

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
要約版

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）

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。

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を設定すべく、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に、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ための分析前提条件を整理し、あるべきベースケース選定の考え方の整理を行った。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

本提案事業への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

要約版

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	S-1
1.1 当該国の社会経済状況	S-1
2. 水質調査	S-3
2.1 調査目的	S-3
2.2 調査内容	S-3
2.3 調査日程	S-4
2.4 調査結果	S-4
3. 当該 PPP インフラ事業に関わる技術的規模の検討	S-7
3.1 事業目的	S-7
3.2 事業の需要予測	S-7
3.2.1 調査開始時の本提案事業を取巻く状況	S-7
3.2.2 調査対象地域	S-8
3.2.3 調査対象地域における水道事業の概況	S-9
3.2.4 需要予測と基本フレーム設定の流れ	S-13
3.2.5 基本条件の確認	S-15
3.2.6 事業の需要予測と基本フレームの提案	S-17
3.2.7 本提案事業の基本フレーム	S-29
3.3 適切な事業スコープの提案	S-33
3.3.1 プロジェクトの概要	S-33
3.3.2 事業範囲の提案	S-33
3.3.3 浄水場建設予定地の選定	S-34
3.3.4 送水管路線の選定及び受水点の設定	S-34
3.3.5 事業実施期間の提案	S-36
3.4 設計条件の設定	S-37
3.4.1 水質基準	S-37
3.4.2 ドン河取水水位	S-38
3.4.3 受水点における受水方式	S-38
3.4.4 用水供給水圧の設定	S-39
3.4.5 関連法規及びプロジェクト実施に必要な許認可	S-40
3.5 概略設計	S-41

3.5.1	設計概要.....	S-41
3.5.2	設計方針.....	S-41
3.5.3	取水場・浄水場施設計画.....	S-42
3.5.4	送水管計画.....	S-59
3.5.5	配水管整備計画（事業範囲外）.....	S-63
3.6	施工計画の策定.....	S-66
3.6.1	現地における自然条件.....	S-66
3.6.2	材料及び施工機械の調達.....	S-67
3.6.3	施工体制計画.....	S-69
3.6.4	施工に際して準備すべき事項.....	S-69
3.6.5	全体工程計画.....	S-70
3.7	概算事業費の算出.....	S-72
3.7.1	概算事業費.....	S-72
3.7.2	運転・維持管理費用.....	S-72
3.8	事業実施スケジュール策定.....	S-74
3.9	事業実施体制の提案.....	S-76
3.10	運営・維持管理体制の検討.....	S-77
3.10.1	維持管理体制の基本方針.....	S-77
3.10.2	現地維持管理体制.....	S-77
3.10.3	人材育成計画.....	S-77
3.10.4	ユーティリティ調達計画.....	S-78
3.10.5	浄水発生土の処分に関する検討.....	S-79
3.10.6	大規模浄水場の安定稼動を技術支援する体制.....	S-79
4.	環境社会配慮の確認及び必要な対策案の検討.....	S-81
4.1	序論.....	S-81
4.2	法制度及び行政の枠組み.....	S-82
4.3	事業の概要.....	S-88
4.4	環境ベースラインデータ.....	S-91
4.5	影響識別と軽減対策.....	S-101
4.6	環境マネジメント計画.....	S-107
4.7	結論.....	S-111
5.	投資環境（リスク分析）.....	S-117
5.1	契約管理すべき当該プロジェクトリスク.....	S-117
5.2	当該プロジェクトに関する契約体系の整理と各契約書.....	S-124
6.	経済分析.....	S-136
7.	財務分析.....	S-139
7.1	ケース設定と資金フロー.....	S-139

7.1.1	ケースの説明	S-139
7.1.2	資金フロー	S-140
7.2	財務分析前提条件	S-141
7.2.1	前提条件	S-141
7.2.2	収入	S-147
7.3	キャッシュウオーターフォール	S-150
7.4	バンクローンの検討	S-151
7.4.1	バンクローンにおける財務分析前提条件	S-151
7.4.2	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	S-152
7.5	直接投資の検討	S-154
7.5.1	検討ケース	S-154
7.6	感度分析	S-159
7.6.1	リスクの定量化	S-159
7.6.2	試算結果に関する分析	S-167
8.	経営・制度に関する課題	S-168
(1)	両国政府に求める支援策	S-168
(2)	日本国政府に求める支援策	S-168

【図表リスト】

図- S.1	調査対象地域.....	S-8
図- S.2	Ha Noi 市の水道管理区域.....	S-10
図- S.3	Bac Ninh 省内の既設及び計画浄水場.....	S-11
図- S.4	Hung Yen 省内の既設及び計画浄水場.....	S-12
図- S.5	需要予測と基本フレーム設定の流れ.....	S-14
図- S.6	本調査開始時の計画概要（Pre-FS 調査結果）.....	S-16
図- S.7	ドン河浄水場及び Ha Noi 北部の水運用方針.....	S-18
図- S.8	本提案事業における Bac Ninh 省の水運用方針.....	S-19
図- S.9	ドン河浄水場及び Hung Yen 省の水運用方針.....	S-21
図- S.10	VIWASEEN 社 FS 結果と本調査により見直した送水ルート.....	S-28
図- S.11	本提案事業における給水範囲（見直し）.....	S-30
図- S.12	送水ルート及び各受水点の受水量.....	S-32
図- S.13	本提案事業の概念図.....	S-33
図- S.14	Pre-FS における浄水場候補地.....	S-34
図- S.15	本提案事業の送水管路線.....	S-35
図- S.16	受水点における本提案事業の責任境界.....	S-38
図- S.17	事業の最終承認までに必要な許認可プロセス.....	S-40
図- S.18	敷地形状と周辺道路の状況.....	S-47
図- S.19	施設配置図.....	S-49
図- S.20	水位高低図（第 1 期：150,000m ³ /day）.....	S-50
図- S.21	送水管路線概要.....	S-59
図- S.22	送水管布設ルート及び延長.....	S-60
図- S.23	管網整備図（第 1 期）.....	S-64
図- S.24	管網整備図（第 2 期）.....	S-65
図- S.25	月別降水量.....	S-66
図- S.26	工事中進入路.....	S-69
図- S.27	仮設ヤード（現場事務所、資材置場等）位置図.....	S-70
図- S.28	実施スケジュール.....	S-75
図- S.29	事業実施体制（案）.....	S-76
図- S.30	ベトナム人運用体制と日本人支援体制.....	S-77
図- S.31	遠隔監視システムによる支援体制のイメージ.....	S-80
図- S.32	法に基づく EIA 評価・承認手続き.....	S-87
図- S.33	本提案事業の主要施設の予定地.....	S-90
図- S.34	浄水場位置図.....	S-92
図- S.35	Ha Noi 市の降水量及び気温データ.....	S-95
図- S.36	Ha Noi 周辺の保護区域.....	S-98

図- S.37	リスクの分類.....	S-118
図- S.38	リスク評価基準.....	S-118
図- S.39	本プロジェクトの事業スキーム.....	S-124
図- S.40	ケース1の資金フロー.....	S-140
図- S.41	SPCのキャッシュウオーターフォール.....	S-150
図- S.42	ベースケースの事業スキーム.....	S-157

表- S.1	将来人口の設定値.....	S-22
表- S.2	Ha Noi 市における水道普及率（計画）	S-22
表- S.3	原単位設定値（単位：Lpcd）	S-23
表- S.4	水需要推計に必要な各種係数の設定	S-23
表- S.7	受水点別の受水量.....	S-25
表- S.5	2015 年（第 1 期）の Ha Noi 市内の水需要	S-26
表- S.6	2020 年（第 2 期）の Ha Noi 市内の水需要	S-27
表- S.8	ドン河浄水場の対象水量	S-31
表- S.9	受水点設置位置の概要.....	S-35
表- S.10	事業実施規模・想定時期	S-36
表- S.11	ベトナム国飲料水水質基準の主要項目	S-37
表- S.12	ドン河取水水位（設定値）	S-38
表- S.13	設計対象施設	S-41
表- S.14	基本事項の整理（1/4）	S-43
表- S.15	基本事項の整理（2/4）	S-44
表- S.16	基本事項の整理（3/4）	S-45
表- S.17	基本事項の整理（4/4）	S-46
表- S.18	施設概要（1/7）	S-52
表- S.19	施設概要（2/7）	S-53
表- S.20	施設概要（3/7）	S-54
表- S.21	施設概要（4/7）	S-55
表- S.22	施設概要（5/7）	S-56
表- S.23	施設概要（6/7）	S-57
表- S.24	施設概要（7/7）	S-58
表- S.25	地下埋設物の有無.....	S-61
表- S.26	ドン河及びホン河の河川状況.....	S-62
表- S.27	必要な水撃圧対策.....	S-62
表- S.28	配水管整備計画の対象となる給水区域.....	S-63
表- S.29	全体工事工程.....	S-71
表- S.30	期別建設費用	S-72
表- S.31	第 1 期維持管理費用（第 2 期開始まで）	S-72
表- S.32	第 2 期開始からの維持管理費用	S-73
表- S.33	プロジェクトの許認可及び環境社会配慮の関連省庁	S-82
表- S.34	環境社会配慮に関連する法律及び決定書	S-83
表- S.35	提案事業の内容	S-89
表- S.36	提案事業の施設設置場所の概要	S-89

表- S.37	Ha Noi 市の気象データ	S-94
表- S.38	ホン河流域の地下水の砒素汚染状況	S-96
表- S.39	Ha Noi 市における月平均濃度 (2007 年)	S-97
表- S.40	プロジェクト構成要素のスコーピング・マトリックス	S-102
表- S.41	提案事業における負の影響の大きさ	S-104
表- S.42	建設準備段階及び建設段階の軽減対策	S-105
表- S.43	運転段階の軽減対策	S-106
表- S.44	建設段階のモニタリングプログラム	S-108
表- S.45	運転段階のモニタリング	S-109
表- S.46	本プロジェクトのリスクマトリックス	S-119
表- S.47	リスク分担表	S-120
表- S.48	本プロジェクトの主要契約一覧	S-126
表- S.49	BOT 契約 (事業権契約)・投資登録の記載事項と留意点	S-128
表- S.50	オフテイク契約の記載事項と留意点	S-129
表- S.51	コンソーシアム協定・株主間契約の記載事項と留意点	S-133
表- S.52	正味現在価値及び経済的内部収益率の算出	S-137
表- S.53	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	S-138
表- S.54	設定ケース	S-139
表- S.55	事業スケジュール (財務分析用)	S-141
表- S.56	稼働率想定根拠	S-142
表- S.57	初期投資費用	S-143
表- S.58	オペレーション費用算定の考え方	S-144
表- S.59	Payment Formula の概要	S-148
表- S.60	本プロジェクトでの想定	S-148
表- S.61	7.6 感度分析でのバンクローンの試算結果	S-151
表- S.62	バンクローン事業スケジュール (財務分析用)	S-152
表- S.63	事業のベースケースの選定候補一覧	S-154
表- S.64	日本円、VND 金利推移(円 : TIBOR 3month、VND : 中央 銀行政策金利、 単位 : %)	S-156
表- S.65	国内上場企業 ROE	S-156
表- S.66	事業スケジュール	S-157
表- S.67	ベースケース初期投資額	S-158
表- S.68	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	S-159
表- S.69	試算ケースの設定	S-162
表- S.70	試算結果	S-164

【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。
E/N	Exchange of Notes	交換公文

略語	正式名称	日本語訳
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 Cooperation Agency	国際協力機構(日本)
JPY	Japanese Yen	日本円

略語	正式名称	日本語訳
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
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

略語	正式名称	日本語訳
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 Dollars	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
➤ GDP	1,016 億ドル (約 12 兆円) (2010 年名目値: ベトナム統計総局)
➤ 一人当たり GDP	1,169 ドル (2010 年 ベトナム統計総局)
② 経済成長率	6.78% (2010 年) (前年同期は 5.32%)
③ 物価上昇率	11.75% (2010 年対前年度比) (年平均指数 9.19%)
④ 失業率	2.88% (2010 年 ベトナム統計総局) (不完全就業率 4.5%)
⑤ 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)
⑥ 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
⑦ 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
⑧ 為替レート	1 ドル=約 19,500VND (2011 年 1 月)
⑨ 外国からの投資実績 (認可額)	186 億ドル (2010 年、前年比 17.8%減)
⑩ 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。2009 年は世界経済危機の中で政府の積極財政・金融緩和

	<p>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>
⑪ 対外債務残高 (2010 年)	445 億ドル
⑫ 外貨準備高 (2010 年)	124 億ドル

(出典：外務省ホームページ)

2. 水質調査

2.1 調査目的

ドン河浄水場施設設計に必要な水質に関する諸元確保のため。

2.2 調査内容

上記目的のため、下記の調査を実施した。

- ① ドン河上流水源水質等に関する調査
 - ダー河（ホアビンダム湖を含む）、ロー河（タクバダム湖を含む）及びホン河（本流及び3河合流後を含む）の現場調査及び試料採取
 - 水質試験（濁度等12項目）
- ② ドン河原水水質に関する調査
 - ドン河浄水場取水予定地付近で水試料の採取
 - ✓ 毎日試験（調査期間中一定時刻に毎日採取）
 - ✓ 24時間連続採水試験（24時間連続して1時間毎に採取）
 - ✓ 委託試験（現地調査毎に委託試験用水試料の採取）
 - 水質試験
 - ✓ 毎日試験（濁度等10項目）
 - ✓ 24時間連続採水試験（濁度等6項目）
 - ✓ 委託試験（水質基準項目28項目、農薬類3項目、浄水処理評価項目14項目）
- ③ ドン河原水を用いた水処理性に関する調査
 - 原水粒子の沈降試験
 - ✓ 原水粒子の粒径分布
 - ✓ 原水粒子の沈降性
 - 凝集沈殿処理としてジャーテスト
 - ✓ 凝集剤の種類（3種類、11品目）
 - ✓ 凝集剤の注入率（原水濁度等）
 - ✓ 攪拌時の強度と時間（急速攪拌、緩速攪拌等）
 - ✓ その他（pH調整、残留アルミニウム濃度等）
 - 塩素処理として塩素要求量
 - ✓ 遊離残留塩素濃度
 - ✓ その他（試験水等）
 - 汚泥処理として汚泥濃縮
 - ✓ 汚泥濃度（汚泥容量）

2.3 調査日程

乾期及び雨期において、計4回、現地調査を実施した。

① 乾期

- 平成23年(2011年)4月12日～4月24日
- 平成23年(2011年)5月22日～6月4日

② 雨期

- 平成23年(2011年)6月26日～7月9日
- 平成23年(2011年)8月7日～8月20日

2.4 調査結果

① ドン河上流水源水質等に関する調査結果

- ダー河（ホアビンダム湖を含む）、ロー河（タクバダム湖を含む）及びホン河（本流及び3河合流後を含む）の状況
 - ✓ ドン河の直接の上流はホン河であり、これは中国から流下するホン河本流（タオ河）、ホアビンダム湖を水源とするダー河、タクバダム湖を水源の一部とするロー河と Viet tri 市付近での合流により形成されている。
 - ✓ ホン河（タオ河）、ダー河及びロー河のホン河への流量比は、ダー河が最も高く47%、ホン河（本流、タオ河）は22%、ロー河は20%、その他は11%。
 - ✓ 水源であるダム湖は、ホン河水系の洪水対策として、降雨時期に応じた水位制御を実施している。
- ダー河（ホアビンダム湖を含む）、ロー河（タクバダム湖を含む）及びホン河（本流及び3河合流後を含む）の水質試験結果
 - ✓ ホン河本流（タオ河）の水質は、濁度は非常に高いが、電気伝導率は比較的低い。
 - ✓ ダム湖を水源とするダー河及びロー河は、濁度は低いが、電気伝導率が高い。また、ダム湖からの流下過程において人為汚染は少ない。
 - ✓ 3河川のpHは約8でほとんど同じ。
 - ✓ ホン河（3河川合流後）の水質は、上流3河川の水質と流量比に高い依存性がある。

② ドン河原水水質に関する調査結果

- 毎日試験
 - ✓ 調査期間中、ほぼ毎日採水と試験の実施。
 - ✓ ドン河水質は3河川合流後のホン河とよく似ており、流域における人為汚染は少ない。
 - ✓ 乾期では、降雨がほとんどない。濁度は低く、最大でも50度。電気伝導率は

200 μ S/cm とダー河やロー河と似ていた。有機物指標濃度は低い。

- ✓ 雨期では、降雨の頻度が高い。濁度は高く、最大で 141 度。電気伝導率は 170 μ S/cm とホン河（タオ河）と似ていた。有機物指標濃度はやや高いが、その原因は濁度が高いことによる。
- ✓ 濁度と浮遊物質量（SS）の相関性は高く、SS は濁度の約 1.8 倍。
- 24 時間連続採水試験
 - ✓ 乾期に 2 回実施。
 - ✓ 水温、気温、電気伝導率、pH は調査期間中、ほとんど変化なし。
 - ✓ 濁度及び有機物指標は少し変動があったが、河川の水位による影響。
 - ✓ ホン河からドン河に至る間の人為汚染は少ない。
- 委託試験
 - ✓ 水質基準項目で基準を超過した項目数は 8 種類であり、その多くは濁り成分関係の項目、大腸菌も検出。対応する処理方法により基準値以下の十分低い濃度まで低減可能。
 - ✓ 有機物関連項目など、そのほかの項目は基準値に比べて十分に低く、処理の必要ない。
 - ✓ ドン河原水水質に応じた適切な浄水処理方法は、濁度除去のための凝集沈殿処理及び消毒のための塩素処理である。

③ ドン河原水を用いた水処理性に関する調査

- 原水粒子の沈降試験
 - ✓ 原水粒子の粒径分布は、2.7 μ m 以上の粒径を持つ粒子が約 60% を占め、1 μ m 以上では約 80% 程度であり、比較的粒径の大きな粒子の割合が高い。
 - ✓ 原水粒子の沈降性については、濁度指標及び浮遊物質量（SS）指標のいずれの場合でも高い沈降性を示し、0 時間に対する低減率は 1 時間静置後では約 20%（濁度指標）と約 40%（SS）、12 時間後では約 40%（濁度指標）と約 80%（SS 指標）である。
 - ✓ ドン河原水の粒子は沈降性が高く、自然沈殿による粒子の高い低減効果が期待できる。
- 凝集沈殿処理としてジャーテスト
 - ✓ 凝集沈殿処理に使用する凝集剤として、ポリ塩化アルミニウム（7 品目）、硫酸アルミニウム（2 品目）、ポリシリカ鉄の 3 種類（2 品目）についてドン河原水に対する凝集効果を調べ、ポリ塩化アルミニウムが最も凝高い結果が得られた。
 - ✓ 硫酸アルミニウム及びポリシリカ鉄をポリ塩化アルミニウムと同程度の凝集効果を得るためには酸添加が必要である。
 - ✓ 今回調査の原水濁度（約 40 度～約 140 度）では、ポリ塩化アルミニウム（ Al_2O_3

