

第 2 編 開発計画

5. 代替案の設定と評価

5-1 概説

プーケット島における開発の現状と、リゾート地区の今後の開発見込みに対処するには、計画給水区域と水道施設の広範な拡大を図らなければならない。

施設計画では、計画給水区域が散在していること、水源が島内島外（バンガ県）に何箇所かに分かれることから、バランスのとれた効果的な施設配置が探究されなければならない。

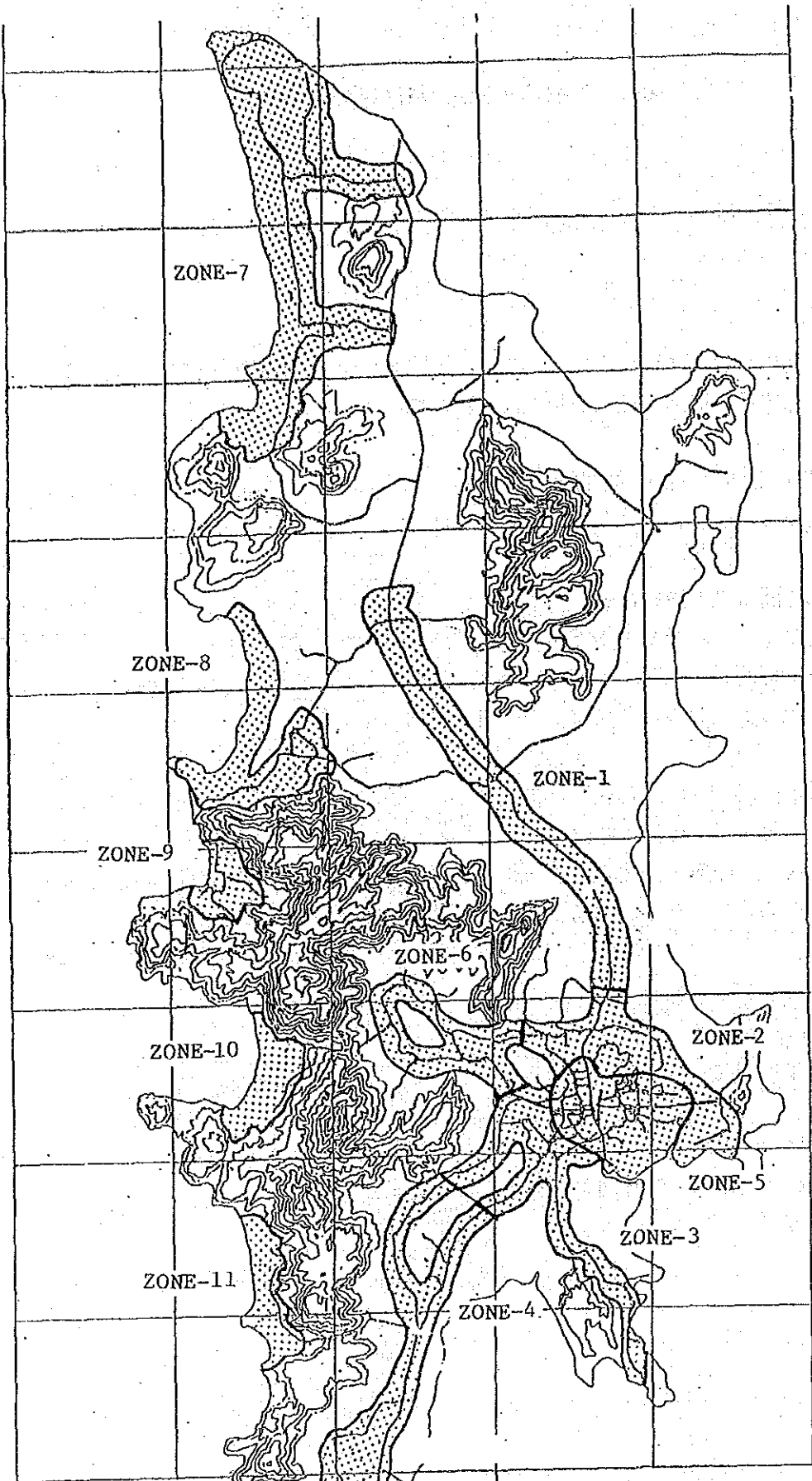
用地取得は民間による投資が著しく増加しつつあるため、本地区においても深刻な問題になりつつある。したがって、所要土地面積を計画段階で最小限に抑え、事業実施が用地取得問題であまり妨げられないようにしなければならない。計画給水区域を図 5-1 に示す 11 のゾーンに分ける。このゾーン化には、次のような幾つかの利点がある。

- 計画給水区域は人口および社会特性によって異なる需要水量を持った独立したゾーンから成り、各ゾーンの優先順位を付けることによって、事業実施計画が樹てやすくなる。
- 配水システムの運転管理は、各ブロックが水源、浄水場の位置によって幾つかのシステムにまとめられるため、容易になる。事業所の組織も職員と職責が区分されるため簡単になる。

5-2 代替案の設定と評価

(1) 水源

各水源における取水量と利用可能水量を表 5-1 に示す。



SCALE
1 GRID = 5 KM

図5-1

ゾーン区分

表 5-1 最大取水可能量

水 源	最大取水可能量 ($\text{m}^3/\text{日}$) (1)	最大給水可能水量 ($\text{m}^3/\text{日}$) (2)=(1)/1.05
1. 既存水源		
旧錫鉱山貯水池	13,900	13,240
バンワット貯水池	11,700	11,140
小 計	25,600	24,380
2. 新規水源		
バンストン	10,900	10,380
クロンカタ	9,600	9,140
バンニエオダム	8,900	9,480
カオチェトラ	7,600	7,240
クロンロヨン	21,400	20,380
小 計	58,400	55,600
合 計	84,000	80,000

注) 最大給水可能水量(2)は、取水および浄水課程の損失として最大取水可能水量(1)の5%減を見込む。

この外に暫定水源として次のものがある。

- バンヤイ川はプーケット島では雨季に相当量の流量を持つ唯一の河川で、その他のものは水源として使用するのには余りに小さ過ぎる。バンヤイ川はバンワット貯水池における利用可能水量を増大させるための暫定水源として提案される。この取水地点は2つの流れが合流するカトウの橋梁近くとし、取水ポンプ場を設置して、貯水池まで原水を揚水する。ポンプ能力はバンワット浄水場が能力一杯で運転できるだけの水量を送れるものとする。
- 他の地域では暫定水源として利用できるものはあまりなく、わずかに次の2つの旧錫鉱山が考えられるのみである。これらの旧錫鉱山の利用に際しては、有効貯水量及び必要施設確認のためのさらに詳細な調査が PWAによってなされなければならない。

表 5-2 暫定水源候補地 (旧錫鉱山)

位 置	推定貯水量 (MCM)	流域面積 (km ²)	利用可能水量 (m ³ /日)
カオナボン	1.65	2.6	7,600
パンタンムアン	1.40	5.0	6,500

表 5-1からも明らかなように、クロンロヨン、クロンカタ、パンニエオダム、パントスンの5つのダムの利用可能水量は58,400m³/日である。この外に、パンワットの11,700m³/日、プーケット市の既存旧錫鉱山貯水池の6,850m³/日、新規旧錫鉱山貯水池の7,000m³/日、合計83,950m³/日が利用可能である。一方、プーケット島における需要水量は取水量ベースで77,600m³/日(=70,536m³/日×1.10)であり、このうちの一つが欠けていても需要水量を満たすことができない。すなわち提案されたダムをすべて建設しなければ、需要水量を満たすことができない。したがって、問題はむしろこれらのダム建設の優先順位付けにある。これについては、水道システムとの絡みで後述する。

(2) 水道システム

水道システムにおける施設配置は、システムの構成要素とその位置によって異なる。ダムの位置については、前節で述べたようにすでに定まっており、ここでは浄水場の数と位置を定めることが先決である。

計画給水区域は広い地域に散らばり、お互いに離れているので、複数の浄水場をダム予定地近くに建設することが望ましい。これにより、送配水の運転が容易になるとともに、ゾーン間の送水管延長を短くすることができる。また、ダム建設順序に従って、水道施設をゾーン毎に整備できるという利点もある。現在、未知要因となっている土地取得問題によってダム建設が影響されるためこの点はとくに重要である。

ダム建設順序は年次別需要水量を予測することによって定まるので、浄水場位置は以下のように限定される。

- 計画給水区域が島内に散らばっているため、水道システムもまた複数のゾーンから成る幾つかのグループに分けられる。各グループが独自の浄水場と幾つかの計画給水区域ゾーンを持つことが提案される。表 5-3からも分かるようにゾーン5のプーケット市は需要水量が大きいため、複数の水源から給水されることになる。浄水場の数をこれ以上に減らすことは、計画給水区域の地形特性からも実際的でない。

表5—3 ダムと浄水場の関係

Treatment Plant	Raw Water Source		Zone Supplied	Amount Supplied (Day Ave.)
	Dam	Supply Capacity (Day Ave.)		
(1) Bangwat System				
T1 (Exis.)	Bangwat	11,700 cu m/d	Zone 6	893 cu m/d
(Bangwad)	Bang Tho Sung	9,600	10	9,788
			11	3,159
			5	4,622 ²⁾
	(total)	21,300		18,462 ¹⁾
(2) Municipality System				
T2 (Exis.)	Mining Pits	13,900	Zone 5	13,200 ¹⁾
(Municipality)				
(3) Khlong Katha System				
T3	Khlong Khata	10,900	Zone 3	2,700
			4	1,670
			5	6,010 ²⁾
	(total)	10,900		10,380 ¹⁾
(4) Bang Nieo Dam System				
T4	Bang Nieo Dam	8,900	Zone 1	1,103
	Che Tra	7,600	2	943
			8	2,476
			9	1,065
			5	10,127 ³⁾
	(total)	16,500		20,954 ⁴⁾
(5) Zone 7 System				
T5	Khlong Lo Yung	21,400	Zone 7	5,700
			to T4 System	7,078 ⁵⁾
	(total)	21,400		12,778
			Balance for Thai Muang	8,622

Note : 1) (Supplied Amount) : Calculated from the treatment capacity of Bangwat WTP as follows:

Maximum Effective Capacity (Q_{max}) = 24,000 cu m/d

Equivalent Daily Average Capacity = 18,462 cu m/d (Q_{max}/1.3)

2) (Amount for Zone 5) =

(Total Supplied Amount, 1) - (Other Zone's Amount)

3) (Amount for T4 System) = Total of Zone 5 demand (41,037 cu m/d) minus total of supplied amounts from T1 to T4

- 提案された3つの浄水場のうち、T3とT4はダムそのものが計画給水区域に近いので、各ダムの近くに立地させることが望ましい。T5については、(1)島内の計画給水区域近くか、(2)パンガ島のクロンロヨン近くの両方が考えられる。技術的には優劣の差はないが、費用的に大きな差がある。この差は、浄水場がクロンロヨンにある場合には私有地であるための買収となるが、島内にある場合には公有地であるため、取得費を計上していないことに因る。PWAが公有地であっても買収しなければならないということになると、話は異なってくるが、ここでは(2)の浄水場を島内に設ける案を採用する。

したがって、全体の水道システムは図 5-2 のようになる。

新設浄水場の施設概要を表5-4 に示す。

5-3. バトン、カロン、カタ地区に対する緊急整備計画

バンワット浄水場からのバトンに対する現在の給水には、高水圧とこれに起因する漏水および管の破損の問題がある。浄水場からバトン・ビーチに向かう配水管には山越え（標高126m）があり、この地形特性と現在の送水方式がバトン給水区域における異常高水圧という深刻な問題を引き起こしている。しかし、この高水圧は逆にバトンから先の給水を切望しているカロン、カタまで配水するには有用となる。現在、カロンへの山越えの手前にあるルメリディエン・ホテルまで配水（管径150mm）を行っているが、この管で山越えしてカロンまで行くには管径が小さ過ぎるため、別に管を布設する必要がある。

バトン地区における高水圧の問題及びカロン、カタ地区への給水を考慮した緊急整備計画案を図 5-3 に示す。まず、浄水場からバトンへの山越え地点に高地貯水池を設けて、圧送水の着水井（貯留時間1時間）とし、これより自然流下でバトン入口に設けるバトン配水池に流入させる。この配水池の設置によってバトン給水区域内の水圧は適正になり、かつ安定する。この配水池は給水区域内の需要水量の時間変動を吸収し、浄水場からバトンへの山越えの途中にある増圧ポンプを断続運転から連続運転に変えさせるため、貯留時間を6時間とする。したがって、バトンに給水される水はすべてこの配水池から自然流下で行われる。カロン、カタ地区への給水については、高地貯水池からバトン配水池に至る本管の途中より分岐させ、自然流下でカロン入口に設けるカロン配水池に流入させる。この配水池の貯留時間は需要水量の時間変動吸収のため同様に6時間とし、これよりカロン、カタ、カタノイへの給水は自然流下で行う。

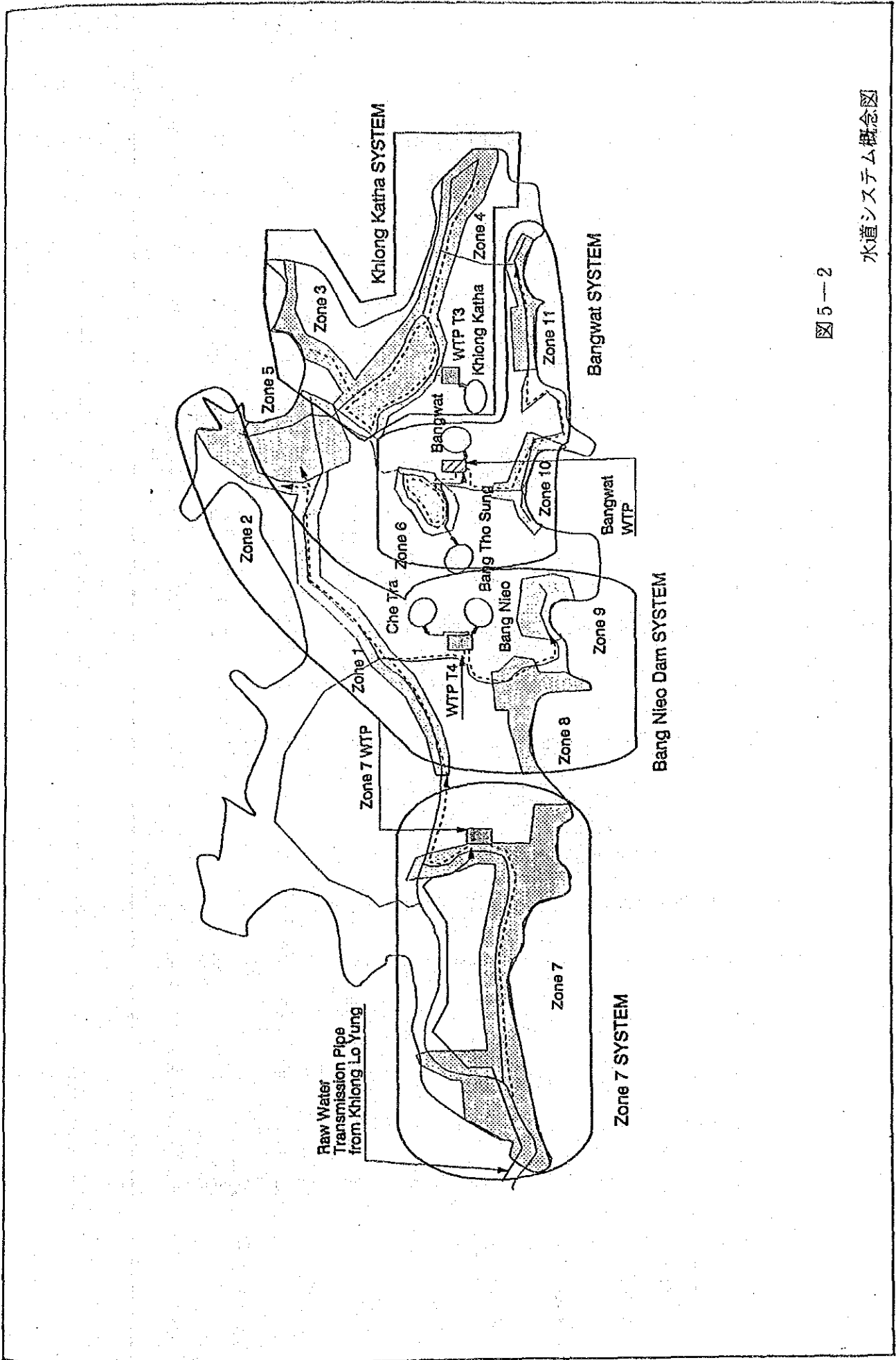


図 5—2

水道システム概念図

表 5-4 新規浄水場施設概要

施設名	ク	ロ	ン	カ	タ	バンニエオダム	チャトチャイ (ゾーン7)
計画浄水量	13,900 m ³ /日 = 579 m ³ /時		21,000 m ³ /日 = 875 m ³ /時		17,800 m ³ /日 = 742 m ³ /時		
着水井	円形 径 3.0m x 深 2.5m x 1 池	円形 径 3.0m x 深 3.0m x 1 池					
急速混和池	角型 幅 1.5m x 長 1.2m x 深 1.5m x 4 池	角型 幅 2.0m x 長 1.5m x 深 1.5m x 4 池					
フロック形成池	長方形水流式 幅 1.5m x 長 20.0m x 深 2.5m x 2 池	長方形水流式 幅 2.0m x 長 24.0m x 深 2.5m x 4 池					
沈澱池	長方形水平流 幅 5.0m x 長 30.0m x 深 4.0m x 4 池	長方形水平流 幅 6.0m x 長 38.0m x 深 4.0m x 4 池					
ろ過池	下向流単層 幅 3.0m x 長 4.5m x 8 池	下向流単層 幅 4.0m x 長 5.0m x 8 池					
浄水池	長方形 幅 15.0m x 長 32.0m x 深 5.0m x 2 池	長方形 幅 20.0m x 長 35.0m x 深 5.0m x 2 池					
塩素殺菌機	真空式 10kg/時 x 3 基 (内予備1基)	真空式 10kg/時 x 3 基 (内予備1基)					
浄水ポンプ	φ 200mm x 4.5 m ³ /分 x 40m x 50kw x 4 台 (内予備1台)	φ 200mm x 6.8 m ³ /分 x 40m x 80kw x 3 台 (内予備1台)	φ 200mm x 5.8 m ³ /分 x 40m x 70kw x 4 (内予備1台)				

