

ベトナム国
ハノイ都市圏水道PPPドン河事業
準備調査（PPPインフラ事業）

ファイナル・レポート
本 編

平成24年5月
（2012年）

独立行政法人国際協力機構
（JICA）

メタウォーター（株）
（株）東京設計事務所
（株）クボタ
プライスウォーターハウスコーパス（株）

はじめに

本調査は、官民連携で取り組む PPP(Public Private Partnership) インフラ事業にかかる協力準備調査として国際協力機構(JICA)から受託し、実施したものである。これは PPP インフラ事業への参画に際し、民間からの提案に基づき事業計画を策定する枠組みであり、ここではベトナム国、ハノイ市における上水道整備事業を対象に、これを日越初の大型 PPP 水ビジネス事業として実現することを目指している。

ハノイ市は近年「首都機能整備グレートハノイ市構想」の一環として、周辺自治体を合併・吸収し、300 万人都市から 600 万人都市へと拡大した。

ハノイ都市圏の中核であるハノイ市の水道システムは、都市化の進展と共に計画的に整備されてきたが、近年の急激な都市化・工業化の過程で、地下水水質の悪化、地盤沈下が社会問題となっている。これを解決し、拡大する水需要に応えるべく本調査ではドン河(Duong River)の表流水を水源とした、浄水量 30 万 m³/day (1 期: 15 万、2 期: 15 万)の浄水場建設・運営及び総延長約 46km の送水管敷設を計画規模とする総額 200 億円超の用水供給事業を官民共同で推進することを想定している。

本調査は日本政府の掲げる「新成長戦略」における民間企業による海外インフラ事業展開の具体的推進策の側面を持ち、JICA が新設する海外投融資制度 (PSIF: Private Sector Investment Finance) の利用を前提としていることもあって、政・官・財を始めとする各方面からの幅広い注目を集めている。

これらの状況に鑑み、本提案では官民連携で取り組む PPP インフラ事業のモデルケースとすべく、とりわけその具体性、事業としての実現可能性に焦点を当ててとりまとめている。対象事業の具体化はまだこれからであり、JICA 海外投融資の諸条件（出資額、比率、融資額、期間、金利等）をはじめ、事業関連諸契約の内容等、事業の諸条件は未定である。しかしながら、より実践的とする観点から調査団が議論を重ねて想定した条件でシミュレーションを行い、事業実現への基本的な道筋を示している。

事業収入の検討に当たっては、ベトナム国において実際に事業化された電力案件で実績のあるキャパシティペイメント方式を提案し、キャッシュフローの安定化と為替リスクの回避を図る。加えて事業収入補填のための補助金の投入、とりわけアウトプットベースの VGF (Viability Gap Funding) 制度の実現、競合する同一セクター事業との調整、オフテイク契約履行義務へのベトナム政府の保証、他の各種公的支援を得ることを官民連携事業としての官側への役割として挙げている。とりわけ本件においては、水道料金収入比、設備投資負担が大きくなるという水事業の特性から事業成立に向けた公的支援の役割が大きい。

本調査が海外 PPP インフラ事業に携わる数多くの関係者の参考に供され、現在進行中の PPP 事業の実現に資することの一助になればと考えている。

要 旨

本調査は、2008年4月にベトナム国 VIWASEEN 社 (State Own Enterprise) が提案した「ハノイ都市圏ドン河プロジェクト」(用水供給事業：浄水場と送水管建設及運営維持管理) を日越第 1 号の PPP 事業として実施することを目的としたものである。ベトナム国側では、VIWASEEN 社が当初提案を行った計画 (2008 年計画) から、現在は FS (基礎調査) の段階まで進められており、日本側についても Pre-FS を経て、本調査の段階へと進んでいる。これまで、VIWASEEN 社による FS を基に、メタウォーター、VIWASEEN 社、ハノイ市水道公社及びその他関連機関との間で複数回に渡る協議が行われ、日本側の見解を示してきた。

本調査は、本提案事業がより実行可能性が高いものとなるよう、技術的、経営的視点から主に以下の調査を実施した。

- ベトナム国における PPP 関連法制度の状況及び投資環境
- 事業のニーズ及び需要予測
- 水源水質の試験及び分析
- 設計条件の設定及び概略設計
- 建設資機材の調達、施工計画の策定
- 初期環境影響調査
- 投資リスクの抽出と分析
- 経済、財務分析
- 経営・制度に関する課題の抽出と提案

上記の検討結果を踏まえ、カウンターパートである VIWASEEN 社、ハノイ市水道公社等への各種提案、協議を行い、本提案事業の実現性をより一層高めるべく調査を進めている。

本報告書は以下の章構成となる。

1. 候補事業の提案及び当該事業の必要性と背景の確認

対象国であるベトナム国の社会経済状況、自然環境ならびに PPP 関連法制度の状況等の調査結果を整理した。

2. 水質調査

水質調査は、本提案事業により建設する浄水場施設の設計諸元を決定するための水質試験を行うことを目的に、原水であるドン河表流水の水質試験、原水水質に応じた浄水処理プロセス (特に凝集沈殿処理及び塩素処理を中心に) に係る水処理実験等を実施したものである。

なお、本調査では、より確度の高い実験結果を得るために、雨期・乾期を通じた水質調査を実施している。本報告書では、2011年4,5月（乾期）及び6,8月（雨期）に実施した水質分析結果のまとめとして（ジャーテストは約180回実施）、浄水処理プロセスと容量設定のための根拠資料の作成と使用薬品の選定等を行った。また、将来水質の変動要因を探るべく、水源上流を含めた流域の状況についても調査を行った。

3. 当該 PPP インフラ事業に関わる技術的規模の検討

本章では、本提案事業の基本フレームの設定すべく、事業の需要予測を行い、カウンターパートとの協議結果を踏まえた水需要及び送水範囲の見直し結果を整理した。

信頼性の高い事業運営を長期間継続していくため、安全、安心、安定を基本とした水道施設計画と持続可能な維持管理計画を提案した。浄水処理プロセスにおいては、水質試験結果から導きだされる設計条件を基に施設計画を行い、概略設計図の作成、概算事業費の算出を行った。

上記概略設計を基に、施工計画を策定し、事業実施スケジュール及び実施体制を計画、提案した。

4. 環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討

ベトナム国の環境関連法規及び事業承認までに必要な許認可プロセスについて調査結果を取りまとめるとともに、初期環境影響評価の実施結果を整理した。

5. 投資環境（リスク分析）

ベトナム国における政治環境、経済環境、水事業環境等の投資環境についての調査結果を整理し、事業実施に係わる投資リスクについて網羅的な分析及びそれらに対する対応策の検討を行った。

また、リスク分析に基づき、本調査団が望ましいと考えるプロジェクトスキームの在り方について検討するとともに、検討されたスキームを実現するため必要となる契約体系を整理した。このうち主要な契約については、個別に一般的規定内容、本提案事業における留意点等について一般的な整理を行った。

6. 経済分析

第3章にて算出された需要予測を基に、経済的費用・便益の抽出数量化を行い、

費用便益分析を実施した。また、経済的便益の変動可能性について整理した。

7. 財務分析

本提案事業の財務分析を行うに当たり、分析ケースの設定及び分析前提条件を整理し、これらの条件に従い特定の EIRR を達成するために必要となる売水単価を逆算する財務分析を複数パターン行った。複数の試算ケースの中で、最も望ましいと考えられる DSCR (Debt Service Coverage Ratio) の水準、EIRR (Equity IRR) の水準、売水単価の水準を満たすケースをベースケースとして導き出した。

更に、ベースケースを基準とし、第 5 章で発生頻度が高く影響が大きいと整理されたリスク顕在化時の影響について、事業収益性の観点から定量化分析を行った。また、バンクローン方式にて事業を進める場合の事業性評価も実施した。

8. 経営・制度に関する課題と提案

官民連携型スキームにおいて投資家が事業継続性を確保するため、リスク顕在化時に備えた財務的余裕度確保を有しておくことへの妥当性について概説した。

また、第 5 章および第 7 章で行ったリスク分析と主要リスクの定量化結果を踏まえ、投資家としてのこれら主要リスクに対する対応方法について整理した。最後に本提案事業実現に向け必要とされる公的支援策についての内容をまとめた。

ベトナム国ハノイ都市圏水道 PPP ドン河事業準備調査 (PPP インフラ事業)

ファイナル・レポート

本 編

目 次

1.	候補事業の提案及び当該事業の必要性と背景の確認	1-1
1.1	当該国の社会経済状況	1-1
1.1.1	ベトナムの実質 GDP 推移	1-2
1.1.2	ベトナムの GDP デフレーター推移	1-4
1.1.3	ベトナムにおける購買力平価 (PPP) の推移	1-7
1.1.4	VND の金利推移	1-9
1.1.5	金利とインフレーション	1-10
1.1.6	ハノイ市水道料金変動推移	1-12
1.1.7	他都市の水道料金	1-12
1.2	当該セクターの状況	1-16
1.2.1	水政策の関係機関	1-16
1.2.2	水道事業に関する主要関連省庁の関係	1-18
1.3	当該国の PPP 関連法制度の状況	1-20
1.3.1	水道事業に関する法制度	1-20
1.3.2	民活水道事業の認可プロセス	1-25
1.3.3	BOT 等の民間投資に関する規定 (政府優遇策と入札除外条件)	1-27
1.4	当該事業の周辺の自然条件	1-30
1.5	事業のニーズ	1-31
1.6	環境及び社会面の配慮の現状確認・把握	1-32
1.6.1	水道に関する環境の現状	1-32
1.6.2	地盤沈下の状況	1-32
1.6.3	地下水汚染	1-33
1.6.4	社会環境	1-36
1.7	ベトナムにおける海外投資家による水道民間投資事例	1-37
1.7.1	BOT の事例	1-37
1.7.2	Binh An 浄水場 (用水供給) プロジェクトの概要	1-37
1.7.3	Thu Duc 浄水場 (用水供給) プロジェクトの概要	1-38
1.7.4	両プロジェクトの経過	1-39
2.	水質調査	2-1

2.1	調査目的	2-1
2.1.1	水源調査	2-1
2.1.2	ドン河水質調査	2-1
2.1.3	ドン河原水の水処理特性調査	2-1
2.2	調査内容	2-2
2.2.1	水源調査	2-2
2.2.2	ドン河水質調査	2-2
2.2.3	ドン河原水の水処理特性調査	2-4
2.3	調査日程	2-5
2.4	調査結果	2-5
2.4.1	水源調査	2-5
2.4.2	ドン河水質調査	2-11
2.4.3	ドン河原水の水処理特性調査	2-23
3.	当該 PPP インフラ事業に関わる技術的規模の検討	3-1
3.1	事業目的	3-1
3.2	事業の需要予測	3-1
3.2.1	調査開始時の本提案事業を取巻く状況	3-1
3.2.2	調査対象地域	3-2
3.2.3	調査対象地域における水道事業の概況	3-3
3.2.4	需要予測と基本フレーム設定の流れ	3-16
3.2.5	基本条件の確認	3-18
3.2.6	事業の需要予測と基本フレームの提案	3-29
3.2.7	本提案事業の基本フレーム	3-69
3.3	適切な事業スコープの提案	3-76
3.3.1	プロジェクトの概要	3-76
3.3.2	事業範囲の提案	3-78
3.3.3	浄水場建設予定地の選定	3-79
3.3.4	送水管路線の選定及び受水点の設定	3-81
3.3.5	事業実施期間の提案	3-92
3.4	設計条件の設定	3-93
3.4.1	目標年次	3-93
3.4.2	基本水量	3-93
3.4.3	浄水水質基準	3-94
3.4.4	ドン河取水水位	3-95
3.4.5	受水点受水方式	3-97
3.4.6	用水供給水圧の設定	3-99

3.4.7	建設予定地の地形	3-101
3.4.8	建設予定地の地質状況	3-103
3.4.9	不発弾調査	3-106
3.4.10	関連法規及びプロジェクト実施に必要な許認可	3-108
3.5	概略設計	3-114
3.5.1	設計概要	3-114
3.5.2	設計方針	3-114
3.5.3	取水場・浄水場施設計画	3-120
3.5.4	送水管計画	3-186
3.5.5	配水管整備計画（事業範囲外）	3-201
3.5.6	取水場・浄水場の概略設計	3-218
3.5.7	送水管の概略設計	3-226
3.5.8	概略設計図	3-228
3.6	施工計画の策定	3-229
3.6.1	現地における自然条件	3-229
3.6.2	材料及び施工機械の調達	3-231
3.6.3	施工体制計画	3-234
3.6.4	施工に際して準備すべき事項	3-234
3.6.5	全体工程計画（例）	3-243
3.7	概算事業費の算出	3-245
3.7.1	積算の前提条件	3-245
3.7.2	建設費の積算条件	3-245
3.7.3	建設費	3-246
3.7.4	運転・維持管理費用	3-248
3.8	事業実施スケジュール策定	3-250
3.9	事業実施体制の提案	3-252
3.10	運営・維持管理体制の検討	3-254
3.10.1	維持管理体制の基本方針	3-254
3.10.2	現地維持管理体制の検討	3-254
3.10.3	人材育成計画	3-266
3.10.4	ユーティリティ調達計画	3-268
3.10.5	浄水発生土の処分に関する検討	3-271
3.10.6	大規模浄水場の安定稼動を技術支援する体制	3-275
4.	環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討	4-1
4.1	序論	4-1
4.2	法制度及び行政の枠組み	4-3

4.3	事業の概要.....	4-30
4.4	環境ベースラインデータ	4-39
4.5	影響識別と軽減対策	4-51
4.6	環境マネジメント計画.....	4-57
4.7	結論	4-63
5.	投資環境（リスク分析）	5-1
5.1	政治環境	5-1
5.2	経済環境	5-4
5.3	水事業環境.....	5-13
5.4	契約書作成のための諸元整理.....	5-19
5.4.1	契約管理すべき当該プロジェクトリスク.....	5-19
5.4.2	当該プロジェクトに関する契約体系の整理と各契約書.....	5-33
6.	経済分析.....	6-1
6.1	当該プロジェクトの目的と概要	6-1
6.2	現在の水道事業の状況.....	6-2
6.3	対象地域における需要予測と本事業の位置づけ	6-4
6.4	経済的費用の抽出と数量化.....	6-14
6.5	経済的便益の抽出と数量化.....	6-19
6.6	経済的費用便益分析	6-25
6.7	経済的便益の変動可能性	6-27
7.	財務分析.....	7-1
7.1	ケース設定と資金フロー	7-1
7.1.1	ケースの説明	7-1
7.1.2	資金フロー	7-2
7.2	財務分析前提条件.....	7-3
7.2.1	前提条件.....	7-3
7.2.2	収入.....	7-10
7.3	キャッシュウオーターフォール	7-16
7.4	バンクローンの検討	7-17
7.4.1	バンクローンにおける財務分析前提条件.....	7-17
7.4.2	バンクローンによる分析結果	7-19
7.4.3	売水価格低減化のための工夫	7-20
7.4.4	売水価格低減化を目的とする財務分析結果	7-22
7.4.5	現地パートナー企業との合意形成のための工夫.....	7-25
7.4.6	現地パートナー企業との合意形成を目的とする財務分析結果	7-25
7.5	直接融資の検討	7-30

7.5.1	検討ケース	7-30
7.5.2	ケース 1 の場合の売水単価	7-30
7.5.3	ケース 2 の場合の売水単価	7-41
7.5.4	事業のベースケースの選定	7-53
7.6	感度分析	7-60
7.6.1	リスクの定量化	7-60
7.6.2	試算結果に関する分析	7-69
8.	経営・制度に関する課題	8-1
8.1	経営	8-1
8.1.1	投資家としてのリスクの二重管理方策	8-1
8.1.2	投資家による財務的余裕度確保の妥当性について	8-6
8.2	政府支援制度	8-7
8.2.1	両国政府に求める支援策	8-7
8.2.2	日本国政府に求める支援策	8-9

【図表リスト】

図-1.1.1	実質 GDP 推移（米国・日本と対比）	1-2
図-1.1.2	ベトナムの実質 GDP 推移	1-3
図-1.1.3	ベトナムの GDP 成長率の推移	1-3
図-1.1.4	ベトナムの GDP デフレーター	1-4
図-1.1.5	ベトナムの GDP デフレーター	1-5
図-1.1.6	ベトナムの生産者物価指数の推移	1-5
図-1.1.7	ベトナムの CPI の推移	1-6
図-1.1.8	ベトナムの購買力平価（対米国・日本）の推移	1-7
図-1.1.9	VND/USD の PPP 及び EXR の推移	1-8
図-1.1.10	VND/円の PPP 及び EXR の推移	1-8
図-1.1.11	ベトナムの金利の推移	1-9
図-1.1.12	金利とインフレーションの推移	1-10
図-1.1.13	貿易収支、海外債務残高および外貨準備高の推移	1-11
図-1.1.14	Ha Noi 市の水道料金改定推移	1-12
図-1.2.1	水道事業の主要関連省庁の階層的關係	1-18
図-1.2.2	提案事業承認までのプロセス	1-19
図-1.3.1	政令 37 号下での PPP 事業に関する手続きフロー	1-26
図-1.4.1	Ha Noi 市における月別気温と平均降雨量の変動	1-30
図-1.6.1	地盤沈下の状況	1-33
図-1.6.2	旧 Ha Noi 市の砒素汚染状況	1-34
図-1.7.1	Binh An 浄水場（用水供給）プロジェクトの事業スキーム	1-38
図-1.7.2	Thu Duc 浄水場（用水供給）プロジェクトの事業スキーム	1-39
図-2.4.1	水源調査地点（2011 年 5 月 27 日調査）	2-7
図-2.4.2	水源調査地点（2011 年 6 月 29 日調査）	2-8
図-2.4.3	水源調査地点（2011 年 7 月 4 日調査）	2-9
図-2.4.4	水温及び気温（毎日試験）	2-12
図-2.4.5	濁度（毎日試験）	2-13
図-2.4.6	過マンガン酸カリウム消費量（毎日試験）	2-14
図-2.4.7	濁度と KMnO_4 消費量の関係（毎日試験）	2-14
図-2.4.8	ドン河原水の SS と濁度の関係式（毎日試験）	2-15
図-2.4.9	濁度及び pH（第 2 回調査 連続採水試験）	2-16
図-2.4.10	過マンガン酸カリウム消費量（第 2 回調査 連続採水試験）	2-17
図-2.4.11	ドン河原水粒子の沈降特性（濁度指標）	2-21
図-2.4.12	ドン河原水粒子の沈降特性（SS 指標）	2-21
図-2.4.13	ドン河原水濁度と凝集剤注入率（第 3 回調査）	2-25

図-2.4.14	PAC-2 保存による凝集効果.....	2-26
図-2.4.15	各 Run の比較.....	2-27
図-2.4.16	Run1 (緩速攪拌を一定にしたとき) の結果.....	2-27
図-2.4.17	静置によるドン河原水の凝集性への影響.....	2-28
図-2.4.18	PAC と Alum の凝集効果の比較.....	2-29
図-2.4.19	PAC と PSI の凝集効果の比較.....	2-30
図-2.4.20	ドン河原水の沈降汚泥 (12 時間静置) の濃縮性.....	2-33
図-2.4.21	ドン河原水の凝集沈殿汚泥の濃縮性.....	2-34
図-3.2.1	調査対象地域.....	3-2
図-3.2.2	HAWACO の配水量実績と有収率の推移 (2005~2010 年)	3-5
図-3.2.3	Ha Noi 市の水道管理区域.....	3-11
図-3.2.4	Bac Ninh 省内の既設及び計画浄水場.....	3-13
図-3.2.5	Hung Yen 省内の既設及び計画浄水場.....	3-15
図-3.2.6	需要予測と基本フレーム設定の流れ.....	3-17
図-3.2.7	本調査開始時の計画概要 (Pre-FS 調査結果)	3-19
図-3.2.8	2030 年までのハノイ都市圏水道計画.....	3-22
図-3.2.9	VIWASEEN 社 FS 調査における送水管ルート設定.....	3-27
図-3.2.10	ドン河浄水場及び Ha Noi 北部の水運用方針.....	3-30
図-3.2.11	本提案事業における Bac Ninh 省の水運用方針.....	3-36
図-3.2.12	ドン河浄水場及び Hung Yen 省の水運用方針.....	3-39
図-3.2.13	市内中心 8 区の人口推計.....	3-43
図-3.2.14	Long Bien 区、Gia Lam 県の人口推計.....	3-44
図-3.2.15	人口推計の対象地域.....	3-46
図-3.2.16	受水点の位置及び給水範囲.....	3-61
図-3.2.17	Long Bien 区及び Gia Lam 県の受水点位置と給水区域 (全体)	3-62
図-3.2.18	Long Bien 区及び Gia Lam 県の受水点位置と給水区域 (①Phu Thi) .	3-63
図-3.2.19	Long Bien 区及び Gia Lam 県の受水点位置と給水区域 (②Trau Quy)	3-64
図-3.2.20	Long Bien 区及び Gia Lam 県の受水点位置と給水区域 (③Sai Dong)	3-65
図-3.2.21	Bac Ninh 省の受水点位置.....	3-66
図-3.2.22	VIWASEEN 社 FS 結果と本調査により見直した送水ルート.....	3-68
図-3.2.23	HAWACO との協議結果.....	3-72
図-3.2.24	本提案事業における給水範囲 (見直し)	3-74
図-3.2.25	送水ルート及び各受水点の受水量.....	3-75
図-3.3.1	本提案事業の概要.....	3-77

図-3.3.2	本提案事業の概念図	3-78
図-3.3.3	Pre-FS における浄水場候補地	3-79
図-3.3.4	浄水場及び取水場の建設予定地	3-80
図-3.3.5	本提案事業の送水管路線	3-81
図-3.3.6	送水管路線と現場状況	3-84
図-3.3.7	No.1 Lim 受水点の候補地	3-86
図-3.3.8	No.2 Phu Thi 受水点の候補地	3-87
図-3.3.9	No.3 Trau Quy 受水点の候補地	3-88
図-3.3.10	No.4 Sai Dong 受水点の候補地	3-89
図-3.3.11	No.5 Eco Park 受水点の候補地	3-90
図-3.3.12	No.6 Yen So 受水点の候補地	3-91
図-3.4.1	ドン河水位日変動の経年変化 (2002 年～2009 年)	3-95
図-3.4.2	月最大・最低水位の経年変化 (2002 年～2009 年)	3-95
図-3.4.3	受水点における本提案事業の責任境界	3-97
図-3.4.4	測量調査実施範囲	3-102
図-3.4.5	地質調査実施箇所	3-103
図-3.4.6	主な爆弾投下エリア	3-106
図-3.4.7	事業の最終承認までに必要な許認可プロセス (再掲)	3-110
図-3.4.8	水道事業における一般的な土地収用のプロセス	3-111
図-3.5.1	ドン河 SS の推移 (2001～2010 年水文気象庁データ)	3-126
図-3.5.2	ドン河流量の推移 (2002～2009 年水文気象庁データ)	3-126
図-3.5.3	過去 10 年間の原水 SS の区分別出現日数	3-127
図-3.5.4	過去 10 年間原水 SS の年別平均、最大、最小及び 75% 値の推移	3-127
図-3.5.5	乾期・雨期別の原水 SS の推移	3-129
図-3.5.6	浄水処理フロー	3-130
図-3.5.7	排水処理フロー	3-133
図-3.5.8	選定された浄水処理システム	3-139
図-3.5.9	浄水場電源系統図	3-165
図-3.5.10	1 階平面図	3-176
図-3.5.11	2 階平面図	3-177
図-3.5.12	3 階平面図	3-178
図-3.5.13	南面立面図	3-179
図-3.5.14	西面立面図	3-179
図-3.5.15	敷地形状と周辺道路の状況	3-180
図-3.5.16	施設配置図	3-181
図-3.5.17	水位高低図 (第 1 期 : 150,000m ³ /day)	3-185

図-3.5.18	送水管路線概要	3-186
図-3.5.19	送水管布設ルート及び延長	3-189
図-3.5.20	取水管水撃解析結果	3-196
図-3.5.21	導水管水撃解析結果	3-197
図-3.5.22	北系送水管水撃解析結果	3-197
図-3.5.23	南系送水管模式図	3-198
図-3.5.24	南系送水管（ルート1）水撃解析結果	3-198
図-3.5.25	南系送水管（ルート2）水撃解析結果	3-199
図-3.5.26	南系送水管（ルート1）水撃解析結果（サージタンク設置後）	3-200
図-3.5.27	南系送水管（ルート2）水撃解析結果（サージタンク設置後）	3-200
図-3.5.28	既設管網状況	3-202
図-3.5.29	管網計算図	3-209
図-3.5.30	管網整備図（第1期）	3-212
図-3.5.31	第1期 水圧－動水勾配分布図	3-213
図-3.5.32	第1期 水圧－流速分布図	3-214
図-3.5.33	管網整備図（第2期）	3-215
図-3.5.34	第2期 水圧－動水勾配分布図	3-216
図-3.5.35	第2期 水圧－流速分布図	3-217
図-3.6.1	月別降水量	3-229
図-3.6.2	工事中進入路	3-235
図-3.6.3	仮設ヤード（現場事務所、資材置場等）位置図	3-236
図-3.6.4	建設資材（管材）の調達及び運搬ルート	3-240
図-3.6.5	設備機器の調達及び運搬ルート	3-242
図-3.8.1	実施スケジュール（日越双方の合意が必要）	3-251
図-3.9.1	事業実施体制（案）	3-252
図-3.10.1	水安全計画の策定と運用の流れ	3-263
図-3.10.2	ベトナム人運用体制と日本人支援体制	3-266
図-3.10.3	電力料金（従量制）の推移	3-271
図-3.10.4	浄水発生土の発生量と有効利用の推移	3-273
図-3.10.5	遠隔監視システムによる支援体制のイメージ	3-276
図-4.2.1	MPI の組織体系	4-5
図-4.2.2	MOC の組織体系	4-6
図-4.2.3	MONRE の組織体系	4-8
図-4.2.4	VEA の組織体系	4-9
図-4.2.5	MARD の組織体系	4-10
図-4.2.6	DONRE の組織体系	4-11

図-4.2.7	VIWASEEN 社の組織体系	4-12
図-4.2.8	法に基づく EIA 評価・承認手続き	4-25
図-4.2.9	事業承認までの手続き	4-27
図-4.2.10	土地利用申請の手続き	4-28
図-4.2.11	最終承認取得の手続き	4-29
図-4.3.1	本提案事業の主要施設の予定地	4-32
図-4.3.2	浄水場施設配置図	4-33
図-4.3.3	事業区域内の写真 (1)	4-34
図-4.3.4	事業区域内の写真 (2)	4-35
図-4.3.5	事業区域内の写真 (3)	4-36
図-4.3.6	事業区域内の写真 (4)	4-37
図-4.3.7	浄水場施設の位置	4-38
図-4.4.1	浄水場位置図	4-40
図-4.4.2	浄水場建設予定地周辺の状況	4-41
図-4.4.3	受水点設置位置の状況	4-43
図-4.4.4	Ha Noi 市の降水量及び気温データ	4-44
図-4.4.5	Ha Noi 周辺の保護区域	4-47
図-4.4.6	浄水場へのアクセス道路	4-49
図-5.1.1	一人当たり実質 GDP 推移	5-1
図-5.2.1	為替変動推移	5-5
図-5.2.2	GDP デフレーター (USD 換算)	5-6
図-5.2.3	主要先進国 GDP デフレーター推移 (USD 換算)	5-7
図-5.2.4	新興国 GDP デフレーター推移 (USD 換算)	5-8
図-5.2.5	外貨準備高推移	5-11
図-5.2.6	外貨準備高推移 (GDP 比)	5-11
図-5.2.7	対外債務残高推移	5-12
図-5.2.8	対外債務残高推移 (GDP 比)	5-12
図-5.3.1	人口推移	5-13
図-5.3.2	設備容量の推移 (HAWACO)	5-14
図-5.3.3	浄水生産・供給量推移 (HAWACO)	5-14
図-5.3.4	有収率の推移 (HAWACO)	5-15
図-5.3.5	浄水生産・供給量季節変動 (2005~2009 年)	5-16
図-5.3.6	HAWACO 売上高推移	5-17
図-5.3.7	給水量 1m ³ 当り売上高 (HAWACO)	5-17
図-5.3.8	水道料金改定推移 (Ha Noi 市)	5-18
図-5.4.1	リスクの分類	5-20

図-5.4.2	リスク評価基準	5-20
図-6.2.1	各給水予定地の位置関係	6-3
図-6.3.1	Ha Noi 市中心部における給水体制	6-7
図-6.3.2	Ha Noi 市東部における給水体制	6-8
図-6.3.3	Ha Noi 市における現在の水道事業と本事業概要	6-9
図-6.3.4	Bac Ninh 省における給水体制	6-10
図-6.3.5	Bac Ninh 省における現在の水道事業と本事業概要	6-11
図-6.3.6	Hung Yen 省における給水体制	6-12
図-6.3.7	Hung Yen 省における現在の水道事業と本事業概要	6-13
図-6.5.1	水事業による便益 (A+B)	6-21
図-6.5.2	利用者総便益の想定	6-24
図-7.1.1	ケース 1 の資金フロー	7-2
図-7.2.1	Payment Formula 別の売水単価の推移	7-15
図-7.3.1	SPC のキャッシュウオーターフォール	7-16
図-7.4.1	バンクローンの場合の資金スキーム図	7-17
図-7.5.1	事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR5%)	7-31
図-7.5.2	事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR5%)	7-32
図-7.5.3	事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR10%)	7-33
図-7.5.4	事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR10%)	7-33
図-7.5.5	事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR15%)	7-35
図-7.5.6	事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR15%)	7-35
図-7.5.7	事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR5%)	7-37
図-7.5.8	事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR5%)	7-37
図-7.5.9	事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR10%)	7-39
図-7.5.10	事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR10%)	7-39
図-7.5.11	事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR15%)	7-40
図-7.5.12	事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR15%)	7-41
図-7.5.13	事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR5%)	7-43
図-7.5.14	事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR5%)	7-43
図-7.5.15	事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR10%)	7-44
図-7.5.16	事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR10%)	7-45
図-7.5.17	事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR15%)	7-46
図-7.5.18	事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR15%)	7-46
図-7.5.19	事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR5%)	7-48
図-7.5.20	事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR5%)	7-49
図-7.5.21	事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR10%)	7-50

図-7.5.22	事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR10%).....	7-50
図-7.5.23	事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR15%).....	7-52
図-7.5.24	事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR15%).....	7-52
図-7.5.25	ベースケースの事業スキーム	7-56

表-1.1.1	Ha Noi 市の水道料金	1-13
表-1.1.2	Bac Ninh 省の水道料金	1-13
表-1.1.3	Hung Yen 省の水道料金.....	1-13
表-1.1.4	Ho Chi Minh 市の水道料金（都市部）	1-14
表-1.1.5	Ho Chi Minh 市の水道料金（農村部）	1-14
表-1.1.6	Hue 市の水道料金.....	1-15
表-1.2.1	ベトナム国における水道事業の政府関係機関.....	1-16
表-1.3.1	水道事業（PPP）に関する法制度.....	1-20
表-1.3.2	都市の範疇	1-22
表-1.3.3	水道水の価格フレーム.....	1-22
表-1.3.4	Ha Noi 市の 2009 年の水道水の料金	1-23
表-1.6.1	ホン河（Red River）の砒素汚染状況.....	1-35
表-1.6.2	ヒアリング調査結果	1-36
表-2.4.1	水源水質試験結果(2011 年 5 月 27 日調査)	2-10
表-2.4.2	水源水質試験結果(2011 年 6 月 29 日調査)	2-10
表-2.4.3	水源水質試験結果(2011 年 7 月 4 日調査)	2-10
表-2.4.4	ドン河水質に関する調査期間.....	2-11
表-2.4.5	ドン河水質に関する試験項目及び試験方法	2-11
表-2.4.6	基準値を超過した項目.....	2-18
表-2.4.7	日本の水道水質基準値を超過した項目及びその測定範囲.....	2-18
表-2.4.8	基準値以下～10 分の 1 超過項目	2-18
表-2.4.9	10 分の 1 以下項目	2-19
表-2.4.10	浄水処理対象項目の試験結果.....	2-19
表-2.4.11	ドン河原水粒子の粒径分布（4 月及び 5 月）	2-20
表-2.4.12	ドン河原水粒子の粒径分布（6 月～8 月）	2-20
表-2.4.13	静置によるドン河原水粒子の低減効果（濁度指標）	2-22
表-2.4.14	静置によるドン河原水粒子の低減効果（SS 指標）	2-22
表-2.4.15	凝集剤の種類と調製方法.....	2-23
表-2.4.16	ポリ塩化アルミニウムの凝集特性（乾期の結果）	2-23
表-2.4.17	ポリ塩化アルミニウムの凝集特性（雨期の結果）	2-24
表-2.4.18	緩速攪拌条件.....	2-26
表-2.4.19	ジャーテスト後上澄水中の溶解性アルミニウム濃度（mg/L）.....	2-28
表-2.4.20	硫酸アルミニウムの凝集特性.....	2-29
表-2.4.21	ポリシリカ鉄の凝集特性.....	2-30
表-2.4.22	塩素要求量(mg/L).....	2-32

表-2.4.23	原水及びジャーテスト上澄水のトリハロメタン生成能比較	2-32
表-3.2.1	HAWACO 管理区域における水道普及率（近隣 5 県）	3-4
表-3.2.2	HAWACO の水道事業概要	3-4
表-3.2.3	HAWACO における有収水量の推移（2005～2010 年）	3-7
表-3.2.4	Son Tay 水道会社の水道事業概要	3-8
表-3.2.5	Ha Dong 水道会社の水道事業概要	3-9
表-3.2.6	VIWACO 社の水道事業概要	3-10
表-3.2.7	Bac Ninh 省内の既設浄水場の状況	3-12
表-3.2.8	Hung Yen 省内の既設浄水場の状況	3-14
表-3.2.9	VIWASEEN 社の FS 調査報告書の需要予測結果	3-23
表-3.2.10	第 1 期（2015 年）の水需要予測（詳細）	3-25
表-3.2.11	第 2 期（2020 年）の水需要予測（詳細）	3-26
表-3.2.13	Ha Noi 市給水計画における 3 浄水場の運用計画	3-33
表-3.2.12	Ha Noi 市内の給水範囲の設定方針	3-34
表-3.2.14	Bac Ninh 省の給水範囲の設定方針	3-37
表-3.2.15	Hung Yen 省の給水範囲の設定方針	3-40
表-3.2.16	対象区域の人口実績	3-42
表-3.2.17	将来人口の推計	3-43
表-3.2.18	将来人口の設定値	3-45
表-3.2.19	Gia Lam 県における配水状況とドン河浄水場の対象地区	3-45
表-3.2.20	Ha Noi 市における水道普及率（計画）	3-47
表-3.2.21	原単位設定値（単位：Lpcd）	3-48
表 3.2.22	水需要推計に必要な各種係数の設定	3-48
表-3.2.23	本推計において考慮する工業団地及び住宅団地等	3-51
表-3.2.24	2015 年（第 1 期）の Ha Noi 市内の水需要	3-54
表-3.2.25	2020 年（第 2 期）の Ha Noi 市内の水需要	3-55
表-3.2.26	2030 年（第 3 期）の Ha Noi 市内の水需要	3-56
表-3.2.27	VIWASE 社の 2015 年、2020 年水需要予測結果（ホン河北部）	3-57
表-3.2.28	将来の Ha Noi 市北部エリアの浄水場	3-58
表-3.2.29	2015 年におけるホン河北部地域の水需要（VIWASE 社）	3-59
表-3.2.30	2020 年におけるホン河北部地域の水需要（VIWASE 社）	3-59
表-3.2.31	受水点水量の内訳	3-60
表-3.2.32	受水点別の受水量	3-67
表-3.2.33	HAWACO との協議結果	3-70
表-3.2.34	ドン河浄水場の対象水量	3-74
表-3.3.1	送水管路線と道路状況	3-82

表-3.3.2	受水点設置位置の概要.....	3-85
表-3.3.3	事業実施規模・財務分析用想定時期.....	3-92
表-3.4.1	ベトナム国飲料水水質基準の主要項目.....	3-94
表-3.4.2	ドン河取水水位（設定値）.....	3-96
表-3.4.3	年間水位変動幅（2002～2009年）.....	3-96
表-3.4.4	需要家へのヒアリング結果.....	3-98
表-3.4.5	Ha Noi 市水道公社の配水圧力実績.....	3-99
表-3.4.6	測量調査実施内容.....	3-101
表-3.4.7	水道事業に関する法制度.....	3-108
表-3.4.8	水道事業に関連する技術的な指針・基準等.....	3-109
表-3.5.1	設計対象施設.....	3-114
表-3.5.2	基本事項の整理（1/4）.....	3-116
表-3.5.3	基本事項の整理（2/4）.....	3-117
表-3.5.4	基本事項の整理（3/4）.....	3-118
表-3.5.5	基本事項の整理（4/4）.....	3-119
表-3.5.6	期別水需要量.....	3-120
表-3.5.7	第1期の計画水量.....	3-123
表-3.5.8	第2期の計画水量.....	3-124
表-3.5.9	ベトナムにおける河川水質基準（TCVN5942-1995）.....	3-125
表-3.5.10	乾期・雨期別のSSの状況.....	3-128
表-3.5.11	浄水処理システムの構成、抽出表<河川系>（一例）.....	3-131
表-3.5.12	凝集剤注入率の設定.....	3-134
表-3.5.13	塩素注入率の設定値.....	3-135
表-3.5.14	取水施設の比較.....	3-138
表-3.5.15	急速攪拌池の攪拌方式の比較.....	3-141
表-3.5.16	フロック形成池の攪拌方式の比較.....	3-143
表-3.5.17	沈殿方式の比較.....	3-146
表-3.5.18	汚泥掻寄・排泥装置の比較.....	3-147
表-3.5.19	定速ろ過法の比較.....	3-150
表-3.5.20	急速ろ過方式（逆洗方式）の比較.....	3-151
表-3.5.21	脱水方式の比較.....	3-156
表-3.5.22	斜流ポンプの比較.....	3-158
表-3.5.23	両吸込みポンプの比較.....	3-160
表-3.5.24	薬品注入ポンプの比較.....	3-162
表-3.5.25	配電設備の設備配置.....	3-164
表-3.5.26	一般計測項目と検出方法.....	3-169

表-3.5.27	水質計測項目と検出方式	3-170
表-3.5.28	伝送路比較表	3-173
表-3.5.29	建築施設リスト	3-174
表-3.5.30	必要居室	3-175
表-3.5.31	室内配管口径	3-182
表-3.5.32	場内配管口径	3-183
表-3.5.33	各処理プロセスにおける水位設定	3-184
表-3.5.34	送水管水理計算結果	3-188
表-3.5.35	ドン河及びホン河の河川状況	3-190
表-3.5.36	一般的な河川横断方法	3-191
表-3.5.37	河川横断方法の比較	3-192
表-3.5.38	水撃検討の対象水量	3-193
表-3.5.39	水撃圧対策の比較	3-195
表-3.5.40	管路区分と役割	3-203
表 3.5.41	配水管整備計画の対象となる給水区域	3-204
表-3.5.43	給水人口別 β_{\max} の設定値	3-205
表-3.5.42	各受水点の水量設定	3-207
表-3.5.44	配水管整備延長と概算整備費用	3-211
表-3.5.45	施設概要 (1/7)	3-219
表-3.5.46	施設概要 (2/7)	3-220
表-3.5.47	施設概要 (3/7)	3-221
表-3.5.48	施設概要 (4/7)	3-222
表-3.5.49	施設概要 (5/7)	3-223
表-3.5.50	施設概要 (6/7)	3-224
表-3.5.51	施設概要 (7/7)	3-225
表-3.5.52	地下埋設物の有無	3-226
表-3.6.1	送水管材料の調達	3-231
表-3.6.2	設備機器の調達	3-232
表-3.6.3	工事に必要な現場事務所等仮設備の面積 (例)	3-237
表-3.6.4	全体工事工程	3-244
表-3.7.1	本案件の建設費内訳 (第1期)	3-246
表-3.7.2	本案件の建設費内訳 (第2期)	3-246
表-3.7.3	期別建設費用	3-247
表-3.7.4	第1期維持管理費用 (第2期開始まで)	3-248
表-3.7.5	第2期開始からの維持管理費用	3-248
表-3.10.1	維持管理、運営上の関連法令	3-254

表-3.10.2	点検方法及び点検種別の一例	3-257
表-3.10.3	ポンプの点検・整備例	3-259
表-3.10.4	技術規定の一部	3-260
表-3.10.5	水質関連法令	3-262
表-3.10.6	浄水場発生固形物量	3-264
表-3.10.7	日本人技術者投入計画	3-267
表-3.10.8	塩素剤の比較	3-268
表-3.10.9	時間帯別電気料金設定（受電電圧 22kV）	3-270
表-3.10.10	廃棄物に関する関連法令	3-272
表-3.10.11	URENCO の市内処分場施設	3-272
表-3.10.12	有効利用の方法とその適正条件	3-274
表-3.10.13	浄水発生土の具体的リサイクル事例	3-275
表-4.1.1	提案当初の VIWASEEN 計画	4-2
表-4.2.1	プロジェクトの許認可及び環境社会配慮の関連省庁	4-3
表-4.2.2	環境社会配慮に関連する法律及び決定書	4-13
表-4.3.1	提案事業の内容	4-30
表-4.3.2	提案事業の施設設置場所の概要	4-31
表-4.4.1	Ha Noi 市の気象データ	4-43
表-4.4.2	ホン河流域の地下水の砒素汚染状況	4-45
表-4.4.3	Ha Noi 市における月平均濃度（2007 年）	4-46
表-4.5.1	プロジェクト構成要素のスコーピング・マトリックス	4-52
表-4.5.2	提案事業における負の影響の大きさ	4-53
表-4.5.3	建設準備段階及び建設段階の軽減対策	4-55
表-4.5.4	運転段階の軽減対策	4-55
表-4.6.1	建設段階のモニタリングプログラム	4-58
表-4.6.2	騒音モニタリング（建設段階）	4-59
表-4.6.3	周辺環境のモニタリング（建設段階）	4-59
表-4.6.4	大気質のモニタリング（建設段階）	4-59
表-4.6.5	運転段階のモニタリング	4-60
表-4.6.6	原水水質のモニタリング（運転段階）	4-61
表-4.6.7	浄水水質のモニタリング（運転段階）	4-61
表-4.6.8	浄水場からの排水モニタリング（運転段階）	4-61
表-4.6.9	騒音モニタリング（運転段階）	4-62
表-5.4.1	本プロジェクトのリスクマトリックス	5-21
表-5.4.2	リスク分担表	5-24
表-5.4.3	本プロジェクトの主要契約一覧	5-35

表-5.4.4	BOT 契約（事業権契約）・投資登録の記載事項と留意点	5-38
表-5.4.5	オフテイクとの覚書の記載事項と留意点	5-39
表-5.4.6	オフテイク契約の記載事項と留意点	5-41
表-5.4.7	コンソーシアム協定・株主間契約の記載事項と留意点.....	5-44
表-5.4.8	EPC 契約の記載事項と留意点.....	5-47
表-5.4.9	O&M 契約の記載事項と留意事項	5-49
表-6.1.1	事業概要	6-1
表-6.2.1	Ha Noi 市における水道事業の概要（2009 年度実績）	6-2
表-6.3.1	Ha Noi 市における給水面積・給水人口・給水量	6-4
表-6.3.2	水需要推計に必要な各種係数の設定	6-6
表-6.3.3	全給水量に占める用途別割合	6-6
表-6.3.4	Bac Ninh 省における給水面積・給水人口・給水量.....	6-10
表-6.3.5	Hung Yen 省における給水面積・給水人口・給水量.....	6-12
表-6.4.1	建設費の想定	6-14
表-6.4.2	維持管理費の想定.....	6-14
表-6.4.3	SERF の設定例	6-16
表-6.4.4	建設費の経済価格化	6-17
表-6.4.5	維持管理費の経済価格化（百万 VND）	6-17
表-6.5.1	水道料金の改定率.....	6-23
表-6.5.2	飲料水及び生活用水の水源別割合（2008, ベトナム都心部）	6-23
表-6.5.3	経済的便益の数量化	6-24
表-6.6.1	正味現在価値及び経済的内部収益率の算出	6-25
表-6.7.1	EIRR(Economic IRR)に対応した WTP の最高額の水準とプロジェクトの NPV	6-27
表-7.1.1	設定ケース	7-1
表-7.2.1	事業スケジュール（財務分析用）	7-3
表-7.2.2	稼働率想定根拠	7-4
表-7.2.3	初期投資費用	7-5
表-7.2.4	オペレーション費用算定の考え方	7-6
表-7.2.5	Phase 1 のみのオペレーション費用.....	7-6
表-7.2.6	Phase1 & 2 のオペレーション費用.....	7-6
表-7.2.7	Payment Formula の概要.....	7-11
表-7.2.8	本プロジェクトでの想定	7-12
表-7.2.9	2015 年の売水単価	7-13
表-7.2.10	Capacity-1 の考え方	7-14
表-7.4.1	7.6 感度分析でのバンクローンの試算結果.....	7-17

表-7.4.2	バンクローン事業スケジュール（財務分析用）	7-18
表-7.4.3	バンクローンでの試算結果	7-19
表-7.4.4	ベトナム国での水道料金	7-20
表-7.4.5	5%削減後初期投資費用	7-22
表-7.4.6	Payment Formula 変更後バンクローンでの試算結果	7-23
表-7.4.7	目標 EIRR VND 建 15%の場合の金利試算結果	7-24
表-7.4.8	目標 EIRR VND 建 20%の場合の金利試算結果	7-24
表-7.4.9	配当性向上昇後目標 EIRR VND 建 20%の場合の金利試算結果	7-26
表-7.4.10	配当性向上昇後目標 EIRR 円建 15%の場合の金利試算結果	7-26
表-7.4.11	配当性向上昇後目標 EIRR VND 建 20%の場合の売水単価試算結果（金利 10%）	7-27
表-7.4.12	配当性向上昇後目標 EIRR VND 建 20%の場合の売水単価試算結果金利 11%）	7-28
表-7.4.13	配当性向上昇後目標 EIRR 円建 15%の場合の売水単価試算結果	7-28
表-7.5.1	完工時の SPC のバランスシート(ケース 1×Phase1)	7-30
表-7.5.2	平均売水単価(ケース 1×Phase1×EIRR5%)	7-31
表-7.5.3	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR5%)	7-32
表-7.5.4	平均売水単価(ケース 1×Phase1×EIRR10%)	7-32
表-7.5.5	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR10%)	7-34
表-7.5.6	平均売水単価(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR15%)	7-34
表-7.5.7	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR15%)	7-35
表-7.5.8	完工時のバランスシート(ケース 1×Phase 1&2)	7-36
表-7.5.9	平均売水単価(ケース 1×Phase1& 2×EIRR5%)	7-36
表-7.5.10	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1&2×EIRR5%)	7-38
表-7.5.11	平均売水単価(ケース 1×Phase1&2×EIRR10%)	7-38
表-7.5.12	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1&2×EIRR10%)	7-39
表-7.5.13	平均売水単価(ケース 1×Phase1&2×EIRR15%)	7-40
表-7.5.14	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1&2×EIRR15%)	7-41
表-7.5.15	完工時のバランスシート(ケース 2)	7-42
表-7.5.16	平均売水単価(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR5%)	7-42
表-7.5.17	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR5%)	7-43
表-7.5.18	平均売水単価(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR10%)	7-44
表-7.5.19	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR10%)	7-45
表-7.5.20	平均売水単価(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR15%)	7-45
表-7.5.21	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR15%)	7-47
表-7.5.22	完工時のバランスシート(ケース 2×Phase1&2)	7-47

表-7.5.23	平均売水単価(ケース 2×Phase1&2×EIRR5%).....	7-48
表-7.5.24	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1&2×EIRR5%)	7-49
表-7.5.25	平均売水単価(ケース 2×Phase1&2×EIRR10%).....	7-49
表-7.5.26	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1&2×EIRR10%) ...	7-51
表-7.5.27	平均売水単価(ケース 2×Phase1&2×EIRR15%).....	7-51
表-7.5.28	事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1&2×EIRR15%) ...	7-52
表-7.5.29	事業のベースケースの選定候補一覧(ケース 1)	7-53
表-7.5.30	事業のベースケースの選定候補一覧(ケース 2)	7-53
表-7.5.31	JPY、VND 金利推移	7-55
表-7.5.32	国内上場企業 ROE	7-55
表-7.5.33	事業スケジュール.....	7-56
表-7.5.34	ベースケース初期投資額.....	7-57
表-7.5.35	ベースケースの事業期間中の Cash-in/Cash-out 計	7-58
表-7.5.36	ベースケースの平均売水単価.....	7-58
表-7.6.1	主要リスクの定量化の可否と定量化の対象とするリスク項目	7-61
表-7.6.2	試算ケースの設定.....	7-64
表-7.6.3	試算結果.....	7-66
表-8.1.1	投資家サイドのリスク対応策.....	8-2

【略語表】

略語	正式名称	日本語訳
BT	Build Transfer	民間が資金調達、施設(Build)を建設した後、公共に所有権を移転(Transfer)し、公共が運転管理を行い、投資費用を回収する民営化の一形態。ベトナムの行政指導では水道セクターの民営化では国内企業によるBTだけが認められている。
BOO	Build Own Operate	民間が資金調達、施設を建設(Build)し、運営(Operation)し、事業終了時点で民間事業者が施設を解体・撤去する等の民営化の一形態。
BOT	Build Operate Transfer	民間が資金調達、施設を建設(Build)し、運営(Operation)し、契約期間終了後は公共に所有権を譲渡(Transfer)する民営化の一形態。ベトナムの水道セクターではホーチミン市で3件の事例がある。
BTO	Build Transfer Operate	民間が資金調達、施設を建設(Build)した後、所有権は公共に移転(Transfer)し、その引き換えに民間は一定期間の水道施設運営権を得て投資費用を回収する民営化の一形態。
CIT	Corporate Income Tax	法人所得税
CPI	Consumers Price Index	消費者物価指数
DARD	Department of Agriculture and Rural Development	農業農村開発局 (ベトナム)
DF	Deflator	価格修正因子
DONRE	Department of Natural Resource and Environment	天然資源環境局(ベトナム)
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済内部収益率。経済・社会的便益を含めた事業による全創出価値を収益性の尺度で図る指標。

略語	正式名称	日本語訳
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EPC	Engineering, Procurement, Construction	エンジニアリング・調達・建設
ERAH	Environmental Protection Agency Hanoi	ハノイ市環境保護局
EXR	Exchange Rate	為替レート
F.C.	Foreign Currency	外貨
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FIRR-E (EIRR)	Equity Internal Rate of Return	資本内部収益率。財務的内部収益率の一種。株主資本に対する収益性（投資利回り）を示す。
FIRR-E (PIRR)	Project Internal Rate of Return	プロジェクト内部収益率。財務的内部収益率の一種。総資本に対する収益性（投資利回り）を示す。株主及び金融機関の利益に加え、法人税等も公共の利益としてリターンに含む。
FS	Feasibility Study	プロジェクトの実現可能性を事前に調査・検討すること。実行可能性調査、投資調査、採算性調査とも呼ばれる。
FTA	Free Trade Agreement	自由貿易協定
FY	Fiscal Year	会計年度
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HAIDEP	The Comprehensive Urban Development Programme in Hanoi Capital City	ハノイ市総合都市開発計画調査
HAPI	Ha Noi Department of Planning and Investment	ハノイ市計画投資局
HAWACO	Ha Noi Water Business Company	ハノイ市水道公社
HPC	Hanoi People`s Committee	ハノイ市人民委員会
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IS	Investment, Stock	投資・貯蓄。財市場分析の要素。
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	旧国際協力銀行(日本)
JICA	Japan International	国際協力機構(日本)

略語	正式名称	日本語訳
	Cooperation Agency	
JPY	Japanese Yen	日本円
km	Kilometer	キロメートル
L.C.	Local Currency	内貨
LCC	Life-Cycle Cost	製品が原材料の調達から生産・使用・廃棄されるまでに要する費用
lpcd	Liter per capita per day	リットル/人・日
m ³ /day	Cubic Meter per Day	立方メートル/日
M/P	Master Plan	マスタープラン
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development	農業農村開発省(ベトナム)
MOC	Ministry of Construction	建設省(ベトナム)
MOH	Ministry of Health	厚生省(ベトナム)
MONRE	Ministry of Natural Resource and Environment	天然資源環境省
MOU	Memorandum of Understanding	覚書
MPI	Ministry of Planning and Investment	計画・投資省(ベトナム)
MOF	Ministry of Finance	財務省
MWRI	Ministry of Water Resource and Irrigation	水資源灌漑省
NRW	Non-Revenue Water	無収水量。給水量のうち料金徴収の対象とならなかった水量。本報告書では無効水(漏水)を含めた意で用いた。
NIURP	National Institute of Urban and Regional Planning	国家都市農村計画研究所
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PPI	Producer's Price Index	生産者物価指数
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
PPP	Purchasing Power Parity	購買力平価

略語	正式名称	日本語訳
SBV	State Bank of Vietnam	ベトナム国中央銀行
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	コンピュータによるシステム監視とプロセス制御システム
SIBOR	Singapore Interbank Offered Rate	シンガポール銀行間取引利子率
SOCBs	State Owned Commercial Banks	国有商業銀行
SOE	State Owned Enterprise	国有会社
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
UFW	Unaccounted-for Water	不明水量(配水量－有収水量)
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNICEF	The United Nations Children' s Fund	国際連合児童基金
USD(US\$)	United States Dollers	米国ドル
VAT	Value Added Tax	付加価値税
VDB	The Vietnam Development Bank	ベトナム開発銀行
VEA	Viet Nam Environment Administration	ベトナム環境管理局
VGf	Viability Gap Funding	事業性補完拠出資金。公共事業の事業性を補完するための公的資金拠出。
VIWASEEN	Vietnam Water Supply Sewerage and Environment Construction Investment Corporation	ベトナム上下水道環境設備投資総公社
VINACONEX	Vietnam Construction and Import-Export Corporation	ベトナム建設輸出入株式会社
VND	Vietnamese Dong	VND(通貨単位)
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関
WTP	Water Treatment Plant	浄水場
WB	The World Bank	世界銀行

1. 候補事業の提案及び当該事業の必要性と背景の確認

1.1 当該国の社会経済状況

外務省の各国・地域情勢による社会経済状況を以下に示す。

経済指標	社会経済状況
① 主要産業	農林水産業、鉱業、軽工業
② GDP	1,016 億ドル (約 12 兆円) (2010 年名目値: ベトナム統計総局)
③ 一人当たり GDP	1,169 ドル (2010 年 ベトナム統計総局)
④ 経済成長率	6.78% (2010 年) (前年同期は 5.32%)
⑤ 物価上昇率	11.75% (2010 年対前年度比) (年平均指数 9.19%)
⑥ 失業率	2.88% (2010 年 ベトナム統計総局) (不完全就業率 4.5%)
⑦ 貿易額 (2010 年)	(a) 輸出 716 億ドル (前年比 25.5%減) (b) 輸入 840 億ドル (前年比 20.1%減)
⑧ 主要貿易品目 (2010 年)	(a) 輸出 原油、縫製品、履物、水産物等 (b) 輸入 機械機器 (同部品)、石油、鉄鋼、布等
⑨ 貿易相手国 (2009 年)	(a) 輸出 米国、日本、中国、スイス、オーストラリア ※ スイスは金の大量輸出という特殊要因によるもの (b) 輸入 中国、日本、韓国、台湾、タイ
⑩ 為替レート	1 ドル=約 19,500VND (2011 年 1 月)
⑪ 外国からの投資実績 (認可額)	186 億ドル (2010 年、前年比 17.8%減)
⑫ 経済概況	(a) 1989 年頃よりドイモイの成果が上がり始め、1995～1996 年には 9% 台の高い経済成長を続けた。しかし、1997 年に入り、成長率の鈍化等の傾向が表面化したのに加え、アジア経済危機の影響を受け、外国直接投資が急減し、1999 年の成長率は 4.8% に低下した。 (b) 2000 年代に入り、海外直接投資も順調に増加し、2000 年～2010 年の平均経済成長率は 7.26% と高成長を達成した。

	<p>2009 年は世界経済危機の中で政府の積極財政・金融緩和が奏功し 5.3%、2010 年は当初の目標である 6.5%を上回り、6.8%成長を達成した。しかし、急速な物価上昇、自国通貨の不安定化など、マクロ経済状況は不透明である。この状況を受けて、政府は 2011 年の経済運営に関し、マクロ経済の安定化とインフレ対策を最重要課題として挙げている。</p> <p>(c) 近年ベトナムは一層の市場経済化と国際経済への統合を推し進めており、2007 年 1 月、WTO に正式加盟を果たしたが、慢性的な貿易赤字、未成熟な投資環境等懸念材料も残っている。</p>
⑬ 対外債務残高 (2010 年)	445 億ドル
⑭ 外貨準備高 (2010 年)	124 億ドル

経済環境に関する過去の推移を以下のとおり分析した。

1.1.1 ベトナムの実質 GDP 推移

1999 年を 100 として、ベトナムの GDP 推移を米国及び日本との比較において確認（通貨をドルに換算して比較）すると、以下のとおり急速な成長を見せている。

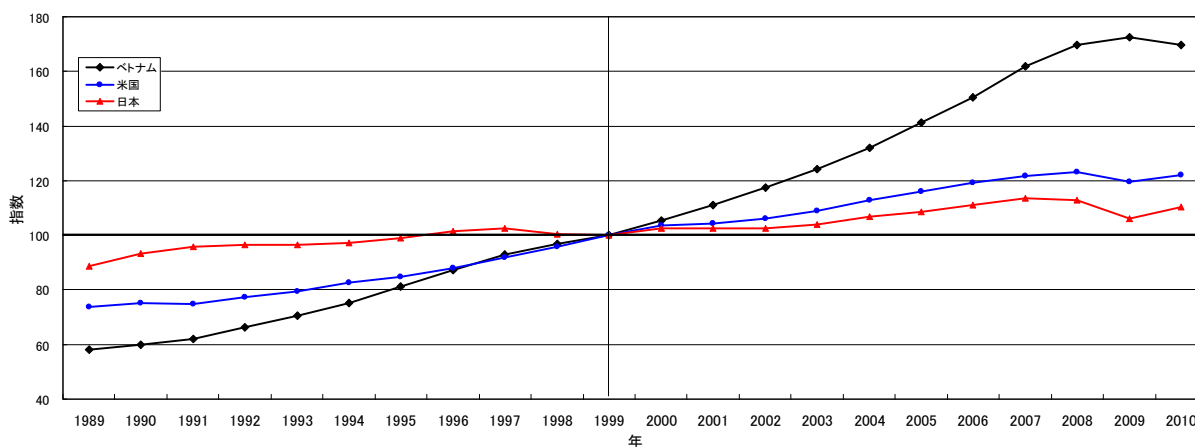
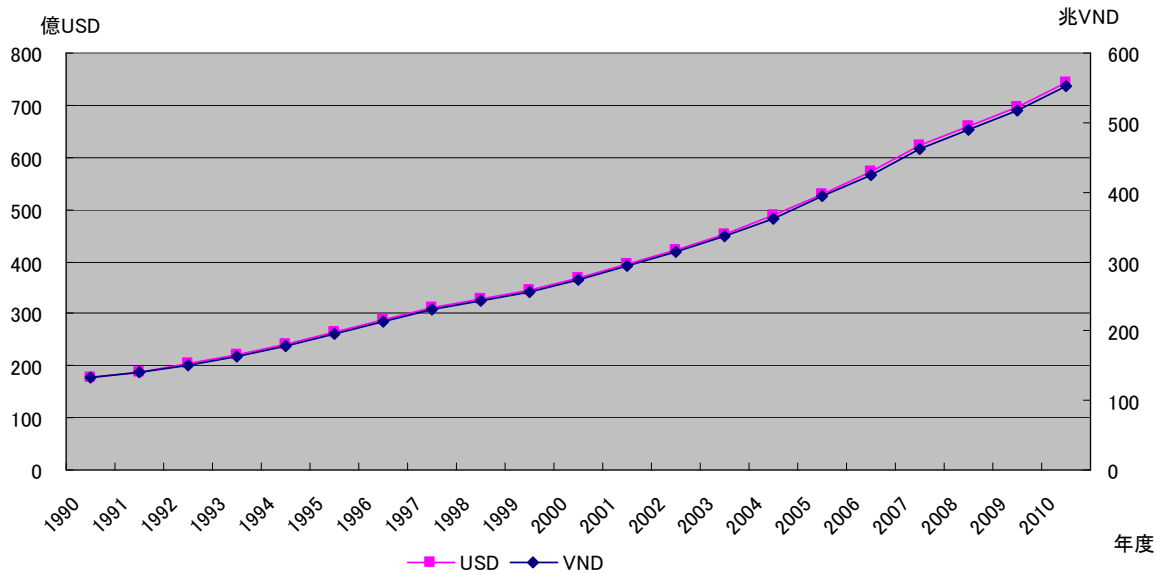


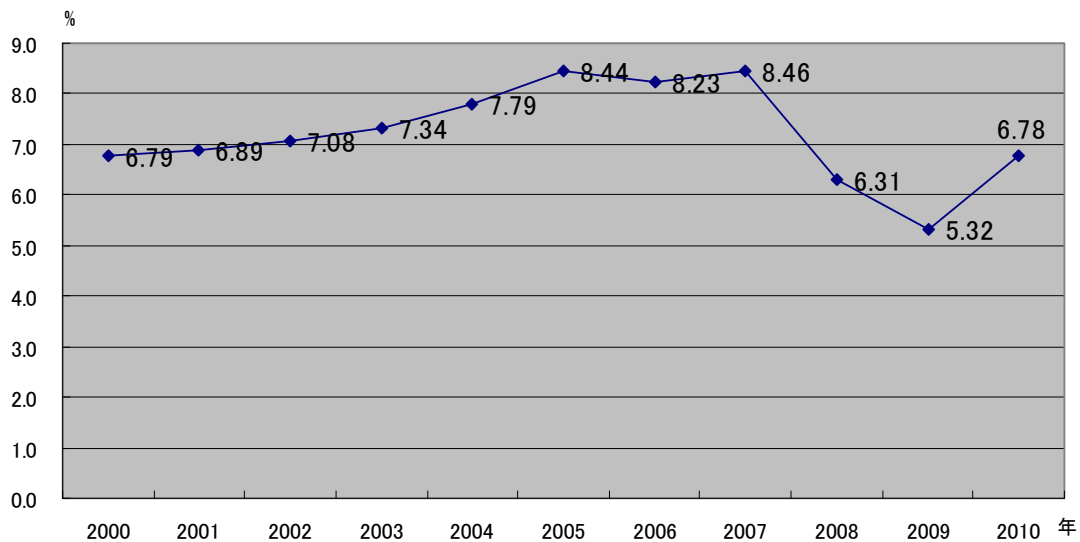
図-1.1.1 実質 GDP 推移 (米国・日本と対比)

実質値の推移は下図のように、2010年で742億USD（名目値で1,016億USD）となっており、わが国GDPの2割程度の規模となっている。なお、成長率に関しては、2007年の8.46%をピークに、減少傾向を示している。



(出典：ベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.2 ベトナムの実質 GDP 推移



(出典：ベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.3 ベトナムの GDP 成長率の推移

1.1.2 ベトナムの GDP デフレーター推移

本調査において、ベトナムの物価については、GDP デフレーター、生産者物価指数、消費者物価指数の 3 指数を取り上げる。なお、これらデータの分析結果の財務分析への利用は内容に応じて行うこととする。

(1) GDP デフレーター

ベトナムの GDP デフレーターを、物価変動を表す指数としてグラフにすると、以下のとおりとなる。USD ベース・JPY ベースでの変動率は比較的安定的に推移していることが分かる。

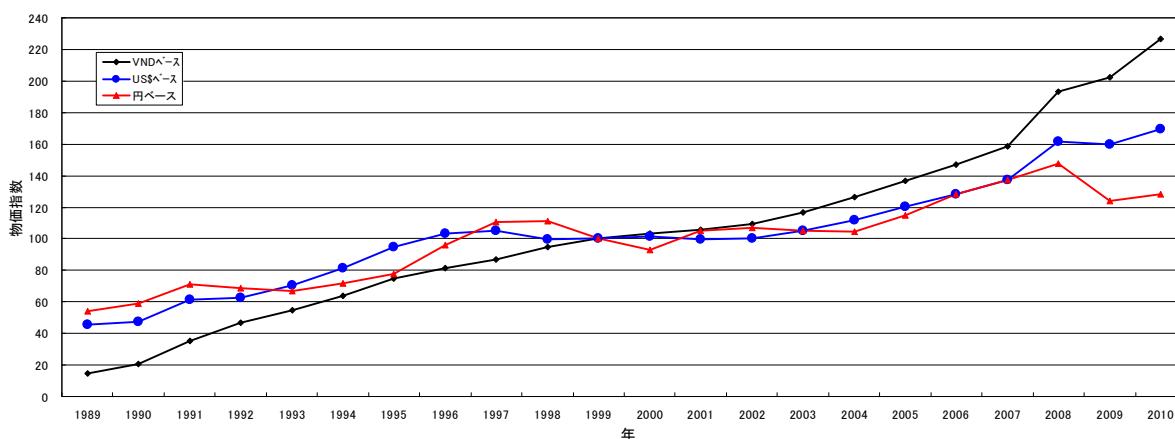
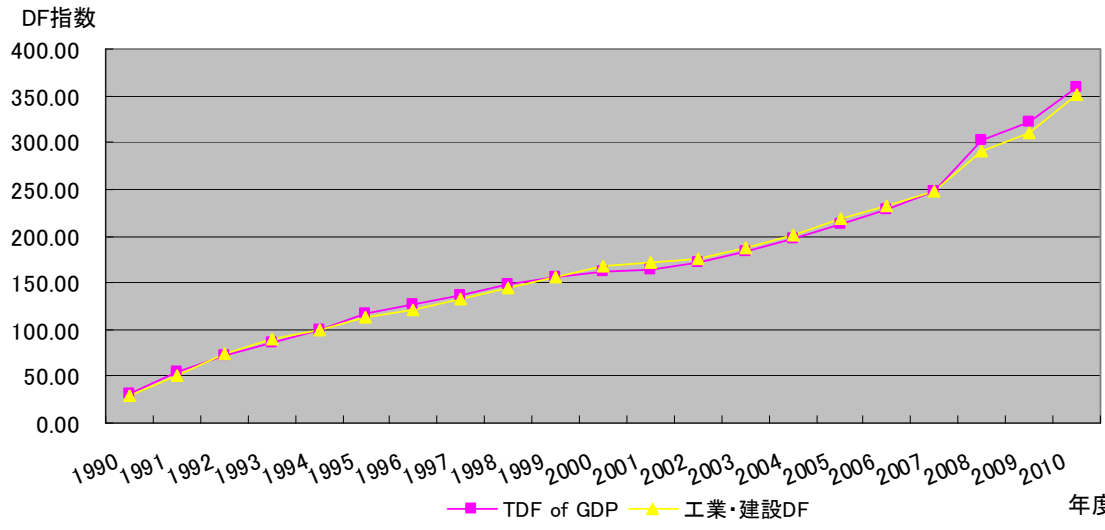


図-1.1.4 ベトナムの GDP デフレーター

なお、本提案事業の将来を考える上で、参考とする工業・建設部門の GDP デフレーター推移を見ると、下図のように、総 GDP デフレーターよりは少し下回っている。

2000年から2010年の11年間の平均成長率で見ると、総 GDP デフレーター(TDF)は8.32%、工業・建設部門の GDP デフレーターは、7.71%となっている。

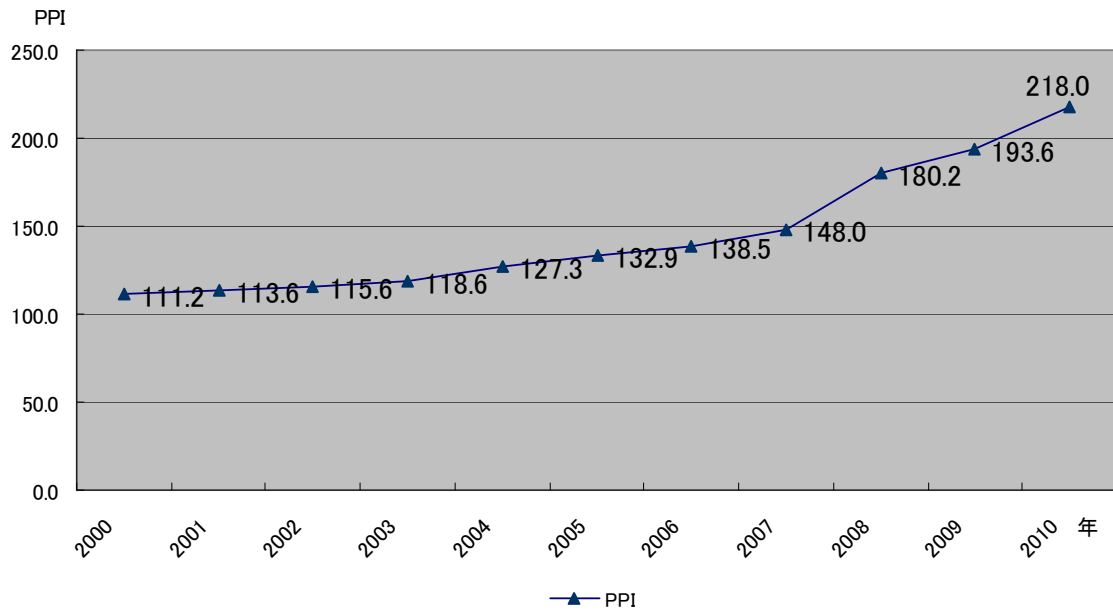


(出典：ベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.5 ベトナムの GDP デフレーター

(2) 生産者物価指数 (PPI)

ベトナム政府の「総務局統計」に記載されている生産者に関する物価指数の推移を見ると、下図のようになる。



(出典：ベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.6 ベトナムの生産者物価指数の推移

2000年から2010年の11年間での平均上昇率は、6.96%/年となっている。その他、本事業の財務分析に関わる米国と日本の生産者物価指数に関する同時期の平均上昇率は、以下

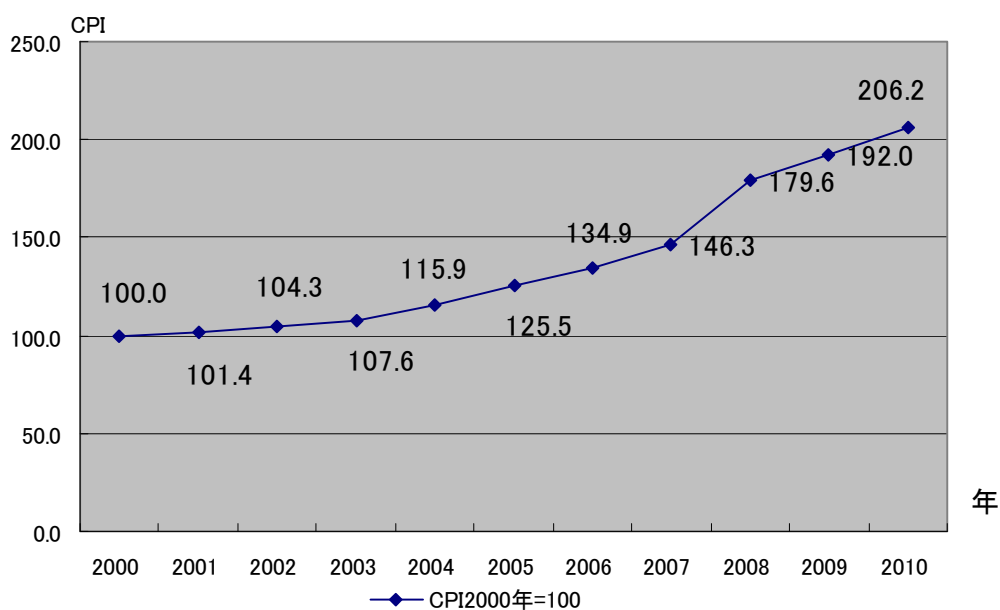
のようになっている。

- ・ 米国：3.84 %／年
- ・ 日本：0.06 %／年

(出典：2012 年「世界の統計」より作成)

(3) 消費者物価指数 (CPI)

消費者物価指数については、最新のベトナム政府「一般統計」によると、下図のように推移している。



(出典：ベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.7 ベトナムの CPI の推移

2000 年から 2010 年の平均上昇率は、7.51 %／年となっている。

なお、2005 年から 2010 年の 6 年間の平均上昇率は、10.43 %となっている。

1.1.3 ベトナムにおける購買力平価（PPP）の推移

ベトナム通貨 VND の価値を評価するために、米国と日本との比較における購買力の推移をグラフにすると、以下のとおりとなる。米国と日本に比較して、通貨の価値が減少する傾向にある。これは、物価上昇推移と為替変動推移を総合的に比較して、生産物 1 単位を購入するために費やす費用が、ベトナムでは米国及び日本より高くなっている（逆に貨幣価値が低下している）ことを示している。

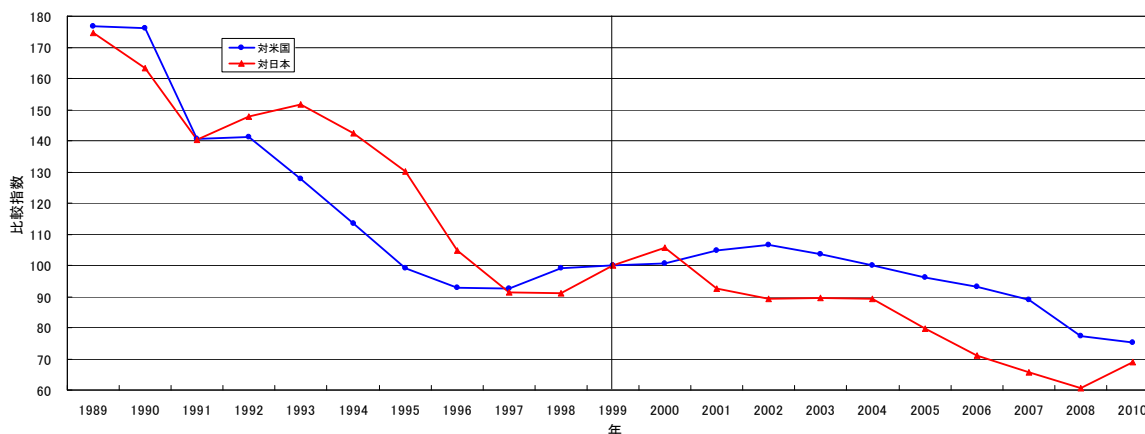
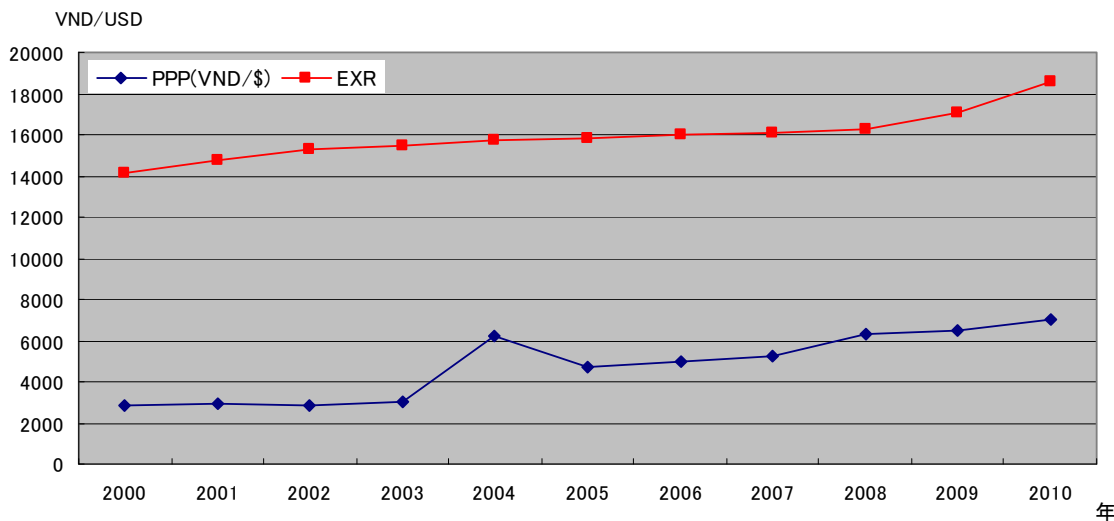


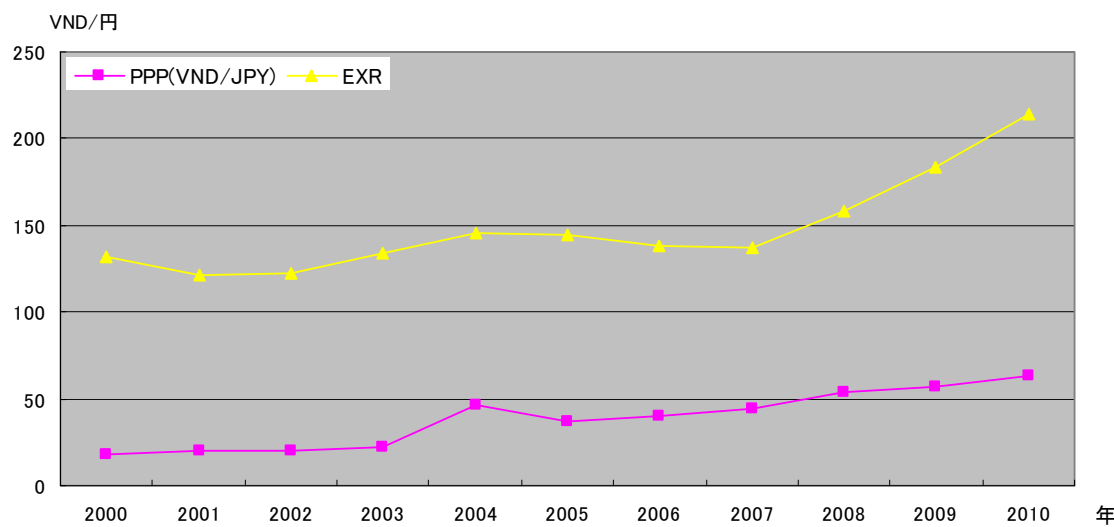
図-1.1.8 ベトナムの購買力平価（対米国・日本）の推移

なお、JPY と USD に対する為替と購買力平価の VND の関係を見ると、下図のようになっている。これらの図は、JPY・USD に対して、VND の実勢貨幣価値を政策的にドン安に誘導していることを示している。この場合、市場の機能以外に、為替の変動を誘導する可能性が大きくなるリスクが存在する。



(出典：国連統計データ及びベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.9 VND/USD の PPP 及び EXR の推移



(出典：国連統計データ及びベトナム統計総局統計 DB より作成)

図-1.1.10 VND/円の PPP 及び EXR の推移

なお、VND/USD 及び VND/JPY の 2000 年から 2010 年までの減価率は、以下のようになっている。

- ・ VND/USD の減価率=2.76%
- ・ VND/JPY の減価率=4.97%

1.1.4 VND の金利推移

VND の金利推移をグラフに示すと以下のとおりとなる。2008 年の大幅物価上昇を反映して金利も大幅に上昇したが、2009 年には落ち着きを取り戻している。しかし、米国及び日本のゼロ金利に近い状態と比較して、8%/年というレベルは高い。このレベルの市場金利での資金調達では、公共性の高い水道事業の事業性が期待しにくい。

特に、長期金利の目安となる 10 年もの国債の金利は近年、高騰している。

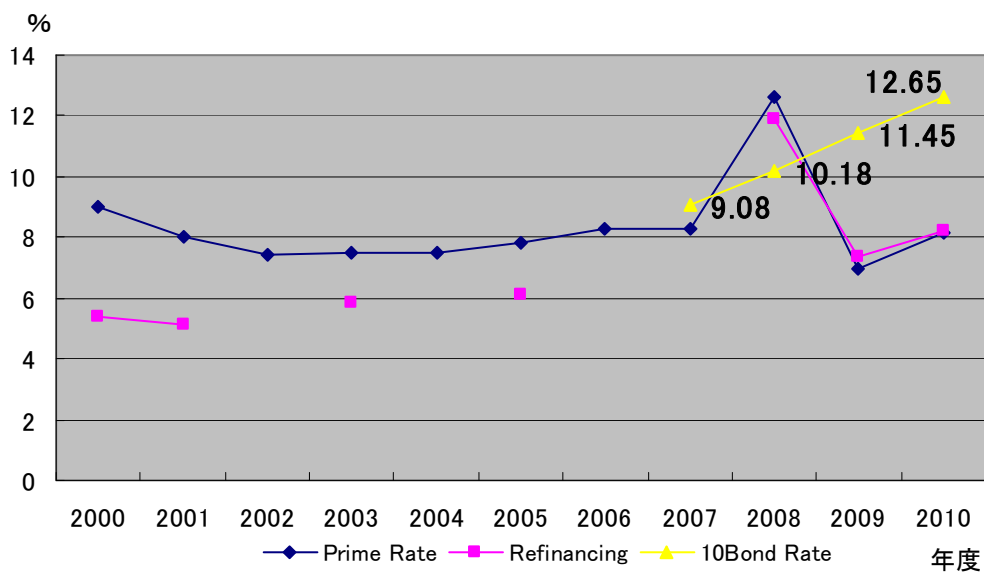
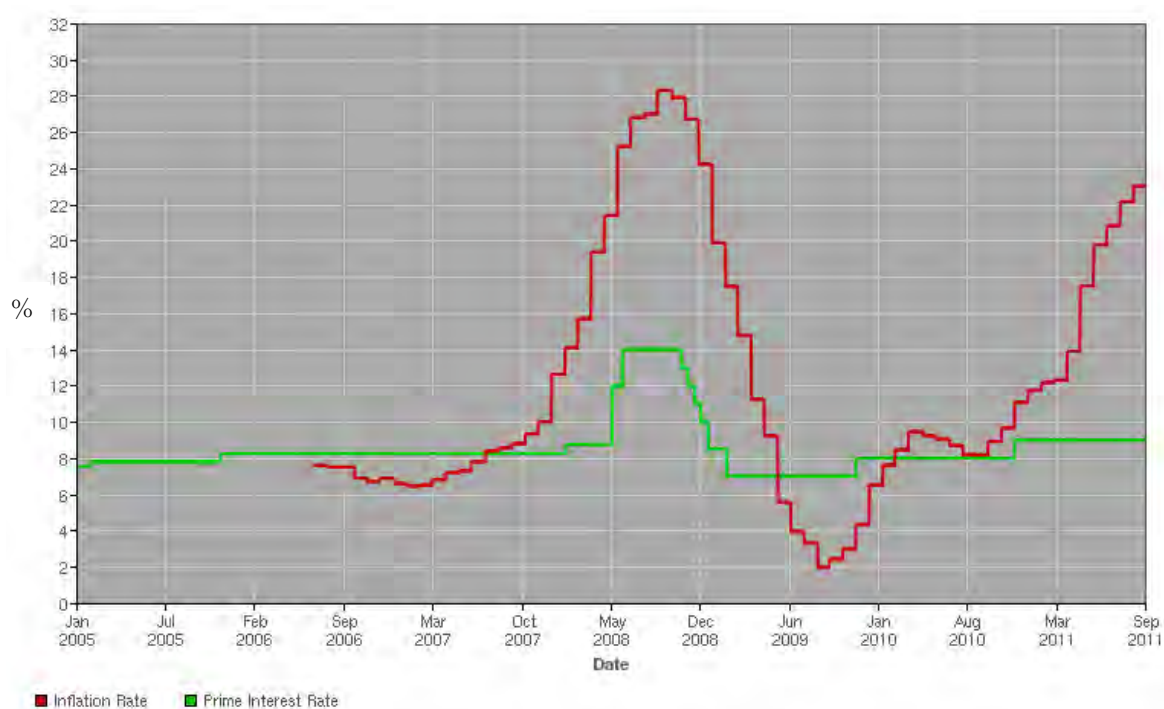


図-1.1.11 ベトナムの金利の推移

1.1.5 金利とインフレーション

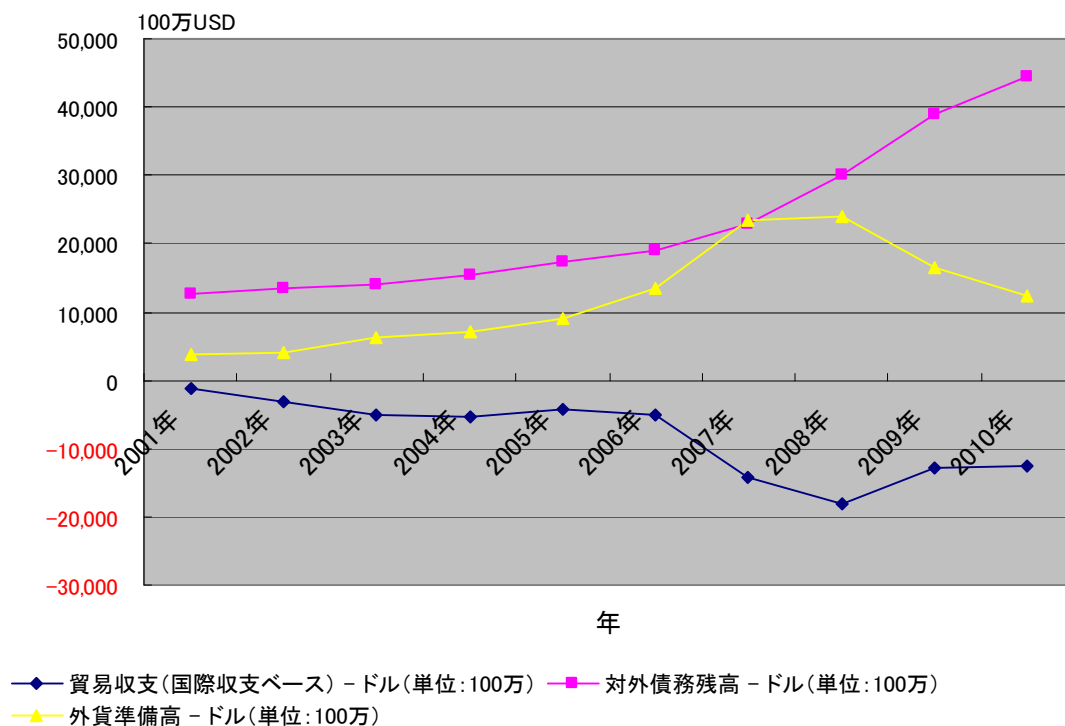
2008年の急激なインフレーションに対して、金融政策としてのプライムレートの上昇に依る抑制が図られた。その後、インフレーションは沈静化したが、2010年以降、また急激なインフレーションが再発し始めている。また、金利による抑制が図られるのかといった状況になっている。

このインフレーションの原因は、下図に示されているように、貿易収支の赤字化と海外債務の増加および外貨準備高の減少傾向によるドンの通貨価値の低下による輸入財価格の上昇によるといわれている。このため、輸出促進および輸入抑制の図られる経済構造改革が必要である。



(出典：ADB Asia Bond Outline)

図-1.1.12 金利とインフレーションの推移



(出典：JETRO 基礎的経済指標)

図-1.1.13 貿易収支、海外債務残高および外貨準備高の推移

1.1.6 ハノイ市水道料金変動推移

Ha Noi 市では過去 20 年間で 9 回の水道料金改定が行われた。物価上昇と比較した水道料金の変動推移は以下のとおりである。なお、2009 年の料金は現在申請中の水道料金レベルである。2000 年前後に物価が比較的安定的に推移していたため、その後の水道料金が据え置かれる傾向にある。2005 年以降、物価上昇が急激であるにもかかわらず、水道料金が据え置かれてきた。今回の申請が通れば、物価上昇にかろうじて追いつくベースとなる。

今後は、物価上昇に連動して頻繁に水道料金が改定されることを期待する。

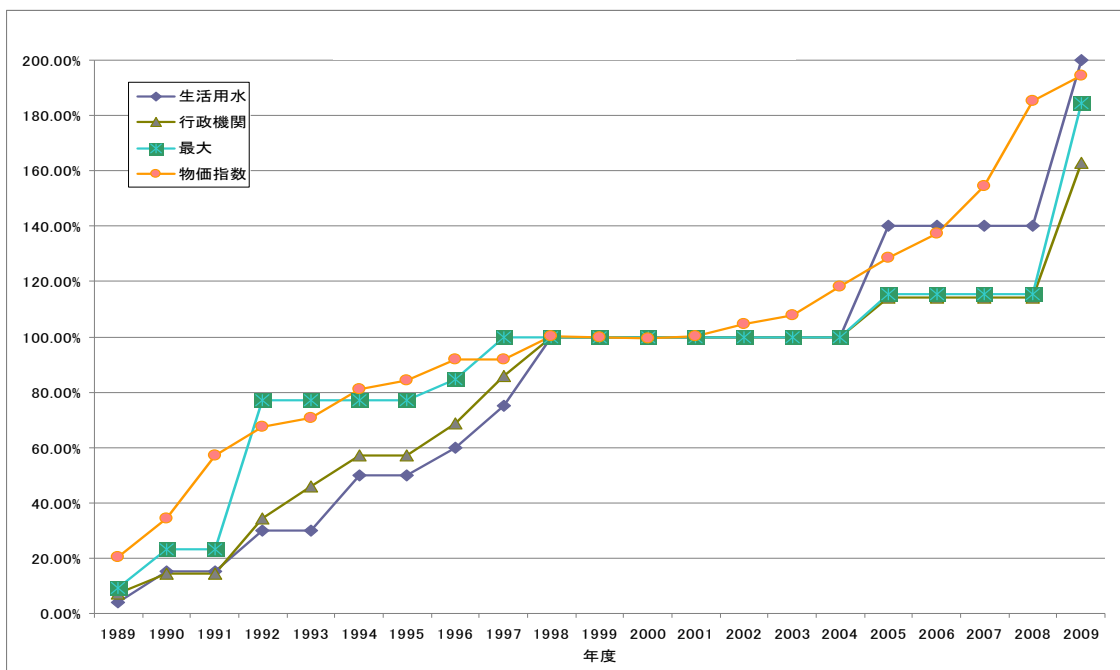


図-1.1.14 Ha Noi 市の水道料金改定推移

1.1.7 他都市の水道料金

Ha Noi 市及び Bac Ninh 省、Hung Yen 省の最新の水道料金は以下のとおりである。また、参考として、Ho Chi Minh 市及び Hue 市の水道料金についても以下に示す。

(1) Ha Noi 市の水道料金

下記の水道料金表（税含む）は、Ha Noi 市において、2010 年 1 月 1 日から適用されている。

表-1.1.1 Ha Noi 市の水道料金

(単位：VND/m³)

使用目的	水道料金 (税込)			
	0m ³ ~16m ³	16 m ³ ~20m ³	20m ³ ~25m ³	35 m ³ ~
生活用水	4,000	4,700	5,700	9,400
行政機関用水	5,700			
公共用水	4,700			
産業用水	7,000			
経営用水	12,000			

出典：決定 119/2009/QĐ-UBND 号 (ハノイ市、2009 年 12 月 21 日)

(2) Bac Ninh 省の水道料金

下記の水道料金表 (税含む) は、Bac Ninh 省において 2012 年 4 月 1 日から適用されている。

表-1.1.2 Bac Ninh 省の水道料金

(単位：VND/m³)

使用目的	水道料金 (税込)			
	0m ³ ~10m ³	10 m ³ ~20m ³	20m ³ ~30m ³	30 m ³ ~
生活用水	4,400	6,400	7,500	10,000
行政機関用水	7,500			
公共用水	6,400			
産業・経営用水	14,000			

出典：決定 306/ QĐ-UBND 号 (バクニン省、2012 年 03 月 14 日)

(3) Hung Yen 省の水道料金

下記の水道料金表 (税別) は Hung Yen 省において、2010 年 4 月 1 日から適用されている。

表-1.1.3 Hung Yen 省の水道料金

(単位：VND/m³)

使用目的	水道料金 (税別)
生活用水道料金	6,800
行政機関、学校、病院など	11,800

産業用水	13,500
経営用：ホテル、洗車、プールなど	14,500

出典：決定 814/QĐ-UBND 号（フンエン省、2010 年 04 月 15 日）

（４）Ho Chi Minh 市の水道料金

- A. 下記の水道料金表（税別）は、Ho Chi Minh 市において 2011 年 1 月 1 日から適用されている。

表-1.1.4 Ho Chi Minh 市の水道料金（都市部）

（単位：VND/m³）

使用目的	水道料金（税別）		
	0m ³ ～4m ³	4 m ³ ～6m ³	6m ³ ～
生活用水	4,400	8,300	10,500
産業用水	7,400		
行政機関用水	8,100		
経営用水	13,500		

出典：決定 103/2009/QĐ-UBND 号（ホーチミン市、2009 年 12 月 24 日）

- B. 農村区分の場合は、下記の水道料金（税別）であり、2011 年 3 月 1 日から適用されている。

表-1.1.5 Ho Chi Minh 市の水道料金（農村部）

（単位：VND/m³）

使用目的	水道料金（税別）		
	0m ³ ～4m ³	4 m ³ ～6m ³	6m ³ ～
生活用水	3,100	4,700	6,900
産業用水	4,700		
行政機関用水	5,900		
経営用水	7,800		

出典：決定 103/2009/QĐ-UBND 号（ホーチミン市、2009 年 12 月 24 日）

（５）Hue 市の水道料金

- 下記の水道料金表（税含む）は、Hue 市において 2011 年 6 月 1 日から適用されている。

表-1.1.6 Hue 市の水道料金

(単位：VND/m³)

使用目的	水道料金
生活用水 (税+費込)	4,550
行政機関、産業、経営用水 (税+費別)	6,800
排水費	7,250
環境費	9,300

出典：決定 1044/ QĐ-UBND 号 (フエ省、2011 年 05 月 24 日)

1.2 当該セクターの状況

1.2.1 水政策の関係機関

水政策の関係機関には、首相府や計画・投資省、厚生省、建設省のみならず、他省庁や県レベルの人民委員会も含まれる。ベトナム国においては、国が水資源を管理し、世帯を除く全ての消費者と水道事業関係機関は農業・農村開発省あるいは県レベルの人民委員会から水源利用免許を得なくてはならない。河川流域管理については、「水源法」は、表流水と地下水の管理関係と水質および水量を定義している。

水分野に関係する省庁は、表-1.2.1 のように整理される。

その関係を要約すると、以下のようになる。都市部および農村部の水供給に関する戦略および方針は、首相府の承認を必要とする事項である。その下で、関係省庁は分野政策に関する支配権力を持ち、首相府に承認のための主要プロジェクトを提出する。その際に、特別カテゴリーの都市については、2 万 m³/day 以上、その他の都市カテゴリーの都市については、1 万 m³/day 以上の水道供給事業は建設省の文書による合意を必要とする。

一方、県レベルの人民委員会は、2 千億 VND (14 億円) 以下の投資プロジェクトに責任を持つ。それ以上の投資プロジェクトについては、首相府の承認を必要とする。各水供給公社は都市への水供給と用水施設と配水ネットワークの運営管理に責任を持つ。

表-1.2.1 ベトナム国における水道事業の政府関係機関

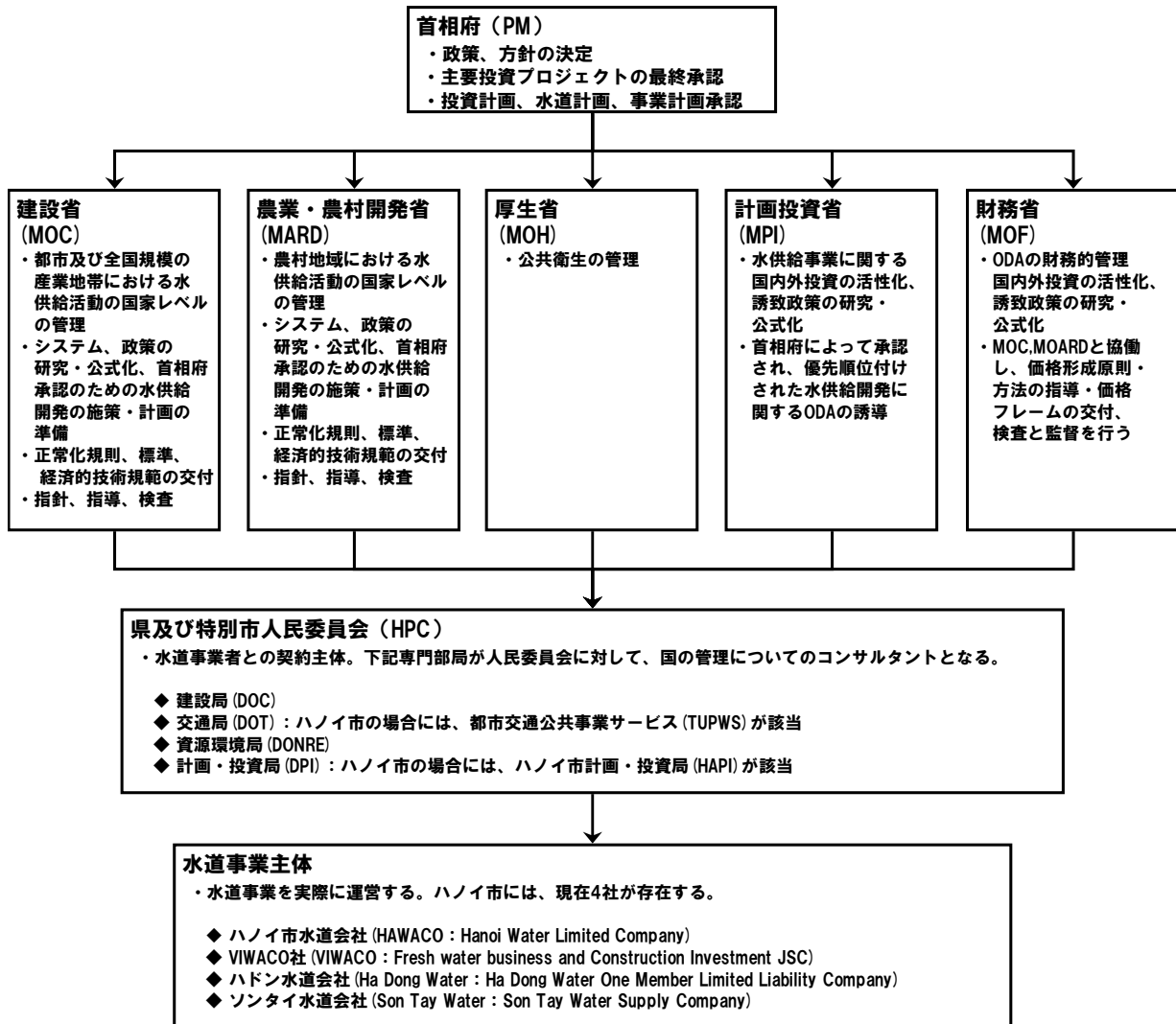
機関名 (日本語)	機関名 (英語・略語)	機能
首相府	The Prime Minister (PM)	国家規模の水事業に関する戦略・方針決定、主要投資プロジェクト最終承認、投資計画・水道計画・事業計画の承認
計画・投資省	Ministry of Planning and Investment (MPI)	国家予算配分、主要投資プロジェクトの MPI 承認：水供給事業への国内外投資の活性化、首相府の承認優先順位に従った水開発への ODA の誘導等
財務省	Ministry of Finance (MOF)	国家資金の分配、年間分野目標の設定、会計の規制：水供給開発に関する ODA の財務的管理、価格フレームの公布、実施の検査と監督
厚生省	Ministry of Health (MOH)	公共衛生の管理（飲料水質管理等）

機関名 (日本語)	機関名 (英語・略語)	機能
天然資源・環境省	Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE)	水源、水利用、汚染管理
科学技術省	Ministry of Science and Technology (MOST)	水分野の標準化と技術管理
建設省	Ministry of Construction (MOC)	都市及び国家産業地区の水供給活動の国家管理の専門省：研究・政策の首相府への提出、首相府承認のための施策・計画の準備、検査・指導等
農業・農村開発省	Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD)	農村水供給の専門省
ハノイ人民委員会	Hanoi People's Committees (HPC)	Ha Noi 市の水事業の執行責任主体
	Department of Natural Resources and Environment (DONRE)	浄水場建設のための土地収用手続き、排水許可等の専門機関
ハノイ市計画投資局	Hanoi Authority for Planning and Investment (HAPI)	人民委員会の水事業への投資活性化に関する専門機関
ハノイ市交通・都市公共事業サービス	Hanoi Transportation and Urban Public Works Service (TUPWS)	Ha Noi 市水道事業計画策定、水道公社管理
ハノイ市水道企業体	Hanoi Water Limited Company (HAWACO)	Ha Noi 市中心部水供給主体
	Fresh water business and Construction Investment JSC (VIWACO)	Ha Noi 市南西部水供給主体
	Ha Dong Water One Member Limited Liability Company (Ha Dong Water)	Ha Dong 区及び Ha Noi 市南西部水供給主体
	Son Tay Water Supply Company (Son Tay Water)	Ha Noi 市西部水供給主体

1.2.2 水道事業に関する主要関連省庁の関係

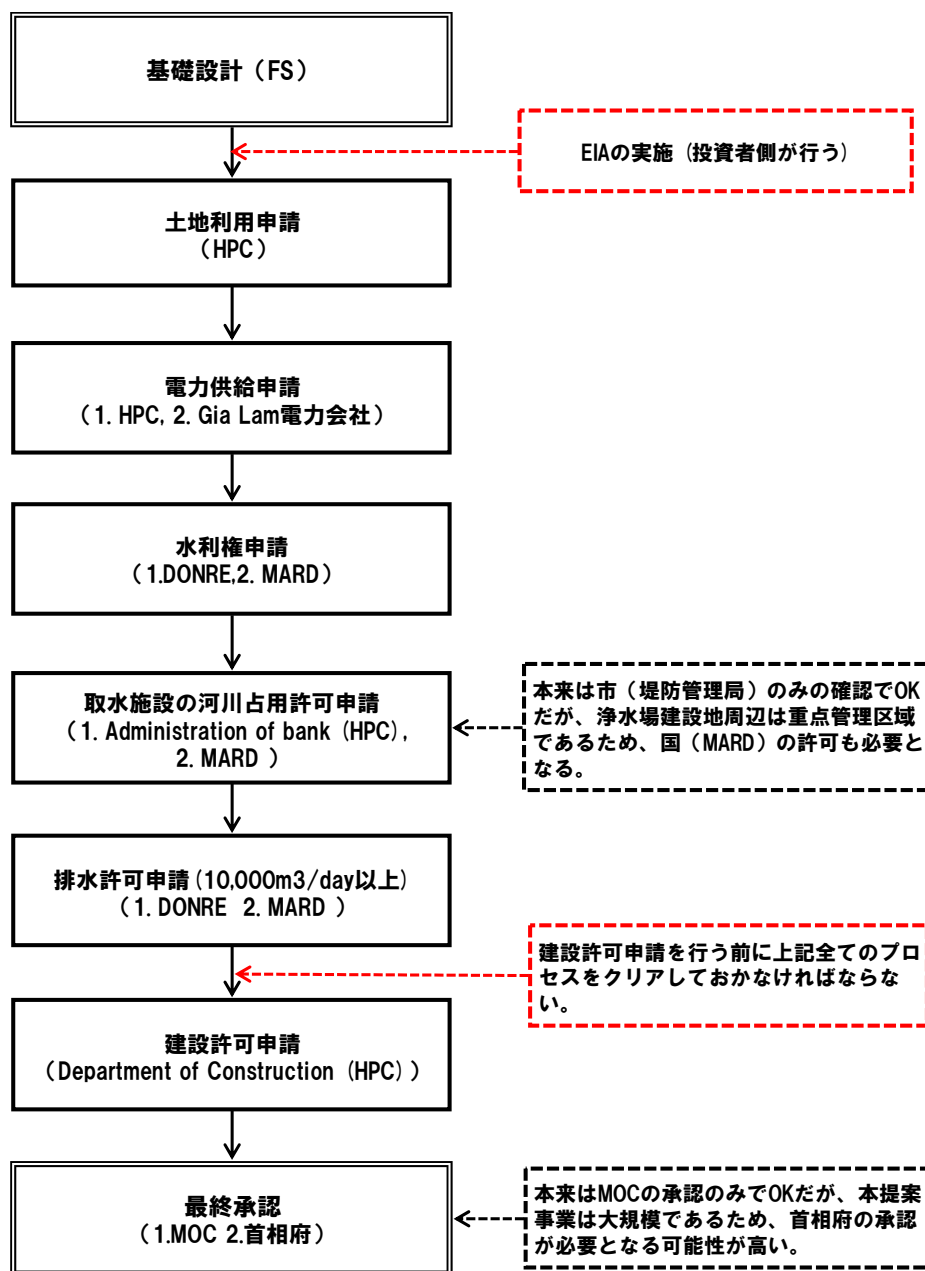
本件は、ハノイ都市圏における事業投資案件となるため、MOC、MPI の承認、且つ首相府からの最終承認が必要となる。

水道事業に関する主要関連省庁の関係の階層的関係を示すと図-1.2.1 のように整理される。また、事業が最終承認されるまでに必要なプロセスを図-1.2.2 に示す。



(出典：現地機関へのヒアリング結果を基に作成)

図-1.2.1 水道事業の主要関連省庁の階層的関係



(出典：現地機関へのヒアリング結果を基に作成)

図-1.2.2 提案事業承認までのプロセス

1.3 当該国の PPP 関連法制度の状況

本提案事業の内容を検討する際に必要な問題点を把握・分析するためには、下記のような水道に関する法制度、民活水道事業の認可プロセス等を十分に理解しておかなければならない。

1.3.1 水道事業に関する法制度

(1) 水道事業に関する法制度

ベトナム国の水道事業（PPP）に関する法制度は、表-1.3.1 のように整理される。

表-1.3.1 水道事業（PPP）に関する法制度

整理番号	法制度と番号	公布機関	概要
1	Law No.08/1998	首相府	水源法：関係機関および利用者の水源管理、権利、義務に関する政策設定の主要目的に係る法律
2	Decree No.179/1999	首相府	水源法の実施指針
3	Decision No.63	首相府	2020年に向けた都市部水道供給開発に向けての方針
4	Directive No.04	首相府	浄水供給と消費に関する経営改善
5	Decree No.117	MOC	浄水の生産・供給・消費に関する政令
6	Circular No.01/2008	MOC	Decree No.117 の実施指針
7	Decree No.149/2004	首相府	水資源の開発・使用許可および廃水の水源への非放水に関する規制
8	Circular No.2/2005	首相府	Decree No.149 の実施方針
9	Inter-Circular No.95/2009	MOF	浄水消費価格を決定する原理・手法および機関に関する指針
10	Circular No.100/2009	MOF	生活活動に関する浄水の消費料金規制
11	Law No.59/2005	国会	投資法
12	Decree No.108/2006	MPI	投資法の詳細と実施方針
13	Decision N0.1088/2006	MPI	投資手続き実施に関する書式の発行
14	Law No.60/2005	国会	会社法
15	Decree No.102/2010	首相府	会社法の施行令
16	Decree No.43/2010	首相府	事業規制

17	Law N0.13/2003	国会	土地法
18	Decree No.23/2003	首相府	海外投資会社の取引と配分に関する規制
19	Circular No.09/2007	商工省	Decree No.23 の指針
20	Circular No.05/2008	MPI, MOF 及び公安省	Circular No.09 改訂版
21	Decision No.10/2007	商工省	財貿易に直接含まれる財貿易および活動の手引きの公布
22	Law on Natural Resources Royalties No.45/2009	国会	天然資源使用料
23	Law on Corporate Income Tax No.14/2008	国会	会社所得税法
24	Decree No.124/2008	首相府	会社所得税法の施行令
25	Circular No.130/2008	MOF	Decree No.124 の実施指針
26	Circular No.18/2011	MOF	Circular No.130 の改定および補正
27	Circular No.201/2009	MOF	企業における為替差益の管理に関する指針
28	Decree No.34/2008	首相府	ベトナムで働く外国人の雇用と管理
29	Law No.04/200	国会	個人所得法
30	Decree No.50/2010	首相府	2010 年の天然資源使用料の数条項の指針
31	Circular No.105/2010	MOF	Decree No.50 の数条項の指針
32	Circular No.134/2008	MOF	ベトナムで事業を行ったり所得を得ている外国組織および個人に課せられる税金の指針
33	Circular No.197/2009	MOF	Circular No.134 の補正
34	Circular No.203/2009	MOF	減価償却に関する規定
35	Decree No.108/2009	首相府	BOT,BTO,BT 契約
36	Decree N0.24/2011	首相府	Decree No.108 のいくつかの規制の改定
37	Circular No.03/2011	MPI	Decree No.108 の施行令
38	Decision No.71/2010	首相府	PPP 法
39	Decision No.134/2005	首相府	海外借入/返済管理
40	Decision No.272/2006	首相府	海外借入に適用される政府保証の発行/管理
41	Circular No.04/2001		外資企業および事業連携契約に参加している海外勢の場合の為替管理に関する指針
42	Decision No.181/2007	MOF	政府の海外負債および支援資本の転貸に関する法令
43	WTO Commitment/2007		正式加盟による公約
44	Law No.52/2005	国会	環境法

45	Law No.61/2005	国会	入札法
46	Circular No.186/2010	MOF	ベトナムの海外組織および個人が稼得した利潤の海外送金に関する指針
47	Circular No.108/2007	MOF	ODA 政策およびプロジェクトに適用される財務管理メカニズム
48	Decree No.15/2011	首相府	政府保証に関する条項と管理

(出典：原本はベトナム語のため現地調査ヒアリング等による概要把握作成)

(2) 水道料金に関する法制度

1) 都市部のカテゴリーと水道水の価格フレーム

ベトナム国における都市部の水道事業に関しては、法制度の適用に関して、都市部の範疇分けが表-1.3.2 のように定められている。

表-1.3.2 都市の範疇

都市範疇	都市形態	人口規模	数
特別市	大都市	150 万人以上	ハノイ、ホーチミン
カテゴリー I	国都市	50 万人～150 万人	3 都市
カテゴリー II	地方都市	25 万人～50 万人	12 都市
カテゴリー III	県都市	10 万人～25 万人	16 都市
カテゴリー IV	地域自治体	5 万人～10 万人	58 自治体
カテゴリー V	地区自治体	0.4 万人～5 万人	612 自治体

出典：Decision No.38/2005, "Water Supply and Sanitation Strategy" The World Bank in Vietnam, 2006

以上のカテゴリーに従って、表-1.3.3 のように価格フレームが定められている。このフレームにしたがって、各都市において、料金表が定められている(表-1.3.4 参照)。

表-1.3.3 水道水の価格フレーム

都市範疇	最少価格(VND/m ³)	最大価格 (VND/m ³)
特別市、カテゴリー I	3,000	12,000
カテゴリー II、III、IV、V	2,000	10,000
農村部	1,000	8,000

根拠：Decision No.100/2009 年 ; "On the consumption price frame of clean water for daily life" by MOF

表-1.3.4 Ha Noi 市の 2009 年の水道水の料金

利用水準	税抜き価格 (VDB)	VAT (5%)	EPF (10%)*	税込み価格 (VDB)
初期 16 m ³	3,478	173	347	4,000
16 m ³ から 20 m ³	4,086	204	408	4,700
20 m ³ から 35 m ³	4,956	247	495	5,700
35 m ³ 超	8,173	408	817	9,400

*：環境保全料は 2005 年の環境保守法で規定されている。

根拠：Decree No.119/2009 年：ハノイ地域内の水道水消費価格

出典：現地調査により入手

2) 料金計算公式

水供給者は小売および卸売りを問わず、財務省の発行する料金をベースに、地域の人民委員会に水価格を提案する権利を所有している。財務省の規定している料金公式は以下の通りである。

【水道料金公式】

平均水道料金=(利潤+総消費価格(VND))/商業水道消費量

平均消費価格=生産原価+企業経営費用+販売費用

生産原価=直接材料費+直接労働費用+一般生産原価

【直接材料費】

原水、電力、硫酸アルミニウムおよびその他の材料

【直接労働費用】

賃金および報酬+諸経費

【一般生産原価】

減価償却費、修繕費、工場使用の材料費および工具費用、工場雇用の労働者の給与、報奨金、諸手当、各種保険料、労働組合費用等

【商業水道料】

生産水道量-漏水量

【利潤】

最低利潤：持分(エクイティ)の 3%

3) 水利権に関するロイヤリティ・フィー

水利権のためのロイヤリティ・フィーは、2010 年の自然資源ロイヤリティ法の改正により、以下の公式に従うものとする。

河川表流水のロイヤリティ・フィー

＝オフテイク価格×販売水量×1%(Resolution No.928/2010 年に準拠)

1.3.2 民活水道事業の認可プロセス

ベトナム国において民活水道事業に関する事業承認を得るためには、事業者は多くの行政機関との折衝を行わなくてはならない。本調査の対象案件についてもこの手続きに従う必要がある。

BOT 等の契約に関する政府規定（政令 78 号）で定められた一般的な手続きと、現地調査において投資計画省(MPI)等の関連政府機関からヒアリングした結果を整理した手続きフローを図-1.3.1 に示す。

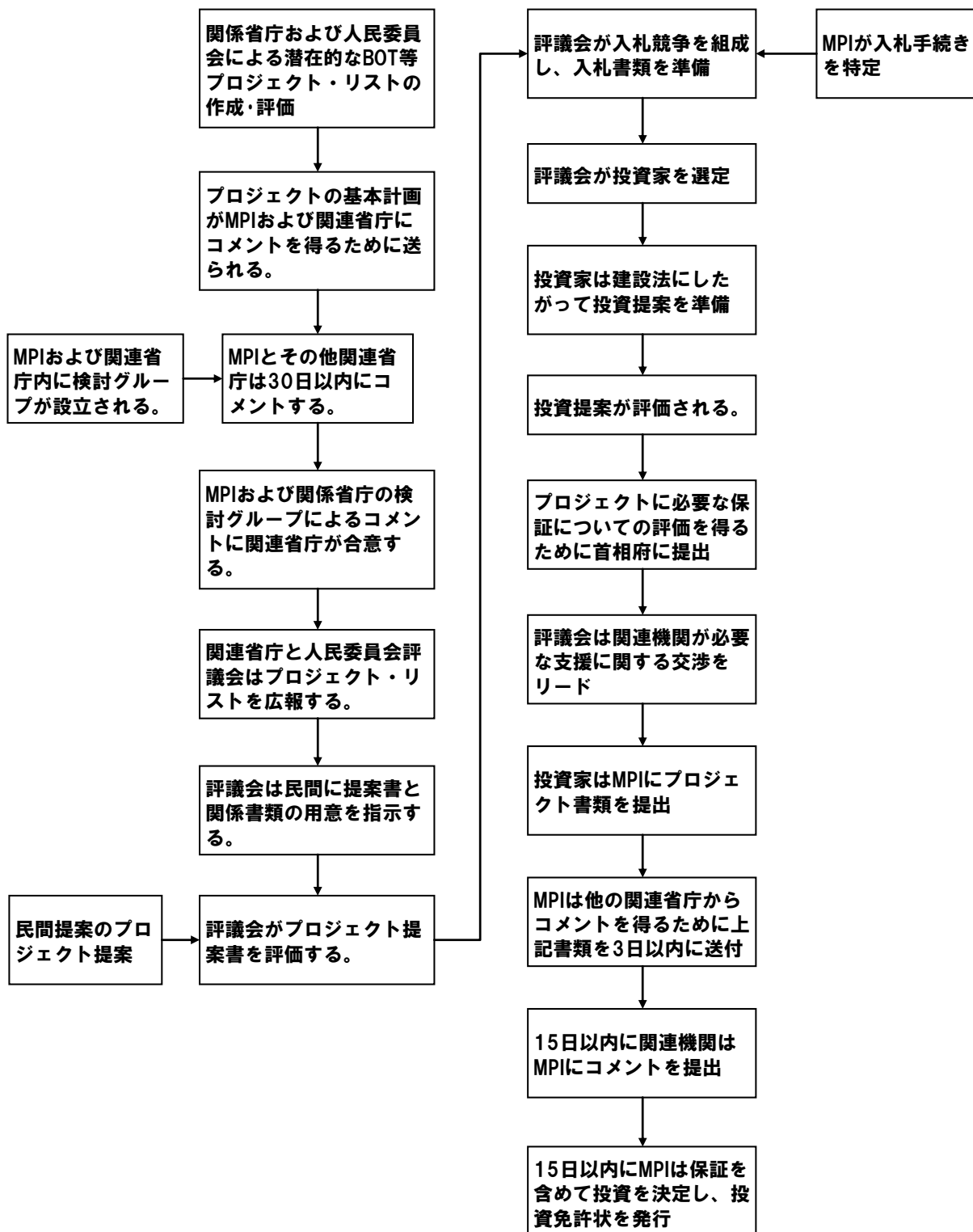


図-1.3.1 政令 37 号下での PPP 事業に関する手続きフロー

1.3.3 BOT等の民間投資に関する規定（政府優遇策と入札除外条件）

(1) BOT、BTO、BTに関する政令内で規定されている政府支援策（政府優遇策）

1) 根拠法

No.108 「BOT、BTO,BT 契約に基づく投資についての政令」：2009年9月27日

① 規定されている支援内容（第7章投資家及び事業者に関する投資インセンティブと安全保障）

a) プロジェクト実施に関する国家資本の使用(BOT 等法第6条)

- 政府は、当該プロジェクトの実施に関して、当該プロジェクトの総投資額の49%以内の国家資本を使える。
- 政府資金の使用対象は、当該プロジェクトを支援するために必要な補助(支援)事業とする。

b) 税に関する優遇(BOT 等法 38 条)

- 事業期間中の法人所得税率の軽減および免税(法人所得税法に関する Circular No.103 号準拠)
 - ・無税期間(Tax holiday period)4年およびその後9年間50%減税
 - ・それを含めて、15年間10%課税、ただし、最長30年まで延長可能
 - ・損金繰入5年(継続年数)
- プロジェクト企業及び下請け事業者の輸入関税からの控除

c) 土地使用に関する優遇(BOT 等法 38 条)

プロジェクト実施期間中の政府から配分された土地の使用料の免除あるいは地代の免除

d) 投資家、事業者等の負担への保証(BOT 等法 40 条)

必要であれば、政府は、プロジェクト契約に基づいて借入、原材料の提供、生産物販売等に保証を与えることができる。

e) 財産の担保権(第41条)

- 事業の実施期間中、事業者は法律に準拠して財産や土地使用権の抵当あるいは担保設定が認められる。
- 事業者が設定した抵当あるいは担保は政府関係機関によって保証されなくてはならない。また、事業の目的、進捗、運営に影響を与えてはなら

ない。

f) 外貨購入権(第 42 条)

事業の実施期間中、投資家及び事業者は、以下の活動を含む取引に必要な外貨購入を認められる。

- ・ 海外からの装備・施設のリース支払
- ・ プロジェクトの実施に必要な装備・施設や財・サービスの輸入
- ・ 海外負債の償還
- ・ 輸入目的の外貨による銀行借入の償還
- ・ 海外への資本、利潤、投資収益等の送金

g) 公共サービス提供の保証(43 条)

h) 紛争解決(44 条)

j) 資本・財産の保証(45 条)

2) 減価償却

BOT プロジェクトの償却期間に関しては、事業終了時にプロジェクト資産を使い切るように設定する。(Circular No.203-2009-TT-BTC の第 12 条)

3) プロジェクト契約交渉を行なう投資家の選択

① 入札の除外条項

a) 「第 11 条項 プロジェクト契約交渉に直接入れる投資家の指名」の場合

- 事前資格審査を行なったが、資格審査基準を満足した投資家が一人であった場合
- プロジェクトの実施が緊急であり、入札をする時間がない場合
- 首相が決定したそのほかの場合

b) 投資家が提案したプロジェクト

- 投資家は、政府が作成したプロジェクト・リスト以外のプロジェクトを自らの発意で提案することができ、提案書を準備しなくてはならない。
- 提案者が一人で、プロジェクト提案が政府によって承認された場合、入札は行なわれない。
- 同じプロジェクトに関して複数提案がなされた場合、入札が行なわれる。

4) JICA 投融資資金の取り扱い

平成 22 年 6 月 18 日の閣議決定「新成長戦略」において「国際協力機構(JICA)の海外投融資については、既存の金融機関では対応できない、開発効果の高い案件に対応するため、過去の実施案件の成功例・失敗例等を十分研究・評価し、リスク審査・管理体制を構築した上で、再開を図る」ことが決定された。

本調査においては、現在、公表されている投融資制度の概要を以下に整理する。

① ファイナンス手法

直接融資および出資

② 貸付・出資先

わが国または開発途上地域の法人等(個別企業、SPC、ファンド)

③ 対象分野

- ▶ MDG、貧困削減(BOP ビジネス事業、マイクロファイナンス等)
- ▶ インフラ、成長加速化(PPP インフラ事業等)
- ▶ 「気候変動対策」

ただし、既存の金融機関の出融資で対応できるものは、対象としない。

④ 直接融資条件(現在、まだ未確定だが、JICA 海外投融資の出融資ポイント(案)として JICA が提案している条件を以下に整理しておく)

- ▶ 貸付方法：原則として証書貸付とする。
- ▶ 融資割合：原則として総事業費の 70%を上限とする。特に必要と認められる場合には 80% (案件の特性等に応じて必要性は個別に検討)。
- ▶ 償還期間：原則として 20 年以内(最長 25 年)とする。
- ▶ 据置期間：原則として 5 年以内とする。
- ▶ 金利体系：財政融資資金の貸付金利(現行 1.7%)を基準とし、借入人の信用力等を勘案の上、償還期間を含め政府開発援助の要件となるグラント・エレメント (GE) の 25%以上となるよう金利を設定。
- ▶ 担保、保証：必要に応じて、JICA が適格と認める物的担保または保証を徴求。
- ▶ 旧投融資制度における貸出通貨は原則として、円建てであったが、72 年 9 月に例外的に外貨貸付制度が導入された。これはこの時期、日本の外貨準備が急増したことと、為替リスクを軽減することにより対外直接投資を促進しようとした政策によるものであった。

⑤ 出資

- ▶ 出資方法：原則として現地企業に直接出資。出資比率は 25%以下、かつ、最大株主の出資割合を超えないものとする。

1.4 当該事業の周辺の自然条件

ハノイ都市圏の気候は温帯性であり、気候区分は温帯夏雨気候に属する。5～10月が雨期と11～4月の乾期に分けられ、夏は蒸し暑く、冬は乾燥し寒くなる。Ha Noi市の平均気温は1月が16℃、7月が29℃であり、年間降水量は1,704mmである。比較的、雨期乾期の区別が顕著であり、雨期の月平均降水量は238mmで日本の約2倍程度の降水量となる。特に7～9月は250mm以上の降雨量となるため、建設工事への多少の影響が懸念される。降雨日数については、3～9月は15日前後が続き、おおよそ半月が降雨日となる。

また、雨期については、ホン河及びドン河の水位は大幅に増加するため、取水施設や送水管の河川横断部等、河川に関連する工事については雨期を避けるべきである。

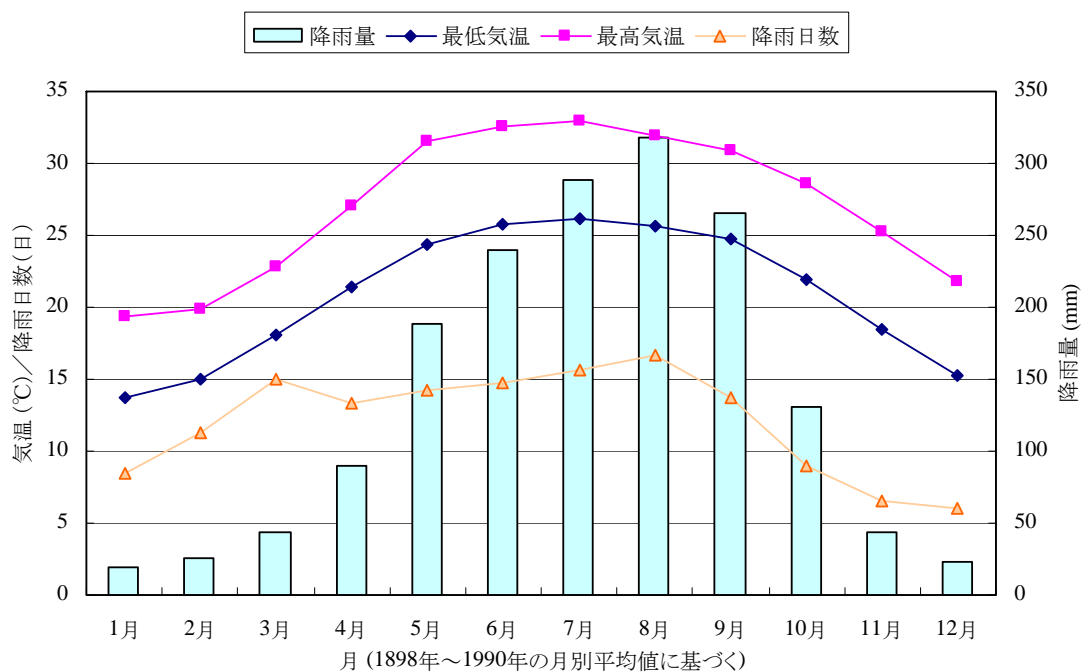


図-1.4.1 Ha Noi市における月別気温と平均降水量の変動

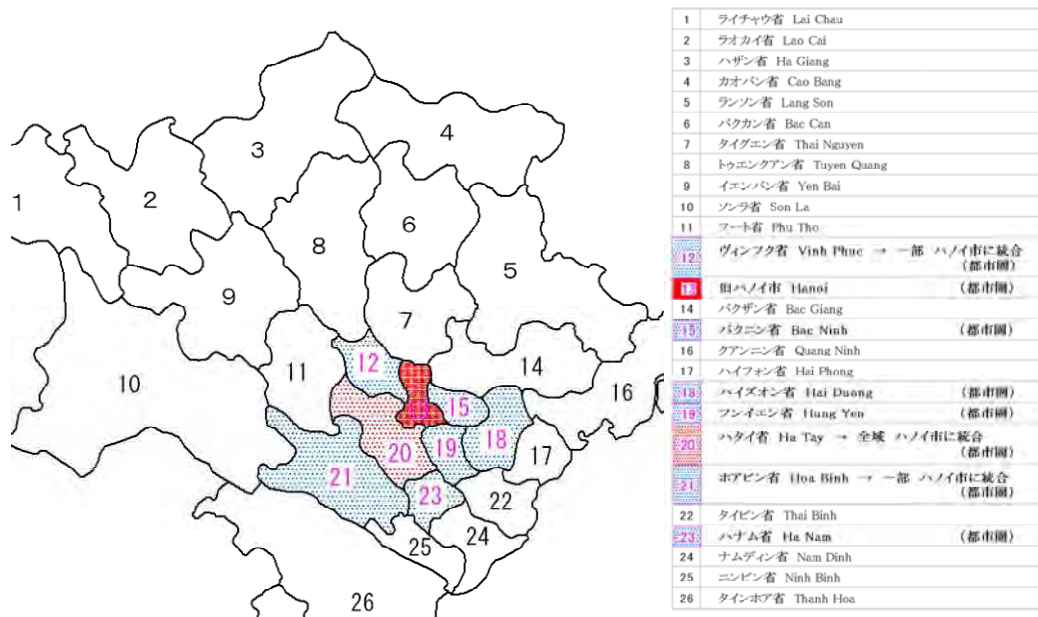
1.5 事業のニーズ

現在のハノイ都市圏の浄水場は、処理が容易な地下水によるものが主である。しかしながら水需要量の増加に伴い、近年は地盤沈下（年間 41mm という報告もある）、水質悪化（砒素、アンモニア性窒素等）が報告されている。このような背景から、政令に示されるように流量が豊富な河川水への移行が国の施策方針となっている。

ハノイ都市圏は、拡大 Ha Noi 市と周囲の 6 省 (Bac Ninh、Hung Yen、Hai Duong、Vinh Phuc、Ha Nam、Hoa Binh) からなる。Ha Noi 市は、ホン河 (Red River) によって南北に分けられ、ホン河南部地域では、4 つの水道事業主体で 15 の大規模浄水場 (1 万 m³/day 以上) が稼動している。このうち、現在唯一の河川表流水を水源とするダ河浄水場では、現在 30 万 m³/day が稼動済みであり、今後、60 万 m³/day を経て 120 万 m³/day に増設される予定となっていることから、ホン河南部地域の需要増への対応は概ね目途が立っている状況にある。

これに対して、ホン河北部地域 (Ha Noi 市、Bac Ninh 省、Hung Yen 省) では、大規模浄水場は 3 浄水場のみとなっている。ただし、いずれの浄水場も地下水を水源としており、浄水能力の拡大を計画しているものの、ホン河北部地域の需要を賄うだけの大幅な浄水能力拡大は困難な状況にある。以上のような状況下において、ホン河北部地域では、国道 1 号、5 号、18 号及び 39 号線に沿って、多くの工業団地、住宅団地が建設中であり、需要量の増加に伴う水源開発は喫緊の課題となっている。

また、急成長する Ha Noi 市においては、水道需要の約 6 割しか供給できない状況である。ベトナム政府によるアクションプランの目標では、2015 年までに基本的な生活用水の供給システムを完成し、各都市と工業団地に十分な浄水を供給することを目指しており、30 万 m³/day 規模の当該事業はニーズは高いと考えられる。



1.6 環境及び社会面の配慮の現状確認・把握

本提案事業の事業主体である VIWASEEN 社では、現在、FS 調査報告書を取りまとめている段階にあり、同時進行で EIA レポートの作成を進めているとのことである。詳細は、EIA レポート作成後、入手し、内容についての確認を行っていく予定である。

環境及び社会面の配慮について、本調査により確認した内容の概要を以下に整理する。(詳細は、4. 環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討 参照)

1.6.1 水道に関する環境の現状

本事業の対象エリアになっている Ha Noi 市における現状の水道水源は地下水に依存しているが、予想される水道水需要の急増から、地盤沈下や地下水汚染が懸念されるに至っており、ベトナム政府も将来の水需要への対応は河川表流水の利用を基本方針としている。また、都市部の上水道整備に関しては、民間企業を活用する方針も出されている。この方針に関し、水道料金値上げを許容することが表明されているが、シビル・ミニマムを担保する上で極端な値上げは社会問題を引き起こすことが懸念される。しかしながら、現行の水道料金は、フルコストリカバリーとなっていないレベルであり、問題である。

当該事業の実施は、地盤沈下および地下水汚染の危険を回避することになる。同時に、豊富な水資源の有効活用をはかることになり、社会的厚生を図ることになる。水道事業の民間化のなかで、PPP 事業スキームの活用により、水道料金の公正の維持が図れることが期待されている。

1.6.2 地盤沈下の状況

「ハノイ首都圏の水道計画（建設省・国家都市農村計画研究所 (NIURP)、2007 年 6 月)」による地盤沈下の状況は、図-1.6.1 に示すとおりであり、Ha Noi 市の一部の地域で、地下水の過剰な汲み上げによる地盤沈下が深刻化している。このまま地下水に頼り続けると、地盤沈下の進行が早まるばかりでなく、近い将来枯渇の危機も指摘されている。

Ha Noi 市の生活・工業用水は、現在でもそのほとんどを地下水に頼っている。確認できているだけで現在 Ha Noi 市内には大小 17 万ヶ所以上の井戸があり、主にホン河 (Red River) の右岸、市の南側のエリアに集中している。住民や組織が無計画に井戸を掘り、地下水を汲み上げていることに加え、近年急速に進む道路舗装やコンクリート化により、雨水が地下に浸透しにくくなっている。更に、未処理の都市下水の流入によって、地下水が汚染されているという実態もある。

2007 年に JICA によって策定された「ハノイ市総合都市開発計画」のマスタープランの中でも、都市化に伴って増加する上水需要に対応すると同時に、上述の地盤沈下や水質汚

染を防ぐため、水源を地下水から河川水などの表流水へと移行する必要性と浄水場の容量拡張などを提案している。なお、同調査の住民意識調査の結果、さまざまな都市サービスのうち、ライフラインの基礎となる「上水」の質に関する満足度が低いことが分かった。

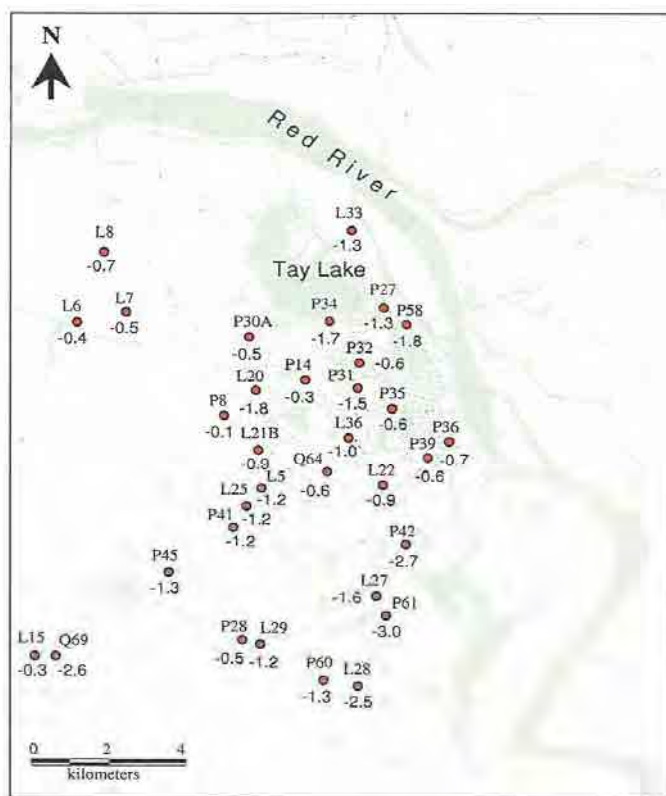


Figure 10. Locations of benchmarks listed in Table 1. Numerals represent annual rates of subsidence revealed by leveling survey in the period 1994-1995.

(出典：SPATIAL DISTRIBUTION OF SUBSIDENCE IN HANOI DETECTED BY JERS-1 SAR INTERFEROMETRY)

図-1.6.1 地盤沈下の状況

1.6.3 地下水汚染

地下水汚染は、アンモニアによる汚染や砒素汚染が問題となっている。アンモニアによる汚染の実態については、定量的な資料が入手できなかったため、砒素汚染について、「アジアに広がる砒素汚染 (2005.10)」アジア砒素ネットワーク (AAN) の報告書を引用する。

(1) 経緯

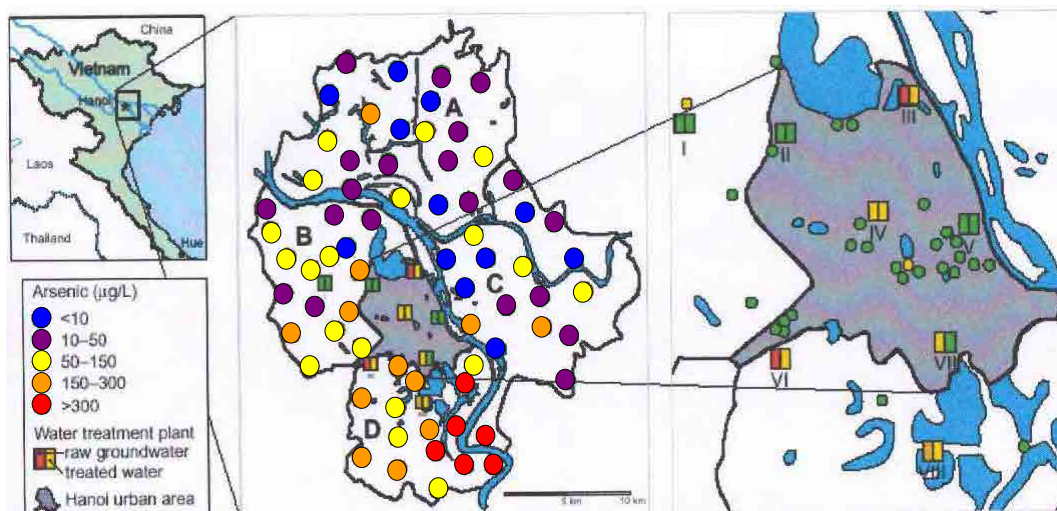
ベトナムで最初に砒素汚染が報告されたのは 2000 年である。その報告は Ha Noi 周辺の地下水から砒素が検出されたという地域限定的なものであった。その後、ユニセフが中心となり 2000 年から 2002 年にかけて、ベトナム全域の砒素汚染調査がおこなわれ、2004 年 10 月に報告書が作成された。調査は、全国 60 県から 25 県を選び、ランダムに抽出した 18,000 の井戸水の水質検査をしたものである。その結果、0.05 ppm をこえる井戸が 1%以上ある県が 9 つ、0.01ppm をこえる井戸が 1%以上ある県が 10 県であることが明らかになった。9 つの汚染地域のうち、7 県がホン河流域に位置している。

バングラデシュに比べると、ベトナム全体の砒素汚染は濃度も地域もそれほど大きくはない。しかし Ha Noi 市南部のハナム県では 0.05 ppm を超える井戸が 62%以上など、局所的に砒素汚染の激しい地域がある。政府機関による砒素中毒患者の確認調査はまだなされていないが、ハナム省やメコン域ドンタップ省では患者がいるといわれている。

(2) ハノイ大学の調査

2001 年 10 月に愛媛県で「地球市民のための第 1 回国際セミナー」が開かれ、ハノイ大学から砒素汚染に関する報告があり、ホン河デルタ 6 県の砒素汚染の調査結果が示された。砒素汚染は旧 Ha Noi 市に集中しており、その汚染分布図をみると、ホン河 (Red River) の左岸地域は低く、右岸地域が高いことがわかる。また、下流域ほど高くなる傾向が伺える (図-1.6.2 参照)。

この要因として、地下水の都市生活利用量の増大により、地下水位が低下していることが考えられる。Ha Noi 地域の地下水利用は、8 箇所の公共井戸の 40 万 m³/day、500 箇所の私有井戸 12 万 m³/day、UNICEF の郊外井戸の 3.5 万 m³/day、計 55.5 万 m³/day である。また、周辺 12 県の地下水利用は、先の 3 タイプの合計で 115 万 m³/day である。



(出典：Pham Hung Viet 他 2001)

図-1.6.2 旧 Ha Noi 市の砒素汚染状況

図-1.6.2 に見られるように、当該事業対象範囲の内、特に旧 Ha Noi 市南部において砒素汚染が進んでいる。このため、ハノイ市水道公社では、汚染された水源を有する浄水場においては段階的に給水量を減少させ、将来的に廃止することも検討されている。

(3) UNICEF の調査

UNICEF は、2001 年以来全国的なサンプル調査を行ってきたが、これを 2004 年 10 月にレポートとして公刊した（「Arsenic Contamination in VIETNAM」 UNICEF 2004b）。そこには、0.01mg/l 以上の汚染県が表示されている。その汚染地図をみると、砒素汚染はホン河流域（Red River）とメコン河に集中している。UNICEF 報告の汚染分布の概要を要約すると次のようになる。（表-1.6.1 参照）

「全体的に見ると、井戸水の砒素汚染は他の国で問題になっているほど濃度が高くない傾向にある。しかし Ha Nam の砒素汚染の程度は、バングラデシュ並に深刻である。幸いにも Ha Nam における井戸水の利用期間は、バングラデシュよりも短いため（まだ 10 年にもならない）、慢性症状を示す患者はあまり見られない。対策が直ちに取られるならば、深刻な健康被害が現われることなく、問題を解決できるだろう。」

表-1.6.1 ホン河（Red River）の砒素汚染状況

	サンプル	0.01 mg/L 以上		0.05 mg/L 以上	
		サンプル	%	サンプル	%
Ha Noi	824	414	49.3	199	23.3
Ha Tay	1,368	638	46.6	338	24.7
Hung Yen	3,384	700	20.7	310	9.2
Ha Nam	7,042	4,517	73.4	3,534	62.1
Nam Dinh	605	156	21.3	104	13.8
Ninh Binh	75	26	34.7	8	10.7
Thanh Hoa	347	17	4.9	17	4.9

（出典：UNICEF 2004b）

(4) 事業関連機関へのヒアリング調査結果

Pre-FS 調査では、地下水及び河川水の水質汚染について、本事業の対象区域を中心に県の人民委員会並びに水道公社等にヒアリング調査を行なっている。（表-1.6.2 参照）多くの地域で水質に関する問題を抱えている状況にあり、本調査の現場調査時の住民へのヒアリングの際にも健康被害の状況や地下水水質の問題についての声が多く聞かれた。

表-1.6.2 ヒアリング調査結果

名 称	水質水汚染状況
Ha Noi (水道公社)	<ul style="list-style-type: none"> ・旧 Ha Noi 市南部の地下水を水源とする浄水場は砒素により汚染されている。 ・2015 年には旧 Ha Noi 市南部の浄水量を半減し 2020 年には廃止を計画している。
Ha Noi (Thuong Tin 人民委員会)	<ul style="list-style-type: none"> ・多くの方は井戸水を利用しているが砒素汚染が進んでいる。 ・県内を流れる川は生活排水や砒素などで水質汚染されており水源として使用できない。 ・河川周辺の砒素濃度は $350 \mu\text{g/L}$ と高い値である。
Ha Noi (Phu Xuyen 人民委員会)	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水は砒素で汚染されている。 ・表流水も汚染されている。 ・低所得者は川の水や池の水を使用している。 ・病院でも地下水を使用している。
Bac Ninh (Cho 人民委員会)	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水の水質はマンガンと鉄の濃度が高い。 ・県内を流れるドー川は汚染された水である。
Bac Ninh (水道公社)	<ul style="list-style-type: none"> ・ドン河南の地域の井戸と河川は農薬により汚染されている。 ・ドン河北の地域の井戸は鉄とマンガンの濃度が高い。

1.6.4 社会環境

近年のハノイ都市圏は、経済、社会面において飛躍的な発展を遂げており、今後も海外投資の促進により、社会・経済活動の活発化が見込まれるだけでなく、より一層の生活レベルの向上が期待される場所である。

しかし、インフラ整備が活発に行われている一方で、急増する水需要に対する水道整備は遅れている状況にあり、今後の経済・社会的な発展は水需要に対応可能な給水能力を確保することができるかどうかにかねらわれている状況にある。

したがって、本提案事業により、現在から将来にわたって大幅な需要増が予想される Ha Noi 市及び周辺省の給水状況が改善されることで、ハノイ都市圏の円滑な社会、経済の発展が促進されるものと考えられる。

なお、プロジェクト用地は、特有な文化的価値のある地域、伝統的な生活様式の人々の居住地及び特別な社会的価値のある地域等への影響が無い地域を選定していることから、社会環境への負の影響は無いものと考えられる。

1.7 ベトナムにおける海外投資家による水道民間投資事例

本節では、ベトナムにおける PPP 事業の展開を考える基礎として、これまでに実施された水道事業における民間投資事例について整理する。

1.7.1 BOT の事例

ベトナムにおいて展開された BOT の事例として、以下のものが代表的に挙げられる。そのいずれもが Ho Chi Minh 市(HCMC)において展開されたものである。

導入の背景は、1989 年において HCMC の供給能力は 65 万 m³/da で、需要は 125 万 m³/day と供給不足であったためである。

- (1) ビン・アン (Bhin An) 浄水場 (用水供給) プロジェクト
- (2) トゥ・ドゥック (Thu Duc) 浄水場 (用水供給) プロジェクト

1.7.2 Binh An 浄水場 (用水供給) プロジェクトの概要

Binh An 浄水場 (用水供給) プロジェクトの概要を以下に示す。

- (1) 事業規模：10 万 m³/day
- (2) 投資規模：3,800 万 USD
- (3) 事業者：ビン・アン水道会社 (BAWC) :マレーシア企業のコンソーシアム (Sadec, IJM, Salcon, Malaysian South)
- (4) 融資：当初、BAWC はマレーシアの商業銀行からの借入を行おうとしたが、1989 年のアジア通貨危機でだめになった。その後、The International Finance Corporation (IFC) が 2,500 万 USD : IFC の独自融資 1,250 万 USD、商業銀行との協調融資 (シンジケーション) 1,250 万 USD を行うことになった。
- (5) 契約形態：1995 年に BAWC とホーチミン市人民委員会 (HCMCPC) 及びホーチミン水道公社 (HCMWSC) との間の 20 年間の BOT (Build-Operate-Transfer) 契約となった。
- (6) 用水売買契約：BAWC とオフ・テイカーとしてのホーチミン水道公社 (HCMWSC) との間のテイク・オア・ペイ契約 (買手は契約どおりに用水の引渡しを受けない場合でも定められた最低金額を支払う義務を負う契約：この契約に対して、売手が用水を提供した場合にのみ、買手に支払が生じる責任が発生する契約をテイク・アンド・ペイ契約という) となった。契約価格は、一律 0.3 USD/m³ であった。
- (7) 事業スキーム

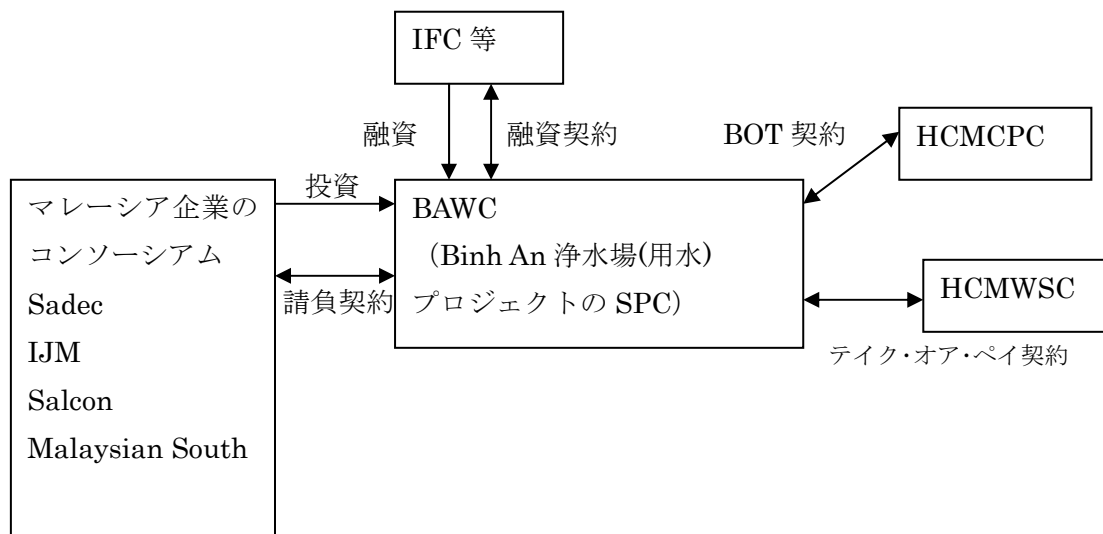


図-1.7.1 Binh An 浄水場（用水供給）プロジェクトの事業スキーム

1.7.3 Thu Duc 浄水場（用水供給）プロジェクトの概要

Thu Duc 浄水場（用水供給）プロジェクトの概要を以下に示す。

- (1) 事業規模：30 万 m³/day
- (2) 投資規模：1 億 5,400 万 USD
- (3) 事業者：レオナーゼ・ベトナム水道会社（LVWC）：フランス・スエズ系企業中心のコンソーシアム（Suez Lyonnaise, Pilecon Engineering (Malaysia), Tractebel (Belgium))
- (4) 融資：資金調達 が 2001 年に保証された。1 億 600 万 USD：ADB（Asia Development Bank）の返済期間 15 年の独自融資 3,100 万 USD、輸出信用機関（Export-Import Bank of Malaysia）及び商業銀行（Fortis Bank, ANZ Banking Group, Credit Lyonnais）との協調融資（シンジケーション）7,500 万 USD を行うことになった。
- (5) 契約形態：2000 年 12 月に LVWC とホーチミン市人民委員会（HCMCPC）及びホーチミン水道公社（HCMWSC）との間の 25 年間の BOT（Build-Operate-Transfer）契約
- (6) 用水売買契約：LVWC とオフ・テイカーとしてのホーチミン水道公社（HCMWSC）との間のテイク・オア・ペイ契約
- (7) 事業スキーム

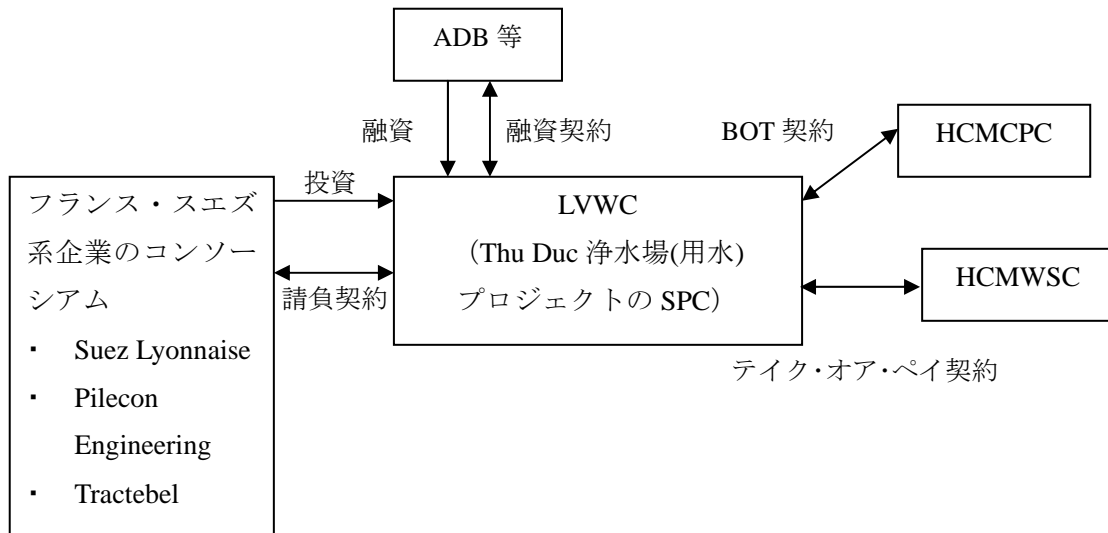


図-1.7.2 Thu Duc 浄水場（用水供給）プロジェクトの事業スキーム

1.7.4 両プロジェクトの経過

Binh An 浄水場（用水供給）プロジェクトの場合、計画調整ミスおよび計画管理ミスから HCMCPC と HCMWSC が責任を持つ給水管システム（漏水率 38%）が完成する前に浄水場が稼動された。そのために、消費者に売れない水を HCMWSC は買わざるを得ない状況となり、テイク・オア・ペイ契約により、実際の収入月間 30 億 VND 以上の月間 80 億 VND を支払うことになった、

そのために、HCMCPC は、2000 年の水道料金 1,300VND/m³ から、Thu Duc 浄水場が稼動することになっている 2004 年には 9,400VND/m³ に上げることを強いられることになった。BAWC の HCMWSC への販売価格は、3,000VND/m³ であり、LVWC の販売価格は 6,000 VND/m³ となった。

2002 年末に、両プロジェクトの料金格差が人民委員会で問題となり、LVWC は料金の値下げを要求された。

2003 年 4 月に、LVWC は建設前に、プロジェクトからの撤退を表明した。その直後、HCMCPC は水道プロジェクトへの BOT 契約による更なる海外投資を禁止した。

その後、2004 年 8 月に HCMCPC と HCMWSC は、400 万 USD の補償を行い、プロジェクトを引き継いだ（“Water Supply and Sanitation Strategy”, The World Bank 2006 に基づく。BOO 契約による事例）。

Thu Duc 浄水場プロジェクトは、国内投資家による BOO 契約により実施されている。

2. 水質調査

2.1 調査目的

水質調査は、本提案事業により建設する浄水場施設設計に係る諸元の確保のための水質試験を行うことを目的に、原水であるドン河表流水の水質試験、原水水質に応じた浄水処理プロセス（特に凝集沈殿処理及び塩素処理を中心に）に係る水処理実験等を実施したものである。

本調査で行う個別調査の目的は以下のとおりである。

2.1.1 水源調査

本事業で計画する浄水場は、Ha Noi 市北東部でホン河から分岐して流れるドン河を原水とする。浄水場各種施設の設計に関する精度の高い諸元を確保するためには、ドン河原水に関する各種情報を収集するだけでなく、ドン河本流であるホン河、さらにはホン河に流入する各種河川等に関する情報の入手を目的に本調査を行うこととした。

2.1.2 ドン河水質調査

浄水場各種施設の設計に関する精度の高い諸元を確保するためには、浄水場原水水質の特徴を把握することが重要である。特に、処理対象となる水質項目の種類や濃度により、凝集剤や塩素剤等の薬品を注入することが求められ、注入点、注入率、攪拌条件等の処理条件の最適化が必要であり、原水水質試験は一層重要となるため、ドン河水質調査を行うこととした。浄水場建設予定地では、乾期と雨期の季節があり、それぞれの季節に応じた原水水質が予想されることから、これらの季節において調査を行うこととした。

2.1.3 ドン河原水の水処理特性調査

ドン河原水水質試験結果に基づき、ドン河原水に応じた最適な浄水処理方法の採用が必要である。これまでの調査では、ドン河原水の濁度は非常に高いとされている。ベトナム水文気象センター調べによるドン河濁度は 115mg/L（浮遊物質量を示し、2010 年度年間平均値）であり、日本の代表河川のひとつであり近畿圏の水道水源である淀川濁度の 5mg/L（厚生労働省水道水質データベースによる、2009 年度年間平均値）と比べて 20 倍以上の高い濁度を示している。また、東南アジアで最大河川であるメコン河の濁度の

79mg/L (UNEP GEMS/WATER による、2004 年～2008 年までの平均値) と比べても高い濃度を示している。河川などの表流水を水道水にするための浄水処理方法としては、原水に含まれる地質などの影響による濁りや人間の活動に伴う排水の影響による微生物などを除去するために、砂ろ過処理や塩素消毒の適用が一般的である。濁りについては、地質や降雨などにより濁りの濃度（濁度）が変動することから、砂ろ過処理を確実にかつ効率的に実施するためには、砂ろ過池の前段に、薬品を加えて濁りを大きくして沈殿除去する凝集沈殿池の導入が必要となる。淀川を水道水源としている浄水場では、この濁り除去のための凝集沈殿処理と砂ろ過処理が導入されており、淀川に比べて非常に高い濁度を有するドン河についても凝集沈殿処理と砂ろ過処理の導入が不可欠である。また、凝集沈殿池の前段に自然沈降する比較的大きな濁りを効果的に除去できる沈砂池の設置も必要である。この非常に高い濁度の原水を処理する凝集沈殿池を導入する時、沈砂池の容量、凝集沈殿処理で添加される凝集剤などの薬品の種類や量、薬品と濁りを効率よく混合して濁りを大きくするための攪拌方法、凝集沈殿池で濁りを沈殿除去するための池の容量、沈砂池及び凝集沈殿池で発生する汚泥の量などが浄水場建設コストに大きく影響を及ぼすと考えられる。そのため、原水濁度に応じた適切な処理のため、ジャーテストにより、凝集剤の種類、凝集剤の注入率、攪拌条件等の凝集沈殿処理に関する諸元を求めることを目的に本調査を行うこととした。また、安全な水道水をつくるためには、塩素剤による消毒が必要不可欠であり、塩素要求量により、塩素注入点や塩素注入率等の塩素処理に関する諸元を求めることも本調査の目的とした。原水水質調査と同様、季節変動の影響による原水水質に応じた諸元を求めるため、雨期と乾期に分けて調査を行うこととした。

2.2 調査内容

2.2.1 水源調査

水源調査では、ドン河及びホン河の水質状況に影響を及ぼす可能性のある水源を選択し、現地へ赴き、水源の状況把握と水質調査を行う。

2.2.2 ドン河水質調査

(1) ドン河水質調査内容（現地調査内容）

試験名	試験項目	調査方法	調査目的
原水水質毎日試験	pH、電気伝導率等一般項目及び原水粒子の粒径等	浄水場取水予定地付近で毎日採水、試験項目の水質試験	乾期、雨期における原水水質把握、原水水質の週間変動の把握等

24 時間連続採水調査	pH、電気伝導率等一般項目	浄水場取水予定地付近で 24 時間連続して 1 時間毎採水、試験項目の水質試験	ドン河原水水質の日間変動を把握、上流での人為汚染の影響の把握等
委託水質試験	水質基準項目、農薬項目、浄水処理評価項目	浄水場取水予定地付近で採水した試料を日本の分析機関に検査委託	超微量水質項目濃度把握、浄水処理に影響する水質項目濃度把握等

(2) 浄水処理評価項目

項目名	測定理由
溶解性マンガン	溶解性マンガンは塩素処理等により色度を発現し、浄水の着色障害を起こすため。
溶解性アルミニウム	凝集剤としてアルミニウム塩を用いた時、凝集処理水の pH に応じた溶解性アルミニウム濃度を把握するため。
アンモニア態窒素	アンモニア態窒素は消毒剤に使用される塩素と反応し、塩素を消費するため
トリハロメタン生成能	原水中の有機物と塩素が反応して生成するトリハロメタン量を把握するため

2.2.3 ドン河原水の水処理特性調査

(1) 凝集剤の調査理由

凝集剤名	調査理由
ポリ塩化アルミニウム (PAC)	ベトナムで広く使用されており、高い濁度の原水処理に適しているとされている
硫酸アルミニウム (Alum)	日本での使用実績が高く、処理条件に関する知見が多いとされている
ポリシリカ鉄 (PSI)	日本で開発された最新の無機系高分子凝集剤で、凝集沈殿性が高いとされている

(2) 水処理特性調査内容

調査名	調査内容	調査目的
ジャーテスト	各種凝集剤を用いて、ジャーテストにより、凝集過程、沈澱過程を観察しながら、得られた上澄水の水質試験を行い、凝集効果を調べる。	ドン河原水の濁度に対して最適な凝集剤の種類、注入率、pH等求める。
塩素要求量	塩素剤を用いて、これを原水等に添加して、経時時間毎の試料に残留する遊離塩素濃度を調べる。	原水等の試料に塩素を添加して、遊離塩素が残留する塩素必要量を求め、塩素注入率を求める。

2.3 調査日程

本調査は、浄水場建設予定地の気候を反映して、乾期と雨期に現地調査を行うこととする。

(1) 乾期の調査日程

1) 第1回現地調査

平成23年(2011年)4月12日(火)～4月24日(日)

2) 第2回現地調査

平成23年(2011年)5月22日(日)～6月4日(土)

(2) 雨期の調査日程

1) 第3回現地調査

平成23年(2011年)6月26日(日)～7月9日(土)

2) 第4回現地調査

平成23年(2011年)8月7日(日)～8月20日(土)

2.4 調査結果

2.4.1 水源調査

(1) 水源の状況

今回、調査対象とした水源及び調査地点は図-2.4.1～図-2.4.3に示すとおりである。ホン河源流は中国雲南省に発し、その全長はベトナム・トンキン湾に流れ込むまでの約1,200kmである。ベトナムにおいては、Lao Cai省から流下し、Ha Noi市北西約40kmに位置するCo Do市付近で、Hoa Binh省にあるホアビンダム放流水を水源とするダー河と合流した後、同じくHa Noi市北西約40kmに位置するViet Tri市付近で、タクバダム放流水が流入するロー河と合流している。ベトナムにおけるホン河の延長は約500kmである。なお、ホン河を形成する各河川の流量比(平均)は、ダー河が47%、ホン河本流(ダー河合流前の河川名はタオ河)が22%、ロー河が20%、その他が11%となっている。また、ホン河水系の洪水対策として、降雨時期に応じて、各河川の水源であるダム湖の水位を制御している。

(2) 水源水質結果

水質試験結果は表-2.4.1～表-2.4.3に示すとおりである。

タクバダム湖については、濁度及び過マンガン酸カリウム消費量(KMnO₄消費量)は低い、電気伝導率は湖としては少し高い値を示した。タクバダムの放流水が流入し

たロー河の Viet tri 橋付近では濁度の上昇が見られるが、過マンガン酸カリウム消費量が増加していないことから、ロー河は流域からの人為汚染をほとんど受けていないと言える。

一方、ダー河については、その水源であるホアビンダム湖はタクバダム湖とよく似た水質を有しており、また、ホアビンダム放流直下からホン河合流前のダー河の水質に大きな変化がないことから、ダー河についても、その流下過程で、濁度は多少上昇するものの、流域からの人為汚染をほとんど受けていないことが言える。

ホン河については、ホン河本流（タオ河）の濁度は今回の調査で 151 度と、ダム湖を水源とするダー河及びロー河に比べて高い濁度を示したが、ホン河本流、ダー河及びロー河合流後（Ha Noi 市 Son Tay 地区で採水）のホン河濁度はホン河本流に比べて 4 分の 1 程度まで減少している。これは、ホン河を形成するホン河本流、ダー河及びロー河の流量比から求めた結果とほぼ同じであることから、3 河合流後のホン河水質は、ホン河本流だけでなく、ダー河及びロー河から小さくない程度で影響を受けていると考える。また、ドン河水質は 3 河合流後のホン河とよく似たものとなっており、後述するドン河連続採水試験結果からも、3 河合流後からドン河に至る間、流域からの人為汚染はほとんどないものと言える。

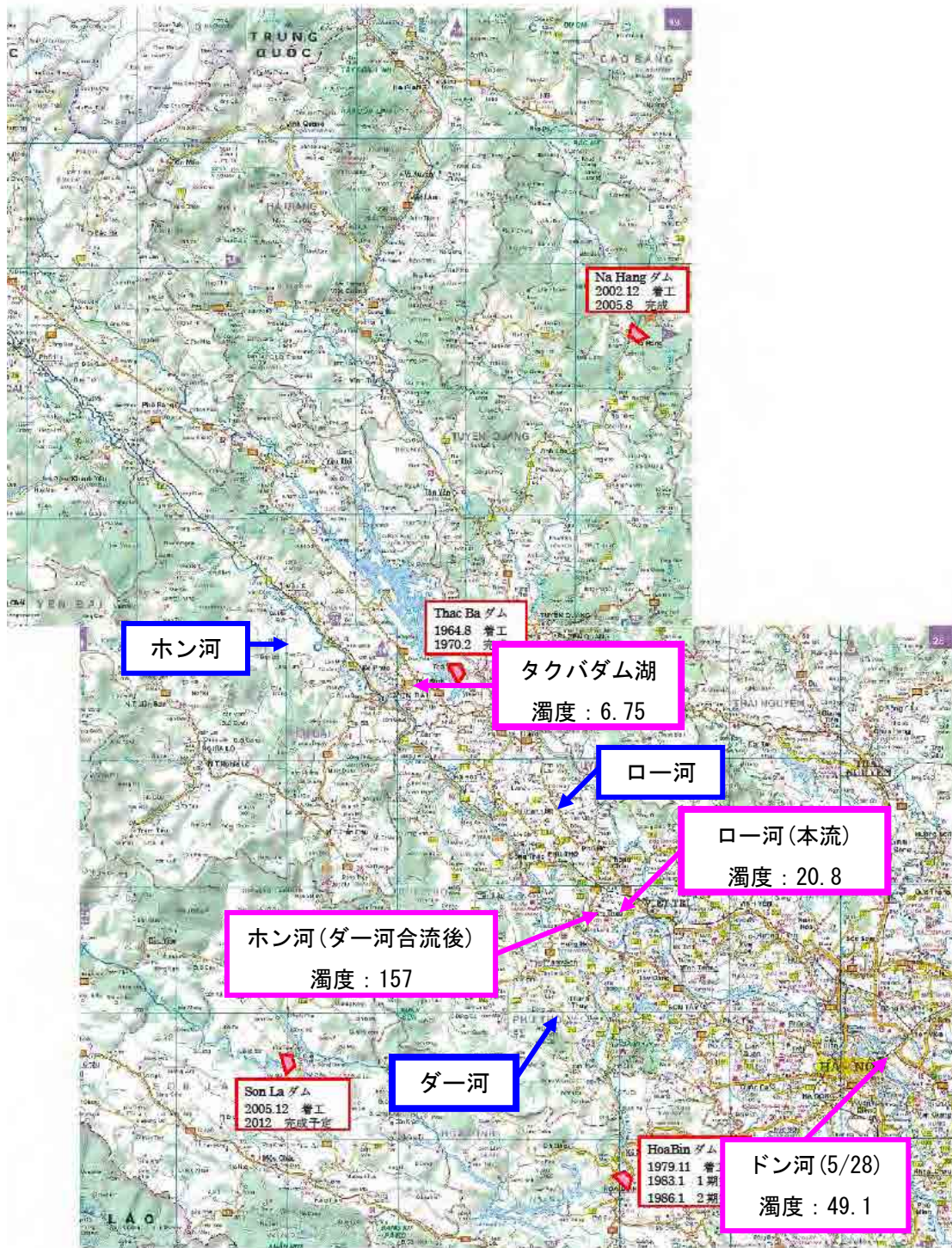


図-2.4.1 水源調査地点 (2011年5月27日調査)



図-2.4.2 水源調査地点 (2011年6月29日調査)

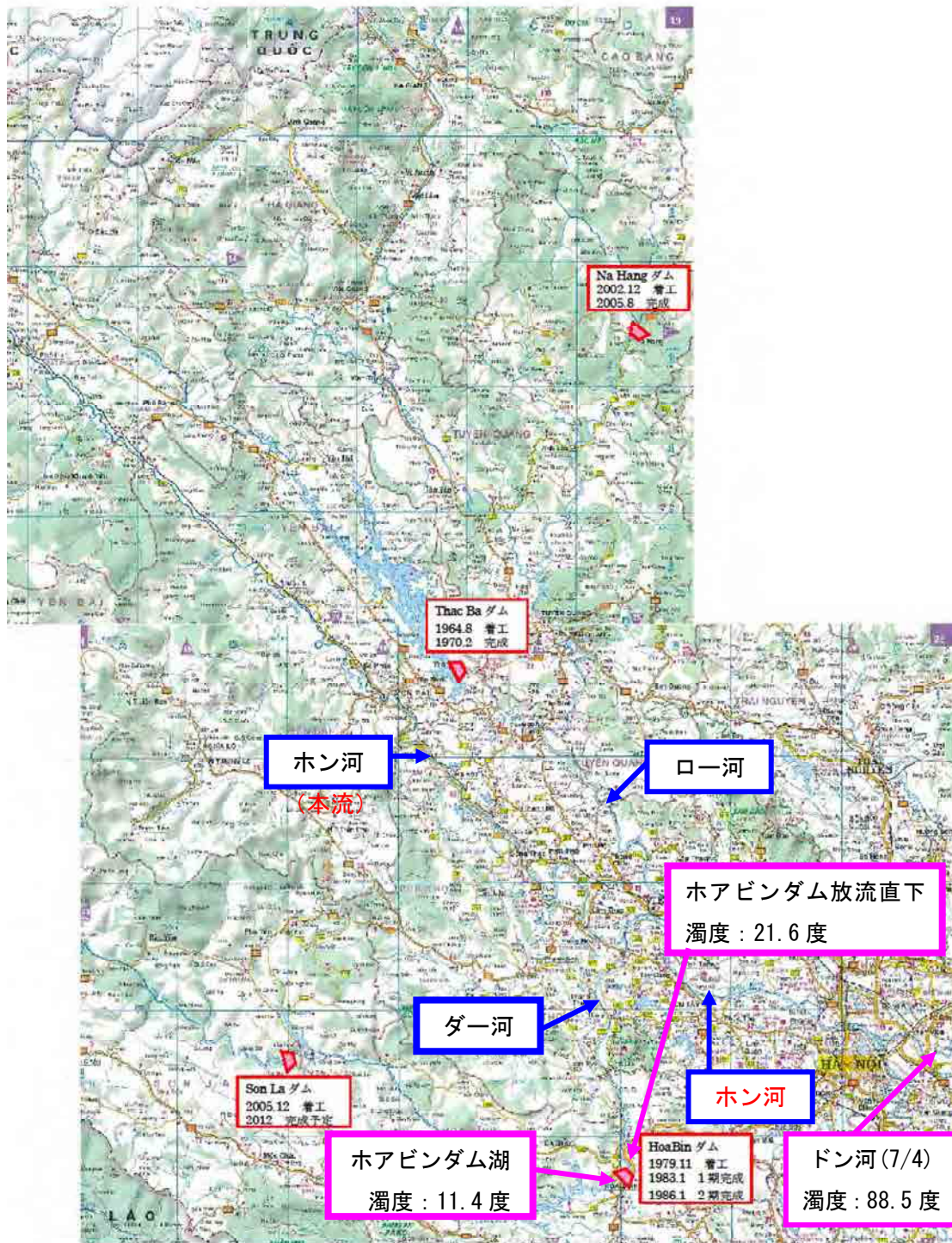


図-2.4.3 水源調査地点 (2011年7月4日調査)

表-2.4.1 水源水質試験結果(2011年5月27日調査)

採水場所	濁度(度)	pH	電気伝導率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	KMnO ₄ 消費量 (mg/L)
タクバダム湖	6.75	8.43	188	5.1
ロー河(本流)	20.8	7.96	204	4.3
ホン河(ダ河合流後)	157	7.86	165	16.9
ドン河	49.1	8.00	192	8.6

表-2.4.2 水源水質試験結果(2011年6月29日調査)

採水場所	濁度(度)	pH	電気伝導率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	KMnO ₄ 消費量 (mg/L)
ホン河(本流)	151	8.03	136	21.2
ダ河(本流)	21.6	7.92	184	4.1
ホン河(3河合流後)	43.9	7.97	177	8.8
ドン河	45.7	8.01	175	7.4

表-2.4.3 水源水質試験結果(2011年7月4日調査)

採水場所	濁度(度)	pH	電気伝導率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	KMnO ₄ 消費量 (mg/L)
ホアビンダム湖	11.4	8.45	178	5.3
ホアビンダム放流直下	21.6	7.82	188	5.0
ドン河	88.5	7.92	181	14.1

(3) 水源調査のまとめ

水源調査結果から、3河合流後のホン河及びドン河は、ホン河本流(タオ河)だけでなく、ダム湖を水源とするダー河及びロー河の水質の影響を強く受けていると言える。これらのダム湖はドン河の主要な水源であることから、水質の状況及びその変化に留意する必要がある。一方、ドン河の濁度に大きな影響を及ぼすホン河本流についても、とりわけ濁度の挙動について注視する必要がある。

また、3河合流後のホン河水質(Ha Noi市 Son Tay地区で採水)とドン河水質(ドン河浄水場取水予定地で採水)に大きな違いはなかったことから、この間、ドン河水質に影響を及ぼす人為汚染源はほとんどないと言える。

2.4.2 ドン河水質調査

(1) 調査地点

ドン河浄水場原水取水予定地点で採水した（図-2.4.1～2.4.3 水源調査地点にあるドン河）。

(2) 調査期間

表-2.4.4 ドン河水質に関する調査期間

調査	調査期間	毎日試験実施日	24時間連続採水試験実施日	委託試験採水日
第1回調査	2011年4月14日(木)～4月22日(金)	調査期間中、4月17日(日)を除く毎日	4月19日10時30分～4月20日10時30分の1時間毎採水	4月22日(金)
第2回調査	2011年5月23日(月)～6月3日(金)	調査期間中、5月27日(金)及び5月29日(日)を除く毎日	5月31日10時～6月1日10時の1時間毎採水	6月3日(金)
第3回調査	2011年6月27日(月)～7月8日(金)	調査期間中、6月29日(水)及び7月3日(日)を除く毎日	実施せず	7月8日(金)
第4回調査	2011年8月8日(月)～8月19日(金)	調査期間中、毎日	実施せず	8月19日(金)

なお、別途、2011年3月30日(水)に委託試験用試料を採取した。

(3) 試験項目及び試験方法

表-2.4.5 ドン河水質に関する試験項目及び試験方法

試験名	試験項目
毎日試験	水温、気温、濁度、色度、pH、電気伝導率、過マンガン酸カリウム消費量、一般細菌、大腸菌、浮遊物質量(SS)
24時間連続採水試験	水温、気温、濁度、pH、電気伝導率、過マンガン酸カリウム消費量
委託試験	日本の水質基準項目(金属、有機物を中心に29項目)、農薬項目(3項目)、浄水処理対象項目(アンモニア態窒素、トリハロメタン生成能等14項目)
試験方法	気温及び水温は温度計、濁度は濁度計及び比濁法、色度は比色法、pH及び電気伝導率はpH計及び電気伝導率計、過マンガン酸カリウム消費量は酸化法、大腸菌及び一般細菌は培地法、浮遊物質量(SS)は重量法、委託試験

項目は厚生労働省告示法及び上水試験方法等

(4) 毎日試験結果

1) 水温及び気温

水温は、第1回調査では約23℃、第2回調査では24～27℃、第3回調査では約28℃、第4回調査では約29℃でほぼ一定であり、各調査期間における水温の変化は小さかった。一方、気温については天候の影響を受けた。現地の気候は、第1回調査及び第2回調査では乾期となり、降雨はほとんどなく、第3回調査及び第4回調査では雨期となり、調査期間中複数回以上、夜半又は日中に短時間の降雨があった。この降雨等の影響を受け、第3回調査時の気温は26℃から35℃、第4回調査では26℃から39℃の大きな変動が確認された（図-2.4.4）。

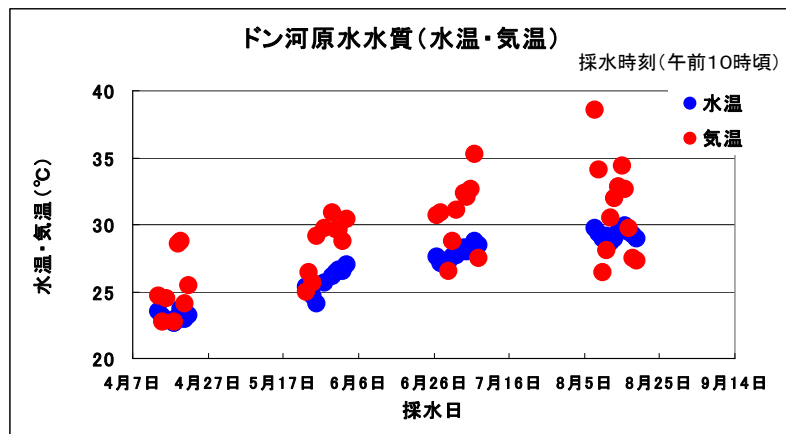


図-2.4.4 水温及び気温（毎日試験）

2) 濁度及び pH

pHについては、第1回調査、第2回調査、第3回調査及び第4回調査ともおおよそ7.8～8.1の間を推移し、それぞれの調査期間中に大きな変動は見られなかった。これは、ドン河原水の水源であるホン河本流、ダー河及びロー河のpHがいずれも8.0前後であることによると考えている。

濁度については、図-2.4.5に示すように、第1回調査では21度～30度であったのに対して、第2回調査では20度～50度と少し高い数値を示した。一方、比較的降雨の多かった第3回調査では42度～141度と変動が大きく、高い濁度を示した。第4回調査でも調査期間中、ほぼ毎日短時間の降雨があり、濁度は32度～87度と変動はあったものの、第3回調査に比べて低い濁度となった。水源調査の結果から、ドン河原水の高い濁度は、ホン河本流（タオ河）の影響によると推測したが、第4回調査に

おける高頻度の降雨に係らず、予測したほどの高い濁度に至らなかった。これまでの知見では、ドン河原水濁度は雨期に高い濁度を示しているが、本調査時に濁度が高くない原因として、降雨の場所、降雨量又は河川流量の変化等によると類推している。安定した浄水処理を行うためには、継続して、ドン河原水の濁度の挙動等に注視する必要がある。

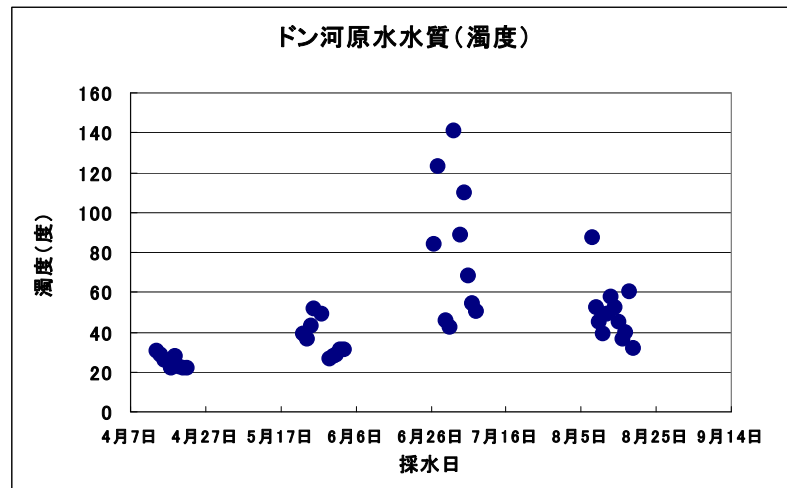


図-2.4.5 濁度 (毎日試験)

