

国名	: タイ王国
事業名	: (1)バンコク上水道リハビリテーション事業 (2)バンコク上水道整備事業 (第 期第 1 次 B)
借入人	: 首都圏水道公社 (MWA)
事業実施機関	: 同上
借款契約調印	: いずれも 1988 年 11 月
貸付承諾額	: (1)2,985 百万円 (2)4,380 百万円
通貨単位	: バーツ (Baht)
報告日	: 1998 年 3 月



サムラエ原水取水場

【通貨単位・用語説明】

(1) 通貨単位：バーツ (Baht)

(2) 為替レートおよび消費者物価指数 (CPI : 1990年 = 100) [IFS 年平均]

年度	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Yen/US\$	144.64	128.15	137.96	144.79	134.71	126.65	111.20	102.21	94.06	108.78
Baht/Yen	0.1778	0.1974	0.1863	0.1767	0.1894	0.2006	0.2277	0.2461	0.2649	0.2330
為替変動	100.64	111.7	105.43	100	107.2	113.5	128.85	139.25	149.90	122.99
CPI	86.3	89.6	94.4	100	105.7	110.0	113.7	119.5	126.40	133.80

(出所) : I F S

(3) 会計年度：10月1日～9月30日

(4) 用語説明

送水、配水および給水の区別

送水は、浄水場で産出した浄水を中継地点たる配水施設まで送ることを指し、そのための施設（ポンプ等）を送水施設、水道管を送水管と呼ぶ。

配水は、中継地点から最終需要者までの配給であり、そのための施設を配水施設、水道管を配水管と呼ぶ。配水管から給水栓を結ぶ水道管を給水管と呼び、給水管および給水栓を併せて、給水装置と呼ぶ。通常、この給水装置は、最終需要者によって保有されている。

スチールライニング工法

漏水を止めるために、既設の管内面に鋼板・コンクリート・樹脂等で内貼りすることをライニングといい、スチールライニングには鋼板を用いる。なお、ライニングと管の空隙には、グラウトを注入する。

パイプ挿入工法

漏水を止めるために、既設管内にと同等あるいは、それ既設管口径以下の新たなパイプを挿入する。なお、その空隙には、グラウトを注入する。

有収率、無収率（詳細は、次頁給水量内訳表参照）

無収率：給水量のうち、料金収入の対象とならなかった水量の割合（％）

$$\text{無収率} = (\text{有効無収水量} + \text{無効水量}) \div \text{給水量} \times 100$$

有収率：給水量のうち、料金収入の対象となった水量の割合（％）

$$\text{有収率} = \text{有収水量} \div \text{給水量} \times 100 \quad \text{または} \quad \text{有収率} = 100 - \text{無収率}$$

漏水率：給水量に対する漏水量の割合（％）

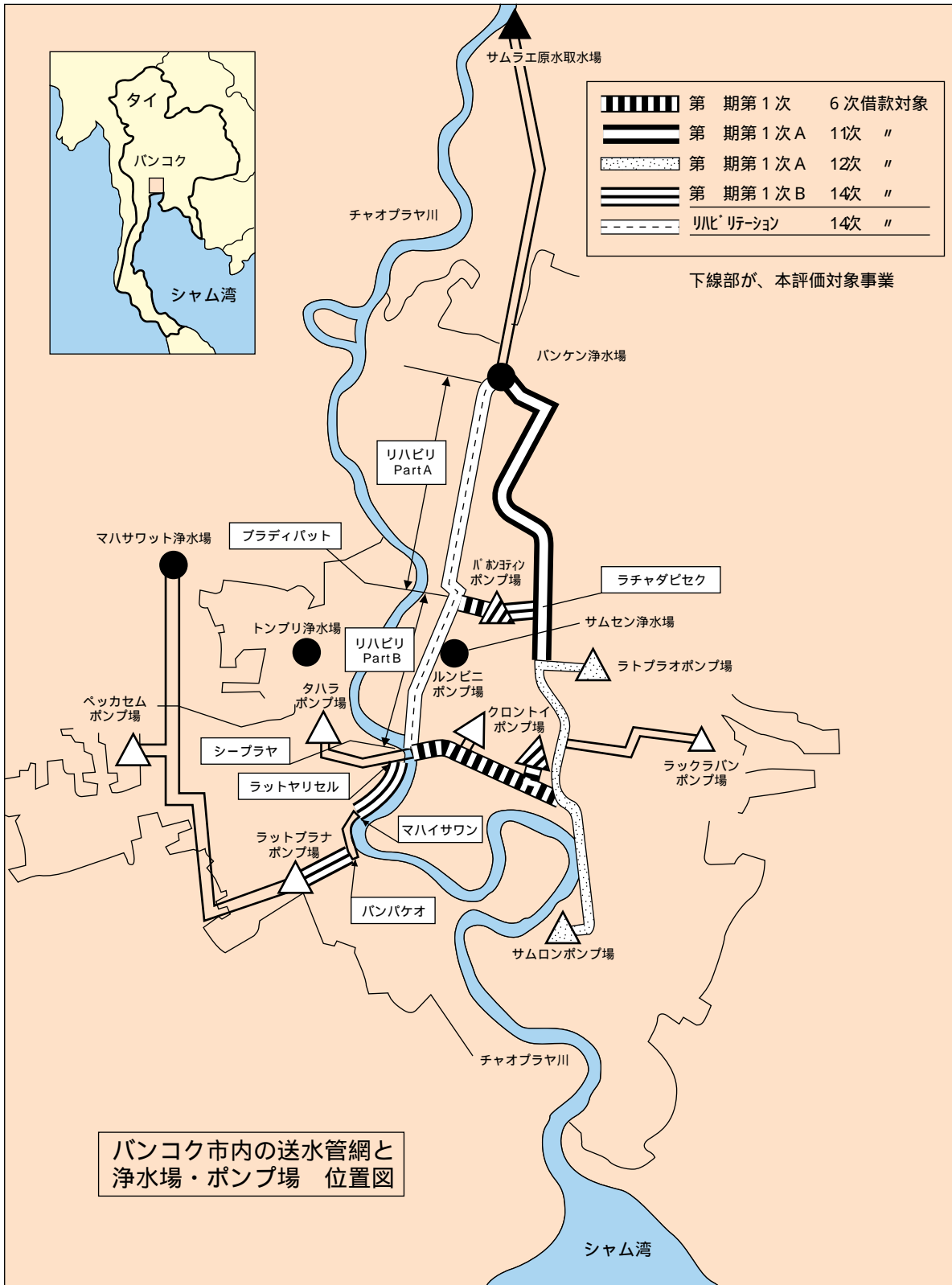
首都圏水道公社 MWA : Metropolitan Waterworks Authority