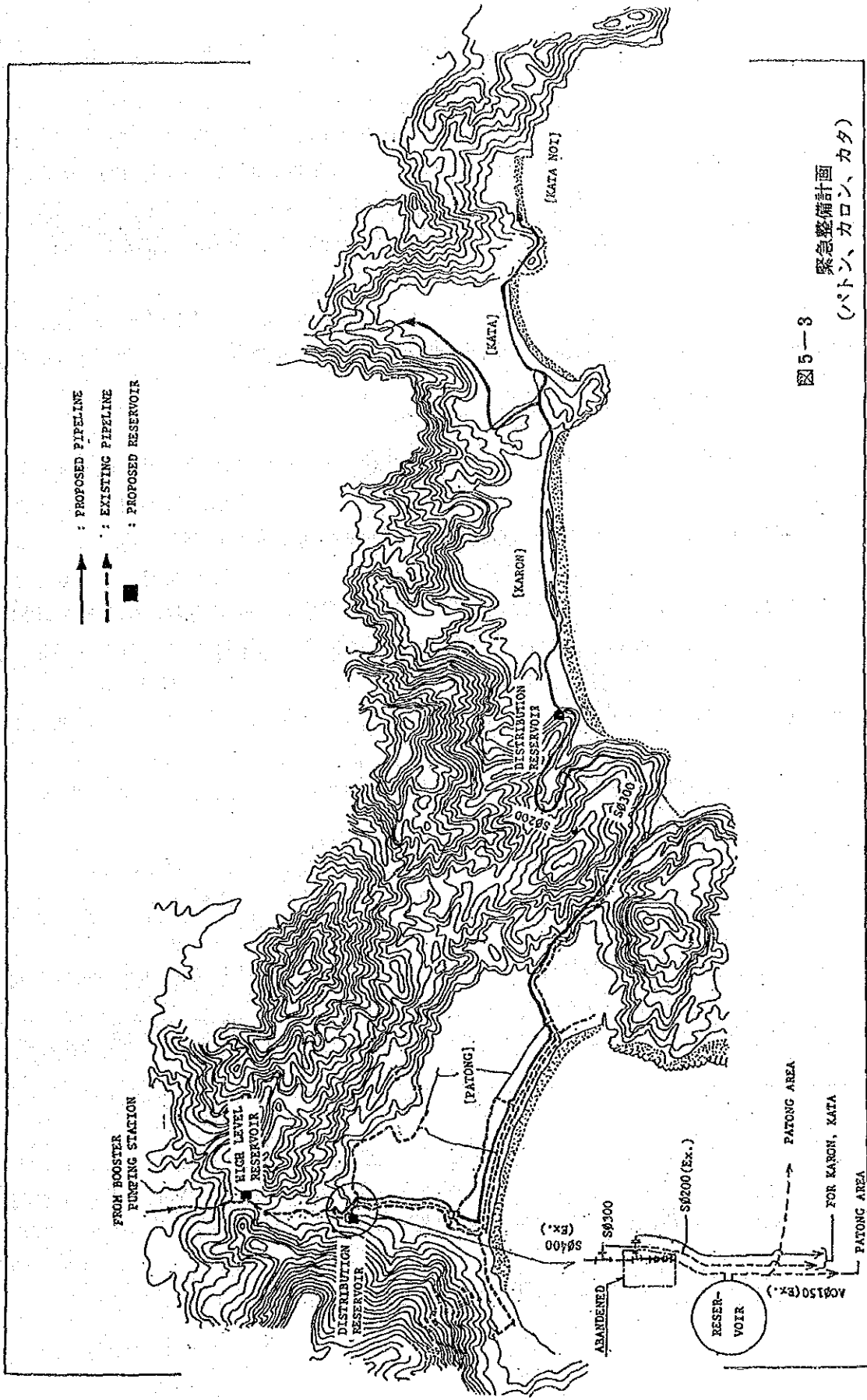


図 5-1-8
 緊急整備計画
 (パトン、カロン、カタ)

6. 実施計画

既存水源はバンワット貯水池とプーケット市の旧錫鉱山貯水池に限られるため、水源開発が先ず実施されるべきである。4章で述べた需要水量は、予測期間中において原水がつねに十分にあるという仮定に基づいて予測されたものであり、潜在需要水量と言える。しかし、現実に給水できる量は水源不足のために制限されることになり、本章ではこれを給水可能水量と呼ぶ。

取水可能水量はダムの存在によって決まる。ダム建設事業は、土地取得と建設の双方に莫大な投資を必要とするので、提案されているすべてのダムを一度で建設できると期待するのは非現実的である。ダム建設計画の代替案設定に当たって、次の要因を考慮する。

- 最大で3つのダムを第1期に建設し、他のダムはその後に建設されるものとする。
- クロンロヨン・ダムの建設は、ゾーン7及びタイムアンへの給水に不可欠であるが、地域住民の反対のため、早期実施は困難であり、第2期に廻すものとする。
- クロンカタ、バンニエオダムの両ダムは、プーケット市における需要水量を補完するとともに、ゾーン1、2、3、4、8、9への給水開始に必要であり、第1期で建設する。
- バンニエオダムは標高がカオチェトラより低く、近くに浄水場ができるので、カオチェトラ・ダムに先立って建設する。

したがって、ダム建設計画について次の代替案が設定される。

表 6-1 ダム建設計画代替案

建設時期	代替案1	代替案2	代替案3
第1期 (1991-1998)	バンストン クロンカタ バンニエオ・ダム	クロンカタ バンニエオ・ダム カオチェトラ	クロンカタ バンニエオ・ダム
第2期 (1996-2003)	クロンロヨン	クロンロヨン	クロンロヨン
第3期 (2003-2009)	カオチェトラ	バンストン	バンストン カオチェトラ

注) 代替案2、3では、バンストン・ダムが建設されるまで、バンヤイ川から暫定的に原水を取水し、バンワット貯水池まで揚水する。

これらの代替案を水道事業の観点より、下記の条件に基づいて比較する。

- 水道施設の建設費及び人件費はすべて代替案に共通であると考えられるので、電力費と薬品費から成る運転費のみを比較する。
- 比較は1990～2011年の間における次の給水量当たり平均単価によって行う。

$$\text{平均運転単価} = \frac{1990\sim 2011\text{年の現在価値化された年間運転費の総和}}{1990\sim 2011\text{年の現在価値化された年間給水量の総和}}$$

平均運転単価は、代替案1で0.454Baht/m³、代替案2で0.495Baht/m³、代替案3で0.502期Baht/m³となり、バンヤイ川における暫定的なポンプ取水期間が最も短い代替案1が最も経済的である。

ダム建設計画を代替案1に準拠した事業実施計画を図6-1、6-2に示す。

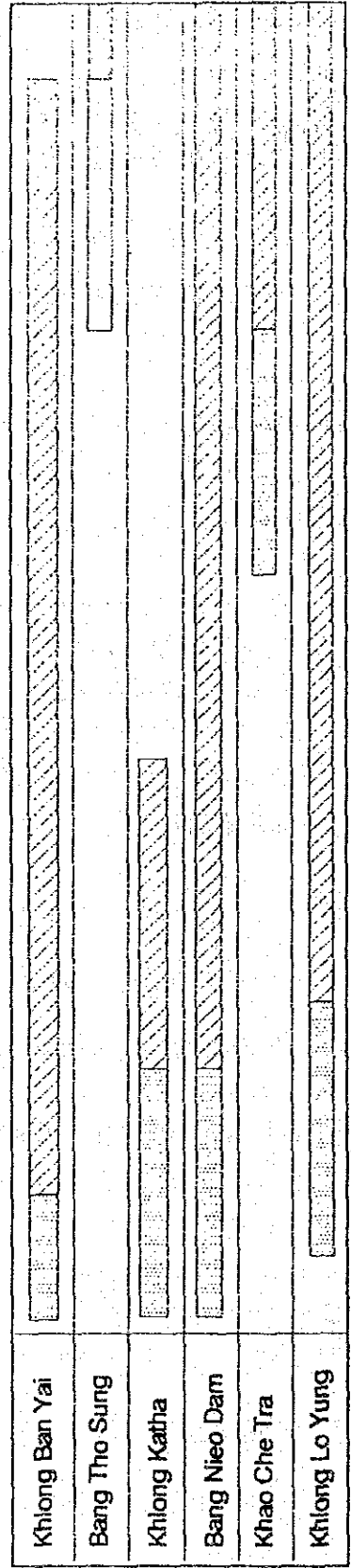
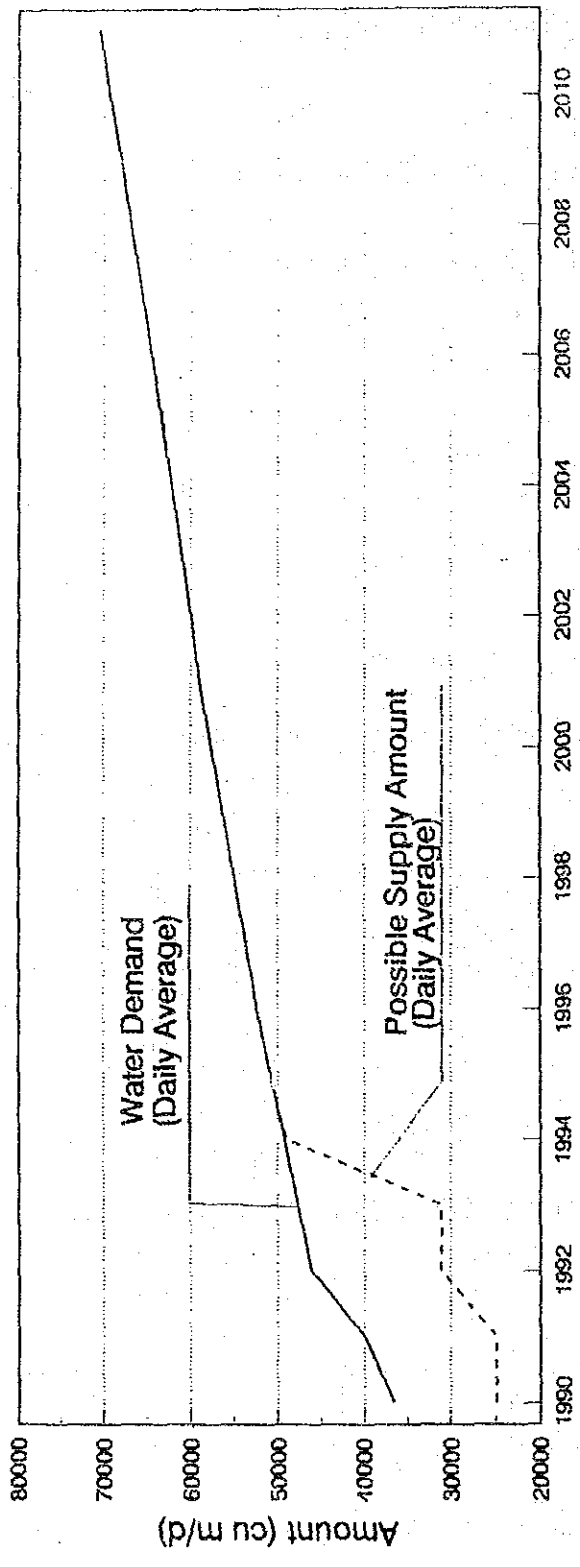
7. 組織

現在のPWAプーケット事業所は管理課、浄水課、工務課の3課構成となっているが、浄水場の数も増え、クロンロヨンでは原水取水ポンプ場が必要となるため、浄水課を浄水場毎に独立した課に分けるとともに、新たに原水取水課を創設する(図7-1参照)。職員数は現在24名であるが、クロンカタ、バンニエオダム浄水場が稼働する1998年には51名に、クロンロヨン・ダムを水源とするチャトチャイ浄水場が稼働する2003年には71名に、目標年次の2011年には74名となる。

8. 事業費

建設費は表8-1に締めように、1989年価格で10,053,300,000 Baht (57,303,810,000 Yen、交換レート1 Baht=5.7 Yenとして)が見込まれ、内外貨の内訳は、外貨部分が4,042,017,000 Baht (23,039,497,000 Yen、40.2%)、内貨部分が6,011,283,000 Baht (34,264,313,000 Yen、59.8%)である。また、ダム建設に伴う費用は9,148,154,000 Baht (52,144,478,000 Yen)で、全体事業費の91.0%を占めている。

運転管理費は2011年には年間28,647,000 Baht (163,000,000 Yen)と予想される。



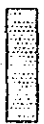

 Design/Construction
 Operation

图 6-1

水源開發計畫

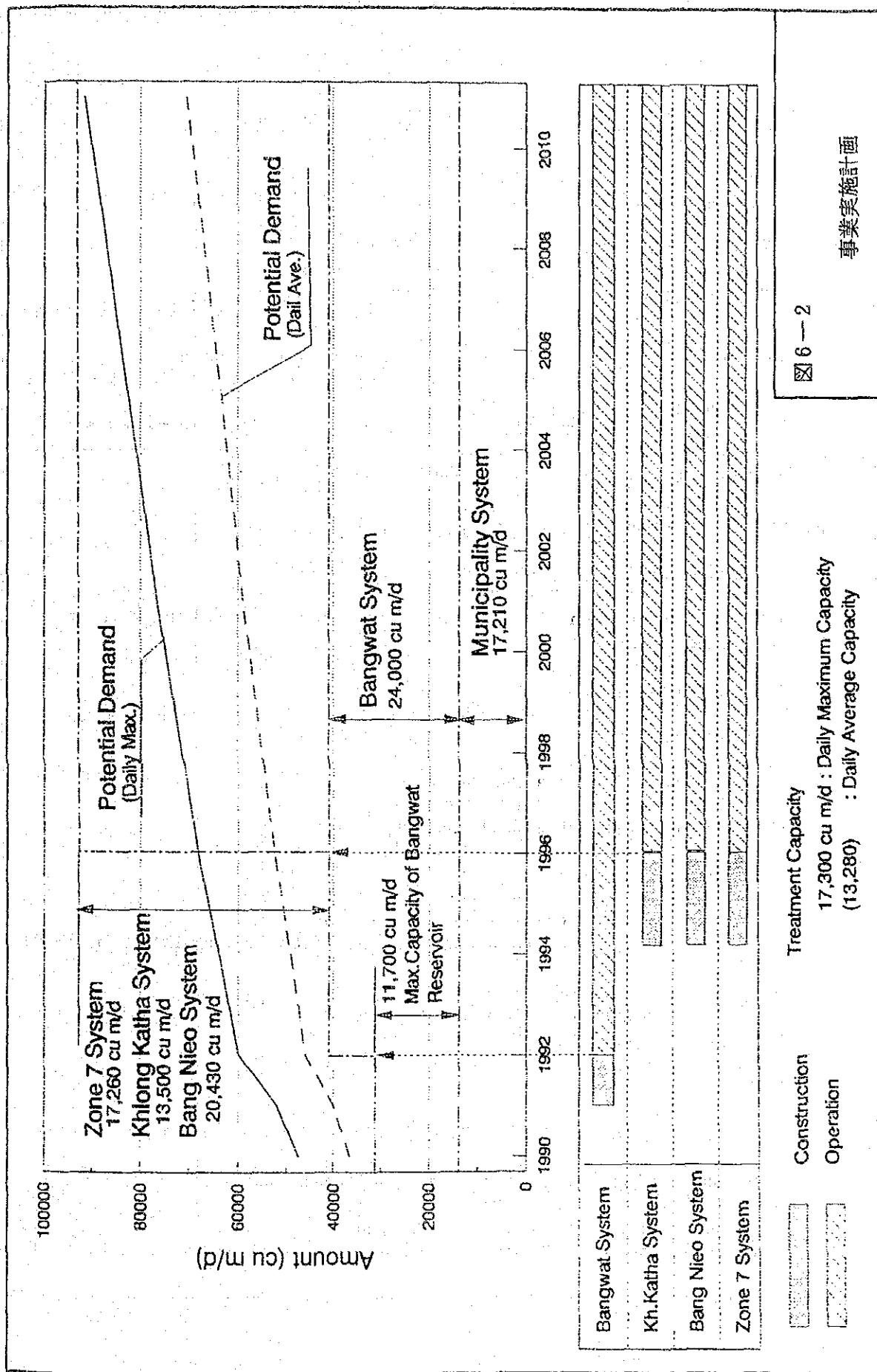


表 6--2 期別施設概要

1. Immediate Improvement Project (1990-1991)

- A. Temporary Water Source Development
 - A-1. Construction of a Pumping Station at Khlong Bang Yai
- B. Improvement of Beach Area Water Supply
 - B-1. Construction of a high level reservoir
 - B-2. Construction of service reservoirs
 - B-3. Construction of transmission pipe from the high level reservoir to Karon beach
 - B-4. Replacement of distribution pipes in Patong beach
 - B-5. Construction of distribution pipes in Patong, Karon, and Katha beaches
 - B-6. Construction of additional distribution pipes in Kathu area

2. Main Project (1994-1996)

A. Bangwat System

Preceding dam project : Bang Tho Sung Dam

- A-1. Raw water transmission pipe from the Bang Tho Sung Dam to Bangwat Treatment Plant

B. Khlong Katha System

Preceding dam project : Khlong Katha Dam

- B-1. Construction of a raw water pipe
- B-2. Construction of a treatment plant
- B-3. Construction of a distribution pipe

C. Bang Nio Dam System

Preceding dam project : Bang Nio Dam
(Khao Che Tra Dam is to be completed in 2009)

- C-1. Construction of a raw water pipe
- C-2. Construction of a treatment plant
- C-3. Construction of a distribution pipe

D. Zone 7 System

Preceding dam project : Khlong Lo Yung Dam

- D-1. Construction of a raw water pumping station
 - D-2. Construction of a raw water pipe
 - D-3. Construction of a treatment plant
 - D-4. Construction of a distribution pipe
-

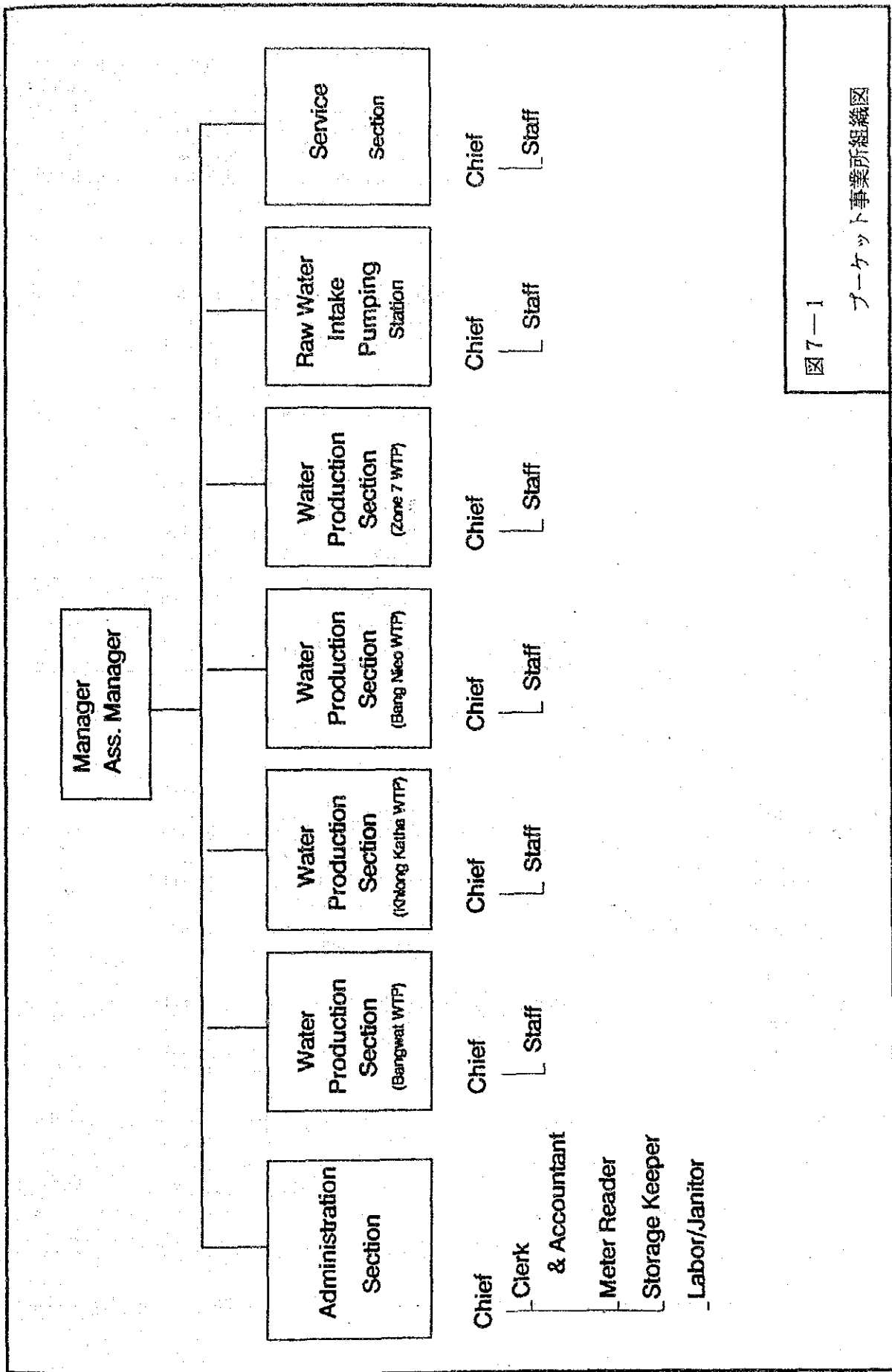


図 7-1

プーケット事業所組織図

表 8-1 建設費内訳

(unit : Baht 1000)

