

国際協力事業団

チッタゴン上下水道公社

地方自治・農村開発・共同組合省

バングラデシュ人民共和国
チッタゴン市モハラ浄水場拡張計画調査

ファイナル・レポート
要 約

平成 12 年 12 月

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ

序 文

日本国政府は、バングラデシュ人民共和国政府の要請に基づき、同国のチッタゴン市モハラ浄水場拡張計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成12年1月から平成12年10月までの間、2回にわたり株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツの堀 健二氏を団長とし、同社から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団はバングラデシュ国政府関係者と協議を行うとともに、調査対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書の完成の運びとなりました。

また、岡山市水道局浄水課 仲原 龍吾氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し、専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成12年12月



国際協力事業団
総裁 齊藤 邦彦

伝 達 状

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 齊 藤 邦 彦 殿

今般、バングラデシュ人民共和国におけるチッタゴン市モハラ浄水場拡張計画調査が終了しましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、平成12年1月から平成12年10月までの間の2回にわたるバングラデシュ国政府関係者との協議、調査対象地域における現地調査、並びに帰国後の国内作業を経て完了しました。

本報告書は、プロGRESS・レポート、インテリム・レポート及びドラフト・ファイナル・レポートを整理解析した結果を反映し、3分冊で構成されております。サマリー・レポートには調査内容全体と提言等を簡潔にまとめ、メイン・レポートにはモハラ浄水場拡張計画を含むチッタゴン市の上水道施設の全体計画、その中で選定されたプロジェクトに対するフィージビリティ調査結果とともに、事業実施主体の組織・制度・財政面での強化策について記述しております。また、サポーティング・レポートには詳細解析及び関連情報を収録しております。

本報告書がチッタゴン市の水供給状況の改善に大きく寄与することを願うものです。

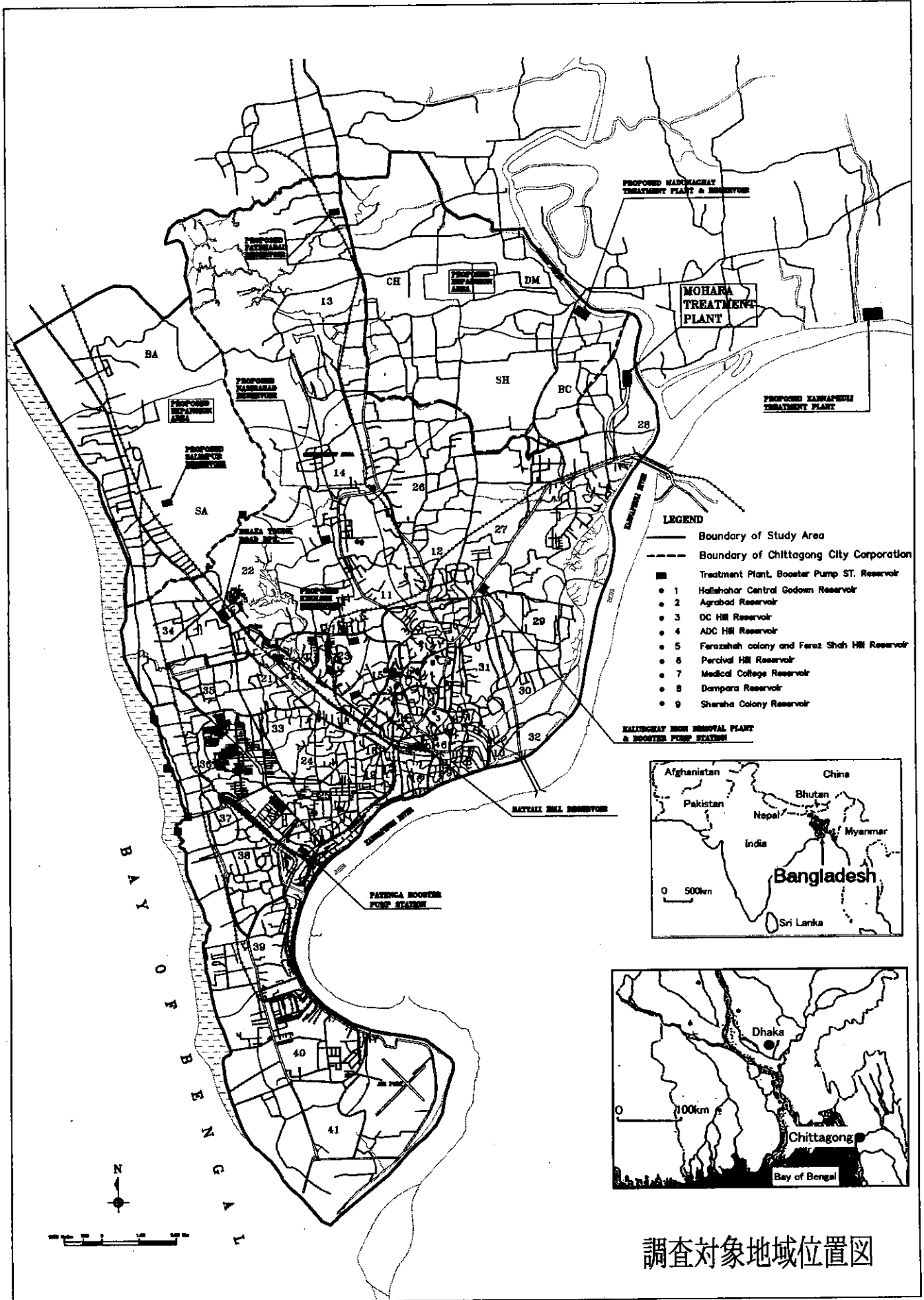
なお、本調査期間中、貴事業団を始め、外務省、厚生省（現厚生労働省）、岡山市関係者から多大なるご助言並びにご協力を賜りましたことに御礼申し上げます。また、バングラデシュ国における現地調査期間中に、在バングラデシュ日本国大使館、貴事業団バングラデシュ事務所にも多大なるご助言、ご協力並びにご支援を頂き、あらためて感謝申し上げます。

平成12年12月

堀 健二

チッタゴン市モハラ浄水場拡張計画調査

調 査 団 長 堀 健 二



調査対象地域位置図

バングラデシュ人民共和国
チッタゴン市モハラ浄水場拡張計画調査
ファイナル・レポート 要 約

目 次

	頁
序文	
伝達状	
調査対象地域位置図	
目次	i - v
図表一覧	vi - ix
略語一覧	x - xii
チッタゴン水道事業計画概要	S-1 - S-14
第 1 章 緒論	
1.1 はじめに	1-1
1.2 調査の背景	1-1
1.3 調査の目的	1-1
1.4 調査対象地域	1-2
1.5 調査範囲	1-2
1.6 調査体制	1-3
1.6.1 概説	1-3
1.6.2 日本側実施体制	1-3
1.6.3 バングラデシュ側実施体制	1-4
1.7 報告書の構成	1-4
第 2 章 調査対象地域の概要	
2.1 自然条件	2-1
2.2 社会経済状況	2-1
第 3 章 人口及び水需要予測	
3.1 人口	3-1
3.1.1 チッタゴン市の人口推移	3-1
3.1.2 人口予測 (2005、2010 年)	3-1
3.2 現在の給水状況	3-2
3.3 計画目標年次における水需要量	3-3

第4章	上水道施設の現状	
4.1	水源施設	4-1
4.1.1	モハラ浄水場	4-1
4.1.2	カルルガット除鉄処理場	4-1
4.1.3	井戸	4-1
4.2	配水システム	4-2
4.2.1	配水区域と管延長	4-2
4.2.2	配水池及び加圧ポンプ場	4-3
第5章	水資源調査	
5.1	水質調査	5-1
5.1.1	河川水系	5-1
5.1.2	地下水系	5-1
5.2	水質調査の結果	5-1
5.2.1	河川水系	5-1
5.2.2	地下水系	5-1
5.3	ハルダ川の塩水遡上について	5-1
5.3.1	概説	5-1
5.3.2	ハルダ川表流水水質調査	5-3
5.3.3	潮位と塩水遡上の関係	5-4
5.3.4	塩水遡上の原因推定	5-5
5.3.5	ハルダ川表流水許容取水量	5-6
5.3.6	カルナフリ川表流水許容取水量	5-8
5.4	井戸施設	5-8
5.4.1	CWASAの井戸施設の現状	5-8
5.4.2	井戸揚水能力回復	5-8
5.4.3	地下水開発許容量	5-9
5.5	結論と提言	5-10
第6章	上水道事業の運営状況	
6.1	「バ」国の水道行政	6-1
6.1.1	上水道行政の所管庁	6-1
6.1.2	上下水道事業資金調達	6-1
6.1.3	上下水道公社(WASA)の課題と問題点	6-1
6.2	チッタゴンWASAの現状	6-2
6.2.1	組織及び制度	6-2
6.2.2	上水道事業関連法令	6-3
6.2.3	水道料金体系・徴収	6-4

6.2.4	財政状況	6-4
6.2.5	事業運営状況	6-5
6.2.6	事業運営の課題	6-6
6.3	ダッカ WASA の事業内容	6-7
6.3.1	ダッカ WASA の概要	6-7
6.3.2	上水道の現状	6-8
6.3.3	下水道の現状	6-8
6.3.4	上下水道経営状況	6-8
6.4	CWASA と DWASA の事業内容比較	6-9
6.5	水道及び衛生に関する住民意識調査	6-10
6.5.1	調査の目的	6-10
6.5.2	調査質問書	6-11
6.5.3	調査結果	6-11

第7章 施設整備基本計画

7.1	計画諸元	7-1
7.1.1	計画目標年次	7-1
7.1.2	計画対象区域	7-1
7.1.3	計画対象区域内人口	7-1
7.1.4	計画給水レベル	7-1
7.1.5	計画給水区域	7-2
7.1.6	計画給水量	7-2
7.2	施設整備計画の基本方針	7-3
7.2.1	既設施設の設計方針	7-3
7.2.2	本計画における整備計画基本方針	7-4
7.3	設計諸元	7-4
7.3.1	浄水施設	7-4
7.3.2	送・配水施設	7-5
7.3.3	電気設備及び計装設備	7-5
7.4	基本計画	7-6
7.4.1	概説	7-6
7.4.2	浄水施設計画	7-7
7.4.3	モハラ浄水場拡張プラント送配水システムの検討	7-11
7.4.4	送配水施設計画	7-13
7.4.5	施設計画概要	7-14
7.5	概算事業費	7-18
7.5.1	事業費の構成	7-18
7.5.2	積算条件	7-18

7.5.3	事業費	7-19
7.5.4	実施工程	7-19
7.6	優先プロジェクトの選定	7-21

第8章 優先プロジェクトの施設計画

8.1	計画諸元	8-1
8.1.1	計画目標年次	8-1
8.1.2	計画対象区域	8-1
8.1.3	計画対象区域内人口	8-1
8.1.4	計画給水レベル	8-2
8.1.5	計画給水区域	8-2
8.1.6	計画給水量	8-2
8.2	施設設備の基本方針	8-3
8.2.1	浄水施設	8-3
8.2.2	送配水施設	8-5
8.3	施設計画	8-6
8.3.1	モハラ浄水場施設(拡張設備)	8-6
8.3.2	モハラ浄水場既存施設の改善	8-10
8.3.3	カルルガット除鉄処理場施設の改善	8-11
8.4	送配水施設	8-12
8.4.1	設計方針	8-12
8.4.2	設計基準	8-12
8.4.3	モハラ浄水場拡張施設送水管敷設ルートを選定	8-13
8.4.4	配水システム	8-13
8.5	モハラ浄水場拡張施設運転管理システム	8-15
8.6	計画施設概要一覧	8-16
8.7	事業費	8-16
8.8	事業実施スケジュール	8-16
8.9	事業実施運営上の配慮	8-20

第9章 運転維持管理計画

9.1	維持管理組織	9-1
9.2	浄水場の運転管理	9-1
9.2.1	凝集剤注入率	9-1
9.2.2	ろ過砂の洗浄操作	9-2
9.2.3	浄水生産計画	9-2
9.3	維持管理項目	9-3

第 10 章	財務分析	
10.1	投資計画/資金調達	10-1
10.2	財務分析	10-1
10.2.1	財務分析の仮定条件	10-2
10.2.2	財務分析	10-4
10.2.3	CWASA における 2015 年までの財務計画	10-8
10.3	検討結果	10-12
10.3.1	財務分析検討結果	10-12
10.3.2	政府補助金の必要性	10-13
10.4	将来の水道料金に対する提案	10-13
第 11 章	企業改革と人材育成計画	
11.1	概説	11-1
11.2	規則及び経営方針の改革	11-1
11.3	人材育成計画	11-1
第 12 章	組織計画	
12.1	概説	12-1
12.2	組織規模	12-1
12.2.1	事業規模による職員数	12-1
12.2.2	類似国の水道規模と職員数	12-1
12.2.3	将来の組織規模の設定	12-4
12.3	組織体制	12-6
第 13 章	環境影響評価 (EIA)	13-1
第 14 章	プロジェクト評価	
14.1	はじめに	14-1
14.2	プロジェクトの便益と妥当性	14-1
14.3	事業評価	14-2
14.3.1	技術評価	14-2
14.3.2	財務評価	14-2
14.3.3	社会・経済評価	14-3
14.3.4	環境評価	14-4
14.3.5	緊急改善プロジェクトと補足事業	14-4
第 15 章	結論と提言	
15.1	結論	15-1
15.2	提言	15-2

図 表 一 覧

表 一 覧

	頁
第 1 章 緒論	
表 1.1 日本側作業監理委員	1-3
表 1.2 調査団員	1-3
表 1.3 バングラデシュ側メンバー (CWASA)	1-4
第 2 章 調査対象地域の概要	
表 2.1 チッタゴン市内就業者数	2-2
第 3 章 人口及び水需要予測	
表 3.1 チッタゴン市の人口推移	3-1
表 3.2 人口予測結果	3-2
表 3.3 CWASA の給水状況 (1999 年 12 月現在)	3-3
表 3.4 住居様式の比率推定	3-4
表 3.5 住居様式別給水目標レベル	3-4
表 3.6 工業用水需要量推定 (2000 年)	3-4
表 3.7 計画目標年次における水需要予測	3-5
第 4 章 上水道施設の現状	
表 4.1 送配水管材質及び延長	4-2
表 4.2 大規模配水池仕様	4-3
第 5 章 水資源調査	
表 5.1 水質調査結果	5-2
表 5.2 地下水水質調査結果	5-2
表 5.3 モハラ浄水場における塩分濃度異常値の記録	5-3
表 5.4 CWASA によるハルダ川からの取水計画量	5-7
表 5.5 ハルダ川流量観測データ	5-7
第 6 章 上水道事業の運営状況	
表 6.1 支出割合	6-6
表 6.2 主要経営指標	6-6
表 6.3 過去 5 ヶ年の DWASA の財務状況	6-8
表 6.4 両 WASA に係る事業概要の比較	6-9

表 6.5	両 WASA に係る経営指標の比較-----	6-10
表 6.6	調査家庭数の内訳 -----	6-11
表 6.7	家庭当りの月収の分布状況 -----	6-12
表 6.8	月収に対する水道料金の占める割合-----	6-13
表 6.9	改善要求項目 -----	6-13
第 7 章	施設整備基本計画	
表 7.1	主要代替案費用比較 -----	7-12
表 7.2	主要代替案評価結果 -----	7-12
表 7.3	基本計画配水システム -----	7-14
表 7.4	基本計画施設概要 -----	7-17
表 7.5	基本計画総事業費 -----	7-20
第 8 章	優先プロジェクトの施設計画	
表 8.1	モハラ浄水場拡張計画浄水施設-----	8-10
表 8.2	カルルガット除鉄処理場改修計画施設諸元-----	8-11
表 8.3	送水ルート各代替案の特徴 -----	8-13
表 8.4	パテンガ配水場計画施設・設備諸元-----	8-14
表 8.5	クルシ配水場計画施設・設備諸元-----	8-15
表 8.6	優先プロジェクト計画施設概要-----	8-17
表 8.7	優先プロジェクト事業費 -----	8-19
表 8.8	優先プロジェクト事業費支出計画-----	8-21
第 10 章	財務分析	
表 10.1	借款条件 -----	10-1
表 10.2	運転維持管理費 -----	10-3
表 10.3	感度分析の結果 -----	10-4
表 10.4	料金と FIRR の関係 -----	10-5
表 10.5	無収水率と FIRR の関係 -----	10-6
表 10.6	感度分析の結果（事業費用の 30%が無償で補助される場合） -----	10-8
表 10.7	2015 年までの財務計画 -----	10-9
表 10.8	2015 年までの財務計画（代替案） -----	10-11
第 12 章	組織計画	
表 12.1	類似国代表都市の水道事業規模と職員数-----	12-2
表 12.2	現在の DWASA/CWASA の事業規模と将来計画の比較-----	12-5

図 一 覧

		頁
第 1 章	緒論	
図 1.1	調査体制 -----	1-3
第 5 章	水資源調査	
図 5.1	EC メータ測定結果（取水地点 A-A' 右岸から 1/4 , 測定日 Feb.22.2000） -----	5-3
図 5.2	EC メータ測定結果（取水地点 A-A' 右岸から 2/4 , 測定日 Feb.22.2000） -----	5-4
図 5.3	満潮時塩分濃度測定結果（1999/1-1999/12） -----	5-4
図 5.4	干潮時塩分濃度測定結果（1999/1-1999/12） -----	5-5
図 5.5	カルナフリ川流量と取水地点における塩分濃度の関係（1995 年） --	5-6
図 5.6	カルナフリ川流量と取水地点における塩分濃度の関係（1997 年） --	5-6
第 6 章	上水道事業の運営状況	
図 6.1	聞き取り調査による収入分布状況-----	6-12
第 7 章	施設整備基本計画	
図 7.1	基本計画主要施設配置図 -----	7-8
図 7.2	モハラ浄水場拡張施設配置図-----	7-9
図 7.3	カルナフリ浄水場概略施設配置図-----	7-10
図 7.4	基本計画フェーズ 1 送水/配水管網計画図（2005） -----	7-15
図 7.5	基本計画フェーズ 2 送水/配水管網計画図（2010） -----	7-16
第 8 章	優先プロジェクトの施設計画	
図 8.1	優先プロジェクト主要施設配置図-----	8-4
図 8.2	モハラ浄水場拡張施設システムフロー-----	8-9
図 8.3	優先プロジェクト送水/配水管網計画図-----	8-18
図 8.4	事業実施スケジュール -----	8-20
第 9 章	運転維持管理計画	
図 9.1	モハラ浄水場運転維持管理組織図-----	9-4
第 10 章	財務分析	
図 10.1	料金と FIRR の関係 -----	10-6
図 10.2	無収水率と FIRR の関係 -----	10-7
図 10.3	債務返済計画（モハラ浄水場拡張事業） -----	10-12

図 10.4	債務返済計画（CWASA 全事業）	10-12
図 10.5	料金体系（住居用）	10-14
図 10.6	料金体系（非住居用）	10-14

第 12 章 組織計画

図 12.1	類似国の水道規模と職員数の関係	12-3
図 12.2	CWASA 組織体制案	12-7

略 語 一 覽

1. Unit

A	Ampere
Cm	Centimeter
Ft.	foot, feet
G	Gram
Gpcd	gram per capita per day
Ha	hectare (1 ha = 10,000m ²)
Hr	Hour
kg	Kilogram
km	Kilometer
km ² or sq.km	square kilometer
kV	Kilovolt
kVA	kilovolt ampere
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt hour
l, or L	Liter
l/day, or l/d	Liter per day
l/sec, or l/s	Liter per second
lpcd, or Lpcd	Liter per capita per day
M	Meter
m/s, or m/sec	Meter per second
m ² , or sq.m	square meter
m ³ , or cu.m	Cubic meter
m ³ /d, or cu.m/day	Cubic meter per day
m ³ /min	Cubic meter per minute
m ³ /s, or cu.m/sec	Cubic meter per second
MCM	million cubic meter
mgd or MGD	million gallon per day (= 4,546 m ³ /day)
Mg/l	Milligram per liter
Mm	Millimeter
Kpa	Kilopascal (pressure)
Mpa	Megapascal (pressure)
Ppm	Parts per million
Taka , TK, Tk	Bangladeshi Money Unit
V	Volt

2. Water Quality

BOD ₅	Biochemical Oxygen Demand (20°C, 5 days)
COD	Chemical Oxygen Demand
DO	Dissolved Oxygen
EC	Electric Conductivity
PH	Hydrogen ion potential
SS	Suspended Solids
TS	Total Solids
TSS	Total Suspended Solids

3. Organizations

ADB	Asian Development Bank
BBS	Bangladesh Bureau of Statistics
CCC	Chittagong City Corporation
CE	Chief Engineer
CWASA	Chittagong Water Supply and Sewerage Authority
DOE	Department of Environment, Ministry of Environment and Forest
DOF	Department of Forest
DWASA	Dhaka Water Supply and Sewerage Authority
EE	Executive Engineer
ERD	Economic Relations Division, Ministry of Finance
GOB	Government of Bangladesh
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development (World Bank)
IDA	International Development Agency (soft loan facility of IBRD)
IMF	International Monetary Fund
JBIC	Japan Bank of International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
LGRD	Ministry of Local Government, Rural Development and Co-operatives
MOD I	Maintenance and Operation Division I, CWASA
MOD II	Maintenance and Operation Division II, CWASA
MOEF	Ministry of Environment and Forest
MOF	Ministry of Finance
NJS	Nippon Jogesuido Sekkei Co., Ltd.
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
SE	Superintending Engineer
WDB	Water Development Board
WHO	World Health Organization

4. Finance

B/S	Balance Sheet
FIRR	Financial Internal Rate of Return
MIS	Management Information System
MLSS	Member of Lower Subordinate Staff
MOD	Maintenance and Operation Division Circle
MODS	Maintenance Operation and Service Division
P&C	Planning and Construction Circle
PIR	Physical Inventory Report
P/L	Profit and Loss /Income and Expenditure
SL	Store Ledger
TP	Treatment Plant Circle
UFW	Unaccounted for Water

5. Others

BDWS	Bangladesh Drinking Water Standard
------	------------------------------------

BOT	Build - Operate - Transfer
BPS	Booster Pump Station
BWL	Bottom Water Level
CEPZ	Chittagong Export Processing Zone
CPI	Consumer Price Index
ECA	Environmental Conservation Act
ECC	Environmental Clearance Certificate
ECR	Environmental Conservation Rules
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EMP	Environmental Management Plan
EPZ	Export Processing Zone
EQS	Environmental Quality Standards for Bangladesh
ETP	Effluent Treatment Plant
FIRR	Financial Internal Rate of Return
FY	Fiscal Year
GDP	Gross Domestic Product
GL	Ground Level
GNP	Gross National Product
GFF	Groundwater Flowing Flux
HWL	High Water Level
HHWL	High High Water Level
HH	Household
IEE	Initial Environmental Examination
IRP	Iron Removal Plant
LLWL	Low Low Water Level
LWL	Low Water Level
M/M	Minute of Meeting
MSL	Mean Sea Level
NGO	Non-Governmental Organization
NOC	No Objection Certificate
NRW	Non-revenue Water
NWP	National Water Policy
O & M	Operation and Maintenance
ODA	Official Development Assistance
S/W	Scope of Work
STP	Sewage Treatment Plant
T.A	Technical Assistance
TOR	Terms of Reference
TW	Tube Well
TWL	Top Water Level
UFW	Unaccounted-For-Water
VAT	Value Added Tax
WSRP	Water Supply and Rehabilitation Project (of 2 nd and 3 rd Interim)
WTP	Water Treatment Plant

チッタゴン水道事業計画概要

チッタゴン水道事業計画概要

(1) 計画目標年次

計画目標年次は2010年とする。また、目標年次までの需要水量の急増を考慮し、中間目標年次として2005年を設定し、優先プロジェクトの計画目標年次とする。

(2) 計画対象区域

計画対象区域の面積は26,915haである。このうち、優先プロジェクトの計画対象区域の面積^{*}は13,986haである。

* : カバーされる需要の割合に各地区の面積を乗じたもの

(3) 計画対象区域内人口

計画目標年次2010年における計画区域内人口は3,992,000人である。また、中間目標年次2005年における計画区域内人口は3,186,000人である。

このうち、優先プロジェクトの計画対象区域の目標給水人口^{**}は1,940,000人である。そのうち、さらに優先プロジェクトにより給水される人口は1,580,000人である。

** : 計画給水レベルを考慮した人口

(4) 計画目標給水レベル

計画目標年次2010年における計画目標給水レベルとして、コンクリート造家屋居住者、セミ・コンクリート造家屋居住者、及びバラック造家屋居住者に対し、各々の95%、50%、及び20%を戸別給水、5%、50%、及び20%を公共給水栓による給水とする。

また、中間目標年次2005年における計画目標給水レベルとして、コンクリート造家屋居住者、セミ・コンクリート造家屋居住者、及びバラック造家屋居住者に対し、各々の70%、30%、及び15%を戸別給水、10%、30%、及び20%を公共給水栓による給水とする。

(5) 計画給水区域

計画目標年次2010年における計画給水区域は、計画対象区域全域とする。中間目標年次2005年における計画給水区域は、計画対象区域の中で既に施設整備が進められている区域を主体とし、

給水区域の拡張は既存配水管網に近接する区域に限定し、水源開発量に対応した給水区域とする。

(6) 計画給水量

計画目標年次2010年における計画需要水量は650,000m³/日とし、中間目標年次2005年における計画需要水量(総需要量)は344,000m³/日である。なお、中間目標年次2005年における水源の容量は、当該年度までに整備されることが確実な既存及び計画進行中の施設、そして本計画のモハラ浄水場拡張施設を合計した282,000m³/日とし、それに応じた配水管網の整備を図るものとする。

(7) 計画水源施設

計画水源施設は以下の通りである。

水源名	2000年 (現在)	2005年 (中間目標年次)	2010年 (目標年次)
1. 既存モハラ浄水場 (F/Sにて一部改良)	91,000 m ³ /日 (20 MGD)	91,000 m ³ /日 (20 MGD)	91,000 m ³ /日 (20 MGD)
2. モハラ浄水場拡張 (F/S対象)	-	91,000 m ³ /日 (20 MGD)	91,000 m ³ /日 (20 MGD)
3. 既存カルルガット除鉄処理場 (GOB将来拡張分を含む F/Sにて一部改良)	46,000 m ³ /日 (10 MGD)	54,600 m ³ /日 (12 MGD)	68,200 m ³ /日 (15 MGD)
4. モデナガット浄水場第一期 (事業進行中)	-	45,500 m ³ /日 (10 MGD)	45,500 m ³ /日 (10 MGD)
5. モデナガット浄水場第二期 (計画進行中)	-	-	45,500 m ³ /日 (10 MGD)
6. ファテハバッド除鉄処理場 (計画進行中)	-	-	45,500 m ³ /日 (10 MGD)
7. カルナフリ浄水場 (新規計画)	-	-	272,800 m ³ /日* (60 MGD)
8. 既存MOD-I地区井戸 (F/S事業完了時廃止)	32,000 m ³ /日 (7 MGD)	-	-
合計	169,000 m ³ /日 (37 MGD)	282,000 m ³ /日 (62 MGD)	659,000 m ³ /日 (145 MGD)

*：給水ブロックに分割により各浄水場の浄水量と実給水量に差(浄水能力の余裕となる)が生じる。この全体給水量に対する差分をカルナフリ浄水場で補うこととするため、必要浄水量が増加し60MGDとなる。

(8) 計画配水システム

安定給水を維持するために、配水システムは各水源ごとに独立した配水システムとし、そのために、以下の通り既存施設も含め中間目標年次は6箇所、目標年次は10箇所に配水池を計画した。

配水池名	水源名	2005年(中間)	2010年(目標)
1. 既存モハラ浄水場 配水(浄水)池	既存モハラ浄水場	6,700m ³	10,000m ³
2. クルシ配水池(地上) (F/S対象)	モハラ浄水場拡張	19,600m ³	19,600m ³
3. クルシ配水池(高架) (F/S対象)	モハラ浄水場拡張	1,780m ³	1,780m ³
4. 既存カルルガット加圧ポンプ 場配水(浄水)池 (F/S対象)	既存カルルガット 除鉄処理場	12,700m ³	14,400m ³
5. 既存バタリヒル配水池	モデナガット 浄水場第一期	13,640m ³	13,640m ³
6. モデナガット浄水場第二期 配水(浄水)池(地上+高架)	モデナガット 浄水場第二期	-	地上:10,000m ³ 高架:1,530m ³
7. ファテハバッド除鉄処理場 配水池(地上+高架)	ファテハバッド 除鉄処理場	-	地上:10,000m ³ 高架:1,530m ³
8. ナシラバッド配水池 (地上+高架)	カルナフリ浄水場	-	地上:27,500m ³ 高架:3,620m ³
9. サリンプール配水池	カルナフリ浄水場	-	11,200m ³
10. パテンガ加圧ポンプ場配水池 (F/S対象)	カルナフリ浄水場*	12,000m ³	24,000m ³
(ADCヒル配水池)	(既存モハラ浄水場)	(4,500m ³)	(4,500m ³)
合計		66,420m ³	139,800m ³

*: 2010年(フェーズ2)完了時まではモデナガット浄水場第一期及び既存モハラ浄水場の浄水を受水する

(9) 事業費

基本計画の総事業費は約450百万米ドルとなる。このうち、フェーズ1の総事業費は約111百万米ドル、フェーズ2の総事業費は約339百万米ドルである。

また、フェーズ1事業の一部を除いた優先プロジェクトの事業費は価格予備費を算入しないで約94百万米ドルとなる。価格予備費を算入すると約99百万米ドルとなる。

表 S-1 計画目標年次における水需要

項 目	2000 年	2005 年	2010 年
1. 調査地域内人口 (人)	2,550,000	3,190,000	3,990,000
2. 計画目標給水人口 (人)	-	1,940,000	3,370,000
3. 需要量 (m ³ /日)	-	344,000	649,000
4. 給水人口 (人)	1,142,000	1,580,000	3,370,000
5. 計画目標給水人口調整率* ¹ (%)	-	82 %	100 %
6. 対行政人口普及率 (%)	44.7 %	50 %	84 %
7. 給水対象面積* ² (ha)	-	14,568	26,915
8. 給水量 (m ³ /日)	162,500	281,000	649,000
(MGD)	35.7	62	143
1) 家庭給水	68,000	134,000	329,000
2) 公共水栓	16,400	23,000	42,000
3) 商業用	7,600	16,000	37,000
4) 公共用 (モスク等)	1,100	2,000	18,000
5) 工業用	11,800	36,000	80,000
6) UFW/漏水	57,600	70,000	143,000
総給水量に対する比率 (%)	(35.4%)	(25%)	(22%)
9. 家庭給水 1 人 1 日当り消費量 (liter/人/日)	85	120	130
10. 1 人 1 日当り給水量 (liter/人/日) (工業用水を含む)	142	178	193
計 画 条 件	現在	F/S 計画	基本計画

注：給水人口はセンサス人口でフローティング人口を含まない。

* 1：モハラ浄水場拡張等による水源開発能力に見合う給水人口とするため、計画給水目標レベルから算出した対象人口を調整した比率である。

* 2：（各地区行政面積×各地区別カバー率（給水レベルを考慮した普及率））
2010 年では給水目標レベルを 100%達成するので全行政面積となる。

表 S-2 住居様式の比率

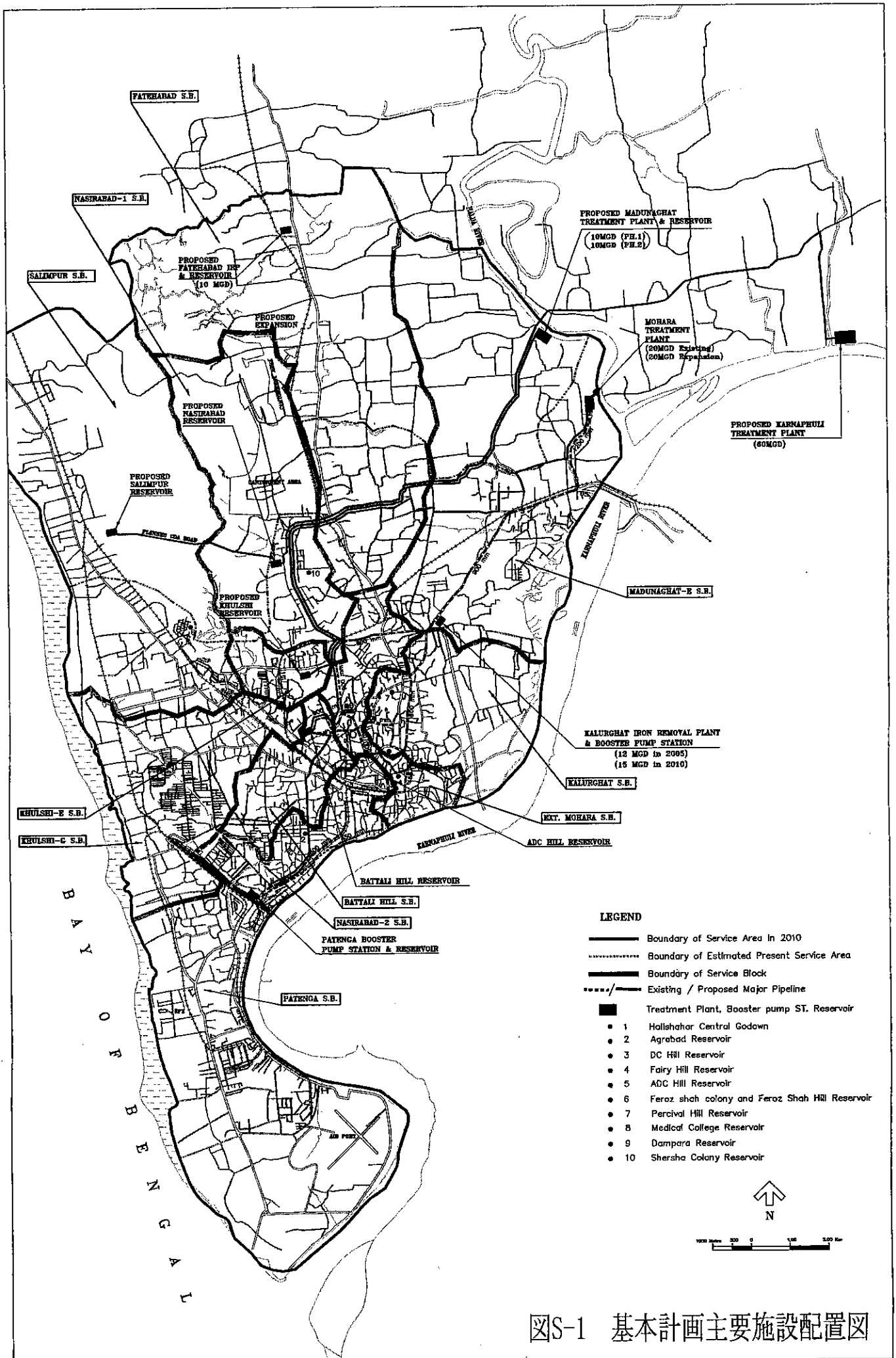
住 居 様 式	1991 年	2005 年	2010 年
Pucca (コンクリート造)	31 %	42 %	47 %
Semi-Pucca (セミ・コンクリート造)	34 %	28 %	27 %
Kutcha (バラック造)	35 %	30 %	26 %

注：1991 年度の住居様式比率は 1991 年人口センサスによる。

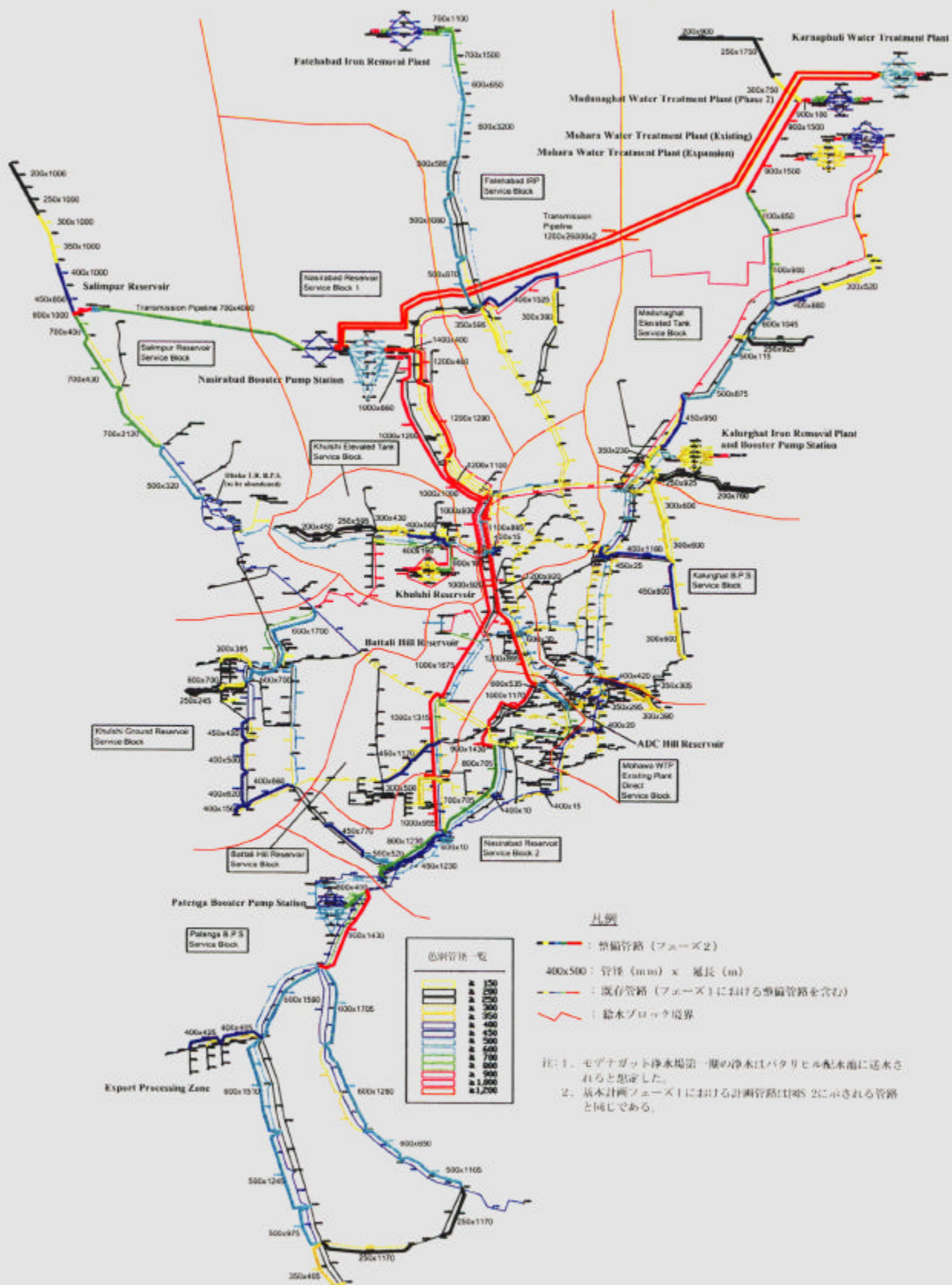
2005, 2010 年度の住居様式比率は調査団予測による調査対象全域の平均。

表 S-3 住居様式別給水目標レベル

給水方式	2000 年			2005 年			2010 年		
	Pucca	Semi -	Kutcha	Pucca	Semi -	Kutcha	Pucca	Semi -	Kutcha
家庭給水	(70.0%)			70%	30%	15%	95%	50%	20%
公共水栓	(30.0%)			10%	30%	20%	5%	50%	20%



図S-1 基本計画主要施設配置図



図S-2 基本計画送水/配水管網計画図 (フェーズ2, 2010)

表S-4 基本計画施設概要

施設	緊急整備*	フェーズ1 2005	フェーズ2 2010	合計
1 モハラ浄水場(拡張)系				
浄水施設	Q=91,000m ³ /日 (20MGD)	20MGD	-	20MGD
送水ポンプ	15.8m ³ /分 x 84m x 350kW x 4 (+1)台	5台	-	5台
モハラ-クルシ	DC1P 900mm	15,045 m	-	15,045 m
クルシ配水池	地上 2,800m ² x 7mD (35m-28m) 19,600m ³	19,600m ³	-	19,600m ³
揚水ポンプ	13.1m ³ /分 x 25m x 90kW x 3 (+1)台	-	4台	4台
高架水槽	18m x 7mD (52m-45m) x 16mH (LWL)	-	1,780m ³	1,780m ³
配水管	DC1P/PVC 口径1000mm 200mm	7,725 m	13,260 m	28,865 m
2 モハラ浄水場(既存)系				
浄水施設	更生事業 (ろ過池、取水・送水ポンプ)	-	1式	1式
配水管	DC1P/PVC 口径600mm 300mm	-	20 m	1,170 m
3 カルルガット加圧ポンプ場系				
浄水施設	更生事業 (ろ過池、自家発電設備)	-	1式	1式
配水池 (拡張)	地上 2,060m ² x 2.87mD (3.33m-0.46m)、既存 2,940m ² (拡張 5,910m ³ 、既存 8,440m ³)	-	1,470m ² (4,220m ³)	590m ² (1,690m ³)
配水管	DC1P/PVC 口径600mm 200mm	-	7,150 m	3,910 m
4 モデナガット浄水場第一期(パタリヒル配水池系)				
配水管	DC1P/PVC 口径800mm 200mm	-	5,505 m	1,170 m
5 モデナガット浄水場第二期系				
浄水場	Q=45,500m ³ /日 (10MGD)	-	-	10MGD
モデナガット配水池	地上 2,000m ² x 5mD (7m-2m)、10,000m ³	-	-	10,000m ³
揚水ポンプ	15.6m ³ /分 x 35m x 150kW x 3 (+1)台	-	-	4台
高架水槽	18m x 6mD (36m-30m) x 25mH (LWL)	-	-	1,530m ³
配水管	DC1P/PVC 口径900mm 200mm	-	-	15,475 m
6 ファテハバッド除鉄処理場系				
ファテハバッド配水池	地上 2,000m ² x 5mD (17m-12m)、10,000m ³	-	-	10,000m ³
揚水ポンプ	15.6m ³ /分 x 35m x 150kW x 3 (+1)台	-	-	4台
高架水槽	18m x 6mD (46m-40m) x 25mH (LWL)	-	-	1,530m ³
配水管	DC1P/PVC 口径700mm 300mm	-	-	10,495 m
7 カルナフリ浄水場				
浄水場	Q=273,000m ³ /日 (60MGD)	-	-	60MGD
送水ポンプ	48m ³ /分 x 71.5m x 920kW x 4 (+1)台	-	-	5台
カルナフリ-ナシラバッド	DC1P 1,200mm x 2条	-	-	52,000 m
8 カルナフリ浄水場(ナシラバッド配水池系)				
ナシラバッド配水池	地上 5,500m ² x 5mD (28m-23m)、27,500m ³	-	-	27,500m ³
揚水ポンプ	38.4m ³ /分 x 28.5m x 300kW x 3 (+1)台	-	-	4台
高架水槽	24m x 8mD (53m-45m) x 25mH (LWL)	-	-	3,620m ³
バテンガ送水施設	送水ポンプ 38.7m ³ /分 x 22.5m x 240kW x 2 (+1)台	-	-	3台
送水管	DC1P/PVC 口径1000mm 600mm	-	-	10,505 m
サリンプール送水施設	送水ポンプ 18m ³ /分 x 48.5m x 240kW x 2 (+1)台	-	-	3台
送水管	DC1P/PVC 口径700mm	-	-	4,000 m
配水管	DC1P/PVC 口径1400mm 300mm	-	-	12,725 m
9 カルナフリ浄水場(サリンプール配水池系)				
サリンプール配水池	地上 1,400m ² x 8mD (55m-47m)、11,200m ³	-	-	11,200m ³
配水管	DC1P/PVC 口径900mm 200mm	-	-	10,120 m
10 カルナフリ浄水場(バテンガ加圧ポンプ場系)				
バテンガ配水池	地上 4,000m ² x 6mD (7m-1m)、24,000m ³	-	-	4000m ²
2期に分けて拡張		(12,000m ³)	(12,000m ³)	(24,000m ³)
配水ポンプ	19.2m ³ /分 x 37m x 200kW x 2 (+1)台	-	-	3台
送水管	27.6m ³ /分 x 37m x 280kW x 2 (+1)台	-	-	3台
配水管	DC1P/PVC 口径900mm 200mm	-	-	14,630 m
11 二次配水管網(小口径配水管)				
小口径配水管	200-100mm	1式	1式	1式
12 職員住宅及び地区事務所				
職員住宅	100m ²	-	40戸	40戸
地区事務所	800m ²	-	5事務所	5事務所(拡張)
整備施設合計				
浄水場		1浄水場 20MGD	2浄水場 70MGD	3浄水場 90MGD
ポンプ場	(浄水場内送水ポンプ場を含む)	1ポンプ場 5台	2ポンプ場 7台	5ポンプ場 26台
配水池**		1ヶ所	2ヶ所	4+2(拡張)ヶ所
地上配水池	施設容量	19,600 m ³	3,470 m ³	61,290 m ³
高架水槽	施設容量	-	1槽	3槽
送水管***		22,770 m	25,935 m	129,450 m
送水管		15,045 m	-	66,505 m
配水管		7,725 m	40,565 m	62,945 m

注：モデナガット浄水場第一期、同送水管（パタリヒルまで）、ファテハバッド除鉄処理場、同井戸水源は既存施設と見なした。
 *：緊急整備事業はモハラ浄水場拡張施設の浄水配水に最低限必要な施設である。浄水場拡張施設、送水施設、送水管、クルシ地上配水池、主配水管の一部から構成される。
 **：浄水場の浄水池は含んでいない。
 ***：本表は二次配水管網(小口径配水管)延長を含んでいない。

