

バングラデシュ国
財務省
地方自治農村開発協同省
チッタゴン上下水道公社 (CWASA)

バングラデシュ国
チッタゴン上水道改善事業準備調査

最終報告書

和文要約

平成 25 年 3 月
(2013 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

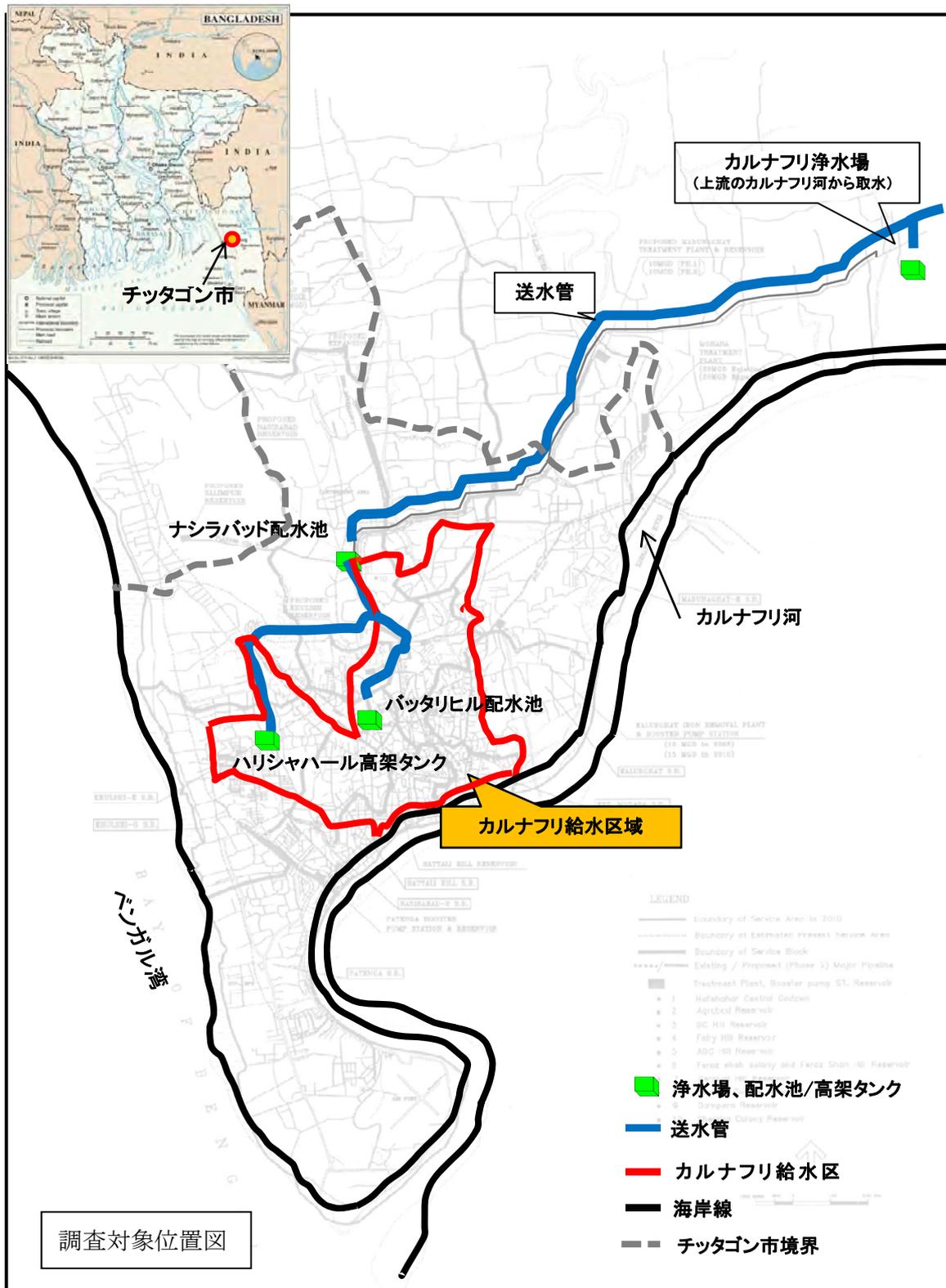
株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ

環境
JR(先)
13-039

本報告書は、2012年12月現在の物価水準ならびに外貨交換レートに基づき作成されている。採用した外貨交換レートは以下のとおりである。

1.00 バングラデシュ タカ = 0.966 円 (=0.0122 米国ドル)

