

ベトナム国
キエンザン省人民委員会

ベトナム国
キエンザン省フーコック島
水インフラ総合開発事業準備調査
(PPP インフラ事業)

最終報告書
第 II 部 メインレポート

平成 25 年 7 月
(2013 年)

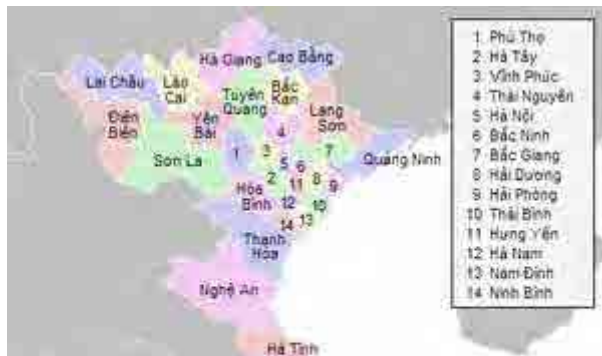
独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 神鋼環境ソリューション
株式会社 日水コン

- 第 I 部 : 要約
第 II 部 : メインレポート
第 III 部 : サポートイングリポート (添付資料)

通貨換算率 (2012 年 2 月)

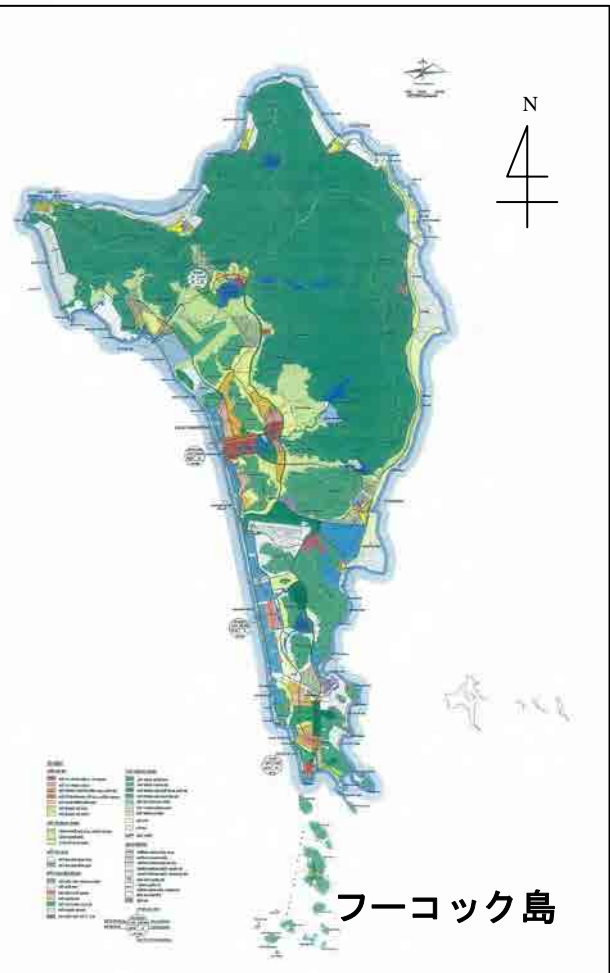
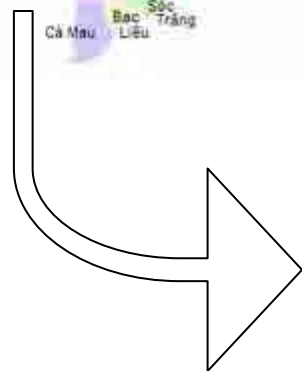
USD 1 = JPY 76.6
USD 1 = VND 20,703
VND 1 = JPY 0.0037



ベトナム国

- | | |
|----|----------------|
| 15 | Bình Dương |
| 16 | TP Hồ Chí Minh |
| 17 | Long An |
| 18 | Đồng Tháp |
| 19 | Tiền Giang |
| 20 | Bến Tre |
| 21 | Trà Vinh |
| 22 | Vĩnh Long |
| 23 | Hậu Giang |
| 24 | Cần Thơ |

キエンザン省



フーコック島

調査対象地域位置図

キエンザン省フーコック島水インフラ総合開発事業 準備調査（PPP インフラ事業）

最終報告書目次

第I部	要約
第II部	<u>メインレポート</u>
第III部	サポーティングレポート（添付資料）

第 II 部 メインレポート

目 次

位置図

目次

表リスト／図リスト／略語集

	頁
第 1 章 序論	1-1
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査の目的	1-1
1.3 調査対象地域	1-2
1.4 調査内容とスケジュール	1-3
第 2 章 事業ニーズの確認	2-1
2.1 ベトナム国の社会経済状況	2-1
2.2 フーコック島開発マスタープラン	2-12
2.2.1 マスタープランの水道整備計画	2-13
2.2.2 マスタープランの下水道整備計画	2-16
2.2.3 その他のインフラ整備計画	2-19
2.3 上下水道の現況及び他のプロジェクトの状況	2-21
2.3.1 上水道の現況と他の水道プロジェクトの状況	2-21
2.3.2 下水道の現況及び他の下水道プロジェクトの状況	2-25
2.3.3 KIWACO の財務状況及び現状の上下水道料金	2-28
2.4 プロジェクト関連法制度	2-35
2.4.1 投資・土地関連	2-35
2.4.2 PPP/BOT 法関連	2-36
2.5 本整備事業の必要性	2-38

第 3 章	計画の内容	3-1
3.1	上水道システム	3-1
3.1.1	計画給水区域及びその計画概要	3-1
3.1.2	水需要予測	3-6
3.1.3	水源計画	3-18
3.1.4	浄水施設の整備方針	3-24
3.1.5	供給方式（用水供給と各戸給水）	3-26
3.2	下水道計画	3-27
3.2.1	下水道対象区域	3-27
3.2.2	下水道排除方式	3-30
3.2.3	汚水量及び流入水質の算定	3-31
3.2.4	下水処理計画	3-38
3.3	環境社会配慮	3-59
3.3.1	環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要	3-59
3.3.2	ベースとなる自然環境の状況	3-62
3.3.3	ベースとなる社会状況	3-69
3.3.4	相手国の環境社会配慮制度・組織	3-73
3.3.5	代替案(ゼロオプションを含む)の比較検討	3-76
3.3.6	スコーピング	3-80
3.3.7	影響予測・評価	3-89
3.3.8	緩和策および緩和策実施のための費用	3-94
3.3.9	環境管理計画・モニタリング計画	3-94
3.3.10	ステークホルダー協議	3-105
3.3.11	環境社会配慮調査の TOR	3-106
第 4 章	施設の概略設計	4-1
4.1	上水道システム	4-1
4.1.1	Cua Can 貯水池	4-1
4.1.2	取水及び導水施設	4-3
4.1.3	浄水場施設	4-4
4.1.4	送配水施設	4-8
4.2	下水道システム	4-21
4.2.1	下水道管渠システム	4-21
4.2.2	下水処理施設	4-30
第 5 章	概算事業費と支出計画	5-1
5.1	概算事業費	5-1
5.1.1	貯水池事業費	5-2
5.1.2	上水道事業費	5-3
5.1.3	下水道事業費	5-4

5.2	積算方法	5-5
5.3	支出計画	5-5
第6章	PPP事業スキームと官民分担案の検討	6-1
6.1	事業スキームと官民分担案	6-1
6.1.1	水道事業の官民分担案	6-1
6.1.2	下水道事業の官民分担案	6-2
6.2	資金計画	6-4
6.2.1	事業費	6-4
6.2.2	出資および借入金内訳	6-5
6.2.3	事業収入	6-7
6.2.4	事業支出	6-8
6.3	財務分析	6-11
6.3.1	上水道	6-11
6.3.2	下水道	6-15
6.4	経済分析	6-19
6.4.1	上水道	6-19
6.4.2	下水道	6-23
6.5	運営維持管理体制	6-29
6.5.1	貯水池の運営維持管理体制	6-29
6.5.2	上水道の運営維持管理体制	6-29
6.5.3	下水道施設の運営維持管理体制	6-30
6.6	事業実施スケジュール	6-32
6.6.1	事業全体の実施スケジュール	6-32
6.6.2	貯水池および上水道施設建設	6-32
6.6.3	下水道建設	6-34
第7章	事業計画の策定	7-1
7.1	事業スキームの決定	7-1
7.1.1	水道事業	7-1
7.1.2	下水道事業	7-2
7.2	事業実施機関	7-4
7.3	ベトナム国側分担事業と必要な法整備等	7-5
7.3.1	関連施設整備計画	7-5
7.3.2	必要な法体制整備等	7-5
7.4	事業の資金計画	7-6
7.4.1	事業費の官民分担と出資金・借入金	7-6
7.4.2	出資者および借入条件	7-6
7.5	事業のリスク分担	7-8
第8章	提言	8-1

表リスト

表 2-1-1	ベトナム国の基礎的社会経済データ	2 - 1
表 2-1-2	経済分野別の国内総生産（1994 年固定価格）	2 - 1
表 2-1-3	サービス部門の GDP（1994 年固定価格）	2 - 2
表 2-1-4	ベトナム国への海外からの訪問者数	2 - 2
表 2-1-5	中央政府財政収支	2 - 4
表 2-1-6	GDP（現在価格）に対する国家財政赤字の割合	2 - 4
表 2-1-7	キエンザン省の基礎的な社会経済情報	2 - 7
表 2-1-8	経済分野別のキエンザン省の地域 GDP（1994 年固定価格）	2 - 7
表 2-1-9	経済分野別のフーコック島の地域 GDP（1994 年固定価格）	2 - 8
表 2-1-10	フーコック島の承認された投資プロジェクト数	2 - 9
表 2-1-11	フーコック島の政府予算収支	2 - 10
表 2-2-1	マスタープランのフーコック島の人口予測	2 - 12
表 2-2-2	マスタープランにおける 3 都市開発エリアの開発方針	2 - 12
表 2-2-3	マスタープランに示された人口、観光客数、土地利用、 水道・電気原単位	2 - 13
表 2-2-1-1	マスタープランにおける貯水池計画と計画給水量	2 - 14
表 2-2-2-1	計画汚水量	2 - 16
表 2-2-2-2	処理場の計画汚水量	2 - 17
表 2-3-1-1	フーコック島の既存水道事業の基礎指標	2 - 21
表 2-3-1-2	世界銀行融資による上水道拡張計画の概要	2 - 24
表 2-3-2-1	宿泊施設の施設規模	2 - 25
表 2-3-2-2	宿泊施設からの放流許容水質	2 - 26
表 2-3-3-1	KIWACO の貸借対照表	2 - 28
表 2-3-3-2	KIWACO の損益計算書	2 - 29
表 2-3-3-3	KIWACO のキャッシュフロー計算書	2 - 29
表 2-3-3-4	KIWACO の財務指標	2 - 30
表 2-3-3-5	KIWACO の水道料金	2 - 31
表 2-3-3-6	KIWACO の現在の下水道料金	2 - 33
表 2-3-3-7	KIWACO の経営データ	2 - 33
表 2-3-3-8	KIWACO の経営指標	2 - 34
表 3-1-1-1	Cua Can 地区および Duong Dong 地区の給水能力と需要量の比較	3 - 2
表 3-1-1-2	計画諸元一覧表	3 - 5
表 3-1-2-1	居住者 1 人あたりの水使用量の実績（Duong Dong）	3 - 7
表 3-1-2-2	計画区域内人口推移および増加率	3 - 8
表 3-1-2-3	計画区域内における人口予測	3 - 8
表 3-1-2-4	営業用水量の実績（Duong Dong）	3 - 9
表 3-1-2-5	リゾート地区および居住開発/居住移住地区の大口需要	3 - 10
表 3-1-2-6	開発事業の進捗と水需要の見込みの設定	3 - 13
表 3-1-2-7	観光開発区域における水需要（2020 年および 2030 年）	3 - 14
表 3-1-2-8	2020 年における水需要	3 - 16
表 3-1-2-9	2030 年における水需要	3 - 17
表 3-1-3-1	Cua Can 川の確率流量	3 - 19
表 3-1-3-2	貯水池の必要水量	3 - 20

表 3-1-3-3	フェーズ 1 における貯水池の水収支計算	3 - 21
表 3-1-3-4	フェーズ 2 における貯水池の水収支計算	3 - 21
表 3-1-3-5	貯水池計画の代替案	3 - 23
表 3-1-4-1	原水水質試験結果	3 - 24
表 3-1-4-2	各施設の整備規模のフェーズ分け	3 - 26
表 3-2-1-1	下水道対象区域の 2030 年における土地利用面 及びフェーズ 1、フェーズ 2 の面積	3 - 29
表 3-2-2-1	下水排除方式の比較	3 - 31
表 3-2-3-1	対象区域も計画汚水量	3 - 33
表 3-2-3-2	Cua Can 給水エリアの観光排水量	3 - 34
表 3-2-3-3	汚濁負荷量原単位の例	3 - 36
表 3-2-3-4	流入水質	3 - 37
表 3-2-4-1	家庭下水の放流水質に関する国家基準	3 - 39
表 3-2-4-2	地表水（公共用水）の水質環境基準	3 - 40
表 3-2-4-3	下水処理場から放流する目標水質	3 - 41
表 3-2-4-4	緩衝地帯に関する国家基準	3 - 41
表 3-2-4-5	ベトナム国における稼動中、計画中の処理場概要	3 - 43
表 3-2-4-6	要求される除去効率	3 - 44
表 3-2-4-7	水処理方式の比較検討表	3 - 45
表 3-2-4-8	汚泥減量化処理の比較表	3 - 49
表 3-2-4-9	消化ガス有効利用の比較表	3 - 50
表 3-2-4-10	各処理設備における省エネルギー対策とその効果	3 - 53
表 3-2-4-11	再生水におけるヒアリング結果	3 - 55
表 3-2-4-12	利用用途別目標水質	3 - 55
表 3-2-4-13	処理水質の達成度合い	3 - 56
表 3-2-4-14	ろ過器形式の比較表	3 - 57
表 3-3-2-1	貯水池にて利用予定の水質（Cua Can 川貯水池予定地上流地点）	3 - 63
表 3-3-2-2	特別利用林の管理に関する主な法令	3 - 65
表 3-3-2-3	事業予定地の土地区分	3 - 66
表 3-3-2-4	フーコック国立公園における希少種・固有種	3 - 67
表 3-3-2-5	フーコック国立公園における主な地理植物系	3 - 69
表 3-3-2-6	Cua Can 貯水池予定地における主な植物	3 - 69
表 3-3-3-1	人口の推移	3 - 69
表 3-3-3-2	職業別就労者数	3 - 70
表 3-3-3-3	教育・医療機関の施設数	3 - 71
表 3-3-3-4	フーコック島年間観光客数	3 - 71
表 3-3-3-5	フーコック島の土地利用状況	3 - 72
表 3-3-4-1	関連法規と基準	3 - 74
表 3-3-5-1	代替案の比較検討（水道）	3 - 77
表 3-3-5-2	代替案の比較検討（下水）	3 - 79
表 3-3-6-1	スコーピング-1（貯水池等）	3 - 81
表 3-3-6-2	スコーピング案-1（貯水池等）の評価項目とその選定理由	3 - 82
表 3-3-6-3	スコーピング-2（上水施設）	3 - 84
表 3-3-6-4	スコーピング案-2（浄水施設）の評価項目とその選定理由	3 - 85
表 3-3-6-5	スコーピング-3（下水施設）	3 - 86
表 3-3-6-6	スコーピング案-3（下水施設）の評価項目とその選定理由	3 - 87

表 3-3-7-1	影響予測・評価結果-1 (貯水池等)	3 - 89
表 3-3-7-2	影響予測・評価結果-2 (浄水施設)	3 - 91
表 3-3-7-3	影響予測・評価結果-3 (下水施設)	3 - 92
表 3-3-9-1	環境管理計画 (案) (貯水池)	3 - 95
表 3-3-9-2	環境管理計画 (案) (上下水道施設)	3 - 98
表 3-3-9-3	モニタリング計画 (案) (貯水池)	3 - 100
表 3-3-9-4	モニタリング計画 (案) (上下水道施設共通)	3 - 102
表 3-3-10-1	ステークホルダー協議の概要	3 - 105
表 3-3-10-2	第 1 回ステークホルダー協議参加者概要	3 - 105
表 3-3-10-3	第 2 回ステークホルダー協議参加者概要	3 - 106
表 3-3-11-1	貯水池等に関して想定される環境社会配慮調査 (対策) の概要	3 - 107
表 3-3-11-2	上下水道関連施設に関して想定される環境社会配慮 (対策) の概要	3 - 109
表 4-1-1-1	河川から貯水池への揚水ポンプの仕様	4 - 3
表 4-1-2-1	取水ポンプの諸元	4 - 3
表 4-1-3-1	浄水場施設の諸元	4 - 7
表 4-1-4-1	管材選定比較表	4 - 10
表 4-1-4-2	送配水ルート選定比較表	4 - 16
表 4-1-4-3	口径別、用途別管路延長	4 - 17
表 4-1-4-4	配水池規模	4 - 17
表 4-1-4-5	送水ポンプ規模	4 - 17
表 4-1-4-6	口径別、用途別管路延長	4 - 18
表 4-1-4-7	配水ポンプ規模	4 - 18
表 4-1-4-8	増圧ポンプ規模	4 - 18
表 4-1-4-9	沿線住民および住宅開発区域に対する日最大給水量	4 - 19
表 4-2-1-1	点投入汚水量	4 - 21
表 4-2-1-2	土地利用用途別 ha 当たり汚水量	4 - 23
表 4-2-1-3	管きよの粗度係数	4 - 24
表 4-2-1-4	ピーキングファクター	4 - 25
表 4-2-1-5	最小勾配	4 - 26
表 4-2-1-6	管渠の種類	4 - 27
表 4-2-1-7	管渠施設の規模	4 - 29
表 4-2-1-8	マンホールポンプの規模	4 - 29
表 4-2-2-1	水位観測データ	4 - 32
表 4-2-2-2	Duong Dong 下水処理場 主要な施設の仕様と数量	4 - 33
表 5-1-1	概算事業費	5 - 1
表 5-1-1-1	Cua Can 貯水池建設費	5 - 2
表 5-1-2-1	上水道事業費	5 - 3
表 5-1-3-1	下水道事業費	5 - 4
表 5-3-1	Cua Can 貯水池の支出スケジュール	5 - 6
表 5-3-2	上水道事業の支出スケジュール	5 - 7
表 5-3-3a	下水道事業の支出スケジュール (フェーズ 1)	5 - 8
表 5-3-3b	下水道事業の支出スケジュール (フェーズ 2)	5 - 9
表 6-2-1-1	事業費 (フェーズ 1) の官民分担	6 - 4
表 6-2-2-1	SPC への出資構成案 (上水道事業)	6 - 6
表 6-2-2-2	SPC への出資構成案 (下水道事業)	6 - 6
表 6-2-2-3	ツーステップローン (ベトナム市中銀行を通じた JICA 投融資制度)	

	の融資条件.....	6 - 6
表 6-2-4-1	上水道の運転維持管理費用.....	6 - 9
表 6-2-4-2	下水道の運転維持管理費用.....	6 - 9
表 6-2-4-3	法人所得税率.....	6 - 9
表 6-3-1-1	家庭用水道料金の推移.....	6 - 12
表 6-3-1-2	水道料金を 2.5 倍した際の各オプションの IRR 値.....	6 - 12
表 6-4-1-1	本上水道プロジェクトの経済便益.....	6 - 19
表 6-4-1-2	上水道プロジェクト (Phase 1 および Phase 2) の費用便益表.....	6 - 22
表 6-4-2-1	本下水道プロジェクトの経済便益.....	6 - 23
表 6-4-2-2	下水道整備による地価上昇の割合.....	6 - 25
表 6-4-2-3	下水道プロジェクト (Phase 1 および Phase 2) の費用便益表.....	6 - 27
表 6-5-1-1	Cua Can 川調整堰及び貯水池の運営維持管理内容.....	6 - 28
表 6-5-3-1	運転・維持管理の職種・業務内容.....	6 - 30
表 6-5-3-2	運営維持管理の要員計画.....	6 - 30
表 7-4-1-1	上水道事業費 (フェーズ 1) の官民分担.....	7 - 6
表 7-4-1-2	下水道事業費 (フェーズ 1) の官民分担.....	7 - 6
表 7-4-2-1	ツーステップローン (ベトナム市中銀行を通じた JICA 投融資制度) の融資条件.....	7 - 7
表 7-5-1	上下水道事業の主要リスク、対応策および分担.....	7 - 8

図リスト

図 1-1-1	フーコック島	1 - 3
図 1-1-2	調査内容とスケジュール	1 - 5
図 2-1-1	フーコック島への観光客数の推移	2 - 9
図 2-2-1-1	マスタープランの水道整備計画	2 - 15
図 2-2-2-1	マスタープランの下水道計画図	2 - 18
図 2-2-3-1	マスタープランのごみ処分場予定地	2 - 20
図 2-3-1-1	Duong Dong 水道システム概要	2 - 22
図 2-3-1-2	既存 Duong Dong 水道システム給水区域図	2 - 23
図 2-3-2-1	既存の下水道管渠	2 - 27
図 2-5-1	本事業給水予定地域のレポート開発計画	2 - 39
図 2-5-2	Duong Dong 川の水質汚濁調査結果	2 - 41
図 3-1-1-1	本事業の世銀融資事業の給水対象区域	3 - 1
図 3-1-1-2	フェーズ 1 とフェーズ 2 の給水区域	3 - 4
図 3-1-2-1	現在の道路状況	3 - 11
図 3-1-2-2	開発事業の進行手順	3 - 12
図 3-1-3-1	マスタープランに示された Cua Can 貯水池とその周辺の土地利用計画	3 - 18
図 3-1-3-2	検討された貯水池方式	3 - 22
図 3-1-3-3	比較検討された貯水池代替案の模式図	3 - 23
図 3-1-4-1	浄水処理方法	3 - 25
図 3-2-1-1	下水道対象区域	3 - 28
図 3-2-3-1	世銀プロジェクト及び本調査で計画中の給水区域と下水道対象区域	3 - 32
図 3-2-4-1	Ong Lang Beach Eco-resort 開発 用途計画図	3 - 38
図 3-2-4-2	Duong Dong STP 用地 候補図	3 - 39
図 3-2-4-3	経済比較表（内訳）	3 - 54
図 3-2-4-4	経済比較表（減価償却費＋維持管理費－便益）	3 - 54
図 3-3-1-1	プロジェクトサイト（将来土地利用計画図）	3 - 59
図 3-3-1-2	Cua Can 貯水池および浄水場の概念図	3 - 60
図 3-3-1-3	下水処理場予定地付近概念図	3 - 61
図 3-3-2-1	月平均降水量・気温	3 - 62
図 3-3-2-2	月平均流量（計算値）および流量観測値	3 - 64
図 3-3-2-3	保護区の関係模式図	3 - 65
図 3-3-2-4	プロジェクト予定地周辺の Buffer Zone	3 - 66
図 3-3-3-1	フーコック島内水産業生産量内訳	3 - 71
図 3-3-3-2	フーコック島内農業生産高内訳	3 - 71
図 3-3-3-3	フーコック島月別観光客数	3 - 72
図 3-3-3-4	フーコック島（事業対象地付近）の土地利用図	3 - 73
図 3-3-4-1	EIA 報告書および審査・承認に関する手続き	3 - 76
図 3-3-5-1	貯水池構想の経緯	3 - 78
図 3-4-5-2	貯水池の造成方式	4 - 78
図 3-3-5-3	処理人口の変動（試算）	4 - 80
図 4-1-1-1	Cua Can 貯水池平面図	4 - 1
図 4-1-1-2	調整堰と河川水取水施設平面図	4 - 2
図 4-1-3-1	浄水場レイアウト	4 - 5
図 4-1-3-2	浄水場水位高低図	4 - 6

図 4-1-4-1	送配水ルート of 道路整備状況	4 - 12
図 4-1-4-2	道路断面図 フェーズ 1 区間	4 - 12
図 4-1-4-3	道路断面図 フェーズ 1 およびフェーズ 2 区間	4 - 13
図 4-1-4-4	送配水方式 of 代替ケース of 概要	4 - 14
図 4-1-4-5	送配水システム模式図	4 - 15
図 4-1-4-6	配水池概略図	4 - 20
図 4-2-1-1	点投入エリア	4 - 22
図 4-2-1-2	下水道主要施設のレイアウト図	4 - 28
図 4-2-2-1	下水処理場と放流河川 of 位置図	4 - 32
図 4-2-2-2	一般平面図	4 - 34
図 4-2-2-3	水位関係図	4 - 35
図 4-2-2-4	処理フロー図	4 - 36
図 6-1-1	上水道オプション 1 (建設費 of 官民分担)	6 - 1
図 6-1-2	上水道オプション 2 (建設費 of 官民分担)	6 - 2
図 6-1-3	下水道オプション 1 (建設費 of 官民分担)	6 - 3
図 6-1-4	下水道オプション 2 (建設費 of 官民分担)	6 - 3
図 6-5-2-1	上水道オプション 1 of ケース of における SPC of 運営維持管理体制	6 - 29
図 6-5-2-2	上水道オプション 2 of ケース of における SPC of 運営維持管理体制	6 - 29
図 6-6-1-1	事業全体 of 実施スケジュール	6 - 31
図 6-6-2-1	貯水池及び上水道施設 (フェーズ 1) of 建設スケジュール	6 - 32
図 6-6-3-1	下水道施設 (フェーズ 1) of 建設スケジュール	6 - 33
図 7-1-1-1	上水道オプション 1 (建設費 of 官民分担)	7 - 1
図 7-1-2-1	下水道オプション 1 (建設費 of 官民分担)	7 - 2

略語集

ABC	高度接触生物	Advanced Biological Contactor
ADB	アジア開発銀行	Asian Development Bank
ASEAN	東南アジア諸国連合	Association of Southeast Asian Nations
BOD	生物化学的酸素要求量	Biochemical Oxygen Demand
BOO	建設・所有・運営	Build, Operate and Own
BOT	建設・運営・譲渡	Build, Operate and Transfer
CAS	標準活性汚泥法	Conventional Activated Sludge
CIA	中央情報局	Central Intelligence Agency
COD	化学的酸素要求量	Chemical Oxygen Demand
DARD	農業村落開発局	Department of Agriculture and Rural Development
D/D	実施設計	Detailed Design
DIP (DCIP)	ダクタイル鋳鉄管	Ductile Cast Iron Pipe
DPC	地区人民委員会	District People's Committee
DSCR	デッド・サービス・カバレッジ・レシオ	Debt Service Coverage Ratio
EIRR	経済的内部収益率	Economic Internal Rate of Return
EMP	環境管理計画	Environmental Management Plan
FC	外国通貨	Foreign Currency
FDI	海外直接投資	Foreign Direct Investment
FIRR	財務的内部収益率	Financial Internal Rate of Return
FS (F/S)	フィージビリティ調査	Feasibility Study
FY	財政年度	Financial Year
GDP	国内総生産	Gross Domestic Product
GOJ	日本国政府	Government of Japan
GOV	ベトナム国政府	Government of Viet Nam
GSO	ベトナム統計局	General Statistics Office
HDPE	高密度ポリエチレン	High Density Polyethylene Pipe
IMF	国際通貨基金	International Monetary Fund
ISO	国際標準化機構	International Organization for Standardization
JICA	独立行政法人国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
JPST	JICA 調査団	JICA Preparatory Survey Team
KIWACO	キエンザン上下水道公社	Kien Giang Water Supply and Drainage One Member Limited Company
KGPPC	キエンザン省人民委員会	Kien Giang Provincial People's Committee
LC	自国通貨	Local Currency
MP (M/P)	マスタープラン	Master Plan
NRW	無収水	Non Revenue Water
OD	オキシデーションディッチ法	Oxidation Ditch

ODA	政府開発援助	Official Development Assistance
O&M	運転維持管理	Operation and Maintenance
PC	人民委員会	People's Committee
PPC	省人民委員会	Provincial People's Committee
PPP	官民連携	Public Private Partnership
PQDMB	フーコック地区開発委員会	Phu Quoc Development Management Board
PVC	ポリ塩化ビニル	Polyvinyl Chloride Pipe
ROA	資産収益率	Return on Asset
ROE	株主資本利益率	Return on Equity
SBR	回分式活性汚泥法	Sequencing Batch Reactor
SPC	特別目的会社	Special Purpose Company
SS	浮遊物質	Suspended Solids
STP	下水処理場	Sewage Treatment Plant
S/V	施工管理	Construction Supervision
UASB	上向流式嫌気性スラッジブランケット法	Upflow Anaerobic Sludge Blanket
VAT	付加価値税	Value Added Tax
VDB	ベトナム開発銀行	Vietnamese Development Bank
VNAT	ベトナム国家観光局	Vietnam National Administration of Tourism
VND	ベトナムドン	Vietnamese Dong
WACC	加重平均資本費用	Weighted Average Cost of Capital
WB	世界銀行	World Bank
WEF	世界経済フォーラム	World Economic Forum
WTP	浄水場	Water Treatment Plant

第1章 序論

第1章 序論

1.1 調査の背景

ベトナムは、急速な経済発展と都市化による環境汚染が深刻化しており、上下水道、廃棄物等、都市環境の整備・管理が大きな課題となっている。現在、都市部の上水道普及率は69%であり、また、高い無収水率（全国平均33%）、不十分な水質管理、低い水道料金と補助金への依存等、大半の水道事業者は十分な上水道サービスを提供できていない。また、下水については、生活排水および産業排水が増大する一方、下水処理容量は限定的で、下水が直接河川や運河に放流されているため水質汚濁が深刻化している。

また近年、地域経済活性化の一つの切り口として、地域資源（地場産業等）や観光資源（文化遺産、自然環境資源）を有効に活用した施策の必要性が謳われており、ベトナム政府の経済社会開発計画の地方開発指針においても、観光資源の活用、地場産業の育成等、地域の特色を活かした地域振興が新たなアプローチとして推奨されている。しかし、観光開発が進む一方で、地域資源の保護や社会資本整備のための方策が伴っていないために、急激な観光客の増加や観光産業の発展に起因する伝統産業や地域文化の衰退、さらには環境破壊（自然環境破壊、水環境汚染）などの負のインパクトが生じている。

本事業対象地のベトナム南部キエンザン省に属するフーコック島は、ベトナムとカンボジアの国境から約18km南に位置した面積約593km²、人口10万人、島の西側に約20kmに渡って続く白砂のビーチ、原生林等の自然が残る島であり、観光地として開発を進めている。ベトナム政府も同島の観光開発に力を入れており、2020年には年間200万人、2030年には年間500万人の観光客を目指し、同島を訪問する外国人のビザ無し15日以内滞在が首相認可（Decision No.38）されるなど、同島の開発に対して様々な優遇措置を設けており、2012年12月には新国際空港が既に開港されている。

一方、現在同島の上下水道の整備状況は、上水については、島の中心都市にあたる唯一のDuong Dong浄水場のみでは、観光客の増加による水需要に対応できないことが懸念されている。また、下水については、セプティックタンク（腐敗槽）等を通じ、河川や海へ放流しており、未だ下水処理場が整備されておらず、自然環境を保護しての観光開発のためには、上下水道整備が喫緊の課題となっている。

1.2 調査の目的

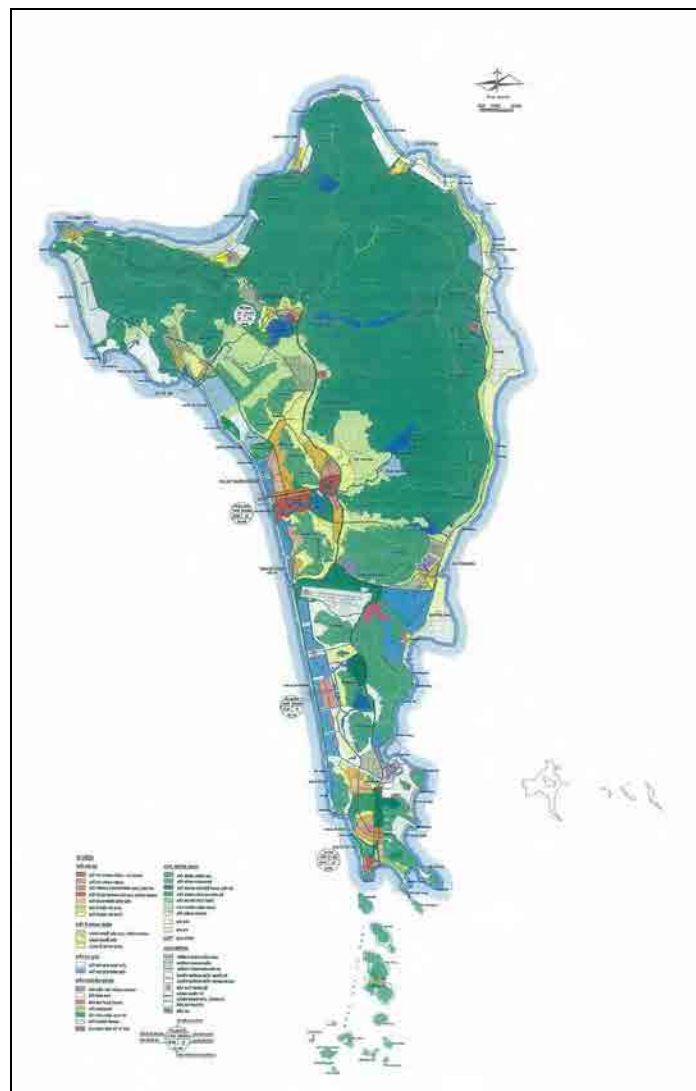
本調査の目的は、フーコック島の水インフラ整備を行う上で優先される事業スキームの確定とその実施をPPP事業として実現するための事業実施計画を策定するものである。

本調査ではフーコック島マスタープラン（Decision 633/QD-TTg）の需要予測の妥当性を分析した上で、以下の主要項目を明らかにして PPP 事業化に必要な諸条件を検討・設定するものである。

- 事業ニーズ
- 水需要予測
- 水インフラ施設の概略設計と概算事業費の算出
- PPP 事業実施計画
- 事業実施スケジュール
- 環境・社会配慮面の考察
- 財務分析と経済分析

1.3 調査対象地域

図 1-1-1 に調査対象地域となるフーコック島の地図を示す。


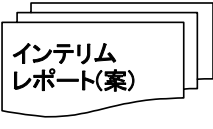
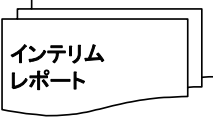


(出典 : Decision No.633/QD-TTg May 11, 2010)

図 1-1-1 フーコック島

1.4 調査内容とスケジュール

本調査業務の内容と工程を図 1-1-2 に示す。インテリム・レポートで事業内容をより具体化する必要性から、当初計画とは異なりインテリム・レポート(案)を作成・協議することとなり、そのために当初計画から、国内作業と現地調査がそれぞれ 1 回ずつ追加されている。

時期	調査段階と内容	報告書レポート
2011年9月中旬	<p style="text-align: center;">1.国内準備作業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既存関連資料・情報の分析・検討等 ・追加収集資料のリストアップ及び質問票の作成 ・インセプションレポートの作成 	 <p>インセプション レポート</p>
2011年9月下旬	<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">2.第1次現地調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インセプションレポートの説明・協議、資料収集等 ・ベトナム(以下、「ベ国」という。)の社会経済状況 ・ベ国における水セクターの状況、課題及び政府の整備計画 ・ベ国PPP関連法制度の状況 ・当該事業に係る他国企業等の状況、動向 ・当該事業周辺の自然条件 ・事業のニーズ(現状及び今後の見通し) ・事業リスク ・環境及び社会面の配慮の現状確認・把握 ・事業目的 ・事業の水需要予測 ・適切な事業スコープの提案 ・設計条件の設定 ・概略設計 ・施工計画の策定 	
2012年1月上旬	<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">3.第1次国内作業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・概算事業費の算出 ・事業実施スケジュール策定 ・インテリム・レポート(案)の作成・説明・協議 	 <p>インテリム レポート(案)</p>
2012年3月中旬	<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">4.第2次現地調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インテリムレポート(案)の説明・協議 ・事業実施体制の提案 ・事業実施機関の財務状況の分析及び事業に関する財務計画の検討 ・調達パッケージの提案 ・民間部分の財務分析 ・事業全体の経済分析(EIRR) ・運用・効果指標の設定 ・運営・維持管理体制の検討 ・環境影響評価報告書の作成支援 ・住民移転計画の作成支援 ・結論及び提言 ・第2次現地調査結果に関するベ国側への説明・協議 	
2012年5月上旬	<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">5.第2次国内作業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インテリム・レポート作成・提出・協議 	 <p>インテリム レポート</p>
2012年11月下旬	<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">6.第3次現地調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インテリム・レポート説明・協議 <p style="text-align: center;">↓</p>	

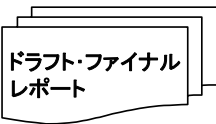
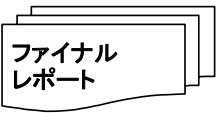
時期	調査段階と内容	報告書レポート
2013年1月中旬	<p style="text-align: center;">7. 第3次国内作業</p> <p style="text-align: center;">・ドラフト・ファイナル・レポート作成・提出・協議</p>	 <p>ドラフト・ファイナル レポート</p>
2013年6月中旬	<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">8. 第4次現地調査</p> <p style="text-align: center;">・ドラフト・ファイナル・レポート説明・協議</p>	
2013年7月下旬	<p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">9. 最終報告書の提出</p> <p style="text-align: center;">・ファイナル・レポート作成・提出</p>	 <p>ファイナル レポート</p>

図 1-1-2 調査内容とスケジュール

第2章 事業ニーズの確認

第2章 事業ニーズの確認

2.1 ベトナム国の社会経済状況

表 2-1-1 は当該国の社会経済状況を示している。

表 2-1-1 ベトナム国の基礎的社会経済データ

No.	項目	数値	注記
1	人口	86.93 百万人	出典: General Statistics Office (GSO)
2	土地面積	331,689 Km ²	日本の 0.88 倍
3	GDP	1,980.9 兆 VND	現在価格、2010 年。出典: GSO
4	一人当たり GDP	1,169 米ドル	出典: Statistical Handbook 2010、GSO
5	インフレ率	9.2 %	2010 年、出典: IMF
6	利子率	11.2 %	預金金利、World Bank
7	人口増加率	1.054 %	2012 年推計, CIA
8	乳幼児死亡率	20.24 人	1,000 出生児中、2012 年推計、出典: CIA
9	平均寿命	72.41 年	2012 年推計、出典: CIA

出典: JICA 調査団

(1) 経済

1986 年、ベトナム政府はドイモイと呼ばれる経済改革を開始した。ドイモイは中央計画経済から社会主義的市場経済への移行を目指し、民間企業の育成と外国投資を推進していた。1990 年代後半までに、ベトナム経済は年率 7%以上の成長率で拡大していたが、経済成長率は 90 年代後半には、アジア経済危機などによって約 4-6%に低下した。しかし、ドイモイの継続による市場主義経済のさらなる導入により、2000 年代には経済成長が再び促進されてきている。表 2-1-2 に、固定価格表示の国内総生産 (GDP) を示す。

表 2-1-2 経済分野別の国内総生産 (1994 年固定価格)

(単位: 兆ドン)

年	合計		農業、林業 及び漁業		工業及び建設		サービス		GDP 成長 率
	値	%	値	%	値	%	値	%	
2005	393.1	100%	76.9	20%	157.9	40%	158.3	40%	8.4%
2006	425.4	100%	79.7	19%	174.3	41%	171.4	40%	8.2%
2007	461.3	100%	82.7	18%	192.1	42%	186.6	40%	8.4%
2008	490.5	100%	86.6	18%	203.6	42%	200.3	41%	6.3%
2009	516.6	100%	88.2	17%	214.8	42%	213.6	41%	5.3%
2010*	551.6	100%	90.6	16%	231.3	42%	229.7	42%	6.8%

注: *: 事前予測

出典: 2010 Statistical Handbook, General Statistics Office of Viet Nam

2005 年以降、固定価格表示の GDP は年率約 7-8%で成長している (インフレを除く)。ただし、2008 年と 2009 年には原油及び原材料価格の高騰や世界的な景気後退などにより、6.3%および 5.3%へと経済成長率が低下した。工業及び建設部門、サービス部門の GDP に占めるシェアは、表 2-1-2 に示されるように、40% (2005 年) から 42% (2009 年) に拡

大している。サービス部門の GDP 成長率は過去 6 年間で年率 7.7% で増加してきており、これは GDP 全体の成長率 (7.2%) よりも高い。工業・建築部門の成長率は同期間に年率平均 7.9% である。ここでの成長率はインフレを除外した実質の成長率である。

(2) ベトナム国の観光業とサービス部門

表 2-1-3 は、ベトナム国のサービス部門の GDP の内訳を示している。観光業は、過去 5 年間のうち、2007 年、2008 年および 2009 年には、ベトナム統計局 (GSO) の分類では、交通部門とまとめて集計されている。観光業に関する部門 (ホテルとレストラン、交通・通信・観光) の平均成長率は、サービス部門の他の部分の成長率よりも比較的高くなってきている (全てインフレを除外した実質成長率)。ホテルとレストラン、交通部門は過去 5 年間のサービス部門の他の部分よりも早いペースで成長している。

表 2-1-3 サービス部門の GDP (1994 年固定価格)

単位: 兆ドン

年	サービス部門 合計		貿易		ホテルと レストラン		交通、通信、 観光*		その他	
	金額	成長率	金額	成長率	金額	成長率	金額	成長率	金額	成長率
2006	171.4	8.3%	69.4	8.4%	15.1	11.9%	16.9	10.5%	70	6.9%
2007	186.6	8.9%	75.4	8.7%	17.1	13.3%	18.6	10.1%	75.1	7.3%
2008	200.3	7.3%	80.4	6.6%	18.6	8.8%	21.3	14.5%	79.7	6.1%
2009	213.6	6.6%	86.8	8.0%	19	2.2%	22.8	7.0%	84.9	6.5%
2010	229.7	7.5%	93.9	8.2%	20.7	9.0%	24.8	8.8%	90.3	6.4%
平均値	-	7.7%	-	8.0%	-	9.0%	-	10.2%	-	6.6%

注: *; 観光業は、2007 年、2008 年と 2009 年は交通部門とともに集計されている

出典: General Statistics Office of Viet Nam

表 2-1-4 は、過去 5 年間のベトナム国への海外からの訪問者数を示している。

表 2-1-4 ベトナム国への海外からの訪問者数

単位: 1,000 人

年	合計		観光		仕事		その他	
	人数	成長率	人数	成長率	人数	成長率	人数	成長率
2006	3,584	3.0%	2,069	1.5%	576	16.2%	939	-0.4%
2007	4,229	18.0%	2,606	26.0%	674	17.0%	949	1.1%
2008	4,254	0.6%	2,632	1.0%	845	25.4%	777	-18.1%
2009	3,746	-11.9%	2,241	-14.9%	743	-12.1%	762	-1.9%
2010	5,050	34.8%	3,110	38.8%	1,024	37.8%	916	20.2%
2011	6,014	19.1%	3,651	17.4%	1,003	-2.1%	1,360	48.5%
平均値	-	10.6%	-	11.6%	-	13.7%	-	8.2%

出典: General Statistics Office of Viet Nam

年平均成長率で見ると、海外からの訪問者数は年率 10.6% で増加してきた。観光目的の訪問者が海外からの訪問者数の大部分を占めており (2011 年で全体の 61%)、急激に増加している (年率 11.6%)。

ベトナム国の観光

ベトナム国は、多くの魅力的な土地、有名なビーチ、歴史的に重要な土地、祭事、自然保護地区、世界文化遺産等を有し、地理的にも望ましい位置にあるなど、観光開発の大きな潜在性を秘めている。

ベトナム国は、アジア太平洋地域の最も有名な観光地の一つである。世界経済フォーラム（WEF）の「旅行と観光部門 競争率レポート 2011」によると、現在、ベトナムは外国人観光者数と観光収入額に関して、ASEAN 諸国の中で5位に位置している。2009年の評価ではベトナムの観光部門はアジア太平洋地域において14位、全世界において80位に位置していたが、最新の評価では9位ランクアップした。

ベトナム国への評価が高い理由は、いくつかの世界文化遺産を有する豊富な文化的資源（36位）、国際的催事・展示会等によっている。その他の魅力は、世界自然遺産や多様な動物群に見られる自然資源であり、この分野では世界で24位に位置している。さらにベトナム国の価格競争力（16位）も高い評価につながっていると、報告書で述べられている。2011年、ベトナムのハロン湾は新世界7不思議の一つに選出された。これは当該国の観光開発を強く後押しするものである。

ベトナム国の観光開発は、過去数年間で急速に進んできた。ベトナム観光局（Vietnam Administration of Tourism）によると、1990年にベトナムには25万人の外国人観光客が訪れたが、2011年には24倍の600万人に達した。他方で国内観光客数は、3,000万人と25倍以上の増加であった。観光業はまた、多くの雇用を創出してきた。2010年だけで、45万人の直接労働者と約百万人の間接労働者が観光業に従事し、飢餓の削減と貧困の軽減に貢献してきた。

観光部門は、常にベトナム国への海外直接投資（FDI）を引き寄せる役割を果たしてきた。2009年だけで、観光業へのFDIは、FDI合計224.8億米ドルのうち88億米ドルを占めた。ベトナム国は2011年に観光部門で約65億米ドルを生み出したが、これはGDPの5%にあたり、経済成長の回復と様々な地域の開発にプラスの影響を与えた。

「2012年 ベトナム観光業予測」報告によると、ベトナム国の観光部門は、民間部門投資の増加により、近い将来2桁成長を記録すると予測されている。ベトナム国が世界中から観光客を集めているため、多くの民間投資家がベトナム国の観光業に投資を開始している。

ベトナム国家観光局（Vietnam National Administration of Tourism: VNAT）によると、観光部門は2012年に、650万人の外国人観光客と3,200万人の国内観光客を見込んでおり、年間収入は150兆ドン（71億米ドル）に上ると見られている。

前述のVNATの推計は、2020年に観光業が、1,000万から1,500万人の外国人観光客と

4,700 万から 4,800 万人の国内観光客を受け入れ、180 から 190 億米ドルの総収入を得て、同年における GDP の 6.5%から 7%に寄与するという目標（Development Strategy for Viet Nam Tourism to 2020, Vision 2030）を実現する根拠の一つになっている。この開発戦略では、2011 年から 2020 年の間に、年平均 11.5%から 12%の成長率で観光業の拡大をはかり、持続的な開発をしていくとしている。

(3) 国家財政

表 2-1-5 にベトナム国中央政府の財政収支（現在価格）を示す。収入は 2005 年から 2010 年の間に年平均 20%で増加している。同期間に財政支出は年平均 20%で増加している。収入と支出は、ともにインフレーション（年率 8.0%、2005-2010）を含んでいる。

表 2-1-5 中央政府財政収支

（単位：10 億ドン）

	2005	2006	2007	2008	2010	2010
総収入	228,287	279,472	315,915	416,783	442,340	558,158
1. 国家収入（石油収入を除く）	119,826	145,404	174,298	229,786	269,656	353,388
2. 石油収入	66,558	83,346	76,980	88,800	60,500	69,170
3. 関税収入	38,114	42,825	60,381	90,922	105,664	130,100
4. 無償資金提供	3,789	7,897	4,256	7,275	6,520	5,500
総支出	262,697	308,058	399,402	494,600	584,695	661,370
1. 開発投資支出	79,199	88,341	112,160	135,911	179,961	172,710
2. 社会経済サービス支出	132,327	161,852	211,940	258,493	320,501	385,082
3. 財政準備基金への追加	69	135	185	152	100	100
4. その他	51,102	57,730	75,117	100,044	84,133	103,478
残高（収入－支出）	-34,410	-28,586	-83,487	-77,817	-142,355	-103,212

出典：ベトナム統計局のデータに基づき調査団作成

表 2-1-6 は、各年の GDP（現在価格）と国家財政赤字の割合を示している。2009 年には、景気後退に対する大規模景気刺激策の実施により、この割合が 8.6%まで高まった。2009 年を除けば、財政赤字の GDP に占める割合は、平均 5.0%であった。拡大する財政赤字が政府の主要な問題の一つである。

表 2-1-6 GDP（現在価格）に対する国家財政赤字の割合

単位：10 億ドン

年	GDP（現在価格）	財政赤字額	%
2005	839,211	34,410	4.1%
2006	973,790	28,586	2.9%
2007	1,144,014	83,487	7.3%
2008	1,477,717	77,817	5.3%
2009	1,658,389	142,355	8.6%
2010	1,980,914	103,212	5.2%

出典：ベトナム統計局の情報に基づき、調査団作成

「2011—2015 年 国家 5 カ年計画」が 2011 年 11 月 8 日に議会で承認された。同計画の

主な目標は次のとおりである。

・ **経済目標**

1. 5年間の GDP 成長率を年平均 6.5%–7%にする。
2. 5年間の総投資額を GDP の 33.5%–35%にする。
3. 2015 年までに国家財政赤字を GDP 比 4.5%未満にする。
4. 公的債務を GDP の 65%以下にする。
5. 消費者物価指数の上昇率を 2015 年までに 5%–7%とする。

・ **社会的目標**

1. 5年間の雇用創出：800 万人
2. 総雇用に占める熟練労働者の割合を 55%にする。
3. 2015 年までに人口増加率を 1%とする。

政府が財政収支をコントロールし、2015 年までに財政赤字を GDP 比 4.5%未満に抑制することが述べられている。他方で、高いインフレ率を抑制することが主要目標の一つになっている。

政府は、幅広い金融・財政・構造改革政策を含む「インフレ管理、マクロ経済安定化、社会福祉の保証に関する第 11 号決議」を採択し、「緊縮的かつ慎重な金融財政政策」を行い、加熱した経済を冷ます、という意図を公式に宣言した。

前記の第 11 号決議には、次のような方針が明記されている。

- ・ 政府省庁および地方政府は、2011 年に支出の 10%削減を実現するために業務の見直しをする。
- ・ 自然災害や疫病等への対策を除き、追加的な国家予算の配分は行わない。
- ・ 2011 年の国家財政赤字を GDP 比 5%未満に引き下げる。
- ・ 国有企業と対外債務、債務返済を厳しく監督する。
- ・ 政府債務の見直し、追加的な債務の制限、政府保証を必要とする債務の拡大を行わない。
- ・ 政府債務、公的債務、対外債務等を、国家財政の安定度を損なわない程度にとどめる。
- ・ 投資の見直し、および海外投資を含めた不必要もしくは効果的でないプロジェクトの棄却に関する施策を首相に提出すること。

インフレを抑制し財政赤字を削減するために、財政支出のみならず、債務や投資に関しても、詳細にチェック・見直しが行われ、最悪の場合には投資案件の承認が拒否されることとなった。

(4) キエンザン省及びフーコック島の社会経済状況

キエンザン省の歴史

チェンラ（カンボジアの王朝、真臘）の荒地であったキエンザンは、中国の広東省から移住してきたマック・クーによって探検・開拓され、貿易が開始された。そして、17世紀終わりから18世紀初めにかけてこの地域は豊かになった。カンボジアの王は、この地を支配するためにマック・クーを総督に任命した。しかし、シャム（タイ）の軍隊にしばしば悩まされ、カンボジアにはそれを守るための十分な軍事力がなかった。そこで1708年、マック・クーはベトナムのグエン・フック・チュー帝に忠誠を誓い、ベトナム軍の保護を得てその地位にとどまった。それ以来、その土地はベトナムに属し、ハティエンと呼ばれるようになった。後に、彼の子供であるマック・ティエン・ティッチがこの地域を拡大した。

1774年に、グエン・フック・ダン帝がベトナム南部を12の地域に分割したが、ハティエンに関しては、それまでと同じくマック・ティエン・ティッチを提督に任命し、統治させることとした。

1832年、明命帝（Minh Mang）の治世に、ハティエンは南部6州の一つになった。

1876年、フランスは南部ベトナム（コーチシナ）を4つの行政区域に分割し、各行政区をサブエリア、もしくは行政郡に分割した。ハティエンは2つの行政郡に分割され、ハティエンおよびラクザーと呼ばれた。1900年1月1日より、これら2つの行政郡が2つの省となった。

ベトナム政府の時代にハティエンとラクザーはキエンザン省として統合された。キエンザン省は、7つの地区（フーコックおよびその他6地区）からなっていた。

現在のキエンザン省は、1つの市（ラクザー）、1つの町（ハティエン）、13の地区（フーコックおよびその他12地区）から構成されている。

フーコック島の歴史

フーコックの発見と開発の歴史は、メコンデルタの他地域よりも早く開始された。17世紀終わりにマック・クーが、フーコックおよびその他地域に移住し、村を作らせるためにハティエンの探検家を雇った。1708年に、マック・クーがグエン帝に忠誠を誓い、ダン・トゥロン（南部地域）にハティエン（当時フーコックを含んでいた）が統合された。それ以来、フーコックはベトナム国の一部となった。

キエンザン省の社会経済状況

キエンザン省の基礎的な社会経済状況を表2-1-7に示す。

表 2-1-7 キエンザン省の基礎的な社会経済情報

No.	項目	数値	記述
1	人口	1,703,500 人	出典 Statistical Handbook 2010、GSO
2	土地面積	6,346 Km ²	淡路島の2倍以上、出典: GSO
3	地域 GDP	44.104 兆 ドン	現在価格、2010年、GSO
4	一人当たり GDP	1,251 米ドル	2010年、JICA 調査団算定
5	人口密度	268 人/km ²	Source: Statistical Handbook 2010、GSO
6	海外直接投資プロジェクト承認数	29 件 2,832.9 百万米ドル	1988 - 2010年、GSO、63省のうち16番目

出典: JICA 調査団作成

キエンザン省はベトナム南部に位置し、カンボジアに国境を接している。省の主要産業は漁業と米作である。フーコック島の観光業も有名である。表 2-1-8 は固定価格の地域 GDP を示している。

表 2-1-2 の全国の経済部門別 GDP に比べて、キエンザン省の農業、林業及び漁業のシェア (39%-48%) は、全国の数値 (16%-20%) よりもはるかに大きい。他方で、過去 6 年間のサービス部門の GDP シェアは 23% から 29% に増加してきた。キエンザン省の GDP 成長率 (10%-13%) は、全国の GDP 成長率 (5%-8%) よりも高く、キエンザン省は全国の経済成長率をリードする潜在力を有している。さらに、観光業を含むサービス部門は、同期間に最も著しく成長してきた。

表 2-1-8 経済分野別のキエンザン省の地域 GDP (1994 年固定価格)

(単位: 10 億ドン)

年	合計		農業、林業及び漁業		工業		建設		サービス		GDP 成長率
	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合	
2005	10,829	100%	5,173	48%	2,837	26%	380	4%	2,440	23%	12.8%
2006	11,916	100%	5,322	45%	3,197	27%	497	4%	2,900	24%	10.0%
2007	13,487	100%	5,965	44%	3,707	27%	524	4%	3,291	24%	13.2%
2008	15,183	100%	6,621	44%	4,145	27%	576	4%	3,841	25%	12.6%
2009	16,792	100%	6,841	41%	4,584	27%	720	4%	4,647	28%	10.6%
2010	18,781	100%	7,315	39%	5,091	27%	910	5%	5,465	29%	11.8%

出典: キエンザン貿易促進センター、ウェブサイト: www.kitra.com.vn/

フーコック島の社会経済状況

フーコック島はタイ湾に位置し、合計約 580 km² の面積を有している。アジアの主要都市である、シンガポール、バンコク、香港、クアラルンプールと近接している。同島は、ベトナム国で最も近い町であるキエンザン省のハティエン (距離 46 km) よりもカンボジアに近い。ヌックナム (魚醤) と黒胡椒が同島の有名な生産物である。

フーコック島は、37,000 ha 以上の原生林を含む豊富な自然環境、白砂のビーチ、沖合のサンゴ礁、多様な生物種などに恵まれており、大きな観光の潜在力を有している。

政府は、2020年までに同島をエコ・ツーリズムの優良な観光地とするマスタープランを作成した。投資がベトナムに流入するにつれて、同島の開発とインフラ整備も徐々に進んできた。首相は、2020年までに国際基準の観光地・貿易センターとするべく、同島の開発を国内・外国投資家に促すための最大の便宜を提供してきた。

2008年に政府は、ボーイング767（250-300席）やエアバスA321（220席）のような大型旅客機を受け入れることのできる国際空港を建設する計画を始め、2012年12月2日に開港した。Duong Dongの旧空港は、2012年12月1日午後11:59をもって閉鎖された。2013年1月現在、国際線は乗り入れていないものの、ホーチミンやハノイなどからベトナム航空やエア・メコンなどの航空会社の航空便を1日複数便受け入れている。

フーコックの既存の港湾施設は、次のとおり拡張・更新される計画である。

- Duong Dong 港：2,000名を収容できる国際・国内旅客船が就航できる港に拡張、
- Dat Do 岬港：2,000名を収容できる国際旅客船が就航でき、フーコック島西側の貨物港とするように整備、
- Dam 湾港：2,000名収容可能な旅客船と積載重量3万トンの貨物船が就航できるように整備、
- An Thoi 港：積載重量3,000トンの貨物船と300名まで収容可能な沿岸旅客船のための埠頭の建設。

フーコック島は大きな観光の潜在力を有し、観光客数も急速に増加してきているため、中央政府は、同島を観光と貿易のセンターとして開発することを宣言した。他方で、開発計画を支える交通インフラの整備が始まっている。

表2-1-9はフーコック島の固定価格での地域GDPを示している。同島は観光リゾートとして有名であり、サービス部門のシェア（50%）がキエンザン省のサービス部門シェア（29%）よりも大きく、そのシェアは2005年から2009年の間に増加してきている。フーコック島の地域GDP成長率は、16%から23%という高い数値を記録している。高いGDP成長率は、特に観光業によるサービス部門の成長によって牽引されていると考えられる。

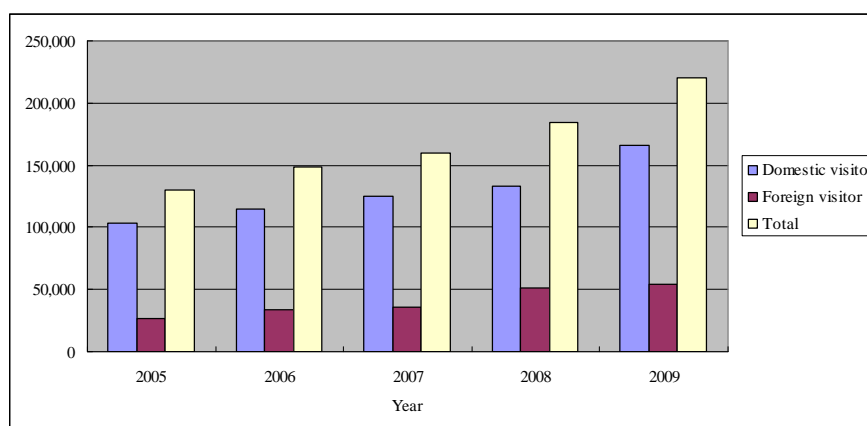
表2-1-9 経済分野別のフーコック島の地域GDP（1994年固定価格）

（単位：億ドン）

年	合計		農業、林業 及び漁業		工業及び建設		サービス業 その他		GDP成長 率
	金額	割合	金額	割合	金額	割合	金額	割合	
2005	486.9	100%	138.0	28%	133.2	27%	215.7	44%	-
2006	566.4	100%	130.0	23%	184.5	33%	252.0	44%	16.3%
2007	682.8	100%	154.2	23%	202.3	30%	326.4	48%	20.6%
2008	838.9	100%	185.9	22%	250.7	30%	402.3	48%	22.9%
2009	1,030.6	100%	207.4	20%	303.6	29%	519.7	50%	22.8%

出典：Statistic Yearbook 2008 & 2009, Phu Quoc Island

図 2-1-1 は過去 5 年間のフーコック島への観光客数の推移を示している。観光客数はこの間、継続的に増加してきた。現在、約 800 名の直接労働者と約 1,500 名の間接労働者が、150 以上のホテルや観光拠点で働いている。



出典：Statistic Yearbook 2008 & 2009, Phu Quoc Island

図 2-1-1 フーコック島への観光客数の推移

表 2-1-10 は、フーコック島における 2011 年末時点の承認後投資プロジェクトの数を示している。2011 年末まで、合計 82 件が承認され、総額 57.22 兆ドン（約 27.6 億米ドル）に上っている。これらの投資案件は、外国投資と国内投資の両方を含んでおり、観光目的だけではなく交通など、他の目的の投資も含んでいる。これらの投資は同島の経済成長を促進すると考えられる。

表 2-1-10 フーコック島の承認された投資プロジェクト数

No.	プロジェクトの状態	案件数	土地面積 (ha)	総投資額 (10 億ドン)
承認された投資プロジェクト				
1	稼動中	9	18.46	713.26
2	建設中	14	1,347.39	5,687.73
3	建設準備	33	2,329.44	49,643.71
4	総プロジェクト数	56	3,695.29	56,044.70
土地の拡張を要しない承認プロジェクト				
5	全ての状態	26	39.67	1,175.61
6	総合計	82	3,734.96	57,220.30

出典：フーコック開発管理委員会のデータに基づき、JICA 調査団作成

(5) フーコック地区人民委員会 (Phu Quoc DPC) の予算

表 2-1-11 は、2006 年、2007 年、2009 年、および 2010 年（予測）のフーコック地区人民委員会の予算状況を示している。

表 2-1-11 フーコック島の政府予算収支

(単位：百万ドン)

項目	2006	2007	2009	2010*
収入	74,336	87,544	219,157	249,300
当該地域での収入	63,714	61,312	212,281	242,700
非国家部門からの収入	32,392	32,980	58,023	77,000
土地使用収入	11,000	10,383	122,340	120,000
土地使用権許可税	16,600	1,289	7,134	8,500
その他	3,722	16,660	9,435	37,200
省予算からの補助金	4,612	15,612	-	-
その他	6,010	10,620	6,901	6,630
支出	69,724	87,544	328,108	228,133
経済サービスへの支出	2,386	10,450	156,109	122,670
教育、衛生および文化への支出	25,085	49,452	35,410	35,805
一般行政支出	5,869	11,580	10,658	8,538
地方自治体予算支出	6,898	8,989	12,670	11,270
その他支出	28,990	2,890	102,110	41,356
管理支出	496	4,183	11,151	8,494

注：*；計画値

出典：Statistic Yearbook 2008 & 2009, Phu Quoc Island

フーコック地区人民委員会は、2006年と2007年に、少なくとも財政赤字を補填するのに十分な額の補助金を省政府から受けている。国家予算法の第4条によると、一般的に、省政府は地区人民委員会に対して、次のような場合に補助金を提供する。

- 地方政府が割り当てられた業務を積極的に行うため、そして地方予算を強化するために、省から地方政府に予算を振り分ける。
- 予算支出の拡大を伴う新たな政策遂行は、関係予算の規模を調整するために、妥当な補助金政策によって支援されねばならない。
- 下部国家機関が、上級国家機関の責任の下に業務を実施する場合、上級機関の予算が、下部機関の業務遂行のために移転されなければならない。
- 公平性と地域間の開発のバランスをとるために、上級機関から下部機関への追加予算配分がなされる。
- 地方政府予算が不足している場合、地方政府は社会経済開発のために毎年上級機関からの追加的な予算を活用することができる。地方政府予算に余裕ができたなら、地方政府は上級機関からの追加予算を減らし、収支を均衡させるように努力する。

2009年には、フーコック地区人民委員会は、経済的サービス及びその他の支出に前年よりもはるかに多額の予算を投入している(表 2-1-11 参照)。「経済的サービスへの支出」は、非営利的な経済活動への支出を意味している。国家予算法を実施する上でのガイドラインである Decree No. 60/2003/ND-CP によると、地方政府が管轄する非営利的経済活動は次のとおりである。

- 非営利的な交通・通信分野：橋梁、道路、その他の交通・通信分野の整備・維持管理・修理

- 農業、灌漑、漁業、製塩および林業に関わる非営利活動：堤防施設、灌漑施設、農業・林業・漁業用地の整備・維持管理
- 自治体行政に関する非営利活動：街路灯、歩道、上水道および排水施設、自治体間交通、公園、その他の自治体管轄の非営利活動
- 土地測量および土地台帳用地図の作成、地籍に関する関係書類の整理保管。その他の地籍に関する非営利活動
- 基礎調査
- 環境関係の非営利活動
- その他の非営利経済活動

2009年の大きな収入増は、土地使用収入増（2007年と比較して1,078%の増加）から来ている（表2-1-11参照）。土地使用収入の増加は、2008年の土地価格の上昇によるものであった（キエンザン省 各地域の土地価格に関する Decree 41/2008）。この地価上昇は開発業者等による土地購入によって引き起こされたと考えられる。

2010年の予算計画では、予算支出を予算収入の上限内に納めるためには、前年度から30%の減少になると予想され、フーコック地区人民委員会は、2011年においては予算管理に関して困難な状況にあると考えられる。フーコック島の開発を考えると、同地区人民委員会は投資支出の上限を詳細に検討し、投資目標の優先順位を詳しく検討しなければならない。このような予算制約の中で、インフラ開発に対する民間投資は、検討に値する重要な選択肢の一つとなっている。

計画投資省による「2006年 - 2010年 5ヵ年社会経済開発計画」では、観光業を含むフーコック島の開発政策に関して次のように記載されている。

- メコンデルタの重要な輸出部門として、水産養殖、漁業と海産物加工業の促進。沿岸部のマングローブ樹木林とフーコックの原生林の保護・育成。
- フーコック経済区への段階的投資。世界の他地域のような大規模・近代的観光センター、レクリエーション・国際貿易地域を目標とする。
- （フーコック・オフショアセンターや同島のエコ・ツーリズムを含む）海に開かれた経済・観光センターとするため、沿岸部工業団地への投資を促進する。

2004年10月から2006年2月にかけて、首相は、フーコック島に対する国内・海外投資家への優遇策を推進するべく、いくつかの決議を採択した（Decision No. 178/2004、Decision No. 229/2005、Decision No. 38/2006、Mekong Delta Development - Decision No. 344/2005）。これらの決議によると、フーコック島は、ベトナム政府によって許可された最優遇策を適用される資格があるとされている。その目的は、フーコック島の価値ある環境資源を保護する一方で、同島を世界水準のエコ・ツーリズム・センターにすることである。

フーコック島における上下水道プロジェクトは、中央政府の政策にも合致しており、現状の厳しい財政状況の下では、公的部門の初期投資負担を減らすことに寄与しうる PPP

スキームは、ベトナム国に適しているものと考えられる。

2.2 フーコック島開発マスタープラン

フーコック島の開発マスタープランは2004年版、2009年版、2010年版がある。2004年版の見直しにより2009年版(Phu Quoc Master plan document)が作成され、最終的に修正された2010年修正マスタープラン(Amended General Construction Master Plan for Phu Quoc Island, Kien Giang by 2030)が Decision No.633/QD-TTgとして2010年5月11日に首相認可されている（以下この修正マスタープランを「マスタープラン」と呼ぶ）。

マスタープランでは、経済開発と同時に島独自のモニュメント及び歴史的価値の保存と、文化及び環境の保全をしつつ、持続可能な開発を通して将来的には東南アジア圏における代表的な観光、科学、技術の高度なサービスを提供できる地域とすると謳っている。

また、マスタープランでは、フーコック島の開発を2020年と2030年の2段階で計画し、人口推移を表2-2-1のように推定している。

表 2-2-1 マスタープランのフーコック島の人口予測

年	総人口	都市人口	郊外人口	観光客数の人口相当数	観光客数
2020年	340,000 – 380,000	200,000 – 230,000	80,000 – 90,000	50,000 – 65,000	2 – 3 million
2030年	500,000 – 550,000	320,000 – 370,000	90,000 – 100,000	80,000 – 85,000	5 – 7 million

さらに、都市開発エリアとして、Duong Dong、An Thoi、Cua Canの3地区の開発方針が表2-2-2のように示されている。

表 2-2-2 マスタープランにおける3都市開発エリアの開発方針

指定都市エリア	主な都市機能	人口（2030年）	整備用地面積 (ha)
Duong Dong Urban Center	行政、サービス、公共施設、商業、観光サービスセンター、	240,000人	2,502 ha
An Thoi	国際貿易港、物流、観光サービス、軽工業、文化センター	71,000人	1,020 ha
Cua Can	森林・海洋保全と研究、農業、観光、	26,500人	329 ha

また、島内の全域の開発方針の特色が以下のように地域ごとに示されている。

- Duong Dong 都市エリア：フーコックの観光事業の中心
- 北部：景観保全森林、エコ・ツーリズム、観光村、先端農業
- 南部：国際空港、複合観光地域、エコ・ツーリズム、都市型港湾、保護森林保全、特殊公園、戦時捕虜収容所記念エリア
- 西部：エコ・ツーリズム、観光村
- 東部：農業開発、自然景観の保全

表 2-2-3 にマスタープランに示された人口及び観光客の予想数、土地利用、水道・電気
の計画原単位を示す。

表 2-2-3 マスタープランに示された人口、観光客数、土地利用、水道・電気原単位

No	Description	Unit	By Y2020	By Y2030
I	Phu Quoc Island population	Person	340-380,000	500-550,000
1	Urban population	Person	200-230,000	320-370,000
	Rural population	Person	80-90,000	90-100,000
2	Staying tourists	Person	50-65,000	80-85,000
3	Tourist visitors	Person/year	2-3 million	5-7 million
II	Total land area	Ha		58,922
1	Urban construction land use	Ha		3,852
2	Tourism land use for:	Ha		3,477
	- Eco-tourism	Ha		2,637
	- Mixed tourism	Ha		810
3	Land for tourism complex, services, residential area	Ha		1,235
4	Special land use	ha		1,489
5	Land for landscape, water surface and open space	ha		3,399
6	Land use for technical infrastructural head works	ha		1,567
7	Silviculture land	ha		37,802
8	Agricultural land	ha		5,381
9	Land use for security and national defenses	ha		750
III	Technical infrastructural			
1	Water supply for domestic use	L/capita/day	120	150
2	Power supply	Kwh/capita/day	750	1,500

Source: The Amended General Construction Master Plan for Phu Quoc Island by year 2030, prepared in 2010.