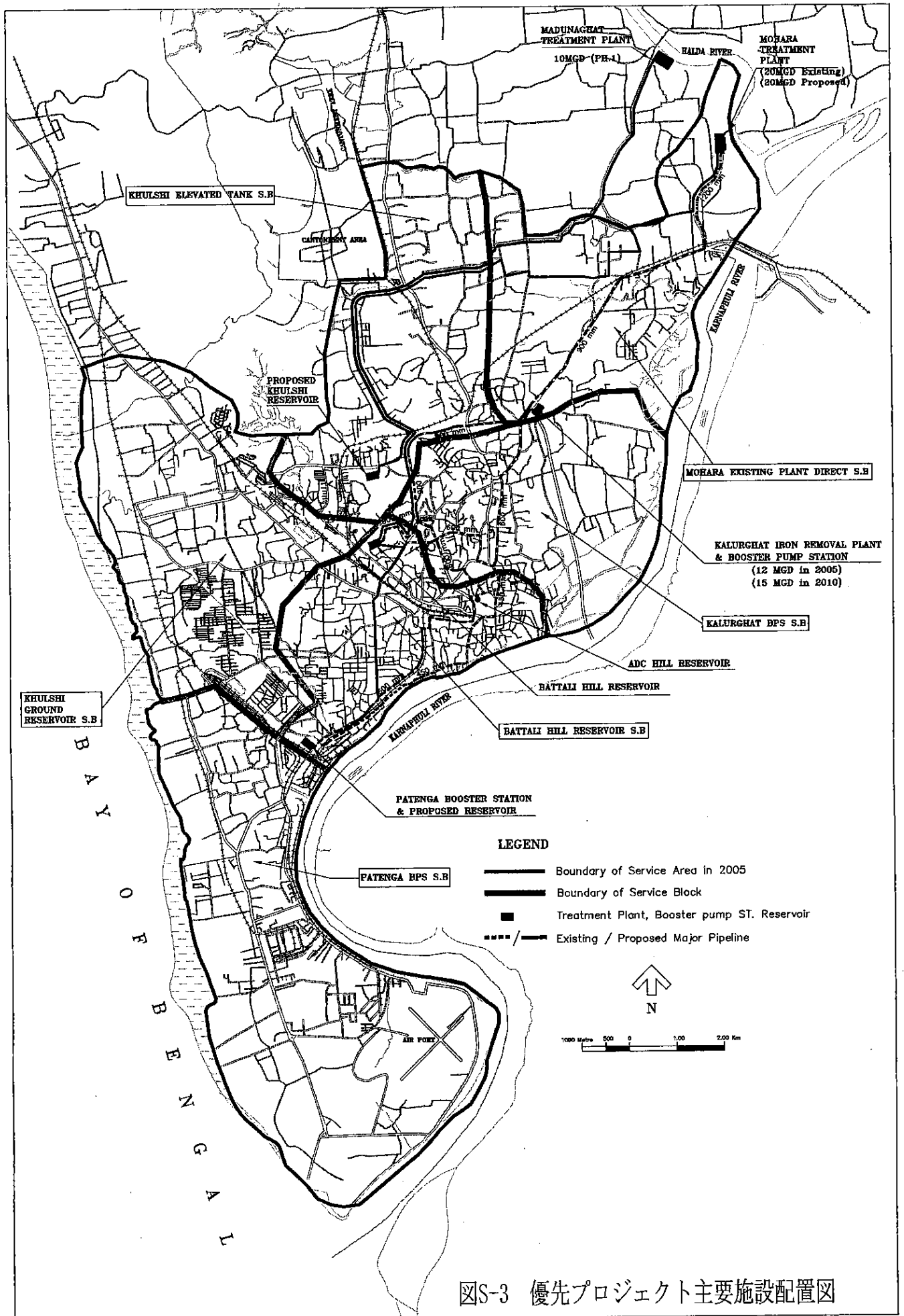
表S-5 基本計画総事業費

(単位: US\$)

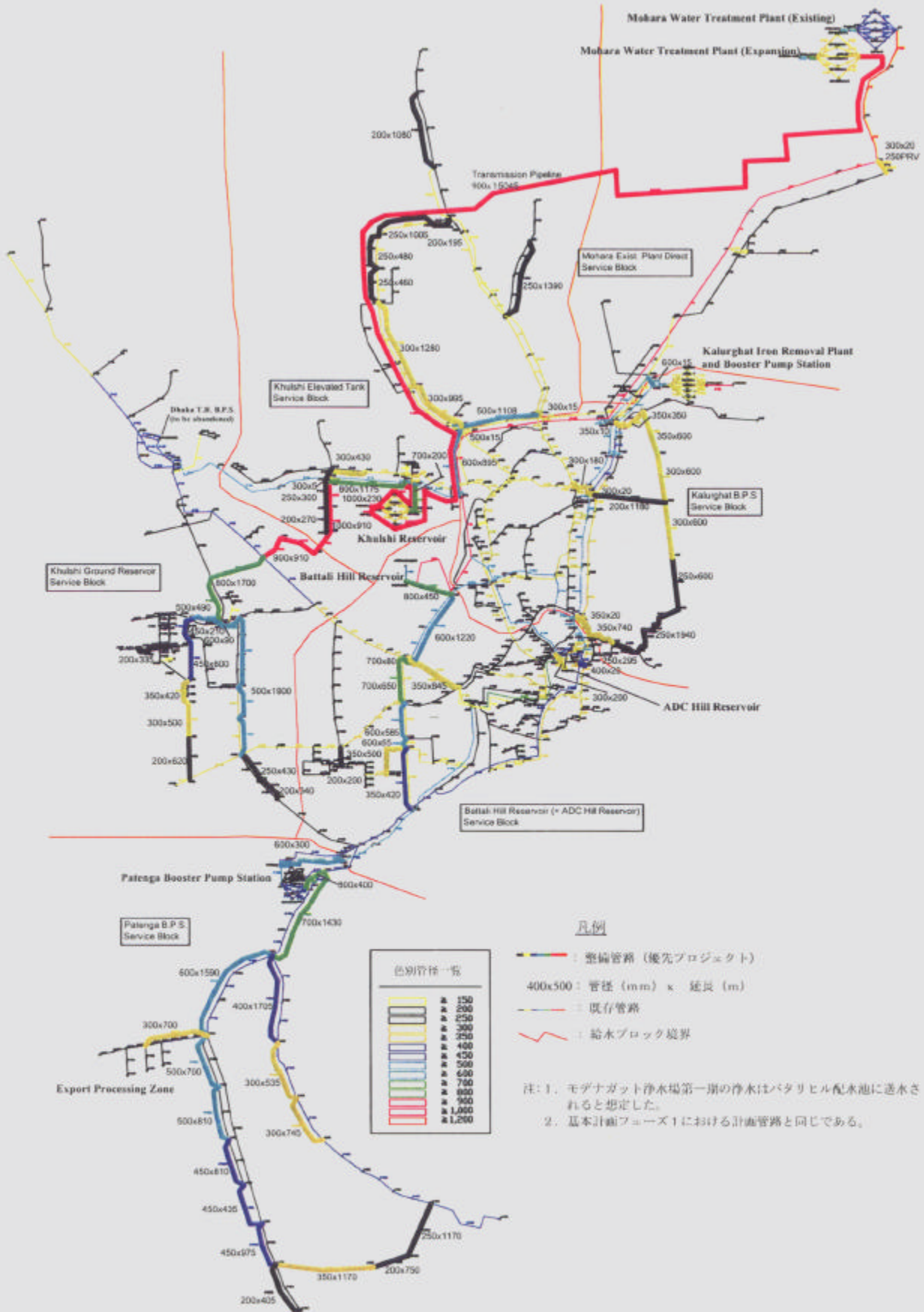
計画施設	フェーズ 1 (2005)			フェーズ 2 (2010)			合計		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	合計
I. 直接工事費									
1. モハラ浄水場(拡張)	6,584,000	13,857,000	20,441,000	0	0	0	6,584,000	13,857,000	20,441,000
2. モハラ浄水場(拡張)(クルシ配水池)系	4,074,000	4,884,000	8,958,000	367,000	801,000	1,168,000	4,441,000	5,685,000	10,126,000
3. モハラ浄水場(既存)系	355,000	2,275,000	2,630,000	49,000	86,000	135,000	404,000	2,361,000	2,765,000
4. カルルガット加圧ポンプ場系*	1,915,000	4,244,000	6,159,000	408,000	412,000	820,000	2,323,000	4,656,000	6,979,000
5. モデナガット浄水場一期(バタリヒル配水池)系*	-	-	-	55,000	117,000	172,000	55,000	117,000	172,000
6. モデナガット浄水場二期系	-	-	-	6,654,000	7,902,000	14,556,000	6,654,000	7,902,000	14,556,000
7. ファテハバッド除鉄処理場系	-	-	-	2,544,000	3,312,000	5,856,000	2,544,000	3,312,000	5,856,000
8. カルナフリ浄水場	-	-	-	26,968,000	46,044,000	73,012,000	26,968,000	46,044,000	73,012,000
9. カルナフリ浄水場(ナシラバッド配水池)系	-	-	-	7,284,000	15,448,000	22,732,000	7,284,000	15,448,000	22,732,000
10. カルナフリ浄水場(サリンブル配水池)系	-	-	-	1,749,000	1,566,000	3,315,000	1,749,000	1,566,000	3,315,000
11. カルナフリ浄水場(パテンガ加圧ポンプ場)系*	1,381,000	2,331,000	3,712,000	2,638,000	4,557,000	7,195,000	4,019,000	6,888,000	10,907,000
12. 小口径配水管網	5,878,000	8,469,000	14,347,000	20,246,000	29,171,000	49,417,000	26,124,000	37,640,000	63,764,000
13. 職員住宅及び地区事務所	1,480,000	0	1,480,000	1,480,000	0	1,480,000	2,960,000	0	2,960,000
小計 I	21,667,000	36,060,000	57,727,000	70,442,000	109,416,000	179,858,000	92,109,000	145,476,000	237,585,000
II. 間接費・利益									
1. 間接費・利益 (ICB: 1 - 11の25%)	0	10,475,000	10,475,000	0	32,240,000	32,240,000	0	42,715,000	42,715,000
2. 間接費・利益 (LCB: 12, 13の12.5%)	1,978,000	0	1,978,000	6,362,000	0	6,362,000	8,340,000	0	8,340,000
小計 II	1,978,000	10,475,000	12,453,000	6,362,000	32,240,000	38,602,000	8,340,000	42,715,000	51,055,000
III. 機器調達									
1. 量水器(20-150mmx25,000個) x 2期	0	589,000	589,000	0	589,000	589,000	0	1,178,000	1,178,000
2. 車両(乗用車 x 2台, 4WD x 2台) x 2期	0	93,000	93,000	0	93,000	93,000	0	186,000	186,000
3. コンピュータ(8セット、プリンタ共) x 2期	0	22,000	22,000	0	22,000	22,000	0	44,000	44,000
小計 III	0	704,000	704,000	0	704,000	704,000	0	1,408,000	1,408,000
IV. 管理費									
1. CWASA 管理費	128,000	0	128,000	128,000	0	128,000	256,000	0	256,000
2. 用地買収費	3,370,000	0	3,370,000	8,715,000	0	8,715,000	12,085,000	0	12,085,000
小計 IV	3,498,000	0	3,498,000	8,843,000	0	8,843,000	12,341,000	0	12,341,000
V. 関税、その他諸税									
1. 関税その他輸入諸税	12,595,000	0	12,595,000	37,724,000	0	37,724,000	50,319,000	0	50,319,000
2. 土木工事付加価値税 (4.5%)	1,518,000	0	1,518,000	4,607,000	0	4,607,000	6,125,000	0	6,125,000
3. 機器資材輸入付加価値税	6,010,000	0	6,010,000	18,437,000	0	18,437,000	24,447,000	0	24,447,000
4. 船積検査手数料 (PSI)	302,000	0	302,000	936,000	0	936,000	1,238,000	0	1,238,000
小計 V	20,425,000	0	20,425,000	61,704,000	0	61,704,000	82,129,000	0	82,129,000
VI. 技術経費									
1. 詳細設計、施工監理 (8% of I+II)	849,000	4,810,000	5,659,000	2,611,000	14,798,000	17,409,000	3,460,000	19,608,000	23,068,000
2. 技術経費付加価値税 (5.25%)	297,000	0	297,000	914,000	0	914,000	1,211,000	0	1,211,000
小計 VI	1,146,000	4,810,000	5,956,000	3,525,000	14,798,000	18,323,000	4,671,000	19,608,000	24,279,000
VII. 予備費									
1. 工事予備費 (+ + + + + の10%)	4,871,000	5,205,000	10,076,000	15,088,000	15,716,000	30,804,000	19,959,000	20,921,000	40,880,000
2. 価格予備費	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII. 総事業費	53,585,000	57,254,000	110,839,000	165,964,000	172,874,000	338,838,000	219,549,000	230,128,000	449,677,000

注: モデナガット浄水場第一期、同送水管(バタリヒルまで)、ファテハバッド除鉄処理場、同井戸水源は既存施設と見なした。

*: クルシ配水池系を除く2005年の配水幹線の工事費はカルルガット加圧ポンプ場系に一括して計上してある。



図S-3 優先プロジェクト主要施設配置図



図S-4 優先プロジェクト送水/配水管網計画図

表S-6 優先プロジェクト計画施設概要

施設	管径 (mm)	管材質	数量
1 モハラ浄水場(拡張)			
浄水場 浄水施設 20MGD			20MGD
送水ポンプ 15.8m ³ /分 x 84 m x 350 kW x 4 (+1) 台			5 台
送水管	900	DCIP	15,045 m
2 クルシ配水池系			
クルシ配水場			
地上配水池 2,800m ² x 7m深 (35m-28m)			19,600m ³
揚水ポンプ 13.1m ³ /分 x 25m x 90kW x 3 (+1)台			4 台
高架水槽 径18m x 7m深 (52m-45m) x 16m高 (低水位)			1,780m ³
配水幹線	1000-200	DCIP/PVC	20,985 m
3 モハラ浄水場(既存系)			
浄水場 更生工事 (ろ過池、取水/送水ポンプ)			一式
配水幹線	600-300	DCIP/PVC	20 m
4 カルルガット加圧ポンプ場系			
除鉄処理場更生工事 (ろ過池、自家発電設備)			一式
浄水池 (拡張)			
地上配水池 1,470m ² x 2.87m深 (3.33m-0.46m)		既存 2,940m ² (8,440m ³)	1,470m ² (4,220m ³)
配水幹線	600-200	DCIP/PVC	7,150 m
5 バタリヒル配水池系			
配水幹線	800-200	DCIP/PVC	5,505 m
6 パテンガ加圧ポンプ場系			
パテンガ配水場			
地上配水池 2,000 m ² x 6m深 (7m-1m)			2,000m ² (12,000m ³)
配水ポンプ 19.2m ³ /分 x 37m x 200kW x 2 (+1) 台			3 台
配水幹線	900-200	DCIP/PVC	14,630 m
7 二次配水管網(小口径配水管)			
小口径配水管	200-100mm	PVC	1式
8 職員住宅及び地区事務所			
職員住宅	100m ²		40戸
地区事務所	800m ²		5事務所
計画施設概要まとめ			
浄水施設	2 0 MGD		一式
ポンプ施設			3 施設
ポンプ台数			12 台
配水池			
地上配水池			3 池
総容量			35,820 m ³
高架水槽			1 槽
総容量			1,780 m ³
配管*			63,335 m
送水管	900mm	DCIP	15,045 m
配水幹線	1000-200mm	DCIP/PVC	48,290 m
地区事務所		800m ²	5 事務所
職員住宅		100m ²	40戸

注： ・モデナガット浄水場第一期、同送水管（バタリヒルまで）、ファテハバッド除鉄処理場、同井戸水源は既存施設と見なした。
 ・浄水場の浄水池は含めていない。
 ・*:本表は二次配水管網（小口径管）を含めていない。

表S-7 優先プロジェクト事業費

(単位: US\$)

施 設	優先プロジェクト		
	内 貨	外 貨	合 計
I. 直接工事費			
1. 浄水施設			
モハラ浄水場拡張施設、送水ポンプ	5,535,000	9,633,000	15,168,000
既存モハラ浄水場更生	355,000	2,275,000	2,630,000
カルルガット除鉄処理場更生、配水池	643,000	1,393,000	2,036,000
2. 配水池			
クルシ配水池(配水池、ポンプ、高架水槽)	3,031,000	2,151,000	5,182,000
パテンガ配水池(配水池、ポンプ)	1,381,000	2,331,000	3,712,000
3. 送水/配水管			
送水管	1,049,000	4,224,000	5,273,000
配水幹線	2,315,000	5,584,000	7,899,000
4. 小口径配水管網	1,986,000	2,861,000	4,847,000
5. 職員住宅及び地区事務所	1,480,000	0	1,480,000
直接工事費合計	17,775,000	30,452,000	48,227,000
II. 間接費・利益	791,000	10,475,000	11,266,000
III. 機器調達	0	704,000	704,000
IV. 管理費			
1. CWASA 管理費	128,000	0	128,000
2. 用地買収費	3,370,000	0	3,370,000
V. 関税、その他諸税	16,316,000	0	16,316,000
VI. 技術経費			
1. 詳細設計、施工監理	782,000	4,022,000	4,804,000
2. 技術経費付加価値税(5.25%)	252,000	0	252,000
技術経費合計	1,034,000	4,022,000	5,056,000
VII. 予備費			
1. 工事予備費(+ + + + + の10%)	3,941,000	4,565,000	8,506,000
2. 価格予備費(LCP: 0.7%p.a., FCP: 2%p.a.)	1,376,000	4,129,000	5,505,000
VIII. 価格予備費を除く総事業費	43,355,000	50,218,000	93,573,000
価格予備費を含む総事業費	44,731,000	54,347,000	99,078,000

注: モデナガット浄水場第一期、同送水管、ファテナバット除鉄処理場、同井戸水源は既存施設と見なした。

*: クルシ配水池系以外の配水幹線の費用はカルルガット加圧ポンプ場系の配水幹線費用に集計してある。

図S-5 優先プロジェクト実施スケジュール

作業項目	2000				2001				2002				2003				2004				2005				2006				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1. JICAフィージビリティ調査	■																												
2. ハ国政府内手続				■	■																								
3. 借款手続							■	■																					
4. 用地取得				■	■																								
5. 詳細設計									■																				
6. 建設事前準備											■	■																	
7. モハラ浄水場拡張工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
8. カルルガット処理場工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
9. クルシ配水場工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
10. パテンガ配水場工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
11. モハラ送水管工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
12. 配水管工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
13. 職員住宅及び地区事務所													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
14. モハラ初期習熟運転																							■	■	■	■	■	■	
15. モハラ浄水場改良工事																							■	■	■	■	■	■	

表S-8 優先プロジェクト事業費支出計画

(単位: US\$)

施設	優先プロジェクト合計			2001			2002			2003			2004			2005			2006			
	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	
I. 直接工事費																						
1. モハラ浄水場拡張																						
浄水場浄水施設 20MGD、送水ポンプ	5,535,000	9,633,000	15,168,000	0	0	0	0	0	0	1,107,000	1,927,000	3,034,000	2,214,000	3,853,000	6,067,000	2,214,000	3,853,000	6,067,000	0	0	0	
送水管 DCIP 900mm x 15,045m	1,049,000	4,224,000	5,273,000	0	0	0	0	0	0	210,000	845,000	1,055,000	420,000	1,690,000	2,110,000	420,000	1,689,000	2,109,000	0	0	0	
2. モハラ浄水場拡張(カルフガット加圧配水係)																						
カルフガット加圧ポンプ	3,031,000	2,151,000	5,182,000	0	0	0	0	0	0	606,000	430,000	1,036,000	1,212,000	860,000	2,072,000	1,212,000	861,000	2,073,000	0	0	0	
配水幹線 (配水池、揚水ポンプ、高梁水槽)	1,272,000	2,851,000	4,123,000	0	0	0	0	0	0	127,000	285,000	412,000	509,000	1,140,000	1,649,000	509,000	1,140,000	1,649,000	128,000	286,000	414,000	
3. モハラ浄水場(既存系)																						
浄水場更生	355,000	2,275,000	2,630,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178,000	1,138,000	1,316,000	177,000	1,138,000	1,315,000	
配水幹線	-*	-*	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4. カルフガット加圧ポンプ場系																						
除鉄処理場更生、配水池拡張	643,000	1,393,000	2,036,000	0	0	0	0	0	0	129,000	279,000	408,000	257,000	557,000	814,000	257,000	557,000	814,000	0	0	0	
配水幹線(カルフ系以外の配水系合計*)	1,272,000	2,851,000	4,123,000	0	0	0	0	0	0	127,000	285,000	412,000	509,000	1,140,000	1,649,000	509,000	1,140,000	1,649,000	127,000	286,000	413,000	
5. モデナガット浄水場一期(ワシリル配水係)																						
配水幹線	-*	-*	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6. パレンガ加圧ポンプ場系																						
パレンガ配水場(地上配水池、配水P)	1,381,000	2,331,000	3,712,000	0	0	0	0	0	0	276,000	466,000	742,000	552,000	932,000	1,484,000	553,000	933,000	1,486,000	0	0	0	
配水幹線	-*	-*	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7. 小口渡水橋	1,986,000	2,861,000	4,847,000	0	0	0	0	0	0	199,000	286,000	485,000	794,000	1,144,000	1,938,000	794,000	1,144,000	1,938,000	199,000	287,000	486,000	
8. 職業住宅及び配水所	1,480,000	0	1,480,000	0	0	0	0	0	0	592,000	0	592,000	592,000	0	592,000	296,000	0	296,000	0	0	0	
小計 I	18,004,000	30,570,000	48,574,000	0	0	0	0	0	0	3,373,000	4,803,000	8,176,000	7,059,000	11,316,000	18,375,000	6,942,000	12,455,000	19,397,000	631,000	1,997,000	2,628,000	
II. 間接費・利益																						
1. ICB (1, 2, 3, 4, 5 及び 6 の 25%)	0	10,475,000	10,475,000	0	0	0	0	0	0	646,000	1,129,000	1,775,000	1,418,000	2,543,000	3,961,000	1,463,000	2,828,000	4,291,000	108,000	428,000	536,000	
2. LCB (7 及び 8 の 12.5%)	791,000	0	791,000	0	0	0	0	0	0	99,000	36,000	135,000	173,000	143,000	316,000	136,000	143,000	279,000	24,000	36,000	60,000	
小計 II	791,000	10,475,000	11,266,000	0	0	0	0	0	0	745,000	1,165,000	1,910,000	1,591,000	2,686,000	4,277,000	1,599,000	2,971,000	4,570,000	132,000	464,000	596,000	
III. 機器運賃	0	704,000	704,000	0	0	0	0	106,000	106,000	0	598,000	598,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IV. 管理費																						
1. CWASA 管理費	128,000	0	128,000	13,000	0	13,000	13,000	0	13,000	26,000	0	26,000	32,000	0	32,000	32,000	0	32,000	12,000	0	12,000	
2. 用地買収費	3,370,000	0	3,370,000	2,696,000	0	2,696,000	674,000	0	674,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
V. 関税 その他税																						
1. 関税その他輸入諸税	9,907,000	0	9,907,000	0	0	0	52,000	0	52,000	1,061,000	0	1,061,000	2,868,000	0	2,868,000	5,066,000	0	5,066,000	861,000	0	861,000	
2. 土木工事付加価値税(4.5%)	1,321,000	0	1,321,000	0	0	0	0	0	0	222,000	0	222,000	500,000	0	500,000	528,000	0	528,000	70,000	0	70,000	
3. 機器資材輸入付加価値税	4,842,000	0	4,842,000	0	0	0	22,000	0	22,000	502,000	0	502,000	1,408,000	0	1,408,000	2,488,000	0	2,488,000	422,000	0	422,000	
4. 船積検査手数料 (PSI)	246,000	0	246,000	0	0	0	1,000	0	1,000	25,000	0	25,000	72,000	0	72,000	127,000	0	127,000	22,000	0	22,000	
小計 V	16,316,000	0	16,316,000	0	0	0	75,000	0	75,000	1,810,000	0	1,810,000	4,848,000	0	4,848,000	8,209,000	0	8,209,000	1,375,000	0	1,375,000	
VI. 技術費																						
1. 詳細設計, 施工監理	782,000	4,022,000	4,804,000	0	0	0	321,000	1,782,000	2,103,000	115,000	529,000	644,000	142,000	633,000	775,000	145,000	732,000	877,000	59,000	346,000	405,000	
2. 技術経費付加価値税(5.25%)	252,000	0	252,000	0	0	0	110,000	0	110,000	34,000	0	34,000	41,000	0	41,000	46,000	0	46,000	21,000	0	21,000	
小計 VI	1,034,000	4,022,000	5,056,000	0	0	0	431,000	1,782,000	2,213,000	149,000	529,000	678,000	183,000	633,000	816,000	191,000	732,000	923,000	80,000	346,000	426,000	
VII. 予備費																						
1. 工事予備費 (- の 10%)	3,941,000	4,565,000	8,506,000	271,000	0	271,000	119,000	189,000	308,000	610,000	710,000	1,320,000	1,371,000	1,464,000	2,835,000	1,697,000	1,616,000	3,313,000	223,000	281,000	504,000	
2. 価格予備費 (LCP:0.7%p.a., FCP:2%p.a.)	1,376,000	4,129,000	5,505,000	21,000	0	21,000	18,000	84,000	102,000	142,000	478,000	620,000	427,000	1,327,000	1,754,000	663,000	1,850,000	2,513,000	105,000	390,000	495,000	
VIII. 価格予備費を除く(総管理費)	43,355,000	50,218,000	93,573,000	2,980,000	0	2,980,000	1,312,000	2,077,000	3,389,000	6,713,000	7,805,000	14,518,000	15,084,000	16,099,000	31,183,000	18,670,000	17,774,000	36,444,000	2,453,000	3,088,000	5,541,000	
価格予備費を含む総管理費	44,731,000	54,347,000	99,078,000	3,001,000	0	3,001,000	1,330,000	2,161,000	3,491,000	6,855,000	8,283,000	15,138,000	15,511,000	17,426,000	32,937,000	19,333,000	19,624,000	38,957,000	2,558,000	3,478,000	6,036,000	

注: モデナガット浄水場第一期、同送水管、ファテハバット除鉄処理場、同井戸水源は既存施設と見なした。

*: カルフ配水池系以外の配水幹線の費用はカルルフガット加圧ポンプ場系の配水幹線費用に集計してある。

第 1 章

緒論

第 1 章 緒論

1.1 はじめに

チッタゴン市モハラ浄水場拡張計画調査（以下「本調査」という）は、1999年10月12日国際協力事業団（JICA）とバングラデシュ国地方自治・農村開発・共同組合省（LGRD）の間で合意した業務範囲に基づいて実施されたものである。JICA は同合意書に基づき必要な分野に係る専門家から成る JICA 調査団を編成し、平成 12 年 1 月より調査を開始した。調査は同年 12 月に完了し、これまで実施してきた調査内容を最終報告書としてまとめた。

1.2 調査の背景

チッタゴン市はバングラデシュ国（以下「バ」国という）第 2 の都市であり、ベンガル湾に臨む立地に恵まれ、輸出関連工業をはじめ、肥料製造業、水産加工業が発達し、また貿易取引等の商業面でも「バ」国経済を担う立場にある。商工業の発展に伴い人口の増加も著しく、現在の人口は約 240 万人と推定される。

チッタゴン市の上水道施設は、従来同市が運営・管理していた水道施設を 1963 年に設立されたチッタゴン上下水道公社（CWASA）により移管し引き継いで運営されている。CWASA は第二世銀（IDA）の援助を受けつつ供給能力の整備を図ってきた。第 2 次の世銀プロジェクトにより、表流水を原水とする処理能力 91,000m³/日の本格的な浄水場が 1987 年に完成し、現在の総合給水能力は 160,000m³/日と飛躍的に増加した。しかし、この 20 年間の人口増加と生活様式の急激な変化に伴い水需要は急増し、現在の普及率は 45%と低率でさらに低下する傾向にある。

このため、新規給水加入者を極力制限し、一方、1 日の給水時間が数時間あるいは 2～3 日に 1 回という給水制限により対応しているため、水不足は深刻な社会問題となっている。

このような背景のもと、「バ」国政府は早期の対応を迫られている水不足の緩和対策として、IDA の援助により建設されたモハラ浄水場を拡張し、その浄水能力を倍増するプロジェクトを起案し、そのためのフィージビリティ調査の実施を日本国政府に要請した。これを受けて、JICA は「バ」国に対する技術協力プロジェクトとして、CWASA を事業実施機関とするチッタゴン市上水道施設整備計画調査を実施した。

1.3 調査の目的

本調査の目的は、(1) チッタゴン上下水道公社（CWASA）の上水道サービス向上を目的とした、

モハラ浄水場の拡張及びメイン送配水管の整備，並びに上水道事業経営改善に係る上水道整備基本計画を策定する。(2) 上記基本計画で提案された優先プロジェクトについてフィ - ジビリティ調査を実施すること及び(3) 本調査を通じて，「バ」国側カウンターパートへ計画手法及び運営管理改善等の技術移転を行うことである。

具体的な調査を進めるに当たっては以下の点に配慮した。

- (1) 既存施設を有効に利用し，浄水場の拡張により増強される給水能力を効果的に活かし，安定した給水を可能とするシステム整備計画であることを念頭に計画を策定した。
- (2) 施設計画及び事業運営・財務計画では，過度の理想的な計画は避け，段階的にかつ即時実現可能な範囲で計画を策定した。

1.4 調査対象地域

本調査の対象地域は，チッタゴン市都市計画(土地利用)及びCWASAの中長期整備構想を基に，チッタゴン市行政区域及び周辺の2行政区域の一部6,911haを含む合計26,915haとした。

1.5 調査範囲

本調査は，1999年10月12日に合意されたS/W及び同協議に関する議事録(M/M)に基づき実施するもので，主要事項は以下の通りである。

- (1) 2010年を目標年次とするチッタゴン市上水道整備基本計画を策定する。基本計画策定に当たっては，施設計画等のハード面と上水道事業に係わる公益事業体の経営面の分析等のソフト面について十分に考慮する。
- (2) 同基本計画の中から緊急に整備を必要とする優先プロジェクトを選定し，そのフィ - ジビリティ調査を実施する。基本計画において確認された既存のモハラ浄水場と同一規模の浄水場の拡張を前提として，増強された浄水を市内の既存配水管網に最も効果的に水を供給することが出来るメイン送配水管網の緊急整備路線に関して詳細な調査を実施する。また，事業実施のための組織及び財務計画を実施し，経営改善についても考慮するものとする。
- (3) 既存の浄水施設については，緊急に改善が必要と認められるものについてその改善内容を明らかにし，事業計画を策定する。なお，井戸設備及び送配水管網施設改善は対象外とした。

1.6 調査体制

1.6.1 概説

「バ」国側の実施機関は CWASA であり，調査団と協力して本調査を完成させた。

全体的な調査実施体制は下図の通りである。

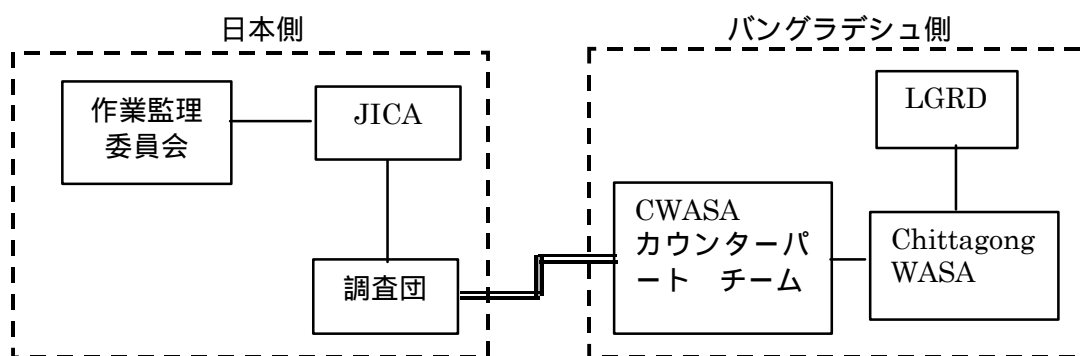


図 1.1 調査体制

1.6.2 日本側実施体制

日本側体制は JICA 本部の監督下に調査団と作業監理委員会によって構成される。JICA 作業監理委員は以下の通りである。

表 1.1 日本側作業監理委員

氏 名	担当分野	現 職
仲原 龍吾	委 員 長	岡山市水道局浄水課

調査団の構成は以下の通りである。

表 1.2 調査団員

氏 名	担当分野
堀 健二	総括
木口 孝文	水道施設計画・設計
澤井 茂雄	管路設計/管網水理計算
芝崎 智	機械設備設計
野原 政博	電気設備設計
高柳 建二	水文/地下水/水質（1）
アブル・クルデウス	都市計画/社会経済
樺沢 昭男	組織制度/料金徴収/財務計画
岡田 弘	環境配慮/水質（2）

1.6.3 バングラデシュ側実施体制

バングラデシュ側の実施体制はCWASAによって構成され、そのメンバーは以下の通りである。

表 1.3 バングラデシュ側メンバー (CWASA)

氏 名	現 職
<u>CWASA</u>	
Cap. M. Zakaria	Chairman
Mr. Abdul Hoque	Member Administration
Mr. Md. Wahidunnabi	Member Finance
Mr. Z.S.M. Bakhteyar	Member Engineering
Mr. Ataul Haque	Chief Engineer/Superintending Engr. (P&C)
Mr. Shahjahan	Commercial Manager
Mr. Mostafa Kamaluddin	Secretary
Mr. Md. Obaidullah	Chief Revenue Officer
Mr. Serajul Azim Khan	Chief Accountant
Mr. Md. Abul Kashem	Executive Engineer (Procurement)
Mr. Neazur Rahman Khan	Executive Engineer (CD-II)
Mr. Md. Safiullah	Executive Engineer (Sales)
Mr. Mostaqe Uddin Akhter	Executive Engineer (MOD-I)
Mr. Abdul Karim Chy	Executive Engineer (MOD-II)
Mr. Md. Abul Hashem	Executive Engineer (Booster Stn.)
Mr. Mr. Arabinda Barua	Megistrate
藤代 裕三	JICA 長期派遣専門家
<u>Counterpart</u>	
Mr. Md. Shafiquel Islam	Project Director, Executive Engineer (CD-I)
Mr. Ejaz Rasul	Executive Engineer (Design)
Mr. Jane Alam Bhuiyan	Executive Engineer (Mohara WTP)

1.7 報告書の構成

調査報告書は以下のように取りまとめた。

- (1) サマリー・レポート (第1分冊) 英文
- (2) メイン・レポート (第2分冊) 英文
- (3) サポートリング・レポート (第3分冊) 英文
- (4) 要 約 (本 冊) 和文

サマリー・レポートは、メイン・レポートより調査の重要事項を抜粋し、調査の内容が理解・把握出来るようにまとめた。メイン・レポートは全体の調査結果を詳述した。図表等は本文を理解する上で最小限必要とするものに限って文中に取り入れ、詳細及びその他はサポートリング・レポートに提示している。

第 2 章

調査対象地域の概要

第 2 章 調査対象地域の概要

2.1 自然条件

(1) 地形

チッタゴン市は、カルナフリ川の沖積低地及び洪積台地上に位置し、市の西側をベンガル湾、東側をハルダ川及びカルナフリ川、南側をカルナフリ川下流部に挟まれた 3m～10m 程度の低地に位置する。市中央部には 30～40m の丘陵が点在し、この国では珍しい景観を有している。

(2) 地質・地下水

市域の地質は沖積された比較的しまった砂層で、随所に粘土層を含む。被圧地下水位は 10～20m 程度であり、地下水は概ね 120m 深程度の深井戸から揚水している。

(3) 降雨量及び気温

チッタゴン地域の気候は乾期（11月～2月）と雨期（3月～10月）に分かれ、6～8月で年間降雨量 2,800mm の約 60% が降る。気温は最高で 35℃、最低 12℃ である。

(4) 高潮

毎年サイクロンによる高潮が襲来する。市南部の工業地帯では河川部及び海岸部に防潮堤を設けて、工場内部に排水用のポンプを設備して高潮に備えている。モハラ浄水場はカルナフリ川の支川であるハルダ川添いにあるが場内は盛土されており、高潮による被害の記録はない。

2.2 社会経済状況

(1) 人口

「バ」国統計局では、10年周期で国勢調査を行っており、最近では 1991 年 3 月に行われた。この調査によると、市内人口は約 160 万人となっている。近年チッタゴン都市圏は工業化が急速に進み、市内人口は経済動向を反映して急激に増加し、現在人口は 235 万人と推定される。こうした急激な人口増加は、これまでの社会インフラ及び公共サービスが決定的に不足する事態を誘発している。

(2) 経済

チッタゴン都市圏の工業生産高は全国の約 30% を占め、首都ダッカとほぼ同程度で全国第 2 位である。その大部分はチッタゴン市内で生産されている。

(3) 経済開発計画

近年「バ」国の経済発展の中にあって、チッタゴン地域の輸出加工区の急成長はこの地域の工業発展に大きく貢献している。また、衣服産業は急速に伸び現在市内には 449 の衣服加工会社があり、中小企業の活性化が促進され、雇用創出に対する貢献度が大きい。市内の輸出加工区では 80 社が操業しているが、市開発公社(CDA)の計画によれば 2001～2002 年には 110 社に増加すると予測している。最近の雇用状況を示すデータは入手出来なかったが、1995 年に編纂された CDA のチッタゴン都市開発計画による雇用状況を表 2.1 に示す。

表 2.1 チッタゴン市内就業者数

部 門	就業者数
加工業	161,000
卸売業, 小売業, 商業	121,000
金融, 保険, サービス業	27,000
個人営業	48,000
公務員, 軍人, 警察官	20,000
公共事業体	3,000
農業	8,000
交通機関	120,000
不定期労働者	152,000
合計	660,000

出典：1991 年センサス他

CDA による都市基本計画では各業種についてそれぞれ将来予測を行っている。その中で水需要に対する影響度の大きい加工業については、1986 年度の就業者数は 161,000 人（上表参照）で全体の 24% であるが、2000 年には 68% 増（270,000 人）、2010 年には 149% 増（401,000 人）になると予測している。これらの産業発展を促進すべく市郊外には更に輸出加工区が設立されている。現在チッタゴン空港は日本国の資金援助により国際空港としての施設を整備拡張中である。国策による基幹施設の拡充は、民間の主体的な経済活動を促すと共に、観光事業の飛躍によって社会経済及び文化活動への開発援助として期待されている。

第 3 章

人口及び水需要予測

第3章 人口及び水需要予測

3.1 人口

3.1.1 チッタゴン市の人口推移

人口統計による1991年の市内人口は159.9万人である。過去10年間の人口推移は以下の通りである。

表3.1 チッタゴン市の人口推移

期 間	年間増加率(%)	備 考
1901 ~ 1911	2.7	
1911 ~ 1921	2.3	
1921 ~ 1931	4.0	
1931 ~ 1941	5.7	
1941 ~ 1951	4.5	
1951 ~ 1961	2.0	
1961 ~ 1971	6.9	
1971 ~ 1981	9.7	1974年市地域拡張
1981 ~ 1991	2.8	1983年市地域拡張

出典：1981年及び1991年人口統計による。

チッタゴン港は全国港湾輸出入量の80%を占めているため、「バ」国の経済発展に伴い貿易輸出入量は加速的に伸び、97/98年度の輸出は前年度比16.8%増加した。関連産業の発展により市域人口は全国都市部平均を上回る人口増加率を記録している。

3.1.2 人口予測(2005, 2010年)

表3.1に示すように同市の1981~1991年間人口増加率は、前回までの増加率より低下し2.8%である。この期間の7大都市の平均増加率は4.7%でありこれよりも低い。近年の産業開発により、同市の現在人口は235万人と推定されている。これを1991年から2000年までの年間増加率にすれば4.5%となる。

これらの背景を基に、CWASAとの協議結果を踏まえて本調査では市内現在人口を235万人と設定した場合の1991~2000の年間増加率4.5%をベースとして、F/S計画目標年次2005年及び基本計画目標年次2010年の人口を推算した。なお、F/S計画目標年次(2005年)は、基本整備計画の中から、緊急に必要とされる優先プロジェクトの計画目標年次であり、資金調達準備期間等を勘案して可及的早期に実施する必要から中間目標年次として設定したものである。市内41地区の1991年度人口密度は、平均80人/ha、最高1,466人/haである。また、市内中心部の5地区

では 500 人/ha 以上の高密度となっているので、地区別宅地利用度及び人口密度を勘案して将来の地区別人口を設定した。

上記に述べた人口予測の諸条件を考慮して、計画年次における人口予測は、43 の地区別に区域面積、人口、人口密度、人口予測に採用した地区人口別増加率及び目標年次における人口密度について予測/解析を行った。結果はメイン・レポートに詳述してある。上記予測の結果、本計画に採用した現在人口及び予測人口は以下の通りである。

表 3.2 人口予測結果

地 域	2000 年	2005 年	2010 年
市内人口	2,350,000	2,930,000	3,670,000
市外人口	200,000	260,000	320,000
合 計	2,550,000	3,190,000	3,990,000
フローティング人口	400,000	500,000	700,000

注： フローティング人口は人口統計に計上されていない流動居住者を指す。

チッタゴン市では、選挙管理の一環として 1999 年 5 月より 2000 年 4 月までの期間を通し人口調査を実施した。人口調査結果は以下の通りである。

市内全人口	3,564,580 人
内フロード人口	542,965 人
人口統計相当人口	3,021,615 人

同調査による現在人口は、本計画で予測した 2005 年人口を上回っているが、本計画ではセンサス人口を基に予測した上記人口予測値を採用することで、CWASA の合意を得た。

3.2 現在の給水状況

チッタゴン市の上水道事業は、1963 年公布された法令に基づき、市の水道事業を移管した CWASA によって運営されている。CWASA は上下水道施設を開発、整備、管理して都市用水として給水し、給水量に対して料金を徴収しその運転維持管理をする責任を賦与されている。但し、現在同市には下水道施設がなく、CWASA は下水道に関する業務は行っていない。一般家庭その他のビルには浄化槽が普及しており汚水処理水は雨水排水溝に放流されている。なお、雨水排水溝の清掃はチッタゴン市で管理している。

CWASA は世銀及び自国政府資金援助により事業を拡大し、現在の公称施設能力は 192,000m³/日であるが、施設の老朽化により実給水能力は 162,000m³/日である。現在の給水人口は 114 万人で、調査対象区域人口の 45%に相当する。

CWASA では、一般に給水レベルを表すために使用される 1 人 1 日消費量（工業用水量を除く）を示すデータは集計されておらず、給水人口も管理諸表には示されていない。消費者数を示すものは給水栓の個数だけである。本調査では、現在の給水状況を定量的に統計諸表に準じて把握するために、CWASA 内で日常的に管理されているデータを基に給水人口、水道普及率、用途別使用水量及び 1 人 1 日消費量を推算した。その結果を表 3.3 に示す。

表 3.3 CWASA の給水状況（1999 年 12 月現在）

項 目	給水量	備 考
1. 調査対象地域内人口（人）	2,550,000	
2. 給水人口（人）	1,142,000	
3. 水道普及率（%）	44.7	
4. 給水量（m ³ /日）	162,500	(100 %)
1) 家庭用	68,000	(41.8 %)
2) 公共水栓	16,400	(10.1 %)
3) 商業用	7,600	(4.7 %)
4) 公共用（モスクを含む）	1,100	(0.7 %)
5) 工業用	11,800	(7.3 %)
6) 無収水（漏水を含む）	57,600	(35.4 %)
5. 1 人 1 日使用量（liter/日）	85	
6. 1 人 1 日給水量（liter/日） （工業用水を含む）	142	

また、一般家庭用給水人口（戸別給水）は 80 万人と推定され、商業用、公共用を含む 1 人 1 日使用水量（工業用を含まず）は 95.9 liter と推定された。公共水栓使用者は 34.2 万人、1 人 1 日使用水量は 48 liter と推算されたが、フローティング人口及び流入労務者（50 万人）の 1/3 が使用すると仮定すれば、上記使用水量は 32 liter となる。

3.3 計画目標年次における水需要量

計画目標年次における水需要量は以下の手順により予測した。

(1) 計画目標年次における人口：

3.1 節による予測人口は以下の通りである。

a) F/S 計画年次 2005 年 3,190,000 人

b) 基本計画年次 2010 年 3,990,000 人

(2) 住居様式による計画給水目標レベルの設定：

生活レベルの向上に伴い、現在の住居様式構成は以下になると推定した。

表 3.4 住居様式の比率推定

住居様式	1991年	2005年	2010年
Pucca (コンクリート造)	31 %	42 %	47 %
Semi-Pucca (セミ・コンクリート造)	34 %	28 %	27 %
Kutcha (バラック造)	35 %	30 %	26 %

注：1991年度の住居様式比率は1991年人口センサスによる。

2005, 2010年度の住居様式比率は調査団予測による調査対象全域の平均。

現在の一般家庭用給水人口 80 万人は、全給水人口に占める割合では 70.0% (800,000 人 ÷ 1,142,000 人 = 70.0%) となり、公共水栓利用人口率は 30.0% となる。計画目標給水レベルは、現在の給水レベルをベースに将来の住居様式別に以下のように設定した。

表 3.5 住居様式別給水目標レベル

給水方式	2000年			2005年			2010年		
	Pucca	Semi-	Kutcha	Pucca	Semi-	Kutcha	Pucca	Semi-	Kutcha
家庭給水	(70.0%)			70%	30%	15%	95%	50%	20%
公共水栓	(30.0%)			10%	30%	20%	5%	50%	20%

上表に示す給水目標レベルは、例えば 2005 年において Pucca 様式の住居に住む人の 70% は家庭給水方式で給水し、10% の人は公共水栓を利用する。残りの 20% は給水区域外に住むか又は区域内であっても未だ給水を受けられない人の比率を示す。

(3) 計画目標年次における水需要予測

目標年次 2005 年及び 2010 年における 1 人 1 日消費量は家庭用をそれぞれ 120 liter, 130 liter, 公共水栓用はともに 50 liter と仮定して求めた。また、商業用水量は、現在の家庭用給水量に対する比率 (表 3.3 参照) をベースとして、将来の社会・経済状況の変化を勘案して推定した。同様に公共用水も現在の家庭用水と商業用水の合計給水量に対する比率 (表 3.3 参照) をベースとして算定した。但し、2010 年にはチッタゴン大学及び軍駐屯地への給水量 (3 MGD) を含めた。

工業用水の使用状況は、CWASA 水道を使用する工場その他、工場自身が所有する井戸を使用している工場も多いが、水質及び給水状況に不満が多く、十分な水道水供給の要望が強い。2000 年における工業用水潜在需要量を表 3.6 に示す通り 36,000 m³/日と推定した。

2005 年における工業用水量については、工業の発展、及びプロジェクトの実施により水供給状況が現状より好転し、使用水量が増加するとともに工場が所有する井戸から水道水への転換も予想されることをも考慮し、年率 5% の需要量増加を見込み 10 MGD (45,500 m³/日) に設定した。また、2010 年における工業用水量については、CWASA との

協議結果を踏まえて、その家庭用水と商業用水の合計量に対する割合が 2005 年と同程度となるように設定した。

表 3.6 工業用水需要量推定(2000年)

使用者	現在の給水量	追加要請量	潜在需要水量
1) EPZ	1.0 MGD	2.5 MGD	3.5 MGD
2) その他工業	0.8 MGD	1.3 MGD	2.1 MGD
3) 船舶	0.2~1.6 MGD 出航船舶数により月 単位の変動がある。	1.0 MGD	1.2~2.6 MGD
合計	2.0~3.4 MGD	4.8 MGD	6.8~8.2 MGD =30,900~37,300m ³ /日