として 17%の溶液のもの) の最適注入率は、原水濁度に関係なく 30mg PAC/L 程度であった。

- ✓ ポリ塩化アルミニウム (粉末状のもの) を 1(w/v%)程度に水で希釈すると、経時的に凝集効果が劣化したが、 Al_2O_3 として 17%溶液のポリ塩化アルミニウムは保管温度に関係なく、数ヶ月後も凝集効果に変化はなかった。
 - ✓ 凝集剤だけで高い凝集効果が得られ、凝集処理水の pH は微アルカリ性であり、硫酸や水酸化ナトリウムの pH調整剤は不要である。
 - ✓ 凝集剤添加後 30 秒以内の速やかな急速攪拌 (ジャーテストで 240rpm) の実施が重要である。
 - ✓ 緩速攪拌は攪拌強度 (ジャーテストで 70rpm) を一定して行う方法が最も効果的であった。
 - ✓ 24 時間静置により濁度及び浮遊物質量が低減した原水に対しては、ポリ塩化アルミニウムの種類により、凝集効果の劣化 (微細なフロックの生成による沈殿不良) が確認された。
 - ✓ 沈殿池へ傾斜管 (板) を導入することにより、微細なフロックの効率的な除去が可能である。
- 塩素処理として塩素要求量
- ✓ 凝集沈殿後の塩素要求量は 0.8mg/L~1.7mg/L と原水の 1.1mg/L~2.2mg/L に比べて小さく、塩素注入は凝集沈殿後に行う中間塩素が最適である。
 - ✓ 塩素要求量は塩素との接触時間とともに増加することから、送水管末端での適正な遊離残留塩素濃度(0.6mg/L 程度)を確保するために後塩素注入も含めた適切な塩素注入率の設定が重要である。
 - ✓ 中間塩素処理による塩素注入率の低減及びトリハロメタン等の消毒副生成物の低減が可能である。
- 汚泥処理として汚泥濃縮
- ✓ 沈砂池で発生した沈降汚泥及び凝集沈殿池で発生した沈殿汚泥は、いずれの汚泥も濃縮性は高く、1 時間以内で 24 時間経過のものに比べて約 80%程度となった。
 - ✓ 24 時間経過の汚泥濃度 (汚泥中の固形物比率) は沈降汚泥で約 37%、沈殿汚泥で約 9%となった。

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。

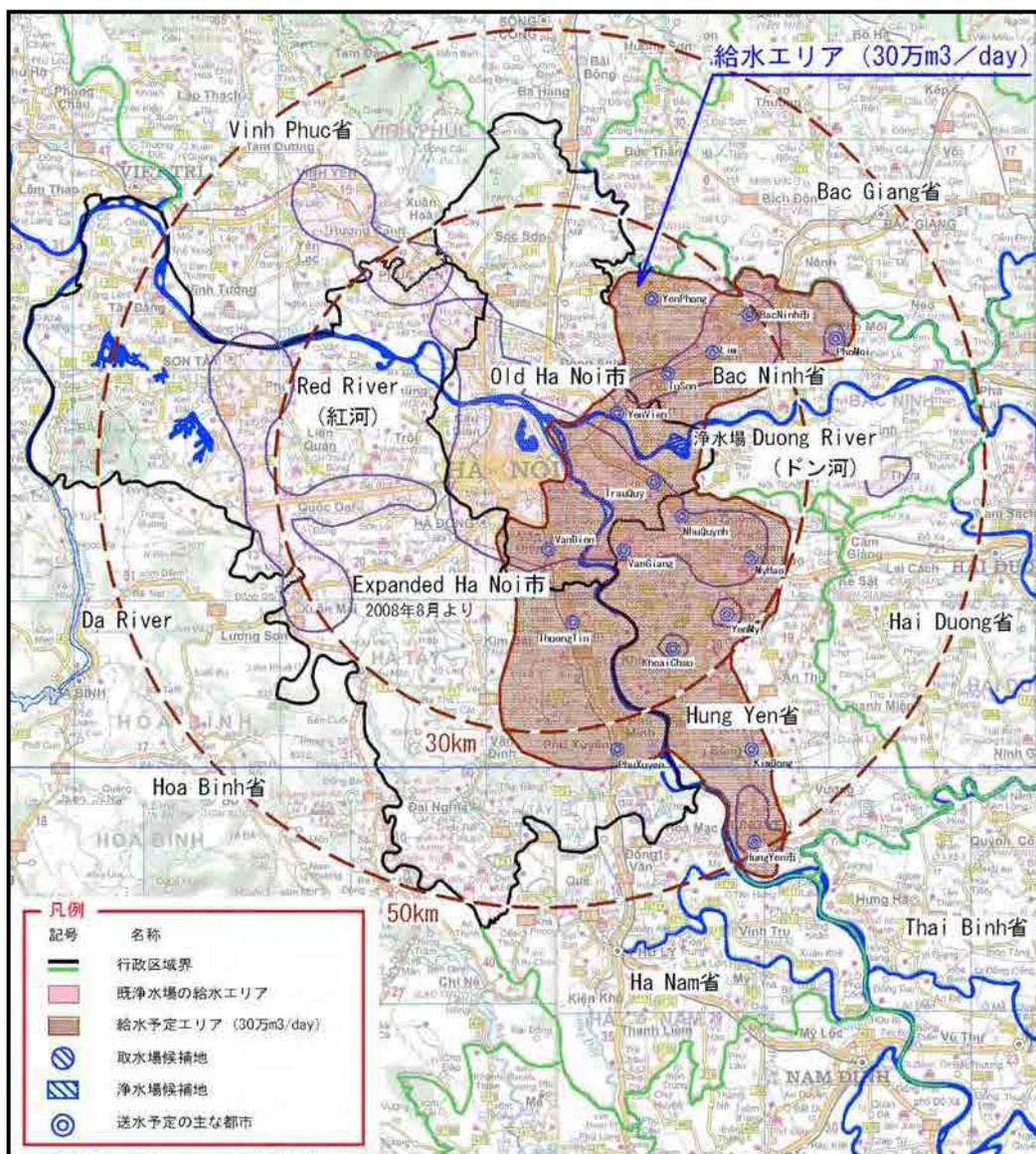
以上のことを踏まえ、本調査においては、VIWASEEN 社の進める FS 調査報告書をベースに、上位計画となる Ha Noi 市給水計画との整合を図りながら、各市省の水道公社及び人民委員会並びに工業団地・住宅団地への需要量に関する各種調査を行うとともに、調査団が独自に収集するデータより需要量を推計し需要の確実性を検証し、基本フレームの設定を行った。

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- S.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- S.1 調査対象地域

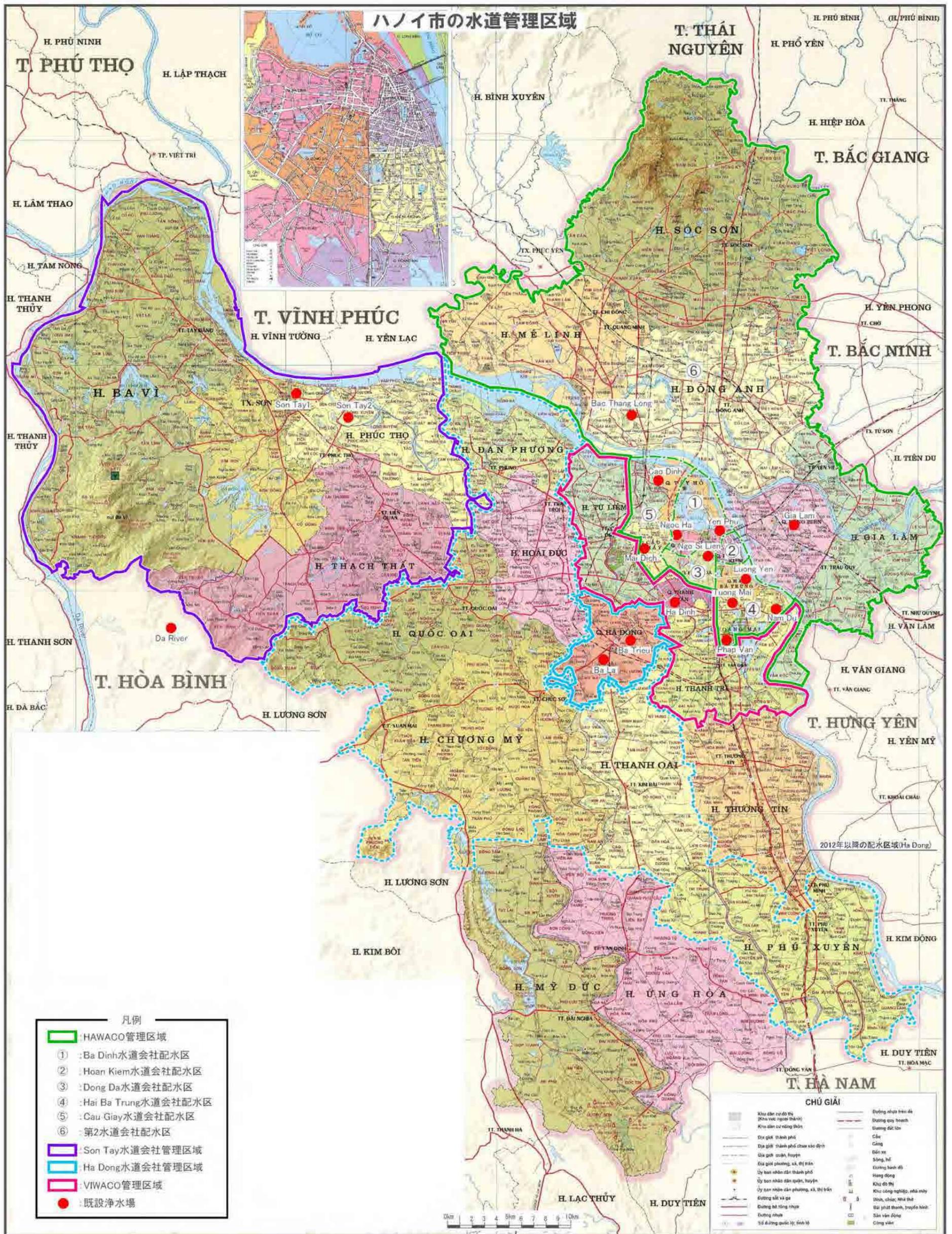
3.2.3 調査対象地域における水道事業の概況

(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。

Ha Noi 市の水道事業管理区域を図- S.2 に示す。



図・S.2 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 省の全体図と浄水場位置を図- S.3 に示す。

