

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 I 部 要約

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

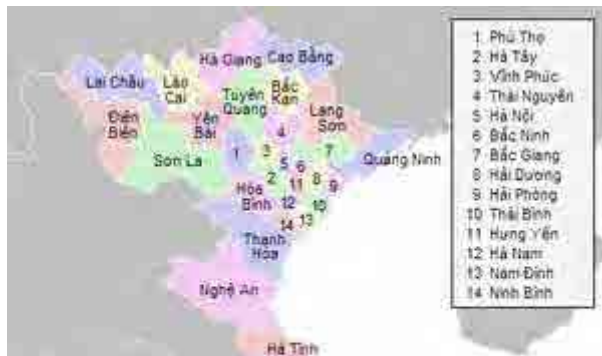
第 III 部 : サポートイングレポート (添付資料)

**通貨換算率 (2012 年 2 月)**

USD 1 = JPY 76.6

USD 1 = VND 20,703

VND 1 = JPY 0.0037



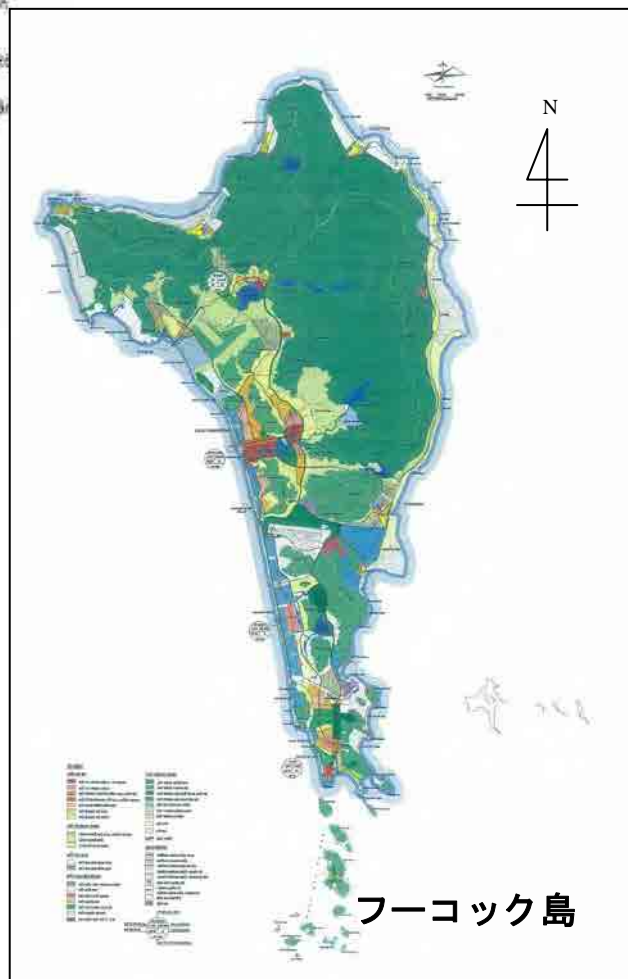
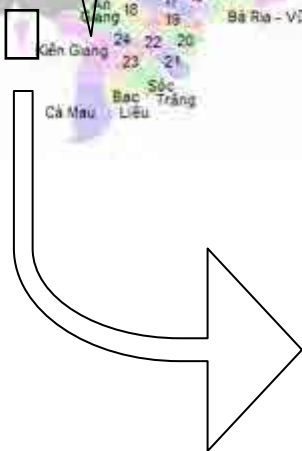
1. Phú Thọ
2. Hà Tây
3. Vĩnh Phúc
4. Thái Nguyên
5. Hà Nội
6. Bắc Ninh
7. Bắc Giang
8. Hải Dương
9. Hải Phòng
10. Thái Bình
11. Hưng Yên
12. Hà Nam
13. Nam Định
14. Ninh Bình



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

## 要 旨

### 1. 背景

ベトナム南部のキエンザン省に属するフーコック島は、その地理的な有利性や豊かな自然環境を背景に、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国際的リゾート島としての開発を目指し、2010年5月11日に首相認可（Decision No.633/QD-TTg）を受けたマスタープラン（Amended General Construction Master Plan for Phu Quoc Island, Kien Giang by 2030）に従って開発が進められている。同マスタープランによると、2020年と2030年にそれぞれ2百万人、5百万人の観光客を受け入れるとし、そのためのインフラ整備の基本方針が示されている。既に、新国際空港の建設（2012年12月開港）や島内主要幹線道路の建設、また、本土からの電力供給事業の建設が進められている。しかし、上下水道の整備については、既存給水区域である島の中心部の Duong Dong とその南側方面への世銀の協力で拡張が進められているのみで、それ以外の開発予定地域への給水についてはまだ整備の手が付けられていない状況である。また、下水道については未整備のままで、島の中心地で商業・住宅地域が集中する Duong Dong 近傍では水質汚濁の兆候が見られている。このように上下水道整備は同島のインフラ整備の中で喫緊の課題となっており対応が急がれている。

### 2. 提案された上水道整備計画

本上水道整備計画は、水需要量の伸びと利用者の面的な広がりについて、開発事業者の進捗や他のインフラ整備状況を勘案し、整備の優先度を判断して、表-1に示すように段階的な整備を進める計画としている。

本上水道事業の水源として、新たな Cua Can 貯水池の建設が必要となる。この貯水池は標高+10m 前後の低地に建設される溜め池式の貯水池で、上流に広がる国立公園の森林域を集水域とする河川からポンプ揚水により貯水される。貯水容量は、フェーズ1で約4.2百万 $m^3$ 、フェーズ2では約10.5百万 $m^3$ となる。水道原水は貯水池からポンプ取水で浄水場に送られ、急速ろ過システムにより処理された後、送配水システムにより給水される。

表-1 提案された上水道整備計画の概要

項目	フェーズ1	フェーズ2
整備目標年次	2020年	2030年
整備対象地域	Cua Can、Cua Doung、Duong Dong (5,000 $m^3$ /d 用水供給)	フェーズ1の区域に、Ganh Dau を編入
計画給水量（日最大）	20,000 $m^3$ /d	50,000 $m^3$ /d
主な施設	貯水施設（ポンプ取水） 浄水場 送配水管 $\phi$ 140~630mm 約22km 配水池 4,000 $m^3$	取水ポンプ設備 浄水場拡張 送配水管 $\phi$ 355~630mm 約28km 増圧ポンプ場 1カ所

### 3. 提案された下水道整備計画

本下水道事業（表-2）は、Duong Dong 地区と観光リゾート開発が進行しつつある Cua Can 地区を対象としている。Duong Dong 市街地を流れる河川では既に水質汚濁傾向が観察されており、この地区の汚水の収集と処理は課題となりつつある。また、Cua Can 地区にお

いてリゾート開発が先行して見込まれる地区も優先度が高いとされ、これらをフェーズ1の対象区域としている。フェーズ2では、2030年を目標年次とし、フェーズ1で未整備の上記以外の Duong Dong 市街地周縁部と Cua Can 貯水池周辺に開発予定の都市開発区域を対象として整備を行う計画となっている。

収集方式は分流式で、下水処理場は Cua Can リゾート開発区域内の観光用農地の一部を利用し建設され、新設される管渠で収集された汚水は標準活性汚泥法により処理され、同区域内の小河川に放流される。

表-2 提案された下水道整備計画の概要

項目	フェーズ1	フェーズ2
整備目標年次	2020年	2030年
整備対象地域	Cua Can、Duong Dong 既存市街地 1,632 ha	Duong Dong 市街地周縁部と Cua Can 都市開発区域 1,280 ha
計画給水量（日最大）	7,500 m <sup>3</sup> /d	30,000m <sup>3</sup> /d
主な施設	下水処理場 幹線 φ250～1,000mm 18.2km 準幹線 φ200mm 9.8km 枝線 φ200mm 以下 31.3km マンホールポンプ 7カ所 ポンプ場 6カ所	下水処理場拡張 幹線 φ140～560mm 24.0km 準幹線 φ200mm 3.2km 枝線 φ200mm 以下 10.2km マンホールポンプ 2カ所 ポンプ場 4カ所

#### 4. 提案された PPP 事業スキーム

##### 4.1 上水道事業（B00）

民である SPC（特別目的会社）が浄水場の建設を行い、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を分担する。形態としては BOO である。