3) 電気伝導率

第1回調査では199~209 μ S/cm、第2回調査では192~202 μ S/cm、第3回調査では174~198 μ S/cm及び第4回調査では165~177 μ S/cmの結果が得られた。降雨の少ない乾期に行った第1回調査及び第2回調査では、ドン河原水の電気伝導率は200 μ S/cm前後、一方、降雨の多い雨期に行った第3回調査及び第4回調査では170 μ S/cm前後の低い数値が得られた。この調査時期によるドン河原水の電気伝導率の違いは、電気伝導率の高いダー河及びロー河、または電気伝導率の低いホン河本流(タオ河)がドン河原水に与える影響の割合が、降雨時期によって異なることを示しており、乾期ではダー河及びロー河が、雨期ではホン河本流が、それぞれ、ドン河原水により強く影響を与えていることを示唆している。これは、乾期では、ダム湖からの安定した放流があるダー河及びロー河の影響が大きく、一方、雨期では、洪水対策としてのダム湖の水位制御によりホン河本流の影響がより大きくなるからと推測している。

4) 過マンガン酸カリウム消費量

過マンガン酸カリウム(KMnO_4)消費量は有機物量の指標とされる項目であり、無機成分の指標である濁度と同様に重要な水質項目であることから、第2回調査から

KMnO₄ 消費量の測定を開始した。

KMnO₄ 消費量は、第 2 回調査では 4.3mg/L～8.6mg/L、第 3 回調査では 6.4mg/L～12.7mg/L、第 4 回調査では 5.6mg/L～8.3mg/L であった (図-2.4.6)。濁度が高い日に KMnO₄ 消費量が高い値を示したことから、KMnO₄ 消費量と濁度の関係を求めたところ (図-2.4.7)、両者に比較的高い相関が認められたため、ドン河原水の KMnO₄ 消費量の多くは濁り成分由来のものと考えられる。

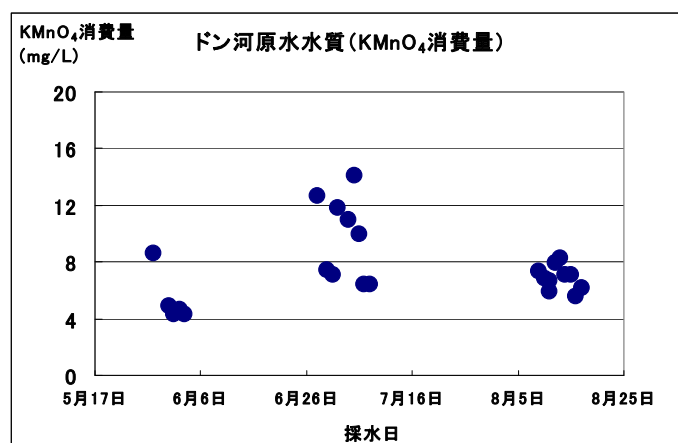


図-2.4.6 過マンガン酸カリウム消費量 (毎日試験)

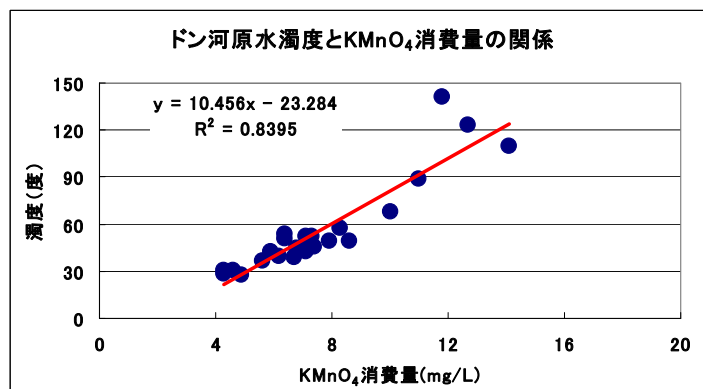


図-2.4.7 濁度と KMnO₄ 消費量の関係 (毎日試験)

5) 浮遊物質量 (SS)

ベトナムでは、表流水水質基準項目(QCVN08:2008/BTNMT)のひとつに浮遊物質量 (SS) を採用しており、濁度は採用していない。そのため、ドン河原水の SS を測定し、SS と濁度の関係を求めた (図-2.4.8)。図-2.4.8 に示すとおり、SS と濁度は比較的良好な相関関係が見られ、SS は濁度の約 1.8 倍であった。

後述のとおり、ドン河原水粒子の多くは比較的短時間で沈降することから、濁り成

分の量を表す濁度と同様に浮遊物質（SS）は、浄水処理の前段に位置する沈砂池の諸元に必要不可欠の情報である。

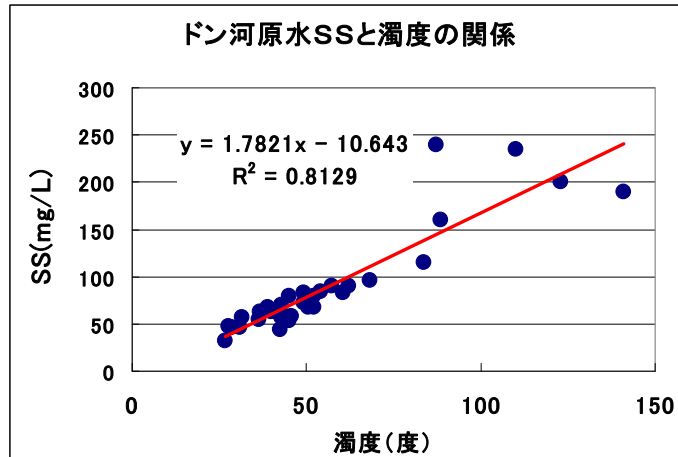


図-2.4.8 ドン河原水の SS と濁度の関係式（毎日試験）

6) 毎日試験のまとめ

降雨の少ない乾期（4月及び5月）、及び比較的降雨の多い雨期（6月～8月）におけるドン河原水の水質を調査した。

乾期における調査期間中、ほとんど降雨がなく、濁度は最大でも50度程度であり、通常は20度～30度であった。有機物量を示す過マンガン酸カリウム消費量は4mg/L程度であり（乾期では第2回調査時のみ実施）、比較的有機物が少ないと言える。pHは8前後であり、弱アルカリ性を示した。電気伝導率は200 μ S/cm程度であった。

一方、雨期の調査では、調査期間中高い頻度で、夜半又は日中に短時間の降雨があり、濁度は最大で141度、最小は32度と変動が大きかった。過マンガン酸カリウム消費量については8mg/L程度であり、乾期に比べて2倍程度高い値を示したが、これは降雨による高い濁度の影響であると考えている。pHについては、乾期とほぼ同じ8程度となり、ドン河原水では季節に関係なく、pHは安定していると考えられる。電気伝導率は170 μ S/cm程度と乾期に比べて低い数値を示した。

ドン河原水水質は、水源調査結果と合わせて考えると、乾期はダム湖を水源とするダー河及びロー河の水質の影響を強く受け、雨期はホン河本流（タオ河）の水質の影響を受けていると言える。ドン河原水を安定して浄水処理するためには、ドン河原水水質だけでなく、上流水源水質の把握が重要である。

また、濁り成分の指標のひとつである浮遊物質（SS）をドン河原水について調べ、本調査で測定した濁度との関係を求めたところ、SSは濁度と高い相関性があり、SSは濁度の約1.8倍となったことから、浄水処理施設の諸元を求める際には、濁度と合わせてSSも処理指標項目にする必要がある。

(5) 24 時間連続採水試験結果

1) 気温及び水温

気温は昼間と夜間で変化するが、水温は第 1 回調査で 23℃、第 2 回調査では 26℃と各調査期間中、大きな変化はなかった。

2) 濁度及び pH

濁度は、第 1 回調査では、調査開始当日の深夜まで若干の変化がみられたものの、それ以降、連続採水終了時まで変化は見られなかった。一方、第 2 回調査では、連続採水終了前に再び濁度の変化が見られた (図-2.4.9)。濁度変化時にドン河水位の変動が目視で確認されたことから、濁度変動の原因は河川流量の変化に関係しているものと考えている。

一方、pH は 8 前後で、調査期間中ほとんど変動はなかった。

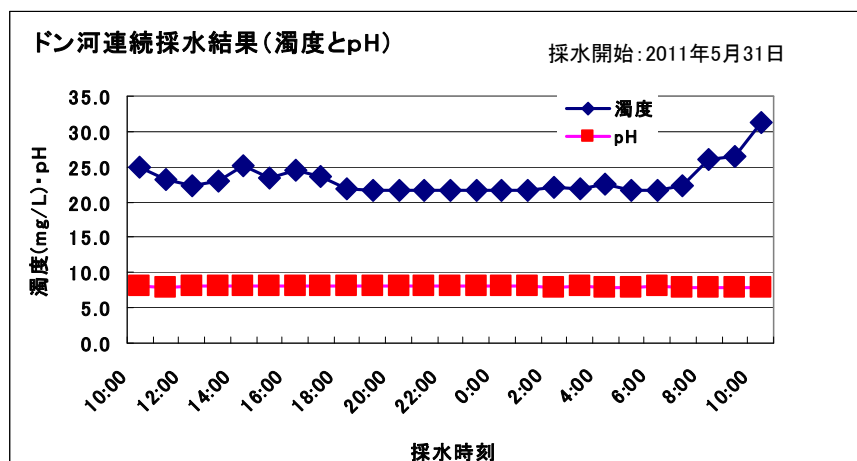


図-2.4.9 濁度及び pH (第 2 回調査 連続採水試験)

3) 電気伝導率

塩化物イオンなど溶解成分の指標である電気伝導率は、第 1 回調査、第 2 回調査とも 200 μ S/cm 前後の数値を示し、調査期間中、ほとんど変動がみられなかった。

4) 過マンガン酸カリウム消費量

過マンガン酸カリウム消費量は連続採水の期間中 3~5mg/L の範囲で変動した (図-2.4.10) が、濁り成分の濁度と同じ挙動を示していることから、この調査で得られた過マンガン酸カリウム消費量は濁り成分の寄与が大きいと考える。一方、溶解成分の電気伝導率との関連は見られなかった。

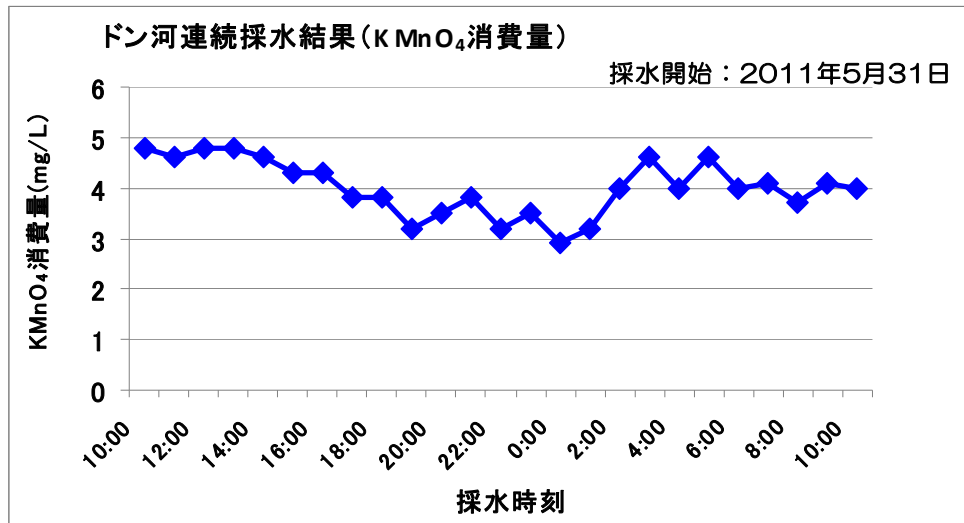


図-2.4.10 過マンガン酸カリウム消費量 (第2回調査 連続採水試験)

5) 24時間連続採水調査結果のまとめ

原水の24時間連続採水試験は、ドン河浄水場取水点上流域における人為汚染の有無を判定するために、河川流量の少ない乾期に行った。濁度は低く、比較的河川流量の安定した時期であったので、上流に生活排水や事業所排水などの流入があれば電気伝導率の時間変動があると考えたが、調査期間中、電気伝導率の変動はほとんど見られなかった。一方、濁度に若干の変動がみられたが、ドン河水位の変動による影響と考えている。

これらのことから、現時点ではドン河浄水場取水点上流域に、ドン河原水水質に影響を及ぼす人為汚染源はほとんどないと言える。

(6) 委託水質試験

委託水質試験は、2011年3月30日、4月22日、6月3日、7月8日、8月19日に採水したドン河原水について行った。試験項目は、水質基準項目(28項目)、農薬項目及び浄水処理評価項目である。水質基準項目に関する試験結果については、その検出値が、日本の水道水水質基準値を超過、基準値以下で10分の1を超過、10分の1以下の3段階に分けて評価した。試験結果は以下のとおりである。

1) 水質基準項目

基準値超過については表-2.4.6~2.4.7、基準値以下~10分の1超過は表-2.4.8、10分の1以下は表-2.4.9にまとめた。

表-2.4.6 基準値を超過した項目

水質項目	処理方法
一般細菌、大腸菌	塩素消毒により基準値以下まで処理が可能
鉛、アルミニウム、鉄、マンガン、色度、濁度	地質由来であり、そのほとんどが不溶性で、凝集沈殿・砂ろ過処理により基準値以下まで処理が可能

表-2.4.7 日本の水道水質基準値を超過した項目及びその測定範囲

水質項目	日本の水質基準値	今回の測定範囲
一般細菌	100 集落数/ml 以下	5400～190000
大腸菌	検出されないこと	陽性
鉛及びその化合物	0.01mg/L 以下	0.003mg/L～0.011mg/L
アルミニウム及びその化合物	0.2mg/L 以下	0.20mg/L～1.2mg/L
鉄及びその化合物	0.3mg/L 以下	0.41mg/L～2.0mg/L
マンガン及びその化合物	0.05mg/L 以下	0.029mg/L～0.12mg/L
色度	5 度以下	18 度～61 度
濁度	2 度以下	16 度～59 度

表-2.4.8 基準値以下～10 分の 1 超過項目

水質項目	処理方法
ヒ素	地質由来であり、そのほとんどが不溶性で、凝集沈殿・砂ろ過処理により十分に処理が可能。
フッ素	基準値の 8 分の 1 程度であり、処理の必要はない。
総硬度、蒸発残留物	地質由来と考えられるが、基準値の 3 分の 1 程度であり、軟水化処理の必要はない
有機物 (TOC の量)	基準値の 3 分の 1 程度であり、日本の水道水に匹敵する数値で十分に低い値と考えられ、活性炭等を用いた処理の必要はない。なお、塩素注入を凝集沈殿後に行う中間塩素処理の導入により、浄水の TOC 濃度の低減が可能。
pH 値	基準値内にあるが、8 程度の弱アルカリ性を示しており、地質由来と考えられる。凝集沈殿処理に使用する凝集剤の添加により pH が若干減少するため、硫酸等による pH 調整の必要はない。

表-2.4.9 10分の1以下項目

水質項目	特徴
ナトリウム、塩化物イオン、硝酸態窒素	日本の河川に比べて十分に低い。人為汚染の影響は少ない。処理の必要はない。
水銀等金属（6項目）、シアン等無機物（2項目）、陰イオン界面活性剤等有機物（3項目）	定量下限値以下（基準値の10分の1）であり、処理の必要はない。

2) 農薬項目

3月30日及び6月3日に、パラコート及びグリホサトイソプロピルアミン塩及び亜鉛含有農薬の分解物である溶解性亜鉛を測定した。いずれの調査日とも、これらの農薬類は定量下限値以下であったことから、問題ないと言える。

3) 浄水処理対象項目

試験結果を表-2.4.10にまとめた。

表-2.4.10 浄水処理対象項目の試験結果

項目名	測定結果	処理対策
溶解性マンガン	すべて定量下限値 (0.005mg/L)以下	処理の必要はない
溶解性アルミニウム	0.06mg/L	凝集沈殿・砂ろ過処理により低減可能である。
アンモニア態窒素	0.03mg/L 未満～ 0.07mg/L	最大濃度を分解するための塩素必要量は0.5mg/L程度と少なく、浄水処理上の障害になることは極めて低い。
トリハロメタン生成能	0.016mg/L～ 0.022mg/L	日本の水質基準値(0.1 mg/L以下)の5分の1以下であり、低減のために特別な処理を必要とするレベルではないが、塩素注入を凝集沈殿処理後に行う中間塩素処理により、トリハロメタン生成能はさらに低減可能である。

4) 委託水質試験結果のまとめと浄水処理方法の提言

乾期及び雨期に行った今回の調査では、検出頻度に違いはあるものの、日本の水道水質基準を超過する水質項目は8種類を数えた。しかし、これらの水質項目はそれぞれに応じた適切な浄水処理を行うことにより、水質基準値以下の低いレベルまで十分

に低減可能である。具体的な処理方法として、大腸菌や一般細菌の処理には塩素処理を、鉄などの金属類や濁りの処理には凝集沈殿・砂ろ過処理を行うことが必要となる。そのほかの水質項目については、水質基準値に比べて十分に低い値であり、特別な処理の導入は必要ないと考える。

(7) ドン河原水粒子の沈降特性

1) ドン河原水粒子の粒径分布

ドン河原水を孔径の異なる3種類の孔径のろ紙を用いてろ過し、ろ過水の濁度により、原水粒子の粒径分布を推定した。用いたろ紙はGF/D（孔径2.7 μ m）、GF/B（孔径1 μ m）及びメンブレン（孔径0.45 μ m）である。調査結果を表-2.4.11及び表-2.4.12に示す。

表-2.4.11 ドン河原水粒子の粒径分布（4月及び5月）

	濁度 (度)	粒子の粒径分布(%)		
		1 μ m以上	0.45~1 μ m	0.45 μ m以下
測定範囲	21.6~51.3	61.3~94.2	4.2~37.0	0.6~1.6
平均	34.3	82.1	16.8	1.1

4月18日から6月3日までの結果(試料数は9)

表-2.4.12 ドン河原水粒子の粒径分布（6月~8月）

	濁度 (度)	粒子の粒径分布(%)			
		2.7 μ m以上	1~2.7 μ m	0.45~1 μ m	0.45 μ m以下
測定範囲	31.7~141	40.7~75.6	2.3~43.1	2.7~35.4	0.0~1.4
平均	62.8	58.4	20.0	21.1	0.5

6月27日から8月19日までの結果(試料数は24)

表-2.4.11は乾期に行った調査結果であり、表-2.4.12は雨期のものである。いずれも、1 μ m以上の粒径の粒子の割合は、ほぼ80%近くを占めており、また、表-2.4.12では2.7 μ m以上の粒径の粒子は60%近いことから、ドン河原水粒子は沈降性の高い性質を有することが推測される。

2) 原水粒子の沈降性（濁度指標）

原水1Lを、容量1Lの容器（ビーカー又はメスシリンダー、試料採取毎に用意）に採って、室温で静置し、経過時間毎に上澄水を一定量採取後、濁度を測定することにより粒子の沈降性を推定した。結果を図-2.4.11に示す。

ドン河原水粒子の沈降は1時間までが早く、その後はゆっくりと沈降し、24時間後

の濁度は、初期濁度に関係なく、20 度近くとなった。

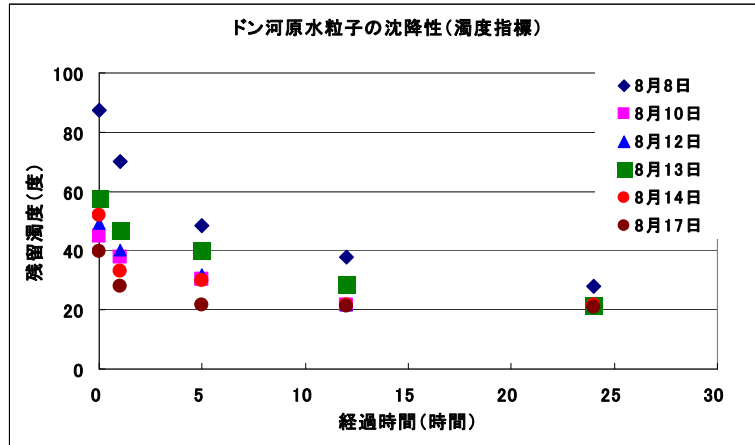


図-2.4.11 ドン河原水粒子の沈降特性（濁度指標）

3) 原水粒子の沈降性（浮遊物質質量指標）

ドン河原水について、濁り成分である濁度と高い相関性が示された浮遊物質質量 (SS) についても、濁度と同様の沈降性試験を行った。結果を図-2.4.12 に示す。原水粒子は濁度指標と同様に SS 指標でも短時間で沈降することを示し、12 時間以降の変化は小さかった。

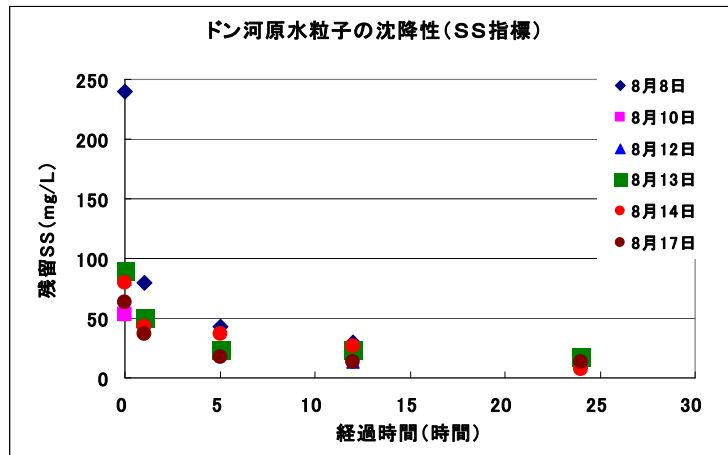


図-2.4.12 ドン河原水粒子の沈降特性（SS 指標）

4) 静置によるドン河原水粒子の低減効果

ドン河原水粒子は、濁度指標及び浮遊物質質量指標ともに、沈降性の高い性質を有することがわかったので、静置による原水粒子の低減効果を各指標についてまとめた(表-2.4.13 及び表-2.4.14)。静置による低減効果は、用いた指標により低減率に若干の違い

が生じたものの、いずれの指標でも 12 時間経過すると、その低減率の変化は小さくなった。

表-2.4.13 静置によるドン河原水粒子の低減効果（濁度指標）

	原水濁度 (度)	静置時間(時間)				
		0	1	5	12	24
測定範囲	39.9~87.3	0	16.2~36.7	30.0~45.9	46.9~56.9	47.9~68.0
平均	55	0.0	23.2	38.4	53.3	57.5

8月8日から8月17日までの結果(試料数は6)

表中の数値は各静置時間における0時間に対する低減率(%)を示す。

表-2.4.14 静置によるドン河原水粒子の低減効果（SS 指標）

	原水SS (mg/L)	静置時間(時間)				
		0	1	5	12	24
測定範囲	53~240	0	11.3~66.7	53.8~82.1	62.3~87.5	67.9~92.9
平均	102	0.0	41.6	68.7	75.7	82.8

8月8日から8月17日までの結果(試料数は6)

表中の数値は各静置時間における0時間に対する低減率(%)を示す。

5) 原水粒子沈降特性のまとめと浄水処理施設諸元への提言

今回の調査で得られたドン河原水粒子の粒径分布は、粒径 1 μ m 以上が 80%近く、2.7 μ m 以上でも 60%近い割合を占めることを示した。また、ドン河原水粒子は、濁り成分である濁度指標及び浮遊物質(SS)指標のいずれでも、高い沈降性を有することを示し、とりわけ SS 指標では 1 時間で 40%、12 時間で 80%近い静置による低減率が得られることを示した。

ドン河原水の濁度及び SS については、今回の調査で得られた以上の濃度が予測されることから、ドン河原水を浄水処理する際、濁り成分を除去するための凝集沈殿処理の前段に、ドン河原水粒子の高い沈降性を利用した沈砂池を設けることにより、凝集沈殿池で除去する濁り成分の負荷量を効果的に下げることが可能である。

2.4.3 ドン河原水の水処理特性調査

(1) ジャーテスト

1) 凝集剤の種類

今回凝集効果を確認した凝集剤は表-2.4.15 のとおりであり、凝集剤原体の状況、 Al_2O_3 含有率及び調製方法も合わせて示す。

表-2.4.15 凝集剤の種類と調製方法

記号	薬品名	製造国	原体		添加溶液(基本)	
			形態	Al_2O_3 (%)	溶液(%)	調製方法
PAC-2	ポリ塩化アルミニウム	ベトナム	粉末	29	1	原体1gを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。
PAC-4	ポリ塩化アルミニウム	ベトナム	液体	17	2	原体2gを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。
PAC-3	ポリ塩化アルミニウム	中国	粉末	31	1	原体1gを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。
PAC-1	ポリ塩化アルミニウム	中国	粉末	31	1	原体1gを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。
PAC-5	ポリ塩化アルミニウム	中国	粉末		1	原体1gを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。
PACN-95	ポリ塩化アルミニウム	ベトナム	粉末	28	1	原体1gを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。
PAC-Ti	ポリ塩化アルミニウム	日本	液体	10	3	原体3gを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。
PSI-025	ポリシリカ鉄	日本	液体	1(Fe)	0.2	原体20mlを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。
PSI-100	ポリシリカ鉄	日本	液体	1(Fe)	0.2	原体20mlを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。
Alum-2	硫酸アルミニウム	中国	粉末	17	2	原体2gを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。
Alum-1	硫酸アルミニウム	日本	液体	8	4	原体4gを精製水で溶かし100mlとする。使用の都度調製。

2) ポリ塩化アルミニウム (PAC) の凝集特性

乾期での調査期間中におけるドン河原水に対する各凝集剤の凝集特性を表-2.4.16 に、雨期に行った結果を表-2.4.17 に整理する。

表-2.4.16 ポリ塩化アルミニウムの凝集特性 (乾期の結果)

(原水濁度：20度～40度)

凝集剤名	凝集特性
PAC-1	最適注入率は15mg/Lで、過剰の30mg/Lを注入してもフロックの形成、沈降速度等に問題はなかった。最適注入率におけるpHは7.86。

PAC-2	最適注入率は 15mg/L で、過剰の 30mg/L を注入してもフロックの形成、沈降速度等に問題はなかった。最適注入率における pH は 7.45。
PAC-3	最適注入率は 10～15mg/L で、過剰の 30mg/L を注入してもフロックの形成、沈降速度等に問題はなかった。最適注入率における pH は 7.8～7.7。
PAC-4	最適注入率は 30mg/L (粉末 PAC の 15mg/L に相当) で、過剰の 60mg/L (粉末 PAC の 30mg/L に相当) を注入してもフロックの形成、沈降速度等に問題はなかった。最適注入率に於ける pH は 7.3。注入率に対する pH の低下割合は他の PAC に比較して大きかった。
PAC-5	最適注入率は 15mg/L で、過剰の 30mg/L を注入してもフロックの形成、沈降速度等に問題はなかった。凝集効果は比較した PAC の中ではもっとも良好であった。最適注入率に於ける pH は 7.86 であり、他の PAC と比べて最も高かったが、フロックの沈降速度は他の PAC と比べて最も早く、良好な凝集状態であった。
PAC-Ti	最適注入率は 45mg/L (粉末 PAC の 15mg/L に相当) で、過剰の 90mg/L を注入してもフロックの形成、沈降速度等に問題はなかった。最適注入率に於ける pH は 7.5。

表-2.4.17 ポリ塩化アルミニウムの凝集特性 (雨期の結果)

(原水濁度 : 40 度～140 度)

凝集剤名	凝集特性
PAC-3	最適注入率は 10～15mg/L。最適注入率に於ける pH は 7.8～7.9。フロックの形成、沈降速度等に問題はなかったが、残留濁度はやや高くなった。
PAC-4	最適注入率は 30mg/L (粉末 PAC の 15mg/L に相当) で、過剰の 60mg/L を注入してもフロックの形成、沈降速度等に問題はなかった。最適注入率に於ける pH は 7.5。
PACN-95	最適注入率は 10～15mg/L。過剰の 25～30mg/L を注入してもフロックの形成、沈降速度等に問題はなかったが、残留濁度はやや高くなった。最適注入率に於ける pH は 7.9～8.0。注入率に対する pH の低下割合は他の PAC で最も小さかった。

3) 原水濁度の違いによる PAC 注入率への影響

雨期での調査期間中、ドン河原水濁度は 42 度から 141 度と大きく変動したことから、この原水濁度の違いが凝集沈殿処理における PAC 注入率に及ぼす影響を調べた。PAC は PAC-4 を用いた。結果を図-2.4.13 に示す。

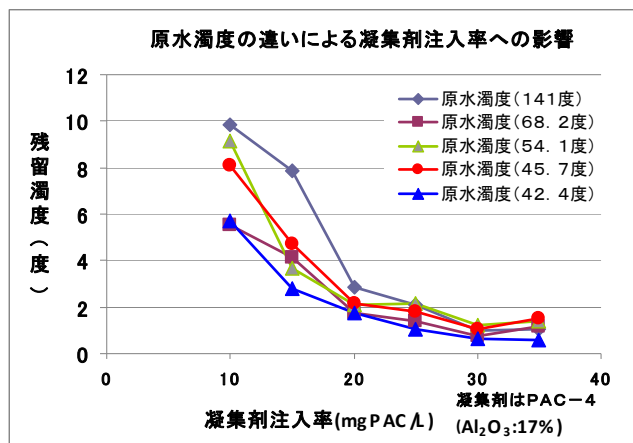


図-2.4.13 ドン河原水濁度と凝集剤注入率 (第3回調査)

PAC 注入率が低い場合には、凝集沈殿後の残留濁度は原水濁度の違いに影響を受けるが、PAC-4 の注入率が適正注入率の 30mg/L では、原水濁度の影響を受けることなく、良好な凝集効果が得られた。

4) PAC 溶液濃度濃度と保存期間の影響

ベトナム産固形 PAC (PAC-2) を 1(w/v%)となるように溶解し、保存期間ごとに凝集効果を調べた(図-2.4.14)。溶解当日 (4月14日) に調製した PAC と調製後 1 週間の PAC では凝集効果に差異は見られなかったが、1 ヶ月常温保存したものは、図-2.4.14 に示すように明らかに凝集効果が低下した。また、溶解した PAC の溶液濃度の違いにより凝集効果に影響があるかを調べたところ、0.125%~1%の濃度では顕著な差異は見られなかったものの、低い濃度で残留濁度が高くなる等の影響を及ぼす結果となった。

一方、液体 PAC の PAC-4 は、製造メーカーがベトナム産固形 PAC (PAC-2) を Al_2O_3 として約 17%に水で希釈したものであるが、保存温度 (冷蔵及び常温) に関係なく、数ヶ月後においても凝集効果が低下することはなかった。

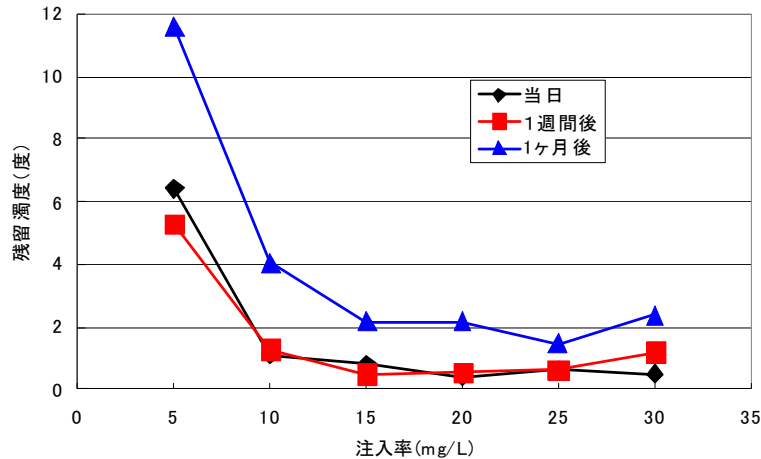


図-2.4.14 PAC-2 保存による凝集効果

5) 酸添加の影響

硫酸(1v/v%)添加により、Alum(Alum-1 を使用)は pH7.20~6.25、PAC(PAC-2 を使用)は pH7.47~6.37 の範囲でジャーテストを行ったが、pH 低下による凝集効果の違いはほとんど見られなかった。

6) 急速攪拌遅延時間の影響

PAC(PAC-2 を使用)と Alum (Alum-1 を使用)を用いて、凝集剤注入後、急速攪拌を行うまでの遅延時間の影響について調べた。PAC では 30 秒間以上で残留濁度が少し高くなるなどの遅延時間による影響が若干みられたが、Alum では遅延時間が長いほど凝集効果への影響がさらに大きくなった。これは、PAC と Alum の凝集機構の違いによるものと推測している。

7) フロック形成池の緩速攪拌条件

急速攪拌後のフロック形成池における緩速攪拌条件の知見を得るために、表-2.4.18 の条件でジャーテストを行った。調査結果を図-2.4.15 及び図-2.4.16 にまとめた。

図-2.4.15 に示すように、フロック形成池の緩速攪拌は攪拌速度を速くして一定の速度で行う Run1 方式がもっともよかった。このときの Run1 の攪拌速度は図-2.4.16 に示す 70rpm である。

表-2.4.18 緩速攪拌条件

Run	方式	内容
Run1	固定方式	フロック形成池の攪拌速度を一定にしたケース
Run2	4 ステップ方式	フロック形成池 4 池の攪拌速度を段階的に遅くするケース
Run3	2 ステップ方式 1	フロック形成池前段 2 池と後段 2 池の速度を変えるケース

Run4	2ステップ方式2	フロック形成池前段1段のみ回転速度を速くするケースで後段を特に遅くしたケース
Run5	2ステップ方式3	フロック形成池前段1段のみ回転速度を速くするケースで、Run4と比較して、前段を遅く、後段を早くしたケース

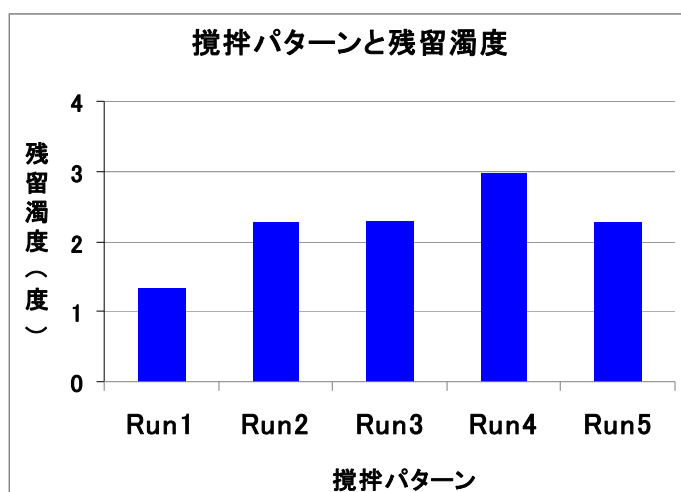


図-2.4.15 各 Run の比較

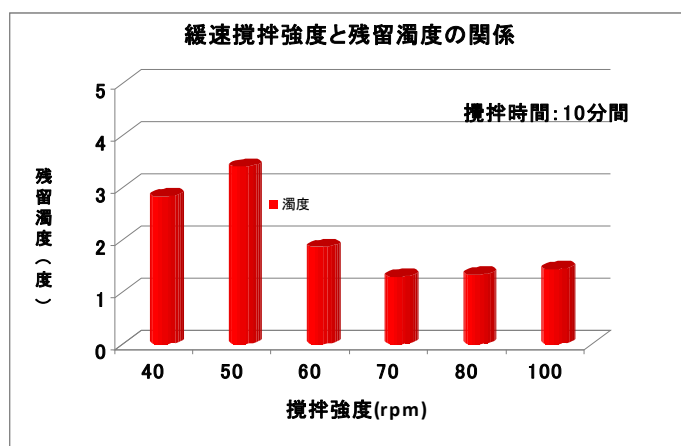


図-2.4.16 Run1 (緩速攪拌を一定にしたとき) の結果

8) ジャーテスト後上澄水中の残留アルミニウム濃度

PAC を凝集剤として使用した時、最適注入率におけるジャーテスト後上澄水の pH が 7.4~7.8 程度であったことから、ジャーテスト後上澄水中に残留する溶解性アルミニウム濃度を測定した。ジャーテストに供した凝集剤は PAC-4 で注入率は 20mg/L、pH 調整のために硫酸 (1v/v%) を添加した。その結果を表-2.4.19 に示す。

硫酸添加により残留する溶解性アルミニウムの濃度が減少することが確認できた

が、溶解性アルミニウム濃度はどの pH においても 0.06mg/L 以下と、世界保健機関 (WHO) 飲料水ガイドライン(第 4 版)における技術水準(0.1mg/L 以下)に比べて低いことを示していることから、凝集沈殿の際の酸注入は必要ないものとする。

表-2.4.19 ジャーテスト後上澄水中の溶解性アルミニウム濃度 (mg/L)

硫酸注入率(1v/v%)	ppm	0	5	10	15	20	25
溶解性アルミニウム濃度	mg/L	0.06	0.02	0.02	<0.01	0.01	<0.01
pH		7.69	7.32	7.13	6.97	6.75	6.65

9) 原水静置による凝集処理への影響

ドン河原水は比較的粒径が大きい粒子が多く、沈降性が高いため、凝集沈殿池の負担を軽減するための凝集沈殿池前段で沈砂池を設置することは有効な手段と考えられる。そこで、沈砂池での沈降を想定して、原水静置による凝集効果への影響を調べた結果が図-2.4.17 である。

濁度は当初 52.1 度であったが、12 時間後に 21.6 度、24 時間後は 21.6 度と時間経過とともに減少した。また、粒径分布については、2.7 μm 以上の粒子は当初 58.5%であったが、12 時間後に 1.4%、24 時間後は 2.8%となり、一方、1 μm 以下の粒子は当初 28.3%が 12 時間後に 54.6%、24 時間後には 68.5%となり、時間経過とともに大きな粒子から小さな粒子へと粒径分布は移行することとなった。

これらの原水を用いてジャーテストを行ったところ (凝集剤は PAC-4)、図-2.4.17 に示すとおり、適正注入率の 25mg/L \sim 30mg/L では、静置時間が長いほどジャーテスト後の残留濁度は高くなる傾向を示した。これは、静置により原水粒子は粒径の小さいものが多くを占めることになったため、凝集後のフロックは微小で軽いものとなり、沈殿しにくくなったことによるものと考えられる。

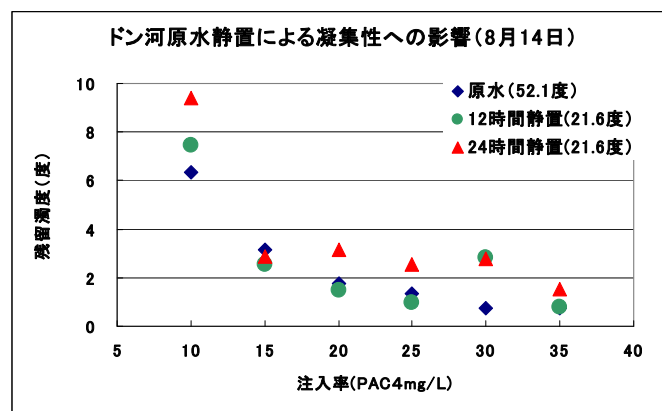


図-2.4.17 静置によるドン河原水の凝集性への影響

10) 硫酸アルミニウム(Alum)の凝集特性

調査期間中におけるドン河原水に対する硫酸アルミニウムの凝集特性を表-2.4.20にまとめた。

表-2.4.20 硫酸アルミニウムの凝集特性

(原水濁度：20 度～30 度)

凝集剤名	凝集特性
Alum-1	最適注入率は 50～60mg/L (粉末 PAC の 10～15mg/L に相当) で、過剰の 120mg/L (粉末 PAC の 30mg/L に相当) を注入するとフロックの生成状況が悪くなった。Alum は PAC と比較して凝集最適注入率の範囲が狭い。最適注入率に於ける pH は 7.17 で PAC と比較して pH の低下が大きい。
Alum-2	最適注入率は 20～30mg/L (粉末 PAC の 10～15mg/L に相当) で、過剰の 60mg/L (粉末 PAC の 30mg/L に相当) を注入するとフロックの生成状況が悪くなった。Alum は PAC と比較して凝集最適注入率の範囲が狭い。最適注入率における pH は 7.18 で PAC と比較して pH の低下が大きい。

11) PAC と Alum の凝集効果の比較

PAC(PAC-4)と Alum(Alum-1)の凝集効果を比較した (攪拌条件：240RPM15 秒、80RPM10 分)。調査結果は図-2.4.18 のとおりである。

Alum は PAC と比べて、生成フロックが小さく、そのため、上澄水中の残留濁度は高くなる結果となった。また、Alum の注入に対する pH の減少割合は、PAC と比べて大きく(Alum-1 は $1\text{mgAl}_2\text{O}_3/\text{L}$ 添加で 0.08 減少、PAC-4 は 0.06 減少)、Alum の注入率によっては、後アルカリ添加が必要となる。

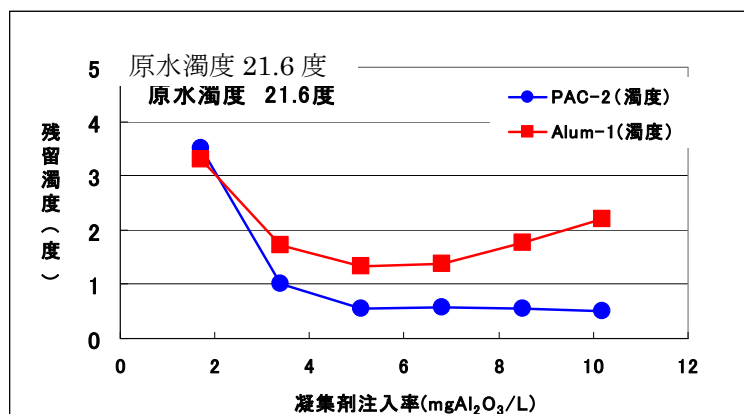


図-2.4.18 PAC と Alum の凝集効果の比較

12) ポリシリカ鉄 (PSI) の凝集特性

調査期間中におけるドン河原水に対するポリシリカ鉄の凝集特性を表-2.4.21 にまとめた。

表-2.4.21 ポリシリカ鉄の凝集特性

処理条件	結果
急速攪拌速度	本調査で行っている 240RPM に対して、PSI 製造メーカーが推奨する 150RPM の場合の方が、上澄水濁度は高くなり、特に低い注入率において顕著であった。
凝集 pH	PSI-025 は、pH を下げると上澄水濁度も低くなる傾向を示し、pH が 6.6～6.0 で最小となった PSI-100 でも同じ傾向を示し、pH が 6.6～5.5 の範囲で最小となった。

13) PAC と PSI の凝集効果の比較

PSI(PSI-025 及び PSI-100)と PAC(PAC-4 及び PAC-Ti)の凝集効果を比較した(攪拌条件：240rpm15 秒間、150rpm3 分間、70rpm7 分間)。調査結果は図-2.4.19 のとおりである。

PSIはPACと比べて、フロックの生成が速く、また、フロック径も適正注入率(PSI-025 は注入量で 1ml(33mgPSI/L)、PAC-4 は 1.5ml(30mgPAC/L))では大きかったが、PSI の残留濁度は PAC より少し高くなった。

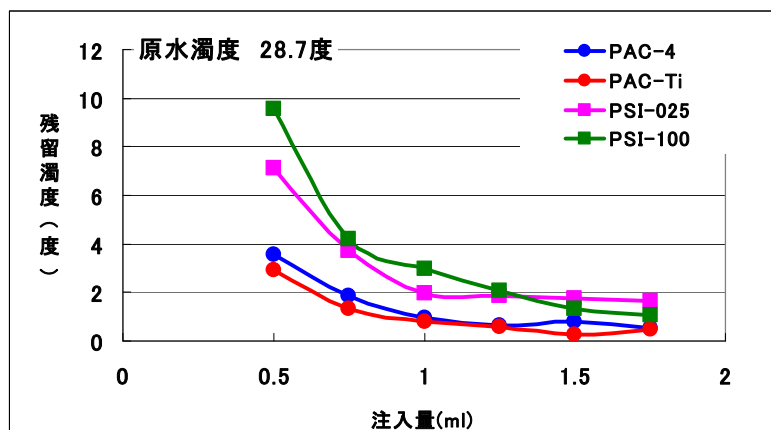


図-2.4.19 PAC と PSI の凝集効果の比較

14) ジャーテストのまとめと浄水処理施設設計諸元への提言

pH が 8 程度のドン河原水に対して、今回調査した凝集剤では、ポリ塩化アルミニウムが最も凝集沈殿効果が高くなる結果となった。硫酸アルミニウム及びポリシリカ鉄を用いて同様の結果を得るためには、別途、硫酸等の添加による pH 調整が必要で

ある。ポリ塩化アルミニウムの産地の違いによる凝集沈殿効果への影響は、特に見られなかった。

比較的降雨の少ない乾期の調査では、ドン河原水濁度は 20 度～40 度程度であり、この時のポリ塩化アルミニウムの適正注入率は PAC-4（ベトナム産、液体、 Al_2O_3 は約 17%）では 30mgPAC/L 程度となった。一方、6 月～8 月の比較的降雨が多く、濁度が 40 度～140 度と変動のあったドン河原水に対して同様のジャーテストを行い、PAC-4 の適正注入率を求めたところ、ドン河原水濁度の違いに関係なく、PAC-4 の適正注入率は 30mgPAC/L 付近となった。

ドン河原水一定時間静置後上澄水に対する凝集性を確認したところ、静置により粒径の大きい粒子は沈降し、粒径の小さい粒子が多く残留する結果となった。この粒径が小さい粒子を凝集沈殿処理すると、微小で軽いフロックを生成し、残留濁度が高くなることが実験より明らかとなった。

この微小フロックは、単純構造の横流式沈殿池ではキャリーオーバーして、ろ過池の負担を大きくする原因となることが考えられることから、沈殿池で効率よく除去するためには、広大な処理面積を必要とする横流式沈殿池に比べ、除去効率が高く、小型化が可能な傾斜板（又は傾斜管）を導入した沈殿池の採用が推奨される。

凝集時（原水粒子と凝集剤との反応及びフロックの成長の段階）の攪拌強度等について調べたところ、凝集沈殿処理を効果的に行うためには、原水に凝集剤注入後はできるだけ短時間で、そして強く攪拌すること（ジャーテストでは 240rpm）、また、フロックを成長させる緩速攪拌では、フロックの成長及び形成したフロックの破壊防止のために一定の速度で攪拌すること（ジャーテストでは 70rpm）が重要であり、凝集沈殿池の設計の際には、この点を留意する必要がある。

（2）塩素要求量調査

1) 塩素要求量の結果

調査結果を表-2.4.22 にまとめた。ドン河原水の塩素要求量は約 1.1mg/L～2.2mg/L、一方、PAC-4 を凝集剤として用いたときのジャーテスト上澄水の塩素要求量は約 0.8mg/L～1.7mg/L となった。ドン河原水のアンモニア態窒素が 0.03mg/L 未満、有機物(TOC)も 1mg/L 程度であることから、ドン河原水の塩素要求量はこのように低い値を示したものと考えられる。

また、塩素要求量は塩素との接触時間の経過とともに増加したことから、送水管末端で適切な遊離残留塩素濃度を確保するためには、送水管末端までの到達時間を考慮して、後塩素注入率を含めた塩素注入率の適切な設定が重要である。

表-2.4.22 塩素要求量(mg/L)

(塩素との接触時間は 16 時間～43 時間)

調査日	ドン河原水	ジャーテスト上澄水
4月19日、5月24日、5月30日、 7月1日、7月6日、8月12日、8 月16日	1.14～2.22	0.82～1.70

※PAC-4 の注入率は 20～30mg/L

2) 塩素注入点の選択

表-2.4.22 に示したように、ドン河原水の塩素要求量に対して、ジャーテスト上澄水の塩素要求量は原水と比べて約 0.3mg/L～0.5mg/L 程度低い数値となった。これは、凝集沈殿処理により、塩素消費物質濃度が低減したことを示している。これを確認するため、ジャーテスト前後のトリハロメタン生成能を測定した結果が表-2.4.23 である。原水の総トリハロメタン生成能が 0.018mg/L～0.022mg/L であったものが、ジャーテスト上澄水では 0.010mg/L～0.012mg/L と 40%以上も減少しており、これは、凝集沈殿により、塩素との反応によりトリハロメタンを生成するトリハロメタン前駆物質の濃度が減少したことを示すものである。

したがって、凝集沈殿処理後に塩素を注入する中間塩素処理は、トリハロメタン生成能の低減及び塩素注入率の低減に有効な処理であると言える。

表-2.4.23 原水及びジャーテスト上澄水のトリハロメタン生成能比較

(単位：mg/L)

		TTHMFP	クロホルム FP	ジブromクロ メタン FP	ブromジクロ ロメタン FP	ブromホルム FP
6月3日	原水	0.018	0.016	<0.001	0.002	<0.001
	ジャーテスト上澄水	0.010	0.008	<0.001	0.002	<0.001
8月19日	原水	0.022	0.019	<0.001	0.003	<0.001
	ジャーテスト上澄水	0.012	0.010	<0.001	0.002	<0.001

※PAC-4 の注入率は 20～30mg/L

3) 塩素要求量調査結果のまとめと浄水処理施設設計諸元への提言

今回の調査は乾期及び雨期に行ったものである。ドン河原水はアンモニア態窒素及び有機物の濃度が低いため、ドン河原水の塩素要求量は 1.1mg/L～2.2mg/L と低い数値となった。一方、ジャーテスト上澄水（凝集沈殿処理水に相当）の塩素要求量は原水よりもさらに 0.3mg/l～0.5mg/L 程度低くなり、また、トリハロメタン生成能も原水より約 40%程度低くなった。

これらのことから、ドン河原水を塩素処理する場合の塩素注入点は、塩素注入率及びトリハロメタン等の塩素消毒副生成物(DBP)濃度の低減が可能である凝集沈殿後が最適と考える（中間塩素処理）。また、凝集沈殿後の塩素注入率は0.8mg/L～1.7mg/Lとなるが、送水管末端における適正な遊離残留塩素濃度（0.6mg/L程度）を確保するためには、水温や送水管末端までの到達時間等を考慮して、後塩素注入も含めた塩素注入率の適切な設定が重要である。

(3) 汚泥の濃縮特性に関する調査

1) 原水沈降汚泥の濃縮特性

原水を沈砂池で沈降させた時に発生する汚泥の濃縮性を調べた。原水を12時間静置して得られた沈降汚泥の濃縮性の結果を図-2.4.20に示す。

原水を12時間静置させて得られた沈降汚泥の沈降は早く、汚泥濃度（汚泥中の固形物比率）は実験開始時に約7%であったものが30分間で約30%、2時間30分後で約35%まで濃縮された。その後の濃縮は遅く、24時間後の沈降汚泥濃度は約37%となった。

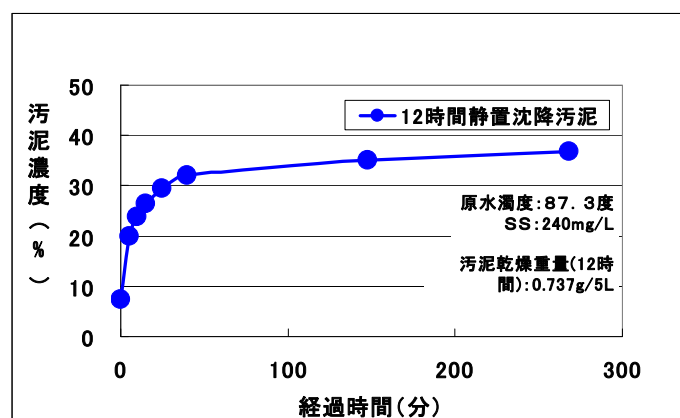


図-2.4.20 ドン河原水の沈降汚泥（12時間静置）の濃縮性

2) 凝集沈殿汚泥の濃縮特性

凝集沈殿の際に発生する汚泥の濃縮性を調べた。ジャーテスト後の沈殿汚泥の濃縮性の結果を図-2.4.21に示す。

ジャーテスト後の沈殿汚泥の沈降は早く、汚泥濃度は実験開始時に約1.3%であったものが1時間で約7%まで濃縮された。その後はゆっくりと沈降し、24時間後の汚泥濃度は約9%となった。

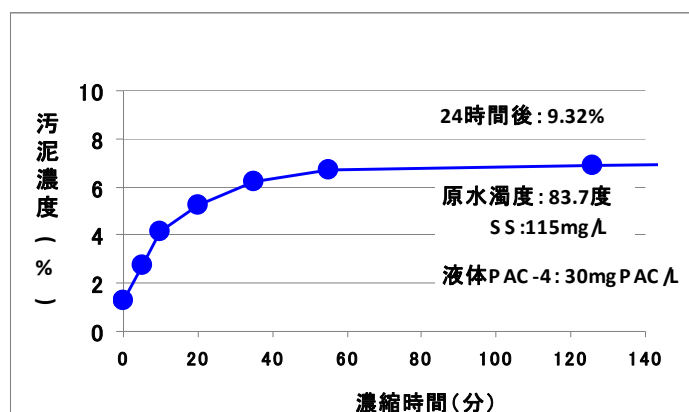


図-2.4.21 ドン河原水の凝集沈殿汚泥の濃縮性

3) 汚泥の濃縮性調査結果のまとめと浄水処理施設設計諸元への提言

浄水処理で発生する汚泥のうち、原水を沈砂池で沈降させた時に生じる沈降汚泥及び凝集沈殿処理時に生じる沈殿汚泥の2種類について、その汚泥の濃縮性及び汚泥濃度を調べた。濃縮性については、いずれの汚泥も高く、30分～1時間で24時間経過時に対して70～80%となった。また、24時間経過時の汚泥濃度（汚泥中の固形物比率）は、沈降汚泥で約37%、沈殿汚泥では約9%となった。

汚泥濃度は、発生する汚泥の場所、原水の浮遊物質（SS）あるいは濁度等種々の因子によってその濃度に違いが生じるので、汚泥処理施設の設計においては、今回の調査結果を参考にして、これらの因子に十分に注意する必要がある。また、ドン河原水に由来する汚泥の濃縮性は、いずれの汚泥についても非常に高く、汚泥処理の効率的な運用が可能となることから、この点についても設計の際に十分に留意する必要がある。

3. 当該 PPP インフラ事業に関わる技術的規模の検討

3.1 事業目的

本提案事業の主目的は、ハノイ都市圏の経済発展のための給水に関するインフラシステムの構築であり、ホン河（Red River）北部の各省・県の経済力と潜在力の向上に加え、ホン河南部に位置する Ha Noi 市中心部の水不足解消に寄与するものである。

また、本提案事業を通じて、我が国の誇る維持管理技術の技術移転や長期で低利なファイナンスの提案により、ベトナム国の水道事業企業の育成と資本市場の発展に寄与することを目的としている。

3.2 事業の需要予測

3.2.1 調査開始時の本提案事業を取巻く状況

本提案事業は用水供給事業であり、水道公社に対する卸売りを原則としているため、水道公社との受水契約による料金により事業は運営されることとなる。しかし、需要計画と実態が大きく乖離すると水道公社及び民間業者の経営へ多大な影響を及ぼし事業の存続にも関わることとなる。このため、事業計画の基礎となる需要計画の確実性を、Pre-FS の結果及び現在進められている VIWASEEN 社の FS 調査報告書の内容を基に再度調査し、事業の効率性、事業の有効性を勘案した給水区域、給水量を設定しなければならない。

しかし、調査着手後に本提案事業において最大の需要を占めることが想定される Ha Noi 市において、Ha Noi 市人民委員会により Ha Noi 市水道のマスタープラン（以下、Ha Noi 市給水計画とする。）が本調査と並行して策定されていることが明らかになった。これは 2010 年 9 月、首相府の決定（決定書 1655/QD-TTg）に従い、2011 年 6 月の完了に向けて「2030 年に向けた Ha Noi 市給水計画及び 2050 年までのビジョン」を策定するものであり、本提案事業の上位計画に位置づけられることとなる。したがって、本調査では Ha Noi 市給水計画策定の動向を注視しながら調査を進めていかなければならないこととなり、基本フレーム設定の根本となる事業対象範囲の設定が変更となる可能性を残したまま調査を開始せざるを得ない状況にあった。

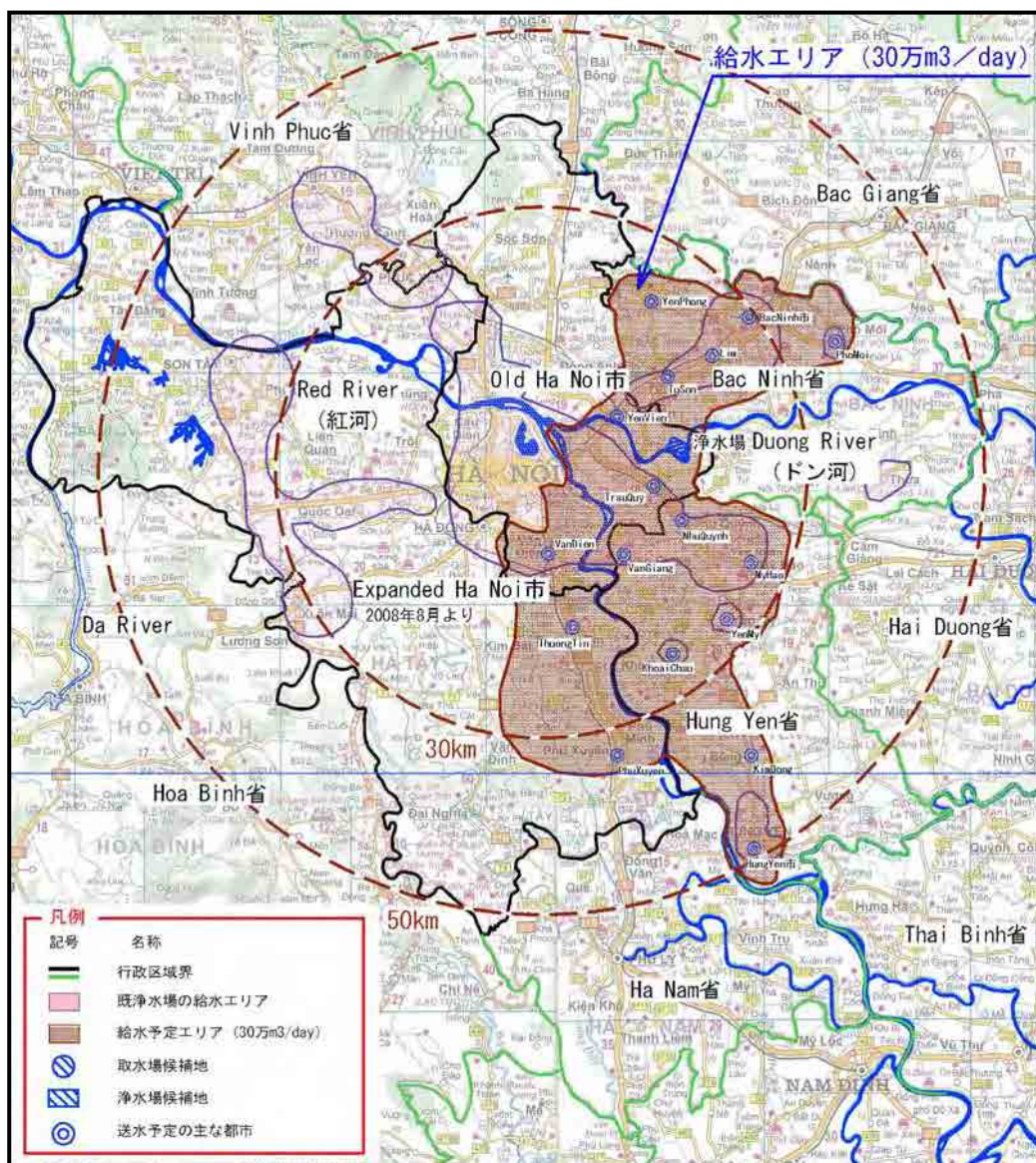
以上のことを踏まえ、本調査においては、VIWASEEN 社の進める FS 調査報告書をベースに、上位計画となる Ha Noi 市給水計画との整合を図りながら、各市省の水道公社及び人民委員会並びに工業団地・住宅団地への需要量に関する各種調査を行うとともに、調査団が独自に収集するデータより需要量を推計し需要の確実性を検証し、基本フレームの設定を行った。

3.2.2 調査対象地域

本提案事業の対象範囲は、VIWASEEN 社の FS 調査の内容を受けて決定する。

VIWASEEN 社の FS 調査報告書では、昨年度調査時と同様に、本提案事業の対象範囲は Ha Noi 市及び Bac Ninh 省、Hung Yen 省の周辺省となっており、本調査の対象地域も同様とした。

本調査の対象地域を図-3.2.1 に示す。



(出典：平成 21 年度一般案件に係る民活インフラ案件形成調査 調査報告書 経済産業省)

図-3.2.1 調査対象地域

3.2.3 調査対象地域における水道事業の概況

(1) Ha Noi 市

Ha Noi 市は 2009 年現在、全体面積 3,334,470ha、人口が 6,448,837 人となっており、水道普及率は都市部において 70~85%、農村部では 40~60%、一日最大給水量は 683,000m³/day である。

水道事業は、4 つの事業主体より構成されており、旧 Ha Noi 市内を Ha Noi 市水道会社 (HAWACO)、旧 Ha Tay 省 Son Tay 市周辺を Son Tay 水道会社、旧 Ha Dong 市内を Ha Dong 水道会社、旧 Ha Noi 市の周辺地域を VIWACO 社 (Da 河浄水場の浄水販売、送配水管を運営) がそれぞれの地域を管理運営している。中でも HAWACO については、管理地域を 6 つの配水区に分割し、それぞれを子会社に管理させる経営形態をとっている。

各々の水道事業主体の概要を以下に詳述する。

1) HAWACO

旧 Ha Noi 市内の水道事業は、Ha Noi 市中央を流れるホン河によって南北に分けられ、Ha Noi 市の中心部であるホン河南部を HAWACO の前身である Ha Noi 水道会社 (Hanoi Water Business Company)、ホン河北部を Ha Noi 第二水道会社 (Hanoi Water Business Company 2) が管理してきた。しかし、2008 年 6 月、拡大 Ha Noi 市 (同年 8 月) となることを契機に二つの水道公社は合併され、現在の Ha Noi 市水道会社 (HAWACO) となった。



写真-3.2.1 HAWACO 本社

現在、旧 Ha Noi 市内は Ha Noi 市水道会社 (HAWACO) により一括管理されており、管理区域は市内の 8 区及び隣接 5 県となっており、2009 年度現在の水道普及率は、区部 (Ba Dinh 区、Hai Ba Trung 区、Dong Da 区、Hoan Kiem 区、Cau Giay 区、Ho Tay 区、Long Bien 区、Hoang Mai 区) で 92.94% とほぼ全域で給水が行われているのに対し、近隣 5 県 (Gia Lam 県、Dong Anh 県、Soc Son 県、Tu Liem 県、Me Linh 県) では 4~60% と区部に比べて依然として低い水準の普及率となっている。(表-3.2.1 参照)

管轄する浄水場は、12 の大規模浄水場と 10 の小規模浄水場の計 22 浄水場であり、浄水能力は 614,000m³/day、給水人口は約 2,754,000 人である。

HAWACO の水道事業の概要を表-3.2.2 に示す。

また、2005~2010 年の配水実績と有収率の実績の推移を図-3.2.2 に示す。

表-3.2.1 HAWACO 管理区域における水道普及率（近隣 5 県）

区県名	水道普及率 (%)	備考
Tu Liem 県	60	
Gia Lam 県	17	
Dong Anh 県	14	
Soc Son 県	4	
Me Linh 県	—	※HAWACO 未整備

※上記にはコミュニオン単位の小規模施設、自家用井戸等は含まない。

表-3.2.2 HAWACO の水道事業概要

会社名	Ha Noi 市水道会社 Ha Noi Water Limited Company(HAWACO Co.,Ltd)		
設立年月	2008 年 6 月		
従業員数	親会社 201 名 営業所 687 名		
管理区域	Dong Da 区、Ba Dinh 区、Hai Ba Trung 区、Cau Giay 区、Ho Tay 区、Long Bien 区、Gia Lam 県、Dong Anh 県、Soc Son 県、Me Linh 県の 6 区 4 県及び Hoang Mai 区、Thanh Xuan 区、Thanh Tri 県、Tu Liem 県の 2 区 2 県の一部		
子会社	① Ba Dinh Water Business Company	198 名	
	② Hoan Kiem Water Business Company	144 名	
	③ Dong Da Water Business Company	249 名	
	④ Hai Ba Trung Water Business Company	257 名	
	⑤ Cau Giay Water Business Company	148 名	
	⑥ No.2 Water Business Company	253 名	
管轄浄水場	【大規模浄水場】		
	1. Yen Phu 浄水場	(1997) 90,000m ³ /day	(Ba Dinh 区)
	2. Ngoc Ha 浄水場	(1992) 32,000m ³ /day	(Ba Dinh 区)
	3. Ngo Si Lien 浄水場	(1992) 47,000m ³ /day	(Dong Da 区)
	4. Mai Dich 浄水場	(1991) 60,000m ³ /day	(Cau Giay 区)
	5. Cao Dinh 浄水場	(2005) 60,000m ³ /day	(Tu Liem 県)
	6. Luong Yen 浄水場	(1991) 50,000m ³ /day	(Hai Ba Trung 区)
	7. Tuong Mai 浄水場	(1992) 30,000m ³ /day	(Hoang Mai 区)
	8. Ha Dinh 浄水場	(1994) 30,000m ³ /day	(Thanh Xuan 区)
	9. Phap Van 浄水場	(1989) 30,000m ³ /day	(Hoang Mai 区)
	10. Nam Du 浄水場	(2006) 60,000m ³ /day	(Hoang Mai 区)
	11. Gia Lam 浄水場	(1996) 30,000m ³ /day	(Long Bien 区)

12. Bac Thang Long 浄水場 (2004)	25,000m ³ /day	(Dong Anh 県)
計 12 浄水場 544,000m ³ /day		
【小規模浄水場】		
1. Bach Khoa 浄水場	(-) 2,000m ³ /day	(Hai Ba Trung 区)
2. Quynh Mai 浄水場	(-) 3,000m ³ /day	(Hai Ba Trung 区)
3. Van Don 浄水場	(-) 6,000m ³ /day	(Hai Ba Trung 区)
4. Thuy Khue 浄水場	(-) 4,000m ³ /day	(Ba Dinh 区)
5. Don Thuy 浄水場	(-) 12,000m ³ /day	(Hoan Kiem 区)
6. Bach Mai 浄水場	(-) 6,000m ³ /day	(Dong Da 区)
7. Kim Lien 浄水場	(-) 6,000m ³ /day	(Dong Da 区)
8. Gia Lam 空港浄水場	(1958) 9,000m ³ /day	(Long Bien 区)
9. Dong Anh 浄水場	(1981) 12,000m ³ /day	(Dong Anh 県)
10. Nguyen Khe 浄水場	(2009) 10,000m ³ /day	(Dong Anh 県)
計 10 浄水場 70,000m ³ /day		
※ 上記は全て地下水		

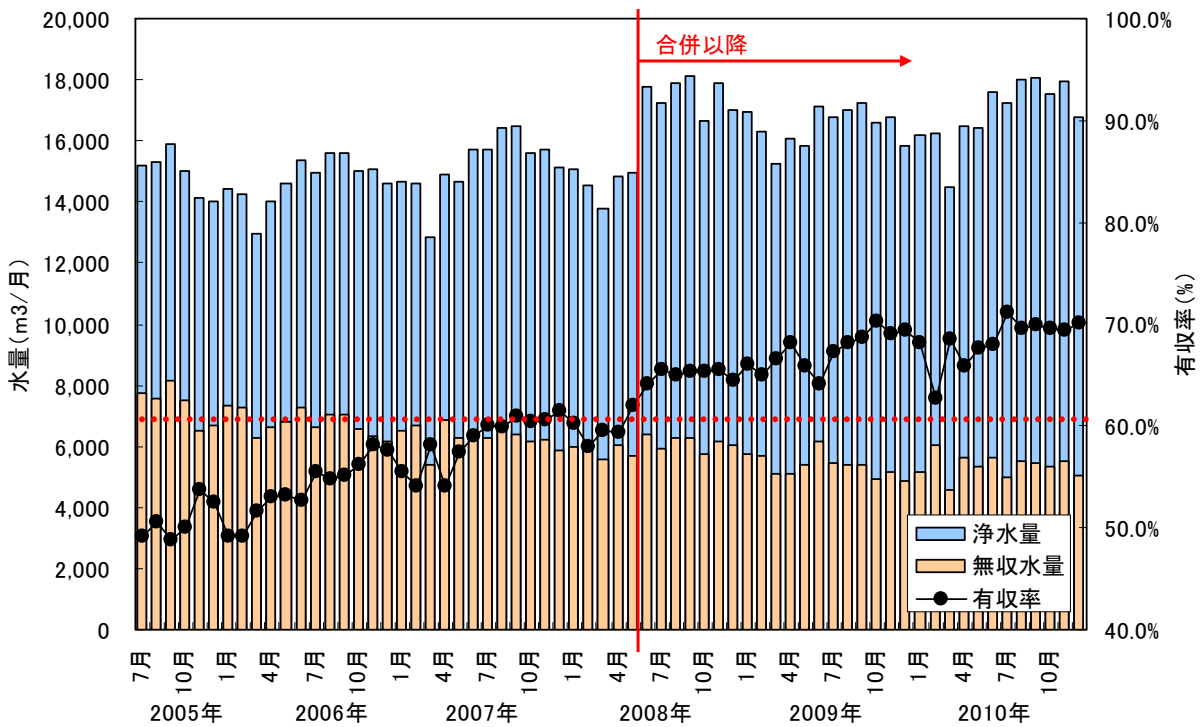


図-3.2.2 HAWACO の配水量実績と有収率の推移 (2005～2010年)

HAWACO 所管内での最大配水量は約 18,100,000m³/月 (≒603,000m³/day) であり、このうち、市内中心部での配水量は約 16,400,000 m³/月 (≒547,000m³/day) と約 91%を占める。

有収率は 2005 年に 40% 台だったものが、年々改善されてきており、2010 年 12 月時点で約 70.0%（期間最大 71%）まで改善されている。HAWACO では、現在も有収率向上に力を入れており、今後、更なる有収率の改善が期待される場所である。

漏水率の削減（有収率の向上）は、水道経営にとって重要な要素であるため、今後、日本の資金により、漏水調査、配水ブロック化、及び漏水率削減計画を策定し、ソフト、ハード面で日本の技術に移転することも有望である。

表-3.2.3 HAWACO における有収水量の推移 (2005～2010年)

年	月	総配水量 (m ³ /mon)	有収水量 (m ³ /mon)	無収水量 (m ³ /mon)	有収率	備考
2005年	7月	15,216.6	7,471.7	7,745.0	49.10%	
	8月	15,315.7	7,750.3	7,565.4	50.60%	
	9月	15,905.7	7,771.0	8,134.7	48.86%	
	10月	14,997.4	7,498.9	7,498.5	50.00%	
	11月	14,127.1	7,590.4	6,536.7	53.73%	
	12月	14,027.3	7,357.4	6,669.9	52.45%	
2006年	1月	14,455.4	7,115.1	7,340.3	49.22%	
	2月	14,227.4	6,983.7	7,243.6	49.09%	
	3月	12,940.4	6,672.8	6,267.6	51.57%	
	4月	14,031.9	7,430.7	6,601.2	52.96%	
	5月	14,581.3	7,765.6	6,815.7	53.26%	
	6月	15,366.2	8,104.0	7,262.2	52.74%	
	7月	14,957.0	8,309.6	6,647.4	55.56%	
	8月	15,594.7	8,534.8	7,060.0	54.73%	
	9月	15,624.8	8,605.2	7,019.6	55.07%	
	10月	14,991.9	8,412.6	6,579.3	56.11%	
	11月	15,098.3	8,785.2	6,313.1	58.19%	
	12月	14,611.1	8,427.2	6,183.9	57.68%	
2007年	1月	14,665.5	8,142.9	6,522.6	55.52%	
	2月	14,622.1	7,919.4	6,702.7	54.16%	
	3月	12,865.7	7,477.1	5,388.6	58.12%	最小月
	4月	14,910.5	8,071.8	6,838.7	54.13%	
	5月	14,675.4	8,418.3	6,257.1	57.36%	
	6月	15,731.8	9,270.6	6,461.2	58.93%	
	7月	15,728.2	9,447.0	6,281.2	60.06%	
	8月	16,436.7	9,856.7	6,580.0	59.97%	
	9月	16,452.1	10,036.5	6,415.6	61.00%	
	10月	15,600.9	9,427.3	6,173.6	60.43%	
	11月	15,704.8	9,513.4	6,191.4	60.58%	
	12月	15,132.9	9,291.9	5,841.0	61.40%	
2008年	1月	15,076.6	9,071.7	6,004.9	60.17%	
	2月	14,573.2	8,440.9	6,132.3	57.92%	
	3月	13,795.8	8,212.8	5,582.9	59.53%	
	4月	14,851.1	8,827.9	6,023.2	59.44%	
	5月	14,980.4	9,297.3	5,683.1	62.06%	
	6月	17,765.2	11,379.9	6,385.3	64.06%	合併
	7月	17,245.9	11,306.9	5,939.0	65.56%	
	8月	17,911.3	11,633.5	6,277.8	64.95%	
	9月	18,106.5	11,821.2	6,285.3	65.29%	最大月
	10月	16,660.8	10,886.5	5,774.4	65.34%	
	11月	17,862.4	11,696.5	6,165.8	65.48%	
	12月	17,007.2	10,964.2	6,043.1	64.47%	
2009年	1月	16,938.4	11,176.0	5,762.4	65.98%	
	2月	16,290.3	10,577.8	5,712.5	64.93%	
	3月	15,269.2	10,171.3	5,097.9	66.61%	
	4月	16,057.2	10,936.4	5,120.8	68.11%	
	5月	15,818.9	10,420.0	5,399.0	65.87%	
	6月	17,151.1	10,985.2	6,165.8	64.05%	
	7月	16,745.0	11,273.3	5,471.7	67.32%	
	8月	16,992.5	11,585.6	5,406.9	68.18%	
	9月	17,240.5	11,828.5	5,412.0	68.61%	
	10月	16,598.8	11,672.4	4,926.4	70.32%	
	11月	16,749.6	11,560.5	5,189.1	69.02%	
	12月	15,838.4	10,982.3	4,856.1	69.34%	
2010年	1月	16,164.1	11,008.6	5,155.5	68.11%	
	2月	16,251.9	10,198.4	6,053.5	62.75%	
	3月	14,504.1	9,945.6	4,558.6	68.57%	
	4月	16,458.4	10,853.7	5,604.7	65.95%	
	5月	16,417.0	11,089.5	5,327.4	67.55%	
	6月	17,567.1	11,933.8	5,633.3	67.93%	
	7月	17,221.1	12,241.5	4,979.6	71.08%	
	8月	18,012.9	12,525.5	5,487.4	69.54%	
	9月	18,051.6	12,617.7	5,433.9	69.90%	
	10月	17,564.7	12,229.9	5,334.9	69.63%	
	11月	17,964.9	12,477.4	5,487.5	69.45%	
	12月	16,784.1	11,756.6	5,027.5	70.05%	

2) Son Tay 水道会社

Son Tay 水道会社は、1963 年に設立された Son Tay 浄水場が母体となり、1992 年及び 1996 年に旧ハタイ省人民委員会の承認を得て、現在の Son Tay 水道会社の形態を取っている。管理区域は、Son Tay 市を中心とした Ha Noi 市西部を対象とし、2010 年時点の給水人口は約 150,000 人、水道普及率は 72% であり、2 つの地下水浄水場より給水を行っている。送配水管網の総延長は 138km に及ぶ。

Son Tay 水道会社の水道事業の概要を下表に示す。

表-3.2.4 Son Tay 水道会社の水道事業概要

会社名	Son Tay 水道会社	
	Son Tay Water Supply Company	
設立年月	1996 年 10 月	
従業員数	110 人	
管理区域	Son Tay 市、Ba Vi 県、Phuc Tho 県、Thach That 県（旧 Ha Tay 省）	
管轄浄水場	Son Tay 第一浄水場 10,000m ³ /day Son Tay 第二浄水場 10,000m ³ /day	計 2 浄水場 ※ 全て地下水

3) Ha Dong 水道会社

Ha Dong 水道会社は、1954 年に最初の浄水場となる Ba Trieu 浄水場を母体として、1992 年 12 月に設立された Ha Noi 市建設局に属する国営企業である。

現在は、旧 Ha Tay 省の省都である Ha Dong 区（旧 Ha Dong 市）を中心に給水を行っており、現在、2 箇所の浄水場を管理している。2010 年時点での給水人口は約 260,000 人、水道普及率は 91.0% であり、今後は、給水範囲の拡大と低下する揚水量を補うために、Ha Noi 市南西部の Hoai Duc 県、Thanh Oai 県、Chuong My 県、Quoc Oai 県に、2012 年を目標に Da 河浄水場からの受水により給水を開始することとなっている。拡大区域の計画給水人口は約 150,000 人となっている。

また、将来的には上記の他、Dan Phuong 県、Ha Noi 市南端の Phu Xuyen 県まで給水範囲を拡大する予定となっている。



写真-3.2.2 Ha Dong 水道会社

Ha Dong 水道会社の水道事業の概要を下表に示す。

表-3.2.5 Ha Dong 水道会社の水道事業概要

会社名	Ha Dong 水道会社 Ha Dong Water One Member Limited Liability Company (Ha Dong Water Co., Ltd)
設立年月	1992 年 12 月 (浄水場建設は 1957 年 2 月 25 日)
従業員数	438 人
管理区域	Ha Dong 区全域 ※Ha Noi 市南西部 (Hoai Duc 県、Thanh Oai 県、Quoc Oai 県、Chuong My 県、Phu Xuyen 県、Dan Phuong 県への拡張プロジェクトを現在計画中)
管轄浄水場	Ba Trieu 浄水場 16,000m ³ /day Ba La 浄水場 20,000m ³ /day 計 2 浄水場 ※ 全て地下水 ※上記 2 浄水場に加え、Duong Noi 配水場を整備済み。規模は 40,000m ³ /day であり、Da 河浄水場より受水している。

4) VIWACO 社

VIWACO 社は、2003 年に政府首相の承認を得て、VINACONEX 社 (大手ゼネコン) が BOO 方式で事業展開を始めた Da 河事業において、浄水の販売を目的に 2005 年 3 月に VINACONEX 社により設立された。浄水場の維持管理は VINACONEX 社の子会社である VINACONEX 水道会社が行っており、VIWACO は、Da 河浄水場から受水する形で運営を行っている。



写真-3.2.3 VIWACO 社

Da 河浄水場は、Ha Noi 市において初めて表流水を水源とした大規模浄水場であり、現在は、計画浄水能力 120 万 m³/day のうち、30 万 m³/day の浄水場が稼動している。送水管については、Ha Noi 市給水地域まで約 70km が整備されており、2010 年現在では、VIWACO 社としては、Thanh Xuan 区、Tu Liem 県、Cau Giay 区 (一部)、Thanh Tri 県等の Ha Noi 市中心部近郊を中心に給水を行っている。

詳細な給水人口は不明だが、2007 年時点で 70,000 人以上とのことであり、現在の浄水場規模 (30 万 m³/day) での計画給水人口は 500,000 人 (ヒアリング結果) とのことである。

VIWACO 社の水道事業の概要を下表に示す。

表-3.2.6 VIWACO 社の水道事業概要

会社名	投資・建設及び浄水販売株式会社 Fresh water business and Construction Investment JSC (VIWACO)
設立年月	2005 年 3 月
従業員数	237 人
管理区域	Thanh Xuan 区の全域、Tu Liem 県、Thanh Tri 県及び Hoang Mai 区、Cau Giay 区の一部地域
管轄浄水場	※ 浄水場は管轄外であり、VINACONEX 水道会社が管理している。 VIWACO は VINACONEX 水道会社より、浄水を購入し区域内に配水を行っている。 Da 河浄水場 既設：300,000m ³ /day (Da 河表流水) 計画浄水能力 600,000m ³ /day、1,200,000m ³ /day への段階的な拡張計画がある。

また、Ha Noi 市の水道事業管理区域を図-3.2.3 に示す。

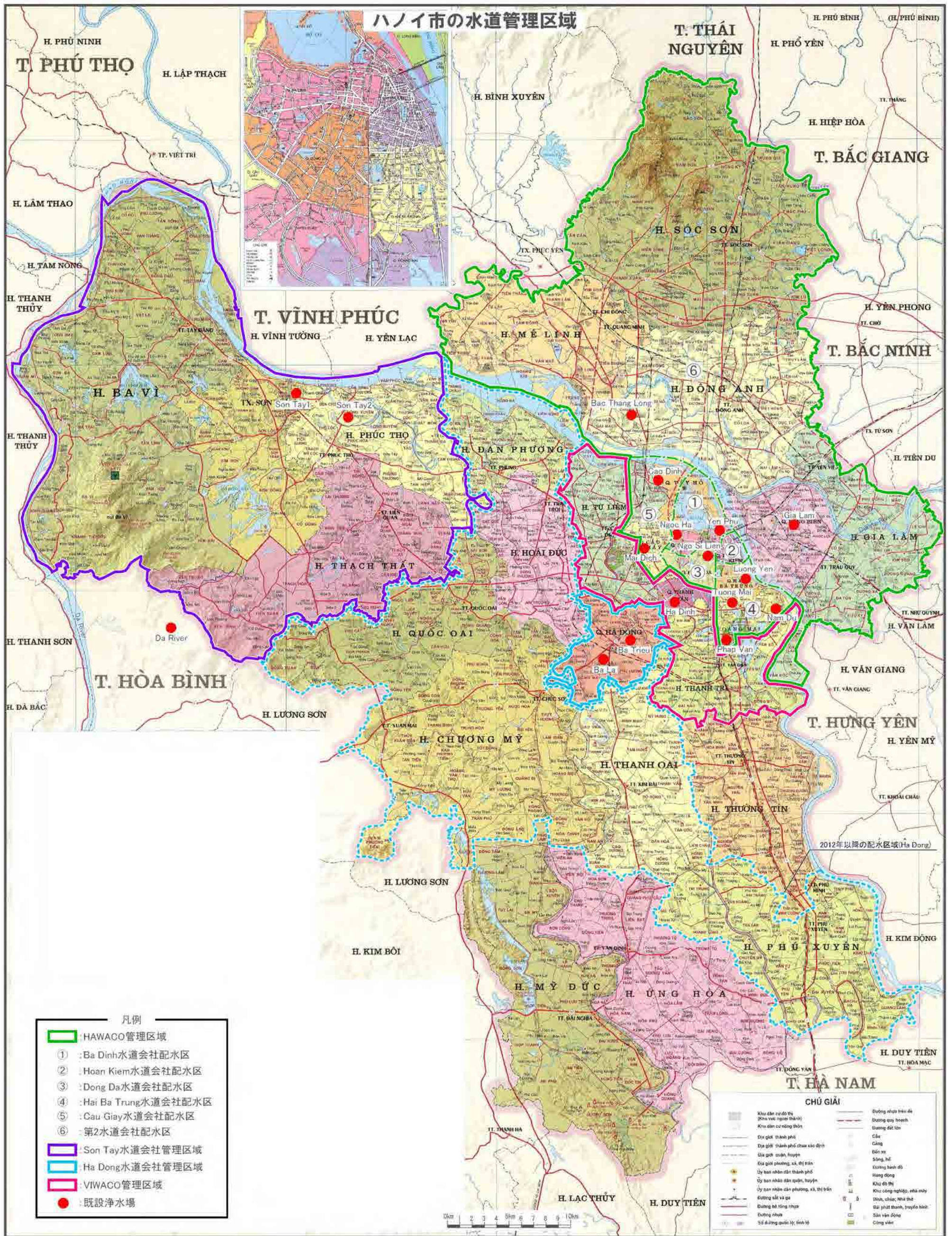


図-3.2.3 Ha Noi 市の水道管理区域

(2) Bac Ninh 省

Bac Ninh 省では、Bac Ninh 省人民委員会の下部組織となる Bac Ninh 省水道公社 (Bac Ninh Water Supply and Sewerage LTD., Company) が、Bac Ninh 省全体の水道事業の管理運営を行っている。Bac Ninh 省水道公社では現在 4 箇所の地下水浄水場を運営しているが、Bac Ninh 省水道公社以外にも、民間企業によるいくつかの浄水場も存在している。

Bac Ninh 省水道公社では現在、全ての市県に浄水場を最低 1 箇所整備することを目標に、省全体のマスタープランを策定中である。

正確な水道普及率、給水人口は不明であるが、2009 年時点での水道普及率は約 14.5%、給水人口は約 130,000 人となっている。

Bac Ninh 省における浄水場の稼動状況を表-3.2.7 に、Bac Ninh 省の全体図と浄水場位置を図-3.2.4 に示す。

表-3.2.7 Bac Ninh 省内の既設浄水場の状況

No.	市県名	浄水場名	建設年度	浄水能力 (m ³ /day)	管理団体
1	Bac Ninh 市	Bac Ninh 浄水場	1995	16,000	Bac Ninh 省水道公社
2	Tu Son 県	Tu Son 浄水場	—	5,000	民間企業 (VIWASE 社)
3	Tien Du 県	Lim 浄水場	2008	2,000	Bac Ninh 省水道公社
4		Tien Son 浄水場	不明	不明	民間企業 (VSIP 社)
5	Que Vo 県	Que Vo 浄水場	2000	1,800	Bac Ninh 省水道公社
6	Luong Tai 県	Luong Tai 浄水場	2001	2,500	Bac Ninh 省水道公社
	合計			27,300	(210 Lpcd)

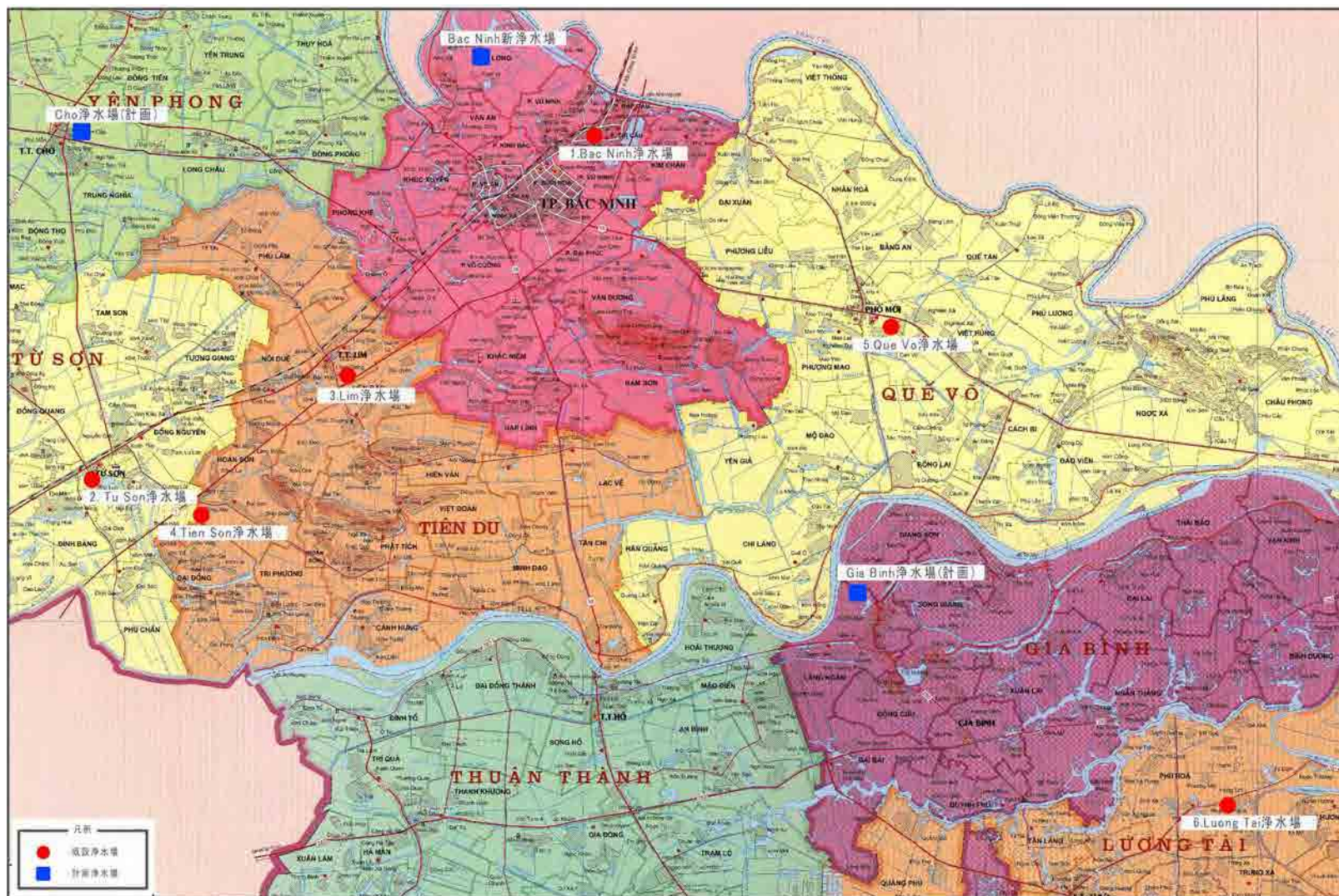


図-3.2.4 Bac Ninh 省内の既設及び計画浄水場

(3) Hung Yen 省

Hung Yen 省では、Hung Yen 省人民委員会の下部組織となる Hung Yen 市水道公社が主に水道事業を運営する他、農業庁環境衛生センターや民間企業がそれぞれコミューン単位（県、舎等）で独自に水道事業を行っている。そのため、現在はコミューン単位での水道事業運営が主であり、省全体を管理する水道事業主体は存在しない。そのため、省全体の水道事業の正確な現況把握及び将来の給水計画策定を行う組織が無いのが現状である。

浄水場数は大小合わせて 19 箇所が稼動しており、現在も小規模施設の建設が多数進められているところである。

正確な水道普及率及び給水人口は不明であるが、ヒアリングの結果では 2006 年時点での水道普及率は約 7%、給水人口は約 79,000 人となっている。

Hung Yen 省における浄水場の稼動状況を表-3.2.8 に、Hung Yen 省の全体図と浄水場位置を図-3.2.5 に示す。

表-3.2.8 Hung Yen 省内の既設浄水場の状況

No.	市県名	浄水場名	建設年度	浄水能力 (m ³ /day)	管理団体
1	Hung Yen 市	Hung Yen 浄水場 (既設)	2002	5,000	Hung Yen 市水道公社
2	Khoai Chau 県	Phung Hung 浄水場	2010	3,000	環境衛生センター
3		Khoai Chau 浄水場	2002	980	Hop De 社
4		Binh Minh 浄水場	2008	996	環境衛生センター
5	An Thi 県	An Thi 浄水場	2006	780	環境衛生センター
6		Hong Quang 浄水場	1999	580	環境衛生センター
7	My Hao 県	Pho Noi 浄水場	1999	3,000	Vieteco Nam Long 社
8		Bach Sam 浄水場	2007	885	環境衛生センター
9		Di Su 浄水場	2005	970	環境衛生センター
10	Van Lam 県	Nhu Quynh 浄水場	2001	1,000	VIWASE 社
11		Chi Dao 浄水場	2001	880	環境衛生センター
12	Van Giang 県	Van Giang 浄水場	2003	980	環境衛生センター
13	Yen My 県	Yen My 浄水場	2006	1,290	環境衛生センター
14	Tien Lu 県	Thuy Loi 浄水場	2005	718	コミューン
15	Kim Dong 県	Luong Bang 浄水場	1998	560	コミューン
16		Tien Quan 浄水場	2003	300	コミューン
17		Ngoc Thanh 浄水場	2005	600	コミューン
18	Phu Cu 県	Tran Cao 浄水場	2004	720	コミューン
19		Quang Hung 浄水場	2002	880	環境衛生センター
	合計			24,119	(305 Lpcd)

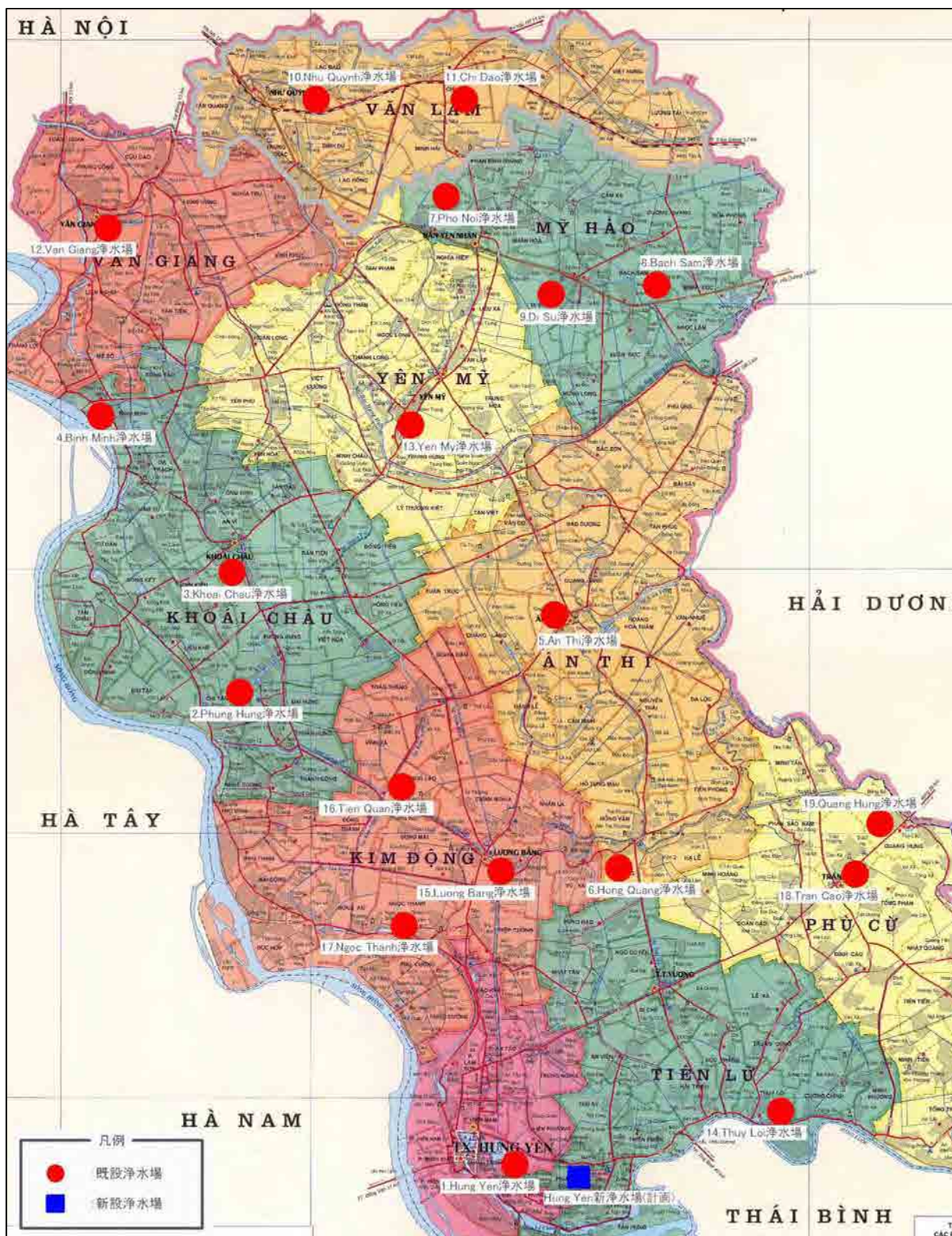


図-3.2.5 Hung Yen 省内の既設及び計画浄水場

3.2.4 需要予測と基本フレーム設定の流れ

本調査において基本フレームを設定する上で最も重要なことは、本提案事業が用水供給事業であることから、受水団体となる事業者の要望を反映した上で、確実性の高い計画とすることである。

そのため、VIWASEEN 社の現在進められている FS 調査の内容をベースとして、送水先となる受水団体の要望をヒアリングし、さらにその要望が確実性の高いものであることを検証する必要がある。

さらに、先に述べたとおり、現在、本提案事業の上位計画となる Ha Noi 市給水計画の策定が進められていることから、Ha Noi 市給水計画の内容を確認しながら、内容を逸脱しない範囲で見直しを行っていかなければならない。

以上の内容を踏まえた本調査の需要予測と基本フレーム設定の流れを図-3.2.6 に示す。

また、本提案事業対象地域における他ドナーの水道整備計画のうち、Ha Noi 市給水計画を含め、内容の整合が必要なものを以下に整理する。

➤ Ha Noi 市給水計画（策定中）

Ha Noi 市給水計画は、前述のとおり、2010 年 9 月、首相府の決定により、Ha Noi 市人民委員会が実施機関となり、2030 年に向けた Ha Noi 都市圏水道のマスタープランを策定するものである。現在は 2011 年 6 月の承認に向け、検討中の段階である。

Ha Noi 市給水計画は、本提案事業の上位計画となるため、内容の整合を図る必要がある。

➤ Gia Lam 県管網整備計画

2010 年 10 月に Ha Noi 市人民委員会及び HAWACO により策定された Gia Lam 県における管網整備計画である。Gia Lam 県は本提案事業の浄水場建設地であり、管網整備計画の内容が本提案事業に与える影響は大きいと考えられる。

そのため、本調査においては、Gia Lam 県管網整備計画の内容を踏まえ、効率的な施設整備となるよう計画する必要がある。

➤ その他各省における各種計画

送水対象として想定される Bac Ninh 省、Hung Yen 省等の給水計画及び浄水場拡張計画等の将来計画について確認し、計画がある場合にはその内容を本調査に反映させる必要がある。

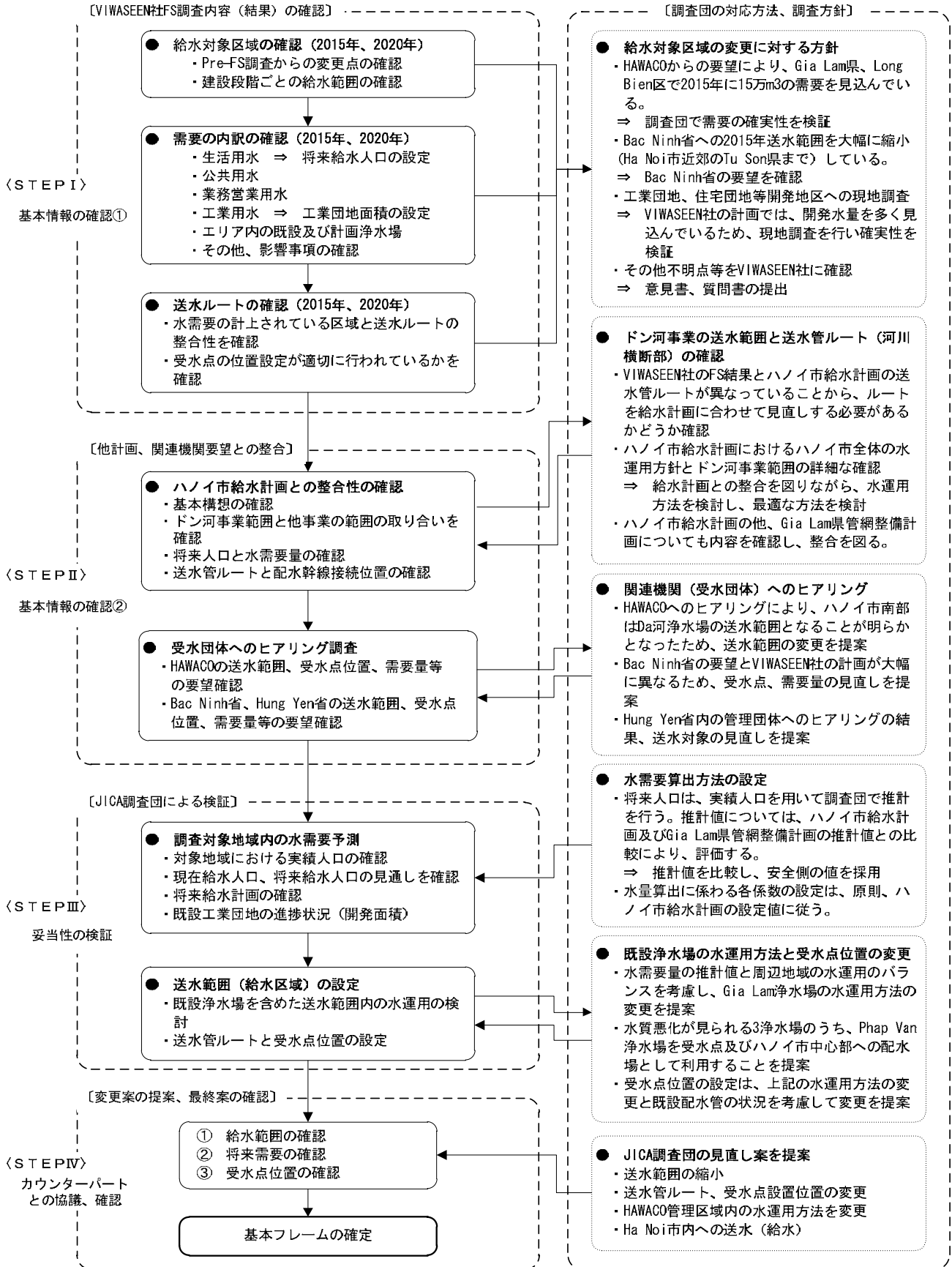


図-3.2.6 需要予測と基本フレーム設定の流れ

3.2.5 基本条件の確認

(1) Pre-FS 調査の概要

昨年度調査では、VIWASEEN 社の計画を基に、その内容を精査することで給水対象地域、送水管ルート等を概略で設定し、VIWASEEN 社側への提案を行ってきた。

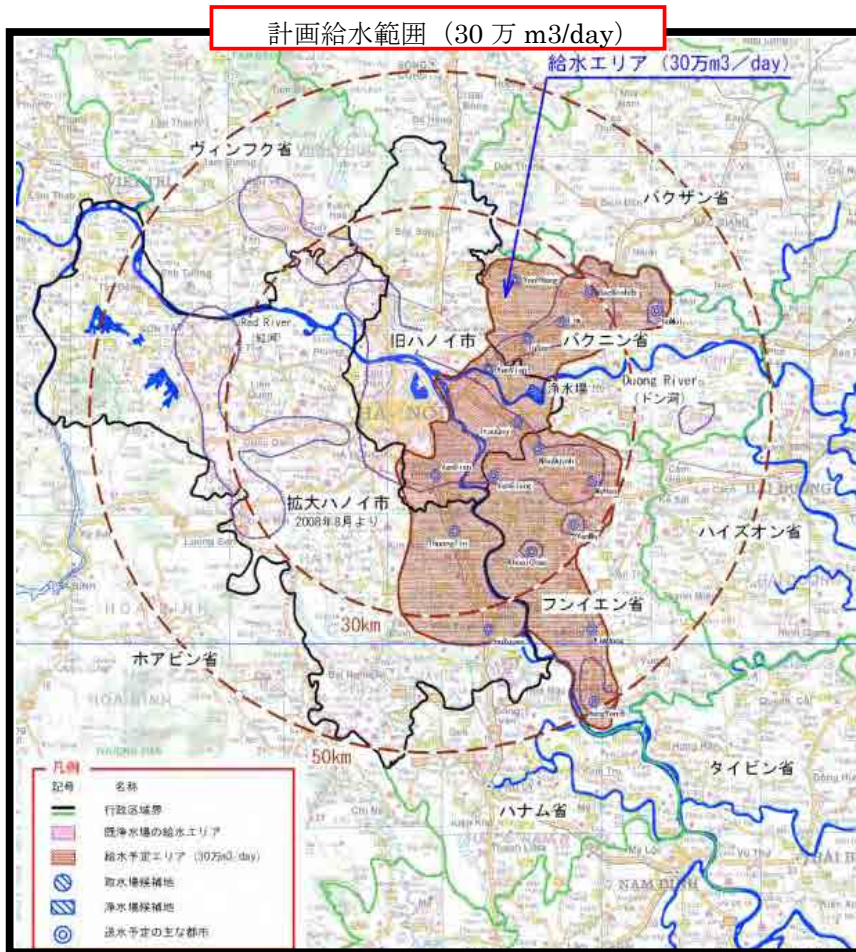
計画当初においては、その給水対象地域をホン河北部地域である Ha Noi 市北部を中心とし、Bac Ninh 省、Hung Yen 省、Hai Duong 省、Vinh Phuc 省、Bac Giang 省の 1 市 5 省が対象となっていたものの、PPP 事業としての事業性の観点から、現時点で需要が無い（受水の意味が無いもしくは低い）地域を当面の給水対象地域から除外する等、下記に示す方針により、PPP 事業としての実現可能性を高める提案を行った。

- Hai Duong 省は、受水の意味が無く、省単独での水量確保が可能とのことから、当面の給水対象から除外。（需要 90,000m³/day に対して既設浄水場は 36,900m³/day であり、不足分 50,000m³/day の浄水場を欧州の ODA で建設予定）
- Vinh Phuc 省及び Ha Noi 市内のドン河北部地域については、現況の浄水場及び浄水場の拡張計画により、現時点では当面の需要が賅える見込みであることから、当面の給水対象から除外。Vinh Phuc 省については、独自での浄水場の建設が予定されている。そのため、ドン河事業からの受水については、不要である可能性が高く、送水距離も非常に長くなることから、本提案事業の対象地域からは除外する。
（Vinh Yen で 36,000m³/day、Phuc Yen で 40,000m³/day の浄水場が ODA で建設され、既に稼働済み）
- Bac Giang 省については、需要が明確ではなく、送水距離も非常に長くなることから、当面の給水対象より除外。

計画当初においては、対象外であったホン河南部（Ha Noi 市南部）は、ヒ素汚染をはじめとする水質上の問題を多く抱えているが、現在の Ha Noi 市の既設浄水場能力では水量を賅うことができない。このような状況の下、Pre-FS 調査ではドン河浄水場からの送水が必要と判断し、VIWASEEN 社等の関連機関と調整を行った結果、給水対象として新たに追加することとした。

以上のような経緯によって、Pre-FS 調査における本提案事業の対象範囲は、Ha Noi 市及び Bac Ninh 省、Hung Yen 省の 1 市 2 省となり、本調査においても同様の地域を調査対象として調査を行うことを提案した。

Pre-FS 調査時の送水対象範囲と送水管ルート図を図-3.2.7 に示す。



(出典：平成 21 年度一般案件に係る民活インフラ案件形成調査 調査報告書 経済産業省)

図-3.2.7 本調査開始時の計画概要 (Pre-FS 調査結果)

(2) Ha Noi 市給水計画（マスタープラン）について

Ha Noi 市では 2010 年 9 月、首相府の決定（決定書 1655/QD-TTg）に従い、2011 年 6 月の完了に向けて Ha Noi 市人民委員会が拡大 Ha Noi 市における Ha Noi 首都圏全体計画（2030 年に向けての発展計画と 2050 年までのビジョン）の策定に着手した。この Ha Noi 首都圏全体計画の中には、Ha Noi 市水道の給水計画（以下、Ha Noi 市給水計画とする。）が含まれており、今後の Ha Noi 市の水道事業は Ha Noi 市給水計画に則った形で進められることが大前提となることから、本提案事業についても、上位計画である Ha Noi 市給水計画との整合を図りながら進めていかなければならない。

Ha Noi 市給水計画は、HAWACO の意見等を取り入れながら検討が進められ、現在（2012 年 4 月時点）は報告書の作成が終了し首相府の承認を待っている段階である。このため、現時点では計画の全容については公開されていない状況であるが、HAWACO へのヒアリング（2011 年 4 月 19 日）により得られた計画内容は以下のとおりとなっている。

- ① Ha Noi 市給水計画では、既設の Da 河浄水場の他、表流水系の浄水場として Duong 河浄水場、Hong 河浄水場の 2 つの浄水場が計画されている。
- ② Ha Noi 市全体の運用として、既存の浄水場をベースに、Da 河浄水場が Ha Noi 中心部からホン河南西部一帯、Duong 河浄水場がホン河北部一帯、Hong 河浄水場が Ha Noi 市中心部からホン河北部及び Ha Noi 市南西部一帯に補足的に給水を行う。
- ③ 現在、HAWACO の管轄下にある Phap Van 浄水場、Thuong Mai 浄水場、Ha Dinh 浄水場の 3 浄水場は水質上の問題（ヒ素、鉄、マンガン、アンモニア等）から将来的に廃止する方針とする。

また、2011 年 10 月に Ha Noi 市より公開された、2030 年までのハノイ都市圏水道計画を図 -3.2.8 に示す。

Ha Noi 市水道会社（以下、HAWACO）は、検討中の Ha Noi 市給水計画にオブザーバーとして参加し、かつ本提案事業の事業主体となり得ることから、JICA 調査団は本調査の第 1 回現地調査及び第 2 回現地調査において Ha Noi 市給水計画に関する情報を入手し、その計画内容に関するヒアリングを行った。

ヒアリング調査結果の概要については、以下のとおりである。

- ① 現在、ドン河浄水場からの送水範囲となっている Ha Noi 市南部については、Da 河浄水場からの送水範囲となる。そのため、Ha Noi 市内のドン河浄水場の送水範囲は、基本的にホン河北部地域の 1 区 5 県（Long Bien 区、Gia Lam 県、Dong Anh 県、Me Linh 県、Soc Son 県）となる。
- ② 送水ルートについては、現在の提案ルートを Ha Noi 市給水計画に反映してもらえる

よう意見を出しているが、ホン河横断部については、上記①の理由からこれまでのように通常時の送水を目的とした管路にするのではなく、緊急時のバックアップ管路としての位置づけで布設する。

- ③ 需要予測、送配水ルート等の詳細については、人民委員会及びローカルコンサルタントに一任しており、HAWACO では要望等は特に行っていない。そのため、ドン河事業も Ha Noi 市給水計画に従った計画としなければならない。

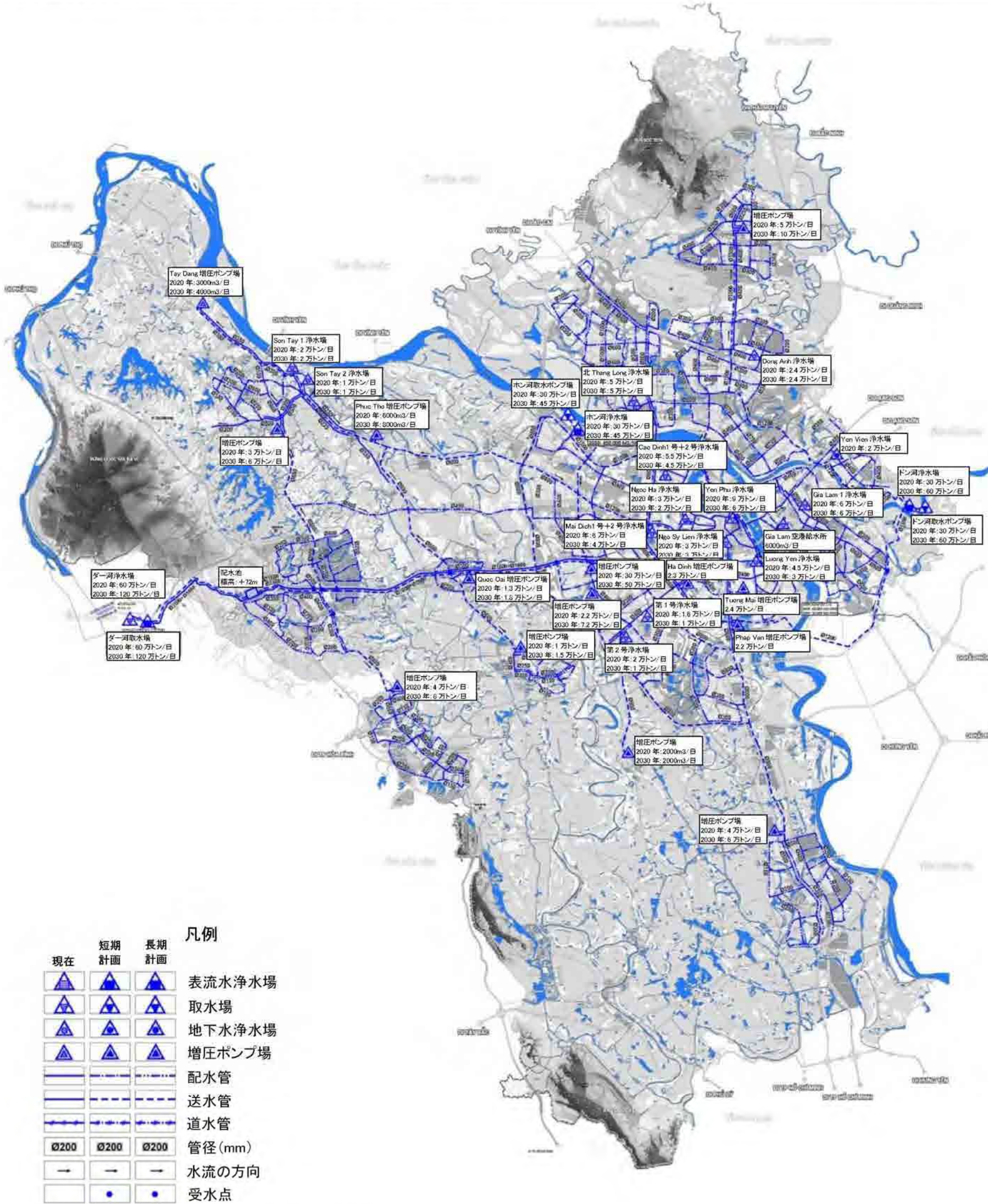
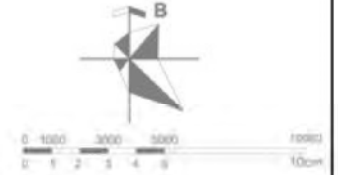
なお、Ha Noi 市給水計画は、前述のとおり現在は検討段階であり、本提案事業の扱い等についても決定はされていない。このような状況の下、HAWACO 内部においても本提案事業に対する見解（給水範囲、受水点位置、受水方式等）が統一されておらず、Ha Noi 市給水計画の策定を待っている状態にある。

2050年見込み、2030年までのハノイ都市圏水道計画

THE HA NOI CAPITAL CONSTRUCTION MASTER PLAN TO 2030 AND VISION TO 2050

QUY HOẠCH CẤP NƯỚC TOÀN ĐÔ THỊ

WATER SUPPLY PLANNING ORIENTATION FOR THE WHOLE CITY



凡例

現在	短期計画	長期計画	
			表流水浄水場
			取水場
			地下水浄水場
			増圧ポンプ場
			配水管
			送水管
			道水管
			管径(mm)
			水流の方向
			受水点

図-3.2.8 2030年までのハノイ都市圏水道計画

(3) VIWASEEN 社における FS 調査報告書について

上記の Ha Noi 市給水計画と並行して、VIWASEEN 社ではドン河事業の FS 調査が現在進められている。これまで3回のワークショップが開催され、VIWASEEN 社の他、HAWACO、METAWATER、ローカルコンサルタント、その他有識者数名が参加し、FS 調査内容に関する議論が行われてきた。

現在は最終報告の段階に入っているものの、前述の Ha Noi 市給水計画との整合や、需要の確実性、受水点の設置位置、受水方法等についての調整が十分とは言えず、今後、更なる検討が必要と考えられる。

併せて、HAWACO との意見統一のための調整も必要と考えられ、実現性の高い計画としていかなければならない。

VIWASEEN 社の FS 調査の概要（需要、送水管計画）を以下に整理する。

1) 給水区域と水需要予測

報告書に記載されている各計画段階での水需要予測は以下のとおりである。

表-3.2.9 VIWASEEN 社の FS 調査報告書の需要予測結果

項目	給水量 (m ³ /day)	
	2015 年	2020 年
水需要量 (総量)	161,968	388,731
既存浄水場の能力	69,000	143,000
ドン河浄水場からの送水量	92,968	245,731
負荷率 (k=1.2)	111,562	294,877
ドン河浄水場の浄水量	150,000	300,000

上記水量の対象区域と需要予測の詳細は以下のとおりである。

➤ 第1期 (2015 年)

【Ha Noi 市】

Gia Lam 県、Long Bien 区及び 179 号沿線の住宅団地・工業団地

【Bac Ninh 省】

Tu Son 県の工業団地及び住宅団地

【Hung Yen 省】

Van Giang 県の Eco Park 住宅団地

➤ 第2期（2020年）および第3期（2030年）

【Ha Noi 市】

Gia Lam ・ Long Bien ・ Yen Vien の住宅団地、Dong Anh 県、Soc Son 県、
Thuong Tin 県、Phu Xuyen 県

【Bac Ninh 省】

Yen Phong 県 Cho 町及び県内の工業団地、Tien Du 県 Lim 町、Que Vo 県の工業団地、
Tu Son 県の農村部、Bac Ninh 市

【Hung Yen 省】

Van Giang 県、Van Lam 県、My Hao 県、Yen My 県、Hung Yen 市

上記の計画給水範囲は、HAWACO からの要望により、第1期の給水範囲をドン河浄水場直近の Gia Lam 県、Long Bien 区に集中させているため、第1期の給水範囲が大幅に縮小されている。

各計画段階における需要予測の詳細を表-3.2.10、3.2.11 に示す。

表-3.2.10 第1期（2015年）の水需要予測（詳細）

No.	省	名称	原単位 (L/日/人)	普及率 (%)	人口 (人)	需要				合計	漏水量 (m3/日)	総計	備考
						生活用水	公共用水	業務営業用水	工業用水				
1	バクニン省	Tu Son工業団地							7,000	7,000	1,400	8,400	
2	フンイエン省	Eco Park住宅団地	180	90	136,620	22,132	2,213	3,320		27,665	5,533	33,198	
3	ハノイ市	Hapro住宅団地	180	90	3,500	567	57	85		709	142	851	
4		Hapro工業団地				700			1,300	2,000	400	2,400	
5		Dang Xa住宅団地	180	90	7,000	1,134	113	170		1,417	283	1,700	
6		Dang Xaサービスセンター	180	90	950	154	15	23		192	38	230	
7		国道5号線沿いの 工業団地、住宅団地	180	90					9,120	9,120	1,824	10,944	
8		Kieu Kyサービスセンター	180	90	845	137	14	21		172	34	206	
9		Kieu Ky工業団地							1,240	1,240	248	1,488	
10		Hanoi-Dai Tu工業団地							880	880	176	1,056	
11		Sai Dong B工業団地							2,200	2,200	440	2,640	
12		Dong Du村	100	90	3,745	337	34	51		422	84	506	
13		Da Ton村	100	90	12,728	1,146	115	172		1,433	287	1,720	
14		Phu Thi村	100	90	5,616	505	51	76		632	126	758	
15		Dang Xa村	100	90	9,540	859	86	129		1,074	215	1,289	
16		Duong Xa村	100	90	12,512	1,126	113	169		1,408	282	1,690	
17		Duong Quang村	100	90	5,053	455	46	68		569	114	683	
18		Thach Ban住宅団地	180	90	740	120	12	18		150	30	180	
19		Sai Dong新住宅団地	180	90	10,000	1,620	162	243		2,025	405	2,430	
20		HighTechパーク	180	90	39,500	6,399	640	960		7,999	1,600	9,599	
21		Gia Lam県										50,000	HAWACOからの要求量
22		Long Bien区										30,000	HAWACOからの要求量
合計					248,349					68,307	13,661	161,968	

表-3.2.11 第2期（2020年）の水需要予測（詳細）

No.	省	名称	原単位 (L/日/人)	普及率 (%)	人口 (人)	需要				合計	漏水量 (m3/日)	総計	備考
						生活用水	公共用水	業務営業用水	工業用水				
1	バクニン省	Tu Son工業団地							8,250	8,250	1,650	9,900	
2		Lim町	150	90	33,000	4,455	446	668		5,569	1,114	6,683	
3		Bac Ninh市	150	90	230,000	31,050	3,105	4,658	880	39,693	7,939	47,632	
4		Que Vo工業団地							13,200	13,200	2,640	15,840	
5		Yen Phong工業団地							8,360	8,360	1,672	10,032	
6	フンイエン省	Eco Park住宅団地	180	90	136,620	22,132	2,213	3,320		27,665	5,533	33,198	
7		Nhu Quynh町	150	90	15,600	2,106	211	316	3,300	5,933	1,187	7,120	
8		My Hao町	150	90	10,600	1,431	143	215	16,500	18,289	3,658	21,947	
9		Yen My町	150	90	15,300	2,066	207	310	12,540	15,123	3,025	18,148	
10	ハノイ市	Yen Vien町、Long Bien区、Gia Lam県	180	100	497,000	89,460	8,946	13,419	15,400	127,225	25,445	152,670	
11		Thanh Tri区中心部	170	90	115,000	17,595	1,760	2,639	11,000	32,994	6,599	39,593	
12		Thuong Tin県中心部	170	70	100,000	11,900	1,190	1,785	6,765	21,640	4,328	25,968	
		合計			1,153,120					323,941	64,790	388,731	

2) 送水管ルート

VIWASEEN 社の FS 調査における送水管ルートについては、第 1 期（2015 年）のみが明確にされており、第 2 期以降については、考え方のみが記載されているだけで、受水点の設置位置等が明確になっていない。

調査報告書を基に送水管ルートを整理すると以下のとおりとなる。

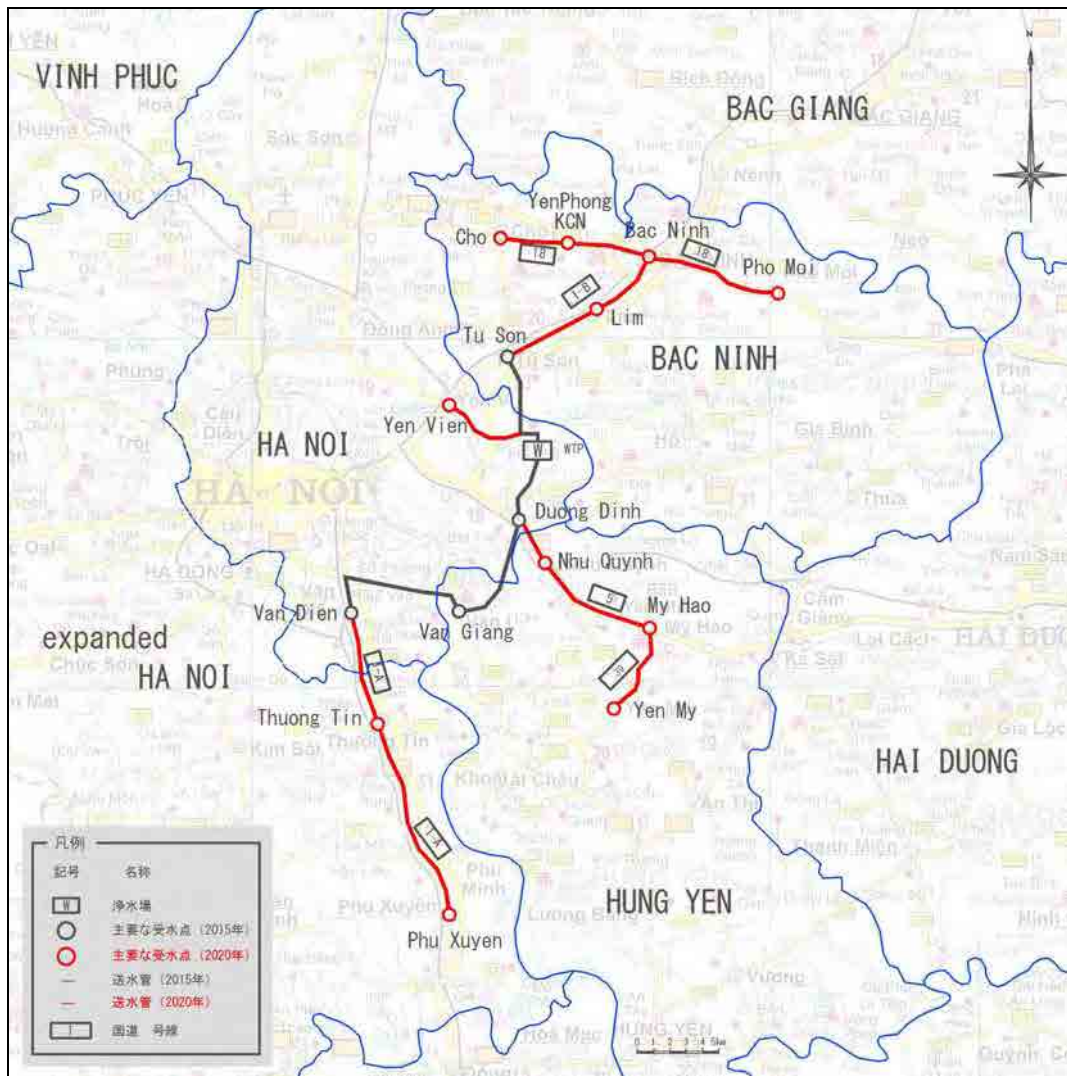


図-3.2.9 VIWASEEN 社 FS 調査における送水管ルート設定

3) VIWASEEN 計画の課題

現在の VIWASEEN 社の現在進められている FS 調査報告書における水需要、送水管計画に関する課題として、以下の内容が挙げられる。

① HAWACO 等関連機関との調整及び Ha Noi 市給水計画との整合の欠如

VIWASEEN 社の計画では、Ha Noi 市南部への送水量が大きく見込まれており、また受水点の設置位置、受水方法についても関連機関との十分な調整が取れていない。

特に、第 1 期の需要の大半を占める HAWACO との受水点及び受水量に関する調整が取れておらず、受水点での受け渡し方法の検討が無く、受水量についても根拠が示されていないことから、HAWACO との受水点設置位置の調整と受水量の協議を行う必要がある。

② Bac Ninh 省、Hung Yen 省関連機関との調整不足

VIWASEEN 社の計画では、受水先の受水団体について明記されておらず、該当する受水団体との調整の跡がない。そのため、Bac Ninh 省、Hung Yen 省の受水団体の意向が反映されておらず、特にマスタープランを作成中である Bac Ninh 省については、JICA 調査団のヒアリング結果と大いに異なることから、調整の余地が大いにある。

また、Hung Yen 省については、民間会社が受水先となる可能性が高いことから、早期に調整を図っておく必要がある。

③ 需要設定根拠の不確実さ

VIWASEEN 社の計画の最も大きな問題は、水需要設定根拠の不確実さにある。

前述の表-3.2.10 及び表-3.2.11 については、特に以下の点を見直す必要がある。

- 表-3.2.10 の Hung Yen 省 Eco Park 住宅団地については、一部の整備が終わり入居が始まってはいるものの、現在の進捗状況では、2015 年に全体の 90%もの人口が見込める可能性は限りなく低い。現在の進捗状況や Eco Park の管理会社との調整により、段階的な人口設定が必要である。
- 表-3.2.11 の No.21、22 において、Ha Noi 市では HAWACO からの要求量として計 80,000m³/day もの水量が見込まれている。Gia Lam 県管網整備計画によると、この 80,000m³/day には、別途計上されている部分の需要が含まれていると想定されるため、多くの水量が二重計上されているものと考えられる。また、受水点別の水量単位で計上されていないため、受水点の位置を設定する上でどこで何 m³/day 計上すべきかの判断ができない。
- 表-3.2.10 の Bac Ninh 省 Tu Son 工業団地については、現在の進捗状況等から、2015 年での受水は困難であると考えられる。そのため、現在の計画では浄水場北側のルートについては、送水できない可能性が高い。

3.2.6 事業の需要予測と基本フレームの提案

以上の課題を解決するため、JICA 調査団では、現在最終段階に入っている VIWASEEN 社の FS 調査をベースにこれまでの Pre-FS での経緯や、現在作成中の Ha Noi 市給水計画、関連機関へのヒアリング等から、水需要、送水管計画について以下のとおり検討し、最適な案を提案する。

(1) 給水範囲についての調査方針

1) Ha Noi 市

本提案事業において、最も重要な受水団体である HAWACO では、現在は Ha Noi 市給水計画の内容決定を待っている状態にあり、ドン河事業の給水範囲を含めた全体的な水運用について、内部での方針が統一されていない状況にある。

そのため、JICA 調査団ではこれまでの HAWACO へのヒアリング結果や、現時点での給水計画の内容、Gia Lam 県管網整備計画等の内容を基に、水需要、給水区域を設定し、HAWACO へ提案した。

本調査において設定した Ha Noi 市におけるドン河浄水場給水範囲の調査方針と提案内容は、表-3.2.12 のとおりとし、上記のヒアリング結果を基に見直しした方針を整理した概要図を図-3.2.10 に示す。

なお、表-3.2.12 で設定した調査方針と提案内容について以下に詳述する。

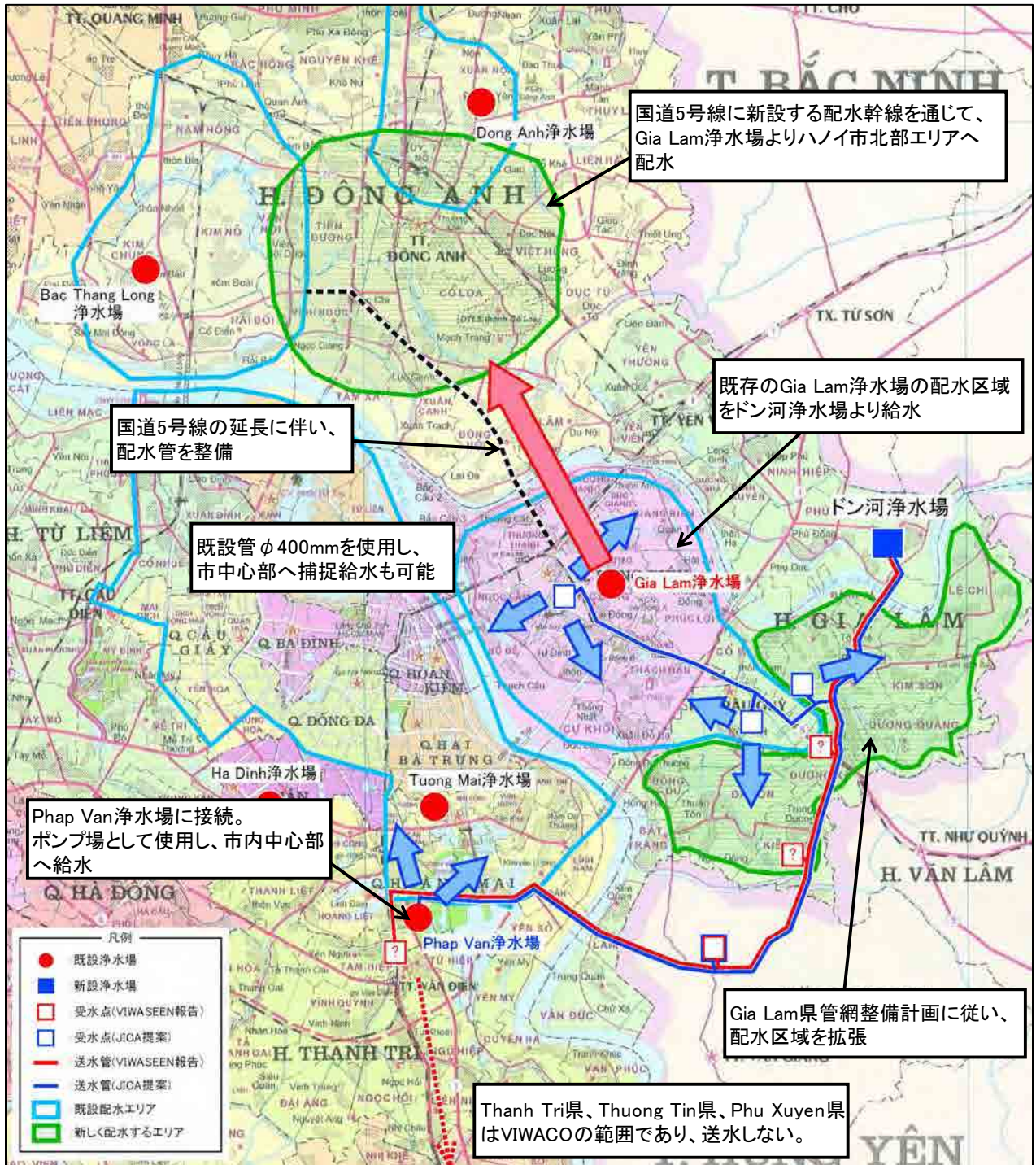


図-3.2.10 ドン河浄水場及びHa Noi 北部の水運用方針

a) Ha Noi 市南部 (Thanh Tri 県、Thuong Tin 県、Phu Xuyen 県) への送水について
【協議の経緯】

Ha Noi 市の南部に位置する Thanh Tri 県、Thuong Tin 県、Phu Xuyen 県は、昨年度 Pre-FS 調査において、送水対象範囲に加えた地域であり、VIWASEEN 社の FS 調査結果においても第 2 期での需要が見込まれている。

しかし、本調査において、HAWACO より同地域は Da 河浄水場の送水範囲となる旨を聞かされた。このことは Ha Noi 市給水計画にも明確に記載されていないことから、HAWACO の意向をヒアリングする必要が生じた。

【調査方針と提案内容】

ヒアリング結果では、上記のとおり、Ha Noi 市南部は VIWACO 及び Ha Dong 水道会社が管理し、Da 河浄水場から受水して給水を行うため、現在のところ HAWACO では整備を行わないとのことである。このため、本提案事業の送水対象範囲はホン河北部が中心となる。しかし、ホン河北部だけでは、十分な需要が見込めないと想定されることから、需要の状況に応じて Ha Noi 市中心部（現 HAWACO 管理区域内）への送水も見込むことを提案した。

b) ドン河浄水場の給水範囲について

【協議の経緯】

VIWASEEN 社の FS 調査のワークショップにおいて、HAWACO より、2015 年に Ha Noi 市で 150,000m³/day を消費したいとの要望があった。前項の内容と合わせて、どこでどのように 150,000m³/day の消費を行うのか、またそれが本当に可能であるかを確認することを目的とし、ドン河浄水場の給水範囲について確認を行った。

【調査方針と提案内容】

ヒアリング結果では、Gia Lam 県、Long Bien 区の Ha Noi 市東部において 150,000m³/day を購入したいとのことであったため、ホン河北部の中でも、Gia Lam 県、Long Bien 区で優先的に消費するよう、給水範囲の設定と需要予測を行う方針とした。これについては、VIWASEEN 社の FS 調査においても、上記の要望を受け、Gia Lam 県、Long Bien 区を中心に需要予測を行っている。

ただし、HAWACO では 150,000m³/day の水運用について、具体的な計画がまとまっていないため、水運用を含めた受水点位置の設定を考えなければならない。そのため、JICA 調査団では水運用を含めた受水点位置を検討し、提案を行うこととした。

c) Gia Lam 浄水場既設管網への接続について

【協議の経緯】

前項の内容を受け、送水管ルート、受水方法を検討していく上で、どのような形で Gia Lam 浄水場既設管網と接続したいかについて、受水点下流を管理する HAWACO の要望を聞いておく必要がある。前述のとおり、HAWACO としての意見がまとまっていないことから、ヒアリングの内容を参考として、JICA 調査団で具体案を検討する目的でヒアリングを行った。

【調査方針と提案内容】

現在の VIWASEEN 社の受水点設置位置では、Gia Lam 浄水場の既設管網の末端での

接続となるため、仮に接続した場合には上流側に向かって配水管を延々と増径する必要が生じることとなる。またこれを回避するために Gia Lam 浄水場と完全に配水区域を分離してしまった場合、需要が大きいと考えられる同地域の中心部（Long Bien 区）への給水が難しくなり、十分な需要が見込めないこととなる。そのため、可能な限り上流側で接続することが望ましいと考えられる。

HAWACO へのヒアリングによれば、以下の理由により、Gia Lam 浄水場の浄水を Ha Noi 市北部へ配水することが可能であることから、既存の Gia Lam 浄水場の配水区域を完全にドン河浄水場の配水区域に変更することも可能とのことである。

- 現在国道 5 号線を Ha Noi 市北部へ延長する工事が進んでおり、これに伴い、配水幹線を整備する予定がある。（図-3.2.10 参照）
- Ha Noi 市北部は、Noi Bai 国際空港や大規模工業団地を抱え、現在も開発が進められており人口も多いことから、今後の大幅な需要の増加が見込まれるが、Ha Noi 市北部の既設浄水場である Bac Thang Long 浄水場は拡張が進んでいないため、北部地域で水が不足する可能性がある。一方で Gia Lam 浄水場は現在 60,000m³/day への拡張が進められており、これを北部へ配水することで、需要を賄うことが可能である。
- 地下水系と表流水系の浄水場の配水区域は水質管理の面から出来るだけ分離したいと考えている。そのため、地下水浄水場である Gia Lam 浄水場と Bac Thang Long 浄水場、Dong Anh 浄水場（小規模浄水場）の配水区域を Ha Noi 市北部とし、Long Bien 区、Gia Lam 県をドン河浄水場の配水区域とすることで配水区域を完全に分離することができる。（図-3.2.10 参照）

以上のヒアリング結果を受け、JICA 調査団では Gia Lam 浄水場の配水区域をドン河浄水場の配水区域へ変更することを提案することとした。これにより、既設管網がそのまま利用することが可能となり、配水管整備に掛かるコストと工期を縮減することが可能となり、本提案事業の実現性を高める結果につながるものと考えた。

d) Phap Van 浄水場との接続について

【協議の経緯】

上記 a) 、b) の内容によれば、本提案事業においてホン河横断の必要性は非常に低く、HAWACO の意向では、ホン河横断は Da 河浄水場停止時等の非常時のバックアップの位置づけのために布設を要望している。一方で、Ha Noi 市給水計画によれば、Phap Van 浄水場、Tuong Mai 浄水場、Ha Dinh 浄水場の 3 浄水場の水源は、鉄（8.1～11.4mg/L、原水水質基準 QCVN09:2008/BTNMT は 5.0mg/L）、アンモニア（10.4～11.4mg/L、原水水質基準 QCVN09:2008/BTNMT は 0.1mg/L）が非常に高く、また有機物も他の水源に

比べて高くなっている。また、地盤沈下等の問題も見られるため、代替水源が得られないことから、将来的には上記 3 浄水場は稼働を停止する計画となっている。これに伴い、HAWACO では、上記 3 浄水場の浄水機能を停止し、ポンプ場（配水場）として転用することも計画しており、Ha Noi 市南部へのバックアップの際には使用可能であることを明言している。

JICA 調査団では、SPC の視点ではバックアップのための管路整備を本提案事業のスコープに組み入れることは妥当ではないと考え、Phap Van 浄水場への接続とその後の運用についてヒアリングを行った。

表-3.2.13 Ha Noi 市給水計画における 3 浄水場の運用計画

浄水場名	浄水能力 (m ³ /day)	浄水量 (m ³ /day)		
		2009	2020	2030
Phap Van 浄水場	30,000	20,873	15,000	—
Tuong Mai 浄水場	30,000	20,333	15,000	—
Ha Dinh 浄水場	30,000	20,587	15,000	—
合計	90,000	61,793	45,000	—

(出典：Ha Noi 市給水計画)

【調査方針と提案内容】

上述のとおり、Phap Van 浄水場、Tuong Mai 浄水場、Ha Dinh 浄水場の 3 浄水場については、水質上の問題があることから、可能な限り早期に稼働停止することが望ましいと考えられる。

上記 b) のとおり、HAWACO は Gia Lam 県、Long Bien 区で 150,000m³/day の消費を要望しているが、現実的には難しいものと考えられる。したがって、Gia Lam 県、Long Bien 区で消費しきれない水量を Phap Van 浄水場へ送水、配水場として転用することで、Phap Van 浄水場は浄水機能を停止することが可能となり、将来的にもドン河浄水場から Ha Noi 市内への送水は Phap Van 浄水場を拠点として行うことが可能となる (Da 河浄水場停止時にも既設管路を利用して Ha Noi 市南部へのバックアップが可能)。

また、既設配水区域への送水は、需要の確実性を高める上で有効であり、施設整備に係るコストと工期の縮減につながると考えられる。

以上より、JICA 調査団ではホン河横断後の受水点を Phap Van 浄水場とし、これを拠点として Ha Noi 市中心部への給水を行うことを提案する。

表-3.2.12 Ha Noi 市内の給水範囲の設定方針

調査項目	VIWASEEN 報告書	ヒアリング結果	調査方針の見直し結果
a) Ha Noi 市南部 (Thanh Tri 県、Thuong Tin 県、Phu Xuyen 県等) への送水	<ul style="list-style-type: none"> 第 1 期で Thanh Tri 県、第 2 期にはその先の Thuong Tin 県、Phu Xuyen 県の需要を見込んでいる。 	<ul style="list-style-type: none"> Da 河浄水場の送水範囲であり、ドン河浄水場からの送水は不要。 ドン河浄水場の給水範囲はホン河北部を考えている。 安全性確保 (非常時等のバックアップ) のため、ホン河の横断管の整備は必要。 	<ul style="list-style-type: none"> Ha Noi 市南部への送水は見込まず、給水範囲はホン河北部を基本として考える。ただし、需要の状況に応じて Ha Noi 市中心部への送水は考慮する。 ホン河横断は、市内中心部への送水及び Da 河浄水場のバックアップバックと位置付け、ホン河南部の需要は見込まない。
b) ドン河浄水場の給水範囲	<ul style="list-style-type: none"> 第 1 期及び第 2 期の需要は Gia Lam 県及び Long Bien 区を中心に需要の大部分を見込んでいる。 	<ul style="list-style-type: none"> Gia Lam 県、Long Bien 区で 2015 年に 150,000m³/day の受水を要望する。 150,000m³/day の運用方法については、現在は決まっていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 第 1 期及び第 2 期の給水範囲を Gia Lam 県、Long Bien 区を優先的に考えたエリア設定とする。 Gia Lam 県、Long Bien 区だけでは、消費しきれない可能性が高いため、状況に応じて Ha Noi 市中心部への送水も考慮する。
c) Gia Lam 浄水場既設管網との接続	<ul style="list-style-type: none"> Gia Lam 浄水場の配水管網末端への接続を想定している。 Gia Lam 浄水場との配水区域の取り合い等の検討がなされていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 現在の浄水場は全て地下水源を使用しており、表流水を水源とするドン河浄水場とは、配水区域を基本的には分離したい。 現在の受水点設定位置は配水末端に位置するため、Gia Lam 県、Long Bien 	<ul style="list-style-type: none"> 可能な限り、地下水系とのブレンドとしないよう配慮する。 既設の Gia Lam 浄水場の配水管網を利用し、Gia Lam 浄水場配水区域をドン河浄水場からの配水とする。受水点は既設管網が最大限に利用できる位置

		<p>区の既設管網への接続は配水上好ましくない。</p> <ul style="list-style-type: none"> Long Bien 区から Ha Noi 市北部方面へ国道 5 号線の延長とそれに伴う幹線整備を予定している。これを利用して、Gia Lam 浄水場の水を Ha Noi 市北部へ送水することは可能である。 	<p>に設定し、既存エリアと拡張エリアに配水を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> Gia Lam 浄水場は Ha Noi 市北部エリア (Dong Anh 県、Me Linh 県、Soc Son 県) へ配水することとし、地下水浄水場を Ha Noi 市北部へ集中させる。 上記の対応により、Ha Noi 市北部エリアは Gia Lam 浄水場、Bac Thang Long 浄水場、Dong Anh 浄水場の 3 浄水場で当面の需要を賄うこととする。
d) Phap Van 浄水場との接続	<ul style="list-style-type: none"> 稼働停止予定の Phap Van 浄水場への接続は見込まれているが、そこでの需要は見込んでいない。 	<ul style="list-style-type: none"> Phap Van 浄水場、Tuong Mai 浄水場、Ha Dinh 浄水場については、水質上の問題から停止を予定しており、同施設のポンプ場（配水場）としての再利用を行うことは可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 水質上の問題がある左記の浄水場については、可能な限り早期に停止すべきである。このうち、計画送水ルート直近にある Phap Van 浄水場については、ドン河浄水場との接続により、早期に停止することが可能であり、ここをドン河浄水場の市内中心部への配水拠点とすることで、既存管網を活用した、効率的な水運用を行う。

2) Bac Ninh 省

Bac Ninh 省については、省全体の水道事業を管理している Bac Ninh 省水道公社へのヒアリングを実施し、Bac Ninh 省内の給水範囲及び水需要について設定した。

本調査を基に設定した Bac Ninh 省におけるドン河浄水場給水範囲の提案方針は、表-3.2.14 のとおりとする。

本調査での見直しにより、第 1 期及び第 2 期ともに、同位置の受水点 1 箇所ですべての受水を行うこととなり、受水点設置箇所、送水管延長ともに大幅に削減することが可能となった。

Bac Ninh 省では、ドン河浄水場からの受水の他、省内の 4 箇所浄水場建設を予定しており、ドン河浄水場からの受水を含めて一体的な水道整備を進めていくための、マスタープランを現在作成中とのことである。(マスタープランにはドン河からの受水は謳われていない)

上記のヒアリング結果を基に見直した調査方針と提案内容を整理した概要図を図-3.2.11 に示す。

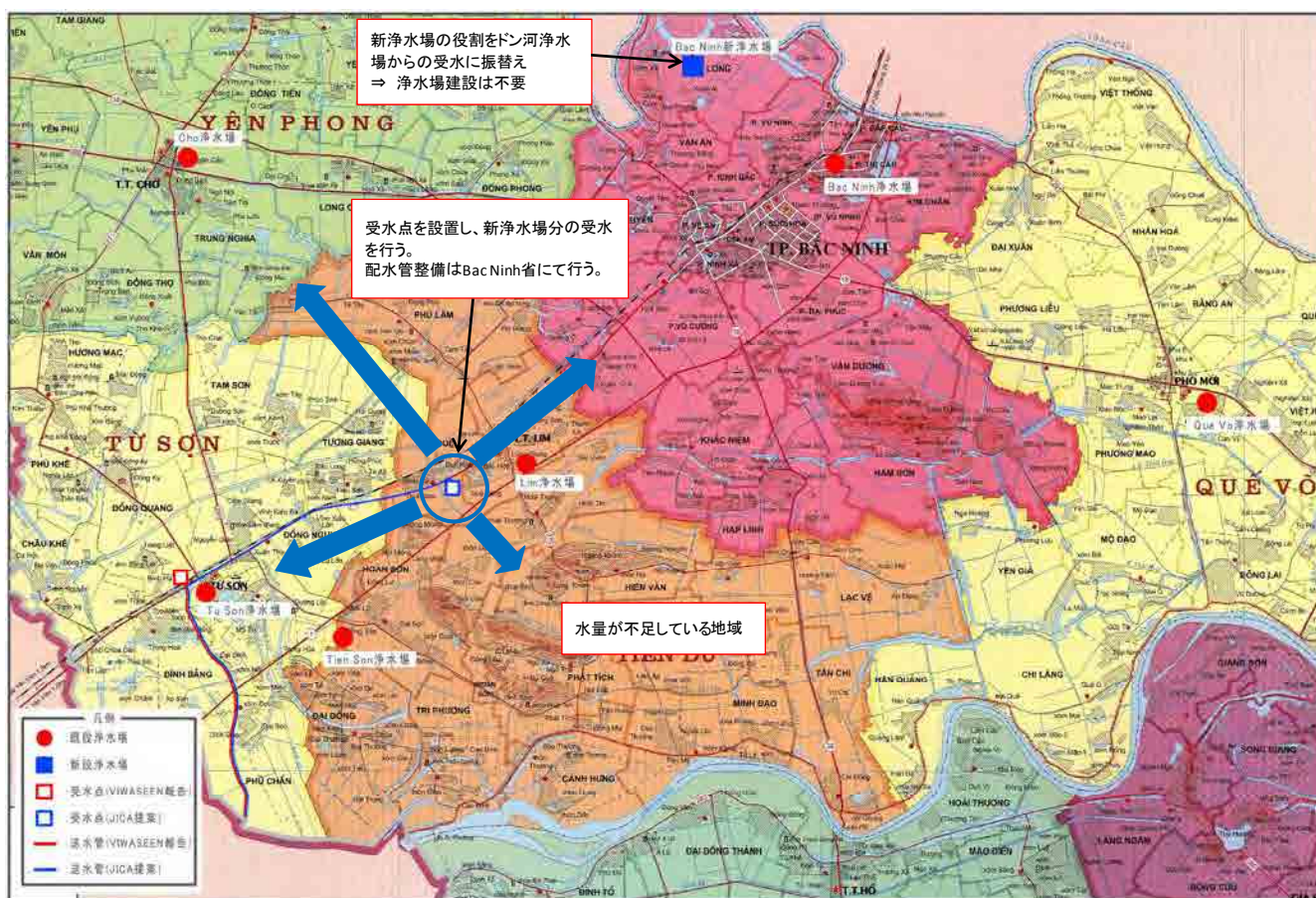


図-3.2.11 本提案事業における Bac Ninh 省の水運用方針

表-3.2.14 Bac Ninh 省の給水範囲の設定方針

調査項目	VIWASEEN 報告書	ヒアリング結果	調査方針の見直し結果
a) 給水範囲と受水量、受水点位置の設定についての要望	<ul style="list-style-type: none"> 第 1 期は Tu Son 県内の Tu Son 工業団地のみを送水対象とし、第 2 期において、北部全域を送水対象とする。 	<ul style="list-style-type: none"> Tu Son 市内は確かに開発が進められているが、開発の進捗は思わしくない状況である。そのため、当面は既存の浄水場からの配水で全て賄えるものと考えられる。 一方で、Bac Ninh 市内、Lim 町周辺では需要が高まっているが、地下水源が不足しているため、既設浄水場の拡張は困難であり、水量不足が懸念されている。これに対し表流水浄水場の建設計画を作成し、2010 年 11 月に承認を得ている。 ドン河浄水場からの受水が行えるのであれば、Lim 町周辺まで送水管を整備してもらえば、受水の用意はある。 	<ul style="list-style-type: none"> Lim 町周辺まで送水管を布設し、同位置で Bac Ninh 省全体の受水を行う。 水量については、左記の新浄水場建設分とし、2015 年には 10,000m³/day、2020 年には 30,000m³/day とする。 受水点以降の配水管整備、水運用は、Bac Ninh 省水道公社において行うことで了承を得た。

3) Hung Yen 省

VIWASEEN 社の報告書によれば、Hung Yen 省は国道 5 号線における工業団地開発等により、今後の需要の増加が見込めることから、本提案事業における第 2 期の主要送水先として約 80,413m³/day の需要を見込んでいる。

JICA 調査団についても、VIWASEEN 社と同様に国道 5 号線の工業団地開発については今後の需要増が見込めるものと考え需要についての調査を行った。

ただし、Hung Yen 省では、省全体の水道事業を管理する事業体が無く、また、マスタープラン策定の予定も無いとのことであり、本調査においては、Hung Yen 市水道公社を中心に給水範囲、水需要についてのヒアリング調査を行った。

本調査においてヒアリングの対象とした水道管理団体は以下のとおりである。

- Hung Yen 市水道公社 : Hung Yen 浄水場 (Hung Yen 市)
- Bitecco Nam Long 社 : Pho Noi 浄水場 (My Hao 県)
- VIWASE 社 : Nhu Quynh 浄水場 (Van Lam 県)

ヒアリング結果を表-3.2.15 に示す。今回の見直し提案により、第 2 期までの送水対象については、現在、Ha Noi 市より受水を受けている Van Giang 県の Eco Park 住宅団地のみとなる。ただし、Van Lam 県、My Hao 県、Yen My 県の中心部及び国道 5 号線沿いの地域については、工業団地の開発が進んでいることから、今後の需要の伸びが期待され、また地下水の不足が生じた場合には、十分な水量が得られない可能性もある。そのため、送水管整備は行わないものの、Hung Yen 省方面への将来的な拡張が可能なよう国道 5 号線での分岐管のみ設置しておくことを提案する。

上記のヒアリング結果を基に見直しした調査方針と提案内容を整理した概要図を図-3.2.12 に示す。



図-3.2.12 ドン河浄水場及びHung Yen省の水運用方針

表-3.2.15 Hung Yen 省の給水範囲の設定方針

調査項目	VIWASEEN 報告書	ヒアリング結果	調査方針の見直し結果
a) 給水範囲と受水量、受水点位置の設定について (Hung Yen 市水道公社)	<ul style="list-style-type: none"> 第 3 期以降の送水対象に省南部の Hung Yen 市、Khoai Chau 県を見込んでいる。 	<ul style="list-style-type: none"> Hung Yen 市水道公社では、省全体の水道事業の管理を目指しているが、人民委員会から管理権が承認されないため、実際に管理出来ない状況にある。そのため、省全体の具体的な受水の要望について把握できずまた、回答もできない。 Hung Yen 市では、来年度稼働予定の新浄水場（表流水）により、近隣の需要が賄えることとなるため、受水は当面不要である。 省中部についても同様であり、受水は見込めないと考えられる。 省全体の問題として、一般的に所得が低い人が多く、配水管を整備しているが、水道の使用が極端に低いとのこと。 	<ul style="list-style-type: none"> 第 2 期に需要を見込んでいた Hung Yen 市、Khoai Chau 県については、左記の状況より、第 2 期での給水範囲から除外する。 ※ 水量が十分に足りているとは言えないが、経済的に水道を使用することが可能な人口が少ないため、現在の水量で十分に賄えるとのこと。
b) My Hao 県、Yen My 県の受水について (Bitecco Nam Long 社)	<ul style="list-style-type: none"> 第 2 期の送水対象として、My Hao 県、Yen My 県の需要を見込んでいる。 	<ul style="list-style-type: none"> 現在、Pho Noi 浄水場を運営管理し、My Hao 県、Yen My 県の中心部に配水している。水量は 5,000m³/day である。 水利権として 15,000m³/day を持っており、需要の伸びに合わせて拡大する予定である。そのため、ドン河浄水場からの受水は不要である。 現在は、前述のとおり一般市民は所得が低く、水が売れない状況にあり、主に国道沿いの商店等が 	<ul style="list-style-type: none"> VIWASEEN 社の FS において対象としている My Hao、Yen My の中心部については、需要が見込めない。(管理団体である同社は受水しないと明言) そのため、2020 年までの送水対象から除外することとする。

		<p>受水している状況である。工業団地にも一部配水しているが、ほとんどの工業団地は独自に浄水場を有しており、受水は見込めない。</p>	
<p>c) Van Lam 県の受水について (VIWASE 社)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 第 2 期の送水対象として、Van Lam 県の中心地である Nhu Quynh 町の需要を見込んでいる。 	<ul style="list-style-type: none"> VIWASE 社では Nhu Quynh 浄水場を管理運営しており、Van Lam 県全体での水道事業を計画している。 現在の Nhu Quynh 浄水場の浄水能力は 1,000m³/day と小さく、浄水場周辺のみ配水となっているが、現在、Van Lam 県内の各舎 (Xa) にそれぞれ水源と浄水場を整備 (300m³/day 程度を 10 箇所以上) しており、管網整備は既に完了している。2011 年 6 月に稼働予定であり、合計で 30,000m³/day 以上となり、県全体の需要は十分に賄えるため、ドン河浄水場からの受水の必要はない。 	<ul style="list-style-type: none"> VIWASEEN 社の FS において対象としている Van Lam 県の Nhu Quynh については、需要が見込めない。(管理団体である同社は受水しないと明言) 工業団地については、独自に浄水場を有しており、受水の見込みは低い。 そのため、2020 年までの送水対象から除外することとする。

(2) 水需要予測

水需要量の算出は、前述の基本的な方針を基に、以下のとおり設定する。

1) 将来人口の推計

人口推計の対象となるのは、Ha Noi 市のみとなる。本提案事業の Ha Noi 市における給水範囲は、前述のヒアリング結果等より、Gia Lam 県及び Long Bien 区の Ha Noi 市東部、旧 Ha Noi 市中心部の HAWACO 給水エリアを対象とする。

上記地区の 2005 年～2009 年の人口実績を下表に示す。

表-3.2.16 対象区域の人口実績

管理区域	名称	面積 (km2)	項目	人口(千人)					年平均増加率
				2005	2006	2007	2008	2009	
市内 中心 部	Ba Dinh区	9.25	総人口	217.7	220.4	222.2	223.8	225.0	0.83%
			給水人口	202.5	205.0	206.6	208.1	209.3	
			人口密度	23.5	23.8	24.0	24.2	24.3	
	Tay Ho区	24.01	総人口	112.4	116.5	120.7	125.1	131.0	3.91%
			給水人口	104.5	108.3	112.3	116.3	121.8	
			人口密度	4.7	4.9	5.0	5.2	5.5	
	Hoan Kiem区	5.29	総人口	153.9	152.1	150.3	148.6	147.0	-1.14%
			給水人口	143.1	141.5	139.8	138.2	136.7	
			人口密度	29.1	28.8	28.4	28.1	27.8	
	Cau Giay区	12.03	総人口	190.7	195.3	206.6	215.6	227.8	4.56%
			給水人口	177.4	181.6	192.1	200.5	211.9	
			人口密度	15.9	16.2	17.2	17.9	18.9	
	Tu Liem県	75.33	総人口	289.8	298.1	331.9	355.2	394.7	8.09%
			給水人口	173.9	178.9	199.1	213.1	236.8	
			人口密度	3.8	4.0	4.4	4.7	5.2	
Thanh Xuan区	9.08	総人口	208.8	211.4	216.4	221.7	224.9	1.88%	
		給水人口	194.2	196.6	201.3	206.2	209.2		
		人口密度	23.0	23.3	23.8	24.4	24.8		
Dong Da区	9.96	総人口	352.6	356.8	361.1	365.5	371.0	1.28%	
		給水人口	327.9	331.8	335.8	339.9	345.0		
		人口密度	35.4	35.8	36.3	36.7	37.2		
Hai Ba Trung区	10.09	総人口	290.3	310.5	311.2	310.0	292.9	0.32%	
		給水人口	270.0	288.8	289.4	288.3	272.4		
		人口密度	28.8	30.8	30.8	30.7	29.0		
Hoang Mai区	39.81	総人口	235.7	255.5	267.3	330.9	337.2	9.68%	
		給水人口	219.2	237.6	248.6	307.7	313.6		
		人口密度	5.9	6.4	6.7	8.3	8.5		
市内 東部	Long Bien区	59.93	総人口	186.4	195.1	204.3	220.8	227.1	5.08%
			給水人口	173.4	181.4	190.0	205.3	211.2	
			人口密度	3.1	3.3	3.4	3.7	3.8	
	Gia Lam県	114.73	総人口	207.9	213.3	218.8	224.5	232.2	2.81%
			給水人口	35.3	36.3	37.2	38.2	39.5	
人口密度			1.8	1.9	1.9	2.0	2.0		

(出典:ハノイ市統計データ2009 ハノイ市統計局)

※ 給水人口は正確な値が不明なため、給水計画及びヒアリング結果を基に算出したものである。

上表の値を用いて、2015年～2030年の将来人口を推計すると表-3.2.17のとおりとなる。

表内の上段が本推計値、下段が給水計画における推計値となっている。なお、Gia Lam 県については、県全域が給水区域となっていないため、給水区域内の人口での比較とする。また、市内中心部については、給水計画では一つの給水区域（Tu Liem 県を除く）として定義されていることから、これに従い総人口での将来人口のみ推計する。

推計方法については、近年の人口増加は線形増加のトレンドとなっていることから、当面は現在の傾向が続くものと想定し、線形近似により推計した。なお、近似式の R^2 値はいずれも 0.96 以上と高い値となっている。

表-3.2.17 将来人口の推計

地区名	現在人口(千人)	将来人口(千人)			R^2 値
	2009年	2015年	2020年	2030年	
市内中心8区	1,956.8	2,276.6	2,532.7	3,044.8	0.9694
		1,768.5	1,727.8	1,656.0	
Long Bien 区	227.1	267.2	297.1	356.9	0.9943
		272.1	317.0	426.0	
Gia Lam 県 (給水区域内人口)	109.6	151.9	179.7	235.4	0.9826
		167.4	180.0	247.0	

※ 上段が調査団の推計値、下段が Ha Noi 市給水計画の推計値

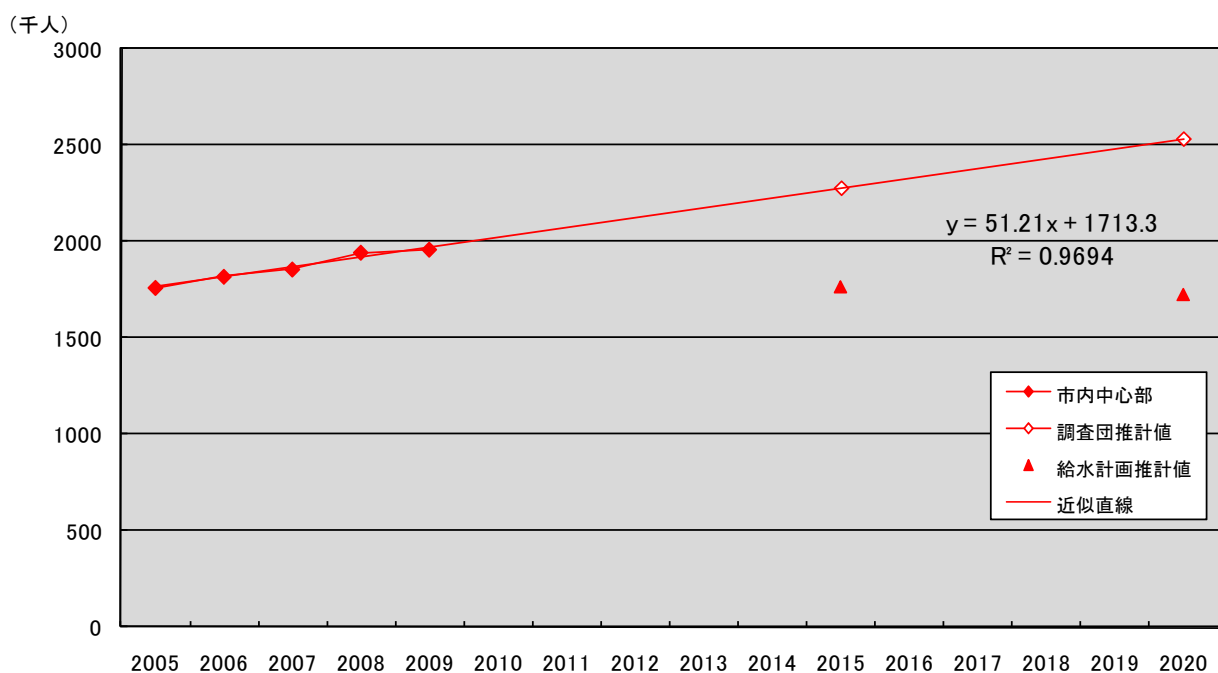


図-3.2.13 市内中心8区の人口推計

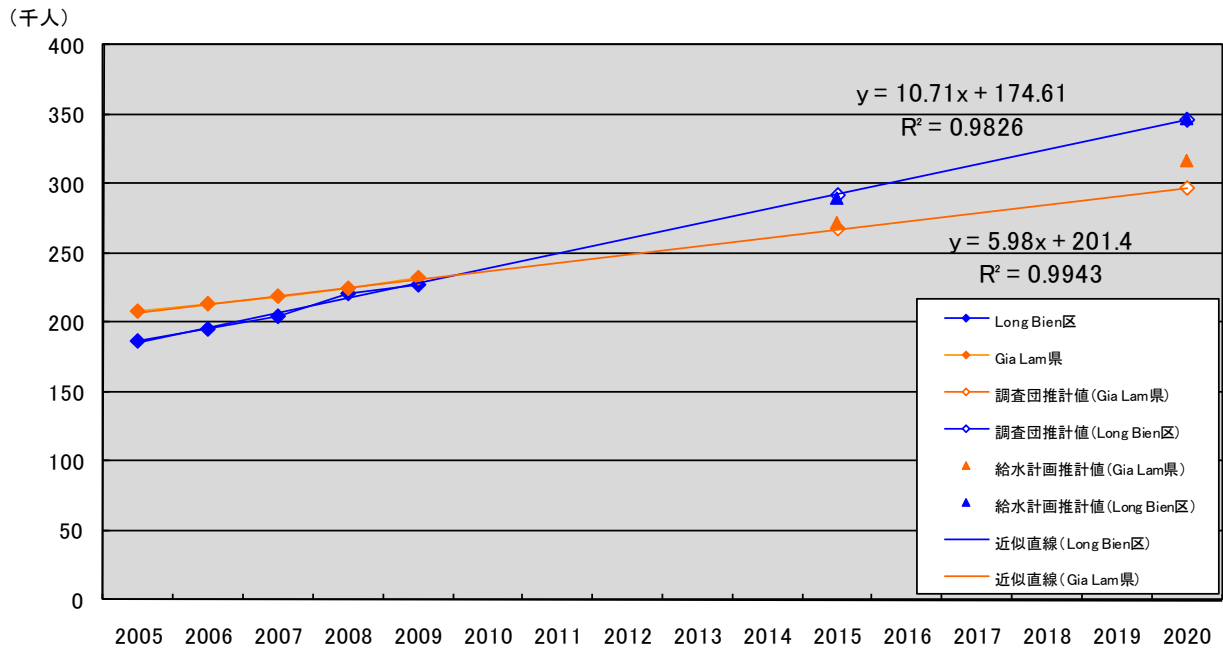


図-3.2.14 Long Bien 区、Gia Lam 県の人口推計

表-3.2.17 の結果より、市内中心部の 8 区においては、本推計値が給水計画の推計値を大きく上回る結果となった。これは、給水計画によれば、Ba Dinh 区、Hoan Kiem 区、Dong Da 区、Hai Ba Trung 区の 4 区は、現在の急激な人口増に対し、今後は開発制限地区として、今後の人口流入を抑える計画となっているためであり、将来人口を人為的に減少させていることによるものである。そのため、将来人口については、過大な水需要計画とならないよう、値の小さい給水計画の推計値を採用することが妥当であると考えられる。

次に Long Bien 区については、給水計画の推計値が若干上回る結果となり、2030 年には約 70 千人もの差異が生じる結果となった。給水計画の推計方法が明らかでないため、詳細は確認できないが、将来の開発人口等の各種要因を見込んでいたものと想定される。本調査においては、2020 年までの基本フレームを設定することを目的としていることから、2020 年までの推計値のみで評価し、過大な水需要計画とならないよう、値の小さい JICA 調査団による推計値を採用することとする。

また、Gia Lam 県については、本推計値と給水計画による推計値に大きな差異は見られなかった。給水計画では対象となる給水地域の詳細が明らかとなっていないことから、本推計値を採用することとする。

以上の結果より、最終的な将来人口については、表-3.2.18 のとおり設定する。

表-3.2.18 将来人口の設定値

地区名	将来人口（千人）		
	2015年	2020年	2030年(参考)
市内中心8区	—	1,727.8	1,656.0
Long Bien 区	267.2	297.1	356.9
Gia Lam 県（給水区域内人口）	151.9	179.7	235.4

➤ Gia Lam 県の人口算出方法について

Gia Lam 県は、県内 22 地区のうち、6 地区でしか給水を行っていない。うち Gia Lam 浄水場から配水を行っているのはドン河南部の 2 地区のみとなっているが、Gia Lam 県管網整備計画等においては、今後の配水管整備により、ドン河南部において 11 地区程度まで給水区域を増加させることとなっている。一方でドン河北部については、別プロジェクトの対象となっていること等から将来も Gia Lam 浄水場からの配水対象とはなっていない。そのため、本推計においては、将来、ドン河浄水場からの給水対象となるドン河南部の 11 地区の人口を表-3.2.18 に計上している。

算出方法は、県全体の将来人口を現在の各地区の人口比率で按分し、該当する地区の将来人口を積み上げて算出した。

本推計で給水対象とした地区は表-3.2.19 及び図-3.2.15 のとおりである。

なお、表中に記載の Yen Vien 浄水場（計画）及び個別給水については、いずれも詳細は明らかでない。

表-3.2.19 Gia Lam 県における配水状況とドン河浄水場の対象地区

No.	地区名(町及び舎)	現在の配水状況	将来の配水予定
	【ドン河南部】		
1	Trau Quy 町	Gia Lam 浄水場	※ドン河浄水場
2	Co Bi 舎	Gia Lam 浄水場	※ドン河浄水場
3	Dong Du 舎	×	※ドン河浄水場
4	Da Ton 舎	×	※ドン河浄水場
5	Duong Xa 舎	×	※ドン河浄水場
6	Kieu Ky 舎	×	※ドン河浄水場*
7	Duong Quang 舎	×	※ドン河浄水場
8	Kim Son 舎	×	※ドン河浄水場*
9	Phu Thi 舎	×	※ドン河浄水場
10	Le Chi 舎	×	※ドン河浄水場*
11	Dang Xa 舎	×	※ドン河浄水場

2) 水道普及率の設定

水道普及率の設定は、Ha Noi 市給水計画を基に設定する。

現在の水道普及率は、区部の平均が約 93%であり、既にほぼ 100%となっている区もある。Ha Noi 市給水計画では、2020 年における市内中心の 8 区の水道普及率を 100%、Long Bien 区は 95%を目標としており、本推計においてもこれに準じることとする。

一方で、Gia Lam 県における現在の水道普及率は、総人口に対して約 17%と低い値となっている。ただし、各舎単位で給水を行っている地区もあり、詳細な水道普及率は把握できていない。また、現在完全な未給水地区となっている地区は給水対象となるドン河南部地域で 9 地区存在し、今後の管網整備計画等により、前述のとおり、これらの地区への給水が計画されている。Gia Lam 県管網整備計画によれば、給水対象地区内において 2015 年に 90%、2020 年に 95%の水道普及率を目指している一方で、Ha Noi 市給水計画によると、2020 年に 90%の水道普及率を目標としている。

本推計においては安全側である Ha Noi 市給水計画に準じ、2015 年及び 2020 年において 90%の普及率とすることとした。

表-3.2.20 Ha Noi 市における水道普及率（計画）

地区名	2015 年	2020 年
市内中心 8 区	—	100%
Long Bien 区	95%	95%
Gia Lam 県（給水区域内人口）	90%	90%

（出典：Ha Noi 市給水計画）

3) 原単位（一人一日当たり使用水量原単位）の設定

これまで、将来の原単位については、建設省の水道施設建設基準（TCXDVN 33 2006）を基に設定されてきた。しかし、実際の原単位は前述の建設基準と合わなくなっている場合が多いことから、現在策定中の Ha Noi 市給水計画において、原単位設定の見直しの重要性が議論されている。

現在の Ha Noi 市における原単位と採用値を表-3.2.21 に示す。本推計における原単位設定は、実績値を基に設定された Ha Noi 市給水計画及び Gia Lam 県管網整備計画の設定値に準じることとする。

表-3.2.21 原単位設定値（単位：Lpcd）

地区名		2010 年		2015 年			2020 年		
		実績	基準	GL	HN	基準	GL	HN	基準
市内中心 8 区		150	165	—	—	—	—	170	200
Long Bien 区		130	165	145	—	—	—	160	150
Gia Lam 県	都市部	130	80	130	—	—	—	140	150
	農村部	60	60	100	—	—	120	120	100

- 太字は本推計における採用値を表す。
- 表中の記号は次の意味を表す。 GL：Gia Lam 管網整備計画、
HN：Ha Noi 市給水計画、 基準：水道施設建設基準（TCXDVN 33 2006）

4) その他係数の設定

水需要の算出には、上記の水道普及率及び原単位の他、各種係数の設定が必要となる。これらの各種係数の設定は、前述の水道施設建設基準（TCXDVN 33 2006）を基に設定された Gia Lam 県管網整備計画、Ha Noi 市給水計画の設定値に準じ、下表のとおり設定する。

表 3.2.22 水需要推計に必要な各種係数の設定

No.	項目		2015	2020
a)	生活用水	共通	給水人口×原単位	
b)	公共用水	市内中心部	—	a)の 18%
		Long Bien 区	a)の 15%	a)の 18%
		Gia Lam 県	a)の 10%	a)の 15%
c)	業務・営業用水	共通	a)の 10%	
d)	工場用水	市内中心部	a)の 5%	
		Long Bien 区	a)の 5%	
		Gia Lam 県	a)の 7%	
e)	工業団地	共通	22m ³ /ha	
f)	漏水率	市内中心部	—	a)～e)の 30%
		Long Bien 区	a)～e)の 25%	a)～e)の 25%
		Gia Lam 県	a)～e)の 22%	a)～e)の 22%
g)	負荷率	市内中心部	a)～f)の 20%	
		Long Bien 区	a)～f)の 20%	
		Gia Lam 県	a)～f)の 30%	

(出典：水道施設建設基準 TCXDVN 33 2006、Ha Noi 市給水計画、Gia Lam 県管網整備計画)

なお、上記の係数を設定する上で、以下の点を考慮している。

- b) 公共用水 : 2015年のLong Bien区の公共用水については、Gia Lam 県管網整備計画では基準で設定されている10%を計上している。しかし、2020年のHa Noi市給水計画では18%で計上されており、2015年～2020年の5年間で8%の上昇は考えにくい。したがって、上位計画となるHa Noi市給水計画をベースに、Gia Lam 県における2020年の計上値15%を2015年のLong Bien区の公共用水の係数として設定した。
- d) 工場用水 : 工場用水については、Gia Lam 県管網整備計画では計上されておらず、Ha Noi市給水計画のみで計上されているものである。前項と同様に上位計画であるHa Noi市給水計画に準じ、2015年についても2020年と同様の係数を見込むこととした。
- e) 工業用水 : 工業用水については、Gia Lam 県管網整備計画で20m³/ha (Long Bien区は25m³/ha)、Ha Noi市給水計画では一律で22m³/haが設定されている。本推計では、Ha Noi市給水計画に準じ、22m³/haを設定した。
- f) 漏水率 : Gia Lam 県管網整備計画では、2015年に一律で20%が設定されており、一方でHa Noi市給水計画では2020年にLong Bien区で25%、Gia Lam 県で22%が設定されている。漏水率が高いHa Noi市の現状を考慮すると、安全側であるHa Noi市給水計画の設定値を採用することが妥当と考え、Ha Noi市給水計画の設定値を2015年についても準用した。
- g) 負荷率 : Long Bien区の係数については、Ha Noi市給水計画で1.2(2020年)、Gia Lam 県管網整備計画で1.3(2015年)と異なっている。需要の見込みが過大とならないよう、Ha Noi市給水計画を基に2015年、2020年一律で1.2を設定した。

5) 工業団地及び住宅団地等の開発水量

今回の送水範囲のうち、Ha Noi市内の給水対象となるLong Bien区、Gia Lam 県については、Ha Noi市とHai Phong市を結ぶ陸運の幹線道路である国道5号線の玄関口に位置し、数多くの大規模工場や工業団地が建ち並んでいる。現在も新規工業団地の開発や、大規模な住宅団地の開発が進められており、今後の更なる発展が期待される地域である。

ドン河事業では、工業団地や住宅団地等も給水対象としており、本推計においてもこれらの大規模な需要を見込んでおく必要がある。中でも、今回Hung Yen省で唯一の送水先となるVav Giang県のEco Park住宅団地は、開発面積500ha、計画人口が136,000