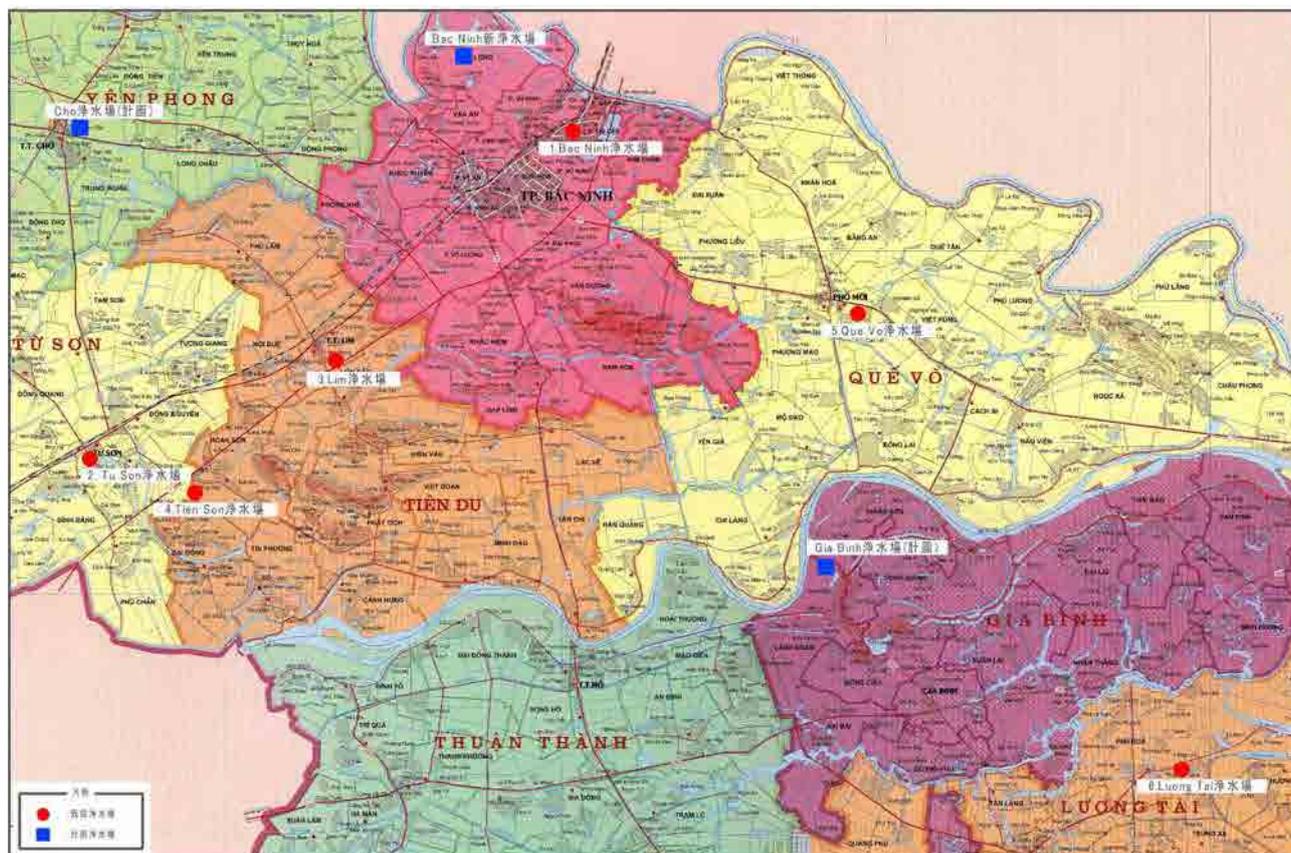


図- S.3 Bac Ninh 省内の既設及び計画浄水場

(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 省の全体図と浄水場位置を図-S.4 に示す。

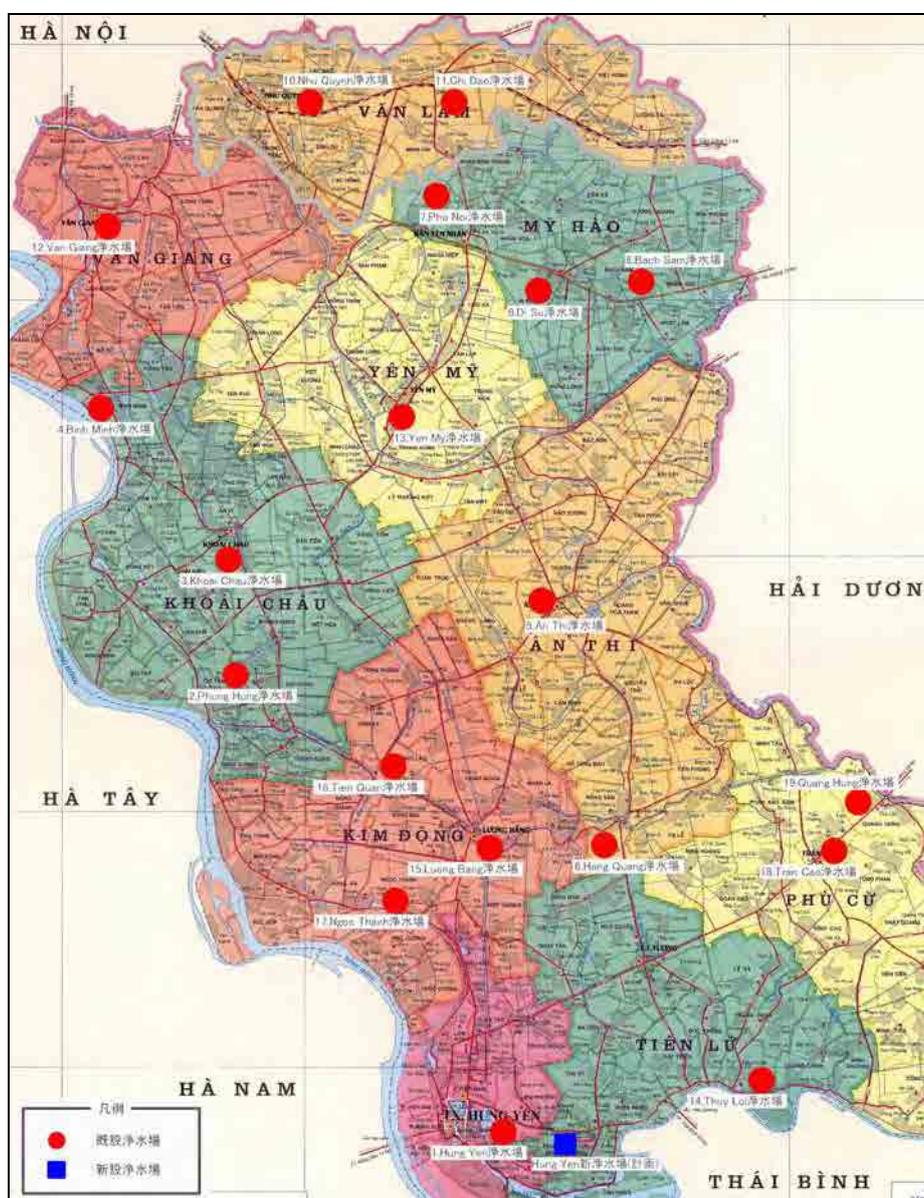


図-S.4 Hung Yen 省内の既設及び計画浄水場

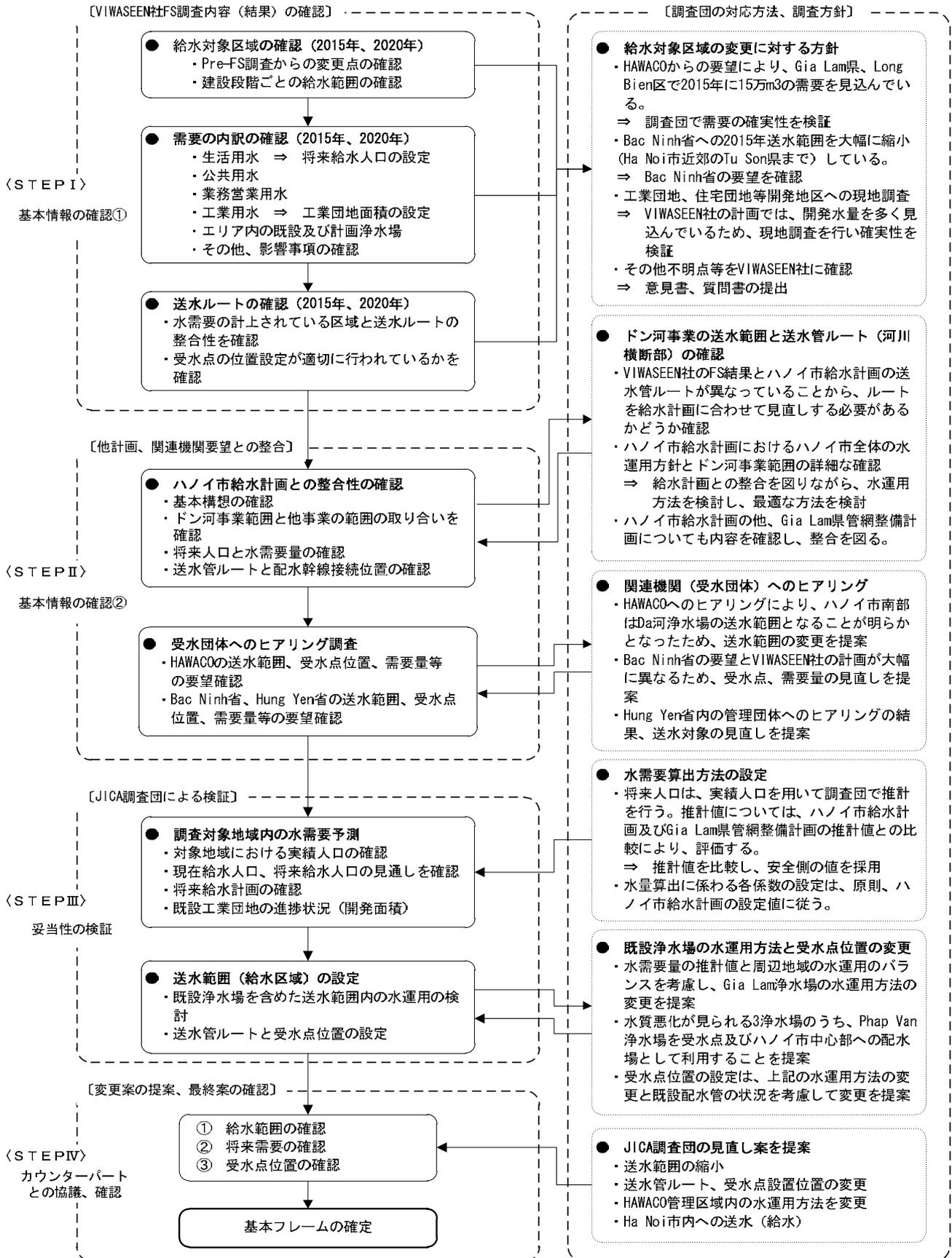
3.2.4 需要予測と基本フレーム設定の流れ

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- S.5 に示す。



図・S.5 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。

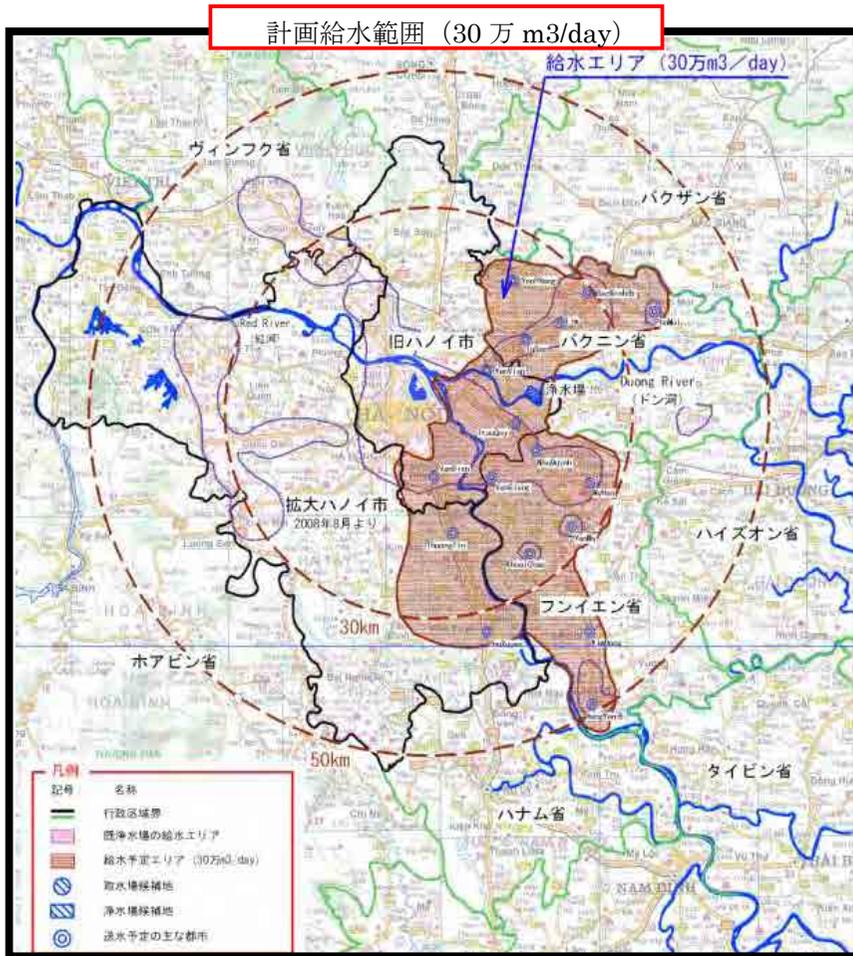
計画当初においては、その給水対象地域をホン河北部地域である Ha Noi 市北部を中心とし、Bac Ninh 省、Hung Yen 省、Hai Duong 省、Vinh Phuc 省、Bac Giang 省の 1 市 5 省が対象となっていたものの、PPP 事業としての事業性の観点から、現時点で需要が無い（受水の意味が無いもしくは低い）地域を当面の給水対象地域から除外する等、PPP 事業としての実現可能性を高める提案を行った。

- 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-S.6 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- S.6 本調査開始時の計画概要 (Pre-FS 調査結果)

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、VIWASEEN 社の FS 調査をベースに、これまでの Pre-FS での経緯や、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 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を図-S.7 に示す。

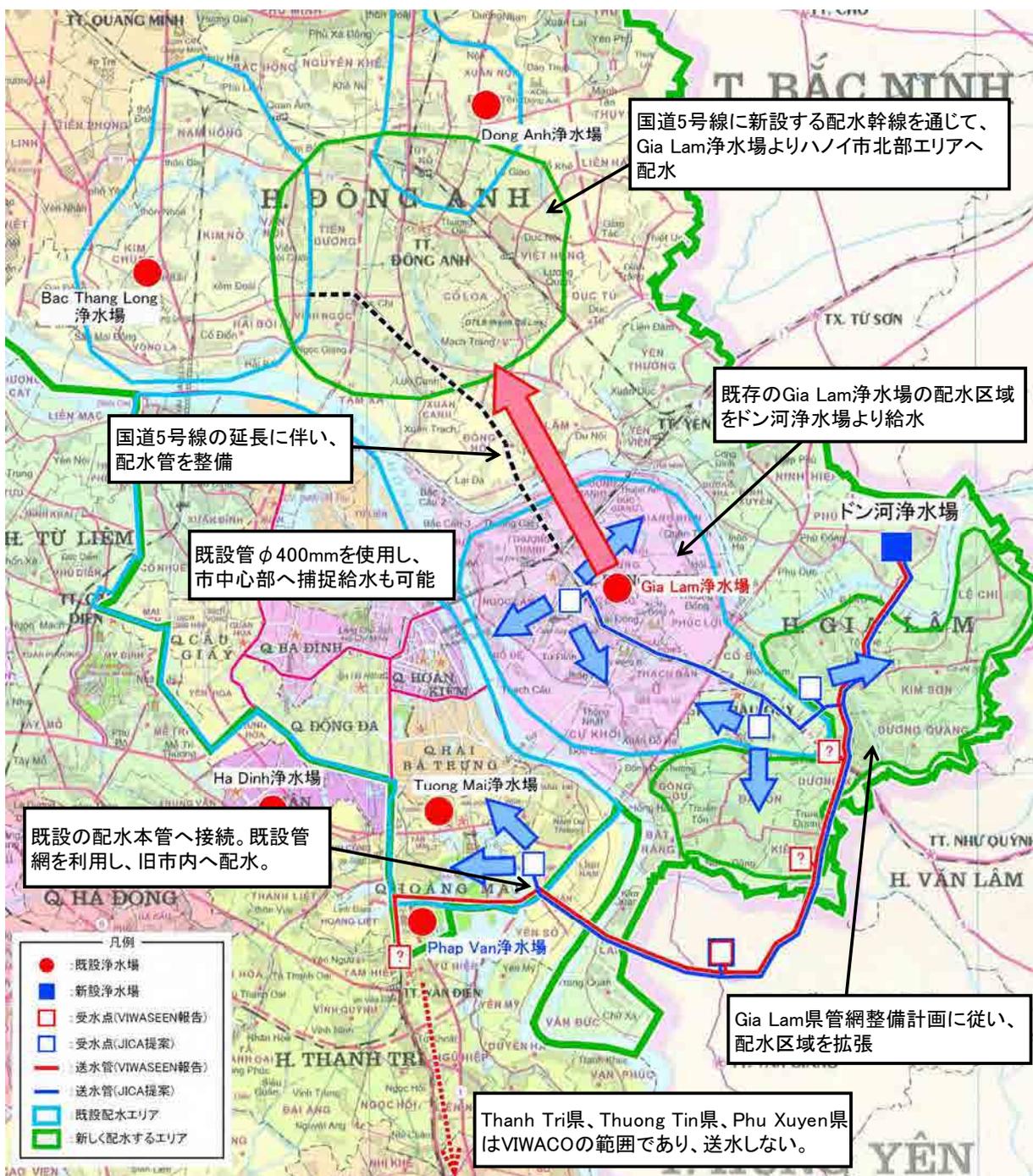


図- S.7 ドン河浄水場及び Ha Noi 北部の水運用方針

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。

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- S.8 に示す。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外、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)

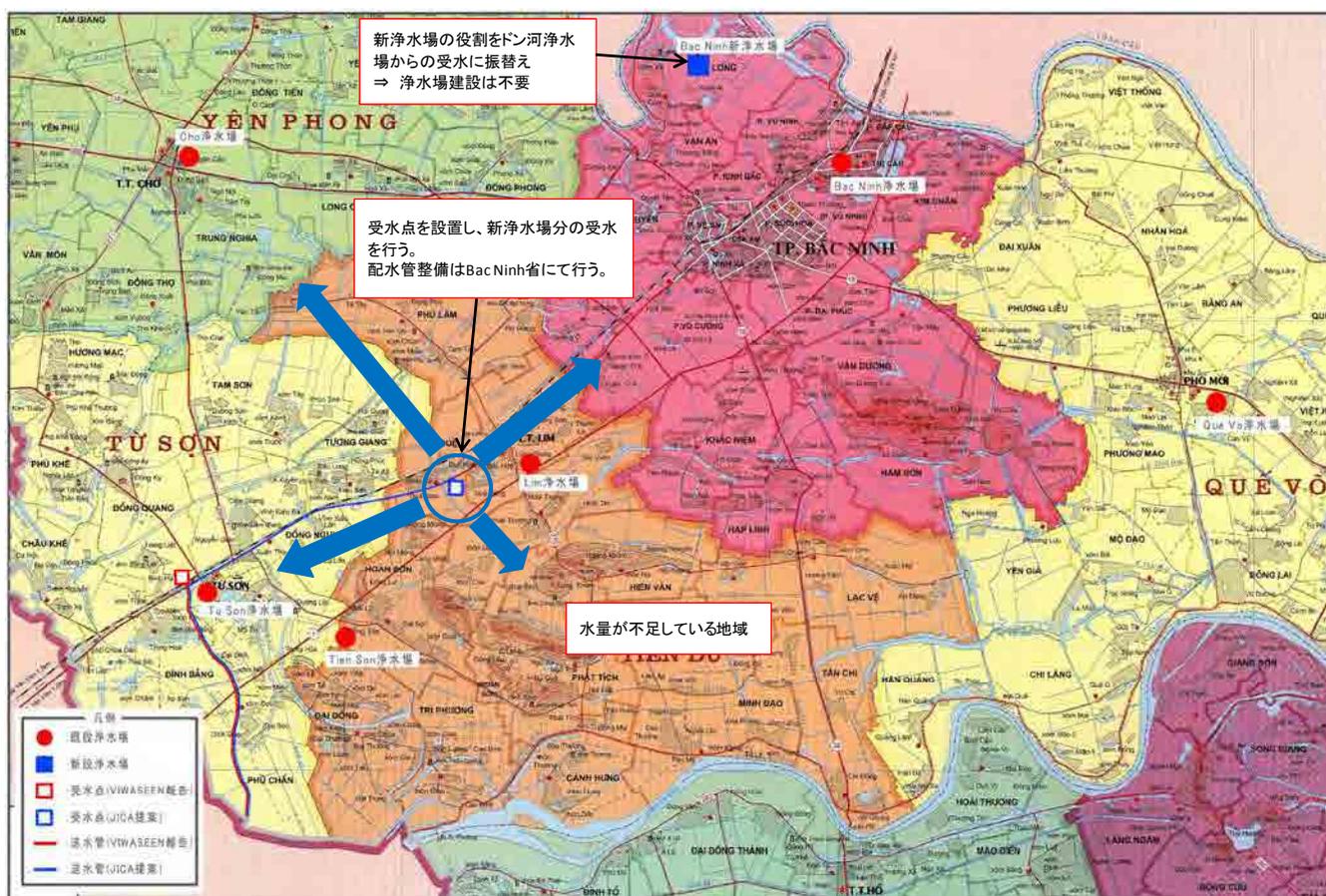


図- S.8 本提案事業における Bac Ninh 省の水運用方針

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- S.9 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。



図- S.9 ドン河浄水場及び Hung Yen 省の水運用方針

(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。

対象地域の現在人口と過去の人口実績を基に、2015 年～2030 年の将来人口を推計した結果は表- S.1 のとおりとなる。

表- S.1 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

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%、Gia Lam 県 (給水対象区域内) は 90%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。

表- S.2 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 (一人一日当り使用水量原単位) の設定

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。

現在の Ha Noi 市における原単位と採用値を表- S.3 に示す。

表- S.3 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- S.4 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)

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。

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- S.5 及び表- S.6 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- S.5 より、2015 年時点の水需要は約 162,099m³/day となる。

Ha Noi 市内においては、Long Bien 区、Gia Lam 県だけで約 110,000m³/day の需要が見込まれる。また、市内中心部への送水としては、水質上の問題を抱える Phap Van 浄水場を早期に稼働停止させるための水量として、既設浄水能力分の 30,000m³/day を需要として見込むこととした。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- S.6 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。

7) 受水点位置と受水量

調査結果を基に設定した、各受水点における受水量を表-S.7に示す。

また、最終的な見直しを含めた送水ルート図を図-S.10に示す。

表-S.7 受水点別の受水量

No.	受水点名	受水量 (m3/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	Yen So	17,901	64,717	市内中心部への送水
	合計	150,000	300,000	

表- S.5 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- S.6 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)

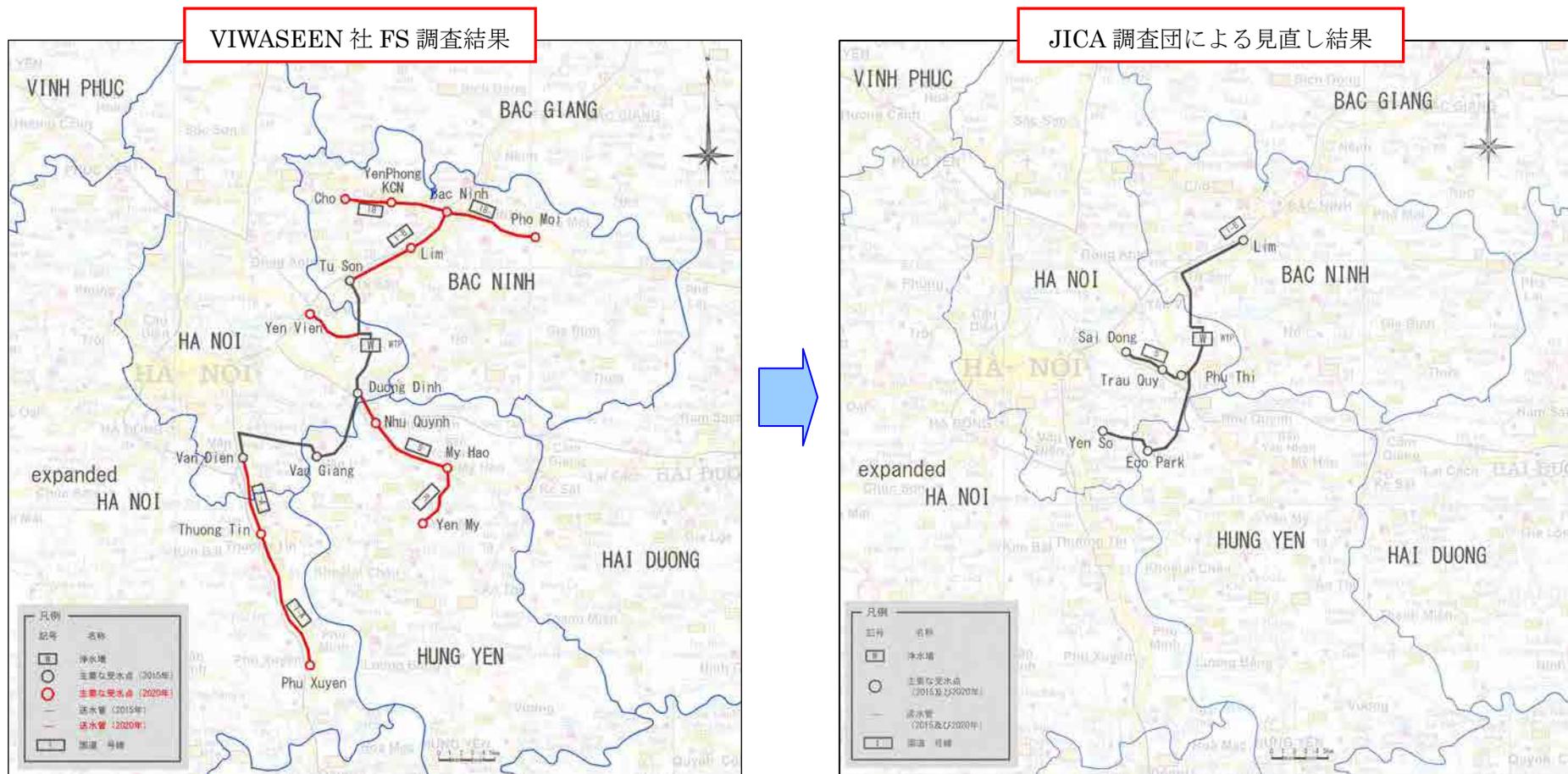


図- S.10 VIWASEEN 社 FS 結果と本調査により見直した送水ルート

3.2.7 本提案事業の基本フレーム

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)、需要の確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、需要の確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 月ま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 (詳細は図 -S.22 参照)。

