

## CHAPTER 5 施設設計

## (1) 浄水場

施設名	処理方式	処理能力
Hlaing 浄水場	凝集沈澱+急速ろ過	940,000 m <sup>3</sup> /日
Hlawga 浄水場	生物接触ろ過	820,000 m <sup>3</sup> /日

Hlawga 浄水場敷地内に Terminal 配水池及び導水ポンプ場を計画する。

## (2) 導水管

Ngamoeyeik ダムからの導水管を始め、以下の導水管を計画する。

導水管名	
Ngamoeyeik Res. to Hlawga Res.	Terminal R. to CB West S.R.
Terminal R. to Kokine S.R.	CB West S.R. to CB DT East S.R.
Terminal R. to CB Hlawga S.R.	EB North S.R. to EB Central S.R.
CB Hlawga S.R. to CB North S.R.	CB DT East S.R. to EB South S.R.
CB Hlawga S.R. to EB North S.R.	Terminal R. to WB North S.R.

## (3) ポンプ場

既存ポンプ場ポンプの追加（増強されたダム送水量への対応）・更新（老朽化）・廃止及び Ngamoeyeik ポンプ場を新規に計画する。

ポンプ場	工事内容
Gyobu P/S	既設ポンプと同等品で更新（3台）
Phugyi P/S	既設ポンプと同等品を1台追加
Hlawga No.1 P/S	Terminal Reservoir ポンプ場完成時に廃止
Hlawga No.2 P/S	同 上
Yegu P/S	同 上
Ngamoeyeik P/S	新設

Hlawga 浄水場敷地内に Terminal 配水池から他配水池への導水ポンプ場を計画する。

圧送先
Terminal R. to Kokine S. R.
Terminal R. to CB Hlawga S. R.
Terminal R. to CB West S. R.

“Terminal R. to Kokine S. R.”ポンプ場が完成したら、水は既存配管を通じ、Yegu ポンプ場を経由せず直接 Kokine 配水池に導水されるため、既設 Yegu、Hlawga No.1, 2 ポンプ場は廃止される。

**(4) 配水池及び配水ポンプ場**

以下の配水池を計画する。配水池の立地条件により、「自然流下」「ポンプ圧送」に分かれる。

配水池名	配水池名
CB Hlawga S.R. (自然流下)	EB Central S.R. (ポンプ圧送)
CB North S.R. (自然流下)	EB South S.R. (ポンプ圧送)
CB West S.R. (自然流下)	WB South S.R. (ポンプ圧送)
CB DT East S.R. (ポンプ圧送)	WB Central S.R. (ポンプ圧送)
EB North S.R. (ポンプ圧送)	WB North S.R. (ポンプ圧送)

また、既設の“Central Service Reservoir”については、漏水が著しく現在使用されていないが、高標高にあり、水理条件が良いため、「取り壊した後再建」するものとする。

**(5) 配水幹線及び配水枝管**

以下を計画した。口径 200mm 以下は PVC、それ以上は DCIP を用いた。

施設名	口径 (mm)	総延長 (km)
配水幹線	300 - 1,500	87.7
配水枝線	75 - 400	291.7

**(6) 地下水開発**

Hlaing 川左岸地区（既成市街地区域）には 204 本の YCDC 所有の井戸があり、それらは既存表流水配水管網に接続され、将来に互り利用される 1) Regular Well (104 本) と、表流水配管から独立した配水管網を持ち、将来は「予備水源」として利用される 2) Independent Well (100 本) に区分される。目標年次 2020 年までに、これらの井戸のうちには井戸能力・水質面から廃棄される井戸がある。2020 年での残存井戸数は；

- Regular Well : 75 本 (29 本廃棄)
- Independent Well : 10 本 (90 本廃棄)

上記井戸については、井戸キャップ・コンクリートベースを設置し、表流水配水管網に直接注入を行なう。また揚水量増強のため、ポンプ運転時間を現在の 8 時間/日（平均）から 16 時間/日に増やす。さらに老朽化した水中ポンプ更新用として、20 台の水中ポンプを新規購入する。

Hlaing 川左岸地区は Hlaing 川により、右岸と分断されており、容易に表流水を導入出来ないため、右岸からの導水管が布設されるまでの間は、「地下水開発」により、上水を供給する。T/S 毎に以下の数量の井戸掘削を行なう。

Dala T/S	SK + KY T/S	Hlaingthaya T/S	Total
21	21	78	120

ただし、Hlaingthaya T/S については、人口・水需要の伸びが他 T/S に比べ大きいので、早期に井戸掘削を開始する (2006 - 2010 年)。

#### (7) 老朽配水管更新

市内、特に旧市外のダウンタウン地区では、配水管の老朽化が進み、管からの漏水量も相当量に達していると推測される。老朽管の入れ替えを行ない、効率的配水を図る。

**CHAPTER 6 無収水削減計画****(1) はじめに**

無収水 (UFW) 削減計画は、本マスタープランにおける (目標年 2020 年)、重要な計画である。UFW の推定には、多くのデータ、分析が必要であり、しかも継続的に続けなければ意味のないものである。具体的な削減のためのアクションは、常にコストを意識した (cost Effective) ものでなければならず、これも定期的に見直す必要がある。本計画では、無収水削減計画策定のためのステップと以下の 5 つを提案した。

- 現況把握 (Baseline)
- 無収水削減計画 (UFW control plan) の適正化
- アウトラインと一般的な方法論
- 活動シーケンスの提案
- 活動のチェックリスト
- 優先計画の確認と概略費の算出

**(2) 現況把握 (Baseline)**

YCDC (ヤンゴン市) 水道局が主管であるが、漏水課もなく、基本的な情報を把握していないのが現状である。特に、流量測定がなされていないので、総供給量、使用水量の正確なデータがない。

**1) 現況概括 (Baseline Summary)****① 管網の状態**

- 管網は老朽化 (古いもので 100 年経過) し、管網の 50% が 50 年を経過している。
- 管種については铸铁管が主で約 80% をしめる。
- 管接合部は、鉛コーキングタイプで、漏水の原因となっている。
- バルブの設置数が少なく、特に 2 次配水管に少ない。
- 自己資本の不足により、長い間投資行われていない。
- 維持管理人員の不足
- 給水管からの漏水が多い。
- 管網図が正確でなく、更新されていない。

**② サービスレベル**

- 給水率は僅か 37% である。
- 全体的に水圧が低い (水圧不足、高いところでも 1.5 m 程度)
- 24 時間給水が行われていない。
- バルブ操作により、制限給水が行われている。
- 需要が供給をはるかに上回り、出水不良状態である。

## ③ 水道局の組織体制

- 無収水（漏水）課がなく、系統的な計画・活動がない。
- リペアチームは、必要十分な機材を有していない。
- 対症療法的な対策しか行われていない。
- 公式な規制がない。
- メーター設置に対する明確な方針がない。

## ④ 流量測定

- 総生産量、供給量が把握されていない。

## ⑤ 消費者

- メーター設置率が低い（22%）。
- 故障メーターが多い。
- 大口使用者の使用水量が正確に把握されていない。

現況の無収水量（UFW）は、約65%と推測される。

## (3) 無収水コントロールの正当化

無収水コントロールは、デマンドサイドに立った方策であるが、減少させることにより、供給量が増加することになる。詳細な方針（計画）は、長期的な開発計画の範疇に入るというよりも、むしろ、費用便益の観念に基づき、活動の継続的な見直しと改革という基本的な活動の積み重ねである。

いかなる漏水であれ、それはロスであるので、無収水（漏水）コントロールの目的とは、ロスのあるレベルまで減らす事であるが、このレベルとは漏水量を減少するコストと同量の水量を生産するコストとが一致する点である。

以下に無収水削減の便益を試算する。

## 1) オペレーションコスト

2000年/2001年度における収入は、318.91 million Kyatsであり、オペレーション費用 59.91 million Kyats である。ここで無収水率が 65%であるとする以下のことから分かる。

無収水を 30%に削減すると（そのコストを 0.5 Kyat/m<sup>3</sup> と仮定）、便益としては 246 million Kyats となる。これはオペレーション費用の4倍である。

## 2) 無収水コントロールと需要の関係

目標年の2020年においても無収水率を65%と仮定すると、需要量の40%しか満たせないことになる。この観点からも無収水削減は重要な課題である。削減計画なくして、供給量を増加させても経済的ではない。

#### (4) 無収水削減計画のアウトライン

無収水削減計画には、以下の原則が考えられる。

- YCDCが前面に立ち活動を開始する。
- 全てのことを一度に行うことは不可能で、実行可能な活動からはじめ、徐々に拡大し、全体のネットワークをカバーするような段階的实施が必要である。
- 一般的な方策は提言されているので、それを把握し、現状のレベルにあうように改善することが望まれる。
- 経済的な活動が望まれる。

##### 1) 一般的なアプローチ (方策)

無収水削減は、まず大口使用者及び漏水率の高い地区に焦点を絞ることが必要である。効率的な仕事を行うには、24 時間給水が行われていてしかも水圧の高い地区からはじめるのが望ましい。この第1歩には、ものすごい労力（流量計設置、バルブ設置、管網の把握等々）を必要とするが、大きな1歩である。

#### (5) 無収水削減計画の流れ

計画には以下の3つのフェーズがある。

##### フェーズ1 初期

- 活動開始の準備
- 基本的な技術・方法論のトレーニング
- 機材の設置（特に流量計：ゾーンメーター、供給量計測用流量計）
- 調査
- 管網図の作成
- 無収水削減チームの設置
- パイロットエリアでの実測調査
- 専門家による技術移転—詳細計画、実施方法

##### フェーズ2 中期

- ルーティン業務の確立
- 無収水のモニタリング
- 漸次な活動のくりかえしと徐々に範囲を広げる
- 活動と調査の継続
- 専門家による技術移転を順次減らして行き、無収水削減チームの自立化を計る

## ➤ 活動の優先順位付け

## フェーズ3 長期

- 無収水量のレビュー及び水量分析の把握
- 目的の見直しと計画のレビュー
- 無収水削減計画の継続、モニタリング
- エリアの継続的拡大
- データ更新による詳細レベルの向上

## (6) 無収水削減の活動計画

活動計画は上述の様に3つのフェーズに分かれる。その中での活動の主なものを以下に示す。

- マネジメントと削減計画
- 物理的 (PL) ロス (漏水等) への活動
- Non-物理的 (NPL) ロス (メーターエラー、不法接続、維持水量等) への活動
- 継続的配水量分析及び活動の優先順位付け
- 関連する活動
- 技術協力プログラム

フェーズ3における活動の基本的な違いはない：継続的にフェーズ1、フェーズ2を実施し、その結果フェーズ3を実施することとなる。無収水削減活動計画の見直しは5年ぐらいが適当である。したがって、以下の内容を最低限含む活動・計画レビューも5年単位で繰り返した方が良い。

- 組織面
- データの再チェック
- 水圧コントロール
- 流量測定
  - 新技術の導入
- 流量計、メーター、及び機器のキャリブレーション
- アクティブな漏水コントロールの向上
- パブリックリレーション
- 新しい仕事と修繕

## (7) 人員・組織

無収水削減活動のためには、資金と予算措置が必要である。以下5つの重要な要素を列挙する。

### 1) 組織

権限の及び独立権が与えられたマネージャーを長としたチームが必要である。このチーム (Unit) は、早急に創設されるべきで、テンポラリーではなくパーマネントユニットとして設立されることが望ましい。

### 2) スタッフ

このチーム (Unit) は、UFW プロジェクトマネージャーを長 (チームリーダー) とし、3人の技師 (Non-Physical Loss、Physical Loss、データ解析&記録担当)、少なくとも6人のテクニシャン、そして1人のドラフトマンが必要である (計8人)。

### 3) トレーニング

チームの活動開始に当たり、少なくとも3人が最低3ヶ月のトレーニングを技術の進んだ国 (漏水コントロール、漏水機器の使用法、機器の補修方法) で受けるべきである。そして、技術者によるオンザジョブトレーニングも必要である。

### 4) 技術協力

無収水削減の活動は非常に長期的なものであるので、長期間に渡る専門コンサルタントの援助が必要である。

### 5) 機材関連

多くの漏水調査関連機材、機器が必要である。それらは、次の3つの範疇に分類される。

- ① スタッフのための事務所：データ記録、作図、事務所用機器
- ② フィールド調査用の機材・機器、車両
- ③ 十分な修理用機材、ツール

## (8) 概算費用

プロジェクトコストは、以下の7種に分類される。

- コントロール関連 (Project control)： UFW コントロールユニット、アクティブ漏水コントロールチーム (Active Leak Control (ALC) teams)、 UFW 修繕ユニット (repair unit)
- メーター関連及びデータ収集関連：生産量、供給量把握、地区メーター (district/zone metering)、パイロットエリア関連、管網関連

- 物理的ロスコントロール関連 (Physical loss control) : アクティブ漏水コントロールチーム (ALC teams) , 水圧管理、修繕用機材、給水管修理
- Non-物理的ロスコントロール関連 (Non-physical loss control) : 大口利用者、非家庭用ユーザー、家庭用ユーザー、メーター修繕のためのワークショップ
- その他関連する活動関連 : インフォメーションシステム、条例、技術基準、マッピングシステム
- 技術協力関連 : 技術協力コンサルタント

以下表 6-1 に 2020 年までの概算コストを示す。

表 6-1 無収水削減計画の概算費用

(1,000 US \$)

	Setup 2002		2003 to 2005		2005 to 2010		2010 to 2015		2015 to 2020	
	F	L	F	L	F	L	F	L	F	L
小計	6,143	1,197	5,944	1,740	7,500	5,932	8,588	4,642	8,780	4,642
費用/年	6,143	1,197	1,981	580	1,500	1,186	1,717	928	1,756	928

F: Foreign, L: Local

### (9) 提言

主な提言及び結論は以下である。

- 無収水は、ヤンゴン市水道にとり非常に大きな問題である。したがって、適切に問題認識されるべきである。
- 無収水削減計画は、水供給改善と一体に行われるべきである。
- UFWチームは早急に創設され、課題に取り組むべきである。
- 同様に、修繕チームも創設され、トレーニングを行い、十分な修繕機材が供給されるべきである。
- 無収水削減活動は、継続的に長期に渡り行われるべきである。
- 費用便益をベースとして、無収水削減のレベルが設定されるべきである。

### UFW目標値

現況 65%                      2020年 30%

**CHAPTER 7 組織・維持管理計画**

マスタープランにおける組織・制度の開発の目的は、ヤンゴン市の水供給の改善に向けて必要とされる組織・制度を整備し、組織の骨格を決定することにある。実施された調査・分析に基づいて、マスタープランでは組織・制度に変更あるいは再配置が必要かどうかその方向性も確認し、2002年から2020年にわたる期間の幅広い制度・組織の枠組みを作成した。

