

第4章 水道システムの将来計画

4.1 水道の将来計画の基本的枠組み

カントー市の将来の水道システムの基本的枠組みは次のとおりである。

- 1) カントー市の将来水道計画の目標年度は2020年とする。
- 2) 基本的にはカントー市2030マスタープランに基づき、将来の水道システムを計画する。同マスタープランでは将来の水需要が区単位で予測されていないため、調査団が区単位の人口予測を実施し、2020年時点の各浄水場での不足容量を算出した。
- 3) 部分的な新規拡張区域は、カントー市建設局、カントー市農業地方開発局、及びカントー市上下水道公社で2012年に合意した拡張計画に基づいて設定した。
- 4) 優先プロジェクトの対象区域は、都市区域中心部のカントーNo.1及びNo.2浄水場の配水区域より選定した。
- 5) 水質に問題がなく、また、塩水遡上問題が致命的な問題としないことを前提に、ハウ川を新規浄水場の水源として選定した。

4.2 関連計画及び関連プロジェクト

4.2.1 カントー市2030マスタープラン

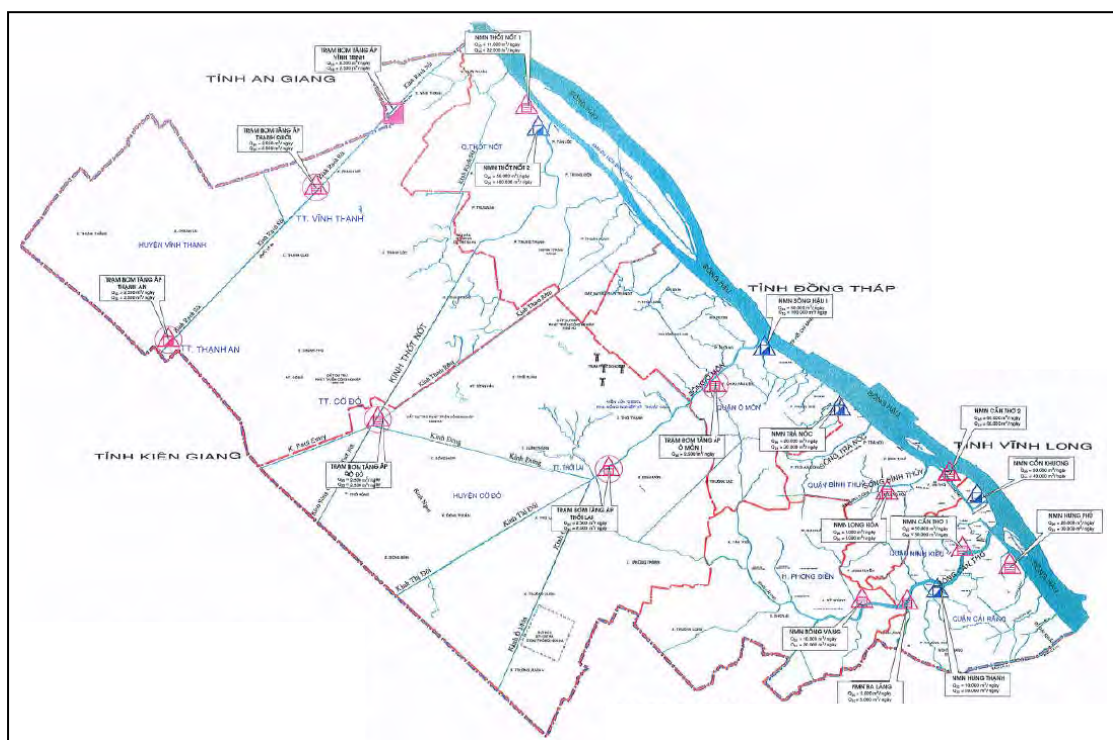
カントー市2030マスタープランは2012年度下期にカントー市に承認が行われた。表4.2.1及び図4.2.1に示すとおり、5つの浄水場の新設及び複数の浄水場の拡張がマスタープランで計画されている。

本調査での分析により、水需要予測及び配水区域の設定に関して問題があることが確認された。将来人口の予測及びカントー市内工業団地の開発について、現在の経済状況及び将来の成長に対し過大に予測されているため、マスタープランで提案されている水需要はかなり過大に予測されている。加えて、将来の配水区域及び各浄水場がカバーすべき水需要量がマスタープランでは具体的に記述されていなかった。

表 4.2.1 カントー市 2030 マスタープランの概要

項目	内容																																																																																																																							
目標年度	I 期 (2020 年)、II 期 (2030 年)																																																																																																																							
人口予測	1.04 百万人 (2020 年)、1.5 百万人 (2030 年)																																																																																																																							
水需要	2020 年 : 302,788 m ³ /d (=204,368 (都市区域) + 58,520 (地方区域) + 39,900 (工業団地)) 2030 年 : 485,664 m ³ /d (=354,911 (都市区域) + 73,150 (地方区域) + 57,603 (工業団地))																																																																																																																							
浄水場 開発計画	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>浄水場名</th> <th>2020年 設計容量 (m³/day)</th> <th>2030年 設計容量 (m³/day)</th> <th>水源 (河川及び水路)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>カントーNo.1</td><td>50,000</td><td>50,000</td><td>カントー川</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>カントーNo.2</td><td>50,000</td><td>60,000</td><td>ハウ川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>3</td><td>コンクン</td><td>30,000</td><td>40,000</td><td>ハウ川</td><td>新設</td></tr> <tr><td>4</td><td>フンフー</td><td>15,000</td><td>15,000</td><td>ハウ川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>5</td><td>フンタン</td><td>10,000</td><td>20,000</td><td>カントー川</td><td>新設</td></tr> <tr><td>6</td><td>バラン</td><td>5,000</td><td>5,000</td><td>カントー川</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>ロンホア</td><td>4,000</td><td>4,000</td><td>ビントウイ川</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>チャノック</td><td>40,000</td><td>60,000</td><td>ハウ川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>9</td><td>オモン1</td><td>2,500</td><td>2,500</td><td>オモン川</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>オモン2</td><td>30,000</td><td>50,000</td><td>ハウ川</td><td>新設</td></tr> <tr><td>11</td><td>トットノット No.1</td><td>20,000</td><td>40,000</td><td>ハウ川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>12</td><td>トットノット No.2</td><td>30,000</td><td>50,000</td><td>ハウ川</td><td>新設</td></tr> <tr><td>13</td><td>タンコイ</td><td>3,000</td><td>7,000</td><td>カイサン水路</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>14</td><td>タンアン</td><td>3,000</td><td>6,000</td><td>カイサン水路</td><td>新設</td></tr> <tr><td>15</td><td>コドゥ</td><td>3,000</td><td>7,000</td><td>トットノット川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>16</td><td>トイライ</td><td>3,000</td><td>6,000</td><td>オモン川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>17</td><td>ソンハウ No.1</td><td>-</td><td>50,000</td><td>ハウ川</td><td>新設</td></tr> <tr> <td colspan="2">合計</td> <td>298,500</td> <td>472,500</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>注釈：上表の浄水場は都市区域及び工業団地を対象としたものである。 地方区域は地下水を水源とした水道システムにより給水する。</p>						No.	浄水場名	2020年 設計容量 (m ³ /day)	2030年 設計容量 (m ³ /day)	水源 (河川及び水路)	備考	1	カントーNo.1	50,000	50,000	カントー川		2	カントーNo.2	50,000	60,000	ハウ川	拡張	3	コンクン	30,000	40,000	ハウ川	新設	4	フンフー	15,000	15,000	ハウ川	拡張	5	フンタン	10,000	20,000	カントー川	新設	6	バラン	5,000	5,000	カントー川		7	ロンホア	4,000	4,000	ビントウイ川		8	チャノック	40,000	60,000	ハウ川	拡張	9	オモン1	2,500	2,500	オモン川		10	オモン2	30,000	50,000	ハウ川	新設	11	トットノット No.1	20,000	40,000	ハウ川	拡張	12	トットノット No.2	30,000	50,000	ハウ川	新設	13	タンコイ	3,000	7,000	カイサン水路	拡張	14	タンアン	3,000	6,000	カイサン水路	新設	15	コドゥ	3,000	7,000	トットノット川	拡張	16	トイライ	3,000	6,000	オモン川	拡張	17	ソンハウ No.1	-	50,000	ハウ川	新設	合計		298,500	472,500		
No.	浄水場名	2020年 設計容量 (m ³ /day)	2030年 設計容量 (m ³ /day)	水源 (河川及び水路)	備考																																																																																																																			
1	カントーNo.1	50,000	50,000	カントー川																																																																																																																				
2	カントーNo.2	50,000	60,000	ハウ川	拡張																																																																																																																			
3	コンクン	30,000	40,000	ハウ川	新設																																																																																																																			
4	フンフー	15,000	15,000	ハウ川	拡張																																																																																																																			
5	フンタン	10,000	20,000	カントー川	新設																																																																																																																			
6	バラン	5,000	5,000	カントー川																																																																																																																				
7	ロンホア	4,000	4,000	ビントウイ川																																																																																																																				
8	チャノック	40,000	60,000	ハウ川	拡張																																																																																																																			
9	オモン1	2,500	2,500	オモン川																																																																																																																				
10	オモン2	30,000	50,000	ハウ川	新設																																																																																																																			
11	トットノット No.1	20,000	40,000	ハウ川	拡張																																																																																																																			
12	トットノット No.2	30,000	50,000	ハウ川	新設																																																																																																																			
13	タンコイ	3,000	7,000	カイサン水路	拡張																																																																																																																			
14	タンアン	3,000	6,000	カイサン水路	新設																																																																																																																			
15	コドゥ	3,000	7,000	トットノット川	拡張																																																																																																																			
16	トイライ	3,000	6,000	オモン川	拡張																																																																																																																			
17	ソンハウ No.1	-	50,000	ハウ川	新設																																																																																																																			
合計		298,500	472,500																																																																																																																					

出典：カントー市 2030 マスタープラン



出典：カントー市 2030 マスタープラン

図 4.2.1 カントー市 2030 マスタープランの水道計画

4.2.2 先行及び実施中プロジェクト

(1) コンクン事業 (Afd 事業)

表 4.2.2 に示すコンクン事業はフランス政府の融資事業であり、2013 年 2 月時点では Afd により評価が行われている段階である。本事業のフィージビリティ調査報告書によると、1) フォンディエン郡のフォンディエン区、ミカン区、ザイカン区、及び、2) ビントゥイ郡のロンティエン区に給水する計画である。

表 4.2.2 コンクン事業の概要

項目	内容
目標年度	I 期 (2020 年)、II 期 (2030 年)
対象区域	ロンティエン区 (ビントゥイ郡) フォンディエン区、ミカン区、ザイカン区 (フォンディエン郡)
人口予測	56,580 人 (2020 年)、62,926 人 (2030 年)
水需要	7,896 m ³ /day (2020 年)、11,302 m ³ /day (2030 年)
浄水場の位置	コンクン (ビントゥイ郡)
水源	ハウ川
浄水場敷地面積	2.0 ha
浄水場容量	10,000 m ³ /day (2020 年)

出典：Con Khuong Water Treatment Plant project- Phong Dien district, Can Tho City

(2) ハウ川事業

ハウ川事業は 2020 年を目標としたベトナム国建設省によるメコンデルタ経済区への水供給事業である。本事業は 2010 年 11 月 12 日に承認された Decision No. 2065/QD-TTg に基づく事業であり、表 4.2.3 に概要を示した。本事業に置いて、ハウ川の南西地区の都市において民間投資により浄水場を建設する予定であるが、現状では進展はない。なおカントー市 2030 マスタープランは本事業に準じたものではない。

表 4.2.3 ハウ川事業

項目	内容																																		
目標年度	計画目標 2020 年、将来ビジョン：2050 年																																		
対象区域	カントー市、アンザン省、キエンザン省、カマウ省、ソクチャン省、バクリュウ省、ハウザン省																																		
カントー市 2020 年水需要予測	491,606 m ³ /日 (=207,798 m ³ /day (都市区) + 52,000 m ³ /day (地方区) + 231,808m ³ /day (工業団地))																																		
提案浄水場	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>事業</th> <th>2015年設計容量 (m³/day)</th> <th>2020年設計容量 (m³/day)</th> <th>水源</th> <th>市もしくは省</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>No. 1</td> <td>500,000</td> <td>1,000,000</td> <td>ハウ川</td> <td>カントー市、ソクチャン省、ベントレ、トラビン</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>No. 2</td> <td>1,000,000</td> <td>2,000,000</td> <td>ハウ川</td> <td>カントー市、アンザン省、キエンザン省、カマウ省、ハウザン省、バクリュウ省</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>No. 3</td> <td>200,000</td> <td>500,000</td> <td>ハウ川</td> <td>アンザン省、キエンザン省</td> </tr> </tbody> </table>					No.	事業	2015年設計容量 (m ³ /day)	2020年設計容量 (m ³ /day)	水源	市もしくは省	1	No. 1	500,000	1,000,000	ハウ川	カントー市、ソクチャン省、ベントレ、トラビン	2	No. 2	1,000,000	2,000,000	ハウ川	カントー市、アンザン省、キエンザン省、カマウ省、ハウザン省、バクリュウ省	3	No. 3	200,000	500,000	ハウ川	アンザン省、キエンザン省						
	No.	事業	2015年設計容量 (m ³ /day)	2020年設計容量 (m ³ /day)	水源	市もしくは省																													
	1	No. 1	500,000	1,000,000	ハウ川	カントー市、ソクチャン省、ベントレ、トラビン																													
	2	No. 2	1,000,000	2,000,000	ハウ川	カントー市、アンザン省、キエンザン省、カマウ省、ハウザン省、バクリュウ省																													
	3	No. 3	200,000	500,000	ハウ川	アンザン省、キエンザン省																													
注釈：No.1 事業で建設する浄水場は、カントー市オモン郡 タンタン 区に建設される予定である。																																			
本首相承認に基づくカントー市の浄水場	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>浄水場名</th> <th>2020年設計容量 (m³/day)</th> <th>2050年設計容量 (m³/day)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>カントー No. 1</td> <td>50,000</td> <td>50,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>カントー No. 2</td> <td>80,000</td> <td>80,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>チャノック</td> <td>10,000</td> <td>10,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>フンフー</td> <td>10,000</td> <td>10,000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>コード</td> <td>15,000</td> <td>15,000</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					No.	浄水場名	2020年設計容量 (m ³ /day)	2050年設計容量 (m ³ /day)	備考	1	カントー No. 1	50,000	50,000		2	カントー No. 2	80,000	80,000		3	チャノック	10,000	10,000		4	フンフー	10,000	10,000		5	コード	15,000	15,000	
	No.	浄水場名	2020年設計容量 (m ³ /day)	2050年設計容量 (m ³ /day)	備考																														
	1	カントー No. 1	50,000	50,000																															
	2	カントー No. 2	80,000	80,000																															
	3	チャノック	10,000	10,000																															
	4	フンフー	10,000	10,000																															
5	コード	15,000	15,000																																

出典：首相承認 No. 2065/QD-TTg (2010 年 11 月), Approving the water supply planning for the MeKong Delta Key Economic Zone to year 2020

4.3 水需要予測

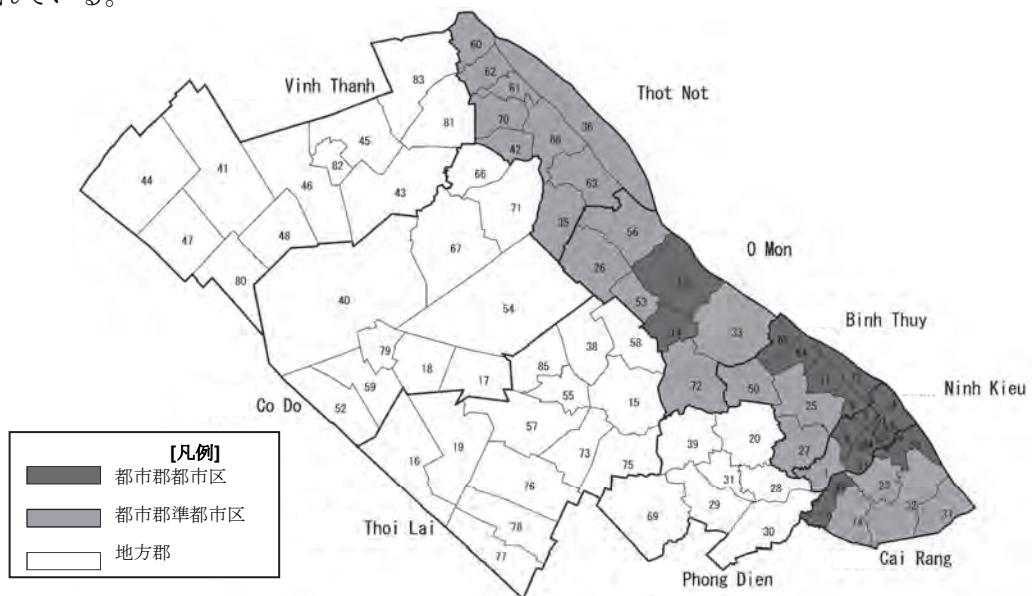
4.3.1 水需要予測の指標

(1) 水需要予測の基本的考え方

2020年を目標年度とした水需要予測は、ベトナム国建設省により定められた設計基準 (QCVN 07: 2010、QCVN 01: 2008、TCXD VN 33/2006) に基本的に準拠し実施した。水需要予測に用いられた各指標は、上記設計基準に基づき、かつ、調査地域の実際の水使用状況を参考に修正を行った。

(2) 水需要予測のための都市規模分類

設計基準に定められた水需要原単位は、都市規模分類に応じて規定されている。カントー市の都市郡はクラス1に、地方郡はクラス5に分類される。更に、都市郡は都市区と準都市区に区分され、カントー市2030マスタープランでは、図4.3.1に示す区分が定められている。



出典：カントー市人民委員会

図 4.3.1 水需要予測に用いた都市区分

(3) 水需要予測に用いる指標

1) 一般家庭用の水利用

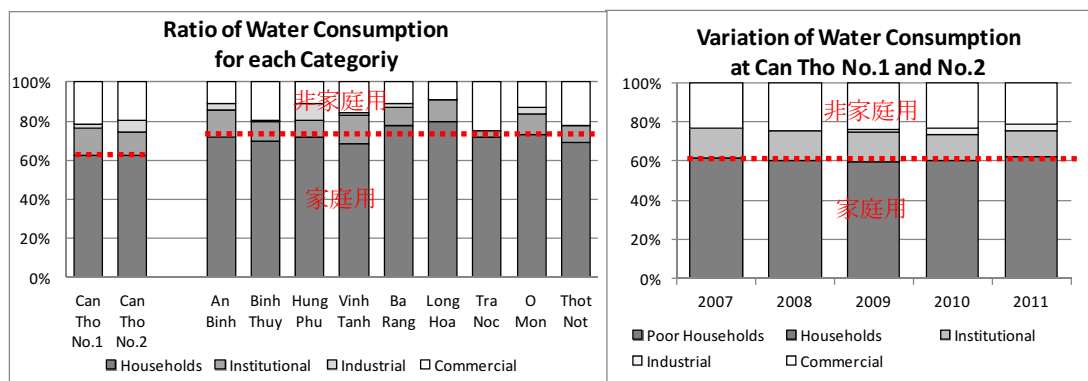
カントー市の現在の水利用状況は3.1.2節に示したとおりである。都市郡内の一般家庭利用の水使用原単位及び接続率は、ベトナム国設計基準 (TCXD VN 33: 2006) に定めた値を本事業の水需要予測に用いた。一方、地方郡の住民はこれまで地下水を多用しており、急激に地下水利用を制限することは難しいと考えられる。従って、地方郡の水使用原単位は設計基準に定められた値を若干修正する方針とし、現在の水需要状況を考慮して100 l/c/dから80 l/c/dに削減した。一般家庭の水使用原単位及び接続率は次のとおり設定した。

- 都市郡都市区： 200 l/c/d、接続率 99%
- 都市郡準都市区： 150 l/c/d、接続率 95%
- 地方郡： 80 l/c/d、接続率 90%

2) 非家庭利用の水使用比率

ベトナム国設計基準 (QCVN 07:2010) では、家庭用水量に対する非家庭用水使用比率が 1) 行政利用、2) 散水、道路維持用水、及び消火用水、3) 商業及び都市サービスの 3 区分で定められている。これらはカントー市の基準を調整する必要がある。

3.1.2 節に説明したとおり、カントー市の徴収水量は 1) 家庭利用 (低所得層含む)、2) 行政利用、3) 工業利用、4) 商業利用の 4 区分で記録されており、図 4.3.2 にその概要を示す。左図は 2011 年の各区分の水利用比率を示しており、右図はカントーNo.1 及び No.2 浄水場の配水区域の 2007 年～2011 年の経年変化である。



出典：カントー市上下水道公社 徴収水量データ

図 4.3.2 実際の水利用状況

家庭用に対する非家庭用の平均割合は、表 4.3.1 に示したとおり、ベトナム国基準と実際の水利用状況の間に大きな乖離がある。このため本調査では、実際の水利用状況から計算された割合を用いることがより現実的であると判断した。

表 4.3.1 2011 年水消費量

カントー市 徴収水量 における 区分	2011 年水使用状況		ベトナム 国設基準 〔 QCVN 07 :2010 〕	ベトナム 国基準 における 区分
	カントー No.1& No.2	他地区		
家庭用	100%	100%	100%	家庭用
非家庭用	行政用	20%	15%	10%
				8%
	工業用	5%	0%	8%
	商業用	30%	20%	
計	55%	35%	26%	商業及び都市サービス

注釈：工業団地内での水利用は上表の計算には含めていない

出典：JICA 調査団

3) 工業団地の水使用原単位

チャノックなど既存の工業団地においては、実際の水利用を把握し、水需要予測の原単位を設定することが望ましいが、敷地内の井戸より地下水を利用している工場があるため詳細なデータを入手することは極めて困難である。一方、ベトナム国基準では、工業団地の水使用原単位は $40 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{day}$ 、接続率は 60%と定められているため、この水使用原単位を本調査に適用した。また、2020 年の接続率については、現状の企業入居状況及び工業団地の開発状況を勘案して、チャノック工業団地 90%、トットノット No.1 工業団地 60%、フンフー工業団地 10%と設定した。

4) 無収水率

2012 年の無収水率は、3.1.2 節に示すとおり、都市郡全体平均で約 34%、地方郡全体平均で約 16%であり、目標年度である 2020 年の無収水率は、首相承認 (Decision 2147 AD-TTg) に準拠した。

5) その他

負荷率は及び浄水場の水損失は、ベトナム国基準 (TCXDVN 33/2006) の中央値を採用して、負荷率は 1.15、浄水場での水損失は 7%と設定した。

6) 結論

水需要予測に関する既存の計画 (マスタープラン 2030)、カントー市上下水道公社の実測データ (2011)、並びにベトナム国の基準を基に、本事業で提案する水需要予測のための計画指標を比較し、表 4.3.2 に取りまとめた。

表 4.3.2 水需要予測に用いる計画指標

Category	Item	Unit	Can Tho Master Plan (2020)	Actual in 2011	National Design Criteria			Adopted for 2020	Note
					QCVN 07:2010	QCVN 01:2008	TCXD VN 33:2006		
I	Urban Class I (Urban District)								
	a. Domestic water use								
	Unit water consumption								
	(Urban area)	l/c/d	150	140	≥ 150		200		
	(Sub-urban area)	l/c/d	120	125	≥ 120		150		
	(Industrial zone)	m ³ /ha/d	30	-	40	20	*1	40	*1: Some industries uses both treated water and groundwater.
	(Industries for food, paper, and textile)	m ³ /ha/d			-	-	45	-	
	(Other industries)	m ³ /ha/d			-	-	22	-	
	Service Ratio								
	(Urban area)	%	100	<99	≥ 80		99	99	
	(Sub-urban area)	%	100	<95	≥ 80		95	95	
	(Industrial zone)	%	70	5~65	≥ 60			90, 60	Tra Noc: 90%, Others: 60%
	V	b. Public works and services							
c. Plantation, road maintenance and fire fighting									
d. Commercial and urban service									
e. Non-revenue water									
(Upgraded system)		%	15	34	≤ 20	≤ 30	<20	20	
(New system)		%	15		≤ 15	≤ 25	<20		
f. Water loss at treatment plant									
g. Daily peak factor									
Urban Class V (Rural District)									
a. Domestic water use									
Unit water consumption		l/c/d	80	60	≥ 80		100	80	Thoi Lai WTP Co Do WTP Vinh Thanh WTP Than An WTP
Service Ratio		%	100	<90	≥ 80		90	90	
b. Public works and services									
c. Plantation, road maintenance and fire fighting									
d. Commercial and urban service									
e. Non-revenue water									
(Upgraded system)	%	15	16	≤ 20%	≤ 30	≤ 15	15		
(New system)	%	15		≤ 15%	≤ 25	10	5		
f. Water loss at treatment plant									
g. Daily peak factor									

Note: *1: QCVN 07:2010/BXD, Vietnam Building Code Urban Engineering Infrastructures (Criteria)

*2: QCVN 01:2008/BXD Vietnam Building Code Regional and Urban Planning and Rural Residential Planning (Criteria)

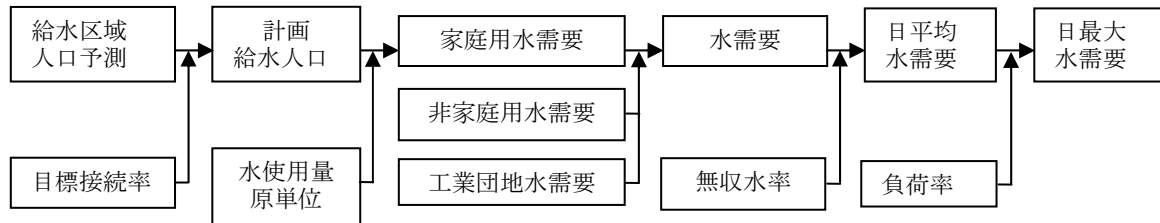
*3: TCXDVN 33:2006 Water Supply - Distribution System and Facilities Design Standard (Standards)

出典:カンター市マスタープラン 2030

4.3.2 2020年を対象とした水需要予測

(1) 水需要予測の方法

2.2.2 節に述べた統計総局の人口予測に基づき給水区域人口を予測し、更に、4.3.1 節に述べた水使用量原単位を用いて 2020 年の水需要を予測した。水需要の予測方法は図 4.3.3 に示したとおりである。



出典：JICA 調査団

図 4.3.3 水需要予測の手順

(2) 水需要予測

先述の定義、手順に基づいて予測した 2020 年の既存の浄水場を基本とした配水区毎の水需要を表 4.3.3 に示す。

表 4.3.3 2020年における浄水場を基本とした配水区毎の水需要予測

配水区 (浄水場単位)	人口 (千人)	給水人口 (千人)	家庭用 (m ³ /day)	非家庭用水需要			工業団地 水需要 (m ³ /day)	水需要 合計 (m ³ /day)	無収水量 (m ³ /day)	日平均 水需要 (m ³ /day)	日最大 水需要 (m ³ /day)
				行政 (m ³ /day)	公共 (m ³ /day)	商業 (m ³ /day)					
カントーNo.1	173	171	33,932	4,072	2,715	11,876	0	52,595	13,149	65,744	75,606
カントーNo.2	176	174	34,162	4,099	2,733	11,957	0	52,951	13,238	66,189	76,117
チャノック	32	30	5,132	513	257	1,026	10,512	17,440	4,360	21,800	25,070
フンフー	54	52	8,883	888	444	1,777	1,852	13,844	3,461	17,305	19,901
トットノット	55	52	7,800	780	390	1,560	2,496	13,026	3,257	16,283	18,726
オモン	39	38	6,909	691	345	1,382	0	9,327	2,332	11,658	13,407
ボンバン	10	9	1,020	102	51	204	0	1,377	344	1,721	1,979
ロンホア	12	12	1,753	175	88	351	0	2,367	592	2,959	3,403
バラン	24	24	4,736	474	237	947	0	6,394	1,599	7,993	9,192
トイライ	16	14	1,159	116	58	232	0	1,565	276	1,841	2,118
コドゥ	13	12	927	93	46	185	0	1,251	221	1,472	1,693
ビンタン	22	20	1,615	161	81	323	0	2,180	385	2,564	2,949
タンアン	16	15	1,176	118	59	235	0	1,588	280	1,868	2,148

注) 前節の図 3.1.3 に示したように、カントーNo.1 浄水場がカバーする排水区の面積は同じであるが、残りの浄水場はそれぞれがカバーする配水区が拡張されている。

(2012年にカントー市上下水道公社、建設局、カントーPCの間で、2020年における配水区が確定された。)