第 1 期 : 約 20.6km 第 2 期 : 第 1 期と同様

図- S.11 に本調査の最終的な給水対象エリアを、表- S.8 にドン河浄水場の対象水量を示す。

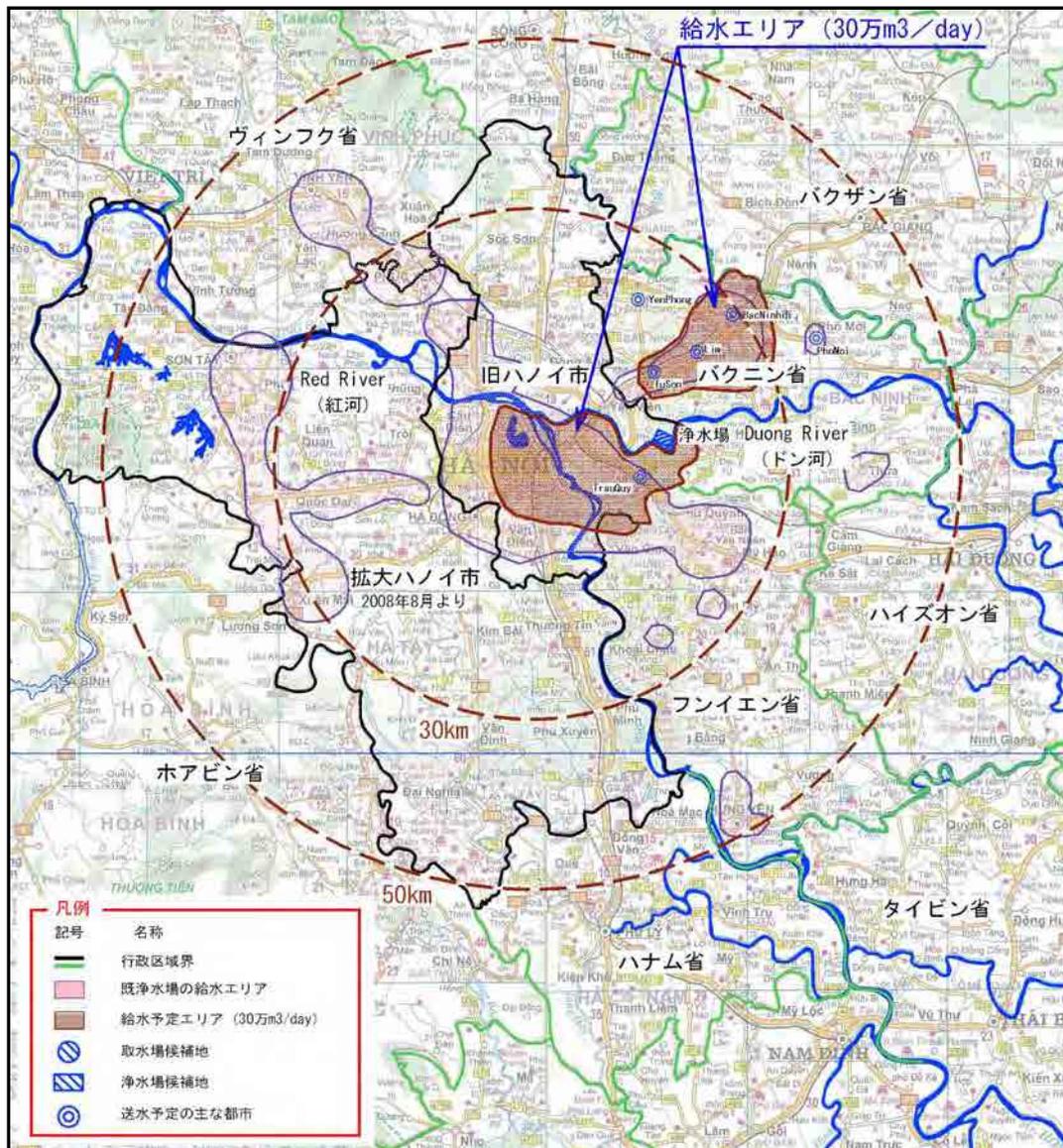


図- S.11 本提案事業における給水範囲（見直し）

表- S.8 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- S.12 に各受水点の受水量を示す。

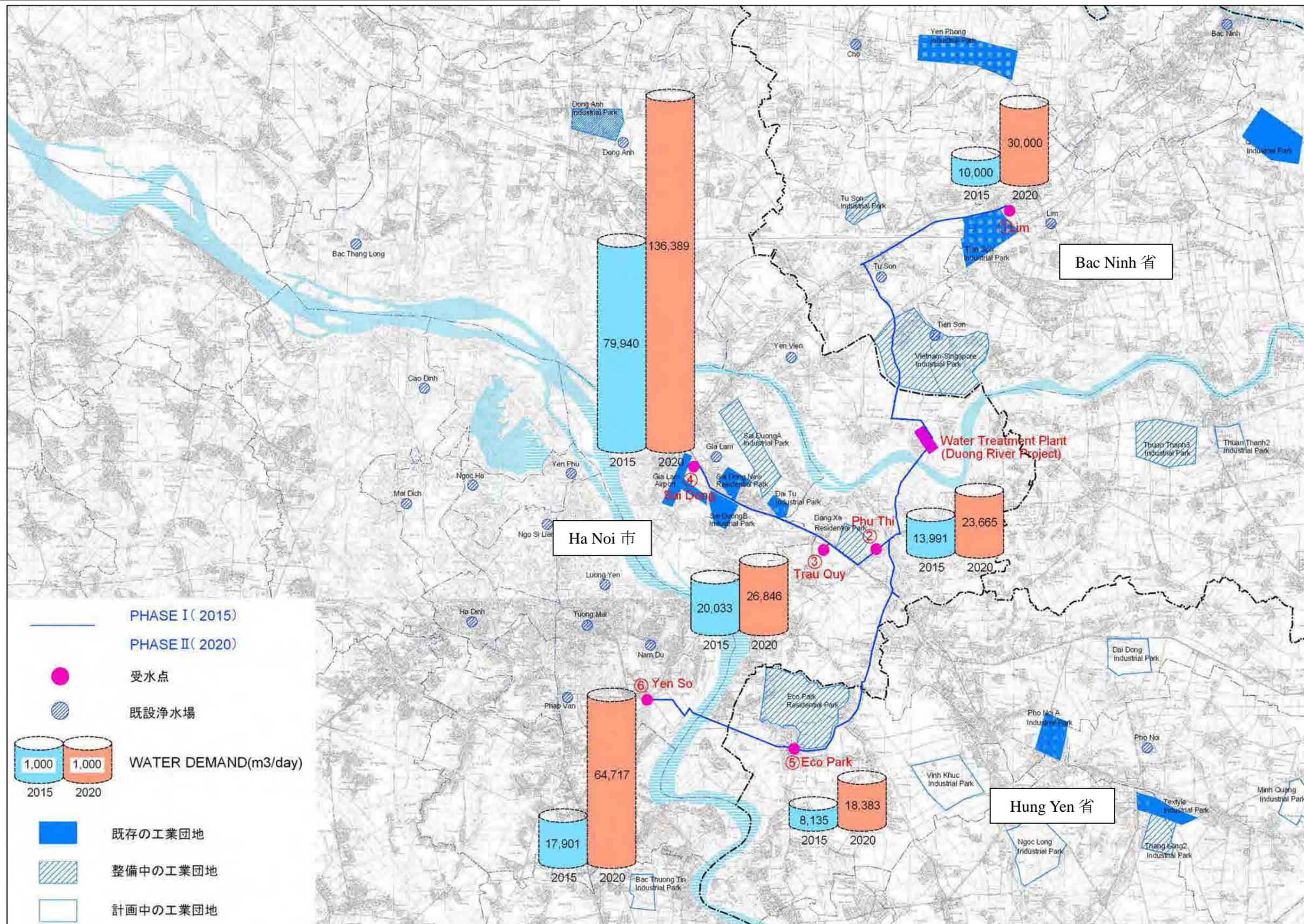


図-S.12 送水ルート及び各受水点の受水量
S - 32

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者の他、工業団地や住宅団地となる。

3.3.2 事業範囲の提案

本提案事業の事業範囲は、図- S.13 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者の育成と資本市場の発展に寄与するものである。

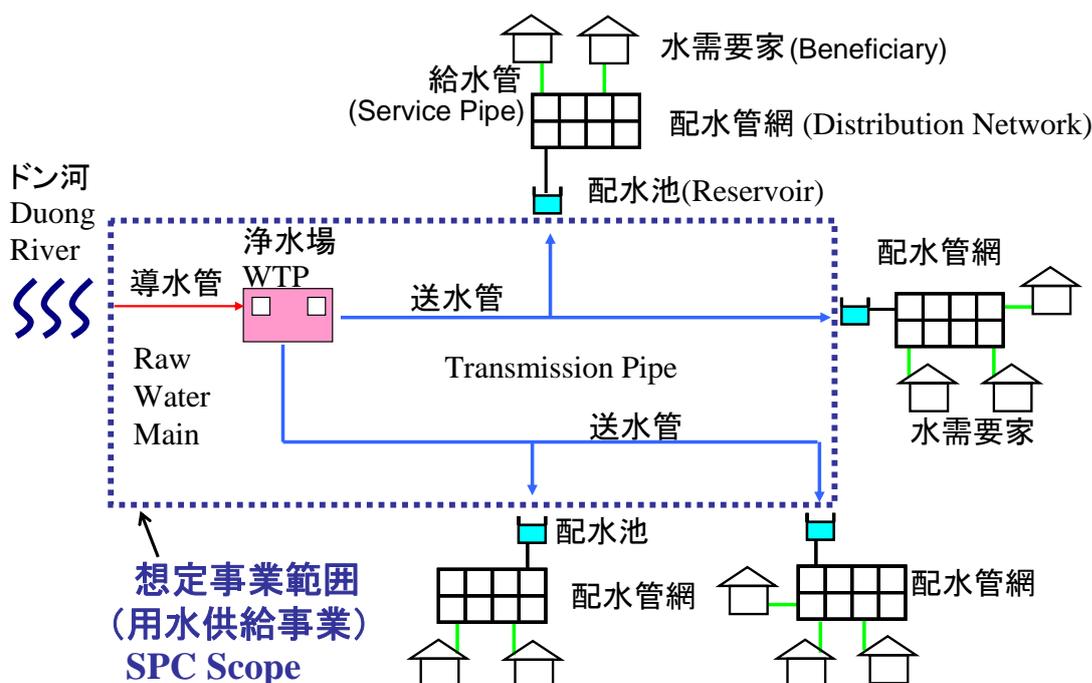


図- S.13 本提案事業の概念図

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- S.14 Pre-FS における浄水場候補地

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 47km 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- S.15 に示す。

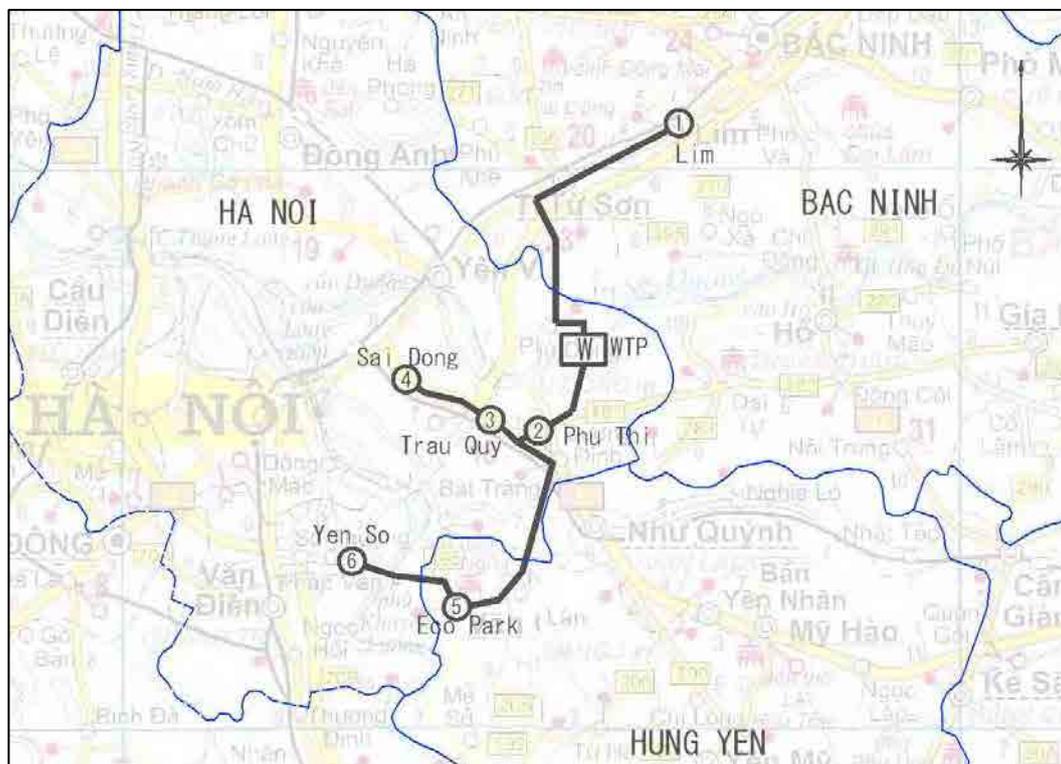


図- S.15 本提案事業の送水管路線

(2) 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- S.9 に示す。

表- S.9 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) 受水点施設の形状と受水方式

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、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。

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 (15 万 m³/day) の建設期間は、3 年を想定している。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ている。

表・S.10 事業実施規模・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 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- S.11 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/10 0mL	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/10 0mL	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)

3.4.2 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。
既存データから、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- S.12 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

3.4.3 受水点における受水方式

(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。

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。

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。

受水方式については、安全性より受水槽方式とするが、ヒアリング結果や安全性を考慮し、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し、時間係数を見込まない定量送水とする。

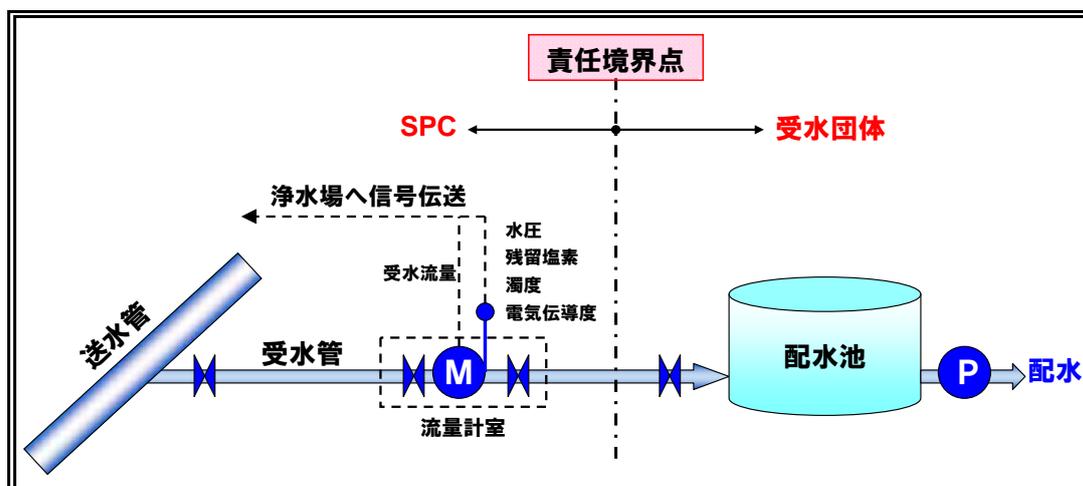


図- S.16 受水点における本提案事業の責任境界

3.4.4 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。

ただし、最低供給水圧については、直接配水とする場合には、既設管網状況等を考慮して設定する必要があるため、Ha Noi市水道公社の配水実績データを参考に設定している。

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

3.4.5 関連法規及びプロジェクト実施に必要な許認可

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-S.17 に示す。

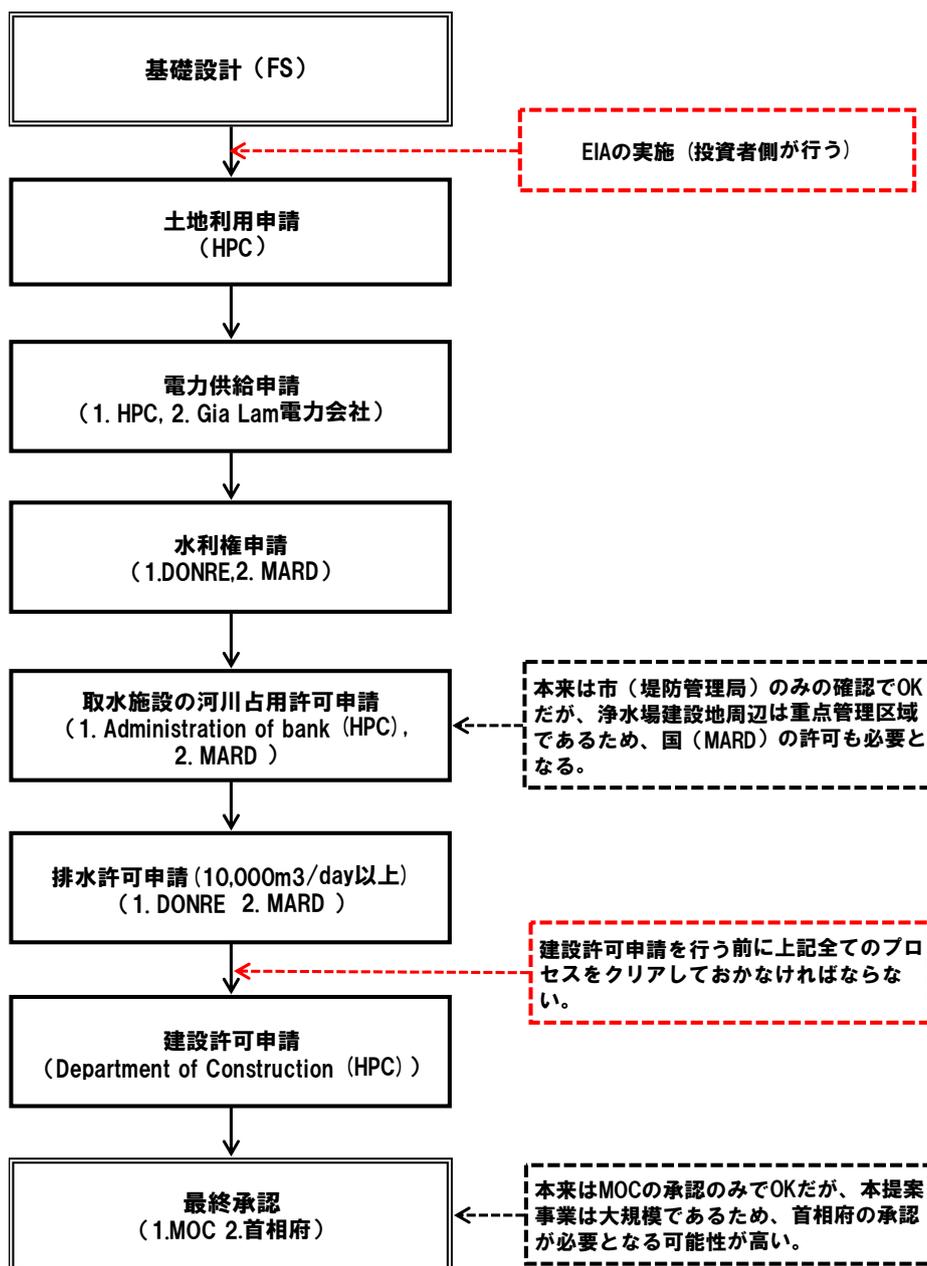


図-S.17 事業の最終承認までに必要な許認可プロセス

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- S.13 のとおりである。

表- S.13 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

3.5.3 取水場・浄水場施設計画

取水場・浄水場計画の基本事項を整理したものを表-S.14～表-S.17に示す。

表- S.14 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" data-bbox="715 541 1472 995"> <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" data-bbox="715 1234 1472 1688"> <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- S.15 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" style="margin-left: 20px;"> <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" style="margin-left: 20px;"> <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- S.16 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	<p>1) 汚泥沈降割合</p> <table border="1"> <tr> <td>沈降割合</td> <td>取水口</td> <td>原水 SS の 40%</td> <td>(全体の 40%)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>沈砂池</td> <td>取水口 SS の 60%</td> <td>(全体の 24%)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>沈澱池</td> <td>沈砂池 SS の 100%</td> <td>(全体の 36%)</td> </tr> </table> <p>2) 排水汚泥濃度</p> <table border="1"> <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>	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%)	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"> 汚泥沈降割合は、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
	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%)																																																									
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。	<p>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。</p> <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・S.17 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。 	

(1) 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-S.18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-S.18 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-S .19に、また、水位高低図を図-S .20に示す。