調査・分析の重要な結果の一つとして、市の水供給を担っている組織が非常に複雑な配置となっており、また、多様性のあるものであることが伺える。マスタープランでは市の水供給改善に対しより現実的な提言を行うため全組織の強化の必要性を認めている。しかし、情報・資料が限られていることから、組織の分析は水供給の主担当である YCDC とその補佐をしている組織に焦点を当てて行った。特に YCDC の水道・衛生部 (WSS Department) の調査・分析を行った。

マスタープランでは、制度・組織の開発計画は主に三つの項目から成り立つべきであると提言した。即ち

- (a) 水道・衛生部 (WSS Department) の再構築
- (b) 水道・衛生部内での組織の変更
- (c) 人材開発管理の促進

水道・衛生部の再構築に関しては、1つの課は再構築され、ある課は現在の水道衛生部の全体組織は残した形の中で新しい課として設置される。

組織の再構築の鍵は、現在満足に行われていない計画と監理の役割を担う新しい課を創設することにある。また、この計画室 (Planning Unit) は各 32 のタウンシップのオフィスに設置されることが望ましい。現在の配水課 (Water Distribution Division) は、新しいセクション、即ち顧客関連担当、データ管理担当、効率的な配水管網修理セクション等を新たに設立し、機能と担当範囲を拡大させる。

これらの内容はプレ・フィージビリティ調査までに更に内容を検討し、修正する。数点の組織的変更は水道・衛生部内の全職員の再配置も念頭におき、満足すべき改善

を行うことを意図し、スタッフが働きやすい環境を整えると同時に業務遂行を容易にすることを目的としている。主な提案は、適切なデータの収集分析、記録の管理を合理的に計画、調整できるシステムを導入することである。

再編成により、適切な職員数を増員し、ワークスタイルだけでなく新しい役割、機能も充実させる。これにより、部内での人材管理が容易に行えるようになる。人材管理に関する主な提案事項は以下である。

- (a) 現在の欠員を補充する職員の採用
- (b) スタッフへの明確な業務指示
- (c) スタッフの技術向上

スタッフへのトレーニングは特に重要であるので、マスタープランに従って職員研修のニーズを評価し、実施する必要がある。

マスタープランにおいては、配水管ネットワークの運転・維持、データベースのアップデート、顧客との関係強化、水源管理、共同栓・ポンドなどの共同給水施設の管理強化の必要性も配慮している。

なお、マスタープランの最終章において、フィージビリティ調査において優先的に行うべき事項をリストアップした。

図 7-1 水道・衛生部組織図（現行）

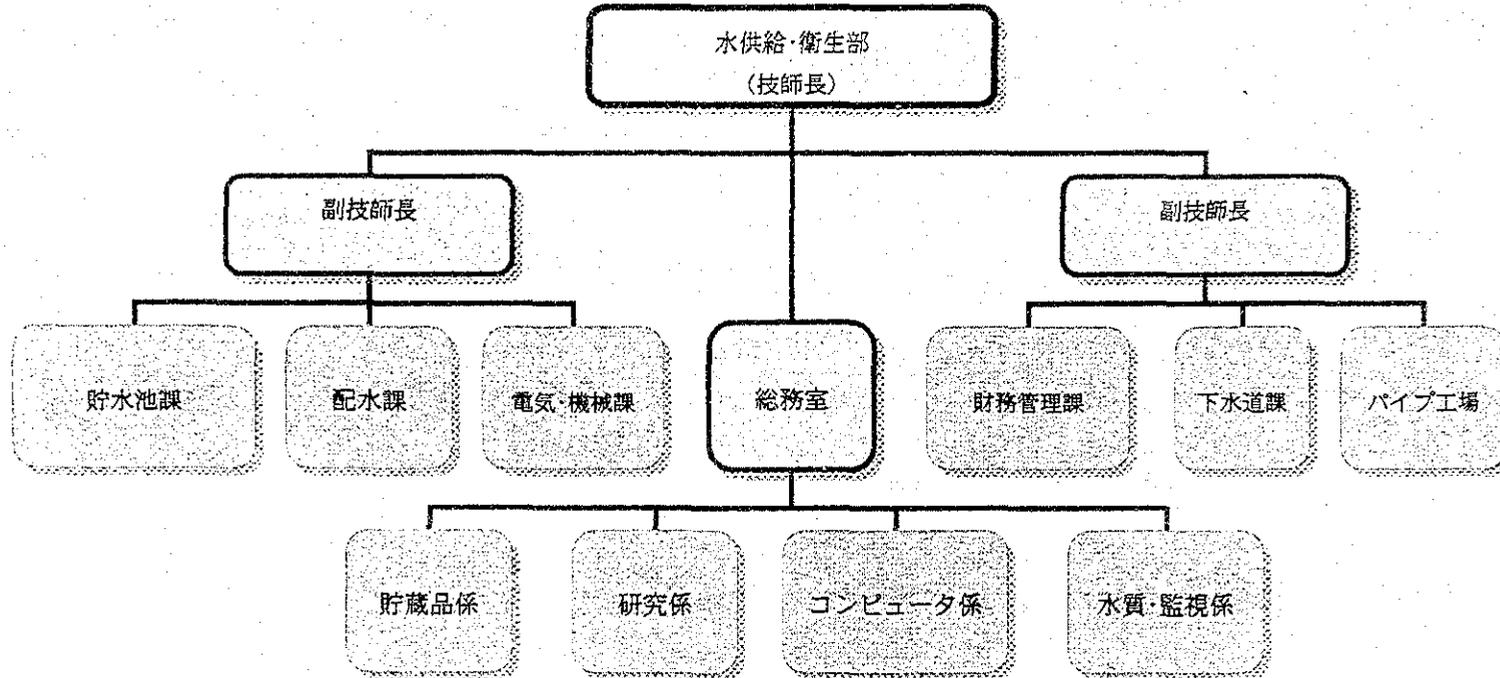


図 7-2 計画・監理課組織図 (計画案)

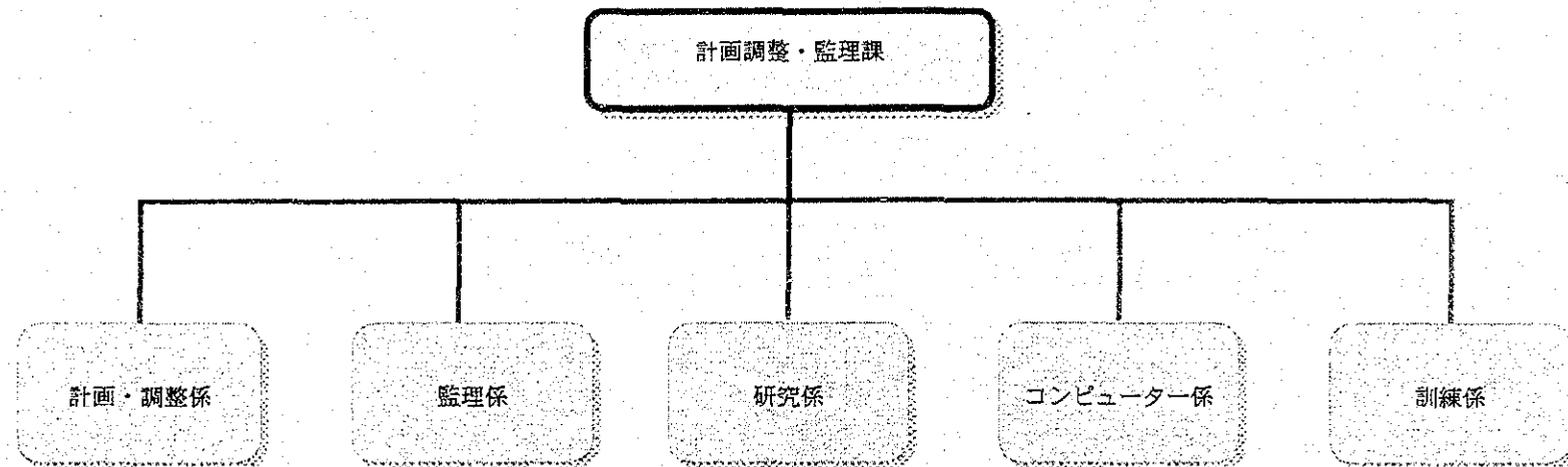
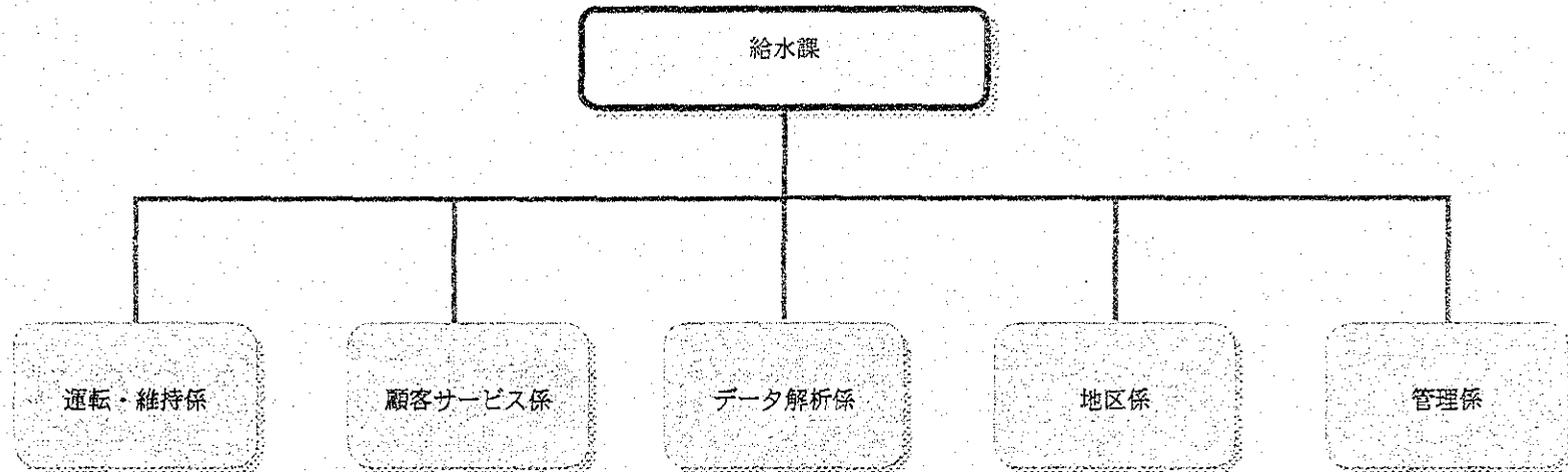


図 7 - 3 給水課組織図 (計画案)



**CHAPTER 8 事業費積算**

建設期間は 2004 年から 2020 年までとする。水利用状況を鑑み、優先順位の高い工事を前倒しにした。以下のように 2010 年を境に 2 Phase に区分した。

Phase	施工年
Phase-1	2004 - 2010
Phase-2	2011 - 2020

全体工事費、Phase 毎の工事費を以下に示す。

Phase	事業費 (百万 US\$)
Total	1,483
Phase-1	830
Phase-2	653

表 0.1 事業実施スケジュール (1/2)

No.	Facility	Dimension	Phase 1							
			Stage 1			Stage 2				
			2008	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Rehabilitation	Dia. 75 to 450 mm, L = 348,600 m								
1.1	Replacement of aged distribution pipe < 80 years old									
1.1.1	Bofatsung, Kyauktada, Larndaw, Letha, Pabedon, Pazundaung									
1.1.2	Tamwa									
1.1.3	Alhona, Kyeemyindaing									
1.2	Replacement of aged distribution pipe < 80 and > 80 years old									
1.2.1	Sanchaung									
1.2.2	Mingalarlungnyunt									
1.2.3	Dagon, Bahan, Yankin									
2	Development of Reservoir System									
2.1	Ngomoyalk reservoir System									
2.1.1	Transmission line	Dia. 1000 x 30.75 km								
2.1.2	Pumping station	409,000 m <sup>3</sup> /d								
2.1.3	Duplication of dia. 1100 mm line	Dia. 1100 x 13.28 km								
2.2	Strengthen of existing reservoir system									
2.2.1	Gyobu pump rehabilitation (3 pumps)	9,830 m <sup>3</sup> /v								
2.2.2	Phugyi additional 1 pump	5,160 m <sup>3</sup> /v								
3	Hialing River System									
3.1	Intake facility									
3.1.1	Intake facilities									
3.2	Hialing river system (1/2)									
3.2.1	Raw water main	Dia 2500 x 7 km								
3.2.2	Pumping station	491,000 m <sup>3</sup> /d								
3.2.3	Water treatment plant	470,000 m <sup>3</sup> /d								
3.2.4	Transmission pumping station	470,000 m <sup>3</sup> /d								
3.2.6	Transmission main	Dia 2000 x 33.3 km								
4	Terminal System									
4.1	Connections									
4.1.1	Intake facilities and raw water main									
4.1.2	Gyobu connection pipe	Dia. 1400 x 4.2 km								
4.1.3	Connection to existing transmissions	Dia. 1650 x 1.0 km, Dia. 1100 x 1.3 km								
4.2	Terminal reservoir (TR)									
4.2.1	TR (2/4)	40,000 m <sup>3</sup>								
4.2.2	TR (1/4)	20,000 m <sup>3</sup>								
4.2.3	TR (1/4)	20,000 m <sup>3</sup>								
4.3	Transmission pumping station									
4.3.1	PS for Downtown	400 m <sup>3</sup> /min								
4.3.2	PS for Central West, DT East, East South	480 m <sup>3</sup> /min								
4.3.3	PS for Central North, Hwaga and East North and Central	640 m <sup>3</sup> /min								
5	Transmission and Distribution System									
5.1	Downtown (Zone 1)									
5.1.1	Strengthening of transmission line	Dia. 1400 x 1.95 km								
5.1.2	Rehabilitation of central reservoir	45,450 m <sup>3</sup> (10 MG)								
5.1.3	Distribution network									
5.2	Downtown East (Zone 2)									
5.2.1	Transmission line (From Central West SR)	Dia. 1800 x 12.2 km								
5.2.2	Service reservoir	50,000 m <sup>3</sup>								
5.2.3	Distribution pumping station	474 m <sup>3</sup> /min								
5.2.4	Distribution network									
5.3	Central West (Zone 3)									
5.3.1	Transmission line (From TR)	Dia. 2700 x 7.5 km								
5.3.2	Service reservoir	50,000 m <sup>3</sup>								
5.3.3	Distribution network									
5.4	Hwaga zone (Zone 4)									
5.4.1	Transmission line (From TR)	Dia. 2200 x 3.9 km								
5.4.2	Service reservoir	50,000 m <sup>3</sup>								
5.4.3	Distribution network									
5.5	Central North (Zone 5)									
5.5.1	Transmission line (From TR)									
5.5.2	Service reservoir									
5.5.3	Distribution network									
5.6	East South (Zone 6)									
5.6.1	Transmission line (From DT East)	Dia. 1200 x 7.6 km								
5.6.2	Service reservoir	25,000 m <sup>3</sup>								
5.6.3	Distribution pumping station	210 m <sup>3</sup> /min								
5.6.4	Distribution network									
5.7	East Central (Zone 7)									
5.7.1	Transmission line (From East North)									
5.7.2	Service reservoir									
5.7.3	Distribution pumping station									
5.7.4	Distribution network									
5.8	East North (Zone 8)									
5.8.1	Transmission line (From TR)									
5.8.2	Service reservoir									
5.8.3	Distribution pumping station									
5.8.4	Distribution network									
5.11	West North (Zone 11) - Hialingthya									
5.11.1	Groundwater development									
5.11.2	Transmission line for groundwater									
5.11.3	Transmission line from central system									
5.11.4	Service reservoir	30,000 m <sup>3</sup>								
5.11.5	Distribution pumping station	188 m <sup>3</sup> /min								
5.11.6	Distribution network									
6	Connections									
6.1	Connection to Hwaga No1 PS to 36 inch pipe now under construction for Dagon Myothi area	Dia. 1200 x 2.0 km								
7	Groundwater management in Central Block									
Annual Construction Cost (million US\$)		Total 830 million \$		37	36	141	98	188	145	183