人にもなる大規模な住宅開発となっている。

本推計において需要を見込む工業団地及び住宅団地等については、表-3.2.23 のとおりとする。

なお、工業団地及び住宅団地等の開発水量については、以下の方針により、水量を計上することとする。

- ◆ 工業団地及びサービスセンター： 計画面積 × 原単位 22m³/ha
 - ◆ 住宅団地等： 計画人口×生活用原単位*¹×各係数*²
 - ◆ 漏水率： 一般用の管網に比べ規模も小さく、漏水も少ないと考えられることから、Ha Noi 市給水計画に準じ、10%を設定する。
 - ◆ 負荷率： 工業団地については、一般家庭等と異なり、水使用量の変動が少ないと考えられることから、負荷率を見込まない。
- *1,*2... 開発地区への入居者は、生活水準の高い世帯であると想定し、場所に係らず、Long Bien 区と同様の原単位及び各係数を設定。

【進捗率、普及率の設定について】

工業団地及び住宅団地の 2015 年及び 2020 年の進捗率（普及率）の設定については、以下のとおり設定した。

- ◆ 住宅団地（建設中）： 現在建設中及び販売中のものについては、2015 年及び 2020 年の計画人口または計画進捗率のヒアリング結果を基に設定し、ヒアリングが行えない箇所については、現地の状況等から想定した。
- ◆ 住宅団地（未整備）： 現在未着手となっている住宅団地については、周辺の住宅団地の状況や計画人口の設定等を基に想定した。
- ◆ 工業団地： Long Bien 区の工業団地については、Ha Noi 市給水計画で計上されていることから、Ha Noi 市給水計画の設定値を採用した。Ha Noi 市給水計画で計上されていない Gia Lam 県、Hung Yen 省等については、稼動済みの工業団地については、住宅団地と同様に将来の整備進捗率をヒアリングし、これを基に設定した。また、整備未着手及びヒアリングが行えない工業団地については、現地の状況等から想定して設定した。

表-3.2.23 本推計において考慮する工業団地及び住宅団地等

No.	市省	区県	名称	目標 年度	計画 面積	計画 人口	備考
1	Ha Noi 市	Long Bien 区	Long Bien 区内の工業団地（計画含む）	2015 年 2020 年	700ha 1,000ha	—	Ha Noi 給水計画より
2			Garden City 住宅団地	2017 年	18ha	6,600 人	マレーシア系のデベロッパーによる住宅団地（整備中）
3			High Tech Park	—	414ha	39,500 人	情報産業専用の団地（現在は未整備）
4			Sai Dong 新住宅団地	—	70ha	10,000 人	国内のデベロッパーによる住宅団地（インフラ整備済み）
5		Gia Lam 県	Hanoi-Dai Tu 工業団地	—	40ha	—	工業団地（既設） 住宅団地も整備予定
5			Dang Xa 住宅団地	—	73.5ha	5,000 人	国内セラミック大手が手掛ける住宅団地（整備中）
6			Kieu Ky サービスセンター	—	55ha	9,000 人	村の特産である革製品に特化した再整備計画（未着手）
7			Hapro 工業団地	2012 年	140ha	—	国内大手食品会社の工業団地（整備中）
8			Hapro 住宅団地	2012 年	—	3,500 人	工業団地に併設される住宅団地（整備中）
9	Hung Yen 省	Van Giang 県	Eco Park 住宅団地	—	500ha	136,000 人	国内のデベロッパーによる住宅団地（整備中）

6) 需要集計結果

以上の設定により、2015年及び2020年の各地域の水需要を算出した結果を表-3.2.24及び表-3.2.25に示す。また、参考として2030年の推計結果を表-3.2.26に示す。

なお、Bac Ninh省の水需要については、決定書第1580-QĐ-UBNDの計画内容に従い、新浄水場建設分の水量として以下のとおり設定する。

- ◆ 2015年（第1期） : 10,000m³/day
- ◆ 2020年（第2期） : 30,000m³/day

【2015年】

表-3.2.24より、2015年時点の水需要は約162,000m³/dayとなる。

Ha Noi市内においては、HAWACOの要求するLong Bien区、Gia Lam県だけの需要は約110,000m³/dayとなり、150,000m³/dayには大きく届かない。そのため、JICA調査団では、市内中心部への送水として、ホン河横断後の接続先となるPhap Van浄水場への送水を見込むことにより、水質上の問題を抱える同浄水場を早期に稼働停止させ、配水場（ポンプ場）として利用することを提案した。稼働停止のための水量として、既設浄水能力分の30,000m³/dayを需要として見込むこととし、これにより、第1期の水需要はHa Noi市のみで約140,000m³/dayが見込まれることとなる。

【2020年】

表-3.2.25より、2020年は約392,000m³/dayの需要が見込まれ、そのうち、Ha Noi市においては約340,000m³/dayの水需要量が見込まれる。Gia Lam県、Long Bien区のみ需要は約170,000m³/dayであり、残りの170,000m³/dayは全てHa Noi市中心部となる。

Ha Noi市中心部については、既設浄水場能力分を控除した水量を見込んでいるが、稼働停止予定の3浄水場（Phap Van浄水場、Tuong Mai浄水場、Ha Dinh浄水場）については、停止を見込み控除対象外としている。

なお、2020年に需要量が計画浄水能力の300,000m³/dayを大きく上回ることとなるが、この時には同じく表流水系の大規模浄水場であるホン河浄水場の稼働が見込まれているため、不足分はホン河浄水場より賄うこととなる。また、ホン河浄水場の稼働開始が遅れた場合にも、Da河浄水場からのバックアップが可能のため、ドン河浄水場を含めた3浄水場で対応していくことで問題ないものと考えられる。

【2030年】※参考

参考ではあるが、本調査のスコープ対象外となる第3期については、約467,000m³/dayの水需要量となり、第2期からの大きな増量は見込めない。

これは Ha Noi 市中心部の人口過密状態を解消するための開発制限により、人口減少を見込んでいるためであり、これにより、中心部の水需要の伸びが減少に転じるためである。

現在のベトナム側のドン河事業の基本スコープとして、2030 年に 600,000m³/day への拡張が計画されているが、現在の送水範囲においては、600,000m³/day の需要を見込むのは難しいものと考えられる。そのため、本調査の基本スコープを第 2 期 300,000m³/day に設定していることは、事業としての確実性を考慮した場合、現時点では妥当であると判断できる。

将来的に 600,000m³/day への拡張を行う場合には、Bac Ninh 省及び Hung Yen 省での送水範囲の拡張を含めて再度検討しなければならない。

表-3.2.24 2015年(第1期)のHa Noi市内の水需要

番号	地区	人口 (人)	普及率 (%)	給水人口 (人)	生活用水		公共用水		業務営業用水		工場用水		工業用水			需要合計 (Qtt)	漏水率		一日平均 配水量 (m3/day)	負荷率	一日最大 配水量 (m3/day)	VIWASEEN 計上値 (m3/day)
					原単位 (l/人/日)	水量 (m3/day)	比率	水量 (m3/day)	比率	水量 (m3/day)	比率	水量 (m3/day)	原単位 (m3/ha)	面積 (ha)	水量 (m3/day)		比率	水量 (m3/day)				
	【Ha Noi市】																					
1	旧ハノイ市中心部															Phap Van浄水場の浄水量			30,000		(0)	
2	Long Bien区	267,200	95%	253,840	145	36,807	15%	5,521	10%	3,681	5%	1,840			47,849	25%	11,962	59,811	1.20	71,773	(36,000)	
	Garden City住宅団地	6,600	10%	660	145	96	15%	14	10%	10	5%	5			125	10%	13	138	1.20	166	(216)	
	High Tech Park	39,500	5%	1,975	145	286	15%	43	10%	29	5%	14			372	10%	37	409	1.20	491	(11,519)	
	Sai Dong新住宅団地	10,000	10%	1,000	145	145	15%	22	10%	15	5%	7			189	10%	19	208	1.20	250	(2,916)	
	Long Bien区工業団地												22	300	6,600	6,600	10%	660	7,260	1.00	7,260	(16,301)
3	Trau Quy町	30,120	90%	27,108	130	3,524	10%	352	10%	352	7%	247			4,475	22%	985	5,460	1.30	7,098	(60,000)	
	Hanoi-Dai Tu工業団地												22	20	440	440	10%	44	484	1.30	629	(1,267)
4	Co Bi舎	11,700	90%	10,530	130	1,369	10%	137	10%	137	7%	96			1,739	22%	383	2,122	1.30	2,759	3に含む	
5	Da Ton舎	14,620	90%	13,158	100	1,316	10%	132	10%	132	7%	92			1,672	22%	368	2,040	1.30	2,652	(2,064)	
6	Dang Xa舎	11,110	90%	9,999	100	1,000	10%	100	10%	100	7%	70			1,270	22%	279	1,549	1.30	2,014	(1,547)	
	Dang Xa住宅団地	5,000	25%	1,250	145	181	10%	18	10%	18	5%	9			226	10%	23	249	1.00	249	(2,316)	
7	Dong Du舎	5,560	90%	5,004	100	500	10%	50	10%	50	7%	35			635	22%	140	775	1.30	1,008	(607)	
8	Duong Quang舎	13,740	90%	12,366	100	1,237	10%	124	10%	124	7%	87			1,572	22%	346	1,918	1.30	2,493	(820)	
9	Duong Xa舎	12,570	90%	11,313	100	1,131	10%	113	10%	113	7%	79			1,436	22%	316	1,752	1.30	2,278	(2,028)	
10	Kieu Ky舎	12,570	90%	11,313	100	1,131	10%	113	10%	113	7%	79			1,436	22%	316	1,752	1.30	2,278	(1,786)	
	Kieu Kyサービスセンター												22	55	1,210	1,210	10%	121	1,331	1.00	1,331	(247)
11	Kim Son舎	14,910	90%	13,419	100	1,342	10%	134	10%	134	7%	94			1,704	22%	375	2,079	1.30	2,703	(0)	
	Hapro工業団地												22	60	1,320	1,320	10%	132	1,452	1.00	1,452	(2,880)
	Hapro住宅団地	3,500	90%	3,150	145	457	10%	46	10%	46	5%	23			572	10%	57	629	1.00	629	(1,021)	
12	Le Chi舎	15,200	90%	13,680	100	1,368	10%	137	10%	137	7%	96			1,738	22%	382	2,120	1.30	2,756	(0)	
13	Phu Thi舎	9,360	90%	8,424	100	842	10%	84	10%	84	7%	59			1,069	22%	235	1,304	1.30	1,695	(910)	
	【Bac Ninh省】																					
14	Lim町															Bac Ninh省からの要求水量			10,000		(10,080)	
	【Hung Yen省】																					
15	Eco Park住宅団地	136,000	25%	34,000	145	4,930	15%	740	10%	493					6,163	10%	616	6,779	1.20	8,135	(39,838)	
	Total	619,260		432,189		57,662		7,880		5,768		2,932			9,570		17,809	101,621		162,099	(194,363)	

旧ハノイ市中心部	30,000	m3/day(上記1)
Long Bien区 計	79,940	m3/day(上記2)
Gia Lam県 計	34,024	m3/day(上記3~13)

うち未給水エリア水量	21,208	m3/day
うち新規開発水量	10,873	m3/day

表-3.2.25 2020年(第2期)のHa Noi市内の水需要

番号	地区	人口(人)	普及率(%)	給水人口(人)	生活用水		公共用水		業務営業用水		工場用水		工業用水			需要合計(Qtt)	漏水率		一日平均配水量(m3/day)	負荷率	一日最大配水量(m3/day)	VIWASEEN計上値(m3/day)		
					原単位(l/人/日)	水量(m3/day)	比率	水量(m3/day)	比率	水量(m3/day)	比率	水量(m3/day)	原単位(m3/ha)	面積(ha)	水量(m3/day)		比率	水量(m3/day)						
	【Ha Noi市】																							
1	旧ハノイ市中心部	1,727,800	100%	1,727,800	170	293,726	18%	52,871	10%	29,373	5%	14,686			390,656	30%	117,197	507,853	1.20	609,424				
2	Long Bien区	297,100	95%	282,245	160	45,159	18%	8,129	10%	4,516	5%	2,258			60,062	25%	15,016	75,078	1.20	90,094	(183,204)			
	Garden City住宅団地	6,600	100%	6,600	160	1,056	18%	190	10%	106	5%	53			1,405	10%	141	1,546	1.20	1,855				
	High Tech Park	39,500	100%	39,500	160	6,320	18%	1,138	10%	632	5%	316			8,406	10%	841	9,247	1.20	11,096				
	Sai Dong新住宅団地	10,000	50%	5,000	160	800	18%	144	10%	80	5%	40			1,064	10%	106	1,170	1.20	1,404				
	Long Bien区工業団地												22	700	15,400	15,400	10%	1,540	16,940	1.00		16,940		
3	Trau Quy町	35,640	90%	32,076	140	4,491	15%	674	10%	449	7%	314			5,928	20%	1,186	7,114	1.30	9,248				
	Hanoi-Dai Tu工業団地												22	40	880	880	10%	88	968	1.30		1,258		
4	Co Bi舎	13,840	90%	12,456	120	1,495	15%	224	10%	150	7%	105			1,974	20%	395	2,369	1.30	3,080				
5	Da Ton舎	17,300	90%	15,570	120	1,868	15%	280	10%	187	7%	131			2,466	20%	493	2,959	1.30	3,847				
6	Dang Xa舎	13,150	90%	11,835	120	1,420	15%	213	10%	142	7%	99			1,874	20%	375	2,249	1.30	2,924				
	Dang Xa住宅団地	5,000	90%	4,500	160	720	18%	130	10%	72	5%	36			958	10%	96	1,054	1.20	1,265				
7	Dong Du舎	6,570	90%	5,913	120	710	15%	107	10%	71	7%	50			938	20%	188	1,126	1.30	1,464				
8	Duong Quang舎	16,260	90%	14,634	120	1,756	15%	263	10%	176	7%	123			2,318	20%	464	2,782	1.30	3,617				
9	Duong Xa舎	14,880	90%	13,392	120	1,607	15%	241	10%	161	7%	112			2,121	20%	424	2,545	1.30	3,309				
10	Kieu Ky舎	14,880	90%	13,392	120	1,607	15%	241	10%	161	7%	112			2,121	20%	424	2,545	1.30	3,309				
	Kieu Kyサービスセンター												22	55	1,210	1,210	10%	121	1,331	1.00	1,331			
11	Kim Son舎	17,650	90%	15,885	120	1,906	15%	286	10%	191	7%	133			2,516	20%	503	3,019	1.30	3,925				
	Hapro工業団地												22	140	3,080	3,080	10%	308	3,388	1.30	4,404			
	Hapro住宅団地	3,500	100%	3,500	160	560	18%	101	10%	56	5%	28			745	10%	75	820	1.30	1,066				
12	Le Chi舎	17,990	90%	16,191	120	1,943	15%	291	10%	194	7%	136			2,564	20%	513	3,077	1.30	4,000				
13	Phu Thi舎	11,070	90%	9,963	120	1,196	15%	179	10%	120	7%	84			1,579	20%	316	1,895	1.30	2,464				
	【Bac Ninh省】																							
14	Lim町																					Bac Ninh省からの要求水量	30,000	(108,104)
	【Hung Yen省】																							
15	Eco Park住宅団地	136,000	50%	68,000	160	10,880	18%	1,958	10%	1,088					13,926	10%	1,393	15,319	1.20	18,383	(39,838)			
	Total	2,404,730		2,298,452		379,220		67,660		37,925		18,816			20,570	524,191		142,203	666,394		829,707	(331,146)		

【既設浄水場】

番号	浄水場名	浄水量(m3/day)
1	Yen Phu浄水場	90,000
2	Ngoc Ha浄水場	32,000
3	Ngo Si Lien浄水場	47,000
4	Mai Dich浄水場	60,000
5	Cao Dinh浄水場	60,000
6	Luong Yen浄水場	50,000
7	Nam Du浄水場	60,000
8	小規模浄水場	39,000
	Total	438,000

旧ハノイ市中心部	171,424	m3/day (上記1から既設浄水場を差し引いた水量)
Long Bien区 計	121,389	m3/day (上記2)
Gia Lam県 計	50,511	m3/day (上記3~13)

∴総需要量と既設浄水量の差 391,707 (m3/day)

表-3.2.26 2030年(第3期)のHa Noi市内の水需要

番号	地区	人口 (人)	普及率 (%)	給水人口 (人)	生活用水		公共用水		業務営業用水		工場用水		工業用水			需要合計 (Qtt)	漏水率		一日平均 配水量 (m ³ /day)	負荷率	一日最大 配水量 (m ³ /day)	VIWASEEN 計上値 (m ³ /day)	
					原単位 (l/人/日)	水量 (m ³ /day)	比率	水量 (m ³ /day)	比率	水量 (m ³ /day)	比率	水量 (m ³ /day)	原単位 (m ³ /ha)	面積 (ha)	水量 (m ³ /day)		比率	水量 (m ³ /day)					
	【Ha Noi市】																						
1	旧ハノイ市中心部	1,656,000	100%	1,656,000	180	298,080	20%	59,616	12%	35,770	5%	14,904			408,370	25%	102,093	510,463	1.20	612,556			
2	Long Bien区	356,900	100%	356,900	170	60,673	20%	12,135	12%	7,281	5%	3,034			83,123	22%	18,287	101,410	1.20	121,692			
	Garden City住宅団地	6,600	100%	6,600	180	1,188	20%	238	12%	143	5%	59			1,628	10%	163	1,791	1.20	2,149			
	High Tech Park	39,500	100%	39,500	180	7,110	20%	1,422	12%	853	5%	356			9,741	10%	974	10,715	1.20	12,858			
	Sai Dong新住宅団地	10,000	100%	10,000	160	1,600	18%	288	10%	160	5%	80			2,128	10%	213	2,341	1.20	2,809			
	Long Bien区工業団地												22	1,000	22,000	12%	2,640	24,640	1.00	24,640			
3	Trau Quy町	46,670	100%	46,670	150	7,001	17%	1,190	8%	560	7%	490			9,241	20%	1,848	11,089	1.30	14,416			
	Hanoi-Dai Tu工業団地												22	40	880	10%	88	968	1.30	1,258			
4	Co Bi舎	18,120	95%	17,214	120	2,066	17%	351	8%	165	7%	145			2,727	20%	545	3,272	1.30	4,254			
5	Da Ton舎	22,660	95%	21,527	120	2,583	17%	439	8%	207	7%	181			3,410	20%	682	4,092	1.30	5,320			
6	Dang Xa舎	17,220	95%	16,359	120	1,963	17%	334	8%	157	7%	137			2,591	20%	518	3,109	1.30	4,042			
	Dang Xa住宅団地	5,000	100%	5,000	180	900	20%	180	12%	108	5%	45			1,233	10%	123	1,356	1.20	1,627			
7	Dong Du舎	8,610	95%	8,180	120	982	17%	167	8%	79	7%	69			1,297	20%	259	1,556	1.30	2,023			
8	Duong Quang舎	21,300	95%	20,235	120	2,428	17%	413	8%	194	7%	170			3,205	20%	641	3,846	1.30	5,000			
9	Duong Xa舎	19,480	95%	18,506	120	2,221	17%	378	8%	178	7%	155			2,932	20%	586	3,518	1.30	4,573			
10	Kieu Ky舎	19,480	95%	18,506	120	2,221	17%	378	8%	178	7%	155			2,932	20%	586	3,518	1.30	4,573			
	Kieu Kyサービスセンター												22	31	682	10%	68	750	1.00	750			
11	Kim Son舎	23,110	95%	21,955	120	2,635	17%	448	8%	211	7%	184			3,478	20%	696	4,174	1.30	5,426			
	Hapro工業団地												22	140	3,080	10%	308	3,388	1.30	4,404			
	Hapro住宅団地	3,500	100%	3,500	160	560	18%	101	10%	56	5%	28			745	10%	75	820	1.30	1,066			
12	Le Chi舎	23,560	95%	22,382	120	2,686	17%	457	8%	215	7%	188			3,546	20%	709	4,255	1.30	5,532			
13	Phu Thi舎	14,500	95%	13,775	120	1,653	17%	281	8%	132	7%	116			2,182	20%	436	2,618	1.30	3,403			
	【Bac Ninh省】																						
14	Lim町																					Bac Ninh省からの要求水量	30,000
	【Hung Yen省】																						
15	Eco Park住宅団地	136,000	75%	102,000	170	17,340	20%	3,468	12%	2,081					22,889	10%	2,289	25,178	1.20	30,214			
	Total	2,448,210		2,404,809		415,890		82,284		48,728		20,496			26,642		134,827	728,867				904,585	(0)

番号	浄水場名	浄水量(m ³ /day)
1	Yen Phu浄水場	90,000
2	Ngoc Ha浄水場	32,000
3	Ngo Si Lien浄水場	47,000
4	Mai Dich浄水場	60,000
5	Cao Dinh浄水場	60,000
6	Luong Yen浄水場	50,000
7	Nam Du浄水場	60,000
8	小規模浄水場	39,000
	Total	438,000

旧ハノイ市中心部 174,556 m³/day(上記1から既設浄水場を差し引いた水量)Long Bien区 計 164,148 m³/day(上記2)Gia Lam県 計 67,667 m³/day(上記3~13)∴総需要量と既設浄水量の差 466,585 (m³/day)

※ VIWASE 社による需要予測

Ha Noi 市給水計画の作成を行っている VIWASE 社に、参考としてホン河北部地域における 2015 年、2020 年の水需要予測結果の提供を受けた。

予測結果を表-3.2.29～表-3.2.30 に示す。また、表-3.2.27 に VIWASE 社の予測結果と JICA 調査団の予測結果の比較を示す。

JICA 調査団の提案する Ha Noi 市内の給水区域である Long Bien 区及び Gia Lam 県の 2015 年及び 2020 年における水需要量は、以下のとおりであり、調査団の推計結果と大差ないことがわかる。

また、表-3.2.28 に示すとおり、Gia Lam 浄水場の配水区域を北部エリア（Dong Anh 県等）にすることにより、2015 年の水需要 166,090m³/day に対して、浄水場能力が 146,000m³/day となり、ほぼ北部エリアの需要が満たされることとなる。2020 年以降には、既設の浄水場だけでは北部エリアの水量が不足することとなるが、Ha Noi 市給水計画において計画されているホン河浄水場が稼動すれば、不足水量は賄うことが可能である。

以上の点からも、JICA 調査団の推計結果は妥当であると判断できる。

表-3.2.27 VIWASE 社の 2015 年、2020 年水需要予測結果（ホン河北部）

区県名	2015 年			2020 年		
	人口 (千人)	水量 (m ³ /day)	JICA 調査団 (m ³ /day)	人口 (千人)	水量 (m ³ /day)	JICA 調査団 (m ³ /day)
【東部】						
Long Bien 区	272.1	80,336	(79,940)	317.0	111,672	(121,389)
Gia Lam 県	289.9	34,466	(34,024)	397.5	57,253	(50,511)
東部計	562.0	114,802	(113,964)	714.5	168,925	(171,900)
【北部】						
Dong Anh 県	463.5	80,820	—	593.0	156,531	—
Me Linh 県	315.1	50,054	—	437.2	101,699	—
Soc Son 県	304.1	35,216	—	323.0	54,026	—
北部計	1,082.7	166,090	—	1,353.2	312,256	—
合計	1,644.7	274,292	(113,964)	2,067.7	469,856	(171,900)

表-3.2.28 将来の Ha Noi 市北部エリアの浄水場

浄水場名	浄水能力 (m ³ /day)
Gia Lam 浄水場	60,000
Bac Thang Long 浄水場	50,000
Dong Anh 浄水場	24,000
Nguyen Khe 浄水場	10,000
Me Linh 浄水場	2,000
合計	146,000

※ 上記の他、ホン河浄水場（計画）も北部エリアへ配水予定である。

表-3.2.29 2015年におけるホン河北部地域の水需要 (VIWASE 社)

地区	総人口 (人)	原単位 (Lpcd)	普及率 (%)	給水人口 (人)	需要量							一日 最大配水量 (m ³ /day)	既設浄水場 能力 (m ³ /day)	不足する水量 (m ³ /day)	備考		
					生活用水	一時滞在用	公共用水	業務営業 用水	工業用水	小計	漏水量					合計	
Gia Lam県																	
都市部	167.4	110	0.75	125.6	13,811	1,381	1,243	691		17,125	3,596	20,721	26,938	60,000 6,000	42,201	Gia Lam浄水場 Gia Lam空港浄水場	
農村部	122.5	80	0.39	47.8	3,869	310		193		4,372	1,006	5,377	7,528				
Long Bien区	272.1	135	0.9	244.9	33,054	4,958	4,958	1,983	7,502	52,456	8,991	61,446	73,736				
Dong Anh県																	
都市部	326.2	120	0.75	244.7	29,358	4,404	2,642	1,468	12,342	50,214	7,953	58,167	75,617	24,000 50,000	6,820	Dong Anh浄水場 Bac Thang Long浄水場	
農村部	137.3	80	0.24	33.0	2,674	214		134		3,021	695	3,716	5,203				
Me Linh県																	
都市部	184.7	110	0.7	129.3	14,222	2,133	1,280	711	7,260	25,606	3,853	29,459	38,297	2,000	48,054	Me Linh浄水場	
農村部	130.4	80	0.58	75.6	6,042	483		302		6,828	1,570	8,398	11,757				
Soc Son県																	
都市部	84.5	120	0.7	59.2	7,098	1,065	639	355	4,888	14,045	1,923	15,968	20,758		35,216		
農村部	219.6	80	0.42	92.2	7,430	594		372		8,396	1,931	10,327	14,458				
										合計		274,290	142,000		132,290		

表-3.2.30 2020年におけるホン河北部地域の水需要 (VIWASE 社)

地区	総人口 (人)	原単位 (Lpcd)	普及率 (%)	給水人口 (人)	需要量							一日 最大配水量 (m ³ /day)	既設浄水場 能力 (m ³ /day)	不足する水量 (m ³ /day)	備考	
					生活用水	一時滞在用	公共用水	業務営業 用水	工業用水	小計	漏水量					合計
Gia Lam県																
都市部	194.5	130	0.9	175.1	22,757	2,276	2,276	1,138		28,446	6,258	34,704	45,115	60,000 6,000 20,000	82,925	Gia Lam浄水場 Gia Lam空港浄水場 Yen Vien浄水場
農村部	153.0	90	0.45	68.9	6,138	491		307		6,936	1,734	8,670	12,138			
Long Bien区	317.0	150	0.95	301.2	45,173	6,776	6,776	3,162	16,940	78,826	14,234	93,060	111,672			
Dong Anh県																
都市部	480.0	140	0.9	432.0	60,480	9,072	6,048	3,024	18,682	97,306	17,297	114,604	148,985	24,000 50,000	82,531	Dong Anh浄水場 Bac Thang Long浄水場
農村部	113.0	90	0.38	42.9	3,816	305		191		4,312	1,078	5,390	7,546			
Me Linh県																
都市部	305.2	130	0.9	274.7	35,708	5,356	3,571	1,785	8,325	54,746	10,213	64,958	84,446	2,000	99,699	Me Linh浄水場
農村部	132.0	90	0.73	96.4	8,725	698		436		9,859	2,465	12,324	17,253			
Soc Son県																
都市部	100.1	140	0.9	90.1	12,613	1,892	1,261	631	7,357	23,753	3,607	27,360	35,569		54,026	
農村部	222.9	90	0.47	104.8	9,334	747		467		10,547	2,637	13,184	18,458			
										合計		481,181	162,000		319,181	

(3) 受水点の設置位置と受水方法

1) Ha Noi 市

Ha Noi 市については、前述の方針に従い、表-3.2.31 に示す受水点 4 箇所を設定する。

受水方法については、管路での直結方式とする場合、配水量の時間変動により送水ポンプ費用や管路費用が高くなるだけでなく、水質事故や管路破断等による影響が下流側の配水管網まで影響する危険があることから、受水槽での受け渡しを推奨される。

したがって、全ての受水点に受水槽を設けることとし、Phap Van 浄水場については、浄水場内の配水池にて受水することとする。

なお、受水槽の設置は、受水団体側（HAWACO）で設置することとする。

各受水点の位置及び配水エリアを図-3.2.16 に示す。

表-3.2.31 受水点水量の内訳

受水点名	給水区域	水量		配水管 整備状況
		2015 年	2020 年	
1.Phu Thi (Sui)	計	13,991	23,665	
	Dang Xa 舎	2,263	4,189	未（計画有り）
	Duong Quang 舎	2,493	3,617	未（計画有り）
	Kim Son 舎	4,784	9,395	未
	Le Chi 舎	2,756	4,000	未
	Phu Thi 舎	1,695	2,464	未（計画有り）
2.Trau Quy	計	20,033	26,846	
	Trau Quy 町	7,727	10,506	済
	Co Bi 舎	2,759	3,080	済（一部）
	Da Ton 舎	2,652	3,847	未（計画有り）
	Dong Du 舎	1,008	1,464	未（計画有り）
	Duong Xa 舎	2,278	3,309	未（計画有り）
	Kieu Ky 舎	3,609	4,640	未（計画有り）
3.Sai Dong	計	79,940	136,389	
	Long Bien 区	79,940	121,389	済
	旧 Ha Noi 市中心部	—	15,000	済
4.Phap Van 浄水場	旧 Ha Noi 市中心部	17,901	64,717	済

また、各受水点設置位置の設定根拠と水運用方法について、図-3.2.17～図-3.2.20 に示す。

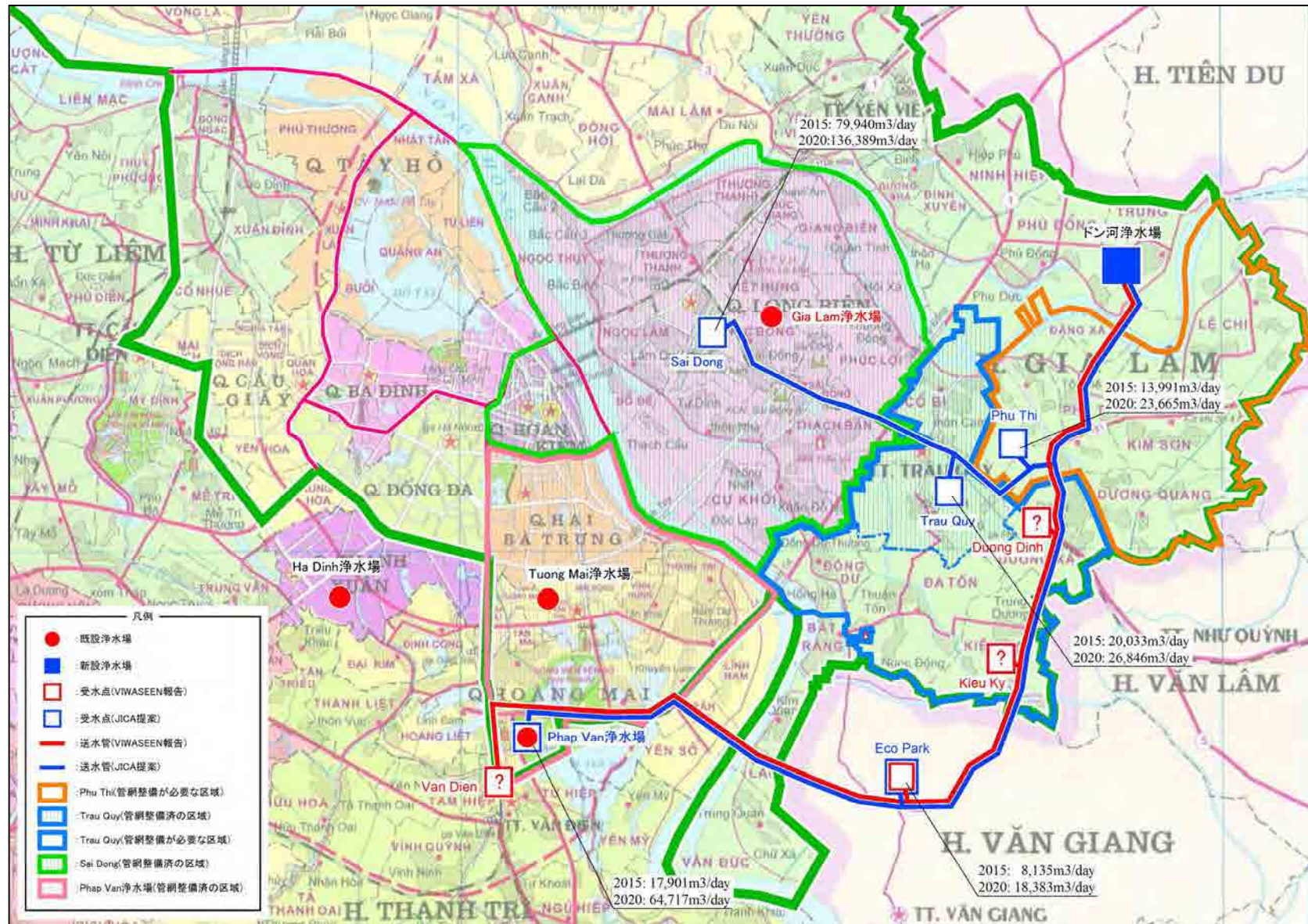


図-3.2.16 受水点の位置及び給水範囲



図-3.2.17 Long Bien 区及び Gia Lam 県の受水点位置と給水区域（全体）

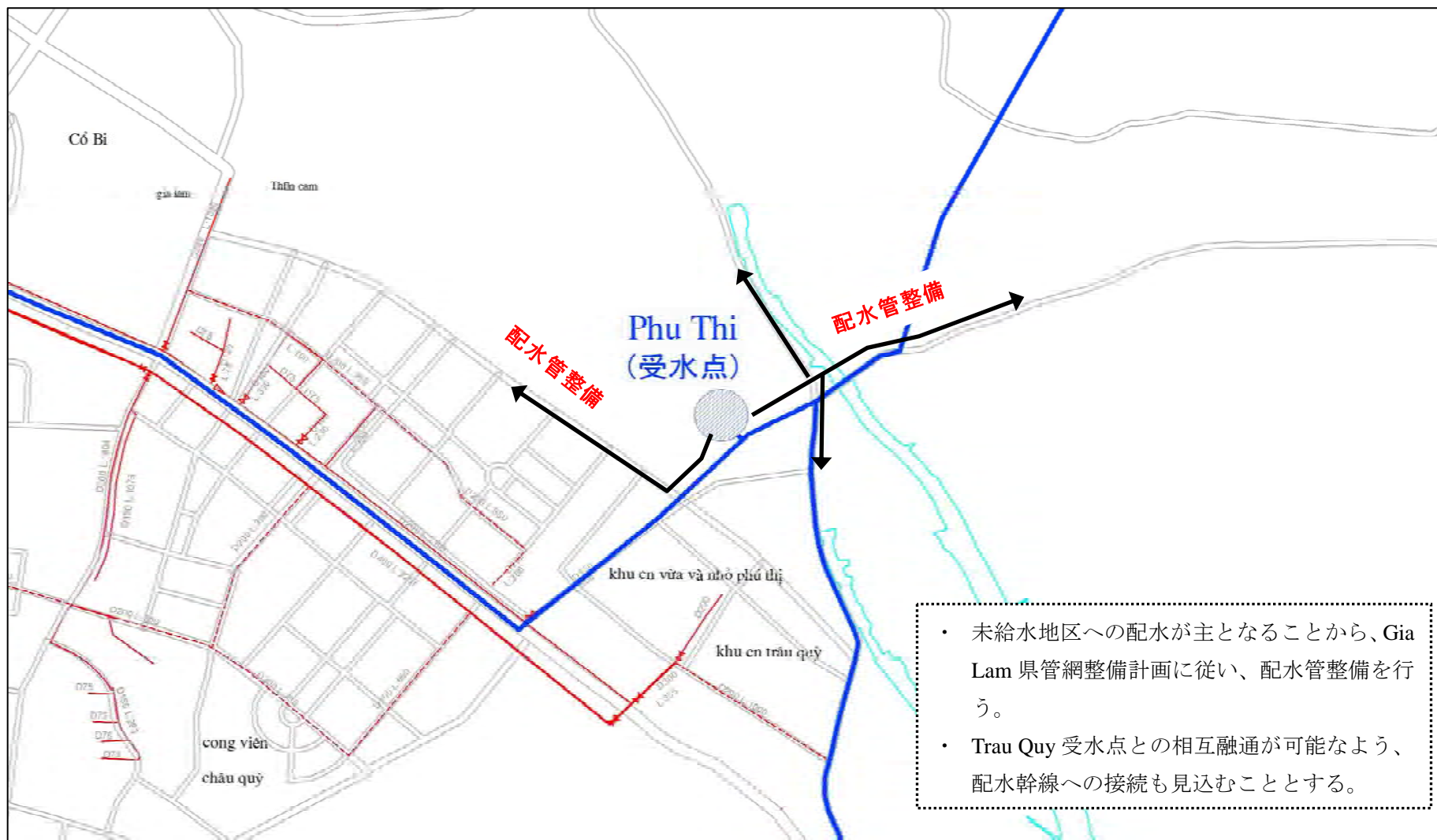


図-3.2.18 Long Bien 区及び Gia Lam 県の受水点位置と給水区域 (①Phu Thi)



図-3.2.19 Long Bien 区及び Gia Lam 県の受水点位置と給水区域 (②Trau Quy)



図-3.2.20 Long Bien 区及び Gia Lam 県の受水点位置と給水区域 (©Sai Dong)

2) Bac Ninh 省

Bac Ninh 省の受水点の設置位置と受水方式については、Bac Ninh 省水道公社との協議により、Tien Du 県 Lim 町付近に受水点を設置することとする。

受水方法については、受水槽による受水方式、管路での受け渡しどちらでもよいとの回答を得ていることから、Ha Noi 市と同様に受水槽での受水とする。

なお、受水槽、配水ポンプ等の施設は、Bac Ninh 省水道公社により整備することで了承を得ている。

受水点位置の設定を以下に示す。

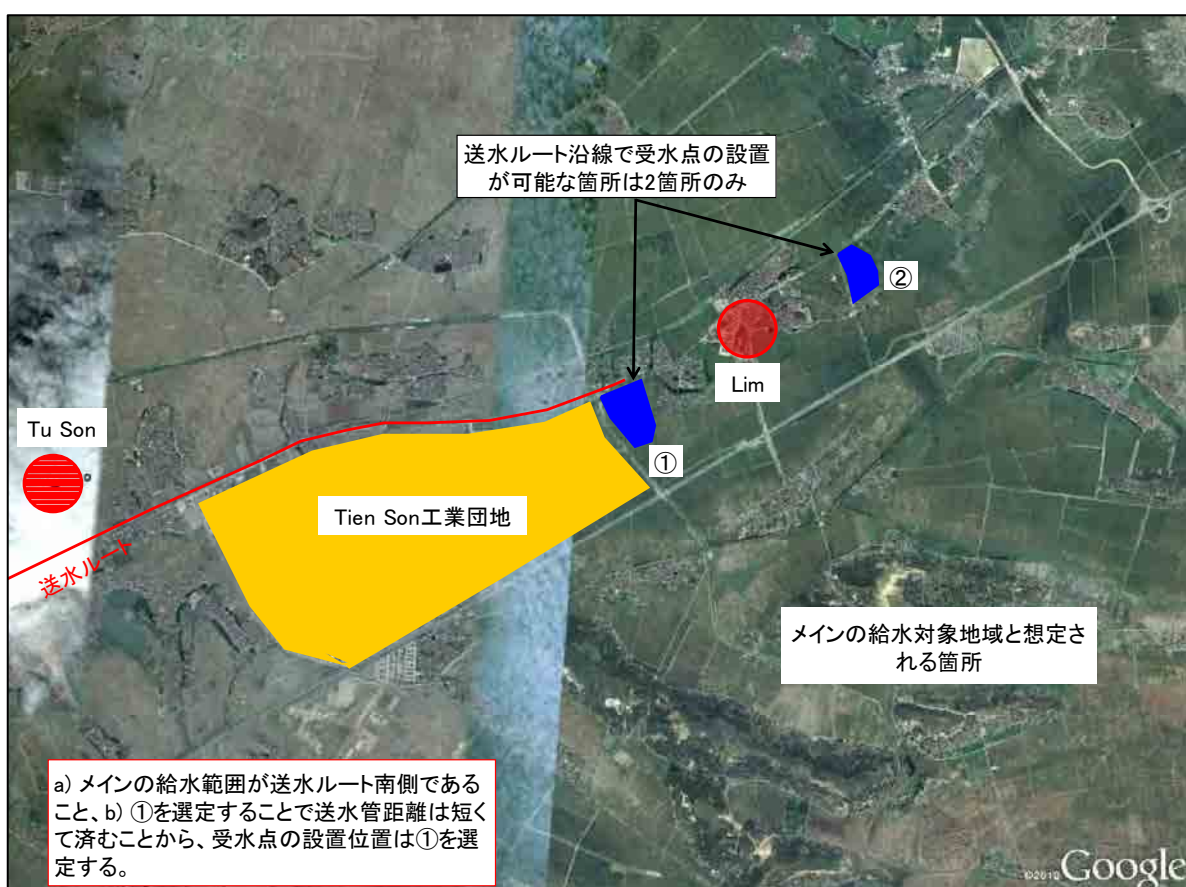


図-3.2.21 Bac Ninh 省の受水点位置

3) Hung Yen 省

Hung Yen 省の受水点の設置位置と受水方式については、受水先が住宅団地となっており、Pre-FS 調査時のヒアリングでは受水槽を独自に設置する予定（場合によっては浄水施設も設置する）であるとの回答を得ていることから、管路での直結方式による受け渡しとする。

受け渡しの位置については、Eco Park 管理会社側との協議が必要であるが、送水管の布設ルートが Eco Park 直近を通過することから、Eco Park 内での受け渡しとする。

4) 受水点位置と受水量

上記 1)～3)で設定した方針と受水点における受水量を表-3.2.32 に示す。

また、最終的な見直しを含めた送水ルート図を図-3.2.22 に示す。

表-3.2.32 受水点別の受水量

No.	受水点名	受水量 (m ³ /day)		受水方式
		2015 年	2020 年	
①	Lim	10,000	30,000	受水槽方式
②	Phu Thi	13,991	23,665	〃
③	Trau Quy	20,033	26,846	〃
④	Sai Dong	79,940	136,389	〃
⑤	Eco Park 住宅団地	8,135	18,383	管路直結方式
⑥	Phap Van 浄水場	17,901	64,717	既設配水池への送水
	合計	150,000	300,000	

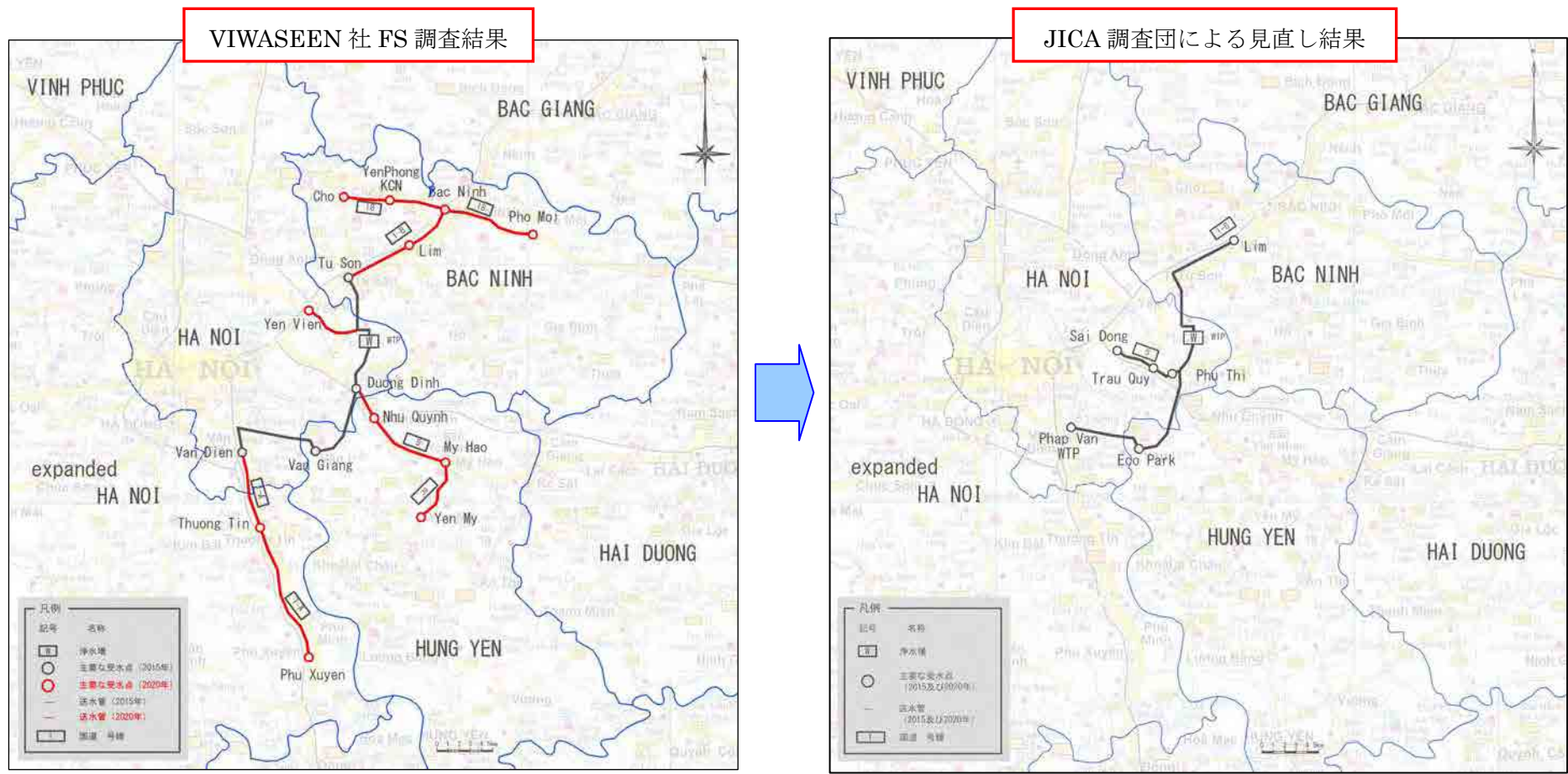


図-3.2.22 VIWASEEN 社 FS 結果と本調査により見直した送水ルート

3.2.7 本提案事業の基本フレーム

(1) カウンターパートとの協議

以上の JICA 調査団の調査結果に基づく提案を、本調査のカウンターパートである HAWACO に対して、2011 年 4 月 18 日に行った。

HAWACO では、本提案事業に対する変更提案を、JICA 調査団同様 VIWASEEN 社に対して要望すべく、意見を取りまとめている段階にあった。そのため、JICA 調査団の提案に対して HAWACO の見解を述べるとともに、HAWACO の提案内容についてもヒアリングすることとなった。HAWACO へのヒアリング結果によれば、給水区域のアイデアについては JICA 調査団と同様の考え方を持っていることが明らかとなり、調査団の見解に対する一定の理解が得られたといえる。

上記の協議の内容及び結果を表-3.2.33 に整理し、これを図示したものを図-3.2.23 に示す。

表-3.2.33 HAWACO との協議結果

協議事項	JICA 調査団の提案	HAWACO の見解	結論
1.Gia Lam 浄水場の配水区域の変更提案	<ul style="list-style-type: none"> ドン河浄水場と Gia Lam 浄水場の配水区域が重複した場合、十分な水量消費が見込めない可能性が高く、水質管理や配水圧力制御も困難になると考えられる。そのため、拡張工事が進められている Gia Lam 浄水場は水量不足が懸念される Ha Noi 市北部 (Dong Anh 県) へ配水区域を変更し、現在の Gia Lam 浄水場の配水区域は全てドン河浄水場から送水することとする。 	<ul style="list-style-type: none"> JICA 調査団の提案に賛同する。 	<ul style="list-style-type: none"> 提案どおりとする。
2.受水点の設置位置と送水管ルートの変更提案	<ul style="list-style-type: none"> Gia Lam 浄水場の既設管網との接続は、配管口径の問題から管網の上流部にて接続することが好ましい。 Ha Noi 市中心部への配水は Phap Van 浄水場を拠点として行うことで、効果的な運用が可能と考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ホン河北部地域 (Long Bien 区、Gia Lam 県) の考え方については、JICA 調査団の提案に賛同する。ただし、送水管ルート、受水点の設置位置等は現場状況を勘案して設定してほしい。(5号線への布設を避けて、5号線の北側にルートを見つけれないか?) Ha Noi 市中心部への送水は、Long Bien 区と Hoan Kiem 区を結ぶφ 	<ul style="list-style-type: none"> 基本的な考え方は提案どおりとする。 5号線北側に送水管布設が可能な土地はあるものの、アクセスが困難な場所が多く、用地買収が広大になること等から、5号線への布設を推奨する。ただし、現場状況から交通を遮断しない位置へ布設し、工事は交通量の少ない夜間工事とする。 Phap Van 浄水場への接続については、HAWACO の要望どおり、既設の配水幹

		<p>400mm の管路と本提案事業で布設するホン河横断管となる。ホン河横断後の接続点は、Phap Van 浄水場ではなく、新規整備を行ったφ800mm の配水幹線への接続（Yen So 付近）とする。</p>	<p>線φ800mm に接続することとし、Phap Van 浄水場までの整備は行わない。</p>
<p>3.給水区域設定について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ Ha Noi 市内の給水区域については、Long Bien 区全域を1つの給水区域、Gia Lam 県については、ドン河南部を対象として5号線で南北に分け2つの給水区域を設定する。また、南部の送水末端は Phap Van 浄水場とし、Ha Noi 市内へ給水する。 ・ ドン河北部（Bac Ninh 省）については、Bac Ninh 省水道公社の要望により、Lim 町付近まで送水管を布設する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基本的な考え方は JICA 調査団の提案と同様に考えている。 ・ 181 号線については、現在は JICA 調査団の提案では Ha Noi 市内に限定しているが、Bac Ninh 省（Thuan Thanh 県）にも大規模な工業団地が整備されつつあることから、給水範囲に含めたいと考えている。 ・ 南部の送水末端については、前述のとおりホン河横断後直近の配水幹線φ800mm に Yen So 付近で接続することを考えている。 ・ ドン河北部は、VIWASEEN 計画のとおり、Tu Son 県までの布設で問題ないと考えている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Bac Ninh 省の Thuan Thanh 県については、工業団地の整備が進められており、有望な地域であると考えられるが、将来人口や都市計画が不明であることから、当面は給水地域から除外する。ただし、後の送水が可能になるよう、同地区への分岐を見込んでおく等、送水管整備計画において考慮する。 ・ 南部の送水末端については、上記のとおり、Phap Van 浄水場に接続せず、配水幹線φ800mm への接続とする。 ・ 北部（Bac Ninh 省）については、調査結果や Bac Ninh 省水道公社との協議結果を優先し、Lim 町付近まで送水管を布設する。



図-3.2.23 HAWACO との協議結果

(2) 基本フレーム

これまでの調査・検討結果を踏まえて、本提案事業の基本フレームは以下のとおり設定する。

送水対象範囲については、VIWASEEN 社の FS 調査報告書における 1 市 2 省と同様の結果となったが、それぞれの地域内での送水範囲は大幅に縮小される結果となった。これは HAWACO の意向、他の水道事業との取り合い (VIWACO、Ha Dong 水道会社等)、需要の現実性を考慮した結果であり、特に Hung Yen 省については、受水の見込みが低いということ、Bac Ninh 省については 1 点の受水点で対応が可能という点が大きいと考えられる。

このことは、送水管布設延長が短くなったことを意味し、送水管延長の縮減は、SPC として送水管整備に係るリスクを低減させることにつながると考えられる。また、送水対象範囲の規模縮小に伴い、本提案事業において Ha Noi 市の需要の占める割合は大きくなっており、このことは、経済的な格差が現在もなお見られる Ha Noi 都市圏においては、需要の現実性と事業の採算性が向上につながるものと考えられる。

なお、事業スコープは、今後行われる事業者間の協議の中で、給水範囲、受水点、需要、コスト、事業期間、金利、売水価格等を含めて決定されることとなる。本報告書は、2010 年 12 月から 2011 年 11 月時点での現地調査結果をまとめたものである。

一方、事業者間協議は、2012 年 3 月より、継続的に進められており、最終的結論には至っていない状況である。ただし、第 2 期までの給水範囲については、Ha Noi 市のみとなることが有力な状況となっている。

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> 浄水場規模
第 1 期：150,000m ³ /day
第 2 期：300,000m ³ /day |
| <input type="checkbox"/> 送水対象範囲
第 1 期：Ha Noi 市 (Long Bien 区、Gia Lam 県、Ha Noi 市中心部)
Bac Ninh 省 (Tien Du 県 Lim 町付近への送水)
Hung Yen 省 (Van Giang 県の住宅団地)
第 2 期：第 1 期と同様 |
| <input type="checkbox"/> 送水管延長
第 1 期：約 45.6km 第 2 期：第 1 期と同様 |
| <input type="checkbox"/> 受水点設置箇所数
第 1 期：6 箇所 (Ha Noi 市 4 箇所、Bac Ninh 省 1 箇所、Hung Yen 省 1 箇所)
第 2 期：第 1 期と同様 |

参考) 上記送水対象範囲を Ha Noi 市のみとする場合の送水管延長を以下に示す。(詳細は表-3.5.34 参照)

第 1 期：約 20.6km 第 2 期：第 1 期と同様

図-3.2.24 に本調査の最終的な給水対象エリア（候補）を、表-3.2.34 にドン河浄水場の対象水量を示す。

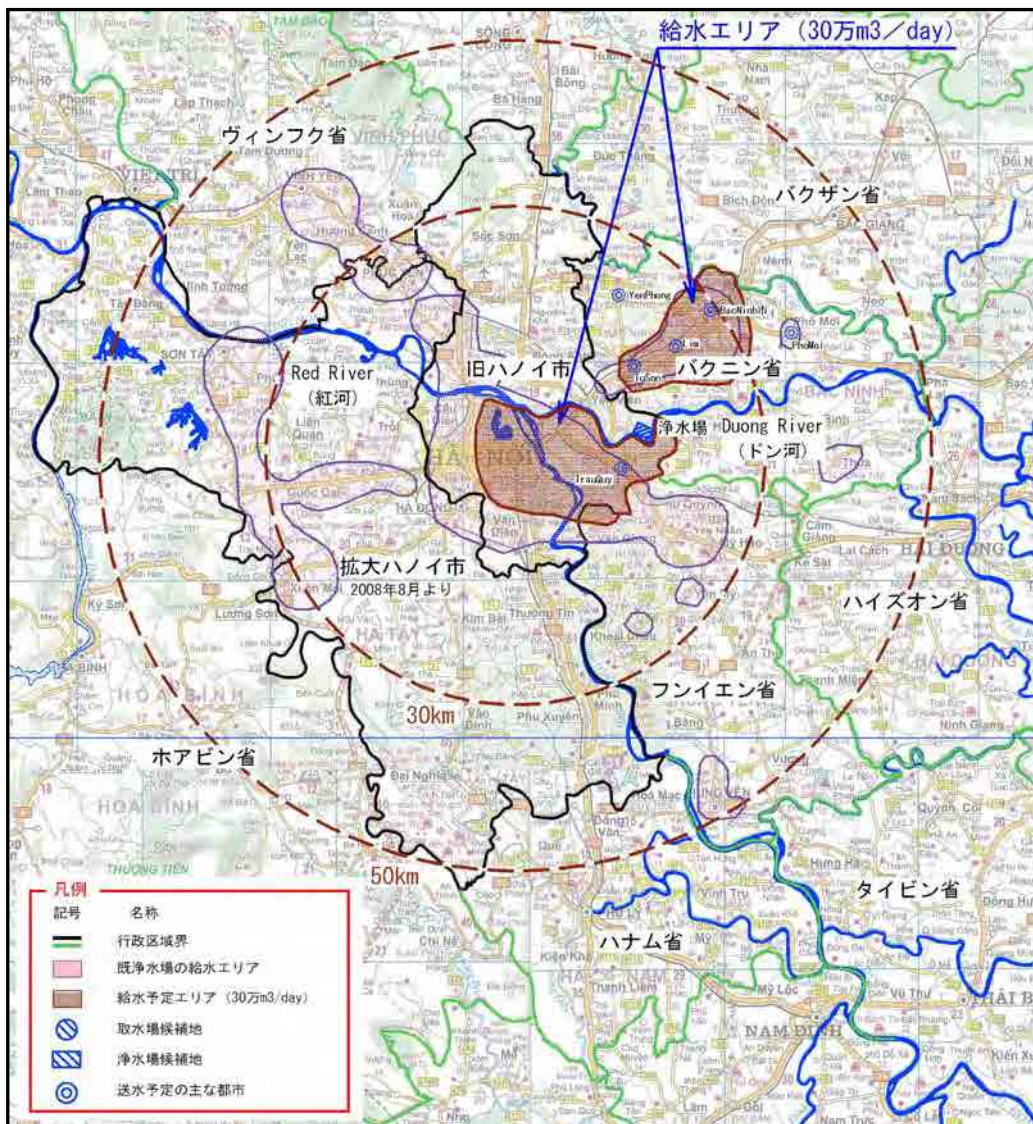


表-3.2.34 ドン河浄水場の対象水量

項目	2015	2020
水需要量 (千 m ³ /day)	162.1	829.7
他浄水場 (現況・計画、千 m ³ /day)	0.0	438.0
不足水量 (千 m ³ /day)	162.1	391.7
うち本浄水場 (千 m ³ /day)	150.0	300.0
	第 1 期	第 2 期
計画水量 (千 m ³ /day)	150.0	300.0

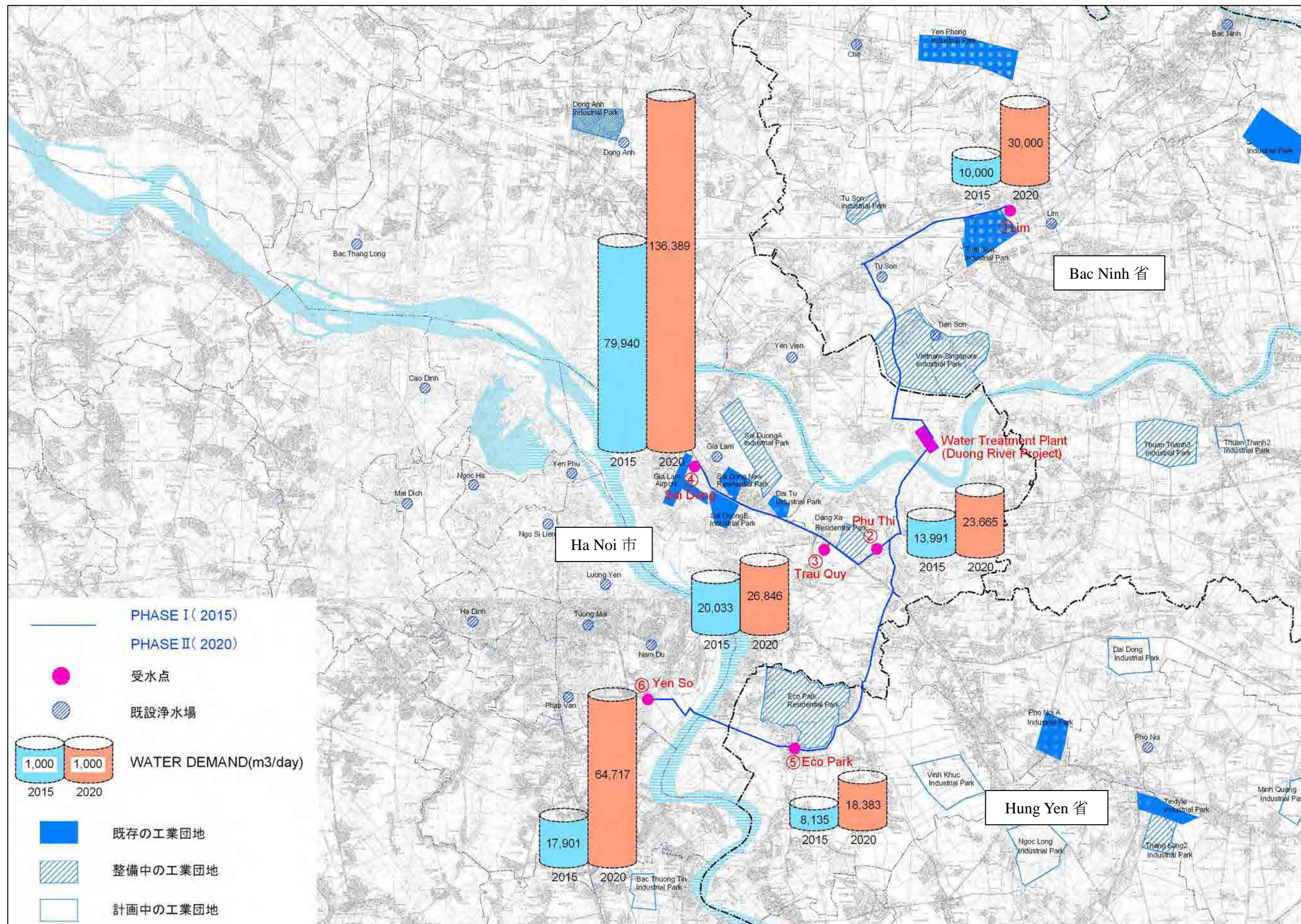


図-3.2.25 送水ルート及び各受水点の受水量

3.3 適切な事業スコープの提案

3.3.1 プロジェクトの概要

本提案事業は、1市2省を送水対象範囲とした用水供給事業であり、拡大するハノイ都市圏の水需要に応えるべく、ドン河 (Duong River) の表流水を水源とした計画浄水量 30 万 m³/day (1期: 15 万、2期: 15 万) の浄水場建設及び運営・維持管理、総延長約 46km の送水管整備を日越 PPP 事業として行うものである。

主な受水先は、HAWACO、Bac Ninh 省水道公社等の水道事業体の他、工業団地や住宅団地となる。

プロジェクトの概要は以下のとおりである。(詳細は図-3.3.1 参照)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">□ 浄水場規模<ul style="list-style-type: none">第1期: 150,000m³/day第2期: 300,000m³/day□ 送水対象範囲<ul style="list-style-type: none">第1期: Ha Noi 市 (Long Bien 区、Gia Lam 県、Ha Noi 市中心部)<li style="padding-left: 40px;">Bac Ninh 省 (Tien Du 県 Lim 町付近への送水)<li style="padding-left: 40px;">Hung Yen 省 (Van Giang 県の住宅団地)第2期: 第1期と同様□ 送水管延長<ul style="list-style-type: none">第1期: 約 45.6km 第2期: 第1期と同様□ 受水点設置箇所数<ul style="list-style-type: none">第1期: 6 箇所 (Ha Noi 市 4 箇所、Bac Ninh 省 1 箇所、Hung Yen 省 1 箇所)第2期: 第1期と同様 |
|---|

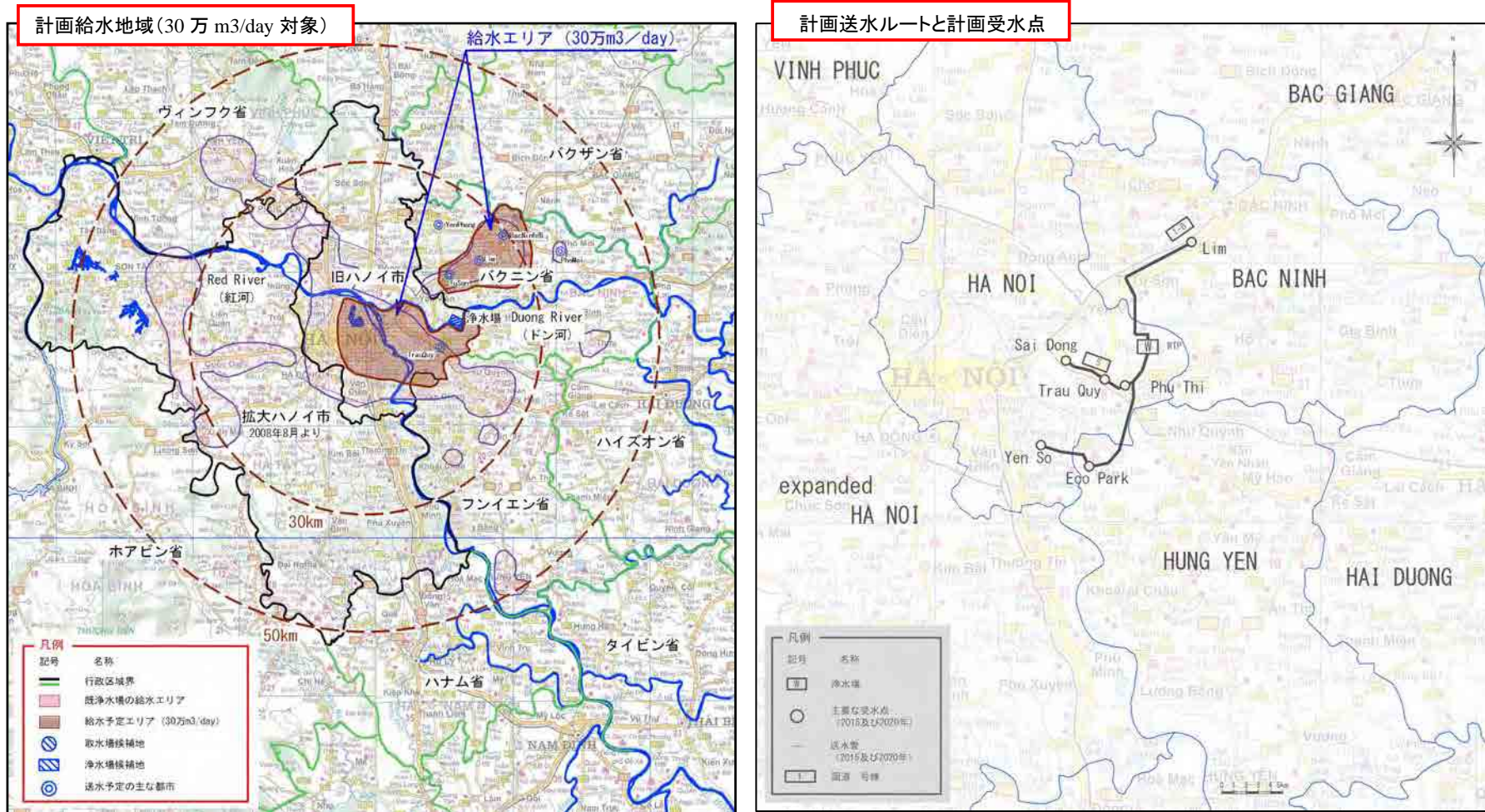


図-3.3.1 本提案事業の概要

3.3.2 事業範囲の提案

本提案事業の事業範囲は、図-3.3.2 に示すとおり、浄水場建設及び運営・維持管理、送水管整備までとなっており、SPC を構成し事業を実施することとなる。

PPP 事業の観点においては、日本側・ベトナム側の官民役割分担の明確化が重要であり、日本国企業の役割は、高濁度の河川水の処理技術を提供し、施設建設、維持管理に関して責任をもって実施することである。資金調達に関しては公的資金（官の協力）および民間資金を有効に活用して、長期の事業における事業性を確保するための新たなファイナンスを組成することが前提となる。

これら水処理技術およびファイナンスの提案は、ベトナム国の水道事業企業の育成と資本市場の発展に寄与するものである。

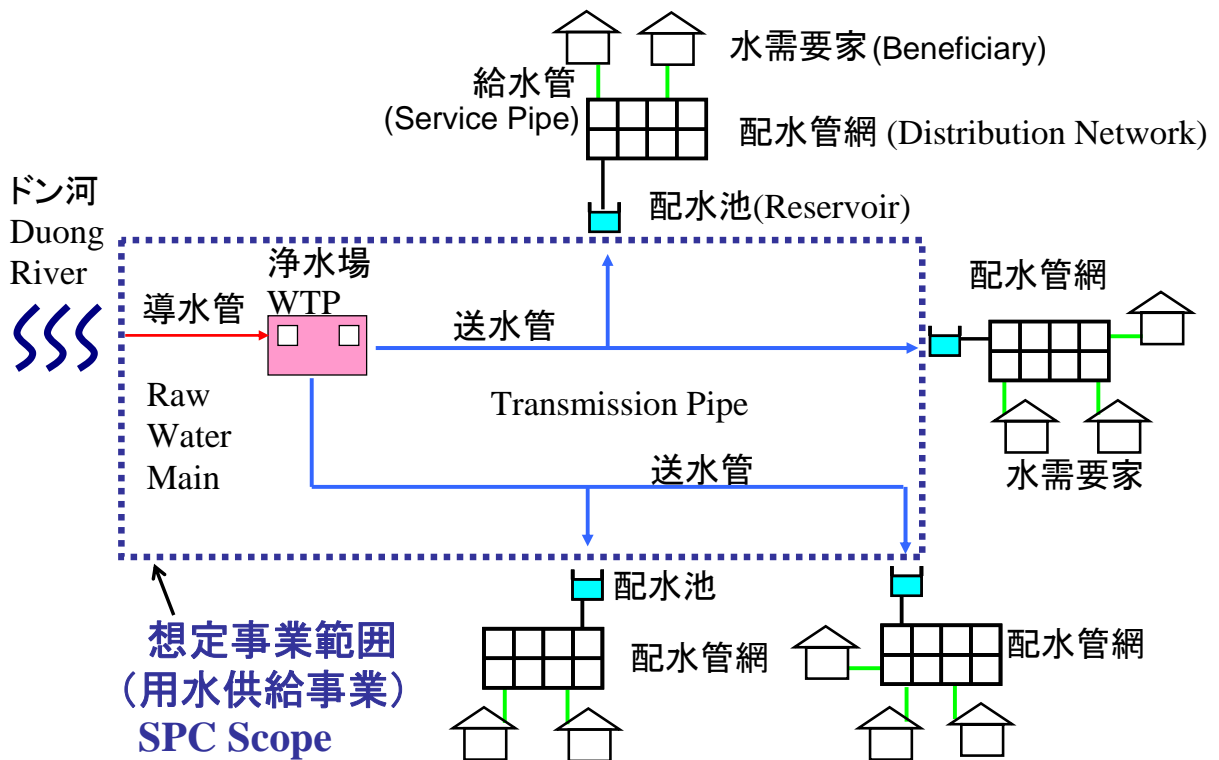


図-3.3.2 本提案事業の概念図

3.3.3 浄水場建設予定地の選定

(1) Pre-FS における浄水場建設予定地の選定

浄水場建設予定地の選定は、Pre-FS における選定結果に従い、下図の第 2 候補地とする。

第 2 候補地は、他の候補地と比較し、基幹道路である国道 1 号線からのアクセスに優れ、候補地周辺は農地であるため住民移転も発生しない。また、近隣住民の生活用道路と工事車両のアクセス道路が重複しないことから、近隣住民の生活への影響も最も少ないと考えられる。

以上のような条件から総合的に判断し、第 2 候補地を選定している。



図-3.3.3 Pre-FS における浄水場候補地

(2) 土地利用形状

上述のとおり、Pre-FS での用地選定結果を踏まえ、候補地におけるより具体的な土地利用形状を選定する。

Pre-FS では現地調査の結果、図-3.3.3 に示すとおり土地利用形状を選定していたが、本調査において事業主体である VIWASEEN 社の計画と現地での確認の結果、当初の土地利用形状では、数件の民家に影響を与える（移転）の可能性があることから、図-3.3.4 に示すとおり土地利用形状とすることとした。

選定の主な理由は以下のとおりである。

- 住民移転が発生しない土地利用形状とする。
- 日常の維持管理や将来の拡張が行いやすい施設配置が可能な土地利用形状とする。
- 将来の拡張用地（60 万 m³/day）を含めた用地取得が必要である。

以上の点を考慮した上で、後述する施設配置を検討すると図-3.3.4 に示す土地利用形状が最適といえる。（但し、経済設計を考慮したさらなる最適化が必要）

なお、現場写真及び環境影響調査の詳細は「4.環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討」、施設配置、敷地面積等の詳細は「3.5 概略設計」において詳述する。



図-3.3.4 浄水場及び取水場の建設予定地

3.3.4 送水管路線の選定及び受水点の設定

(1) 送水管の計画内容と受水点設定

本提案事業はハノイ都市圏の1市2省を対象とした用水供給事業であり、送水管延長は、2015年までに約46kmの整備を対象としている。Pre-FSにおいては、2020年までにHa Noi市南部への送水やBac Ninh省北部全域、Hung Yen省南部への送水が含まれており、送水管総延長は約130kmが計画されていたが、本調査において、ダ河事業を始めとする他事業との取り合いや各水道事業主体との協議を進めた結果、整備量として約60%の低減が可能となった。受水点設置数についても同様に、全19箇所から6箇所へと見直しを行った。なお、2012年3月からの事業者間協議では、第2期までの給水範囲はHa Noi市のみが有望となっている。

事業範囲は「3.3.2 事業範囲の提案」に示すとおり送水管整備までとし、各需要家との責任境界（受水点）に流量計を設置し、流量計までを本事業範囲とする。

送水管路線の概略図を図-3.3.5に示す。

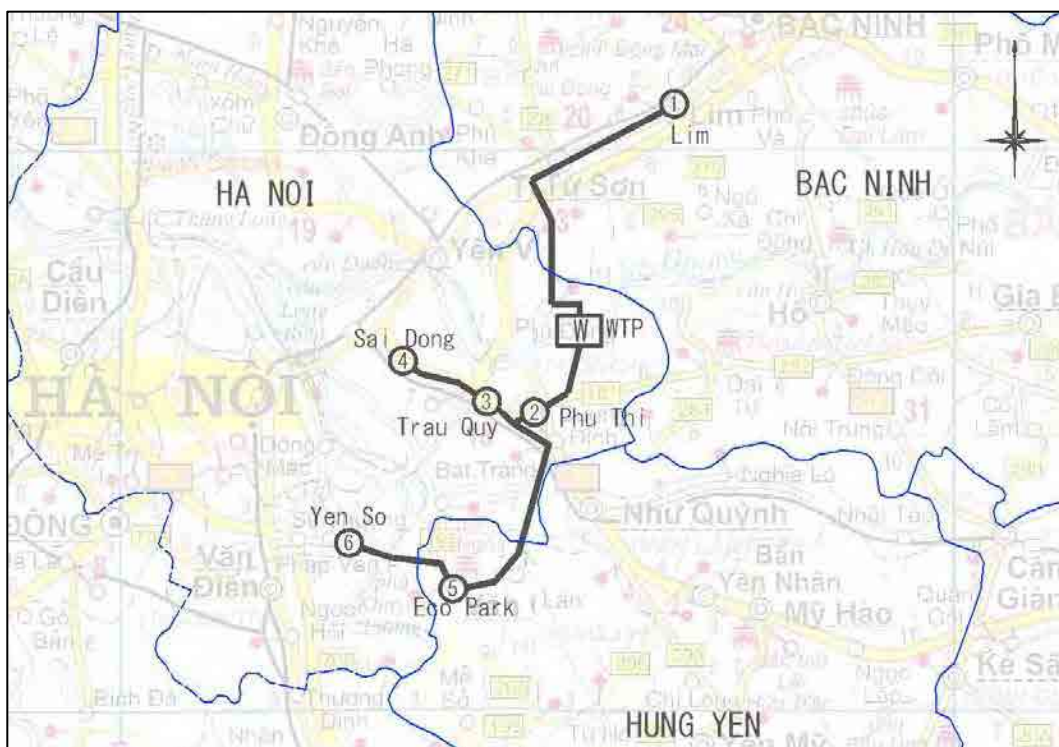


図-3.3.5 本提案事業の送水管路線

(2) 送水管路線の選定

「3.2 事業の需要予測」において、水需要の分布状況や既設配水管の状況から選定された送水管路線について、施工の可否を含めた道路状況、周辺環境等を表-3.3.1に整理する。

表-3.3.1 送水管路線と道路状況

No.	道路種別 (道路番号)	口径 (mm)	路線状況	備考
①	一般国道 (1A 号)	700	Ha Noi 市—Bac Ninh 省を結ぶ旧幹線道路で交通量はやや多いが、大型車の占める割合は少ない。	
②	一般国道 (179 号) ※ ドン河北部	700	国道 1A、国道 1B 及びドン河堤防道路を結ぶ道路であるが、交通量は少ない。近隣に工業団地が建設されているため、工事用車両が多い。	
③	ドン河堤防内	1600	田畑及び農道を通るルートである。支障となるものは特にない。	
④	ドン河横断部	1600	Pre-FS からの大きな変更はなく、河道が最も安定している場所を選定。	
⑤	一般国道 (181 号)	1600	5 号線と 38 号線のパイパス道路であるが、交通量は多くはない。沿線の開発に伴い、現在拡幅工事中である。	
⑥	主要国道 (5 号)	1400	ハイフォン港と内陸を結ぶ流通の中心である大動脈幹線道路で、交通量が多く、重車両の占める割合も高い。片側 2 車線の歩車道構成で、沿線は店舗や事業所が密集しているため夜間施工が必要である。ルートは、受水点への送水が最短であることにより決定。	

⑦	一般国道（179号） ※ドン河南部	1100	堤防道路である 195 号線と 5 号線を結ぶ道路で、交通量はやや多く、小規模の道路補修工事でも渋滞となる。これらの道路は、2 車線道路で、市街化された区域内の一部は歩道を有し、沿線は店舗や事業所に占められ、住居や公共施設は極めて少ない。ルートは、農道も含めた既存道路網と新設道路計画による検討案のうち、受水点への送水が最短であることにより決定。
⑧	ホン河堤防内	1000	大部分が田畑であり、船着場へのアクセス道路と養魚池管理用道路、浚渫砂運搬路にも布設する。河川横断部へのアクセスを考慮し選定。
⑨	ホン河横断部	1000	Pre-FS からの大きな変更はなく、河道が最も安定している場所を選定。Kyuen Luong 港内となるので、縦断線形は内陸水運計画に配慮しなければならない。
⑩	一般国道（1A号） ※側道	1000	国道 1A 号は幹線道路であり交通量も多いが、布設ルートは側道の歩道内となる。

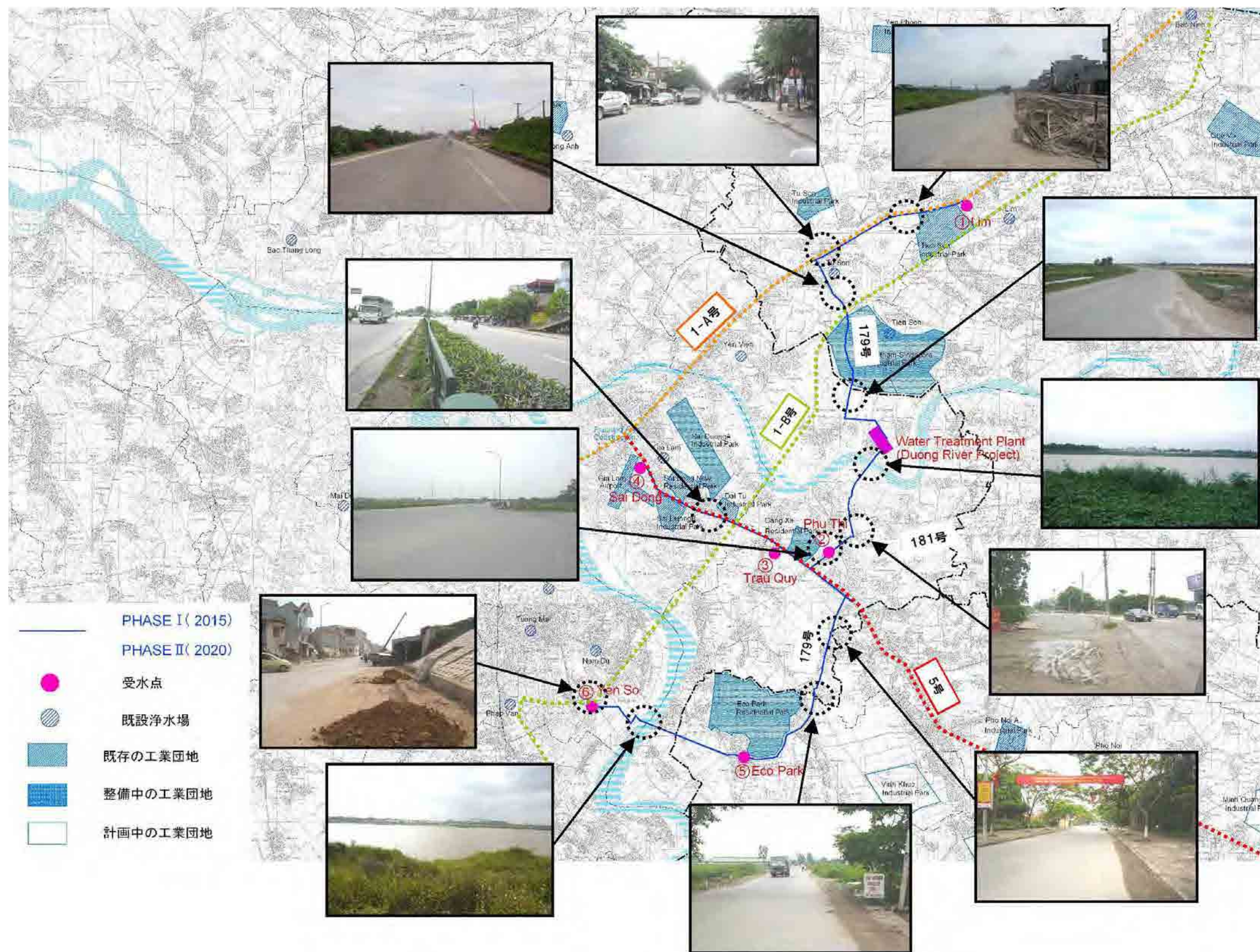


図-3.3.6 送水管路線と現場状況

(3) 受水点位置の選定

1) 受水点の概要

「3.2 事業の需要予測」により設定された受水点は、Ha Noi 市に 4 箇所、Bac Ninh 省、Hung Yen 省にそれぞれ 1 箇所ずつの計 6 箇所となっている。

受水点設置位置の概要を表-3.3.2 に示す。

表-3.3.2 受水点設置位置の概要

No.	受水点名	市省名	区県名	備考
①	Lim	Bac Ninh	Tien Du 県	国道 1-A 号
②	Phu Thi	Ha Noi	Gia Lam 県	県道 181 号
③	Trau Quy	Ha Noi	Gia Lam 県	国道 5 号
④	Sai Dong	Ha Noi	Long Bien 区	国道 5 号
⑤	Eco Park	Hung Yen	Van Giang 県	県道 179 号
⑥	Yen So	Ha Noi	Hoang Mai 区	国道 1-B 号

2) 受水点施設の形状

受水点位置の設定は、給水区域及び受水施設の大きさから設定する。

なお、各受水点の受水施設の形状については、以下の考え方に従い設定する。

① 共通事項

各受水点には、流量計及び水質計器を設置するため、流量計取合所(室)の設置が必要となる。

流量計室の形状は対象管路の口径により、各々設定する。

② 受水槽方式の場合

受水方式を受水槽方式とする場合には、受水槽（配水池）及び配水ポンプ室の設置面積を見込まなければならない。

受水槽の容量については、ドン河浄水場の浄水池が十分な貯留量（計画一日最大配水量の 6 時間分）を有していることから、配水ポンプの運転に支障をきたさない最低限の調整容量のみを持たせることとして設定する（ポンプ井としての役割）。

ポンプ井の容量は、明確な基準はないものの、経験上、時間最大配水量の 30 分～1 時間程度が必要であることから、安全性を見込み時間最大配水量の 1 時間容量を確保する必要がある。

なお、取り合に関する受水槽の整備については、本提案事業の範囲外となるため、各受水者側が整備することとなる。

③ 直接配水の場合

受水方式を直接配水とする場合には、送水圧力低下時の配水管から送水管への逆流を防止するため、上記①の他、逆止弁の設置スペースを見込むこととする。

3) 受水点位置の選定

以上の考え方を基に、受水点位置の選定を行う。

なお、受水点は送水管ルートに可能な限り近い用地から選定するものとし、地図上より候補地を選定した。その後、候補地の現地調査を行い、土地の安全性や周辺環境、アクセスの容易性等の様々な観点から総合的に判断した。

各受水点の設置位置の選定結果を以下に整理する。

① Lim 受水点 (Bac Ninh 省 Tien Du 県)

Lim 受水点については、Bac Ninh 省水道公社へのヒアリング結果から、国道 1 号線沿いの Tu Son 県と Tien Du 県の境界付近で選定した。選定された候補地を図-3.3.7 に示す。

候補地周辺は、現在、工業団地や単独の工場、住宅の開発が進められており、地図上では空き用地が多いものの、現在の現場状況においては、選定可能な用地が非常に限られている。選定理由としては、上述のヒアリングで得られた条件の範囲内で最も Tu Son 県よりの位置で受水点が設置可能な用地を選定している。



(出典: Google Earth)

図-3.3.7 No.1 Lim 受水点の候補地

② Phu Thi 受水点 (Ha Noi 市 Gia Lam 県)

Phu Thi 受水点については、給水区域が国道 5 号線北部であることから、送水ルート上の国道 5 号線北部で受水点が設置可能な用地を選定した。選定された候補地を図-3.3.8 に示す。

候補地周辺は、一面が田畑であり、送水管ルートとなる前面道路は新設の道路である。現在は支障物が何もなく、十分な用地を確保することが可能である。一方で送水ルート上流側は住宅密集地となっており、送水ルートに近い位置で適当な用地はなく、また、候補地下流側は工場が多く適当な用地は得られない。

以上の理由から候補地を選定した。



(出典: Google Earth)

図-3.3.8 No. 2 Phu Thi 受水点の候補地

③ Trau Quy 受水点 (Ha Noi 市 Gia Lam 県)

Trau Quy 受水点については、給水区域が Gia Lam 県内の既設配水区域及び国道 5 号線南部であることから、送水ルート上の国道 5 号線南部で受水点が設置可能な用地を選定した。なお、既設配水管を利用した配水を行うことになるため、可能な限り配水管線上流側に設置する必要がある。選定された候補地を図-3.3.9 に示す。

候補地周辺は、沼地及び田畑であり、主要な幹線道路である国道 1 号線及び国道 5 号線に囲まれた土地である。家屋等の支障物は何もないが、候補地周辺は沼地が多く、施工の際は埋め立て等が必要となる。設置スペースとしては十分な用地を確保することが可能であり、候補地の上流側、下流側とも同様の状況であることから、配水上の効率性等を重視し、本候補地を選定した。



(出典: Google Earth)

図-3.3.9 No.3 Trau Quy 受水点の候補地

④ Sai Dong 受水点 (Ha Noi 市 Long Bien 区)

Sai Dong 受水点については、給水区域が Long Bien 区内の既設配水区域 (Gia Lam 浄水場及び Gia Lam 空港浄水場) であり、既設管網を利用して配水することとなる。そのため、送水ルート上で配水管網の最上流となる Gia Lam 浄水場周辺で受水点が設置可能な用地を選定した。なお、Sai Dong 受水点は、受水量が最も多く、第 1 期で約 80,000m³/day、第 2 期で約 130,000m³/day であり、約 6,500m³ の受水槽 (配水池) を設置する必要がある。上記の条件を考慮して選定された候補地を図-3.3.10 に示す。

候補地周辺は、一面田畑であり、Gia Lam 空港と国道 5 号線に囲まれた土地である。家屋等の支障物は何もなく、十分な用地確保が可能である。本候補地以外の用地については、住宅、工場、工業団地が密集しており、送水ルート上に十分な用地が得られない。以上の理由から候補地を選定した。



(出典: Google Earth)

図-3.3.10 No. 4 Sai Dong 受水点の候補地

⑤ Eco Park 受水点 (Hung Yen 省 Van Giang 県)

Eco Park 受水点については、給水対象が Eco Park 住宅団地であることから、図-3.3.11 に示すとおり、送水ルートに最も近い敷地境界に流量計室を設置し、受け渡しを行うこととする。受水点から団地内の浄水場までの連絡管路については、基本的に Eco Park 側での整備となる。

候補地周辺は、一面田畑であり、他の用地を選定する理由もないことから、本候補地を選定した。



(出典: Google Earth)

図-3.3.11 No.5 Eco Park 受水点の候補地

⑥ Yen So 受水点 (Ha Noi 市 Hoang Mai 区)

Yen So 受水点については、唯一管路上での受け渡しとなる受水点であり、HAWACO からの要望により、既設配水幹線 $\phi 800\text{mm}$ への接続としている。

そのため、既設配水幹線 $\phi 800\text{mm}$ のルート上で流量計室の設置スペースが確保可能な位置を選定する。

選定された候補地を図-3.3.12 に示す。

既設配水幹線 $\phi 800\text{mm}$ は国道 1 号線の南側の側道歩道内に布設されている。候補地周辺は住宅及び池となっており、流量計室の設置は住宅に支障のない、池側の池と歩道の上に設置する。流量計室の形状は、逆止弁を含めて $12\text{m} \times 5\text{m}$ 程度であり、歩道脇への設置は可能である。

南側側道内には送水管の布設スペースが無く、また国道 1 号線を跨いで南北に行き来できないことから、候補地以外では既設配水幹線 $\phi 800\text{mm}$ との接続が可能な場所はない。以上の理由から候補地を選定した。



(出典: Google Earth)

図-3.3.12 No.6 Yen So 受水点の候補地

3.3.5 事業実施期間の提案

本事業は実施規模が大きく、その建設には、約 230 億円（第 1 期、第 2 期分: 30 万 m³/day）のコストと複数年にわたる建設期間が必要となる結果となった。

本事業の期分けは、水需要予測から施設容量 30 万 m³/day を段階的に分けて建設するものとする。

第 1 期の建設期間は、3 年を想定している。Ha Noi 市水道公社は、2015 年からの供用開始（15 万 m³/day）を希望している。

一方、第 2 期（15 万 m³/day）の建設計画については、水需要予測によれば 2020 年の供用開始が望ましいが、実際の需要の伸びについては不確定な要素が多いことから、第 1 期分の事業実績を考慮した上で定めるべきである。第 2 期の建設期間は 2 年を想定している。

なお、維持管理を含めた財務分析における事業期間は最長 30 年とし、事業実施期間を以下のように仮定し、財務分析を行っている。

表-3.3.3 事業実施規模・財務分析用想定時期

項目	事業規模	事業契約	操業開始	事業終了
第 1 期	150,000m ³ /day	2012 年	2015 年	2042 年
第 2 期	150,000m ³ /day	2018 年	2020 年	2042 年

（注）事業終了は最大事業期間 30 年を適用したケースを示す。

3.4 設計条件の設定

本章では、後述の「3.5 概略設計」に必要な基本設計条件の設定を行う。

3.4.1 目標年次

本提案事業の目標年次は、「3.3.5 事業実施期間の提案」より、以下のとおりとする。

- 第1期：2015年
- 第2期：2020年

3.4.2 基本水量

本提案事業における基本水量は、「3.2 事業の需要予測」及び「3.5 概略設計」より、以下のとおりとする。

- 第1期：150,000m³/day
- 第2期：300,000m³/day

3.4.3 浄水水質基準

計画浄水水質は、ベトナム国飲料水水質基準に準拠する。

以下に主要な項目の基準を示す。

表-3.4.1 ベトナム国飲料水水質基準の主要項目

No	基準項目	単位	上限水質基準	試験方法
1	色度	TCU	15	TCVN 6185 - 1996 (ISO 7887 - 1985) 又は SMEWW 2120
2	味・臭気	-	異常がないこと	感官, 又は SMEWW 2150 B và 2160 B
3	濁度	NTU	2	TCVN 6184 - 1996 (ISO 7027 - 1990) 又は SMEWW 2130 B
4	pH	-	6.5 ~ 8.5	TCVN 6492:1999 又は SMEWW 4500 - H ⁺
5	硬度, as CaCO ₃	mg/L	300	TCVN 6224 - 1996 又は SMEWW 2340 C
14	塩素イオン	mg/L	250 300	TCVN6194 - 1996 (ISO 9297 - 1989) 又は SMEWW 4500 - Cl ⁻ D
20	総鉄 (Fe ²⁺ + Fe ³⁺)	mg/L	0.3	TCVN 6177 - 1996 (ISO 6332 - 1988) 又は SMEWW 3500 - Fe
22	総マンガン	mg/L	0.3	TCVN 6002 - 1995 (ISO 6333 - 1986)
26	硝酸塩	mg/L	50	TCVN 6180 - 1996 (ISO 7890 -1988)
27	亜硝酸塩	mg/L	3	TCVN 6178 - 1996 (ISO 6777-1984)
30	硫酸イオン	mg/L	250	TCVN 6200 - 1996 (ISO9280 - 1990)
32	酸素消費量 (KMnO ₄ 消費量)	mg/L	2	TCVN 6186:1996 又は ISO 8467:1993 (E)
90	残留塩素	mg/L	0.3 ~ 0.5	SMEWW 4500Cl ⁻ 又 は US EPA 300.1
108	一般細菌	MPN/100 mL	0	TCVN 6187 - 1,2 :1996 (ISO 9308 - 1,2 - 1990) 又は SMEWW 9222
109	大腸菌もしくは糞便性大腸菌群	MPN/100 mL	0	TCVN6187 - 1,2 : 1996 (ISO 9308 - 1,2 - 1990) 又は SMEWW 9222

(出典：ベトナム国飲料水水質基準 2009)

3.4.4 ドン河取水水位

ドン河浄水場の取水計画水位は、過去 10 年間のデータをもとに決定する。

水源河川であるドン河の 2002～2009 年の 10 年間の水位の変動をグラフにしたものを図-3.4.1 に示す。

また、月最大水位と最小水位をグラフ化したものを図-3.4.2 に示す。

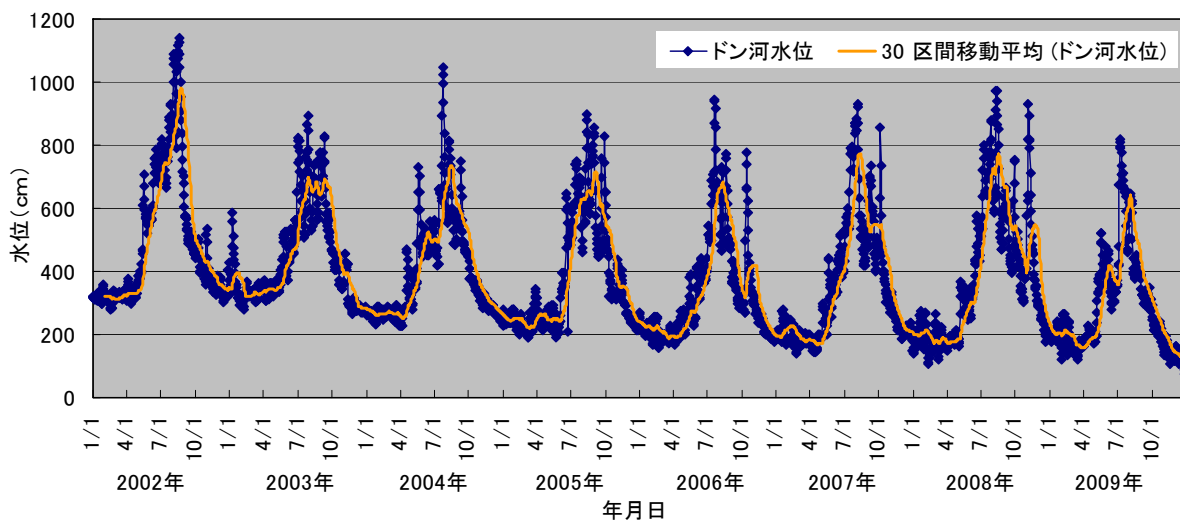


図-3.4.1 ドン河水位日変動の経年変化 (2002 年～2009 年)

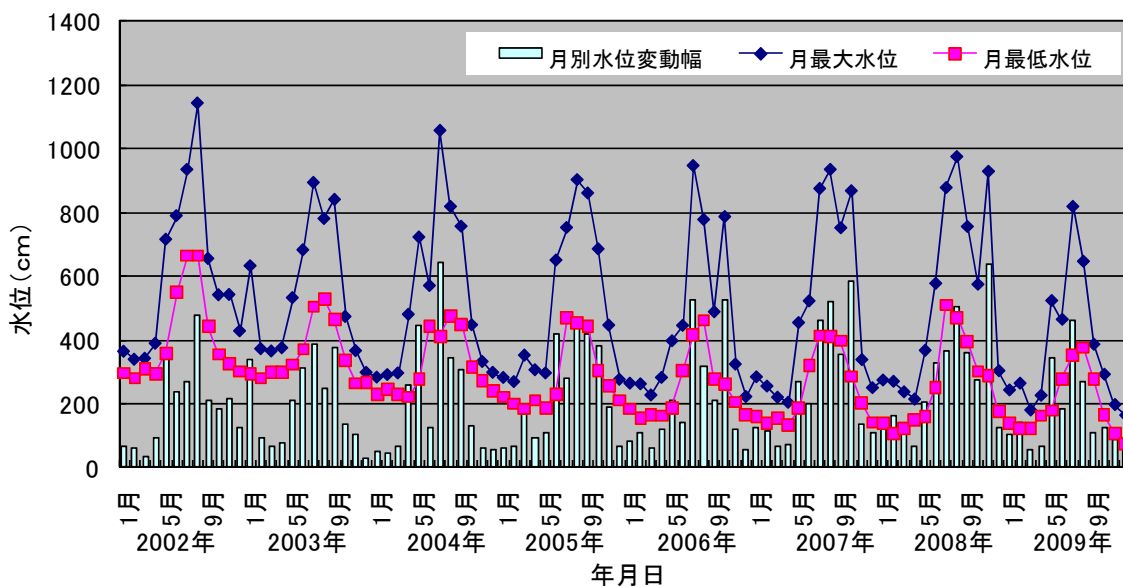


図-3.4.2 月最大・最低水位の経年変化 (2002 年～2009 年)

グラフより、ドン河水位は過去 10 年で低下傾向にあることが見て取れる。2002 年では最大 11.42m であった水位が、近年では 10m を下回っている状況である。また、最小水位についても同様であり、2002 年では 2.80m であった水位が、2009 年では 0.75m

まで低下している。

ただし、近年 5 ヶ年に着目すると 2009 年を除いては、水位は概ね安定している。このことから、今後のドン河の水位は、これまでの 2002 年から 2005 年のような低下傾向は継続せず、上流域の気象条件やダム建設及びダムの運用による単年度での変動はあるが、安定する方向にあると推測することができる。

以上より、ドン河浄水場の取水計画水位は、以下のように設定する。

表-3.4.2 ドン河取水水位（設定値）

種別	水位（標高）	設定根拠
最大水位	11.5m	2002 年最大水位 11.42m より設定
最低水位	0.5m	2009 年最低水位 0.75m より設定
水位変動幅	11.0m	上記最大・最低の差

また、上記計画水位に対して、実際の河川水位の年間の変動幅は下表のとおりであり、実績ベースで 8m 前後の水位変動があることがわかる。大幅な水位変動は取水ポンプの運転に影響を及ぼすことから、安定した取水を行うためにポンプ側での対策が必要と考えられる。

表-3.4.3 年間水位変動幅（2002～2009 年）

（単位：m）

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	平均
変動幅	8.62	6.29	8.34	7.18	7.92	8.00	8.66	7.43	7.80

3.4.5 受水点受水方式

(1) 本提案事業の責任範囲

本提案事業は、用水供給事業であることから、事業範囲は送水管路までを想定しており、各受水点には流量計を設置し、流量計後の第一バルブまでを責任範囲とする（下図参照）。

また、各受水点には流量計の他、各種水質計器を設置し、責任水質遵守を目的として水質監視を行う。（監視項目については、「3.5.3 取水場・浄水場施設計画（10）電気計装設備計画」参照）

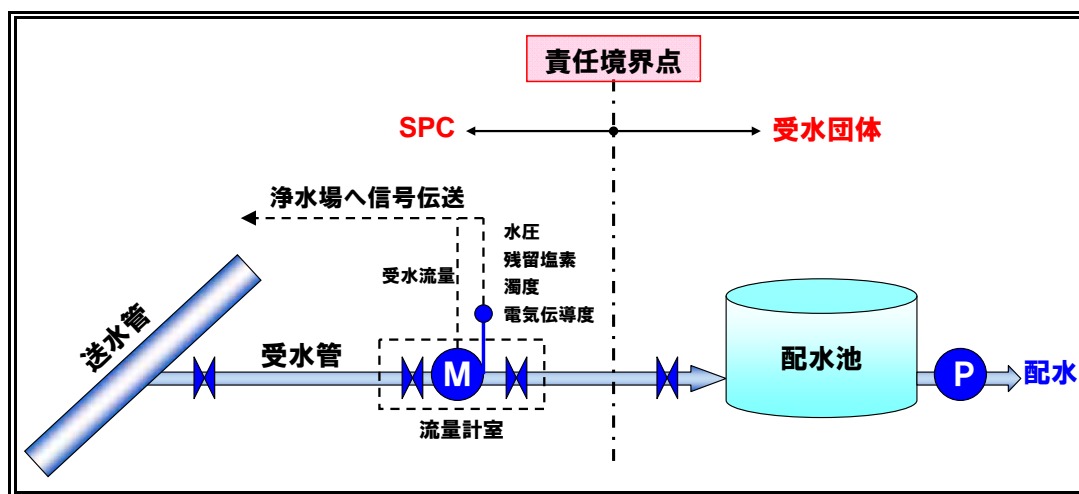


図-3.4.3 受水点における本提案事業の責任境界

(2) 送水形態

送水形態は、各受水点に一定量を送水する定量送水を基本とする。

(3) 受水方式の設定

1) 受水点への送水状況

送水先となる受水点は全6箇所であり、受水点ごとの受水量は、第1期で約10,000～80,000m³/day、第2期で約18,000～136,000m³/dayと大小様々である。

また、浄水場からの距離についても、5～25kmと大きな開きがあり、送水ポンプの運転は複雑となることが想定される。

2) 各需要家へのヒアリング結果

受水方式を選定する上で、受水先となる需要家の要望は無視することができない。本調査においては、各需要家へ受水量、受水点位置のヒアリングを行うと同時に受水方法についても要望をヒアリングした。

ヒアリング結果を表-3.4.4に整理する。

表-3.4.4 需要家へのヒアリング結果

団体名	ヒアリング内容
Ha Noi 市水道公社	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配水本管への直接接続としたい。受水槽方式とした場合、配水池及び配水ポンプが必要となることから、管理施設が増えることとなる。現在も管理施設数が非常に多いため、これ以上管理施設数を増やしたくない。 ・ 受水槽を設置する場合には、用地を確保しなければならないため大変である。
Bac Ninh 省水道公社	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配水量が確保できれば、受水槽方式でも配水管への直接接続でもどちらでもよい。 ・ 可能であれば投資費用が安価な直接配水が好ましいが、元々、浄水場を建設する計画であったことから、配水場を設置する用意はある。
Eco Park 住宅団地	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当面の水量確保のために、独自で小規模浄水場を敷地内に建設する計画となっている。その後の水運用については、まだ詳細が決まっていない。(受水する場合には、浄水場で受水することが可能と判断)

3) 受水方式の設定

以上のヒアリング結果を踏まえ、受水方式を選定する。

本調査により設定した受水点の状況は、前述のとおり、送水量の大小、延長の長短が様々であり、配水本管への直接接続とした場合には、運転及び維持管理上、以下のような問題が考えられる。

- 配水量の時間変動により、送水状況が時々刻々変化するため、ポンプへの負荷が大きく、また、運転管理が複雑になる。
- 送水管及び配水管上で事故が発生した場合に、事故の影響が他の配水区域にまで波及する可能性がある。

以上より、受水方式については、基本的には受水槽方式とする。

ただし、前述のとおり、直接配水の要望が高いことや時間変動を吸収するのに十分な容量の受水槽を設置できない（設置されない）場合があることも考慮し、送水管の口径設定及びポンプ能力の決定には、直接配水が可能な水量（時間係数を見込んだもの）を見込むこととする。

なお、受水点 No.6 の Yen So のみ配水本管への直接接続とするが、既設浄水場の配水エリアへの注入となることや、実際の運用は HAWACO へ一任することになるため、時間変動分の水量は既設浄水場で見込むものとして、ドン河浄水場からの送水は、時間係数を見込まない定量送水とする。

3.4.6 用水供給水圧の設定

適正な水圧を維持することは、給水サービスの向上に寄与する。目標とする送水管の受水点水圧（用水供給水圧）は、配水管の最小動水圧と管網状況から設定される。

各受水点における用水供給水圧は、ベトナム国の水道施設設計指針 (TCXDVN33-2006) に規定される最低及び最高水圧の範囲内で設定することとなる。

(1) 受水点最低供給水圧

本提案事業の受水点最小供給水圧はベトナム国水道施設基準で定められている最低水圧10mを基に、分岐後の配水管の配水管路損失水頭を考慮して決定する。

ただし、基本的には需要家はHa Noi市水道公社となることから、現況の配水圧力データを参考に設定することとなる。

Ha Noi市水道公社の配水圧力実績を整理したものを表-3.4.5に示す。

表-3.4.5 Ha Noi 市水道公社の配水圧力実績

施設配水量（実績） (m ³ /day)	年月日	最大配水圧力水頭 (m)
51,000	15/12/2008	28
21,000	15/12/2008	22
52,000	15/12/2008	15
21,000	15/12/2008	14
41,000	15/12/2008	18
32,000	15/12/2008	22
21,000	15/12/2008	10
61,000	15/12/2008	32
44,500	15/12/2008	13
最大		32
平均		19

出典：ハノイ水道公社運転記録

配水管網の損失水頭は配水管網の布設状況により異なるが、直接配水とする場合には、配水実績データから判断し、最低20m程度は必要と想定される。

本提案事業においては、受水方式は基本的に受水槽方式としているが、Ha Noi市中心部の配水管網への接続となるYen So受水点においては、管網への直接接続となる。

Ha Noi市へのヒアリング結果によれば、受水点での供給水圧は20mを要求していることから、上記実績データとヒアリング結果から受水点での供給水圧は20m以上を設定し、最低水圧を下回る場合には、増圧ポンプを設置する。

(2) 受水点最高供給水圧

本提案事業では、送水管路の口径及び送水ポンプ揚程を第 2 期の水量で設定していることから、水量が半分である第 1 期には、管路損失が少ないことから供給水圧が高くなることが想定される。

最高水圧は、給水区域の管路状況により異なるが、給水対象地域における既設配水管路は耐水圧が低い管種が多く使用されており、高水圧での接続は既設管路の破断、離脱等の発生が懸念される。このため、受水点最高水圧は、ベトナム国水道施設設計基準で規定される 40m 以下とし、最高水圧を上回る場合には減圧弁を設置する。

(3) 用水供給水圧

以上より、受水点における用水供給水圧は以下のとおり設定する。

〔最高水圧〕	40m 以下
〔最低水圧〕	20m 以上

3.4.7 建設予定地の地形

本調査では、取水場及び浄水場、送水管等施設の概略設計を行うにあたり必要となる、以下の測量を実施した。測量範囲は図-3.4.4 に示す範囲である。

表-3.4.6 測量調査実施内容

項目	内容
路線測量	送水管設計に必要となる情報として、布設ルートにおける地形測量と縦断測量、横断測量を実施
河川測量	送水管の河川横断部の設計に必要な情報として、ホン河及びドン河の河川横断箇所について、横断地点での河川横断形状を把握するため、両岸の地形測量及び河川横断測量を実施
地形詳細測量	送水管の一般部の設計に必要な情報として、橋梁部、水路・小河川部、幹線道路交差点部、鉄道交差点部について地形詳細測量を実施
用地測量	取水場及び浄水場設計に必要な情報として、浄水場の建設予定地については地形測量及び縦横断測量、取水場の建設予定地については地形詳細測量を実施

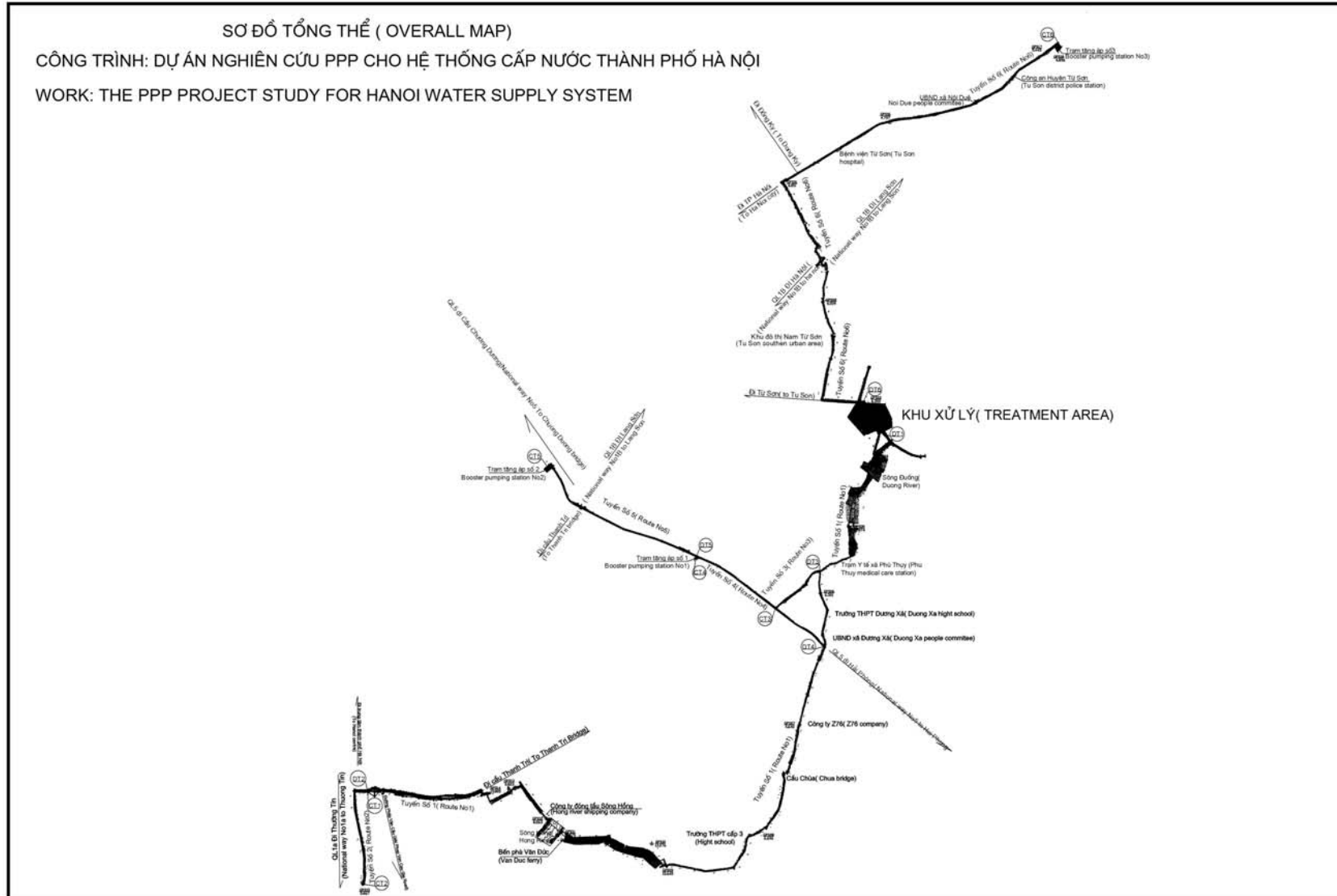


図-3.4.4 測量調査実施範囲

3.4.8 建設予定地の地質状況

本調査では、建設予定地及び送水管路線の地質状況を把握するために、地質調査を実施している。

地質調査の実施位置図を図-3.4.5 に示す。地質調査は浄水場予定地 3 箇所、送水管路線 13 箇所の全 16 箇所で行っている。

なお、地質の概要は下記のとおりであり、地質調査報告書については、付録-4 に添付する。

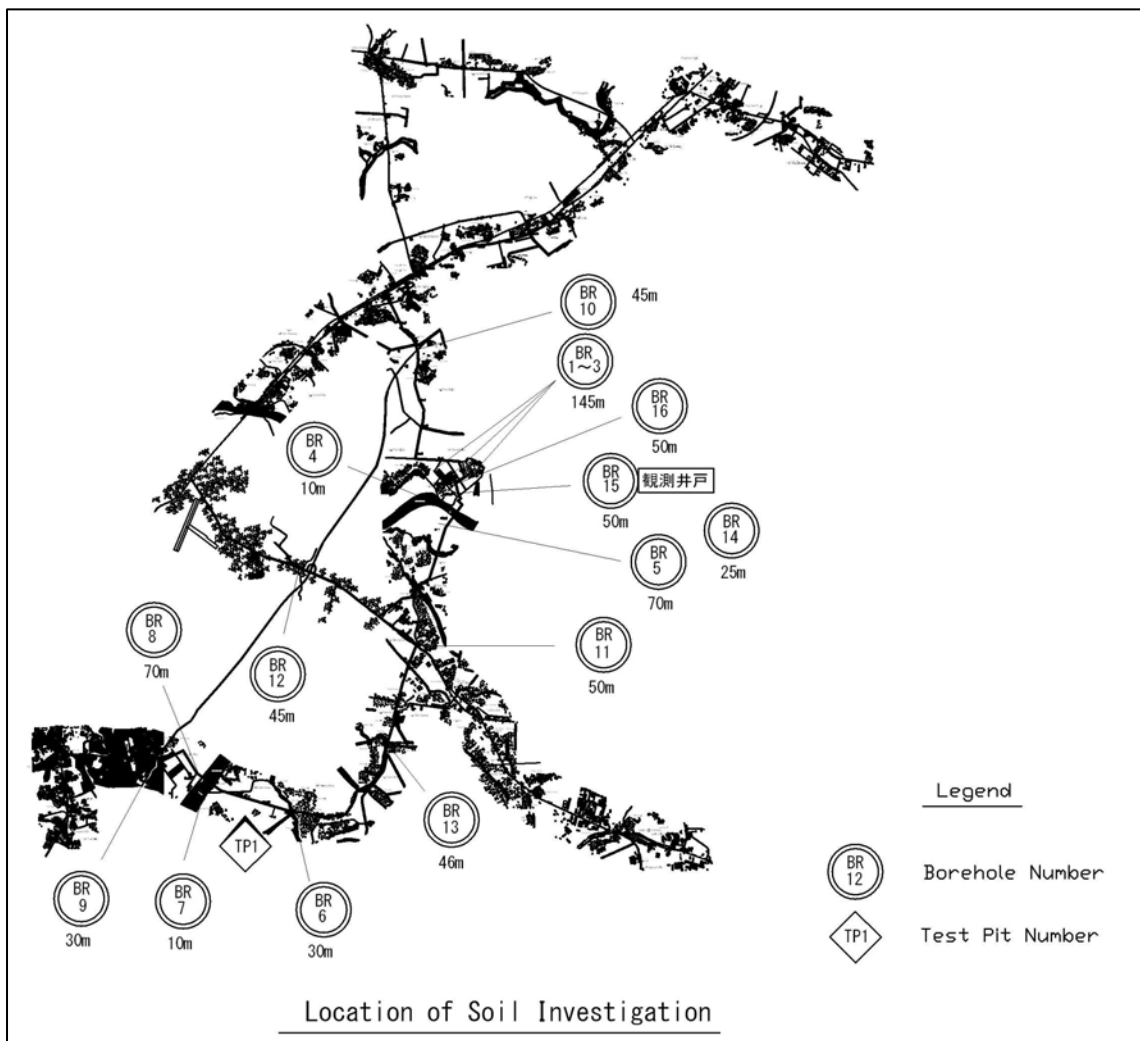


図-3.4.5 地質調査実施箇所

(1) 地質の概要

地質局出版のハノイ地質図 (F-48-XXVIII 2005 年版) と西北地方地形図によると、河川・海洋由来のホン河沖積デルタは比較的平坦な地形であるが、地質構成は非常に複雑であり、その分布は均質ではない。

そのため、地層の構成および物理的な性質に関しては、構造物や構築方法を勘案した、総合的な深い知見が必要となる地質であると判断できる。地質構成は、主に

第 4 紀と新第 3 紀の堆積物によって形成されていると考えられ、砂混じり粘土層、粘土混じり砂層、砂層等で構成され、各層の層厚は、それぞれ約 0.8 ～44m の範囲で複雑に変化している。

浄水場建設予定地は、ホン河によって開析形成された完新世の粘性土および砂質土で覆われた地形面となっている。

(2) 土質構成と物理・力学的特性

土質構成は、主に、表土、粘土、砂混ざり粘土、細砂、砂混ざり粘土、中砂により構成され、土質の特徴および特性が調査個所により大きく変化している。

以下に、代表的な地層の物理・力学的特性の概要を示す。

➤ 地層 1：表土

表土は、人工的に盛られたもので、厚さは 0.5～1.5m である。

➤ 地層 2：茶色、茶色グレーの粘土

表土の下層に位置し、4.1～6.4m の厚さであるが、一部砂混じり粘土が介在する。N 値は 2～14 である。

➤ 地層 3：黒グレー、茶色グレーの砂混ざり粘土

表土または地層 2 粘土の下層に位置し、層厚は 2.6～23.5m、N 値は 2～14 である。

➤ 地層 4：黒グレー、グレーの中密度飽和細砂

地層 1～3 の下層に位置し、層内に地層 5 砂混ざり粘土が介在したり、基盤層となりうる地層 7 砂礫層の上層にも存在する。層厚は 5.3～43.5m であり、N 値は 11～33 である。

➤ 地層 5：茶色グレー、黒グレーの砂混ざり粘土

主に地層 4 の下層に位置するが、地層 4 細砂と地層 6 中砂にメガネ状に介在しており、層厚は 4.2～6.9m である。N 値は 2～14 である。

➤ 地層 6：黄灰色の中砂

主に基盤層である地層 7 砂礫の上層に位置する。層厚は 2.5～18.5m である。N 値は 11～33 である。

➤ 地層 7：砂混じり砂礫

測定範囲の最下層で GL-32～46m に位置し、調査地域に広い範囲に連続で分布し、浄水場施設の基盤層と考えられる。層厚は測定していないため、確定できないが 30m 程度と推測される。

(3) 地下水の状況

地下水位は、いずれの地点においても概ね GL-1.7～2.5m の範囲であり、地形に左右されない水位が測定されている。ホン河及びドン河の表流水に大きく関連していると推定される。

また、多く点在する貯め池や水路と地下水の関係は、含水比試験結果より小さいと判断される。

(4) 構造物支持地盤としての適性

浄水場施設の基盤面に位置する地盤は、「地層 3：砂混じり粘土」及び「地層 4：飽和細砂」である。

各層の特徴を基に、構造物の支持地盤としての適性について以下に述べる。

- ▶ 砂混じり粘土層は、地盤強度である粘着力は $C_u=6.2\sim 10.6 \text{ kg/cm}^2$ 、先行応力 $P_o=65\sim 153 \text{ kg/cm}^2$ で、層厚も $3.3\sim 11.4\text{m}$ と不均一であり、強度的に安定した連続した地層とはなっていないことから、不等沈下が懸念される。したがって、重要構造物の支持地盤としては、不適切であると判断できる。掘削においては、自立性の地山であることから法切オープンカットが採用可能であるが、盤ぶくれ等の対策としてウェルポイントのような地下水対策が必要である。また、送水管布設はこの地層内となるが、埋設管路の支持地盤としては、特に問題なく適用できると考えられる。
- ▶ 細砂層は、上層に N 値 <10 の粘土混じり細砂、下層に N 値 <30 の細砂層より構成されており、層厚も $5.3\sim 20.6\text{m}$ と不均一である。N 値が不連続であるため、直接基礎とする場合は弾性体としての解析や不等沈下対策が不可欠であり、摩擦杭については安全性に留意する必要がある。

以上より、浄水場構造物については、最下層の砂礫層 (N 値 >50) を支持地盤とした杭構造とすることが、施設の機能維持のために最適と判断される。

3.4.9 不発弾調査

ベトナム国防省は、ベトナム戦争で投下された爆弾の不発弾は数%と推計しており、不発弾の現状を4分類に区分し、中部地方はI類で最も多く、北部地方のHa Noi市はII類で不発弾の多い地区としている。

また、国防省令 146/2007/TTP-BQR および首相決定令 96/2006/QD-TTg (爆弾調査・処理事業の管理と実行)、に基づき、各建設プロジェクト着工前に、不発弾調査・処理を行わなければならない。

今回の調査は、国防省下部組織である不発弾調査・処理会社および建設会社、地質調査会社、プロジェクトエリア内の住民へのヒアリングにより実施した。

(1) ヒアリング調査

1) 不発弾調査・処理会社へのヒアリング

Ha Noi市における爆弾投下は、旧市街は少なく、主に旧市街の郊外であった Long Bien 区、Gia Lam 県、Dong Anh 県、Soc Son 県の4区県が多く、次いで Tu Liem 県、Thanh Tri 県に投下された。(図-3.4.6 参照)



図-3.4.6 主な爆弾投下エリア

特に、不発弾が多く残っている地区は、戦時輸送の遮断が目的で爆弾が投下された Long Bien 橋及び Phu Dong 橋付近、また、Gia Lam 空港及び石油プラントが置かれた Long Bien 区に集中爆撃があり、多くの不発弾が残存し、近接する Gia

Lam 県にも大きな影響があるとされている。

不発弾の種類は、中部地方は科学兵器の爆弾も使用されたが、北部地方は爆破する目的の 250kg 爆弾が主で、殺傷兵器であるクラスター爆弾も多い。

なお、道路内の不発弾は、道路構築の着工前に調査し撤去しているため、存在しないものとされているものの、施工時に発見された小型爆弾等は、道路の端に放棄したり、また水路や河川に投棄されたりした為、路体下層以外には不発弾が残置している可能性がある。

また、不発弾の埋没深度は、地表から約 5~6m であり、それ以上の深さでは未だ発見されていない。

2) 建設会社および地質調査会社へのヒアリング

建設会社および地質調査会社へのヒアリング結果では、現在まで不発弾に遭遇したことはないとのことである。

3) プロジェクトエリア内の住民へのヒアリング

送水管布設ルート沿線において、住民ヒアリングを実施した結果、都市化された市内では不明であったが、郊外の農村地帯の田畑内で、クラスター爆弾の子爆弾が発見されているとのことである。

(2) 施工時の不発弾対策

施工時の不発弾対策としては、不発弾調査の実施が挙げられる。

調査対象となる地区は、管布設が既設道路の路体下層以外となる道路や田畑、河川等の現場条件、土工・仮設計画条件に基づき決定する。

調査方法については、地表付近の不発弾は陸上水平磁気探査、地下深い不発弾はボーリングやウォータージェット併用による鉛直磁気探査による。

また、河川内は陸上と同様な調査を船上より実施する。

(3) 不発弾調査の期間と費用

調査に要する期間と費用は、地形や調査船を必要とする河川内等の困難度に大きく左右され、長期間に亘るとともに費用も高額となるため、あらかじめ工事工程や事業費に見込んでおかなければならない。

なお、不発弾処理に要する費用はベトナム国にて負担することが望ましいと考える。

3.4.10 関連法規及びプロジェクト実施に必要な許認可

(1) 水道事業関連法規

本提案事業を実施するためには、水道に関する法制度及び指針・基準等の技術的な規定を十分に理解しておく必要がある。

以下に、水道事業に関する法制度及び指針・基準等を整理する。

表-3.4.7 水道事業に関する法制度

整理番号	法制度と番号	公布機関	概要
①	政令 177 号	首相府	水源法：関係機関および利用者の水源管理、権利、義務に関する政策設定の主要目的に係る法律
②	決定 63 号	首相府	2020 年に向けた都市部水道供給開発に向けての方針
③	指令 04 号	首相府	浄水供給と消費に関する経営改善
④	政令 117 号	建設省	浄水の生産・供給・消費に関する政令
⑤	政令 124 号	建設省	政令 117 号の改訂（修正・追加）
⑥	政令 108 号	計画投資省	投資法の詳細と実施方針
⑦	政令 40 号	財務省	ODA 活用の浄水供給プロジェクトへの適用財務システム
⑧	政令 37 号	財務省	日常用水道の価格フレーム
⑨	回覧 104 号	財務省・建設省	浄水価格設定に関する原則、定義手法、決定権に関する指針
⑩	政令 84 号	資源環境省・財務省	土地利用の関する補足規定
⑪	政令 78 号	計画・投資省	BOT 等契約に関する規定
⑫	政令 150 号	財務省	VDB に関する規定
⑬	土地利用に関する法律	財務省	土地利用に関する法律
⑭	投資に関する法律	財務省	投資に関する法律
⑮	会社法	財務省	会社設立・運営に関する法律
⑯	環境保護法	資源環境省	環境保護に関する法律
⑰	法人所得税法	財務省	企業所得税に関する法律
⑱	ハノイ市人民委員会決定 36 号	ハノイ市人民委員会	ハノイ市水道料金に関する規定
⑲	政府決定 110 号	首相府	VDB の機能等に関する規定

(出典：原本はベトナム語のため現地調査ヒアリング等による概要把握作成)

表-3.4.8 水道事業に関連する技術的な指針・基準等

整理番号	基準番号	公布機関	概要
①	飲料水質の国家技術基準	厚生省	飲料水質の国家技術基準(2009年)
②	基準 33 号	建設省	水道施設設計指針
③	基準 11 号	工業省	電気設備基準
④	電力法	首相府	電力提供、使用法令
⑤	法令 32 号	首相府	河川法
⑥	基準 4325 号	建設省	河川構造物に関する基準
⑦	法令 01 号	建設省	建設計画基準
⑧	決定 26 号	建設省	建築基準法

(出典：原本はベトナム語のため現地調査ヒアリング等による概要把握作成)

(2) 事業実施に必要な許認可

本提案事業を実施する上で必要となる認可プロセスとその概要を以下に整理する。

1) 事業承認までのプロセス

ベトナム国において新規水道事業の承認を得るためには、事業者は多くの行政機関との折衝を行い、各種手続き、許認可を得なければならない。

本提案事業承認までのプロセスを図-3.4.7に示す。

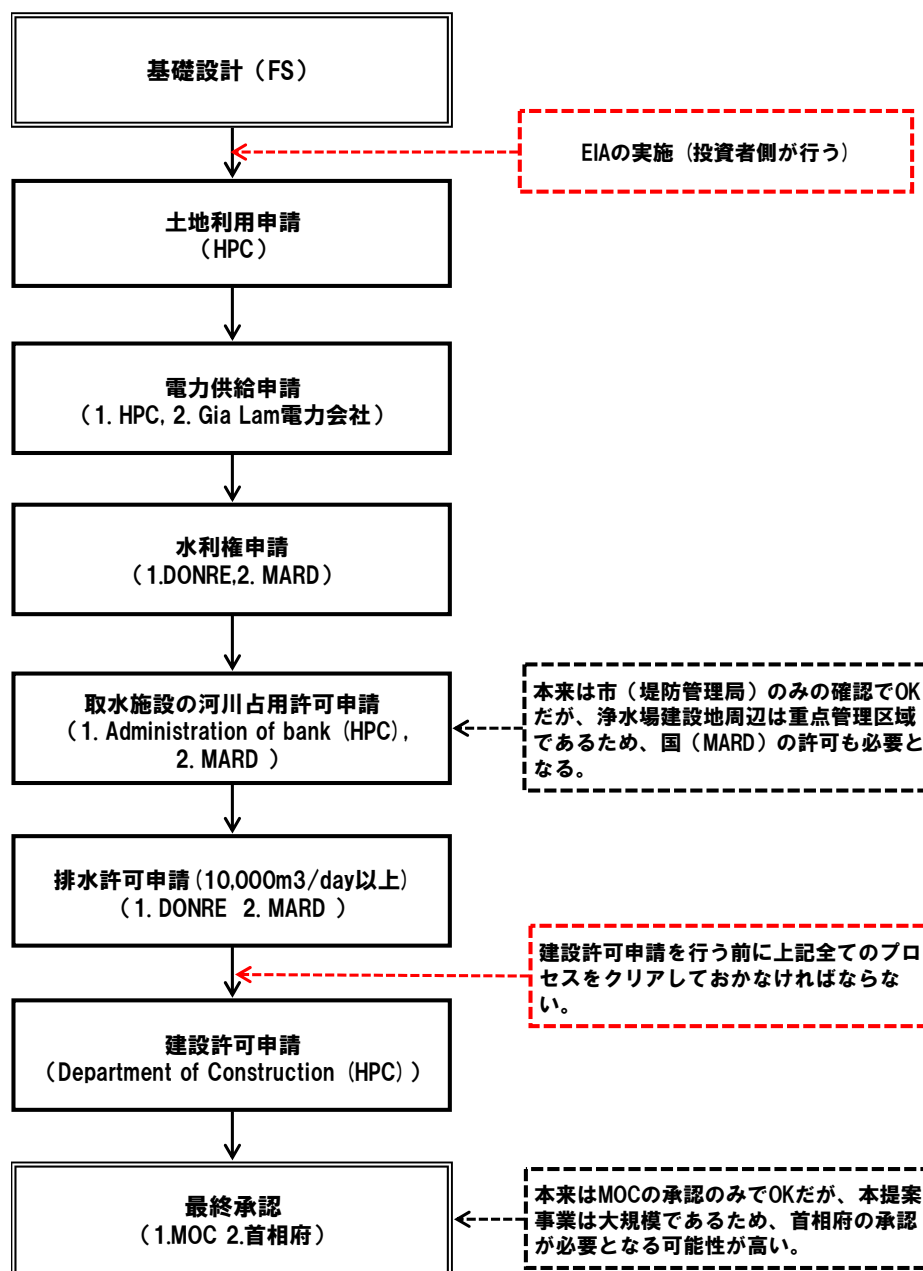


図-3.4.7 事業の最終承認までに必要な許認可プロセス (再掲)

2) EIA の実施

事業者は、FS 終了後に当該事業に係る環境影響評価 (EIA) を実施しなければならない。EIA の実施方法、内容については「4. 環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討」に詳述する。

3) 土地利用申請

事業者は、EIA 実施後にハノイ市人民委員会に対して土地利用申請を行う。
ベトナム国における事業実施に伴う土地収用に関しては、基本法として 1993 年に制定された土地法 (The Law on Land) があり、2003 年に改正されている。同法

の補則として、1998年4月に「国防、治安維持、国益および公共利益の目的のための土地収用に係る補償に関する政令」(Decree No.22/1998/ND-CP)が定められている。

この政令では水道事業は公共事業のセクターとして明記されており、本調査の対象案件についても、この手続きに従った浄水場建設予定地の土地収用が必要である。

なお、土地収用に関するアグリーメントは2段階あり、基礎設計(FS)の段階においては、事業者が土地利用申請を行い、土地使用出来るように許可するアグリーメントが発行される。その後、技術設計が承認された後に実際に土地収用を決定承認するアグリーメントが発行される。

本提案事業における土地収用までのプロセスを図-3.4.8に示す。

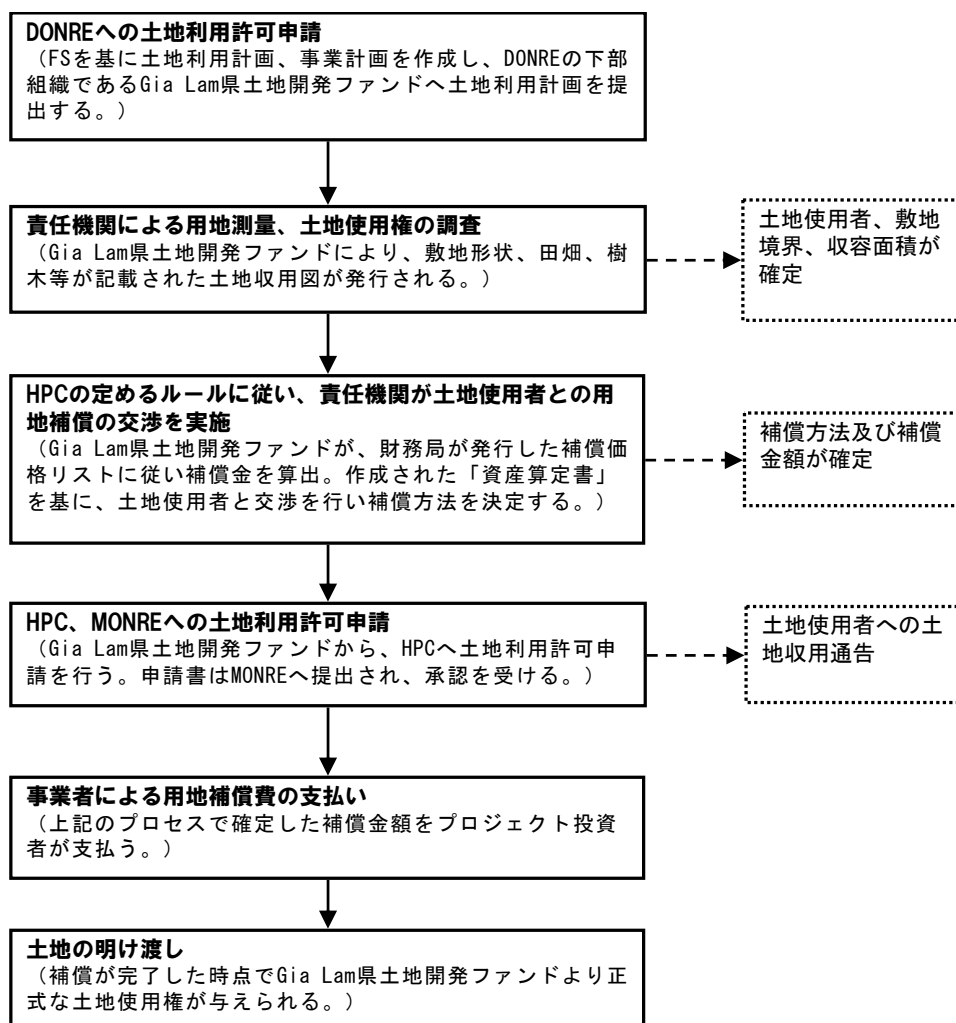


図-3.4.8 水道事業における一般的な土地収用のプロセス

ベトナム国における土地の所有は「土地法」第5条“土地の所有”に示されるとおり、“国家が所有者を代表する全人民の所有に属す”とされており、国家が土地を所有し管理しており、責任機関はMONRE(天然資源環境省)となっている。

ベトナム国において政府が承認する事業用地収用については、「土地法」第 38 条 “土地の収用”、「土地法の実施に関する政府の法令」(Decree No.181/2004/ND-CP) 第 130 条に示されている。また、土地収用における賠償、再定住等の保証については「土地法」第 39 条 “国防・治安、国益、公共の利益、経済発展の目的に使用するため土地を収用された者に対する賠償、再定住” に示されている。

本提案事業は政令では水道事業は公共事業のセクターに該当し、国家（実施機関は DONRE（ハノイ市天然資源環境局）に属する Gia Lam 県土地開発ファンドである）による土地収用が行われる。

土地の収用についての権利は、「土地法」第 38 条 “土地の収用”、第 2 項に示されるように、土地の割当て、賃貸を決定した権限のある国家機関が有しており、事業者は権限のある国家機関へ土地使用企画・計画を提出し認可を得る必要がある。

（「土地法の実施に関する政府の法令」第 130 条）ただし、その後の土地収用の手順については、「土地法」第 7 条 4 項に示されているとおりであり、土地の収用に関する全ての手続きについては国家機関（Gia Lam 県土地開発ファンド）により実施される。

以上の法制度より、事業者は土地収用には直接関わることができないこととなっている。

4) 電力供給申請

事業者は、当該事業に必要な電力をハノイ市人民委員会（HPC）及び浄水場建設予定地である Gia Lam 県の電力供給公社へ申請する必要がある。

現在、Ha Noi 市は深刻な電力不足の状況にあるため、新規開発事業に対する電力事情は非常に困難な状況にある。ただし、水道事業に対しては優先的に電力供給が行われることとなっていることから、必要な電力は供給されるものと考えられる。

5) 水利権申請

ベトナム国では、水源は国の財産であり、取水を行なうには水利権の許可が必要となる。水利権については国の資源環境省による定めがあり、本事業の場合は、ハノイ市資源環境局（DONRE）に水利権の申請を行なうこととなる。

一般的には水利権許可を得ることは難しいものの、政府通達 50 号にあるとおり、地下水から表流水へ水源の転換を図るといふ政府の方針により、水道水源としての水利権許可は容易に得ることが可能となっている。

水利権については、取得時に手続き費用が必要となるが、一度取得すれば更新等の手続きは不要であり、また取水費用等の利用料は一切掛からない。

6) 取水施設の河川占用許可

ドン河浄水場は、ドン河の河川表流水を水源とするため、堤外に取水施設を設置することとなり、河川占用許可が必要となる。

河川占用許可については、一般的に堤防管理者（ドン河については、HPC の堤防管理局）の許可が必要となるが、本浄水場の建設予定地付近は重点管理区域となっ

ており、堤防管理局以外に農業・農村開発省（MARD）の許可が必要となる。

7) 排水許可申請

ドン河浄水場では、浄水処理に伴い発生する排水を、場内で排水処理し、処理水は場外へ排水を行うこととなる。

ベトナム国では、50,000m³/day 以上の排水（河川放流）については、HPC 及び MARD の許可が必要となる。

8) 建設許可申請

上記の許可申請の手続きを経て、HPC に建設許可を申請する。建設許可を申請するにあたっては、上記全てのプロセスをクリアしておく必要がある。

建設許可が得られた段階で、建設省（MOC）から事業の最終承認が得られることとなり、承認が得られれば詳細設計へと進むことができる。

ただし、本提案事業については、大規模プロジェクトであることから、首相府の承認も必要になる可能性があるとのことである。

3.5 概略設計

3.5.1 設計概要

本設計の対象となる施設の設計概要は表-3.5.1 のとおりである。

表-3.5.1 設計対象施設

施設区分	設計規模		備考
	第1期	第2期	
取水施設	150,000m ³ /day	300,000m ³ /day	※2期は設備のみ
導水施設			
浄水処理施設			
排水処理施設			
送水施設			※2期は設備のみ
送水管	L=45.6km	—	1期,2期共通
配水管	—	—	※計画のみ

3.5.2 設計方針

(1) 浄水場設計の基本思想

本浄水場は、水道用水供給事業として、JICA 並びに民間企業も参加する SPC（特別目的会社）を設立し、建設・管理・運営を行うベトナム国内で最初の浄水場となる。

そのため、安定供給の拠点とする施設づくりは当然のことながら、近年の社会情勢の変化や需要者の多様なニーズに対応すべく、安心・安全な浄水場とし、さらには地球環境・地域環境に配慮した近代的な浄水場を目指すものとする。

また日越 PPP という恵まれた環境を生かし、本邦維持管理技術の移転による Ha Noi 市水道における維持管理レベルの向上を目指すこととする。

以上を踏まえた上で、本浄水場の基本思想を以下のとおり掲げ、浄水場設計を行うこととする。

” 成長を続けるベトナムにふさわしい先進的な浄水場づくり ”

(2) 設計における目標及び課題・対策案

新世紀にふさわしい先進的な浄水場づくりとして、以下に掲げる4つの目標を設定し、各々に対する課題及び対策案を整理する。

目 標

方 針

安定供給を行う浄水場

安定した水源の確保
・ 大河川のドン河を水源とした安定した取水量の確保
ゆとりある安定した施設
・ 効率的な予備能力の確保
・ 弾力的な水運用を可能とする浄水池容量の確保
・ 大量の浄水汚泥を確実に処理できる汚泥処理施設の確保

安心・安全な浄水場

飲料水の安全確保
・ ドン河水質に対応した高濁度対応処理施設の実現
・ クリプトスポリジウム等対策やトリハロメタン対策の可能な浄水処理プロセス
・ 浄水場及び受水点への自動水質分析機器の導入による連続水質モニタリング
・ オイルフェンスの設置による水源対策
維持管理の安全確保
・ 次亜塩素酸ナトリウムの採用による危険薬品の排除

適確な維持管理技術

省エネ・低炭素・高効率監視制御システムの導入
・ 各種ポンプ設備の効率的運転管理
・ 水質変動に対応した効果的な薬品注入による効率的運転管理
水質事故を防ぐ危機管理対策
・ クリプトスポリジウムの漏洩を防ぐ濁度管理
・ 突発的水質事故への対応として魚類監視水槽を採用
本邦維持管理技術の移転
・ 日本人技術者を要所に配置した維持管理体制の構築
・ 豊富な経験を有する日本人技術者による職員研修ならびに育成、日本からの遠方支援体制の確立

環境に配慮した浄水場

省エネ技術の導入
・ インバータ制御による効率的なポンプ運転
・ 高効率変圧器の採用
・ ポンプ動力を必要としないろ過池洗浄方式の採用
汚泥の有効利用
・ 浄水汚泥の有効利用
周辺環境への配慮
・ 開放感のある緑地帯の設置

前項で検討した取水場・浄水場計画の基本事項を整理したものを表-3.5.2～表-3.5.5に示す。

表-3.5.2 基本事項の整理 (1/4)

種別	項目	基本事項	基本事項の考え方等	備考																																																										
基本諸元 基本事項	1. 計画水量	<p>【第1期】 ①計画取水量 : 159,000m³/day ②計画給水量 : 150,000m³/day (日最大給水量) 125,000m³/day (日平均給水量) 104,000m³/day (日最小給水量) ③浄水処理能力: 各施設の計画水量は以下の表のとおりとする。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">項目</th> <th>流入水量</th> <th>流出水量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8">1期</td> <td>取水ポンプ場</td> <td>159,000</td> <td>159,000</td> </tr> <tr> <td>沈砂池</td> <td>159,000</td> <td>156,000</td> </tr> <tr> <td>導水ポンプ場</td> <td>156,000</td> <td>156,000</td> </tr> <tr> <td>分水井</td> <td>165,000</td> <td>165,000</td> </tr> <tr> <td>混和・フロック形成・沈殿池</td> <td>165,000</td> <td>162,000</td> </tr> <tr> <td>急速ろ過池</td> <td>162,000</td> <td>154,500</td> </tr> <tr> <td>配水池</td> <td>154,500</td> <td>150,000</td> </tr> <tr> <td>送水ポンプ場</td> <td>150,000</td> <td>150,000</td> </tr> </tbody> </table> <p>【第2期】 ①計画取水量 : 318,000m³/day ②計画給水量 : 300,000m³/day (日最大給水量) 250,000m³/day (日平均給水量) 208,000m³/day (日最小給水量) ③浄水処理能力: 各施設の計画水量は以下の表のとおりとする。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">項目</th> <th>流入水量</th> <th>流出水量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8">1期</td> <td>取水ポンプ場</td> <td>318,000</td> <td>318,000</td> </tr> <tr> <td>沈砂池</td> <td>318,000</td> <td>312,000</td> </tr> <tr> <td>導水ポンプ場</td> <td>312,000</td> <td>312,000</td> </tr> <tr> <td>分水井</td> <td>330,000</td> <td>330,000</td> </tr> <tr> <td>混和・フロック形成・沈殿池</td> <td>330,000</td> <td>324,000</td> </tr> <tr> <td>急速ろ過池</td> <td>324,000</td> <td>309,000</td> </tr> <tr> <td>配水池</td> <td>309,000</td> <td>300,000</td> </tr> <tr> <td>送水ポンプ場</td> <td>300,000</td> <td>300,000</td> </tr> </tbody> </table>	項目		流入水量	流出水量	1期	取水ポンプ場	159,000	159,000	沈砂池	159,000	156,000	導水ポンプ場	156,000	156,000	分水井	165,000	165,000	混和・フロック形成・沈殿池	165,000	162,000	急速ろ過池	162,000	154,500	配水池	154,500	150,000	送水ポンプ場	150,000	150,000	項目		流入水量	流出水量	1期	取水ポンプ場	318,000	318,000	沈砂池	318,000	312,000	導水ポンプ場	312,000	312,000	分水井	330,000	330,000	混和・フロック形成・沈殿池	330,000	324,000	急速ろ過池	324,000	309,000	配水池	309,000	300,000	送水ポンプ場	300,000	300,000	<p>【計画取水量の設定】 浄水場の雑用水(消火用水を含む)として3%を見込む。導水損失としては沈砂池の排水量、蒸発水量2%を見込む。天日乾燥床損失水量として1%と見込む。</p> <ul style="list-style-type: none"> 取水ポンプ場の計画水量 計画給水量の6.0%を加えた水量。 沈砂池の計画水量 計画給水量の6.0%を加えた水量。 導水ポンプ場の計画水量 計画給水量の4.0%を加えた水量。 <p>【計画浄水量の設定】 浄水場での作業用水(沈でん池の排泥、ろ過池の洗浄用水、薬品溶解水、機器の冷却水、清掃用水等)、雑用水、その他損失水量は、過去の日本の浄水場実績より1日最大給水量の10%(沈殿池2%、ろ過池5%、その他3%)と仮定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 分水井、着水井、沈でん池の計画水量 計画給水量の10.0%を加えた水量。 ろ過池の計画水量 計画給水量の8.0%を加えた水量。 配水池の計画水量 計画給水量の3.0%を加えた水量。 <p>【浄水予備力】 本浄水場では、予備力は考慮しないものとする。池停止による能力ダウンについては、系統数(池数)を多くすることにより処理水量の減量を少なくし、浄水処理における薬品注入率の適正化などによる施設運転管理で施設能力を向上させ不足分を補うものとする。ただし、ろ過池は、洗浄1池、メンテナンス用停止1池を考慮した設計とする。</p> <p>【施設の複数化】 浄水処理施設においてはメンテナンスが必要となる池については2池以上の池数を設けるものとする。 排水処理施設においては雨期は濁度が高いため全池運用として設計するが、雨期以外の期間でのメンテナンスを考慮して1池停止できるよう2池以上の池を設けるものとする。</p>	
項目		流入水量	流出水量																																																											
1期	取水ポンプ場	159,000	159,000																																																											
	沈砂池	159,000	156,000																																																											
	導水ポンプ場	156,000	156,000																																																											
	分水井	165,000	165,000																																																											
	混和・フロック形成・沈殿池	165,000	162,000																																																											
	急速ろ過池	162,000	154,500																																																											
	配水池	154,500	150,000																																																											
	送水ポンプ場	150,000	150,000																																																											
項目		流入水量	流出水量																																																											
1期	取水ポンプ場	318,000	318,000																																																											
	沈砂池	318,000	312,000																																																											
	導水ポンプ場	312,000	312,000																																																											
	分水井	330,000	330,000																																																											
	混和・フロック形成・沈殿池	330,000	324,000																																																											
	急速ろ過池	324,000	309,000																																																											
	配水池	309,000	300,000																																																											
	送水ポンプ場	300,000	300,000																																																											

表-3.5.3 基本事項の整理 (2/4)

種別	項目	基本事項	基本事項の考え方等	備考																																							
基本諸元 基本事項	2. 計画原水水質	1) 原水SS (取水) 雨期SS : 450 mg/l (施設計画用値) 平均SS : 240 mg/l (年間スラッジ量算出用値) 最大SS : 1,830 mg/l (施設計画用値) 最小SS : 20 mg/l (施設計画用値) 2) 原水濁度 (分水井流入部) 雨期平均 : 62 度 平均 : 33 度 最大 : 254 度 最小 : 11 度	【原水SS】 原水SSは、過去5ヶ年のデータより設定した。 平均SSは、近年低下傾向を示しており、特異な年を除いた近年3ヶ年の雨期平均ではほぼ5ヶ年平均と同等なっていることから、5ヶ年の年平均値を採用した。 SSが高くなる雨期では年別、季節別で見ても経年的に明らかな傾向は見られず、今後も過去及び現在とほぼ同等の水質で推移するものと推定される。ただし、最小SSでは、近年低下傾向にあるため、直近3年間程度の水質で推移するものと設定した。 【原水濁度】 原水濁度は、原水SSに対して、取水口及び沈砂池での沈降を見込んだ後の分水井流入部でのSSを下記の換算率で除したものを原水濁度として設定し、浄水処理施設の設計指標とした。 【SS換算率】 原水SSから、浄水処理対象となる濁り成分の指標である原水濁度への換算は、水質調査結果より、原水SSを1.8で除したものを原水濁度とする。	1,830mg/lを超える高濁度時は取水制限で対応する。																																							
	3. 薬注率	1) 凝集剤 (液体PAC) <table border="1" data-bbox="697 934 1543 1285"> <thead> <tr> <th rowspan="2">凝集剤注入率の設定</th> <th>浄水処理施設 流入濁度</th> <th>凝集剤適正 注入率</th> </tr> <tr> <th>度(カオリン)</th> <th>PACmg/L</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平均(年間)</td> <td>33</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>平均(雨期)</td> <td>62</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>最大</td> <td>254</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>最小</td> <td>11</td> <td>20</td> </tr> </tbody> </table> 2) 次亜塩素 <table border="1" data-bbox="697 1348 1543 1581"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項目</th> <th colspan="3">注入率 (mg/L)</th> <th rowspan="2">備考</th> </tr> <tr> <th>最大</th> <th>平均</th> <th>最小</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>前塩素</td> <td>0.5</td> <td>0.3</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>中間塩素</td> <td>3.0</td> <td>2.0</td> <td>1.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>後塩素</td> <td>1.0</td> <td>0.6</td> <td>0.2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	凝集剤注入率の設定	浄水処理施設 流入濁度	凝集剤適正 注入率	度(カオリン)	PACmg/L	平均(年間)	33	30	平均(雨期)	62	30	最大	254	50	最小	11	20	項目	注入率 (mg/L)			備考	最大	平均	最小	前塩素	0.5	0.3	0		中間塩素	3.0	2.0	1.5		後塩素	1.0	0.6	0.2		【pH調整の必要性】 ・ 原水pH値の平均値は、8.0程度であり乾期、雨期を通して安定している。PAC適正注入率である30mg/Lでは、pH値は7.4~7.8へ低下する傾向が見られたものの、その変化は概ねPACの適正凝集pH値の範囲内であり、今回実験時濁度11~240度 (カオリン濁度) 程度ではpH値調整の必要性はないと考えられる。
凝集剤注入率の設定	浄水処理施設 流入濁度	凝集剤適正 注入率																																									
	度(カオリン)	PACmg/L																																									
平均(年間)	33	30																																									
平均(雨期)	62	30																																									
最大	254	50																																									
最小	11	20																																									
項目	注入率 (mg/L)			備考																																							
	最大	平均	最小																																								
前塩素	0.5	0.3	0																																								
中間塩素	3.0	2.0	1.5																																								
後塩素	1.0	0.6	0.2																																								

表-3.5.4 基本事項の整理 (3/4)

種別	項目	基本事項	基本事項の考え方等	備考																																												
基本諸元 基本事項	4. 汚泥沈降割合及び汚泥濃度	1) 汚泥沈降割合 沈降割合 取水口 原水 SS の 40% (全体の 40%) 沈砂池 取水口 SS の 60% (全体の 24%) 沈澱池 沈砂池 SS の 100% (全体の 36%) 2) 排水汚泥濃度 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>処理工程</th> <th>種別</th> <th>濃度</th> <th>単位当り 固形物量</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">沈澱池排泥</td> <td>年平均</td> <td>3 %</td> <td>30kg/m3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>雨期平均</td> <td>2%</td> <td>20kg/m3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>最大</td> <td>7 %</td> <td>70kg/m3</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">排泥池汚泥</td> <td>年平均</td> <td>3 %</td> <td>30 kg/m3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>雨期平均</td> <td>2 %</td> <td>20 kg/m3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>最大</td> <td>7 %</td> <td>70 kg/m3</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">濃縮槽汚泥</td> <td>年平均</td> <td>5%</td> <td>50 kg/m3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>雨期平均</td> <td>5%</td> <td>50 kg/m3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>最大</td> <td>10%</td> <td>100 kg/m3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	処理工程	種別	濃度	単位当り 固形物量	備考	沈澱池排泥	年平均	3 %	30kg/m3		雨期平均	2%	20kg/m3		最大	7 %	70kg/m3		排泥池汚泥	年平均	3 %	30 kg/m3		雨期平均	2 %	20 kg/m3		最大	7 %	70 kg/m3		濃縮槽汚泥	年平均	5%	50 kg/m3		雨期平均	5%	50 kg/m3		最大	10%	100 kg/m3		<ul style="list-style-type: none"> 汚泥沈降割は、滞留時間が2時間である取水口においては、沈降試験の結果から、原水SSの約40%の沈降率となったことから、SS沈降率40%と設定する。また、後段の沈砂池においては、上記沈降試験の結果において、原水を12時間以上静置すると沈降にほとんど変化が見られなくなったことから、沈砂池容量は10時間容量（取水口と合わせて12時間）とし、沈降割合は取水口SSの60%（原水の24%）と設定する。 沈澱池排水処理汚泥の濃度については、日本の中央掻寄せ方式浄水場実績を参考に水中ロープ牽引式の場合の低減と濁質の違いによる安全率を考慮して設定した。なお、沈砂池排泥は沈澱池の2倍と仮定した。 	第2章水質調査より
	処理工程	種別	濃度	単位当り 固形物量	備考																																											
沈澱池排泥	年平均	3 %	30kg/m3																																													
	雨期平均	2%	20kg/m3																																													
	最大	7 %	70kg/m3																																													
排泥池汚泥	年平均	3 %	30 kg/m3																																													
	雨期平均	2 %	20 kg/m3																																													
	最大	7 %	70 kg/m3																																													
濃縮槽汚泥	年平均	5%	50 kg/m3																																													
	雨期平均	5%	50 kg/m3																																													
	最大	10%	100 kg/m3																																													
5. 施設建設スケジュール	施設建設は2期に分けて建設する計画とし、送水量ベースで1期150,000m3/day×1系統、2期 150,000 m3/day×1系統とする。	1期に建設する2期との共有施設は以下のとおりとする。 <ul style="list-style-type: none"> 取水施設（取水口、取水ポンプ棟、取水管） 導水施設（沈砂池、導水ポンプ棟、導水管） 分水井 管理棟 送水施設（送水ポンプ棟、送水管） 薬品注入棟 排水処理施設（排泥ポンプ棟、洗浄排水池、排泥池、濃縮槽） 																																														
6. 災害対策	<ul style="list-style-type: none"> 施設は地震への耐震性を確保する。 台風、豪雨などによる洪水への対策として、周辺地盤より高い造成高さとする。 	<ul style="list-style-type: none"> ベトナム国の設計地震動を考慮した構造設計とする。 浸水防止対策として造成地盤高は、現地盤より概ね1.0m高くする。 																																														

表-3.5.5 基本事項の整理 (4/4)

種別	項目	基本事項	基本事項の考え方等	備考
基本諸元 基本事項	7. 取水方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ ドン河からの取水は、堤外地高水敷の取水ポンプ場に水路で引き込む方式とする。 ・ ドン河水位と浄水場標高との関係からポンプで取水する方式とする。 ・ 浄水場まで送られた原水を貯留し、粗い濁質を沈降除去し浄水処理への負荷軽減を行う沈砂池を設ける。 ・ 沈砂池水位と浄水場標高との関係からポンプで導水する方式とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 堤外地へのポンプ場設置については、河川管理者との事前協議により設置が可能な状況 ・ ポンプ棟は洪水時に浸水しないよう対策する。 ・ 沈砂池は、水質事故による取水停止や高濁度時の取水制限のため原水貯留機能を兼ねて設置する。 ・ 沈砂池の容量は10時間（取水口と合わせて12時間）分以上とする。 ・ 沈砂池はその規模から堀込の池となることから浄水施設への導水はポンプで行うこととなる。 	第2章水質調査より
	8. 浄水処理フロー	浄水処理方式は、薬品沈でん・急速ろ過方式とする。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原水水質から現時点では特殊処理は必要ないと判断される。 ・ THM生成能は日本の水質基準の5分の1程度であり、低減のための特別な処理は必要としないが、中間塩素処理を導入することでTHM生成能及びTOCのさらなる低減が可能であることから、安全性を重視し中間塩素処理を付加する。 ・ クリプトスポリジウム対策として、ろ過池はスローダウンとスロースタートが可能な方式を選定する。 	
	9. 排水処理フロー	排水処理は排水を循環し再利用する省エネ型で河川放流をせず環境にやさしいクローズドシステムを採用する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浄水処理ではポリマーを使用しないため、排水の循環に水質的問題はないことからクローズドシステムを採用する。 ・ 沈澱池排水は、排泥池で貯留調整され濃縮槽に送泥され濃縮された後に天日乾燥床に送泥され脱水処理される。 ・ ろ過池洗浄排水は洗浄排水池から分水井に返送する。 ・ 濃縮槽の上澄水は洗浄排水池へ送り返送する。 	

3.5.3 取水場・浄水場施設計画

(1) 設計水量

1) 計画期別需要水量

需要計画から算定した各期別の需要水量は、表-3.5.6のとおりである。

表-3.5.6 期別水需要量

No.	内容	給水量 (m ³ /day)		
		2015年	2020年	2030年
1	一日平均給水量	101,621 ^{※1}	666,394 ^{※2}	728,867 ^{※2}
2	一日最大給水量	162,099	829,707	904,585
3	既設浄水場能力	—	438,000	438,000
4	新規需要量	162,099	391,707	466,585
5	採択給水量	150,000	300,000	—

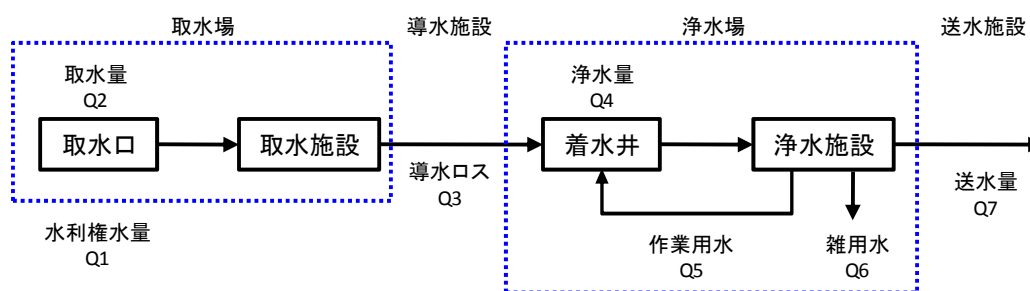
※1 Ha Noi市中心部への18,000 m³/day、Bac Ninh省への送水量10,000 m³/dayは含まない

※2 Bac Ninh省への送水量30,000 m³/dayは含まない

2) 計画水量の考え方

水道システムでは取水から各需要者へ給水されるまでの間に、蒸発、漏水、排水等による損失水量がある。この内、配水施設以下の損失水量は、計画1日最大給水量に含まれているため、本計画では計画取水量と計画浄水量について以下に整理を行う。

各基本水量の考え方は以下のとおりである。



- ◆ 水利権水量Q1 : 水利使用許可により確保した水量
- ◆ 取水水量Q2 : 計画取水量は、浄水場での損失水量を勘案して決定する。
 $\therefore Q2 = Q3 + Q5 + Q6 + Q7$ (クローズドシステムの場合)
 ※Q5については天日乾燥床損失水量のみ加える
- ◆ 浄水量Q4 : 計画浄水量は、取水量と同様に1日最大給水量を基準とし、浄水場での作業用水Q5と雑用水Q6を考慮して決定する。
 $\therefore Q4 = Q5 + Q6 + Q7$

3) 計画取水量の設定

本浄水場は、取水施設、導水施設、浄水施設から構成されるが、取水施設での損失水量は極少量であることから見込まないこととする。また、日本における近年の浄水場は、エネルギーを要して取水、導水した水の有効利用や薬品を含んだ排水による環境への影響等を理由に、クローズドシステムが導入されている事例が多くなっている。

本浄水場においては、上記の理由に加えて、排水処理水を系外へ排水する場合には動力（ポンプ）が必要になり、自然流下で排水する場合にはφ2000mmの排水管を長距離布設しなければならないことから、経済性も考慮しクローズドシステムとする計画である。

ただし、天日乾燥床での浸透処理水は、水質管理上放流が望ましいことから、蒸発水量とあわせて損失水量として見込むこととする。したがって、計画取水量は、計画給水量と雑用水、導水損失と天日乾燥床損失水量を考慮した水量となる。

浄水場の雑用水（消火用水を含む）には、場内給水、場内清掃用水、サンプリング水等があるが、日本の浄水場では、一般的に給水量の約3～5%程度である。したがって、本計画では3%の雑用水量を見込むものとする。

導水損失としては沈砂池の排水量、蒸発水量を考慮する必要がある。排水量については、定期的な浚渫によるものが考えられるが、頻度は少なく、取水量に与える影響が小さいため、平均的な濁度では1%以下の損失水量となる。一方で、蒸発水量については、一般的に気候により大きく異なるが、ベトナム国での実績がないことから、沈砂池での滞留時間を考慮し1%の水量を見込んでおくものとした。

天日乾燥床損失水量は、浸透排水及び汚泥含水量と蒸発量をあわせて1%と見込むものとする。

以上より、本計画では6%の雑用水と損失水量を見込み以下のとおりとする。

- 第1期計画取水量： $Q=150,000\text{m}^3/\text{day} \times 1.06=159,000\text{m}^3/\text{day}$
- 第2期計画取水量： $Q=300,000\text{m}^3/\text{day} \times 1.06=318,000\text{m}^3/\text{day}$

4) 計画浄水量の設定

計画浄水量は、計画1日最大給水量を基準とし、これに浄水場内での作業用水（沈でん池の排泥、ろ過池の洗浄用水、薬品溶解水、機器の冷却水、清掃用水等）、雑用水、その他損失水量を考慮して決定する。水量が特に大きいものは、浄水処理過程で必要となる急速ろ過池の洗浄水量である。

また、長期安定給水等の理由から浄水予備力を考慮する場合は、浄水量に上乗せすることとなるが、敷地の制約や経済性の面から本浄水場では考慮しないものとする。

ただし、浄水処理施設の系列数を多くすることにより突発的な故障による修繕による減量が少なくなるよう計画するものとし、また、定期的な清掃やメンテナンスについては、比較的水使用量が少ないと想定される冬期に行うことで給水量の確保を行う。

① 損失水量の算定

浄水場での作業用水(沈でん池の排泥、ろ過池の洗浄用水、薬品溶解水、機器の冷却水、清掃用水等)、雑用水、その他損失水量は、過去の日本の浄水場実績より1日最大給水量の10% (沈澱池2%、ろ過池5%、その他3%) と仮定する。

なお、ベトナム国水道施設基準は以下のとおりである。

〔損失水量〕

- ろ過池洗浄排水の返送の場合 (沈澱池排水は放流) : 給水量の3~4%
- ろ過池洗浄排水の河川放流の場合 (沈澱池排水は放流): 給水量の5~10%

以上より本浄水場の計画水量は以下のように設定する。

【浄水施設】

- 分水井、着水井、沈澱池の計画水量 : 計画給水量の10.0%を加えた水量
- ろ過池の計画水量 : 計画給水量の 8.0%を加えた水量
- 浄水池の計画水量 : 計画給水量の 3.0%を加えた水量

なお、施設計画における参考値として平均、最小計画水量を以下のとおり設定する。

〔第1期〕

計画一日平均給水量 : $Q=150,000\text{m}^3/\text{day} / 1.2$ (負荷率) = 125,000 m³/day

計画一日最小給水量 : $Q=125,000\text{m}^3/\text{day} / 1.2$ (仮定値) = 104,000 m³/day

〔第2期〕

計画一日平均給水量 : $Q=300,000\text{m}^3/\text{day} / 1.2$ (負荷率) = 250,000 m³/day

計画一日最小給水量 : $Q=250,000\text{m}^3/\text{day} / 1.2$ (仮定値) = 208,000 m³/day

② 浄水予備力

ここでいう浄水予備力とは、日常的な小規模な故障や清掃、点検等に対するものではなく、大規模な浄水能力低下、あるいは長期にわたる浄水能力低下に対するものである。

浄水予備力の確保には、以下のような目的がある。

- a) 施設の更新、改良、増強時の施設の浄水能力低下
- b) 事故、故障時の施設の浄水能力低下

上記のような目的から、基本的には浄水予備力を確保することが望ましいといえるが、浄水予備力の確保のために施設規模が過大となり、経済性、維持管理性にお

いては大きなマイナス要因となり得る。したがって、予備力を持たない場合には、処理系統数を多くし、1系統あたりの処理水量を少なくすることや運転方法の変更により、能力低下量を最低限に抑えることが、重要なポイントであるといえる。

以上より、本浄水場においても、浄水予備力は考慮しないものとし、能力低下への対策としては、系統数（池数）を多くすることにより、1系列あたりの処理水量を少なくし、系列ダウンによる処理水量の減量幅を低減することや、ろ過速度の上昇、薬品注入率の適正化などによる運転方法の変更により、処理効率を向上させることで不足分を補うことを基本方針とする。

5) 計画水量のまとめ

以上の内容を基に設定したドン河浄水場の計画水量は以下のとおりとする。

① 第1期

- a) 計画取水量 : 159,000m³/day
- b) 計画給水量 : 150,000m³/day (日最大給水量)
125,000m³/day (日平均給水量)
104,000m³/day (日最小給水量)
- c) 浄水処理能力：各施設の計画水量は以下の表のとおりとする。

表-3.5.7 第1期の計画水量

項目	流入水量 (m ³ /day)	流出水量 (m ³ /day)	損失率 (%)	損失水量 (m ³ /day)	備考
取水ポンプ場	159,000	159,000	0	0	雑排水+沈砂池排水蒸発+天日損失
沈砂池	159,000	156,000	2.0	3,000	雑排水+沈砂池排水蒸発+天日損失
導水ポンプ場	156,000	156,000	0	0	雑排水+ 天日損失
分水井	165,000	165,000	0	0	雑排水+沈澱排水（天日損失含む）+ろ過排水
凝集沈澱池	165,000	162,000	2.0	3,000	雑排水+沈澱排水（天日損失含む）+ろ過排水
急速ろ過池	162,000	154,500	5.0	7,500	雑排水+ろ過排水返送
浄水池	154,500	150,000	3.0	4,500	雑排水
送水ポンプ場	150,000	150,000	0	0	

② 第2期

- a) 計画取水量 : 318,000m³/day

- b) 計画給水量 : 300,000m³/day (日最大給水量)
 250,000m³/day (日平均給水量)
 208,000m³/day (日最小給水量)
- c) 浄水処理能力 : 各施設の計画水量は以下の表のとおりとする。

表-3.5.8 第2期の計画水量

項目	流入水量 (m ³ /day)	流出水量 (m ³ /day)	損失率 (%)	損失水量 (m ³ /day)	備考
取水ポンプ場	318,000	318,000	0	0	雑排水+沈砂池排水蒸発+天日損失
沈砂池	318,000	312,000	2.0	6,000	雑排水+沈砂池排水蒸発+天日損失
導水ポンプ場	312,000	312,000	0	0	雑排水+ 天日損失
分水井	330,000	330,000	0	0	雑排水+沈澱排水 (天日損失含む) + ろ過排水
凝集沈澱池	330,000	324,000	2.0	6,000	雑排水+沈澱排水 (天日損失含む) + ろ過排水
急速ろ過池	324,000	309,000	5.0	15,000	雑排水+ろ過排水返送
浄水池	309,000	300,000	3.0	9,000	雑排水
送水ポンプ場	300,000	300,000	0	0	

(2) 原水水質

ドン河は、ベトナムの河川水質基準では B 類型（表-3.5.9 参照）にあたり、通年を通して濁度が高いことが大きな特徴である。

ドン河原水水質の時系列データについては、水文気象庁により、ドン河原水の濁度の主成分である浮遊物質（SS）が測定されている。

水文気象庁データによると、過去 10 年間の平均 SS は約 300mg/L であり、最大 SS は 3,000mg/L を超える場合もある。また、SS が 1,000mg/L 以上の実績については年 1～29 日程度となっている。

表-3.5.9 ベトナムにおける河川水質基準（TCVN5942-1995）

水質項目(抜粋)	単位	A 類型(水道用)	B 類型(その他の河川)
pH		6.0-8.5	5.5-9.0
BOD ₅	mg/L	<4	<25
溶存酸素濃度	mg/L	≥6	≥2
浮遊物質 SS	mg/L	20	80
アンモニア性窒素	mg/L	0.05	1.0
硝酸性窒素	mg/L	10	15
全鉄	mg/L	1	2
フッ素	mg/L	1	1.5
大腸菌群数	MPN/100mL	5,000	10,000
全農薬(DDTを除く)	mg/L	0.15	0.15
DDT	mg/L	0.01	0.01

1) 過去の原水 SS データ

水文気象庁データによる 2001 年～2010 年のドン河原水 SS の推移を図-3.5.1 に示す。

各年ともほぼ同様の季節変動が見られ、雨期である 5～10 月に特に SS が高く、乾期である 11～4 月に SS が低くなる傾向にあることが読み取れる。

年度別に見ると、年間の最大濁度は年により大きく異なるものの、傾向としては年間の変動幅は年々緩やかになってきているといえる。

また、図-3.5.2 に 2002 年～2009 年のドン河流量の推移を示す（2001 年及び 2010 年は未入手）。河川流量は、降雨量に大きく影響されることから、雨期に流量が多くなる傾向にあり、河川流量は、同様の傾向を示す原水 SS の変動へ大きく影響しているものと考えられる。

以上より、高濃度の SS は降雨量の急増等により発生するものと推測されることから、将来水質を設定する上では、乾期及び雨期のそれぞれの水質を想定することが重要であるといえる。

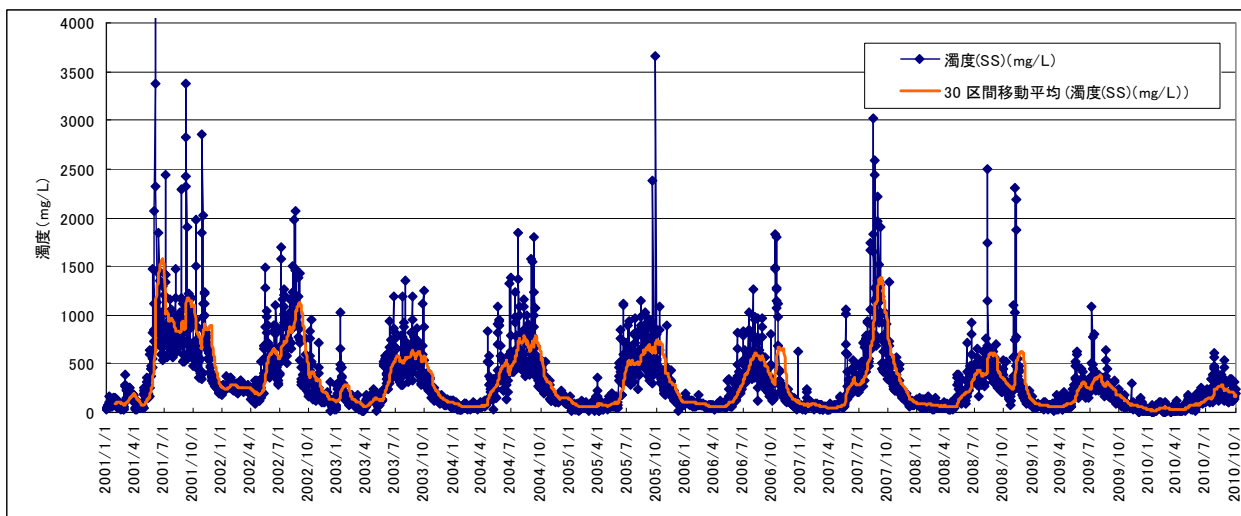


図-3.5.1 ドン河 SS の推移 (2001～2010 年水文気象庁データ)

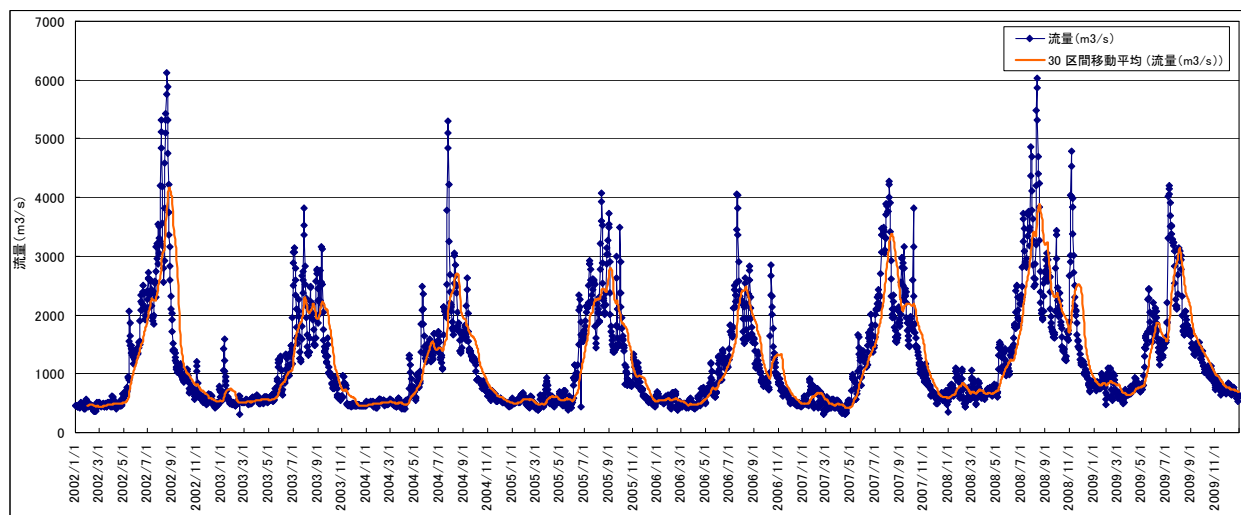


図-3.5.2 ドン河流量の推移 (2002～2009 年水文気象庁データ)

2) 将来原水 SS の設定

① 年度別原水 SS の状況

図-3.5.3、図-3.5.4 に、過去 10 年間の原水 SS の区分別出現日数と年別平均、最大、最小及び 75% 値の推移を示す。

年最大値は年度によって大きな差があるが、年平均は概ね 300～400 度、75% 値でも 300～500 度程度で推移しており、年度間で明確な傾向は見られない。なお、過去 10 年間の最大は 8,030mg/L (1 日) であり、2000mg/L 以上は最大 4 日間継続していた。