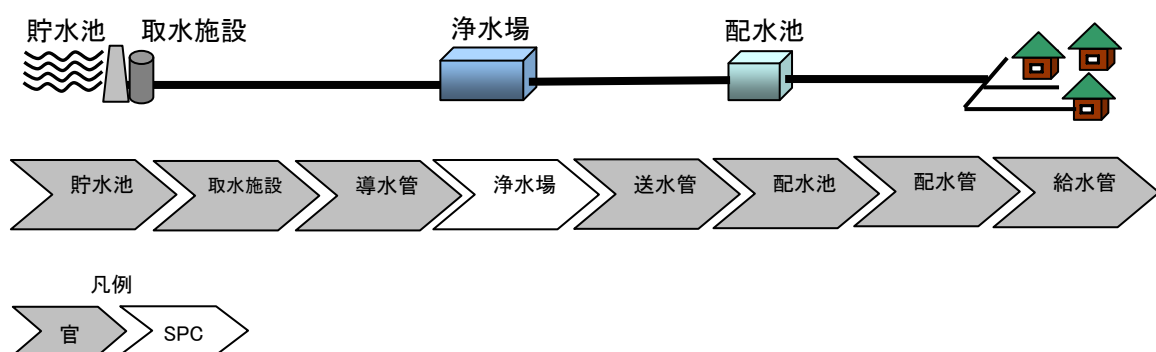


図-1 上水道 B00（建設費の官民分担）

##### 4.2 下水道事業（B00）

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。形態としては BOO である。

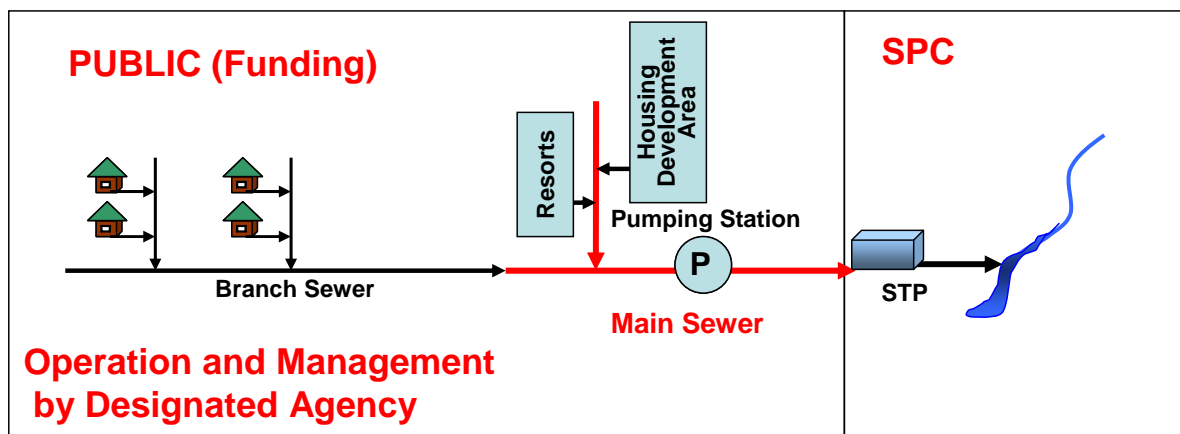


図-2 下水道 BOO（建設費の官民分担）

#### 4.3 財務・経済分析

上水道事業の財務分析による代替案との比較検討の結果、図-1 に示した浄水場のみの BOO のスキームが最も財務的に実行可能性が高いとの結果が得られた。なお、民が SPC への参画に興味を示すためには、インフレ調整分を除いても、水道料金が操業開始までに値上げされる必要がある。また、経済分析の結果では本上水道事業の有効性が十分確認された。

下水道事業の財務分析の結果、図-2 に示した下水処理場のみの BOO が、他の代替案に比較して最も実行可能性が高いとの結果が得られた。なお、下水道事業が実行可能となり、民が SPC への参画に興味を示すためには、現状の水道料金の 10% として徴収する環境保護料金では到底まかなうことができず、本計画では将来大幅な増加が期待されている観光客にも環境保全の負担を求めることを提案している。下水道事業に対して観光客（宿泊費の上乗せによる徴収）を財源とした補助金により本事業が成り立つことが示された。また、経済分析の結果では本下水道事業の有効性が十分確認された。

#### 4.4 事業実施スケジュール

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 年末頃からと見込み、上下水道とも施設の操業は 2017 年から開始というスケジュールが想定される。

#### 4.5 ベトナム国側分担事業と必要な法整備等

上水道に関しては、Cua Can 貯水池については、キエンザン省がベトナム国政府予算等を使用して、施設建設および必要な更新、運転維持管理等を行う。浄水場以降の送水管から配水管、給水管の建設・更新・維持管理等に関しては KIWACO が行う。

下水道に関しては、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・更新、運転維持管理を行う。法整備の面では、下水道に関する観光客負担金（宿泊費上乗せ）および開発者負担金の設定と徴収等に関する省の条例等の整備が必要になる。

#### 4.6 事業の資金計画

民間部分の事業遂行に必要な事業費は、投資家から SPC への出資金と金融機関からの借入金で賄う。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・借入金額を検討した。

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。SPC による借入金は、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を前提としている。

#### 4.7 事業のリスク分担

事業リスクの官民分担について、「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。

本プロジェクトにおいては、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。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、不可欠の条件である。

### 5. 提言

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り、提案されたビジネスプランでは、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。これらの施設が完成し供用開始されるまでの設計・入札・建設の期間において、3つのサブプロジェクトを一つの事業として、整備の進捗を管理できるステアリング・コミティなどの全体をコーディネートするためのユニットの立上げを早急に行う必要がある。

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、受益者である観光客に間接的に（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、それを財源とすれば中央政府の補助がなくとも民間資金を活用した整備が可能である。同様な先進的な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。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。

官側の担当部分の建設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、自己資金のみでは難しい場合、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トナム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。

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

### 第 I 部 要 約

#### 目 次

位置図

要旨

目次

表リスト／図リスト／略語集

	頁
<b>1. 背景</b> .....	<b>S-1</b>
<b>2. 本件事業の目的</b> .....	<b>S-4</b>
<b>3. 上水道事業計画</b> .....	<b>S-4</b>
3.1 給水対象区域 .....	S-4
3.2 水需要 .....	S-5
3.3 水道施設計画 .....	S-7
3.3.1 段階的な整備計画 .....	S-7
3.3.2 Cua Can 貯水池計画 .....	S-8
3.3.3 浄水場施設 .....	S-9
3.3.4 送配水施設 .....	S-13
<b>4. 下水道計画</b> .....	<b>S-14</b>
4.1 下水道対象区域と段階的整備方針 .....	S-14
4.2 下水排除方式 .....	S-15
4.3 汚水量及び流入水質の算定 .....	S-15
4.4 下水処理計画 .....	S-16
4.5 下水道システム .....	S-18
4.5.1 下水道管渠システム .....	S-18
4.5.2 下水処理施設 .....	S-19
<b>5. PPP 事業スキームと官民分担案の検討</b> .....	<b>S-22</b>
5.1 事業スコープの官民分担内容 .....	S-22



5.1.1	水道事業の官民分担-----	S-22
5.1.2	下水道事業の官民分担-----	S-23
5.2	財務分析-----	S-24
5.2.1	上水道-----	S-24
5.2.2	下水道-----	S-26
5.3	事業実施スケジュール-----	S-27
<b>6.</b>	<b>事業計画の策定-----</b>	<b>S-28</b>
6.1	事業スキームの決定-----	S-28
6.1.1	水道事業-----	S-28
6.1.2	下水道事業-----	S-28
6.2	事業実施機関-----	S-28
6.3	ベトナム国側分担事業と必要な法整備等-----	S-29
6.3.1	関連施設整備計画-----	S-29
6.3.2	必要な法体制整備等-----	S-29
6.4	事業の資金計画-----	S-29
6.4.1	事業費の官民分担と出資金・借入金-----	S-29
6.4.2	出資者および借入条件-----	S-29
6.5	事業のリスク分担-----	S-30
<b>7.</b>	<b>提言-----</b>	<b>S-31</b>

## 表リスト

表-1	マスタープランによる人口及び観光客数の予想 .....	S - 1
表-2	マスタープランに示された都市開発エリアの開発方針.....	S - 1
表-3	計画汚水量.....	S - 2
表-4	2020 年水需要予測.....	S - 7
表-5	2030 年水需要予測.....	S - 7
表-6	貯水池諸元と貯水容量.....	S - 8
表-7	計画処理水量.....	S - 15
表-8	汚濁負荷量及び流入水質.....	S - 16
表-9	管渠施設の規模.....	S - 18
表-10	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.....	S - 29

## 図リスト

図-1	マスタープランに示された上下水道整備計画の概要 .....	S - 3
図-2	計画給水区域.....	S - 5
図-3	リゾート開発および都市開発区域等の位置図 .....	S - 6
図-4	フェーズ 1 及びフェーズ 2 の給水対象区域.....	S - 8
図-5	Cua Can 貯水池のレイアウトと浄水場の位置 .....	S - 9
図-6	浄水場平面図.....	S - 11
図-7	浄水場プロセスと水位高低図.....	S - 12
図-8	送配水システム概略図.....	S - 13
図-9	下水道対象区域.....	S - 14
図-10	下水処理場予定地.....	S - 16
図-11	下水道主要施設のレイアウト図.....	S - 19
図-12	下水処理場一般平面図.....	S - 20
図-13	下水処理場処理フロー図.....	S - 21
図-14	上水道オプション 1（建設費の官民分担） .....	S - 22
図-15	上水道オプション 2（建設費の官民分担） .....	S - 23
図-16	下水道オプション 1（建設費の官民分担） .....	S - 24
図-17	下水道オプション 2（建設費の官民分担） .....	S - 24
図-18	事業全体の実施スケジュール.....	S - 27

## 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

## 1. 背景

フーコック島は、東南アジア地域の中心部に位置し、タイ湾におけるベトナム最大の島（593 平方キロメートル）である。同島は、ベトナム南部のキエンザン省に属しているが、実際にはカンボジア国境に近くわずか 18km の距離にある。フーコック島の持つ地理的な有利性や島自体の豊かな自然環境と観光資源を背景に、2005 年にフーコック島の開発のためのマスタープランが作成され、2005 年から 2009 年の GDP 成長率は 16%～23%という高い値を維持している。こうした地域経済への貢献のみならず国の経済発展においてもさらに重要な役割を担うことが期待されている。こうした背景の中、2005 年マスタープランが見直され、2010 年に修正マスタープラン(Amended General Construction Master Plan for Phu Quoc Island, Kien Giang by 2030)が策定され、2010 年 5 月 11 日の首相認可（Decision No.633/QD-TTg）を受けて、同島開発の一層の努力が進められているところである。（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、フーコック島の観光開発を主体とした更なる経済開発の推進と同時に、同島独自のモニュメント及び歴史的価値の保存、文化並びに環境の保全、持続可能な開発をキーワードとして、将来的に同島を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、経済・貿易の国際交流のゲートウェイにすると謳っている。そして、2020 年と 2030 年における将来人口と観光客数を表-1 のように推定し、そのための島全体における各種インフラ整備の基本方針を提示している。