Item	Dimension	Total Cost (Baht 1000)	Foreign Cur. Portion (Baht 1000)	Local Cur. Portion (Baht 1000)	Remark
A. Raw Water Development					
A-1. Construction Cost					
1.	Bang Tho Sung Dam	514,307	334,660	179,647	
2.	Khlong Katha Dam	459,544	297,317	162,227	
3.	Bang Niao Dam and Che Tra Dams	440,745	275,527	165,218	
4.	Khlong Lo Yung Dam	474,757	310,100	164,657	
Total of A-1.		1,889,354	1,217,604	671,750	
A-2. Land Cost					
1.	Bang Tho Sung Dam	93,750	0	93,750	
2.	Khlong Katha Dam	125,000	0	125,000	
3.	Bang Niao Dam and Che Tra Dams	343,750	0	343,750	
4.	Khlong Lo Yung Dam	375,000	0	375,000	
Total of A-2.		937,500	0	937,500	
Total of A.		2,826,854	1,217,604	1,609,250	
B. Water Supply Development					
B-1. Construction Cost					
1.	Bangwat System - Immediate Improvement	104,142	63,065	41,078	
2.	Bangwat System	36,320	29,056	7,264	
3.	Khlong Katha System	83,774	44,809	38,965	
4.	Bang Neow Dam System	321,010	221,873	99,137	
5.	Zone 7 System	284,193	193,706	90,487	
Total of B-1.		829,439	552,508	276,931	
B-2. Land Cost					
1.	Bangwat System - Immediate Improvement	7,031	0	7,031	
2.	Bangwat System	0	0	0	
3.	Khlong Katha System	7,500	0	7,500	
4.	Bang Neow Dam System	11,250	0	11,250	
5.	Zone 7 System	94	0	94	
Total of B-2.		25,875	0	25,875	
Total of B.		855,314	552,508	302,806	
Grand Total of A. B.		3,682,168	1,770,112	1,912,056	

9. 年次別支出計画

建設費、技術報酬（詳細設計および施工監理に対する）、運転管理費、用地費、予備費を含む総事業費を、その支出計画とともに表 9-1に示す。

表9-1 年次別支出計画 (運輸管理費含む)

Unit (Baht 1000)

Year	C O N S T R U C T I O N C O S T										Operation	Land	Grand
	Bangwat	Kh. Katha	Bang Niao	Kh. Lo-Yung	Contin-	Sub-Total	Design	Super-	Sub-Total	Cost			
	Develop't				gency		vision						
Total	104,142	83,774	321,010	284,193	82,944	912,383	54,743	18,248	72,991	414,345	25,875	1,425,594	
1990	52,071	0	0	0	5,207	57,278	2,737	912	3,650	5,738	7,031	73,697	
1991	52,071	0	0	0	5,207	57,278	0	912	912	6,855	18,844	83,890	
1992	0	0	0	0	0	0	24,634	0	24,634	8,341	0	32,975	
1993	0	0	0	0	0	0	27,371	0	27,371	8,471	0	35,843	
1994	9,080	20,944	80,252	71,048	18,132	199,457	0	3,650	3,650	11,408	0	214,514	
1995	18,160	41,887	160,505	142,097	36,865	398,913	0	8,211	8,211	11,876	0	419,001	
1996	9,080	20,944	80,252	71,048	18,132	199,457	0	4,562	4,562	14,905	0	218,924	
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,565	0	15,565	
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,600	0	17,600	
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,318	0	18,318	
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,964	0	18,964	
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,713	0	19,713	
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,389	0	20,389	
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,155	0	23,155	
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,196	0	24,196	
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,041	0	25,041	
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,281	0	25,281	
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,220	0	26,220	
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,409	0	27,409	
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,861	0	28,861	
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,560	0	27,560	
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,678	0	28,678	

- Not 1. Contingency = 10 % of the total of gross construction cost
 2. Engineering Cost (Design) = 6 % of the total construction cost
 3. Engineering Cost (Supervision) = 2 % of the total construction cost

第3編

フィージビリティ・スタディ

10. 計画基礎

プーケット島の水道システムは、第5章で述べたように、(1)バンワット・システム、(2)クロンカタ・システム、(3)バンニエオダム・システム、(4)ブーン7・システムから成り、この他にプーケット市が運営するプーケット市システムがある。

水道システムの実施は王立灌漑局(RID)が行うダム建設の進捗次第であり、PWAの支配を超えている。PWAが現在唯一管理しているサブシステムはバンワット・システムであり、このシステムは暫定的にバンヤイ川からの原水取水により、浄水能力一杯で運転することができるため、全体のシステム中に組み入れるものとする。

緊急整備計画はパトン、カロン、カタへの安定供給達成を目的としており、これも全体システムの一部を構成している。

他のサブシステムについては、第7章で示したダム建設計画に従って、建設計画を作成する。

既存の河川あるいは旧錫鉱山といった暫定水源の開発により、一部区域に給水する可能性もあるが、これには、水源の能力確認、浄水・送水方法の計画に即ちその調査が必要である。技術面のみならず、用地取得あるいは地主の許可も旧錫鉱山の利用にあたっては大きな問題の一つである。

したがって、そのような暫定的対策の詳細な検討は、今日現在データ不足であること、調査が長くかかること、および旧錫鉱山の利用可能性に対する不確かさのために、このフィージビリティ・スタディでは取り上げないものとする。

11. 事業実施計画

事業実施計画は図11-1に示すように、(1)建設前段階、(2)建設段階、(3)運転段階に大別される。各段階において必要な手続きは次の通り。

図 1 1 - 1 事業実施計画 (第 1 期)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Dam Projects									
Land Acquisition									
Budget Preparation/Design									
Construction									
(i) Pre-Construction Stage									
Land Acquisition									
Preparation of PWA's budget									
Foreign Loan application									
Local loan application									
Selection of consultants									
Detailed design									
Pre-qualification of contractors									
Tendering									
Contract award									
(ii) Construction Stage									
Immediate Improvement									
Water treatment plant									
Distribution pipelines									
(iii) Operation Stage									

Note: Immediate Improvement Project is to be carried out by PWA itself.

(1) 建設前段階

- 1) 土地取得
- 2) PWA 自身の予算化
- 3) 借款申請
- 4) 詳細設計を担当するコンサルタントの選択
- 5) 詳細設計
- 6) 入札
- 7) 請負者の裁定

(2) 建設段階

- 1) 取水施設
- 2) 浄水施設
- 3) 配水池を含む送水施設
- 4) 配水管

(3) 運転段階

12. 事業費

用地費、ダム建設に伴う費用を除く各期の事業費内訳を表12-1に示す。全体建設費は 842,739,000 Baht (4,803,612,000 Yen) で、このうち緊急整備計画は 104,142,000 Baht (593,609,000 Yen, 12.3%)、第1期は 398,404,000 Baht (2,270,903,000 Yen, 47.3%)、第2期は 340,193,000 Baht (1,939,100,000 Yen, 40.4%) と見込まれる。

13. 財務経済分析

13-1 財務分析

13-1-1 資金調達

資金は大別して2つのカテゴリー、(1)建設費と、(2)償還、減価償却、その他の雑経費を含む

表 1 2—1 期別建設費内訳

(Unit : Baht 1000)

Item	Immediate Improvement Project			Main Project		
	Total	(F/C)	(L/C)	Total	(F/C)	(L/C)
1. Bangwat System - Immediate Improvement						
A. Temporary Water Source Development						
a. Temporary Pumping Station	5,418	4,100	1,317			
b. Raw Water Transmission Pipe SP 700 mm, L= 5,000 m	33,050	26,440	6,610			
B. Beach Water Supply Improvement						
a. High Level Reservoir Volume 900 cu m	2,250	675	1,575			
b. Distribution Reservoir for Patong Volume 3,800 cu m	7,980	2,394	5,586			
c. Distribution Reservoir for Karon and Katha Volume 1,200 cu m	3,000	900	2,100			
d. Transmission Pipeline from Patong to Karon SP 300 mm, L= 8,000 m	23,520	18,816	4,704			
SP 200 mm, L= 1,200 m	2,124	1,699	425			
e. Distribution Pipeline						
(i) Patong (Zone 10)						
Replacement						
AC 200 mm, 1,390 m	1,237	371	866			
AC 250 mm, 360 m	425	127	297			
AC 300 mm, 5,715 m	9,258	2,777	6,481			
New Construction						
AC 150 mm, 800 m	488	146	342			
AC 200 mm, 1,940 m	1,727	518	1,209			
SP 400 mm, 150 m	623	187	436			
(ii) Karon and Katha (Zone 11)						
New Construction						
AC 150 mm, 800 m	488	146	342			
AC 200 mm, 9,550 m	8,500	2,550	5,950			
AC 300 mm, 1,600 m	2,592	778	1,814			
(iii) Kathu (Zone 6)						
AC 150 mm, 2,400 m	1,464	439	1,025			
Sub-Total of 1.	104,142	63,065	41,078			
2. Bangwat System - Other than the Immediate Improvement						
Raw Water Pipe						
SP 500 mm, L = 8,000 m				36,320	29,056	7,264
Sub-Total of 2.				36,320	29,056	7,264

表 1 2—1 期別建設費内訳 (続き)

(Unit : Baht 1000)

Item	Immediate Improvement Project			Main Project				
	Total	(F/C)	(L/C)	Total	(F/C)	(L/C)		
3. Khlong Katha System								
A. Raw Water Pipe								
SP 400 mm, L = 200 m			754	603	151			
B. Treatment Plant (T3)								
			49,332	23,819	25,513			
C. Distribution Pipeline (Zones 3 & 4)								
AC 150 mm, L=12,400 m			7,564	2,269	5,295			
AC 200 mm, L= 3,600 m			3,204	961	2,243			
AC 250 mm, L= 2,000 m			2,360	708	1,652			
SP 500 mm, L= 4,000 m			20,560	16,448	4,112			
Sub-Total of 3.			83,774	44,809	38,965			
4. Bang Nieo Dam System								
A. Raw Water Pipe								
SP 500 mm, L = 200 m			1,028	822	206			
B. Treatment Plant (T4)								
			72,175	33,663	38,512			
C. Distribution Pipeline (Zone 1 & 2)								
AC 100 mm, L= 6,950 m			3,128	938	2,189			
AC 150 mm, L= 2,340 m			1,474	442	1,032			
AC 200 mm, L= 2,750 m			2,530	759	1,771			
SP 400 mm, L=27,050 m			115,504	92,403	23,101			
SP 600 mm, L=10,950 m			73,475	58,780	14,695			
SP 700 mm, L= 4,680 m			37,112	29,690	7,422			
(Zone 8)								
AC 150 mm, L= 2,000 m			1,260	378	882			
AC 200 mm, L= 2,400 m			2,208	662	1,546			
AC 300 mm, L= 5,110 m			8,585	2,575	6,009			
(Zone 9)								
AC 150 mm, L= 2,850 m			1,796	539	1,257			
AC 200 mm, L= 800 m			736	221	515			
Sub-Total of 4.			321,010	221,873	99,137			
5. Zone 7 System								
A. Raw Water Pumping Station								
			3,548	2,714	833			
B. Raw Water Transmission Pipe								
SP 600 mm, L = 34 km			190,400	152,320	38,080			
C. Treatment Plant (T5)								
			66,120	31,434	34,686			
D. Distribution Pipeline (Zone 7)								
AC 150 mm, L= 6,600 m			4,026	1,208	2,818			
AC 200 mm, L= 7,650 m			6,809	2,043	4,766			
AC 300 mm, L= 4,000 m			6,480	1,944	4,536			
AC 400 mm, L= 2,450 m			6,811	2,043	4,768			
Sub-Total of 5.			284,193	193,706	90,487			
Total			104,142	63,065	41,078	725,297	489,444	235,853

年間の運転管理のための経常経費が必要である。

(1) 総費用

建設費、技術報酬（詳細設計および施工管理に対する）、予備費を含む総事業費をその支出計画とともに表13-1に示す。

(2) 総事業費に対する資金計画

総事業費の内、外貨部分は国際融資機関によって融資され、一方、内貨部分は中央政府からの補助金、PWA自身の資本あるいは借款によってまかなわれる。しかし、ある場合には内貨部分の一部も国際融資機関によって融資されることがある。

実施機関の資金調達能力が、十分でない場合には、できるだけ中央政府からの補助金が望ましい。また利率が低く、返済期間の長いソフト・ローンを探求すべきである。

資金調達の方法としては、(1)国際融資機関からの借款、(2)中央政府から補助金、(3)市中銀行からの借入金があり、それぞれ利率、据置期間、手数料が異なる。

(3) 経常経費の資金調達

施設の建設後には、運転管理費および借入金を利用した時には債務支払を含む年間経費に対する資金調達が必要となる。発展途上国では、そのような経常経費は使用料の徴収という形を通じて便益を受ける施設利用者によってまかなわれるという習慣が確立されている。

13-1-2 資金調達計画代替案

資金調達計画は事業の財務的実施可能性に影響する最も決定的な要因の1つであり、PWAの事業所に耐え難い負担を課さないような資金調達計画が、十分な資金、あるいは借款が利用できることを条件として、最も望ましい。資金調達計画代替案として、次のものを設定する。

代替案

- 1 全額国際融資機関から借款する。
- 2 外貨部分は二国間借款とし、内貨部分は国際金融機関から借款する。
- 3 外貨部分は二国間借款とし、内貨部分は市中銀行からの借入金と PWA自身の資

表 13-1 年次別支出計画

Year	Construction Cost			Engineering Cost			Supervision Cost			Land Cost			Sub-Total			Contingency			Grand Total					
	F.C.	L.C.	Total	Total	F.C.	L.C.	Total	Total	F.C.	L.C.	Total	Total	F.C.	L.C.	Total	Total	F.C.	L.C.	Total	Total	F.C.	L.C.	Total	
Total	489,443	339,996	829,439	36,464	18,278	54,742	12,156	6,091	18,247	25,875	538,063	390,240	928,303	48,944	33,999	82,943	587,007	424,239	1,011,246					
1990	0	52,071	52,071	1,823	914	2,737	608	304	304	7,031	2,431	60,320	62,751	0	5,207	5,207	2,431	65,527	67,958					
1991	0	52,071	52,071	0	0	0	608	304	304	18,844	608	71,219	71,827	0	5,207	5,207	608	76,426	77,034					
1992	0	0	0	16,409	8,225	24,634	0	0	0	0	16,409	8,225	24,634	0	0	0	16,409	8,225	24,634					
1993	0	0	0	18,232	9,139	27,371	0	0	0	0	18,232	9,139	27,371	0	0	0	18,232	9,139	27,371					
1994	122,360	58,964	181,324	0	0	0	2,431	1,219	3,650	0	124,791	60,183	184,974	12,236	5,896	18,132	137,027	66,079	203,106					
1995	244,723	117,926	362,649	0	0	0	5,470	2,741	8,211	0	250,193	120,667	370,860	24,672	11,793	36,265	274,665	132,660	407,125					
1996	122,360	58,964	181,324	0	0	0	3,039	1,523	4,562	0	125,399	60,487	185,886	12,236	5,896	18,132	137,635	66,383	204,018					
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

Note: 1.Contingency = 10 % of the total of gross construction cost
 2.Engineering Cost (Design) = 6 % of the total construction cost
 3.Engineering Cost (Supervision) = 2 % of the total construction cost
 4.F.C.: Foreign Currency
 5.L.C.: Local Currency

金で半分ずつ賄う。

- 4 外貨部分と総事業費の約83% に等しい内貨部分の一部は二国間借款とし、残りは市中銀行からの借入金と PWA自身の資金で半分ずつ賄う。
- 5 外貨部分と総事業費の約83% に等しい内貨部分の一部は二国間借款とし、残りは市中銀行からの借入金とする。

ここで、各機関の貸付条件を表13-2に示す。

表13 2 融資機関の貸付条件

形態	借入先例	返済期間 (据置期間含む) (年)	年利率 (%)
国際借款	IBRD, ADB	20 (5)	7
二国間借款	OECD	30 (10)	2.7
国内借入*	市中銀行	13 (3)	11

* 償還期間中、PWA は利子分のみ支払い、元金分は中央政府が支払う。

各代替案における PWAの負担を比較すると、代替案3と4は資金需要が他よりも少ない。さらに代替案3と4の間では、代替案4が建設段階において当初の資金負担が少なく済み、以降の財務分析における資金計画として採用する。

13-1-3 収入計画

PWAの総収入の内95%は水道料金、水道加入金(接続工事料)、メーター使用料が占めている。現行の料金体系を表13-3~13-5に示す。

収入計画については、(1)料金体系は2011年まで変わらない、(2)需要水量の伸びは給水栓数の伸びによって吸収されるものとし、下記の条件に基づいて、各年における口径別の給水栓数を定め、料金収入を算出する。

- 1985~1987年の用途別大口使用者データより用途別1給水栓1日使用水量を求め、接続口径を定める。
- 給水栓数は各年の用途別需要水量を用途別1給水栓1日使用水量で割って求める。
- 新規加入給水栓数は当該年度と前年度の給水栓の差とする。

表13-3 水道料金

使用水量 (m ³ /月)	0 ~ 10	11 ~ 20	21 ~ 30	31 ~ 50	51 ~ 80	81 ~ 100	101 ~ 301	301 ~ 1,000	1,001 ~ 2,000	2,001 ~ 3,000	3,001 以上
水道料金 00(Baht/m ³)	3.75	4.50	6.50	7.50	8.00	8.50	9.00	9.25	9.50	9.75	10.

表13-4 水道加入金

接続口径 (in)	1/2	3/4	1	1-1/2	2	2-1/2	3	4	6 以上
基本水道加入金* (Baht/給水栓)	2,050	2,750	3,750	6,690	9,575	13,075	15,495	21,455	30,025

* 本管からの接続延長が10m 以下に対して

表13-5 メーター使用料

接続口径 (in)	1/2	3/4	1	1-1/2	2	2-1/2	3	4 以上
メーター使用料 (Baht/月)	10	15	30	60	100	120	160	200

13-1-4 資金繰

(1) 資金繰

流入資金は、(1)中央政府からの市中銀行借入金返済に対する元金分、(2)借入金、(3)水道料金、(4)水道加入金、(5)メーター使用料、(6)その他(資材販売、罰金、その他から成り、水道料金の2%として計上)より、一方流出資金は、(1)事業費、(2)償還金、(3)運転管理費、(4)接続工事費(水道加入金の50%として計上)(5)PWA本部及び地方局の費用配分より構成される。表13-6に資金繰表を示す。

表13-6からも分かるように単独年度で見ると事業を実施する初期の1990年、1991年及び2000年、2001年までは収支は赤字になるが、以降黒字に転じ、累積でも1995年から黒字に転じ、

表 13-6 資金繰表

Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Cash Inflow																
Government Contribution	0	0	0	3,930	4,362	4,842	6,016	6,678	7,413	8,430	9,357	10,387	11,529	1,639	1,819	2,019
Capital Contribution	33,112	36,348	24,038	26,709	181,624	364,140	182,514									
Loan	29,639	35,479	597	663	3,351	6,721	3,373									
Local Loan	3,473	869	23,441	26,046	178,273	357,419	179,141									
Foreign Loan	18,052	25,656	25,110	25,339	38,103	48,287	50,472	51,810	56,083	55,272	56,703	58,197	59,025	61,858	59,930	60,819
Operating Revenue	17,292	23,052	23,076	23,244	35,748	45,624	47,888	48,852	50,616	51,852	53,172	54,540	54,864	55,248	55,452	56,160
Water Sales	0	1,632	1,001	999	952	1,003	1,020	1,094	3,353	1,198	1,200	1,213	1,607	3,815	1,576	1,637
Connection Fee	414	511	571	631	688	748	810	887	1,102	1,185	1,268	1,353	1,457	1,690	1,793	1,899
Service Charge	346	461	462	465	715	912	954	977	1,012	1,037	1,063	1,091	1,097	1,105	1,109	1,123
Other Income	2,164	0	7,379	7,188	26,587	21,477	22,434	23,436	24,458	25,499	26,560	27,641	28,860	30,102	31,370	32,456
Income From Municipality	53,328	62,004	56,526	63,165	250,675	438,746	261,435	81,924	87,954	89,201	92,620	96,225	99,414	93,599	93,119	95,294
Total Inflow																
Cash Outflow																
Project Expenditures	60,320	71,219	8,225	9,139	60,183	120,667	60,487									
Local Portion	2,431	608	16,409	18,232	124,791	250,193	125,399									
Foreign Portion	0	0	0	3,930	4,362	4,842	6,016	6,678	7,413	8,430	9,357	10,387	11,529	1,639	1,819	2,019
Amortization	3,354	7,280	7,979	8,755	13,504	23,414	28,089	27,428	26,693	25,878	24,950	23,125	21,165	19,057	18,014	16,928
Principal	9,585	12,593	13,708	13,866	18,984	21,220	24,621	25,523	28,999	28,857	29,737	30,734	31,664	35,602	35,559	36,560
Interest	5,739	6,856	8,341	8,471	11,408	11,876	14,905	15,565	17,600	18,318	18,964	19,713	20,389	23,155	24,196	25,041
Operating Expenses	0	816	501	500	476	502	510	547	1,677	599	600	607	894	1,908	788	819
O & M Cost	3,846	4,861	4,866	4,895	7,100	8,842	9,206	9,411	9,722	9,940	10,173	10,414	10,471	10,539	10,575	10,700
Connection Expenses	854	930	854	854	2,231	2,289	2,407	2,500	2,595	2,691	2,789	2,888	2,965	3,044	3,126	3,200
Share of Head Office	76,544	92,570	47,175	54,776	224,055	422,625	247,019	62,129	65,700	65,856	96,323	97,420	98,427	91,285	91,324	92,399
Payment to RID																
Total Outflow																
Net Cash Flow	-23,216	-30,566	9,352	8,390	26,620	16,121	14,416	19,795	22,255	23,345	-3,703	-1,195	988	2,314	1,795	2,896
Accumulated	-23,216	-53,782	-44,431	-36,041	-9,420	6,701	21,117	40,913	63,167	86,512	82,810	81,615	82,603	84,917	86,712	89,608