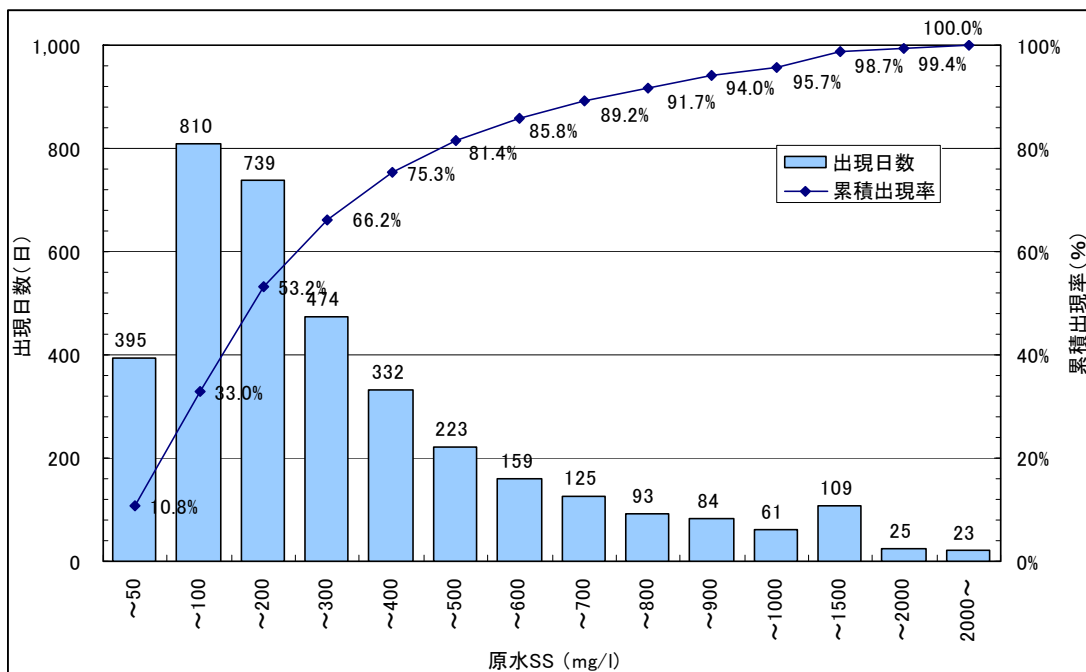


図-3.5.3 過去10年間の原水SSの区分別出現日数

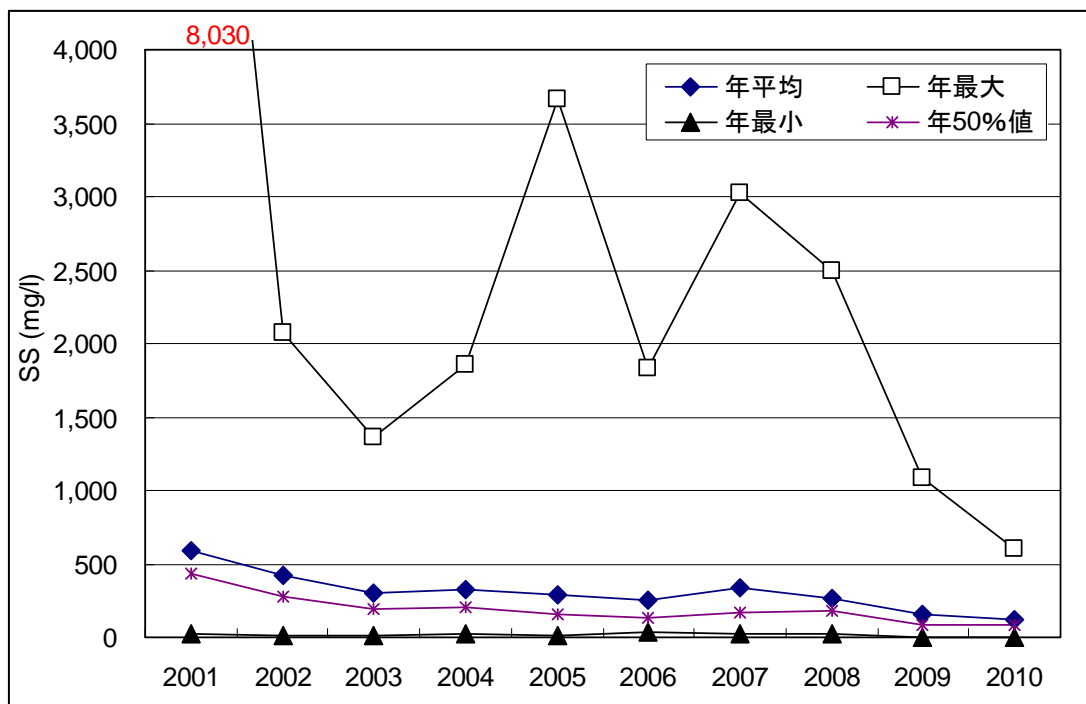


図-3.5.4 過去10年間原水SSの年別平均、最大、最小及び75%値の推移

② 乾期／雨期別原水SSの状況

ベトナム国は、乾期と雨期で大きく降雨量が違うため、ここでは、乾期を2~4月、雨期を7~9月と想定し、各期間について同様の分析を行った。

各期間の集計結果を表-3.5.10及び図-3.5.5に示す。

< 乾期 >

乾期においては、最大 SS が 100～800mg/L で、直近 5 年間の最大は、350mg/L である。平均値、75%値、95%値をみても、直近 5 年間は SS が比較的 low に推移していることが読み取れる。

主な要因としては、源流であるホン河上流に建設されたダムの影響等が考えられ、データ観測地点におけるヒアリングでも近年は原水 SS 及び水位の値は低く推移しているとのことであった。

以上より、今後も近年の傾向が続いていくことが想定される。

< 雨期 >

雨期では、乾期ほど顕著ではないものの、2007 年を除き、経年的に減少傾向にあるといえる。

大きな変動が見られない要因としては、雨期の高濃度の SS が、上流の影響のみでなく、降雨（特に台風）等の影響を大きく受けていることにあると考えられる。

したがって、乾期の水質と同様に、近年の傾向は今後も続いていくことが想定される。

表-3.5.10 乾期・雨期別の SS の状況

乾期: 2-4月

年度	平均	期間最大	期間50%値	期間75%値	期間98%値	最小
2001	114	381	86	172	270	24
2002	226	334	240	256	333	94
2003	105	235	114	138	189	19
2004	115	834	72	96	532	29
2005	68	353	58	81	176	13
2006	68	178	66	78	111	31
2007	55	100	53	68	95	25
2008	67	159	67	77	133	25
2009	71	212	62	83	184	16
2010	38	112	31	47	105	5

雨期: 7-9月

年度	平均	期間最大	期間50%値	期間75%値	期間98%値	最小
2001	986	3,380	854	1,050	2,508	518
2002	794	2,070	752	993	1,742	162
2003	569	1,360	520	676	1,201	278
2004	663	1,850	546	787	1,611	255
2005	631	3,660	527	772	1,371	234
2006	492	1,260	442	587	986	124
2007	868	3,020	740	1,023	2,467	235
2008	444	2,500	387	487	1,256	157
2009	276	1,090	241	320	780	95
2010	218	604	169	269	539	97

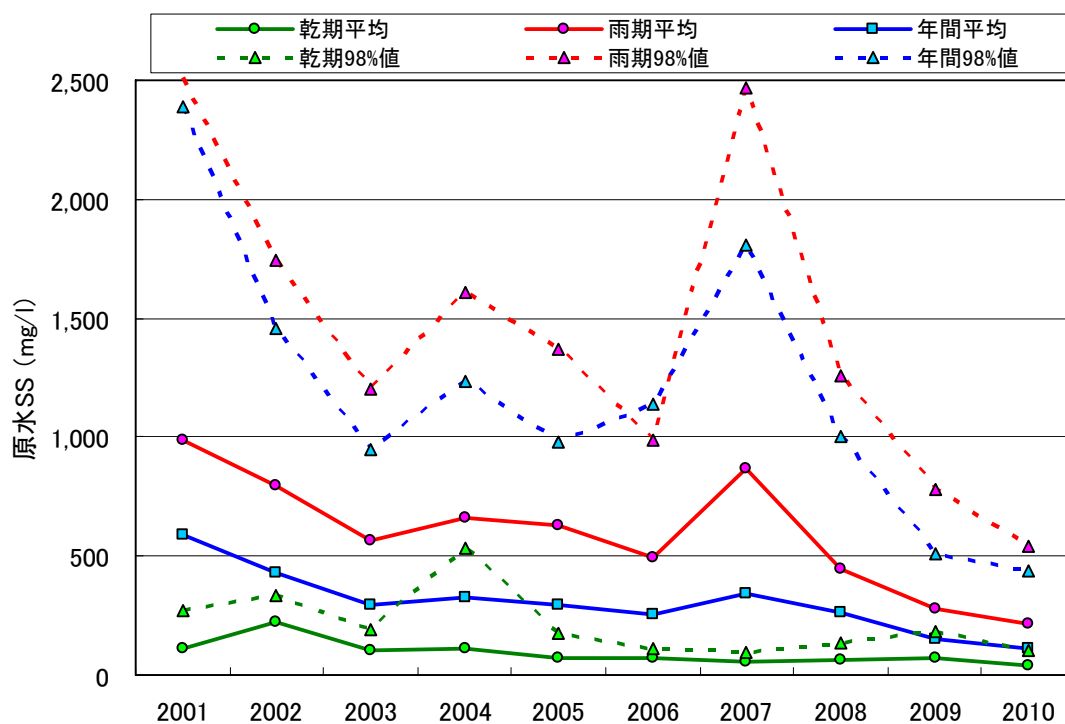


図-3.5.5 乾期・雨期別の原水 SS の推移

③ まとめ

ドン河原水 SS は、過去 10 年の間、近年減少傾向が著しいことから、平均等の諸元を過去 5 年間（2006 年度～2010 年度）のデータに基づくこととした。

ここで、雨期平均とは 7 月～9 月のデータを、最大とは各年度 98% 値（年間を通して 1 週間程度高い SS により取水停止の恐れがある濃度）の中で最大の値を採用した。

以上より、設計 SS を以下のように設定する。

雨期 SS :	450 mg/l (施設計画用値)
平均 SS :	240 mg/l (年間スラッジ量算出用値)
最大 SS :	1,830 mg/l (施設計画用値)
最小 SS :	20 mg/l (施設計画用値)

(3) 処理対象水質項目

本浄水場における処理対象水質項目については、「第 2 章水質調査」より、以下のとおりとする。

- 一般細菌、大腸菌
- 鉛、アルミニウム、マンガン、鉄、濁度、色度

(4) 処理フローの選定

1) 浄水処理フロー

浄水処理フローについては、原水水質の状況及び処理対象項目より、図-3.5.6に示すとおりとなる。

浄水処理の対応技術は、濁度、藻類、微生物など不溶解性成分に対する対応技術と、異臭味、色度、有機物、消毒副生成物、無機物などの溶解性成分に対する技術とに分けられる。

浄水処理方式は、不溶解性成分を対象とした緩速ろ過方式、急速ろ過方式、膜ろ過方式に大別され、必要であれば溶解性成分対応技術の単位プロセスが組み込まれる。河川表流水を対象とする浄水処理システムの抽出表を表-3.5.11に示す。

本浄水場では、前述のとおり高濁度に対する対応技術が必要であると想定され、原水 SS450mg/L を対象とする浄水処理方式を選定しなければならない（表-3.5.12 着色範囲参照）。

水質基準を超過する鉄・マンガンについては、現在の処理フロー（中間塩素処理）では、砂へのマンガン付着効果による鉄・マンガンの除去効果が期待できるため、特別な処理は不要と判断される。

また、処理対象項目以外の水質項目としては、溶解性アルミニウムについては凝集沈澱・急速ろ過により低減可能であり、アンモニア態窒素については通常の塩素処理により対応可能である。トリハロメタン生成能については、日本の基準値を大幅に下回るため、低減のための特別な処理は必要としないが、今回採用する中間塩素処理により、更なる低減が期待できる。

なお、農薬については、現在は基準値以下であることから特別な処理は必要ない。以上の検討結果から、図-3.5.6に示す浄水処理システムが選定される。

なお、個々の処理プロセスについては、「(7) 処理方式の検討」にて後述する。

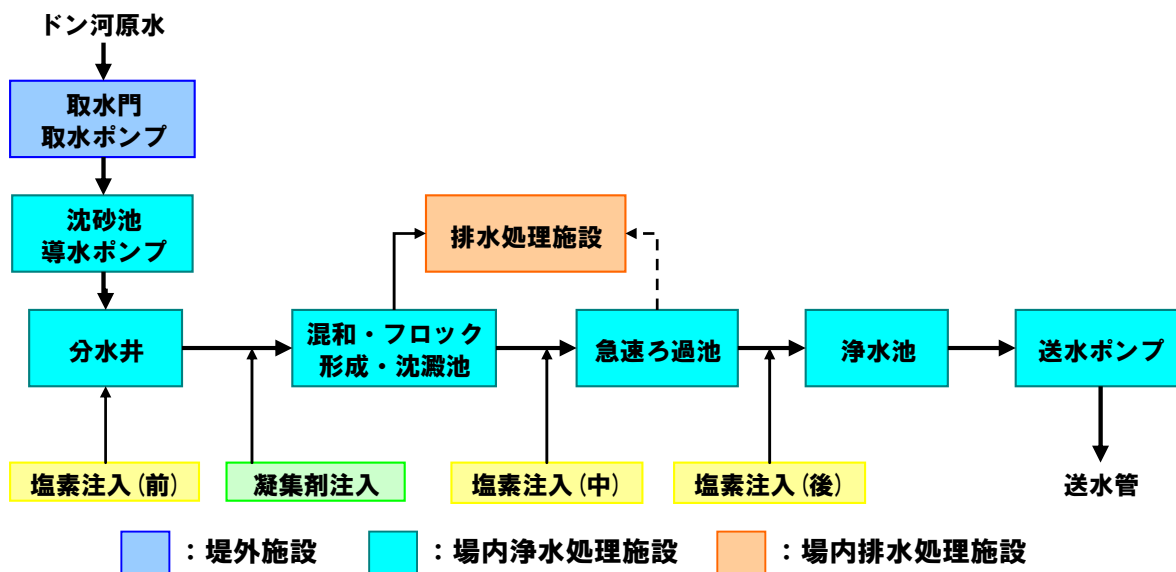


図-3.5.6 浄水処理フロー

表-3.5.11 浄水処理システムの構成、抽出表<河川系> (一例)

除去対象成分								浄水処理システムの構成						
不溶解性		溶解性						緩速ろ過		急速ろ過			膜ろ過	
濁度	藻類	色度	鉄・マンガン	異臭味	アンモニア性窒素	THMFP	農薬	浄水規模		浄水規模			浄水規模	
								中	小	大	中	小	中	小
中・高	無	×	×	×	×	×	×						膜ろ過	
		□	×	×	×	×	×			凝集沈澱+急速ろ過			凝集沈澱+膜ろ過	
		○	×	□	×	□	□			粉末炭+凝集沈澱+急速ろ過			粉末炭+膜ろ過	
		○	×	□	×	□	□			凝集沈澱+急速ろ過+粒状炭			膜ろ過+粒状炭	
		◎	○	◎	□	○	◎			凝集沈澱+オゾン+粒状炭+急速ろ過				
	有	□	○	×	×	×	×							膜ろ過+マンガ接触ろ過
		○	×	○	×	○	○							膜ろ過+ナノろ過
		○	□	○	□	○	○			凝集沈澱+粒状炭+急速ろ過			膜ろ過+粒状炭	
		◎	○	◎	□	○	◎			凝集沈澱+オゾン+粒状炭+急速ろ過			膜ろ過+オゾン+粒状炭	
〔原水濁度〕		高：100度以上の高濁度がある場合 中：100度未満の通常の濁度変動 低：常時5～10度未満												
〔処理性記号〕		◎：処理効果が非常に高い、○：処理効果が高い、 □：処理効果に制限がある、×：処理効果がない												

(出典：「浄水技術ガイドライン」水道技術研究センターより作成)

2) 排水処理フロー

排水処理プロセスは、浄水処理施設より発生する排水及び排泥を受け入れ、処理水の放流や返送及び発生汚泥の処分、また原水の有効利用を行う処理プロセスであり、排水処理システムの構成は、主に、調整、濃縮、脱水（有効利用の場合は資源化）、処分の4段階で構成される。個々のプロセスを選定する上では、発生固形物量及び汚泥性状より、浄水処理との整合性を勘案して最適なものを選定することとなる。

本計画における浄水処理プロセスでは、「凝集沈殿+急速ろ過」を採用しており、排水量、排泥量ともに多いことから、浄水汚泥を濃縮前に一時貯留し、調整を行う必要がある。また、敷地面積には比較的余裕があり、土地代も安価であることから、脱水方式は天日乾燥方式を採用する。ただし、第1期 150,000m³/day 稼働後の脱水状況を見て、乾燥状況が芳しくない場合には、機械脱水を導入することも視野に入れておく。（但し、費用計上はしない）

また、本計画では、下記の理由により、クローズドシステムを採用し、急速ろ過池洗浄排水及び濃縮槽上澄水を分水井に返送し、循環させることとする。

以上に示す理由から、図-3.5.7に示す排水処理フローを選定する。

なお、個々の処理プロセスについては、「(7) 処理方式の検討」にて後述する。

【クローズドシステムの採用】

日本においては、浄水場における沈殿施設が、水質汚濁防止法第2条に基づく「特定施設」として指定されていることから、河川等の公共用水域への排水が制限されることとなる。そのため、浄水施設からの排水、排水処理施設からの排水を浄水処理システムの入り口へ返送するクローズドシステムが、多くの浄水場で採用されている。特に、大中規模の浄水場においては、原水の有効利用の観点から、凝集剤等の薬品の含有が少ないろ過池の洗浄排水を、浄水処理の最上流である着水井へ返送する方式が一般的となっている。

本浄水場においても、以下の理由により、「クローズドシステム」を導入するものとする。

- ① クローズドシステムが常識的となっている状況下において、新設浄水場からの排水を河川放流することは、水の有効利用の観点及び環境に与える影響の面から、好ましくないと判断される。
- ② 浄水過程における排水を浄水場内で循環させることにより、循環水量分の取水量を低減することができ、維持管理コストのみならず、河川環境への影響を抑えることができる。
- ③ 浄水処理プロセス、排水処理プロセスのいずれにおいても、ポリマー等の人体に悪影響を与える恐れのある薬品を使用していないことから、返送水の水質に問題はなく、循環させることが可能である。
- ④ 原水濁度が元々高いことから、濁質を含む排水を返送することが、浄水処理に与える影響は少ない。

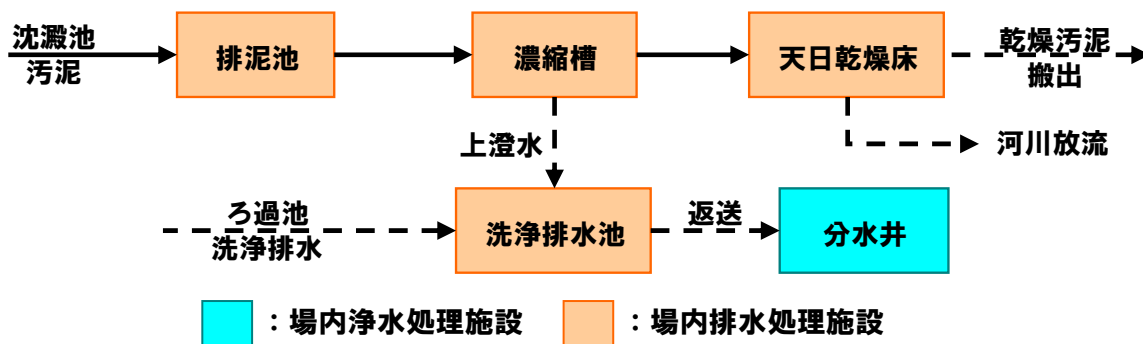


図-3.5.7 排水処理フロー

(5) 薬品注入計画

薬品注入計画については、「第 2 章水質調査」の結果を基に、以下のとおり設定する。

1) 凝集剤注入率

最適凝集剤注入率をジャーテストから求めた結果、乾期、雨期の水質の差異、また原水濁度の高低に関わらず、30PACmg/L 付近であった。

以上を踏まえ、凝集剤注入率は下表のとおり設定する。

表-3.5.12 凝集剤注入率の設定

凝集剤注入率の設定	凝集沈澱池想定流入濁度		凝集剤適正注入率
	mg/L(NTU)	度(カオリン)	PACmg/L
平均	59.4	33	30
雨期平均	111.6	62	30
最大	457.2	254	50
最小	19.8	11	20

なお、瞬間最大 4000 度については、継続期間が 8 年間で 1 日であることから、沈砂池（時間容量 12 時間）又は取水制限で対応する。

また、2000 度以上の濁度は、2007 年に最大 2 日継続しているが、これらも沈砂池又は取水制限で対応する。

2) 塩素注入率

① 塩素注入の必要性

原水からアンモニア態窒素及び有機物が検出されていることから、原水の塩素要求量を確認することを目的として、塩素添加実験を実施した。

実験の結果、ドン河原水に対する塩素要求量は約 1.1mg/L～2.2mg/L であり、静置後のジャーテスト上澄水の塩素要求量は約 0.8mg/L～1.7mg/L となった。このことは、「第 2 章水質調査」においても記載しているとおり、ドン河原水のアンモニア態窒素が 0.03mg/L 未満、有機物（TOC）も 1mg/L 程度と低いことに起因しているものと考えられ、また、凝集沈澱処理により塩素消費物質が低減されたことを示している。

これらのことから、ドン河原水を塩素処理する場合の塩素注入点は、塩素注入率及びトリハロメタン等の塩素消毒副生成物(DBP)濃度の低減が可能である凝集沈澱後（中間塩素処理）が最適と考えられる。

ただし、沈澱池内における藻類繁殖防止のための前塩素注入、送水末端における残留塩素濃度確保のための後塩素注入についても必要である。

② 塩素注入率の設定

実験の結果から、下表のように塩素注入率を設定する。

〔前塩素〕

前塩素は、藻類の繁殖を抑制することを目的として必要に応じて注入し、最低限の注入率を設定する。

〔中間塩素〕

中間塩素は、沈澱処理後に注入し、砂ろ過に処理水に遊離型として残存させることを目的とし、ブレイクポイントより設定する。

〔後塩素〕

後塩素は、送水過程における残留塩素濃度の低減を考慮し、送水末端において適正残留塩素濃度 0.6mg/L を確保できるよう設定する。

表-3.5.13 塩素注入率の設定値

項目	注入率 (mg/L)		
	最大	平均	最小
前塩素	0.5	0.3	0
中間塩素	3.0	2.0	1.5
後塩素	1.0	0.6	0.2

3) その他薬品注入の必要性

① pH 調整の必要性

原水 pH 値の平均値は、8.0 程度で安定しており、最適 PAC 注入率 30mg/L では、pH 値は 7.4~7.8 へ低下する傾向が見られたものの、その変化は概ね PAC の適正凝集 pH 値の範囲内である。

また、溶解性アルミニウム濃度も 0.06mg/L 以下と、世界保健機関 (WHO) 飲料水ガイドライン(第 4 版)における技術水準 (0.1mg/L 以下) と比べて十分に低いことから、酸注入による pH 調整は必要ないものと考えられる。

(6) 取水方式の検討

1) 取水施設

取水施設は、年間を通じて計画取水量を確実に取水できるものとし、流木、雑草等の流下物が取水口を塞ぐこと、洪水時の転石、土砂の堆積が取水に支障となること、河床の洗掘による河川水位の低下が渇水時の取水に影響を及ぼすことに留意する必要がある。

本事業におけるドン河の取水方法について、比較検討を行なった結果を表-3.5.17に示す。ドン河は船舶の運航があるため河川水位の堰上げはできないこと、船舶の運航が多く舟運に支障のない施設とする必要があること、加えて公共事業としてコストの縮減を図ることが重要であることから取水門を採用することとした。

Pre-FS においては、経済性、維持管理性の面から取水管方式で堤内の沈砂池に直接自然流下で送る方法を推奨したが、本調査では以下の理由により河川より取水路で取水門まで引き込み取水ポンプで堤内の沈砂池に取水する方法に変更している。

主な理由は、ハノイ市堤防管理局では堤防下に管を布設することが認められない可能性が高いことがわかり、自然流下では堤内の沈砂池へ堤防を上越して送ることが水理的に不可能なため、取水ポンプを用いて沈砂池へ送る必要が生じたためである。

取水路の容量は、「第2章水質調査」より、原水のSSは12時間静置により80%近くが除去できることから、取水路と沈砂池をあわせて計画処理水量の12時間分となるように計画するものとし、このうち取水路では河川の平均水位において2時間分(30万m³/day処理時)を確保するものとする。また、将来60万m³/dayの拡張時には1池を追加設置する。

なお、取水門とした場合には、取水路に大量の砂の堆積が想定されるため、定期的に船上から浚渫を行うこととする。

【計画取水位】

- ・ HWL+11.50 m (過去10ヶ年実績最大水位11.42 mより)
- ・ LWL+ 0.50 m (過去10ヶ年実績最低水位0.75 mより)

【設計条件】

- ・ 流入速度 : 0.8m/S 以下
- ・ 取水路水深 : LWL+0.50m-4.5 m (有効水深3.5 m、堆砂1.0 m)
- ・ ポンプ井水深 : LWL+0.50m-4.0 m (3.2D以上 D:ポンプ口径)
- ・ 取水口幅員 : 2 m (ゲート人力巻き上げ式)

【施設緒元】

[取水路]

水路寸法 : 幅19 m×高さ14.5 m (ポンプ井手前)

水路寸法 : 底幅13 m (取水口部)×天端幅80 m×高さ14.5 m

[取水ポンプ井]

寸法 : 幅9.0 m×長12.0 m×高16.0 m×2池

[付帯設備]

各落し 6 箇所、ゲート 6 台、電気室、配管室、返送管（試運転、泥吐用）、
排泥ポンプ船、道路橋、取水ポンプ

2) 導水施設：沈砂池（原水調整池）

沈砂池は、原水とともに流入した砂を沈降除去するための施設である。

設置位置は堤内地の取水口に近い位置に設けることが望ましいが、敷地形状から
浄水場内の施設配置を総合的に判断し設置位置を決定する。

沈砂池の容量は、「第 2 章水質調査」より計画処理水量の 10 時間分以上（30 万
m³/day 処理時）とし、予備池は設置しない。また、将来 60 万 m³/day への拡張時に
は 1 池を追加設置する。

構造については、平面形状が非常に大きく、後段の浄水処理に合わせて水位を設
定するためには、高い建設コストを要することとなる。したがって、安価である堀
込式を採用し、底版と側面をコンクリートで止水する構造とする。後段の浄水処理
へは導水ポンプにより導水する。

なお、取水施設と同様に大量の堆砂が想定されるため、排砂については、排泥ポ
ンプ設置船により浚渫する。

【設計条件】

- ・ 対象粒子径：0.005mm 以上
- ・ 滞留時間：10 時間分以上（2 期水量に対して）
- ・ 有効水深：5.5 m
- ・ 堆砂高：0.5 m 以上

【施設諸元】

〔沈砂池〕

寸法：幅 156m×長 190m×高 5.5m×1 池（堆砂深 0.5m を含む）

容量：158,000m³（堆砂深 0.5m を除く）

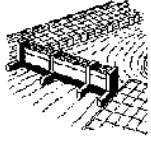
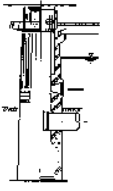
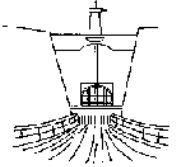
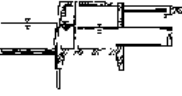
〔導水ポンプ井〕

寸法：幅 9.65m×長 12.0m×高 8.8m×2 池

〔付帯設備〕

各落し 6 箇所、ゲート 6 台、電気室、配管室、返送管（試運転、泥吐用）、
排泥ポンプ船、導水ポンプ

表-3.5.14 取水施設の比較

項目	取水堰	取水塔	取水門	取水管渠
概略図				
機能・目的	河川水を堰上げし、計画取水水位を確保することにより安定取水を可能にする施設	河川水深が一定以上の所に設置することで水位変動が大きくとも安定取水が可能となる施設	川岸に設置し河川水を引き込み取水し、暗渠で堤内地に導水する施設。	川岸に設置し河川水を引き込み取水し、管渠部を経て堤内地に自然流下で導水する施設。
特徴	河川断面内に河川に対し直角に設置する。安定した取水と沈砂効果大きい。	河川断面内の一定の水深以上の地点に設置する。大量取水の場合、経済的である。	水位変動が少ない河川で採用される。維持管理が容易で安定取水が可能である。	比較的水位の変動が少ない河川に適し、舟運に支障がない。
大量取水の可否	堰により水位を確保するため大量取水に適する。◎	河川内から直接取水するため大量取水に適する◎	一般的に少量取水に用いられるが適用可。○	一般的に中量取水に用いられるが適用可。○
安定取水の可否	安定した取水が可能である。河況が大きく変化する場所では取水口が埋没する場合が多く適当でない。◎	比較的安定した取水が可能である。河況が大きく変化する場所では取水口が埋没したり露出するので適当でない。○	河川の流況が安定していれば安定した取水が可能である。河床変動が少ない箇所でのみ取水可能である。○	比較的安定した取水が可能である。河床変動が大きい場所では取水口が埋没したり露出するので適当でない。△
土砂の流入	土砂の流入は適切な設計と維持管理により少なくできる。◎	機能的にある程度の土砂の流入はさげられない。○	土砂流入を防ぐことはほとんど不可能である。△	機能的にある程度の土砂の流入はさげられない。○
水深の影響	一般に影響はない◎	一定以上の水深が得られれば問題ない。○	一定以上の水深が得られれば問題ない。○	一定以上の水深が得られれば問題ない。○
舟運の可否	船舶運航の障害となる。×	部分的に船舶運航の障害となる。×	船舶運航の障害とならない。◎	船舶運航の障害とならない。◎
工事費	大きい△	大きい取水堰に比べ経済的である。△	一般に小規模のため小さい。しかし同規模であれば取水管渠と同等である。◎	一般的に経済的である。◎

(7) 処理方式の検討

1) 浄水処理方式

本浄水場の浄水処理システムについては、前述の検討により、下図に示すとおり選定された。

ここでは、各単位プロセスについて施設規模、処理方式等を検討する。

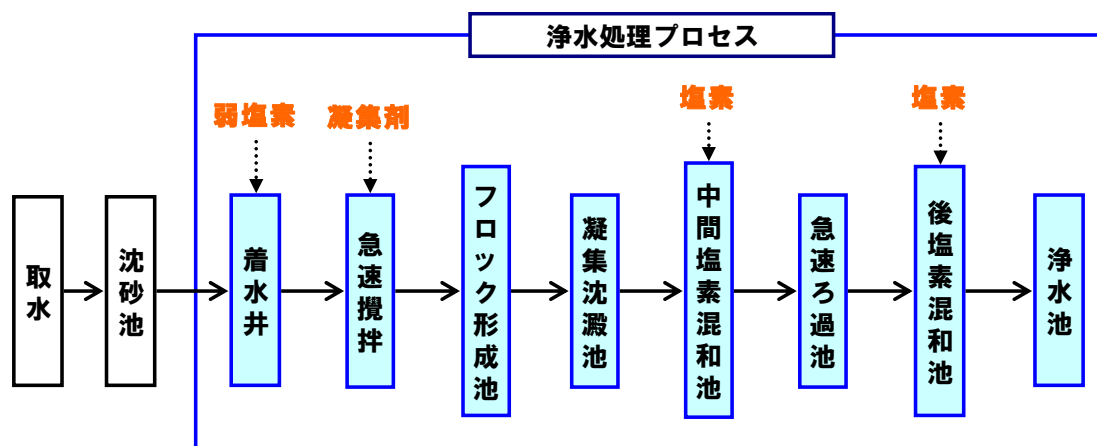


図-3.5.8 選定された浄水処理システム

① 分水井

分水井は、水質を均一化させ、後段の薬品注入、沈澱、ろ過等の浄水処理が正確かつ容易に行えるようにすることを目的として設置する。

分水井は、1期と2期の共通施設であり、維持管理を考慮し2池構成とし、流入管、流出管の連絡バイパスを設置する。

水位的に計画GLから約8.5m程度高くなることから、構造的に有利で安価となる円筒形構造とする。

滞留時間は、日本における設計指針では1.5分以上を確保することとなっており、本設計においては、ろ過池洗浄排水の返送水を受け入れることや、水質及び水量の変動に対する余裕を見込み6分程度を確保する。

【設計条件】

- ・ 滞留時間：1～5分

【設計諸元】

- ・ 寸法：φ18.8m×4.0m（円形2槽構造）
（滞留時間1.8分/池）
- ・ 付帯設備：流入バイパス管、流出バイパス管、越流管、排水管、
流入流出バイパス弁室

② 凝集沈殿池

凝集沈殿池は、懸濁物質やフロックの大部分を重力沈降作用により除去し、後続のろ過池にかかる負担を軽減するために設ける。施設は着水井、急速攪拌池、フロック形成池、薬品沈殿池からなる。

系列数は、機器のメンテナンス等を考慮し、各期 **6池×2系統** とする。

a) 着水井兼急速攪拌池

着水井は、原水量を測定・制御し、後段の沈殿、ろ過等の一連の浄水処理が正確にかつ容易に行えるようにすることを目的として設置する。また、急速攪拌池も兼ね、凝集剤を添加し、濁質を微細なフロックに凝集させる混和凝集を行う。

なお、着水井にて前次亜及び PAC の注入を行い、越流堰の堰落しを利用して PAC の混合攪拌を行う。また、堰落し後の混合を良好に行うため後段は潜り堰とする。(選定理由については、表-3.5.15 参照)

池数については、機械設備を備えていないことから池の停止は極めて少ないと考えられるが、濁度が高いことから濁質の堆積が懸念されるため、清掃による停止を考え各期 2 池構成 (計 4 池) とする。

【攪拌方式の選定理由】

- ・ 建設コスト、ランニングコストが安価である。
- ・ 機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易である。
- ・ 水量変動が大きいと攪拌強度が不十分になることがあるが、本浄水場は上流に原水調整池を設けているため、水量変動は少ない。
- ・ 落差を 1.3 m と大きくとれ、攪拌効化は十分期待できる。

【設計条件】

- ・ 滞留時間：1～5 分以上
- ・ 堰落し高さは 1.0m 以上確保する。
- ・ 水深は 3.0m 以上とする。

【設計諸元】

- ・ 寸法 : 1 期 4.0m×7.5m×4.7m×1 池
2 期 4.0m×7.5m×4.7m×1 池
- ・ 付帯設備：越流管、排水管、次亜注入点、PAC 注入点、流量計室、攪拌用堰設備

表-3.5.15 急速攪拌池の攪拌方式の比較

	水流自体のエネルギーを利用する方式						ポンプ攪拌方式	機械攪拌方式		
	水平迂流式		上下迂流式		跳水方式					
構造										
攪拌効化	流速を早くとれ、効化は大きい	○	流速を早くとれ、効化は大きい	○	水の落差を大きく取れ、効化は大きい	◎	水の循環量を調整して攪拌効化を得る	◎	攪拌機回転数を調整して効果を得る	◎
原水流量変動	水量変動が大きいと攪拌強度が大きく変動する	△	水量変動が大きいと攪拌強度が大きく変動する	△	水量変動が大きいと攪拌強度が大きく変動する	△	水量が変動すると影響をやや受ける	○	攪拌強度(G値)は一定であり、影響は受けない	◎
維持管理性	機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易	◎	機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易	◎	機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易	◎	機械的作動部があるため、維持管理が煩雑	△	機械的作動部があるため、維持管理が煩雑	△
必要動力	0	◎	0	◎	0	◎	1.4	△	1.0	△
設置面積	小	◎	小	◎	小	◎	ポンプ室が必要大	△	小	○
経済性※	イニシャル:0.2 ランニング:0	◎	イニシャル:0.2 ランニング:0	◎	イニシャル:0.1 ランニング:0	◎	イニシャル:1.6 ランニング:1.4	△	イニシャル:1.0 ランニング:1.0	○
実績	多い	◎	多い	◎	多い	◎	少ない	△	多い	◎
総合評価	○		○		◎		△		○	

※ 日本の浄水場において比較的多く採用されている機械攪拌式を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

c) フロック形成池

フロック形成池は、混和池で生成された微小フロックを穏やかに攪拌し大きく成長させ、後段の沈殿池で効率的に沈降分離させる目的で設置する。

一般的な攪拌方法としては、表-3.5.16 に示すとおり、機械式攪拌と水流自体のエネルギーによる攪拌に大別される。本設計においては、以下の理由により、縦軸パドル式フローキュレータを採用する。

【緩速攪拌方式の選定理由】

- ・ 濁度等原水の水質状況及び処理水量に応じて攪拌強度を調整することができ良好な処理水質が得られる。
- ・ 1 段目、2 段目と回転数を変えることで理想的な攪拌・フロック形成が行える。
- ・ 水流自体のエネルギーを利用する方式は水位差を 0.5m 程度必要とするため、急速攪拌池で跳水方式の落差 1.3 m とあわせると 1.8 m となり、浄水場の必要水位差が大きくなるため採用は難しい。
- ・ 機械攪拌方式では縦軸パドルの建設費が安価。

なお、池数は混和を良好に行うために各期 6 系列×4 池（2 列 2 段）構成とし、攪拌を効率良く行うために各池へ下部より流入させ、機械攪拌した後もぐり越流させる方式とする。稼働後の最適な薬品注入率の設定の参考として、浄水処理工程で重要となるフロックの形成状況を監視する。

フロック形成池後段には、整流壁を 2 段設置し、沈殿池への流れを均一化することとし、堆積スラッジ対策として排泥設備を設ける。

また、温度上昇による密度流対策、藻類対策、施設・設備保護のために、上部に屋根を設置する。

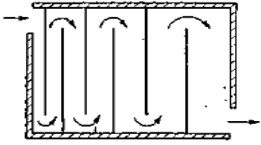
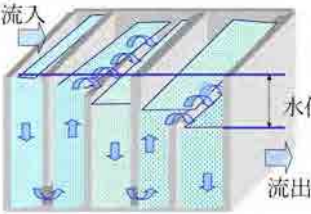
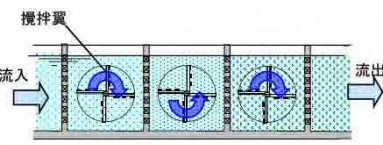
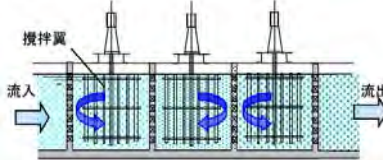
【設計条件】

- ・ 滞留時間：20 分～40 分
- ・ 水深：3.2m

【設計諸元】

- ・ 寸法：1 期 7.0m×7.0m×3.2m×4 池×6 系統
2 期 7.0m×7.0m×3.2m×4 池×6 系統
- ・ 付帯設備：フロキュレーター 24 台、縦軸上下迂流堰 24 箇所、整流壁 2 段、排泥設備、流入ゲート

表-3.5.16 フロック形成池の攪拌方式の比較

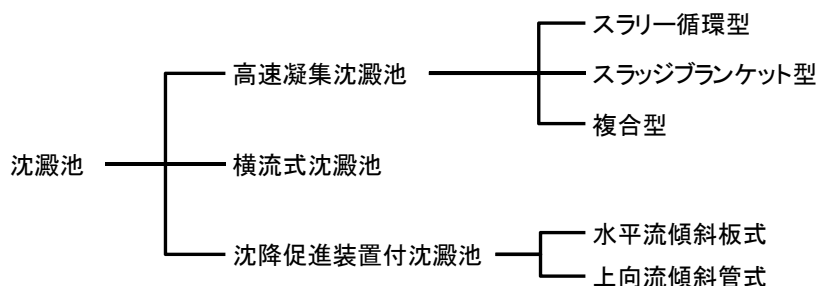
	水流自体のエネルギーを利用する方式		機械攪拌方式				
	水平迂流式		上下迂流式		横軸パドル式	縦軸パドル式	
構造							
攪拌効化	攪拌効化を十分えるには、水位差 0.5m が必要	×	攪拌効化を十分えるには、水位差 0.5m が必要	×	1 段目、2 段目と回転数を変えることで理想的な攪拌・フロック形成が行える。	◎	◎
原水流量変動	水量変動が大きいと攪拌強度が大きく変動する	△	水量変動が大きいと攪拌強度が大きく変動する	△	攪拌強度(G 値)は一定であり、影響は受けない	◎	◎
維持管理性	機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易	◎	機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易	◎	機械的作動部があるため、維持管理が煩雑	△	△
必要動力	0	◎	0	◎	1.0	△	△
設置面積	小	◎	小	◎	小	◎	◎
経済性※	イニシャル:0.2 ランニング:0	◎	イニシャル:0.2 ランニング:0	◎	イニシャル:1.0 ランニング:1.0	△	○
総合評価	△		△		○		◎

※ 経済性については、日本の浄水場において比較的多く採用されている横軸パドル式を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

d) 薬品沈殿池

【沈殿方式】

沈殿池は、フロック形成池で生成されたフロックを沈降分離する目的で設置される。沈殿池の一般的な沈殿方式としては、高速凝集沈殿池、横流式傾普通沈殿池、水平流式斜板沈殿池、上向流式傾斜管沈殿池に大別される。



高速凝集沈殿池は建設費が他の型式に比べ安価となるが、原水の水質、水量の変動に対する緩衝性に乏しく、またスラリーの濃度管理に高度な運転技術を要し、一般的に運転管理が難しいと言われている。更に高濁度原水の沈殿処理となると、より一層運転管理は困難になるため、検討から除外する。

従って、ここでは横流式沈殿池と沈降促進装置付沈殿池について比較検討を行い、本浄水場の沈殿池に適した方式を選定する。

表-3.5.17 に上記方式の比較を示すが、下記の理由より、上向流傾斜管式を選定する。

ただし、原水濁度が高いため、泥フロックの堆積による傾斜管の破損防止を考慮し、前段と後段に分け、前段を横流式沈殿池、後段を上向流傾斜管式沈殿池とする。

【沈殿方式の採用理由】

- ・ 設置面積が最も小さく、将来の施設配置を考慮した場合、用地を有効に利用可能。
- ・ 原水水質変動、温度変動に対して強く、安定した処理が可能。
- ・ 日本での実績は傾斜板式が多いが、ベトナム国内での採用実績は無い。一方で、傾斜管式はベトナム国内の大規模浄水場での採用実績があり、イニシャルコストも安価である。
- ・ 日本における採用実績も十分であるため、本邦技術の技術移転を考えた場合には、有効な処理方式であるといえる。

【汚泥掻寄、排泥方式】

沈殿池の種類、形状により、汚泥掻寄機、排泥装置の選定とその機種は限定されることになる。

本浄水場では、凝集沈殿池に傾斜管式沈殿池を採用しており、このタイプの沈殿池に採用されるのは一般的にリンクベルト式、ロープ式、中央掻き寄せ式、吸引式である。各方式の比較を表-3.5.18 に整理する。

本設計においては、以下の理由により、高濁度に適合性の高い回転式中央掻き寄せ方式を採用する。

【汚泥掻寄、排泥方式の選定理由】

- ・ 高濁度に対応し機械の事故や故障が少なく安心して運転を維持できる。
- ・ 沈澱池において重力濃縮効果が期待でき濃度の高い汚泥の引き抜きができることから、後段の排水処理施設及び設備をコンパクト化できる。
- ・ 日本国内の浄水場での実績が多い。

【設計条件】

- ・ 表面積負荷率 : 前段（横流式） 15～30mm/min
後段（傾斜管式） 7～14mm/min
- ・ 平均流速 : 0.4m/min（横流式の平均流速採用）
- ・ 平均上昇流速 : 80mm/min 以下（傾斜管）
- ・ 滞留時間 : 1 時間以上
- ・ 流出トラフ越流量 : 350m³/day・m 以下
- ・ 排泥回数 : 雨期平均 3 回、最大 6 回

【設計諸元】

- ・ 寸法 : 1 期 14.4m×21.0m×3.35m×6 系列
2 期 14.4m×21.0m×3.35m×6 系列
- ・ 傾斜管寸法 : 幅 0.37 m×高さ 0.53 m×長さ 3.0 m
- ・ 傾斜管 : 1 期 1 段×38 列×7 列×6 系列
2 期 1 段×38 列×7 列×6 系列
- ・ 汚泥掻寄機 : 1 期 2 基×6 系列
2 期 2 基×6 系列
- ・ 付帯設備 : 排泥設備（弁・管）、集水トラフ排水管、散水管

なお、ベトナム国側が推奨する横流式沈澱池とした場合の設計条件及び設計諸元を参考として以下に示す。

横流式普通沈澱池とした場合、沈澱池部分の長辺方向の長さが 4 倍以上必要となるため、敷地的にも現在の配置状況からは困難であると考えられる。

そのため、JICA 調査団では、設置面積が少なく、沈澱効率の良い傾斜管沈澱方式を推奨する。

【設計条件】

- ・ 表面積負荷率 : 横流式 15～30mm/min
- ・ 平均流速 : 0.4m/min
- ・ 滞留時間 : 3.6 時間以上
- ・ 流出トラフ越流量 : 500m³/day・m 以下

【設計諸元】

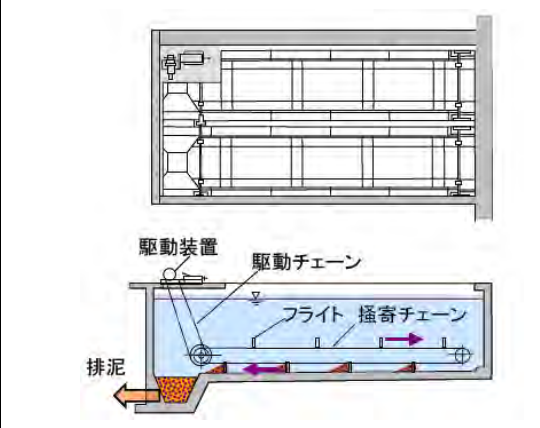
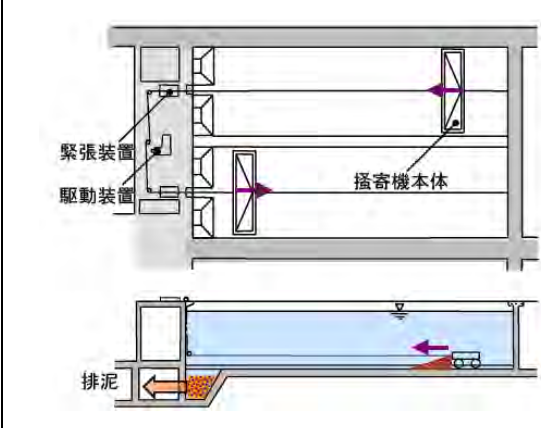
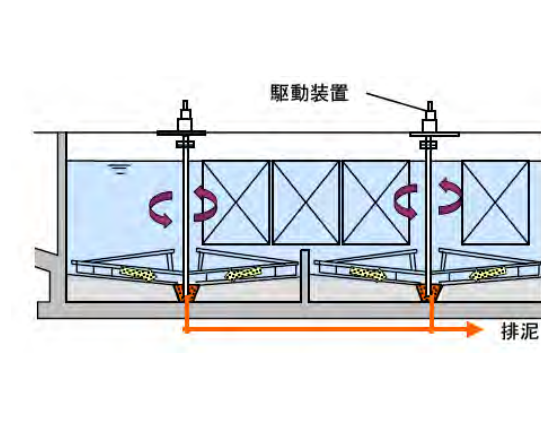
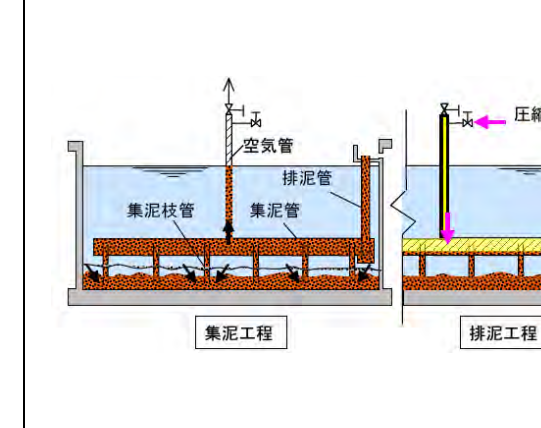
- ・ 寸法 : 1 期 14.4m×86.4m×3.35m×6 系列
2 期 14.4m×86.4m×3.35m×6 系列
- ・ 汚泥掻寄機 : 1 期 2 基×6 系列
2 期 2 基×6 系列
- ・ 付帯設備 : 排泥設備（弁・管）、集水トラフ排水管、散水管

表-3.5.17 沈殿方式の比較

構造	横流式沈殿池		沈降促進装置付沈殿池	
			水平流傾斜板式	上向流傾斜管式
構造				
滞留時間	3~5 時間		約 1 時間	
表面負荷	15~30mm/分		4~9mm/分	
流速	0.4 m/分以下		0.6 m/分以下	
池水深	3~4m		4~5m	
設置面積	100	△	30~40	◎
上澄水濁度	中間整流壁を設けるが、偏流、密度流の影響を受けやすく、上澄水濁度が高くなることもある	○	沈降促進装置による整流効化があり、上澄水濁度は低くできる	◎
変動への対応	原水濁度変化に対する緩衝性小 原水水温変化の影響を強く受ける 処理水量変動には強い	○	原水濁度変化に対する緩衝性大 原水水温変化の影響は小 処理水量変動には強い	◎
維持管理	密度流、偏流の影響を受けやすく、上澄水濁度の監視が必要	○	傾斜板の間、表面に汚泥フロックが堆積する事があり、定期的な清掃が必要	○
汚泥掻寄機	池内には支障物が何もないため、どのような掻寄機でも設置可能	◎	傾斜板下 1.5m は空き空間となり、リンクベルト式、ロープ式、中央掻寄式(一部対策必要)、吸引式などが設置可能	○
経済性※	イニシャル:1.0 ランニング:1.0	△	イニシャル:0.6 ランニング:1.0	○
実績	多い ただし、日本では敷地の制約から減少傾向にある。	◎	実績無し 日本での実績は多いが、ベトナムでの採用実績はない。	△
総合評価	△		○	
			◎	

※ 経済性については、沈降装置がない横流式沈殿池を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

表-3.5.18 汚泥掻寄・排泥装置の比較

	リンクベルト式	水中牽引式ロープ式	中央掻き寄せ式	気圧式吸引式				
構造								
	<ul style="list-style-type: none"> ・駆動部: 電動機、変速機、減速機 ・水中部: チェーン、フリート、水中軸、レール ・1 駆動部で掻寄部を複数駆動できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・駆動部: 電動機、変速機、減速機、ロープ巻取り装置 ・水中部: 掻寄台車、ロープ、滑車、レール ・1 駆動部で掻寄台車を複数駆動できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・駆動部: 電動機、変速機、減速機、架台 ・水中部: 中心軸、レーキ ・1 駆動部で掻寄レーキ 1 基を駆動する 	<ul style="list-style-type: none"> ・駆動部: 吸引ポンプ ・水中部: 吸泥配管 ・移動式と固定式がある。固定式の場合、沈殿池底全面に吸泥配管を敷設する 				
運転方法	沈殿池下部に設置したエンドレスチェーンに掻寄板を取り付け、チェーンを連続して動かして、汚泥を掻寄せる	掻寄台車を往復させ、池終端から流入部に移動するときに汚泥を掻寄せる	集泥レーキを回転させ汚泥を沈殿池中央に連続的に掻寄せる	水頭差又は吸引ポンプで汚泥を吸引し、排泥用トラフを通じて排泥する。				
形状寸法	<ul style="list-style-type: none"> 矩形型の沈殿池とし、片側に排泥用ピットを設ける 掻寄板の最大幅は 4~6m 程度であり、池幅が大きい時は複数設置する 池長に対する制約はない 	<ul style="list-style-type: none"> 矩形型の沈殿池とし、片側に排泥用ピットを設ける ○ 掻寄台車の最大幅は 4~6m 程度であり、池幅が大きい時は複数設置する 池長に対する制約はない 	<ul style="list-style-type: none"> 矩形、円形いずれの沈殿池でも設置可能 排泥用ピットは掻寄機 1 台につき 1 箇所設ける ○ 掻寄機の最大寸法は 5~20m 程度であり、池長が大きい時は複数設置する 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 矩形、円形いずれの沈殿池にも設置可能 寸法的な制約もない 				
集泥能力	<ul style="list-style-type: none"> 連続掻寄せであり、汚泥の発生量が多い場合に適している ○ 1 ピットあたり集泥できる汚泥量が限られているため、汚泥の濃縮効化は低い 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 間欠的な掻寄せであり、汚泥の発生量が多い場合には適していない △ 1 ピットあたり集泥できる汚泥量が限られているため、汚泥の濃縮効化は低い 	<ul style="list-style-type: none"> 連続掻寄せであり、汚泥の発生量が多い場合に適している △ 1 ピットあたり集泥できる汚泥量が多く、汚泥の濃縮効化は高い 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 汚泥の掻寄せ能力はなく、吸泥管から離れた汚泥は排泥できない 濃縮効化もなく、薄い汚泥となりやすい 				
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> 軸受け、チェーン、スプロケット、シューなど摺動部の部品の定期的な交換がある × 維持費は最も高い 	<ul style="list-style-type: none"> △ ワイヤロープの伸びの調整、定期的な交換が必要 △ リンクベルトについて維持費は高い 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 点検・交換部品は少ない 維持費は最も安価 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 池内に汚泥の滞留が生じるため、定期的な池内清掃が必要 				
建設費※	1.5	△	1.2	○	1.0	○	0.8	◎
ランニングコスト※	1.0	○	1.0	○	1.0	○	1.0	○
実績	多い	◎	多い	◎	多い	◎	少ない	△
総合評価	○		○		◎		△	

※ 建設費、ランニングコストについては、日本の浄水場において高濁度の処理方式として比較的多く採用されている中央掻き寄せ式を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

④ 中間塩素混和池

中間塩素混和池では、鉄・マンガン等の除去及びトリハロメタン対策として、**中間塩素の注入**を行う。

各期 2 池ずつの構成とし、塩素注入点は各池 1 箇所とする。混和方式は、上下う流方式とし、接触時間は、ろ過池砂上水深を含めて 20 分程度確保する。

【設計条件】

- ・ 接触時間：砂上水深を含め 20 分程度
- ・ 混和方式：上下迂流式

【設計諸元】

- ・ 寸法 : 1 期 幅 3.65m×10.50m×6.8m×2 池
2 期 幅 3.65m×10.50m×6.8m×2 池
- ・ 付帯設備：排水管、塩素注入点

⑤ 急速ろ過池

急速ろ過池は、沈澱池で除去されなかった微フロックを、砂層等のろ材で捕捉する目的で設置する。

本設計では、ろ過砂の入替えや点検、補修及び逆洗水量等を考慮して、各期 12 池構成（内 2 池予備）とする。また、凝集沈澱池と同様に、温度上昇による密度流対策、藻類対策、施設・設備保護のための要否と方策を検討する。

ろ層構成は単層ろ過とし、ろ過速度については、120～150m/d とするが、稼働後の状況をみて複層ろ過への変更が可能なよう考慮しておく。ろ過方式は、重力式と圧力式に大別されるが、同規模施設でも一般的に用いられる重力式ろ過を採用する。重量式ろ過池の場合、一定の流量を保つ定速ろ過が一般的であり、定速ろ過は流量調整弁等による流量制御方式、ろ過池の水位による水位制御方式、流入量と流出量が自然に平衡する構造を持った自然平衡方式に分けられる。本設計では、表-3.5.19 に示すとおり、実績も多く、負圧の発生の恐れがない自然平衡方式を採用する。

なお、洗浄方式については、単層ろ過であることから、「**表面洗浄＋逆流洗浄**」を採用し、下部集水装置については、低コストで施工が容易な**有孔ブロック**を採用する。

逆洗方式の選定に当たっては、以下の内容を考慮し、表-3.5.20 に比較するとおり、**自己水洗浄方式**を採用する。

【逆洗方式の採用理由】

急速ろ過池の運用で最も問題となるのは、制御バルブである。自然平衡型自己水洗浄方式については、機構が単純であり、流入・流出・逆洗に電動バルブ、電動ゲートを使用しない。また、他の方式と比べてろ層の不陸が起りにくく、その機構により、スローダウン、スロースタート運転となるため、水質の安全面からも推奨される。

さらには、動力が最小限で済むため、環境への影響も少ない。

自然平衡型自己水洗浄方式は、在来型急速ろ過方式（逆洗ポンプ・バルブ制御方式）に比べ年間で約 27% のライフサイクルコスト（LCC）削減効果がある。ここでの、LCC の試算は、建設費と修繕費を日本実績から算定し電力費はハノイ市電力料金より算定した場合である。

【設計条件】

- ・ろ過速度： 120m/日～150m/日

【設計諸元】

- ・寸法：1期 5.2m×10.5m×2 床/池×12 池
2期 5.2m×10.5m×2 床/池×12 池
- ・ろ過砂層厚：60 cm
- ・ろ過砂有効径：0.6mm
- ・ろ過砂均等係数：1.3～1.6
- ・砂利層厚：200mm（最大径 20mm 最小径 2mm 層数 4 層）
- ・集水装置：有効ブロック形
- ・付帯設備：ろ過砂 1 式、流入・流出装置 1 式、
表洗ポンプ 2 台（1, 2 期共通）、表洗設備 1 式、表洗管 1 式、
流入サイフォン 1 式、流入堰、排水サイフォン 1 式、
流出バルブ、流出管、散水管

表-3.5.19 定速ろ過法の比較

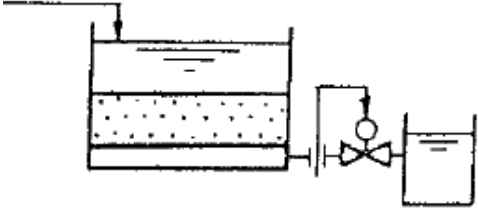
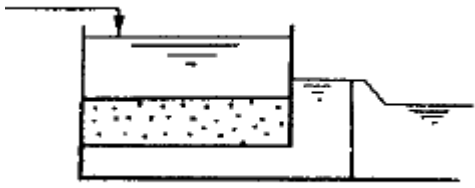
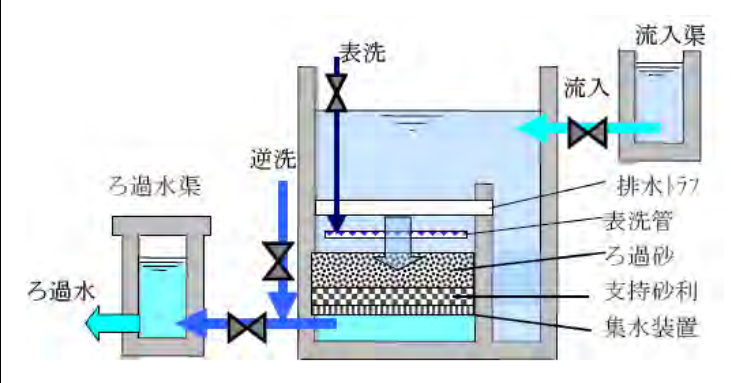
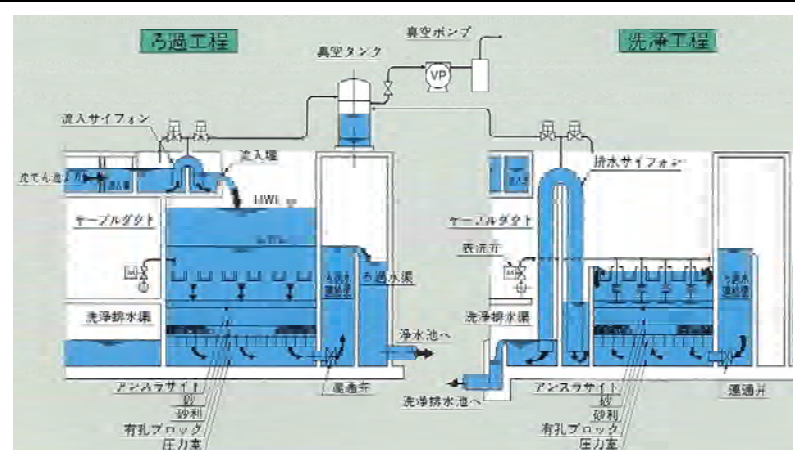
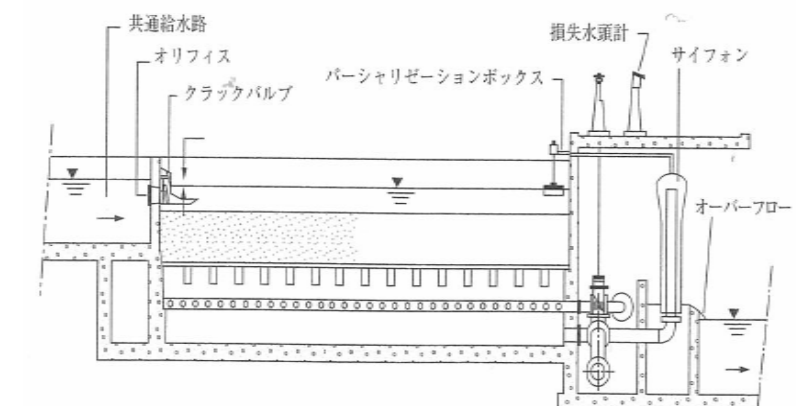
	ろ過流量一定制御法	自然平衡法
概念図		
制御機構	<ul style="list-style-type: none"> ろ過水流出側に計量装置と流量調節装置を設けておき、ろ過初期には、調節装置によって大きな損失水頭を発生させることにより、ろ過流量を抑制する。 ろ過の進行に伴って、ろ層の閉塞が進み、ろ層内損失水頭が増加した分だけバルブを開き、調節装置の損失水頭を減らすことにより、ろ過流量を一定に保つ。 水位制御方式は、ろ過池の水位を検知し、その信号を水量調節機構に伝達して、定速ろ過を維持する。 	<ul style="list-style-type: none"> 流出側に砂面より高い位置に堰を設け、ろ過池自体の砂面上水深が徐々に高まることによって、ろ層の閉塞に伴う通水量の減少を防止し、一定のろ過流量を得る方法。 砂面上水深が設定値に達したら、ろ過を停止し、洗浄を行うことから、砂面上水深を大きくとるほど、ろ過継続時間が長くとれる。
長所	<ul style="list-style-type: none"> 砂面から流入水渠までの高低差を比較的小さくできる。 	<ul style="list-style-type: none"> 制御機構が単純。 流出側の流量調節なしに定速ろ過が可能である。 砂層内に負圧の発生する危険がなく、ろ過水水質悪化に対する安全性が高い。
短所	<ul style="list-style-type: none"> 機構が複雑 高損失水頭時の負圧発生に伴い、ろ過水質の悪化を招く可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ろ過池の構造が深くなる。
評価	<ul style="list-style-type: none"> 本設計では高さ方向の制約は特にないことから、採用のメリットは低い。 	<ul style="list-style-type: none"> 本設計では水位、構造上の高さ方向の制約はないため、採用が可能。
		採用

表-3.5.20 急速ろ過方式（逆洗方式）の比較

	在来型急速ろ過	自然平衡型自己水洗浄式急速ろ過	アカズールフィルター（自然平衡型）
構造			
構成	集水装置、流入渠、各自動弁、排水トラフなどから構成される各池は独立している 流出部がろ層より下にあるため、ろ過工程の後半ではろ層に負圧を生じる恐れがある 逆洗はポンプ又は高架水槽の圧力水で行う	集水装置、流入渠、流入サイフォン、排水サイフォン、排水トラフなどから構成される 各池は連通弁で仕切れ、全池が繋がっており、また、流出部水位がろ層より上にあるため、ろ層が負圧にならない 逆洗はろ過水渠内のろ過水で行う	ストレーナ集水装置、流入調節弁、流出調節サイフォンなどから構成される。 各池は流入調節弁で仕切れ、全池が繋がっている 粒度の粗い砂で層厚を厚くする 逆洗はポンプの圧力水で行う
ろ過速度	120~150 m/日	120~150 m/日	120~150 m/日
逆洗速度、逆洗方法	0.6~0.8 m/分 逆洗ポンプ、高架水槽の圧力水を用い、自動弁を介して洗浄を行う	0.6~0.8 m/分 ろ過水渠内のろ過水を用い、ろ過水流出堰と池内排水トラフの水位差を利用して洗浄を行う。逆洗ポンプ、高架水槽は不要	0.8~1.0 m/分 逆洗ポンプの圧力水を用い、自動弁を介して洗浄を行う 粒度が粗く、層厚も厚いため逆洗速度が高い
濁質の漏洩	ろ層内に負圧を生じることがあり、その場合、濁質の漏洩の恐れがある	ろ層内に負圧を生じることがなく、濁質の漏洩の恐れもない 自然にスローダウン、スロースタート運転となり、漏洩はない	ろ層内に負圧を生じることがあり、その場合、濁質の漏洩の恐れがある
流量調整装置	流入量と流出量のバランスをとるため、調節弁が必要であり、操作が複雑となる	自然平衡型であり、流入量はそのまま流出量となり、コントロールする必要がない	流入量と流出量のバランスをとるため、調節弁が必要であり、操作が複雑となる
運転操作性	逆洗弁、流量調節弁、捨水弁など大口径の自動弁が多く必要となり、運転操作は煩雑となる	大口径の弁は無く、運転操作は簡単	逆洗弁、流量調節弁、捨水弁など大口径の自動弁が多く必要となり、運転操作は煩雑となる
保守管理性	各池毎に大口径の自動弁が多数設置され、複雑な自動制御回路を必要とするため、保守管理は煩雑となる	小口径の空気作動弁と簡単な制御回路で構成されるため、保守管理は容易	各池毎に流入調節弁、流出調節サイフォンなどが設置され、複雑な自動制御回路を必要とするため、保守管理は煩雑となる
経済性※	イニシャル:1.0 ランニング:1.0	イニシャル:0.7 ランニング:0.3	イニシャル:1.0 ランニング:1.2
実績	多い	多い 日本での採用実績は多いが、ベトナムでの実績はない	多い 世界的な実績は多く、ベトナムでもダ河浄水場で実績がある
総合評価	○	◎	△

※ 経済性については、在来型急速ろ過を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

⑥ 浄水池

浄水池の有効容量は、1 池で送水調整容量及び余裕等を確保できるよう、計画一日最大送水量の3 時間容量を見込み、各期2 池で6 時間ずつの容量を確保する。

また、前段で後次亜を注入するため、浄水池流入部に後塩素混和池を設けることとし、混和時間については、浄水池内での滞留を考慮し設定しないこととする。

混和方式については、水平う流方式とし、注入点は1 池あたり1 箇所設置する。

【設計条件】

- ・ 混和方式：水平う流式
- ・ 滞留時間：6 時間

【設計諸元】

〔後塩素混和池〕

- ・ 寸法：1 期 4.5m×37.7m×4.0m×2 池
2 期 4.5m×37.7m×4.0m×2 池

〔浄水池〕

- ・ 寸法：1 期 43.2m×114.3m×4.0m×2 池
2 期 43.2m×114.3m×4.0m×2 池
- ・ 容量：1 期 有効容量 19,300m³/池×2 池
2 期 有効容量 19,300m³/池×2 池

2) 排水処理方式

ここでは、排水処理方式として、個々の処理プロセスの規模、方式について検討を行う。

① 洗浄排水池

洗浄排水池は、ろ過池の洗浄排水を主として、濃縮槽、天日乾燥床からの上澄水等排水処理過程における返送水を一時的に貯留する目的で設置する。

本浄水場は、クローズドシステムを採用しているため、洗浄排水池に貯留された排水は、全量を分水井に返送することとする。

なお、池数は維持管理を考慮し2池構成とし、1期、2期共通の施設とする。

基本的な運用方法としては、1池運用（1池を予備）として運用し、沈降分離は行わず、全量を分水井に返送することとする。

洗浄排水池の水位については、ろ過池洗浄排水を自然流下で受け入れられる高さとし、容量については、1池でろ過池洗浄排水と濃縮槽上澄水を受け入れ可能な容量とする。また、洗浄排水池と一体で返送ポンプ井を設置する。

【施設諸元】

- ・ 寸法：幅 18.0m×長さ 18.0m×水深 4m×2 池
- ・ 容量：有効容量 1,296 m³/池×2 池
- ・ 付帯設備：返送ポンプ、ポンプ井

② 排泥池

排泥池は、主に沈澱池から排出される浄水汚泥を濃縮槽へ送る前段において、水量、水質を調整する目的で設置する。

池数は維持管理を考慮し2池構成（1期、2期共通）とし、基本的な運用としては、雨期を除く季節は、1池予備として運用する。

容量については、安全を見込み1池で年平均濁度の沈澱池排水量の1日分を受け入れ可能で、雨期は2池で雨期平均濁度を受け入れ可能な容量とする。

なお、排泥池の水位は、沈澱池排水を自然流下で受け入れられる高さとし、汚泥を集泥しやすくするため底版に5%程度の勾配を設置する。

【施設諸元】

- ・ 寸法：幅 18.0m×長さ 18.0m×水深 3.5m×2 池
- ・ 容量：有効容量 1,134 m³/池×2 池
- ・ 付帯設備：汚泥移送ポンプ、排泥ポンプ室

③ 濃縮槽

濃縮槽は、排泥池へ貯留された汚泥を濃縮し、後段の天日乾燥床における脱水性を向上する目的で設置する。濃縮方式には、重力濃縮、浮上濃縮、ろ過濃縮に分け

られるが、本設計においては、最も一般的な濃縮方式である重力濃縮を採用し、処理スラッジが多い場合に用いられる連続式濃縮とする。

池数については2池構成（1期、2期共通）とし、雨期を除く季節は1池予備として運用する。

濃縮槽の水位は、洗浄排水池へ上澄水を自然流下で返送できる高さとし、スラッジ掻き寄せ機は、回転式中央掻き寄せ方式とする。

【設計条件】

- ・ 容量：スラッジ量の24時間以上
- ・ 固形物負荷：45.1kg/(m²・日)以下（雨期平均濁度時）
高濁度時は天日乾燥床直送を計画する。

【施設諸元】

- ・ 寸法：1期 径23.0m×水深3.5m×2池
2期 径23.0m×水深3.5m×2池
- ・ 容量：有効容量1,454m³/池×2池
- ・ 付帯設備：汚泥引き抜きポンプ、汚泥掻き寄せ機、オーバーフローロンダ、ポンプ室

④ 天日乾燥床

天日乾燥床は、濃縮槽で濃縮された浄水スラッジを系外へ搬出するために、蒸発により、含水率85%以下まで乾燥を行う目的で設置する。

天日乾燥床は土壌が汚染されないよう、底版、壁はコンクリート構造とし、スラッジの乾燥促進のため、ろ過層と集水管を設置する。また、上澄水は取り出し装置を設置し、浸透水と合わせて河川放流するため、排水ポンプ井を經由してドン河へ放流する。

また、浄水処理専用他、沈砂池専用の天日乾燥床も設置する。天日乾燥床には、汚泥搬出のための重機の進入路を設置する。

なお、基本的な考え方として、脱水方式は天日乾燥床を採用するが、稼働後の汚泥発生量や脱水性等の如何によっては、第2期分の乾燥面積を確保しきれない可能性がある。そのため、第2期においては、機械脱水の設置についても検討することとする。

【設計条件】

〔浄水処理専用〕

- ・ 固形物負荷：50kg/(m²・日)以下（年平均濁度時）
70kg/(m²・日)以下（雨期平均濁度時）
- ・ 乾燥日数：120日（年平均濁度）
90日（雨期平均濁度）
- ・ 張込み高：1.0m

〔沈砂池専用〕

- ・ 固形物負荷：112kg/(m²・日)以下（年平均濁度時）
112kg/(m²・日)以下（雨期平均濁度時）
- ・ 乾燥日数：45日（年平均濁度）
30日（雨期平均濁度）
- ・ 張込み高：1.0m

【施設諸元】

- ・ 寸法：1期 幅 20.0m×長 85.0m×水深 1.0m×19床（内沈砂池専用 4床）
2期 幅 20.0m×長 85.0m×水深 1.0m×19床（内沈砂池専用 4床）

⑤ 天日乾燥床排水ポンプ井

天日乾燥床排水ポンプ井は、天日乾燥床の上澄水及び浸透水を河川放流するためのポンプ井として設置する。また、雨期の豪雨等の影響により、天日乾燥床への溜り水が懸念されることから、これらを排水し、貯留するための調整池としての機能を考慮して池容量を設定する。

なお、池数については、維持管理等を考慮し、ポンプ井部分で 1 池、調整池部分で 2 池の 3 池構成とし、各期それぞれで整備する。

【施設諸元】

- ・ 寸法：1期 幅 8.0m×長 12.5m×水深 4.0m×1 池（ポンプ井）
幅 12.5m×長 38.5m×水深 4.0m×2 池（調整池）
2期 幅 8.0m×長 12.5m×水深 4.0m×1 池（ポンプ井）
幅 12.5m×長 38.5m×水深 4.0m×2 池（調整池）
- ・ 付帯設備：排水ポンプ

表-3.5.21 脱水方式の比較

	天日乾燥床		機械脱水(フィルタープレス)	
構造				
脱水原理	排水を濃縮、ろ過により更に含水率を低下させた後、天日による蒸発で乾燥を行わせる。		脱水機のろ室内にスラッジ原液をポンプにより圧入し、ろ布による個液分離、ケーキ層のフィルター作用により脱水する。	
必要時間	乾燥日数:90日(仮定)		短時間型 1時間/サイクル 長時間型 8~12時間/サイクル	
ケーキ水分	60~70%	○	50~60%	○
設置スペース	乾燥日数が120日と長いため、広いスペースを必要とする 1.0	△	フィルタープレス、補機類はコンパクトで必要スペースは小さい 0.2	◎
保守管理性	乾燥ケーキの掻き取り、搬出をショベル、トラックなどで行う必要があり、管理は煩雑	△	フィルタープレスは自動運転であり、脱水ケーキもケーキヤードに貯留できることから管理は容易	○
建設費※	1.0	◎	フィルタープレスは重量が重く、脱水機、補機類を収納する建物が必要となることから高価 10.0	×
ランニングコスト※	1.0	◎	スラッジを高圧で圧入するのにポンプを使用するため電力を多く消費する 10.0	×
実績	多い	◎	少ない	△
総合評価	◎		△	

※ 建設費、ランニングコストについては、天日乾燥床を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

(9) ポンプ設備計画

1) 取水ポンプ及び導水ポンプ

取水、導水ポンプは河川表流水を取水し、浄水処理施設へ送るためのポンプであり、1台あたりに必要な容量、揚程は次の通りである。

容量 56 m³/分

揚程 15 m

台数 5 台

1台当たりのポンプ容量、揚程からポンプは遠心ポンプまたは斜流ポンプが選定される。ここでは、斜流ポンプを選定し、横軸式、縦軸式、水中式の各機種について比較検討を行う。

<ポンプ型式>

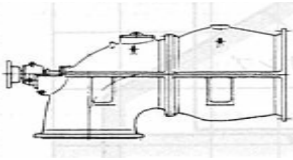
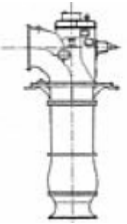
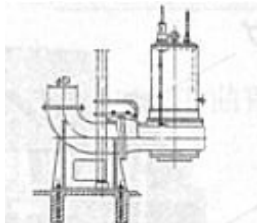
容量 56 m³/分、揚程 15 m から、ポンプ型式は遠心、斜流が選定される。遠心ポンプの場合、水中型がないため、ここでは斜流ポンプを選定する。

【選定結果】

表-3.5.25 に上記方式の比較を示すが、下記の理由より、水中式を選定する。

- ◆ ポンプ室が不要であり、土木建築を含めた建設費が最も安価である。
- ◆ 設置スペースが最も小さい。
- ◆ ポンプ本体が水中にあり、保守点検を行う場合、槽外に取り出す必要があるが、着脱装置を設けることで容易に取り出せる。
- ◆ 実績も多い。

表-3.5.22 斜流ポンプの比較

	横軸式		縦軸式		水中式	
構造						
口径範囲	400～2000	○	400～2000	○	250～800	○
容量範囲	15～600 m ³ /分	○	15～600 m ³ /分	○	5～90 m ³ /分	○
揚程範囲	5～20 m	○	5～20 m	○	5～30 m	○
設置 スペース	ポンプ室が必要なため大きいスペースが必要	×	ポンプ室が必要なため大きいスペースが必要	△	ポンプ室が不要なため小さいスペースで済む	◎
保守管理性	保守管理は容易である	◎	電動機がポンプの上に設置するため分解整備性は悪い	○	本体、電動機が水中にあるため保守管理を行うには槽外に取り出す必要がある。着脱装置を設ければ容易に取り出せる	○
経済性※	イニシャル:1.0 ランニング:1.0	△	イニシャル:0.7 ランニング:1.0	○	イニシャル:0.4 ランニング:1.0	◎
実績	多い	◎	少ない	○	多い	◎
総合評価	○		△		◎	

※ 経済性については、横軸式を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

2) 送水ポンプ

送水ポンプは浄水処理水を各受水地点へ送るためのポンプであり、1 台あたりに必要な容量、揚程は次の通りである。

<南系>

容量 10.5 m³/min

揚程 49.0 m

台数 3 台

<北系>

容量 57 m³/min

揚程 56.0 m

台数 5 台

1 台当たりのポンプ容量、揚程からポンプは遠心ポンプが選定される。

ここでは、両吸込みポンプを選定し、横軸式、縦軸式の各機種について比較検討を行う。

<ポンプ型式>

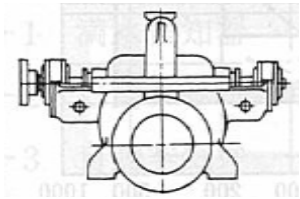
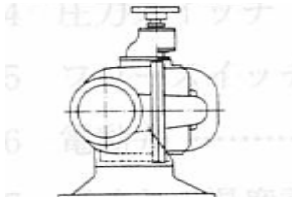
容量 57 m³/min、揚程 56.0 m から、ポンプ型式は両吸込みポンプ（遠心）が選定される。

【選定結果】

表-3.5.26 に上記方式の比較を示すが、下記の理由より横軸式を選定する。

- ◆ 維持管理、保守点検が容易である。
- ◆ 実績も多い。

表-3.5.23 両吸込みポンプの比較

	横軸式		縦軸式	
構造				
口径範囲	200～1500	○	200～1000	○
容量範囲	5～300 m ³ /分	○	5～150 m ³ /分	○
揚程範囲	10～100 m	○	10～100 m	○
設置スペース	ポンプ室が必要なため大きいスペースが必要	△	ポンプ室が必要なため大きいスペースが必要	△
保守管理性	保守管理は容易である	◎	電動機がポンプの上に設置するため分解整備性は悪い	△
経済性※	1.0	○	1.0	○
実績	多い	◎	少ない	△
総合評価	◎		△	

※ 経済性については、横軸式を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

3) 薬品注入ポンプ

薬品注入ポンプは各薬品を貯留槽から引き抜き、各注入点へ送るためのポンプであり、定量性が要求される。使用する薬品は次の通りである。

<PAC>

使用 PAC	17%ポリ塩化アルミニウム溶液
容量	0.5 ～5.0 L/min
揚程	0.3 MPa
台数	8 台

<次亜塩>

使用次亜塩	6%次亜塩素酸ソーダ溶液
容量	0.1 ～3.0 L/min
揚程	0.3 MPa
台数	14 台

薬品注入には定量性が最も重要で、ポンプには定量性が要求される。

ここでは、ダイヤフラム式定量ポンプ、一軸ネジ式定量ポンプ、及びポンプではないがコントロール弁方式を選定し、比較検討を行う。

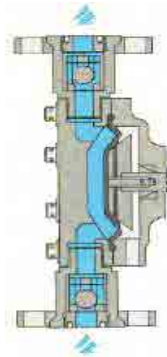
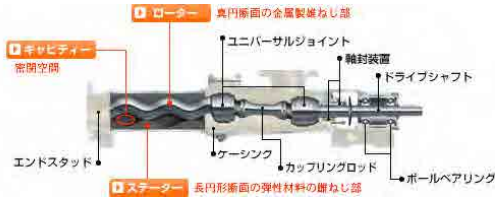
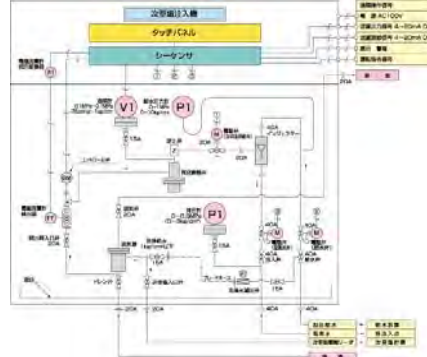
また、耐薬品性を考慮して、設液部材質は樹脂製、チタニウム製とした。

【選定結果】

表-3.5.24 に上記方式の比較を示すが、下記の理由よりダイヤフラム式ポンプを選定する。

- ◆ 設備費が安価である。
- ◆ 維持管理、保守点検が容易である。
- ◆ 設置スペースが小さい。
- ◆ 実績が多い。

表-3.5.24 薬品注入ポンプの比較

	ダイヤフラム式		一軸ネジ式		コントロール弁式	
構造						
口径範囲	10～50 mm	○	15～50 mm	○	弁口径 10～50 mm	○
容量範囲	0.01～50 L/min ストローク長制御 1:10	○	0.01～50 L/min 回転数制御 1:100	◎	0.01～50 L/min 電磁流量計と弁開度により制御 1:10	○
設置スペース	必要スペースは小	◎	必要スペースは小	◎	必要スペースは大	△
保守管理性	ポンプのみで保守管理は容易	◎	ポンプのみで保守管理は容易	◎	機器点数が多く保守管理は煩雑	△
経済性	イニシャル:1.0 ランニング:1.0	○	イニシャル:3.0 ランニング:1.0	○	イニシャル:8.0 ランニング:0.7	○
実績	多い	◎	少ない	△	少ない	△
総合評価	◎		○		△	

※ 経済性については、ダイヤフラム式を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

(10) 電気計装設備計画

1) 受変電設備

取水場・浄水場の維持管理に必要な電源は、電力会社から供給される22kV電源を受電し、場内に必要な電圧に変成し、場内に点在する拠点電気室に配電するための電源設備である。

浄水場と取水場は堤防の内外に分かれて配置されている。同一の敷地として見なされない場合について、ベトナムの電力供給の規定ではそれぞれ別々に EVN からの受電が必要か否か調査する必要がある。

① 電力需要計画

取水場・浄水場で消費される需用電力は、契約電力ベースで施設供用開始から第1期完成時(150,000m³/day)に約3,000kW、第2期完成時(300,000m³/day)に約5,400kW程度と想定される。

② 引き込み方式

場内引き込み電源の特定は難しいが、浄水場建設予定地の北方に位置する既設 Chau Khe変電所に22kV2回線送電設備を増設し、浄水場まで約16kmを架空線送電する案が有力である(電力会社施工)。したがって浄水場内への引き込みは架空線22kV2回線で計画する。

22kV変電所へ引き込む電源は下記の条件を満たすことが必須である。

- 異系統の回線からの2回線が引き込むことができること
- 浄水場の将来計画に必要な電源容量(60万m³/day時に約10,000kVA)の供給が可能なこと
- ベトナムの北部地区及び Ha Noi 市の将来の電力供給計画と整合が取れていること
- 本事業からの負担金が最小となること

これらの条件を満たす引き込み回線の決定は EVN および政府関係機関との調整が必要となり、相手方との十分な協議を行う必要があるため、今後、ベトナム側パートナーとの協力の下検討を進めていくこととする。

従って、当面の事業の計画は本事業への建設費用が最も大きいと想定されるが、VIWSEEN 計画(取水場、浄水場各22kV2回線受電)に従って進めることとする。

③ 受変電設備

受変電設備は、周辺環境や維持管理の便を考慮し、安全で省スペース、そして絶縁ガスにSF₆を使用しない環境対応形絶縁開閉装置を屋内設置にする。ただし、特高変圧器の設置は発熱対策より屋外設置とする。

④ 配電設備

取水ポンプ場は単独受電となるため、場内電気棟内に受電・配電設備、動力盤設備を設けるものとする。

浄水場受変電設備から供給される 6.6 kV 電源は送水ポンプ棟電気室を經由し、導水ポンプ棟、管理本館の各電機室へ配電される。水処理電気室は管理本館電気室内に併設する。また、薬品注入設備には管理本館電気室から、排水処理施設には導水ポンプ棟電気室から低圧電源（380V）が配電される。配電系統からの施設配置は下記の様に構成され、低圧 380V による配電は概ね 300kVA までの設備容量の範囲で行うことし、低圧用変圧器は高効率仕様機器を採用して省エネルギー化を図る。

高効率変圧器は、従来型変圧器に比べ約 64.5% の電力損失削減効果（省エネルギー効果）がある。

表-3.5.25 配電設備の設備配置

施設名称	設備構成	備 考
取水施設	取水ポンプ	単独受電とし、取水ポンプ設備を 1 グループとする。
導水施設	沈砂池、導水ポンプ	導水ポンプ場設備を 1 グループとする。
水処理施設	分水井、フロック形成池、沈殿池、急速ろ過池、塩素混和池、	分水井、フロック形成池、沈殿池、急速ろ過池、塩素混和池で水処理施設グループとする。管理本館電気室に配置する。
送水施設	送水ポンプ、表洗ポンプ、浄水池	浄水池は送水ポンプ設備と密接に関係するので、送水施設グループに含める。
薬品注入施設	薬品貯槽、薬品注入設備	薬品貯槽、薬品注入設備で薬品注入施設として 1 グループとする。
排水処理施設	洗浄排水池、排泥池、濃縮槽、汚泥乾燥設備	洗浄排水池、排泥池、濃縮槽、汚泥乾燥設備で排水処理施設として 1 グループとする。
管理本館	中央監視制御設備（SCADA）、非常用自家発電機	管理本館の施設は浄水場々内全体の中央監視制御設備、受水施設情報保安電源設備用自家発

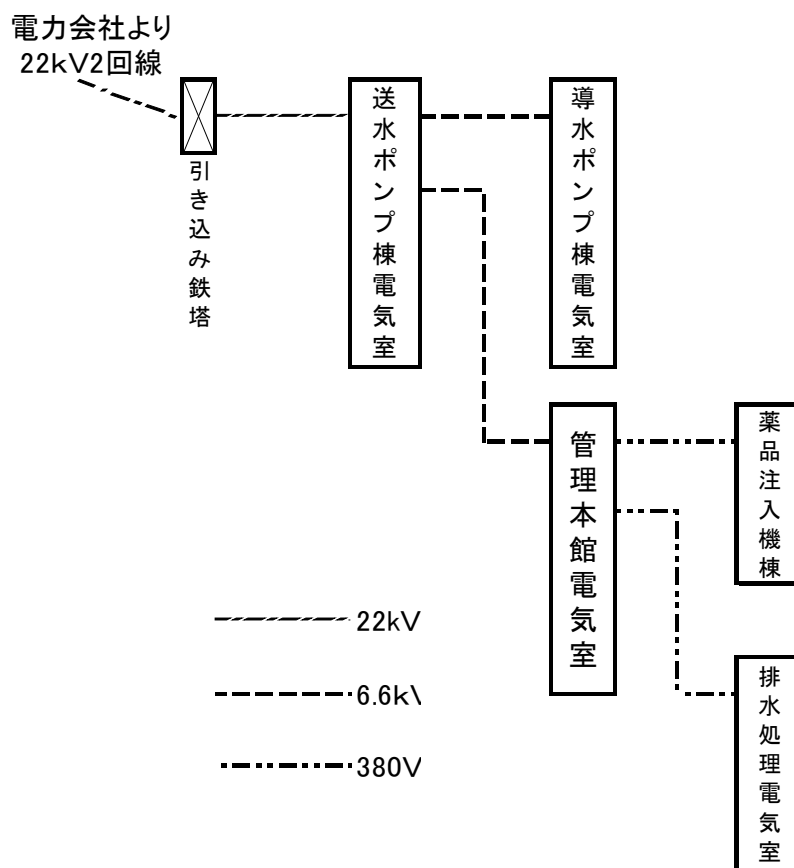


図-3.5.9 浄水場電源系統図

2) 非常用自家発電設備

発電機の要否は、受電地域の配電系統の総合信頼度を考慮し決定されなければならない。電力会社からの給電が停止することは皆無ではないため買電の供給停止時や受変電設備の保守管理上一時的に停止する場合に、浄水場の最小必要能力を確保して浄水場の維持管理、または保安上必要な負荷が運転できなければならない。

本浄水場はHa Noi市においてはAランクの施設に位置づけられ、優先的に電力供給復電される、需用電力調整の為に送電停止から免れている等を考慮し、保安電源確保用の発電能力を確保するものとする。

① 非常時対象負荷

今回の事業は一般需要家への直接配水ではなく、HAWACO などへの用水供給事業であるため、送水先の多くは受水槽が計画される。そのため、停電時に給水は受水槽に蓄えられた水により、一般需要家への給水を継続することができる。

送水ポンプ等の大容量主機を非常用の負荷に含めると発電機容量が過大となり、大きな投資が必要となるため、場内に整備する非常用発電装置は、保安用電源や監視・計装設備を対象負荷として、浄水場 250KVA,取水場 100KVA 規模の容量を選定する。監視設備はさらに UPS による瞬時電圧低下への対策を行う。

② 原動機の選定

非常用発電設備の原動機としては、ディーゼル式とガスタービン式があるが、本計画については汎用性や小容量であることを考慮し、一般的に実績の多いディーゼル式の採用が適切である。

③ 冷却方式・使用燃料

原動機の冷却はラジエーター方式とし、燃料は入手が容易な軽油を選定する。

3) 運転操作設備

取水場、浄水場内で使用される運転操作設備機器は、電気室からの配線距離や適切な使用電圧、運転制御方式等を選定している。

① 負荷設備

a) 電動機使用電圧

250kWを境界として低圧380Vと高圧6kVに区分する。本施設で使用される大容量機器の使用電圧は以下の通りとする。

・取水ポンプ (200 kW)	380V
・導水ポンプ (200 kW)	380V
・表洗ポンプ (132 kW)	380V
・北系送水ポンプ (132 kW)	380V
・南系送水ポンプ (800 kW)	6 kV

② 回転数制御方式

a) 導水ポンプ

浄水場の供用開始時や小水量運転に対応させるため、1台はVVVFによる回転数制御を採用する。

b) 送水ポンプ

一定量送水を原則とするが、需要者側からの時間変動を考慮した送水に対応するため、回転数制御による流量調整、圧力調整には高圧インバーターを採用する事とする。

インバーター制御運転は、固定速運転に比べ約 27%の消費電力損失削減効果(省エネルギー効果)があり、年間で約 12%のライフサイクルコスト(LCC)削減効果がある。ここでのLCCの試算は、建設費と修繕費を日本実績から算定し電力費はハノイ市電力料金より算定した場合である。

4) 制御電源設備

高圧回路の遮断器・保護継電器・表示灯及び監視制御装置・計装計器等の制御電源は施設運転管理で重要な役割を有している。本浄水場で要求される制御電源を以

下の通り選定する。

① 制御電源の種別

a) 一般制御電源

動力制御回路や一般制御回路（補助継電器等）には商用 AC230V を使用する。」

b) 直流制御電源

特高受変電設備、高圧受変電設備には蓄電池を使用する。蓄電池には鉛蓄電池とアルカリ蓄電池に大別されるが、鉛蓄電池の中で、維持管理が容易で放電性・経済性に優れ、かつベトナム国内で多く使用されている制御弁式据置鉛蓄電池（VRCA）を選定する。

c) 交流無停電電源

監視制御装置（SCADA）、各電気室コントローラー、計装設備

② 制御電源設置方式

制御電源設置式には、管理本館又は送水ポンプ棟いずれか一ヶ所に集中設置する方法と場内に点在する電気室単位に設置する分散設置方式がある。本浄水場は施設が広範囲にわたっていることから分散設置方式を選定する。

5) 計装設備

計装設備は浄水場の運転操作を円滑にかつ適正に行い、浄水効果の向上を計るために設置するものである。また、浄水施設の各種水位、流量、圧力、水質等の計測をし、中央管理室で計測地の監視、記録、積算を行うものとする。適切な計装設備計画は以下の効果を目指し、その導入を検討するものである。

① 計装設備導入の目的

➤ 水量・水圧・水質の品質管理の向上

a) 水道の原水は、自然界や都市生活の影響を受けやすく、濁度や汚濁物質の変動があり、水量も水圧も時々刻々変化する。昼間と夜間の送水量の比は、一定の場合もあれ変動比が大きく変わる場面もある。このような状況が発生しても、的確な制御を行う事によって、水量・水圧・水質を確保し、安全な水道水を安定に供給する事が出来る。

b) 突発性の水質汚濁事故や異臭味、消毒副生成物等の対応は、原水水質を適切に分析し適切な処置を取る事が出来る。また、クリプトスポリジウム等の原虫対応は、原水水質の分析及び、ろ過水濁度を測定することで適切な処置を取る事が出来る。

c) 処理水水質は、濁度・残留塩素等が毎日の検査項目になっている。これら进行分析するか、自動水質計器などによりリアルタイムに情報を収集し、安全な水道水を確保することが出来る。

- 施設の合理的な制御による安定性、安全性の確保
 - a) 水道施設は水源施設から送水施設まで広域なエリアに分散配置されている。これらの施設の監視制御は通信設備導入等によりの確に行う事が出来る。
 - b) 送水量は需要予測に基づき浄水処理が行われる事により確保される。
 - c) 送水圧の均等化・安定化は送水制御システム等により適切に行う事が出来る。
 - d) 異常時における迅速かつ適切な対応が出来る（事故対応ガイダンス）

 - 労力の軽減、労働環境の改善等による労働条件の向上
 - a) 水道事業は、24 時間送水が原則である事から浄水場では交代勤務体制をとっている。この様な交代勤務の職場は、計装設備の信頼性の向上により常時夜間勤務者を縮小し、異常が発生した時に待機者が対応する方式を採用出来る。

 - 薬品、動力等の適正使用による経済性の向上
 - a) 最適薬品注入制御の導入による薬品量の低減を図る事が出来る。
 - b) 効率的な運転制御の導入による省エネルギーを図る事が出来る。
- ② 一般計測項目と検出方法
- 一般計測項目は上水道システムを運用する上必要と考えられるものであり、表-3.5.26 のとおり設置する事とする。

表-3.5.26 一般計測項目と検出方法

分類		計測項目	計測目的	検出方式	備考
取水施設	取水ポンプ場	取水ポンプ井水位	取水ポンプ制御、河川水位監視	静電容量式	
浄水施設	導水ポンプ場	導水ポンプ井水位	導水ポンプ制御	静電容量式	
		薬注設備	PAC 貯蔵槽液位	貯蔵量監視	圧力式
	次亜貯留槽液位		貯留量監視	圧力式	
	沈澱池	流入水流量	取水流量の管理	超音波式	
		引抜汚泥量	汚泥量監視制御	電磁式	
	急速ろ過池	総ろ過流量	後次亜注入制御	超音波式	
浄水池	浄水池水位	浄水池管理、送水ポンプ制御	投げ込み式		
送水施設	送水ポンプ場	北系送水量	送水量監視制御	電磁式	
		同上送水圧力	送水圧力監視	圧力式	
		南系送水量	送水量監視制御	電磁式	
		同上送水圧力	送水圧力監視	圧力式	
排水処理	洗浄排水池	洗浄排水池水位	水位監視	静電容量式	
		返送水量	返送水量監視	電磁式	
	排泥池	排泥池水位	水位監視	静電容量式	
	濃縮槽	汚泥引抜量	天日乾燥床投入流量監視	電磁式	
場外施設	受水設備	受水流量	受水流量監視	超音波式	
		受水槽水位	受水槽水位監視	投げ込み式	
		受水圧力	受水圧力監視	圧力式	

③ 水質計測項目と検出方法

浄水場では、昼夜に関係なく、いかなる原水水質の変動に対して浄水プロセスが適正に機能させるため、表-3.5.27 のとおり設置する。

表-3.5.27 水質計測項目と検出方式

分類		計測項目	計測目的	検出方式	備考
取水施設	取水ポンプ場	濁度	水質異常の早期発見	透過光・散乱光演算方式	
		電気伝導率	塩化物濃度管理	電極式	
浄水施設	導水ポンプ場	濁度	水質異常の早期発見	透過光・散乱光演算方式	
		pH	pH 監視	ガラス電極式	
	沈澱池出口	濁度	水質異常の早期発見	透過光・散乱光演算方式	
		pH	pH 監視	ガラス電極式	
	ろ過池出口	残留塩素	次亜塩素素注入の適正確認	無試薬式	
	浄水池出口	濁度	水質基準監視	透過光・散乱光演算方式	
		残留塩素	次亜塩素素注入の適正確認	無試薬式	
		電気伝導率	塩化物濃度管理	電極式	
pH		pH 監視	ガラス電極式		
場外施設	受水設備	濁度	水質異常の早期発見	透過光・散乱光演算方式	
		残留塩素	水質基準監視	無試薬式	
		pH	pH 監視	ガラス電極式	
		電気伝導率	塩化物濃度管理	電極式	

6) 監視制御設備

監視制御システムとは、プラントの運転を監視制御し、またプラントの運転情報を処理するもので、デジタル制御機器、運転操作設備、監視制御設備および情報処理設備から構成され、浄水場全体を運転管理する上で中核をなす設備である。

本浄水場は、第1期15万m³/dayおよび第2期15万m³/dayの合計30万m³/dayの大規模な処理場に位置付けされることから、大規模施設の安全運転、監視、制御、データ収集・分析を合理的かつ、効率的に行えるように、SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System) システムを導入し、管理棟にて集中管理を行うと共に場外施設である受水設備もその対象範囲に含まれるものである。

近年、日本国内の水道施設では集中管理・分散制御に最適な計算機のダウンサイジング化（小型高機能化）によるパソコンの普及、信号伝送装置の高速化により、監視・記録・演算機能のほかに浄水施設の運用支援のための設備保全データベース

システム、運転支援システムなどの管理機能の導入も進んできた。

その背景には広域化や人に依存していたノウハウを共有化して、機能を水平的に分離し、危険分散を図り、システムの安定性が求められて来たからである。また、経営に必要な情報や情報公開などの社会に開かれた水道事業が求められたためである。Ha Noi市の水道事業においても近々同様な対応が求められる事も考慮し、近代的監視制御システムの構築を目指し、以下の通り計画するものである。

① システムの基本事項

- a) 監視制御システムは中央管理本館での集中管理方式とする。
- b) システム形態は浄水場規模、維持管理体制、将来の対応性等を考慮し、集中管理・分散制御方式（階層形）とする。
- c) 場外施設は携帯電話回線（3G）を介し、定時伝送と緊急時伝送により集中管理する。
- d) 日本の高度な技術が導入された浄水場とのコンセプトを持って、Ha Noi市民への情報提供が可能なシステムを考慮する。
- e) 監視操作機能と演算制御機能との階層的分離、演算制御機能の設備単位の分散化を行う事で、応答速度の向上を図る。
- f) 浄水場の情報公開を行うシステム構成機器は、より汎用性の高いものを選定する。また、構成機器間の伝送路は伝送されるデータの性格上、汎用LANを採用する。

② 主要機器の基本機能

a) ディスプレイの構成と機能

ディスプレイは浄水場の運用に当り重要な機器である。しかし、常時操作をするのではなく、多くは異常が発生した場合、状況を確認しながら運用する。そのためディスプレイ構成は状態監視を中心とした構成とする。設置台数は4台とし、相互に互換性を有するものとする。

- ① 監視操作用 : 2台
- ② 維持管理用 : 1台
- ③ 料金管理用 : 1台

b) サーバー機能

サーバーには直接浄水場運用に関わるデータを管理する運転管理機能、故障来歴蓄積のための維持管理機能、特殊運転時の運転を支援するガイダンス機能を有するものとする。

c) コントローラー機能

各設備毎の自動、計装ループ機能を有し、設備の円滑運用を行う。また、管理本館機能が停止した場合でも、現場監視盤で運用が可能となる機能も有するものとする。

d) 主要設備の制御方法

- ① 取水ポンプ : 取水場及び中央操作室から一人制御方式とし、ドン河水位と原水流量による流量一定制御とする。
- ② 沈砂池 : 現場操作を原則とする
- ③ 導水ポンプ : 導水ポンプ棟電気室及び中央操作室からの一人制御方式、小水量対応時の回転数制御も同様とする。
- ④ 沈殿池 : 管理本館電気室及び中央操作室からの手動操作を原則とし、排泥操作はタイマーによるプログラム運転
- ⑤ ろ過池 : 管理本館電気室及び中央管理室からの自動洗浄設定運転
- ⑥ 送水ポンプ : 送水ポンプ棟及び中央操作室から送水量・送水圧力による流量一定制御 (VVVF)、将来は需要量予測に合致した自動制御を目指し、1期では送水量・送水圧力の時間・日・曜日・月・季節等の変動データ収集を行う。
- ⑦ PAC 注入量 : 薬品注入棟及び中央操作室から注入率設定による取水量比例制御、将来は原水濁度、電気伝導度等水質データによる最適注入制御を目指し、1期では水質データの収集を行う。
- ⑧ 次亜塩素素注入量 : 薬品注入棟及び中央操作室から注入率設定による取水量比例制御
- ⑨ 排水処理 : 排水処理電気室からの手動操作を原則とし、汚泥移送操作はタイマーによるプログラム運転

7) 場内監視用テレビジョン設備

浄水場内セキュリティ、施設の運転状態把握と監視業務の補完を目的として設置する。

8) 場外施設監視設備

場外に点在する受水点からの一時間毎定時情報（流量、水圧、水温、残留塩素、電気伝導度）や通信設備故障、計測異常値警報等は通信設備を介して浄水場中央管理室に伝送する必要がある。

① 情報伝送方式

浄水場で必要とされる情報は連続監視の必要性は無く、維持管理する上で必要な定時情報が不可欠である。ベトナム国内では固定電話の普及増加率が固定電話を上回り、NTTドコモと3G技術協力するなどその進歩は著しいものがある。従って情報伝送方式には3G技術を使った携帯無線方式（パケット通信システム）が最も有用と考えられる。

情報伝送路方式の比較は以下の通りである。

表-3.5.28 伝送路比較表

	私設有線方式	電話会社線方式	多重無線方式	携帯無線方式
概要	電話・電力会社の電柱を借用するか私設電柱を設け、通信ケーブルを敷設し、通信を行う方式である。	電話会社所有回線で提供されるデータ伝送に対応した符号品目を利用する方法と、用途別に割り当てられる周波数帯域を利用して通信を行う方式がある。	MICに属するRFDが所管し、周波数割り当ては15年間貸与される。周波数分配は首相の承認事項でRFDが審査し、審査基準は厳しい。	MICが認可したVNPT、EVE、SPT等の企業が提供する携帯パケットサービス(3G)を利用するものである。
対向方式	1対1、1対N、(1対1)×N	1対1、1対N、(1対1)×N	1対1	1対N
回線速度	50bps～100Mbps 設置機器により高速化が可能	50bps～100Mbps	3Mbps～13Mbps	64kbps～100Mbps 電話会社により若干異なる
信頼性	専用回線のため信頼性は高い。	専用回線のため信頼性は高い。	利用者自らが保守を行う必要がある。	3G回線網へのアクセスは回線集中などで接続できない場合もある。
保守性	私設線路の保守管理体制が煩雑	線路の保守は電話会社が行うため、24時間365日間可能となる。	利用者自らが保守を行う必要がある。	電話会社の営業時間でオプションによるサポートが受けられる。
経済性	イニシャルコストは高いが、ランニングコストは最も安価。	イニシャルコストは安い が通信費が嵩む(連続接続)	拠点ごとに無線設備を設けるため高価	イニシャルコストは最も安価であり、通信費用も定時通信のため安価。
長所	安価であり、かつ専用線路のためセキュリティに優れる。	通信費用は嵩むが、専用線路のためセキュリティに優れる。	有線方式に比べ災害に強い。	専用回線を使用しないため費用が安価。パケット通信量で課金されるため無駄が無い。
短所	私設線路の保守が必要であり、大きなリスクが生じる。	電話会社所有回線の環境は回線断、電磁波干渉等品質に問題がある。	周波数帯域により、降雨による減衰を受け易く、国内の電波帯域の枯渇等の制約もある。	通信の常時接続性や回線の品質保証が無い。接続には認証が必要となる。
総合評価	×	○	○	◎

MIC : Ministry of Information and Communications (情報通信省)

RFD : Radio Frequency Directorate (電波総局)

(11) 建築施設計画

建築施設については、ベトナム国の建築基準に従ったものとする必要があることから、本調査では現地コンサルタントを調査団員にアサインし、現地にて設計を行うこととした。

1) 必要な建築施設

本浄水場において必要となる建築施設とその考え方を表-3.5.29に整理する。

表-3.5.29 建築施設リスト

No.	建屋名	形状	方針
①	取水ポンプ棟	地下1階、地上1階建て	地下に取水ポンプ室、地上に電気室を配置する。ただし、ポンプ室は取水口と一体構造とし、電気室は別棟とする。
②	導水ポンプ棟	地下1階、地上1階建て	地下に導水ポンプ室、地上に電気室を配置する。(合棟)
③	管理棟	地上3階建て	受変電室、中央監視室、水処理電気室、水質試験室、自家発電室、事務室、会議室等を配置する。
④	薬品注入棟	地上2階建て	薬品貯蔵タンク、注入ポンプ、電気室を配置する。
⑤	送水ポンプ棟	地下1階、地上1階建て	地下に送水ポンプ室、地上に電気室を配置する。
⑥	排泥ポンプ棟	地下1階、地上1階建て	地下に排泥ポンプ室、地上に電気室を配置する。
⑦	公共施設	地上2階建て	常駐職員が共通で利用する施設。設計基準に従った最低限の形状とする。
⑧	社宅	地上3階建て×24棟	常駐職員のための社宅。設計基準に従った最低限の形状とする。
⑨	その他		その他施設として、守衛室等がある。

2) 管理棟のブロックプラン (ゾーニング)

ここでは、浄水場職員及びSPC職員が駐在する管理棟のブロックプランと基本的な考え方について詳述する。

管理棟に必要な居室は、以下のとおりとする。

表-3.5.30 必要居室

No.	名称	備考
1	受変電室	浄水場の特高受変電設備室
2	水処理電気室	沈澱池、ろ過池等の水処理設備の電気室
3	自家発電室	非常用発電機を設置
4	中央監視室	中央監視設備を設置
5	水質試験室	水質試験機材、薬品保管庫等を設置
6	水質計器室	自動水質計器を設置
7	職員事務室	浄水場職員 計70人用（日越スタッフ共通）
8	場長室	
9	SPC事務室	SPC職員のための事務室
10	打合せ室	職員のための打合せ室を複数設置
11	小会議室	
12	大会議室	
13	書庫	浄水場書庫、SPC書庫をそれぞれ設置
14	工作室（作業室）	
15	休憩室	職員の休憩室として男女別に設置
16	ロッカー室	シャワー室も必要に応じて設置
17	トイレ	各フロアに設置。男女別。

なお、管理棟内のゾーニングを行う際には、以下の点に留意する。

- ▶ プラント設備機器と人の常駐するフロアは、分けて配置する。
- ▶ 配線等の連絡に配慮し、電気室、自家発電室等は隣接して配置する。また、関連する部屋同士を近い位置に配置し、動線が混乱しないように配慮する。
- ▶ 場内で最も高い施設であり、場内を見渡すことが可能となることから、見学者対応として屋上への人の立ち入りが可能なようにする。
- ▶ 効率を考え、1Fトイレは屋外から直接進入が可能なようにする。また、最低1箇所の多目的トイレを設置する。
- ▶ 2F、3Fの室面積やレイアウトについては、SPCなどの運用方針も含め詳細設計で見返しが必要である。

上記を踏まえ計画した管理棟の平面計画、及び断面計画について、図-3.5.10～図-3.5.14に示す。詳細は、付録-2 概略設計図（建築）参照。

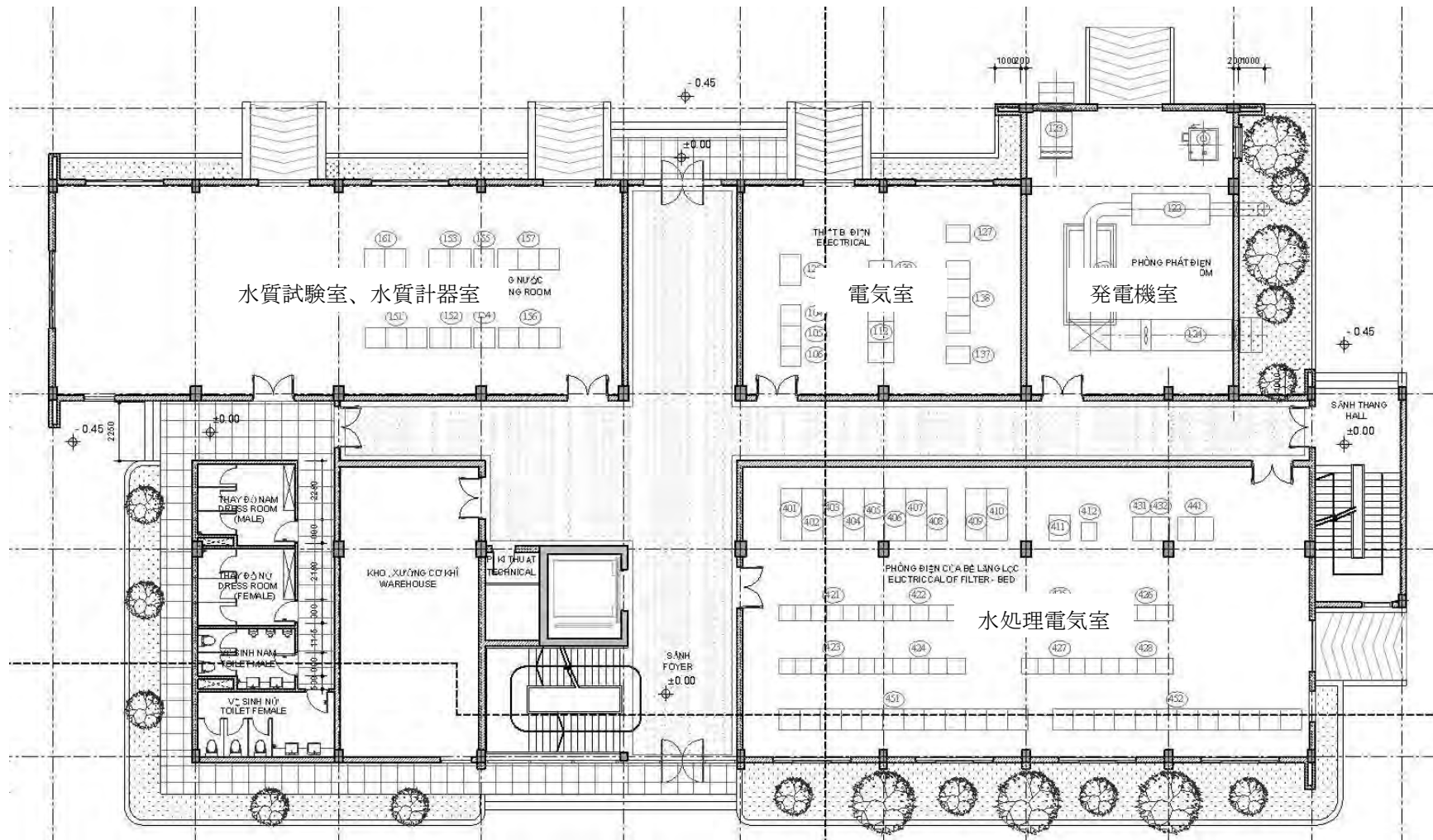


図-3.5.10 1階平面図

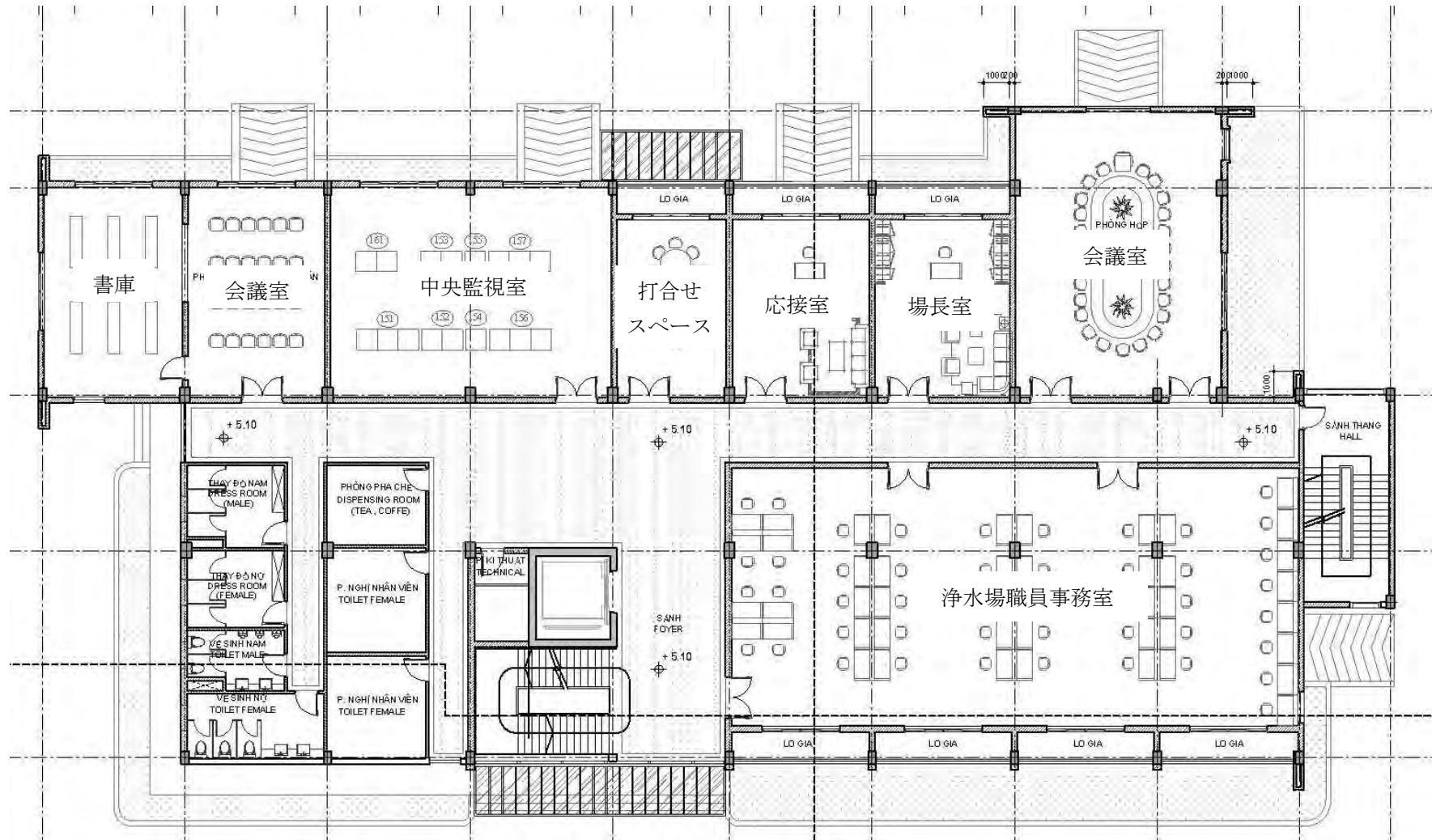


図-3.5.11 2階平面図

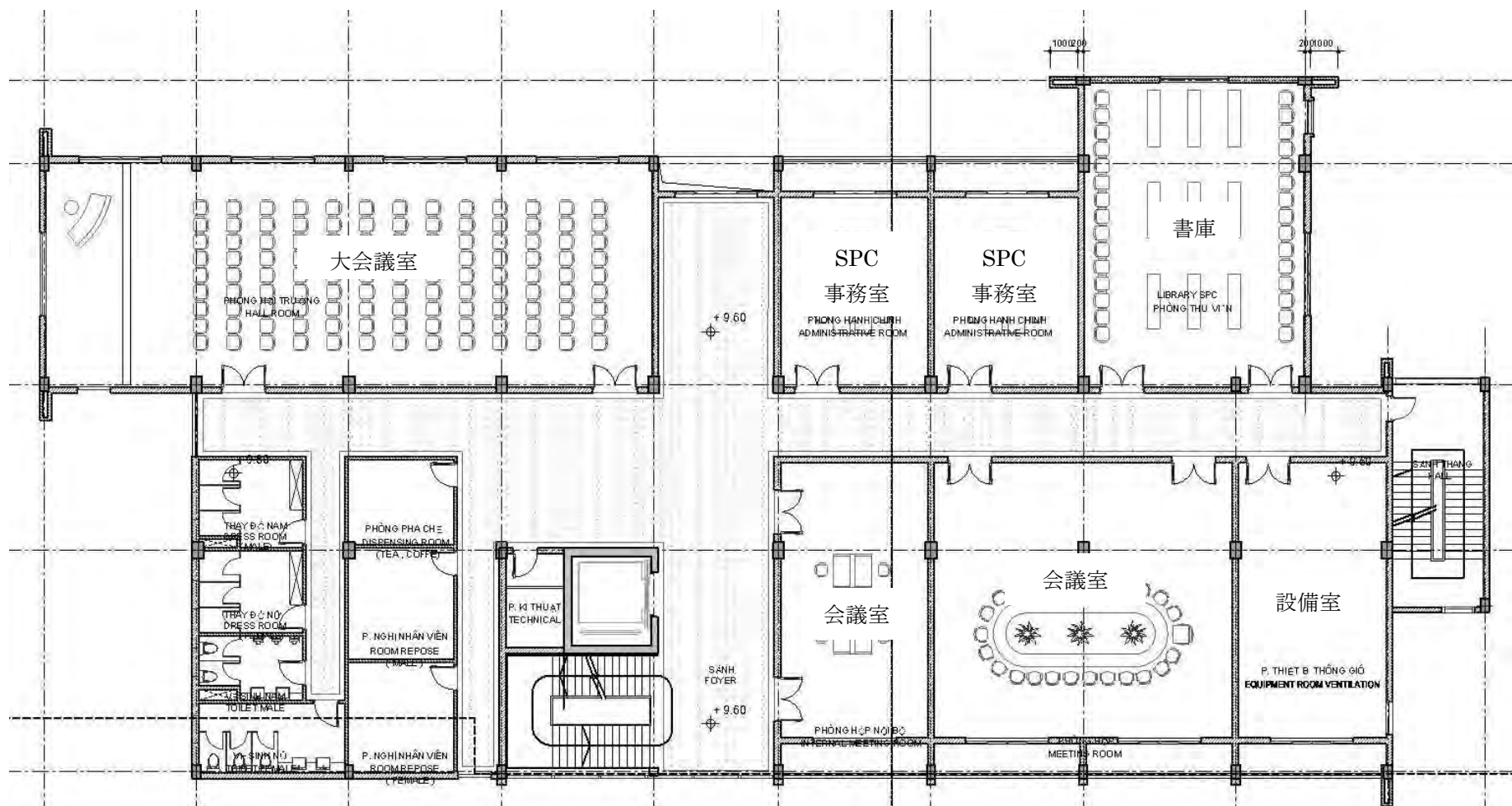


図-3. 5. 12 3階平面図



図-3.5.13 南面立面図

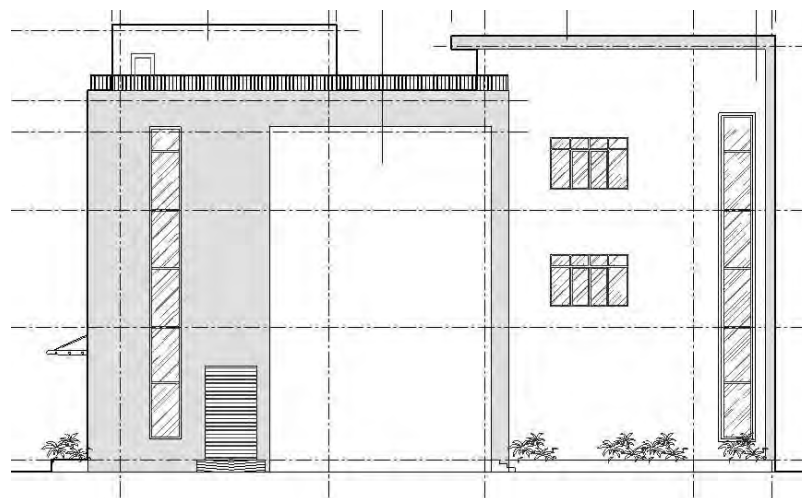


図-3.5.14 西面立面図

(12) 施設配置計画

1) 配置方針と制約条件

浄水場用地は、Ha Noi市Gia Lam県Phu Dong舎に位置し、図-3.5.15に示すとおり、主要幹線道路である国道1号線の東側に位置する。敷地北側にアクセス道路を構え、ドン河及び取水場は敷地南側に位置している。

以上のような状況を踏まえて、場内の各施設の配置計画を行う。施設配置の基本方針と制約条件は以下のとおりである。

- ◆ 敷地北側のアクセス道路沿いに正門を構え、来客等人の出入りがある施設は、極力敷地北側へ集約する。
- ◆ 取水場が南側に位置することや場内動線の交錯を避けるため、プラント施設は敷地南側に集約する。
- ◆ 敷地中央を走る既設道路の線形を活かした施設配置とする。
- ◆ 水の流れに配慮した施設配置とし、場内配管が短くなるようにする。
- ◆ 将来用地（60万m³/day）については、状況に応じて転用が可能な形状となるよう配慮する。



図-3.5.15 敷地形状と周辺道路の状況

2) 施設配置図

上記の配置方針及び制約条件を踏まえて決定した施設配置図を図-3.5.16に示す。

WATER TREATMENT PLANT MASTER PLAN

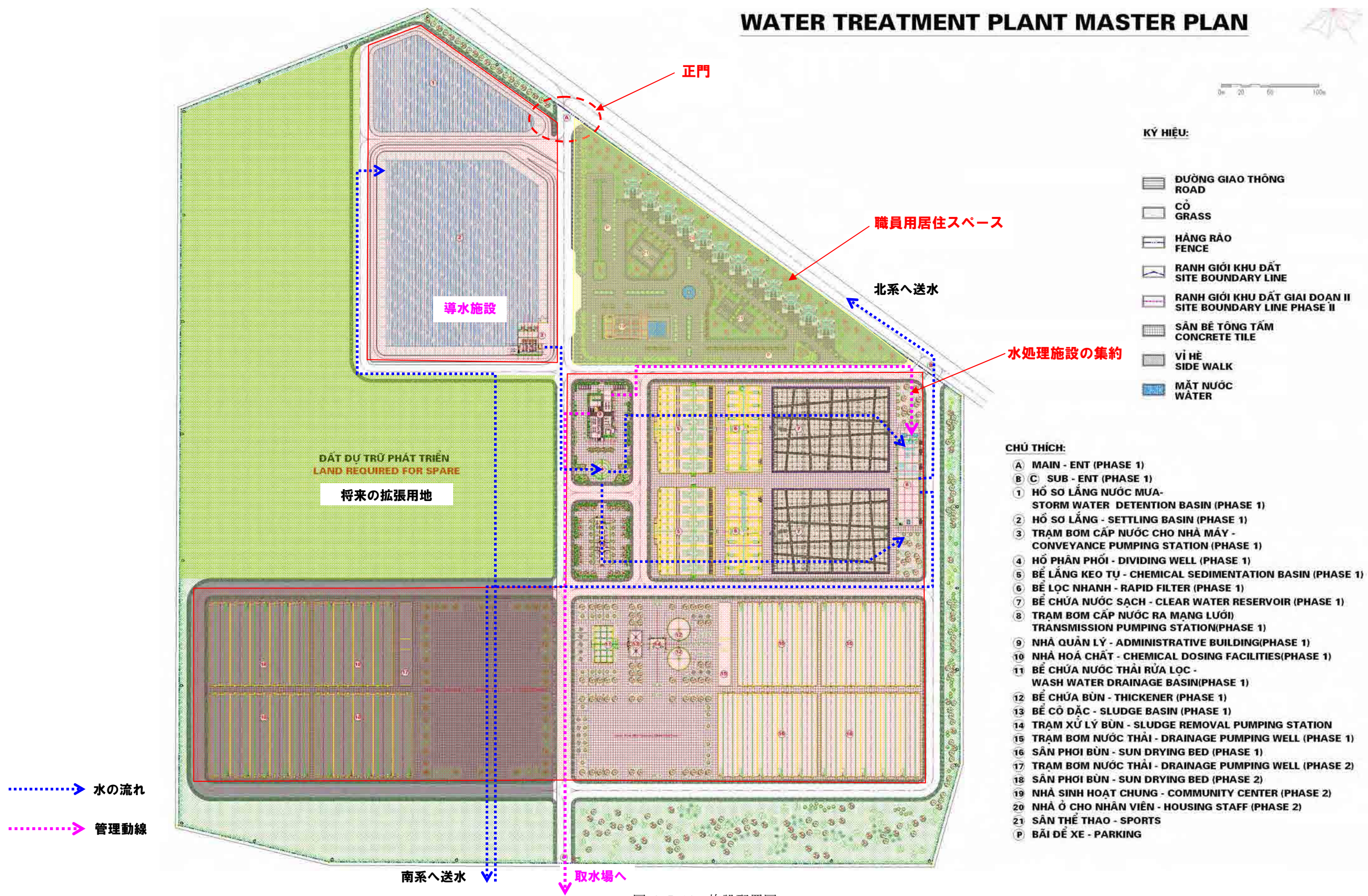


図-3.5.16 施設配置図

(13) 配管計画

1) 室内配管計画

① 管種

室内配管の管種の設定は、配管スペースが限られており、曲り、分岐等の異形管を多く使用することから、製造が容易で施工性のよい鋼管を採用する。

なお、ベトナム国では、管内面のライニングに関する規定が無いため、無ライニングとしている場合が多いが、管路寿命や水質の安全性等を考慮し、エポキシ樹脂系の塗料もしくはモルタルライニングを行うものとする。

ただし、水中ポンプの接続部等、水中配管となる部分の管種については、維持管理性や耐久性を考慮し、一部ステンレス鋼管とする。また、薬品注入配管については、耐食性に優れる塩化ビニル管を採用する。

なお、上記の管種については、全てベトナム国内での製造が可能である。

② 口径

室内配管の口径については、接続するポンプ口径等から表-3.5.31のとおり設定する。

表-3.5.31 室内配管口径

区分	施設名	口径 (mm)	管種
取水管	取水ポンプ（取水ポンプ室）	φ1000	SUS
		φ1600	SP
導水管	導水ポンプ（導水ポンプ室）	φ1000	SUS
		φ1600	SP
浄水管	送水ポンプ（送水ポンプ室）	φ2000	SP
		φ1600	
		φ1200	
		φ1000	
浄水管	表洗ポンプ（送水ポンプ室）	φ600	SP
洗浄水管	急速ろ過池	φ500	SP
		φ600	
排泥管	凝集沈澱池	φ300	SP
排泥管	排泥ポンプ（排泥ポンプ室）	φ250 φ300	SP
排水管	洗浄排水返送ポンプ（洗浄排水池）	φ300	SUS
		φ500	SP
排水管	天日乾燥床排水ポンプ（排水ポンプ井）	φ250	SUS
		φ300	SP
薬品	薬品注入管（薬品注入棟）	φ25	VP
		φ50	

2) 場内配管計画

① 管種

場内配管の管種の設定は、基本的には送水管と同様にφ800mm以下をダクタイル鋳鉄管、φ900mm以上を鋼管とする。

ただし、雨水排水管については、ヒューム管とする。

なお、ベトナム国では、管内面のライニングに関する規定が無いため、無ライニングとしている場合が多いが、管路寿命や水質の安全性等を考慮し、モルタルライニングを行うものとする。

② 口径

場内配管の口径については、日本における設計指針では、管内流速が0.5～1.5m/secとなるような範囲で設定することが妥当とされている。ただし、流速を遅くするためには、口径を大きく設定する必要があり、経済的でなく、また、口径を小さくし過ぎると管路損失が大きくなり、施設の水位が下がり、構造が深くなるため、結果的に経済性を欠くこととなる。

したがって、本設計においては、配管での摩擦損失が極力小さくなるよう流速1.0m/sec程度を目標として、以下のとおり場内配管口径を設定する。

表-3.5.32 場内配管口径

区分	施設名	口径 (mm)	管種
取水管	取水場～沈砂池	φ1600	SP
導水管	沈砂池～分水井	φ1600	SP
浄水管	分水井～凝集沈澱池	φ1500	SP
	凝集沈澱池～急速ろ過池	φ1500	SP
	急速ろ過池～浄水池	φ1500	SP
	浄水池～送水ポンプ棟	φ1600	SP
排水管	分水井越流管	φ1000	SP
	分水井排水管	φ300	DCIP
	沈澱池排水管	φ100	DCIP
	ろ過池表洗管	φ600	DCIP
	浄水池越流管	φ800	DCIP
	浄水池排水管	φ400	DCIP
	沈でん池排泥管	φ250	DCIP
	排泥池引抜管	φ300	DCIP
	濃縮槽流入管	φ300	DCIP
	ろ過池洗浄排水管	φ1200	SP
	濃縮槽上澄水管	φ300	DCIP
	洗浄排水返送管	φ500	DCIP
	天日乾燥床上澄水管	φ250	DCIP
	天日乾燥床排水管	φ300	DCIP

	濃縮槽引抜管	φ250	DCIP
	天日乾燥床流入管	φ300	DCIP
	沈砂池排泥管	φ300	DCIP

(14) 施設水位の設定

1) 水理計算

浄水施設の水位高低は、水理計算を行い、必要な損失を見込んだ上で設定する。
概略の水理計算より、設定した各施設の水位条件は以下のとおりとなる。

表-3.5.33 各処理プロセスにおける水位設定

施設名	HWL	LWL
取水口	+11.50	+0.50
沈砂池	+7.50	
分水井	+14.20	-
着水井兼急速攪拌池	+13.20	+12.00
フロック形成池	+11.70	-
沈澱池	+11.50	
中間塩素混和池	+10.50	
急速ろ過池	+9.90	+7.50
後塩素混和池	+7.00	-
浄水池	+7.00	+2.00

2) 水位高低図

上記の水理計算の結果を基に設定したドン河浄水場の水位高低図を図-3.5.17に示す。

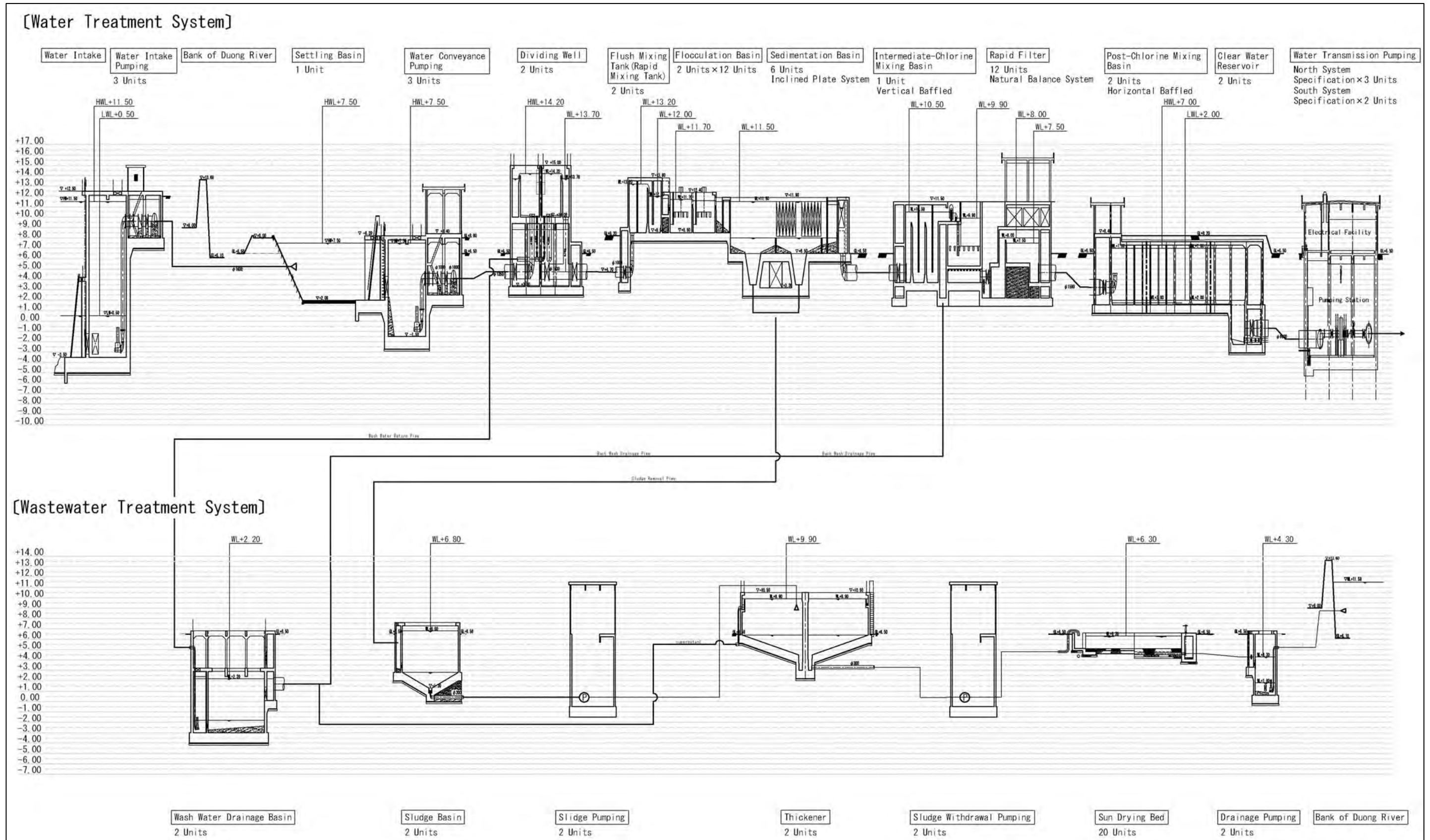


図-3.5.17 水位高低図 (第1期: 150,000m³/day)

3.5.4 送水管計画

(1) 送水管路線概要

送水管路線は、浄水場より Bac Ninh 省 Lim 県に至る北ルート、一方南ルートは Ha Noi 市 Gia Lam 県より Long Bien 区、Hung Yen 省の Van Giang 県を通過し Ha Noi 市 Hoang Mai 区に至る、延長約 46km である。

都市化が進んだ Ha Noi 市 Long Bien 区、Hoang Mai 区の路線を除いた送水管路線の沿線は、近接する住宅団地や工業団地により、市街化が急速に進むと推測され、都市農業や環境に配慮した複合的な開発が望まれる区域である。

なお、副案として、全て Ha Noi 市内で完結することが可能なルートについても検討を行っている。この場合、Bac Ninh 省への送水が無くなることから、送水管路線は南ルートのみとなる。2012 年 3 月からの事業者間協議においては、第 2 期までの給水範囲は Ha Noi 市のみが有望となっている。

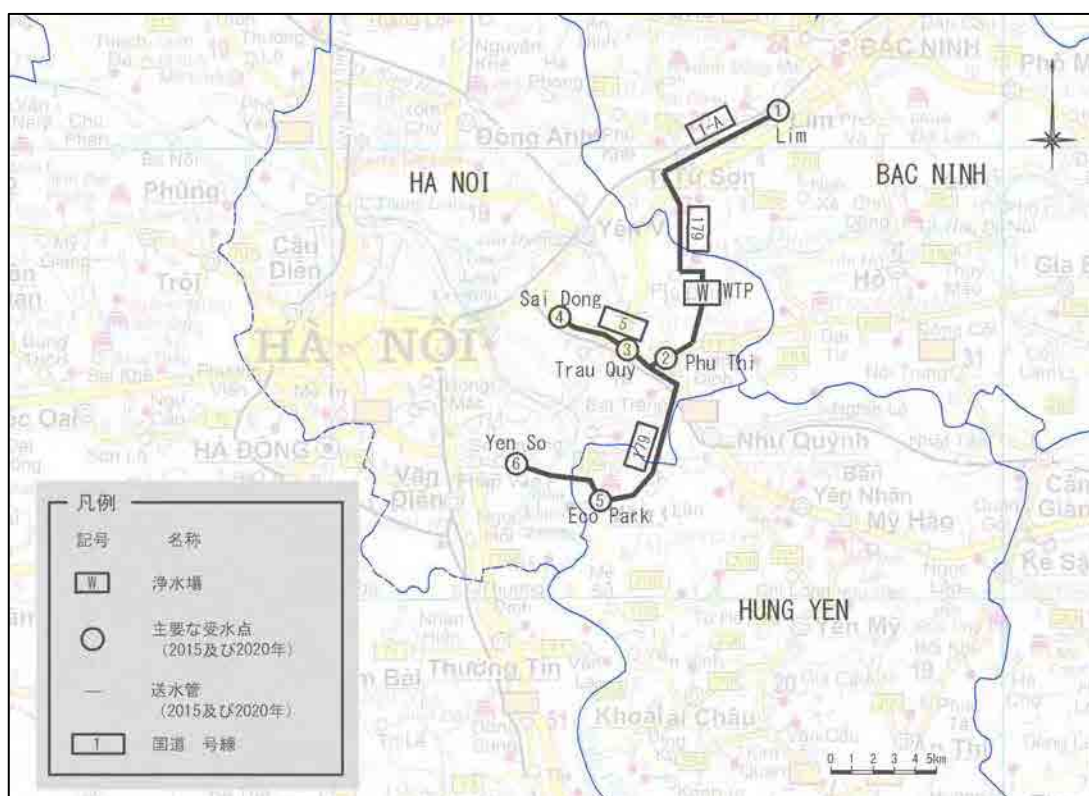


図-3.5.18 送水管路線概要

(2) 送水管口径の検討

送水管の口径は、計画時間最大送水量を送水した際に、前項で設定した有効水頭が確保可能な口径を設定し、水理計算を行い選定する。

なお、送水範囲は第 1 期、第 2 期とも同様の範囲であることから、送水管の口径については、第 2 期の送水量により決定するものとする。

水理計算における管路の摩擦損失水頭は、下式に示す Hazen-Williams 公式により算出し、流速係数 C については、日本において一般的に用いられる屈曲部の損失を

含んだ管路全体として、C 値 110（水道施設設計指針より）を採用する。

$$H = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$$

ここに H : 摩擦損失水頭 (m)

C : 流速係数

D : 管内径 (m)

Q : 流量 (m³/s)

L : 延長 (m)

表-3.5.34 に送水管口径の計算結果を示す。

表-3.5.34 送水管水理計算結果

【主案】

接点	接点	流量 (m ³ /D)	吐出流量 (m ³ /D)	口径 (m)	延長 (m)	上流有効 水頭(m)	動水勾配 (パーミル)	損失水頭 (m)	下流有効 水頭(m)	地盤高 (m)	受水点の 有効水頭(m)	流速 (m/S)	摘 要	受水管 口径
W	1'	30,000	0	0.70	8,367	45.000	1.432	11.980	33.520	5.000	28.520	0.907		
	1'	30,000	30,000	0.70	5,930	33.520	1.432	8.490	25.030	6.000	19.030	0.907	Lim	0.40
W	2	324,653	32,657	1.60	5,770	57.000	2.094	12.080	44.920	5.900	39.020	1.875	Phu Thi	0.45
	2	291,996	83,100	1.40	1,230	44.920	3.298	4.060	40.860	5.500	35.360	2.203		
	3'	208,896	37,046	1.20	2,603	40.860	3.760	9.790	31.070	4.300	26.770	2.146	Trau Quy	0.45
	3	171,850	171,850	1.20	4,987	31.070	2.620	13.070	18.000	6.100	11.900	1.766	Sai Dong	1.00
	3'	83,100	18,383	1.10	8,573	40.860	1.044	8.950	31.910	6.200	25.710	1.017	Eco Park	0.30
	5	64,717	64,717	1.00	8,147	31.910	1.045	8.520	23.390	3.600	19.790	0.958	Yen So	0.80
合計		354,653			45,607									

【代替案】

接点	接点	流量 (m ³ /D)	吐出流量 (m ³ /D)	口径 (m)	延長 (m)	上流有効 水頭(m)	動水勾配 (パーミル)	損失水頭 (m)	下流有効 水頭(m)	地盤高 (m)	受水点の 有効水頭(m)	流速 (m/S)	摘 要	受水管 口径
W	2	354,653	32,657	1.60	5,770	60.000	2.466	14.230	45.770	5.900	39.870	2.048	Phu Thi	0.45
	2	321,996	0	1.60	3,375	45.770	2.062	6.960	38.810	5.500	33.310	1.860		
	a	321,996	37,046	1.40	643	38.810	3.951	2.540	36.270	4.300	31.970	2.429	Trau Quy	0.45
	3	284,950	113,100	1.20	440	36.270	6.677	2.940	33.330	4.300	29.030	2.926		0.45
	b	171,850	171,850	1.20	3,904	33.330	2.620	10.230	23.100	6.100	17.000	1.766	Sai Dong	1.00
	b	113,100	113,100	1.20	6,503	33.330	1.208	7.860	25.470	3.600	21.870	1.163	Linh Nam	0.80
合計		354,653			20,635									

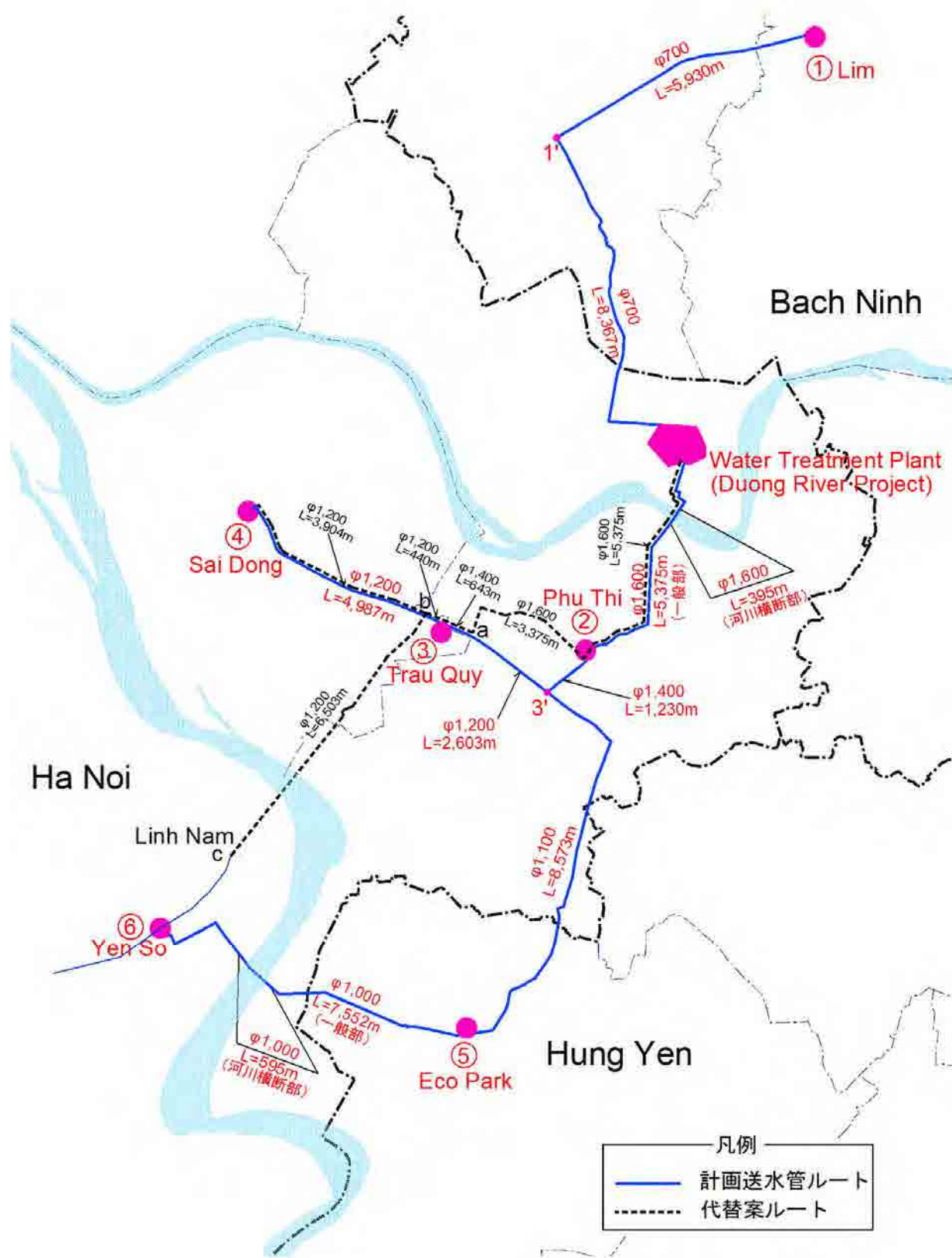


図-3.5.19 送水管布設ルート及び延長

(3) 河川横断部の検討

送水ルート上には、ドン河及びホン河の横断があり、ドン河は川幅約 280m、ホン河は約 510m と非常に大きな河川であり、船の往来も比較的多く確認されている。ドン河及びホン河の河川状況を表-3.5.35 に示す。

表-3.5.35 ドン河及びホン河の河川状況

	ドン河	ホン河
水面幅×水深※	280m×13m	503m×9m
河底の土質	シルト混じり砂	
船舶航行数	約 250～300	約 150～200
河床変動	小さい (ない)	
浚渫状況	建設用砂として大規模に採取しているが、浚渫計画は無い。	
維持管理状況	部分的に護岸改修を実施	
水運計画	JICA「紅河内陸水運改善計画調査 2003」最小水深 3.6mに設定	

水面幅×水深※：冬季の状況

一般的な河川横断方法の比較を表-3.5.36 に示す。

これらの河川横断方法のうち、送水管及び河川の規模、日本及びベトナム国内の施工実績や経済性等より、現実的な施工方法は下記に示す 2 案に限定される。

なお、河川横断で最も一般的である水管橋方式は、工事費が日本国内実績ではトンネル方式（推進工法及びシールド工法）の約 2 倍以上であること、添架方式は既設橋梁が近くにないことや新設橋梁計画もないため、選定していない。

- 沈埋工法 : ベトナム国の河川横断では一般的な工法で、経済性において有利である。ただし、本事業の送水管は大口径であり、送水の安全性低下が懸念されることから、日本国内における河川横断での採用例はほとんどない。また、将来に河床の大規模浚渫等が行われる場合には、河床に埋設されているため、注意が必要となる。
- 推進工法 : 船運の重要河川であるホン河、ドン河においては、非開削工法が安全性、施工性の面で優位であり、日本国内における河川横断での採用例は非常に多い。ただし、ベトナム国内での採用実績が無いことから、採用に当たっては本邦技術の技術移転が必要となる。

上記の 2 案について、表-3.5.37 に示すとおり比較検討を行った結果、経済性では沈埋工法に対して推進工法は 108%となった。さらに、将来における河川状況変化への対応や施工の確実性、また、維持管理での懸念事項が少ないことから、推進工法を推奨する。

表-3.5.36 一般的な河川横断方法

項目	橋梁形式		非開削工法		開削工法
	水管橋方式	橋梁添架方式	推進工法	シールド工法	沈埋工法
横断方法	管路専用の橋を設けて、河川を横断する方法	道路橋に水道管を添架することにより、河川を横断する不法	非開削工法の一つで、推進用ジャッキにより、推進管を地中に押し込み河川を横断する方法	非開削工法の一つで、シールド機を地中に押し込むと同時に、後部でセグメントを組立て、トンネルを築造する工法	河底を掘削し、管路を沈設、埋戻しによって、河川を横断する方法
概要					
メリット	管路が地上(架空)に露出することから、管路の維持管理性が良い。	適当な道路橋がある場合には、他の工法に比べて安価である。	非開削工法のうち、日本では最も一般的に用いられる工法で、シールド工法と比べ安価である。	推進工法比べて、長距離施工が可能で、蛇行修正が容易であり、大口径の非開削工法に適している。	左記の工法に比べて、橋脚、立坑等の築造が不要である。海や湖等で、水深が深く且つ船舶等が航行しない場合は有効な方法である。
デメリット	川幅が広いことから、河川内に橋脚が必要である。また、架設をベント工法とすると、河底の地質が軟弱なので、割高な工法となる。	添架する橋梁の構造により、口径が大きくなると採用が難しくなる場合が多い。	大口径では経済性の面からシールド工法が、一般的に採用される場合が多い。	構築物が小規模であるが、工事が大規模となるため、経済性、施工性の面で推進工法に劣る。	管体の浮上り防止対策が必用である他、船舶の投錨や流下物の衝突の危険性を考慮した上で、河底に埋設する必要がある。
本事業への適用性	日常的に船舶の往来があるホン河、ドン河においては、船運への支障考慮すると構造が非常に大きくなり不経済である。また、水深が深い両河川においては、橋脚の築造が難しく、非常に大掛りな工事となる。	横断部の口径が1600mm、1000mmと大きく、:添架可能な橋梁は送水ルート上にはないため、採用不可。	船運の重要河川であるホン河、ドン河においては、非開削工法が安全性、施工性の面で優位である。また、口径が小断面であることや施工延長が短い等よりシールド工法より経済性に優れるが、沈埋工法より劣る。	一般的に経済性の面より、推進工法適用範囲外に採用される工法のため、採用不可。	ベトナム国の河川横断では一般的な工法で、特殊技術を要しないため、経済性においては最も有利である。ただし、本事業の管路は口径が大きく、施工の確実性で不安があることから、送水の安全性の面において他の工法に劣る。
経済性	4.0	—	1.1	—	1.0
総合評価	×	×	○	×	△

表-3.5.37 河川横断方法の比較

	沈埋方式	トンネル方式（推進工法）
管路延長	<ul style="list-style-type: none"> 口径を絞って、2条管で布設する。 ドン河横断においては、布設位置が取水口下流となるため、トンネル方式より約 230m 延長が長くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 最短距離での施工が可能であり、沈埋方式より管路延長が短くて済む。
河川管理面	<ul style="list-style-type: none"> 河底横断する管路は、洪水時には局所洗掘が受けやすく、護岸部の崩壊や港湾施設の局所洗掘を助長するおそれがある。 十分な埋設深さを確保しなければ、将来の河道整備に支障となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 土被り 5m以上となる地中掘進なので、将来においても河川に影響がない。
管路構造	<ul style="list-style-type: none"> HDPE 管は、管側方の土の抵抗力によって耐荷力が発揮されるものであり、埋戻し材や締固めの有無がきわめて重要である。本工法では、十分な締固めが行えないことから、外力による座屈破壊の危険性があるため、十分な埋設深さを確保する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 推進用鉄筋コンクリート管に鋼管を布設し、エアームタルで中詰め充填する二重構造なので、十分な強度が確保できる。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 高流速条件下であり、管体に無理な応力が発生しないよう、入念な施工計画の下で施工する必要がある。 航行する船舶対策、潜水作業の安全対策等のため工程が複雑となる。 水中掘削において、一般的な問題となる砂の舞い戻りが懸念される。 河川が増水した際には、非常に危険（管の流出や掘削法面の崩壊）な工事となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 立坑→地盤改良→推進→鞘管内布設と単純な工程となるので問題が少ない。 河川増水対策が必要となるが、地盤改良の改良厚変更で対応可能。
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理において、河床変動を経年的に測定する必要がある。 管路破損等の事故が発生するリスクがあり、万が一発生した際には送水停止（金銭的保証が発生）となる可能性が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 土被りが 5m 以上あり、将来において維持管理面で問題が生じるとは考えにくい。
経済性	100%	108%
総合判断	×	○

(4) 水撃圧対策の検討

停電や事故等の理由によりポンプが急停止した際には、送水管内の流速が短時間に変化して、異常な圧力波が発生することとなる。その圧力波により送水管内に飽和蒸気圧以下の負圧が発生すると、その地点は水柱分離し、その後再び結合する際に衝撃波が生じて管路が破損するウォーターハンマーの危険性がある。

ここでは、ウォーターハンマーが懸念される取水管、導水管、送水管のそれぞれについて、負圧の発生による管路への影響を確認する。特に送水管については、浄水場から各受水点への送水が、最長で30kmを超える長距離送水となるため、ウォーターハンマー対策が必要となることはPre-FSにて明らかとなっている。

水撃圧対策については、ベトナムの水道設計基準にも記載されていることから、必要な本提案事業においても、必要な水撃圧対策を講じることとする。

1) 基本条件の整理

① 対象管路

水撃圧検討は大口径及び長距離の配管である下記の配管について行う。

- 取水管 : φ1600mm 鋼管 L= 約1,800m
- 導水管 : φ1600mm 鋼管 L= 約200m
- 送水管 (北系) : φ700mm ダクタイル鋳鉄管 L= 約13,800m
- 送水管 (南系) : (ルート1) 旧Ha Noi市中心部へ向かうルート
φ1000~1600mm 鋼管 L= 約24,000m
(ルート2) Gia Lam県及びLong Bien区に向かうルート
φ1200~1600mm 鋼管 L= 約14,850m

② 水量条件

それぞれの管路における水量条件を下表に示す。

なお、取水、導水、送水ポンプについては、第1期、第2期共通となっていることから、フライホイールのみによる対策で問題無いことが想定される管路については、より条件の厳しい第2期の水量でのみ検討を行うこととする。

表-3.5.38 水撃検討の対象水量

対象管路	検討対象水量 (m ³ /min)		備考
	第1期	第2期	
取水管	—	221.0	検討は2期水量のみとする
導水管	—	221.0	検討は2期水量のみとする
送水管 (北系)	—	20.8	検討は2期水量のみとする
送水管 (南系) ルート1	12.4~124.0	44.9~225.5	
送水管 (南系) ルート2	73.3~124.0	119.3~225.5	

③ 制御目標

管内に生じる負圧の値は、約10mになると水柱分離が発生することから、一般

的な負圧の制御は、経験上安全とされている5～7m以内となるように制御している。これらを踏まえ、本検討においては、制御目標を6m以内と設定する。

2) 水撃圧対策の方針

① 一般的な水撃圧対策

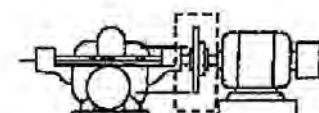
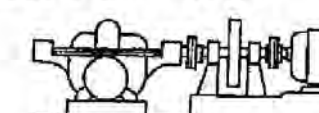
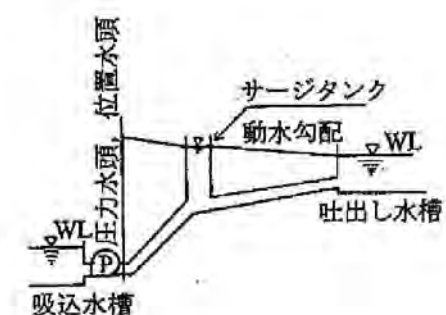
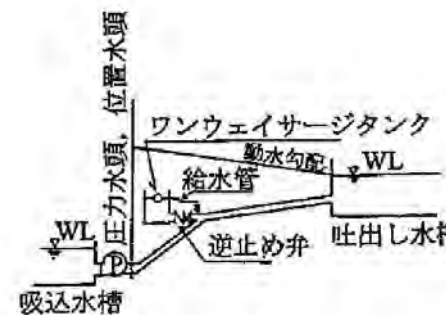
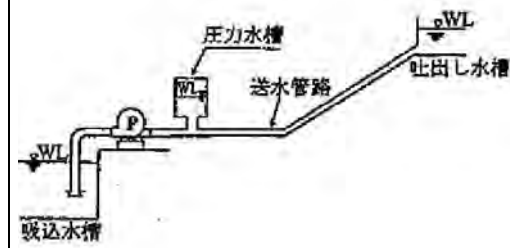
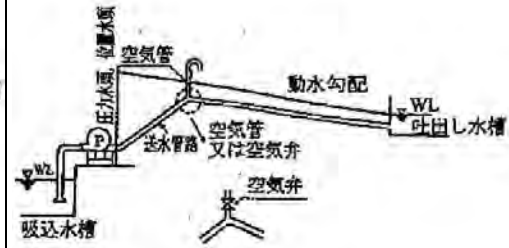
水撃圧対策として一般的に用いられるものを表-3.5.39に示す。

② 水撃圧対策の方針

一般的に用いられる水撃圧対策は、前述のとおりであり、この中から効果（実用性）及び経済性等を考慮し、下記の方針で検討を行う。

- 特別な維持管理を必要とせず、他の対策と比べて安価であり、費用対効果の最も大きいフライホイールによる対策を第1の対策として検討する。
- フライホイールのみでは対策しきれない場合には、最も効果の大きいサージタンクの設置による対策を検討する。
- 経済性、維持管理性を考慮し、フライホールとサージタンクを組み合わせた水撃圧対策を行う。（詳細設計段階で追加検討要）

表-3.5.39 水撃圧対策の比較

対策方法	①フライホイール	②オープンサージタンク	③ワンウェイサージタンク	④エアベッセル	⑤空気管（空気弁）
概略図	<p>【兼用カップリング形】</p>  <p>【別置きフライホイール形】</p> 				
機構	送水ポンプに取付けたフライホイールにより、回転部のはずみ車効果を増大させ、送水管内の急激な流速低下を防止する。	負圧発生箇所に充分大きなサージタンクを設置して、負圧発生時に水を供給することにより管内圧力の異常低下を防止するとともに、圧力の上昇も吸収する。	負圧発生箇所にサージタンクを設置し、接続部の管路内の水圧がタンク内部の圧力より低くなると逆止弁が開き、送水管路に水を供給してさらに圧力低下が起るのを防止する。	管路上に圧力水槽を設置し、管路内の圧力が降下する際、圧力水槽内の水をタンク内部の空気圧力により管路へ供給し、圧力が降下することを防止する。	負圧発生箇所に設置した空気管または空気弁により、自動的に空気を吸い込ませることにより、異常な負圧を軽減する。
特徴	設備的には比較的簡単であるため、信頼性が高く、効果も大きい。が、管路が非常に長い場合や管路の起伏が激しい場合にはポンプに対して過大な装置が必要となる懸念される。	管路の内圧が高い場合にはサージタンクの高さが必要になり、建設費が嵩み、設置場所も限定される。また、負圧発生箇所が吐出水位もしくは最低分水面より高い場合には、補給水が全て低い方へ流れてしまうため、補給水量が無限大となる。	オープンサージタンクに比べて、タンク高さを低くすることが可能だが、有効な管路延長範囲が短いため、管路延長が長い場合には複数のタンクを設置しなければならない。また、左記と同様に、負圧発生箇所が吐出水位もしくは最低分水面より高い場合には、補給水量が無限大となる。	一般に圧力水槽は、比較的流量が少ない場合や揚程が高い場合、圧力変化を抑制する範囲が広い場合に利用される。そのため、実揚程が低く、比較的フラットな配管形状には不向きである。	負圧発生箇所が吐出水位もしくは最低分水面より高い場合に用いられる。ただし、管路内に大量の空気を吸い込むと再始動に時間を要すことや、水撃圧を助長され、エアーハンマーの発生が懸念される。また、確実な維持管理が必要とされる。
評価	管路延長が非常に長い場合、フライホイールによる対策だけでは過大な装置が必要となる懸念される。そのため、他の対策と併用することが望ましい。	吐出水槽である浄水池の水位が低い場合、不向きである。	吐出水槽である浄水池の水位が低い場合、不向きである。	管路の起伏が比較的少ないことから、エアベッセルによる対策は不向きである。	エアーハンマーの発生が懸念されるため、注意が必要である。適切な維持管理が行われることを前提とした場合には有効な方法であるが、他の対策と併用することが望ましい。
	◎	△	○	×	△

3) 水撃圧検討結果

① 取水管

取水管において発生する管路最大負圧は無対策の場合、ポンプ直後で-11mを越えており、何らかの対策が必要となる。

これに対し、フライホイールを設けた場合には、ポンプ直後で発生する負圧は-7mまで低減され、制御目標値の-6mを若干越えるものの安全なレベルまで制御することが可能となる。

また、上記対策と合わせて急閉式逆止弁を採用することで、さらに安全性が増すことが考えられることから、取水管については、**フライホイールと急閉式逆止弁の併用**によりウォーターハンマー対策を行うこととする。

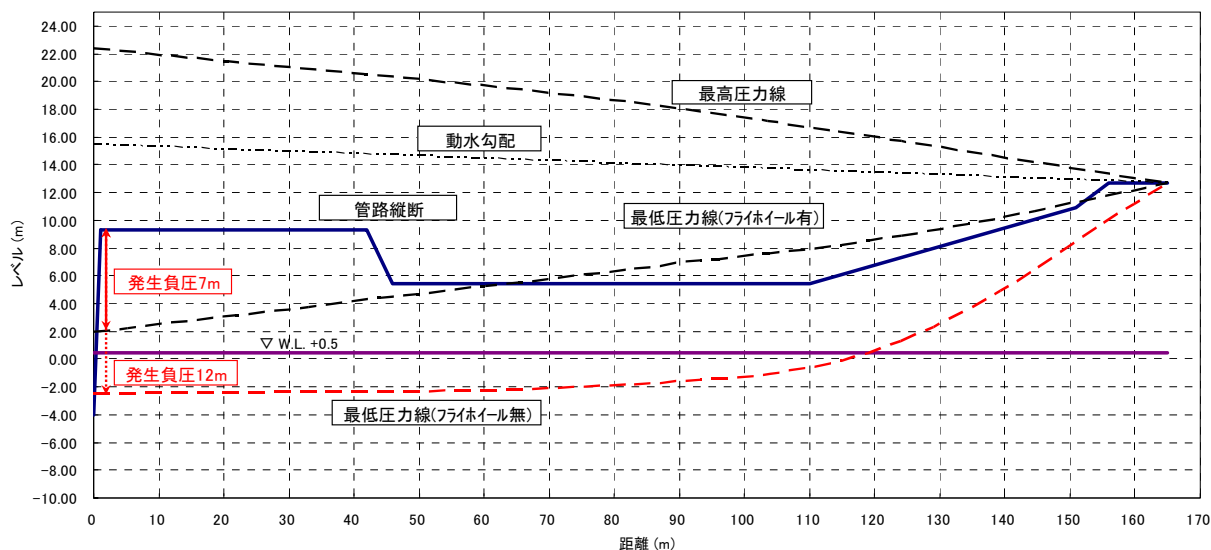


図-3.5.20 取水管水撃解析結果

② 導水管

導水管において発生する管路最大負圧は、無対策の場合においても配管全体で-5m以下であり、制御目標値の-6m内であることから、**ウォーターハンマー対策は不要**である。

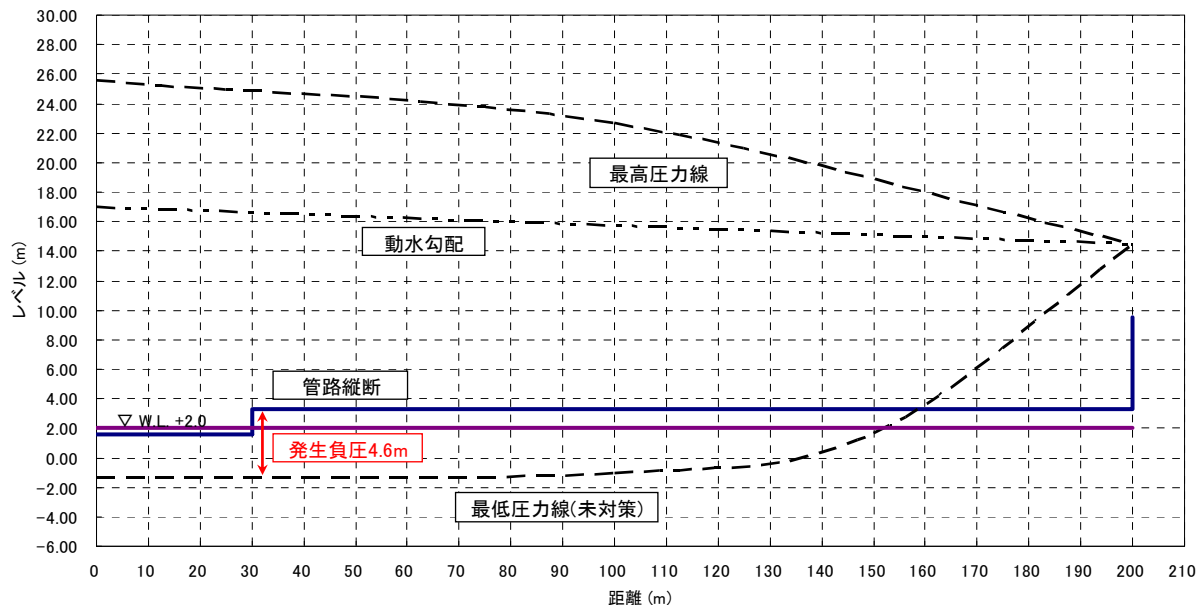


図-3.5.21 導水管水撃解析結果

③ 北系送水管

北系送水管において発生する管路最大負圧は、無対策の場合L=9,500m付近で最大負圧が-14mとなり、制御目標値を越えることになる。これに対し、フライホイールを設けた場合は、配管全体で負圧は生じないことから、フライホイールによるウォーターハンマー対策を行う。

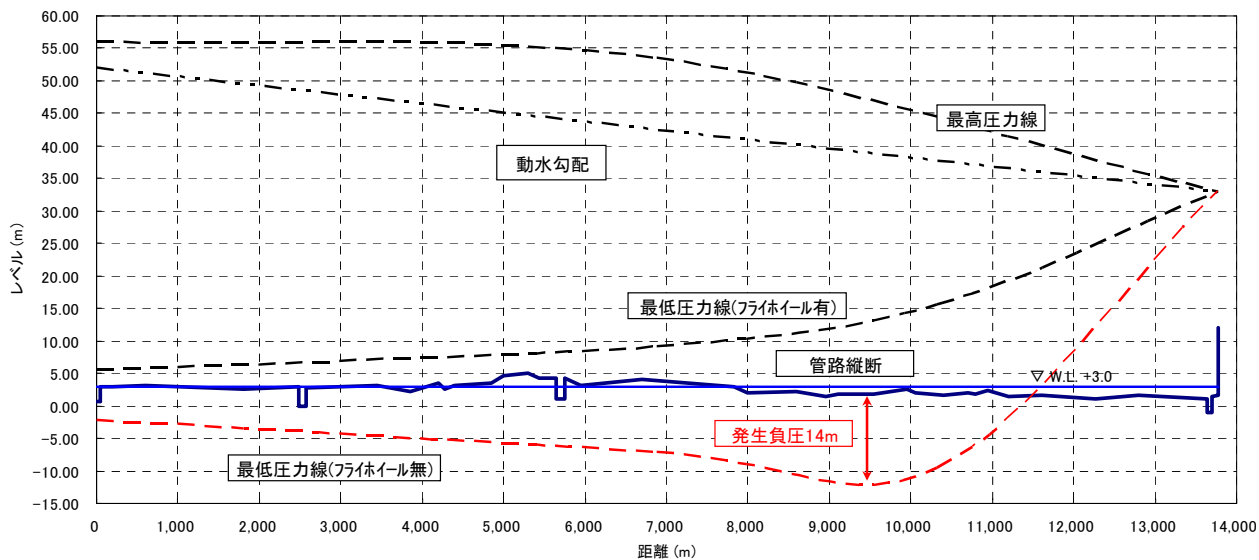


図-3.5.22 北系送水管水撃解析結果

④ 南系送水管

南系の送水管については、図-3.5.23に示すとおり管路長L=7,300m付近（国道5号線）で2方向に分岐することから、ルート1、2の各々について水撃圧検討を行った。

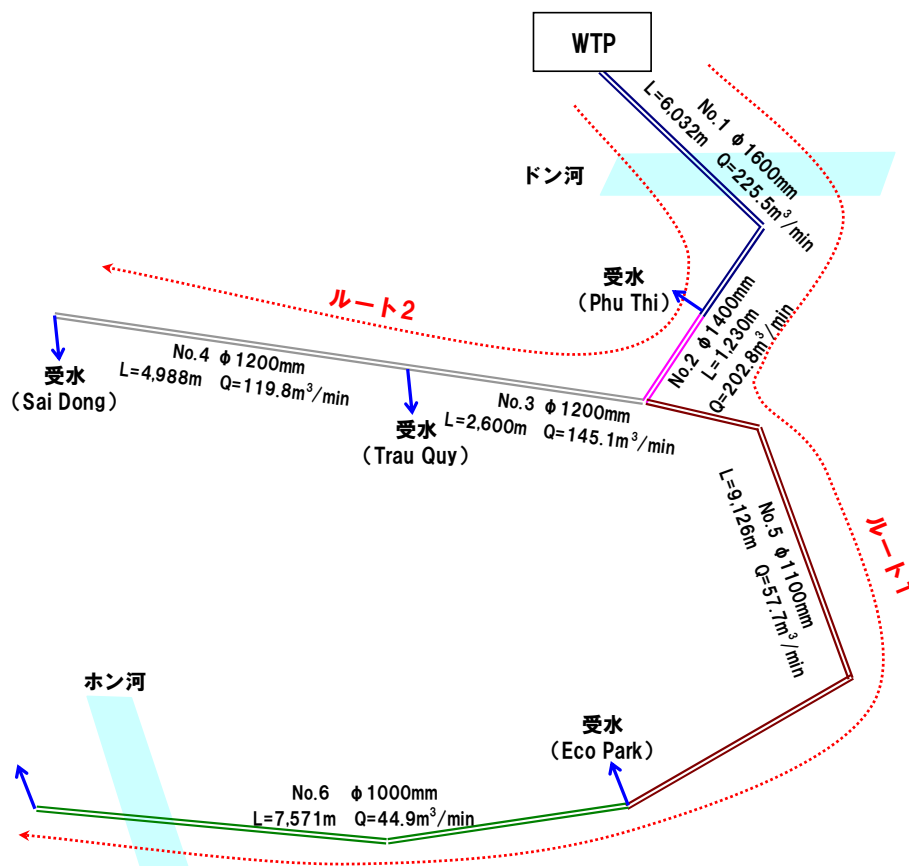


図-3.5.23 南系送水管模式図

【ルート1】

南系送水管ルート1で発生する管路最大負圧は、フライホイールを設置した場合においてもL=17,000m付近で最大負圧が-23mを越えており、フライホイールのみではウォーターハンマーを防止できないことから、サージタンクによる対策を検討する。

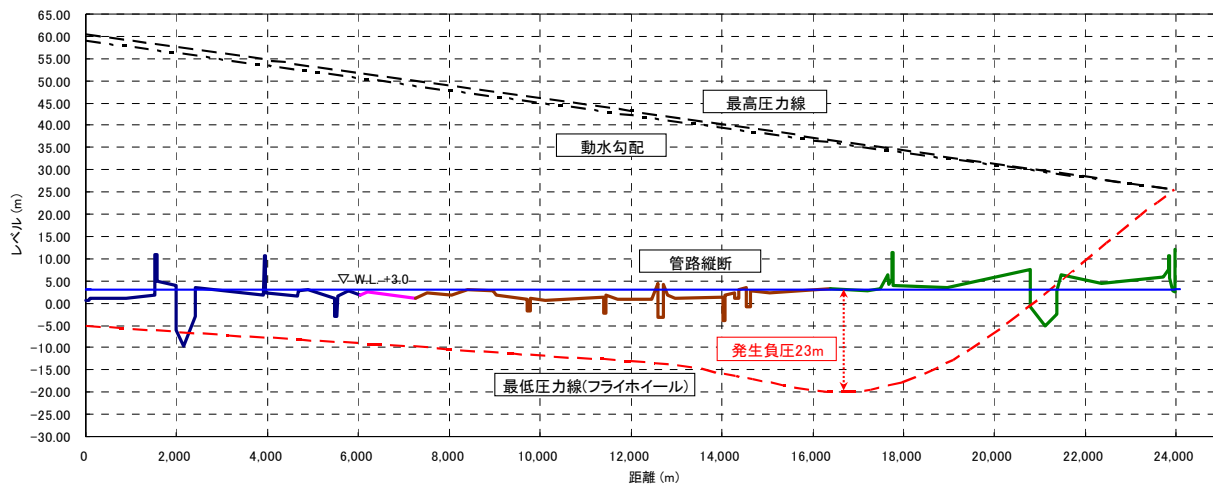


図-3.5.24 南系送水管 (ルート1) 水撃解析結果

【ルート2】

南系送水管ルート2で発生する管路最大負圧は、ルート1と同様にフライホイールを設置した場合においてもL=10,100m付近で最大負圧が-23mとなっており、フライホイールのみではウォーターハンマーを防止できないことから、サージタンクによる対策が必要である。

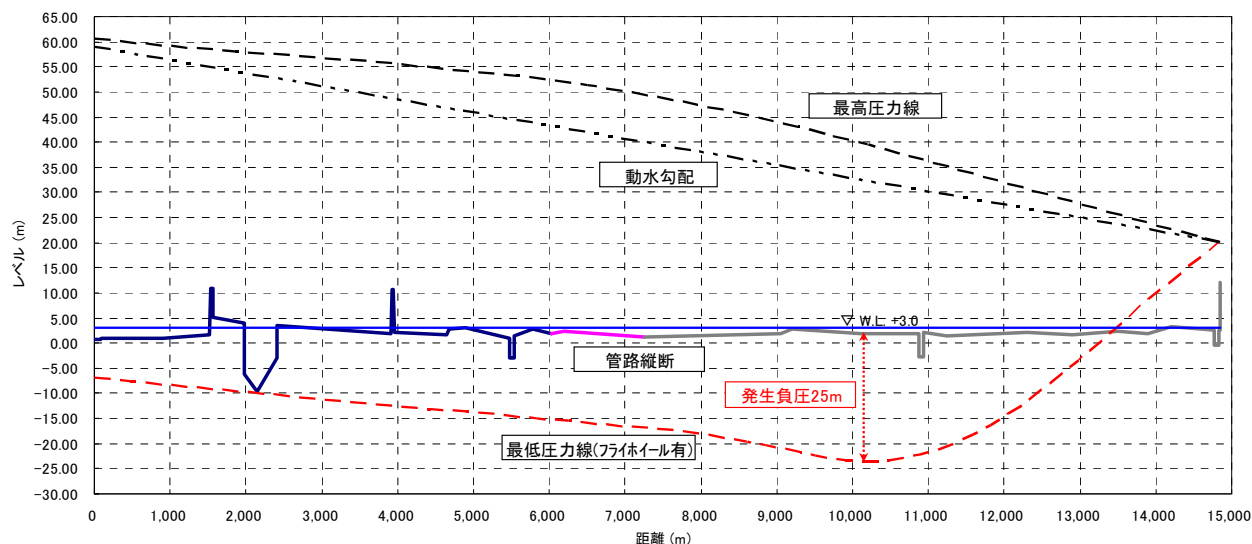


図-3.5.25 南系送水管（ルート2）水撃解析結果

【サージタンクの検討】

サージタンクの形式については、前述の表-3.5.39の比較結果よりワンウェイサージタンクとする。

なお、サージタンクはポンプ直後に設けることで、管路全体のウォーターハンマー防止効化が期待できるが、容量及び高さが過大になることが想定される。一方、設置位置が受水点に近いほど、容量は小さく、高さも低くすることができるが、ポンプからの距離が長くなるため、ポンプからサージタンクまでの区間のウォーターハンマーについても考慮する必要が生じる。

以上の内容を踏まえ、サージタンクの設置位置は、ルート1とルート2の管路分岐手前の6,000m付近（Phu Thi受水点付近）を設定する。設置するワンウェイサージタンクの容量は、計算の結果333m³であり、タンク径は、有効水深を8mとしてφ7.3m程度となる。

サージタンク設置時の解析結果を図-3.5.26、図-3.5.27に示す。

ルート1、ルート2ともに発生する管路最大負圧はフライホイール無しの場合、発生最大負圧は制御目標値を越えることになるが、サージタンク+フライホイールとした場合には-6m程度となり制御目標値内となることから、サージタンク+フライホイールによりウォーターハンマー対策を行うものとする。

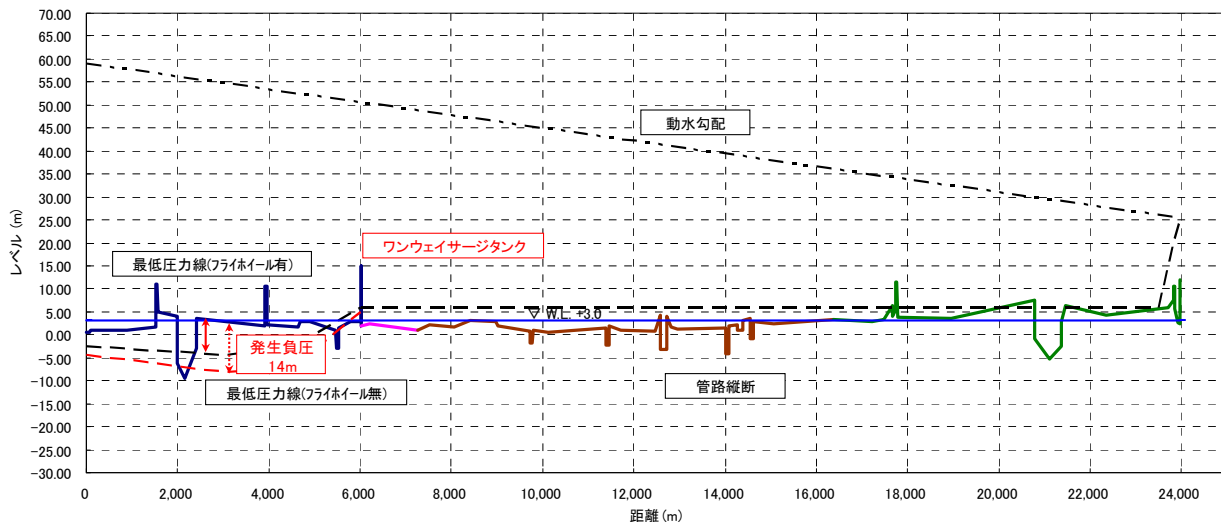


図-3.5.26 南系送水管（ルート1）水撃解析結果（サージタンク設置後）

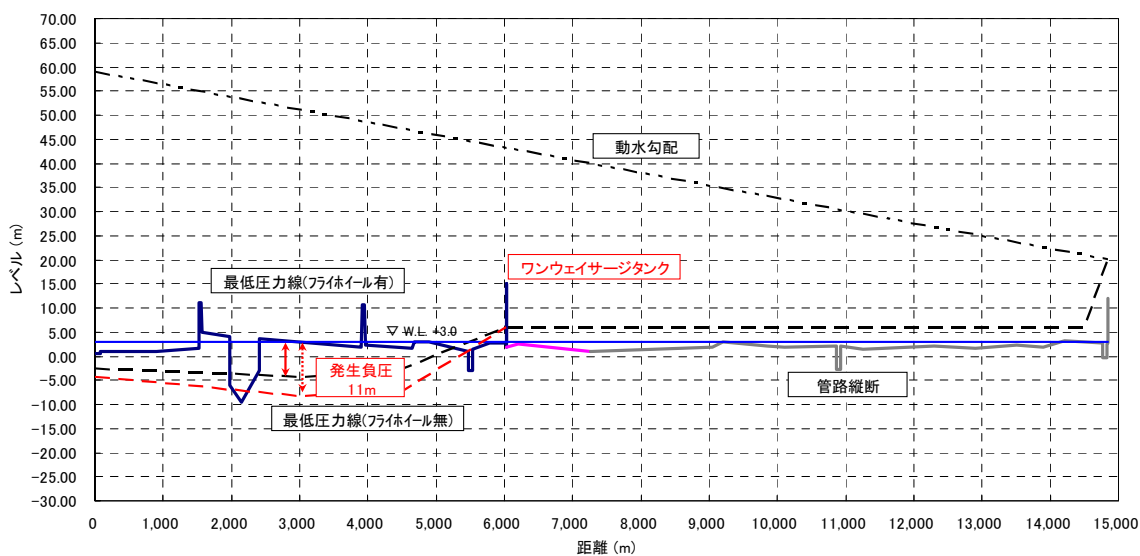


図-3.5.27 南系送水管（ルート2）水撃解析結果（サージタンク設置後）

3.5.5 配水管整備計画（事業範囲外）

本提案事業は用水供給を目的としていることから、SPC の事業範囲は、取水施設から送水管整備までとなっている。ただし、本提案事業の給水地域内においては、一部の地域を除き、既存の配水管整備が行われていない「未整備地区」が多く存在しており、SPC による送水管整備だけでは、給水が行うことができないことから、配水管整備の遅れは本提案事業の事業経営を大きく圧迫することとなる。