表-1 マスタープランによる人口および観光客数の予想

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 人 - 380,000 人	200,000 人 - 230,000 人	80,000 人 - 90,000 人	50,000 人 - 65,000 人	2 - 3 百万人
2030 年	500,000 人 - 550,000 人	320,000 人 - 370,000 人	90,000 人 - 100,000 人	80,000 人 - 85,000 人	5 - 7 百万人

また、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 のように示されている。

表-2 マスタープランに示された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	想定人口（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

同島におけるこれまでの主なインフラ整備事業としては、マスタープランに則り、新国

際空港の建設（2012年12月開港）や島内主要幹線道路の建設が既に進められているところである。また、同島への本土からの電力供給事業の計画が既に進められている。

上下水道事業の整備の方針については、マスタープランでは以下のように示されている。図-1にマスタープランに示された上下水道整備計画の概略を示す。

#### (1) マスタープランの上水道整備方針

上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70,000m<sup>3</sup>/d、2030年では約120,000m<sup>3</sup>/dと見込んでおり、この必要量に対応するため、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つの新規貯水池建設が計画されている。

2020年までに島全体として、給水能力68,000m<sup>3</sup>/d（島全体の水需要の65%）を確保するとし、2030年には計画給水能力を103,000m<sup>3</sup>/dにし、島全体の水需要120,000m<sup>3</sup>/dのおよそ85%を確保するとしている。不足水量については、将来的には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。

#### (2) マスタープランの下水道整備方針

下水道整備に関しては、フーコック島には、現在、一般家庭下水を対象とした下水処理場はなく、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雑排水（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いるものの、キエンザン省による放流水質の監視はなされていない状況である。

Duong Dong地区の一部にはおいては、雨水管渠が整備されており雨水と一部の下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て布設されており、そこから下水は未処理のまま、河川や海域に放流されている。

マスタープランにおいては、こうした現況の改善と将来の人口と観光客の大幅な増加による汚水量増大に対応するための下水道整備の方針が示されている。

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-3のとおり設定されている。

表-3 計画汚水量

No	種別	市街地人口 (人)		算出式		汚水量 (m <sup>3</sup> /d)	
		2020年	2030年	2020年	2030年	2020年	2030年
1	家庭排水 (Q)	220,000	350,000	120 <sup>*1</sup> ×80%	150 <sup>*1</sup> ×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 <sup>*2</sup> ×0.8	300 <sup>*2</sup> ×0.8	14,400	20,400
	計					37,632	66,600

出典：マスタープラン

\*1: 家庭1人1日当たり給水量    \*2: 観光1人1日当たり給水量    \*3: 工場1ha1日当たり給水量

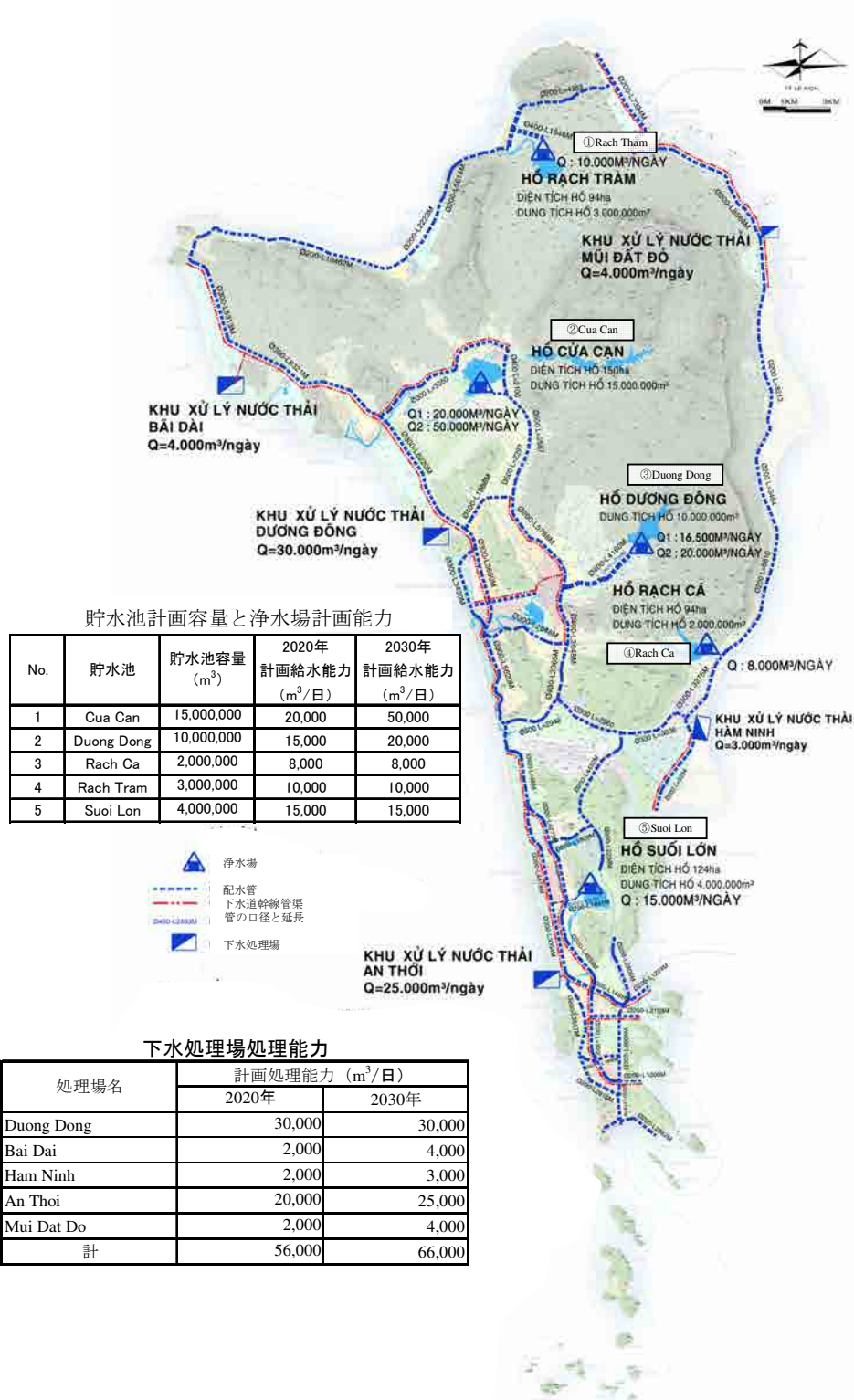


図-1 マスタープランに示された上下水道整備計画の概要

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：120 L/人日、2030年：150 L/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300 L/人日の80%を計上している。

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年の計画処理能力は、図-1中の表に示すとおりである。

## 2. 本件事業の目的

マスタープランで示された同島の開発方針に従い、観光リゾート等の多くの開発プロジェクトが計画されており、人口および観光客数の大幅な増加が見込まれている。こうした島の発展を支えていくには、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るが、限られた政府資金の中、事業を早期にかつ効率的に実施するためには、民間資金の導入も視野に入れ、事業の実現を進める必要がある。

本件事業は、フーコック島の上下水道整備を官民連携事業として、優先地域を対象として整備を進めることを目的とするものである。

## 3. 上水道事業計画

### 3.1 給水対象区域

フーコック島には既に島中央部の Duong Dong 地区を対象とした給水システム（給水能力 5,000m<sup>3</sup>/d）が2006年から操業されているが、近郊に新空港の建設や新規リゾート地区の開発が進められていることから、Duong Dong 地区とその南の Duong To 地区への給水の拡張計画が世銀の融資により進められている。この計画は現在の給水能力の 5,000m<sup>3</sup>/d を 16,500m<sup>3</sup>/d に拡張するものである。

一方、Duong Dong 地区の北側に位置する Cua Can 地区や Ganh Dau 地区の西側海岸沿いにも多くの観光リゾート開発や住宅開発の投資計画が提案され、認可手続きが進められている。本事業は、主にこれらの地区に給水を行うものである。

図-2に本事業の対象とする給水区域と世銀プロジェクトによる給水区域を示す。ただし、世銀プロジェクトの給水区域では、将来的には水源水量の制約から給水量不足が予想されており、本事業で整備される水道システムから不足分を用水供給で賄う予定である。