表 8.1 事業実施スケジュール (2/2)

No.	Facility	Dimension	Phase 2																		
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020									
3	Hlaing River System																				
3.3	Hlaing river system (2/2)																				
3.3.1	Raw water main																				
3.3.2	Pumping station																				
3.3.3	Water treatment plant																				
3.3.4	Transmission pumping station																				
3.3.5	Transmission main	Dia 2000 x 33.3km																			
4	Terminal System																				
4.2	Terminal Reservoir																				
4.2.1	TR (1/4)	20,000 m3																			
4.2.2	Water Treatment Plant	620,000 m3/d																			
4.3	Transmission pumping station																				
4.3.1	PS for Downtown																				
4.3.2	PS for Central West, DT East, East South	160 m3/min																			
4.3.3	PS for Central North, Hlaing and East North and Central	80 m3/min																			
5	Transmission and Distribution System																				
5.1	Downtown (Zone 1)																				
5.1.1	Strengthening of transmission line																				
5.1.2	Rehabilitation of central reservoir	45,450 m3 (10 MG)																			
5.1.3	Distribution network																				
5.2	Downtown East (Zone 2)																				
5.2.1	Transmission line (From Central West SR)																				
5.2.2	Service reservoir	50,000 m3								(2/2)											
5.2.3	Distribution pumping station																				
5.2.4	Distribution network																				
5.3	Central West (Zone 3)																				
5.3.1	Transmission line (From TR)																				
5.3.2	Service reservoir	50,000 m3								(2/2)											
5.3.3	Distribution network																				
5.4	Hlaing zone (Zone 4)																				
5.4.1	Transmission line (From TR)																				
5.4.2	Service reservoir	50,000 m3									(2/2)										
5.4.3	Distribution network																				
5.5	Central North (Zone 5)																				
5.5.1	Transmission line (From TR)	Dia. 900 x 6.1 km																			
5.5.2	Service reservoir	10,000 m3																			
5.5.3	Distribution network																				
5.6	East South (Zone 6)																				
5.6.1	Transmission line (From DT East)																				
5.6.2	Service reservoir	25,000 m3									(2/2)										
5.6.3	Distribution pumping station																				
5.6.4	Distribution network																				
5.7	East Central (Zone 7)																				
5.7.1	Transmission line (From East North)	Dia. 1,350 x 7.3 km																			
5.7.2	Service reservoir	60,000 m3																			
5.7.3	Distribution pumping station	195 m3/min																			
5.7.4	Distribution network																				
5.8	East North (Zone 8)																				
5.8.1	Transmission line (From TR)	Dia. 1,400 x 15.2 km																			
5.8.2	Service reservoir	20,000 m3								(1/2)										(2/2)	
5.8.3	Distribution pumping station	120 m3/min																			
5.8.4	Distribution network																				
5.9	West South (Zone 9)																				
5.9.1	Groundwater development																				
5.9.2	Service reservoir	10,000 m3																			
5.9.3	Distribution pumping station	48 m3/min																			
5.9.4	Distribution network																				
5.10	West Central (Zone 10) - S.khanaungto																				
5.10.1	Groundwater development																				
5.10.2	Service reservoir	10,000 m3																			
5.10.3	Distribution pumping station	46 m3/min																			
5.10.4	Distribution network																				
5.11	West North (Zone 11) - Hlaingthaya																				
5.11.1	Groundwater development																				
5.11.3	Transmission line from central system	Dia. 500 x 9.8 km																			
5.11.4	Service reservoir																				
5.11.5	Distribution pumping station																				
5.11.6	Distribution network																				
	Annual Construction Cost (million US\$)	Total 653 million \$	54	51	33	12	27	28	100	145	191	12									

## CHAPTER 9 プロジェクトの経済財務評価

## (1) 経済評価

表9-1は本プロジェクトのフェーズ別の給水可能水量とそれぞれの工事完了に伴う飲料水供給分の経済便益(代替水源、すなわち個人負担の井戸建設にかかる費用の節約便益)を要約したものである。

表9-1 経済便益

Phase	Year	Water volume to be supplied due to the completion of the works (m <sup>3</sup> /day)	Incremental water volume to be supplied due to the completion of the works (m <sup>3</sup> /day)	Leaked volume to be improved (m <sup>3</sup> /day)	Total	Incremental annual water volume to be supplied (m <sup>3</sup> /annum)	Annual economic benefit	
							(Million Kyats)	(Equivalent to US\$1,000)
	2003	219,700					0	0
Phase-1	2004	232,900	13,200	150,145	163,345	59,620,938	4,352	8,705
	2005	277,900	58,200	160,063	218,263	79,666,047	5,816	11,631
	2006	512,000	292,300	169,976	462,276	168,730,851	12,317	24,635
	2007	521,100	301,400	179,885	481,285	175,668,851	12,824	25,648
	2008	530,200	310,500	189,788	500,288	182,605,050	13,330	26,660
	2009	539,400	319,700	199,686	519,386	189,575,950	13,839	27,678
	2010	823,000	603,300	209,580	812,880	296,701,051	21,659	43,318
Phase-2	2011	836,700	617,000	219,468	836,468	305,395,500	22,294	44,588
	2012	850,400	630,700	229,352	860,052	310,396,000	22,659	45,318
	2013	864,100	644,400	239,230	883,630	315,396,500	23,024	46,048
	2014	877,800	658,100	249,104	907,204	320,397,000	23,389	46,778
	2015	908,400	688,700	258,973	947,673	331,566,000	24,204	48,409
	2016	936,300	716,600	268,837	985,437	341,749,500	24,948	49,895
	2017	964,300	744,600	278,696	1,023,296	351,969,500	25,694	51,388
	2018	992,200	772,500	288,550	1,061,050	362,153,000	26,437	52,874
	2019	1,020,200	800,500	298,400	1,098,900	372,373,000	27,183	54,366
	2020	1,221,200	1,001,500	308,244	1,309,744	445,738,000	32,539	65,078

(Note 1) Unit value of benefit: 73 (Kyats/m<sup>3</sup>)

(Note 2) Exchange rate: 500 Kyats = US\$1.00

フェーズ-1 工事では上記便益に加えて、水環境改善に伴う下表に示すような便益が考えられる。すなわち、(a)ヤンゴン市に居住する住民の水因性疾病の低減による医療費の節約分、及び(b)同じく水因性疾病の低減による所帯内稼働人口の収入損失分の低減効果である。

表 9 - 2 (a) 水因性疾病の低減による医療費の節約

(Figures are incremental ones and after completion of works of each phase)

Phase	Incremental annual water volume to be supplied (m <sup>3</sup> /annum)	Service population (persons)	Number of patients*		Medical expenditure by water borne diseases (Million Kyats)	Annual saving amount of medical expenditure	
			Overall diseases	Water borne diseases		(Million Kyats)	(Equivalent to US\$1,000)
Phase-1	296,701,051	4,064,398	527,965	38,225	42	6	13
Phase-2	149,036,949	2,041,602	265,204	19,201	21	3	6

- (Note 1) Average volume of water consumption 140 (l/day)
- (Note 1) Share rate of water consumption of domestic customers 70% (of the total water volume)
- (Note 2) Suffering rate of overall diseases 12.99% (to the total population)
- (Note 3) Suffering rate of water borne diseases: 7.24% (to the overall diseases)
- (Note 4) Unit value of medical expenditure: 1,104 (Kyats/patient per year)
- (Note 5) Contribution rate of the Project to water borne diseases: 15.00% (to the total water borne diseases)
- (Remarks) \*Number of patients consist of outpatients and inpatients.

(b) 水因性疾病の低減による収入損失分の低減効果

(Figures of water volume to be supplied are incremental ones and after completion of works)

Phase	Incremental annual water volume to be supplied (m <sup>3</sup> /annum)	Service population (persons)	Working population (persons)	Number of inpatients*		Number of outpatients*		Income loss in total (Million Kyats/annum)			Annual income (Mill Kyats)
				Overall diseases	Water borne diseases	Overall diseases	Water borne diseases	Inpatients	Outpatients	Total	
Phase-1	296,701,051	4,064,398	1,319,654	84,943	6,150	266,349	19,284	50	47	97	1
Phase-2	149,036,949	2,041,602	662,880	42,668	3,089	133,791	9,686	25	23	49	

- (Note 1) Average volume of water consumption 140 (l/day)
- (Note 2) Suffering rate of overall diseases 12.99% (to the total population)
- (Note 3) Average number of inpatients per year: 237,573 (persons/annum)
- (Note 4) Average number of outpatients per year: 241,871 (persons/annum)
- (Note 5) Suffering rate of water borne diseases: 7.24% (to the overall diseases)
- (Note 6) Unit value of income: 1,017 (Kyats/day per capita)
- (Note 7) Contribution rate of the Project to water borne diseases: 15% (to the total water borne diseases)
- (Note 8) Number of days to be needed to visit hospitals for outpatients: 2.38 (days/annum)

プロジェクト全体のフェーズ別の推定工事費の財務価格ならびに経済価格は表 9 - 3 に要約した通りである。

表 9-3 推定工事費の財務価格及び経済価格

(US\$1,000)				(US\$1,000)			
Phase	Year	Overall Project		Phase	Year	Overall Project	
		Financial	Economic			Financial	Economic
Phase-1	2003	0	0	Phase-2	2011	54,073	45,284
	2004	33,585	29,293		2012	50,622	42,143
	2005	35,264	30,594		2013	33,002	28,338
	2006	129,892	111,774		2014	12,359	10,186
	2007	97,844	84,967		2015	27,393	22,581
	2008	187,693	157,302		2016	28,117	22,895
	2009	144,989	121,934		2017	99,678	83,861
	2010	183,101	154,949		2018	144,697	120,497
Phase-1 total	812,366	690,813	2019		190,733	160,815	
			2020		12,120	10,001	
Grand total	1,465,161	1,237,415	Phase-2 total	652,795	546,602		

工事期間中 2020 年までの維持管理費の経済価格は下表に示した通りであるが、これは工事完了後プロジェクトライフ 50 年間の最後まで継続してプロジェクト実施当局(すなわち YCDC)が負担することとなる。

表 9-4 維持管理費の経済価格

OM work items	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Personal cost	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	9	9
Electricity cost	10	10	89	117	144	144	216	216	216	233	233	233	239	239	239	239	295
Chemical cost	192	192	600	600	928	928	8,666	8,666	8,666	8,666	8,666	8,677	8,677	8,677	8,677	8,677	16,324
Inspection/repairing cost					0			0	0		0	0	0		0	0	0
Financial total	207	207	694	723	1,078	1,078	8,888	8,888	8,889	8,906	8,906	8,917	8,923	8,923	8,923	8,925	16,627
Economic cost	104	104	348	362	936	540	4,451	4,624	4,990	4,460	4,955	4,666	5,007	4,468	4,964	8,126	15,483
Remarks:																	
Gyobyu:	167	Phugyi:	400	Terminal-Kokine:	7,042	Terminal CBW:	8,217	Ngamoyeik:	6,900	CBDT East:	4,708						
East Block S:	983	Terminal to CB:	6,517	Hlaing WTP:	5,342	Transmission:	7,042	West Block N:	875	East Block N:	558						
West Block S:	225	East Block C:	900	West Block C:	217												

さらに上記とは別に、各施設完成後 20 年間に 1 回の割合で据替費が必要となる。

以上述べてきた便益と工事費のキャッシュフローを用いて経済評価を行った。その結果、EIRR はフェーズ-1 工事に関しては 5.0%、プロジェクト全体では 3.7%という値になった。

一般的に検討中のプロジェクトの EIRR は適用した資本の機会費用の率としての割引率よりも高くなければならない。上表に示すとおり、フェーズ-1 全体としては EIRR は割引率よりも低い。

ところで世銀など国際的な金融機関の提言するように、開発途上にある諸国においても、人間の基本的な必要性を満たす意味から EIRR は最低でも 5% を越えることが望ましい、とされている。この観点から見る限り、本フェーズ-1 工事はちょうどこの 5.0% のハードルをクリアしている。すなわち、人間の基本的な必要性(basic human needs)の観点から見てフェーズ-1 工事を実施しようとする場合においては経済的に優良案件であるといえることができる。

## (2) 財務評価

### 1) 支払意思額及び支払可能額に基づいた財務評価

まず通常行われている財務評価の方法として、住民の支払意思額ならびに支払可能額にしたがい、給水原価として次の 3 つのオプションを想定した。すなわち、

- ① オプション-1 : ヤンゴン市住民の 24 時間飲料可能水供給に対する支払意思額の戸当り最低水支出額 : 380 Kyats/月 (12.93 Kyats/m<sup>3</sup> 相当で、かつ US\$2.59/m<sup>3</sup> 相当)。
- ② オプション-2 : 現時点における最低所得層の支払可能額 : 戸当り水支出 690 Kyats/月 (23.47 Kyats/m<sup>3</sup> 相当で、かつ US\$4.69/m<sup>3</sup> 相当)。
- ③ オプション-3 : ヤンゴン市住民の 24 時間飲料可能水供給に対する支払意思額の戸当り最高水支出額 : 800 Kyats/月 (27.21 Kyats/m<sup>3</sup> 相当で、かつ US\$5.44/m<sup>3</sup> 相当)。

各オプションにおける上記の条件に基づき、3 つのオプションの財務便益を表 9-5 の通り推定した。

表 9-5 オプションごとの財務便益

Construction package	Water volume to be supplied due to the completion of the works (m <sup>3</sup> /day)	Effective water volume to be supplied (m <sup>3</sup> /day)	Annual water volume to be supplied due to completion of the works (m <sup>3</sup> /annum)	Annual financial benefit by option					
				Option-1		Option-2		Option-3	
				(Million Kyats)	(Equivalent to US\$ 1,000)	(Million Kyats)	(Equivalent to US\$ 1,000)	(Million Kyats)	(Equivalent to US\$ 1,000)
Phase-1	603,300	812,880	296,701,051	3,835	7,670	6,963	13,927	8,073	16,147
Phase-2	398,200	496,864	181,355,521	2,344	4,688	4,256	8,513	4,935	9,870
Overall Project	1,001,500	1,309,744	478,056,572	6,179	12,358	11,220	22,439	13,008	26,017

(Note 1) Unit value of benefit: 13 (Kyats/m<sup>3</sup>) 380 (Kyats/m.HH) for option-1.  
 23 (Kyats/m<sup>3</sup>) 690 (Kyats/m.HH) for option-2.  
 27 (Kyats/m<sup>3</sup>) 800 (Kyats/m.HH) for option-3.