According to the Master Plan, the following technical infrastructure development is proposed up to 2030:

2.2.1 マスタープランの水道整備計画

表 2-2-1-1 にマスタープランにおける新設予定の貯水池と既存の貯水池（Duong Dong）の貯水量を示すとともに、これらの貯水池がそれぞれ分担する予定の水供給量を示す。

マスタープランで示されている水道整備計画の概要では、2020年の島全体の必要水供

給量を $70,000\text{m}^3/\text{d}$ 、2030 年では約 $120,000\text{m}^3/\text{d}$ と見込んでおり、この必要量に対応するため、表 2-2-1-1 に示すように、既存の Duong Dong 貯水池の拡張に加え、新たな水源開発として 4 つの貯水池建設が計画されている。

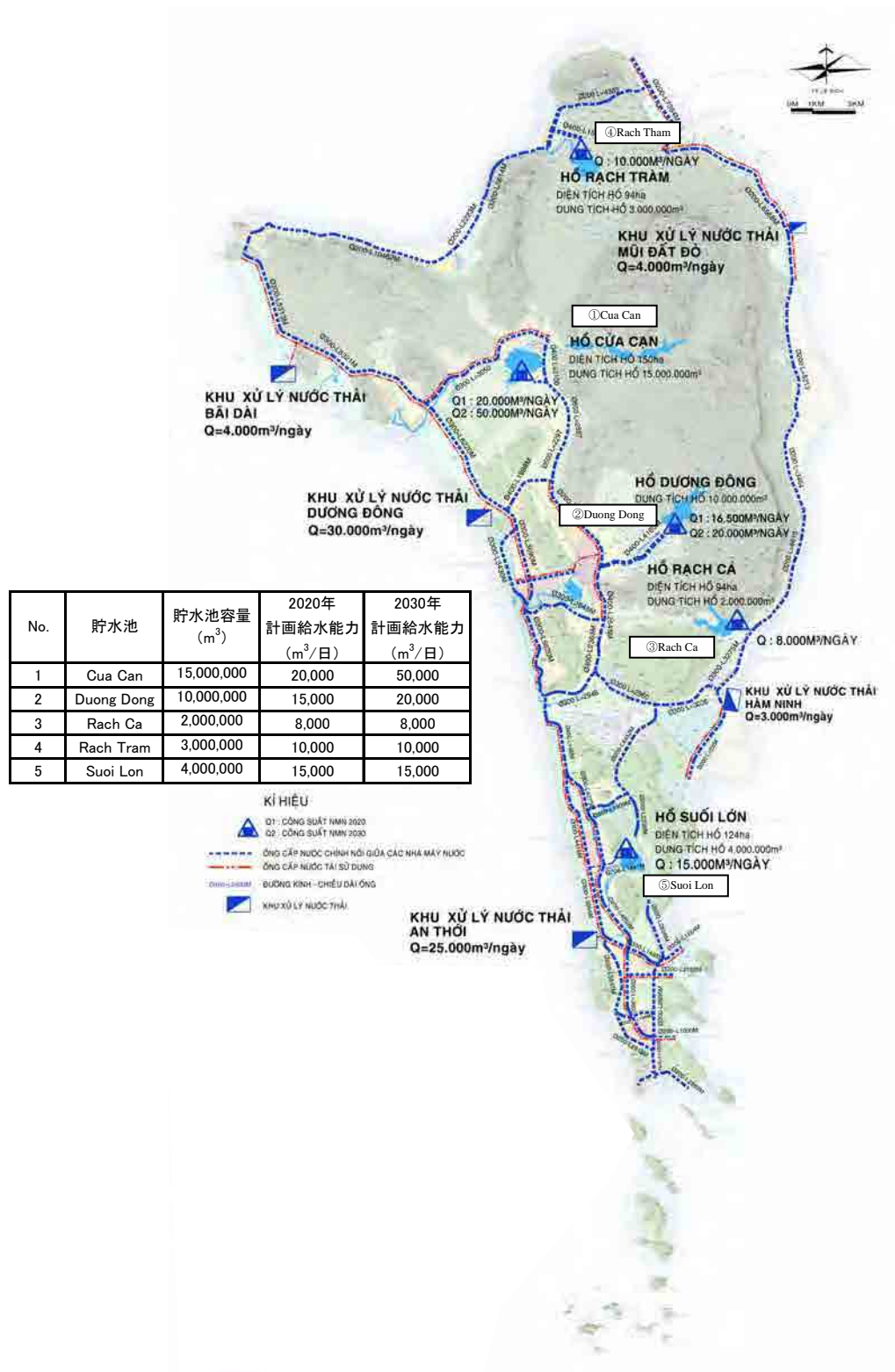
表 2-2-1-1 マスタープランにおける貯水池計画と計画給水量

No.	貯水池	貯水池容量 (m^3)	2020 年 計画給水能力 (m^3/d)	2030 年 計画給水能力 (m^3/d)	備 考
1	Cua Can	15,000,000	20,000	50,000	島最大の保有量を計画
2	Duong Dong	10,000,000	15,000	20,000	島の中心地区の既存施設の拡張
3	Rach Ca	2,000,000	8,000	8,000	
4	Rach Tram	3,000,000	10,000	10,000	
5	Suoi Lon	4,000,000	15,000	15,000	
	合計	34,000,000	68,000	103,000	

出典 : Decision No.633/QD-TTg May 11, 2010

これら 5 か所の貯水池から取水し、浄水場において処理をした後、図 2-2-1-1 に示す 5 つの系統により配水する計画がマスタープランに示されており、先行的に 2020 年までに島全体として給水能力 $68,000\text{m}^3/\text{d}$ を確保するとしている。ただし、これら 5 系統のそれぞれの分担する給水区域は明確にはされておらず、各系統の配水本管は相互に連絡される計画となっている。

また、2030 年には、計画給水量は $103,000\text{m}^3/\text{d}$ であり、同年の島全体の水需要 $120,000\text{m}^3/\text{d}$ のおよそ 85% が確保されることになる。不足水量については、将来、雨水利用や下水再生水の利用を進めることが推奨されている。



出典：マスタープラン

図 2-2-1-1 マスタープランの水道整備計画

2.2.2 マスタープランの下水道整備計画

(1) 計画汚水量

マスタープランにおいて、フーコック島の2020年及び2030年の市街地の計画汚水量は表2-2-2-1のとおり設定されている。

表 2-2-2-1 計画汚水量

No	種別	市街地人口 (人)		算出式		汚水量 (m ³ /d)	
		2020	2030	2020	2030	2020	2030
	年						
1	家庭排水 (Q)	220,000	350,000	120 ^{*1} ×80%	150 ^{*1} ×80%	21,120	42,000
2	公共排水	—	—	10%Q	10%Q	2,112	4,200
3	観光排水	60,000	85,000	300 ^{*2} ×0.8	300 ^{*2} ×0.8	14,400	20,400
	小計					37,632	66,600
4	工場排水	173(ha)	243(ha)	25m ³ /ha ^{*3} ×0.8		3,460	4,860
	合計					41,092	71,460
	まるめ					41,000	72,000

出典：マスタープラン

*1: 一般家庭1人1日当たり給水量

*2: 観光客1人1日当たり給水量

*3: 工場1ha1日当たり給水量

ここにおいて一人一日当たり汚水量は、一人一日当たりの給水量（2020年：120L/人日、2030年：150L/人日）の80%を見込んでいる。この他、公共用の排水量として、家庭排水量の10%を計上している。また観光排水も観光人口一人一日当たりの給水量300L/人日の80%を計上している。工場排水については、土地利用上の工業エリアに1ha当たり給水量25m³/haの80%が下水に流入するものとして計算している。

(2) 下水処理場

マスタープランにおいて、フーコック島全島で5つの下水処理場が計画されており、その各々の2020年、2030年の計画汚水量は表2-2-2-2のとおりである。この他、工業地域の計画下水水量として4,800m³/dを見込んでいる。

図2-2-2-1にマスタープランの下水道計画図を示す。

表 2-2-2-2 処理場の計画汚水量

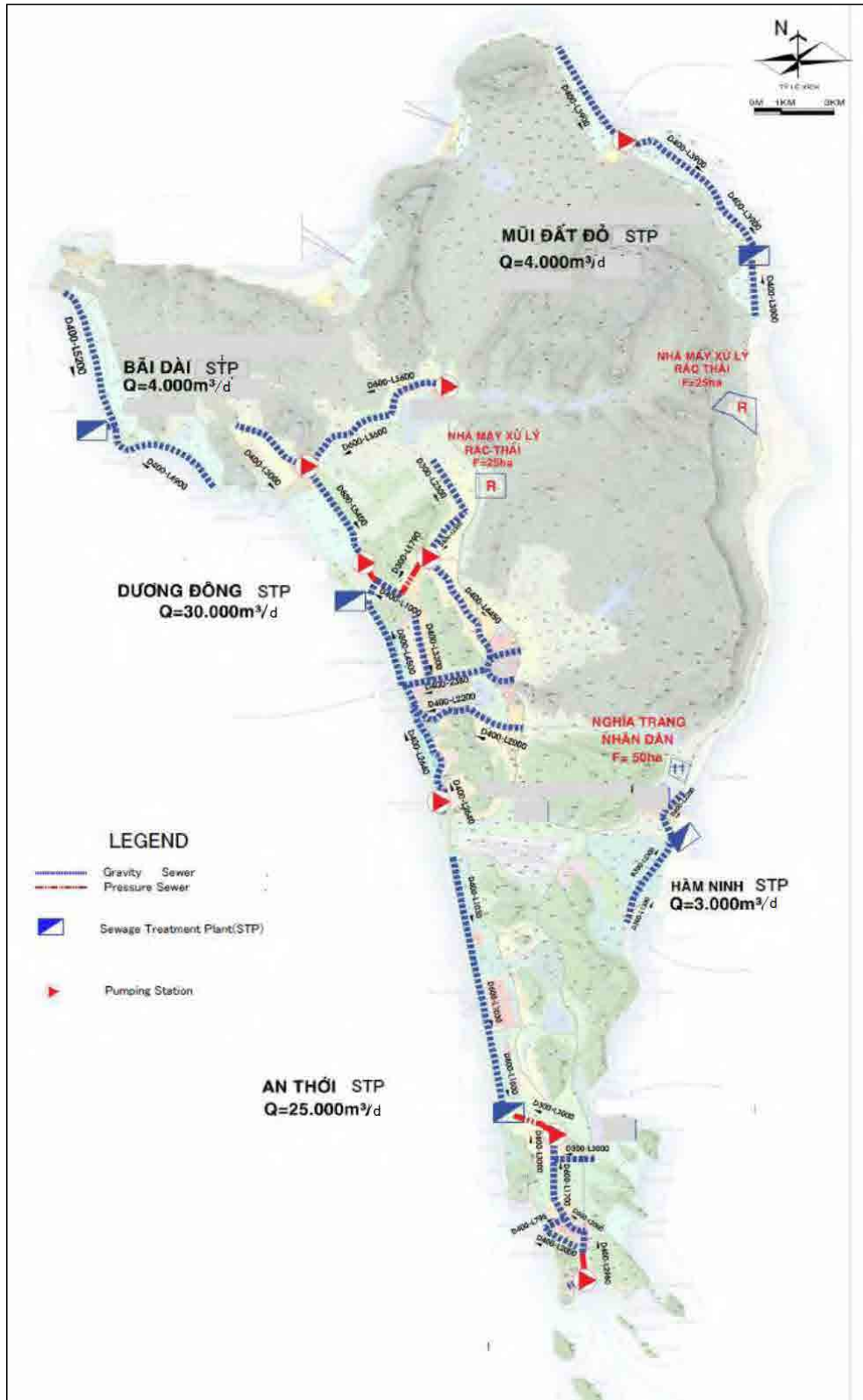
(単位 : m³/d)

処理場名	計画汚水量	
	2020 年	2030 年
Duong Dong	30,000	30,000
Bai Dai	2,000	4,000
Ham Ninh	2,000	3,000
An Thoi	20,000	25,000
Mui Dat Do	2,000	4,000
計	56,000	66,000

出典 : マスタープラン

注) 計画汚水量には工場排水は含まない

各工場ないしは工業団地は個別の処理施設を有する



出典：マスタープラン

図 2-2-2-1 マスタープランの下水道計画図

2.2.3 その他のインフラ整備計画

(1) 道路整備計画

以下の道路整備計画が進められている。

- i. 南北幹線道路 (An thoi – Duong Dong – Suoi Cai – Bai Thom)
- ii. Suoi Cai – Bai Thom 道路
- iii. Suoi Cai – Ganh Dau 道路
- iv. Duong Dong – Cua Can 道路
- v. Duong Dong – Duong To – An Thoi 道路
- vi. 島周回道路
- vii. Duong Dong 都市道路
- viii. その他の都市道路

主要な南北・東西道路の総延長 215km のうち、152km 分の予算が手当てされている。

(2) 空港整備計画

Duong To 地区に敷地面積 905ha (ICAO 基準 4E) の新空港が建設され、2012 年 12 月 2 日に供用開始した。本空港は、長さ 3,000m × 幅 45m の滑走路があり、B777 および B747 が離着陸可能で、2020 年には年間 265 万人の乗客（うち 100 万人の国際線乗客）、2030 年には年間 700 万人の利用者を予定している。

2013 年 1 月現在、ベトナム航空によるホーチミン、ハノイ、カントー、ラックザーの 4 路線、エア・メコンによるホーチミン、ハノイとの 2 路線、また 2013 年中にカンボジアやシンガポールの国際線の就航も予定している。

(3) 港湾整備計画

- i. An Thoi 国際港：年間 45 万トンの貨物と 36 万人の乗客の輸送、建設費 1,500 億 VND（うち 1,100 億 VND が 2011 年に配分）
- ii. Dat Do 港：国際観光船の寄港地。将来の南西地域における寄港地とする。
- iii. 防波堤と Duong Dong 港整備：漁船、観光客、マリーナ等の停泊

(4) 電力供給計画

都市部家庭用電力供給計画では、2020 年まで 750kW/人/年、2030 年まで 1,500kW/人/年の供給を予定している。

電源開発計画の進捗は以下のとおり。

- Ha Tien からの海底ケーブル (110kV) : 約 90 百万 US\$ (うち 60 百万 US\$ が世銀、30 百万 US\$ はベトナム電力公社の Southern Power Corporation)。現在、イタリアの Prysmian Powerlink S.r.l 社により、海底ケーブルの設計・調達・設置工事が行われている。2014 年 7 月までに本土からの供給が開始される予定である。送電能力は 131MVA となる。
- Duong Dong – Phu Quoc 30MW ディーゼル発電
- Cua Can 風力発電 90MW
- Ganh Dau 火力発電所 (2020 年まで) 200MW または 230MW : Ganh Dau に火力発電所建設計画を進めるとの首相承認が下りている。投資額は 3.0~3.5 億 US\$。

(5) ごみ処理・処分

マスタープランにおいては図 1-2-3-1 に示す 2 つのごみ処分場が計画されている。このうち Ham Ninh ごみ処分場は 2013 年末に一部の供用を開始し、2015 年には全体が完成する予定である。投資規模は 2,800 億 VND と見積もられている。



出典：マスタープラン

図 2-2-3-1 マスタープランのごみ処分場予定地

2.3 上下水道の現況及び他のプロジェクトの状況

2.3.1 上水道の現況と他の水道プロジェクトの状況

(1) 既存の Duong Dong 水道システム

フーコック島の給水事業は、KIWACO (Kien Giang Water Supply and Drainage One Member Limited Company) により Duong Dong 市のみを給水対象として 2006 年に開始された。水道水源は Duong Dong town の北東約 5 km に位置する Duong Dong 貯水池である。Duong Dong 浄水場の浄水能力は、5,000 m³/d であり、2010 年における Duong Dong town の給水率は、41%である。表 2-3-1-1 に、2010 年における Duong Dong 水道事業の基礎情報を示す。

表 2-3-1-1 フーコック島の既存水道事業の基礎指標

指標	単位	2010 年の値
浄水場生産水量	m ³ /d	2,640
配水量 (請求水量)	m ³ /d	2,194
家庭用水量 (請求水量)	m ³ /d	1,832
無収水率	%	10.8
浄水場容量	m ³ /d	5,000
浄水場稼働率	%	53
接続顧客数	件	3,699
家庭用接続顧客数	件	3,599
Duong Dong Town 人口	人	32,738
給水人口	人	16,645
給水率	%	51
家庭用水使用量原単位	lpcd	113
職員数	人	20
1000 接続数当たりの職員数	人	5.4
水道料金 (家庭用)	VND/m ³	5,500
年間請求金額	VND	4,293,317,649
一顧客当たり平均徴収額	VND/月/顧客	96,722
新規接続料	-	配水管分岐から 5m 以内は無料。それ以上は顧客が実費負担

図 2-3-1-1 に Duong Dong 水道システムのフローを示す。

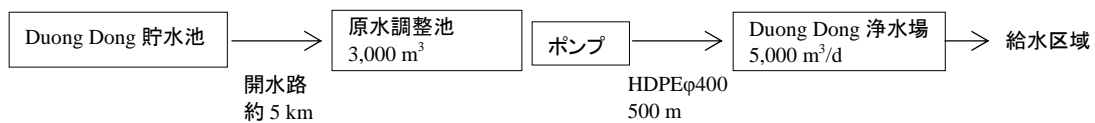


図 2-3-1-1 Duong Dong 水道システム概要

Duong Dong 貯水池は、キエンザン省の農業村落開発局 DARD (Department of Agriculture and Rural Development) が管理している。一方、原水調整池から浄水場および給配水施設までの水道施設は、KIWACO により運営管理されている。

現在の給水区域は Duong Dong 地区のみであり、図 2-3-1-2 の概略図に示すように空港の北側の道路と Duong Dong 川南側の通りを挟んだ地域及び Duong Dong 浄水場からほぼ海岸線までが給水区域となっている。

既存配水管口径は呼び径 100-400 mm であり、HDPE 管が使用されている。

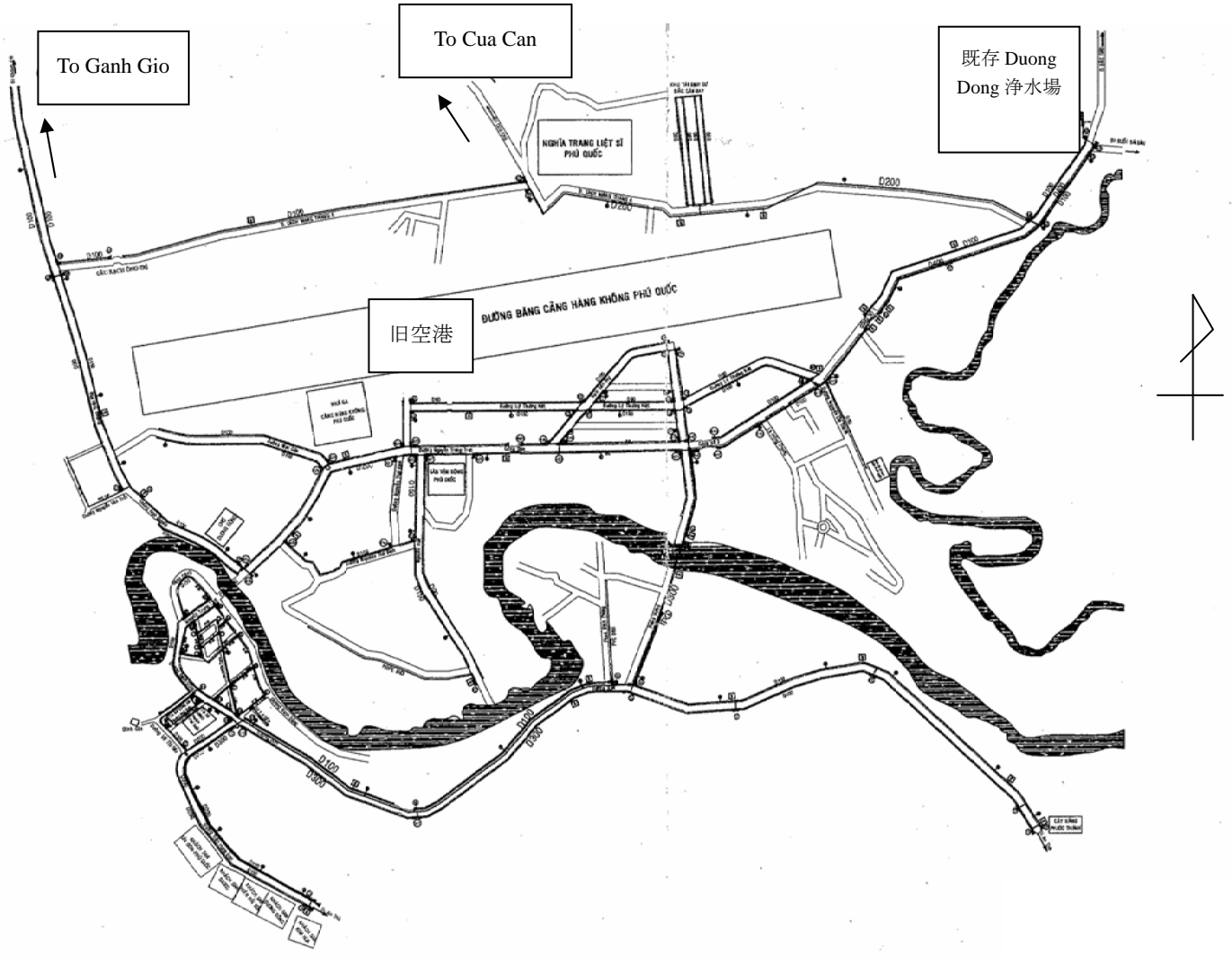


図 2-3-1-2 既存 Duong Dong 水道システム給水区域図

(2) 他の水道プロジェクトの状況

他の水道プロジェクトとしては、世界銀行の融資による既存水道システムの拡張計画が2020年を目標年次として進められている。この拡張計画では、Duong Dong 浄水場能力を5,000 m³/d から16,500 m³/d に拡張し、Duong Dong 内の配水管網の拡張と新たに Duong To への給水区域の拡大が予定されている。拡張にあたっての水源は、既存の Duong Dong 貯水池の嵩上げにより確保され、その計画 (Stage I Duong Dong Dam Upgrading Project) がベトナム国側資金により2012年に実施される予定である。この既存貯水池の嵩上による容量拡張については、ベ国側資金で詳細な調査検討が行われた。その結果、まず、拡張の第1段階工事として既存の Spillway のストップログの高さを1mから2.5mにし、取水可能量16,500m³/dを確保することが提案されている。また、将来的には新たな Spillway を設置し、20,000m³/dの容量を確保するという拡張計画が提案されている。

表 2-3-1-2 に世界銀行融資による上水道拡張計画の概要を示す。

表 2-3-1-2 世界銀行融資による上水道拡張計画の概要

プロジェクト名称:	Vietnam Urban Water Supply and Wastewater Project (VWSWP)
サブプロジェクト名称:	Phu Quoc District Water Supply Project
プロジェクトオーナー:	Kien Giang Water Supply & Drainage One Member Limited Company (KIWACO)
給水対象地域	Duong Dong、Duong To
拡張後の給水能力	16,500 m ³ /d
世銀による対象地域の水需要予測 (2020年)	21,497 m ³ /d
上水道拡張整備の内容:	<ol style="list-style-type: none"> 1) Duong Dong 貯水池の取水構造の改良 2) 原水導水管 φ560 mm、3.2 km の布設 3) 原水貯水池及びポンプ場の改修 4) Duong Dong 浄水場の拡張 (5,000 m³/d から16,500 m³/d) 5) 浄水場内に浄水池 500 m³ 及び送水ポンプ場の増設 6) 送水管の布設 (Duong Dong と新設 Suoi Lon 増圧ポンプ場間の 16.5 km、新 Phu Quoc 空港及び Duong Dong から Cua Can に至る計 7.5 km) 7) 給水区域全体の配水管 44.2 km の布設 8) 州道 47 沿いの丘に 500 m³ 配水池の建設 9) 家庭用給水管接続
建設開始時期及び工期	2012年～2014年6月
総事業費	US\$ 12,872,921

この世銀融資プロジェクトにより、Duong Dong および Duong To 市街区だけでなく、2012 年末に開港予定の新国際空港への給水（400-900m³/d の見込み）や Duong To の西側海岸の大型開発区域である Bai Trung 地区への給水のための配水管が整備されることになる。ただし、この世銀プロジェクトによる水需要予測では、2020 年において給水予定地域の Duong Dong 及び Duong To に対して、21,497m³/d の浄水場能力が必要となるところ、実際の拡張は 16,500m³/d までに留まることから、およそ 5,000m³/d の供給量が不足することになる。この不足分については、他のプロジェクトから不足水量分を融通することが求められている。

2.3.2 下水道の現況及び他の下水道プロジェクトの状況

(1) 下水道の現況

現在、フーコック島には一般家庭下水を対象とした下水処理場はない。一般家庭のし尿は各戸に設置されたセプティック・タンク（腐敗槽）により処理され、屋外に放流されている。また各家庭のし尿以外の排水（台所排水、シャワー排水等）は未処理のまま屋外に放流されている。ホテル等の宿泊施設については処理施設の設置が義務づけられており、表 2-3-2-1 に示す施設規模毎に表 2-3-2-2 の放流許容水質を満足しなければならない。しかしながらキエンザン省による、宿泊施設からの放流水質の監視はなされていない。

Duong Dong 地区の一部においては、下水管渠が整備されており各戸からの下水と雨水を受け入れている。これらの下水管渠は道路の建設に合わせ布設されている。これらに流入してくる下水は未処理のまま、河川や海域に放流されている。

表 2-3-2-1 宿泊施設の施設規模

宿泊施設	部屋数	レベル
ホテル	<60	III
	60 - 200	II
	>200	I
ロッジ ゲストハウス	10 - 50	IV
	50 - 250	III
	>250	II

出典：TCVN 6772:2000

表 2-3-2-2 宿泊施設からの放流許容水質

No	水質	単位	許容値			
			Level I	Level II	Level III	Level VI
1	pH	-	5-9	5-9	5-9	5-9
2	BOD ₅	mg/l	20	30	40	50
3	SS	mg/l	50	50	60	100
4	Depositional solids	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5
5	TDS	mg/l	500	500	500	500
6	H ₂ S	mg/l	1	1	3	4
7	NH ₃ ⁻	mg/l	30	30	40	50
8	Oil(foods)	mg/l	20	20	20	20
9	PO ₄ ³⁻	mg/l	6	6	10	10
10	Coliform	MPN/100ml	1,000	1,000	5,000	5,000

出典：TCVN 6772:2000

図 2-3-2-2 にプロジェクトエリアの既存管渠の位置を示す。



出典：JICA 調査団

図 2-3-2-1 既存の下水道管渠

(2) 他の下水道プロジェクトの状況

英国企業の Blue Water Bio 社 韓国支店とそのパートナーの Thuan Thao 社（ベトナム国）によるフーコック島全島の下水道計画が 2010 年 1 月に作成されている。このパートナーによる下水道計画の主な内容：処理対象地区、処理場数、処理場容量、管渠ルートは、キエンザン省で立案され政府の承認を受けているマスタープランと同様のものである。また、このパートナーは Duong Dong 地区に 300m³/d のデモプラントを建設し、下水処理の実証実験を行っている。実証プラントの処理プロセスは、ABC(Advanced Biological Contactor (高度接触生物))処理プロセスを採用している。実証プラントで得られたデータは政府機関に送られ評価を受けていたが、最終的にキエンザン省において採用されなかった。

なお、キエンザン省人民委員会は、Duong Dong 地区及び Cua Can 地区の下水道計画については、本調査団により調査を進めることを 2011 年 8 月 1 日のキエンザン省と JICA の会議及び 2011 年 9 月 24 日のキックオフ会議の際に認めている。

2.3.3 KIWACO の財務状況及び現状の上下水道料金

(1) KIWACO の財務状況

KIWACO は独立採算制にもとづいて財務管理されている。運転維持管理費、ローン支払い、減価償却費を含めた KIWACO の費用は、基本的に水道料金収入で賄われている。施設建設事業は、主に中央政府から転貸ローンとして供与される外国の ODA ローンを含めた借入金によって資金調達されている。表 1-3-3-1 から表 1-3-3-3 は、KIWACO の貸借対照表、損益計算書ならびにキャッシュフロー計算書の要約である。これらは、年次財務報告書に基づき JICA 調査団によって編集された。

表 2-3-3-1 KIWACO の貸借対照表

単位：百万ドン

項目	2006 年末	2007 年末	2008 年末	2009 年末	2010 年末
1 資産					
1.1 流動資産	20,994	32,719	75,028	64,575	81,568
(1) 現金及び預金	4,671	16,254	19,074	3,994	47,919
(2) 短期金融資産投資	3,500	3,500	19,000	27,000	3,500
(3) 売掛金	7,636	8,937	32,824	26,046	13,774
(4) 在庫	4,541	2,798	2,553	5,810	14,926
(5) その他の流動資産	646	1,230	1,577	1,725	1,449
1.2 長期資産	63,658	85,691	152,744	232,845	288,500
(1) 長期売掛金	646	0	0	0	0
(2) 固定資産	62,652	82,572	149,471	229,041	272,544
(3) 投資用財産	0	0	0	0	0
(4) 長期金融資産投資	298	1,898	2,580	3,029	7,520
(5) その他の固定資産	62	1,221	693	775	8,436
総資産	84,652	118,410	227,772	297,420	370,068
2 負債及び資本					
2.1 負債	25,748	28,163	56,285	126,513	203,495
(1) 流動負債	12,065	18,770	14,498	15,398	65,502
(2) 短期負債	13,683	9,393	41,787	111,115	137,993
2.2 自己資本	58,904	90,247	171,487	170,907	166,573
(1) 資本	56,920	86,102	167,244	166,000	166,573
拋出資本	47,627	73,609	151,465	145,886	161,763
株式	3,601	4,926	4,926	4,926	0
開発投資基金	3,525	4,724	7,375	10,869	0
財務準備基金	2,167	2,843	3,478	4,319	0
未処分利益	0	0	0	0	4,810
(2) その他の資本	1984	4145	4243	4,907	0
総負債及び総資本	84,652	118,410	227,772	297,420	370,068

出典：Financial Report 2006 to 2010, KIWACO

表 2-3-3-2 KIWACO の損益計算書

単位：百万ドン

項目	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
1 財・サービス収入	36,179	45,615	56,471	66,838	87,299
1.1 控除額	6	4	1	3	0
2 財・サービスの純収入	36,173	45,611	56,470	66,835	87,299
2.1 生産費	29,443	37,081	47,544	54,327	71,106
3 財・サービスの粗利益	6,730	8,530	8,926	12,508	16,193
3.1 財務収入	484	429	1,669	2,476	5,869
3.2 財務費用	381	459	381	1,976	7,598
内：利子支払い	381	1	38	1,652	7,442
3.3 販売費用	54	3	0	0	0
3.4 管理費用	1,225	1,213	1,516	1,795	3,120
4 純営業利益	5,554	7,284	8,698	11,213	11,344
4.1 その他の収入	10	911	132	4	987
4.2 その他の費用	0	6	5	0	132
4.3 その他の利益	10	906	127	4	855
5 税引前利益	5,564	8,190	8,825	11,217	12,199
5.1 法人所得税	1,558	2,293	2,471	2,804	2,578
5.2 所得税未納分	0	0	0	0	0
6 税引後利益	4,006	5,897	6,354	8,413	9,621

出典：Financial Report 2006 to 2010, KIWACO

表 2-3-3-3 KIWACO のキャッシュフロー計算書

単位：百万ドン

項目	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年
1 営業活動によるキャッシュフロー	2,995	14,335	5,759	11,486	21,088
2 投資活動によるキャッシュフロー	-90	-2,966	-22,091	-8,100	-17,005
3 財務活動によるキャッシュフロー	-2,286	214	19,153	-18,466	-3,642
4 当該期間のキャッシュフロー	619	11,583	2,821	-15,080	441
5 期初の現金及び現金同等物	4,052	4,671	16,254	19,074	3,994
6 期末の現金及び現金同等物	4,671	16,254	19,075	3,994	4,435

出典：Financial Report 2006 to 2010, KIWACO

KIWACO は過去 5 年間プラスの税引後利益を出してきた。損益計算書の「2.1 生産費」は、KIWACO の全施設・設備に関する電気代、薬品代、職員給与、修理代、さらに減価償却費を含んでいる。税引後利益は、過去 5 年間で倍増し 9,621 百万ドン(21,008 ドン/米ドルの換算率で 457,968 ドルに相当)に上った。

2010 年の長期負債は、キエンザン省開発基金、ベトナム開発銀行 (VDB)、AFD、ADB という 4 つの国内外の機関からの施設建設のための長期借入れからなっている。

表 2-3-3-4 は、過去 5 年間の KIWACO の主な財務指標である。

営業利益率と営業比率は企業の収益性を判断するための指標である。これら 2 つの指標は、KIWACO の高い収益性を示している。営業利益率は日本の民間企業を平均値を上回っている。営業比率は、約 85% であるが、年間の運転維持管理費用が年間収入の 85% であることを示している。KIWACO の収益性は優れており、期間中安定している。

表 2-3-3-4 KIWACO の財務指標

	2006	2007	2008	2009	2010	評価の際の参考
営業利益率	15.1%	16.0%	13.1%	16.0%	15.0%	日本の民間企業の平均：5%、高い数値が良好
営業比率	0.85	0.84	0.87	0.84	0.85	平均 1.05 (アジアの大規模水道事業者 18 社)、低い数値が良好
株主資本利益率 (ROE)	6.8%	6.5%	3.7%	4.9%	5.8%	日本の民間企業の平均：2%、高い数値が良好
資産収益率 (ROA)	6.6%	6.9%	3.9%	3.8%	3.3%	日本の民間企業の平均：4%、高い数値が良好
自己資本比率	69.6%	76.2%	75.3%	57.5%	45.0%	日本の民間企業の平均：37%、高い数値が良好
インタレスト・カバレッジ・レシオ	15.6	18.8	24.2	6.7	2.6	日本の民間企業の平均：5、高い数値が良好

出典：JICA 調査団作成

注： 営業利益率＝営業利益／営業総収入

営業比率＝総営業費用／総営業収入

株主資本利益率＝当期純利益／株主資本

資産収益率＝事業利益／総資産

自己資本比率＝株主資本／総資産

インタレスト・カバレッジ・レシオ＝利払い前事業利益／支払利息・割引料

株主資本利益率 (ROE) は、株主資本の投入によってどれだけの税引後純利益が発生しているかを見るための指標である。KIWACO の ROE は、日本の民間企業の平均よりも良い値を示している。資産収益率 (ROA) は、内部資金 (株主資本) と外部資金 (負債) によってどれだけの税引前利益が発生しているかを見る指標である。KIWACO の ROA も良好な状況を示しているが、数値が期間中に低下してきた。

自己資本比率は、総資産 (総負債及び株主資本) に占める株主資本の割合を示している。この数値が高いほど、株主資本の割合が大きく負債 (ローン等) の割合が小さいため、財務的により健全である。KIWACO の自己資本比率は低下してきたが、数値は日本の民間企業の平均値よりもまだ良好である。KIWACO の株主資本と負債の割合は、まだ健全であるが、負債と資本に占めるローンの割合は拡大しつつある。

インタレスト・カバレッジ・レシオは、借入金の支払能力を見るための指標である。2009 年までは、KIWACO の数値は日本の民間企業の平均よりも良い。2010 年には、その数値が日本の民間企業の数値を下回った。KIWACO の債務返済能力は悪くはないが、新規借入れの増加には注意すべきである。

結果として、KIWACO の財務状況は過去 5 年間、安定した高い収益性を持つ優れたものである。しかし、総資産に占める負債の割合は、同期間に拡大している。そのため、KIWACO が、今後新規借入れを行う場合には、収益の確実性等を注意深くチェックし、評価することが望まれる。

(2) キエンザン省の上下水道料金 水道料金

表 2-3-3-5 は、KIWACO の水道料金を示している。現在の家庭用及び政府機関の水道料金は、2011 年 7 月 19 日にキエンザン省人民委員会によって発表された Decision No.1555/QP-UBND によって規定されている。商業用と工業用の水道料金は、KIWACO が 2011 年 7 月 20 日に発表した Decision No. 16/QD-CTN に規定されている。

表 2-3-3-5 KIWACO の水道料金

単位: ドン/m³

地域 カテゴリー	Rach Gia, Ha Tien, Hon Dat, Phu Quoc, Kien Luong		その他の地域
家庭用、政府系	5,500 ^{*1}		4,000 ^{*1}
地域 カテゴリー	Rach Gia, Hon Dat, Phu Quoc	Ha Tien, Kien Luong	Chau Thanh, An Minh, An Bien, Tan Hiep, Giong Rieng
商業用	10,000 ^{*2}	12,000 ^{*2}	8,000 ^{*2}
工業用	7,500 ^{*2}	8,000 ^{*2}	6,000 ^{*2}

出典: *1; Decision No.1555/QD-UBND dated 19/7/2011 issued by Kien Giang Provincial PC.

*2; Decision No.16/QD-CTN dated 20/7/2011 issued by Kiwaco.

注: 上記料金は付加価値税、水道管とメータの距離が 5m 以内の場合の接続費用を含んでいる。上記料金は、環境保護費用を含んでいない。2011 年 7 月より適用。

ベトナム政府は、「Circular Ref. 95/2009/TTLT-BTC-BXD-BNN (省庁間回覧: 都市部、工業地域、村落地域の水道料金の決定のための原則と方法、管轄にかかわるガイドライン)」に水道料金の計算方法を規定している。この規定は、MOF と MOC、MARD の 3 省庁によって 2009 年 5 月 19 日に発表された。この規定によると、水道の平均料金は次の公式にしたがって計算されなければならない。

$$Gttbq = \frac{GTtb}{SLtp} + P$$

ここで:

- Gttbq: 平均料金 (単位: ドン/m³);
- GTtb: 全体費用 (単位: ドン/年),
- SLtp: 生産水量マイナス無収水量
- P: 妥当な利益率。水供給者の現状と地域住民の所得に基づく。最低でも自己資本の 3%。

上記公式の GTtb は全体費用であるが、以下の費用項目を網羅している。

No.	費用項目
1	直接材料費
2	直接労務費
3	一般生産費
4	費用小計 (1+2+3)
5	管理費
6	販売費
7	費用合計 (4 + 5 + 6) = GTtb

以上の費用は次のように定義されている。

1. 直接材料費は、材料費および生産に用いられる直接費用である。例えば、浄水のための原水費（他の水源から原水を購入する場合）、電気代、薬品代等を含んでいる。
2. 直接労務費は、生産に直接関与した労働者への支払い、例えば、毎月の給与、諸手当、社会・医療保険、等を含んでいる。
3. 一般生産費は、間接的な生産費用、例えば、減価償却費や固定資産の修繕費、工場材料・工具・設備、工場労働者への給与、諸手当、社会・医療保険、外注及びその他費用である。
4. 管理費は、一般的な管理にかかわる費用、すなわち、経営層の固定資産の減価償却費と修繕費、経営層の給与、諸手当、社会・医療保険等、事務所備品と施設、税金、手数料その他のサービス費用、ローンの利子支払い、予備費、研究開発費、訓練、労働者の医療費、その他費用を含んでいる。
5. 販売費は、水の消費に関する費用の全項目を含んでいる。例えば、投資費用（水道メータと顧客の補助備品）、販売部職員の賃金、諸手当、社会・医療保険等、宣伝広告、外注及びその他の関連費用である。

結果として、ベトナム国内の水道料金は基本的に水道に必要な費用をすべて含めて計算されている。必要な費用は、電気代、薬品代、職員給与と諸手当、減価償却費、材料及び備品、修繕費、管理費、販売費等を含んでいる。

KIWACO の場合も、水道料金は、全施設の減価償却費を含めたすべての必要な費用を含めて計算されている。減価償却される水道施設は、KIWACO が所有する原水貯水池から配水管までの全施設を網羅している。水道料金改定は、キエンザン省人民委員会に提出され承認を受ける。

下水道料金

キエンザン省の下水道料金は、水消費量に対し 140 ドン/m³ で設定されている。下水道料金は、水道料金請求とまとめて全水道使用者に請求されている。KIWACO によると、キエンザン省には下水道施設がないため、下水道料金は現在低く設定されているが、新たな下水道施設が建設されれば、新たな下水道料金システムが規定されることになろう、ということである。

表 2-3-3-6 KIWACO の現在の下水道料金

項目	単位	単価
下水道料金	ドン/m ³	140

出典: KIWACO

(3) KIWACO の現状の顧客数と水道料金請求徴収額

表 2-3-3-7 は KIWACO 及びフーコック島の顧客数、水道の請求・徴収水量、請求・徴収額を示している。

表 2-3-3-7 KIWACO 経営データ

No.	項目	KIWACO		Phu Quoc Island	
		2010 年 12 月	2011 年 11 月	2010 年 12 月	2011 年 11 月
1	顧客数 (水道)	58,747	65,043	3,786	4,373
2	職員数		372		30
No.	項目	2009 年	2010 年	2009 年	2010 年
3	給水量 (m ³ /年)	16,545,473	19,546,330	688,170	963,736
4	請求水量 (m ³ /年)	13,075,170 (100%)	15,211,490 (100%)	606,311 (100%)	860,077 (100%)
4-1	家庭用及び政府系	10,315,649 (79%)	12,074,680 (79%)	513,342 (85%)	727,914 (85%)
4-2	商業用	1,861,916 (14%)	2,256,462 (15%)	91,221 (15%)	125,353 (14%)
4-3	工業用	402,133 (3%)	437,591 (3%)	1,748 (0.3%)	6,810 (1%)
4-4	その他	492,472 (4%)	442,757 (3%)	0	0
5	請求金額 (ドン/年)	58,587,790,767	77,470,596,741	3,237,273,120	4,293,317,649
6	徴収金額 (ドン/年) *1	58,267,639,267	77,122,358,341	3,208,705,220	4,274,301,149

出典: KIWACO

注: *1; 徴収金額は、請求書の発行日に基づいて各年度ごとに計算されており、料金の徴収日には基づいていない。例えば、2010 年 12 月に発行された請求書に対して、2011 年 1 月に徴収された金額は、2010 年の徴収額として計上されている。

表 2-3-3-8 は、表 2-3-3-7 のデータに基づき計算された、KIWACO 及びフーコック島の経営指標を示している。

表 2-3-3-8 KIWACO の経営指標

No.	項目	KIWACO		Phu Quoc Island	
		月平均	年平均	月平均	年平均
1	平均請求額 (ドン/顧客) (2010年)	109,893	1,318,716	94,500	1,133,998
2	平均請求水量 (m ³ /顧客) (2010年)	21.58	259	18.93	227
3	平均徴収額 (ドン/顧客) (2010年)	109,399	1,312,788	94,081	1,128,975
No.	項目	KIWACO		Phu Quoc	
		2009年	2010年	2009年	2010年
4	無収水率*1	20.97%	22.18%	11.90%	10.76%
5	料金徴収率*2	99.45%	99.55%	99.12%	99.56%
6	1,000 給水栓当り職員数*3	-	5.7*6	-	6.9*6
7	平均請求額 (ドン/m ³) *4	4,480.84	5,092.90	5,339.29	4,991.78
8	平均徴収額 (ドン/m ³) *5	4,456.36	5,070.01	5,292.18	4,969.67

出典: KIWACO のデータの基づき JICA 調査団作成

注: 経営指標は以下の公式によって計算されている。

*1: 無収水率 = (給水量 - 請求水量) / 給水量

*2: 料金徴収率 = 徴収金額 / 請求金額

*3: 1,000 給水栓当り職員数 = 職員数 / (顧客数 / 1,000)

*4: 平均請求額 = 請求金額 / 請求水量

*5: 平均徴収額 = 徴収金額 / 請求水量

*6: 2011 年 11 月の数値

表 2-3-3-8 に示されたように、水道料金の平均請求額は KIWACO とフーコック島で、それぞれ、109,893 ドンおよび 94,500 ドンである。平均請求量は、KIWACO とフーコック島で、それぞれ、21.6 m³/月および 18.9 m³/月である。KIWACO の無収水率 (21 から 22%)、1,000 給水栓当り職員数 (5.7)、および料金徴収率 (99.6%) は、アジアの主要 18 水道事業体の平均値 (無収水率: 34%、1,000 給水栓当り職員数: 8.3、料金徴収率: 87.7%、Water in Asian Cities, ADB) よりもはるかに良好である。KIWACO の経営状況も、アジアの主要水道事業体に比べると良好もしくは健全である。

KIWACO の料金徴収率は、表 2-3-3-8 に示したとおり良好である。主な理由のひとつは、KIWACO の料金徴収員に対するインセンティブと罰金のシステムである。2000 年 10 月 5 日に KIWACO が施行した「Regulation on the salary payment to the collecting staff under the business department」によると、全料金徴収員には目標とする徴収率が設定され、目標を超えた場合にはインセンティブが、目標を下回った場合には罰金が課されることになっている。

その規定によると、ラグザー市以外の地域では 88% が目標徴収率となっている。もしも、ある職員が、担当地域で 98% の徴収率を達成できたとすれば、その職員の給与は 315,000 ドン増額される。もしも、ある職員が担当地域で 85% の徴収率しか達成できなかった場合には、その職員の給与は 90,000 ドン減額される。ラグザー市では、目標徴収率は、より厳格に 97% で設定されている。

2.4 プロジェクト関連法制度

2.4.1 投資・土地関連

(1) 投資関連

ベトナム国は2007年1月にWTOへの加盟を達成しており、これに伴い、各種国内法の整備・改正が進められている。旧法では、「外国投資法」が外国投資に関する準拠法であったが、本改正で外国投資と内国投資を一元化した「共通投資法」および「統一企業法」が準拠法となった。

「共通投資法」は2006年7月1日付で施行され、ベトナム投資家及び外国投資家の双方が、ベトナム内外において投資を行う際に順守すべき統一された法的枠組みを提供するために制定された。具体的には、優遇または制限の対象となる投資分野、投資家が実行することのできる投資形態、適用される許可要件、紛争解決及びベトナムが投資家に付与する保障に関する一般条項を定めている。共通投資法は、特定の投資分野に関する特別法が優先するものの、ベトナムにおけるあらゆる投資活動は共通投資法の条項に従わなければならないとしている。

共通投資法では、以下の投資・進出形態が可能とされる。

- ・ 100% (外国) 独資形態
- ・ 外資と内資との合弁形態
- ・ BCC (事業協力契約)、BOT (建設・運営・譲渡) 契約、BTO (建設・譲渡・運営) 契約および
- ・ BT (建設・譲渡) 契約形態
- ・ 営業開発への投資形態
- ・ 投資活動を管理するための株式の購入または出資 (株式投資など間接投資) 形態
- ・ 企業の合弁および買収 (M&A) 形態

「統一企業法」も2006年7月1日付で施行され、ベトナムにおける全企業形態の設立と運営のための法的枠組みについて規定している。

統一企業法では、以下の経営形態が可能とされるが、外国投資家がベトナムにて子会社を設立する際に選択する一般的な企業形態は、一人有限会社、二人以上有限会社、株式会社である。

- ・ 一人有限会社 (Limited liability company with single member)
- ・ 二人以上有限会社 (Limited liability company with two or more members)
- ・ 株式会社 (Joint Stock Company)
- ・ 合名会社 (Partnership company)
- ・ 私営企業 (Private enterprise)
- ・ 親会社とその子会社、経済的複合企業体、及びその他の形態を含む企業グループ

(2) 土地関連

ベトナムでは、土地はベトナム国民全体の共有財産であり、国家が国民の代表として管理を行っている。2004年7月1日に施行された土地法（Law on Land No.13/2003/QH11）や関連政令、通達等によりベトナムの土地に関する法制度が定められており、外国投資家がベトナムにおいて土地を所有することはできず、借用のみが可能である。

この場合、外資企業は土地を使用する権利（土地使用权）を取得する必要がある、その取得方法は以下の2通りである。

・ 土地使用权のリースやサブリースを受ける方法

土地法や共通投資法に沿ってベトナムに投資し、現地に法人を設立した外資企業は「国家」または「法規上、許可されている一定の者」より土地使用权のリース、またはサブリースを受ける。

・ 土地使用权を有するローカルパートナーから土地使用权の現物出資を受ける方法

外国投資家は「国家により土地の割り当てを受けたローカルパートナー」と現地に合弁企業を設立し、合弁企業に対して土地使用权の現物出資を受ける。

2.4.2 PPP/BOT 法関連

(1) ベトナム国の PPP 法関連

1) PPP パイロット法

2010年11月、ベトナム政府は官民連携して行う投資、PPP（Public-Private Partnership）関連法制度として「Decision No.71/2010/QD-TTg Regulation on pilot investment using Public-Private Partnership model」を発効した。ベトナムは、現在膨大なインフラ整備事業への投資案件を抱えているが、限られた政府資金の下で事業を早期に進めるためには、民間事業者による投資が不可欠である。

2) PPP パイロット法適用分野

PPP パイロット法の適用分野は以下9分野である。

① 道路、橋梁、トンネル、船着き場	⑥ 発電所
② 鉄道、鉄道橋、鉄道トンネル	⑦ 保険衛生施設（病院）
③ 都市交通	⑧ 環境施設（排水処理施設）
④ 空港、海港、河港	⑨ その他の首相が決定する
⑤ 水道施設	インフラサービス、公共サービス

3) PPP パイロット法適用に関する課題

民間事業者による投資が不可欠と言われる一方で、PPP パイロット法では「事業実施のための民間事業者は一般入札にて選定される」など、民間事業主に対する規制が多いことも課題視されている。また、実際の運用にあたっての細則などが整備されておらず、

投資家にとってリスクがどの程度カバーされるのか不透明であるという意見もあり、ベトナム政府も同法の改定を図っている。

(2) BOT 法関連

ベトナムでは、BOT 事業は Decree 108/2009/ND-CP (Decree on Investment in the Form of Build-Operate-Transfer, Build-Transfer-Operate or Build-Transfer Contract : BOT 法) に基づいて実施する必要がある。

1) BOT 契約の定義と対象

BOT 契約を結んだ外国投資者は、ベトナムにおいて橋、道路、空港、港、発電所などのインフラストラクチャーを建設し、ベトナム政府から認可を得た一定期間について、投資した資本の回収を目的に BOT 事業（製品またはサービスの提供）を行い、契約終了後に当該事業をベトナム政府へ無償で譲渡する義務を負う。

またインフラストラクチャー以外の分野であっても、その事業を BOT 契約の形式にて実施することをベトナム政府から認可され、事業期間終了時に無償でベトナム政府に譲渡されるものであれば、BOT 契約の対象となり得る。

2) 事業投資家の選定

BOT 規定においては、事業投資家からの提案事業は、30 日間の入札公告を出した後、提案事業投資家以外の投資家から追加提案がない場合は、提案事業投資家に対して契約交渉権を与えるとしている。

3) BOT 事業への優遇制度

BOT 規定においては、事業用地に使用する土地の賃料や税金が免除される。また、その他各種課税についても優遇措置が規定されている。

2.5 本整備事業の必要性

(1) PPPインフラ事業としての必要性

マスタープランに示された同島の開発方針では、人口規模で2009年の91,000人が2020年には200,000~230,000人とほぼ倍増すると推定し、観光客数も現在の約20万人からその10倍以上の2~3百万人を目指している。同マスタープランでは、同島の社会経済活動を大きく変貌させていくものであるが、そのためには膨大なインフラ整備事業や観光事業への投資が必要となっている。

現在、フーコック島では新国際空港が開港するとともに、港湾および幹線道路の建設が着手され整備が進められている。しかし、ベ国内での急激な経済発展に伴うインフラ建設需要の発生により財政が逼迫し、国全体として資金に限られていることから、フーコック島のインフラ整備においても資金の確保ができず、道路整備など一部の整備事業では遅れも生じている。

一方、効率的かつ早期の資金確保のため、ベ国中央政府としてはインフラ整備事業に民間からの資金を積極的に活用しようという方針が打ち出されている。

上水道事業については、独立採算制による事業運営を推し進めようとしており、BOT方式やBOO方式などによる民間資本の活用を積極的に進めており、外国資本へも積極的に門戸を開放している。

下水道整備については、ベ国ではまだまだ普及が進んでおらず、独立採算制が難しいことから、政府の全額補助による整備が主流となっている。また、下水道使用料については、上水道事業と組み合わせた課金システム（環境保護料金の徴収）が適用されている。しかし、実態としてその徴収額は水道料金の10%と極めて低いレベルに止まっており、下水道事業を今後推進していくためには、新たな資金の回収方法や官民分担による資金計画を検討する必要がある。

特にフーコック島については、同島を国際的にも有数な観光島とするという特別な位置づけから、下水道使用料金の徴収以外による資金の回収方法を検討することも念頭に入れ、政府資金だけに頼らない下水道整備の方法を適用できる可能性がある。

いうまでもなく上下水道事業の整備は観光地の発展には不可欠であり、これらの計画的な整備は、ホテルやリゾート建設等のタイムリーな事業投資を呼び込むと期待できる。このためには、フーコック島の開発進度に遅れを取らない調和のとれた上下水道整備を図るため、民間の資金を活用して早期の事業実施に結びつける必要がある。

また、民間企業が上下水道事業に参加することで、日本国内で培った技術を活用しつつ、事業運営にとっても観光事業の成長による安定的な収益の確保ができ、PPP事業とし

て win-win の形としての事業の展開が図られるものと期待される。

(2) Cua Can 貯水池からの表流水システムによる上水道事業の必要性

マスタープランにおいて、2020年に計画されている給水量 $68,000\text{m}^3/\text{d}$ のうち、既存システムおよび実施中の世銀プロジェクトでカバーされるのは、Duong Dong および Duong To 地区への $16,500\text{m}^3/\text{d}$ にとどまる。島内のその他の地域においては現在のところ、具体的な上水道整備計画が策定されていない状況で、マスタープランが目指している給水量からは依然大きなギャップがある。

Duong Dong はフーコック島の政治経済の中心地であり、また、Duong To には、リゾート開発が現在最も進行している Bai Trung 区域があり、また、新国際空港が2012年末に開港し、これらの地域の水需要が先行的に伸びると予測され、先に述べたとおり世銀プロジェクトの給水対象区域となっている。

一方、Duong Dong の北側、島北西部の Cua Can や Ganh Dau 地区の海岸沿いにおいても、図 2-5-1 に示すように多くの大型リゾート開発計画が既に提案され、その認可手続きが進められている状況であるが、具体的な上水道整備計画はまだ存在しない。このまま、この地域の上水道整備が遅れるとリゾート開発事業者は独自に井戸を水源とし事業に着手する可能性がある。



図 2-5-1 本事業給水予定地域のリゾート開発計画

マスタープランの記述によると、フーコック島の地下水の賦存量や取水可能性についての本格的な調査はこれまで行われていないが、予備的な調査結果によると、地下水の利用は最大4,000～5,000 m³/dまでを限度とし、集中的な地下水開発を避け、地方集落や人口非密集区での深さ5～10mの浅井戸や表層から20～30m近くの被圧帯水層からの1～3m³/hr程度の取水に限るべきだと指摘している。さらに、この地域に表流水を水源とする水道システムを構築するため、新たにCua Can貯水池を建設することを提案している。

表流水を水源とする水道整備の遅れにより、こうした大口の地下水利用が一旦進行してしまうと、水道システムが後追いで整備されても水道利用への移行には相当程度時間がかかると想定され、また、地下水の過剰揚水による環境への影響の可能性も懸念される。現在、地下水利用を制限する規則の導入が検討はされているが、現実的には島内全体の水道普及がかなり進んだ後でなければ、地下水規制を厳格に適用するのは難しいとの見方が強い。

開発事業の進行と整合した計画的な水道整備は、開発事業者側にとっては二重投資を避ける上でもメリットがあり、一方、水道事業者側は大口利用者からの料金収入が確保できるという利点がある。水道システムの整備とリゾート開発事業との整合性のとれた整備事業を進めることが望まれる。

また、世銀プロジェクトでは2020年を目標年次として浄水場が拡張されるが、先にも述べたとおり、その後においても、世銀プロジェクトの給水対象区域であるDuong DongとDuong To地区においては約5,000m³/dの給水不足が生じるとされ、Cua Can貯水池からの用水供給を受けることが期待されている。

(3) 下水道整備事業の必要性

フーコック島の水環境保全という観点から、島の中心にあるDuong Dong市内を流れるDuong Dong川水域の現在の水質状況を見ると、既に下流において生活・産業排水からの汚濁の進行がみられており、水域への排水の流入を防ぐための対策が必要であると認められる。

本調査で行ったDuong Dong川の上流と下流での水質調査結果を図2-5-2に示す。採水地点AのDuong Dong川上流には人家はほとんどなく農地であり、雨季乾季とも有機汚濁指標であるBOD値が低いですが、その下流ではBOD値が大きく上昇しており、明らかに生活・産業排水等の流入による汚濁が進行していることを示唆している。

現在、各家庭からのし尿は腐敗槽で処理され公共水域に排出されているが、家庭雑排水は処理されずにそのまま放流されている。また、し尿も腐敗槽で処理されているとはいえ、槽内の堆積汚泥を定期的に取り出すメンテナンスを怠っている家庭が多く、腐敗槽内の滞留時間が短くなり処理が不十分のまま、公共水域に排出されているケースが少

なくない。また、既存ホテルには処理施設が設けられてはいるが、処理の運転管理や処理水の監視はされておらず、こうした状況が複合的に重なって水域の汚濁が進行してきているとみられる。水質監視の体制や厳格な規制・罰則の導入などによる改善措置を適用できないかぎり、水質保全を効果的に達成することは難しい状況である。



出典：JICA 調査団

図 2-5-2 Duong Dong 川の水質汚濁調査結果

今後、フーコック島の開発が大きく進展するにつれ、現状の家庭腐敗槽およびホテルや住宅開発業者まかせの個別処理の組合せのままでは、更に汚濁が進行していくことが容易に想定される。同国における規制の執行や監視を徹底する難しさは、ベ国側関係者からも現実によく指摘されることである。こうした制約の中では、下水道システムを計画的に島内に配置・整備をし、責任ある契約事業者が放流水質を一元的に管理し水質監視を確実に行って水質保全を図っていく方法が有効であると考えられる。

フーコック島における下水道整備は、住民の生活や衛生環境の改善と観光をはじめとした産業の成長に寄与するだけでなく、フーコック島全体の自然環境の保全にも役立つものである。

第3章 計画の内容

第3章 計画の内容

3.1 上水道システム

3.1.1 計画給水区域およびその計画概要

図 3-1-1-1 に本事業の対象とする給水区域と世銀融資プロジェクトによる給水対象地域を示す。



図 3-1-1-1 本事業と世銀融資事業の給水対象区域

2011年8月11日にキエンザン PC および JICA で取り交わした協議の中で、本事業による給水の想定対象区域は、Cua Can および Duong Dong およびその周辺地区となっている。

Cua Can 地区を中心とし島の西側海岸沿いには、リゾート開発計画がすでにくつも立案されており、海外沿い北端の Ganh Dau 地区までその開発計画は伸びている。また、Cua Can 貯水池の建設予定地の北側近傍には、マスタープランで示された3つの都市開発エリアの一つである Cua Can Urban Area が計画されている。本事業の給水区域はこれらの新規開発エリアを含むもので、Cua Can 地区、Cua Duong 地区および Ganh Dau 地区の西部域からなるエリアをカバーするものである。

一方、Duong Dong 地区については、2.3章で述べたように世銀の融資による水道プロジェクトが現在進捗中で、このプロジェクトにより、Duong Dong 地区全域と大型リゾート開発区である Bai Trung 区域や2012年末開港の新空港のある Duong To 地区全域の二つの地区への送配水施設も整備されることになっている。したがって、本事業による直接の給水対象とはしないが、この世銀プロジェクトによる同地区の水需要予測では、2020年時点において、およそ5,000m³/dの供給量が不足するとしている。このため、Duong Dong 地区へは、将来的に5,000-7,500 m³/d程度を本事業の用水供給により融通できるような計画としている。

表 3-1-1-1 Cua Can 地区および Duong Dong 地区の給水能力と需要量の比較

	2020年	2030年	備考
Cua Can システム計画給水能力 ^{※1}	20,000	50,000	(1)
Cua Can 地区の水需要量	12,435	43,072	(2)
Duong Dong システムへの用水供給可能量	最大 7,565	最大 6,928	(3)=(1)-(2)
Duong Dong システム計画給水能力 ^{※2}	16,500	20,000	(4)
Duong Dong システム給水区域水需要量 ^{※2}	21,497	37,190	(5)
同 不足量	4,997	17,190	(6)=(5)-(4)

※1 マスタープランにおいて策定された計画値

※2 世銀融資プロジェクトにおいて策定された計画値

本事業における水道計画は、基本的にフーコック島マスタープランの進捗度合いにより、図 3-1-1-2 に示されるように優先度の高い区域から整備していくものとした。表 3-1-1-2 に計画の諸元を示す。

➤ フェーズ 1

- ・ 目標年次 2020年
- ・ 計画対象地域 Cua Can 地区、Cua Duong 地区、
Duong Dong 地区 (用水供給)
- ・ 計画水量 (日最大) 20,000m³/d

- フェーズ 2
 - ・ 目標年次 2030 年
 - ・ 計画対象地域 フェーズ 1 の区域(Cua Can 地区、Duong Dong 地区、Cua Doung 地区)に、Ganh Dau 地区を編入
 - ・ 計画水量（日最大） 50,000m³/d

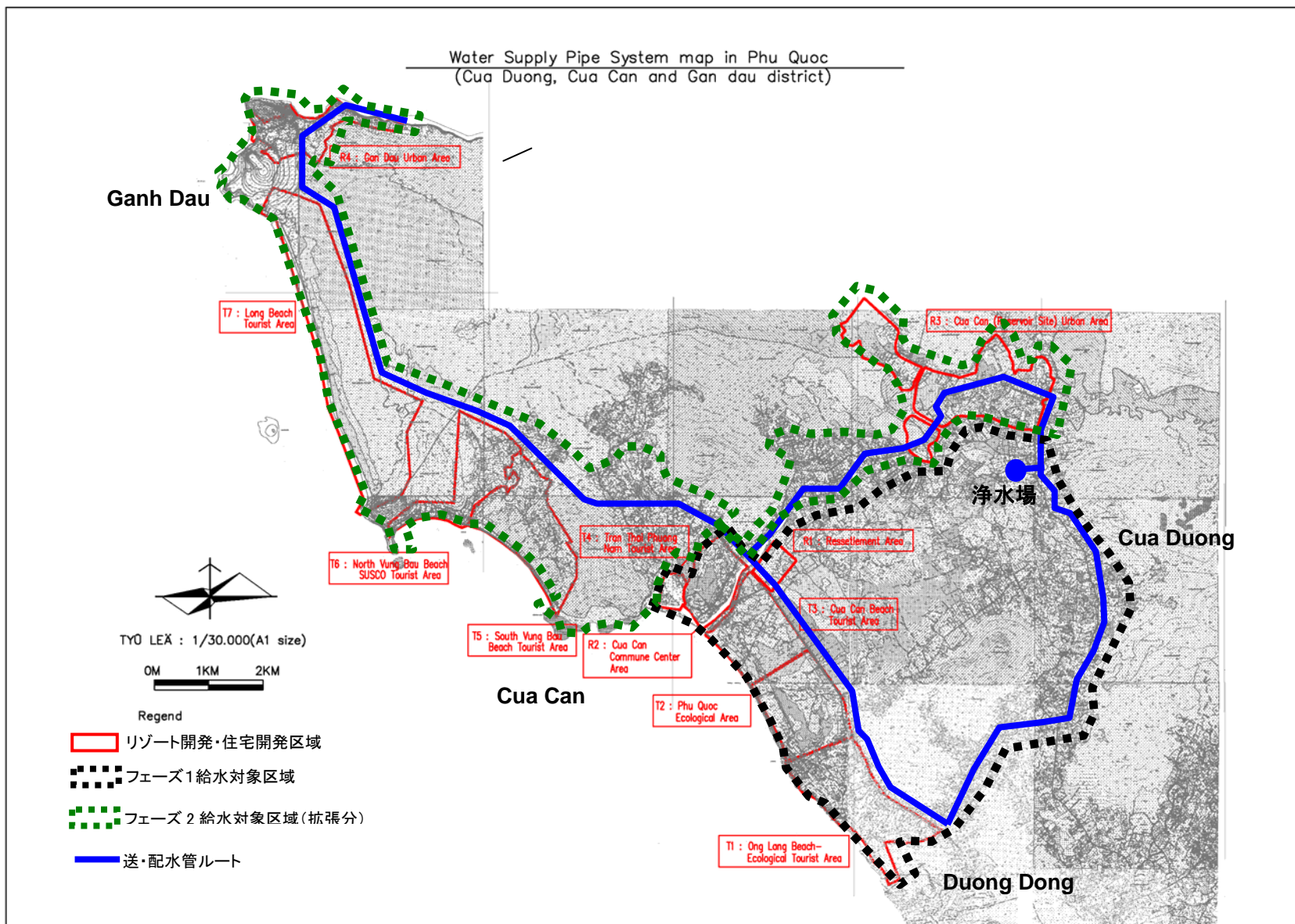


図 3-1-1-2 フェーズ1とフェーズ2の給水区域

表 3-1-1-2 計画諸元一覧表

項目	採用値	根拠
1. 目標年次	Phase-1 2020 年 Phase-2 2030 年	以下の理由による。 ・水道施設整備計画の目標年次について、ベトナム国水道設計指針によると、計画目標年次を10-20年後としている。 ・マスタープランにおいては、2020年および2030年における計画諸元の設定を行っている。
2. 給水量原単位 (営業用水率) (公共用水率)	Phase-1 120 l/capita/day Phase-2 150 l/capita/day 生活給水量の 3 % 5 %	マスタープランにおける、2020年及び2030年の給水量原単位と整合を図る。
3. 人口 (定住)	Phase-1 16,432 person Phase-2 30,472 person	Cua Can, Cua Duong地区の自然増分 Cua Can, Cua Doung, Ganh Dau地区の自然増分 自然増による人口増加をトレンドにより見込む。 ただし、新規リゾート及び住宅開発区域については、トレンドでは推計が困難なため、開発区域ごとの給水量を別途見込む。
4. リゾート・住宅開発区等の水量	後述 表 2-1-2-7 参照	新規のリゾート開発区域および住宅開発区域を集中水量としてそれぞれの計画水量を見込む。
5. 漏水率	10 %	フーコックの既設における現状レベルと同程度と想定。
6. 日間変動比	1.2	世界銀行融資プロジェクトと整合
7. 時間変動比	1.5	世界銀行融資プロジェクトと整合 リゾート開発区域など大口の利用者への給水については、日最大給水量での用水供給とし、開発者は受水槽を設置し開発区域内の配水管網整備を行うとの前提で計画した。
8. 配水池容量	日最大級水量の時間あたり水量の 10 時間分	配水池の容量については、リゾート開発区域等、開発者が受水槽を設置することを前提とする区域を除き、その他の沿線住民や住宅開発区域に対する日最大給水量の10時間分に相当する容量を確保するものとした。

3.1.2 水需要予測

計画給水区域の水需要は、そのほとんどが新規に開発されるリゾート地区や住宅開発区域によると想定されるが、この区域に現在居住している住民や小規模な営業による水使用量は、過去の人口自然増加のトレンドにしたがって今後も増加すると想定し、それらの水需要を算定した。また、新規に開発されるリゾート区域や住宅開発区域については、それぞれの開発計画で示された施設内容や規模から算出された開発区域ごとの水需要量を全体の水需要予測に使用した。

したがって、計画給水区域全体の水需要は、既に定住している人口の自然増を基に見込んだ水量と新規開発区域の計画水需要の総和として求められた。

(1) 上水道計画の目標年次

水道施設整備計画の目標年次について、ベトナム国水道設計指針によると、計画目標年次を10-20年後としている。

一方、マスタープランにおいては、2020年および2030年における計画諸元の設定を行っており、本計画においてもマスタープランと同様に、段階的な整備を図るものとして、以下を目標年次として設定する。

目標年次	
フェーズ1	2020年
フェーズ2	2030年

(2) 計画給水原単位

マスタープランにおいては、2020年及び2030年における給水原単位を、120(lpcd) (Year2020)、150(lpcd) (Year 2030)と設定している。

また、フーコック島内の既存の Duong Dong 給水区域内の請求水量の実績値から得られた原単位の推移は、表 3-1-2-1 に示すように 2010年現在で 113 (lpcd)であり、2020年の計画原単位である 120(lpcd)とおおむね同程度であることが伺えた。

表 3-1-2-1 居住者 1 人あたりの水使用量の実績(Duong Dong)

年	給水量 (生活用) m3/year ①	顧客数 (一般家庭) 件 ②	一人当たり 給水量 lpcd ③=①/②/1000/4.5**	備考
2,006	61,686	864	43	
2,007	207,769	1,366	93	
2,008	360,305	1,944	113	
2,009	513,342	2,567	122	
2,010	668,706	3,599	113	
2,011	716,781	4,107	142	1~9月まで

※ 4.5人/戸とした。

したがって、当該計画において 1 人当たり給水原単位については、マスタープランの採用値の 120(lpcd) (Year2020)、150(lpcd) (Year2030)を採用する。

給水原単位	2020 年(フェーズ 1)	120 (lpcd)
	2030 年(フェーズ 2)	150 (lpcd)

(3) 人口

人口についてはマスタープランの計画人口は土地利用計画と人口密度を基に設定したもので、過去の人口からの自然増による推計ではなく島外から移住する人口が多く含まれているもので、これらを区別するものとした。ここでは、既に定住している人口に対する自然増による推計を行い、島外から移住する人口は Cua Can 都市開発区域をはじめとした開発区域に含まれているとして推計した。

過去 2005 年-2008 年における人口の推移を表 3-1-2-2 に示す。これより、いずれの地区においても、年あたり 3%程度の増加率が見込まれることが伺える。

人口が増加傾向にあることから、今後も同様に人口の自然増が見込まれると想定し、年あたり同率 (3%) の増加を見込むものとし 2020、2030 年においては表 2-1-2-3 に示す人口を設定した。

表 3-1-2-2 計画区域内人口推移および増加率

Year	Commune					
	Cua Can		Cua Duong		Ganh Dau	
	population (person)	growth rate	population (person)	growth rate	population (person)	growth rate
2005	3,166		7,467		4,042	
2006	3,241	2.4%	7,655	2.5%	4,138	2.4%
2007	3,345	3.2%	7,899	3.2%	4,271	3.2%
2008	3,429	2.5%	8,096	2.5%	4,378	2.5%

出典：フーコック統計年鑑 2005-2008

表 3-1-2-3 計画区域内における人口予測

(人)

Year \ Commune	2005	2006	2007	2008	...	2020	2030
Cua Can	3,166	3,241	3,345	3,429	...	4,889	6,570
Cua Duong	7,467	7,655	7,899	8,096	...	11,543	15,513
Ganh Dau	4,042	4,138	4,271	4,378	...	6,242	8,389
Total	14,675	15,034	15,515	15,903	...	22,674	30,472

出典：フーコック統計年鑑 2005-2008 2020 及び 2030 は予測値

(4) 小規模営業用、公共用水量

営業用水率及び公共用水量については、生活用給水量に対する以下の比率により算定した。

- 営業用水量 生活給水量の 3%
- 公共用水量 生活給水量の 5%

なお、営業用水量については、表 3-1-2-4 に示すようにフーコック島 KIWACO の請求水量の実績から想定してもおおむね同程度であることが伺えた。

表 3-1-2-4 営業用水量の実績(Duong Dong)

年	人口	生活用 水需要 [※] m3/year (A)	工業用 m3/year (B)	営業用 m3/year (C)	(B+C)/(A) %
2006	30,074	1,317,241		8,066	0.6%
2007	31,035	1,359,333		32,910	2.4%
2008	31,811	1,393,322		59,767	4.3%
2009	31,940	1,398,972	1,748	91,221	6.6%
計		5,468,868	1,748	191,964	3.5%

※ 生活用給水量実績は、各年において水道接続率が100%のときの需要量との比較とした。

※ 原単位は、120 lpcdとした。

(5) リゾート開発区域および住宅開発区域等の水需要

給水対象区域において計画されている新規のリゾート開発区域および住宅開発区域等が予定している水需要量を表 3-1-2-5 に示す。また、それらの位置番号は先の図 3-1-1-2 に示した番号と対応する。