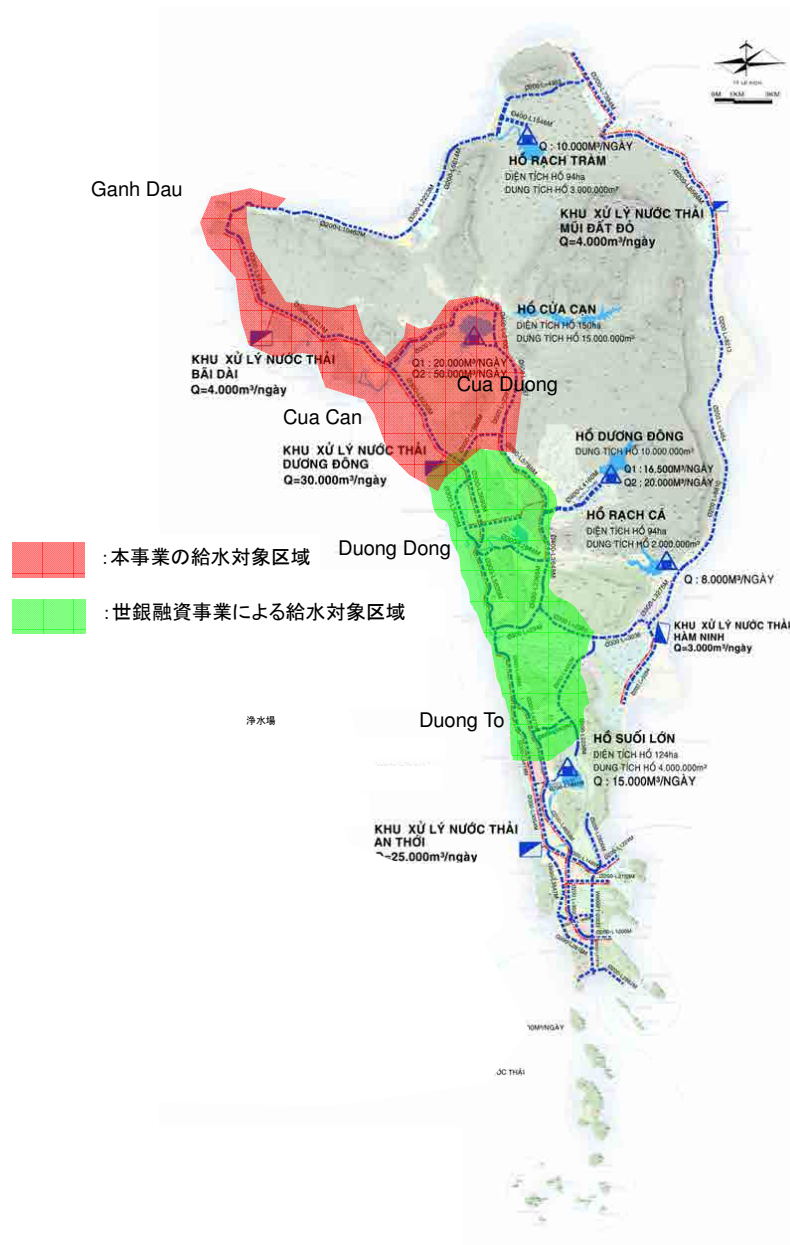


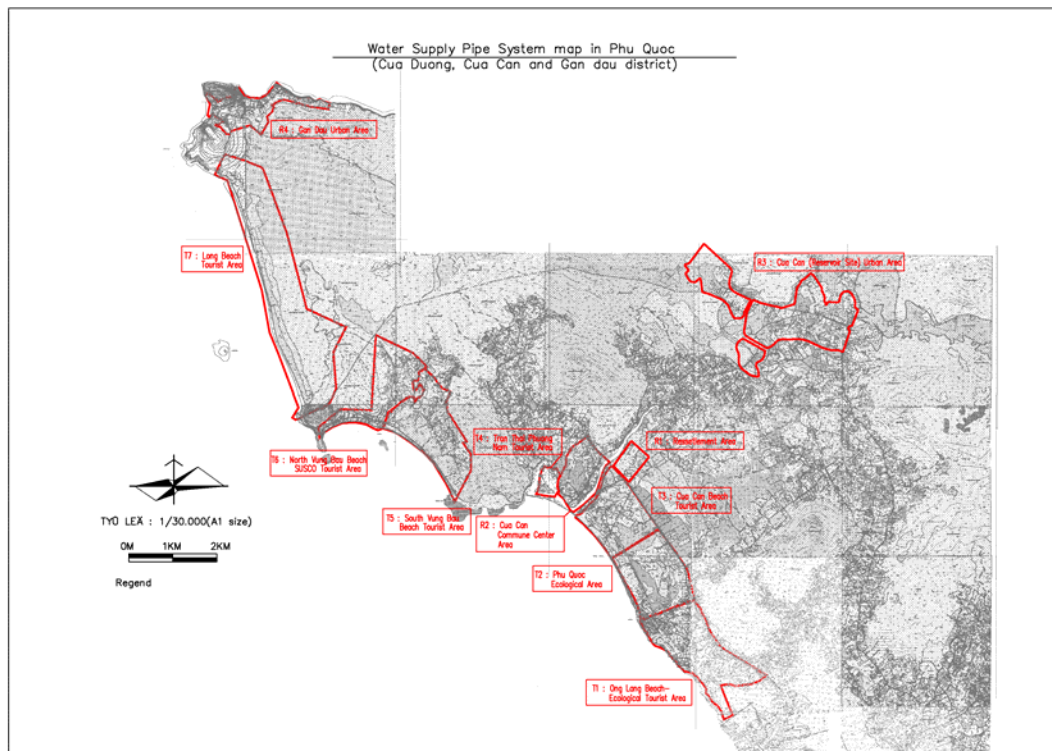
図-2 計画給水区域

### 3.2 水需要

本事業が対象とする Cua Can、Cua Dong および Ganh Dau 地区の 2008 年の人口は、15,903 人であり、ここ数年の自然増のトレンドでは概ね年 3%の伸びを示している。しかし、この地域には、リゾート開発計画が数多く提案されていることから、水需要予測は、過去のトレンドによる水需要増と観光リゾート開発事業や都市開発事業による水需要増の両方

を加味して推計した。リゾートや都市開発エリアの水需要は、開発事業者がキエンザン省に提出し承認された開発プランにおける水需要量を参考とした。

図-3 にリゾート開発および都市開発区域の位置図を示す。また、表-4 および表-5 にフェーズ1 とフェーズ2 における水需要予測を示す。



- 注) T1 ~ T7: 観光リゾート開発区域  
R1 ~ R4: 都市開発及び住宅開発地区

図-3 リゾート開発および都市開発区域等の位置図

表-4 2020 年水需要予測

			Domestic				Resort							Urban Area & Resettlement Area				total <C>	Distribute <D>	Total <E>						
			Cua Can	Cua Duong	Ganh Dau	Total <A>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Total <B>	R1	R2	R3				R4	Total <C>	<D>	Other Area <E>		
Person	Calculation (1)	(person)	4,889	11,549		16,432																				
	resettlement (2)	(person)	2,330	2,329		4,659																				
	Total (3)=(1)+(2)	(person)	2,559	9,214	0	11,773																				
per capita demand (4)	(l/pd)		120	120	120																					
Domestic (5)=(3)(4)/1000	(m3/day)		307	1,106	0	1,413	785	1,214	2,950	960	0	0	0	5,909	1,346	630	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)(0.03)	(m3/day)		9	33	0	42																				42
Institutions (7)=(5)(0.05)	(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	630	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			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-5 2030 年水需要予測

			Domestic				Resort							Urban Area & Resettlement Area				total <C>	Distribute <D>	Total <E>							
			Cua Can	Cua Duong	Ganh Dau	Total <A>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Total <B>	R1	R2	R3				R4	Total <C>	<D>	Other Area <E>			
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/pd)		150	150	150																						
Domestic (5)=(3)(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					
Water Consumption																											
Commercial (6)=(5)(0.03)	(m3/day)		15	56	38	109																				109	
Institutions (7)=(5)(0.05)	(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	396	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			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	0.0606	0.0408	0.1725	0.4758	0.0578	0.6235					

### 3.3 水道施設計画

#### 3.3.1 段階的な整備方針

水道施設の整備は、水需要量の伸びと利用者の面的な広がりについて、開発事業者の認可手続きの進捗や道路建設の進捗等、他のインフラ整備状況を勘案し、整備の優先度を判断して、段階的に整備を進める計画としている。こうした開発手続きが先行して2020年までに整備が見込まれる地区をフェーズ1の対象区域として優先的に整備するものである。図-4にフェーズ1とフェーズ2の給水対象区域を示す。

#### ➤ フェーズ1

- ・ 目標年次 2020年
- ・ 計画対象地域 Cua Can、Cua Duong、Duong Dong 地区（用水供給）
- ・ 計画水量（日最大） 20,000m<sup>3</sup>/d

➤ フェーズ 2

- ・ 目標年次 2030 年
- ・ 計画対象地域 フェーズ 1 の区域に、Ganh Dau 地区を編入
- ・ 計画水量（日最大） 50,000m<sup>3</sup>/d

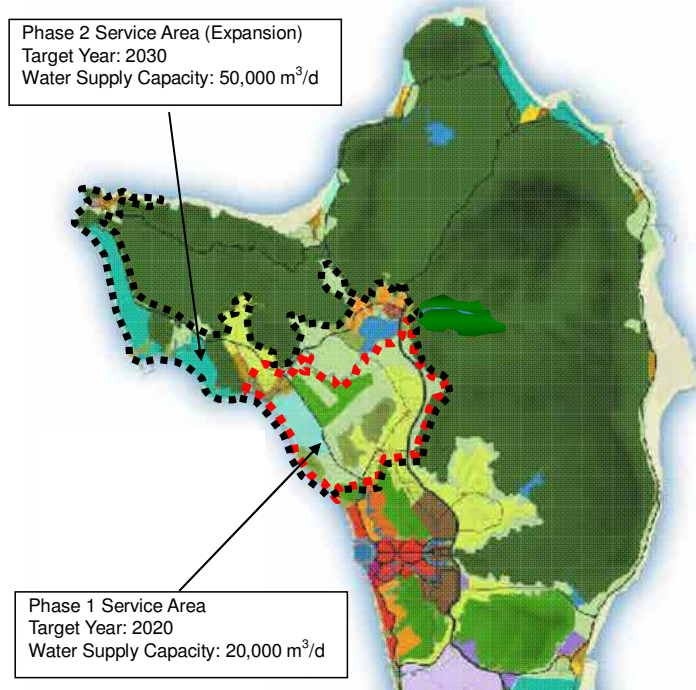


図-4 フェーズ 1 およびフェーズ 2 の給水対象区域

### 3.3.2 Cua Can 貯水池計画

本事業の水源は、Cua Can 川中流に新規に建設される面積およそ 200ha の Cua Can 貯水池で、その上流には国立公園が広がっている。建設予定地は平坦な地形で標高が+10m 以下の低地に建設される貯水池である。貯水池の諸元と貯水容量は表-6 の通りである。

表-6 貯水池諸元と貯水容量

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	7.9	7.9
4	満水位標高	M	9.2	12.5
5	死水容量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1.13	1.69
6	貯水容量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	3.02	8.77
7	全容量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	4.15	10.47