表 13-6 資金繰表 (続き)

Year	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cash Inflow															
Government Contribution	419	465	516												
Capital Contribution															
Local Loan															
Foreign Loan															
Operating Revenue	61,709	62,357	63,265	63,835	64,852	65,879	65,879	65,879	65,879	65,879	65,879	65,879	65,879	65,879	65,879
Water Sales	56,928	57,684	58,488	59,016	59,868	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780	60,780
Connection Fee	1,639	1,431	1,435	1,386	1,449	1,459	1,459	1,459	1,459	1,459	1,459	1,459	1,459	1,459	1,459
Service Charge	2,004	2,088	2,172	2,253	2,338	2,424	2,424	2,424	2,424	2,424	2,424	2,424	2,424	2,424	2,424
Other Income	1,139	1,154	1,170	1,180	1,197	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216	1,216
Income From Municipality	32,035	31,675	31,292	30,889	30,219	40,587	40,587	40,587	40,587	40,587	40,587	40,587	40,587	40,587	40,587
Total Inflow	94,163	94,497	95,073	94,724	104,071	106,466	106,466	106,466	106,466	106,466	106,466	106,466	106,466	106,466	106,466
Cash Outflow															
Project Expenditures															
Local Portion															
Foreign Portion															
Amortization															
Principal	35,020	36,001	37,011	37,481	38,493	39,532	40,599	41,696	42,821	43,977	45,165	46,384	47,637	48,923	
Interest	15,796	14,816	13,805	12,763	11,751	10,712	9,644	8,548	7,423	6,266	5,079	3,859	2,607	1,321	
Operating Expenses	36,935	37,905	39,237	40,558	39,639	40,922	40,922	40,922	40,922	40,922	40,922	40,922	40,922	40,922	40,922
O & M Cost	25,281	26,220	27,409	28,661	27,560	28,678	28,678	28,678	28,678	28,678	28,678	28,678	28,678	28,678	28,678
Connection Expenses	819	716	718	693	725	730	730	730	730	730	730	730	730	730	730
Share of Head Office	10,835	10,969	11,110	11,204	11,354	11,514	11,514	11,514	11,514	11,514	11,514	11,514	11,514	11,514	11,514
Payment to RID	3,297	3,379	3,463	3,549	4,092	4,183	4,183	4,183	4,183	4,183	4,183	4,183	4,183	4,183	4,183
Total Outflow	91,048	92,101	93,516	94,351	93,975	95,349	95,348	95,349	95,349	95,348	95,349	95,348	95,349	95,349	95,349
Net Cash Flow	3,115	2,396	1,557	373	10,097	11,117	11,116	11,117	11,117	11,118	11,117	11,118	11,117	11,117	11,117
Accumulated	92,723	95,119	96,676	97,049	107,146	118,263	129,381	140,499	151,616	162,734	173,851	184,969	196,086	207,203	268,564

目標年次の2011年には118,263,000 Bahtの剰余金を生じる。

(2) 給水原価

1990～2020年の間における平均給水原価は4.50 Baht/m³である。

(3) 減価償却

事業の終わりでは残存価値が存在するのがあるが、すなわち、事業資産は事業の過程の中に使い尽されるのではなく、残存資産として存在する。この財務分析では1990～2020年の31年間を事業期間としているので、最終年の2020年の残存価値を便益に加える。

償却年数はバンワット・システム30年、クロンカタ・システム37年、バンニエオ・システム33年、ゾーン7・システム32年、償却方式は定額法、残存価格は投資額の10%とする。

13-1-5 財務分析

事業実施可能性を検証するために、すべての費用と便益を、割引率9%で現在価値化する。割引率が低いのは、年間収入が一般に都会人よりも低い地方の人々に、事業が便益をもたらすことで、正当化されると考えられる。この分析での事業実施可能性を費用便益比（BCR）と純現在価値（NPV）で評価する。

割引率9%でBCR>1、あるいはNPV>0であれば事業は実施可能であることを示す。すなわち、財務上の便益が、投資の支配的機会費用における財務上の費用を上廻るので、事業は実施可能である。表13-7に示すように、NPVは31,208,000Baht、FIRRは12.67%であり、本事業は財務的には実施可能である。

13-2 経済分析

経済分析においてはプロジェクトの実施において発生するであろう経済効果及び実施に必要な経済費用を対比させることにより、財務分析と同様な手法を用いて経済的 Feasibility（妥当性）を判断する。

経済分析においては、そのプロジェクト実施がもたらすであろう経済効果を極力定量化することに努めているが、定量化が困難なものについては定性的に評価する。

表 13-7 財務的費用便益

year	Net Present Value												
	Loan	Operating Income	Govern. Subsidy	Total Income	Capital Invest.	Operating Expenses	Debt Services	Total Expenses	Net Income	Benefit	Cost	Net Income	
1990	33,112	0	0	33,112	62,751	0	3,354	66,105	-32,993	33,112	66,105	-32,993	
1991	36,348	0	0	36,348	71,827	0	7,280	79,107	-42,759	33,347	72,575	-39,228	
1992	24,038	13,164	0	37,202	24,634	1,490	7,979	34,103	3,099	31,312	28,704	2,608	
1993	26,709	13,144	3,930	43,783	27,371	1,490	12,685	41,546	2,237	33,808	32,081	1,727	
1994	181,624	45,297	4,362	231,283	184,974	1,490	17,867	204,331	26,952	163,846	144,753	19,093	
1995	364,140	50,260	4,842	419,242	370,860	1,490	28,256	400,606	18,636	272,478	260,366	12,112	
1996	182,514	53,323	6,016	241,853	185,886	1,490	34,106	221,482	20,371	144,209	132,062	12,146	
1997		56,683	6,678	63,361	0	13,806	34,106	47,912	15,449	34,661	26,210	8,451	
1998		61,978	7,413	69,391	0	17,282	34,106	51,388	18,004	34,825	25,790	9,035	
1999		62,208	8,430	70,638	0	17,140	34,308	51,448	19,190	32,524	23,688	8,836	
2000		64,700	9,357	74,057	0	18,020	63,797	81,817	-7,760	31,282	34,560	-3,278	
2001		67,275	10,387	77,662	0	19,017	63,797	82,814	-5,152	30,097	32,093	-1,996	
2002		69,322	11,529	80,851	0	19,947	63,797	83,744	-2,893	28,745	29,774	-1,028	
2003		73,397	1,639	75,036	0	23,885	52,639	76,524	-1,488	24,475	24,960	-485	
2004		72,737	1,819	74,556	0	23,842	52,639	76,481	-1,925	22,311	22,887	-576	
2005		74,712	2,019	76,731	0	24,843	52,639	77,482	-751	21,066	21,272	-206	
2006		77,125	419	77,544	0	25,218	50,816	76,034	1,510	19,531	19,151	380	
2007		79,047	465	79,512	0	26,188	50,816	77,004	2,509	18,373	17,793	580	
2008		81,255	516	81,771	0	27,520	50,816	78,336	3,436	17,335	16,607	728	
2009		83,146	0	83,146	0	28,841	50,244	79,085	4,061	16,171	15,381	790	
2010		85,508	0	85,508	0	27,922	50,244	78,166	7,343	15,257	13,947	1,310	
2011		87,903	0	87,903	0	29,205	50,244	79,449	8,455	14,390	13,006	1,384	
2012		87,903	0	87,903	0	29,205	50,244	79,449	8,455	13,201	11,932	1,270	
2013		87,903	0	87,903	0	29,205	50,244	79,449	8,455	12,111	10,947	1,165	
2014		87,903	0	87,903	0	29,205	50,244	79,449	8,455	11,111	10,043	1,069	
2015		87,903	0	87,903	0	29,205	50,244	79,449	8,455	10,194	9,213	980	
2016		87,903	0	87,903	0	29,205	50,244	79,449	8,455	9,352	8,453	899	
2017		87,903	0	87,903	0	29,205	50,244	79,449	8,455	8,580	7,755	825	
2018		87,903	0	87,903	0	29,205	50,244	79,449	8,455	7,872	7,114	757	
2019		87,903	0	87,903	0	29,205	50,244	79,449	8,455	7,222	6,527	695	
2020		87,903	0	87,903	0	29,205		29,205	320,532	6,625	2,201	24,159	
Salvage Value												(-261,833)	
										1,159,423	1,147,950	31,208	
										NPV is	1.01	FIRR is	12.67%

財務分析で使用した市場価格を経済分析で使用する経済価格に変換する主要な作業としては、市場価格から税金、利子、補助金等の移転項目を差引き、さらに外国為替交換レート、労働等の価格修正を行うことが挙げられる。

13-2-1 プロジェクトの経済評価

(1) 水の経済価値

本事業により、給水区域の住民は、水道料金を支払うことにより、十分な水の供給を受けることができる。しかし、公共料金は、政策的見地よりその実際の価値より低めに設定されている。一般的に水自体の経済的価値は、実際の水道料金よりも2割程度高いものと推定される。また、アンケート調査の結果、現在の水道料金よりも2割高めでも、十分住民の支払い意思の範囲にある。

(2) 健康の便益

地域社会及びその構成員たる住民に対する健康改善は、水道整備事業の主たる目的の一つである。

1) 公的立場よりの便益

住民の良好なる健康状態の維持には、公的立場からさまざまな衛生設備の整備が必要である。これら整備には、費用が必要になる。水道を整備することにより、地域の衛生環境が改善されれば、これら衛生施設の整備に必要な資金は他の事業に振り向けることが可能である。この節約された費用は、本プロジェクトの経済便益と考えることができる。

2) 住民に対する健康便益

地域住民に対する水道事業のもたらす効果としては、水系伝染病等の減少に伴う寿命の延び、治療費の節減、治療中に失われるであろう労働報酬の減少等が考えられる。

(3) 地域経済への効果

水道事業の実施は、さまざまな点で地域経済に貢献する。それらには、土地の経済価値の上昇、建設工事の実施に伴う雇用創出効果等が考えられる。

- 1) 水道事業に限らず、下水道、電気、道路等の公共施設の整備は、周辺土地の経済的価値を上昇させる効果を持つ。

事業が予定されている地域の土地価格は、事業終了後各地域毎にそれぞれの割合で建設終了後、7年間に亘り上昇すると予想される。今後予想される各公共事業の割合から、価格上昇分の約5%が水道事業の貢献分であると想定し、経済便益とする。

- 2) 土地利用の活性化

公共施設が未整備の地区において、水道を整備することにより土地利用が活性化される。

- 3) 公的便益

土地価格の上昇に伴い、土地資産税の増加等、公的機関に収入の増加が見込まれる。

- 4) 雇用機会の創出

建設工事の実施に伴い、地域内労働者の雇用機会が増加し、プロジェクト実施により支払われる労働資金は、そのまま労働者の収入増加の便益となる。

以上検討した経済便益を表13-8にまとめる。前述したように、これらは定量化できる便益のみであり、他にも多くの経済便益が期待できる。

表 1 3--8 經濟便益

Year	Economic : Water Value	Health Benefits : Cost of :Time Loss	Total Medical Expenses	Economic : Benefit	Increase : Land Value	Total Economic Benefit
1990	23,347 :	92	1,376	734 :	0 :	24,081
1991	27,662 :	102	1,517	809 :	30,881 :	59,353
1992	36,546 :	142	2,118	1,130 :	31,499 :	69,175
1993	36,518 :	149	2,219	1,184 :	32,129 :	69,831
1994	74,802 :	154	2,299	1,226 :	32,771 :	108,799
1995	80,521 :	161	2,396	1,279 :	33,427 :	115,227
1996	84,146 :	167	2,492	1,330 :	34,095 :	119,571
1997	86,746 :	173	2,577	1,375 :	58,587 :	146,708
1998	90,089 :	383	5,716	3,049 :	25,001 :	118,139
1999	92,821 :	393	5,872	3,133 :	26,251 :	122,205
2000	95,678 :	404	6,025	3,214 :	27,563 :	126,455
2001	98,617 :	414	6,174	3,294 :	28,941 :	130,852
2002	100,469 :	431	6,431	3,431 :	62,561 :	166,461
2003	102,420 :	586	8,752	4,669 :	64,724 :	171,813
2004	104,186 :	620	9,256	4,938 :	33,472 :	142,596
2005	106,339 :	655	9,770	5,212 :	34,142 :	145,693
2006	106,756 :	676	10,082	5,379 :	34,824 :	146,959
2007	107,231 :	693	10,343	5,518 :	35,521 :	148,270
2008	107,736 :	710	10,597	5,653 :	36,231 :	149,620
2009	107,886 :	725	10,816	5,770 :	0 :	113,656
2010	118,904 :	830	12,386	6,608 :	0 :	125,512
2011	121,640 :	866	12,927	6,897 :	0 :	128,537
2012	121,640 :	866	12,927	6,897 :	0 :	128,537
2013	121,640 :	866	12,927	6,897 :	0 :	128,537
2014	121,640 :	866	12,927	6,897 :	0 :	128,537
2015	121,640 :	866	12,927	6,897 :	0 :	128,537
2016	121,640 :	866	12,927	6,897 :	0 :	128,537
2017	121,640 :	866	12,927	6,897 :	0 :	128,537
2018	121,640 :	866	12,927	6,897 :	0 :	128,537
2019	121,640 :	866	12,927	6,897 :	0 :	128,537
2020	121,640 :	866	12,927	6,897 :	0 :	128,537

13-2-2 プロジェクトの経済費用

財務分析で使用した市場価格による事業費を Shadow Pricing Factor (潜在価格変数) 等を用いて経済価格へ変換する。変換については、以下の条件にて実施する。

- 1) 事業実施において必要な輸入関税、及び国内諸税はそれぞれ事業費外貨部分 10%及び内貨部分の5%を占めるものとする。
- 2) 外貨部分、内貨部分に対する変換係数はそれぞれ 1.0及び0.95とし、未熟練労働者、熟練労働者のそれはそれぞれ 0.5、 1.0とする。未熟練労働者に対する費用は内貨部分の 10% を占めるものとする。

経済価格に変更した事業費を表13-9に示す。

13-2-3 経済的内部収益率

経済価格に変換した費用及び便益を基に、経済的内部収益率を算出し、事業実施の経済的妥当性を判断する。収益率は7.44%となり、これは資本の機会費用である9%を越えていないが、これは水の経済価値のみを便益として考慮した場合であり、他の便益を加えると15.52%となる。又、事業の実施によりもたらされる多くの計量化できない便益を考慮すると、本プロジェクトは経済的に十分実施の妥当性を確認できる。

経済的内部収益率を表 13-10に示す。

表 13-9 經濟費用

Year	Financial Project Cost			Tax			Economic Project Cost		
	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total
Total	538,063	390,240	928,303	53,806	19,511	73,317	484,257	335,510	819,767
1990	2,431	60,320	62,751	243	3,016	3,259	2,188	51,860	54,048
1991	608	71,219	71,827	61	3,561	3,622	547	61,230	61,777
1992	16,409	8,225	24,634	1,641	411	2,052	14,768	7,072	21,840
1993	18,232	9,139	27,371	1,823	457	2,280	16,409	7,857	24,266
1994	124,791	60,183	184,974	12,479	3,009	15,488	112,312	51,742	164,054
1995	250,193	120,667	370,860	25,019	6,033	31,052	225,174	103,744	328,918
1996	125,399	60,487	185,886	12,540	3,024	15,564	112,859	52,004	164,863
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 1 3--1 0 經濟的内部收益率

year	Water Value	Total Income	Capital Invest.	Operating Expenses	Total Expenses	Net Income	Net Present Value		
							Benefit	Cost	Net Income
1990	0	0	54,048	0	54,048	-54,048	0	54,048	-54,048
1991	0	0	61,777	0	61,777	-61,777	0	56,676	-56,676
1992	15,796	15,796	21,840	1,416	23,256	-7,460	13,295	19,574	-6,279
1993	15,768	15,768	24,266	1,416	25,682	-9,914	12,176	19,831	-7,655
1994	54,052	54,052	164,054	1,416	165,470	-111,418	38,292	117,223	-78,931
1995	59,771	59,771	328,918	1,416	330,334	-270,563	38,847	214,694	-175,847
1996	63,396	63,396	164,863	1,416	166,279	-102,883	37,801	99,146	-61,345
1997	66,635	66,635	0	13,116	13,116	53,519	36,451	7,175	29,277
1998	71,365	71,365	0	16,417	16,417	54,948	35,816	8,239	27,576
1999	73,120	73,120	0	16,283	16,283	56,837	33,666	7,497	26,169
2000	76,078	76,078	0	17,119	17,119	58,959	32,136	7,231	24,905
2001	79,125	79,125	0	18,066	18,066	61,059	30,663	7,001	23,662
2002	81,298	81,298	0	18,949	18,949	62,349	28,904	6,737	22,167
2003	84,633	84,633	0	22,690	22,690	61,943	27,606	7,401	20,204
2004	85,404	85,404	0	22,650	22,650	62,754	25,557	6,778	18,779
2005	87,714	87,714	0	23,600	23,600	64,114	24,081	6,479	17,602
2006	90,590	90,590	0	23,957	23,957	66,633	22,817	6,034	16,783
2007	93,023	93,023	0	24,878	24,878	68,145	21,495	5,749	15,746
2008	95,651	95,651	0	26,144	26,144	69,507	20,277	5,542	14,735
2009	97,942	97,942	0	27,399	27,399	70,543	19,049	5,329	13,720
2010	100,712	100,712	0	26,525	26,525	74,187	17,970	4,733	13,237
2011	103,556	103,556	0	27,744	27,744	75,812	16,952	4,542	12,410
2012	103,556	103,556	0	27,744	27,744	75,812	15,552	4,167	11,386
2013	103,556	103,556	0	27,744	27,744	75,812	14,268	3,823	10,445
2014	103,556	103,556	0	27,744	27,744	75,812	13,090	3,507	9,583
2015	103,556	103,556	0	27,744	27,744	75,812	12,009	3,217	8,792
2016	103,556	103,556	0	27,744	27,744	75,812	11,018	2,952	8,066
2017	103,556	103,556	0	27,744	27,744	75,812	10,108	2,708	7,400
2018	103,556	103,556	0	27,744	27,744	75,812	9,273	2,484	6,789
2019	103,556	103,556	0	27,744	27,744	75,812	8,508	2,279	6,228
2020	103,556	103,556	0	27,744	27,744	75,812	7,805	2,091	5,714
Salvage Value					(-248,741)				
							635,482	704,888	-69,406
NPV is		0.90		EIRR is		7.44%			

第3部

スンガイコロク

目 次

第1編 概論

1. 自然、社会経済	1 - 1
1-1 自然条件	1 - 1
1-2 社会経済条件	1 - 2
1-3 土地利用	1 - 2
2. 水源	1 - 3
2-1 現在の水利用パターン	1 - 3
2-1-1 表流水	1 - 3
2-1-2 地下水	1 - 3
2-2 既存水源の利用可能水量	1 - 5
3. 既存水道施設	1 - 5
4. 計画給水人口及び計画給水量	1 - 6
4-1 計画人口	1 - 7
4-2 計画給水区域	1 - 7
4-3 計画給水人口	1 - 7
4-4 計画給水量	1 - 9