出典：JICA 調査団

4.4 カントー市水供給改善計画

4.4.1 給水区域

2020年を目標年度とする給水区域は、カントー市建設局、カントー市農業地方開発局、及びカントー市上下水道公社が2012年に決定した計画給水区域図(3.1.2節の図3.1.3参照)に基づいて設定した。上記計画給水区域図に基づいて、各浄水場の配水区域が、カントー市上下水道公社によって拡張される計画である。

4.4.2 浄水場の不足容量

4.3節に示した2020年におけるカントー市の水需要予測より、各浄水場の不足容量は表4.4.1に示すとおりである。カントー市全体の浄水場の容量不足は合計87,000 m³/日である。特に都市部の容量不足が顕著であり、カントーNo.1浄水場は21,000 m³/日、カントーNo.2浄水場は24,000 m³/日の容量が不足する。3.1.2節に示したとおり、現状においても両浄水場の容量は不足し、カントーNo.1浄水場では25%、カントーNo.2浄水場では12%の過剰水生産を行っている状況にある。

表 4.4.1 2020年における浄水場の不足容量

(単位：m³/日)

配水区 (浄水場単位)	日平均 水需要	日最大 水需要	浄水場容量(日最大ベース)		
			既存 浄水場	拡張中	不足 容量
カントーNo.1	65,744	75,606	55,000		20,606
カントーNo.2	66,189	76,117	42,500	10,000	23,617
チャノック	21,800	25,070	20,000		5,070
フンフー	17,305	19,901	10,000		9,901
トットノット	16,283	18,726	7,500	2,500	8,726
オモン	11,659	13,407	2,400		11,007
ボンバン	1,721	1,979	2,500		0
ロンホア	2,959	3,403	2,000		1,403
バラン	7,993	9,192	5,000		4,192
トイライ	1,841	2,117	2,500		0
コドゥ	1,472	1,693	480		1,213
ビンタン	2,565	2,949	3,220		0
タンアン	1,868	2,148	720		1,428
計	219,400	252,308	153,820	12,500	87,163

出典：JICA 調査団

4.4.3 水供給改善計画

(1) 浄水場の改善

カントー市の水道システムは水需要の増加に伴って、表4.4.2に示す方針で改善する必要がある。なおここでは、カントー市の水道システムが、浄水場単位で管理運営会社が異なることに配慮し、配水区の統廃合は前提としていない。

表 4.4.2 2020 年水供給改善計画

配水区	2020 年水供給改善計画
カントー No.1	浄水場敷地内には拡張用地が無いため、21,000m ³ /日の不足容量は、新規浄水場にて補完する。
カントー No.2	ロンホワ区に給水区域を拡大する計画であり、24,000m ³ /日の増設が必要である。既存の浄水場の敷地内に拡張する。
チャノック	浄水場の容量不足は、チャノック工業団地内の地下水利用規制の適用、及び、近傍に建設予定のオモン工業団地の開発状況に左右される。 6,000 m ³ /日の施設を浄水場の敷地内に拡張する。
フンフー	フンフー工業団地の開発に伴って、配水区域内の都市化が進む可能性を有しており、10,000 m ³ /日の拡張が必要と予想される。 この拡張工事によって、カントー市 2030 マスタープランに定められているフンタン浄水場の整備が不要になる。
トット ノット	9,000 m ³ /日拡張のため、新規に浄水場を建設する必要がある。 トットノット工業団地の企業の入居及び開発状況に応じて、輸出加工工業団地組合と連携して新設浄水場の容量を見直す必要がある。
オモン	区域の拡張とオモン北工業団地の開発により容量の拡張が必要であり、12,000 m ³ /日の新規浄水場が必要である。なお、オモン北工業団地が開発された場合は、新設浄水場の容量を見直す必要がある。
ボンバン	ボンバン浄水場は 2012 年に供用が開始されたところであり、2020 年までは増設が不要である。
ロンホア	2020 年の浄水場容量の不足は約 1,400 m ³ /日である。不足容量は、コンクン浄水場かカントーNo.2 浄水場により補完される必要がある。
バラン	2020 年に向けて 5,000 m ³ /日の浄水場の拡張が必要である。
トイライ	2020 年までの浄水場容量は満足している。
コドゥ	水源が地下水であるため拡張は困難である。 不足容量はハウ川事業により補完することが望まれる。
ビンタン	2020 年までの浄水場容量は満足している。
タンアン	不足容量はハウ川事業により補完することが望まれる。

出典：JICA 調査団

(2) 無収水率削減対策

1) 無収水率削減対策の現状

2012 年上四半期におけるカントー市全体の平均無収水率は 33%となっているが、将来的に 26% (2013)、25% (2015)、18% (2020) へと改善することを目標としている。しかし、具体的なアクションプランはなく、無収水率削減対策にかかる総費用も算出されていない。また、4.2.2 で後述するフランス開発庁によるカントー市への給水計画には無収水率削減対策が盛り込まれる予定だが、この給水計画の実施にも具体的な進展はまだない。

無収水率削減に対する高い設定目標を達成するために、無収水率が 41%、生産水量が 69,000m³/day (10%以上の過剰生産) であるカントーNo.1 浄水場の配水区域では特に重

点的に無収水率改善対策を実施する必要がある。

料金収入として回収できない無収水は主に、盗水、漏水、無収公共水、メータ不感水の4つに大別できるが、水道公社では盗水、無収公共水、メータ不感水については正確に把握していないのが現状である。

カントー市上下水道公社の無収水率削減対策部門においては目視、音聴棒、電子式漏水探知器を用いた漏水の確認を 8,000 世帯で実施し、3%に相当する 220 世帯で漏水を確認・修理を行ったが、配水区域内には約 50,000 世帯が存在することから、今後さらに 1000 世帯以上の漏水を修理する必要があると考えられる。

2) 無収水率削減対策の提案

無収水率を削減するための手順は対象となる事業者・地域によって異なるため、まず必要なことは、無収水に関してどの程度の状態に置かれているかを把握し、その状態に応じて対策を考えることである。表 4.4.4 に段階的無収水率削減対策を示す。

表 4.4.3 段階的無収水率削減対策

段階	無収水率の目安	無収水削減の主目的	手段
1	35%以上	地上漏水の削減、メータ不感水量の削減	給水管漏水の応急処置、各戸調査、メータ取替、住民啓蒙、(並行して第2段階の準備)
2	35 - 25%	地下漏水の削減、盗水量の削減	正確な管路図の整備、配水管理区画の設定、職員の訓練、高性能機器の採用
3	30 - 25% (2 と重複)	漏水の復元防止	漏水防止作業量の増加、老朽管の更新着手
4	25 - 15%	漏水防止作業の徹底	漏水防止作業の見直し、老朽管更新の加速
5	15 - 5%	漏水防止作業の仕上げ	管路更新の徹底と漏水防止関連部署の合理化
6	5%以下	最低無収水率の維持	必要最小限の無収水削減作業の継続

出典：無収水量管理、水道産業新聞社

この表からわかるように、無収水率が 41%となっているカントーNo.1 浄水場の配水区域のような地域では、給水管漏水の応急処置、メータの取替えを実施するだけでもある程度の無収水率の改善が期待できる。

現在、カントー市上下水道公社では無収水率削減対策への予算が不足しているため、漏水調査などの作業は全て水道公社のスタッフで対応しているが、作業量が膨大であること、漏水調査には熟練の技術を要することから、これらの作業を外部の専門業者に委託し、早急に漏水状況の全容を把握することが重要である。また、それと並行して盗水、無収公共水、メータ不感水に対する削減対策も順次進めていく必要があると考えられる。

第5章 BOT 事業に向けた優先事業の選定

5.1 優先事業の条件設定

5.1.1 対象区域の選定

4.1 節に示したとおり、優先事業の目標年度は2020年である。事業の実現可能性を確認するために、事業対象区域は次の点を優先的に考慮して選定した。

- 浄水場の容量が大きく不足している地域
- 人口密度が高い地域
- 浄水場からの送配水管に要する投資費用を極力少なくできる地域

2020年の水需要及び人口密度は表5.1.1に示すとおりである。

表 5.1.1 2020年の水需要及び人口密度

配水区域 (浄水場単位)	人口 (千人)	面積 (km ²)	人口密度 (人/ha)	浄水場 不足容量 (m ³ /日)
カントー No. 1	171	10.8	158	20,606
カントー No. 2	175	38.9	45	23,617
チャノック	31	9.8	32	5,070
フンフー	54	24.1	22	9,901
オモン	39	19	21	11,007
トットノット	54	15.5	35	8,726
ボンバン	10	5.5	18	0
ロンホア	12	6.5	18	1,403
バラン	24	6.9	35	4,192
トイライ	16	12.1	13	0
コドウ	13	8.6	15	1,213
ビンタン	22	19.6	11	0
タンアン	16	13.9	12	1,428
合計	637	191.2	3.3	87,163

出典：JICA 調査団

先述の条件を考慮し、カントーNo.1、カントーNo.2、フンフー、チャノックの各浄水場の配水区域を優先事業の対象地域として選定した。加えて、新設浄水場がオモン地区に建設された場合に限り、オモン浄水場の配水区域を対象区域として加える方針とした。一方、トットノットはこれら市の中心に近い区域と離れており、送水管延長も長くなるため優先プロジェクトの選定対象区域から除いた。更にその他の浄水場については、浄水場の不足容量が少ないために対象区域から除いた。

5.1.2 浄水場候補地の選定

浄水場候補地は次の条件に基づいて選定した。

(1) ハウ川の状況の評価

本調査で実施したオモン地区の水質調査と、カントー No.1、カントー No.2、フンフー、チャノックの各浄水場の原水の水質調査結果に基づくと、ハウ川沿いの5か所の水源水質に大きな問題点は確認されず、水源水質に関する限りこれらの地点は新設浄水場の候補地として問題ないことが明らかとなった。

また、ハウ川の塩水遡上に対しては、過去の記録や2.1節に示したメコン委員会の報告に基づくと、これら浄水場に対する影響はないと判断される。

一方、ハウ川の乾季流量は約 1,000m³/秒であり、新設浄水場が完成し取水を開始した後もハウ川の維持流量には重要な影響を及ぼすものではないことも検証された。

(2) 浄水場の候補地の選定

一般の私有地や他の公共機関の土地利用と比較すると、カントー市上下水道公社の土地を利用することが望ましく、住民移転問題もなくなるというメリットがある。ただし、カントー市上下水道公社の所有地は、浄水場の建設に利用できる面積に限られるため、浄水場候補地の選定にあたっては、カントー市上下水道公社が所有する土地の利用と私有地の利用とを双方検討した。

カントー市上下水道公社の土地については、調査団はカントー市上下水道公社の処理場候補地としてカントーNo.2、フンフー、チャノックの各浄水場用地を選定した。

一方私有地については、1) 土地の取得可否、2) 移転住民の数、3) 土地開発計画を考慮して、ビントゥイ郡とオモン郡のハウ川沿いの私有地を浄水場候補地として選定した¹。

これらの候補地の利用可能な面積及び建設可能な最大浄水容量を表 5.1.2 に示す。

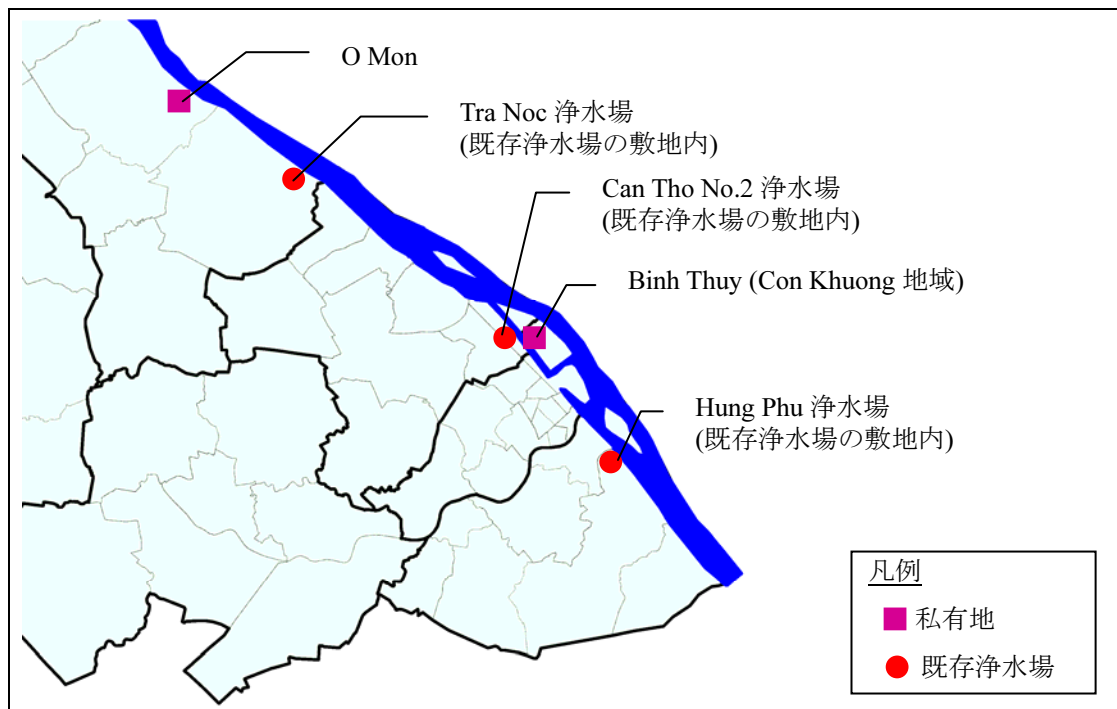
表 5.1.2 各候補地の面積と最大浄水容量

項目	単位	ビントゥイ郡 私有地	オモン郡 私有地	カントー No.2 浄水場	チャノック 浄水場	フンフー 浄水場
面積	ha	>3.0	>2.5	1.0	0.6	1.0
最大容量	m ³ /day	>100,000	>100,000	50,000	20,000	40,000

出典：JICA 調査団

浄水場の候補地として選定された5か所の位置図を図 5.1.1 に示す。

¹ 2012年10月に承認された都市計画において、オモン地域の浄水場候補地としていた私有地は、宅地開発が行われることが決定した。本報告書では、検討実施時どおり同地区を浄水場候補地として、水道システムの比較検討を行う。



出典：JICA 調査団

図 5.1.1 浄水場候補地

5.1.3 最適な水道システムのためのケーススタディ

最適な水道システムの確立のため、適正な配水区を考慮して表 5.1.3 にケーススタディを設定した。

ケース 1 及びケース 2 は、浄水場をハウ川近傍の民地に新たに浄水場を建設する場合であり、ケース 3 からケース 5 までは、既存浄水場の敷地内に新たに浄水場を建設する場合である。また、対象地域に浄水を供給するため、送水管を提案した。送水管の延長は表 5.1.3 に示す通りである。

表 5.1.3 最適な浄水システムのためのケーススタディ

ケース	浄水場の場所	浄水場容量 (m ³ /day)	配管延長 (km)	配水地域				
				オモン	チャノック	カントー No.1	カントー No.2	フンフー
1	オモン	70,000	46.5	○	○	○	○	○
2	ビントウイ	60,000	18.2		○	○	○	○
3	カントーNo.2 浄水場内	50,000	14.8		○	○	○	
	フンフー浄水場内	10,000	-					○
4	カントーNo.2 浄水場内	45,000	11.0			○	○	
	チャノック 浄水場内	5,000	-		○			
	フンフー 浄水場内	10,000	-					○
5	カントーNo.2 浄水場内	45,000	11.0			○	○	

出典：JICA 調査団

5.1.4 各ケースの概算事業費の算定

(1) 概算事業費算定の目的

2020 年を計画年次とする優先事業として選定した 5 つのケースより最適案を抽出するため技術的評価と共に経済的な評価が必要であり、そのため、概算事業費を算定する必要がある。

(2) 積算方法

1) 建設費

a) 施設工事費

各ケースの施設位置、施設能力、計画給水量、及び管路ルートに基づき、施設工事費を概算した。概算においては、以下に示すベトナムでの最近の類似水道施設建設工事の工事契約額を参考とした。

- i) タンロン 2 工業団地建設事業 (フンエン省, フェーズ 1 : 2007~2009、及びフェーズ 2 : 2010~現在)
- ii) ノンチャック給水事業 (ドンナイ省, 2007~現在)

b) その他費用

- 設計・施工管理費として施設工事費の 5%を計上
- 物理的予備費として、施設工事費と設計・施工管理費の 5%を計上
- 下記想定に基づく補償費を計上:
 - i) 送水管建設 1km 当たりに 10 件
 - ii) 1 件当たりの補償費は 3,000 万ドン (ノンチャック給水事業の例を適用)

c) 施設更新費用を以下の想定に基づき計上:

- i) 機械・電気機器の耐用年数は 15 年とする
- ii) 施設工事費に対する更新費用の比率は下記の通りとする:
 - ポンプ、電気機器: 100%
 - 機械設備: 50-75%
 - 配管フィッティング: 5-20%

2) 運転・維持管理費

a) 電気代

電気代は必要な電力に運転時間と電力単価を掛けて算出した。各施設の 1 日当たり運転時間は下記の通りとした。

- i) 取水ポンプ: 24 時間

- ii) 浄水施設の電気機器: 10 時間 (平均運転時間)
- ii) 送水ポンプ: 3 台 x 18 時間, 1 台 x 6 時間

電力単価は WSSC の予算を参照して、1kWh 当たり 2,600 ドンとした。

b) 薬品費

薬品費は計画原水量に単位当たり薬品注入量と薬品単価を掛けて算定した。単位当たり薬品注入量と薬品単価は WSSC の予算を参照して表 5.1.4 に示すように設定した。

表 5.1.4 薬品費単価

薬品	薬品注入量 (原水 1m ³ 当たり kg)	薬品単価 (VND/kg)
PAC	0.009	11,760
Cl ₂	0.0021	14,740
Lime	0.0004	4,000

出典: JICA 調査団

c) メンテナンス費

年間メンテナンス費として、電気・機械設備機器費の 0.1~1.0% を計上した。

d) 人件費

人件費は現在の WSSC の予算を参考に算定した。各種手当及び事務所経費を含む人件費単価は以下の通りである。

- i) 浄水場運転スタッフ: 133 百万ドン/年/人
- ii) 送水管路メンテナンス要員及び補助要員: 124 百万ドン/年/人
- iii) マネージャー: 310 百万ドン/年/人

e) 乾燥污泥処分費

乾燥污泥処分費は乾燥污泥発生量 (原水量の 0.01% と想定) に残土処分単価を掛けて算定した。

(3) 各ケースの概算事業費

各ケースの概算事業費を表 5.1.5 に示す。

表 5.1.5 各ケースの概算事業費

ケース	項目	費用 (十億ドン)
ケース 1 (70,000 m ³ /day)	1) 建設費	1,477
	取水施設及び浄水場 70,000 m ³ /day	483
	中継ポンプ場	76
	送水管路 46.5 km	647
	その他費用	167
	施設更新費 (現在価値換算)	104
	2) 運転維持管理費 (22年間の費用合計を現在価値換算)	566
	計	2,043
	30.2 百万ドン/(m ³ /day)	
ケース 2 (60,000 m ³ /day)	1) 建設費	804
	取水施設及び浄水場 60,000 m ³ /day	429
	送水管路 18.2 km	201
	その他費用	95
	施設更新費 (現在価値換算)	79
	2) 運転維持管理費 (22年間の費用合計を現在価値換算)	261
		計
	18.8 百万ドン/(m ³ /day)	
ケース 3 (60,000 m ³ /day)	1) 建設費	748
	取水施設及び浄水場 50,000 m ³ /day, 10,000 m ³ /day	454
	送水管路 14.8 km	137
	その他費用	70
	施設更新費 (現在価値換算)	87
	2) 運転維持管理費 (22年間の費用合計を現在価値換算)	314
		計
	18.7 百万ドン/(m ³ /day)	
ケース 4 (60,000 m ³ /day)	1) 建設費	782
	取水施設及び浄水場 45,000 m ³ /day, 10,000 m ³ /day, 5,000 m ³ /day	504
	送水管路 11.0 km	107
	その他費用	72
	施設更新費 (現在価値換算)	99
	2) 運転維持管理費 (22年間の費用合計を現在価値換算)	353
		計
	20.0 百万ドン/(m ³ /day)	
ケース 5 (45,000 m ³ /day)	1) 建設費	570
	取水施設及び浄水場 45,000 m ³ /day	345
	送水管路 11.0 km	107
	その他費用	54
	施設更新費 (現在価値換算)	64
	2) 運転維持管理費 (22年間の費用合計を現在価値換算)	220
		計
	18.3 百万ドン/(m ³ /day)	

備考：本ケーススタディの現在価値換算の割引率は、過去の類似案件を参考にして年6%とした。

出典：JICA 調査団

5.1.5 最適システムの決定

以下の観点からケース 5 を最適システムとして決定した。

- i) 「総費用÷浄水場容量」の指標値（単位建設費）を計算し、ケース 5 が 5 つの選択肢の中では最も事業効率性が高いとの結果が得られた。
- ii) 新設浄水場がカントーNo.2 浄水場敷地内に提案されており、用地取得及び住民移転が不要となる。
- iii) 工業団地開発の進捗を政府組織がコントロールできないことから、状況に応じて大きく水需要が変動し水需要に関するリスクがあるが、本ケースにはフンフー及びチャノック工業団地が含まれていないため、水需要に関するリスクが少ない。

表 5.1.6 に比較の詳細を示す。

表 5.1.6 最適水道システム選定のための比較表

		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
模式図						
概要		オモン地区に浄水場を建設し、オモン、チャノック、カンターNo.2、カンターNo.1、フンフー地区に送水する。非常に長い管路敷設を要し、多大な管路コストを要する。また土地収用に期間を要する。	浄水場をビントゥイ地区(カンターNo.2 浄水場の対岸)に建設し、チャノック、カンターNo.2、カンターNo.1、フンフー地区に送水する。送水管路延長はケース1よりはやや短くなるが、カンター川を横断する水管橋は依然必要	既存カンターNo.2 浄水場とフンフー浄水場の敷地内にそれぞれ浄水場を建設する。カンターNo.2 敷地内の浄水場からはチャノック、カンターNo.2、カンターNo.1 地区に送水する。送水管延長はやや短くなる。	既存チャノック、カンターNo.2 及びフンフー浄水場内にそれぞれ浄水場を建設する。カンターNo.2 敷地内の浄水場からはカンターNo.2、そしてカンターNo.1 地区に送水する。送水管延長はやや短くなる。	既存チャノック、カンターNo.2 浄水場内に浄水場を建設し、カンターNo.2、そしてカンターNo.1 地区に送水する。送水管延長はやや短くなる。
対象区域及び2020年の不足容量	O Mon	11,000 m ³ /日	-	-	-	-
	Tra Noc	5,000 m ³ /日	5,000 m ³ /日	5,000 m ³ /日	5,000 m ³ /日	-
	CT-1	20,600 m ³ /日	20,600 m ³ /日	20,600 m ³ /日	20,600 m ³ /日	20,600 m ³ /日
	CT-2	23,600 m ³ /日	23,600 m ³ /日	23,600 m ³ /日	23,600 m ³ /日	23,600 m ³ /日
	Hung Phu	9,900 m ³ /日	9,900 m ³ /日	9,900 m ³ /日	9,900 m ³ /日	-
	計	70,100 m ³ /日	59,100 m ³ /日	59,100 m ³ /日	59,100 m ³ /日	44,200 m ³ /日
浄水場の位置及び容量	オモン	70,000 m ³ /日	ビントゥイ	60,000 m ³ /日	カンター No.2	45,000 m ³ /日
					フンフー	10,000 m ³ /日
					チャノック	5,000 m ³ /日
浄水場用地	3.5 ha	2.5 ha	3.0 ha	3.5 ha	2.5 ha	
面積 (ha)	新設浄水場： 30,000 m ² 増圧ポンプ場： 5,000 m ²	新設浄水場： 25,000 m ²	浄水場(カンターNo.2)： 10,000 m ² 浄水場(カンターNo.2汚泥処分場)： 15,000 m ² 浄水場(Hung Phu)： 5,000 m ²	浄水場(カンターNo.2)： 10,000 m ² 浄水場(カンターNo.2汚泥処分場)： 15,000 m ² 浄水場(Tra Noc)： 5,000 m ² 浄水場(Hung Phu)： 5,000 m ²	浄水場(カンターNo.2)： 10,000 m ² 浄水場(カンターNo.2汚泥処分場)： 15,000 m ²	
用地取得	必要(3.5 ha)	必要(約 2.5 ha)	必要(約 1.5 ha)	必要(約 1.5 ha)	必要(約 1.5 ha)	
現状の土地利用	民地/農業用地	民地/農業用地	カンター市上下水道公社用地/浄水場 民地/農業用地	カンター市上下水道公社用地/浄水場 民地/農業用地	カンター市上下水道公社用地/浄水場 民地/農業用地	
用地補償	必要	必要	若干量必要	若干量必要	若干量必要	
配管	送水管	D300 - D800 L=32.5 km	-	-	-	-
	配水管	D400 - D900 L=14 km	D400 - D900 L=18.2 km	D400 - D800 L=14.8 km	D400 - D800 L= 11.0 km	D400 - D800 L=11.0 km
	合計	計 46.5 km	計 18.2 km	計 14.8 km	計 11.0 km	計 11.0 km
費用 (十億ベトナムドン)	取水施設及び浄水場	483	429	454 (367 (CT2)+ 87 (Hung Phu))	504 (345 (CT2)+72 (Tra Noc)+ 87 (Hung Phu))	345
	中継ポンプ場	76	-	-	-	-
	送水管路	647	201	137	107	107
	エンジニアリング	167	95	70	72	54
	施設更新	104	79	87	99	64
	運転・維持管理	566 (22年間)	261 (22年間)	314 (22年間)	353 (22年間)	220 (22年間)
	Total	2,043	1,065	1,062	1,135	790
Total Cost / Capacity		30.2 百万 VND/ m ³	18.8 百万 VND/ m ³	18.7 百万 VND/ m ³	20.0 百万 VND/ m ³	18.3 百万 VND/ m ³
評価		5位	3位	2位	4位	1位

出典：JICA 調査団

5.2 計画浄水場の設計

5.2.1 設計概要

計画浄水場は、既存のカントー No.2 浄水場に隣接する場所に建設する。建設予定場所は、現在カントー No.2 浄水場の汚泥の排出先として一部使用されており、面積は 0.95 ha である。

計画浄水場の処理量は、水需要予測を基に算出し 45,000 m³/日とした。水処理プロセスは、カントー市の既存の浄水場と同じ急速ろ過方式を採用、その他の主要施設は表 5.2.1 に、水処理施設配置は図 5.2.1 に示す。

表 5.2.1 浄水場の主要施設

設備名称	数量	仕様
取水ポンプ	3 台	容量: Q=16.5 m ³ /min (2 台 + 1 台 予備, 回転数制御タイプ)
着水井	1 井	流出堰による急速攪拌
フロック形成池	4 池	迂流式
沈殿池	4 池	上向流式 傾斜管付き , 底部ホッパータイプ
塩素混和地	1 池	迂流式
急速ろ過池	8 池	一定流入, 自然平衡形, 自己逆流洗浄タイプ
浄水池	2 池	フラットスラブ構造 V=7,500 m ³
配水ポンプ	3 台	容量: Q=23.5 m ³ /min (2+1 予備)
逆洗排水槽	1 基	V=400 m ³
汚泥貯留槽	1 基	V=35 m ³
天日乾燥床	10 床	コンクリート構造 , 30 m x 45 m x 1.2 m x 10 床
管理事務棟	1 棟	事務所、分析室、機械室、会議室、薬品室、その他