(Note 2) Exchange rate: 500 Kyats = US\$1.00

(Note 3) Effective water volume includes existing water supply volume.

この便益ならびに上述の財務価格によるコストを用いて、財務評価を行った。結果は下表に示す通りである。

表 9-6 財務評価

Package	Option-1			Option-2			Option-3		
	NPV (US\$1,000)	FIRR	B/C	NPV (US\$1,000)	FIRR	B/C	NPV (US\$1,000)	FIRR	B/C
Phase-1	-402,571	Uncountable	0.10	-365,870	Uncountable	0.18	-352,847	Uncountable	0.21
Phase-2	-163,889	Uncountable	0.09	-151,416	Uncountable	0.15	-146,990	Uncountable	0.18
Overall works	-562,056	Uncountable	0.09	-515,296	Uncountable	0.17	-498,704	Uncountable	0.19

(Note 1) Unit value of benefit: Option-1 13 (Kyats/m<sup>3</sup>) 380 (Kyats/month.HH)  
 Option-2 23 (Kyats/m<sup>3</sup>) 690 (Kyats/month.HH)  
 Option-3 27 (Kyats/m<sup>3</sup>) 800 (Kyats/month.HH)

上表に示すとおり、キャッシュバランスのすべてがマイナスとなるため FIRR はいずれも計算不能となった。つまり、プロジェクトは現時点の支払意思額ならびに支払可能額を適用する限り実施不可能であるということである。

## 2) 新規の料金体系案に基づく財務評価

上述の通り、プロジェクトは現時点の支払意思額ならびに支払可能額を適用する限り実施不可能ということになった。そこで将来にわたる住民の期待し得る所得増を勘案して、セクター別の新規の料金体系案に基づく別の財務評価を行うこととした。

まず最初に給水価格(すなわち給水原価)を明らかにしなければならないが、これは

資本(すなわち全工事の初期投資額)ならびに維持管理の平準原価\*として US\$28.81/m<sup>3</sup>(144 Kyat/m<sup>3</sup>相当)と推定された。一人当りの消費水量は 140ℓ/日、平均所帯構成員は 7 人と想定した。

一方、ヤンゴン市の全タウンシップに対するアンケート調査によると、一般所帯の消費水量は全消費水量の 70%、官公庁等公共セクターの消費水量割合は 10%、商工業セクターは 20%となっている。

上記給水単価ならびに想定条件に基づき、下表に示すような 5 年ごとのセクター別水料金体系を想定した。すなわち、

表 9-7 水料金体系

Water Price to Be Applied (US\$/m <sup>3</sup> )					
Sector	2005	2010	2015	2020	Share rate
Domestic sector	8.47	12.65	15.62	17.92	70%
Public sector	5.65	8.43	10.41	11.95	10%
Industrial/commercial sector	38.11	56.93	70.29	80.65	20%

この給水単価と上述のプロジェクトの財務価格を用いて財務評価を行った。その結果を下表に要約した。

表 9-8 財務評価

Package	Evaluation result		
	NPV (US\$1,000)	FIRR	B/C
Phase-1	-70,463	8.03%	0.84
Phase-2	-66,806	3.89%	0.63
Overall works	-128,230	7.24%	0.79

表 9-8 に示すとおり、上述の新規料金体系の場合、前項の従来的な方法によったものよりも FIRR は高いが、フェーズ-1、フェーズ-2 ならびにプロジェクト全体のいずれの場合も、財務評価の結果は必ずしも高い実現可能性があるとはいえない。しかしながら、経済評価の項でも述べたように、世銀など国際的な金融機関の提言するような観点からすれば、開発途上にある諸国においては非営利的な事業においても、人間の基本的な必要性(basic human needs)を満たす意味から FIRR は最低でも 5% を越えることが望ましい、とされている。この観点から見る限り、本件フェーズ

\* "The costs of Generating Electricity in Nuclear and Coal Fired Power Stations" - A Report by an Expert Group of the Nuclear Energy Agency, OECD, 1983, and Kam W. Li and A. Paul Priddy Ed. "Power Plant System Design" John Wiley & Sons, Inc., 1985, USA.

-1 工事ならびにプロジェクト全体でも FIRR が各々 8.03 %、5.66 %及び 7.24 %と出ており、上記の期待を十分満足している。すなわち、人間の基本的な必要性(basic human needs)の観点から見て本件プロジェクトは財務的にも優良案件であるということが出来る。

以上の財務評価においては、財務便益の原単位、すなわち改定料金体系に基づく料金徴収収入の原単位は 2005 年から 5 年ごとに改定されるようになっている。この改定によれば、戸当りの水支出の月額額は 2005 年改定時に 542%アップ(すなわち対前年比で約 6.4 倍)、2010 年改定時で 49%アップ、2015 年改定時で 23%アップ、2020 年改定時で 15%となる。2020 年時点では現行の料金体系に対応する支出に比較して戸当りの支出月額額は 13 倍に達する。そしてこれがプロジェクトライフ全 50 年の最後まで継続するのである。言い換えれば、YCDC の収入はこの同じ率で伸びていく、ということである。

### (3) 住民の水料金支払可能性

下記の図ならびに表は上述した給水原価案を料金体系とした場合の、調査団が実施した消費者調査の結果に基づく最低所得層にある所帯の、戸当りの水支出額と家計収入の関係を示したものである。

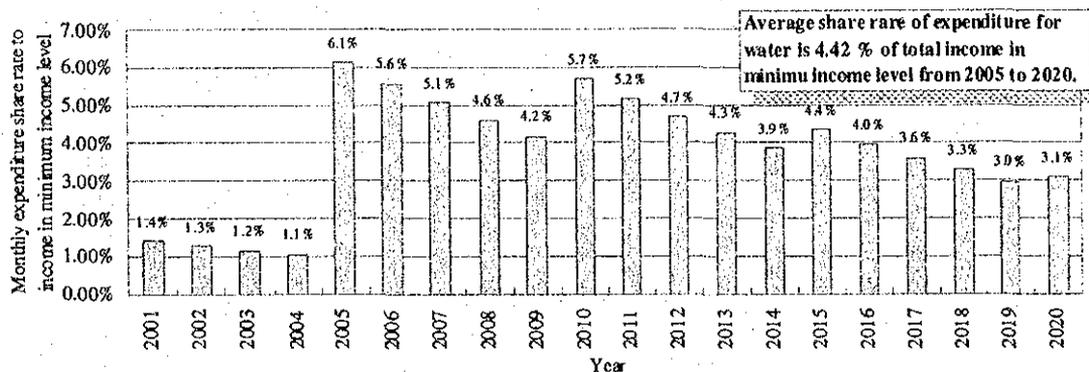
表 9-9 戸当たりの水支出額と家計収入

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
A. Household income <sup>*1</sup>										
(1) Minimum level Kyats/HH/month	13,844	15,228	16,751	18,426	20,269	22,295	24,525	26,978	29,675	32,643
(2) Maximum level Kyats/HH/month	85,464	94,010	103,411	113,752	125,127	137,640	151,404	166,544	183,199	201,519
(3) Average Kyats/HH/month	39,260	43,186	47,505	52,255	57,481	63,229	69,552	76,507	84,158	92,574
B. Water consumption m <sup>3</sup> /HH/month	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
galons/HH/month	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467
C. Water tariff										
US\$/m <sup>3</sup>	1.32	1.32	1.32	1.32	8.47	8.47	8.47	8.47	8.47	12.65
Kyats/m <sup>3</sup>	6.60	6.60	6.60	6.60	42.35	42.35	42.35	42.35	42.35	63.26
Kyats/10 <sup>3</sup> gallon	30	30	30	30	193	193	193	193	193	288
Revised rate					541.71%					49.38%
D. Expenditure for water US\$/HH month	38.80	38.80	38.80	38.80	249.01	249.01	249.01	249.01	249.01	371.97
(4) Kyats/HH month	194	194	194	194	1,245	1,245	1,245	1,245	1,245	1,860
Expenditure share rate: (4)/(1)	1.40%	1.27%	1.16%	1.05%	6.14%	5.58%	5.08%	4.62%	4.20%	5.70%
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A. Household income <sup>*1</sup>										
(1) Minimum level Kyats/HH/month	35,907	39,498	43,448	47,792	52,572	57,829	63,612	69,973	76,970	84,667
(2) Maximum level Kyats/HH/month	221,671	243,838	268,222	295,044	324,548	357,003	392,703	431,973	475,171	522,688
(3) Average Kyats/HH/month	101,831	112,014	123,216	135,537	149,091	164,000	180,400	198,440	218,284	240,113
B. Water consumption m <sup>3</sup> /HH/month	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
galons/HH/month	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467	6,467
C. Water tariff										
US\$/m <sup>3</sup>	12.65	12.65	12.65	12.65	15.62	15.62	15.62	15.62	15.62	17.92
Kyats/m <sup>3</sup>	63.26	63.26	63.26	63.26	78.10	78.10	78.10	78.10	78.10	89.61
Kyats/10 <sup>3</sup> gallon	288	288	288	288	355	355	355	355	355	407
Revised rate					23.45%					14.74%
D. Expenditure for water US\$/HH month	371.97	371.97	371.97	371.97	459.21	459.21	459.21	459.21	459.21	526.88
(4) Kyats/HH month	1,860	1,860	1,860	1,860	2,296	2,296	2,296	2,296	2,296	2,634
Expenditure share rate: (4)/(1)	5.18%	4.71%	4.28%	3.89%	4.37%	3.97%	3.61%	3.28%	2.98%	3.11%

\*1 Increasing ratios of income level is assumed at 10 % based on CPI taking moderate case into account comparing with per capita GDP increasing ratio. The base income level is based on the Consumer Survey as shown in Appendix M.1.

\*2 Per capita water consumption: 140 l/day/capita  
Average family size: 7 /HH  
Conversion rate: 4.546 l/gallon

図9-1 戸当たりの水支出額と家計収入の関係



世銀やアジア開発銀行などの国際金融機関によれば水取得にかかる支払可能額は総所得の5%が上限であるとしている。上掲の図ならびに表に示すとおり、最低所得層の所帯の月額所得に対する水支出の占める割合が5%を超えている年が5回ほどある。すなわち、2005年の6.1%、2006年の5.6%、2007年の5.1%、2010年の5.7%及び2011年の5.2%である。しかしながら、2005年から2020年までの所得の水支出の占める割合を平均すると、4.42%となり、5%より低いものとなる。したがって、上述の料金体系案は十分支払可能額の範囲内にあるといえることができる。

ただし、住民の所得については物価上昇率ならびに一人当りの国内総生産の伸びを考慮して年10%の割合で上昇するものとした。

(4) プロジェクト当局の償還可能性の検討

経済評価の観点から見てプロジェクト当局(すなわち YCDC)の償還可能性を検証するにはフェーズ-1の償還可能性を分析するだけで十分と思われるので、YCDCの償還可能性の検討はフェーズ-1についてだけ行うこととした。

本プロジェクトでは、東南アジアの開発途上国における同様のプロジェクトを参考にし、外貨部分については年率1.0%、内貨部分については年率0.5%の価格変動を考慮した。利率については年1.30%とし、償還期間は30年、うち10年間は据置期間として、元利金等払の額を計算した結果、償還額は年額4,822万5,000米ドル(元利込み)となった。下表はこれに基づくフェーズ-1全体の償還計画である。

表 9-10 フェーズ-I の償還計画

Year in order	Year	(US\$1,000)						(US\$1,000)				Subsidy to the Project from YCDC or Central Government of Myanmar	
		Outflow			In flow			Cash balance	In flow in total	Revenue in total	Foreign borrow		
		Construction cost	Foreign borrow		OM cost	Total	Foreign borrow						
Loan portion	Local portion	Interest	Principal										
-1	2001	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
1	2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2004	31,875	2,361	0	0	207	34,444	31,875	1,870	33,745	-699	699	699
3	2005	33,380	2,908	414	0	207	36,910	33,380	14,318	47,699	10,788		
4	2006	121,799	13,105	848	0	694	136,446	121,799	26,380	148,179	11,733		
5	2007	94,693	7,943	2,432	0	723	105,790	94,693	26,849	121,541	15,751		
6	2008	168,339	29,994	3,663	0	1,869	203,865	168,339	27,318	195,657	-8,208	8,208	
7	2009	132,470	22,193	5,851	0	1,078	161,592	132,470	27,792	160,262	-1,331	1,331	
8	2010	171,576	25,656	7,573	0	8,888	213,693	171,576	63,343	234,919	21,226		
9	2011			9,804	0	8,888	18,691		63,343	63,343	44,652		
10	2012			9,804	0	9,963	19,767		63,343	63,343	43,576		
11	2013			9,804	33,260	8,888	51,951		63,343	63,343	11,392		
12	2014			9,371	33,692	8,888	51,951		63,343	63,343	11,392		
28	2030			1,637	41,427	8,888	51,951		89,724	89,724	37,772		
29	2031			1,098	41,966	8,888	51,951		89,724	89,724	37,772		
30	2032			553	42,511	9,963	53,027		89,724	89,724	36,696		
Total		754,131						754,131					