給水量内訳分類表

給水量	有効水量	有収水量	料金水量	(1)料金徴収の基礎となる水量 (2)定額栓及びその認定水量
			分水量	他の水道に対して分水した水量
			その他	公園用水、消防用水等の公共目的のために使用した水量のうち、他会計等からの収入を伴う水量
		無収水量	メ-タ-不感水量	有効に使用された水量のうち、メ-タ-不感のため料金徴収の対象とならない水量
			内部事業用水量	管洗浄用水、漏水防止作業用水等の配水施設に係る内部事業に使用した水量
			その他	公園用水、消防用水等の公共目的のために使用した水量のうち、他会計等からの収入を伴わない水量
	無効水量	調定減額水量	赤水（鉄錆等が原因で水が赤くなる）等のため、料金徴収の際の調定により減額の対象となった水量	
		漏水量	(1)配水本管漏水量 (2)配水支管漏水量 (3)メ-タ-上流給水管からの漏水量	
		その他	他に起因する水道施設の損傷等により無効となった水量および不明水量	

1. 事業概要と主要計画 / 実績比較

1.1 事業地



1.2 事業概要と OECF 分

今回の事後評価の対象となった 2 事業のうち、バンコク上水道整備事業第 1 期第 1 次 B (以下「整備事業」) は、2000 年を目標に 1970 年に策定され、1984 年に見直されたバンコク首都圏上水道整備事業全体計画 (以下「1984 マスタープラン」) の一部を成すものである。この整備事業は、チャオプラヤ川を水源とするバンケン浄水場の浄水能力の拡張 (2,000 千 m³/日より 2,400 千 m³/日へ)、および送水管網の拡張を行い、バンコク首都圏の給水状況を改善しようとするものである。(全体計画における整備事業の位置づけについては、後述 1.3.2 および 1.3.3 を参照。)

他方、バンコク上水道リハビリテーション事業 (以下「リハビリ事業」) は、1980 年に完成し傷みの生じたバンケン浄水場～シープラヤ間の送水トンネルを修復することにより、送水トンネル本来の能力を確保しようとするものである。

O E C F 融資対象は、両事業とも事業に係わる外貨分の全額である。

1.3 本事業の背景

1.3.1 経済社会開発計画と水道セクター

1961 年の第 1 次経済社会開発計画¹の策定以来、タイ経済は年平均で 7% に近い成長率を遂げていたが、第 5 次計画 (1982 年～86 年) には、成長率 5.4% とやや減速していた。

このような経済環境のもと、第 6 次計画 (1987 年～91 年) は、プログラム中心の問題分野別アプローチを採用した。うちバンコク首都圏を対象とする開発目標の中では、混雑緩和と土地の効率的利用を促進し、秩序ある首都圏および都市部を形成するために、基礎的サービス (交通運輸、洪水制御、給水、住宅および過密地域対策等) の拡大を課題としていた。

このうち、水道セクターについては、バンコク首都圏を始めとする経済的発展の著しい地域において要求される給水量の確保、および水質の向上を目指すとされていた²。

1.3.2 1984 マスタープランにおける整備事業の位置づけ

バンコク首都圏における上水道整備の長期計画 (マスタープラン) は、2000 年までの給水需要を満たすものとして、1970 年に米国コンサルタントにより策定されたものが最初である。その後、このマスタープランは、1984 年に見直しが行われた。これが 1984 マスタープランであり、この中で第 1 期第 1 次 B 計画として位置づけられていたのが整備事業である。

1.3.3 バンコク首都圏の施設能力および給水状況

今回、評価の対象となった 2 事業の審査が行われた 1988 年当時、バンコク首都圏には 3 ヶ所 (バンケン : 1,600 千 m³/日、サムセン : 547 千 m³/日、トンブリ : 173 千 m³/日) の浄水場と、地下水の利用施設として深井戸 42 ヶ所 (447 千 m³/日) があり、その総施設能力は 2,767 千 m³/日であった。

¹ 5 ヶ年単位で NESDB : National Economic and Social Development Board, 国家経済社会開発庁が作成

² 出所 : バンコク日本人商工会議所 タイ国経済概況 1986 / 87 年版、MWA

他方で、当時の給水需要予測は、1984 マスタープランによる水需要予測が基準となっていたが、需要実績は予測を上回る伸びを示していた。加えて、バンコク市内では、地下水の汲み上げによる地盤沈下が深刻な社会問題となっており、1989 年以降地下水の汲み上げは全面的に禁止される予定となっていた。このため、下記表 1-1 からわかるとおり、1988 年の現有施設能力 (2,767 千 m³/日) では、1990 年にはその需要を賄えない状況にあり、第 1 期第 1 次計画の完成が急がれていた。

[表 1-1] 1984 マスタープランにおける需要予測と設備能力増強計画

(単位：千 m³/日)

年度	~ '83	'84-'85	'86-'87	'88-'90	'91-'93	'94-'96	'97-'00
浄水場	第 1 期			第 2 期		第 3 期	
浄水能力	第1次	第2次		第1次	第2次	第1次	第2次
バンケン	800	1,200	1,600	2,400	2,800	3,400	3,800
サムセン	547	547	547	530	530	530	530
トンプリ	173	173	173	170	170	170	170
小計	1,520	1,920	2,320	3,100	3,500	4,100	4,500
井戸水	447	198	160	0	0	0	0
合計	1,967	2,118	2,480	3,100	3,500	4,100	4,500
需要予測 ¹⁾	2,042 ²⁾	2,568	N. A.	3,100	3,500	3,826 ³⁾	4,500

(出所)：1984 マスタープラン

(注)：¹⁾ 需要予測は、1 日の最大需要を示す。

²⁾ 1981 年度実績。

³⁾ 1995 年度予測。その他の需要予測は、各計画の最終年度の最大需要の数値を示す。

1.3.4 地下水汲み上げによる地盤沈下問題

1980 年代はじめ、首都圏水道公社 (MWA) および民間所有の井戸による大量の地下水汲み上げにより、バンコク首都圏での地盤沈下が進行していた。これに対しタイ政府は、1983 年 5 月に地下水の取水規制を公表し、規制遵守を求めている。その規制地域としては、バンコク首都圏を下記の 3 つの地域に分け、MWA に対しては、Critical Area No.1 と No.2 において、1987 年までに地下水の使用を中止するようガイドラインを設定していた。