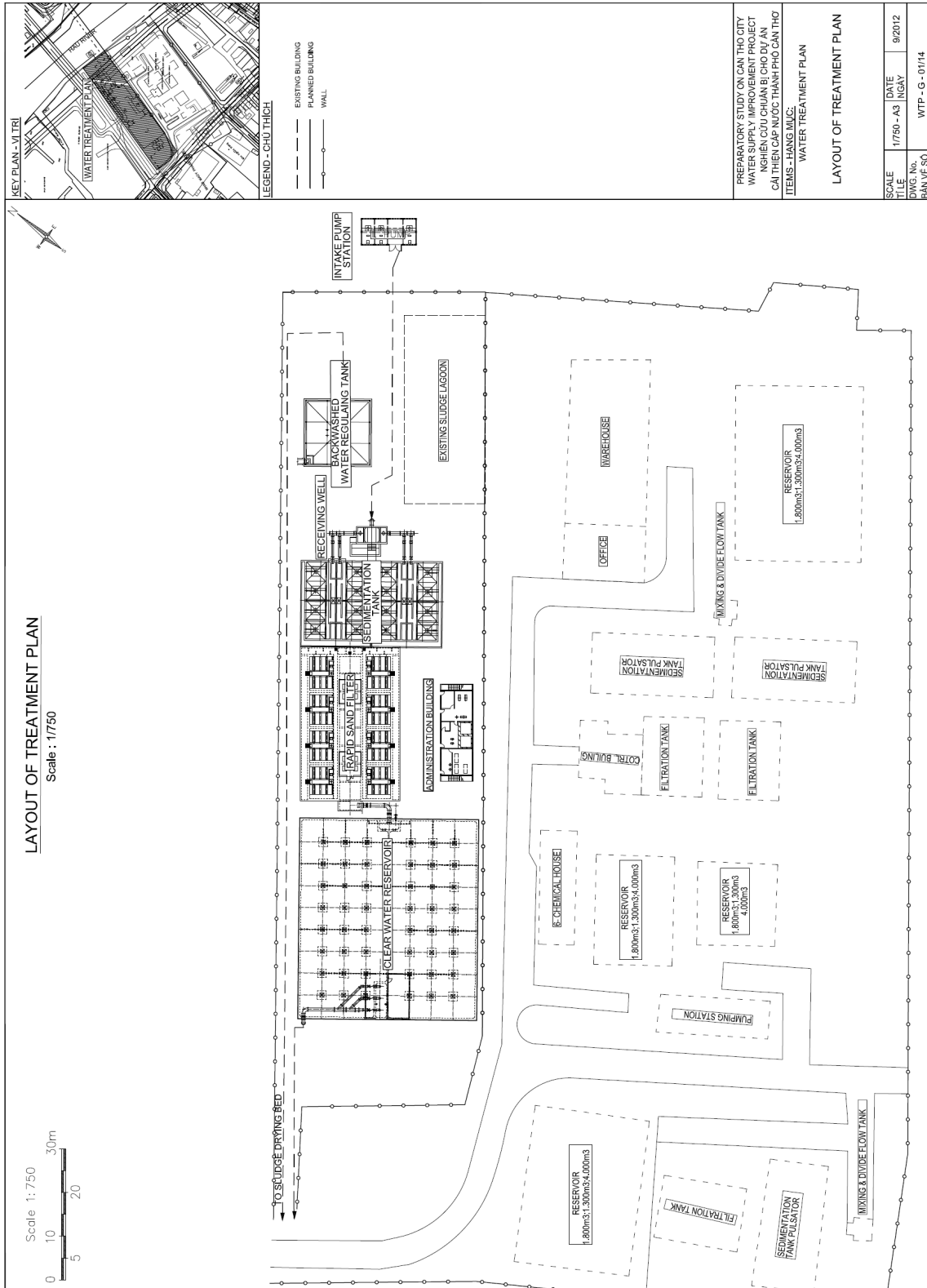


図 5.2.1 計画浄水場 配置平面図

出典：JICA 調査団

5.2.2 自然条件

ハウ川は干潮河川であり、その水位差は最高水位（標高）+2.05m から最低水位-1.55m までとなっている。これに対し、本調査で実施した地形測量では用地内の地盤は標高+0.7m から+3.18m の範囲で変化している。したがって、浄水場内の施工基面は場内のほぼ平均高さである+2.20m に設定した。

計画浄水場内では、2か所でボーリング調査を実施した。ボーリングで得られた土質柱状図を図 5.1 に示す。地表の標高+2.30m から - 30.7m までは極めて軟弱な粘土層が続いている。この層の標準貫入試験による N 値は 0~1 であり、粘着力も $0.6\sim 0.7 \text{ t/m}^2$ と小さい。-30.7m 付近で土層は砂交じり粘土に変化し N 値は 7 から 9 を示す。最初の硬い層は - 38.7m で現われ、土質は細砂で N 値は 29~35、その層厚は約 6 m である。-44.7m で再び軟らかい地盤に変わり N 値は 6 にまで低下する。この層は - 49.7m まで続きその層厚は約 5 m である。この層の下に N 値 42~46 の層があるが、その層厚は 2m しかない。

この様な土質条件の下では、構造物は自重による圧密沈下を防ぐためコンクリート杭で支持する必要がある。杭の支持地盤は-38.7m より深い土層で N 値 30 を設計に採用した。なお、地表から-30.7m の間の摩擦力は杭の設計に考慮すべきではない。この土質条件に基づき、配水池や排水池のように深い位置まで掘削する必要のある構造物では、鋼矢板などの土留めが必要である。

5.2.3 プロセスのフロー

計画浄水場のプロセスのフローを図 5.2.3 に示した。

HÌNH TRỤ HỐ KHOAN (BORING LOG)

Công trình(Project) : NHÀ MÁY NƯỚC CẦN THƠ (CAN THO CITY WATER SUPPLY IMPROVEMENT)

Ngày khoan(Boring date) : 08-09/8/2012

Hố khoan(Bore hole) : HK1 Tỷ lệ(Scale) : 1/350

Giám sát bên A(Supervisor) : NGUYỄN THẾ KHOA

Cao độ(Altitude) : 2.293m

Giám sát bên B(Supervisor) : Taisuke WATANABE

Máy khoan(Drilling machine) : XY-1

Phương pháp khoan xoay sử dụng bentonite

Mức nước tĩnh(Elevation ground water) : -0.56m

(Drilling method Percussion & Revolve used Bentonite)

Tỷ lệ(Scale) (m)	Tên lớp(Stratum No)	Cao độ(Altitude)	Độ sâu lớp (Depth) (m)	B-đầy lớp(Thickness)	TRỤ CẮT (STRATUM LOG)	Số hiệu và độ sâu mẫu (Sample No-Samp. depth)	MÔ TẢ (DESCRIPTION OF MATERIAL)	THÍ NGHIỆM XUYỀN TIÊU CHUẨN (STANDARD PENETRATION TEST)					Số hiệu và độ sâu SPT (Sampling and depth SPT)								
								Số búa (Blows) per reach (15cm)			N	Biểu đồ SPT (CHART SPT)									
								15cm	15cm	15cm		10		20	30	40	50				
0.0		2.293	0.00					0	0	0	0									SPT1-1 2.0 - 2.45	
3.5								0	0	0	0									SPT1-2 4.0 - 4.45	
7.0						HK1-UD1 7.5 - 8.0		0	0	0	0									SPT1-3 6.0 - 6.45	
10.5								0	0	1	1									SPT1-4 8.0 - 8.45	
14.0								0	0	0	0									SPT1-5 10.0 - 10.45	
17.5	1		33.0				Bùn sét lẫn cát, màu xám xanh Organic clay with sand, greenish grey $C=0.61t/m^2, \Phi=5.0^\circ, \gamma=1.63t/m^3$	0	0	0	0									SPT1-6 12.0 - 12.45	
21.0						HK1-UD2 19.5 - 20.0		0	0	1	1									SPT1-7 14.0 - 14.45	
24.5								0	0	0	0									SPT1-8 16.0 - 16.45	
28.0								0	0	0	0									SPT1-9 18.0 - 18.45	
31.5						HK1-UD3 29.5 - 30.0		0	0	1	1									SPT1-10 20.0 - 20.45	
35.0	2	-30.707	33.00				Sét - Sét lẫn cát, màu xám xanh Trạng thái dẻo mềm Clay - Clay with sand, greenish grey Medium stiff $C=1.7 t/m^2, \Phi=7.4^\circ, \gamma=1.73t/m^3$	0	0	1	1									SPT1-11 22.0 - 22.45	
38.5						HK1-UD4 39.5 - 40.0		0	0	0	0									SPT1-12 24.0 - 24.45	
42.0								0	0	0	0									SPT1-13 26.0 - 26.45	
45.5	3	-38.707	41.00			HK1-D5 44.5 - 45.0	Cát hạt mịn, màu xám xanh, kết cấu chặt Fine grained sand, greenish grey, dense	0	0	1	1									SPT1-14 28.0 - 28.45	
49.0	4	-44.707	47.00			HK1-UD6 49.5 - 50.0	Sét, màu xám xanh, trạng thái dẻo mềm Clay, greenish grey, medium stiff $C=2.0t/m^2, \Phi=6.8^\circ, \gamma=1.74t/m^3$	0	0	1	1									SPT1-15 30.0 - 30.45	
52.5	TK	-49.707	52.00				Sét, màu xám xanh, trạng thái cứng Clay, greenish grey, hard	1	3	4	7									SPT1-16 32.0 - 32.45	
56.0	5	-51.707	54.00			HK1-UD7 54.5 - 55.0	Sét - Sét lẫn cát, màu xám nâu, xám xanh Trạng thái dẻo cứng Clay - Clay with sand, brownish grey greenish grey, stiff $C=3.5t/m^2, \Phi=14.5^\circ, \gamma=1.95t/m^3$	1	3	4	7									SPT1-17 34.0 - 34.45	
59.5						HK1-UD8 59.5 - 60.0		1	3	4	7										SPT1-18 36.0 - 36.45
63.0		-57.707	60.0				Kết thúc hố khoan tại độ sâu: 60.0m Total depth of hole: 60.0m	1	4	4	8										SPT1-19 38.0 - 38.45
								8	10	19	29										SPT1-20 40.0 - 40.45
								9	13	21	34										SPT1-21 42.0 - 42.45
								10	15	20	35										SPT1-22 44.0 - 44.45
								2	3	3	6										SPT1-23 46.0 - 46.45
								2	3	3	6										SPT1-24 48.0 - 48.45
								2	3	3	6										SPT1-25 50.0 - 50.45
								14	19	27	46										SPT1-26 52.0 - 52.45
								14	18	24	42										SPT1-27 54.0 - 54.45
								7	7	8	15										SPT1-28 56.0 - 56.45
								5	5	6	11										SPT1-29 58.0 - 58.45
								5	7	9	16										SPT1-30 60.0 - 60.45

出典: JICA 調査団

図 5.2.2 計画浄水場予定地のボーリングデータ

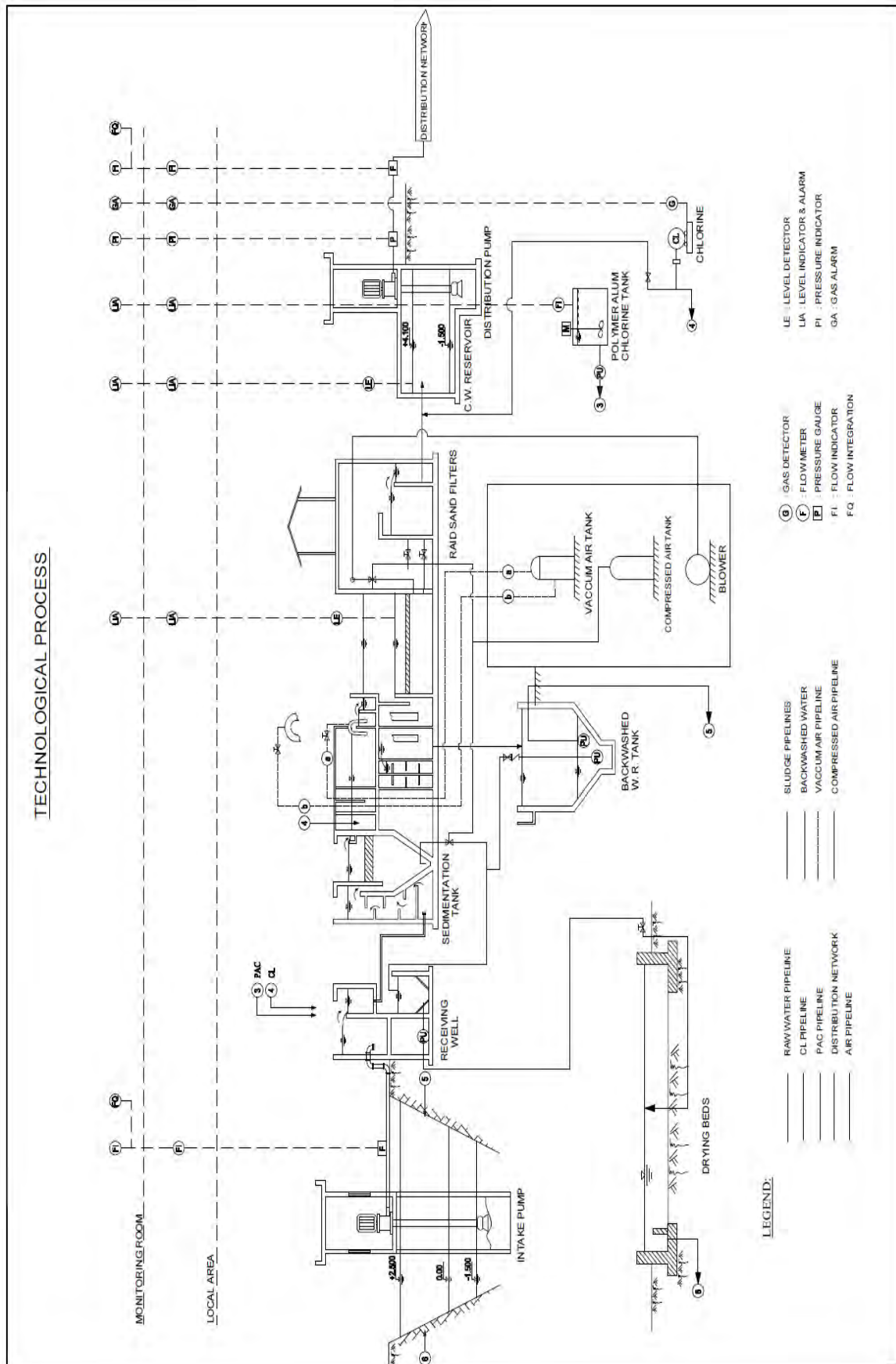


図 5.2.3 計画浄水場 フローシート

出典：JICA 調査団

5.2.3 水処理設備

(1) 取水ポンプ及び取水設備

取水設備は、既設浄水場の取水設備が設置されているカイルオン運河上流に設置する。設備の建屋はコンクリートで建設し、運河に杭で固定する。取水設備には、ポンプ3台（内1台予備）及びコントロール盤を設置し、取水配管は建屋内に敷設する。取水設備から浄水場までは桁橋を架けることとする。

ポンプ容量は3台共同じ $16.5 \text{ m}^3/\text{min} \times 15 \text{ m}$ とする。固定スピードタイプと電圧可変周波数制御 (VVVF) タイプを使用した場合の技術面及び経済性を比較した結果、VVVF 制御を採用することとした。選定理由は下記の通り。

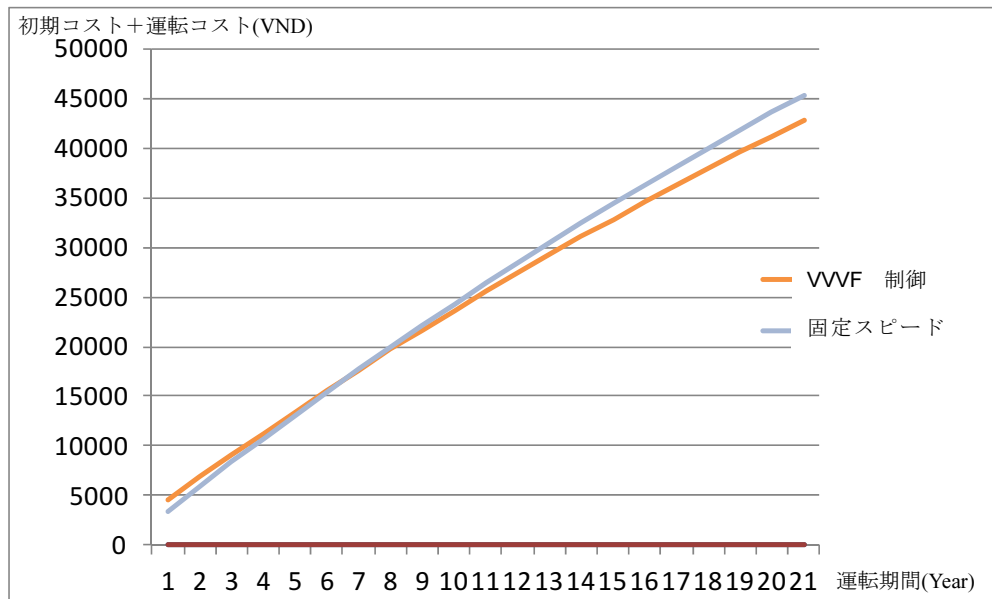
運河の水位は潮の満ち引きによって異なり最大で 3.5 m の差ができるが、この差はポンプの最大揚程の 23% にあたる。一般的に VVVF 制御タイプの初期コストは高いが、固定スピードタイプでは、満潮時など水位が上昇した場合吐出流量を下げるために流量コントロール弁で制御するためエネルギー損失が生ずるが、VVVF 制御では流量の変動をモーターの回転数で制御するためエネルギー損失は小さくなり、その結果電気代が節約できる。固定スピード制御タイプと VVVF タイプのコスト比較を表 5.2.2 に示す。詳細は添付資料 B5 を参照。

表 5.2.2 固定スピードタイプと VVVF 制御タイプのコスト比較表

比較項目	VVF 制御タイプ	固定スピードタイプ
初期コスト	2,232,1x10 ⁶ VND	850.3x10 ⁶ VND
必要電気量	86.1 ~ 110.3kWh	112kWh
電気消費量	897,700kW/年	984,500kW/年
電気料金	2,600VND/kW	2,600VND/kW
年間の電気代	2,334.1x10 ⁶ VND	2,560.2 x10 ⁶ VND
コストの損益分岐点	6 ~ 7 年後 (図 5.2.4 参照)	

出典: JICA 調査団

この比較表の初期コストには、ポンプやモーターなどの両制御で共通となる項目は除外し、それ以外の項目を初期コストとし、現在価値で評価し割引率は 2% とした。コストの損益分岐点は運転開始後 6~7 年となる。



出典: JICA 調査団

図 5.2.4 累積現在価値コスト

(2) 導水管

導水管の口径は 700mm、材質は鋳鉄管とし、取水設備から着水井へ敷設される。原水流量計は超音波タイプとし、流量は管理事務棟にある モニタリング室にあるモニターで監視する。PAC の注入率はこの流量値を基に調整する。

(3) 着水井

着水井の滞留時間は 1.5 分である。オーバーフロー管を設置し水が水槽から溢れる事を防ぐ。

着水井に入った原水は、堰で流量を 2 分する。凝集剤 PAC は堰の上で注入し水の落下するエネルギーを用いて急速攪拌を行う。前塩素は藻の発生を防ぐために季節によって注入管理する。

(4) フロック形成池

フロック形成池は 4 池あり、凝集剤を混和した水は着水井から送られる。各池には水平迂流を起こすためにバッフル壁が設置した長い水路があり滞留時間は 15 分とした。フロック形成は、バッフル壁により生じる迂流によって起こる。水路を流れる流速は 10～25cm/秒である。この流速によりフロックや浮遊物 (SS) は水路に溜まることなく流れるが、水路の底はテーパになっているため汚泥が蓄積しやすく水で洗い流す必要がある。排水や排泥は自然流下で逆洗排水槽へ流出される。

フロック形成池は、2つのフロック形成池と 2つの沈殿池が一体化した構造物となっており、これらの構造は杭基礎で支持される。

(5) 沈殿池

カントー市上下水道公社では、パルセーターやアクセレーターと呼ばれる沈殿池を運転している。計画浄水場にこのタイプの沈殿池を適用すると沈殿池の表面積は 650 m² 必要であり、表面負荷は 50mm/min となる。しかし、計画浄水場の敷地面積は十分になく沈殿池のサイズを小さくするために、沈降装置を設置する。沈降装置には傾斜管を設置した。

この沈殿池の長所は、パルセーターに比べて、底部にホッパーがあるため汚泥が濃縮され、排水・排泥量が小さくなり水の損失量が少ないこと、機械（駆動）装置を設置しないこと、運転やメンテナンスが容易なことである。

(6) 中間塩素混和池

中間塩素混和池は、沈殿池と急速ろ過池との間に設置される。滞留時間は 15 分とし、塩素混和池には水平迂流を起こすためにバッフル壁が設置され、バッフル壁により生じる迂流によって塩素を混和する。

中間塩素を行うことにより、ろ過池内の生物の増殖を防ぐことや、塩素によるマンガン酸化が起これ、ろ過池でのマンガン除去が期待できる。急速ろ過池は自己逆流洗浄タイプのため、塩素を含んだろ過水で逆洗することができ、集水装置の汚染防止にもなる。塩素混和池と急速ろ過池は一体構造となっている。

(7) 急速ろ過池

急速ろ過池には、グリーンリーフ・フィルターと呼ばれる自然平衡形、自己逆流洗浄タイプのろ過設備を採用する。ろ過速度は 150 m³/m²/日及び逆洗速度は 0.8 m³/m²/分とした。空気逆洗設備及び逆洗排水トラフが各々のろ過池に設置される。流入や逆洗排水はサイホン設備によって行われる。

ろ過設備の特徴を下記に述べる。

- i) 逆洗ポンプが不必要のため、O&M コストが低減される。
- ii) ろ過水の流入量調節設備が不必要であり一定流入は自然に行われる。ろ過水位はろ過池での水頭損失によって上昇し、ある水位に達した時に手動で逆洗をおこなう。又ろ過水位が高水位に達した時は自動的に流入を停止する。
- iii) 流入及び逆洗排水用に 2 種類のサイホンがろ過池に設置されている。これらのサイホンは小さい真空ポンプと真空タンクでコントロールする。このシステムはバルブによって行われる他のシステムよりも、トラブルが少ない。
- iv) 短所は、通常のろ過池に比べて 1.0 m 程余分に高さが必要となるが、大きな問題とはならないし O&M が容易となる。
- v) ろ過池には其々水位計が設置され、その水位および高水位等の警報は管理事務棟に

あるモニタリング室で監視することができる。浄水場の運転員はそれらの情報もとに逆洗のタイミングを決める。

(8) 浄水池

浄水池はフラットスラブ構造とし、仕切壁で2池に分かれている。滞留時間は4時間、容量は7500 m³とした。サイズは45 m x 20 m x 4.2 m H x 2 (池)である。最低必要滞留時間は、3.5時間とした。詳細検討結果は添付資料 B6 を参照。

後塩素は浄水池に注入される。浄水池への流入口近くには、バツフル壁を設け塩素の攪拌を行うようにした。流入口には壁に仕切られた小さな部屋があり、2つの開口が設置され、2池の浄水池と繋がっている。流出側にも壁に仕切られた部屋があり、同様に其々の池と繋がっており、流出を止めたい場合、開口を角落として閉じることができる。この部屋には配水ポンプを上部に設置した。

浄水池にはオーバーフロー管を設置し、越流水は川へ自然流下で流れるようにした。浄水池の排水は、浄水池の底面が川の水面より低いいため、仮設水中ポンプなどを設置して排水することとした。また、浄水池には水位計を設置し、水位を管理事務棟にあるモニタリング室で監視するようにした。

(9) 配水ポンプ

配水ポンプ3台(内1台予備)は配水ポンプの建屋に設置した。ポンプの仕様は23.5 m³/分 x 40 m、斜流式縦型タイプの電圧可変周波数制御 (VVVF) とする。水圧は、配水ポンプが一日を通して最低送水圧力である0.1MPaとなるよう制御を行う。

配水ポンプについても、固定スピードタイプ及び VVVF 制御タイプについて比較検討を行った。水圧条件は管網計算より、運転についてはトットノット 浄水場のデータを参考に検討した。固定スピードタイプと VVVF 制御タイプのコスト比較を表 5.2.3 に示す。詳細は添付資料 B7 を参照。

表 5.2.3 固定スピードタイプと VVVF 制御タイプのコスト比較表

比較項目	VVVF 制御タイプ	固定スピードタイプ
初期コスト	4251x10 ⁶ VND	1275x10 ⁶ VND
必要電気量	86.5 – 110.3kWh	199kWh
電気消費量	1,646,800kW/年	3,050,670kW/年
電気料金	2,600VND/kW	2,600VND/kW
1年間の電気代	4,281x10 ⁶ VND	7,931x10 ⁶ VND
コストの損益分岐点	1年	

出典: JICA 調査団

VVVF 制御のコストの損益分岐点は運転開始後 1 年となり、また VVVF 制御タイプの電気代は固定スピードタイプの 54%程度であった。流量計及び圧力計は浄水場内に敷設される配水配管に設置され、その値は管理事務棟にあるモニタリング室で監視することとした。

(10) 逆洗排水槽

逆洗排水槽は、急速ろ過池からの逆洗排水を受け入れる。水槽の容量は 1 回の逆洗排水量と同じ 400 m³ とした。排水は数時間槽に滞留し、水槽内に設置した 2 台の水中ポンプによって排水される。2 台の水中ポンプの内 1 台は、水槽の中間に設置し上澄水を運河へ放流することとした。ポンプの運転は水槽の水位やタイマーの自動運転とした。残りの 1 台は水槽の底に設置し汚泥を手動運転にて汚泥貯留槽へ送る。

(11) 汚泥貯留槽

汚泥貯留槽は着水井と一体構造となっており、水槽の容量は 35 m³ とした。沈殿池からの汚泥は定期的に水槽へ排泥される。汚泥ポンプは 2 台設置 (内 1 台予備)、一軸ネジタイプとし、着水井の下部のポンプ室に設置する。ポンプは水槽の水位によって自動運転する。

(12) 汚泥乾燥床

汚泥貯留槽の汚泥は汚泥乾燥床へ送られる。汚泥は太陽の光や風などで脱水される。汚泥乾燥床はコンクリート構造であり、コンクリートの仕切壁で幾つかの乾燥床に分かれる。乾燥床の底部は地下水を防ぐために砂層にし、乾燥をし易くする。

5.2.4 薬品及び貯蔵室

(1) 凝集剤

既設浄水場では、粉体 PAC (酸化アルミ含有率 30%) を使用しているが、今回下記の利点から液体 PAC (酸化アルミ含有率 10%) の使用を計画した。

- i) 運用にかかるコストが安い。コストの比較は表 5.2.4 参照。
- ii) 粉体 PAC と比較して、フロックの沈降速度が高く、適正注入率が低い。
- iii) 粉を溶かす作業が不必要になるなど取扱が容易になる。
- iv) 粉の袋などからのゴミが PAC 貯留槽に入ることがなくなるため、PAC 注入ポンプの詰りがなくなる。

表 5.2.4 粉体 PAC と液体 PAC のコスト比較表

PAC	単 価 (VND/kg)	Al ₂ O ₃ Cost (VND/kg)	運 賃 (VND/kg)	(3)=(1)+(2) (VND/kg)
粉 体 (30%)	11,760	39 200	67	39,267
液 体 (10%)	3,000	30,000	200	30,200

出典 JICA 調査団

容量 20 m³ の PAC 貯留槽 2 台を管理事務棟の薬品室に設置する。貯留槽の貯留時間は、雨期で 15 日間、乾期で 45 日間とした。PAC 注入ポンプはダイヤフラムタイプとし、着水井へ注入される。

(2) 消毒剤

計画浄水場では消毒剤として液化塩素を使用する。液化塩素は 1 トンボンベで浄水場の管理事務棟にある塩素室に設置される。塩素室の床は 0.5m 低くなっており、塩素ガスが漏れた時にも一定時間室内に滞留する構造とした。塩素ガスが漏れた時は、ガス漏洩検知器が感知して、事務管理棟にあるモニタリング室に通報する。塩素室には、ボンベ用の計量機を設置して、塩素ガスの残量を監視する。

5.2.5 管理事務棟

管理事務棟は 1) 機械室、2) 作業所、3) 薬品室、4) 塩素室、5) モニタリング室、6) 水質分析室、7) 事務所、8) 会議室、9) その他で構成される。機械室には、逆洗用ブロワー及び空気作動弁用のエアーコンプレッサを設置する。

管理事務棟は 2 階建てとし、1 階には機械室、作業所、薬品室、塩素室、2 階にはモニタリング室、水質分析室、事務所、会議室及びトイレを設置する。また管理事務棟から急速ろ過池へ渡る歩廊を設置する。

5.2.6 電気及び機械設備

(1) ポンプ設備

取水ポンプ及び配水ポンプはこの計画浄水場の主要な機器であり制御方法には VVVF 制御タイプを採用する。この制御方法については前項で比較検討を行っている。メンテナンスのために、取水設備に電動チェーンブロック (3 トン、3.5 トン) を設置する。

急速ろ過池の空気逆洗用にルーツタイプのブロワーを機械室に設置する。

容量は 10.8 m³/min x 60kPa x 18.5kW である。

逆洗排水槽の水中ポンプは 1 台は上澄み排出用、もう 1 台は排泥用とする。

汚泥貯留槽に設置するポンプは、汚泥濃度 2% 以上の汚泥を天日乾燥床へ排出するために一軸ネジポンプとする。

PAC 注入ポンプはダイアフラムタイプとし、ストロークにより注入量を調整する。PAC は強酸性薬品のため、ポンプの本体及び部品類の材質はステンレス等の耐防食性とし配管材質は PVC とする。