WATER TREATMENT PLANT MASTER PLAN

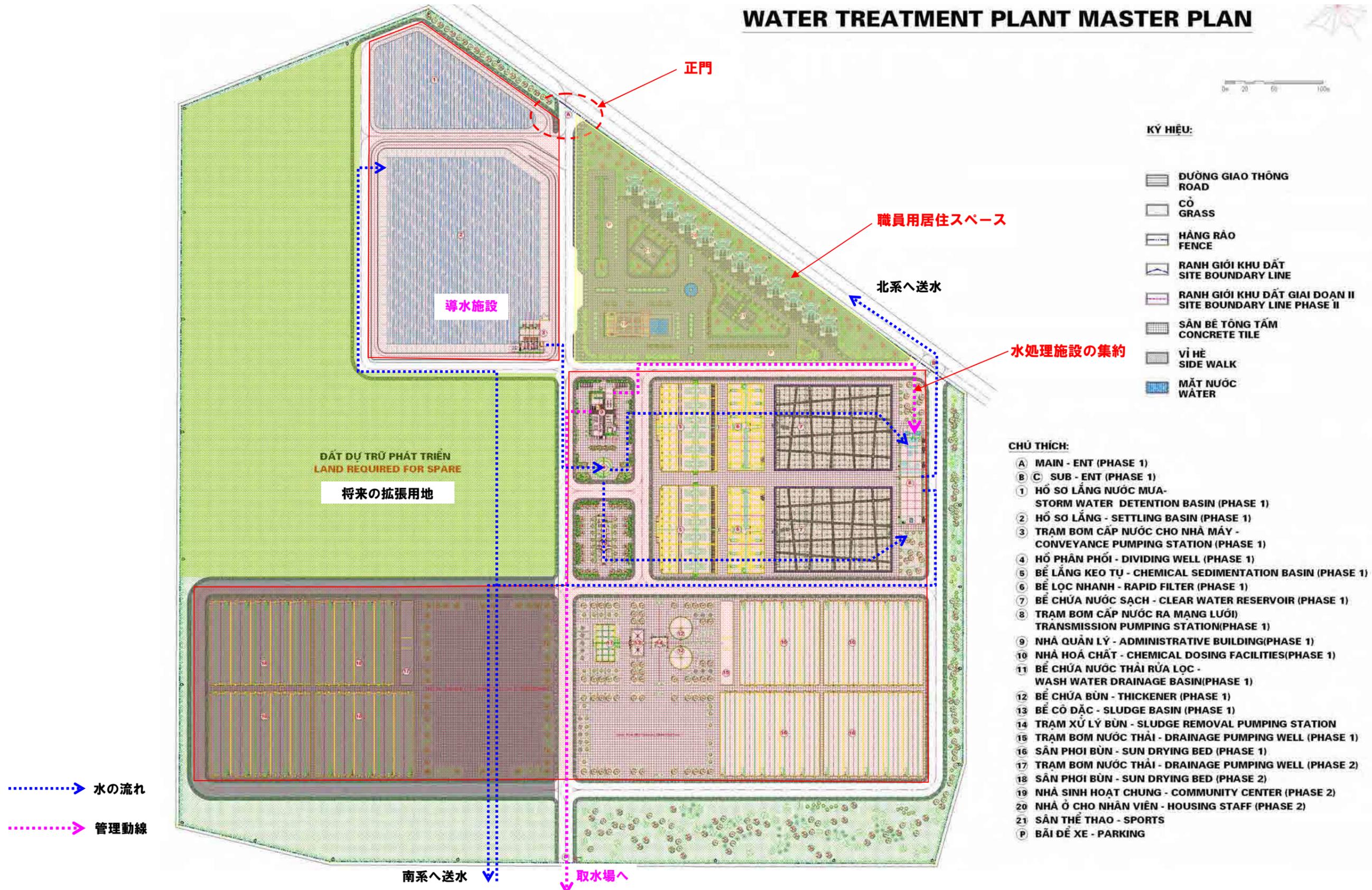


図-S.19 施設配置図

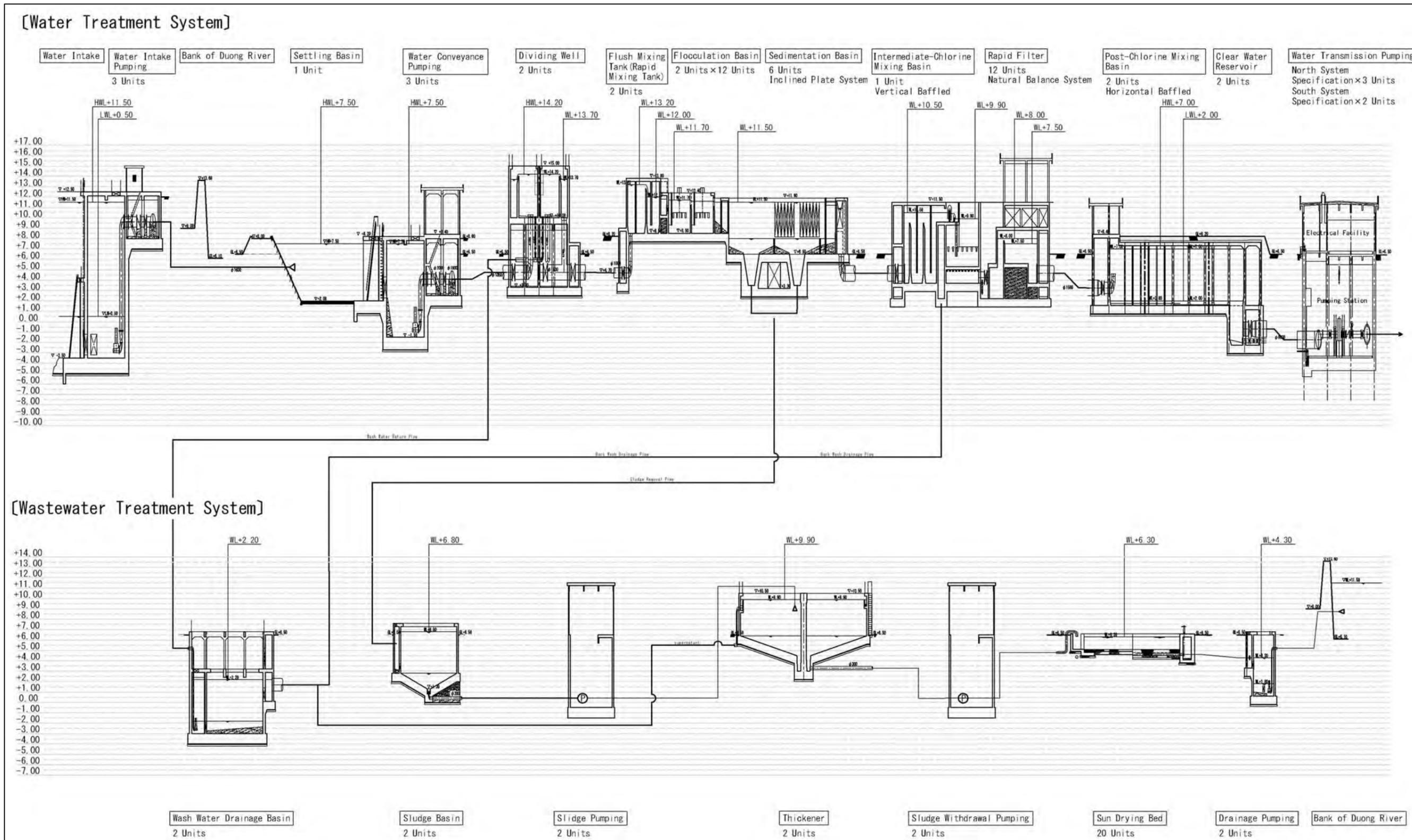


図- S.20 水位高低図 (第1期: 150,000m³/day)

(2) 取水場・浄水場の概略設計

取水場・浄水場の概略設計をとりまとめた結果を表-S.18～表-S.24 に整理する。

表- S.18 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。 	<p>【計画取水位】</p> <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） <p>【設計条件】</p> <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 <p>【施設諸元】</p> <p>〔取水路〕</p> <p>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）</p> <p>〔取水ポンプ井〕</p> <p>寸法：幅9.0m×長12.0m×高16.1m×2池</p> <p>〔取水ポンプ〕</p> <p>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</p>	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。 	<p>【施設諸元】</p> <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用管を設置する。 	<p>【設計条件】</p> <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 <p>【施設諸元】</p> <p>〔沈砂池〕</p> <p>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）</p> <p>〔導水ポンプ井〕</p> <p>寸法：幅9.65m×長12.0m×高8.8m×2池</p> <p>〔導水ポンプ〕</p> <p>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</p>	全施設	全施設 3台 （内1台予備） 1台 全施設 全設備	

表- S.19 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	
	ブロック形成池	<ul style="list-style-type: none"> ブロック形成池は、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。 ブ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ブ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"> 薬品沈澱池は、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- S.20 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。 ろ過池は単層ろ過とする。 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ポリジウムの阻止率、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 	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- S.21 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 【設計緒元】 <ul style="list-style-type: none"> ・ PAC 貯槽：縦型円筒槽 仕様：2.91m φ×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- S.22 施設概要 (5/7)

対象施設等	項目	基本事項	施設概要	1期分施工	備考
浄水池・ 送水ポンプ	送水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 送水ポンプは、水運用方式に整合できるように配慮し、北系と南系と分けて設置する。 ポンプ型式は、低コストで維持管理性の高い横軸両吸込みポンプとする。 配水の時間変動を見込んだ送水量により計画し、流量、水圧変動に対応可能なよう省エネ型のインバーター制御を採用する。 	【設計条件】 <ul style="list-style-type: none"> 送水量：第1期 北系 10,000 m3/day 南系 162,327 m3/day 第2期 北系 30,000 m3/day 南系 324,654 m3/day 揚程：第1期 北系 49m（標高）※第2期の揚程 南系 56m（標高）※第2期の揚程 第2期 北系 49m（標高） 南系 56m（標高） 【設備緒元】 <ul style="list-style-type: none"> 送水ポンプ <ul style="list-style-type: none"> 〔北系〕 型式：横軸両吸込みポンプ 仕様：口径 300×10.5 m3/分×49mH×132kw 台数：第1期 2台（内1台予備） 第2期 1台 回転数制御：VVVF制御 〔南系〕 型式：横軸両吸込みポンプ 仕様：口径 700×57 m3/分×56mH×800kw 台数：第1期 3台（内1台予備） 第2期 2台 回転数制御：VVVF制御 付帯設備：水撃圧対策としてフライホイール+サージタンク 	 2台 3台	 直圧配水が可能なよう 受水圧20m以上を確保 ウォーターハンマー対 策を検討
排水処理施設	洗浄排水池	<ul style="list-style-type: none"> 洗浄排水池は1期2期共通施設とする。 2池構成とし、内1池を予備とする。 洗浄排水池の容量は、1池でろ過池洗浄排水と濃縮槽上澄水を受入れ可能な容量とする。 洗浄排水池の水位は、ろ過池洗浄排水を自然流下で受け入れられる高さとする。 洗浄排水池では、沈降分離を行わず全量を分水井に返送する。 洗浄排水池と一体で返送ポンプ井を設置する。 	【施設諸元】 <ul style="list-style-type: none"> 寸法：幅18.0m×長さ18.0m×水深4m×2池 容量：有効容量1296m³/池×2池 返送ポンプ <ul style="list-style-type: none"> 型式：水中ポンプ 仕様：口径 250×9 m3/分×20mH×55kw 数量：第1期 2台（内1台予備） 第2期 1台 付帯設備：ポンプ井 	全施設 2台	

表-S.23 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グ、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- S.24 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	

3.5.4 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。

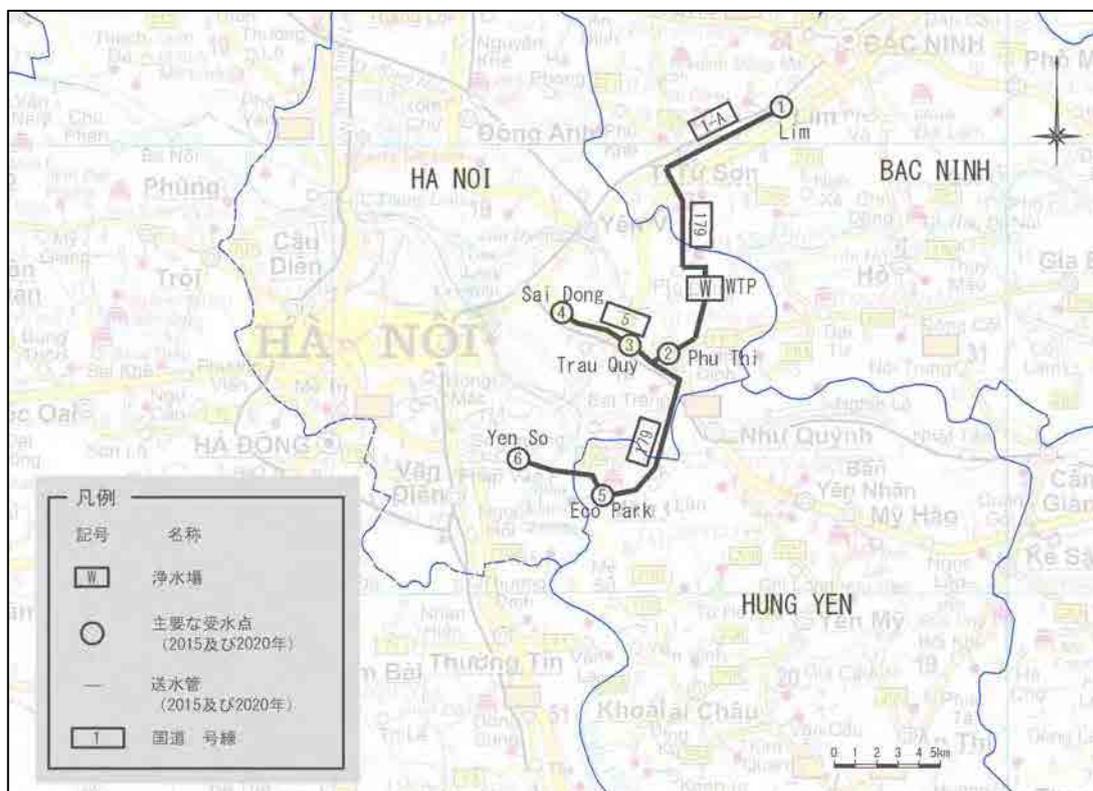


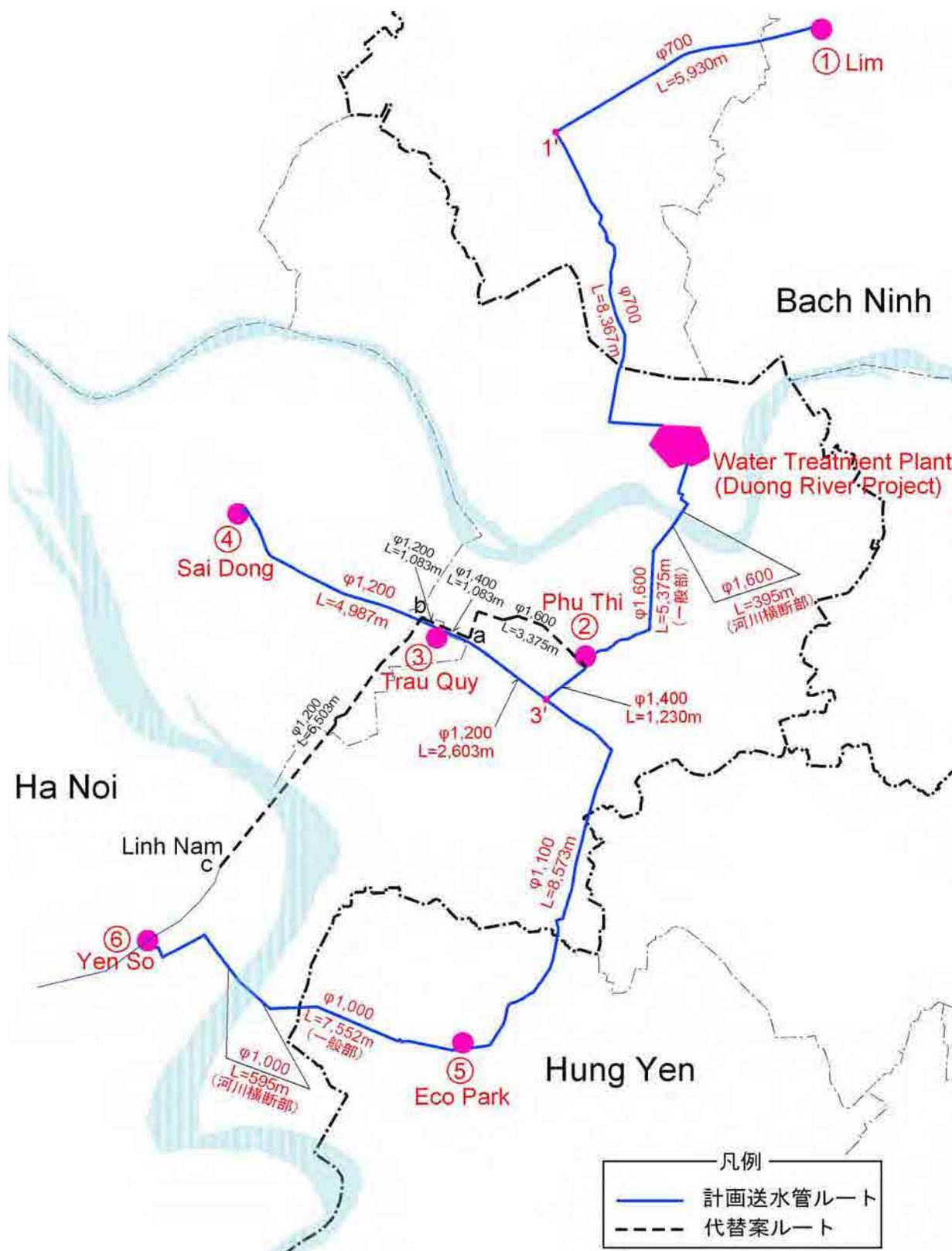
図- S.21 送水管路線概要

(2) 送水管口径と布設ルート

送水管の口径は、計画時間最大送水量を送水した際に、必要な有効水頭が確保可能な口径を水理計算 (Hazen-Williams 公式) 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。

図- S.22 に送水管口径と布設ルートを示す。



図・S.22 送水管布設ルート及び延長

(3) 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- S.25 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

(4) 土被り

本事業における一般部（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。

(5) 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。

(6) 河川横断部

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- S.26 に示す。

表- S.26 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

送水管及び河川の規模、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。

(7) 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。

本調査では、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した。

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、本提案事業においても、以下に示すとおり、必要な水撃圧対策を講じることとする。

表- S.27 必要な水撃圧対策

対象管路	口径	延長	管種	水撃圧対策
取水管	φ 1,600mm	1,800m	鋼管	フライホイール
導水管	φ 1,600mm	200m	鋼管	不要
送水管 (北系)	φ 700mm	13,800m	ダクタイル鋳鉄管	フライホイール
送水管 (南系)	φ 1,000 ～1,600mm	38,850m	鋼管	フライホイール +ワンウェイサージタンク

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が、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。

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から、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。

下表に示す範囲を対象として、管網解析を行った結果から得られた必要な整備方法を次図に示す。

表- S.28 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)	—

第1期、第2期それぞれにおける配水管整備量は、第1期が新設管約 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。