表 3-1-2-5 リゾート地区および居住開発/居住移住地区の大口需要

Category	No.	Development Area	Present Status as of November 2011	Water Demand in 2030 (m ³ /day)	Remarks
Tourist	T1	Ong Lang Beach-Ecological Tourist Area	Detailed plan in 7/2010	1,570	Detail MP (by Investor) Compensation phase has been suspended because people do not agree with the compensation fee of the regulation.
	T2	Phu Quoc Ecological Tourist Area	Compensation 85%	1,214	Detail MP (by Investor) The investor has got the right of land use. - Phase 1: Construction work will be completed in 2015 in 25% area of total project area of 100 ha including 500 rooms hotel and 1 restaurant. - Phase 2: 100% of the project will be in operation
	T3	Cua Can Beach Tourist Area	Compensation 70%	2,950	Detail MP
	T4	Tran Thai Phuong Nam Tourist Area	Under compensation phase	960	Detail MP
	T5	South Vung Bau Beach Tourist Area	Detailed plan in 4/2010	2,200	Detail MP
	T6	North Vung Bau Beach SASCO Tourist Area	Detailed plan in 6/2010	3,960	Detail MP
	T7	Long Beach Tourist Area	Investment License 24/3/2008	7,000	Detail MP (by Investor) Some small resort is in operation partly. (Mai Phuong, Bamboo, Chez Carol)
Urban Area / Resettlement Area	R1	Resettlement Area (Cua Can River Left Bank)	Detailed plan in 10/2010	1,819	(by Detailed Plan approval decision by PQMB) Population: 6,261 (Year 2030) 4,659 (Year 2020 ; 6,261 / (1+0.03) ¹⁰) This demand is included in domestic demand.
	R2	Cua Can Commune Center Area	Approved but under revision	1,278	
	R3	Cua Can (Reservoir Site) Urban Area	No detailed plan. Development after 2015	3,975	(by Adjusted M/P) Population: 26,500 Per capit consumption: 150 lcpd
	R4	Ganh Dau Urban Area	Investment License 5/4/2010	1,782	
Total Demand at Full Development				28,708	

出典：フーコック島開発マネージメントボードからの入手資料を整理

注：表中の番号は図 2-1-1-2 の位置と対応

(6) その他の諸元

その他、当該給水区域の水需要量の算定にあたって必要となる諸元について、現状の実績や先行する世銀融資プロジェクトでの採用値を参考とし、以下を設定した。

(a) 漏水率

漏水率については、フーコックの既存システムの現状レベルと同程度の 10% とする。

(b) 日最大係数

世銀プロジェクトと同様、1.2 を採用する。

(c) 時間係数

世銀プロジェクトと同様、1.5 を採用する。

(7) 段階的整備方針について（フェーズ1、フェーズ2の区分）

対象区域の水需要は、前述したようにその大半が新規の開発事業によると想定され、これらの開発事業の進捗に水需要の伸びは大きく左右される。優先給水区域の設定にあたっては、現状とここ数年後の観光・住宅開発事業の進捗度合の把握が重要となるが、その情報はフーコック島開発マネジメントボードから入手した開発事業の投資ライセンスの取得状況や住民移転・補償、他のインフラ事業（道路や電気等）の進捗等から判断された。

(a) 他のインフラ整備の着手・整備状況

送配水本管の布設予定ルート上の道路整備状況については、図3-1-2-1に示すように、Cua Can Bridgeより南側の道路については既に道路工事が行われ整備されている。一方、Cua Can Bridgeより北側については、具体的な道路建設計画が定まっておらず、リゾート開発等も道路建設完了後になることを考慮すると、建設完了までに相当の期間が必要となると推測される。



図 3-1-2-1 現在の道路状況

(b) リゾート等開発事業の着手・進捗状況

大口の水利用者であるリゾート等の開発事業の進捗は、給水計画に大きく影響する。これらの開発事業は、通常、図 3-1-2-2 に示す手続きを得て進行していくが、住民移転等の補償プロセスは最短で7か月かかるとも言われており、実態は相当長期にわたることも少なくない。

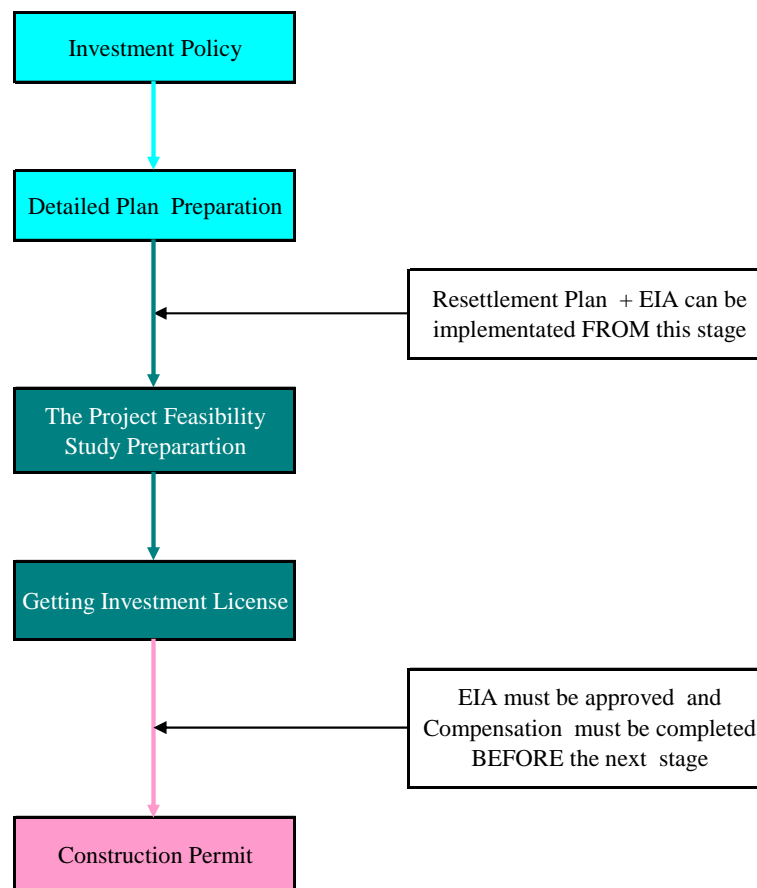


図 3-1-2-2 開発事業の進行手順

新規の開発区域の水需要量について、これらの開発認可手続きの進捗度合いから 2020 年および 2030 年の水需要にどのように計画上に反映するかは、表 3-1-2-6 の考え方によった。

表 3-1-2-6 開発事業の進捗と水需要の見込みの設定

開発事業の進捗	需要の見込み
(A) 既に Investment License 取得後の段階にあるプロジェクト	2030 年需要量をフェーズ 1 に見込む。
(B) フィージビリティスタディ開始後のプロジェクト	2030 年需要量の 50%をフェーズ 1 に見込む。
(C) 上記以外	2020 年計画においては需要を見込まない。
(D) Cua Can River Left Bank(R1 地区) (Resettlement Area)	設定されている計画人口は 2030 年のみであるが、定住人口の一部であることから、定住と同様な人口の増加を示すものと想定した。これより、2020 年時点における計画人口は、2030 年の計画人口から人口増加率 3%により逆算した人口を計上し、その需要を見込む。

Resettlement Area の 2020 年ベース人口 (R1 地区)

項目	計画値	備考
人口	2030年	6,261 人 MasterPlan
	2020年	4,659 人 $6,261/(1+0.03)^{10}$
人口比率	74%	

表 3-1-2-7 に開発事業の進捗度を勘案した観光および住宅開発区域等の大口水需要の 2020 年および 2030 年の見込みを示す。

上記の(a)、(b)で述べた条件より、先の図 2-1-1-2 に示すように、観光開発地域のうち、Tran Thai Phuong Nam Tourist Area (T4) より南側に位置する区域は、優先的に整備が必要な区域としてフェーズ 1 の給水対象区域とした。また、フェーズ 1 対象区域以外の給水区域については、フェーズ 2 対象区域とし、今後の開発の進捗やその他のインフラ整備の状況とも合わせて整備するものとした。

表 3-1-2-7 観光開発区域における水需要 (2020 年および 2030 年)

Category	No.	Development Area	Present Status as of November 2011	Water Demand in 2030 (m3/day)	Water Demand in 2020 (m3/day)		Remarks
					Priority	Water Demand (m3/day)	
Tourist	T1	Ong Lang Beach- Ecological Tourist Area	Detailed plan in 7/2010	1,570	50%	785	(by Investor) Compensation phase has been suspended because people do not agree with the compensation fee of the regulation.
	T2	Phu Quoc Ecological Tourist Area	Compensation 85%	1,214	100%	1,214	(by Investor) The investor has got the right of land use. - Phase 1: Construction work will be completed in 2015 in 25% area of total project area of 100 ha including 500 rooms hotel and 1 restaurant. - Phase 2: 100% of the project will be in operation
	T3	Cua Can Beach Tourist Area	Compensation 70%	2,950	100%	2,950	
	T4	Tran Thai Phuong Nam Tourist Area	Under compensation phase	960	100%	960	
	T5	South Vung Bau Beach Tourist Area	Detailed plan in 4/2010	2,200	0%	0	
	T6	North Vung Bau Beach SASCO Tourist Area	Detailed plan in 6/2010	3,960	0%	0	
	T7	Long Beach Tourist Area	Investment License 24/3/2008	7,000	0%	0	(by Investor) Some small resort is in operation partly. (Mai Phuong, Bamboo, Chez Carol)
Urban Area / Resettlement Area	R1	Resettlement Area (Cua Can River Left Bank)	Detailed plan in 10/2010	1,819	74%	1,346	(by Detailed Plan approval decision by PQMB) Population: 6,261 (Year 2030) 4,659 (Year 2020 ; $6,261 / (1+0.03)^{10}$) This demand is included in domestic demand.
	R2	Cua Can Commune Center Area	Approved but under revision	1,278	50%	639	
	R3	Cua Can (Reservoir Site) Urban Area	No detailed plan. Development after 2015	3,975	0%	0	(by Ajusted M/P) Population: 26,500 Per capit consumption: 150 lcpd
	R4	Ganh Dau Urban Area	Investment License 5/4/2010	1,782	0%	0	
Total Demand at Full Development				28,708		7,894	

(8) フェーズ 1 およびフェーズ 2 における水需要量と施設の計画規模

フェーズ 1 およびフェーズ 2 における水需要について、それぞれ表 3-1-2-8 および表 3-1-2-9 に整理する。

以上の結果から、水道施設計画上の計画水量については、マスタープランと整合する以下の水量が設定された。

なお、フェーズ 1 において、Duong Dong 地区に送水することが可能な水量については、7,500m³/d 程度であり、Duong Dong 地区の 2020 年における不足水量 5,000m³/d を上回るが、5,000m³/d-7,500m³/d の送水が融通可能な施設計画とした。

フェーズ 1 の水需要量	19,935 m ³ /d	→	施設計画規模	20,000 m³/d
フェーズ 2 の水需要量	48,072 m ³ /d	→	施設計画規模	50,000 m³/d
(いずれも、場内使用水量除く)				

表 3-1-2-8 2020 年における水需要

			Domestic				Resort							Urban Area & Resettlement Area					total <D>	Distribute Other Area <E>	Total <A>+<D>+<E>																
			Cua Can	Cua Duong	Ganh Dau	Total <A>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Total 	R1	R2	R3	R4				Total <C>															
Person	Calculation	(1)	(person)	4,889	11,543		16,432																														
	resettlement	(2)	(person)	※1 2,330	※1 2,329		4,659																														
	Total	(3)=(1)-(2)	(person)	2,559	9,214	0	11,773																														
per capita demand		(4)	(l/pcd)	120	120	120																															
Domestic		(5)=(3)x(4)/1000	(m3/day)	307	1,106	0	1,413	785	1,214	2,950	960	0	0	0	5,909	1,346	639	0	0	1,985	7,894	5,682	14,989														
Water Consumption								(1,570)	(1,214)	(2,950)	(960)	(2,200)	(3,960)	(7,000)	(19,854)	(1,819)	(1,278)	(3,975)	(1,782)	(8,854)	(28,708)																
Commercial		(6)=(5)x0.03	(m3/day)	9	33	0	42																42														
Institutions		(7)=(5)x0.05	(m3/day)	15	55	0	71																71														
Total		(8)=(5)+(6)+(7)	(m3/day)	332	1,194	0	1,526	785	1,214	2,950	960	0	0	0		1,346	639	0	0		7,894	5,682	15,102														
Leaking		(9)=(8)*0.10	(m3/day)	33	119	0	153	79	121	295	96	0	0	0		135	64	0	0		790	568	1,511														
Total		(10)=(8)+(9)	(m3/day)	365	1,314	0	1,678	864	1,335	3,245	1,056	0	0	0		1,481	703	0	0		8,684	6,250	16,612														
Peak factor		(11)		1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2	1.2			1.2															
Max daily demand		(12)=(10)*(11)	(m3/day)	438	1,576	0	2,014	1,037	1,602	3,894	1,267	0	0	0		1,777	844	0	0		10,421	7,500	19,935														
Peak factor		(13)		1.5	1.5	1.5		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.5	1.5	1.0	1.5			1.0															
Max hourly demand		(12)*(13)	(m3/day)	656.7	2,364.4	0.0	3,021	1,037.0	1,602.0	3,894.0	1,267.0	0.0	0.0	0.0	7,800	2,665.5	1,266.0	0.0	0.0	3,931.5	11,731.5	7,500	22,253														
		(14)=(12)/(13)/24	(m3/hr)	27	99	0	126	43	67	162	53	0	0	0		111	53	0	0		489	313	928														
		(12)*(13)/86400	(m3/s)	0.0076	0.0274	0.0000	0.0350	0.0119	0.0186	0.0450	0.0147	0.0000	0.0000	0.0000		0.0308	0.0147	0.0000	0.0000		0.1358	0.0869	0.2577														

表 3-1-2-9 2030 年における水需要

			Domestic				Resort								Urban Area & Resettlement Area					total <D>	Distribute Other Area < E >	Total <A>+<D>+<E>				
			Cua Can	Cua Duong	Ganh Dau	Total < A >	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Total < B >	R1	R2	R3	R4	Total < C >							
Person	Calculation	(1)	(person)	6,570	15,513	8,389	30,472																			
	resettlement	(2)	(person)	3,130	3,131		6,261																			
	Total	(3)=(1)-(2)	(person)	3,440	12,382	8,389	24,211																			
per capita demand		(4)	(l/pcd)	150	150	150																				
Domestic Water Consumption		(5)=(3)x(4)/1000	(m3/day)	516	1,857	1,258	3,632	1,570	1,214	2,950	960	2,200	3,960	7,000	19,854	1,819	1,278	3,975	1,782	8,854	28,708	5,682			38,022	
Commercial		(6)=(5)x0.03	(m3/day)	15	56	38	109																		109	
Institutions		(7)=(5)x0.05	(m3/day)	26	93	63	182																		182	
Total		(8)=(5)+(6)+(7)	(m3/day)	557	2,006	1,359	3,922	1,570	1,214	2,950	960	2,200	3,960	7,000	19,854	1,819	1,278	3,975	1,782	8,854	28,708	5,682			38,312	
Leaking		(9)=(8)*0.10	(m3/day)	56	201	136	392	157	121	295	96	220	396	700	1,985	182	128	398	178	886	2,871	568			3,831	
Total		(10)=(8)+(9)	(m3/day)	613	2,206	1,495	4,314	1,727	1,335	3,245	1,056	2,420	4,356	7,700	21,839	2,001	1,406	4,373	1,960	9,740	31,579	6,250			42,144	
Peak factor		(11)		1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.2	1.2						1.2	
Max daily demand		(12)=(10)*(11)	(m3/day)	736	2,648	1,794	5,177	2,072	1,602	3,894	1,267	2,904	5,227	9,240	26,206	2,401	1,687	5,248	2,352	11,688	37,894	5,000			48,072	
Peak factor		(13)		1.5	1.5	1.5		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.5	1.5	1.0	1.5	6	6				1.0	
Max hourly demand		(12)*(13)	(m3/day)	1,103	3,972	2,691	7,766	2,072	1,602	3,894	1,267	2,904	5,227	9,240	26,206	3,602	2,531	5,248	3,528	14,908	41,114	5,000			53,880	
		(14)=(12)*(13)/24	(m3/hr)	46	165	112	324	86	67	162	53	121	218	385	1,092	150	105	219	147	621	1,713	208			2,245	
		(12)*(13)/86400	(m3/s)	0.0128	0.0460	0.0311	0.0899	0.0239	0.0186	0.0450	0.0147	0.0336	0.0606	0.1069	0.3033	0.0417	0.0292	0.0608	0.0408	0.1725	0.4758	0.0578			0.6235	

3.1.3 水源計画

観光リゾート開発など多くの開発事業が今後さらに見込まれる中、フーコック島の自然環境を保全するという観点から、KGPPC では、住民や事業所の多くが現在利用している地下水利用を制限し、徐々に表流水を水源とする公共水道へ移行する方針であり、その制度作りも含めた検討が現在進められているところである。

マスタープランでは、フーコック本島内に4つの新しい貯水池建設が計画されており、これら表流水を水源とする水道システム整備が提案されている。その中で一番規模の大きい貯水池（水道水源として 50,000m³/d の給水能力を満たす容量）の建設が、図 3-1-3-1 に示すように Cua Can 近郊に予定されており、本調査の対象事業の水源として利用される計画である。



図 3-1-3-1 マスタープランに示された Cua Can 貯水池とその周辺の土地利用計画

本調査では、この貯水池建設について、その技術的実現可能性の調査と環境社会配慮面の影響についての予備的調査が行われている。環境社会配慮については、貯水池開発の事

業実施者がこの段階で確定していないことから、環境影響評価は、本調査の助言に基づき将来の実施者が作成することとなる。

(1) 貯水池の立地

この Cua Can 貯水池は島の中央より北側に位置し、貯水池中心の緯度経度は N10°18'58"、経度 E103°57'41" である。その集水域は島北東部に広がる国立公園の森林エリアに覆われ、その下流の貯水池建設予定地はほぼ平坦で標高はおよそ +4m から +10m の低地となっている。この立地は、広大な国立公園の森林を涵養源としながらも水需要の伸びが期待される島の西側の海岸線の開発地域への給水に有利であること、さらに将来的には Duong Dong への給水の融通性も考慮した立地として計画されている。

(2) 貯水池の水文・水理

貯水池の水源となる Cua Can 川の流量測定データは存在しないため、上流域の降雨量や蒸発水量の観測データ（過去 49 年間）からその水文・水理特性を解析した。その結果、各月における貯水池地点における Cua Can 川の各月の確率流量は表 3-1-3-1 のように推定される。

表 3-1-3-1 Cua Can 川の確率流量

確率 P%	確率 流量 (m ³ /秒)	月											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
50	4.130	0.818	0.529	0.401	1.268	2.400	5.414	5.068	11.775	9.326	7.124	3.692	1.747
75	3.360	0.699	0.373	0.296	0.528	1.045	2.379	4.976	6.347	8.145	10.030	3.978	1.522
90	2.690	0.560	0.299	0.237	0.422	0.837	1.905	3.984	5.081	6.521	8.030	3.185	1.219
95	2.300	0.478	0.255	0.202	0.361	0.715	1.628	3.406	4.345	5.575	6.866	2.723	1.042

この表に示した確率 95% の各月の確率流量を基に、後述する水道計画で要求される取水量（2020 年：21,000m³/d、2030 年：52,500m³/d）の確保に必要な貯水池容量を検討した。

なお、河川的环境維持用水量については、これまでの農業村落開発省による多くの貯水池建設プロジェクトで採用されている確率 90% における渇水月の河川流量を採用するものとし、表 2-1-3-1 に示す確率 90% の 3 月の流量である 0.237m³/s とした。

(3) 貯水容量

貯水容量は、確率 95% の各月の確率流量と、水道計画で要求される取水量、河川的环境維持用水量を用いて、水収支計算を行うことにより決定した。

なお、貯水容量の算出にあたっては、貯水池周辺の気象や土質特性を考慮し、蒸発による損失と貯水池底面等からの地下浸透による損失分を考慮して算出した。

上記の方法により、フェーズ 1 およびフェーズ 2 の計画取水量を確保するための容量について検討した結果は、表 3-1-3-2 に示すとおりであり、フェーズ 1 では、4.15 百万 m³、フェーズ 2 では 10.47 百万 m³ の貯水容量が必要となる。

なお、各水位の標高は、後述の(4)に示すとおり、ダム底の標高を+7.0m とし、貯水地に流入するものと想定される土砂量や取水設備等の構造上必要な高さを考慮して算出した。

フェーズ 1 およびフェーズ 2 の計画取水量を確保するための水収支計算をそれぞれ表 3-1-3-3 と表 3-1-3-4 に示す。これにより貯水池の必要貯水容量が決定された。

表 3-1-3-2 貯水量の必要容量

No	貯水池の諸元	単位	フェーズ 1	フェーズ 2
1	ダム底の標高	m	7.0	7.0
2	堆砂面の標高	m	7.07	7.36
3	最低水位標高	m	7.6	7.9
4	満水位標高	m	9.2	12.5
5	死水容量	10 ⁶ m ³	1.13	1.69
6	貯水容量	10 ⁶ m ³	3.02	8.77
7	全容量	10 ⁶ m ³	4.15	10.47

※NO.1 のダム底の標高については、後述(6)に示す結果から 7.0m とした。

※NO.2 の堆砂面の標高は、ダム底の標高に、フェーズ 1 では 10 年、フェーズ 2 では 50 年間に流入する土砂量の分を加えた値。

※NO.3 の最低水位標高は、堆砂面の標高に 0.5m（取水施設の設備等の構造上必要な高さ）を加えて丸めた値である。

※NO.4 の満水位標高は、最低水位に、計画取水量を確保するために必要な容量を水収支計算（表 3-1-3-3、表 3-1-3-4 参照）により必要な容量分を加えた値である。

※NO.5-6 の各容量は、水位と標高の関係より算出した値である。

(4) 貯水方式

マスタープランでは、詳しい貯水池の計画や構造等は示されておらず、また、これまでの本調査による関係機関への聞き取りからも詳しい貯水池計画の存在は示されなかった。唯一、マスタープランに示された貯水池の完成予想図には、図 3-1-3-2 (左) に示すように Cua Can 川をダムでせき止め貯水される型の貯水池が描かれているが、その後の調査の結果、貯水池上流域の標高や必要とされる貯水水量と貯水池水位との検討関係から、この型の貯水池では以下の不利な点があると判断され、本調査では、図 3-1-3-2 (右) に示されるような河川の流況をほぼ現状のまま残し、貯水池に河川が流れ込まない型の貯水池が計画された。

図 3-1-3-2 (左) の貯水池計画では、ダムによる堰き止めで、貯水する必要があるが、上流には低地 (+2.2m-) も広がっており、これらのエリアが常時洪水に晒されることになる。この洪水を防ぐためには、貯水池内の水位レベルを+2.2mより低くする必要があるが、必要貯水量を確保するためには、膨大な掘削土量が生じることになる。一方、図 3-1-3-2 (右) の型では、河川と貯水池を一体にしないため、貯水池水位を高く取れ、掘削土量を先の案より減少できる。

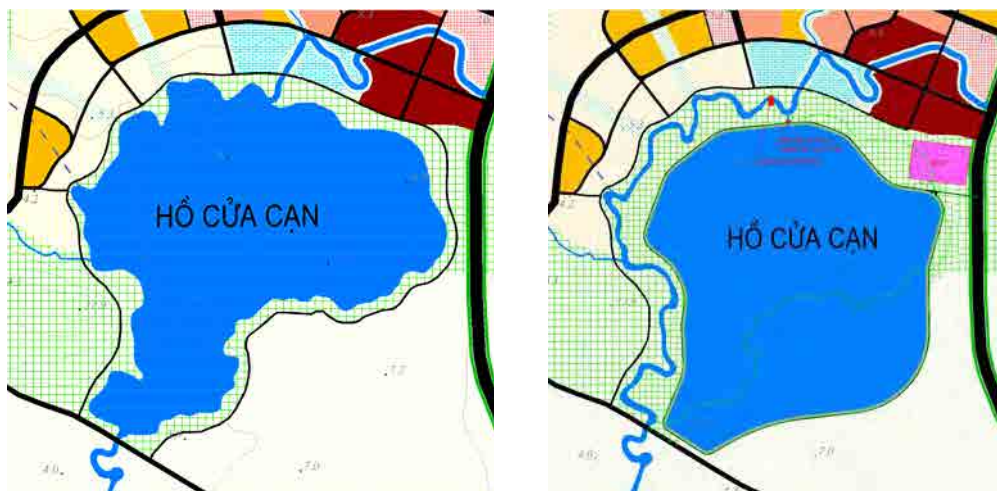


図 3-1-3-2 検討された貯水方式

(5) 貯水池建設予定地の地質状況

本調査において貯水池建設予定地内の 10 カ所の地質調査ボーリングが行われた。詳しい地質調査結果は添付資料に示される。

貯水池底の標高は、Cua Can 川から自然流下で貯水池に流入できるようにするため、標高を高くしない案が検討されたが、地質調査結果によるとこの貯水池底部にあたる地層には透水性の高い Sandy-Clay Soil 層が多くみられた。そのため、本計画では貯水池底部に 1m の厚みの Clay Soil を敷き遮水性を確保する方法や粘土層の残る層まで貯水池底の標高を上げることが検討された。これらの代替案の検討結果を次に示す。

(6) 貯水池計画の代替案

図 3-1-3-3 に三つの代替案を示す。

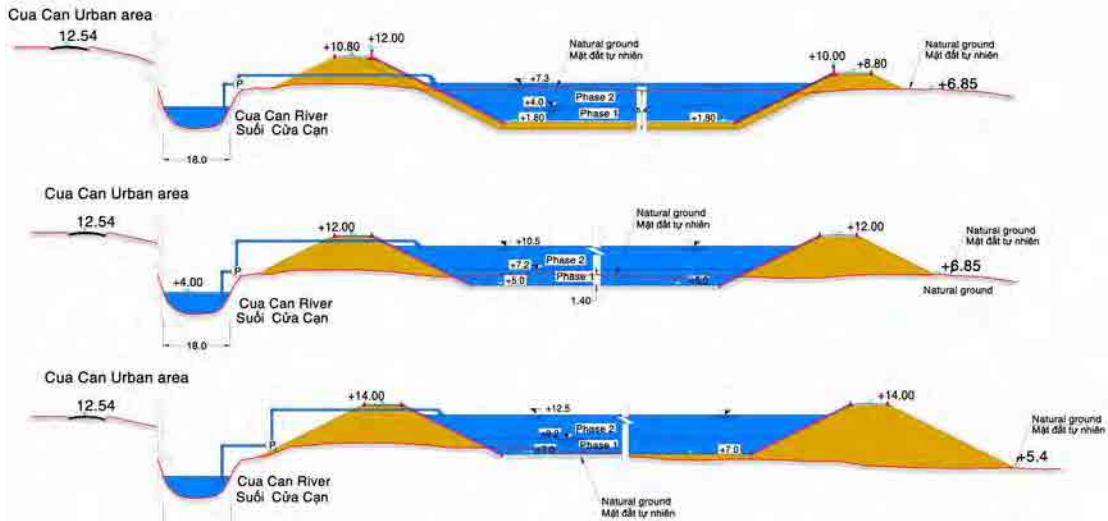


図 3-1-3-3 比較検討された貯水池代替案の模式図

表 3-1-3-5 に代替案の検討を示す。代替案 1 は、フェーズ 1 において自然流下で貯水可能な案で、代替案 2 と代替案 3 はフェーズ 1 においてもポンプ揚水が必要になる。代替案の比較から、貯水池底の透水性の問題および大量の掘削土量の処分の問題から、代替案 3 が最終的に採用された。

表 3-1-3-5 貯水池計画の代替案

No	比較項目	代替案 1	代替案 2	代替案 3
1	建設費 (VND)	高 592.864.686.000	中 398.027.630.000	低 294.424.752.000
2	運転費	フェーズ 1 小 フェーズ 2 中	フェーズ 1 高 フェーズ 2 高	フェーズ 1 高 フェーズ 2 高
3	貯水池の底の遮水性	透水性は高い。 厚さ 1 m の粘土層を敷いて遮水性を確保する。	透水性が高い部分と遮水性のある粘土層を 1 m 残せる部分がある。	遮水性のある粘土層をほとんど残す。
4	景観	近傍の都市開発区の標高より貯水池堤体高さは低い。	近傍の都市開発区の標高より貯水池堤体高さは低い。	近傍の都市開発区の標高より貯水池堤体高さと同程度。

5	掘削土の処分・仮置き	掘削土量：大都市開発区へ利用	掘削土量：中 大都市開発区へ利用	掘削土の処分は必要ない。貯水池堤体に利用される。
6	建設費増加のリスク(都市開発区で掘削土を使えない場合)	コスト増：大(掘削土の輸送代と仮置き場確保の保障費で4倍程度増)	コスト増：大(掘削土の輸送代と仮置き場確保の保障費で2倍程度増)	掘削土はすべて貯水池堤体建設に使用。コスト増リスクなし。
7	工期	長い	中	短い

3.1.4 浄水施設の整備方針

(1) 原水水質及び浄水処理方法

原水の水質試験は、建設予定の原水貯水池の流入河川において、雨季及び乾季それぞれ1回ずつ実施された。

表 3-1-4-1 の原水水質試験結果に示すように、原水水質には以下の特徴がある。

- 濁度は低い。
- pH 及びアルカリ度は低い。
- 鉄濃度が高い。

表 3-1-4-1 原水水質試験結果

試験項目	単位	原水水質試験結果		ベトナム国飲料水水質基準
		2011年10月 (雨季)	2012年3月 (乾季)	
濁度	NTU	2.8	3.0	2
pH		5.3	5.2	6.5 - 8.5
アルカリ度	mg/l	6	6	
鉄	mg/l	1.2	1.8	0.3

原水水質調査回数が少ないため降雨時の濁度の変動幅は不明であるが、貯水池水においても濁度の上昇は考えられ、濁質除去にも適した標準的な凝集沈殿と急速ろ過による処理方式を採用する。また、低い pH とアルカリ度は凝集性能に前アルカリを注入し不足分を補うとともに凝集剤には pH 変動により有利な PAC を使用する。一方、鉄分については、この程度の濃度は前・中塩素設備を備えることで、浄水処理の過程で酸化され除去される。全体の処理方式を図 3-1-4-1 に示す。

ただし、将来における貯水池水質の富栄養化による原水水質が悪化した場合に備え、前処理として、生物接触ろ過を建設できる用地を浄水場敷地内に確保することとする。

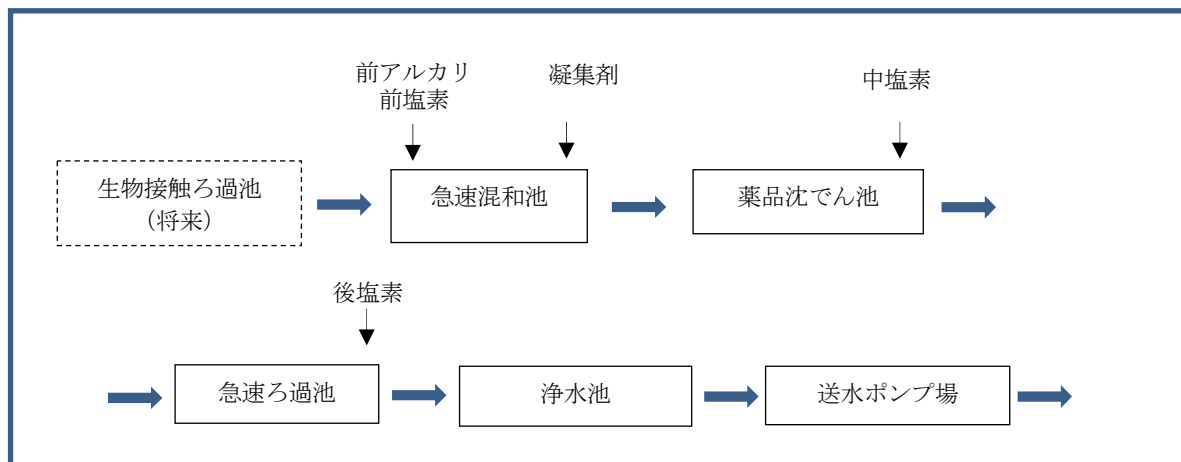


図 3-1-4-1 浄水処理方法

(2) 浄水処理施設

新設される取水、浄水施設の計画浄水量は、フェーズ 1 及びフェーズ 2 の計画一日最大給水量に 5% の浄水場作業用水を見込んだ以下に示す水量とする。

	計画一日最大給水量 (m ³ /d)	計画浄水量 (m ³ /d)
フェーズ 1	20,000	21,000
フェーズ 2	50,000	52,500

フェーズ 1 で整備する各施設のうち、いくつかの施設は、将来における拡張の容易さや運転管理の効率性を考慮し、表 3-1-4-2 に示すようにフェーズ 2 の規模により計画する。

表 3-1-4-2 各施設の整備規模のフェーズ分け

1. 貯水池及び取水施設	
a) 貯水池	: フェーズ 2
b) 取水ポンプ場	: フェーズ 2
c) 取水ポンプ	: フェーズ 1
2. 原水導水管	
3. 浄水施設	
a) 生物接触ろ過池	: フェーズ 2
b) 急速かくはん池	: フェーズ 1
c) フロック形成池	: フェーズ 1
d) 沈でん池	: フェーズ 1
e) 急速ろ過池	: フェーズ 1
f) 洗浄排水池	: フェーズ 1
g) 天日乾燥床	: フェーズ 1
h) 薬品注入設備	: フェーズ 1
i) 建築構造物 (管理棟、薬品注入棟等)	: フェーズ 2
4. 送水施設	
a) 浄水池	: フェーズ 1
b) 送水ポンプ棟	: フェーズ 2
c) 送水ポンプ	: フェーズ 1

3.1.5 供給方式 (用水供給と各戸給水)

給水計画の策定にあたり、リゾート開発区域、住宅開発区域においてはその開発者が区域内の給・配水管を整備するという前提で計画を策定した。すなわち、配水管からの開発区域に分岐・流入する部分で開発区域にバルク売りする (用水供給) ことを基本とし、各開発者が受水槽の設置とその受水槽から区域内の配水・給水をできる管網整備を開発者の負担で行うという前提で計画された。

これにより、開発区域内のピーク時の水需要は、時間最大給水量を考慮して開発側が整備する受水槽と配水管によりに対応され、用水供給事業者側が整備する配水本管の設計は日最大給水量で計画する。ただし、開発区域外に居住する沿線の住民に対しては、配水支管から各戸へ給水管を接続し直接給水することとし、その分については、ピーク時の使用水量を見込んで適切な配水管口径が選定される。

また、Duong Dong 方面への供給については、本プロジェクトで整備される配水管を直接既存の配水管と接続し、用水供給とする計画とした。

3.2 下水道計画

3.2.1 下水道対象区域

(1) 計画目標年次

計画目標年次は、Decree No.88/2007/ND-CP (2007年5月28日) の第13項「市街地における雨水と下水及び工業団地」において、「雨水/下水道計画は、短期の期間として10年、長期の期間は20年ないしはそれ以上で定めるもの」と記述されている。またマスタープランにおいては、2020年及び2030年の人口、土地利用、上水道、下水道等について計画の策定を行っている。

本計画においては、マスタープランと同様に以下の計画目標年次を採用する。

フェーズ	目標年次
・フェーズ 1	2020年
・フェーズ 2	2030年

出典：JICA 調査団

(2) 下水道対象区域

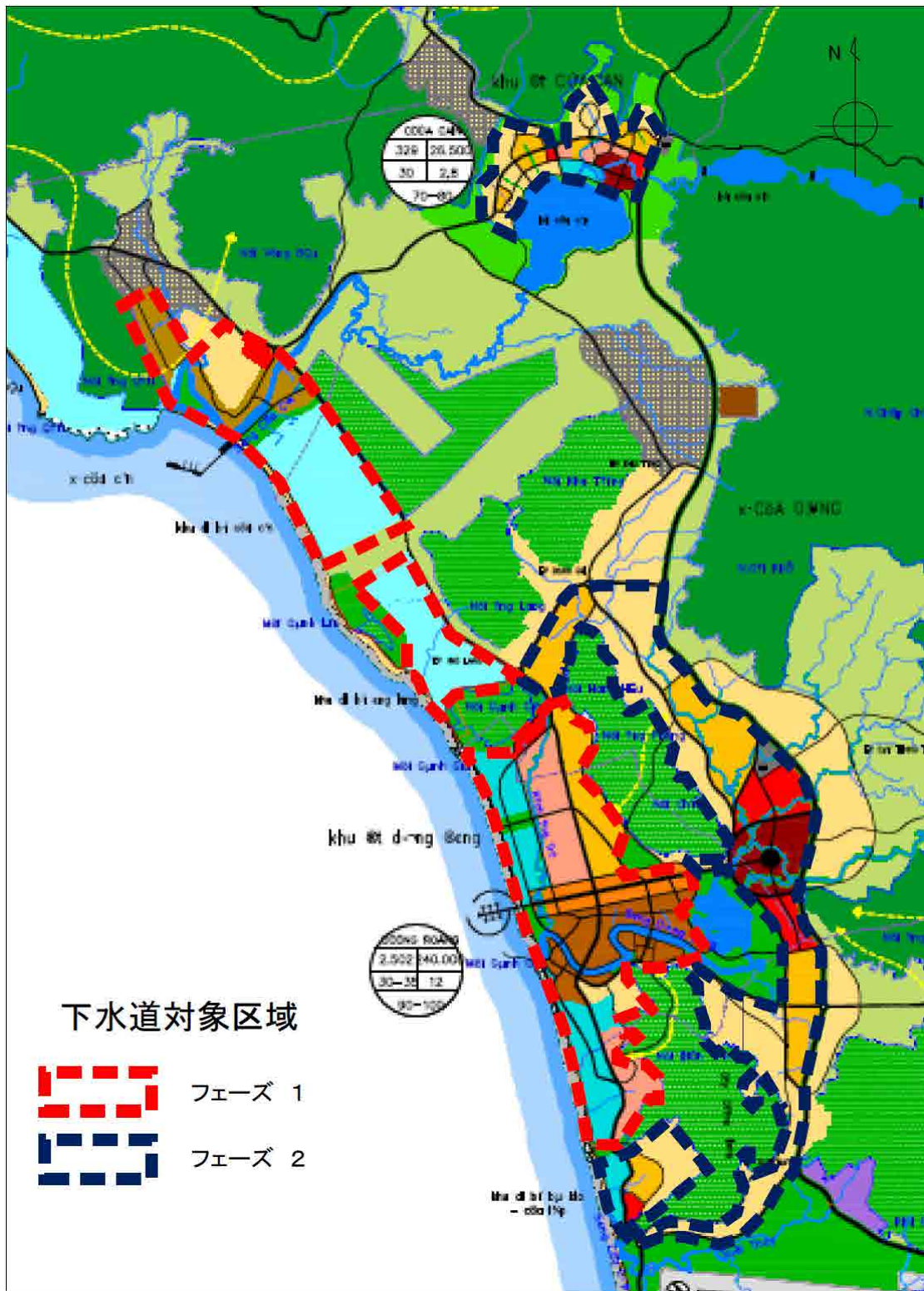
本調査の下水道対象区域は、マスタープランにおける2030年の市街地土地利用区域のうち、フーコック島の中心市街地である Duong Dong 地区と具体的な開発計画がある Cua Can 地区とする。

本調査の下水道対象地域及びフェーズ1、フェーズ2の面積は以下のとおりとする。

区 域	面積 (ha)
下水道対象区域	2,912
・フェーズ 1	1,632
・フェーズ 2	1,280

出典：JICA 調査団

図 3-2-1-1 に下水道対象区域を示す。



出典：マスタープラン、JICA 調査団

図 3-2-1-1 下水道対象区域

下水道対象区域のマスタープラン 2030 年の土地利用面積及びフェーズ 1、フェーズ 2 の面積は表 3-2-1-1 のとおりである。

表 3-2-1-1 下水道対象区域の 2030 年における土地利用面積
及びフェーズ 1、フェーズ 2 の面積

土地利用	土地利用面積(ha)		
	全体	フェーズ 1	フェーズ 2
行政地域	126.63	0.00	126.63
公共地域	156.03	36.14	119.89
商業地域	78.61	78.61	0.00
住居地域	196.03	196.03	0.00
混合開発地域	212.64	197.63	15.01
高密度住居地域	505.08	163.16	341.92
低密度住居地域	750.27	109.40	640.87
小売業集落	136.77	136.77	0.00
農村集落	788.00	101.90	686.10
混合観光地域	253.71	244.23	9.48
エコロジカル観光地域	469.56	469.56	0.00
バスターミナル	26.67	0.00	26.67
合 計	3,700.00	1,733.43	1,966.57
主要地域	2,912.00	1,631.53	1,280.47
まるめ	2,912.00	1,632.00	1,280.00
農村集落	788.00	101.90	686.10

出典：マスタープランの図より JICA 調査団が計測

これら土地利用用途が指定されている区域は 3,700ha ある。このうち 2030 年において土地利用が優先的に行われる主要な区域が 2,912ha あり、家屋が点在状況する農村集落は 788ha である。

- 土地利用計画区域 : 3,700 ha
(内訳)
 - 主要地域 : 2,912 ha (下水道対象区域)
 - フェーズ 1 : 1,632ha
 - フェーズ 2 : 1,280ha
 - 農村集落 : 788 ha

本調査の下水道対象区域は土地利用計画対象区域から農村集落を除いた 2,912ha とする。なお農村集落については、将来の人口のほりつき状況に応じ個別処理あるいは集合処理の

検討を行うものとする。

3.2.2 下水道排除方式

下水道排除方式は分流式を採用する。

下水収集システムは合流式と分流式がある。合流式は雨水と汚水を同一の管渠で流下させ、分流式は雨水と汚水をそれぞれ別の管渠で流下させる。晴天時下水、主に汚水は、遮集管及び下水処理場に運ばれる。雨天時においても下水は処理場に運ばれるが、遮集能力を超えた下水は河川に放流される。

分流式では、雨水と汚水は混合されない。汚水は分流幹線及びポンプ場を経て処理場へ運ばれる。実際には、管渠の接合不良個所や作為または不作為から雨水がしばしば汚水管渠へ侵入する。

表 3-2-2-1 に二つの排除方式の比較表を示す。合流式下水道を採用する場合、合流式下水道からの雨天時越流水対策が公共用水域の水質汚濁防止の観点から必要となることから、分流式汚水システムによる整備がしばしば好まれる。また本下水道対象区域にある既存市街地の地盤高が低く、この地区からの雨水排水が放流先河川や海域の背水の影響を受けるため、合流式下水道を採用する場合には雨水ポンプ場が必要となる。

経済性の観点からみると既設管渠を活用する一部合流式も考えられるが、既設管渠は水密性の低いコンクリート管で施工されており、合流式を採用した場合には布設替えや改良工事が必要となる。また既設管渠のほとんどが地盤の低い地域であることから雨水ポンプ場建設のための費用が必要になり経済性の観点からも好ましくない。

本調査においては、分流式排除方式が水質汚濁防止及び経済性の点において、多くの優位性を有することから、これを推奨する。

表 3-2-2-1 下水排除方式の比較

種 別		合流式		分流式	
運転維持管理	既存の衛生設備（腐敗槽）	- 2年に1回の汚泥引き抜きが必要	×	- 汚泥引き抜き不要	○
	収集システム（管渠）	- 乾期に管渠内に堆積が生ずる - 雨期に管渠内の堆積物がフラッシュされ公共用水域に流出する	△	- 各戸が新規下水管に接続することにより全ての下水の収集が可能になる	○
	下水処理場	- 雨天時に増大する流入量は処理プロセスを不安定にすることがある	△	- 流入量及び下水濃度はより安定する	○
集金/下水道料金の増大		- 衛生状況の改善の理解が得にくいことから住民の下水道料金の支払い意志が弱い	△	- 接続による便益が明白であるので下水道料金の正当性を説明しやすい	○
生活環境の改善		- 腐敗槽の維持管理は継続的に必要 - 腐敗槽の汚泥を引き抜くための悪臭を放つバキュームカーが町を走り回る	×	- 住居に腐敗槽がない場合、生活環境が改善される	△
公共用水域の水環境改善効果	上水道取水口	- いくらか影響あり	△	- 影響なし	-
	河川及び湖	- 公共用水域への合流下水の流出あり	△	- 下水は公共用水域に放流される前に処理される	○
下水道管渠建設費		- 管渠建設費は提案されている管の長さが分流式より短いいため安い	○	- 管渠建設費は汚水及び雨水管渠の両方を敷設するため合流式より高くなる	△
将来の下水管渠の増強の必要性（新規施設の検討）		- 将来、分流式への切り替えが要求される	△	- 将来の検討は不要	○

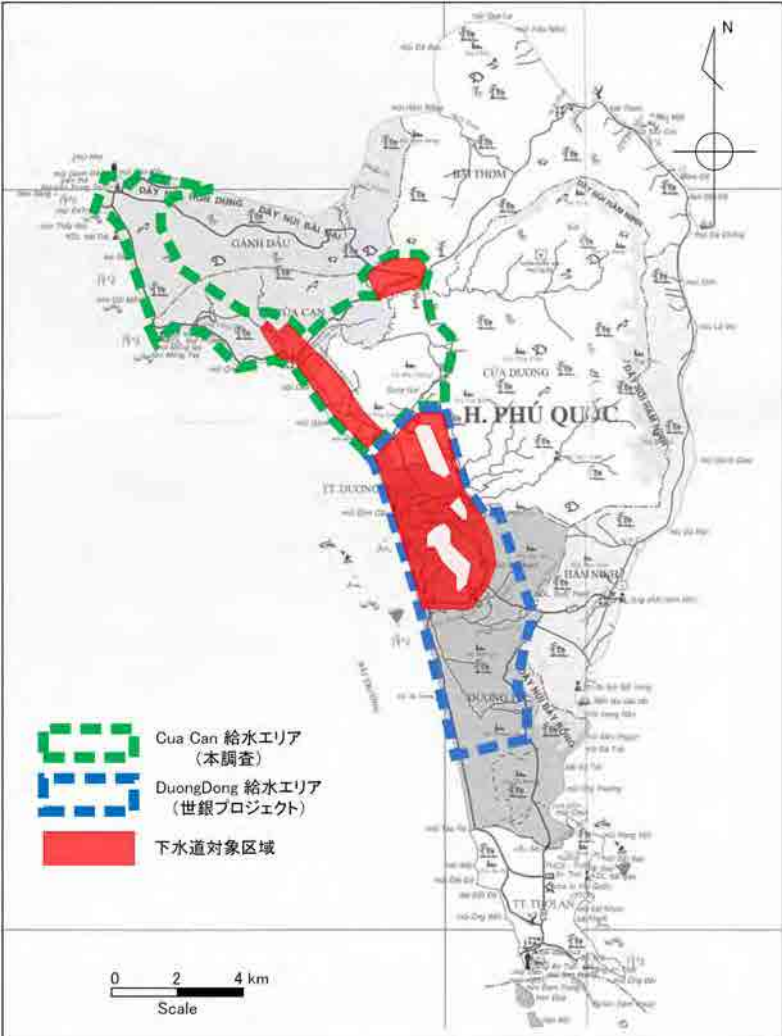
出典：JICA 調査団

3.2.3 汚水量及び流入水質の算定

(1) 計画汚水量の設定

計画汚水量は給水量を基に設定するが、図 3-2-3-2 に示すように、計画下水道整備対象区域への給水事業は、世界銀行プロジェクトで Duong Dong と Duong To を中心に現在進められている事業と本調査において Cua Can を中心に計画中の事業の双方によりカバーされる。

よって、それぞれの計画調査によって推計された水需要予測値を基に計画汚水量を設定することとした。



出典：JICA 調査団

図 3-2-3-1 世銀プロジェクト及び本調査で計画中の給水区域と下水道対象区域

表 3-2-3-1 に 2020 年および 2030 年に計画日平均汚水量とその内訳を示す。

表 3-2-3-1 対象区域の計画汚水量

No	項 目	単位	2020年	2030年	摘 要
			フェーズ1	フェーズ1+2	
	家庭給水量				
(1)	Duong Dong	m ³ /day	6,265	12,350	世銀プロジェクトより
(2)	Cua Can	m ³ /day	1,413	2,244	本調査の給水計画より
(3)	Cua Can Development Area	m ³ /day	1,985	7,072	本調査の給水計画より
(4)	計	m ³ /day	9,663	21,666	(4)=(1)+(2)+(3)
	家庭・公共・商工業等汚水量				
(5)	家庭汚水量 (汚水率 80%)	m ³ /day	7,730	17,333	(5)=(4)*80%
(6)	公共商業汚水量	m ³ /day	773	1,733	(6)=(5)*10%
(7)	小工場汚水量	m ³ /day	773	1,733	(7)=(5)*10%
(8)	地下水量	m ³ /day	773	1,733	(8)=(5)*10%
(9)	計	m ³ /day	10,049	22,532	(9)=(5)+(6)+(7)+(8)
	観光排水量				
(10)	Duong Dong 給水量	m ³ /day	3,394	7,216	世銀プロジェクトより*1
(11)	Duong Dong 排水量	m ³ /day	2,715	5,773	(11)=(10)*80%
(12)	Cua Can 排水量	m ³ /day	4,568	5,163	本調査 表 2-2-3-2 より
(13)	計	m ³ /day	7,283	10,936	(13)=(11)+(12)
(14)	汚水量計		17,332	33,468	(14)=(9)+(13)
(15)	接続率				
	家庭	%	30%	90%	
	Duong Dong 観光	%	45%		
	Cua Can 観光	%	70%		
(16)	日平均汚水量				(16)=(14)*(15)
	家庭汚水量	m ³ /day	3,015	20,279	
	Duong Dong 観光排水量	m ³ /day	1,222	5,196	
	Cua Can 観光排水量	m ³ /day	3,198	4,647	
	計	m ³ /day	7,435	30,122	
(17)	日平均汚水量(まるめ)	m ³ /day	7,500	30,000	

出典：JICA 調査団

注：*1； 2030年、Duong Dong 給水量については、添付資料 - 4 を参照。

1) 家庭汚水量、公共・商工業汚水量

家庭汚水量は、家庭給水量のうち下水道に流入する汚水としての割合を 80% として設定する。また、一般的にベトナム国では、家庭汚水量は家庭給水量の 80% のほか、公共・商業汚水、市街地の小工場排水及び地下水量を各々家庭汚水量の 10% で計上しているため、本調査においてもこれらを見込むものとする。

2) 観光排水量

Duong Dong 地区の観光排水量は、世銀の給水プロジェクトの観光水需要量を基にその 80% を排水量とした。

また、Cua Can 地区の観光排水量については、各開発事業者が計画している各処理場の予定処理量を参考とした。Cua Can 地区の各リゾート開発事業者は、当該エリアに処理施

設計画がないことから各事業者において汚水処理を行う計画も有している。表 3-2-3-2 にそれらの処理量を示す。

表 3-2-3-2 Cua Can 給水エリアの観光排水量

(単位 : m³/d)

Tourist Area	給水量		観光排水量	
	Y2020	Y2030	Y2020	Y2030
Ong Lang Beach (T1)	785	1,570	595	1,190
Phu Quoc Ecological (T2)	1,214	1,214	971	971
Cua Can Beach (T3)	2,950	2,950	2,242	2,242
Tran Thai Phuong Nam (T4)	960	960	760	760
Total	5,909	6,694	4,568	5,163

出典 : Phu Quoc Management Board、調査団

3) 接続率

フェーズ 1 である 2020 年までの管渠の下水道への接続率は、一般家庭排水で 30%、Duong Dong 観光エリアで 45%、大規模リゾートが多い Cua Can 観光エリアで 70%と想定して汚水量を算出した。また、2030 年における接続率は一律 90%と想定して汚水量を算出した。

(2) 下水処理場への流入量

1) 日平均、日最大汚水量

2020 年及び 2030 年における日最大汚水量は、日平均汚水量と同じ 7,500m³/d 及び 30,000m³/d とする。

下水は処理施設において数時間滞留することから、日最大汚水量が処理能力の設計のために使用される。しかしながら、対象区域は熱帯に位置し、給水量の変動は小さいと判断される。ベトナム国の他都市における日平均と日最大の流量比は以下の値が採用されている。

都市名	日平均	日最大
- Hochi Minh 市	1.0	1.1
- Hue 市	1.0	1.0
- Binh Duong 省	1.0	1.0

出典 : JICA 調査団

本調査において日平均と日最大の流量比は、Hue 市及び Binh Duong 省と同様の比、1 : 1 (日平均=日最大) とする。

2) 時間最大汚水量

2020年及び2030年における時間最大汚水量は、各々12,400m³/d、46,200m³/dとする。

下水処理場における水理計算には時間最大汚水量が用いられる。時間最大汚水量は日平均汚水量に後述の表 3-2-1-4 に示すピーキングファクターを乗じて求める。以下に時間最大汚水量を示す。

	2020年	2030年
日平均汚水量(m ³ /d)	7,500	30,000
ピーキングファクター	1.65	1.54
時間最大汚水量(m ³ /d)	12,375	46,200
まるめ(m ³ /d)	12,400	46,200

出典：JICA 調査団

(3) 流入水質

本調査における処理場流入水質は以下の値を採用する。

水質項目	水質 (mg/L)
BOD ₅	230
SS	260
T-N	45
T-P	7

出典：JICA 調査団

1) 流入水質算定式

計画流入水質は、計画年次における計画汚濁負荷量と計画1日平均汚水量を基に決定する。

すなわち

$$\text{計画流入水質} = \frac{\text{計画汚濁負荷量}}{\text{計画一日平均汚水量}}$$

により求める。

また、計画汚濁負荷量は家庭排水、営業排水、観光排水等に区分して求めることが好ましいが、ベトナム国における営業排水及び観光排水汚濁負荷量データの入手が困難であるため、汚水量の67% (= 22,532/33,468：表 2-2-3-7 から算出)を占める家庭排水に代表して、流入水質を求めるものとする。

2) 計画汚濁負荷量

マスタープランにおいては計画汚濁負荷量の記述がないことから、ベトナム国及び他の国の汚濁負荷量を参考に、計画汚濁負荷量を求める。

表 3-2-3-3 に汚濁負荷量原単位の例を示す。

表 3-2-3-3 汚濁負荷量原単位の例

(単位：g/人日)

国名	都市/年	BOD	SS	T-N	T-P
日 本	1970	36	41	7	1.1
	2000	58	45	11	1.3
インドネシア	Jakarta	28	-	-	-
タ イ	Chaopia	53	25	-	-
	Puket	42	-	-	-
ベトナム	Hanoi	40	-	-	-
	Ho Chi Minh	55	55	-	-

出典：流域別下水道整備総合計画調査指針と解説（2008年）社団法人日本下水道協会
途上国下水道整備マスタープラン策定支援指針（案）（1997年）社団法人日本下水道協会

フーコック島における将来の汚濁負荷量原単位は、日本における1970年の汚濁負荷量原単位と同程度と想定し、以下の値を採用するものとする。

- BOD ₅ :	36	g/人日
- SS :	41	g/人日
- T-N :	7	g/人日
- T-P :	1.1	g/人日

3) 計画1日平均汚水量

「3.2.3 汚水量及び流入水質の算定」で述べたように、2030年の計画1日平均汚水量は、1人1日給水量150L/人日のうち80%が下水に流入し、その他公共・商業汚水、市街地の小工場及び地下水量を下水量の各々10%を計上するものとして以下のとおり算出する。

(1)	一人一日給水量	150 L/人日	
(2)	一人一日汚水量(80%)	120 L/人日	(1)×80%
(3)	公共・商業汚水量(10%)	12 L/人日	(2)×10%
(4)	市街地の小工場排水量(10%)	12 L/人日	(2)×10%
(5)	地下水量(10%)	12 L/人日	(2)×10%
(6)	計画1日平均汚水量	156 L/人日	(2)+(3)+(4)+(5)

出典：JICA 調査団

4) 流入水質の算定

先に述べたように流入水質算定式により求められた各流入水質を表 2-2-3-4 に示す。

表 3-2-3-4 流入水質

水質項目	汚濁負荷量 (g/人日)	日平均給水量 (L/人日)	水質計算値 (mg/L)	採用値 (mg/L)
BOD ₅	36	156	231	230
SS	41	156	263	260
T-N	7	156	45	45
T-P	1.1	156	7.1	7

出典：JICA 調査団

3.2.4 下水処理計画

(1) 下水処理場予定地

処理場予定地は、図 3-2-4-1 に示す Ong Lang Beach Eco-Resort 開発計画区域内で Farming Area for Tourism として予定されている約 48ha の区域の一部である。Farming Area にどのような施設が建設されるか具体的なことは現時点では明らかでない。

しかし、この区域内のどこに処理場を建設するとしても、その占有区域は極力小さくし、開発計画の意図を侵さないようにする必要がある。これが処理方式の選定における重要項目となる。

処理場の候補地としては、Farming Area の計画に支障とならないことを考え、東側既設道路沿いとする。

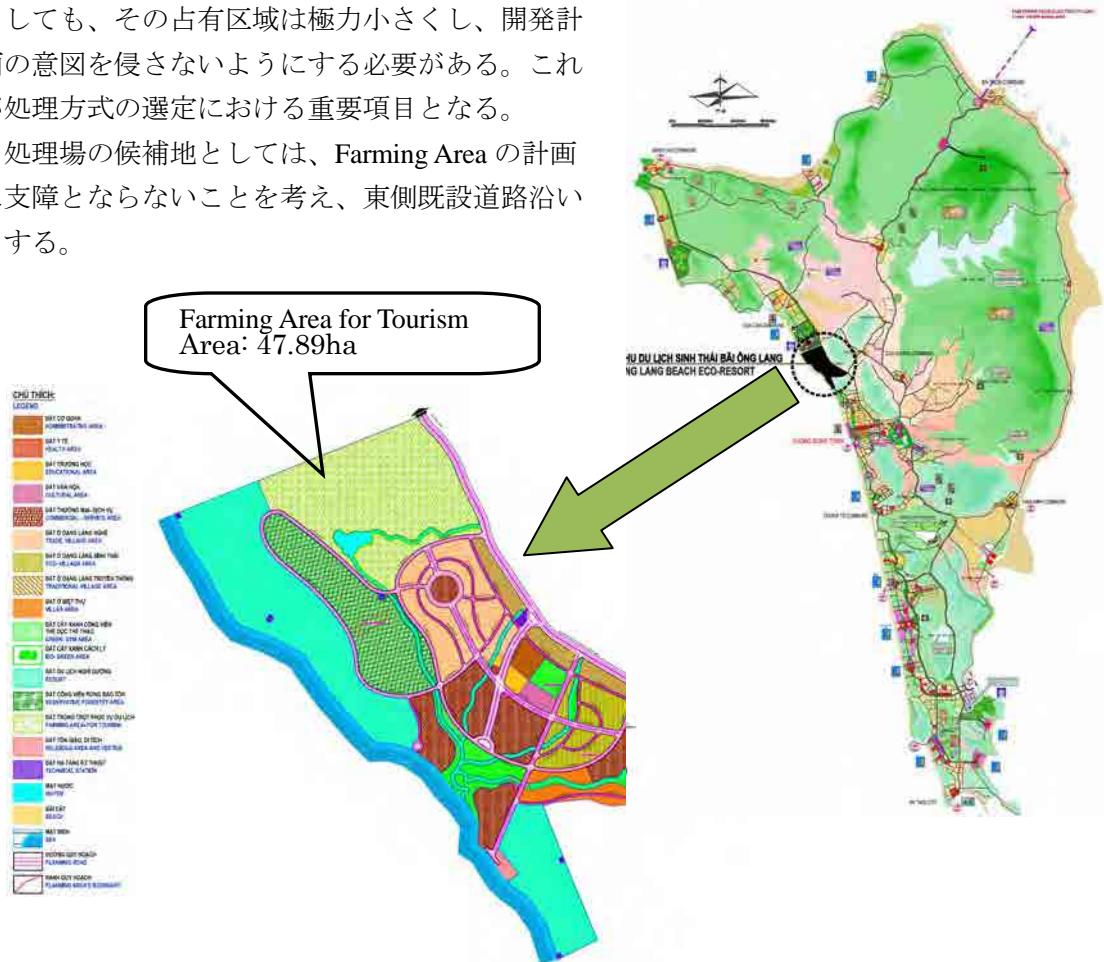


図 3-2-4-1 Ong Lang Beach Eco-resort 開発 用途計画図

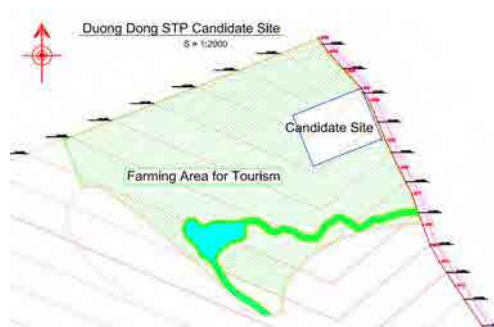


図 3-2-4-2 Duong Dong STP 用地 候補図

(2) 下水処理方式

1) 下水処理場計画における留意事項

下水処理場計画において求められる最小限の2項目は、以下のとおりである。

- 放流水質
- 緩衝緑地帯

下水処理場からの放流水質は、ベトナム国の家庭下水の放流水質に関する技術基準 QCVN14-2008/BTNMTにより規制される。基準値を表 3-2-4-1 に示す。

表 3-2-4-1 家庭下水の放流水質に関する国家基準

No.	項 目	単 位	A	B
1.	pH	—	5 – 9	5 – 9
2.	BOD ₅ (20 °C)	mg/L	30	50
3.	浮遊物質(TSS)	mg/L	50	100
4.	溶解性物質 (TS)	mg/L	500	1,000
5.	硫化物(H ₂ S)	mg/L	1	4
6.	アンモニア態窒素 (NH ₄ ⁺ -N)	mg/L	5	10
7.	硝酸性窒素 (NO ₃ ⁻ -N)	mg/L	30	50
8.	鉱物油、植物油	mg/L	10	20
9.	界面活性剤	mg/L	5	10
10.	リン酸塩 (PO ₄ ³⁻ -P)	mg/L	6	10
11.	大腸菌群	MPN/100mL	3,000	5,000

注記: A: 水道水源に放流する場合に適用

B: 水道水源以外に放流する場合に適用

出典: QCVN 14-2008/BTNMT

放流先は、新しく開発行為がなされる区域の中を流れる小河川である。放流先の下流域には水道水源としての使用は無いことから、適用する基準は Class B が選択される。一方、

放流先河川が小河川であり渇水期における維持流量はごく少量と想定され、本処理場からの放流水が大部分を占めることとなる。このため、ベトナムにおける公共用水域の水質環境基準を満足する必要があると考えられる。

ベトナムにおける水質環境基準は、QCVN-08:2008/BTNMT により規定される。基準値を表 3-2-4-2 に示す。

表 3-2-4-2 地表水（公共用水）の水質環境基準

No	項目	単位	限界値			
			A1	A2	B1	B2
1	pH	mg/L	6 - 8.5	6 - 8.5	5.5 - 9	5.5 - 9
2	溶存酸素	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2
3	浮遊物質 (SS)	mg/L	20	30	50	100
4	CODcr	mg/L	10	15	30	50
5	BOD5 (20°C)	mg/L	4	6	15	25
6	アンモニア態窒素 NH ₄ ⁺ -N NH ₄	mg/L	0.1	0.2	0.5	1
9	亜硝酸性窒素 NO ₂ ⁻	mg/L	0.01	0.02	0.04	0.05
10	硝酸性窒素 NO ₃ ⁻	mg/L	2	5	10	15
11	リン酸塩 PO ₄ ³⁻	mg/L	0.1	0.2	0.3	0.5
24	油脂類	mg/L	0.01	0.02	0.1	0.3
32	大腸菌群数	MNP/100mL	2,500	5,000	7,500	10,000

注記：異なる目的で利用させる水質を評価及び管理するために、地表水は以下のように区分される。

A1：生活用水、及び A2、B1 及び B2 のその他の目的

A2：利用が、(1)適切な処理技術による生活用水、(2)水生生物の保護、及び(3)B1 及び B2 のその他の目的

B1：灌漑、又は同等の水質が要求されるその他の目的、又は B2 のその他の目的

B2：水運及び水質において低い要求で良いその他の目的

出典：QCVN-08:2008/BTNMT 但し、処理施設で制御できる項目のみを抜粋した。

今回の計画では、放流先水域で生活用水或いは灌漑に利用されることが想定されないため、表 3-2-4-2 に示す水質環境基準のクラス B2 を満足することを計画の基本とする。但し、表 3-2-4-1 に示す排水基準値をも満足する必要があることから、下水処理場からの排水水質は表 3-2-4-3 に示す値を目標値とする。

表 3-2-4-3 下水処理場から放流する目標水質

No	項目	単位	目標値
1	pH	mg/L	5.5 - 9
2	溶存酸素	mg/L	≥ 2
3	浮遊物質 (TSS)	mg/L	50
4	CODcr	mg/L	50
5	BOD5 (20°C)	mg/L	25
6	アンモニア態窒素 NH ₄ ⁺ -N	mg/L	1
9	亜硝酸性窒素 NO ₂ ⁻	mg/L	0.05
10	硝酸性窒素 NO ₃ ⁻	mg/L	15
11	リン酸塩 PO ₄ ³⁻	mg/L	0.5
24	油脂類	mg/L	0.3
32	大腸菌群数	MNP/100mL	3,000

注：T-Nとしては15mg/Lとする。

下水処理場において要求される緩衝地帯は、QCVN-07:2010/BXD により規定される。基準値を表 3-2-4-4 に示す。

表 3-2-4-4 緩衝地帯に関する国家基準

No.	項目	施設規模に基づく緩衝距離 (m)			
		(×1000m ³ /day)			
		< 0.2	0.2 - 5	5 - 50	> 50
1.	ポンプ場	15	20	25	30
2.	下水処理場				
a.	物理処理(汚泥乾燥床を有する)	100	200	300	400
b.	生物処理(汚泥乾燥床を有する)	100	150	300	400
c.	汚泥乾燥床を有しない生物処理(汚泥乾燥設備、汚泥処理設備等を有する)	10	15	30	40
d.	下水地下浸透施設	100	150	300	500
e.	下水利用農場	50	200	400	1,000
f.	生物処理ポンド	50	200		
g.	下水オキシデーション水路	50	150		

出典： QCVN-07:2010/BXD

今回の処理場の規模は 30,000m³/日であり、処理方式は生物処理で汚泥乾燥床を設置しない予定である。従って、緩衝地帯の距離は 30m と規定される。

今回処理場が建設される予定地は、図 3-2.4-1 に示す開発計画区域内であり、北側の土地も別途ゴルフ場の開発が計画されている。この為、緩衝地帯の距離は充分確保できる。

2) 水処理方式の選定

水処理方式の選定にあたっては、以下の項目に着目して検討を行う。

- 要求される除去効率
- 要求される施設とその用地面積
- 維持管理の容易性
- 建設費及び維持管理費

検討は、二つの段階を経て行うものとする。

第一段階は、想定される水処理方式を抽出し、概略検討を行い候補となる水処理方式を選出する。

第二段階は、選出された水処理方式を詳細に比較検討し、最もふさわしい水処理方式を決定する。

2)-1 概略検討

a) 水処理方式の抽出

現在、ベトナムにおいて稼働及び計画中の処理場で採用されている水処理方式は、表 2-2-4-5 に示すとおりである。すべて、生物処理法が採用されている。表に示すとおり、ベトナムで採用されている下水処理方式は次の 4 方式である。

- Lagoon
- Oxidation Ditch
- Conventional Activated Sludge (including Anaerobic-Anoxic-Oxic Process)
- Sequencing Batch Reactor

表 3-2-4-5 ベトナム国における稼働中、計画中の処理場概要

No.	STP Name	Location	Treatment Methods	Capacity (m ³ /day)	Donor
1	Truc Bach STP	Hanoi	Anaerobic-anoxic-oxic Activated Sludge	3,000 m ³ /day	JBIC
2	Kim Lien STP	Hanoi	Anaerobic-anoxic-oxic Activated Sludge	3,700 m ³ /day	JBIC
3	Van Tri STP	Hanoi	Conventional Activated Sludge	50,000 m ³ /day	GOV
4	Ha Long STP	Ha Long City	Sequencing Batch Reactor	3,500 m ³ /day	WB
5	Hoa Lac Hi-Tech Industrial Zone STP	Ha Tay province	Conventional Activated Sludge	6,500 m ³ /day	GOV
6	Vinh Yen Town STP	Vinh Phuc Province	Conventional Activated Sludge	5,000 m ³ /day	JBIC
7	Hoa Cuong STP	Da Nang City	Anaerobic Lagoon	29,800m ³ /day	WB
8	Ngu Hanh Son STP	Da Nang City	Anaerobic Lagoon	3,700m ³ /day	WB
9	Son Tra STP	Da Nang City	Anaerobic Lagoon	8,500m ³ /day	WB
10	Phu Loc STP	Da Nang City	Anaerobic Lagoon	22,400m ³ /day	WB
11	Lien Chieu STP	Da Nang City	Conventional Activated Sludge	62,900 m ³ /day	METI (Japan)
12	Ho Chi Minh STP	Ho Chi Minh City	Conventional Activated Sludge	141,000 m ³ /day	JBIC
13	Thu Dau Mot STP	Binh Duong Province	Sequencing Batch Reactor	17,650 m ³ /day	JBIC
14	Tan Son Nhat International Airport STP	Ho Chi Minh City	Oxidation ditch	2,250 m ³ /day	JBIC
15	Bay Mau STP	Hanoi	Conventional Activated Sludge	13,300 m ³ /day	JBIC
16	Vinh Niem STP	Hai Phong Province	Conventional Activated Sludge	36,000 m ³ /day	JBIC

上記 4 処理方法の他に、熱帯地方で採用されている上向流式嫌気性スラッジブランケット法 (UASB) がある。

水処理方式の検討対象としては、ベトナム及び熱帯地方での実績から次の 5 処理方式を抽出する。

- Lagoon
- Oxidation Ditch
- Conventional Activated Sludge(including Anaerobic-Anoxic-Oxic Process)
- Sequencing Batch Reactor
- Upflow Anaerobic Sludge Blanket

b) 要求される除去効率

要求される除去効率は、設計上の流入水質と要求される放流水質により計算される。表 2-2-4-6 に要求される除去効率を示す。

表 3-2-4-6 要求される除去効率

	Influent Quality	Including recycle flow	Design Influent Quality	Effluent Standard ^{*2}	Required Removal Efficiency
BOD	230 mg/l	282 mg/l	290 mg/l	25 mg/l	91.4%
SS	260 mg/l	308 mg/l	310 mg/l	50 mg/l	83.9%
T-N ^{*1}	45 mg/l	56 mg/l	60 mg/l	15 mg/l	75.0%
T-P	7.0 mg/l	8.1 mg/l	9 mg/l	0.5 mg/l	94.4%

*1: T-N of Effluent Standard means nitrate-nitrogen (NO₃⁻-N).