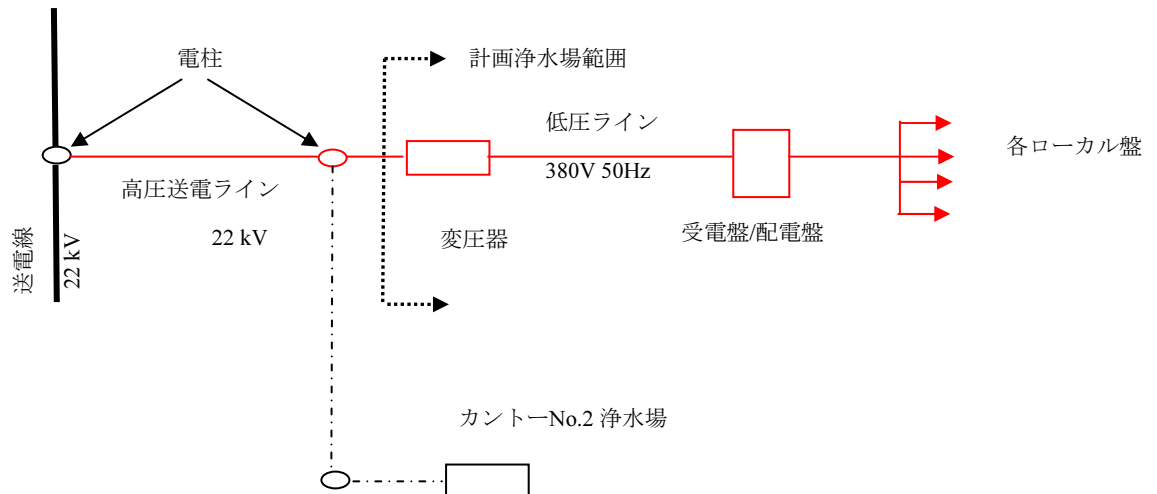
(2) 受電設備

計画浄水場はカントー電力公社より電源を供給される。2012 年 7 月 10 日に JICA 調査団とカントー電力公社と打ち合わせを行い下記のことを確認した。

- i) 計画浄水場の最大電気負荷は概ね 700kW である
- ii) 計画浄水場への電源供給ラインは、カンマンタン No.8 通りに敷設されている 22 kV 高圧線又はカントー No.2 浄水場の既存送電線から分岐される。
- iii) 電源供給ラインは上記分岐店から計画浄水場内に設置される受電点までは高圧の 22 kV で送電される。
- iv) 供給電源は計画浄水場内に設置される変圧器によって低圧の 380V に変圧される。
- v) 上記 iv) 項までの全ての設置工事はカントー電力公社にて実施され、iv) 項以降は特別目的会社によって実施される。

受電用変圧器は電気室近傍にある浄水池の上部に設置される。380V に変圧された主電源は電気室内に設置される受電盤に接続された後、各設備に配電される。各設備には、個別機器の負荷開閉や制御が行われるローカル盤を設置される。

図 5.2.5 に概略の系統を示す



出典: JICA 調査団

図 5.2.5 電源供給系統図

(3) 非常電源供給設備

2009 年から 2011 年の記録によると、カントー市では時々停電が起きている。よって停

電時でも浄水場が適切な運転をするためには、発電機が必要である。

発電機からは下記機器へ電気を供給する。

表 5.2.5 非常電源設備の電気負荷リスト

機器名称	数 量	容量 (kW)
取水ポンプ	1 台	60
配水ポンプ	1 台	220
薬品機器類	1 式	5
事務所その他	1 式	15
合計		300

出典: JICA 調査団

無停電電源装置 (UPS) をモニタリング室に設置し、計装設備及び運用記録システムなどに電源を供給する。

(4) 制御と監視システム

計画浄水場は 7 つの設備に分けられる。1) 取水ポンプ設備、2) 着水井設備、3) 沈殿池設備、4) 急速ろ過池設備、5) 配水ポンプ設備、6) 汚泥処理設備、7) 薬品注入設備、これらの設備の運転状態はモニタリング室のモニターで監視することができる。塩素の漏れなど運転員や近隣への危険事象の警報もモニタリング室へ送られる。詳細な情報は図 5.2.2 参照。

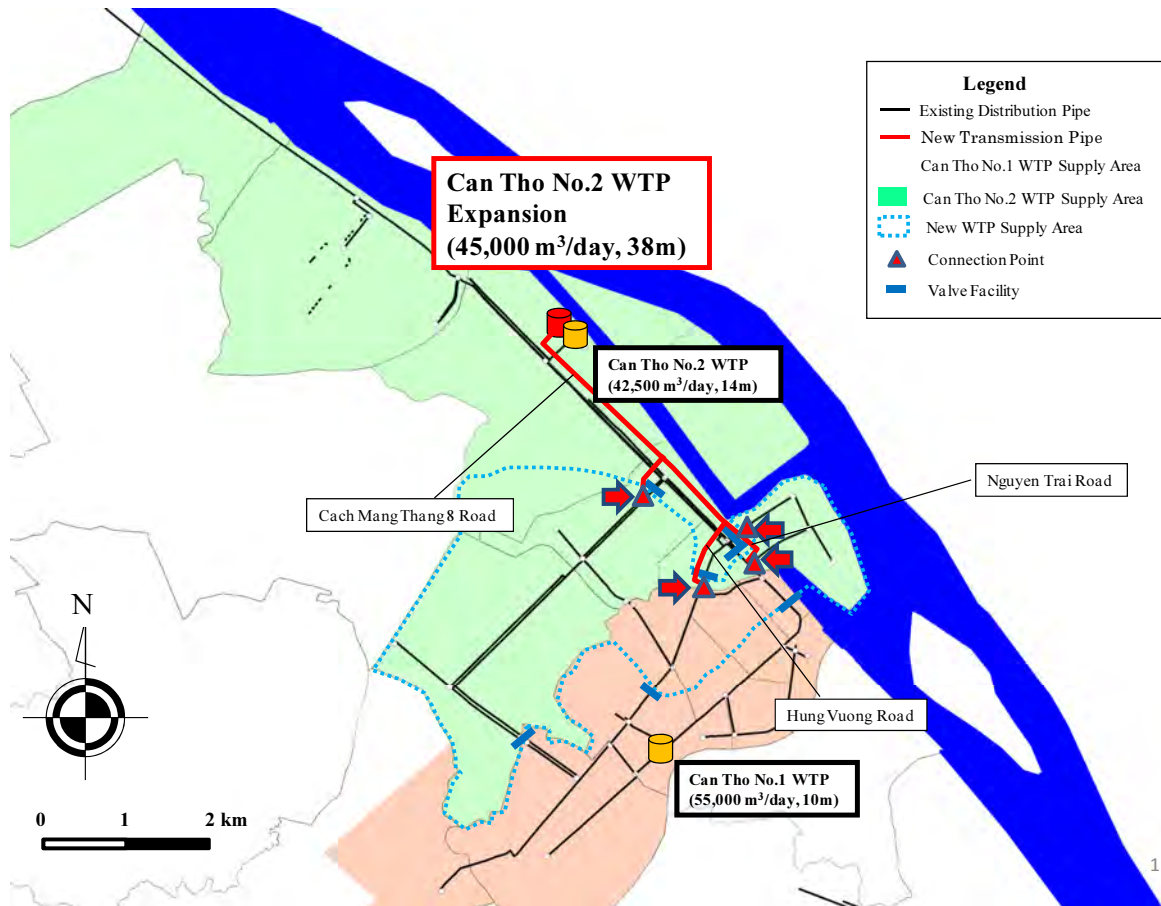
其々設備の機器はローカル盤から手動で運転または調整する。ただし、取水ポンプ及び配水ポンプの一部自動運転する。取水ポンプは流量一定制御とし、設定した流量となるよう回転数制御を行う。配水ポンプは、流量と水圧から、配水地区の水圧が最低 0.1MPa となるよう回転数制御を行う。

急速ろ過池の逆洗開始は手動で行うが、逆洗工程は自動で進む。

5.3 送水システム

5.3.1 送水システムの概要

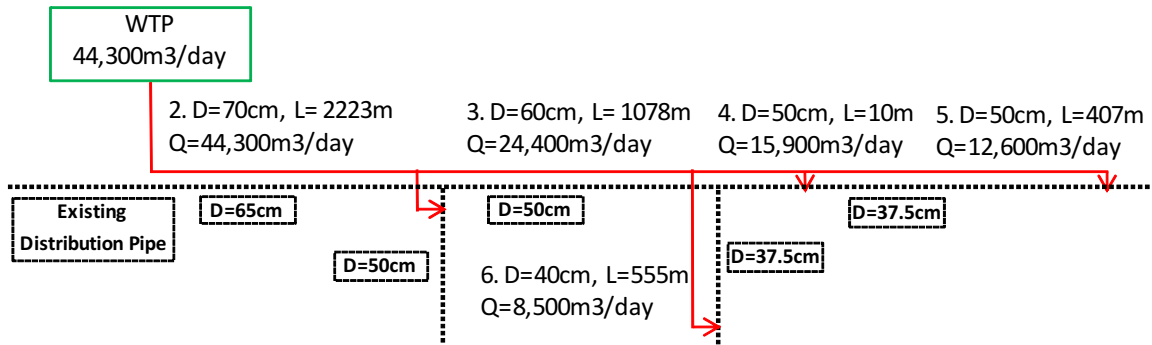
本事業の新規送水システムでは提案する浄水場から既存のカントーNo.1 浄水場及びカントーNo.2 浄水場の配水区域の一部に送水することとする。図 5.3.1 に新規送水システムの概要図を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.3.1 新規送水システムの概要図

新規送水システムでは、提案する浄水場からの送水によって既存配水区域の水圧を高め、かつ既存浄水場からの水供給を妨げないためバルブで区画分けを行う等の対策を施した。また、損失水頭を減らし、敷設費用を安くするために送水管路の延長は極力短くし、水理計算と経済比較から最適な管径を算出した。図 5.3.2 に新規送水管路の諸元を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.3.2 新規送水管路の諸元

5.3.2 送水管路の敷設

(1) 敷設ルート

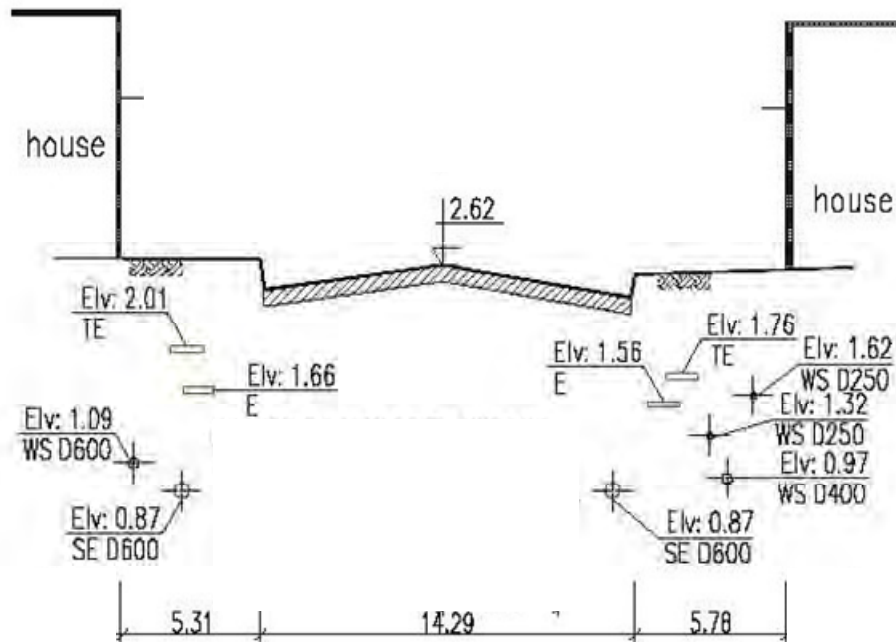
送水管路は浄水場より、国道カクマンタン No.8 通りに沿って敷設し、トイビン区の交差点で分岐する。一方は国道グエンタイ通り、もう一方は国道フンブン通りに沿って敷設し、合計 4 箇所の接続点から既設配水管路に送水をおこなうこととした。送水管路の全体配置図は別添図面集の G-1/1 に示した。

(2) 既存地下埋設物

上述した国道の道路幅は 13m ~ 18m、歩道幅は 5 m となっており、地下には電話線、配水管、下水管、送電線が埋設されている。これらの埋設深は以下の通りである。

- 電話線 : 1.0 - 1.2 m
- 配水管 : 0.7 - 1.5 m
- 下水管 : 0.3 - 2.0 m
- 送電線 : 1.0 - 1.2 m

国道の既存地下埋設物の例を図 5.3.3 に示す。



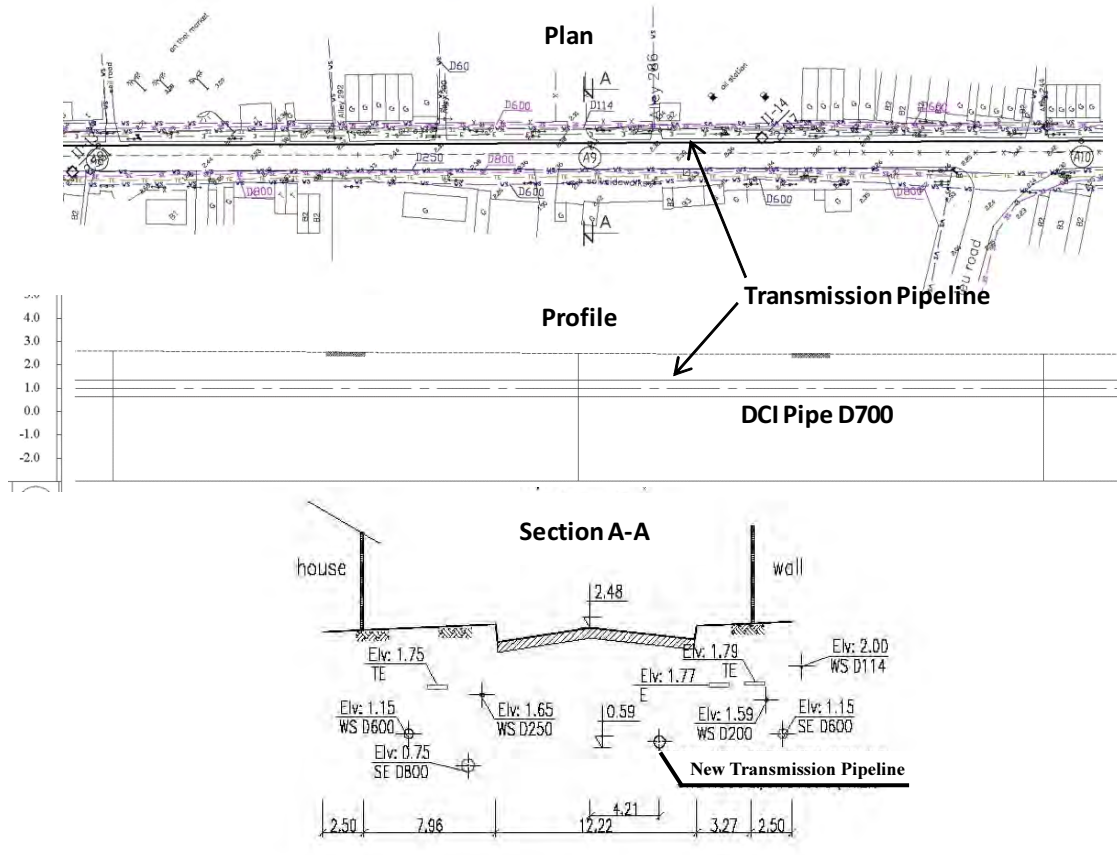
備考：TE:電話線、WS:配水管、SE:下水管、E:送電線、Elv:管底高
出典：JICA 調査団

図 5.3.3 国道の既存地下埋設物

上図に示すように国道の下には既に地下埋設物が多数設置されており、新規送水管を歩道下に敷設するのは困難であるため、基本的に車道の下に敷設することとした。なお、敷設予定地の国道カクマンタン No.8 通りでは道路拡張計画が存在するが、予算不足のため近年は作業が全く行われていない。

5.3.3 送水管路の平面、縦断線形計画

新規送水管は車道端部、道路の中心から 4~5m の占用位置に敷設する。ベトナム国の設計基準に準拠して新規送水管路の土被りは既設管との交差箇所を除き、基本的に 1.2m とする。管路の平面、縦断図を別添図面集の PL-1/12~12/12 に、送水管路配置例を図 5.3.4 に示す。



備考：TE:電話線、WS:配水管、SE:下水管、E:送電線、Elv:管底高
出典：JICA 調査団

図 5.3.4 送水管路配置例

5.3.4 管種の選定

新規送水管の管種の選定のため表 5.3.1 に示す比較検討を行った。

表 5.3.1 管種の比較検討結果

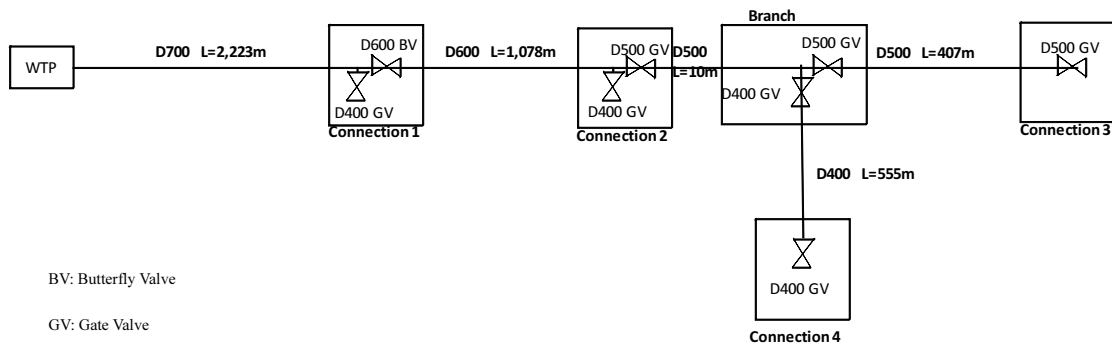
	ダクタイル鋳鉄管	鋼管
施工性	- 施工性がよい - 特殊な技術、機具を必要としない	- 溶接技術者が必要 - 厳格な品質管理が必要 - 乾燥状態での施工が必要
	◎	△
材料単価 (管径 400 mm)	3,250,000 VND/m	1,907,000 VND/m
	○	◎
敷設・土工単価 (管径 400 mm)	1,200,000 VND/m	2,100,000 VND/m
	◎	△
耐久性	- 高い耐久性を有する	- 電食に対する防護が必要
	◎	△
WSSC での使用実績	管径 250mm 以上の管路ではダクタイル管が標準的に使用されている。	ベトナム国では高水圧区間や河川横断等の特殊区間を除き、使用される例が少ない。
	◎	△
総合評価	◎	△

出典：JICA 調査団

ダクタイル鋳鉄管は WSSC における使用実績が多数あり (管径 300mm 以上の管の 90% がダクタイル鋳鉄管)、また WSSC もダクタイル鋳鉄管の使用を基本方針としていることから、新規送水管にはダクタイル鋳鉄管を採用することとした。

5.3.5 バルブ施設

新規送水管と既設配水管との接合部及び分岐部においてはバルブを設置した。小口径の場合は仕切弁の方が安価であるため、管径 500mm 以下には仕切弁を、管径 600mm 以上には機能的にバタフライバルブを使用することとした。バルブ配置図を図 5.3.5 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.3.5 バルブ配置図

5.3.6 水理解析

(1) 目的と実施手順

新規浄水場から既存配水管に送水した際の各流出点の水圧の変化を確認し、既存配水管への影響と適正なバルブの位置を検討するため水理解析を行った。解析の手順を以下に示す。

1) 既存配水管網のモデル化

既存配水管の管路位置、延長、口径、材質、各流出点の水需要量、既存浄水場からの供給水量、水圧、バルブの位置のデータを基に水理解析モデルを作成した。モデル化の詳細な手法は Appendix C に示した。

2) 既存配水管網の管網計算

水理解析ソフト EPANET Ver.2 を使用して管網計算を行い、各流出点の水圧を算出した。

3) 新規配水管路網のモデル化

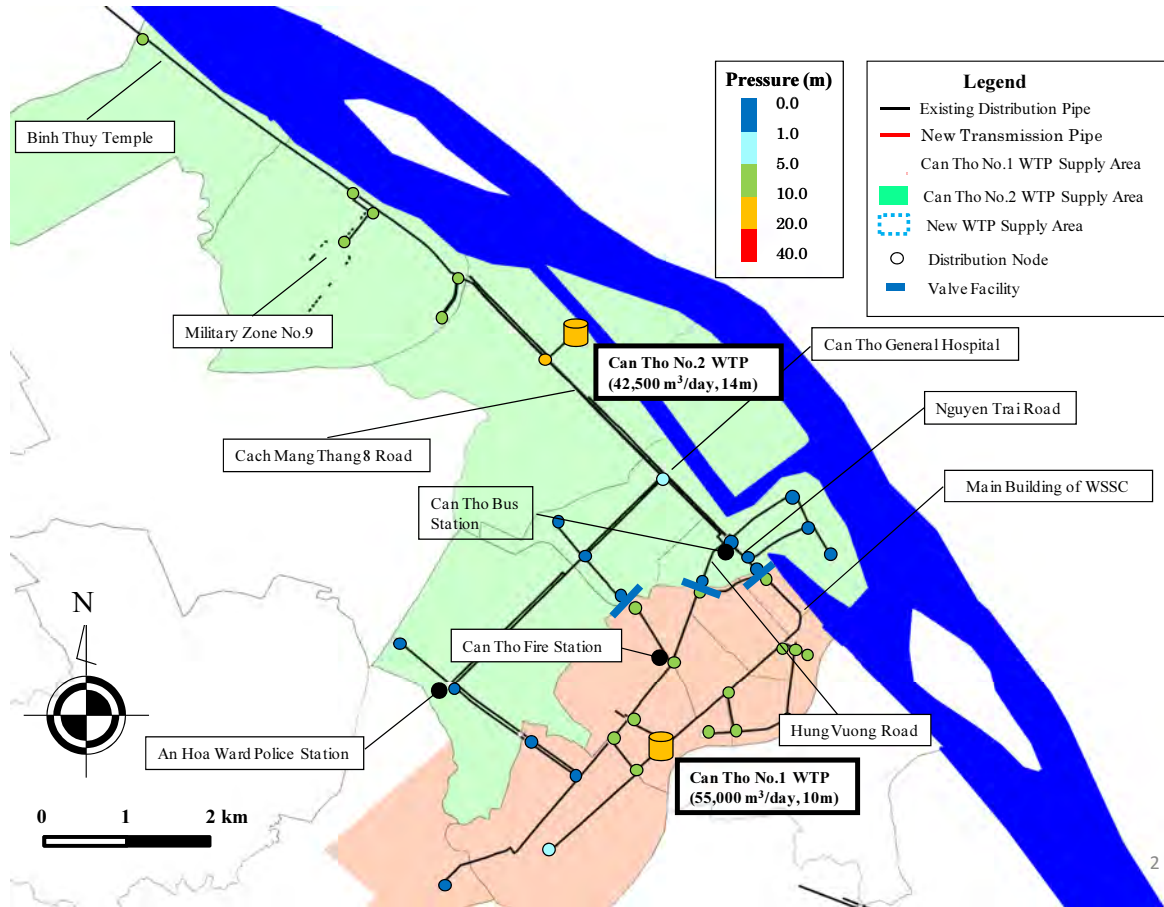
新規配水管の管路位置、延長、口径、材質、各流出点の将来水需要量、接続点の位置、バルブの位置、新規浄水場からの供給水量、水圧のデータを既存配水管網のモデルに追加し、新規配水管路網の水理解析モデルを作成した。

4) 新規配水管網の管網計算

管網計算を行い、各流出点の水圧を算出した。試行錯誤的に計算を繰り返し、既存配水管網の水圧の変化が最も小さくなるようバルブと接続点の位置を設定した。

(2) 既存配水管網の水理解析

既存配水管網の水理解析結果を図 5.3.6 に示す。



出典：JICA 調査団

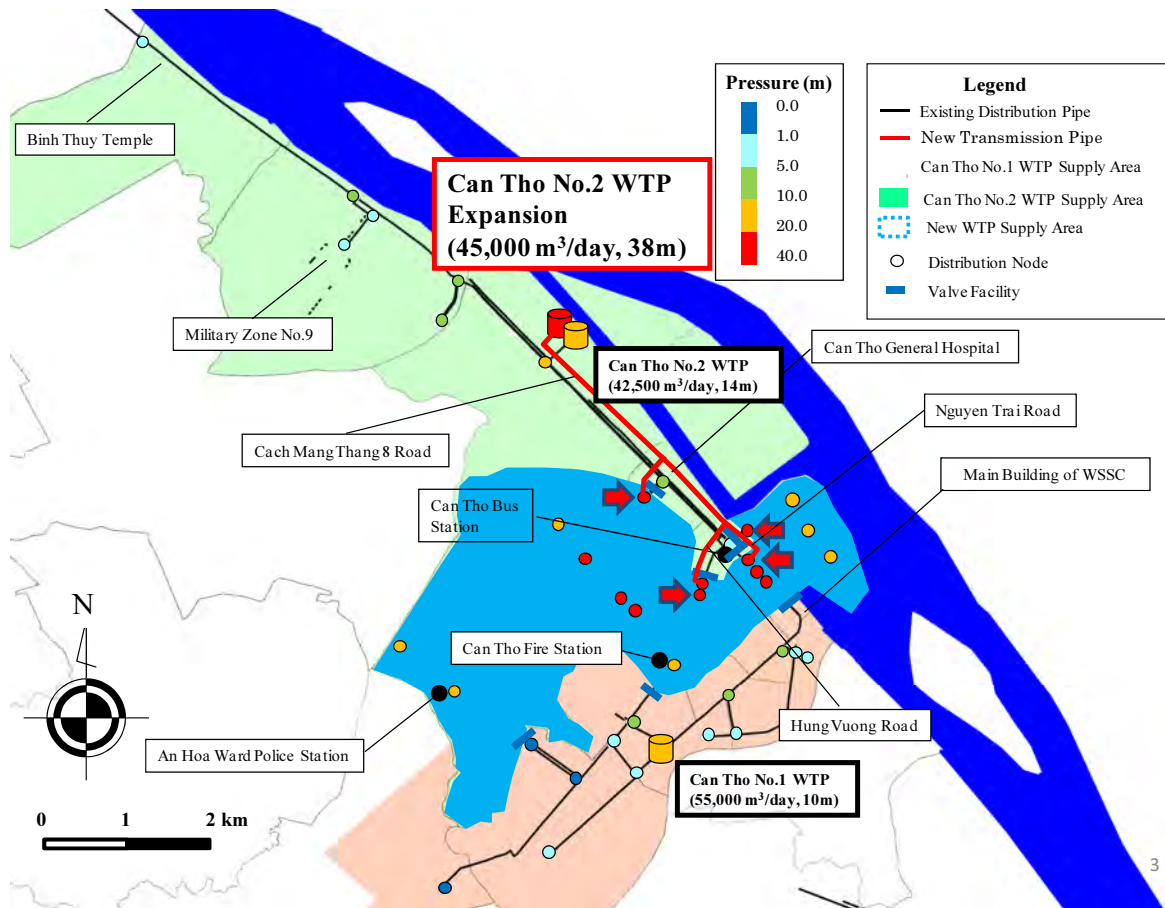
図 5.3.6 既存配水管網の水圧状況

ベトナム国の設計基準では配水管の最小動水圧は 10m 以上であるが、図に示すように現状では配水管網全域に渡って管内の水圧は 10m 以下となっている。特に浄水場から離れている地域では水圧が非常に低く、1m に満たない地域が点在している。

(3) 新規配水管網の水理解析

既存配水管網の水理解析結果、及び将来の水需要予測に基づき、新規配水管網の水理解析を行った。

カントー No.1 浄水場、カントー No.2 浄水場、及び新規浄水場各浄水場が分担する給水区域をバルブによって明確に分離することで各浄水場からスムーズに給水できるようにした。新規配水管網の水理解析結果を図 5.3.7 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.3.7 新規配水管路網の水圧状況

図に示すように新規浄水場の給水区域内の最小動水圧は 10m 以上となったが、既存浄水場の給水区域では、特に浄水場から離れた場所では水圧が 10m 以下のままであった。これは既存浄水場からの水圧が低いことが原因であり、今後既存浄水場の送水ポンプの水圧を上げることが必要となる。