Cua Can 川から貯水池への貯水は、ポンプ取水により行われる。本貯水池は掘削による溜め池式の貯水池の建設となる。同川から貯水池への流入を自然流下方式にし、貯水池の上流側の地域が現状レベル以上の洪水位にならないようにするには、貯水池の掘削深度をより深くする必要があるが、そうすると貯水池底部にあたる地層の透水性が高くなることが土質調査で判明した。また、その場合、掘削土量が膨大な量となりその保管のための土地の確保及び掘削土の輸送・処分に多大なコストがかかることになる。よって、貯水池底部の標高は不透水層のある高いレベルを維持する必要がある、結果として、貯水方式としてはポンプ取水が選定された。

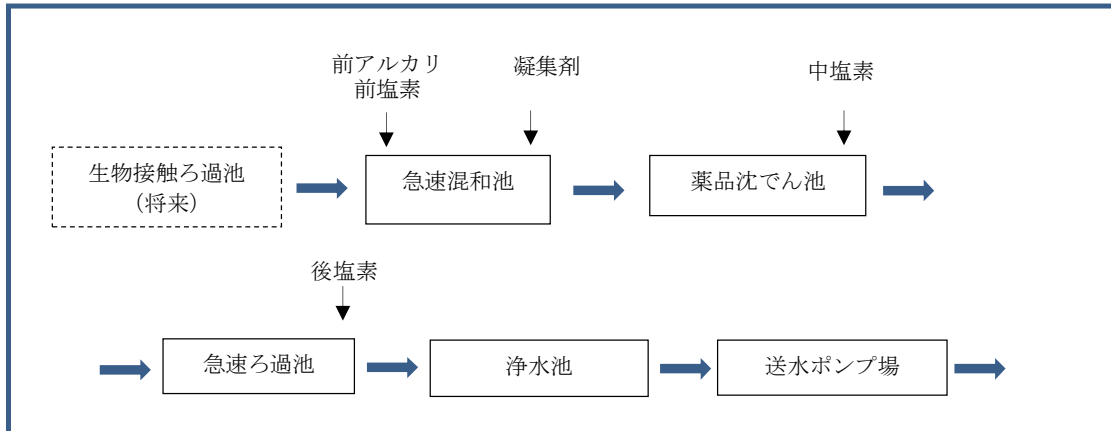
貯水池周囲の堤体の高さは+14.0mであり、貯水池北側に開発予定の Cua Can 都市エリアの現地盤高とほぼ同じかやや高い程度であるので、景観上も問題とならない。



図-5 Cua Can 貯水池のレイアウトと浄水場の位置

### 3.3.3 浄水場施設

貯水池近傍に浄水場を建設し、処理方式は貯水池からポンプアップした原水を一般的な以下のフローに示す急速ろ過システムにより行う方式とした。



浄水場建設用地の整地地盤は+11.8m で、フェーズ2の拡張分も含め用地面積は約 3.5ha 必要となる。

図-6 に、浄水場の平面図を、図-7 に浄水工程の水位高低図と示す。

図-6 浄水場平面図

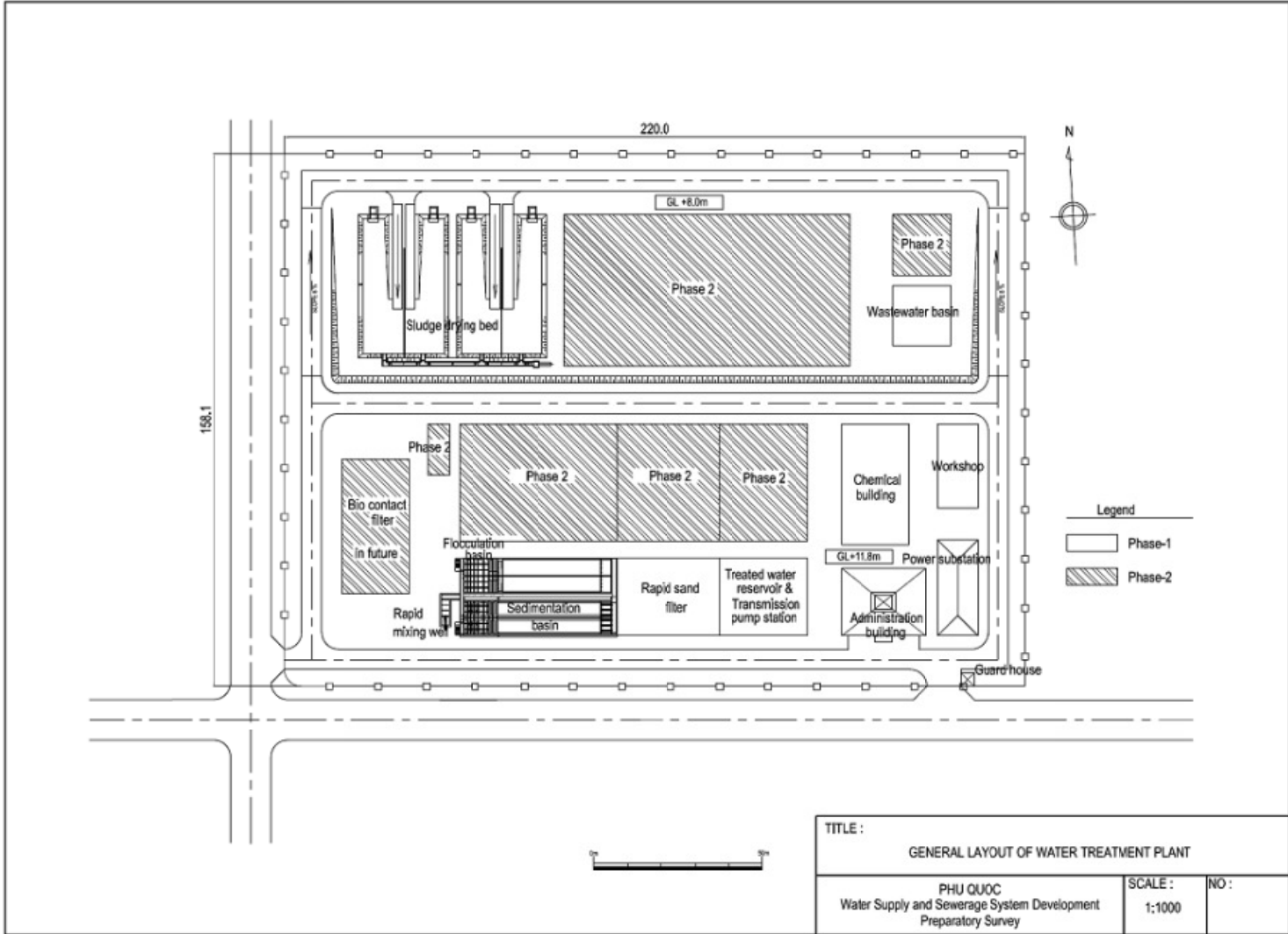
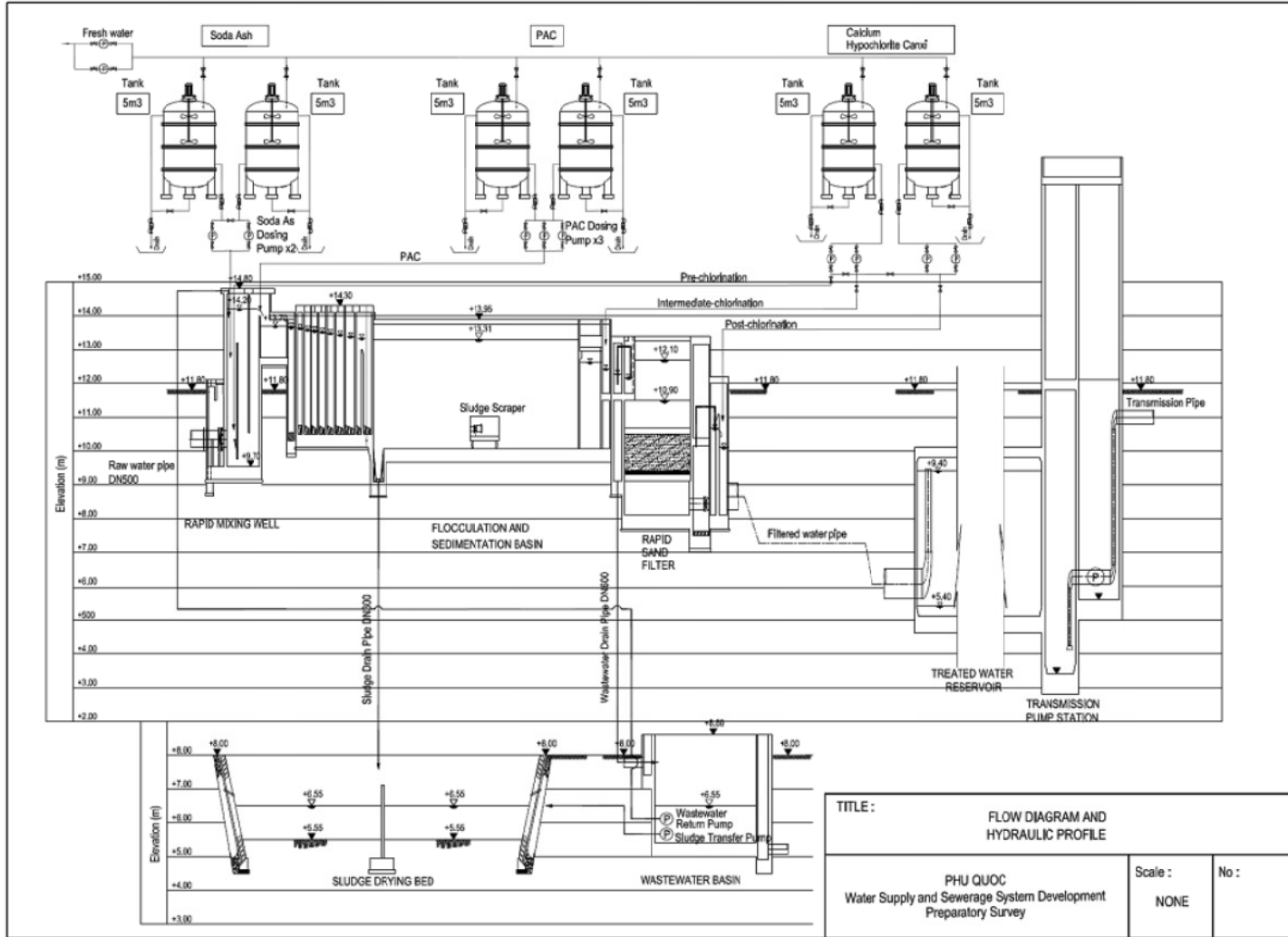