第2編

5. 代替案の設定と評価	2 - 1
5-1 水源	2 - 1

5-2	水道システム	2 - 1
5-3	施設計画	2 - 5
6.	事業実施計画	2 - 7
7.	組織	2 - 7
8.	事業費	2 - 7
9.	年次別支出計画	2 - 11

第3編 フィージビリティ・スタディ

10.	計画基礎	3 - 1
11.	事業実施計画	3 - 1
12.	事業費	3 - 3
13.	財務経済分析	3 - 3
13-1 財務分析		
13-1-1	資金調達	3 - 3
13-1-2	資金調達計画代替案	3 - 5
13-1-3	収入計画	3 - 6
13-1-4	資金繰	3 - 7
13-1-5	財務分析	3 - 10
13-2 経済分析		
13-2-1	プロジェクトの経済評価	3 - 12
13-2-2	プロジェクトの経済費用	3 - 15
13-2-3	経済的内部収益率	3 - 15

図 1-1	D'TCP土地利用計画	1 - 4
4-1	計画給水区域	1 - 7
5-1	水道システム (代替案3)	2 - 3
5-2	新規浄水場計画一般図	2 - 6
6-1	事業実施計画	2 - 8
11-1	事業実施計画	3 - 2
表 3-1	既存浄水場施設概要	1 - 6
3-2	既存配水管内訳	1 - 6
4-1	計画給水量	1 - 9
5-1	水道システム代替案	2 - 2
5-2	水道システム代替案の費用比較	2 - 4
5-3	新規浄水場施設概要	2 - 5
5-4	配水量	2 - 7
8-1	建設費内訳	2 - 9
9-1	年次別支出計画 (運転管理費含む)	2 - 12
13-1	年次別支出計画	3 - 4
13-2	融資機関の貸付条件	3 - 6
13-3	水道料金	3 - 6
13-4	水道加入金	3 - 7
13-5	メーター使用料	3 - 7
13-6	資金繰表	3 - 8
13-7	財務的費用便益	3 - 11
13-8	経済便益	3 - 14
13-9	経済費用	3 - 16
13-10	経済的内部収益率	3 - 17

1. 自然、社会経済

1-1 自然条件

(1) 概説

ナラティワット県の中心の1つのスンガイゴロク市は、ゴロク川を隔ててマレーシアと接する国境の町であり、マレーシアとの交易、観光で繁栄している。スンガイゴロク市は、北緯 $6^{\circ} 02'$ 、東経 $101^{\circ} 58'$ にあり、バンコクの南 1,520km、ナラティワットの南西64kmに位置している。

(2) 地形

ゴロク川はマレーシアのバトクモン山に源を發し、シャム湾に注いでいる。年間平均河川流量は2,000MCMで季節風の季節になるといつも低地で氾濫を起こしている。スンガイゴロクの西20kmの標高は700mを越えており、農業目的には余りに険しい斜面を形成している。これを下ると、東方に流れてゴロク川に合流する支流の山々が連なっている。

孤立した丘を持つ起伏に富んだ中間段丘が、ゴロク川西岸の大部分を占め、標高は40~80mで、ゴム栽培が行われている。これより低くなると標高は4~8mになり、平坦か傾斜の緩い段丘になっている。

(3) 地質

スンガイゴロクは砂利、砂、シルト、粘土、ラテライト状土壌から成る段丘堆積土の上に位置している。この段丘堆積土は山の下に発達した起伏に富んだ中間段丘を形成している。沖積土はゴロク川に合流する支流沿いの低地で形成されている。スンガイゴロク西の山岳部は花崗岩と花崗せん緑岩から成る。再結晶石灰岩は山岳部の西側に見られる。

(4) 気象

スンガイゴロクの年間降雨量は 2,600mmである。降雨量分布は季節的で、50%程の降雨量

が、10～1月の北西季節風の時期に発生し、低地に広範な洪水をもたらすのが普通である。2～6月の降雨量は変化し易く、あてにならない。

年間平均蒸発量は、1,710mmで月間変動はほとんどない。相対湿度は比較的高く、11月の81%から4月の78%の間で変化する。月間平均気温は4月の28.5℃から1月の26.1℃まで変化し、既往最高・最低気温はそれぞれ39℃、17.1℃である。

1-2 社会経済条件

1986年現在の就業者数は129,877人で、総人口の32.6%を占めている。一次産業では主にゴム栽培が雇用機会を与えている。二次産業では20の工場と30の修理店、その他のサービス店がある。三次産業では840の商業、ビジネス、サービス会社があり、日用品に加えて、サービス関係の店が大きなシェアを占めている。

本地区の経済活動は次のように記述される。

- 失業率は16.7%と高く、加えて二輪車タクシー運転手のような雇用状態にあるもの数が多い。したがって、経済および雇用を一層押し上げる方策が探究されるべきである。
- 本地区における最も有力な経済活動は、地域旅行と並んで、エンターテイメント、レストラン、店といった観光にある。観光客数は、その大半を占めるマレーシアの経済といった外的要因に左右され、観光客サービス施設の整備も重要である。現在57ホテル、2,063室の大部分は市の中心の商業地区に位置しており、2、3年の内に新しいホテルが同地区東側にオープンする予定である。
- 二次産業振興のため、次の可能性が調査されるべきである。
 - 食品、建設といった地域社会支援産業の振興
 - 木工、ゴム加工といった地域資源優先産業の振興
 - 手芸品のような観光関連産業の振興

1-3 土地利用

土地利用の現状は次の通り。

- ホテル、レストランを含む大半の商業施設及び高密度住居地区は、4056号線（アジア・ハイウェイ16号線）とプラチャウイワット道路沿いに集中している。また、郡・市の官庁イス、公立病院、公園は駅の北側に集まっている。

- 市街地では、住居、商業、ビジネス、小規模工場、修理店が混在している。中心部でさえ、主要道路沿いのビルの裏に空き地がよく見かけられる。
- 市街地の外周では民間の住宅建設が行われている。
- 南西部はゴム農園を含めて、ほとんどが森林で、道路網はよく整備されていない。

DTCPの土地利用計画は、図 1-1に示すように市の東半分の市街化を期待している。

都市計画の外には、市の長期開発計画はないが、都市計画に盛り込まれた高い成長を実現するには、本地区の可能性を十二分に活かした急速な経済成長が図られなければならない。地域の天然資源に加えて、国境に位置していることが、スンガイゴロクの最も重要な資源であり、これによって、観光・商業・ビジネス活動を一層推進させることが期待される。

2. 水源

2-1 現在の水利用パターン

主たる水道水源はゴロク川と数多くの浅井戸および2、3の深井戸である。市街地に給水する目的で、PWAスンガイゴロク事業所の東200mに取水ポンプ場が建設されている。住民の多くは浅井戸か、浅井戸とPWAの水道を組み合わせて利用している。水道システムの主な問題は乾季におけるゴロク川の許容取水量と浅井戸の汚染にある。

2-1-1 表流水

ゴロク川の流域面積は774km²で、洪水時には、河川流量は劇的に増大し、氾濫平原に流れ込む。洪水は1～2週間続き、時期は12月から1月中旬の間に限られている。一方3～5月には、流量が減って水位が下がり、灌漑、水道への利用が制限される。RIDのスンガイゴロク測定所の記録によれば、年間平均流量は2,000MCM、最大は12月の576MCM、最少は4月の1.85MCMとなっている。

2-1-2 地下水

(1) 浅井戸

浅井戸は生活用あるいはPWA水道システムの補完用に広く用いられている。そのほとんど

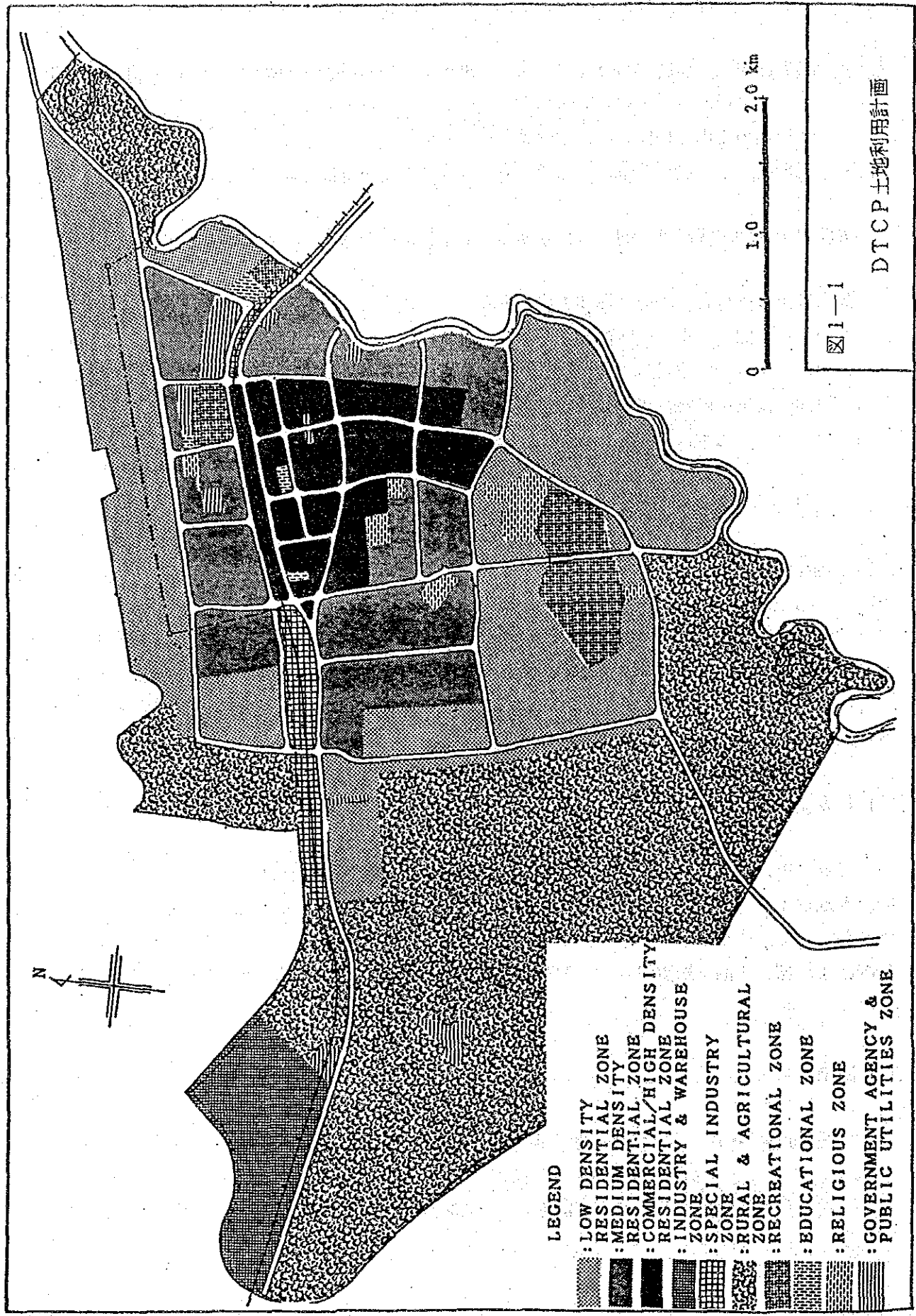


圖 1-1 DTCP 土地利用計畫

は、深さ5～10m、直径1.0～2.0mの手掘りのもので、コンクリートあるいはレンガで巻かれている。多くはバケツとロープで汲み上げられ、1日使用水量は1m³/日以下と予想される。学校・病院・寺院・モスク・官庁では電動モーター付ポンプと高架水槽を備えており、構造は一般にコンクリート巻になっている。ホテル・レストランの多くでは深さ20m以上のもっと大きいコンクリート巻井戸を備えている。井戸水の水質は洪水あるいは排水の侵入によりやや非衛生である。ゴロク川が近くを流れ、これが適当にろ過されることもなく侵入しているため、濁度が高く、アンモニア性窒素も中心部ではしばしば検出される。

(2) 深井戸

2、3の公共施設は手掘り井戸の外に、深井戸を持っている。小さいものでは直径は100～150mで塩化ビニール管を使用し、手押しポンプを備えている。地下水の鉄分が高いため、曝気、沈澱、またはろ過がとくに病院の場合には必要である。

2-2 既存水源の利用可能水量

ゴロク川流域開発調査報告書で1963～1983年のデータに基づいて低水量解析を行い、10年確率の30日低水流量で2.5m³/日という数値を与えており、2011年の需要水量に対しても十分に対応できる。

3. 既存水道施設

PWA スンガイゴロク事業所は、ゴロク川の表流水を水源として、浄水能力20m³/時で開始され、1969年には浄水能力160m³/時の施設を建設して、浄水能力を180m³/時まで拡張したが、20m³/時の施設は現在では使用されていない。

同事業所は最近、ゴロク川の水質悪化に伴い、現在の取水地点から7km上流に行ったところに、取水ポンプ場用地を購入している。ゴロク川より取水された原水は300mmの送水管で浄水場まで圧送され、凝集、沈澱、急速ろ過、塩素殺菌処理されている。浄水はいったん貯水量1,500m³の浄水池に貯留された後、浄水ポンプで容量250m³の高架水槽に揚水され、ここから給水区域に配水されている。急速ろ過池の逆洗用水は高架水槽流出管より引かれている。

既存施設の概要を表3-1に示す。

表 3-1 既存浄水場施設概要

施設名	形状・寸法/仕様
計画浄水量	3,840 m ³ /日 = 160m ³ /時 160 m ³ /時 x 15m x 28.5kw x 1 台 (エンジン掛) 295 m ³ /時 x 19m x 40.0hp x 1 台 317 m ³ /時 x 19m x 25.0hp x 1 台
急速混和池	長方形 幅 1.0m x 長 6.6m x 深 0.4m x 2 池
フロック形成池	長方形水流式 幅 3.0m x 長 4.6m x 深 2.9m x 2 池
沈澱池	長方形水平流 幅 3.0m x 長 31.4m x 深 2.9m x 2 池
ろ過池	下向流単層 幅 2.9m x 長 3.9m x 4 池
浄水池	長方形 容量 1,500m ³
高架水槽	円形 容量 250m ³
浄水ポンプ	188 m ³ /時 x 25m x 40hp x 1 台 213 m ³ /時 x 25m x 40hp x 1 台 167 m ³ /時 x 25m x 18hp x 1 台 (エンジン掛) 292 m ³ /時 x 30m x 75kw x 1 台

配水管は 150～250mmの石綿セメント管が使用され、総延長は 19.05kmある。給水栓は1987年現在で 2,550個を数え、1980年の 1,531個から年間平均増加率7.6%で順調に増加している。

表3-2 既存配水管内訳

管径 (mm)	100	150	200	250	計
延長 (m)	10,830	5,260	1,240	1,720	19,050

4. 計画給水人口及び計画給水量

4-1 計画人口

1986年の調査対象地域人口は30,350人で、市の人口は1980年代は年間平均伸び率3.8%で着実に増加している。ここ数年、自然動態伸び率は社会動態における移入人口伸び率を上廻っている。このような急速な伸び率は2011年まで続くとは思われないので、DTCPが設定した伸び率よりも0.1%低い2.9%とし、調査対象地域全体が市と同じペースで伸びるとすると、2011年における調査対象地域人口は60,700人となる。

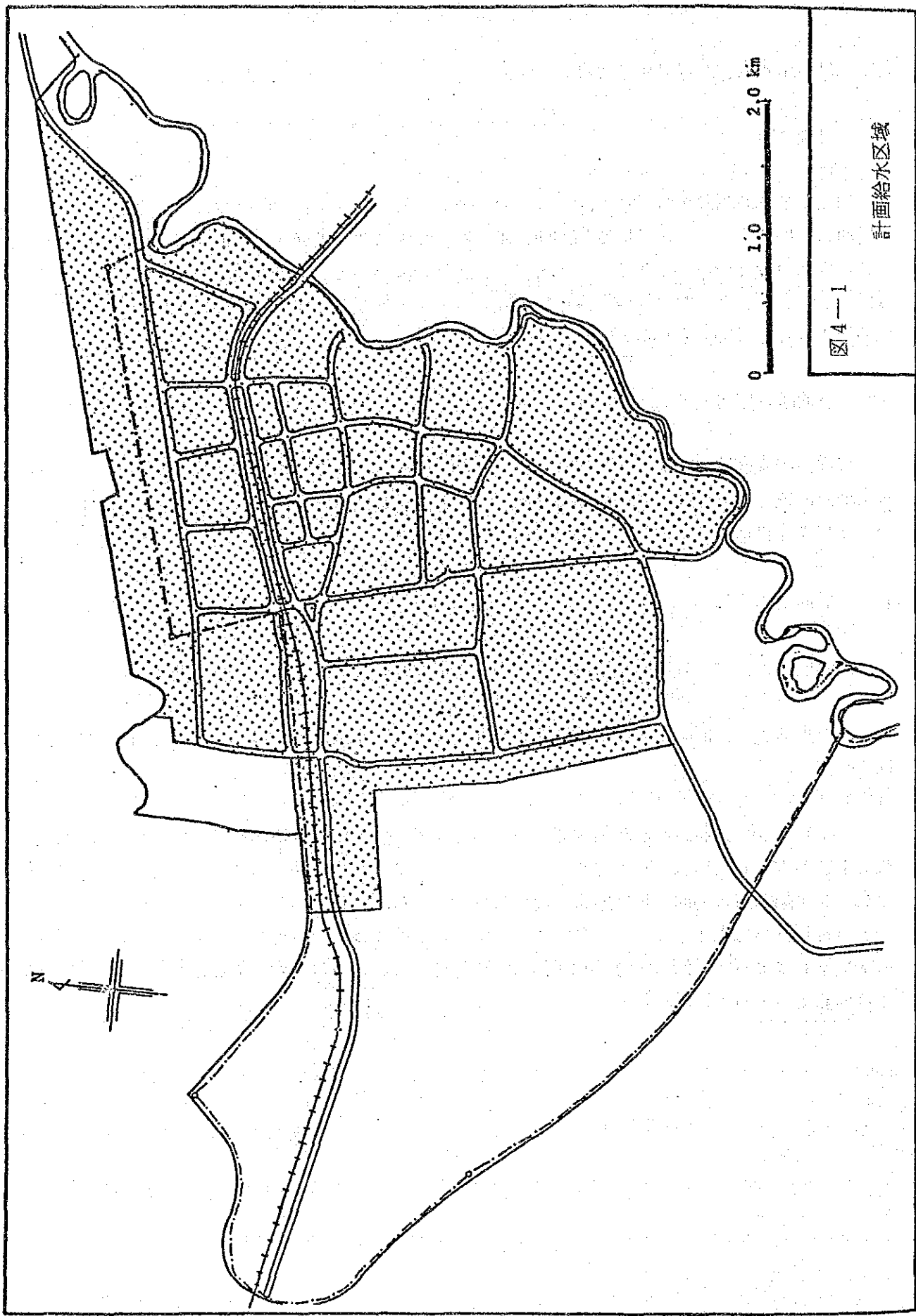
4-2 計画給水区域

現在の給水区域は、スンガイゴロク市と政府関係の官庁ある駅の裏側を含んでいる。将来の計画給水区域については、DTCPの開発計画、PWAの水道整備戦略、将来の土地利用、人口伸び率および観光の見込みを考慮して、図4-1のように定める。

4-3 計画給水人口

計画給水人口は、計画給水区域を高・中・低密度地区に分け、それぞれに適用される普及率を変えて算出する。2011年における普及率は高密度地区で90%、中密度地区で70%、低密度地区で50%とすると、計画給水人口は40,081人となり、計画給水区域内人口58,355人に対する普及率は68.7%となる。

スンガイゴロクを訪れる観光客数は1986年で238,917人で、平均滞在日数1.34日より換算される1日平均観光人口は877人である。スンガイゴロクにおける観光の特色は、そのほとんどがマレーシア圏経済の動向に強い影響を受けているところにある。したがって、パタヤ、プーケットといった他の観光地と比べて、余り大きな伸びは期待できない。対数式による過去の観光客数のトレンドによれば、2011年で348,600人が見込まれる。これは平均滞在日数を1.4日とすると、1日換算で1,337人が滞在していることになる。