c) 概略検討

概略検討において次の2処理方式は下記の理由により検討対象から外れる。

- ラグーン方式：BOD,SS の除去効率が 60~70%程度であり、要求される除去効率を満足できない。また、施設設置のための用地は、他の処理方式と比較すると2~3倍が要求される。
- 上向流式嫌気性スラッジブランケット法：処理水質 BOD の限界値は 50mg/l と言われており、また処理水は嫌気状態にある。従って、この方式を採用する場合には後段処理として散水ろ床や再ばっ気池が必要となり、他の処理法と比較して用地面積が大きくなることや維持管理が煩雑となる。

以上の結果、Conventional Activated Sludge (CAS) and Oxidation Ditch (OD) and Sequencing Batch Reactor (SBR) processes について比較検討を行うこととする

2)-2 比較検討

抽出された3処理法について、以下に各種項目ごとに比較検討を行う。

検討の結果を 表 3-2-4-7 に示す。

表 3-2-4-7 水処理方式の比較検討表 (1/3)

	標準活性汚泥法		オキシデーションディッチ法		回分式活性汚泥法	
処理プロセスの構成						
処理法の特徴	<p>反応槽内における汚水の滞留時間は8時間と比較的短く、高負荷で運転される。このため、最初沈殿池が設けられ、汚濁負荷の低減が図られることとなる。汚泥は、最初沈殿池と最終沈殿池から発生し、それぞれ処理される。</p> <p>ある程度の窒素量は、汚泥に含まれている窒素分として除去が可能であると言える。ステップ流入の採用により更なる窒素除去が可能となる。ここではステップ流入多段硝化脱窒法を採用する。</p>		<p>反応槽内における汚水の滞留時間は24～36時間程度と長く低負荷運転を行うため、水量、汚濁負荷の変動に対して柔軟性を持つ処理法である。このため、最初沈殿池を省略することができる。最初沈殿池を省略する代わりに、反応槽内のスカム発生を抑制するため微細目スクリーンの設置が必要となる。汚泥は最終沈殿池からのみ発生し、処理される。この処理法では窒素除去は可能である。但し、T-N 除去率 75%は困難。</p>		<p>この処理法は、一つの槽内に反応槽と沈殿槽の機能を持たせ、活性汚泥による反応と混合液の沈殿、上澄水の排出、沈殿汚泥の排出を繰り返し行う処理法である。この処理法は他の処理法と比べ流入水量変動の影響を受けやすいため、運転管理を容易にするため、流量調整池の設置が必要となる。最初沈殿池がないためスカムの発生を抑制するために微細目スクリーンの設置が必要となる。汚泥は反応槽のみから発生し、処理される。</p> <p>この処理法では、窒素、リンの除去が可能である。但し、T-N 除去率 75%は困難。</p>	
BOD除去率	90～95%	○	90～95%	○	90～95%	○
T-N除去率	約 75%	○	約 70%	△	約 70%	△

表 3-2-4-7 水処理方式の比較検討表 (2/3)

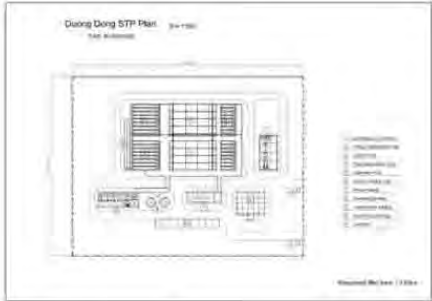
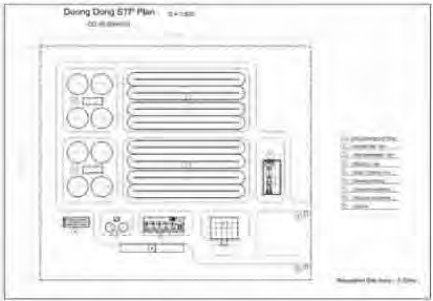

	標準活性汚泥法	オキシデーショondiッチ法	回分式活性汚泥法
水量変動への対応	最初沈殿池の設置により、ある程度対応が可能である。	反応槽滞留時間が 24 時間と長く問題なく対応できる。	流量調整池の設置により、対応が可能である。
	△	○	△
必要用地面積	 <p>必要面積=3.55ha</p>	 <p>必要面積=5.52ha</p>	 <p>必要面積=4.20ha</p>
	◎	△	○
汚泥発生量	除去される SS 分の 100%が汚泥となる。 脱水汚泥の含水率は低い。 脱水汚泥量=100%	流入する SS 分の 75%が汚泥となる。 脱水汚泥の含水率は高い。 脱水汚泥量=100%	流入する SS 分の 90%が汚泥となる。 脱水汚泥の含水率は高い。 脱水汚泥量=123%
	○	○	△

表 3-2-4-7 水処理方式の比較検討表 (3/3)

	標準活性汚泥法	オキシデーションディッチ法	回分式活性汚泥法
環境への影響度(臭気に関して)	反応槽での臭気としては、臭気強度としてメチルメルカプタン臭が感じられる程度であり、特に対策を施すほどでは無い。最初沈殿池はカバーをし、脱臭する必要がある。	反応槽での臭気としては、臭気強度としてメチルメルカプタン臭が感じられる程度であり、特に対策を施すほどでは無い。	反応槽での臭気としては、臭気強度としてメチルメルカプタン臭が感じられる程度であり、特に対策を施すほどでは無い。流量調整池はカバーをし、脱臭する必要がある。
	△	○	△
運転操作の容易性	操作因子が比較的多く、操作面での技術力が必要となる。操作のための人員は比較的多い。	操作因子が少なく、最も容易である。特別な技術力は必要としない。操作のための人員は比較的少なくてよい。	操作因子が多く、操作面での技術力が必要となる。頻繁に入り切りが必要な機器類が多く、故障の原因と成り易い機器が他と比べ多い。操作のための人員は比較的多い。
	△	○	△
建設費	100%	115 %	100 %
維持管理費	100 %	95 %	105 %
ベトナムでの実績	最も多い 9カ所	小規模で1カ所のみ	少ない 2カ所
	○	△	△
総合評価	○	△	△

注：建設費及び維持管理費は最近のベトナムにおける JICA Study を参考として計上。用地費は含まない。

比較検討結果より、以下の理由により標準活性汚泥法（ステップ流入多段硝化脱窒法）を選定する。

- もっとも必要面積が小さい。
- 費用面では、他の処理法と同等かそれ以下である。
- 処理水質面では他の処理法と大差はない。
- 窒素除去について最も優れている。
- 他の処理法と比較してベトナムでの実績が多く、運転操作に関する技術も確立されている。

(3) 汚泥処理、処分方法の選定

1) 汚泥処分方法の選定

水処理過程から発生する汚泥は、最終的に場外搬出処分や再利用される。

ベ国ホーチミン下水処理場 2 期工事において、汚泥処理処分の検討を行った結果では、2008 年時点における汚泥埋立処分費が約 4 倍程度に高騰するまでは、コンポスト処理後に汚泥を再利用するより、直接埋立処分の方が経済的に有利となると試算されている。この結果より判断すると、用地が充分確保される場合は埋め立て処分が再利用より経済面で有利となる。社会的に再利用の要求が強くなったり、用地の確保が困難であるといった特別な状況下で、再利用は検討される。

2) 汚泥処理方式の選定

下水処理過程から発生する汚泥は、その約 98%以上が水分で構成されている。この下水汚泥は最終的に埋め立て処分される前に減量のため水分の分離がなされる。水分の分離は、濃縮・脱水という処理過程を経て実行される。更に、完全に水分を分離する方法として焼却がある。

表 3-2-4-8 に汚泥処理方法の比較を示す。この比較表では、汚泥乾燥床は、処理施設面積が広い、必要となる緩衝地帯が大幅に増える、発生する臭気の問題がある、等の理由により、検討対象から外すものとする。また、焼却処理についても、処分先の可処分容量に余裕があること、建設、維持管理費が高いことから検討対象外とする。なお、消化ガス有効利用については、表 3-2-4-9 に示すように、本島の条件よりガス発電とする。

ケース 2 の消化工程は汚泥の安定化、エネルギー利用の可能性といった長所を持つが、①経済性、②運転操作の容易性、を考慮して、ケース 1 の消化工程を省いた汚泥処理方法が選定される。なお、将来において下水汚泥の持つエネルギーの有効利用を促進するとした社会の要求が強まれば、その時点で消化工程の適用が可能となる。

以上の検討の結果、汚泥処理方式はケース－1を選定する。

表 3-2-4-8 汚泥減量化処理の比較表

項 目	ケース 1 (消化 無)	ケース 2 (消化 有)																				
概 略 フ ロ ー	<p>水処理 → 濃縮 → 脱水 → 場外処分</p> <p>脱離液</p> <p>着色部は比較対象範囲を示す。</p>	<p>水処理 → 濃縮 → 消化 → 脱水 → 場外処分</p> <p>消化ガス</p> <p>消化ガス有効利用</p> <p>脱離液</p> <p>別紙資料よりガス発量とする。</p>																				
	<p>水処理施設で発生した汚泥(濃度:0.9%)を重力濃縮で固液分離し汚泥濃度を上げ(濃度:2%)、さらに汚泥の含水率を下げる為(含水率:78%)、脱水を行なう。脱水した汚泥をトラックで場外処分する。</p>	<p>水処理施設で発生した汚泥(濃度:0.9%)を機械濃縮(消化槽容量を下げる為)で固液分離し汚泥濃度を上げ(濃度:4%)。その汚泥量(固形物量)を減少させる為汚泥を嫌気消化する。消化により固形物(有機分)が分解し消化ガスが発生する。消化汚泥の含水率を下げる為(含水率:82%)、脱水を行なう。脱水した汚泥をトラックで場外処分する。</p>																				
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> 消化設備がなく事業費が安価である。 消化設備がなく設置スペースが少ない。 機器点数が少なく、点検管理が容易である。 脱水汚泥量がケース 2より多くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 消化設備設置より事業費が高くなる。 消化設備設置より設置スペースが多い。 機器点数が多く、点検管理が多くなる。 脱水汚泥量がケース 1より少なくなる。 嫌気消化の為、汚泥中のリンの溶出が多くなる。 																				
経済比較	<table border="1"> <tr> <td>建設費</td> <td>100 %</td> </tr> <tr> <td>維持管理費</td> <td>82 %</td> </tr> <tr> <td>便 益</td> <td>0 %</td> </tr> <tr> <td>減価償却費</td> <td>18 %</td> </tr> <tr> <td>維持管理費 + 減価償却費 - 便益</td> <td>100 %</td> </tr> </table>	建設費	100 %	維持管理費	82 %	便 益	0 %	減価償却費	18 %	維持管理費 + 減価償却費 - 便益	100 %	<table border="1"> <tr> <td>建設費</td> <td>332 %</td> </tr> <tr> <td>維持管理費</td> <td>84 %</td> </tr> <tr> <td>便 益</td> <td>22 %</td> </tr> <tr> <td>減価償却費</td> <td>55 %</td> </tr> <tr> <td>維持管理費 + 減価償却費 - 便益</td> <td>117 %</td> </tr> </table> <p>ケース1を100%とする。</p>	建設費	332 %	維持管理費	84 %	便 益	22 %	減価償却費	55 %	維持管理費 + 減価償却費 - 便益	117 %
建設費	100 %																					
維持管理費	82 %																					
便 益	0 %																					
減価償却費	18 %																					
維持管理費 + 減価償却費 - 便益	100 %																					
建設費	332 %																					
維持管理費	84 %																					
便 益	22 %																					
減価償却費	55 %																					
維持管理費 + 減価償却費 - 便益	117 %																					

表 3-2-4-9 消化ガス有効利用の比較表

	消化ガス発電	都市ガス	
概略フロー			
システム概要	消化ガス中の硫化水素を酸化鉄との化学反応により硫化鉄として除去し、低圧ガスタンクに貯留した後、消化ガスを必要に応じて燃料として供給する。	消化ガス中の、CO ₂ 、H ₂ Sとメタンを圧力差による水に対する溶解度の差を利用した選択吸収によりガス精製し、中圧ガスタンクに貯留した後、精製ガスを必要に応じて燃料として供給する。	
特徴	一般	<ul style="list-style-type: none"> 消化ガスのメタン濃度は60%程度である。 消化ガスを脱硫したのち、ボイラ燃料、ガスエンジンによる発電等に有効利用される。 プロセスが簡素である。 	<ul style="list-style-type: none"> 精製ガスのメタン濃度は97%以上である。 硫化水素の除去率は98%以上である。
	長所	<ul style="list-style-type: none"> 機器の故障が少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> 精製ガスの性状より、ガス全量を有効に利用できる。 シロキサン除去が可能である。 CNG車燃料として使用可能である。 中圧ガスタンクは容積を小さくできるため、設置スペースが小さくできる。 精製ガスの露点が-50度以上と乾燥しているため、機器、配管の腐食などが生じない。
	短所	<ul style="list-style-type: none"> 定期的に脱硫剤の交換が必要である。 定期的にシロキサン除去剤の交換が必要である。 脱硫剤の性能劣化時に硫化水素と水分が結びつき硫酸を生成しガスタンク、配管その他機器の腐食を招く場合がある。 脱硫装置の処理状況の把握は、脱硫装置前後の定期的な消化ガスの濃度測定によるものであるため、急激な性能劣化により処理ガスの硫化水素濃度が高くなり、消化ガス使用機器の腐食環境が高まることが考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 消化タンクより、圧縮機にてガスを引く運転に於いて、消化タンク内の負圧化防止対策より、ガス発生量に見合う制御が必要である。 停電、故障時等に設備が停止した場合、脱硫が出来ない。(圧縮機、処理水ポンプ等の回転機の予備機設置が必要) 保守点検時には、装置を一時的に停止する必要がある。後段にガス発電設備がある場合、その停止期間中は発電ができなくなるため、使用電力の少ない冬季に併せて保守点検を行うなど配慮が必要である。
本処理場への適応性	○	×	

(4) ディスポーザー導入に対する検討

将来、ベトナム国においても特にリゾート開発区域のディスポーザー導入が想定される。この場合、水処理施設、汚泥処理施設に対してどの程度の影響が出るかを以下に検討する。

1) ディスポーザー導入による流入水質に対する影響

前提条件

- ・リゾート開発区域における排水の汚濁負荷量は、生活系排水の汚濁負荷量と同等とする。
- ・ディスポーザー使用による汚濁負荷量の増加率は、日本の実績より BOD,SS で 10~15%、T-N,T-P で 5%と推定される。
- ・従って、ディスポーザー使用による汚濁負荷原単位は以下の通りとなる。

BOD : 36×1.125 = 40.50 g/capita/d

SS : 41×1.125 = 46.13 g/capita/d

T-N : 7×1.05 = 7.35 g/capita/d

T-P : 1.1×1.05 = 1.16 g/capita/d

- ・リゾート開発排水区域と生活系排水区域との水量比は 35% : 65%である。

流入水質の計算

水質項目	リポート排水 負荷量	水量原単位	リポート系水質	生活系水質	総合水質
	g/capita/d	L/capita/d	mg/L	mg/L	mg/L
BOD	40.50	156	260	230	240
SS	46.13	156	296	260	273
T-N	7.35	156	47	45	46
T-P	1.16	156	7	7	7

上記計算表より、総合水質で以下のように変更となる。

BOD : 230 mg/L ⇒ 240 mg/L

SS : 260 mg/L ⇒ 273 mg/L

T-N : 45 mg/L ⇒ 46 mg/L

T-P : 7 mg/L ⇒ 7 mg/L

2) 流入水質の変更に伴う処理施設に対する影響

○ BOD、SS、T-N の増加に伴う、水処理への影響検討

計算結果では BOD, SS の増加に伴い必要反応槽（好気槽）容量が $5,640\text{m}^3 \Rightarrow 5,910\text{m}^3$ と約 5% 増加するが、容量決定に使用する係数の許容範囲内であることが明らかとなった。検討計算後の必要反応槽（好気槽）容量は $5,760\text{m}^3$ であり、実際の容量 $5,745\text{m}^3$ とほぼ同様に量となった。

T-N の増加量は、 $45 \text{ mg/L} \Rightarrow 46 \text{ mg/L}$ と微量であり、計算結果でも問題がないことが明らかとなった。

○ BOD、SS、T-N の増加に伴う、汚泥処理への影響検討

汚泥処理施設へ投入される汚泥固形物量の増加量は、以下のように計算された。

濃縮設備投入汚泥固形物量 $9.08\text{t/日} \Rightarrow 9.53\text{t/日}$

脱水設備投入汚泥固形物量 $7.72\text{t/日} \Rightarrow 8.09\text{t/日}$

濃縮設備は重力式濃縮槽を採用しているが、汚泥量増加後の固形物負荷は次のように計算された。

固形物負荷率 $= 61.2\text{kg/m}^2/\text{d} \Rightarrow 64.2\text{kg/m}^2/\text{d}$

この値は、重力式濃縮槽の推奨されている固形物負荷 $60 \sim 90 \text{ kg/m}^2/\text{日}$ の範囲内であり問題は生じないといえる。

脱水機はスクリープレス脱水機を採用しているが、汚泥量増加後の運転時間は次のように計算された。

$$\text{運転時間} = 5.5 \text{ 時間} \Rightarrow 5.8 \text{ 時間}$$

計画では7時間以内の運転を想定しており問題は生じない。

3) 処理施設に対する影響検討の結果

検討の結果、デイスパーザー導入に伴う処理施設への影響は、許容範囲内であることが明らかとなった。

(5) 省エネルギー対策について

近年、地球規模で取組が始められている地球温暖化防止対策、また維持費（電力費）削減化に対して、本処理場での省エネルギー・バイオマス利用について検討を行う。

1) 本処理場での省エネルギー対策と効果

各処理設備において省エネルギー対策を施すことによって、表 2-2-4-10 に示すように電力量として年間 約 2.2×10^6 kwh（全体計画）削減となり、金額では 53 百万円/年（ベトナム料金ベース）となっている。

表 3-2-4-10 各処理設備における省エネルギー対策とその効果

設備名	機器名称	省エネルギー対策	省エネルギー効果	
			年間削減電力 ($\times 10^3$ kWh/年)	年間削減費 (千円/年)
沈砂池設備	除塵機	タイマー運転	17.5	420
	沈砂掻き寄せ機	“	64.3	1,543
	揚砂ポンプ	“	64.3	1,543
水処理設備	初沈、終沈汚泥掻寄せ機	汚泥掻き寄せ機の軽量化。(樹脂化による低動力化)	39.2	941
	反応槽(好気槽)散気装置	酸素溶解効率の高い全面曝気装置を採用	981.1	23,546
	反応槽(嫌気槽)攪拌機	攪拌動力の少ない粗大気泡型散気装置(間欠運転)を採用	379.8	9,115
	送風機	風量制御(回転数制御)運転	210.2	5,045
	返送ポンプ	返送量制御(回転数制御)運転	44.9	1,078
汚泥処理設備	脱水機	低動力機種(圧入式スクリープレス脱水機)の採用	433.8	10,411
合計			2235.1	53,642

2) バイオマス利用についての検討

下水処理過程で発生するバイオマス利用において、消化ガスのエネルギー利用が考えられる。しかし、消化施設(消化設備+消化ガス有効利用設備)の建設費が必要となる。その経済比較の結果を図 3-2-4-3、図 3-2-4-4 に示す。

経済比較結果によると、消化ガス有効利用(ガス発電)の便益より消化施設の建設における減価償却費のほうが高く、今回計画では消化施設は設置しないものとする。ただし、将来大きくエネルギー状況の変化において、電気使用料金の高騰がある(便益が増加)場合、消化施設導入はその時点で再検討の必要があると考えられる。

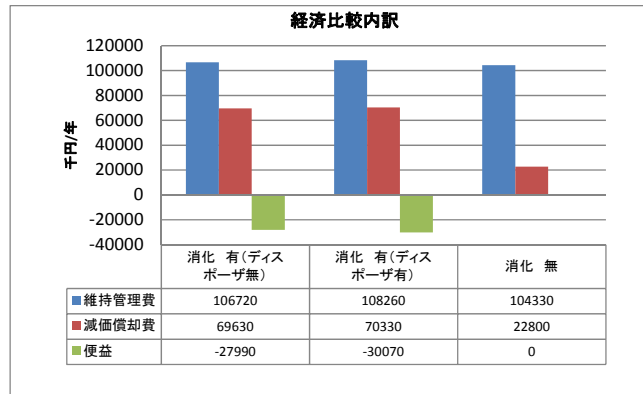


図 3-2-4-3 経済比較表(内訳)

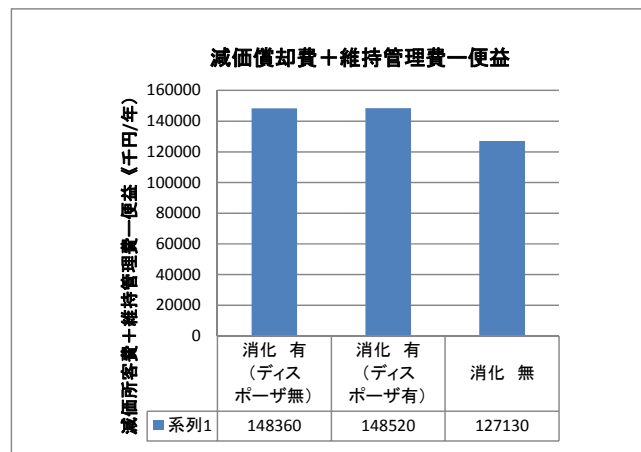


図 3-2-4-4 経済比較表 (減価償却費+維持管理費-便益)

(6) 処理水再利用計画

フーコック島では乾季と雨季に分かれており、特に乾季では上水の供給量が安定しておらず、ホテルなどはその不足分を地下水に頼っているなど、水需要が切迫している状況である。したがって、フーコック島のように自己水源に限られるような場所においては、処理水の再利用など下水道が有する資源を活用することは水問題を解決するうえで有効な手段といえる。実際、フーコック島内においても散水等に処理水を再利用しているホテルも見受けられており、再利用に対するニーズがあることが確認されている。

このような処理水の有効利用にあたっては、用途に応じた水質基準の設定が必要であり、それらの基準に適合した処理水を供給することによって、安心して衛生的に処理水の有効利用を促進することが可能となる。

1) 計画水量

本処理場の北に位置する Long Beach Tourist Area ではゴルフコース等の散水に処理水を利用する計画がある (PQDMB 資料)。本調査においては、Long Beach Tourist Area に散水用水

を提供するものとして表 3-2-4-11 のとおり再生水使用量を算出する。なお、本島の気候条件より、散水は主に乾季の時期に使用されるものとする。

表 3-2-4-11 再生水におけるヒアリング結果

事業名	再生水使用量			
	用途	単位量 ℓ/日・㎡	使用面積 ㎡	必要量 ㎡/日
Khu du lịch Bãi Dài (Long Beach Tourist Area)	ゴルフコース散水	1.5	1,100,000	1650
			合計	1650

出典：JICA 調査団

2) 再利用水の水質基準

近年、ベトナムで下水処理場の建設が多くなってきている。しかし、処理水の再利用における水質基準が明確に定められていない状況である。よって、参考に日本における利用用途別の水質基準を表 3-2-4-12 に示す。

本処理場の利用用途は『散水用水』であり、二次処理水の後段処理方式として、一般的な『砂ろ過』『MF 膜処理』の 2 方式を比較する。この 2 方式での処理水質の達成度合いを表 3-2-4-13 に示す。

表 3-2-4-12 利用用途別目標水質

	利用用途			
	水洗用水	散水用水	修景用水	親水用水
定義	水洗便所においてフラッシュ用水用途に用いる水。	植樹帯、芝生、路面、グラウンドなどへの散水用途に用いる水。	景観維持を主たる目的としており、人間が触れることを前提にしていない用途に用いる水。	人間が触れることを前提としている用途に用いる水。(全身的な接触の可能性を含む。また、霧状の飛沫が発生する滝噴水をふくむ。)
大腸菌	不検出	不検出	1000CFU/100ml以下	不検出
濁度	2度以下(管理目標値)	2度以下(管理目標値)	2度以下(管理目標値)	2度以下
PH	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6
外観色度	不快でないこと。	不快でないこと。	不快でないこと。	不快でないこと。
臭気	不快でないこと。	不快でないこと。	不快でないこと。	不快でないこと。
残留塩素	(管理目標値) 遊離残留塩素0.1mg/ℓ 又は 結合残留塩素0.4mg/ℓ以上	(管理目標値) 遊離残留塩素0.1mg/ℓ 又は 結合残留塩素0.4mg/ℓ以上	—	(管理目標値) 遊離残留塩素0.1mg/ℓ 又は 結合残留塩素0.4mg/ℓ以上

出典：下水処理水の再利用水質基準等マニュアル 平成 17 年 4 月(国土交通省)

表 3-2-4-13 処理水質の達成度合い

	処理水質			
	砂ろ過水（塩素注入）	判定	MF膜処理（塩素注入）	判定
大腸菌	塩素注入により不検出	○	不検出	○
濁度	2度以下（管理目標値）	○	1度以下	○
PH	5.8～8.6	○	5.8～8.6	○
外観	—	○	—	○
色度	二次処理水と同等	○	15以下	○
臭気	二次処理水と同等	○	二次処理水と同等	○
残留塩素	塩素注入により 遊離残留塩素0.1mg/l	○	塩素注入により 遊離残留塩素0.1mg/l	○

出典：JICA 調査団

上記判定は散水用水を対象としたものである

3) ろ過器形式の比較

処理水質に関しては、用途が散水用水より『砂ろ過』『MF膜処理』ともに満足する結果であった。表 3-2-4-14 に『砂ろ過（移床式上向流連続砂ろ過器）』と『MF膜処理』の経済比較を示す。

比較結果より、圧倒的に経済性で有利となる『砂ろ過（移床式上向流連続砂ろ過器）』を採用する。

表 3-2-4-14 ろ過器形式の比較表

	移床式上向流連続砂ろ過器	MF膜処理									
概略フロー											
概要											
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本体部が鋼板製で、ろ過砂を約1m積層したものであり、24時間連続運転が可能。 ・ 原水は原水ポンプによって流入管を上昇し、ろ過器内のろ材全域に均等振り分けられ、上昇する間にSS分は常時ろ材砂によって捕捉される。 ・ 洗浄行程は、タンク本体内部に設けたエアリフト管とラビリス構造等の砂洗浄器で連続的に洗浄する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ MF膜素材はポリエチレン、ポリプロピレンその他の素材で、490kPa (5kg/cm²)程度以下の圧力差でろ過する。膜ろ過のろ過方法は、下記の全面ろ過方式とクロスフローろ過方式(膜供給水と膜面に平行に流し、供給水の流れ方向とろ過水の流れ方向を垂直とする方式で、懸濁物質等が膜面に付着することを防ぎながらろ過する)がある。 									
ろ過速度	<table border="1"> <tr> <td>標準ろ過速度</td> <td>高度処理マニュアル*</td> <td>300 m³/m²/日</td> </tr> <tr> <td></td> <td>JS設計指針</td> <td>200 m³/m²/日</td> </tr> </table>	標準ろ過速度	高度処理マニュアル*	300 m ³ /m ² /日		JS設計指針	200 m ³ /m ² /日	<table border="1"> <tr> <td>標準ろ過速度</td> <td>膜処理システム技術マニュアル</td> <td>2.5 m³/m²/日</td> </tr> </table>	標準ろ過速度	膜処理システム技術マニュアル	2.5 m ³ /m ² /日
標準ろ過速度	高度処理マニュアル*	300 m ³ /m ² /日									
	JS設計指針	200 m ³ /m ² /日									
標準ろ過速度	膜処理システム技術マニュアル	2.5 m ³ /m ² /日									
処理水質	<table border="1"> <tr> <td>流入水質</td> <td>BOD 20mg/L、SS 20~30mg/L以下</td> </tr> <tr> <td>ろ過水SS濃度</td> <td>10 mg/L以下</td> </tr> </table>	流入水質	BOD 20mg/L、SS 20~30mg/L以下	ろ過水SS濃度	10 mg/L以下	<table border="1"> <tr> <td>流入水質</td> <td>BOD 20mg/L、SS 20~30mg/L以下</td> </tr> <tr> <td>ろ過水BOD濃度</td> <td>20 mg/L以下</td> </tr> </table>	流入水質	BOD 20mg/L、SS 20~30mg/L以下	ろ過水BOD濃度	20 mg/L以下	
流入水質	BOD 20mg/L、SS 20~30mg/L以下										
ろ過水SS濃度	10 mg/L以下										
流入水質	BOD 20mg/L、SS 20~30mg/L以下										
ろ過水BOD濃度	20 mg/L以下										
ろ材	アンラサイト(有効径1.5mm、層厚600mm以上)、ろ過砂(有効径0.65mm、比重2.57~2.67、層厚400mm以上)の2槽構造および支持砂利	ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスルホン、ポリアクリロリトル、酢酸セルロース、ポリイミド、ポリエーテルスフロン、ポリフッ化ビニリデン等									
内部圧力損失	5.0 mAq	使用最大膜間差圧 20.0 mAq (10~20mAq)									
洗浄方法	連続にろ過の処理水で洗浄	逆洗装置は膜装置により定められる。 ①一次側洗浄 気泡洗浄+水流洗浄 ②二次側洗浄 空気逆洗+ろ過水逆洗(ポンプによるまたは高圧空気圧入)									
洗浄水量	原水の 5 ~ 10 %程度 24h/日連続	原水の 0.2 %程度									
建設費	100 %	729 %									
維持管理費	32 %	114 %									
減価償却費	68 %	494 %									
維持管理費 + 減価償却費	100 %	608 %									

移床式上向流連続砂ろ過器を100%とする。

出典：JICA 調査団

4) 再生水の経済性

再生水の使用料金は「処理・送水設備と送水管の減価償却費」+「維持管理費」を使用水量で除した数値を試算すると約 30 円/m³ (8,100VND/m³) で、上水使用料金 37 円/m³ (10,000VND/m³ 商業用) に比較して十分経済性が高いと考えられる。

以下にその根拠を示す。

		ろ過設備	送水設備	送水管	合計	備考
減価償却費	千円/年	699	544	522	1,765	
維持管理費	“	1,029	809	0	1,838	
計	“	1,728	1,353	522	3,603	
年間使用 水量	場外	千m ³ /年			125	注1
	場内	“			21	注2
	計	“			146	
1 m ³ 当たりの費用	円/m ³				24.7	
1 m ³ 当たりの料金	円/m ³				30	経費含む

出典：JICA 調査団

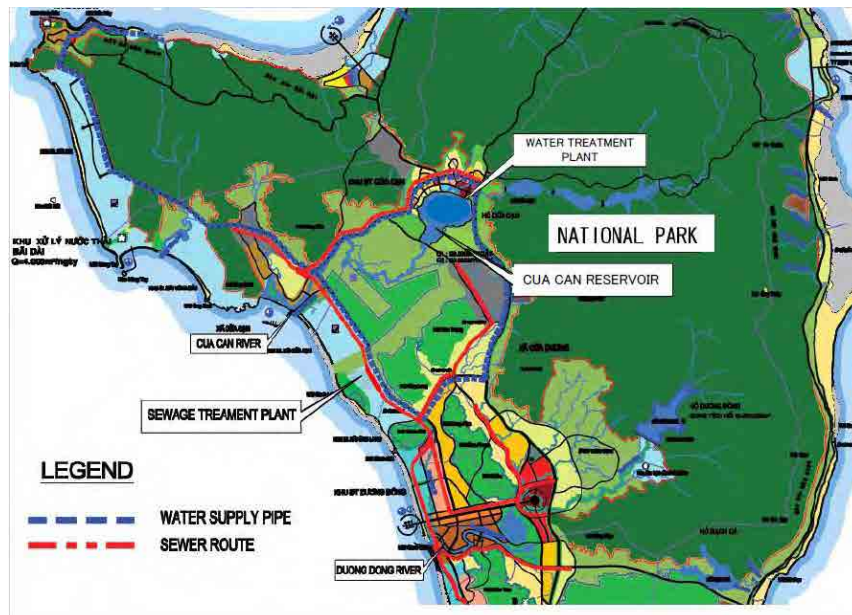
(注1) 1650m³/日×乾季(5か月/年)×1回/2日

(注2) 57m³/日×365日/年

3.3 環境社会配慮

3.3.1 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本事業の構成要素は大きく区分して、貯水池、上水道施設、下水道施設の3種のコンポーネントに分けられる。下図はフーコック北部のプロジェクトサイトを示しており、各コンポーネントの位置は以下のとおりである。



出典:2009年マスタープラン

図3-3-1-1 プロジェクトサイト（将来土地利用計画図）

現在計画されているCua Can貯水池の概念図を図3-3-1-2に示す。現在の案ではCua Can川をそのまま残し、隣地にCua Can 貯水池を建設する計画としている。この案によれば、Cua Can 貯水池の建設はCua Can 川へ影響を与えない。また取水は雨季にのみ行うため乾季の最低水量維持も可能であり、貯水池供用時もCua Can 川の河川環境は従前と大きく変わらない。

また、Cua Can 貯水池や浄水場予定地は国立公園には含まれておらず、国立公園と事業地間の最短の距離は約300mとなる見込みである。

なお、貯水池の建設はおよそ200haの用地を掘削して造成するため、調査初期段階においては大量の残土が生じる可能性が懸念されたものの、発生土を堤体に使用する代替案を採用したため、現在の案においては残土に関する大きな問題はない。

浄水場は、貯水池に隣接した場所に建設を予定され、その専有面積は3.5haである（図3-3-1-2）。

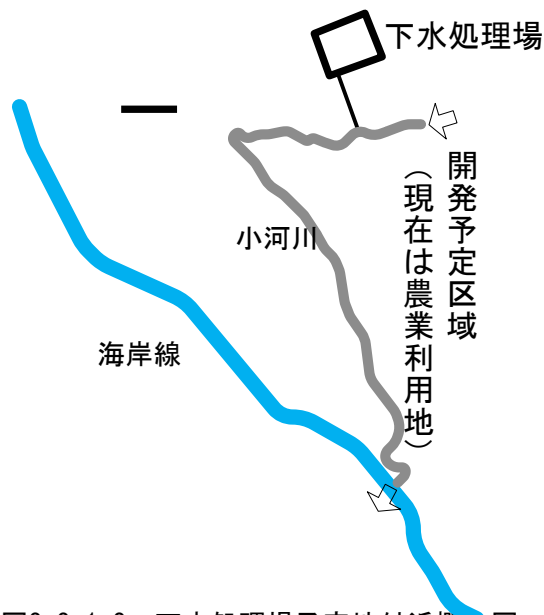


出典:JICA調査団

図3-3-1-2 Cua Can貯水池および浄水場の概念図

下水処理場は、海岸から小河川を約2km遡った箇所に建設予定であり、その専有面積は約4haである。放流先河川は雨季に水深20cm、幅2m程度、乾季には干上がるもので、魚類の生息できる環境でなく、また漁業を行える規模でもない(図3-3-1-3および写真3-3-1-1)。

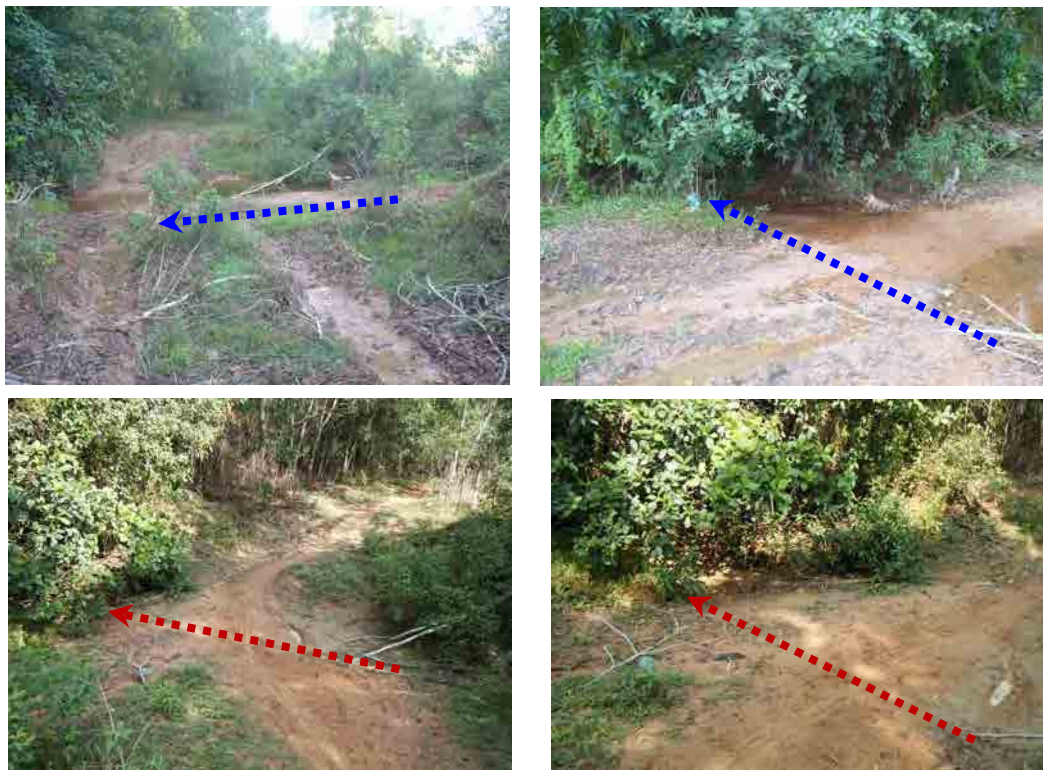
河川河口域や、周辺の海岸域は観光開発区域となっており、将来的にレジャーフィッシングなどが行われる可能性もあるが、放流水は排水基準だけでなく、更に厳しい環境基準を順守する水質を計画しており、悪影響を生じない配慮がなされている。



出典：JICA調査団

図3-3-1-3 下水処理場予定地付近概念図

《写真3-3-1-1》下水処理水放流予定河川の様子（上：雨季、下：乾季（水は無い））

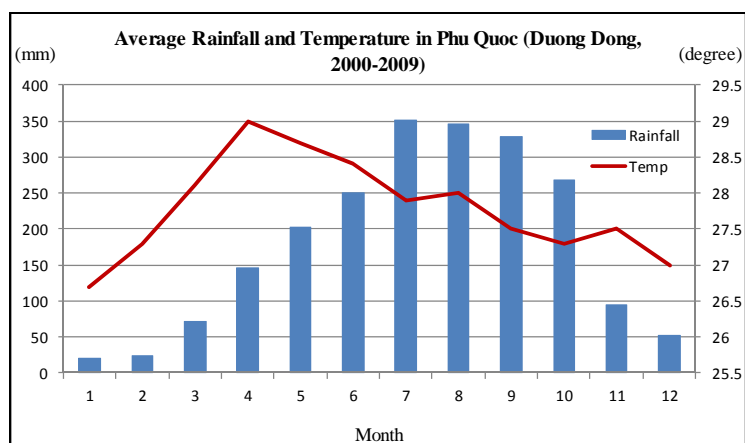


調査団撮影

3.3.2 ベースとなる自然環境の状況

(1) 気象

フーコック島が属する気候区分は熱帯モンスーン気候であり、雨季は5月から11月、乾期は12月から4月までで、平均年間降水量は2,879mm、平均気温は27°Cである。フーコック島、Duong Dong における2000年から2009年までの月平均降水量および気温は図3-3-2-1のとおりである。



出典：調査団データ

図3-3-2-1 月平均降水量・気温

(2) 地形・地質

フーコック島（Phú Quốc）は、タイランド湾に浮かぶベトナム最大（560km²）の島で、ベトナム本土より40km沖合いにある。島の南部よりAn Thoi諸島の小島が連なる。北東部は、カンボジア領の島と国境で接する。北東部の水源よりCua Can川、Duong Dong川が海に注ぐ。また、ロングビーチやサオビーチなどの砂浜があり、ロングビーチは、島の西側に20kmも続く。

(3) 水象

a. 水質

雨季（2011年10月）および乾季（2012年3月）に調査団が実施した水質調査の結果は表3-3-2-1のとおりである。両季節に関する大きな水質変動は見られなかった。水質の特徴としては、酸性側のpH値や硬度、溶存物質、塩化物イオン等の電解質等の濃度が全般に低いことに示されるように、当該河川の水質は雨水に近い。また表に示されるように重金属類やシアン等の有害物質は含まれていないことが分かっている。

表3-3-2-1 貯水池にて利用予定の水質（Cua Can川貯水池予定地上流地点）

雨季（2011年10月）					
一般水質項目			重金属等		
項目	測定結果	単位	項目	測定結果	単位（検出下限値）
水温	27.5	℃	アンチモン	不検出	mg/L (<0.001)
臭気	なし	-	ヒ素	不検出	mg/L (<0.0005)
色度	10	TCU	カドミウム	不検出	mg/L (<0.0005)
濁度	2.8	NTU	クロム	不検出	mg/L (<0.005)
pH	5.3	-	水銀	不検出	mg/L (<0.0001)
硬度	6	mg/L	セレン	不検出	mg/L (<0.001)
溶存物質	36	mg/L	ニッケル	不検出	mg/L (<0.005)
アルカリ度	6	mg/L	鉄	1.2	mg/L
塩化物イオン	8	mg/L	マンガン	不検出	mg/L (<0.005)
大腸菌	45	個/100mL	シアン	不検出	mg/L (<0.05)
乾季（2012年3月）					
一般水質項目			重金属等		
項目	測定結果	単位	項目	測定結果	単位（検出下限値）
水温	28.5	℃	アンチモン	不検出	mg/L (<0.001)
臭気	なし	-	ヒ素	不検出	mg/L (<0.0005)
色度	12	TCU	カドミウム	不検出	mg/L (<0.0005)
濁度	3.0	NTU	クロム	不検出	mg/L (<0.005)
pH	5.2	-	水銀	不検出	mg/L (<0.0001)
硬度	8	mg/L	セレン	不検出	mg/L (<0.001)
溶存物質	12	mg/L	ニッケル	不検出	mg/L (<0.005)
アルカリ度	6	mg/L	鉄	1.8	mg/L
塩化物イオン	8	mg/L	マンガン	不検出	mg/L (<0.005)
大腸菌	4	個/100mL	シアン	不検出	mg/L (<0.05)

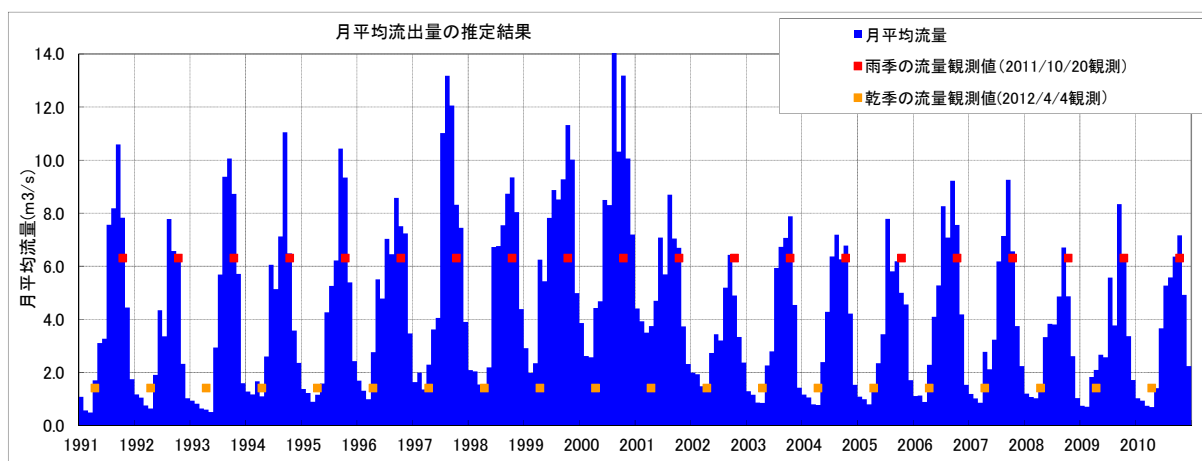
出典：調査団資料

b. 水量

過去20年分の流域の降水量等から推定したCua Can川の月平均流量は下のグラフのとおりである。年によって異なるが、各年の乾季から雨季の増水は5～10m³/sに達する。貯水池の取水は、乾季の5ヶ月間、全く取水しない計画としており、残りの7ヶ月間でその分を取水しておかなくてはならない。その7ヶ月間の給水のための取水も合わせて、20,000 m³/day給水する場合で必要となるのが平均0.4 m³/s、50,000 m³/dayに拡張した場合で平均1 m³/sの取水である。

また、運転管理次第では、洪水緩和も兼ねて大きな出水の際に大量に取水し、通常時の取水を抑えることも可能であり、貯水池の取水は増水時の一部を利用するに過ぎない。このように、貯水池の取水は雨季の増水分の一部を取り入れる計画であり、現状河川に与える影響は、乾季には無く、雨季であっても大部分の増水分は現状どおり流下するため、従前の掃流効果などへの大きな影響は予想されない。

なお、貯水池予定地近傍におけるCua Can川の調査団が行った実測の河川流量は、雨季の簡易測定で約6.3 m³/s、乾季が1.4 m³/sであり、計算値と大きな差は無いことを確認した。



出典:調査団データ

図3-3-2-2 月平均流量（計算値）および流量観測値

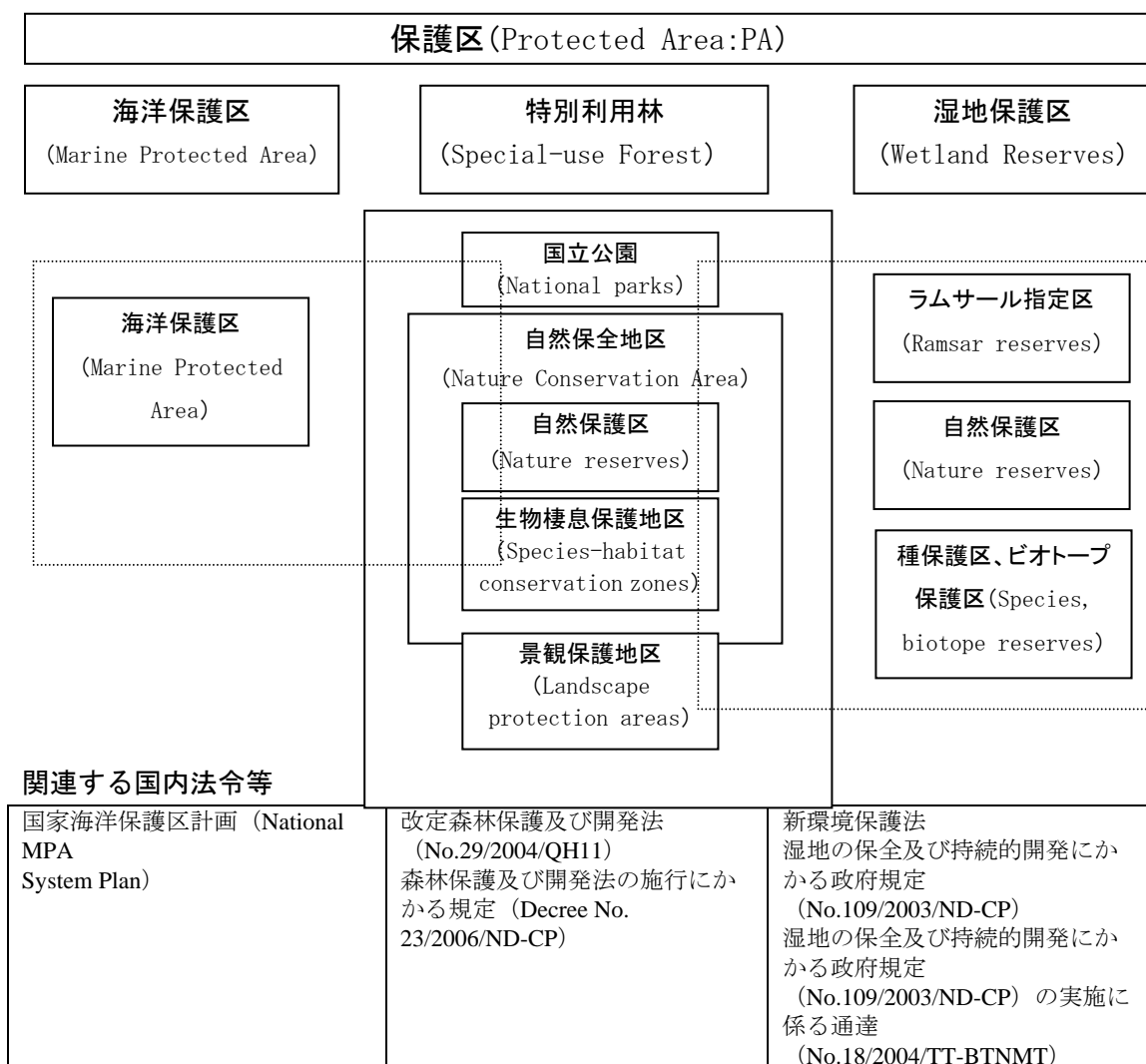
(4) 保護区

エコツーリズムの発展を目指しているフーコックでは、島の面積の56%を国立公園が占めている。国立公園は図3-3-1-1に深緑色で示される範囲で、フーコック島北部に広く分布している。事業対象地は国立公園には含まれず、もっとも近接しているCua Can 貯水池や浄水場予定地は、国立公園から最短箇所でも約300m離れている。

国立公園は保護区のうち、特別利用林の中の下位区分となっている。特別利用林での森林生産物の活用の際には、(i) 森林の生物多様性、絶滅危惧種・希少種などの生育環境、の保全・維持 (ii) 高い科学的、教育的、観光的及び経済的価値のある動植物、(iii) 景観的、文化的、歴史的及び環境的価値、を確保する必要がある。

また、国立公園内及び自然保護地域内の管理区域内の林木に加えて、森林内の枯死木、倒木などの利用、採集及び除去は、絶滅危惧種、希少種、貴重種は除き、行うことができる。保護区の関係模式図を図3-3-2-3に示す。また、国立公園を含む特別利用林に係る管理に関する法令は表3-3-2-2に示すとおりである。

なお、図3-3-3-4に示す保護林区域は、保護区とは異なる区別となり、その概要を3.3.3 (4) 土地利用の項において解説する。



出典: JICA提供資料

図3-3-2-3 保護区の関係模式図

表3-3-2-2 特別利用林の管理に関する主な法令

法令	日付	内容
Decree 58/LCT/HDNN	1991/08/19	旧森林保護及び開発法
Decision No. 327/CT	1992/09/15	土地利用 (裸地、森林、海岸域)
Decree No. 14/CT	1992/12/05	森林保護管理及び罰則/罰金
Directive No. 130/TTg	1993/3/27	危惧動植物の保護と管理
Decree No. 77/CP	1996/11/29	森林管理と森林資源管理に係る罰則等
Directive 286/TTg	1997/5/2	森林保護と管理に係る緊急措置
Decision 661/1998/QD-TTg	1998/7/29	5百万ha再森林化プログラムに係る目的、使命、施策と組織
Decision 245/QD-TTg	1998/12/21	森林と森林地の全階層の責任管理
Decision 34/1999/QD-BNN-TCCB	1999/2/12	森林保護業務に関連する規則の適用
Circular 56/1999/TT-BNN-KL	1999/3/30	森林保護と開発に関する伝統的慣習
Decree 163/ND-CP	1999/11/16	長期的森林管理を目的とした森林の利用法
Decision No. 08/QD-TTg	2001/01/11	生産林、保護林、特別利用林の管理
Decree No. 139/2004/ND-CP	2004/01/25	森林管理・保護、生産における違反に対する罰則に関する議定
No. 29/2004/Q11	2004/12/14	改定森林保護及び開発法
Decision No. 61/2005/QD-BNN	2005/10/12	保護林の区分基準の規則の公布に関する決定
Decision No. 62/2005/QD-BNN	2005/10/12	特別利用林の区分基準及びその公布に関する決定
Decree No. 23/2006/ND-CP	2006/03/03	森林保護及び開発法の施行にかかる議定

出典: Review of the Protected Area System of Vietnam (ASEAN Regional Centre for Biodiversity Conservationに加筆)

なお、当国立公園はBiosphere Reserveとして、国立公園の指定地（Core Zone）の周囲に、Buffer Zone（おおよそ下図に示した区域）を設定し、地域住民に対し、防火意識の啓蒙活動などを行った経緯がある。

Buffer Zoneに関し、当該区分を管理する部署が2005年に閉鎖してから、現在は取り扱いが曖昧となっている。そのため、現地における聞き取り（国立公園管理局、自然資源環境局、管轄人民委員会）による情報は記述の範囲に留まっており、今後の調査でフォローが必要となる。

Buffer Zone区域内の開発はDecree No.23/2006/ND-CPにおいて認められており、国立公園管理局および地域人民委員会が当該地域の社会経済開発要求に従って行う。本事業実施に当たって必要となる手続きおよび許認可については今後の調査における確認が必要である。

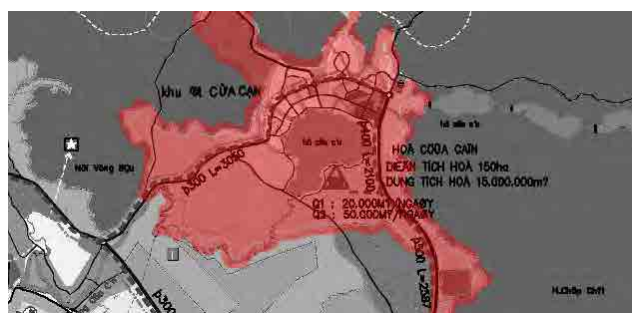


図3-3-2-4 プロジェクト予定地周辺のBuffer Zone

なお、本事業予定地が属する土地の区分を整理すると表3-3-2-3の通りとなり、土地利用に関して手続きは必要となるが、事業利用に関する問題は生じない。

表3-3-2-3 事業予定地の土地区分

事業コンポーネント	保護区（制約が多い）	その他（事業利用可）		
	特別利用林など	保護林区域	農業利用地	Buffer Zone
貯水池・浄水場	-	該当	該当	該当
下水処理場	-	-	該当	-

※保護林区域、農業利用地の詳細は3.3.3 (4) 参照のこと。

(5) 動物

2005年にUniversity of Agriculture and Forestry によってフーコック国立公園を対象に行われた動植物調査により、24目75科206種の動物が確認された。この内、35種は希少種または狩猟制限のある種であり、15種がIUCNレッドブック(2004)、24種がベトナムレッドブック(2000)、22種が政令32/2006/ND-CPに掲載されている（表3-3-2-4）。なお、同調査はその他にフーコック島で見られる動物を以下のとおりとしている。

・哺乳類：ユーラシア猪、シカ類、コウモリ、サル類、カワウソ、テン、リス類、その

他

- ・鳥類： ガチョウ、ツバメ、カモ、サイチョウ、サギ類、ペリカン、コマドリ、フクロウ類、ハト類、セキレイ、キツツキ、その他
- ・爬虫類、両生類： ヘビ類、ワニ類、カメ類、トカゲ類、カエル類、その他
- ・魚類： 記載なし

また、希少種としての指定がされていなくても、ベトナムの固有種として知られる「爬虫類：23.Mabuya chapaensis」（トカゲの一種）も以下の表に記載した。

なお、事業予定地を管轄するCua Dong人民委員会およびフーコック農業地方開発局によれば、事業予定地における動植物・昆虫・爬虫類・両生類の狩猟、採取、食料・薬品利用、等の活動は行われていない。

フーコック国立公園管理局によれば、希少種の生息は国立公園内のみと考えられている。

表3-3-2-4 フーコック国立公園における希少種・固有種

分類	No.	学名	IUCN (2004)	SDVN (2000)	ND32 (2006)	固有種 (EMBL)
哺乳類	1	<i>Nycticebus coucang</i> <i>Nycticebus bengalensis</i>	DD	V	IB	
	2	<i>Nycticebus pygmaeus</i>	V	V	IB	
	3	<i>Trachypithecus germaini</i>	D		IB	
	4	<i>Aonyx cinerea</i>	LR/nt	V	IB	
	5	<i>Callosciurus finlaysoni</i>		R		
鳥類	1	<i>Buceros bicornis</i>	T	N	IIB	
	2	<i>Ichthyophaga ichthyaetus</i>		N		
	3	<i>Halcyon capensis</i>	T			
	4	<i>Polihierax insignis</i>		N	IIB	
	5	<i>Ketupa flavipes</i>			IIB	
	6	<i>Copsychus malabaricus</i>			IIB	
	7	<i>Gracula religiosa</i>			IIB	
	8	<i>Tyto alba</i>			IIB	
爬虫類・両生類	1.	<i>Gekko gekko</i>		T		
	2.	<i>Physignathus cocincinus</i>		V		
	3.	<i>Varanus bengalensis</i>		V	IIB	
	4.	<i>Varanus salvator</i>		V	IIB	
	5.	<i>Python molurus</i>	L	V	IIB	
	6.	<i>Python reticulatus</i>		V	IIB	
	7.	<i>Elaphe prasina</i>		T		
	8.	<i>Elaphe radiata</i>			IIB	
	9.	<i>Ptyas korros</i>		T		
	10.	<i>Ptyas mucosus</i>		V	IIB	
	11.	<i>Bungarus candidus</i>			IIB	
	12.	<i>Bungarus fasciatus</i>		T	IIB	
	13.	<i>Naja atra</i>		T	IIB	
	14.	<i>Ophiophagus hannah</i>		E	IB	
	15.	<i>Dermochelys coriacea</i>	C	E		
	16.	<i>Chelonia mydas</i>	E	E		
	17.	<i>Eretmochelys imbricata</i>	C	E		
	18.	<i>Lepidochelys olivacea</i>	E	V		
	19.	<i>Hieremys annandalii</i>	E	V	IIB	

分類	No.	学名	IUCN (2004)	SDVN (2000)	ND32 (2006)	固有種 (EMBL)
	20.	<i>Malayemys subtrijuga</i>	V			
	21.	<i>Amyda cartilaginea</i>	V			
	22.	<i>Crocodylus siamensis</i>	C	E	IIB	
	23	<i>Mabuya chapaensis</i>				○

【記号の説明】

- ・ IUCN (IUCNレッドブック)
 - Critically Endangered (CR) - 「絶滅寸前」 (絶滅危惧IA類)
 - Endangered (EN) - 「絶滅危機」 (絶滅危惧IB類)
 - Vulnerable (VU) - 「危急」 (絶滅危惧II類)
 - Lower Risk - Near Threatened (LR/nt) - 「準絶滅危惧」 (準絶滅危惧)
 - Data Deficiency (DD) - データ不足
- ・ SDVN (ベトナムレッドブック)
 - 絶滅危惧種 (Endangered: E)
 - 危急種 (Vulnerable: V)
 - 希少種 (Rare: R)
 - 危惧種 (Threatened: T)
- ・ ND32 (政令32/2006/ND-CP)
 - IB (狩猟の全面禁止)
 - IIB (限定的狩猟対象)

出典: Ecotourism Development Strategy of The Phu Quoc National Park (University of Agriculture and Forestry, 2006) & The EMBL Reptile Database

同調査は魚類を対象としていないが、Cua Can川で環境調査を予定しているキエンザン自然資源環境局は魚類の生息数は少ないものと予想しており、また同川が流れるCua Can Communeの人民委員会によれば、同川の魚類の生息数は少なく漁業も行われていない(海ではイワシ、イカ漁などが行われている)。

また、調査団が船を備上して行った河川の視察においても、漁業活動や灌漑、その他の利水は行われていないことが確認された。

魚類に関する調査は聞き取り情報に基づくため、これらの情報に関してEIA調査による確認が必要である。

なお、本事業対象地域における生物相は、今後のEIA調査により明らかとなる予定である。

(6) 植生

(5)に述べた調査により分類された植生は、主にi) 感潮域や河口などのマングローブ林、ii) フトモモ科(Myrtaceae)メラレウカ属(Melaleuca)の植物林、iii) ヤシ科植物を含む低木地、iv) 海岸沿いの乾燥林、v) フタバガキ科の植物林、vi) チガヤ類の草地、vii) 二次林、viii) 丘陵地または山地の林に分類される。本事業対象地は、藪や焼畑・選択伐採・開拓の後の林が該当する二次林を予定している。

当調査報告書にまとめられた国立公園内の主な植物系を表3-3-2-5に示した。なお、希少種に関する記述は無い。また、2011年10月の調査団による現地踏査に同行したフーコック森林局や、自然資源環境局および管轄人民委員会によれば、事業予定地内に特に貴重な植生は存在しない。

なお、事業予定地を管轄するCua Doung PC が作成した貯水池予定地（約200ha）内の主な植生分布は表3-3-2-5のとおりである。主な植生は二次林を構成する雑木林（メラレウカ属など）とアカシア属種であり、主に木材として伐採、利用されている。その他は畑地としての利用であり、保護対象となる植物は認められていない。メラレウカ属種は一般に薬用などの用途として使われることがあるが、当該用地においてはそのような利用はされていない。

また、下水処理水放流先河川の周辺も二次林であり、河口付近の海岸周辺は人工のヤシ並木や、松科の植物、灌木などが見られる。保護を必要とするマングローブ林、原生林等は存在しない。

表3-3-2-5 フーコック国立公園における主な地理植物系

植物相	主な構成		分類数
Malayano-Indonesian	-	Dipterocarpaceae フタバガキ科	6属16種
Himalayano-Yunnan	Gymnospermae: 裸子植物	Podocarpaceae マキ科	2属4種
		Gnetaceae	1属1種
	Angiospermae: 被子植物	Ulmaceae ニレ科	1属1種
		Oleaceae モクセイ科	3属3種
		Aceraceae カエデ科	10属12種
		Rosaceae バラ科	1属1種
		Fagaceae ブナ科	2属4種
		Lauraceae クスノキ科	6属8種
Indo-Mianma	-	Combretaceae	5属7種
	-	Lythraceae ミソハギ科	1属3種
	-	Bombaceae	2属2種

出典: Ecotourism Development Strategy of The Phu Quoc National Park (University of Agriculture and Forestry, 2006)

表3-3-2-6 Cua Can貯水池予定地における主な植物

植物	面積（概算）	主な用途	保護対象
雑木林	90ha	木材	なし
アカシア林	80ha	木材	なし
果実林	9ha	食用	なし
胡椒	4.5ha	食用	なし

出典: Cua Doung PC 作成(2012)

3.3.3 ベースとなる社会状況

(1) 人口

フーコック島は2つの町と8つの村からなる。2009年の島全体の人口は約9万人である。表3-3-3-1に人口の推移を示す。

表3-3-3-1 人口の推移

Town/Commune		Y2005	Y2006	Y2007	Y2008	Y2009
Town	Duong Dong	28,370	30,074	31,053	31,811	31,940
	An Thoi	17,854	18,927	19,531	20,292	19,880
Commune	Cua Can	3,058	3,241	3,345	3,429	3,394

	Cua Duong	7,213	7,655	7,899	8,096	7,789
	Ham Ninh	6,706	7,108	7,336	7,519	7,573
	Duong To	6,069	6,434	6,640	6,806	7,204
	Bai Thom	4,632	4,909	5,066	5,193	4,404
	Ganh Dau	3,904	4,138	4,271	4,378	4,294
	Hon Thom	2,697	2,859	2,950	3,024	2,438
	Tho Chau	1,480	1,563	1,612	1,652	1,755
Total		81,983	86,908	89,703	92,200	90,671

出典: Phu Quoc Census Book 2009

(2) 社会経済状況

フーコック島では漁業や、黒胡椒を主とする農業、また漁獲量の高いカタクチイワシを原料とする魚醤（ヌックマム）の生産が盛んで島の経済を支えている。

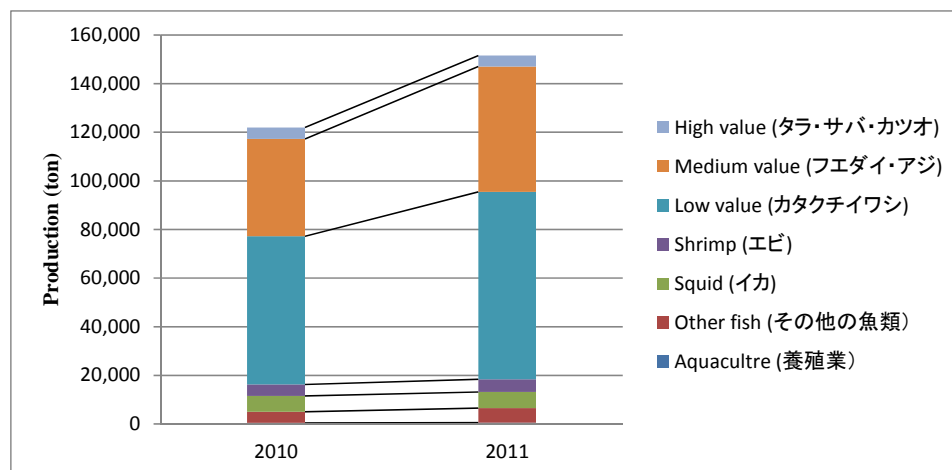
職業別就労者数を表3-3-3-2に示す。また表3-3-3-3に教育・医療機関の主要インフラ施設数を示すが、本事業予定地周辺2km以内には存在しない。

なお、就労者数の多い水産業および農業の生産量・生産高の内訳は図3-3-3-1および2のとおりである。

表3-3-3-2 職業別就労者数

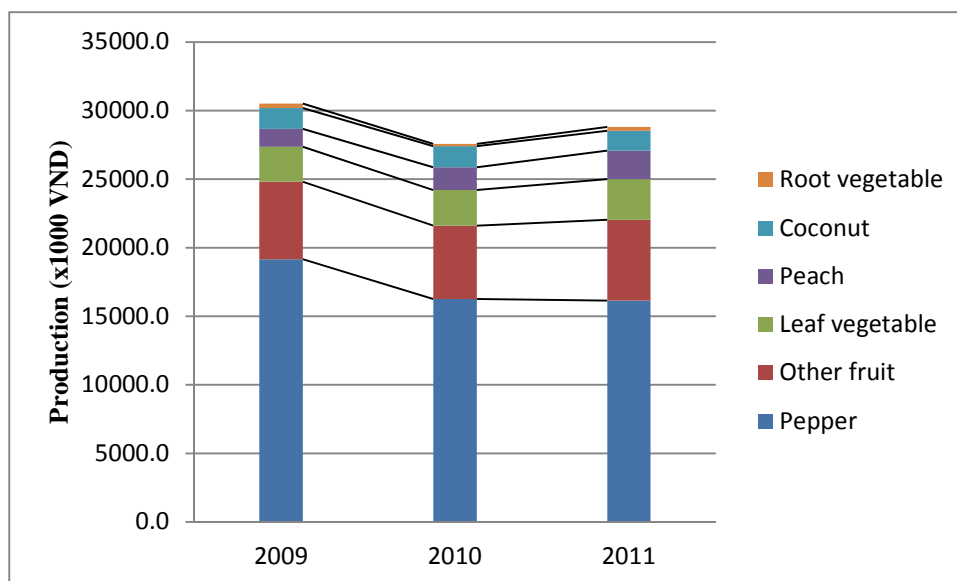
No.	職業	人口 (2009)	人口比率 (%)
1	水産業	13,546	14.94%
2	農業	7,446	8.21%
3	車両修理工場	3,552	3.92%
4	食品生産業	3,146	3.47%
5	州公務員	2,616	2.89%
6	ホテル、レストラン業	2,486	2.74%
7	運送業	2,430	2.68%
8	教育関連	970	1.07%
9	建築関連	857	0.95%
10	その他	2,410	2.66%
-	合計	39,459	43.52%
	未就労人口	51,212	56.48%

出典: Phu Quoc Census Book 2009



出典:フーコック統計局

図3-3-3-1 フーコック島内水産業生産量内訳



出典:フーコック統計局

図3-3-3-2 フーコック島内農業生産高内訳

表3-3-3-3 教育・医療機関の施設数

No	主要インフラ施設数	施設数
教育機関		
1	小学校	11
2	小中併設学校	7
3	中学校	6
医療機関		
1	病院	1
2	地方外科医院	1
3	地方メディカル・ケア・ステーション	43

出典: Phu Quoc Census Book 2009

(3) 観光客数

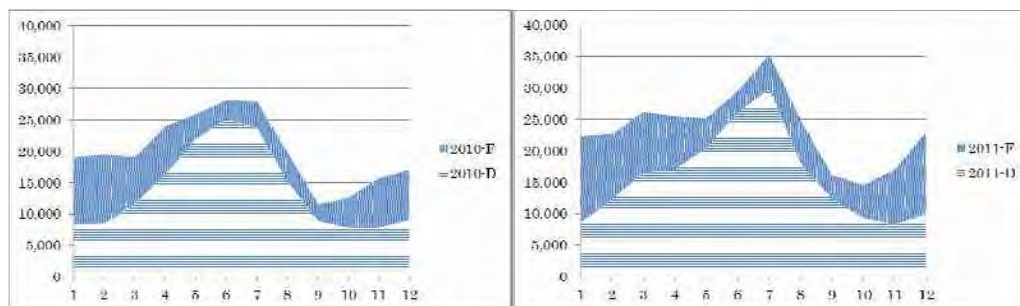
フーコック島に訪れる観光客数は表3-3-3-4に示すとおりであり、年々増加傾向にある。また図3-3-3-3には年間の月別観光客数の推移を示した。国内観光客は外国人観光客の約2倍となっている。外国人観光客は乾季（12-4月）に増加するものの、全体としてはベトナム国内がホリデーシーズンとなる5-7月に増加傾向がみられる。

また、2009年マスタープランにおいては、2020年の観光客数を200万人、2030年には500万人を見込んでいる。この数値に関しては特に説明となる記述は無いことから、努力目標として位置づけられているものと考えられる。

表3-3-3-4 フーコック島年間観光客数

年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
観光客数	130,400	148,200	160,200	184,100	220,350	239,794	282,270

出典: Phu Quoc Census Book 2009および調査団資料



凡例: F(foreign)/D(domestic) 出典:調査団資料

図3-3-3-3 フーコック島月別観光客数

(4) 土地利用

フーコック島の約7割は森林・生産林からなり、約2割は農地からなる。なお、事業実施を予定している地域の現在の土地利用に関しては、いずれも農業利用地となっており、それぞれ貯水池予定地は、主に材木の伐採や牛・豚の飼育などに利用されている雑木林と畑地（主に胡椒畑）から成り、設計によっては保護林区域を含む。浄水場予定地は雑木林（利用されている様子はない）と牛の放牧に利用されている草地、下水処理場予定地は雑木林（利用されている様子はない）となっている。

なお、保護林区域は、(4) 保護区に解説した国立公園等を含む特別利用林とは異なり、各省人民委員会が所定の手続きを経ることにより土地区分の変更、利用が可能であることから、用地利用上の大きな問題はない。

森林利用に関しては、関連法令に雑木等の利用等に関する規定が示されているものの、その権利の保護に関する明確な規定は示されていない。また、貯水池予定地は約90%が個人の借用地であり、用地取得に際して入会権の保護に関する問題は生じない。

2007年現在の土地利用状況および図を表3-3-3-5、図3-3-3-4に示す。

表3-3-3-5 フーコック島の土地利用状況（2007年現在）

No.	土地利用	面積(ha)	割合
1	市街地	872	1.5%
2	観光地	243	0.4%
3	スポーツ施設等その他の市街地	179	0.3%
4	公園・緑地	309	0.5%
5	空港・港湾等施設用地	969	1.6%
6	農地	11,351	19.3%
7	軍関係用地	1,880	3.2%
8	森林、生産林	41,757	70.9%
9	その他未使用地	1,355	2.3%
計		58,915	100.0%