- Critical Area No.1：年間 10cm 以上の地盤沈下が進行している地域
Bang Ken district, Phra Khanong District, Bang Kapi District, Huey Khwang District, Phra Pradaeng District (ただし、チャオプラヤ川東岸のみ), Amphoe Muang Samut Prakarn, Min Buri-Lat Krabang Phli Districts (この中の住宅および工業地域)

- Critical Area No.2 : 年間 5 cm から 10cm 以下の地盤沈下が進行している地域
Dusit District, Phya Thai District, Pathum Wan District, Bang Rak District, Yanawa District
- Critical Area No.3 : 年間 5 cm 未満の地盤沈下が進行している地域
バンコク首都圏で上記 No.1 と No.2 地域を除いた地域, Nonthaburi, Pathum Thani and Samut Prakarn

1.3.5 リハビリ事業の必要性

第 期工事で整備された送水トンネルに傷みが生じており、バンケン浄水場は、1988 年 6 月時点には、1,600 千 m³/日の能力のうち 900 千 m³/日程度しか送水できない状況にあった。更に、第 期 1 次 A 計画の実施によりバンケン浄水場は、1988 年 12 月に 400 千 m³/日の能力増強が実現することになっていた³。しかしながら、同じく第 期 1 次 A 計画にて新設される送水管だけでは、バンケン浄水場を完全に稼働させた場合に、既存トンネルで送水できない約 700 千 m³/日と増強されたバンケン浄水場(400 千 m³/日)の給水能力のすべて(合計 1,100 千 m³/日)を送水することはできず、また、市内中心部への給水確保のためにも、既設送水トンネルの修復が緊急課題となっていた。

1.4 主要計画 / 実績比較

	計画 (審査時)	実績	差異
1. 事業範囲			
(1) リハビリ事業			
送水トンネル修復	10.3km × 3,400mm 7.5km × 2,800mm	10.3km × 3,400mm	7.5km × 2,800mm
コンサルティング サービス	182M/M	95M/M	87M/M
(2) 整備事業			
サムイ取水場 原水ポンプ	4 基	同左	-
バンケン浄水場拡張 (浄水能力)	沈殿池 2 基、ろ過池 8 基、ポンプ 3 基 (400 千 m ³ /日分)	同左	-
送水管 ⁴	直径 2.0m × 5.8km	直径 1.5m × 5.8km	口径縮小
送水管 ⁵	直径 2.0m × 2.5km	同左	-
コンサルティング サービス	310M/M	513M/M	+203M/M

³ バンケン浄水場の増強は、ADB 融資対象

⁴ 送水管 ラットヤリセル～マハイサワン、バンパケオ～ラットプラナを指す。(以下 同様)

⁵ 送水管 パホンヨティン ポンプ場～ラチャダヒセク間を指す。(以下 同様)

2. 工期			
(1)リハビリ事業			
送水トンネル修復 (工事開始～完了)	1992/01～1992/11 (11ヶ月)	1992/03～1993/06 (16ヶ月)	+7ヶ月 (+5ヶ月)
コンサルティングサービス (サービス開始～終了)	1989/05～1993/01 (45ヶ月)	1991/12～1993/07 (20ヶ月)	+6ヶ月 (25ヶ月)
(2)整備事業			
弘江取水場 原水ポンプ (入札～工事完了) [工事期間]	1988/09～1990/05 (21ヶ月) [16ヵ月]	1989/03～1991/06 (28ヶ月) [16ヵ月]	+13ヶ月 (+7ヶ月) [0ヵ月]
パンク浄水場拡張 送水管	1988/09～1991/05 (33ヶ月) [25ヵ月]	1989/07～1993/01 (43ヶ月) [34ヵ月]	+20ヶ月 (+10ヶ月) [9ヵ月]
送水管	1988/09～1990/12 (28ヶ月) [20ヵ月]	1990/10～1993/02 (29ヶ月) [20ヵ月]	+26ヶ月 (+1ヶ月) [0ヵ月]
送水管	1988/09～1991/01 (29ヶ月) [22ヵ月]	1989/05～1991/11 (31ヶ月) [22ヵ月]	+10ヶ月 (+2ヶ月) [0ヵ月]
コンサルティングサービス (サービス開始～終了)	1988/02～1991/06 (41ヶ月)	1988/02～1993/02 (61ヶ月)	+20ヶ月 (+20ヶ月)

3. 事業費			
(1)リハビリ事業			
総事業費	5,170 百万円	2,962 百万円	2,208 百万円
外貨 (OECF 分)	2,985 百万円	2,066 百万円	919 百万円
内貨 (MWA 分)	437 百万パーツ	210 百万パーツ	227 百万パーツ
(2)整備事業			
総事業費	9,549 百万円	11,777 百万円	+2,228 百万円
外貨 (OECF 分)	4,380 百万円	3,929 百万円	451 百万円
内貨 (MWA 分)	1,034 百万パーツ	1,839 百万パーツ	+805 百万パーツ

審査時 (計画時) レート : US\$1=B25.3=¥125 (B1=¥5) (1988)

実績時レート : B1=¥4.268 (1996)

(出所) : PCR、MWA

2. 分析と評価

2.1 事業実施に係わる評価

2.1.1 事業範囲

(1) 整備事業

整備事業の主要部分であるバンケン浄水場の設備能力 400 千 m³/日の拡張は計画どおり実施されたが、バンケン浄水場内に新設される予定であったセントラル・モニタリングシステムは、計画が中止された。また、バンケン浄水場以外の設備に関しては、送水管の口径が縮小（直径 2.0m から 1.5m へ）された。

前者は、総事業費が増加傾向にあり、事業範囲の縮小を行なう必要があったため、事業全体への影響の少ない本施設の建設を中止することにしたものである。そのため、現在も送水量等の情報は、各施設より電話連絡にて集められ、バンケン浄水場にて管理されている。給水システム運営上、この管理方法で今のところ特に問題とはなっていないが、今後も給水システム全体の規模が拡大していく中で、限られた水資源を有効に利用していくためには、できるだけ早い時期でのセントラル・モニタリングシステムの導入が望ましいと思われる。