「3.2 事業の需要予測」において述べたとおり、前述の「未整備地区」については、Ha Noi 市人民委員会及び HAWACO によって計画された「Gia Lam 県管網整備計画」により、配水管の整備が予定されており、本提案事業の事業開始年度である 2015 年を目途に、配水管整備を完了する計画となっている。ただし、一部の地域は Gia Lam 県管網整備計画の範囲外となっており、これらの地域も含めた配水管整備計画に見直しを行う必要がある。

JICA 調査団は、以上の内容を踏まえて、既存の管網整備計画を反映した配水管整備計画の見直し案を検討する。

（1）給水対象地域内の現況管網状況

配水管整備計画を立案する上で、現況管網の布設状況を把握しておく必要がある。

本提案事業の給水対象地域内においては、Ha Noi 市中心部の配水管網及びホン河北部の Gia Lam 浄水場既設管網（ともに HAWACO）が既設管網として布設済みである。

既設管網図を図-3.5.28 に示す。

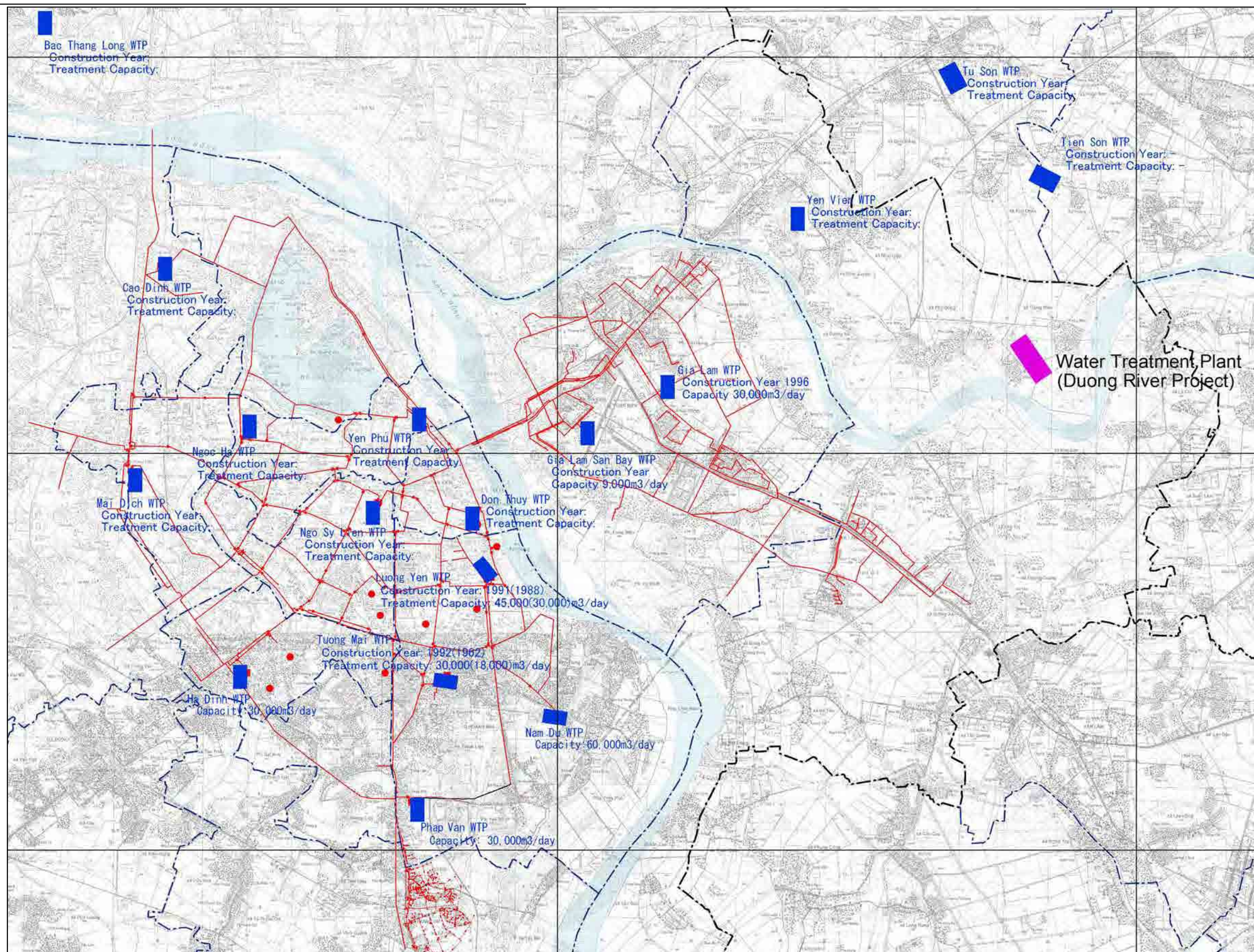


図-3.5.28 既設管網状況

(2) 管路区分

配水管整備計画を検討する上で、管路の区分をその役割、機能の面から表-3.5.40 のように区分する。

表-3.5.40 管路区分と役割

管路区分	整備区分	整備方針（役割・機能）
1次管路	既設管路	配水拠点となる受水点に直結された配水管で、各配水区域に布設された配水幹線。φ400mm と同等以上を基本とする。
	新規整備	1次管路として、各配水区域内の国道及び相互通行が可能な道路（幅員 6m 以上）に 1次管路として配水幹線を整備する。
2次管路	既設管路	1次管路を利用して各配水区域内に管網が形成できるよう配置された配水管。補助路線として、2次管路のループ化を図る路線や給水区域末端への主要な供給管路を含む。
	新規整備	1次管路を利用して各配水区域内に管網が形成できるよう整備する。補助路線として、2次管路のループ化を図る路線や給水区域末端への供給管路も整備する。
3次管路	既設管路	3次管路は重要施設への供給管路となる管路であり、1,2次管路を結ぶ管網を形成する配水管である。
	新規整備	大口需要家を重要施設と位置づけ、大口需要家への供給管路を 3次管路として整備する。
その他	既設管路	上記に含まれない配水管。
	新規整備	上記以外もしくは 2,3 次管路から各戸への取出し管をその他管路と位置づける。

(3) 管路区分の設定

前項において設定した管路区分を基に、実際の管路を設定（既設管網については抽出）する方法は以下のとおりとする。

1) 1次管路

1次管路の設定は、受水点に直結する各配水区域の配水幹線とし、φ400mm 以上もしくはこれと同程度以上の水量を負担する管路を設定する。

整備する路線は、原則として国道及び相互通行が可能な幅員 6m 以上の道路に整備する。

2) 2次管路

2次管路の設定は、配水区域内に管網が形成できるよう、1次管路を基に各配水区域内の主要な需要地へ供給する配水管であり、1次管路よりループ化させる管路とする。

また、補助路線として、上記管路のループ化を図る路線や給水区域末端への主要な供給管路を設定する。

整備する路線は、原則として車両の通行が可能な道路に整備する。

3) 3次管路

3次管路の設定は、重要施設へ効果的に供給できる路線を設定する。

重要施設については、本提案事業の大口需要家となることが想定される工業団地、住宅団地を重要施設と設定し、具体的には、1,2次管路から2箇所以上の重要施設が離れた位置にある場合は、それらの近くを通る3次管路を計画する。

整備する路線は、原則として2次管路と同様に車両の通行が可能な道路とする。

4) その他

その他管路として、上記1~3次管路以外の管路（φ75mm以上）を設定する。

(4) 計画範囲及び検討方法

1) 計画範囲

本調査では事業の確実性を高めるため、前述のとおり、本提案事業のスキームの範囲外である配水管整備計画についても検討を行う。計画範囲としては、1次管路から3次管路までを対象とし、各受水点ごとに整備路線の選定、水圧確保のための適正口径の設定、概算事業費の算出等を行う。

ただし、上記4) その他の管路については、路線選定や管網解析等の各種検討からは除外するが、配水上必要不可欠な管路であることを考慮し、整備範囲の単位面積当り整備量を設定し、事業費のみ算出することとする。

なお、本検討の対象となる受水点は、表-3.5.41のとおりとする。

表 3.5.41 配水管整備計画の対象となる給水区域

受水点名		検討対象	
①	Lim (Bac Ninh 省)	Bac Ninh 省水道公社が整備・運用を行う。	—
②	Phu Thi (Ha Noi 市)	配水管未整備地区であるため、新たな整備計画の立案が必要	○
③	Trau Quy (Ha Noi 市)	Gia Lam 浄水場の既設管網を含めた全域の配水管整備計画が必要	○
④	Sai Dong (Ha Noi 市)	Gia Lam 浄水場の既設管網を含めた全域の配水管整備計画が必要	○
⑤	Eco Park (Hung Yen 省)	Eco Park 住宅団地にて整備・運用を行う。	—
⑥	Yen So (Ha Noi 市)	市内中心部への補足給水となるため、配水管検討は行わない。(受け渡し条件のみ整理)	—

2) 検討条件

① 配水量の設定

- 計画一日最大配水量 : 「3.2 事業の需要予測」において設定した表-3.5.42 に示す水量
- 計画時間最大配水量 : 計画一日最大配水量÷24 時間×時間係数※
設定値は、表-3.5.43 に示す。

※ 時間係数については、各受水点ごとに水道施設基準 (TCVN33:2006) より、以下のとおり設定する。

【時間最大係数 K_{max} の算出方法】

$$K_{max} = \alpha_{max} \times \beta_{max}$$

$$\alpha_{max} = 1.2 \text{ (}\sim 1.5\text{)}$$

$$\beta_{max} = \text{下表に従う}$$

表-3.5.43 給水人口別 β_{max} の設定値

給水人口 (1,000 人)	0.1	0.15	0.2	0.23	0.5	0.75	1.0	2.0
β_{max}	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.2	2.0	1.8
給水人口 (1,000 人)	4.0	6.0	10	20	50	100	300	≥ 1000
β_{max}	1.6	1.4	1.3	1.2	1.15	1.1	1.05	1.0

(出典 : TCVN33 : 2006)

② 対象管網最小口径

対象管網の最小口径は、既存の計画等と整合を図り $\phi 100\text{mm}$ 以上とする。

③ 配水条件

水道施設基準 (TCVN33:2006) によれば、送水管における最低水圧は 10m 以上と規定されているが、受水槽及び配水ポンプを設置せず、直接配水を行う場合には、配水管内での圧力損失を考慮し、受水点での受水圧を設定しなければならない。

受水点での有効水圧については、配水管を管理することとなる HAWACO の要望をヒアリングした結果、受水点において 20m の有効水圧が必要であるとの要望があったことから、配水管整備計画における始点動水圧は最低 20m と設定する。

ただし、送水管計算結果において、始点動水圧は最低 20m として設定していることから、実際の各受水点における有効水圧は 20m 以上が確保済みである。したがって、計算上の始点動水圧は、送水管計算結果によって得られる各受水点の動水圧を採用す

る。

④ 整備目標

上記の水道施設基準 (TCVN33:2006) によれば有効水圧は 10m が必要とされるが、2 次管路下流の損失も勘案し、原則として 2 次管路 (及び 3 次管路) で 15m 以上を確保するよう検討する。

⑤ 検討ケース

第 1 期 (2015 年) 及び第 2 期 (2020 年) のそれぞれの水量ケースにおいて、検討を行う。

表-3.5.42 各受水点の水量設定

No.	受水点名	給水区域	給水人口(1,000人)		時間係数		計画一日最大配水量 (m3/day)		計画時間最大配水量 (m3/day)		備考
			2015年	2020年	2015年	2020年	2015年	2020年	2015年	2020年	
2	Phu Thi	合計	62.3	76.5	1.38	1.38	13,991	23,665	19,307	32,657	
		Dang Xa舎	11.2	16.3	1.38	1.38	2,263	4,189	3,123	5,781	配水管未整備
		Duong Quang舎	12.4	14.6	1.38	1.38	2,493	3,617	3,440	4,991	〃
		Kim Son舎	16.6	19.4	1.38	1.38	4,784	9,395	6,602	12,965	〃
		Le Chi舎	13.7	16.2	1.38	1.38	2,756	4,000	3,803	5,520	〃
		Phu Thi舎	8.4	10.0	1.38	1.38	1,695	2,464	2,339	3,400	〃
3	Taru Quy	合計	78.4	92.8	1.38	1.38	20,033	26,846	27,645	37,046	
		Trau Quy町	27.1	32.1	1.38	1.38	7,727	10,506	10,663	14,498	配水管整備済み
		Co Bi舎	10.5	12.5	1.38	1.38	2,759	3,080	3,807	4,250	〃
		Da Ton舎	13.2	15.6	1.38	1.38	2,652	3,847	3,660	5,309	配水管未整備
		Dong Du舎	5.0	5.9	1.38	1.38	1,008	1,464	1,391	2,020	〃
		Duong Xa舎	11.3	13.4	1.38	1.38	2,278	3,309	3,144	4,566	〃
		Kieu Ky舎	11.3	13.4	1.38	1.38	3,609	4,640	4,980	6,403	〃
4	Sai Dong	合計	257.5	333.3	1.32	1.26	79,940	136,389	105,521	171,850	
		Long Bien区	257.5	333.3	1.32	1.26	79,940	121,389	105,521	152,950	配水管整備済み
		旧ハノイ市中心部	-	-	-	1.26	-	15,000	-	18,900	〃
		Total	398.2	502.7	-	-	113,964	186,900	152,473	241,553	

(5) 管網配置及び管路口径の仮定

前述のとおり配水幹線の管径は $\phi 400$ mm以上と仮定し、国道及び相互通行が可能な幅員 6m 以上の道路沿いに、配水量の輸送、分配に有利な幹線として配置し、この幹線となる配水幹線から個々の配水ブロック（車両の通行が可能な道路で区画化された一定規模の範囲）を分担する配水本管を分岐配置して、本管網を構成する。

(ア) 既設配水本管が布設された道路には原則埋設しない。

(イ) 送水管を整備予定の道路には原則埋設しない。

(ウ) 既設配水本管は有効利用し、増径を極力さけるものとする。

(エ) 配水区域内の管路事故等の異常時を踏まえ、隣接する配水区域間の相互融通が可能となるよう、隣接する配水区域間で配水本管の連絡管（系統連絡管）を 1 箇所以上設置する。

(オ) 管網は可能な限りループ化されるよう整備を行う。ループ管については、事故時等の対応を考慮し、前後の接続配管と同口径での整備を原則とする。

➤ 管網解析

配水管整備計画では、適正な水圧の確保及び事業実施に必要な配水管の新設、布設替について、以下の内容を検討する。

また、管網解析のベースとなる図を図-3.5.29 に示す。

① 節点データ

- 節点地盤高（1/5,000 の地形図の情報より設定）
- 節点水量（節点配分集約モデル）

② 管路データ

- 対象管路及び最小口径（最小口径 $\phi 100$ mm以上）
- 管路延長（1/5,000 の地形図より、1m 単位で計測）

③ 管網計算

- 節点エネルギー法
- 流量公式：Hazen-Williams 公式
- 流速係数 $C=110$

④ 整備目標を満足するかの検討

- 整備目標を満足しない場合、管径仮定を見直し、管網計算を繰り返す。
- 管路整備だけでは整備目標を満足しない場合には、始点動水圧を増圧することとする。

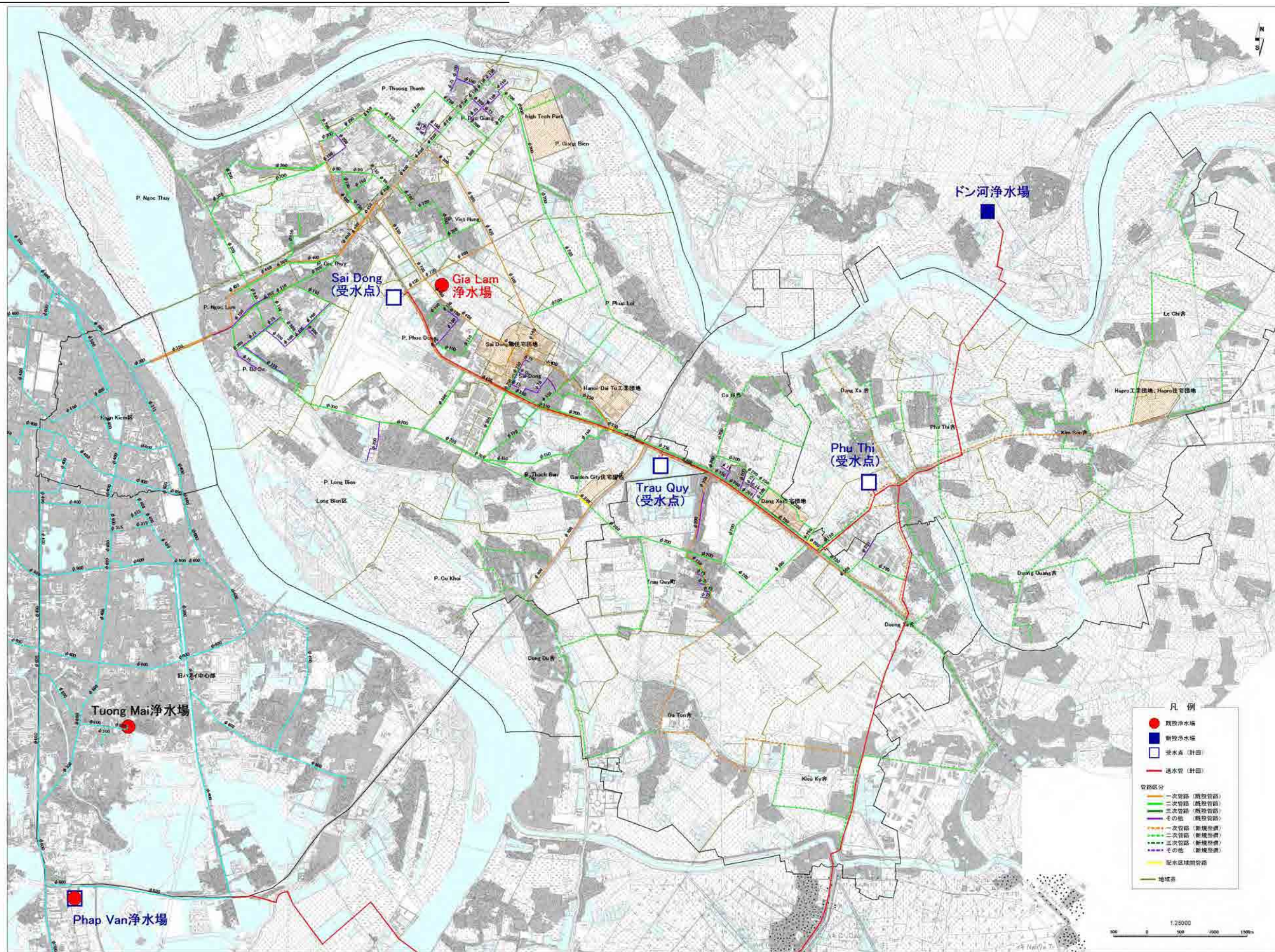


図-3.5.29 管網計算図

➤ 管網計算結果

管網計算の始点動水位については、送水管計算結果より得られる動水位（直結送水のケース）と各受水点において必要な動水位を適宜設定する方法（受水槽+配水ポンプ整備ケース）の2ケースを計算した。

なお、新規整備管及び布設替え管の口径設定については、以下の方針による。

- 新設管路及び布設替え管路の流速は、0.8～1.2 m/s となるよう設定する。
- 動水勾配は3～5%となるよう設定する。
- 既設管については、水圧確保のための整備以外に流速が2.0 m/s を超える場合には、布設替えを検討する。

計算結果より、Gia Lam 県における配水管整備については下記のとおりの内容が必要となる。

1) 第1期（2015年）

管網計算結果を図-3.5.30～図-3.5.32 に示す。

第1期における配水管整備は、全体で新設管約86 km、布設替え約5.8 km、口径はφ100 mm～φ1200 mmの配水管整備が必要となる。

第1期については、ドン河浄水場の送水ポンプ整備が第2期の水量を対象としているため、ポンプ揚程に余裕があり、各受水点での始点動水圧は45m以上が確保され、受水点での増圧を行うことなく、管網末端で必要水圧の確保が可能となる。

ただし、Sai Dong 配水区の西端の一部地域については、地盤高の関係から管路整備を行っても有効水圧15mを下回ることから、部分的に増圧が必要となる。

以上より、第1期においては、送水管からの直結配水による配水が十分可能であり、基本的には受水槽の設置+配水ポンプ整備は不要であると想定するが、今後検討を要する。

2) 第2期（2020年）

管網計算結果を図-3.5.33～図-3.5.36 に示す。

第2期における配水管整備は、全体で布設替え約11.4 km、口径はφ200 mm～φ900 mmとなる。

第2期については、第1期と異なり、ドン河浄水場の送水ポンプ揚程に余裕が無いため、末端の配水区域である Sai Dong 配水区については、大部分の地域で有効水圧15mを下回ることとなる。したがって、Sai Dong 配水区については、全体的な増圧（受水槽+配水ポンプ整備）が必要不可欠となる。

Phu Thi 配水区及び Trau Quy 配水区においても、有効水圧が15mを下回る地域が一部存在するが、配水末端に該当する地域であるため、部分的な増圧による対応が推奨される。

3) 配水管整備量まとめ

以上の結果より、第1期、第2期それぞれにおける配水管整備量を表-3.5.44に

整理する。算出結果より、第1期における配水管整備費は、新設管約 85.7 km で 25,859 千 USD、布設替え管路約 6.6 km で約 6,201 千 USD となっている。

また、第2期については新設管は無く、布設替え管路約 11.4 km で約 10,404 千 USD の事業費となっている。

第1期、第2期とも整備延長、整備費ともに非常に大きくなっており、目標とする需要量を賄うためには浄水場の供用開始に合わせて、計画的に配水管整備を進めていかなければならない。

なお、上記の結果は調査時点での結果であり、現在、HAWACO により配水管整備が進行中であることから、実際の整備量は上記結果より少なくなるものと考えられる。

表-3.5.44 配水管整備延長と概算整備費用

	口径 (mm)	延長(m)			概算費用(USD)		
		第1期		第2期	第1期		第2期
		新設	布設替え	布設替え	新設	布設替え	布設替え
Phu Thi	φ150	14,910.0			2,935,471.0		
配水区	φ200	17,512.9			3,892,952.7		
	φ250	7,422.5			2,046,014.7		
	φ300	2,337.8			784,841.4		
	φ400	6,296.6	1,108.8		3,758,675.4	860,453.4	
	φ450	1,170.6			827,940.3		
	φ500	648.8			526,461.7		
	φ600	2,504.3			2,585,056.9		
	φ800	74.3			116,653.9		
	Total	52,877.7	1,108.8	-	17,474,067.9	860,453.4	-
	口径 (mm)	第1期		第2期	第1期		第2期
		新設	布設替え	布設替え	新設	布設替え	布設替え
Trau Quy	φ100	900.2			146,275.1		
配水区	φ150	8,270.8			1,628,363.3		
	φ200	9,430.2			2,096,246.0		
	φ250	2,398.6			661,166.7		
	φ300	165.8			55,651.1		
	φ500			1,068.1			1,126,724.8
	φ700	63.4			82,012.8		
	Total	21,229.0	-	1,068.1	4,669,715.1	-	1,126,724.8
	口径 (mm)	第1期		第2期	第1期		第2期
		新設	布設替え	布設替え	新設	布設替え	布設替え
Sai Dong	φ100		497.3			105,073.4	
配水区	φ150	3,572.1	524.7		703,266.5	134,279.3	
	φ200	3,921.9	1,343.4	744.0	871,807.4	388,254.5	215,014.4
	φ250	639.6	687.7		176,300.2	246,386.6	
	φ300	1,217.7			408,800.4		
	φ350			981.5			547,109.9
	φ400	2,148.6	670.5	4,205.6	1,282,603.3	520,274.7	3,263,523.7
	φ500		429.8	4,021.0		453,365.4	4,241,791.3
	φ800		966.2			1,972,899.4	
	φ900			379.5			1,010,007.6
	φ1100		380.9			1,520,149.5	
	φ1400	57.8			273,025.5		
	Total	11,557.7	5,500.4	10,331.7	3,715,803.4	5,340,682.8	9,277,446.9
	総合計	85,664.4	6,609.2	11,399.8	25,859,586.4	6,201,136.2	10,404,171.7

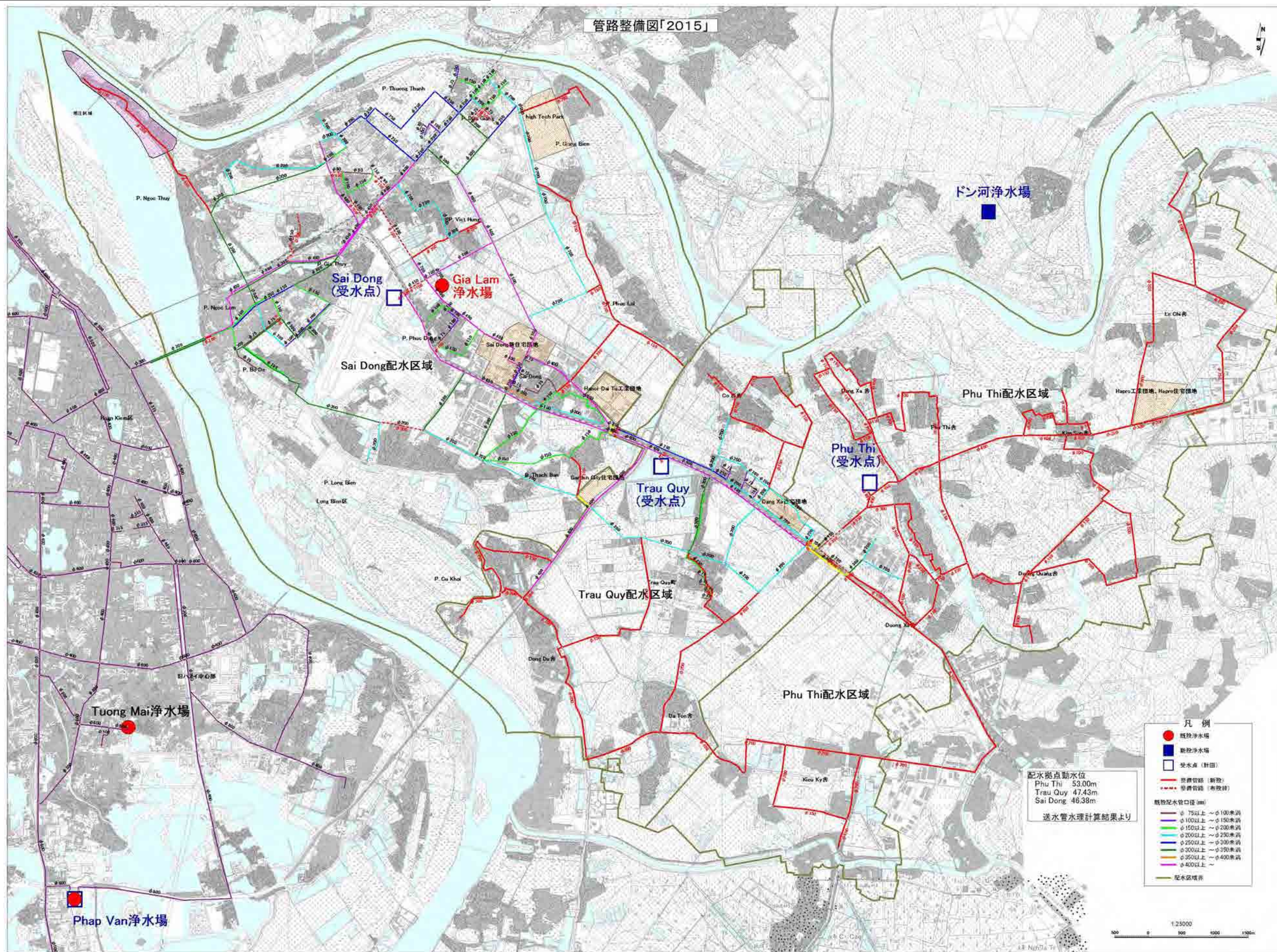


図-3.5.30 管網整備図 (第1期)

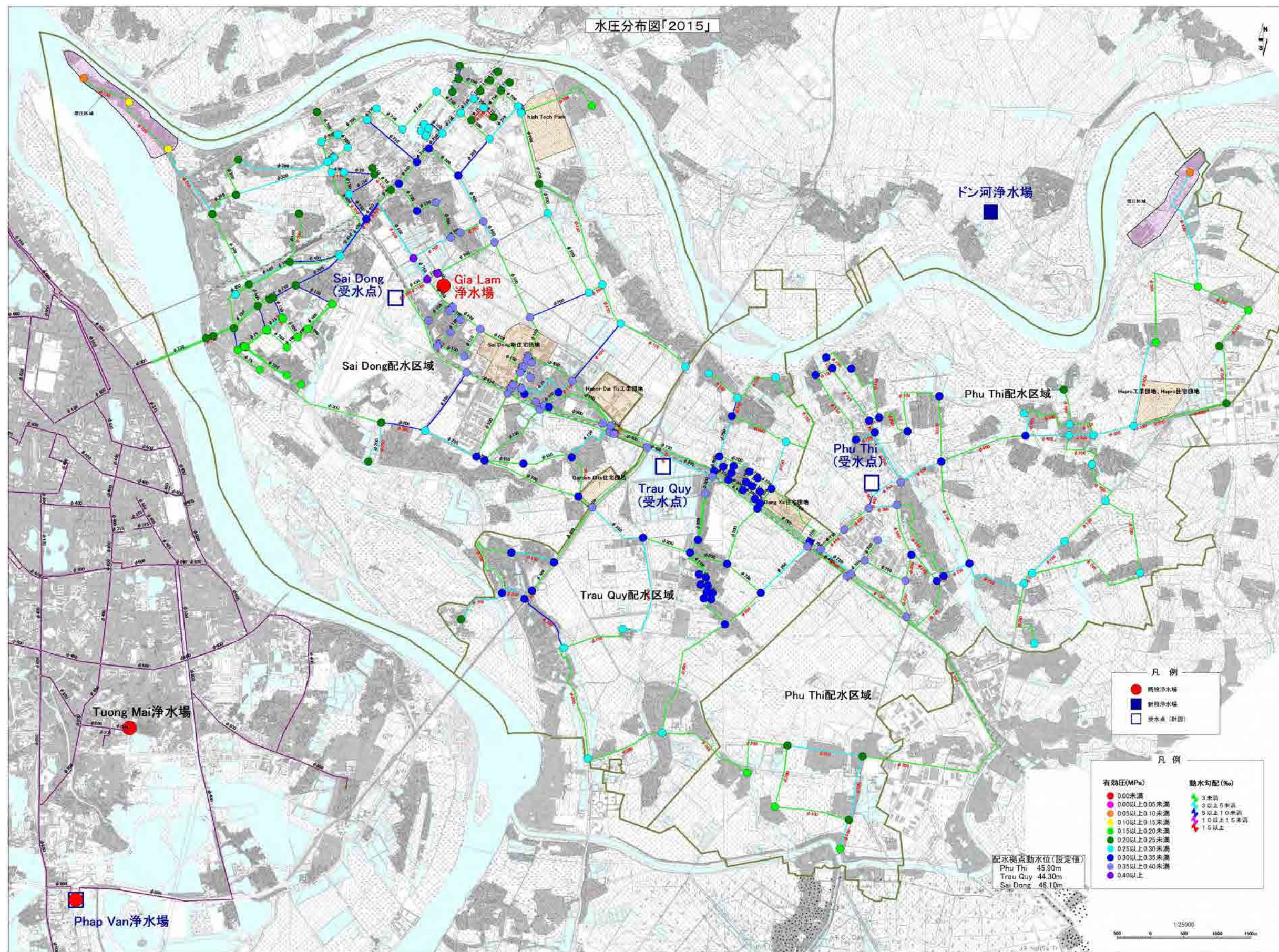


図-3.5.31 第1期 水圧—動水勾配分布図

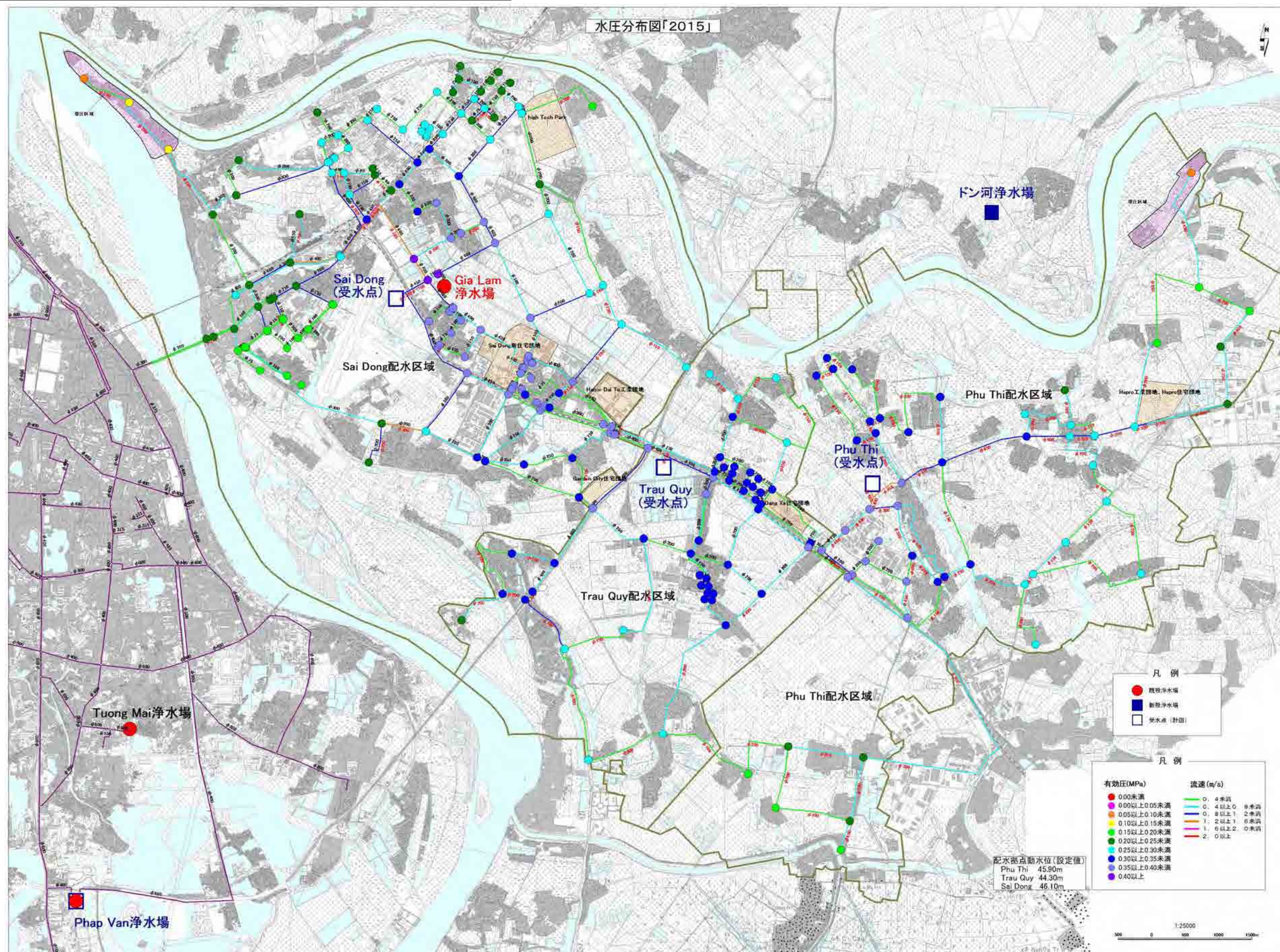


図-3.5.32 第1期 水圧一流速分布図

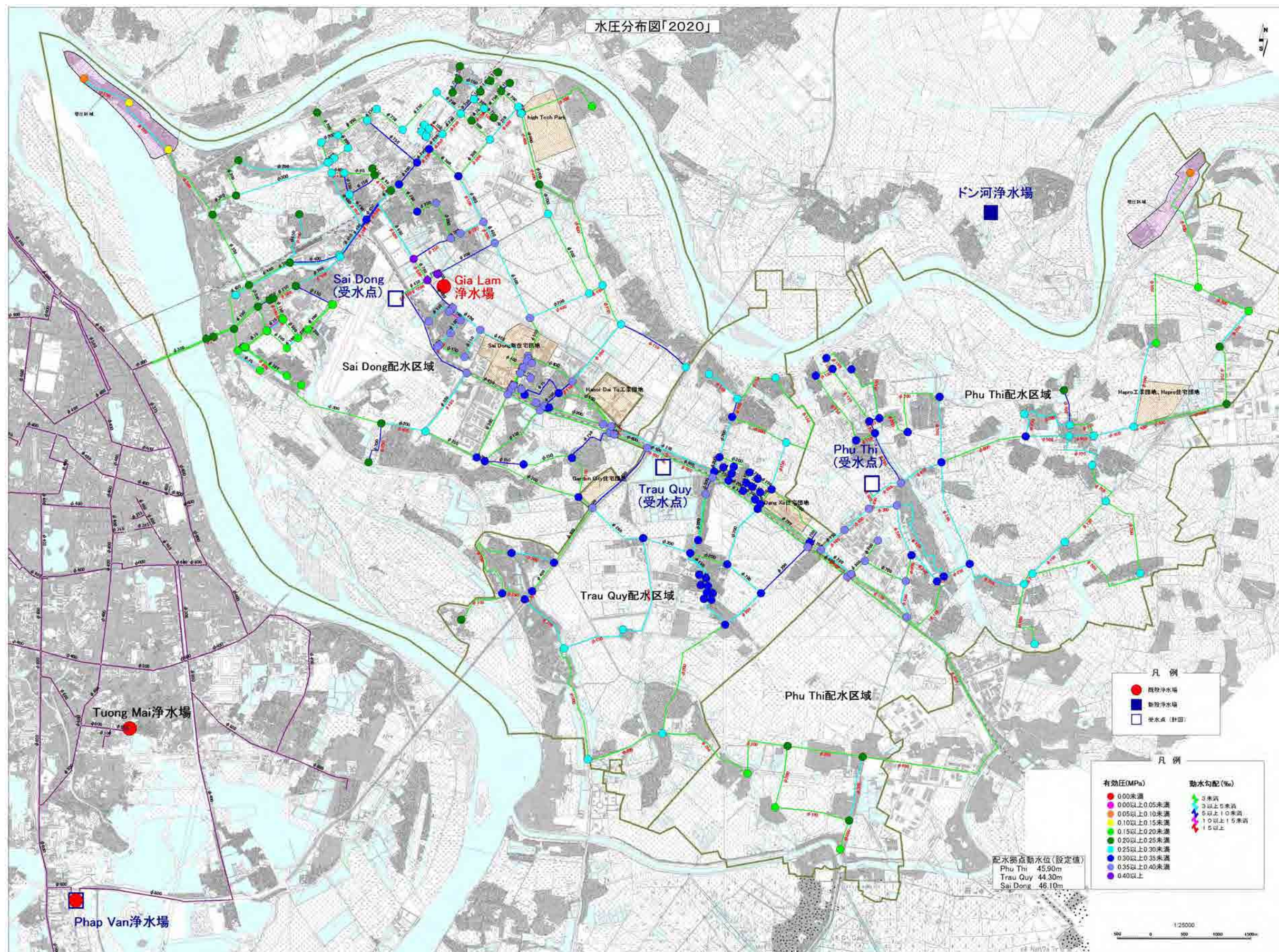


図-3.5.34 第2期 水圧—動水勾配分布図

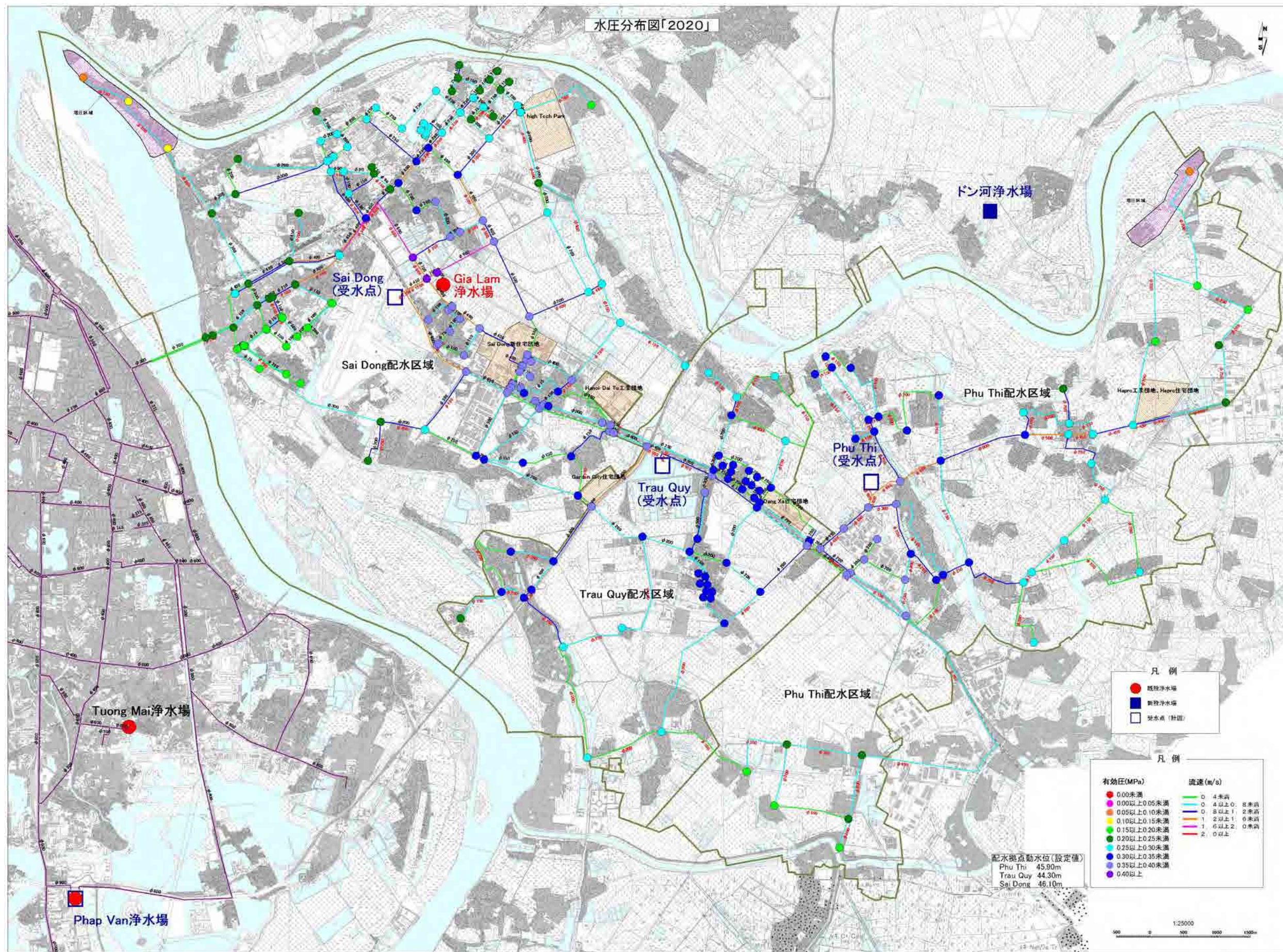


図-3.5.35 第2期 水圧-流速分布図

3.5.6 取水場・浄水場の概略設計

「3.5.3 取水場・浄水場施設計画」において計画した内容を基に、取水場・浄水場の概略設計をとりまとめた結果を表-3.5.45～表-3.5.51 に整理する。

表-3.5.45 施設概要 (1/7)

対象施設等	項目	基本事項	施設概要	1期分施工	備考	
取水施設	取水口	<ul style="list-style-type: none"> 取水口は、1期と2期の共通施設とする。 取水口の位置は、上流側に近接して汚染源となる汚水の流入地点がない位置とする。 取水ポンプ場は、本来堤外地とすべきであるが、堤防下を管また渠で横断することが堤防管理者の許可が得られないため、堤外地に設置し、取水管は堤防の形状に沿って埋設する。なお、堤外地への施設の設置はベトナム国の法規上設置が可能である。 取水ポンプ場の位置は、高水敷の用地が十分確保でき、将来の河川改修や洗掘による河川形状の変化の影響を受けない位置に設置する。また、洪水時に直接的に流れが当らない滞留域に設置する。 ポンプ型式は、安価で東南アジアで実績の多い水中ポンプとする。 取水口は水位変動が大きいことから、高水位時にポンプ運転がオーバーロードとなることを防止するために、取水管に圧力調整弁を設置する。 機械動力設備、電気設備は計画高水位より上に設置する。 取水路には油類の流入を防止するオイルフェンスを設置する。 取水ポンプ井流入口上流にスクリーン（夾雑物人力除去）を設置する。 取水ポンプ井流入ゲートの手前に、砂礫の流入防止のため各落しを設置する。 取水路の堆積土砂の排泥は排泥ポンプ設置船で浚渫する。 取水管からの逆送排水用管を設置する。 取水場には、浚渫した土砂を貯留し自然排水させるための土砂置場を設置する。 	【計画取水位】 <ul style="list-style-type: none"> HWL+11.50m（過去10ヶ年実績最大水位11.42mより） LWL+ 0.50m（過去10ヶ年実績最低水位0.60mより） 【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 流入速度：0.8m/S以下 取水路水深：LWL-4.5m（有効水深3.5m、堆砂1.0m） ポンプ井水深：LWL-4.0m（3.2D以上 D:ポンプ口径） 取水口幅員：2m（ゲート人力巻き上げ式）×6門 【施設緒元】 〔取水路〕 <ul style="list-style-type: none"> 水路寸法：幅19m×高さ14.5m（ポンプ井手前） 水路寸法：底幅13m×天端幅80m×高さ14.5m（取水口部） 〔取水ポンプ井〕 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：幅9.0m×長12.0m×高16.1m×2池 〔取水ポンプ〕 <ul style="list-style-type: none"> 型式：水中ポンプ 仕様：口径 700×56 m3/分×15mH×200kw 数量：第1期 3台（内1台予備） 第2期 2台 スクリーン間隔：3～5cm 間隔 付帯設備：各落し6箇所、ゲート6台、電気室、配管室、返送管（試運転、泥吐用）、排泥ポンプ船、道路橋、土砂置場 	全施設	2池 3台 （内1台予備） 3台 全施設 全設備	
	取水管	<ul style="list-style-type: none"> 取水管は、1期と2期の共通施設とする。 流速は、経済的口径として第2期水量に対して1.5～2m/Sの範囲内とする。 管種は、経済的管種として鋼管とする。 取水場内に流量計を設置する。 	【施設諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 管種：SP 口径：φ1600mm 本数：1本 流量計及び流量計室 	全施設		
	沈砂池 （原水調整池）	<ul style="list-style-type: none"> 沈砂池は、1期と2期の共通施設とする。 沈砂池の容量は計画処理水量の10時間分以上とする。 場内に設置し、1期で2期対応の1池を設置する。将来60万m3/day時に1池を追加設置する。 沈砂池の構造は、浄水処理水位条件に合わせ水位を高くすることは高い建設コストを要することから堀込式とし、底版と側面をコンクリートで止水する構造とする。 浄水場分水井へは自然流下で送れないため導水ポンプを設置する。 ポンプ型式は、安価で東南アジアで実績の多い水中ポンプとする。 導水ポンプは流量、水位変動の調整を行う必要があるため1台に省エネ型のインバーター制御を採用する。 導水ポンプ井流入口上流に手掻き式スクリーンを設置し、機械式除塵機を設備する。 取水ポンプ井流入ゲートの手前に、土砂の流入防止のため各落しを設置する。 排泥は排泥ポンプ設置船で浚渫する。 導水管からの逆送排水管を設置する。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 滞留時間：10時間分以上（2期水量に対して） 有効水深：3m以上 堆砂高：0.5m以上 【施設諸元】 〔沈砂池〕 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：幅156m×長190m×高5.5m×1池（堆砂深1.0mを含む） 容量：133,000m3（堆砂深1.0mを除く） 〔導水ポンプ井〕 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：幅9.65m×長12.0m×高8.8m×2池 〔導水ポンプ〕 <ul style="list-style-type: none"> 型式：水中ポンプ 仕様：口径 700×56 m3/分×15mH×200kw 数量：第1期 3台（内1台予備） 第2期 2台 回転数制御：1台 VVVF 制御 スクリーン間隔：2～2.5cm間隔 付帯設備：各落し6箇所、ゲート6台、電気室、配管室、返送管（試運転、泥吐用）、排泥ポンプ船 	全施設	全施設 3台 （内1台予備） 1台 全施設 全設備	

表-3.5.46 施設概要 (2/7)

対象施設等	項目	基本事項	施設概要	1期分施工	備考
導水施設	導水管	<ul style="list-style-type: none"> 流速は、経済的口径として1.5~2m/sの範囲内とする。 管種は、経済的管種として鋼管とする。 取水管と導水管を結ぶバイパス管を布設する。 	【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 管種：SP 口径：φ1600mm 本数：1本 流量計及び流量計室 	全施設	
浄水施設	分水井	<ul style="list-style-type: none"> 分水井は、1期と2期の共通施設とする。 分水井は2池構成とする。 流入管、流出管の連絡バイパスを設置する。 水位的に計画GLから約10m程度高くなることから、構造的に有利で安価となる円筒形構造とする。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 滞留時間：1~5分 【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：φ18.8m×4.0m（円形2槽構造） 滞留時間 1.8分（2期、流入側） 付帯設備：流入バイパス管、流出バイパス管、越流管、排水管、流入流出バイパス弁室 	全施設	
	着水井兼急速攪拌池	<ul style="list-style-type: none"> 着水井は、1期と2期に分けた施設とする。 着水井にて次亜塩素とPACを注入する。 越流堰の堰落しを利用してPACの混合攪拌を行う。 堰落し後の混合を良好に行うため後段は潜り堰とする。 着水井は、機械設備を備えていないため池の停止は極めて少ないが、濁度が高いことから濁質の堆積が懸念されるため清掃による停止を考え1期につき2池構成とする。 着水井の流入手前に流量計を設置する。 着水井には整流壁を設置する。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 滞留時間：1~5分以上 堰落し高さは1.0m以上確保する。 水深は3.0m以上とする。 【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：1期 4.0m×7.5m×4.7m×2池 2期 4.0m×7.5m×4.7m×2池 滞留時間：2.5分（流入側） 付帯設備：越流管、排水管、次亜塩素注入点、PAC注入点、流量計室、攪拌用堰設備 	1期分	
	フロック形成池	<ul style="list-style-type: none"> フロック形成池は、1期と2期に分けた施設とする。 1期につき6系列とし、1系列に対して2列2段の4池構成とする。 攪拌を効率良く行うために各池へ下部より流入させ機械攪拌した後にもぐり越流する方式とする。 攪拌方式は水量変動と水質変動が大きいため可変速可能な縦軸フロキュレーター方式とする。 フロック形成池後段には整流壁を2段設置して沈澱池への流れを均一化する。 堆積スラッジを排泥する設備を設ける。 温度上昇による密度流対策、藻類対策、施設・設備保護のために屋根を設置する。 浄水処理工程で重要となるフロックの形成状況をITVにより監視し薬品注入率設定の参考とする。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 滞留時間：20分~40分 水深：3.5m 【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：1期 7.0m×7.0m×3.2m×4池×6系統 2期 7.0m×7.0m×3.2m×4池×6系統 付帯設備：フロキュレーター24台、縦軸上下迂流堰24箇所、整流壁2段、排泥設備、流入ゲート 	1期分	
	薬品沈でん池	<ul style="list-style-type: none"> 薬品沈でん池は、1期と2期に分けた施設とする。 1期につき6系列設置。 予備池は設けない。 将来60万m³/dayの施設配置を考慮し用地を有効に利用できる傾斜管付沈でん池とする。 沈澱池の上流部は濁質の負荷が大きく、傾斜管の目詰まりなどが懸念されることから、傾斜管は1段目の下流半分のみ設置する。 沈澱池の排泥設備は、高濁度に対応し機械の事故や故障が少なく安心して運転を維持できる掻き寄せ機として回転式中央掻き寄せ方式とする。 排泥ホップからは、自然流下で排泥池へ送泥する。 温度上昇による密度流対策、藻類対策、施設・設備保護のために屋根を設置する。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 表面積負荷率：前段（横流式） 15~30mm/min 後段（傾斜管式） 7~14mm/min 平均流速：0.4m/min（横流式の平均流速採用） 滞留時間：1時間以上 流出トラフ越流量：500m³/day・m以下 排泥回数：雨期平均3回、最大6回 【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：1期 14.4m×30.3m×3.35m×6系列 2期 14.4m×30.3m×3.35m×6系列 傾斜管 1期 幅14.4m×21.0m長さ×1段×6系列 2期 幅14.4m×21.0m長さ×1段×6系列 汚泥掻き寄せ機 1期 2基×6系列 2期 2基×6系列 付帯設備：排泥設備（弁・管）、集水トラフ排水管、散水管 	1期分	

表-3.5.47 施設概要 (3/7)

対象施設等	項目	基本事項	施設概要	1期分施工	備考
浄水施設	中間塩素混和池	<ul style="list-style-type: none"> 中間塩素混和池は、1期と2期に分けた施設とする。 1期につき2池設置。 流入部で次亜塩素を注入する。 注入点は1池につき1箇所とする。 塩素の混合を行うため上下迂流式とする。 塩素混和池は、機械設備を備えていないため池の停止は極めて少ないが、メンテナンスによる停止を考慮1期につき2池構成とする。 塩素の接触時間は、ろ過池の砂上水深を含めて20分程度確保する 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 接触時間：砂上水深を含め20分程度 混和方式：上下迂流式 【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：1期 幅3.65m×10.50m×6.8m×2池 2期 幅3.65m×10.50m×6.8m×2池 付帯設備：排水管、塩素注入点 	1期分	
	急速ろ過池	<ul style="list-style-type: none"> 急速ろ過池は、1期と2期に分けた施設とする。 重力式急速ろ過池とする。 ろ過池は、逆洗ポンプが不要で省エネ型の自己逆洗方式とする。 自己洗浄方式は、その機構から操作せずにスローダウン、スロースタートの運転ができる。 ろ過池は、流入、流出、排水に電動ゲート、電動バルブを使用せずサイフォンのみで操作を行う低コストで省エネ型のサイフォン方式のろ過池とする。 ろ過池は単層ろ層とする。 ろ過砂厚は、サイフォン式ろ過池で実績のある層厚とする。 ろ過砂の有効径、均等係数は濁質やクリプトスピリジウムの阻止率、ろ過持続時間、逆流洗浄速度、広範囲な水質への対応等を勘案して実績のあるものを使用する。 ろ過池の洗浄は、表面洗浄、水逆洗併用とする。 ろ過池は自己逆洗が可能となる池数とする。 洗浄中の池1池と砂層の管理の為に停止池1池を考慮する。 下部集水装置は、低コストで施工が容易な有効ブロック形とする。 温度上昇による密度流対策、藻類対策、施設・設備保護のために屋根を設置する。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> ろ過速度 120m/日～150m/日 【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：1期 5.2m×10.5m×2床/池×12池 2期 5.2m×10.5m×2床/池×12池 ろ過砂層厚：60cm ろ過砂有効径：0.6mm ろ過砂均等係数：1.3～1.6 砂利層厚：200mm（最大径20mm最小径2mm層数4層） 集水装置：有孔ブロック形 付帯設備：ろ過砂 1式、流入・流出装置 1式、表洗ポンプ2台（1, 2期共通）、表洗設備1式、表洗管1式、流入サイフォン1式、流入堰、排水サイフォン1式、流出バルブ、流出管、散水管 	1期分	
薬品注入設備	塩素	<ul style="list-style-type: none"> 購入次亜塩素酸ソーダ方式とする。 前次亜、中次亜、後次亜処理とする。常時は、中塩素処理を中心として後塩素注入設備を設置。夏期における沈でん池の藻類発生対策として前塩素処理を行う。 注入設備は前次亜、中次亜、後次亜それぞれに小出槽と注入ポンプを有する方式とする。 前次亜、中次亜、後次亜は1期2系統とし、それぞれ予備を有する。 貯槽の材質は耐食性に優れた樹脂製とする。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 注入率(平均mg/l)：前次亜0.3、中次亜2.0、後次亜 0.6 (最高mg/l)：前次亜0.5、中次亜3.0、後次亜 1.0 (最小mg/l)：前次亜0.0、中次亜1.5、後次亜 0.2 使用次亜塩：6%溶液（比重 1.08） 貯蔵量 平均注入量の15日分 小出槽容量 平均注入量の8時間分 【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 貯槽：樹脂製縦型円筒形タンク 2.91mφ×6.5mH×36m³×各期3槽 小出槽：樹脂製縦型円筒形タンク (前次亜) 0.76mφ×0.94mH×0.3m³×各期1槽 (中次亜) 1.42mφ×1.85mH×2.0m³×各期1槽 (後次亜) 1.0mφ×0.9mH×0.5m³×各期1槽 次亜塩素移送ポンプ：マグネットポンプ 仕様：0.2 m³/分×20mH×3.7kw 台数：2台（内1台予備）※第1期のみ 前次亜注入ポンプ：ダイヤフラム式定量ポンプ 仕様：0.1～1.0L/分×0.3MPa×0.2 kw 台数：各期2台（内1台予備）計4台 中次亜注入ポンプ：ダイヤフラム式定量ポンプ 仕様：0.3～3.0L/分×0.3MPa×0.4 kw 台数：各期3台（内1台予備）計6台 後次亜注入ポンプ：ダイヤフラム式定量ポンプ 仕様：0.2～2.0L/分×0.3MPa×0.2 kw 台数：各期2台（内1台予備）計4台 	1期分	水質試験から設定

表-3.5.48 施設概要 (4/7)

対象施設等	項目	基本事項	施設概要	1期分施工	備考
薬品注入設備	凝集剤 (PAC)	<ul style="list-style-type: none"> 凝集剤はPAC注入とする。 注入方式は、ダイヤフラム式定量ポンプを使用した回転数+ストローク制御方式とする。 注入設備は1期1系統とし、注入機の予備を有する。 貯槽の材質は耐食性に優れた樹脂製とする。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 注入率：平均 30 mg/L 最大 50 mg/L 瞬間最大 100 mg/L 最小 20 mg/L ◆ 使用PAC：17%PAC溶液 (比重 1.37) ◆ 貯蔵量：平均注入量の30日分 【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> ・ PAC 貯槽：縦型円筒槽 仕様：2.91mφ×6.5mH×38 m³ 数量：各期 3 槽 計 6 槽 ・ PAC 注入ポンプ：ダイヤフラム式定量ポンプ 仕様：0.5 ~ 5.0 L/分×0.3MPa×0.4 kw 台数：各期 4 台 (内 2 台予備) 計 8 台 流量調整：ストローク制御 ・ PAC 希釈ポンプ：自吸式渦巻ポンプ 仕様：50mm×φ0.3 m³/分×10mH×1.5kw 台数：各期 4 台 (内 2 台予備) 計 8 台 	1期分	水質試験から設定
浄水池・送水ポンプ	後塩素混和池	<ul style="list-style-type: none"> 後塩素混和池は、1期と2期に分けた施設とする。 1期2池構成とする。 注入点は1池につき1箇所とする。 接触方式は水平う流方式とする。 	【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> ・ 寸法：1期 4.5m×37.0m×4.0m×2池 2期 4.5m×37.0m×4.0m×2池 	1期分	
	浄水池	<ul style="list-style-type: none"> 浄水池は、1期と2期に分けた施設とする。 浄水池は1期につき2池構成とし、RC地下式とする。 浄水池の容量は、1池で時間変動調整できるよう1池で3時間分を確保し、2池で6時間分を確保する。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> ・ 滞留時間：6 時間 【設計諸元】 <ul style="list-style-type: none"> ・ 寸法：1期 幅42.8m×長さ114.3m×水深4m×2池 2期 幅42.8m×長さ114.3m×水深4m×2池 ・ 容量：1期 有効容量19,300m³/池×2池 2期 有効容量19,300m³/池×2池 	1期分	

表-3.5.50 施設概要 (6/7)

対象施設等	項目	基本事項	施設概要	1期分施工	備考
排水処理施設	排泥池	<ul style="list-style-type: none"> 排泥池は1期2期共通施設とする。 排泥池は後段の濃縮槽での濃縮性を向上させるために1日に数回行われる沈澱池排泥を受け入れ均等化して濃縮槽に送泥する機能を有するものとする。 排泥池は2池構成とし、雨期を除く季節は1池予備とし、雨期は予備池を含め2池を使用する。 排泥池の容量は、1池で年平均濁度の沈澱池排水量の1日分を受入れ可能で雨期は2池で雨期平均濁度を受入れ可能な容量とする。 排泥池の水位は、沈澱池排水を自然流下で受入れ可能な高さとする。 汚泥移送ポンプ室は濃縮槽の汚泥移送ポンプ室を合わせて単独に設置する。 排泥池は、汚泥を集泥しやすくするため底版に5%程度の勾配を設置する。 	【施設諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：幅18.0m×長さ18.0m×水深3.5m×2池 容量：有効容量1,134m³/池×2池 汚泥移送ポンプ <ul style="list-style-type: none"> 型式：横軸渦巻きポンプ 仕様：口径 150mm×1.6m³/分×10mH×7.5kw 台数：第1期 2台（内1台予備） 付帯設備：ポンプ室 	全施設 全台	
	濃縮槽	<ul style="list-style-type: none"> 濃縮槽は1期2期共通施設とする。 濃縮槽は処理スラッジが多い場合に用いられる連続式とする。 濃縮槽は1期2池構成とし、雨期を除く季節は1池予備とし、雨期は予備池を含め2池を使用する。 濃縮槽の水位は、洗浄排水池へ上澄水を自然流下で返送できる高さとする。 汚泥移送ポンプ室は排泥池の汚泥移送ポンプ室を合わせて単独に設置する。 スラッジ掻き寄せ機は、回転式中央掻き寄せ方式とする。 濃縮槽の面積は、清澄条件を満足する面積と濃縮条件を満足する面積から計画する。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 容量：スラッジ量の24時間以上 界面沈降速度：2.7m/日（沈降試験結果より） 固形物負荷：20kg/(m²・日)以下（雨期平均濁度時） ※高濁度時は天日乾燥床直送を計画する。 【施設諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：径23.0m×水深3.5m×2池 容量：有効容量1,454m³/池×2池 固形物負荷：48.5kg/(m²・日)（雨期平均濁度時） 汚泥移送ポンプ <ul style="list-style-type: none"> 型式：横軸渦巻きポンプ 仕様：口径 150mm×1.2 m³/分×10mH×5.5kw 台数：第1期 2台（内1台予備） 付帯設備：汚泥掻き寄せ機、オーバーフローロンダ、ポンプ室 	全施設 全台	
	天日乾燥床	<ul style="list-style-type: none"> 天日乾燥床は土壌が汚染されないよう底版、壁はコンクリート構造とする。 天日乾燥床にはスラッジの乾燥促進のため、ろ過層と集水管を設置する。 天日乾燥床には同じく乾燥促進のため上澄水取り出し装置を設置する。 重機の進入路を設置する。 天日乾燥床の新透水と上澄水は所定の排水基準内に処理して河川放流する。 浄水処理汚泥用とは別に沈砂池専用の天日乾燥床を設ける。 	◆ 浄水処理用 【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 固形物負荷：50kg/(m²・日)（年平均濁度時） 70 kg/(m²・日)（雨期平均濁度時） 乾燥日数：120日（年平均濁度時） 90日（雨期平均濁度時） 張込み高：1.0m 【施設諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：1期 幅20.0m×長85.0m×水深1.0m×15床 2期 幅20.0m×長85.0m×水深1.0m×15床 付帯設備：排水放流ポンプ（水中ポンプ）、ポンプ井 ◆ 沈砂池用 【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 固形物負荷：112 kg/(m²・日)（年平均濁度時） 112 kg/(m²・日)（雨期平均濁度時） 乾燥日数：45日（年平均濁度時） 30日（雨期平均濁度時） 張込み高：0.8m 【施設諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：1期 幅20.0m×長85.0m×水深1.0m×4床 2期 幅20.0m×長85.0m×水深1.0m×4床 		

表-3.5.51 施設概要 (7/7)

対象施設等	項目	基本事項	施設概要	1期分施工	備考
電気計装設備	受変電設備	<ul style="list-style-type: none"> 取水場・浄水場各々に電力会社から22kV2回線を架空線で受電し、場内電気室にケーブルで引き込み、場内で使用する電圧（6kV、380V）に降圧する。 	<ul style="list-style-type: none"> 受電方式：22 kV 2回線 架空線引き込み 主変圧器容量：取水場1250 kVA 2バンク、浄水場7500 kVA 2バンク 		
	計装設備	<ul style="list-style-type: none"> 浄水施設の各種水位、流量、圧力、水質等を計測し、中央管理室で計測値の監視、記録、積算を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ※計測項目、測定箇所の詳細については、本文参照 		
	自家発電設備	<ul style="list-style-type: none"> 浄水場内に保安用として非常用自家発電設備を設置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 発電機容量：250 kVA 一基 電圧：380V 冷却方式：空冷ラジエター式 		
	監視制御設備	<ul style="list-style-type: none"> 取水、浄水、受水施設全体の監視制御システム（SCADA）を管理本館中央管理室内に設置し、設備の運転状態表示、主要機器の制御、各種計測値表示、日・月報作成、各データ収集等を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ディスプレイ装置：状態表示、故障表示、運転操作と共通バックアップ用 コントローラー装置：受変電、取水、薬注、送水施設用 		
建築施設	取水ポンプ棟	<ul style="list-style-type: none"> 取水ポンプ設備用の電気室とし、ポンプ室は別棟とする。 堤外へ設置するため、洪水時の安全性を考慮し、階高を堤防高以上とする。 2期対応の施設とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造：鉄筋コンクリート造（RC） 地上式1階建て 基礎：杭基礎 延床面積：464.4㎡ 	全施設 (建屋のみ)	
	導水ポンプ棟	<ul style="list-style-type: none"> 地下部に導水ポンプ室及び導水ポンプ井を配置し、地上部には、導水ポンプ電気室を配置する。 沈砂池に隣接して設置する施設となるため、1階FLは沈砂池堤体レベル以上とする。 2期対応の施設とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造：鉄筋コンクリート造（RC） 地上1階、地下1階 基礎：杭基礎 延床面積：290.0㎡ 	全施設 (建屋のみ)	
	管理棟	<ul style="list-style-type: none"> SPC職員、浄水場職員等が常駐する施設である。 事務室の他、会議室、書庫、電気室、水質試験室等を収容する。 見学者対応として屋上からの展望が可能なようにする。 2期対応の施設とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造：鉄筋コンクリート造（RC） 地上3階建て 基礎：杭基礎 延床面積：3,088.9㎡ 収容室：事務室、大会議室、小会議室、電気室、水処理電気室、非常用発電機室、水質試験室（計器室）、書庫その他 ※ 詳細は本文参照 	全施設 (建屋のみ)	
	薬品注入棟	<ul style="list-style-type: none"> 地上1階としPAC、次亜塩素の貯槽、ポンプ設備などの設備を設置する。 2期対応の施設とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造：鉄筋コンクリート造（RC） 地上式1階建て 基礎：杭基礎 延床面積：666.5㎡ 	全施設 (建屋のみ)	
	送水ポンプ棟	<ul style="list-style-type: none"> 地下部に送水ポンプ室を配置し、地上部には、送水ポンプ電気室、特高変電所を配置する。 2期対応の施設とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造：鉄筋コンクリート造（RC） 地上1階、地下1階 基礎：杭基礎 延床面積：3,872㎡ 	全施設 (建屋のみ)	
	排泥ポンプ棟	<ul style="list-style-type: none"> 地下部に排泥ポンプ室を配置し、地上部には、排泥ポンプ電気室、を配置する。 2期対応の施設とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造：鉄筋コンクリート造（RC） 地上1階、地下1階 基礎：杭基礎 延床面積：168.0㎡ 	全施設 (建屋のみ)	
	公共施設	<ul style="list-style-type: none"> 常駐職員のための共用施設である。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造：鉄筋コンクリート造（RC） 地上式2階建て 基礎：杭基礎 延床面積：2030.4㎡ 	※2期施工	
	社宅	<ul style="list-style-type: none"> 常駐職員のための居住施設である。 	<ul style="list-style-type: none"> 構造：鉄筋コンクリート造（RC） 地上式3階建て×12棟 基礎：杭基礎 延床面積：272.7㎡×24棟 	※2期施工	

3.5.7 送水管の概略設計

(1) 埋設物調査

埋設管調査は、現場調査および各管理会社において実施した。

送水管ルートにおける地下埋設物の状況は、下表に示すとおりであり、農業用水横断管は主に市街化された区域外に、排水管は市街化が進んだ区域の歩車道道路に埋設されている。また、Ha Noi 市内の全ての電線および光ケーブルは、地中に埋設する計画となっている。

表-3.5.52 地下埋設物の有無

送水管ルート	国道	農業用水横断管	排水管	水道管	石油管	電気・電話ケーブル
北	179 号線	有り	有り	有り	—	有り
	1-A 号線	有り	有り	有り	—	—
南	182 号線	有り	有り	—	有り	—
	5 号線	有り	有り	有り	—	有り
	197 号線	有り	有り	有り	—	—
	1 号線	—	有り	—	—	有り

(2) 土被り

道路内に埋設される配管の土被りについては、ベトナム国の水道施設設計指針により、一般的には以下のように規定されている。

ただし、以下の値は、配管の仕様（材質、管厚等）や舗装構成等により異なるため、詳細設計時には道路管理者への確認が必要である。

- ◆ 口径が 300mm 以下の場合 : 0.5m 以上
- ◆ 口径が 300mm 以上の場合 : 0.7m 以上

本事業における送水管延長は、全長約 46km であり、その大部分が、比較的交通量の多い道路に布設することになっている。そのため、車両の通行が管路に与える衝撃の影響が懸念される。

また、長距離送水であるため、空気溜りや泥溜りを防ぐ上でも、管路の起伏は少ない方が望ましいが、地下埋設部や水路・河川横断等もあり、土被りが浅すぎると返って起伏が大きくなり、逆にこれらに合わせて土被りを深く取りすぎるのは、掘削土量が増え、また管厚も厚くなることから、経済的ではない。

以上より、一般部（公道内）の送水管の土被りについては、将来における他のライフラインとの縦断占用も考慮し、DP2.0m を採用することとする。また、農地内への布設については、他のライフラインや交通への影響が無いことから、口径により、DP0.9～1.4m 程度とする。

なお、農地への布設については、管路の維持管理や農業機械等による管路破損の危険性を考慮し、布設ルート上は維持管理用道路を設置し、管路の埋設位置を明確にす

ることとする。

(3) 地下水対策の検討

地質調査結果によると、ドン河右岸（ボーリング BR5）の粘性土厚が 2.6m と最も薄いため、182 号線に布設する管径 1600mm の掘削断面が砂層から湧水が生じる可能性がある。しかしながら、この布設区間を冬季に施工すれば軽量鋼矢板打ち込みにより、釜場排水により十分対応可能である。

その他の区間は、粘性土層が厚いため掘削断面が粘性土地盤の内となるため、地下水対策は不要である。

3.5.8 概略設計図

以上の概略設計を基に作成した概略設計図を付録-1 及び付録-2 に添付する。

3.6 施工計画の策定

施工計画の策定にあたっては、現状の建設市場の状況を現地ゼネコン及びベトナムへ進出している本邦企業等へヒアリングを行い、これらの結果を基に、より現実性の高い施工計画を立案する。

3.6.1 現地における自然条件

現地における自然条件の把握は、限られた期間内での施工計画を立案する上で、最も重要な要素である。また、与えられた自然条件に対して、適切な対策工事費を見込んでおくことは、事業費を算出する上でも重要な要素であるといえる。

本調査では、本提案事業を第1期の目標年度である2015年の稼働開始を達成する上で考慮すべき自然条件として、以下の項目についての調査を実施した。

(1) 降水量

Ha Noi は、「1.5 当該事業の周辺の自然条件」にて述べたとおり、温帯夏雨気候に属し、大きく5～10月の雨季と11～4月の乾季に分けられる。

夏季の気温は30℃を超え、近年では40℃を超える猛暑日が見られるものの、日本と大きな違いはなく、工事期間中は、気温による品質上の問題（暑気対策・低温対策）は必要ないと判断される。

一方、降雨に関しては、雨期（特に6～9月）には降雨量も急激に増えるため、施工に際しては注意が必要である。ただし、短時間の集中的降雨が多いため、適切な対策を講じること（シートで覆う等）で品質に及ぶ影響は低減可能と判断される。

本工事では、降雨日数・降雨量が、稼働日数検討の際の主要因となるが、データから判断すると月間20日前後は施工可能と判断される。本工事では現地盤よりさらに深く掘削し、作業をする工事が多いことから、降雨による掘削面の崩壊・地下水位の上昇等、降雨時の安全対策に特に注意を傾けるべきと考える。

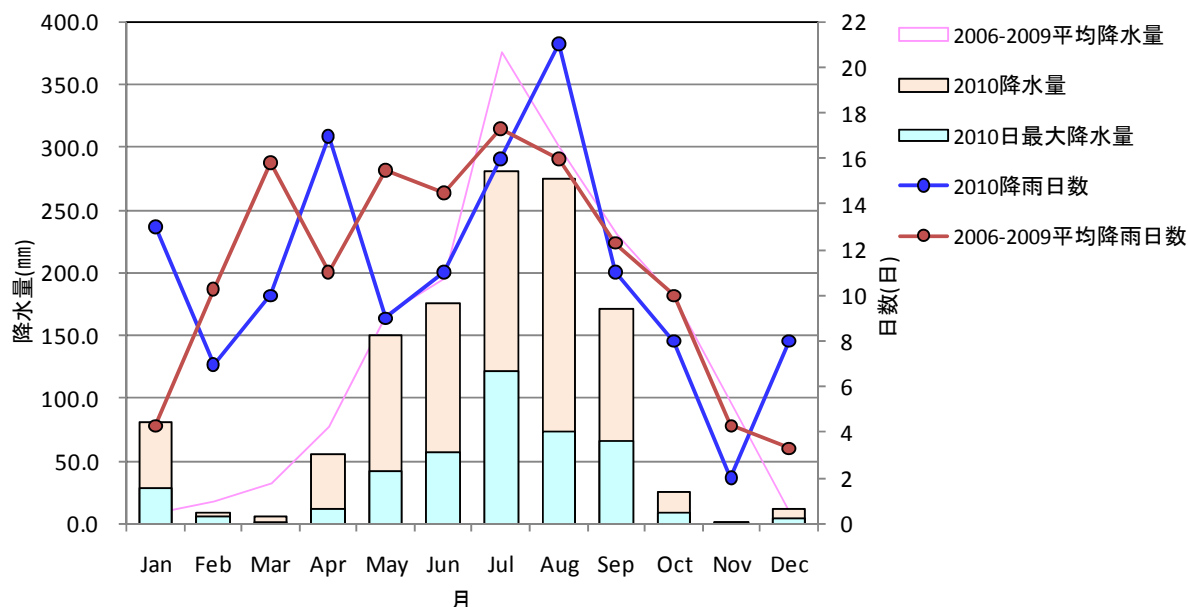


図-3.6.1 月別降水量

(2) 地質及び地下水位の状況

1) 取水場及び浄水場

地質調査結果については、付録-3 に示すとおりであるが、浄水場建設予定地付近は、地下水位が高く、浄水場計画地盤高+6.5m に対して+3.5~4.0m 付近（ドン河水位と同等）に達する結果となっている。ただし、上記の結果はボーリング調査によるものであるため、実際の地下水位を観測するための観測井を設置し、現在、地下水位状況を観測中である。

現在の浄水場予定地の標高は、概ね+4.5m であり、ほとんどが水田となっている。アクセス道路については、浄水場予定地の北、及び予定地の中央を南東方向に走っており、この道路の標高が+6.5m と現時盤から約 2m 高くなっており、浄水場計画地盤高は既設道路の標高に合わせて+6.5m としている。

現地盤は表層に粘土層があるが、軟弱な地盤が-35~40m 程度まで続いている。

上記のような現況を考慮し、施工に際しては、表層の有機物を含む土砂の処理、軟弱地盤対策（杭基礎の検討）、地下水位対策（地下水低下工法、盤ぶくれ対策）等を検討することが必要となる。

2) 送水管

送水管の布設範囲は、浄水場の南北 30km 圏内と広範囲になるが、付録-4 の地質調査結果に示すとおり、浄水場建設予定地と大きな地質状況の変化はない。

送水管の埋設深さは、管径や電話線、下水道管等の他の地下埋設物により異なるものの、3~4m 程度を想定しており、一般的には山留めが必要となる。ただし、現在確認している地質状況においては、素掘り（山留めを実施しない）で掘削面が十分安定する可能性もあることから、布設場所・送水管の種類により施工方法を検討していく必要がある。

なお、管路工事は比較的短期の掘削であることから、大規模な対策は必要ないものの、必要に応じて地下水対策（止水対策）についても検討する必要がある。

(3) 河川の状況

取水口については、河川内に設置するため、河川水位が施工に影響を及ぼすこととなる。乾期（低水位時）については、河川の流速も比較的安定しているが、雨期（高水位時）については流速も速く、不安定となることが考えられるため、増水による越流等に十分注意する必要がある。

さらに、高水位時期の急激な増水に対処するために、上流河川の水位変化の情報を瞬時に得る手段を検討していかなければならない。

また、送水管の河川横断部については、ドン河及びホン河の 2 箇所を計画している。

ドン河横断部の川幅は、約 280m、最大水深は-9.0m ほどであり、ホン河横断部は川幅約 520m、最大水深-6m となっている。推進工法を採用した場合には、川底からさらに 6m の深さを推進機にて掘り進むことになるため、底質の状況を十分検討して施工計画を策定する必要がある。

また、発進立坑・到達立坑とも河川敷内に設置することになり、高水位時に坑口を

越流する危険があるため、施工時期を水位の安定している乾期とし、十分な安全対策を講じる必要がある。

3.6.2 材料及び施工機械の調達

(1) 建設材料

1) 取水場及び浄水場工事

浄水場内工事・取水場関連工事の主建設材料は、鉄筋、コンクリート、埋め立て材、石材等である。建設予定付近は地盤が悪く、基礎杭が必要となるが、一般的に地震の少ないベトナム国では、支持杭としての RC 杭が多く用いられている。コンクリートの材料はセメント・骨材であるが、これらを含めて、ほぼ全ての材料が Ha Noi 近郊で調達可能である。また、仮設材料、山留め材料（鋼矢板、切梁）、型枠、足場支保材料も特殊な材料ではないため、Ha Noi 市近郊で調達可能であり、重仮設材もベトナム南部において調達可能である。

なお、これらの建設資材については、現地業者のヒアリングにおいても、ほぼ遅滞なく供給できているとのことである。

2) 送水管布設工事

送水管布設工事では、管径・用途を考慮して鋼管・ダクタイル鋳鉄管・HDPE 管を使用予定である。

HDPE 管については、ベトナムで製作しており、すでに広く使用されていることから品質的な問題はない。本工事においてもベトナム製の HDPE パイプを使用する。

鋼管、ダクタイル鋳鉄管については、ベトナム国内での製造は小口径に限られていることから、 $\phi 700$ mm以上の大口径を主とする本工事においては、ベトナム国内での調達は不可能であり、第3国からの調達となる。これらの管材については、主に近隣の中国、タイ等からの輸入が多くなっているが、本調査においては、品質確保に主眼を置き、鋼管はタイ国からの輸入、ダクタイル鋳鉄管については、本調査団の構成企業であるクボタ社のインド工場からの輸入なども検討する。

また、推進工法の採用を検討しているドン河及びホン河横断部については、土被りが深く、推進延長も長いことから、管強度だけでなく管接続部の止水性が重要となる。そのため、使用する推進用ヒューム管はベトナム国内での調達は不可能と判断し、第3国からの調達を想定する。

なお、小規模水路の横断部については、延長が比較的短く、土被りも比較的浅い。また、粘性土の強度が高い地盤であることから、推進工法を採用した場合においても、ベトナム国内での調達で施工可能と考えられる。

表-3.6.1 送水管材料の調達

設備	調達予定先（出荷地）		備考
ダクタイル鋳鉄管	コルカタ（インド）	コルカタ港	800 mmまで
鋼管	バンコク（タイ）	レムチャバン港	900 mm以上
推進用ヒューム管	バンコク（タイ）	レムチャバン港	河川横断

HDPE 管	Ha Noi 近郊	陸送	河川横断
--------	-----------	----	------

(2) 設備機器

設備機器は、ポンプ設備、水処理機械設備等の機械設備、受変電設備、発電設備、計装設備、監視制御設備等の電気計装設備に大別される。

水処理機械設備、ポンプ設備については、送水ポンプ等の陸上型ポンプについては、ベトナム国内での調達が可能であるが、一部、台湾等第三国での調達となる。また、水中ポンプについては、一般的な物に比べて大容量となることから、日本での調達の可能性もある。薬品注入ポンプ等の定量ポンプについても同様である。

一方で、電気計装設備については、概ねベトナム国内での調達が可能であるが、大半がホーチミン市での調達となり、一部、中国からの調達となる。

設備機器の調達先を以下に整理する。

表-3.6.2 設備機器の調達

設備	調達予定先 (出荷地)	
陸上ポンプ類	ベトナム 台湾	陸送
水中ポンプ類	日本	未定
定量ポンプ類	日本	未定
自動除塵機	日本	未定
製管・架台類	ベトナム	陸送
汚泥掻寄機類	ベトナム インドネシア	陸送 未定
PAC 貯槽	ベトナム インドネシア	陸送 未定
樹脂タンク類	ベトナム	陸路
有孔ブロック	名古屋 (日本)	名古屋港
傾斜管	未定	未定
電動バタフライ弁	マレーシア	未定
配電盤 (22kV, 6kV, 低圧 VVVF)	ホーチミン市	HMC 港
ブスダクト	ホーチミン市	HMC 港
変圧器	Ha Noi 近郊	陸送
VVVF 盤 (6kV)	無錫市 (中国)	上海港
UPS, 直流電源盤	ホーチミン市	HMC 港
ディーゼル発電装置	ホーチミン市	HMC 港
計装設備(流量計、水質計器等)	ホーチミン市	HMC 港
SCADA (監視制御システム)	ホーチミン市	HMC 港
電気工事材料	Ha Noi 市内	陸送

(3) 施工機械

1) 取水場及び浄水場工事

浄水場工事・取水口関連工事では、ほぼ従来型の建設機械で施工可能である。
掘削・造成機械としては以下に示すものが想定される。

使用が見込まれる掘削・造成機械
バックホー、ショベルローダー、クラムシェル、ブルドーザー、ダンプトラック、ロードローラー、グレーダー

これらは、いずれも Ha Noi 市近郊で可能である。今回の工事では躯体が多くあるため、スクレーパー等の大型造成機械は非効率である。従来型の中大型の機械のほうが、掘削・造成に関しては機能的である。

➤ 躯体製作時期

クレーン (35t-50t)、コンクリートポンプ車

➤ 杭打設

杭打設機

➤ 山留め工

クローラクレーン (80t)、パイプロハンマー (90-110kw)、クレーン

➤ その他の建設機械

発電機・溶接機・水中ポンプ

上記は浄水場・取水口関連工事の主要建設機械である。超大型と呼ばれる機械は、必要としないので、Ha Noi 近郊でほぼ調達可能である。Ha Noi 市近郊の施工機械は中大型のものは、遅滞なく供給可能と判断される。

2) 送水管布設工事

送水管布設工事のうち河川横断部・水路横断部のように推進機を使用しない箇所
の施工機械は、バックホー、ダンプトラックさらに管釣り込み、布設用にクレーン
を使用する。これらも特殊性能を必要としないので、Ha Noi 近郊で調達可能である。

送水管布設のうち、推進工は現地調査した結果、ベトナムで行っている施工実績
は刃口推進工法であり、今回必要とされているセミシールド工法は経験がないので、
この工法を行うための諸設備（推進機・坑口・泥水修理設備等）も調達不可能であ
る。

(4) 労働者

ベトナムで業務を展開している建設業者からのヒアリングによると、近年建設市場
は非常に活発で、有能な労働者、熟練労働者の移動・引き抜きが盛んであり、定着率
が悪いとのことである。このような状況のため、新たに参入する建設業者では、有能
な労働者の確保が困難なようである。

浄水場・取水場建設工事は、特殊な工事ではないが、工期が短く、また高い品質が

要求されるため、ベトナム国内での十分な経験を要する技術者を多く抱えた業者を選定することが必要となる。

また、送水管布設工事については、ベトナム国内での管路工事の経験を有する技術者で特に問題はないが、ドン河、ホン河の河川横断等の特殊部については、推進工法もしくは沈設工法の採用が想定されるが、いずれの場合においても高い技術が必要となり、またベトナム国内での実績も乏しいことから、日本を含めた第三国からの技術者の調達が必要となる。

3.6.3 施工体制計画

施工体制については、現在検討中である。

日越 PPP 事業である本提案事業は、基本的には現地企業による施工が想定される。ただし、短い工期で質の高い施工を行う必要があることや、本邦技術を活用した施工が必要になる箇所も想定されることから、要所で日本人技術者を配置しつつ、円滑に施工がなされるよう配慮しなければならない。

以上の内容を考慮した上で、現地企業との協力体制を含めた施工体制計画の立案を検討する。

3.6.4 施工に際して準備すべき事項

(1) 工事用進入路

浄水場内への出入り口は、2箇所とする。北側を主出入り口とする。南側出入り口は、取水場建設場所へのアクセスを考慮し、浄水場内を縦断する既設道路上に設置し、海上輸送により荷揚げ・運搬された貨物・材料の浄水場内への搬入路として使用する。北側の道路は、幹線道路に通じているために、この道路を主要道路として使用する。浄水場を建設することにより、既設の道路が公共に使用できなくなるため、浄水場西側の境界フェンス外側に新たな迂回路を建設する。

取水場建設予定地へのアクセスは、堤防道路を避け、取・送水管路線上の管理通路を使用する。重量物の搬入については、海上輸送により、取水口に近接した仮設ジェティ（仮設物揚場）から搬入し、堤防道路の使用を少なくさせる。

これら進入路については、常時道路の状況をチェックし、良好な道路維持を図る。

また、送水管布設現場は、工事期間は短いが、広い範囲にわたるため、工事に際しては、その都度道路管理者と協議し、近隣住民の生活の支障にならないよう、交通の安全を図りつつ工事に当たる。

進入路に係わらず、陸上輸送に際しては、工事関係者に定期的な教育を行って、法令順守を徹底させる。

図-3.6.2 に取水場及び浄水場工事の工事用進入路の考え方を示す。



図-3.6.2 工事用進入路

(2) 現場事務所、倉庫等

現場事務所及びそれに付随する施設は表-3.6.3 に示す。

現場事務所等の設置場所は、浄水場北側の入り口付近にする（図-3.6.3 参照）。現場事務所の規模は、100 名程度のスタッフを収容するスペース・施設を見込んでいる。事務所には、会議室・書庫を有し、トイレ・簡易キッチンを備える。

また、事務所に併設し駐車場・駐輪場を設ける。関連下請業者の事務所を近接に設置し、即時対応を図る。

倉庫に関しては、大きな保管品がないので倉庫は必要としない。工具・小機材部品等の保管用に 40 フィートコンテナを設置する。

これらの用地は工事許可受領後、速やかに造成し事務所等を建設する。

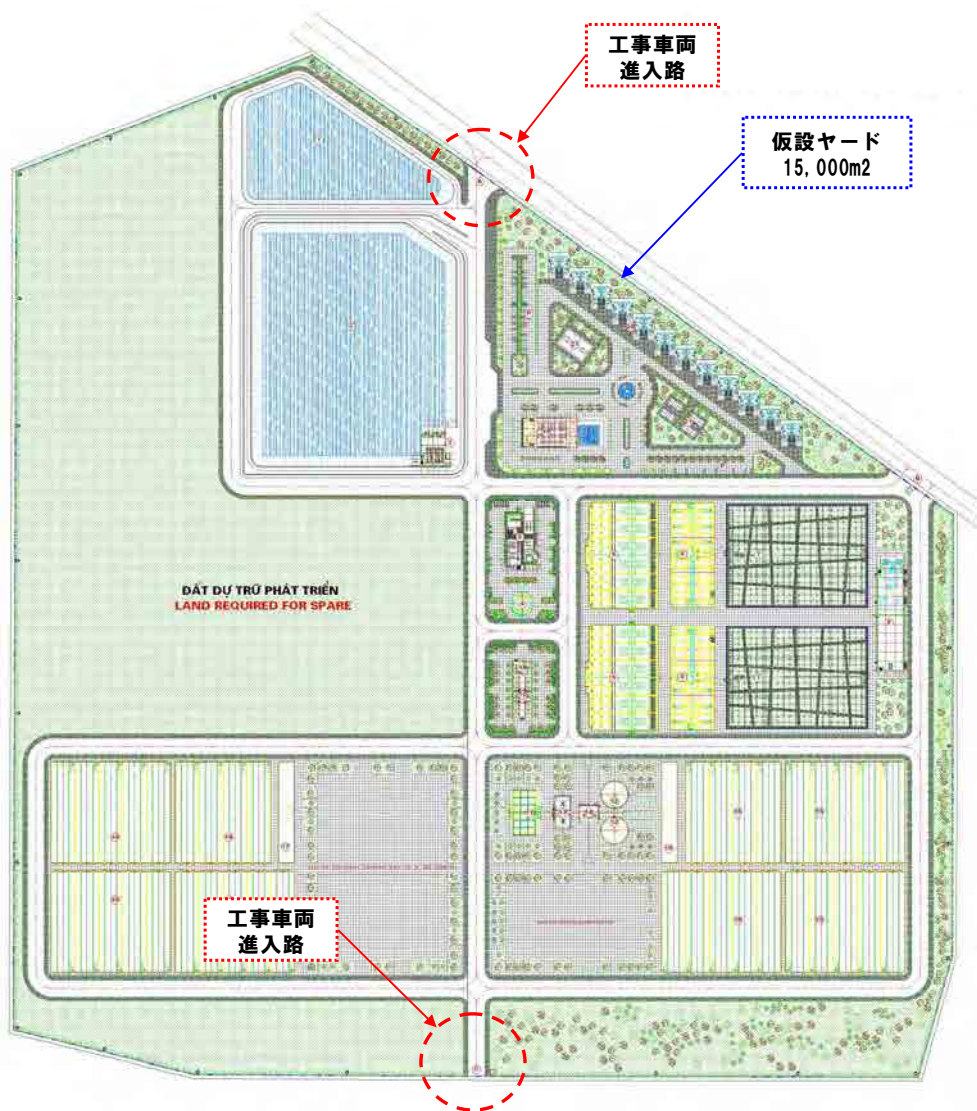


図-3.6.3 仮設ヤード（現場事務所、資材置場等）位置図

表-3.6.3 工事に必要な現場事務所等仮設備の面積（例）

【浄水場内】

項目	必要面積 (m ²)	内容
1 現場事務所 (スタッフ100名収用)	600	個室(4室)、スタッフ執務室、会議室(大、小1室づつ) 書庫、台所、Locker、トイレ(男・女用)
2 駐車場	320	最大車25台、事務所スタッフ、客用、下請会社用
3 駐輪場	120	最大車100台
4 Laboratory	0	今回必要なし
5 コンサル用事務所	32	1棟
6 下請会社用事務所	200	4棟
7 倉庫	150	40フィートコンテナ 5本
8 建設機械駐機場	500	20台用の建設機械駐機場
9 仮設加工場	900	躯体・建築工事用の型枠・鉄筋加工場 敷地半分には、簡易屋根を設置
10 仮設資材置場	1,500	工所用資材(鉄筋・足場材・型枠・場内管路等)置場
11 基礎杭製作ヤード	1,600	RC杭製作ヤード(鉄筋加工・型枠製作/養生用地含む)
12 基礎杭仮置ヤード	2,000	RC杭製作後の養生ヤードとして
13 コンクリートプラントヤード	2,000	プラント本体・ベルトコンベアー・骨材置場・セメント保管場 用水タンク・管理棟
15 送水管保管ヤード	360	浄水場北側15km分として
16 労働者用住宅 (ベトナム人労働者200人用)	2,000	住居棟 (30m x 10m) x 5棟、集合棟 1棟
計	12,282	
17 道路・緑地帯 20%	2,400	
総計	15,000	

【浄水場外】

項目	必要面積 (m ²)	内容
1 取水場建設用仮設ヤード	1,600	取水口用地に隣接した位置に仮設資材置場と仮設加工場 労働者休憩場。
2 ドン河河川敷内荷揚げ用地	450	浄水場内に保管する貨物・材料の荷揚げ用地
3 送水管保管ヤード	1,600	ホン河左岸部河川敷内、送水管31km分、管荷揚げ用地
総計	3,650	

(3) 資材等置場

仮設資材置き場、仮設加工場等の内容・必要面積は上段の現場事務所、倉庫同様表-3.9.3のとおりである。

資材等置場として、浄水場の躯体工事・建築工事用の資材（鉄筋・型枠・足場材・土留材料・場内管路）置場を設置する。この他、躯体工事・建築工事用の鉄筋加工・型枠製作・整備用に加工場を設ける。なお、加工場内の一部には、屋根を設置し降雨・暑気対策を行う。

また、上記の仮設ヤードとは別に、基礎杭製作用のヤードと杭製作後の養生用に仮置きヤードが必要となる。杭製作・養生と躯体建築工事は同時施工しなければならないため、別のヤードを設置する必要がある。

浄水場内躯体工事・建築工事・取水工事の生コンクリートの供給を円滑に図るために、本工事専用のコンクリートプラントを場内に設置する。プラント本体・ベルトコンベアー・用水タンク・骨材置場・セメント保管庫・管理棟を併設して設置する。

送水管保管ヤードも浄水場内に用意する。送水管は広い範囲に布設するため、2箇所を一時保管する。浄水場内は浄水場から北側に布設する管の保管用。浄水場から南側の管はホン河左岸部河川敷に保管場所を造成し保管する。工事完了後は現況復帰させ返却する。

送水管の保管に関しては、「(7) 建設用資材、機械の手配」にて後述する。

これらの用地も、現場事務所等に隣接にして、浄水場内北側に設ける。集中することにより、保安・防災・盗難防止になる。

取水口建設用仮設ヤードは、河川敷内の取水口建設現場に近接して設ける。但しこの仮設ヤードは、洪水時期には水没する可能性があるため、保管・加工は極力浄水場内ヤードで行い。ここでの加工・保管は短期に限定する。

(4) 工事時の排水方法

当該工事で発生する汚濁水は、工事材料・建設機材の洗浄排水・掘削・造成土砂から出る濁度の高い排水、さらに事務所スタッフ・労働者住宅から排出される生活下水・し尿がある。洗浄排水・濁水・生活排水に関しては、浄水場内北側に設置される雨水貯溜池に場内管路を経て集積し、濁度の調整をした後に、その上澄み水を既設排水路に放流する。

雨水貯溜池は、造成工事開始と同時に掘削工事を開始し、早急な完工を図る

事務所及び労働者住宅から排出されるし尿については、近接した汚水タンクに貯留し定期的にし尿処理車により収集し、処理施設にて処理する。

取水口・送水管布設現場では、ノッチタンクや一時貯留池を設置して、洗浄水・濁水を貯留し、濁度調整した後に既設排水路に放流する。

(5) 工事用電力の確保

浄水場に隣接した部落まで、高電圧ケーブルがきており、その供給地点から関係機関の了解を得た後に、浄水場内まで引き込む。工事中の浄水場内における主要必要電源は、事務所用、コンクリートプラント、仮設加工場、ヤード内夜間照明、水

中ポンプ用の電源等である。この高圧仮設電源とともに、停電時および補助電源として、発電機を用意する。

取水口現場・送水管布設現場では、水中ポンプ用電源・夜間照明用に発電機を常時設置する。高電圧電源が引き込めれば、取水口現場まで引き込んで使用する。

非常用電源については、停電が予想されるので、24 時間監視体制をとる。

(6) 工事用水道の確保

浄水場内の水道としては、工事用水、生活用水、飲料水に大別できる。工事用水は建設機械の洗浄用水、材料の洗浄（主に加工場内）、コンクリートプラント用である。生活用水としては、事務所内及び労働者住宅用生活用水、飲料水は事務所・労働者住宅用飲料である。工事用水は、場内に井戸を掘りその用水を使用する。また止水工事で、地下水をくみ上げるのでその水を工事用水に使用する。コンクリートプラントでは用水タンクを備えてあり、そのタンクに工業用水を貯留する。生活用水は、工業用水を一部使用するとともに用水タンクを、事務所・労働者住宅に隣接して設置、そのタンクにタンクローリーにより飲料水を補給し、生活用水の一部及び飲料水として使用する。

取水場現場では、井戸を掘りタンクに井戸水を貯留し工業用水として使用する。飲料水は市場にある飲料水を、休憩場に常備する。

(7) 建設用資材、機械の手配

1) 建設用主要資材と調達方法（土木建築）

a) 調達

主要建設資材の調達については、前述のとおりほぼベトナム国内での調達が可能である。

一方、主要管材については、本提案事業で用いる大口径管の製造はベトナム国内では行われていないことから、タイ及びインド等の第三国での調達を想定している。

b) 運搬

Ha Noi 近郊で調達可能な建設資材については、基本的に陸上輸送にて浄水場内の保管場所に運搬される。浄水場付近には主要道路である国道 1 号線及び国道 5 号線が走っており、アクセスもよいことから、陸上輸送については特に問題がない。なお、状況に応じてホン河及びドン河による水上輸送についても検討する。水上輸送とする場合には、取水場に隣接して荷揚げ場（仮設ジェティ）を設ける。

管材については、前述のとおり第三国からの輸入になるため、海上輸送により、ハイフォン港に荷揚げされる。ハイフォンから Ha Noi 市内までの輸送については、基本的に国道 5 号線による陸上輸送が主となる。



図-3.6.4 建設資材（管材）の調達及び運搬ルート

c) 保管

資材の保管場所は、送水管の一部を除いて、浄水場内の保管場所に保管する。保管場所は、浄水場内ではあるが、保管場所はさらにフェンスを作った中とし、ガードマンを24時間配備する。浄水場内の出入り口2箇所も24時間ガードマンを配備する。

送水管については、一部は浄水場内とし、他はホン河左岸河川敷内としている。送水管は、現在全体で46kmの布設を計画しており、浄水場から北側が15km、南側が31kmである。保安上からは、1箇所で保管するのがベターであるが、布設場所が広い範囲にわたるため、布設時の陸上運搬の利便性・収益性を考慮して保管場所を2箇所と計画している。ホン河左岸の保管場所予定地は、送水管布設予定地点に近く、現在河川から浚渫した土砂が吹き上げられており、十分な標高もある。均した後は十分保管場所として使用可能である。また既設道路にもスムーズに進入可能である。

保管中は、外側にフェンスを構築し、24時間体制の監視体制を敷く。

2) 主要建設用機械と調達方法

a) 調達

浄水場工事・取水場工事の主体は、土工工事・躯体工事である。土工工事は掘削・運搬・造成工事があり、これらの建設機械はHa Noi近郊で調達可能

である。止水・山留め工の際には、鋼矢板打設・引き抜きがあり、バイブロハンマーと大型クレーンを使用することとなるが、こちらも Ha Noi 近郊で調達が可能である。

また、前述のとおり、掘削時には地下水位を下げる必要があり、現場状況からディープウェル工法の採用を検討しているが、本装置も Ha Noi 近郊で調達可能である。

なお、本工事ではコンクリート使用量が膨大であることから、建設時には場内にコンクリートプラントを設置して施工することが想定されるが、コンクリートプラントの調達先に関しては現在、調査中である。ただし、現地企業へのヒアリングによれば Ha Noi 近郊での調達が可能とのことである。

送水管布設については、一般部については特殊な機械は必要としないため、Ha Noi 近郊での調達が可能である。ただし、河川横断部に推進工法を採用する場合には、長距離推進となるため、実績のある日本製の推進機・推進技術者の調達が必要となる。

b) 運搬

推進機を除き、Ha Noi 近郊から調達するため、陸上輸送にて現場まで運搬する。推進機に関しては、日本から海上輸送しハイフォン港にて通関しその後陸送にて、現場に搬入する。

c) 保管

浄水場内は、建設機械駐機場にて保管する。保管場は 24 時間監視体制にする。浄水場以外の場所は、1 箇所に集めて駐機させ 24 時間監視体制を行う。

3) 労務者の手配及び宿舍

送水管布設の河川横断部の推進工法以外の労働者は、ベトナム国内で確保可能である。

河川横断部で採用を予定している推進工法については、今回特に延長が長く、現地ゼネコンのみでの施工は困難であるため、日本人熟練オペレーターを昼夜間従事させる。

ベトナム人労働者に関しては、普通作業員は、建設地近郊で調達し通勤させることとする。ただし、特殊労働者・世話役・技能者は全国から調達を行うため、浄水場内に宿舍を用意する。約 200 人収用の宿舍棟と集合棟（シャワー・食堂・談話室）を建設予定である。

労働者用宿舍については、ベトナム国の基準に従い必要な規模を確保する。



(8) 設備機器の調達等

設備機器については、前述のとおり、ほぼベトナム国内で調達可能であるが、ホーチミン市での調達となる。一部、日本を含めた第三国での調達を予定している。

運搬ルートについては、ベトナム国内での調達を除き、全て海上輸送が想定される。海上輸送の場合には、建設資材と同様に、ハイフォン港にて荷揚げされ、国道5号線での陸上輸送により、現場へ搬送される。

設備機器の調達、運搬ルートを図-3.6.5 に示す。

なお、本工事は工事期間が複数年に渡るため、機械設備及び電気計装設備工事については、機器の保管場所の確保や劣化を防ぐため、一通り、土木建築工事が完了した後の施工とする。

設備機器の施工については、本調査団の構成企業であるメタウォーター社の監視の下で現地企業が施工することとなるため、日本から技術者の調達も必要となる。



図-3.6.5 設備機器の調達及び運搬ルート

3.6.5 全体工程計画（例）

以上、3.6.1～3.6.4 までの結果を反映した本提案事業全体の工程計画を表-3.6.4 に示す。本表は、調査範囲に基づく工程であり、実施時には、工事実施者も含め再精査が必要となる。

3.7 概算事業費の算出

3.7.1 積算の前提条件

事業費算出のための前提条件を示す。

- ・ 事業費の価格レベルは調査期間におけるものとする。事業計画（シミュレーション）においては現状価格より想定物価上昇と為替変動を考慮して行なっている。
- ・ 総費用は、現状（2010年）の標準為替レートを、1ドル=81.64円=20,000VND（1円=245VND）として円換算表示（参考）するものである。
- ・ 事業費の構成は、建設費及び運転・維持管理費用とする。建設費の内、直接工事費として各施設の建設工事費を、間接工事費として用地補償費（免除）、各種調査費、設計・コンサルタント費、水利権申請費（免除）、電力引込み負担金（免除）を想定している。
- ・ 直接工事費は、内貨部分（L.C.）と外貨部分（F.C.）とを分けて算出し、外貨部分については日本調達と第三国調達を分けて算出する。
- ・ 間接工事費のうち用地補償費と測量・地質・水質調査費は既計画を基に設定し、設計費は、直接費に対して、第1期2%、第2期1%と想定する。
- ・ 予備費として、直接・間接工事費に対して10%を見込む。
- ・ プロジェクトの建設工期は、次項に示す実施スケジュール（第1期工事期間：3年、第2期工事期間：2年）とする。即ち、工期短縮等のための追加削減費用は見込んでいない。

3.7.2 建設費の積算条件

本事業の建設費は、以下の条件で積算する。

- ・ 土木・建築資材、労務、建設機械は、ベトナム国内で調達が可能なため、現地調達を基本とする。
- ・ 機械・電気設備も、ベトナム国内調達を基本とする。ただし、日本からの調達及び第三国からの調達も考慮に入れる。その前提として、品質性能、経済性および維持管理性等を配慮する。
- ・ 現地施工業者は、経験・能力が十分であることから、特殊な工事を除き施工実施体制には現地業者の活用を図る計画とする。
- ・ 河川横断推進工事など、高い信頼性と施工精度を必要とする特殊工事については日本の優れた技術を採用することも考える。
- ・ 現地施工業者による土木工事の単価は、ベトナム国内の設計積算標準歩掛りを基本に算出する。
- ・ 関税は、BOT法に基づき免税されるため、建設費には見込まないものとする。

3.7.3 建設費

本事業の事業費は、建設費は約 227 億円となる（第 1 期、第 2 期の合計）。以下、第 1 期、第 2 期の建設費内訳を表-3.7.1 と表-3.7.2 に、集計表を表-3.7.3 に示す。

表-3.7.1 本案件の建設費内訳（第 1 期）

施設	規格等	内貨 (L.C.)			外貨 (F.C.)		総工事費 (円換算：千円)
		VND (百万VND)	円 (千円)	USD (千USD)	円	USD	
直接工事費 取・導水施設	土木・建築	162,933	0	905			738,926
	機械設備	77,771	116,872	3,517			721,435
	電気設備	14,836	33,832	1,483			215,492
	小計	255,540	150,704	5,905			1,675,853
直接工事費 浄水施設	土木・建築	698,424	0	3,880			3,167,455
	機械設備	317,424	477,020	14,355			2,944,565
	電気設備	51,322	117,039	5,132			745,468
	小計	1,067,170	594,059	23,367			6,857,488
直接工事費 送水施設	土木・建築	139,769	178,277	53,220			5,093,620
	機械・電気設備	5,028	11,467	503			73,039
	小計	144,797	189,744	53,723			5,166,659
直接工事費	合計	1,467,507	934,507	82,995			13,700,000
間接工事費	設計費	33,565	137,000	0			274,000
	測量・地質調査費	0	0	1,078			88,000
	用地補償費	84,044	0	0			343,035
	水利権申請費	12	0	0			50
	電力引き込み負担金	122,500	0	0			500,000
	各種費用	22,469	366,840	0			458,550
	小計	262,590	503,840	1,078			1,663,635
直接+間接工事費	計	1,730,097	1,438,347	84,073			15,363,635
予備費	計	0	1,536,365	0			1,536,365
総投資額		1,730,097	2,974,712	84,073			16,900,000

表-3.7.2 本案件の建設費内訳（第 2 期）

施設	規格等	内貨 (L.C.)			外貨 (F.C.)		総工事費 (円換算：千円)
		VND (百万VND)	円 (千円)	USD (千USD)	円	USD	
直接工事費 取・導水施設	土木・建築	80,049	0	445			363,032
	機械設備	15,175	25,331	933			163,428

	電気設備	0	15,519	363	62,831
	小計	99,550	40,850	1,741	589,291
直接工事費 浄水施設	土木・建築	360,951	0	2,005	1,636,967
	機械設備	204,780	341,833	12,588	2,205,372
	電気設備	25,360	90,987	2,130	368,369
	小計	591,091	432,820	16,732	4,210,708
直接工事費	合計	690,641	473,670	18,464	4,799,999
間接工事費	設計費	5,880	24,000	0	48,000
	測量・地質調査費	5,635	0	0	23,000
	各種費用	19,685	321,382	0	401,728
	小計	31,200	345,382	0	472,728
直接+間接工事費	計	721,841	819,052	18,464	5,272,727
予備費		0	527,273	0	527,273
総投資額		721,841	1,346,325	18,464	5,800,000

表-3.7.3 期別建設費用

施設	内貨 (L.C.)	外貨 (F.C.)		総工事費 (円換算：千円)
	VND (百万VND)	円 (千円)	USD (千USD)	
第1期	1,730,097	2,974,712	84,073	16,900,000
第2期	721,841	1,346,325	18,464	5,800,000
合計	2,451,938 (10,008,000)	4,321,037	102,537 (8,371,040)	22,700,000

(2010年の為替レートで換算)

- ・ 詳細設計の進展により費用変更の可能性がある。また、2012年3月からの事業者間協議では、第2期までの給水範囲は Ha Noi 市のみとなることが有望であり、これによっても費用変更の可能性がある。
- ・ 積算根拠は、機械電気設備はメーカー見積、施設及び管路は現地積算基準とする。
- ・ 設計費など間接工事費は、表-3.7.1 及び表-3.7.2 記載の内訳としたが、今後越国サイドとの調整が必要である。
- ・ 「3.8 事業実施スケジュール策定」に示す「図-3.8.1 実施スケジュール」に、直接工事費（第1期 137,000,000 千円第2期 47,999,999 千円）の建設年別割合を第1期、第2期に分けて表示する。

3.7.4 運転・維持管理費用

運転・維持管理費用は、以下の条件で算出した。

運転・維持管理費用は、人件費、薬品費、電力費、保守点検費、その他で構成される。費用は基本的にはベトナム国内での調達見積（参考）にて算出し、表-3.7.4、表-3.7.5 に示す。

表-3.7.4 第1期維持管理費用（第2期開始まで）

費目	運転・維持管理費（上段：千円/年、下段：百万VND/年）							
	建設 1年目	建設 2年目	建設 3年目	運用 1年目	運用 2年目	運用 3年目	運用 4年目	運用 5年目
人件費	0	0	101,600	208,700	120,700	97,500	53,000	52,600
	(0)	(0)	(248,920)	(511,315)	(295,715)	(238,875)	(129,850)	(128,870)
薬品費	0	0	0	53,100	53,100	53,100	53,100	53,100
	(0)	(0)	(0)	(130,095)	(130,095)	(130,095)	(130,095)	(130,095)
電力費	0	0	0	95,900	95,900	95,900	95,900	95,900
	(0)	(0)	(0)	(234,955)	(234,955)	(234,955)	(234,955)	(234,955)
保守 点検費	0	0	0	34,600	43,800	57,300	82,500	169,900
	(0)	(0)	(0)	(84,770)	(107,310)	(140,385)	(202,125)	(416,255)
警備費	800	800	800	800	800	800	800	800
	(1,960)	(1,960)	(1,960)	(1,960)	(1,960)	(1,960)	(1,960)	(1,960)
汚泥 処分費	0	0	0	108,700	108,700	108,700	108,700	108,700
	(0)	(0)	(0)	(266,315)	(266,315)	(266,315)	(266,315)	(266,315)
備品 調達費	0	0	0	17,800	17,500	17,300	17,500	17,300
	(0)	(0)	(0)	(43,610)	(42,875)	(42,385)	(42,875)	(42,385)
SPC開設 運営費	68,300	57,800	57,800	57,800	57,800	57,800	57,800	57,800
	(167,335)	(141,610)	(141,610)	(141,610)	(141,610)	(141,610)	(141,610)	(141,610)
合計	69,100	58,600	160,200	577,400	498,300	488,400	469,300	556,100
	(169,295)	(143,570)	(392,490)	(1,414,630)	(1,220,835)	(1,196,580)	(1,149,785)	(1,362,445)

(1円=245VND)

表-3.7.5 第2期開始からの維持管理費用

費目	運転・維持管理費（上段：千円/年、下段：百万VND/年）					
	運用6年目	運用7年目	運用8年目	運用9年目	運用10年目	運用11年目 以降（※）
人件費	125,800	103,800	58,600	58,600	58,600	81,080
	(308,210)	(254,310)	(143,570)	(143,570)	(143,570)	(198,646)

薬品費	106,100	106,100	106,100	106,100	106,100	106,100
	(259,945)	(259,945)	(259,945)	(259,945)	(259,945)	(259,945)
電力費	182,900	182,900	182,900	182,900	182,900	182,900
	(448,105)	(448,105)	(448,105)	(448,105)	(448,105)	(448,105)
保守 点検費	64,500	193,500	70,400	140,000	263,700	146,420
	(158,025)	(474,075)	(172,480)	(343,000)	(646,065)	(358,729)
警備費	800	800	800	800	800	800
	(1,960)	(1,960)	(1,960)	(1,960)	(1,960)	(1,960)
汚泥 処分費	217,300	217,300	217,300	217,300	217,300	217,300
	(532,385)	(532,385)	(532,385)	(532,385)	(532,385)	(532,385)
備品 調達費	18,400	18,300	18,400	18,300	18,400	18,360
	(45,080)	(44,835)	(45,080)	(44,835)	(45,080)	(44,982)
SPC開設 運営費	57,800	57,800	57,800	57,800	57,800	57,800
	(141,610)	(141,610)	(141,610)	(141,610)	(141,610)	(141,610)
合計	773,600	880,500	712,300	781,800	905,600	810,760
	(1,895,320)	(2,157,225)	(1,745,135)	(1,915,410)	(2,218,720)	(1,986,362)

(※運用 6～10 年目の平均、1 円=245VND)

<積算上の課題>

- ① 電力費、薬品費その他現地見積が必要な項目については、越国相方との詳細な協議が必要である。
- ② 薬品費については年間を通じた水質調査を実施した上で流入率を設定する必要がある。
- ③ 浄水汚泥は、指定処分場へ運搬処分として計上した。今後、盛土材などの建設資材・農業利用等としての有効利用方法を調査し維持管理費の削減を図る必要がある。
- ④ SPC 開設と運営費については、本 FS での想定としたが、今後、日越相方での詳細協議が必要である。

<省エネ機器導入のメリット>

省エネ機器の導入により、全電力費の約 10%を低減でき、全体の維持管理費では約 3%（第 2 期運営開始年度）を低減できる。また、年間 1726 t 程度の CO2 削減効果が期待できる。

省エネ機器：自然平衡型自己水洗浄式急速ろ過方式
高効率変圧器
ポンプ回転数制御方式

3.8 事業実施スケジュール策定

本事業は実施規模が大きく、その建設には約 227 億円（第 1 期、第 2 期分: 30 万 m³/day）にも及ぶ莫大な投資金額と数年にわたる建設期間が必要となる。

本事業の期分けは、水需要予測から施設容量 30 万 m³/day を段階的に分けて建設するものとする。当初は、第 1 期分の建設期間を定め（3 年）、15 万 m³/day 供用開始を優先し、第 2 期分（15 万 m³/day）の建設計画は、第 1 期分の事業実績を考慮した上で決めるべきと判断し、ここでは第 2 期分の建設期間を固定していない（財務分析では 2018 年、2019 年（ないしは 2015 年、2016 年）の 2 年を想定している）。

維持管理を含めた事業期間は 30 年とする。期分けしたプロジェクトの実施スケジュールを図-3.8.1 に示す。

施設	規格	第1期運営開始年											第2期運営開始年				運営最終年
		設計	第1期建設	第1期建設	第1期建設	第1期運営	第1期運営	第1期運営	第2期建設	第2期建設	第2期運営	第2期運営	第2期運営				
		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	35年目			
取・導水施設	土木・建築		←→														
	機械・電気			←→					←→								
浄水施設	土木・建築		←→						←→								
	機械・電気			←→					←→								
送水管	北系	送水管(浄水場～接続点1')		←→													
		送水管(接続点1'～接続点1)			←→												
	南系	送水管(浄水場～接続点2)		←→													
		送水管(接続点2～接続点3')		←→													
		送水管(接続点3'～接続点3)		←→													
		送水管(接続点3～接続点4)		←→													
		送水管(接続点3'～接続点5)		←→													
		送水管(接続点5～接続点6)		←→													
		特殊部(ドン河横断)		←→													
		特殊部(ホン河横断)			←→												
間接工事	用地買収		←→														
	測量・地質調査		←→				←→										
	設計	←→					←→										
直接工事費 建設年別割合			8%	53%	39%				52%	48%							
工事期間			← 第1期(15万m3)工事期間					← 第2期(15万m3)工事期間									
供給能力			150,000m3/日						300,000m3/日								
事業運営期間			← 30年														

図-3.8.1 実施スケジュール (日越双方の合意が必要)

3.9 事業実施体制の提案

現段階での EPC については、土木・建築工事については、ベトナム国内での実績が豊富な VIWASEEN 社、機械・電気設備工事については、日本国内での実績が豊富なメタウォーター社が担当すること、また維持管理については、首都 Ha Noi 市の水道事業を統括する HAWACO とメタウォーター社が互いの強みを活かして会社を設立し、ここに本邦維持管理技術の供与を行っていくことも検討している。基本的に両国企業の強みを生かした事業実施体制として、以下に示すような体制を検討している。なお、運営企業については SPC に内生化する可能性もある。

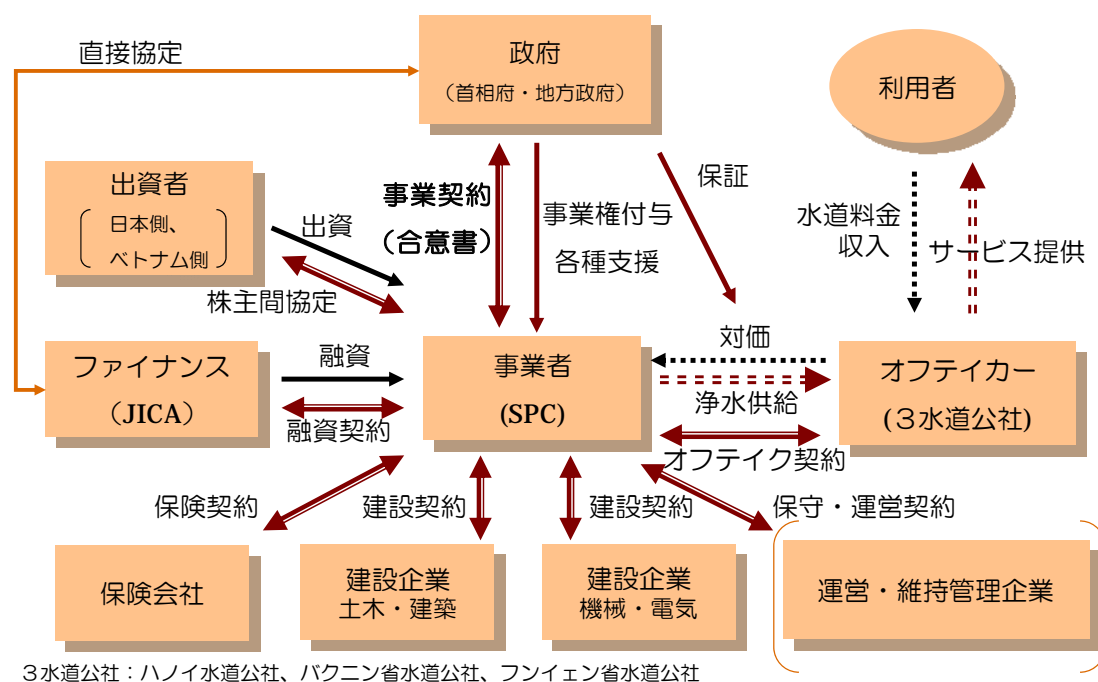


図-3.9.1 事業実施体制（案）

また、売水先としては、Ha Noi 市内は HAWACO、Bac Ninh 省については、Bac Ninh 水道公社を予定しており、オフテイク契約（テイクオアペイが基本）等各種契約についての概略は、今後検討予定である。現時点では、以下の契約を想定しているが、今後さらに検討する予定である。

- ① 事業権契約（ベトナム国政府と事業者(SPC)間：もしくは、合意書）
- ② オフテイク契約（ハノイ水道公社他と事業者(SPC)間：テイクオアペイが原則）
- ③ 株主間契約（出資者間）
- ④ EPC 契約（EPC 企業(META)と事業者(SPC)間）
- ⑤ 保守・運営契約(水道公社+META と事業者(SPC)間)※
- ⑥ 電力供給契約（電力会社と事業者(SPC)間）
- ⑦ 資材（薬品）供給契約（資材会社と事業者(SPC)間）

- ⑧ 保険契約（保険会社と事業者(SPC)間)
 - ⑨ 融資契約（JICA と事業者(SPC)間)
 - ⑩ 担保関連契約（JICA、事業者(SPC)、EPC 企業(META)間他)
 - ⑪ 直接協定（ベトナム国政府と JICA 間)
 - ⑫ 政府による各種許認可（ベトナム国政府と事業者(SPC)間)
- ※ただし、事業者間では運営・維持管理を SPC が行うことも検討されており、その場合はこの契約はない。

3.10 運営・維持管理体制の検討

3.10.1 維持管理体制の基本方針

高濁度のドン河(Duong River)を水源とした大規模浄水場において、ベトナム国の水質基準である「飲食用水の水質に関する国家基準」(04/2009/TT-BYT 号通達)を遵守し、関連する法令も踏まえたうえで、日本の技術により安全・安定した運用を実現させ、その技術・ノウハウをベトナム人職員に継承する。

そして、ベトナム人職員がドン河(Duong River)浄水場を自ら維持・運営できるよう、日本人技術者は現地の文化、社会体制も考慮した維持管理体制、および浄水場運営計画を立案し、ベトナム国職員による継続的な水道水質の確保、安全・安定した運用を実現する。

表-3.10.1 維持管理、運営上の関連法令

関連法令	公布日	内容
水道政令 117 号	2007.7.11	水道運営(生産・供給・消費)
建設省通達 01 号	2008.1.2	水道政令 117 号の運用等
建設大臣決定 16 号	2008.12.31	水道水の安全確保ための規制
首相決定 1929 号	2009.11.20	2025 年までの都市と工業団地等における水道供給整備の方針
首相決定 2147 号	2010.11.24	2025 年まで目標とする漏水対策に関する国家計画

3.10.2 現地維持管理体制の検討

(1) 運転管理業務

本提案事業では、集中監視制御システムを構築し、機器の運転状態や水質、水位、流量などプラントの状況を把握するうえで必要な情報を一箇所に集約させる。これにより、施設全体をできるだけ少人数で監視することが可能となる。

しかし、浄水場の監視業務は、水質や流量などのプロセス情報に基づき、施設全体の運用状態を把握し、適切に設備が運用されているか、処理状態に異常がないかなど、知識と経験に基づく高い判断力が求められる。また、水質変化や需要変動に対して状況を判断し、適切かつ迅速に対処するなど、水道の安全・安定を維持・継続するための重要な役割を担っている。

特に、水源であるドン河(Duong River)の水質は、通年を通して濁度が高く、最大濁度は 3,000 度を超える場合もあり、その水質変化に対して薬品注入率の調整や、機器操作が必要となるため、常に水質の状態を監視しておく必要がある。

主な運転監視業務の範囲を示す。

- SCADA による浄水プロセスおよび排水プロセスの監視・操作

- 処理状態、水質データから薬品の注入率の調整、機器の操作
- 給配水需要に応じた取水量、送水量の調整・管理
- 巡視による各プロセスにおける処理状態の監視
- 保守・保全業務に伴う監視・操作および養生作業
- 異常発生時の対処操作および関係者との連絡

また、これらの業務を行なう上で、留意すべき点を示す。

- 操作ミスの防止
- 状況判断ミスの防止
- 保守・保全業務、水質管理業務との連携
- 365日、24時間常に設備の状態を監視・操作できる体制の構築

指揮命令系統を明確にするため、運転監視責任者の指示のもとで、4班に分けたスタッフが交代で勤務し、24時間365日の常時監視を行う体制とする。

また、運転監視員は常に複数名で業務を行ない、相互にその内容を確認することでヒューマンエラーを防止する必要がある。

(2) 保守点検業務

浄水場施設が常に正常な状態で運用できるためには、電気設備の保守点検及び機械設備の保守点検の実施により、その設備本来の機能を確実に維持することが重要となる。このため、専門的な知識と技術を習得した者がこれら点検を行う必要がある。

保守点検業務の範囲を以下に示す。

- 巡視点検による設備の異常やその兆候の早期発見
- 定期的な保守点検、保全作業による設備機能の維持、延命
- 専門業者による定期点検作業等の管理
- 軽微な修繕作業

また、これら業務を行なう上では、以下の点を留意する必要がある。

- 作業安全の確保
- 作業に必要な資格の取得
- 電気設備、機械設備の専門知識、技術に基づく作業
- 迅速かつ正確な判断と対処

これらの条件を考慮し、保守保全責任者の指示のもと、例えば電気班及び機械班からなる保守点検体制を構築する。専門技術に特化した保守班を設けることで、より専門性の高い技術を習得することが可能となり、機器の故障時や施設の非常時に適切に対処し、その原因を追及できる技術力を身につけ、より安全、安定した運用

ができるものとする。

よって、設備巡視点検は、電気・機械各技術者の指示に基づき保守・保全スタッフが実施する。

1) 電気設備の保守点検

日本では、受変電設備等の自家用電気工作物の設置者は、電気事業法第 42 条第 1 項の規程により、保安規程を定めて監督機関に届け出なければならない。

保安規程には、維持及び運用に関する保安確保を目的として、日常巡視点検、定期点検、精密点検の項目が具体的に定められている。

そして、ベトナム国でもエネルギー省が「発電所及び電網の運営管理にあたり技術規範」で運営体制を定めている。また、電力公社により「電気回路及び発電所の維持管理・運転・補修・建設にあたり電気安全取扱規定」で、電気に係る作業員の準拠規定や安全対策や「電網、変電所の定期点検に関する規定」等により点検の項目、基準、検収項目などが定められている。

以下に「電網、変電所の定期点検に関する規定」の一部を示す。

a. 電線

点検項目	定期点検期限
避雷	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2 年に 1 回 ・ 雷に特定回打たれたら点検する。
接地柱（中圧電線、110kV）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2 年に 1 回 ・ 雷が多い所、市内地域、住宅地を通る電線：1 回／1 年
低圧電線の接地、電気メーターの接地	1 回／4 年
絶縁ガイシ	ガイシに関する規定に従う
計器用変圧器、電流変成器	1 回／2 年

110kV 受電所、中継受電所

点検項目	定期点検期限
110kV, 35, 22, 10, 6kV 遮断器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 油入遮断器：1 回／1 年 ・ SF6 遮断器：メーカーの指示による。しかし最低 5 年に 1 回。
主要変圧器、所内動力変圧器、巻線抵抗、中性点変圧器	1 回／年
110kV, 35, 22, 10, 6kV 避雷器	1 回／年
110kV, 35, 22, 10, 6kV 計器用変圧器、電流変成器	1 回／年
ガイシ	ガイシ清掃規定に従う。

接地：変圧器の接地、TU 接地、 TI 接地、避雷ケーブルの接地、避 雷針の接地	1 回／年
変圧器用、電線用リレー	1 回／年
保護回路	1 回／年
コンデンサー	1 回／年

b.受電所

点検項目	定期点検期限
変圧器	1 回／年
接地	1 回／年
避雷	1 回／年
碍子	碍子清掃規定に従う。
遮断器	1 回／4 年
リレー盤、RMU 盤	1 回／2 年

c.点検の数、項目、基準

点検の数、項目、基準は下記の規定に従う。

- 1987年3月14日付けエネルギー省の決定書 No.48NL/KHKT により発行された「電気設備点検、検収、引渡しの数、基準」
- 1997年5月23日付けベトナム電力総社の決定書 No.623DVN/KTND に
より発行された「変圧器の運転、修理の手順」
- 1996年8月29日付けベトナム電力総社の決定書 No.1120DVN/KTND に
より発行された「遮断器の運転、修理の手順」
- 1997年6月7日付けベトナム電力総社の決定書 No.708DVN/KTND に
より発行された「SF6 油圧遮断器の運転、保守の手順」

設備が上記の規定では定められない場合には、メーカーの規定に従う。

また、水道システムの信頼性を確保するため、安全で安定した電力の供給は
不可欠であり、日常的な点検、定期点検、精密点検を計画的に行う必要がある。

日本における点検方法及び点検種別の一例を示す。

表-3.10.2 点検方法及び点検種別の一例

電気工作物	点検方法	点検周期			
		巡 視 時	(1 年) 定 期 点 検	(3 ~ 5 年) 精 密 点 検	随 時
責任分解点となる区	外観点検	○	○	○	必

分閉閉器 引込線等(架空電線・支 持物ケーブル等)	絶縁抵抗測定		○	○	要 に 応 じ て 実 施
	区分閉閉器動作試験		○	○	
断路器 電力用ヒューズ 遮断器 高圧負荷開閉器	外観点検	○	○	○	
	絶縁抵抗測定		○	○	
	遮断器、負荷開閉器の動作試験		○	○	
	遮断器、負荷開閉器の内部点検			○	
変圧器、コンデンサ、 母線、 リアクトル、避雷器、 計器用変成器、その他 高圧機器	外観点検	○	○	○	
	絶縁抵抗測定		○	○	
	変圧器の内部点検			○	
受配電盤 制御回路	電圧、電流、電力量の記録	○	○	○	
	外観点検	○	○	○	
	絶縁抵抗測定		○	○	
	保護継電器動作試験		○	○	
	保護継電器動作特性試験			○	
	制御回路試験		○	○	
蓄電池	外観点検	○	○	○	
	電圧測定		○	○	
	外観点検	○	○	○	
接地装置	接地抵抗測定		○	○	
	外観点検	○	○	○	
受電設備の建物・室キ ュービクルの金属箱	外観点検	○	○	○	

(自家用電気工作物保安規定の「別表第2 巡視点検測定並びに手入れ基準」を要約)

2) 機械設備の保守点検

水道施設の機械設備は、ポンプ・電動機設備、バルブ、攪拌機と多岐にわたり、その突然の故障は、減水、断水や水質異常を招く重要な設備である。

そのため、機器故障時の影響を最小限にするためにポンプ類には、予備機を設置し万一の故障時に予備機に切り替えることで運用を継続することができる。

しかし、故障率を下げ、万一の際に確実に予備機が稼動するためには、日常的な保守点検を適正に行なうことが、水道システムの信頼性を高める。

機械設備は、運転中の機器状態、異常、異臭、振動、過熱、漏水、漏油など、五感を働かせた点検が重要であり、その経験から得られた知見による異常の判断が重要であり、異常の早期発見ができる。

機械設備のうちポンプに関する点検・整備の一例を示す。

表-3.10.3 ポンプの点検・整備例

区分	対象機器	点検内容	点検周期			
			巡視時	1年	5 ～ 10年	随時
日常点検	共通	外観、振動、異音、異臭、温度、変色、損傷、漏水	○			
	ポンプ	軸受潤滑油(オイル、グリース)の油量、漏油、オイルリングの動作、給油口・プラグの状態、グラントパッキン発熱、封水滴下量	○			
	制御装置・計器類	満水検知器、過小水量検知器、電磁弁類の動作状態、圧力計、連成計、真空計、温度計、電流計等の指示値、制御盤内の状態	○			
定期点検	共通	各部の緩み、腐食、磨耗、劣化、破損		○		
	ポンプ	軸受潤滑油(オイル、グリース)の交換、補充、清掃、塗装の状態、締付けボルト・ナットの増締め、カップリングゴムブッシュ交換、グラントパッキング調整・補充・交換		○		
	制御装置・計器類	満水検知器、過小水量検知器、電磁弁類の動作状況及び特性、圧力計、連成計、真空計、温度計等の校正		○		
精密点検	ポンプ	インペラ、ケーシング、スリーブ、軸受の分解点検、磨耗部品の交換、ボルト・ナット、カップリングゴムブッシュの交換、芯出し調整			○	
	制御装置・計器類	満水検知器、過小水量検知器、電磁弁類の特性検査及び不良品の交換、計器類の特性検査及び不良計器の交換			○	
試験測定	ポンプ	振動、吐出し流量・圧力・始動時間等のシーケンス試験、温度継電器などの保護装置動作試験		○		
交換部品	ポンプ	ベアリング、グラントパッキン、シール類				○

(日本水道協会 水道維持管理指針 2006 抜粋)

(3) 修繕業務

設備本来の機能を維持・延命するためには、定期的な点検とともに部品や消耗品等の交換が重要である。修繕作業の種類や期間は製造メーカーが推奨する方法を基本としつつ、実際の消耗具合や故障頻度も考慮したうえで、現実的な作業計画を立案し、確実に実施する。

1) 電気設備修繕

電気設備は受変電・動力設備、監視・制御設備、計装・水質設備に大別される。受変電・動力設備は多くの機器をその目的に合わせて組み合わせたものであり、部品単体の交換が可能である。一方、監視・制御設備や計装・水質設備の大半は汎用製品であり、部品レベルの修繕作業は多くない。

このように、電機設備はその設備の種類により修繕方法や周期が異なることから、設備の重要性も含めて綿密な修繕計画を立案し、交換部品や機器の調達も含めた総合的な管理により、設備機能の維持・延命と設備維持管理コスト低減の両立を図る。

2) 機械設備修繕

ポンプをはじめとする機械設備・機器は稼動部が劣化することで、その機能や効率、信頼性が低下する。このため、定期点検やオーバーホールにより機器の状態を正確に把握し、消耗・劣化状況に合わせて部品交換を実施することが重要となる。特に重要である取水・導水ポンプや配水ポンプは、故障や不具合が発生すると浄水場の運用が不可能になることから、予防保全の考えに基づいた修繕計画を立案する。

(4) 水質管理業務

1) 飲食用水の水質に関する国家基準の概要

ベトナム国の飲食用水の水質に関する基準は、2009年6月17日付け保健省より交付された「飲食用水の水質に関する国家基準」の通達04/2009/TT-BYT号に従う。本通達は、2009年12月1日より発効し、現在の1329/TC-BYT号の基準の代用となることがわかっている。

本規定は、飲食用または食品加工用の水（飲食水）の水質基準に限定し、その対応は、飲食水を開発・販売する機関、組織、世帯、そして生活のために1,000m³/day以上給水している施設が含まれる。よって、本基準に従った水質検査計画をたて、水質試験ができる体制を構築する必要がある。

① 技術規定概要

その技術規定の一部を示す。

表-3.10.4 技術規定の一部

No	基準項目	単位	上限 水質基準	試験方法	測定 頻度
感官基準や無機成分					
1	色度 ^(*)	TCU	15	TCVN 6185 - 1996 (ISO 7887 - 1985) 又は SMEWW 2120	A
2	味・臭気 ^(*)	-	異常が ないこと	感官, 又は SMEWW 2150 B và 2160 B	A
3	濁度 ^(*)	NTU	2	TCVN 6184 - 1996 (ISO 7027 - 1990) 又は SMEWW 2130 B	A
4	pH ^(*)	-	6.5~8.5	TCVN 6492:1999 又は	A

				SMEWW 4500 - H ⁺	
5	硬度, as CaCO ₃ ^(*)	mg/l	300	TCVN 6224 - 1996 又は SMEWW 2340 C	A
6	総溶解性物質 (TDS) ^(*)	mg/l	1000	SMEWW 2540 C	B
7	アルミニウム ^(*)	mg/l	0.2	TCVN 6657 : 2000 (ISO 12020 :1997)	B
8	アンモニア ^(*)	mg/l	3	SMEWW 4500 - NH ₃ C 又は SMEWW 4500 - NH ₃ D	B
14	塩素イオン ^(*)	mg/l	250 300 ^(**)	TCVN6194 - 1996 (ISO 9297 - 1989) 又は SMEWW 4500 - Cl ⁻ D	A
20	総鉄 (Fe ²⁺ + Fe ³⁺) ^(*)	mg/l	0.3	TCVN 6177 - 1996 (ISO 6332 - 1988) 又は SMEWW 3500 - Fe	A
22	総マンガン	mg/l	0.3	TCVN 6002 - 1995 (ISO 6333 - 1986)	A
26	硝酸塩	mg/l	50	TCVN 6180 - 1996 (ISO 7890 -1988)	A
27	亜硝酸塩	mg/l	3	TCVN 6178 - 1996 (ISO 6777-1984)	A
30	硫酸イオン ^(*)	mg/l	250	TCVN 6200 - 1996 (ISO9280 - 1990)	A
32	酸素消費量 (KMnO ₄ 消費量)	mg/l	2	TCVN 6186:1996 又は ISO 8467:1993 (E)	A
IV.殺虫剤・付属製品					
90	残留塩素	mg/l	0.3 ~ 0.5	SMEWW 4500Cl 又は US EPA 300.1	A
VI.微生物					
108	一般細菌	MPN /100ml	0	TCVN 6187 - 1,2 :1996 (ISO 9308 - 1,2 - 1990) 又 は SMEWW 9222	A
109	大腸菌もしくは 糞便性大腸菌群	MPN /100ml	0	TCVN6187 - 1,2 : 1996 (ISO 9308 - 1,2 - 1990) 又 は SMEWW 9222	A

注意：(*)感官基準

(**)海岸また島などのところに適用する基準

2) 水質検査頻度

本規定に記載されている水質検査頻度について示す。

➤ 水を導入する前の水源測定

給水場が水を導入する前に水源を検査するため、A,B,C レベルの測定を全部行う。

➤ 定期的な試験

A レベル試験頻度：15 項目

a.給水所が行う少なくとも週に一回の測定

b.試験権のある機関が少なくとも1ヶ月1回試験、測定、観察を行う

B レベル試験頻度：16 項目

- a.給水所が行う少なくとも6ヶ月に一回の測定
 - b.試験権のある機関が少なくとも6ヶ月1回試験、測定、観察を行う
- Cレベル試験頻度：78項目
- a.給水所が行う少なくとも2年間に一回の測定
 - b.試験権のある機関が少なくとも2年間1回試験、測定、検察を行う

表-3.10.5 水質関連法令

関連法令	公布日	内容
保健省通達4号	2009.6.17	飲用水の水質に関する国家基準の公布 (本通達は、2009年12月1日より発効し、現在の1329/TC-BYT号の基準の代用)
ベトナム建設基準 5942-2005	2005	原水の水質基準
国家技術規準 08：2008/BTNMT	2008	表流水の水質基準
国家技術規準 01：2009/BYT	2009	飲用水の水質基準
国家技術規準 02：2009/BYT	2009	生活用水の水質基準
国家技術規準 24：2009/BTNMT	2009	工業排水放流の基準
WHO飲料水水質ガイドライン2008年版	2008	WHO飲料水水質ガイドライン

3) 水質検査機関と概略検査費用

ベトナムにある国レベルの公的な水質検査機関は、QUATEST1(ハノイ)、QUATEST2(ダナン)、QUATEST3(ホーチミン)である。州レベルの検査機関も存在するが、検査可能な項目が異なるようである。

「飲用水の水質に関する国家基準」に即したA～Cレベルの1回当たりの検査費用(概略)は以下の通りである。

検査レベル	概略費用(VND) / 頻度
A	1,000 /15項目
B	4,500 /16項目
C	35,500 /78項目

4) 水質管理手法

浄水が常に水質基準を満たし、衛生的に安全、正常な状態に保たれていることを基本に、原水の水質変動に応じた適切な対応ができるように、各プロセス上の水質管理を行うことが重要である。

WHO(世界保健機関)では、2004年のWHO飲料水質ガイドライン第3版で、食品製造分野で確立されているHACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point)

の考え方を導入し、水源から給水栓に至る全ての段階で危害評価と危害管理を行い、安全な水の供給を確実にする水道システムを構築する「水安全計画」(Water Safety Plan;WSP)を提唱している。

日本でも、この手法に基づき、厚生労働省が「水安全計画策定ガイドライン」を策定し、日本水道協会が代表的な浄水処理プロセスにおける水安全計画ケーススタディを取りまとめ、中小規模の事業者でも比較的容易に計画を策定できるようになっている。

将来に渡り、良質で安全な水道水の供給をするためにも、本提案事業の水安全計画を策定し、管理・運営する必要がある。

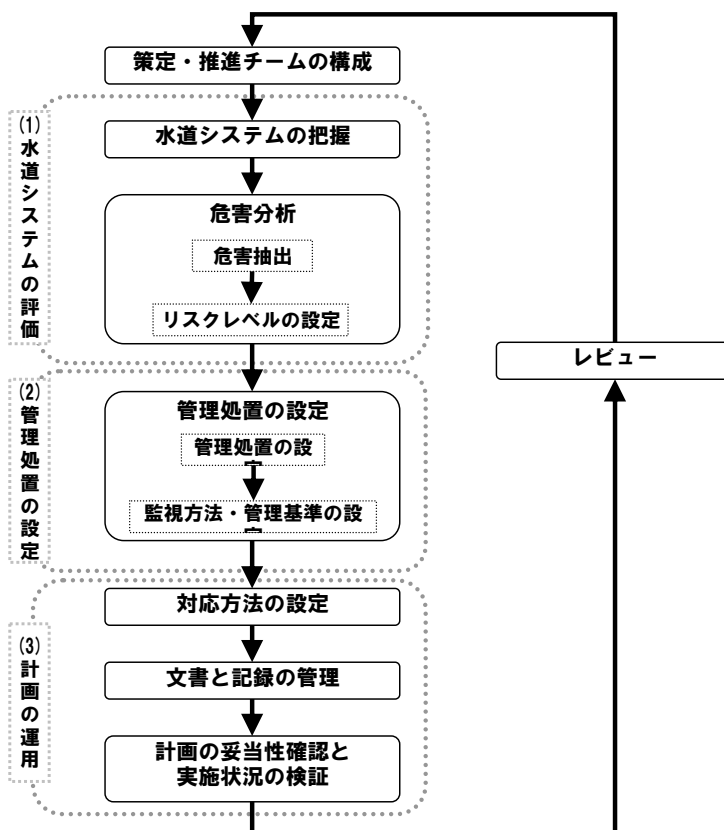


図-3.10.1 水安全計画の策定と運用の流れ

(厚生労働省「水安全計画策定ガイドライン」より抜粋)

5) 水質管理体制

安全で良質な水道水の確保と供給は、国民の公衆衛生の確保面から最も重要な課題であり、そのための水質管理体制を構築することが必要である。

水道システムの流れに沿って水質を監視し、その状況に応じた適切な対応をするとともに、水道水の安全性が懸念される場合は、迅速に最善の処置を施すことが可能な体制が要求される。

水質管理で求められる業務内容を示す。

- 「飲用水の水質に関する国家基準」に基づく水質管理計画の策定
- 水質検査計画の策定
- 水質検査及び検査結果の分析
- 原水水質に応じた浄水プロセス全工程の薬注率決定
- 水質データの管理
- 水質維持、向上に必要な運用方法の検討

また、これらの業務を行なううえでは、以下の点に留意する必要がある。

- 規定された検査項目と頻度の遵守
- 異常発生時の迅速な原因究明と的確な対処方法の検討
- 水質検査結果の信頼性確保

これらの条件を満たすため、水質管理業務は 1 名の水質管理責任者と、専門知識を有する技術者により実施する。また、水質を厳格に管理するためには、本業務を専門に行なう独立した組織を設け、強い権限を持たせることが重要である。

(5) 排水管理業務

浄水プロセスから排出される沈殿池のスラッジ、ろ過池の洗浄排水は、排水処理施設で固液分離、スラッジ濃度を高めて、天日乾燥床で自然乾燥させる。その際のケーキ含水率は 70%程度が期待できる。また、将来的には汚泥脱水機の導入による汚泥処分費用低減などのメリットも検討する。

本提案事業で計画する発生固形物量を示す。

表-3.10.6 浄水場発生固形物量

各計画発生固形物量	第 1 期 (150,000m ³ /day)	第 2 期 (300,000m ³ /day)	備考
取水口	約 15.3ton-DS/日	約 30.6ton-DS/日	含水率 70%
沈砂池	約 13.4on-DS/日	約 26.8ton-DS/日	含水率 70%
天日乾燥床	約 10.1ton-DS/日	約 20.2ton-DS/日	含水率 70%

本提案事業では、天日乾燥したケーキを場外に搬出するため、重機を用いてトラック等に移し変える作業が発生することが予想される。このため、これら排水処理業務を専門に管理・実施する体制を構築する必要がある。

(6) 管路管理業務

送水管の事故は、突発的な断、減、濁水が生じるだけでなく、道路陥没や交通障害、家屋への浸水など二次災害を引き起こす可能性があり、その社会的影響は過大である。これらを未然に防止するためにも、定期的な点検・整備が重要であり、巡視・点検の頻度を定めて計画的に行う必要がある。

送水管路保全業務の範囲を以下に示す。

- 送水管路情報の管理、布設図面の管理
- 作業車により週 1 回程度の頻度で全送水管路を巡視点検
- 巡視により漏水やその兆候、漏水要因となりうる事象の発見
- 受水点や配水管網上の仕切弁等、配管機器の状態確認、動作確認
- 増圧ポンプ場（設置する場合）の点検
- 水質検査(残留塩素濃度、濁度等)
- 盗水の発見

これらの業務を管理する送水管路保全責任者 1 名と点検班による構成で、増圧ポンプ場（設置する場合）を含めた巡回点検を実施する。

(7) 警備体制

水道施設が水源等への毒物投入などのテロ攻撃を受けた場合、国民の生命、健康の安全を脅かし、国民生活や都市活動を麻痺させる重大な事態となる。

そのため、本提案事業では、施設内に監視カメラ等を設置することで、機械の持つ持続性・継続性・正確性という長所と、警備員を配置することで、人の持つ的確な判断力と柔軟な行動という双方の長所を活かした「マン・マシン・システム」として警備体制を総合的に構築することを検討する。

人的な警備業務は、浄水場を運用する上での業務とは質的・技術的に異なるため、別の人員体制で 24 時間 365 日の警備体制を構築する。具体的には、浄水場正門に入退場を監視する守衛を配置し、浄水場内を巡回する警備員を配置する。

警備員は、業務の特性から特別に教育された人員を配置することが有効であり、ベトナム国内の警備会社と委託契約することで、継続的な人員確保ができるものとする。

ニュースによると「ベトナム国の警備会社は、統計によると、約 600 社があり数万人の従業員を抱えている。会社数が多い地方はホーチミン市 165 社、Ha Noi 市 149 社、東南部ドンナイ省 51 社、北部ハイフォン市 45 社などであり、これらの会社の中には目先の利益を重視するあまり、採用時の人物調査を軽視したり、採用後に訓練を実施しなかったりする会社も一部存在している。」(2009/10/30 VIET JO 日刊ベトナムニュースより)

これらの現状も踏まえ、警備会社の選定にあたっては、業績、経営状況、業務実績とその業務内容、教育体制、バックアップ体制など様々な観点から、信頼性を精査する必要がある。

(8) 運転維持管理体制

本提案事業で実施する業務を、ベトナム人による体制で早期に実現するため、以下の人員体制を提案する。現場立上げ当初は日本人技術者による支援体制を構築し、ベトナム人職員への技術移転を実施する。そして、ベトナム人職員の技術習得度合い合わせ、日本人技術者数を段階的に縮小していき、ベトナム人による業務体制の早期自立を実現する。

また、運転維持管理業務を外部の専門業者に委託する場合にも、日本人技術者に

よる技術支援体制を構築し、運営の早期安定、品質の向上を図る。

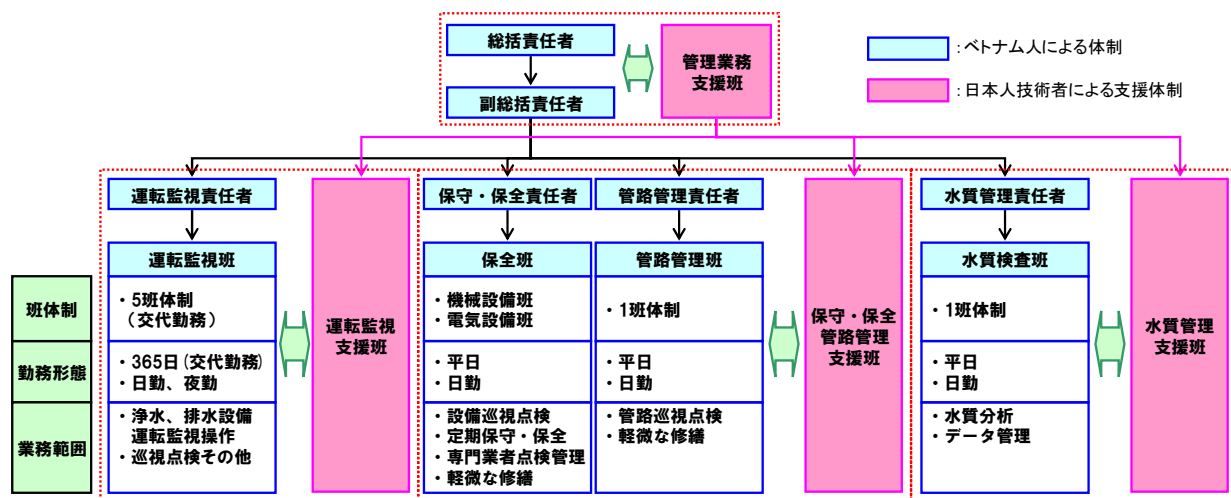


図-3.10.2 ベトナム人運用体制と日本人支援体制

3.10.3 人材育成計画

ベトナム人職員が数年後には、自ら維持・運営できるよう人員体制の考えと日本人技術者の支援方法を、次のようにすべきと考える。

- 総括責任者は、当初からベトナム人職員を配置。日本人技術者の支援により、自らが判断できるように育成
- 運用開始時からベトナム人職員による維持管理体制を確立
- 異常が発生した場合に、自らが対応できる保守部隊を構築

また、ベトナム人職員が自ら維持・運営できるように成長した後も、安全・安定運用を支援する仕組みと業務品質を確保するための支援方法を示す。

- 日本から支援ができる体制（遠隔監視、カメラ、テレビ会議等）
- 日本からのモニタリングによる業務・技術品質の確保・向上
- 定期的な日本での教育による技術向上と技術交流

維持管理体制を構築するにあたり、これらを留意して、ベトナム人職員による水質の確保、業務品質の確保、そして将来に渡る持続的な運営ができる体制を構築する。

(1) 支援体制の考え方

運用開始当初は、高度な技術を必要とする設備のため、日本人技術者による支援が必要不可欠と判断する。しかし、日本人技術者が中心的な役割を担った体制では、ベトナム人職員の自立の妨げになる可能性がある。

このため、本提案事業の運用開始時より、ベトナム人職員による運用体制を確立させるための指揮命令システムを定め、日本人技術者は、管理、運用、保守、水質管理

などの各業務グループを側面より支援・指導する体制を提案する。

日本人技術者からの技術移転は、各作業責任者に対して実施し、ベトナム人の指揮命令系統を乱さないよう留意する。

技術支援する上でのポイントを示す。

- ▶ ベトナム人職員の体制及び指揮命令系統を乱さない技術支援体制と方法
- ▶ 日本人技術者は、サポートの立場を重視し、ベトナム職員による独立した運用ができるような技術支援
- ▶ ベトナム人職員自らの判断、作業（経験）ができるような技術支援

これらの点を留意して、数年後にはベトナム人職員が浄水場の運営ができるように、日本人技術者がサポートする体制が最善であると考える。

日本サイドが運転維持管理業務を主体的に管理する場合の、日本人技術者の投入計画を以下に示す。

表-3.10.7 日本人技術者投入計画

第1期	経過年数				
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
日本人技術者数	8人	4人	3人	1人	1人

第2期	経過年数				
	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目
日本人技術者数	4人	3人	1人	1人	1人

施設運用が開始される1年目は、ベトナム人職員の凝集沈殿砂ろ過設備に対する運転維持管理業務の習熟度が低いことが予想される。このため、8名の日本人技術者を投入し、24時間体制で技術支援・教育を実施する。

また、第2期施設が稼動する6年目は、運転維持管理業務の対象設備が増加し、それに伴い新たにベトナム人職員が維持管理体制に加わる。このため、日本人技術者の投入人数を一時的に増加するが、ベトナム人職員の習熟度に合わせて段階的に削減する。

(2) 技術交流

現地での運用を通して行なう技術交流、OJT(On the Job Training)は技術移転の有効な手段の一つであるが、移転される技術者にとっては、その技術の本質や背景を理解することが難しいという一面もある。また、日々進歩する新しい技術を積極的に取り入れていくためにも、日本における定期的な研修制度を導入することを提案する。

日本での研修のポイントを示す。

- 日本のインフラ、文化を経験し理解することで、移転する技術の本質を理解
- 具体的技術だけでなく、日本の水道技術者の仕事振り、モチベーションの高さをベトナム人職員自らが体験
- ベトナム人職員に将来必要となる現地設備以外の知識・技術を日本で研修

研修計画に基づき、毎年数名に対して日本で研修機会を設け、日本の最先端技術を実際に見たり、触れたりさせることで、更なる技術の向上を図るとともに、個々のモチベーションの向上が期待できる。

3.10.4 ユーティリティ調達計画

(1) 薬品

1) 次亜塩素酸ナトリウム（消毒剤）

現在、ベトナム国の浄水場では、消毒剤として塩素ガスを使用している施設が大半を占める。しかし、劇物で高圧ガスを扱うこととなる塩素ガスと比較すると、次亜塩素酸ナトリウムは十分な安全性が確保でき、除外施設など特別な保管や専門の技術者が不要である。また、注入後の pH 変動もわずかで維持管理しやすい。このため、本提案事業では消毒剤として次亜塩素酸ナトリウム（6%溶液）を採用する。

また、ベトナム国内でも次亜塩素酸ナトリウムは製造されており、その調達・運搬は容易にできるものである。

表-3.10.8 塩素剤の比較

	液化塩素	市販次亜塩素酸ナトリウム	生成次亜塩素酸ナトリウム
性状	塩素ガスを液化しボンベに充填	液体	食塩から電気分解により製造、液体
有効塩素濃度	99.4%以上	製品Ⅰ:12.0%以上 製品Ⅱ:12.0%未満	無隔膜法:1%程度 隔膜法:5%程度
品質	安定している。	アルカリ性が強い。 有効塩素濃度が高いほど不安定で、食塩濃度が高いほど分解されやすい。	弱アルカリ。 市販次亜塩素酸ナトリウムに比べて安定している。
貯蔵	「一般高圧ガス保安法」、「特定化学物質等生涯予防規則」の適用を受ける。	12%次亜塩素酸ナトリウムの場合、濃度低下に留意。次亜塩素酸ナトリウムとして長期保管は不可。	原料塩として長期保存できる。
注入設備	複雑	簡単	やや複雑
留意点	刺激臭のガス、毒性が強く法令に準拠し、取扱いには十分注意を要する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次亜塩素酸ナトリウムの分解により気泡が発生する。 ・ ポンプ、配管内にエアロックができないうように考慮する 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 気泡による障害、スケーの発生が少ない。 ・ 生成時に水素を発生するので、希釈ファンにより安全濃

		必要がある。	度まで希釈し屋外に放出。
漏洩時の対策、除外設備その他	<ul style="list-style-type: none"> 塩素ガス漏洩の場合、重大な事故に繋がる。 小規模ではガス漏洩検知器、中和及び吸収剤の常備が必要。さらに大規模の場合中和反応等の除外設備を設ける。 	<ul style="list-style-type: none"> 貯槽の防液堤が必要。 次亜塩素酸ナトリウムが PAC と混合しないようにする(廃液も含めて)(次亜塩素酸ナトリウムと PAC の混合で塩素ガスが発生する)。漏洩時、pH が高いため危険性が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> 貯槽の防液堤が必要。 市販次亜塩素酸ナトリウムに比べて pH が低いため危険性が少ない。
維持管理	塩素注入機、気化器、除外設備などのメンテナンスが必要。	注入設備のメンテナンスが必要。	電解槽注入設備のメンテナンスが必要。

浄水技術ガイドライン 2010(発行(財)水道技術研究センター)より抜粋

2) ポリ塩化アルミニウム (凝集剤)

浄水場の凝集過程に使用される凝集剤は、一般的に硫酸バンドやポリ塩化アルミニウムがある。本提案事業では、硫酸バンドと比較すると凝集適用範囲が広く、注入後の残留濁度も低く、更に使用時に希釈する必要がなく維持管理上扱いやすい、ポリ塩化アルミニウム (17%溶液) を採用する。

日本国内では、 Al_2O_3 として 10%溶液で購入、運搬、搬入することが一般的だが、ベトナム国では、 Al_2O_3 として約 30%の粉末状が主流であり、溶解させる作業量は膨大である。

本提案事業では、年間通して高濁度であるドン河を水源としているため、凝集剤による凝集効果は重要であり、その使用量も多いことから作業量、取り扱いが容易なポリ塩化アルミニウム溶液を採用することで、安定した運用を実現する。

3) 凝集補助剤

ドン河原水を用いたジャーテストによりポリアクリルアミド(ノニオン性ポリマー)の効果を検証した結果、溶解濃度により溶液の粘性が高まり注入が困難になるといった取扱い上の問題が判明。また、含有する不純物(アクリルアミドモノマー)の毒性が高いうえに、ベトナム国において検査体制が未整備であることから、本提案事業では凝集補助剤は使用しないものとする。

4) pH 調整剤

ドン河原水の pH は 8 程度である。凝集剤に PAC を使用した場合、ジャーテスト後の pH は微アルカリ性を示し、塩素剤として次亜塩素酸ナトリウム溶液を添加することにより pH が若干上昇することから、原水 pH を更に上昇させる必要性は低いと判断する。よって、本提案事業では pH 調整剤は使用しないものとする。

5) ベトナム国内における調達

本提案事業で使用する薬品は、すべてベトナム国内で生産されているもの、もしくは販売されているものであり、その調達・運搬は容易にできるものである。

ベトナム国内で生産されており、浄水プロセスで使用可能な薬品の調達環境および概算価格については、調査済みである。

(2) 電力

ベトナム国内における電力は、その用途や受電電圧、使用する時間帯に応じて“ピーク”、“ノーマル”、“オフピーク”と単価が細かく設定されており、その料金は従量制となっている。このため、深夜から早朝に設定されている“オフピーク”時間帯の安価な電力を積極的に活用できる運用計画の立案、運用体制を構築することで、浄水コストの低減が可能である。

本提案事業で利用する受電電圧 22kV の電力単価を以下に示す。

表-3.10.9 時間帯別電気料金設定（受電電圧 22kV）

料金種別および単価	月曜日～土曜日	日曜日
ノーマル 1,068 (VND/kWh)	4:00-9:30	4:00-22:00
	11:30-17:00	
	20:00-22:00	
ピーク 1,937 (VND/kWh)	9:30-11:30	-
	17:00-20:00	
オフピーク 670 (VND/kWh)	22:00-4:00	22:00-4:00

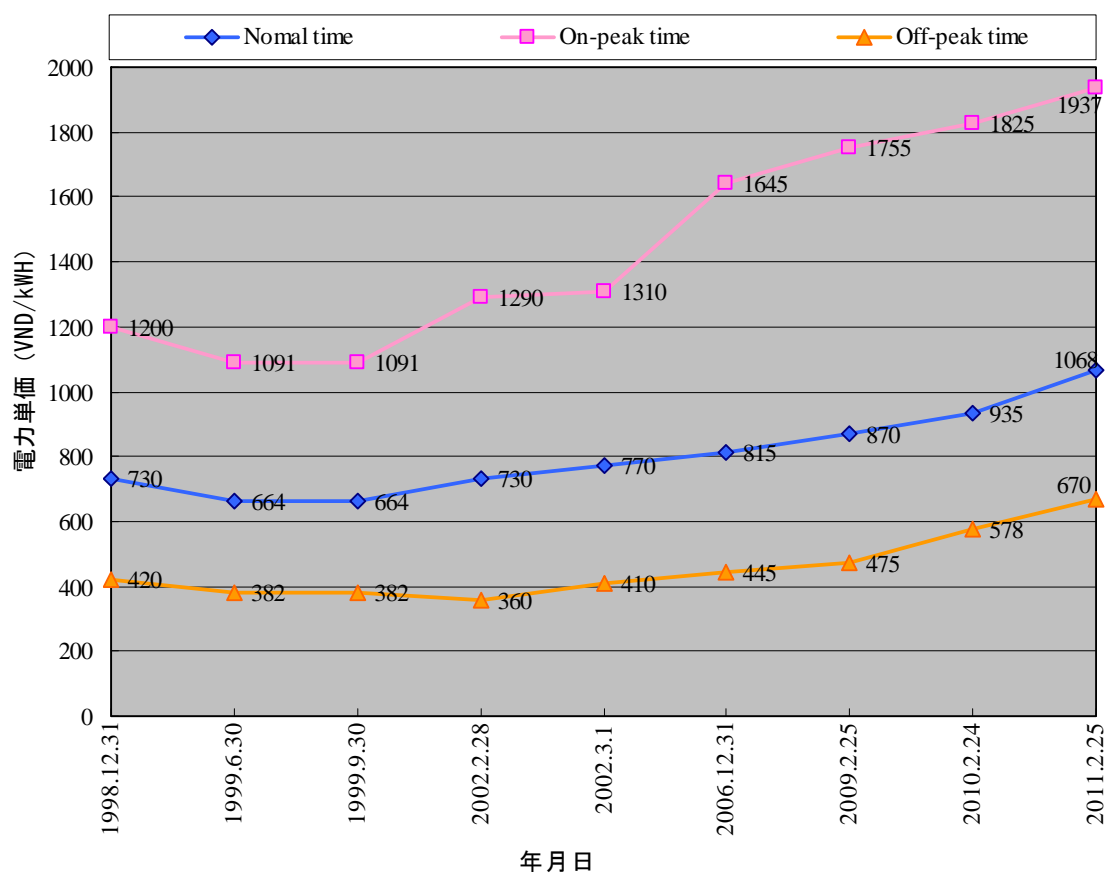


図-3.10.3 電力料金（従量制）の推移

※2011年2月に実施した現地ヒアリング調査による

3.10.5 浄水発生土の処分に関する検討

本提案事業において各浄水プロセスで発生する計画発生固形物量の合計は、第1期は約129 ton/日、第2期は258 ton/日（含水率70%）である。

日本では、発生ケーキを埋め立て処分の他、農園芸土や土木材料などに有効利用するケースもあるが、現地でのヒアリングの結果、ベトナム国では埋め立て処分のみであることがわかった。今後、有効利用の可能性は否定できないが、現状では埋め立て処分することを前提に業務計画を立てる。

しかし、本提案事業では、取水設備、沈砂池設備を設け、無薬注による自然沈降で原水濁度由来の固形物量を一部除去して浄水プロセスに導水する計画がある。そのため、取水・沈砂池設備で沈降した砂（第1期約95 ton/日、第2期約190 ton/日）を、天日乾燥床で自然乾燥させ有効利用することを検討したい。

ベトナム国内の河川においても、河砂は過剰的に開拓されている。Ha Noi市においても、ホン河、ドン河に沿って、河砂の汲み上げが活発に行なわれ、土木、建築、地盤埋め立て用に利用されている。よって、本提案事業において取水設備および沈砂池設備で発生する沈降砂においても同様な有効利用が可能と考えられる。

(1) ベトナム国における処分方法

天日乾燥床の発生土を処分するにあたり関連する廃棄物に関する法令は以下の通りである。

表-3.10.10 廃棄物に関する関連法令

関連法令	公布日	内容
環境保護法	2005.11.29	環境保護に関する活動、政策、方法；環境保護にあたり個人、団体の権利、義務
政令 59 号	2007.4.9	廃棄物管理
建設省通達 13 号	2007.12.31	廃棄物管理に関する政令 59 号の運用等
首相決定 2149 号	2009.11.20	2025 年までの総合的廃棄物管理における国家戦略
建設省通達 24 号	2010.12.24	廃棄物処理場建設

(2) 処分業者の概要

ベトナム国の浄水場における発生土の処理は、廃棄物処理権に関してベトナム環境省の許可を取得した国営企業である URBAN ENVIRONMENT AND INDUSTRY JSC. (URENCO 10)が主に行なっている。その処分業者が所有する市内の処分施設は以下の通りである。

表-3.10.11 URENCO の市内処分場施設

市内の処分場	規模	Duong 河浄水場からの距離
Nam Son 処理場	83ha(140ha に拡大予定)	約 90km
Xuan Son 処理場	40ha	約 80km
Bau Lac 浄水場	建設中	
Nui Thoong 処理場	30ha (家庭廃棄物処分のみ)	

(3) 日本における発生土の処分方法

浄水処理の過程に伴い排出される浄水発生土は、日本でも「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」において産業廃棄物(汚泥)に指定されている。また、事業者は減量化・再利用の促進などに積極的に取り組み、地球環境保全の観点からも再生資源として有効利用することが重要である。

日本の浄水発生土の有効利用率は、平成 12 年度の 36.6%以降増加し続け、平成 16 年度以降は 50%台で推移して、近年では 55%前後で横這いとなっている。

浄水発生土は、主に強熱減量(有機物等)、シリカ及びアルミニウムによって構成され、河川(湖沼)ごとに含まれる土の成分の違いなどからその性状は、浄水場によって大きく異なる。日本でも有効利用方法は、農業・家庭園芸用土、窯業製品、土木資材(埋め戻し用再生土壌)、セメント原料、グラウンド用資材などである。

有効利用をするにあたり、利用目的別の適正条件や対応策を表-3.10.12 に示す。





※DS:乾燥重量

出典) (社)日本水道協会「水道統計」(各年度版)をもとに作成

図-3.10.4 浄水発生土の発生量と有効利用の推移

表-3.10.12 有効利用の方法とその適正条件

利用目的	適正条件や対応策
農業・家庭園芸用土 	用途は上壤流失農地や土壌不良農地への客土、花・芝栽培跡地への戻し土、鉢物栽培、野菜等の育苗倍土、家庭園芸倍土等が考えられる。これら用土に求められている性状は、通気性・透水性が良く、かつ適度の保水性があること、粒径は3～10mmであること、アルミニウムやマンガン等の含有量が一定限度内であること、雑草種子・殺菌等を含まないこと、pHが良好(中性～弱酸性)であること等が挙げられる。
窯業製品	粘土原料の代替として利用する場合は、瓦、レンガ(耐火レンガ)、陶管、タイル等の製品があるが、それぞれの品質は規格化されていることから、最終的には製品の品質を十分満足することが必要である。 また、鉄、マンガン、アルミニウム、有機物が含まれており、品質の面で安定した製品化に課題が多く、かつ焼成のためのエネルギーコストが高いなど、有効利用に限界がある。
土木資材 (埋め戻し用再生土壌) 	山砂などの代替として、石灰、セメントを混合し、適当な粒径になるように造粒して再生砂を製造し、水道管布設時の埋め戻し材として利用する。
セメント原料 	普通モルトランドセメントの原料のうち、粘土成分について有効利用するものである。セメント原料のうち、粘土成分の割合は20%程度となっている。
グランド用資材	土壌改良材を添加して改良土とする場合と既存グラウンドの土を適切な割合で混合して利用する場合とがある。容易に細分化できること、pHが中性～弱酸性であること、雑草種子が含まれないこと、活性炭の混入は約25～30%以内であること等が適用条件にある。

水道技術研究センター「浄水技術ガイドライン2010」より抜粋

表-3.10.13 浄水発生土の具体的リサイクル事例

水道事業体	浄水発生土のリサイクル内容
東京都水道局	農園芸用土やグラウンド改良材に加えて粒状改良土やセメント原料等として約 80%を有効利用している。
横浜市水道局	園芸資材として活用し、その一部は浄水場で「園芸の土」として 10kg 入り 1 袋 200 円(税込み)で販売している。
千葉県水道局	セメント原料や人工軽量骨材として再資源化している。最近の再資源化率はおよそ 98%以上を維持しており、平成 18 年度は 100%であった。また、浄水場発生土の処理の多様化を図るため、浄水場発生土の「緑化培養土」化の検討を行なっている。
北九州市水道局	グラウンド用土、育苗土、セメント原料、河川浄化用土(※) (※) 浄水汚泥を河川浄化の脱リン処理に有効利用したものとしては、日本初である。

厚生労働省「水道事業における環境対策の手引書(改訂版)」より抜粋

3.10.6 大規模浄水場の安定稼働を技術支援する体制

(1) 遠隔監視による技術管理・支援体制

年間通じて高濁度なドン河(Duong River)表流水を水源とした大規模浄水場を安定運用させるためには、日本の高度な技術が必要であり、専門技術者が継続的に技術支援、補佐、協力できる仕組み、体制を構築することが重要である。

日本では、浄水場の運転維持管理業務を専門技術者が遠隔サポートする「サポートセンター」を構築している企業がある。

この仕組みを活用し、ドン河(Duong River)浄水場の中央監視室で得られる監視画面、画像等の情報を伝送すると同時に、テレビ会議システム等のツールを合わせて活用した技術支援体制の構築を提案する。本体制により、日本からでも現場の状況が手に取るようにわかり、かつ現場のスタッフとリアルタイムなコミュニケーションを図りながら、協力して問題解決に取り組むことが可能となるなど、日本の技術支援をリーズナブルに提供することが可能となる。

サポートセンターは、水道に関わる専門技術者を配置しており、現場からの様々な課題に対して、対策や対応方法など技術的な支援を実施している。

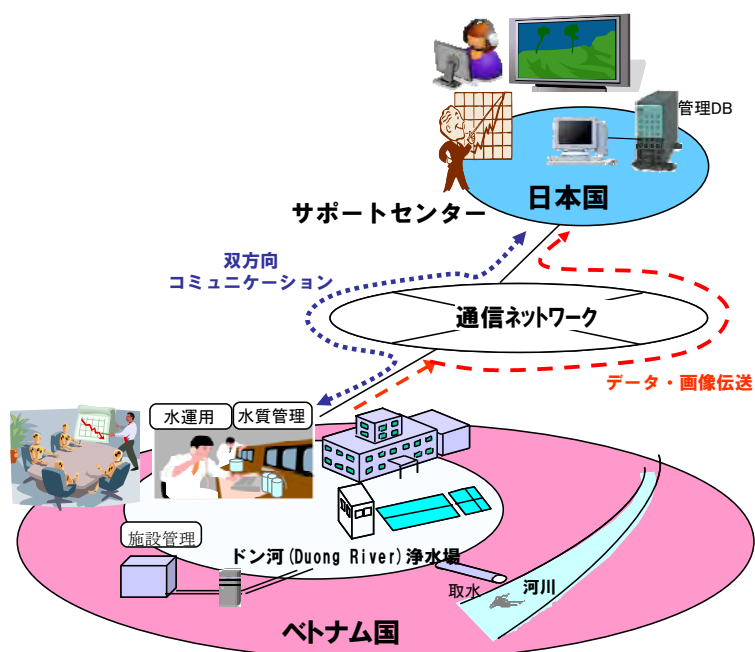


図-3.10.5 遠隔監視システムによる支援体制のイメージ

(2) モニタリング体制

浄水の水質が、「飲食用水の水質に関する国家基準」(04/2009/TT-BYT 号通達)を満たし、水安全計画に基づいた運用が適正に行なわれ、水質の確保、業務品質が維持・向上しているかを定期的に確認する必要がある。このため、日本人の専門技術者が定期的に現地視察を行うことで、技術と業務品質の維持・向上を図る。

現地視察のポイントは、以下の内容が挙げられる。

- 定められた手順・基準に基づき、管理・運営ができているか
- 常に業務改善や品質向上に繋がる活動を行なっているか
- PDCA サイクルをまわして、サービスの質を恒常的に継続しているか

本モニタリングは、毎年実施し①水質管理の状況、②施設運営状況、③現場業務実施状況、④ユーティリティ調達状況等様々な面から維持管理業務の質、管理・運営状況をモニタリングして指導を行う。

また、将来的には配水管理システムや漏水管理システムなども必要になる可能性があることから、その適用性も含めて技術を有する日本企業などによる状況調査の実施も有効であると考える。

4. 環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討

ベトナム側の事業主体である VIWASEEN 社が FS 調査を行っており、環境影響評価については、VIWASEEN 社にて行われることとなる。

本調査では、VIWASEEN 社の EIA 作成支援を目的として、ベトナム国における EIA 作成のプロセスについて確認するとともに、初期段階の環境影響評価を行った。

なお、2012 年 3 月からの事業者間協議では、第 2 期までの給水範囲は Ha Noi 市のみが有望となっているが、本章では、Bac Ninh 省及び Hung Yen 省も含めた調査結果とする。以下に初期環境影響評価の結果を詳述する。

4.1 序論

(1) 背景

ハノイ都市圏は、拡大 Ha Noi 市と周囲の 6 省 (Bac Ninh、Hung Yen、Hai Duong、Vinh Phuc、Ha Nam、Hoa Binh) からなり、地域及びベトナム国全体の社会経済の重要な役割を担っている。経済の中心的な役割を果たす新 Ha Noi 市は、人口約 600 万人に拡大し、人口増加に伴うインフラ整備は経済成長を維持していく上で必要不可欠なものとなっている。この点において、ハノイ都市圏のインフラ整備は、国家戦略として非常に重要であると言え、水道サービスの向上もこれらの重要な要素の一つとして挙げられる。

Ha Noi 市の水道システムは、フィンランド政府、JICA、世界銀行等の経済援助を受け、拡張と改良が続けられており、これらの事業実施により、ホン河北部及び南部地域の水道サービスは向上しているものの、増加を続ける水需要に対して対応出来ていない。このため、現在のハノイ都市圏の水道普及率は、22%程度に過ぎないと報告されている。Ha Noi 市の水道整備については、2007 年 JICA により作成された「ハノイ市総合都市開発計画 (HAIDEP)」に記載されており、2020 年までに人口は 450 万人、水需要は 180 万 m³/day になると推計されている。このことはまた、MOC の NIURP の長期計画 (2007 年 6 月) にも記載されている。

ベトナム政府は、拡大するハノイ都市圏の水需要に応えるべく、ホン河を境に北部と南部に分け、河川水を水源とする 2 つの大規模浄水場整備を計画し、整備・運営を民活事業として進めようとしている。大都市における水道整備の民営化は国の施策でもある。ホン河南部に関しては、既に 30 万 m³/day の浄水場が整備され、Ha Noi 市給水地域まで約 70km の送水管が整備された。このダ河事業は、VINACONEX (大手ゼネコン、SOE=State Own Enterprise) が BOO 方式で事業を展開している。一方ホン河北部については、VIWASEEN (ゼネコン SOE) が、ドン河プロジェクトの概略計画を 2008 年に提案している。ドン河プロジェクトの当初計画では、Ha Noi 市、Bac Ninh 省、Hai Duong 省、Hung Yen 省が給水範囲となっており、首相府は、2008 年 8 月 25 日関連機関に通達を出し、ドン河事業を提案した VIWASEEN 社 (本提案事業のカウンターパート) に対して次のステップに進むことを決定した。VIWASEEN 社の 2008 年計画の概要を表-4.1.1 に示す。

表-4.1.1 提案当初の VIWASEEN 計画

	目標年度	施設能力 (m ³ /day)	送水管整備延長 (km)
第1期	2015	150,000	80
第2期	2020	150,000	120
	2025	300,000	200
合計		600,000	

これに対して、2010年2月、JETROにより「ハノイ都市圏水道 PPP 事業調査」が実施され、VIWASEEN 計画に対して、技術的、財務的な視点から PPP 事業としての実施可能性について調査が行われた。この結果を受け、本調査では JICA による本格的な実現可能性調査を実施している。