出典: Phu Quoc Census Book 2009



出典：2009年マスタープラン資料を改変

図3-3-3-4 フーコック島（事業対象地付近）の土地利用図

(5) 水利用

貯水池の下流となるCua Can川に関して、調査団により2011年10月に行われた現地調査時には灌漑や漁業等の利水は確認されなかった。当該河川を管轄するキエンザン省自然資源環境局によれば下流域における利水は現在なく、また当該河川下流域のCua Can commune人民委員会によれば、漁業等の活動も行われていない。また、下水処理場の放流先の小河川に関しても利水はない。

調査団が現地住民等に対して行った聞き取りによれば、両河川での個人的な釣り等の漁獲行為も認められず、釣りは沖合での船釣りが通常との認識であった。

3.3.4 相手国の環境社会配慮制度・組織

(1) ベ国の環境社会配慮関連法規の概要

ベトナムの環境影響評価（EIA）制度は環境保護法（Law on Environmental Protection : LEP）No.52/2005/QH11および環境保護法実施ための政令（Decree No. 80/2006/ND-CP、No. 21/2008/ND-CP、No. 29/2011/ND-CP）において規定されている。

現行の環境保護法は2005年12月12日付国家主席令No. 29/2005/L/CTNで公布され、2006年7月1日より効力を発しており、第3章に戦略的環境アセスメント（SEA、14、15、16、17条）、環境影響評価（EIA、18、19、20、21、22、23条）、環境保護公約（EPC、24、25、26、27条）に関する条項が記されている。

更に環境保護法実施ための政令Decree No. 80/2006/ND-CP、No. 21/2008/ND-CP、No. 29/2011/ND-CPは、環境保護法の実施細則やEIA対象事業リスト、実施時期、EIA報告書に盛り込むべき内容、審査・承認権限および手続き等が規定されている。この中で、規模100,000m³以上の貯水池、規模500m³/d以上の生活排水の集中処理システム建設に関する事業はEIA報告書が必要となり、本事業の貯水池および下水処理コンポーネントに関しても該当する。なお、浄水場建設に関しては条件（50,000m³/d以上）に該当しないため、EIA報告書作成の必要はない。

EIA実施時期として事業実施前の24カ月以内にEIA報告書を作成しなければならないことが規定されており、以下の(2)に示す手続きに沿ってEIA報告書の審査・承認が行われる。

本事業に係るEIA報告書の審査・承認機関は、貯水池に関しては自然資源環境省（MONRE）または自然資源環境局（DONRE）であり、下水処理関連はDONREである。

EIA報告書作成段階においては、当該地域の人民委員会やプロジェクトによる影響が考えられるコミュニティーや組織の代表を対象としたステークホルダー協議の開催が、政令No. 29/2011/ND-CPによって定められている。

また、同政令は情報公開に関して、承認後のEIA報告書は、当局によって事業実施主体および当該地域環境部局に送付され、担当省人民委員会はEIA報告書のコピーを当該地域人民委員会に配布する旨を述べている。

環境社会配慮に関連する法規は表3-3-4-1に示すとおりである。

表3-3-4-1 関連法規と基準

No.	名 称
一般環境	
1	環境保護法（LEP）No.52/2005/QH11、2005年11月29日付国会決議、2005年12月12日付国家主席令
2	環境保護法の実施に関する細則および指針、2006年8月9日付政令No. 80/2006/ND-CP
3	政令No. 80/2006/ND-CPに対する改正と補完、2008年2月28日付政令No. 21/2008/ND-CP
4	戦略的環境アセスメント、環境影響評価、環境保護公約に対する指針、2008年12月8日付政令No. 05/2008/TT-BTNMT
大気、水質、騒音に関する基準	
1	大気環境基準（TCVN 5937-2005）
2	大気中有害物質の最大許容濃度（TCVN 5938-2005）

No.	名 称
3	無機物質および煤塵等の産業排出標準 (TCVN 5939-2005)
4	有機物質の産業排出標準 (TCVN 5940-2005)
5	産業排水基準 (QCVN 24-2009)
6	表流水水質環境基準 (QCVN 08-2008)
7	地下水水質環境基準 (QCVN 09-2008)
8	沿岸水域水質環境基準 (QCVN 10-2008)
9	騒音基準 (TCVN 5949-1998)
10	家庭排水基準 (QCVN 14-2008)
11	生活排水の集中処理場に対する一般環境的な要求 (TCVN 7222-2002)

出典: JICA調査団

(2) ベ国のEIA手続き

本事業に関するEIA報告書および審査・承認に関する手続きは下の図3-3-4-1に示すとおりである。

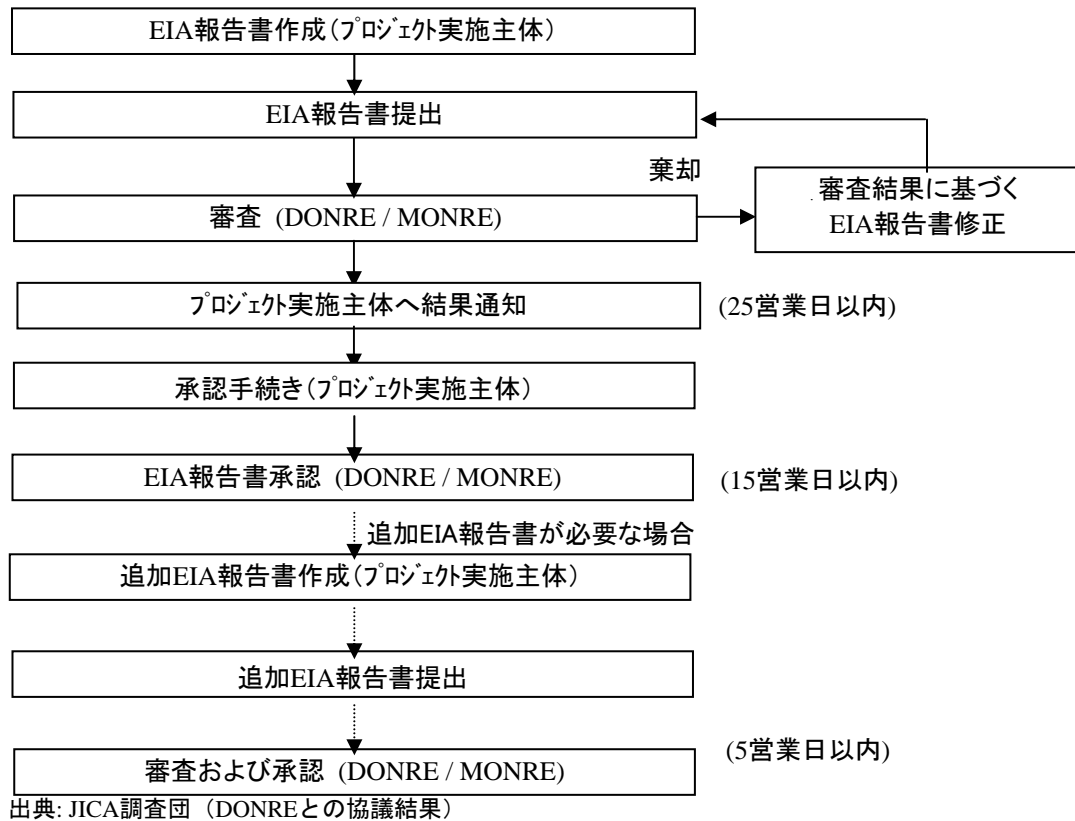


図3-3-4-1 EIA報告書および審査・承認に関する手続き

なお、EIA報告書に盛り込むべき内容は下記のとおりである。

- 1) 事業の概要（背景、EIAの調査方法等）
- 2) 事業に詳細な説明（事業名、事業実施機関、事業の内容等）
- 3) 事業実施地と隣接地域の環境の状態を包括的に評価する（環境や社会状況）
- 4) 事業実施時に発生する可能性のある環境への影響を詳細に評価する
- 5) 環境に対する悪影響を緩和する措置や、環境事故の防止、対処措置
- 6) 環境管理・モニタリング計画
- 7) 情報公開（事業実施地のコミュニンの人民委員会や住民代表等の意見）
- 8) 結論および提案
- 9) 評価の数値、データ等の出典等

3.3.5 代替案(ゼロオプションを含む)の比較検討

(1) 代替案の比較結果（上水道の水源）

上水道における代替案として 1)協力事業を実施しない場合、 2)地下水を水源として利用した水道供給、3)海水を水源として利用した淡水化浄水処理による水道供給、 4)貯水池を建設し、水源として利用する水道供給の四案を検討した。代替案の比較評価した結果を

表3-3-5-1に示した。実現可能性の観点から、貯水池建設案を採用とした。

表3-3-5-1 代替案の比較結果（水道）

	ゼロ・オプション (事業の非実施)	代替案1 地下水利用	代替案2 海水淡水化	代替案3 貯水池建設
フーコック島の上水道 整備への寄与	×	○	○	○
供給水量	—	— (比較的小さい)	○	◎
取水規制	—	×	—	—
建設費	—	— (比較的小さい)	×	△
維持費（水道料金）	—	△	×	△
フーコック島での雇用 機会の増加	—	○	○	◎
地下水への影響	—	×	—	△
洪水対策	—	—	—	○
防火用水	—	—	—	○
修景・景観	—	—	—	○
生物・生態系	—	—	—	△
土地利用	—	—	—	×
大気汚染	—	—	×	—
水質汚濁	—	—	×	—
廃棄物・廃液	—	—	×	△
騒音・振動	—	△	△	△
地形・地質	—	—	—	△
地球温暖化	—	△	×	△
非自発的住民移転	—	—	—	△
代替案の検討結果	不採用	不採用	不採用	採用
決定的な理由	水道水の不足	水道水の不足 地下水の枯渇	高コスト	実現可能性

【凡例】 —：影響なし、×：大きな負の影響、△：負の影響、○：正の効果、◎：大きい正の効果
(評価には需要の増大等、将来的な考慮も含む。)

(2) 代替案の比較結果（貯水池関連）

a. 規模

貯水池建設に関する最初の構想は、下に示すとおり2004年のマスタープランで示された大規模なものであった。その後、2009年のマスタープランで、CuaCan貯水池を含む、島内5箇所と比較的小さい貯水池に分散する計画に見直された。

また、2009年マスタープランに示された図では、CuaCan貯水池は国立公園内の3つの池

と公園外の1つの池として描かれている。しかし、この上流側貯水池は国立公園内であり、公園外の貯水池で計画水量も確保できることから、本調査では国立公園内の小規模貯水池建設を対象外とする。

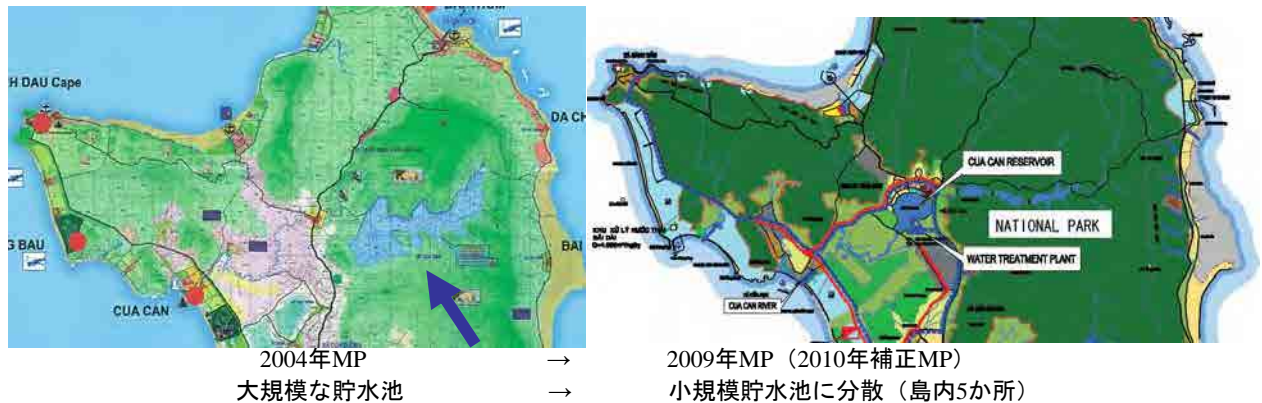


図3-3-5-1 貯水池構想の経緯

b. 立地

貯水池予定地の立地に関して、現在予定されている用地の上下流には国立公園の敷地が存在する。国立公園を避け、且つ $15,000,000\text{m}^3$ の容量を確保するためには、現在予定されているこの林地以外に貯水池としての候補地は見当たらないため、現在の立地が選定された。

c. 貯水方式

貯水池の造成予定地は、下図の(i)に示されたCua Can川の周辺である。2009年マスタープランにおいては、Cua Can川から南東側を掘削して川と一体となった貯水池が提案された(ii)。本調査においては、環境配慮上、Cua Can川への影響（生態系や下流における掃流効果の変化など）を最小化することが好ましいこと、地形を精査した結果、洪水リスクが高まること、掘削量が膨大となりコストも高くなることなどの配慮から(iii)に示す、河川-貯水池分離型を考案した。

当貯水方式の検討に係る詳細は、3.1.3 (4)-(5)に示した。

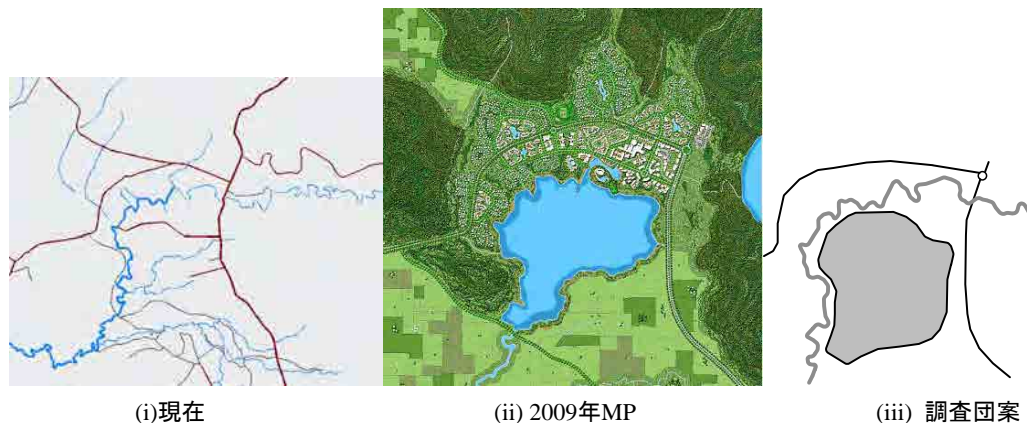


図3-3-5-2 貯水池の造成方式

(3) 代替案の比較結果（下水道）

下水道に関して、ゼロ・オプションと集中型下水処理案、分散型下水処理案（浄化槽等）を検討し、比較評価した結果を表3-3-5-2に示した。集中処理の優れた点として、安定した水質管理が可能であることが挙げられる。一方分散型はコスト減が期待されるものの、確実な水質向上を目標とすると高価な浄化槽等が必要となり、メリットは低くなる上、今後の排水規制等の動向によっては水質目標の達成が困難となる可能性も考えられる。また、個々の水質監視は大変困難であることが予想される。以上から、集中型下水処理案を採用する。

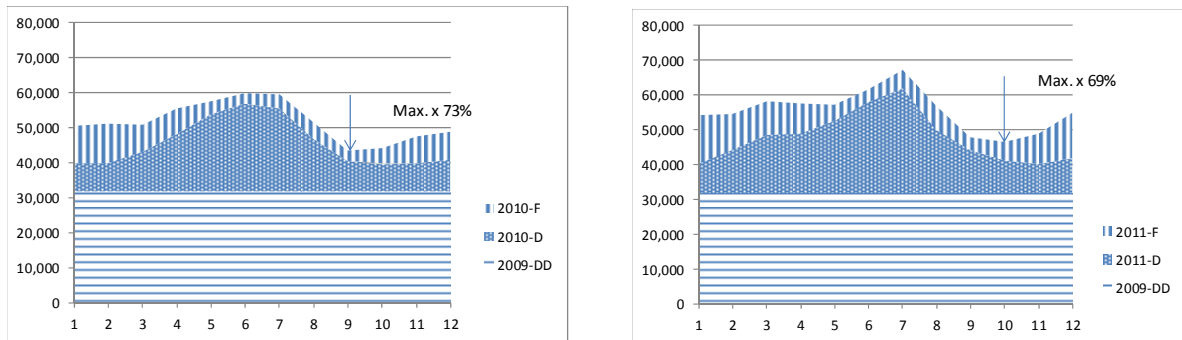
なお、集中型下水処理においては、処理能力が大きくなるため、観光シーズン外の余剰能力に関する懸念がある。そこで、観光宿泊の中心地であり、処理対象の中心でもあるDong Dong市街地の人口（2009年）をベースとして、観光客数を足して処理人口と仮定すると、図3-3-5-3に示すとおり、最大処理人口に対する最小人口は3割程度の減少であり、季節変動は問題となる程度ではないことが判る。

下水排除方式は合流式と分流式があるが、当該対象区域においては浸水の問題が発生していないこと、雨天時にも汚水の越流が発生せず放流先の水質汚濁防止に有効な観点から分流式の採用を予定している。

表3-3-5-2 代替案の比較結果（下水）

	ゼロ・オプション (事業の非実施)	代替案1 下水処理場（集中型）	代替案2 浄化槽等（分散型）
水質	×	○	△
臭気	×	○	△
公衆衛生	×	◎	○
建設費	—	×	×
維持費（下水道料金）	—	△	△
維持管理	—	○	△
フーコック島での雇用 機会の増加	—	○	○
廃棄物・廃液	×	△ (コンポスト化を検討)	△
代替案の検討結果	不採用	採用	不採用
決定的な理由	環境汚染	公衆衛生	水質管理の困難さ

【凡例】 —：影響なし、×：大きな負の影響、△：負の影響、○：正の効果、◎：大きい正の効果
(評価には発生下水の増大等、将来的な考慮も含む。)



凡例：F(foreign)/D(domestic)/DD(DoungDong) 出典:調査団資料

図3-3-5-3 処理人口の変動（試算）

3.3.6 スコーピング

(1) 貯水池等

貯水池等に関して提案するスコーピングを表3-3-6-1に示した。貯水池造成に伴う事業コンポーネントは貯水池、取水施設および導水管である。

表3-3-6-1 スコーピング-1（貯水池等）

環境項目	評価	工事前	工事中				供用時		
		用地取得	地形改変	建設機械の稼働	工事用車両の走行	プロジェクト関係者の流入	施設等の存在・稼働	車両・鉄道・船舶・航空機等の運行	人・物資の集積
1 大気汚染	B	D	B	B	B	D	D	D	D
2 水質汚濁	B	D	B	D	D	D	B	D	D
3 土壌汚染	D	D	D	D	D	D	D	D	D
4 廃棄物	B	D	B	D	D	D	D	D	D
5 騒音・振動	B	D	B	B	B	D	D	D	D
6 地盤沈下・土壌浸食	B	D	B	D	D	D	D	D	D
7 悪臭	B	D	D	D	D	D	B	D	D
8 地形・地質	A	D	A	D	D	D	A	D	D
9 底質	B	D	B	D	D	D	D	D	D
10 生物・生態系	B	D	B	D	D	D	B	D	D
11 水利用	B	D	B	D	D	D	D	D	D
12 事故・災害（リスク）	B	D	B	B	B	D	B	D	D
13 地球温暖化	B	D	D	D	D	D	B	D	D
14 非自発的住民移転	B	B	D	D	D	D	D	D	D
15 地域経済	A	A	D	D	D	D	D	D	D
16 土地利用等	A	D	A	D	D	D	A	D	D
17 社会組織	D	D	D	D	D	D	D	D	D
18 社会インフラ・サービス	C	D	D	D	D	D	C	D	D
19 貧困層・先住民族・少数民族	C	D	D	D	D	D	C	D	D
20 被害と便益の偏在	C	D	D	D	D	D	C	D	D
21 地域内の利害等	D	D	D	D	D	D	D	D	D
22 ジェンダー	D	D	D	D	D	D	D	D	D
23 子供の権利	D	D	D	D	D	D	D	D	D
24 文化遺産	D	D	D	D	D	D	D	D	D
25 HIV/AIDS 等の感染症	C	D	D	D	D	C	D	D	D

評価 A: 重大な負の影響が予想される。B: 何らかの負の影響が予想される。C: 負の影響の程度は不明。
D: 負の影響は予想されない。

表3-3-6-2 スコーピング案-1（貯水池等）の評価項目とその選定理由

評価	No.	項目	理由
A	8	地形・地質	平地を掘削し、周囲を盛土して貯水池を建設するため、地形を100ha以上の規模で改変させることになる。また、盛土部の崩落などが発生しないよう、設計・施工上の注意が必要である。
	15	地域経済	貯水池建設予定地である農業用地では、樹木の伐採を営む労働者が見られ、この生業により生計を立てている場合には重大な負の影響が予想される。
	16	土地利用等	
B	1	大気汚染	建設工事に伴い排気ガスやダストが発生する。環境基準に抵触するような物質の発生は予想されないが、大規模な掘削に伴う土埃の飛散等が懸念され、防塵カバーや散水等の配慮が必要と考えられる。
	2	水質汚濁	貯水池は河川とは別に建設する計画であるため下流の水質に与える影響は大きくないと予想される。取水施設の建設の際は短期的に濁水の発生が予想されるが、河川の底質環境に変化を及ぼす大量の土砂の流出は予想されない。なお、当該河川を管轄する自然資源環境局によれば下流域における利水は現在なく、また当該河川下流域のCua Can commune人民委員会によれば、漁業等の活動も行われていない。 また、将来的には貯水池における富栄養化により生じる水質悪化が懸念される。本事業の後続計画としてこの地区の下水道整備が計画される予定である。現在、下水道接続に関する義務が無いが、下水道事業の成立のためには接続が前提であり、今後義務化等に関して確認が必要である。
	4	廃棄物	各施設における建設工事に伴い廃棄物が生じるため、処分方法等の確認が必要である。
	5	騒音・振動	各施設における建設工事に伴い、騒音・振動が発生する。貯水池の周囲に近接した居住区は予想されていないが、一時的あるいは連続的な騒音・振動の被害が予想される場合は低騒音・低振動型の建設機械の採用などの配慮が必要である。資材等の搬入・搬出に関する道路利用時は、運搬車両の速度を抑えるなどの配慮が必要である。
	6	地盤沈下・土壌浸食	ボーリング調査結果等の地質、地下水状況の検討を行い、地盤沈下・土壌浸食の発生しない設計とする。
	7	悪臭	貯水池内の水質が周辺からの未処理下水の流入等により悪化する際は、悪臭が発生する可能性がある。これは富栄養化によりアオコ等が発生し、魚類等が死滅し、死骸が腐敗して臭気を発するためである。本事業の後続計画としてこの地区の下水道整備が計画される予定である。現在、下水道接続に関する義務が無いが、下水道事業の成立のためには接続が前提であり、今後義務化等に関して確認が必要である。
	9	底質	水質汚濁の項に挙げたように、影響は小さいと考えられるものの、土砂の流出等には十分注意する必要がある。
	10	生物・生態系	貯水池建設予定地は広大な農業用地（主に伐採の対象となっている二次林）と、設計によっては保護林区域を含む地域である。現地踏査に同行した森林局によれば保護林区域内を含め、保護対象の樹木はない。またフーコック国立公園管理局によれば、当該地域に希少種の生息は無いが、広大な敷地内にはアカハラシキチョウ(Copsychus malabaricus)や家畜用の雑種豚(Susscrota)の生息が報告されており、他の鳥類や哺乳類などの存在も想定される。林が池に変われば、これらの動物には移動が強制されるため、負の影響が予想される。

評価	No.	項目	理由
	11	水利用	6-5に示すように、貯水池は河川とは別に建設する計画であるため下流の水質に与える影響は僅少と予想される。取水施設の建設の際は短期的に濁水の発生が予想されるが、河川の底質環境に変化を及ぼす大量の土砂の流出は予想されない。なお、当該河川を管轄する自然資源環境局によれば下流域における利水は現在なく、また当該河川下流域のCua Can commune人民委員会によれば、漁業等の活動も行われていない。また、取水は雨季の増水時にのみ行うため乾季の最低水量維持も可能であり、貯水池供用時もCua Can 川の河川環境は従前と大きく変わらない。
	12	事故	各施設における建設工事に関しては事故のリスクがあるため、安全管理に配慮が必要である。また、貯水池においても親水目的も考えられていることから、構造上の危険箇所などが存在しないように設計・施工に留意が必要である。取水施設に関しても同様の配慮が必要と考えられる。
	13	地球温暖化	取水施設における取水または浄水場への導水にポンプを使用する際は電力消費量を抑えるための、省エネルギー化への配慮が必要である。
	14	用地取得・住民移転	建設予定地の90%程度は私有地と見込まれており、100ha以上の用地取得が必要である。現段階で少なくとも数十人以上の住民移転が発生すると見込まれており、簡易住民移転計画の作成、および同計画に基づく移転の実施が必要である。なお、建設発生土は貯水池の堤体として利用されるため、仮置きに係る用地取得の必要はない。
C	18	社会インフラ・サービスの	現時点では、貯水池の供用開始に伴い、将来的に社会インフラ・サービスに与える正の影響が見込まれるが、既存の社会インフラ・サービスへの負の影響に関しては不明であり、調査が必要である。
	19	少数民族・貧困層	用地内に少数民族出身で、他所から婚姻のため転入した女性が1名確認されているが、伝統的な土地の利用や文化財の存在は認められない。 貧困層の存在に関しては現在不明であり、調査が必要である。
	20	被害と便益の偏在	貯水池供用開始後、例えば移転者が水道サービスの受益を得られないような便益の偏在を防止するような計画等は現在不明であり、調査が必要である。
	25	HIV/AIDS 等の感染症	各施設における建設工事に伴い、外部からの労働者の長期滞在が予想される。これに伴い起こりうる感染症の増加に関しては予測が困難であるが、世銀の関連プロジェクトで既に同問題に取り組んでいるDepartment of Health等と協議して対応策を検討する。
D	3	土壌汚染	工事中の廃棄物が土壌に浸透廃棄されることはない。
	17	社会組織	貯水池の供用開始に伴う社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織の形成は予想されない。
	21	地域内の利害等	貯水池周辺地域は新たに将来的に造られる造成地であり、地域内の利害等の発生は予想されない。
	22	ジェンダー	貯水池利用に関して、性的差別の発生は予想されない。
	23	子供の権利	貯水池利用に関して、子供の権利の侵害は予想されない。
	24	文化遺産	建設用地に文化遺産は存在しない。

(2) 上水施設

上水施設に関して提案するスコーピングを表3-3-6-2に示した。

表3-3-6-3 スコーピング-2 (上水施設)

環境項目	評価	工事前	工事中					供用時					
		用地取得	浄水場	送水管	ポンプ施設	配水池	配水管	浄水場	送水管	ポンプ施設	配水池	配水管	サービス
1 大気汚染	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2 水質汚濁	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
3 土壌汚染	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
4 廃棄物	B	D	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D
5 騒音・振動	B	D	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D	D
6 地盤沈下・土壌浸食	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
7 悪臭	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
8 地形・地質	B	D	B	D	C	C	C	D	D	D	D	D	D
9 底質	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
10 生物・生態系	C	D	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
11 水利用	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
12 事故・災害 (リスク)	B	D	B	B	B	B	B	B	D	D	D	D	D
13 地球温暖化	B	D	D	D	D	D	D	B	D	B	D	D	D
14 用地取得・住民移転	B	B	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
15 地域経済	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
16 土地利用等	B	D	B	D	C	C	C	D	D	D	D	D	D
17 社会組織	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
18 社会インフラ・サービス	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
19 貧困層・先住民・少数民族	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
20 被害と便益の偏在	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
21 地域内の利害等	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
22 ジェンダー	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
23 子供の権利	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
24 文化遺産	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
25 HIV/AIDS 等の感染症	C	D	C	C	C	C	C	D	D	D	D	D	D

評価 A: 重大な負の影響が予想される。B: 何らかの負の影響が予想される。C: 負の影響の程度は不明。
D: 負の影響は予想されない。

表3-3-6-4 スコーピング案-2（浄水施設）の評価項目とその選定理由

評価	No.	項目	理由
B	4	廃棄物	各施設における建設工事に伴い廃棄物が生じるため、処分方法等の確認が必要である。また配水管理設工事に伴い、建設発生土が生じる。発生土は埋戻しや施設内利用が可能であるため、大規模な発生は予想されないが、使い切れない部分に関しては埋立等の処分が必要と想定される。
	5	騒音・振動	送配水管、ポンプ施設建設に当たって、騒音・振動が発生する。一時的あるいは連続的な騒音・振動の被害が予想される場合は低騒音・低振動型の建設機械の採用などの配慮が必要である。浄水場に関しては、詳細位置が確定していないため、今後の調査が必要であるが、居住区から離れた地域を予定しているため、影響は軽微であると想定される。資材等の搬入・搬出に関しては運搬車両の速度を抑えるなどの配慮が必要である。
	6	地盤沈下・土壌浸食	ボーリング調査結果等の地質、地下水状況の検討を行い、地盤沈下・土壌浸食の発生しない設計とする。
	8	地形・地質	浄水場用地に関しては、貯水池造成コンポーネントに含むこととする。
	12	事故	各施設における建設工事、および浄水場の運転に関しては事故のリスクがあるため、安全管理に配慮が必要である。
	13	地球温暖化	浄水圧送等による電力消費量を抑えるための、省エネルギー化への配慮が必要である。
	14	用地取得・住民移転	浄水場用地に関しては、貯水池造成コンポーネントに含むこととする。
	16	土地利用等	浄水場予定地は数haの限定的な土地利用であるが、施工時は裸地となるため、土埃の発生などが周囲に及ぼす影響を考慮し、散水による除塵を行う。また表土流出（高濁度排水）による近隣河川への影響緩和対策として敷地内集水および排水前の低濁度処理（凝集沈澱等）を行う。また、施工後は緑地化等の対策を設計に反映し、裸地として残さないための対策をする。なお、配水池に係る施設においては、計画が途上であることから、土地利用の際には十分配慮するものとする。
C	10	生物・生態系	放流水を生じさせないクローズドとする計画であり、生物・生態系への影響は小さいものと考えられるが、土地利用に関して、貯水池造成コンポーネントとしてEIAにおける生物調査が必要である。
	15	地域経済	現時点では、水道サービスの開始に伴い、雇用の拡大などの正の影響が見込まれるが、負の影響に関しては不明であり、調査が必要である。
	18	社会インフラ・サービス	現時点では、水道サービスの開始に伴い、社会インフラ・サービスに与える正の影響が見込まれるが、負の影響に関しては不明であり、調査が必要である。
	19	少数民族・貧困層	水道サービスの料金形態等が未定であることから、貧困層に与える負の影響に関して留意が必要である。
	20	被害と便益の偏在	水道整備に関して、水道供給区域は広域であり地域的な便益の遍在は不明であり、関連機関との協議が必要である。
	25	HIV/AIDS等の感染症	各施設における建設工事に伴い、外部からの労働者の長期滞在が予想される。これに伴い起こりうる感染症の増加に関しては予測が困難であるが、世銀の関連プロジェクトで既に同問題に取り組んでいるDepartment of Health等と協議して対応策を検討する。
D	1	大気汚染	建設工事に伴い排気ガスやダストが発生するが、影響は一時的であり、環境基準に抵触するような物質の発生は予想されないため、影響は軽微と考えられる。
	2	水質汚濁	ろ過池の逆流洗浄排水などは洗浄排水池に入れ、洗浄排水池の上澄水を着水井に返送する設計のため、洗浄排水の河川放流はない。
	3	土壌汚染	工事中の廃棄物や供用時の排水が土壌に浸透廃棄されることはない。

評価	No.	項目	理由
	7	悪臭	消毒のための塩素による臭気は、作業員の安全を確保するレベルで制御されるため、外部に臭気として影響するものではない。その他、特に浄水施設から生ずる臭気は予想されない。
	9	底質	排水の河川放流は発生せず、底質へ影響は想定されない。
	11	水利用	排水の河川放流は発生しない。
	17	社会組織	現時点では、水道サービスの開始に伴う社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織の形成は予想されない。
	21	地域内の利害等	各地域における給水には偏差はなく、地域内の利害等の発生は予想されない。
	22	ジェンダー	水道利用に関して、性的差別の発生は予想されない。
	23	子供の権利	水道利用に関して、子供の使用に関する制限は予想されない。
	24	文化遺産	建設用地に文化遺産は確認されておらず、新たに見つかった場合には用地の変更等、適切に対応する。

(3) 下水施設

下水施設に関して提案するスコーピングを表3-3-6-3に示した。

表3-3-6-5 スコーピング-3 (下水施設)

環境項目	評価	工事前		工事中				供用時			
		用地取得	汚水管	ポンプ施設	下水処理場	放流(暗)渠	汚水管	ポンプ施設	下水処理場	放流(暗)渠	サービス
1 大気汚染	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2 水質汚濁	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
3 土壌汚染	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
4 廃棄物	B	D	B	B	B	B	D	D	B	D	D
5 騒音・振動	B	D	B	B	B	B	D	D	D	D	D
6 地盤沈下・土壌浸食	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
7 悪臭	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
8 地形・地質	B	D	D	D	B	D	D	D	D	D	D
9 底質	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
10 生物・生態系	C	D	D	D	C	C	D	D	D	D	D
11 水利用	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
12 事故・災害 (リスク)	B	D	B	B	B	B	D	D	B	D	D
13 地球温暖化	B	D	D	D	D	D	D	D	B	D	D
14 用地取得・住民移転	B	B	D	D	C	C	D	D	D	D	D
15 地域経済	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
16 土地利用等	B	D	D	D	B	B	D	D	D	D	D

環境項目	評価	工事前	工事中				供用時				
		用地取得	污水管	ポンプ施設	下水処理場	放流(暗)渠	污水管	ポンプ施設	下水処理場	放流(暗)渠	カーブ
17 社会組織	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
18 社会インフラ・サービス	C	D	C	C	D	D	D	D	D	D	C
19 貧困層・先住民・少数民族	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
20 被害と便益の偏在	C	D	D	D	D	D	D	D	D	D	C
21 地域内の利害等	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
22 ジェンダー	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
23 子供の権利	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
24 文化遺産	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
25 HIV/AIDS 等の感染症	C	D	C	C	C	C	D	D	D	D	D

評価 A: 重大な負の影響が予想される。B: 何らかの負の影響が予想される。C: 負の影響の程度は不明。
D: 負の影響は予想されない。

表3-3-6-6 スコーピング案-3（下水施設）の評価項目とその選定理由

評価	No.	項目	理由
B	4	廃棄物	各施設における建設工事に伴い廃棄物が生じるため、処分方法等の確認が必要である。下水管理設工事に伴い、建設発生土が生じる。発生土は埋戻しや施設内利用が可能であるため、大規模な発生は予想されないが、使い切れない部分に関しては埋立等の処分が必要と想定される。樹木の伐採が生じた場合は売却処分とする。供用時の沈砂・し渣は脱水後埋め立て処分とする。下水汚泥に関しては脱水・減量化を経て埋め立て処分を基本として、コンポスト化の可能性を検討する。
	5	騒音・振動	污水管、ポンプ施設建設に当たって、騒音・振動が発生する。一時的あるいは連続的な騒音・振動の被害が予想される場合は低騒音・低振動型の建設機械の採用などの配慮が必要である。下水処理場・放流渠に関しては詳細位置が確定していないため、今後の調査が必要であるが、居住区から離れた地域を予定しているため、影響は軽微であると想定される。資材等の搬入・搬出に関しては運搬車両の速度を抑えるなどの配慮が必要である。
	6	地盤沈下・土壌浸食	ボーリング調査結果等の地質、地下水状況の検討を行い、地盤沈下・土壌浸食の発生しない設計とする。
	7	悪臭	污水管、ポンプ施設、放流渠はクロズドで臭気の発散はなく、下水処理場においても、臭気発生施設においては覆蓋、脱臭設備、バッファゾーン等による対策を施すこととする。
	8	地形・地質	下水処理場用地に関しては、整地化が必要であるが、丘陵地ではないため、地形の改変は最小限に抑えることが可能と想定される。
	12	事故	各施設における建設工事、および下水処理場の運転に関しては事故のリスクがあるため、安全管理に配慮が必要である。
	13	地球温暖化	下水の生物処理過程において、二酸化炭素が発生する。通常、地球温暖化に寄与するレベルではないが、正常運転に留意する必要がある。また、揚水ポンプ、送風機、脱水機等電力消費量の大きな機器を使用するが、電力消費量を抑えるための、省エネルギー化への配

評価	No.	項目	理由
			慮が必要である。
	14	用地取得・住民移転	現在下水処理場の建設を想定している地域にて用地取得が必要であるため、簡易住民移転計画の作成、および同計画に基づく用地取得および移転の実施が必要である。なお、処理場建設は農業用地を利用する計画であり、自然林等の利用の問題はない。
	16	土地利用等	下水処理場予定地は数haの限定的な土地利用であるが、施工時は裸地となるため、土埃の発生などが周囲に及ぼす影響を考慮し、散水による除塵等を行う。また、表土流出（高濁度排水）による近隣河川への影響緩和対策として敷地内集水および排水前の低濁度処理（凝集沈澱等）等を行う。また、施工後は緑池化等の対策を設計に反映し、裸地として残さないための対策をする。
C	10	生物・生態系	下水処理場用地は開発用地内を予定しており、生物・生態系への配慮に関する必要性は低い。また用地は数haであり、周辺を含め、フーコック国立公園管理局の生物生息域マップにも特に生息動物の記載はない。放流水質にも十分配慮がなされ、生物・生態系への影響は小さいものと考えられるが、現地踏査等が未実施であるため、今後の確認を予定している。
	15	地域経済	水道サービスの開始に伴い、雇用の拡大などの正の影響が見込まれるが、負の影響に関しては不明であり、調査が必要である。
	18	社会インフラ・サービス	下水道サービスの開始に伴い、社会インフラ・サービスに与える正の影響が見込まれるが、負の影響に関しては不明であり、調査が必要である。
	19	貧困層	用地内および周辺には先住民族・少数民族の存在は認められない。下水サービスの料金形態等が未定であることから、貧困層に与える負の影響に関して留意が必要である。
	20	被害と便益の偏在	下水道整備に関して、被害は予想されない。整備には優先順位があることから、短期的には便益の偏在が予想されるが、長期的に影響しない事業計画とする必要がある。
	25	HIV/AIDS等の感染症	各施設における建設工事に伴い、外部からの労働者の長期滞在が予想される。これに伴い起こりうる感染症の増加に関しては予測が困難であるが、世銀の関連プロジェクトで既に同問題に取り組んでいるDepartment of Health等と協議して対応策を検討する。
D	1	大気汚染	建設工事に伴い排気ガスやダストが発生するが、影響は一時的あり、環境基準に抵触するような物質の発生は予想されないため、影響は軽微と考えられる。
	2	水質汚濁	下水処理工程は排水基準を十分に満たすよう設計されるため、水質汚濁に寄与する可能性は十分低い。なお、排水には適切なモニタリングを実施する。集水方式は分流式とし、合流式下水道で問題となる雨天時未処理越流水の発生に伴う水質悪化の心配はない。
	3	土壌汚染	工事中の廃棄物や供用時の放流水が土壌に浸透廃棄されることはない。
	9	底質	水質汚濁が想定されないため、底質へ影響する可能性は十分低い。
	11	水利用	放流先は河口に近い小河川であり、下流での水利用や漁業活動はない。
	17	社会組織	現時点では、下水道サービスの開始に伴う社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織の形成は予想されない。
	21	地域内の利害等	下水道利用に関して、地域内の利害等の発生は予想されない。
	22	ジェンダー	下水道利用に関して、性的差別の発生は予想されない。
	23	子供の権利	下水道利用に関して、子供の使用に関する制限は予想されない。
	24	文化遺産	建設用地に文化遺産は確認されておらず、新たに見つかった場合には用地の変更等、適切に対応する。

3.3.7 影響予測・評価

スコアリングに基づき、本調査において影響を予測・評価した結果を表3-3-8-1～3に示した。評価結果がAおよびBの項目については、対応策を示した。その内、多くの項目に関しては環境管理計画（EMP、EIA報告書案に含まれる）および簡易住民移転計画案（ARP）に対応策を記載した。その他の要協議・要調査項目に関しては、今後の事業主体による対応が必要である。

表3-3-7-1 影響予測・評価結果-1（貯水池等）

環境項目	スコアリング評価	影響予測・評価結果	理由 / 対策
1 大気汚染	B	B	建設工事に伴い排気ガスやダストが発生する。環境基準に抵触するような物質の発生は予想されないが、大規模な掘削に伴う土埃の飛散等が予想される。
	EMP		散水等の配慮
2 水質汚濁	B	B	貯水池は河川とは別に建設する計画であるため下流の水質に与える影響は大きくないと予想される。取水施設の建設の際は短期的に濁水の発生が予想されるが、大量の土砂の流出は予想されない。
	EMP		水質の監視（建設前の水質検査は既に実施済み）
3 土壌汚染	D	D	工事中の廃棄物が土壌に浸透廃棄されることはない。
4 廃棄物	B	B	各施設における建設工事に伴い、伐採木材、建設発生土、臨時作業場の解体に伴う廃材、その他建設廃材、一般廃棄物、し尿等が生じる。
	EMP		適切な廃棄物処理
5 騒音・振動	B	B	建設工事に伴い、騒音・振動が発生する。
	EMP		建設前の騒音現況調査、将来（施工時）予測および対策案の策定、低騒音・低振動型の建設機械の採用や、資材等の搬入・搬出時の運搬車両の速度を抑えるなどの配慮を行う。
6 地盤沈下・土壌浸食	B	D	ボーリング調査結果に基づき、地盤沈下・土壌浸食の発生しない設計とする。
7 悪臭	B	D	周辺の下水道整備により、未処理下水の流入を防ぎ、水質悪化を防止する。
8 地形・地質	A	B	ボーリング調査結果から斜面崩壊や浸食、また盛土部の崩落などは予想されない。しかし、平地を掘削し、周囲を盛土して貯水池を建設するため、異変の監視が必要である。
	EMP		地形等の変化に伴う異変の監視。
9 底質	B	B	河川への影響は小さいと考えられるものの、土砂の流出に留意する必要がある。
	EMP		水質の監視
10 生物・生態系	B	B	貯水池建設予定地は主に農業用地である。農業地方開発局および人民委員会によれば保護対象の樹木はない。また当該地域に希少動物の生息も予想されていないが、詳しい調査が必要である。また、同予定地にはベトナム固有のトカゲ等が生息する可能性があることから、緩和策が必要である。
	調査		<ul style="list-style-type: none"> ・植生調査（存在する植物の種類のリスタアップおよび分布状況の把握調査）を行う。 ・動物調査（以下に示す調査を基本とし、事業対象地および周辺への影響に関

			しても配慮する。) ○哺乳類（フィールドサイン調査、トラップ調査） ○鳥類（ラインセンス調査） ○爬虫類・両生類（任意確認・採取調査） ○昆虫類（任意採取調査、トラップ調査）
	EMP		トップ & リース、労働者への啓蒙・教育、段階的着工の検討
11 水利用	B	B	下流河川における灌漑利用や漁業活動などの利水はないが、貯水池の掘削が、周辺の浅井戸に与える影響を配慮し、監視が必要である。
	EMP		地形等の変化に伴う異変の監視
12 事故・災害（リスク）	B	B	構造上の安全性は設計上確保する。建設工事に関しては事故のリスクがある。
	EMP		安全管理
13 地球温暖化	B	D	取水施設における取水および浄水場への導水に係るポンプに関して、設計上省エネルギー化への配慮を行う。
14 非自発的住民移転	B	B	建設予定地の90%程度は私有地と見込まれており、200ha程度の用地取得が必要である。現段階で少なくとも数十人の住民移転が発生すると見込まれており、簡易住民移転計画の作成、および同計画に基づく移転の実施が必要である。なお、建設発生土は直ちに売却が可能であり、万一仮置きが必要となった際も建設地内で可能であり、そのための用地取得の必要はない。
	ARP		住民への移転および補償
15 地域経済	A	B	貯水池建設予定地内には多くの農業用地があるが、補償により対応する。なお、予定地内は細かく区画されており、それぞれ私的な土地所有（利用）者が決まっている。そのため予定地内における山林入会権保護の問題は無く、また土地所有者以外で生計を立てている労働者は居ないものと見られている。
	ARP		土地所有者への適切な補償
16 土地利用等	A	B	ボーリング調査結果から斜面崩壊や浸食、また盛土部の崩落などは予想されない。しかし、平地を掘削し、周囲を盛土して貯水池を建設し、施工時は裸地となるため、一定の配慮が必要である。
	EMP		土埃の発生などが周囲に及ぼす影響を考慮し、散水による除塵を行う。また表土流出（高濁度排水）による近隣河川への影響緩和対策として敷地内集水および排水前の低濁度処理（凝集沈澱等）を行う。
17 社会組織	D	D	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織に与える悪影響は予想されない。
18 社会インフラ・サービス	C	D	地域人民委員会との協議により、特に悪影響は予想されないことを確認した。
19 貧困層・先住民・少数民族	C	D	用地内および周辺には貧困層の存在は認められない。なお、Khomeと呼ばれる少数民族出身の女性が1名居るが、他の土地から嫁いできた方であり、伝統的・文化的な資財等は用地内に存在せず、移転に関しては問題ない。
20 被害と便益の偏在	C	B	貯水池建設に際しては住民移転が発生し、被害は容易に生じやすく、移転問題に関しては特別な配慮が必要である。
	ARP		適切な補償
21 地域内の利害等	D	D	地域人民委員会との協議により、特に悪影響は予想されないことを確認した。
22 ジェンダー	D	D	貯水池利用に関して、性的差別の発生は予想されない。
23 子供の権利	D	D	貯水池利用に関して、子供の権利の侵害は予想されない。
24 文化遺産	D	D	建設用地に文化遺産は存在しない。
25 HIV/AIDS 等の感染症	C	B	各施設における建設工事に伴い、外部からの労働者の長期滞在が予想される。
	EMP		衛生対策・教育に関するプログラム利用や実施段階における地域健康局との連携。

評価 A: 重大な負の影響が予想される。B: 何らかの負の影響が予想される。C: 負の影響の程度は不明。
D: 負の影響は予想されない。

表3-3-7-2 影響予測・評価結果-2（浄水施設）

環境項目	スコア	評価結果	理由 / 対策
1 大気汚染	D	D	建設工事に伴い排気ガスやダストが発生するが、影響は一時的あり、環境基準に抵触するような物質の発生は予想されないため、影響は軽微と考えられる。
2 水質汚濁	D	D	ろ過池の逆流洗浄排水などは洗浄排水池に入れ、洗浄排水池の上澄水を着水井に返送する設計のため、洗浄排水の河川放流はない。
3 土壌汚染	D	D	工事中の廃棄物や供用時の排水が土壌に浸透廃棄されることはない。
4 廃棄物	B	B	各施設における建設工事に伴い、建設発生土が生じる。発生土は埋戻しや施設内利用が可能であるため、大規模な発生は予想されず、使い切れない部分についても売却が可能である。浄水汚泥に関しては有害物質の混入が予想されないため、農地等への有価物としての売却が可能であり、また廃棄物としての埋め立て処分場への受け入れも確認済みである。
	EMP		廃棄物適正処分の監視
5 騒音・振動	B	B	建設工事に伴い、騒音・振動が発生する。
	EMP		建設前の騒音現況調査、将来（施工時）予測および対策案の策定、低騒音・低振動型の建設機械の採用や、資材等の搬入・搬出時の運搬車両の速度を抑えるなどの配慮を行う。
6 地盤沈下・土壌浸食	D	D	ボーリング調査結果に基づき、地盤沈下・土壌浸食の発生しない設計とする。
7 悪臭	D	D	消毒のための塩素による臭気は、作業員の安全を確保するレベルで制御されるため、外部に臭気として影響するものではない。その他、特に浄水施設から生ずる臭気は予想されない。
8 地形・地質	B	D	浄水場の用地確保は貯水池造成計画に含まれる。
9 底質	D	D	排水の放流が想定されないため、底質へ影響する可能性は無い。
10 生物・生態系	C	D	浄水場の用地確保は貯水池造成計画に含まれる。
11 水利用	D	D	周辺の水利用に関して、悪影響は予想されない。
12 事故・災害（リスク）	B	B	浄水場施設における構造上の安全は設計上確保される。浄水場運営上の安全は一般にマニュアル等により確保される。建設工事に関しては事故のリスクがある。
	EMP		安全管理
13 地球温暖化	B	D	浄水圧送等による電力消費量を抑えるため、省エネルギー化を設計上配慮する。
14 非自発的住民移転	B	D	浄水場の用地確保は貯水池造成計画に含まれる。
15 地域経済	C	D	地域人民委員会との協議により、特に悪影響は予想されないことを確認した。
16 土地利用等	B	D	浄水場の用地確保は貯水池造成計画に含まれる。
17 社会組織	D	D	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織に与える悪影響は予想されない。
18 社会インフラ・サービス	C	D	地域人民委員会との協議により、特に悪影響は予想されないことを確認した。
19 貧困層・先住民・少数民族	C	D	地域人民委員会との協議により、特に悪影響は予想されないことを確認した。
20 被害と便益の偏在	C	D	地域人民委員会との協議により、特に悪影響は予想されないことを確認した。
21 地域内の利害等	D	D	各地域における給水には偏差はなく、地域内の利害等の発生は予想されない。
22 ジェンダー	D	D	水道供給事業に関して、性的差別の発生は予想されない。

23 子供の権利	D	D	水道供給事業に関して、子供の権利の侵害は予想されない。
24 文化遺産	D	D	建設用地に文化遺産は存在しない。
25 HIV/AIDS 等の感染症	C	B	各施設における建設工事に伴い、外部からの労働者の長期滞在が予想される。
	EMP		衛生対策・教育に関するプログラム利用や実施段階における地域健康局との連携。

評価 A: 重大な負の影響が予想される。B: 何らかの負の影響が予想される。C: 負の影響の程度は不明。
D: 負の影響は予想されない。

表3-3-7-3 影響予測・評価結果-3（下水施設）

環境項目	スコア	評価	理由 / 対策
1 大気汚染	D	D	建設工事に伴い排気ガスやダストが発生するが、影響は一時的あり、環境基準に抵触するような物質の発生は予想されないため、影響は軽微と考えられる。
2 水質汚濁	D	D	下水処理工程は排水基準を十分に満たすよう設計され、適切に水質管理され、また水質監視されるため、水質汚濁に寄与する可能性は十分低い。なお集水方式は分流式とし、合流式下水道で問題となる雨天時未処理越流水の発生に伴う水質悪化は発生しない。
3 土壌汚染	D	D	工事中の廃棄物や供用時の排水が土壌に浸透廃棄されることはない。
4 廃棄物	B	B	各施設における建設工事に伴い、建設発生土が生じる。発生土は埋戻しや施設内利用が可能であるため、大規模な発生は予想されず、使い切れない部分に関しても売却が可能である。発生汚泥に関しては工業排水の受け入れ等はないことから有害物質は含まれない。廃棄物としての埋め立て処分場への受け入れが可能であり環境影響は生じないが、適正な監視を行う必要がある。
	EMP		廃棄物適正処分の監視
5 騒音・振動	B	B	建設工事に伴い、騒音・振動が発生する。
	EMP		建設前の騒音現況調査、将来（施工時）予測および対策案の策定、低騒音・低振動型の建設機械の採用や、資材等の搬入・搬出時の運搬車両の速度を抑えるなどの配慮を行う。
6 地盤沈下・土壌浸食	D	D	ボーリング調査結果に基づき、地盤沈下・土壌浸食の発生しない設計とする。
7 悪臭	D	D	汚水管、ポンプ施設、放流渠はクローズドで臭気の発散はなく、下水処理場においても、臭気発生施設においては覆蓋、脱臭設備、バッファゾーン等による対策が施される。
8 地形・地質	B	D	下水処理場用地に関しては、整地化が必要であるが、平地を選定するため地形の改変は最小限に抑えることが可能である。
9 底質	D	D	水質汚濁が想定されないため、底質へ影響する可能性は十分低い。
10 生物・生態系	C	B	下水処理場用地は現在農地であり、また将来の開発用地となっており、生物・生態系への配慮に関する必要性は低い。また用地は数haと限定的であり、周辺を含め、フーコック国立公園管理局の生物生息域マップにも野生動物の記載はない。放流水質にも十分配慮がなされ、生物・生態系への影響は小さいものと考えられるが、現地踏査による確認が必要である。
	調査		<ul style="list-style-type: none"> ・ 植生調査（存在する植物の種類のリスタアップおよび分布状況の把握調査）を行う。 ・ 動物調査（以下に示す調査を基本とし、事業対象地および周辺への影響に関

			しても配慮する。) ○哺乳類（フィールドサイン調査） ○鳥類（ライセンス調査） ○爬虫類・両生類（任意確認・採取調査） ○昆虫類（任意採取調査、トラップ調査）
11 水利用	D	D	放流先河川は利水が無く、水利用に関して悪影響は予想されない。
12 事故・災害 (リスク)	B	B	処理場施設における構造上の安全は設計上確保される。処理場運営上の安全は一般にマニュアル等により確保される。建設工事に関しては事故のリスクがある。
	EMP		安全管理
13 地球温暖化	B	D	下水処理工程においては曝気槽の送風機等による電力消費が大部分であり、省エネルギー化を設計上配慮する。
14 非自発的住民移転	B	B	処理場用地には数件の住居が存在し、住民移転が発生する。
	ARP		住民への移転および補償
15 地域経済	C	D	地域人民委員会との協議により、特に悪影響は予想されないことを確認した。
16 土地利用等	B	B	施工時は裸地となるため、一定の配慮が必要である。
	EMP		土埃の発生などが周囲に及ぼす影響を考慮し、散水による除塵を行う。また表土流出（高濁度排水）による近隣河川への影響緩和対策として敷地内集水および排水前の低濁度処理（凝集沈澱等）を行う。
17 社会組織	D	D	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織に与える悪影響は予想されない。
18 社会インフラ・サービス	C	D	地域人民委員会との協議により、特に悪影響は予想されないことを確認した。
19 貧困層・先住民・少数民族	C	D	地域人民委員会との協議により、特に悪影響は予想されないことを確認した。
20 被害と便益の偏在	C	D	地域人民委員会との協議により、特に悪影響は予想されないことを確認した。
21 地域内の利害等	D	D	各地域における下水道接続には偏差はなく、地域内の利害等の発生は予想されない。
22 ジェンダー	D	D	下水道整備に関して、性的差別の発生は予想されない。
23 子供の権利	D	D	下水道整備に関して、子供の権利の侵害は予想されない。
24 文化遺産	D	D	建設用地に文化遺産は存在しない。
25 HIV/AIDS 等の感染症	C	B	各施設における建設工事に伴い、外部からの労働者の長期滞在が予想される。
	EMP		衛生対策・教育に関するプログラム利用や実施段階における地域健康局との連携。

評価 A: 重大な負の影響が予想される。B: 何らかの負の影響が予想される。C: 負の影響の程度は不明。
D: 負の影響は予想されない。

3.3.8 緩和策および緩和策実施のための費用

a. 緩和策

3.3.7 影響予測・評価 において示された結果に基づき、必要となる緩和策を3.3.9 環境管理計画・モニタリング計画に示した。内容に関しては、今後のEIAや詳細設計等の段階で変更や追加が必要となることが予想されるため、適宜変更するものとする。

b. 費用

緩和策には、請負業者により社会的責任上当然実施されるべき項目と、PMUにより行われるモニタリング項目が含まれる。モニタリング項目にかかる費用はEIA実施段階で算出される予定である。その他の項目に係る費用は建設費および運営維持管理費に含まれ、環境社会配慮上特別に計上されるべき項目ではなく、別途費用は発生しない。

3.3.9 環境管理計画・モニタリング計画

本調査結果に基づき作成した環境管理計画（案）を以下に示す。

表3-3-9-1 環境管理計畫 (案) (貯水池)

No.	Activities	Negative impacts	Mitigation measures	Cost Component	Implementation Unit	Supervision Unit
I Preparation phase						
1	Land acquisition	Loss of vegetation, buildings and land	Replace or compensate lost assets according to current regulations of GOV and PQDPC	Resettlement and compensation cost	Center of Land Fund Development	PQDPC
2	Environmental background	Air-pollution / Dust	Identify baseline data and parameters to monitor the impact of the project.	Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	Environmental Consultant
3		Noise / Vibration				
4		Surface water quality				
5		Ground water quality				
II Construction phase						
1	Construction and transfer of materials and waste	Exhausted air pollutants	Maintain equipment and vehicles in good working order / Monitoring potential impacts	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	DONRE / PQDPC / PMU / Consultant
2		Noise / Vibration	Drive construction vehicles slowly when transferring soil. Maximize use of low-vibration & low-noise machineries. Prevent or minimize operation of heavy equipment at night / Monitor potential impacts			
3		Dust	Use watering agents to prevent or reduce dust. Drive construction vehicles slowly with load covers / Monitor potential impacts			
4		Polluted water	Monitor potential impacts			

No.	Activities	Negative impacts	Mitigation measures	Cost Component	Implementation Unit	Supervision Unit	
5		Surface water quality					
6		Ground water quality					
7		Soil contamination					
8		Land use					Watering / collection and treatment of high-turbidity water, coagulation and sedimentation
9		Any abnormal change to existing land use					Monitoring nearby wells and monitoring potential impacts by visual observation
10		Worker & public injury	Follow workplace health and safety regulations of MoLISA / DoLISA. Utilize sanitary programs. Consultation with local health authority Use sufficient signage and fencing at construction sites	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	PQDPC (Division of health) / PMU / Consultant	
11	Construction worker presence, and camp operation	Solid waste and domestic waste pollution	Institute a regular solids waste collection and disposal program including placement of disposal bins throughout camp and at all construction sites. Ensure adequate number of latrines at camp cleaned regularly. Temporary latrines maintained at construction sites.	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	DONRE / PQDPC / PMU / Consultant	
12		Worker and public health problems	Ensure proper hygiene in worker camps. Workers should be tested for communicable diseases. Locate worker camp away from residential	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	PQDPC (Division of health) / PMU / Consultant	

No.	Activities	Negative impacts	Mitigation measures	Cost Component	Implementation Unit	Supervision Unit
			areas			
13		Worker & public safety	Follow workplace health and safety regulations of MoLISA / DoLISA. Sufficient signage and fencing at construction sites			
14		Illegality prevention	Publicize prevention of illegality such as illegal logging, poaching, etc.	Construction cost	Contractor / PMU	PQDPC / PMU
15	General construction activities	Production of solid wastes, and waste construction fluids (e.g., oils) causing soil and surface water pollution	Implement solid waste collection and disposal program. Contain waste liquids for regular disposal with solid wastes in designated landfill.	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	DONRE / PQDPC / PMU / Consultant
16	Wildlife protection	changes in habitat and danger to wildlife	Educate construction workers about wildlife protection. Trap or catch wildlife and release off- site. Construct in a phased manner to provide an escape area for wildlife	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	DONRE / PQDPC (Division of natural resources and environment) / PQNPMB / PMU / Consultant
III	Operation phase					
1	Operation of the reservoir	Any abnormal change to existing land use	Monitoring nearby wells and monitoring potential impacts by visual observation	Monitoring cost	PMU	DONRE / PQDPC

表3-3-9-2 環境管理計画（案）（上下水道施設）

No.	Activities	Negative impacts	Mitigation measures	Cost component	Implementation Unit	Supervision Unit
I Preparation phase						
1	Land acquisition	Loss of vegetation, buildings and land	Replace or compensate lost assets according to current regulations of GOV and PQDPC	Resettlement and compensation cost	Center of Land Fund Development	PQDPC
2	Environmental background	Air-pollution / Dust	Identify baseline data and parameters to monitor the impact of the project..	Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	Environmental Consultant
3		Noise / Vibration				
II Construction phase						
1	Construction and transfer of materials and waste	Exhausted air pollutants	Maintain equipment and vehicles in good working order / Monitor potential impacts	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	DONRE / PQDPC / PMU / Consultant
2		Noise / Vibration	Drive construction vehicles slowly when transferring the soil. Maximize use of low-vibration & low-noise machineries. Prevent or minimize operation of heavy equipment at night / Monitor potential impacts			
3		Dust	Use watering agents to prevent or reduce dust. Drive construction vehicles slowly with load covers / Monitor potential impacts			
4		Land use	Watering / collection and treatment of high-turbidity water, coagulation			

No.	Activities	Negative impacts	Mitigation measures	Cost component	Implementation Unit	Supervision Unit
			and sedimentation			
5		Worker & public injury	Follow workplace health and safety regulations of MoLISA / DoLISA. Utilize sanitary programs. Consult local health authority. Use sufficient signage and fencing at construction sites	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	PQDPC (Division of health) / PMU / Consultant
6	Construction worker presence, and camp operation	Solid waste and domestic waste pollution	Institute regular solids waste collection and disposal program including placement of disposal bins throughout camp and at all construction sites. Ensure adequate number of latrines at camp cleaned regularly. Temporary latrines maintained at construction sites.	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	DONRE / PQDPC / PMU / Consultant
7		Worker and public health problems	Ensure proper hygiene in worker camps. Workers should be tested for communicable disease. Locate worker camp away from residential areas	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	PQDPC (Division of health) / PMU / Consultant
8		Worker & public safety	Follow workplace health and safety regulations of MoLISA / DoLISA. Sufficient signage and fencing at construction sites			
9	General construction activities	Production of solid wastes, and waste construction fluids (e.g., oils) causing	Implement solid waste collection and disposal program. Contain waste liquids for regular disposal with solid wastes in a	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	DONRE / PQDPC / PMU / Consultant

No.	Activities	Negative impacts	Mitigation measures	Cost component	Implementation Unit	Supervision Unit
		soil and surface water pollution	designated landfill.			