図-7 浄水場プロセスと水位高低図





### 3.3.4 送配水施設

フェーズ1では、浄水場からの浄水は、送水ポンプにて南側のルートにて一旦、配水池に送られそこから自然流下で配水される方式としている。一方、フェーズ2では、浄水場から北側の配管ルートを通して、直接ポンプ配水する方式とした。

図-8 に送配水システムの概略図を示す。

観光リゾート開発区域（図中の T1～T7）には、配水管からバルク給水を行い、同開発区域内の配水管網については開発者が負担し整備する方針としている。また、送配水管の管種には HDPE 管を使用する。

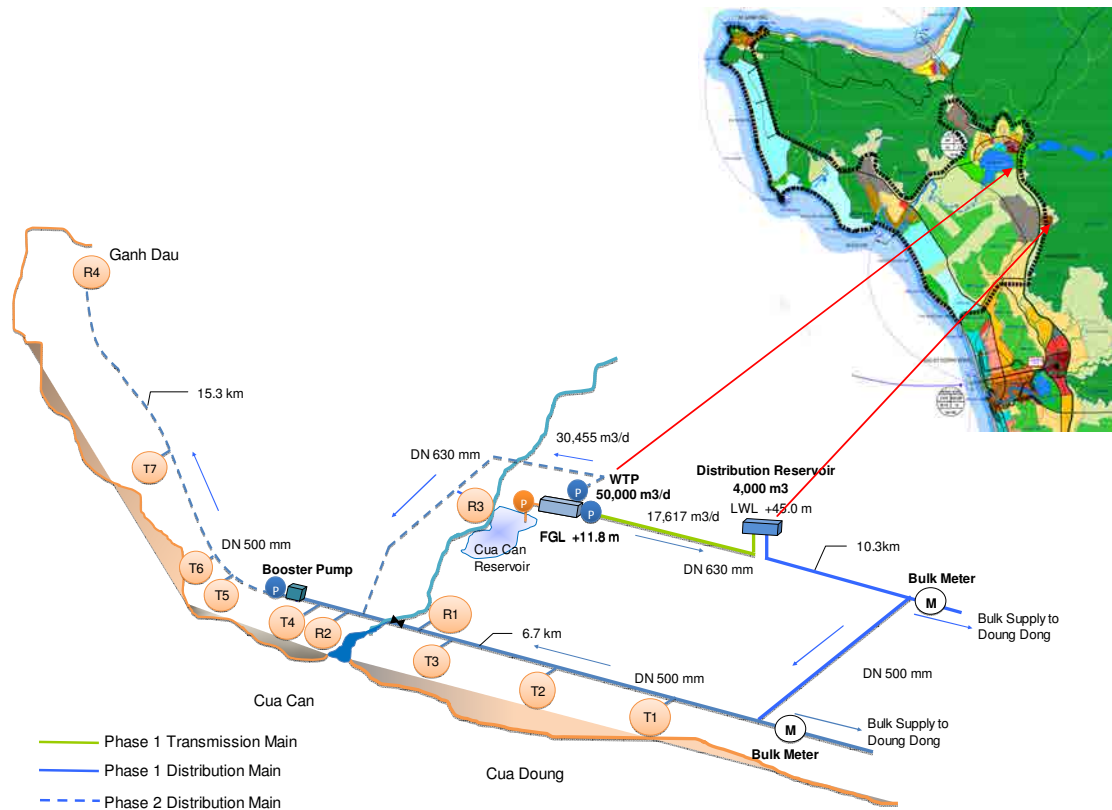


図-8 送配水システム概略図

## 4. 下水道計画

### 4.1 下水道対象区域と段階的整備方針

本事業の下水道対象区域は、図-9 に示すフーコック島の中心市街地である Duong Dong 地区と観光リゾート開発が進行しつつある Cua Can 地区である。

Duong Dong 市街地を流れる Duong Dong 川下流においては、主に家庭下水により既に水域の水質汚濁傾向が観察されている。この地区の汚水の収集と処理は現状においても課題となりつつあり、下水道整備対象区域としての優先度が高く、2020 年までにフェーズ 1 として整備すべき下水道対象区域とした。また、Cua Can 地区においてリゾート開発が先行して見込まれる地区も優先度が高いとされ、フェーズ 1 の対象としてこれに加えられた。

フェーズ 2 では、2030 年を目標年次とし、図-9 に示されるようにフェーズ 1 で未整備の上記以外の Duong Dong 市街地周縁部と Cua Can 都市開発区域を対象として整備を行う計画とした。



出典：マスタープラン、JICA 調査団

図-9 下水道対象区域

フェーズ1、フェーズ2の整備面積はそれぞれ以下ようになる。

フェーズ	目標年次	面積 (ha)
・フェーズ 1	2020年	1,632
・フェーズ 2	2030年	1,280
計		2,912

## 4.2 下水排除方式

下水排除方式は分流式を採用する。

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、対象地域は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不利な条件となる。

よって、分流式排除方式が汚濁防止の環境保全面及び経済面において優位であるとして、本方式が提案された。

## 4.3 汚水量及び流入水質の算定

### (1) 計画汚水量

計画汚水量は給水量から設定され、本下水道対象区域においては、世銀の Duong Dong 水道プロジェクトの水需要量と本調査で行われた Cua Can 地区の水需要予測を基にマスタープランの計画給水量との整合性を考慮し、計画下水量が表-7のように設定された。

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 7,500m<sup>3</sup>/d 及び 30,000m<sup>3</sup>/d とする。

表-7 計画処理水量

汚水量	2020年	2030年
日平均	7,500	30,000
日最大	7,500	30,000
時間最大	12,400	46,200

出典：JICA 調査団

### (2) 汚濁負荷量及び流入水質

2030年の1人1日当たり汚濁負荷量及び処理場流入水質は表-8の値を採用する。

表-8 汚濁負荷量及び流入水質

水質項目	汚濁負荷量 (g/人日)	流入水質 (mg/L)
BOD <sub>5</sub>	36	230
SS	41	260
T-N	7	45
T-P	1.1	7

出典：JICA 調査団

#### 4.4 下水処理計画

##### (1) 下水処理場予定地

処理場予定地は、図-10 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 の区域の一部を用地とすることで、ベトナム側との協議を通じて決定された。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。

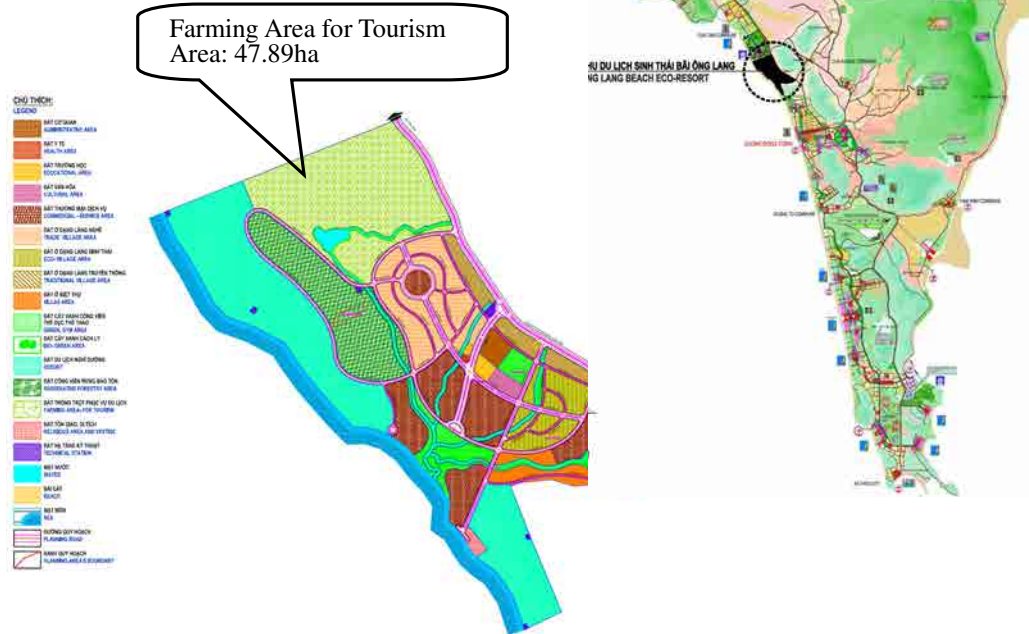


図-10 下水処理場予定地

## (2) 下水処理方式

### 1) 水処理方式

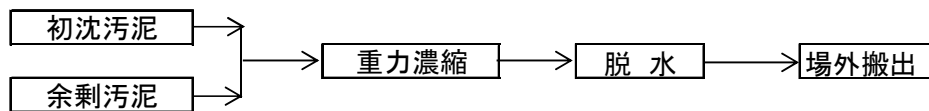
水処理方式の選定にあたっては、標準活性汚泥法、オキシデーショondiッチ法、回分式活性汚泥法の3法について比較検討を行い、標準活性汚泥法（ステップ流入多段硝化脱窒法）を以下の優位性から採用することとした。