なお、UFW/漏水率は、CWSA の中長期削減計画に基づき、計画目標年次 2005 年及び 2010 年においてはそれぞれ 25%及び 22%とした。

以上による予測の結果を表 3.7 に示す。

表 3.7 計画目標年次における水需要予測

項目	2000年	2005年	2010年
1. 調査地域内人口(人)	2,550,000	3,190,000	3,990,000
2. 計画目標給水人口(人)	-	1,940,000	3,370,000
3. 需要量(m ³ /日)	-	344,000	649,000
4. 給水人口(人)	1,142,000	1,580,000	3,370,000
5. 計画目標給水人口調整率*1(%)	-	82%	100%
6. 普及率(%)	44.7%	50%	84%
7. 給水量(m ³ /日)	162,500	281,000	649,000
(MGD)	35.7	62	143
1) 家庭給水	68,000	134,000	329,000
2) 公共水栓	16,400	23,000	42,000
3) 商業用	7,600	16,000	37,000
4) 公共用(モスク等)	1,100	2,000	18,000
5) 工業用	11,800	36,000	80,000
6) UFW/漏水	57,600	70,000	143,000
総給水量に対する比率(%)	(35.4%)	(25%)	(22%)
8. 戸別給水1人1日当り消費量 (liter/人/日)	85	120	130
9. 1人1日当り給水量(liter/人/日) (工業用水を含む)	142	178	193
計画条件	現在	F/S計画	基本計画

注：給水人口はセンサス人口でフローティング人口を含まない。

*1 モハラ浄水場拡張等による水源開発能力に見合う給水人口とするため、計画給水目標レベルから算出した対象人口を調整した比率である。

第 4 章

上水道施設の現状

第 4 章 上水道施設の現状

4.1 水源施設

4.1.1 モハラ浄水場

ハルダ川表流水を水源とするモハラ浄水場は 1987 年に建設された。処理能力は 91,000m³/日(20 MGD)で、処理方式は世界で広く採用されている「高速凝集沈殿 - 急速砂ろ過 - 塩素消毒」方式である。ろ層構成が異なるため、ろ過速度は日本の基準に較べて大きい値を採用している。

日常運転時は、原水濁度の変化に対応して適正な薬品注入を行い凝集沈殿は効率良く稼働している。しかし、原水濁度の高い時は薬品注入設備の能力不足から注入量が不足する。

砂ろ過池は一部施設の老朽化のため、ろ層の洗浄が十分に行われておらず、ろ層の目詰まりが認められる。記録によると、過去 2 年間の処理水濁度は平均 1.1 NTU、最高 2.8 NTU で WHO の飲料水ガイドラインを下回っているが、ろ層及び洗浄設備は改善を必要とすると判断される。

4.1.2 カルルガット除鉄処理場

市内の地下水は地域により高い鉄分を含むため除鉄処理を必要とする。カルルガット除鉄処理場は 1977 年に井戸 24 本を水源とする除鉄施設として建設された。当初の公称能力は 45,500m³/日(10 MGD)であったが、施設の老朽化による能力低下を補う意味から 1987 年に処理能力 22,700m³/日(5 MGD)の新しい施設が増設された。現在の総合運転処理能力は 61,000m³/日(13.5 MGD)である。

旧施設のろ過池は、表面洗浄或いは空気洗浄機構が設けられていないので、ろ層の洗浄効果は十分でなく、ろ層の目詰まりは極限に近い状況にある。新ろ過池は空気洗浄施設が備わっているが、洗浄管理が不十分なため、やはりろ層の状況は悪い。そのため、除鉄効果は十分に発揮されておらず、処理水の鉄分は 1.1 から 2.0mg/1 の範囲にあり、WHO のガイドライン(0.3mg/1)を超え「バ」国の基準である 1.0mg/1 をも超過している。現在はモハラ系配水と一部混合して給水しており、CWASA では問題ないとしているが、本調査で実施した住民意識調査では水質改善を求める意見が 4 割あったことからみても早期の改善が必要と認められた。

4.1.3 井戸

CWASA はチッタゴン市内に 40 本の深井戸を所有、運転している。そのうち、16 本は市中心部を含む MOD-I 地区に散在し、約 32,000 m³/日(7 MGD)を各々の小配水区域内に配水している。

MOD-II 地区にある 24 本からは約 58,000 m³/日 (12.5MGD) が揚水され、上述したカルルガット除鉄処理場で処理された後、処理に伴う損失を除き約 46,000 m³/日 (10MGD) が、カルルガット加圧ポンプ場から市内配水管網を通じて配水されている。

前述したように、市内の地下水は地域により高い鉄分を含むため、CWASA 所有井戸の殆どは除鉄処理を必要とするが、MOD-I 地区にある井戸は無処理のまま配水されているため、水質上問題があり、住民の苦情も多い。

現在、カルルガット除鉄処理場の増強計画の進行に伴い、MOD-II 地区の井戸については増設計画が進められている。

また、市北部のファテハバッド地区においても、井戸群と除鉄処理場の建設計画が進められている。

4.2 配水システム

4.2.1 配水区域と管延長

同市水道施設の主要送配水管は 1966 年から 1979 年に亙り第 2 世銀 (IDA) の援助による第 1 次プロジェクトで敷設された (カルルガット除鉄処理場系)。同プロジェクトでは、石綿管が使用されたが、第 2 次プロジェクト (モハラ浄水場建設) では鋳鉄管が使用されている。

カルルガット除鉄処理場系は、主に市の中心街に給水している。

モハラ浄水場系はバタリヒル配水池、ADC ヒル配水池及び 2 ヶ所の加圧ポンプ場を經由して給水する計画であったが、給水能力不足によって、管内残存圧が低下し両配水池への送水が出来ず、使用されていない。そのため、昼間はポンプの低圧運転で低地区及び市内中心に給水し、夜間は高圧運転で高地区及び周辺遠隔地に給水すべくポンプ操作で対応している。輸出加工区 (CEPZ) にはモハラ浄水場からパテング加圧ポンプ場を経て給水しているが、加工区が休日である金曜日は、日常水不足に悩む周辺住民に振り向けた給水が行われる等のサービスにより住民の苦情緩和策としている。送配水管延長は表 4.1 に示す通りである。

表 4.1 送配水管材質及び延長

口径 (mm)	材質	延長 (m)	備考
1,200	DI	1,570	モハラ浄水場～アラカン道路
900	DI	10,325	アラカン道路～バタリヒル配水池
750	DI	1,910	ADC 配水池～パテング加圧ポンプ場
600	DI	11,108	バタリヒル配水池～ADC 配水池～加圧ポンプ場
	AC	13,060	
450	DI	1,123	
	AC	23,894	
	PVC	4,000	

300	DI	5,523	
	AC	46,417	
	PVC	6,280	
200	AC	17,720	
	PVC	66,260	
150	AC	18,920	
	PVC	62,180	
100	AC	8,720	
	PVC	243,990	
合計		543,000	

4.2.2 配水池及び加圧ポンプ場

市内給水区域では、35m 及び 45m の高台に配水池を各々設置し、1ヶ所はいわゆるバランシングタンクとして、1ヶ所は通常の配水池として、それより自然流下で配水するシステムで設計されているが、現在は給水能力不足のため配水池に貯水するだけの余裕がなく、送水ポンプで直接配水している。また、市内の比較的標高の高い地区に給水するため主として井戸を水源とする小配水池及び付属のポンプ施設が散在している。給水区域の末端地区では圧力不足となるため、加圧ポンプ場が2ヶ所に設置されている。比較的大規模の配水池の仕様は表4.2に示す通りである。

表 4.2 大規模配水池仕様

名 称	容 量 (m ³)	HWL (m)	LWL (m)	備 考
バタリヒル配水池	13,630	51.5	42.7	使用停止
ADCヒル配水池	4,500	38.1	33.5	使用中(井戸水源)

第 5 章

水資源調査

第5章 水資源調査

5.1 水質調査

5.1.1 河川水系

モハラ浄水場はカルナフリ川支川のハルダ川から取水している。過去の記録によると塩水遡上により高濃度の塩分が認められたので、これを勘案して水質調査を実施した。調査項目としては通常の飲料水基準項目の他に、砒素、塩分濃度を含む水道水質基準項目について測定した。

なお、塩水遡上状況を現場で判断するため、電気伝導度計（ECメータ）を用いて塩分濃度の状況解析に利用した。

5.1.2 地下水系

現在「バ」国では地下水の砒素の含有が飲料水質に係る安全上の問題として重要視されている。チッタゴン市の地下水系水源は深井戸から取水しているが、周辺住民の飲料水の安全度を確認する意味から、浅井戸についても調査した。

5.2 水質調査の結果

5.2.1 河川水系

ハルダ川の表流水は、基準値以上のマンガンの検出を見た他は、浄水場水源として特に問題となる項目は認められなかった。代表的な項目について調査結果を表5.1に示す。

5.2.2 地下水系

深井戸、浅井戸とも砒素は検出されなかった。各井戸は鉄分濃度が高く1.1から6.1 mg/liter（WHO、「バ」国基準はそれぞれ0.3と1.0 mg/liter）の範囲であり、鉄分含有により影響される濁度、色度は基準値を超過している。表5.2に調査結果を示す。

5.3 ハルダ川の塩水遡上について

5.3.1 概説

過去5年間の浄水場の運転記録から高濃度の塩分が検出されたことが判明した。異常値が認められたデータは表5.3の通りである。

表 5.1 水質調査結果

No.	Parameter	Unit	Mohara WTP (*/**)		BDWS	WHO DWS
			Raw Water	Treated Water		
1	pH	-	7.5 / 7.8	7.1 / 7.2	6.5-8.5	5.8-8.6 [#]
2	Turbidity	NTU	24 / 30	0.68 / 0.80	10	5
3	T-Alkalinity	(mg/liter)	55 / 59	47 / 45	-	-
4	NH ₃ -N (NH ₃)	(mg/liter)	0.28 / 0.31	0.21 / 0.26	0.5	1.5
5	NO ₃ -N (NO ₃)	(mg/liter)	0.41 / 0.53	0.18 / 0.22	44	50
6	Chloride	(mg/liter)	7 / 7	6 / 6	600	250
7	Residual Chlorine	(mg/liter)	- / -	0.71 / 0.68	0.2	-
8	T-Fe	(mg/liter)	0.58 / 0.52	0.21 / 0.19	1	0.3
9	Mn	(mg/liter)	0.35 / 0.38	0.16 / 0.10	0.1	0.1
10	S.S.	(mg/liter)	58 / 57	- / -	10	-
11	B.O.D.	(mg/liter)	1.0 / 0.9	- / -	0.2	-
12	C.O.D.	(mg/liter)	16 / 22	- / -	4	-
13	Fecal Coliform Gr.	(MPN/100ml)	1800 / 2100	0 / 0	-	0
14	As	(mg/liter)	0.001 / <0.001	<0.001 / <0.001	0.05	0.01
15	Trihalomethanes	(mg/liter)	<0.001	0.02	-	0.1 [#]
16	THMFP	(mg/liter)	0.037	-	-	-

Note; (Sampling Date) *: Feb.21,2000, **: Mar.2,2000, THM,THFP: Oct.20,2000

BDWS: Bangladesh Drinking Water Standard (July 1991)

WHODWS: Guidelines for Drinking Water Quality of WHO (1993)

N.D.: not detectable

#: Standard of Japan

表 5.2 地下水水質調査結果

No.	Source	Parameters			
		Turbidity (NTU)	Color (HAZEN)	T-Fe (mg/liter)	Arsenic (mg/liter)
1	KIRP Raw Water	28	110	5.3	0.004
2	KIRP Treated Water	5.2	35	1.4	0.002
3	TW 5	11	70	3.4	0.001
4	Love Lane TW	0.6	5-10	0.2	0.005
5	Shallow Well (TW 5)	12	90	3.8	0.002
6	Shallow Well (TW 11)	16	110	1.1	0.004
7	Shallow Well (Agrabad 1)	36	180	6.1	0.005
8	Distribution Pipeline (WASA point)	1.2	> 5	1.1	0.002
9	Mixed Water (2:1) MTWP & KIRP	1.4	>15	0.7	0.002
Bangladesh Drinking Water Standard		10	15	1.0	0.05
WHO Drinking Water Standard		5	15	0.3	0.01

Note: KIRP: Kalurghat Iron Removal Plant

BDWS: Bangladesh Drinking Water Standard (1991)

WHODWS: Guidelines for Drinking Water Quality of WHO (1993)

CWASA has adapted 1.0 mg/liter from the range (0.3 mg/liter - 1.0 mg/liter) of T-Fe concentration in BDWS, which was confirmed in the meeting of March 15, 2000

表 5.3 モハラ浄水場における塩分濃度異常値の記録

年度	月 日	塩素イオン濃度(mg/liter)
1995	3月14日～3月18日	50～875
1995	4月12日～4月17日	56～450
1995	5月12日～5月20日	22～6,800
1997	4月24日～4月30日	55～210
1997	5月18日～5月22日	23～1,000

ハルダ川の通常の塩分濃度は7～10 mg/liter である。塩素イオンの水道水質基準値 (BDWS) は600 mg/liter であるから、過去5年間に基準値を超えた回数は3回である。

5.3.2 ハルダ川表流水水質調査

満潮時の塩水遡上状況を調べるために、原水取水地点及びカルナフリ本川との合流地点において塩分濃度及び電気電導度計 (ECメータ) を用いて調査した。調査結果は、両地点とも大潮満潮時においても各水深の EC 値 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) は平日との差はなく、海水の塩分遡上現象は認められなかった。1997年12月に実施されたカルナフリ川河川調査報告書によると、塩水の遡上影響上限はハルダ川合流地点下流3kmとされている。

今回の調査では、遡上影響の上限確認調査までは実施出来なかったが、平常時の河川流量では大潮満潮でも影響を受けないことが確認された。取水地点の ECメータ測定結果の一部を図5.1及び5.2に示す。

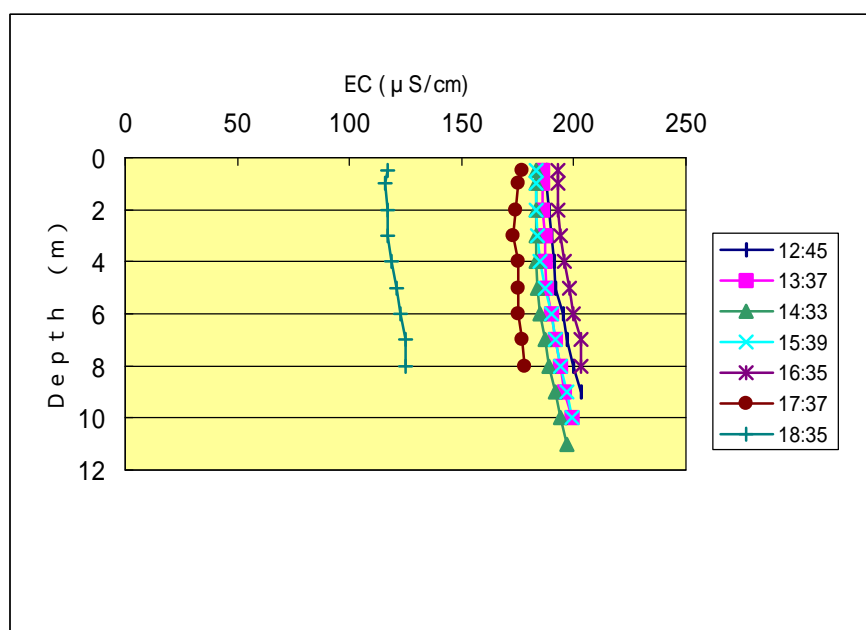


図 5.1 ECメータ測定結果 (取水地点 A-A' 右岸から 1/4, 測定日 Feb.22.2000)

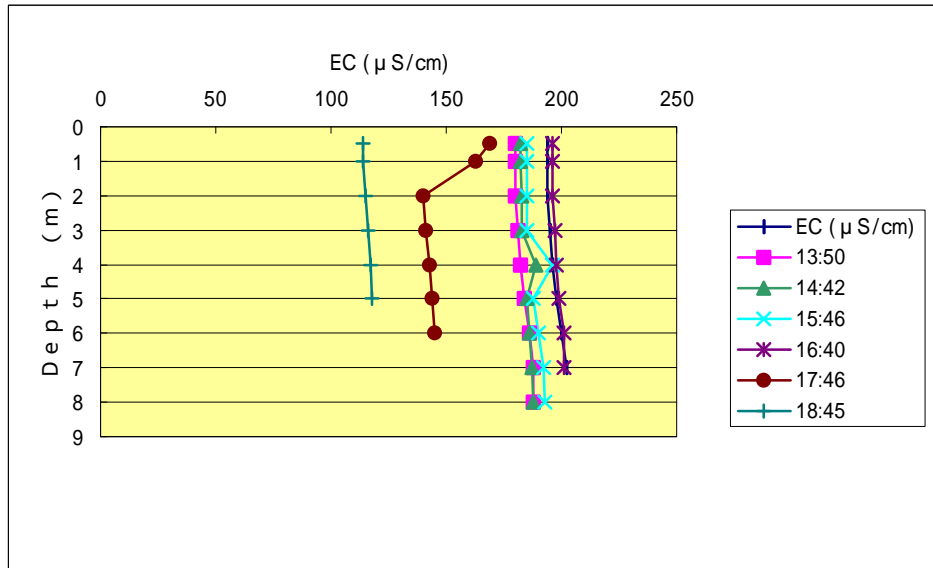


図 5.2 EC メータ測定結果 (取水地点 A-A' 右岸から 2/4, Feb. 22, 2000)

5.3.3 潮位と塩水遡上の関係

CWASA は 1995 年の塩分濃度上昇以来, 定期的に潮位と塩分濃度を測定している。図 5.3 及び図 5.4 に満潮時及び干潮時の測定記録集計結果を示す。これらの図から, 潮位と塩分の濃度は直接関係ないことが窺がわれた。

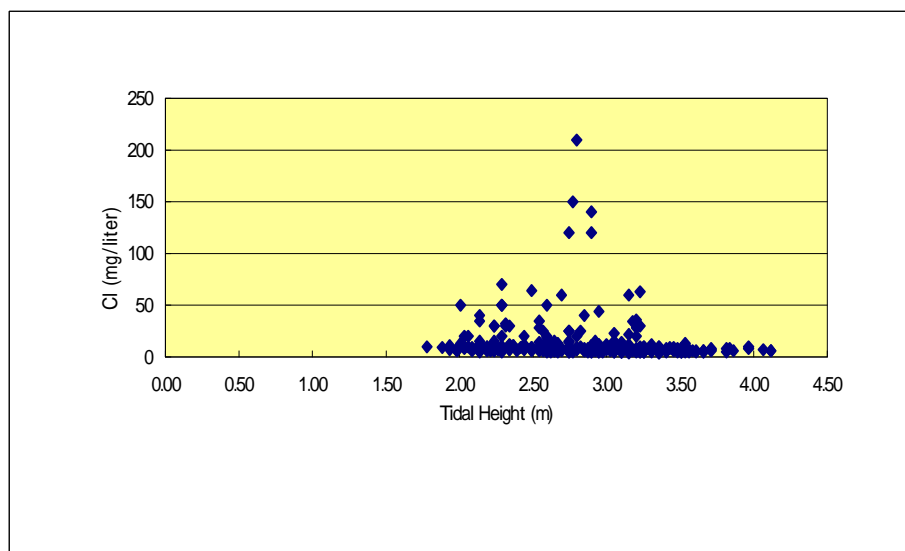


図 5.3 満潮時塩分濃度測定結果 (1999/1 - 1999/12)

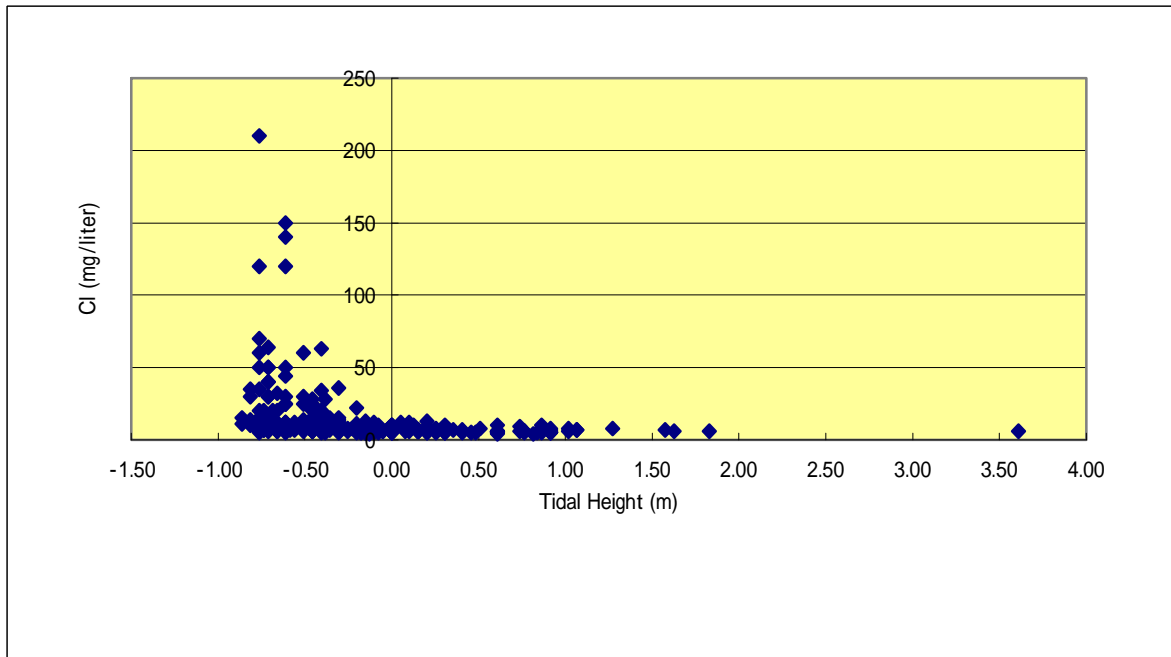


図 5.4 干潮時塩分濃度測定結果 (1999/1 - 1999/12)

5.3.4 塩水遡上の原因推定

ハルダ川の河川流量は、カルナフリ川合流地点より 26 km 上流にあるカプタイダム発電所からの放流量に大きく影響されることが CWASA の「開発計画と F/S 調査」(1979 年)に報告されている。カプタイダムからの放流量は、河川水位の変化と同時に塩水遡上限界にも影響すると考えられるので、両者の関係について解析した。河川水量については、ダム下流にある観測所の過去 30 年間のデータを調査した。

解析の結果、通常の河川流量は 1,000 ~ 3,500 万 $\text{m}^3/\text{日}$ であるが、渇水年の 1995 年と 1997 年の乾期末期にはダム放流量が極端に減少し、河川水量が 1,000 万 $\text{m}^3/\text{日}$ を下廻っている。また、河川水量が 500 万 $\text{m}^3/\text{日}$ を下廻ると塩水遡上は通常の限界点を超えて上流域まで影響すると考えられた。これらを示す河川水量と浄水場原水塩分濃度の上昇関係を図にまとめると図 5.5 及び図 5.6 のようになる。

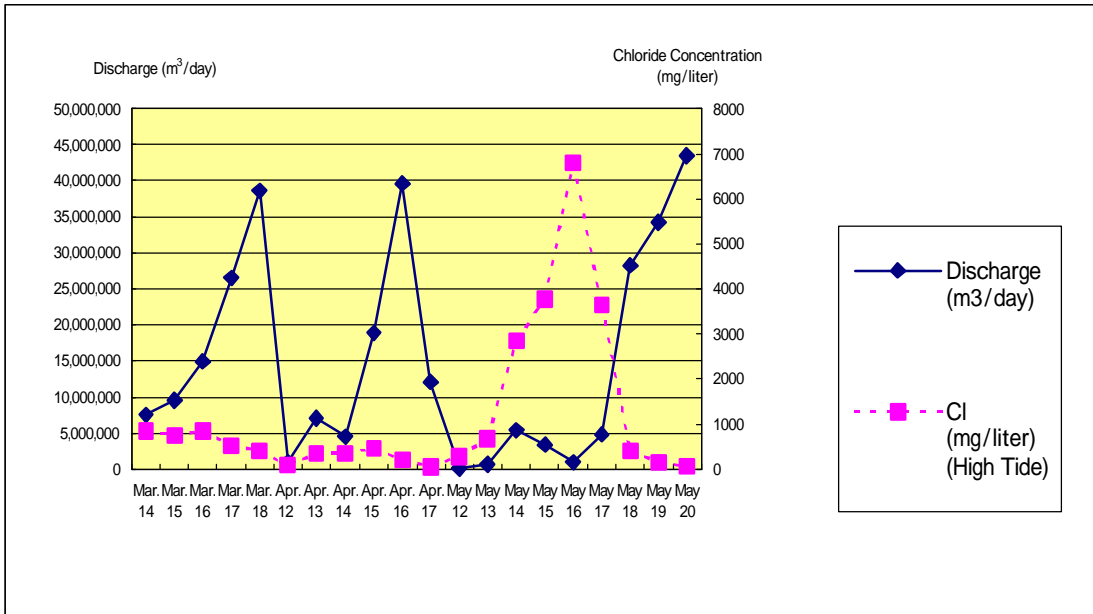


図 5.5 カルナフル川流量と取水地点における塩分濃度の関係 (1995 年)

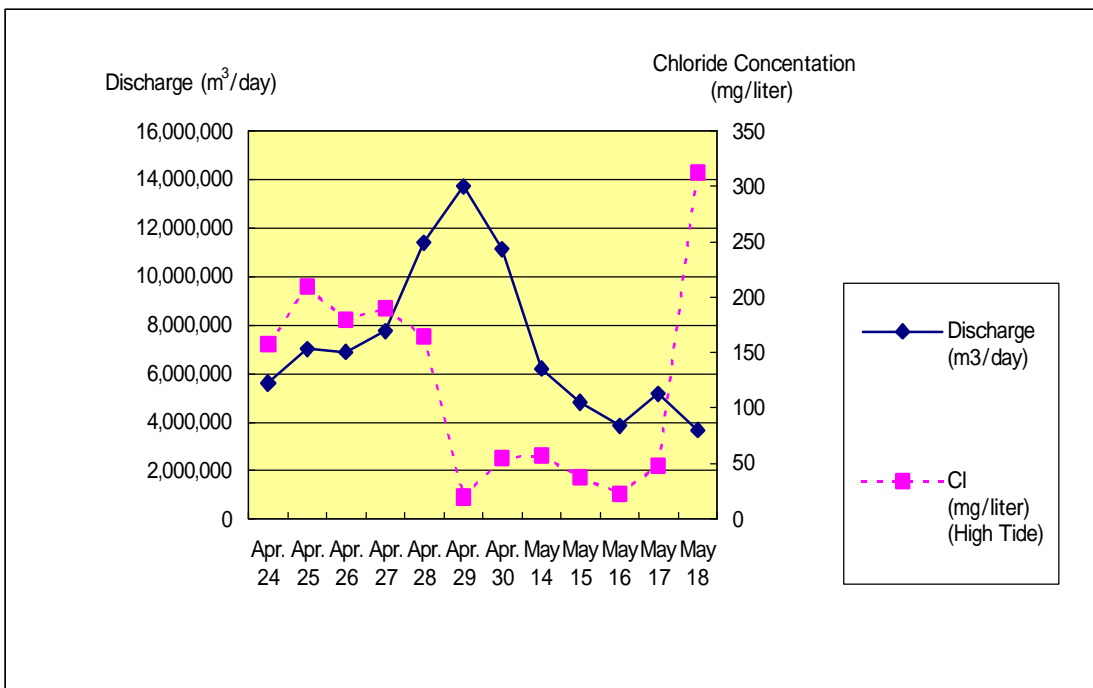


図 5.6 カルナフル川流量と取水地点における塩分濃度の関係 (1997 年)

5.3.5 ハルダ川表流水許容取水量

CWASA によるハルダ川からの取水計画水量を浄水場計画容量の 110%とすれば, 表 5.4 に示す通り 300,000 m³/日 (3.5 m³/秒) となる。

表 5.4 CWASA によるハルダ川からの取水計画量

開発計画プロジェクト	計画取水量 (m ³ /日)
1. 既存モハラ浄水場	100,000
2. モハラ浄水場拡張	100,000
3. モデナガット浄水場	50,000
4. モデナガット浄水場拡張	50,000
合 計	300,000

水資源省開発局 (WDB) ハルダ川水量観測所の過去 5 年間のデータを表 5.5 に示す。

表 5.5 ハルダ川流量観測データ

年度	最 小		最 大	
	流量 (m ³ /sec)	時期	流量 (m ³ /sec)	時期
1995	0.40	3月	195.79	8月
1996	1.39	3月	195.79	8月
1997	2.38	3月	244.23	9月
1998	2.10	3月	386.95	7月
1999	8.08	3月	548.67	7月

調査期間中、モハラ浄水場付近のハルダ川では、満ち潮時には常に上流側へ向かって逆流し、ホテイアオイがかなり速い速度で移動する様子が見られる。満ち潮は、潮位の変化とともに直ちに始まる。河川調査時には、上流側への逆流が始まるとともに、川底の泥の巻き上げが始まり、川水の色が変化する。ハルダ川は粘土分の流出の多い河川であり、川岸や川底には泥の集積が見られる。このことから、上流側への逆流は川底全体で生じていると想定される。

また、塩水遡上調査では、満ち潮時にカルナフリ川からハルダ川への河川水の流入が起きていることが、ECメータプロープのケーブルの引っ張りによって、合流点で観測された。また、満潮時、合流点や浄水場取水点下流でのハルダ川の水質は、塩水侵入もなく、測定深度にかかわらず、EC値がほとんど変わらず一定であり、淡水であった。

さらに、CWASAの「水道施設整備開発計画とF/S調査」(1979年)によれば、満潮時に潮位は合流点付近より下流の河口付近で高くなっていることが報告されている。

これらのことから、満ち潮時には、海水位の上昇によって、河口付近でカルナフリ川の流出がブロックされて逆流が生じ、その逆流は河川の深度方向や横断方向を含む全体で生じていると考えられる。この逆流時の流量計算結果によれば、その流量は1.8百万m³になると計算された。ハルダ川での全河川流量はこのカルナフリ川からの逆流量とハルダ川の基底流量の合計となる。

この全河川流量は、2.04百万m³/日となり、ハルダ川での計画取水量(300,000m³/日)は、その14.7%であり、十分な取水許容範囲内にあると判断される。

5.3.6 カルナフリ川表流水許容取水量

カルナフリ川は、その上流の広大なカプタイ湖を主要な水源としている。河川流量は、カプタイダムを通じてその発電用放水量に依存している。異常渇水年を除き、通常年での最小放水量は5百万 m³/日である。基本計画において2010年までにカルナフリ川右岸に建設を計画している浄水場の取水予定量は300,000 m³/日(66 MGD)であり、ハルダ川の取水量と合計すると、600,000 m³/日となる。渇水時のハルダ川の河川水は、満ち潮時の逆流によって殆どカルナフリ川から供給されていると考えられる。

この取水量は、カプタイダムからの最小放流量(5百万 m³/日)の12%に相当する。現在、河川水利権に関して「バ」国では法制は整備されていない。しかしながら、水資源省によって策定された暫定国家水資源開発政策によれば、給水用の水利用は、第1優先順位を有すると規定されている。また、河川維持管理の観点からもこの水量は許容取水量の範囲内にあると考えられる。

しかしながら、将来におけるハルダ川やカルナフリ川での多量の取水は、ハルダ川のもハラ浄水場取水点やカルナフリ川における現在の河川流況に変化を及ぼすことを予測させる。そのため、塩水遡上について、モデナガット浄水場の完成後、さらに工業用水のための取水やカルナフリ川の右岸の浄水場施設が計画される際には、新たに詳細な塩水遡上調査を実施する必要がある。

さらに、カプタイダムでの発電施設の増設が新たに計画される場合には、それによる下流での給水取水への影響が最小限にとどまるように考慮される必要がある。

5.4 井戸施設

5.4.1 CWASA の井戸施設の現状

CWASA は現在40本の深井戸を所有している。このうち、16本はMOD-I 地区事務所が管理している。水質は基準値以上の鉄分があるが無処理で給水している。残りの24本はMOD-II 地区事務所管理区域内に位置しており、カルルガット除鉄処理場で処理後給水している。

井戸の構造は、井戸径400~450 mm、深度80~168 mである。帯水層は30~130 mの間に3~4層あり、スクリーンはステンレス製ジョンソン・タイプ・スクリーンが使用されている。MOD-I 地区の鉄分濃度は、0.1~6.5 mg/liter である。一方MOD-II 地区井戸は0.8~12.4 mg/liter の鉄分があり「バ」国基準値を超えている。MOD-II の井戸の半分近くは「バ」国基準値を下回っているが、マンガン含有率が0.17~0.28 mg/liter と「バ」国基準値を上回り、除鉄、除マンガン処理の必要がある。

5.4.2 井戸揚水能力回復

市内の井戸水は鉄分を多量に含んでいるため、スクリーン及び充填砂利の目詰まりにより揚水量が短期間に低減している。そのため、CWASA は井戸能力の回復作業を実施して給水能力の維持に努めている。回復はスクリーン部のブラッシング及び圧力水で洗浄する方法を採用している。この回復作業で公称能力の 70～80 %までは回復するが、回復不可能な井戸については新しく掘り直さなくてはならない。井戸の寿命は、その履歴によれば、MOD-I 地区では平均 23 年、MOD-II 地区では 14 年であった。

5.4.3 地下水開発許容量

既存の井戸揚水テストデータから、帯水層の透水量係数及び透水係数を求めた。

a) 透水量係数 (T) = 2,270 m²/日

b) 透水係数 (K) = 6.84 x10⁻² cm/sec

帯水層が沖積土のため両係数とも井戸取水層としては十分な浸透性を有すると判断された。CWASA の既存の井戸及び既に計画・実施予定の地下水開発計画水量は以下の通りである。

(1) MOD-I 地区井戸：除鉄施設がないため、本プロジェクト完成後は浄水場系給水に切り替えのため除外する。

(2) MOD-II 地区井戸： 58,000 m³/日

(3) 第 2 次カルルガット拡張： 25,875 m³/日

(4) ファテハバッド開発計画： 51,750 m³/日

合 計 135,625 m³/日

注：各揚水量は施設計画能力の 1.15 倍を計上してある。

上記帯水層条件より許容取水可能量は次のように推測される。

$$\text{許容取水可能量 (Q)} = \text{帯水層延長} \times \text{帯水層厚} \times K \times (H / L)$$

ここに、(H / L) (地下水位勾配)は既存井水位の等高線解析より求めた 0.00625 を採用する。また、市内周辺地形は東南部をカルナフリ川、西部はベンガル湾に囲まれており、北部はチッタゴン州内陸へ接している。なお、西部は輸出加工区内にある既存井戸及び今後の開発を考慮しておく必要がある。したがって、許容取水可能量の推算では安全のために、地下水浸透帯周辺延長は井戸開発地区周辺延長に限定し、17km と仮定して試算する。

$$(Q) = 17,000 \text{ m} \times 60\text{m} \times 6.84 \times 10^{-2} \text{ cm/sec} \times 0.00625 = 376,700 \text{ m}^3/\text{日}$$

CWASA 計画開発水量 133,625 m³/日は上記取水許容推算値に対して 36%に相当する。これは許

容取水量の推算値としては余裕ある範囲とは言い難く、従って CWASA の井戸開発計画による開発量は許容範囲限界に近いと判断されるので、その実施に当たっては、上記推算を参考に詳細な調査を実施することを提言する。

5.5 結論と提言

水資源開発調査期間中に得た既存施設状況、運転管理状況等に係る調査結果から次のことを提案する。

(1) 浄水施設及び井戸直送給水施設における塩素滅菌の厳守

特に MOD-1 の井戸は除鉄施設がなく、井戸から滅菌処理されずにそのまま直接市内配水管網に給水されている。塩素滅菌を行えば鉄、マンガン成分が酸化し発色するので水質の更なる悪化も考えられる。したがって、同地区の井戸にも除鉄施設を設置するか、又は浄水場系配水が実施された場合は、本プロジェクトにおいて計画されている様に水源の切り替えを徹底することが望まれる。

(2) 揚水テスト法の技術導入

現在の揚水テストは、リカバリーテスト法が採用されているが、この方法だけでは十分な水理解析は望めない。ステップ・ドローダウン法、連続揚水テスト法との組み合わせにより、より精度の高い水理解析が可能となり適正揚水量の決定ができる。過剰揚水は井戸寿命を短縮する原因になるので適正揚水運転を行うことは維持管理面からも重要である。

(3) マンガン処理

モハラ浄水場及びカルルガット除鉄処理場の処理水にマンガンが検出された。特にカルルガット系には基準値を大きく超えるケースも見られるので、マンガン除去対策を検討する必要がある。最大の障害はろ過砂層の老朽化であるので、本プロジェクトにおいて計画する既存施設改善計画の実行を提言する。

(4) 水源開発について

ハルダ川及びカルナフリ川からの取水計画量は十分許容量内にある。塩水遡上の影響は、干ばつ年の乾期末にカプタイダム放流水が抑制され、河川水が極端に少ない期間に発生することが検証された。近年気象条件は世界的な範囲で変動がみられ、過去の記録がそのまま参考にならない場合がある。塩水遡上発生時に水深による塩分濃度の変化を調査し、表流水水面取水の効果が期待できるか調査確認が必要である。また、ダム発電所との情報の連携も組

織化しておくことが重要である。

基本計画第二フェーズ実施後は渇水年の乾季に塩水遡上が発生する可能性が高くなる。従って、その後、本調査で計上した取水以外にさらにカルナフリ川から取水する計画が立案される場合には、防潮堰等の塩水遡上の防止手段について検討する必要がある。

地下水開発量は、将来計画である第3次インテリム給水改善計画の実施を含めると、調査地域内ではほぼ限界に近いと考えられる。しかしながら、これは限られた資料に基づいた概略の推算である。また、カルナフリ川の左岸の地下水開発や現在の調査地域での深層地下水の開発の評価を含んでいない。将来、これらの地域での新たな地下水開発が計画されるような場合には、さらに開発のための調査を実施することが必要となる。

(5) 塩水遡上調査の必要性

将来において、ハルダ川やカルナフリ川での多量の取水により、ハルダ川のモハラ浄水場取水点やカルナフリ川における現在の河川流況が変化することが予想される。そのため、それらの河川の塩水遡上について、モデナガット浄水場の完成後、さらに工業用水のための取水やカルナフリ川の右岸の浄水場施設が計画される際に、新たに塩水遡上調査を実施する必要がある。

第 6 章

上水道事業の運営状況

第 6 章 上水道事業の運営状況

6.1 「バ」国の水道行政

6.1.1 上水道行政の所管庁

上下水道行政は地方自治体開発省が所管している。同省は計画局 (Planning Commission) と連携して整備事業に係わる予算, 政策決定, 事業許可, 評価, 事後評価等を指導・監督する。同省の厚生衛生局 (DPHE) は地方都市, 農村地区の水道計画, 建設, 技術指導を所轄しているが, ダッカ及びチッタゴン市は 1963 年発布の法令「東パキスタン法令 No. 19」に基づき, 独立した上下水道公社が事業運営, 管理する権限を賦与されている。

6.1.2 上下水道事業資金調達

「バ」国の都市水道の開発事業は, 国際金融機関及び外国政府資金援助によって実施されている。小規模の事業拡張, 施設改善事業は自国政府資金援助で実施されるが, 水道セクターへの投資比率は 1973 年から 90 年までの 5 ケ年計画では, それぞれ 2.48%, 2.14% で, 90 年~95 年の第 4 次計画では 1.4% と低減している。最近の中期 3 ケ年計画 (1995 年~97 年) 見直しでは 4.0% が計上されている。これを近隣国である, スリランカ (6.0%), ネパール (4.0%), ミャンマー (2.9%) と比較すれば非常に低い。

WASA は設立以来主に世銀の資金援助により事業拡張を実施してきた。現在ダッカ上下水道公社 (DWASA) は世銀による第 4 次上下水道整備プロジェクトを実施中で, この中には 225,000m³/日の浄水場の建設が含まれている。CWASA では世銀第 3 次整備計画が進行中であるが, UFW 調査完了後中断している。

6.1.3 上下水道公社 (WASA) の課題と問題点

CWASA, DWASA は政府資金援助が十分でないため緊急な投資が予定通り実施することが困難である。両 WASA が直面している課題は歳入不足及び有収率が低いことである。更に DWASA ではメータ取り付け率が 70% と低率のため料金徴収率が低く, 又滞納率が高いなど財務管理面の問題が指摘されている。

(1) 事業形態

WASA は法令により独立採算制による事業形態で運営されている。しかしながら, 料金の設置, 投資の決定権は所管庁にあり, 特に料金改定は事業経営状況に即した料金改正が

独自に出来ない事業規定になっているため、安定した財務計画を確立できないことが組織的な隘路となっている。

(2) 営利事業体としての体制不足

WASA の設立以来、技術、資金両面に互り世銀が支援してきた。現在世銀は DWASA に対して第 4 次拡張事業を支援中であり、CWASA に対しては第 3 次拡張計画を実施してきたが、事業実施までに至っていない。世銀はこれらのプロジェクトを通じて WASA に対し組織体制、財務改革の必要性を指摘・勧告している。これらの勧告を受けて DWASA は組織改革を実践しているところであるが、今までのところ両 WASA の改善・改革に効果ある実績は認められない。

6.2 チッタゴン WASA の現状

6.2.1 組織及び制度

CWASA は、市内一円に給水範囲を持つ水道事業体である。下水道事業についても規則上は規定されているが、現在のところ公共下水道施設はない。都市排水は、チッタゴン市の所管事項として行われている。

(1) 組織構成

国営企業として、CWASA は財務的に独立採算制が期待されている。以下に組織構成を示す。理事会組織は、総裁の下に、管理部門、技術部門、財務部門の各理事により構成されている。理事会は CWASA 規定に従い運営されており、意思決定機関として予算や料金改定申請（今のところ電気料金の値上げに伴う料金改定のみが国家より許可されている）や投資計画等を審査する。

(総裁)

- a) 管理部門 - 総務部 (158): 秘書課, 管財課, 法務課, 空港担当設備課, 理事会調整課, サービス課, 治安課, 契約課
- b) 技術部門 - 技術部 (368): 計画・建設課, 浄水課, 維持管理課
- c) 財務部門 - 営業部 (192): 経理課, 歳入課, 販売課, 電算課
- d) 監査部門 - 監査部 (6)
- e) 開発部門 - 開発部 (8)

特別職として国から任命される者は、総裁及び理事会の各理事（管理、技術、財務）である。

(2) 組織及び制度の内容

1) 技術部門は、計画・建設課、浄水課及び維持管理課の 3 部所に分かれる。全技術部門

は、チーフ・エンジニアにより統括されている。

- 2) 浄水課長 (SE) は、浄水、送配水、給水に係る施設の運転全般について責任を持つ。計画・建設課長 (SE) は、計画・建設に係る業務を分掌する。同課は浄水施設計画のみならず管路や井戸の建設拡張についても責任を持つ。維持管理課長 (SE) は、井戸の維持管理及び給水についての責任を持つ。
- 3) 現場からの生産や配水量に関する運転記録・情報は、計画・建設課の設計係により管理され、その後チーフ・エンジニアに報告される。記録や解析といった情報管理は、一部コンピュータ化されているが、データ記録までで、それ以上の分析処理までには至っていない。
- 4) 営業部門に属する経理課は、予算や財務計画を担当する。また、歳入課は、料金請求や収入を扱っている。メータ検針係は 41 名おり、メータ読み取りの他、請求書の配布を行っている。
- 5) 秘書課は、職員採用や昇位関連の職務について責任を持つ。また、将来の基金や政府、世銀、国際機関との連絡文書の管理を受け持つ。
- 6) 顧客台帳は、コンピュータ化されており、コンピュータにより月々の請求書が発行されている。請求書は、コンピュータ係、歳入係、銀行及び顧客用の 4 枚により構成されている。また、請求書には、会計番号、メータ番号、今回指針、前回指針、日付、使用期間等が記載されている。更に、請求書受領後 1 ヶ月以内の料金未納者に対しては、警告文が郵送され、更には給水停止が規定されている。

6.2.2 上水道事業関連法令

- (1) 1963 年に発布された「東パキスタン法令 No XIX」を根拠として、政府は、1966 年 4 月「ダッカ及びチッタゴン上下水道公社 (水道接続及び料金賦課) 規則」を制定した。この規則の概要は以下の通りである。
 - 1) 水道事業の改善、拡張、維持管理する権限を賦与する。
 - 2) 公社が水道供給を行なうまでに、料金賦課がなされていない区域に対しても料金賦課を行なう。
 - 3) 礼拝場所については、料金賦課を免除する。
 - 4) 料率は毎年 1 回見直すこと。5 年以内に 1 度改定する。しかし、料金改定は、政府の許可を前提とする。
 - 5) 給水停止は、不法接続及び 1 ヶ月の警告をもってもなお未納する者への接続を撤去することにより行なう。
 - 6) 収入を保つこと。事業収入に先立って借款により事業費用を確保すること。経営や運

転経費の支払いを可能なものとする。

(2) 1996年8月17日制定「ダッカに対するパ国法令」

DWASA に対して、水道事業における民間への委託が認可された。これを受けて、DWASA では集金業務につき、7地区管理事務所のうち2地区において、労働組合傘下や民間企業への委託を行った。

6.2.3 水道料金体系・徴収

(1) 現行料金制度

1) 料金体系

用途別に設定されており、居住用と非居住用とがある。メータ従量制であるが、公共水栓は固定料金制を採用しており、市が肩代わりして一括支払いをしている。

2) 水道料金

居住用（個人住宅、病院、学校、庁舎、公共水栓、宗教施設） - Tk 4.06/m³

非居住用（商業、工業、ホテル、店） - Tk 11.35/m³

3) 料金改定には、政府許可を要する。

(2) 他の価格傾向

1) 公共料金

a) ガス料金（居住用、2バーナー）: Tk 250/月（1998年度）、直近5年間価格変化がない。

b) 電気料金: Tk 1.95/kWh（1998年度）、直近5年間では、1998年に2.6%上昇したのみ。

2) 消費者物価指数

都会地区では、1998年において前年比6.8%上昇、前年度は2.7%の上昇であった。

3) インフレーション率

1996年以降のインフレーション率は、4.1%、3.9%及び6.3%であった。

6.2.4 財政状況

(1) 財務状況

1) 貸借対照表

1997年度の監査報告書によれば、長期負債（年ごとに元利金が増加）は、資産の74%に相当し、年間歳入の6.5倍に達している。未収金は、約2.1億Tkが計上され

ており、年間歳入に匹敵する。また、年々約 10%の増加傾向にある。

2) 損益計算書

営業収支は黒字であるが、経常収支は毎年赤字となっている。これは、約 4 千万 Tk 計上される利息の支払いが大きいためである。1997 年度では、利払いは歳入の約 19% であった。前年度からの繰越は、約 3.5 億 Tk 赤字として繰り越され、これは歳入の約 1.7 倍にのぼっている。

3) 資金繰り表

1997 年度では、資金の流出が流入の約 1.6 倍となっている。これは、現金預金残高が毎年減る傾向を示し、1997 年度では前年比 33%の減少を示している。1997 年度当初の預金残高は、約 8 千 2 百万 Tk である。

4) 財務分析結果

a) 流動比率 (流動資産/流動負債 × 100)