本事業の実施に当たり、環境社会配慮上必要となるモニタリング計画を以下に示した。内容に関しては、今後のEIAや詳細設計等の段階で変更や追加が必要となることが予想され、適宜変更するものとする。

表3-3-9-3 モニタリング計画（案）（貯水池）

No.	Activities	Negative impacts	Mitigation measures	Cost component	Implementation Unit	Supervision Unit
I Preparation phase						
1	Land acquisition	Loss of vegetation, buildings and land	Replace or compensate lost assets according to current regulations of GOV and PQDPC	Resettlement and compensation cost	Center of Land Fund Development	PQDPC
2	Environmental background	Air-pollution / Dust	Identify baseline data and parameters to monitor the impact of the project..	Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	Environmental Consultant
3		Noise / Vibration				
II Construction phase						
1	Construction and transfer of materials and waste	Exhausted air pollutants	Maintain equipment and vehicles in good working order / Monitor potential impacts	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	DONRE / PQDPC / PMU / Consultant
2		Noise / Vibration	Drive construction vehicles slowly when transferring the soil. Maximize use of low-vibration & low-noise machineries. Prevent or minimize operation of			

No.	Activities	Negative impacts	Mitigation measures	Cost component	Implementation Unit	Supervision Unit
			heavy equipment at night / Monitor potential impacts			
3		Dust	Use watering agents to prevent or reduce dust. Drive construction vehicles slowly with load covers / Monitor potential impacts			
4		Land use	Watering / collection and treatment of high-turbidity water, coagulation and sedimentation			
5		Worker & public injury	Follow workplace health and safety regulations of MoLISA / DoLISA. Utilize sanitary programs. Consult local health authority Use sufficient signage and fencing at construction sites	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	PQDPC (Division of health) / PMU / Consultant
6	Construction worker presence, and camp operation	Solid waste and domestic waste pollution	Institute regular solids waste collection and disposal program including placement of disposal bins throughout camp and at all construction sites. Ensure adequate number of latrines at camp cleaned regularly. Temporary latrines maintained at construction sites.	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	DONRE / PQDPC / PMU / Consultant
7		Worker and public health problems	Ensure proper hygiene in worker camps. Workers should be tested for communicable disease. Locate worker camp away from residential	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	PQDPC (Division of health) / PMU / Consultant

No.	Activities	Negative impacts	Mitigation measures	Cost component	Implementation Unit	Supervision Unit
			areas			
8		Worker & public safety	Follow workplace health and safety regulations of MoLISA / DoLISA. Sufficient signage and fencing at construction sites			
9	General construction activities	Production of solid wastes, and waste construction fluids (e.g., oils) causing soil and surface water pollution	Implement solid waste collection and disposal program. Contain waste liquids for regular disposal with solid wastes in a designated landfill.	Construction cost / Monitoring cost	Contractor / PMU / Environmental Consultant	DONRE / PQDPC / PMU / Consultant

表3-3-9-4 モニタリング計画（案）（上下水道施設共通）

Summary of Impact / Mitigation	Monitoring Indicators	Location	Frequency	Environmental Standard	Responsibility Supervision / Implementation	Reporting
Pre-Construction Phase						
Resettlement & physical asset loss / Resettlement Plan	See Abbreviated Resettlement Plan (ARP)	See ARP	See ARP	See ARP	See ARP	See ARP
M-1: Air-pollution / Dust	SO ₂ / CO / NO _x / O ₃ / TSP (Dust) / PM ₁₀ / Pb	Areas in and around the site (4st.)	twice with an interval greater than 2 months	TCVN 5937: 2005	PMU / Environmental Consultant	Monitoring reports prepared quarterly for PQDPC(Division of natural resources and environment)
M-2: Noise / Vibration	Decibel (dBa) levels	Areas around	As above	TCVN 6962:	As above	As above

		the site & along pipelines (8st.)		2001		
Construction Phase						
M-3: Air-pollution / Dust	SO ₂ / CO / NO _x / O ₃ / TSP (Dust) / PM ₁₀ / Pb	Areas in and around the site(4st.)	Quarterly	TCVN 5937: 2005	PMU / Environmental Consultant	As above
M-4: Noise / Vibration	Decibel (dBa) levels	Areas around the site & along pipelines (8st.)	As above	TCVN 5949: 1998	As above	As above
M-5: Solid waste pollution / Regular waste collection & disposal, placement of disposal bins throughout construction sites.	Amount of solid waste uncontained & littering construction areas and worker camp	All construction areas (5st.)	As above	N/A	As above	As above
M-6: Soil contamination / Implement solid waste collection and disposal program. Contain waste liquids for regular disposal with solid wastes in designated landfill.	As, Cd, Cu, Pb, Zn	Excavated and reused soil (5smpl)	As above	QCVN 03:2008/BTN MT	As above	As above
M-7: Worker & public safety / Follow workplace health and safety regulations of MoLISA / DoLISA. Sufficient signage and fencing at construction sites	Number of worker and public injuries	All construction site locations (10smpl)	As above	Decree 06/1995, Decree 10/2002/ ND-CP	As above	Monitoring reports prepared quarterly for MoLISA / DoLISA
M-8: Worker and public health problems / Ensure proper hygiene in worker	Incidence of sexually transmitted & other communicable	Worker camp and nearby community	As above	N/A	As above	Monitoring reports prepared quarterly for

camps. Workers should be tested for communicable disease. Locate worker camp away from residential areas	diseases	(10smpl)				PQDPC(Division of health)
---	----------	----------	--	--	--	---------------------------

3.3.10 ステークホルダー協議

本調査は、JICA環境社会配慮上のカテゴリAに分類されるため、スコーピング案に関してステークホルダー協議を実施した。また、第2回協議が最終報告案の段階で行われた。概要を表3-3-10-1に示す。

表3-3-10-1 ステークホルダー協議の概要

	第1回	第2回
目的	スコーピング案の協議	調査結果およびEIA内容・方法等
開催日時	2011/12/16	2013/6/21
開催場所	キエンザン省フーコック島 フーコック地区人民委員会	キエンザン省フーコック島 フーコック地区人民委員会
協議内容	- プロジェクト概要 - スコーピング案	- プロジェクト概要 - 調査結果
ステークホルダー	表3-3-10-2のとおり	表3-3-10-3のとおり

(1) 第1回ステークホルダー協議

第1回ステークホルダー協議では、キエンザン省人民委員会より、事業概要およびスコーピング案に関する説明がなされ、その後参加者からの質疑応答が行われた。協議の内容について、貯水池が国立公園や河川下流域に及ぼす影響や、下水処理場の位置などに関する意見が集中したが、貯水池の位置が国立公園外であること、河川下流域には影響しない方式であること、下水処理場の位置を詳細に検討した結果であることの説明がなされた。

また、参加者からの意見を広く聴取するため、事前に配布された用紙に匿名で意見等の記入を依頼し、協議後に回収した。主な内容は、協議中における議論と類似しており、対応・事業への反映方法とともにまとめて第2回ステークホルダー協議の事前配布資料にて公表した。（添付資料-5参照）

表3-3-10-2 第1回ステークホルダー協議参加者概要

団体名等	人数
対象地域人民委員会	3
対象地域住民	3
中央政府西南局	1
建設省	1
キエンザン水道公社	3
キエンザン省 (KGPPC)	4
自然資源環境局 (DONRE)	5
農業地方開発局	1
フーコック国立公園管理局	1
フーコック軍事運営局	1
その他関連団体（投資促進機関等）	2
NGO (PQ women's Association)	1
メディア (テレビ・ラジオ)	2

団体名等	人数
設計コンサルタント等	3
Kobelco Eco-Solutions Vietnam	3
JICA Survey Team	10
合計	44

(1) 第2回ステークホルダー協議

第2回ステークホルダー協議では、キエンザン人民委員会より、事業概要および環境社会配慮調査結果に関する説明がなされ、その後参加者からの質疑応答が行われた。協議の内容について、貯水池がCua Can川に及ぼす影響や貯水池内の底質堆積、下水処理場の位置などに関する意見が集中したが、Cua Can川からの取水は部分的であり、時期も雨季に限られること、どの貯水池にも起こりうる底質堆積は、水質や取水方法の面から当該貯水池では比較的問題となりにくいこと、下水処理場の位置はマスタープランに基づいた上、詳細な配慮と協議を経た結果として選ばれた経緯などの説明がなされた。全体として、事業に対する賛成意見が多く、顕著な反対意見は無かった。

また、参加者からの意見を広く聴取するため、事前に配布された用紙に匿名で意見等の記入を依頼し、協議後に回収した。主な内容は、Cua Can川からの取水量に関する懸念、貯水池建設に伴う住民移転内容、下水道施設建設に係る意見などであった。対応・事業への反映方法とともに整理して添付資料-5に記載した。

表3-3-10-3 第2回ステークホルダー協議参加者概要

団体名等	人数
対象地域人民委員会	3
対象地域住民	3
キエンザン水道公社	3
自然資源環境局 (DONRE)	1
フーコック国立公園管理局	1
フーコック都市管理局	1
フーコック管理局	1
フーコック経済局	1
フーコック森林管理局	1
フーコック土地基金開発局	1
フーコック財務計画局	1
NGO (PQ women's Association)	1
メディア (テレビ・ラジオ)	2
神戸市	1
建設省	1
Kobelco Eco-Solutions Vietnam	2
JICA Survey Team	8
合計	31

3.3.11 環境社会配慮調査のTOR

(1) 環境社会配慮調査の目的

ベトナム国キエンザン省フーコック島水インフラ総合開発事業準備調査において概略設計を行う上下水道整備事業による、自然環境、社会環境への影響の内容及び程度を予測評価する。

(2) 調査及び評価対象とする環境項目

原則として、3.3.6 スコーピング において総合評価C以上とした項目について調査及び評価を行う。また、現地調査における新たな事実等の確認により、その他の項目についても影響発生が予想される場合には、当該項目も調査、評価対象に含める。

(3) 評価対象地域

本調査において概略設計を行う施設の建設予定地及びその周辺とする。また、建設事業においてアクセス道路等を整備する必要がある場合には、その予定地及び周辺も評価対象地域に含める。

(4) 評価対象時期

計画段階、事業実施段階および供用時とする。

(5) 環境社会配慮調査の内容・手法

1) 環境社会配慮に係る情報収集

各項目の調査内容および調査手法は以下のとおりである。なお、本調査で調査が終了したものは「済」、今後のEIAおよびARPで再度調査を実施すべき項目には「EIA」もしくは「ARP」と表記した。

表3-3-11-1 貯水池等に関して想定される環境社会配慮調査（対策）の概要

判定	No.	環境項目	調査（対策）項目	調査（対策）手法	調査状況
A	8	地形・地質	地質調査	ボーリング調査	済
			地下水対策	平地を掘削し、周囲を盛土して貯水池を建設するため、地形を大きく改変させることになる。設計段階で、掘削が透水層に到達しないよう配慮し、地下水へ影響させない。	済
	15 16	地域経済 土地利用 等	生活再建対策	住民移転の対象外で、貯水池建設予定地である農業用地における樹木の伐採等により生計を立てている労働者が存在する場合、対策について、住民移転計画案で詳細を検討する。	ARP
			二次林利用状況調査	関連機関（フーコック森林局、Cua Duong PC等）での情報収集	済
B	1	大気汚染	大気汚染対策	大規模な掘削に伴う土埃の飛散等の防止対策の提案	済
	2	水質汚濁	水質汚濁対策	工事前の河川水質測定 工事による悪影響（土砂の流出など）の配慮	済 済

判定	No.	環境項目	調査(対策)項目	調査(対策)手法	調査状況
	4	廃棄物	廃棄物対策	建設発生土、盛土、埋戻しの試算	済
				廃棄物としての受け入れ土砂売却先確認	済
				他開発プロジェクトとのコーディネーションの検討	済
				受注建設会社自身による、臨時作業場の解体に伴う廃材の撤去の提案	済
				伐採木、コンクリート塊などの建設廃材、工事作業現場からの一般廃棄物やし尿等の処分方法に関する関連機関(環境自然資源局等)との協議と検討	済
	5	騒音・振動	騒音調査	建設前の騒音現況調査、将来(施工時)予測および対策案の策定	EIA
			騒音、振動対策	資材等の搬入、搬出に関する道路利用時等の騒音、振動対策の提案。	済
	7	悪臭	悪臭対策	水質悪化防止のための水質の予測と対策の提案	済
	9	底質	濁質流出対策	工事による悪影響(土砂の流出など)の配慮	済
	10	生物・生態系	森林(植物)調査	既存資料調査、関連機関(フーコック森林局等)での情報収集	済
				現地調査(雨季・乾季に各一回、存在する植物の種類のリスタップおよび分布状況の把握調査を行う。詳細については森林局、環境自然資源局と協議の上決定する。)	EIA
			生物調査	既存資料調査、関連機関(環境自然資源局、国立公園管理局等)や現地での情報収集	済
				学識者提言(施工段階での生物配慮等)	EIA
				現地調査(雨季・乾季に各一回、以下に示す調査を基本とし、詳細について関連機関と協議の上決定する。なお事業対象地のみならず周辺への影響に関しても配慮する。) ○哺乳類(フィールドサイン調査、トラップ調査) ○鳥類(ラインセンサス調査) ○爬虫類・両生類(任意確認・採取調査) ○昆虫類(任意採取調査、トラップ調査)	EIA
	12	事故	安全対策(リスクの回避)	施工時における安全対策の策定に関して提案する。	済
				取水施設および貯水池における構造上の安全性を設計上で確保する。	済
	13	地球温暖化	省エネルギー対策	取水施設における省エネルギー型ポンプの採用を検討する。	済
	14	用地取得・住民移転	住民移転対策	簡易住民移転計画案の策定	済
			土地取得手続き調査	用地取得に関し、簡易住民移転計画案にて取得手続き上の問題が無いよう配慮する。	ARP
C	18	社会インフラ・サービス	社会経済調査	人民委員会等との協議	済
	19	貧困層	社会経済調査	貧困層の存在に関する人民委員会等へのヒヤリング、住民移転計画案作成時に実施する初期ベースライン調査での確認	ARP

判定	No.	環境項目	調査（対策）項目	調査（対策）手法	調査状況
	20	被害と便益の偏在	社会経済調査	労働関連の担当部局との協議	済
	25	HIV/AIDS等の感染症	衛生対策	関連部局（Department of Health等）等との協議	済

表3-3-11-2 上下水道関連施設に関して想定される環境社会配慮調査（対策）の概要

判定	No.	環境項目	調査（対策）項目	調査（対策）手法	調査状況	
B	4	廃棄物	廃棄物対策	建設発生日、埋戻し、再利用量の試算	済	
				建設用地で樹木を伐採した場合の売却、処分方法の検討	済	
				浄水および下水汚泥量の試算	済	
				脱水後の浄水汚泥の農地受け入れ予測（関係部署ヒアリング等）	済	
				下水汚泥コンポスト化検討	済	
				廃棄物（沈砂、し渣、脱水後の浄水および下水汚泥）の受け入れ先確認	済	
	5	騒音・振動	騒音調査	建設前の騒音現況調査、将来（施工時）予測および対策案の策定	EIA	
				騒音、振動対策	施設建設予定地および近隣住居等の位置関係に関する調査	EIA
					パイプライン施工時の低騒音、低振動型建設機械使用の提案	済
					資材等運送時の道路利用時等の騒音、振動対策（制限速度の規定等）に関する配慮を提案	済
	8	地形・地質	地質調査	ボーリング調査	済	
				地形変化に関する配慮	浄水場、下水処理場予定地はともに平地であるため、最小限の整地化に留める設計とする。	済
	12	事故	安全対策	施工時における一般的な安全対策を提案	済	
浄水場および下水処理場内の各施設における一般的な安全対策を提案				済		
13	地球温暖化	省エネルギー対策	各施設における省エネルギー型ポンプ、送風機、脱水機等の採用を検討	済		
14	用地取得・住民移転	住民移転対策	簡易住民移転計画案の策定	済		
		土地取得手続き調査	用地取得に関し、簡易住民移転計画案にて取得手続き上の問題が無いよう配慮する。	ARP		
16	土地利用等	防塵・高濁度排水対策	浄水場、下水処理場予定地はともに数haの限定的な土地利用であるが、施工時は裸地となるため、散水による除塵および表土流出（高濁度排水）対策として敷地内集水および排水前の低濁度処理（凝集沈澱等）を提案する。	済		
C	15	地域経済	社会経済調査	関連地域の経済活動に関する人民委員会等へのヒヤリング	済	
	18	社会インフラ	社会経済調査	人民委員会等との協議	済	

判定	No.	環境項目	調査（対策）項目	調査（対策）手法	調査状況
		ラ・サービス			
	19	貧困層	社会経済調査	貧困層の存在に関する人民委員会等へのヒヤリング	済
	20	被害と便益の偏在	社会経済調査	労働関連の担当部局との協議	済
	25	HIV/AIDS等の感染症	衛生対策	関連部局（Department of Health等）等との協議	済

2) 事業による影響の予測・評価

事業計画案について、3.3.6 スコーピングにおいて総合評価C以上と評価した項目について影響の予測・評価を行う。

はじめに、実際の作業と並行しながら、それぞれの評価項目について、予測評価を行う（A、B）、引き続き調査を行う（C）、調査の必要なし（D）の判断をし、スコーピング結果を更新する。続いて、更新後、A、Bの評価となった項目（影響があると予測された項目）について、直接的な負の影響の程度を評価する。評価に当たっては、影響を受ける人数、範囲（面積）、日数等、できる限り定量的に影響の程度を表現する。

3) 環境管理計画（EMP）およびモニタリング計画の検討

事業計画案の実施により回避できない環境影響が発生すると予測された場合、影響の程度を緩和するためのEMPと、その実施状況を把握するためのモニタリング計画を、関係機関（特に環境部局等）との協議に基づいて作成する。EMPおよびモニタリング計画の両方について、実施項目、頻度、体制、必要となる組織強化、及び予算額等の検討を含める。

4) ステークホルダー協議

上記について、調査結果や検討結果の概要を現地ステークホルダー協議にて説明し、各ステークホルダーの意見を聴取する。

第4章 施設の概略設計

第4章 施設の概略設計

4.1 上水道システム

4.1.1 Cua Can 貯水池

(1) 貯水池

貯水池は、その周囲を標高+14.0mの堤体で囲まれるもので、堤体の建設には貯水池サイトからの掘削土が使用される。堤体上端の幅は5mで、20cm厚の砂利層とアスファルト舗装が施される。また、スロープには18cm厚のコンクリートスラブとその下には10cmの砂利層が敷かれる。

図4-1-1-1に貯水池の平面図を示す。

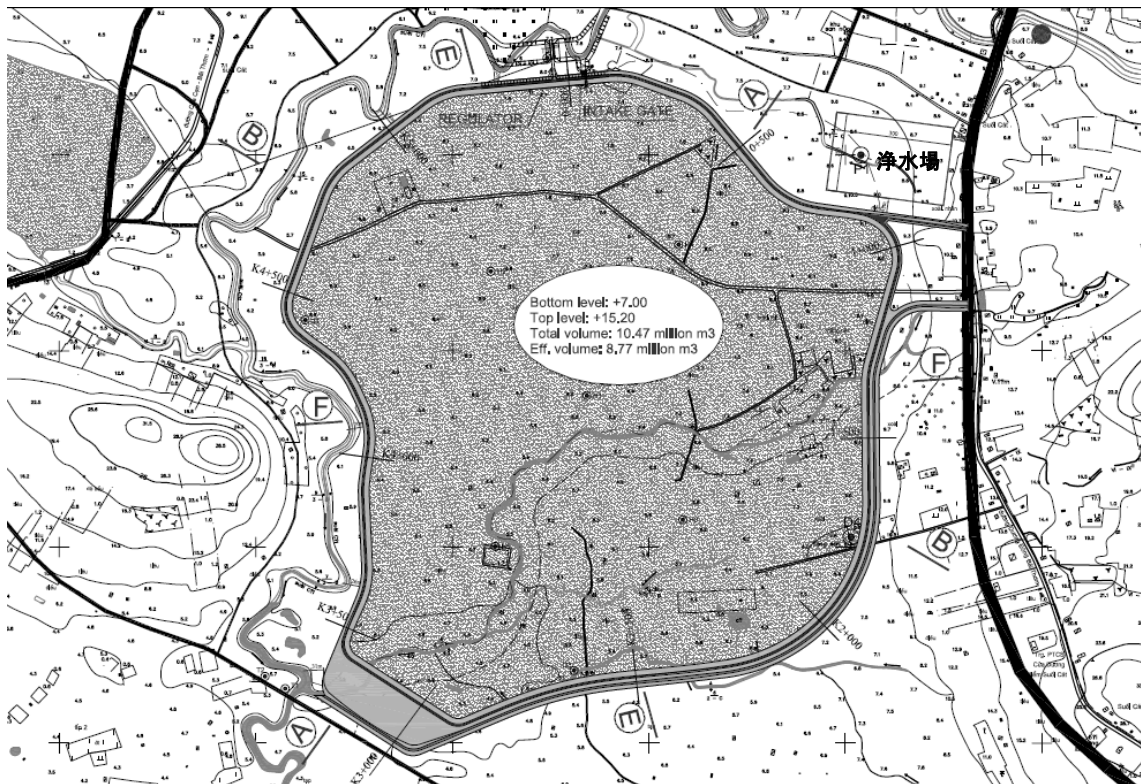


図4-1-1-1 Cua Can 貯水池平面図

(2) 河川調整堰と河川水取水施設

図 4-1-1-2 に Cua Can 川の調整堰と河川水取水施設の平面図を示す。

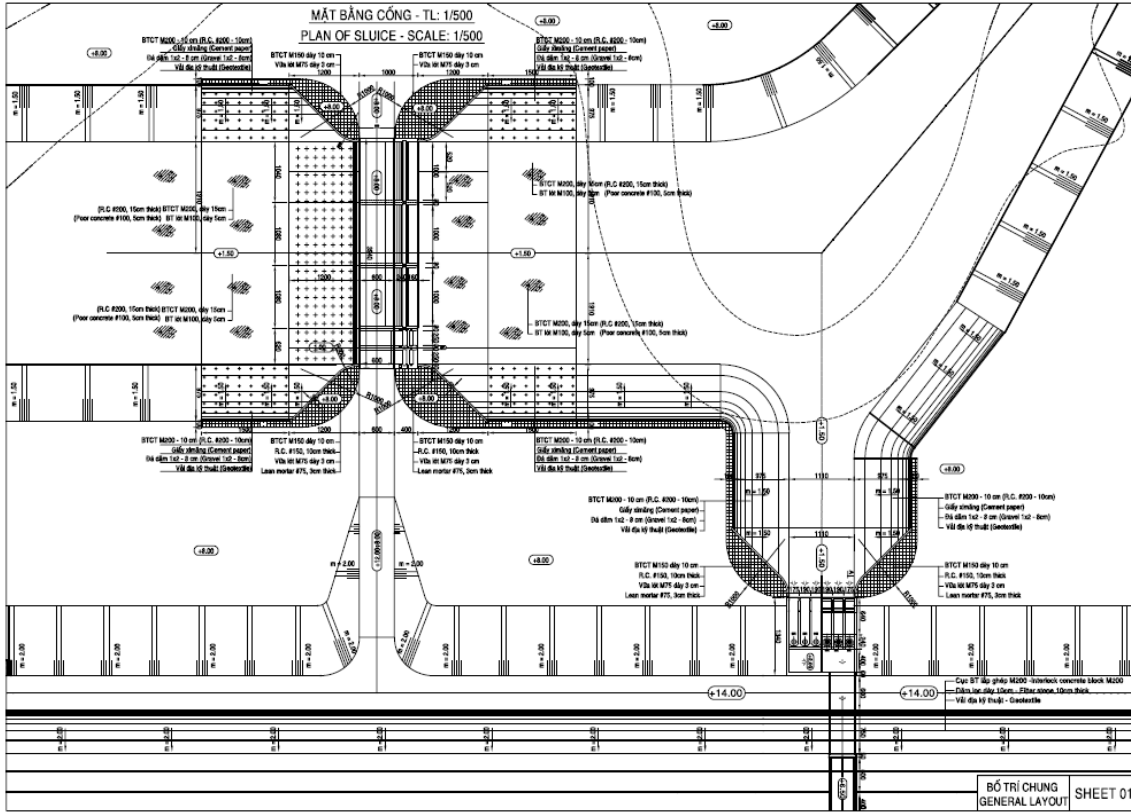


図 4-1-1-2 調整堰と河川水取水施設平面図

Cua Can 貯水池への河川水の取水方式は、ポンプにより河川水を取水する方式が選定された。河川から貯水池への揚水ポンプの仕様は表 4-1-1-1 に示す通りである。

表 4-1-1-1 河川から貯水池への揚水ポンプの仕様

No	Items	value		
		PL 7065/735	LL 3300 LT	NL 3300 LT
1	Pump type	PL 7065/735	LL 3300 LT	NL 3300 LT
2	Number of pump	3	2	1
3	Total head	8	8	8
4	Static water head	7	7	7
5	Design flow (l/s)	1375	340	165
6	Efficiency (%)	79.5	77.8	78.6
7	Blade code	640	801	821
8	Rated power (Kw)	140	37	27
9	Shaft power (Kw)	136.9	37	21
10	Power input (Kw)	147.1	35	18
11	Rated speed (round/minute)	980	725	725
12	Rated voltage (3 phases)	380	380	380

Phase 1: 1 pump of PL 7065/735 + 2 pump of LL 3300 LT + 1 pump of NL 3300 LT and 1 pump of PL 7065/735 for reservation

Phase 2: 3 pump of PL 7065/735 + 2 pump of LL 3300 LT + 1 pump of NL 3300 LT and 1 pump of PL 7065/735 for reservation

4.1.2 取水及び導水施設

(1) 取水施設

取水施設の位置は、河川水取水施設と浄水場の間に計画した。後述するように、河川水取水施設、取水ポンプ場、浄水場は、維持管理上、近接した配置とした。

Cua Can 貯水池から浄水場への取水は、常時ポンプにより行われる。表 4-1-2-1 に取水ポンプ場の概要を示す。

表 4-1-2-1 取水ポンプ場の諸元

取水門方式	取水口幅：9.0 m 荒目及び細目スクリーン（上下2段）
取水ポンプ	フェーズ 1：水中モータポンプ 10,500 m ³ /日 x 16.5 m x 37 kW x 3 台（内 1 台予備） フェーズ 2：水中モータポンプ 21,000 m ³ /日 x 16.5 m x 75 kW x 2 台の増設

(2) 導水施設

取水ポンプ場から浄水場の流入施設までの導水管方式で、呼径 φ700 mm、延長約 250 m とする。

4.1.3 浄水場施設

(1) 新設浄水場位置及び整地高について

新設される河川水取水施設、取水ポンプ場及び新設浄水場予定地は、先の図 4-1-1-1 に示されているように、Cua Can 貯水池に隣接して建設される予定である。

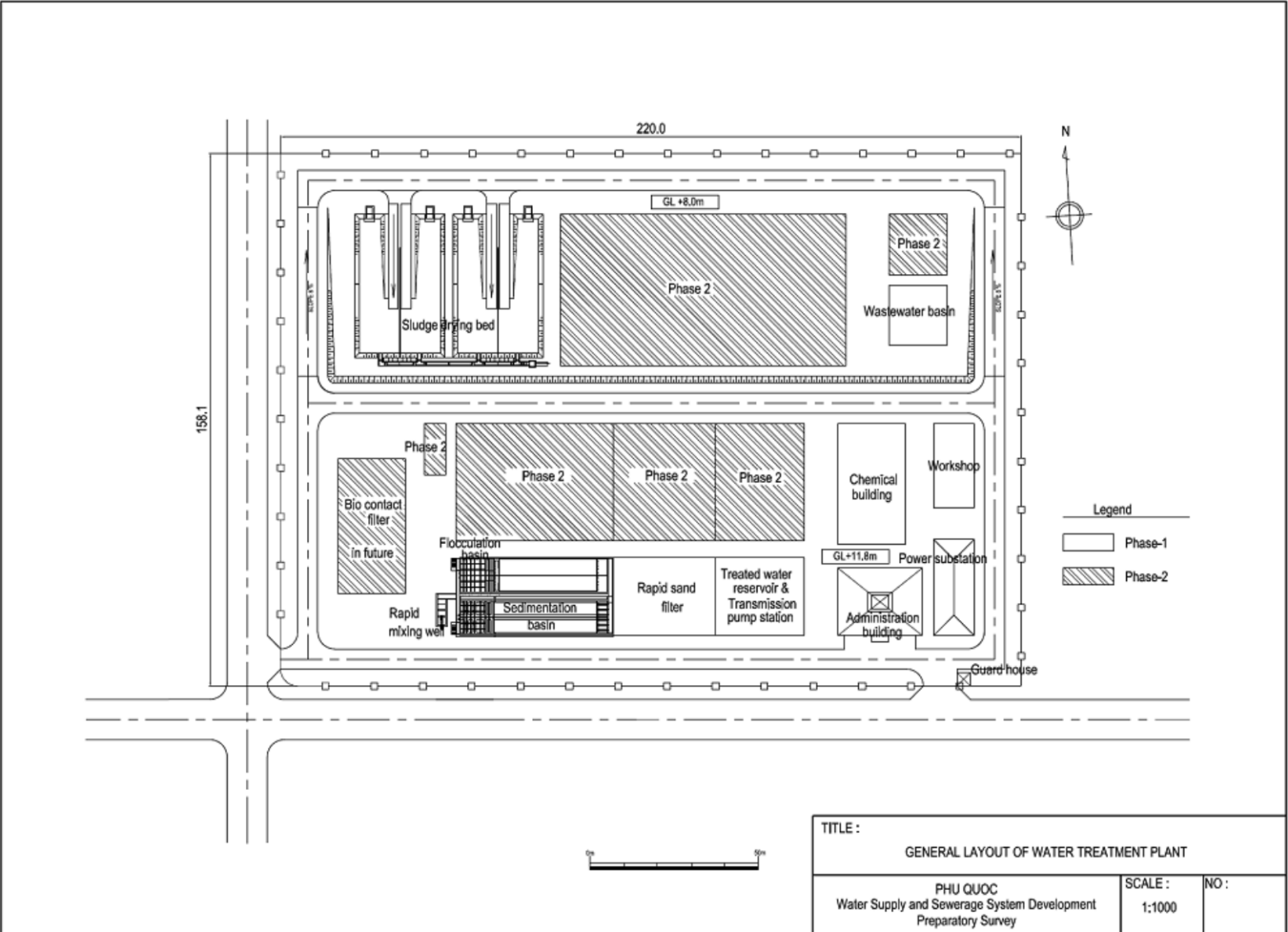
浄水場の位置の選定にあたっては、Cua Can 貯水池に近く、送配水ルートの公道に近い位置を選定した。なお Cua Can 貯水池への河川水取水施設及び浄水場への取水ポンプ場に近接する位置であり、施設の維持管理上、運転上に最適な場所である。

浄水場の整地標高は、+11.80 m とした。この標高は、約 200 年に一度の確率で発生する洪水位まで浸水しないレベルである。

(2) 浄水場のレイアウト

浄水場のレイアウトを図 4-1-3-1 に示す。必要な敷地面積は、フェーズ 2 の拡張分も含めて、3.5ha である。

図 4-1-3-1 浄水場レイアウト



TITLE :		
GENERAL LAYOUT OF WATER TREATMENT PLANT		
PHU QUOC Water Supply and Sewerage System Development Preparatory Survey	SCALE : 1:1000	NO :

(3) 浄水場施設の水位高低図
 浄水場の水位高低図を図 4-1-3-2 に示す。

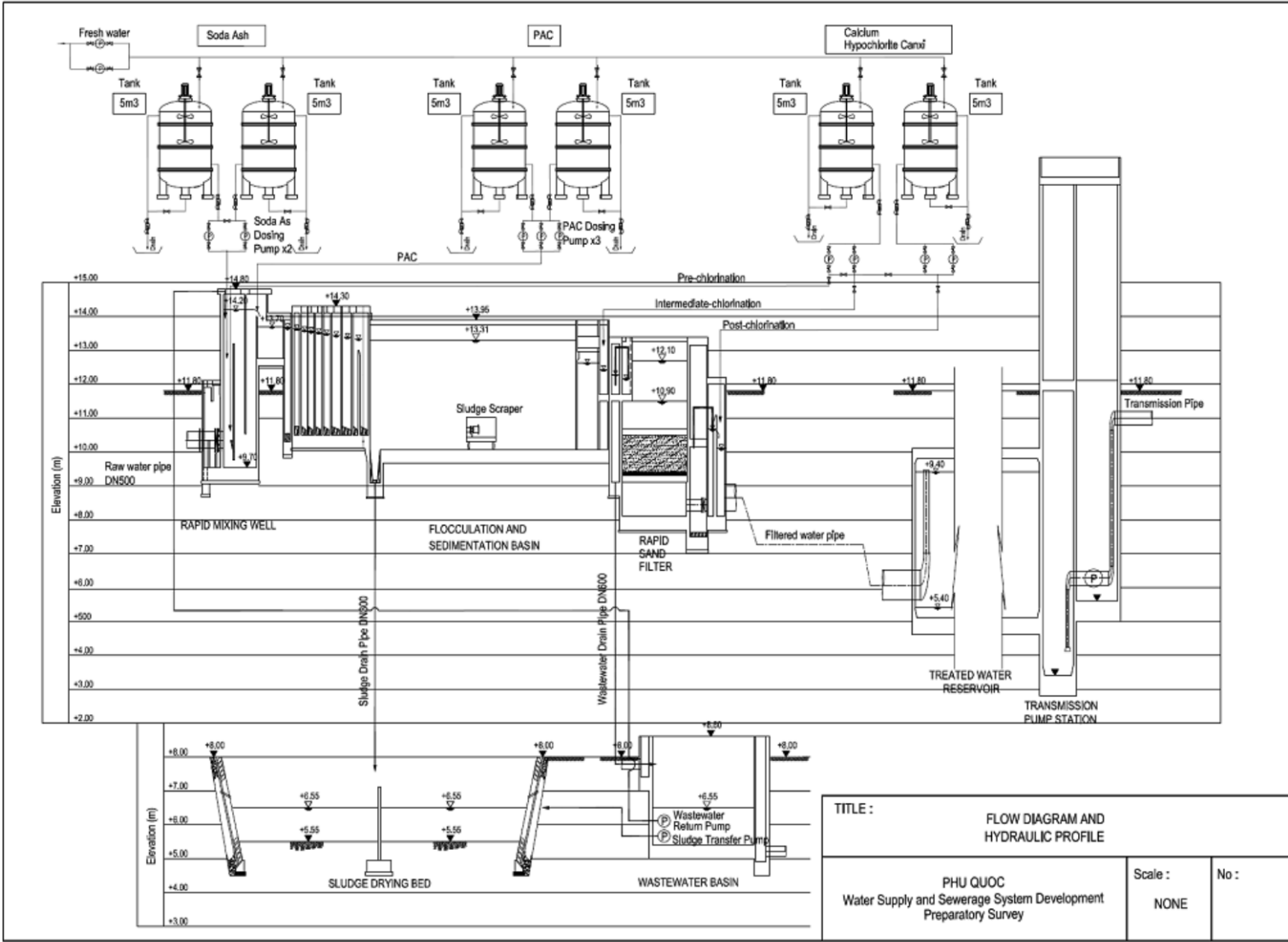


図 4-1-3-2 浄水場水位高低図

(4) 浄水場施設の諸元

浄水場で計画される各施設の諸元を表 4-1-3-1 に示す。

表 4-1-3-1 浄水場施設の諸元

施設名	諸元 (フェーズ 1)	備考
原水流量計及び 流量調節弁	電磁流量計及びくし歯弁体型パタフライ弁	
生物接触ろ過池		将来の設置を検討する。 上向流式、RC 造、8 池、 活性炭層厚 1.5 m 通常時平均流速 347.2 m/日 1 池あたり形状寸法：幅 4 m× 長さ 4.5 m×有効水深 5 m
混和池	混和方式：水流エネルギー利用方式（堰落ち）、 RC 造、1 池 形状寸法：幅 2.5 m x 長 4.9 m x 水深 4.5 m	前アルカリ、前塩素、凝集剤 を注入する。混和フラッシュ ミキサーを設置できる構造と する。 フェーズ 2 は新設
フロック形成池	かくはん方式：上下流式、RC 造、4 池、滞 留時間 20.5 分 1 池あたり形状寸法： (1 列、2 列目：幅 0.8 m x 長 4.5 m) (3 列、4 列目：幅 1.0 m x 長 4.5 m) (5 列、6 列目：幅 1.4 m x 長 4.5 m)	フェーズ 2 は 6 池新設
沈でん池	沈でん方式：横流式、RC 造、4 池、表面負荷 率 25 mm/min、池内平均流速 0.25 m/min、 水中けん引式掻寄機 1 池あたり形状寸法：幅 4.8 m x 長 30.4 m x 有 効水深 3.0 m	フェーズ 2 は 6 池新設
急速ろ過池	重力式、RC 造、4 池+1 装置ユニット 各池、ろ過池洗浄排水ゲート、サイフォン(流 入・排水(大)・排水(小)・水抜)、排水トラフ設 置 1 池分寸法：幅 4 m×長さ 8.8 m×有効水深 5 m 通常時平均流速 149 m/日 アンストラ 400 mm、ろ過砂 300 mm、砂利 300 mm 主要装置ユニット：空洗ブロワ 2 台、逆洗揚水 ポンプ 2 台、真空ポンプ 2 台、空気圧縮機 2 台	フェーズ 2 は 6 池及び 1 装置 ユニット新設

	(各機器数量 内 1 台予備) 他	
浄水池	RC 造、2 池、滞留時間は計画浄水量の 1.5 時間 1 池あたり形状寸法:幅 11.0 m x 長 14.7 m x 有効水深 4.0 m	フェーズ 2 は新設
送水ポンプ	横軸両吸込渦巻ポンプ 10,500 m ³ /日 x 53 m x 90 kW x 3 台 (内 1 台予備)	フェーズ 2 は新設
天日乾燥床	総床面積 1,400 m ² 、4 床、有効水深 1m 以下	フェーズ 2 は新設
洗浄排水池	ろ過池 4 池分の逆洗水量 1,080 m ³ を受け入れて返送する容量、RC 造、2 池 1 池あたり形状寸法:幅 8.0 m x 長 18.0 m x 有効水深 2.0 m	洗浄排水返送ポンプで混和池へ返送、洗浄排水汚泥移送ポンプで天日乾燥床へ移送 フェーズ 2 は新設
管理棟	総床面積 500 m ² (幅 25.0 m x 長 20.0 m) 平屋	
薬品注入棟	総床面積 720 m ² (幅 36.0 m x 長 20.0 m) 平屋 各槽 溶解攪拌機 0.75 kW 付 炭酸ナトリウム溶解槽 5m ³ ×2 槽 PAC 溶解槽 5m ³ ×2 槽 塩素酸カルシウム溶解槽 5m ³ ×2 槽 炭酸ナトリウム注入ポンプ×2 台 PAC 注入ポンプ×2 台 塩素酸カルシウム注入ポンプ×6 台	フェーズ 2 は各溶解槽 3 槽 注入ポンプはフェーズ 1 と同数

4.1.4 送配水施設

(1) 送配水方式の検討

配水方式には、主なものとしてポンプ直送方式と自然流下方式（適当な標高に配水池を建設し、そこに一旦ポンプで送水してそこから自然流下で配水する方式）がある。ベトナム国においては平坦な地形的条件が多いこともあり、ポンプ直送による配水方式も多く採用されている。しかし、配水池を利用する方式は一般に運転管理がしやすく、また停電時にも配水を継続できるという利点がある。これらの方式について、建設費、運転管理費を総合して評価する必要がある。

配水方式の検討にあたっては、ポンプ直送式と配水池を設ける自然流下方式を比較検討して選定するものとした。

また、配水池を設置する場合、配水池建設サイトの選定にあたっては、フーコック島の地域条件として以下の事項が考慮された。

- 配水池サイトの選定にあたっては、基本的に国立公園エリア外とする。
- Duong Dong 地区への用水供給を行うのになるべく有利となるようにした。
- 配水管内水圧はベトナム設計指針の参考により、原則、10-60m の範囲内となるようにした。したがって、配水池高さについては、海岸沿いの周辺地盤の最も低地となる標高がおよそ 0m であることを考慮すると、配水池標高は 60m 程度を限界とした。

(2) 管種の選定

管材については、ベトナム国内で入手可能な管種は、HDPE、PVC および DCIP であるが、ここでは最近の採用実績や管材の強度から、HDPE と DCIP の比較を行った。

経済性、施工性、耐腐食性、採用実績および漏水が少ない管材であることから HDPE 管を採用するものとする。

表 4-1-4-1 管材選定比較表

管材選定比較表

管種 目		水道配水用ポリエチレンパイプ WPE(HDPE)	水道用ダクタイル鋳鉄管 DCIP (K形・内面粉体)
規格・サイズ		ポリテック規格 φ50~φ200 JWWA K-144 φ75, φ100, φ150	JIS G 5526 φ75~φ2600 JWWA G-113 φ75~φ2600
耐震性		伸びが大きい材料特性と管と継手が一体化構造となる接合方法によるため、管路は柔軟性に富み、軟弱地盤や地震時の地盤変動に対し追従することが可能である。	接合部は押輪によるメカ継手機構のほか、耐震性能を保有する継手使用となっているNS管を用いることで、地震時の地盤歪みや地盤変位等については、受口部にて管長(4~6m)の約1%変位の吸収が可能である。
水密性		継手に内蔵された電熱線に通電し、継手内部の樹脂を加熱・溶融・膨張させ、自動的に管と継手を融着して管路を一体化させる接合法であるため、止水に優れている。	接合部は受口内面のゴムを押輪、ボルト・ナットにより締め付け、受口内面と挿し口外面に強く密着することにより優れた水密性が得られる。
埋設強度		埋設管として内圧、外圧、曲げ、衝撃に対し、実用上十分な強度を保有している。更に、可撓性に富んでいるため、不等沈下や地盤変動に対し高い安全性を確保することが可能である。	管体強度が大きく浅埋設においても十分な強度を持っている。また、受口部において1° 30'~5° (呼び径により異なる)の許容曲げ角度を有する。
耐食性 (耐薬品性含む)		酸・アルカリ共に強く一部の有機薬品を除くほとんどの薬品に対して侵食しにくい。また、流水表面の平滑さにより、管内摩擦抵抗も少なく、スケールが付着しにくいので、流量の経年変化が少ない。	ダクタイル鋳鉄管は鋳鉄特有の耐食性を有し、電食についても使用に問題はない。但し、酸性土壌、海岸部の塩害が予想される地域の配管にはポリエチレンスリーブを用い、表面を保護することが必要となる。
施工性		管の自重が軽く(φ100 約20kg/本)、柔軟性に富んでいるので、軽微な曲りにはバンド管不要の生曲げ配管(R=75D φ100→半径9.5m)が可能であり小角度のバンド管が不要である。また、接合は信頼性の高い融着接合であるため、施工が容易である。	接続はボルト締めのため、容易である。なお、一本当たりの重量があるため、小運搬・接合には、口径が大きくなると重機が必要となる。
汎用性		ベトナム国内においては、容易に入手可能。ただし、φ700mm以上の場合、国内では生産しておらず、輸入品を用いることになる。	ベトナム国内においては、入手可能。
総合的 特性	長所	<ul style="list-style-type: none"> 耐震性に富み、地盤の不等沈下に対応能力が優れている。 重量が軽く施工性が良い。 E F接合で継手部の水密性が高い。 管に柔軟性があり曲管なしで曲線配管が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 強度が大きく、耐久性がある。 強靱性に富み、衝撃に強い。 水道配管の実績が多い。 大口径まで対応できる。
	短所	<ul style="list-style-type: none"> 紫外線による表面劣化があるため、露出配管に不適である。 特定の有機溶剤及び熱に注意を要する。 樹脂が軟らかい為、VPより管の肉厚が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 重量が比較的重い。 内外の防食面に損傷を受けると腐蝕しやすい。
経済性 (管材費用) (VND)	φ125	107,580 (398)	
	φ140	135,300 (501)	690,000 (2,556) (φ150 mm)
	φ160	178,090 (660)	
(()内はJP = 7/0	φ180	222,200 (823)	
	φ200	275,330 (1,020)	922,000 (3,415) (φ200 mm)
	φ225	346,060 (1,282)	
(VND)	φ280	531,100 (1,967)	
	φ315	675,290 (2,501)	1,663,000 (6,159) (φ300 mm)
	φ355	855,250 (3,168)	1,927,000 (7,137) (φ350 mm)
	φ400	1,084,820 (4,018)	2,850,000 (10,556) (φ400 mm)
	φ450	1,371,590 (5,080)	3,072,000 (11,378) (φ450 mm)
	φ500	1,692,000 (6,267)	4,007,000 (14,841) (φ500 mm)
	φ560	2,348,390 (8,698)	
	φ630	2,976,490 (11,024)	5,257,000 (19,470) (φ600 mm)

(3) 水理計算

管の口径の決定のための管網計算には、送水管、配水管について、それぞれ次の給水量を用いて水理計算を行った。

- 送水管： 日最大給水量
- 配水管： 時間最大給水量

ただし、リゾート開発区域など大口の利用者への給水については、日最大給水量での用水供給とし、開発者は受水槽を設置し開発区域内の配水管網整備を行うとの前提で計画した。

一方、島の開発プロジェクトにより住居の移転を余儀なくされた人のための移住予定地区や住宅開発地区での水需要については、その時間変動を考慮して管網の計算を行った。

水理計算には、水道管網計算において一般的とされるヘーゼンウィリアムス式を用いた。

なお、流速係数 C は、ベトナムの水道指針においては、管種 HDPE の場合、 $C=140\sim 150$ を採用するとあるが、管路システム上に位置する弁や施設および曲管を含むことにより直管部に比べ損失水頭が大きくなる箇所がある。また、日本の水道指針においては、この流速係数 C の標準値として、ロスが少ない直線部においては 130 が紹介されている。これらを考慮し、当該対象区域においてはおおむね管路が直線的に配置することが可能であることから、指針に記載されている数値より若干安全側となる 130 を採用するものとする。

(4) 送・配水ルート

送配水ルートとなる Cua Can、Cua Duong、Ganh Dau 地区の主要な道路については、現在、マスタープランの整備計画に従って徐々に整備されつつある。図 4-1-4-1 に示す主要道路のうち、Cua Can 川以南の道路は既にほとんど整備されている。一方、Cua Can 川以北の道路についてはまだ建設スケジュールが確定していないが、給水計画上の送配水ルートとしては、基本的に計画道路上をルートとした。また、道路整備の進捗を考慮し、それに合わせて将来配水管を延伸し給水区域を拡張する方針とする。また、現況居住区の配水についても、計画道路または将来に亘り供用する現況道路上に布設するものとする。主要な送・配水ルートは、図 4-1-4-1 に示すルートとする。

また、計画道路上に布設する管路の地盤高は、計画道路の計画高さにあわせる必要があるが、詳細な計画条件が現段階では未定であるため、現況地盤により検討を進めるものとした。



図 4-1-4-1 送配水ルートの道路整備状況

(5) 管布設位置

管布設位置は、マスタープランによる計画道路施の舗装部分を避けて路肩に布設するものとする。図 4-1-4-2、4-1-4-3 に示す位置を基準に布設を行っていくことを想定した。

管路布設の埋設深については、1.0m とした。

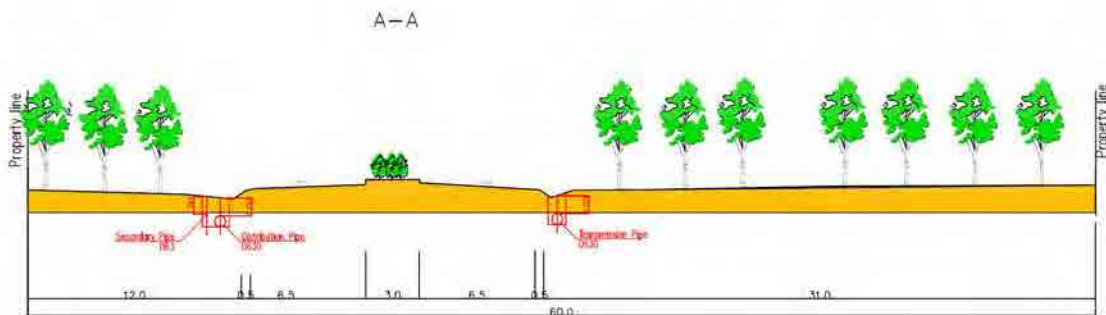


図 4-1-4-2 道路断面図 フェーズ 1 区間
(位置は図 4-1-4-1 参照)

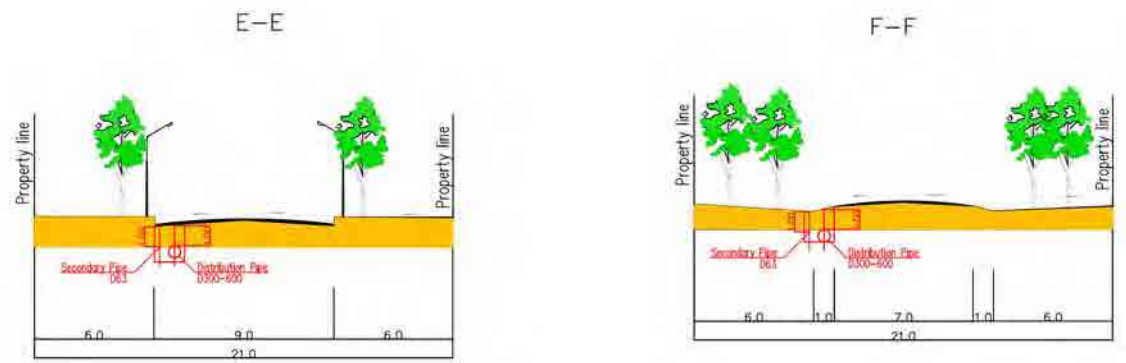


図 4-1-4-3 道路断面図 フェーズ 1 およびフェーズ 2 区間
(位置は図 4-1-4-1 参照)

(6) 送配水の検討案

送配水方式について、図 4-1-4-4 に示す 6 つの案を検討することにした。

- CASE1 配水池設置案 1 (浄水場近傍案)
- CASE2 配水池設置案 2 (高台案)
- CASE3 配水池設置案 3 (海側案)
- CASE4 浄水場内高架タンク設置案
- CASE5 CASE3 と CASE4 の併用案
- CASE6 ポンプ直送案

上記 6 案についての考察

- ・ CASE1 については、浄水場近傍で配水池を設置するのに適当な場所 (H=40-60m 程度の地盤高の位置) は国立公園内のみであり、配水池建設サイトとして国立公園内を除くという前提条件に抵触する。
- ・ CASE3 については、CASE2 と同様な考え方であるが、CASE2 に比べて送水管が長くなること、また配水池までの送水ルート沿いの沿線住民への配水方法を別途手当てする必要がある、CASE2 より劣ると判断される。
- ・ CASE4 および CASE5 における高架水槽の高さの設定については、動水位の検討により、設定される。計算を行った結果、配水有効水頭圧を確保するには、CASE5 における動水位検討では、高さ 45m 以上の高架タンクが必要になることから、施工上現実的ではないと判断される。(CASE4 は CASE5 以上の高さが必要となるのでさらに不利。)

したがって、当該区域においては、CASE2 の配水池設置案とおよび CASE6 ポンプ直送案を最終的に比較検討した。

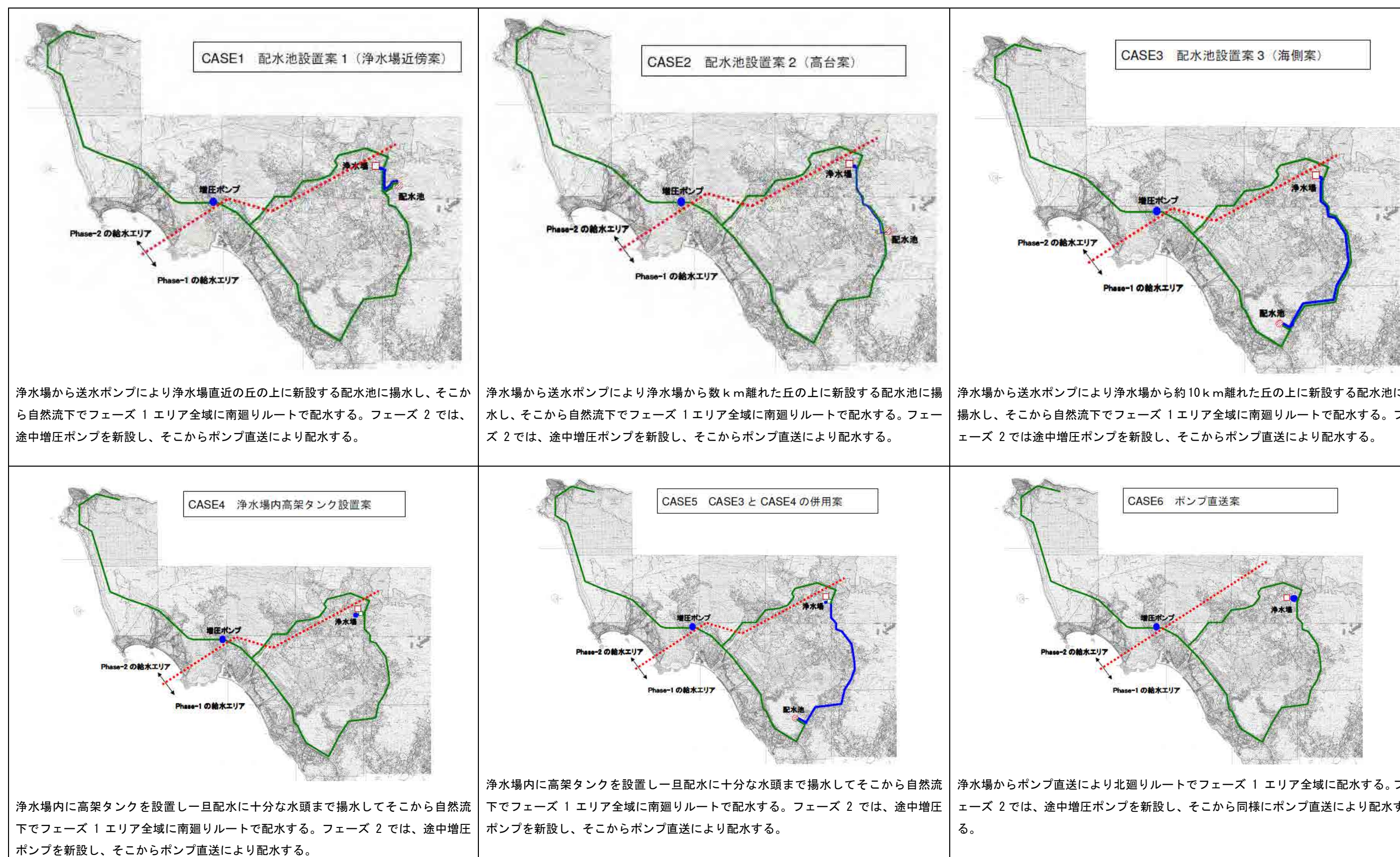


図 4-1-4-4 送配水方式の代替ケースの概要

(7) 比較結果

比較検討を行った結果については次ページの表 4-1-4-2 のとおりである。これより、CASE2 が有力案と考えられ、当計画の施設計画は、CASE2 を元に立案していくことにする。

提案する送配水系統(Case2)およびその規模を図 4-1-4-5 に示す。

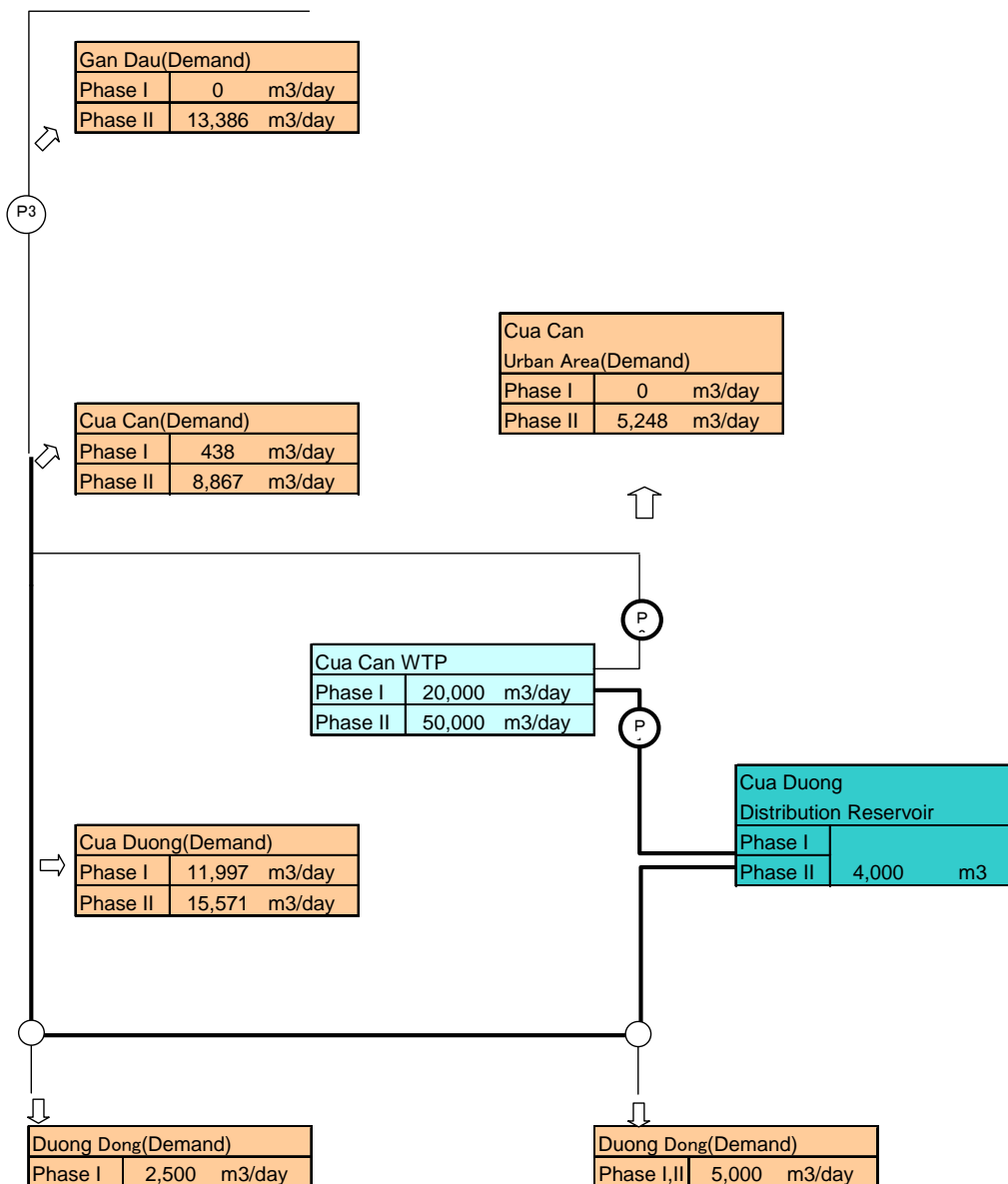


図 4-1-4-5 送配水系統模式図

表 4-1-4-2 送配水ルート選定比較表

		CASE2 Distribution Reservoir near the sea				CASE6 Direct distribution from WTP				
MAP 										
Transmission Pipe		Diameter (mm)	Length (m)	Unit Price (x1,000 VND)	Costs (x1,000,000 VND)	Diameter (mm)	Length (m)	Unit Price (x1,000 VND)	Costs (x1,000,000 VND)	
		560	4,240	9,538	40,441	400	12,620	4,428	55,881	
		400	12,620	4,428	55,881					
					96,322				55,881	
Transmission Pump *stand-by pump included	Numbers of pump	1				-				
	Specific of Pump	Max daily demands	0.116	0.231		0.116	0.231			
		Total Discharge head	55	55		55	55			
		Number of the pump	3	2		5	1			
Distribution Reservoir	Numbers of reservoir	1				1				
	Level of Reservoir site	45 m				70 m				
	Capacity*2	No.1	4,000 m3				m3			
	No.2					m3				
Distribution Pump	Numbers of pump	1								
	Specific of Pump	Max hourly demands	0.280	0.050						
		Total Discharge head	55	55						
		Number of the pump	1	1						
Distribution pipe*3	Diameter and Length	Diameter (mm)	Length (m)	Unit Price (x1,000 VND)	Costs (x1,000,000 VND)	Diameter (mm)	Length (m)	Unit Price (x1,000 VND)	Costs (x1,000,000 VND)	
		140	3,940	1,011	3,983	200	1,850	1,360	2,516	
		200	1,850	1,360	2,516	315	3,130	2,983	9,337	
		315	3,130	2,983	9,337	400	6,490	4,428	28,738	
		400	6,490	4,428	28,738	500	10,540	7,171	75,582	
		500	7,320	7,171	52,492	630	23,110	9,798	226,432	
		630	22,590	9,798	221,337					
		(secondary)				(secondary)				
		63	32,700	632	20,666	63	32,500	632	20,540	
		Total	78,020		339,069	Total	77,620		363,145	
		In-line Pump	Numbers of pump	2				2		
Specific of Pump	Max hourly demands		0.228	0.050		0.228	0.050			
	Total Discharge head		53	60		53	60			
	Number of the pump		1	1		1	1			
Estimated Costs (interest rate ; 4%) (x1,000,000VND)	(Value of cost per year) (x1,000,000VND)	Construction	Pipe	Transmission	96,322	Construction	Pipe	Transmission	55,881	
				Distribution	339,069			Distribution	363,145	
				Total	435,391			Total	419,026	
		Pump	Transmission	38,500	Pump	Transmission				
			Distribution	12,960		Distribution	72,360			
			In-line			In-line				
		Total	51,460	Total	72,360					
		tank	Elevated tank		tank	Elevated tank				
			Reservoir tank	12,119		Reservoir tank				
			Total	12,119		Total	0			
		Total	498,970	Total	491,386					
		OM	Electricity	30,752	OM	Electricity	31,665			
			Total	30,752		Total	31,665			
		Total	529,722	Total	523,051					
	Costs	Working Life (year)	Value of cost per year		Costs	Working Life (year)	Value of cost per year			
Pipe	435,391	50	20,268	Pipe	419,026	50	19,506			
Pump	51,460	15	4,628	Pump	72,360	15	6,508			
Tank	12,119	50	564	Tank	0	50	0			
OM	30,752		30,752	OM	31,665		31,665			
Total	529,722		56,213	Total	523,051		57,679			
Advantage	The distribution reservoir can be placed at the facing road.				The distribution Reservoir is not need in the Pipeline system.					
Drawback	The transmission pipe is longer than case-1.				Private power generation is needed in case the blackout is occurred.					
Evaluation	○				△					

*1 Using pipe both as Transmission Pipe and Distribution Pipe

*2 The Capacity of the distribution reservoir can reserve the water for 8 hours.

*3 The head when distributed all demands is from 10-60 m. (refer to Vietnam Standard)

(8) 送配水施設の概略規模・数量

<フェーズ 1>

(a) 管路延長

表 4-1-4-3 口径別、用途別管路延長

Category	Diameter	length (m)	Remarks
Transmission	560	4,240	To Cua Duong/Cua Can Distribution Reservoir
	Total	4,240	
Distribution	140	3,940	
	400	5,050	
	500	2,000	
	630	7,240	
	Total	18,230	
Secondary Pipe House Connection	63	18,230	
		2,617houses	11,773 person (Year2020) 4.5person/house

(b) 配水池

表 4-1-4-4 配水池規模

Category	Name	Feature	Remarks
Reservoir	Cua Duong Reservoir	V=4,000m3	Build by RC

(c) 送水ポンプ

表 4-1-4-5 送水ポンプ規模

Category	Name	Feature	Remarks
Transmission Pump (Cua Can WTP)	Cua Duong WTP	H=55(m),Q=0.116(m3/s)	To Cua Can Distribution Reservoir
	Cua Duong WTP	H=55(m),Q=0.116(m3/s)	
	Cua Duong WTP	H=55(m),Q=0.116(m3/s)	

<フェーズ 2>

(a) 管路延長

表 4-1-4-6 口径別、用途別管路延長

Category	Diameter	length (m)	Remarks
Distribution	500	8,610	
	630	14,350	
	Total	22,960	
Connection to Duong Dong	355	5,380	
	Total	5,380	
Secondary Pipe	63	22,960	
House Connection		2,764houses	24,211person(Year2030) - 11,773person(Year2020) 4.5person/house

(b) 配水ポンプ

表 4-1-4-7 配水ポンプ規模

Category	Name	Feature	Remarks
Distribution Pump	To Cua Can & Ganh Dau 1	H=55(m), Q=0.232(m3/s)	VSC
	To Cua Can & Ganh Dau 2	H=55(m), Q=0.232(m3/s)	VSC

(c) 増圧ポンプ

表 4-1-4-8 増圧ポンプ規模

Category	Name	Feature	Remarks
Booster Pump	Ganh Dau Booster 1	H=60 (m), Q=0.093(m3/s)	VSC
	Ganh Dau Booster 2	H=60 (m), Q=0.093(m3/s)	VSC
	Ganh Dau Booster 3	H=60 (m), Q=0.093(m3/s)	VSC
	Total		

(9) 配水池の設計

配水池の容量については、リゾート開発区域等、開発者が受水槽を設置することを前提とする区域を除き、その他の沿線住民や住宅開発区域に対する日最大給水量の8時間分に相当する容量を確保するものとした。

時間変動を有する給水量の内訳及び合計を表 4-1-4-9 に示す。

表 4-1-4-9 沿線住民および住宅開発区域に対する日最大給水量

Item		Peak Day Water Demand (m ³ /d)	
		Year 2030	Year 2020
Domestic Demand along Main Routes		3,383	2,014
Urban Area & Resettlement Area Demands	(1)	2,401	1,777
	(2)	1,687	844
	(4)	2,352	0
	Total	6,440	2,621
Other Area		5,000	5,000
Total Peak Day Demand		14,824	9,635

これをもとに、配水池の容量を算定すると以下のとおりとなる。

$$\text{Cua Duong 配水池} \quad 9,635 \times 8 \div 24 = 3,211 \approx 4,000 \text{ m}^3$$

$\text{Cua Duong 配水池容量} \quad V = 4,000 \text{ m}^3$
--

配水池は、フラットスラブのRC造とする。配水池の概略図面を図 4-1-4-6 に示す。

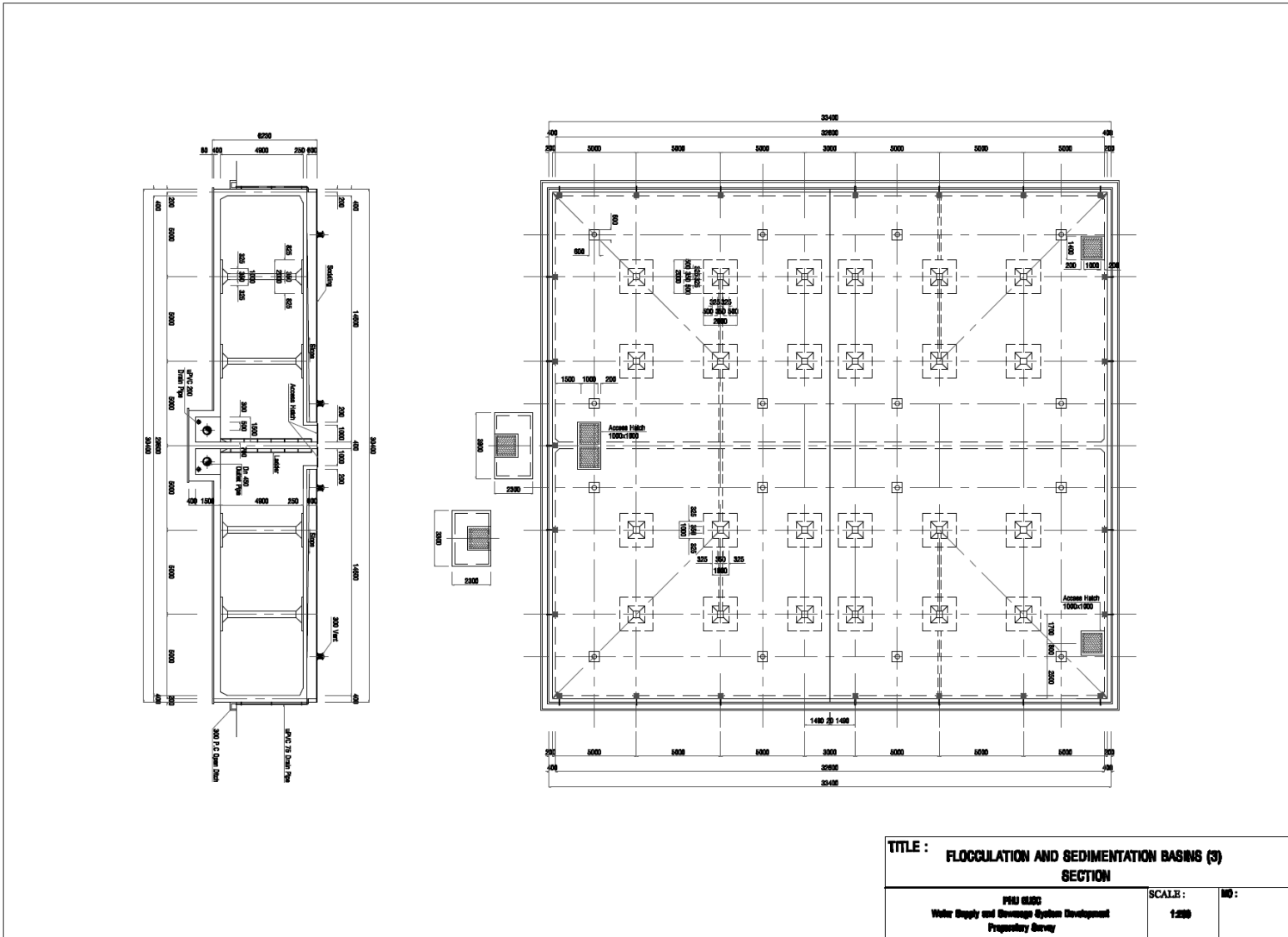


图 4-1-4-6 配水池概略图

4.2 下水道システム

4.2.1 下水道管渠システム

(1) 下水道管渠設計のための汚水量

下水道管渠設計のための汚水量は、表 4-2-3-1 で求めた 2030 年の全体汚水量から汚水量と流入エリアが明確になっている下記の点投入汚水量を差し引いた量を、残りのエリアに配分することで求められた。なお配分に当たっては、2030 年の土地利用用途を考慮して配分した。

表 4-2-1-1 に点投入汚水量を、図 4-2-1-1 に点投入エリアを示す。また表 4-2-1-2 に土地利用別の ha 当たり汚水量を示す。

表 4-2-1-1 点投入汚水量

エリア	エリア名	略称	給水量	下水処理場能力	発生汚水量*1	面積	接続率	点投入汚水量	
			m ³ /日	m ³ /日	m ³ /日			ha	%
Duong Dong 混合観光 エリア*2	混合観光エリア 1	MT1	845	-	676	28.61	90	609	7
	混合観光エリア 2	MT2	3,363	-	2,690	113.82	90	2,421	28
	混合観光エリア 3	MT3	1,411	-	1,129	47.77	90	1,016	12
	混合観光エリア 4	MT4	1,596	-	1,277	54.03	90	1,149	13
	小計		7,216	-	5,773	244.23	90	5,195	
Cua Can エコ ロジカル観光 エリア*3	Ong Lang Beach	T1	1,570	1,190	-	-	90	1,071	12
	Phu Quoc Ecological	T2	1,214	971	-	-	90	874	10
	Cua Can Beach	T3	2,950	2,242	-	-	90	2,018	23
	Tran Thai Phuong Nam	T4	960	760	-	-	90	684	8
	小計		6,694	5,163	-	-	90	4,647	
Cua Can 都市 開発エリア*4	Cua Can 移転エリア	R1	1,819	-	1,892	-	90	1,703	20
	Cua Can コミュニセンタ	R2	1,278	-	1,329	-	90	1,196	14
	Cua Can 貯水池サイト	R3	3,975	-	4,134	-	90	3,721	43
	小計		7,072	-	7,355	-	90	6,620	
点投入計								16,462	
点投入外								13,538	
下水道対象区域全体								30,000	

出典：JICA 調査団

*1：発生汚水量 = (給水量×80%) + (給水量×80%) ×30%

*2：表 2-2-3-5 の下水道対象区域 2030 年日平均観光水需要量 7,216m³/日を面積比で配分

*3：表 2-2-3-2 参照

*4：表 2-2-3-3 参照



出典：JICA 調査団

図 4-2-1-1 点投入エリア

表 4-2-1-2 土地利用用途別 ha 当たり汚水量

土地利用	面積	人口密度	人口	給水量 原単位	給水量	下水率	生活 汚水量	公共・商 業汚水量	小工場 排水量	地下水量	汚水量	接 続 汚水量	ha当たり 汚水量
	(1)	(2)	(3)=(1)×(2)	(4)	(5)=(3)×(4)	(6)	(7)=(5)×(6)	(8)=(7) ×10%	(9)=(7) ×10%	(10)=(7) ×10%	(11)=(7)+(8)+(9)+(10)	(12)=(11) ×90%	(13)=(12)/ (1)/86,400
	(ha)	(人/ha)	(人)	L/人日	L/人日	(%)	m ³ /人日	m ³ /日	m ³ /日	m ³ /日	m ³ /日	m ³ /日	L/sec/ha
行政地域	104.62	65	6,800	150	1,020	80	816	82	82	82	1,062	956	0.1058
公共地域	134.5	55	7,398	150	1,110	80	888	89	89	89	1,155	1,040	0.0895
商業地域	78.61	55	4,324	150	649	80	519	52	52	52	675	608	0.0895
住居地域	196.03	40	7,841	150	1,176	80	941	94	94	94	1,223	1,101	0.0650
混合開発地域	197.63	105	20,751	150	3,113	80	2,490	249	249	249	3,237	2,912	0.1706
高密度住居地域	459.79	70	32,185	150	4,828	80	3,862	386	386	386	5,020	4,517	0.1137
低密度住居地域	618.87	24.3	15,039	150	2,256	80	1,805	181	181	181	2,348	2,113	0.0395
小売業集落	65.29	30	1,959	150	294	80	235	24	24	24	307	276	0.0489
農村集落	686.1	0	0	150	0	80	0	0	0	0	0	0	-
混合観光地域	0	0	0	150	0	80	0	0	0	0	0	0	-
エコロジカル観光地域	0	0	0	150	0	80	0	0	0	0	0	0	-
バスターミナル	19.07	6	114	150	17	80	14	1	1	1	17	15	0.0091
合計	2,560.51		96,411									13,538	

出典：JICA 調査団

(2) 管渠の余裕

下水を支障なく排除するため、計画下水量に対して施設に余裕を見込むこととする。設計基準 TCVN 7957: 2008 には、管渠の余裕の記述がないため、汚水管渠について以下に示す余裕率を採用する。

断面（内径）	余裕率
・ 600 mm 以下	計画下水量の約 100%
・ 601～1500 mm 以下	計画下水量の約 50～100 %
・ 1501 mm 以上	計画下水量の約 25～50 %

出典：JICA 調査団

(3) 流量計算

流量計算には、自然流下にはマンニング式、圧送式にはヘーゼン・ウィリアムス式を用いる。

1) マンニング式

$$Q = A \times V$$

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

ここに、

Q：流量 (m³/sec)

A：流水の断面積 (m²)

V：流速(m/sec)

n：粗度係数

R：径深(m)

I：こう配

管材料別の粗度係数を表 4-2-1-3 に示す。

表 4-2-1-3 管渠の粗度係数

管渠の種別	n (粗度係数)
鉄筋コンクリート管	0.013
塩ビ管	0.011
ポリエチレン管	0.011

出典：TCVN 7957:2008

2) ヘーゼン・ウィリアムス式

$$Q = A \times V$$

$$V = 0.84935 \times C \times R^{0.63} \times I^{0.54}$$

ここに、

V：平均流速(m/sec)

C: 流速係数 (標準値: 110)

I: 動水こう配

3) ピーキングファクター

下水管内の流れは時間とともに変動することから、下水管渠はこれらの変動に対応する能力を有することが必要である。設計基準 TCVN 7957: 2008 においては、日平均汚水量に対するピーキングファクターを設定して管渠の流量を算出することにより、下水量の変動に対処するものとしている。本調査においても、表 3-2-1-4 に示す設計基準 TCVN 7957: 2008 に準ずるピーキングファクターを採用するものとする。

表 4-2-1-4 ピーキングファクター

項 目	日平均汚水量 (L/sec)								
	5	10	20	50	100	300	500	1000	>=1000
ピーキングファクター	2.5	2.1	1.9	1.7	1.6	1.55	1.5	1.47	1.44

出典: TCVN 7957:2008

(4) 流速及び勾配

流速は、一般的に下流に行くに従い暫増させ、勾配は、下流に行くに従いしだいに緩くなるようにして定める。

1) 最小流速

最小流速は、設計基準 TCVN 7957:2008 において以下のように定められている。本調査においても、これらに準じて設計を行うものとする。

管径(mm)	最小流速(m/sec)
150 - 200	0.70
300 - 400	0.80
400 - 500	0.90
600 - 800	1.00
900 - 1200	1.15
1300 - 1500	1.20
1500 以上	1.30

出典: TCVN 7957:2008

2) 最大流速

最大流速は設計基準 TCVN 7957:2008 において以下のように定められている。本調査においても、これらに準じて設計を行うものとする。

	非金属管	金属管
- 汚水管	4.0 m/sec	8.0 m/sec

出典：TCVN 7957:2008

3) 最小勾配

ベ国において、管渠の最小勾配(I_{min})は、一般的に $1/D$ が用いられている。

$$I_{min}=1/D$$

ここで、

I_{min} ：管渠最小勾配

D：管径(mm)

この式により求められる勾配は、一般的に、コンクリート管を対象に用いられてきた。流速の観点から見れば、プラスチック管はコンクリート管と比べ粗度係数が小さいことから、粗度係数分、すなわちすなわち、“プラスチック管 $n=0.011$ ：コンクリート管 $n=0.013$ ”の比で、プラスチック管の勾配を小さくすることが可能である。これらのことより本調査において、最小勾配は表 4-2-1-5 の値を採用する。

表 4-2-1-5 最小勾配

管径：D(mm)	コンクリート管	プラスチック管
	$1/D$	$(1/D)*(0.011/0.013)$
150	6.7	5.6
200	5.0	4.2
250	4.0	3.4
300	3.3	2.8
350	2.9	2.4
400	2.5	2.1
450	2.2	1.9
500	2.0	1.7
600	1.7	1.4
700	1.4	1.2
800	1.3	1.1
900	1.1	0.9
1,000	1.0	0.8

出典：JICA 調査団

(5) 管渠の種類

管渠は、用途に応じて内圧、外圧、磨耗、腐食に対して、十分耐える材質のものを使用する。また、管渠の種類を選択に際しては市場性も考慮する必要がある。

一般的に、塩化ビニル管は小口径管に使用し、ポリエチレン管は中大口径管及び軟弱地盤に使用する。また、圧送管には、ダクタイル鋳鉄管またはポリエチレン管を使用する。

本調査においては、現場の状況に合わせて表 4-2-1-6 の管種を選択するものとする。

表 4-2-1-6 管渠の種類

汚水管		
用途	管径	管渠の種類
自然流下管	600 mm 以下	塩化ビニル管、ポリエチレン管
自然流下管	700 mm 以上	主にポリエチレン管
圧送管	100 mm 以上	ポリエチレン管またはダクタイル鋳鉄管
推進管	各管径	主に推進用鉄筋コンクリート管

出典：JICA 調査団

(6) 最小管径

管渠の最小管径は 200mm とする。

取付管（House Connection）の最小管径は 150mm とする。

(7) 管渠の埋設位置

取付管が接続される枝線管渠(Tertiary Sewer) の埋設位置は、原則として歩道とする。歩道を有しない道路の場合は車道とする。また幹線管渠(Main Trunk Sewer)及び枝線管渠(Branch Sewer)の埋設位置は原則として車道に布設する。