また、後者に関しては、借款契約調印後工事開始までに策定された 1990 マスタープラン⁶によって、チャオプラヤ川西岸に新たにマハサワット浄水場が建設されることになり、チャオプラヤ川の東岸から西岸への送水量が当初予定より減少（353 千 m³/日から 180 千 m³/日へ）されたことに伴う変更である。これは、施設への過剰投資を回避するための適切な変更であるとみなされる。

(2) リハビリ事業

リハビリ事業においては、バンケン浄水場からプラディパットまでの送水トンネル全長 10.3km（以下 Part A）について全面ライニングによるリハビリテーションが実施されたものの、施工方法は、審査時のスチールライニング工法から、パイプ挿入工法に変更されている。また、プラディパットからスリプラヤまでの全長 7.5km（以下 Part B）については全面ライニングは中止されている。

Part B の中止は、審査後に行われたアジア工科大学（AIT⁷）による調査の結果、送水トンネルの継ぎ手部分の修復⁸のみで、当初目標とされていた送水圧力を達成することができるかと判断されたためである。実際、Part A のリハビリテーション後の送水圧力は、当初の予定どおりの数値に回復しており（2.0kg/cm² から 6.5kg/cm² へ：最大運転水圧）、整備事業と同様に、リハビリ事業も事業費全体が増加傾向にあったことを考えると、Part B の全面ライニングの中止は妥当なものであったと考えられる。

Part A の施工方法の変更で問題になるのは、断面積の減少（今回は 10% の減少）による送水可能量の減少である。しかし、前述のとおり、施工方法変更の時点でチャオプラヤ川西岸への送水量減少が見込まれており、送水可能量の減少は問題とならないことが確認されていた。よって、施工方法の変更も、全体的には問題となるものではなかった。

⁶ 詳細については、後述 2.3.3 浄水供給量 参照

⁷ アジア工科大学（AIT: Asian Institute of Technology）

⁸ Part B のトンネルの継ぎ手の部分の修復は、MWA 自己資金にて実施されている。

2.1.2 工期

- (1) 整備事業については、工事開始が遅延し、終了期間も遅延している。工事開始の遅延は、後述するとおり、建設資材高騰のため応札価格が予算に合わなかったことによる入札手続きの遅れによるものであり、やむを得ないものであったと考えられる。
- (2) リハビリ事業については、Part B 部分のライニング工事中止によりコンサルティングサービスが 25 ヶ月の短縮となっているが、事業範囲で述べているとおりの中止理由・判断によるものである。また、Part A 部分のコンサルティングサービスの開始の遅れについては、整備事業の送水管の入札手続きの遅延によるものである。この送水管が完成しない限りリハビリ事業が開始できなかったことを考えると、サービス開始の遅れはやむを得ないものであったと思われる。⁹

2.1.3 事業費

- (1) 整備事業については、事業費全体では約 20%のコストオーバーランとなっているが、その内訳をみると、主にバンケン浄水場拡張および送水管のコストオーバーランによるものである。前者は、タイ国内での建設ブームによる建設資材価格の急激な上昇(コスト積算時 1987 年より契約時 1990 年までに約 35%の上昇)によるものであると考えられる(表 2-1 参照)。また、後者の送水管についても、その口径が縮小されたものの、前者同様の理由による工事費の上昇が、そのコストオーバーランの理由としてあげられる。これらの点については、避けられない理由であると思われる。このような価格上昇は、審査時想定のプロセスエスカレーション率を越えるものであり、前述のとおり、MWA はスコープの縮小によりコストオーバーランに対処した。
- (2) リハビリ事業については、Part B の全面ライニングの中止により大幅なコストアンダーランとなっている。ただし、外貨分についてみると、比較的低価格なパイプ挿入工法をとったにもかかわらず、Part A だけで全体予定額の約 70%を使用している(Part A の長さは、全体の約 60%)。よって、Part B のライニングも実施していたならば、計算上はコストオーバーランとなる。このことから、Part B のライニング中止は、事業費の面からみても適切なものであったといえよう。

[表 2-1] 建設資材の卸売物価指数の推移

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
指数	100	110.8	124.1	135.1	142.2	141.1	142.8
前年比(%)	-	110.80	112.03	108.86	105.26	99.18	101.24

(出所) : バンク日本人商工会議所 タイ国経済概況 1994/1995 年度版

2.1.4 実施体制

(1) 実施機関

本事業(整備事業・リハビリ事業両事業)の実施機関は、首都圏水道公社(MWA: Metropolitan Waterworks Authority)である。MWA は、1967 年に内務省監督下の法人として設立されて以来、

⁹ リハビリ事業実施の際は、Part A 部分を遮断し、ラチャダヒセク側より、パホンヨティン ポンプ場および Part B 部分へ上水の供給を行なう。

バンコク首都圏への上水供給を行なってきている。今回の両事業の実施にあたっては、MWA 内の Project Management Dept. の責任の元で実行される体制がとられた。

(2) コンサルタント

コンサルティングサービスに関しては、1984 マスタープランを作成し、第 期計画の詳細設計を行なったコンサルタント（本邦コンサルタントとタイ国コンサルタントとの共同企業体）に、引き続き本事業の事業実施支援を受けたいという実施機関側の要望により、随意契約がなされた。両事業とも、入札補助から試運転までがその契約範囲とされた。

(3) コントラクター

整備事業、リハビリ事業両事業とも、工事期間に大きな遅延もなく完了しており、また、その後の機器の運転においても大きな問題が発生していないことからして、その能力に大きな問題はなかったと評価できる。

(4) 全体的な実施体制

前述のとおり入札価格が折り合わなかったため、工事開始時期の遅延はあったものの、その点を除けばその後の工事には大きな遅延もなく、ほぼ計画どおりに収まっていることからして、実施機関、コンサルタントおよびコントラクターの能力に大きな問題はなかったと評価できる。

2.2 運営・維持管理に係わる評価

2.2.1 運営・維持管理体制

(1) 運営・維持管理体制

MWA は、従業員約 6,000 名（1997 年 10 月現在）の組織であり、その中で運営ならびに保守に当たっているのは、985 名（うち水質管理に、56 名）となっている。また、運営・維持管理の組織は、別添 1 MWA の運営・維持管理組織表のとおりである。

(2) 技術者・専門家の育成

MWA では、人材の育成に関し、わが国の無償資金協力およびプロジェクト方式技術協力にて建設され、運営されている水道技術訓練センター（NWTTI）¹⁰ において、各種分野における職員のスキルアップを図っている。