カルナフリ上水道整備事業（フェーズ2）地図



バングラデシュ国
チッタゴン上水道改善事業準備調査

最終報告書

和文要約

目次

調査対象位置図

目次

図表一覧

略号

第1章 調査の背景および概要

- 1.1 背景 S-1
- 1.2 調査の目的 S-1
- 1.3 調査対象地域および計画対象年次 S-1

第2章 チッタゴン市の概要

- 2.1 自然条件 S-3
 - 2.1.1 気候 S-3
 - 2.1.2 水理条件 S-3
 - 2.1.3 地質 S-3
- 2.2 法規制 S-3
 - 2.2.1 水分野の政策 S-3
 - 2.2.2 給水のための水源 S-4
 - 2.2.3 環境社会配慮 S-4
- 2.3 社会・経済状況 S-4

第3章 チッタゴン市水道事業の現状および実施中の水道事業

- 3.1 既存の水道システムおよび施設 S-7
- 3.2 実施中の給水関連事業 S-7
- 3.3 CWASA の組織および活動状況 S-8
- 3.4 CWASA の財務状況 S-9

第4章 調査対象地域全体における水需要予測

- 4.1 人口予測 S-11
- 4.2 単位使用水量 S-11

4.3	家屋の種類別配水システムへの接続率	S-12
4.4	商業、公官庁および工業用水予測	S-12
4.5	NRW および漏水割合	S-12
4.6	CCC 区域内の水需要予測	S-12
第5章 カルナフリ計画給水区域の設定		
5.1	カルナフリ給水区域に含まれるワード選定方法	S-15
5.2	カルナフリ給水区域に含まれるワード	S-15
5.3	カルナフリ給水区域の整備方針と運用方法	S-16
5.3.1	カルナフリ給水区域選定理由	S-16
5.3.2	カルナフリ給水区域に係る詳細説明	S-19
第6章 配水システム		
6.1	配水ネットワークの整備方針	S-23
6.2	カルナフリ給水区域内の配水システム	S-23
第7章 施設整備計画と概略設計		
7.1	プロジェクトの目的	S-27
7.2	プロジェクトの必要性と優先順位	S-27
7.3	水道施設の内容	S-27
7.4	カルナフリ水道事業第1期において生じた論点と問題点	S-28
7.5	取水施設	S-28
7.6	導水施設	S-30
7.7	浄水場	S-30
7.8	送水管	S-31
7.9	配水施設	S-32
7.10	配水管	S-32
7.11	配水制御システム	S-33
第8章 施設建設計画		
8.1	取水・導水施設	S-35
8.2	浄水場	S-35
8.3	送水施設	S-35
8.4	配水施設	S-35
第9章 施設の運転管理計画		
9.1	取水・導水施設	S-37
9.2	浄水施設	S-37
9.3	送水施設	S-37
9.4	配水施設	S-38

9.5	維持管理費用の削減対策	S-38
9.6	施設の維持管理に必要な CWASA の組織および技術能力	S-38
第 10 章 環境社会配慮		
10.1	バングラデシュ国におけるプロジェクト実施に当たって必要な環境手続き...	S-41
10.2	カルナフリ上水道整備事業に係る環境許可書の取得状況	S-41
10.3	事業実施における環境・社会配慮	S-41
10.4	事業による環境影響予測と必要対策	S-42
第 11 章 事業実施計画および概算事業費の算定		
11.1	第 2 期工事の内容	S-45
11.2	事業実施計画	S-45
第 12 章 財務および経済配慮		
12.1	プロジェクト予算計画	S-53
12.1.1	所要費用	S-53
12.1.2	資金計画	S-54
12.2	事業の財務予測	S-55
12.2.1	財務予測モデルの仮定条件	S-55
12.2.2	財務予測における算定項目	S-56
12.2.3	財務状態と構造の予測および分析	S-64
12.3	事業の財務評価	S-67
12.3.1	方法および仮定	S-67
12.3.2	財務実行可能性分析	S-69
12.3.3	財務実行可能性の感度分析	S-70
12.4	事業の経済評価	S-71
12.4.1	方法および仮定	S-71
12.4.2	経済便益の分析	S-75
12.4.3	経済便益の感度分析	S-76
12.4.4	経済便益の総括的評価	S-76