- 最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。

### 2) 汚泥処理、処分方式

汚泥処分方法として、当面、コンポスト化等による再利用は考えず埋め立て処分とする。

汚泥処理方式として、汚泥消化工程の有無を比較検討した結果より、①経済性、②運転操作の容易性を考慮して、消化工程のない以下のフローを選定した。



### 3) 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等でのディスポーザー導入が想定され、その場合、下記のように流入水質が多少悪化すると評価された。

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

しかし、処理プロセスへの影響として、全て許容範囲内であり、将来ディスポーザーが普及したとしても問題ないことを検証した。

### 4) 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った。

○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、年間で電力量として約  $2.2 \times 10^6$  kWh（全体計画）、ペナム料金ベースで約 53 百万円の削減となった。

#### ○バイオマス利用の検討

下水処理過程で発生するバイオマスの利用としては消化ガスのエネルギー利用が考えられるが、そのためには消化施設（消化タンク設備、消化ガス有効利用設備）を新設する費用が必要となる。

経済比較結果によると、消化ガス有効利用（ガス発電）の便益よりも、消化設備建設の原価償却費のほうが高く、経済的でないと判断された。

ただし、将来大きくエネルギー状況の変化があり、電気使用料金が高騰した場合（すなわち便益が増加）、消化設備導入はその時点で再検討されるべきものである。

### 5) 処理水再利用計画

下水処理水を再利用する現実的な用途は、本処理場の周辺緑地への「散水用水」であり、再生水使用量は潜在量として、 $1,650\text{m}^3/\text{d}$  と試算された。

再利用のための施設として、二次処理水の後段処理に「砂ろ過」と「MF 膜処理」を選択し比較検討を行った結果、両処理方法共に目標水質を達成することが可能であるが、経済性の点から「砂ろ過方式」を採用することとした。

## 4.5 下水道システム

### 4.5.1 下水道管渠システム

#### (1) 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-11 に示す。

#### (2) 管渠施設の規模

管渠施設の規模を、表-9 に各々示す。

表-9 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



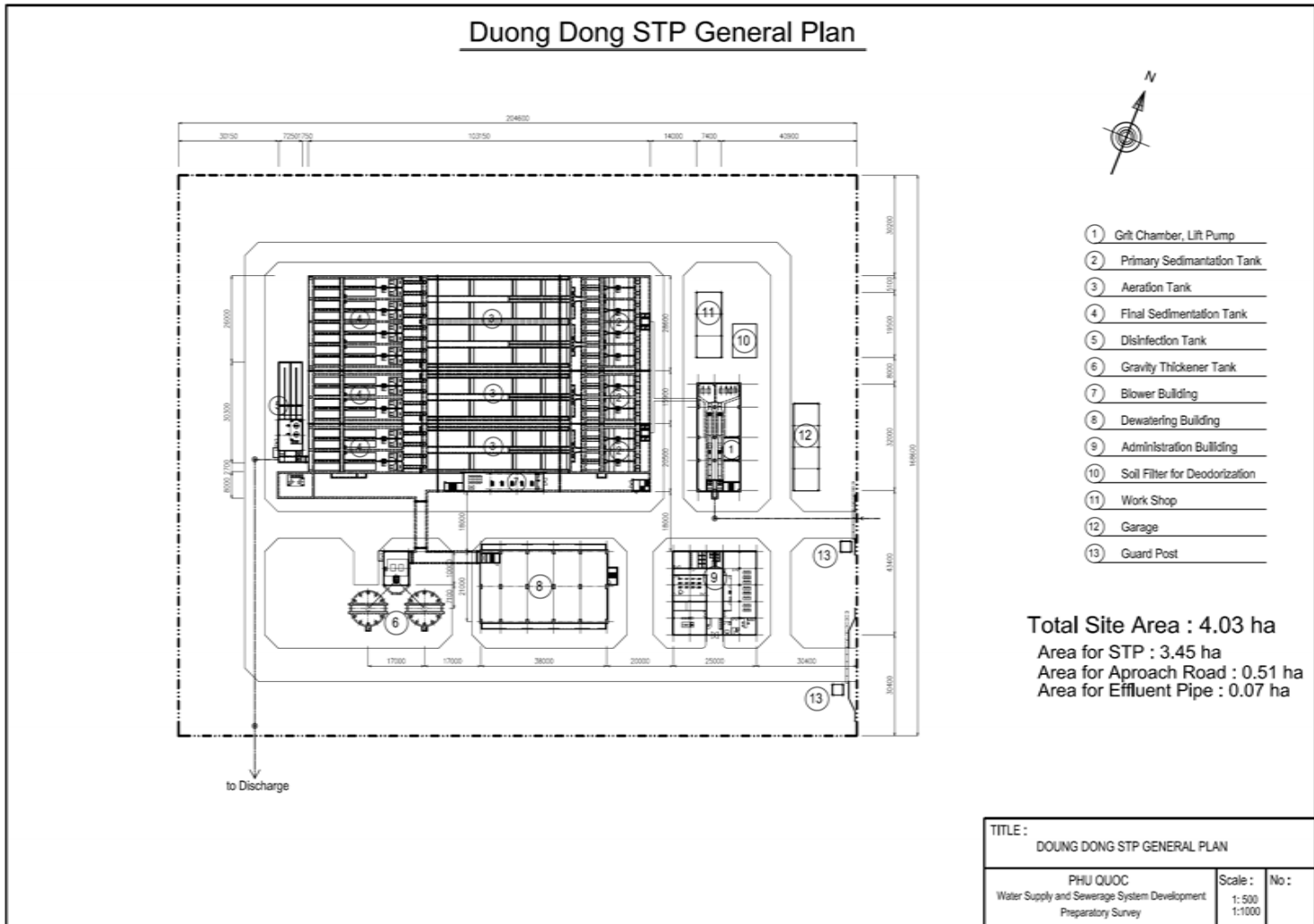
出典：JICA 調査団

図-11 下水道主要施設のレイアウト図

#### 4.5.2 下水処理施設

下水処理施設の平面図と処理フローをそれぞれ図-12 と図-13 に示す。

图-12 下水处理厂一般平面图





### Process Flow Diagram

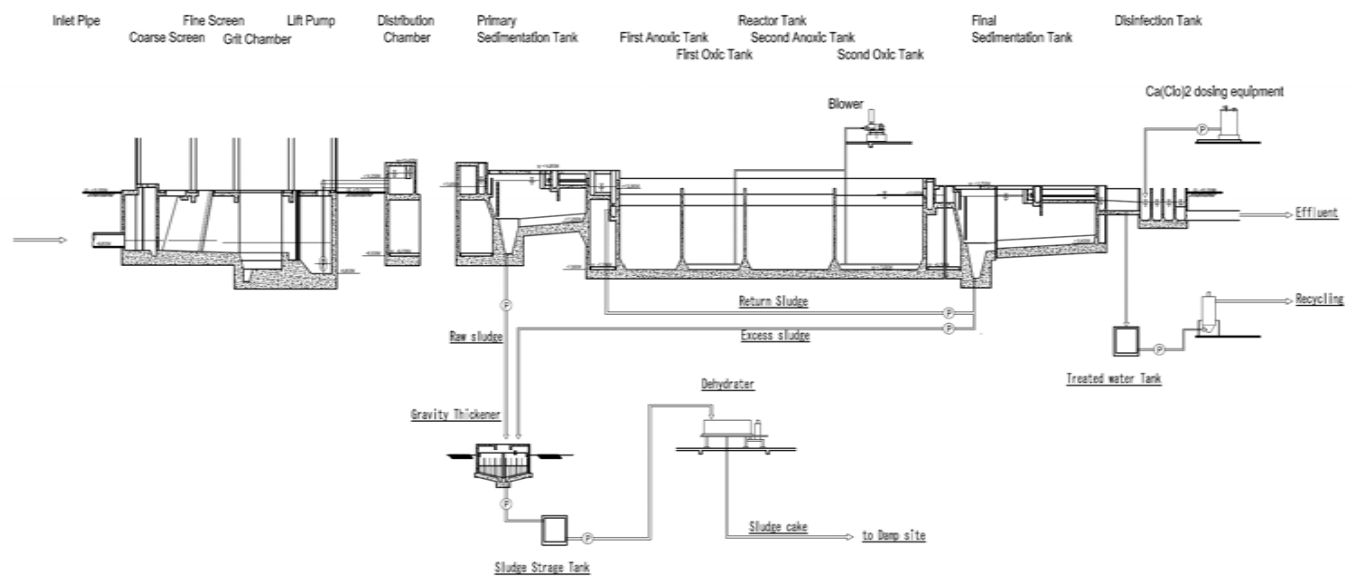


図-13 下水処理場処理フロー図

## 5. PPP 事業スキームと官民分担案の検討

### 5.1 事業スキームの官民分担内容

本事業のスキームは、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。

#### 5.1.1 水道事業の官民分担

水道事業については、以下の二つのタイプの官民分担オプションが比較検討され、KGPPC 側との協議が行われた。

#### 上水道オプション1(BOOタイプ)

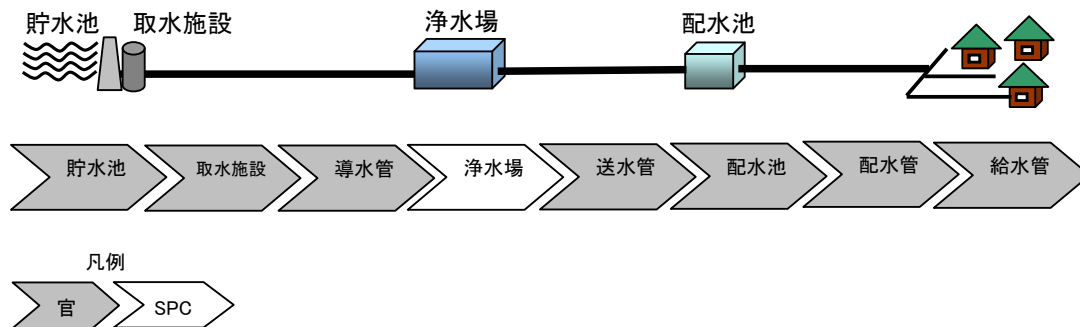


図-14 上水道オプション1（建設費の官民分担）

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、浄水場出口あるいは配水池出口で 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）