(Note)

(1) Interest rate of foreign loan: 1.30%

(2) Equal annual repayment amount of capital for foreign loan (US\$1,000): 43,064

表 9-10 に示すとおり、YCDC の一般勘定もしくはミャンマー国中央政府(あるいは何らかの国内金融機関)からの助成金が必要となるのは工事実施の初期段階及び大規模な工事資金を要する時期に限られる。しかしながら、水料金が順調に徴収できるなら、以下に述べる会計運営予測に述べるとおり、YCDC は上記いずれの欠損も料金徴収による収入で十分カバーすることができる。

(5) 会計運営

下表は YCDC 水道当局の損益予測を示したものである。この場合、10%の未徴収率を考慮した。その内訳は、それぞれ平均で(1)不可抗力による料金未収分: 2.60%、(2)料金無料接続率: 3.45%、(3)請求書発送漏れによる未収分: 1.80%、及び(4)公共水栓分: 2.60%となっている。

表 9-11 に示すとおり、2020 年までの間に単年度会計で見ると 2009/10 会計年度に一回だけ欠損を生じるのみである。

表 9-11 YCDC 水道当局の損益予測

(US\$1,000)

	(Note)	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
A. Revenue due to water charge collection		1,321	1,648	2,056	2,564	11,246	23,818	24,797	25,777	26,761	62,564
B. Outstanding collection						1,175	2,489	2,591	2,694	2,796	6,538
Outstanding charge	2.60%					292	619	645	670	696	1,627
Free connection rate	3.45%					388	822	856	889	923	2,158
Non-billing rate	1.80%					202	429	446	464	482	1,126
Communal water tapping	2.60%					292	619	645	670	696	1,627
C. Governmental and/or YCDC cross subsidy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D. Subtotal (A - B + C)		1,321	1,648	2,056	2,564	10,070	21,329	22,206	23,083	23,964	56,026
E. OM cost for YCDC own operation		179	210	246	289	0	0	0	0	0	0
F. OM cost for the Project					207	207	694	723	1,869	1,078	8,888
G. Replacement cost		0	0	0	0	651	1,335	3,855	5,752	9,465	12,205
H. Depreciation		0	0	0	0	1,008	2,065	5,962	8,898	14,528	18,878
I. Subtotal (E+F+G+H)		179	210	246	496	1,866	4,095	10,540	16,519	25,071	39,970
J. Profit before Tax (D - I)		1,142	1,438	1,810	2,068	8,204	17,234	11,666	6,564	-1,107	16,056
K. Income tax		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Profit (J - K)		1,142	1,438	1,810	2,068	8,204	17,234	11,666	6,564	-1,107	16,056

(US\$1,000)

	(Note)	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
A. Revenue due to water charge collection		64,380	66,195	68,009	69,824	90,046	93,634	97,231	100,819	104,415	142,789
B. Outstanding collection		6,728	6,917	7,107	7,297	9,410	9,785	10,161	10,536	10,911	14,921
Outstanding charge	2.60%	1,674	1,721	1,768	1,815	2,341	2,434	2,528	2,621	2,715	3,713
Free connection rate	3.45%	2,221	2,284	2,346	2,409	3,107	3,230	3,354	3,478	3,602	4,926
Non-billing rate	1.80%	1,159	1,192	1,224	1,257	1,621	1,685	1,750	1,815	1,879	2,570
Communal water tapping	2.60%	1,674	1,721	1,768	1,815	2,341	2,434	2,528	2,621	2,715	3,713
C. Governmental and/or YCDC cross subsidy		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D. Subtotal (A - B + C)		57,652	59,277	60,902	62,527	80,636	83,849	87,071	90,283	93,504	127,867
E. OM cost for YCDC own operation		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F. OM cost for the Project		9,233	9,964	8,906	9,894	9,318	9,999	8,923	9,911	16,225	30,916
G. Replacement cost		15,756	16,805	17,787	18,427	18,667	19,198	19,743	21,676	24,483	28,182
H. Depreciation		24,371	25,993	27,512	28,502	28,873	29,694	30,538	33,528	37,869	43,591
I. Subtotal (E+F+G+H)		49,360	52,763	54,204	56,823	56,857	58,891	59,204	65,116	78,577	102,689
J. Profit before Tax (D - I)		8,292	6,515	6,698	5,704	23,779	24,958	27,867	25,167	14,926	25,178
K. Income tax		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Profit (J - K)		8,292	6,515	6,698	5,704	23,779	24,958	27,867	25,167	14,926	25,178

(Note)

Communal water tapping is used by lowest income levels with share rate of 3.7 % of total households connected with YCDC Water Supply System. However, total domestic users shared at 70 % of total water volume to be supplied. So, it is assumed that the rate of communal water tapping users is to be 2.6 % of the water volume to be supplied (= 3.7 % \* 70 %).

この YCDC の年々の損益計算書をもとに、YCDC の資金フローを予測した。この資金フローは将来にわたる年々の貸借対照表を示すものである。下表はその結果を示したものである。

表 9-12 に示すとおり、2009/10 会計年度の純益の欠損は繰り越されてきた可処分所得でカバーし得る(年末に残された可処分所得は翌年の期首に繰り越され、繰越金として当該年度の予算に組み込まれる)。また、2013 年度及び 2014 年度においてはそれぞれ当年度分の可処分所得が借り方に計上されるが、これはちょうど償還がスタートした時点で一致する。しかし、この欠損も累積されてきた可処分所得でカバーし得る。このようにして、YCDC は目標年次の 2020 年ならびにそれ以降も健全な会計運営が可能となる。

表 9-12 YCDC の資金フロー

	(US\$1,000)									
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
A. Source of Fund (B+G+I)	1,142	1,438	1,810	35,653	44,475	149,191	115,472	203,154	158,410	218,034
B. Internal fund generation (C+D)	1,142	1,438	1,810	2,068	9,212	19,299	17,628	15,461	13,422	34,934
C. Depreciation					1,008	2,065	5,962	8,898	14,528	18,878
D. Net profit	1,142	1,438	1,810	2,068	8,204	17,234	11,666	6,564	-1,107	16,056
G. Credit of International Financing Institution to the Project				31,247	32,399	117,046	90,097	158,583	123,557	158,448
I. Counterpart contribution by YCDC (Local currency portion)				2,338	2,865	12,846	7,747	29,110	21,432	24,653
J. Application of fund (K+L+M)	1,142	1,438	1,810	35,653	44,475	149,191	115,472	203,154	158,410	218,034
K. Investment for the Project			0	33,585	35,264	129,892	97,844	187,693	144,989	183,101
L. Debt retirement				0	406	827	2,349	3,520	5,582	7,188
Repayment of principal for Phase-1				0	0	0	0	0	0	0
Interest payment of loan amount for Phase-1				0	406	827	2,349	3,520	5,582	7,188
M. Working capital	1,142	1,438	1,810	2,068	8,805	18,472	15,279	11,941	7,840	27,746
Available cash	1,431	2,869	4,678	6,747	15,552	34,024	49,304	61,245	69,084	96,830

	(US\$1,000)									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
A. Source of Fund (B+G+I)	86,736	83,131	67,212	46,565	80,045	82,770	158,083	203,393	243,529	80,889
B. Internal fund generation (C+D)	32,663	32,508	34,210	34,206	52,652	54,653	58,405	58,695	52,795	68,769
C. Depreciation	24,371	25,993	27,512	28,502	28,873	29,694	30,538	33,528	37,869	43,591
D. Net profit	8,292	6,515	6,698	5,704	23,779	24,958	27,867	25,167	14,926	25,178
G. Credit of International Financing Institution to the Project	45,600	42,063	29,586	10,011	22,200	22,080	85,025	120,324	163,568	9,849
I. Counterpart contribution by YCDC (Local currency portion)	8,473	8,559	3,416	2,348	5,193	6,037	14,653	24,374	27,165	2,271
J. Application of fund (K+L+M)	86,736	83,131	67,212	46,565	80,045	82,770	158,083	203,393	243,529	80,889
K. Investment for the Project	54,073	50,622	33,002	12,359	27,393	28,117	99,678	144,697	190,733	12,120
L. Debt retirement	9,248	9,841	41,762	42,147	42,277	42,565	42,852	43,958	45,522	47,648
Repayment of principal for Phase-1	0	0	31,374	31,782	32,195	32,614	33,038	33,467	33,903	34,343
Interest payment of loan amount for Phase-1	9,248	9,841	10,388	10,364	10,081	9,951	9,814	10,490	11,619	13,305
M. Working capital	23,415	22,667	-7,552	-7,941	10,375	12,088	15,553	14,738	7,274	21,121
Available cash	120,245	142,912	135,361	127,420	137,795	149,883	165,435	180,173	187,446	208,567

## CHAPTER 10 初期環境調査

### (1) ミャンマー国の環境行政・法整備状況

現在「ミ」国には、環境行政を執り行う「環境省」に相当する組織はなく、外務省の下部組織として、1990年に設立された、「国家環境委員会」(National Commission of Environmental Affairs: NCEA)が「ミ」国政府の環境施策の諮問機関としての役割を果たしている。NCEAは1994年にNational Environmental Policyを採択し、翌1995年に「ミ」国の環境に関わる全ての部署・部局が参加する形で、環境保全を考慮した持続可能な開発の指針として、「Myanmar Agenda 21」が制定された。その後、「環境基本法」(National Framework Environmental Law)及び「EIA法」(Environmental Impact Assessment Law)の草案はNCEAより提出されているが、未だ立法・公布には至っていない。

環境基本法が制定されていないものの、「ミ」国の各省庁では独自に環境基準及びガイドラインを設定している。現状では、政府及び民間投資の開発プロジェクトに関しては、ディベロッパーや融資機関によるEIAが独自のガイドラインによって行なわれている。従って、本調査によって選定されたPre-F/Sの優先プロジェクトに係る初期環境調査及び環境影響調査はJICA開発調査環境配慮ガイドラインに基づいて行なうものとする。

### (2) 優先プロジェクトの初期環境調査(スクリーニング)

選定された優先プロジェクト実施に係るスクリーニングを行なった結果、特に環境配慮が必要と考えられるネガティブインパクトとして以下の項目が考えられる。

- 市街地に隣接する建設予定地での土地収用、住民移転、騒音・振動、交通障害
- 都市景観、美観地区、文化遺産の損失
- 生物多様性の変化
- 排水の増加

これらの影響は、特に人口密度が高いヤンゴン市の都市中心部で著しいと考えられる。

一方、ポジティブインパクトとしては、

- 生活レベルの向上
- 都市衛生の改善

が期待され、プロジェクトが進行に伴って裨益効果が発現される。

### (3) 本格環境影響評価

「ミ」国にはEIA法がないばかりか、ローカルレベルでは本格的なEIA実施は困難で

あると考えられるため、既述の JICA 環境ガイドラインに従って EIA を実施し、調査はコンサルタントが作成した TOR 案に基づきミャンマー人の Ecologist または Biologist 及び Sociologist の補助員を雇上し、関連するフィールド調査を行なうことが望ましい。なお、環境に甚大な影響を及ぼす恐れがある項目に関して、プロジェクト代替案を含む緩和策を講じるものとする。

## **PART 2**

# **プレ・フィージビリティ調査**

## CHAPTER 1 はじめに

## (I) 計画緒元

基本計画において「フェーズ 1」に区分された事業が「優先プロジェクト」であり、優先プロジェクトが本フィージビリティ調査の対象になる。優先プロジェクトの計画緒元は以下の通りである。

## 1) 目標年次

本フィージビリティ調査の目標年次は、基本計画の目標年次 2020 年の中間年を取り、2010 年とした。

## 2) 水需要量

表 1-1 に計画年次における予想給水人口、普及率、水需要量を示す。目標普及率は 60% に設定した。

表 1-1 水需要量

項目	年	2010
総人口	人	4,955,000
普及率	%	60
給水人口	人	2,973,000
日平均使用水量	m <sup>3</sup> /日	733,012
漏水(率)	%	40
(水量)	m <sup>3</sup> /日	488,675
日平均需要量	m <sup>3</sup> /日	1,221,687
日最大需要量	m <sup>3</sup> /日	1,466,024

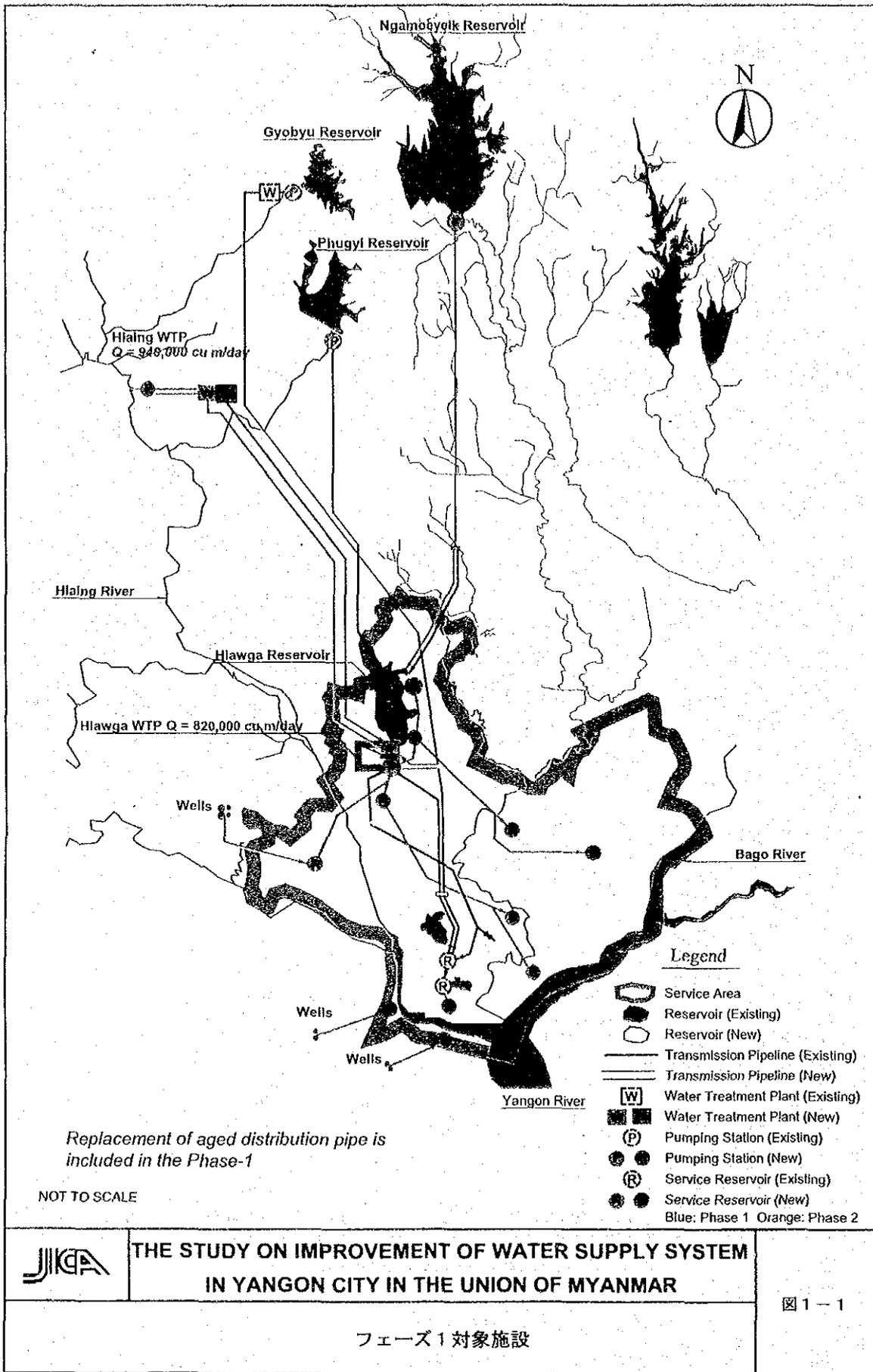
## 3) 計画給水量

表 1-2 に既存及び計画水道施設による計画給水量を示す。総給水量は 1,449,900 m<sup>3</sup>/日で、2010 年の日最大需要量の 99% に相当する。