本調査は、Ha Noi 市における生活環境の向上と水道サービスの向上のために、表流水の利用と水道未整備地区への給水を目的として、浄水場及び取水ポンプ、送水ポンプ場、受水点等の整備を計画するものであり、また本調査の一部として、本提案事業により、環境社会の健全性が保たれることを確認する目的で、初期環境影響調査を実施した。

(2) 環境影響評価の目的

環境社会影響評価調査の目的は、プロジェクトの構成要素が環境的ならびに社会的に健全かつ持続的であり、プロジェクトの環境面の帰結が早い段階で認識され、プロジェクトの設計に考慮されることを確実にすることである。

この調査の主要な目的は、プロジェクト地域の環境および社会的な条件のベースライン情報を確立し、提案された浄水場の建設と運用による環境および社会的な特性への影響を予測し、負の影響を最小化／削減する適切かつ十分な緩和策を提案し、環境緩和策と監視計画を作成することである。

本報告書は、事業主体となる VIWASEEN 社により実施される EIA レポートの作成に用いられることを目的としており、EIA レポートは、プロジェクト実施前に DONRE により評価され、承認を受けることとなる。

本報告書は、法制度及び行政の枠組み、提案事業の概要、建設及び運用段階での影響識別と関連する軽減対策、モニタリング計画を含む環境マネジメント計画により構成される。

4.2 法制度及び行政の枠組み

(1) 行政の枠組み

ベトナム国では、水道事業を実施する上で、主要な役割を果たす複数の関連機関が存在する。

水事業の政府関連機関は、計画投資省 (MPI)、建設省 (MOC)、農業農村開発省 (MARD)、天然資源環境省 (MONRE)、Ha Noi 市天然資源環境局 (DONRE)、Ha Noi 市投資計画局 (HAPI)、Ha Noi 市人民委員会 (HPC)、VIWASEEN 社 (本事業の事業主体) 等で構成される。

これらの関連機関の機能について表-4.2.1 に示す。

表-4.2.1 プロジェクトの許認可及び環境社会配慮の関連省庁

組織名称	プロジェクトの許認可及び環境社会配慮の関連省庁の機能
天然資源環境省 (MONRE)	<ul style="list-style-type: none"> - 土地、水、天然資源、地質、環境等のマネジメント - 環境マネジメントに関する政令の作成 - 国全体の環境に関するモニタリング - 首相府や各省、地方自治体等の国家機関によって許可されたプロジェクトの EIA の承認
天然資源環境局 (DONRE)	<ul style="list-style-type: none"> - 地方における土地、水、天然資源、地質、環境等のマネジメント - 土地利用許可 - 水利権許可 - 取水施設の占有許可 - 浄水場からの排水許可 - 本事業の EIA レポートの評価、承認
計画投資省 (MPI)	<ul style="list-style-type: none"> - 計画及び投資 - 国家予算の配分 - 水事業に関する国内外投資の促進 - ODA 事業の承認
建設省 (MOC)	<ul style="list-style-type: none"> - 公共施設、工業団地、経済区等の計画、建設マネジメント - 都市の住宅、事務所、不動産、建築資材の開発 - 公共サービスの国家管理 - 建設許可の発行、支援、指導 - 建設活動の契約者の選定に関する調査、指導 - 建設工事の技術設計、製図、積算、見積、工事監理等に関する許可 - 建設工事の技術設計、製図、積算、見積、工事監理等に関するガイドラインの作成 - 建設許可の取得前における本提案事業の最終承認
農業農村開発省 (MARD)	<ul style="list-style-type: none"> - 農業、林業、漁業、製塩、全国的な農村開発に関する管理 - 農村地域の上下水道等の管理 - 河川の流域管理 - 堤防建設、保護及び洪水、台風対策の検討に関する管理 - 洪水、台風、渇水、河川及び中洲の地滑り等の対策 - 農業農村開発局 (DARD) との協議の上、本提案事業の取水施設の占有許可
ハノイ市人民委員会	<ul style="list-style-type: none"> - 承認された EIA レポートへの押印、署名

組織名称	プロジェクトの許認可及び環境社会配慮の関連省庁の機能
(HPC)	- 提案プロジェクトの建設許可への押印、署名
計画投資局 (HAPI)	- 人民委員会の水道事業への投資に関する専門部局
VIWASEEN 社	- ドン河事業の投資者 - 事業主であるため、EIA レポートを独自で作成するか、もしくは専門コンサルタントに委託し、許可を得なければならない。

(出典: ウェブサイト及び現地機関へのヒアリング結果等による)

(2) 投資計画省 (MPI)

計画投資省 (MPI) は、ある特定の分野、地域経済の運営、国内外の投資、工業団地、輸出加工区、政府開発援助(ODA)ソースの管理、入札、企業、およびビジネス登録のためのメカニズムと政策等の国家の社会経済発展に関する戦略に関するアドバイス、計画を計画法律に基づき、公共サービスの国家管理を行い、地域的な社会経済発展に関する長期、5年、各年の総合的な戦略、計画、プロジェクト等を政府あるいは首相府に提出する計画と投資における国家管理機能の執行に関する責任機関である。

国内外の投資について、MPI は以下の活動に関する権限を持つ。

- 国内投資プロジェクト、海外からの投資資金の要請のためのプロジェクトの計画リストアップ、また政府の計画に対する許可
- 財務省 (MOF) と連携し、各省庁の建設資金への投資効果等の視察、評価
- 能力に見合った事業であることの確認、首相府の決定に基づいた事業ライセンスの許可、海外からの投資及び海外への投資の一律管理の実施等の投資事業の評価
- 海外からの国内投資及び海外への投資の管理についての政府の補助

ODA の管理については、以下の権限を持つ。

- ODA 誘致の代表機関としての活動、承認を得るための ODA 導入の優先事業の内容及びリストの整理、首相への提出及びこれらの公式化に関する調整と管理
- ODA 融資と利用の戦略と計画の適合性の調整と資金の動員の準備と体系化
- 支援国との政府の代理での国際規約への署名や交渉の実施、内容の準備
- ODA 事業の組織、部署の指導、財務省とともに国家予算の中の ODA 用途の配分に関する決定権、首相の承認権限の下、ODA 事業の承認文書の評価及び首相への提出
- 支援国との ODA の国際規約の内容及び交渉準備の管理及び支援
- ODA 基金の返済に関する構想、ODA 基金の返済元金の年次計画、予算配分の権利を与える事業、MOF の ODA ローンの回収及び返済の機能と支払い業務への参加を MOF と協力して行う。
- ODA 資金プログラム及びプロジェクトの管理及び評価

MPI の組織図を図-4.2.1 に示す。

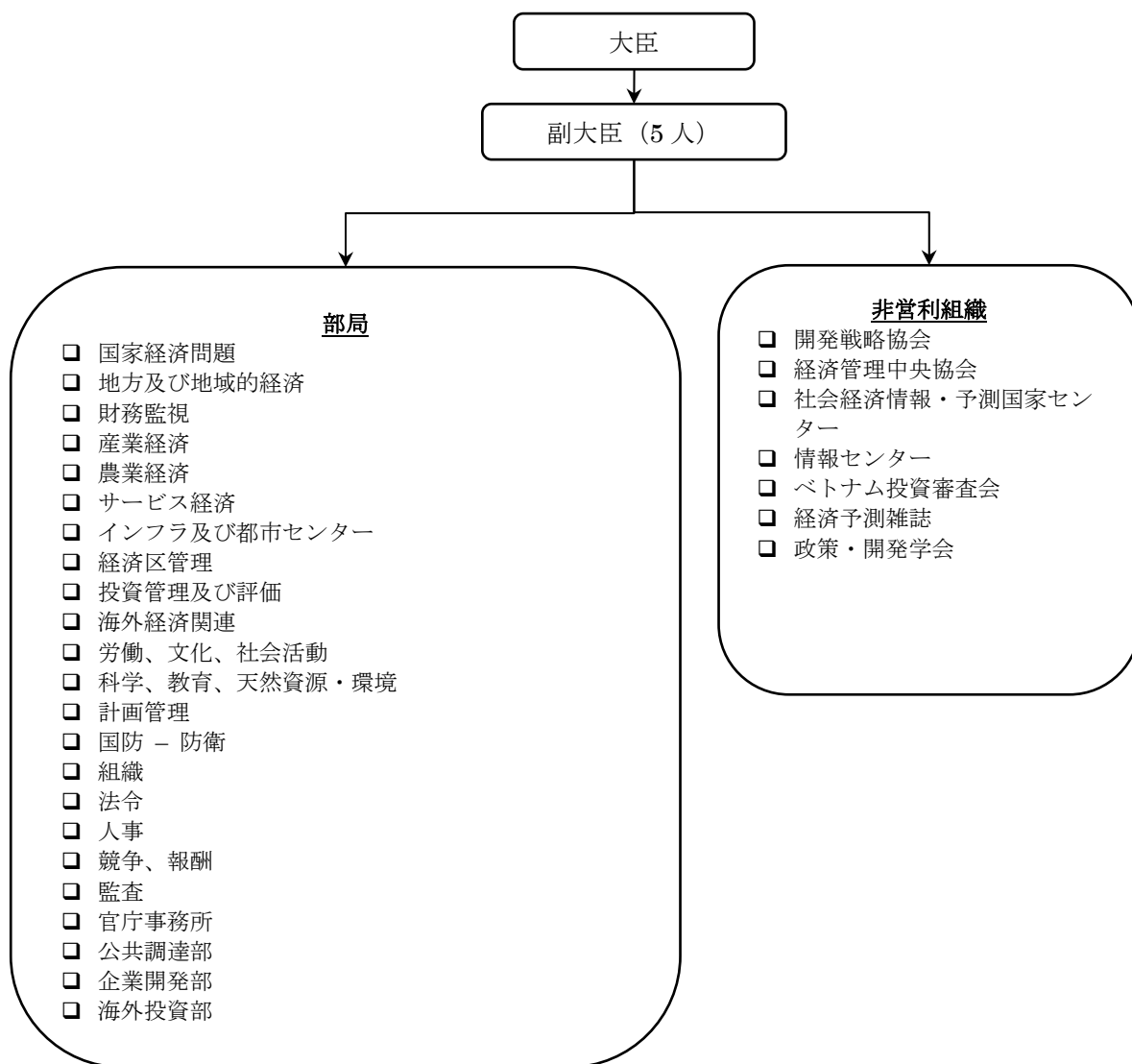


図-4.2.1 MPI の組織体系

本提案事業は、海外投資となるため、土地収用や必要な許認可等を得るには、事前に MPI の許可が必要となる。

(3) 建設省 (MOC)

ベトナム建設省 (MOC) は、建築、都市インフラの建設計画、工業団地、経済区、都市の住宅開発、不動産、建設資材等の建設に関する国家管理及び法に基づく公共サービス全体の国家管理の役割を担っている。

大臣は、建設分野の法律の規定の実施と法に基づく建設許可の発行と延期、調整、回復に関する指導と管理の権限を持っている。また、MOC は建設法と入札に関する法律に従った建設活動の業者選定についての権限も持っており、建設工事の品質に関する指導と管理の権限も持っている。

また、政府によって選定された建設工事の投資プロジェクトの評価、技術設計、積算についての評価も行い、建設投資プロジェクトの管理に従って、施工監理、評価、技術設計、図面作成と積算のガイドライン作成も行っている。図-4.2.2にMOCの組織体系を示す。

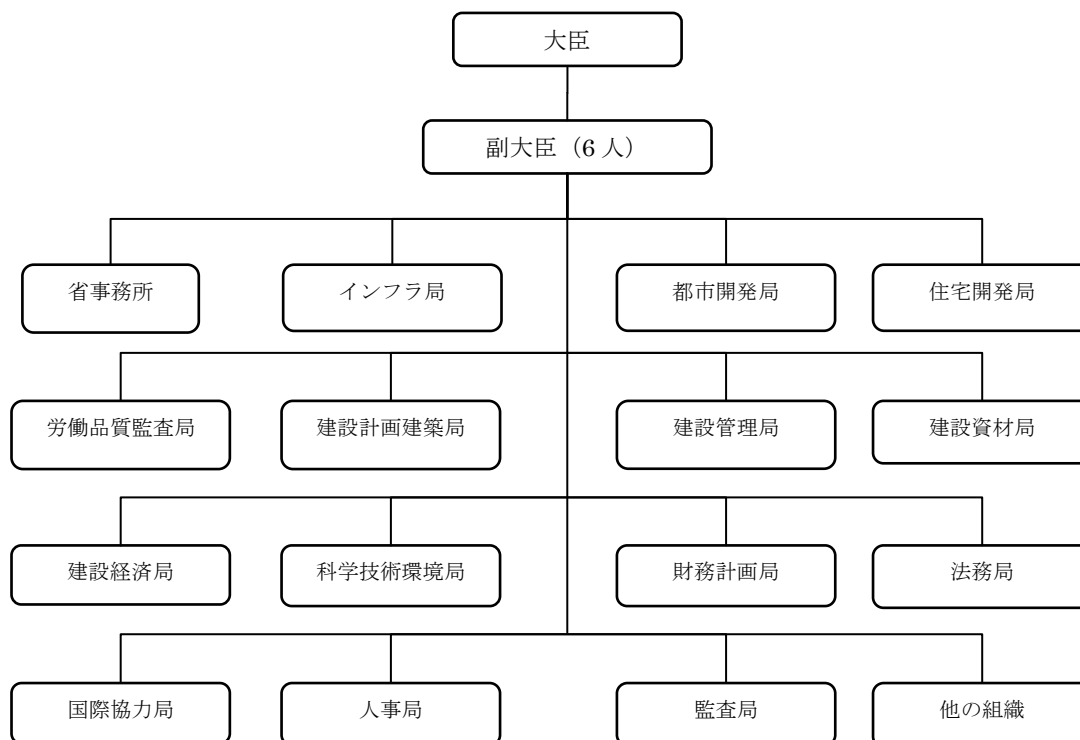


図-4.2.2 MOCの組織体系

プロジェクトの承認に関する通常の手続きでは、本提案事業も事業実施の前にMOCの承認が必要となる。本提案事業は、MOCに提出され、MOC傘下の技術インフラ部で文書の処理を行う。

(4) 天然資源環境省 (MONRE)

天然資源環境省 (MONRE) は、土地、水資源、鉱物資源、地勢、環境、水文気象、地図作成及び調査、海域及び島しょ部及びその他、省の下で管理される公共サービスに関する管理権限を持つ。MONREは複数の部局により構成される。

ベトナム環境局 (VEA) は、MONREの補助機関であり、環境マネジメント分野において、大臣の補助及び助言を行い、法律に基づいた公共サービスを提供する機関である。

水源管理局は、MONREの一部局であり、雨水、表流水、地下水、海水を含む水資源及び、領土内の島しょ部及び海域の国家管理に関して大臣を支援する役割を果たす。

MONRE は、環境サービス機関のためにガイドラインと社会的地位を与える機関である。MONRE は、議会、政府あるいは首相、地方政府等により決定もしくは承認された事業の EIA レポートの評価機関の選定と委員会の設置を行う。

MONRE は、省及び支局で構成され、環境保護の推奨に必要な国家環境基準の策定方法に関する指導を行っている。

MONRE は、省、省レベルの機関及び地方人民委員会の掌握範囲を超えた深刻な公害のリストの決定を首相に提出、確認する責任機関である。MONRE は、そのような公害の調査及び管理の指導を行う機関である。

MONRE は、国家の環境状況のモニタリングに関する責任機関である。このために、省は国家環境モニタリング総合計画を策定し、承認を得るため首相へ提出し、環境モニタリングデータの収集と管理を直接行っている。

水道事業の場合、施設規模が 50,000m³/day 以上のプロジェクトであれば、MONRE による EIA レポートの承認が必要となる。それ以外の場合、DONRE のような地方機関による EIA の承認が必要となる。MONRE の組織体系を図-4.2.3 に示す。

ベトナム環境局 (VEA) は、環境マネジメント及び法に基づいた公共サービスの提供に関して、大臣の支援及び助言を行う MONRE の下部組織として、2008 年に設立された。VEA は、法令及び基準、政策、方針、国家目標の計画、環境事業の開発に関する責任機関である。また、環境品質の維持、環境汚染の防止及び緩和策等の実施機関でもあり、国家レベルでの調査、モニタリング、生物多様性の評価、国境等で分断される生態系の評価と保全方法、生物資源の持続可能な利用と回復についての提案等を行う。環境データベースの準備と管理、環境啓蒙プログラムの実施等に関する責任機関であり、MONRE に代わって EIA レポートの評価を行う。VEA の組織体系を図-4.2.4 に示す。

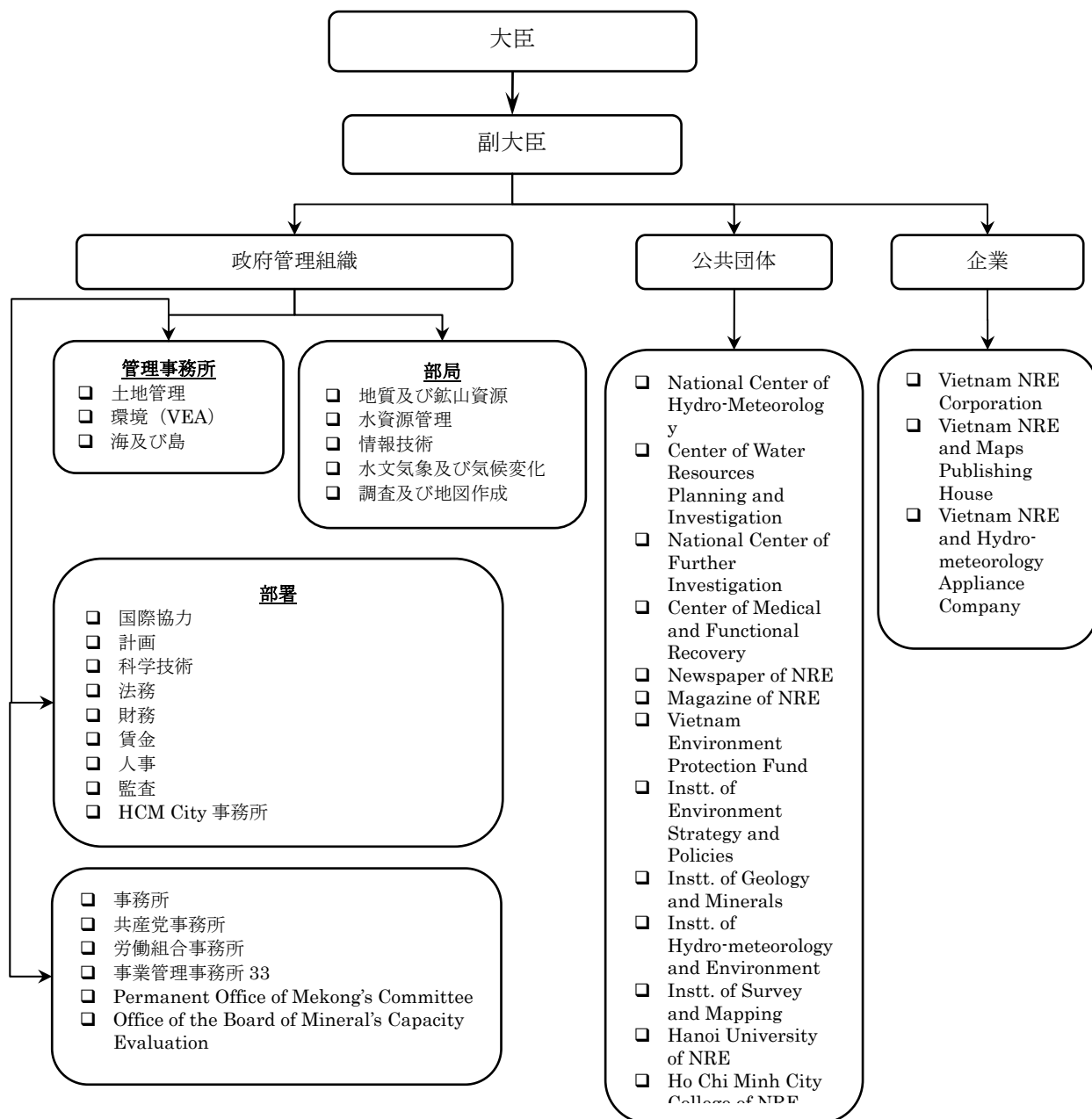


図-4.2.3 MONRE の組織体系

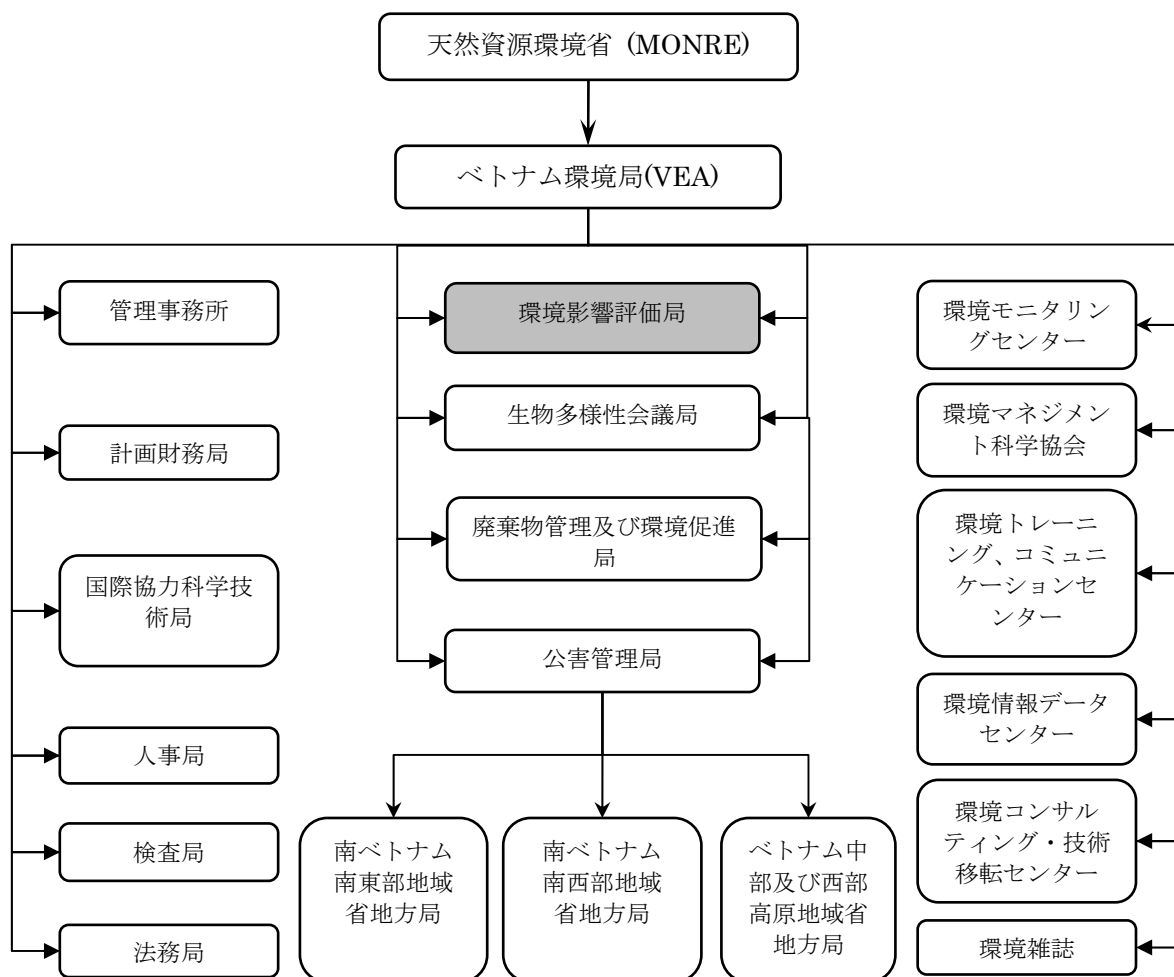


図-4.2.4 VEA の組織体系

(5) 農業農村開発省 (MARD)

農業農村開発省 (MARD) は、農業、林業、漁業、製塩業、農村部の水事業等についての国家管理の権限を持ち、法律に基づき、農村部の国営企業や公共サービスの管理等を行っている。

MARD は、年次、5 年間及び長期間の計画のほか、政府及び首相から委任された地域の主要事業、法律文書、方針、農林水産業、製塩業、農村部の水事業及び農村開発に関わる技術経済基準等の支援、指導等の責任機関である。

水資源分野については、MARD は建設、開発、水力の利用及び保護、農村地域の上下水道事業等の一元管理、河川流域の一元管理（認可機関により承認された総合計画、アクションプランに従った河川開発、利用）、堤防建設及び保護の一元管理、洪水及び台風、地滑り等の対策等の堤防建設及び保護の一元管理を担っている。

本提案事業においては、取水施設（取水管及びポンプ設備）を堤外地に建設するため、

MARD もしくは農業農村開発局（DARD）の占用許可を受ける必要がある。

MARD の組織体系を図-4.2.5 に示す。

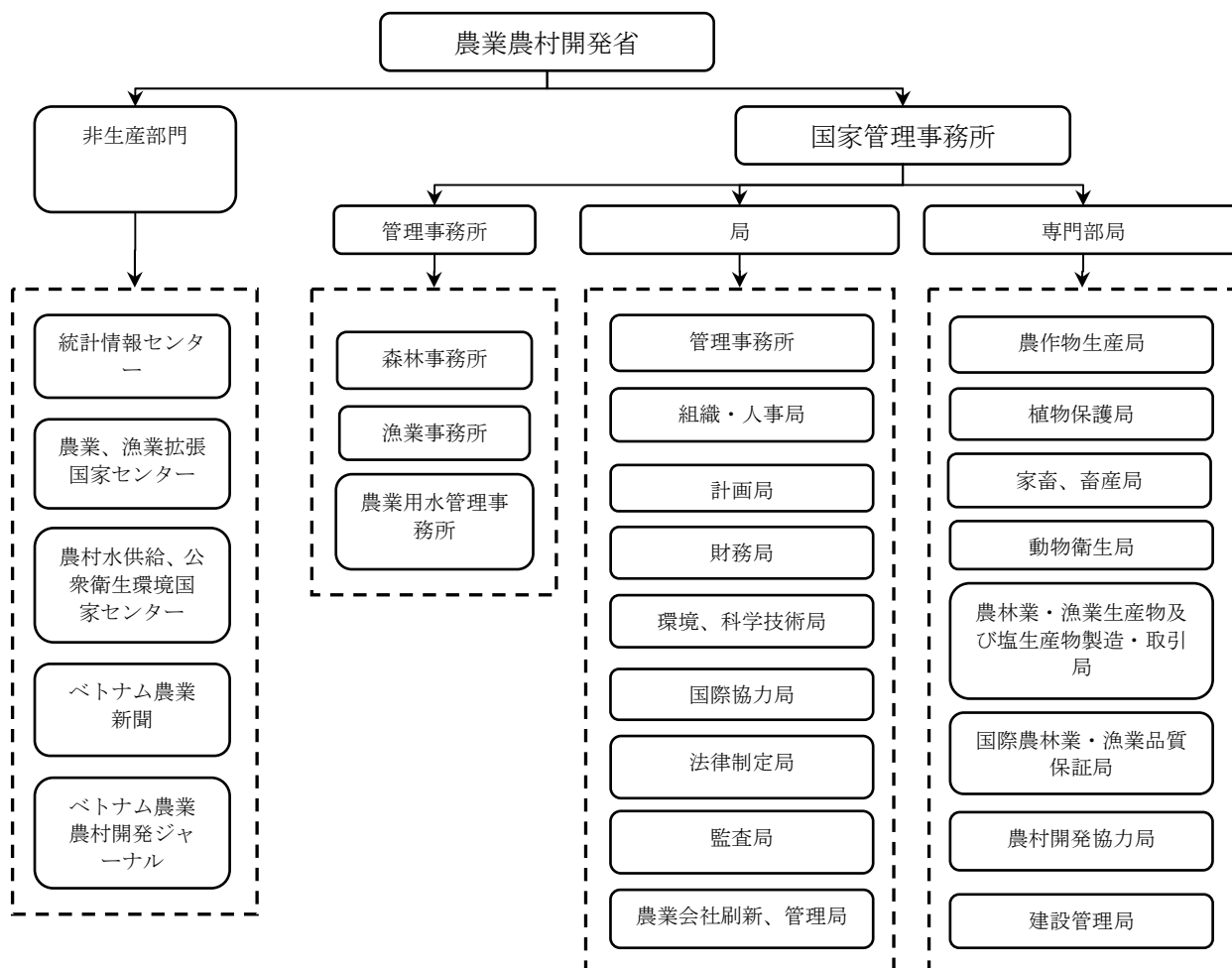


図-4.2.5 MARD の組織体系

(6) 天然資源環境局（DONRE）

天然資源環境局（DONRE）は、ハノイ市人民委員会（HPC）の中の一部局であり、MONRE と同様の専門部局である。特に土地、天然資源、水資源、鉱物、気象及び Ha Noi 市の地図作成等について HPC の補助業務を行うことを主要業務としている。

本提案事業においては、ドン河から取水し、沈澱処理を行い、排水は河川放流することが提案されており、DONRE による水利権許可と河川への排水許可が必要となる。

また、事業の FS 段階においては、事業主体による EIA レポートの作成が必要であり、環境保護法によれば、DONRE が EIA レポートの承認に関する権限を持つこととなる。

EIA レポートは、DONRE の許可に基づき、ハノイ市人民委員会において承認される。

また、ハノイ市人民委員会の一部局である DONRE は、本提案事業の土地収用についての許可権限を持っている。

DONRE の組織体系を図-4.2.6 に示す。

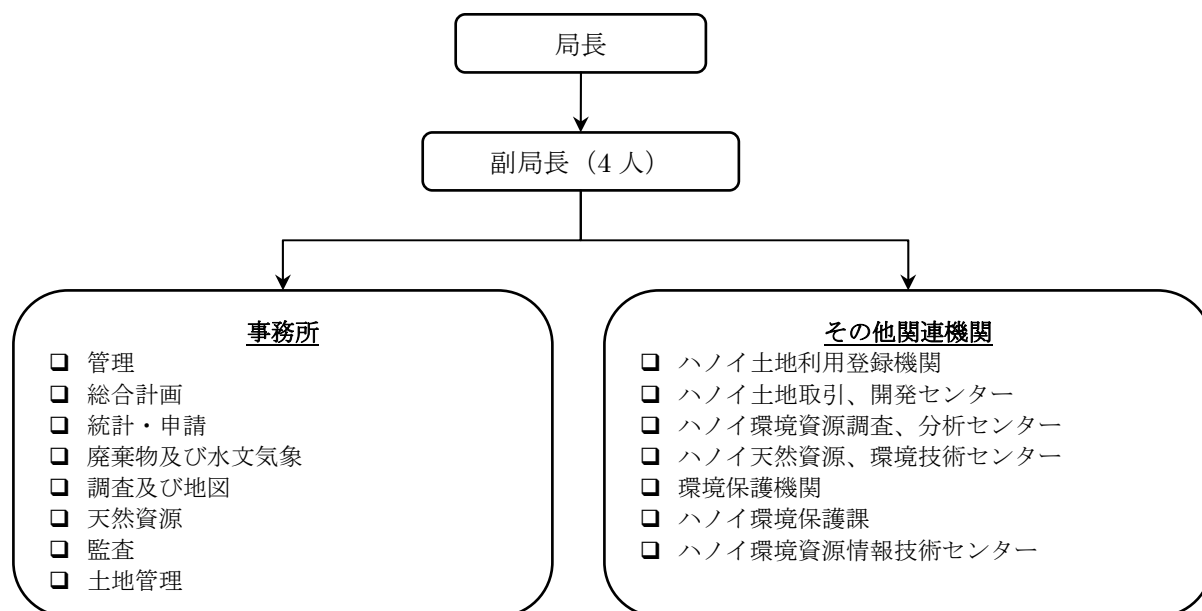


図-4.2.6 DONRE の組織体系

(7) VIWASEEN 社

2005 年 10 月に設立された VIWASEEN 社 (Vietnam Water Supply, Sewerage and Environment Construction Investment Corporation) は、MOC 傘下の国営企業である。VIWASEEN 社は上水道及び下水道建設会社 (WASEENCO)、上水道及び下水道建設投資会社 (WASECO)、上水道及び下水道第二コンサルタント (WASE) から独立して組織された会社であり、現在は、上下水道に関わる建設、資材の輸入、輸出等に関するリーディングカンパニーの一つである。ODA をはじめ、その他 ADB、WB、JBIC 等の海外投融资事業の経験もある。

近年、VIWASEEN 社は「Vietnam Water and Environment Investment Corporation」に名称変更を行っている。2010 年 4 月、首相は MOC から提案された VIWASEEN 社のドン河事業への投資について承認した。

VIWASEEN 社の組織体系を以下に示す。VIWASEEN 社は親会社の出資による 16 の子会社により構成され、Petro Vietnam 社等、複数の会社と 10 社の独立企業との提携を結んでいる。

本提案事業は、VIWASEEN 社が事業主体となった場合には、EIA レポートの作成は VIWASEEN 社が行うこととなり、承認機関への提出が必要となる。

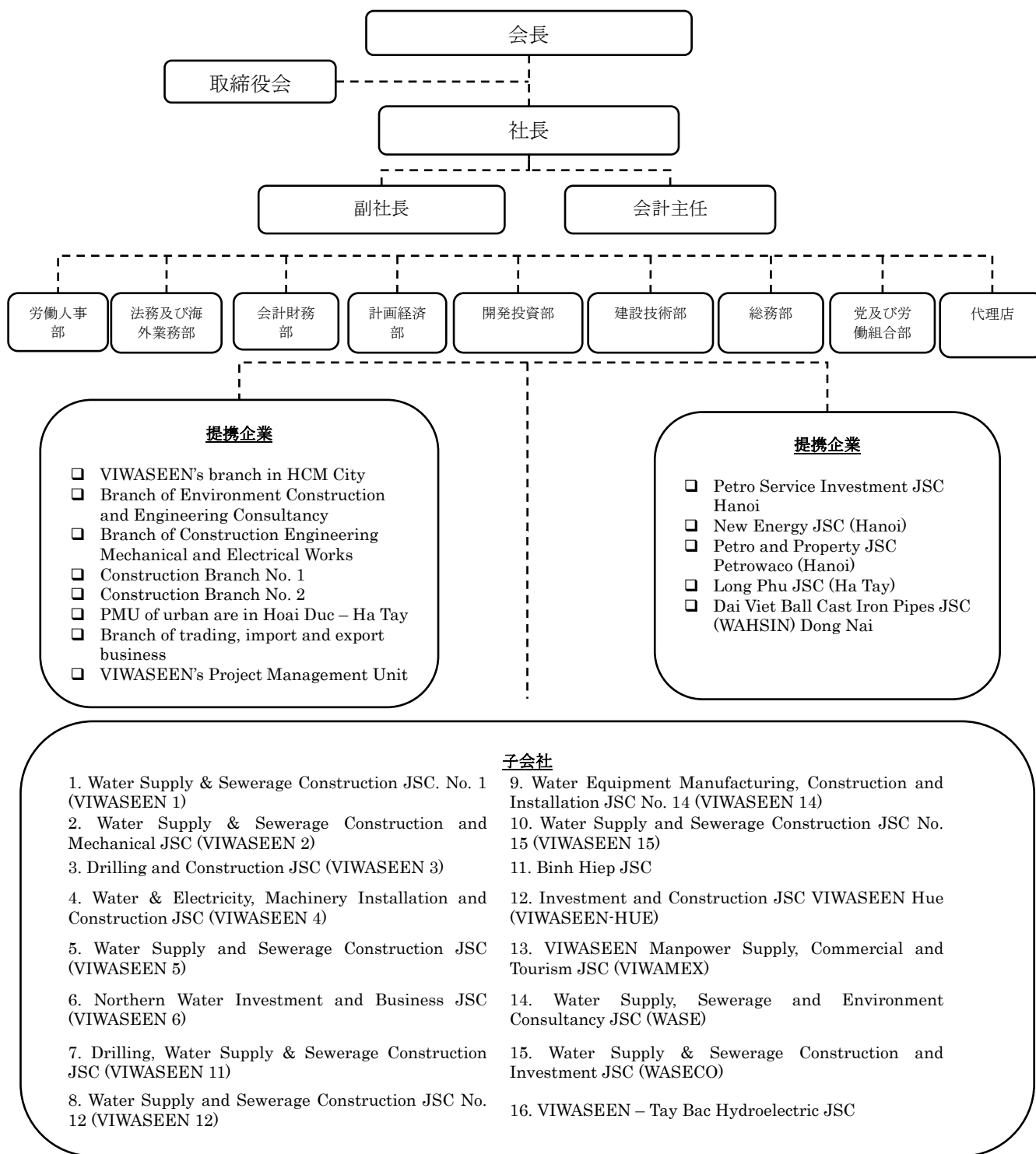


図-4.2.7 VIWASEEN 社の組織体系

(8) 環境社会配慮に関する法制度の枠組み

ベトナム国は、急激な開発とその経済戦略に基づいた産業分野の急成長を遂げている。社会経済開発活動は、環境への圧力を引き起こし、持続的な開発により、環境保護と土

地・水その他天然資源の有効利用に対して、政策が公式化された。これらの資源の保護と利用への対処は、ベトナム国が法令や規則を公布することで行った。環境・社会問題に関する現行の法令の枠組みでは、表-4.2.2 に示すこれらの法律に簡潔に表記されている。

表-4.2.2 環境社会配慮に関連する法律及び決定書

法規	内容
環境保護法 (No. 52/2005/QH11)	<ul style="list-style-type: none"> - 環境基準（国家環境基準の内容とシステム）の制定と申請の方針 - 戦略的環境評価及び EIA レポート、環境保護コミットメント文書の目的、内容、評価と承認 - 天然資源の保護と有効利用 - 製造業、商業、サービス業の環境保護 - 都心部及び住宅地域の環境保護 - 海洋、河川及び水資源環境の保護 - 廃棄物管理 - 環境事故への対応、防止、環境汚染の対策及び環境の回復 - 環境モニタリングと情報 - 環境保護のための資源 - 環境保護の国際協力 - 環境保護機関の義務 - 調査、違反の取扱い、環境に関する苦情、非難の処理、環境被害の補償
Decree No. 80/2006/ND-CP：環境保護法の施行と詳細	<ul style="list-style-type: none"> - 環境基準 - 戦略的環境評価、EIA、環境保護委員会 - 製造、商業、サービス活動の環境保護 - 廃棄物管理 - EIA レポートが必要なプロジェクトのリスト - 本決定書の実施・指導機関は MONRE である - 10,000m³/day 規模以上の表流水開発事業については、EIA レポートの作成が必要なる - 500,000m³/day 規模以上の表流水開発事業については、MONRE による EIA の承認が必要となる
Decree No. 21/2008/ND-CP：決定書 No. 80/2006/ND-CP に関する改正と捕捉	<ul style="list-style-type: none"> - 決定書 No. 80/2006/ND-CP に関する条項の改正 - 決定書 No. 80/2006/ND-CP に記載されている EIA レポートが必要なプロジェクトの訂正 - 50,000 m³/day 以上の表流水開発事業は EIA レポートが必要となる
Circular No. 05/2008/TT-BTNMT； 環境評価と環境影響評価、環境保護義務の戦略的指針	<ul style="list-style-type: none"> - 戦略的環境評価報告書の詳細と評価 - EIA の詳細、評価及び承認（実施、検討と EIA 実施の証明） - 環境保護コミットメント文書の詳細、登録、証明 - EIA レポート評価、承認の検討と報告、環境保護コミットメント文書の証明
土地法 (No. 13-2003-QH11)	<ul style="list-style-type: none"> - 土地の分類、所有権 - 国家が管理する土地に関する国の権利（土地利用計画、土地の分配、借地、土地の回復、土地利用権の登記等） - 土地利用形態（農業、非農業、空地等含む） - 土地利用者の権利と義務 - 土地利用及び管理に関する手続き - 土地の監視、不和の解決、土地に関する苦情、土地法の違反
Decree No.	<ul style="list-style-type: none"> - 土地管理組織と土地管理及び利用サービスのシステム

法規	内容
181/2004/ND-CP: 土地法の施行に関する法令	<ul style="list-style-type: none"> - 土地利用計画 - 土地の分配、借地、土地利用方法の変更、土地の回復と収用 - 土地使用権の登記、地籍データの構築と管理、土地使用権証明書の発行、土地に関する統計、土地目録 - 不動産市場の土地利用権 - 農業利用の管理体制 - 非農業利用の管理体制 - 空地及び空地使用前の管理 - 土地利用者の権利と義務 - 土地の利用と管理に関する要求と手続き - 土地に関する闘争、苦情の解決 - 管理者による土地法違反の特定と処理
Decree No. 197/2004/ND-CP: 国による土地収用時の補償、支援、移転に関する法令	<ul style="list-style-type: none"> - 土地の補償 - 財産の補償 - 支援方針 - 住民移転 - 実施体制
Decree No. 149/2004/ND-CP: 水利権、水資源開発、水源への排水に関する法令	<ul style="list-style-type: none"> - 水資源の調査、開発と利用、水源への排水の許可、延長、訂正、終了、停止 - 認可機関の権利と義務、申請書の受理、管理機関、許可所有者 - 水資源の調査、開発と利用、水源への排水の許可と手続き - 本決定書に従い、農業以外の 50,000m³/day 以上の表流水利用及び 5,000m³/day 以上の水源への排水許可の発行、延長、訂正、終了及び停止については MONRE が認可機関となる
Circular No. 02/2005/TT-BTNMT : 決定書 No. 149/2004/ND-CP の実施に関する指針	<ul style="list-style-type: none"> - 許可の供与、更新、延長及び改訂、廃止に関する権限とそれを持つ機関 - 許可の供与、更新、延長及び改訂、廃止の手続きと処理 - 申請及び許可の管理 - 実施準備

出典：関係法令、決定書、通達文の英語版

(9) 環境保護法

環境保護法 (No. 52/2005/QH11) は、2005年12月、首相より公布された。本法は、全15章、136の条項で構成される。主な内容としては、目的、内容、戦略的環境評価、EIA レポート、環境保護コミットメントの評価と承認等、環境基準の申請と制定の方針、天然資源の有効利用と保護、環境保護、海洋、河川、その他水資源の保護、廃棄物管理、環境モニタリング、環境保護資源等について記述されている。

第2章及び第3章の条項18～23には、天然資源を利用する規模の大きな事業については、いずれの場合においても EIA レポートの作成が必要であることが記載されており、条項19によれば、事業主もしくは事業主の委託を請けたコンサルタントが事業の FS 段階で EIA レポートを作成しなければならないとある。条項20には、事業内容、地域、工程等、またプロジェクトサイトの環境状況の評価、環境影響及び緩和策、事業の建設段階及び運転段階の環境保護対策、環境モニタリング、事業費に占める環境保護対策費の積算、ステークホルダーミーティング、資源の形状、データ等の状況など EIA レポー

トに必要な内容が記述されている。

(10) 環境保護法関連の決定書 (Decree No. 80/2006/ND-CP and Decree No. 21/2008/ND-CP)

決定書 No. 80/2006/ND-CP は、環境保護法の施行に関して、2006年8月に首相より公布された。全3章、25の条項により構成される。

本文書の別紙-1には、EIA レポートが必要なプロジェクトのリストが記載されており、102のプロジェクトが挙げられている。このリストによれば、10,000m³/day以上の表流水源開発事業はEIA レポートの作成が必要である。別紙-2では、500,000m³/day以上の表流水源開発事業については、MONREによるEIA レポートの承認が必要とされている。

決定書 No. 21/2008/ND-CP は、環境保護法の施行と処理に関する決定書 No. 80/2006/ND-CP の条項のいくつかを捕捉、改正するものとして、2008年2月に首相より公布された。これには2つの条項が含まれる。本文書には、EIA レポートの作成が必要な162の新しい事業のリストが記載されており、決定書 No. 80/2006/ND-CP に記載されているものが更新されている。このリストによると、50,000m³/day以上の表流水源開発事業が、EIA レポートの作成が必要とされている。

(11) 通達文 No. 05/2008/TT-BTNMT

本文書は、2008年12月、MONREより公布され、戦略的環境評価、環境影響評価、環境保護コミットメントについて記述されている。全6節で構成され、上記の詳細及び評価について記述されている。

第3節では、EIAの詳細、コミュニティコンサルテーション、EIA評価文書の提出、評価委員会によるEIAレポートの評価、EIAレポートの完了、再評価、承認、EIA承認文書の証明と送付、EIA承認後の事業主の義務、EIA承認後の承認機関の義務等、EIAについて記述されている。

(12) 土地法

土地法 (No. 13-2003-QH11) は、1993年の土地法及び1998年の改訂、2001年の改訂を受け、2003年にベトナム議会により制定された。全7章、146の条項で構成される。土地の分類、土地利用の管理及び分配、借地及び回復、土地使用権の登記等についての国家の権限等について記述されている。

条項5では、土地は代表所有者として、国家の国民全体に属するものであるとされている。また、国家は過去の決定及び計画中の土地利用計画（土地の配分や利用期間の割り当てに関する決定、借地、土地の回復、土地利用用途変更の許可に関する決定、土地価格の決定等）による土地利用目的の決定に関する権利を行使できるとされている。条項7の(4)では、全ての人民委員会は土地の代表所有者としての権利及びそれぞれの地

域の管理権を行使できるものとされている。条項 13 では、土地は大きく、農業用地、非農業用地、未利用地の 3 つに分類されている。

条項 38 では、もし国防及び国家、公共の利益、もしくは経済開発のために土地を使用する場合には、国家は土地を補償しなければならないと記載されている。条項 39 には、国家は土地の補償、補償費の支払い及び造成（土地利用計画が公表された後もしくは、所轄機関より承認された土地利用計画に適合した投資プロジェクトが土地を要求したとき）を実施することが記載されている。条項 44 では、各地域の人民委員会は、家庭及び個人、地域社会に対する土地の補償の方針を決定するものとされている。

条項 42 には、土地収用及び移転時の補償について記述されている。

決定書 No. 181/2004/ND-CP は、土地法の施行について、首相より 2004 年 10 月に発行された。全 14 章、186 の条項で構成される。

(13) 決定書 No. 149/2004/ND-CP 及び通達文 No. 02/2005/TT-BTNMT

決定書 No. 149/2004/ND-CP は、MONRE の要請により、首相より公布されている。本文書は、水資源調査及び利用と開発、排水放流等の許可について説明されており、全 5 章で 25 の条項で構成される。

決定書には、主な内容として、水資源利用及び水源への排水放流の許可、延長、訂正、終了及び停止について、許認可機関の権利と義務、申請書の受理と管理機関、許可所有者、上記の手続きと処理等について説明されている。

条項 13 によれば、MONRE は農業利用を除く 50,000m³/day 以上の表流水利用許可の発行、訂正、終了及び停止、5,000m³/day 以上の水源への排水放流に関する許可権限を持つ。

条項 7 には、表流水の利用許可は承認から 20 年間有効であり、その後 10 年ごとに更新することができる旨と記述されている。排水放流許可については、承認から 10 年間有効であり、5 年後ごとの更新となる。条項 18 には、許可所有者は資源利用料及び環境保護のための税金を払う必要がある旨が記載されている。

MONRE の通達文 No. 02/2005/TT-BTNMT は、水資源調査、開発、利用及び水源への排水許可の制限に関する決定書 No. 149/2004/ND-CP の施行に関するものである。

(14) JICA ガイドライン

JICA ガイドライン (国際協力機構 環境社会配慮ガイドライン 2010 年 4 月)の目的は、事業主に対して適切な環境社会配慮の実施を促すとともに、JICA が行う環境社会配慮支援・確認の適切な実施を確保することを目的とする。

ODA を担う JICA が、相手国等が主体的に取り組む「持続的な開発」に果たす役割は極めて重要であり、事業実施が環境社会へ与える影響に多大な注意を払わなければならない。環境社会配慮を機能させるためには、基本的人権の尊重と民主的統治システムの原理に基づき、幅広いステークホルダーの意味ある参加と意思決定プロセスの透明性を確保し、このための情報公開に努め、効率性を十分確保しつつ行わなければならない。

JICA ガイドラインは、プロジェクトが、環境保護に関して責任のある態度で実施されることを支援し、JICA ガイドラインの適切な実施に加え、実施国の全ての環境法を遵守しなければならないという方針に基づいている。適切な環境社会状況への配慮を促進しながら、事業が環境保護を促進し、温室効果ガスを減らす等の地球環境の保護に貢献するための活発な支援を行うことが JICA ガイドラインの理念である。

JICA 環境社会配慮ガイドラインは、JICA が行う環境社会配慮の責務と手続き、相手国等に求める要件を示すことにより、目的の達成を支援するものである。そうすることにより、JICA は環境社会配慮の確認の支援のための透明性、可能性、アカウンタビリティの確保を試みる。それは JICA の主要な基本理念、目的、基本原則、責任、事業主の必要要件である、計画の補填、普及、環境社会配慮のプロセス（情報公開、カテゴリ分類、影響評価、現地ステークホルダーへのコンサルテーション、社会環境と人権、法令、関連基準等の確認、環境社会配慮の諮問委員会への助言、JICA による意思決定、ガイドラインの適切な実施と遵守の確保等）、環境社会配慮の手続き（有償、無償資金協力及び技術協力プロジェクト準備調査、外務省の無償資金協力の準備調査および開発計画のための技術協力等）を含んでいる。

(15) 環境社会配慮に関する JICA の手続き（有償）

(A) 環境レビュー

JICA は、提案事業のカテゴリ分類に従い環境レビューを実施する。環境レビューに当たってはセクター別の環境チェックリストを適切に活用する。JICA が協力準備調査を行わない場合は、要請受領後速やかにプロジェクトのカテゴリ分類を行いその結果をウェブサイト上で情報公開する。また、JICA は環境レビュー前に、より詳しい情報に基づくプロジェクトの分類結果をウェブサイト上で公表する。

【カテゴリの分類】

JICA は、プロジェクトを、その概要、規模、立地等を勘案して、以下に示すように環境、社会的影響の程度に応じて4段階（カテゴリ A、B、C、FI）のカテゴリ分類を行う。ガイドラインに定義されるカテゴリでは、以下に示すカテゴリ A および B のみが本提案事業に関連する。

- (i) カテゴリ A: 環境や社会への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクトはカテゴリ A に分類される。また、影響が複雑であった

り、先例がなく影響の予測が困難であるような場合、影響範囲が大きかったり影響が不可逆である場合もカテゴリ A に分類される。影響は、物理的工事が行われるサイトや施設の領域を超えた範囲に及びうる。カテゴリ A には、原則として、影響を及ぼしやすいセクターのプロジェクト、影響を及ぼしやすい特性を持つプロジェクト及び影響を受けやすい地域あるいはその近傍に立地するプロジェクトが含まれる。

- (ii) カテゴリ B：環境や社会への望ましくない影響が、カテゴリ A に比して小さいと考えられる協力事業はカテゴリ B に分類される。一般的に、影響はサイトそのものには及ばず、不可逆的な影響は少なく、通常の方策で対応できると考えられる。

(B) 環境レビューの手続き

(i) カテゴリーA

- 事業主は EIA レポートを提出しなければならない。
- 大規模非自発的住民移転が発生する場合、住民移転計画(RAP)が提出されなければならない。
- 先住民族のための対策を必要とするプロジェクトの場合、先住民族計画 (IPP) が提出されなければならない。
- JICA は、相手国等が提出する環境社会配慮に関する主要な文書の入手状況をウェブサイトに掲載する。また、EIA レポート及び他の文書を環境レビューに先立ち公表する。EIA レポートは、事業主と移転住民との合意文書締結の 120 日以前に公開する。
- JICA は、相手国等から提出された EIA レポートを用いて環境レビューを行う。
- レビューでは、プロジェクトがもたらす可能性のある正及び負の環境影響について確認する。負の影響については、これを回避し、最小化し、緩和し、あるいは代償するために必要な方策を評価すると共に、さらに環境改善を図るための方策があれば、当該方策も含めた評価を行う。情報公開と現地ステークホルダーとの協議結果を確認する。
- JICA は、合意文書締結後に環境レビューの結果をウェブサイトに公表する。

(ii) カテゴリーB

- JICA は、相手国等から提供された情報等を用いて環境レビューを行う。
- レビューでは、プロジェクトがもたらす可能性のある正及び負の環境影響について、負の影響を回避し、最小化し、緩和し、あるいは代償するために必要な方策を評価すると共に、さらに環境改善を図るための方策があれば当該方策も含めた評価を行う。環境影響評価手続きが成されていた場合には、EIA レポートを参照することもあるが、必須ではない。
- JICA は EIA レポートと環境許認可証明書、住民移転計画、先住民族計画の提出があった場合は情報公開を行う。

- JICA は、合意文書締結後に環境レビュー結果をウェブサイトで情報公開する。

(C) JICA によるモニタリングと確認

- JICA は、相手国等が環境社会配慮を確実に実施しているか確認するために、一定期間、相手国等によるモニタリングの内、重要な項目につき、相手国等を通じ、そのモニタリング結果を確認する。
- モニタリング結果の確認に必要な情報は、書面等の適切な方法により、相手国等より報告される必要がある。また、必要に応じ、JICA が自ら調査を実施することがある。
- 第三者等から、環境社会配慮が十分ではないなどの具体的な指摘があった場合には、その指摘を相手国等に伝達するとともに、必要に応じて、相手国等による適切な対応を促す。相手国等が対応するに当たっては、透明でアカウンタブルなプロセスにより、具体的な指摘事項の精査、対応策の検討、プロジェクト計画への反映がなされていることを JICA は確認する。
- 必要に応じて、JICA が環境社会配慮の実施状況等について確認するため、JICA は相手国等に対し、JICA が調査を行うことに対する協力を求めることがある。
- JICA は、環境社会配慮に関し事態の改善が必要であると判断した場合には、予め締結された合意文書に基づき、相手国等に対し、適切な対応を要求することがある。また、必要に応じ、JICA 自ら支援を実施することがある。さらに、合意文書に基づき、JICA の要求に対する相手国等の対応が不適當な場合には、貸付実行の停止等の JICA 側の措置を検討することがある。
- JICA は相手国等によるモニタリング結果について、相手国等で一般に公開されている範囲でウェブサイトで公開する。また、第三者等から請求があった場合には、相手国等の了解を前提に公開する。
- JICA 自らが詳細設計調査を実施する場合、その実施に先立ち、対象となるプロジェクトに関する環境レビューを実施する。必要に応じて、詳細住民移転計画を JICA は確認する。最終報告書をウェブサイトで公開する。

(16) 本提案事業に必要な環境社会配慮

資金協力を得て実施するプロジェクトの環境社会配慮は、ガイドラインに基づいて行われる。懸念される影響の低減対策、法令・基準・計画の遵守、社会的受容性、生態系、住民移転、先住民、モニタリング等の基本原則を含んでいる。付録-1 の JICA 環境ガイドラインに定めるように、以下に示す項目に基づき、提案事業の性質に従い適切な社会配慮を行う。

(A) 基本的事項

プロジェクトを実施するに当たっては、その計画段階で、プロジェクトがもたらす環境や社会への影響について、できる限り早期から、調査・検討を行い、これを回避・最小化するような代替案や緩和策を検討し、その結果をプロジェクト計画に反映しなければならない。

このような検討は、環境社会関連の費用・便益のできるだけ定量的な評価に努めるとともに、定性的な評価も加えた形で、プロジェクトの経済的、財政的、制度的、社会的及び技術的分析との密接な調和が図られなければならない。

このような環境社会配慮の検討の結果は、代替案や緩和策も含め独立の文書あるいは他の文書の一部として表されていなければならない。特に影響が大きいと思われるプロジェクトについては、EIA レポートが作成されなければならない。

特に影響が重大と思われるプロジェクトや、異論が多いプロジェクトについては、アカウンタビリティを向上させるため、必要に応じ、専門家等からなる委員会を設置し、その意見を求める。

(B) 対策の検討

プロジェクトによる望ましくない影響を回避し、最小限に抑え、環境社会配慮上よりよい案を選択するため、複数の代替案が検討されていなければならない。対策の検討にあたっては、まず、影響の回避を優先的に検討し、これが可能でない場合には影響の最小化・軽減措置を検討することとする。代償措置は、回避措置や最小化・軽減措置をとってもなお影響が避けられない場合に限り検討が行われるものとする。

環境管理計画、モニタリング計画など適切なフォローアップの計画や体制、そのための費用及びその調達方法が計画されていなければならない。特に影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、詳細な環境管理のための計画が作成されていなければならない。

(C) 検討する影響のスコープ

環境社会配慮に関して調査・検討すべき影響の範囲には、大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、気候変動、生態系及び生物相等を通じた、人間の健康と安全への影響及び自然環境への影響（越境の又は地球規模の環境影響含む）並びに以下に列挙するような事項への社会配慮を含む。非自発的住民移転等人口変動、雇用や生計手段等の地域経済、土地利用や地域資源利用、社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織、既存の社会インフラや社会サービス、貧困層や先住民族など社会的に脆弱なグループ、被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性、ジェンダー、子どもの権利、文化遺産、地域における利害の対立、HIV/AIDS 等の感染症、労働環境（労働安全含む）。

調査・検討すべき影響は、プロジェクトの直接的、即時的な影響のみならず、合理的と考えられる範囲内で、派生的・二次的な影響、累積的影響、不可分一体の事業の影響も含む。また、プロジェクトのライフサイクルに渡る影響を考慮することが望ましい。

(D) 法令、基準、計画等との適合

プロジェクトは、プロジェクトの実施地における政府（中央政府及び地方政府を含む）が定めている環境社会配慮に関する法令、基準を遵守しなければならない。また、実施地における政府が定めた環境社会配慮の政策、計画等に沿ったものでなければならない。

プロジェクトは、原則として、政府が法令等により自然保護や文化遺産保護のために特に指定した地域の外で実施されねばならない（ただし、プロジェクトが、当該指定地区の保護の増進や回復を主たる目的とする場合はこの限りではない）。また、このような指定地域に重大な影響を及ぼすものであってはならない。

(E) 社会的合意

プロジェクトは、それが計画されている国、地域において社会的に適切な方法で合意が得られるよう十分な調整が図られていなければならない。特に、環境に与える影響が大きいと考えられるプロジェクトについては、プロジェクト計画の代替案を検討するような早期の段階から、情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーとの十分な協議を経て、その結果がプロジェクト内容に反映されていることが必要である。

女性、子ども、老人、貧困層、少数民族等社会的な弱者については、一般に様々な環境影響や社会的影響を受けやすい一方で、社会における意思決定のプロセスへのアクセスが弱いことに留意し、適切な配慮がなされていなければならない。

(F) 生態系及び生物相

プロジェクトは、重要な自然生息地または重要な森林の著しい転換または著しい劣化を伴うものであってはならない。また、森林の違法伐採は回避しなければならない。違法伐採回避を確実にする一助として、プロジェクト実施主体者による、森林認証の取得が奨励される。

(G) 非自発的住民移転

非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めなければならない。このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、対象者との合意の上で実効性ある対策が講じられなければならない。

非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対しては、相手国等により、十分な補償及び支援が適切な時期に与えられなければならない。補償は、可能な限り再取得価格に基づき、事前に行われなければならない。相手国等は、移転住民が以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるように努めなければならない。これには、土地や金銭による（土地や資産の損失に対する）損失補償、持続可能な代替生計手段等の支援、移転に要する費用等の支援、移転先でのコミュニティ再建のための支援等が含まれる。

非自発的住民移転及び生計手段の喪失に係る対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。また、影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。

大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。住民移転計画には、世界銀行のセーフガードポリシー（OP 4.12, Annex A）に規定される内容が含まれることが望ましい。

(H) 先住民族

プロジェクトが先住民族に及ぼす影響は、あらゆる方法を検討して回避に努めなければならない。このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、実行性のある先住民族のための対策が講じられなければならない。

プロジェクトが先住民族に影響を及ぼす場合、先住民族に関する国際的な宣言や条約（先住民族の権利に関する国際連合宣言を含む）の考え方に沿って、土地及び資源に関する先住民族の諸権利が尊重されるとともに、十分な情報が提供された上での自由な事前の協議を通じて、当該先住民族の合意が得られるよう努めなければならない。

先住民族のための対策は、プロジェクトが実施される国の関連法令等を踏まえつつ、先住民族計画（他の環境社会配慮に関する文書の一部の場合もある）として、作成、公開されていなければならない。先住民族計画の作成にあたり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく当該先住民族との協議が行われていなければならない。協議に際しては、当該先住民族が理解できる言語と様式による説明が行われていることが望ましい。先住民族計画には、世界銀行のセーフガードポリシー（OP 4.12, Annex B）に規定される内容が含まれていることが望ましい。

(I) モニタリング

プロジェクトの実施期間中において、予測が困難であった事態の有無や、事前に計画された緩和策の実施状況及び効果等を把握し、その結果に基づき適切な対策を取らなければならない。

効果を把握しつつ緩和策を実施すべきプロジェクトなど、十分なモニタリングが適切な環境社会配慮に不可欠であると考えられる場合は、プロジェクト計画にモニタリング計画が含まれていること、及びその計画の実行可能性を確保しなければならない。

モニタリング結果を、当該プロジェクトに関わる現地ステークホルダーに公表するよ

う努めなければならない。

第三者等から、環境社会配慮が十分でないなどの具体的な指摘があった場合には、当該プロジェクトに関わる現地ステークホルダーが参加して対策を協議・検討するための場が十分な情報公開のもとに設けられ、問題解決に向けた手順が合意されるよう努めなければならない。

(17) JICA ガイドラインによる EIA レポートに必要な項目

JICA ガイドラインの付録-2 に従い、カテゴリ A プロジェクトの場合、EIA レポートの準備に以下の内容が必要となる。

- 当該国に環境アセスメントの手續制度があり、当該プロジェクトがその対象となる場合、その手續を正式に終了し、相手国政府の承認を得なければならない。
- EIA レポートは、プロジェクトが実施される国で公用語または広く使用されている言語で書かれていなければならない。また、説明に際しては、地域の人々が理解できる言語と様式による書面が作成されなければならない。
- EIA レポートは、地域住民等も含め、プロジェクトが実施される国において公開されており、地域住民等のステークホルダーがいつでも閲覧可能であり、また、コピーの取得が認められていることが要求される。
- EIA レポートの作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、地域住民等のステークホルダーと協議が行われ、協議記録等が作成されていなければならない。
- 地域住民等のステークホルダーとの協議は、プロジェクトの準備期間・実施期間を通じて必要に応じて行われるべきであるが、特に環境影響評価項目選定時とドラフト作成時には協議が行われていることが望ましい。

ガイドラインによれば、EIA レポート（カテゴリ A プロジェクトの場合）は、以下の内容を網羅していなければならない。

- 要旨
- 法制度及び行政の枠組み
- 事業の説明
- ベースラインデータ
- 環境影響
- 代替案の検討
 - プロジェクトを実施した場合
 - プロジェクトを実施しない場合
- 環境マネジメント計画 (EMP).
- 協議・相談

(18) ベトナム国の基準による環境影響評価

環境保護法 (No. 52/2005/QH11) には、環境影響評価 (以下、EIA とする) 実施の必要性について記述されている。第 3 章の条項 18~23 第 2 項に天然資源を利用する大規模なプロジェクトについては、いずれも EIA レポートが必要である旨が明確に記述されている。また、条項 19 によれば、事業主もしくは事業主の委託を請けたコンサルタントが FS 段階で EIA レポートを作成しなければならない。条項 20 では、EIA レポートの内容は、建設工事の内容、プロジェクトエリア、工程等に関するものであり、建設予定地の環境状況、環境影響、緩和策、建設段階及び運転段階の環境保護対策、環境モニタリング、総建設事業費の積算の中の環境保護工事費の積算、ステークホルダーとの協議、資源の状況、データの把握等の評価が必要である旨が記述されている。

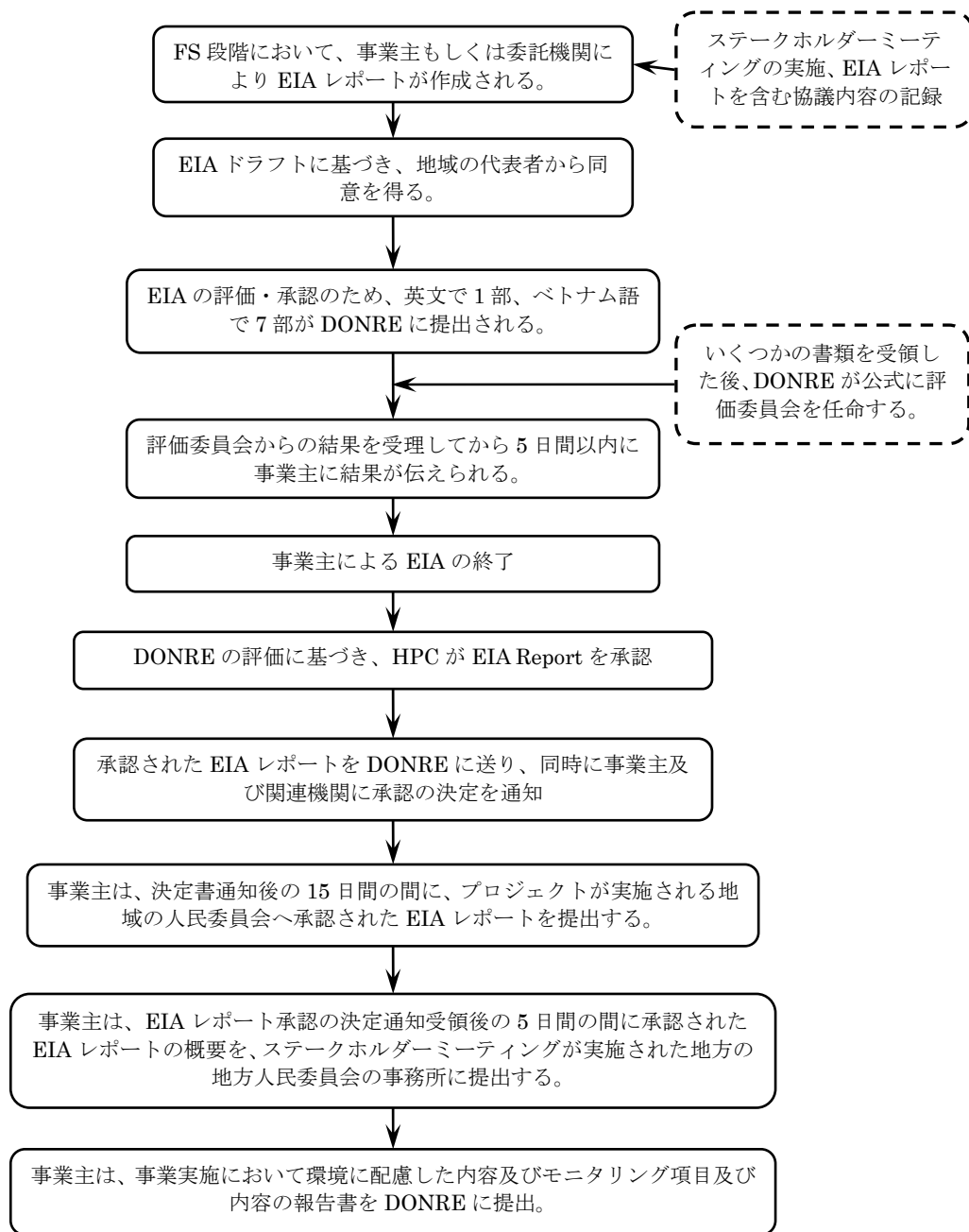
環境保護法の施行に関する指針と詳細についての決定書 No. 21/2008/ND-CP が 2008 年 2 月に公布され、この決定書では、EIA レポートが必要な事業の改訂リストが示されている。このリストによると、表流水を水源とする 50,000m³/day 以上の事業については、EIA レポートの作成が必要とされている。

環境影響評価及び環境保護の取組み、戦略的環境アセスメントについてのガイドラインとして、MONRE による通達文 No. 05/2008/TT-BTNMT が公布されている。本通達文の第 3 節には、コミュニティコンサルテーション、EIA 評価のための文書の提出、評価委員会の EIA レポートの評価、EIA レポートの最終版、EIA レポートの再評価、EIA レポートの承認、承認された EIA 文書の送付と認証、EIA 承認後の事業主の責任、EIA 承認後の承認機関の責任等の EIA の詳細な説明が記載されている。

本提案事業は、第 1 段階として 150,000 m³/day、さらに第 2 段階として 150,000m³/day 規模の浄水場建設を行い、浄水場から受水点への送水管整備を含んでいる。浄水場の水源はドン河の表流水を水源としており、取水量は 150,000m³/day となっており、決定書 No. 21/2008/ND-CP に示されている 50,000m³/day 以上に該当する。したがって、事業主は EIA レポートの提出が必要となる。

上述の法令と EIA の評価、承認の関連機関との議論に基づき、図-4.2.8 に EIA 評価と承認のための手続きの流れを示す。

DONRE 傘下の Ha Noi 環境保護事務所との打合せによれば、EIA レポートは、EIA 提出の特定部署に提出されることとなる。法令によると、EIA レポートは事業主または事業主の委託を請けたコンサルタントにより、事業の FS 段階に作成されることとなっている。本提案事業の場合、EIA は DONRE によって評価され、DONRE の評価に基づき、ハノイ市人民委員会 (HPC) が承認することとなる。しかしながら、もし提案事業が首相からの承認が必要な場合には、EIA は MONRE によって評価、承認されることとなる。



出典： Ha Noi 環境保護局へのヒアリング及び通達文 No. 05/2008 に基づく

図-4.2.8 法に基づく EIA 評価・承認手続き

(19) 事業承認手続き

ベトナム国においては、事業実施の前にいくつかの許可と手続きが必要となる。これらの承認には、土地利用申請、電力供給申請、水利権申請、取水施設の占用許可申請、水源への排水許可申請、建設許可、事業実施の最終承認等も含んでいる。図-4.2.9 に手続きのフローを示す。

複数の異なる組織がこれらの許可それぞれに関する権限を持っており、事業主は許可を得るためにそれぞれの組織へ手続きをしなければならない。これらの手続きについて

以下に詳述する。

手続きの期間を最適化するために、複数の申請手続きを同時に実施できる。しかしながら、HPC の建設局による建設許可を得る前には、全ての許可を得ておく必要があり、MOC による最終承認も必要である。

1) 土地利用許可

土地利用許可に関する権限は、総合計画事務局が持っている。この目的は、事業主が事業報告書に従って、図-4.2.10 に示す関係書類を提出し、HAPI による投資許可、事業主の代表取締役からの承認、HPC 等からの同意を得ることにある。

これらの手続きが要件に従って提出された場合、DONRE は事業区域の敷地境界及び土地造成の決定を公表する。プロジェクトエリアに関係する地方自治体は、HPC 及び土地所有者と協議を行い、必要に応じて、人民委員会の公表する土地価格に基づき土地補償費について協議を行う。交渉の間の議事録は全て準備され、最終価格は事業主に提示され、事業主が支払うこととなる。地方自治体による土地造成が終わった後、DONRE が用地費及び土地造成費を HPC へ報告する。その後、事業主が用地費及び土地造成費を支払い、(HPC の代わりに) DONRE より事業主へ土地利用許可が提出される。

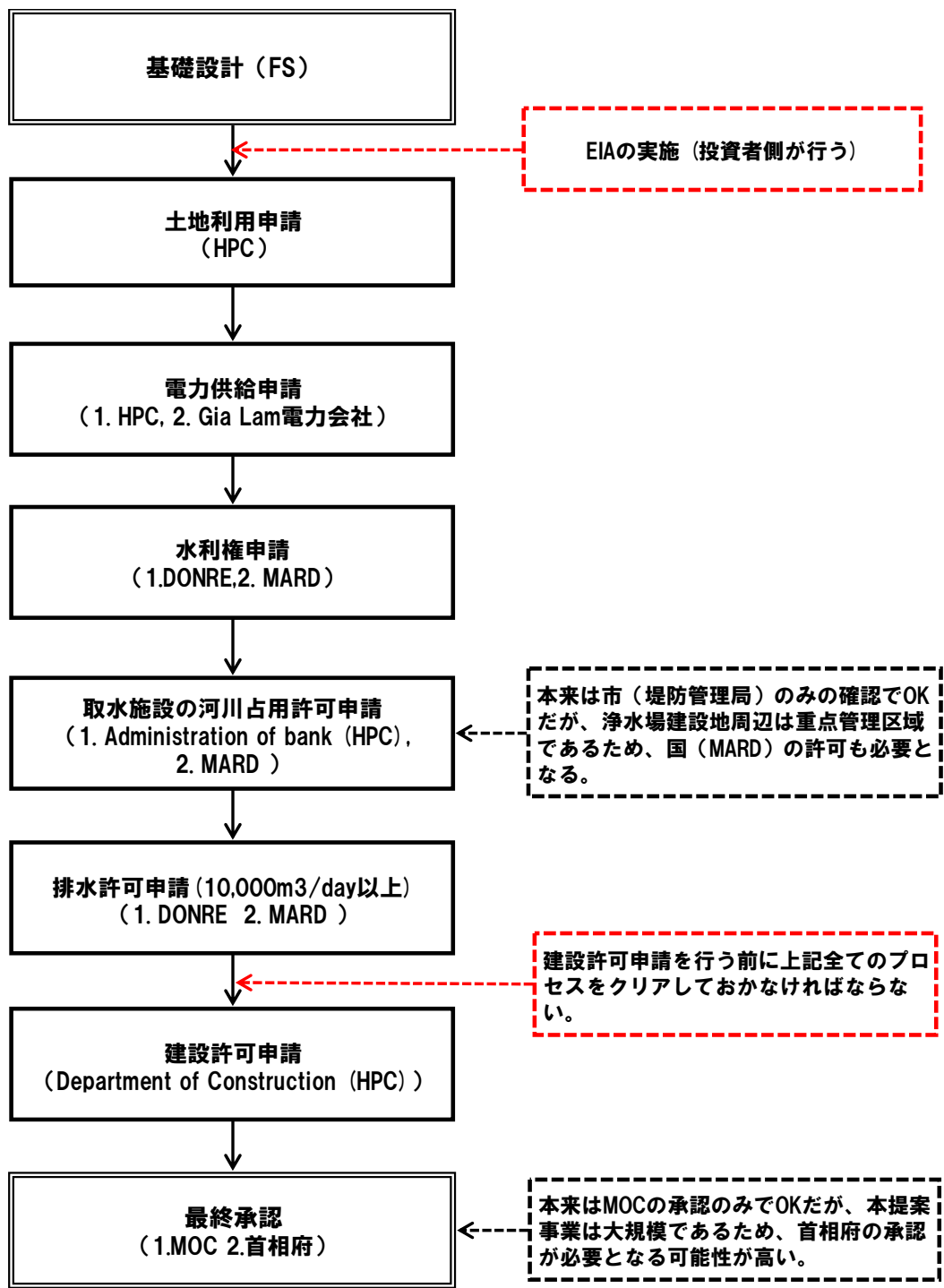


図-4.2.9 事業承認までの手続き

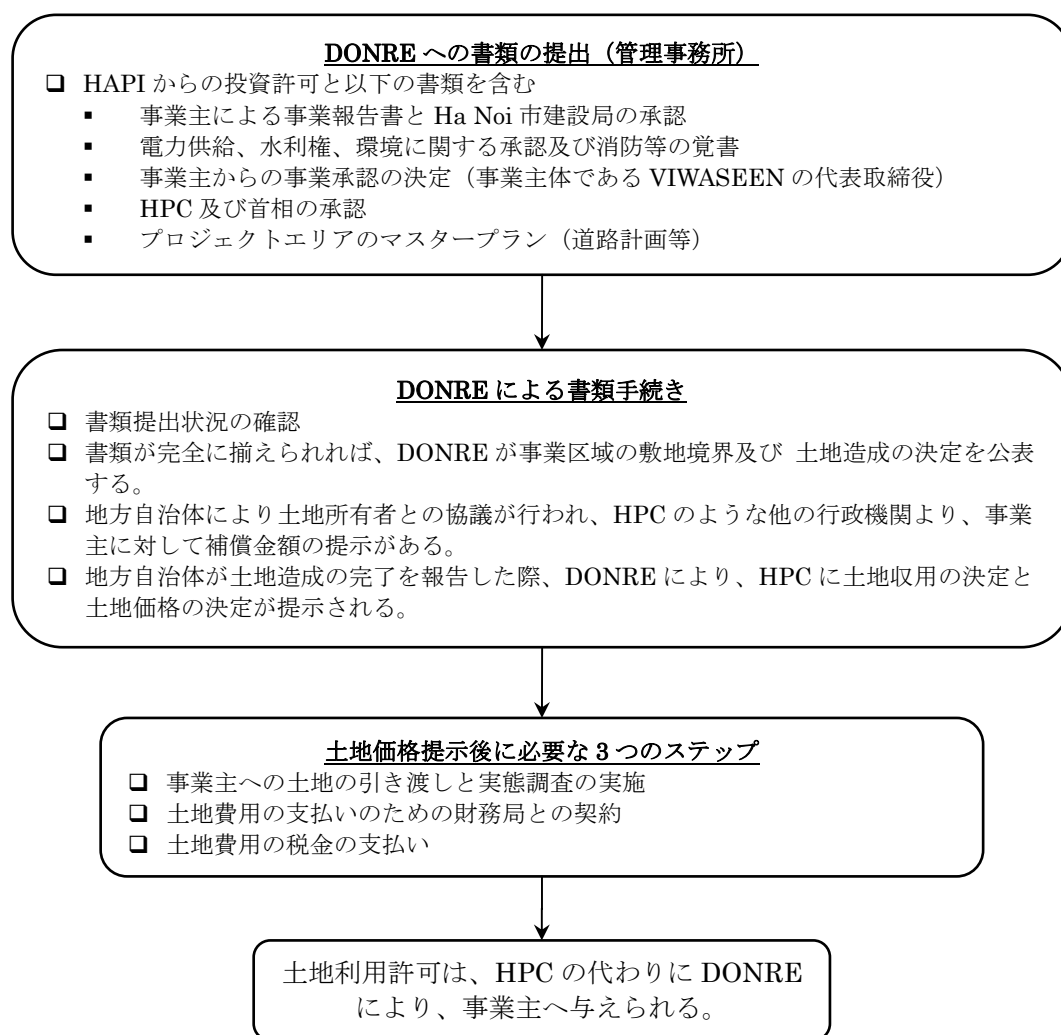


図-4.2.10 土地利用申請の手続き

2) 水利権申請と排水許可申請

ベトナム国では、Decree No. 149/2004/ND-CP 及び Circular No. 02/2005/TT- BTNMT に従って、調査、水資源開発と利用、水源への排水の手続きが必要となる。法に従い、天然資源環境省（MONRE）が農業用水以外の 50,000m³/day 以上の表流水の利用及び 5,000m³/day 以上の水源への排水に関する許可の発行、延長、改正、停止及び廃止等の権限を持っている。天然資源環境局（DONRE）との協議に基づき、本提案事業の場合、水利用及び排水許可取得のための申請が DONRE により承認される。DONRE の一部署である水資源及び水文気象事務所が水利権及び排水放流に関する責任部署となる。

MONRE は省及び市レベルの実施機関であり、省の人民委員会に対して直接説明を行う。

3) 取水施設の河川占用申請

本提案事業では、ドン河の堤外地に取水施設を設置し、河川表流水を取水することと

なる。また、取水管及び送水管はドン河及びホン河の堤防内を横断することとなり、堤防を管理する DONRE 及び MARD の許可が必要となる。

4) 電力供給に関する申請

浄水場の運転には、各種ポンプや浄水設備等、大規模な電力が必要である。したがって、Gia Lam 電力供給公社への申請手続きが必要となる。

5) 事業実施の最終承認

建設省 (MOC) から事業の最終承認を得て、承認が得られれば詳細設計へと進むことができる。MOC の一部局である ATI (Administration of Technical Infrastructure) が実施機関となり、事業主は事業認可を得る前に、ATI へ依頼し、MOC 及び首相府の承認を得る。事業の最終承認のレターには、首相及び大臣両方のサインが必要となる。ATI との協議は、図-4.2.11 に示す手続きの流れに基づき実施される。

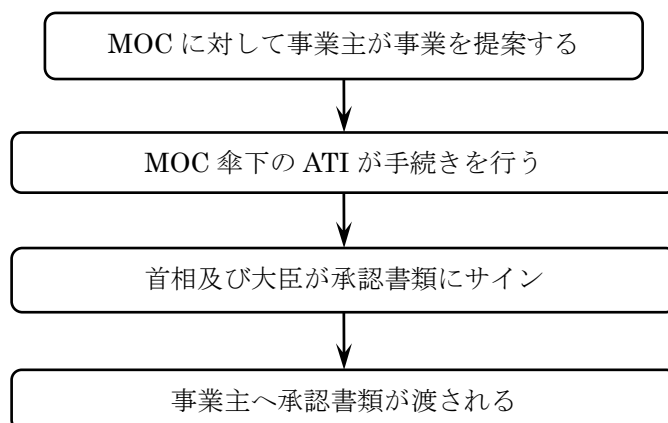


図-4.2.11 最終承認取得の手続き

6) 建設許可

上記の許可申請の手続きを経て、Ha Noi 市建設局 (HPC) に建設許可を申請する。建設許可を申請するにあたっては、上記全てのプロセスをクリアしておく必要がある。

4.3 事業の概要

(1) ハノイ都市圏の現況

目覚ましい発展を続けるハノイ都市圏は、人口増加もまた著しいものとなっている。ハノイ都市圏の人口は2009年時点で6.5百万人であるが、水道を含む公共サービスの供給が人口増加に追いつくことが出来ない状況となっている。

(2) 水道システムの現況

本提案事業のプロジェクトエリアである、Ha Noi 市、Bac Ninh 省、Hung Yen 省の水道事業の現況は、「3.2.3 調査対象地域における水道事業の概況」に記載しているとおりである。

(3) 事業の目的

本提案事業の目的は、上述の対象地域において増加する需要を満たし、給水サービスの向上を図ることにある。また、地盤沈下、地下水汚染等のため、水源を表流水へ転換していくことも目的としている。

本提案浄水場は、ドン河表流水を水源としており、これらベトナム国の方針に合致したものであり、浄水場のほか、送水管、受水点等を整備する。本調査の目的としては、30万 m³/day 規模の浄水場を2段階に分けて整備するための事業内容の計画にある。

本提案事業には、事業費及び実施計画、事業評価が含まれている。また、本調査の一部には、環境社会配慮が含まれており、これはプロジェクト実施の前段階で、事業主である VIWASEEN が EIA レポートを作成し、DONRE あるいは MONRE の承認を受けるため必要となる。

(4) 提案事業の概要

現在の水道サービスレベルの向上のため、提案事業は30万 m³/day 規模の浄水場建設、送水管及び6箇所の受水点整備を行う。浄水場施設には、取水口、取水ポンプ、沈砂池、導水ポンプ、分水井、凝集沈澱池、急速ろ過池、塩素混和池、浄水池、薬品注入設備、送水ポンプ設備、洗浄排水池、排泥池、濃縮槽、天日乾燥床、電気計装設備、排水ポンプ設備、管理棟等が含まれる。さらに、約46kmの送水管と6箇所の受水点が設置される。これらの施設の情報については、表-4.3.1 及び表-4.3.2 に示す。主要施設の位置については、図-4.3.1 に示す。なお、浄水場の施設配置については、図-4.3.2 に示す。

表-4.3.1 提案事業の内容

施設	面積 (ha)	浄水場	受水槽	ポンプ	管路	Major activities
1. 取水場				●	●	<ul style="list-style-type: none"> 取水施設には、取水口、取水ポンプ設備を含む ポンプ、排砂のための維持管理が必要

施設	面積 (ha)	浄水場	受水槽	ポンプ	管路	Major activities
2. 浄水場 (施設能力 30 万 m ³ /day)		●		●	●	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浄水場には、導水施設(沈砂池、導水ポンプ)、分水井、凝集沈澱池、急速ろ過池、薬品注入設備、浄水池、送水ポンプ設備、洗浄排水池、排泥池、濃縮槽、天日乾燥床、管理棟等の施設が含まれる。 ・ 施設及び設備の維持管理が必要
3. 送水管 (延長約 46km)				●	●	<ul style="list-style-type: none"> ・ 送水管は河川横断部が 2 か所ある。 ・ 管路の維持管理が発生する。
4. 受水点 (6 箇所)			●		●	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流量計及びバルブを設置する。 ・ 維持管理が必要である。

表-4.3.2 提案事業の施設設置場所の概要

No.	施設	位置
1	取水場	Ha Noi 市 Gia Lam 県
2	浄水場 (施設能力 30 万 m ³ /day)	Ha Noi 市 Gia Lam 県
3	送水管 (延長約 46km)	<ul style="list-style-type: none"> - Bac Ninh 省: Tien Du 県、Tu Son 県 - Ha Noi 市: Gia Lam 県、Long Bien 区、Hoang Mai 区 - Hung Yen 省: Van Giang 県
4	受水点(6 箇所)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lim (Bac Ninh 省) 2. Phu Thi(Ha Noi 市) 3. Trau Quy (Ha Noi 市) 4. Sai Dong (Ha Noi 市) 5. Eco Park(Hung Yen 省) 6. Yen So(Ha Noi 市)

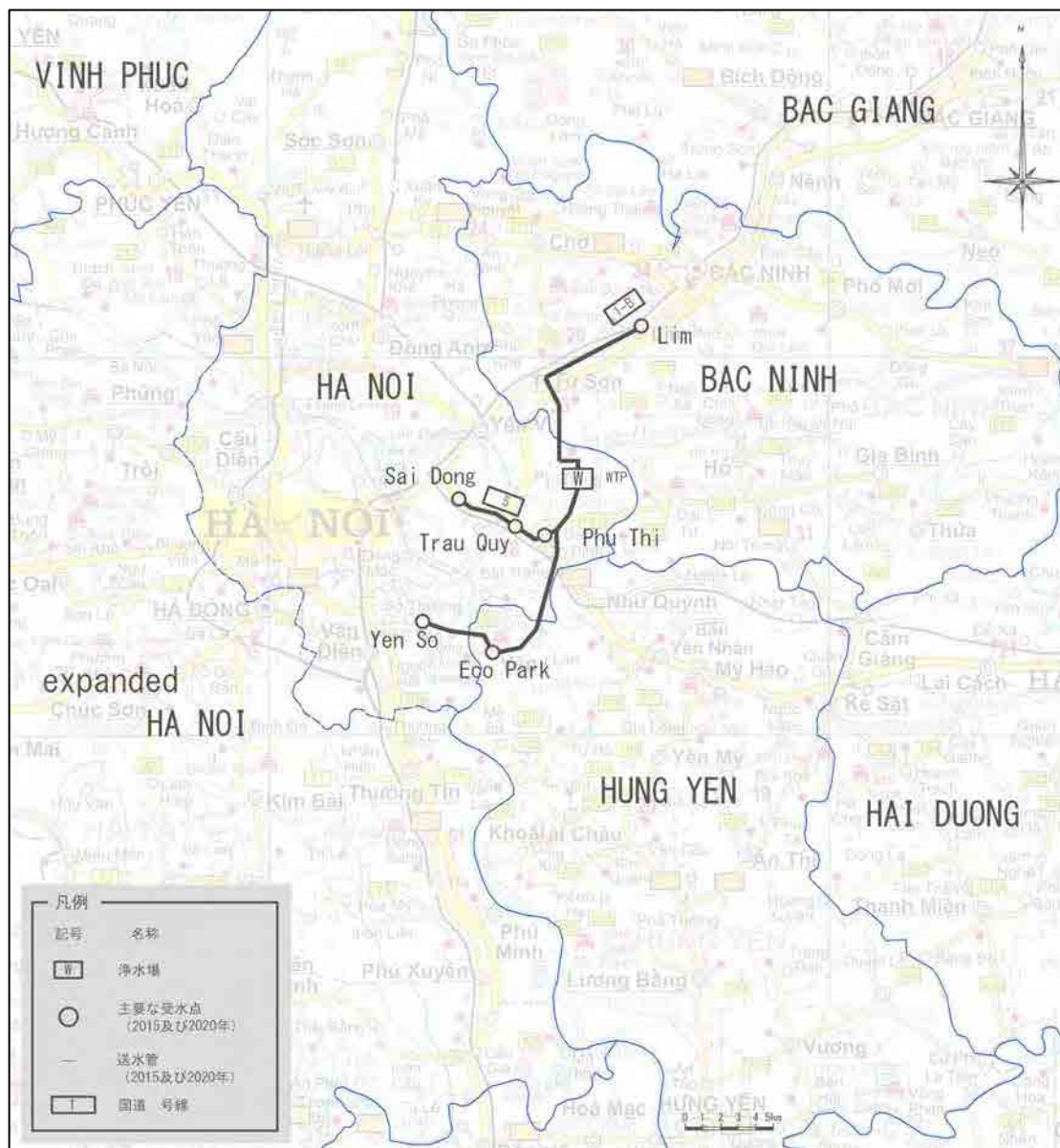


図-4.3.1 本提案事業の主要施設の予定地

総面積 58.23ha は、取水場・浄水場建設のために必要であり、約 15ha が送水管布設のために必要となる。送水管布設については、原則として公道上への布設となることから土地収用は堤防外等の一部に限定されるが、取水場及び浄水場建設に必要な土地は、それぞれ土地所有者がいるため、土地収用が必要となる。取水場、浄水場及び送水管、排水管、受水点等の設置予定地の写真を図-4.3.3～図-4.3.6 に示す。



図-4.3.2 浄水場施設配置図



取水場建設予定地の様子



取水場予定地の様子 (遠方より撮影)



取水管は一部堤防に沿って浄水場へ布設される



取水管布設予定地の様子 (堤防から浄水場へ)



浄水場予定地の水田の様子



浄水場予定地の様子



浄水場予定地の水田内に点在する墓地の様子



浄水場予定地の水田内に点在する墓地の様子

図-4.3.3 事業区域内の写真 (1)



浄水場予定地を横断する道路の様子



浄水場へのアクセス道路の様子



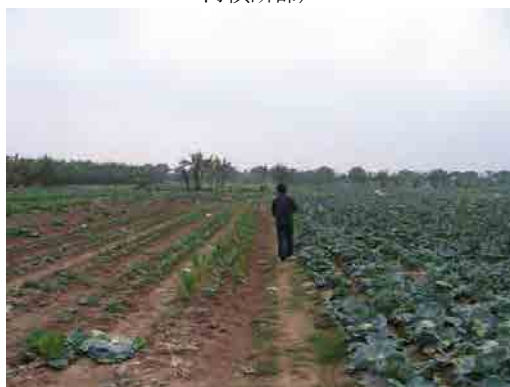
天日乾燥床排水管布設予定地の道路の様子（ドン河へ接続）



取水場予定地及び送水管布設予定地の様子（ドン河横断部）



ドン河横断部の様子（南側より撮影）



ドン河横断部（南側）の送水管布設予定地



堤外地の送水管布設予定地の様子



ドン河横断部（南側）の堤防の様子

図-4.3.4 事業区域内の写真（2）



送水管布設予定の道路の様子



送水管布設予定の道路の様子



送水管布設予定の道路の様子



送水管布設予定の道路の様子



ホン河横断面部付近の様子



受水点 No.1 付近の様子



受水点 No.2 付近の様子



受水点 No.2 付近の様子

図-4.3.5 事業区域内の写真 (3)



受水点 No.3 の位置



受水点 No.3 付近の様子



受水点 No.4 の位置



受水点 No.4 への配管は鉄道及び水路を横断する必要があり、非開削工法の採用が必要



受水点 No.5 付近の様子



受水点 No.5 付近の送水管を布設する道路の様子

図-4.3.6 事業区域内の写真 (4)

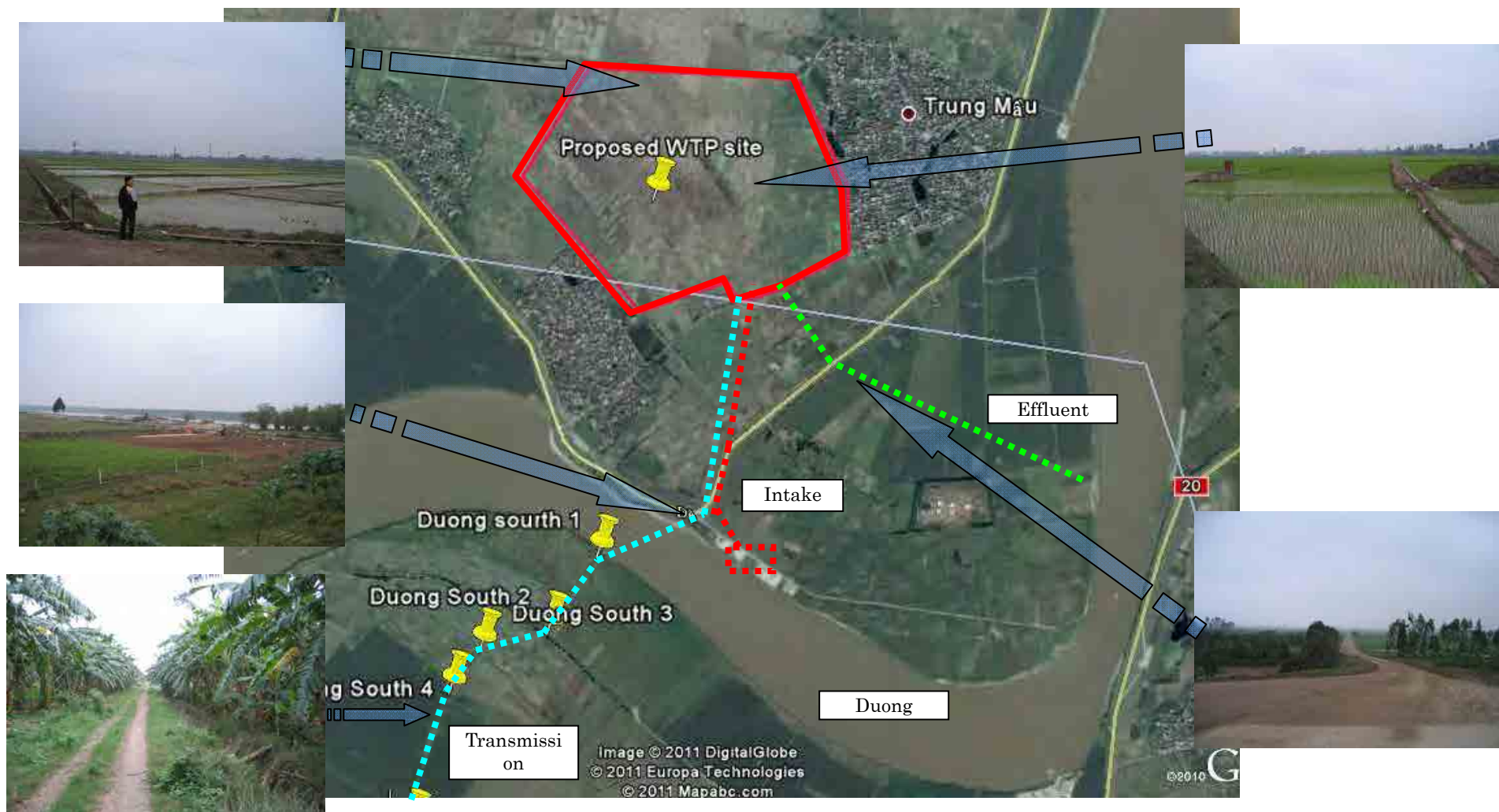


図-4.3.7 浄水場施設の位置

4.4 環境ベースラインデータ

(1) 自然環境

Ha Noi 市は、ベトナム国の首都であり、国内第 2 位の人口を誇っており、古くから、政治的、文化的な中心地である。旧来、Ha Noi 市は、ホン河右岸のみであったが、現在は周辺都市との合併を繰り返し、ホン河の両岸が Ha Noi 市となっている。Ha Noi 市は、10 の区と 1 つの市、18 の県で構成され、総面積は約 3,345 km²、総人口 6.47 百万人、人口密度は 1,935 人/km²となっている。

また、Ha Noi 市はベトナム国の経済の中心にもなりつつあり、1990 年代より、急速な工業化により、過去 20 年間の経済成長率は 15~20%にもなる。全体として、ベトナム国では、農業部門が国内総生産 (GDP) の 20%を占めており、工業及びサービス部門がそれぞれ 40%を占めている。都市の建設業は経済発展と人口増加により成長している。人口の急増加 (1 年あたり約 3.5%) がインフラ整備を大きく上回り、結果として、住宅、道路、電気、電話、水供給、下水などのサービスが十分に行き届かなくなった。しかし、Ha Noi 市はベトナム国の都市の中では人間開発指数が最も高い。

(2) プロジェクトエリアの概要

一般的に、水供給プロジェクトは、当該地域の水供給サービスの改良やその周辺の住環境の改良に関して好ましい影響を与えることが予想されている。しかし、建設前、建設、操業段階におけるプロジェクトの遂行によって引き起こされると考えられる悪影響を予想して分析することが重要である。また、提案されたプロジェクトの内容による悪影響を緩和するための方策を講じることも重要である。

提案されたプロジェクトの遂行によって小さな悪影響を受けると予想される 2 つの地域がある。そのため、原則としてこのような地域はこの報告書の作成のための調査範囲として設定される。

- ・ 本調査の浄水場建設予定地 (Gia Lam 県内、図-4.3.1、4.3.7)
- ・ 送水管と受水点の建設予定地

基礎データは Ha Noi 市で入手できるものとし、Ha Noi 市で入手不可能な場合は比較的広い範囲で収集した。収集した情報に基づき、調査のこの部分におけるベースラインデータは次の分類のもとに説明されている。

- ・ 物理的環境: 地質、気候、汚染 (水質汚染、大気汚染、騒音)
- ・ 生物学的環境: 保護領域、植物相、動物相
- ・ 社会経済環境: 人口、社会経済指標、公衆衛生、文化財、輸送

浄水場の建設予定地は市街地から離れたハノイ都市圏北部の Gia Lam 県にある。送水管と受水点はハノイ都市圏の中心部とドン河北部に設置されるものとする。送水管は主

に道路に沿って布設され、6 箇所の受水点は現計画においては、休閒地か農業用地の道路付近に設置されるものとする。

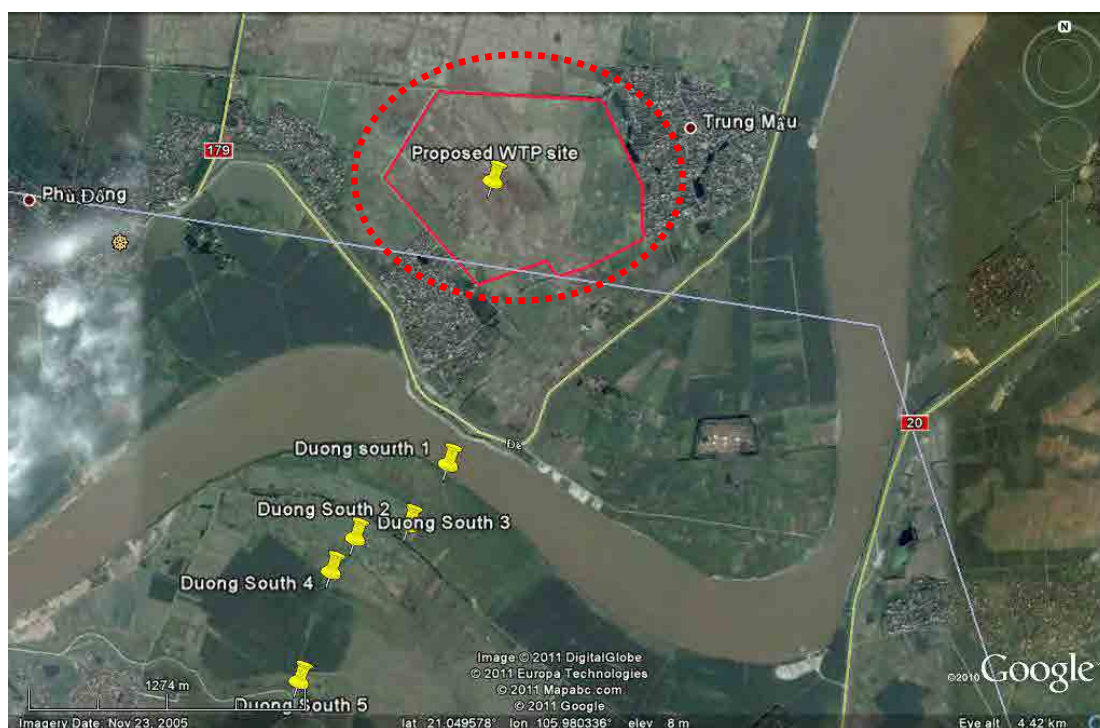
(3) 地勢及び地質

(A) 地質の特徴

－ Gia Lam 県の浄水場建設予定地

以下が Gia Lam 県の浄水場建設予定地周辺の地質に関する顕著な特徴である。(図-4.4.1、4.4.2)

- － 浄水場建設予定地はハノイ都市圏北部の Gia Lam 県にあり、ドン河北部に位置している。
- － 陸地の地形は比較的平坦（海拔 4-8m）で、北部は道路で囲まれている。
- － 東西にわたり、家屋が存在する。南部にはドン河が流れ、川は堤防がある。
- － 浄水場の天日乾燥床の排水がドン河の取水地点の水路に排出される。



出典: Google

図-4.4.1 浄水場位置図

浄水場建設予定地の近隣においては、東部、西部、南部に多くの家屋が存在している。現在のところ、浄水場建設予定地は全て農地となっている。このような領域では、水が豊富に入手できるときには年に稲が生育し、乾季には野菜が育つ。また、ドン河から浄水場建設予定地に渡る取水管の布設予定地は現在でも使用中の農地である。このような農地は民間の土地所有者が所有し、プロジェクト遂行の前に土地を取得することが必要である。このような領域の中には、現在でも個人の墓が存在することもある。全部で 50

の小規模な墓地が土で覆っただけのものを含めて存在している。土地造成の前に、土地の取得の地点でこのような墓地の移転が求められる。



出典: Google

図-4.4.2 浄水場建設予定地周辺の状況

一 送水管

送水管布設予定地の地質に関する主要な点を以下のリストに記載する。

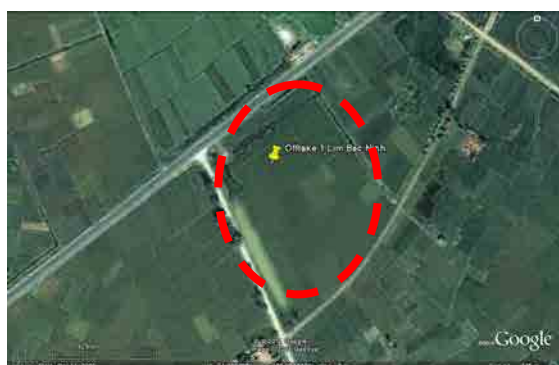
- ドン河北部への送水管は Ban Ninh 省の Tu Son 県及び Tien Du 県（浄水場より北及び東）に布設予定である。
- ドン河南部への送水管はドン河の堤防を横切り、南へと延長される。途中での分岐管は Gia Lam 県 Phu Thi 舎及び Tran Quy 町、Long Bien 区の Sai Dong 町に設置予定の受水点へ送水するために西へと延長される。
- 南へ延びる送水管は Hung Yen 省 Van Giang 県に設置予定の受水点へと、ホン河横断後の Hoang Mai 区 Yen So 町の受水点に水を供給する。
- 2 箇所、送水管は河川を横断する予定であり、ハノイ都市圏を縦断するホン河及び、その支流であり本浄水場の水源であるドン河である。河川横断のためには、河川を閉め切ることができないため、非開削技術で布設しなければならない。
- 送水管布設範囲の海拔は 3~12m で、地形は川や水路が存在する場合を除いてほぼ平坦である。
- 送水管の大部分は道路内もしくは道路沿いに布設される。ただし、ドン河及びホン河の堤防内については、適当な道路がないため、キャベツなどの野菜やバナナなどの果物の農地内に布設しなければならない。このような

土地は民間の所有者によって所有または賃貸されている。道路内または道路沿いに布設する場合、民家が道路の近くに建設されていることもあり、工事期間中の混乱を最小限にするために適切な方策を講じることが必要である。

ー 受水点

受水点設置予定地の地形に関連する主要な点を以下に記載する。

- 受水点 No.1 は、Bac Ninh 省の Lim 町の道路沿いに設置され、現在は水田地帯となっている。地形は平地であり、標高は 5～7m 程度となっている。
- 受水点 No.2 は、Ha Noi 市 Gia Lam 県の Phu Thi 舎にあり、ガソリンスタンドの隣の休耕田及び水田地帯を予定している。上記同様、地形は平地であり、標高は 5～7m 程度である。
- Ha Noi 市 Gia Lam 県の Trau Quy 町に計画されている受水点 No.3 は、現在は小規模な池であり、ホテイアオイが植生している。地形は平地であり、標高は 3～4m 程度である。
- 受水点 No.4 は Ha Noi 市 Long Bien 区の Sai Dong 地区付近であり、Gia Lam 空港の隣で現在は水田となっている。敷地の近くには用水路があり、また、敷地内には大きな管路が布設されている。地形は平地であり、標高は 8～9m 程度である。
- 受水点 No.5 は、Hung Yen 省 Van Giang 県に位置し、現在建設中の住宅団地付近に設置する。地形は上記同様平地である。
- 受水点 No.6 は、Ha Noi 市 Hoang Mai 区の Yen So 地区の道路沿いに設置する。現在は空き地及び水田となっており、地形は平地である。



受水点 No.1 Lim の位置



受水点 No.2 Phu Thi の位置



図-4.4.3 受水点設置位置の状況

(4) 気候

Ha Noi 市は降雨量の多い温暖湿潤の亜熱帯気候である。都市は典型的なベトナム国の北部の気候で、夏は暑くて湿度が高く、冬は比較的涼しくて乾燥している。プロジェクト区域は 5-9 月の夏季は比較的暑くて湿度が高く、年間降水量（約 1,680 mm）の大部分がこの時期に発生する。冬季は普通短く比較的乾燥しており、温暖である。春季に雨はほとんど降らない。

Ha Noi 市の気象データを表-4.4.1 と図-4.4.4 に示す。このデータは世界気象機関のウェブサイトに基づいた平均値である。この区域の気候の概要はこのデータをもとに説明する。

(A) 気温

最も暑くなる月は、6～8 月であり、平均最高気温は 32.5℃ 最低気温は 25.8℃ である。12～2 月の平均最高気温は 20℃、平均最低気温は 14℃ となっており、年間を通して温暖な気候である。

表-4.4.1 Ha Noi 市の気象データ

月	平均最高気温 (°C)	平均最低気温 (°C)	相対湿度 (%)	月間降水量 (mm)
1 月	19.3	13.7	72	18.6
2 月	19.9	15.0	84	26.2
3 月	22.8	18.1	82	43.8
4 月	27.0	21.4	82	90.1
5 月	31.5	24.3	81	188.5
6 月	32.6	25.8	74	239.9
7 月	32.9	26.1	79	288.2

月	平均最高気温 (°C)	平均最低気温 (°C)	相対湿度 (%)	月間降水量 (mm)
8月	31.9	25.7	78	318.0
9月	30.9	24.7	76	265.4
10月	28.6	21.9	75	130.7
11月	25.2	18.5	66	43.4
12月	21.8	15.3	73	23.4

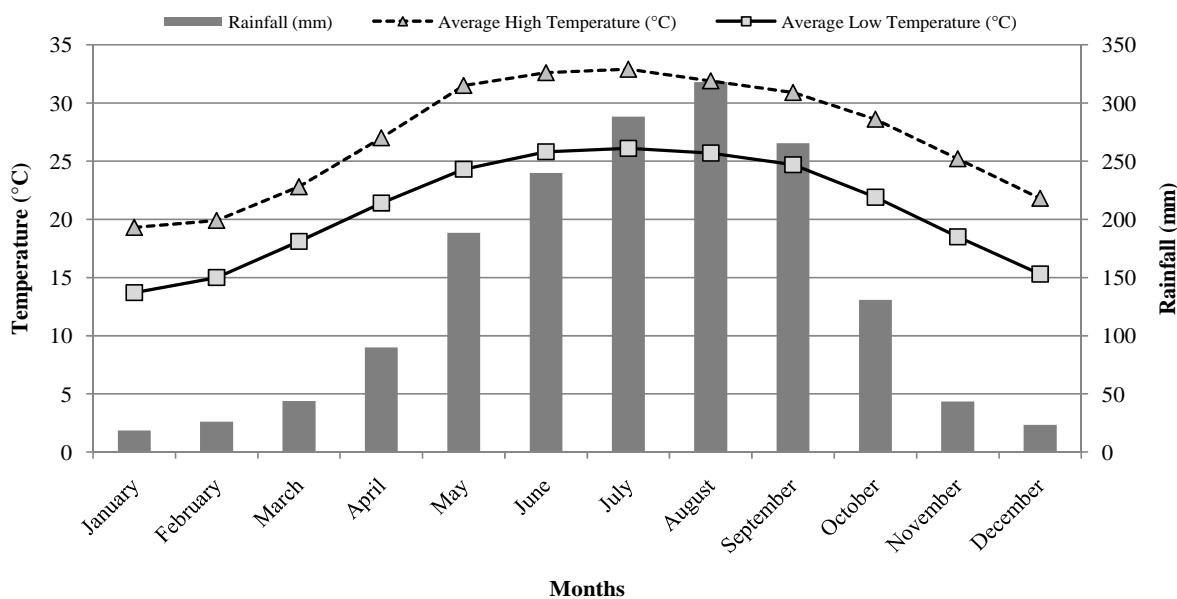
出典：世界気象機関ホームページ

(B)相対湿度

年間の最高および最低湿度は、84%及び66%となっており、全体的な傾向としては、冬期の湿度は高く、夏期に向けて上昇し、11～12月に下がる傾向にある。

(C)降水量

月平均降水量は、18～318 mmと大きく変化しており、年間降水量は、平均で約1,680 mmとなっている。通常は、雨期は5～10月となっており、この期間の降水量は非常に多い。特に7～9月の3か月間は総雨量約900 mmと年間降水量の50%を上回る。



出典：世界気象機関ホームページ

図-4.4.4 Ha Noi市の降水量及び気温データ

(D)風

一般的には、冬期は北及び北東からの風が吹き、夏期には南および南東からとなっている。風速は、Ha Noi市及びその近郊で1.5～2.5m/sとなっている。

(E) 蒸発

蒸発量の季節変動は湿度、風、降雨に影響される。蒸発量は2月、3月および4月には小さい(約2 mm/day)ことが観測されている。夏には蒸発量が大きくなる傾向にあり、一日平均蒸発量の最大値は6月および7月に3-4 mm/dayとなる。そのため、一日の蒸発量における変動はあまり多くはない。

(5) 水質汚染の状況(表流水及び地下水)

プロジェクトエリアの地下水及び表流水の汚染状況を以下に述べる。

(A) 表流水質

急激な都市化や工業化の結果、水需要は増大した。多くの河川が Ha Noi 市を流れている。ホン河は市内を横断し、灌漑用水や家庭用水源として利用され、輸送路としても利用されている。一方、ホン河の支流であるドン河は、Ha Noi 市で2番目に大きい河川である。ドン河は主に水上交通に用いられ、農業用水や家庭用の水源としても利用される。

工業用水や家庭の未処理下水の排出による高レベルの汚染が Kim Nguu、To Lich、Set 及び Lu を含む Ha Noi を流れる4つの川で報告されている。ベトナム国の環境省によると、河川は窒素やリンで汚染されていることが発覚している。

(B) 地下水水質

Ha Noi 市におけるほとんどの既設浄水場は、規模が小さく、地下水を水源としている。需要の増加と飲用および工業用の地下水の過剰利用のため、深刻な水質低下が多く地域で観察されている。地下水位の減少により塩害が増加している。

ハノイ大学と UNICEF により、Ha Noi 市とその周辺の地下水の汚染レベルの調査が行われ、アンモニア、マグネシウム、鉄、砒素によって汚染されていることが報告されている。

UNICEF の報告の結果をもとに、ホン河流域の地下水の砒素の汚染レベルを表-4.4.2に示す。この表から、砒素レベルにおいて、824ある市内の井戸のうち、23.3%が0.05 mg/Lを超えており、49.3%が0.01mg/Lを超えていることがわかる。

このような点を考慮して、ベトナム政府は適切な水供給サービスを提供するために、地下水から表流水へ転換していくことを検討している。

表-4.4.2 ホン河流域の地下水の砒素汚染状況

項目	サンプル数	0.01mg/L 以上		0.05mg/L 以上	
		サンプル数	%	サンプル数	%
旧 Ha Noi 市	824	414	49.3	199	23.3
旧 Ha Tay 省	1368	638	46.6	338	24.7
Hung Yen 省	3384	700	20.7	310	9.2
Ha Nam 省	7042	4517	73.4	3534	62.1
Nam Dinh 省	605	156	21.3	104	13.8

項目	サンプル数	0.01mg/L 以上		0.05mg/L 以上	
		サンプル数	%	サンプル数	%
Ninh Binh 省	75	26	34.7	8	10.7
Thank Hoa 省	347	17	4.9	17	4.9

(出典：UNICEF 2004b)

(6) 大気汚染の状況

ベトナム国の中心部の大気質は都市化と工業化に伴い悪化している。ベトナム国の都市部の大部分が粒子状物質 (PM₁₀) で汚染されている。ほとんどの都市の中心部では、SO₂, CO, NO₂ 濃度が許容限界よりも低いか同等である。しかし、工業地域近辺では SO₂ の濃度が限界を超えているところもある。オートバイや自動車の増加に伴い、現在は排気ガスも大気汚染をもたらしている。

Ha Noi 市では大気汚染の状況は数箇所の観測地点で 1 時間ごとに測定している。DONRE は Ha Noi 市の大気質の規制と管理を委託された主導機関である。2007 年の Lang 観測所のデータを基に、大気質パラメータの時間ごとの平均濃度を表-4.4.3 に示す。

なお、市内の中心部等、通りが密集している場所では、大気質はさらに悪化する。

表-4.4.3 Ha Noi 市における月平均濃度 (2007 年)

月	(µg/m ³)				
	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	CO	O ₃
1 月	141.0	26.38	24.26	728.68	14.54
2 月	144.6	18.95	19.07	569.85	18.75
3 月	132.4	17.09	14.05	581.68	18.99
4 月	138.4	19.32	16.86	413.52	29.5
5 月	129.8	10.41	8.92	382.03	27.57
6 月	140.8	7.78	8.47	335.88	42.59
7 月	129.9	7.63	8.47	313.72	41.06
8 月	149.9	12.06	8.29	377.88	43.14
9 月	160.6	26.25	6.03	530.42	43.92
10 月	152.9	23.88	8.26	522.57	43.08
11 月	155.5	39.14	26.03	738.92	23.54
12 月	141.1	37.62	16.90	489.65	18.13

Source: Urban Air Quality Modeling and management in Hanoi, Vietnam, Phd Thesis, Ngo Tho Hung

(7) 騒音

Ha Noi 市の音響環境は主に交通移動、建設活動、工業、日々の生活により、高い騒音レベルであるという特徴がある。騒音レベルは昼夜とおして比較的高い。居住エリアの典型的な昼の騒音レベルは 75-58 dB (A) で主要道路付近では 80-85 dB (A) に到達する。

Ha Noi 市の主要道路の観測データをもとに平均騒音レベルが昼で 64-80 dB (A)、夕方

で 67-73 dB (A) であると報告されている。これは騒音レベルのほとんどのケースで TCVN 5949: 1998 が定義した最大限度を超えていることを示唆している。教育機関の付近でも騒音レベルは非常に高いと報告されている。

(8) 生物学的環境

1) ベトナム国の保護領域

ベトナム国では、保護領域は多様な方法で指定されている。Special-use Forests (SUF) は一般的に保護領域として認識されており、国立公園、自然環境保全地域（自然保護区、種/生息環境保護区）および景観保全領域を含む。28 の国立公園と 48 の自然保護区、11 の種/生息環境保護区、39 景観保全領域からなる 126 の認可 SUF がある。

また、世界遺産として、Ha Long 湾、My Son 保護区、古都 Hoi An、及び Hue 遺跡群の 4 箇所が指定されている。Can Gio mangroves と Cat Tien の 2 箇所は Man and Biosphere Reserve として指定されている。

Xuan Thuy ラムサール保護区という国際的に重要な湿地（ラムサール）として指定された箇所がある。

また、68 箇所が湿地保護区として提案されており、15 箇所が海洋保護区として提案されている。

Hanoi 周辺の保護区を表した地図を図-4.4.5 に示す。

非保護区がプロジェクト活動の予定地の中あるいは近辺に存在している。そのため、プロジェクト活動が保護区に影響を及ぼすことはないと予想される。

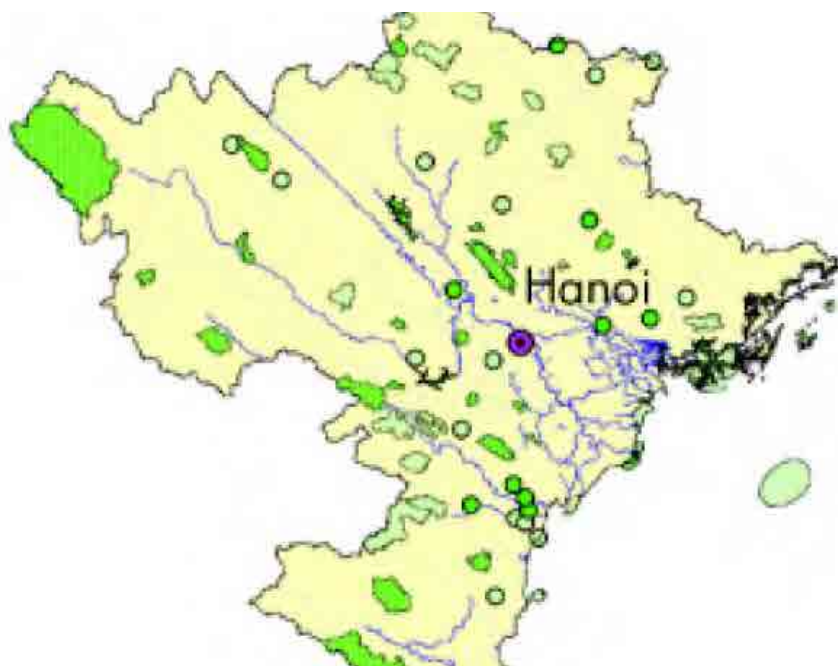


図-4.4.5 Ha Noi 周辺の保護区域

事業実施区域内には保護区域は存在しない。したがって、事業実施が保護区域に与える負の影響はない。

2) 生態系の状況

(A) Gia Lam 県の浄水場建設予定地

浄水場建設予定の大部分は農地であり、現在は稲作または野菜栽培が行われている。沈澱池からの排水は場内で一定の処理をした後、ドン河へ排水することが計画されている。また、取水管は農地内に布設する計画である。

浄水場建設時には、施設配置により、農地の移転が必要となるものの、貴重種の存在はなく、建設段階及び運転段階においては生態系への影響はないと判断される。

さらに、運転段階においては、浄水場敷地境界に沿って、移転するかもしくは別の敷地への移転が考えられる。

(B) 送水管

送水管の大部分は、道路内もしくは道路沿いに布設される予定であるが、一部農地への布設も計画されている。このような農地では、キャベツやバナナやその他の野菜が季節ごとに栽培されているが、生態系への影響や貴重種の存在は特にないと判断される。

(C) 受水点

本提案事業においては、6 箇所の受水点が計画されている。現在、受水点設置予定地は農地または休閑地となっている。受水点 3 (Trau Quy) の予定地の場合、ホテイアオイが生息する小さな池が存在する。受水点周辺の農耕地のほとんどが、現在では稲が栽培されている。以上より、受水点設置予定地は、動植物の生態系に悪影響を及ぼすことはないとは判断される。

(9) 社会経済環境

1) 人口

ハノイ都市圏の人口は、約 6.5 百万人である。2009 年における平均人口密度は約 2,000 人/km²と報告されており、特に市内中心部は非常に人口が密集している。

Ha Noi 市の人口に含まれる民族は、Kinh, Tay 族、Chinese 族、Muong, Nung 族、Thai 族、Dao 族、San Diu 族、San Chay 族、H'mong 族、Gia Rai and Khmer 族となっている。

2) Ha Noi 市の社会経済

Ha Noi 市の社会経済の顕著な特徴を以下に記載する。

- ・ 一人当たりの GDP (国内総生産) (USD 1,950) は国際間の平均値 (USD 1,052) と比べてほぼ 2 倍である。
- ・ 経済は主にサービス業、工業、建設 (約 98.5%) 部門によるもので、農業部門はわずか 1.5% である。
- ・ 労働人口の 56% が第三次産業で、第一次産業と第二次産業がそれぞれ 22% である。しかし、国際レベルでは第一次産業における労働人口が多数である。
- ・ 貧困率は 2.4% で、国際平均 (13.4%) やホン河デルタ (8.6%) と比べて低い。
- ・ 失業率は約 6% のままで、国際平均 (4.65%) やホン河デルタ (5.35%) と比べ

て高い。

- ・ 医療サービスレベルの状態は国際平均よりも高い。

3) 公衆衛生

急速な都市化と工業化が進められる、首都 Ha Noi 市は人口過密地域であり、都市化に起因する様々な健康問題（伝染病を含む）を抱えている。公衆衛生を示す指標を以下に示す。

- ・ 平均寿命は 76 歳である。
- ・ 2004 年の幼児死亡率は 5.3% であり、1~5 歳については、8.5~9.8% である。

幹線道路沿いの住民は特に大気汚染に悩まされている。また、コレラ、赤痢、デング熱、肝炎等の伝染病の発生も報告されている。

4) 文化遺産

Ha Noi 市は、急速な発展が進む一方で、文化的、歴史的な遺産が豊富に残されている。市内のいたるところに多くの遺跡があり、それらの多くは、Ha Noi 市の Hoan Kiem 湖より北東部に集中しており、寺院等の文化遺産については、西部に集中している。

さらに、郊外にもいくつかの寺院が見られる。特に寺院については、重要文化財であり、2010 年世界遺産に登録されている。

5) 輸送（浄水場へのアクセス）

浄水場建設予定は Gia Lam 県にあり、建設予定付近には、敷地へのアクセス道路が存在する。アクセス道路の幅員は約 7m で、舗装された道路である。道路の両脇は、主に農地であるが、一部、住宅が存在する。

現場では、市内の建設現場へ土砂を運ぶ大型トラックが、ドン河堤防から浄水場建設予定地を通過している様子が見られる。浄水場建設時には、これらの車両は通行できなくなることから、建設時の輸送には影響しないと考えられる。



図-4.4.6 浄水場へのアクセス道路

歩行者はほとんど見られず、また、軽車両も少ない。しかしながら、特に建設段階においては、道路利用者の安全のために、交通誘導員の配置は必要である。また、大型車両のすれ違いの際にも注意が必要である。

4.5 影響識別と軽減対策

(1) 総合的な影響識別

EIA の第一歩は、提案されたプロジェクトの実施に起因する潜在的な著しい影響を識別することである。プロジェクトの影響識別で考慮した側面を以下に示す。

- プロジェクトの構成
- プロジェクトの段階
- 影響を発生する活動
- 影響の形態

マトリックス表を総合的な影響識別に用いた。マトリックスは影響されるであろう環境要因、およびこの原因である活動を識別する。建設準備段階、建設段階、運転段階のマトリックスを表-4.5.1 に示す。スコーピングは様々な活動の為、社会的、自然、汚濁に関わる項目の影響の識別を含み、表中の「A」「B」「C」はそれぞれ、開発計画がその環境要素にある影響を及ぼす影響の度合い（深刻、影響はない、不明の順）を示す。また、「+」及び「-」については、前述の分類における影響の強弱を示している。

表-4.5.1 プロジェクト構成要素のスコーピング・マトリックス

影響項目			段階別の影響要因															
No	Likely Impacts	総合評価	建設準備		建設段階							運転段階						
			土地収用／補償	土地利用計画の変更、建設規則上の様々な活動の規制	湿地帯の埋め立て等	樹木伐採／整地	切土、盛土等による土地改変	建設機械の運転	処理施設の建設	建設現場の交通の制限	労働者の流入と宿舍の建設	送水管の建設	水需要の増大	排水量の増大	施設と関連構造物の外観／占用	処理施設の運転	受水施設の運転	
社会環境	1	住民移転(または財産の損失)	B-	B-	B-													
	2	雇用、生計等の地方経済	B+	B+														
	3	土地利用、地域資源利用	B-			B-	B-											
	4	社会資本及び地方の意思決定機関等の社会的機関																
	5	公共施設と公共サービス																
	6	貧困、先住民、民族（難民含む）、性別、こどもの権利																
	7	便益／被害の偏在																
	8	文化財（墓地等）	B-	B-														
	9	地域紛争																
	10	水利用、水利権あるいは共有権																
	11	公衆衛生	B														B	
	12	災害（リスク）、感染症	B														B	
	13	事故	B							B		B		B				
自然環境	14	測量及び地質の特徴																
	15	土壌浸食																
	16	地下水																
	17	水理学的状況																
	18	沿岸地域																
	19	生態系と生物学的多様性	B-			B-												
	20	気象																
	21	地勢	B														B	
22	地球温暖化																	
公害	23	大気汚染	B					B	B	B								B
	24	水質汚染	B					B-								B		B
	25	土壌汚染																
	26	廃棄物	B							B								B
	27	騒音・振動	B					B	B	B				B-				B-
	28	地盤沈下																
	29	悪臭																
	30	底質																

A：深刻な負の影響が懸念される、B：いくつかの負の影響が懸念される、C：影響範囲が不明（追加調査が必要）、無印：影響が小さく IEE/EIA が不要、+：影響の度合いが大きい、-：影響の度合いが小さい

(2) プロジェクトの様々な段階において予想される負の影響

本提案事業の実施により、以下のような様々な効果が得られることが期待できる。

建設段階及び運転段階では、雇用機会が得られ、また、ハノイ都市圏における現在の水道未普及地域では、水道サービスが受けられるようになり、コレラや下痢、腸チフス及び皮膚病、眼病等、水系伝染病の改善にも効果がある。

しかしながら、負の影響をもたらすこともまた否定できない。

本提案事業による負の影響のレベルを表-4.5.2に整理する。全体的に、本提案事業の環境社会への影響については、深刻なものはない。

負の影響は以下に詳述する3つのカテゴリー（すなわち建設準備段階、建設段階および運転段階）で分類した。建設準備段階及び建設段階の影響は、一時的か短期であると見なされ、一方、運転段階の影響は長期的な影響を及ぼすと考えられる。

(A) 建設準備段階

建設準備段階において、最も大きな負の影響は、土地収用及び造成の問題である。浄水場建設予定地及び送水管布設ルート、受水地点は、水田、畑等の農地となっている。土地収用は、土地所有者と合意の上で補償を行われた後、実施される。浄水場建設予定地である水田の中には、いくつかの墓地が点在しており、これらの墓地は所有者と合意の上、移転が必要となる。

土地収用の後、事業主による土地の造成、土地利用許可の取得が必要となる。

(B) 建設段階

建設段階において、最も大きい負の影響は、建設機械からの騒音・振動や土埃りの発生等である。また、掘削及び埋戻し時にも土埃りの発生が想定される。

土埃りや騒音、振動は、建設機械の運転時に発生し、長距離に渡って道路内布設される送水管施工時には、工事用の重車両が日中止まることとなる。道路幅は狭い部分もある。管路布設のためには、推進工法を用いる河川横断部を除き、道路内を掘削する必要がある。掘削時には、道路通行上の問題が発生することが想定されるため、適切な交通及び施工監理を行い、影響を最小限に止めることが必要となる。

表-4.5.2 提案事業における負の影響の大きさ

主要項目		影響レベル	主要な要員
建設準備段階	1. 土地収用（補償）	B+	浄水場の建設に必要な用地は、そのほとんどが農地である。また、送水管についても、田畑及び果樹園内に布設することになる。これらの土地には所有者がおり、適切な補償費を支払った後、土地収用が必要である。さらに、浄水場用地内の水田地帯には、いくつかの墓が点在しており、所有者の同意の下、移転が必要となる。土地の造成には用地の買収が必要となり、また、土地利用手続きが事業実施の前に必要となる。
	2. 土地造成	B+	
建設段階	1. 掘削及び埋戻し	B-	土地の掘削、埋戻しは、周辺地域に土埃りによる影響を与える。

主要項目	影響レベル	主要な要員	
2. 重車両及び重機の運転	B-	建設機械は騒音・振動、粉塵、交通への影響を引き起こす	
3. 労働者の流入及び宿舍の建設	B-	多くの労働者が建設現場に流入し、ほとんどの労働者及び技術者が、周辺地域もしくは他の地域から雇用される。そのため人の交流が増え、それにより伝染病の蔓延等が懸念される。	
4. 道路への送水管の布設	B+	送水管の布設は、主に道路に沿って行われ、中には狭い道路も存在する。道路内を掘削するため、交通量が多い道路については、建設期間中の交通の問題を避けるために交通整理員が必要となる。	
運転段階	1. 排水放流量の増加	B	水道整備により、使用者の下水量の増量が懸念され、水源や生活環境の悪化を引き起こす。乾期の下水により、マラリア蚊の生息環境を生み出す可能性がある。
	2. 施設の運転操作	B-	浄水処理施設及びポンプ設備の運転は、騒音・振動を引き起こす可能性がある。また、浄水場の排水はドン河へ放流される。浄水汚泥の投棄による汚染の可能性もある。

Note: A: Serious impact expected; B: Certain impact expected
 +: the strength of impact is bigger; -: the strength of the impact is smaller.

(C) 運転段階

運転段階においては、浄水場施設及びポンプ等の設備から騒音や振動の発生が想定される。また、毎日のドン河への排水の放流や定期的な浄水汚泥の搬出等により、河川及び汚泥引き受け地が汚染されないよう、モニタリングを行うことが重要である。

また、需要の増加等による浄水量の増加により、排水量の増加も懸念され、長期にわたり適切な対策が行われなかった場合には、放流先であるドン河の水質汚染を引き起こすこととなる。

(3) 各段階における負の影響に対する軽減対策

建設準備段階の負の影響は、土地収用及び土地の造成及び長距離の送水管が挙げられた。建設予定地の大部分は農地であり、土地収用は容易であると考えられる。これらは、用地補償や適切な施工が行われることで負の影響を軽減することが可能である。

また、建設段階及び運転段階では、負の影響として、騒音、振動、道路交通、土埃り、汚泥処理等が挙げられた。これらの負の影響は、適切な軽減対策を実施することで最小限に止めることが可能である。

以上のように、負の影響について、大きなものは建設段階及び運転段階のいずれにおいても想定されず、小さなもののみとなっている。これらの負の影響は、各々の段階で対策が行われることで、最小化もしくは防止することができる。

対策方法の詳細を表-4.5.3～表-4.5.4 に示す。

表-4.5.3 建設準備段階及び建設段階の軽減対策

項目	影響	軽減対策
<土地収用>	農家は農地がなくなることになる	<ul style="list-style-type: none"> 事業主は土地所有者リストを作成する。 事業主により、代替地の提供もしくは補償費の支払いを行う。 浄水場建設期間は、可能であれば、土地所有者に労働者としての雇用機会を与える。
<景観>	特に懸念事項はない	<ul style="list-style-type: none"> 近隣住民からの要望を受入れる。
<大気汚染>	排気ガスと浮遊粒子状物質の発生が懸念される	<ul style="list-style-type: none"> 散水の実施により、粉塵の発生を抑制する。 建設機械、車両のメンテナンスを実施する。 建設車両及び重機の安全運転と速度制限を行う。 建設前後を通して、大気汚染状況をモニタリングする。 情報窓口を設置し、要員を配置する。
<騒音・振動>	重機及び重車両からの騒音・振動の発生が懸念される	<ul style="list-style-type: none"> 建設の内容と期間を周辺住民へ告知する。 建設車両及び重機の安全運転と速度制限を行う。 騒音・振動のモニタリングを行う。
<動植物>	配管の布設位置により、数本の樹木を伐採する必要がある	<ul style="list-style-type: none"> 樹木の伐採については可能な限り避ける。 伐採が避けられない場合には、建設後に移植を行う。
<交通、公共施設>	<p>建設資材の搬入及び建設廃材の搬出による大気汚染と騒音・振動により、アクセス道路近辺の住民の健康被害を引き起こす可能性がある。</p> <p>交通量の多い場所への送水管の布設は、交通渋滞や事故を引き起こす可能性がある。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 建設の内容と期間を周辺住民へ告知する。 交通整理員もしくは監視員を配置する 建設作業員および散水タンクの運転手、地域住民への交通ルール教育を実施する。 荷台へ飛散防止カバーを取り付ける。 実施される交通管理について、周辺住民へ適切な説明を行う。 送水管工事を昼間に実施する場合には、相応な注意を払う。夜間工事とする場合には、周辺住民の生活を妨げないように、騒音の発生に注意する。
<残土処理>	建設残土の処理	<ul style="list-style-type: none"> 埋立地のような適切な場所へ運搬処理する。

表-4.5.4 運転段階の軽減対策

項目	影響	軽減対策
<騒音・振動>	ブロウ、ポンプ、発電機等からの騒音・振動が懸念される	<ul style="list-style-type: none"> 建屋内で騒音・振動の低減対策を行う。 騒音・振動のモニタリングを行う。

項目	影響	軽減対策
<汚泥処理>	自然に悪影響を及ぼさない汚泥が沈澱池から発生する	<ul style="list-style-type: none"> 沈澱池からの排水を濃縮槽や排泥池等で濃縮処理する。 濃縮された汚泥は、天日乾燥床にて乾燥し、トラックを用いて、処分場へ搬送する。 浄水汚泥の性状をモニタリングする。
<排水>	天日乾燥床からの高濁度の汚染水がドン河の汚染を引き起こす可能性がある	<ul style="list-style-type: none"> 放流水質のモニタリング 水質基準を上回る場合には是正措置を講じる。
<水質> <公衆衛生>	水需要の増加により、排水量の増加が懸念される。適切な処理が行われない場合には、生活環境に影響を及ぼす。	<ul style="list-style-type: none"> 長期に渡り、発生が懸念される排水量に対応した施設を計画する。

以下に示すような負の影響の軽減対策（モニタリングを除く）を実施する機関の体制を確立することが推奨される。

- 建設段階の負の影響の場合、建設業者 施工監理を行う事業主の指示に基づき対策を実施する。
- 重要事項を決定は、事業主が責任を持って行う。
- 運転段階の場合には、事業主が負の影響への軽減対策を実施する。

4.6 環境マネジメント計画

(1) 汚泥処理施設の設置

浄水場を建設するにあたり、沈澱池からの排水や、ろ過池の逆洗排水等の処理施設を設置する。

これらの排水処理施設は、洗浄排水地、排泥池、濃縮槽、天日乾燥床で構成され、建設費は、浄水場の建設費用に含まれる。

(2) リスク分析

運転段階において、リスク分析として以下の側面に注意すべきである。

(A) 電源供給

浄水場では、取水、導水、送水等のポンプ設備、攪拌機や掻き寄せ機等の浄水設備、薬品注入設備、コントロールパネルや多くの装置が電気によって稼働している。停電が発生した場合、装置が停止し浄水場の運転に重大な障害が発生する。特に浄水場が長時間に渡り処理を停止した場合には、給水サービスに多大な影響与える可能性が考えられる。

対策としては、浄水場への電力供給が優先的に行われることにあるが、浄水場側で実施可能な対策として、非常用自家発電機を設置し、停電時には発電機からの受電により電力を賄うことである。

施設計画策定時にこれらの対策を考慮することによって停電時の負の影響を回避、もしくは少なくとも軽減することができる。

(B) 電気、機械設備の故障

電気、機械設備の故障による運転停止は、現場に予備部品や予備施設を用意することによって回避することが可能である。運転維持管理指示書や緊急時マニュアルは、運転維持管理要員のトレーニング時に提供されるべきである。

(C) 消毒剤使用に関わる安全性

浄水プロセスにおいて使用される消毒剤としては、次亜塩素酸ナトリウムの使用が計画されている。液体次亜塩素酸ナトリウムは、強いアルカリ性であり、酸化反応で腐食をもたらすため、使用時には火傷や失明等に注意しなければならない。なお、液体次亜には6%以上の次亜塩素酸ナトリウムが含まれている。

そのため、貯留時の温度や貯留期間、腐食に強い材質の選定等、貯留タンクは適切に設計されなければならない。

また、オペレーターは、安全な使用方法及び貯蔵方法や、事故発生時を想定した準備をしておかなければならない。

(3) 環境計画

環境社会配慮の実施およびその結果の評価、並びに事業活動による新たな負の影響の発生に関する情報を把握するためにモニタリングを実行することが重要である。モニタ

リング計画、実施担当および必要となる技術教育並びにトレーニングについて本項で記述する。

(4) モニタリングプログラム

前章で記述した負の影響に関わるモニタリング計画を提案する。モニタリング計画は建設段階と運転段階に分類される。建設段階のモニタリング計画準備において、建設段階の影響は短期間であり、その為に正確さを重視する測定方法よりもその結果を直ちに反映できるモニタリング方法を選定することが重要である。

しかしながら、運転段階のモニタリング計画は環境に関わる基準に基づいて判断することが求められ、また、運転段階の新たな負の影響を見つけたことが求められる。したがって、測定方法は十分な精度でかつ、簡易な操作であることを考慮し選定する必要がある。将来、新たな影響が予測された場合、測定方法は新たな影響の必要と測定精度および測定項目に基づいて改善すべきである。建設段階および運転段階のモニタリングプログラムを以下に述べる。

(A) 建設段階

アクセス道路と建設現場（敷地境界を含む）において、資材搬入、搬出の為に車両および建設重機の運転により発生する粒子性物質（粉じん）を測定する。モニタリングは、粒子性物質の発生が最も顕著な項目であることを考慮し、アクセス道路と建設現場の粒子性物質レベルを携帯式粒子性物質計測器によって判定する。大気中にある粒子性物質を低減するために散水を実施し、その効果も判断するため再度測定を行う。さらに苦情受付窓口を設置し、事業による大気中の粒子性物質に関連する住民からの苦情を受けた場合、測定結果を参考にし、散水回数の増加を検討する。（必要であれば、路肩、セットバック部分の舗装整備や車両のすれ違い場所等の建設を考慮する）

アクセス道路と建設現場（敷地境界を含む）において、資材搬入・搬出の為に車両および建設重機の運転により発生する騒音を携帯式騒音計により測定する。住民からの苦情を受けた場合、測定結果を参照し、必要であれば防音壁の設置や車両の運行速度を低減し騒音の緩和を考慮する。

建設段階におけるモニタリングプログラムを表-4.6.1 に要約する。

表-4.6.1 建設段階のモニタリングプログラム

項目	モニタリング場所	パラメータ	頻度	実施者	モニタリング費用*
騒音	-アクセス道路 -浄水場 -受水点	騒音(最大レベル)	建設段階の騒音が特に大きい期間のうち任意の回数	事業主	JPY 30,000 (測定機器の購入)

項目	モニタリング場所	パラメータ	頻度	実施者	モニタリング費用*
住民からの要望、苦情	-アクセス道路及び建設地周辺	苦情数、要望数とその内容	建設段階で設置された受付へ要望、苦情があった都度.	事業主	費用無し
大気質	-アクセス道路 -浄水場 -送水管 -受水点	大気中の微粒子	建設段階のうち、特に大気汚染が激しい期間のうち任意の回数	事業主	JPY 300,000 (測定機器の購入費)

* 人件費は含まない。

建設段階における騒音、周辺環境、大気汚染のモニタリング結果の記録方法について、表-4.6.2～表-4.6.4 に示す。

表-4.6.2 騒音モニタリング（建設段階）

項目	単位	測定範囲 (Max.)	ベトナム国の基準*	契約基準	国際基準	備考
騒音レベル	dB		75dB (6:00~18:00hrs) 70dB (18:00~22:00hrs) 50dB (22:00~6:00hrs) 85~88 dB(for Trucks)***		85 dB**	

* Values according to the Noise standards in public and residential areas in Vietnam (TCVN 5949: 1995) for the case of small industries located in residential areas.

** Regulation value in Japan (during construction work period)

*** Values according to the Noise level standards for road motor vehicles in Vietnam (TCVN 5948: 1995).

表-4.6.3 周辺環境のモニタリング（建設段階）

モニタリング項目	モニタリング結果
苦情数、要望数	
苦情や要望の内容	

表-4.6.4 大気質のモニタリング（建設段階）

項目	単位	測定範囲 (Max.)	ベトナム国の基準*	契約基準	国際基準	備考
浮遊粒子状物質 (SPM)			0.2 mg/m ³ (24時間平均)			

* Values according to the Ambient Air Quality Standards in Vietnam (TCVN 5937: 2005)

(B) 運転段階

浄水場の流入水と処理水の定期的な水質測定を実施すべきであり、特に処理水については、受水点のような配水施設で行うべきである。

例えば、受水点においては、年2回水質測定を行い、有害物質が含まれていないことを確認する等である。

騒音レベルは、ポンプ棟、非常用発電機設備、ブローア設備の外部および浄水場敷地

境界において測定する。近隣に影響がないと判断されるが、特に夜間の騒音レベル測定を推奨する。

この他、月に一度は浄水場からドン河への排水水質の監視が必要である。また、乾燥後の汚泥についても、搬出先の汚染を避けるために監視が必要である。

運転段階で必要なるモニタリングプログラムの概要を表-4.6.5 に示す。

表-4.6.5 運転段階のモニタリング

項目	モニタリング場所	パラメータ	頻度	実施者	モニタリング費用*
水質	-取水施設	pH、濁度 有害物質（フッ化物、鉄、マンガン、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）	毎日 半期ごと	事業主又は維持管理業者	分析機器及び薬品購入費が必要となる。
	-受水点等の配水施設	pH、濁度、残留塩素 大腸菌 有害物質（フッ化物、鉄、マンガン、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素）	毎日 毎週 半期ごと		
	-排水管の流入及び流出部	pH、気温、BOD、COD、SS、大腸菌、残留塩素 油脂類、ヒ素、カドミウム、鉛、クロム、銅、亜鉛、マンガン、ニッケル、有機リン、全リン、鉄、テトラクロロエチレン、スズ、水銀、全窒素、トリクロロエチレン、アンモニア態窒素、フッ化物、フェノール類、硫化物、シアン	毎月 四半期ごと		
汚泥濃度	天日乾燥床から排出される汚泥	亜鉛、銅、ニッケル、カドミウム、鉛、水銀、クロム、モリブデン、セレンウム、ヒ素	年2回	事業主又は維持管理業者	建設段階で使用した機器を転用
騒音	下記の建屋外 -ポンプ -発電機 -ブロー 浄水場敷地境界	騒音（最大レベル）	毎月	事業主又は維持管理業者	建設段階で使用した機器を転用

* 人件費は別途計上。

運転段階における水質（原水及び処理水）、排水、騒音のモニタリング結果の記録方法について、表-4.6.6～表-4.6.9 に示す。

表-4.6.6 原水水質のモニタリング（運転段階）

項目	単位	測定値 (平均)	測定値 (最大)	ベトナム 国の基準*	契約基準	国際基準	備考
pH	-			6 – 8.5			
濁度	NTU						
フッ化物	mg/l			1.0 mg/l			
NO ₂ -N	mg/l			0.01 mg/l as NO ₂			
NO ₃ -N	mg/l			10 mg/l as NO ₃			
Mn	mg/l			0.1 mg/l			
Fe	mg/l			1.0 mg/l			

* Values according to the Surface Water Quality Standards in Vietnam (TCVN 5942: 1995)

表-4.6.7 浄水水質のモニタリング（運転段階）

項目	単位	測定値 (平均)	測定値 (最大)	ベトナム国 の基準*	契約基準	国際基準	備考
pH	-			6.5 – 8.5			
濁度	NTU			2 NTU			
残留塩素	mg/l			0.3-0.5		5**	
大腸菌	MPN/ 100 ml			0			
フッ化物	mg/l						
NO ₂ -N	mg/l			3 mg/l as NO ₂			
NO ₃ -N	mg/l			50 mg/l as NO ₃			
Mn	mg/l			0.3 mg/l			
Fe	mg/l			0.3 mg/l			

* Standard of drinking water quality 2009, Environment Board.

** In the WHO guideline, 5 mg/l is shown as upper limit.

表-4.6.8 浄水場からの排水モニタリング（運転段階）

項目	単位	測定値 (平均)	測定値 (最大)	ベトナム国 の基準*	契約基準	国際基準	備考
pH	-			6 – 9			
BOD	mg/l			30			
COD	mg/l			50			
SS	mg/l			50			
残留塩素	mg/l			1			
大腸菌	MPN/ 100 ml			3000			
糞便性大腸 菌	MPN/ 100 ml						

* Values according to the Industrial Wastewater Discharge Standards in Vietnam (TCVN 5945: 2005)

表-4.6.9 騒音モニタリング(運転段階)

項目	単位	測定値 (最大.)	ベトナム国の基準*	契約基準	国際基準	備考
騒音レベル	dB		75dB (6:00~18:00) 70dB (18:00~22:00) 50dB (22:00~6:00) 85~88 (トラック)***		40 dB**	

* Values according to the Noise standards in public and residential areas in Vietnam (TCVN 5949: 1995) for the case of small industries located in residential areas.

** Regulation value in Japan (during night time)

*** Values according to the Noise level standards for road motor vehicles in Vietnam (TCVN 5948: 1995).

(5) 組織体制

モニタリング活動を実行する組織に関する基本的な情報を以下に整理する。

- 建設業者は建設段階のモニタリングを実行するものとし、事業主に報告するものとする。
- 浄水場試験室は、原則として運転段階のモニタリングを実行するものとする。
- さらに、浄水場試験室での測定が困難な項目は、適切な組織に依頼する。(例えば、臭気測定等。)

管理ユニットの設立が上記のモニタリングを実行するために必要となる。このユニットは、浄水場に関連する組織、環境管理組織、水域管理組織、地方行政組織および住民から構成される。効果的なモニタリングのためにこれらの組織機関間の適切な調整を行うことを提案する。さらに、収集したモニタリング情報を全ての関連組織が必要な時にアクセス可能なデータ・ベースとして編集すべきである。

(6) 労働衛生と安全対策

事業の建設および運転段階において、作業場の大気環境、周囲温度および湿度、騒音の限度、閉鎖区域で働くことに関する特定の条件、および健康と安全性に関する一般的な条件について考慮すべきである。高所作業が必要な場合、そのような場所で働く際の注意についてのガイダンスを労働者に与えるべきである。現場の労働者は一般的な公衆衛生と安全の慣行に従うべきである。

次に示す緩和および管理対策を、建設および運転段階で現場スタッフおよびあらゆる訪問者の健康および安全性に負の影響が及ばないことを保証するために、採用すべきである。

- 適切なトレーニングを備えた作業上の健康／安全計画の整備および実施
- 防護設備の使用および化学薬品操作（塩素）の訓練の実施
- 作業場の危険性の明瞭な表示と危険標識の認識訓練
- 現場緊急対応計画の整備
- 騒音区域もしくは騒音設備の近くで作業もしくは立ち入る全ての作業員は騒音防護具を着用すること。

4.7 結論

本提案事業の実施により、ハノイ都市圏の水道未普及地域が改善される等、生活環境の改善効果が期待される。しかしながら、負の影響についても考えられるため、これら負の影響を最小限に止めるために、必要な配慮項目が挙げられる。

(1) 環境配慮における重要項目

事業の実施による大きな問題は想定されないが、建設及び運転段階のそれぞれにおいて、以下に挙げるいくつかの事項について、注意が必要である。

(A) 建設準備段階

土地収用は本提案事業の建設準備段階において、配慮が必要な主要項目である。

そのため、事業実施前の早い時期に土地所有者との協議を行わなければならない。

(B) 建設段階

建設段階における負の影響は、一時的なものと継続的なものがある。

特に、建設資材の搬出入における重車両の一般交通への影響については注意が必要である。一般的には、交通整理員の配置や道路への散水等が、負の影響を緩和する対策として挙げられる。

また、騒音や大気汚染、残土処理等についても発生が懸念されるため、対策が必要にである。

(C) 維持管理段階

施設が稼動し維持管理段階に入ると、浄水場からの騒音や排水、浄水汚泥の処理等、負の影響への対策が必要となる。これらの影響の軽減のために、影響の度合いをモニタリングし、可能な限り早期に、最適な対策が実行されるなければならない。

(2) 事業実施に向けての重要事項

事業実施に向けて必要となる重要なステップを以下に示す。

- 事業主は完全 EIA を実施し、DONRE もしくは MONRE 及び関連機関へ本提案事業の有用性について認可を得なければならない。
- また、本提案事業を実施する上で最も重要である土地収用については、事業主は関連機関と協力して実施する。
- 本提案事業を実施するために必要な許認可については、事業主が事前に手続を進めなければならない。事業主はステークホルダーミーティングを実施し、事業概要及

び設備、施設期待される効果と想定される負の影響及び建設段階及び運転段階における負の影響の軽減対策等について説明する。ステークホルダーミーティングによって、事業主は参加者である浄水場予定地の土地所有者、地方自治体、DONRE、HPC 等からプロジェクト実施の理解を得ることとなる。ステークホルダーミーティングの議事録については、EIA レポートに反映させる。

- まず事業主は、建設段階及び運転段階において、提案されたモニタリング計画とあらゆる軽減対策を実施すべきである。建設会社はモニタリングを実施し、結果を事業主に報告することとなるが、運転段階においては、事業主もしくは維持管理会社が行わなければならない。
- モニタリングプランの実施結果を、建設段階及び運転段階ともに、定期的に DONRE 及びその他の関連機関へ報告すべきである。

上記の点から、このプロジェクト実施に伴う潜在的な負の影響の軽減（もしくは回避）のための対策が保証されるべきであると結論付けられる。負の影響の軽減によって、本提案事業は潜在的利益として、放流水質の改善および放流水域周辺の生活環境改善が期待される。したがって、環境およびこの区域の住民の生活条件の向上のため本提案事業の実施を提案する。

Annex-1: 環境チェックリスト：14.上水道（1）

分類	環境項目	主なチェック項目	具体的な環境社会配慮
1.許認可・説明	(1) EIA および環境許認可	① EIA レポート等は作成済みか？ ② EIA レポートは当該国政府に承認されているか？ ③EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか？ ④上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか？	①、②、③環境保護法 (No. 52/2005/QH11)及びベトナム政府の Decree No. 80/2006/ND-CP, Decree No. 21/2008/ND-CP, 及び Circular No. 05/2008/TT-BTNMT によれば、プロジェクト事業主自らまたは専門コンサルタントへの委託により、EIA レポートの作成が必要となる。EIA はプロジェクトの FS 段階で準備され、MONRE または DONRE に提出し承認を得なければならない。現時点では EIA レポートは準備されておらず、VIWASEEN 社はコンサルタントへ委託をしているとのことである。 ④EIA の承認に加えて、プロジェクト実施前に必要となる他の申請、許可がある。これには、土地利用申請、水利権申請、河川占用許可、排水許可、MOC からの最終承認と建設許可が含まれる。
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	①プロジェクトの内容及び影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか？ ②住民や所管官庁等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか？	①、②環境保護法 Article 20 によれば、EIA レポートは、プロジェクトサイト近隣の地方人民委員会の意見を取り入れることとなっている。また、Circular No. 05/2008/TT-BTNMT の Item III(2)によれば、事業主によりコミュニティコンサルテーション実施されることとなっており、議事については EIA に含まれることとなっている。したがって、EIA の準備段階において、コミュニティコンサルテーション及びコミュニティからの意見交換が実施されることとなる。
2.汚染対策	(1) 大気質	①消毒用塩素の貯蔵設備、注入設備からの塩素による大気汚染はあるか？ ②作業環境における塩素は当該国の労働安全基準等と整合するか？	①次亜塩素酸ナトリウム（液体）は消毒剤として使用される。貯留設備及び注入設備は、安全に配慮して設計されるため、大気汚染の恐れはない。 ②労働者は手袋やゴーグル等を使用して安全を確保する。
	(2) 水質	①施設稼動に伴って発生する排水の SS、BOD、COD、pH 等の項目は当該国の排水基準等と整合するか？	①浄水場の運転に伴って流出される排水は、主に天日乾燥床の上澄水が想定される。したがって、放流水域の水質悪化は見込まれない。しかしながら、放流先はドン河となるため、継続的な放流量のモニタリングが必須である。(QCVN24:2009/BTNMT)。
	(3) 廃棄物	①施設稼動に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか？	①浄水場の沈澱池からの発生汚泥は、自然環境に対して有害なものではない。汚泥は、濃縮槽で濃縮され、天日乾燥床にて乾燥させた後、ベトナム環境省の許可を受けた処分業者により搬出される。
	(4) 騒音・振動	①ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか？	①ポンプ、ブロワ、発電機は、建屋内に設置され、騒音発生には細心の注意が払われる。また、建設段階では、騒音レベルがベトナム国家基準の規制以内 (TCVN5949-1998)となるよう、必要に応じて緩和策を考える。

Annex-1: 環境チェックリスト：14.上水道（2）

分類	環境項目	主なチェック項目	具体的な環境社会配慮
2.汚染対策	(5) 地盤沈下	①大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下が生じる恐れがあるか？	①本プロジェクトでは、ドン河の表流水を水源としており、地下水の汲み上げは行わない。したがって、地下水の汲み上げによる地盤沈下が生じる恐れはない。
3.自然環境	(1) 保護区	①サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか？プロジェクトサイトが保護区に影響を与えるか？	①サイト周辺には保護区は存在しないため、プロジェクトの実施が保護区に与える影響はない。
	(2) 生態系	①サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか？ ②サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか？ ③生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか？ ④プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼすか？水生生物等への影響を減らす対策はなされるか？	①、②サイト及び近隣地域はいずれの生態学的な貴重種の生息地も含まない。浄水場の提案用地は主に農地となっており、送水管等の配管布設位置もまた、農地及びその側道となっている。ドン河及びホン河横断については、推進工法を採用することで掘削は不要となるため、重大な環境影響は見込まれない。 ③重大な負の生態系への影響は見込まれない。ただし、所管官庁は、長期にわたり環境法に違反する行為を取り締まるための監査を行う必要がある。 ④本プロジェクトの取水流量は、河川の最小流量の1%程度である。したがって、本プロジェクトの取水量が水生生物や水環境への負の影響は見込まれない。
	(3) 水象	①プロジェクトによる取水（地下水、地表水）が地表水、地下水の流れに悪影響を及ぼすか？	①上記④のとおり、取水流量は河川の最小流量の1%程度であり、取水による地表水の流れへの影響は無い。

Annex-1: 環境チェックリスト：14.上水道（3）

分類	環境項目	主なチェック項目	具体的な環境社会配慮
4.社会環境	(1) 住民移転	<p>①プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか？生じる場合には、移転による影響を最小限とする努力がなされているか？</p> <p>②移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか？</p> <p>③住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか？</p> <p>④補償金の支払いは移転前に行われるか？</p> <p>⑤補償方針は文書で策定されているか？</p> <p>⑥移転住民のうち特に女性、子ども、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か？</p> <p>⑦移転住民について移転前の合意は得られるか？</p> <p>⑧住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか？十分な実施能力と予算措置が講じられるか？</p> <p>⑨移転による影響のモニタリングが計画されるか？</p> <p>⑩苦情処理の仕組みが構築されているか？</p>	<p>①,②,③,④,⑤,⑥浄水場の建設予定地は、主に農地となっている。また、送水管は道路に沿って埋設されるか、もしくは農地内に布設される。したがって、住民移転は発生しない。しかしながら、土地収用が発生するため、土地所有者から農地を収用することとなる。したがって、土地法 Article 38 (No. 13-2003-QH11)により、公共の利益のために土地ファンドが土地を収用する。土地価格及び補償内容決定のための各種調査、住民説明・協議は土地ファンドが行うこととなっており、補償費用については、事業主体が土地ファンドを通して支払うこととなる。補償・生活再建対策の受給者要件については、土地法第 39 条第 1 項及び第 2 項で規定される。</p> <p>⑦,⑧土地収用を適切に実施するための体制として、上述の土地ファンドが MONRE により組織されており、実施体制及び能力については問題無い。</p> <p>⑨事業主体者にて適切なモニタリング計画を計画する。</p> <p>⑩苦情処理については、土地法第 73 条によれば、地方人民委員会、県人民委員会、人民裁判所の順で土地に関する苦情は処理されることとなる。ただし、土地収用後については、事業主体者として別途苦情処理窓口を設置する等、簡易な苦情処理については、事業主体者で対応する等住民に配慮する。</p>
	(2) 生活・生計	<p>①プロジェクトにより住民の生活に対し悪影響が生じるか？必要な場合には影響を緩和する配慮が行われるか？</p> <p>②プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、既存の水利用、水域利用に影響を及ぼすか？</p>	<p>①本プロジェクトは、近隣居住者への深刻な不の影響はもたらさない。運転段階では、水道未給水エリアへの給水が促進される。これにより、水系伝染病が減少し、生活環境は改善されると考えられる。また、プロジェクトは居住者へ経済的な正の影響をもたらす。しかしながら、農民のうち何人かは土地が収容されるため、補償が割り当てられ、他の土地で新たに農業を始めるか、別の生活手段を始めなければならない。</p> <p>②本プロジェクトの取水による既存の水利用および水域利用に悪影響を及ぼすことはない。本プロジェクトは現在水道未給水のエリアへ給水を行うこととなり、正の影響をもたらすといえる。</p>
	(3) 文化遺産	<p>①プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか？また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか？</p>	<p>①本プロジェクトは、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡を損なう恐れはない。しかしながら、送水管等の建設段階においては、道路脇への一時的な道路設置や、資材置き場の設置があるため、寺院や歴史的な土地等は避ける等の配慮が必要である。</p>

Annex-1: 環境チェックリスト：14.上水道（4）

分類	環境項目	主なチェック項目	具体的な環境社会配慮
4.社会環境	(4) 景観	①特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか？影響がある場合には必要な対策は取られるか？	①浄水場の建設予定地は農地であり、周辺の景観への悪影響はなく、新設浄水場の周囲は緑地帯で囲むこととする。また、送水管は道路沿い及び農地内に埋設されることから、周辺への景観上の影響は無いといえる。
	(5) 少数民族、先住民族	①当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか？ ②少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか？	①,②少数民族や先住民族等はプロジェクトエリア内には住んでおらず、文化や生活様式への深刻な影響はない。
5.その他	(1) 工事中的の影響	①工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等）への緩和策が用意されるか？ ②工事により自然環境（生態系）へ悪影響を及ぼすか？また、影響に対する緩和策が用意されるか？ ③工事により社会環境に悪影響を及ぼすか？また、影響に対する緩和策が用意されるか？ ④工事による道路渋滞は発生するか？また、影響に対する緩和策が用意されるか？	①,②,③自然及び社会環境に対する深刻な影響は見込まれない。建設段階では、適切な技術が騒音、振動、濁水、粉塵、排ガス、廃棄物等を減少させると考えられるため、適切な緩和策を採用することとする。 ④建設段階において、送水管布設時等の道路内での工事の際には、道路渋滞が発生する可能性がある。そのため、夜間工事を行う等、周辺交通への影響が最低限に緩和されるよう配慮し、また作業員の交通安全や健康の対策には配慮する。
5.その他	(2) モニタリング	①上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか？ ②当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか？ ③事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか？ ④事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか？	①, ②, ③, ④浄水場の適切な運転操作は自然及び社会環境の改善に貢献することとなる。影響が考えられる項目に対する緩和策については、本報告書で議論されている。詳細環境モニタリング計画が準備され、建設段階及び運転段階において、モニタリング計画に含まれる活動が実行されなければならない。モニタリング活動の結果は、適切な書式で DONRE へ提出しなければならない。
6.留意点	(3) 環境チェックリスト使用上の注意	①必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）	①越境または地球規模の影響問題への影響は無い。 本プロジェクトの水源は、ホン河支流のドン河である。しかしながら、本プロジェクトの取水量はドン河の最小流量の 1%程度に過ぎない。したがって、下流域の住民の水利用への影響はないものといえる。

- 1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じて対応策を検討する。当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。
- 2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業及び地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある。

5. 投資環境（リスク分析）

数年で投資回収を実現できる一般の民間事業とは異なり、20～30年間という長期の事業ライフサイクルで収益性を確保することが求められる本プロジェクトの特性（事業ライフサイクルの初期における資金調達コスト負担が厳しく、ライフサイクルの後半でこれを回収せざるを得ないこととなる）を考慮すると、民間投資家としては、政治・経済・社会基盤の長期健全性と継続性担保が投資意思決定の最重要件となる。本プロジェクトはライフラインの根幹をなす公益事業であり、政治・経済・社会環境の如何に関わらず、需要は潜在的に存続するものと期待される。しかし、政策等の如何によっては、民間事業としての継続が困難となる危険性を否定できない。そのために、本章では、本プロジェクトを取り巻く政治環境、経済環境、水事業環境を整理する。

5.1 政治環境

ベトナム国は、1989年のドイモイ政策によって戦後（南北統一後）の混沌状態から脱し、政治面においても経済面においても確実な発展を遂げてきた。これは図-5.1.1に示す実質GDP推移からも見て取れる。しかし、ドイモイ政策施行後まだ22年と、本提案事業の事業期間と比較しても短い。そこで、以下の通り過去の世界動向から教訓を得て、ベトナム国の将来性を評価する。

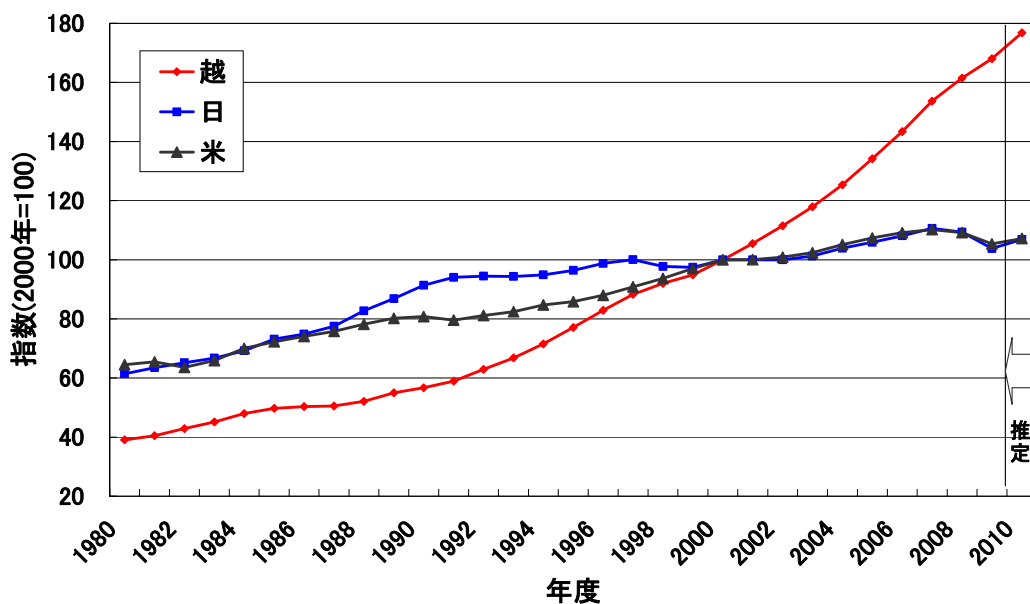


図-5.1.1 一人当たり実質GDP推移

(1) 世界的傾向

世界的な政治的・経済的環境の変化傾向は、情報通信技術の飛躍的発達、市場経済のグローバル化と民主主義の進展に象徴される。その代表的事象を以下に示す。

1) 欧州ユーロ圏の経済危機

ユーロ圏で一部の国（ギリシャ等）の債務超過が表面化し、欧州全体の通貨危機に拡大している。ギリシャの如き歴史のある国が歴史上の瞬間的なタイムフレームで傾くということは想定し難いことであった。何らかの環境変化が発端となったということは間違いない。

2) アラブ諸国政変連鎖

アラブ諸国では比較的安定していると思われていたチュニジアのベンアリ政権が 23 年で崩壊した。それを機にエジプト、リビアと飛び火し、政変には至らないとしても、その他の多くのアラブ諸国、更には中国等のその他の地域にも影響を及ぼしている。エジプトのムバラク政権は 30 年、リビアのカダフィ政権は 41 年で独裁政権に突然の終端を齎した。この地域の民衆の不満は一口で語れないにしても、IT という新しい社会環境が引き起こした政変の連鎖として世界的に注目される事象である。

(2) アジア地域における傾向

アジアにおいても、世界的傾向である市場経済のグローバル化と民主主義の進展は、以下のような政治環境の変化を引き起こしている。

1) アジア経済危機とインドネシア政変

31 年にも及ぶスハルト政権が東南アジア経済危機を発端とした暴動（学生運動が主導）により転覆した。それまでの安定した政治体制からは想定し難い事象であった。しかし、豊富な資源と温暖な海洋性気候に恵まれて右肩上がりの成長を遂げている間には表面化しなかった個人蓄財に対する不満が経済・社会環境の悪化により一揆に爆発したものと解釈できる。しかし、同国はその後の政治的不安定性から克服し、政変以前の経済発展の軌道を取り戻している。

2) タイ政変

タイでの政変は日常茶飯事の出来事で、国王の裁量にて無血にて決着するというのが常識であったが、2006 年のタクシン首相の不正疑惑に端を発した政局は、都市部と農村部の二極対立の構図を表面化し、インドシナの盟主としての立場を揺るがす程に不安定なものとなっている。

(3) ベトナム国の政治体制と将来性

上述した事象を教訓として、ベトナム国の政治環境の将来性に関して、以下の点についての議論が投資判断上必要となる。

➤ 共産党一党制からの変化による政治・社会基盤の突然の変化

ドイモイ政策以降、共産党一党制の下にあって成長を続けてきたが、何らかの政治・経済・社会基盤の変化に起因して、その体制が崩れることが懸念される。政治体制は、国家主席・政府首相・党書記長の集団指導体制の下で、官僚政治が行われており、権力の集中はこれまでのところ見られず、現状では安定した健全な政権と言える。今後、指導者の政権への関与が長期化し、独裁化していくリスクを注意深く見守っていく必要がある。

5.2 経済環境

日本のバブル崩壊、東南アジアの経済危機・ユーロ諸国等での政府財政危機の如く、急激な経済発展の結末として経済危機を生じるリスクがある。その結果、経済危機が民心を揺るがし、政治的・社会的不安を齎す事例が多い。長期的には、経済危機と政治的混乱から立ち直ったインドネシアと同様に、ベトナム国におけるポテンシャルティは充分に見込めるものであると認められる。しかし、短期的には、以下に示す不安定要素から、アジア経済危機の再来に繋がる危険性が足元で発生している。

(1) 為替変動（貨幣価値変動）

貨幣価値の変化については、以下の要素を購買力平価の観点から複合的に評価する必要がある。

- ① 物の価値と貨幣の価値の比較 ⇔ 物価変動
- ② 通貨間の価値の比較 ⇔ 為替変動（推移を図-5.2.1 に示す）

本提案事業でのオフテイク支払い価格(水道事業者の売水単価)は「USD 建て現地通貨 (VND) 払い」とし、オフテイク契約の変動費相当分の一部支払条件としては「現地物価上昇率にリンク」を前提条件として想定している。その妥当性を確認するために、主要コスト発生国（越・日）と米（世界標準）の物価上昇率（CPI・PPI といった偏向性を有する指標ではなく、総生産の実質評価に使われる「GDP デフレーター」の値を採用）を 1980 年以降 30 年間に亘って USD に換算して比較（図-5.2.2 参照）してみた。なお、米・越については 2000 年度を基準年=100%としているが、日本の 2000 年度における購買力は長期トレンドから外れているため、2000 年度の指標が 110%となるように補正を加えている。

本分析により、日本の長期（30 年間）トレンド（=近似曲線）が米国の推移にほぼ重なる結果となっていることが分かった。ベトナム国の場合、1988 年以前のデータは参考とならないため、その後の 20 年間についてのみ比較すると、日・米のトレンドに比して傾きが急であることが分かった。しかし、これは発展途上における過渡的な傾向であり、このトレンドで購買力平価の均衡が未来永劫崩れ続けるとは考え難く、安定成長に達すると共に日・米のトレンドに近づくものと推察される。因みに、日本の高度成長も戦後 30 年で終局を迎えたことを考えると、ベトナムも後 10 年前後（ドイモイ以降既に 20 年強を経過）で安定成長の道へと向かうものと考えられる。

ベトナムのトレンドをより細かく分析してみると、1988 年以前には高物価上昇とその是正のための平価切下げ（1980 年には USD1.00=VND0.21 であったものが、1989 年には USD1.00=VND4500 へと 22,000 分の一に減価した）の繰り返しを行う混沌とした

経済環境にあった。

それが、ドイモイ政策以降の 20 年余りの間、見事に安定した成長軌道に乗ってきた。為替変動も図-5.2.1 に示す如く、USD に対して年平均 10% 程度の緩やかな減価で安定的に推移している。1990 年台前半には、急速な経済発展に伴いベトナムの物価上昇率が先進国（日・米）との比較において高まった。その後、東南アジアの経済危機の影響を受けて、タイとインドネシア程の深刻さは見られないものの、経済成長の勢いは停滞期に入った。しかし、2002 年頃より海外からの投資ブームに乗って、再度、高成長の波に乗って現在に至っている。但し、足元では、行き過ぎた成長に対する調整期に入っているように見受けられる。

この間の日本を見てみると、1985 年プラザ合意以降 1995 年に 1 ドル 80 円を切るまでの 10 年間、円高によるドル換算ベースでの物価上昇傾向が続いた。その後、バブル崩壊が齎した長期デフレ環境下であって、米国が「強いドル」政策を志向したことも手伝って、円安メリットを享受することによって、日本の国際競争力を回復することができた。しかし、2007 年以降、ドル安円高基調への転換により再調整が入った感がある。

しかし、三ヶ国のみデータは必ずしも各国の通貨の実力を正しく反映しているとは限らない。そこで、将来予測をするためには、その他の国々との比較において、日越両国通貨（VND）の実力を正しく見極める必要がある。そこで、以下の追加分析を行った。

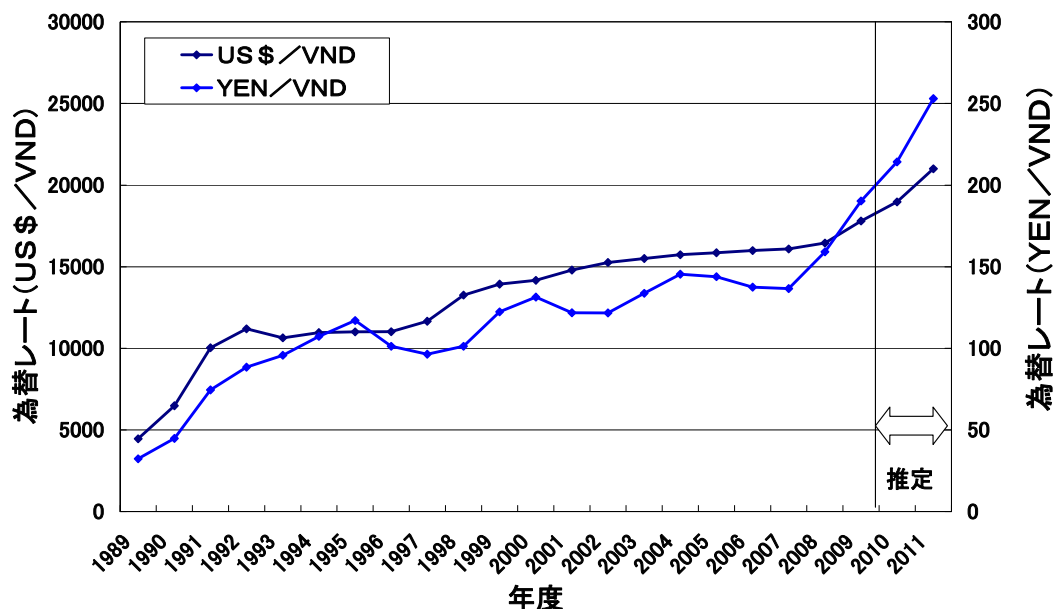


図-5.2.1 為替変動推移

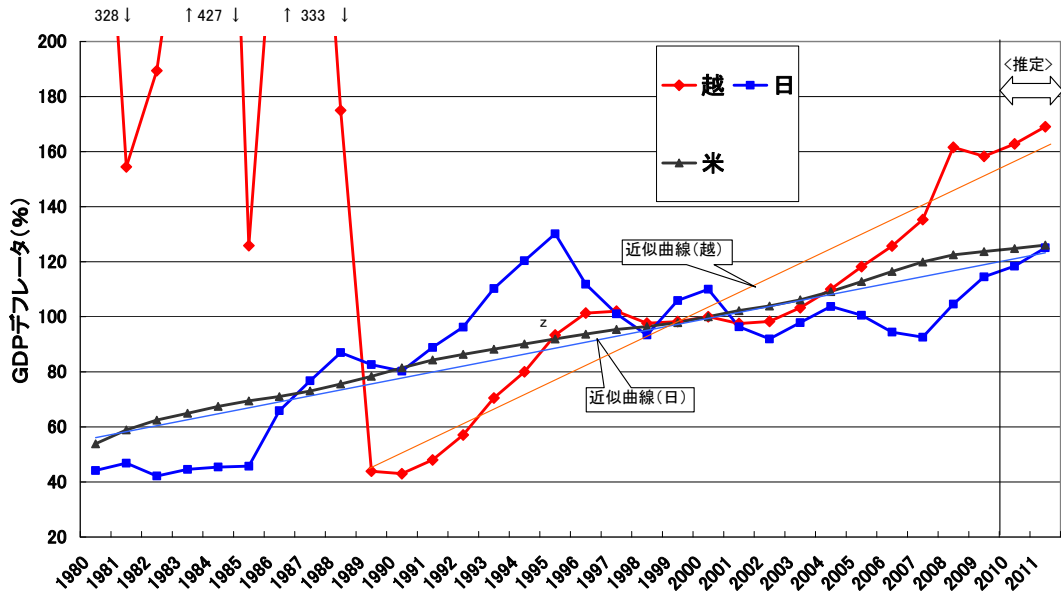


図-5.2.2 GDP デフレーター (USD 換算)

① 先進国 (日・米・英・独・仏) 間の比較による日本円の評価

先進各国の近似曲線が米国に近づくようにレベル合わせの補正を行った GDP デフレーター推移グラフを図-5.2.3 に示す。この図から、ユーロが導入される 1999 年以前においても、ヨーロッパの主要通貨は概ね (例外として、英国は 1990 年代に特異な動きがあった) 足並みを揃えた動きをしてきたことが分かる。日本もその間はヨーロッパ各国と同様の動き (世界的には、米国とその他の二極構造) を示してきた。しかし、ユーロ導入以降は、米国を挟んでヨーロッパと日本が両局に位置する関係 (3 極化) が見られる。そして、ユーロ下落と円高により、日・米・欧が長期的に見た均衡レベルに近づいてきた。即ち、現在の先進国間の購買力は比較的均衡状態にある (ストレスは少ない) ものと理解できる。

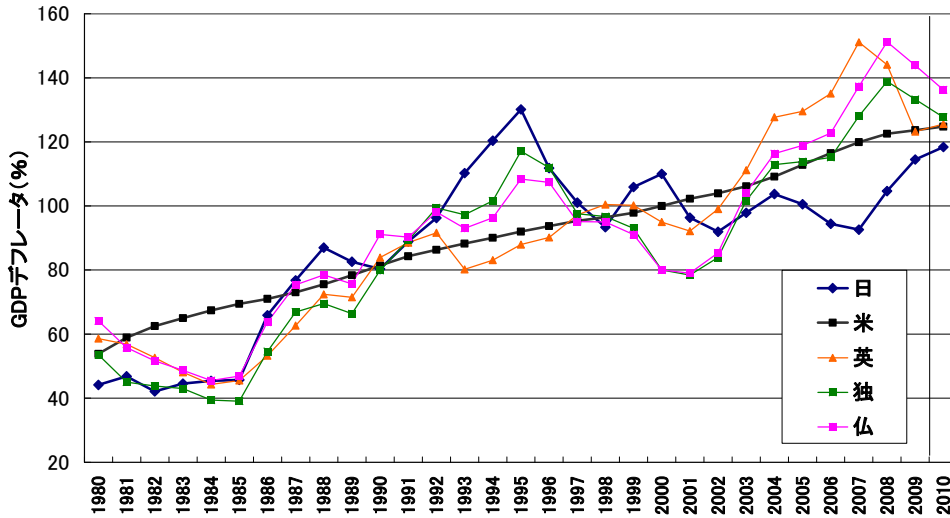


図-5.2.3 主要先進国 GDP デフレーター推移 (USD 換算)