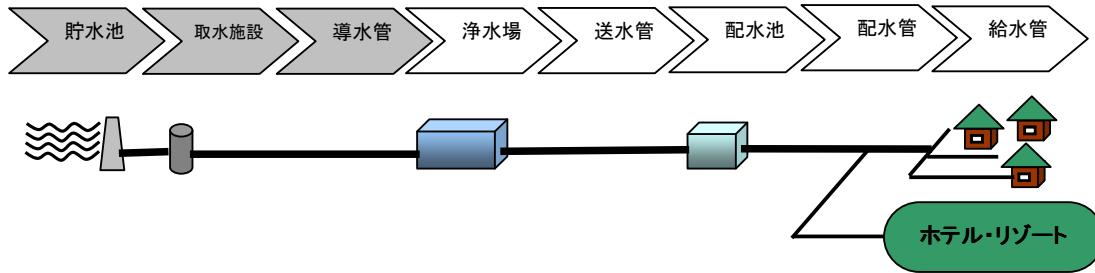


図-15 上水道オプション2（建設費の官民分担）

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。

### 5.1.2 下水道事業の官民分担

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

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。

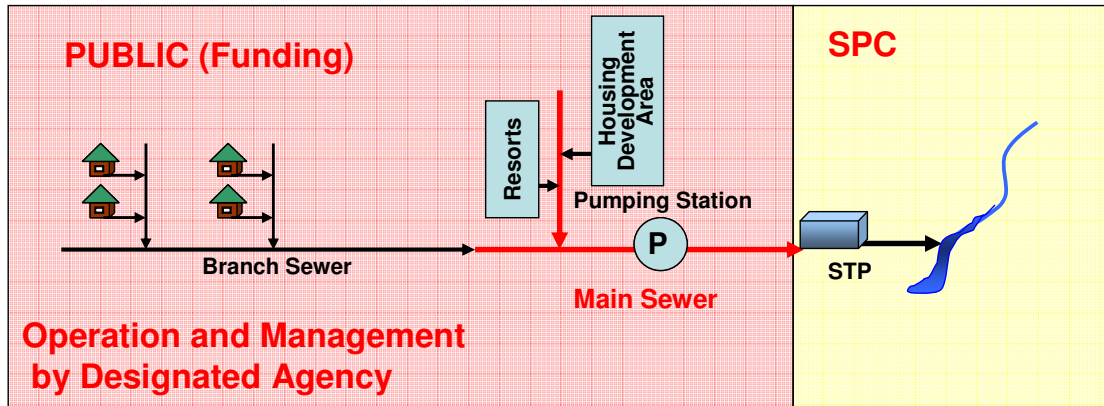


図-16 下水道オプション1 (建設費の官民分担)

### 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。

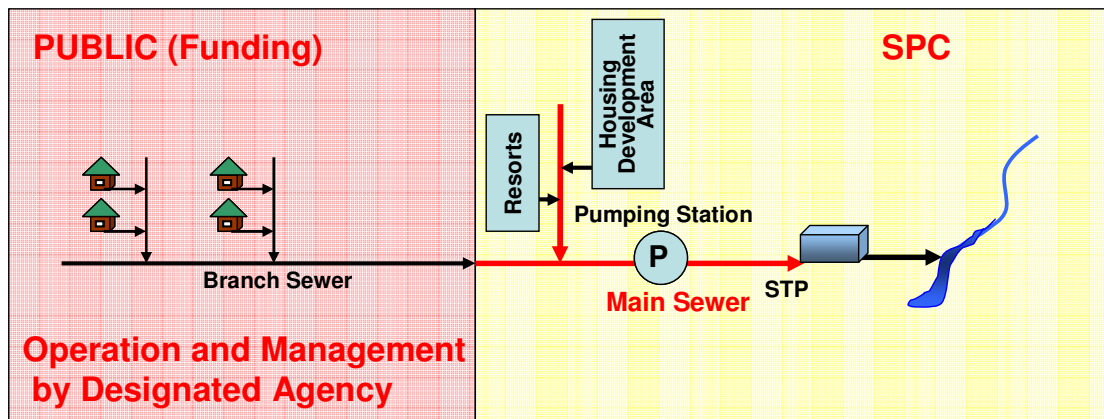


図-17 下水道オプション2 (建設費の官民分担)

## 5.2 財務分析

### 5.2.1 上水道

#### (1) 分析手法

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である（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）が一般的な株主資本費用の基準以上とな

るかどうかで判断した。

なお、現在の水道料金では SPC はフィージブルではないため、SPC 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

上水道の財務分析は、フェーズ 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、導水管の建設→官、浄水場の建設→SPC。

貯水池の運営維持管理→官、取水施設～浄水場までの運営維持管理→SPC。

送水管～給水管までの施設建設・維持管理→KIWACO。

### 上水道オプション 2：コンセッション

貯水池、取水施設、導水管の建設→官、浄水場～給水管までの施設建設→SPC。

貯水池の運営維持管理→官、取水施設～給水管までの運営維持管理→SPC。

顧客からの料金徴収（一部）→SPC。

## (3) 分析結果

上水道 Phase 1 を実施した場合の財務分析では、SPC 事業がフィージブルになるような水道料金値上げは、オプション 1 の方がオプション 2 よりも低く、オプション 1 の財務的実行可能性が比較的高いという結果であった。

## (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。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。

## (5) 各オプションの財務的実行可能性の比較

各オプションの FIRR と Equity IRR の数値の比較を行った。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、オプション 1 では、検討の余地はあるものの、オプション 2 で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。

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。

## 5.2.2 下水道

### (1) 分析手法

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。SPC 単体の財務的な実行可能性は、Equity IRR が一般的な株主資本費用の基準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。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、それらが単独で下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、単独で下水処理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下水処理施設を建設する場合の費用合計を、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下水処理施設を建設する場合の費用合計と設定したため、政府からの補助金を毎年いくらし、その補助金額を金利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しすれば SPC の事業がフィージブルになるかを算定した。なお、観光客数は2020年に2百万人、2030年3百万人として試算した。

### (2) オプション

下水道の財務分析は、フェーズ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。

#### 下水道オプション1：処理場 BOO

取り付け管～枝線、準幹線、幹線管渠、ポンプ場の建設→官、指定された機関が維持管理。  
下水処理場～放流渠の建設・維持管理→SPC。

#### 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～枝線、準管渠の建設→官、指定された機関が維持管理。リゾートや開発地域からの取り付け管～枝線、準管渠、幹線管渠、ポンプ場、下水処理場、放流渠の建設・維持管理→SPC。

### (3) 分析結果

下水道 Phase 1 を実施した場合の財務分析では、SPC 事業がフィージブルになるような政府補助金、あるいはそれを回収できる観光客一人当たり負担額は、オプション1の方がオプション2よりも低く、オプション1の財務的な実行可能性が比較的高いという結果であった。

## (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。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。

## 5.3 事業実施スケジュール

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、上下水道とも施設の操業は 2017 年から開始というスケジュールが想定される。図-18 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-18 事業全体の実施スケジュール

## 6. 事業計画の策定

### 6.1 事業スキームの決定

#### 6.1.1 水道事業

調査団は水道事業の事業スキームについては、「5.1.1 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。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、財務分析で記載した通り、オプション2では、SPC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に比べて高い料金値上げが必要になる。

#### 6.1.2 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、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に比べて、州政府からの補助金支給額が非常に高くなるからである。オプション1とオプション2で、補助金支給額の差が生じることになる。

### 6.2 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。

#### (2) 民間実施機関 : SPC (特別目的会社)

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。



## 6.3 ベトナム国側分担事業と必要な法整備等

### 6.3.1 関連施設整備計画

#### (1) 上水道

Cua Can 貯水池については、キエンザン省がベトナム国政府予算等を使用して、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、給水管の建設・更新・維持管理等に関しては KIWACO が行う。

#### (2) 下水道

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・更新、運転維持管理を行う。

### 6.3.2 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、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、中央政府もしくは、中央政府を通じてドナー等からの支援を受けることを検討する。

#### (2) 入島料及び開発者負担金

下水道事業に関しては、入島料（ホテル宿泊料金への上乗せ）および開発者負担金の設定と徴収等に関する省の条例等の整備が必要になると考えられる。

## 6.4 事業の資金計画

### 6.4.1 事業費の官民分担と出資金・借入金

民間部分の事業遂行に必要な事業費は、投資家からの SPC への出資金と金融機関からの借入金で賄う。SPC に対する出資金と借入金の割合は、3 対 7 としている。

### 6.4.2 出資者および借入条件

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。SPC による借入金は、表-10 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を前提としている。

表-10 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

## 6.5 事業のリスク分担

事業リスクの官民分担について、「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。「テイク・オア・ペイ条項」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。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、不可欠の条件である。

## 7. 提言

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り、提案されたビジネスプランでは、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。これらの施設が完成し供用開始されるまでの設計・入札・建設の期間において、3つのサブプロジェクトを一つの事業として、整備の進捗を管理できるステアリング・コミティなどの全体をコーディネートするためのユニットの立上げを早急に行う必要がある。

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、受益者である観光客に間接的に（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、それを財源とすれば中央政府の補助がなくとも民間資金を活用した整備が可能である。同様な先進的な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。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。

官側の担当部分の建設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り、自己資金のみでは難しい場合、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。