図-S .23, 図-S 24 に第1期、第2期における管網整備図を示す。

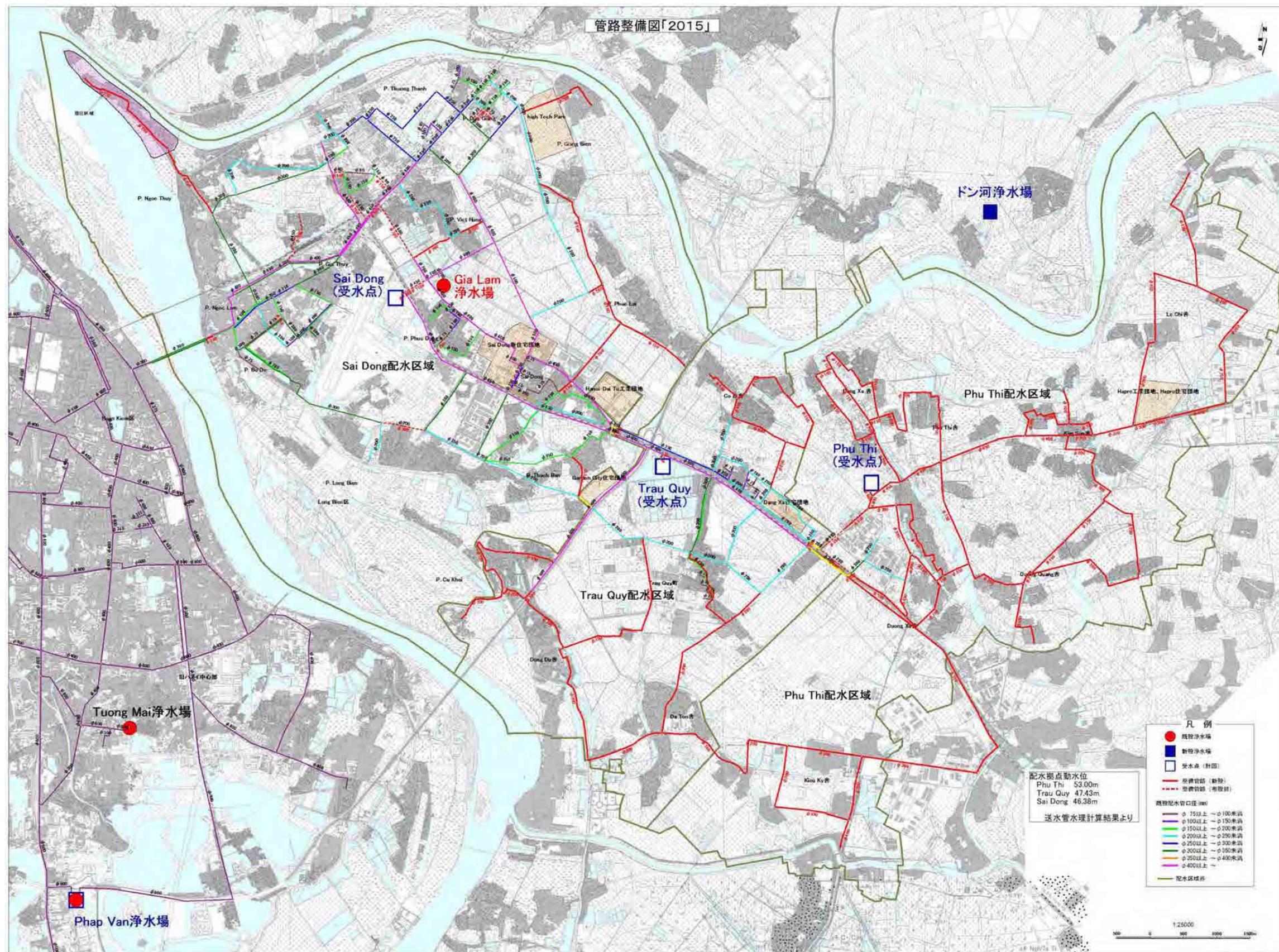


図- S.23 管網整備図 (第1期)
S - 64

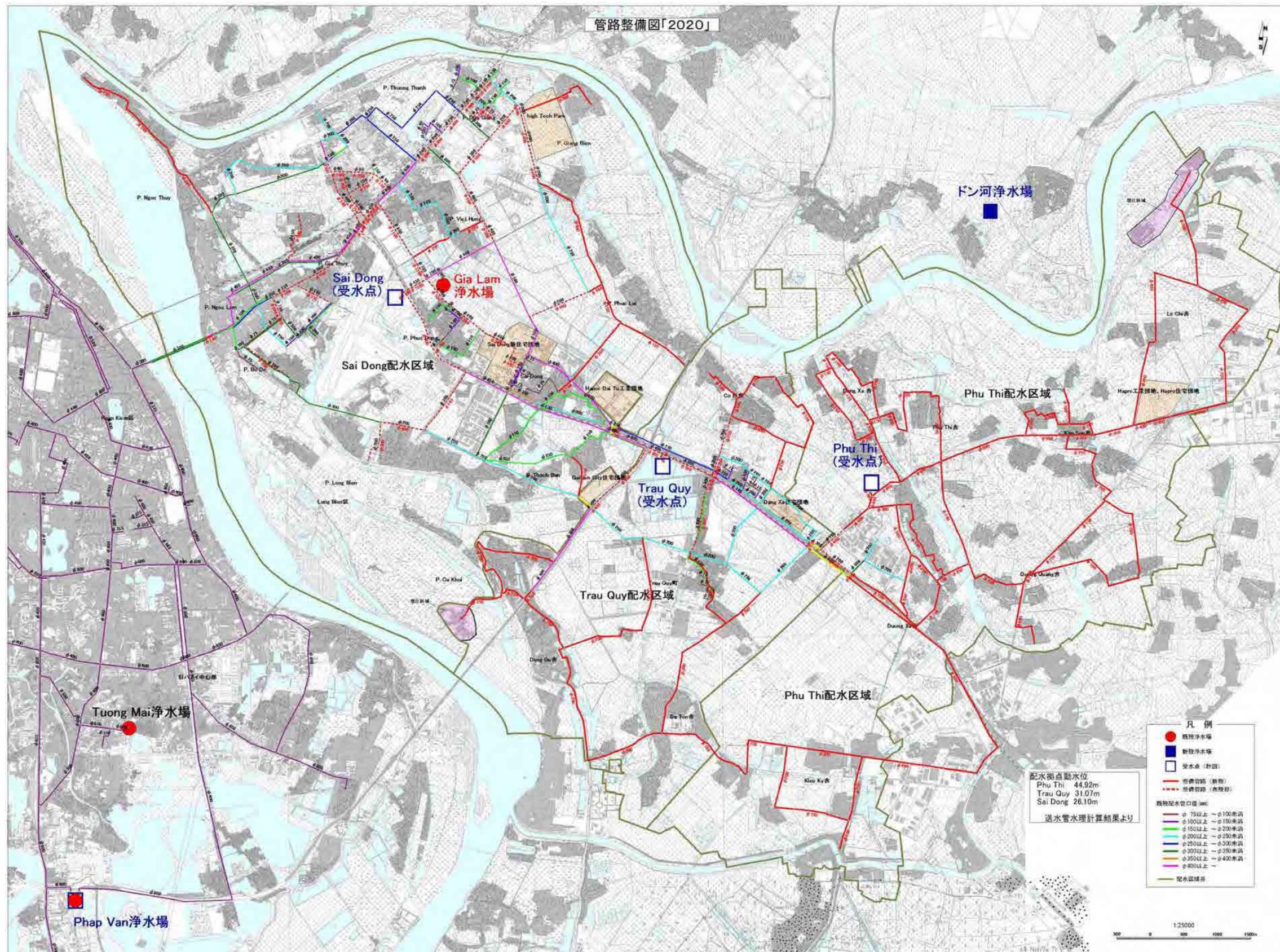


図- S.24 管網整備図 (第2期)

3.6 施工計画の策定

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、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）で品質に及ぼす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。

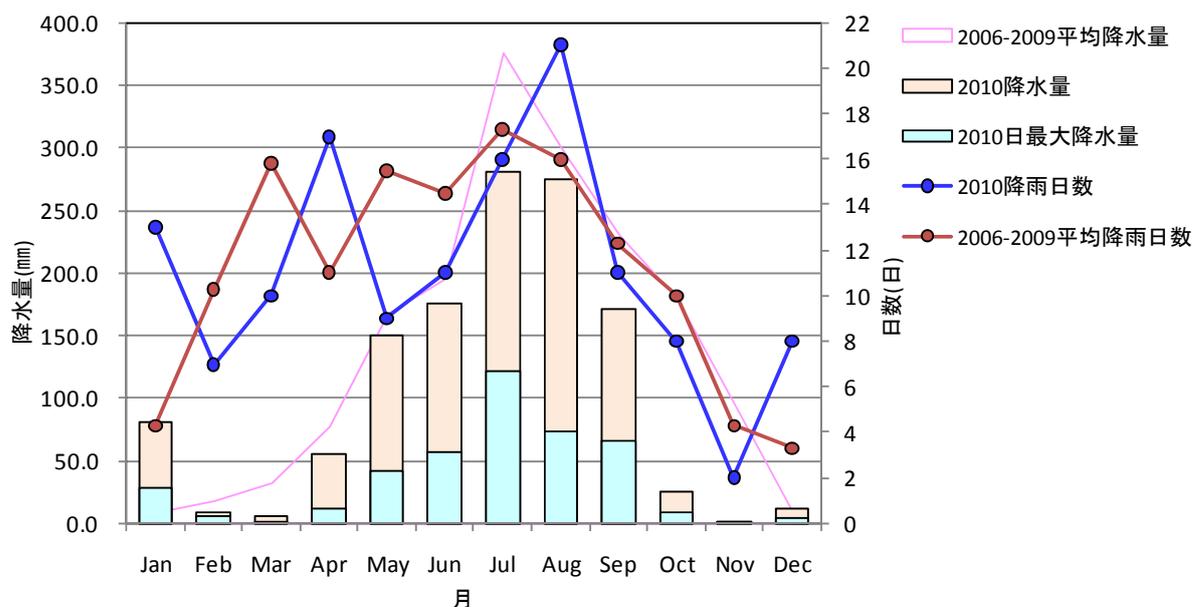


図- S.25 月別降水量

(2) 地質及び地下水位の状況

1) 取水場及び浄水場

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。

また、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ことから、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、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。

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、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 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 管を使用する。

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、φ700 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是不可能であり、第3国からの調達となる。

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是不可能と判断し、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。

(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。

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や日本での調達となる。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、日本での調達を想定している。水処理設備や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。

(3) 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。

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

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箇所とし、北側を主出入り口とする。

図- S.26 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- S.26 工事用進入路

(2) 資材等置場、現場事務所、倉庫等

施工に必要な資材等置場や現場事務所、倉庫等の設置場所は図- S.27 のとおりである。

これらの用地は工事許可受領後、速やかに造成し建設準備を行う。

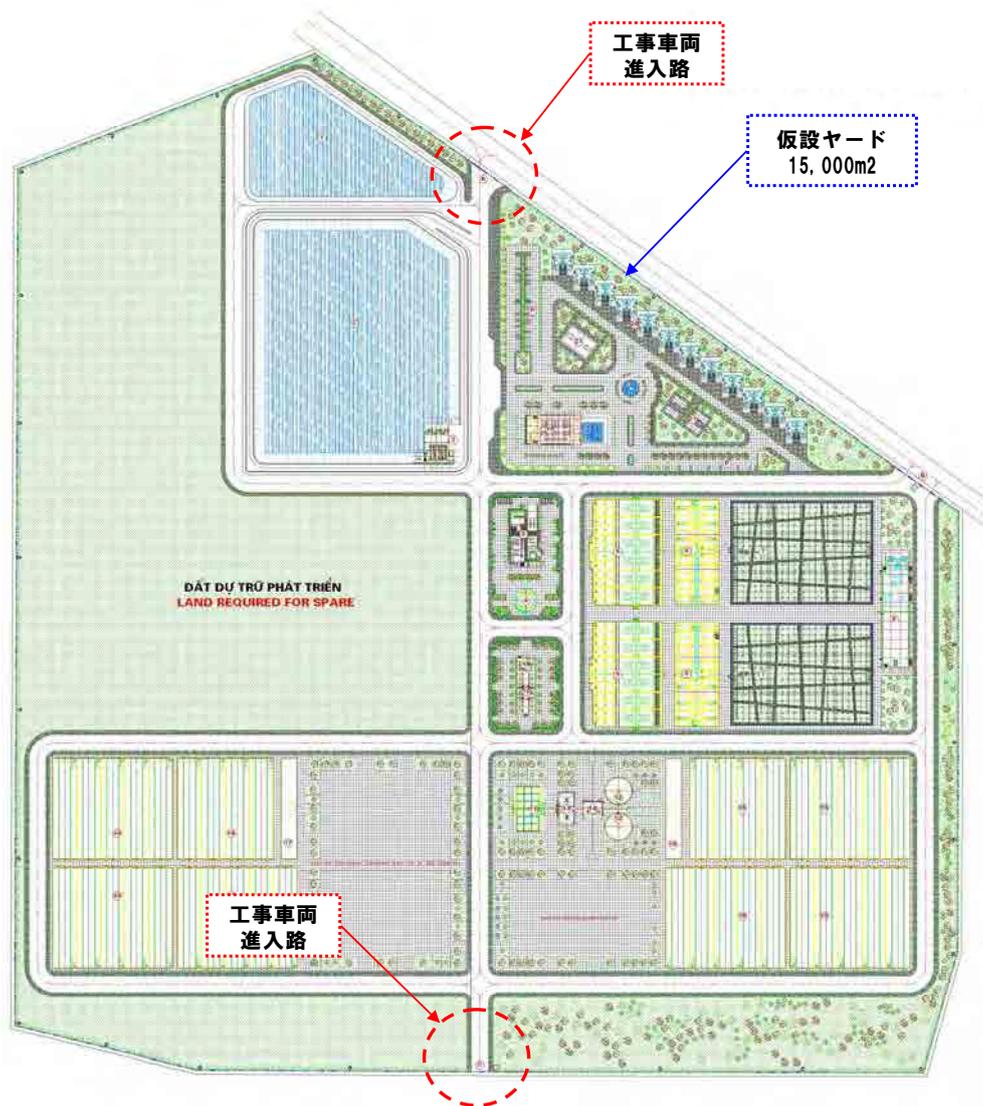


図- S.27 仮設ヤード（現場事務所、資材置場等）位置図

3.6.5 全体工程計画

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- S.29 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。

表- S.29 全体工事工程

区分	No.	工種	内容	建設1年目												建設2年目												建設3年目										
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
事前準備	1	準備工(測量・フェンス)	用地の測量、仮設道路・フェンス等設置	→																																		
	2	仮設ヤード建設(事務所他)	現場事務所等	→																																		
土木	3	基礎杭製作		→																																		
	4	土地造成	表土処理、締固め含む	→																																		
	5	取水ポンプ場築造	ポンプ場電気室含む	準備工	築造工																																	
	6	取水口築造		→																																		
	7	取水管布設		←																																		
	8	雨水貯留池築造		→																																		
	9	沈砂池築造		→																																		
	10	導水ポンプ棟築造		→																																		
	11	分水井築造		→																																		
	12	急速攪拌/フロック形成池		→																																		
	13	沈殿池		→																																		
	14	急速ろ過池築造		→																																		
	15	浄水池築造		→																																		
	16	排泥池築造		→																																		
	17	濃縮槽築造		→																																		
	18	洗浄排水池築造		→																																		
	19	天日乾燥床築造		→																																		
	20	天日乾燥床排水ポンプ井築造		→																																		
	21	場内連絡管布設		設計・製作											←																							
	22	雨水排水管布設		←																																		
	23	送水管布設	一般部	←																																		
	24		河川横断部	設計・製作											←																							
	建築	25	管理棟築造	→																																		
		26	薬品貯留/注入棟築造	→																																		
27		排泥/排泥引抜きポンプ棟築造	→																																			
28		送水ポンプ棟築造	→																																			
設備	29	機械設備工事	水処理設備、ポンプ設備等	製作設計											工場製作														現場搬付									
	30	電気計装設備工事	受変電設備、動力設備、監視制御設備、計装設備等	製作設計											工場製作														現場搬付									
その他	31	外構工事	屋外照明含む	→																																		
全体	32	総合試運転	浄水処理施設、送水施設	→																																		

3.7 概算事業費の算出

3.7.1 概算事業費

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 期の建設費集計表を表-S.30 に示す。

表-S.30 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	1,730,096	2,974,711	84,072	16,900,000
第2期	721,840	1,346,326	18,464	5,800,000
合計	2,451,937 (10,008,000)	4,321,037	102,536 (8,371,040)	22,700,000

(2010 年の為替レートにて換算)

3.7.2 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-S.31、表-S.32 に示す。

表-S.31 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 S.32 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）

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 227 億円（第 1 期、第 2 期分: 30 万 m³/day）にもおよ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 の供用開始を優先し、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）。

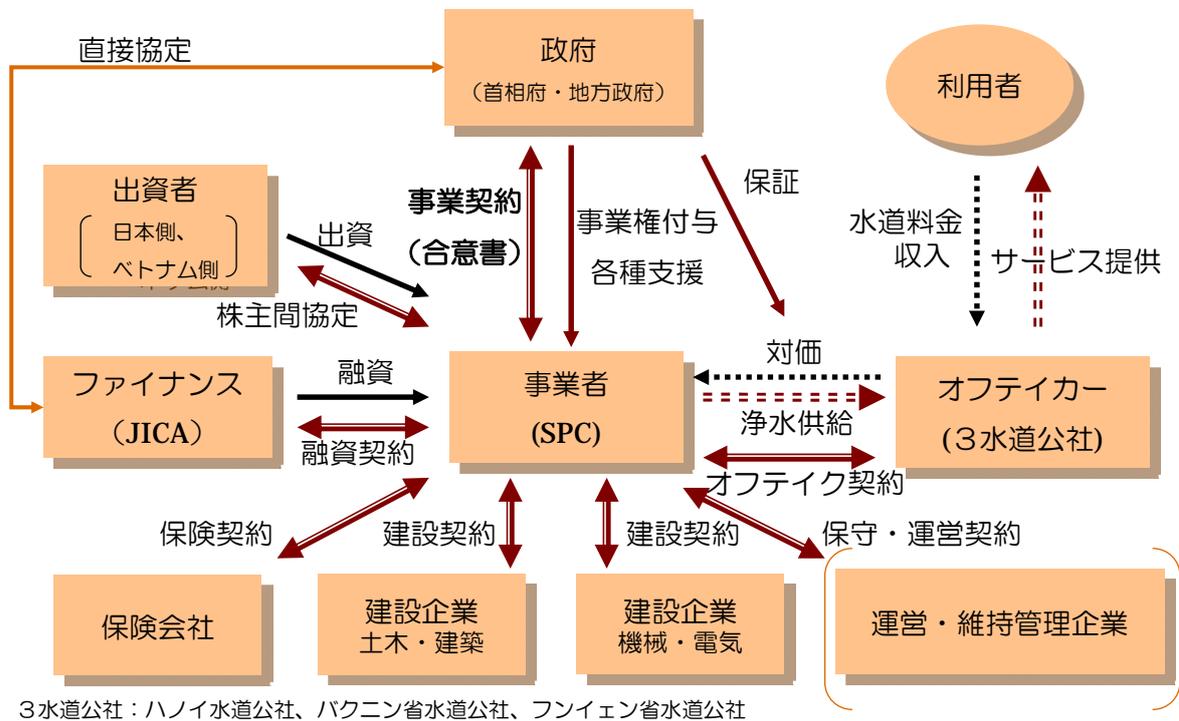
維持管理を含めた事業期間は 30 年とする。期分けしたプロジェクトの実施スケジュールを図- S.28 に示す。

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	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・S.28 実施スケジュール

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お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を検討している。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、運営会社は SPC に内生化する可能性がある。