② アジア地域発展途上国 (越・中・タイ・インドネシア・マレーシア・フィリピン・インド) 間の比較によるベトナム国通貨 (VND) の評価

アジアの発展途上国の GDP デフレーター推移グラフ (インドネシアのみレベル合わせの補正) を図-5.2.4 に示す。これらの諸国については、1997 年の経済危機以前においては、各国の動きが疎らであったが、その後の動きには極めて強い類似性が見られる。その中でも、ベトナム国は中位を占めストレスは大きくないものと評価できる。また、足元での景気過熱調整傾向もベトナムに限らず、各国で見られる傾向である。これらの傾向は、経済の国際化と貿易協定等の進展による地域間格差是正要因によるものと推察される。但し、アジア地域における 2003 年からの急速な景気過熱傾向については、1997 年の経済危機のようなショックを避けて、ソフトランディングが図られることが期待される。

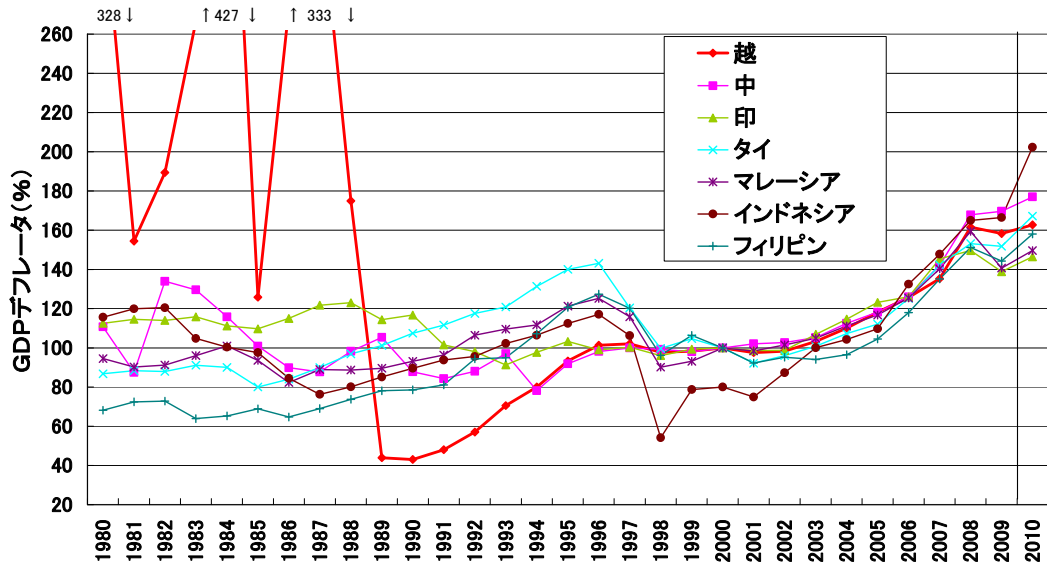


図-5.2.4 新興国 GDP デフレータ推移 (USD 換算)

以上の分析結果から、今後の事業期間において、以下の点を想定する必要があるものと認識する。

- ① 先進国間の購買力は現在均衡しているものと評価できる。しかし、日米の購買力の間には、過去に $\pm 40\%$ ～程度のストレスが掛かった実績がある。長期的な購買力平価想定リスク（世界経済の構造的変化リスク）としては、過去 30 年間の分散分析により、偏差 2 シグマ相当の尤度（ $\pm 5\%$ 程度）をもって事業計画を行うこととする。更に、トレンドシフトリスクとして事業期間平均 10%までの通貨価値変動を想定して、財務計画の感度分析を行い、事業性を担保する。
- ② 発展途上国においては、一般的に投資過熱⇒物価上昇⇒通貨価値減少という構図が描かれる。しかし、物価上昇に見合っただけの通貨価値調整は行われず（購買力の低下が補正されない）、上述の如く USD 換算物価上昇率は先進国に比べて高めとなる。したがって、事業計画上では、物価上昇に見合った料金体系の設定は、事業収益性を向上させる方向に働くことになる。今後 10 年程度は現状のベトナム経済発展傾向が続くものと見込めば、その間の高物価上昇率（USD 換算）による事業性好転効果が期待できる。しかし、景気の波による調整が入れば、短期的にはマイナス方向へのストレス調整を受けることもありうる点に注意を要する。更に、適切な金融政策と為替政策による加熱した投資環境からのソフトランディングを図らなければ、97 年の東南アジア経済危機の二の舞となる危険性もある。

結論として、先進国の場合と異なり、長期的な傾向が読みづらい（感度が高い）が、

日・米の関係と同様に、事業収益性の感度分析を行い、事業性を担保する。また、急激な経済環境の変化に対しては、上記（１）項に示す各種政府サポート及び保証が前提となる。

（２）金融市場

ベトナムにおける足元での投資過熱により、金融環境が著しく悪化している。2010年の物価上昇率が14%となっており、現在の市中貸出金利は20%を超えている。貨幣価値に相応した金利レベルであればやむを得ないが、貨幣需要が供給を上回ることによって、政府の金融引締め政策にも拘わらず、市場金利が鰻上りとなっている状況は看過できない。

2009年度のプレ F/S 時点で調査したベトナム開発銀行（VDB）のインセンティブローンの条件は、返済期間12年（最長）で、金利が6.9%ということであった。今回の調査（2011年2月時点）では、これが11.4%に上昇している。元金均等返済とすれば、元金の年間返済額は借入総額の8.33%（ $=100/12$ ）である。金利6.9%の場合、初年度元利返済合計額は15.23%であるが、金利11.4%の場合には、元利合計19.73%となる。即ち、金利上昇に伴い、操業開始当初のデットサービスが約1.3倍（ $=19.73/15.23$ ）、30%のキャッシュフロー増となる。出資金が棄損しても構わないという前提に立てば、金利がPIRR（= Project IRR）以下であればライフサイクルでの収益性に特段の問題を生じないが、操業開始当初のキャッシュフローが回らなくなるリスクが生じる。これは事業計画を根底から揺るがすレベルのものであり、この資金調達条件変動リスクについては、リスクを緩和する料金体系を提案せざるをえない。具体的には第7章で提案するキャパシティペイメント方式の採用による現実的かつ合理的スキームが求められる。

外貨（円・USD）建ての資金調達については、為替変動リスクが伴う。長期的には、上述の如く購買力による均衡が期待されるが、短期的には大きなインパクトを伴う。特に、事業契約から操業開始時点までの急激な為替変動は操業開始当初のキャッシュフローに過大な影響を及ぼす。USDにリンクして減価する現VNDはUSDに対する為替変動リスクは大きくない（購買力の変動は緩やか）が、USDに対して大きく上下動する円は現地通貨に対してもリスクが大きい（三つ巴の均衡が保たれるのが道理であり、（A）現地通貨とUSDの関係と（B）USDと円の関係が決まれば、残る（C）現地通貨と円の関係は自動的に定まる。（A）が安定、（B）が不安定ならば、（C）は不安定ということになる。但し、（A）と（B）が不安定の場合には、（C）が安定ということにはならない。）。外貨建て融資については、上記（１）項の貨幣価値変動リスクの一環でリスク分析・評価・対策を行う必要がある。

また、返済開始当初のキャッシュフローに余裕ができる一方で、為替変動による後年度のデットサービス負担増加リスクがある。しかし、第7章で提案するキャパシティペイメント方式の採用によって解決しうるものである。

(3) 経済政策上の課題

ベトナム国における喫緊の課題は外貨準備高の改善である。GDP 比で 2000 年末の 11%から 2007 年末に 33%まで鰻上りとなったが、その後減少に転じ、2010 年末には 10%にまで低下した。この勢いで減少すると、2012 年初頭には底を尽く危機的状況である（図-5.2.5 及び図-5.2.6 参照）。別の視点からは、外貨準備高で輸入額（ベトナム国の輸入額は 60 億ドル強/月で安定推移している）の 3 ヶ月分を賄えることが一つの健全性基準とされているが、2010 年度のレベルは 2 ヶ月を切っており、危険水域に入っていることは間違いないところである。外貨準備高減少の根本要因は恒常的な貿易赤字体質にあり、国際競争力の向上による貿易赤字縮小と海外からの投資受け入れ拡大で国際収支を改善する必要がある。また、民間資本の海外逃避（統計上で誤差漏洩に計上）等の影響も大きいものと見られ、抑制施策が必要となる。いずれにしても、改善施策はベトナム経済にとって痛みを伴う（景気抑制・VND の大幅減価・等）ものであり、その施策の効果に注目する必要がある。

対外債務残高を見てみても、GDP 比で 2000 年末の 41%から 2006 年末に 31%まで低下したが、その後上昇に転じ、2009 年末には 38%弱、2010 年度末には 42.2%と急増し、2000 年度末のレベルを一気に超えてしまった（図-5.2.7 参照）。この増加傾向がどこまで続くか注目を要するところである。なお、2000 年から 2010 年にかけて、GDP が USD 建てで 3 倍強となっており、額面（USD 換算）ではこの間に対外債務残高（USD 換算）が 3 倍強になっている（図-5.2.8 参照）点にも注意を要する。即ち、右肩上がりの構図が途切れた時点で、景気回復に向けた公共投資の維持・増大が続けば、対外債務残高の GDP 比率が急激に増大する（日本の 1990 年代後半以降における公的債務の急激な増加が教訓となる）危険性がある。

上記の経済環境悪化を食い止めるべく、ベトナム中央銀行が、インフレ抑制と貸し出し金利引き下げの維持を 2012 年度の最大課題として立ち直りを目指している。その成果を期待して見守る必要がある。

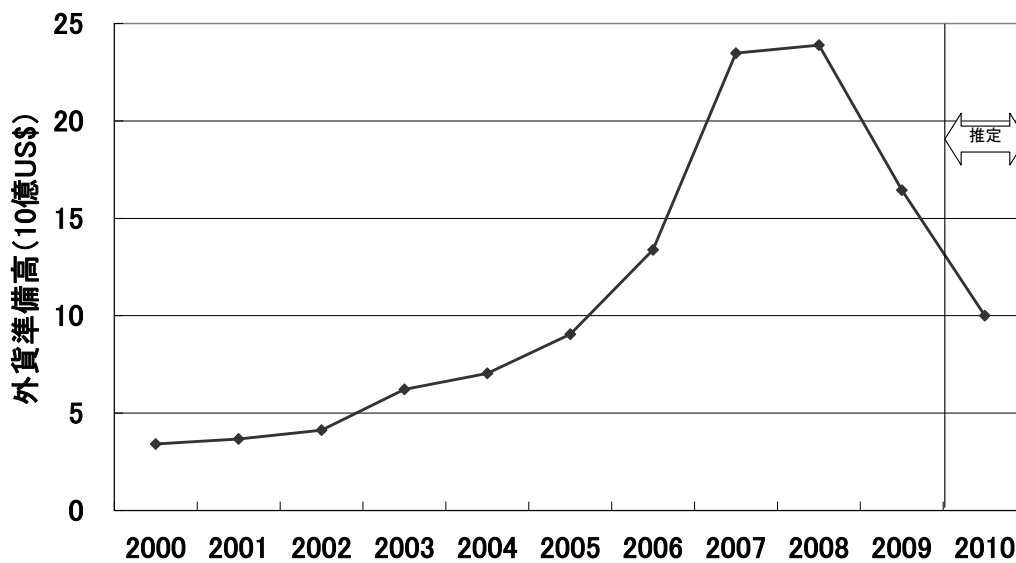


図-5.2.5 外貨準備高推移

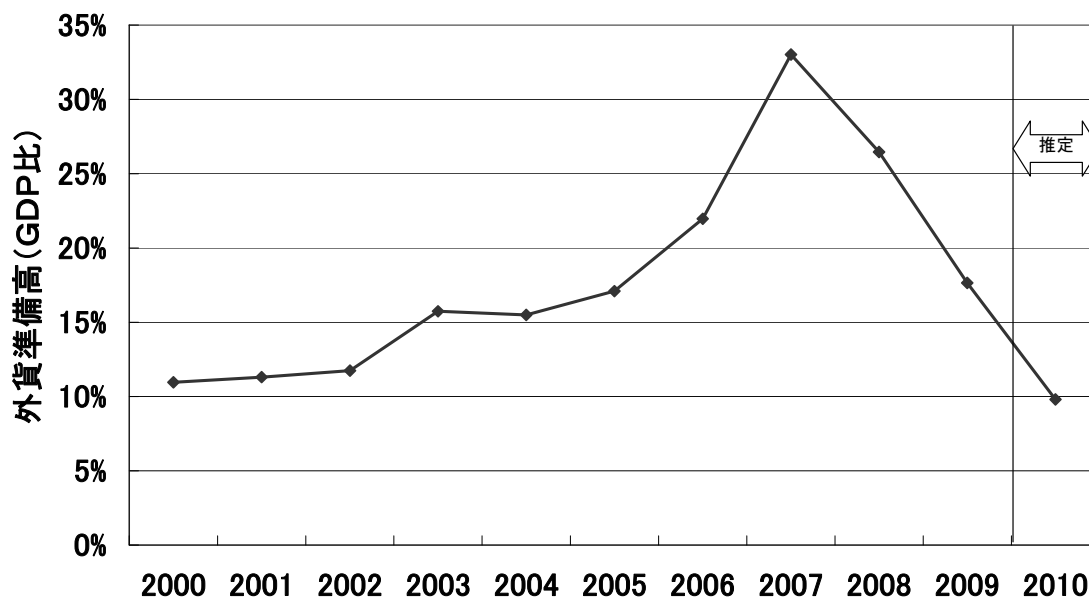


図-5.2.6 外貨準備高推移 (GDP比)

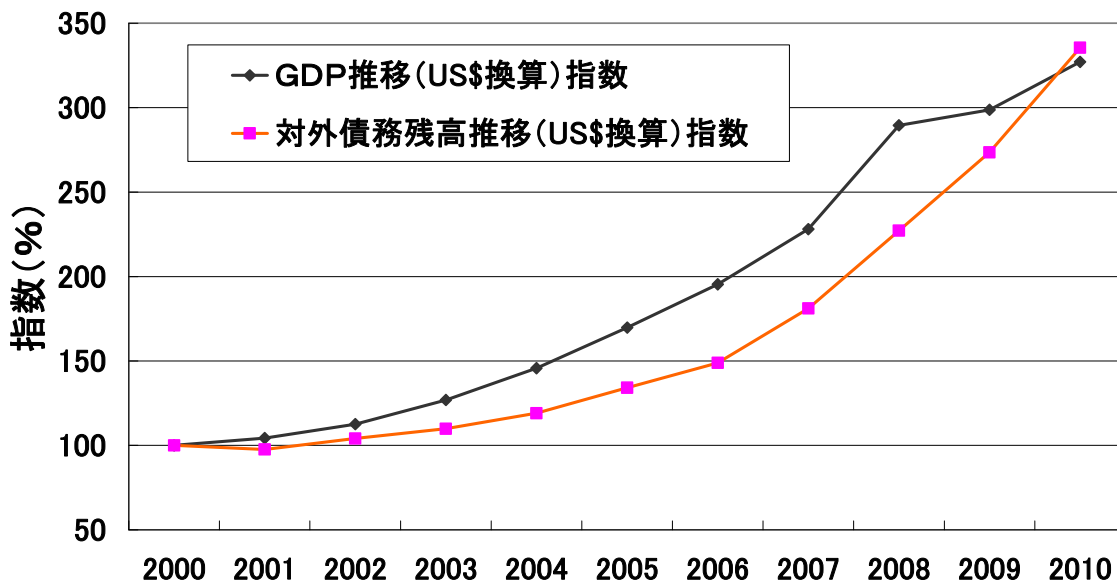


図-5.2.7 対外債務残高推移

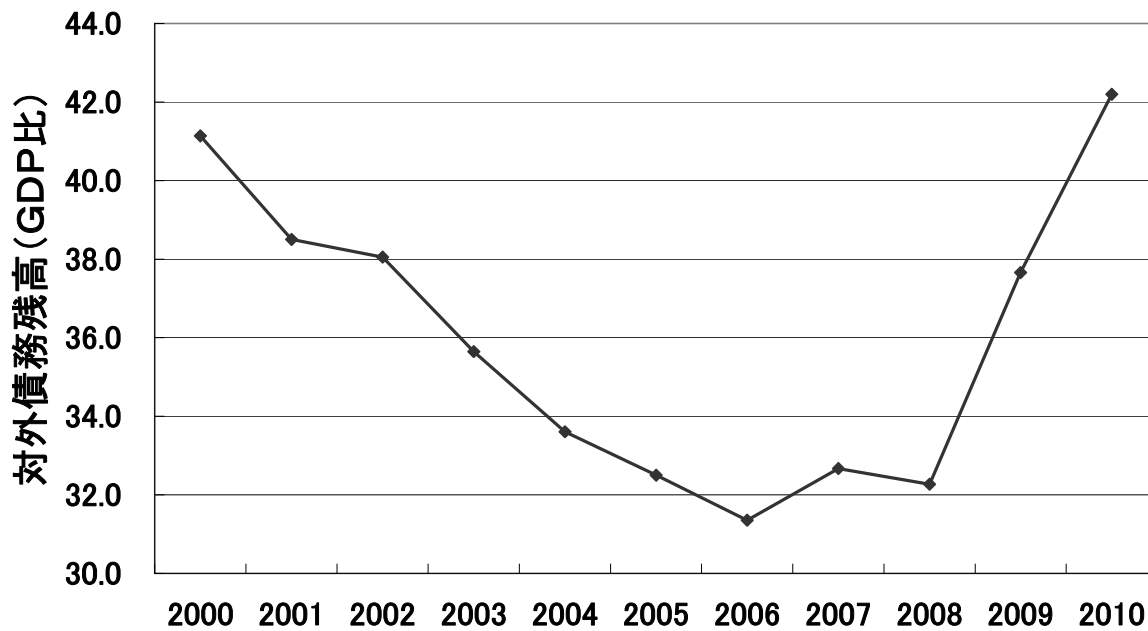


図-5.2.8 対外債務残高推移 (GDP比)

5.3 水事業環境

(1) 需要変動

ベトナム国全体についてマクロ的に見てみると、人口は図-5.3.1 に示す如く現状 88 百万人で、年間 1%程度増加している。人数・増加率共に 1950 年代の日本と状況と酷似しており、当時の日本において水道が著しく普及したことを考えると、ベトナム国の今後 30 年の水道需要の増加は約束されていると言っても過言ではない。

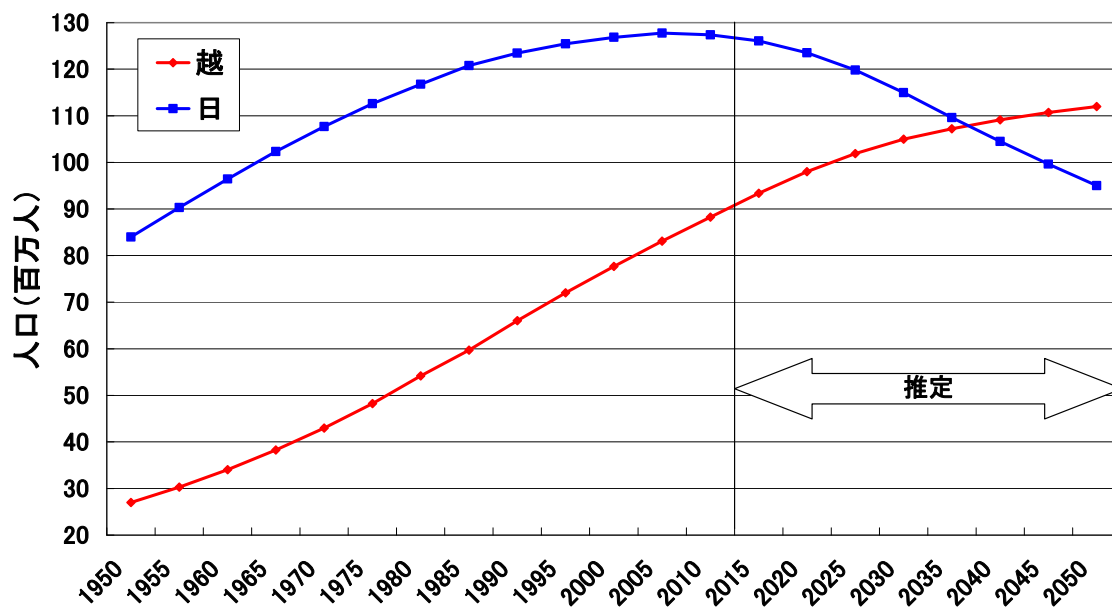


図-5.3.1 人口推移

Ha Noi における水道事業の推移について、供給サイドと需要サイドから見てみると、以下の傾向が読みとれる。

- ⑤ 図-5.3.2 に示す如く、ドイモイ（1980 年代後半）以降、急激な需要増加に合わせて施設整備が行われたが、ここ数年その伸びに陰りが表れている。これは、地下水源開発に限界（貯蔵量減少および健康被害の問題）が示されたことによるものと解釈できる。

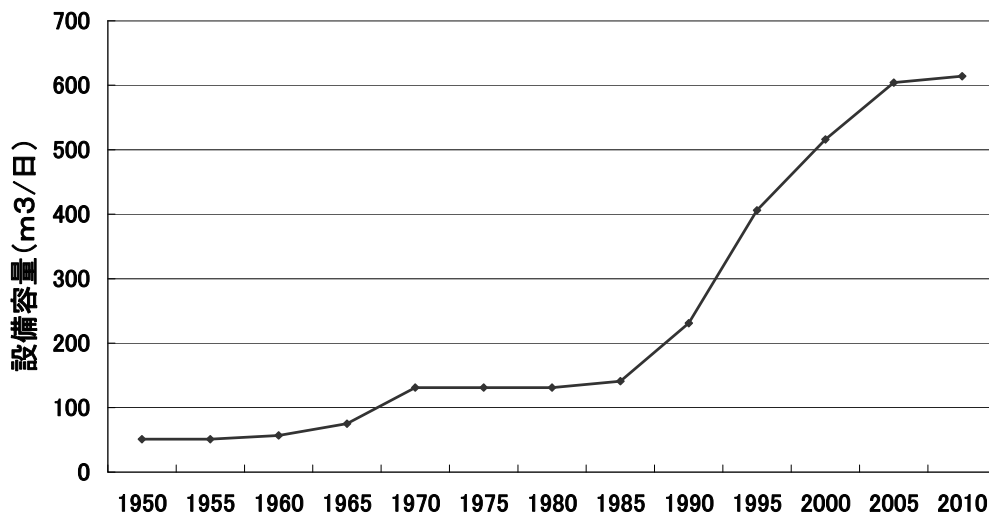


図-5.3.2 設備容量の推移 (HAWACO)

⑥ 図-5.3.3 に示す如く、事業規模は 4 年（2005～2009 年）で供給量が 50%の伸びを示している。この間の生産量の増加は僅か 15%である。その差は図-5.3.4 から有収水率の向上によるものであることがわかる。また、生産量が 15%伸びているにも関わらず、この間に設備容量は 2%程度しか伸びておらず、操業度を上げて対応してきたものである。即ち、上記①の新規開発停滞を施設稼働率と配水効率の上昇で補ってきたものと解釈できる。しかし、配水効率の改善にも限界があり、施設稼働率は現状でほぼ 100%の状態（浄水場によっては、120～150%で突貫操業しているところもある）に至っている。このままでは、今後、Ha Noi の水道供給は需要の増加に対応できなくなる危険性が懸念されている。

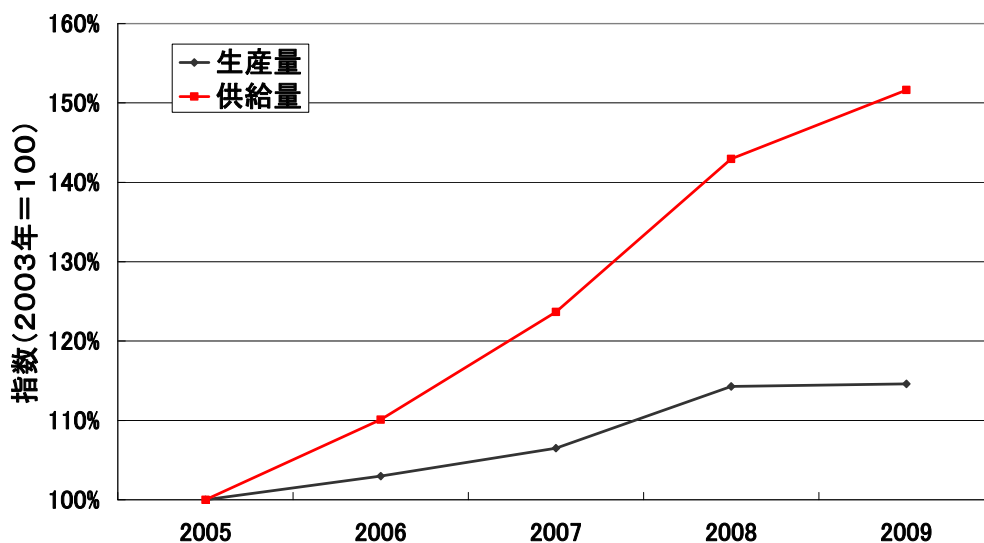


図-5.3.3 浄水生産・供給量推移 (HAWACO)

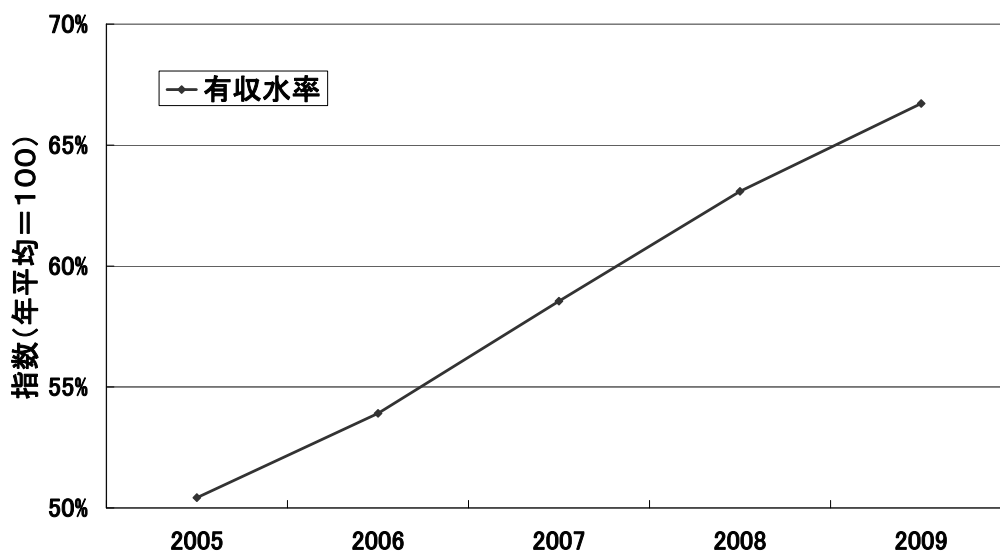


図-5.3.4 有収率の推移 (HAWACO)

本提案事業の計画においては、想定給水地域の需要調査を丹念に行っている。それは、本事業が真に経済合理性を有しており、公共投資としての妥当性があるものであるという確証を得るためのものである。需要については、以下のデータ（普及率が延びる前の2003年データを使用）に基づいて検討し、その結果、第1期事業の規模として15万 m³/day の処理能力を設定した。

- ① 水道公社の供給地域における水道引き込み率：47%
- ② 水道利用率：2.3%
- ③ 水道利用量（個人）：710/人・日
（産業用・公共用等を含めた平均：1020/人・日）

水道需要については、図-5.3.5 に示す如く、既存施設における運転状況から±10%程度の季節変動が想定される。しかし、需要は充分にあるという調査結果より、常に100%稼働を想定して、事業収益性向上を期すこととする。

しかし、以下の要素を考慮すると、需要予想において絶対確実ということはない。また、公共料金として価格設定に裁量権の無い民間事業者として、そのリスクは取りえない。

- ① 想定外の政治・経済・社会情勢の変化
- ② 配水管網（現地水道公社による）整備の遅滞
- ③ 競合する新規浄水施設の出現
- ④ 想定外の住民の既存自家井への依存趣向

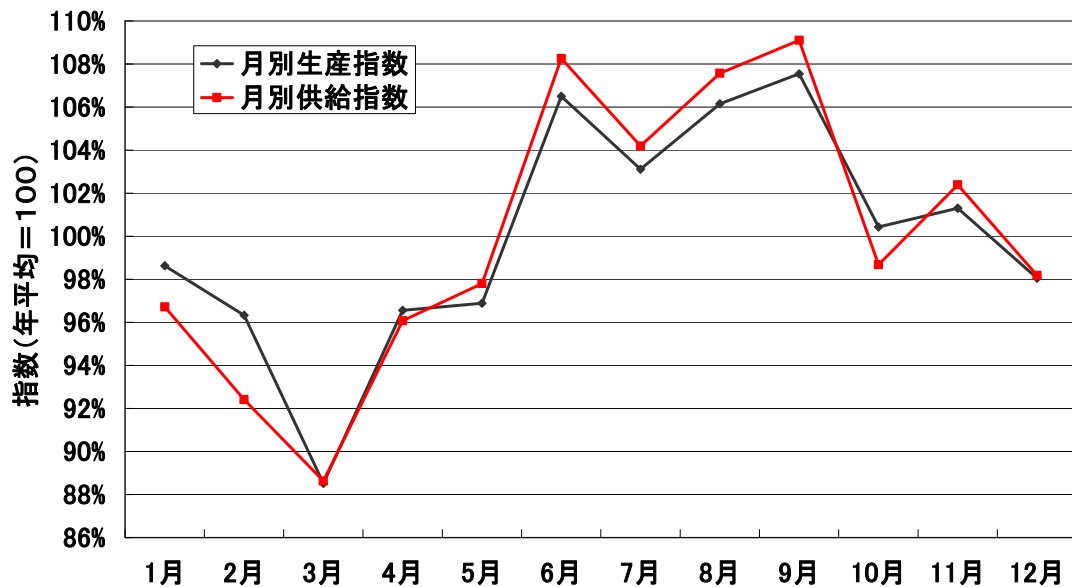


図-5.3.5 浄水生産・供給量季節変動 (2005～2009年)

(2) 料金改定

売水単価は、「テイクオアペイ方式」とし、基本として固定料金と変動料金によるコストを反映した契約条件の採用を提案する。その場合、事業者側がアベイラビリティを保证する必要がある。

用水供給料金については、民間事業として採算を確保できるレベルであることが前提であるが、Ha Noi市の水道供給事業全体の中での合理性確保が求められる。水道料金（需要者価格）は2005年から2009年度まで改定されておらず、図-5.3.6及び図-5.3.7に示す如く、加重平均がVND3300/m³前後で推移してきたが、2010年度に大幅に改定されて、現在 VND6,500/m³ レベルとなっている。このレベルから、今後の水道料金改定の可能性を考慮して、事業契約時点の水道料金から、合理的な用水供給料金単価をハノイ水道公社およびハノイ人民委員会と交渉して決定する予定である。

単価は物価上昇にリンクして改定することで協議する。過去の水道料金改定のトレンドは図-5.3.8に示す如く物価上昇に追いついていないが、その事実を関係者間で認識共有した上で、付加価値の高い表流水を水源とする本提案事業の意味合いと今後の水道事業の高付加価値化を勘案して、物価上昇にリンク（Payment Formulaに合理的な係数を組み込む（「7.2（2）収入」参照）した料金改定の合意を目指す。

なお、外貨での資金調達を行う場合、収入と返済金額の間にミスマッチが発生する可能性があるが、このような為替リスクを回避するために収入金額を返済金額に連動させる契約がとられることもある。また、このような契約が締結されない場合には、SPCもしくは金融機関のいずれかが為替リスクを負うことになるが、どちらが為替リスクを負った場合にもリスク顕在化時の損失に備える行動を取るため、SPCであれば

リターン、金融機関であれば金利に対してマージンが上乘せされ、いずれの場合も最終的には料金収入を介しオフテイカーにリスクが最終転嫁されることとなる。

このため、このような場合には補足的にオフテイカーへの負荷が過大なものとならないよう、各種政府優遇策や政府保証などが付与されるスキームとなるようストラクチャリングすることが必要である。

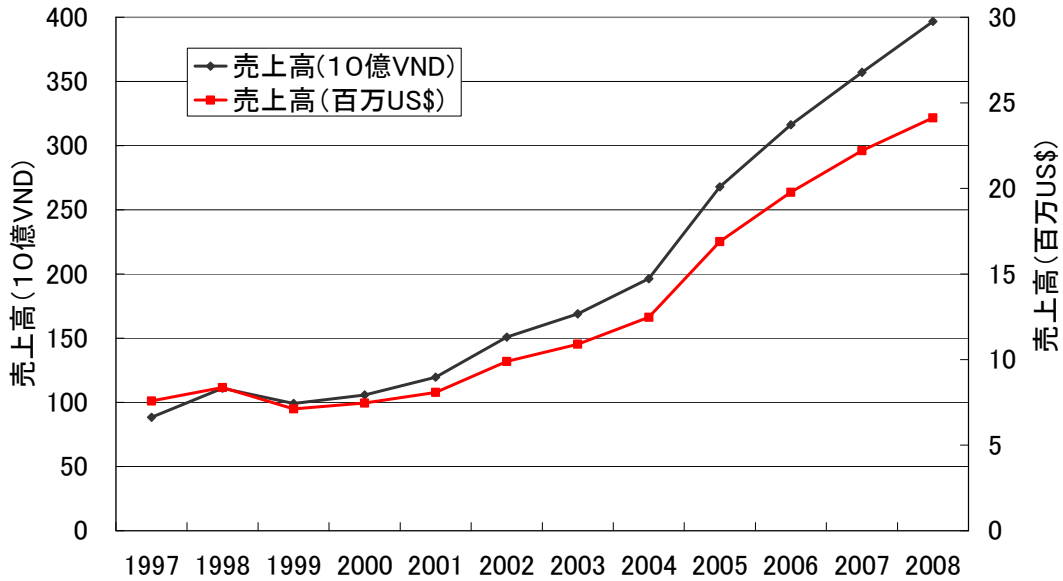


図-5.3.6 HAWACO 売上高推移

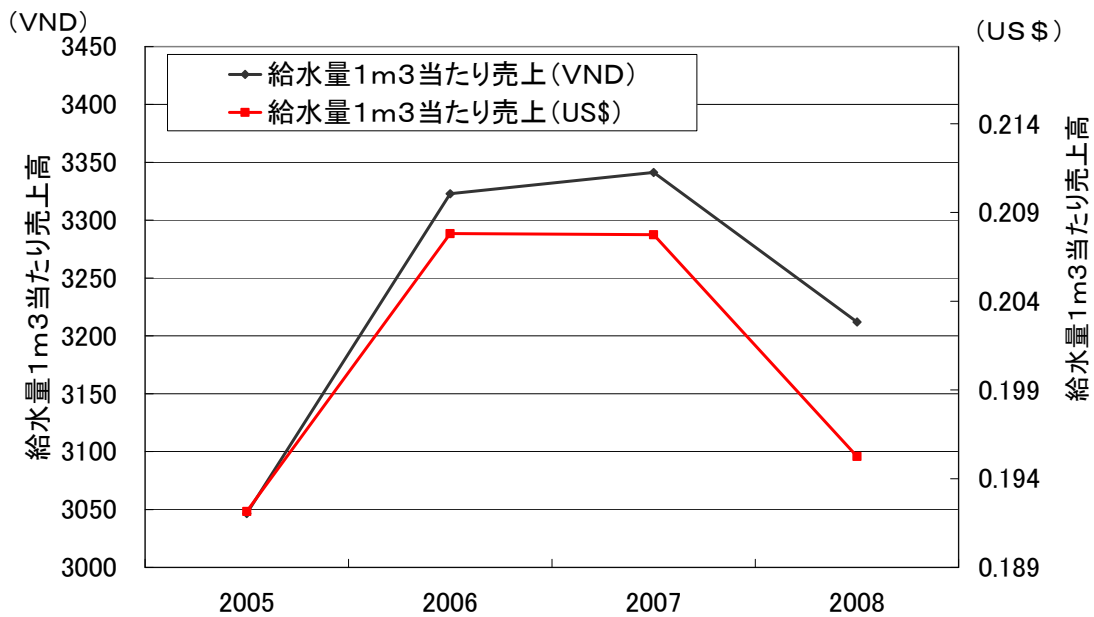


図-5.3.7 給水量 1m3 当り売上高 (HAWACO)

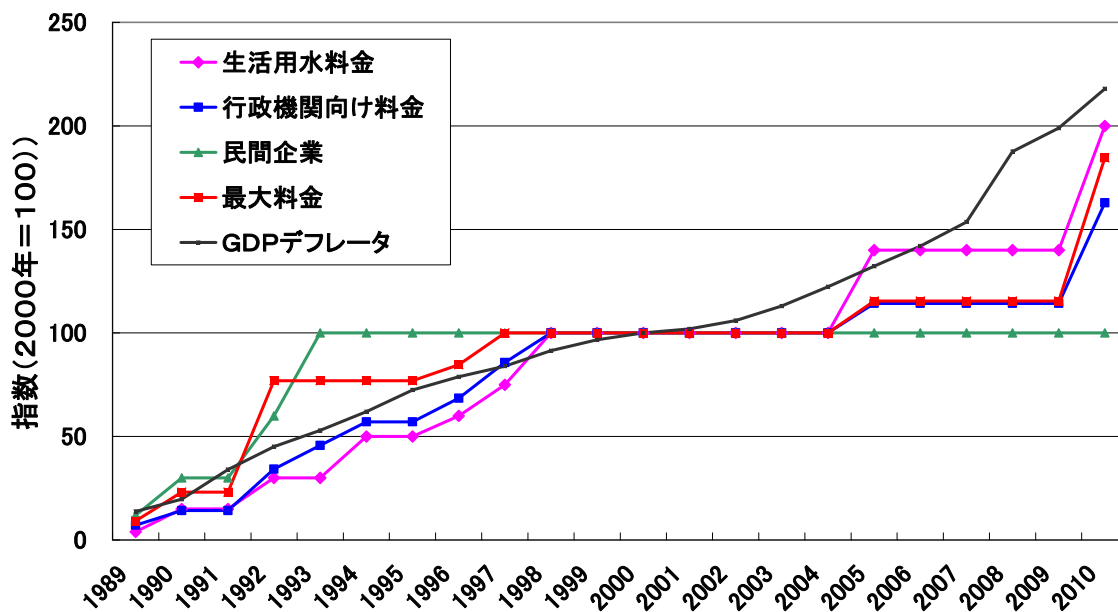


図-5.3.8 水道料金改定推移 (Ha Noi 市)

5.4 契約書作成のための諸元整理

本節では、前段の本プロジェクトを取り巻く政治・経済・社会環境の変化を踏まえるとともに、昨年度、本プロジェクトに関連して実施された Pre-FS 調査において行われたリスク分析結果等をベースに、本プロジェクトに関して管理すべき主要リスクを抽出し、その対応策を整理するとともに、本プロジェクトに関連して締結すべき諸契約の体系と内容を整理する。

5.4.1 契約管理すべき当該プロジェクトリスク

官民連携のプロジェクトでは、施設の整備及び長期にわたる施設の運営・維持管理について、公共側及び民間側との間で、適切かつ詳細なリスク分担を定め、これらを事業契約等に具体的に反映させることにより、公共側にとっては、より低廉なコストでの質の高い公共サービスの実現を、また、民間側にとっては、事業から発生するキャッシュフローの予測を明確なものとする事で長期安定的な収入、つまり安定的な返済原資の確保によるプロジェクトファイナンスによる資金調達を可能とするものである。

リスクの検討にあたっては、まず、全リスクの把握、すなわち当該事業の特性に並び、付随するリスクをできるだけ具体的に抽出し、その軽減策・対応策をストラクチャリングする。このうち保険・金融商品等の経済的な手段で減免できるリスクについては、その費用見積もりを行い事業計画に織り込んでおく。さらに投資家として、これらのリスク軽減策・対応策が履行されなかった場合のため、リスクの二重管理方策としてリスク顕在化の場合の増加費用等の追加的支出の定量化、定量化の困難な場合には定性的な評価を行うことでリスクを管理する。官民連携プロジェクトでは、リスクを最も確実に管理できる主体が分担することでリスクを効率的に管理し、また、リスクが顕在化した場合の費用をより低廉に抑えることが重要である。そのため、リスク分担の考え方は、どの対処に誰が最適であるかという点が問題との認識で、帰責性があるかという議論とは異なる視点からの検討が必要となる。

(1) 全リスク抽出

事業に関連するリスクの管理においては、事業の詳細検討に入る前に、早期に全てのリスクを特定することが重要である。また、一般的なルールとして、当該リスクを最も効率的に管理できる主体が分担し、SPC には可能な限りリスクが残らないようにする必要がある。その全リスクの抽出に当たっては漏れの無いように抽出するために、プロジェクトライフの段階とリスク項目を最初に定め、それらにしたがって、本プロジェクト特有のリスクを抽出する。

リスク項目の抽出にあたっては、リスクを、商業リスク（コマーシャルリスク）、ファイナンシャルリスク、外部要因リスクの3つに分類し、商業リスクについては、さらに、収入に影響を与えるもの、費用に影響を与えるものに分類する（一般的なインフラ PFI 事業におけるリスクを網羅するため、英国 HM Treasury の” Green Book” にて抽出しているリスク項目も参照した。

商業リスク	ファイナンシャルリスク	外部要因リスク
<ul style="list-style-type: none"> • 収入に影響するもの - オフテイクーリスク - 需要リスク - 料金改訂リスク • 費用に影響するもの - 開発計画リスク - 設計リスク - 建設・完工リスク - 運営・維持管理リスク - 原水リスク - 物価変動リスク - 技術リスク - 現地インフラリスク 	<ul style="list-style-type: none"> - 資金調達リスク - スポンサーリスク - 為替変動リスク - 金利変動リスク - 税務・会計リスク - 残価リスク 	<ul style="list-style-type: none"> - 法制度リスク - 許認可リスク - 社会・環境リスク - カントリーリスク - 不可抗力リスク（自然災害、テロ、戦争等）

図-5.4.1 リスクの分類

(2) 当該プロジェクトで想定されるリスク

主要リスク項目及びその具体的内容については次表のリスクマトリックスのとおりである。当該マトリックス作成については、事業環境の変化、事業内容の精査状況、ベトナム側との協議進捗状況等に応じ改訂される必要があり、今後も事業の検討に応じ、継続的に改訂がされることを想定している。

また、リスクの評価にあたり、その重要度を判断するため、リスクが事業に与える影響度及び発生可能性を基準とし、それぞれ 3 段階の評価を行い、両者について総合的に判断した重要度を次のマトリックスに応じて 1 から 3 のスコアで分類した(図-5.4.2 参照)。加えて、想定されている主なリスク負担者の欄には○、一部を負担するリスク負担者の欄には△を付している。

	大	2	3	3
影響度	中	1	2	3
	小	1	1	2
		小	中	大
		発生可能性		

図-5.4.2 リスク評価基準

表-5.4.1 本プロジェクトのリスクマトリックス

事業段階	No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスク内容	影響度 1: 小 2: 中 3: 大	発生可能性 1: 小 2: 中 3: 大	スコア
共通	1	外部要因	制度	許認可	国・市が取得すべきもの	国・市が取得すべき許認可（事業権・水利権・用水供給免許等）について必要な手続きが取られていない。	中	小	1
	2	外部要因	制度	許認可	国市が付与すべきもの	国市が付与すべき許認可（事業権・水利権・用水供給免許等）が付与されていない。 VIWASEEN が与えられている事業権が維持されない。VIWASEEN の得ている事業権が SPC に譲渡されない。	大	中	3
	3	外部要因	制度	法制度/行政	法制度・政策の変更(特定法令)	法制度の新生・変更や、行政の政策変更が事業の費用増に繋がる可能性がある。（本事業に直接関係する法令（特定法令）の場合）	中	小	1
	4	外部要因	制度	法制度/行政	法制度・政策の変更(一般法令)	法制度の新生・変更や、行政の政策変更が事業の費用増に繋がる可能性がある。（本事業だけでなく、他事業や経済環境全体に影響を与える法令（一般法令）の場合）。	中	中	2
	5	外部要因	制度	税制度	税制度の変更（特定）	税制度の変更が事業費に影響を与える可能性がある。	中	小	1
	6	外部要因	制度	税制度	税制度の変更（一般）	法人の利益にかかる税制度の変更（一般企業にも影響を与える変更の場合）	中	中	2
	7	外部要因	制度	法制度	法・規制の遵守	法・規制・業界基準の遵守。	中	中	2
	8	外部要因	不可抗力		不可抗力	通常予見できない事象（戦争、内乱、紛争、テロ、核汚染、化学汚染、生物汚染、火災、落雷、暴風雨、洪水、地震、暴動等）が発生する。	中	中	2
	9	商業	費用	建設・完工、運営・維持管理	第三者への賠償責任	ハノイ市等公共側が整備する周辺インフラ及び施設の建設・運営する過程において、第三者に損害を与え、賠償責任を負う可能性がある。	小	小	1
	10	商業	費用	建設・完工、運営・維持管理	第三者への賠償責任-SPC	SPC の施設を建設・運営する過程において第三者に損害を与え、賠償責任を負う可能性がある。	小	小	1
	11	財務	金利変動		金利変動リスク	金利変動によるコスト増加リスク。	大	中	3
	12	財務	資金調達	ファイナンス	資金調達リスク-SPC	SPC が整備する施設に関する適切な期間・通貨・金利での資金調達が実施されないリスク	大	中	3
	13	外部要因	社会	事業の中断	事業の中止・延期・政府の事由	政府の事由により事業そのものが中止・延期される可能性がある。	中	小	1
	14	外部要因	法制度	調達	調達手続き	随意契約での調達が不可能となり、競争調達となる。	中	中	2
	15	商業	収入	需要予測	実際の需要が想定を下回る	第一フェーズ、第二フェーズを各15万 m3/day 規模の施設整備を想定しているが、想定される需要が発生しない。	大	中	3
	16	商業	収入	需要	適正規模の事業契約	第一フェーズ、第二フェーズを各15万 m3/day 規模の施設整備を想定しているが、計画（投資計画含む）が長期にわたるため、事業当初の想定と途中段階の想定に差異が生じる可能性がある。適性	大	中	3
	17	商業	費用	技術	事業内容・インターフェース	給水施設の設計・建設・インターフェースの問題はないか	中	小	1
	18	商業	需要	事業範囲	競合関係の排除	本プロジェクトが他事業と、現在及び事業期間にわたって競合関係に陥らないようにすることを目的としてテイクアウト契約を締結することを確認できているか。	大	中	3
	19	財務	残価	契約終了時	資産買取価格	BOT の場合、事業契約期限において、ハノイ市政府に対する資産譲渡につき、一定の資産価値の確保等の条件が課される。	中	小	1
	20	財務	残価	中途解約	資産買取価格・2	事業契約が SPC の帰責により中途解約された場合、SPC から支払い予定者（ハノイ水道公社）への資産移転の対価はいくらにするか。	中	中	2
	21	財務	残価	中途解約	資産移転価格・3	事業契約が支払い予定者（ハノイ水道公社）の帰責により中途解約された場合、SPC から支払い予定者（ハノイ水道公社）への資産移転の対価はいくらにするか。	中	中	2
	22	財務	残価	中途解約	資産買取価格・4	法制度の変更、不可抗力によって事業契約が中途解約された場合の支払い予定者（ハノイ水道公社）による資産買取価格をいくらとするか。	中	中	2
	23	財務	スポンサー	パートナー	パートナーリスク	パートナーから想定されている出資がなされない。もしくは、信用リスクが発生する。	中	中	2
	24	商業	費用	設計、建設・完工、運営・維持管理	下請企業の能力不足	下請企業の能力が不十分であり、事業を遂行できない。	小	小	1
	25	商業	収入	料金改定	支払い方法	SPC へのサービス対価の支払いは適正な算式に基づいていない。	大	中	3
	26	財務	為替変動	支払い通貨	支払通貨	サービス対価と支払い通貨の不一致。	大	中	3
	27	商業	費用		公共側の費用負担に関する支払	公共側が増加費用を負担すべきリスクが発生した場合に、事業者が資本的支出を行う必要が生じた時、当該支出が一括して事業者を支払われない	中	中	2
	28	商業	収入	オフテイクアリス	サービス対価の不払い	オフテイクアーカーの事由でサービス対価が支払われない。	大	中	3
	29	外部要因	カントリーリスク		カントリーリスク	ベトナム国の、政治・経済等の事情により、事業の継続が不可能となる。	中	中	2
	30	商業	費用	技術	取水・配水事業とのインターフェース	取水・配水事業とのインターフェースがなされず、給水されない。	中	中	2
	31	商業	費用	開発計画	政府補助金/資本供与	事業に対して必要な政府補助金等支援もしくは資本注入がなされない。	大	大	3
	32	商業	費用	現地インフラ	周辺インフラストラクチャー等公共側業務遅延による運営開始遅延/費用増加	土地取用、借地、周辺インフラ（電気、道路、通信等）の整備がされておらず、事業の設計変更・建設遅延が発生する。または、運営・維持管理が円滑に実施できない。	大	大	3
	33	建設	商業	費用	設計変更	政府による設計変更	政府の意向による設計変更により増加費用が発生する。	中	小
33	建設	商業	収入	需要	SPC による設計変更	SPC により当初提案していた設計からの変更が認められず、必要な収入が確保	中	小	1

事業段階	No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスク内容	影響度 1: 小 2: 中 3: 大	発生可能性 1: 小 2: 中 3: 大	スコア
	4					できない。			
	3	商業	費用	設計遅延	設計完了遅延、設計費の増大	事業者の事由による設計の完了遅延・設計費の増大（提案した設計内容の不備、基本設計・実施設計の不備、SPCの事由による履行遅れなど）	中	小	1
	3	商業	費用	工事遅延・未完成	ハノイ市の事由による工事遅延・未完成	ハノイ市の事由による工事遅延によるコストの増加及び未完成リスク	中	中	2
	6	商業	費用	工事遅延・未完成	事業者の事由による工事遅延・未完成	事業者の事由による工事遅延によるコストの増加及び未完成リスク	中	中	2
	3	外部要因	社会	環境	環境問題（ハノイ市）	本事業の事業地の選定、建設省・ハノイ市が実施する業務（土地の収用・整備）についての土壌汚染、埋蔵物確認等の環境問題が発生する。	中	小	1
	8	外部要因	社会	環境	環境問題（業務）	事業者が実施する業務（調査・建設・維持管理・運営）についての環境問題（騒音、有害物質の流出等）	中	小	1
	9	外部要因	社会	住民対応	住民対応(設置)	施設設置に対する住民反対運動	中	小	1
	4	外部要因	社会	土地	土地収用	浄水場及び管路整備のための土地収用ができない。	中	小	1
	4	商業	費用	建設・完工	瑕疵	土地に瑕疵がある。	中	小	1
	2	商業	費用	建設・完工	用地の調査・測量結果の誤り	ハノイ市が実施し、事業に先立って行われる事業用地に関する調査・測量結果に誤りがある場合、それを元にした施設設計にも誤りが生じる可能性がある。	中	小	1
	4	商業	費用	建設・完工	用地の調査・測量結果の誤り	SPC が実施し、事業に先立って行われる事業用地に関する調査・測量結果に誤りがある場合、それを元にした施設設計にも誤りが生じる可能性がある。	中	小	1
	4	商業	費用	建設・完工	事業者が整備した施設の瑕疵	事業者が整備した施設に瑕疵がある。	中	小	1
	4	外部要因	制度	許認可	必要な許認可の取得	必要な許認可が取得されない。	中	小	1
	4	商業	費用	インフレ	インフレーションによる費用の増加	インフレーションによる建設費用の増加。	大	中	3
	7	財務	為替変動		為替変動	為替変動によるコスト上昇への対応。	大	大	3
運営	4	商業	費用	運営・維持管理	ハノイ水道公社の許容量（能力）不足による費用増加	ハノイ水道公社の許容量（能力）不足により、給水できない、もしくは費用が増加する。また、実際に最終ユーザーに給水されない。	小	小	1
	9	商業	費用	運営・維持管理	技術的サービス要求水準 - 水量、水質	過度な水量・水質が要求される。	小	小	1
	5	商業	費用	原水	供給される原水のアベリラビリティ	供給される原水が少なく、処理生産水量が要求水準を下回る水量となる。	中	小	1
	5	商業	費用	原水	供給される原水の性質の変化	供給される原水の性質が変化する（汚染される）ことにより処理に要する工程・費用負担が変化する。	中	小	1
	5	商業	費用	現地インフラ	現地インフラリスク	電気・ガスの供給が滞る。	中	中	2
	5	商業	費用	運営・維持管理	追加資本投資	事業期間中の修繕計画に対し、SPC が追加資本投下を求められる。	中	小	1
	4	商業	費用	インフレ	物価上昇	物価上昇に応じ、SPC の維持管理・運営コストが大幅に上昇する。	大	中	3
	5	財務	為替変動		為替変動	為替変動によるコスト上昇への対応	大	大	3
	5	外部要因	カントリーリスク	為替管理	海外送金	・SPC が債務返済、出資配当のための海外送金ができない。 ・外貨準備高の減少により、決済機能がなくなる。	大	中	3
	5	商業	費用	建設・完工	コミッションング	十分な試用期間の設定が可能か。運営体制等の条件について、過度な要求がされないか。	中	小	1
	5	商業	技術		技術革新・活用技術の陳腐化	SPC は一定の技術革新の導入を義務付けられるか。	小	小	1
	9	商業	収入	オフテイク	第三者へのサービス提供	第三者へのサービス提供は認められない	中	中	2

(3) リスクの軽減策・対応策

表-5.4.1 のリストについて、最も確実に管理できる主体がリスクを管理するという原則のもと、①当事者間の合意・管理手法若しくは事業ストラクチャリング等によりリスクの発生を未然に防止できるもの（基本的にスコア1のリスク）、②リスクを軽減できるもの(契約管理の対象：基本的にスコア2のリスク)、③一部当事者にリスクを移転できるもの(契約管理の対象：基本的にスコア2のリスク)、④当事者間でリスクを分担できるもの(契約管理の対象：基本的にスコア2のリスク)、⑤保険等のツールにより補填できるもの(付保可能なもの)、⑥日本側民間事業者では対応できないリスク(基本的にはスコア3のリスク)、の6つの視点から可能な軽減策・対応策を検討し、リスクの管理者を整理した（表-5.4.2 参照。）。

本調査団は、これらの軽減策・対応策がそれぞれのリスク管理者により履行される限りにおいてリスクの顕在化は抑制されるものと考えているが、今後、これらの軽減策・対応策を実現するためには、それぞれのリスク管理者と今後入念な協議・合意が必要であり、現時点で先ずは対応が必要と考えられるアクションについては「今後のアクション」欄に記載し、また、「5.4.2 当該プロジェクトに関する契約体系の整理と各契約書」において関連契約及び規定事項について整理を行っている。現在、詳細についてはベトナム側関係機関と協議中であるが、早急に日本およびベトナム側関係機関との合意形成を図る必要があるものと認識している。

なお、投資家の視点としては、何らかの理由により軽減策・対応策を履行できない場合に備えリスク顕在化時の財務的影響度を確認しておく必要がある。表-5.4.1 のリストにおいて各リスクについて影響度と発生可能性によりスコアリングを行っているが、特にスコアが「3」と分類されるリスクについては事業への影響度が大きく、発生可能性も一定割合が想定されるものであるため、第7章の財務分析において EIRR に対する感度分析を通して定量化を行い、その対応策を検討している。

表-5.4.2 リスク分担表

事業段階	No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスク内容	影響度 1: 小 2: 中 3: 大	発生可能性 1: 小 2: 中 3: 大	スコア	リスク負担者 <small>※運営義務は SPC に内生化する可能性がある</small>										リスク軽減策・対応策		詳細決定文書					今後のアクション					
										SPC	出資者	EPC 企業	運営企業家	水道公社	ハノイ市	周辺州	建設省	首相府	金融機関	首相府・建設省 Ha Noi 市 水道公社 SPC	防止軽減 移転 分担保険		株主間契約	事業契約	融資契約	オフテイク契約		その他				
共通	1	外部要因	制度	許認可	国・市が取得すべきもの	国・市が取得すべき許認可(事業権・水利権・用水供給免許等)について必要な手続きが取られていない。	中	小	1													建設省	移転	国(建設省)が国の必要手続きを踏むと同時に Ha Noi 市に対して適切な許認可を付与するべく本プロジェクトを支援することを事業契約に明記する。								必要な許認可について、MOC・HPC にスケジュール・担当部署について確認。
	2	外部要因	制度	許認可	国・市が付与すべきもの	国・市が付与すべき許認可(事業権・水利権・用水供給免許等)が付与されていない。VIWASEEN が与えられている事業権が維持されない。VIWASEEN の得ている事業権が SPC に譲渡されない。	大	中	3													SPC	防止・分担	既に Presidential Decree (No.685/TTg-KTN)を付与されており、事業権の変更可能性は低い。VIWASEEN とは株主間協定にて早期に事業権の譲渡内容・条件について合意予定。								VIWASEEN との協議において事業権の性質・所在についての確認。(有効な事業権か、譲渡の意思があるか、譲渡可能か、必要な手続きは何か、SPC が新たな事業権を付与される必要があるか、その場合の必要な手続き等)
	3	外部要因	制度	法制度/行政	法制度・政策の変更(特定法令)	法制度の新設・変更や、行政の政策変更が事業の費用増に繋がる可能性がある。(本事業に直接関係する法令(特定法令)の場合)	中	小	1													首相府	移転	事業契約に法制度、政策の変更に関する増加費用は中央政府が負担することを規定。 また、法令変更により、事業の一部実施が禁止された場合、事業者の履行義務の免除・対価の減額理由からの除外を事業契約に明記する。								リスク分担について、事業契約・オフテイク契約に規定すべく、【首相府・HPC・HAWACO】と確認。
	4	外部要因	制度	法制度/行政	法制度・政策の変更(一般法令)	法制度の新設・変更や、行政の政策変更が事業の費用増に繋がる可能性がある。(本事業だけでなく、他事業や経済環境全体に影響を与える法令(一般法令)の場合)	中	中	2													首相府	移転	事業契約に法制度、政策の変更に関する増加費用は中央政府が負担することを規定。								リスク分担について、事業契約・オフテイク契約に規定すべく、【首相府・HPC・HAWACO】と確認。
	5	外部要因	制度	税制度	税制度の変更(特定)	税制度の変更が事業費に影響を与える可能性がある。	中	小	1													首相府	移転	事業契約に税制の変更に関する増加費用は中央政府が負担することを規定。								リスク分担について、事業契約・オフテイク契約に規定すべく、【首相府・HPC・HAWACO】と確認。
	6	外部要因	制度	税制度	税制度の変更(一般)	法人の利益にかかる税制度の変更(一般企業にも影響を与える変更の場合)	中	中	2													首相府	移転	事業契約に税制の変更に関する増加費用は中央政府が負担することを規定。								リスク分担について、事業契約・オフテイク契約に規定すべく、【首相府・HPC・HAWACO】と確認。
	7	外部要因	制度	法制度	法・規制の遵守	法・規制・業界基準の遵守	中	中	2													SPC	分担	各業務従事者が負担する。								
	8	外部要因	不可抗力		不可抗力	通常予見できない事象(戦争、内乱、紛争、テロ、核汚染、化学汚染、生物汚染、火災、落雷、暴風雨、洪水、地震、暴動等)が発生する。	中	中	2													首相府	移転/保険	・不可抗力による増額費用・損害は建設省が負担し、事業者は不可抗力に起因した要求水準の未達について業務不履行責任を負わないとする規定を事業契約書に規定する。 ・保険によるカバーが可能なのは事業者負担。(火災保険、地震保険、政治リスク保険等)								リスク分担について、事業契約・オフテイク契約に規定すべく、【首相府・HPC・HAWACO】と確認。

表-5.4.2 リスク分担表

事業段階	No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスク内容	影響度 1:小 2:中 3:大	発生可能性 1:小 2:中 3:大	スコア	リスク負担者											リスク管理者	リスク軽減策・対応策				詳細決定文書				今後のアクション											
										※運営義務は SPC に内生化する可能性がある)												首相府・建設省 Ha Noi 市 水道公社 SPC	防止 軽減 移転 分担保険																		
										SPC	出資者	EPC 企業	運営企業家	水道公社	ハノイ市	周辺州	建設省	首相府	金融機関	株主間契約								事業契約	融資契約		オフタイク契約	その他									
	16	商業	収入	需要	適正規模の事業契約	第一フェーズ、第二フェーズを各 15 万 m ³ /day 規模の施設整備を想定しているが、計画（投資計画含む）が長期にわたるため、事業当初の想定と途中段階の想定に差異が生じる可能性がある。適性	大	中	3																												需要予測の検証。 HPC・HAWACO との上水供給計画、浄水場開発計画の確認。				
	17	商業	費用	技術	事業内容・インターフェース	給水施設の設計・建設・インターフェースの問題はないか	中	小	1				○		○	-		○			SPC/首相府	分担	受水点責任境界については配水池到達前とすることで合意済み。													【首相府・HPC・HAWACO】と、市の負担事業についての合意形成。					
	18	商業	需要	事業範囲	競合関係の排除	本プロジェクトが他事業と、現在及び事業期間にわたって競合関係に陥らないようにすることを目的としてイクオアベイ契約を締結することを確認できているか。	大	中	3												首相府・Ha Noi 市・Ha Noi 水道公社	移転	“Take or Pay” 契約を導入しているが、事業安定性を高めるために、Ha Noi 市が他の事業者から水を購入しないことを “Take or Pay” 契約に規定する。 他方、現在のところは、15 万 m ³ /day までの買取のみ保証されており、30 万 m ³ /day の買取については引き続き交渉が必要。対象地域の水の需給予測から、安定的な需要が見込まれていること、本プロジェクトの供給水は、Ha Noi 水道公社による買取がなされること、同公社の事業範囲が本プロジェクトに影響しないことの確認が必要。																		【首相府・HPC・HAWACO】と、本プロジェクトが他事業と競合関係に陥らないよう、予め全量買取を規定する take or pay 契約を締結することについて合意形成。
	19	財務	残価	契約終了時	資産買取価格	BOT の場合、事業契約期限において、Ha Noi 市政府に対する資産譲渡につき、一定の資産価値の確保等の条件が課される。	中	小	1												首相府	移転	BOT 法において残価 0 との規定があるため事業期間終了時の資産の取扱いについては懸念されない。 ・事業契約にもその旨規定。													【首相府・HPC・AWACO】と事業終了時の資産価値について、詳細規定の交渉。					
	20	財務	残価	中途解約	資産買取価格・2	事業契約が SPC の帰責により中途解約された場合、SPC から支払い予定者（Ha Noi 水道公社）への資産移転の対価はいくらするか。	中	中	2												首相府	移転	資産移転の対価は、初期投資を回収するレベルとする。（借入残高と出資（額面）の回収を可能とする算定式を事業契約に盛り込む）													【首相府・HPC・AWACO】と中途解約時の資産の取り扱い、対価について、詳細規定の交渉。					
	21	財務	残価	中途解約	資産移転価格・3	事業契約が支払い予定者（Ha Noi 水道公社）の帰責により中途解約された場合、SPC から支払い予定者（Ha Noi 市政府）への資産移転の対価はいくらするか。	中	中	2												首相府	移転	資産移転の対価は、上記の初期投資を回収するレベルに加え、出資に対する未実現利益を解約時の割引現在価値化した金額を加えるものとする。													【首相府・HPC・AWACO】と中途解約時の資産の取り扱い、対価について、詳細規定の交渉。					

表-5.4.2 リスク分担表

事業段階	No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスク内容	影響度 1: 小 2: 中 3: 大	発生可能性 1: 小 2: 中 3: 大	スコア	リスク負担者 <small>(※運営義務はSPCに内在化する可能性がある)</small>										リスク管理者 首相府・建設省 Ha Noi 市 水道公社 SPC	リスク軽減策・対応策		詳細決定文書				今後のアクション				
										SPC	出資者	HPC/AWACO	運営企業家	水道公社	ハノイ市	周辺州	建設省	首相府	金融機関		防止	軽減	株主間契約	事業契約	融資契約	オフテイク契約		その他			
	22	財務	残価	中途解約	資産買取価格・4	法制度の変更、不可抗力によって事業契約が中途解約された場合の支払い予定者 (Ha Noi 水道公社) による資産買取価格をいくらとするか。	中	中	2												首相府	移転	資産移転の対価は、上記の初期投資を回収するレベルに加え、出資に対する未実現利益を解約時の割引現在価値化した金額を加えるものとする。							【首相府・HPC・AWACO】と中途解約時の資産の取り扱い、対価について、詳細規定の交渉。	
	23	財務	スポンサー	パートナー	パートナーリスク	パートナーから想定されている出資がなされない。もしくは、信用リスクが発生する。	中	中	2													防止	株主間契約において、パートナーの業務不履行について、帰責者負担とする旨を規定。							VIWASEEN・HAWACO 他水道公社と、出資金額・時期・条件について確認。	
	24	商業	費用	設計、建設・完工、運営・維持管理	下請企業の能力不足	下請企業の能力が不十分であり、事業を遂行できない。	小	小	1												SPC	防止	下請企業選定時には選定時に業務実施能力等を含めたデューデリジェンスを実施して適切な企業を選定する。								
	25	商業	収入	料金改定	支払い方法	・SPCへのサービス対価の支払いは適正な算式に基づいていない。	大	中	3													首相府・建設省	分担	・Take or Pay の考え方のもと、キャパシティペイメントを導入し、初期投資費用と固定維持管理・運営費は給水の有無に関わらず、回収可能なしくみとしている。次の2種類の組み合わせ。 ①キャパシティペイメント：施設のオペラビリティにより支払われる。すなわち、実際に給水されたか否かに関わらず、施設が給水可能なものであれば事業収入が確保される。初期投資費用と固定維持管理・運営費を回収するレベルを想定。 ②バリエーションペイメント：実際の使用量に応じた支払い。変動維持管理・運営費を回収するレベルを想定。（例えば、電気代、薬品代等） ・為替・インフレ変動によるコスト増は、オフテイク価格に転嫁する。 ・月次払い。							【HAWACO 等】と、本プロジェクトの支払い方式として採用するキャパシティペイメント方式について協議・合意。実現可能性は低いが首相府と、中央政府の保証供与について協議・合意を行うことが望ましい。
	26	財務	為替変動	支払い通貨	支払通貨	サービス対価と支払い通貨の不一致。	大	中	3												SPC	軽減	米ドル建て VND 払い。換算は当初取り決めに拠る。 バンクローンの場合には、VDB が貸出金利に為替リスク見合いのスプレッドを乗せることで負担。							【首相府・HPC・HAWACO 他水道公社】と対価の換算通貨について協議・合意。	
	27	商業	費用		公共側の費用負担に関する支払	公共側が増加費用を負担すべきリスクが発生した時、事業者が資本的支出を行う必要がある場合、当該支出が一括して事業者を支払われない。	中	中	2												首相府	移転	資本的支出を要する場合は一括して支払われることを事業契約で規定する。							首相府と詳細確認	
	28	商業	収入	オフテイクリスク	サービス対価の不払い	オフテイクの事由でサービス対価が支払われない。	大	中	3												Ha Noi 市	移転 / 保険	・Ha Noi 市からの支払保証を取得する予定。 ・履行保証保険によるリスクの軽減。							左記の内容について Ha Noi 市との協議・合意。	

表-5.4.2 リスク分担表

事業段階	No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスク内容	影響度 1: 小 2: 中 3: 大	発生可能性 1: 小 2: 中 3: 大	スコア	リスク負担者 <small>※運営義務は SPC に内生化する可能性がある</small>											リスク管理者 首相府・建設省 Ha Noi 市 水道公社 SPC	リスク軽減・対応策		詳細決定文書					今後のアクション					
										SPC	出資者	EPC 企業	運営企業家	水道公社	ハノイ市	周辺州	建設省	首相府	金融機関	防止 軽減 移転 分担保険		軽減 / 保険	株主間契約	事業契約	融資契約	オフテイク契約	その他							
																												株主間契約		事業契約	融資契約	オフテイク契約	その他	
事業段階	29	外部要因	カントリーリスク		カントリーリスク	ベトナム国の政治・経済等の事情により、事業の継続が不可能となる。	中	中	2															SPC	軽減 / 保険	JICA/NEXI が承認可能なセキュリティパッケージの設定が必要。							○	NEXI の条件確認の上、【首相府・HPC・水道公社】へ条件提示。
	30	商業	費用	技術	取水・配水事業のインターフェース	取水・配水事業とのインターフェースがなされず、給水されない。	中	小	1															SPC	防止	取水事業・配水事業は、同一企業が実施し、インターフェースを考慮した設計・施工を行わせる。	○							
	31	商業	費用	開発計画	政府補助金/ 資本供与	事業に対して必要な政府補助金等支援もしくは資本注入がなされない。	大	大	3															首相府	移転	現在のところ想定している補助金・資本供与はスポンサーが特定しているもののみであり、一般的な補助金・資本供与は想定されていない。			○				○	必要支援額の算定 首相府・HPC・水道公社と詳細確認・合意。
	32	商業	費用	現地インフラ	周辺インフラストラクチャー等公共側業務遅延による運営開始遅延/費用増加	土地収用、借地、周辺インフラ（電気、道路、通信等）の整備がされておらず、事業の設計変更・建設遅延が発生する。または、運営・維持管理が円滑に実施できない。	大	大	3															首相府	移転	・現地インフラ整備に関しては首相府・建設省・Ha Noi 市（周辺州）の完工保証を取得する。 ・法令によりインフラ用地の取得については政府が行うこととされており、首相府・建設省もしくは Ha Noi 市が増加費用・損害（逸失利益を含む）等を負担する規定を事業契約書に盛り込む。さらに建設段階での SPC のリスクを最小限とするために、SPC の義務の発生は、政府側の土地収用等の建設に必要な条件の整備が完了してからとする規定も事業契約上盛り込む。							○	首相府・HPC・水道公社と詳細確認・合意。
建設	33	商業	費用	設計変更	政府による設計変更	政府の意向による設計変更により増加費用が発生する。	中	小	1														首相府・建設省	移転	・政府の意向による設計変更に伴う増加費用は建設省による負担とすることを事業契約に規定。 ・大幅な変更については制限をする旨、規定。							○		
	34	商業	収入	需要	SPC による設計変更	SPC により当初提案していた設計からの変更が認められず、必要な収入が確保できない。	中	小	1															SPC	分担	・本プロジェクトでは提案により事業者が決定するものではないと想定されるため、入札条件の変更となる等の問題はなく、発注者との協議による変更が可能であると想定されるが、発生する費用があれば、EPC 企業が負担する。 ・事業者の提案による設計変更でコスト削減が発生した場合の利益を誰が享受するかについても協議事項。							○	—
	35	商業	費用	設計遅延	設計完了遅延、設計費の増大	事業者の事由による設計の完了遅延・設計費の増大（提案した設計内容の不備、基本設計・実施設計の不備、SPC の事由による履行遅れなど）。	中	小	1															SPC	移転	事業者による設計変更に伴う増加費用は設計企業の負担とするが、一定以上の増加費用は建設省との負担とすることを事業契約に規定。							○	

表-5.4.2 リスク分担表

事業段階	No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスク内容	影響度 1: 小 2: 中 3: 大	発生可能性 1: 小 2: 中 3: 大	スコア	リスク負担者 <small>(※運営義務は SPC に内生化する可能性がある)</small>										リスク管理者 首相府・建設省 Ha Noi 市 水道公社 SPC	リスク軽減策・対応策		詳細決定文書				今後のアクション						
										SPC	出資者	EPC/企業	運営企業等	水道公社	ハノイ市	周辺州	建設省	首相府	金融機関		防止軽減 移転 分担保険		株主間契約	事業契約	融資契約	オフテイク契約		その他					
	36	商業	費用	工事遅延・未完成	Ha Noi 市の事由による工事遅延・未完成	Ha Noi 市の事由による工事遅延によるコストの増加及び未完成リスク	中	中	2														首相府・建設省	移転	Ha Noi 市・建設省による設計変更に伴う増加費用は建設省による負担とすることを事業契約に規定。								
	37	商業	費用	工事遅延・未完成	事業者の事由による工事遅延・未完成	事業者の事由による工事遅延によるコストの増加及び未完成リスク	中	中	2															SPC	移転 保険	・事業者による設計変更に伴う増加費用は建設企業の負担とするが、一定以上の増加費用は建設省による負担とすることを事業契約に規定。 ・履行保証保険の設定。							
	38	外部要因	社会	環境	環境問題 (Ha Noi 市)	本事業の事業地の選定、建設省・Ha Noi 市が実施する業務 (土地の収用・整備) についての土壌汚染、埋蔵物確認等の環境問題が発生する。	中	小	1															首相府・建設省	移転	土地については、国の責任にて手当てする。							
	39	外部要因	社会	環境	環境問題 (業務)	事業者が実施する業務 (調査・建設・維持管理・運営) についての環境問題 (騒音、有害物質の流出等)	中	小	1															SPC	分担	事業契約締結までに EIA の実施が義務付けられており、事業開始後に環境問題が発生することは想定されない。							
	40	外部要因	社会	住民対応	住民対応(設置)	施設設置に対する住民反対運動	中	小	1															首相府	移転	法令によりインフラ用地の取得・浄水場の設置計画については政府が行うこととされており、これに対する住民運動については、首相府、建設省もしくは Ha Noi 市が増加費用・損害等を負担する規定を事業契約に盛り込む。 さらに建設段階での SPC のリスクを最小限とするために、SPC の義務の発生は、政府側の土地収用・借地等の建設に必要な条件の整備が完了してからとする規定も事業契約上盛り込む。							
	41	外部要因	社会	土地	土地収用	浄水場及び管路整備のための土地収用ができない。	中	小	1															首相府	移転	土地については国が所有権を有し、Ha Noi 市が使用権を有するため、土地取得及び取壊に関する増加費用及び損害は首相府・建設省・Ha Noi 市等の負担とする。							
	42	商業	費用	建設・完工	瑕疵	土地に瑕疵がある。	中	小	1															首相府	移転	・法令によりインフラ用地の取得については政府が行うこととされており、首相府・建設省もしくは Ha Noi 市等が増加費用・損害等を負担する規定を事業契約書に盛り込む。 ・一定の調査は実施済み。							
	43	商業	費用	建設・完工	用地の調査・測量結果の誤り	Ha Noi 市が実施し、事業に先立って行われる事業用地に関する調査・測量結果に誤りがある場合、それを元にした	中	小	1															首相府	移転	事業契約に Ha Noi 市の実施する用地の調査・測量結果の誤りによる増加費用・損害については建設省が負担することを規定。							

表-5.4.2 リスク分担表

事業段階	No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスク内容	影響度 1: 小 2: 中 3: 大	発生可能性 1: 小 2: 中 3: 大	スコア	リスク負担者 <small>※運営義務は SPC に内生化する可能性がある</small>										リスク管理者		リスク軽減策・対応策		詳細決定文書				今後のアクション															
										SPC	出資者	EPC/企業	運営企業家	水道公社	ハノイ市	周辺州	建設省	首相府	金融機関	首相府・建設省 Ha Noi 市 水道公社 SPC	Ha Noi 市 水道公社 SPC	防止 軽減 移転 分担 保険		株主間契約	事業契約	融資契約	オフテイク契約		その他														
																														SPC	出資者	EPC/企業	運営企業家	水道公社	ハノイ市	周辺州	建設省	首相府	金融機関	首相府・建設省 Ha Noi 市 水道公社 SPC	Ha Noi 市 水道公社 SPC	防止 軽減 移転 分担 保険	
						施設設計にも誤りが生じる可能性がある。																																					
	44	商業	費用	建設・完工	用地の調査・測量結果の誤り	SPC が実施し、事業に先立って行われる事業用地に関する調査・測量結果に誤りがある場合、それを元にした施設設計にも誤りが生じる可能性がある。	中	小	1														分担	事業契約に SPC の実施する用地の調査・測量結果の誤りによる増加費用・損害については一定割合まで SPC が負担することを規定。SPC 負担分については、測量担当企業が負担する。																			
	45	商業	費用	建設・完工	事業者が整備した施設の瑕疵	事業者が整備した施設に瑕疵がある。	中	小	1														分担	施設の瑕疵が確認された場合には、一定期間については、EPC 企業が増加費用を負担する旨、株主間契約書・事業契約書で規定。			○	○															
	46	外部要因	制度	許認可	必要な許認可の取得	必要な許認可が取得されない。	中	小	1								○						分担	・許認可が取得できないことで発生する費用は、当該許認可の取得責任のある企業が負担することを株主間契約で規定する。					○														
	47	商業	費用	インフレ	インフレーションによる費用の増加	インフレーションによる建設費用の増加	大	中	3								△	△					○	首相府	移転	・施設の引き渡し時に物価上昇率の見直しを行い、サービス対価 (off-take 価格) を再算定する。						○	○										
	48	財務	為替変動		為替変動	為替変動によるコスト上昇への対応	大	大	3														○	Ha Noi 市・Ha Noi 水道公社	移転	・施設の引き渡し時に為替の見直しを行い、サービス対価 (off-take 価格) を再算定する。							○	○									
運営	49	商業	費用	運営・維持管理	Ha Noi 水道公社の許容量 (能力) 不足による費用増加	Ha Noi 水道公社の許容量 (能力) 不足により、給水できない、もしくは費用が増加する。また、実際に最終ユーザーに給水されない。	小	小	1															防止 / 移転	・Ha Noi 水道公社は Ha Noi 市 100% 出資の公社であり、現に Ha Noi 市の水道供給事業を担っているため、運営能力については信頼性がある。 ・事業者の業務履行状況は、受け取り側の許容量・能力不足に関係せず、給水能力を測定することにより確認が可能であり、SPC への影響は限定的。 ・Ha Noi 水道公社は SPC の株主でもあり、本プロジェクトに対する協力については、株主間契約でも確認。											○	○						

表-5.4.2 リスク分担表

事業段階	No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスク内容	影響度 1: 小 2: 中 3: 大	発生可能性 1: 小 2: 中 3: 大	スコア	リスク負担者 ※運営義務は SPC に内生化する可能性がある)											リスク管理者 首相府・建設省 Ha Noi 市水道公社 SPC	リスク軽減・対応策		詳細決定文書					今後のアクション					
										SPC	出資者	EPC企業	運営企業	水道公社	ハノイ市	周辺州	建設省	首相府	金融機関	防止		軽減	移転	分担保険	株主間契約	事業契約	融資契約	オフテイク契約		その他				
50	商業	費用	運営・維持管理	技術的サービス要求水準 - 水量、水質	過度な水量・水質が要求される。	小	小	1														首相府	移転	<p>現法にて、Ha Noi 市（及び周辺州）にて要求される水質基準は妥当なものであり、技術的に運営企業が十分対応できるものである。</p> <p>ベトナムでは法律で水質に関する基準が定められており、これを遵守する水準を事業契約上、off-take 契約上、定める。</p>										
51	商業	費用	原水	供給される原水の Availability	供給される原水が少なく、処理生産水量が要求水準を下回る水量となる。	中	小	1														首相府	移転	<ul style="list-style-type: none"> ・原水供給リスクは建設省・Ha Noi 市政府負担。 ・必要量については、事業契約で規定。 										
52	商業	費用	原水	供給される原水の性質の変化	供給される原水の性質が変化する（汚染される）ことにより処理に要する工程・費用負担が変化する。	中	小	1														首相府	移転	<ul style="list-style-type: none"> ・原水の性質の変化は Ha Noi 市（水道公社）がリスク負担。 ・流入水の品質については事業契約・off-take 契約に規定し、一定以下の場合には供給水の水質基準を遵守せずとも事業者の契約違反とならないよう、事業契約、off-take 契約に規定を設ける。また、一定の水質とするための増加費用は建設省・Ha Noi 市政府負担。 										
53	商業	費用	現地インフラ	現地インフラリスク	電気・ガス等の供給が滞る。	中	中	2														首相府	移転	<p>電気・ガス等の供給が滞ることにより発生する損害は建設省・Ha Noi 市（周辺州）が負担することを事業契約に規定。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自家発電設備の整備により、非常時に備える。 										首相府・HPC・水道公社と詳細確認・合意。
54	商業	費用	運営・維持管理	追加資本投資	事業期間中の修繕計画に対し、SPC が追加資本投下を求められる。	中	小	1														首相府	分担保険	<ul style="list-style-type: none"> ・事業契約上、施設は事業契約期間内に性能を維持することを義務付け、追加資本投資はその範囲内とする。 ・必要な追加投資計画は EPC 企業が作成し、事業契約締結時にベトナム側と合意する予定であり、追加投資を求められる可能性は少ない。 										

表-5.4.2 リスク分担表

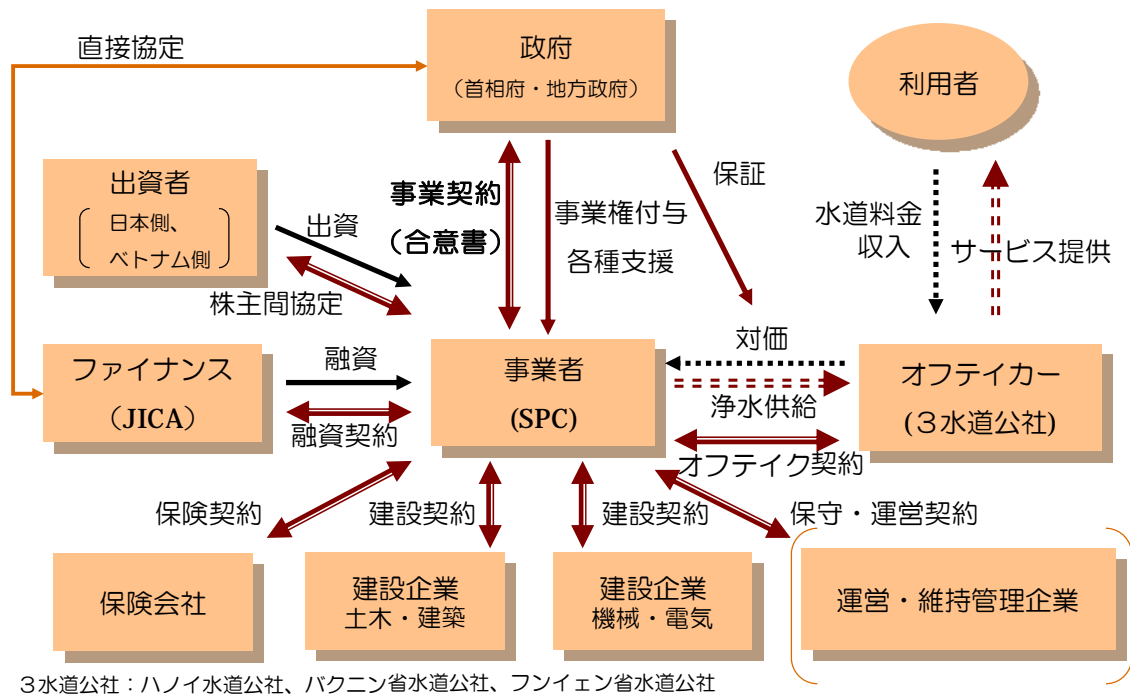
事業段階	No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスク内容	影響度 1:小 2:中 3:大	発生可能性 1:小 2:中 3:大	スコア	リスク負担者 <small>※運営義務は SPC に内生化する可能性がある</small>										リスク軽減策・対応策		詳細決定文書					今後のアクション								
										SPC	出資者	EPC/事業	運営企業家	水道公社	ハノイ市	周辺州	建設省	首相府	金融機関	リスク管理者		防止 軽減 移転 分担保険		株式 買収契約	事業 契約	融資 契約		オフ テイク 契約	その他						
																				首相府・建設省 Ha Noi 市 水道公社 SPC	首相府														
	55	商業	費用	インフレ	物価上昇	物価上昇により、SPC の維持管理・運営コストが大幅に上昇する。	大	中	3												首相府	移転	・インフレ変動コストに応じ、off-take 価格を改訂する。(毎年見直し)						○	○			首相府・HPC・水道公社と詳細確認・合意。		
	56	財務	為替変動		為替変動	為替変動によるコスト上昇への対応。	大	大	3												Ha Noi 市・Ha Noi 市 水道公社	移転 / 軽減	<ul style="list-style-type: none"> ・サービス対価 (off-take 価格) の算定式に組み込む。 ・収入・費用の通貨を極力マッチングさせ、為替変動の影響を軽減する。収入をドル建て換算によるものと想定し、ドル建て借入れを一定割合、組み入れるようにする。 ・VND が、ドルペッグを維持できなくなるような大幅な為替変動については、政府保証を得るべく交渉する。 ・サービス対価の算定式どおりに対価改定が行われるよう日越両政府によるモニタリング機関を設ける。 								○	○			左記について、Ha Noi 市と協議・合意。
	57	外部要因	コントリブション リスク	為替管理	海外送金	<ul style="list-style-type: none"> ・SPC が債務返済、出資配当のための海外送金ができない。 ・外貨準備高の減少により、決済機能がなくなる。 	大	中	3												SPC	防止 / 保険	<ul style="list-style-type: none"> ・米ドル口座での管理を検討。 ・NEXI 保険によるカバー。 									○		為替管理制度確保についての政府保証確保のため、首相府・HPC・水道公社と協議・合意。	
	58	商業	費用	建設・完工	コミッションング	十分な試用期間の設定が可能か。運営体制等の条件について、過度な要求がされないか。	中	小	1												SPC	分担	<ul style="list-style-type: none"> ・Fixed Price, Turn Key, Date Certain を満たす EPC 契約を締結。 ・引渡し条件を明確に規定する。 										○		
	59	商業	技術		技術革新・活用技術の陳腐化	SPC は一定の技術革新の導入を義務付けられるか。	小	小	1												SPC	分担	要求水準の変更に該当する場合は増額費用は建設省の負担とすることを事業契約に規定する。												
	60	商業	収入	オフテイク	第三者へのサービス提供	第三者へのサービス提供は認められない	中	中	2												首相府		第三者へのサービス提供の可能性を排除しないことを事業契約に規定する。												

5.4.2 当該プロジェクトに関する契約体系の整理と各契約書

本節では、リスク分担表で整理した考えをもとに、本プロジェクトに関するステークホルダー間において締結すべき契約を整理し、それぞれについて記載すべき事項と留意すべき事項を整理した。

(1) 契約体系

本調査団が考える、本プロジェクトにおいて必要となる基本的な事業スキーム及び契約は次のとおりである。なお、運営会社は SPC に内生化する可能性がある。



1) 契約当事者

① 中央政府

中央政府を事業契約の相手方と想定している。事業への関与者としては、首相府と建設省が挙げられる。現在、第一段階の事業権は首相府が発出した **Presidential Decree** によって **VIWASEEN** に付与されており、第二段階の事業権についても首相府から **SPC** に付与されるものと想定される。また、都市水道の所管省庁は建設省であることから、開発計画を含めた事業内容につき、建設省の関与が想定されている。【BOT 法第 3 条】

事業実施にあたり、当局から事業権や水利権の付与、施設の建設・運営、資金調達・外貨取引に関する必要な許認可の取得、周辺インフラ整備、土地の収用・貸与等を含

めた事業への支援を得るため、事業の内容・期間、サービス要求水準、対価の支払い条件や改定方法、BOT 法に規定されているような減免税措置等、ベトナム公共側と事業者側の役割及びリスクの分担について、事業契約 (Project Agreement) に規定する。

【BOT 法第 38-45 条】

事業契約が首相府ではなく、建設省との間で締結される場合でも、首相府から本プロジェクトに対するコミットメントを得るべく、官民連携で交渉し、コミットメントを得ることが本プロジェクトを進める前提条件である。

② 地方政府

本プロジェクトは、Ha Noi 市、Bac Ninh 省及び、Hung Yen 省に対する水道サービス供給に資する事業であり、最終的な受益者は Ha Noi 市、Bac Ninh 省及び、Hung Yen 省の住民である（ただし、現在第 2 期まで Ha Noi 市を対象とすることで事業者間で協議が進んでいる）。本プロジェクトでは、これらの地域に対して直接、配水するわけではないが、関係する地方政府の開発計画に沿っているか、地域インフラの整備状況の確認及び役割分担、各地の水道公社への支援及びオフテイカーについての保証の付与について確認する必要がある。

現時点においては、事業契約の相手方として、地方政府を加えることを検討中である。

③ オフテイカー

本プロジェクトのオフテイカーは Ha Noi 市水道公社、Bac Ninh 省水道公社、Hung Yen 省水道公社である（ただし、現在第 2 期まで Ha Noi 市を対象とすることで事業者間で協議が進んでいる）。SPC はこれら 3 水道公社と長期オフテイク契約を個別に締結し、給水量・質・価格について、合意する。契約形態は「Take or Pay」とし、事業者が必要リスクが残らない仕組みとする。オフテイカーである 3 社の業積については、地方政府からの保証を得ることが前提条件である。

④ VIWASEEN

VIWASEEN は首相府により付与された事業権を保有するベトナム側国有企業であり、SPC の出資者となる予定であるが、同時に SPC の建設事業を受託する予定である。VIWASEEN が現在有する事業権を BOT 法で定める事業契約として権利・義務を譲渡されるよう、首相府から保証を取得する必要がある。株主間契約において、VIWASEEN が保有している第一段階の事業権を SPC が譲渡を受ける旨、確認を行い、譲渡内容・条件について合意する。また、建設契約においては、事業契約で求められる建設担当企業の役割分担を担い、付随するリスクを負担するとともに、適切なリスク軽減措置を取る旨、規定する。

⑤ SPC 組成

本プロジェクトでは【LLC】として設立する SPC が、設計、建設、維持管理、運営を包括して実施する主体となる。設立にあたっては、BOT 法 27 条、統一企業法に基づき、必要手続きを経る。SPC 組成にあたり、株主の役割分担、権利・義務については、株主間協定に規定する。

現在、株主としては、日本及びベトナムにおける事業投資家を想定している。出資比率は日本側対ベトナム側を 49 対 51 の割合とする。(BOT 法における制限(国家資本が総投資額の 49%以下)内と整合性をとる必要あり。)また、最低出資額については、BOT 法 5 条に従う。

⑥ 金融機関

金融機関からの資金調達は貴機構からの海外投融資制度における融資を想定している。出資については、⑤に記載したコンソーシアム協定・株主間協定、融資については、融資契約によって条件詳細を規定する。

2) 関連契約

リスク分担表をもとに本調査団が検討した上記のプロジェクトスキームを考慮すると、本プロジェクトでは下表に示した契約書類等の締結が必要と考えられる。

表-5.4.3 本プロジェクトの主要契約一覧

No.	書類	契約当事者
1	政府間協定	ベトナム中央府、日本政府
2	BOT 契約(事業権契約)/投資登録	ベトナム建設省、SPC / 投資計画省、SPC
3	基本協定(覚書)	Ha Noi 市水道公社(Bac Ninh 省水道公社、Hung Yen 省水道公社)、SPC
4	オフテイク契約	Ha Noi 市水道公社(Bac Ninh 省水道公社、Hung Yen 省水道公社)、SPC
5	中央政府・オフテイカー間契約	ベトナム建設省、Ha Noi 市水道公社
6	Ha Noi 市人民委員会・オフテイカー間契約	Ha Noi 市人民委員会、Ha Noi 市水道公社(Bac Ninh 省水道公社、Hung Yen 省水道公社)
7	オフテイカー間契約 (バクニン水道公社、フンイエ ン水道公社にも用水供給 を行う場合)	Ha Noi 市水道公社(Bac Ninh 省水道公社、Hung Yen 省水道公社)

No.	書類	契約当事者
8	コンソーシアム協定、株主間契約	日本及びベトナムにおける事業投資家
9	政府保証	SPC、ベトナム建設省
10	土地無償貸付契約	SPC、Ha Noi 市人民委員会
11	設計契約	SPC、設計企業
12	EPC 契約（土木、建物、機械・電気設備）	SPC、EPC コントラクター
13	工事監理契約	SPC、工事監理企業
14	発生土処理委託契約	SPC、発生土処理企業
15	O&M 契約（運営会社は SPC に内生化する可能性がある）	SPC、Ha Noi 市水道公社（Bac Ninh 省水道公社、Hung Yen 省水道公社）
16	薬品調達契約	SPC、薬品企業
17	電力調達契約	SPC、電力公社
18	優先融資契約	SPC、JICA
19	直接協定	SPC、金融機関
20	スワップ契約	SPC、金融機関
21	担保関連契約	SPC、金融機関
22	海外投資保険	SPC、NEXI
23	保険契約 （履行保証、建設工事、第三者賠償）	SPC、保険会社、

（2）契約条件

上表のうち、主要な契約について一般的規定内容、留意点等について、以下記載する。

1) 政府間協定（No.1）

中央政府のコミットメントを得ることで、トップダウン式で迅速に本プロジェクトを進めることが可能となるため、日本政府とベトナム政府との間で以下の事項を盛り込んだ協定を締結することが必要である。

- 現在 VIWASEEN が有している BOO 事業権を VIWASEEN 出資企業である SPC へ BOT 事業権として付与することへの保証
- 首都圏開発計画等の各種開発計画での本プロジェクト位置づけの明確化及び

重要度の確認

- ▶ 本プロジェクトと PPP 法下でのパイロット・プロジェクトとの調整
- ▶ 30 万 m³/day の買取水量の保証
- ▶ 支払システムへの「キャパシティ支払」と「バリアブル支払」の複合方式の採用
- ▶ オフテイク価格の支払支援（アウトプットバースの VGF 制度制定）（「7.2 財務分析前提条件（3）収入」参照）
- ▶ ベトナム国スポンサーへの合意形成協力要請

2) BOT 契約（事業権契約）・投資登録（No.2）

BOT 法では BOT 法に基づく事業契約を締結する場合、税制、土地の利用、政府保証などの優遇措置が認められており、また事業契約において投資家としての権利・義務について定めることができる。本プロジェクトにおいては事業の円滑かつ確実な履行のため BOT 法に基づく事業契約を締結することとするが、現在 VIWASEEN が首相府より BOO 事業権を付与されていることから、必要な修正を加えつつこれを BOT 法上の権利・義務として SPC が承継できるようベトナム政府との交渉を行う必要がある。

また、ベトナムでは共通投資法に基づき投資プロジェクトをプロジェクトごとに登録しなければならず、規模の大きなプロジェクトについては省の投資管理局に投資登録を行い投資登録証明書の発行を受ける必要がある。また、BOT 法上でも同法に順守する形での投資登録が規定されている。

投資を行おうとする企業は自己において投資案件、投資提携先、場所、投資期間、製品の販売市場および資本金拠出割合を、投資法およびその他関連する法律文書に基づき選定することができ、また、一般的に投資家は投資形態についても決定することができる。審査される項目は、各種国家計画とのプロジェクトの適正性、プロジェクトの土地使用要望、プロジェクトのスケジュール、環境対策等であり、国の投資管理当局は、投資家に付与される投資優遇を、投資証明書に直接列挙する。

本プロジェクトでは現在 VIWASEEN がすでに BOO 事業としての事業権を有しているため、事業の迅速な進行の観点からは、新規の登録は不要との整理がなされるようベトナム政府からの支援が得られることが望ましく、その際、オフテイク契約との関係からも以下 4 点については事前に確認をとって置くことが望ましい。

▶ 事業権の取消事由とその帰結

事業権契約の締結（本プロジェクトでは投資証明書の発行）のみでは、契約は当然には発効しないことが多く、契約において事業権が発効するための要件（Conditions of effectiveness）が定められ（事業主体の設立、関連契約の締結、出資（融資）の実行等）、発効の期限が定められることもある（期限までに事業権が発効しない場合）。

効しない場合事業権は無効化、等)。

仮にこのような性質のものであるならば、発効要件、発効期限が無理のないものであることを確認するが必要あり、発効期限は設けないよう交渉することも考えられる。

➤ 事業権の取消事由とその帰結

SPC 帰責、政府側の事情（帰責）、不可抗力、法令変更などの場合に分けて、発生し得る事業権の取消事由とその場合の帰結について予め確認しておく必要がある。

発生し得る取消事由が回避可能なものであるか、実際に事業権の取消がなされた場合の投資回収の条件（特にレンダーにとって十分な保全がある条件になっているか）を確認することが必要。相手国政府側の信用力が悪化した際に、（政府側帰責での）事業権解除での投資即時回収が図れる可能性のある条件になっていると、なお望ましい。

➤ 事業権の終了時の措置

事業終了時に対象資産に求められる条件（どの程度使えることが必要か等）及びその確認方法について予め確認を行うことが望ましい。事業計画で想定している条件と齟齬がないかを確認することが必要。

なお、発行される投資証明において記載されるべき項目については下表にてまとめた。

表-5.4.4 BOT 契約（事業権契約）・投資登録の記載事項と留意点

規定事項	一般的規定内容	留意点
投資案件	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業権付与の対象となる事業の内容及び方式 (BOT) を記載 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業計画で想定している事業の内容・方式と齟齬がないことを確認することが必要。 ➤ 競合するような事業権が第三者に与えられることのない文言・条件になっているかを確認する必要あり。 ➤ 3 水道公社の給水エリア全てを対象とすることが可能か確認すると共に Ha Noi 市のみの場合の協議も必要である。 ➤ 途中からの 3 水道公社用水供給

規定事項	一般的規定内容	留意点
		量の増加、途中からの他の水道公社等への用水供給の開始などの事業内容の変更が可能か確認する必要あり。
投資連携先	▶ 想定される株主について規定	▶ 特になし。
場所	▶ 想定されるプロジェクトサイトについて規定	▶ 配水管の敷設範囲が広範であるため、工事の進捗の結果、地理的条件などにより配水管の敷設計画が変わることでの問題はないか確認する必要あり。
投資期間	▶ 建設開始時期、オペレーション開始時期等、事業実施のスケジュール（主要マイルストーン）を記載。 ▶ 事業権として希望する期間を明記。	▶ 事業計画で想定している事業実施のスケジュールとの齟齬がないこと、遅延の場合の契約上の帰結を精査し想定外のリスクがないことを確認することが必要。 ▶ 本件の事業権期間は31年を想定している。
製品の販売市場	▶ 用水供給エリアを明記。	▶ 3 水道公社の給水エリア全てを対象とすることが可能か確認すると共に Ha Noi 市のみの場合の協議も必要である。

3) 基本協定（覚書）（No.3）

オフテイク契約締結前に、オフテイカーと覚書を締結しておくことで事業実現の確実性を高めることが望ましい。なお、本プロジェクトが競争入札手続を経る場合には本契約締結前の暫定的契約として基本協定の締結という位置づけとなる。

表-5.4.5 オフテイカーとの覚書の記載事項と留意点

規定事項	一般的規定内容	留意点
契約締結努力義務	▶ オフテイク契約締結に向けた努力義務を規定	▶ SPC は本プロジェクト実施に必要な事業権を有するため、優先的な事業実施候補者として交渉を行えることを規定する必要がある。

規定事項	一般的規定内容	留意点
SPC の設立義務	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 出資比率、出資額、出資形態等に応じた SPC の設立義務を規定 ▶ 設立期限について規定 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 特になし。
株式の譲渡等処分の制限	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 株主間協定において設立される株式の譲渡につき取締役会の承諾を要することを規定。 ▶ 株式への譲渡制限等の概要について規定。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 株主のエグジット方法についてコールオプション、プットオプション等を与えることが可能か株主間協定締結前のこの時点で先方の意向については確認しておくことが望ましい。
業務の実施	<ul style="list-style-type: none"> ▶ SPC を設置しオフテイク契約の履行に必要な業務をコンソーシアム構成企業等を実施させる義務を規定 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 各水道公社が O&M を実施することで問題ないか確認する必要がある。 ▶ 送水管との接続ポイントについて配水池方式を採用することを規定。そうでない場合はオフテイク側で必要な措置を行う（増加費用等負担）
オフテイク契約締結期日	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 双方が定める期日までにオフテイク契約を締結 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 期日について各水道公社から事前合意を取得することが必要。
オフテイク契約実施のための準備行為	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 必要な準備行為を行うこと ▶ SPC 設置以降、コンソーシアム企業により実施された準備行為が引き継がれること 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ オフテイク側が取得すべき許認可等の取得義務を規定することが必要 ▶ SPC が取得する必要がある許認可等についてのオフテイク側からの取得支援を規定。特に事業権契約の取得義務についての規定が重要。
費用負担	<ul style="list-style-type: none"> ▶ オフテイク契約が締結されない場合の費用負担について規定 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ SPC の帰責事由に拠らない場合の費用負担はオフテイク側が負担することが必要。

4) オフテイク契約 (No.4)

BOT 契約に基づく用水の供給の条件を規定する。主要な規定事項と留意点は下記の通りである。なお、前項の BOT 契約との整合の確認が必要である点、また当契約では

なく BOT 契約に記載される可能性のある事項がありうる点は、上記の通りである。なお、BOT 契約と重複して記載される可能性がある事項については再掲した。

表-5.4.6 オフテイク契約の記載事項と留意点

規定事項	一般的規定内容	留意点
事業の内容・方式	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 事業権付与の対象となる事業の内容及び方式 (BOT) を記載 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 事業計画で想定している事業の内容・方式と齟齬がないことを確認することが必要。 ▶ 他の用水供給主体からの用水取得の禁止、他の用水供給主体への用水供給は可能であることを規定することが必要。
契約の発効要件・発効期限	<ul style="list-style-type: none"> ▶ BOT 契約同様、オフテイク契約が発効するための要件 (Conditions of effectiveness) が定められる。(事業主体の設立、関連契約の締結、出資 (融資) の実行等) ▶ 発効の期限が定められることもある (期限までに事業権が発効しない場合事業権は無効化、等) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 発効要件、発効期限が無理のないものであることを確認する必要あり。 ▶ 発効期限は設けないよう交渉することも考えられる。
事業実施のスケジュール	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 建設開始時期、オペレーション開始時期等、事業実施のスケジュール (主要マイルストーン) を記載 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 事業計画で想定している事業実施のスケジュールとの齟齬がないこと、遅延の場合の契約上の帰結を精査し想定外のリスクがないことを確認することが必要。
設計変更の場合の取り扱い	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 変更により生じる増加費用の取り扱いを記載 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 設計変更の手続きについて規定。 ▶ SPC の帰責事由に拠らない変更によって費用負担が発生しないよう規定。
事業実施における当事者の役割分担	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 事業の内容の他、土地の取得、共用地の取り扱い、許認可、資金調達などでの当事者の役割分担 (権 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 特に民間では実施できない業務について、オフテイク側が責任を持って行う規定となっているか、政府とオフテイク側の役割分

規定事項	一般的規定内容	留意点
	利義務) を記載。	担は明確か、さらにオフテイカー側の実施すべきことが行われない場合には民間側の投資回収が可能な条件になっているかを確認することが必要。
建設開始の要件	▶ オフテイカーによる設計内容の確認、必要な許認可の取得等、建設開始の要件を記載。	▶ 要件が厳しい場合、完工遅延の要因となるため、合理的な内容であるかを確認する必要がある。
完工の確認	▶ 施設の完工の要件、確認プロセスを記載。	▶ 様々な方法があるが、例えば Independent Engineer (IE) て、プラント建設の進捗確認や完工のチェックを行わせ、契約上の完工の確認 IE チェックで行う、というやり方がある。特に BOT 案件の場合、完工時に相手方に施設の所有権を移転させないため、相手方の特段の inspection は不要 (IE チェックで可) という例が多いと思われる、相手方が inspection を要求する場合は、(削除を) 要交渉と思われる。 ▶ 建設契約との整合性は要確認。
完工遅延の場合の取り扱い	▶ SPC 帰責、相手方帰責、不可抗力、法令変更などの場合に分けて、完工遅延の場合の取り扱いを記載。	▶ SPC 帰責以外の場合は料金への転嫁 (または難しいが增加コスト分一括払い)、SPC 帰責の場合は「上限金額があるか」「コントラクターからミラーで回収できるか」「予備費が十分か」がチェックポイントとなると思われる。
売水の条件	▶ 売水の履行地、水質、売水量、売水量の計測方法等について記載。	▶ 売水地が浄水場から遠隔であるなど売水管理が困難になっていないか、要求される水質は無理のないものか、などの確認が必要。
売水料金の条件	▶ 通常、Capacity に対して	▶ 本件での売水料金構成について

規定事項	一般的規定内容	留意点
	<p>(実際の売水量には関わりなく) 支払われる Capacity Payment, 実際の売水量に対して支払われる Variable payment に分かれる。Payment の単価は、対応する費用の性質 (インフレの影響を受けるか、外貨建か現地通貨建か) に応じインフレ調整や為替調整が行われる。</p> <p>▶ Capacity Payment は、一定水準の水質での売水が不能だった時間が一定限度を超えると減額される。</p>	<p>の現状の想定は「7.2 財務分析前提条件 (3) 収入」参照。</p>
日々の売水のオペレーションについての規定	<p>▶ 日々の売水量の決め方、変更についての決定ルールを記載。</p>	<p>▶ オペレーションに無理がないことを確認することが必要。</p>
定期的な報告についての規定	<p>▶ 年次・期次運営計画、実績報告、KPI について記載。</p>	<p>▶ KPI が無理なものとなっていないかを確認することが必要。</p>
契約解除事由とその帰結	<p>▶ SPC 帰責、オフテイカー帰責、不可抗力、法令変更などの場合に分けて、契約取消事由とその場合の帰結を記載</p>	<p>▶ 取消事由が合理的なものであるか、実際に契約解除がなされた場合の投資回収の条件 (特にレンダーにとって十分な保全がある条件になっているか) を確認することが必要。</p> <p>▶ 残存資産の取り扱いについての規定が必要。</p> <p>▶ 事業権契約との整合性も特に重要。</p>
オフテイク期間終了時の措置	<p>▶ オフテイク期間終了時に対象資産に求められる条件 (どの程度使えることが必要か等) 及びその確</p>	<p>▶ 事業計画で想定している条件と齟齬がないかを確認することが必要。</p>

規定事項	一般的規定内容	留意点
	認方法、事業終了前からの事業引き継ぎの方法（トレーニング、マニュアルの整備等）を規定。	
契約の譲渡	▶ 契約を譲渡する場合の要件を記載。	▶ SPCに問題が生じた場合にレンダーが第三者に事業譲渡し事業を正常化する「ステップイン」をスムーズに行うことができるかを確認することが必要（担保設定が可能であることや、譲渡そのものに掛けられた制限が不合理でないこと、等）。
損害賠償	▶ 自らの責による相手方の損害に対する賠償を規定	▶ 民間事業者側の負担する損害賠償額に上限が定められていれらばなお望ましい。
紛争解決手段	▶ 当事者間に紛争が発生した場合の解決の方法を規定。	▶ 双方が調停人を選任し、選任された2人の調停人が3人目の調停人を選任し、調停を行う等、公平なルールになっていることを確認する。
【その他】法的有効性の確認	▶ 契約内容が、オフテイカーの権限に基づくもので、適正な手続きを経て契約が締結され、適法有効なものであるかを確認する必要がある。	▶ 左記の点に関する、現地法の弁護士による弁護士意見書を取得し確認することが一般的である。

5) コンソーシアム協定・株主間契約 (No.8)

文字通り株主間の意思決定等に関する取り決め。主要な規定事項と留意点は下記の通りである。なお、事業権契約・オフイク契約でのオペレーションのリスクはオペレーターにパススルーすることが基本である。

表-5.4.7 コンソーシアム協定・株主間契約の記載事項と留意点

規定事項	一般的規定内容	留意点
SPCの業務内容	▶ (定款に定める) SPCの	▶ 業務内容が過不足なく盛り込ま

規定事項	一般的規定内容	留意点
	業務内容を記載	れているかを確認することが必要。
SPC の設立時発行株式及び発行可能株式総数	▶ SPC の設立時の発行株式数及び発行可能な株式数を記載	▶ 発効可能株式数の範囲で事業計画に必要の出資金額を満たせることを確認することが必要。
株主別持株数	▶ 設立時及び増資が予定される場合は増資後の株主別持株数を記載。 ▶	▶ 事業計画との整合を確認することが必要。
設立予定日	▶ 設立予定日を記載	▶ 同上
増資計画	▶ 増資が予定される場合は増資予定日及び増資額（株主の引受額）を記載	▶ 同上。かつ各株主の増資義務が明確に規定されていることが必要。また、一部株主が増資の引受不能となった場合のバックアップが記載されているとなお良いと思われる。
取締役・監査役の選任の条件	▶ どの株主が何人取締役・監査役を派遣できるか等を記載。	▶ 事業計画との整合を確認することが必要。
取締役会の概要	▶ 定足数、意思決定方法を記載。	▶ 同上。
事業期間	▶ 事業期間を記載。	▶ 同上。
株式への質権設定	▶ レンダーの株式への質権設定に事前合意。	▶ レンダーは株式への質権設定を求める可能性が高く、予め合意する条項を求めておくことが基本的に必要。
株式の譲渡制限	▶ 株式の譲渡にかかる要件を記載。	▶ 事業権契約、融資契約等と整合するかを確認することが必要。
株式を譲渡する場合の譲渡価格	▶ 株式を譲渡する場合の譲渡価格を記載。	▶ 一部株主に問題が生じた場合に、譲渡価格を巡って当該株主の株式譲渡が進まないリスクを回避するため、「価格合意できない場合の最終的価格」を定めておくことが望ましい（例：直近決算での純資産価格相当）。

規定事項	一般的規定内容	留意点
配当制限	▶ SPC からの配当に関する制限を記載。	▶ 融資契約において配当制限が行われるため、それを順守することを予め合意しておくことが望ましい。
株主の SPC 破産申し立ての禁止	▶ 株主が SPC に対し破産を申し立てることを禁止。	▶ 対レンダー上こうした約定が求められることが一般的であり、予め盛り込んでおくことが望ましい。
取締役会での決議事項	▶ 取締役会での決議事項、決議方法を記載。	▶ スムーズな意思決定ができるルールになっているかを確認することが必要。
株主総会での決議事項・決議要件	▶ 株主総会の定足数、決議事項、決議要件を記載。	▶ 重要な事項については厳格な要件になっているか等を確認することが必要。

6) 政府保証 (No.9)

事業の不確実性を排除するため、特に以下の2点については政府保証を取得する。

▶ USD 建 VND 支払いの保証

現状の Payment Formula では USD 建 VND 支払いとすることで為替リスクをヘッジする構成としているため、支払い方法についての保証を前提としている（「7.2 財務分析前提条件（3）収入」参照）。

▶ オフテイク契約への保証

オフテイク契約には政府の保証差し入れを受けることが前提である。規定事項として特記することはないが、相手国政府に対して法的強制力のある内容のものを受け入れることがより望ましい。そのためには、裁判管轄や準拠法などの規定を明記し、弁護士意見書による法的有効性の確認を行うことが考えられる。

なお、事実上そうした「法的強制力」のある保証をもらうことが困難であり、細かな規定のない「確約」的な保証をもらうケースも考えられ、インドネシアの発電案件などこうした実例もある。

7) EPC 契約（土木、建物、機械・電気設備）(No.12)

表-5.4.8 EPC 契約の記載事項と留意点

規定事項	一般的規定内容	留意点
保証完工日	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Liquidated Damage (後述) 支払の起点となる保証完工日 (Guaranteed Completion Date) を記載。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 左記のような保証完工日が規定されている建設契約を Date Certain 契約と言い、こうした条件が盛り込まれていることを確認することが必要。また、事業権契約、オフテイク契約上の完工予定日と整合していることが必要であり、かつある程度余裕があればなお望ましい。
契約価格	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 契約価格を記載。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Fixed Price (仕様変更 (Change Order) がない限り当該価格で完成させる)、without escalation (インフレによる Fixed Price の調整はしない) であることが基本的に必要。
引き渡しの条件	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 完工が認定され引き渡しとなるための条件を記載。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 一定の期間のパフォーマンステスト合格を経て引き渡しとなる条件であることが必要 (Turn Key 契約)。なお、完工確認のプロセスはオフテイク契約と整合していることが必要。
履行保証 (Performance Bond)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 履行保証の内容を記載。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ オフテイク契約等において求められている履行保証がカバーできることが基本的に必要。また、第三者 (Independent Engineer 等) の意見を聞いて設定するとより良いと思われる。
保険	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 付保する保険の内容を記載。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 第三者 (Insurance Advisor 等) の意見を聞いて設定するとより良いと思われる。
仕様変更の方法	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 仕様変更 (Change Order) のプロセスを記載。 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 仕様変更は一般的にコストオーバーランの主因となるものであり「無理のないプロセスになっているか」「承認権を留保する

規定事項	一般的規定内容	留意点
		と考えられる) レンダーの承認を持って仕様変更を決定できる内容になっているか」等を確認することが必要。また、第三者 (Independent Engineer 等) の意見を聞いて設定するとより良いと思われる。
遅延損害金 (Liquidated Damage)	▶ 完工遅延の場合の損害金 (1 日当たり金額) を記載。	▶ 事業権契約・オフテイク契約上 SPC が支払う遅延損害金及び SPC の借入の金利を賄えるレベルであることが必要。
瑕疵担保	▶ 瑕疵担保の内容を記載。	▶ 第三者 (Independent Engineer 等) の意見を聞いて設定するとより良いと思われる。
契約の譲渡	▶ 契約を譲渡する場合の要件を記載。	▶ SPC に問題が生じた場合にレンダーが第三者に事業譲渡し事業を正常化する「ステップイン」をスムーズに行うことができるかを確認することが必要 (担保設定が可能であることや、譲渡そのものに掛けられた制限が不合理でないこと、等)。
【その他】法的有効性の確認	▶ 契約内容が、相手方の権限に基づくもので、適正な手続きを経て契約が締結され、適法有効なものであるかを確認する必要がある。	▶ 左記の点に関する相手方弁護士の意見書を取得し確認することが一般的である。

8) O&M 契約 (No.15)

オペレーターとの間の施設の運営・維持管理に関する契約。主要な規定事項と留意点は下記の通りである。なお、事業権契約・オフテイク契約でのオペレーションのリスクはオペレーターにパススルーすることが基本である。なお、運営会社は SPC に内生化する可能性がある。

表-5.4.9 O&M 契約の記載事項と留意事項

規定事項	一般的規定内容	留意点
業務内容	▶ オペレーターの業務内容を記載	▶ 事業権契約・オフテイク契約で SPC に要求されるオペレーターの業務がすべて盛り込まれていることが必要。
業務開始の要件	▶ 業務開始の要件を記載。	▶ オフテイク契約上の SPC の収入が発生しない限り本契約に基づく支払いも発生しないようにすることが必要。
契約期間	▶ 契約期間を記載。	▶ 事業権契約・オフテイク契約で規定される事業の期間をカバーすることが必要。
業務開始遅延の場合の取り扱い	▶ SPC 帰責、相手方帰責、不可抗力、法令変更などの場合に分けて、業務開始遅延の場合の取り扱いを記載。	▶ オフテイク契約と少なくともミラーの条件になっていることが必要。
業務の条件	▶ 売水の履行地、水質、売水量、売水量の計測方法、業務プロセス（売水フロー・運営計画フロー・報告フロー等）について記載。	▶ オフテイク契約と少なくともミラーの条件になっていることが必要。
業務対価支払の条件	▶ 業務対価支払の条件について記載。	▶ 薬品・電気などオペレーターが外部調達するものは除き、オフテイク契約と少なくともミラーの条件になっていることが必要。
契約解除事由とその帰結	▶ SPC 帰責、オペレーター帰責、不可抗力、法令変更などの場合に分けて、契約取消事由とその場合の帰結を記載	▶ オフテイク契約と少なくともミラーの条件になっていることが必要。事業権契約との整合性も特に重要。
オフテイク期間終了時の措置	▶ オフテイク期間終了時に対象資産に求められる条件（どの程度使えることが必要か等）及びその確認方法、事業終了前からの事業引き	▶ オフテイク契約と少なくともミラーの条件になっていることが必要。

規定事項	一般的規定内容	留意点
	継ぎの方法(トレーニング、マニュアルの整備等)を規定。	
契約の譲渡	▶ 契約を譲渡する場合の要件を記載。	▶ SPCに問題が生じた場合にレンダーが第三者に事業譲渡し事業を正常化する「ステップイン」をスムーズに行うことができるかを確認することが必要(担保設定が可能であることや、譲渡そのものに掛けられた制限が不合理でないこと、等)。
【その他】法的有効性の確認	▶ 契約内容が、相手方の権限に基づくもので、適正な手続きを経て契約が締結され、適法有効なものであるかを確認する必要がある。	▶ 左記の点に関する相手方弁護士の意見書を取得し確認することが一般的である。

9) 直接協定 (No.19)

この種の協定で一般的な条項の規定を行うが、例えば 6 カ月程度の治癒期間を設けるようにし、事業の継続性に配慮する。

6. 経済分析

6.1 当該プロジェクトの目的と概要

(1) 目的

ハノイ都市圏の中核である Ha Noi 市の水道システムは、都市化の進展とともに計画的に整備されてきたが、水源は依然として地下水に頼っている。これは、市内を東西に流れるホン河 (Red River) を擁し、地下水量が豊富で水質が良好であったため、水処理プロセスを簡易にでき、よって投資資金も抑えることができたためである。

しかしながら近年、急激な都市化・工業化の過程で、地下水水質が悪化し、都市中心地域の地下水源の減少により地盤沈下も社会問題となっている。また、都市中心地域の浄水場の浄水能力が十分でないことによる供給量不足も顕在化している。

本事業は、以上のような、ハノイ都市圏における水質悪化、地盤沈下を回避し、給水量を増加させることで都市圏の水需要に対応することを目的としている。

(2) 概要

本事業では、ドン河 (Duong River) の表流水を水源とした浄水場建設を行い、浄水を 1 市 2 省 (Ha Noi 市、Bac Ninh 省、Hung Yen 省北部の EcoPark 住宅団地) の水道事業者に供水することを計画している。

表-6.1.1 事業概要

	計画期間	計画水量
第 1 期	2012-2014 年 (2015 年竣工)	15 万 m ³ /日
第 2 期	2018-2019 年 (2020 年竣工)	30 万 m ³ /日
営業期間	2015-2045 年 (2015 年から最大 30 年間)	
対象地域	1 市 2 省 (Ha Noi 市、Bac Ninh 省、Hung Yen 省)	
送水管延長	約 46km (第 1 期、第 2 期)	
受水点数	6 箇所 (第 1 期、第 2 期)	

6.2 現在の水道事業の状況

現在の水道事業の状況について、市、省ごとにその概要を述べる。

(1) Ha Noi 市中心部及び東部

ここでは、本事業の対象区域である Ha Noi 市中心部 (Tay Ho 区、BaDing 区、Dong Da 区、Hoan Kiem 区、Hai Ba Trung 区、Cau Giay 区、Hoang Mai 区、Tu Liem 県の一部が該当) と Ha Noi 市東部 (Long Bien 区、Gia Lam 県の一部が該当) に関して、概要を述べる。

Ha Noi 市中心部及び東部における水道事業は、地下水を取水源として HAWACO (ハノイ市水道公社) が実施している。以下にその概要を示す。

表-6.2.1 Ha Noi 市における水道事業の概要 (2009 年度実績)

市省	区域	名称	面積 (km ²)	人口 (千人)	給水量 (m ³ /日)
Ha Noi市	市内中心部	全体	185.77	1,956.8	523,435
		うち接続地区	185.77	1,819.8	505,628
		うち未接続地区	0	137.0	17,807
		普及率	100.0%	93.0%	96.6%
	市内東部	全体	123.81	347.3	38,940
		うち接続地区	72.30	248.3	33,000
		うち未接続地区	51.51	99.0	5,940
		普及率	58.4%	71.5%	84.7%

表-6.2.1 をみると、Ha Noi 市中心部における普及率は面積ベースでは 100%、人口ベースでは 93%、給水量ベースでは 97%となっている。ただし実際は、需要過剰が原因で、一日のうちのピーク時間帯は断水となる地域が存在しており、需要に対応した供給が行われているとは言えない。

Ha Noi 東部に関しては、Gia Lam 浄水場が位置し、3.0 万 m³/日の給水能力を持ち合わせている。現在、給水能力を 6.0 万 m³/日まで増大させるための拡張工事が実施されている。

(2) Bac Ninh 省

Bac Ninh 省の水道事業は、主に Bac Ninh 省水道公社が実施している。

Bac Ninh 省には、既設浄水場として、Cho 浄水場、Tu Son 浄水場、Tien Son 浄水場、Lim 浄水場、Bac Ninh 浄水場、Que Vo 浄水場などがある。

しかし、近年は工業団地及び住宅団地建設の活発化等により、水需要が増大する一方で、地下水の揚水制限や河川水質の悪化等により水源水量の増強が困難であり、今後の水不足が問題となっている。これに対応するため、Bac Ninh 省水道公社は、Bac Ninh

省水道のマスタープランを作成し、省内 4 箇所に新浄水場を建設する計画である。ただし、本提案事業による用水供給が可能となれば、新浄水場の整備量が削減できることから、本提案事業からの受水については肯定的である。

需要調査におけるヒアリング時には、特に水不足が顕著な Lim 県及び Bac Ninh 市への供給を要望しており、この場合、新規整備を予定している Bac Ninh 新浄水場分の水量をドン河浄水場から受水することで、Bac Ninh 新浄水場建設の代替とすることも想定している。

(3) Hung Yen 省

Hung Yen 省北部においては、EcoPark 住宅団地（2012 年入居開始、総面積 499ha）が開発中であり、本事業ではこの EcoPark に対して、給水を実施する予定である。



図-6.2.1 各給水予定地の位置関係

6.3 対象地域における需要予測と本事業の位置づけ

各対象地域（Ha Noi 市中心部・東部、Bac Ninh 省、Hung Yen 省）における将来の水需要の想定を示し、その上で、本事業の位置づけについて述べる。水需要の予測としては、2009年・2015年（予測）・2020年（予測）における、対象地域の給水面積、給水人口、給水量、水の用途別割合に関して整理を行う。そして水需要の予測データをもとに、将来の給水体制について整理し、その中での本事業の位置づけを明らかにする。

（1）Ha Noi 市中心部及び東部

1）需要予測

Ha Noi 市中心部及び東部における給水面積、給水人口、給水量を以下に示す。

表-6.3.1 Ha Noi 市における給水面積・給水人口・給水量

市省	区域	名称	面積(km ²)			人口(千人)			水量(m ³ /日)		
			2009	2015	2020	2009	2015	2020	2009	2015	2020
Ha Noi 市	市内中心部	全体	185.77	185.77	185.77	1,956.8	1,768.5	1,727.8	523,435	536,626	557,291
		うち接続地区	185.77	185.77	185.77	1,819.8	1,768.5	1,727.8	505,628	536,626	557,291
		うち未接続地区	0	0	0	137.0	0.0	0.0	17,807	0	0
							(うちドン河浄水場の負担分)⇒			18,000	80,000
	市内東部	全体	123.81	123.81	123.81	347.3	426.7	535.4	38,940	116,815	175,833
		うち接続地区	72.30	123.81	123.81	248.3	398.2	502.7	33,000	113,964	171,900
うち未接続地区		51.51	0.00	0.00	99.0	0.0	0.0	5,940	0	0	

① 給水面積

Ha Noi 市中心部の面積は 186 km²であり、全域が給水区域となっている。また Ha Noi 市東部では、124 km²のうち 72 km²が接続地区、52 km²が未接続地区となっている。2015年及び2020年には、Ha Noi 市中心部及び東部全域が給水区域となる。

② 給水人口

・ Ha Noi 市中心部における給水人口の推移

Ha Noi 市中心部における人口は、現在 196 万人であり、そのうち接続人口は 182 万人（93%）、未接続人口が 14 万人（7%）となっている。これは、接続地区内であっても、未接続の家庭が存在し、これらの家庭は井戸水を利用しているため、人口ベースでの普及率は 93%であることによる。

中心部は人口過密状態であり、なおかつ今後も大幅な増加傾向にある。そのため政府は、今後計画的に人口を減少させる方針を打ち出している。

以上の経緯をふまえ、2015年及び2020年における人口予測は、2009年現在よりも少なく、それぞれ 177 万人、173 万人となっている。また 2015年には、全人口

に対し給水が行われると想定されている。

・ Ha Noi 市東部における給水人口の推移

Ha Noi 市東部における人口は現在 35 万人であり、そのうち接続人口は 25 万人 (71%)、未接続人口が 10 万人 (29%) である。

東部においては、人口は増加するとの予測がされており、2015 年には 43 万人、2020 年には 54 万人となっている。そのうち、給水人口は、それぞれ 40 万人、50 万人と見積もられており、残りの人口については、未給水のままであると想定されている。

③ 給水量

・ Ha Noi 市中心部における給水量の推移

Ha Noi 市中心部における給水量は 2009 年現在、52.3 万 m^3 /日である。そのうち、50.6 万 m^3 /日が既存施設による給水量、1.8 万 m^3 /日が井戸水などによる給水量 (未接続家庭による) となっている。2015 年には 53.7 万 m^3 /日、2020 年には 55.7 万 m^3 /日まで給水量が増え、未接続家庭による井戸水利用はなくなると見積もられている。

・ Ha Noi 市東部における給水量の推移

Ha Noi 市東部における給水量は 2009 年現在、3.9 万 m^3 /日である。そのうち、3.3 万 m^3 /日は既存施設による給水量、0.6 万 m^3 /日は井戸水などによる給水量となっている。2015 年には 11.7 万 m^3 /日、2020 年には 17.6 万 m^3 /日まで給水量は増加し、そのうち、井戸水利用として 0.3 万 m^3 /日、0.4 万 m^3 /日が含まれている。

2015 年における給水量予測は、2020 年までの人口増加への対応は考慮されていないが、各種係数設定や漏水率設定などにより、ある程度の予測以上の人口増加には対応できると考えられる。

④ 水の用途別割合

配水された水の使用用途について、各種係数を利用し、全給水量に占める用途別割合を算出する。下表が、Ha Noi 市中心部及び東部に位置する Long Bien 区・Gia Lam 県における水需要推計に必要な各種係数である。

表-6.3.2 水需要推計に必要な各種係数の設定

No.	項目		2015	2020
a)	生活用水	共通	給水人口×原単位	
b)	公共用水	市内中心部	-	a)の18%
		Long Bien 区	a)の15%	a)の18%
		Gia Lam 県	a)の10%	a)の15%
c)	業務・営業用水	共通	a)の10%	
d)	工場用水	市内中心部	a)の5%	
		Long Bien 区	a)の5%	
		Gia Lam 県	a)の7%	
e)	工業団地	共通	22m ³ /ha	
f)	漏水率	市内中心部	-	a)~e)の30%
		Long Bien 区	a)~e)の25%	a)~e)の25%
		Gia Lam 県	a)~e)の22%	a)~e)の22%
g)	負荷率	市内中心部	a)~f)の20%	
		Long Bien 区	a)~f)の20%	
		Gia Lam 県	a)~f)の30%	

(出典：水道施設建設基準 TCXDVN 33 2006、Ha Noi 市給水計画、Gia Lam 県管網整備計画)

この係数を利用し、生活用水をベースに公共用水、業務・営業用水、工場用水の需要量を算出し、漏水率・負荷率も考慮した上で、全給水量に占める用途別割合を算出する（表-6.3.2）。ただし、工業団地に関しては、Ha Noi 市中心部及び東部には立地していないため、水需要には含めないこととする。

表-6.3.3 全給水量に占める用途別割合

2015年	生活用水を100とした場合の水需要			水需要を100とした場合の構成割合		
	市内中心部	Long Bien区	Gia Lam県	市内中心部	Long Bien区	Gia Lam県
生活用水	100.0	100.0	100.0	87.0	61.5	64.5
公共用水	0.0	15.0	10.0	0.0	9.2	6.5
業務・営業用水	10.0	10.0	10.0	8.7	6.2	6.5
工場用水	5.0	5.0	7.0	4.3	3.1	4.5
工業団地				0.0	0.0	0.0
漏水量	0.0	32.5	27.9	0.0	20.0	18.0
変動量	23.0	32.5	46.5	-	-	-
水需要	138.0	195.0	201.4	100.0	100.0	100.0

2020年	生活用水を100とした場合の水需要			水需要を100とした場合の構成割合		
	市内中心部	Long Bien区	Gia Lam県	市内中心部	Long Bien区	Gia Lam県
生活用水	100.0	100.0	100.0	57.8	60.2	62.1
公共用水	18.0	18.0	15.0	10.4	10.8	9.3
業務・営業用水	10.0	10.0	10.0	5.8	6.0	6.2
工場用水	5.0	5.0	7.0	2.9	3.0	4.3
工業団地				0.0	0.0	0.0
漏水量	39.9	33.3	29.0	23.1	20.0	18.0
変動量	34.6	33.3	48.3	-	-	-
水需要	207.5	199.5	209.4	100.0	100.0	100.0

表-6.3.3 より、2015 年には、市内中心部における水需要の 90%近くが生活用水であり、東部では約 20%の漏水量を除く実質 80%の水使用量のうち 60%程度（4 分の 3）が生活用水であることがわかる。また 2020 年には、全域において水需要の 60%程度を生活用水が占めるものと想定される。

2) 本事業の位置づけ

以上をふまえ、Ha Noi 市における給水体制を整理し、その中での本事業の位置づけ・概要について整理する。

① Ha Noi 市における給水体制及び本事業の位置づけ

Ha Noi 市中心部及び東部における給水体制を下図に整理する。

Ha Noi 市中心部に関しては、2009 年現在の給水量 52.3 万 m^3 のうち、HAWACO による給水が 50.6 万 m^3 、その他井戸水利用などが 1.8 万 m^3 である。

2015 年には、HAWACO による給水量 53.7 万 m^3 のうち、本事業による受水・送水が 1.8 万 m^3 を占める予定である。また 2020 年には、HAWACO による給水量 55.7 万 m^3 のうち、本事業による受水・送水が 8.0 万 m^3 を占める。

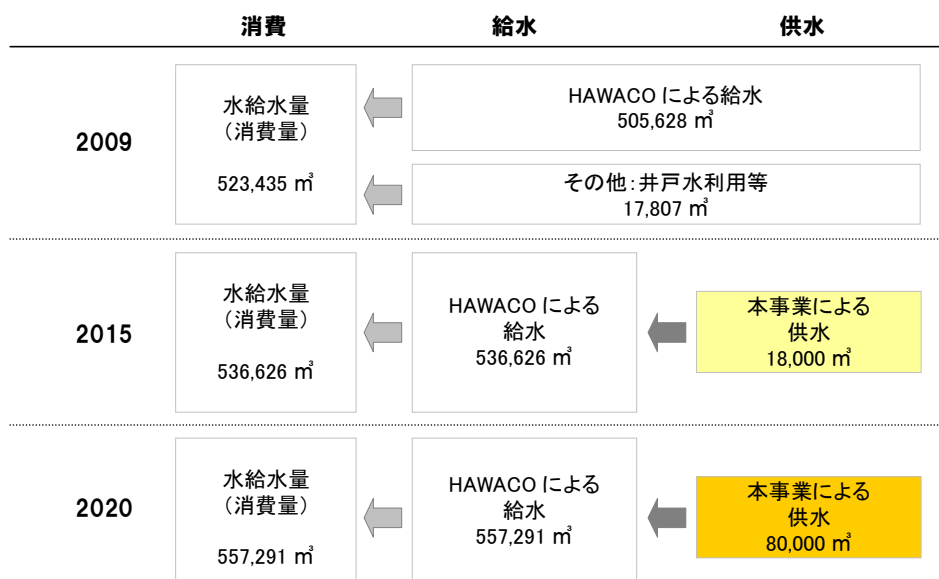


図-6.3.1 Ha Noi 市中心部における給水体制

Ha Noi 市東部における給水体制を下図に示す。2009 年現在の給水量 3.9 万 m^3 のうち、HAWACO による給水が 3.3 万 m^3 、その他井戸水利用などが 0.6 万 m^3 である。2015 年には、HAWACO による給水量 11.4 万 m^3 の全てを本事業により受水・送水を行う。また同様に、2020 年における HAWACO による給水量 17.2 万 m^3 を全て本事業により受水・送水する予定である。

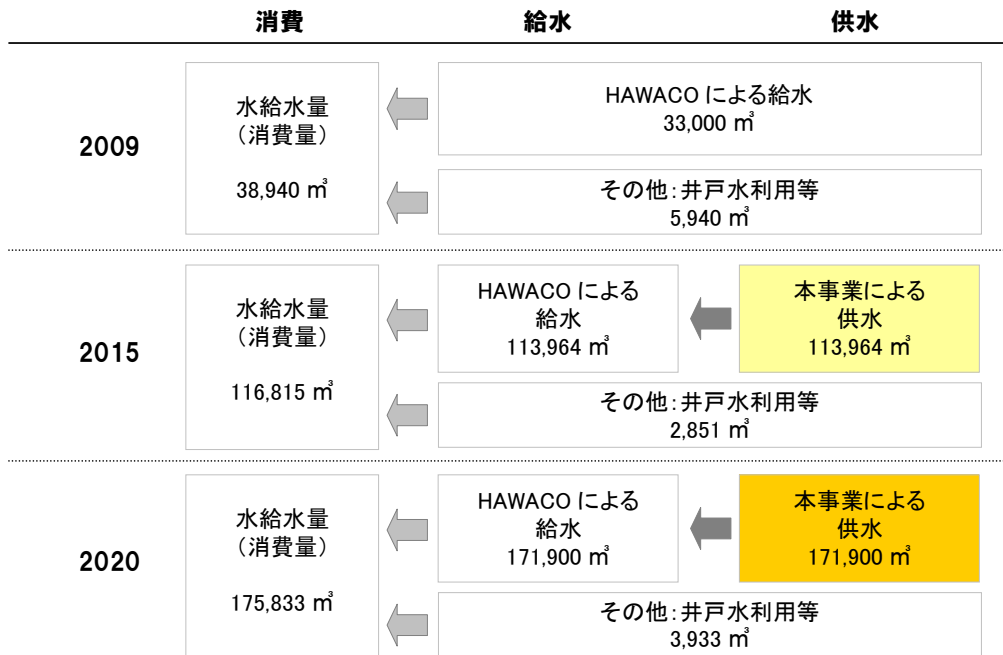


図-6.3.2 Ha Noi 市東部における給水体制

② 本事業の概要

・ Ha Noi 市中心部

本事業では、ドン河浄水場から Hung Yen 省の EcoPark 住宅団地を經由し市内中心部より南に位置する Phap Van 浄水場の配水幹線まで、送水管を建設する計画である。既設の Phap Van 浄水場の浄水機能は現在低下し、水質汚濁が発生している。そのため、ドン河浄水場及び送水管が建設された後には、Phap Van 浄水場は浄水機能を停止するが、ポンプ場として使用し市内中心部へと給水を行う予定となっている。

Ha Noi 中心部における 3 浄水場が、第 1 期・第 2 期の期間中に水質悪化のため廃止される予定であり、その代替として、大規模浄水場の建設が計画されている。

・ Ha Noi 市東部

Ha Noi 市東部においては、既設の Gia Lam 浄水場周辺に受水点を設置し、もともと Gia Lam 浄水場が給水していた区域だけでなく、南東部(図-6.3.3 参照)へも、ドン河浄水場より給水する計画である。また、もともと Gia Lam 浄水場が利用していた地下水源による配水は、国道 5 号線に新設される配水幹線によって、市内北部の Dong Anh 県へと配水される(図-6.3.3 参照)。これにより、市内南東部及び北部では、従来生活用水に井戸水が利用されていた区域に送水管による配水が行われるようになる。

現在、Gia Lam 浄水場の給水量は 3.0 万 m³ であるが、南東部への配水計画もふまえ、給水能力を 6.0 万 m³ まで拡張する工事が実施されている。ドン河浄水場が完成するまでは、既設の配水区域に配水を行いながら、徐々に区域を南東部へ拡大していくと想定される。

東部・南東部において、現在水道が存在しない地域に関しては、大規模開発がある場合に開発と並行した既設水道の拡張が計画されているが、行われなかった場合には、従来通り井戸水が利用されると考えられる。

ドン河浄水場が完成した時点で、上記の基盤をそのまま引き継ぎつつ、南東部へと区域を拡大することとなっている。

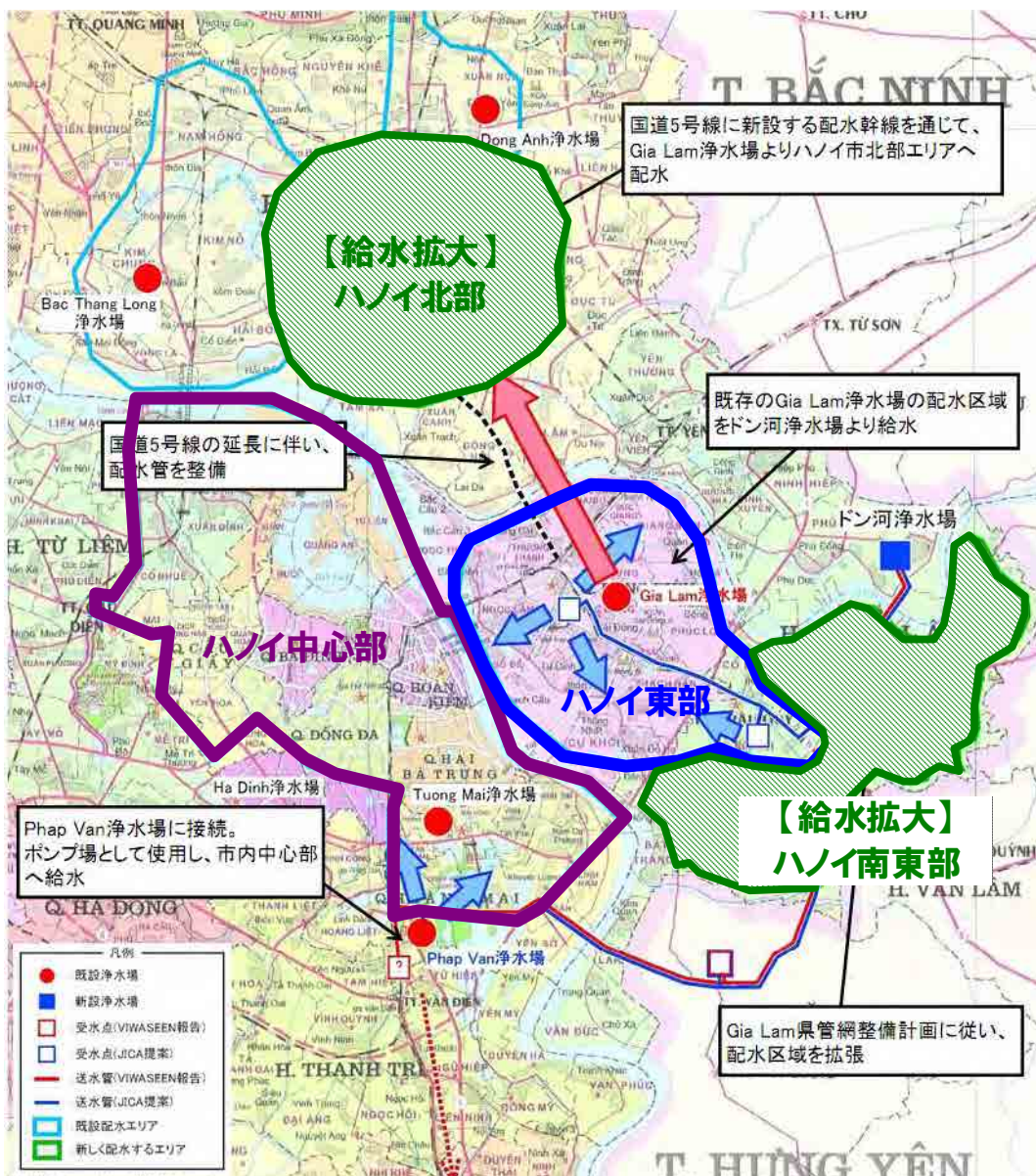


図-6.3.3 Ha Noi 市における現在の水道事業と本事業概要

(2) Bac Ninh 省

1) 需要予測

Bac Ninh 省における給水面積、給水人口、給水量を以下に示す。水道事業は Bac Ninh 省水道公社が実施するため、給水範囲・人口の詳細は不明である。給水量は、Bac Ninh 省水道公社からの要求量であり、本事業を通してドン河浄水場からの浄水を Bac Ninh 省水道公社に供水し、需要家への配水は公社が実施する。2015 年には 1 万 m³/日、2020 年には 3 万 m³/日まで給水量を増加させることとなっている（図-6.3.4）。

表-6.3.4 Bac Ninh 省における給水面積・給水人口・給水量

市省	区域	名称	面積(km ²)			人口(千人)			水量(m ³ /日)		
			2009	2015	2020	2009	2015	2020	2009	2015	2020
Bac Ninh 省	市内東部	全体	-	-	-	-	-	-	-	10,000	30,000
		うち接続地区	-	-	-	-	-	-	-	10,000	30,000

Bac Ninh 省に対しても、Tien Son 県に設置した受水点より給水を行うが、給水された水は概ね生活用水として利用されると想定される。

2) 本事業の位置づけ

本事業より、Bac Ninh 省南西部（Tien Son 県）にドン河浄水場からの受水点を設置し、建設予定であった新浄水場分の受水を行うこととなっている。受水に伴う配水管整備及び運用は Bac Ninh 省が担当し、これにより Bac Ninh 省中心部・Yen Phong 県・Tu Son 県などへの給水が行われる予定（正確な給水範囲は不明）である。

会社による配水管整備により、現在水道に接続していない家庭が新しく水道を利用できるようになる。また、地域によっては、人口増加により既存水道では水量が足りなくなるため、補足的に本事業による供水分から受水することも想定されている。

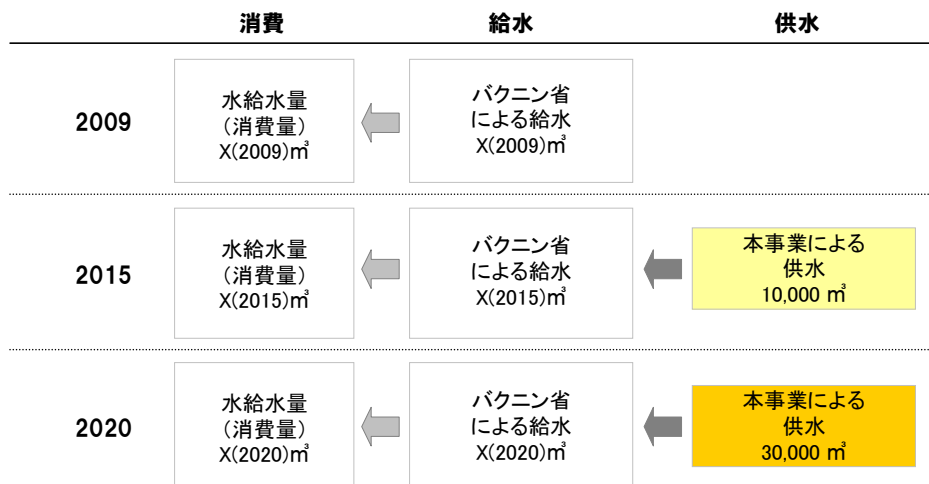


図-6.3.4 Bac Ninh 省における給水体制

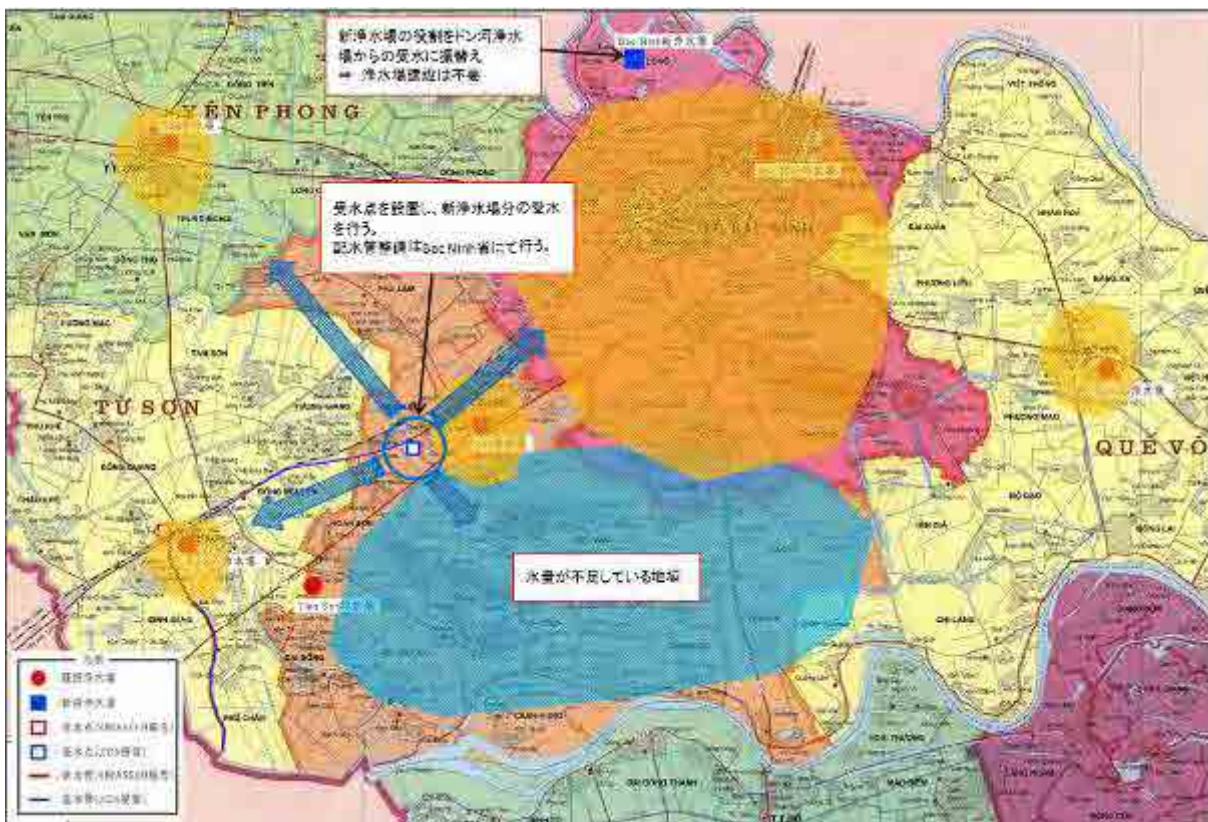


図-6.3.5 Bac Ninh 省における現在の水道事業と本事業概要

(3) Hung Yen 省

1) 需要予測

Hung Yen 省における給水面積、給水人口、給水量、用途別割合を以下に示す。

表-6.3.5 Hung Yen 省における給水面積・給水人口・給水量

市省	区域	名称	面積(km ²)			人口(千人)			水量(m ³ /日)		
			2009	2015	2020	2009	2015	2020	2009	2015	2020
Hung Yen省	市内東部	全体	0.54	1.25	2.50	0.0	34.0	68.0	0	18,383	30,214
		うち接続地区	0.54	1.25	2.50	0.0	34.0	68.0	0	18,383	30,214

Hung Yen 省における水道事業は、住宅団地 (EcoPark) 管理会社が担当する。本事業を通してドン河浄水場からの浄水を管理会社に卸し、管理会社 (もしくは委託会社) が水道事業を担当する。給水面積は 0.54 km² から 1.25 km²、2.50 km² と増加し、それとともに給水人口も 3.4 万人、6.8 万人まで増加する。給水量は 1.8 万 m³/日、3.0 万 m³/日と増加する。

Hung Yen 省に関しては、住宅団地及び団地内の商業施設に対して給水を行う。そのため大半は生活用水であるが、一部は、業務・営業用水として利用されると想定される。

2) 本事業の位置づけ

Hung Yen 省では、本事業を通して送水管及び受水点を設置することで、省北西部に位置する Van Giang 県の住宅団地 EcoPark (現在開発中) に対して給水を行う。住宅団地への配水事業は Eco Park 住宅団地の管理会社が実施する。



図-6.3.6 Hung Yen 省における給水体制

EcoPark は現在開発中であり、入居開始は 2012 年の予定となっている。総面積は 499ha である。2015 年の本事業による水供給開始までの期間 (2012-2015 年) は、住宅団地内に小規模な浄水施設を設置し、地下水源より給水を行うこととなっている。

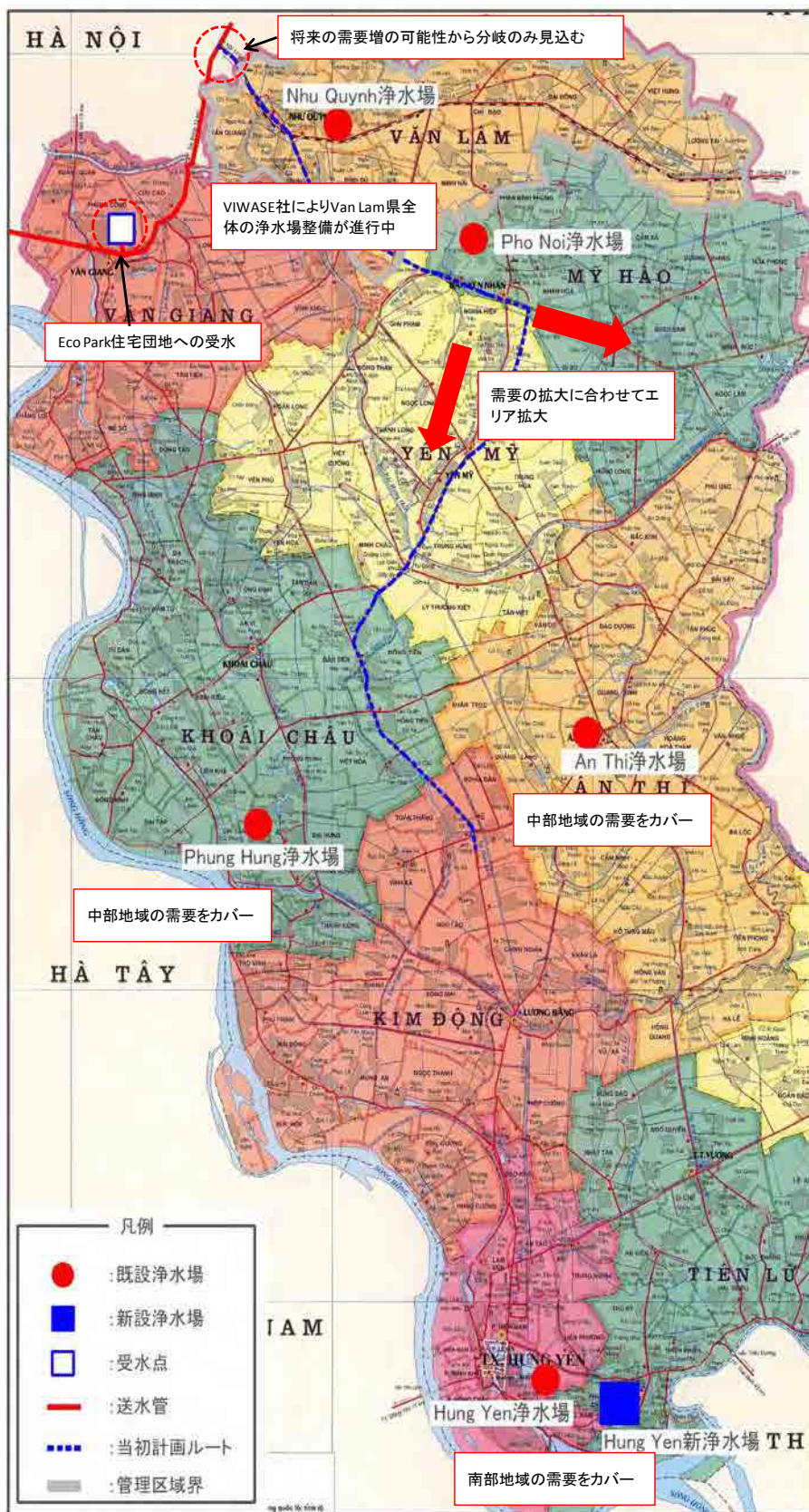


図-6.3.7 Hung Yen 省における現在の水道事業と本事業概要

6.4 経済的費用の抽出と数量化

本調査においては、“Handbook for the Economic Analysis of Water Supply Project, 1999 ADB”（以下、ADB ハンドブックと呼ぶ。）に準じて経済分析を行う。

本節では、本提案事業における事業費及び維持管理費の想定を整理するとともに、ADB ハンドブックに沿って各種費用の経済価値化を行う。

(1) 事業の概算費用

建設費及び O&M 費用としては、2011 年価格にて以下の額を想定している（「3.7 概算事業費の算出」参照）。

1) 建設費

表-6.4.1 建設費の想定

項目	第1期	第2期	計
取水・導水費用	19.0 億円	6.3 億円	25.3 億円
浄水施設	80.2 億円	46.4 億円	126.6 億円
送水施設	61.6 億円	-	61.6 億円
間接費用等	4.5 億円	4.0 億円	8.5 億円
計	165.3 億円	56.7 億円	222.0 億円

(2011 年の為替レートで換算)

2) 維持管理費

表-6.4.2 維持管理費の想定

	第1期			第2期		
	固定費		変動費	固定費		変動費
	千円	千 VND	千 VND	千円	千 VND	千 VND
2015	239,161	19,830,330	63,079,110	0	0	0
2016	160,360	18,955,253	63,832,326	0	0	0
2017	156,223	18,953,914	63,832,326	0	0	0
2018	133,122	18,833,453	63,832,326	0	0	0
2019	220,900	18,852,739	63,832,326	0	0	0
2020	130,649	19,463,469	63,083,672	59,209	2,080,113	60,936,550
2021	267,052	19,342,730	63,083,672	39,400	2,046,042	60,936,550
2022	76,760	19,341,669	63,083,672	44,200	2,080,113	60,936,550
2023	131,531	19,341,530	63,083,672	65,800	2,046,042	60,936,550

2024	193,723	19,341,669	63,083,672	121,000	2,080,113	60,936,550
2025	65,998	19,341,530	63,083,672	34,600	2,046,042	60,936,550
2026	99,386	19,341,669	63,083,672	39,400	2,080,113	60,936,550
2027	74,961	19,341,530	63,083,672	44,200	2,046,042	60,936,550
2028	272,421	19,341,669	63,083,672	65,800	2,080,113	60,936,550
2029	394,353	19,341,530	63,083,672	121,000	2,046,042	60,936,550
2030	59,972	19,341,669	63,083,672	34,600	2,080,113	60,936,550
2031	73,398	19,341,530	63,083,672	39,400	2,046,042	60,936,550
2032	114,967	19,341,669	63,083,672	44,200	2,080,113	60,936,550
2033	108,812	19,341,530	63,083,672	65,800	2,046,042	60,936,550
2034	195,610	19,341,669	63,083,672	121,000	2,080,113	60,936,550
2035	217,276	19,341,530	63,083,672	34,600	2,046,042	60,936,550
2036	87,372	19,341,669	63,083,672	39,400	2,080,113	60,936,550
2037	105,521	19,341,530	63,083,672	44,200	2,046,042	60,936,550
2038	161,107	19,341,669	63,083,672	65,800	2,080,113	60,936,550
2039	213,411	19,341,530	63,083,672	121,000	2,046,042	60,936,550

なお為替レートは、円から VND への変換については 2011 年 5 月 22 日～5 月 28 日における実勢外国為替相場の平均値※から、1 円＝256.41VND を用いることとする。
 ※ 財務省貿易統計 WEB サイト (<http://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm>) の外国為替相場関連ページを参照

(2) 事業費用の経済価格化

プロジェクトの経済分析は、プロジェクトの費用と便益を社会的な価値として捉え、その収益性を評価するものである。その際に、市場価格は対象国の制度による影響や市場メカニズムの不備により必ずしも正当な価値を表していないことから、本来のあるべき価格に換算して分析を行う必要がある。ここでは、ADB ハンドブックに示された、外貨部分、電力費用、人件費について変換率を設定し、財務分析における事業費用の経済価格化を試みる。

1) 各種変換率の設定

① 潜在為替レート率 (SERF ; Shadow Exchange Rate Factor)

貿易市場においては、一般に、不適切な関税や輸出補助金、輸入割り当て等の国内産業保護措置により、政策的な為替レート (SER ; Shadow Exchange Rate) が形成されている。SERF は、国際価格での取引を国内通貨換算する際の、公定為替レート (OER ; Official Exchange Rate) に対する SER の比率を表している (SERF=

SER/OER)。

本検討における SERF については、ADB・JICA・JBIC の WEB サイトに公表されている資料・報告書・レポートから、ベトナム国内のプロジェクトの経済分析に関する情報を収集し、本検討で利用する数値を設定する。以下に検索条件について整理する。

調査対象国	ベトナム
調査年度	2008 年度以降
調査対象分野	電力・エネルギー、水資源開発・公衆衛生、貧困削減

検索結果を以下に一覧で示す。各レポートは SERF の算出方法・手順を詳細に説明している Guidelines for the Economic Analysis of Projects(ADB,1997)を参考に数値を決定しているとしている。

なお、SERF は、国内価格を国際価格に換算するための変換率である SCF ; Standard Conversion Factor の逆数という関係があることから、本検討では、以下の事例で用いられている SERF および SCF の数値を基に、平均値である 1.08 を SERF の数値として用いることとする。

表-6.4.3 SERF の設定例

projects	SERF(shadow exchange rate factor)	SCF(standard conversion factor)	分野	発表年
Socialist Republic of Viet Nam: Song Bung 4 Hydropower Project Phase II-documents produced under TA	1.1		電力	2008.5
Second Northern Greater Mekong Subregion Transport Network Improvement Project: RRP Linked Documents		0.9	交通	不明、関連資料は 2010.2/11 月など
Greater Mekong Subregion Ben Luc-Long Thanh Expressway Project: RRP Linked Documents	1.04		高速道路	不明、関連資料は 2010.2
Second provincial towns water supply and sanitation project		0.96	水	2008.12
strengthening water management and irrigation systems rehabilitation project		0.9	水	2010.3

② 労働変換率 (SWRF ; Shadow Wage Exchange Rate)

労働市場においては、労働の本来の価値である機会費用を上回る最低賃金制度が存在する場合がある。そのような場合、非熟練労働者の労働が生み出す価値は、支払われる賃金そのままではなく、割り引いて捉える必要がある。

なお、本事業の建設費においては人件費が区分されておらず、維持管理に関わる人件費は熟練労働者に対するものと想定されることから、SWRFは1.0とする。

③ 電力費用の変換率

ADB ハンドブックにおいては、プロジェクトで使用する電力の製造原価（設備投資や労働力等の運転コストの内訳を把握し、SERF や SWRF を考慮することにより、電力費用の市場価格を経済価値化することが推奨されている。

しかし、今回は電力の製造原価を想定できないことから、電力費用の変換率については考慮しないものとする。

2) 事業費用の経済価格化への変換

以上の変換率を用いて事業費用を経済価格化したものが表-6.4.4～表-6.4.5である。

なお、建設費用に関しては、建設期間（第1期 2012-2014、第2期 2018-2019）において均等に割り当てることとする。

表-6.4.4 建設費の経済価格化

	総計
第1期	40,425 億 VND
第2期	13,965 億 VND

※VND 換算

表-6.4.5 維持管理費の経済価格化（百万 VND）

	第1期				第2期			
	合計	固定費		変動費	合計	固定費		変動費
		円建て	VND 建て	VND 建て		円建て	VND 建て	VND 建て
2015	149,139	66,229	19,830	63,079	0	0	0	0
2016	127,195	44,407	18,955	63,832	0	0	0	0
2017	126,048	43,262	18,954	63,832	0	0	0	0
2018	119,530	36,864	18,833	63,832	0	0	0	0
2019	143,857	61,172	18,853	63,832	0	0	0	0
2020	118,727	36,180	19,463	63,084	79,413	16,396	2,080	60,937
2021	156,379	73,953	19,343	63,084	73,893	10,911	2,046	60,937
2022	103,682	21,257	19,342	63,084	75,257	12,240	2,080	60,937
2023	118,849	36,424	19,342	63,084	81,204	18,222	2,046	60,937
2024	136,072	53,646	19,342	63,084	96,524	33,508	2,080	60,937
2025	100,702	18,276	19,342	63,084	72,564	9,582	2,046	60,937

2026	109,948	27,522	19,342	63,084	73,927	10,911	2,080	60,937
2027	103,184	20,758	19,342	63,084	75,223	12,240	2,046	60,937
2028	157,865	75,440	19,342	63,084	81,238	18,222	2,080	60,937
2029	191,630	109,205	19,342	63,084	96,490	33,508	2,046	60,937
2030	99,033	16,608	19,342	63,084	72,598	9,582	2,080	60,937
2031	102,751	20,326	19,342	63,084	73,893	10,911	2,046	60,937
2032	114,262	31,837	19,342	63,084	75,257	12,240	2,080	60,937
2033	112,558	30,133	19,342	63,084	81,204	18,222	2,046	60,937
2034	136,594	54,169	19,342	63,084	96,524	33,508	2,080	60,937
2035	142,594	60,169	19,342	63,084	72,564	9,582	2,046	60,937
2036	106,621	24,195	19,342	63,084	73,927	10,911	2,080	60,937
2037	111,646	29,221	19,342	63,084	75,223	12,240	2,046	60,937
2038	127,040	44,614	19,342	63,084	81,238	18,222	2,080	60,937
2039	141,524	59,098	19,342	63,084	96,490	33,508	2,046	60,937

※VND 換算及び SERF を考慮

6.5 経済的便益の抽出と数量化

本節においては、2015年の第1期事業による経済的便益の内容を整理する。

また、これらの便益について、ADB ハンドブックに基づき基本的な考え方の整理と、本提案事業に対応した条件設定を行い、経済的便益の数量化を実施する。

(1) 各給水区域で想定される便益

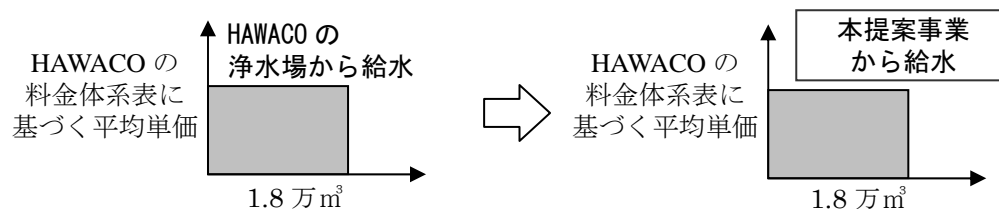
本提案事業によって生じると想定される便益を給水区域別に整理する。

1) Ha Noi 市中心部における便益

Ha Noi 市中心部においては、政策的に人口を減少させるとともに、本提案事業から供水を受けるだけでなく、水道事業者が保有する浄水場の更新等の設備投資を行うことにより需要を満たす浄水を確保することが計画されている。

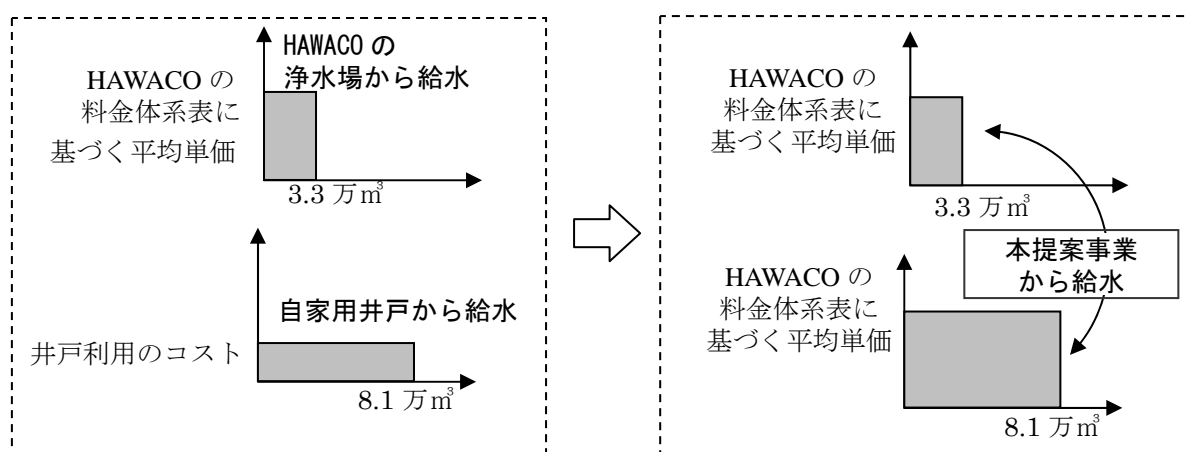
ここで、本提案事業は整備済みの配管網に対する給水の一部を分担するため、受益者を特定することはできない。そこで、2009年時点で水道に接続している利用者について、1.8 万 m^3 相当の水源が水道事業者の浄水場から、本提案事業に切り替わることで質の高い水が利用できることを便益と捉える。

この場合、需要家が HAWACO の水道サービスを利用している状況は変わらないため、水道料金の支払額は、水源にかかわらず料金体系表に基づいて決まることになる。



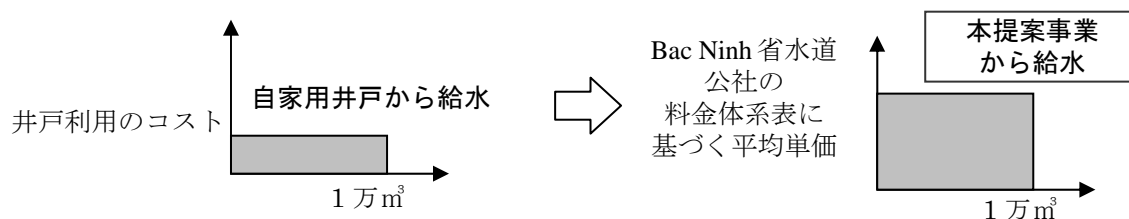
2) Ha Noi 市東部における便益

Ha Noi 市東部においては、2015年時点で全ての水源が本提案事業に切り替わることになる。従って、2009年時点で水道による給水を受けている 3.3 万 m^3 の利用者に関する、水源が本提案事業に切り替わることによる水質向上の便益と、2015年までに増加する 8.1 万 m^3 分の水需要の水源が、自家用井戸から水道利用に転換することによる水質向上の便益に区別して考えることができる。



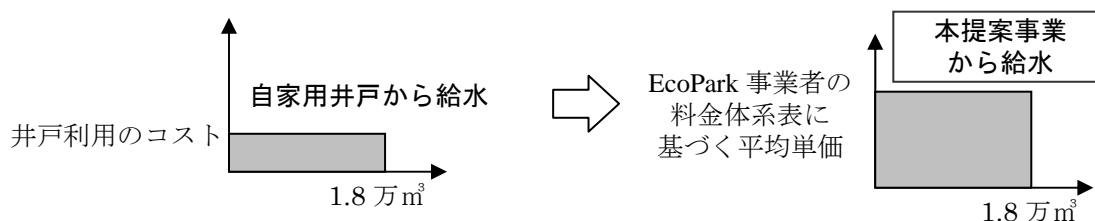
3) Bac Ninh 省における便益

Bac Ninh 省においては、本提案事業から供水する 1 万 m³/day 相当の新たな水道利用者が増加し、便益を受けることになる。



4) Hung Yen 省における便益

Hung Yen 省の EcoPark は現在開発中であるため、現在水供給は行われていない。今後開発が進み、本事業が実施されることにより、Eco Park に居住する家庭が自家用井戸に頼ることなく水を得ることにより便益を受けることになる。



(2) 経済便益の数量化の考え方

1) ADB ハンドブックにおける基本的な考え方

ADB ハンドブックにおいては、従来、公共井戸等により需要をまかなっている地域で水道プロジェクトを実施することにより、水利用コストの低下による便益（下図における A）と、コストの低下が誘発する需要量の増加による便益（下図における B）が生じると説明している。

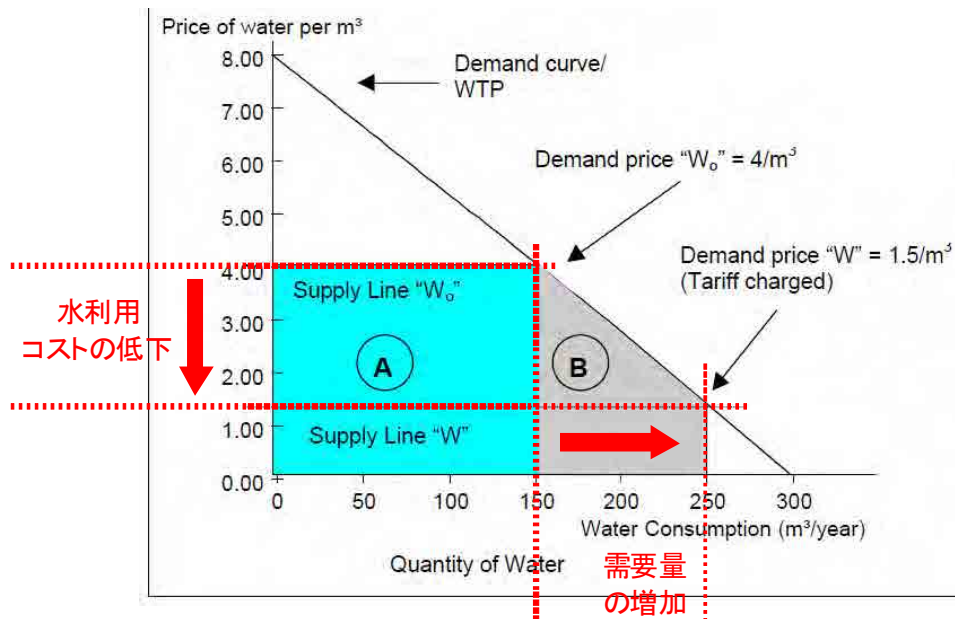


図-6.5.1 水事業による便益 (A+B)

前者は、従来の水利用コスト (4/m³) までは水道に対し支払う意思 (Willingness To Pay : WTP) があると見なすことにより、実際の支払額 (1.5/m³) との差額を便益と考えることができる。

一方、後者は、従来は水利用に 4/m³ のコストがかかることから利用をあきらめていた分に相当するため、WTP を 1.5/m³ 以上、4/m³ 未満で一様に分布すると見なし、実際の支払額 (1.5/m³) との差額を便益と考えることができる。

2) 本提案事業との対比

① プロジェクトの実施による水利用コストの変化

ベトナム国においては水道料金が政策的に低価格に設定されていることから、事業コストを水道料金から回収することが困難な構造となっているのが実態である。先行調査 (平成 20 年度水道国際貢献推進調査業務報告書, 厚労省) によると、Ha Noi における水道事業の平均料金は約 3,500VND/m³ であり、これは事業コストの 3/4 相当を賄う水準に留まっていると報告されている。従って、従来の水道利用者にとっては、本提案事業が実施され水源が切り替わったとしても、水道料金は一定の低廉な水準に維持され、水利用コストの変化は生じないことになる。

また、水道未接続の家庭では、自家用井戸を利用しており水汲みに要する時間がかからないため、水利用コストは水道料金よりも低廉と想定される。しかし、Ha Noi 市周辺では、井戸水からヒ素が検出されるなど水質悪化が進んでいることから、安全な水を確保するという理由で水道への転換が進むと考えられる。

従って、プロジェクトの実施前の状況が水道利用／未接続のいずれであっても、水利用コストの低下という状況は生じないため、ADB ハンドブックに示されるように、プロジェクト実施前の水利用コストに基づき WTP を設定することはできない。

② プロジェクトの実施による需要量の変化

Ha Noi 市および周辺においては、基本的に人口の増加により水需要が増加すると想定されており、前項で整理したように、プロジェクトの実施による水利用コストの低下は無いため、水需要の誘発という事態も生じない。

3) 本検討における数量化の考え方

ベトナム国の水道事業においては、現在の水利用コスト（水道料金や自家用井戸のコスト）が事業コストを下回っているほか、本提案事業においては、水質というコスト以外の要因から便益が生じている。従って、本提案事業により供給される浄水の価値を水利用コストに基づいて測ることはできない。

従って、本提案事業により供給される質の高い浄水に対する支払意思額 (WTP) を、代替的な水調達にかかるコストで表すことにより便益を算出する。

なお、この WTP は質の高い水の価値を表しており、現状が水道利用者と自家用井戸利用者の違いによらず共通の価値と考える。

(3) 便益数量化に関する条件設定

1) 支払意思額の最高額の設定

供水された水は、生活用水だけでなく公共用水、業務・営業用水、工場用水などにも利用される可能性がある。しかし、本提案事業は水道事業者への供水をスコープとしており、需要家の用途を特定できないことから、本検討では、給水された水は全て生活用水として利用されるものとする。

本事業による供給水の水質は、ペットボトルによる販売水と同程度の水質となる予定である。そのため供給された水に対して、最大で、販売水価格と同程度の支払意思額を持つ需要家が存在すると考えられる。そこで支払意思額の最高額を、5 ガロンボトルの一般的な販売価格 (2,000VND/L) を基に、200 万 VND/m³ と設定する。

2) 支払意思額の最低額の設定

本提案事業による供水は、水道事業者を通じて排水されることから、需要者は最低でも、従来の水道事業の平均単価程度は支払う意思を持つものと想定できる。

平成 20 年度水道国際貢献推進調査業務 報告書 (厚労省) より、Ha Noi 市における水道の平均単価は約 3,500 VND/m³ であること、また、HAWACO の料金収入デー

タより 2008 年度における平均単価が 3,441 VND/m³ であることから、2009 年現在の平均単価は 3,500VND/m³ であるとする。しかし、HAWACO は 2010 年 1 月から水道料金を改定していることから、料金改定率の平均値をもとに 2010 年以降の平均単価を 4,500 VND/m³ ($\approx 3,500 \times 129\% = 4,415$) と設定する (表-6.5.1)。

表-6.5.1 水道料金の改定率

	水道料金(2005-09)	水道料金(2010-)	改定率
～16 m ³ /月	2,800	4000	143%
16～20 m ³ /月	3,500	4700	134%
20～35 m ³ /月	5,000	5700	114%
35 m ³ /月～	7,500	9400	125%
平均改定率			129%
平均単価想定	3,500	4,500	-

3) 最高額の支払意思を持つ需要家の割合

生活水準調査結果報告書 (2008, ベトナム統計局) より、飲料水及び生活用水の水源別割合のデータを以下に示す。販売水の占める割合は、それぞれ 1.0%、0.2%であり、他の水源と比較して非常に少ないことがわかる。従って、最高額を支払う意思のある需要家の割合は限りなくゼロに近いものと設定し、平均単価まで一律に低下する需要曲線を想定する。

表-6.5.2 飲料水及び生活用水の水源別割合 (2008, ベトナム都心部)

		飲み水	生活用水
水道	専用栓	60.7	55.4
	公共栓	5.4	5.1
販売水		1.0	0.2
ポンプ付井戸		16.4	23.5
井戸		9.1	11.7
その他		7.5	4.1

出典：生活水準調査結果報告書 (2008, ベトナム統計局)

4) 経済的便益の数量化の考え方

以上の設定より、給水による経済的便益は図-6.5.2 で示される台形の面積として把握することができる。

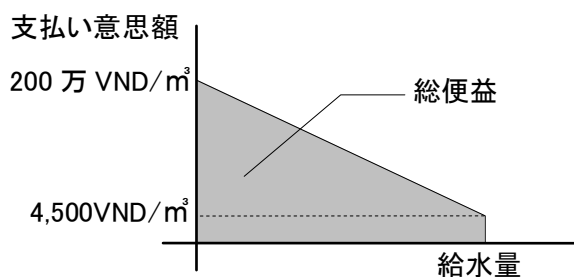


図-6.5.2 利用者総便益の想定

(4) 経済的便益の数量化

以上の条件設定をもとに、受水点から需要家まで配水する段階における漏水率を20%として、事業期間（整備期間：2012年～2014年、運営期間：25年間、2015年から2039年まで）における経済的便益を数量化する。

なお、給水地域や現状での水道接続の有無により便益の発生要因は異なるが、WTPを全ての需要家で共通と考えるため、全体の有効給水量に対応する便益を数量化する。

表-6.5.3 経済的便益の数量化

	計画水量 (千m ³ /日)	漏水量 (千m ³ /日)	有効給水量		便益 (億 VND/年)
			(千m ³ /日)	(百万m ³ /年)	
	a	b=a×20%	c=a-b	d=c×365÷1000	e
2012-14	0	0	0	0	0
2015-39	150	30	120	43.8	438,986