第6章 事業費積算及び建設スケジュール

6.1 事業費積算

6.1.1 施設概要

本事業で建設する施設は以下の通りである。

- i) 取水施設及び浄水施設 (45,000 m³/日)
- ii) 浄水施設から既存配水管への送水管路

表 6.1.1 に施設概要を示す。

表 6.1.1 施設概要

施設	概要
A. 取水施設	形式：栈橋形式、ポンプ室建屋：RC 及びコンクリートブロック造 取水ポンプ：縦型斜流ポンプ 16.5m ³ /min x 15m x 60kW 3台 トロリー付チェーンホイスト 3ton
B. 浄水施設	
凝集沈殿池	上向流式、傾斜管付き、4系列
急速ろ過池	自己洗浄式、8池、サイホン式、 逆洗ブロー、ルーツタイプ、10.8 m ³ /min x 60kPa x 18.5kW 2台
浄水池及び送水ポンプ設備	総容量：7,500m ³ 、2系統 送水ポンプ：縦型斜流ポンプ 24m ³ /min x 40m x 220kW 3台 場内給水施設：渦巻きポンプ 0.2m ³ /min x 25m x 1.5kW 1台 トロリー付チェーンホイスト 3.5ton
排水処理設備	逆洗水タンク 350m ³ 排水ポンプ：水中ポンプ 1.25m ³ /min x 15m x 5.5kW 2台 排泥調整タンク 50m ³ 排泥ポンプ：一軸ねじポンプ 0.23m ³ /min x 15m x 0.75kW 2台
薬品設備	PAC 注入設備 ダイアフラムタイプ 2.9 lit./min x 0.75kW 2台 塩素注入設備 4kg/h 3台 バルブ作動用コンプレッサー 240 lit./min x 0.83MPa x 2.2kW トロリー付チェーンホイスト 1.5ton
電気設備	受電盤、制御盤、計装設備、ケーブル 緊急用発電機：3相4線 750kVA
排泥乾燥床	10,000m ² (50m x 50m, 4箇所)
C. 送水管路	
送水管	DCI パイプ D700 - D400 延長 4.3km
既設管との接続	4箇所

出典：JICA 調査団

6.1.2 積算条件

(1) 事業費の算定条件

事業費は以下の前提条件で算出した。

- 1) 価格レベル：2012年5月
- 2) 為替レート：1円=266 ドン (2012年5月31日 Vietcombank Selling Rate)

(2) 事業費の構成

事業費は建設費 (CAPEX) と運転・維持管理費 (OPEX) からなる。

1) 建設費 (CAPEX)

建設費は「ベトナム建設省通達 No.04/2010/TT-BXD 2010年5月26日付」に則り、以下の構成で積算されている。

- a) 土木工事費
- b) 機械・電気設備費
- c) 補償費
- d) マネジメント費
- e) 設計・施工監理費
- f) その他
 - 地雷、不発弾撤去
 - 工事保険
 - 建設機械の移動
 - 交通安全対策
 - 支障物の移設・復旧
 - その他事業実施に必要な費用
- g) 予備費 : 上記の5%

2) 運転・維持管理費 (OPEX)

運転・維持管理費は以下のものからなる。

- a) 電力費
- b) 薬品費
- c) メンテナンス費
- d) 人件費
- e) 乾燥汚泥処分費

(3) 工事費の積算条件

1) 土木工事費

土木工事はベトナム国の施工業者によって行われ、工事に必要な労務、材料、建設機械はベトナム国内にて調達されるものとする。

2) 機械・電気設備工事費

機械・電気設備に使用される機器は主に国外のサプライヤー／製造業者から調達されるものとする。輸入関税は BOT に関するベトナム国法令 (Decree 108-2009-ND-CP、改正 Decree 24-2011-ND-CP) に基づき、免税とする。

6.1.3 建設費

(1) 土木工事費

1) 土木工事費の構成

ベ国建設省通達 No.04/2010/TT-BXD に則り、土木工事費は表 6.1.2 に示される項目に沿って積算された。

表 6.1.2 土木工事費の構成

項目	内容	算定方法
I. 直接費		
1) 直接工事費	労務費、資材費、建設機械費	設計図面から算出される工事数量に基づき必要量を算定
2) その他直接費	環境保護費、水替工、等	上記 1) の 2.5% を計上
直接費		$T = 1) + 2)$
II. 現場管理費	現場施工管理費用	$C = T \times 6.5\%$
III. 一般管理費等	一般管理費及び利益	$TL = (T + C) \times 5.5\%$
税抜き土木工事費		$G = T + C + TL$
IV. VAT	付加価値税	$GTGT = G \times 10\%$
V. 建設管理費	仮設宿舍、工事管理業務費用	$Gxdnt = G \times 2\% \times 1.1$
計		$G + GTGT + Gxdnt$

出典：Circular No.04/2010/TT-BXD

2) 直接工事費の算出

工事費は基本的に工事数量 x 工事単価にて積算された。工事単価は基本単価すなわち、労務単価、材料単価、機械レンタル単価から構成される。使用した基本単価を添付 D の表 D1.1 に示す。基本単価を元に設定した工事単価を添付 D の表 D1.2 及び表 D1.3 に示す。

3) 土木工事費

土木工事費を表 6.1.3 に示す。直接工事費の内訳を添付 D の表 D1.4 に示す。

表 6.1.3 土木工事費

項目	金額 (百万ドン)	備考
I. 直接費		
取水施設		
浄水施設		
送水管路		
他直接費		2.5% of above
直接費		T
II. 現場管理費		$C = T \times 6.5\%$
III. 一般管理費等		$TL = (T+C) \times 5.5\%$
税抜き土木工事費		$G=T+C+TL$
IV. 付加価値税		$GTGT=G \times 10\%$
税込土木工事費		$G+GTGT$
V. 建設管理費		$G \times 2\% \times 1.10$
土木工事費計		

出典：JICA 調査団

(2) 機械・電気設備工事費

ベ国建設省通達 No.04/2010/TT-BXD に則り、機械・電気設備工事費は以下で構成される。

- 1) 機械・電気機器調達費
- 2) 技術移転費
- 3) 機器設置、作動試験・調整費
- 4) 付加価値税

工事費は主要な機器についてサプライヤー／製造業者からの見積に基づき積算した。

工事費を表 6.1.4 に示す。機械・電気機器調達費の内訳を添付 D の表 D1.5 に示す。機器は主にベトナム国外のサプライヤー／製造業者から調達することを想定している。従ってコストは外貨（円）にて積算された。

表 6.1.4 機械・電気設備費

項目	金額 (百万円)
I. 機械・電気機器調達費	
II. 技術移転費	(III.に含む)
III. 機器設置、作動試験・調整費	
計 (税抜き)	
付加価値税(10%)	
総計	

出典：JICA 調査団

(3) 土木及び機械・電気設備工事費の施設ごとの表示

土木及び機械・電気設備工事費を施設ごとに示したものを表 6.1.5 に示す。

表 6.1.5 土木及び機械・電気設備工事費の概要

	土木工事費		機械・電気設備工事費		計	
	10億 ドン	(百万円 換算)	10億 ドン	(百万円 換算)	10億 ドン	(百万円 換算)
A 取水施設 (47,500 m³/day)	■	■	■	■	■	■
B 浄水施設 (45,000m³/day)	■	■	■	■	■	■
凝集沈殿池	■	■	■	■	■	■
急速ろ過池	■	■	■	■	■	■
浄水池及びポンプ設備	■	■	■	■	■	■
排水処理設備	■	■	■	■	■	■
薬品設備	■	■	■	■	■	■
電気設備	■	■	■	■	■	■
場内整備	■	■	■	■	■	■
C 送水管路	■	■	■	■	■	■
送水管 D700-D400 延長4.2km	■	■	■	■	■	■
既設管との接続 4箇所	■	■	■	■	■	■
Total	■	■	■	■	■	■

出典：JICA 調査団

(4) 補償費

本事業においては浄水場及び汚泥乾燥床はカントー市より無償貸与される土地に建設する。また送水管路は公道下に敷設される。このため補償費は発生しない。

(5) プロジェクトマネジメント、設計・監理費及びその他費用

ベ国建設省通達 No.04/2010/TT-BXD に則り、コストは土木工事費及び機械・電気設備工事費の合計の7%とした。

(6) 予備費

土木工事費、機械・電気設備工事費、補償費、プロジェクトマネジメント、設計・監理費及びその他費用の合計の5%を予備費として計上した。

(7) 建設費総括

上記をとりまとめた総括表を表 6.1.6 に示す。

表 6.1.6 建設費総括表

1円=266ドン

	外貨 (FC Portion)	内貨 (LC Portion)	計		
	(億ドン)	(億ドン)	(億ドン)	円換算 (百万円)	
1. 土木工事費	■	■	■	■	VAT(付加価値税)含む
2. 機械・電気設備工事費	■	■	■	■	VAT(付加価値税)含む
3. 補償費	■	■	■	■	
4. プロジェクトマネジメント費					
5. 設計・施工監理費	■	■	■	■	7% of (1.+2.)
6. その他費用					
7. 予備費	■	■	■	■	5% of (1. - 6.)
初期建設費	■	■	■	■	

出典：JICA 調査団

6.1.4 運転・維持管理費

(1) 算定方法

1) 電力費

電力費は計画した電力使用量に電力単価を乗じて算出した。また、年間想定停電時間に対する発電機運転用燃料費も計上した。

2) 薬品費

計画薬品使用量に薬品単価を乗じて算出した。

3) メンテナンス費

機械・電気設備工事費の1.3%を年間メンテナンス費用として計上した。

4) 人件費

人件費はスタッフ給料と事務所経費からなる。スタッフは3交代の計30名体制とした。

5) 乾燥汚泥処分費

計画汚泥発生量に処分単価を掛けて算定した。乾燥汚泥運搬距離は6kmとした。

(2) 運転・維持管理費

上記により算定した年間運転・維持管理費を表 6.1.7 に示す。

表 6.1.7 年間運転・維持管理費

	単位	数量	単価(ドン)	金額 (十億ドン)	備考
電力費					
電気代	kWh	2,989,350	■	■	8,616時間 /年 x 347kW
発電機燃料費	lit	15,510	■	■	144 時間/年 x 108 lit/時間
			■	■	
薬品費					
PAC (粉末)	kg	288,228	■	■	原水: 15,038,000m ³ /年 注入率: 19.17g/m ³
塩素 (gas)	kg	66,467	■	■	注入率: 4.42g/m ³
			■	■	
メンテナンス費					
メンテナンス費	Ls	1	■	■	機械・電気設備工事費の1.37%
人件費					
事務所経費	month	12	■	■	
マネージャー	MM	36	■	■	3 人 x 12カ月
オペレーター	MM	300	■	■	25 人 x 12カ月
ガードマン	MM	24	■	■	2 人 x 12カ月
運転指導員	MM	1	■	■	日本人
			■	■	
汚泥処分費					
汚泥処分	ton	3,022	■	■	乾燥汚泥: 3,022 ton/year
			■	■	
			■	■	

出典：JICA 調査団

6.2 建設スケジュール

本事業はカントー市人民委員会/水道公社と投資家により設立される SPC との間で締結される BOT 事業契約により実施される。BOT 契約締結後、建設工事は SPC と EPC コントラクターとの間で締結される EPC 契約のもとで行われる。

EPC 契約は 2014 年の半ば頃に締結されることが想定されている。その後 EPC コントラクターは施設の詳細設計を行う。設計の承認後、建設工事が開始される。

建設工事は準備工事から始まり、その後取水施設の栈橋工事が開始される。浄水場の土木工事と送水管路工事は 2015 年初めに開始されることが想定されている。

工事完了後、施設の試運転が行われる。

詳細設計及び試運転期間を含めた工事期間は 32 カ月を予定しており、2016 年末に施設引き渡しを想定している。工事スケジュールを図 6.2.1 に示す。

建設工事費の年度ごとの支出額は 20% (2014 年)、40% (2015 年)、40% (2016 年) と想定している。

Tasks	2014			2015				2016			
	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
Preparation of Detail Design	■										
Approval of Detail Design		■									
Mobilization			■								
Site Preparation				■							■
Intake Pier construction			■								
Earth work and Structure work				■							
Installation of M&E Equipment and piping						■					
Transmission Pipeline				■							
Commissioning Test and Hand over											■

出典：JICA 調査団

図 6.2.1 工事スケジュール

第7章 事業実施計画

7.1 事業全体スケジュール

図 7.1.1 は、本調査の提案事業について、事業組成、建設、O&M を含む事業全体のスケジュールを示したものである。事業組成期間とは、現在の F/S 実施期間から事業に関連する各種契約の締結が完了するまでの期間を想定しており、2014 年初頭までを見込んでいる。その後建設期間が始まり、2016 年に完工する予定である。2017 年に開始する O&M の期間は 25 年を見込んでおり、2041 年に終了する想定である。

本図は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

図 7.1.1 事業全体スケジュール

7.2 詳細スケジュール

7.2.1 事業組成期間

事業組成期間は、1) 事業設計、2) 事業承認、3) 契約交渉及び締結の 3 フェーズに分かれる。図 7.2.1 は各フェーズにおける主要なタスクとそれぞれの実施時期を示す。

本図は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

図 7.2.1 事業組成スケジュール

(1) 事業設計

事業設計フェーズにおいては、本調査団（投資家）が F/S を実施する。

(2) 事業承認

事業承認フェーズでは、JICA が F/S レポート（ドラフトファイナル）の審査を行い、PSIF の活用について一次的な判断を行う。

(3) 契約交渉及び締結

契約交渉及び締結フェーズでは、まず投資家が株主間契約を結び事業実施について合意する必要がある。

7.2.2 建設期間

建設期間は詳細設計フェーズと建設フェーズを含み、2014年に開始する予定である。当該期間は3年を想定しており、2016年度末に完工となる予定である。(建設期間の詳細スケジュールについては第6章2を参照)

7.2.3 O&M 期間

O&M は図 7.2.2 に示す通り、2017年に開始する想定である。当該事業の O&M 期間は25年を見込んでおり、2041年に終了する。(施設譲渡の詳細については第3章 1.3(4)を参照)

本図は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

図 7.2.2 O&M スケジュール

第8章 リスク分析

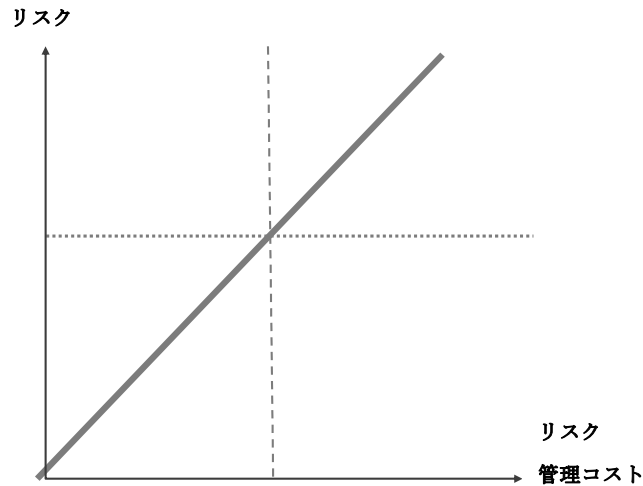
8.1 リスク分析及びリスク対策の検討

8.1.1 リスク分担

事業に係るリスクについては、事業関係者間における適切な分担の在り方と、リスク顕在化に備えた具体的な対策を事業組成時に検討しておく必要がある。特に、リスク分担においては、各リスクを最も効率的・効果的に管理できる者が負う構造にすることが重要である。

リスク分担を適切且つ明確に設計することは、事業コストを抑え、また各事業関係者がリスクの顕在化を防止する為に最大限努力することに繋がるという意味で、政府・民間事業者双方にとって重要である。事業コストの削減は SPC が提供するサービス価格を抑えることにも繋がり、サービスのオフテイカー（多くの場合、政府がオフテイカーとなる）にとっても有益である。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。



出典：JICA 調査団

図 8.1.1 リスクのレベルと管理コストの関係

8.1.2 BOT インフラ事業における一般的なリスク

BOT インフラ事業において一般的に検討が必要となるリスクは、下記の図 8.1.2 のように商業要因や財務要因、外部要因により生じるものに分類される。事業のリスク管理体制を検討するにあたっては、これらリスクをそれぞれ分析し、適切な分担と対策方法を決定する必要がある。

商業要因	財務要因	外部要因
<ul style="list-style-type: none"> ・ 収入リスク - オフテイカーリスク - 料金リスク - 為替変動リスク - 競合リスク - 技術リスク - 需要変動リスク ・ 費用リスク - 物価変動リスク - 為替変動リスク - 設計リスク - 建設・完工リスク - O&M リスク - 用地確保リスク - 第三者賠償リスク 	<ul style="list-style-type: none"> - 資金調達リスク - スポンサーリスク - 為替変動リスク - 金利変動リスク 	<ul style="list-style-type: none"> - 法制度リスク - 許認可リスク - 社会・環境リスク - カントリーリスク - 現地インフラリスク - 下請企業リスク - 契約リスク

出典：JICA 調査団

図 8.1.2 BOT 事業における一般的なリスク

8.1.3 提案事業において想定されるリスク及びリスク管理手法

表 8.1.1 は提案事業において想定されるリスク及び、各リスクに対するリスク管理手法をマトリクスに示したものである。マトリクスではリスク管理手法の一つとして保険の適用有無も示しており、BOT 事業で加入される一般的な保険については、表下に説明している。

表 8.1.1 リスクマトリクス

凡例
<保険の適用有無>
○: 発生する全コストをカバーする保険の適用有り
○: 発生するコストを一部カバーする保険の適用有り
<事業関係者>
○: リスクについて責任を負う関係者
○: 保険でカバーされない残コストについて責任を負う関係者

本図は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本図は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本図は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本図は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

以下に、BOT 事業において加入されることが多い主要な保険を示す。

(1) 海外投資保険

上記マトリクス記載の海外投資保険は、(独)日本貿易保険 (NEXI) により提供されている。当該保険は海外においてジョイントベンチャー (この場合 SPC) に出資する日本企業が被った損失をカバーするものである。SPC が戦争やテロ、天災等の不可抗力事由により事業を継続できなくなった場合の損失や、対象国における外貨交換・海外送金に対する制約により配当金の収受において生じた損失等が対象となる。

(2) 操業開始遅延保険

当該保険は、様々な保険会社より提供されており、加入条件・補填対象の詳細は保険会社によって異なる。一般的には、当該保険では建設期間中の物的損害による操業開始の遅延による損失がカバーされる。

(3) 建設工事保険

当該保険は、様々な保険会社より提供されており、加入条件・補填対象の詳細は保険会社によって異なる。一般的には、当該保険では建設場で起こった事故や天災等により、施設や人、その他資産に生じた損害に係る全ての費用がカバーされる。

(4) 請負業者賠償責任保険

当該保険は、様々な保険会社より提供されており、加入条件・補填対象の詳細は保険会社によって異なる。一般的には、当該保険では事業契約の履行に関する施設や人、その他資産に生じた損害に係わる賠償責任をカバーする。

(5) 第三者賠償責任保険

当該保険は、様々な保険会社より提供されており、加入条件・補填対象の詳細は保険会社によって異なる。通常、当該保険は建設期間を対象とするものと O&M 期間を対象とするものに分かれている為、事業期間全体をカバーする為には、両方に加入する必要がある。一般的には、当該保険では事業における建設や O&M 業務が原因で第三者より賠償を求められた際にかかる全費用がカバーされる。

8.2 事業スキーム案

8.2.1 事業関係者と役割

本調査が対象とする事業においては、1) カントー市、2) オフテイカー、3) スポンサー/SPC、4) 融資者（金融機関）、5) 保険会社、6) 下請企業が係ることを想定している。現時点で想定している各関係者の基本的な役割については、以下の通りである。

(1) カントー市

カントー市とは、ここではカントー市人民委員会、カントー市建設局（DOC）、計画投資局（DPI）、天然資源環境局（DONRE）、財務局（DOF）、科学技術局（DOST）を想定している。

これらの機関は主として事業提案及び F/S の評価と承認、投資家の選定を担う。また、売水価格等の事業に係る詳細な条件について投資家と交渉を行い決定する立場にある。事業条件を定めた BOT 契約書は、カントー市人民委員会と SPC との間で締結されることになる想定される。また、カントー市人民委員会は SPC に対し、カントー市において事業を行う上で必要となる各種許認可・ライセンス等の発行を行う。

(2) オフテイカー

オフテイカーとは、SPC が提供するサービスを購入する主体を指す。当該事業では、カントー市上下水道公社（WSSC）が、SPC が提供する浄水を購入するオフテイカーとなる可能性がある。この場合、WSSC が現在行っている水道料金の徴収は、引き続き彼らの役割として変更しない想定である。

(3) スポンサー/SPC

スポンサー（事業の投資家）は、SPC に出資し株主となる想定である。スポンサーの間では、それぞれの出資比率や SPC の経営体制、株主間の利害対立や破産等の非常時に求められる対応等を規定した「株主間契約」を締結する必要がある。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

(4) 融資者（金融機関）

SPC は金融機関と融資契約を締結し、事業に必要となる長期資金を調達する必要がある。

日本の投資家が事業スポンサーとなる場合、JICA が海外投融資（PSIF）を提供することが考えられる。PSIF は SPC に対し直接提供されるか、或いは現地金融機関を介して提供されることとなる（PSIF の詳細については第9章を参照）。

(5) 保険会社

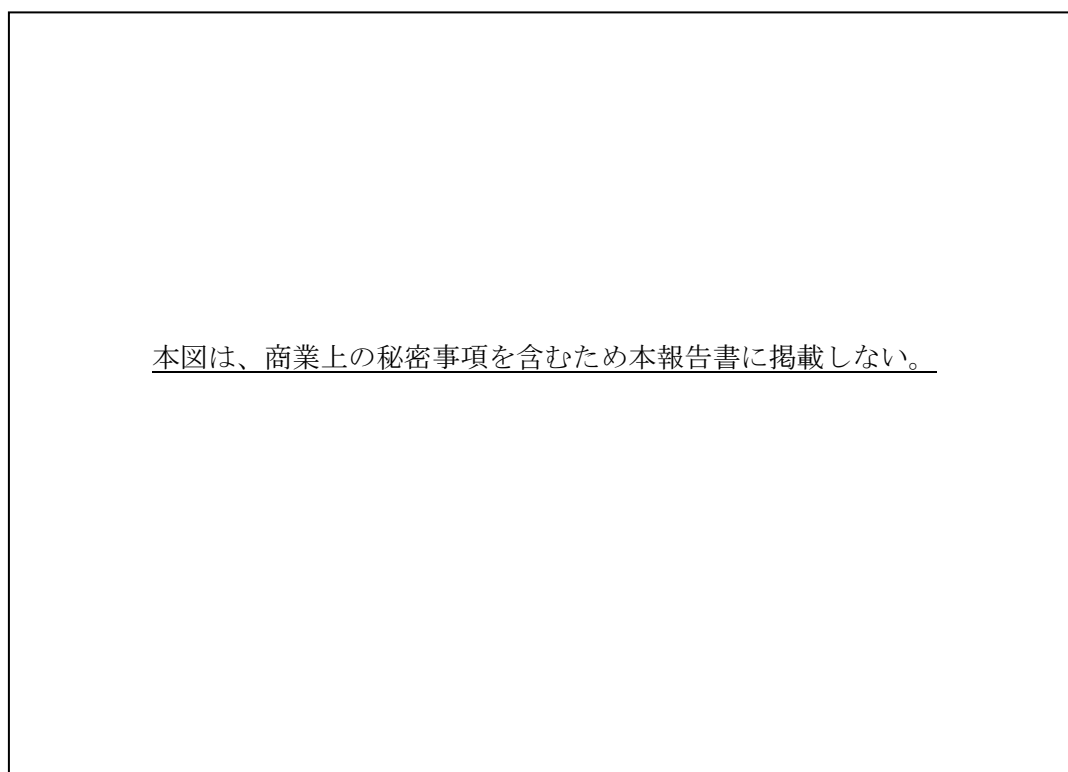
スポンサー/SPC は保険会社と保険購入契約を締結し、事業に係る様々なリスクをヘッジする保険を購入する必要がある。日本の投資家の場合、NEXI が提供する海外投資保険を付保することも可能である。NEXI の保険は、一般的にカバーされるリスクの範囲が幅広く、例えば政治リスクなど民間保険会社が通常提供する保険ではカバーされにくいリスクも対象となっている。

(6) 下請企業

SPC は下請企業と EPC 契約及び O&M 契約を締結する。

8.2.2 事業スキーム案における組織構造

図 8.2.1 は、上記 8.2.1 に示した各事業関係者の役割と関係性の構造を示すものである。PSIF は、現時点では SPC に対し直接提供される想定としている。



出典：JICA 調査団

図 8.2.1 事業スキーム案

8.3 各種契約書の一般的な記載項目

8.3.1 BOT 事業契約

表 8.3.1 は、Circular No.03/2011/TT-BKHDT に規定される BOT 事業契約書の基礎項目のうち、主要なものを要約したものである（同 Circular に規定される全項目については、Appendix B2.7 を参照）。また、各項目に対する留意事項として、現在想定されている本

邦投資家が本事業において期待する条件（リスク分担や保証等）や、その他一般的な注意事項を記載している。

表 8.3.1 BOT 事業契約の一般的な規定項目

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

8.3.2 EPC 契約

表 8.3.2 は、BOT インフラ事業において一般的に必要とされる EPC 契約書の規定項目を整理したものである。また、各項目に対し、本事業特有の留意事項や、その他一般的な注意事項を記載している。

表 8.3.2 EPC 契約の一般的な規定項目

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

8.3.3 O&M 契約

表 8.3.3 は、BOT インフラ事業において一般的に必要とされる O&M 契約書の規定項目を整理したものである。また、各項目に対し、本事業特有の留意事項や、その他一般的な注意事項を記載している。

表 8.3.3 O&M 契約の一般的な規定項目

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

8.3.4 株主間契約

表 8.3.4 は、BOT インフラ事業において一般的に必要とされる株主間契約書の規定項目を整理したものである。また、各項目に対し、本事業特有の留意事項や、その他一般的な注意事項を記載している。

表 8.3.4 株主間契約の一般的な規定項目

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

8.3.5 オフテイク契約

表 8.3.5 は、BOT インフラ事業において一般的に必要とされるオフテイク契約書の規定項目を整理したものである。また、各項目に対する留意事項として、現在想定されている本邦投資家が本事業において期待する条件（リスク分担や保証等）や、その他一般的な注意事項を記載している。

表 8.3.5 オフテイク契約の一般的な規定項目

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

第9章 事業モデルスキーム

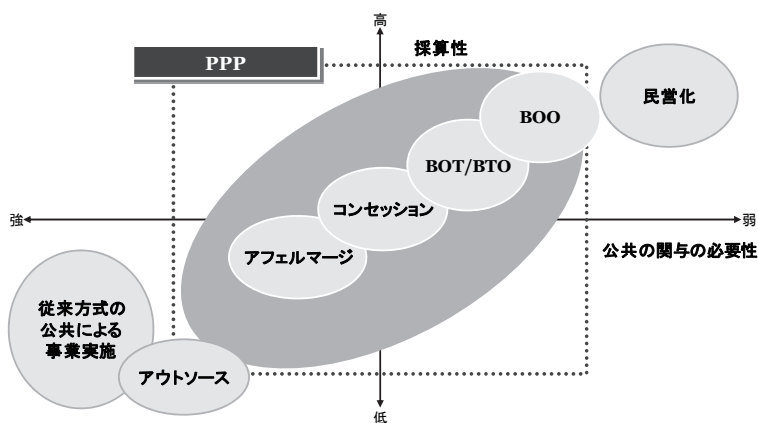
9.1 公共事業における官民連携 (PPP) 手法の導入

第2章に記載の通り、カントー市の財政はインフラ整備への資本需要のために赤字化しており、インフラ整備の投資資金をベトナム開発銀行から資金調達をしている。

世界的に資本投資が必要な国は、必要なインフラ投資コストと利用可能資金源との差を補い、かつ可能な限り効率的、費用対効果を最大化させるため、インフラを整備に官民連携スキーム (PPP) を採用していることが多い。PPP とはインフラ整備やサービス提供に係る資金調達・建設・修繕・維持管理を実施するための官民協力の形態である。

「PPP」という用語は1990年代からヨーロッパで一般的に使用されるようになったが、広く合意された単一の定義やモデルはない。図9.1.1に示すように「PPP」とは民間セクターが公共事業や公共サービスを提供する場合の様々な手法を総称している。