表 1-2 計画給水量

項目	年	2010
貯水池		
Gyobyu	m <sup>3</sup> /日	118,200
Phugyi	m <sup>3</sup> /日	245,400
Hlawga	m <sup>3</sup> /日	75,000
Ngamoeyeik	m <sup>3</sup> /日	409,000
地下水	m <sup>3</sup> /日	132,300
Hlawga 浄水場	m <sup>3</sup> /日	470,000
総給水量	m <sup>3</sup> /日	1,449,900

フェーズ 1 において建設される水道施設を図-1 に示す。



## CHAPTER 2 施設設計

## (1) 取水施設

## 1) 貯水池取水施設

Ngamoeyeik 貯水池はフェーズ 1 対象施設である。上水用取水塔は 1995 年に完成しており、口径 1,600 mm の導水管も点検用シャフトまで完成している。Hlawga 貯水池に送水するためのポンプ場は、本シャフトに接続する形で建設される。

## 2) 河川水取水施設

Hlaing 川河川水取水施設もフェーズ 1 に含まれている。電気伝導度と周辺住民へのインタビューによる「塩水遡上調査」並びに、Hlaing 川流況調査により、Gwedanshe が取水施設建設地に選定された。

取水施設形式は、1) 建設条件、2) 可能取水量、3) 必要な維持管理作業及び 4) 建設工事費の比較により、取水ゲートを採用した。

ゲートにより取水された河川水は、2 連のボックス・カルバート(3,000 x 3,000 mm x 2 連)により沈砂池に流入、沈砂の後、約 7km 離れた Hlaing 浄水場に導水される。導水管は 2 連で口径は 2,500 mm である。

## 3) 地下水取水施設

## (1) ヤンゴン市中心部 (Hlaing 川左岸)

Hlaing 川左岸には 204 本の YCDC 所有の井戸があり、これらは以下のように区分される；

- ▶ 配水管接続井戸(104 本)：既存表流水配水管網に接続されている井戸
- ▶ 独立井戸(100 本)：既存配水管網から独立した配水管網を持つ井戸

104 本の配水管接続井戸の内、75 本は“Regular Wells”として将来も利用される。

100 本の独立井戸からは 10 本が“Stand by Wells”として非常時対応用に利用される。

これらに含まれない 119 本は廃棄される。将来も利用される井戸の選択基準は以下の通り；

- |          |                               |
|----------|-------------------------------|
| (a) 水質   | 塩素イオン 200mg/L 以下、鉄 1.0mg/L 以下 |
| (b) 構造:  | 井戸径 100mm 以上 (ポンプ交換を考慮)       |
| (c) 揚水量: | 300L/min 以上                   |

“Regular Wells”と”Stand by Wells”について以下のリハビリテーションを行なう；

- 老朽ポンプ入替用として、新規水中ポンプ 20 台を購入する
- エアリフトポンプを水中ポンプに入れかえる（廃棄対象井戸の水中ポンプもしくは新規ポンプを設置）
- 既設配水管網への接続
- 配水管網設計水頭を 15m としているため、揚程 15m 以下のポンプは交換する（廃棄対象井戸の水中ポンプもしくは新規ポンプを設置）
- 井戸キャップ及びコンクリート・ベースの設置

## (2) Hlaingthaya システム

### 1) Hlaingthaya システムの概要

59 本の新規井戸掘削がフェーズ 1 期間中に Hlaingthaya タウンシップで行なわれる。5~6 本の井戸が「井戸グループ」を形成し、各グループには 1 基の intake reservoir と 1 本の予備井戸が設置される。地下水は水中ポンプで揚水され、intake reservoir 内に流入後、新規に建設される West Block North Service Reservoir にポンプ送水される。本システムの概要を以下に示す。

表 2-1 Hlaingthaya システムの概要

井戸	59 本(53 本=常用、6 本=予備) 10 井戸グループ
Intake Reservoir	10 基 (W 10 m x L 13.5 m x D 3.5 m) 送水ポンプ: 30 台 (20 台=常用、10 台=予備) 4.5 m <sup>3</sup> /min x 20 m x 22 kW
送水管	Dia. 400 mm x 3,400 m Dia. 500 mm x 1,700m Dia. 600 mm x 850 m Dia. 700 mm x 1,700 m Dia. 800 mm x 1,700 m Dia. 1,200 mm x 3,300 m Dia. 1,500 mm x 2,950 m Dia. 1,800 mm x 7,130 m

## (2) 原水送水施設

### 1) Gyobu ポンプ場

Gyobu ポンプ場の既存ポンプ 3 台は 1962 年製造で老朽化が著しい。Hlawga 浄水場内に建設される Terminal Reservoir に Gyobu 貯水池原水を安定送水するため、これらのポンプの更新を行なう。ポンプ仕様は以下の通り；

3,310 m<sup>3</sup>/時 x 184 kW x 13.7 m x 3 台

2) Phugyi ポンプ場

取水量増大 (50MGD から 54MGD に増加) に対処し、Hlawga 貯水池への原水安定送水を確保するため、既設ポンプと同等のポンプを 1 台増設する。ポンプ仕様は以下の通り；

5,160 m<sup>3</sup>/時 x 450 kW x 24 m x 1 台

3) Ngamoeyeik ポンプ場

Ngamoeycik 貯水池原水を Hlawga 貯水池に送水するため、既存点検シャフトに隣接しポンプ場を建設する。ポンプ場の概要を以下に示す；

ポンプ室 : 鉄筋コンクリート 1 階建て  
 ポンプ仕様 : 71.0 m<sup>3</sup>/分 x 1,200 kW x 78 m x 5 台(1 台予備)

4) Ngamoeyeik 送水管

Ngamoeycik 貯水池原水を Hlawga 貯水池に送水する送水管の建設を行なう。以下に施設概要を示す。

設計送水量 : 409,050 m<sup>3</sup>/日 (90 MGD)  
 口径 : 1,800 mm 及び 1,100 mm  
 延長 : 30,750 m (口径 1,800 mm), 13,280 m (口径 1,100 mm)

(3) 浄水場

Hlaing 浄水場の建設をフェーズ 1 で行なうが、全体容量の 50% 相当の施設のみを建設する。フェーズ 1 の施設容量は、940,000 m<sup>3</sup>/日 x 0.5 = 470,000 m<sup>3</sup>/日、主要施設の仕様を以下に示す；

表 2-2 Hlaing 浄水場の主要施設

施設	構造寸法
沈砂池	L 42.0 m x W 14.0 m x D 3.0 m (LWL) x 4 水路
取水ポンプ	115 m <sup>3</sup> /分 x 750 kW x 55 m x 4 台(1 台予備)
着水井	L 10.0 m x W 6.0 m x D 6.0 m x 1 基
フロック形成池	W 1.3 m x L 22.0 m x D 3.3 m x 2 水路
	W 1.8 m x L 22.0 m x D 3.3 m x 2 水路
	W 2.4 m x L 22.0 m x D 3.3 m x 2 水路
沈澱地	L 80.0 m x W 22.0 m x D 3.8 m x 12 池

急速砂ろ過池	L 14.8 m x W 5.8 m x 44 池(4 池予備)
塩素混和池	L 36.0 m x W 6.0 m x D 3.0 m x 2 水路
浄水池	L 84.0 m x W 42.0 m x D 3.0 m x 2 池
逆洗排水池	L 36.0 m x W 12.0 m x D 3.0 m x 2 池(1 池予備)
汚泥ラグーン	L 180.0 m x W 48.0 m x D 2.5 m x 3 池

## (4) 浄水送水施設

## 1) Hlaing 浄水場浄水送水管

Hlaing 浄水場から Terminal 配水池までの浄水送水管は、2020 年まで 2 本布設されるが、フェーズ 1 ではそのうちの 1 本の建設を行う。送水ポンプ及び送水管の仕様は以下の通り；

送水ポンプ：85 m<sup>3</sup>/分 x 55 m x 1,150 kW x 5 台(1 台予備)

送水管：口径 2,000 mm x 33.3 km

## 2) Terminal 配水池

Terminal 配水池は、①Hlaing 浄水場の浄水、②Gyobyu 貯水池原水を各ポンプ場から圧送されるとともに、Hlawga 貯水池内に新設される取水搭より、③Hlawga 貯水池原水（Phugyi、Ngamoeyeik 両貯水池原水も Hlawga 貯水池に圧送される）の取水も行なう。取水搭、着水井（A）、（B）の仕様を以下に示す；

取水搭：W 5.0 m x L 15.0 m x H 18.8 m

着水井(A)：径 36.0 m x D 11.0 m

着水井(B)：W 14.2 m x L 30.4 m x D 6.6 m

Terminal 配水池は以下の既設及び新設配水池に、送水ポンプ場・送水管により浄水の送水を行なう。

表 2-3 Terminal 配水池ポンプ場概要

圧送先	送水ポンプ	送水管
Kokine 配水池	80 m <sup>3</sup> /分 x 79 m x 1,150 m x 5 台(1 台予備)	既存送水管への接続管； Gyobyu 送水管: 口径 1,400 mm x 4.2 km Hlawga No.1 送水管: 口径 1,650 mm x 1.0 km Hlawga No.2 送水管: 口径 1,100 mm x 1.3 km
CB Hlawga 配水池	80 m <sup>3</sup> /分 x 38 m x 640 m x 6 台(1 台予備)	口径 2,200 mm x 3.9 km
CB West 配水池	80 m <sup>3</sup> /分 x 38 m x 640 m x 8 台(1 台予備)	口径 2,700 mm x 7.5 km

Terminal 配水池の計画容量は 80,000 m<sup>3</sup>で、各容量が 10,000 m<sup>3</sup>の 8 池の配水池に

より構成されている。フェーズ 1 ではこれらのうち 6 池の建設を行なう。配水池の構造寸法を以下に示す；

W 42.0 m x L 84.0 m x D 3.0 m x 6 池

Terminal 配水池、送水ポンプ場及び送水管の完成時には、既存 Yegu ポンプ場は廃止されることになる。

- 3) 配水池間送水管  
以下の 2 本の送水管を布設する。

表 2-4 配水池間送水管

送水元	送水先	送水管
CB West 配水池	CB DT East 配水池	口径 1,800 mm x 12.2 km
CB DT East 配水池	EB South 配水池	口径 1,200 mm x 7.6 km

- 4) その他接続管

現在 YCDC が建設中の RC 送水管に対し、新接続管により Hlaing No.1 ポンプ場から表流水を送水し、RC 送水管配水予定地区（CB North 配水池(Zone 5)、EB North 配水池(Zone 8)、さらに EB Central 配水池(Zone 7)) への表流水配水を可能にする。フェーズ 1 では上記の 3 配水池の建設は行わないが、上述 RC 配水管に接続される配水管網の整備が行われるため、給水が可能になる。

接続管 : 口径 1,200 mm x 2.0 km

- (5) 配水池

以下の配水池がフェーズ 1 にて建設される；

表 2-5 配水池仕様

配水池名	2010 年での 所要容量	表流水送水管	送水方法
CB West 配水池	50,000 m <sup>3</sup>	「Terminal 配水池」に記載	自然流下
CB Hlawga 配水池	50,000 m <sup>3</sup>	同上	同上
CB DT East 配水池	50,000 m <sup>3</sup>	口径 1,800 mm x 12.2 km	ポンプ圧送
EB South 配水池	25,000 m <sup>3</sup>	口径 1,200 mm x 7.6 km	同上
WB North 配水池	30,000 m <sup>3</sup>	フェーズ 2 にて建設	同上

(6) 給水施設

1) 老朽管の布設替え

ヤンゴン市の給水管布設が開始されたのは 1879 年であり、既設給水管の大部分が老朽化し、漏水の原因となっている。整合のとれた新規水源開発とともに、給水管からの漏水も早急に削減されるべきものである。特に老朽管が集中しているダウンタウン地区の給水管を中心に布設替えを行なうものとする。

布設替え対象タウンシップは「既設管の平均年齢」で決定した。平均管年齢 50 年以上の以下の 14 タウンシップが選定された；

平均管年齢	タウンシップ
80 年以上	Ahlong, Botataung, Kyauktada, Kyeemyindaing, Lanmadaw, Latha, Pabedan, Pazundaung, Tamwe (9 T/Ss)
50 年～80 年	Sanchaung, Mingalartaungyunt, Dagon, Bahan Yankin (5 T/Ss)

2) 給水幹線

給水管を管口径により以下の 2 種類に区分した；

給水幹線：	口径 300 mm～1,500 mm
給水枝線：	口径 75 mm～250 mm

管網解析により決定された新規給水幹線の口径別延長を以下に示す；

表 2-6 給水幹線口径別延長

口径(mm)	300	250	400	500	600	700	800	900
延長(m)	6,310	1,090	10,810	17,920	10,540	8,800	11,450	3,760
口径(mm)	1,000	1,100	1,200	1,350	1,400	1,500	Total	
延長(m)	6,750	1,260	2,410	5,260	1,230	80		87,670