1994 年以降の流動比率は、793%、1,400%、1,858%及び 1,670%であった。これは未収金や貯蔵品等の流動資産額が、未払い金等の流動負債額に比し大きいことを示している。即ち、この流動負債が流動資産に比べ、かなり低い額を示している。

b) 固定比率 { 固定資産 / (自己資本 + 剰余金) × 100 }

1994 年以降の固定比率は、231%、263%、278%、245%及び 250%であった。

c) 総資本利益率 (経常利益/平均資本負債合計 × 100)

1995 年以降の総資本利益率は、11%及び 12%を示した。これらは、9%の DWASA に比し高い値を示しており、財務上からは営業達成レベルが良いことを示している。

(2) 投資事業

1) 世銀 (IDA) 援助事業

世銀 (IDA) により、第 1 次援助事業 (1968 年)、第 2 次援助事業 (1981 年)、第 3 次援助事業 (中断) が行われている。

2) 長期負債

IDA ローン及び GOB ローンの元金及び利息払いが計上されている。

これまでの元利合計残高に対する返済額の割合は、1997 年度 5.6%、1996 年度 0.63%であり、元利償還金残高は年間収入の約 6.8 倍となっている。

6.2.5 事業運営状況

(1) 収入

- 1) 1997年における各カテゴリー別での集金額の割合は、戸別住宅用 34.4%、国営企業用 21.9%、商工業用 19.2%、病院・学校等 14.5%、公共水栓 9%の順となっている。
- 2) 過去5年間の平均料金回収率は、91%である。

(2) 支出

1997年度の支出割合及び主要経営指標は、以下の通りである。

表 6.1 支出割合

順位	項目	割合 (%)	支出額 (Tk million)	順位	項目	割合 (%)	支出額 (Tk million)
1	動力費	26	63.11	5	その他経費	7%	16.29
2	人件費	21	51.28	6	修繕費	5%	11.37
3	減価償却費	18	40.94	7	薬品費	5%	10.90
4	利息	17	39.11	8	政府配当	1%	1.50

表 6.2 主要経営指標

項目	1995	1996	1997	1998
(運営関連指標):				
有収率 (%)	64	65	70	65
1人1日平均給水量 (l/person/day)	122	127	126	137
(営業関連指標):				
販売単価 (Tk /m ³)	5.52	5.52	5.68	5.66
給水原価 (Tk /m ³)	6.71	6.58	6.36	6.67
職員1人当たり給水量 (1000m ³ /employee/year)	43	46	49	50
職員1人当たり営業収益 (1000Tk/employee/year)	239	254	279	280
(財務関連指標):				
回収率 (%)	93.6	85.3	90.5	91.0
営業収益対営業費用率(減価償却費を除く)(%)	139.0	140.2	136.8	120.6
営業収益対営業費用率 (%)	108.1	109.1	107.9	102.2
支出(減価償却費及び利息を除く)に対する人件費(%)	33.8	35.3	33.5	32.6
流動比率 (%)	1,400	1,824	1,858	1,678
固定比率 (%)	263	278	245	250
総資本利益率 (%)	11	11	12	12

Note: 職員数を750名として計算した。

6.2.6 事業運営の課題

(1) 課題

- 1) 職員のモチベーションが低く、職員研修を行なう必要がある。
- 2) 有収率向上達成という企業目標意識が低く、無収水対策を計画的に具体化する必要がある。
- 3) 財務内容が悪くなく、利息支払いが出来ていない。
- 4) 料金収入と必要経費のバランスがとれていない。

(2) 業務改善への提言

CWASA は、国営企業体としての独立採算や経済原理が働いた効率的な経営財政改善計画を策定する必要がある。具体的には、以下のような企業姿勢に基づく改善が望まれる。

- 1) 市場経済原理の下での企業組織による責任体制の徹底
- 2) 運転業務や財務管理に関する業務改善策の確立・実行

これらの目的のために次の諸策を提言する。

- a) CWASA 企業内部の改革
 -) 機構改革と責任体制の確立
 -) 起案，承認事項の整理・合理化
 -) 研修制度の設立と内容充実の励行
- b) 消費者台帳の見直し，整備
- c) 料金徴収率の向上検討と検針者指導員の役割と義務の明確化
- d) 生産性向上のために必要とするコスト管理システムの導入
- e) 財務管理のシステム化と局内監査の確立
- f) 故障メータの早期修繕・流量監視メータの設置
- g) 漏水調査及び改修計画の検討・実行
- h) 情報管理システムの導入

6.3 ダッカ WASA の事業内容

6.3.1 ダッカ WASA の概要

ダッカ上下水道公社 (DWASA) はダッカ首都圏の上下水道事業を運営管理する。1989 年にダッカ市に近接するナラヤングンジ市に浄水場が建設されたが、技術管理を支援する上から DWASA の管理下に編入された。現在はナラヤングンジ地区を含め 7 地区管理事務所があり、給水サービス、施設の維持管理、料金徴収の全ての面を運営管理している。

DWASA は 1996 年から有識者代表及び消費者代表を含むボードメンバー制を導入し、企業経営の公共性、健全財政確立のための組織改革を断行した。水道事業実施機関としての DWASA の代表は MG (Managing Director) である。

2000 年には MG の下に 3 名の Deputy MG、(計画・建設、運転管理・サービス、総務・財政管理) 体制を採用し企業内組織強化を図っている。

現在の職員数は 3,214 名で内訳は以下の通りである。

- | | |
|---------|---------|
| a) 管理職員 | 403 名 |
| b) 技術職員 | 2,248 名 |

6.3.2 上水道の現状

1999年現在，給水量は930,000m³/日で，その95%は井戸水で，残りの5%は2個所の小規模浄水場からの給水である。この2個所の浄水場は日本政府による無償資金協力事業により建設，拡張された施設である。給水人口は約410万人で，給水普及率は65%となっている。

6.3.3 下水道の現状

ダッカの下水道は，1923年にオールド・ダッカを中心に宗主国英国により建設された。その後拡張された施設は，主にダッカ南部地区で，北部の新開発地区には公共下水道がなく，僅かに集合住宅地区にコミュニティ式の合併式浄化槽がADB及びGOB資金で数箇所モデル施設として建設されている。

ダッカ南部地区下水道の概要は以下の通りである。

- | | | |
|-------------|------|------------------------------|
| 1) パグラ下水処理場 | 処理能力 | 乾期： 120,000m ³ /日 |
| | | 雨期： 180,000m ³ /日 |
| 2) 下水ポンプ場 | | 13ヶ所 |
| 3) 下水管渠 | | 624 km |
| 4) 下水接合ます | | 44,120 個所 |
| 5) 下水道使用者数 | | 1,300,000 人 |

1998年に北部ダッカの下水道整備計画が日本の技術援助でF/S調査が実施されている。

6.3.4 上下水道経営状況

過去5ヶ年の財務状況を以下に示す。

表6.3 過去5ヶ年のDWASAの財務状況(単位:Tk million/年)

年 度	請求金額	歳入	滞納額	未収金率(%)
1994	806.34	603.75	202.59	25.1
1995	843.43	716.93	126.50	15.0
1996	813.38	648.49	165.38	20.3
1997	866.32	758.35	107.97	12.5
1998	1,041.94	768.65	273.32	26.2

6.4 CWASA と DWASA の事業内容比較

CWASA 及び DWASA の比較は、CWASA にとって、業務改善を行なう上で非常に有効である。以下に両 WASA の事業内容の比較を示す。

比較の上での留意点は、CWASA には下水事業がなく DWASA にはあるということである。表 6.4 に両 WASA に係る事業概要を示す。

表 6.4 両 WASA に係る事業概要の比較

項目	単位	DWASA		CWASA
		1998	1999	1997
(基礎指標):				
給水人口	人	-	3,530,000	1,142,000
普及率	%	64	66	44
配水量	m ³ /day	870,000	930,000	143,803
販売水量	m ³ /day	609,000	651,000	101,008
UFW	%	30	30	30
接続数(上水)	箇所	-	180,129	30,006
接続数(下水)	箇所	-	45,325	-
共用水栓数	箇所	-	1,643	900
職員数	人	-	3,215	750
延滞率(年間)	%	-	26	9.5
(収支指標):				
収入	Tk million	1,127	1,251	209
運用支出	Tk million	833	812	153
営業支出	Tk million	982	1,038	194
経常支出	Tk million	1,098	1,197	233
(貸借対照表関連指標):				
資産	Tk million	11,467	13,457	1,853
資本金と負債	Tk million	11,467	13,457	1,853
流動負債	Tk million	48	154	(25)

注) CWASA の流動負債(25)は、CWASA の資本金と負債の中に含まれる。

上表に示される特徴を以下に示す。

- (1) 水道普及率は、DWASA が 66% (1999 年) に対して CWASA では 44% である。これは、CWASA が水道施設の拡張を必要としていることを意味している。
- (2) 未回収率(延滞率)では、DWASA の 26% に対して CWASA では 9.5% となっており、営業部門での作業効率は、CWASA の方が良好である。
- (3) 営業支出は、CWASA 及び DWASA 共に、歳入を下回っている。
- (4) 経常支出は、DWASA は歳入を下回っているが、CWASA では歳入を上回っている。これは、CWASA では営業外支出(利息払い)が大きいためである。

表 6.5 に両 WASA に係る経営指標を示す。

表 6.5 両 WASA に係る経営指標の比較

項 目	CWASA				DWASA
	1995	1996	1997	1998	1999
(運営関連指標):					
有収率 (%)	64	65	70	65	70
1人1日平均給水量 (lpcd)	122	127	126	137	263
(営業関連指標):					
販売単価 (Tk /m ³)	5.52	5.52	5.68	5.66	5.27
給水原価 (Tk /m ³)	6.71	6.58	6.36	6.67	5.04
職員1人当たり給水量 (1000Tk/職員/年)	43	46	49	50	92
職員1人当たり営業収益 (1000Tk/職員/年)	239	254	279	280	389
(財務関連指標):					
回収率 (%)	93.6	85.3	90.5	91.0	73.9
営業収益対運用費用率 (%)	139.0	140.2	136.8	120.6	154.1
営業収益対営業費用率 (%)	108.1	109.1	107.9	102.2	120.9
運用支出に対する人件費 (%)	33.8	35.3	33.5	32.6	23.6
流動比率 (%)	1,400	1,824	1,858	1,678	1,221
固定比率 (%)	263	278	245	250	78
総資本利益率 (%)	11	11	12	12	9

Note1; 職員数は750で計算する。

分析結果を以下に示す。

(1) 運営関連指標

- a) 有収率については、1997年を除けばDWASAがCWASAより高い値を示している。
- b) DWASAの1人1日平均給水量は、CWASAの約2倍である。これはDWASAは公共水栓に対して戸別給水率が高いこと、及び商業・工業用水比率が高いことによると考えられる。

(2) 営業関連指標

- a) 販売単価と給水原価の割合は、CWASAでは給水原価の方が高くなっているが、DWASAでは逆に安くなっている。
- b) 職員1人当たりの営業収益は、DWASAの方が高くなっている。

(3) 財務関連指標

- a) 回収率は、CWASAの方が良い結果となっている。
- b) 費用に対する収益率は、DWASAの方が良い結果を示している。
- c) 運用支出に対する人件費では、CWASAの方が高額となっている。

6.5 水道及び衛生に関する住民意識調査

6.5.1 調査の目的

本調査は地域住民の水道及び衛生に係る問題意識を把握するために実施したものである。

調査は各地区別に合計60家庭を住居様式別に選定して行なった。

調査内容は以下のようなものである。

- 1) 現在の水道給水状況について
- 2) 所帯収入に占める水道料金の比率
- 3) 水道料金支払許容額
- 4) 現在のサービス状況に対する要望事項

6.5.2 調査質問書

調査対象は60件のうち50件は現在給水区域内居住者、残り10件は区域外居住者を対象とした。各階層を対象として選ぶため、Pucca式家屋（コンクリート造り）、Semi-Pucca（壁はコンクリート造り、屋根はトタン又はシートの仮設造り）及びKutcha（竹籠壁、簡易木造）を50%、30%、20%となるように抽出した。

住居様式別による調査対象者数は以下の通りである。

表6.6 調査家庭数の内訳

	Thana	Pucca	Semi-pucca	Kutcha	合計
1	Kotwali	5	1	1	7
2	Double Mooring	11	2	1	14
3	Panchlaish	4	3	1	8
4	Pahartali	2	4	1	7
5	Chandgaon	2	2	2	6
6	Chittagong Port	2	3	2	7
7	Hathazari	2	1	1	4
8	Hathazari (part)	1	0	2	3
9	Sitakunda (part)	2	1	1	4
	合計	31	17	12	60

6.5.3 調査結果

(1) 収入

各家庭の月収は約8,000～9,000 Tk、大半は20,000 Tk/月以下の家庭収入である。表6.7と図6.1以下に調査家庭の収入分布状況を示す。

表6.7 家庭当りの月収の分布状況

月収 Tk/月	家庭数	割合(%)	累積%
5,000 未満	11	18.6	18.6
5,000 to 7,000	10	16.9	35.6
7,000 to 10,000	14	23.7	59.3
10,000 to 15,000	11	18.7	78.0
15,000 to 20,000	7	11.9	89.8
20,000 to 25,000	4	6.8	96.6
25,000 to 30,000	2	3.4	100.0
30,000 以上	0	-	-
合計	59	100.0	-

注) 有効回答数59, 無効回答数 1

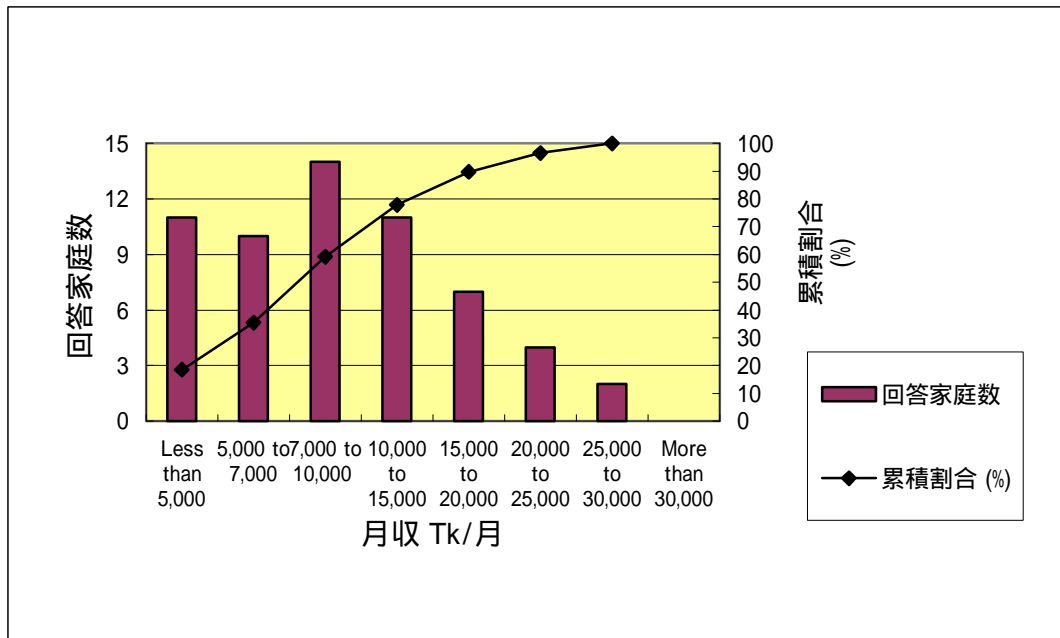


図 6.1 聞き取り調査による収入分布状況

(2) 収入に占める水道料金

現在の家庭収入に占める水道料金の割合を調査した。表6.8に示す通り、収入の2%までと回答した人が44%、3%までと回答した人は65%であった。

表6.8 月収に対する水道料金の占める割合

月収 (Tk)	月収に対する水道料金の占める割合					
	1.0 %以下	1.0 ~ 2.0%	2.0 ~ 3.0%	3.0 ~ 4.0%	4.0 ~ 5.0%	5.0%以上
5,000 以下		3	3	1		2
5,000 to 7,000		3			2	
7,000 to 10,000		1	4	3	1	4
10,000 to 15,000	4	3	1			
15,000 to 20,000	2	1	1		1	
20,000 to 25,000	1			1		
25,000 to 30,000	1					
合 計	8	11	9	5	4	6
累積 %	19	44	65	77	86	100

注) 有効回答数43, 無効回答数7

(3) 水道料金許容支払い額

給水サービスに対する支払い許容額の家庭収入に対する比率は、月収額の違いによって多少の差が見られる。全体として50%以上の人が、サービス改善後は値上げを容認している。他の調査項目において「給水サービスについて最も望むものはなにか」という質問に対して「常時給水」と「十分な水圧給水」を望む意見がそれぞれ1位、2位であったことにも給水サービス改善を望む住民の意思が反映されているものと考えられる。

支払許容率を更に詳しくみれば、月収7,000 Tk迄の低所得階層では現在以上の料金は支払えないとしているのに対し、7,000 Tkから15,000 Tkの所得者層では1.5から2.0倍まで、15,000 Tk~20,000 Tkまでの所得者層の人は2.0から3.0倍までの料金を容認する意見があることに注目する必要がある。

(4) CWASAのサービス改善に対する要求

現在の給水サービスに対する住民の要望についても調査した。調査方法は、あらかじめ予想される回答6項目を提示し、複数回答方式で行なった結果、常時給水に対する強い要望があった。調査結果を表6.9に示す。

表6.9 改善要求項目

改善要求項目	要求家庭数
1. 常時給水	51
2. 十分な水圧給水	29
3. 安価な給水	29
4. 安全に飲用できる給水	27
5. 水質良好な給水	25
6. その他	0

第 7 章

施設整備基本計画

第7章 施設整備基本計画

7.1 計画諸元

7.1.1 計画目標年次

計画目標年次は2010年とする。また、目標年次までの需要水量の急増を考慮し、中間目標年次として2005年を設定する。

7.1.2 計画対象区域

計画対象区域の面積は以下の通りである。

チッタゴン市内：	20,004ha
<u>周辺2地区(Thana)の一部：</u>	<u>6,911ha</u>
合計：	26,915ha

7.1.3 計画対象区域内人口

計画目標年次2010年における計画区域内人口は以下の通りである。

チッタゴン市内：	3,670,800人
<u>周辺2地区(Thana)の一部：</u>	<u>321,500人</u>
合計：	3,992,300人

また、中間目標年次2005年における計画区域内人口は以下の通りである。

チッタゴン市内：	2,930,600人
<u>周辺2地区(Thana)の一部：</u>	<u>255,500人</u>
合計：	3,186,100人

7.1.4 計画給水レベル

計画目標年次2010年における計画給水レベルを以下の通り設定した。

- 1) コンクリート造家屋居住者に対し、その95%は戸別給水、5%は公共給水栓による給水とする。
- 2) セミ・コンクリート造家屋居住者に対し、その50%は戸別給水、50%は公共給水栓による給水とする。

- 3) バラック造家屋居住者に対し，その20%は戸別給水，20%は公共給水栓による給水とし，
 その他は自家井戸等より給水するとして給水対象外とする。

中間目標年次2005年における計画給水レベルは以下の通り設定した。

- 1) コンクリート造家屋居住者に対し，その70%は戸別給水，10%は公共給水栓による給水とする。その他は自家井戸等により給水するとして給水対象外とする。
- 2) セミ・コンクリート造家屋居住者に対し，その30%は戸別給水，30%は公共給水栓による給水とする。その他は自家井戸等より給水するとして給水対象外とする。
- 3) バラック造家屋居住者に対し，その15%は戸別給水，20%は公共給水栓による給水とし，
 その他は自家井戸，河川，池沼等より給水するとして給水対象外とする。

7.1.5 計画給水区域

計画目標年次2010年における計画給水区域は，計画対象区域全域とする。中間目標年次2005年における計画給水区域は，計画対象区域の中で既に施設整備が進められている区域を主体とし，給水区域の拡張は既存配水管網に近接する区域に限定し，水源開発量に対応した給水区域とする。

7.1.6 計画給水量

計画目標年次2010年における計画需要水量は650,000m³/日とし，中間目標年次2005年における計画需要水量（総需要量）は344,000m³/日とする。

計画目標年次2010年における計画需要水量に対応する水源は以下の通りである。

(1) 既存施設及び既存開発計画

1) 既存及び計画進行中のもの

a) 既存モハラ浄水場	91,000m ³ /日
b) カルルガット除鉄処理場*（第二次改良計画（GOB）実施分を含む）	68,000m ³ /日
c) モデナガット浄水場（第一期，イタリア・プロジェクト）	46,000m ³ /日
合 計	205,000m ³ /日

*：カルルガット除鉄処理場の現在の給水能力は10MGD程度であるが，2005年までに合計20MGDの能力を持つ施設が整備される（本計画対象外）予定である。しかし，井戸水源の施設能力が不足しており，それらが順次整備されていくもの（本計画対象外）として，2005年には12MGD，2010年には15MGDの給水能力を持つと想定した。

2) 新規開発予定のもの

a) モハラ浄水場拡張（本計画）	91,000m ³ /日
------------------	-------------------------

b) ファテハバッド除鉄処理場（第三次改良計画（G O B））**	46,000m ³ /日
c) モデナガット浄水場（第二期）	46,000m ³ /日
合 計	<u>183,000m³/日</u>

**：市北東部地域に新設される井戸群を水源とするファテハバッド除鉄処理場については、C W A S Aはバングラデシュ国政府にその計画についての承認申請を行っており、現在その審査中である。2005年には稼動しているものと想定されるが、当初はチッタゴン大学及び軍駐屯地を主体に給水する予定としており、中間計画年次2005年の計画には含めないものとした。目標年次2010年には、他の給水システムと一体に運用されるものとして計画施設に含めている。

(2) 新規水源開発必要量

計画目標年次2010年における新規水源開発必要量は以下の通りとなる。

計画需要量： 650,000m³/日

既存水源量***： 387,000m³/日

新規開発必要量： 263,000m³/日

（***：計画済・政府承認済・承認申請中のものを含む）

既存の井戸取水量及び計画済・政府承認済・承認申請中の井戸開発量を合計した地下水計画取水量は、計画対象区域の地下水揚水許容推定量の36%に相当し、これ以上の地下水開発は困難であると判断する。また、ハルダ川からの更なる取水も困難である。したがって、上記の新規開発必要量の水源をカルナフリ川に求める必要がある。

なお、中間目標年次2005年における水源は、当該年度までに整備されることが確実な前記の既存及び計画進行中のもの、そして本計画のモハラ浄水場拡張施設を合計した282,000m³/日****とし、それに応じた配水管網の整備を図るものとした。

（****：カルルガット除鉄処理場の給水能力を12MGDとする。）

7.2 施設整備計画の基本方針

7.2.1 既存施設の設計方針

第一次整備事業（I D A 資金）により1977年に建設されたカルルガット除鉄処理場を水源とする既存給水系統は、バタリヒル配水池を緩衝式配水池*（Balancing Tank）とし、除鉄処理場に併設されている加圧ポンプ場からのポンプ直接給水方式を採用している。（*：配水池への流入管と流出管を兼用させ、夜間時等の使用量が少ない時間帯に貯水し、送水量が使用水量を下回るときに配水する。）

また、1988年に完了した第二次整備事業（I D A 資金）では、モハラ浄水場、A D C ヒル配水池、ダッカ街道加圧ポンプ場、パテンガ加圧ポンプ場が建設され、モハラ浄水場とそれらの

施設及びバタリヒル配水池**をつなぐ送水管が整備された。(** : この系統の送水管も緩衝式配水池として配管されている。)

しかし、現状は需要水量に対して給水能力が著しく不足しており、給水圧の不足のためバタリヒル配水池及びADCヒル配水池への送水が不可能な状態となっている。このため、ADCヒル配水池では近隣の井戸水源から揚水し周辺小地域に給水しており、バタリヒル配水池は使用されていない。したがって、周辺部の小配水地域を除き、給水区域のほとんどはモハラ、カルルガット両浄水場及び2箇所の加圧ポンプ場のポンプによる直接配水により給水されている。

7.2.2 本計画における整備計画基本方針

本計画における整備計画基本方針を以下の通り設定した。

- (1) 浄水施設の施設能力を最大限に有効活用するために、一定処理水量で連続運転できるシステムを計画する。
- (2) 安定給水を維持するために、各配水区ごとに配水池を設置し、配水池を核とした、「一配水池は一配水区域をカバーする」、独立した配水システムとする。緊急時に備え、各配水区間に連絡管と仕切弁を設ける。
- (3) 送水施設（送水ポンプ、送水管）は日平均給水量に対応できる計画とする。
- (4) 配水施設（配水池、配水ポンプ、配水管）は時間最大給水量に対応できる計画とする。
- (5) 時間帯による需要量の変化に対応して安定給水を維持するために、原則として高置配水池より自然流下方式で配水する。高置配水池を設置できる適当な高地が得られない場合は、高架水槽を設けて代用する。
- (6) 既存の配水管網を最大限に有効利用することとし、配水管の能力不足に対しては既存管に平行管を敷設して流下能力を増強する。
- (7) 除鉄処理場を経由しないで給水しているMOD-1地区に散在する井戸水源は、水質不良のため、代替の新配水系統が接続される時点で廃止するものとする。
- (8) 現在から中間目標年次を経て目標年次まで各段階ごとに需要水量が急増しているため、中間目標年次と目標年次の2段階（フェーズ）の施設整備を行う。
- (9) 中間目標年次までの期間が短いため、既存水源施設及び整備実施の可能性の高い水源施設を中間目標年次の水源施設能力とし、それに対応した需要に対して給水計画を立案する。

7.3 設計諸元

7.3.1 浄水施設

既存のモハラ浄水場の浄水方式は、世界的に広く採用されている高速凝集沈殿 - 急速砂ろ過

方式であり，浄水施設は，投資費用と維持管理費用を要する機器の使用を極力控えた経済的な施設設計が為されている。現在の運転状況とこれまでの運転実績から，運転管理上特段の支障は無いと判断され，また，経済的にも優位にあり，既に確保されている拡張用地に建設が可能なこと，同一方式であれば維持管理が容易なこと等の理由から，拡張も含め新浄水場には既存のモハラ浄水場と同一の高速凝集沈殿 - 急速砂ろ過方式を採用する。

但し，既存のモハラ浄水場ろ過池のろ過速度は通常時は267m/日であるが，一池洗浄時は306m/日と高速ろ過になるため，計画施設では一池洗浄時運転時にも現在の通常時のろ過速度と同程度のろ過速度となるようろ過面積を確保できる計画とする。

なお，既存のモハラ浄水場の薬品注入設備の能力は，原水濁度350NTUまで対応するように設計されているが，過去に830NTUの原水濁度が記録されており，薬品注入設備の能力不足が指摘されている。従って，拡張も含め新浄水場では原水濁度850NTUまで対応できる設備規模とする。

7.3.2 送・配水施設

配水池の設置を前提とした計画とするため，送水施設は一日平均水量を設計水量のベースとした。

配水施設については，時間最大水量を設計水量のベースとしたが，その変動パターンについては，現況施設では信頼できるデータが得られないため，日本の測定例を参考にして，一日平均水量の150%をピークとする変動パターンを設定した。

配水池の容量については，上記の変動パターンに対する72時間の動的管網水理計算を行い，その結果をベースとして算定された必要容量に若干の余裕を見込んで計画した。

同様に，ポンプ施設の能力も，送水施設については一日平均水量，配水施設については時間最大水量を施設能力として計画し，72時間の動的管網水理計算により計画の妥当性を検証した。

7.3.3 電気設備及び計装設備

電気設備及び計装設備の計画ではバングラデシュ，日本，その他先進各国で用いられている電気設計規格を採用する。各機器は高温高湿の現地条件に対応する仕様とする。また，維持管理が容易で耐用年数の長い施設とするため，複雑な機構を持つ機器の使用は極力避ける。

7.4 基本計画

7.4.1 概説

施設整備計画に係る基本計画施設の概要は以下の通りである。

- 計画浄水量は、中間目標年次2005年に282,000m³/日、目標年次2010年では659,000m³/日とする。
- 水源施設は以下の通りである。

水 源 名	2000年 (現在)	2005年 (中間目標年次)	2010年 (目標年次)
1. 既存モハラ浄水場 (F/Sにて一部改良)	91,000 m ³ /日 (20 MGD)	91,000 m ³ /日 (20 MGD)	91,000 m ³ /日 (20 MGD)
2. モハラ浄水場拡張 (F/S対象*)	-	91,000 m ³ /日 (20 MGD)	91,000 m ³ /日 (20 MGD)
3. 既存カルルガット除鉄処理場 (GOB将来拡張分を含む F/Sにて一部改良)	46,000 m ³ /日 (10 MGD)	54,600 m ³ /日 (12 MGD)	68,200 m ³ /日 (15 MGD)
4. モデナガット浄水場第一期 (事業進行中)	-	45,500 m ³ /日 (10 MGD)	45,500 m ³ /日 (10 MGD)
5. モデナガット浄水場第二期 (計画進行中)	-	-	45,500 m ³ /日 (10 MGD)
6. ファテハバッド除鉄処理場 (計画進行中)	-	-	45,500 m ³ /日 (10 MGD)
7. カルナフリ浄水場 (新規計画)	-	-	272,800 m ³ /日** (60 MGD)
8. 既存MOD-I地区井戸 (F/S事業完了時廃止)	32,000 m ³ /日 (7 MGD)	-	-
合 計	169,000 m ³ /日 (37 MGD)	282,000 m ³ /日 (62 MGD)	659,000 m ³ /日 (145 MGD)

* : 7.6節参照のこと

** : 他浄水場の浄水量と実給水量に差(浄水能力の余裕となる)があるため、その差分をカルナフリ浄水場で補う。そのため、必要浄水量が増加し、60MGDとなった。

なお、MOD-I地区に散在する既存の井戸は、除鉄施設が無く、井戸寿命も短いため、当該地区に新システムが給水可能になった時点で順次廃止するものとし、上記水源施設には計上しない。

- 安定給水を維持するために、配水システムは各水源ごとに独立した配水システムとし、そのために、以下の通り既存施設も含め中間年次は6個所、目標年次は10個所に配水池を計画した。

配水池名	水源名	2005年(中間)	2010年(目標)
1. 既存モハラ浄水場 配水(浄水)池	既存モハラ浄水場	6,700m ³	10,000m ³ *
2. クルシ配水池(地上)	モハラ浄水場拡張	19,600m ³	19,600m ³
3. クルシ配水池(高架)	モハラ浄水場拡張	1,780m ³	1,780m ³
4. 既存カルルガット加圧ポンプ 場配水(浄水)池	既存カルルガット 除鉄処理場	12,700m ³ **	14,400m ³ **

5. 既存バタリヒル配水池	モデナガット 浄水場第一期	13,640m ³	13,640m ³
6. モデナガット浄水場第二期 配水(浄水)池(地上+高架)	モデナガット 浄水場第二期	-	地上:10,000m ³ 高架:1,530m ³
7. ファテハバッド除鉄処理場 配水池(地上+高架)	ファテハバッド 除鉄処理場	-	地上:10,000m ³ 高架:1,530m ³
8. ナシラバッド配水池 (地上+高架)	カルナフリ浄水場	-	地上:27,500m ³ 高架:3,620m ³
9. サリンプール配水池	カルナフリ浄水場	-	11,200m ³
10. パテング加圧ポンプ場配水池	カルナフリ浄水場 [#]	12,000m ^{3###}	24,000m ^{3###}
(ADCヒル配水池) ^{###}	(既存モハラ浄水場)	(4,500m ³)	(4,500m ³)
合計		66,420m ³	139,800m ³

- * : 既存モハラ浄水場から直接配水するため、既存浄水池と拡張施設浄水池の半分を連絡し、一体の配水池として利用する。
- ** : 2005年までに4,200m³、2010年までに1,700m³を既存浄水/配水池8,500m³に増設する。
- # : 基本計画第二期施設完成時(2010)までは、パテング加圧ポンプ場配水池には、既存モハラ浄水場及びバタリヒル配水池経由でモデナガット浄水場第一期から送水する。
- ## : 中間目標年次までに全体の半分量を整備する。
- ### : 設置高度が低い場合、中間年次では昼間時にバタリヒル配水池の補完施設として使用し、目標年次では既存モハラ浄水場浄水/配水池からのポンプ配水の補完施設として使用する。

浄水場と配水池の位置及び配水池までの送水管ルートを図7.1に示す。

7.4.2 浄水施設計画

前節で述べたように、本計画による新設浄水場は以下の3浄水場である。

(1) モハラ浄水場(拡張)

本計画においてF/Sの対象とするもので、既存の浄水施設と同一規模の施設を拡張する。拡張後の施設能力は182,000m³/日となる。モハラ浄水場拡張施設の配置計画を図7.2に示す。中間目標年次2005年までに完成予定とする。

(2) モデナガット浄水場(拡張)

イタリアの資金援助で建設予定中の浄水施設(第一期)と同一規模の施設を拡張する(第二期)。拡張後の施設能力は91,000m³/日となる。目標年次2010年までに完成予定とする。

(3) カルナフリ浄水場

カルナフリ川上流右岸に表流水を水源とする新規計画の浄水場である。完成後の施設能力は273,000m³/日(60MGD)で、CWASAの施設の中では最大の浄水場となる。浄水場施設の配置案を図7.3に示す。目標年次2010年までに完成予定とする。

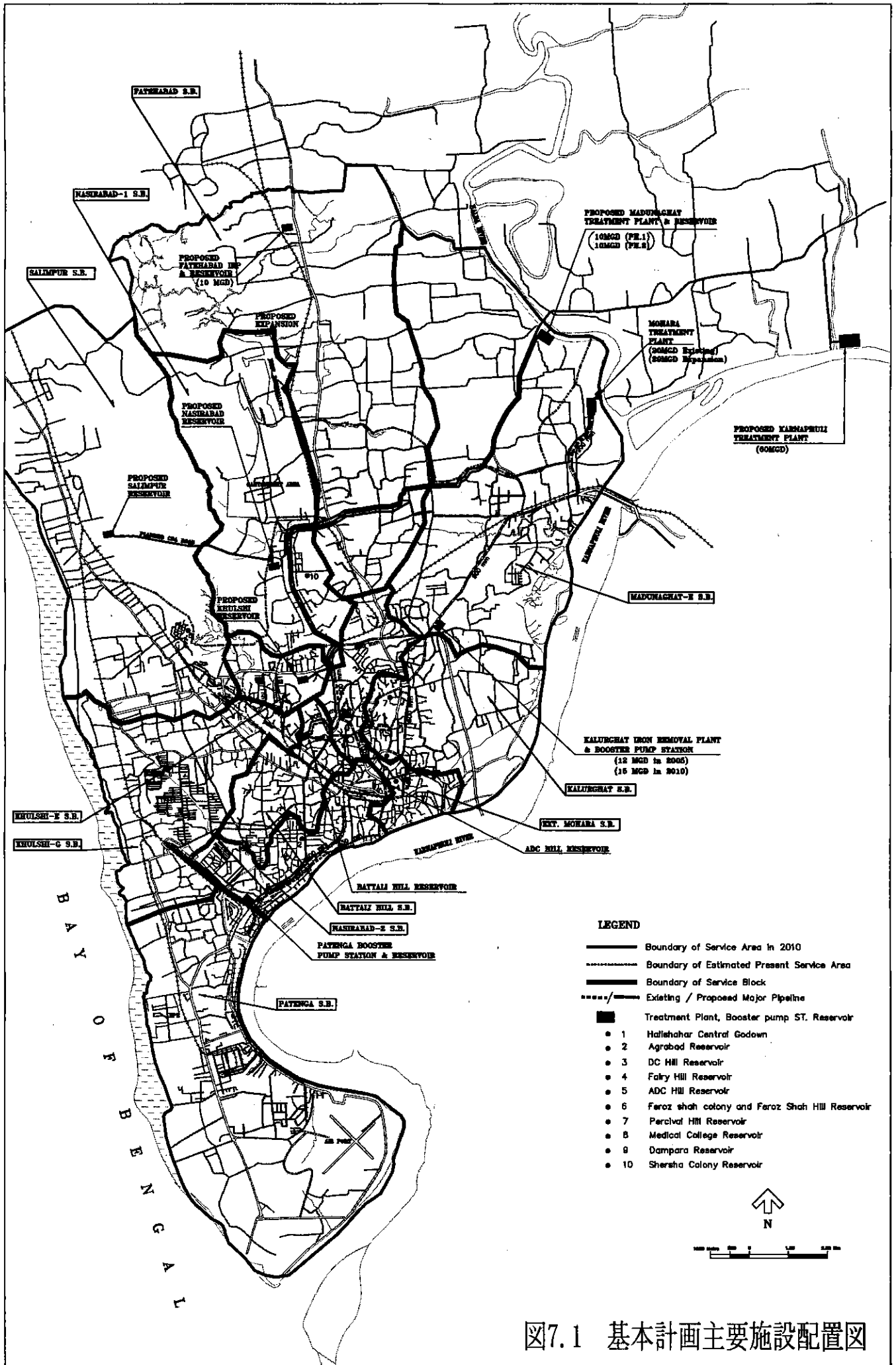


図7.1 基本計画主要施設配置図

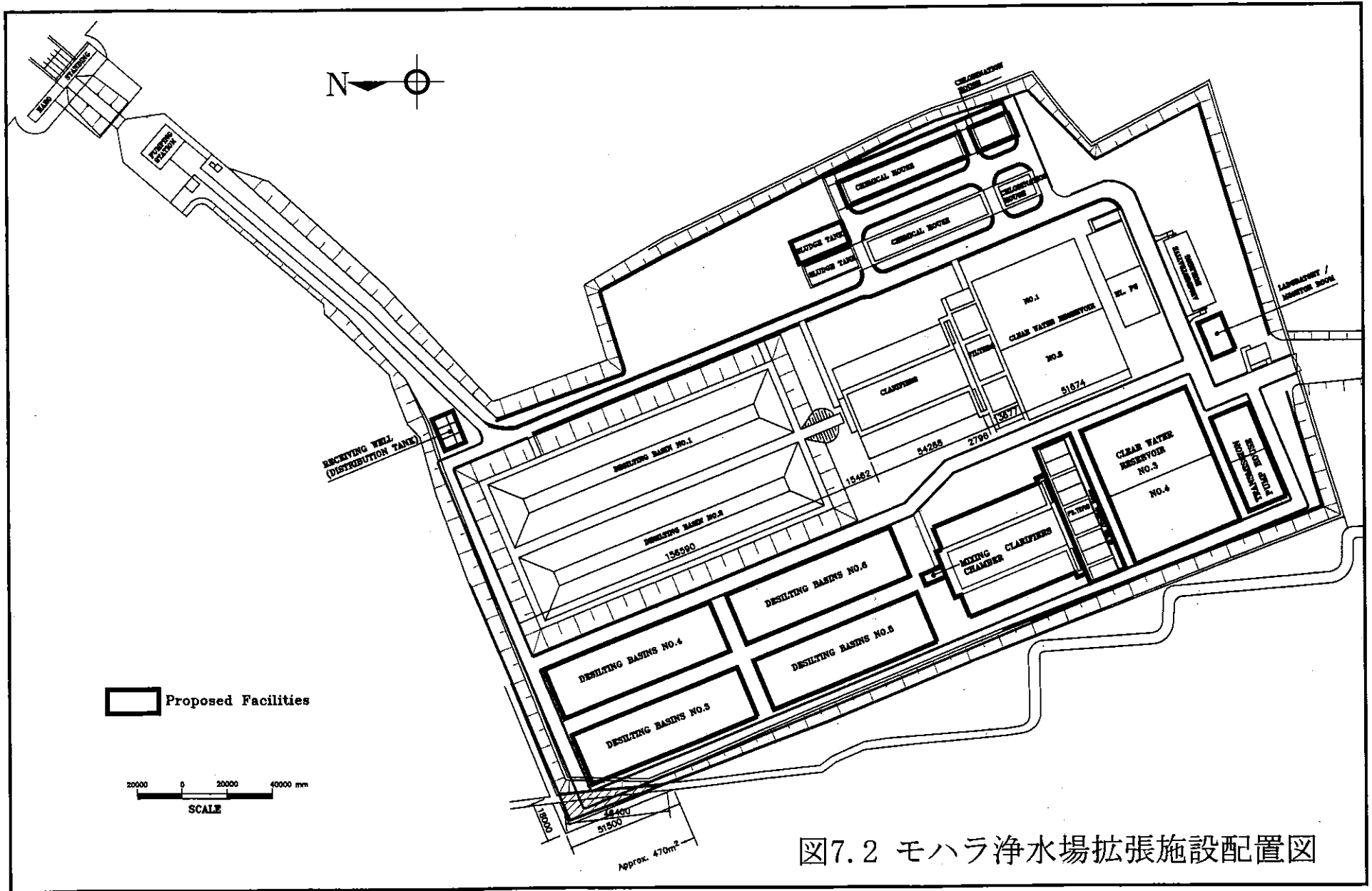


図7.2 モハラ浄水場拡張施設配置図

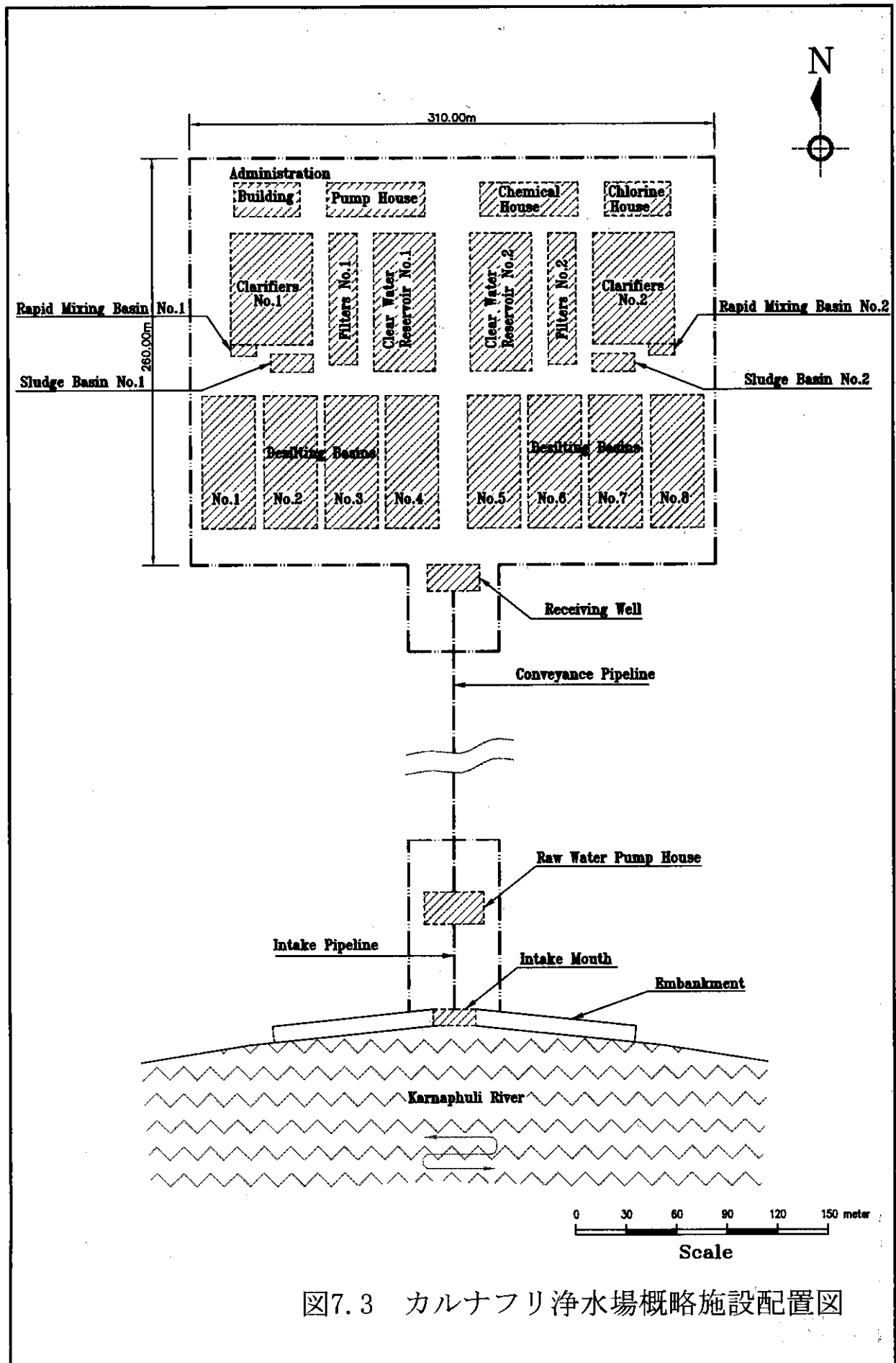


図7.3 カルナフリ浄水場概略施設配置図

7.4.3 モハラ浄水場拡張プラント送配水システムの検討

上記配水システムの計画に先立ち，モハラ浄水場拡張プラントの送配水システムに係る代替案の比較検討を行った。

(1) 代替案の内容

比較検討すべき代替案として，配水池の位置及びそれに対応した送配水管の口径と主配水管ルートとの相違により以下の7案を立案し，さらに，施設内容の違いにより細分化し，合計11案の代替案を立案した。

- 1) I-a 案： クルシヒルに配水池を新設
- 2) I-b 案： ナシラバッドヒルに配水池を新設
I-b 案をさらに3案に細分化した。
- 3) I-c 案： CWASA ナシラバッド資材置場に配水池を新設
I-c 案をさらに2案に細分化した。
- 4) -a 案： 既存バタリヒル配水池の横に配水池を新設
- 5) -b 案： 既存バタリヒル配水池を取り壊し，跡地に配水池を新設
- 6) -a 案： モハラ浄水場新プラントに配水池を新設
-a 案をさらに3案に細分化した。
- 7) -b 案： モハラ浄水場新プラントに配水池を新設し，さらに CWASA ナシラバッド資材置場に配水池と加圧ポンプ場を新設

(2) 比較評価項目

比較検討にあたって，以下の9項目を評価項目とした。

- 1) 給水安定性 - 停電等による短時間のポンプ施設の停止に対し給水の安定供給が可能か。
- 2) システムの制御容易性 - 給水システムの運転制御が容易か。
- 3) 維持管理性 - ポンプ施設が分散しているか。
- 4) 建設費
- 5) 維持管理費
- 6) 総費用現在価値 - 建設費と30年間の維持管理費の現在価値の合計
- 7) 土地取得性 - 所有地，公有地，民有地
- 8) 作業性 - 作業が容易な用地か
- 9) 既存バタリヒル配水池の取り壊しの必要性

(3) 建設・維持管理費

建設費は、モハラ浄水場拡張プラント浄水池及びその浄水を給するために必要な送水施設、配水池、配水ポンプ、主配水管について積算した。維持管理費は30年の運転期間を見込み、機械電気設備の一部は15年ごとの更新を見込んだ。運転費は各代替案で異なる電力費をTk 2.95/kwh.の料金単価を適用して計上した。費用の現在価値は7.5%の割引率をもって算定した。主要な代替案^{*}に係る計算結果は表7.1に示す通りである。