図表一覧

<表一覧>

第2章 チッタゴン市の概要

表 2.1	表流水水質基準	S-5
表 2.2	飲料水水質基準	S-5

第3章 チッタゴン市水道事業の現状および実施中の水道事業

表 3.1	2015年までの給水達成指標	S-9
-------	----------------------	-----

第4章 調査対象地域全体における水需要予測

表 4.1	2ケースにおけるCCC区域内の水需要予測	S-13
-------	----------------------------	------

第5章 カルナフリ計画給水区域の設定

表 5.1	カルナフリ給水区域に含まれるワード	S-15
表 5.2	SAPROFとJICA支援事業/調査におけるフレーム・ワークの比較	S-19
表 5.3	カルナフリ給水システム	S-19

第7章 施設整備計画と概略設計

表 7.1	カルナフリ水道事業第1期および第2期の事業内容	S-27
表 7.2	カルナフリ給水区域内の配水管延長	S-33

第11章 事業事業実施計画および概算事業費の算定

表 11.1	事業実施暫定スケジュール	S-46
表 11.2	コンサルティング・サービス費用	S-49
表 11.3	総事業費	S-50
表 11.4	運用・効果指標	S-51

第12章 財務および経済配慮

表 12.1	第2期事業所要費用	S-53
表 12.2	基準工事費ならびに基準コンサルタント費の支出スケジュール	S-54
表 12.3	第2期事業の資金計画	S-54
表 12.4	想定水道料金単価	S-55
表 12.5	第2期事業の財務予測に使用された資本費用	S-57
表 12.6	第2期事業の財務予測に基づく資金調達計画	S-58
表 12.7	第1期ならびに第2期事業による水道料金収入	S-59
表 12.8	第1期および第2期事業の運転管理費変動コスト(2012年価格)	S-60
表 12.9	バングラデシュ国の物価指数(2001 - 2012)	S-61
表 12.10	第1期および第2期事業運転管理人員費	S-61

表 12.11	第1期および第2期事業運転管理費（2012年価格）	S-63
表 12.12	第1期および第2期事業運転管理費	S-62
表 12.13	第1期ならびに第2期事業の債務償還金額	S-64
表 12.14	第1期および第2期事業 現金/資金収支予想（ベースライン）	S-66
表 12.15	再投資の内訳	S-68
表 12.16	水道料金収入	S-69
表 12.17	財務キャッシュ・フロー	S-69
表 12.18	財務感度分析	S-70
表 12.19	より高い料率のFIRRとFNPV	S-70
表 12.20	経済価格への事業費の変換	S-72
表 12.21	変換係数	S-73
表 12.22	経済再投資費用	S-73
表 12.23	運転管理費変換係数	S-74
表 12.24	2021年価格の経済運転管理費	S-74
表 12.25	経済キャッシュ・フロー	S-75
表 12.26	経済感度分析	S-76