図・S.29 事業実施体制（案）

3.10 運営・維持管理体制の検討

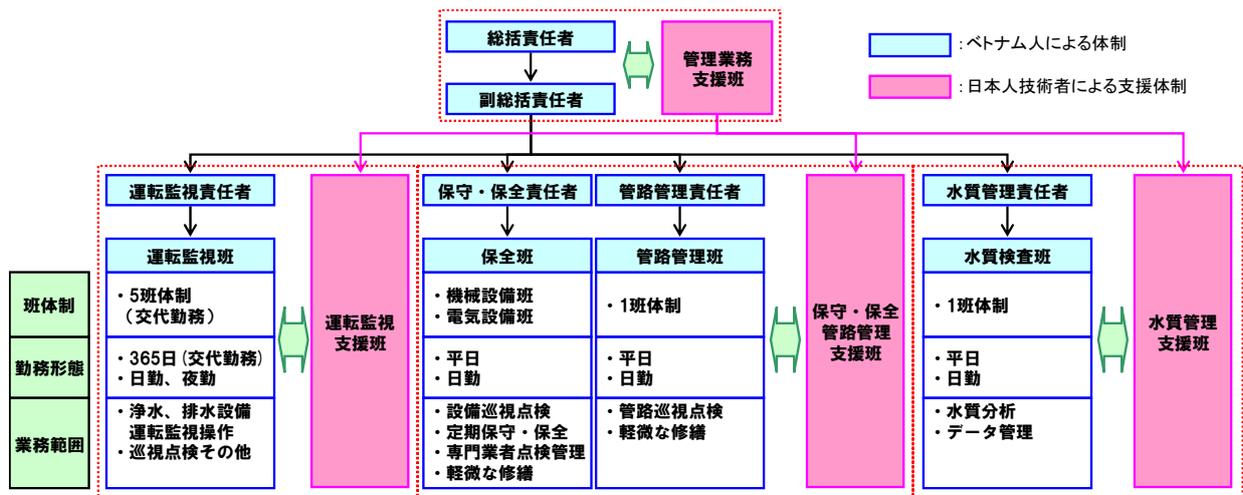
3.10.1 維持管理体制の基本方針

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。

3.10.2 現地維持管理体制

本提案事業における現地維持管理体制を図・S.30 に示す。



図・S.30 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

維持管理体制を構築するにあたり、以下の点に留意して、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。

- 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
- ▶ 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

(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系統を定め、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。

(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。

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。

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。

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) 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。

4) 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。

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。

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。

3.10.6 大規模浄水場の安定稼動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。

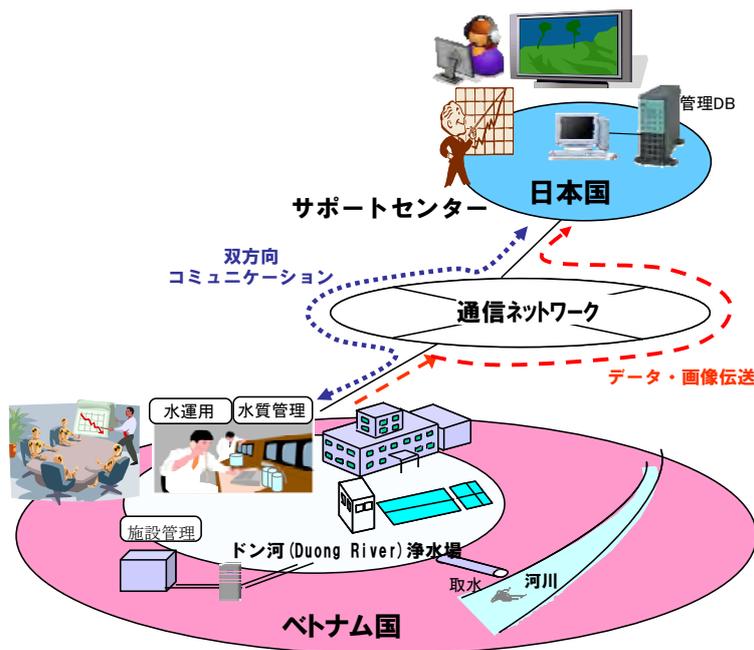


図- S.31 遠隔監視システムによる支援体制のイメージ

(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。

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要約する。

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。

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- S.33 に示す。

表- S.33 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 (HPC)	<ul style="list-style-type: none"> - 承認された EIA レポートへの押印、署名 - 提案プロジェクトの建設許可への押印、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
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) 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- S.34 に示すこれらの法律に簡潔に表記されている。

表- S.34 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

法規	内容
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. 181/2004/ND-CP: 土地法の施行に関する法令	<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 - 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

（3）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 は、プロジェクトをそ

の概要、規模、立地等を勘案して、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い、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で公表する。

なお、本提案事業は、カテゴリ B に分類される。

- 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しか及ばず、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（カテゴリ 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。

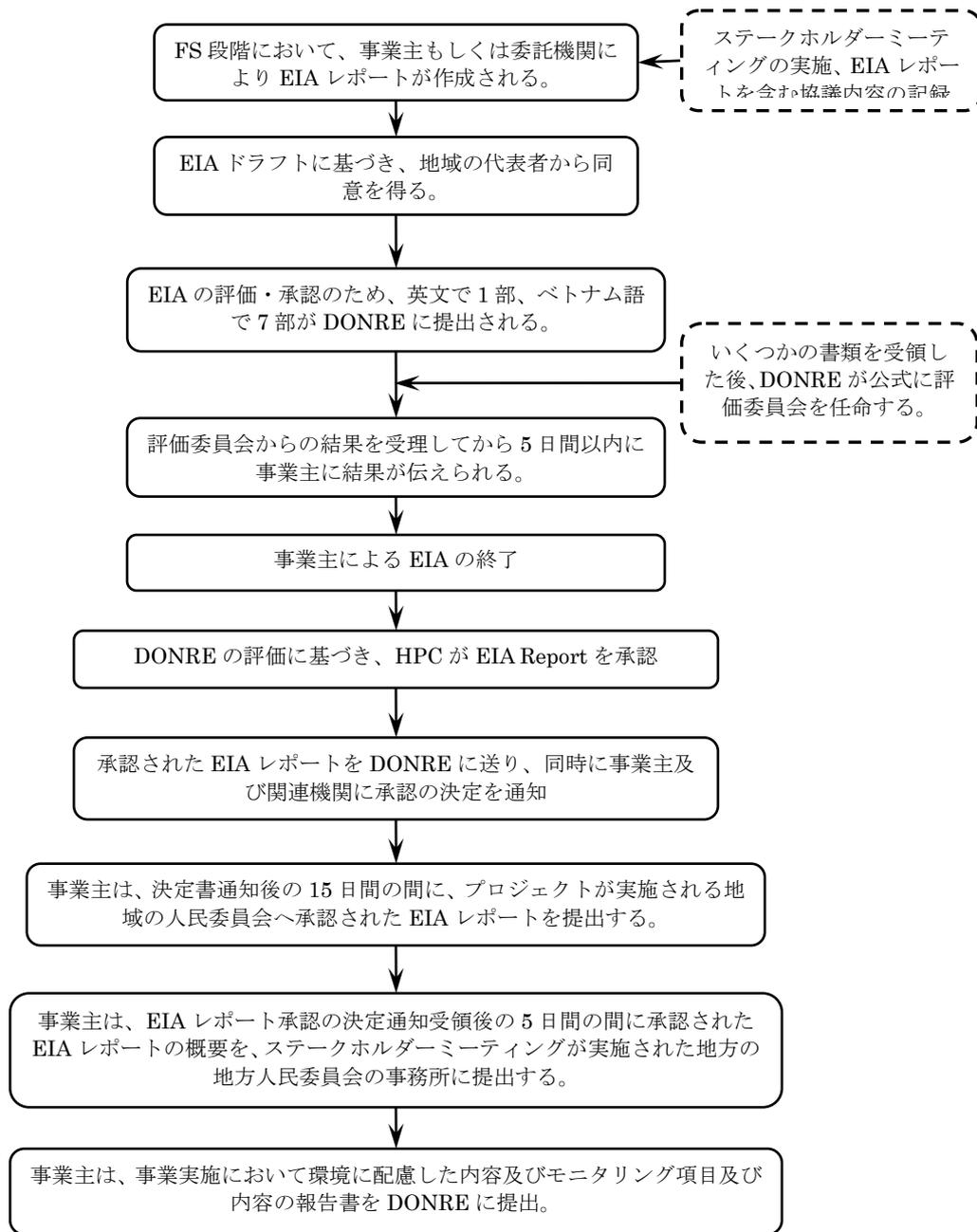
(4) 本提案事業に必要な環境社会配慮

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。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。

(5) ベトナム国の基準による環境影響評価

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。

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- S.32 法に基づく EIA 評価・承認手続き

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- S.35 及び表- S.36 に示す。主要施設の位置については、図- S.33 に示す。

表- S.35 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
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- S.36 提案事業の施設設置場所の概要

No.	施設	位置	設置に要する面積
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) 	

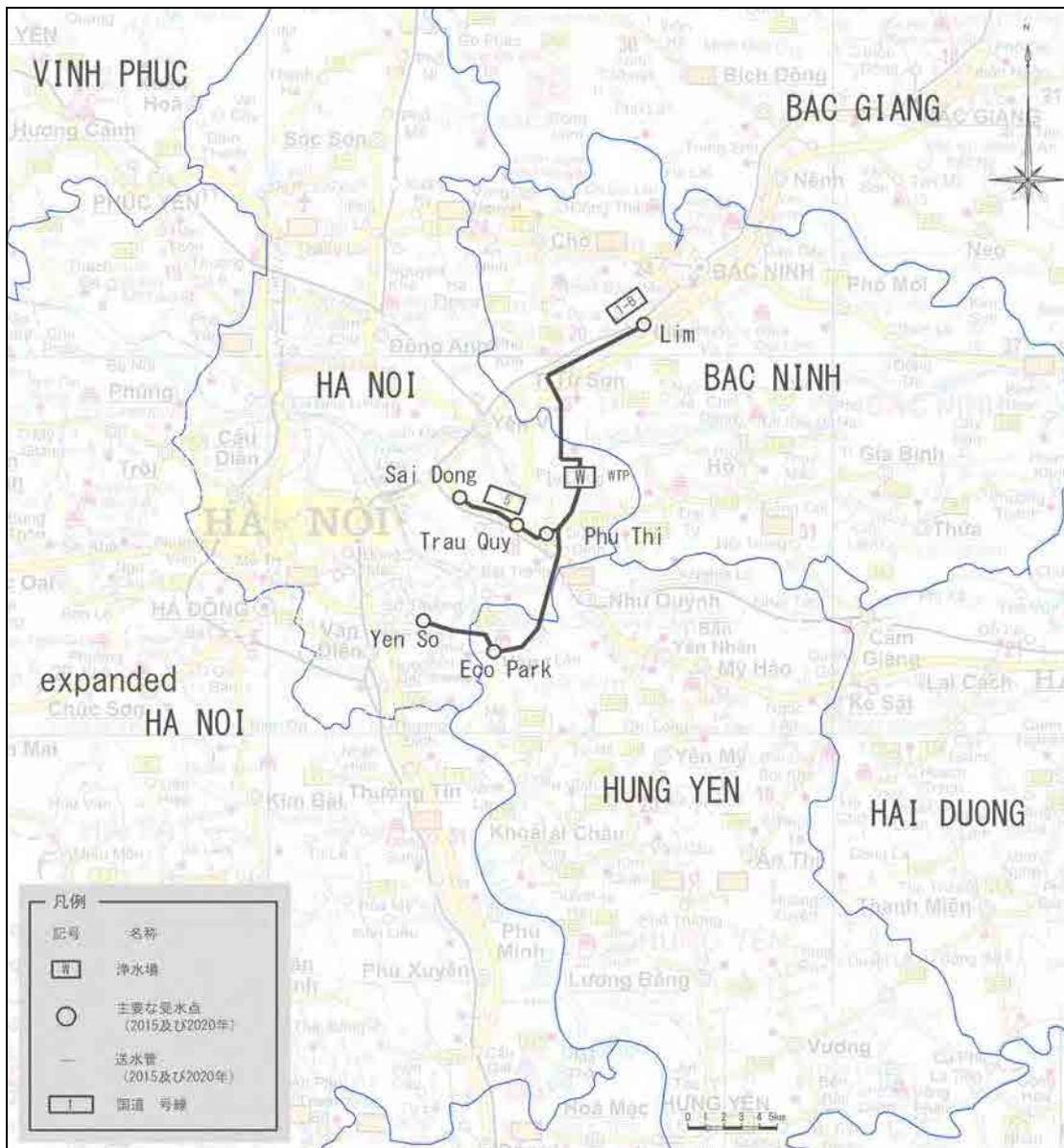


図- S.33 本提案事業の主要施設の予定地

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。

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

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
- ・ 送水管と受水点の建設予定地

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

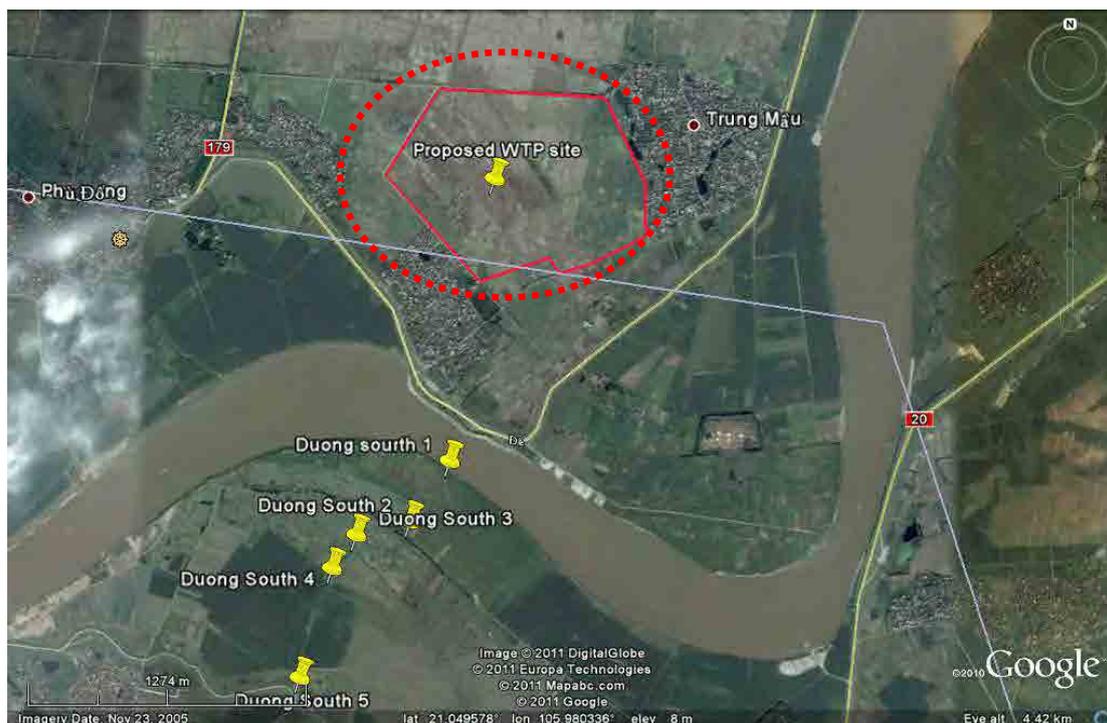
- Gia Lam 県の浄水場建設予定地

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。

- 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- S.34 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。

- 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。

－ 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。

(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- S.37 と図- S.35 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- S.37 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
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

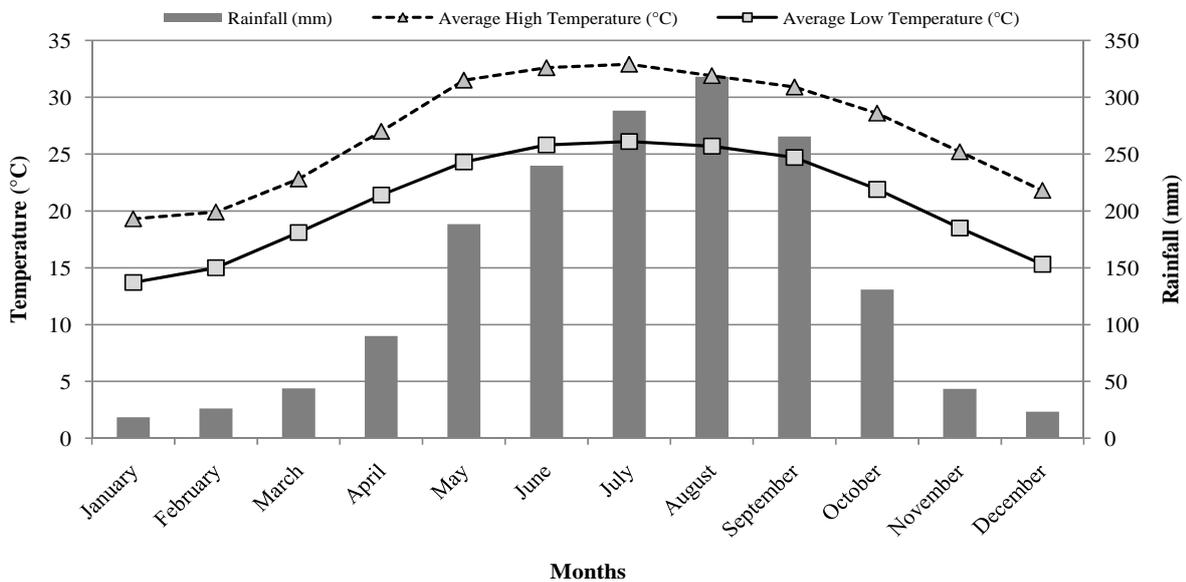
出典：世界気象機関ホームページ

(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- S.35 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の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- S.38 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- S.38 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
Ninh Binh 省	75	26	34.7	8	10.7
Thank Hoa 省	347	17	4.9	17	4.9

出典：ハノイ都市圏水道 PPP 事業調査報告書

(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-S.39 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-S.39 Ha Noi 市における月平均濃度 (2007 年)

月	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対して比較的高い。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- S.36 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思われ。

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。

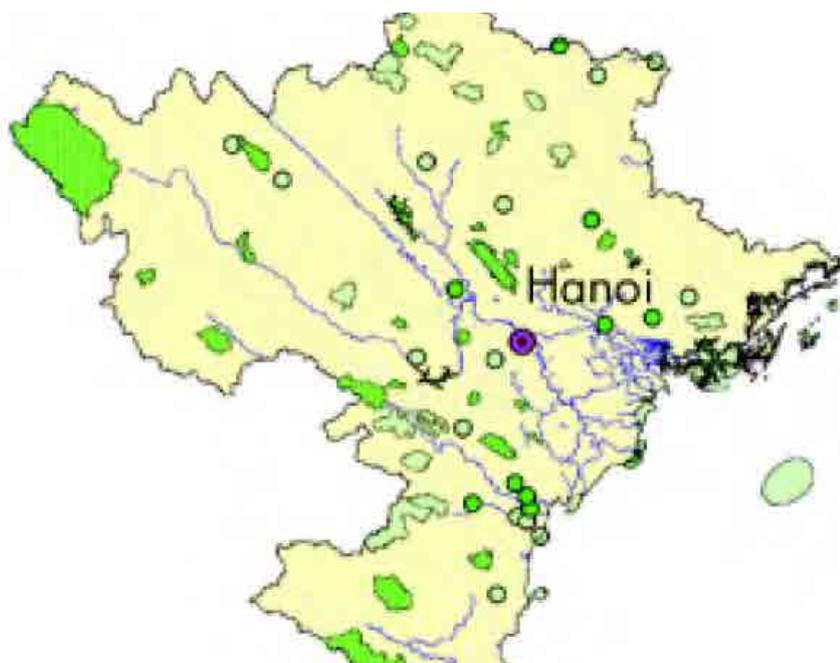


図- S.36 Ha Noi 周辺の保護区域

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。

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-S.40 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-S.40 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-	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-S.41 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り、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- S.41 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。
	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-S.42～表-S.43に示す。