(8) 最小土被り

取付管が接続される枝線管渠の最小土被りは、取付管の接続できる深さとする。幹線管渠及び枝線管渠の最小埋設深さは 1.0m とする。なお本調査の幹線及び枝線の縦断設計の際には、一般的に道路の両側に敷設される雨水管渠(通常 600-800mm ないしは蓋がけ開渠)の横断を考慮して以下により設計を行う。

	最小土被り(m)
- 圧送管	1.0m
- 自然流下管（幹線、枝線）	2.0m

出典：JICA 調査団

(9) 下水道主要施設のレイアウト

これまで述べた設計条件を基に設計を行った下水道主要施設のレイアウトを図 4-2-1-2 に示す。

また、管渠の施設平面図及び流量計算書、縦断面図を添付資料 - 4 に添付する。



出典：JICA 調査団

図 4-2-1-2 下水道主要施設のレイアウト図

(10) 管渠施設及びマンホールポンプ施設の規模

前述の各条件により設計を行った管渠施設及びマンホールポンプ施設の規模を、表 4-2-1-7、表 4-2-1-8 に各々示す。また、管径別、管種別、掘削深別の管渠延長を添付資料-4

に示す。

本下水道対象区域のほとんどは開発予定地であり、これらの区域の下水道管渠施設は開発者が整備することが一般的である。本調査における準幹線、枝線の整備延長はフェーズ1エリアにおいては、既存市街地の約200haについて見込み、フェーズ2エリアについてはエリア面積の約5%の64haについて整備延長を見込むものとする。

表 4-2-1-7 管渠施設の規模

フェーズ	幹線(m)	準幹線 (m)	枝線(m)	計(m)
1	18,246	9,801	31,365	59,412
2	24,037	3,200	10,240	37,477
計	42,283	13,001	41,605	96,889

出典：JICA 調査団

表 4-2-1-8 マンホールポンプの規模

ポンプ No.	時間最大汚水量	ポンプ数	全揚程	摘 要
	(m ³ /min)		(m)	
P.1	2.1	2	34	1 台予備
P.2	5.5	3	10	1 台予備
P.3	5.9	4	12	1 台予備
P.4	6.5	4	27	1 台予備
P.5	5.3	2	31	1 台予備
P.6	1.0	2	38	1 台予備
P.7	4.5	2	18	1 台予備
P.8	3.4	3	8	1 台予備
P.9	3.6	4	4	1 台予備
P.10	3.9	4	20	1 台予備
その他小 MP.1-9	0.2	2	5	各 1 台予備

出典：JICA 調査団

MP.1-9 の仕様は平均値

4.2.2 下水処理施設

前章の計画で述べたように、Duong Dong 下水処理場は、標準活性汚泥法の変法であるステップ流入多段硝化脱窒法により施設計画を行うものとする。リンの除去に関しては、凝集剤添加による処理法を採用する。

(1) 設計条件

1) 計画流入水量

項 目		全体計画	フェーズ 1
日平均流入水量	m ³ /d	30,000	7,500
日最大流入水量	m ³ /d	30,000	7,500
時間最大流入水量	m ³ /d	46,200	12,400

2) 計画流入水質

項 目		流入水質	返流水を考慮した
BOD	mg/L	230	290
SS	mg/L	260	310
T-N	mg/L	46	60
T-P	mg/L	7	9

3) 計画目標放流水質

前章で述べたように、ベ国の放流水質基準 QCVN 14-2008/BTNMT、および水質環境基準 QCVN-08:2008/BTNMT に準拠して、以下のように定める。

項 目	単位	目標処理水質
BOD	mg/L	25
SS	mg/L	50
T-N	mg/L	15
T-P	mg/L	6

4) 計画処理効率

水質項目	除去効率 (%)		
	最初沈殿池	反応槽+最終沈殿池	合計
BOD	50	90	95.0
SS	50	90	95.0
T-N	15	72	76.2

○ 計画処理水質

水質項目	水 質 (mg/liter)			
	流入	最初沈殿池後	最終沈殿池後	目標値
BOD	290	145	14.5	25
S S	310	155	15.5	50
T-N	60	51	14.3	15

○ 主要施設の設計基準

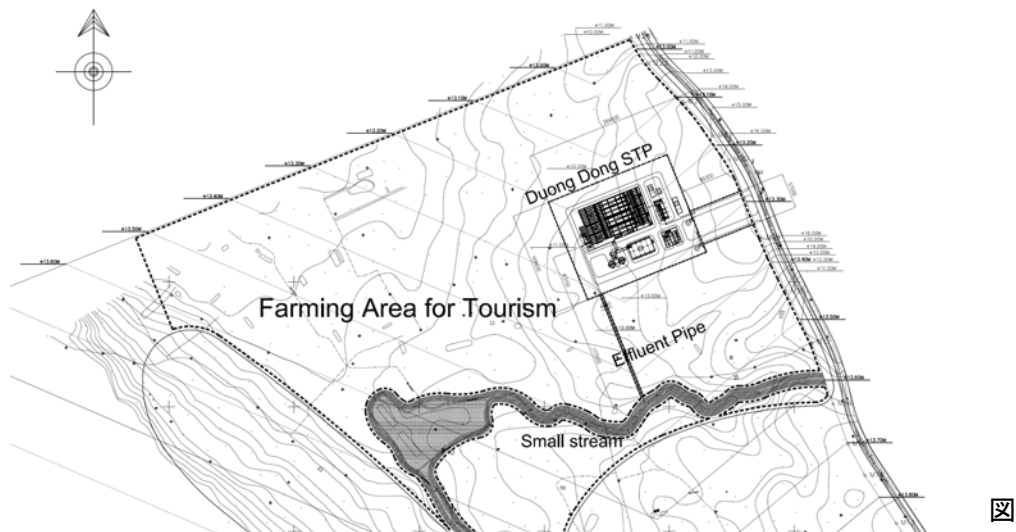
施設名称	項目	単 位	基準値
沈砂池	水面積負荷	m ³ /m ² ・日	1,800
	平均流速	m/秒	0.3
最初沈殿池	水面積負荷	m ³ /m ² ・日	50
	越流負荷	m ³ /m・日	250
反応槽	滞留時間	時間	8 以上
	返送汚泥比	%	50
最終沈殿池	水面積負荷	m ³ /m ² ・日	25
	越流負荷	m ³ /m・日	100
塩素滅菌池	滞留時間	分	15
重力式濃縮槽	固形物負荷	kgDs/m ² ・日	60
汚泥脱水機(ベルトプレス)	固形物負荷	kgDs/m・時間	90

○ 放流先の状況

処理水の放流先は、開発区域内に整備される小河川である。放流河川と放流管の位置を図 4-2-2-1 に示す。放流河川は開発と共に整備される予定であり、現在その計画断面は明らかでない。河川の底高は、現況で+10.00M 程度であり、開発計画地盤高が+13.00M であることを考慮すると、この高さは変更がないと想定される。河川維持流量がほとんど無いことを考えると、放流先水位は下水処理場からの放流量により決まるものと想定される。

小河川は約 2.0 km で海岸に到達する。その平均河床勾配は、ほぼ 5 パーミルと推定される。

河川断面を上幅 4.0m、下幅 2.0m、深さ 2.0m、粗度係数 0.08 と仮定し、流量を下水処理場からの時間最大水量 46,200 m³/d とすると、その水深はマンニングの公式より 0.519m と計算される。



4-2-2-1 下水処理場と放流河川の位置図

海面の水位は過去 20 年間の水位観測データによると、最高水位 +1.75 m と報告されている。(表 4-2-2-1 に観測データを示す)

表 4-2-2-1 水位観測データ

ĐÀI KHÍ TƯỢNG THUỶ VẤN KHU VỰC NAM BỘ				
TRUNG TÂM KHÍ TƯỢNG THUỶ VẤN KIÊN GIANG				
BẢNG MỨC NƯỚC CAO NHẤT, THẤP NHẤT VÀ TRUNG BÌNH TRẠM PHÚ QUỐC				
TỪ NĂM 1991 ĐẾN NĂM 2010				
TRẠM PHÚ QUỐC	BIỂN TÂY	Tỉnh : Kiên Giang	Hệ cao độ: Số "0" trạm	
MỨC NƯỚC (Water Level)	MỨC NƯỚC CAO NHẤT NĂM (Maximum Water Level per Year)	MỨC NƯỚC THẤP NHẤT NĂM (Minimum Water Level per Year)		
BÌNH QUÁN NĂM (cm) Average per Year	Trị số (cm) Value	Ngày xuất hiện Date	Trị số (cm)	Ngày xuất hiện
90	175	2009/10/5	7	22/06/2005; 18/06/2007
Người lập bảng			Kiên Giang, ngày 06 tháng 10 năm 2011 GIÁM ĐỐC	

放流地点は海岸から 2.0 km 上流であり、河床高も +10.0 m と想定すれば、海面水位の影響は無いものと推定できる。

本計画では、放流先水位として以下の数値を推定する。

$$+10.00 + 0.519 = +10.519 + 10.52 \text{ M}$$

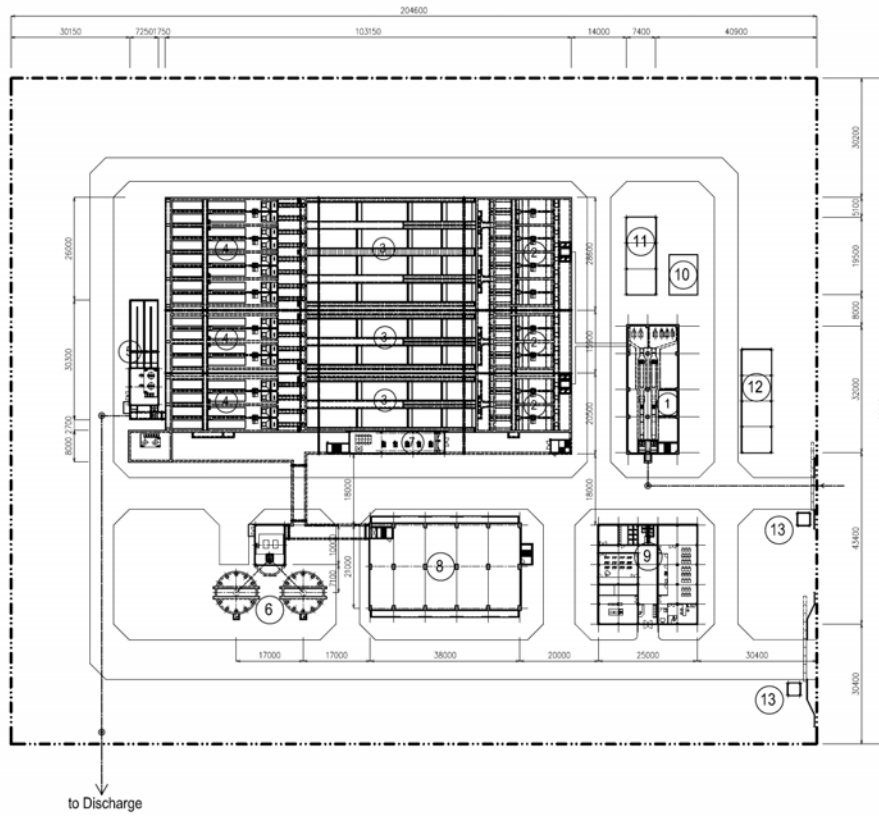
(2) 施設の仕様と数量

標準活性汚泥法による主要な施設の仕様と数量を表 4-2-2-2 に、施設の配置計画を、
図 4-2-2-2 に、処理施設の水位関係を図 4-2-2-3 に、処理フローを図 4-2-2-4 に示す。

表 4-2-2-2 Duong Dong 下水処理場 主要な施設の仕様と数量

施設名称	仕 様	数 量	
		全体計画	フェーズ 1
流入管	H.P.Φ1,000 mm 流入管底高 +8.803M	1	1
沈砂池	重力式沈砂池 3.0mW×10.0mL×3.0mH	2 池	2 池(躯体) 1 池(設備)
細目スクリーン	連続自動掻き上げ式、 幅 1.0m、目幅 15mm	2 基	1 基
揚水ポンプ	水中型汚水ポンプ Φ150mm×2.7m ³ /分 Φ200mm×5.4m ³ /分 Φ250mm×8.0m ³ /分	1 基 1 基 4 基 (予備 1)	1 基 1 基 1 基 (予備 1)
最初沈殿池	矩形平向流式 3.0mW×13.0mL×3.0mH	1 6 池	4 池
反応槽	ステップ流入 2 段硝化脱窒 好気槽 5.5mW×9.0mL×5.5mH 5.5mW×13.0mL×5.5mH 無酸素槽 5.5mW×9.0mL×5.5mH 5.5mW×13.0mL×5.5mH	8 池 8 池 8 池 8 池	2 池 2 池 2 池 2 池
最終沈殿池	矩形平向流式 3.0mW×25.0mL×3.5mH	1 6 池	4 池
塩素滅菌池	矩形迂回流式 1.5mW×28.0mL×2.0mH	4 水路 1 池	
	矩形迂回流式 1.5mW×14.0mL×2.0mH		4 水路 1 池
重力式濃縮槽	円形濃縮槽 Φ10.0m×3.0mH	2 槽	1 槽
汚泥脱水機	ベルトプレス型脱水機 幅 3.0m×270kgDs/時	5 基	2 基
放流管	H.P. Φ1,000 mm 延長 270m 管底高 +10.40~+10.00M	1	1

Duong Dong STP General Plan



- ① Grit Chamber, Lift Pump
- ② Primary Sedimentation Tank
- ③ Aeration Tank
- ④ Final Sedimentation Tank
- ⑤ Disinfection Tank
- ⑥ Gravity Thickener Tank
- ⑦ Blower Building
- ⑧ Dewatering Building
- ⑨ Administration Building
- ⑩ Soil Filter for Deodorization
- ⑪ Work Shop
- ⑫ Garage
- ⑬ Guard Post

Total Site Area : 4.03 ha
 Area for STP : 3.45 ha
 Area for Approach Road : 0.51 ha
 Area for Effluent Pipe : 0.07 ha

TITLE :			
DUONG DONG STP GENERAL PLAN			
PHU QUOC		Scale :	No :
Water Supply and Sewerage System Development		1: 500	
Preparatory Survey		1:1000	

图 4-2-2-2 一般平面图

図 4-2-2-3 水位関係図

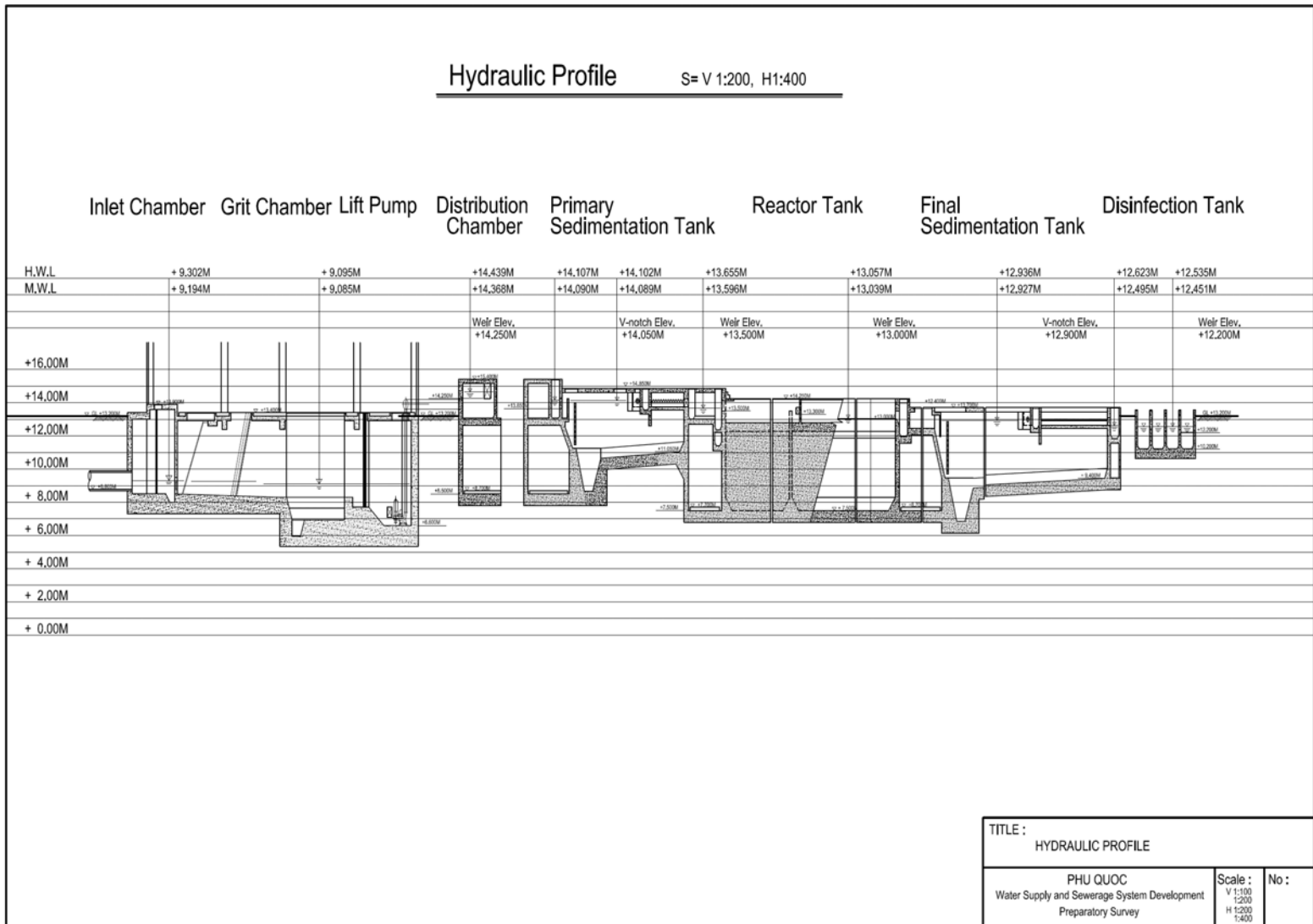
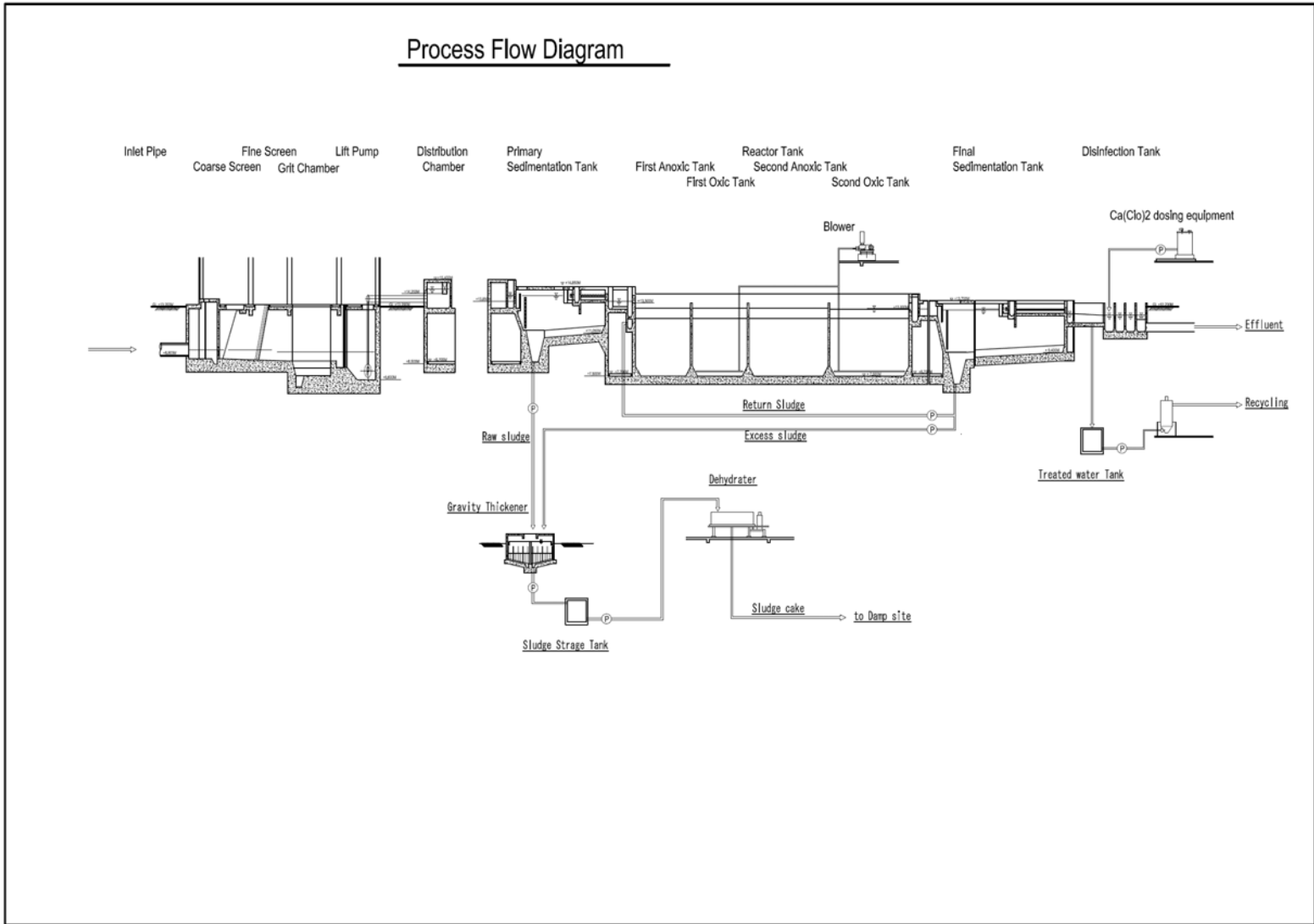


図 4-2-2-4 処理フロー



(3) 敷地造成地盤高

敷地造成地盤高は、処理水放流先水位から決まる施設高及び、周辺地域の造成高さを考慮して決定する。なお、当該地域は緩やかな傾斜地であり、浸水の恐れはない地域である。

周辺地域の造成地盤高は、+13.30～13.10 m である。

施設の水位関係より決まる高さは、図 4-2-2-3 に示すとおりである。

本計画では、周辺地域との調和を考慮して平均地盤高となる +13.20 m を敷地造成地盤高とする。

現況の地盤高は、+16.00～10.00 m の傾斜地である。

第 1 次造成として地盤高を+13.00 m に設定した場合、切土、盛土のバランスは約 2,600 m³ の残土が発生することとなり、ほぼバランスがとれることとなる。この地盤高から施設建設を行い、最終的に地盤高+13.20 m に整地すると、第 1 期工事で約 32,000 m³ の残土が発生することとなる。

(4) 基礎形式の検討

本調査において、処理場予定地の近傍で 1 か所土質調査を実施した。調査結果の詳細は添付資料に示す。その調査結果のからの検討により、標高 +8.0 m より出現する砂質粘土層には必要な地盤支持力があることが判明した。

また、大部分の施設底盤は標高 +8.0 m 以下となり、支持地盤層に到達している。支持地盤層に達していない消毒槽、脱水機棟（地下のない部分）、管理棟の各施設は、標高 +8.0 m に達するまでの範囲の地盤を改良土とし、直接基礎形式とする。地盤改良は、その掘削深さが最大で 4.2 m 程度であることから、この範囲の土砂にセメントを混合し埋め戻す工法が最適と考える。本処理場の基礎形式は一部地盤改良工法併用 直接基礎形式とする。

第5章 概算事業費と支出計画

第5章 概算事業費と支出計画

5.1 概算事業費

貯水池、上水道、下水道のそれぞれの事業費を表 5-1-1 に示す。

表 5-1-1 概算事業費

VND1=0.0037 円

No.	費用項目	フェーズ 1		フェーズ 2	
		日本円 (x 1,000)	VND (x 1,000,000)	日本円 (x 1,000)	VND (x 1,000,000)
1	貯水池事業費	2,471,234	667,901	19,640	5,308
	建設費	746,257	201,691	15,540	4,200
	土地代・補償費	969,400	262,000	-	-
	コンサルタント費等	93,728	25,332	-	-
	価格予備費	232,957	62,961	2,104	569
	物理的予備費	204,234	55,198	210	57
	VAT	224,658	60,718	1,785	483
2	上水道事業費	2,632,036	711,361	3,147,505	850,677
	建設費	1,475,220	398,708	1,497,349	404,688
	土地代・補償費	20,258	5,475	2,161	584
	コンサルタント費等	216,923	58,628	161,645	43,688
	価格予備費	462,836	125,091	940,085	254,077
	物理的予備費	217,524	58,790	260,124	70,304
	VAT	239,276	64,669	286,137	77,334
2	下水道事業費	9,951,716	2,689,653	7,147,676	1,931,804
	建設費	5,913,561	1,598,260	2,768,000	748,108
	土地代・補償費	59,644	16,120	-	-
	コンサルタント費等	473,017	127,842	195,004	52,704
	価格予備費	1,778,338	480,632	2,944,166	795,720
	物理的予備費	822,456	222,285	590,717	159,653
	VAT	904,701	244,514	649,789	175,619
	合計	15,054,986	4,068,915	10,314,821	2,787,789

1) 積算基準月:2012年2月

5.1.1 貯水池事業費

表 5-1-1-1 に Cua Can 貯水池建設事業の費用内訳を示す。

表 5-1-1-1 Cua Can 貯水池建設費

フェーズ1 VND1 = ¥0.0037

費用項目	円 x1,000	VND x 1,000,000
1 調達および建設費	746,257	201,691
準備工	36,275	9,804
貯水池堤体工事	550,808	148,867
河川調整堰	64,613	17,463
ポンプ設備	94,561	25,557
2 土地代および補償費	969,400	262,000
3 コンサルタント費用等	93,728	25,332
小計	1,809,385	489,023
4 価格予備費	232,957	62,961
5 物理的予備費	204,234	55,198
6 VAT	224,658	60,718
事業費計	2,471,234	667,901

フェーズ2 VND1 = ¥0.0037

費用項目	円 x1,000	VND x 1,000,000
1 調達および建設費	15,540	4,200
ポンプ設備	15,540	4,200
小計	15,540	4,200
4 価格予備費	2,104	569
5 物理的予備費	210	57
6 VAT	1,785	483
事業費計	19,640	5,308

5.1.2 上水道事業費

表 5-1-2-1 に上水道事業費の内訳を示す。

表 5-1-2-1 上水道事業費

フェーズ1		VND1=¥0.0037	
費用項目		円 x 1,000	VND x 1,000,000
1	調達および建設費	1,475,220	398,708
	取水	71,072	19,209
	導水施設	18,540	5,011
	浄水場	800,000	216,216
	送水管	116,846	31,580
	配水池	58,158	15,718
	配水本管	362,060	97,854
	配水支管・給水管	48,544	13,120
2	土地代および補償費	20,258	5,475
3	コンサルタント費用等	216,923	58,628
	小計	1,712,400	462,811
4	価格予備費	462,836	125,091
5	物理的予備費	217,524	58,790
6	VAT	239,276	64,669
	事業費計	2,632,036	711,361

フェーズ 2		VND1=¥0.0037	
費用項目		円 x 1,000	VND x 1,000,000
1	調達および建設費	1,497,353	404,690
	取水	18,713	5,058
	浄水場	680,000	183,784
	配水管	708,483	191,482
	配水支管・給水管	59,145	15,985
	増圧ポンプ場	31,012	8,382
2	土地代および補償費	2,161	584
3	コンサルタント費用等	161,645	43,688
	小計	1,661,159	448,962
4	価格予備費	940,085	254,077
5	物理的予備費	260,124	70,304
6	VAT	286,137	77,334
	事業費計	3,147,505	850,677

5.1.3 下水道事業費

表 5-1-3-1 に下水道事業費の内訳を示す。

表 5-1-3-1 下水道事業費

フェーズ1

費用項目		円 x 1,000	VND x 1,000,000
1	調達および建設費	5,913,561	1,598,260
	下水処理場	2,422,000	654,595
	下水幹線管渠	1,912,001	516,757
	下水ポンプ場	407,000	110,000
	下水管渠維持管理車両	110,500	29,865
	準幹線・支線管渠	1,062,060	287,043
2	土地代および補償費	59,644	16,120
3	コンサルタント費用等	473,017	127,842
	小計	6,446,221	1,742,222
	価格予備費	1,778,338	480,632
	物理的予備費	822,456	222,285
	VAT	904,701	244,514
	事業費計	9,951,716	2,689,653

フェーズ2

費用項目		円 x 1,000	VND x 1,000,000
1	調達および建設費	2,768,000	748,108
	下水処理場	1,317,000	355,946
	下水幹線管渠	925,001	250,000
	下水ポンプ場	186,000	50,270
	下水管渠維持管理車両	0	0
	準幹線・支線管渠	339,999	91,892
2	コンサルタント費用等	195,004	52,704
	小計	2,963,004	800,812
	価格予備費	2,944,166	795,721
	物理的予備費	590,717	159,653
	VAT	649,789	175,619
	事業費計	7,147,676	1,931,804

5.2 積算方法

建設コストの積算は、Decree 12/2009/ND-CP (12/2/2009)に従い、基本設計図から工事数量を拾い、また、単価については業者からの見積価格、ベトナムでの類似プロジェクトでの実績価格及びキエンザン省発表の単価等が用いられた。また、予備費については、以下の条件により算出した。

1) 物理的予備費

Decision No.48/2008/GD-TTg より物理的予備費は 10%とした。

2) 価格予備費

価格予備費について、ベトナム貨分については、建設省 Circular No. 04/2010/TT-BXD (26/5/2010)により指定された過去 3 年間（2009 年~2011 年）の建設物価上昇率から算定する方法により、8.94%の価格上昇率を採用した。

外貨分（円貨）についての価格上昇率は、直近の円借款プロジェクトで採用されている 1.6%を採用した。

5.3 支出計画

表 5-3-1、表 5-3-2 および表 5-3-3 に、それぞれ貯水池事業、水道事業、下水道事業の支出計画を示す。

表 5-3-1 Cua Can 貯水池の支出スケジュール

フェーズ1

VND1 = ¥0.0037

費用項目	外貨分 x1,000円	内貨分 x1,000,000VND	Total		2013			2014			2015			2016		
			円 x1,000	VND x1,000,000	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
			1 調達および建設費	64,010	184,391	746,257	201,691	0	47,020	173,974	0	87,293	322,984	64,010	50,078	249,299
準備工	0	9,804	36,275	9,804		9,804	36,275									
貯水池堤体工事	0	148,867	550,808	148,867		37,216	137,699		74,433	275,402		37,218	137,707			
河川調整堰	0	17,463	64,613	17,463					8,732	32,308		8,731	32,305			
ポンプ設備	64,010	8,257	94,561	25,557					4,128	15,274	64,010	4,129	79,287			
2 土地代および補償費	0	262,000	969,400	262,000		262,000	969,400									
3 コンサルタント費用等	0	25,332	93,728	25,332		17,000	62,900		4,166	15,414		4,166	15,414			
小計	64,010	471,723	1,809,385	489,023	0	326,020	1,206,274	0	91,459	338,398	64,010	54,244	264,713			
4 価格予備費	3,122	62,118	232,957	62,961	0	29,146	107,841	0	17,084	63,210	3,122	15,888	61,906			
5 物理的予備費	6,713	53,384	204,234	55,198	0	35,517	131,411	0	10,854	40,161	6,713	7,013	32,662			
6 VAT	7,385	58,722	224,658	60,718	0	39,068	144,553	0	11,940	44,177	7,385	7,714	35,928			
事業費計	81,230	645,947	2,471,234	667,901	0	429,751	1,590,079	0	131,337	485,946	81,230	84,859	395,209			

フェーズ2

VND1 = ¥0.0037

費用項目	外貨分 x1,000円	内貨分 x1,000,000VND	Total		2019			2020			2021		
			円 x1,000	VND x1,000,000	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
1 調達および建設費	15,540	0	15,540	4,200				15,540	0	15,540			
ポンプ設備	15,540	0	15,540	4,200				15,540		15,540			
小計	15,540	0	15,540	4,200	0	0	0	15,540	0	15,540	0	0	0
4 価格予備費	2,104	0	2,104	569	0	0	0	2,104	0	2,104	0	0	0
5 物理的予備費	210	0	210	57	0	0	0	210	0	210	0	0	0
6 VAT	1,785	0	1,785	483	0	0	0	1,785	0	1,785	0	0	0
事業費計	19,640	0	19,640	5,308	0	0	0	19,640	0	19,640	0	0	0

表 5-3-2 上水道事業の支出スケジュール

フェーズ1

費用項目	Total			2014			2015			2016			2017			2018			2019			
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	
1 調達および建設費	395,948	291,695	1,475,220	0	0	0	99,000	80,310	396,148	263,948	189,936	966,712	33,000	17,076	96,180	0	4,373	16,180				
取水	40,776	8,188	71,072					4,094	15,148	40,776	4,094	55,924										
導水施設	7,725	2,923	18,540							7,725	2,923	18,540										
浄水場	330,000	127,027	800,000				99,000	76,216	381,000	198,000	38,108	339,000	33,000	12,703	80,000				0			
送水管	0	31,580	116,846								31,580	116,846										
配水池	17,447	11,003	58,158							17,447	11,003	58,158										
配水本管	0	97,854	362,060								97,854	362,060										
配水支管・給水管	0	13,120	48,544								4,374	16,184			4,373	16,180		4,373	16,180			
2 土地代および補償費	0	5,475	20,258		5,475	20,258																
3 コンサルタント費用等	194,871	5,960	216,923	61,539	3,080	72,935	66,666	1,440	71,994	66,666	1,440	71,994										
小計	590,819	303,130	1,712,400	61,539	8,555	93,193	165,666	81,750	468,142	330,614	191,376	1,038,706	33,000	17,076	96,180	0	4,373	16,180	0	0	0	0
4 備格予備費	34,463	115,776	462,836	1,985	1,598	7,898	8,080	23,944	96,672	21,673	78,173	310,911	2,726	9,125	36,489	0	2,937	10,866	0	0	0	0
5 物理的予備費	62,528	41,891	217,524	6,352	1,015	10,109	17,375	10,569	56,481	35,229	26,955	134,962	3,573	2,620	13,267	0	731	2,705	0	0	0	0
6 VAT	68,781	46,080	239,276	6,988	1,117	11,120	19,112	11,626	62,130	38,752	29,650	148,458	3,930	2,882	14,594	0	804	2,975	0	0	0	0
事業費計	756,592	506,877	2,632,036	76,864	12,285	122,319	210,233	127,890	683,425	426,267	326,154	1,633,036	43,228	31,703	160,529	0	8,845	32,726	0	0	0	0

フェーズ2

費用項目	Total			2019			2020			2021			2022			2023			2024			
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	
1 調達および建設費	704,765	214,213	1,497,353	240,000	0	240,000	216,765	203,556	969,922	48,000	5,328	67,714	0	5,329	19,717	0	0	0	90,000	0	90,000	
取水	17,063	446	18,713				17,063	446	18,713													
浄水場	680,000	0	680,000	240,000		240,000	192,000		192,000	48,000		48,000						0	90,000		90,000	
配水管	0	191,482	708,483					191,482	708,483													
配水支管・給水管	0	15,985	59,145					5,328	19,714		5,328	19,714			5,329	19,717						
増圧ポンプ場	7,702	6,300	31,012				7,702	6,300	31,012													
2 土地代および補償費	0	584	2,161		584	2,161																
3 コンサルタント費用等	143,589	4,880	161,645	64,102	2,480	73,278	79,487	2,400	88,367													
小計	848,354	219,677	1,661,159	304,102	3,064	315,439	296,252	205,956	1,058,289	48,000	5,328	67,714	0	5,329	19,717	0	0	0	90,000	0	90,000	
4 備格予備費	131,486	218,540	940,085	35,739	2,516	45,046	40,113	202,621	789,809	7,371	6,187	30,262	0	7,217	26,704	0	0	0	18,885	0	18,885	
5 物理的予備費	97,984	43,822	260,124	33,984	558	36,048	33,637	40,858	184,810	5,537	1,151	9,798	0	1,255	4,642	0	0	0	10,888	0	10,888	
6 VAT	107,782	48,204	286,137	37,382	614	39,653	37,000	44,943	203,291	6,091	1,267	10,777	0	1,380	5,106	0	0	0	11,977	0	11,977	
事業費計	1,185,607	530,243	3,147,505	411,207	6,751	436,187	407,002	494,378	2,236,199	66,999	13,933	118,550	0	15,181	56,170	0	0	0	131,751	0	131,751	

費用項目	2025			2026			2027			2028		
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
1 調達および建設費	10,000	0	10,000	0	0	0	90,000	0	90,000	10,000	0	10,000
取水												
浄水場	10,000		10,000			0	90,000		90,000	10,000		10,000
配水管												
配水支管・給水管												
増圧ポンプ場												
2 土地代および補償費												
3 コンサルタント費用等												
小計	10,000	0	10,000	0	0	0	90,000	0	90,000	10,000	0	10,000
4 備格予備費	2,292	0	2,292	0	0	0	24,195	0	24,195	2,891	0	2,891
5 物理的予備費	1,229	0	1,229	0	0	0	11,420	0	11,420	1,289	0	1,289
6 VAT	1,352	0	1,352	0	0	0	12,561	0	12,561	1,418	0	1,418
事業費計	14,873	0	14,873	0	0	0	138,176	0	138,176	15,599	0	15,599

表 5-3-3a 下水道事業の支出スケジュール (フェーズ1)

フェーズ1

費用項目	Total			2014			2015			2016			2017			2018		
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
1 調達および建設費	2,847,071	734,999	5,913,561	0	0	0	660,964	282,494	1,706,192	989,464	140,495	1,682,792	441,964	77,090	900,692	299,611	59,427	519,491
下水処理場	1,109,000	354,865	2,422,000				241,200	171,405	875,400	482,400	85,703	799,500	80,400	28,568	186,100			
下水幹線管渠	1,061,161	136,175	1,912,001				303,189	65,702	546,286	303,189	18,811	546,286	303,189	18,811	546,286	151,594	32,851	273,143
下水ポンプ場	291,000	31,351	407,000				87,300	18,811	156,900	174,600	9,405	209,400	29,100	3,135	40,700			
下水管渠維持管理車両	110,500	0	110,500													110,500		110,500
準幹線・支線管渠	275,410	212,608	1,062,060				29,275	26,576	127,606	29,275	26,576	127,606	29,275	26,576	127,606	37,517	26,576	135,848
2 土地代および補償費	0	16,120	59,644		16,120	59,644												
3 コンサルタント費用等	298,362	47,204	473,017	200,970	31,900	319,000	21,688	3,443	34,427	21,688	3,443	34,427	21,688	3,443	34,427	21,688	3,443	34,427
小計	3,145,433	798,323	6,446,221	200,970	48,020	378,644	682,652	285,937	1,740,619	1,011,152	143,938	1,717,219	463,652	80,533	935,119	321,299	62,870	553,918
価格予備費	239,950	415,780	1,778,338	6,482	8,970	39,671	33,294	83,749	343,164	66,283	58,795	283,826	38,298	43,036	197,532	32,105	42,222	188,325
物理的予備費	338,538	121,410	822,456	20,745	5,699	41,831	71,595	36,969	208,378	107,744	20,273	200,105	50,195	12,357	113,265	35,340	10,509	74,224
VAT	372,392	133,551	904,701	22,820	6,269	46,015	78,754	40,665	229,216	118,518	22,301	220,115	55,214	13,593	124,592	38,874	11,560	81,647
事業費計	4,096,313	1,469,065	9,951,716	251,018	68,958	506,161	866,295	447,320	2,521,378	1,303,697	245,307	2,421,264	607,359	149,518	1,370,508	427,619	127,161	898,114

費用項目	2019			2020			2021			2022			2023		
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
1 調達および建設費	129,017	68,090	380,948	220,517	47,333	395,648	68,017	33,495	191,948	37,517	26,576	135,848	0	0	0
下水処理場	91,500	41,514	245,100	183,000	20,757	259,800	30,500	6,919	56,100						
下水幹線管渠															
下水ポンプ場															
下水管渠維持管理車両															
準幹線・支線管渠	37,517	26,576	135,848	37,517	26,576	135,848	37,517	26,576	135,848	37,517	26,576	135,848			
2 土地代および補償費															
3 コンサルタント費用等	2,410	383	3,827	2,410	383	3,827	2,410	383	3,827	3,410	383	4,827			
小計	131,427	68,473	384,775	222,927	47,716	399,475	70,427	33,878	195,775	40,927	26,959	140,675	0	0	0
価格予備費	15,446	56,216	223,446	30,185	46,943	203,874	10,815	39,338	156,364	7,040	36,512	142,136	0	0	0
物理的予備費	14,687	12,469	60,822	25,311	9,466	60,335	8,124	7,322	35,214	4,797	6,347	28,281	0	0	0
VAT	16,156	13,716	66,904	27,842	10,412	66,368	8,937	8,054	38,735	5,276	6,982	31,109	0	0	0
事業費計	177,716	150,874	735,948	306,265	114,537	730,052	98,303	88,591	426,089	58,041	76,800	342,202	0	0	0

表 5-3-3b 下水道事業の支出スケジュール (フェーズ 2)

フェーズ2

費用項目	Total			2021			2022			2023			2024		
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
1 調達および建設費	1,240,831	412,748	2,768,000	0	0	0	218,057	149,417	770,898	411,557	109,119	815,298	211,457	83,146	519,098
下水処理場	787,000	143,243	1,317,000				147,600	85,946	465,600	295,200	42,973	454,200	49,200	14,324	102,200
下水幹線管渠	213,675	192,250	925,001				61,050	54,929	264,286	61,050	54,929	264,286	61,050	54,929	264,286
下水ポンプ場	153,000	8,919	186,000							45,900	2,676	55,800	91,800	5,351	111,600
下水管渠維持管理車両	0	0	0												
準幹線・支線管渠	87,156	68,336	339,999				9,407	8,542	41,012	9,407	8,542	41,012	9,407	8,542	41,012
2 コンサルタント費用等	122,854	19,500	195,004	83,790	13,300	133,000	8,789	1,395	13,951	8,789	1,395	13,951	8,789	1,395	13,951
小計	1,363,685	432,248	2,963,004	83,790	13,300	133,000	226,846	150,812	784,849	420,346	110,514	829,249	220,246	84,541	533,049
価格予備費	281,770	719,567	2,944,166	12,868	15,443	70,008	39,023	204,254	794,763	80,193	172,938	720,062	46,214	151,679	607,427
物理的予備費	164,546	115,181	590,717	9,666	2,874	20,301	26,587	35,507	157,961	50,054	28,345	154,931	26,646	23,622	114,048
VAT	181,000	126,700	649,789	10,632	3,162	22,331	29,246	39,057	173,757	55,059	31,180	170,424	29,311	25,984	125,452
事業費計	1,991,001	1,393,696	7,147,676	116,956	34,780	245,640	321,702	429,629	1,911,330	605,652	342,977	1,874,666	322,417	285,827	1,379,976

費用項目	2025			2026			2027			2028			2029		
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
1 調達および建設費	57,612	36,898	194,135	277,287	8,542	308,892	41,287	8,542	72,892	11,787	8,542	43,392	11,787	8,542	43,392
下水処理場				265,500		265,500	29,500		29,500						
下水幹線管渠	30,525	27,464	132,143												
下水ポンプ場	15,300	892	18,600												
下水管渠維持管理車両															
準幹線・支線管渠	11,787	8,542	43,392	11,787	8,542	43,392	11,787	8,542	43,392	11,787	8,542	43,392	11,787	8,542	43,392
2 コンサルタント費用等	8,789	1,395	13,951	977	155	1,551	977	155	1,551	977	155	1,551	977	155	1,551
小計	66,401	38,293	208,086	278,264	8,697	310,443	42,264	8,697	74,443	12,764	8,697	44,943	12,764	8,697	44,943
価格予備費	15,218	78,269	304,813	69,247	20,143	143,776	11,362	22,721	95,430	3,691	25,530	98,151	3,954	28,590	109,736
物理的予備費	8,162	11,656	51,290	34,751	2,884	45,422	5,363	3,142	16,987	1,645	3,423	14,309	1,672	3,729	15,468
VAT	8,978	12,822	56,419	38,226	3,172	49,964	5,899	3,456	18,686	1,810	3,765	15,740	1,839	4,102	17,015
事業費計	98,759	141,040	620,608	420,489	34,896	549,605	64,888	38,016	205,546	19,910	41,415	173,144	20,229	45,117	187,161

第6章 PPP事業スキームと 官民分担案の検討

第6章 PPP事業スキームと官民分担案の検討

6.1 事業スキームと官民分担案

本事業の範囲は、貯水池事業（原水供給事業）、上水道事業、下水道事業の三つに分けることができるが、2012年4月17日にラックザーで行われたKGPPCとの会議において、貯水池、上水道、下水道のそれぞれの事業についての官民の分担が協議され、貯水池建設については全額政府資金により建設を進める方針が示されている。したがって、上水道および下水道事業における官民分担について以下に検討するものである。

6.1.1 水道事業の官民分担案

水道事業については、以下のような二つのタイプの官民分担オプションについて比較検討をし、KGPPC側との協議が進められた。

上水道オプション1(BOOタイプ)

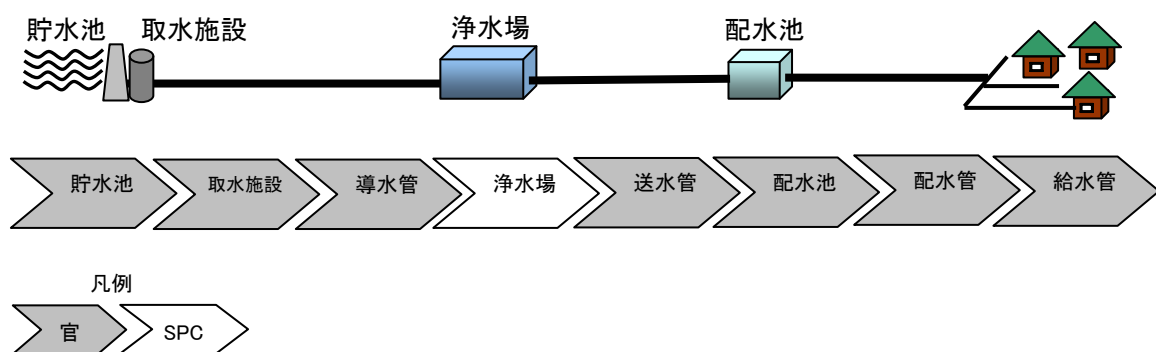


図6-1-1 上水道オプション1（建設費の官民分担）

民であるSPC（特別目的会社）が浄水場の施設建設を行い、運営維持管理については取水施設から浄水場までを分担するもので、官はそれ以外の施設の建設と運転維持管理を分担するものである。同様にSPCが取水施設から配水管までを分担するケースもあり得るが、形態としてはBOOであり、いずれのケースも同様のものである。

水道原水は官とSPCとの間で結ばれる原水供給契約に従いSPCに供給され、浄水場で処理の後、浄水場出口でKIWACOに用水供給契約に基づき用水供給する。KIWACOは、用水供給を受けた地点から各戸の給水までの運営維持管理を行い、利用者から料金を徴収する。

上水道オプション2（コンセッション・タイプ）

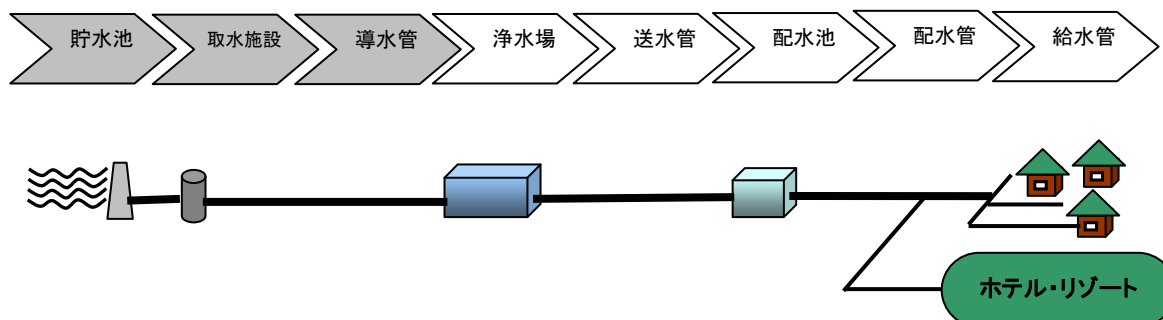


図 6-1-2 上水道オプション2（建設費の官民分担）

民である SPC（特別目的会社）が事業権を付与され、浄水場から給水管までの建設費を負担し、運営維持管理については取水施設から給水管まで分担するもので、SPC が新規の給水区域内の顧客に直接、水を販売し料金を徴収するタイプである。また、既存の給水区域に対しては、SPC が KIWACO に浄水をバルク売りし、KIWACO が用水供給するものである。

オプション1 とオプション2 を比較すると、SPC が浄水場以外の配水・給水施設の運営管理も行うオプション2 の場合には、管路維持管理のための体制や検針・料金徴収体制、さらには、顧客管理や管網内での水質管理といった通常の上水道事業のほぼすべての業務内容を遂行できる体制を新たに整備しなくてはならない。しかし、フーコック島では KIWACO が既に Duong Dong 地区を中心に水道事業を運営管理していることから、配水施設以降の管理運営は、KIWACO の業務拡大によりカバーするのが合理的で、それにより島内での給水サービスを一律に保ち、また、運転管理・顧客管理上も二重管理の非効率を避けることができる。本事業では、SPC の分担を浄水場の出口まで、あるいは、配水池の入口か出口までとして KIWACO に用水供給する方式を取ることが、運転管理面、費用面からも得策と考える。

6.1.2 下水道事業の官民分担案

下水道事業については、下水処理場と下水集水施設の両方を同一事業者が建設・運営管理する場合と下水処理場のみを民間による BOO 等の手法で整備し運営管理する方法が考えられる。

しかし、下水管渠の整備には多額の資金と時間を要し、その費用回収は極めて長期間にわたり民間による事業実施は容易ではなく、特に Duong Dong 地区のような既成市街地での面整備を含む事業は民間事業として馴染みにくい。

そこで、官民分担のケースとしては、既成市街地での面整備を除く以下の二つのオプションについての検討を行った。いずれも BOO の形態である。

下水道オプション1

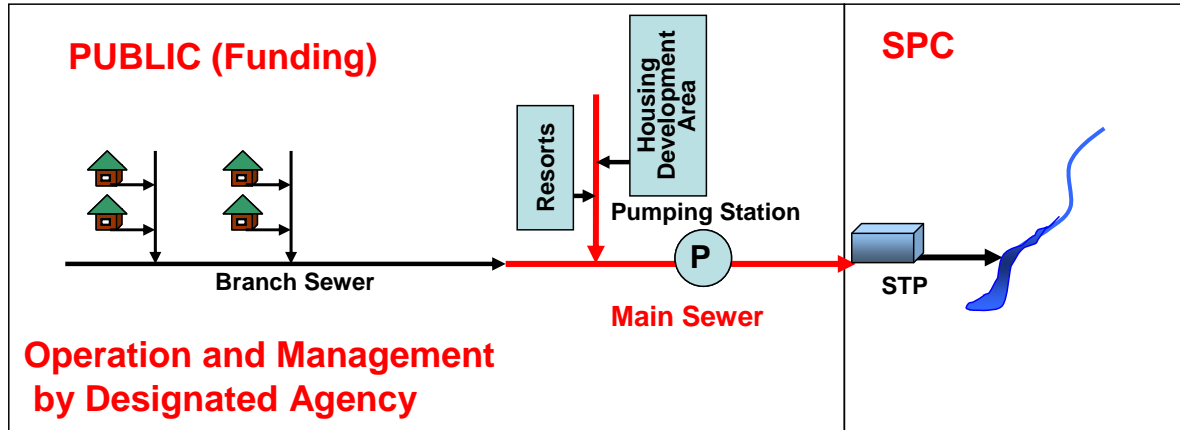


図 6-1-3 下水道オプション1 (建設費の官民分担)

SPC が下水処理場を建設し、運営管理するもので、官は下水管渠すべての建設と運営維持管理および各戸接続を行うものである。

下水道オプション2

SPC が下水処理場と幹線管渠を建設し、運営管理するもので、官は準幹線・支線管渠と各戸接続といった面整備を行うものである。

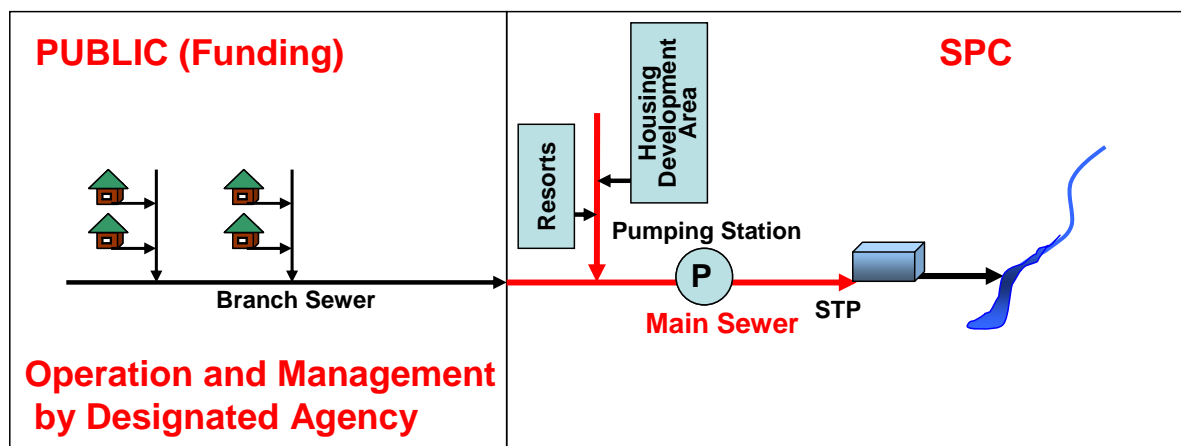


図 6-1-4 下水道オプション2 (建設費の官民分担)

6.2 資金計画

6.2.1 事業費

事業遂行に必要な事業費は、投資家からの SPC への出資（資本金）と金融機関からの借入金で賄う。出資金と借入金の割合は、3 割対 7 割としている。

フェーズ 1 について、上水道、下水道それぞれの二つのオプションについての事業費の官民分担を表 6-2-1-1 に示す。

表 6-2-1-1 事業費（フェーズ 1）の官民分担

事業	分担	建設分担施設内容	建設費	
貯水池	ベ政府	貯水池築造＋土地＋補償費	24.71 億円	
上水道	オプション1	ベ政府	取水施設＋導水管＋送水管＋配水池＋配水管＋給水管	11.92 億円
		SPC	浄水場＋土地・補償費	14.39 億円
	オプション2	ベ政府	取水施設＋導水管	1.37 億円
		SPC	浄水場＋送水管＋配水池＋配水管＋給水管＋土地・補償費	24.94 億円
下水道	オプション1	ベ政府	幹線管渠＋ポンプ場＋準幹線管渠・支線管渠	58.17 億円
		SPC	下水処理場＋維持管理車両＋土地補償費	41.34 億円
	オプション2	ベ政府	準幹線管渠・支線管渠	17.69 億円
		SPC	下水処理場＋幹線管渠＋ポンプ場＋維持管理車両＋土地補償費	81.82 億円
総事業費			150.53 億円	

実際の借入対象となる事業費の総額は、SPC 事業費に建中金利を加算した額となる。

6.2.2 出資および借入金内訳

サービスと対価の流れ、投資と借入等に関する本プロジェクトの関係ステークホルダー一間の関係図を図 6-2-2-1 に示す。

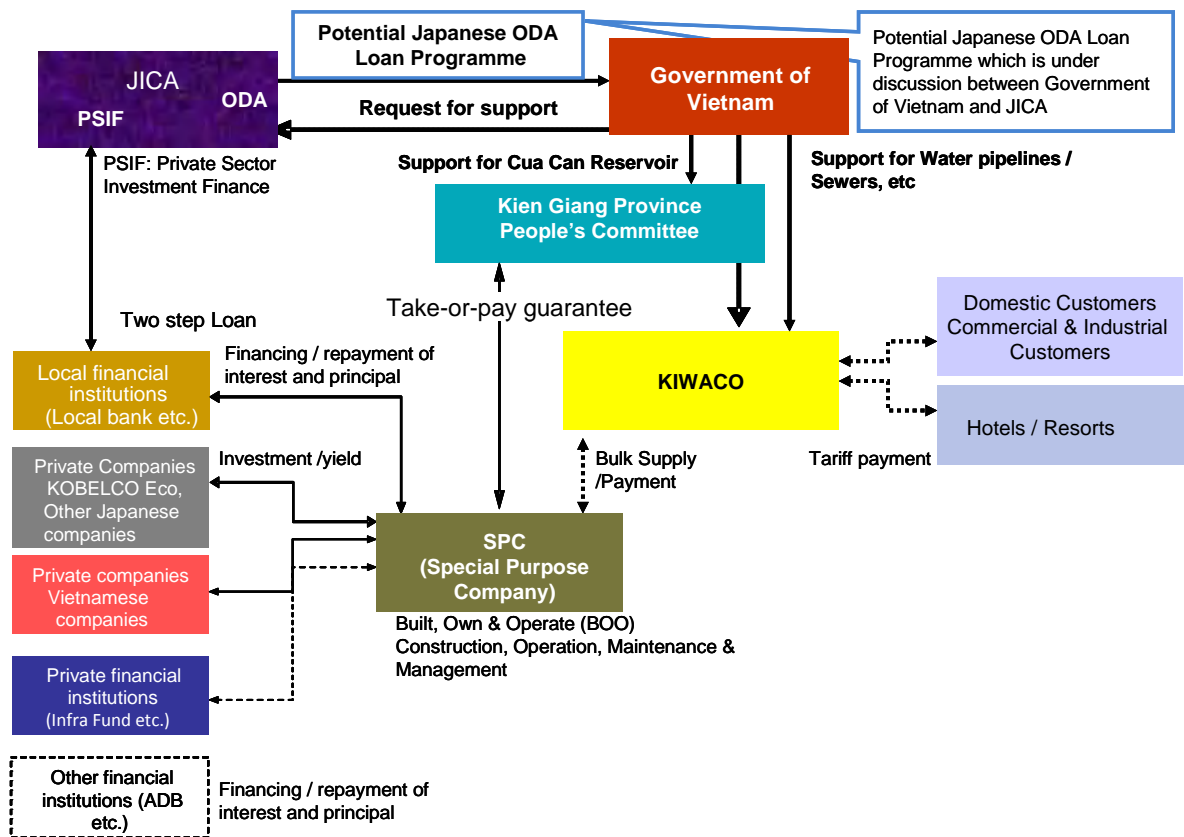


図 6-2-2-1 各ステークホルダー間の投融資等関係図

(1) SPC への出資者および出資金

SPC への出資者は、現段階では上下水道事業について、それぞれ表 6-2-2-1、表 6-2-2-2 のように想定している。

表 6-2-2-1 SPC への出資構成案（上水道事業）

出資者	出資金額（VND）	
神鋼環境ソリューション(KESV)	未定	%
日本国法人	未定	%
ベトナム国法人	未定	%
計	未定	%

表 6-2-2-2 SPC への出資構成案（下水道事業）

出資者	出資金額（VND）	
神鋼環境ソリューション(KESV)	未定	%
日本国法人	未定	%
ベトナム国法人	未定	%
計	未定	%

(2) SPC の金融機関からの借入金

SPC による事業運営には、長期借入れが必要となる。また、当初の借入はフェーズ 1 の事業スコープに対して行われ、フェーズ 2 については、今後のフーコック島の開発事業の進捗に影響されるもので、現段階での検討は行わないものとする。

借入金は、表 6-2-2-3 に示す JICA 海外投融資制度によるベトナム市中銀行を通じたツーステップローン前提として、民間投資分の 70%を想定している。

表 6-2-2-3 ツーステップローン（ベトナム市中銀行を通じた JICA 投融資制度）の融資条件

項目		ツーステップローン (ベトナム市中銀行を通じた JICA 海外投融資制度)	
1)	プロジェクト	民間案件	
2)	融資申請手続	民間企業、短期・簡便	
3)	融資条件	金利	VND 金利相場－優遇レート
		返済	最長 25 年(据置 5 年を含)
		通貨	VND

6.2.3 事業収入

(1) 料金収入

上水道事業における SPC の料金収入は、オプション 1 では KIWACO に対する用水供給によるバルク水販売収入であるが、オプション 2 の場合は、KIWACO が運営する既存給水区域への用水供給のバルク水販売収入と SPC が直接給水する顧客からの水道料金収入になる。

現行の水道料金では、SPC による事業運営は実現不可能であるため、料金値上げが前提となるが、どの程度の料金値上げが必要か後の財務分析で提案する。

下水道事業については、現状では、水道料金の 10% が水道料金に追加で環境保護料金として徴収されており、この収入を下水道事業の料金収入として組み込むが、この収入だけでは下水道事業は成り立たない。そこで、他に、ベ国政府機関と SPC との BOO 契約により定められた料金をベ国政府機関が SPC に支払うことが必要になる。ベ国政府機関が SPC に支払う料金の財源として次に示す費用回収方法を提案する。

(2) 料金徴収以外の費用回収方法（下水道事業）

下水道使用料金の徴収以外による費用回収の考え方を以下に示し、KGPPC にその導入の可能性を提案するものである。

開発者負担金

開発者負担金は、開発者に下水処理場と下水管渠の建設費を計画汚水量に応じて負担させるもので、これにより初期投資を回収するという考えである。本事業計画における対象区域には、リゾート開発区域や住宅開発区域が含まれており、これらの区域からの汚水量は、フェーズ 1 で全体の 72%、フェーズ 2 で 55% と高い割合を占める。

このように多くの開発区域で発生する汚水を処理するために、新たな投資事業が必要になっていることから、処理場と管渠の建設費について開発者にその計画汚水量に応じて初期投資の一部を負担させるものである。これにより、開発者は、開発者負担金を課せられるものの、開発区域内の独自の汚水処理施設の建設が不要となり、その建設費と運転維持管理費が削減できることになる。

また、開発者にとっては、将来的に放流水質基準が厳しくなっても公共の下水道に接続していれば新たな設備投資等の必要がないという利点もある。

本事業が対象としている Cua Can 地区の観光リゾート開発業者からの情報として、開発者が各開発地域に建設する場合の想定している処理場建設費の合計額は処理対象予定合計汚水量 27,450m³/d に対して総額 VND329,577,522,000 (約 12 億円) と見積もられている。汚水量 1m³/日当りの建設費単価は約 VND12,000,000 となり、各リゾートの見込み汚水発生量を算定し上記単価を乗じた額を開発者負担金として徴収する。

入島料等の導入

フーコック島の下水道整備は、今後大きく成長が見込まれる観光事業などの開発事業から水環境を保全するのが目的であり、入島料等の導入は、島を訪れる観光客からも環境保全のための応分の負担をしてもらうという考えによるものである。

諸外国の例では、同じく観光の島であるハワイでホテル税（税率：宿泊費の 9.25%）が導入されている。この税収はハワイの観光機関「ハワイ・ツーリズム・オーソリティ」を通じて、観光促進のために使用される目的税となっている。

マスタープランの計画値である 2020 年に 200 万人の観光客が島を訪れ、その一人一人から US\$10 を徴収したとすると年間 2,000 万ドル（約 16 億円）の収入が見込まれることになる。入島料の使途は、下水道だけでなく、ごみ処分、道路清掃や排水路などの環境関連事業に配分されるべきで、関係部局により調整する必要があるが、下水道事業の費用回収の一つとして考慮すべきである。

具体的な徴収方法については、ホテルの宿泊費への上乗せとして徴収するのが現実的方法と考えられる。

6.2.4 事業支出

主な支出項目と、キャッシュフロー策定の上での想定条件を以下に記す。

(1) 借入金の元利返済

事業資金総額の 7 割全額を、JICA 海外投融资制度等の二国間又は多国間の「制度融資」を利用する前提で、元本及び金利の返済を支払計画に織り込む。また、建中金利については、借入金に組み入れるものとする。

(2) 用地の使用料

浄水場及び下水処理場等の用地の地代は、SPC の施設建設予定地に関しては SPC が負担することを想定している。

(3) 原水購入費

現在、フーコック島で KIWACO が政府に支払っている原水費 750VND/m³ が今後も課されることを想定し、原水購入量に応じて SPC が官に支払うものとする。

(4) 運転・維持管理費

上水道及び下水道の運転維持管理費用を表 6-2-4-1、表 6-2-4-2 に示す。財務分析では収入・支出ともに物価上昇を排除して計算するため、これらは物価上昇を見込んでいない。

表 6-2-4-1 上水道の運転維持管理費用

単位:百万円

No.	Phase	Phase 1	
	年	2017 年(供用開始)	2020 年以降
1	原水費	8.83	17.67
	原水取水ポンプ	3.91	5.58
	浄水場	25.62	77.17
	配水管	0.00	0.79
	メータ検針・請求・徴収	Option 1: 0.74 Option 2: 3.24	Option 1: 2.94 Option 2: 12.94
2	合計	Option 1: 39.10 Option 2: 41.60	Option 1: 104.15 Option 2: 114.15

出典：JICA 調査団

表 6-2-4-2 下水道の運転維持管理費用

単位:百万円

No.	Phase	Phase 1	
	年	2017 年 (供用開始)	2020 年以降
1	支線ポンプ場	1.02	1.02
	下水管渠	0.00	0.60
	下水処理場	26.95	49.59
	管渠点検清掃車両	3.32	3.32
	下水ポンプ場	13.43	24.35
2	合計	44.71	78.88

出典：JICA 調査団

(5) 法人所得税

法人所得税については、Decree No. 124/2008/ND-CP, December 11,2008 に基づき、表 6-2-4-3 の法人所得税率が適用されるとした。

表 6-2-4-3 法人所得税率

設立後の年度	%	期間
1 年から 4 年目	0.0%	4 年間
5 年から 13 年目	5.0%	9 年間
14 年から 15 年目	10.0%	2 年間
16 年から 30 年目	25.0%	15 年間
合計		30 年間

6.3 財務分析

6.3.1 上水道

(1) 分析手法

財務分析は、プロジェクトの一定期間における各年度の収入と費用を表示し、割引率を用いて各年度の収入と費用の差額を現在価値に変換する割引キャッシュフロー法を用いて行った。収入には水道料金収入を、費用には建設費用、運転維持管理費用（O&M 費用）、更新費用を考慮した。官民双方を含んだプロジェクト全体が財務的に実行可能（フィージブル）であるかどうかは、プロジェクトの FIRR（財務的内部収益率）が割引率である WACC（Weighted Average Cost of Capital：加重平均資本費用）以上になるかどうかで判断した。SPC 単体の財務的な実行可能性は、Equity IRR（資本 IRR）が株主資本費用の最低限の基準である 15%以上となるかどうかで判断した。

なお、現在の水道料金では SPC の事業はフィージブルではないため、SPC の事業がフィージブルになるような水道料金（およびバルク水料金）を算定した。

(2) オプションと前提条件

上水道の財務分析は、Phase 1 を実施した場合について以下の 2 つのオプション別に行った。

上水道オプション 1：BOO

貯水池、取水施設、導水管を官が建設し、浄水場を SPC が建設する。維持管理に関しては、貯水池を官が管理し、取水施設から配水池までを SPC が管理する。送水管から給水管までの施設は、KIWACO が建設・維持管理する。

上水道オプション 2：コンセッション

貯水池、取水施設、導水管を官が建設し、浄水場から給水管までの施設の建設を SPC が行う。維持管理に関しては、貯水池を官が管理し、取水施設から給水管までを SPC が管理する。顧客からの料金徴収も SPC が行う。

財務分析における主な前提条件は次の通りであった。

1	プロジェクト期間	2017 - 2047 (30 年間)
2	評価期間	2014 - 2047
3	SPC 評価期間	2014 - 2032 (供用開始から 15 年間)
4	物価水準	2012 年
5	為替レート	270.27 VND per 1.00 JPY and 76.6 JPY per US\$1.00
6	加重平均資本費用 (WACC)	4.0 %*1

注： *1；名目金利は 10.1%、資本投資費用は 15%であるが、法人所得税（加重平均）14.67%とインフレ率 8%を考慮して実質金利を算出したところ、両オプションにおいて 4%を下回り、Minimum rate test (MRT) が適用された。MRT では、実質金利が 4%未満の場合には、財務分析を控えめに算定するためにそれを 4%に変

更する(出典は、” Guidelines for Financial Management and Financial Analysis of Projects”, African Development Bank, 2006年)。

なお、オプション1の場合には、SPCはKIWACOとバルク水販売の契約を締結し、バルク水単価に基づき、KIWACOから販売収入を受け取る。オプション2の場合は、SPCは直接顧客から水道料金を受け取る。

(3) 分析結果

上水道 Phase 1 を実施した場合の財務分析結果は次の通りであった。なお、以下の場合には、プロジェクト全体は財務的に実行可能である (FIRR \geq 4.0%) ことが確認された。

Options	SPC 事業がフィージブルになる場合 (Equity IRR・15年 \geq 15.0%)	
	バルク水料金	その際の水道料金 *1
上水道オプション1: BOT	15,500 VND/m³ (VAT 込み)	現在の 2.57 倍、もしくは 家庭用：14,135 VND/m ³ : (VAT 込み) 商業用：25,700 VND/m ³ : (VAT 込み) 工業用：19,275 VND/m ³ : (VAT 込み)
上水道オプション2: コンセッション	-	現在の 3.28 倍、もしくは 家庭用：18,040 VND/m ³ (VAT 込み) 商業用：32,800 VND/m ³ (VAT 込み) 工業用：24,600 VND/m ³ (VAT 込み)

注：VATは5%。上記は、2016年に一括で値上げする場合の料金であり、インフレ調整分を含んでいない。実際には、実質価格を減価させないためのインフレ調整がそれ以降必要となる。*1：当該バルク水料金を賄い、なおかつ原水費やKIWACO等の責任部分の建設・更新・O&M費用をカバーできる水道料金。

(4) 元利金支払能力

DSCR (Debt Service Coverage Ratio) で両オプションにおけるSPCの元利金支払能力をチェックした。DSCRが1未満であれば支払能力がない、1.5以上であれば日本ではおおむね健全と判断される。

Equity IRRが15%以上となる場合のDSCR平均値

Options	DSCRの平均
上水道オプション1: BOO	1.66
上水道オプション2: コンセッション	1.64

Equity IRRが15%以上となる場合は、どのケースにおいてもDSCR平均値は1.5を上回っており、支払能力に関しておおむね健全である。ただし、2020年および2021年は、支払能力はあるが健全とは言えない(DSCRが1.0と1.5の間にある)ため、利益を蓄積しておくなどの措置が必要であろう。

(5) 水道料金

上記の分析結果から、供用開始後である 2017 年からの水道料金を現在の料金の 2.57 倍にすれば BOO 事業が成り立つことが検証されたが、現実的に料金をどのようなスケジュールで値上げしていくかを検討した。現在、フーコック島では先行して世銀による給水事業が島の中部以南を対象地域として整備が始まっているが、そこでの料金値上げの提案と比較しつつ、浄水場以降の施設の運営維持管理を行う KIWACO が資金ショートをしないレベルでの本事業の料金設定を以下に示す。