PPPと従来の調達方法との主な違いは、PPPでは施設の稼働状況や商品/サービスの品質によって、契約期間中の民間事業者の収益が変動する点である。民間事業者は、資産の引渡しだけでなく、プロジェクト管理、事業実施、長期の維持管理・運営等事業全体において責任を負う。これにより、従来の公共事業よりも要求水準達成に対するインセンティブが働くという点において利点がある。



出典：JICA 調査団

図 9.1.1 事業形態別 PPP 手法のマッピング

9.1.1 主な PPP 事業方式

「PPP」とは民間セクターが公共事業や公共サービスを提供する場合の様々な手法を指す。事業の発注者は事業採算性に基づいて、適切なスキームと公共セクターの関与度合いを検討するものとする。以下にPPPによる主な事業方式を示す。

(1) BOO (建設・所有・操業)方式

BOO 方式は事業への民間投資・設計・建設・事業完了後の運営を組み合わせたスキームである。事業の運営と所有は公共セクターに移転されることなく実施される。その観点では、BOO 方式は自由市場の考えに近い。BOO 方式では、民間事業者は施設利用者からの料金回収によって、総投資額・運営費・維持管理費を回収し、相応の収益を獲得することが許容されている。

(2) BOT (建設・所有・移転方式) 方式

本提案事業で採用予定の BOT 方式もまた、民間事業者によるインフラ事業の設計・建設・運営・資金調達を伴う。しかし、BOO 方式とは異なり、事業所有権は民間セクターに帰属しない。ホスト国政府が民間主体による建設・運営に対して性能に基づいた支払を行うため、サービス品質をコントロールするに当たり、ホスト国政府はより強い権限を持つ。したがって、この方式では、民間事業者によって提供されるべきサービスの品質を担保できるメリットがある。民間事業者には一定期間の事業運営権が与えられ、期間内に事業収入から事業投資額と維持管理費、相応の収益を回収する。BOO 方式との違いは、契約期間満了時にホスト国政府に事業が移転される点である。

(3) BTO (建設・移転・所有) 方式

BTO 方式もまた、民間事業者によるインフラ事業の設計・建設・運営・資金調達を伴う。しかし、BOT 方式とは異なり、民間セクターは完工時に資産を移転し、建設費と収益は運営の性能に関係なく支払われることになる。民間事業者は一定期間の事業運営権が与えられ、期間内に事業収入から事業投資額と維持管理費、相応の収益を回収する。

(4) コンセッション方式

コンセッション方式は民間事業者によるインフラ事業の設計・建設・運営・資金調達を伴う。しかし、BOT 方式とは異なり、民間セクターは一定期間、利用者から直接料金回収を行う権利が与えられる。民間セクターによる資本投資のための借入は回収された料金によって支払われる。契約期間満了時、事業権はホスト国政府に移転される。

(5) アフェルマージ方式

アフェルマージ方式は一定期間、民間事業者に事業運営権と直接料金回収を行う権利が与えられる。コンセッション方式とは異なり、ホスト国政府が必要な設備を建設する。契約期間満了時、事業権はホスト国政府に移転される。

▼提案スキーム

	従来方式 による調達	アフェルマー ジ	BTO	コンセッショ ン	BOT	BOO	民営化
所有権	官	官	官	官	官*	民	民
資金調達	官	官	民	民	民	民	民
運営	官	民	民	民	民	民	民
サービス 提供責任**	官	官	官	官	官	官	民

民間の関与・事業採算性 低 ← → 高

* 事業契約期間中、民間セクターが所有権を持ち、満了時所有権は移転される
** サービスの量と質の要求水準を設定する

出典：JICA 調査団

図 9.1.2 事業方式別の官民の役割分類

特に BOT 方式とコンセッション方式は、高いサービス品質と費用対効果が期待されるために、水セクターで用いられることが多い。なお、BOT 方式では公益性を担保するため、ホスト国政府に料金水準決定権が残されることが多い。

9.2 資金調達スキーム

事業から生じる収益は返済原資となるため、事業採算性は資金調達スキームに強く影響する。一般的に、収益性の低い事業は長期融資を、収益性の高い事業は短期融資を必要とする。図 9.2.1 の横軸は、事業収益性と必要な返済期間の関係を示す。したがって、事業費が料金を介してエンドユーザーに影響を与える場合においては特に、資金調達源は事業収益性との関係で決定されることが望ましい。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

初期費用が多額である場合、事業スキームの検討にあたっては、資金調達源をどうするかという問題は非常に重要なポイントである。

9.2.1 資金調達源のオプション

浄水場の初期投資資金の調達先としては、次のような財源が考えられる。

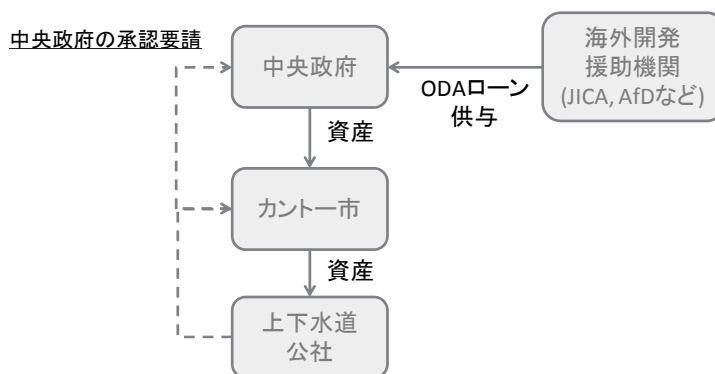
(1) 政府開発援助 (ODA) ローン

ODA ローンは外国政府または多国間支援組織によって提供される長期融資である。ODA ローンの利用は原則的に政府に限定される。

本調査では、日本政府から資金を得る可能性を検討している為、当該オプションの場合には JICA の円借款を利用することが考えられる。円借款の特徴は図 9.2.1 の通りである。

ODAローン

- ODA ローンは国家債務として計上される。
- 国会は公的債務を増加させないという方針がある為、事業に ODA ローンを利用するには中央政府による承認が必要となる。
- 中央政府は国にとっての重要性を考慮し、事業に ODA を適用するか決定する。



出典：JICA 調査団

図 9.2.1 ODA ローンの概要

(2) JICA による PSIF (海外投融資)

第二に、金融機関が (全面的でないにしても) 一定の商業リスクを負担する長期プロジェクトファイナンスが考えられる。

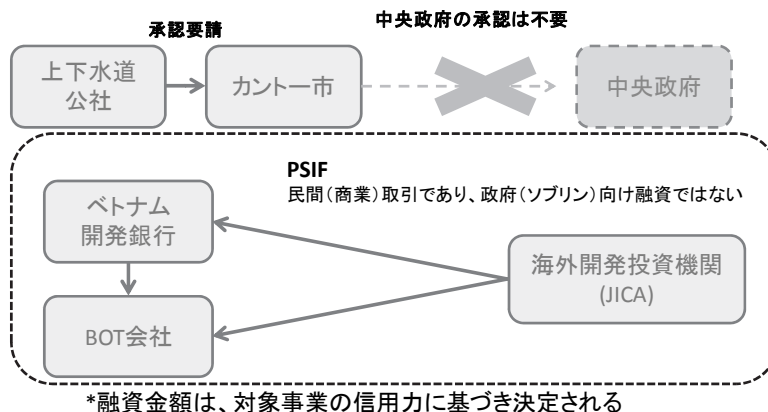
2011 年、JICA は民間事業者に対して、長期融資や出資を行う PSIF 事業を再始動し、その融資期間 (Tenor) は 10 年間の据置期間を含み、最大 25 年と言われている。JICA は民間企業への融資を提供する地場銀行に PSIF を提供することもでき、このスキームは「2 ステップローン」と呼ぶ。2 ステップローンでは、地場銀行による融資は現地通貨建となる可能性がある。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

PSIF を浄水場の初期投資の資金調達に活用する場合、まず浄水場の建設・運営を行う特別目的会社 (SPC) を設立し、当該 SPC が PSIF による融資または出資を受けることになる。それぞれのスキームは図 9.2.2 と図 9.2.3 に示す通りである。

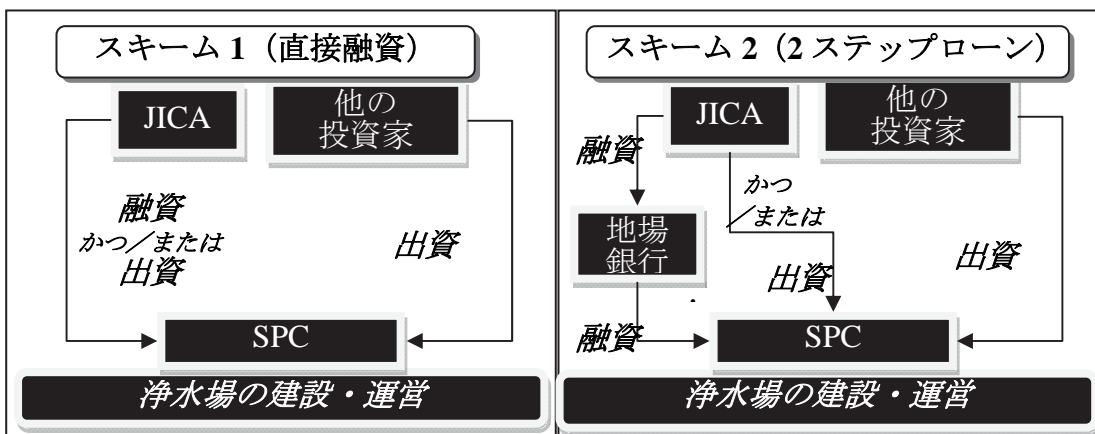
JICAによるPSIF

- JICAによるPSIFは国家債務には計上されない。
- JICAはBOT会社またはベトナム開発銀行に対し(政府向け融資ではなく)、直接融資を行う
- カントー市や上下水道公社は、中央政府の承認を得る必要はない。
- 融資額はBOT会社が投資する事業の信用力に応じて決定されるものとする。



出典：JICA 調査団

図 9.2.2 JICA による海外投融資概要



出典：JICA 調査団

図 9.2.3 PSIF スキーム図

当該オプションを使用する場合、BOT 方式（またはその他 PPP 手法）であることが前提となる。SPC は政府と長期の事業契約を締結し、契約に基づいて SPC が設計、建設、資金調達、浄水場の維持管理を行うものとする。

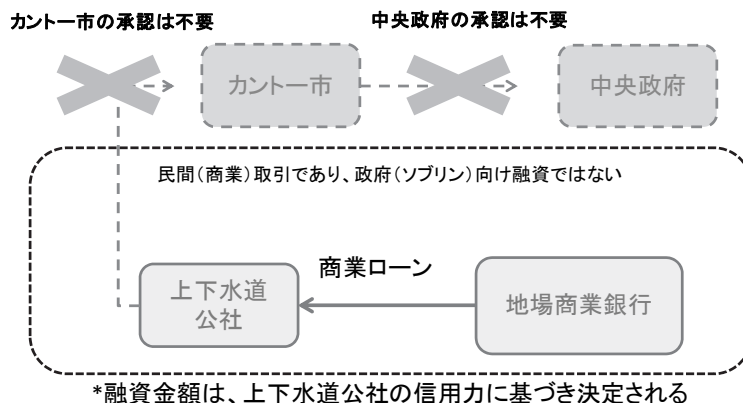
(3) 地場銀行による商業ローン（カントー市上下水道公社(WSSC)による自己借入）

第三に、WSSC 自身が国内外の銀行、または他の投資家から、浄水場の初期投資のための借入を受けることが考えられる。この場合、国内外の銀行や投資家は、当該浄水場事業からのキャッシュフローに限らず、WSSC が手掛ける他のビジネスや投資事業のキャッシュフローも原資として、融資/投資を回収する。

WSSC は現時点では外資の銀行・投資家から借入を受けていない為、この場合の貸し手は国内銀行になることが想定され、スキームは図 9.2.4 に示す通りである。

地場銀行による商業ローン

- 地場銀行による商業ローンは国家債務には計上されない。
- 中央政府による承認は不要だが、融資条件(融資期間、利率、融資額等)は不利になる。
- 融資額は上下水道公社の信用力によって決定される。



出典：JICA 調査団

図 9.2.4 地場銀行による商業ローン概要

9.2.2 資金調達源オプションに関する考察

表 9.2.1 は、想定される資金調達源オプションの比較である。本事業への適格性の観点から、項目別に各財源を評価し色分けしている。なお、図 9.2.3 に示すように、海外投融資は直接融資と 2 ステップローンに分類している。

円借款は有効な資金源の一つと考えられる。長期かつ低利による融資が可能であり、ベトナム政府がインフラ事業の資金を調達するのに最も一般的な方法でもある。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

一方、PSIF によるプロジェクトファイナンスも有効な資金調達源とみなすことができる。特に円借款ほど申請に時間がかからないという点で有利である為、事業の開始スケジュールを考えると、PSIF が最も有効な資金調達源であると評価することが妥当である。直接融資と 2 ステップローンのいずれを選択するかについては、詳細な財務条件が確定した段階で、後に分析を行う。

表 9.2.1 資金調達源比較

	円借款	長期プロジェクト・ファイナンス		WSSC 自己借入 (国内銀行より)
		PSIF (SPC へ直接融資)	PSIF (2ステップ)	
通貨	円建て	円建て	ドン建て	ドン建て
利率	超低利	低利	中~高利	高利
利用前提条件	ベトナム政府により優先事業と認められること	事業に経済性が認められる限り取得可能	事業に経済性が認められ、地元銀行に受入れられれば取得可能	(融資先の特定により時間を要する可能性がある)
申請・審査期間	長期	中期	中期	短~中期
その他	ローンはベトナム政府の債務となる			

出典：JICA 調査団

- 注:
- * 円借款に係るデータは JICA ホームページによるもの
 - * 上記データは現状の金融市場からの推定であり、変化する可能性がある。上記条件による資金調達が確実であることを示唆するものではない。
 - * 色分けの凡例はそれぞれ次の通りである

最も好ましい	好ましい	どちらでもない	好ましくない
--------	------	---------	--------

9.3 その他前提条件

(1) 税務に係る前提条件

1) 所得税

毎事業年度の所得税率は第3章.1.3(5)に記載のインセンティブに基づいて次の通りとなる。

供用開始後	
1~4年目	0%
5~9年目	5%
10~15年目	10%
16年目以降	25%

2) 関税

関税は免除となる。(BOT法 38条)

3) 付加価値税 (VAT)

水事業における付加価値税 (VAT) は五%に低減されているため (正規率は 10%)、受取付加価値税は支払付加価値税よりも低くなることもある。付加価値税は建設費にのみ反映した。

(2) 料金

1) 水利権

水資源の利用に使用料が求められるとする法令がある。

2) 土地利用料

土地利用料は BOT 法のもとでは免除され、財務分析上は計上されない。(BOT 法 38 条 3 項)

(3) 履行保証金 (BOT 法 23 条)

履行保証金は下記 a と b の合計以上となる。

-総投資額のうち、1 兆 5,000 億 VND 分について 2%

-総投資額のうち、1 兆 5,000 億 VND を超えた部分については、当該超過分の 1%

(4) インフレ

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

(5) 通貨下落

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

(6) 減価償却

会計・税務の計算上、建設費や大規模修繕費は完工、修繕の終了時に固定資産として計上し、減価償却については、事業期間満了時に完全償却するように事業期間の残りの年数にわたって償却させる。

9.4 事業組織

9.4.1 SPC の経営組織

当該事業で設立される SPC は、有限会社 (Limited Liability Company) 或いは株式会社 (Joint Stock Company) の形態を取ることが想定される。同国の企業法 (Law No. 60/2005/QH11) では、有限会社および株式会社について、それぞれ表 9.4.1 の経営組織を有することが求められている。各役職の役割の詳細については、定款上にて明確化されることになる。

表 9.4.1 企業形態別の経営組織

企業形態	必要とされる経営組織機関	主な機能
有限会社 (Limited Liability Company)	1) 社員総会	会社の最高意思決定機関であり、会社の戦略や事業計画、社長の待遇、その他経営に関する事項について決定を行う。
	2) 社員総会会長	社員総会の会長は、総会にて決定・指名される。会長は総会の議題・資料作成等の開催準備を実施或いは指揮し、総会で決定された事項の実行について監督する役割を担う。
	3) 社長	社長は社員総会にて決定される。総会で決定された事項を実行・指揮する役割を担い、またそれに関連する日々の経營業務における意思決定を行う。
	4) 監視委員会 (11 人以上の社員を有する企業が対象)	当該機関の役割・義務については、定款上で決定する (企業法では具体的役割が規定されていない)。
株式会社 (Joint Stock Company)	1) 株主総会	会社の最高意思決定機関であり、発行株式の数・種類の決定、取締役会及び監視委員会の役員選定/除名の決定、毎年度の財務報告書の承認等の役割を担う。
	2) 取締役会	会社の経営を担う機関であり、会社の戦略や事業計画、組織形態、株式発行、その他経営に係ることで、株主総会による意思決定事項の範疇に入らない事項について意思決定を行う。また、社長による日々の経營業務に対する監督も行う。
	3) 取締役会会長	取締役会の会長は株主総会又は取締役会により任命され、定款にて別途規定がない限り、社長と兼任となる。会長は取締役会の

企業形態	必要とされる経営組織機関	主な機能
		開催に向け、議題や資料作成等の準備を実施或いは指揮し、取締役会での決定事項の実行について調整・監督する役割を担う。
	4) 社長	社長は取締役会により任命される。取締役会の決議事項を実行し、それに関連する日々の経營業務における意思決定を行う。
	5) 監視委員会 (11人以上の株主を有する企業又は単独で50%以上を有する株主が存在する企業が対象)	委員会のメンバーは取締役会/社長から独立した立場で、取締役会/社長による経営・事業方針の妥当性を監督・評価する。

出典：企業法 (Law No. 60/2005/QH11) を元に JICA 調査団が作成

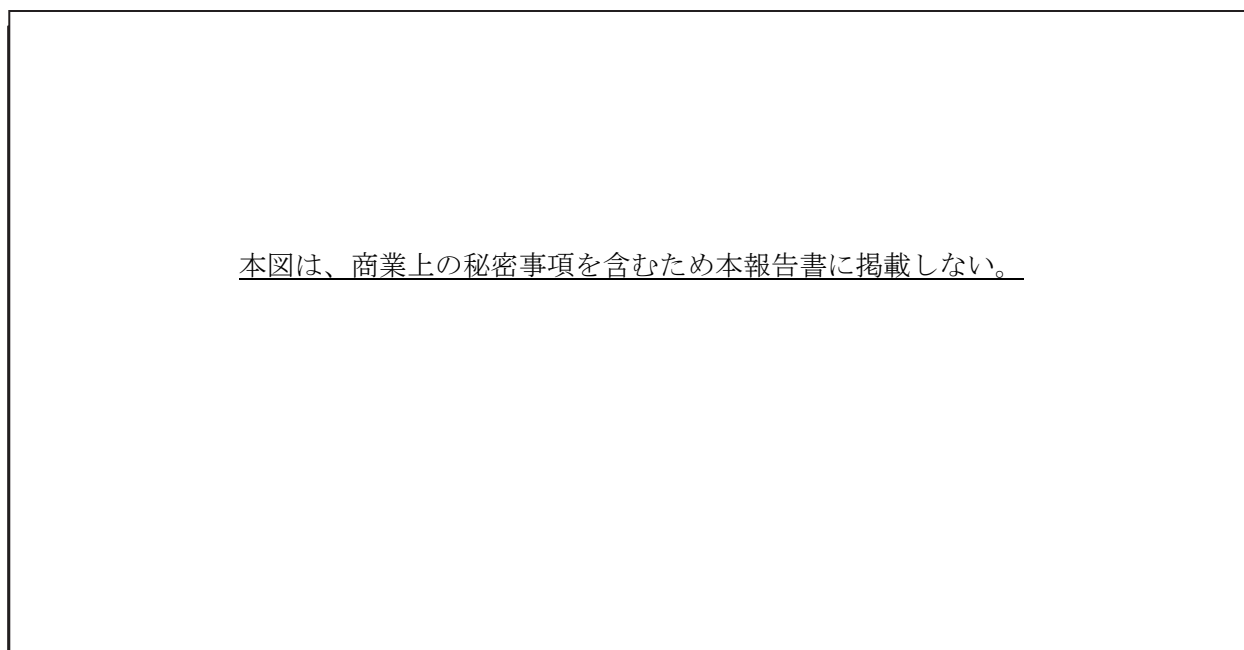
有限会社と株式会社いずれの場合においても、会社の法的代表者 (representative-at-law) はベトナム国の永住者である必要があり、当該代表者が 30 日以上国を離れる場合には、不在時の代行者を書面で任命し設置することが求められている。有限会社の場合は社員総会の会長または社長、株式会社の場合は取締役会の会長または社長が、当該代表者となる資格を有する。当該代表者以外のポジションについては、日本人を配置することが可能である。

9.4.2 運転維持管理 (O&M) 業務の実行組織

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。



出典：JICA 調査団

図 9.4.1 O&M 請負企業の組織体制 (案)

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

表 9.4.2 バックアップ体制 (例)

<p><u>本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。</u></p>
--

出典：JICA 調査団

表 9.4.3 O&M 請負企業の人員配置計画 (案)

<p><u>本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。</u></p>
--

出典：JICA 調査団

第10章 提案事業スキームに関する財務評価

10.1 提案事業スキームの財務計画

本調査では、提案する事業スキーム案について、財務分析を実施した。本分析では調査団が想定する投資家が求める諸条件を前提として分析を行った。

10.1.1 財務分析における前提条件

財務分析の前提条件には、1) 事業計画（事業範囲とスケジュール）、2) 税務、3) 資金調達、4) 事業組成及び建設費用、5) O&M 費用、6) 収益、7) 準備金預金の7つが含まれる。分析時の単位にはベトナムドン（VND）を用いている。

(1) 事業計画に係る前提条件

1) 事業スキーム

第9章で示した通り、当該事業は BOT スキームによる実施を計画しており、民間の投資家が SPC を設立し、SPC が事業契約に基づき設計、建設、資金調達、運営・維持管理を行う想定である。BOT 事業又は BOT スキームでは通常、O&M 期間は長期となる。

2) 事業計画

事業の実施計画は表 10.1.1 の通り予定している。

表 10.1.1 事業計画

SPC の設立	2013 年
建設開始	2014 年
完工	2016 年
施設供用開始	2017 年
O&M 期間の終了	2041 年 (O&M 期間は 25 年)

出典：JICA 調査団

3) 施設概要/稼働率等

施設概要については、取水施設及び浄水施設（設計容量 45,000m³/日）並びに浄水施設から既存配水管への送水管路が整備対象となる（詳細は第6章を参照のこと）。稼働率については2017年の施設供用開始から100%稼働を想定する。ただし、日平均は約 39,000 m³/日である。

(2) 税務に係る前提条件

付加価値税（VAT）は建設費に関して加味した。

法人税については第9章で示した税率にて分析に加味している。

固定資産税については加味していない。

(3) 資金調達に係る前提条件

1) 資金調達先

初期投資額（建設費、建設期間中の利子払い等を含む）の70%については JICA の PSIF により融資を受ける想定である。残り 30%については、出資の形で民間投資家により投資される想定である。

2) 融資条件

融資の条件は表 10.1.2 に示すように想定している。

表 10.1.2 融資条件

融資形態		PSIF
通貨		日本円
利子率		3%
融資期間	引出期間	3年
	据置期間	2年
	返済期間	20年
	合計	25年

出典：JICA 調査団

3) EIRR

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

(4) 事業組成及び建設費用に係る前提条件

1) 建設費用

建設費用の条件は表 10.1.3 に示すように想定している（詳細は第 6 章を参照のこと）。

表 10.1.3 建設費用の内訳（2012 年価格）

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

2) 事業組成費用

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

3) 建中金利

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

(5) O&M 費用に係る前提条件

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

(6) 収益に係る前提条件

SPC の収入としては、WSSC から受領する売水収入と手元現預金等を銀行に預けている間加算されることとなる預金利子収入を想定しており、その詳細は以下のとおりである。

1) 売水収入

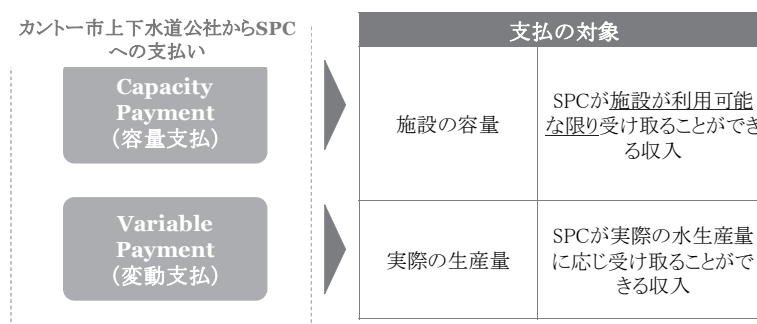
本プロジェクトにおいてカントー市上下水道公社から SPC に対して支払われる水卸売の対価は、表 10.1.4 のとおりである。

表 10.1.4 売水収入

<p>本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。</p>

出典：JICA 調査団

表 10.1.4 の毎年の SPC の売水収入は、図 10.1.1 に示される「Capacity Payment」(容量支払)部分と「Variable Payment」(変動支払)部分より構成される「テイクオアペイ」方式という支払いメカニズムに基づき算定されており、以下「テイクオアペイ」方式の考え方について説明を記述する。



出典：JICA 調査団

図 10.1.1 「テイクオアペイ」方式の概要

a. 導入の背景

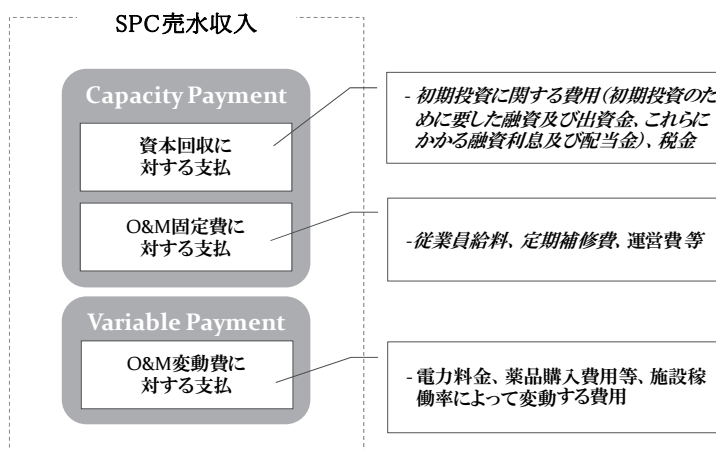
「テイクオアペイ」方式とはプロジェクトファイナンスを用いるインフラプロジェクトにおいて世界中で広く一般的に利用される支払いメカニズムであり、官民の間で予め合意され、契約に規定されたインフレ、為替減価などに関するリスク分担に従い SPC の収入を保証するものである。

借入人としての収入を返済原資とすることができるコーポレートファイナンスと異なり、プロジェクトファイナンスでは対象プロジェクトから発生する収入のみが返済の原資として充てられるため、プロジェクトファイナンスを採用する場合には、適切なリスク分担に基づいてプロジェクトの収入が保証されることは銀行にとって重要である。

そのため、プロジェクトファイナンスで資金調達を行おうとする場合は、銀行から資金調達を行うため、適切なリスク分担を検討しそれを具現化する支払メカニズムを構築、採用する必要がある、このような支払メカニズムの採用が必須条件となる。

b. 収入の構成

「テイクオアペイ」方式を採用する場合、SPCの収入は、図10.1.2に示す通り「Capacity Payment」（容量支払）部分は投下資本回収部分と O&M 固定費回収部分から構成され、「Variable Payment」（変動支払）は O&M 変動費から構成される。



出典：JICA 調査団

図 10.1.2 SPC の売水収入構成

c. 計算方法

「テイクオアペイ」方式のもと、SPCの収入は図10.1.3のとおり計算される。

本図は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

図 10.1.3 SPC 収入の計算式

「Capacity Payment」(容量支払)は、新設する浄水場が、オフテイカーが求める浄水生産キャパシティを有していることに対して支払われる金額である。この為 SPC は、施設の不具合や供用開始の遅延等、契約上求められる生産キャパシティを維持できない状況に陥らない限り、合意された支払金額を全額受け取ることが可能であり、実質的に定額の収入と言える。一方、「Variable Payment」(変動支払)は施設の実際の稼働率に応じて変動するものであり、水需要の低下等により稼働率が落ちるような場合には、当該部分に係る収入額は想定を下回る可能性がある。

d. 価格改定要素

「テイクオアペイ」方式のもと、図 10.1.3 で示される SPC 収入の計算においてはこれら構成要素それぞれについて、インフレ率や為替下落率が加味される。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