表-S.42 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の教育を実施する。 荷台へ飛散防止カバーを取り付ける。 <p>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。</p>

項目	影響	軽減対策
		<ul style="list-style-type: none"> 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・S.43 運転段階の軽減対策

項目	影響	軽減対策
<騒音・振動>	ブロワ、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。
<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だすことが求められる。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

建設段階におけるモニタリングプログラムを表-S.44 に要約する。

表-S.44 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)
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。

(B) 運転段階

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-S.45 に示す。

表-S.45 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 -ブロワ 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。

(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。

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。

なお、環境チェックリストを以下に示す。

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）

本章では、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プレ F/S 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。

5.1 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応じ、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り、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した（本編参照）。

また、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、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 <ul style="list-style-type: none"> - 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 <ul style="list-style-type: none"> - 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- S.37 リスクの分類

(2) 本プロジェクトで想定されるリスク

次に、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、このうちスコアが「3」と分類されるリスクについてまとめた(表-S.46 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。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。

	大	2	3	3
影響度	中	1	2	3
	小	1	1	2
		小	中	大
		発生可能性		

図- S.38 リスク評価基準

表-S.46 本プロジェクトのリスクマトリックス

事業段階	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	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
	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
	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
	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 万トン/日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
	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 万トン/日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。	大	中	3
	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、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
	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
	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
	商業	収入	オフテイク カー 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
	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
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	
建設	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
	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	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
	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
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、出資相当のための海外送金ができない。 ・ 外債準備高の減少により、決済機能がなくなる。	大	中	3

(3) リスクの軽減策・対応策

表-S.46 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、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-S.47 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、「5.2 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-S.45 のリストではスコアが「3」と分類されるリスクについて表示させたが、これら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-S.47 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	リスク軽減案・対応策		詳細決定文書					今後のアクション										
										SPC	HPC 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		移転 / 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												
																											移転 / 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					
	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 市と中央政府との協議・合意。	
	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され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	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 市水道公社	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	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	・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。 ・ベトナムドンが、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。

5.2 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。

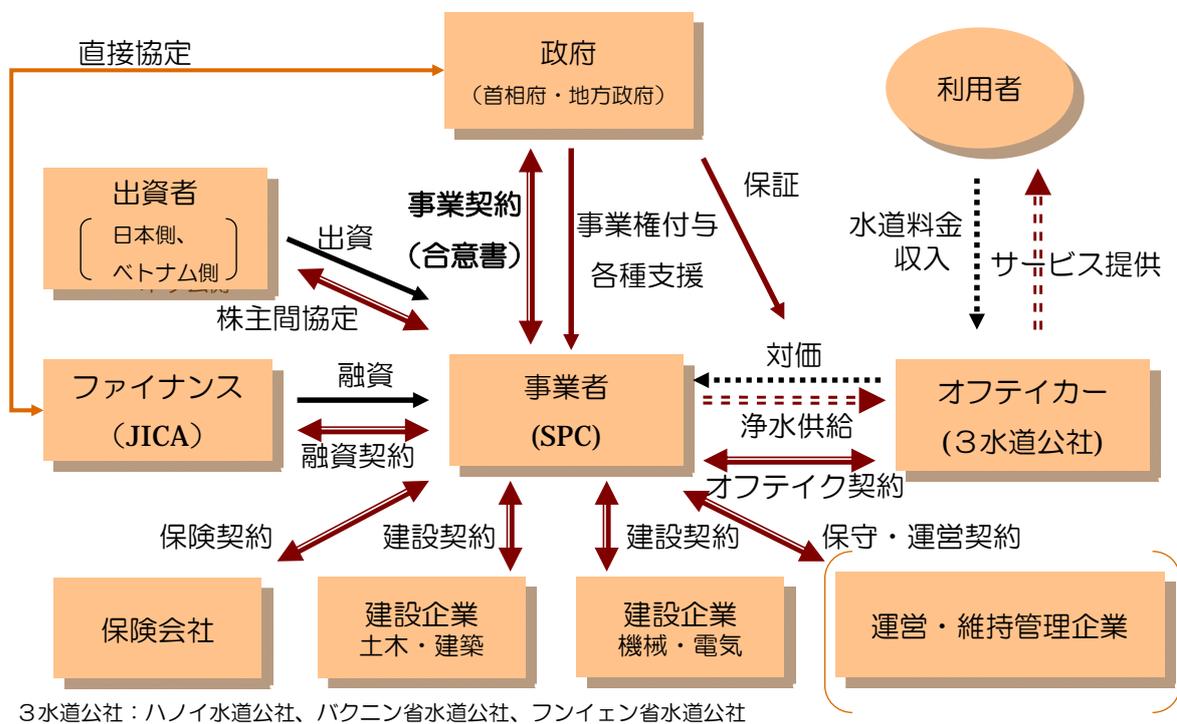


図- S.39 本プロジェクトの事業スキーム

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の前提条件である。

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べく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 JCIA 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- S.48 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、フンイェ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)
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

No.	書類	契約当事者
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 万トン/日の買取水量の保証
- 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（アウトプットベースの 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。

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 3 点については事前に確認をとって置くことが望ましい。

- 事業権の発効要件
- 事業権の取消事由とその帰結
- 事業権の終了時の措置

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- S.49 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ともに、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。

規定事項	一般的規定内容	留意点
投資連携先	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 想定される株主について規定 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 特になし。
場所	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 想定されるプロジェクトサイトについて規定 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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	<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。 ➤ 事業権として希望する期間を明記。 	<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。 ➤ 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	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 用水供給エリアを明記。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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ともに、Ha Noi 市のみの場合の協議も必要である。

3) 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- S.50 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・	<ul style="list-style-type: none"> ➤ BOT 契約同様、オフテ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 発効要件、発効期限が無理のな

規定事項	一般的規定内容	留意点
発効期限	<p>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)。</p> <p>➤ 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)。</p>	<p>いものであることを確認する必要あり。</p> <p>➤ 発効期限は設けないよう交渉することも考えられる。</p>
事業実施のスケジュール	<p>➤ 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。</p>	<p>➤ 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。</p>
設計変更の場合の取り扱い	<p>➤ 変更により生じる増加費用の取り扱いを記載。</p>	<p>➤ 設計変更の手続きについて規定。</p> <p>➤ 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。</p>
事業実施における当事者の役割分担	<p>➤ 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(権利義務)を記載。</p>	<p>➤ 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担は明確か、さらにオフテイク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。</p>
建設開始の要件	<p>➤ オフテイク側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。</p>	<p>➤ 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。</p>

規定事項	一般的規定内容	留意点
完工の確認	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 施設の完工の要件、確認プロセスを記載。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 様々な方法があるが、例えば Independent Engineer (IE) で、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	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ SPC 帰責以外の場合は料金への転嫁 (または難しいが増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	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 通常、Capacity に対して (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 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 本件での売水料金構成についての現状の想定は「7.2 財務分析前提条件 (3) 収入」参照。

規定事項	一般的規定内容	留意点
	<p>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>	
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。</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
契約の譲渡	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 契約を譲渡する場合の要件を記載。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 自らの責による相手方の損害に対する賠償を規定。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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なければなお望ましい。
紛争解決手段	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 当事者間に紛争が発生した場合の解決の方法を規定。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 契約内容が、オフィサ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。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 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。

4) 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。

表-S.51 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	<ul style="list-style-type: none"> ➤ (定款に定める) SPC の業務内容を記載。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 業務内容が過不足なく盛り込ま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	<ul style="list-style-type: none"> ➤ SPC の設立時の発行株式数及び発行可能な株 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 発効可能株式数の範囲で事業計画上必要な出資金額を満た

規定事項	一般的規定内容	留意点
株式総数	式数を記載。	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)
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。

規定事項	一般的規定内容	留意点
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

5) 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。

➤ 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事例もある。

6) 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

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った。

本分析では、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) を算出した。

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)) を参照した。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するとしている。

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した。

下表に示すように、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- S.52 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%		

上記のように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）を試算した。

表- S.53 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	
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、1.4%の水準（ケース 4）で EIRR が 12%を超え、1.5%～1.7%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

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、増圧ポンプ所及び送水管を含み、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・S.54 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、運営会社については SPC に内生化する可能性がある。

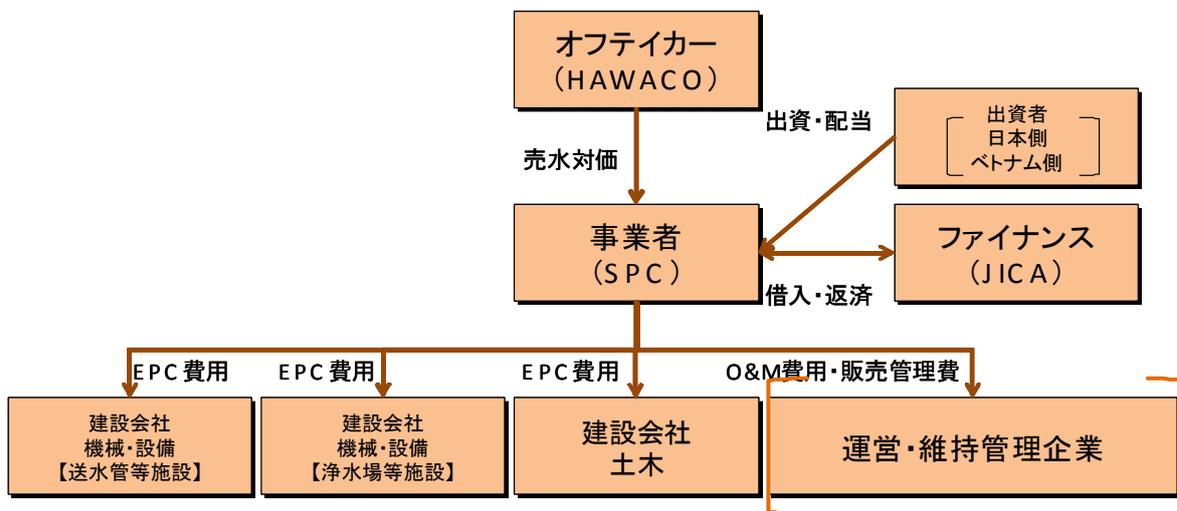


図- S.40 ケース 1 の資金フロー

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

Ha Noi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-S.55 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ヵ月前。
融資契約調印日	建設開始日の6ヵ月前。
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- S.56 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、第 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、第 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- S.57 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に端数調整)

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- S.58 参照)。

表- S.58 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	

(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、投資における邦貨建て部分が約 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円建て借り入れ、ドル建にスワップ予定。
- 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
- 米国 : 3.5%/年
- 日本 : 0%/年

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、経済政策の観点から実勢価値 (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。

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
VND/JPY	: 3.7%/年
JPY/USD	: -1.64%/年

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、オフテイクの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- S.59 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- S.60 本プロジェクトでの想定

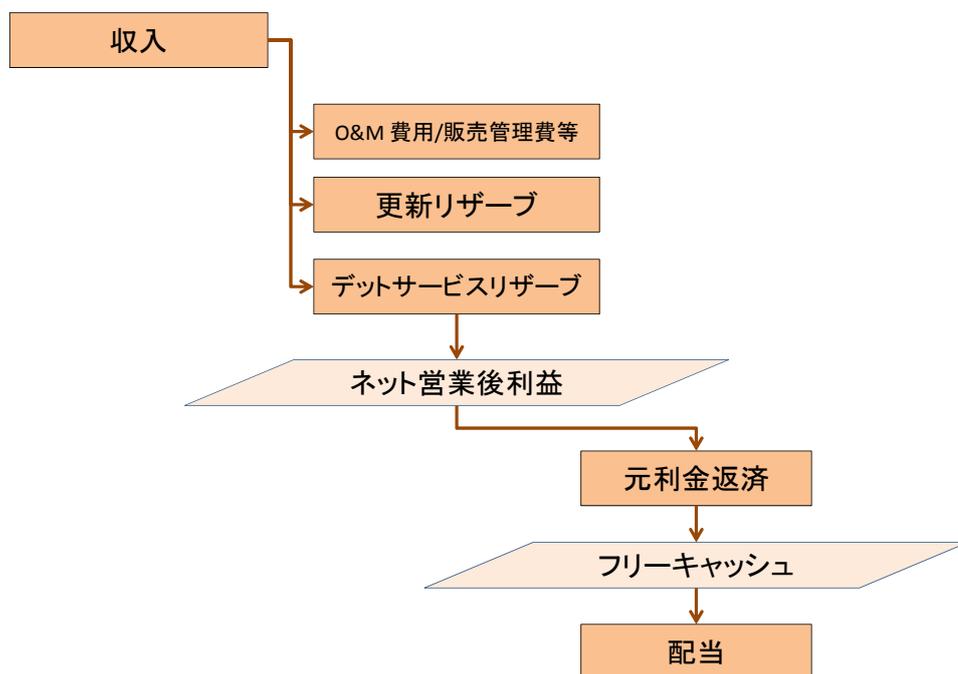
収入項目	概要	物価変動	
Capacity Payment	投下資本回収料金	<ul style="list-style-type: none"> 「m3 当たり単価×造水能力×稼働率」を計上 m3 当たり売水価格は IRR15%となる価格を逆算 構成要素は「元利金返済額+投資リターン+法人税等」 	×
	オペレーション固定料金 (インフレあり)	<ul style="list-style-type: none"> インフレを加味すべきオペレーション固定費 (O&M 費用固定分) に当該年度のインフレ率を加味させ計上 本事業ではオペレーション固定費 (O&M 費用固定分) 全額についてインフレを想定 	○
	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 <u>本事業では該当なし</u> 	—

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・S.41 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。

(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-S.61 7.6 感度分析でのバンクローンの試算結果

表-S.70 の No.	EIRR(配当ベース)	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
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することで、技術的なリスクを回避することを考える。

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-S.62 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-C”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 年から実行されるため 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ところ、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。

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。

(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・S.63 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 IRR	5%	10%	15%
平均売水単価(ドン/m3)	15,816 ドン	17,544 ドン	20,310 ドン
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 IRR	5%	10%	15%
平均売水単価(ドン/m3)	13,067 ドン	15,601 ドン	18,329 ドン
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

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、分析結果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。

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。

また EIRR については色々な考え方があり。一つには、一般に海外事業投資に関しては、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。尺度とすることから、ここでは前者に加重平均資本コスト(WACC)、後者に日本円と 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した。計算式と結果は下記のとおり。

9.2%(東証上場企業平均 WACC) + (8.9% (VND 過去 5 年平均) - 0.60%(円過去 5 年平均))=17.5%

表- S.64 日本円、VND 金利推移

(円：TIBOR 3month、 VND：中央銀行政策金利、単位：%)

	2007	2008	2009	2010	2011	5年間平均
日本円	0.71	0.82	0.60	0.38	0.34	0.60
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 で構わないと言う考え方もあり、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- S.65 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)

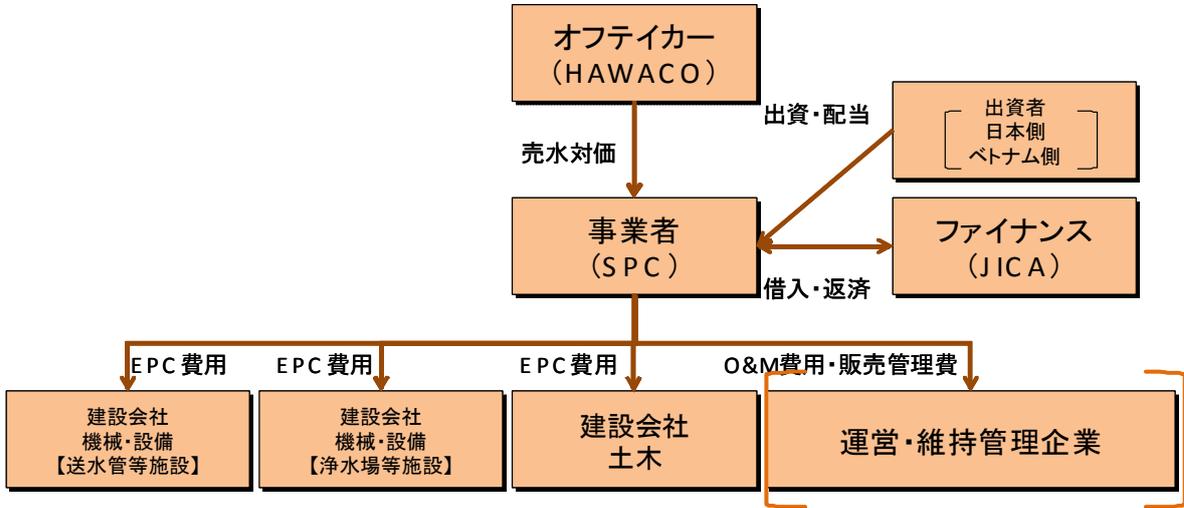


図- S.42 ベースケースの事業スキーム

2) 事業スケジュール(下表に整理)

表- S.66 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。
建設期間	Phase 1 2012～2015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12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

項目	前提
	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- S.67 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 年の為替レートで換算、一部数値を合計値が合致するように端数調整)

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下表のとおりまとめた。

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- S.68 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 S.46 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。 	○	<ul style="list-style-type: none"> 事業スケジュールの遅延（収入開始の遅延）。

No.	事業段階	表 S.46 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
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。	○	・ 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	・ 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	・ 第1期、第2期を各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	・ 第1期、第2期を各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	・ 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。	○	・ 買取水量の減少。
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。本事業で想定されている”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

No.	事業段階	表 S.46 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
									よる試算が必要。本事業で想定されている”Fixed + Variable”方式と並列比較できない。
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

No.	事業段階	表 S.46 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
									インフレ率 だけ増加)。
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- S.69 試算ケースの設定

No.	表 S.68 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 での借入	・ 円建借入と同条件で VND 借入を行った場合で、金利のみ 11% ・ 円建借入と同条件で VND 借入を行った場合で、金利は 12%	

No.	表 S.68 の No.	定量化方法	試算ケース	備考
4	2,3	・ 借入金利の上昇	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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）	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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- S.70 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 S.69 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 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
7	4			5% (+2%)	11.80%	100 百万円	1.07	-0.32

					EIRR (配当ベース)	最低 現預金	最低 DSCR	EIRR 弾性値
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)
16	7	EPC/O&M 費用の 為替レート変動率	VND/JPY 3.70% VND/USD 2.00%	為替変動率の低下 (-1%) VND/JPY 2.70%	13.62%	100 百万円	1.34	-0.33

				EIRR (配当ベース)	最低 現預金	最低 DSCR	EIRR 弾性値	
		を減少	JPY/USD -1.64%	VND/USD 2.00% JPY/USD -1.64%				
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どころ、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-S.70 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-S.70 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-S.70 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-S.70 の No.7 の「借入金利の上昇 (+2%)」、表-S.70 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-S.70 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-S.70 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。

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は以下である。

(1) 両国政府に求める支援策

- 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
- 2) 30 万 m³/day での買取水量の保証
- 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
- 4) 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
- 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）
- 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
- 7) ベトナム国スポンサーへの合意形成協力要請
- 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

(2) 日本国政府に求める支援策

- 1) アウトプットベースの VGF 支援
- 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