4-4 計画給水量

(1) 基礎水量

将来の需要水量は下記の方法により、個別に予測する。

1) 生活用水

計画給水区域を高密度、中密度、低密度の各地区に分けて、それぞれの1人1日使用水量を定め、計画給水人口×1人1日使用水量により算出する。

2) 公共用水

官庁、学校、病院に分けて、次式により算出。

官庁用水：計画給水人口×1人1日使用水量(6 lpcd)

学校用水：就学生徒数 × 1人1日使用水量(20 lpcd)

病院用水：ベッド数 × 1ベッド1日使用水量 (1.5 m³/日・ベッド)

3) 観光用水

次式により算出。

利用者数×1人1日使用水量 (850 lpcd)

4) 商業用水

観光客に連動するものとして、観光用水の13%を見込む。

5) 工業用水

生活用水と公共用水の合計に対して1.2%を見込む。

6) その他用水

生活用水と公共用水の合計に対して11.3%を見込む。

(2) 無効水率

PWAスンガイゴロク事業所における無効水率は1984年の33.60%をピークとして、以降減少に転じ、1987年の無効水率は13.4%まで低下している。無効水率は老朽管の布設替、漏水探査及び水道メーターの交換等の日々の維持作業によって改善されるが、スンガイゴロクでは既にPWAの戦略目標である2006年の20%を下回っており、今後ともこのレベルで維持されるものと

する。

(3) ピーク率

実績では1987年に1.32、1988年1.30となっており、ここでは1.30を採用する。

(4) 計画給水量

計画給水量は表 4-1のようにまとめられる。2011年における計画給水量は1日平均で10,760 m^3 /日、1日最大で13,988 m^3 /日となる。

表 4-1 計画給水量

(単位： m^3 /日)

用 途	1987	1991	1996	2001	2006	2011
生活用水	1,652	1,750	2,535	3,490	4,793	6,333
公共用水	447	612	659	712	775	847
観光用水	98	995	1,078	1,114	1,130	1,136
商業用水	128	129	140	145	147	148
工業用水	27	28	38	50	67	86
その他用水	248	267	361	475	629	811
小計	3,489	3,781	4,811	5,986	7,541	9,361
無効水率 (%)	13	13	13	13	13	13
無効水量	521	565	719	894	1,127	1,399
1日平均給水量	4,010	4,346	5,530	6,880	8,668	10,760
ピーク率		1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
1日最大給水量		5,650	7,189	8,944	11,268	13,988

第 2 編 開発計画

5. 代替案の設定と評価

5-1 水源

2011年における計画取水量は、取水・導水・浄水工程に伴う損失を考慮して、計画給水量の10%増の $0.18\text{m}^3/\text{秒}$ ($13,988\text{m}^3/\text{日} \times 1.10 = 15,287\text{m}^3/\text{日}$) とする。一方水源となるコロク川は国際河川であり、将来他の需要水量も増大すると予想されることから、マレーシア国を含めた関連機関の協議が必要である。

5-2 水道システム

PWA は取水地点を現在より7km上流に移動させ、そこに取水ポンプ場を設けて300mmの石綿セメント管で、原水を既設浄水場まで圧送することを計画している（詳細設計はすでに完了している）。ポンプ揚程は55mであるので、送水管ルートの子断面を考えると、最大送水量は $8,480\text{m}^3/\text{日}$ となる。この量は2001年における計画給水量にはほぼ見合っているが、2011年の計画給水量に対しては明らかに不足しており、送水管をさらにもう一本新設する必要がある。

PWA はすでに既設浄水場の処理能力を $160\text{m}^3/\text{時}$ ($3,840\text{m}^3/\text{日}$) から $240\text{m}^3/\text{時}$ ($5,760\text{m}^3/\text{日}$) にするための改造計画の実設計を了えているので、これが実施されることを前提として、開発計画を立案するものとする。この処理能力が実現したとしても、計画1日最大給水量は1996年までにこれを上廻るため、浄水場の新設が必要である。新設の取水ポンプ場および既設浄水場の位置を勘案すると、処理能力の増加についての次の案が設定される。

- 既設浄水場には拡張の余地がないため、既設浄水場とは別のところに浄水場を新設する。この場合、原水は新設の取水ポンプ場より取水されるものとする。新設浄水場の位置は、(1)計画給水区域の近く、(2)取水ポンプ場の近く(PWAは取水ポンプ場近くの国道沿いにすでに $39,000\text{m}^2$ の用地を購入している)に自づと限定される。計画給水区域近くに浄水場を新設するときには、新規に用地を購入しなければならない、その広さは汚泥ラグーンあるいはその他の付帯建築を収められるようにすると、 $32,000\text{m}^2$ となる。
- 計画給水量全量に対応できる処理能力を持つ浄水場の新設も代替案として考えられる。この新設浄水場は浄水場操作員が原水取水をやり易くするために、言い換えると、取水ポンプ場が浄水場の必要に応じて効果的に運転されるように、新設の取水ポンプ場近く

とするのが望ましい。この場合は既設浄水場は廃止となり、新設取水ポンプ場から既設浄水場への原水送水管は、配水管に転用される。

したがって、代替案として表 5-1に示す3つが考えられる。

表 5-1 水道システム代替案

代替案	既設浄水場 処理能力 ($\text{m}^3/\text{日}$)	新設浄水場 処理能力 ($\text{m}^3/\text{日}$)	位置	送配水管
1	5,760	9,400	A	AC ϕ 300mm \times 7 km (原水) AC ϕ 300mm \times 6 km (")
2	(廃止)	15,150	B	AC ϕ 300mm \times 7 km (浄水) AC ϕ 400mm \times 6 km (")
3	5,760	9,400	B	AC ϕ 300mm \times 7 km (原水) AC ϕ 400mm \times 6 km (浄水)

位置A：計画給水区域近く

位置B：新設取水ポンプ場近く

代替案の費用比較の結果は表 5-2に示す通りで、代替案2が建設費・運転費・用地費の総額では最も安い。しかし、現在価値では、代替案3が最も安い。これは代替案1では浄水場建設費が当初に必要となるのに対し、代替案3では運転費は高くても費消されるのは遅れるため、現在価値には大きく効いてこないことによる。技術的には代替案2が運転も容易で、取水ポンプ場と浄水場間のコミュニケーションもやり易いという利点があるが、経済性に優れた図 5-1示す代替案3を採用する。代替案3では2浄水場の運転で、将来何か困難が生じた場合、代替案2で提案したような形に改造でき、技術上の欠点も改善される。

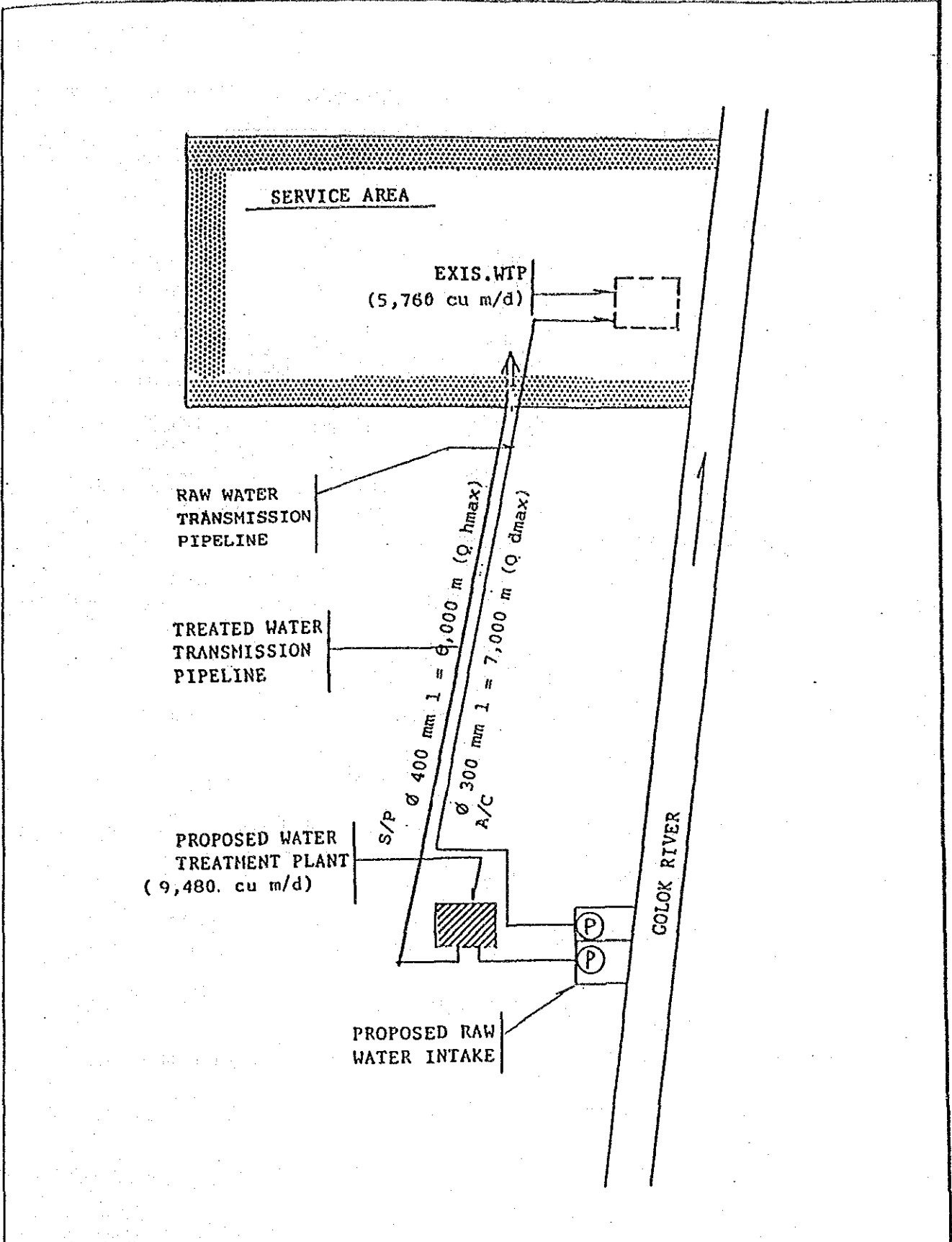


図5-1
水道システム (代替案3)

表 5-2 水道システム代替案の費用比較

項 目	代替案1	代替案2	代替案3
建設費			
取水ポンプ場	4,320	4,890	4,320
浄水場	35,944	49,986	35,944
配水管	9,300	17,400	17,400
用地費	20,000	0	0
運転費			
電力費	41,964	34,020	44,248
薬品費	5,657	5,657	5,657
人件費	12,466	0	12,466
計	129,633	111,953	120,036
現在価値	66,459	54,661	54,097

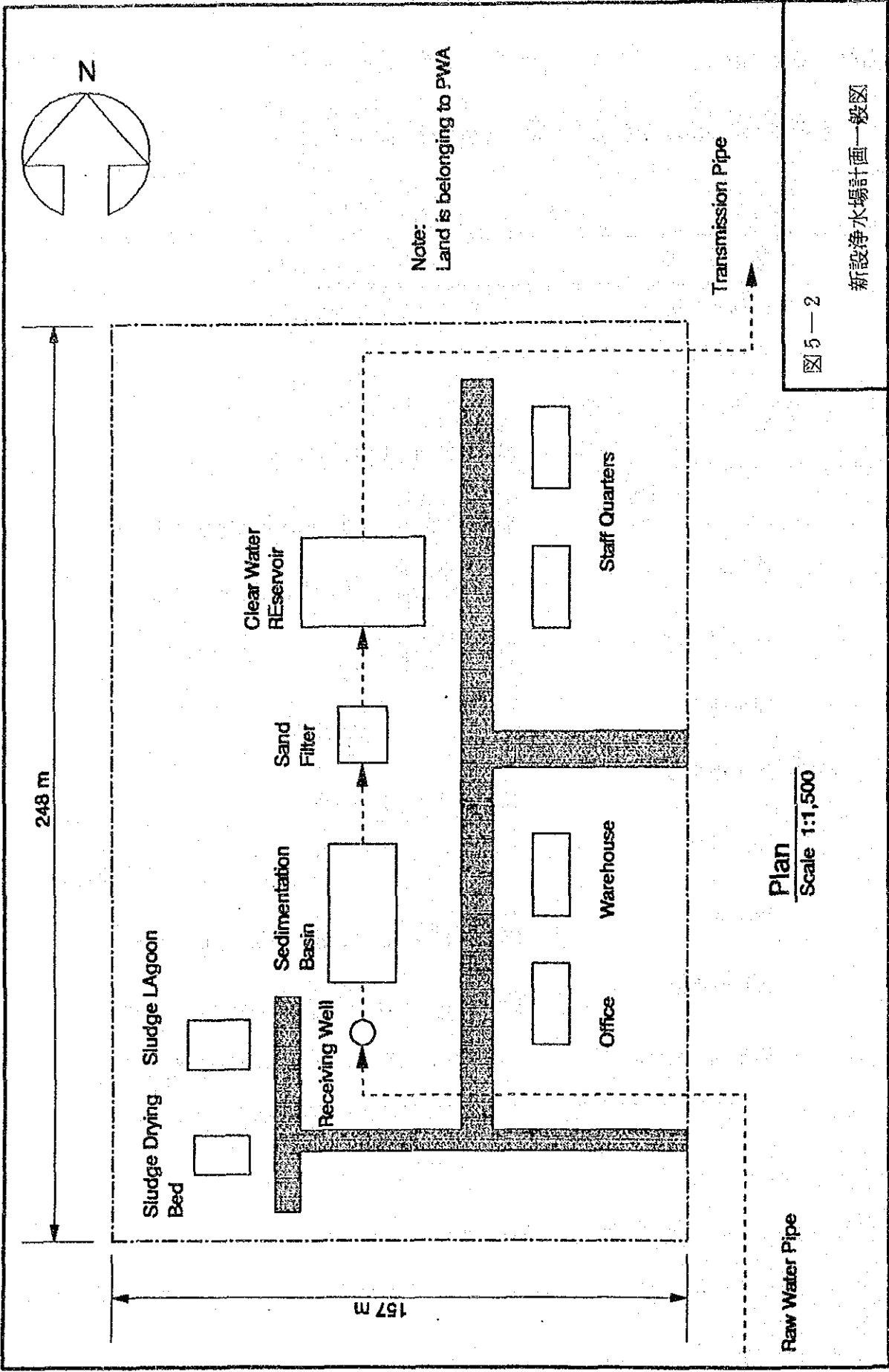
注) 現在価値における割引率は9%とし、運転費の計算は1990～2011年の間について行う。
 価格は1989年価格。

5-3 施設計画

新設浄水場の施設概要を表 5-3に、計画一般図を図 5-2に示す。

表 5-3 新規浄水場施設概要

施設名	形状・寸法/仕様
計画浄水量	9,400 m ³ /日 = 392m ³ /時
着水井	円形 径 2.5m x 深 2.0m x 1 池
急速混和池	角型機械式 幅 1.5m x 長 1.5m x 深 1.5m x 1 池
フロック形成池	長方形水流式 幅 1.0m x 長 10.0m x 深 2.5m x 1 池
沈澱池	長方形水平流 幅 4.0m x 長 25.0m x 深 4.0m x 4 池
ろ過池	下向流単層 幅 2.5m x 長 4.0m x 8 池
浄水池	長方形 幅 22.0m x 長 30.0m x 深 5.0m x 1 池
塩素殺菌機	真空式 10kg/時 x 3 基 (内予備 1 基)
浄水ポンプ	φ200mm x 3.0 m ³ /分 x 30m x 30kw x 4 台 (内予備 1 台)
排泥池	長方形 幅 14.0m x 長 16.0m x 深 2.0m x 2 池
天日乾燥床	長方形 幅 15.0m x 長 5.0m x 深 1.0m x 2 池
排泥池排水ポンプ	φ100mm x 1.6 m ³ /分 x 5m x 2kw x 2 台 (内予備 1 台)



Note:
Land is belonging to PWA

Transmission Pipe

Plan
Scale 1:1,500

Raw Water Pipe

図 5—2

新設浄水場計画一般図

配水管の施設概要は表 5-4の通り。

表 5-4 配水管

(単位: m)

管径 (mm)	100	150	200	250	300	400	合計
新設 (m)	—	—	3,330	1,970	530	740	6,570
新設 (m)	8,235	6,940	5,690	880	2,320	—	24,065

6. 事業実施計画

代替案 3 (2 浄水場案) に基づく事業実施計画を図 6-1に示す。

新設浄水場は浄水能力 4,700 m³/日で1995年に運転を開始し、2003年には浄水能力は倍の 9,400 m³/日まで拡張されるものとする。建設期間は取水ポンプ場1年、浄水場各2年、原水送水管1年、配水管2年を見込む。

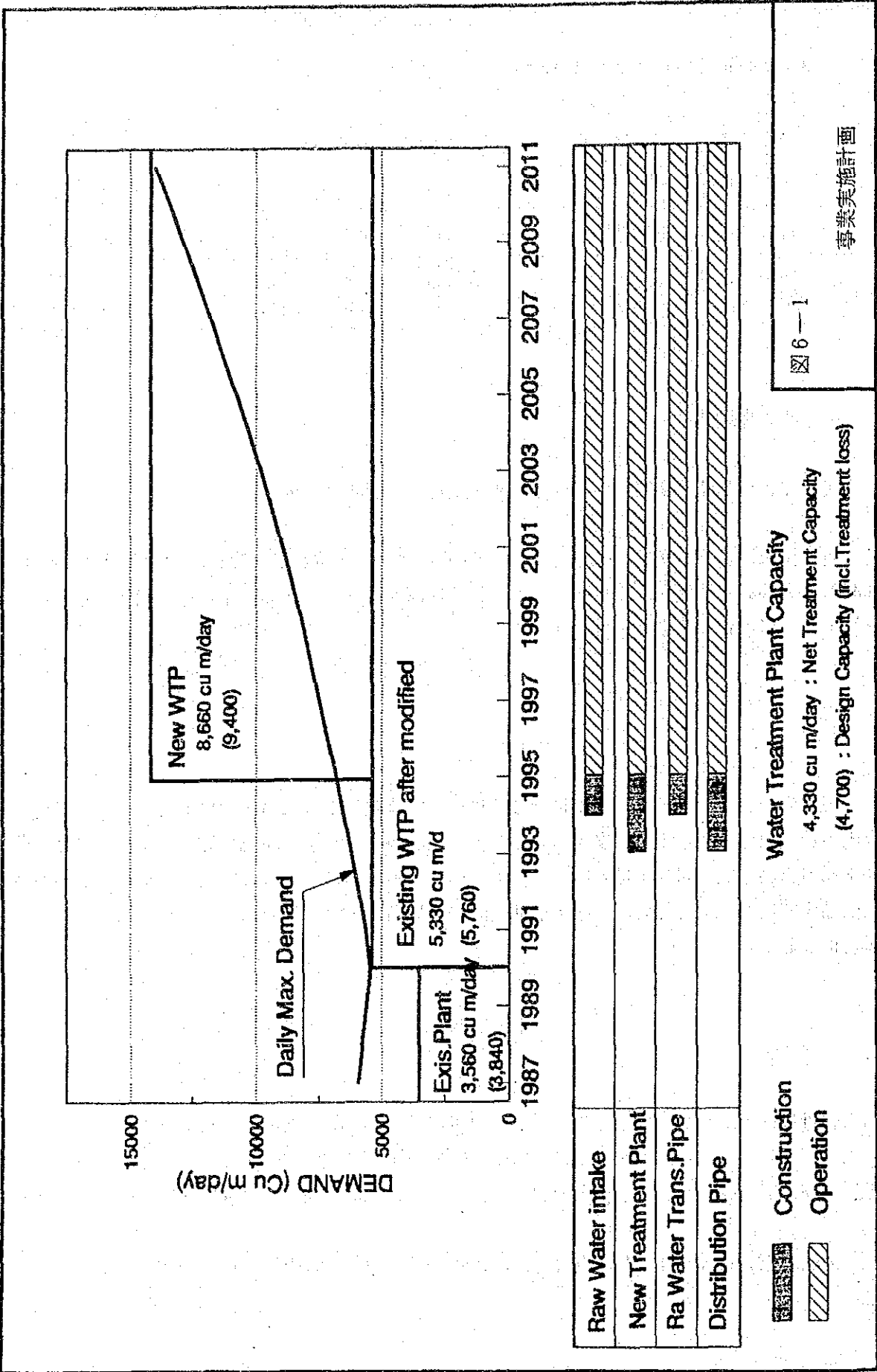
7. 組織

現在の PWA スンガイゴロク事務所は管理課、浄水課、工務課の3課構成となっているが、浄水場の数も増え、取水ポンプ場が必要となるため、浄水課を浄水場毎に独立した課に分け、新設浄水場担当課に取水ポンプ場も担当させるものとする。職員数は現在21名であるが、新設浄水場が稼働する1995年には32名に、浄水場拡張が完成する2003年には41名に、目標年次の2011年には56名になる。