NWTTI では、1987～91 年の Phase 、1995～99 年の Phase という 2 つの期間にかけて我が国の技術協力が行われている。うち、Phase では、配水計画・経営管理・浄水および水質管理・送水管管理・機械および電気設備の設置の 5 つの分野で合計、809 人の MWA 職員が教育を受け、Phase では、水源管理・保守技術・配水計画・無収水および漏水管理・サービス向上の 5 つの分野で、合計 229 名（1997 年 10 月現在累計）の MWA 職員への研修が実施された。このように、MWA は積極的に職員の質の向上に努めている。（数値出所：MWA）

¹⁰ NWTTI : National Waterworks Technology Training Institute

2.2.2 運営・維持管理状況

(1) 浄水供給量

整備事業では、バンケン浄水場において400千 m^3 /日の浄水能力の増強を行なったものだが、整備事業完成時（1993年度）においてその総浄水能力は2,800千 m^3 /日に達しており、その給水状況は下記表2-2のとおりである。この表からも分かるとおり、バンケン浄水場は継続的に浄水能力の90%前後の給水状況を維持しており、その浄水能力は十分に発揮されているものとみなされる。なお、1991年度には、その浄水能力を上回る給水実績を示している。これは、浄水場では、多少の安全率を見込んで各施設の設備能力が設計されていることにより可能になったもので、その後は浄水能力内に収まっている。

[表2-2] バンケン浄水場給水実績 (単位：千 m^3 /日)

年度	1991	1992	1993	1994	1995	1996
バンケン浄水場給水実績	2,103	2,243	2,388	2,441	2,825	3,020
バンケン浄水場浄水能力	2,000	2,400	2,800	2,800	3,200	3,200
給水率(実績/能力)(%)	105.2	93.5	85.3	87.2	88.3	94.4

(出所)：MWA

(2) 水質

サムラエ原水取水場におけるチャオプラヤ川の水質は、4年前と比べても大きな変化はない。また、浄水後の水質（市内ポンプ場平均）は、全てタイ国飲料水基準値の許容値（最大値）の範囲内であり、特に問題はないと思われる。¹¹（下記表2-3）

¹¹ なお、1997年にMWAは、バンコクの水道水が飲料可能との宣言を行なっている。

[表 2-3] 水質一覧

年	1993年 4月	1997年 4月	タイ国飲料水 水質基準値	1997年12月
項目	サムラエ 取水場		(最大値)	市内ポンプ場 5ヶ所 ¹² 平均
色度	10	6	15	1.8
濁度	57	75	20	2.03
pH	7.49	7.49	6.5~9.2	7.43
硬度(mg/l)	92	92	- ¹³	98
マグネシウム (mg/l)	-	6.7	150	7.3
カルシウム (mg/l)	-	25.6	200	28.48
蒸発残留物 (mg/l)	250	225	1500	168
溶存酸素 (mg/l)	4	3.28	-	3.25
硝酸塩および亜硝酸塩 (mg/l)	0.19	0.27	10	0.40
鉄 (mg/l)	0.67	0.97	1.0	0.06
フッ素 (mg/l)	0.24	0.24	1.0	0.31
マンガン (mg/l)	0.06	0.1	0.5	0.01
大腸菌群数 ¹⁴	480,000	660,000	-	0

(出所) : MWA、バンコク上水道配水網改善事業審査資料集

(3) 有収率および漏水

MWA 給水区域全域の有収率および漏水率の過去 10 年間の動きをみると、下記表 2-4 のとおりになっている。これによれば、無収率・漏水率ともに 1992 年度以降、増加傾向が続いているが、リハビリ事業が完了した翌年 1994 年度には、漏水率が一時的に低下しており、これはリハビリ事業の効果が現れたものと考えられる。(しかし、その翌年より再び増加傾向に転じた。なお、30~40%という無収率は、ジャカルタの 57%、マニラの 58%¹⁵と比較すれば、依然として悪いとはいえない水準にある。)

この数値を分析すると、無収率のうち約 8 割は漏水が占めている。この漏水を防止することが有収率の向上につながるため、MWA は早急に漏水防止対策を進めるべきであると思われる。MWA は、リハビリ事業完成以降、漏水防止の部署 (Water Loss Reduction Dept.) を設けその対応に当たっているが、その調査によれば、漏水のほとんどが各給水装置 (主に一般家庭) と配水管をつなぐ継ぎ手の部分で起こっているとのことである。MWA では、この接続部分の老朽配・給水管 (2 インチから 300mm までの管 : 延長 12,787,166m、MWA 総送・配・給水管の約 80% : 1996 年) および継ぎ手の交換プログラムを 1996 年より行なっているが、年 4%の進捗状況であ

¹² クロントイ、ラトプラオ、ルンピニ、サムロン、タハラの各ポンプ場平均値

¹³ 硬度としての基準はないが、カルシウム、マグネシウムの基準値が設定されている。硬度は、通常水中に含まれるカルシウム、マグネシウム分によって計測され、両成分が基準値内にあるため、問題はないと史料される。

¹⁴ 日本の水道水質基準では、大腸菌は検出されないことと規程されている。

¹⁵ 出所 : Water Utilities Data Book, Asian and Pacific Region, ADB, 1993年発行

るため、まだ漏水率の向上に結びついてきていない。今後、漏水率を減少させるためにも、この交換プログラムを早急に進める必要があると思われる。ちなみに、MWA では、2001 年度までには無収率を 30%にまで改善する目標を立てている。(MWA 第 3 次計画)

なお、配水管の大部分はアスベスト管である(給・配水管延長 15,327,271m のうち、8,317,875m、54%がアスベスト管：1996 年)。耐久性¹⁶ の観点からも、これらの管を他種パイプへ変更していく必要があると考えられる。

[表 2-4]

年度	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
浄水量 (百万m ³)	841.3	859.6	934.3	1,049.3	1,109.2	1,175.5	1,224.9	1,234.3	1,405.2	1,549.4
給水量 (百万m ³)	523.0	570.4	628.2	718.7	781.3	823.4	836.1	816.1	870.3	911.2
有収率 (%)	62.17	66.36	67.24	68.49	70.44	70.05	68.26	66.12	61.93	58.81
無収率 (%)	37.83	33.64	32.76	31.51	29.56	29.95	31.74	33.88	38.07	41.19
漏水率 (%)	31.84	28.27	26.71	25.43	23.30	23.71	25.82	23.62	28.79	32.45