3) 給水枝線

新規給水枝線の口径別延長は以下の通りである；

表 2-7 給水枝管口径別延長

口径(mm)	75	100	150	200	250	Total
延長(m)	20,500	40,900	198,300	14,600	17,400	291,700

## CHAPTER 3 無収水量削減の計画

プレ F/S 調査では、2010 年までのマスタープラン・フェーズ 1 の策定及び計画導入に関する必要事項の精査を行った。UFW（無収水量）コントロールは、主として以下の 4 つに分類される。

- 主計画の前段階としての緊急業務計画
- 現状の既設管網に係る暫定的対策
- 長期的防止策
- UFW コントロールの導入及び維持が適切に行われるために必要な環境を保証する水道事業運営面の施策

これらの項目は、以下に要約する。また、報告書の中では詳述している。

全体目標は、UFW モニタリング及びコントロール業務を開始し、無収水量を削減、またはコントロールを行うことによって YCDC の業務遂行能力を開発することである。この計画は、達成のためのガイドラインを提供するが、一方では YCDC 幹部職員の全面的な支援が必要である。従って、提案する計画が導入される以前に、無収水量問題が認識されることと、計画実施の確約を取り付けることが必要である。

### (1) 緊急業務計画

主な緊急業務計画の項目は以下の通りである。

- 管網及び顧客調査
- UFW コントロールチームの創設
- 大規模な利用者モニタリング
- 目視による漏水探査
- 漏水箇所の修理
- 管網図、顧客台帳の更新

管網及び顧客調査は管網データや管網図をすべて最新情報に更新するため不可欠であり、以下の計画等の精度に影響する。

- 管網構築及びリハビリテーション計画
- UFW コントロール
- 管網の維持管理

UFW コントロールチームは、他の部局との関連する業務の調整と同様に調査及びモニ

タリング業務に必要な計画立案・導入に対して責任を負う。このため、独立した専門的チームの創設が必要となる。

残りの緊急業務計画は初期段階の業務としては、最も単純かつ有効である手段であり、YCDCが既存組織で実行可能な業務である。

YCDCは現在、漏水コントロール或いはUFWコントロールの組織を有していないが、YCDCとしてその必要性を認め、決定されれば容易にこれらの業務について対処できる能力がある。これは、無収水を削減する長期的なプロセスを開始することと同時に、UFWコントロールに関して真摯に取り組むYCDCの公約の現われとして役立ち、結果として、外部の諸機関に対して資金援助等を促進することになる。

## (2) 既設管網整備に係るUFWコントロール

水道システムの現状を改善するために、マスタープランのフェーズ1では優先度の高いプロジェクトとして大規模な既設老朽管網整備を提案している。この整備によりUFWに関し、以下の効果が発現される：

- ・ 新設或いは修復された管網における漏水量の減少
- ・ 流量計設置（配水ブロック化）のUFWコントロールモニタリング

また、管網に関する整備は、新設管網の構築と既設老朽管網のリハビリに分けられるため、UFWコントロール計画も以下の2つが主となる：

- 「新設工事」は一般的に、より長期間を視野に入れた防止策として関連付ける。
- 暫定的対策は既設管網だけに適用する。

暫定的対策の主な項目は以下である：

- 流量計設置及び管網のセクター化
- 選択された地区でのアクティブ漏水探知（ALC）
- パイロット地区の設定及びコントロール
- パイロット地区での水量測定
- 未計量水の消費・使用の削減等

漏水探知は、最初に、高い漏水率と推測されたエリアを優先するよりもむしろ、音聴による通常の日常業務に基づくものとする。パイロット地区が供用可能になれば、そこでの調査経験（水量測定、漏水測定等）を活かし、より効果的な方策が分かる。

### (3) 長期的防止策

マスタープラン全体の中では、長期的防止策として以下の2点が重要となる。

1. 損失量とその増加率
2. 管網ネットワークのモニタリング及びコントロール

#### 1) 損失量とその増加率

損失量と増加率はほとんど以下の事項に深く関係している。

- パイプ、付属品、継ぎ手等の製品及び材料の品質
- 埋め戻し、締固め等を含む設置方法の質
- 技術者の技量

現場工事での掘削は、特に人口密度が高く都市化が進んでいる地区では、パイプ敷設工事の費用の大部分を占めるものである。よって、新設工事においては、ただ単にコストのみを考えるのではなく、質を考慮し、将来発生しうる漏水を最小限にするように設計する事が大切である。

#### 2) 管網ネットワークのモニタリングとコントロール

管網ネットワークの設計は、以下に示す管網ネットワーク管理のために適用されている方法や原理を取り入れることによって行える。

- 供給安定のための環状化設計
- 維持管理を容易にする管網ネットワークの分割化
- 単一の流入ポイントを通じた水供給とする配水区の設定
- 各地区への流入口での測定ポイントの設定
- 交差地区境界を回避するための接続の合理化

既存のシステムにおいては、これらは UFW モニタリングプログラムのもとで行われる付加的な業務である。新設工事では、設計段階で含むことができる。

基本的なクライテリアには以下のものが含まれる。

- 各配水区は、約 1000~3000 軒の家、または配水本管延長 30km を目安とする
- 全ての接合部、T字部にはバルブを設置する
- 各配水区の流入ポイントはメーター室及びバイパスを設置する

### (4) 関連業務及び間接的 UFW コントロール方法

可能な限り UFW コントロールを効果的に行うため、関連業務は重要な役割を持っている

る。関連業務は、以下の2つである。

- YCDCの人事及び組織
- 施策及び法規

#### 1) YCDCの人事及び組織

UFW コントロール係 (UCU) の特定の業務については述べたが、以下に挙げる業務遂行には適切な編成に加え、YCDCの本組織に UFW コントロールチームを効果的に配置しなければならない：

- 管網ネットワーク及び給水管の修理
- 漏水関連機材の在庫管理システム
- 以下の項目を含む、一般的な各戸検針の実施
  - メーター設置普及率 100%達成のための初期導入計画
  - 敷設替えプログラムの策定
  - 新規及び更新メーターの調達
  - 修理・作業工場の設置
- 作業履歴、配管図、書類管理システム等

#### 2) 施策及び法規

この分類の主要な要素は以下のものが含まれる。

- 検針
- 料金体制
- 条例及び法規の整備

##### 検針

すべての顧客について一般的な検針を実施する。

##### 料金体制

料金体制の効果的な改定は漏水対策と無駄遣い防止に役立つ。少なくとも、顧客が消費する水の実費を払うことを保証するべきである。

##### 条例及び規定

既存の地方条例および法規のレビュー及び更新は、管材や資機材に関する仕様基準、水道事業及び事業体 (YCDC) の定義、顧客の責任を明確にする。更に顧客に対する啓蒙活動のような長期的戦略が必要である。

#### (5) UFW コントロールに関する優先エリアの選定

次のエリアは漏水探知が優先的に実施される場所になる。計画開始時、各タウンシップ

の施工順序及び範囲等は、基本設計調査の結果によって決定される。

リハビリが予定されていない既存のタウンシップ給水区域	給水及び水圧の状態	リハビリ工事の第二に優先されるタウンシップ	給水及び水圧の状態
Mayangone	X	Bahan	X
Insein	X	Dagon	X
Kamayut		Yankin	X
South Okkalapa	X		
Thingangyun			
Mingaladon	X		
North Okkalapa	X		

X 印は、2001 年に調査団が行った初期水圧調査によって、給水状態と水圧が比較的良好なレベルであったことを示している。更なる水圧調査が詳細設計のために必要である。

#### (6) コスト概算

ステージ-1 における総コストを、次表に要約する。これには YCDC の人件費は含まれていない。

Unit: US\$

分類	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年
UFW コントロール	522,000	313,000	225,000	161,000
顧客毎の検針	0	1,450,000	2,300,000	2,840,000
管網ネットワーク修理	545,000	444,150	567,000	678,000
技術協力	756,000	1,312,000	608,000	132,000
<b>総額</b>	<b>1,823,000</b>	<b>3,520,000</b>	<b>3,700,000</b>	<b>3,811,000</b>

#### (7) 全体計画

いくつかの関連業務に関して、全体計画は総括的 UFW コントロールには不可欠であることは既述の通りである。以下に全体計画及び段階的实施への一般的な取り組みを概説する。

##### 1) 長期的な UFW コントロール計画

ステージ-1 及びステージ-2 の初期段階で以下の様な結果が生じることが予想される。

- UFW コントロールチームの中から経験を積んだスタッフの輩出

- 漏水コントロール及び修理の経験積む事により、信頼のおけるチームが輩出される
- 無収水量削減対策及び UFW コントロールを指図するプログラムの作成
- メーター整備、製造に関する設備
- データベース及び料金徴収システムの構築と運用
- 更新履歴、問題点の傾向、季節変動などを与えるデータの集積
- 漏水とそれ以外の不明水との明確な区分

UFW コントロールの活動計画の目標期間は 5 年間である。この期間内に、現況の詳細調査を行うことにより、時期の計画戦略の骨子を構築していく。この 5 年計画は、全体目標を達成するために周期的な頻度をもって詳述、調査、修正されることが望まれる。

## CHAPTER 4 組織・制度改革の計画

プレ F/S 調査の組織・制度の開発計画では、組織開発、能力増強及び技術力向上を通じた YCDC の水道・衛生部の強化策を立てることを意図している。組織開発は適切な組織の創設・再編によってその機能を向上させることを目標としている。職員の能力は、資機材や消耗品などが適時に用意されることと同様に、人的資源開発の包括的な計画、全ての業務の調整及び継続的なモニタリング、そして業務計画を伴った効果的な業務準備の強化・制度化を通じて開発される。他方では、職員の業務遂行能力は、業務と関連する研修の計画、実施及び継続的なモニタリングによって開発される。

プレ F/S 調査では、組織開発、能力増強ならびに技術力向上の 3 つの要素全てが 1 つに統合されて扱われることを提案している。

### 組織開発

プレ F/S では 4 つの組織的変革を推奨している。第一として、部全体の組織構造は順向な方法により適切な組織配置が保持されるべきであることを提案している。これに関して、同部が取り組むべき主な準備としては以下の事項が挙げられる。

- 望ましいレベルの財務担当者を確保すること
- 他の省庁や諸機関を含む水供給分野における作業部会等が開催できるようにすること
- 組織自らの自由裁量で必要物資を調達する権限を改善すること
- 組織自らで人材開発のできる能力を育成すること

二番目には、技師長の下で機能する「計画立案、調整・モニタリング部門」を創設させることを提案する。この部門は、分野毎の計画立案、水道局の内外の調整、継続的なモニタリングプログラムの計画・実施、研修プログラム及び水質モニタリングの創設・実施及び評価においてリーダーシップを発揮するようになる。この部門は現在の水質課を組込んで、計画・調整、モニタリング及び研修の 3 つの別々の係が創設される。

第三に、2 つの部門(配水及び貯水池)と在庫管理課の再構成を推奨する。貯水池部門は、3 つの係(水資源計画、貯水池管理、原水管理)を備えた「水資源課」と命名する。配水部門は「水供給」部門となり「給水課」と命名し、顧客及びクライアントサービス、維持管理 (O&M)、地域サービス及び立案・設計という 4 つの技術係と無収水コントロールを組織・統括する役割を担う。管理係は他の係を支援するものとなる。在庫管理課は

再度「調達・在庫管理」課と名称変更され、その業務範囲は拡大する。これは副技師長の下で機能するものとなる。一人の副技師長は水資源、水供給及び機械電気部門の責任者となり、別の副技師長は管理及び財務部門、下水道部門、パイプ工場部門および調達・在庫管理部門を監督する。

四番目として、調整会議、報告手続き、定期的なワークショップ、報告書など(連続モニタリングプログラムによって集められた信頼があって、かつ正確なデータを使用して準備されたもの)のような各種の組織的準備について提案した。その中で主要なもの1つとしては、建設省の上級のスタッフが議長を務める水資源に関する相互大臣間の調整委員会設立の提案である。

設備・O&M 及び修理、物資・部品・工具及び機器の供給、水質評価、頭脳労働、給水管・メーター設置、請求書作成及び料金徴収の6つの運用業務における各々の能力改善に関し下記事項について提案した。

- 作業場の技術レベル向上及び刷新
- 在庫管理の再編
- OJT 及び実務研修プログラムの創設
- 効果的な計画・立案、調整、報告業務の準備
- 連続モニタリングによる、正確・高い信頼度・最新データの利用
- 水供給管理の条例及び法規の整備
- プレ F/S で提案された技術協力プログラムの実施

新たに建設が予定される施設において前進的な O&M の強化策の1つとして、施工業者との施工契約書の中に、施設が供用開始のため水道・衛生部に移譲される前に関係するスタッフに対し、維持管理に関する説明と実地訓練を義務付ける意の文節を記載することが必要である。

プレ F/S では、7つの分野（計画立案、モニタリング、研修、人材開発、O&M、顧客及びクライアントサービス、評価）において同部に技術協力援助が享受されるよう、YCDC の自助努力を強く求めている。

同部がカバーする給水区域においては、配管工事時の品質管理、顧客とクライアントの双方に役立つ情報提示・教育及びコミュニケーション手段、また、特に水の浪費削減、給水管の維持管理及び住民参加による地域コミュニティと非政府組織（NGO）の活用  
に焦点をあてた生産的・効果的な顧客への教育活動のような新しい業務の確立によって、

より住民から一層支持されるようになる。

人的資源の増強は、プレ F/S の主な焦点の 1 つに数えられる。職員の数及び資質の向上、業務に対するより深い理解、生産的な専門性開発及び局全体を通じて行われる研修プログラムの設立のような人的資源経営戦略の包括的实施が推奨される。局内に設置される職員研修施設の計画はプレ F/S の重大な提案のうちの 1 つである。

組織・制度開発計画の実施には約 600 万ドルの投資が必要と考えられるが、同計画の実施によって優先プロジェクト全体の経済財務効果が高められることが期待されるので、プレ F/S 及びマスタープランを通じた本案の実施が必要と言える。