(* : CWASAは既存バタリヒル配水池を補修してモデナガット浄水場第一期系に使用する計画としており、同配水池を新配水池に更新する案は推奨しないこととしたため、下表に示していない。また、ポンプ直接配水を必要とする案も技術上の観点から推奨しないこととした。両案とも検討対象には含めており、その結果については報告書本編を参照のこと。)

表7.1 主要代替案費用比較 (単位：百万タカ)

費目	I-a	I-b-3	I-c-1	-a-3	-b
1. 建設費	1,424	1,501	1,770	1,543	1,733
I-a案 (=1.00)との比率	1.00	1.05	1.24	1.08	1.22
2. 年間維持管理運転費	46.1	47.1	43.3	42.8	42.4
I-a案 (=1.00)との比率	1.00	1.02	0.94	0.93	0.92
3. 総費用現在価値	1,692	1,771	1,965	1,754	1,920
I-a案 (=1.00)との比率	1.00	1.05	1.16	1.04	1.13

(4) 評価結果

主要な代替案に係る評価結果は表7.2に示す通りである。

表7.2 主要代替案評価結果

評価項目	I-a	I-b-3	I-c-1	-a-3	-b
1) 給水安定性	B	B	C	C	D
2) システムの制御性	A	A	A	B	C
3) 維持管理性	C	C	C	A	C
4) 建設費	B	B	D	C	D
5) 維持管理費	D	D	C	C	C
6) 総費用現在価値	B	C	D	C	D
7) 土地取得性	C	C	A	A	A
8) 作業性	A	A	C	C	C
9) 既存バタリヒル配水池取壊し	A	A	B	B	B
評価結果 [*]	3A	3A	2A	2A	1A
	3B	2B	1B	2B	1B
	2C	3C	4C	5C	4C
	1D	1D	2D	0D	3D
	(1)	(5)	(9)	(7)	(11)

* : ()内の数値は、各評価項目に重み付けした全11代替案の内の順位を示す。

(5) 推奨する代替案

全11代替案の内、最も優位な代替案は、クルシヒルに配水池を設置する案(上表I-a

案)である。維持管理費が高いものの建設費の優位性から、総費用の現在価値を考えると経済的な案である。ポンプ直接配水案を除けばその次に優位な案はCWASAナシラバッド資材置場及びバタリヒルに配水池を新設する案(Ⅰ-c-2案,上表に含めず)であるが、既存バタリヒル配水池を取り壊す必要があり、CWASAの同配水池に対する方針と異なるため推奨しないこととした。

クルシヒルは現在民有地であるため、土地強制収用を必要とする事態に至る可能性がある。その場合には解決に長期間かかることが予想され、計画実施に支障を来さないために、次位の案として、これも現民有地に設置する案であるが、ナシラバッドヒルに配水池を設置する案(上表Ⅰ-b-3案)を検討すべきである。両案はいずれも現民有地に設置する案であるため、その取得が困難な場合には、モハラ浄水場新プラントに配水池を新設し、バタリヒルに高置水槽を設置して配水する案(上表Ⅰ-a-3案)を採用することが考えられる。その場合には、バタリヒル及びそのアクセス道路で工事をすることと事業費用が増加することの2点に鑑み、既存バタリヒル配水池の取り壊しと新配水池の設置を前提としている案の採用の可能性についても再考慮すべき余地があると考ええる。

本計画では、クルシヒル配水池案を採用して計画を策定することとした。

7.4.4 送配水施設計画

基本計画における給水能力が、中間年次2005年では現有能力の約1.7倍、目標年次2010年では約3.9倍に達することから、既存の配水管網の整備拡充増強を、中間年次及び目標年次の2段階に分けて実施する。

(1) 配水系統

新配水システムの配水系統は表7.3に示す通りである。中間目標年次2005年では6系統、目標年次2010年では10系統の配水システムが整備される。

(2) 配水管網

安定給水、維持管理の簡便及び施工の柔軟性を設計方針とし、上記の各配水系統について、各配水池を起点として、既往の管網を有効的に活用する配水管網整備を実施する。基本計画目標年次2010年及び中間目標年次2005年に対する整備対象管路、さらに、その中で特に即効性のある緊急整備対象管路について、72時間の動的管網水理計算により最低水圧98kPa(10m水柱)を確保できるように管径を定めた。計画送水/配水管網を図7.4及び図7.5に示す。このうち、図7.4には第一期の整備管路、図7.5には第二期の整備管路を太線で表示している。

表7.3 基本計画配水システム

配水系統名	配水池名	配水方式	配水池整備	
			2005年	2010年
1. 既存モハラ浄水場系統	モハラ浄水/配水池	ポンプ圧送	現況	拡張分 連絡
2. 拡張モハラ浄水場系統 - 1	クルシ配水池 (地上)	自然流下	新設	継続
3. 拡張モハラ浄水場系統 - 2	クルシ配水池 (高架)	自然流下	新設	継続
4. カルルガット除鉄処理場 系統 1	カルルガット配水池	ポンプ圧送	拡張	拡張
5. モデナガット浄水場 第一期系統	バタリヒル配水池	自然流下	修理	継続
6. モデナガット浄水場 第二期系統	モデナガット配水池 (地上+高架)	自然流下	-	新設
7. ファテハバッド除鉄処理場 系統	ファテハバッド配水池 (地上+高架)	自然流下	-	新設
8. カルナフリ浄水場系統 - 1	ナシラバッド配水池 (地上+高架)	自然流下	-	新設
9. カルナフリ浄水場系統 - 2	サリンプール配水池	自然流下	-	新設
10. カルナフリ浄水場系統 - 3	パテンガ配水池	ポンプ圧送	新設	拡張

* : パテンガ配水池にはフェーズ 1 (2005) では、既存モハラ浄水場及びバタリヒル配水池を経てモデナガット浄水場第一期施設の浄水が送水される。

7.4.5 施設計画概要

基本計画における施設の概要を表 7.4 に示す。

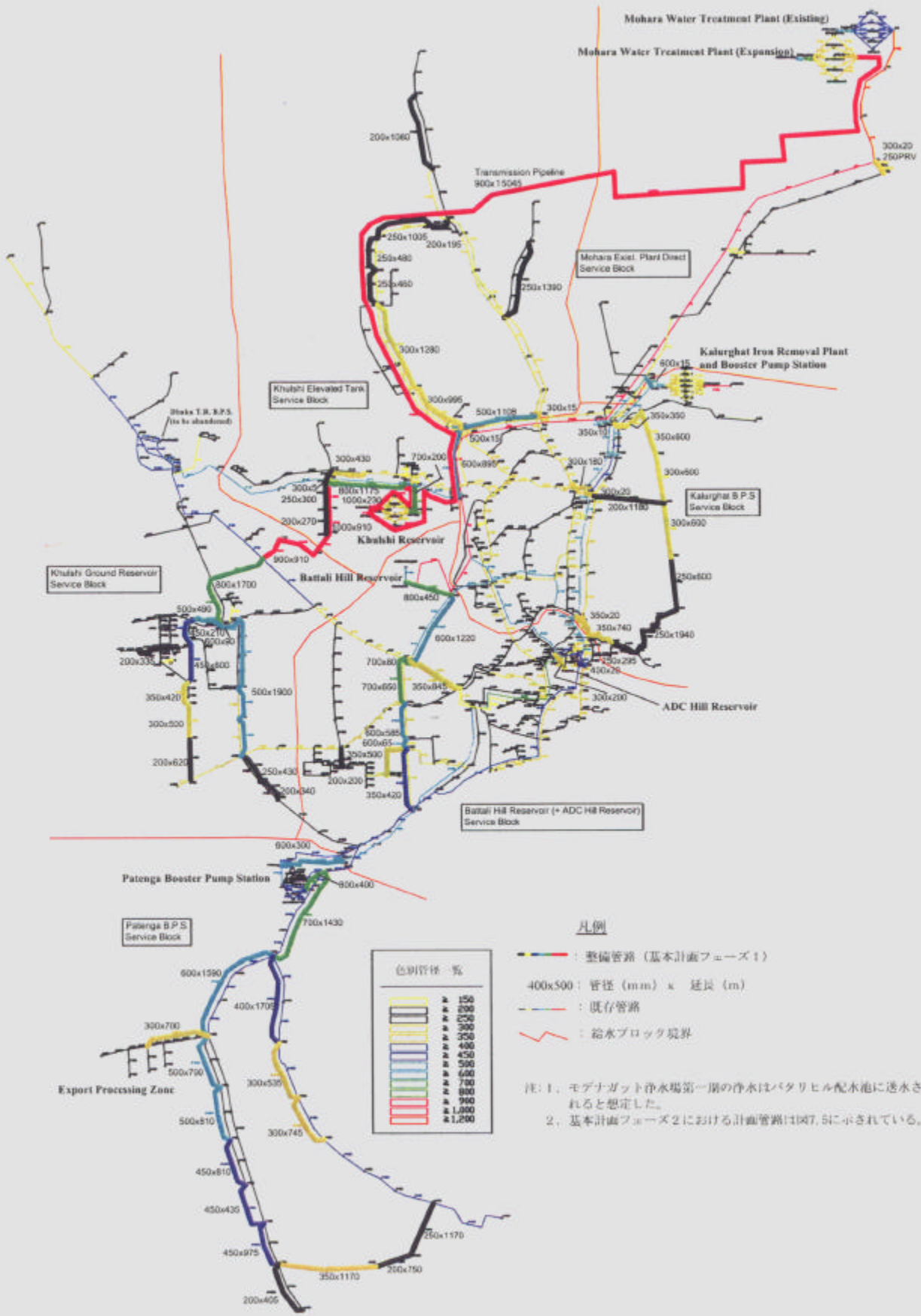


図7.4 基本計画フェーズ1 送水/配水管網計画図 (2005)

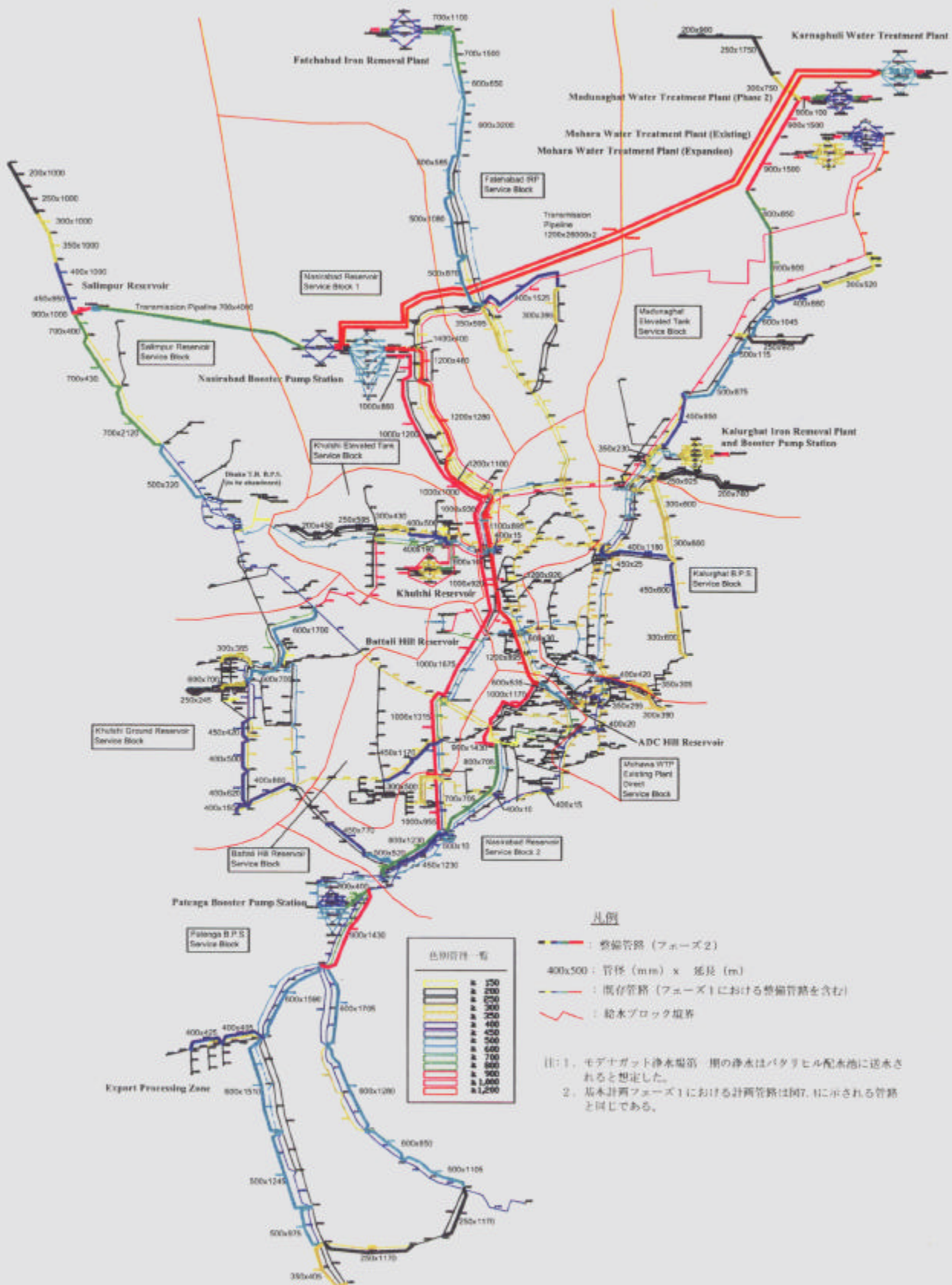


図7.5 基本計画フェーズ2 送水/配水管網計画図 (2010)

表7.4 基本計画施設概要

施設	緊急整備*	フェーズ1 2005	フェーズ2 2010	合計
1 モハラ浄水場(拡張)系				
浄水施設	Q=91,000m ³ /日 (20MGD)	20MGD	-	20MGD
送水ポンプ	15.8m ³ /分 x 84m x 350kW x 4 (+1)台	5台	-	5台
送水管	モハラ-クルシ DC1P 900mm	15,045 m	-	15,045 m
クルシ配水池	地上 2,800m ² x 7mD (35m-28m) 19,600m ³	19,600m ³	-	19,600m ³
揚水ポンプ	13.1m ³ /分 x 25m x 90kW x 3 (+1)台	-	4台	4台
高架水槽	18m x 7mD (52m-45m) x 16mH (LWL)	-	1,780m ³	1,780m ³
配水管	DC1P/PVC 口径1000mm 200mm	7,725 m	13,260 m	7,880 m
2 モハラ浄水場(既存)系				
浄水施設	更生事業 (ろ過池、取水・送水ポンプ)	-	1式	1式
配水管	DC1P/PVC 口径600mm 300mm	-	20 m	1,170 m
3 カルガット加圧ポンプ場系				
浄水施設	更生事業 (ろ過池、自家発電設備)	-	1式	1式
配水池 (拡張)	地上 2,060m ² x 2.87mD (3.33m-0.46m)、既存 2,940m ² (拡張 5,910m ³ 、既存 8,440m ³)	-	1,470m ²	590m ²
配水管	DC1P/PVC 口径600mm 200mm	-	7,150 m	3,910 m
4 モデナガット浄水場一期(パタリヒル配水池)系				
配水管	DC1P/PVC 口径800mm 200mm	-	5,505 m	1,170 m
5 モデナガット浄水場二期系				
浄水場	Q=45,500m ³ /日 (10MGD)	-	-	10MGD
モデナガット配水池	地上 2,000m ² x 5mD (7m-2m)、10,000m ³	-	-	10,000m ³
揚水ポンプ	15.6m ³ /分 x 35m x 150kW x 3 (+1)台	-	-	4台
高架水槽	18m x 6mD (36m-30m) x 25mH (LWL)	-	-	1,530m ³
配水管	DC1P/PVC 口径900mm 200mm	-	-	15,475 m
6 ファテハバッド除鉄処理場系				
ファテハバッド配水池	地上 2,000m ² x 5mD (17m-12m)、10,000m ³	-	-	10,000m ³
揚水ポンプ	15.6m ³ /分 x 35m x 150kW x 3 (+1)台	-	-	4台
高架水槽	18m x 6mD (46m-40m) x 25mH (LWL)	-	-	1,530m ³
配水管	DC1P/PVC 口径700mm 300mm	-	-	10,495 m
7 カルナフリ浄水場				
浄水場	Q=273,000m ³ /日 (60MGD)	-	-	60MGD
送水ポンプ	48m ³ /分 x 71.5m x 920kW x 4 (+1)台	-	-	5台
送水管	カルナフリ-ナシラバッド DC1P 1,200mm x 2条	-	-	52,000 m
8 カルナフリ浄水場(ナシラバッド配水池)系				
ナシラバッド配水池	地上 5,500m ² x 5mD (28m-23m)、27,500m ³	-	-	27,500m ³
揚水ポンプ	38.4m ³ /分 x 28.5m x 300kW x 3 (+1)台	-	-	4台
高架水槽	24m x 8mD (53m-45m) x 25mH (LWL)	-	-	3,620m ³
パテンガ送水施設	送水ポンプ 38.7m ³ /分 x 22.5m x 240kW x 2 (+1)台	-	-	3台
送水管	DC1P/PVC 口径1000mm 600mm	-	-	10,505 m
サリンブル送水施設	送水ポンプ 18m ³ /分 x 48.5m x 240kW x 2 (+1)台	-	-	3台
送水管	DC1P/PVC 口径700mm	-	-	4,000 m
配水管	DC1P/PVC 口径1400mm 300mm	-	-	12,725 m
9 カルナフリ浄水場(サリンブル配水池)系				
サリンブル配水池	地上 1,400m ² x 8mD (55m-47m)、11,200m ³	-	-	11,200m ³
配水管	DC1P/PVC 口径900mm 200mm	-	-	10,120 m
10 カルナフリ浄水場(パテンガ加圧ポンプ場)系				
パテンガ配水池	地上 4,000m ² x 6mD (7m-1m)、24,000m ³	-	-	4000m ²
2期に分けて拡張		(12,000m ³)	(12,000m ³)	(24,000m ³)
配水ポンプ	19.2m ³ /分 x 37m x 200kW x 2 (+1)台	-	-	3台
送水管	27.6m ³ /分 x 37m x 280kW x 2 (+1)台	-	-	3台
配水管	DC1P/PVC 口径900mm 200mm	-	-	14,630 m
11 二次配水管網(小口径配水管)				
小口径配水管	200-100mm	1式	1式	1式
12 職員住宅及び地区事務所				
職員住宅	100m ²	-	40戸	40戸
地区事務所	800m ²	-	5事務所	5事務所(拡張)
整備施設合計				
浄水場	施設能力	1浄水場 20MGD	2浄水場 70MGD	3浄水場 90MGD
ポンプ場	(浄水場内送水ポンプ場を含む)	1ポンプ場 5台	2ポンプ場 7台	5ポンプ場 26台
配水池**		1ヶ所	2ヶ所	4+2(拡張)ヶ所
地上配水池	施設容量	19,600 m ³	3,470 m ³	61,290 m ³
高架水槽	施設容量	-	1槽	3槽
送配水管***		22,770 m	25,935 m	129,450 m
送水管		15,045 m	- m	66,505 m
配水管		7,725 m	40,565 m	62,945 m

注：モデナガット浄水場第一期、同送水管(パタリヒルまで)、ファテハバッド除鉄処理場、同井戸水源は既存施設と見なした。
 *: 緊急整備事業はモハラ浄水場拡張施設の浄水配水に最低限必要な施設である。浄水場拡張施設、送水施設、送水管、クルシ地上配水池、主配水管の一部から構成される。

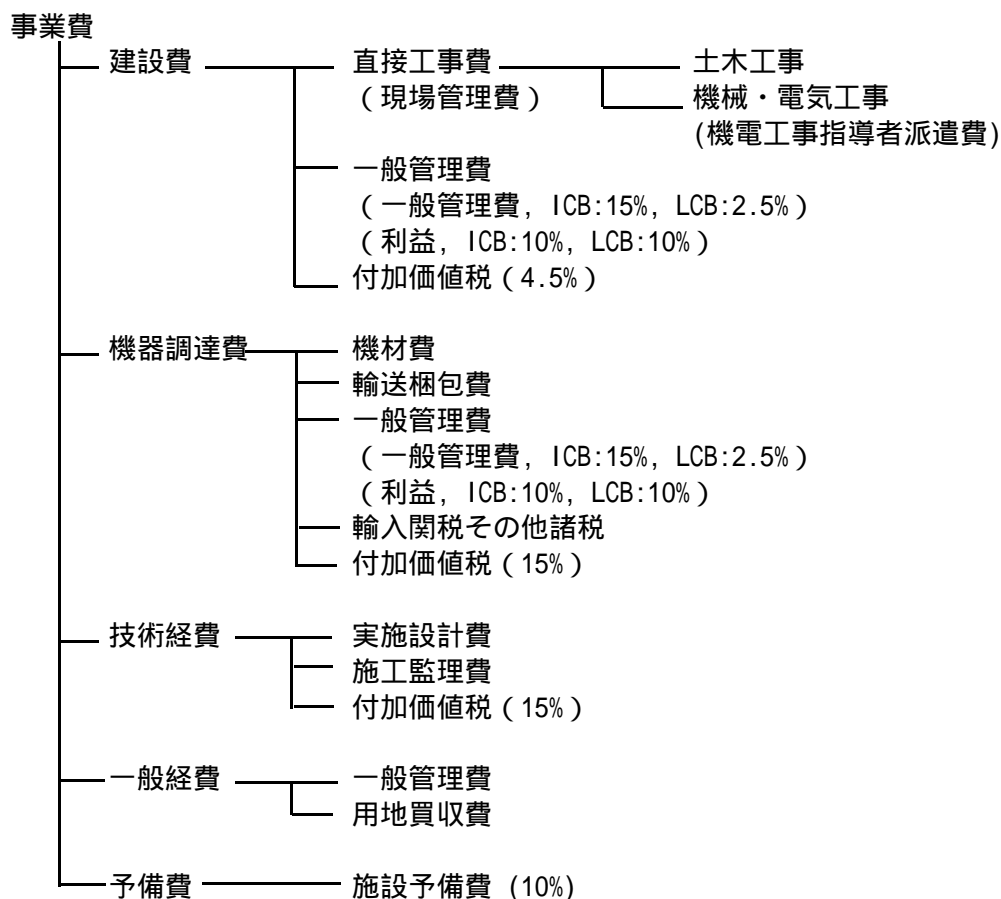
**：浄水場の浄水池は含んでいない。

***：本表は二次配水管網(小口径配水管)延長を含んでいない。

7.5 概算事業費

7.5.1 事業費の構成

事業費は以下の費目で構成される。



7.5.2 積算条件

事業費は予備設計に基づき積算された。工事単価は現地の建設事情（使用できる建設機械，現地で入手可能な建設材料，建設業者能力，適用可能な工法等）を勘案し，公共事業局の公定単価，CWASAの公定単価，機器製造業者の見積，工事業業者の見積，現地コンサルタントの見積を総合的に検討し，国際競争入札を前提として決定した。また，小口径管路工事については現地業者競争入札を前提として価格決定した。

積算時点 : 2000年9月
現地貨交換レート : 1.0米ドル = 54.00タカ = 106円

7.5.3 事業費

基本計画の総事業費は表7.5に示すように約450百万米ドルとなる。このうち、フェーズ1の総事業費は約111百万米ドル、フェーズ2の総事業費は約339百万米ドルである。

7.5.4 実施工程

本事業の実施はフェーズ1及びフェーズ2の2段階に分けられる。フェーズ1は2005年末までに完成予定である。フェーズ2は2010年までに完成する予定である。また、小口径管の整備事業は、その整備必要面積の広大なこと、整備対象となる街路網自体が発達していない等の理由から、目標年次を越えて、街路網の整備に対応して実施されるものとする。

フェーズ1 (2000～2005) - 優先事業

2000-01	プロジェクト準備段階
2002-03	実施設計及び入札
2003	工事開始
2003-05	建設工事
2005	供用開始

フェーズ2 (2005～2010)

2005-06	プロジェクト準備段階
2006-07	実施設計及び入札
2008	工事開始
2008-10	建設工事
2010	供用開始

表 7.5 基本計画総事業費

(単位: US\$)

計 画 施 設	フェーズ 1 (2005)			フェーズ 2 (2010)			合 計		
	内貨	外貨	計	内貨	外貨	計	内貨	外貨	合計
I. 直接工事費									
1. モハラ浄水場(拡張)	6,584,000	13,857,000	20,441,000	0	0	0	6,584,000	13,857,000	20,441,000
2. モハラ浄水場(拡張)(クルシ配水池)系	4,074,000	4,884,000	8,958,000	367,000	801,000	1,168,000	4,441,000	5,685,000	10,126,000
3. モハラ浄水場(既存)系	355,000	2,275,000	2,630,000	49,000	86,000	135,000	404,000	2,361,000	2,765,000
4. カルルガット加圧ポンプ場系*	1,915,000	4,244,000	6,159,000	408,000	412,000	820,000	2,323,000	4,656,000	6,979,000
5. モデナガット浄水場一期(バタリヒル配水池)系*	-	-	-	55,000	117,000	172,000	55,000	117,000	172,000
6. モデナガット浄水場二期系	-	-	-	6,654,000	7,902,000	14,556,000	6,654,000	7,902,000	14,556,000
7. ファテハバッド除鉄処理場系	-	-	-	2,544,000	3,312,000	5,856,000	2,544,000	3,312,000	5,856,000
8. カルナフリ浄水場	-	-	-	26,968,000	46,044,000	73,012,000	26,968,000	46,044,000	73,012,000
9. カルナフリ浄水場(ナシラバッド配水池)系	-	-	-	7,284,000	15,448,000	22,732,000	7,284,000	15,448,000	22,732,000
10. カルナフリ浄水場(サリンプール配水池)系	-	-	-	1,749,000	1,566,000	3,315,000	1,749,000	1,566,000	3,315,000
11. カルナフリ浄水場(パテンガ加圧ポンプ場)系*	1,381,000	2,331,000	3,712,000	2,638,000	4,557,000	7,195,000	4,019,000	6,888,000	10,907,000
12. 小口径配水管網	5,878,000	8,469,000	14,347,000	20,246,000	29,171,000	49,417,000	26,124,000	37,640,000	63,764,000
13. 職員住宅及び地区事務所	1,480,000	0	1,480,000	1,480,000	0	1,480,000	2,960,000	0	2,960,000
小計 I	21,667,000	36,060,000	57,727,000	70,442,000	109,416,000	179,858,000	92,109,000	145,476,000	237,585,000
II. 間接費・利益									
1. 間接費・利益 (ICB: 1-11の25%)	0	10,475,000	10,475,000	0	32,240,000	32,240,000	0	42,715,000	42,715,000
2. 間接費・利益 (LCB: 12,13の12.5%)	1,978,000	0	1,978,000	6,362,000	0	6,362,000	8,340,000	0	8,340,000
小計 II	1,978,000	10,475,000	12,453,000	6,362,000	32,240,000	38,602,000	8,340,000	42,715,000	51,055,000
III. 機器調達									
1. 量水器(20-150mmx25,000個)x 2期	0	589,000	589,000	0	589,000	589,000	0	1,178,000	1,178,000
2. 車両(乗用車 x 2台, 4WD x 2台) x 2期	0	93,000	93,000	0	93,000	93,000	0	186,000	186,000
3. コンピュータ(8セット、プリンタ共) x 2期	0	22,000	22,000	0	22,000	22,000	0	44,000	44,000
小計 III	0	704,000	704,000	0	704,000	704,000	0	1,408,000	1,408,000
IV. 管理費									
1. CWASA 管理費	128,000	0	128,000	128,000	0	128,000	256,000	0	256,000
2. 用地買収費	3,370,000	0	3,370,000	8,715,000	0	8,715,000	12,085,000	0	12,085,000
小計 IV	3,498,000	0	3,498,000	8,843,000	0	8,843,000	12,341,000	0	12,341,000
V. 関税、その他諸税									
1. 関税その他輸入諸税	12,595,000	0	12,595,000	37,724,000	0	37,724,000	50,319,000	0	50,319,000
2. 土木工事付加価値税 (4.5%)	1,518,000	0	1,518,000	4,607,000	0	4,607,000	6,125,000	0	6,125,000
3. 機器資材輸入付加価値税	6,010,000	0	6,010,000	18,437,000	0	18,437,000	24,447,000	0	24,447,000
4. 船積検査手数料 (PSI)	302,000	0	302,000	936,000	0	936,000	1,238,000	0	1,238,000
小計 V	20,425,000	0	20,425,000	61,704,000	0	61,704,000	82,129,000	0	82,129,000
VI. 技術経費									
1. 詳細設計, 施工監理 (8% of I+II)	849,000	4,810,000	5,659,000	2,611,000	14,798,000	17,409,000	3,460,000	19,608,000	23,068,000
2. 技術経費付加価値税 (5.25%)	297,000	0	297,000	914,000	0	914,000	1,211,000	0	1,211,000
小計 VI	1,146,000	4,810,000	5,956,000	3,525,000	14,798,000	18,323,000	4,671,000	19,608,000	24,279,000
VII. 予備費									
1. 工事予備費 (+ + + + + の10%)	4,871,000	5,205,000	10,076,000	15,088,000	15,716,000	30,804,000	19,959,000	20,921,000	40,880,000
2. 価格予備費	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIII. 総事業費	53,585,000	57,254,000	110,839,000	165,964,000	172,874,000	338,838,000	219,549,000	230,128,000	449,677,000

注: モデナガット浄水場第一期、同送水管(バタリヒルまで)、ファテハバッド除鉄処理場、同井戸水源は既存施設と見なした。

*: クルシ配水池系を除く2005年の配水幹線の工事費はカルルガット加圧ポンプ場系に一括して計上してある。

7.6 優先プロジェクトの選定

計画目標年次2010年の計画給水量を達成するためには、CWASAが現在計画実施中の事業を除いて3箇所の浄水場の新設或いは拡張を必要とする。現在の給水人口は114万人で普及率は44.7%であるが、水源能力が著しく不足していることから非常に厳しい時間制限給水を実施しており、商工業用水を含む一人一日当りの給水量（給水量原単位）は140リットル/人/日である。現在CWASAにおいて計画実施中の事業が完成しても、人口増加が著しいため、完成時点では給水人口に対する原単位水量は60リットル/人/日程度に減少し、都市活動の維持に相当な支障を来すことが想像される。従って、現在と同程度の原単位水量を維持するためには、給水人口を146万人程度に制限する必要がある。これは計画目標年次2010年における普及率で36%、中間目標年次の2005年では45%に相当する。

この条件下では普及率は向上せず、生活様式・レベルの向上を勘案すれば、むしろ現在より厳しい給水制限状況となり、商工業用水供給もさらに制約された状況になることが予想される。このような水道事情を改善するためには中規模の浄水場の拡張/新設は避けられない状況にあると考える。

以上の背景の下、基本計画において計画した三浄水場のうち、緊急事業としてモハラ浄水場の拡張及び主要送配水管の整備事業について、基本計画中間目標年次2005年を目標年次としたフィージビリティ調査（F/S）を実施することを提案する。

モハラ浄水場の拡張を選定した理由は以下の通りである。

- (1) 既設浄水場は拡張を前提として建設され、同規模程度の施設を拡張建設する用地が既に確保されている。
- (2) 基本計画で提案した三浄水場の中では、モデナガット浄水場は小規模であり、第一期計画も完了していない。また、カルナフリ浄水場は大規模であり事業費が大きいため、財政事情が逼迫しているCWASAでは当分実施することが出来ない。モハラ浄水場拡張は、中規模であり最も実施が容易である。
- (3) JICAとCWASAの間で合意されたS/W及びM/Mの趣旨に沿う。

なお、F/S事業の完成により給水状況は以下のように改善されると期待される。

- 給水人口は158万人に増加し、普及率は50%に向上する。
- 原単位水量は174 リットル/人/日になり、生活レベルの向上に対応できる給水が可能となる。
- 工業用水は現在の3倍の給水が可能となり、給水量の大幅な増加が可能となる。
- 市中心部等の除鉄装置の無い井戸水源使用地域では、表流水水源に切り替わることから、水質の大幅な改善が図られる。

第 8 章

優先プロジェクトの施設計画

第8章 優先プロジェクト施設計画

8.1 計画諸元

優先プロジェクトの計画にあたり採用した基本的諸元を以下に示す。

8.1.1 計画目標年次

優先プロジェクトの計画目標年次は基本計画で中間目標年次とした2005年とする。

8.1.2 計画対象区域

全計画対象区域の面積は以下の通りである。

チッタゴン市内：	20,004ha
<u>周辺2地区(Thana)の一部：</u>	<u>6,911ha</u>
合計：	26,915ha

このうち、優先プロジェクトの計画対象区域の面積*は以下の通りである。

チッタゴン市内：	13,445ha
<u>周辺2地区(Thana)の一部：</u>	<u>541ha</u>
合計：	13,986ha

*：カバーされる需要の割合に各地区の面積を乗じたもの

8.1.3 計画対象区域内人口

計画目標年次2005年における全計画区域内人口は以下の通りである。

チッタゴン市内：	2,930,600人
<u>周辺2地区(Thana)の一部：</u>	<u>255,500人</u>
合計：	3,186,100人

このうち、優先プロジェクトの計画対象区域の目標給水人口**は以下の通りである。

チッタゴン市内：	1,801,300人	
<u>周辺2地区(Thana)の一部：</u>	<u>137,700人</u>	
合計：	1,939,000人	1,940,000人

**：計画給水レベルを考慮した人口

そのうち、さらに優先プロジェクトにより給水される人口は以下の通りである。

チッタゴン市内：	1,570,280人	
周辺2地区(Thana)の一部：	10,080人	
合計：	1,580,360人	1,580,000人

8.1.4 計画給水レベル

計画目標年次2005年における計画給水レベルは以下の通り設定した。

- 1) Pucca形態家屋居住者に対し，その70%は戸別給水，10%は公共給水栓による給水とする。その他は自家井戸等により給水するとして給水対象外とする。
- 2) Semi-Pucca形態家屋居住者に対し，その30%は戸別給水，30%は公共給水栓による給水とする。その他は自家井戸等より給水するとして給水対象外とする。
- 3) Kutcha形態家屋居住者に対し，その15%は戸別給水，20%は公共給水栓により給水する。その他は自家井戸，河川，池沼等より給水するとして給水対象外とする。

8.1.5 計画給水区域

計画目標年次2005年における計画給水区域は計画対象区域の中で既に施設整備が進められている区域を主体とし，給水区域の拡張は既存配水管網に近接する区域に限定し，水源開発量に対応した給水区域とする。

8.1.6 計画給水量

計画目標年次2005年における計画需要水量（総需要量）は344,000m³/日である（約76MGD）。一方，2005年における水源能力は下記の通り282,000m³/日（62MGD）である。この差分を埋める新水源を開発することが望ましいが，資金的，時間的にその余裕は無く，また，計画需要水量に対応した配水管網の整備を短期間を実施することが出来ないことが明らかであるため，本計画では，2005年におけるモハラ浄水場拡張後の水源能力を上回らないように計画給水量を調整し，282,000m³/日とする。

(1) 既存及び計画進行中のもの

a) 既存モハラ浄水場（20MGD）	90,900m ³ /日
b) カルルガット除鉄処理場 [#] （第二次改良計画(GOB)実施分を含む，12MGD）	54,600m ³ /日
c) モデナガット浄水場 （第一期，イタリア・プロジェクト，10MGD）	45,500m ³ /日

小 計	191,000m ³ /日
(2) 新規開発予定のもの##	
モハラ浄水場拡張（本計画）（20MGD）	90,900m ³ /日
小 計	90,900m ³ /日
(3) 計画目標年次2005年における水源能力合計（1+2）	約282,000m ³ /日

#：カルルガット除鉄処理場の現在の給水能力は10MGD程度であるが、2005年までに合計20MGDの能力を持つ施設が整備される（本計画対象外）予定である。しかし、井戸水源の施設能力が不足しており、それらが順次整備されていくもの（本計画対象外）として、2005年には12MGDの給水能力を持つと想定した。

##：市北東部地域に新設される井戸群を水源とするファテハバッド除鉄処理場について、CWASAはバングラデシュ国政府にその計画の承認申請を行っており、現在その審査中である。2005年には稼働しているものと予想されるが、当初はチッタゴン大学及び軍駐屯地を主対象として給水する予定であり、目標年次2005年の計画には含めないものとした。

既存のCWASA所有の井戸のうち、MOD-I地区に散在する井戸については、適切な浄水処理を各井戸水に対して行なうことが困難なため、本計画で立案する新給水システムが普及した時点で廃止するものとする。

8.2 施設整備計画の基本方針（図8.1参照）

8.2.1 浄水施設

前節8.1.6で述べたように、計画目標年次2005年までに新しく開発される浄水場は20MGD（91,000m³/日）の浄水能力を持つモハラ浄水場拡張施設であり、拡張後にチッタゴン水道システムの水源能力は合計282,000m³/日となる。

モハラ浄水場拡張施設に係る整備計画基本方針は以下の通りである。

(1) 取水施設

一般に取水量は場内用水や逆洗排水等に消費される水量を考慮している。通常、横流式沈澱-急速砂ろ過方式を採用し、ろ過洗浄排水を返送する場合には浄水供給量の105%程度とされている。既存施設の実績については記録が得られないが、高速凝集沈殿池のため、また、原水の濁度が高いため排泥量が多いことが想定される。本計画施設では、逆洗排水回収施設を設けず、普通沈殿地の排泥量が多くなることも想定されることから、浄水供給量の110%を取水可能な施設を計画する。

本計画施設では取水施設構造物は既存施設を利用し、取水ポンプを増設することとする。揚水能力は既存施設を含め浄水供給量の110%（44MGD）を取水し、浄水施設手前に新設される着水井（分配槽）へ送水可能なものとする。

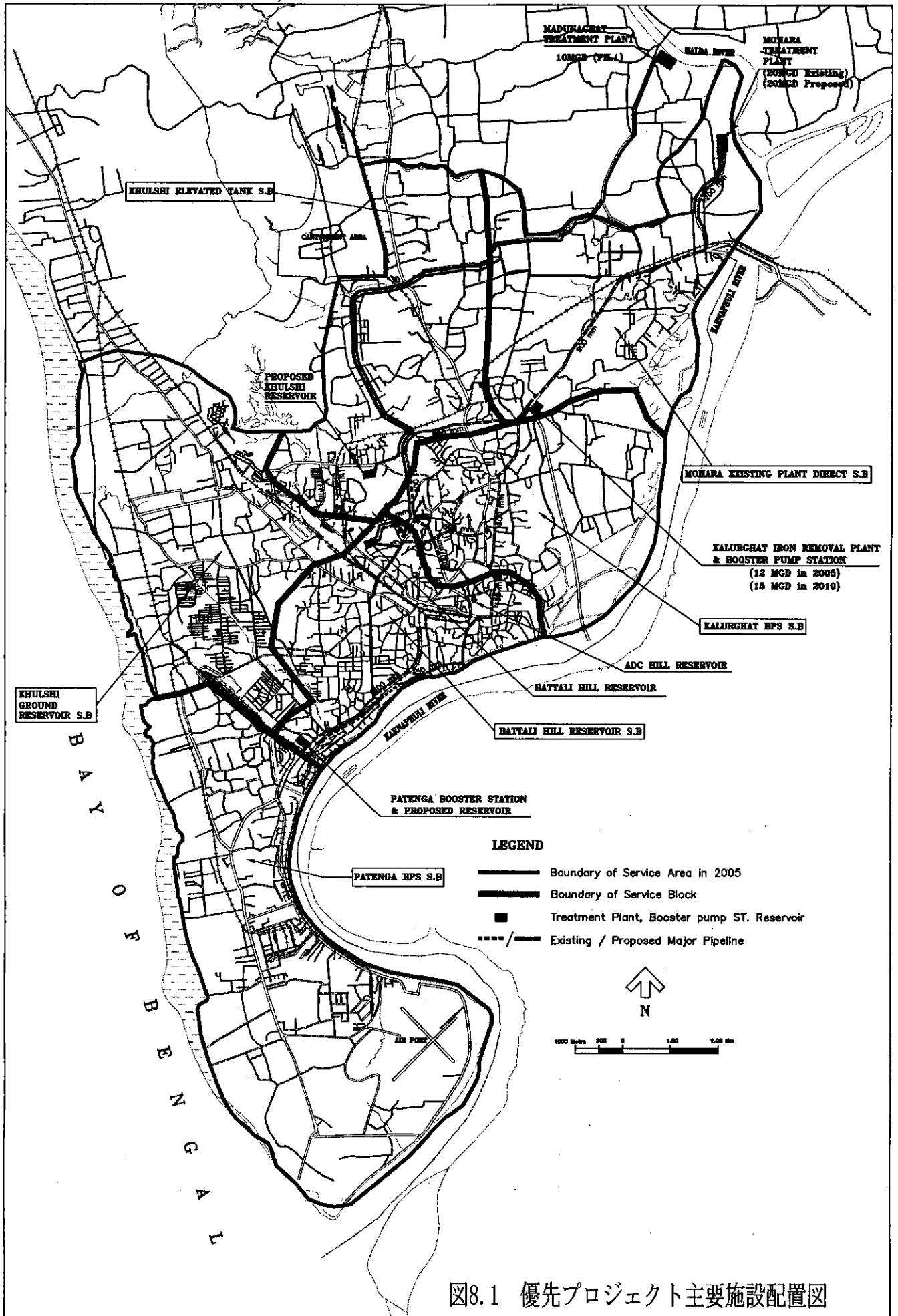


図8.1 優先プロジェクト主要施設配置図

(2) 浄水施設

既存の運転実績，経済性，用地面積，維持管理性を考慮し，拡張浄水施設の処理方法は既存施設と同様にスラッジ・ブランケット型高速凝集沈殿 - 急速砂ろ過方式とする。施設容量は，浄水能力で20MGD（91,000m³/日）とする。設計水量は，高速凝集沈殿池までは22MGD，ろ過池までは21MGD，以降は20MGDとする。

(3) 送水ポンプ施設

クルシ配水池まで内径900mmの送水管による送水が可能な送水ポンプ施設を計画する。送水ポンプ施設の運転はクルシ配水池の水位を遠隔監視し，その水位及びモハラ浄水場内の浄水池水位により制御する。

既存施設の改善は，モハラ浄水場及びカルルガット処理場施設の老朽化した設備改善に限定し，（1）処理水質の向上を目的としてろ過池の機能回復，（2）老朽化した機器単体及びその周辺設備の交換・修理，について実施する。なお，送配水管及び井戸設備の改善工事は本計画に含まないものとする。

8.2.2 送配水施設

送配水施設に係る整備計画基本方針は以下の通りである。

(1) 送水管

拡張施設と既存施設の浄水の配水先が異なることから，モハラ浄水場拡張施設浄水池からクルシ配水池まで内径900mmのダクタイル鋳鉄管を新設する。他の浄水施設に係る送水管の新設は無い。

(2) 配水池

モハラ浄水場拡張施設から送水される浄水を受水し配水するクルシ配水池を南クルシヒルに新設する。クルシ配水池はチッタゴン市の計画給水区域の北部及び西部地域にかけて給水する。給水対象区域の地盤高の違いのため，北部地域及びクルシ地区には，配水池から揚水し敷地内の高架水槽から自然流下により配水する。西部地域には配水池から自然流下により配水する。

カルルガット除鉄処理場浄水池（加圧ポンプ場配水池）については，その容量が少ないことが動的管網水理計算で確認されたため所要量まで拡張する。ポンプ施設については，第二次拡張事業（GOB）でポンプを2台増強更新することになっており，必要容量が確保されるため，その更新を前提として本計画では施設増強を行わない。

また，モハラ浄水場既存施設及びモデナガット浄水場第一期施設の浄水を受水するバッテリーヒル配水池は，補修して使用するというCWASAの方針に従い，同容量のまま使用できる

という前提とした。

同様に、モハラ浄水場既存施設及びモデナガット浄水場第一期施設の浄水を受水するパテング加圧ポンプ場*については、配水池が現在無いため、配水量に応じた容量を持つ配水池を新設する。また、ポンプ施設の能力が足りないため、配水量に応じたポンプ設備を増設する。（*：基本計画第二期ではカルナフリ浄水場の浄水を受水する。）

市内に散在する既存の小配水池及び付属するポンプ施設は近隣の高標高地区への給水のために必要に応じ使用する。

(3) 配水管網

配水管網の整備は既存の配水管網を有効利用し、配水能力の足りない区間については平行管を増設する。

クルシ配水場から主配水先である西部地区のHalishahar住宅地域までは、既存の配水幹線が無い場合、南クルシ地区を横断する配水幹線を新設する。

給水可能量が制限されていることから、東部地区のChandgaon Thana 及び 南部地区のChittagong Port Thana の一部において管網を補強する形で新設するが、他地区では配水幹線の拡張は行なわない。

8.3 施設計画

8.3.1 モハラ浄水場施設（拡張施設）

1) 概要

モハラ浄水場拡張施設の浄水能力は20MGD（91,000m³/日）であり、拡張後のモハラ浄水場の水源能力は合計40MGD（182,000m³/日）となる。

モハラ浄水場拡張施設は、取水施設（既存と共通）、分配槽、普通沈殿池、薬品混和槽、高速凝集沈殿池、急速ろ過池、浄水池、排泥槽、薬品棟、塩素注入施設、送水ポンプ施設、中央監視・水質試験棟から構成される。各施設の配置案は図7.2に示す通りである。

2) 取水施設

取水ポンプを4台運転し全体として必要な揚水量（浄水供給量の110%）を確保するため、既存ポンプの能力を上回る能力を持つ新設ポンプを2台導入する。これらのポンプはインバータ制御式とし、そのうち一台は常時運転して全体の取水量を一定値に保つものとする。取水口施設、取水ポンプ棟及びこれを繋ぐ導水管は、拡張分も考慮して建設されているため、これを利用する。

取水ポンプ場から分配槽までの延長220mの区間には新たに導水管を布設する必要があり、口径900mmのダクタイル鋳鉄管を新設する。この管は取水ポンプ棟外の既存導水管の分岐口に接続する。

3) 着水井（分配槽）

既存系列と拡張系列の各普通沈殿池に原水を均等配分するため、浄水施設手前に着水井（分配槽）を新設する。この分配槽手前で既存と拡張の導水管に各々流量計を設置して流量を監視し、既存系列と拡張系列に均等配分されるように流入仕切弁を制御する。

4) 普通沈殿池

排泥の容易性、敷地の制約を考慮し、4池の鉄筋コンクリート製矩形沈殿池を設置する。各池に配置する走行式ブリッジ上の排泥ポンプにより沈殿物を常時吸引排出出来る構造とする。

5) 急速混和池

既存施設の効率性に鑑み、既存施設と同様の設備を設置する。

6) 高速凝集沈殿池

既存施設と同様のスラッジブランケット式凝集沈殿方式を導入するが、流入渠の排泥管の設置、流入管に傾斜をもたせる等の改良を加えるものとする。

7) 急速砂ろ過池

既存施設と同じ自己逆洗型を採用するが、既存を含め全体の予備池を1池設け、合計9池として、ろ過速度の低減を図る。また、運転操作員の不適切な操作による洗浄の不徹底、洗浄水の過剰流出を避けるため、洗浄工程を自動化する。維持管理面を考慮して、予備のろ過砂、洗砂機を導入する。