(注)：漏水率は、無収率の内数。

(出所)：MWA アニアルレポート他

MWA によると無収率の内訳で漏水以外では、メーターの誤差、メーター検査員の読み取りミス、盗水があるとしている。この中でも特に途上国で問題となる盗水については、その対策として、盗水発見者に盗水者の無断使用料(MWA 推計による)の 2 年間分の 50%を賞金として提供しており、このシステムにより全ての盗水を監督することが期待できるとしている。

(4) 送水本管 Part B の現状

リハビリ事業完成後、3 年目から 4 年目にかけて、Part A における送水量が増加したため、新たに Part B において 1989 年の AIT の調査では予測しきれなかった送水トンネルの経年劣化による漏水が生じることになった¹⁷。そのため、バンケン浄水場からの 2 本の送水トンネルのうち、リハビリ事業対象外の本管へ 3%程度の給水量をシフトすることにより、現在のところ、その主要な漏水を防いでいる。しかし、今後の上水需要に対応していくためにも、Part B のリハビリテーションは行なう必要があると思われる。

¹⁶ アスベスト管は、衝撃に弱く、専断強度が小さいとされている。特にバンコクにおいては、地盤が軟弱なこともあり、アスベスト管は、漏水の原因となりやすい。

¹⁷ 主要漏水場所(発見時期)：Thoet Damri Rd.(1996 年 5 月),サムセン駅近辺(1996 年 1 月),クルンカセム(1997 年 2 月)

2.3 事業効果

2.3.1 上水道普及効果

バンコク首都圏での上水道普及率は、整備事業が完成した 1993 年以降も順調に伸びを続けており（表 2-5 参照）、1996 年時点では 80%を超えている。その普及率は、ジャカルタ 25%、マニラ 71%、クアラルンプール 100%¹⁸等と比較しても、評価できるレベルにある。更に MWA では、2001 年までに 85%から 90%の普及率を目指している（MWA 第 3 次計画）。一方、給水面積をみると、当初整備事業にて目標としていた給水面積増加分 50 km²（審査時の 580km²から事業完了時目標 630km²へ）をはるかに越える 784 km²を達成している。これは、同時期に計画・実行された緊急バンケン浄水場拡張工事¹⁹によるものも含まれているためだが、これを考慮しても、当初計画は十分達成されている上、整備事業の効果もあったものと考えられる。（表 2-6 参照）

[表 2-5] 水道普及率 (単位：千人)

年	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
バンコク首都圏 居住者数	7,381	7,052	7,030	7,126	7,238	7,144	7,346	7,563	7,796	8,026
給水人口	4,886	5,120	5,230	5,330	5,450	5,565	5,730	5,929	6,206	6,557
水道普及率 (%)	66.2	72.6	74.4	74.8	75.3	77.9	78.0	78.4	79.6	81.7

(出所) : MWA

[表 2-6] 給水面積

年度	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
給水面積 (km ²)	625	680	710	740	784	822	893	969
前年度比伸び率 (%)	-	8.8	4.4	4.2	6.0	4.8	8.6	8.5

(出所) : MWA アニュアルレポート

2.3.2 地盤沈下防止効果

審査時にタイ政府が発表していた地盤沈下の規制基準は、「1.3.4 地下水汲み上げによる地盤沈下問題」で述べたとおりであるが、1995 年 11 月に工業省鉱物資源局 (Dept. of Mineral Resources, Ministry of Industry) が調査した結果によると、その沈下程度は下記のとおりとなっている。

¹⁸ 出所 : Water Utilities Data Book, Asian and Pacific Region, ADB 1993 年発行

¹⁹ 1992 年完成 : バンケン浄水場の浄水能力 400 千 m³/日増強、後述 2.3.3 浄水供給量参照

- Critical Area No.1 年間 3cm 以上地盤沈下が進行している地域
 Critical Area No.2 年間 1cm から 3cm 未満の地盤沈下が進行している地域
 Critical Area No.3 年間 1cm 以下の地盤沈下が進行している地域

このように各 Area における沈下幅の測定値は、審査時にタイ政府が発表していた沈下幅に比べ、2分の1以下に減少しており、大きく改善されている。表 2-5 に示されているとおり、バンコク首都圏の人口の伸びを考えると、MWA の給水能力の増強が、この地盤沈下の減少に貢献していると考えられる。

一方、下記表 2-7 にあるとおり、1990 年以降、地下水の汲み上げ量は、再び増加傾向に転じている。これは、その後のバンコク首都圏の人口の著しい伸びと 1994 年の干ばつの影響を考えると致し方ない現象と思われる。

さらに、1996 年の平均 251.8 千 m³/日 (1996 年 MWA 総給水量 : 4,245 千 m³/日の約 5.9%) の地下水利用は、主にセントラルシステム内での配水網未整備区域での汲み上げによるもので、この量は、現在円借款にて進行中のバンコク上水道配水網改善事業 (1998 年 2 月完成予定) により、減少することが期待されている。なお、タイ政府は、1989 年から地下水汲み上げを原則禁止としており、地下水汲み上げを必要とする場合には、毎年政府よりその汲み上げ量について許可を得なければならないことになっている。

[表 2-7] バンコク首都圏の地下水汲み上げ量の推移 (単位 : 千 m³/日)

年度	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
セントラルシステム	183.6	170.4	127.7	40.8	46.3	61.4	86.0	146.3	187.4	196.4
セパレートシステム	24.7	25.8	30.4	32.6	41.9	44.7	34.2	45.5	51.0	55.3
合計	208.2	196.2	158.1	73.4	88.2	106.0	120.3	191.8	238.4	251.8

(出所) : MWA アニュアルレポート

(注) : セントラルシステム : バンコク首都圏の大半の地域へ給水
 セパレートシステム : バンコク市郊外の町²⁰ へ給水

2.3.3 浄水供給量の増加への貢献

バンコク首都圏での給水需要が、1984 マスタープランにおける予測を上回ったため、整備事業建設中の 1990 年に、1990 年より 2017 年までの需要を対象とし、1984 マスタープランの見直しが行われた (以下「1990 マスタープラン」)。これに従い、前述の緊急バンケン浄水場拡張工事が行われ、1992 年には 400 千 m³/日の浄水能力の増強がなされ、これにより整備事業完成の 1993 年までには、両事業併せて、バンケン浄水場は 2,800 千 m³/日の浄水能力を持つ事になった。