〈図一覧〉

第2章 チッタゴン市の概要

図 2.1 「Red」プロジェクトの環境許可と環境評価の手順..... S-6

第4章 調査対象地域全体における水需要予測

図 4.1 2 ケースにおける CCC 区域内の水需要予測..... S-13

第5章 カルナフリ計画給水区域の設定

図 5.1 カルナフリ給水区域でサービスされるワード位置..... S-17

図 5.2 カルナフリ給水システム建設による周辺地域への貢献..... S-21

図 5.3 サービス接続の切り替え..... S-22

図 5.4 漏水対策を急ぐための配水管網建設スケジュール..... S-22

第6章 配水システム

図 6.1 標準的な DMA の配置..... S-23

図 6.2 カルナフリ給水区域のセクター位置..... S-24

図 6.3 セクター流入点および配水幹線..... S-26

第7章 施設整備計画と概略設計

図 7.1 カルナフリ水道事業第1期および第2期主要施設位置..... S-29

図 7.2 浄水場内の施設ハイチ（カルナフリ水道事業第2期完了後）..... S-31

図 7.3 配水システムの構成..... S-32

図 7.4 給水制御システム..... S-33

第9章 施設の運転管理管理計画

図 9.1 カルナフリ給水システムの維持管理組織..... S-40

第11章 事業事業実施計画および概算事業費の算定

図 11.1 事業実施スケジュール..... S-48

図 11.2 CWASA 内の事業実施組織..... S-49

略 号

ADB	アジア開発銀行(Asian Development Bank)
ARIPO	不動産条例の獲得および要求(Acquisition & Requisition Property Ordinance)
BOD	生物化学的酸素要求量(Biological Oxygen Demand)
BDT	バングラデシュ国タカ(Bangladeshi Taka)
BWDB	バングラデシュ水開発局(Bangladesh Water Development Board)
CCC	チッタゴン市役所(Chittagong City Corporation)
CDA	チッタゴン開発局(Chittagong Development Authority)
CCL	法廷現金報酬(Cash Compensation under the Law)
CDIA	アジア都市開発イニシアティブ(City Development Initiative for Asia)
COD	化学的酸素要求量(Chemical Oxygen Demand)
CWASA	チッタゴン上下水道局(Chittagong Water Supply and Sewerage Authority)
DF/R	ドラフトファイナルレポート(Draft Final Report)
DMD	副局長 (Deputy Managing Director)
DOE	環境保全局(Department of Environment)
DPHE	衛生工学省(Department of Public Health Engineering, MLGRD&C)
DWASA	ダッカ上下水道局(Dhaka Water and Sewerage Authority)
EA	環境アセスメント(Environmental Assessment)
ECC	環境許可書(Environmental Clearance Certificate)
ECCo	環境許可委員会(Environmental Clearance Committee)
EIA	環境影響評価(Environmental Impact Analysis)
EIRR	経済内部収益率(Economic Internal Rate of Return)
EMP	環境管理計画(Environmental Management Plan)
ENPV	経済現在価値(Economic Net Present Value)
EOCC	経済資本機会費用(Economic Opportunity Cost of Capital)
EQS	環境基準(Environmental Quality Standard)
ERD	財務省経済関係局(Economic Relations Division, Ministry of Finance)
FCD/I	洪水制御排水・灌漑(Flood Control Drainage and Irrigation)
FGD	フォーカス・グループ・ディスカッション(Focus Group Discussion)
FIRR	財務的部収益率(Financial Internal Rate of Return)
FNPV	財務現在価値(Financial Net Present Value)
FOCC	財務的資本機会費用(Financial Opportunity Cost of Capital)
F/R	最終報告書(Final Report)
F/S	実現可能性調査(Feasibility Study)
GI	亜鉛めっき鋼板(Galvanized Iron)
GDP	国内総生産(Gross Domestic Product)
GOB	バングラデシュ国政府(Government of Bangladesh)
GOJ	日本国政府(Government of Japan)
GRC	苦情救済委員会(Grievance Redress Committee)

HR	人材(Human Resource)
HRD	人材育成(Human Resource Development)
IC/R	インセプション・レポート(Inception Report)
IEE	初期環境調査(Initial Environmental Examination)
IIP	暫定的向上事業(Interim Improvement Project)
IT/R	中間報告書(Interim Report)
IUCN	国際自然保護連合(International Union for Conservation of Nature & Natural Resources)
JBIC	日本国際協力銀行(Japan Bank of International Cooperation)
JICA	日本国際協力機構(Japan International Cooperation Agency)
JTU	ジャクソン濁度単位(Jackson Turbidity Unit)
JIVT	共同出資調査団(Joint Inventory Verification Team)
LAP	土地取得計画書(Land acquisition Plan)
LGD	地方自治局(Local Government Division, MLGRD&C)
MARV	最大許容再取得価額(Maximum Allowable Replacement Value)
MBBR	流動床型生物反応槽 Moving Bed Bio-Reactor
MBR	Madaripur 水路(Madaripur Beel Route)
MD	局長 (Managing Director)
MDG	ミレニアム開発目標(Millennium Development Goal)
MLGRD&C	地方自治農村開発協同省(Ministry of Local Government and Rural Development & Cooperatives)
MoEF	環境・森林省(Ministry of Environment and Forest)
NCS	国土保全戦略(National Conservation Strategy)
NEMP	国家環境管理計画(National Environmental Management Plan)
NOC	事業実施同意書(No Objection Certificate)
NRW	無収水(Non-Revenue Water)
NWMP	国家水管理計画(National Water Management Plan)
NWP	国家水政策(National Water Policy)
NWRC	国家水源評議会(National Water Resources Council)
O&M	運転管理 Operation and Maintenance
PAP	プロジェクトの影響を受ける人(Project Affected People)
PCU	プロジェクト調整部 Project Coordination Unit
PMO	プロジェクト管理官(Project Management Officer)
PMU	事業実施管理室(Project Management Unit)
PPTA	プロジェクト準備技術支援(Project Preparatory Technical Assistance)
PTW	生産井(Production Tube Well)
P/R	経過報告書(Progress Report)
RAP	住民移転実施計画書(Resettlement Action Plan)
RO	逆浸透(Reverse Osmosis)
RU	移転世帯(Resettlement Unit)