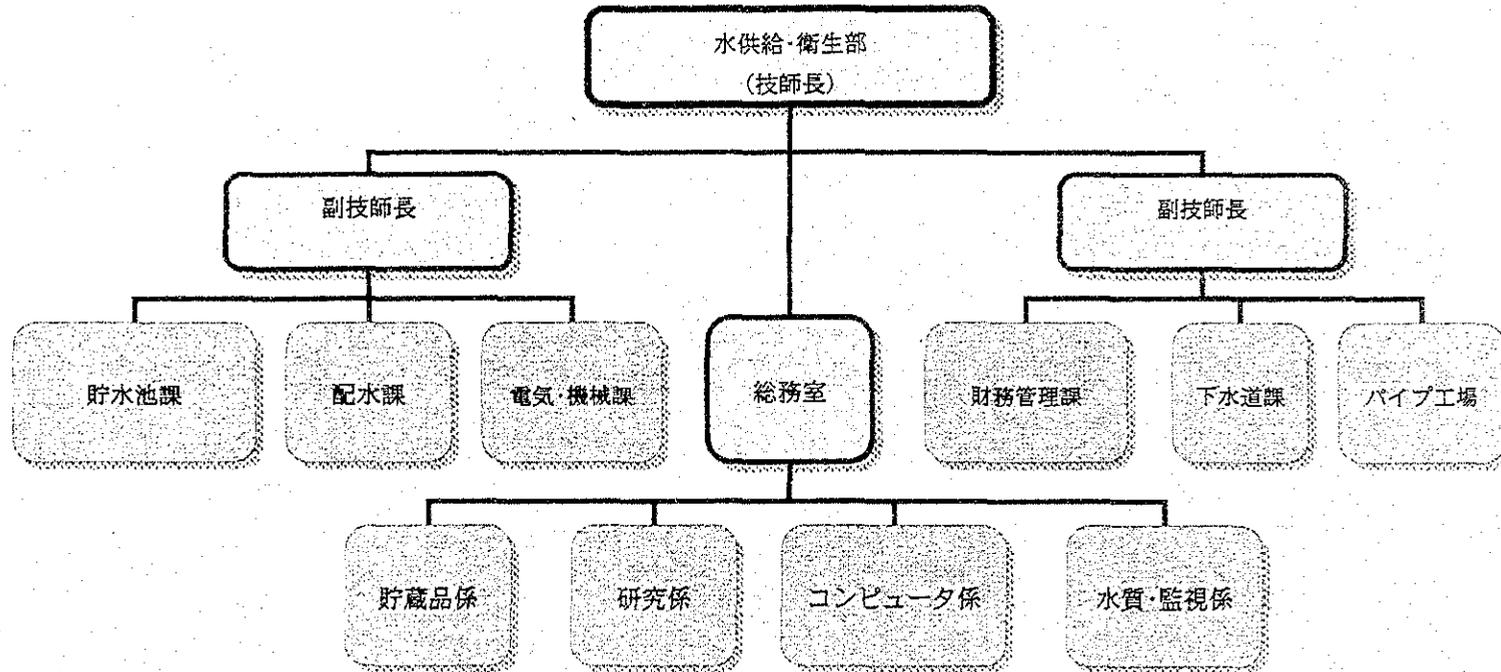


図4-1 水道・衛生部組織図（現行）

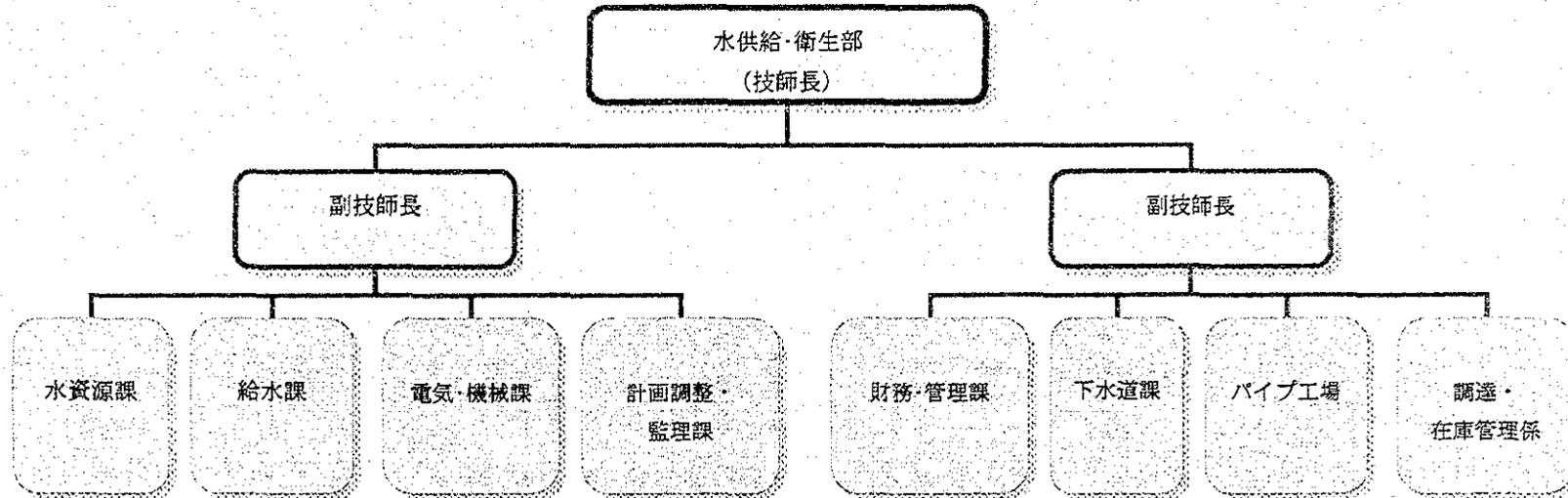


図4-2 水道・衛生部組織図 (計画案)

## CHAPTER 5 施工計画及び事業費積算

## (1) 施工計画

## 1) 工事内容

本プロジェクトは計画年次である 2010 年を睨み、2 ステージに分け施工を行なう。ステージ 1 は 2004 年～2006 年に、一方ステージ 2 は 2007 年～2010 年に実施される。2003 年には実施設計、施工業者事前審査及び入札作業が予定されている。施工計画は以下の工事内容に応じ立案された。

表 5-1 主要工事内容

No.	工事名	工事内容
1	老朽管リハビリ	老朽管の布設替え
		1.1 平均管年齢 80 年以上の給水管布設替え
		1.2 平均管年齢 50～80 年の給水管布設替え
2	貯水池システム整備	2.1 Ngamoeyeik 貯水池システム(送水管及びポンプ場建設)
		2.2 既存貯水池システムの強化 (Gyobyu ポンプの入替え、Phugyi ポンプ場に 1 台ポンプ追加)
3	Hlaing 川システム	3.1 取水施設
		3.2 Hlaing 川システム(河川水送水管、浄水場、浄水送水管)
4	Terminal 配水池	4.1 既存管への接続管
		4.2 Terminal 配水池
		4.3 送水ポンプ場
5	送水及び給水システム	送水管、配水池、給水管網
		5.1 CB Downtown 配水池 (Zone 1)
		5.2 CB Downtown East 配水池 (Zone 2)
		5.3 CB West 配水池 (Zone 3)
		5.4 CB Hlawga 配水池 (Zone 4)
		5.5 CB North 配水池 (Zone 5)
		5.6 EB South 配水池 (Zone 6)
		5.7 EB Central 配水池 (Zone 7)
		5.8 EB North 配水池 (Zone 8)
5.11 WB North 配水池 (Zone 11) (地下水開発含む)		
6	接続管	その他の接続管
7	地下水管理	Hlaing 川左岸地区での地下水管理

## 2) 施工スケジュール

表 5.2 に上記工事内容毎に立案された施工スケジュールを示す。

表 5.2 事業実施スケジュール

No.	Facility	Dimension	Phase I							
			Stage 1				Stage 2			
			2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Rehabilitation									
1.1	Replacement of aged distribution pipe < 60 years old	Dia. 75 to 150 mm, L = 319,900 m								
1.1.1	Botetsung, Kyauktada, Lanmadaw, Laha, Pabeston, Pazundung									
1.1.2	Tamwe									
1.1.3	Ahlong, Kyaomyindaling									
1.2	Replacement of aged distribution pipe < 60 and > 50 years old									
1.2.1	Sanchaung									
1.2.2	Mingalarlungnyunt									
1.2.3	Dagon, Bahan, Yankin									
2	Development of Reservoir System									
2.1	Hgemonyek reservoir System									
2.1.1	Transmission line	Dia. 1800 x 30.75 km								
2.1.2	Pumping station	409,000 m <sup>3</sup> /d								
2.1.3	Duplication of dia.1100 mm line	Dia.1100 x 13.28 km								
2.2	Strengthen of existing reservoir system									
2.2.1	Gyobyu pump rehabilitation (3 pumps)	9,830 m <sup>3</sup> /hr								
2.2.2	Phuyi additional 1 pump	5,160 m <sup>3</sup> /hr								
3	Hialing River System									
3.1	Intake facility									
3.1.1	Intake facilities									
3.2	Hialing river system (1/2)									
3.2.1	Raw water main	Dia.2500 x 7 km								
3.2.2	Pumping station	481,000 m <sup>3</sup> /d								
3.2.3	Water treatment plant	470,000 m <sup>3</sup> /d								
3.2.4	Transmission pumping station	470,000 m <sup>3</sup> /d								
3.2.5	Transmission main	Dia.2000 x 33.3 km								
4	Terminal System									
4.1	Connections									
4.1.1	Intake facilities and raw water main									
4.1.2	Gyobyu connection pipe	Dia.1400 x 4.2 km								
4.1.3	Connection to existing transmissions	Dia.1850 x1.0 km, Dia. 1100 x 1.3 km								
4.2	Terminal reservoir (TR)									
4.2.1	TR (2/4)	40,000 m <sup>3</sup>								
4.2.2	TR (1/4)	20,000 m <sup>3</sup>								
4.2.3	TR (1/4)	20,000 m <sup>3</sup>								
4.3	Transmission pumping station									
4.3.1	PS for Downtown	400 m <sup>3</sup> /min								
4.3.2	PS for Central West, DT East, East South	480 m <sup>3</sup> /min								
4.3.3	PS for Central North, Hsewa and East North and Central	640 m <sup>3</sup> /min								
5	Transmission and Distribution System									
5.1	Downtown (Zone 1)									
5.1.1	Strengthening of transmission line	Dia. 1400 x 1.36 km								
5.1.2	Rehabilitation of central reservoir	45,450 m <sup>3</sup> (10 MG)								
5.1.3	Distribution network									
5.2	Downtown East (Zone 2)									
5.2.1	Transmission line (From Central West SR)	Dia. 1800 x 12.2 km								
5.2.2	Service reservoir	50,000 m <sup>3</sup>								
5.2.3	Distribution pumping station	474 m <sup>3</sup> /min								
5.2.4	Distribution network									
5.3	Central West (Zone 3)									
5.3.1	Transmission line (From TR)	Dia. 2100 x 7.5 km								
5.3.2	Service reservoir	50,000 m <sup>3</sup>								
5.3.3	Distribution network									
5.4	Hsewa zone (Zone 4)									
5.4.1	Transmission line (From TR)	Dia. 2200 x 3.9 km								
5.4.2	Service reservoir	50,000 m <sup>3</sup>								
5.4.3	Distribution network									
5.5	Central North (Zone 5)									
5.5.1	Transmission line (From TR)									
5.5.2	Service reservoir									
5.5.3	Distribution network									
5.6	East South (Zone 6)									
5.6.1	Transmission line (From DT East)	Dia. 1200 x 7.6 km								
5.6.2	Service reservoir	26,000 m <sup>3</sup>								
5.6.3	Distribution pumping station	210 m <sup>3</sup> /min								
5.6.4	Distribution network									
5.7	East Central (Zone 7)									
5.7.1	Transmission line (From East North)									
5.7.2	Service reservoir									
5.7.3	Distribution pumping station									
5.7.4	Distribution network									
5.8	East North (Zone 8)									
5.8.1	Transmission line (From TR)									
5.8.2	Service reservoir									
5.8.3	Distribution pumping station									
5.8.4	Distribution network									
5.11	West North (Zone 11) - Hsingthaya									
5.11.1	Groundwater development									
5.11.2	Transmission line for groundwater									
5.11.3	Transmission line from central system									
5.11.4	Service reservoir	30,000 m <sup>3</sup>								
5.11.5	Distribution pumping station	188 m <sup>3</sup> /min								
5.11.6	Distribution network									
6	Connections									
6.1	Connection to Hsewa No.1 PS to 36 inch pipe now under construction for Dagon Myothil area	Dia. 1200 x 2.0 km								
7	Groundwater management in Central Block									
<b>Annual Construction Cost (million US\$)</b>		<b>Total 761 million \$</b>								
			34	36	134	92	177	136	172	

(2) 工事費積算

1) 積算条件

(1) 価格レベル

価格レベルは本プレ・フィージビリティ・スタディの開始時点、2002年3月とした。

(2) 外貨交換レート

以下の交換レートを採用した；

US\$ 1.00 = 130 円 = 500 チャット

(3) 建設資機材の調達

大部分の機械・電気機器は国外から輸入されている。同様にダクタイル鑄鉄管・鋼管も輸入に頼っている。PVC 管、RC 管については国産品が使用されている。建設資材については、砂・レンガ・砂利等は国産、セメント・鉄筋はタイから輸入されている。

浄水・送水施設完成後、浄水・消毒工程で以下の薬品（国産・輸入品）が必要になる；

固形硫酸バンド : インド・タイから輸入  
 液体塩素 : タイから輸入  
 液体次亜塩素酸ソーダ : 国産もしくはタイから輸入

(4) 外貨・内貨ポーション

事業費積算は外貨(F/C)・内貨(L/C)に区分し、外貨・内貨率は工事内容により以下の様に仮定した；

工事区分	L/C	F/C
土木工事	20 %	80 %
管布設工事	5 %	95 %
機械・電気工事	5 %	95 %

2) 事業費

フェーズ1の事業費を表 5.3 に示す。

表 5-3 フェーズ1 事業費

単位：US\$

	L/C	F/C	合計
フェーズ1	108,096,000	673,120,000	781,215,000

## 3) 維持管理費

完成施設の維持管理費は概ね以下区分で構成される；

- 職員給与
- 電気料金
- 薬品費
- 機器修理費

## (1) 職員給与

維持管理要員給与合計は、毎年の職員配置、職種、職種別給与により算定される。以下に主要職種別給与を示す；

エンジニア・その他専門職・技師：8,000 チャット/月

補助要員：5,500 チャット/月

## (2) 電気料金

電気消費量はポンプモーター出力と運転時間数で積算される。事業実施スケジュールに示された施設建設に従い、年次毎に総モーター出力を算出し、電気消費量を計算した。以下の電気料金を採用した；

0.50 チャット/kWH (官公庁向け)

## (3) 薬品費

薬品消費量は処理水量及び薬品注入率により計算した。以下の薬品注入率を用いた；

硫酸バンド(浄水場)：50 mg/L

塩素(浄水場)：1.5 mg/L

次亜塩素酸ソーダ(配水池)：1.0 mg/L

## (4) 機器修理費

機器修理費は機器購入価格に応じて積算を行なった。購入価格の5%を4年毎に計上した。