(別添 2 1984 / 1990 マスタープラン バンケン浄水場能力比較表参照)

バンコク首都圏での需給関係は、下記 表 2-8 のとおりである。バンコク首都圏の急激な人口増加により、1995 年度までは需要超となっている。しかし、本事業の完成により、94 年以降需給差は小さくなってきており、浄水供給量拡大の面では、整備事業は確実に貢献しているものと考えられる。

²⁰ Minburi, Bang Yai, Sai Noi, Bang Phlee, Bang Bo, Nong Chok, Bang Bua Thong の 7 地区を指す。ただし、1997 年度よりセパレートシステムは、セントラルシステムへ吸収されることが決まっている。

[表 2- 8] バンコク首都圏需要予測・供給実績

(単位：千 m³/日)

年度	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
最大需要	3,160	3,350	3,540	3,690	3,670	3,870	3,910	4,550	4,710	4,870	5,020	5,170
総供給量	2,875	3,039	3,221	3,356	3,382	3,850	4,245	4,540	4,940	4,940	5,280	5,680
需給差	-285	-311	-319	-334	-288	-20	335	-10	230	70	260	510

(注)： 最大需要：1990 マスタープランによる需要予測。

総供給量：バンク、サセ、トブリ、井戸水、マサット各浄水場の合計。

1996 年度までは、実績値。1997 年度以降は、計画値。

(出所)：MWA アニュアルレポート他

2.3.4 経済評価

(1) 財務状況

MWA の経常利益は、整備事業およびリハビリ事業完成以降順調に伸び続け、1994 年度と事業開始前とを比較すると、約 2 倍となっている。しかし、1995 年度以降、経常利益は半減している。この主要因として、建物等の償却期間が、前年度まで 50 年であったものが、当該年度より 25 年へと短縮されたことがあげられる。このため、営業費用が増加し、営業利益・経常利益が圧縮されたものである。ただし、償却期間の短縮は、保守的な会計の観点から行われたと考えられる。

また、流動比率が 1995 年度以降半減しているが、これは 1990、91 年度に起債し、償還期限の到来した社債を、固定負債から流動負債に振り替えたためである。しかし、この減少は一時的なものであり、1997 年度以降は流動比率が上昇し、2000 年度は償還期限の到来する社債(長期借入金)があるため、再び減少すると予想される。一方で、長期借入金の総額は、増加傾向にあることが指摘できる。

また、固定長期適合比率が 1995 年度以降 100%を越えている。これは、資産が安定的な長期債務で賄われていないことを意味し、今後新規設備投資が必要になる際には、新たに長期借入れを増やすことになる。(別添 3 財務諸表参照)

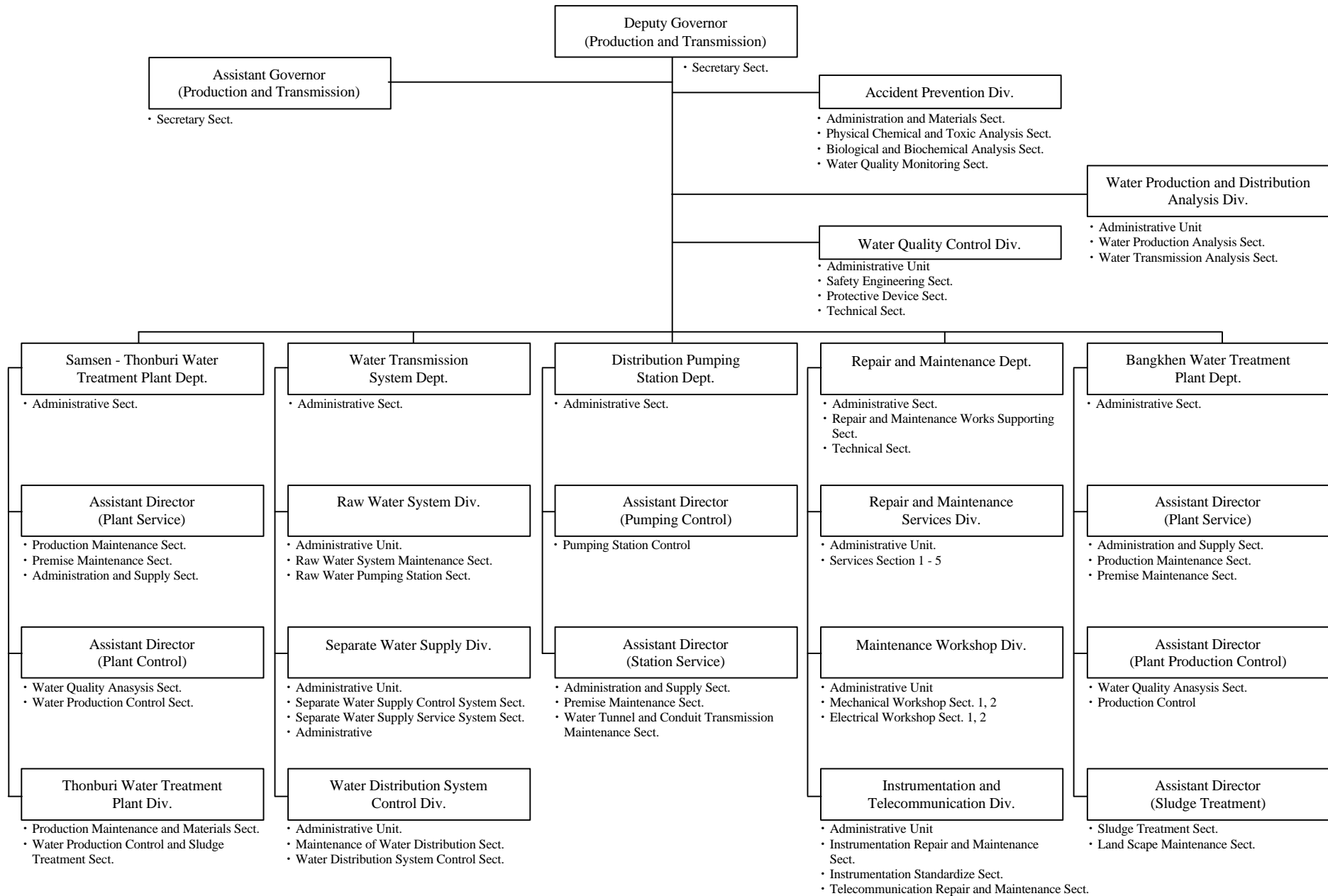
(2) 財務的内部収益率

リハビリ事業の財務的内部収益率(FIRR)については、審査時には 8.23%と計算されていた。しかし、リハビリ区間 Part B の中止により、初期投資額が減少しているため、事業完了後に審査時データに基づき再計算した FIRR は、12.42%に増加している。