表 10.1.5

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典: JICA 調査団

これらの要素に加え、「テイクオアペイ」方式では法令変更(例:税制変更)も対価の改定に反映されることが一般的である。このような価格改定の仕組みについてはオフテ

イク契約及び BOT 契約において規定される必要がある。

2) その他の収入

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

10.2 提案事業スキームの財務分析結果

上記の前提に基づき財務分析を行ったところ、下記の結果が算出された。

10.2.1 投資家が求める諸条件を前提とした財務分析結果

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

表 10.2.1 は前述の前提条件のうち、建設期間中の資金調達と資金使途に関して一覧にまとめたものである。

表 10.2.1 資金調達金額と建設期間中の資金使途

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典 JICA 調査団

*1JPY =266VND の 2012 年価格にて換算

表 10.2.2 は、前述の前提条件を用い、O&M 期間中の SPC の収入と支出を一覧にしたものであり、毎年の想定為替レートにて円建てにて換算している。

表 10.2.2 25 年間の O&M 期間中計の支出と収入

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典: JICA 調査団

* O&M 費用 : 234.4 億 VND/年、約 8,800 万円/年 (2012 年価格)

* SPC 運営費用 : 毎年の事務費用、監査費用等に 53.2 億 VND/年、約 2,000 万円/年 (2012 年価格)

*毎年の想定為替レートにて換算

図 10.2.1 は O&M 期間中の SPC の収入を売水量で除算し、1 m³ 当たりの売水価格を算出し、グラフにしたものである。「テイクオアペイ」方式を採用する場合、事業開始時は、現在の価格との比較では割高に見える売水単価が算出されるが、事業期間全体での売水単価平均伸び率はインフレ率より低く後年度割安な価格となることが多い。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本図は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典 JICA 調査団

図 10.2.1 m^3 当たり卸売水価格の内訳

10.2.2 その他の分析

分析の結果は、下記パラメーターを動かすことで変更させることができる。

- a. 初期投資額
- b. O&M 費用
- c. 目標 EIRR
- d. 各資金調達先の割合 (優先ローン/劣後ローン/出資)
- e. 各借入金の利子率 (優先ローン/劣後ローン)
- f. VND 下落率 (対 US ドル/日本円)
- g. インフレ率
- h. 配当率(大規模修繕前/後)

調査団が想定する投資家が求める条件では、カントー市上下水道公社が求める売水単価との乖離が大きいため、上記パラメーターのうち、初期投資金額が減少させた場合、目標 EIRR を変更した場合の 2 ケースについて、以下、感度分析を行った。

(1) 初期投資金額が減少された場合

本章の 1.1 で示した前提条件のうち、初期投資金額について表 10.2.3 の金額に変更を行い、売水単価を試算した。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

表 10.2.3 建設費用の内訳 (2012 年価格)

<p>本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。</p>

(2) 目標 EIRR を下げた場合

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

10.2.2 財務分析に関する所見

調査団は前述の提案事業スキームの分析結果をもって、カントー市上下水道公社及びカントー市関係者と協議を重ねた。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

ベ国での水道料金は、第 3 章で説明されているとおり、「Joint Circular No.75/2012/TTLT-BTC-BXD-BNNPTNT (Joint Circular Guiding Principles and Method of Determination and Competence to Decide Water Consumption Price in the Urban Areas, Industrial Zones and Rural Areas)」により、水処理及び・売水に係る総費用を基本に計算されているが、民間資金の活用は、経済発展とともに増加するインフラ整備需要に対応するため有効な手法であり、事業そのもののメリットとデメリットについて十分な理解・検討を重ねた上で検討が進められるべきである。

10.3 経済的費用便益分析

本経済的費用便益分析は ADB により発行された「水道事業プロジェクトの経済分析のためのハンドブック」(2009年)(以下「ADB ハンドブック」)を参照している。経済的費用便益分析は、事業を実施した場合(“with Project”)と、事業を実施しない場合(“without Project”)の費用と便益を想定し、事業を実施した場合に対象地域経済にもたらされる便益を分析し、事業実施の経済的妥当性を評価するものである。評価指標としては一般に経済的内部収益率(Economic IRR)や経済的現在価値(ENPV)、費用便益比(B/C)などが用いられるが、本分析では Economic IRR を求めることとする。

10.3.1 経済的費用の計算

(1) 提案事業の市場価格

本事業のプロジェクト費用想定は表 10.3.1 のとおりである。プロジェクト費用が一企業に対して発生する費用であるのに対し、経済的費用は経済全体に影響を与える費用を表す為、移転資本(税金、関税、補助金)や運転資本(借入金の借入・返済など)はここでは除外する。

表 10.3.1 初期投資費用と O&M 費用の想定

(十億 VND)

<p>本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。</p>

出典：JICA 調査団

経済全体への影響を加味する為、プロジェクト費用には以下の 1)~3)を考慮する必要があるが、本事業においては発生しないものと考えられる。

1) 土地の機会費用

土地の使用にかかる機会費用は経済的費用として計上すべきである。

2) 原水利用の機会費用

既に他の目的で使用されている水源を本事業の原水に充てる場合で、結果として現行の目的で水を利用できなくなる場合、原水の機会費用を計上する必要がある。

3) 外部効果

例えば事業による環境汚染等、対象地域への影響が想定される場合は、当該影響を定量化し費用として加算する必要がある。

(2) 経済的費用の評価

次に当該プロジェクト費用額を「経済的価値」にする為の調整を行う。経済的価値とは、政府による市場への介入・市場価格の歪曲等による影響を取り除いた、財・サービスの正当な経済的価値である。上記のプロジェクト費用（市場価値）からこうした介入の影響を除外し、経済的価値に換算するため、以下の「換算係数 (conversion factor)」を利用する。

1) 非熟練労働者賃金

労働市場において政府が最低賃金を設定していることがあるが、このような政府による干渉は経済性分析においては排除する。労働賃金の市場価格を経済価値に換算するため、「影の労働賃金換算係数 (Shadow Wage Exchange Rate; SWER)」を使用する。

2) 為替換算率

プロジェクト費用は外貨建て分と非外貨建て分を含むが、外貨建て分は関税や輸出補助などの政府干渉の影響を受けており、これを経済的価値に換算する為、影の為替レート割合(Shadow Exchange Rate Factor; SERF)を利用する。

3) 電気代

電気代は、燃料代、労働賃金、原料代などの構成費用ごとに、換算係数を乗じて調整すべきとされている。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

(4) プロジェクト費用の経済的費用への換算

上記条件を加味し、提案プロジェクトの費用を経済的費用に換算したものが表 10.3.2¹である。当該表の費用が、事業を実施する場合 (with Project) の費用として想定される。

表 10.3.2 提案プロジェクトの費用 (経済的費用への換算後)

(十億 VND)

<p>本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。</p>

出典：JICA 調査団

10.3.2 経済的便益の計算

(1) 水供給プロジェクトにおける経済便益の定量化と評価について

1) 増分便益と非増分便益

水供給プロジェクトからの総便益は、増分便益 (Incremental Benefit) と非増分便益 (Non-Incremental Benefit) とを特定することで推定することができる。このうちまず非増分便益とは、既存の水供給源が新しい水供給システムに置き換えられることによりもたらされる便益である。例えば、給水地域で現状井戸水、河川水、あるいは購入した飲料水を利用している住民が、新しく当該プロジェクトの水道水に切り替えた場合、こうした置き換えられた消費分が非増分と見なされる。一方で、新しい水供給システムの供

¹ OPEX の外貨/内貨の内訳は、維持管理費用については 25 年間総額の外貨相当分と VND 建相当分の比率から、人件費と事務所運営費については保険代を控除した 25 年間総額の外貨相当分と VND 建相当分の比率から算出している。

給水量のうち、水使用量の上昇等による増加需要に対応する部分は増分便益である。

本調査では、ベースライン調査（第11章および付録- E1 参照）の結果を参考に、水消費量と利用価格、及び経済便益は下記の通り試算した。

①非増分便益 (Non-Incremental Benefit)

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

②増分便益 (Incremental Benefit)

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

③合計便益 (Total Benefit)

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

2) 無収水からの便益

無収水は、給水管からの漏水のような技術的ロス、及び盗水やメーター未整備などによる非技術的ロスの2種類から発生する。財務分析において、無収水（の便益）は除外されるが、経済的便益分析においては、無収水のうち非技術的ロスに起因する部分は、当該部分が実際には地域住民によって消費されているものであることから、経済的便益の中に含まれる。これは、経済的便益分析が、地域社会の全ての参加者に関する経済分析であるためである。

無収水からの便益（非技術的ロス）：

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

10.3.3 Economic IRR の計算

毎年の経済的費用と上記で計算した経済的便益を組み合わせ、Economic IRR を計算したのが表 10.3.3 である。ADB ハンドブックにおいては、プロジェクトが経済的に viable であると判断されるための最低の Economic IRR を 12% としている。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

第11章 環境社会配慮

11.1 ベースライン調査

水道計画作成の参考資料とするため、カントー市における現在の水使用状況、特に水道、井戸、河川や運河の水など様々なソースの利用状況や衛生状況を分析、また既存の水道に対する満足度、「支払い意志額 (Willingness to Pay)」の調査等を目的としたベースライン調査を実施した。2012年6月から7月にかけて、合計516世帯を対象とした聞き取り調査結果概要を以下に示す (ベースライン調査報告書本文は、付録 E-1 に収録)。

11.1.1 背景と調査目的

2006年の調査では、カントー市都市部での水道普及率はおおよそ62%であった(残りは、30%が井戸、4%が雨水、2%が川や池の水を利用¹)。地区ごとの格差はいまだに大きいものの、現在では都市部全体での水道普及率はおおよそ80%に上昇している²。経済成長や人口上昇、また給水区域の拡大により、カントー市の水道需要は今後拡大することが見込まれており、本調査で提案されている上水道計画は、この需要増に対応するものである。都市部の世帯の多くは、水道以外にも様々なソースの水を利用している。今回の調査では、WSSCのサービスを利用している世帯のおよそ3分の1が、水道以外の水を利用していた。上水道計画のフィージビリティの評価には、都市部の住民がどの水をどのような用途で使っているか、またそうした判断の基準を精査することが重要である。また、水道サービスの向上にたいする支払い意思額 (Willingness to Pay) を調査することは、プロジェクトの経済性評価のために必要である。こうした理由から、カントー都市部の世帯を対象としてベースライン調査を実施した。その目的は以下の通りである。

- 現在の水利用パターンの分析 (ソース、使用水量および用途)、また、収入増など、今後の社会経済的变化が水利用に及ぼす影響の分析
- 井戸や河川/運河の水を含む、様々な水源の水質および水量のレビュー
- 現在水道を利用している世帯に対する満足度調査
- より良い水道サービスにたいする「支払い意志額」調査
- 衛生状況および水に由来する疾患の調査

11.1.2 調査手法

(1) サンプルの選定

ベースライン調査は、カントー市の4つの都市部 (ニンキュー、ビントイ、カイラン、オモン) の11区で実施した。本案件が想定している給水地域はニンキューおよびビントイ地区であるため、サンプルの60%以上を両地区から収集した。11区は、カントー市上下水道公社 (WSSC) の既存および将来の給水区域、また本案件で建設予定の給水

¹ 2006年に実施された世帯調査より (Can Tho University. 2011. *Water Governance Assessment: the Case of the Mekong Delta*, Can Tho: Can Tho University)。合計が100%にならないのは丸め誤差のため。.

² Carrard, N., Paddon, M., Willetts, J. and Moore, D. 2012. *Poverty Dimensions of Water and Sanitation Services and Climate Vulnerability in Can Tho City*, report prepared by the Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney.

区域をもとに選定された。既存サービスの質、特に水圧を評価するため、既存の給水区域の中でも、浄水場から近い地域、遠い地域の両方で調査を実施した。

サンプル抽出には、無作為に抽出した番号を使い、住民台帳から調査対象となる世帯を抽出した。また、各区で実施する調査件数は、各区の人口比を元に決定した。サンプルは住民台帳を基に抽出されたため、住民台帳に登録されていない不法居住者は本調査には含まれない。調査は、各地区・区の役所の協力の基に実施し、世帯訪問の際には、各役所の担当者が同行した。

(2) 質問票の作成

6月21、22両日、ビントイおよびオモン地区でパイロット調査を実施した。パイロット調査の結果を元に、より有益な情報が収集できるように質問票の内容を修正し、その後、6月27日から7月11日にかけて本調査を実施した。質問票は大きく5つのパートに分かれており、その内容は以下の表11.1.1に示す通りである。(質問票の全文は、付録E-2に収録)。

表 11.1.1 質問票の内容

セクション	テーマ	収集する情報
A	基礎情報	<ul style="list-style-type: none"> 世帯の人口・社会経済情報
B	現在の水利用状況	<ul style="list-style-type: none"> 利用している水の種類と用途 使用水量とコスト
C	水道に対する満足度 水道に対する「支払い意志額」	既存の水道利用者 <ul style="list-style-type: none"> 既存サービスへの満足度（水圧、断水、味や臭いなどの基準で評価） サービスの改善にたいする支払い意思額 今後サービス対象となる世帯 <ul style="list-style-type: none"> 水道サービスの利用意思の有無 水道サービスにたいする「支払い意志額」（接続費と毎月の水道料金）
D	衛生状況	<ul style="list-style-type: none"> 水に由来する健康疾患 トイレの有無・種類、汚水の処理方法
E	洪水・災害事例	<ul style="list-style-type: none"> 過去の洪水や水害の有無、被害状況

出典: JICA 調査団

(3) 分析とレポート作成

世帯調査の完了後、質問票をデータベースにまとめ、内容を分析した。調査内容の分析結果は、以下のセクション11.1.3に概説した。ベースライン調査の本文は、付録E1に収録されている。

11.1.3 ベースライン調査の結果概要

(1) 概要

調査対象世帯は、水道利用の有無、また水の使用パターンから6つのグループに分類される(表 11.1.2 を参照)。カントー市都市部の給水は、原則として WSSC の責任範囲であるが、都市化がまだ十分に進んでいない地域については、農村給水衛生センター (CERWAS) が給水を担当しているのが実情である³。順次、WSSC のサービス区域が拡大していく予定であるが、2020 年まではビントイ、オモン、カイランの一部で CERWAS による給水が実施される。

表 11.1.2 都市部の世帯の分類

WSSC の水を利用		水道サービスを非利用		CERWAS の水道を利用	
WSSC の水のみを利用	WSSC の水の他、他ソースも利用 (井戸や雨水、ボトル飲料水など)	WSSC の水を利用する意思あり	WSSC の水を利用する意思なし。 理由として： - 現在の水 (井戸など) に満足 - 価格が高すぎる	WSSC の水を利用する意思あり	WSSC の水を利用する意思なし
218 世帯	110 世帯	147 世帯	10 世帯	14 世帯	13 世帯
332 世帯		157 世帯		27 世帯	

出典: JICA 調査団

表 11.1.3 に、今回調査を実施した 516 世帯の人口・家計統計を地区別にまとめた。統計を見ると、世帯の人数は 1 人から 17 人まで、また毎月の世帯収入は 40 万 VND から 8000 万 VND までとサンプル世帯の人口・家計状況にはかなり大きな違いがある。一人当たりの水利用量にも大きな差がみられた。これは、主に河川や運河、井戸の水を利用している世帯は水の使用量を計測する習慣が無いいため、自己申告による水量が過小・過大である可能性があることが一因である。また、自宅でレストランやカフェを経営している世帯もあり、そうした世帯では消費水量が大きい⁴。分析がこうした外れ値に影響されないよう、分析にあたっては平均値だけでなく中位値を利用した。

³ 2020 年までの WSSC と CERWAS の給水区域の分けについては、2012 年 2 月 15 日付けのカントー市人民委員会のレター (No. 525/UBND-XDĐT) に記載されている。2020 年以降の分けは、今後、DOC が決定する。

⁴ レストランや喫茶店に対しては、4m³までは VND4100/m³、それ以降は VND6400/m³ の水道料金が適用される。

表 11.1.3 地区別に見た調査世帯の概要

地区	調査世帯数	世帯人数	平均の月収 (100万 VND)	一人当たり水 使用量 中位値 (リッター/ 日)	一人当たり水 使用量 平均値 (リッター/ 日)	WSSC の カバー率
ビントイ	125	4.7	7.1	119	129	83.2%
ニンキュー	201	4.6	8.8	127	143	89.6%
オモン	110	4.5	6.2	78	93	25.5%
カイラン	80	4.5	6.6	142	133	25.0%
合計/加重平均	516	4.6	7.5	111	126	64.3%

出典: JICA 調査団

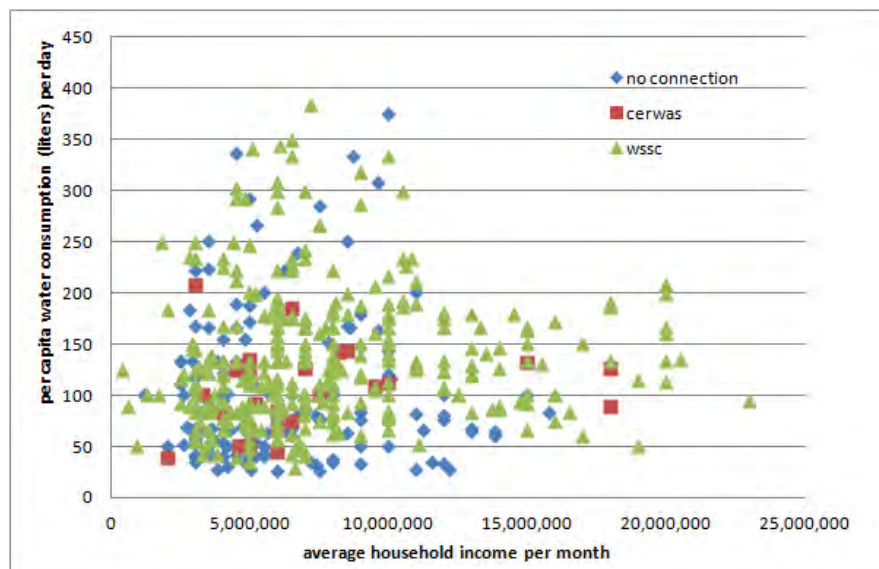
オモンとカイラン地区では興味深い違いがみられた。世帯収入や WSSC のサービスカバー率は似たような結果が出た一方で、カイラン地区での水使用量はオモンの世帯のものよりもかなり多く、より都市化が進んでいる2地区に匹敵する。表 11.1.4 は、同じデータを水道の利用状況別に並べ替えたものである。一人当たりの水使用量は、WSSC の水を利用している世帯で最も多く、水道を利用していない世帯で最も少ない。

表 11.1.4 水道接続状況別に見た調査世帯の概要

サービス形態	調査世帯数	世帯人数	平均の月収 (100万 VND)	一人当たり 水使用量 中位値 (リッター/日)	一人当たり 水使用量 平均値 (リッター/日)
WSSC	332	4.7	8.1	125	138
CERWAS	27	4.7	7.9	109	105
水道非利用	157	4.3	6.1	76	102
合計/加重平均	516	4.6	7.5	111	126

出典: JICA 調査団

平均的に見て、WSSC の水を利用している世帯は世帯収入が最も高く、水使用量も多い。しかし、このグループの水使用量が多いのは、(最も発達した都市部に住んでいるという) 地理的状況によるものであり、収入と水消費量の間にはほとんど相関関係がない。以下の図 11.1.1 で示すように、収入が高くても水の消費量が少ない世帯も多く、またその逆も多い。カントー市での水価格は非常に低いため、水使用が収入の多寡によって左右されることはほとんどない。現在 WSSC の水を利用している世帯で、「収入が 20% 増えたらより多くの水を使う」と回答したのがわずか 9% であったことも、収入と水消費量に相関関係がないことを示すものである。



出典：JICA 調査団

図 11.1.1 世帯収入と水使用量の相関関係

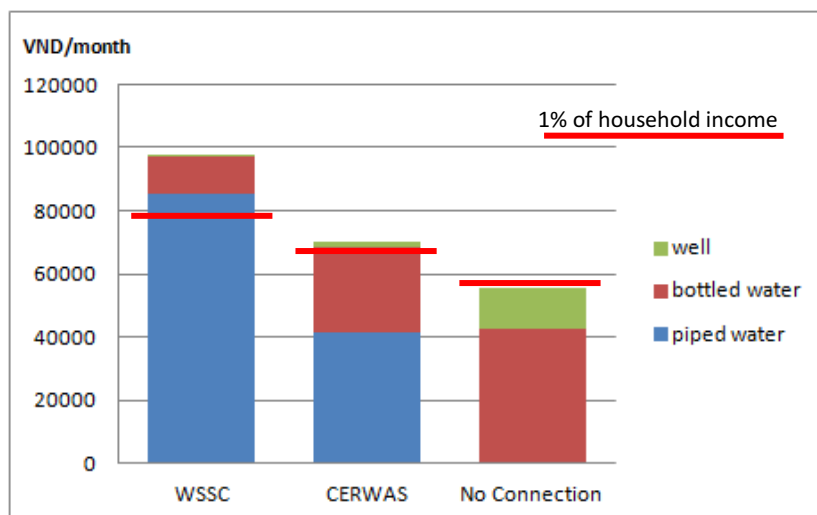
(2) 水の利用パターン

調査では、WSSC の水は、主に料理と洗濯に利用されていることが明らかになった。WSSC の水を利用している 332 世帯のうち、料理と洗濯に水道水を利用すると回答したのはそれぞれ 328 世帯 (99%)、309 世帯 (93%) だった。また、243 世帯 (73%) が、水道を飲料水として利用していると回答した。水道を利用していないと回答した世帯のほとんどが、代わりにボトル飲料水を利用していた。日常生活は水道水しか利用しないと回答したのは 221 世帯 (66%) だった。

一方、現在水道サービスを利用していない世帯のうち、飲用にボトル飲料水を利用していると回答したのは 94 世帯 (60%)、河川や運河の水を飲んでしていると回答したのは 33 世帯 (21%) だった。料理と洗濯については、河川と運河の水を利用するとの回答が最も多く、その次が井戸水であった。

(3) 水関連の支出

図 11.1.2 は、水道接続状況別に、水関連支出の世帯平均を示したものである。平均的に、水道を利用していない世帯は平均支出額が最も少ないが、ボトル飲料水への支出が最も多い。これは、安全で清潔な水が身近にないことから、ボトル飲料の使用量が多くなるのが原因である。また、水道を利用している世帯に比べて井戸への依存度も高いため、井戸のポンプを動かす電気・燃料代、メンテナンス費も他のグループよりも高くなっている。ただ、どのグループを見ても、水関連の支出は世帯収入と比べて非常に低く、世帯収入のおよそ 1% となっている。これは、国際的な指標（世界銀行は、収入の 3-5%、アジア開発銀行は 5% を適正值としている⁵⁾）よりもかなり低い。支払い可能額という観点から見た場合、現行の水道料金はかなり低く、料金改定の余地は十分にあると考えられる。



出典：JICA 調査団

図 11.1.2 水関連の支出額（月平均）

(4) カントー市上下水道公社のサービスに対する満足度

前述したとおり、今回調査した 516 世帯のうち、WSSC の水を利用しているのは 332 世帯である。浄水場別に、世帯の満足度を見ると、カントーNo.1 浄水場の満足度が最も高く、カントーNo.2 浄水場の満足度が低い結果となった。ただ、カントーNo.2 浄水場のサービス地域を細かく見ると、満足度は全域で低いわけではなく、水圧の低い特定の地域（アン・カン区）で極端に低いことが明らかになった。同区は、カントーNo.2 浄水場のサービス地域の外延部に位置しており、十分な水圧が確保できていない。同区を除いて満足度を再計算すると、カントーNo.2 浄水場に対する満足度は 85.9%まで上昇する。また、同じくサービス地域外延部にあるトラ・アン区のデータも除くと、カントーNo.2 浄水場のサービス地域の中心部では、顧客満足度は 89.7%となり、カントーNo.1 浄水場との差はほとんど無い。

表 11.1.5 カントー市上下水道公社の水道に対する満足度

浄水場 (処理能力 m ³ /日)	満足	不満足	合計	満足度 (%)
カントーNo.1	145	15	160	90.6%
カントーNo.2	57	27	84	67.9%
カントーNo.2 (アンカンを除く)	55	9	64	85.9%
フンフー	14	6	20	70.0%
オモン	24	4	28	85.7%
ロンホア	29	11	40	72.5%
合計	269	63	332	81.0%

出典: JICA 調査団

調査結果からは、水圧のレベルが満足度に大きく影響することが伺える。WSSC の水道サービスに不満足であると回答した 63 世帯のうち、43 世帯が水圧に不満があると回答

⁵ Asian Development Bank. 2003. *Asian Water Suppliers - Reaching the Urban Poor*; Manila: Asian Development Bank

している。特に、アンカン区では、20世帯中18世帯が、水圧が「常に低い」もしくは「たいてい低い」あるいは不満があると回答しており、同区で極端に満足度が低い原因となっている。

表 11.1.6 には、満足度に影響するその他の要素をまとめた。調査世帯の多くが、水道水に塩素臭があると回答したが、満足度には大きく影響していない。一方で、水道水に色が出るケースは、オモンおよびロンホア浄水場で満足度がやや低いことの原因と考えられる。

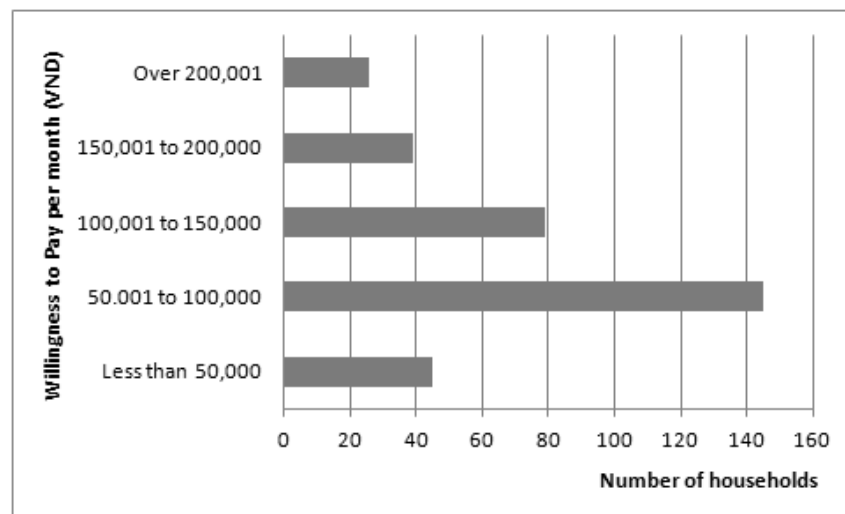
表 11.1.6 水道水の味、臭い、色に対する評価

浄水場	不味い		悪臭(塩素)		色付き	
	無し/ 稀に	時々/ 通常	無し/ 稀に	時々/ 通常	無し/ 稀に	時々/ 通常
カントーNo.1	160	0	123	37	150	10
カントーNo.2	83	1	54	30	78	6
フンフー	20	0	14	6	20	0
オモン	28	0	15	12	17	11
ロンホア	40	0	23	17	26	14
Total	331	1	229	102	291	41

出典: JICA 調査団

(5) 水道サービスの向上にたいする「支払い意志額」

現在水道サービスを利用している 332 世帯は、現在平均 16m³/月の水を利用しており、VND85,500/月を水道サービスに支払っている。これは家計収入(中位値)のおよそ 1.1%に相当する。水道サービスの向上(水圧、水質の改善等)にたいする支払い意思額は VND105,000/月(収入の 1.3%)であり、これが現在支払っている額よりも VND20,000/月近く多い。水の消費量が同じであると仮定して、支払い意思額と消費量から水道料金を算出すると、VND6,560/m³となるが(VND105,500を16m³で割った数値)、これはセクション 11.1.3(3)で示した国際的な指標よりも低い額である。



出典: JICA 調査団

図 11.1.3 より良い水道サービスにたいする支払い意志額

また、現在水道サービスを利用していない 157 世帯のうち、147 世帯が、WSSC サービスに接続したいと回答した。これらの世帯が WSSC サービスにたいして支払って良いと考える額は、水道料金換算で VND5,550/m³であった⁶。一方、10 世帯は、井戸などから既に十分な水を確保できているため、WSSC サービスに関心が無いと回答した。

11.1.4 結論

カントー市では、世帯収入と比較して水道料金が極めて低く設定されており、多くの世帯が、より良いサービスに対しては、現在よりもかなり多く支払って良いと考えていることがベースライン調査で明らかになった。水関連の支出は世帯収入の 1%程度であり、水道料金を値上げする余裕はあるといえる。ただし、水圧が低い地域では満足度が極端に低いことを考慮すれば、料金値上げの際には、サービスの質を改善し、給水区域全体で十分な水圧を確保することが非常に重要である。