表 6-3-1-1 家庭用水道料金の推移

		2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021 – 2030	Note
家庭用料金	世銀プロジェクト	4,850	5,578	6,414	7,376	8,483	9,755	11,218	Increase by 15% from 2009 until 2021
	本事業	-	-	-	-	8,483	11,792	16,390	Increase by 40% in 2019 and 2021
バルク料金		-	-	-	-	10,000	13,450	18,090	Increase by 35% in 2019 and 2021

注：全て VAT (5%) 込み。

(6) 各オプションの財務的実行可能性の比較

表 6-3-1-2 水道料金を 2.5 倍した際の各オプションの IRR 値

オプション	事業費 (百万円)	水道料金 (VAT 込み)	FIRR	Equity IRR
オプション 1: BOO	1,439	バルク料金：15,015 VND/m ³ 水道料金：2.5 倍、もしくは 家庭用：13,750 VND/m ³ 0.66 USD/m ³ 商業用：25,000 VND/m ³ 1.21 USD/m ³ 工業用：18,750 VND/m ³ 0.91 USD/m ³	12%	13.5%
オプション 2: コンセッション	2,494	水道料金：2.5 倍、もしくは 家庭用：13,750 VND/m ³ 0.66 USD/m ³ 商業用：25,000 VND/m ³ 1.21 USD/m ³ 工業用：18,750 VND/m ³ 0.91 USD/m ³	11%	1.2%

表 6-3-1-2 は、仮に水道料金を 2.5 倍した場合の、各オプションの FIRR と Equity IRR の数値を示している。前述の通り、オプション 2 の場合、民間企業が事業に乗り出す採算性を持つ (Equity IRR $\geq 15\%$) ためには、水道料金を 3.28 倍しなければならず、これは現実的な料金値上げ案とは考えにくい。そこで、表 6-3-1-1 に示した世銀プロジェクトの料金値上げ計画に近い、2.5 倍の料金値上げを仮定した。

表 6-3-1-2 で示される通り、民側・官側の責任部分を合わせたプロジェクト全体の財務的実行可能性 (FIRR) は、オプション 1 とオプション 2 でほとんど違いはない。しかし、SPC 事業の財務的実行可能性 (Equity IRR) は、2 つのオプションで数値が大きく異なる。オプション 1 では、Equity IRR は 13.5% を示したが、オプション 2 では、1.2% にしかならない。すなわち、料金値上げ 2.5 倍であっても、オプション 2 においては民間企業が本事業に興味を示すような利益率を提供できない。

実現可能性のある料金値上げで比較した場合、オプション 2 (コンセッション) の財務的実行可能性は極めて低く、オプション 1 (BOO) の財務的実行可能性はあるといえる。

なお、オプション 1 (BOO) の場合、取水施設から浄水場までの建設費用は民が負担する計画であるが、それ以外の送水管から配水管までの建設費用は官側の負担となっており、初期投資費用の捻出が懸念される。この官側負担部分の水道施設建設費用等に関しては、円借款を含めた ODA を活用することで、官側の初期投資負担額を減らすことができるため、官側が建設する水道施設建設への ODA の活用も検討されるべきであると考えられる。

(7) オプション 1 におけるリスク分析

オプション 1 とオプション 2 を財務的に比較した場合、オプション 1 がオプション 2 より実行可能性が高い結果となった。次に、オプション 1 について、起こる可能性の高いいくつかのリスクに対して、どれだけ財務指標 (Equity IRR と DSCR) が変化するか試算した。

リスクとしては、①O&M 費用が想定より高い、②建設費用が想定より高い、③SPC の借入資金金利が想定より高い、という 3 つのケースを設定した。いずれの場合においても、料金値上げは、ベース (2.57 倍) から変化させず、KIWACO の事業の採算性は確保される (FIRR $\geq 4.0\%$) ようにした。これら 3 つのケースに対する Equity IRR 及び DSCR をベースケースとともに表 6-3-1-3 に示す。

表 6-3-1-3 リスクに対する上水道オプション 1 の財務指標 (Equity IRR, DSCR) 変化

	ベース	変動率	O&M 費	建設費	借入金利*
Equity IRR	15%	+10%	13.53%	11.28%	13.38%
		+20%	11.91%	7.63%	11.69%
DSCR (平均)	1.66	+10%	1.60	1.50	1.58

		+20%	1.52	1.36	1.50
--	--	------	------	------	------

注：*；借入金利が+10%、+20%変化する場合とは、それぞれ金利が12.32% (=11.2% x 1.1)、13.44% (=11.2% x 1.2) になる場合を指している。

表 6-3-1-3 より、Equity IRR と DSCR は同じ傾向で変化していることがわかり、これら財務指標への悪影響が最も大きいのは建設費の増加で、続いて借入金利の高騰、わずかの差で O&M 費の増加が悪影響が最少となっている。事業実施においては、特に建設費が想定より増加しないように細心の注意が必要である。

6.3.2 下水道

(1) 分析手法

財務分析は、プロジェクトの一定期間における各年度の収入と費用を表示し、割引率を用いて各年度の収入と費用の差額を現在価値に変換する割引キャッシュフロー法を用いて行った。収入には下水道料金等（後述）を、費用には建設費用、O&M 費用、更新費用を考慮した。官民双方を含んだプロジェクト全体がフィージブルであるかどうかは、プロジェクトの FIRR が割引率である WACC 以上になるかどうかで判断した。SPC 単体の財務的な実行可能性は、Equity IRR が株主資本費用の最低限の基準である 15%以上となるかどうかで判断した。

なお、下水道料金収入のみでフルコストを回収することは現実的ではないため、①開発者負担金、②政府からの毎年の補助金、③下水道料金、の3つを収入と想定して財務分析を行った。なお、政府からの毎年の補助金に関しては、その財源として、観光客から一人当たり一定額を徴収する入島料等を想定し、その補助金額全額を金利も含めて入島料で全額回収するには観光客一人当たりいくら徴収しなければならないかを試算した。

下水道料金については、現在の水道料金の 10%と設定した。

日本の開発者負担金は、各開発業者の計画汚水量に応じて処理場と管渠の建設費を一部負担させる方法である。しかし、そのまま本プロジェクトにこの方法を適用すると、各開発業者の負担金額が、独自の汚水処理施設を建設する場合の費用を大きく上回る。すなわち、本プロジェクトの事業費をもとに開発者負担金を課すと、開発業者は独自の汚水処理施設を建設するほうが安価なため、開発業者が公共下水道への接続を拒む可能性がある。そこで、各開発業者が単独で汚水処理施設を建設する場合の建設費用の汚水量単価に対象地域の観光汚水量を乗じた額を、開発者負担金とすると仮定した。

上述の通り、下水道料金を現在の水道料金の 10%に設定し、開発者負担金を各開発業者が単独で汚水処理施設を建設する場合の費用単価とプロジェクトの計画汚水量から設定したため、政府からの補助金を毎年いくらにし、その補助金額を金利も含めて全額回収するために観光客から徴収する負担額をいくらにすればプロジェクトがフィージブルにな

るかを算定した。同様に、SPCの事業がフィージブルになるような政府補助金額および観光客からの入島料等徴収額についても算定した。

(2) オプションと前提条件

下水道の財務分析は、Phase 1のみ実施した場合について、以下の2つのオプション別に行った。

下水道オプション1：処理場 BOO

取り付け管から枝線、準幹線、幹線管渠、ポンプ場に関しては官が建設し、指定された機関が維持管理する。下水処理場から放流渠に関しては SPC が建設・維持管理する。

下水道オプション2：幹線管渠・ポンプ場・処理場 BOO

リゾートや開発地域以外の取り付け管から枝線、準管渠に関しては、官が建設し、指定された機関が維持管理する。リゾートや開発地域からの取り付け管から枝線、準管渠、および幹線管渠とポンプ場、下水処理場と放流渠に関しては SPC が建設・維持管理する。

財務分析における主な前提条件は次の通りであった。

1	プロジェクト期間	2017 – 2047 (30 年間)
2	評価期間	2014 – 2047
3	SPC 評価期間	2014 – 2032 (供用開始から 15 年間)
4	物価水準	2012 年
5	為替レート	270.27 VND per 1.00 JPY and 76.6 JPY per US\$1.00
6	加重平均資本費用 (WACC)	4.0 %*1

注： *1：名目金利は 10.1%、資本投資費用は 15%であるが、法人所得税（加重平均）14.67%とインフレ率 8%を考慮して実質金利を算出したところ、両オプションにおいて 4%を下回り、Minimum rate test (MRT) が適用された。MRT では、実質金利が 4%未満の場合には、財務分析を控えめに算定するためにそれを 4%に変更する（出典は、” Guidelines for Financial Management and Financial Analysis of Projects”, African Development Bank, 2006 年）。

(3) 分析結果

下水道 Phase 1 を実施した場合の財務分析結果は次の通りであった。

Options	SPC 事業がフィージブルになる場合 (Equity IRR・15 年 \geq 15.0%)
	必要な政府補助金、および 補助金を回収できる観光客負担金
下水道オプション 1: 処理場 BOO	755 百万円/年, 4.8 USD/人
下水道オプション 2: 幹線・ポンプ場・処理場 BOO	1,068 百万円/年, 6.8 USD/人

注：上記いずれの場合も、下水道料金は現在の水道料金の 10%、開発者負担金合計額は、53 billion VND (1.96 億円) である。

(4) 元利金支払能力

DSCR (Debt Service Coverage Ratio) で両オプションにおける SPC の元利金支払能力をチェックした。DSCR が 1 未満であれば支払能力がない、1.5 以上であれば日本ではおおむね健全と判断される。

Equity IRR が 15%以上となる場合の DSCR 平均値

Options	DSCR の平均
下水道オプション 1: 処理場 BOO	1.60
下水道オプション 2: 幹線・ポンプ場・処理場 BOO	1.56

Equity IRR が 15%以上となる場合は、どのケースにおいても DSCR 平均値は 1.5 を上回っている。ただし、2020 年から 2025 年の間は、支払能力はあるが健全とは言えない (DSCR が 1.0 と 1.5 の間にある) ため、利益を蓄積しておくなどの措置が必要であろう。

(5) オプション 1 におけるリスク分析

オプション 1 とオプション 2 を財務的に比較した場合、オプション 1 がオプション 2 より必要な補助金額が少なく、実行可能性が高い結果となった。次に、オプション 1 について、起こる可能性の高いいくつかのリスクに対して、どれだけ財務指標 (Equity IRR と DSCR) が変化するか試算した。

リスクとしては、①O&M 費用が想定より高い、②建設費用が想定より高い、③SPC の借入資金金利が想定より高い、という 3 つのケースを設定した。いずれの場合においても、必要な補助金額 (755 百万円/年) は、ベースから変化させず、KIWACO の事業の採算性は確保される ($FIRR \geq 4.0\%$) ようにした。これら 3 つのケースに対する Equity IRR 及び DSCR をベースケースとともに表 6-3-2-1 に示す。

表 6-3-2-1 リスクに対する下水道オプション 1 の財務指標 (Equity IRR, DSCR) 変化

	ベース	変動率	O&M 費	建設費	借入金利*
Equity IRR	15%	+10%	14.39%	8.39%	13.20%
		+20%	13.67%	1.16%	11.25%
DSCR (平均)	1.60	+10%	1.57	1.39	1.51
		+20%	1.55	1.21	1.43

注：*；借入金利が+10%、+20%変化する場合とは、それぞれ金利が 12.32% (=11.2% x 1.1)、13.44% (=11.2% x 1.2) になる場合を指している。

表 6-3-2-1 より、Equity IRR と DSCR は同じ傾向で変化していることがわかり、これら財務指標への悪影響が最も大きいのは建設費の増加で、続いて借入金利の高騰が悪影響が大きく、O&M 費の増加が悪影響が最少となっている。事業実施においては、特に建設費

が想定より増加しないように細心の注意が必要である。

6.4 経済分析

6.4.1 上水道

(1) 分析手法

資本投資プロジェクトの経済的実行可能性は、割引キャッシュフロー法を用いて分析される。プロジェクトの期待されるネットキャッシュフロー（プロジェクトの経済便益から、プロジェクトの経済費用を引いたもの）が、投資家が資本投資するのに十分なだけ魅力的であるかどうかを判断する。経済分析では、割引率は理論的には当該国の資本の機会費用であり、本件ではベトナム国で一般的に使用されている 12% を資本の機会費用とする。経済的內部収益率（EIRR）が資本の機会費用（12%）を上回った場合には、本プロジェクトは経済的に実行可能であると判断される。

(2) 経済分析の前提条件

経済分析における主な前提条件は次の通りであった。

(a)	プロジェクト期間	2017 年から 2047 年（供用開始から 30 年間）
(b)	評価期間	2014 年から 2047 年
(c)	物価水準	2012 年価格
(d)	為替レート	270.27 VND per 1.00 JPY and 76.6 JPY per US\$1.00
(e)	資本の機会費用	年率 12 %

(3) 経済分析

1) 財務価値から経済価値への変換

最初に、プロジェクトの費用と便益が評価期間を通じて列挙され、貨幣単位で定量化される。総費用は市場価格で計上されており、言い換えれば「財務価値」で表されている。経済評価は国家経済の立場から便益と費用の関係を見るため、財務価値は経済価値に変換されなければならない。財務費用を経済費用に変換するために、次の点が考慮された。

- 移転支払の排除：税金、利子、補助金などは、政府から、もしくは政府への移転支払と考えられ、プロジェクトのための資源の真の消費ではない。
- 為替レートのゆがみの調整：輸入税、輸出税、輸出補助金などによって起こる当該国の外国為替レートのゆがみを調整する。

この分析では、費用の全項目に関して、国際価格レベルを適用する。結果として、経済価値での全費用は外国通貨（日本円）で表される。現地の物資・材料価格は、為替レートのゆがみを調整するために、標準変換係数（Standard Conversion Factor（SCF））を乗じなければならない。ベトナムの場合、国内の便益・費用を経済価格に変換するために、他のほとんどのドナーが一般的に使用する、0.9 の SCF を使用した。

2) 上水道プロジェクトの経済便益

表 6-4-1-1 は、上水道プロジェクトの経済便益を示している。プロジェクトの便益は大きく 2 つに分けられる。一つは定量的もしくは数量化可能な便益で、もう一つは非定量的もしくは数量化できない便益である。経済評価では、すべての定量的な便益をプロジェクトの経済便益として算入する。この上水道プロジェクトでは、表 5-4-1-1 の項目 2-1、2-2、3-1、3-2 を定量的な便益として選択した。

表 6-4-1-1 本上水道プロジェクトの経済便益

No.	効果	No.	具体的な効果	定量的／ 非定量的
1	快適さの改善	1-1	家庭用水使用者の生活の質の改善	非定量的
2	費用削減効果	2-1	公共水道以外の代替水獲得費用の削減	定量的
		2-2	公共水道の断水に関わる費用の削減	定量的
3	公衆衛生の改善	3-1	水系伝染病の減少による医療費の削減	定量的
		3-2	水系伝染病の減少による労働日数の増加	定量的
4	経済活性化効果	4-1	事業投資による地域経済活性化	非定量的
5	環境保護効果	5-1	井戸の増加抑制に伴う地下水資源の保護	非定量的

以下に、定量的な経済便益について補足説明する。

a) 費用削減効果

公共水道以外の代替水獲得費用の削減

もしも本プロジェクトを実施しない場合（以下、Without project case）、現在の水供給量を超える 2030 年（Phase 2 の目標年次）までの水需要量は、公共水道以外の代替水、たとえば地下水等によって満たされることになる。しかし、本プロジェクトを実施した場合（以下、With project case）には、2030 年までの給水対象地域の水需要量を満たすように水道が整備される。すなわち、Without project case に比較して、With project case では井戸・ポンプ等の建設・維持管理にかかる代替水獲得費用が必要でなくなる。2017 年、2020 年、2030 年の代替水獲得費用削減にかかる便益は次のように試算された。

Year	Water supply volume (m ³ /day)		Unit cost of alternative water (VND/m ³)		Total Benefit by saving alternative water cost (mil. JPY/year)		
	Domestic	Non-domestic	Domestic	Non-dom.	Domestic	Non-dom.	Total
2017	3,985	3,566	23,241	14,707	125.08	70.83	195.91
2020	7,970	7,132			250.15	141.65	391.80
2030	16,111	22,201			505.68	440.95	946.63

公共水道の断水に関わる費用の削減

Without project case では、水供給量がすでに不足しているため、水使用者の約 9 割は、貯水タンクを保有し、常時貯水して断水等に備えている。With project case では、水供給量が水需要を上回り、常時給水がなされるため、水使用者の一部は、貯水タンクの保有をし

ないようになる（もしくは設備更新を行わなくなる）と予想される。こうした貯水タンクの購入・維持管理費用の削減は、上水道プロジェクトの経済便益の一つとして上げられる。2017年、2020年、2030年の貯水タンク費用削減による便益は次のように試算された。

Year	No. of water tank to be saved	Annual cost of water tank (VND/year)	Total Benefit by saving water tanks	
			(mil. VND/year)	(mil. JPY/year)
2017	2,657	131,296	348.81	1.29
2020	6,642		872.02	3.23
2030	10,741		1,410.21	5.22

b) 公衆衛生の改善

水系伝染病の減少による医療費の削減

Without project case では、現在の水供給量以上の超過水需要は、公共水道以外の地下水等の代替水によって満たされることになる。その場合、水質は保証されないため、下痢、腸チフス、赤痢などの水系伝染病の発生が懸念される。With project case では、水質の安全な水が供給されるため、水系伝染病の発生が減少する。このため、水系伝染病の減少による医療費、薬品費、入院費、通院費等が削減される。2020年の医療費削減に伴う経済便益は以下のように試算された。

(1) No. of patients	(2) Average cost of treatment	(3) Ave. cost of transportation	(4) Rate of reduction with project	(5) SCF*
8,856	72,650	60,000	50%	0.9

*: SCF is Standard Conversion Factor.

$$\text{Total Benefit} = (1) \times (2) + (3) \times (4) \times (5) = \begin{array}{|l} \hline 528.64 \\ \hline 1.95 \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} \text{mil. VND/year} \\ \text{mil. JPY/year} \end{array}$$

水系伝染病の減少による労働日数の増加

上述の通り、With project case では、Without project case に比べて水系伝染病の罹患者数が減少することが予想される。それに伴い、With project case では Without project case に比較して、労働者の労働日数が増加すると考えられる。2020年の労働日数増加に伴う経済便益は以下のように試算された。

(1) Assumed absence days	(2) No. of patients	(3) Rate of reduction with project	(4) Ave. yearly income (VND)	(5) SWR *
5.0	8,856.0	50%	28,128,000	70%

*1; SWR is Shadow Wage Rate.

$$\text{Total Benefit} = (1) / 365 \times (2) \times (3) \times (4) \times (5) = \begin{array}{|l} \hline 1,194.32 \\ \hline 4.42 \\ \hline \end{array} \begin{array}{l} \text{mil. VND/year} \\ \text{mil. JPY/year} \end{array}$$

以上に述べた上水道プロジェクトの経済便益は、次のようにまとめられる。

Year	Water supply by the project			Benefit (million JPY)					
	Domestic (m ³ /day)	Non domestic (m ³ /day)	Total (m ³ /day)	Alternative water supply			Saving water tank cost	Reduction of water borne disease	Grand Total
				Domestic	Non domestic	Total			
0 2017	3,985	3,566	7,551	125.08	70.83	195.91	1.29	2.55	199.75
1 2018	5,314	4,754	10,068	166.79	94.42	261.21	1.94	3.82	266.97
2 2019	6,642	5,943	12,585	208.47	118.04	326.51	2.58	5.10	334.19
3 2020	7,970	7,132	15,102	250.15	141.65	391.80	3.23	6.37	401.40
4 2021	8,784	8,639	17,423	275.70	171.59	447.29	3.43	6.77	457.48
5 2022	9,598	10,146	19,744	301.25	201.52	502.77	3.62	7.16	513.56
6 2023	10,412	11,653	22,065	326.80	231.45	558.25	3.82	7.55	569.63
7 2024	11,227	13,160	24,387	352.38	261.38	613.76	4.02	7.95	625.73
8 2025	12,041	14,667	26,708	377.93	291.31	669.24	4.22	8.34	681.80
9 2026	12,855	16,173	29,028	403.48	321.22	724.70	4.42	8.74	737.86
10 2027	13,669	17,680	31,349	429.03	351.16	780.19	4.62	9.13	793.94
11 2028	14,483	19,187	33,670	454.58	381.09	835.67	4.82	9.52	850.01
12 2029	15,297	20,694	35,991	480.13	411.02	891.15	5.02	9.92	906.08
13 2030	16,111	22,201	38,312	505.68	440.95	946.63	5.22	10.31	962.16

注：2030年以降は、毎年全て同額。

3) 上水道プロジェクトの経済費用

建設費は、Phase 1 および Phase 2 の全ての調達・建設、コンサルティング業務等に関わる費用を含んでいる。財務費用を経済費用に変換する方法に関しては、前述の通りである。

建設費、運転維持管理費、および設備更新費用を含む全ての経済費用は、経済価値の費用便益表（表 5-4-1-2）に記載されている。更新された設備の残存価値は、評価最終年度にはきわめて少額であるため、費用から控除されていない。インフレが経済便益でも考慮されていないため、物価上昇費と建中金利も経済費用から除外されている。

(4) 経済分析の結果

本上水道プロジェクト（Phase 1 および Phase 2）の経済分析の結果を以下に示す。

	経済的内部収益率 (EIRR)	NPV	B/C
上水道プロジェクト	14.10%	3.39 億円	1.13

注：NPV と B/C は、割引率に資本の機会費用(12%)を用いて算出

資本の機会費用（12%）と比較すると、EIRR の数値はそれを越えており、本上水道プロジェクトは経済的に実行可能である。

表 6-4-1-2 上水道プロジェクト (Phase 1 および Phase 2) の費用便益表

(Unit: million JPY)

Year	Cost				Benefit	Balance
	Const- ruction	Replac- ement	O&M	Total	Total	
-3 2014	99.14	0.00	0.00	99.14	0.00	-99.14
-2 2015	482.79	0.00	0.00	482.79	0.00	-482.79
-1 2016	1,067.29	0.00	0.00	1,067.29	0.00	-1,067.29
0 2017	99.08	0.00	34.53	133.61	199.75	66.14
1 2018	16.08	0.00	52.99	69.07	266.97	197.90
2 2019	345.77	0.00	71.45	417.22	334.19	-83.03
3 2020	1,083.09	0.00	91.09	1,174.18	401.40	-772.78
4 2021	72.39	0.00	109.38	181.77	457.48	275.71
5 2022	19.59	0.00	127.70	147.29	513.56	366.27
6 2023	0.00	0.00	146.00	146.00	569.63	423.63
7 2024	99.00	0.00	164.31	263.31	625.73	362.42
8 2025	11.00	0.00	184.74	195.74	681.80	486.06
9 2026	0.00	19.39	205.17	224.56	737.86	513.30
10 2027	99.00	0.00	226.01	325.01	793.94	468.93
11 2028	11.00	0.00	236.85	247.85	850.01	602.16
12 2029	0.00	0.00	247.70	247.70	906.08	658.38
13 2030	0.00	0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
14 2031		21.89	258.67	280.56	962.16	681.60
15 2032		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
16 2033		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
17 2034		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
18 2035		17.63	258.67	276.30	962.16	685.86
19 2036		19.39	258.67	278.06	962.16	684.10
20 2037		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
21 2038		9.70	258.67	268.37	962.16	693.79
22 2039		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
23 2040		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
24 2041		9.70	258.67	268.37	962.16	693.79
25 2042		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
26 2043		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
27 2044		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
28 2045		9.70	258.67	268.37	962.16	693.79
29 2046		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49
30 2047		0.00	258.67	258.67	962.16	703.49

EIRR: 14.10%

NPV: 339 million JPY

B/C: 1.13

6.4.2 下水道

(1) 分析手法

資本投資プロジェクトの経済的実行可能性は、割引キャッシュフロー法を用いて分析される。プロジェクトの期待されるネットキャッシュフロー（プロジェクトの経済便益から、プロジェクトの経済費用を引いたもの）が、投資家が資本投資するのに十分なだけ魅力的であるかどうかを判断する。経済分析では、割引率は理論的には当該国の資本の機会費用であり、本件ではベトナム国で一般的に使用されている 12% を資本の機会費用とする。経済的內部収益率（EIRR）が資本の機会費用（12%）を上回った場合には、本プロジェクトは経済的に実行可能であると判断される。

(2) 経済分析の前提条件

経済分析における主な前提条件は次の通りであった。

(a)	プロジェクト期間	2017年から2047年（供用開始から30年間）
(b)	評価期間	2014年から2047年
(c)	物価水準	2012年価格
(d)	為替レート	270.27 VND per 1.00 JPY and 76.6 JPY per US\$1.00
(e)	資本の機会費用	年率 12 %

(3) 経済分析

1) 財務価値から経済価値への変換

最初に、プロジェクトの費用と便益が評価期間を通じて列挙され、貨幣単位で定量化される。総費用は市場価格で計上されており、言い換えれば「財務価値」で表されている。経済評価は国家経済の立場から便益と費用の関係を見るため、財務価値は経済価値に変換されなければならない。財務費用を経済費用に変換するために、次の点が考慮された。

- 移転支払の排除：税金、利子、補助金などは、政府から、もしくは政府への移転支払と考えられ、プロジェクトのための資源の真の消費ではない。
- 為替レートのゆがみの調整：輸入税、輸出税、輸出補助金などによって起こる当該国の外国為替レートのゆがみを調整する。

この分析では、費用の全項目に関して、国際価格レベルを適用する。結果として、経済価値での全費用は外国通貨（日本円）で表される。現地の物資・材料価格は、為替レートのゆがみを調整するために、標準変換係数（Standard Conversion Factor（SCF））を乗じなければならない。ベトナムの場合、国内の便益・費用を経済価格に変換するために、他のほとんどのドナーが一般的に使用する、0.9のSCFを使用する。

2) 下水道プロジェクトの経済便益

以下の表は、下水道プロジェクトの便益を示している。

プロジェクトの便益は大きく2つに分けられる。一つは定量的もしくは数量化可能な便益で、もう一つは非定量的もしくは数量化できない便益である。経済評価では、すべての定量的な便益をプロジェクトの経済便益として算入する。この調査では、表 6-4-2-1 の項目 1-1、3-1 を定量的な便益として選択する。

表 6-4-2-1 本下水道プロジェクトの経済便益

No.	効果	No.	具体的な効果	定量的／ 非定量的
1	環境保全効果	1-1	観光収入に反映される水環境保全	定量的
		1-2	地下水資源の保全	非定量的

2	生産性向上	2-1	漁業の生産性向上	非定量的
3	公共下水接続による快適さの改善	3-1	土地建物の価値に反映される快適さの改善	定量的
		3-2	下水流出の防止	非定量的

以下に、定量的な経済便益について補足説明する。

a) 環境保全効果

観光収入に反映される水環境保全効果

フーコック島は、豊富な自然環境、白砂のビーチ、沖合のサンゴ礁などに恵まれており、大きな観光の潜在力を有している。政府は、2020年までに同島をエコ・ツーリズムの優良な観光地とするマスタープランを作成した。同計画では、将来のフーコック島への国内外の観光客数を2020年には200万人から300万人、2030年には500万人から700万人にのぼると予想している。第1章の図1-1-1に過去5年間のフーコック島への観光客数の推移を示したが、観光客数は継続的に増加してきている。

他方で、現在のところフーコック島に公共下水道施設はなく、最大の観光資源である美しい海岸・海洋が、未処理下水の流入によって汚染されることが懸念されている。With project caseではWithout project caseに比べて、海洋汚染が抑制され、観光資源としての価値が保たれるため、同島への観光客数と観光収入はより多くなるものと考えられる。観光収入に示される経済便益（2017年、2020年、2030年）は、次のように試算された。

Year	Estimated future tourist number	Estimated future tourism revenue (million VND)	Ratio of Design Sewage Flow (DSF) of the Project among total DSF in PQ	Benefit of project * (million VND)
2017	1,514,641	2,341,933	45.5%	106,558
2020	2,000,000	3,092,394		140,704
2030	3,000,000	4,638,590		211,056

注：*; Without project caseでは、With project caseに比べて、観光収入が10%低くなると仮定している。

b) 公共下水接続による快適さの改善

土地の価値に反映される快適さの改善

公共下水に接続し家庭汚水を流すことで、悪臭の減少や美観の向上、清潔さの改善、汚泥引き抜きが必要なくなるなどの効果があり、土地・住宅・建物の快適さが改善する。

一般的に、下水道の整備によって当該地域の土地建物の価値が上がると考えられている。下水道整備による地価上昇効果について述べた著書・論文等がいくつかある。表6-4-2-2は、そうした著書・論文と、それに記載された下水道整備による地価上昇率を示している。

表 6-4-2-2 下水道整備による地価上昇の割合

著書・論文等	出典・著者	年	サービス	地価上昇率 (%)
土地区画整理事業における費用便益分析マニュアル (案)	国土交通省 都市・地域整備局	2009	下水道	9 - 30%
Sewer systems raising Westmoreland property values	Frank Delano	2009	下水道	11%
資産価値から利用価値へ～下水道の未来～	株式会社三菱総合研究所、MRI Today	2008	下水道	5 - 10%
北上川下流東部流域下水道事業	宮城県	2004	下水道	27%
Effect of an Urban Growth Management System on Land Values	Michael E. Gleeson	2001	下水道	13%

本経済分析では、便益を控えめに推定するために、本下水道プロジェクトの計画区域の土地が、快適さの改善によって現在の価格から5%上昇すると仮定した。地価上昇に示される経済便益は、次のように試算された。

Items	Unit	Phase I	Phase II
Area of land*	ha	1,595.39	1,007.28
Value of land in the area	million VND	27,353,073	13,151,259
Benefit from improvement of amenity	million VND	1,367,654	657,563

注：*、「行政、公共、その他」の土地を地下上昇する土地面積から除外している。

Year	Total land value increase (mil. VND)	Annual benefit of land value increase (mil. VND/year)
2017 - 2020 (4 years)	1,367,654	341,914
2021 - 2030 (10 years)	657,563	65,756

下水道プロジェクトの経済便益は次のようにまとめられる。

Year	Increase of land value (mil. VND)	Increase of revenue from tourism (mil. VND)	Total (mil. VND)	Total (mil. JPY)
2017	341,914	106,558	448,471	1,659.34
2018	341,914	117,940	459,853	1,701.46
2019	341,914	129,322	471,235	1,743.57
2020	341,914	140,704	482,617	1,785.68
2021	65,756	147,739	213,495	789.93
2022	65,756	154,774	220,531	815.96
2023	65,756	161,809	227,566	841.99
2024	65,756	168,845	234,601	868.02
2025	65,756	175,880	241,636	894.05
2026	65,756	182,915	248,671	920.08
2027	65,756	189,950	255,707	946.11
2028	65,756	196,985	262,742	972.14
2029	65,756	204,021	269,777	998.17
2030	65,756	211,056	276,812	1,024.20
2031	0	211,056	211,056	780.91

注：2031年以降は、毎年全て同額。

3) 下水道プロジェクトの経済費用

建設費は、Phase 1 および Phase 2 の全ての調達・建設、コンサルティング業務等に関する費用を含んでいる。財務費用を経済費用に変換する方法に関しては、前述の通りである。

更新された設備の残存価値は、評価最終年度にはきわめて少額であるため、費用から控除されていない。インフレが経済便益でも考慮されていないため、物価上昇費と建中金利も経済費用から除外されている。

(4) 経済分析の結果

本下水道プロジェクト（Phase 1 および Phase 2）の経済分析の結果を以下に示す。

	経済的内部収益率 (EIRR)	NPV	B/C
下水道プロジェクト	16.00%	7.53 億円	1.14

注：NPV と B/C は、割引率に資本の機会費用(12%)を用いて算出

資本の機会費用（12%）と比較すると、EIRR の数値はそれを越えており、本下水道プロジェクトは経済的に実行可能である。

表 6-4-2-3 下水道プロジェクト (Phase 1 および Phase 2) の費用便益表

(Unit: million JPY)

Year	Cost				Benefit	Balance
	Const- ruction	Replac- ement	O&M	Total	Total	
-3 2014	396.96	0.00	0.00	396.96	0.00	-396.96
-2 2015	1,798.30	0.00	0.00	1,798.30	0.00	-1,798.30
-1 2016	1,639.51	0.00	0.00	1,639.51	0.00	-1,639.51
0 2017	805.01	0.00	40.57	845.58	1,659.34	813.76
1 2018	583.72	0.00	51.18	634.90	1,701.46	1,066.56
2 2019	395.39	0.00	61.25	456.64	1,743.57	1,286.93
3 2020	420.00	0.00	71.33	491.33	1,785.68	1,294.35
4 2021	342.45	0.00	81.40	423.85	789.93	366.08
5 2022	945.73	0.00	91.46	1,037.19	815.96	-221.23
6 2023	867.20	0.00	101.64	968.84	841.99	-126.85
7 2024	551.94	0.00	111.98	663.92	868.02	204.10
8 2025	213.31	0.00	122.05	335.36	894.05	558.69
9 2026	337.95	0.00	132.12	470.06	920.08	450.02
10 2027	78.35	127.75	142.19	348.28	946.11	597.83
11 2028	45.90	0.00	152.26	198.16	972.14	773.98
12 2029	45.90	0.00	162.33	208.22	998.17	789.95
13 2030	0.00	0.00	172.44	172.44	1,024.20	851.77
14 2031		30.61	172.44	203.04	780.91	577.87
15 2032		118.76	172.44	291.20	780.91	489.72
16 2033		8.26	172.44	180.70	780.91	600.22
17 2034		82.84	172.44	255.27	780.91	525.64
18 2035		8.26	172.44	180.70	780.91	600.22
19 2036		8.26	172.44	180.70	780.91	600.22
20 2037		29.87	172.44	202.31	780.91	578.61
21 2038		127.75	172.44	300.19	780.91	480.72
22 2039		2.38	172.44	174.82	780.91	606.10
23 2040		2.38	172.44	174.82	780.91	606.10
24 2041		32.99	172.44	205.42	780.91	575.49
25 2042		2.38	172.44	174.82	780.91	606.10
26 2043		2.38	172.44	174.82	780.91	606.10
27 2044		74.58	172.44	247.01	780.91	533.90
28 2045		0.00	172.44	172.44	780.91	608.48
29 2046		0.00	172.44	172.44	780.91	608.48
30 2047		0.00	172.44	172.44	780.91	608.48

EIRR: 16.00%

NPV: 753 million JPY

B/C: 1.14

6.5 運営維持管理体制

貯水池、上水道、下水道のそれぞれの運営維持管理体制を以下に述べる。

6.5.1 貯水池の運営維持管理体制

水源として建設される予定の Cua Can 貯水池の運営管理は、既存 Duong Dong 貯水池を運営管理しているキエンザン省の農村村落開発局 DARD と想定する。

貯水池の運営維持管理は、国や省の関係法令に基づき、水道原水の安定的確保及び貯水池の安全のために実施される。

Cua Can 川調整堰及び貯水池の運営維持管理の項目、内容及び対策を表 5-4-1-1 に示す。

表 6-5-1-1 Cua Can 川調整堰及び貯水池の運営維持管理内容

項目	内容	対策等
堤体等の安全管理	堤体、基礎地盤、取付部周辺地山の挙動及び状態（漏水、ひび割れ等）について計測と点検の実施	計測及び点検の結果を判定し、必要に応じ、精密調査、補修等の実施
河川水取水設備機器の点検・整備	河川水取水ポンプ及び受変電設備などの点検・整備	定期点検、臨時点検、故障時の点検・整備、精密調査・補修の実施
Cua Can 川調整堰及び貯水池の安全管理	堆砂対策、流木処理、集水域の保全	定期的な堆砂の排除、流木処理、また河川上流域の自然保全対策が重要
貯水池の操作管理	必要な水道原水の確保及び放流量の管理	取水量、貯水量、貯水水位を測定し、原水量及び放流量の決定
水質・水量の保全	集水域及び貯水池の保全	定期的な水質データの調査、収集、河川上流域の自然保護対策
災害及び事故対策	大雨や洪水、地震、有害物質による汚染、その他の事故への対処	災害や事故に備えた教育や訓練、及びマニュアル作成
データ管理	管理のための基礎資料及び観測・測定記録等の整備・保管	貯水池施設概要、地質資料、水文・気象資料、竣工図書、水量、雨量などの気象記録、堤体計測、点検記録、堆砂、水質資料等

6.5.2 上水道の運営維持管理体制

Cua Can 上水道システムは、取水、導水、浄水、送水、配水施設から構成される。

オプション1のケースでは、SPCが取水から配水池までの運営維持管理を行い、配水池から先については、KIWACOの業務拡大により対応するものとしている。図6-5-2-1にオプション1の運営維持管理体制を示す。

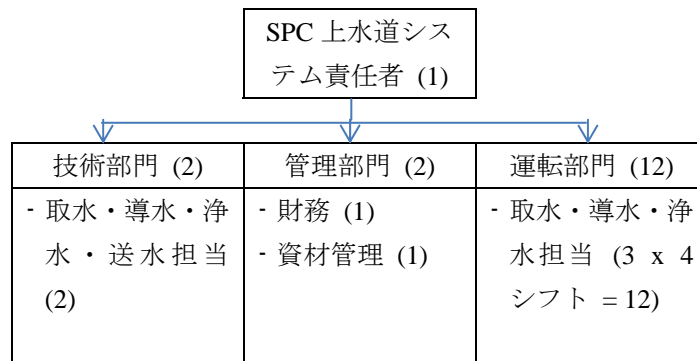


図 6-5-2-1 上水道オプション1のケースにおける SPC の運営維持管理体制

オプション2のケースは、取水から各戸給水までを SPC がすべて運営維持管理するもので、その体制は図6-5-2-2のようになる。

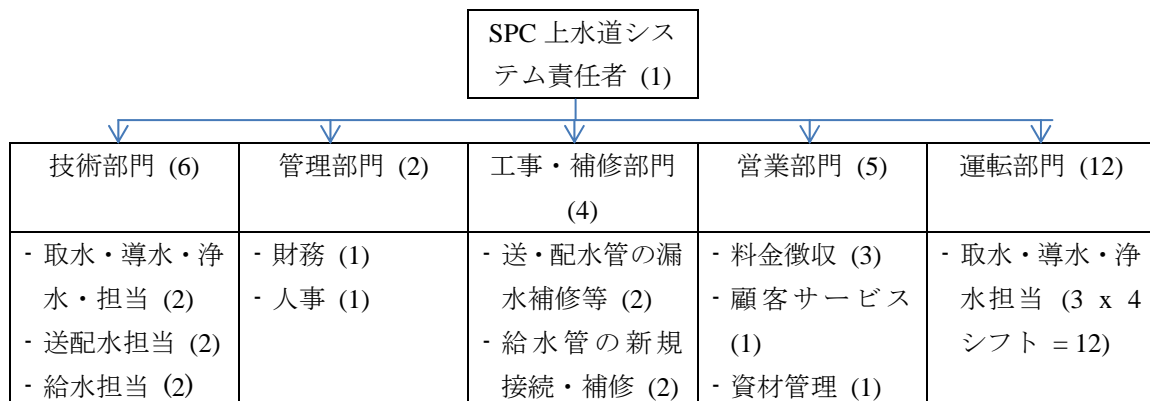


図 6-5-2-2 上水道オプション2のケースにおける SPC の運営維持管理体制

6.5.3 下水道施設の運営維持管理体制

(1) 運営維持管理の職種及び業務内容

下水道施設の運営維持管理に必要な業務内容を次表に示す。

表 6-5-3-1 運転・維持管理の職種・業務内容

業務	職種	業務内容
運転・維持管理、 設備点検	施設運転管理職、 補助職 電気・機械技術 士、技能職	機械電気設備の定期点検、機器の保守点検、簡単な故障修理、巡視・監視・運転操作、記録・報告・連絡 建築物・建設設備の日常点検、定期点検、簡単な故障破損などの修理 運転・保守・点検に係る記録、事故・苦情の記録
施設管理 - 場内管理 - 管路管理	技術職・技能職	施設の日常点検、定期検査、簡単な補修 施設の管理、改良、補修、 台帳の作成、管理
水質監視及び管理	化学・生物専門職	採水、原水（二次処理水）及び処理水の水質試験・分析、水質管理及び水質分析結果の記録、 水質検査結果の運転操作へのフィードバック
管理業務	事務職	経営全般、職員の人事・給与・サービス・研修、 契約、資機材の調達・管理、 文書化、広報・啓蒙活動など

表 6-5-3-1 に基づく運営維持管理の要員計画表を表 6-5-3-2 に示す。

表 6-5-3-2 運営維持管理の要員計画

No.	組織	組織構成員	人数
1.	経営部門		2
		SPC 下水道責任者	(1)
		経営・財務	(1)
2	管理部門 (業務管理・財務関連)		5
		エンジニア	(1)
		事務職員	(2)
		保安職員	(1)
		雑用係	(1)
3	技術部門 (下水処理場、ポンプ場、管渠)		12
		エンジニア	(1)
		技術・運転管理職員	(8)
		施設管理職員	(2)
		水質分析専門職員	(1)
		合計数	19

上記の運営維持管理体制は、フーコックの Duong Dong 浄水場及びホーチミンの Binh Hung 下水処理場の組織を参考に作成した。なお要員計画には料金徴収要員を含まない。

6.6 事業実施スケジュール

6.6.1 事業全体の実施スケジュール

本調査終了後、融資等の資金調達や事業認可等の必要な手続きを終えて工事着工となるのを2014年から見込むと、上下水道施設の操業は2017年から開始というスケジュールが想定される。図6-6-1-1に事業全体の実施スケジュールを示す。

Component	Work	2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018			
		q1	q2	q3	q4	q1	q2	q3	q4	q1	q2	q3	q4	q1	q2	q3	q4	q1	q2	q3	q4	q1	q2	q3	q4	q1	q2	q3	q4
General Procedure	Preparatory Survey Report					*																							
	Fix Business Scheme																												
	Detailed F/S (Financial Viability, Tariff Agreement, Take-or-pay Agreement)																												
	EIA Public Disclosure																												
	Select Investment Partners																												
	SPC Negotiation & Contract Signing										*																		
	Application for Investment License										*																		
	Approval of Investment License										*																		
	JICA PSIF Loan Appraisal										*																		
	Due Diligence by JICA & Local Bank										*																		
	BOO Contract Signing										*																		
Public Side Financing Arrangement																													
Cua Can Reservoir	Pre-Construction																												
	Construction																												
Water supply System	Pre-Construction																												
	Construction	Intake & Raw Water Transmission Pipe																											
		Water Treatment Plant																											
		Distribution Reservoir & Pipes																											
		Service Connections																											
Sewerage System	Pre-Construction																												
	Construction	Sewerage Treatment Plant																											
		Main Trunk Sewer & Pumping Station																											
		Tertiary Sewer & House Connection																											

図 6-6-1-1 事業全体の実施スケジュール

6.6.2 貯水池および上水道施設建設

貯水池、浄水場、給・配水施設建設および運営管理する事業者が同一事業者によるものではない可能性が高く、それぞれ違う事業主体が実施するそれぞれの施設の工事の進捗と完工時期の見極めが極めて重要である。

現実的には、貯水池の建設・運営は KGPPC が行い、貯水池からの原水供給開始時期と

保証供給量を明記し、かつ、万一の不履行時のペナルティ条項を含めた原水供給契約を浄水場建設・運営事業者との間で締結すれば、浄水場および配水施設工事も貯水池建設工事も並行して実施でき、全体としての建設工期を短縮することが可能である。

また、万一の工期の遅れのリスクに対しても上記同様の条件を設定することが必要であろう。

フェーズ 1 の建設スケジュールとしては、貯水池が完成し、また浄水場や配水管などの水道施設が完成して給水を開始できるまで、その前段の土地取得や住民補償がスムーズにいったとして、本調査終了後 3 年半程度は必要と考えられる。

- 資金調達： 0.5 年-1 年
- DD： 0.5~1 年間
- 建設工事期間： 2 年

浄水施設には、取水、導水、浄水場、送水管、配水施設（配水池・配水管）および各戸に接続する給水施設がある。取水、導水施設に関しては、Cua Can 貯水池堤体の工事と一体として同一の工事契約において行うのが望ましい。

図 6-6-2-1 に、貯水池および上水道施設の建設スケジュールを示すが、浄水場以降の工事スケジュールは貯水池築造スケジュールとは別建てにすることもできる。

施設	工種	1年				2年			
		1月-3月	4月-6月	7月-9月	10月-12月	1月-3月	4月-6月	7月-9月	10月-12月
貯水池	掘削工								
	盛土工								
	堤法面補強工事								
	河川調整堰工事								
	貯水池流入部工事(含ポンプ設備)								
	堤頂の補強と仕上げ工								
取水施設	取水ポンプ施設								
	導水管工事								
浄水場	土工事								
	土木・建築工事								
	機械・電気工								
	試運転								
配水施設	配水池								
	配水管								
	各戸給水管接続								

図 6-6-2-1 貯水池および上水道施設（フェーズ 1）の建設スケジュール

フェーズ 2 については、水需要予測でも述べたがリゾート開発等予定の事業が 2030 年において計画している開発レベルまで計画通り達成されたとして予測されているものであり、各事業の進捗の度合によっては、達成時期が遅れたりあるいは早まったりする可能

性がある。フェーズ 2 以降の実施スケジュールについては、フェーズ 1 実施中に進捗を見極め計画をレビューすることが必要である。

6.6.3 下水道施設建設

下水道事業の主な施設は、下水処理場、幹線管渠及びポンプ場、宅内排水柵を含む面整備管渠に分けられる。各々の工事は単独に進めることができ、各工事間の調整には多くの期間を要しない。

フェーズ 1 のエリアとしては、既成市街地と開発が具体化している海沿いのエリアが適切であると考えられる。

幹線工事は下水処理場周辺から開始し、最初に下水処理場の南北の観光開発業者が明らかになっているエリアに沿った幹線を整備することが好ましい。これにより開発エリアからの下水の取り込みが可能となり、下水処理場運転開始時の汚水を確保することができる。

次に下水処理場の南に幹線を伸ばし、既成市街地 Duong Dong 地区の下水を取り込む。市街地における下水道整備は、各戸の宅内排水設備の整備も重要となることから、住民への啓蒙活動が不可欠となる。

下水処理場の完成と通水開始までの工期は 2 年程度で、幹線管渠全体の完了までは 3.5 年程度かかると見込んでいる。さらに、面整備は各戸接続の進捗状況にもより、その後数年の工期が必要と考えられる。

- 資金調達： 0.5 年-1 年
- DD： 1 年間
- 建設工事期間： 通水まで約 2 年

施設	工種	1年				2年				3年				4年	
		1-3月	4-6月	7-9月	10-12月	1-3月	4-6月	7-9月	10-12月	1-3月	4-6月	7-9月	10-12月	1-3月	4-6月
下水処理場															
	土工事	■	■												
	土木・建築工事		■	■	■										
	機械・電気工事					■	■	■							
	試運転														
	幹線及びポンプ施設建設	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	面整備管及び接続柵設置	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	通水														

図 6-6-3-1 下水道施設（フェーズ 1）の建設スケジュール

フェーズ 2 については、上水道事業と同様、都市開発等予定の事業が 2030 年において計画している開発レベルまで計画通り達成されたとして予測されているものであり、各事業の進捗の度合によっては、達成時期が遅れたりあるいは早まったりする可能性がある。フェーズ 2 以降の実施スケジュールについては、フェーズ 1 実施中に進捗を見極め、計

画をレビューすることが必要である。

第7章 事業計画の策定

第7章 事業計画の策定

7.1 事業スキームの決定

7.1.1 水道事業

調査団は水道事業の事業スキームについては、「6.1.1 水道事業の官民分担案」に記載のオプションのうち、「上水道オプション1 (BOOタイプ)」を提案する。

その理由は、次の通りである。「6.1.1 水道事業の官民分担案」に記載の通り、コンセッションタイプのオプション2の場合には、管路維持管理のための体制や検針・料金徴収体制、さらには、顧客管理や管網内での水質管理といった通常の上水道事業のほぼすべての業務内容を遂行できる体制を新たに整備しなくてはならない。しかし、フーコック島ではKIWACOが既にDuong Dong地区を中心に水道事業を運営管理していることから、配水施設以降の管理運営は、KIWACOによりカバーされるのが合理的で、それにより島内での給水サービスを一律に保ち、また、運転管理・顧客管理上も二重管理の非効率を避けることができる。本事業では、SPCの分担を浄水場の出口までとしてKIWACOに用水供給する方式を取ることが、運転管理面、費用面からも得策と考える。さらに、「6.3 財務分析」で、オプション1とオプション2を比較した通り、オプション2では、SPCの担当する施設への投資額がより大きくなるため、民間企業が興味を持つのに十分な（リスクを十分にカバーしうる）利益率を上げるにはオプション1 (BOOタイプ) に比べて高い料金値上げが必要になる。加えて、コンセッションタイプのオプション2では、料金請求・徴収業務をKIWACOとSPCが各担当地域でそれぞれ別々に行うため、総額としての料金請求・徴収費用が割高となり、より高い水道料金値上げが必要になる。

以上より、オプション1はオプション2に比べて、実行可能性が非常に高くなると考察されたからである。

上水道オプション1(BOOタイプ)

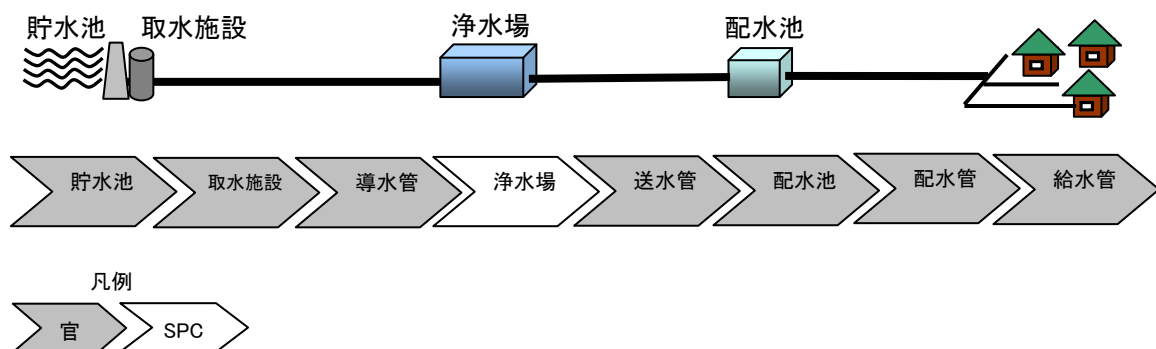


図 7-1-1-1 上水道オプション1 (建設費の官民分担)

民である SPC（特別目的会社）が浄水場の施設建設を行い、運営維持管理については取水施設から浄水場までを分担するもので、官はそれ以外の施設の建設と運転維持管理を分担するものである。具体的には、キエンザン省が貯水池の建設、維持管理を、KIWACO が送水管以降の施設の建設、維持管理を行う。

水道原水は官と SPC との間で結ばれる原水供給契約に従い SPC に供給され、浄水場で処理の後、浄水場出口で KIWACO に用水供給契約に基づき用水供給する。KIWACO は、用水供給を受けた地点から各戸の給水までの運営維持管理を行い、利用者から料金を徴収する。

SPC は貯水池から原水を供給される代価として、原水費をキエンザン省もしくは貯水池を維持管理する機関に支払う。他方で、KIWACO は SPC から浄水を受け取る代価として、SPC に対してパルク水料金を支払う。

7.1.2 下水道事業

調査団は、下水道事業の事業スキームについては、「6.1.2 下水道事業の官民分担案」に記載のオプションのうち、「下水道オプション1（処理場 BOO）」を提案する。

その理由は、「6.3 財務分析」でオプション1（処理場 BOO）とオプション2（幹線管渠・ポンプ場・処理場 BOO）を比較した通り、オプション2では、SPC の担当する施設が広く、投資額もより大きくなるため、民間企業が興味を持つのに十分な（リスクを十分にカバーしうる）利益率を上げるには、オプション1（処理場 BOO）に比べて、州政府からの補助金支給額が非常に高くなる。推定では、オプション1とオプション2で、年間3億円以上の補助金支給額の差が生じることになる。以上より、オプション1はオプション2よりも実行可能性が高いと判断された。

下水道オプション1（処理場 BOO タイプ）

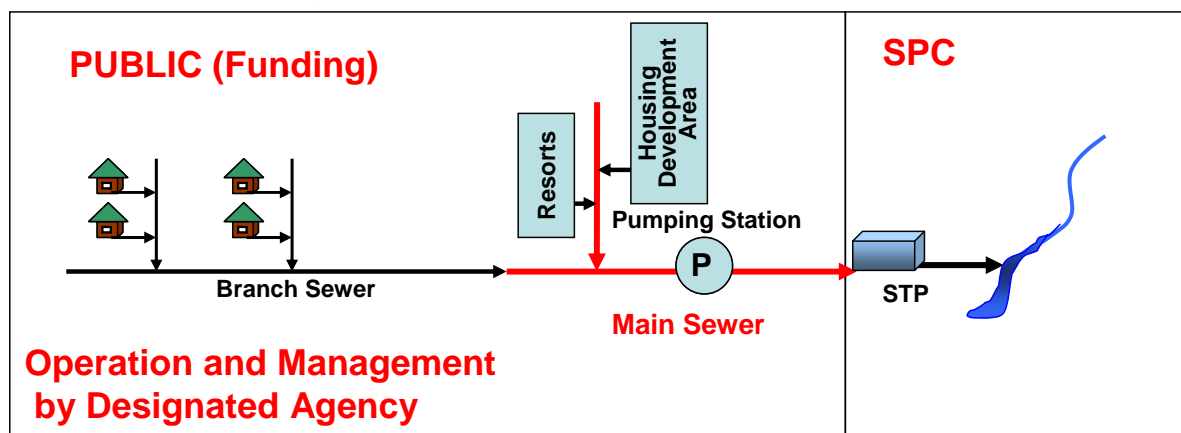


図 7-1-2-1 下水道オプション1（建設費の官民分担）

SPC が下水処理場を建設し、運営管理するもので、官は下水管渠すべての建設と運営維持管理および各戸接続を行うものである。

水道料金の一定割合を環境保護料金として **KIWACO** が徴収し、下水道サービスに充当するが、この収入のみでは下水道事業の費用を全額回収することはできないため、建設費の一部を開発者負担金として開発業者等から回収し、さらに入島料等を観光客から徴収することを想定し、それを財源とした補助金を州政府が **KIWACO** 及び **SPC** に供用開始後毎年配分することを想定している。

7.2 事業実施機関

(1) 官側実施機関 : キエンザン省及び KIWACO

本事業の実現を今後推進していくためには、官側と民間との継続的な協議・調整が不可欠であり、官側においては、本事業の実現を管理する専門部局がキエンザン省及び KIWACO 等の官側実施機関によって設立される必要がある。こうした部局が、例えばキエンザン省内に設置されることで、民間側との協議が一貫性を有し、効率的に事業の形成が図られると考えられる。こうした部局が、PPP 事業スキームの決定、必要なベトナム側分担事業と法整備等を計画・立案・促進することとなるため、PPP 事業担当部局をできるだけ早期に設立することが重要である。

(2) 民間実施機関 : SPC (特別目的会社)

本事業の官側実施機関との契約相手先は、SPC (特別目的会社) となる。バルク水販売契約は、KIWACO との間で締結されるため、キエンザン省に加えて、KIWACO が官側実施機関に含まれる必要がある。

本事業については、共通投資法及び企業統一法に基づき投資ライセンスを取得して BOO スキームにて事業を実施する事を本案とするが、具体的な中身については今後、キエンザン省と共に検討していくこととする。

本事業では、SPC は施設の建設・更新・運営維持管理を行うことを想定しているが、その担当業務の一部を SPC の管理責任の下で、下請業者に依頼することもありうる。

7.3 ベトナム国側分担事業と必要な法整備等

7.3.1 関連施設整備計画

(1) 上水道

上水道事業における水源としても活用される貯水池については、キエンザン省がベトナム国政府予算もしくは後述の水セクターファンド等を使用して、施設建設および必要な更新、運転維持管理等を行う。浄水場以後の送水管から配水管、給水管の調達・敷設・維持管理等に関しては、KIWACO が責任を持って行う。

(2) 下水道

下水道事業において、SPC は下水処理場および放流渠の建設と更新、運転維持管理を行うため、キエンザン省側は下水処理場までの各戸接続、下水管渠、ポンプ場等の施設の建設・施設更新、運転維持管理を行う。

7.3.2 必要な法体制整備等

(1) 官側の建設資金手当て

水道事業においてキエンザン省が建設する貯水池、KIWACO が担当する送水管等の施設、及び下水道事業における幹線管渠等の官側が担当する施設の建設費の資金手当てのため、JICA 等の資金を活用した水セクターファンド(※)の設立を検討する。

※水セクターファンド

ベトナムにおいて、JICA 等の資金を活用し、受け皿となるファンド等を通じて、①工業団地の排水処理プロジェクト、②その他の中小規模の水関連プロジェクト、③上下水道等の PPP プロジェクトの公共サイドに対して融資を行うものである。

(2) 入島料及び開発者負担金

また、下水道事業に関しては、ベトナム政府側から SPC への毎年の補助金投入による事業の実施を想定している。当該補助金の財源としては、フーコック島への観光客等に対する入島料を徴収することを想定しているが、現状の法制度を鑑み観光客から直接ではなく、ホテルの下水道使用量に上乗せする形で料金徴収することを考える必要がある。さらに、下水道事業に関しては、初期投資費用の一部を開発者負担金として開発業者等から徴収することも想定している。そのため、これらに関する条例等の整備が必要となる。

7.4 事業の資金計画

7.4.1 事業費の官民分担と出資金・借入金

事業遂行に必要な事業費は、投資家からの SPC への出資金（資本金）と金融機関からの借入金で賄う。出資金と借入金の割合は、3 割対 7 割としている。フェーズ 1 について、上水道、下水道それぞれの提案オプションの事業費の官民分担と、民間部分の出資金・借入金額を表 7-4-1-1、表 7-4-1-2 に示す。

なお、上水道事業、下水道事業とも事業採算性の向上に向け、今後、ベトナムサイドとも協議の上、建設費等のコストダウンを検討するものとする。

表 7-4-1-1 上水道事業費（フェーズ 1）の官民分担

事業		分担	建設分担施設内容	建設費（億円）
貯水池		ベ政府	貯水池築造＋土地＋補償費	24.71
上水道	オプション 1	ベ政府	取水施設＋導水管＋送水管＋配水池＋配水管＋給水管	11.92
		SPC	浄水場＋土地・補償費	14.39 (内出資金 4.32) (内借入金 10.07)
上水道（及び貯水池）事業費				51.02

注：実際の借入対象となる事業費の総額は、SPC 事業費に建中金利を加算した額となる。

表 7-4-1-2 下水道事業費（フェーズ 1）の官民分担

事業		分担	建設分担施設内容	建設費（億円）
下水道	オプション 1	ベ政府	幹線管渠＋ポンプ場＋準幹線管渠・支線管渠	58.17
		SPC	下水処理場＋維持管理車両＋土地補償費	41.34 (内出資金 12.40) (内借入金 28.94)
下水道事業費				99.51

注：実際の借入対象となる事業費の総額は、SPC 事業費に建中金利を加算した額となる。

7.4.2 出資者および借入条件

(1) SPC への出資者

SPC への出資者は、現段階では神鋼環境ソリューション（KESV）を含む日本国法人及びベトナム国法人を想定している。

(2) SPCの借入金融融資条件

SPCによる事業運営には、長期借入れが必要となる。また、当初の借入はフェーズ1の事業スコープに対して行われ、フェーズ2については、今後のフーコック島の開発事業の進捗に影響されるもので、現段階での検討は行わない。借入金は、表7-4-2-1に示すJICA海外投融資制度によるベトナム市中銀行を通じたツーステップローン前提として、民間投資分の70%を想定している。

表7-4-2-1 ツーステップローン（ベトナム市中銀行を通じたJICA投融資制度）の融資条件

項目		ツーステップローン (ベトナム市中銀行を通じた JICA海外投融資制度)	
1)	プロジェクト	民間案件	
2)	融資申請手続	民間企業、短期・簡便	
3)	融資条件	金利	VND金利相場－優遇レート
		返済	最長25年（据置5年を含む）
		通貨	VND

7.5 事業のリスク分担

事業リスクの官民分担について、その対応策とともに表 7-5-1 に整理。このうち、「テイク・オア・ペイ条項」は本件を成立させる上での特に重要な要件であると考えられるため、以下にこの点について補足説明する。

表 7-5-1 の「(4) 事業リスク」への対応策として、「テイク・オア・ペイ条項」が記載されている。これは、将来のリスクの一つとして、計画時の水需要に対して施設完成後の水需要が下回った場合、官側が SPC に対して、バルク水の購入量が計画時の見積を下回ったとしても、一定額のバルク水料金の支払を必ず行なうことを保証するもので、水需要の不足に伴う SPC の収入低下から、SPC が財務的に持続不可能になる危険性を回避するものである。

ベトナム政府はフーコック島の観光開発に力を入れており、2020 年には年間 200 万人、2030 年には年間 500 万人の観光客を目指し、交通やインフラ、渡航手続き等に関しても観光開発のための努力を行っている。様々な民間のホテルやリゾート、開発業者も開発を計画しているが、上下水道を含めたインフラ基盤の整備が、そうした企業の進出を後押しする重要な要件である。

本プロジェクトにおいては、このような民間の観光産業も含めた水需要（及び汚水量）の予測を行っており、それらのホテル・リゾート、開発業者の進退によっては、施設建設後の実際の水需要（及び汚水量）が、計画値を下回ることも十分にありうる。仮に、過少に水需要（及び汚水量）を予測し施設を建設した場合には、それが民間のホテル・リゾート等の進出に悪影響を与えることも懸念される。本調査では、水需要及び汚水量は適正に予測されたが、民間企業が本プロジェクトへの興味を示し、事業実施に踏み切るためには、こうした水需要リスクに対するベトナム国政府の支払保証（テイク・オア・ペイ保証）がなされることが、民間企業が本事業へ参画するための不可欠の条件である。

表 7-5-1 上下水道事業の主要リスク、対応策および分担

◎：主な責務を担う機関

○：関連する責務を担う機関

分類	リスク	対応策	リスク分担	
			政府機関	SPC
(1) 政治・経済リスク	・外為取引リスク 外国為替取引リスクを規制し、事業会社の外貨調達・送金に支障が生じるリスク	資金源（外貨・内貨）に応じた支払い（外貨・内貨）契約とする。 キャッシュフローの国外口座への早期移転によるリスク軽減。		◎

分類	リスク	対応策	リスク分担	
			政府機関	SPC
(1) 政治・経済リスク	・許認可取消・変更リスク 事前に取得した土地、建設、操業などの許認可が取り消されるリスク	SPC 事業にベ国側政府機関の関与でリスクを軽減。 申請の適切な手続き実施。	◎	
	・収用（国有化）リスク 事業資産が強制的に国または政府機関に取り上げられ、事業遂行が不可能となるリスク	SPC 事業にベ国側機関の関与でリスクを軽減。	◎	
	・義務履行違反リスク 事業会社の契約相手であるベ国政府・政府機関が契約に違反するリスク	契約内容に応じて適切な対策を講じる必要があるが、ベ国側政府機関が契約相手の場合には、政権交代等による状況変化を踏まえて起こりうるリスクの対応を考慮した契約内容とする。	◎	
	・政治暴力リスク 暴動、テロ、ストライキなどの政治的争乱・暴動が発生し、その直接・間接的影響で、事業遂行ができなくなるリスク	保険加入によるリスクの軽減。	◎	○
(2) 設計・建設リスク	・設計・建設リスク 設計品質確保、工期遵守のリスク	適切な業者の選定によりリスク回避。		◎
	測量、地質調査の遅れ	適切な業者の選定によりリスク回避。		◎
		適切な工程管理によりリスク回避。		◎
	用地確保リスク	利用申請の適切な手続き実施によりリスク回避。	◎	○
	施工業者の経験不足	浄水場、下水処理場、ポンプ場、埋設管等の建設に豊かな実績を有する建設会社の選定によるリスク回避。		◎
	労働者のスキル不足	適切な工事監理を行い建設会社への指導によりリスク回避。		◎
作業用地借地の遅れ	適切な工程管理の実施によりリスク回避。		◎	
(3) 環境リスク	・環境リスク 工事中または操業中に現地の自然・社会環境に悪影響をもたらすリスク	事前の適切な環境・社会配慮に基づく調査を実施する。	○	◎
		関連保険への加入により、非常時の対応に備える。		

分類	リスク	対応策	リスク分担	
			政府機関	SPC
(4) 事業リスク	<ul style="list-style-type: none"> 資金調達リスク <p>プロジェクト自体に関係なく、予定した金額・条件で資金調達ができないリスク</p>	出資者及び資金調達先との明確かつ透明な契約の締結とその執行に基づきリスク発生を回避する。		◎
	<ul style="list-style-type: none"> ユーティリティ・リスク <p>事業遂行に必要な電力等の各種インフラが、プロジェクトの建設や操業までに整備されないリスク</p>	ベ国政府機関・公社の SPC への参加に基づき、当機関・組織の支援を得て、契約に基づく着実なユーティリティ・インフラの整備を進めることでリスクを回避する。	◎	
	<ul style="list-style-type: none"> 完工リスク <p>プロジェクトの機器・設備・施設が当初予定した期間・予算・性能で完成しないリスク</p>	SPC と施設設備・機器納入/設置業者の間での契約を通じて、期間・予算・性能面での確実な事業完工を図りリスクを回避する。 コストについては、価格及び物理的事項に係る予備費(コンテンジェンシー)を十分見込むことでリスクの軽減を図る。		◎
	<ul style="list-style-type: none"> 操業リスク <p>運営費コストや修繕費が当初予定を大幅に上回るリスク</p>	コスト積算に際しコンテンジェンシーを十分見込むことでリスクの軽減を図る。		◎
	<ul style="list-style-type: none"> 原水水質リスク（上水道） <p>Cua Can 貯水池の水質が富栄養化などにより悪化するリスク</p>	原水供給契約に、要求される原水水質レベルの保証を盛り込む。	◎	○
	<ul style="list-style-type: none"> 需要リスク（上水道） <p>販売を見込んだ水量が、当初見通しを下回るリスク</p>	地下水利用禁止及び接続義務の法制化によりリスクの軽減を図る。 テイク・オア・ペイ条項を契約に盛り込む。	◎	○
	<ul style="list-style-type: none"> 流入下水量未達リスク（下水道） <p>プロジェクトの遅れから、当初予定していた開発業者が独自の処理施設を設置してしまうリスク</p>	サービス契約において、最低収入補償額を取り決めることで、リスク回避・軽減を図る。 テイク・オア・ペイ条項を契約に盛り込む。	◎	○

分類	リスク	対応策	リスク分担	
			政府機関	SPC
(4) 事業リスク	開発の遅れにより当初予定していた下水道施設への接続が遅れるリスク	プロジェクトの早期実施と完工によりリスクの軽減を図る。	◎	○
	下水管への未接続から、当初見込んだ流入下水量を下回るリスク	開発業者の開発進捗状況の把握によりリスクの軽減を図る。接続義務の法制化及び接続の啓蒙及びPRによりリスクの軽減を図る。	◎	○
(5) 市場リスク	<ul style="list-style-type: none"> 為替リスク プロジェクトの収入が支払われる現地通貨と、コストやローンを支払う通貨の為替レートが急変するリスク	為替マリー(債権・債務に係る決済を最大限その通貨で完結させる)。外貨先物買い等によりリスクの軽減を図る。		◎
	<ul style="list-style-type: none"> 金利リスク 金利水準が変化するリスク	金利リスクの変動が高い市場(例えば国内市中銀行からの運転資金調達等)からの借入を最小限に止めるため、資本金も含め内部留保の利用等により、運転資金の短期借入に伴うリスクを軽減する。		◎
	<ul style="list-style-type: none"> インフレリスク 電力料金、物価、賃金上昇に伴い運営・維持管理費が増加するリスク	水道料金または下水道使用料(環境保護料)等に電力料金、物価、賃金上昇分を反映する契約とする。	◎	○
(6) 自然災害リスク	<ul style="list-style-type: none"> 自然災害リスク 火災、洪水、地震など自然災害の直接・間接的な影響を受け、事業遂行ができなくなるリスク	関連する契約内容に Force Majeure の条項を設け、自然災害リスク発生時の対応について、予め決定・合意するとともに、保険への加入等によりリスクの軽減を図る。	◎	○

第8章 提 言

第8章 提言

1. 本計画における上水道整備事業は、貯水池建設（取水・導水を含む）、浄水場建設、送配水システム建設の3つのサブプロジェクトからなる。「ベ」国において、貯水池の計画・建設については通常、DARDの所管となっているが、本件上水道整備事業における貯水池は、水道専用貯水池となるものであり、また、貯水池、浄水場、送配水施設はそれぞれが互いに一体不可分の施設であることから、これら3つのサブプロジェクトを一つの事業としてそれぞれの整備進捗を調整・管理する権限を有する独立した特別なユニットの設立が必要である。

提案されたビジネスプランでは、これら3つのサブプロジェクトは、将来それぞれキエンザン省、民間事業者、KIWACOにより運営管理される予定であるが、施設が完成し供用開始されるまでの資金調達・設計・入札/契約・建設/運営開始の各段階において、これら3つのサブプロジェクトの進捗を管理する「フーコック島上水道整備ステアリング・コミティ」を立上げ、上水道事業全体についての調整・コーディネートを早急に始めることが望まれる。

2. 「ベ」国における下水道整備は、中央政府のグラントにより建設し、運転維持管理費は水道料金に上乗せした環境保護料金で賄うべく計画されるのが通常である。しかし、フーコック島の特殊な事情（東南アジア有数の国際リゾート島としての開発を推進）を鑑みると、他先進国で採用されている受益者負担原則の理念を導入し得る可能性がある。すなわち、フーコック島の自然環境の将来的受益者である観光客に対し間接的に（ホテル宿泊費への上乗せ等で）下水道整備費用を負担してもらうという考えを適用できる可能性が高く、中央政府の補助を求めずとも民間資金を活用した整備の可能性が本調査の中で示されている。同様な先進的国際リゾート島であるハワイでは、Transient Accommodation Tax(TAT)を観光客からその宿泊費の12.5%として徴収している。この税収は、もっぱら島民の生活の向上（学校・警察署・インフラ・公園整備）に使用される目的税となっている。フーコックにおいても本調査で示された徴収額の水準を参考に、同様の仕組みの導入を検討されたい。

3. 提案された上水道整備事業における貯水池及び配水管網整備と下水道整備事業における下水管渠網整備は官側の担当部分であり、その資金についてはキエンザン省が責任をもって調達する必要がある。その調達方法については、キエンザン省に一任されるものであるが、自己資金のみでは現実的に難しいことも想定され、中央政府からの支援、もしくは中央政府を通じたドナーからの資金調達の可能性を追求すべきである。そのためには、必要となる中央政府への申請や「ベ」国内での本事業の優先順位付け等に関する協議において、キエンザン省の強いリーダーシップが期待される。また、その際には、他の地方給水事業・下水事業と組み合わせたセクタープログラム等を形成して、ドナー等への支援要請を中央政府を通じて行う等、様々な可能性を追求すべく関係者を巻き込んで協議・検討されることが望まれる。