8) 浄水池

既存施設の有効容量に見合う容量を確保する。塩素混和池を含め完全に2池に分割すると共に、流出柵を設ける。緊急時のため既存浄水池と同じ計画水位とし、既存浄水池との間に連絡管を設ける。消石灰の注入点は塩素混和池の流入地点とする。

なお、浄水池上部をろ過砂置き場とするため、その荷重に対応した構造とする。

9) 薬注設備

最高濁度850 NTUに対応した薬注設備を計画し、薬品棟を設置する。なお、本計画では、既存設備と同様に消石灰の注入設備を導入することとしているが、詳細設計時において、更にその必要性について詳細な調査を行なうものとする。

また、本計画では、薬品の入手容易性及び建設・維持管理費を考慮し、既存施設と同じく固形硫酸アルミニウムの使用を計画したが、日本では凝集性能の良いポリ塩化アルミニウム（PAC）が普及しており、実施設計時にさらに詳細に検討することが望ましい。

10) 塩素滅菌設備

塩素滅菌設備は拡張水量に見合う施設規模とする。注入地点は、小型の昆虫類を処理するために普通沈殿池の流入部、高速凝集沈殿池内の小生物処理のために急速混和

池の流入部，原水に含まれる鉄とマンガンの酸化を有効に行なうためにろ過池流入部，浄水の滅菌のために塩素混和池流入部，の4箇所を選定し，バルブの切り替えにより注入点及び注入率を変更できるようにする。

本計画では，薬品の入手容易性及び建設・維持管理費を考慮し，既存施設と同じく液体塩素設備による滅菌設備を計画したが，日本ではより安全性の高い塩素系薬品が普及しており，周辺住民の安全を考慮し，実施設計時にさらに詳細に検討することが望ましい。

11) 送水ポンプ設備

送水ポンプはモハラ浄水場内に設置され，モハラ浄水場拡張分の全量を新設するクルシ配水池に送水する。送水圧が異なるため新設送水管は既設送水管と別系統とする。浄水池及びクルシ配水池の水位による自動制御運転とする。ポンプは常用4台，予備1台の計5台とし，送水ポンプ棟を含め新設する。送水ポンプ棟には非常用自家発電設備を設置する。池の洗浄水，薬品溶解用水，塩素用水，場内給水用水等は送水管から分岐し，減圧後の浄水を利用する。

12) 排泥処理施設

既存排泥ポンプの能力は大きく，拡張分の排泥量を含めてポンプ排水することが可能である。そのため，本計画ではポンプは増設せず，貯泥槽のみを新設し，既存槽との間に連絡管を設ける。

13) 中央監視・水質試験棟

既存の中央監視室，水質試験室は狭い。今後は，既存と拡張分を一体にした中央監視，水質試験を行なうため，現在の管理棟の脇に2階建ての中央監視・水質試験棟を計画する。

14) 電気・計装設備

既存の受電は2回線受電を採用しているが，変圧器が1台しか設置されていないため，2回線受電の長所が活かされていない。本計画では，既存施設を含めた容量の変圧器を設置し，既存施設とはケーブルで接続するが，通常運転時には別々の系統で運転する。

また，停電及び電源電圧変動対策について，自動電圧調整可能な変圧器の設置，無停電電源装置の設置（所内電話，シーケンス・コントローラ，監視設備等，停電の許されない個所に設置），ポンプ等の大容量の設備に対する自家発電設備の設置を行う。

主な施設・設備のフローダイアグラムを図8.2に示す。

15) 施設諸元

計画浄水施設，設備の諸元を表8.1に示す。

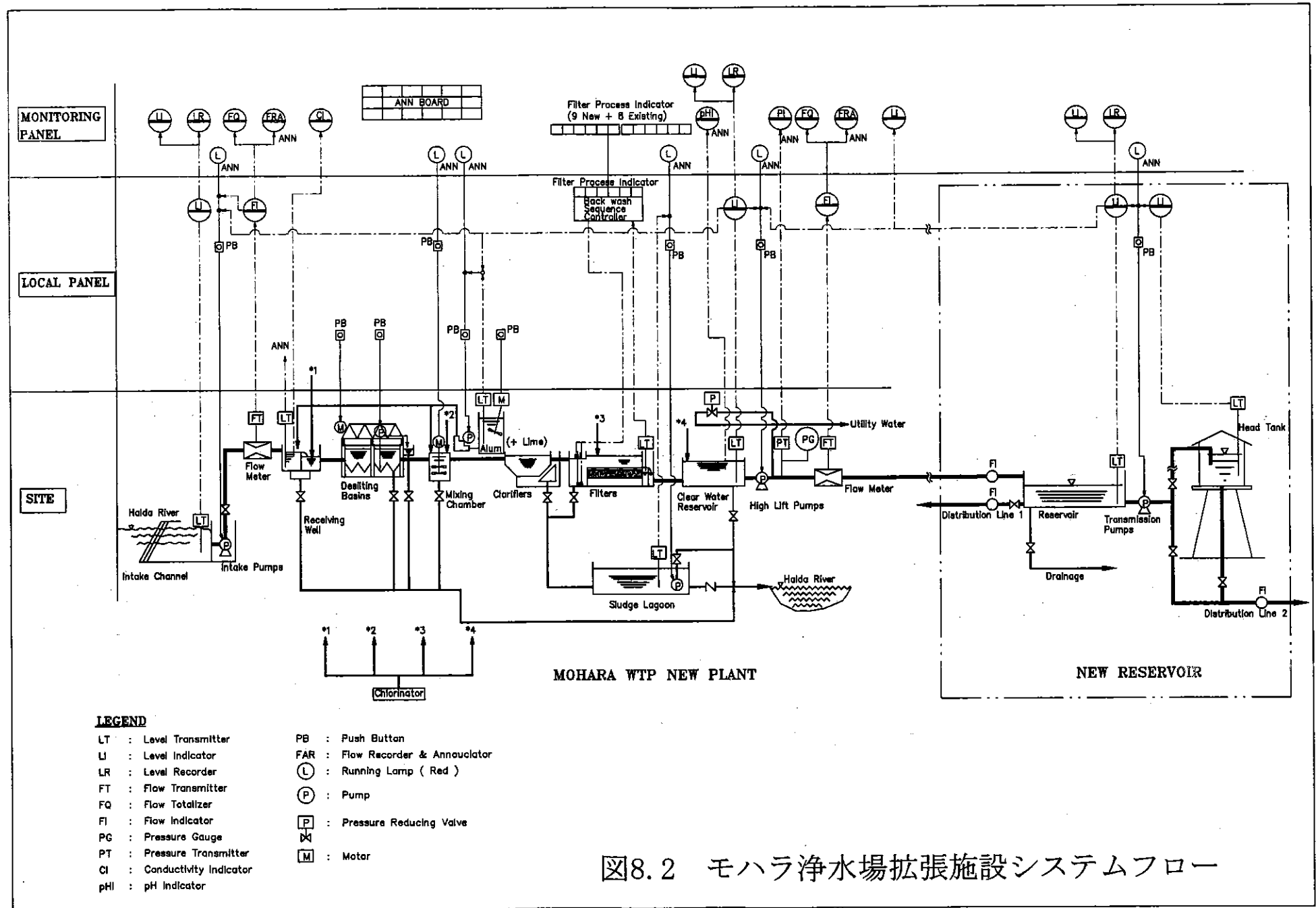


図8.2 モハラ浄水場拡張施設システムフロー

表8.1 モハラ浄水場拡張計画浄水施設

施設名	形状寸法	備考
1 取水ポンプ	42.1m ³ /分 × 15.3m × 185kW × 2台(内予備1台)	インバータ制御
2 着水井(分配槽)	幅5m × 長5.5m × 有効水深4m × 1池	旧系統
	幅7m × 長5.5m × 有効水深4m × 1池	新系統
3 普通沈殿池	幅23m × 長76m × 有効水深2.5m × 4池	
4 急速混和池	幅2.29m × 長2.29m × 水深1.9m × 2池	
5 高速凝集沈殿池	幅7.62m × 長7.62m × 水深7.08m × 24池	
6 急速砂ろ過池	幅4.88m × 長9.14m × 9池	自動洗浄
7 塩素混和池	幅9.0m × 長31.5m × 水深2.88m × 2池	
8 浄水池	幅31.5m × 長40.1m × 水深2.88m × 2池	
9 送水ポンプ	15.8m ³ /分 × 84m × 350kW × 5台(内予備1台)	

8.3.2 モハラ浄水場既存施設の改善

既存施設の改修として、ろ過池の自動洗浄装置の導入及びろ過砂の交換、予備砂の整備、洗砂機の導入、故障の多い取水ポンプ及び送水ポンプの交換を計画した。

(1) ろ過池の改善

既存の砂ろ過設備は、建設以来、ろ過砂の補充・交換あるいは洗浄入れ替えなどの維持管理が行われていないため、ろ過層は老朽化している。

ろ過砂は、原水中の鉄・マンガンの酸化フロックの抑留・付着により肥大化し、正常な洗浄効果が期待できない。また、下部砂利層及び集水装置の一部破損・目詰りも予想される。従って、ろ過層の更新、洗浄工程の自動化を目的として改善工事を行なう。また、PVC製の表洗管に劣化が見られるため、鋼管等の安定した材質に変更する。さらに、ろ過砂を交換するとともに、予備砂の整備、洗砂機を導入する。

なお、本改善作業は、拡張する浄水場の建設・運転開始以降に実施するものとし、給水停止など給水サービスに影響を与えないように配慮する。

(2) 老朽化した機器単体及びその周辺設備の交換・修理

1) 硫酸バンド注入設備

既設の硫酸バンド注入設備は、老朽化が著しく、且つ、当初設計のバンド溶解濃度40%の達成が困難なことから、現況は20%で運転しているため、高濁度負荷に対応できない。この結果、十分な凝集効果が得られず、砂ろ過設備への負荷が大きい。

本計画では、10%濃度バンド溶液注入設備に改善することにより、凝集効果の向上とろ過池の負荷軽減を図る。

バンド注入設備の改善検討項目は、以下に示す通りである。

a) 溶解設備の増設

b) 定量ポンプの増設

c) 注入配管の改善

2) 取水量の安定化

取水口付近に土砂が堆積し、河川の低水位時に取水量が確保できない恐れがあるため、簡易排泥装置を準備し、定期的に浚渫を実施する。排泥機能の改善検討項目は、以下に示す通りである。

a) 簡易沈砂除去ポンプの設置

b) 取水ポンプの洗浄操作バルブの交換

3) ポンプの交換

既存取水ポンプの内、故障頻度の多いポンプを1台交換する。送水ポンプについても、1台の交換費用を見込む。

8.3.3 カルルガット除鉄処理場施設の改善

既存施設の現況は、旧施設系の除鉄効率が低く、また、浄水池を配水池として利用しているが、その容量及び生産水量不足のため、配水ポンプは間欠運転を余儀なくされている。このような問題に対処するため、以下の通り改善案を計画した。

(1) 既存施設の改修

1) 酸化沈殿池

旧施設系の散水塔 沈殿池による除鉄効果は低くろ過池に負荷がかかっている。本計画では、塩素による酸化に変更するとともに、酸化沈殿池を設置する。

2) 配水池の拡張

現在、浄水池を配水池として、利用しているが、容量が不足しているため、配水ポンプを間欠運転している。配水池の増設を行い、配水の安定度を高める。

3) 施設諸元

計画浄水施設、設備の諸元を表8.2に示す。

表8.2 カルルガット除鉄処理場改修計画施設諸元

施設名	形状寸法	備考
1 酸化沈殿池	幅8.5m × 長18.0m × 有効水深2.5m × 3池	既存沈殿池を改修
2 配水池	幅16.8m × 長47.6m × 有効水深2.87m × 2池	既存浄水池と併用

(2) ろ過池改良工事

井戸水を原水とした既存の散気塔式除鉄設備のろ過設備は、長期にわたりろ過池の

清掃およびろ過砂の洗浄交換が実施されておらず、ろ過砂の表面に酸化マンガン・鉄による皮膜が付着し、ろ材の径が大きく成長している。また、ろ層全体にマッドボールと亀裂が発生し、且つ、ろ層が均一でない。

ろ過池の老朽化は、モハラ浄水場ろ過池より更に著しく、現在の運転状況は極限に近い状態で、かろうじて運転を継続している。

ろ過設備の改善項目は、以下に示す通りである。

- a) ろ過砂の交換，支持層・下部集水装置を含むろ過機能更新
- b) 逆洗水圧・水量の改善
- c) ろ材洗浄装置・機材の供与
- d) 排水トラフの新設
- e) 世銀第2次水道事業で計画されていた空気洗浄の導入
- f) 各ろ床の分離化

(3) 自家発電設備の導入

CWASAがポンプ2台を更新する計画を進めており、配水ポンプは合計8台となる。

この内2台がディーゼルエンジン駆動であるものの、浄水場内には非常用自家発電施設がない。配水の安定度を高めるため、モータ駆動ポンプ6台の内3台を運転できる能力を持つ自家発電設備を導入する。

8.4 送配水施設

8.4.1 設計方針

市全域の給水区域を複数の給水ブロックに分け、各給水ブロックに配水池を設け、ピーク時対応を行なう。適当な高地に配水池を設置できる場合には自然流下で、高地が無い場合にはピーク時に対応できる揚水ポンプで高架水槽に揚水し、そこから自然流下で配水する方式もしくは配水ポンプで直送する方式を採用した。

8.4.2 設計基準

配水池の設置が前提となっているため、送水施設については一日平均水量を設計水量のベースとした。

配水施設については、時間最大水量を設計水量のベースとしたが、その変動パターンについては、現況施設では信頼できるデータが得られないため、日本の測定例を参考にして、一日平均水量の150%をピークとする変動パターンを設定した。

配水池の容量については、上記の変動パターンに対する72時間の動的管網水理計算を行い、

その結果をベースとして算定された必要容量に若干の余裕を見込んで計画した。

同様に、ポンプ施設の能力も、送水施設については一日平均水量、配水施設については時間最大水量を施設能力として計画し、72時間の動的管網水理計算により計画の妥当性を検証した。

8.4.3 モハラ浄水場拡張施設送水管敷設ルートを選定

モハラ浄水場からクルシ配水場までの送水管のルートには、以下に示す3ルートがある。各ルートの特徴を表8.3に示す。

表8.3 送水ルート各代替案の特徴

送水ルート代替案	特 徴
1. 既存送水管	<ul style="list-style-type: none"> ・ルート延長の約半分を占めるアラカン道路は、道路幅は15m以上と広いが、既存送水管、配水管、ガス管、電話線など既設埋設物が輻輳しているため、施工が困難。 ・幹線道路で車両交通量が多く、施工が困難。 ・既設管の敷設替が必要になり、工事費が高くなると予想される。
2. CDA 計画道路	<ul style="list-style-type: none"> ・幅員約11mのレンガ舗装道路が計画されており、将来その上にアスファルト舗装を行なう予定。 ・現在、一部の用地の買収が終わっているが、予算確保が遅れているため、2005年完成は難しい状況であり、本事業実施時期までに完成しないと見られる。
3. アブドゥルカリム道路(採用案)	<ul style="list-style-type: none"> ・一部道路幅が狭く、施工性の悪い所があるが、他の埋設物はほとんどなく、一般的に施工性はよい。 ・拡幅を必要とする部分及び舗装を必要とする所が一部にある。 ・一部CDA計画道路と予定用地と路線が重なる部分がある。

上表に示す3ルートについて、現場踏査を行い、実施可能性、経済性について検討し、アブドゥルカリム道路案を採用した。しかし、CDA計画道路の完成時期が早まり、その利用が可能となれば、既存道路より道路線形が直線的で幅員も広く、送水管延長が短くなり、既設埋設管も無い、同道路のルートに変更することが望ましい。

8.4.4 配水システム

(1) 配水ブロック

優先プロジェクト実施後の配水区域は以下の6配水ブロックに区分され、各配水ブロックは各々の配水池から配水される。配水ブロック間は連絡管で結ばれるが非常時以外は仕切弁で仕切られる。

- 1) 既存モハラ浄水場： a) 浄水池からのポンプ直送区域

- b) バタリヒル配水池及びADCヒル配水池からの自然流下区域
- c) パテナガ加压ポンプ場からのポンプ直送区域
- 2) モハラ浄水場拡張施設：
 - a) 新配水池からの自然流下区域
 - b) 新高架水槽からの自然流下区域
- 3) カルルガット除鉄処理場： カルルガット加压ポンプ場からのポンプ直送区域
- 4) モデナガット浄水場（1期）： バタリヒル配水池からの自然流下区域
（（1）b）と同区域）

(2) 配水池

優先プロジェクトでは各配水ブロックに対応し、以下の通り配水池を整備する。

1) 既存モハラ浄水場浄水池

本浄水池は第一期の間は必要な容量がある。但し、第二期には拡張施設の浄水池の半分を連絡管を通じて利用する。

2) バタリヒル配水池

モデナガット浄水場第一期の浄水を受けるため、補修して使うCWASAの方針である。既存モハラ浄水場からの浄水の一部も受水する。

3) ADCヒル配水池

標高が低いため、ピーク需要水量に対し配水管網の水圧が下がったときに、補助的に使用される。

4) カルルガット加压ポンプ場配水池

カルルガット除鉄処理場の浄水池でもあるが、12MGDの配水量に対し容量が不足するため、約4,200m³拡張する。（表8.2参照）

5) パテナガ加压ポンプ場配水池

モデナガット浄水場第一期及び既存モハラ浄水場からの浄水を受水する。パテナガ配水池は、地上配水池と配水ポンプから構成され、配水池に流入する全量をポンプ配水する。なお、パテナガ配水池に流入する浄水の一部はバタリヒル配水池を経由するため、残留塩素が減少している可能性が大きい。そのため、パテナガ配水池で塩素を追加注入する設備を設ける。既存のポンプは新設ポンプと併用する。パテナガ配水池の計画施設、設備の諸元を表8.4に示す。

表8.4 パテナガ配水池計画施設・設備諸元

施設名	形状寸法	適用
1 配水池	幅17.5m × 長35m × 有効水深6m × 4池	
2 塩素滅菌設備	12MGDに対応した設備容量	第一期分対応
2 配水ポンプ	19.2m ³ /min × 37m × 200kw × 2台(内予備1台)	新設分

6) クルシ配水池

モハラ浄水場拡張施設からの浄水を受水する。クルシ配水場の施設は、地上配水池、揚水ポンプ棟、高架水槽から構成される。モハラ浄水場拡張施設から送水された水を地上配水池で受水し自然流下で配水するが、その内の一部は高地区給水のため揚水ポンプにより高架水槽に揚水し自然流下で配水し、2系統の配水を行なう。クルシ配水場の計画施設、設備の諸元を表8.5に示す。

表8.5 クルシ配水場計画施設・設備諸元

施設名	形状寸法	適用
1 配水池	幅19m×長46m×有効水深7m×4池	
2 揚水ポンプ	13.1m ³ /min×25m×90kw×4台(内予備1台)	水位自動運転
3 高架水槽	直径18m×有効水深7m×高16m×1池	

8.5 モハラ浄水場拡張施設運転管理システム

モハラ浄水場拡張施設では前出図 8.2 に示す設備が整備され、以下に示すような運転管理が行われる。

a. 取水ポンプ

ハルダ川の水位変動による揚水量の変化を押さえ、一定流量にするため、導水管の流量を監視し、インバータ制御方式のポンプ設備を採用する。

b. 普通沈殿池

沈澱汚泥を連続除去するため、上部に自動走行ブリッジを設け排泥ポンプで連続排泥する。

c. 高速凝集沈殿池

スラッジの管理は手動によるバルブ操作で行なう。

d. 急速砂ろ過池

シーケンス・コントローラの採用により自動洗浄を行い、この操作を中央監視室でモニタリングする。洗浄開始条件は 時間指定 る過池内水位の指定 手動による操作、の3ケースとする。

e. 送水ポンプ

浄水池の水位及びクルシ配水池の水位による自動運転とする。このポンプの運転及び浄水池、配水池の水位は中央監視室で監視される。

f. 中央監視盤

中央監視盤にはグラフィックパネルがあり、ポンプ等の運転表示、故障表示を行い、

計器盤には流量，水位，水圧，原水取水量及び送水量，河川水位，浄水池水位並びにクルシ配水地水位の記録がなされる。

g. 現場制御盤

各現場に配置され，各機器の制御が行われる。

h. クルシ配水場

クルシ配水場には配水池，揚水ポンプ，高架水槽が設置され，揚水ポンプは配水池及び高架水槽の水位により自動運転される。配水池，高架水槽の水位の及びポンプの運転状況はクルシ配水場及びモハラの中央監視室で監視される。送水管と同時に敷設する信号線により，モハラ中央監視室まで信号を伝送する。

i. パテンガ配水場

パテンガ配水場には配水池と配水ポンプが設置され，配水ポンプは消費パターンに合わせた台数制御を行なうものとし，配水池の低水位により自動停止する。配水池では高水位になった時点でフロートバルブにより自動的に流入を停止する。

8.6 計画施設概要一覧

計画施設の概要を表 8.6 に示す。また，整備対象配水幹線は，基本計画フェーズ 1 と同じであり図 8.3 に示される通りである。

8.7 事業費

優先プロジェクトの事業費は表 8.7 に示すように価格予備費を算入しないで約 94 百万米ドルとなる。また，価格予備費を算入すると約 99 百万米ドルとなる。

8.8 事業実施スケジュール

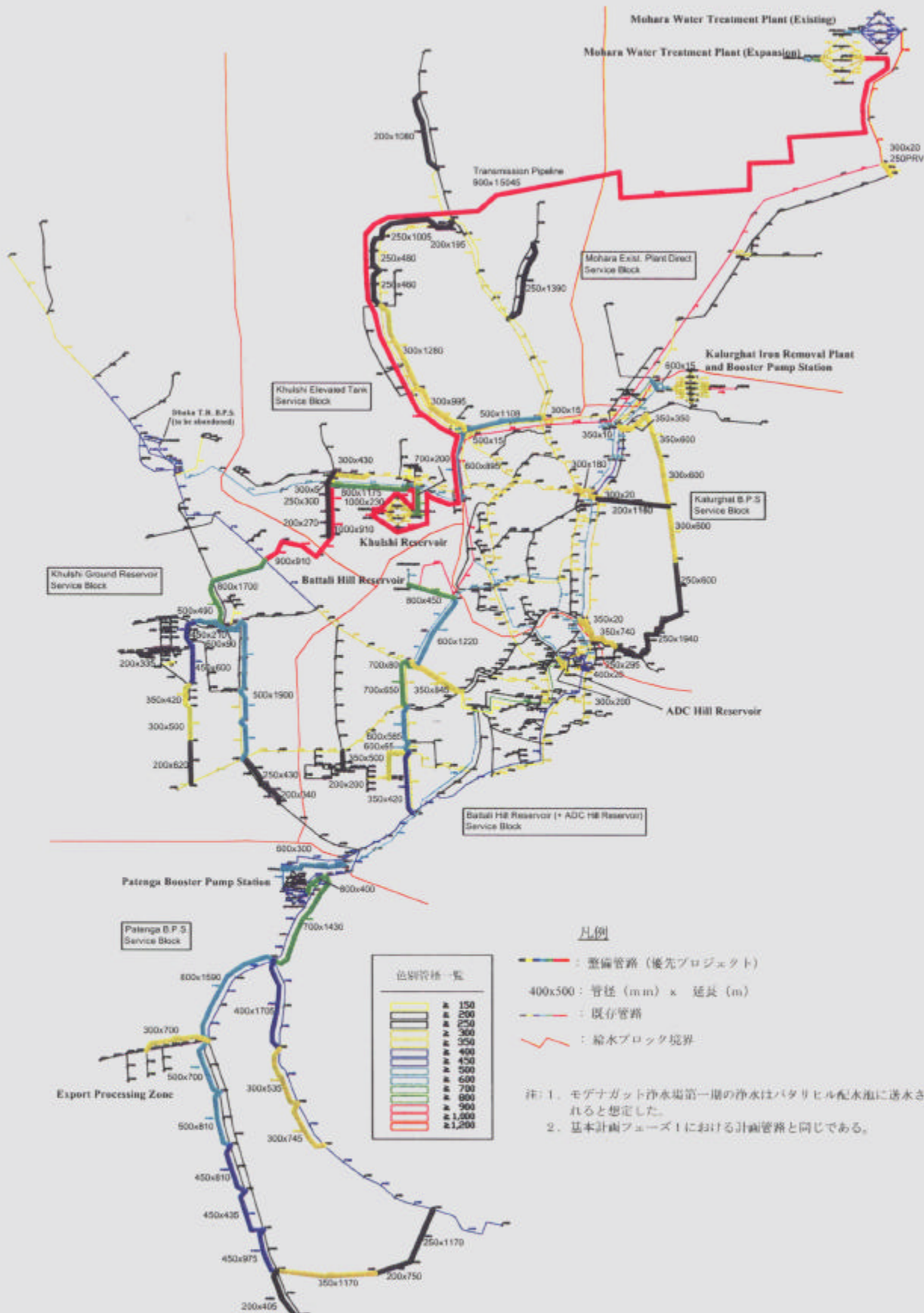
優先プロジェクトについて，目標年次 2005 年末までにモハラ浄水場拡張事業による浄水を配水するためには，その実施準備手続きを本調査終了後に始め，2001 年内に資金確保の目処を確立しなければならない。その後，2002 年に実施設計を終了し，2003 年後半から約 3 ヶ年にわたり計画工事を実施する。モハラ浄水場拡張事業による浄水生産は 2005 年末までに可能となるが，その後でモハラ浄水場既存施設の改良工事を実施するため，浄水場の全浄水能力 40MGD を発揮出来るのは 2006 年後半となる。

図 8.4 に事業実施スケジュール，表 8.8 に事業費支出計画を示す。

表8.6 優先プロジェクト計画施設概要

施設	管径 (mm)	管材質	数量
1 モハラ浄水場(拡張)			
浄水場 浄水施設 20MGD			20MGD
送水ポンプ 15.8m ³ /分 x 84 m x 350 kW x 4 (+1) 台			5 台
送水管	900	DCIP	15,045 m
2 クルシ配水池系			
クルシ配水池			
地上配水池 2,800m ² x 7m深 (35m-28m)			19,600m ³
揚水ポンプ 13.1m ³ /分 x 25m x 90kW x 3 (+1)台			4 台
高架水槽 径18m x 7m深 (52m-45m) x 16m高 (低水位)			1,780m ³
配水幹線	1000-200	DCIP/PVC	20,985 m
3 モハラ浄水場(既存系)			
浄水場 更生工事 (ろ過池、取水/送水ポンプ)			一式
配水幹線	600-300	DCIP/PVC	20 m
4 カルルガット加圧ポンプ場系			
除鉄処理場更生工事 (ろ過池、自家発電設備)			一式
浄水池 (拡張)			
地上配水池 1,470m ² x 2.87m深 (3.33m-0.46m)		既存	2,940m ² (8,440m ³)
			1,470m ² (4,220m ³)
配水幹線	600-200	DCIP/PVC	7,150 m
5 バタリヒル配水池系			
配水幹線	800-200	DCIP/PVC	5,505 m
6 パテナガ加圧ポンプ場系			
パテナガ配水池			
地上配水池 2,000 m ² x 6m深 (7m-1m)			2,000m ² (12,000m ³)
配水ポンプ 19.2m ³ /分 x 37m x 200kW x 2 (+1) 台			3 台
配水幹線	900-200	DCIP/PVC	14,630 m
7 二次配水管網(小口径配水管)			
小口径配水管	200-100mm	PVC	1式
8 職員住宅及び地区事務所			
職員住宅	100m ²		40戸
地区事務所	800m ²		5事務所
計画施設概要まとめ			
浄水施設	20MGD		一式
ポンプ施設			3 施設
ポンプ台数			12 台
配水池			
地上配水池			3 池
総容量			35,820 m ³
高架水槽			1 槽
総容量			1,780 m ³
配管*			63,335 m
送水管	900mm	DCIP	15,045 m
配水幹線	1000-200mm	DCIP/PVC	48,290 m
地区事務所		800m ²	5 事務所
職員住宅		100m ²	40戸

注： ・モデナガット浄水場第一期、同送水管（バタリヒルまで）、ファテハバッド除鉄処理場、同井戸水源は既存施設と見なした。
 ・浄水場の浄水池は含めていない。
 ・*:本表は二次配水管網（小口径管）を含めていない。



凡例

- (Colorful line) : 整備管路 (優先プロジェクト)
- (Black line) : 400x500 : 管径 (mm) x 延長 (m)
- (Red line) : 既存管路
- (Red dashed line) : 給水ブロック境界

色別管径一覧

Yellow	▲ 150
Light Yellow	▲ 200
Yellow-Green	▲ 250
Green	▲ 300
Light Green	▲ 350
Green-Blue	▲ 400
Blue	▲ 450
Light Blue	▲ 500
Blue-Grey	▲ 600
Grey	▲ 700
Dark Grey	▲ 800
Black	▲ 900
Dark Blue	▲ 1,000
Red	▲ 1,200
Dark Red	▲ 2,100

注: 1. モゲナガット浄水場第一期の浄水はバタリヒル配水池に送水されると想定した。
 2. 基本計画フェーズ1における計画管路と同じである。

図8.3 優先プロジェクト送水/配水管網計画図

表 8.7 優先プロジェクト事業費

(単位：US\$)

施 設	優先プロジェクト		
	内 貨	外 貨	合 計
I. 直接工事費			
1. 浄水施設			
モハラ浄水場拡張施設、送水ポンプ	5,535,000	9,633,000	15,168,000
既存モハラ浄水場更生	355,000	2,275,000	2,630,000
カルルガット除鉄処理場更生、配水池	643,000	1,393,000	2,036,000
2. 配水池			
クルシ配水場 (配水池、ポンプ、高架水槽)	3,031,000	2,151,000	5,182,000
パテンガ配水場 (配水池、ポンプ)	1,381,000	2,331,000	3,712,000
3. 送水 / 配水管			
送水管	1,049,000	4,224,000	5,273,000
配水幹線	2,315,000	5,584,000	7,899,000
4. 小口径配水管網	1,986,000	2,861,000	4,847,000
5. 職員住宅及び地区事務所	1,480,000	0	1,480,000
直接工事費合計	17,775,000	30,452,000	48,227,000
II. 間接費・利益	791,000	10,475,000	11,266,000
III. 機器調達	0	704,000	704,000
IV. 管理費			
1. CWASA 管理費	128,000	0	128,000
2. 用地買収費	3,370,000	0	3,370,000
V. 関税、その他諸税	16,316,000	0	16,316,000
VI. 技術経費			
1. 詳細設計, 施工監理	782,000	4,022,000	4,804,000
2. 技術経費付加価値税 (5.25%)	252,000	0	252,000
技術経費合計	1,034,000	4,022,000	5,056,000
VII. 予備費			
1. 工事予備費 (+ + + + + の10%)	3,941,000	4,565,000	8,506,000
2. 価格予備費 (LCP: 0.7%p.a., FCP: 2%p.a.)	1,376,000	4,129,000	5,505,000
VIII. 価格予備費を除く総事業費	43,355,000	50,218,000	93,573,000
価格予備費を含む総事業費	44,731,000	54,347,000	99,078,000

注: モデナガット浄水場第一期、同送水管、ファテナバッド除鉄処理場、同井戸水源は既存施設と見なした。

*: クルシ配水池系以外の配水幹線の費用はカルルガット加圧ポンプ場系の配水幹線費用に集計してある。

図 8.4 事業実施スケジュール

作業項目	2000				2001				2002				2003				2004				2005				2006			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. JICAフィージビリティ調査	■	■	■	■																								
2. 八国政府内手続					■	■	■	■																				
3. 借款手続							■	■																				
4. 用地取得					■	■	■	■																				
5. 詳細設計									■	■	■	■																
6. 建設事前準備											■	■																
7. モハラ浄水場拡張工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
8. カルルガット処理場工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
9. クルシ配水場工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
10. パテンガ配水場工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
11. モハラ送水管工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
12. 配水管工事													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
13. 職員住宅及び地区事務所													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
14. モハラ初期習熟運転																							■	■	■	■		
15. モハラ浄水場改良工事																							■	■	■	■		

8.9 事業実施運営上の配慮

(1) 送水管の敷設ルート

送水管の敷設ルートについては、CDAの計画が順調に進められるのならば、2000年から2001年にかけて完成予定のCDA計画道路（幅員11m）に敷設するのが最も好ましい案である。しかし、CDAの予算確保が思わしくなく、1999年までに用地費の一部を確保したのみで、完成予定は2005年と見込まれている。一方、送水管の完成目標年も2005年である。そのため、CDA計画道路に送水管を布設することは時期的に難しく、本計画では既存道路案を採用したが、詳細設計時にCDA計画道路の進捗状況を調査し、CDA計画道路内に送水管を敷設できる可能性を再調査する必要がある。

(2) 調達機器

機械設備については、現地で修繕可能な機器を導入することを原則とする。電気設備の計画では、日本、バングラデシュ国電力開発公社及びCWASAで一般的に使用されている設計規格を採用した。各機器は高温高湿の現地条件に対応する仕様とする。また、維持管理が容易で耐用年数の長い施設とするため、複雑な機器の使用は極力避けるべきである。

(3) 既存施設更生 / 改良工事

既存モハラ浄水場の改善工事については、拡張施設が完成した後に行い、改善工事の給水サービスへの影響を極力避けるようにする。なお、現在計画が進行している5MGDのろ過池増設工事が2002年には完成するため、カルルガット除鉄処理場及び加圧ポンプ場の改善工事は

表8.8 優先プロジェクト事業費支出計画

(単位: US\$)

施設	優先プロジェクト合計			2001			2002			2003			2004			2005			2006			
	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	内貨	外貨	合計	
I. 直接工事費																						
1. モハシ浄水場拡張																						
浄水場浄水施設 20MGD、送水ポンプ	5,535,000	9,633,000	15,168,000	0	0	0	0	0	0	1,107,000	1,927,000	3,034,000	2,214,000	3,853,000	6,067,000	2,214,000	3,853,000	6,067,000	0	0	0	0
送水管 DCIP 900mm x 15.045m	1,049,000	4,224,000	5,273,000	0	0	0	0	0	0	210,000	845,000	1,055,000	420,000	1,690,000	2,110,000	420,000	1,689,000	2,109,000	0	0	0	0
2. モハシ浄水場拡張 (クリシ配水池系)																						
クリシ配水池 (配水池、揚水ポンプ)	3,031,000	2,151,000	5,182,000	0	0	0	0	0	0	606,000	430,000	1,036,000	1,212,000	860,000	2,072,000	1,212,000	861,000	2,073,000	0	0	0	0
配水幹線 (高架水槽)	1,272,000	2,851,000	4,123,000	0	0	0	0	0	0	127,000	285,000	412,000	509,000	1,140,000	1,649,000	509,000	1,140,000	1,649,000	128,000	286,000	414,000	0
3. モハシ浄水場 (既存系)																						
浄水場更生	355,000	2,275,000	2,630,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178,000	1,138,000	1,316,000	177,000	1,138,000	1,315,000	0
配水幹線	-*	-*	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. カルルガット加圧ポンプ場																						
除鉄処理場更生、配水池拡張	643,000	1,393,000	2,036,000	0	0	0	0	0	0	129,000	279,000	408,000	257,000	557,000	814,000	257,000	557,000	814,000	0	0	0	0
配水幹線 (クリシ系以外の配水系合計*)	1,272,000	2,851,000	4,123,000	0	0	0	0	0	0	127,000	285,000	412,000	509,000	1,140,000	1,649,000	509,000	1,140,000	1,649,000	127,000	286,000	413,000	0
5. モデナガット浄水場一期 (リトリビュート配水池系)																						
配水幹線	-*	-*	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. バンガ加圧ポンプ場																						
バンガ配水池 (地上配水池、配水P)	1,381,000	2,331,000	3,712,000	0	0	0	0	0	0	276,000	466,000	742,000	552,000	932,000	1,484,000	553,000	933,000	1,486,000	0	0	0	0
配水幹線	-*	-*	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. 小口橋水質調整場	1,986,000	2,861,000	4,847,000	0	0	0	0	0	0	199,000	286,000	485,000	794,000	1,144,000	1,938,000	794,000	1,144,000	1,938,000	199,000	287,000	486,000	0
8. 職員住宅改修工事	1,480,000	0	1,480,000	0	0	0	0	0	0	592,000	0	592,000	592,000	0	592,000	296,000	0	296,000	0	0	0	0
小計 I	18,004,000	30,570,000	48,574,000	0	0	0	0	0	0	3,373,000	4,803,000	8,176,000	7,059,000	11,316,000	18,375,000	6,942,000	12,455,000	19,397,000	631,000	1,997,000	2,628,000	0
II. 間接費・利益																						
1. ICB (1, 2, 3, 4, 5 及び 6 の 25%)	0	10,475,000	10,475,000	0	0	0	0	0	0	646,000	1,129,000	1,775,000	1,418,000	2,543,000	3,961,000	1,463,000	2,828,000	4,291,000	108,000	428,000	536,000	0
2. LCB (7 及び 8 の 12.5%)	791,000	0	791,000	0	0	0	0	0	0	99,000	36,000	135,000	173,000	143,000	316,000	136,000	143,000	279,000	24,000	36,000	60,000	0
小計 II	791,000	10,475,000	11,266,000	0	0	0	0	0	0	745,000	1,165,000	1,910,000	1,591,000	2,686,000	4,277,000	1,599,000	2,971,000	4,570,000	132,000	464,000	596,000	0
III. 機器調達	0	704,000	704,000	0	0	0	0	0	0	106,000	106,000	0	598,000	598,000	0	0	0	0	0	0	0	0
IV. 管理費																						
1. CWASA 管理費	128,000	0	128,000	13,000	0	13,000	13,000	0	13,000	26,000	0	26,000	32,000	0	32,000	32,000	0	32,000	12,000	0	12,000	0
2. 用地費取費	3,370,000	0	3,370,000	2,696,000	0	2,696,000	674,000	0	674,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V. 間接 其他税																						
1. 間接其他輸入諸税	9,907,000	0	9,907,000	0	0	0	52,000	0	52,000	1,061,000	0	1,061,000	2,868,000	0	2,868,000	5,066,000	0	5,066,000	861,000	0	861,000	0
2. 土木工事付加価値税 (4.5%)	1,321,000	0	1,321,000	0	0	0	0	0	0	222,000	0	222,000	500,000	0	500,000	528,000	0	528,000	70,000	0	70,000	0
3. 機器資材輸入付加価値税	4,842,000	0	4,842,000	0	0	0	22,000	0	22,000	502,000	0	502,000	1,408,000	0	1,408,000	2,488,000	0	2,488,000	422,000	0	422,000	0
4. 船積検査手数料 (PSI)	246,000	0	246,000	0	0	0	1,000	0	1,000	25,000	0	25,000	72,000	0	72,000	127,000	0	127,000	22,000	0	22,000	0
小計 V	16,316,000	0	16,316,000	0	0	0	75,000	0	75,000	1,810,000	0	1,810,000	4,848,000	0	4,848,000	8,209,000	0	8,209,000	1,375,000	0	1,375,000	0
VI. 技術経費																						
1. 詳細設計、施工監理	782,000	4,022,000	4,804,000	0	0	0	321,000	1,782,000	2,103,000	115,000	529,000	644,000	142,000	633,000	775,000	145,000	732,000	877,000	59,000	346,000	405,000	0
2. 技術経費付加価値税 (5.25%)	252,000	0	252,000	0	0	0	110,000	0	110,000	34,000	0	34,000	41,000	0	41,000	46,000	0	46,000	21,000	0	21,000	0
小計 VI	1,034,000	4,022,000	5,056,000	0	0	0	431,000	1,782,000	2,213,000	149,000	529,000	678,000	183,000	633,000	816,000	191,000	732,000	923,000	80,000	346,000	426,000	0
VII. 予備費																						
1. 工事予備費 (~ の 10%)	3,941,000	4,565,000	8,506,000	271,000	0	271,000	119,000	189,000	308,000	610,000	710,000	1,320,000	1,371,000	1,464,000	2,835,000	1,697,000	1,616,000	3,313,000	223,000	281,000	504,000	0
2. 価格予備費 (LCP:0.7%p.a.,FCP:2%p.a.)	1,376,000	4,129,000	5,505,000	21,000	0	21,000	18,000	84,000	102,000	142,000	478,000	620,000	427,000	1,327,000	1,754,000	663,000	1,850,000	2,513,000	105,000	390,000	495,000	0
VIII. 価格予備費を越える追加費	43,355,000	50,218,000	93,573,000	2,980,000	0	2,980,000	1,312,000	2,077,000	3,389,000	6,713,000	7,805,000	14,518,000	15,084,000	16,099,000	31,183,000	18,670,000	17,774,000	36,444,000	2,453,000	3,088,000	5,541,000	0
価格予備費を越える追加費	44,731,000	54,347,000	99,078,000	3,001,000	0	3,001,000	1,330,000	2,161,000	3,491,000	6,855,000	8,283,000	15,138,000	15,511,000	17,426,000	32,937,000	19,333,000	19,624,000	38,957,000	2,558,000	3,478,000	6,036,000	0

注：モデナガット浄水場第一期、同送水管、ファテハバッド除鉄処理場、同井戸水源は既存施設と見なした。
 *：クリシ配水池系以外の配水幹線の費用はカルルガット加圧ポンプ場系の配水幹線費用に集計してある。

その後を実施することにより，浄水作業に対する改善工事の影響を抑えることが出来る。

(4) 新配水池

本計画において，配水池の位置選定について比較検討した結果，クルシ配水池案が最も技術的に好ましく，また経済的にも有利であった。従って，より経済的なチッタゴン水道施設整備を行なうために，クルシ配水池及びパテンガ配水池予定地の用地取得手続きを早急に行なう必要がある。クルシ配水池の用地取得が困難な場合には，ナシラバッド配水池案の採用が考えられる。これも用地取得が困難な場合には，バタリヒル高置水槽へモハラ浄水場から直送する案の採用が考えられる。これらの場合，配水管網についても再検討が必要である。

(5) バタリ配水池

モデナガット浄水場第一期施設の能力を活かすために既存バタリヒル配水池を補修して使うことが本計画の前提となっている。もし，バタリヒル配水池の補修が困難であり，さらにバタリヒル高置水槽案の採用を考える場合には，モハラ浄水場拡張施設用の配水池も含め，バタリヒル配水池の全面的更新を行なう案の採用の可能性を考慮すべきである。その場合，配水管網についても再検討が必要である。

第 9 章

運転維持管理計画

第9章 運転維持管理計画

9.1 維持管理組織

モハラ浄水場の維持管理体制は、24時間CWASAの職員が中心となり、場長、上級管理職、設備運転者、下級職員、守衛で組織が構成されている。

職員の配置は、3シフト体制を基本としているが、職員の休暇日、突然の疾病・事故休暇の人員配置に余裕がなく、無理な維持管理体制を強いられている。また、定期的に職員の能力向上のために研修と訓練を実施する必要があるが、このためにも余裕がない。拡張後の維持管理体制は、図9.1に示す通り、既設施設の責任者、拡張施設の責任者、水質管理責任者、その他一般事務の責任者と責任を分担し、それを場長が総括監督する。

人員配置計画は、警備員を含め総計145名体制となる。特に、浄水場を一括監視するモニタリング室には、1名常駐し4名体制で完全な3シフト体制とする。各設備の運転員は、誤作業の防止と作業の効率化を図るため、各施設に2名を配置した3シフト体制とするが、休暇の際はヘルパーの活用または1名体制で対応する。

9.2 浄水場の運転管理

モハラ浄水場で運転維持管理する施設は、既設浄水設備と同一敷地内に独立して拡張される浄水設備である。既設を含めた運転監視は、拡張計画で建設されるモニタリング室に一括してまとめられ、また、既設水質分析室も統合一元管理される。

9.2.1 凝集剤注入率

浄水場の日常運転で最も重要な課題は、その日の原水濁度変動に対して、適切な薬品注入管理を行うことである。河川の濁度は、雨期には上流域の気象条件により急変することが多いので、特に注意が必要である。注入率の決定は、水質管理者が行うが、その日の薬品注入管理における手順は次によること。

- 1) 浄水施設の処理運転状況を現場巡回で点検する。特に凝集沈澱池におけるフロックの形成状況について確認する。
- 2) 薬注設備を巡回点検し、薬注量を現場で確認する。
- 3) その日の原水について、ジャーテストを行い適正薬注率を選定する。この薬注率と現場で得た実際の薬注率、凝集フロック形成の良否との関連について検討し、薬注量の変化

の必要が認められる場合は、直ちに場長又はその代理者に連絡し、薬注室に指示すると共に浄水施設現場に通知する。凝集沈澱担当運転員は、薬注量変更後の凝集効果/変化について水質管理責任者に報告すること。この管理手順をシステム化することが肝要である。

なお、ジャーテストで得られた最適薬注率と現場での凝集効果/処理効果には多少の差がある場合が多いので、日常の経験を基に浄水場固有の相関関係を確立しておくことが望ましい。

9.2.2 ろ過砂の洗浄操作

ろ層の洗浄を確実にするために、洗浄方法は、表面洗浄と逆流圧力洗浄の併用とし、手動及び水位またはタイマーセットで自動的に逆洗工程を開始する。表洗 - 逆洗の時間は、約 8 - 15 分間で計画されている。しかし、ろ過設備を長年使用していると、ろ層全体が次第に汚れ、砂の流出によるろ層厚の減少、砂層・砂利層の混合、下部集水装置の異常等が生じ、結果として、ろ層の閉塞や機能が低下し、ろ過水量不足や水質悪化が生じる。

常に洗浄効果を維持するためには、以下の維持管理項目について、月 1 回の点検・確認が必要である。

- a) 正常運転時の状況把握
- b) ろ材の調査/ろ材の更生
- c) 洗浄時期の適性
- d) 池の洗浄・点検時期の再検討

9.2.3 浄水生産計画

現在建設計画が進行中のモデナガット浄水場処理能力を含めれば、本プロジェクト完了後の給水能力は現在の約 2 倍近くに増強する。従って、本事業全体計画で示されている予定に従って本プロジェクトの範囲外とされている配水管網の拡張整備についても、CWASA は実施する必要がある。しかし、当面は配水管網の整備量に見合った浄水場の運転が必要となると考える。浄水場は一定流量で連続運転により安定した処理を行うことが、運転管理、処理水質維持の観点から望ましい。そのためには、需要量に見合った浄水生産計画の策定が重要である。

浄水生産計画の手法・効果は、新浄水場の初期運転中にコンサルタントにより指導される。

9.3 維持管理項目

(1) 各施設の点検

施設は、常時十分な機能を発揮している過程でも、必ず故障があり劣化・効率の低下などを起こす。施設の修理・更新計画は、日常の定期的な保全・点検・整備、定期的点検および緊急診断などの結果から計画を策定する。

1) 日常点検 (3回/日程度):