8. 事業費

建設費は表8-1に示すように、1989年価格で 84,451,000 Baht (交換レート 1 Baht=5.7 Yen) として、481,371,000 Yen)が見込まれ、内外貨の内訳は、外貨部分が 41,620,000 Baht (237,234,000 Yen, 49.3%)、内貨部分が 42,831,000 Baht (244,137,000 Yen, 50.7%) である。

運転管理費は2011年には年間 20,316,000 Baht (115,801,000 Yen)と予想される。



6-1

專業實施計畫

表 8—1 建設費内訳

(Unit : Baht 1,000)

Item	Total Value	Foreign Currency Portion	Local Currency Portion
Summary			
1.Raw Water Intake	4,320	2,192	2,128
2.Treatment Plant	35,944	26,172	9,772
3.Transmission Pipeline	17,400	5,220	12,180
4.Distribution Pipeline	26,787	8,036	18,751
Sub-Total	84,451	41,620	42,831
5.Land Cost	0	0	0
Total	84,451	41,620	42,831
Breakdown			
1. Raw Water Intake Facility			
A. Civil/Architectural Works	1,060	318	742
B. Mechanical Works	1,140	912	228
C. Electrical Works	570	456	114
D. Raw Water Pipe	1,550	506	1,044
Sub-Total	4,320	2,192	2,128
2. Treatment Plant			
A. Civil/Architectural Works			
1. Receiving Well	20	6	14
2. Sedimentation Basin	7,840	2,352	5,488
3. Rapid Sand Filter	4,704	1,411	3,293
4. Clear Water Reservoir	8,320	2,496	5,824
5. Elevated Tank	1,800	540	1,260
6. Pumping House	360	108	252
7. Chemical House	380	114	266
8. Administration Bldg.	500	150	350
9. Staff Quarter	1,000	300	700
Sub-Total of A.	24,924	7,477	17,447
B. Mechanical Works			
1. Clear Water Pump 200mm, 4 units	1,400	1,120	280
2. Chemical Equipment	1,520	1,216	304
3. Chlorination Equip	880	704	176
4. Others (20% of above)	760	608	152
Sub-Total of B.	4,560	3,648	912
C. Electrical Works (70 % of Mechanical)			
D. Miscellaneous(10% of A, B & C)	3,268	1,368	1,900
Sub-Total	35,944	26,172	9,772

表 8—1 建設費内訳 (続き)

(unit : Baht 1000)

Item		Dia.	L	Total	Foreign	Local
From	To	(mm)	(m)	Value	Currency Portion	Currency Portion
3. Transmission Pipe						
A. Intake	Exis.WTP	300	7,000	(not included)		
B. New WTP	Service Area	400	6,000	17,400	5,220	12,180
Sub-Total				17,400	5,220	12,180
4. Distribution Pipe						
A. Replacement						
		400	740	AC 2,146	644	1,502
		300	530	AC 890	267	623
		250	1,970	AC 2,403	721	1,682
		200	3,330	AC 3,064	919	2,145
Sub-Total			6,570	8,503	2,551	5,952
B. New Construction						
		300	2,320	AC 3,898	1,169	2,728
		250	880	AC 1,074	322	752
		200	5,690	AC 5,235	1,570	3,664
		150	6,940	AC 4,372	1,312	3,061
		100	8,235	AC 3,706	1,112	2,594
Sub-Total			24,065	18,285	5,485	12,799
Sub-Total			30,635	26,787	8,036	18,751

9. 年次別支出計画

建設費、技術報酬(詳細設計及び施設管理に対する)、運転管理費、用地費、予備費を含む総事業費の年次別支出計画を表 9-1に示す。

表 9-1-1 年次別支出計画 (運転管理費含む)

(Unit : Baht 1000)

Year	CONSTRUCTION COST										Engineering Cost		Operation Cost	Land Cost	Grand Total
	WTP (Line 1)	WTP (Line 2)	Pipe	Pipe	Distrib.	Contin-	Sub-Total	Design	Super-vision	Sub-Total	Cost	Cost			
Total	4,320	25,016	10,927	17,400	26,787	8,445	92,895	7,432	3,716	11,147	207,125	0	311,167		
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,513	0	2,513		
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,602	0	3,602		
1992	0	0	0	0	0	0	0	5,202	0	5,202	3,733	0	8,935		
1993	0	3,752	1,639	0	4,018	941	10,350	2,229	557	2,787	3,982	0	17,119		
1994	2,625	17,511	7,649	12,180	18,751	5,872	64,588	0	2,601	2,601	4,131	0	71,320		
1995	1,125	3,752	1,639	5,220	4,018	1,575	17,330	0	557	557	5,678	0	23,565		
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,111	0	7,111		
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,385	0	7,385		
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,671	0	7,671		
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,123	0	8,123		
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,446	0	8,446		
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,893	0	8,893		
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,429	0	9,429		
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,806	0	10,806		
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,431	0	11,431		
2005	570	0	0	0	0	57	627	0	0	0	12,151	0	12,778		
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,050	0	13,050		
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,788	0	13,788		
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,915	0	14,915		
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,007	0	16,007		
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,661	0	16,661		
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,618	0	17,618		

Note: 1. Contingency = 10 % of the total of gross construction cost
 2. Engineering Cost (Design) = 8 % of the total construction cost
 3. Engineering Cost (Supervision) = 4 % of the total construction cost

10. 計画基礎

既設浄水場の改造（浄水能力を 160 m^3 /時から 240 m^3 /時へ増強する）、取水ポンプ場、取水ポンプ場から既設浄水場への原水送水管の詳細設計はすでに完了し、その事業実施もすでにPWAの事業実施計画に含まれているため、これらについてはフイージビリティ・スタディの対象としない。

拡張計画の対象となるのは、取水ポンプの増設、新設浄水場、取水ポンプ場から新設浄水場までの原水送水管、および配水管である。新設浄水場の建設は初期投資額を減らすため2期に分け、1期分は詳細設計および建設期間を勘案して、1995年運転開始とする。原水送水管はこの運転開始に間に合うように、建設する。配水管は新設浄水場と同様に2期に分け、各建設期間は2年とする。老旧管の布設替は1期に実施する。したがって、拡張計画の期分けは表10-1のようになる。

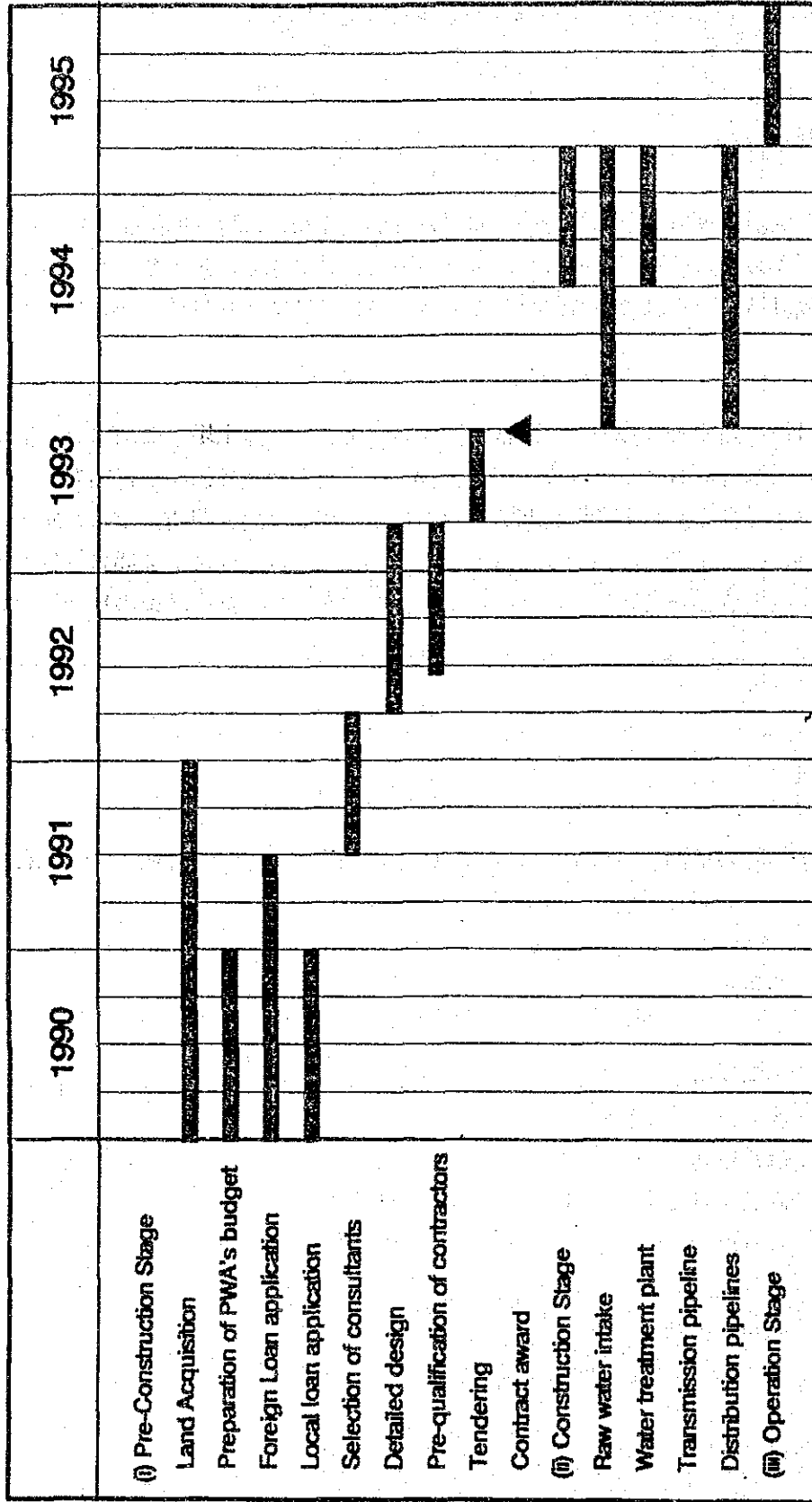
11. 事業実施計画

事業実施計画は図11-1に示すように、(1)建設前段階、(2)建設段階、(3)運転段階に大別される。各段階において必要な手続きは次の通り。

(1) 建設前段階

- 1) 土地取得
- 2) PWA 自身の予算化
- 3) 借款申請
- 4) 詳細設計を担当するコンサルタントの選択
- 5) 詳細設計
- 6) 入札
- 7) 請負者の裁定

圖 11-1 事業実施計画



(2) 建設段階

- 1) 取水施設
- 2) 浄水施設
- 3) 配水池を含む送水施設
- 4) 配水管

(3) 運転段階

12. 事業費

全体建設費は84,450,000 Baht (481,365,000 Yen) と見込まれる（建設費内訳は表8-1参照）。

13. 財務経済分析

13-1 財務分析

13-1-1 資金調達

資金は大別して2つのカテゴリー、(1)建設費と、(2)償還、減価償却、その他の雑経費を含む年間の運転管理のための経常経費が必要である。

(1) 総費用

建設費、技術報酬（詳細設計および施工管理に対する）、予備費を含む総事業費をその支出計画とともに表13-1に示す。

(2) 総事業費に対する資金計画

総事業費の内、外貨部分は国際融資機関によって融資され、一方、内貨部分は中央政府からの補助金、PWA自身の資本あるいは借款によってまかなわれる。しかし、ある場合には内貨部分の一部も国際融資機関によって融資されることがある。

表 13-1 年次別支出計画

Year	Construction Cost			Engineering Cost			Supervision			Sub-Total			Contingency			Grand Total		
	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total
Total	41,616	42,833	84,449	3,663	3,768	7,431	1,832	1,883	3,715	47,111	48,484	95,595	4,162	4,283	8,445	51,273	52,767	104,040
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	2,564	2,638	5,202	0	0	0	2,564	2,638	5,202	0	0	0	2,564	2,638	5,202
1993	5,130	4,279	9,409	1,099	1,130	2,229	275	282	557	6,504	5,691	12,195	513	428	941	7,017	6,119	13,136
1994	28,930	29,786	58,716	0	0	0	1,282	1,319	2,601	30,212	31,105	61,317	2,893	2,979	5,872	33,105	34,084	67,189
1995	7,267	8,487	15,754	0	0	0	275	282	557	7,542	8,769	16,311	727	848	1,575	8,269	9,617	17,886
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	289	281	570	0	0	0	0	0	0	289	281	570	29	28	57	318	309	627
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Note: 1. Contingency = 10 % of the total of gross construction cost
 2. Engineering Cost (Design) = 4 % of the total construction cost
 3. Engineering Cost (Supervision) = 2 % of the total construction cost
 4. F.C. Foreign Currency
 5. L.C. Local Currency

実施機関の資金調達能力が、十分でない場合には、できるだけ中央政府からの補助金が望ましい。また利率が低く、返済期間の長いソフト・ローンを探求すべきである。

資金調達の方法としては、(1)国際融資機関からの借款、(2)中央政府から補助金、(3)市中銀行からの借入金があり、それぞれ利率、据置期間、手数料が異なる。

(3) 経常経費の資金調達

施設の建設後には、運転管理費および借入金を利用した時には債務支払を含む年間経費に対する資金調達が必要となる。発展途上国では、そのような経常経費は使用料の徴収という形を通じて便益を受ける施設利用者によってまかなわれるという習慣が確立されている。

13-1-2 資金調達計画代替案

資金調達計画は事業の財務的実施可能性に影響する最も決定的な要因の1つであり、PWAの事業所に耐え難い負担を課さないような資金調達計画が、十分な資金、あるいは借款が利用できることを条件として、最も望ましい。資金調達計画代替案として、次のものを設定する。

代替案

- 1 全額国際融資機関から借款する。
- 2 外貨部分は二国間借款とし、内貨部分は国際金融機関から借款する。
- 3 外貨部分は二国間借款とし、内貨部分は市中銀行からの借入金と PWA自身の資金で半分ずつ賄う。
- 4 外貨部分と総事業費の約70% に等しい内貨部分の一部は二国間借款とし、残りは市中銀行からの借入金と PWA自身の資金で半分ずつ賄う。
- 5 外貨部分と総事業費の約70% に等しい内貨部分の一部は二国間借款とし、残りは市中銀行からの借入金とする。

ここで、各機関の貸付条件は表13-2の通り。

表13-2 融資機関の貸付条件

形態	借入先例	返済期間 (据置期間含む) (年)	年利率 (%)
国際借款	IBRD, ADB	20 (5)	7
二国間借款	OECF	30 (10)	2.7
国内借入*	市中銀行	13 (3)	11

* 償還期間中、PWA は利子分のみ支払い、元金分は中央政府が支払う。

各代替案における PWAの負担を比較すると、代替案3と4は資金需要が他よりも少ない。さらに代替案3と4の間では、代替案4が建設段階において当初の資金負担が少なくて済み、以降の財務分析における資金計画として採用する。

13-1-3 収入計画

PWAの総収入の内 95%は水道料金、水道加入金 (接続工事料)、メーター使用料が占めている。現行の料金体系を表13-3~13-5に示す。

収入計画については、(1)料金体系は2011年まで変わらない、(2)需要水量の伸びは給水栓数の伸びによって吸収されるものとし、下記の条件に基づいて、各年における口径別の給水栓数を定め、料金収入を算出する。

- 1985~1987年の用途別大口使用者データより用途別1給水栓1日使用水量を求め、接続口径を定める。
- 給水栓数は各年の用途別需要水量を用途別1給水栓1日使用水量で割って求める。
- 新規加入給水栓数は当該年度と前年度の給水栓の差とする。

表13-3 水道料金

使用水量 (m ³ /月)	0 ~ 10	11 ~ 20	21 ~ 30	31 ~ 50	51 ~ 80	81 ~ 100	101 ~ 301	301 ~ 1,000	1,001 ~ 2,000	2,001 ~ 3,000	3,001 以上
水道料金 (Baht/m ³)	3.75	4.50	6.50	7.50	8.00	8.50	9.00	9.25	9.50	9.75	10.00

表13-4 水道加入金

接続口径 (in)	1/2	3/4	1	1-1/2	2	2-1/2	3	4	6 以上
基本水道加入金* (Baht/給水栓)	2,050	2,750	3,750	6,690	9,575	13,075	15,495	21,455	30,025

* 本管からの接続延長が10m 以下に対して

表13-5 メーター使用料

接続口径 (in)	1/2	3/4	1	1-1/2	2	2-1/2	3	4 以上
メーター使用料 (Baht/月)	10	15	30	60	100	120	160	200

13-1-4 資金繰

(1) 資金繰

流入資金は、(1)中央政府からの市中銀行借入金返済に対する元金分、(2)借入金、(3)水道料金、(4)水道加入金、(5)メーター使用料、(6)その他(資材販売、罰金、その他から成り、水道料金の2%として計上)より、一方流出資金は、(1)事業費、(2)償還金、(3)運転管理費、(4)接続工事費(水道加入金の50%として計上)(5)PWA本部及び地方局の費用配分より構成される。表13-6に資金繰表を示す。

この表からも分かるように単独年度で見ると1990年から1993年及び2000年から2001年は利益を計上するが、その他の年度は赤字となる。目標年次の2011年においては37,688,000 Bahtの累積欠損を生じる。この欠損金は、PWA自身の資金でまかなうか、事業所経営の財務上の自立性を堅持するために、料金体系を改定するかなければならない。

(2) 給水原価

1990~2020年の間における平均給水原価は8.54 Baht/m³である。

表 13-6 資金繰表

Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Cash Inflow																
Government contribution	0	0	0	676	750	833	1,090	1,210	1,343	1,490	1,654	1,836	2,038	344	382	424
Capital contribution	0	0	4,433	10,743	52,239	13,543	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Loan	0	0	770	1,452	9,079	2,769	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79
Local loan	0	0	3,663	9,291	43,160	10,774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	413
Foreign loan	9,342	9,640	10,222	10,612	11,062	11,513	11,965	12,376	12,846	13,320	13,831	14,313	14,955	15,564	16,182	16,837
Operating Revenue	8,928	9,216	9,588	9,948	10,368	10,788	11,208	11,628	12,072	12,516	12,996	13,440	13,968	14,532	15,108	15,720
Water Sales	208	212	412	433	453	472	494	473	489	507	526	552	553	682	710	737
Connection Fee	27	28	30	32	34	37	39	42	44	47	49	52	55	59	62	66
Service Charge	179	184	192	199	207	216	224	233	241	250	260	269	279	291	302	314
Other Income	9,342	9,640	14,654	22,031	64,051	25,888	13,055	13,586	14,189	14,810	15,485	16,149	16,993	15,908	16,564	17,753
Total Inflow																
Cash Outflow																
Project expenditures																
Local portion	0	0	2,638	5,691	31,105	8,789	0	0	0	0	0	0	0	0	0	281
Foreign portion	0	0	2,564	6,504	30,212	7,542	0	0	0	0	0	0	0	0	0	289
Amortization																
Principal	0	0	0	0	0	305	338	375	744	826	917	1,096	3,053	3,250	3,451	2,805
Interest	0	0	184	594	2,758	3,354	3,279	3,197	3,105	2,985	2,852	2,704	2,541	2,289	1,931	2,067
Operating Expenses	4,878	6,019	6,314	6,636	6,867	8,495	10,011	10,348	10,718	11,256	11,670	12,207	12,884	14,372	15,111	15,950
O & M Cost	2,513	3,602	3,733	3,982	4,131	5,678	7,111	7,385	7,671	8,123	8,446	8,893	9,429	10,806	11,431	12,151
Connection Expenses	104	106	206	217	227	236	247	237	245	254	263	276	327	341	355	369
Share of Head Office	2,261	2,311	2,375	2,437	2,509	2,581	2,653	2,726	2,802	2,879	2,961	3,038	3,128	3,225	3,325	3,430
Total Outflow	4,878	6,019	11,700	19,425	70,942	28,465	13,628	13,920	14,567	15,067	15,439	16,007	18,478	19,911	20,493	21,392
Net Cash flow	4,464	3,621	2,984	2,606	-6,891	-2,577	-573	-334	-377	-256	46	142	-1,484	-4,003	-3,929	-3,639
Accumulated	4,464	8,085	11,039	13,646	6,755	4,178	3,605	3,271	2,894	2,638	2,684	2,826	1,342	-2,662	-6,590	-10,229