6.6 経済的費用便益分析

前項で算出した、事業の経済的費用及び便益の差異から、事業の正味現在価値（NPV；Net Present Value）を算出する。

なお、NPV を算出する際の社会的割引率の設定については、ADB の経済分析に関するガイドライン（Guidelines for the Economic Analysis of Projects (ADB,1997)）を参照する。同ガイドラインにおいては、ADB によるプロジェクト評価を行う場合には、原則として 12% の社会的割引率を利用している。

ちなみに、直近 3 年間に ADB がとりまとめたプロジェクト評価の報告書においても、上記のガイドラインを参考としており、社会的割引率として 12% を用いている。そのため本検討でも、社会的割引率を 12% として分析を行うこととする。

下図に示すように、正味現在価値を算出すると 241 兆 VND（約 9,403 億円）となる。

また、社会的な便益と費用に基づく収益性を表す経済的内部収益率（EIRR）は 222% となり、本提案事業により十分な社会的便益が発生すると見ることができる。

表-6.6.1 正味現在価値及び経済的内部収益率の算出

	便益	年間総支出	年間純便益
	(億 VND/年)	(億 VND/年)	(億 VND/年)
	B	C	B-C
2012		13,475	-13,475
2013		13,475	-13,475
2014		13,475	-13,475
2015	438,986	1,491	437,494
2016	438,986	1,272	437,714
2017	438,986	1,260	437,725
2018	438,986	1,195	437,790
2019	438,986	1,439	437,547
2020	438,986	1,187	437,798
2021	438,986	1,564	437,422
2022	438,986	1,037	437,949
2023	438,986	1,188	437,797
2024	438,986	1,361	437,625
2025	438,986	1,007	437,978
2026	438,986	1,099	437,886
2027	438,986	1,032	437,954
2028	438,986	1,579	437,407

2029	438,986	1,916	437,069
2030	438,986	990	437,995
2031	438,986	1,028	437,958
2032	438,986	1,143	437,843
2033	438,986	1,126	437,860
2034	438,986	1,366	437,620
2035	438,986	1,426	437,560
2036	438,986	1,066	437,919
2037	438,986	1,116	437,869
2038	438,986	1,270	437,715
2039	438,986	1,415	437,570
社会的割引率			12%
正味現在価値 (NPV)			241 兆 VND (9,403 億円)
経済的内部収益率 (EIRR)			222%

6.7 経済的便益の変動可能性

前節で行った費用便益分析により、本提案事業は十分な社会的な収益性を持つことが確認された。しかし、これまでの分析には支払い意思額（WTP）の設定に大胆な仮定を置いていることから、経済的便益について変動の余地がある。

そこで本節では EIRR の数値に着目し、ADB が投資プロジェクトの社会的割引率として適用する 12% という水準をクリアし、一定の収益性を確保するために必要な支払い意思額（WTP）の最高額の水準と、その場合のプロジェクトの正味現在価値（NPV）を試算する。

表-6.7.1 EIRR(Economic IRR)に対応した WTP の最高額の水準とプロジェクトの NPV

	EIRR	WTP の最高額		プロジェクトの NPV	
		最高額	相対値	VND	円
ベースケース	222%	2,000,000 VND/m ³	(100.0%)	241 兆 VND	9,403 億円
ケース1	15%	34,500 VND/m ³	(1.7%)	8,130 億 VND	32 億円
ケース2	14%	32,500 VND/m ³	(1.6%)	5,685 億 VND	22 億円
ケース3	13%	30,000 VND/m ³	(1.5%)	2,629 億 VND	10 億円
ケース4	12%	28,000 VND/m ³	(1.4%)	183 億 VND	7,153 万円

試算結果を見ると、WTP の最高額が販売水の価格から設定するベースケースに対し、2.6% の水準（ケース 4）で EIRR が 12% を超え、2.8%～3.2% のわずかな水準の変動（ケース 1～ケース 3）で、NPV として一定の額が見込まれることになる。

従って、WTP の設定により経済的便益が減少する方向に変動したとしても、リスクをとるプロジェクトへの出資者にとっての収益性を考慮して、EIRR が 14%～15% となるレベルでプロジェクトの NPV を認めることは妥当と考えられる。

7. 財務分析

本分析は、スポンサー(投資家)サイドから本プロジェクトの Feasibility を検討し、本プロジェクトの実施に向けて、事業のベースケースの選定、資金調達条件、オフテイカーの支払条件(浄水給水事業者の売水条件)等を整理する。

7.1 ケース設定と資金フロー

7.1.1 ケースの説明

(1) 段階的な開発の考え方

本事業では、最終的に 30 万 m³/day 規模の浄水場等施設を整備することを想定し、2 フェーズに分けた開発計画を策定している。本財務分析では、第 1 フェーズにおける 15 万 m³/day 規模の整備・運営・維持管理のみを行った場合について、事業採算性の検討を行っているが、施設整備のうち、土木・建築工事に関する費用については、30 万 m³/day 施設との共通施設については第 1 フェーズにて実施することを想定している。

(2) ケース設定

SPC による「浄水場等施設」及び「送水管等施設」に関する施設整備及び保有の範囲に応じ、下表のとおりケースを設定した。「浄水場等施設」には、取水・導水施設及び浄水施設を含み、「送水管等施設」には、送水管を含み、何れのケースも、浄水場等施設及び送水管等施設の維持管理・運営は SPC が実施し、維持管理・運営による収入は何れの場合にも全額 SPC が受け取ることを想定している。

なお、これら施設以外の最終ユーザーへの配管等の事業支援インフラについては、Ha Noi 市が整備することを前提としている。

表-7.1.1 設定ケース

ケース	現在設定されているシナリオ	
	浄水場施設の保有・整備	送水管の保有・整備
1	SPC	SPC
2	SPC	Ha Noi 市

また、ケース 2 については、送水管の整備費用を Ha Noi 市が財政資金により整備することを想定しているが、本案件については送水管の整備は SPC が行うことを前提として

いるため、ケース2については財務分析上の参考との位置付けにて試算を行った。

7.1.2 資金フロー

前述のケース設定に関する資金の流れを図示すると以下のとおりである。なお、運営企業についてはSPCに内生化する可能性がある。

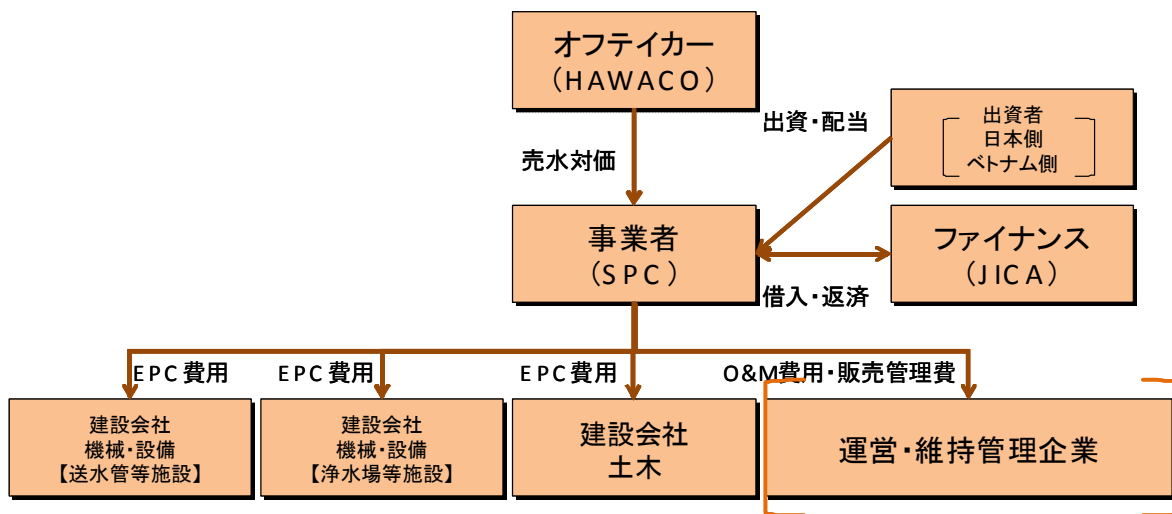


図-7.1.1 ケース1の資金フロー

7.2 財務分析前提条件

7.2.1 前提条件

(1) 企業形態

- BOT 法(Decree No.108/2009 年)に定められた BOT 方式による合弁形式の SPC
- 出資比率は、日本側 49%およびベトナム側 51%を想定。

(2) 事業期間

ハノイ市側は、2015 年までに第 1 フェーズ、2020 年までに第 2 フェーズの操業開始をマスタープランの中で想定しており、財務分析上の前提もこれに従う。事業期間は JICA からの融資期間とし（建設期間を含む）、第 1 フェーズの建設期間は 2012～2014 年の 3 年間、第 2 フェーズの建設期間は 2018～2019 年の 2 年間を想定している。その他、事業期間終了後 SPC の清算期間として 1 年を見込んでいる。

財務分析にあたって仮定した事業スケジュールは下表のとおりである。

表-7.2.1 事業スケジュール（財務分析用）

項目	前提
事業開始年	2012 年（1 月 1 日と設定）。*
SPC 設立日	融資契約締結の 6 ヶ月前。
融資契約調印日	建設開始日の 6 ヶ月前。
建設期間	Phase 1 2012～2014 年（3 年間）* Phase 2 2018～2019 年（2 年間）*
維持管理運営開始日 (施設の供用開始日)	初めて施設の供用を開始し、収入が発生する日。 Phase1 2015 年 1 月 1 日* Phase2 2020 年 1 月 1 日*
維持管理運営期間	<u>Phase1 のみの場合</u> 22 年 (融資期間 (25 年) - 建設期間 (3 年))
	<u>Phase1 & 2 の場合</u> 28 年 (3 年(Phase1 建設完了から Phase2 維持管理運営開始までの年数)+JICA 融資期間 (25 年))

項目	前提
事業終了日	<u>Phase1 のみの場合</u> 2036 年末日 (2012 年 + 融資期間 (25 年) - 1)
	<u>Phase1 & 2 の場合</u> 2042 年末日 (2012 年 + {6 年(Phase2 建設開始までの年数) + JICA 融資期間 (25 年)} - 1)
SPC の清算日	維持管理運営期間終了の 1 年後 <u>Phase1 のみの場合</u> 2037 年末日
	<u>Phase1 & 2 の場合</u> 2043 年末日

*本スケジュールは本調査で財務分析を行った 2011 年検討時のものであり、2012 年時点では 2012 年 (12 月 1 日) に事業開始し、Phase1 に関しては 2012 年～15 年の中の 3 年間で建設を行い 2015 年 12 月 1 日に維持管理運営を開始、Phase2 に関しては 2015 年～16 年に建設を行い 2017 年 1 月 1 日に Phase 2 維持管理運営を開始することを検討している。

(3) 稼働率

稼働率については、平時は下表の事由を考慮し、96%と設定している。

表-7.2.2 稼働率想定根拠

事由	数量	%
突発的な停電 (4 時間以上)	2 日停止	
取水濁度の設計上限を超えた場合の対応	7 日停止	
点検による停止	2 日停止	
突発故障・復旧	2 日停止	
計	13 日/365 日	約 4% (3.6%)

大規模修繕実施時については、大規模修繕が施設の稼働開始 25 年目に実施されることから Phase1&2 を実施した場合のみ、1 期工事分について大規模修繕が発生することとなる。大規模修繕実施時は対象施設の稼働率のみ 50%とし、2 期工事分については前述の平時の 96%の稼働率を想定する。

(4) 初期投資費用

初期投資費用は、2011 年価格にて直接費及び間接費を見積もり、これにファイナンスコストを加算した金額を想定している。

直接費は、施設（①取水・導水、②浄水、③送水）毎に、土木・建築、機械、電気に分類して積算している。

間接費は、設計費、測量・地質調査費、用地補償費、水利権申請費、電力引き込み負担金、各種費用により構成されるが、シミュレーション上は、SPC の開業費用である各種費用以外は、便宜上、施設毎に配分してケース毎の費用を試算している（開業費用は何れのケースでも全額計上）。

直接費及び間接費の想定は次のとおりである。

表-7.2.3 初期投資費用

項目	Phase1	Phase2	計
取水・導水施設	19.0 億円	6.3 億円	25.3 億円
浄水施設	80.1 億円	46.4 億円	126.6 億円
送水施設	61.5 億円	-	61.6 億円
開業費用等	4.5 億円	4.0 億円	8.5 億円
計	165.3 億円	56.7 億円	222.0 億円

(2011 年の為替レートで換算、一部数値を合計値が合致するよう数値調整)

上表の他、建設期間中の金利及びファイナンスコスト（アップフロント、コミットメントフィー）並びに支出年のインフレ率、為替を加味し、初期投資費用として計上している。

(5) 更新費用

Phase1 & 2 の場合には、Phase1 施設の共用開始 25 年目に、Phase1 初期投資のうち機械・電気に係る費用の 15%を更新投資費用として計上している。なお、更新投資実行時には初期投資費用金額に対して、共用開始時を起算点とした更新投資実行時のインフレ率を加味させた上で計上させている。

なお、更新投資に係る支出は毎年の元利返済前フリーキャッシュから積立を行い、当該積立の取り崩しにより手当とする設定としている。

ただし、施設更新後数年で事業権を返還すること、また通常 25 年以上の使用にも耐えられる設備の導入を想定しているため、更新費用がないケースについても検討を行う。

(6) オペレーション費用

毎年のオペレーション費用は O&M 費用及び一般管理費により構成され、インフレ率（生産者物価指数）を加味させ計上させている(表-7.2.4 参照)。

表-7.2.4 オペレーション費用算定の考え方

オペレーション費用		備考
O&M 費用	固定費	予め計画された金額にインフレ率を加味させた金額
	変動費	「m3 当たり単価×造水量」に稼働率とインフレ率を加味させた金額
一般管理費	変動費	

上表の考え方に沿って算定した各事業年のオペレーション費用額を表-7.2.5 と表-7.2.6 に整理する。

表-7.2.5 Phase 1 のみのオペレーション費用

(単位：百万円)

2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
580	500	496	472	561
2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
472	608	419	474	537
2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年
411	446	422	621	745
2030 年	2031 年	2032 年	2033 年	2034 年
412	428	471	467	556
2035 年	2036 年			
580	453			

(上表はインフレ、為替の影響を加味させた金額を計上している)

表-7.2.6 Phase1 & 2 のオペレーション費用

(単位：百万円)

2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
580	500	496	472	561

2020年	2021年	2022年	2023年	2024年
776	891	705	781	898
2025年	2026年	2027年	2028年	2029年
683	722	702	922	1,099
2030年	2031年	2032年	2033年	2034年
679	698	746	762	906
2035年	2036年	2037年	2038年	2039年
842	719	744	823	762
2040年	2041年	2042年		
832	834	837		

(上表はインフレ、為替の影響を加味させた金額を計上している)

(7) 税金

1) 法人所得税(the corporate income tax : CIT)

法人所得税の標準税率は25%だが、本事業では水道事業者に対する税率10%が適用されるものとする。また、当該優遇税率の適用期間は15年とされているが、更新によって30年まで延長可能とされているため、本検討では、事業期間中30年目までは、税率10%が適用されるものとする。更に、利益発生から当初4年間は免除、その後の9年間は50%減税措置を享受するものとする(BOT法38条および法人所得税法にかかわるCircular No.103に準拠)。

累積赤字免税控除は5年間とする。

2) 関税

関税は免税とする(BOT法38条に準拠)。

3) VAT

VATは水道事業として優遇レート5%(一般は10%)が適用されるため、借受けVAT一仮払いVATが逆ザヤとなることが想定される。還付手続きが適時に行われ、SPCの収支に影響せず、キャッシュフロー上も支障が生じないものとして、財務計画上考慮しないものとする。

なお、仮に還付が3ヶ月ずれた場合、「VND 建借入金利×1/4×222億円」の金利負担の増加となる。

4) 水利権

水利権のためのロイヤリティ・フィーの法律は、改定が行われており、現在精査中。今回のシミュレーションでは、考慮していない。但し、間接費の項目として申請費用のみ計上。

(8) 土地使用料

BOT 法で優遇されているために支払無し(BOT 法 38 条 3 項)。

(9) 完工保証預託 (BOT 法 23 条に準拠)

- 投資額 1.5 兆 VND 以下、投資額の最大 2%
- 1.5 兆 VND を超える分、残投資額の最大 1%

今回のシミュレーションでは考慮しないが、シミュレーションで加味させる場合は「VND 建借入金利×事業契約締結から完工までの年数×222 億円×1%」の金利負担の増加となる。

(10) 資金調達

資金調達に関しては、Phase1 と 2 のそれぞれにおいて以下のとおり同条件にて調達を行うものと想定する。なお、この想定は JICA の海外投融資制度について聞きおよんでいる融資条件を踏まえて、本調査において期待される融資条件を想定している。また、借入通貨に関しては、投資における JPY 建て部分が約 2 割と少なく VND 及び USD での調達がそれぞれ約 4 割程であることから VND 又は USD 建であることが望ましいが、後述する「為替変動」にて記載のとおりベトナムでは管理フロート制が採用されているため VND 建での借入コストが割高となる。このため、「7.2.2 収入」にて説明のとおり、Payment Formula の投下資本回収料金分を USD 建 VND 払とした上で、JPY 建で借入を行い、USD 借入にスワップする。

1) 出資金

- 総資金調達額の 20%と想定
- 出資は資金需要に応じて逐次実行。スポンサーによる出資金全額充当後、JICA による海外投融資出資金が実行される想定。

2) 借入金

- 総資金調達額の 80%と想定
- 全額海外投融資制度に基づく JPY 建て借り入れ、USD 建にスワップ予定。
- 金利：2%
- スワップコスト：1%

- 借入期間：25 年
- 据置期間：Phase1、Phase2 ともにそれぞれ 5 年間
- その他費用：アップフロント：1.5%、コミットメントフィー：1%、レンダー側弁護士費用・エージェンツフィー等計上
- Debt Service Reserve Account を設定（トランシェ毎に 1 年間分の元利返済金額を充当）

今後、株主劣後融資も考慮する予定である。

(11) 減価償却

- 初期投資分については、減価償却に関する No.203-2009-TT-BTC の 12 条にしたがって、BOT 期間内償却とする。
- 更新投資分についても、No.203-2009-TT-BTC の 12 条にしたがって、残りの BOT 契約期間内での償却とする。

(12) 物価上昇

生産者物価指数の物価上昇については、以下の設定を行うものとする。

- ベトナム : 6.4%/年 (資料 1-1 参照)
- 米国 : 3.5%/年 (資料 1-2 参照)
- 日本 : 0%/年 (資料 1-3 参照)

土木・建築、機械、電気等の金額の物価上昇分の数値として採用する。

(13) 為替変動

為替変動については、2010 年の為替を以下のとおり設定し、2000 年から 2009 年のトレンドをそのまま将来予測に適用することとした。ベトナム国にとって先進国通貨 (USD、JPY) については、経済政策の視点から実勢価値(購買力平価：PPP)から乖離した為替レートに連動させているため以下の想定を置いている(資料 3-1、3-2、3-3 参照)。

1) 基準年為替(2010 年)

VND/USD	: 1USD=20,000VND
VND/JPY	: 1JPY =245VND
JPY/USD	: 1USD=81.64JPY

2) 変動率

VND/USD	: 2.0%/年(資料 3-1 参照)
VND/JPY	: 3.7%/年(資料 3-2 参照)

JPY/USD : -1.64%/年(資料 3-3 参照)

なお、本来為替は 2 国間の通貨の金利に差異がある場合、金利裁定の圧力がかかり、為替はそれぞれの金利で運用しても同価値となるレートに収束する（金利裁定取引）はずであるが、このような為替管理フロート制が採用されていると 2 国間の金利に差異が生じることとなるため、留意する必要がある。

名目金利は実質金利にインフレ率を加味させたものであることから、二国間の実質金利が同率と仮定すると二国間の名目金利の差異は購買力平価（インフレ率）により調整されているはずであるが、為替管理フロート制がとられている国では為替は購買力平価と相関しない形で決定されるため、結果として 2 国間の金利に差異が発生する。本試算での JPY/VND の関係においては、VND/JPY は年 6.4% の物価上昇であるところ、為替変動率トレンドでは VND/JPY は年 3.4% が想定されているため、VND の JPY に対する減価が実態より低く抑えられていることになる。結果的には、VND の実質金利が本来あるべき水準より高く推移しているということとなるため、このような場合では、為替変動リスクを除外すれば、自国通貨での借入の方が金利負担が少ないということが言える。なお、為替変動リスクについては「7.2.2 収入」において説明のとおり、Payment Formula の構成及び USD-JPY のスワップにより回避を行う予定である。

7.2.2 収入

第 5 章での記載のとおり、SPC の収入は Ha Noi 市水道公社からの、浄水供給に対する対価を想定している。契約形態としては「Take or Pay」を想定しており、オフテイカーの Payment Formula は、基本として Capacity Payment と Variable Payment を組み合わせた「Fixed+Variable 方式」（いわゆるキャパシティペイメント方式）の Payment mechanism を 1 つの価格決定方式として提案する。なお、この検討は、水道事業者の卸売りや小売りの区別無く、水道料金改定の提案根拠とすべき料金算定方式について、ベトナム国財務省 (MOF) が 2009 年に定めた Inter-Circular No.95 /2009 /TTLT-BTC-BXD-BNN の内容にも合致するものである。なお、本検討結果から、本事業で大きく懸念される為替リスクを回避するため、Ha Noi 市水道公社からの支払い条件を USD 建 VND 払いとすることが必要である。また、同様に懸念される物価変動リスクを回避することも想定している。

(1) Payment Formula

1) 導入の背景

本プロジェクトはベトナム国財政負担を軽減化させるため、国庫支出ではなく民間資金を活用した資金調達を目指している。資金調達手法としては事業活動からの収入のみを返済原資とする「プロジェクトファイナンス」が採用されることを想定してい

る。プロジェクトファイナンスでは安定した返済原資が見込めない場合にはリスク見合いの金利が加算される特徴があり、今般調査団が採用しようとする Payment Formula はプロジェクトリスクから収入（＝返済原資）を独立担保させるものであり、ベトナム国の IPP プロジェクトにおいて既に採用されている方式である。Capacity Payment の採用により、インフレリスク及び為替リスクから収入が隔離され、Variable Payment により需要リスクから収入が隔離担保される。

2) 考え方

Capacity Payment は需要リスクを可否するため、かかった支出と利益を固定ポーションと変動ポーションに分割して回収するスキームであり、Capacity-1 はインフレリスクを回避するためインフレを考慮せず構成され、Capacity-2 は為替リスクを回避するため、借入通貨と同じ通貨で支払われる。

以下に Payment Formula の基本的アウトラインと本プロジェクトでの想定を下表においてとりまとめた。

表-7.2.7 Payment Formula の概要

収入項目	支払対象	価格改定		物価変動
		Inflation	Forex	
Capacity Payment	Capacity-1	×	○	• 「元利金返済額+投資リターン+法人税等」
	Capacity-2 (Foreign Currency Portion)	○	○	• O&M 費用固定分
	Capacity-2 (Local Currency Portion)	○	×	• O&M 費用固定分
Variable Payment	Variable (Foreign Currency Portion)	○	○	• O&M 費用変動分
	Variable (Local Currency Portion)	○	×	• O&M 費用変動分

表-7.2.8 本プロジェクトでの想定

収入項目	概要	物価変動
Capacity Payment 投下資本回収料金	• 「m3 当たり単価×造水能力×稼働率」を計上	×

		<ul style="list-style-type: none"> m3 当たり売水価格は IRR15%となる価格を逆算 構成要素は「元利金返済額+投資リターン+法人税等」 	
	オペレーション固定料金 (インフレあり)	<ul style="list-style-type: none"> インフレを加味すべきオペレーション固定費 (O&M 費用固定分) に当該年度のインフレ率を加味させ計上 本事業ではオペレーション固定費 (O&M 費用固定分) 全額についてインフレを想定 	○
	オペレーション固定料金 (インフレなし)	<ul style="list-style-type: none"> インフレの加味が不要なオペレーション固定費 (O&M 費用固定分) を計上 本事業では該当なし 	—
Variable Payment	オペレーション変動料金 (インフレあり)	<ul style="list-style-type: none"> インフレを加味すべきオペレーション変動費 (O&M 費用変動分、販売管理費) を計上 Take or Pay 方式を想定のため、「m3 当たり単価×造水量」が基本となるが、これに当該年度の稼働率とインフレ率を加味させ計上 本事業ではオペレーション変動費 (O&M 費用変動分、販売管理費) 全額についてインフレを想定 	○
	オペレーション変動料金 (インフレなし)	<ul style="list-style-type: none"> インフレの加味が不要なオペレーション変動費を計上 本事業では該当なし 	—

上表のうち「投下資本回収料金」分は借入金の返済見合いの収入であり、借入金の通貨と一致させることで為替リスクを回避する効果が期待できる。本事業では借入金の通貨は JPY を想定しているが（後述の「為替変動」参照）、第 5 章のとおり Ha Noi 市水道公社からの支払い条件を USD 建 VND 払いとすべく交渉を行う予定であるため、予め JPY 建借入を USD 建にスワップしておくことで、借入金返済見合いの収入については為替リスクを回避することが可能である。残りの収入項目については見合いの支出がほぼ VND 建であるため、VND 建 VND 払いとすることを予定している。

なお、上表でのインフレ率は、O&M 費用に加味させているインフレ率である「生産者物価指数」と同率とする。これは、「①オフテイカーである Ha Noi 市水道公社にとって SPC に対する支払いは仕入れであり、生産者物価指数見合いのインフレ率とすることを求められる可能性があること」、「②ベトナムでは生産者物価指数に対して消費者物価指数の上昇率が高いため消費者物価指数見合いで料金改定が行われる契約が締結されることが望ましいが、第 5 章記載のとおり Ha Noi 市水道料金（需要者価格）の改定のトレンドは物価上昇に追いついておらず、予めこのような楽観的物価指数を採用することは非常にリスクが高いこと」、を鑑み、保守的に設定している。また、インフレ率の上昇に伴う料金改定は、前述のとおり Ha Noi 市水道料金（需要者価格）の改定

のトレンドは物価上昇に追いついていないため数年毎とすることが現実的であるが、前述のとおり本シミュレーションでは、あらかじめ Payment Formula の算式にインフレ率を盛り込んでおくこととするため、オフテイク価格の改定に交渉は発生しないものと仮定し、毎年改定されると想定。今後、料金改定に係る詳細スキームの検討が必要と考えられる。

3) 売水単価の構成要素

毎年の売水単価について、2015 年を実例として説明すると以下のとおりとなり、構成金額合計値を事業期間計の合計造水量で除算すると、12,278 VND/m³ となる。売水単価はかかるコストと当該年度の施設利用可能度合いにより、毎年異なり得る。

表-7.2.9 2015 年の売水単価

構成要素		金額	Inflation
Capacity Payment	Capacity-1	466,824,717,551VND (72%)	<ul style="list-style-type: none"> 約 0.4USD/m³ × 150,000m³/day × 365 日 × 96% 1US=22,081.616VND 0.4USD= (元利返済額+税金+出資+配当) /事業期間計の造水量
	Capacity-2	70,266,749,500VND (11%)	<ul style="list-style-type: none"> 2015 年に発生を見込む O&M 費用
	Capacity-2	27,041,954,102VND (4%)	<ul style="list-style-type: none"> 2015 年に発生を見込む O&M 費用
Variable Payment	Variable (Foreign Currency Portion)	N/A	<ul style="list-style-type: none"> N/A
	Variable (Local Currency Portion)	81,178,661,084VND (13%)	<ul style="list-style-type: none"> 2015 年に発生を見込む O&M 費用
合計		645,312,082,237VND	

4) Capacity-1 の構成要素

Capacity-1 の構成要素は下表のとおりであり、事業期間計の造水量で割り戻すと 1m³ 当たり 8,044 VND となる。これを 2010 年の為替レート 1USD=20,000 VND にてドル換算すると 1m³ 当たり約 0.4 USD となる。

表-7.2.10 Capacity-1 の考え方

構成要素	金額	割合
元利返済額	6,683,847,579,850VND	32%
追加投資	509,014,098,168VND	2%
税金	741,106,221,739VND	4%
出資	1,205,033,521,574VND	6%
配当	8,879,974,803,845VND	42%
VND の USD に対する減価	3,139,517,645,518VND	15%
合計	21,158,493,870,693VND	100%

5) Capacity Payment を採用することによるベトナム国にとってのメリット

Capacity Payment を採用することによるベトナム国にとってのメリットは2つあるものと考えられる。

メリットの一つは外国投資資金の呼び込み効果である。プロジェクトファイナンスのマーケットにおいてはプロジェクトの Payment Formula に Capacity Payment を採用することが一般的であるため、この方式の採用により外国企業からのプロジェクトへの投融資が前向きに検討される可能性が高くなることが想定され、ひいては外国投資の増加によるベトナム国内経済成長に寄与することが期待される。

もう一つのメリットはプロジェクトコストのインフレによる影響からの隔離である。ベトナムでは毎年高い水準で物価が上昇していくためベトナム国の売水価格が原則通り物価上昇見合いで年率 6.4%ずつ上昇していくこととなる。これに対し Capacity Payment を採用すると、給水開始からの 7 年間は割高であるが、以降は Capacity Payment による売水単価の方が割安となる。これは Capacity-1 がインフレを考慮せず決定されるためである。

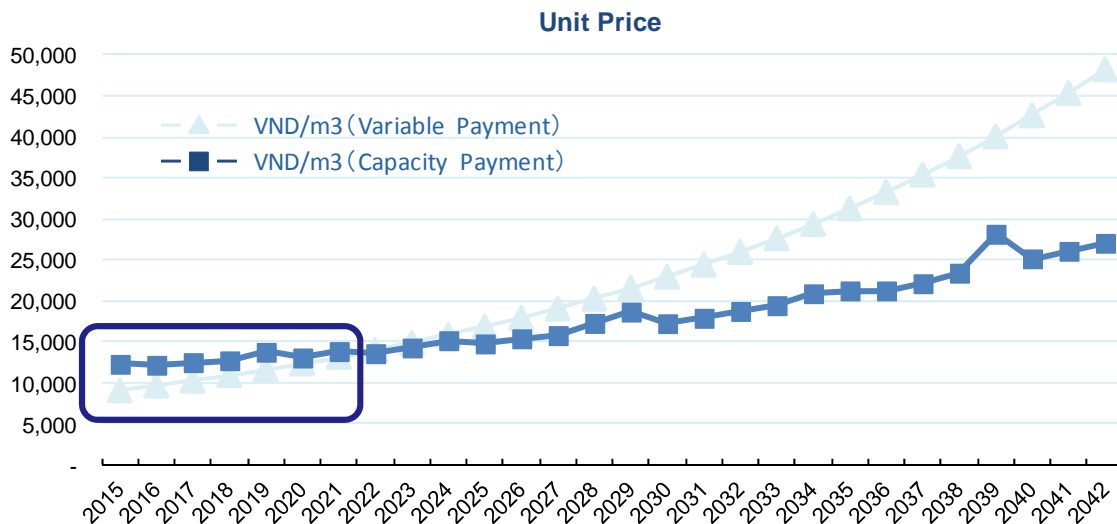


図-7.2.1 Payment Formula 別の売水単価の推移

7.3 キャッシュウオーターフォール

前述の前提条件をまとめると、SPCのキャッシュウオーターフォールは下図のとおりとなる。配当は、SPC清算時に当初出資金額を償還、期中の配当は損益計算書が黒字かつ必要リザーブを積み立てている場合のみ行うこととし、現実的な設定としている。

なお、EIRRの計算に当たっては、配当ベースで試算しており、当初出資金額の償還をSPC償還時とすることで保守的な設定となっている。

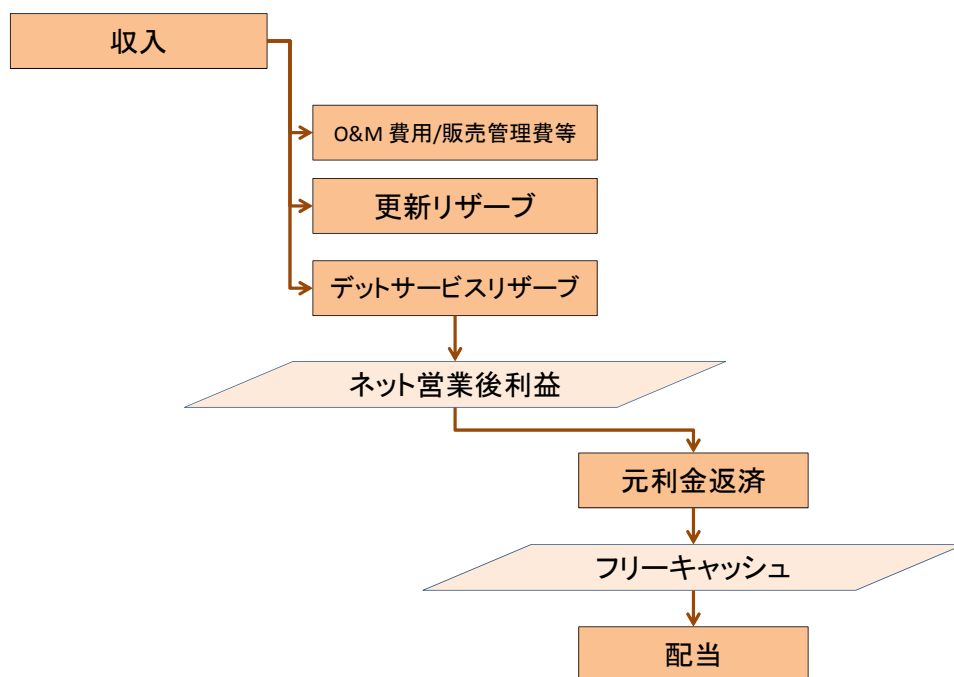


図-7.3.1 SPCのキャッシュウオーターフォール

7.4 バンクローンの検討

本節では、地場銀行を介し JICA の海外投融資を活用する、いわゆる「バンクローン」のケースを検討する。

7.4.1 バンクローンにおける財務分析前提条件

(1) 資金フロー

ここではバンクローンとして、JICA が VDB に円建て融資を行い、VDB が SPC に対して VND 建融資を行うスキームを想定する。

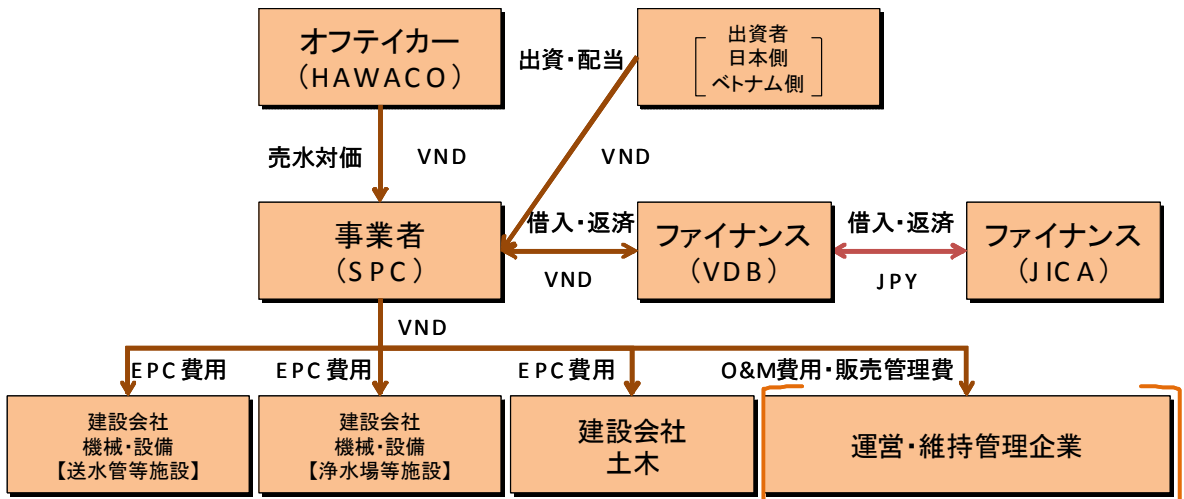


図-7.4.1 バンクローンの場合の資金スキーム図

(2) ベースケースを基調としたバンクローン

調査団は、7.6 感度分析の No.4、5 においてベースケースを基本とし、借入通貨を VND としたバンクローンの検証を行った。しかしながら、VND 建ての場合、円建てでの借入と比較して金利水準が高くなるため給水開始時の利払い負担が大きくなる。そのため、いくつかの想定をもとに財務分析を行うこととした。

表-7.4.1 7.6 感度分析でのバンクローンの試算結果

表-7.6.3 の No.	EIRR(配当ベース、円建て)	最低現預金	最低 DSCR
ベースケース	14.97%	100 百万円	1.38
4 VND 建借入金利 11%	9.81%	-617 百万円	0.75

表-7.6.3 の No.		EIRR(配当ベース、円建て)	最低現預金	最低 DSCR
5	VND 建借入金利 12%	9.14%	-1,114 百万円	0.71

(3) ベースケースからの変更点

本プロジェクトの事業性改善策として、下記の修正をベースケースに加えた。

1) 更新投資

Phase1 供用開始から 25 年目に予定されている更新投資については、事業終了 3 年前に実施され残りの事業期間内での投資額の回収は困難と考えられるため、実施しないものとする。なお、技術的には、25 年目の大型更新投資を行わない代わりに、定期的なメンテナンスを充実させることで、技術的なリスクを回避する事を考える。

2) 事業期間

ベースケースでは第 1 フェーズの建設期間は 2012～2015 年の 3 年間、第 2 フェーズの建設期間は 2018～2019 年の 2 年間で想定していたが、給水収入開始時期の早期化を図るため建設工事期間を前倒しする。また、更新投資を実施しないため機器等の耐用年数である供用開始 25 年後を運営期間終了とする。

表-7.4.2 バンクローン事業スケジュール（財務分析用）

項目	前提
建設期間	Phase 1 2012～2015 年（3 年間） Phase 2 2015～2016 年（2 年間）
維持管理運営開始日 (施設の供用開始日)	初めて施設の供用を開始し、収入が発生する日。 Phase1 2015 年 12 月 1 日 Phase2 2017 年 1 月 1 日
維持管理運営期間	25 年（Phase1 機器等の耐用年数）
事業終了日	2039 年末日 (2015 年+25 年（Phase1 機器等の耐用年数）－ 1)
SPC の清算日	2040 年末日（維持管理運営期間終了の 1 年後）

3) 資金調達

- D:E ratio : 80:20 と 70:30 の 2 通りを検討

- 借入通貨：VND
 - 金利：14.5%（2012年3月9日付のVDBとJICAの面談において”Decree No.75/2011/ND-CP(2011年8月30日)”と”Decree No.78/2010/ND-CP”に基づきVDBから提示された金利)
- 4) 物価上昇
- ベトナム：6.46%/年
- 5) 為替変動
- VND/JPY：3.7%/年

7.4.2 バンクローンによる分析結果

ベースケースに対して借入通貨を VND 建てに変更後、上記の事業性改善策を加味させ、事業性の試算を行った。なお、以下の分析における料金設定については、7.2章で説明されるキャパシティペイメント方式に従っている。

事業性に関しては、ベースケース同様に日本円での EIRR が概ね 15%となる水準の売水単価を逆算させるという計算で確認を行っているが、これによると D:E ratio が 80:20、70:30 のいずれの場合においてもベースケース以上の売水単価となった。

一方で DSCR については、ベースケースでは 5年の据置期間をとった場合でも Phase2 に対する融資が 2012年から実行されることから、2017年には元本返済が開始されてしまうため、2017年から Phase2 建設完了の 2019年までの間、資金繰りが厳しく低い値を見せていたが、上記の変更により給水収入開始時期が 2017年に早まることでこの間の資金収支が改善され、高い DSCR を見せている。事業期間について、建設期間の前倒しを図る場合には、5年以上の据置期間の設定は、返済開始が後ろ倒しになることによる金利負担の増加のデメリットしか発生しないため、今後の議論では据置期間は 5年とすることで十分と考えられる。

しかしながら現在のベトナムの水道料金に照らした売水単価はおよそ 10,000VND/m³以下になる必要があるため、さらなる検討を行った。

表-7.4.3 バンクローンでの試算結果

参照シート	Bank Loan 1	Bank Loan 2
D:E ratio	80:20	70:30
Unit Price in 2015	21,629VND/m³	24,078VND/m³
Unit Price in 2020	20,938VND/m ³	23,387VND/m ³

参照シート		Bank Loan 1	Bank Loan 2
D:E ratio		80:20	70:30
Unit Price in 2039		24,019VND/m ³	26,468VND/m ³
EIRR	JPY	14.95%	14.99%
	VND	21.76%	21.81%
DSCR	Minimum	1.66	2.15
	Min DSCR Year	2016	2016
	Average	2.77	3.60
Minimum Cash at hand	in millions JPY	—	—
	in billions VND	27.49	27.49

※ 上記試算結果は事業期間を通じ投下資本回収部分の Unit Price は変動しない一般的な Capacity Payment 方式での試算である。

7.4.3 売水価格低減化のための工夫

(1) 売水単価低減化の必要性

ベトナムでは水道料金の改定権限は地方人民委員会が有しているが、これまでの試算結果を考慮すると本プロジェクトが成立するためには料金改定が必要であり、Ha Noi 市人民委員会との交渉が必要と考えられる。

しかしながら、水道料金については財務省により料金の下限値と最大値が定められており、各地方人民委員会はその範囲でしか料金改定を行うことができないため、その範囲での売水単価を設定する必要がある。現時点では” Circular No. 100/2009/TT-BTC”において下表の売水単価水準が設定されており、Ha Noi 市は特別市に分類されるが、最大でも 12,000VND/m³ 以下の価格で交渉を行う必要がある。ただし、12,000VND/m³ は顧客への最大料金であり、すべての顧客に対して 12,000VND を提示することは不可能であるため、消費者の平均売水価格はさらに低くなることを想定することが必要である。

表-7.4.4 ベトナム国での水道料金

区分	下限値	最大値
都市部（特別市、カテゴリー1）	3,000VND/m ³	12,000 VND/m ³

区分	下限値	最大値
都市部（カテゴリー2、3、4、5）	2,000 VND/m ³	10,000 VND/m ³
農村部	1,000 VND/m ³	8,000 VND/m ³

（2）料金政策をめぐる動向

Ha Noi 市と同じ特別市に分類される Ho Chi Minh 市では、2012 年 1 月 1 日より水道料金が 10% 値上げされ、水量に応じ一般家庭向けで 4,800 VND/m³ から 11,000 VND/m³ の新料金が設定された。Ha Noi 市では現在水量に応じ一般家庭向けで 4,000 VND/m³ から 9,400 VND/m³ の水道料金が設定されているが、12,000 VND/m³ 以下の水準で、今後 Ho Chi Minh 市に追従する形で料金改定が行われる余地があるものと考えられる。

（3）売水価格低減化のための方策

ここまでの議論では、バンクローンを採用する場合、求める事業性を確保しつつ本プロジェクトを実現させるためには 2015 年価格で 21,629 VND/m³ から 25,076 VND/m³ の売水単価となる試算結果が算出されている。しかしながら、売水価格の上限値が最大でも 12,000 VND/m³ であることを所与の条件とする場合には、財務分析の前提条件について大幅な改善が必要となる。このため、調査団では 2015 年の売水価格を低減化させるための方策として、下記の条件変更を検討した。

1) 収入

Payment Formula を電力など他のプロジェクトファイナンス案件で一般的に用いられる Capacity Payment とする場合、物価上昇リスク及び需要リスクを負わず初期投資に要した費用を事業期間にわたり継続的かつ安定的に回収できるというメリットがある。しかしながら物価上昇リスクを回避するため物価上昇要素を単価に組み込まない工夫が施されているため、結果として事業開始当初の単価水準が当該時点の物価水準と比較して割高になるというデメリットがある。

ベトナムにおいては売水単価の上限値に関し 12,000 VND/m³ との規定が設けられているが、ここまでの議論において、バンクローンの場合 2015 年価格で 21,629 VND/m³ から 25,076 VND/m³ の売水単価となってしまう多少の工夫では対応の余地がない乖離が発生しているため、一般的な Capacity Payment をそのまま適用することは難しいものと考えられる。このため、調査団では Capacity Payment について、実際の物価上昇率に関わらず定率で単価を増加させていく Step up 式に変更することとした。

なお、この単価上昇率については事業契約締結時に一定の値で合意を図っておく必要があるが、VND 借入の場合変動金利での借入れとなることが想定されるため、毎年の適用金利が決定されるタイミングにおいて予め合意された事業性に達する上昇率

を毎年再計算させ、適用させることとする。

2) 初期投資費用

調査団としてはベースケースが選定されるまでの間、当初試算されたコストデータに対して幾度も削減を反映させてきたが、更に 5%削減の場合を試算させることとする。5%削減後の初期投資金額は下表のとおりである。

表-7.4.5 5%削減後初期投資費用

項目	Phase1	Phase2	計
取水・導水施設	18.1 億円	6.0 億円	24.1 億円
浄水施設	76.2 億円	44.1 億円	120.3 億円
送水施設	58.4 億円	-	58.4 億円
開業費用等	4.3 億円	3.8 億円	8.1 億円
計	157.0 億円	53.9 億円	210.9 億円

(上表の他、建設期間中の金利及びファイナンスコスト(アップフロント、コミットメントフィー)並びに支出年のインフレ率、為替を加味し、初期投資費用として計上している)

3) 資金調達

- D:E ratio : 80:20 と 70:30 の 2 通りを検討

7.4.4 売水価格低減化を目的とする財務分析結果

前述の改善策のうち、2015 年の売水単価の低減化に関しては Payment Formula の改善が最も影響が大きいため、まずは第一段階目で試算させたバンクローンのケース 1 及びケース 2 について、Payment Formula を変更させた試算を行った。試算の結果、2015 年時点の売水単価は、D:E ratio 80:20 の場合には 14,379 VND/m³、70:30 の場合には 16,237 VND/m³ と大きな変化が見られ、Payment Formula の変更は事業実現のため必須条件であることが確認された。

しかしながら依然として 2015 年時点の売水単価としては高い水準である。そのため、D-E ratio が 80:20 の割合で融資が受けられるものと想定し、以下分析を進めることとした。

表-7.4.6 Payment Formula 変更後バンクローンでの試算結果

参照シート		Bank Loan 3	Bank Loan 4
D:E ratio		80:20	70:30
Unit Price in 2015		14,379VND/m3	16,237VND/m3
Unit Price in 2020		19,664VND/m3	22,204VND/m3
Unit Price in 2039		64,598VND/m3	72,941VND/m3
EIRR	JPY	15.07%	15.05%
	VND	21.89%	21.87%
DSCR	Minimum	1.01	1.36
	Min DSCR Year	2015	2015
	Average	4.56	5.99
Minimum Cash at hand	in millions JPY	—	—
	in billions VND	27.49	27.49

次に、ベトナムにおける他の水事業 BOT 案件で付与されている金利優遇策をベトナム政府に求めるため、初期投資を 5%削減した上で 2015 年の売水単価を 9,500VND/m³、11,000VND/m³、13,000VND/m³ に固定し、それぞれの場合において EIRR 15%を達成する借入金利を逆算することとした。また、これまで円建て 15%を目標値としてきた EIRR については一先ず議論を VND 建てでの EIRR 水準の確認に集中し、VND 建てで 15%の場合と 20%の場合の 2通りを目標値と設定し、試算した。

試算結果は表 7.4.7 及び表 7.4.8 に表示された通りであるが、現地パートナーである VIWASEEN 及び HAWACO にとっての必須条件である 2015 年時点の売水単価 9,500VND/m³ と、調査団にとっての必須条件である円建てでの EIRR 15%に最も近い VND 建 EIRR 20%を満たすケース 8 の借入金利は 5.99%となることが確認される。しかしながら、第 5 章記載のとおり、市中貸出金利 20%などのベトナム国内での金利の実勢を考慮すると VDB にとってこのような水準の金利適用は非常に難易度が高いことが想定される。

表-7.4.7 目標 EIRR VND 建 15%の場合の金利試算結果

参照シート		Bank Loan 5	Bank Loan 6	Bank Loan 7
Unit Price in 2015		9,500VND/m3	11,000VND/m3	13,000VND/m3
Unit Price in 2020		12,991VND/m3	15,043VND/m3	17,778VND/m3
Unit Price in 2039		42,677VND/m3	49,416VND/m3	58,401VND/m3
Interest Rate		16.22%	24.10%	35.32%
EIRR	JPY	8.56%	8.57%	8.65%
	VND	15.00%	15.01%	15.09%
DSCR	Minimum	0.53	0.45	0.38
	Min DSCR Year	2015	2015	2015
	Average	2.79	2.50	2.24
Minimum Cash at hand	in millions JPY	—	—	—
	in billions VND	27.49	27.49	27.49

表-7.4.8 目標 EIRR VND 建 20%の場合の金利試算結果

参照シート		Bank Loan 8	Bank Loan 9	Bank Loan 10
Unit Price in 2015		9,500VND/m3	11,000VND/m3	13,000VND/m3
Unit Price in 2020		12,991VND/m3	15,043VND/m3	17,778VND/m3
Unit Price in 2039		42,667VND/m3	49,416VND/m3	58,401VND/m3
Interest Rate		5.99%	10.62%	17.31%
EIRR	JPY	13.28%	13.28%	13.27%
	VND	20.00%	19.99%	19.98%
DSCR	Minimum	1.45	1.01	0.78
	Min DSCR Year	2015	2015	2015
	Average	4.80	4.28	3.81

Minimum Cash at hand	in millions JPY	—	—	—
	in billions VND	27.49	27.49	−193.58

7.4.5 現地パートナー企業との合意形成のための工夫

ベトナムで EIRR 20% という水準は非常に高い水準であるため、下記のシナリオのもと財務分析を行った。

1) 金利

Phase2 給水開始までの Phase1 借入に係る金利を元加させる。

2) 事業期間

更新投資がない場合、原則論として運営期間は機器等の耐用年数である 25 年を最大期間として事業期間を設定すべきであるが、更新投資を行わない場合でもベースケース同様に 28 年間の運営期間とする。技術面には 25 年目の大型更新を行わない代わりに、定期的なメンテナンスを充実させることで対応する。

3) 配当性向

SPC 清算時に当初出資額を一括回収できる配当率を設定していたが、50%に変更し、前倒しで配当する。

7.4.6 現地パートナー企業との合意形成を目的とする財務分析結果

ここまでの現地パートナー企業との議論により、合意形成には目標とする EIRR の水準について合意することが必須条件であり、そのためには日本企業が一般的に求めるであろう諸条件と現地パートナー企業が想定する諸条件との乖離の程度を定量的に把握した上で、この乖離を収斂されるための具体的な方策の提示が必要であることが明らかになった。

目標 EIRR の水準については、日本企業としては VND 建てでの EIRR 20%以上或いは円建てでの EIRR15%が妥当な数値であると考えられるため、この前提の下、分析を行う。先ず調査団としては、前述の改善策を盛り込んだ上で、2015 年の売水単価を 9,500 VND/m³とし、VND 建てでの EIRR15%及び円建てでの EIRR15% を達成する借入金利水準を試算させ、金利優遇策適用による事態解決の可能性について確認を行った。次いで大幅ではないが一定の金利優遇策が適用された場合として金利を 10%と 11%と設定し、その場合の売水単価がいくらになるか試算を行った。分析結果は以下のとおりである。

表-7.4.9 配当性向上昇後目標 EIRR VND 建 20% の場合の金利試算結果

参照シート		Bank Loan 11	Bank Loan 12
元加		有	無
Unit Price in 2015		9,500VND/m3	
Unit Price in 2020		12,991VND/m3	
Unit Price in 2042		51,494VND/m3	
Interest Rate		6.58%	9.83%
EIRR	JPY	13.28%	13.29%
	VND	20.00%	20.01%
PIRR	VND	14.80%	15.25%
DSCR	Minimum	1.50	0.88
	Min DSCR Year	2017	2015
	Average	5.67	4.72
Minimum Cash at hand	in millions JPY	—	—
	in billions VND	27.49	27.49

表-7.4.10 配当性向上昇後目標 EIRR 円建 15% の場合の金利試算結果

参照シート		Bank Loan 13	Bank Loan 14
元加		有	無
Unit Price in 2015		9,500VND/m3	
Unit Price in 2020		12,991VND/m3	
Unit Price in 2042		51,494VND/m3	
Interest Rate		7.18%	7.41%
EIRR	JPY	15.00%	15.00%
	VND	21.82%	21.82%
PIRR	VND	14.74%	15.32%

参照シート		Bank Loan 13	Bank Loan 14
元加		有	無
DSCR	Minimum	1.41	1.17
	Min DSCR Year	2017	2015
	Average	5.42	5.46
Minimum Cash at hand	in millions JPY	—	—
	in billions VND	27.49	27.49

表-7.4.11 配当性向上昇後目標 EIRR 円建 20%の場合の金利試算結果（金利 10%）

参照シート		Bank Loan 15	Bank Loan 16
元加		有	無
Unit Price in 2015		9,836VND/m3	9,546VND/m3
Unit Price in 2020		13,451VND/m3	13,054VND/m3
Unit Price in 2042		53,317VND/m3	51,743VND/m3
Interest Rate		10.00%	
EIRR	JPY	13.29%	13.28%
	VND	20.01%	20.00%
PIRR	VND	14.46%	15.11%
DSCR	Minimum	1.14	0.87
	Min DSCR Year	2017	2015
	Average	4.68	4.70
Minimum Cash at hand	in millions JPY	—	—
	in billions VND	27.49	27.49

表-7.4.12 配当性向上昇後目標 EIRR VND 建 20%の場合の売水単価試算結果（金利 11%）

参照シート		Bank Loan 17	Bank Loan 18
元加		有	無
Unit Price in 2015		10,195VND/m3	9,831VND/m3
Unit Price in 2020		13,942VND/m3	13,444VND/m3
Unit Price in 2042		55,262VND/m3	53,287VND/m3
Interest Rate		11.00%	
EIRR	JPY	13.26%	13.28%
	VND	19.98%	19.99%
PIRR	VND	15.22%	15.66%
DSCR	Minimum	1.10	0.83
	Min DSCR Year	2017	2015
	Average	4.59	4.61
Minimum Cash at hand	in millions JPY	—	—
	in billions VND	27.49	27.49

表-7.4.13 配当性向上昇後目標 EIRR 円建 15%の場合の売水単価試算結果

参照シート		Bank Loan 19	Bank Loan 20
元加		有	無
Unit Price in 2015		11,025VND/m3	10,694VND/m3
Unit Price in 2020		15,077VND/m3	14,625VND/m3
Unit Price in 2042		59,761VND/m3	57,967VND/m3
Interest Rate		11.00%	
EIRR	JPY	15.04%	15.02%
	VND	21.86%	21.84%
PIRR	VND	16.25%	16.78%

参照シート		Bank Loan 19	Bank Loan 20
元加		有	無
DSCR	Minimum	1.21	0.94
	Min DSCR Year	2017	2015
	Average	5.02	5.08
Minimum Cash at hand	in millions JPY	—	—
	in billions VND	27.49	27.49

7.5 直接融資の検討

本事業では、VDB からのバンクローンによって事業にファイナンスされることを想定しているが、以下参考として直接融資を行った場合の財務分析結果を示す。

財務分析は、今後の本プロジェクトの実施に向けたステークホルダー間の調整/交渉を行ううえで必要となる事業のベースケース選定とベースケースに関するオフテイカーの支払単価(水道事業者の売水単価)と資金調達条件の選定等を目的としてきた。その目的達成のために必要な分析結果を以下に整理する。

7.5.1 検討ケース

ケース 1 及びケース 2 について、「Phase 1 のみ」又は「Phase1&2」の場合分けを行い、それぞれにつき 5%、10%、15%の EIRR を想定して、計 12 通り (2 (ケース分け) ×2 (フェーズ分け) ×3 (Target IRR 別)) の売水単価を算出した。

7.5.2 ケース 1 の場合の売水単価

(1) Phase 1 のみの場合

SPC が 22 年間 (融資期間 (25 年) - 建設期間 (3 年)) の事業期間で「浄水場等施設」及び「送水管等施設」に関する施設整備、保有及び維持管理・運営を行うケースについて分析を行った。なお、完工時の SPC のバランスシート構成は下表のとおりとなる。

表-7.5.1 完工時の SPC のバランスシート(ケース 1×Phase1)

(単位：百万円)

完工時			
Investment		Funding	
Initial Investment	17,826	Senior Loan	14,349
<i>Intake/ Raw water transmission point</i>	1,989	Equity	3,577
<i>Water purification plant</i>	7,628	<i>Developer</i>	3,006
<i>Water conveyance system</i>	6,401	<i>JICA</i>	571
<i>Other</i>	1,810		
Cash at hand	100		
Total	17,926	Total	17,926

ケース 1×Phase1 の検討結果は、想定 EIRR(5%、10%、15%)についての平均売水単価表、期間中の売水単価の推移図および収入の推移図、事業期間中の Cash-in/Cash-out 計表で示す。

1) EIRR 5%の場合

表-7.5.2 平均売水単価(ケース 1×Phase1×EIRR5%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	1,156,320,000 m3	39,973,992,504 JPY	35 JPY	15,186 VND
Fixed(参考)		41,447,497,240 JPY	36 JPY	16,426 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (JPY)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

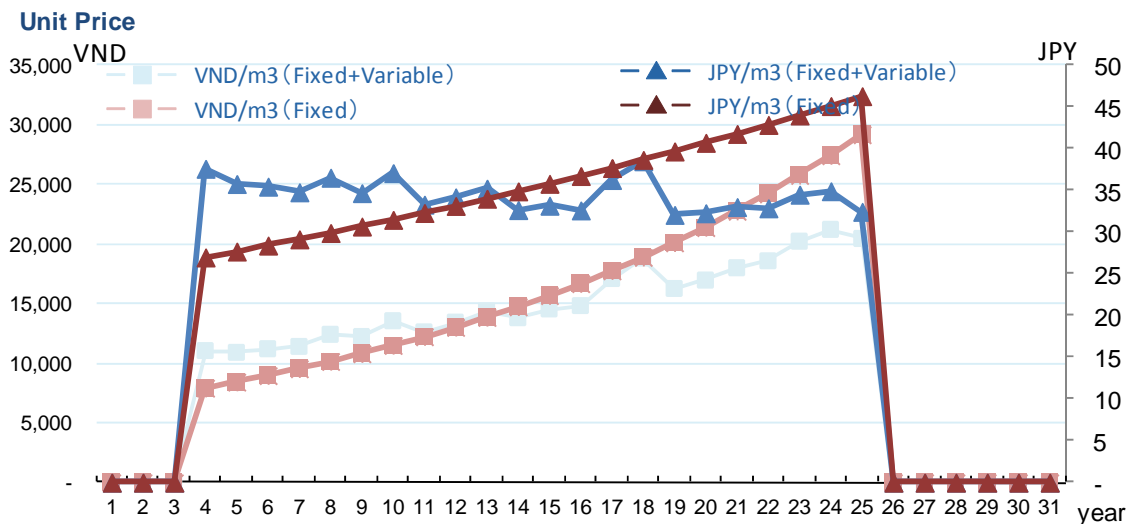


図-7.5.1 事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR5%)

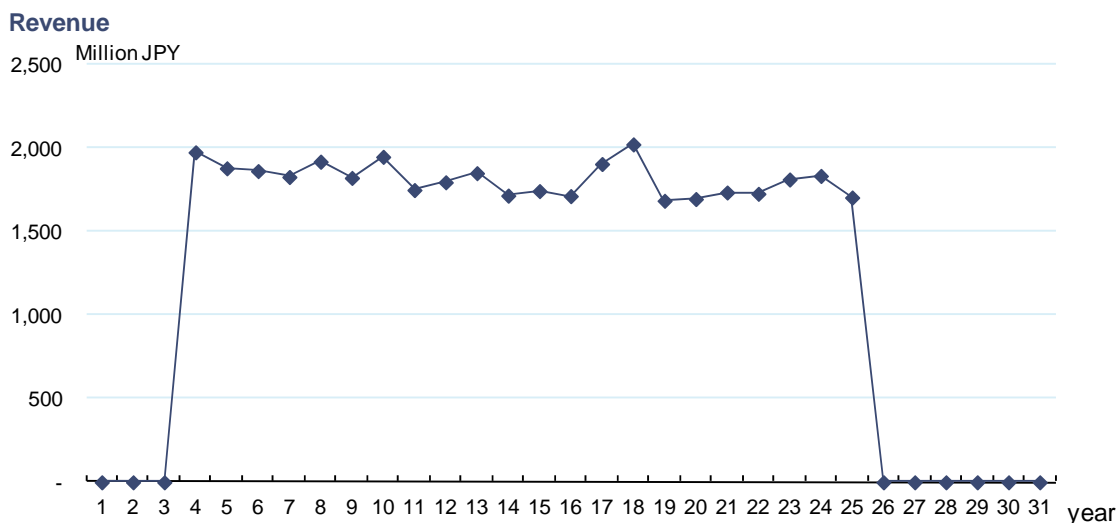


図-7.5.2 事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR5%)

表-7.5.3 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR5%)

(単位：百万円)

事業期間計			
Cash out		Cash in	
Initial Cost	17,826	Revenue	39,974
Renovation Cost	0		
Operating Cost	11,131		
Tax	411		
Interest	5,381		
Dividends	5,225		
Total	39,974	Total	39,974

2) EIRR 10%の場合

表-7.5.4 平均売水単価(ケース 1×Phase1×EIRR10%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	1,156,320,000 m3	46,296,377,743 JPY	40 JPY	17,544 VND
Fixed(参考)		50,193,333,619 JPY	43 JPY	19,892 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (JPY)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

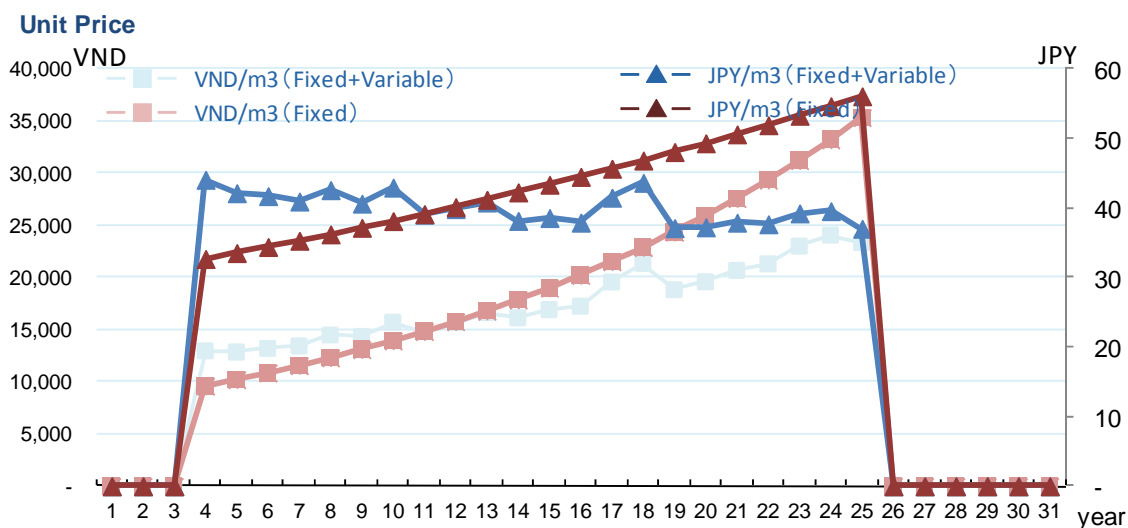


図-7.5.3 事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR10%)

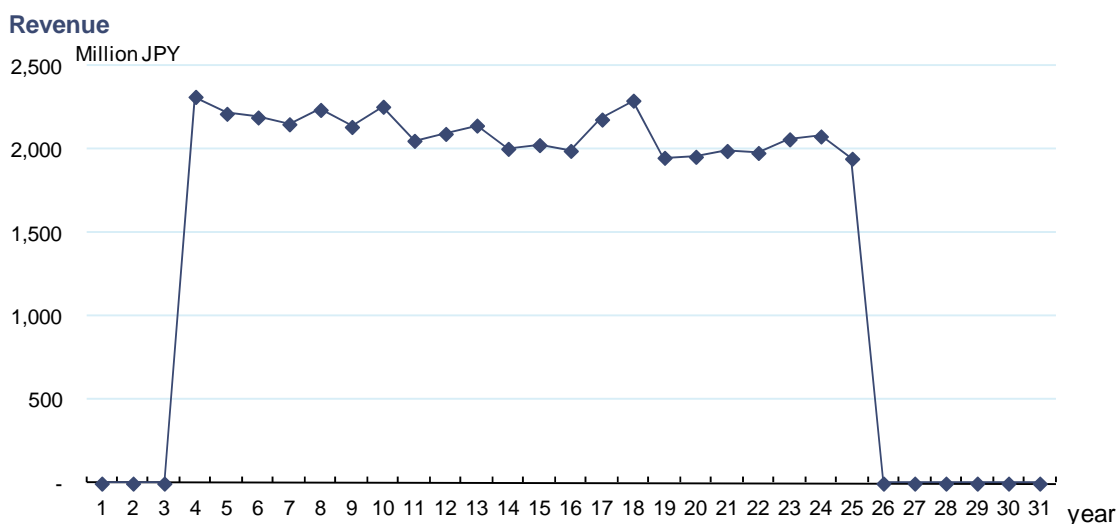


図-7.5.4 事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR10%)

表-7.5.5 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR10%)

(単位：百万円)

事業期間計			
Cash out		Cash in	
Initial Cost	17,826	Revenue	46,296
Renovation Cost	0		
Operating Cost	11,131		
Tax	776		
Interest	5,381		
Dividends	11,182		
Total	46,296	Total	46,296

3) EIRR 15%の場合

表-7.5.6 平均売水単価(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR15%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	1,156,320,000 m3	53,710,135,528 JPY	46 JPY	20,310 VND
Fixed(参考)		59,871,928,334 JPY	52 JPY	23,727 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (JPY)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

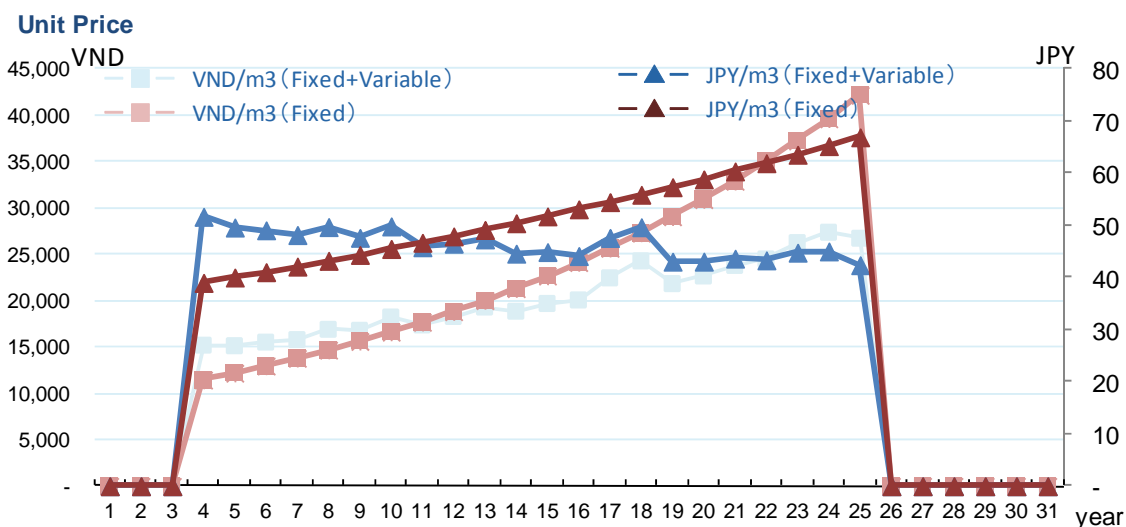


図-7.5.5 事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR15%)

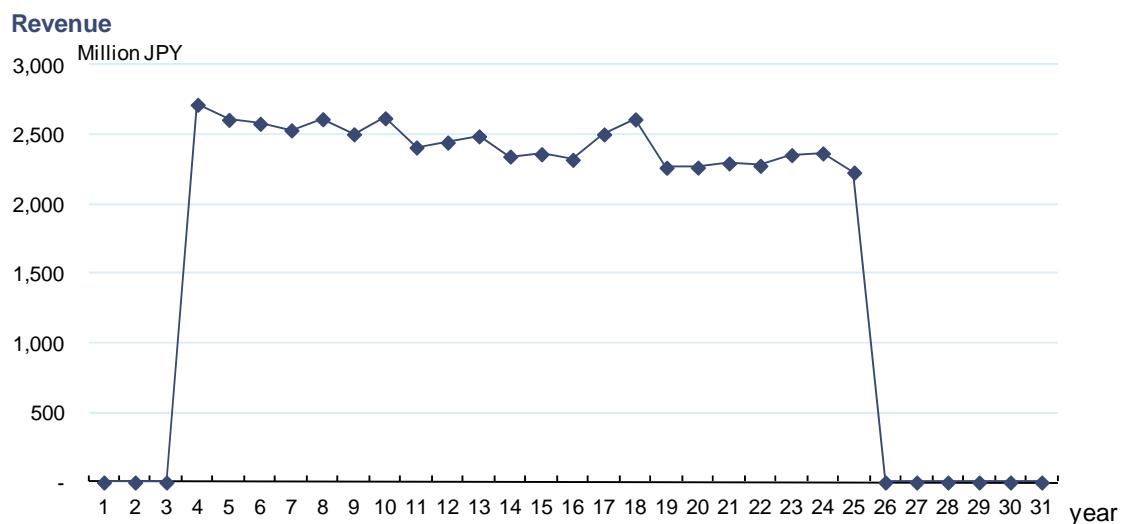


図-7.5.6 事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR15%)

表-7.5.7 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1 のみ×EIRR15%)

(単位：百万円)

事業期間計			
Cash out		Cash in	
Initial Cost	17,826	Revenue	53,710
Renovation Cost	0		
Operating Cost	11,131		

Tax	1,205		
Interest	5,381		
Dividends	18,167		
Total	53,710	Total	53,710

(2) Phase 1&2 の場合

前項に続き、SPC が 31 年 (6 年(Phase2 建設開始までの年数)+JICA 融資期間 (25 年)) の事業期間で「浄水場等施設」及び「送水管等施設」に関する施設整備、保有及び維持管理・運営を行うケースについて分析を行う。なお、完工時の SPC のバランスシート構成は下表のとおりとなる。

表-7.5.8 完工時のバランスシート(ケース 1×Phase 1&2)

(単位：百万円)

完工時			
Investment		Funding	
Initial Investment	24,542	Senior Loan	19,723
<i>Intake/ Raw water transmission point</i>	2,657	Equity	4,919
<i>Water purification plant</i>	12,963	<i>Developer</i>	4,133
<i>Water conveyance system</i>	6,401	<i>JICA</i>	785
<i>Other</i>	2,522		
Cash at hand	100		
Total	24,642	Total	24,642

1) EIRR 5% の場合

表-7.5.9 平均売水単価(ケース 1×Phase1&2×EIRR5%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	2,630,190,000 m3	66,635,937,265 JPY	25 JPY	13,067 VND
Fixed(参考)		68,988,058,119 JPY	26 JPY	14,215 VND

※ 平均売水単価 = 事業期間売水収入 (JPY) ÷ 事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

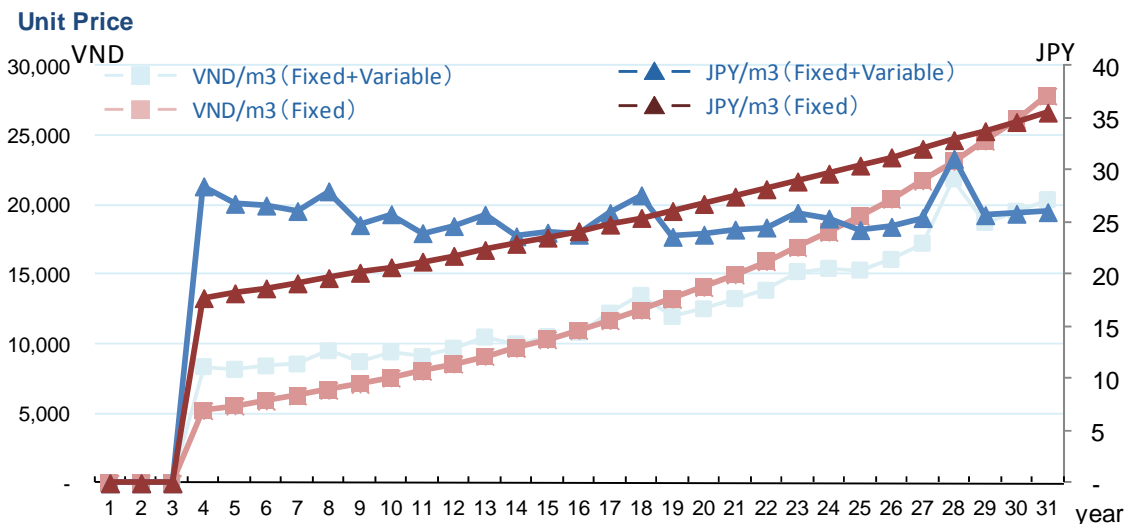


図-7.5.7 事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR5%)

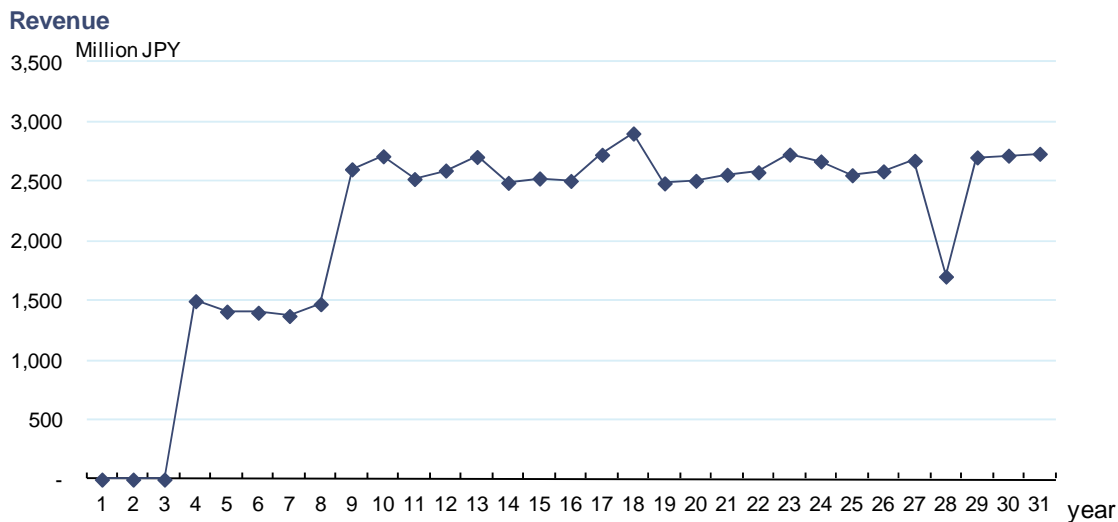


図-7.5.8 事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR5%)

表-7.5.10 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1&2×EIRR5%)

(単位：百万円)

事業期間計			
Cash out		Cash in	
Initial Cost	24,542	Revenue	66,636
Renovation Cost	2,078		
Operating Cost	20,970		
Tax	1,008		
Interest	7,558		
Dividends	10,480		
Total	66,636	Total	66,636

2) EIRR 10%の場合

表-7.5.11 平均売水単価(ケース 1×Phase1&2×EIRR10%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	2,630,190,000 m3	80,016,464,814 JPY	30 JPY	15,601 VND
Fixed(参考)		90,284,218,317 JPY	34 JPY	18,601 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (JPY)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

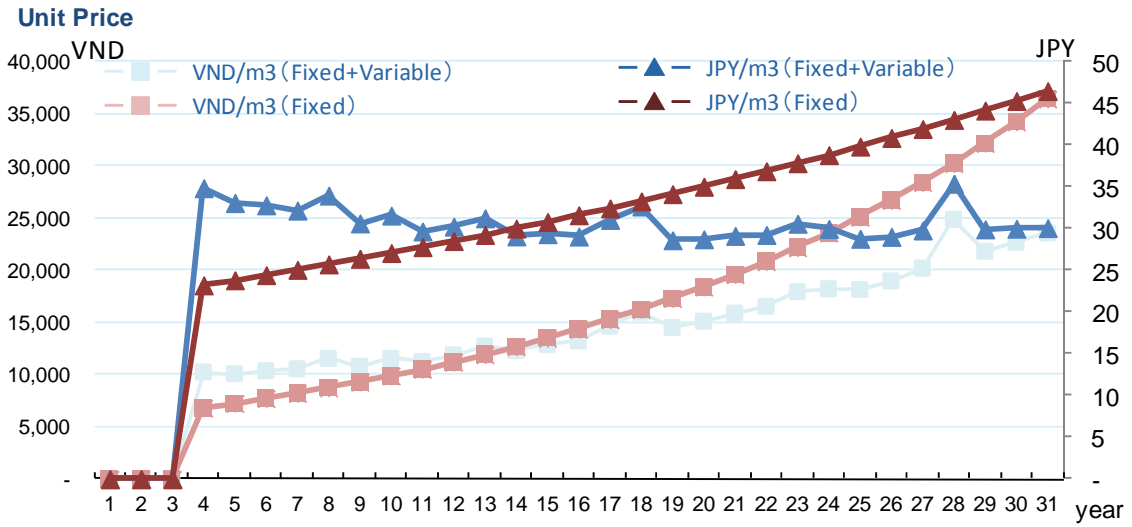


図-7.5.9 事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR10%)

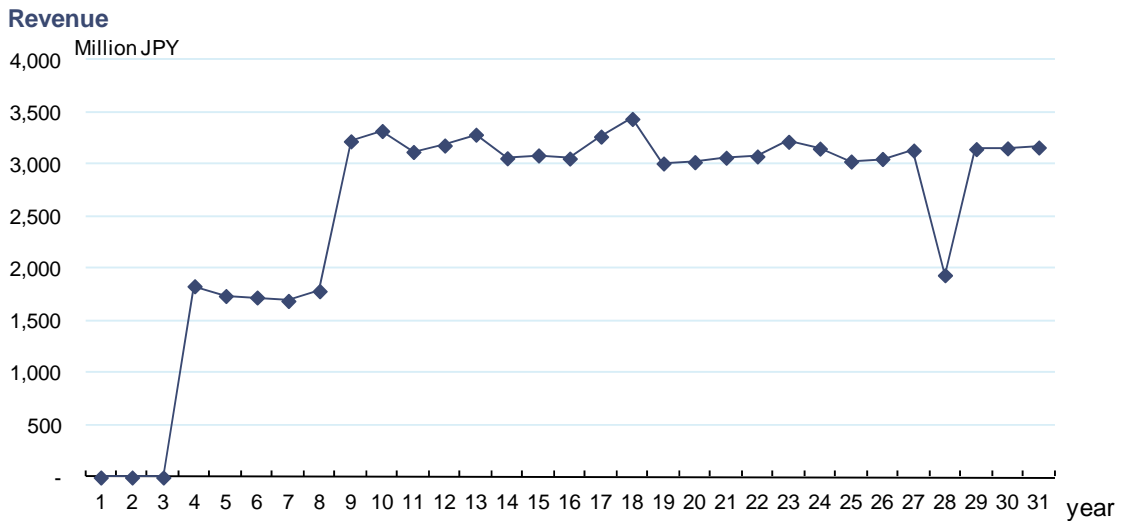


図-7.5.10 事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR10%)

表-7.5.12 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1&2×EIRR10%)

(単位：百万円)

事業期間計			
Cash out		Cash in	
Initial Cost	24,542	Revenue	80,016
Renovation Cost	2,078		
Operating Cost	20,970		

Tax	1,996		
Interest	7,558		
Dividends	22,874		
Total	80,016	Total	80,016

3) EIRR 15%の場合

表-7.5.13 平均売水単価(ケース 1×Phase1&2×EIRR15%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	2,630,190,000 m3	94,416,957,728 JPY	36 JPY	18,329 VND
Fixed(参考)		114,421,888,117 JPY	44 JPY	23,577 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (JPY)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

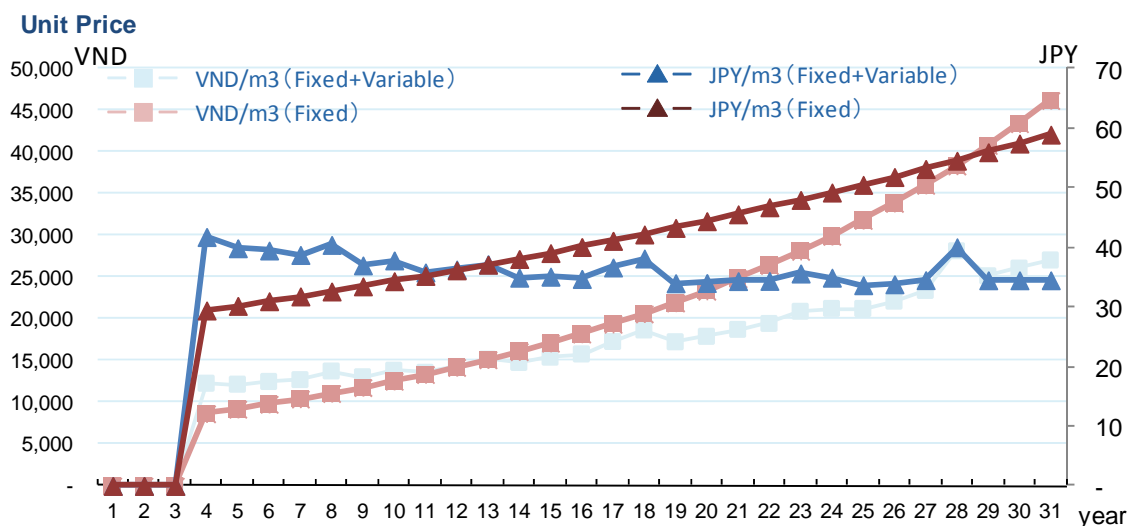


図-7.5.11 事業期間中の売水単価の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR15%)

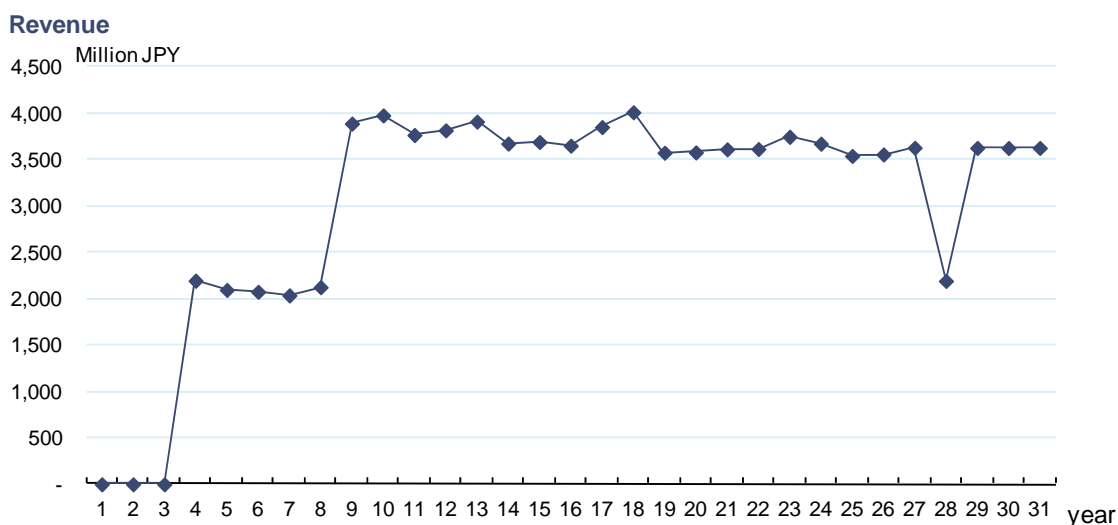


図-7.5.12 事業期間中の収入の推移(ケース 1×Phase1&2×EIRR15%)

表-7.5.14 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 1×Phase1&2×EIRR15%)

(単位：百万円)

事業期間計			
Cash out		Cash in	
Initial Cost	24,542	Revenue	94,417
Renovation Cost	2,078		
Operating Cost	20,970		
Tax	3,025		
Interest	7,558		
Dividends	36,245		
Total	94,417	Total	94,417

7.5.3 ケース 2 の場合の売水単価

(1) Phase 1 のみの場合

SPC が 22 年間（融資期間（25 年）－建設期間（3 年））の事業期間で「浄水場等施設」に関する施設整備及び保有を行い、「浄水場等施設」及び「送水管等施設」の維持管理・運営を行うケースについて分析を行う。なお、完工時の SPC のバランスシート構成は下表のとおりとなる。

表-7.5.15 完工時のバランスシート(ケース 2)

(単位：百万円)

完工時			
Investment		Funding	
Initial Investment	11,042	Senior Loan	8,914
<i>Intake/ Raw water transmission point</i>	1,989	Equity	2,229
<i>Water purification plant</i>	7,628	<i>Developer</i>	1,873
<i>Water conveyance system</i>	0	<i>JICA</i>	356
<i>Other</i>	1,426		
Cash at hand	100		
Total	11,142	Total	11,142

1) EIRR 5%の場合

表-7.5.16 平均売水単価(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR5%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	1,156,320,000 m3	29,136,846,878 JPY	25 JPY	11,144 VND
Fixed(参考)		30,081,561,722 JPY	26 JPY	11,921 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (JPY)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

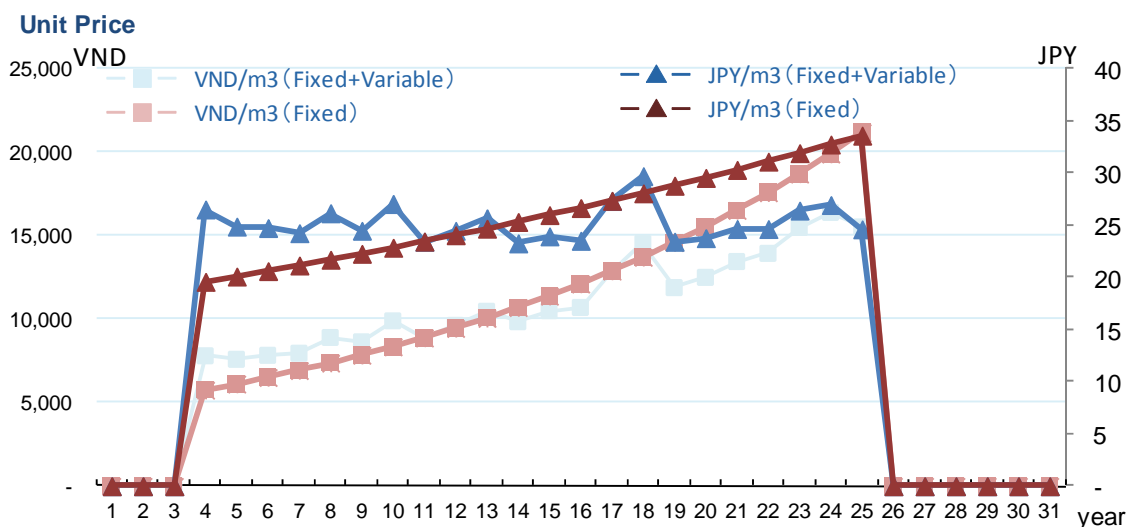


図-7.5.13 事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR5%)

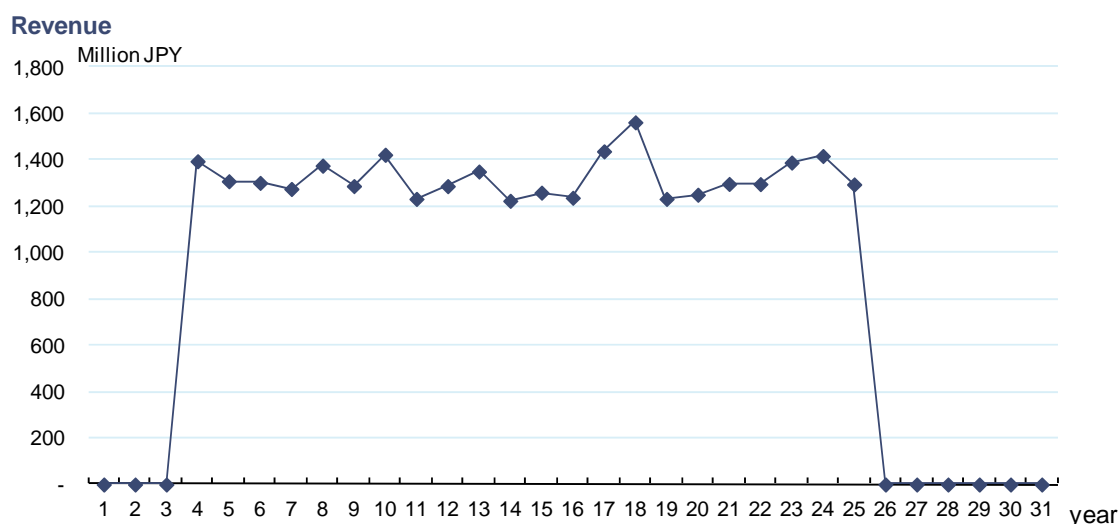


図-7.5.14 事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR5%)

表-7.5.17 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR5%)

(単位：百万円)

Cash out		Cash in	
Initial Cost	11,042	Revenue	29,137
Renovation Cost	0		
Operating Cost	11,131		
Tax	289		

Interest	3,343		
Dividends	3,333		
Total	29,137	Total	29,137

2) EIRR 10%の場合

表-7.5.18 平均売水単価(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR10%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	1,156,320,000 m3	33,225,999,070 JPY	29 JPY	12,669 VND
Fixed(参考)		35,948,504,632 JPY	31 JPY	14,246 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (円)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

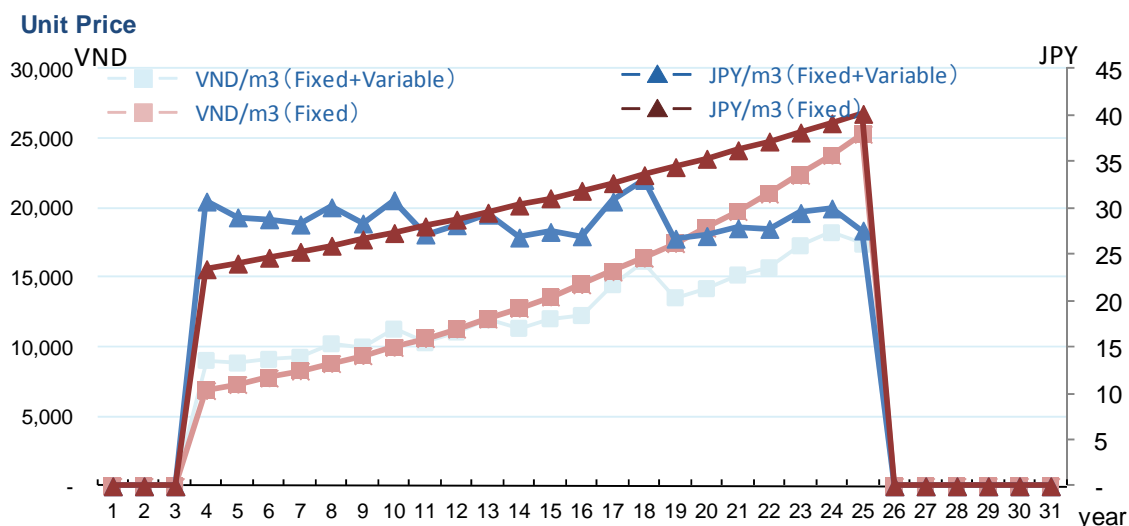


図-7.5.15 事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR10%)

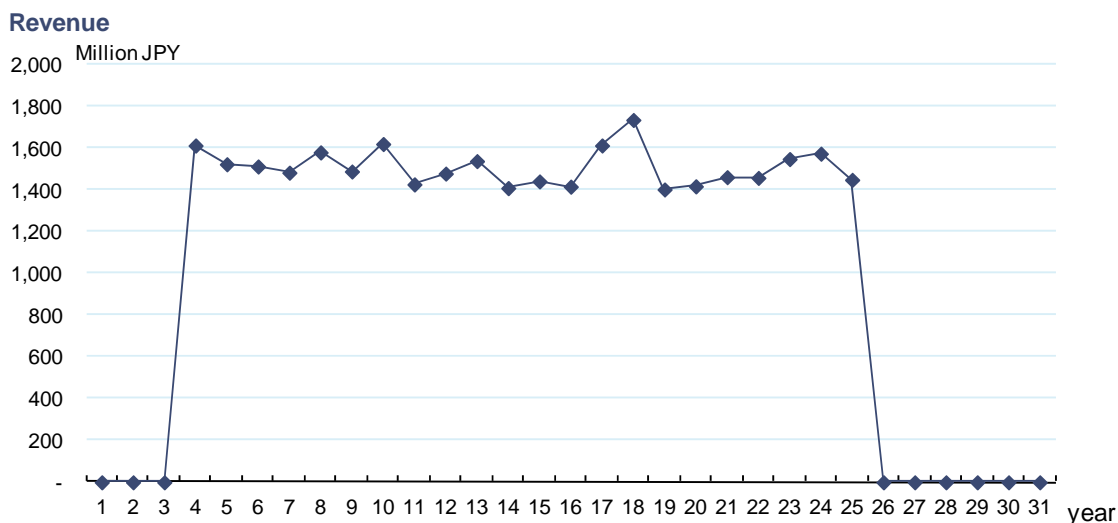


図-7.5.16 事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR10%)

表-7.5.19 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR10%)

(単位：百万円)

Cash out		Cash in	
Initial Cost	11,042	Revenue	33,226
Renovation Cost	0		
Operating Cost	11,131		
Tax	525		
Interest	3,343		
Dividends	7,185		
Total	33,226	Total	33,226

3) EIRR 15%の場合

表-7.5.20 平均売水単価(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR15%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	1,156,320,000 m3	37,857,352,587 JPY	33 JPY	14,397 VND
Fixed(参考)		42,193,941,501 JPY	36 JPY	16,722 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (円)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

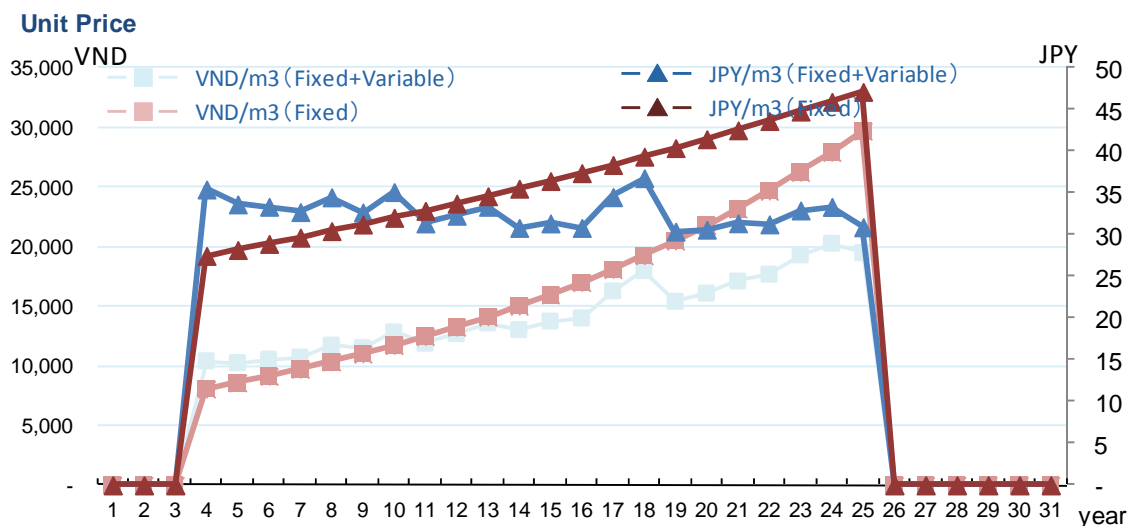


図-7.5.17 事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR15%)

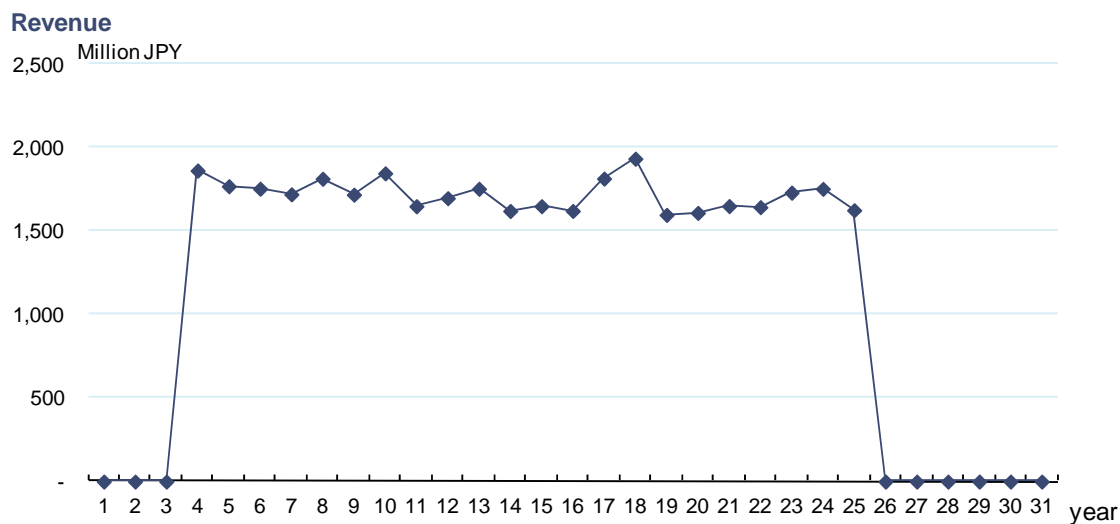


図-7.5.18 事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR15%)

表-7.5.21 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1 のみ×EIRR15%)

(単位：百万円)

Cash out		Cash in	
Initial Cost	11,042	Revenue	37,857
Renovation Cost	0		
Operating Cost	11,131		
Tax	793		
Interest	3,343		
Dividends	11,549		
Total	37,857	Total	37,857

(2) Phase 1&2 の場合

SPC が 31 年 (6 年(Phase2 建設開始までの年数)+JICA 融資期間 (25 年)) の事業期間で「浄水場等施設」に関する施設整備及び保有を行い、「浄水場等施設」及び「送水管等施設」の維持管理・運営を行うケースについて分析を行う。なお、完工時の SPC のバランスシート構成は下表のとおりとなる。

表-7.5.22 完工時のバランスシート(ケース 2×Phase1&2)

(単位：百万円)

完工時			
Investment		Funding	
Initial Investment	17,758	Senior Loan	14,286
<i>Intake/ Raw water transmission point</i>	2,657	Equity	3,572
<i>Water purification plant</i>	12,963	<i>Developer</i>	3,002
<i>Water conveyance system</i>	0	<i>JICA</i>	570
<i>Other</i>	2,138		
Cash at hand	100		
Total	17,858	Total	17,858

1) EIRR 5%の場合

表-7.5.23 平均売水単価(ケース 2×Phase1&2×EIRR5%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	2,630,190,000 m3	54,231,268,134 JPY	21 JPY	10,717 VND
Fixed(参考)		56,052,964,632 JPY	21 JPY	11,500 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (円)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

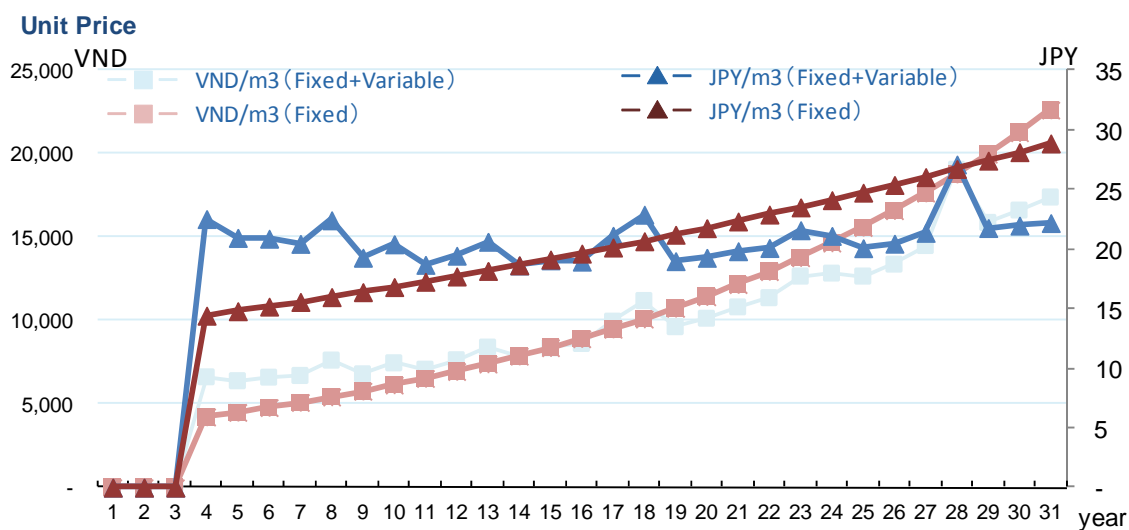


図-7.5.19 事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR5%)

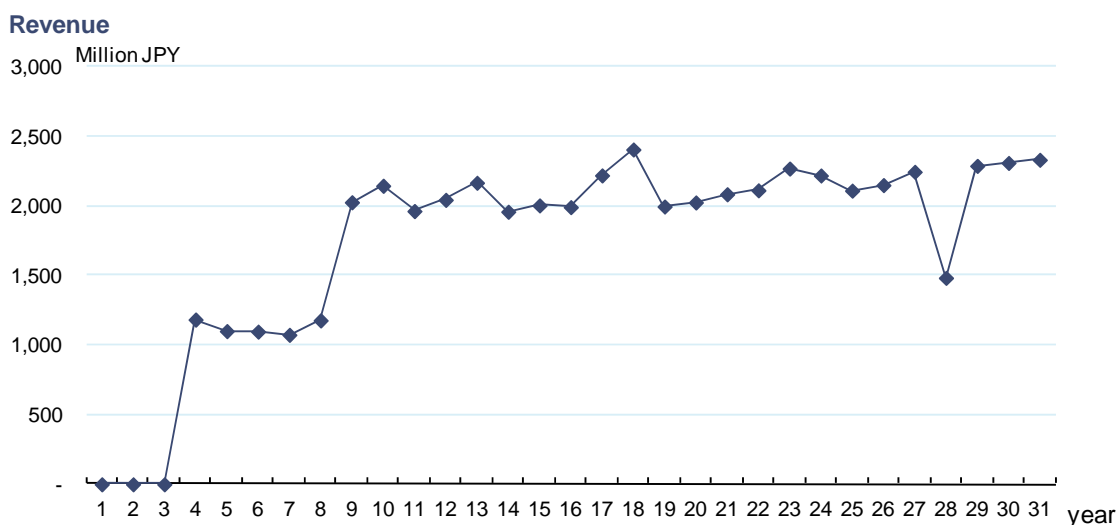


図-7.5.20 事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR5%)

表-7.5.24 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1&2×EIRR5%)

(単位：百万円)

Cash out		Cash in	
Initial Cost	17,758	Revenue	54,231
Renovation Cost	1,794		
Operating Cost	20,970		
Tax	730		
Interest	5,518		
Dividends	7,461		
Total	54,231	Total	54,231

2) EIRR 10%の場合

表-7.5.25 平均売水単価(ケース 2×Phase1&2×EIRR10%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	2,630,190,000 m3	63,311,599,515 JPY	24 JPY	12,437 VND
Fixed(参考)		70,301,028,842 JPY	27 JPY	14,486 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (円)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

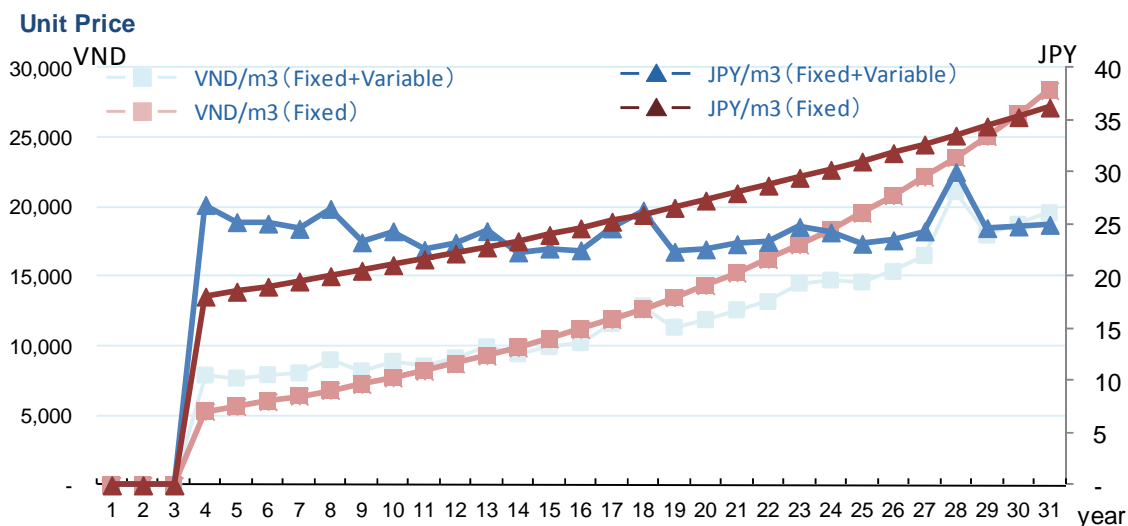


図-7.5.21 事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR10%)

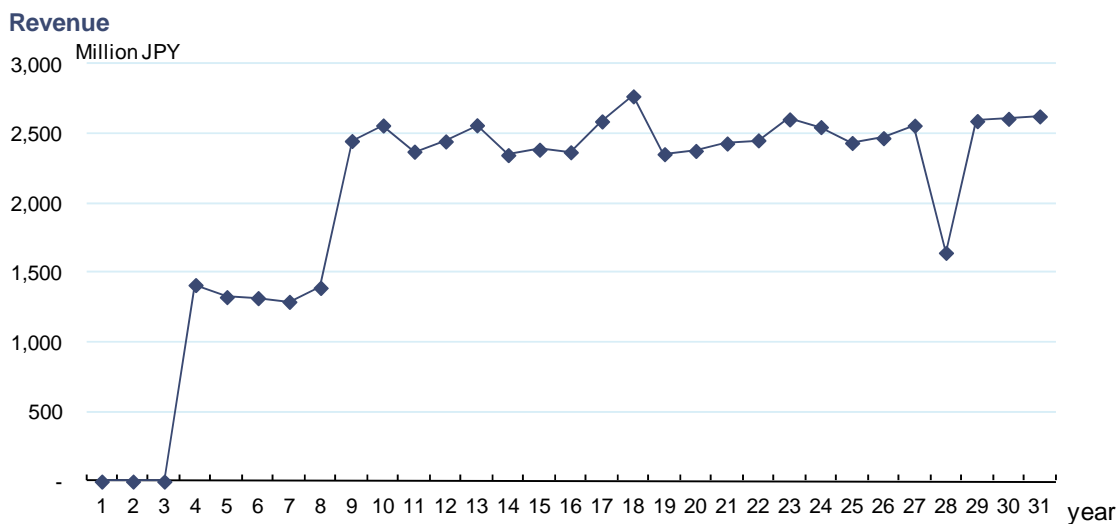


図-7.5.22 事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR10%)

表-7.5.26 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1&2×EIRR10%)

(単位：百万円)

Cash out		Cash in	
Initial Cost	17,758	Revenue	63,312
Renovation Cost	1,794		
Operating Cost	20,970		
Tax	1,390		
Interest	5,518		
Dividends	15,881		
Total	63,312	Total	63,312

3) EIRR 15%の場合

表-7.5.27 平均売水単価(ケース 2×Phase1&2×EIRR15%)

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	2,630,190,000 m3	72,684,983,133 JPY	28 JPY	14,213 VND
Fixed(参考)		72,684,983,132 JPY	33 JPY	17,842 VND

※ 平均売水単価＝事業期間売水収入 (円)÷事業期間給水量 (m3)

(参考) 本プロジェクトでは前述の Payment Formula による収入を前提とするが、参考情報として全ての単価にインフレ率を加味させる場合で同じ EIRR を達成する売水単価を併記している。

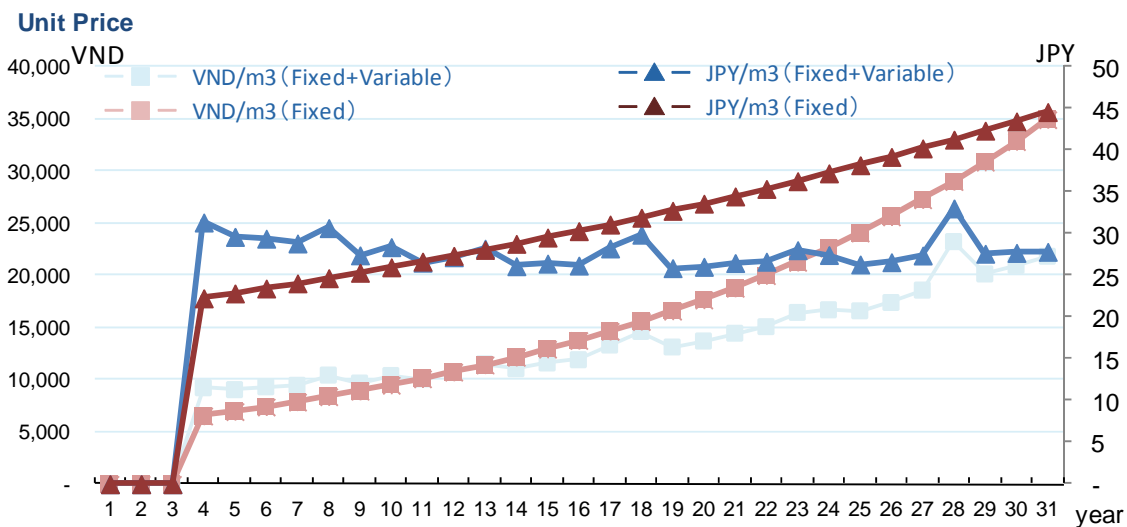


図-7.5.23 事業期間中の売水単価の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR15%)

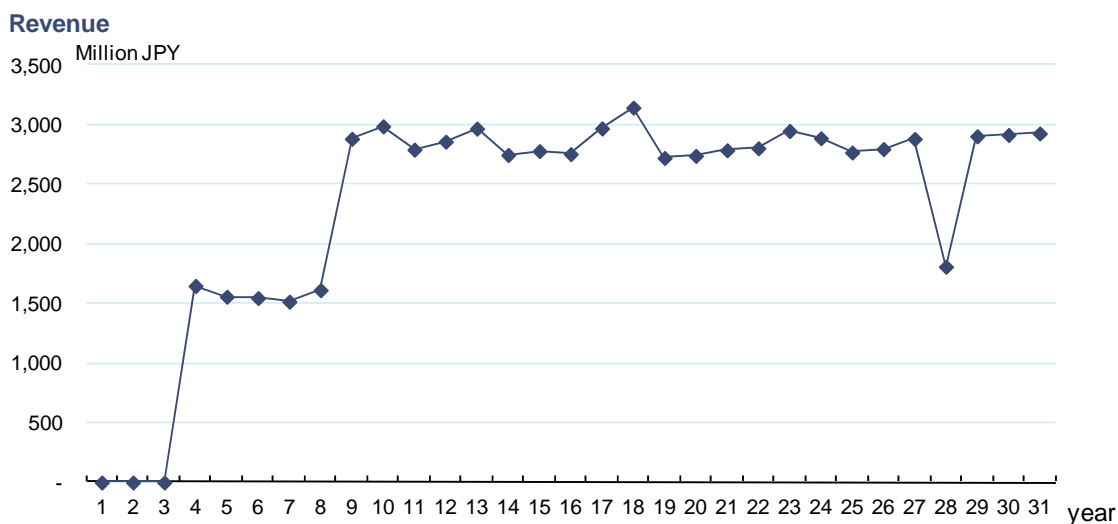


図-7.5.24 事業期間中の収入の推移(ケース 2×Phase1&2×EIRR15%)

表-7.5.28 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(ケース 2×Phase1&2×EIRR15%)

(単位：百万円)

Cash out		Cash in	
Initial Cost	17,758	Revenue	72,685
Renovation Cost	1,794		
Operating Cost	20,970		
Tax	2,060		

Interest	5,518		
Dividends	24,584		
Total	72,685	Total	72,685

7.5.4 事業のベースケースの選定

本プロジェクトの実施に向けて、これまでの検討結果を踏まえたステークホルダー間の調整・交渉のための基本となる事業ベースの選定を行う。

(1) 事業のベースケース候補

事業のベースケース選定にあたっては、事業としての Feasibility の確保の観点から、EIRR、最低現預金、最低 DSCR、平均売水単価を選定指標として、事業のベースケース候補をこれまでの検討から下表のように抽出した。

表-7.5.29 事業のベースケースの選定候補一覧(ケース 1)

Phase 1 のみ			
Target EIRR	5%	10%	15%
平均売水単価(VND/m3)	15,816VND	17,544 VND	20,310 VND
最低現預金	100 百万円	100 百万円	100 百万円
最低 DSCR	1.19	1.48	1.77
Phase1&2			
ベースケース			
Target EIRR	5%	10%	15%
平均売水単価(VND/m3)	13,067 VND	15,601 VND	18,329 VND
最低現預金	100 百万円	100 百万円	100 百万円
最低 DSCR	0.79	1.07	1.38

表-7.5.30 事業のベースケースの選定候補一覧(ケース 2)

Phase 1 のみ			
Target EIRR	5%	10%	15%
平均売水単価(VND/m3)	11,144 VND	12,669 VND	14,397 VND
最低現預金	100 百万円	100 百万円	100 百万円

最低 DSCR	1.13	1.43	1.77
Phase1&2			
Target EIRR	5%	10%	15%
平均売水単価(VND/m3)	10,717 VND	12,437VND	14,213 VND
最低現預金	100 百万円	100 百万円	100 百万円
最低 DSCR	0.84	1.15	1.48

ケース 2 については、前述のとおり事業の実現性の観点から不確実性が高いため参考情報との位置付けとして掲載させており、以下、ケース 1 について分析を行う。

売水単価については、「Fixed + Variable 方式」（いわゆるキャパシティペイメント）を採用した場合、「Variable 方式」のように特定の基準年度に割り戻した価格で表示することができないため、事業期間売水収入を事業期間給水量で除して算出しているが、7.5.1 での試算結果のとおり「Fixed + Variable 方式」と「Variable 方式」では「Variable 方式」の売水単価の方が割高であることが確認できた。

7.5.1 において添付した「Unit Price」のグラフから見てとれるように、いずれの試算結果においても供用開始直後では「Fixed + Variable 方式」の売水単価の方が「Variable 方式」の売水単価より割高であるが、「Fixed + Variable 方式」の売水単価が後年度に大きく上昇しないため、概ね事業開始から 10 年程度で「Fixed + Variable」方式の売水単価の関係が逆転することも確認できる。これは「Fixed + Variable 方式」では前述の Payment Formula を採用したことにより、料金収入のうち投下資本回収料金相当分（「元利金返済額 + 投資リターン + 法人税等」）についてはインフレを加味させないため、売水単価の上昇率が逡増に留まり、かつ JPY の対 USD 為替変動率が年率 -1.64% と円高になる傾向にあることが主因である。オフテイカーにとっては、料金収入の全てに物価上昇率を加味させる「Fixed 方式」と比較して「Fixed + Variable 方式」では後年度になるほど料金が割安となっていくことを表している。

オフテイカーにとっては供用開始直後の売水単価はいずれの試算結果も現状の売水単価水準からみると割高であるが、プロジェクトの安定性の観点からはベトナムのようなインフレ上昇の激しい国ではできるだけインフレリスクは回避することが望ましいため、今後、オフテイカーに対して後年度の料金水準が割安となることで得られるメリットを具体的に提示しながら「Fixed + Variable 方式」の Payment Formula での交渉を行うことが必要と考えられる。

最低現預金については、本試算においては運営期間開始時の手元現預金が 100 百万円となるよう資金調達を行う設定としているため、上表において最低現預金が 100 百万円と表示されているということは、運営期間開始後は手元現預金が当初水準よりも増加推移していることを表しており、いずれのケースも手元現預金については問題な

く推移している。

最低 DSCR については、一般に 1.2~1.5 程度を最低値とするプロジェクトキャッシュフローが検討されるべきとされている（JICA 研究所（2005）、『PPP(Public-Private Partnership)』）が、本シミュレーションでは、これを達成するためには EIRR10%以上の水準となる売水単価設定を行う必要があることが確認できた。しかしながら、本件は水という非常に公共性の高い事業であることから一般的事例を参考として一概に毎年の DSCR が 1.2~1.5 以上であるべきとも言い難く、事業期間平均値を重視することも一つの方法である。

EIRR については色々な考え方があり、一つには、投資資金調達コスト+内外金利差で投資リターンを測る考え方である。前者に加重平均資本コスト (WACC)、後者に JPY と VND の過去 5 年間の平均金利を用いて計算した金利差をベンチマークとして検討材料とすると結果は下記のとおりとなる。

9.2%(東証上場企業平均 WACC) + (8.9% (VND 過去 5 年平均)-0.6%(JPY 過去 5 年平均))=17.5%

表-7.5.31 JPY、VND 金利推移

(JPY : TIBOR 3month, VND : 中央銀行政策金利 : 単位 : %)

	2007	2008	2009	2010	2011	5年間平均
JPY	0.71	0.82	0.60	0.38	0.34	0.6
VND	8.3	12.0	7.0	8.0	9.0	8.9

別の考え方として、出資企業の Return of Investment (ROE) 相当を最低値とし、プロジェクトリスク、カントリーリスク等を考慮し想定される融資条件としての DSCR が満たされる水準にて検討するという考え方もある。なお、ROE については過去 3 年間の国内上場企業平均値が 11%であり（ただし、ROE のマイナス企業は除外）、これにプロジェクトリスク及びカントリーリスクに見合ったプレミアムが上乘せされることから、11%以上と類推される。

一方で、国内 PFI 事業のようにリスクの低い事業では低い EIRR で構わないという考え方もあり、何%以上の EIRR が必須であるかはプロジェクトのスキーム次第である。よって現時点ではスキーム未確定の中、ベースケースを選定するという状況から暫定的に 15%をターゲット値として設定する。

表-7.5.32 国内上場企業 ROE

	2008年	2009年	2010年	平均
ROE	11%	12%	10%	11%

上記を考慮すると、最低 DSCR が 1.3 を超えるケースは「Phase 1 のみ EIRR 10%」、「Phase 1 のみ EIRR 15%」、「Phase 1&2 EIRR 15%」の 3 つのケースであり、このうち EIRR 15% を確保している「Phase 1 のみ EIRR 15%」又は「Phase 1&2 EIRR 15%」が現実的な選択肢と考えられる。さらにオフテイカーにとっては割安な売水単価が望ましいことから、これらのケースのうち、より低廉な売水単価である「Phase 1&2 EIRR 15%」のケースをベースケースとすべきことが妥当であるものと考えられる。

(2) 事業のベースケースの基本要件

以下、財務分析においてベースケースとすることとした EIRR15% の前提条件について再掲する。

1) 事業スキーム(下図参照)

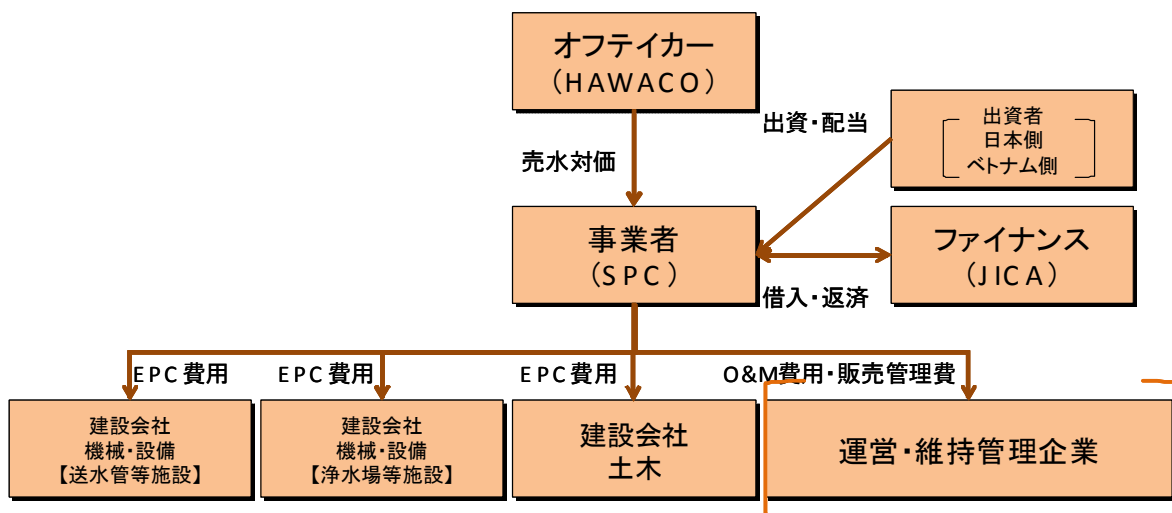


図-7.5.25 ベースケースの事業スキーム

2) 事業スケジュール(下表に整理)

表-7.5.33 事業スケジュール

項目	前提
事業開始年	2012年(12月1日と設定)。
SPC 設立日	融資契約締結の6ヵ月前。
融資契約調印日	建設開始日の6ヵ月前。

項目	前提
建設期間	Phase 1 2012～2014 年（3 年間） Phase 2 2018～2019 年（2 年間）
維持管理運営開始日 (施設の供用開始日)	初めて施設の供用を開始し、収入が発生する日。 Phase1 2015 年 1 月 1 日 Phase2 2020 年 1 月 1 日
維持管理運営期間	<u>Phase1 & 2</u> 28 年 (3 年(Phase1 建設完了から Phase2 維持管理運営開始 までの年数)+JICA 融資期間 (25 年))
事業終了日	<u>Phase1 & 2</u> 2042 年末日 (2012 年 + {6 年(Phase2 建設開始までの年数)+JICA 融資期間 (25 年)} - 1)
SPC の清算日	維持管理運営期間終了の 1 年後 <u>Phase1 & 2</u> 2043 年末日

(3) 初期投資額(下表参照)

表-7.5.34 ベースケース初期投資額

項目	Phase1	Phase2	計
取水・導水施設	19.0 億円	6.3 億円	25.3 億円
浄水施設	80.1 億円	46.4 億円	126.6 億円
送水施設	61.5 億円	-	61.6 億円
開業費用等	4.5 億円	4.0 億円	8.5 億円
計	165.3 億円	56.7 億円	222.0 億円

(2011 年の為替レートにて換算、一部数値を合計値が合致するよう端数調整)

(4) 事業期間中の Cash-in/Cash-out 計(下表参照)

表-7.5.35 ベースケースの事業期間中の Cash-in/Cash-out 計

(単位：百万円)

事業期間計			
Cash out		Cash in	
Initial Cost	24,542	Revenue	94,417
Renovation Cost	2,078		
Operating Cost	20,970		
Tax	3,025		
Interest	7,558		
Dividends	36,245		
Total	94,417	Total	94,417

(5) 平均売水単価(下表参照)

表-7.5.36 ベースケースの平均売水単価

	事業期間 給水量 (m3)	事業期間 売水収入 (JPY)	平均売水単価 (JPY/m3)	平均売水単価 (VND/m3)
Fixed + Variable	2,630,190,000 m3	94,416,957,728 JPY	36 JPY	18,329 VND

(6) 目標 EIRR(配当ベース)/最低現預金/最低 DSCR

- 1) 目標 EIRR : 14.97%
- 2) 最低現預金 : 100 万円
- 3) 最低 DSCR : 1.38

(7) 資金調達条件

- 1) 出資金
 - 総資金調達額の 20%と想定。
 - 出資は資金需要に応じて逐次実行。スポンサーによる出資金全額充当後、JICA による海外投融資出資金が実行される想定。
- 2) 借入金
 - 総資金調達額の 80%と想定。
 - 全額海外投融資制度に基づく JPY 建て借入れ、USD 建にスワップ予定。
 - 金利 : 2%

- スワップコスト：1%
- 借入期間：25 年
- 据置期間：Phase1、Phase2 ともにそれぞれ 5 年間
- その他費用：アップフロント：1.5%、コミットメントフィー：1%、レンダー側
弁護士費用・エージェンツフィー等計上
- Debt Service Reserve Account を設定（トランシェ毎に 1 年間分の元利返済金額を
充当）

7.6 感度分析

事業のベースケースを対象に第 5 章において抽出したリスクの中で、感度分析を通じて定量化可能なリスクについて検討結果を整理した。なお、本節における検討結果は、第 8 章の「経営・制度に関する課題と提案」において詳述する。

7.6.1 リスクの定量化

(1) 定量化対象項目

第 5 章のリスク分析を踏まえ、リスクの定量化を行う。リスクマトリックスにおいてスコアが「3」とされた主要リスクは 16 項目であるが、それぞれの定量化の可否とそのリスク要因について表-7.6.1 のとおりまとめた。

16 項目のリスクのうち、調査団が想定しているプロジェクトスキームの枠組みの中で整理されるリスクは定量化可能であるが、現時点で調査団が想定している **Payment Formula** と異なる **Payment Formula** による試算が必要な No.7,8 や、事業実施の前提条件である No.10,11 については想定しているプロジェクトスキームの枠組みを超えるものであり、リスクの定量化は行うことができない。言い換えるとこれらの条件が顕在化する場合には民間のコントロールできる範囲を超えるリスクが顕在化するということであり、事業推進判断を行うことはできないと整理される。

なお、No.16 については試算を行うまでもなく配当が 0 になった場合と等しい結果であるため試算は割愛している。

以上の整理により、リスクマトリックスにおいてスコアが「3」とされた主要リスクのうち、No.7,8,10,11,16 を除外した計 11 項目を定量化対象のリスクとして整理を行った。

表-7.6.1 主要リスクの定量化の可否と定量化の対象とするリスク項目

No.	事業段階	表 5.4.3 の No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスクの内容	定量化	定量化の対象とするリスク項目
1	共通	2	外部要因	制度	許認可	国・市が付与すべきもの	<ul style="list-style-type: none"> 国・市が付与すべき許認可（事業権・水利権・用水供給免許等）が付与されていない。 VIWASEEN が与えられている事業権が維持されない VIWASEEN の得ている事業権が SPC に譲渡されない。 	○	事業スケジュールの遅延（収入開始の遅延）
2	共通	11	財務	金利変動		金利変動リスク	<ul style="list-style-type: none"> 金利変動によるコスト増加リスク。 	○	金利の上昇
3	共通	12	財務	資金調達	ファイナンス	資金調達リスク—SPC	<ul style="list-style-type: none"> SPC が整備する施設に関する適切な期間・通貨・金利での資金調達が実施されないリスク。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 借入期間の短縮 VND での借入 金利の上昇
4	共通	15	商業	需要	需要予測	実際の需要が想定を下回る	<ul style="list-style-type: none"> 第一フェーズ、第二フェーズを各 15 万 m³/day 規模の施設整備を想定しているが、想定される需要が発生しない。 	○	買取水量の減少
5	共通	16	商業	収入	需要	適正規模の事業契約	<ul style="list-style-type: none"> 第一フェーズ、第二フェーズを各 15 万 m³/day 規模の施設整備を想定しているが、計画（投資計画含む）が長期にわたるため、事業当初の想定と途中段階の想定に差異が生じる可能性がある。 	○	買取水量の減少
6	共通	18	商業	需要	事業範囲	競合関係の排除	<ul style="list-style-type: none"> 本プロジェクトが他事業と、現在及び事業期間にわたって競合関係に陥らないようにすることを目的としテイクアウトアペイ契約を締結することを確認できているか。 	○	買取水量の減少

No.	事業段階	表 5.4.3 の No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスクの内容	定量化	定量化の対象とするリスク項目
7	共通	25	商業	収入	料金改定	支払い方法	・SPC へのサービス対価の支払いは適正な算式に基づいているか。	×	・全額 Fixed 方式の Payment Formula による試算が必要。本事業で想定している” Fixed + Variable” 方式と並列比較できないため定量化不可。
8	共通	26	財務	為替変動	支払い通貨	支払通貨	・サービス対価と支払い通貨の不一致。	×	・全額 Fixed 方式の Payment Formula による試算が必要。本事業で想定している” Fixed + Variable” 方式と並列比較できないため定量化不可。
9	共通	28	商業	収入	オフテイク リスク	サービス対価の不払い	・オフテイクの事由でサービス対価が支払われない。	○	・買取水量の減少
10	共通	31	費用	オフテイク (または事業 契約付与者)	財政支援	政府補助金/ 資本 供与	・事業に対して必要な政府補助金等支援もしくは資本注入がなされない。	×	・現時点のベースケースでは補助金は考慮させていないため。
11	共通	32	費用	現地インフラ	インター フェース	周辺インフラ ストラクチャー等 公共側業務遅延 による運営開始 遅延/費用増加	・土地収用、借地、周辺インフラ（電気、道路、通信等）の整備がされておらず、事業の設計変更・建設遅延が発生する。または、運営・維持管理が円滑に実施できない。	×	・事業実施の前提条件であり、周辺インフラ整備がなされない状態での事業性試算は不可能。
12	建設	47	商業	費用	インフ レ	インフレーション による費用の 増加	・インフレーションによる建設費用の増加。	○	・インフレ率の増加（収入のインフレ率は固定し、費用のインフレ率だけ増加）。
13	建設	48	財務	為替変動		為替変動	・為替変動によるコスト上昇への対応。	○	・EPC 費用の為替レート変動率を増加させる。
14	運営	55	商業	費用	インフ レ	物価上昇	・物価上昇に応じ、SPC の維持管理・運営コストが大幅に上昇する。	○	・インフレ率の増加（収入のインフレ率は固定し、費用のインフレ率だけ増加）。

No.	事業段階	表 5.4.3 の No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスクの内容	定量化	定量化の対象とするリスク項目
15	運営	56	財務	為替変動		為替変動	・オフテイク契約どおりに為替変動を織り込んだ対価改定が行われない。	○	・O&M 相当のうち円建支払いの VND/JPY 為替レート変動率を増加させる (O&M 費用は円建とドン建の支払いにより構成)。
16	運営	57	外部要因	カントリーリスク	為替管理	海外送金	・SPC が債務返済、出資配当のための海外送金ができない。 ・外貨準備高の減少により、決済機能がなくなる。	×	

(2) 定量化のためのリスク要因変化の試算ケース

リスクの定量化を行うために前段において抽出した 11 項目のリスク要因に加え、JICA から予定している借入条件の一つである出融資比率の変動に関して、下表において試算ケースの設定を行った。

表-7.6.2 試算ケースの設定

No.	表 7.6.1 の No.	定量化方法	試算ケース	備考
1	1	・ 事業スケジュールの遅延 (収入開始の遅延)	・ O&M 開始が 1 年遅れた場合 ・ O&M 開始が 2 年遅れた場合	
2	3	・ 借入期間の短縮	・ 借入期間が 25 年から 20 年	・ 借入期間の短縮に伴い事業期間も短縮される。
3	3	・ VND の借入	・ JPY 建借入と同条件で VND 借入を行った場合で、金利のみ 11% ・ JPY 建借入と同条件で VND 借入を行った場合で、金利は 12%	
4	2,3	・ 借入金利の上昇	・ 借入金利 (スワップコスト 1% 込) 3% から 4% への増加 ・ 借入金利 (スワップコスト 1% 込) 3% から 5% への増加	
5	4,5,6,9	・ 買取水量の減少	・ 買取水量が予定比 25% 減少 ・ 買取水量が予定比 50% 減少	・ 費用は全額発生させ、収入のみ減少となる。
6	12,14	・ インフレ率の大幅増加 (収入 (Fixed with inflation と Variable with inflation) のインフレ率は固定し、費用のインフレ率だけ増加)	・ 収入のインフレ率に対して費用の 1% のインフレ増加 ・ 収入のインフレ率に対して費用の 2% のインフレ増加	・ 収入インフレ率が費用の実変動に対応して改定されない状況。
7	13,15	・ EPC/O&M コストの為替レート変動率変化	・ 収入の為替変動率に対して費用の為替変動率の 1% の減少 ・ 収入の為替変動率に対して費用の為替変動率の 2% の減少	・ 為替変動率が費用の実変動に対応して改定されない状況。 ・ 費用の為替変動率のみ変動させ、収入の為替レートは据え置きとする。
8		・ 出融資比率の変動	・ D:E ratio = 75:25 ・ D:E ratio = 70:30	

(3) 試算結果

ベースケースに対して、上表の各リスク要因に関して具体的に例示した試算ケースの感度分析を行うことで各リスク要因の変化に対する EIRR の変化（EIRR に対する各種リスク要因の弾性値）を算定し、各主要リスクの定量化を行った。その結果を下表のように整理した。

表-7.6.3 試算結果

					EIRR (配当ベース)	最低 現預金	最低 DSCR	EIRR 弾性値
ベースケース					14.97%	100 百万円	1.38	
No.	表 7.6.2 の No.	ベースケース	ストレスケース					
1	1	2015 年 O&M 開始、2042 年末日に業務提供終了	許認可取得の遅れによる事業スケジュールの遅延（収入開始の遅延）	2016 年 O&M 開始、2042 年末日に業務提供終了	13.26%	-330 百万円	0 (*1)	-3.21
2	1			2017 年供用開始、2042 年末日に業務提供終了	12.26%	-761 百万円	0 (*1)	-2.54
3	2	借入期間 25 年 (2042 年末日に業務提供終了)	借入期間 20 年 (2037 年末日業務提供終了)		13.79%	100 百万円	1.14	-0.40
4	3	JPY 建借入 (借入期間 25 年、据置期間 5 年、金利 3%(1%スワップ込)、D:E ratio=80:20)	VND 建での借入	JPY 建借入と同条件で VND 借入を行った場合で、金利のみ 11%	9.81%	-617 百万円 (-2,098 億 VND (*2))	0.75 (*3)	並列で比較可能ではないため N/A
5	3			JPY 建借入と同条件で VND 借入を行った場合で、金利のみ 12%	9.14%	-1,114 百万円 (-3,786 億 VND (*2))	0.71 (*3)	並列で比較可能ではないため N/A
6	4	借入金利 3%	借入金利の上昇	4% (+1%)	13.39%	100 百万円	1.21	-0.32

				EIRR (配当ベース)	最低 現預金	最低 DSCR	EIRR 弾性値		
7	4			5% (+2%)	11.80%	100 百万円	1.07	-0.32	
8	5	買取水量 54,750,000 m3/year	買取水量の減少	買取水量が予定比 25%減 (41,063,000 m3/year)	14.07%	100 百万円	1.31	-0.24 (*3)	
9	5			買取水量が予定比 50%減 (27,375,000 m3/year)	13.15%	100 百万円	1.25	-0.24 (*3)	
10	6	収入 (Fixed with inflation と Variable with inflation) のイ ンフレ率 JPY0%、VND 6.4%、USD3.5% 費用のインフレ率 JPY0%、VND 6.4%、USD3.5%	インフレ率の大幅増加 (収入 (Fixed with inflation と Variable with inflation) のインフレ率は 固定し、費用のインフレ 率だけ増加)	費用のインフレ率増加 (+1%) JPY1%、VND 7.4%、 USD4.5%	13.95%	100 百万円	1.35	N/A (JPY 見合)	
11	6							-0.44 (VND 見合)	
12	6							-0.24 (USD 見合)	
13	6				費用のインフレ率増加 (+2%) JPY2%、VND 8.4%、 USD5.5%	12.82%	100 百万円	1.30	N/A (JPY 見合)
14	6				-0.46 (VND 見合)				
15	6				-0.25 (USD 見合)				

					EIRR (配当ベース)	最低 現預金	最低 DSCR	EIRR 弾性値
16	7	EPC/O&M 費用の 為替レート変動 率を減少	VND/JPY 3.70% VND/USD 2.00% JPY/USD -1.64%	為替変動率の低下 (-1%) VND/JPY 2.70% VND/USD 2.00% JPY/USD -1.64%	13.62%	100 百万円	1.34	-0.33
17	7			為替変動率の低下(-2%) VND/JPY 1.70% VND/USD 2.00% JPY/USD -1.64%	11.55%	100 百万円	1.29	-0.42
18	8	D:E ratio = 80:20	出融資比率の変動	D:E ratio = 75:25(*4)	13.16%	100 百万円	1.48(*5)	-0.48
19	8			D:E ratio = 70:30(*4)	11.80%	100 百万円	1.59(*5)	-0.42

*1 : 据置期間を最長期間である 5 年としても O&M 開始初年度が元利金返済初年度となるため、O&M 開始年度がずれると元利金返済のみが先行発生することになる。

*2 : 当該年の為替により換算

*3 : 1m³ 当りに換算すると弾性値が小さすぎるため 1,000 m³ 当たり換算。

*4 : 借入金額の再計算が必要となるため、本来であれば借入金の元利返済額の回収を含む **Fixed without Inflation** の売水単価が再計算されるところ、ベースケースとの EIRR の比較ができなくなるため、売水単価は同一のまま据え置きで比較した。

*5 : 借入金が減少するため DSCR に余力が生じており上昇 (EIRR は減少)。

7.6.2 試算結果に関する分析

(1) EIRR 弾性値

各パラメーターの変化が EIRR に与える影響は、EIRR 弾性値の値をみると、表-7.6.3 の No.1 及び No.2 の「事業スケジュールの遅延（収入開始の遅延）」が最も高い影響を及ぼしており、事業スケジュールの遅延は本プロジェクトでは大きなリスク要素であることが確認できる。その他のパラメーターは概ね-0.5 以下の影響であるが、大きな差異は見られない。

(2) EIRR

EIRR の値に着目すると、その他のパラメーター変動と比較し、表-7.6.3 の No.4 及び No.5 の「VND での借入」では 9% 台までその値が低下しており、事業性に大きな影響を与えていることが確認できる。VND での借入の場合は、前述のとおり管理フロート制が採用されてあるべき水準の為替レートで為替相場が推移していないため、金利裁定の力が完全に働かず、結果として円建借入よりも VND 借入の場合の金利負担が重くなるという現象が発生している。

その他は、表-7.6.3 の No.17 の「EPC/O&M 相当のうち円建支払い相当の収入の VND/JPY 為替レート変動率のみを低下 (-2%)」、表-7.6.3 の No.7 の「借入金利の上昇 (+2%)」、表-7.6.3 の No.19 の「出融資比率の変動 (D:E ratio = 70:30)」が最も高くなっている。

表-7.6.3 の No.17 の「EPC/O&M 相当のうち円建支払い相当の収入の VND/JPY 為替レート変動率のみを低下 (-2%)」については、表-7.6.3 では全事業期間を通じリスクが顕在化した場合の影響を試算して表示させているが、実際これは単年度単位で発生するリスクであり必ずしも全事業期間を通じ発生するリスクではないため、概ね 15% 程度の EIRR を見込んでおくことで対応可能と考えられる。

「出融資比率の変動」については、EIRR の値は下がるものの事業そのものの成立には大きな影響を及ぼさないため、15% 程度の EIRR を見込んでおくことで事業の継続性はある程度確保されるものと考えられる。

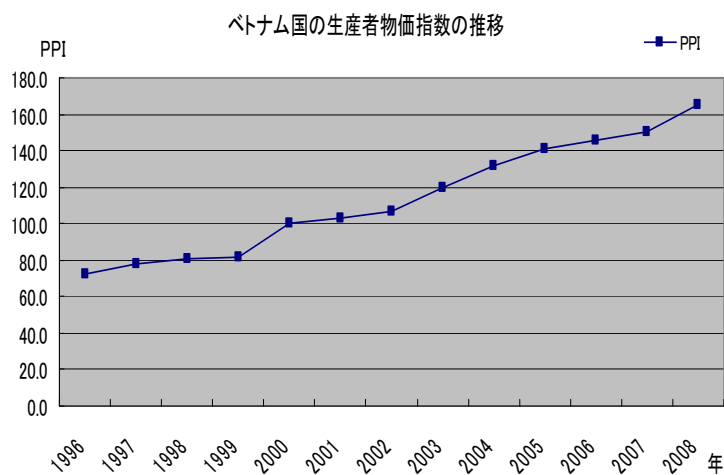
(3) 全体

リスクの観点からすると、「事業スケジュールの遅延（収入開始の遅延）」、「VND での借入」、「EPC/O&M 相当のうち円建支払い相当の収入の VND/JPY 為替レート変動率のみを低下」、「借入金利の上昇」、「出融資比率の変動」が EIRR 弾性値や EIRR の水準に大きな影響を及ぼすことが理解され、安定的な事業収支確保のためには、これらの項目に対して特に十分なリスク回避策の検討が必要と考えられる。

【資料 1】 生産者物価指数 (PPI)

資料 1-1 ベトナム国生産者物価指数 (PPI)

年	PPI
1996	72.524651
1997	77.498817
1998	80.998557
1999	81.211777
2000	100
2001	102.61872
2002	106.93823
2003	119.32365
2004	131.37022
2005	140.72252
2006	145.67195
2007	150.67457
2008	165.15771

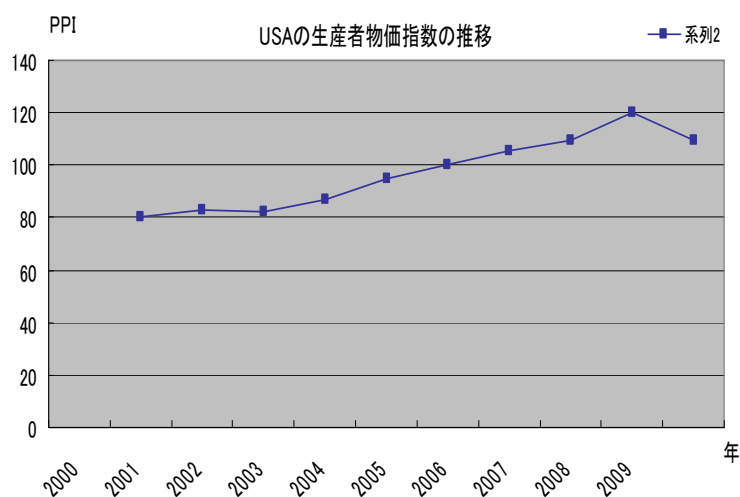


2000 年基準 1.064725

出典：「ベトナム一般統計」

資料 1-2 アメリカ合衆国生産者物価指数 (PPI)

年	PPI
2000	80.00
2001	82.81
2002	82.40
2003	87.20
2004	95.20
2005	100.00
2006	105.40
2007	109.40
2008	120.00
2009	109.20



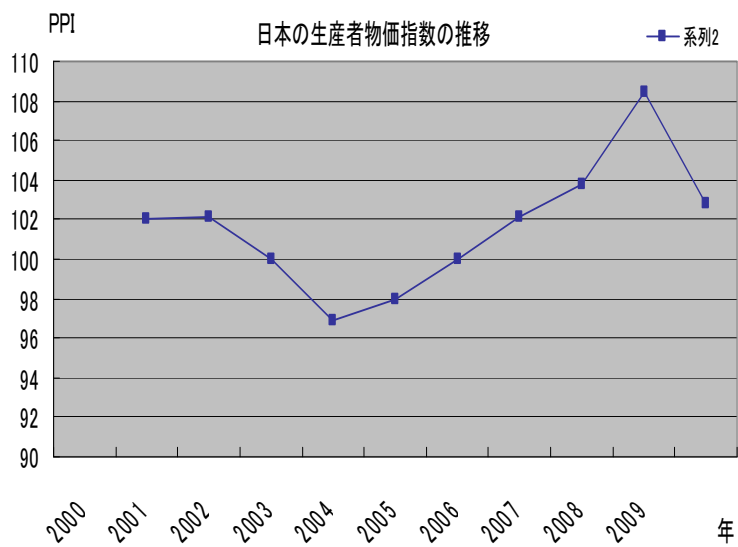
2000 年基準 1.035177

出典：「世界の統計」

資料 1-3 日本生産者物価指数 (PPI)

年	PPI
2000	102.04
2001	102.12
2002	100.00
2003	96.94
2004	97.96
2005	100.00
2006	102.10
2007	103.80
2008	108.40
2009	102.80

2000 年基準 1.000824



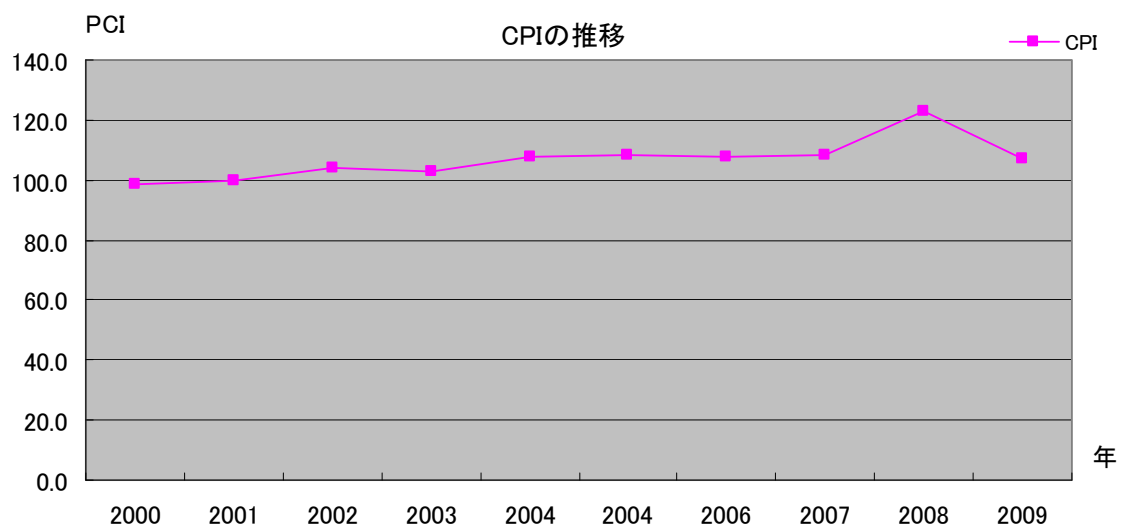
【資料 2】 消費者物価数

資料 2-1 ベトナム国消費者物価数

年	2000	2001	2002	2003	2004	2004	2006	2007	2008	2009
CPI	98.4	99.8	103.9	103.1	107.8	108.3	107.5	108.3	123.0	106.9

出典：「ベトナム一般統計」

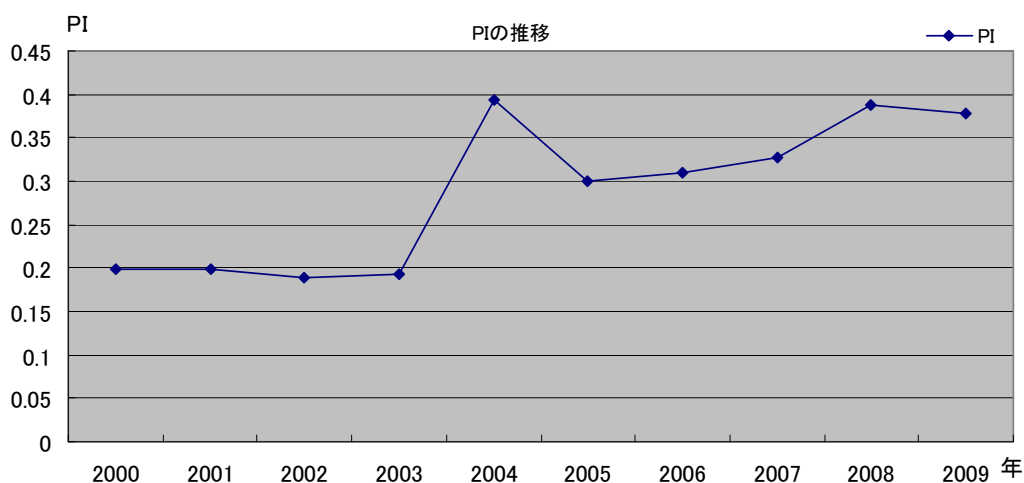
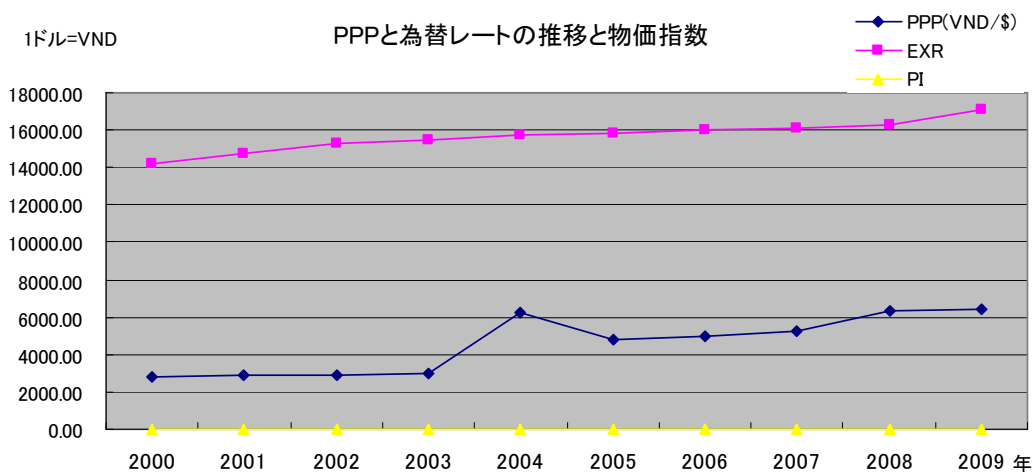
2000 年基準：1.07517



【資料 3】 為替相場と PPP

資料 3-1 VND/USD (根拠データ：ベトナム一般統計および IMF データ)

PPP(VND/USD)	EXR	PI	年
2811.51	14168	0.1984406	2000
2913.65	14725	0.1978713	2001
2879.36	15280	0.1884396	2002
3004.42	15510	0.1937087	2003
6200.11	15746	0.393758	2004
4751.78	15859	0.2996264	2005
4956.05	15994	0.3098696	2006
5271.26	16105	0.3273056	2007
6314.74	16302	0.38736	2008
6455.40	17065	0.3782829	2009



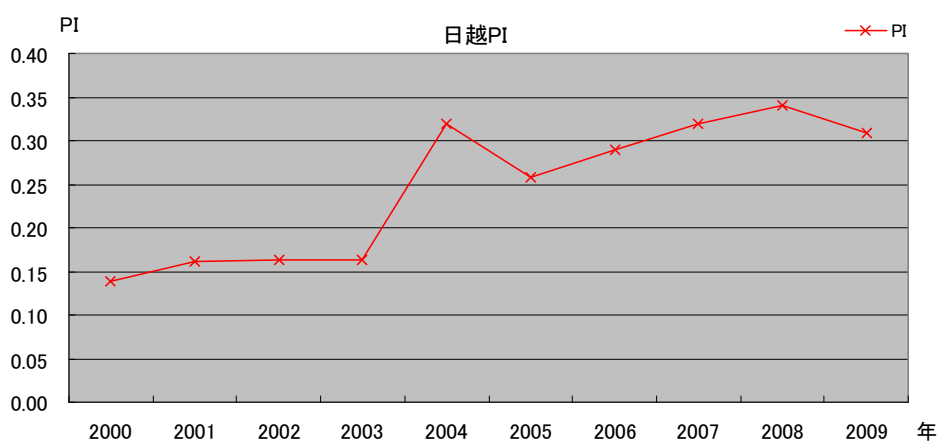
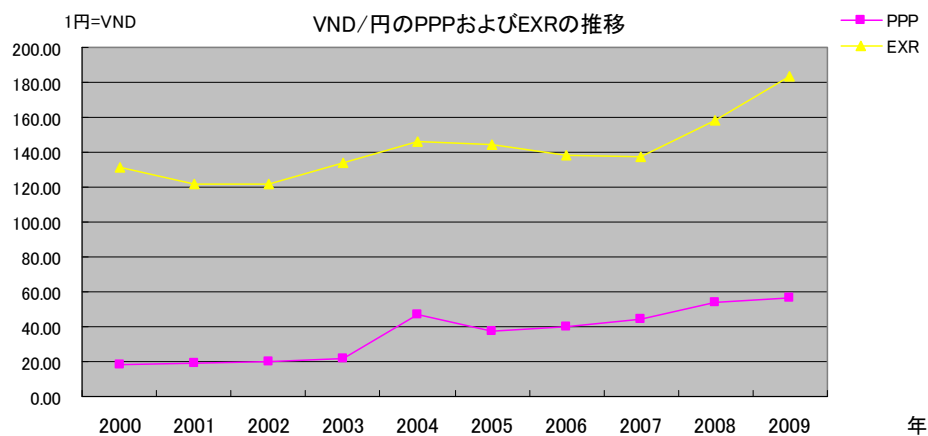
PI=内外価格差

・ 2000 年～2009 年の平均変動率：1.0208867

資料 3-2 VND/円

年	PPP	EXR	PI
2000	18.14	131.63	0.14
2001	19.55	121.56	0.16
2002	20.00	122.03	0.16
2003	21.77	133.75	0.16
2004	46.62	145.80	0.32
2005	37.12	144.17	0.26
2006	39.97	137.88	0.29
2007	43.93	137.65	0.32
2008	53.97	158.27	0.34
2009	56.63	183.49	0.31

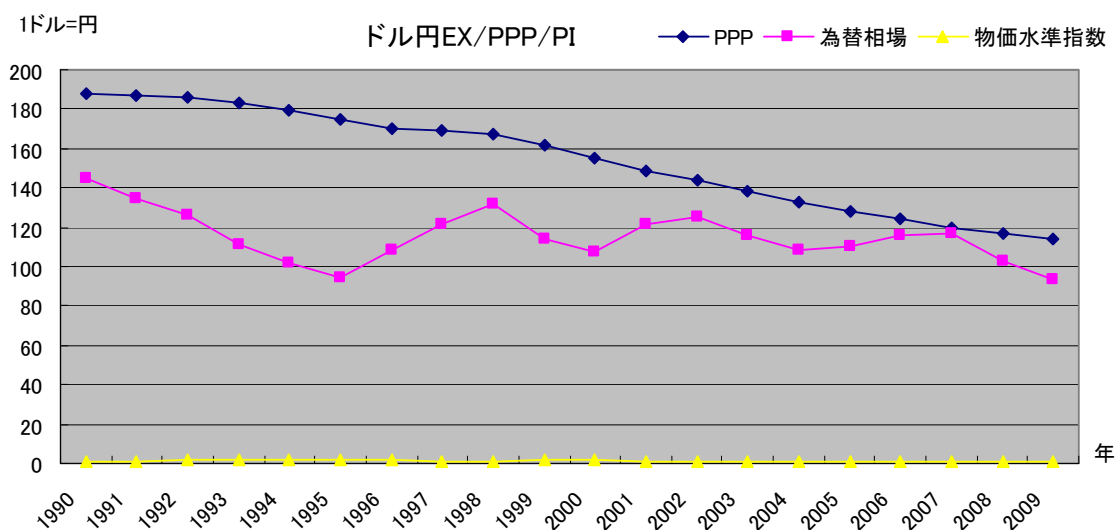
出典：「世界の統計」



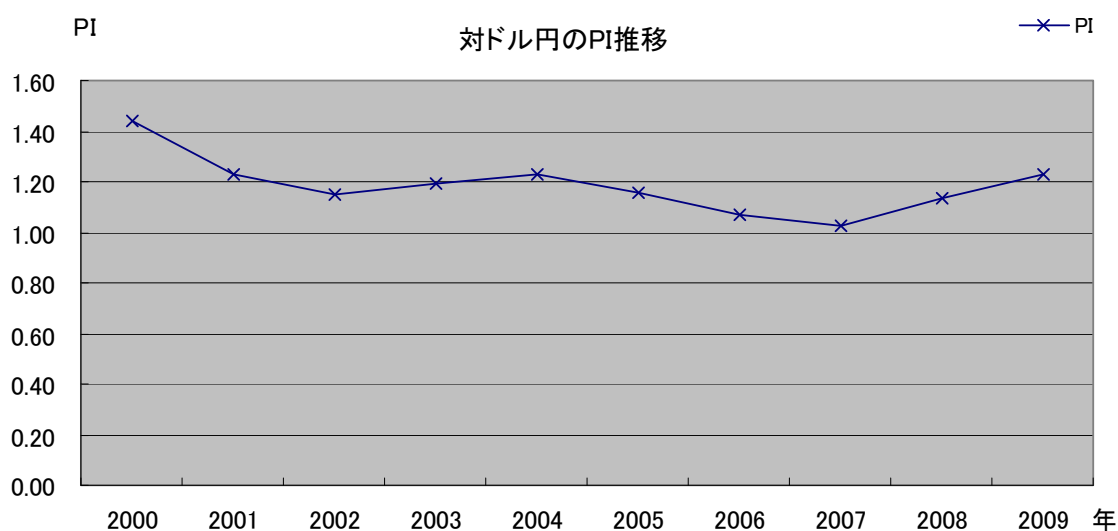
・ 2000年～2009年の平均変動率：1.0376038

資料 3-3 円/USD

年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
PPP	155	149	144	138	133	128	124	120	117	114
EXR	108	121	125	116	108	110	116	117	103	93
PI	1.44	1.23	1.15	1.19	1.23	1.16	1.07	1.03	1.14	1.23



PI=内外価格差



・ 2000年～2009年の平均変動率：0.9838887

8. 経営・制度に関する課題

本章では、第5章にて提言したリスク分析に基づき、リスク軽減策・対応策を実施した場合でも投資家が本プロジェクトで負担せざるを得ないリスクとその負担方法について提案を行うとともに、第5章にて提言したリスク分担を実現し、Feasibleな事業のストラクチャリングのために日越両政府に求めたい協力を提案する。

8.1 経営

本プロジェクトの実現に当たっては、本提案事業が官民連携スキームを想定していることから、長期継続的に事業が安定的に運営されるため、投資家が当然に求める水準の事業性が確保されることが前提となる。こういった観点から、本節では、本提案事業の実現に向けての投資家行動（インベスター・アクション）にしたがって、事業経営上において現在課題と認識される部分を整理するとともに、投資家としての視点から、官民連携の考えをベースに提案事項を整理する。

8.1.1 投資家としてのリスクの二重管理方策

第5章での記載のとおり、各リスクの顕在化はそれぞれのリスク管理者により軽減策・対応策が履行される限りにおいて抑制される。しかしながら、投資家の視点としては、事業の継続性確保のため、何らかの理由により軽減策・対応策が履行されない場合にも備え、財務的影響に耐えうる事業性を確保しておく必要がある。

こういった観点から投資家としては表-5.4.4のうち、事業への影響度が大きく、発生可能性も高いことが想定されるスコア「3」のリスクについては、ある程度定量的影響を見込んだ上で事業の収益性を設定することとなるが、一方で、オフテイカーの観点からは本プロジェクトの収益性が高くなるほど売水単価が上昇することとなるため、受け入れが困難となる。本調査団としては第7章での財務分析においてこのようなバランスを検討し、EIRR15%のケースをベースケースとし、スコア「3」と分類されたリスクへの対応策を整理した。

表-8.1.1はスコア「3」と分類されたリスクへの対応策について整理したものであるが、「収益性の余裕度の対応」において「○」が付されたリスクについては現在本調査団が想定する事業収益性の範囲で概ね対応は可能なものであり、「△」が付されたリスクについては一定範囲までは対応が可能と考えられ、「×」が付されたリスクについては民間で許容できる水準を超えたものであるため、これらリスクの軽減策・対応策が履行の履行について政府による強いコミットメントがなければ本提案事業は実施しないという判断によって、投資家としての利益を保護することが望ましいものと考えられる。

表-8.1.1 投資家サイドのリスク対応策

No.	事業段階	表 5.4.3 の No.	大項目	中項目	小項目	リスク	リスクの内容	収益性の余裕度での対応	
1	共通	2	外部要因	制度	許認可	国・市が付与すべきもの	国・市が付与すべき許認可（事業権・水利権・用水供給免許等）が付与されていない。 VIWASEEN が与えられている事業権が維持されない。 VIWASEEN の得ている事業権が SPC に譲渡されない。	×（民間として対応できないリスク要素であり、ベトナム政府による保証など、政府によるコミットメントを取得することが必須）	
2	共通	11	財務	金利変動		金利変動リスク	金利変動によるコスト増加リスク	△（1%の金利上昇でも投資家としての事業採択判断の時点で事業の実施は難しいという判断を行わざるを得ないため、本プロジェクトでの融資機関として想定している JICA と十分な調整を行う必要がある）	
3	共通	12	財務	資金調達	ファイナンス	資金調達リスク－SPC	SPC が整備する施設に関する適切な期間・通貨・金利での資金調達が実施されないリスク	借入期間	△（借入期間 20 年までの短縮であれば EIRR 上余裕があるが、DSCR についてはタイトとなる）
								通貨	×（事業が成立しない水準の事業性になってしまうため、投資家としての事業採択判断の時点で「VND での借入」の場合には事業の実施は難しいという判断を行わざるを得ない）
								金利	△（1%の金利上昇でも投資家としての事業採択判断の時点で事業の実施は難しいという判断を行わざるを得ないため、本プロジェクトでの融資機関として想定している JICA と十分な調整を行う必要がある）

表-8.1.1 投資家サイドのリスク対応策

No.	事業 段階	表 5.4.3 の No.	大 項目	中 項目	小 項目	リスク	リスクの内容	収益性の余裕度での対応
4	共通	15	商業	需要	需要予測	実際の需要が想定を下回る	第一フェーズ、第二フェーズを各 15 万 m ³ /day 規模の施設整備を想定しているが、想定される需要が発生しない。	△（買取水量に影響されず初期投資相当分が回収可能な Payment Formula としているため、買取水量の減少による影響は限定的であり、25%減少まで対応可能）
5	共通	16	商業	収入	需要	適正規模の事業契約	第一フェーズ、第二フェーズを各 15 万 m ³ /day 規模の施設整備を想定しているが、計画（投資計画含む）が長期にわたるため、事業当初の想定と途中段階の想定に差異が生じる可能性がある。	△（買取水量に影響されず初期投資相当分が回収可能な Payment Formula としているため、買取水量の減少による影響は限定的であり、25%減少まで対応可能）
6	共通	18	商業	需要	事業範囲	競合関係の排除	本プロジェクトが他事業と、現在及び事業期間に亘って競合関係に陥らないようにすることを目的としテイクオアペイ契約を締結することを確認できているか。	△（買取水量に影響されず初期投資相当分が回収可能な Payment Formula としているため、買取水量の減少による影響は限定的であり、25%減少まで対応可能）
7	共通	25	商業	収入	料金改定	支払い方法	SPC へのサービス対価の支払いは適正な算式に基づいているか。	×（Fixed 方式を採用した場合を試算することになるが、Fixed 方式を採用すると表 5.4.3 の No.15、16、18、28 のリスクが回避できなくなるため、これらリスクが回避できなくなるため受け入れ不可となる）
8	共通	26	財務	為替変動	支払い通貨	支払通貨	サービス対価と支払い通貨の不一致。	×（Fixed 方式を採用した場合を試算することになるが、Fixed 方式を採用すると表 5.4.3 の No.15、16、18、28 のリスクが回避できなくなるため、これらリスクが回避できなくなるため受け入れ不可となる）

表-8.1.1 投資家サイドのリスク対応策

No.	事業 段階	表 5.4.3 の No.	大 項目	中 項目	小 項目	リスク	リスクの内容	収益性の余裕度での対応
9	共通	28	商業	収入	オフ テイ カー リスク	サービス対価の不払い	オフテイカーの事由でサービ ス対価が支払われない。	△（買取水量に影響されず初期投資相当分 が回収可能な Payment Formula としている ため、買取水量の減少による影響は限定的 であり、25%減少まで対応可能）
10	共通	31	費用	オフ テイ カー （ま たは 事業 契約 付与 者）	財政支 援	政府補助金/ 資本供与	事業に対して必要な政府補助 金等支援もしくは資本注入が なされない。	×（本プロジェクトのベースケースとなる 「平均消費価格」は 18,329VND/m ³ であり、 この価格では、2009 年に財務省が定めた Ha Noi 市が相当する「特別都市地域」の浄水の 平均消費価格帯（最小 3,000VND/m ³ ：最大 12,000VND/m ³ ）には入らないため、政府補 助がなければオフテイカーとの契約締結は 困難。）
11	共通	32	費用	現地 イン フラ	インタ ーフェ ース	周辺インフラストラクチュ ャー等公共側業務遅延に よる運営開始遅延/費用増 加	土地収用、借地、周辺インフラ （電気、道路、通信等）の整備 がされておらず、事業の設計変 更・建設遅延が発生する。また は、運営・維持管理が円滑に実 施できない。	×（事業実施の前提条件であり、周辺イン フラ整備がなされない状態での事業性試算 は不可能。）
12	建設	47	商業	費用	インフ レ	インフレーションによる 費用の増加	インフレーションによる建設 費用の増加	△（概ね物価上昇 2%までは、EIRR、DSCR ともに概ね対応可能であるが、それ以上の 耐性はない。）
13	建設	48	財務	為替 変動		為替変動	為替変動によるコスト上昇へ の対応	△（概ね為替レート変動率 2%の低下まで は、EIRR、DSCR ともに概ね対応可能であ るが、それ以上の耐性はない。）
14	運営	55	商業	費用	インフ レ	物価上昇	物価上昇に応じ、SPC の維持管 理・運営コストが大幅に上昇す る。	△（概ね物価上昇 2%までは、EIRR、DSCR ともに概ね対応可能であるが、それ以上の 耐性はない。）
15	運営	55	財務	為替 変動		為替変動	オフテイク契約どおりに為替 変動を織り込んだ対価改定が	△（概ね為替レート変動率 2%の低下まで は、EIRR、DSCR ともに概ね対応可能であ

表-8.1.1 投資家サイドのリスク対応策

No.	事業 段階	表 5.4.3 の No.	大 項目	中 項目	小 項目	リスク	リスクの内容	収益性の余裕度での対応
							行われない。	るが、それ以上の耐性はない。)
16	運営	56	外部 要因	カン トリ ーリ スク	為替管 理	海外送金	SPC が債務返済、出資配当のため の海外送金ができない。 外貨準備高の減少により、決済 機能がなくなる。	× (試算を行うまでもなく、配当が 0 とな った場合、EIRR は 0%)
N/A	共通	N/A	財務	資金 調達	ファイ ナンス	出融資比率の変動	融資による資金調達比率が低 下する。	△ (概ね D:E ratio = 75:25 までは、EIRR、 DSCR ともに概ね対応可能であるが、それ 以上の Equity 比率増加の場合 EIRR の低下 が大きく事業継続性に疑問あり。)

8.1.2 投資家による財務的余裕度確保の妥当性について

前述のとおり、投資家は仮にリスクが顕在化した場合にもプロジェクトの継続に支障のないようにはリスクの発生可能性、損失の規模を考慮した上で投資判断上のリターン水準を見積もるが、このような考えは民間資金を活用する官民連携型プロジェクトでは基本的なものであり、格付機関の格付ポリシーにおいても返済の余裕度（DSCR）という項目として組み込まれている。

この DSCR はリスクの発生可能性、損失の規模を考慮した上で金融機関が設定するものであるが、本調査では第 7 章での記載のとおり一般論として DSCR はリスク要素を加味した上で、1.3 程度と想定し、今後の議論によっては水という非常に公共性の高い事業であることから事業期間平均値を重視する可能性がある。外部からの資金調達を行う場合には、投資家への配当に優先して外部資金の返済が行われるため、DSCR の水準が決定されるとおのずと EIRR の水準の下限値も決定されるが、本調査においては、まずは一般論としての DSCR を想定し、投資家の視点として、リスクの顕在化第 7 章の分析において試算された EIRR15%の水準が確保されることを想定し、これを実現させるスキームを検討する。なお、本調査団としては、今後必要な検討事項として、以下の項目を想定している。

- HAWACO とのオフテイク契約において、EIRR15%確保のためのオフテイク価格(売水単価)の提案と合意
- レンダー等に対する EIRR15%確保のための融資条件の提案と合意

8.2 政府支援制度

本章では、本事業を官民連携スキームで実現するための前提条件、つまり第 5 章にて整理したリスク軽減案・対応策を担保するための必要施策として、両国政府に以下の提案を行いたい。

8.2.1 両国政府に求める支援策

本プロジェクトに対する本邦企業の投資行動における課題としては、以下の項目が挙げられる。

(1) VIWASEEN の BOO 事業権の VIWASEEN 社関与の SPC の BOT 事業権への移行と継続性の保証

本プロジェクトは、国有企業 (SOE) である VIWASEEN 社に BOO 事業としての事業権が首相府から与えられた事業であり、現在、Pre-FS のレベルにある事業となっている。この事業に本邦企業が参加するにあたり、投資法(Law No.59/2005/QH11)にしたがって、BOO 事業ではなく、BOT 事業とならざるを得ない状況となるが、BOT 事業となると、Decree No.108/2009/ND-CP に準拠することになる。この点に関し、本調査団はわが国投資家が参加することにより BOT 事業への転換について VIWASEEN 社と合意を得ているが、VIWASEEN 社の与えられた BOO 事業権が、VIWASEEN 社を中心として BOT 事業として行われようとしている本プロジェクト、つまり VIWASEEN 社関与の SPC に適用されることが可能となるような政府決定の措置を提案する。

(2) 30 万 m³/day での買取水量の保証

本プロジェクトの SPC は、採算性を確保するために、HAWACO とのオフテイク契約において、2015 年から 15 万 m³/day および 2020 年から 30 万 m³/day のテイク・オフ・ペイ契約を締結することが必要であり、建設省 (もしくは Ha Noi 市) からの提供水量の支払保証を提案する。

(3) 本プロジェクトと PPP 法下でのパイロット・プロジェクトとの調整

最近、MPI を中心として行われようとしている PPP 法(Decision No.71/2010/QD-TTg) 下のパイロット事業に関するショート・リストに Ha Noi 首都圏北部フォン河水道事業が掲載されているといわれている。その他に、現在、Ha Noi 首都圏南部に給水されるダー河 BOO 水道事業の余剰分を、北部にもまわすということも言われている。

その場合、本プロジェクトとの競合関係にあるプロジェクトの成行きによって本事業の実施可能性が阻害される。したがって、本プロジェクトが優先的に確実に実行されることの保証措置を提案する。

(4) 支払システムへの「キャパシティ支払」と「バリエブル支払」の複合方式の採用

オフテイク価格の支払システムについては、わが国の本プロジェクトへの投資家としては、現行、ベトナム国で展開されている本プロジェクトと同様のユーティリティの一種である発電 IPP 事業において実際に採用されている「キャパシティ支払」と「バリエブル支払」の複合方式を想定する。

この方式の採用は、海外投資家としてのわが国企業が晒される「インフレリスク」と「為替リスク」の管理の考え方に根拠を置く。

本プロジェクトにおいてわが国資金が投融資という形で投資される資金(融資約 197 億円 (総事業費に占める割合 80%)、出資については本邦投資家間での調整に依る)、主として本プロジェクトの資産形成となる部分については、わが国側がインフレリスクを保有することを前提に、レンダーによる融資の償還金を確保するために、インフレを考慮しない固定費支払＝「キャパシティ支払」とし、本プロジェクトの運営管理段階におけるベトナム国のインフレをオフテイク側が保有することを前提とした変動支払＝「バリエブル支払」とする。

次に、「為替リスク」については、ベトナム国の貿易収支の赤字、外貨準備高の減少、輸入品価格の上昇に起因する高インフレ傾向にあるベトナム国のマクロ経済状況から予想されるわが国投資家の晒される「為替リスク」を回避するために、わが国投資家側は、オフテイク支払を、「USD 建て VND 払い」を提案する。

なお、バンクローンの場合には 7.4 で検討したとおり毎年定率での上昇率を契約で定める方式が事業実現性の観点からは望ましい。また、バンクローンの場合には為替リスクは VDB が負うため VDB はこの為替リスク見合いの金利を要求することが想定される。このため料金にこの為替リスク見合いのコストが転嫁されるだけの上昇率が確保される必要がある。

(5) オフテイク価格の支払支援 (アウトプットベースの VGF 制度制定)

ベトナム国では、水道事業者は、水道料金について、卸売りにしろ、小売にしろ、2009 年の財務省の Inter-Circular No.95/2009/TTLT-BTC-BXD-BNN (Inter Circular No.95) に基づいて、利潤(出資の 3%)を含めた平均造水原価により規定された「平均消費価格 (Average Consumption Price)」を提案することが可能となっている。本プロジェクトにおいても、現行の水道料金レベルに準じると、採算性の確保は、困難であるため(財務分析の結果を参照)、本プロジェクトにおいても、水道料金に相当するオフテイク価格の設定について、この「平均消費価格」に準拠する。

本プロジェクトのベースケースとなる「平均消費価格」は 18,329VND/m³ となる。この価格は、2009 年に財務省が Decision No.100/2009/TT-BTC に定めた、Ha Noi 市が相当する「特別都市地域」の浄水の平均消費価格帯 (最小 3,000VND/m³ : 最大 12,000VND/m³) には入らないため、この差額分については、ベトナム政府の買取支

援策の適用を提案する。

- (6) 首都圏開発計画等の各種開発計画での本事業位置づけの明確化及び重要度の確認
周辺インフラストラクチャー等公共側業務実施は事業実施の前提条件であり、民間として対応できないリスク要素である。このため本プロジェクトに関連する周辺インフラが確実にスケジュール通り整備されるよう、本プロジェクトの重要性及び各種開発計画の中で想定するスケジュールを明確にしておく必要があり、かつ本プロジェクトをスケジュールどおり進めることについて政府からの保証措置を提案する。
- (7) ベトナム国スポンサーへの合意形成協力要請
本プロジェクトは、首相府より BOO 事業権を与えられた SOE である VIWASEEN 社と、オフテイカーの一員である Ha Noi 水道公社(HAWACO)とわが国民間事業者としてのメタウォーター社および JICA の出資によって設立される SPC によって整備・運営される。そのために、各出資者が、事業内容、出資構成、資金調達条件、利益配分、リスク分担等の事業スキームについて共通の財務分析による結果を通して合意を得ることが必要であり、中央政府機関より、BOO 事業権を与えられた SOE である VIWASEEN 社及びオフテイカーの一員である Ha Noi 水道公社(HAWACO)に本プロジェクト実現への協力要請を行うことを提案する。
- (8) 本プロジェクトの日越両政府によるモニタリング機関の創設と履行
本プロジェクトにおいて SPC が JICA から直接の借入を行う場合、JICA は融資契約上の権利として建設期間中は融資引き出しの都度、その他に月次、年次等定期的に各種情報を SPC から徴収することが可能である。例えばこのような情報徴収によりサービス対価がオフテイク契約の規定どおり改定されていない場合や海外送金に規制がかかっている場合などが判明した場合、日越両政府が協議の場を持ち解決に当たる場を持つことができる。
日越両政府により建設期間中は融資の引き出しの都度（少なくとも四半期に一度）、完工後は半期に一度の定期的な会合の開催を行い、問題の早期発見及び是正に向けたプロアクティブの活動を行うモニタリング機関の創設をベトナム国政府に対して提案することを提案する。

8.2.2 日本国政府に求める支援策

わが国に対しては、以下の項目について提案する。

- (1) アウトプットベースの VGF 支援
ベトナム政府が、前述のようにアウトプットベースでの VGF を適用する場合、わ

が国が財政的支援を行えるようなファンドの設置が必要となる。

(2) 本プロジェクトの日越両政府によるモニタリング機関の創設と履行

本調査団としては、本プロジェクトの成否は、日越官民連携の役割分担が各々で締結される諸契約(合意書等も含む)(本調査で提案した事業スキーム)通りに履行されることに依るものと認識している。そのために、本プロジェクトの実施期間中、その事業スキーム通りに継続していくことを確実に保証することを目的とした当該機関の設置を提案する。具体的には、日越間政府政策対話における PSIF 案件制度の共有化、課題の解決等である。