水圧、水量、騒音・発熱・臭気の発生、振動状況、計装盤のランプテスト、漏水、他

2) 定期点検 (週/月/3ヶ月/半年程度):

攪拌機、ポンプ、動力機器及び漏水点検、他

3) 年次点検 (1年程度):

設備の能力測定、塗装状況、汚泥の堆積状況、各計測機器のキャリブレーションチェック、他

4) 長期点検 (3年以上程度):

設備のオーバーホール検査、機能診断、他

5) 緊急点検:

設備の重大故障調査、他

(2) 記録の蓄積

1) 日常記録 (3回/日程度):

取水・浄水量、水圧、原水・浄水の水質、薬品注入量・残貯留量、機械設備等騒音・発熱・臭気・振動状況、異常ヶ所の記録、職員の出勤状況・勤務態度、他

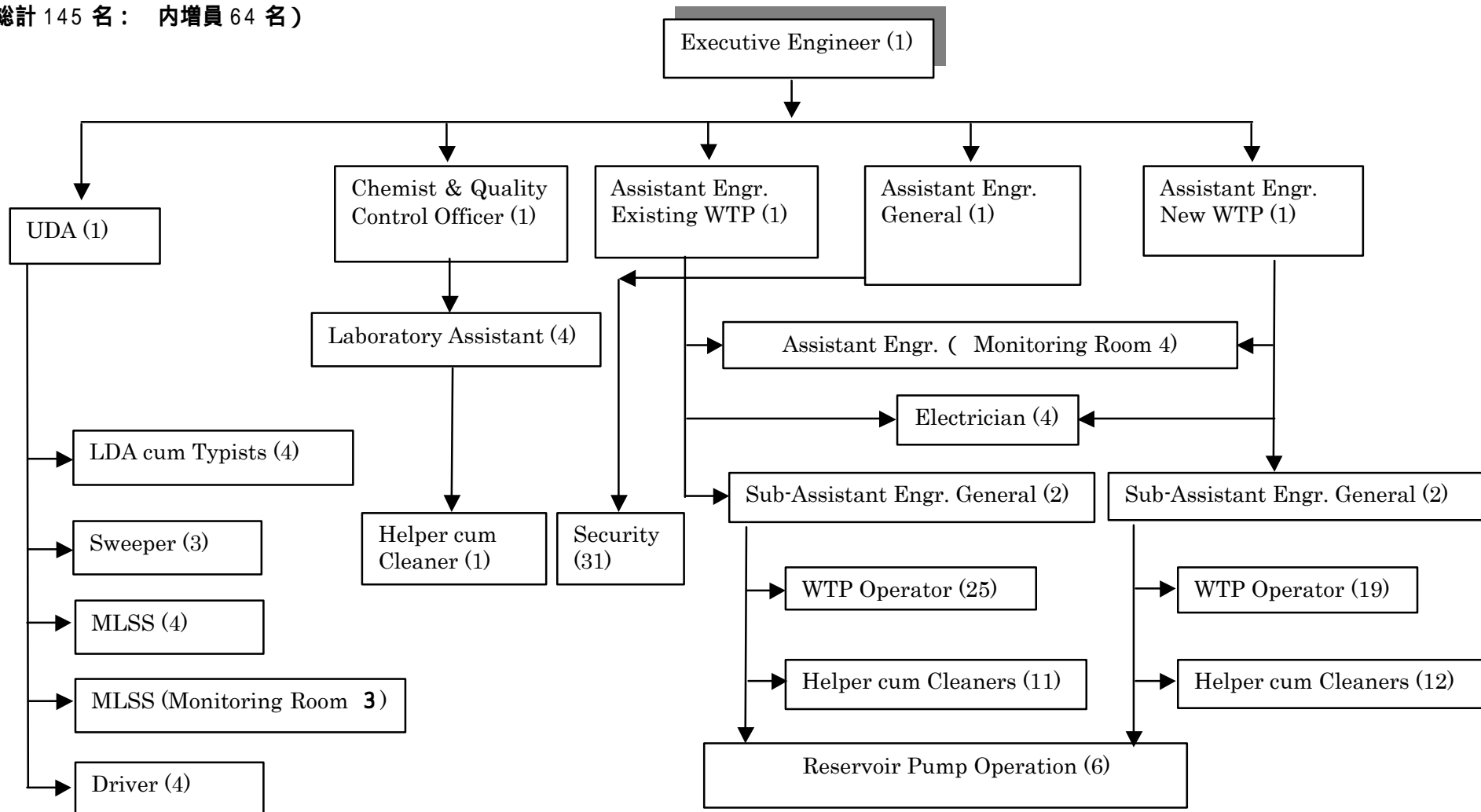
2) 定期記録 (週/月程度):

水量・水質・水位・送水量の日・週平均変化量、薬品量・電気使用量、職員の勤務表、生産コスト・経費、報告書の作成、他

3) 長期記録 (年):

年報の作成

図 9.1 MOHARA W.T.P. 運転維持管理組織図
 (総計 145 名: 内増員 64 名)



第 10 章

財務分析

第 10 章 財務分析

プロジェクト実施における財務的論点は、1) 確実な建設資金の確保、2) 特に国及び CWASA の現状の赤字財政を考慮した適切な料金収入、3) 水道事業への投資の影響の 3 点に集約される。

10.1 投資計画/資金調達

中央政府及び CWASA の困窮した財政状況を考慮した場合、全ての投資が国内資金により賄われることには限界があり、国際金融機関からの借款や外国政府からの借款・無償援助を必要とする。

CWASA への資金援助は中央政府を通じて為されるが、政府に対して元利金を返済する義務を負う。また、外国からの資金援助についても同様に、中央政府を通じて転貸され、同様の借款条件で返済する義務を負っている。無償援助の場合は、CWASA による元利金の返済は「必要無し」としている。

本調査では、日本からの借款を財務資金として想定し分析する。

資金計画/借款条件は以下の通りである。

表 10.1 借款条件

資金源	資金割合	貸与条件
国内調達 (GOB)	事業費の 25%	期間: 30 年 利率: 7.5% 元金返済猶予期間: 10 年
外国調達 (JBIC)	事業費の 75%	期間: 30 年 利率: 1% (転貸利率 7.5%) 元金返済猶予期間: 10 年
グラント	主要施設 (浄水場, 送水管, 配水池) を対象とする。	

10.2 財務分析

分析の手法は、一般的に使用される「Discounted cash flow method」で検討する。FIRR (財務的内部収益率) は、NPV (純現在価値) をゼロにする時の割引率で表される。NPV はキャッシュフローの中の収益と費用の現在価値の差として表わされる。B/C 比 (収益費用比) は、収益を費用で割った値で数値が大ほどプロジェクトの実現性が高い。

財務分析の手順を以下に示す。

(1) 財務分析のための仮定条件 (収入):

生産水量, 料金, 有収水率, 回収率, 利用者の増加

(2) 財務分析のための仮定条件 (支出):

建設費用, 運転経費, 人事経費, 修理費, 減価償却費算定条件, 利息支払いと元金償還

(3) 分析及び結果:

収入計算, FIRR・NPV・B/C 比の算出, 感度分析, 損益計算, ネットキャッシュフロー

10.2.1 財務分析のための仮定条件

(1) 収入

年間収入は次式で表される。

$$\begin{aligned} \text{年間収入} = & \text{年間生産水量} \times \text{有収水率} \times \text{設定料金単価} \times \text{料金回収率} \\ & \times \text{計画給水区域内需要量増加率} \end{aligned}$$

1) 年間生産水量

モハラ拡張事業から生み出される 91,000m³/日の 365 日分とする。

2) 無収水率

現在の無収水率は, 35% から 30% と見積もられる。本分析での無収水率は, 基本計画に準じ 2006 年 25%, 2010 年 22%, 2025 年 20% とする。

3) 基準料金単価

基準料金単価は, 分析を簡素化するために, 居住用・非居住用水量比による加重平均単価を用いて収益予測を行う。現行料金 (居住用 Tk 4.06 /m³ 及び非居住用 Tk 11.35 /m³) から計算される加重平均単価は, Tk 5.96 /m³ Tk 6 /m³ (居住用 74%, 非居住用 26%) である。後述する感度分析においても, プロジェクトが実行可能となる料金レベルの検討に使用する。

4) 料金回収率

過去 5 年間の平均は 91% となっているため 本分析の基礎条件は 91% とする。

5) 計画給水区域内需要量増加率

現給水区域の人口密度増加や給水区域の拡大から, 年々利用者数の増加が見込まれる。施設完成後の販売水量は, 2006 年に 70%, 管網の整備が完了する 2010 年には 100% と設定する。

(2) 支出

支出は以下により構成される。

建設費用, 運転経費, 人件費, 修理費, 減価償却費 (財務的観点)

(3) 費用条件は以下の通りである。

1) 建設費用

第 8 章より建設費用は US\$96,000,000* とする。 (*: 予備費の一部を低減した。)

2) 運転維持管理経費

(a) 動力費

) 1999 年度のモハラ浄水場の年間実績から拡張施設動力費を Tk 32,216,090 / 年とする。

) MOD-I 区域の井戸の年間動力費は Tk 13,165,928 / 年である。

本プロジェクト完成後は、モハラ浄水場系に水源を変更するため、この井戸揚水電力量を削減できると仮定し、年間動力費を以下の通りとする。

$$\text{Tk } 32,216,090 / \text{年} - \text{Tk } 13,165,928 / \text{年} = \text{Tk } 19,050,162 / \text{年}$$

従って、分析の基礎条件を US\$ 353,000 / 年とする。

(b) 薬品費

1999 年度のモハラ浄水場運転実績によると、薬品費用は Tk 10,100,000 / 年である。従って、分析の基礎条件を US\$ 187,000 / 年とする。

(c) 人件費

1997 年データから、人件費年間総計は Tk 51.28 百万 (750 名) である。

現在、モハラ浄水場 (79 名) 及び MOD-I (183 名) に関わる職員数は 262 名である。本プロジェクトに関わる要員数を推定すると、図 9.1 に示すように、モハラ浄水場拡張施設運転管理に新規に 64 名を要し、さらに新規配水地や管路の維持管理や増加する給水栓に対応した維持管理要員の増強が必要である。一方、MOD-I における水源切替による配置転換による要員の補強が期待できる。これらを考慮して、本プロジェクト関連対象人数の新規増加分を、モハラ浄水場及び MOD-I の現職員数の半数の 131 名と想定する。これは総職員数の 18% に相当する。

人件費はこの全体比率から推定し、分析の基礎条件を US\$ 171,000/年とする。

(d) 修理費

年間の修理費は設備費用の 0.3% とする。

よって、本プロジェクトの運転維持管理費を以下の通り US\$ 765,000 / 年と推定した。

表 10.2 運転維持管理費

項目	費用 (US\$/年)
動力費	353,000
薬品費	187,000
人件費	171,000
修理費	54,000
計	765,000

(換算レート: US \$ 1 = Tk54 = 106 円)

3) 減価償却費算定条件

本プロジェクトの継続期間と上記構造物及び管の耐用年数を考慮し 2050 年までとする。また、固定資産の償却は耐用年数を基に定率で行われるものとする。

- ・設備：15 年（償却率年 6.7%）
- ・構造物及び管：50 年（償却率年 2%）

4) 利息支払いと元金償還

利息及び元金の支払いは、年間支払い計画の中に含むものとする。

10.2.2 財務分析

分析は 3 段階に分けて実施した。

(第 1 段階) 前述の基礎条件を基に分析する (料金が現況の Tk 6/m³ の場合)。

(1) フリーキャッシュフロー分析結果

- a) 内部収益率：-2.5%
- b) 純現在価値：US\$ -62,690 (割引率 7.5%)
- c) 収益費用比 (B/C): 0.26 (割引率 7.5%)

よって、現状の水道料金では財務的に困難な状況になるため、料金改訂が必要である。

(2) 感度分析

財務状態を判断するために、投資費用、O/M コスト、収益を変動要因として、次の通り、感度分析を行う。

- a) 内部収益率の目標を 7.5% (適用転貸利率) とし、それを達成できる収益 (歳入) の見通しを分析する。
- b) 内部収益率が 7.5% を確保できる場合、及びそれぞれの O/M コスト及び投資費用が ±10% 変化した時の影響を分析する。

感度分析結果を表 10.3 に示す。

分析結果によれば、現在の歳入 100% では FIRR がマイナスになり、プロジェクトの実行妥当性がない。歳入を 380% にすれば、FIRR は 7.5% となる。料金の値上げ幅を 90% に押さえた場合 (歳入 190%) は FIRR が約 2.0% となる。また、値上げ幅を 65% (歳入 165%) にすると FIRR は約 1.0% となる。

(3) 損益計算書

現状の水道料金では、2033 年まで赤字収支が継続される。

表 10.3 感度分析の結果

費用		歳入	FIRR (%)	NPV (at7.5%) (US\$)	B/C (at7.5%)
建設費	O/M				
100%	100%	100%	-2.50%	-62,690	0.26
100%	100%	165%	1.02%	-48,129	0.43
100%	100%	190%	2.01%	-42,529	0.50
100%	100%	200%	2.37%	-40,289	0.53
100%	100%	300%	5.46%	-17,888	0.79
100%	100%	380%	7.50%	32	1.00
100%	90%	380%	7.58%	715	1.01
100%	110%	380%	7.43%	-651	0.99
90%	100%	380%	8.42%	7,858	1.10
110%	100%	380%	6.72%	-7,794	0.92

注) 100%とは、上述 10.2.1 項の基礎条件を適用したものの。

(4) ネットキャッシュフロー (資金源と経費)

現在の料金水準をベースとしたネットキャッシュフローによると、プロジェクト期間 (2050 年まで) を通じて累積赤字が継続する。

(第 2 段階) FIRR と水道料金及び無収率 (UFW) との関係

(1) FIRR と水道料金の関係

住民意識調査結果によれば、適当な料金の改定幅の設定範囲は現行の 1.5 倍程度と判断される。従って、水道料金の値上げ幅を 100% (2 倍) までとし、各基準料金に対し年間値上げ率が 0% から 9% まで変化した場合の感度分析を行った。

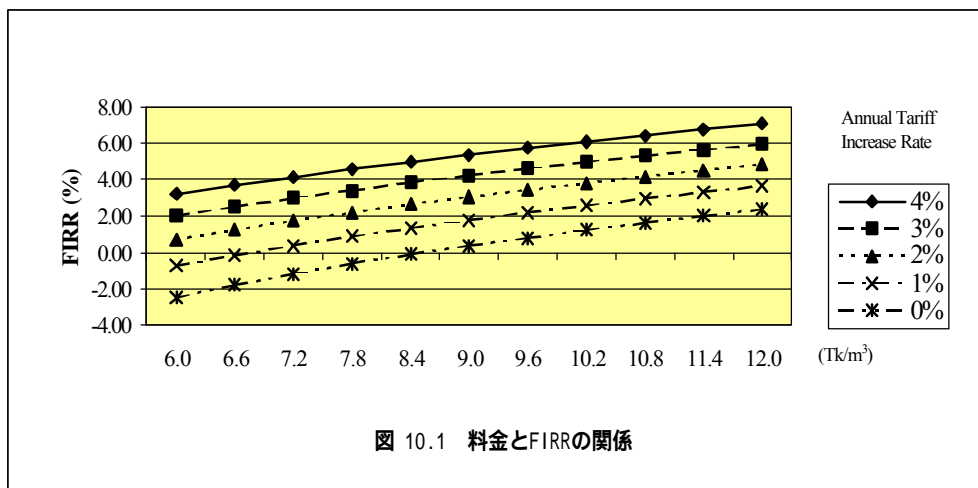
表 10.4 及び図 10.1 に料金と FIRR の関係を示す。

表 10.4 料金と FIRR の関係

基準料金* (Tk/m ³)		6.0 (100%)	6.6 (110%)	7.2 (120%)	7.8 (130%)	8.4 (140%)	9.0 (150%)	9.6 (160%)	10.2 (170%)	10.8 (180%)	11.4 (190%)	12.0 (200%)
年 値 上 率 ・ 内 部 収 益 率 (%)	0	-2.50	-1.81	-1.19	-0.63	-0.12	0.36	0.80	1.23	1.63	2.01	2.37
	1	-0.76	-0.17	0.37	0.87	1.34	1.77	2.19	2.58	2.95	3.31	3.66
	2	0.70	1.24	1.74	2.20	2.64	3.05	3.44	3.81	4.17	4.51	4.85
	3	2.00	2.51	2.98	3.42	3.84	4.24	4.61	4.97	5.32	5.65	5.97
	4	3.20	3.69	4.14	4.57	4.98	5.36	5.73	6.08	6.42	6.74	7.06
	5	4.33	4.81	5.25	5.67	6.07	6.44	6.80	7.15	7.48	7.80	8.11
	6	5.42	5.88	6.32	6.73	7.12	7.49	7.85	8.19	8.52	-	-
	7	6.47	6.93	7.36	7.77	8.15	8.52	-	-	-	-	-
	8	7.49	7.95	8.38	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	8.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*:(上段:料金,下段は基準料金に対する割合)

表 10.4 から、FIRR を 2%にするには、基準料金を Tk 6.0 /m³とし、翌年からの料金年上昇率を 3%とする必要がある。FIRR を 3%にするには、基準料金を Tk 9.0 /m³とし、翌年からの料金年上昇率を 2%とする必要がある。住民の支払い能力を考慮すると、上記の各ケースのうち、毎年の上昇率を 0とし、基準料金を Tk 10.2 /m³(現行の 170%)とするケースは実施可能性があるが、その場合の FIRR は約 1%である。



(2) FIRR と UFW との関係

UFW(無収水率)を 35%から 15%まで、各段階において本プロジェクト償還期間(2050年まで)を通じて一定と仮定した場合の感度分析を行う。

表 10.5 及び図 10.2 に無収水率と FIRR の関係を示す。

表 10.5 無収水率と FIRR の関係

基準料金 (Tk /m ³)	10.2 (170%)	10.8 (180%)	11.4 (190%)	12.0 (200%)	
無収水率 (%)	基本設定	1.23	1.63	2.01	2.37
	35	-0.15	0.24	0.62	0.98
	30	0.36	0.76	1.14	1.51
	25	0.85	1.25	1.63	2.00
	20	1.30	1.71	2.09	2.46
	15	1.73	2.14	2.53	2.91

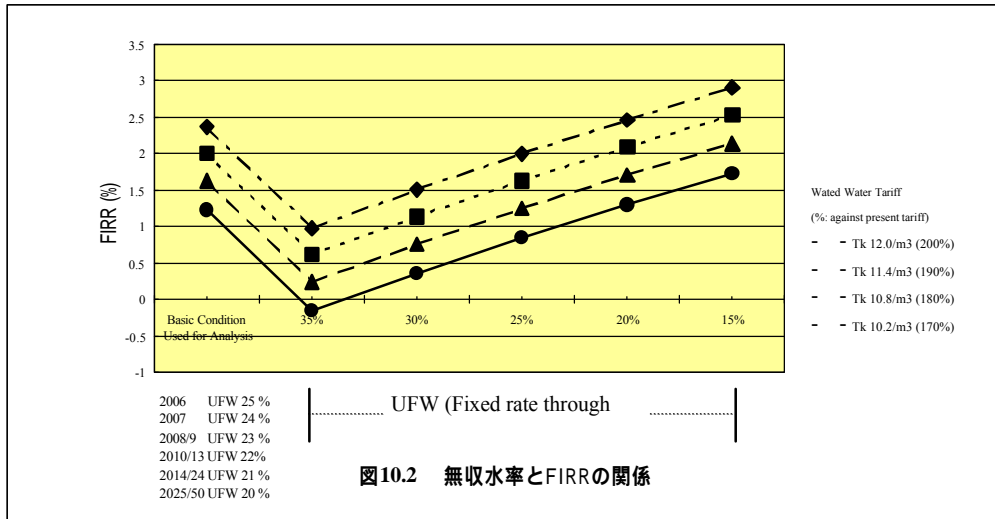


図10.2 無収水率とFIRRの関係

表 10.4 , 表 10.5 , 図 10.1 及び図 10.2 により以下のことが示される。

(ケース 1 : 無収水率が計画通り改善された場合): 目標内部収益率を 1.0% とする。

1-a: 住民の支払い能力から推定する場合

(1) 基準料金を Tk 10.2/m³ とする必要がある。

(2) 基準料金を Tk 7.8/m³ に設定し , 毎年 1 % 強の料金値上げを行う必要がある。

1-b: 基準料金を現行料金 (Tk6.0/m³) として , 毎年 2 % 強の料金値上げを行う必要がある。

(ケース 2 : 無収水率が計画通りには改善されない場合): 目標内部収益率を 1.0% とする。

2-a: 無収水率が全く改善されない場合

(1) 基準料金を Tk 12/m³ 以上とする必要がある。

(2) 基準料金を Tk 6 /m³ に設定し , 毎年 3.5% の料金値上げを行う必要がある。

2-b: 無収水率が 30% に改善された場合

(1) 基準料金を Tk 11.4/m³ とする必要がある。

(2) 基準料金を Tk 6 /m³ に設定し , 毎年 3.2% の料金値上げを行う必要がある。

2-c: 無収水率が 25% に改善された場合

(1) 基準料金を Tk 10.8/m³ とする必要がある。

(2) 基準料金を Tk 6 /m³ に設定し , 毎年 2.9% の料金値上げを行う必要がある。

(第 3 段階) 事業費用を 70% とした場合での FIRR と料金との関係

事業費用を 30% 縮小した場合 (事業費用の 30% が無償で補助される場合) の FIRR と料金との関係を表 10.6 に示す。

表 10.6 感度分析の結果（事業費用の 30%が無償で補助される場合）

費用		歳入 (現在料金=100%)	FIRR (%)	NPV(US\$) (割引率)	B/C 比 (割引率)
投資	O&M				
70%	100%	152%	2.53	414 (2.5%)	1.00 (2.5%)
70%	100%	162%	3.02	6,550 (2.5%)	1.07 (2.5%)
70%	100%	200%	4.70	29,869 (2.5%)	1.32 (2.5%)
70%	100%	276%	7.53	76,508 (2.5%)	1.82 (2.5%)

注) NPV, B/C 比の計算に用いた割引率は外資・内資比率 (75%対 25%) の加重平均金利を用いた。

表から, FIRR を 2.5% (「バ」国政府及び JBIC との貸出し金利の加重平均に同じ) とするには, 料金を 152% にする必要がある。また, FIRR を 3.0% (世銀第 1 フェーズ事業の貸出し金利に同じ) とするには, 料金を 162% にする必要がある。

また, 上述の条件 (投資事業費用の 30% を無償援助, 借入利率を 2.5%, 料金改定を 152%) では 2016 年に単年度収支が黒字転換し, 借入利率を 3% に設定した場合には 2017 年に黒字転換する。(損益計算書をサポーティング・レポートに示す。)

更に, 同条件でのネットキャッシュフローは, 初期段階においては利息の支払, 中期段階においては元金の支払に対してのキャッシュ不足が発生する。この為, プロジェクト期間を通じてキャッシュ不足に至らさないためには, 初期段階では借入金の追加 (利率 10%, 期間 10 年のローンを想定), 中期段階では 2006 年の当初の料金改定 (値上幅は 52%) に加えて 2020 年に再度の料金改定 (値上幅は 25%) が必要となる。(ネットキャッシュフローの計算例をサポーティング・レポートに示す。)

同様に借入金利を 3% とした場合は, 2.5% の場合よりも資金繰り状況は幾分悪化するが 2018 年に再度の料金改定 (値上幅は 30%) をすることで, プロジェクト期間を通じてキャッシュ不足に至らない。

10.2.3 CWASA における 2015 年までの財務計画

本計画を含め, CWASA 全体の 2001 年から 2015 年までの財務計画を表 10.7 に示す通り策定した。策定にあたっては, 以下の基本条件を考慮した。

- ・政府あるいは外部機関からの財務支援 (モハラ浄水場拡張事業に対する 30% の補助金, 実際の資金調達利率を考慮した低減転貸利率)
- ・有収率の向上
- ・料金改定 (2006 年に 9.2 Tk/m³)

表 10.7 2015年までの財務計画

1. 損益勘定

1.1 有収水量 (AFW)

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
MOD-1	m ³ /day	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(有収水率)	(%)	95%	95%	95%	95%	95%										
小計 (有収水量)	m ³ /day	30,400	30,400	30,400	30,400	30,400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カルルガット (3次インテリム含む)	m ³ /day	46,000	46,000	46,000	46,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000
モハラ	m ³ /day	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000
モデナガット	m ³ /day	0	0	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000
モハラ拡張事業 (有収水率)	(%)	68%	70%	73%	74%	75%	75%	76%	77%	77%	78%	78%	78%	78%	79%	79%
小計 (有収水量)	m ³ /day	93,160	95,900	133,590	135,420	222,750	222,750	225,720	228,690	228,690	231,660	231,660	231,660	231,660	234,630	234,630
計 (有収水量)	m ³ /day	123,560	126,300	163,990	165,820	253,150	222,750	225,720	228,690	228,690	231,660	231,660	231,660	231,660	234,630	234,630

1.2 収入

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
加重平均水道料金	(Tk/m ³)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
料金収入	(Tk)	270,596,400	276,597,000	359,138,100	363,145,800	554,398,500	747,994,500	757,967,760	767,941,020	767,941,020	777,914,280	777,914,280	777,914,280	777,914,280	787,887,540	787,887,540
その他収入 (5%)	(Tk)	13,529,820	13,829,850	17,956,905	18,157,290	27,719,925	37,399,725	37,898,388	38,397,051	38,397,051	38,895,714	38,895,714	38,895,714	38,895,714	39,394,377	39,394,377
計	(Tk)	284,126,220	290,426,850	377,095,005	381,303,090	582,118,425	785,394,225	795,866,148	806,338,071	806,338,071	816,809,994	816,809,994	816,809,994	816,809,994	827,281,917	827,281,917

1.3 支出

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
O&M 費用及びその他経費	(Tk)	215,070,000	219,010,000	243,020,000	247,590,000	280,230,000	285,670,000	291,260,000	297,010,000	302,940,000	309,040,000	315,320,000	321,800,000	328,480,000	335,370,000	342,480,000
減価償却費	(Tk)	51,620,000	70,940,000	91,250,000	166,480,000	202,190,000	213,460,000	227,920,000	241,460,000	254,840,000	264,930,000	264,930,000	264,930,000	264,930,000	264,930,000	264,930,000
支払利息	(Tk)	54,360,000	52,400,000	60,210,000	149,110,000	216,080,000	246,870,000	245,810,000	244,750,000	243,680,000	242,620,000	242,880,000	242,880,000	242,880,000	215,910,000	196,260,000
計	(Tk)	321,050,000	342,350,000	394,480,000	563,180,000	698,500,000	746,000,000	764,990,000	783,220,000	801,460,000	816,590,000	823,130,000	829,610,000	836,290,000	816,210,000	803,670,000

1.4 損益

損益勘定収支	(Tk)	-36,923,780	-51,923,150	-17,384,995	-181,876,910	-116,381,575	39,394,225	30,876,148	23,118,071	4,878,071	219,994	-6,320,006	-12,800,006	-19,480,006	11,071,917	23,611,917
--------	------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------	------------	------------	------------	-----------	---------	------------	-------------	-------------	------------	------------

2. 資金繰り表 (資本勘定)

2.1 収入

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
損益勘定収支	(Tk million)	-36.92	-51.92	-17.38	-181.88	-116.38	39.39	30.88	23.12	4.88	0.22	-6.32	-12.80	-19.48	11.07	23.61
減価償却費	(Tk million)	51.62	70.94	91.25	166.48	202.19	213.46	227.92	241.46	254.84	264.93	264.93	264.93	264.93	264.93	264.93
借入金	(Tk million)	264.69	264.69	220.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
借入金 1	(Tk million)	166.68	166.68	138.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
借入金 2	(Tk million)	0.00	0.00	1,209.60	1,239.84	1,276.13	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
借入金 3	(Tk million)	0.00	0.00	518.40	518.40	518.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
無償資金	(Tk million)	446.07	450.39	2,161.35	1,742.84	1,880.34	258.95	258.80	264.58	259.72	265.15	258.61	252.13	245.45	276.00	288.54
収入計	(Tk million)	446.07	450.39	2,161.35	1,742.84	1,880.34	258.95	258.80	264.58	259.72	265.15	258.61	252.13	245.45	276.00	288.54

2.2 支出

事業費 1	(Tk million)	264.69	264.69	220.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
事業費 2	(Tk million)	166.68	166.68	138.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
事業費 3	(Tk million)	0.00	0.00	1,728.00	1,728.00	1,728.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
元金償還金	(Tk million)	41.77	41.77	41.77	41.77	44.79	51.17	50.79	49.76	48.74	47.71	46.68	32.44	41.44	110.93	193.62
支出計	(Tk million)	473.14	473.14	2,129.25	1,769.77	1,772.79	51.17	50.79	49.76	48.74	47.71	46.68	32.44	41.44	110.93	193.62

2.3 収支

収支不足額 (2.1)-(2.2)	(Tk million)	-27.07	-22.75	32.10	-26.93	107.55	207.78	208.01	214.82	210.98	217.44	211.93	219.69	204.01	165.07	94.92
-------------------	--------------	--------	--------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------

注) 条件

1. 費用増加率

	過去 4 ~ 5 年間の平均値	適用上昇率
動力費	0.65%	1%
物価上昇率(薬品)	5.80%	6%
人件費	1.95%	2%

出典: 過去の平均値は (Pocketbook of Bangladesh 1998) による。

2. CWASA職員数

	CWASA職員数の予測 (人)
2001年現在	750
2003年現在	815
2005年現在	946

3. 過去未払いの元利金償還計画についても本計画の中を含む。

4. モハラ拡張事業の元利金については、事業総額の70% (30% グラント)、利率2.5%の条件で計算されている。

5. 借入金 1及び事業費 1とはモデナガット事業を示し、2は3次インテリム事業を、3はモハラ拡張事業を示す。

6. 2次モデナガット及びカルナフリ事業計画は、本財務計画には含めず。

7. 3次インテリム事業 (ファハルガット事業) については、カルルガットの有収水量計算の項目に2005年から 3 MGD 含むものとする。

8. 資本勘定の収支不足については内部留保金にて補填されるものとする。

表 10.7 から、損益勘定は 2001 年から 2005 年まで、及び 2011 年から 2013 年までの間に赤字が発生する。しかし、2006 年の料金改定及び 2014 年の利払い減少により、それぞれ翌年から好転している。他方、キャッシュフローからは、2001 年、2002 年、2004 年が赤字となる。これら赤字の補填財源として、損益勘定留保資金(減価償却費、資産減耗費等)を流用する必要がある。また、現金預金、未回収金の回収等から、利息の支払いを適切に行う必要がある。

代替案として、初期の赤字を縮小し、また、段階的な料金改定を履行するために、2001 年から 2005 年までの料率を現行から 10%上昇させた試算結果を表 10.8 に示す。財務内容は幾分改善されている。

優先プロジェクトの債務返済計画を図 10.3 に示す。これは、投資総額の 70%について借入返済するものとし、利率 2.5%として計算している。元利返済のピークは 2016 年に発生し、総額 268 百万効となる。図 10.4 には CWASA における全事業を考慮した債務返済計画を示す。元利返済のピークは 2016 年に発生し、426 百万効となる。

表 10.8 2015年までの財務計画（代替案）

1. 損益勘定

1.1 有収水量 (AFW)

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
MOD-1 (有収水量)	m ³ /day	32,000	32,000	32,000	32,000	32,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計 (有収水量)	m ³ /day	30,400	30,400	30,400	30,400	30,400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
カルルガット (3 次インテリム含む)	m ³ /day	46,000	46,000	46,000	46,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000	69,000
モハラ	m ³ /day	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000
モデナガット	m ³ /day	0	0	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000	46,000
モハラ拡張事業 (有収水量)	m ³ /day	0	0	0	0	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000	91,000
小計 (有収水量)	m ³ /day	93,160	95,900	133,590	135,420	222,750	222,750	225,720	228,690	228,690	231,660	231,660	231,660	231,660	234,630	234,630
計 (有収水量)	m ³ /day	123,560	126,300	163,990	165,820	253,150	222,750	225,720	228,690	228,690	231,660	231,660	231,660	231,660	234,630	234,630

1.2 収入

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
加重平均水道料金	(Tk /m ³)	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
料金収入	(Tk)	297,656,040	304,256,700	395,051,910	399,460,380	609,838,350	747,994,500	757,967,760	767,941,020	767,941,020	777,914,280	777,914,280	777,914,280	777,914,280	787,887,540	787,887,540
その他収入 (5%)	(Tk)	14,882,802	15,212,835	19,752,596	19,973,019	30,491,918	37,399,725	37,898,388	38,397,051	38,397,051	38,895,714	38,895,714	38,895,714	38,895,714	39,394,377	39,394,377
収入計	(Tk)	312,538,842	319,469,535	414,804,506	419,433,399	640,330,268	785,394,225	795,866,148	806,338,071	806,338,071	816,809,994	816,809,994	816,809,994	816,809,994	827,281,917	827,281,917

1.3 支出

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
O&M 費用及びその他経費	(Tk)	215,070,000	219,010,000	243,020,000	247,590,000	280,230,000	285,670,000	291,260,000	297,010,000	302,940,000	309,040,000	315,320,000	321,800,000	328,480,000	335,370,000	342,480,000
減価償却費	(Tk)	51,620,000	70,940,000	91,250,000	166,480,000	202,190,000	213,460,000	227,920,000	241,460,000	254,840,000	264,930,000	264,930,000	264,930,000	264,930,000	264,930,000	264,930,000
支払利息	(Tk)	54,360,000	52,400,000	60,210,000	149,110,000	216,080,000	246,870,000	245,810,000	244,750,000	243,680,000	242,620,000	242,880,000	242,880,000	242,880,000	215,910,000	196,260,000
支出計	(Tk)	321,050,000	342,350,000	394,480,000	563,180,000	698,500,000	746,000,000	764,990,000	783,220,000	801,460,000	816,590,000	823,130,000	829,610,000	836,290,000	816,210,000	803,670,000

1.4 損益

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
損益勘定収支	(Tk)	-8,511,158	-22,880,465	20,324,506	-143,746,601	-58,169,733	39,394,225	30,876,148	23,118,071	4,878,071	219,994	-6,320,006	-12,800,006	-19,480,006	11,071,917	23,611,917

2. 資金繰り表 (資本勘定)

2.1 収入

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
損益勘定収支	(Tk million)	-8.51	-22.88	-20.32	-143.75	-58.17	39.39	30.88	23.12	4.88	0.22	-6.32	-12.80	-19.48	11.07	23.61
減価償却費	(Tk million)	51.62	70.94	91.25	166.48	202.19	213.46	227.92	241.46	254.84	264.93	264.93	264.93	264.93	264.93	264.93
借入金 1	(Tk million)	264.69	264.69	220.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
借入金 2	(Tk million)	166.68	166.68	138.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
借入金 3	(Tk million)	0.00	0.00	1,209.60	1,239.84	1,276.13	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
無償資金	(Tk million)	0.00	0.00	518.40	518.40	518.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
収入計	(Tk million)	474.48	479.43	2,158.41	1,780.97	1,938.55	258.95	258.80	264.58	259.72	265.15	258.61	252.13	245.45	276.00	288.54

2.2 支出

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
事業費 1	(Tk million)	264.69	264.69	220.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
事業費 2	(Tk million)	166.68	166.68	138.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
事業費 3	(Tk million)	0.00	0.00	1,728.00	1,728.00	1,728.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
元金償還金	(Tk million)	41.77	41.77	41.77	41.77	44.79	51.17	50.79	49.76	48.74	47.71	46.68	32.44	41.44	110.93	193.62
支出計	(Tk million)	473.14	473.14	2,129.25	1,769.77	1,772.79	51.17	50.79	49.76	48.74	47.71	46.68	32.44	41.44	110.93	193.62

2.3 収支

項目	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
収支不足額 (2.1)-(2.2)	(Tk million)	1.34	6.29	29.16	11.20	165.76	207.78	208.01	214.82	210.98	217.44	211.93	219.69	204.01	165.07	94.92

注) 条件

1. 本表は、2001年から2005年までの加重平均料金単価をTk 6.0/m³からTk 6.6/m³に変化させた場合の代替案である。

2. 費用増加率

	過去 4 ~ 5 年間の平均値	適用上昇率
動力費	0.65%	1%
物価上昇率(薬品)	5.80%	6%
人件費	1.95%	2%

出典：過去の平均値は (Pocketbook of Bangladesh 1998) による。

3. CWASA職員数

	CWASA職員数の予測(人)
2001年現在	750
2003年現在	815
2005年現在	946

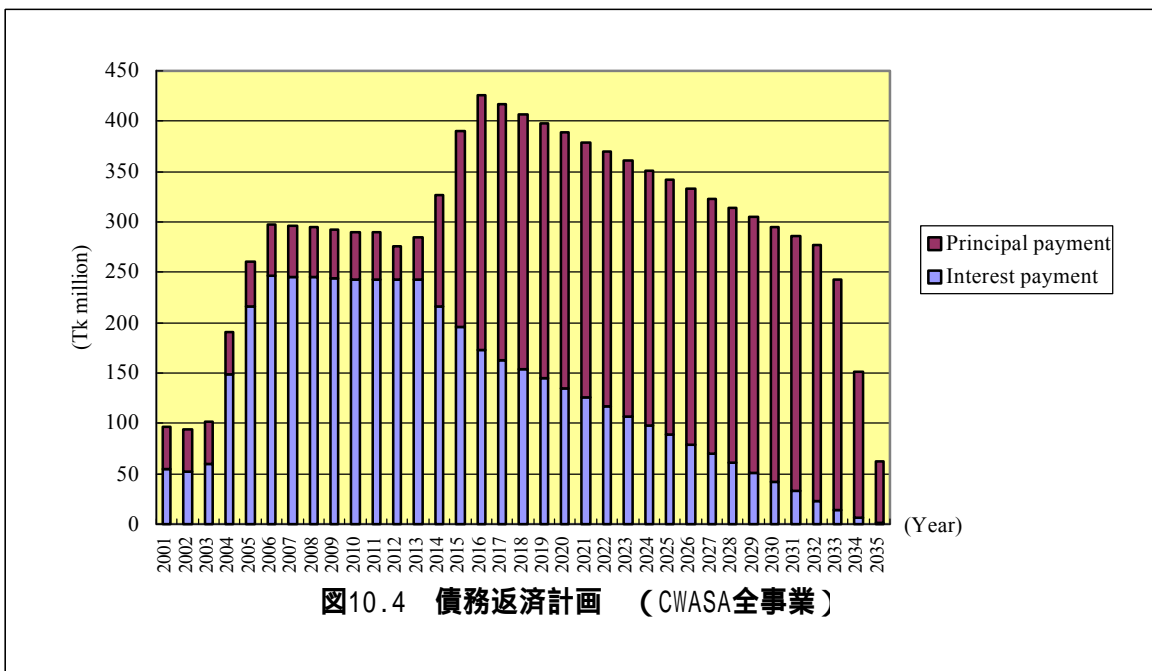
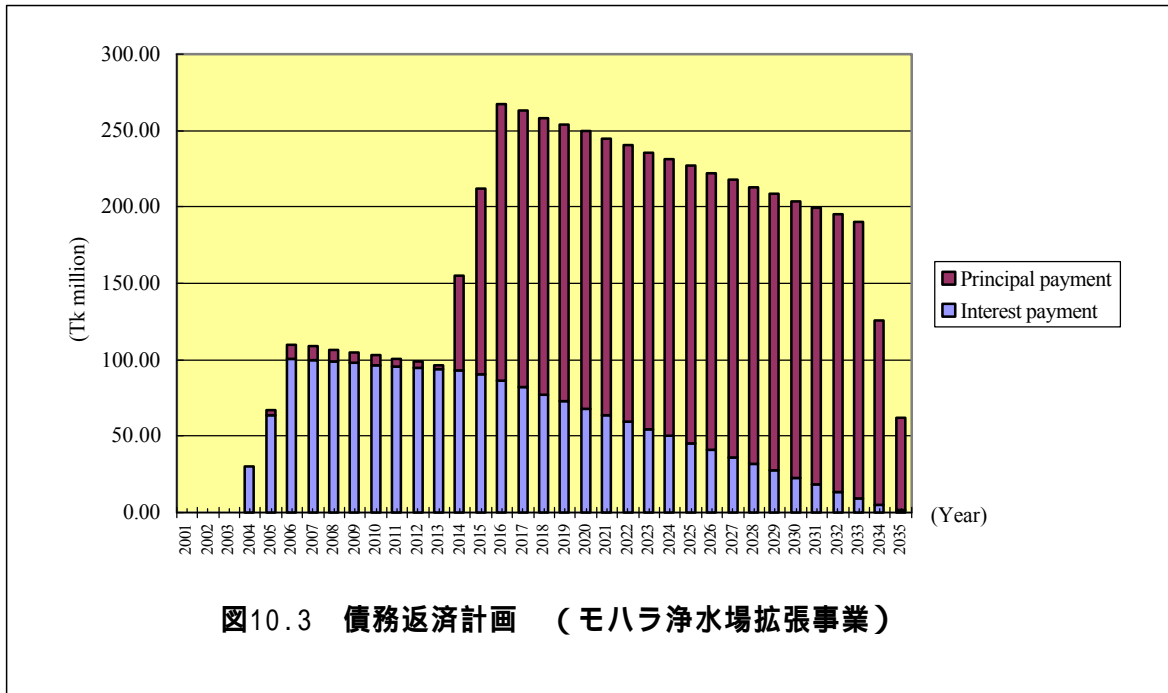
4. 過去未払いの元利償還計画についても本計画の中に含む。

5. モハラ拡張事業の元利金については、事業総額の70% (30%グラント)、利率2.5%の条件で計算されている。

6. 借入金1及び事業費1はモデナガット事業を示し、2は3次インテリム事業を、3はモハラ拡張事業を示す。

7. 2次モデナガット及びカルナフリ事業計画は、本財務計画には含めず。

8. 3次インテリム事業(フェネルガット事業)については、カルルガットの有収水量計算の項目に2005年から3MGD含むものとする。



10.3 検討結果

10.3.1 財務分析検討結果

(1) 内部収益率 7.5% (政府からの転貸金利と同じ) を確保するためには、料金を現行加重平均料金 (Tk 6/m³) から 3.8 倍とするか、あるいは、2 倍としその翌年から毎年 4.5% 上昇の料率の改定を行う必要がある。

- (2) 仮に、UFW の改善率が 34.5% から 30% 程度にとどまれば、料金改定は現行の 4 倍以上必要となる。
- (3) 以上から、全投資額の回収を水道料金のみで賄うことは現実的ではない。
- (4) CWSA の健全な財務経営のために、施設改善のための基金は、適切な政府補助金の導入が必要となる。
- (5) CWASA が現在おかれている状況を考慮すれば、目標内部収益率を 1.0% とする場合は限度と考えられる。この場合は料金を現行加重平均料金の約 1.7 倍とするか、あるいは 1.3 倍に設定し、翌年から毎年 1% 上昇の料金改定を必要とする。

10.3.2 政府補助金の必要性

財務面からみた政府補助金の必要とその効果について検討した結果は以下の通りである。

- (1) 事業費の 30% を政府補助金で賄う場合、基準料金の値上げ幅は 280% から 180% に低減する。
- (2) 事業費の 30% を政府補助金で賄ない、且つ政府からの貸出し金利を外資・内資比率 (75% 対 25%) の加重平均金利 (2.5%) とし、それを目標内部収益率とした場合は、基準料金値上げ幅は約 50% となり住民の料金値上げ意志範囲内となる。

10.4 将来の水道料金に対する提案

将来の水道料金体系に対し以下の方針を以って策定することを提案する。

- (1) 水道料金は公共料金としての性格から利用者の支払い可能な額で設定する。
- (2) 水道料金は公平性を持たせ、受益者負担を基本とした施策とする。
- (3) 生活に必要な最低限の水量に対しては価格を抑制する。

上記の三つの方針を合い成り立たせる料金体系として、現行の居住用及び非居住用による用途別従量制単一料金体系を、図 10.5 及び図 10.6 に示す段階的に料金単価が増加するそれぞれの遞増料金体系に変更することを提案する。

居住用料金体系では、公共料金として Basic Human Needs に応えるため、生活に必要な最低限の水量までの第一段階の料金単価を水供給原価より低く抑え、第二段階の料金単価は原価より高いレベルに設定し総体的に原価を回収することとする。また、浪費的な水使用量に対しては原価よりかなり高い料金単価を設定し、浪費的水使用を抑制するものとする。

非居住用料金体系では、第一段階から料金単価は水供給原価より高く設定し、原価の回収を図ることとし、第二段階以降の料金単価はさらに段階的に高いレベルに設定し、浪費的水使用を抑制するものとする。

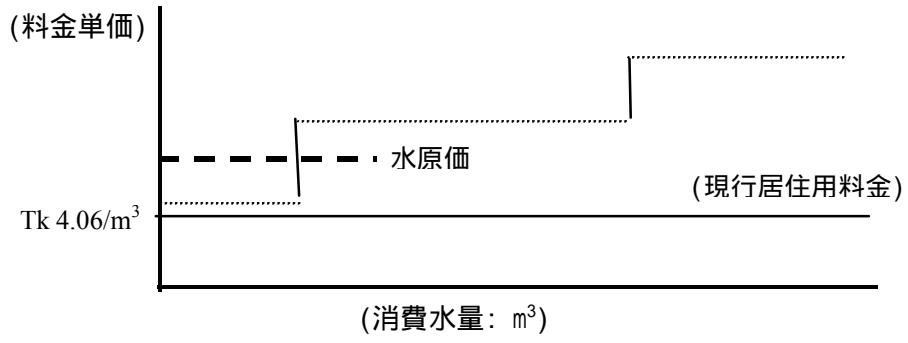


图 10.5 料金体系 (居住用)

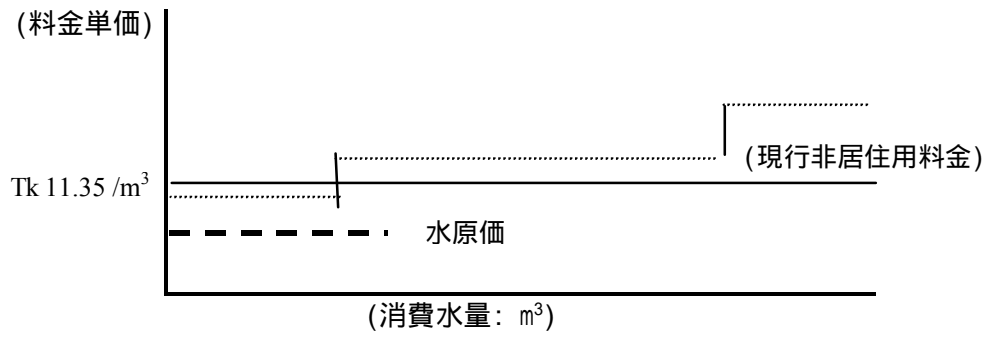


图 10.6 料金体系 (非居住用)