表 13-6 資金繰表 (続き)

Year	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cash Inflow															
Government contribution															
Capital contribution	5	5	6	6	7	8	9	10	11	12					
Loan															
Local loan															
Foreign loan															
Operating Revenue	17,513	18,124	18,828	19,563	20,327	21,095	21,095	21,095	21,095	21,095	21,095	21,095	21,095	21,095	21,095
Water Sales	16,332	16,968	17,628	18,324	19,044	19,740	19,740	19,740	19,740	19,740	19,740	19,740	19,740	19,740	19,740
Connection Fee	784	743	770	792	817	870	870	870	870	870	870	870	870	870	870
Service Charge	70	74	77	81	85	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Other Income	327	339	353	366	381	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
Total Inflow	17,518	18,129	18,834	19,569	20,334	21,103	21,104	21,105	21,106	21,107	21,095	21,095	21,095	21,095	21,095
Cash Outflow															
Project expenditures															
Local portion															
Foreign portion															
Amortization															
Principal	2,948	3,103	2,412	2,498	2,590	2,466	3,138	3,196	3,292	3,292	3,496	3,605	3,511	3,606	3,703
Interest	1,924	1,769	1,602	1,515	1,424	1,328	1,251	1,154	1,057	957	853	745	632	537	440
Operating Expenses	16,977	17,805	19,058	20,281	21,072	22,175	22,175	22,175	22,175	22,175	22,175	22,175	22,175	22,175	22,175
O & M Cost	13,050	13,788	14,915	16,007	16,661	17,618	17,618	17,618	17,618	17,618	17,618	17,618	17,618	17,618	17,618
Connection Expenses	392	372	385	396	409	435	435	435	435	435	435	435	435	435	435
Share of Head Office	3,535	3,645	3,758	3,878	4,002	4,122	4,122	4,122	4,122	4,122	4,122	4,122	4,122	4,122	4,122
Total Outflow	21,849	22,677	23,072	24,294	25,086	25,969	26,564	26,525	26,524	26,424	26,524	26,525	26,518	26,318	26,318
Net Cash flow	-4,331	-4,547	-4,238	-4,725	-4,752	-4,866	-5,460	-5,420	-5,418	-5,317	-5,429	-5,430	-5,223	-5,223	-5,223
Accumulated	-14,560	-19,108	-23,346	-28,070	-32,822	-37,688	-43,149	-48,569	-53,987	-59,304	-64,733	-70,164	-75,387	-80,610	-85,833

(3) 減価償却

事業の終わりでは残存価値が存在する考えるのが妥当である。すなわち、事業資産は事業の過程の中に使い尽されるのではなく、残存資産として存在する。この財務分析では1990～2020年の31年間を事業期間としているので、最終年の2020年の残存価値を便益に加える。

償却年数は取水施設27年、浄水施設30年、配水施設28年、送水施設30年、償却方式は定額法、残存価格は投資額の10%とする。

13-1-5 財務分析

事業実施可能性を検証するために、すべての費用と便益を、割引率9%で現在価値化する。割引率が低いのは、年間収入が一般に都会人よりも低い地方の人々に、事業が便益をもたらすことで、正当化されると考えられる。この分析での事業実施可能性を費用便益比（BCR）と純現在価値（NPV）で評価する。

割引率9%で $BCR > 1$ 、あるいは $NPV > 0$ であれば事業は実施可能であることを示す。すなわち、財務上の便益が、投資の支配的機会費用における財務上の費用を上廻るので、事業は実施可能であるされる。表13-7に示すように、NPVは77,663,000 Bahtのマイナス、BCRは0.31となり、本事業は財務的に実施に困難が伴う。よって事業資金の調達に際し、より融資条件の穏やかな借款もしくは、政府補助金の増額が望まれる。

13-2 経済分析

経済分析においてはプロジェクトの実施において発生するであろう経済効果及び実施に必要な経済費用を対比させることにより、財務分析と同様な手法を用いて経済的 Feasibility（妥当性）を判断する。

経済分析においては、そのプロジェクト実施がもたらすであろう経済効果を極力定量化することに努めているが、定量化が困難なものについては定性的に評価する。

財務分析で使用した市場価格を経済分析で使用する経済価格に変換する主要な作業としては、市場価格から税金、利子、補助金等の移転項目を差引き、さらに外国為替交換レート、労働等の価格修正を行うことが挙げられる。

表 13-7 財務的費用便益

year	Govern. Subsidy	Operating Income	Total Income	Capital Invest.	Operating Expenses	Total Expenses	Net Income	Present Value		
								Benefit	Cost	Net Income
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	5,202	0	5,202	-5,202	0	4,378	-4,378
1993	0	0	0	12,195	0	12,195	-12,195	0	9,417	-9,417
1994	0	0	0	61,317	0	61,317	-61,317	0	43,439	-43,439
1995	676	0	676	16,311	0	16,311	-15,635	439	10,601	-10,162
1996	750	452	1,202	0	1,516	1,516	-314	717	904	-187
1997	833	863	1,696	0	1,853	1,853	-157	928	1,014	-86
1998	1,090	1,333	2,423	0	2,223	2,223	200	1,216	1,116	100
1999	1,210	1,807	3,017	0	2,761	2,761	256	1,389	1,271	118
2000	1,343	2,318	3,661	0	3,175	3,175	486	1,546	1,341	205
2001	1,490	2,800	4,290	0	3,712	3,712	578	1,663	1,439	224
2002	1,654	3,442	5,096	0	4,389	4,389	707	1,812	1,560	251
2003	1,836	4,051	5,887	0	5,877	5,877	10	1,920	1,917	3
2004	2,038	4,669	6,707	0	6,616	6,616	91	2,007	1,980	27
2005	344	5,324	5,668	570	7,455	8,025	-2,357	1,556	2,203	-647
2006	382	6,000	6,382	0	8,482	8,482	-2,100	1,607	2,136	-529
2007	424	6,611	7,035	0	9,310	9,310	-2,275	1,626	2,151	-526
2008	5	7,315	7,320	0	10,563	10,563	-3,243	1,552	2,239	-687
2009	5	8,050	8,055	0	11,786	11,786	-3,731	1,567	2,292	-726
2010	6	8,814	8,820	0	12,577	12,577	-3,757	1,574	2,244	-670
2011	6	9,582	9,588	0	13,680	13,680	-4,092	1,570	2,239	-670
2012	7	9,582	9,589	0	13,680	13,680	-4,091	1,440	2,054	-614
2013	8	9,582	9,590	0	13,680	13,680	-4,090	1,321	1,885	-564
2014	9	9,582	9,591	0	13,680	13,680	-4,089	1,212	1,729	-517
2015	10	9,582	9,592	0	13,680	13,680	-4,088	1,112	1,586	-474
2016	11	9,582	9,593	0	22,175	22,175	-12,582	1,021	2,359	-1,339
2017	12	9,582	9,594	0	22,175	22,175	-12,581	936	2,164	-1,228
2018	0	9,582	9,582	0	22,175	22,175	-12,593	858	1,986	-1,128
2019	0	9,582	9,582	0	22,175	22,175	-12,593	787	1,822	-1,035
2020	0	9,582	9,582	0	22,175	3,894	5,688	722	293	429
Salvage Value						(-18,281)				
NPV =								34,098	111,762	-77,663
B/C =								0.31		

13-2-1 プロジェクトの経済評価

(1) 水の経済価値

本事業により、給水区域の住民は、水道料金を支払うことにより、十分な水の供給を受けることができる。しかし、公共料金は、政策的見地よりその実際の価値より低めに設定されている。一般的に水自体の経済的価値は、実際の水道料金よりも2割程度高いものと推定される。また、アンケート調査の結果、現在の水道料金よりも2割高めでも、十分住民の支払い意思の範囲にある。

(2) 健康の便益

地域社会及びその構成員たる住民に対する健康改善は、水道整備事業の主たる目的の一つである。

1) 公的立場よりの便益

住民の良好なる健康状態の維持には、公的立場からさまざまな衛生設備の整備が必要である。これら整備には、費用が必要になる。水道を整備することにより、地域の衛生環境が改善されれば、これら衛生施設の整備に必要な資金は他の事業に振り向けることが可能である。この節約された費用は、本プロジェクトの経済便益と考えることができる。

2) 住民に対する健康便益

地域住民に対する水道事業のもたらす効果としては、水系伝染病等の減少に伴う寿命の延び、治療費の節減、治療中に失われるであろう労働報酬の減少等が考えられる。

(3) 地域経済への効果

水道事業の実施は、さまざまな点で地域経済に貢献する。それらには、土地の経済価値の上昇、建設工事の実施に伴う雇用創出効果等が考えられる。

1) 水道事業に限らず、下水道、電気、道路等の公共施設の整備は、周辺土地の経済的価値を上昇させる効果を持つ。

事業が予定されている地域の土地価格は、土地利用の異なった地区毎に、それぞれ上

昇するものと予想される。今後予想される各公共事業の割合から、価格上昇分の約5%が水道事業の貢献分であると想定し、経済便益とする。

2) 土地利用の活性化

公共施設が未整備の地区において、水道を整備することにより土地利用が活性化される。

3) 公的便益

土地価格の上昇に伴い、土地資産税の増加等、公的機関に収入の増加が見込まれる。

4) 雇用機会の創出

建設工事の実施に伴い、地域内労働者の雇用機会が増加し、プロジェクト実施により支払われる労働資金は、そのまま労働者の収入増加の便益となる。

以上検討した経済便益を表13-8にまとめる。前述したように、これらは定量化できる便益のみであり、他にも多くの経済便益が期待できる。

表 1 3-8 經濟便益

Year	Economic : Water Value	Health Benefits : Cost of : Time Loss	Total Medical Expenses	Economic : Benefit	Increase : Land Value	Total Economic Benefit
1990	10,714	82	1,217	649	0	11,363
1991	11,059	85	1,275	680	0	11,739
1992	11,506	93	1,385	739	0	12,245
1993	11,938	100	1,499	800	0	12,738
1994	12,442	109	1,620	864	0	13,306
1995	12,946	117	1,745	931	4,566	18,443
1996	13,450	126	1,877	1,001	9,426	23,877
1997	13,954	134	2,003	1,069	14,597	29,620
1998	14,486	143	2,134	1,138	20,099	35,723
1999	15,019	152	2,270	1,211	25,950	42,180
2000	15,595	162	2,411	1,286	26,808	43,689
2001	16,128	171	2,557	1,364	27,701	45,193
2002	16,762	183	2,734	1,459	28,629	46,850
2003	17,438	196	2,919	1,557	29,593	48,588
2004	18,130	209	3,111	1,660	30,597	50,387
2005	18,864	222	3,312	1,767	31,640	52,271
2006	19,598	236	3,520	1,878	38,678	60,154
2007	20,362	249	3,722	1,986	40,013	62,361
2008	21,154	263	3,931	2,097	41,402	64,653
2009	21,989	278	4,147	2,212	42,848	67,049
2010	22,853	293	4,370	2,331	44,353	69,537
2011	23,616	308	4,599	2,454	45,920	71,990
2012	23,616	308	4,599	2,454	0	26,070
2013	23,616	308	4,599	2,454	0	26,070
2014	23,616	308	4,599	2,454	0	26,070
2015	23,616	308	4,599	2,454	0	26,070
2016	23,616	308	4,599	2,454	0	26,070
2017	23,616	308	4,599	2,454	0	26,070
2018	23,616	308	4,599	2,454	0	26,070
2019	23,616	308	4,599	2,454	0	26,070
2020	23,616	308	4,599	2,454	0	26,070

13-2-2 プロジェクトの経済費用

財務分析で使用した市場価格による事業費を Shadow Pricing Factor (潜在価格変数) 等を用いて経済価格へ変換する。変換については、以下の条件にて実施する。

- 1) 事業実施において必要な輸入関税、及び国内諸税はそれぞれ事業費外貨部分 10%及び内貨部分の5%を占めるものとする。
- 2) 外貨部分、内貨部分に対する変換係数はそれぞれ 1.0及び0.95とし、未熟練労働者、熟練労働者のそれはそれぞれ 0.5、 1.0とする。未熟練労働者に対する費用は内貨部分の 10% を占めるものとする。

経済価格に変更した事業費を表13-9に示す。

13-2-3 経済的内部収益率

経済価格に変換した費用及び便益を基に、経済的内部収益率を算出し、事業実施の経済的妥当性を判断する。本事業のBCR は0.34、NPVは65,509,000Bahtのマイナスとなるが、この数字は水の経済価値のみを考慮した場合であり、その他の便益を加えると、BCR は1.90、IRR は11.63 となり、さらに事業の実施によりもたらされる多くの計量化できない便益を考慮すると、本プロジェクトは経済的に十分実施の妥当性を確認できる。

経済的内部収益率を表 13-10に示す。

表 13--9 經濟費用

Year	Financial Project Cost			Tax			Economic Project Cost		
	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total
Total	47,111	48,484	95,595	4,710	2,424	7,134	42,401	41,684	84,085
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	2,564	2,638	5,202	256	132	388	2,308	2,268	4,576
1993	6,504	5,691	12,195	650	285	935	5,854	4,892	10,746
1994	30,212	31,105	61,317	3,021	1,555	4,576	27,191	26,743	53,934
1995	7,542	8,769	16,311	754	438	1,192	6,788	7,540	14,328
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	289	281	570	29	14	43	260	242	502
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 13—10 經濟的内部收益率

year	Water Value	Increase Land value	Health Benefit	Total Income	Capital Investem	Operating Expenses	Total Expenses	NET INCOME	Net Present Value		
									Benefit	Cost	Net Income
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	4576	0	4,576	-4,576	0	3,852	-3,852
1993	0	0	0	0	10746	0	10,746	-10,746	0	8,298	-8,298
1994	0	0	0	0	53934	0	53,934	-53,934	0	38,208	-38,208
1995	0	4,566	0	4,566	14328	0	14,328	-9,762	2,968	9,312	-6,345
1996	534	9,426	70	10,030	0	1,440	1,440	8,590	5,981	859	5,122
1997	1,030	14,597	138	15,765	0	1,760	1,760	14,005	8,624	963	7,661
1998	1,587	20,099	207	21,893	0	2,112	2,112	19,781	10,987	1,060	9,927
1999	2,148	25,950	280	28,378	0	2,623	2,623	25,755	13,066	1,208	11,858
2000	2,754	26,808	355	29,917	0	3,016	3,016	26,900	12,637	1,274	11,363
2001	3,323	27,701	433	31,457	0	3,526	3,526	27,930	12,190	1,367	10,824
2002	4,065	28,629	528	33,222	0	4,170	4,170	29,052	11,812	1,482	10,329
2003	4,784	29,593	626	35,003	0	5,583	5,583	29,420	11,417	1,821	9,596
2004	5,516	30,597	729	36,842	0	6,285	6,285	30,556	11,025	1,881	9,144
2005	6,290	31,640	836	38,766	502	7,082	7,584	31,182	10,643	2,082	8,561
2006	7,085	38,678	947	46,710	0	8,058	8,058	38,652	11,765	2,030	9,735
2007	7,825	40,013	1,055	48,893	0	8,845	8,845	40,049	11,298	2,044	9,254
2008	8,659	41,402	1,166	51,227	0	10,035	10,035	41,192	10,860	2,127	8,733
2009	9,531	42,848	1,281	53,660	0	11,197	11,197	42,464	10,436	2,178	8,259
2010	10,437	44,353	1,400	56,190	0	11,948	11,948	44,242	10,026	2,132	7,894
2011	11,269	45,920	1,523	58,712	0	12,996	12,996	45,716	9,611	2,127	7,484
2012	11,269	0	1,523	12,792	0	12,996	12,996	-205	1,921	1,952	-31
2013	11,269	0	1,523	12,792	0	12,996	12,996	-205	1,762	1,791	-28
2014	11,269	0	1,523	12,792	0	12,996	12,996	-205	1,617	1,643	-26
2015	11,269	0	1,523	12,792	0	12,996	12,996	-205	1,483	1,507	-24
2016	11,269	0	1,523	12,792	0	12,996	12,996	-205	1,361	1,383	-22
2017	11,269	0	1,523	12,792	0	12,996	12,996	-205	1,249	1,269	-20
2018	11,269	0	1,523	12,792	0	12,996	12,996	-205	1,145	1,164	-18
2019	11,269	0	1,523	12,792	0	12,996	12,996	-205	1,051	1,068	-17
2020	11,269	0	1,523	12,792	0	12,996	12,996	17,163	964	980	-15
Salvage Value								-17,367			
Total Present Value									187,899	99,058	88,841
EIRR is									11.63%	B.C. Ratio is	1.90

第4部

パンガ

目 次

第1編 概論

1. 自然、社会経済	1 - 1
1-1 自然条件	1 - 1
1-2 社会経済条件	1 - 2
1-3 土地利用	1 - 2
2. 水源	1 - 4
2-1 現在の水利用パターン	1 - 4
2-1-1 表流水	1 - 4
2-1-2 地下水	1 - 5
2-2 既存水源の利用可能水量	1 - 5
3. 既存水道施設	1 - 6
4. 計画給水人口及び計画給水量	1 - 7
4-1 計画人口	1 - 7
4-2 計画給水区域	1 - 8
4-3 計画給水人口	1 - 8
4-4 計画給水量	1 - 8

第2編

5. 代替案の設定と評価	2 - 1
5-1 水源	2 - 1

5-2	水道システム	2 - 2
6.	事業実施計画	2 - 7
7.	組織	2 - 7
8.	事業費	2 - 7
9.	年次別支出計画	2 - 7
10.	財務分析	2 - 7
10-1	資金調達	2 - 7
10-2	資金調達計画	2 - 12
10-3	収入計画	2 - 12
10-4	資金繰	2 - 15
図 1-1	D T C P 土地利用計画	1 - 3
4-1	計画給水区域	1 - 9
5-1	水源 (代替案 1 ~ 3)	2 - 3
5-2	新設浄水施設計画一般図	2 - 6
6-1	事業実施計画	2 - 8
表 3-1	既存浄水場施設概要	1 - 6
3-2	既存配水管内訳	3 - 2
4-1	計画給水量	1 - 11
5-1	水源代替案の比較	2 - 4
5-2	新規浄水施設概要	2 - 5
5-3	交換・新設配水管内訳	2 - 5
8-1	建設費内訳	2 - 9
9-1	年次別支出計画 (運転管理費含む)	2 - 11
10-1	年次別支出計画	2 - 13
10-2	水道料金	2 - 14
10-3	水道加入金	2 - 14

10-4	メーター使用料	2 - 14
10-5	資金繰表	2 - 16

1. 自然、社会経済

1-1 自然条件

(1) 概説

パンガ市はパンガ県の県庁所在地で、バンコクより南へ 854km、プーケットより北へ94km 東経98°31'、北緯 8°26'にある。市はパンガ川と山に挟まれた 4 号線沿いに発達した町で、商業、通信、輸送の中心地となっており、美しい風景で有名なパンガ国立公園は市の南 9.5km にある。

(2) 地形

市の内陸部は石灰石の山に恵まれ、パンガ湾の沖合には数多くの島がそびえ立っている。これらの強烈な特色が 1 年を通じて多くの観光客を引き付けている。パンガ川は、パンガ湾の西で海に注いでいるが、その流量にはかなりの変動が見られる。低い、あるいは中間段丘が、標高 500~1,000m の険しい山塊、あるいは泥岩の山々に囲まれたほんの小さな区域を占めている。

(3) 地質

パンガは砂利、砂、シルト、粘土といった沖積土から成るパンガ川に沿っており、南側、東側はともに主として石灰石からなる孤立した険しい山々に囲まれている。これらの山々の下には洪積土が展開しており、起伏に富んだ中間段丘を形成している。泥岩あるいは砂岩は主として山岳部に、花崗岩は南海岸の険しい山々にもっと分け入ったところに形成されている。

(4) 気象

パンガの年間平均降雨量は 2,500mm で、かなりの季節変動がある。総降雨量の 50% 程は 5~10 月の雨季にもたらされ、乾季における降雨量は変わり易い。降雨量は山岳地帯では増加する。