11.2 予備環境影響評価

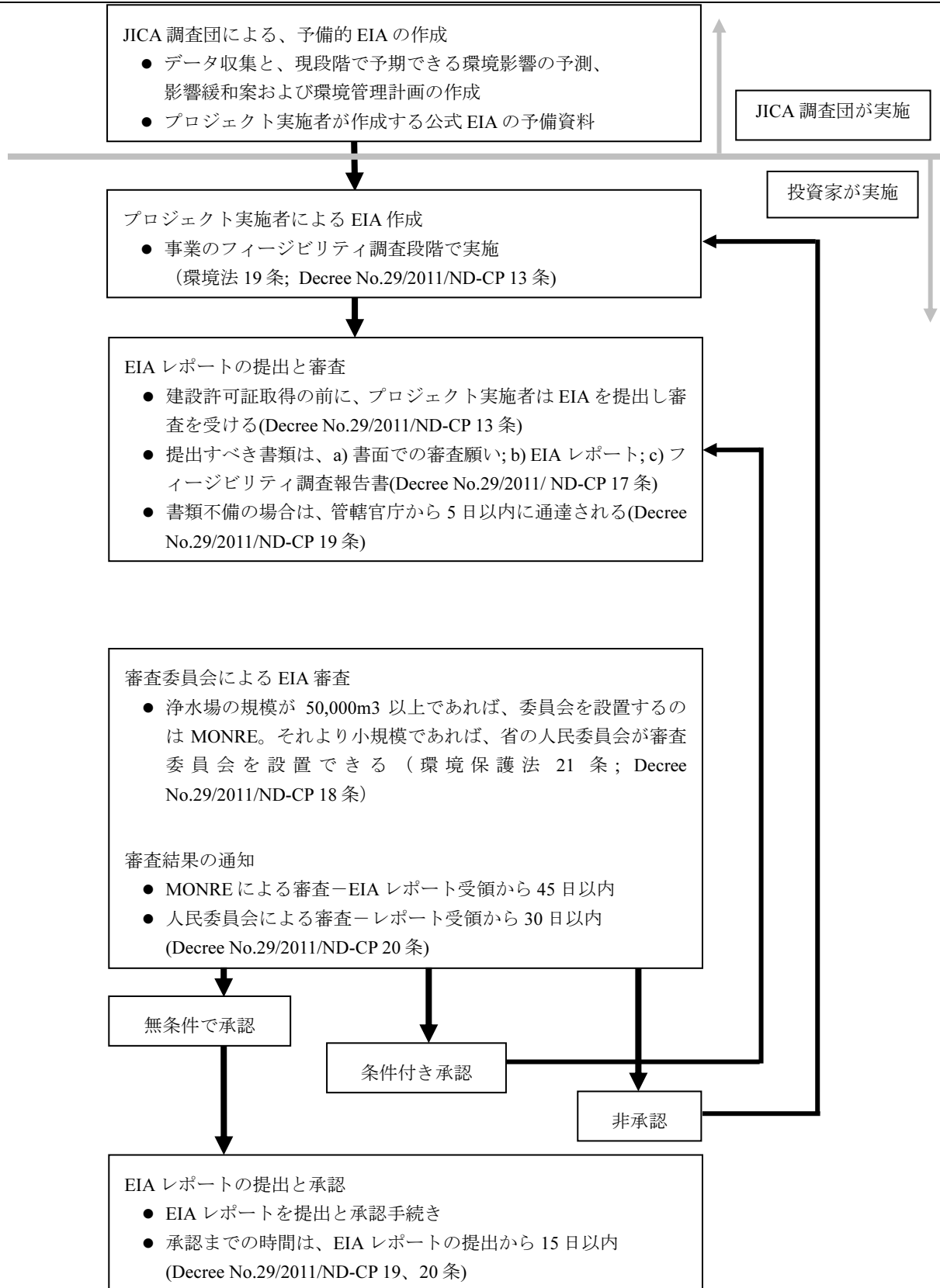
フィジビリティ調査の一環として、プロジェクト準備段階における予備環境影響評価 (Preliminary EIA) が実施された。プロジェクトの許認可手続きの際には、プロジェクトのオーナーが EIA を作成し DONRE の審査を受ける必要があるが⁷、同調査は、後日作成される公式 EIA のための予備的な EIA として位置づけられる。報告書のアウトラインは、付録 E-3 に収録されている。

11.2.1 環境影響評価の目的

ベトナムの環境法は、環境に悪影響をおよぼす可能性のあるプロジェクトのオーナーは、EIA を実施する義務を負う (環境保護法 18、19 条)。EIA の手続きの詳細は、Decree No. 80/2006/ND-CP, Decree No.29/2011/ND-CP および Circular No. 081/2006/TT-BTNMT に記載があり、以下の図 11.2.1 にまとめてある。JICA 調査団が作成した予備的 EIA は、プロジェクト実施者が作成する EIA の参考資料となる。

⁶ 支払い意思額の平均は、VND50,000/月であり、これを毎月の水消費量 (9m³) で割ることで支払い意思額から水道料金を算出した。現在 WSSC サービスを利用している世帯と比べると低い支払い意思額となったが、これは収入差からくるものではなく、水消費量が少ないことが理由と考えられる。実際、ボトルの水を多く利用している世帯は、WSSC サービスを利用している世帯よりも高い水単価を払っている。

⁷ 環境保護法 (2005 年) 18 条、19 条



出典: JICA 調査団が諸関連法案から作成

図 11.2.1 EIA の審査と承認手続き

11.2.2 環境社会配慮にかかわるベトナムの法律および JICA のガイドライン

ベトナムの環境保護法は 2005 年に改正され、環境社会配慮を実践する法律的枠組みは大きく整備された。しかし、以下に述べるように、ベトナムの現行法と JICA の環境社会ガイドラインには、いくつかの重要な違いが残っている。

(1) EIA

EIA レポートで検討されるべき項目は、環境保護法 20 条に記載されている。内容は、おおむね JICA の環境社会ガイドラインと合致しているが、ベトナムでは代替案の検討が求められていないという違いがある。予備的 EIA では、JICA ガイドラインに沿い、ゼロオプションを含む 3 つの代替案の分析を実施した。

(2) 用地取得、補償、および生計手段回復支援⁸

用地取得や保証、影響住民の生計回復支援にかかわるベトナムの政策は、JICA のガイドラインが求める水準をおおよそ満たしている。しかし、表 11.2.1 で示したようにギャップも残っており、本調査においては、非自発移転対象となる世帯、およびプロジェクトにより影響を受ける住民に対しては、JICA ガイドラインに沿った形で保証および支援が実施されることを想定している。これは、ODA プロジェクトの実施にかかわるベトナムの条例 (Decree No.131/2006/ND-CP) に定める通りである。

表 11.2.1 ベトナム法と JICA ガイドラインの違いとプロジェクトの方針 (案)

項目	ベトナム法	JICA ガイドライン	プロジェクトの方針 (案)
非正規の 土地利用者	人民委員会が、状況に応じて支援を検討する (Decree No.69/2009/ND-CP 14 条)	法律上の立場にかかわらず、被影響住民は全て補償の対象となる	法律上の立場にかかわらず、被影響住民は全て補償の対象となる
土地に対する 補償	ベトナム政府の定める公定価格に準じる	出来る限り、再取得価格と同額が補償として支払われるのが望ましい (ベトナムの公定価格は、市場価格よりも低い)	出来る限り、再取得価格と同額を補償額として支払う
影響を受ける 住居および 建造物	2004 年 7 月 1 日以降に、土地利用に定められた以外の目的で建設された家屋および建造物は補償対象にならない (Decree No. 197/2004/ND-CP 18 条)	目的如何にかかわらず、影響を受ける家屋および建造物は、全て補償対象となる	目的如何にかかわらず、影響を受ける家屋および建造物は、全て補償対象となる

出典: JICA 調査団

⁸ 本プロジェクトでは、用地取得にともなう住民移転は発生しない。今後、プロジェクトのデザインの変更などの理由で住民移転が発生する場合には、ベトナム国内法および JICA ガイドラインのギャップに十分な注意を払い、プロジェクトが JICA ガイドラインを満たすようにする必要がある。

11.2.3 環境影響のスコーピング

EIAの実施にあたり、プロジェクトによって生じる影響のうち重要なものを抽出し、またプロジェクトと関係ないものを除外するため、スコーピングを実施した。プロジェクトの3つのフェーズにおける環境影響を表11.2.2にとりまとめた。スコーピング作業は、ステークホルダーとの協議およびカントー市の環境についての文献精査に基づいて行われた。

表 11.2.2 環境影響のスコーピング

項目	事業 フェーズ	評価	概要
社会環境			
非自発的住民移転	-	D	住民移転は発生しない
近隣住民の生活	II	B-	騒音や振動など、工事期間中の短期的な影響
雇用を含む地元経済 や生計への影響	II	B+	事業実施により、雇用創出の可能性
土地利用	-	D	浄水場は空き地に建設されるため、土地利用の変化による 悪影響（農地や住宅地の喪失）は生じない
コミュニティ分断	-	D	事業実施による影響は想定されていない
既存の社会インフラ やサービスへの影響	II, III	D	浄水場は空き地に建設されるため、既存の社会インフラや サービスには影響しない。
貧困層、先住民、マ イノリティ	I, II, III	D	マイノリティや先住民は居住していない
便益と被害の 分配ミス	-	D	事業実施による影響はない
利害の不一致による 係争	-	D	事業実施による影響はない
水利権への影響	-	D	ローカルレベルの水利権への影響は発生しない
衛生	II	B-	工事期間中に短期的な影響がある可能性あり。
災害、伝染病の リスク	II	B-	工事期間中、作業員が生活することで伝染病リスクは増大 する可能性あり。期間、範囲は限定的
文化遺産	-	D	事業予定地に文化遺産は存在しない
自然環境			
地質、地理	-	D	事業による地勢の変化は想定されていない
土壌侵食	II	B-	運河や河川に近い予定地での工事であるため、土壌侵食の リスクがある
地下水	-	D	事業は表流水を利用するため、地下水への影響はない
水理	II	B-	工事により、短期的な影響が発生することを想定
動植物相、 生物多様性	I, II	D	建設予定地には自然の植生があるが、絶滅危惧種など、希 少な動植物は存在しない
景観	I, II, III	D	景観の変化は限定的
汚染			
大気汚染	II	B-	工事現場の重機、また資材搬送のトラックや交通渋滞によ る大気汚染。期間、範囲は限定的
水質汚染	II, III	B-	用地整備や建設工事時に、短期的な影響。また、操業時に、 汚泥が直接河川に流れ込むリスクがある
土壌汚染	II	B-	工事現場の重機からの油漏れなど、また、取水ポンプなど

			の機器からの油漏れのリスク.
廃棄物	II	B-	工事の際に発生する廃棄物、作業員のゴミ
騒音、振動	II	B-	工事の際に騒音・振動が発生。ただし、工事現場の位置から、影響は限定的
地盤沈下	II, III	C	地盤補強を適切に行う必要あり
悪臭	-	D	悪臭をともなう作業は想定していない
沈殿物	II	B-	用地整備の際に、掘削した土壌や廃棄物を適切に処理する必要あり
事故	II	B-	工事現場での事故のリスク

事業段階: I: 工事前; II: 建設工事中; III: 事業実施中
影響の度合い

A-: 深刻な悪影響 A+: Positive effect is expected.

B-: ある程度の悪影響 B+: Positive effect is expected to a certain extent.

C-: 現地点での詳細な影響評価は不可能。.

D: 影響なし、あるいは微小。今後の調査も不要

出典: JICA 調査団

上述したように、事業実施による環境への悪影響はそれほど深刻ではない。予期される影響のほとんどは、ローカルレベルにとどまるものであり、また浄水場建設時のみに発生する短期的なもので、適切な工事手法により回避あるいは緩和できるものである。

11.2.4 事業実施による主な環境影響および緩和策

事業実施による主な環境影響には、建設工事の際のトラックや重機による騒音や粉塵、大気汚染、また工事期間中に発生する廃棄物がある。また、浄水場の操業フェーズにおいては、汚泥の適切な処理が重要である。JICA 調査団による汚泥処理についての検討は、セクション 11.2.5 を参照。それ以外の操業フェーズの環境影響は小さく、施設設計と運営によって管理できると考えられる。建設準備フェーズ、建設工事フェーズ、運営フェーズそれぞれで想定される環境影響および緩和策を、表 11.2.3 にまとめた。

表 11.2.3 環境影響および緩和策の概要

活動	影響	緩和策
I. 建設準備フェーズ		
用地整備	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 植生、農作物の伐採 ✓ 用地整備に伴う粉塵、廃棄物 ✓ トラックや重機による粉塵、騒音、大気汚染 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 植生の伐採の最小にとどめる ✓ 近隣住民への影響 (特に騒音、振動) が最小限になるような工事時間、手法の選択
II. 工事フェーズ		
<ul style="list-style-type: none"> - 用地整備、杭打ち - 汚泥処理施設およびアクセス道路の建設 - 浄水場施設の建設 - 水道管の敷設 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ アクセス道路近隣住民の生活への影響 ✓ 重機、資材運搬のトラックによる粉塵、交通渋滞、騒音および振動 ✓ 作業員のゴミ、生活排水 ✓ 資材や土砂の河川/運河への流入 ✓ 水道管敷設の際の交通渋滞 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 資材を運搬するトラックには適切なカバーをかけ、粉塵を予防 ✓ 洪水、土砂や資材の河川流入防止のため、排水溝を整備 ✓ 換気には、粉塵をおさえるために水撒きを実施 ✓ マスクや手袋の着用など、安全に配慮した工事
III. 浄水場運営フェーズ		
<ul style="list-style-type: none"> - 汚泥、排水の処理 - 職員の安全、事故リスク 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 汚泥/排水の逆流、直接の河川への流入 ✓ 作業員の活動による排水、ゴミ ✓ 作業中の事故、怪我のリスク (特に、化学薬品の管理) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水処理の定期的なモニタリング ✓ 処理能力を超えた操業を回避 ✓ 消火器等、火災や事故への対策および作業員の安全への配慮 ✓ 化学薬品管理スペースを区切るなど、リスク軽減策を実施

出典: JICA 調査団

11.2.5 汚泥処理

浄水場で生じる汚泥は、脱水処理の後、ベトナムの国内法に定める手続きで処理される。2010年の首相令 (No. 1873/QĐ-TTg of October 11, 2010) に基づき、カントー市は現在廃棄物処理施設および埋立地の建設を計画中で、オモン地区にある 47ha の農地が予定地となっている。2020年までに施設が完成する予定となっているが、2012年12月時点では、47haのうち、20haの用地取得が終了しているのみで、詳細な事業計画は立てられていない。既に用地取得が完了している土地を、本 BOT 事業で発生する汚泥の最終処分場として利用する選択肢もあるが、BOT 事業の開始までに処分場が完成しない可能性もあるため、本事業では、フンフー工業団地近くの既存の処理場を利用する。同処理場は、現在カントーNo.1 浄水場の汚泥が処理されている施設であり、6haの広さがあるが、現在はごく僅かしか利用されていない (衛生理め立て場が2つで合計 3,000m²)。土地は WSSC が所有しており、追加的な用地取得の必要はなく、また既に空き地となっているため、住民移転も発生しない⁹。

⁹ BOT 事業にともない、処理施設拡張の必要がある場合には、追加的な環境影響評価を実施する必要があるが、土地が現在空き地であることから、影響は軽微であると想定される。

上述の首相令では、既存の廃棄物処理計画の見直しも実施することになっており、オモン地区の新施設の開発が進めば、既存施設の閉鎖や統合につながる可能性もある。BOT事業で利用する予定の処理場が閉鎖される場合、新しい処理場の建設にかかわる追加的な環境影響評価を実施する必要がある。

11.2.6 代替案の検討

今回の予備的 EIA では、1) オモン地区、2) フンフー浄水場横、3) カントーNo.2 浄水場横の計 3 つの代替案を検討した。本調査の初期に検討したオモン地区は、チャノック工業団地のの上流にあり排水の影響を受けないこと、また塩水湖上の影響を受けにくいことが利点であるが、本レポート 2 章で示したように、塩水湖上のリスクは少なく、また浄水場建設および水道管敷設のために大規模な用地取得が発生することが想定された。上流にあるという利点のみで、住民移転を正当化できないというのが調査団の結論である。

フンフー浄水場横の用地は、現在空き地であるため住民移転は発生しない。しかし、建設予定地への整備道路が存在しないため、浄水場建設工事のための道路整備が必要であり、また住民移転、生計への影響が発生することが想定される。また、フンフー浄水場が処理能力を下回って運用されていることから明らかなように、同地区の水需要は低迷しており、需要地への水道管敷設も必要となる。今後、需要と供給能力のギャップが大きく発生する地域に近い、カントーNo.2 浄水場横の用地の方が望ましい、というのが調査団の結論である。

11.3 結論

ベースライン調査および予備的 EIA の結果は、本調査で提案されている浄水場事業はカントー市に大きな便益をもたらすこと、また環境への悪影響は限定的であることを示している。BOT 事業は、WSSC が現在の給水区域を拡大し、より多くの住民に水道サービスを提供することに寄与するものである。また、BOT 事業で想定している給水区域が、現在の WSSC サービスで水圧が低い地域と重なっていることから、BOT 事業はカントー市の水道サービスの質向上に貢献するといえる。ベースライン調査では、カントー市の住民の多くは、より良い水道サービスにより多く支払う意思があり、また支払い能力もあることが示されている。事業実施による環境影響、特に建設段階における環境影響もあるが、影響の多くは局地的、短期的なものであり、事業の適切な実施およびモニタリングを通じて回避、あるいは緩和可能である。

第12章 総合評価と結論

12.1 技術的評価

- 1) 塩水遡上に関しては、過去の実態調査と分析結果並びに本調査において実施した塩水遡上調査結果から、将来塩水がカントー市の市街地周辺の浄水場まで遡上する可能性は極めて少なく、今後新たに水道事業を進めるに当たって、取水施設や浄水場を市街中心地域に建設することは大きな問題とはならない。また、水道原水であるハウ川の水質に関しても、特に原水として大きな問題は認められない。更に、水量に関しては、近年の渇水期でも 1,000 m³/秒という極めて大きな河川流量を維持しており、水源となるハウ川の水を利用することは量的には全く問題はない。
- 2) カントー市には、都市地域で 8 か所、地方部で 5 か所、合計 13 か所の浄水場が建設されている。この内、市街地中心地域にある No.1 並びに No.2 浄水場は、それぞれの配水区の人口並びに水需要が増加し、浄水場の水生産容量が不足してきている。その結果、これらの浄水場では平均 20%前後の過剰水生産を行わざるを得なくなっており、これらの浄水場のリハビリ、更生、拡張、さらには新規浄水場の建設が急務となっている。ただし、現在水道事業を実施しているカントー市上下水道公社 (WSSC) の財政的問題から、既存の浄水場の拡張や新規浄水場の建設は計画遅々として進んでないのが実情である。
- 3) 上述の過剰水生産が強いられているもう一つの原因は、市の中心地区での無収水率の高さである。カントーNo.1 浄水場の配水区では 2012 年の四半期において約 41%、同様に No.2 浄水場の配水区で 32%、オモン浄水場の配水区で 41%と、かなり大きな値を示している。このような高い無収水率の原因は、既存の配水管渠からの漏水、受給者からの料金徴収漏れ、水道メーターの較正が行われていない、等が主な原因と考えられているが、未だ十分な調査が行われていない。WSSC は、2020 年までに無収水率を 20%まで削減する計画を立てているが、本 BOT 事業が 2017 年に操業を開始した場合、削減計画が達成されていないため既存の配水管網への接続に問題が生ずる可能性が高い。
- 4) カントー市の将来の人口予測や水需要予測は、カントー市マスタープラン 2030 年に簡単に記述されているが、“ディストリクト”や“ワード”等の行政区や配水区ごとに行われているものではない。したがって、本調査では、まずカントー市マスタープラン 2030 年に示された概略人口予測を基に、都市部と地方部、さらに行政区に分類し、本事業の計画年である 2020 年に対する人口予測を行い、これにベトナム国基準に規定された単位水使用量を乗じて計算した。なお、家庭用単位水使用量以外の工業、商業、官公庁の水使用区分は、国の設計基準における分類とカントー市における区分が異なっていることから、2011 年におけるカントー市の給水実績を基に単位水使用量を新たに設定することとした。これらの提案した計画値に関しては、本調査のインテリム・レポートに詳述し、カントー市のステアリング・コミティーの承認を得ている。

- 5) 市内の既存の浄水場がカバーする 2020 年の水需要と、既存の浄水場の給水可能量を比較し、2020 年までに拡張すべき浄水場の規模を算定した。その結果、カントー市全域では 2020 年に日最大で 87,000 m³/日の容量不足、また中心の都市地区で約 79,000 m³/日の容量不足となっている。この中で最も浄水場の拡張あるいは新規浄水場の建設が必要な配水区は、No.1 及び No.2 浄水場が抱える配水区である。この 2 つの配水区で 2020 年不足する水需要は日最大で 44,200 m³/日、即ち概ね 45,000 m³/日の追加施設容量が必要となっている。この追加の施設容量の建設は、土地取得の容易な既存の No.2 浄水場近傍の空き地を利用することとした。BOT 事業を前提とした 45,000 m³/日の容量計算に対しても、既にカントー市のステアリング・コミティーの承認を得ている。
- 6) 浄水場の施設は、他の既存浄水場の処理システムと同じ急速ろ過方式を採用した。本浄水場の主要施設は 5 章の表 5.3.1 に取りまとめた通りである。この浄水場の取水施設は、近傍の運河に設けた。ポンプ容量は 16.5 m³/分 (2 台、1 台予備) の回転数制御タイプを用いることとした。沈殿池には傾斜管を用い、急速ろ過地にはグリーンリーフ・フィルターと呼ばれる自然平衡型、自己逆洗浄タイプを採用した。沈殿池の汚泥やろ過池の逆洗汚泥を汚泥貯留槽におくり、その後当該浄水場の南側に予定した汚泥乾燥床にポンプ圧送することとした。このように、各施設は経済的、かつ効率的な運転・維持管理ができる方式を採用しており、既存の浄水場の今後のリハビリや更新に参考になるであろう。
- 7) 計画浄水場から既存の No.1 及び No.2 浄水場がカバーする配水区への送水は D700mm、D600、D500、D400mm のダクタイル鋳鉄管 (総延長 4.3km) を通じて送水することとした。また、送水管の既存の配水区への接続地点は、既存の No.1 No.2 配水区それぞれとの境界部とした。現在、No.1 及び No.2 配水区の水圧は水頭で 1~5m 前後であり、時間帯により殆ど水が出ない時もある。したがって、この地域に送水することにより水圧で少なくとも 10m (1 kgf/cm²) 以上を確保できるよう計画した。なお、送水管の建設は、財政事情から WSSC やカントー PC が負担できないため、本 BOT 事業に組み入れる必要があったため、最短で効率的な敷設とすると共に、既存の配水網に効果的に接続する必要があった。

12.2 事業費、運営面、経済・財務における評価

- 1) 事業費について、まず価格レベルは 2012 年 5 月末のベトコムバンクの為替レート：1 円=266VND を用い、建設費 (CAPEX) と運転・維持管理費 (OPEX) に分類し事業費を算出した。建設費は土木工事費が [] 百万 VND ([] 百万円)、機械・電気工事費は、日本の製造業者の見積もりに基づき [] 百万円、合計 [] 百万 VND ([] 百万円) となった。また、ベトナムの積算基準に基づき、エンジニアリングサービス費と予備費を加え、事業費は合計 [] 百万 VND ([] 百万円) となった。なお、建設スケジュールは 2014 年の中旬に設計を開始し、2016 年の終わりに完成する予定とした。土木工事は、資機材を現地調達することによりコストセーブを達成できたが、機械・電気工事は日本の製造業者の見積もりを基本としているため、かなり割高となっており、事業を進めるにおいて今後の改善点の一つとなろう。
- 2) 事業実施のリスク分析に関しては、リスクの分担を適切かつ明確にすることが事業コス

トを抑え、各事業関係者がリスクの顕在化を防止することにつながるという意味から、政府・民間業者双方にとって重要である。本事業を BOT スキームで実施する上におけるリスクとそれらを軽減、移転、分担する方法、リスクが顕在化した時の対応策、保険の有無、更にそれらに関わる事業関係者等を分析し、表 8.1.1 に取りまとめた。また、事業スキームに関してはカントーPC、WSSC、SPC、スポンサー、JICA、EPC や O&M 会社等の関係を明確にすると共に各種契約書の一般的な検討を行った。

- 3) 財務分析では、JICA の PSIF スキームを用い事業運営することを念頭に、建設費用 [] 百万 VND と建設のインフレに関わる増加分、建中金利、手元資金、完工補償金など [] 百万 VND ([] 百万円) を加え、合計 [] 百万 VND ([] 百万円) の必要調達資金を算出した。この調達資金と本事業の出資者 3 社への配当を考慮に入れ売水単価を算出すると、2012 年現在の売水単価で [] VND/m³ となった。カントー市側では、2012 年時点での小売り単価を [] VND/m³ と想定しており、これを基にすると売水単価、即ち卸売単価は [] VND/m³ となり、出資者の提案する価格と大きな開き生じた。出資者とカントー市の売水単価に対する開きを縮小するには、まず第一に事業費を削減する必要がある、第二に出資者への配当を若干減ずることが必要である。更に、カントー市側の水道料金への認識、とりわけ 2014 年から WSSC がジョイント・ストック・カンパニー (JSC) として独立採算制の確立を目指す上では、現在の料金体系を大きく変更する必要がある、これを早期に実現することが大切である。
- 4) 経済的費用便益分析は、事業を実施した場合の” With project” と事業を実施しない場合” Without project” の費用と便益を想定し、対象地域の経済にもたらされる便益を分析し、事業実施の経済的妥当性評価を行った。評価対象としては、一般に経済的内部収益率 (Economic IRR) や経済的現在価値 (ENPV)、費用便益比 (B/C) 等が用いられるが、本分析では Economic IRR を求めることとした。経済便益は、既存の水供給源が新しい水供給システムに置き換えられることによりもたらされる便益 (非増分便益) と事業を実施した場合の供給水量の内、水使用量の上昇等による増加需要に対応する増分 (増分便益) の合計を [] bil. VND/年と算定した。また、無収水に占める非技術的ロス分による便益を加算し、Economic IRR は [] % となり、事業実施に関する ADB の最低ラインである 12% を上回っていることが検証された。

12.3 環境社会面での評価

環境社会面では、調査団は 2012 年 6 月から 7 月にかけて、調査対象地域内においてベースライン調査を実施し、516 世帯を対象とした聞き取り調査を行った。この内、WSSC の水を利用しているのは 332 世帯であるが、これらの世帯において平均 85% 以上が概ね現在の給水システムに満足していることが明らかとなった。しかしながら、一部では水圧が低く、この点においては必ずしも満足している状況ではないことも明らかとなった。また、調査対象エリアでの水道に対する支払意志額は [] VND/m³ であり、この値に関する限り、住民は質の良い水道システムの設立を望んでおり、前述の小売価格や

売水単価レベルとは異なる意見を住民が持っているようである。加えて、本レポートでは、予備的 EIA を実施したが、本事業での売水単価に対する合意でき、SPC の設立、各種の契約等が順調に行われた場合、SPC 実施者により正規の EIA が実施されることが必要となる。

12.4 結論

本調査は 2012 年 5 月に開始され、2013 年 2 月末現在まで、5 回に亘る現地調査並びに国内作業を実施してきたが、2012 年 10 月のインテリム・レポート提出以降現在まで、カントー市との売水単価に関わる交渉で未だに合意がなされていない。調査団は、売水単価は最終的に約 ■■■ VND/ m³ で交渉したが、カントー市側は現段階でもこの単価が極めて高いとの判断を下すと共に、具体的には ■■■ VND/ m³ をカウンター・プロポーザルとして提示している。

この売水単価に関わる問題が解決しない限り、カントー市をはじめとするベトナム政府側の BOT 事業実施の承認が得られず、したがって、次のステップである SPC の設立に関わる協議や各種契約問題が解決できないこととなる。カントーPC は、既にこれまでの交渉で多大な時間を要していることから、早期に結論を出したいとの意向を調査団側に伝えてきており、これに対する回答を準備する必要がある。

しかし、売水単価を下げる手立てが無い現段階においては、早期にこの案件実施を終息させる必要がある。そのため、近い将来、調査団から正式にこの事業促進の終息を申し出ると共に、カントーPC からその旨を公式に調査団及び JICA に通達するよう取り図ることが必要である。