また、整備事業の FIRR に関しては、プロジェクトライフを 25 年として、審査時を再計算すると、15.01%に対し、事業完了後は、11.94%に減少している。これは、審査時に比べて初期投資額が膨れたためである。

MWA 運営・維持管理組織表

別添 1



1984 / 1990 マスタープラン バンケン浄水場能力比較表

(単位：千 m³/日)

1984 マスタープラン	第 期			第 期			第 期		
	第1次	第2次		第1次		第2次	第1次	第2次	
		1	2	A	B				
バンケン浄水場 浄水能力 (増分)	800 (800)	1,200 (400)	1,600 (400)	2,000 (400)	2,400 (400)	2,800 (400)	3,400 (600)	3,800 (400)	
目標年度	1983年	1984年	1985年	1987年	1990年 (整備事業)	1993年	1996年	2000年	
1990 マスタープラン	第1次	第2次		第3次	緊急バツグ 拡張	第3次 追加分	第4次	第5次	第6次
バンケン浄水場 浄水能力 (増分)	800 (800)	1,600 (800)		2,000	2,400 (400)	2,800 (400)	3,200 (400)	3,200 (-)	3,200 (-)
目標年度	1983年	1986年		1989年	1992年	1993年	1996年	1998年	2000年
O E C F 借款	-	第6次		第11次 第12次	-	第14次	第16次 第17次	第18次	第19次
他機関から の融資	A D B 世銀	A D B		A D B	-	-	-	-	-
マハワット浄水場 浄水能力 (増分)	-	-		-	-	-	400 (400)	800 (400)	1,200 (400)
その他供給設備	-	-		-	-	-	940	940	880
供給能力合計	-	-		-	-	-	4,540	4,940	5,280

(注) 第 期第 1 次は、英文では Stage Phase1 となる(以下 同様)

(出典：MWA)

(単位：百万パーツ)

損益計算書

年度	1,990	1,991	1,992	1,993	1,994	1,995	1,996
営業収入	5,199	5,679	5,653	6,709	6,619	7,063	7,390
直接営業費用	1,806	2,027	2,310	2,553	2,716	3,271	3,607
減価償却費	907	890	895	891	994	1,698	1,900
不良債権	11	12	15	20	9	10	14
営業費用合計	2,724	2,929	3,220	3,464	3,719	4,979	5,521
営業利益	2,475	2,750	2,433	3,245	2,900	2,084	1,869
営業外収入	213	449	456	342	443	454	499
為替差損	271	256	224	225	233	320	281
支払い利息	905	957	891	881	906	1,011	1,014
その他	75	145	103	68	74	100	120
営業外費用	1,251	1,358	1,218	1,174	1,213	1,431	1,415
経常利益	1,437	1,841	1,671	2,413	2,130	1,107	953
売上高営業利益率 (%) = 営業利益 / 売上高	47.6	48.4	43.0	48.4	43.8	29.5	25.3
売上高経常利益率 (%) = 経常利益 / 売上高	27.6	32.4	29.6	36.0	32.2	15.7	12.9
総資本営業利益率 (%) = 営業利益 / 総資本	12.5	12.5	10.2	12.0	9.4	6.2	5.2
総資本経常利益率 (%) = 経常利益 / 総資本	7.2	8.4	7.0	8.9	6.9	3.3	2.6
総資本回転率 (%) = 売上高 / 総資本	26.2	25.9	23.8	24.8	21.5	21.0	20.5

(出所：MWA アニュアルレポート)

別添 3-2

(単位：百万パーツ)

貸借対照表

年度	1,990	1,991	1,992	1,993	1,994	1,995	1,996
流動資産							
現金および預金	899	2,834	2,247	1,832	2,429	1,579	1,382
短期貸付金	527	-	39	-	-	-	-
売掛金	1,300	1,158	914	1,021	934	1,100	985
材料	375	496	462	359	393	461	330
その他	30	79	60	54	43	54	85
流動資産合計	3,131	4,567	3,722	3,266	3,799	3,194	2,782
固定資産							
土地、建物、機器	14,375	14,652	15,077	15,532	17,703	20,179	22,987
建設仮勘定	1,094	1,457	3,513	6,382	7,201	8,140	8,403
繰延資産	653	645	626	696	756	868	971
繰延為替差損	593	604	810	1,201	1,341	1,223	856
固定資産合計	16,715	17,358	20,026	23,811	27,001	30,410	33,217
資産合計	19,846	21,925	23,748	27,077	30,800	33,604	35,999
流動負債							
買掛金	449	487	687	708	726	811	1,037
預り金	356	432	496	558	614	673	731
社債(1年以内償還予定)	639	648	629	643	1,067	2,042	3,151
大蔵省よりの借入金	-	-	-	-	-	525	959
その他	85	98	157	165	234	401	386
流動負債合計	1,529	1,665	1,969	2,074	2,641	4,452	6,264
固定負債							
長期借入金	11,091	11,281	11,267	12,068	13,715	14,307	14,074
その他	93	-	-	-	-	-	-
固定負債合計	11,184	11,281	11,267	12,068	13,715	14,307	14,074
負債合計	12,713	12,946	13,236	14,142	16,356	18,759	20,338
資本							
資本金	6,173	6,497	6,779	7,159	7,338	7,650	8,202
次期繰越し利益	1,455	2,927	4,130	6,123	7,412	7,460	7,683
パーツ切下げ差損	-495	-446	-396	-347	-306	-266	-225
資本合計	7,133	8,978	10,513	12,935	14,444	14,844	15,660
負債および資本合計	19,846	21,924	23,749	27,077	30,800	33,603	35,998
流動比率(%) = 流動資産 / 流動負債	204.8	274.3	189.0	157.5	143.8	71.7	44.4
自己資本比率(%) = 自己資本 / 総資本	35.9	41.0	44.3	47.8	46.9	44.2	43.5
固定長期適合比率(%) = 固定資産 / (自己資本 + 固定負債)	91.3	85.7	91.9	95.2	95.9	104.3	111.7

(出所：MMA アニュアルレポート)



バンケン浄水場全景