第 11 章

企業改革と人材育成計画

第11章 企業改革と人材育成計画

11.1 概説

現在、イタリア政府の援助でモデナガット浄水場の建設計画が進行中であり、2002年に完成する予定である。CWASA はこれまでも世銀プロジェクトを実施してきた経験から、本事業実施には組織的には十分対応できると考える。

本モハラ浄水場拡張事業の完成によって、CWASA の事業規模は大きく変化する。従って、この章では本事業実施過程における段階的所要事項とその位置付け、給水規模拡大による事業経営の基本方針 / 姿勢の改革、人材育成計画及び消費者の意識改革・教育広報について述べる。

11.2 規則及び経営方針の改革

(1) 給水栓の拡張：

これまでは水不足の状態、極力給水栓の新規設置を制限してきたが、F/S 事業完成後は、現在の約2倍の給水量となる。従って、これまでの規則を緩和し、積極的な給水サービスに企業姿勢を転換することが必要である。そのために、管網整備・給水栓設置拡大の特別チームの設置を提案する。

(2) 給水栓設置費の見直し

現在の給水栓設置費は、一件当り TK 10,000 であり、所得レベルに比べて高価である。特別割引をするか、現在の一括支払方式を分割払い方式にする等のサービスを考慮する必要がある。

(3) 料金体系の見直し

現行の単一的な料金単価の設定から、ユーザーの状況を考慮に入れた段階別料金単価への体系の見直しを提案する。これには、生活用水中心の低所得者層へは低コストの供給を行い、中間層には使用量に見合ったコストの設定を行うと共に、多量消費者には便益の程度に従い（水の浪費抑制効果を伴うこともある）高コストの料金単価を設定する。また、経営的観点から、生産コストに見合った料金の設定を提案する。

11.3 人材育成計画

CWASA はこれまでも世銀プロジェクトを実施し、企業改革、人材育成について各種提案がされているが、その改善を体験、体現した跡がなく、その効果が見られない。これらの反省から、

単なる改善・改革計画の提案に止まらず、「実務作業を通じての業務向上支援計画」の実践を提案する。

この支援計画の実践にはコンサルタントによる支援・指導が必要である。期間は 15 ヶ月程度を要するので、詳細設計期間、施工監理期間を利用する。

主な支援プログラム（KIPs）は以下の通りである。

（１）KIP 1： 運転・維持管理

1）浄水場の運転について

- a) 処理水質の向上を目的として、浄水場施設の基礎から上級までの技術指導
- b) その日の浄水場施設の運転は、需要量に見合った浄水生産量で出来るだけ一定処理水量で運転することが望ましい（配水池でピーク調整が可能なシステムに改善した設計にしてある）。いわゆる「需要予測生産」の完全理解と運転管理のマスターへの支援を行う。

2）井戸の運転について

井戸の適正揚水量決定には、現在 CWASA で採用している連続揚水試験法だけでは不足である。新しい揚水試験方法の導入と解析技術の指導を行う。

3）配水管網について

本調査で採用したソフトを利用して、配水管網の水理解析法の技術指導を行う。

4）維持管理について

現在のろ過池は運転方法、維持管理の欠如により老朽化が著しく、本プロジェクトで改善・機能回復を行う必要がある。これまでの維持管理の欠如についての指摘とアドバイス及び今後の適正な運転について指導を行う。

（２）KIP 2： 財政改革

水道料金の改正は所管庁の承認が必要であるため、企業運営に必要な経費の徴収が出来ない制度上の制約がある。この制約下において行う財政改善について支援する。

主な内容は以下のようなものである。

- 1）企業経営理念を導入した財務管理と改善プランの策定、共同協議による意識向上
- 2）運営必要コストの透明性と情報公開の手法
- 3）料金制度の基本的な考え方と徴収制度の改善についての提案

（３）KIP 3： 情報管理方式

財務管理と企業運営の向上・合理化を目的として情報管理方式の導入について支援する。

その内容は以下のようなものを含む。

1) 統計的指標の作成/指導

現在の事業運営と財務状況を統計処理し指標とするための基礎データの作成・収集・解析システムを策定し、その有効利用について指導する。

2) 水道計画データの作成/指導

水道計画に必要とする基本データ、記録の作成方法、収集、解析システムを策定し、その有効利用について指導する。

3) 標準様式の整備と活用

申請書 (TAPP, PCP, PP 等), CWASA 月/年報, プロジェクト出来高, 支払状況の標準様式の作成とその活用を指導する。

4) 各種報告書の内容改善と合理化案を作成し、共同協議により関連部所との協調を計り実践・実行を慣例化する。

(4) KIP 4: 人材育成と研修計画

現存, CWASA には研修制度がない。従って、研修制度の設立準備のための、以下の支援を行う。

1) 研修制度設立責任者の指名

2) 研修制度・設立のプログラムの作成

- a) 現行業務で改善, 改革を必要とする職種・部門の選定と目標レベルの設定
- b) 新しい技術導入を必要とする部門の選定
- c) 職務意識改善を必要とする職種と目標レベルの設定
- d) 研修の優先度の決定
- e) 各部門の研修講師となるべき職員の選任と教育者養成
- f) 研修教材の収集, 作成の支援とコンサルタント/専門家の活用について

3) 研修教育者養成の実務

- a) 教材による教育
- b) 実践的教育

第 12 章

組織計画

第 12 章 組織計画

12.1 概説

本章では、先に提案した上水道施設整備基本計画が実施された場合を想定して、CWASA の現在の組織を考察した上で、新しい組織・機能について提案するものである。

各部所課の実務内容、業務品質に関しては本調査では立ち入った調査は行っていない。これらの実務内容、業務のプロセス、成果の品質評価を行い改善の提案とするためには、更なる特別調査の結果を経なければ、実現性のある効果的な提案にはならない。現状については、改善の必要性が強く認められるので、本調査では第 11 章「企業改革と人材育成計画」で、詳細設計、施工監理期間中に「管理改善支援プログラム」の実施を提案した。

従って、本章では、組織体制及び機能面からみた改善案について提言するもので、各部所の業務内容の改善・改革には言及していない。

12.2 組織規模

将来の組織体制を検討するために、まず CWASA の現在の組織規模の妥当性について評価した。

12.2.1 事業規模による職員数

水道事業体の組織規模は、事業規模、業務内容、施設内容、料金徴収方式、外注委託の大小等によって異なる。

日本水道協会の調査では、給水人口 1,000 当りの職員数について、次の統計資料がある。

- a) 給水人口 100 万人以上の事業： 0.62 (人)
- b) 給水人口 50～100 万人以上の事業： 0.54 (人)
- c) 給水人口 25～50 万人以上の事業： 0.56 (人)
- d) 給水人口 10～25 万人以上の事業： 0.51 (人)

以上により、事業内容が同じで、管理内容が同質であれば、職員数はほぼ事業規模（給水人口）に比例すると考えられる。

12.2.2 類似国の水道規模と職員数

表 12.1 及び図 12.1 に類似国における代表的な都市の水道規模と職員数の関係を示す。

表 12.1 類似国代表都市の水道事業規模と職員数

	CWASA	DWASA	Cebu	Davao	Ullannbaatar	Bandung	Hanoi	Yangon	Hochiminh	Calcutta	Lahore	Karachi	Manila
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Population Served (x 1,000 ps)	600	3,780	297	505	695	945	1,257	1,960	2,460	2,904	3,259	8,050	7,108
Daily Production (x 1,000 m ³ /d)	145	781	108	128	160	192	360	387	730	1,165	1,270	1,648	2,800
No. of Connection (x 100 Unit)	281	1,640	574	970	18	1,321	1,237	970	2,485	3,360	3,717	10,320	7,794
No. of Staff (PS)	760	3,033	532	604	1,060	1,022	1,645	1,168	1,590	5,731	2,106	8,679	7,628
Staff per 1,000 Population Served	1.27	0.80	1.79	1.20	1.53	1.08	1.31	0.60	0.65	1.97	0.65	1.08	1.07
Staff per 1,000 Production	5.24	3.88	4.93	4.72	6.63	5.32	4.57	3.02	2.18	4.92	1.66	5.27	2.72
Staff per 100 Connection	2.70	1.85	0.93	0.62	58.89	0.77	1.33	1.20	0.64	1.71	0.57	0.84	0.98

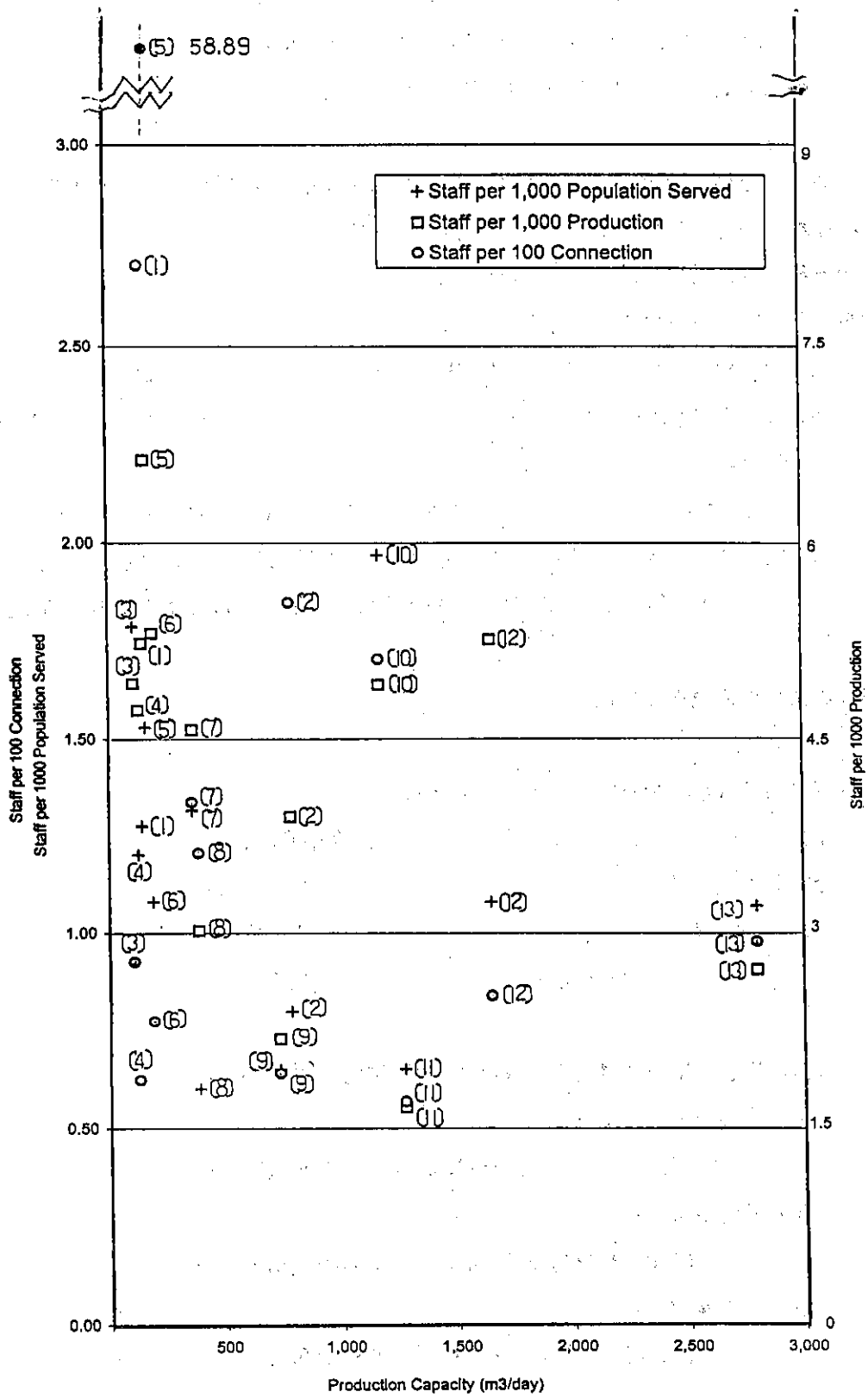


図 12.1 類似国の水道規模と職員数の関係

以上を勘案して事業規模による職員数を推定する指数を求めると、以下のように設定できる。

- a) 給水人口 1,000 人当りの職員数は 0.70 ~ 0.85 人
- b) 生産水量 1,000m³/日当りの職員数は 3.0 ~ 4.0 人
- c) 給水栓 1,000 ヶ当りの職員数は 7 ~ 13 人

上記に設定した標準指数に照らして、CWASA の職員数を検算すれば、上記の標準指数に対して、3 条件ともオーバーしており、事業規模に対して職員数が多い。

特に給水栓当りの職員数について異常に高い。

その理由として、以下のことが考えられる。

- a) 給水栓 1 ヶ当たり 25 人、3 ~ 5 家庭が使用しており、給水整備のレベルが低い。
- b) 公共水栓が本統計には含まれないと考えられるため、給水栓当りの職員数が異常に高い。
- c) CWASA の給水人口当り及び生産水量当りの職員数は DWASA より大きい。特に給水人口当りは DWASA の 1.5 倍である。CWASA は DWASA より事業規模が小さいが、DWASA は下水道を管理していることを勘案すれば CWASA は合理化の余地がある。

12.2.3 将来の組織規模の設定

基本計画における設計諸元は以下の通りである。

- a) 計画給水人口： 3,370,000 人
- b) 計画配水量： 650,000 m³/日
- c) 計画給水栓： 戸別給水 120,000 栓
公共水栓 2,300 栓

以上より標準指数を用いて職員数を求めると以下ようになる。

-) 計画給水人口より：
 $3.370(10^3\text{ps}) @ 0.70 \sim 0.85 = 2,360 \sim 2,860$ 人
-) 計画生産水量より：
 $650(10^3 \text{ m}^3/\text{d}) @ 3.0 \sim 4.0 = 1,950 \sim 2,600$ 人
-) 給水栓数より：
 $122 (\times 10^3 \text{ ヶ}) @ 7 \sim 13 = 850 \sim 1,590$ 人

上記の試算より、給水人口より求められる上限レベルの人数 2,860 人及び生産水量から求められる下限レベルの人数 1,950 人が推定値として求められる。将来は OA 機器の普及と企業合理化

が進むと考えられる。従って、上記で得られた下限推定値を参考として、将来の職員数を 1,900 人と仮定し、現行の CWASA 及び DWASA の機構と比較して、その妥当性について検討した。

表 12.2 現在の DWASA / CWASA の事業規模と将来計画の比較

	DWASA * ¹ 現在 (a)	CWASA * ²		CWASA / DWASA 比, % (d)=(c)/(a)
		1999 年 (b)	2010 年 (予定) (c) (%=c/b)	
1. 給水人口 (人)	4,100,000	1,142,000	3,370,000 (300%)	82
2. 給水量 (m ³ /日)	930,000	162,500	650,000 (400%)	70
3. 給水栓数 (ヶ)	180,100	32,000	120,000 (380%)	61
4. 職員数 (人)	3,215	750	1,900 (250%)	59
5. 1,000 給水人口当り職員数	0.78	0.66	0.56	72
6. 1,000 給水量当り職員数 (人/m ³ /日)	3.5	4.6	2.9	83
7. 1,000 給水栓当り職員数	17.9	23.4	15.8	88

*1: DWASA は第 4 次世銀データによる (1996 年), *2: 本調査による設定値

職員数設定に当っては、以下のことを考慮した。

(1) CWASA の将来計画規模と現在規模を比較すれば、

i) 給水人口は 300% に対し、給水量は 400% である。

これは給水レベルの向上によるものである。

ii) 給水人口 (300%), 給水量 (400%) の増加率に比べ、職員数の増加率は 250% と低い。その設定理由は、以下の通りである。

現在の職員数は事業規模に対して大きく、既に合理化を必要とする体制である。

将来は井戸給水による比率が少なくなり職員の合理化が計られる。

将来は給水車による給水は緊急時を除けば不要と考えられるので規模が縮小出来る。

OA 機器の普及により人員の合理化が計られる。

人材教育の徹底により、企業経営理念の導入が計られる。

(2) DWASA に対する比較において

) DWASA に対する給水量の比率は 70% に対し、CWASA の職員数比率は 59% と低い。これは DWASA が上下水道事業を管轄しているのに対し、CWASA は水道事業のみである。

) DWASA の水源は 95% が井戸であり、施設規模が小さく、管理効率が低い。

) DWASA は水道施設が古く、漏水率が高く、メンテナンス職員が多い。CWASA はその分維持管理者数の比率を低く押さえることができる。

以上より，設定した職員数は十分妥当性が認められる。

12.3 組織体制

組織体制の検討にあたっては，業務を関連部所と緊密に，遺漏のないよう，効率的に処理する組織とすることが必要である。

ここでは，業務内容の品質向上までは言及しない。組織体制について現状を考察し，基本計画プロジェクトの実施後の組織について検討する。組織体制の検討に当たっては，CWASA の現状を考慮し，基本計画プロジェクトの実施後必要とされる新しい部所について検討し，新組織体制としてまとめた。提案する組織図を図 12.2 に示す。

新組織体制で提案した要点を以下に示す。

- 1) 新しく建設される浄水場，すなわちカルナフリ浄水場，モデナガット浄水場及びファテファバッド除鉄処理場を浄水課に追加する。
- 2) モハラ浄水場拡張施設及びモデナガット浄水場第二期はそれぞれ既存の浄水場長の管理下に統合する。
- 3) 給水区域は 10 ヶ所に区分化されるので，浄水場が受け持つ配水地区に統合管理し，少なくとも 4 ヶ所の MODs 1～4(管理事務所)とする。
- 4) 現在の企画室(Development Section)を企画・管理室(Planning and Monitoring Division)に拡張・充実し，事業の申請，事業実施のモニタリングの他，月報，年報を始めとする事業情報を統合管轄させる。
- 5) 給水配水網拡張を目的とした特別チーム(Task Force for Extension & Expansion of Service Network)を新設する。
- 6) 研修制度を新しく導入し，総務部の傘下に置く。
- 7) コンピュータを導入し情報管理，合理化を計る。

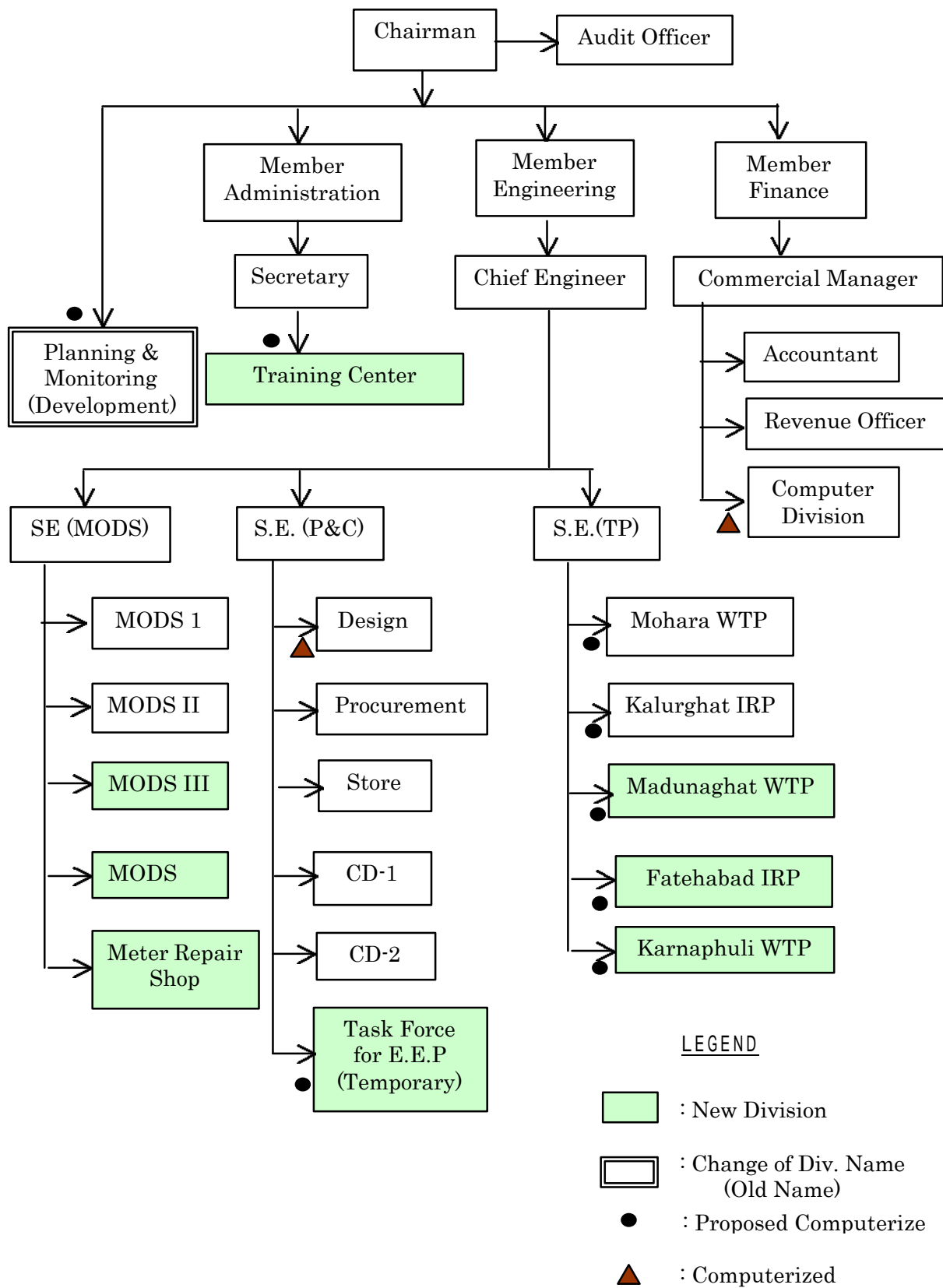


图 12.2 CWASA 組織体制案

第 13 章

環境影響評価 (EIA)

第13章 環境影響評価 (EIA)

提案されたプロジェクトの実施によって、環境上重大なインパクトは発生しないものと判断された。但し、状況によっては、軽微または中規模のインパクトが発生する可能性はある。これらに対しては適切な軽減策を含む環境管理計画 (EMP) 及びモニタリングの実施により、インパクトは十分に軽減されて、環境上許容される範囲に収まるものとする。以下に、EIA 調査結果の概要を記述する。

環境影響評価 (EIA) 調査の初期段階において、初期環境調査 (IEE) 結果のレビューが行われ、EIA 調査項目として、下記の 10 項目が選定された。そのうち、8 項目は IEE 調査で必要性が提示されたものであり、追加 2 項目は環境省 (チッタゴン支局) からの助言に配慮して調査対象に含めた。

- 項目 1 : 土地収用・住民移転 (浄水場拡張, 送・配水管設置, 配水池工事)
- 項目 2 : 工事中の交通障害
- 項目 3 : 水利用 / 水利権に対する影響 (ハルダ川からの取水)
- 項目 4 : 工事中の廃棄物処理
- 項目 5 : 河川流況・環境の変化 (取水量増加)
- 項目 6 : 汚泥放流による河川水質汚濁 (モハラ浄水場)
- 項目 7 : クリシュナ水路を経由した工場排水によるハルダ川 (取水) の水質汚染
- 項目 8 : 工事中の騒音・振動
- 項目 9 : 浄水場 (ポンプ場) 運転中の騒音
- 項目 10 : 工事中の大気汚染 (粉塵を含む)

EIA 調査では、まず各項目に対して環境影響に係わる現地調査を実施し、水質、大気、騒音等の現状測定結果他、分析・評価に必要な情報・資料を収集した。また、実際的な評価と効果的な対策に関する情報を得るために、関係住民からの聞き取り調査も行なった。

その結果、質問に回答したすべての住民は、本プロジェクトの実施を望んでいると同時に、環境影響への関心も高いことが判明した。

環境に多少の影響を及ぼす可能性があるとして予測される上記項目に対して、各々下記に示すような軽減策を検討した。

1) 土地収用・住民移転

- (a) 妥当な補償額
- (b) 移転住民・土地所有者との十分な対話に基づく交渉
- (c) 良好な条件の移転地・家屋の確保
- (d) 移転地・家屋の早期決定及び提供

- (e)雇用への助力
- (f)一時的に借用した土地・家屋・施設の原形復旧状態での返却
- (g)移転地への上水道供給（未整備の場合）
- (h)移転後の問題発生時の調整・助力継続

2) 交通障害

- (a) 迂回路及び待避線の確保
- (b) 側道・歩道の確保
- (c) 片側工事（全面工事を避ける）
- (d) 計画的な交通規制・安全管理
- (e) 工事の時間帯制限（夜間工事を含む）
- (f) 工事及び交通規制の事前情報提供（住民に対して）
- (g) 早期・短期間工事による交通規制早期解除
- (h) 一時的な移転住居の確保

3) 水利用 / 水利権への影響（ハルダ川からの取水）

水利用への影響は、発生の可能性及びその程度と状況を予測するのは困難であり、軽減策はモニタリングの結果に基づいて検討されるものとする。但し、一般的には次のような軽減策が考えられる。

- (a) 取水利用・規制計画（渇水期における水使用の優先度に関する制度・規則を含む）の策定。
- (b) 将来の需要増に対する代替水源の開発。
- (c) ハルダ川（及びカルナフリ川）の水資源開発及び管理計画の策定。
- (d) 合理的かつ公正な水利権の確立。
- (e) 取水規制に対する補償制度の確立。

4) 廃棄物処理・処分

- (a) 廃棄物処分場の確保（十分な面積，障害のないアクセス，周辺環境への影響等の配慮）
- (b) （一時的な仮置場の場合）使用後の早期復旧工事。
- (c) 仮置場からの（永久・長期処理場への）早期搬出。
- (d) 廃棄方法の適切な管理及び廃棄完了後の土地整形・造成及び有効利用。
- (e) 長期工事現場及び工事関係者宿舎・事務所の衛生設備の完備。
- (f) 工事関係者の宿舎・管理所で発生する廃棄物の適切な処理・処分に対する管理。

5) 河川流況・環境の変化

河川流況・環境の変化について、発生の可能性及びその程度と状況を予測するのは困難であり、軽減策はモニタリングの結果に基づいて検討されるものとする。但し、

一般的には次のような軽減策が考えられる。

- (a) ハルダ川及びカルナフリ川の水資源開発及び管理計画の策定
 - (b) 河川流況・環境に配慮した取水利用・規制計画の策定
 - (c) 塩水溯上予測及び溯上規模による状況変化予測
 - (d) 塩水溯上のコントロール（施設建設，施設制御等）
 - (e) 河川維持流量の設定
- 6）水質汚濁（浄水場からのスラッジ放流）
- (a) スラッジ吐出し口の河川中央部への延長
 - (b) （河川へ放流しない）スラッジの有効利用の検討。つまり，スラッジ処理用放流量の減少対策（スラッジ放流による環境上の顕著なインパクトはないものと想定されるが，取水量の約10%が節約されることにも配慮）
- 7）水質汚濁（工場排水の取水への影響）
- (a) ハルダ川の水質（モハラ取水口上流側）が乾期に汚濁した場合（水源として不相当）の取水制限
 - (b) 汚濁源となる工場からの排水が放流基準を超える場合の規制・指導強化
 - (c) 下水道システムの計画立案（主要・大規模工場に排水処理（除害）施設を設置すると共に全チッタゴン市の公共下水道システムを構築する）
- 8）騒音・振動（工事中）
- (a) 工事時間の制限（早朝，夜間等）
 - (b) 工事に伴う騒音・振動に関する住民への情報提供（区間，期間，時間，内容など）
 - (c) 振動により損害を受けた家屋・施設の補償・修復
 - (d) 悪影響が予測される住宅地の狭隘道路や病院の近く等における騒音・振動の軽微な工事方法の選定
 - (e) 工事区域を囲む防音壁の設置
 - (f) 一時使用の土地・家屋・施設の現状以上の状態での返却
- 9）騒音（ポンプ場）
- (a) 夜間におけるポンプ場の出入口の閉鎖
 - (b) 低音タイプポンプ施設の使用
- 10）大気汚染（工事中，粉塵含む）
- (a) 散水
 - (b) 工事方法・建設機械の（大気汚染に配慮した）選定
 - (c) 工事の時間帯制限（夜間工事を含む）

但し，各軽減策の選定と組み合わせは，実際の状況（影響のレベルと内容）を把握した上で，

軽減策の効果，費用等も含めて検討されるものである。

次に，環境管理計画（EMP）を立案した。EMPは，上記の各種軽減策の必要性を確認すると共に，軽減策を有効に実施するための計画である。EMPの主な内容は次のようになった。

- (a) EMP担当機関・部局の設立（CWASA内に環境担当部・課の設置，政府関連機関との協力的体制の確立，経験豊富で活動的なスタッフの確保等）
- (b) 既存の環境関連規則，基準等の（より実用的で詳細なものに）改善，及び規則，基準等を遵守させるための，効果的な（より厳しい）罰則規定の策定。
- (c) EMPの実行に対する（費用軽減，抗争回避，住民の環境保全意識の向上，早期対応等に配慮した）住民参加の促進。
- (d) EMPの実実施計画（実施スケジュール，実行組織と人員，対象区域設定と区分，代替案を含めた軽減策の提示，調査・モニタリング計画，予算計画，施設・設備等を含む）の策定。特に，軽減策実施の必要性，適用内容・レベル又は効果を判断するための各環境項目に対するモニタリング計画は重要。

必要なモニタリングとしては，次のようなものが考えられる。

- 1) 土地収用・住民移転
 - (a) 移転住民の生計変化のモニタリング
- 2) 交通障害
 - (a) 工事中の交通状況変化の実態調査・確認
 - (b) 工事中の交通障害に関する住民からの情報・意見収集
- 3) 水利用 / 水利権（ハルダ川からの取水）
 - (a) 水使用・需要状況の定期的な調査・把握（将来予測調査含む）
 - (b) 塩水遡上（塩分濃度）の定期的かつ異常時の調査
 - (c) ハルダ川及びカルナフリ川の水位・流量の継続観測
- 4) 廃棄物処理・処分
 - (a) 工事中の廃棄物処理・処分の実態把握調査。
- 5) 河川流況・環境の変化
 - (a) 水使用・需要状況の定期的な調査
 - (b) 塩水遡上（塩分濃度）の定期的かつ異常時の調査
 - (c) 流域の自然状況変化の観測
 - (d) ハルダ川及びカルナフリ川の水位・流量の継続観測（カプタイ水力発電所の運転・放水状況を含む）
 - (e) 河川水質の定期的な調査

- (f) 河川諸状況（河岸浸食，水生動植物，河川縦横断面，等）の変化に関する定期的な調査
- 6) 水質汚濁（浄水場からのスラッジ放流）
 - (a) 浄水場からのスラッジ吐出し口付近の河川水質モニタリング。特に乾期（湯水期）のスラッジ堆砂・希釈状況の把握
 - (b) スラッジ吐出し口付近の住民からの状況変化の聞き込み
- 7) 水質汚濁（工場排水の取水への影響）
 - (a) 乾期におけるハルダ川へ流入するクリシュナ水路（モハラ処理場上流側）の定期的な水質調査（必要に応じ他の水路も調査）
 - (c) 乾期におけるハルダ川へ流入するクリシュナ水路の汚濁源（主として工場排水）の定期的な水質・放流状況調査
- 8) 騒音・振動（工事中）
 - (a) 工事期間中の騒音・振動の実態の調査と計測。及び騒音・振動基準・規則による実態の評価
 - (b) 工事期間と平常時との騒音・振動の差異に関して，住民からの情報入手
- 9) 騒音（ポンプ場）
 - (a) 工事完了後のポンプ場運転時の騒音状況確認計測。騒音基準・規則による実態の評価
 - (b) 工事完了後のポンプ場運転時の騒音状況に関する住民からの聞き込み確認調査
- 10) 大気汚染（工事中，粉塵含む）
 - (a) 工事期間中の大気汚染（工事中，粉塵含む）の実態の調査と計測。及び大気汚染基準・規則による実態の評価

工事中に実施すべき EMP の内容とモニタリングに関しては，工事契約の仕様書に含めることが望ましい。工事業者は，工事期間中の環境保全に配慮すると共に，必要な軽減策をとるものとするが，政府関係機関としても，必要な検査と指導を実施する必要がある。

EIA 調査の結論として以下の通り勧告する。

1) プロジェクトの早期実施

本プロジェクトの実施は，チッタゴン市及び住民にとって多大な便益が見込まれる。社会的かつ経済的な向上に加えて，衛生状況の改善はポジティブな環境インパクトとなる。プロジェクトの実施が遅れる場合は，既存施設が老朽化，機能不全等各種の問題点を抱えていることもあり，衛生状況がさらに悪化する区域が増加することが予測される。

2) プロジェクトの実施に対する環境管理計画の策定

EIA 調査により、本プロジェクトの実施には、特に重大な環境インパクトはないものと予測された。但し、中規模・軽微なインパクトは予測される他、状況によっては起こりうるインパクトもありうる。また、適切な軽減策を講じない場合には、本来軽微なインパクトであるような状況が重大なインパクトに拡大することもありうる。一方、中規模・軽微なインパクトは、軽減策によりさらに軽微な状況になり十分許容される範囲になりうる。従って、まず環境（EMP）を担当する部・課を、プロジェクト実施機関となる CWASA 内に設置し、実行可能で効果的な EMP を策定することが必要かつ優先事項である。

第 14 章

プロジェクト評価

第 14 章 プロジェクト評価

14.1 はじめに

チッタゴン市モハラ浄水場施設拡張に係る優先プロジェクトについて、これによりもたらされる便益と妥当性、及び事業の実現性を確認するため、技術・財務・環境及び社会・経済評価に互つて評価した。

14.2 プロジェクトの便益と妥当性

チッタゴン市の現在人口は約 240 万人で 2010 年には 300 万人になると予測される。現在の水道普及率は 45%と低率であり、更に浄水施設能力の不足から、給水は 1 日数時間、地区によっては 2~3 日に一度しかサービスを受けられない状況である。

一方、全国輸出入量の 80%を占めるチッタゴン港の恩恵を受けて、同都市圏の輸出加工区を始めとする産業・貿易は近年著しく発展している。これに伴い都市部人口の急増によって、給水サービスレベルは低下し、その傾向は一層深刻化しており、住民の不満は社会問題となっている。CWASA は、緊急対策として地下水を水源とする除鉄施設（浄水能力 22,500m³/日）の拡張を計画中である。また、イタリア政府の援助で浄水場（浄水能力 45,500m³/日）の新設が事業化している。

以上の給水サービスレベルを一般の水道指標である 1 人 1 日給水量（原単位）で示すと、現在は 140 liter/人日である。イタリア政府の援助による浄水場の建設を含め、現在 CWASA が進めている施設拡張計画が予定通り実施された場合でも、2005 年における給水計画人口に対する原単位は 130 liter/人日であり、現在の給水サービスレベルよりやや低くなり、水不足の緩和・解消にはならない。住民の生活レベルの向上と、工業用水の需要増加を勘案すれば、現在のサービスレベルよりむしろ低下した状態となり、都市活動は停滞する。

従って、2005 年の計画目標給水レベルを維持しようとするれば、新規加入者を現在以上に制限しなければならない。この場合の水道普及率は、現在の 45%より更に低下するので、給水状況は一層深刻化し社会・経済問題となることが予想される。

本計画は、モハラ浄水場施設の拡張により増強された水を人口密集地及び未給水地区へ拡張給水すると同時に、工業用水の増加を目的としたものである。

本計画の実施により給水量はもとより、水質面も一層改善されるので、市民の生活レベルの向上による水不足を緩和すると共に保健衛生面の改善が計られる。同時に工業用水の確保により地域産業・経済の発展に大きく寄与することが期待できる。

14.3 事業評価

14.3.1 技術評価

技術面からみた事業評価は、以下に示す主要3項目に集約される。

- (1) 現在の総給水量の60%を占めるモハラ浄水場と同規模の施設を拡張する計画であるから、量・質ともに改善効果は即効的であり、住民の期待に応じられる。また、同様施設の拡張は、住民の施設に対する安心感も高いと考えられる。
- (2) 本計画による浄水施設は既存施設と同方式のものを採用しているため、運転維持管理に特段の技術を必要としない。
- (3) 配水方式は、現在のポンプ圧送による配水方式から、配水の多くが配水池を経由する自然流下方式に変更される。配水方式の変更によって、住民への給水状態は自然流下によって給配水されるので、「常時安定した水圧で」サービスが受けられる。CWASAの維持管理面では、時間制限給水が解消されるので、ポンプ、仕切弁による調整作業が不要となる。「配水池1箇所に対して、1箇所の配水区域」に配水システムが整備されるので、維持管理が合理化される。

14.3.2 財務評価

上水道事業の長期間的維持・発展のために主要な財務条件は、維持管理支出・設備更新投資支出に加え、投資コストの全てをカバーできる長期・安定的な財源の確保である。

維持管理費が賄えない場合は、動力費、薬品費の削減となり浄水活動の停滞を招く。機器の修理費及び設備更新に対する投資支出が賄えない場合は、設備の老朽化による効率及び業務水準の悪化を招くことになる。

また、投資コスト(プロジェクト期間通算でUS\$98.9百万、US\$1.00=Tk.54.00)が回収されない場合は、長期的資金繰り悪化により将来の事業活動の停滞は不可避となる。

財務分析の結果は、以下の通りである。

-) 目標内部収益率を7.5%(政府の転貸貸出金利)とする場合には、料金の現行加重平均料金、(6Tk/m³)から、3.8倍とするか、あるいは2倍としその翌年から、毎年4.5%上昇率で改定を行う必要がある。これは、基礎条件設定の項で設定されたUFW(無収水率)の改善率を適用する場合である。仮に、UFWの改善率が34.5%から30%程度にとどまれば、料金は4倍とする必要がある。
-) 目標内部収益率を1%にした場合は、料金は現行加重平均料金の約1.65倍とするか、あるいは1.3倍に設定し、翌年から毎年1%上昇の料金改定が必要である。

14.3.3 社会・経済評価

本上水道施設整備拡張事業により水道利用者が直接享受できる便益の他に、以下の様な社会・経済効果が存在する。

- (1) 給水レベルの改善は、住民の保健・衛生面の意識改善にも繋がると考えられ、あわせて環境面の改善・向上が期待できる。
- (2) 保健・衛生に関する社会的費用（防疫・医療費用）を短・長期的に削減できる。
- (3) 社会基盤整備により経済発展の基礎を固め、長期的に国民所得の増加に寄与する。
- (4) 上水道事業運営に必要な職員採用に伴う長期的な雇用の拡大に寄与する。
- (5) 維持管理活動に派生する継続的な需要の拡大に伴う乗数効果が期待できる。
- (6) 本拡張施設建設事業により短期的な雇用の拡大に寄与する。
- (7) GOB 資金によって行われる配水管網整備に係る建設事業によって短・中期的な雇用の拡大に寄与する。

これらの外部経済効果には、必ずしも短期に経済効果を受けるものみならず、社会基盤施設の整備として将来世代も享受し得る経済効果・便益も含まれる。

従って、上水道整備事業に係る公共支出の負担は、便益を直接・間接的に享受できる各世代・各個人に広く負担されるべきである。しかし、このような間接的な便益享受者から料金を徴収することは技術的に不可能であり、財務分析によって算出された FIRR その他の便益指数には反映されないため、公共施設としての上水道事業投資には財務便益を対象とする FIRR にこだわることは必ずしも適切でない。

CWASA のおかれている地域特性を考慮すると、本事業による具体的経済効果として以下の事項があげられる。

(1) 貧困層の生活環境改善

都市における生活環境改善の側面から、都市に集中する貧困層の水問題解消に、本事業は大きく貢献することが出来ることが想定される。公共水栓に群がる多くの貧困層住民は、時間給水を余儀なくされている生活環境の不便さを物語っている。貧困層への安価な水が安定して供給される施策が本事業を通して浸透される。

(2) 都市活動の活性化

都市基盤施設の一つとして、水道施設の整備が寄与する商工業の発展による経済的便益は計り知れないものがある。現状の水不足状況は、商工業の発展を阻害している。また、商工業関係者からの安定給水に対する強い要望が CWASA に寄せられており、新聞においても、水不足に対する批判記事が掲載されている。現在の水不足状況が継続されれば、産業活動の停滞、及び私有井戸による過剰揚水により、地盤沈下や地下水位の低下（塩水混入の恐れが大きい）が発生する。これらの対策としての本事業の

効果は大きい。

(3) 衛生状況の改善

安全で十分な水が不断に供給されることにより、衛生状況が改善され、生活するための基礎的条件が満たされる。安全な水が供給されることにより水系性疾患が減少し、医療費支出が減少する。統計からは、下痢性疾患が全疾病の内、約 10% を占めている。また、国家の医療への経費が、チッタゴン市において年間推定 Tk 420million(1997 年) 計上されており、これが、安全な水の供給により 10% 削減されるとし、これを便益として計上した場合、約 Tk 42million の年間便益が発生する。本事業の経費と照らし合わせた場合、その便益は大きい。また、乳幼児死亡率は、約 6% に達している。これが水系性によるものなのか否かは明確ではないが、良質な水は、子供の死亡率を減少させることは明白である。子供の死亡率減少による、成人としての国家経済への貢献が期待される。

(4) 水汲み労働の解消

女性、子供による水汲み労働が緩和され、子供にとっては学校に行ける時間が確保される。7 歳以上のチッタゴン市民の識字率は約 53% であり、文盲率を改善させることは、国民経済を向上させる要因となる。

(5) 資産価値の上昇

水道事業の整備は、土地資産価値の向上に大いに貢献する。水道事業そのものによる貢献度を定量することは困難であるが、基礎インフラストラクチャーとしての経済的効果は非常に大きい。

14.3.4 環境評価

環境影響調査 (EIA) の調査結果、通常の条件では、特に障害となる事項は「無い」と判断される。しかし、重大な自然環境の変化が発生した場合、河川流量・水質の変化が伴う場合があるため、定期的に環境のモニタリングを実施し、事前の軽減策を策定する必要がある。

環境管理計画 (EMP) に従い、有効的に対策を実施するために、障害の程度・状況の把握及び対策案と効果の範囲を把握することが重要である。

14.3.5 緊急改善プロジェクトと補足事業

本 F/S プロジェクトはチッタゴン市がかかえる緊迫した水不足状況を緩和・解消するための緊急改善対策として、基本計画の一環とした位置付けで計画されたものである。このプロジェクトは基本計画に添って更に整備される予定である。そのために、配水管網は 2010 年を計画目標年

次として水理解析により整備計画した。

本 F/S プロジェクトは、CWASA が独自に計画しているモデナガット浄水場及びカルルガット除鉄処理場新プラント建設を前提として需給バランスが計画されている。しかし、CWASA 計画の上記プロジェクトは、水源開発（浄水場及び送水管の建設）のみで、配水管及び管網の拡張整備工事は含まれていない。

従って、本プロジェクトでは緊急性を加味して、本プロジェクトで建設する配水池からの給水末端配管整備を一部とし、人口密度の高い既存配水区域の環状幹線配管整備を取り込み、優先的に事業化する計画とした。

中間計画目標年次(2005 年)の事業を完成するには、次のような補足事業の実施が必要である。

- ）本 F/S プロジェクトで建設する配水池，配水幹線以降の末端配管の整備
- ）既存配水池経由で給水される配水管網の整備
- ）工事費の大半が消費者負担で実施される家庭給水栓取付並びに一般公共栓の設置

なお，工場用水増加に伴う工場排水は，法規に準じて企業者負担で実施する必要がある。

第 15 章

結論と提言

第 15 章 結論と提言

15.1 結論

チッタゴン市の現在の給水状況は、給水人口 114 万人、水道普及率は 45% で 1 人 1 日の給水量（原単位）は 142 liter/人/日である。2010 年を計画目標年次とする基本計画では、給水人口 337 万人、普及率 84% で原単位は 193 liter/人/日に改善される。モハラ浄水場の拡張についてはハルダ川に水源を求めるが、さらに新浄水場を建設し、その水源を取水許容量と水道用水源としての水質保全が確認されたカルナフリ川に求める計画である。

現在の逼迫する水不足を解消するために、緊急プロジェクトとして、上記基本計画の中で提案された浄水場計画の中の 1 つであるモハラ浄水場の拡張と、既存の配水管網に効果的に給水する F/S 計画を策定した。F/S 計画は、緊急案件として目標年次を 2005 年とした。この実施により現在の市内の水不足は解消すると共に、未給水地区を含め新たに 45 万人の住民に給水可能となる。本施設完成後の給水人口は 158 万人と推定され普及率は 50% となる。生活レベルの向上に伴い水使用量の増加と工業用水の需要に対応できる計画であり、原単位は 178 liter/人日となる。

本事業は「バ」国の国策計画（2000-2001，ADP）において、重点投資対象の一つとして位置付けられており、本事業の実施はチッタゴン市の水道事情の改善と共に都市基盤施設設備の一環として、水道セクターの向上に大いに寄与することが期待できる。

財務分析の結果、水道使用料金によって投資価値を含む全コストを回収するためには、現行料金の 3.8 倍の料金を課さねばならないことが判明した。これは住民支払意志の上限（現行の 1.5 倍）の約 2.5 倍に相当し、毎年料金を値上げしても許容範囲を越えるものであると考えられ、事業財政維持のためには適切な政府補助が不可欠である。

なお、本事業は都市整備基盤事業としての意義があるので、広範な外部経済効果が期待され、社会・経済便益は潜在的に大きいと考えられる。

事業財政の維持を図るためには、(1) 事業費（96 億^{ドル}）の 30% 相当額に対して政府から交付金を受けた場合を想定すれば、現行料金の 2.7 倍となる。又 (2) 政府への利子支払い率を JBIC の借款率と同額の 1% とした場合は、現行料金の 1.7 倍の料金を課することになる。

更に (3) 事業費の 30% を政府から交付金を受け、さらに政府への借入金利子率を事業費内訳に

よる外資・内資比率（75%対25%）による加重比率によって調整（2.5%）する場合は、現行料金の1.5倍の料金を課すればよいことになる。

上記の試算によれば、(2)、(3)のケースについてのみ財務上実施の可能性が考えられる。

総合評価

- (1) 事業投資の効果と妥当性が確認され、事業運営に必要な体制は整備可能であると判断する。
- (2) しかし、適切な政府補助金による財源の手当がなされない限り、料金による投資額の全額回収は困難であり、事業の遂行のためには財政を含む総合的な政策判断が必要である。

15.2 提言

プロジェクト実施に向けその重要性及び優先度に従い以下のように提案する。

- (1) 建設資金調達の措置を確立すること。
- (2) プロジェクトの財務上の実施可能性を高めること。そのために次の対策を実施すること。
 - 1) 水道料金の改定を所管庁に申請し、事業実施後直ちに料金改定ができるように事前了解を得ること。
 - 2) 料金改定に当っては、低所得者層への料金値上影響を最小限にとどめるため消費者相互補助の考えの下に逡増制料金体系を導入すること。
- (3) 用地取得交渉を早期に実施すること。
- (4) 本計画において実施する施設整備は浄水場の建設、送水管、配水池及び当該配水池が受け持つ配水区域の配水幹線、並びにその他の配水区域の管網形成のための一部配水幹線の敷設である。従って、給水効率を高めるために2次配水管網の整備を早期に実施すること。