SAPROF	案件形成促進調査(Special Assistance for Project Formation)
SCC	立地許可書(Site Clearance Certificate)
S/C	ステアリング・コミッティー(Steering Committee)
SIA	社会影響評価(Social Impact Assessment)
SPS	セーフガード政策(Safeguard Policy Statement)
SPT	標準貫入試験(Standard Penetration Test)
SRDI	土壌資源開発協会(Soil Resources Development Institute)
S/W	業務範囲(Scope of Work)
SWTP	地表水処理浄水場(Surface Water Treatment Plant)
TA	技術支援(Technical Assistance)
TOR	業務指示書(Terms of Reference)
UFW	不明水(Unaccounted for Water)
USD	米国ドル(United States Dollar)
WASA	上下水道公社(Water and Sewerage Authority)
WARPO	水資源計画機構(Water Resource Planning Organization)
WTP	浄水場(Water Treatment Plant)
WUG	ウォーターユーズーズグループ(Water User Group)

第 1 章

調査の背景および概要

第1章 調査の背景および概要

1.1 背景

本件調査の対象であるチッタゴン市は、バングラデシュ国(以降、「バ」国)の第2の都市であると共に「バ」国随一の港湾・工業都市である。同市における水道および下水道サービスは、チッタゴン上下水道公社(以降、CWASA)の所管にある。現在、チッタゴン市においては、急激な人口増加および商工業活動の拡張により、水需要量と可能な給水量の間に大きな隔たりを生じている。また、特に老朽化した配水管網からの漏水に起因する高い無収水率が報告されている。

このような状況を改善するために、日本国政府は、給水能力の増強を図るべく、独立行政法人国際協力機構(以降、JICA)を通じて「カルナフリ上水道整備事業」(以降、第1期事業)に対して、円借款を供与した。また、世界銀行(WB)も水供給改善のためにCWASAに対する支援を計画している。さらに、無収水削減に係る技術能力の向上を目的として、JICAはCWASAに対して「チッタゴン上下水道公社無収水削減推進プロジェクト」(PANI)を実施している。CWASAに対する組織改善のための支援も、第1期事業の実施の中で行われている。

このような背景の下、「バ」国および日本国政府は、増加する水需要を満たすために、さらなる給水能力の増強を図るべく「チッタゴン上水道改善事業準備調査」(第2期事業の準備調査)の実施について、2012年1月22日に「バ」国政府の協力窓口機関である財務省経済関係局(ERD)、地方自治農村開発協同省(LGD)およびCWASAとJICAとの間で、討議議事録(M/M)にとりまとめ、署名交換が行われた。

JICAは調査団を選定し、調査は2012年5月7日に開始された。

1.2 調査の目的

両国間で署名されたM/Mに基づき、「カルナフリ上水道整備事業第2期」について、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施方法(調達・施工)、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会への配慮等、我が国が円借款事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的とする。

1.3 調査対象地域および計画対象年次

調査対象地域は、チッタゴン市(CCC)の管轄区域、ならびに取水施設、浄水施設および導・送水管が計画されている周辺区域とする。また計画対象年次を2030年とする。

(空白頁)

第2章

チッタゴン市の概要

第2章 チッタゴン市の概要

2.1 自然条件

チッタゴン市は「バ」国の南東部に位置し、南部はベンガル湾に面し、東部は本プロジェクトの水源であるカルナフリ河に面している。市域の北東約50Kmに位置するカプタイ湖(湖水面積680km²)は、カプタイ水力発電ダムの建設(1958年)によって形成されたものであり、そこから、制御・管理された水量が(月別に異なる水量)カルナフリ河へ放流されている。

市の中心部は港があるカルナフリ河の河口に隣接しており、市の北西部には海拔60mから90mの丘陵が広がっている。一方、市の東部は平坦な地形となっている。

2.1.1 気候

チッタゴン市は、熱帯地域に属しており、一年は3つの季節に大別される(夏季、モンスーン季および低温・乾燥季)。2002年から2011年までの年間平均降水量は2074mmで、その内の70~80パーセントがモンスーン期間中(6月~9月)に記録されている。

2.1.2 水理条件

主要河川であるカルナフリ河は、市北部の高地に源を發し(カプタイ湖)、市の東部から南部の縁辺部を流下して、ベンガル湾に注いでいる(総延長約58km)。主要な支川としてハルダ川があり、その合流点はカルナフリ河の河口から約17kmの地点である。

近年、カプタイ・ダムからの放流量が過去の月間平均値と較べて少ない月が数ヶ月報告されている。しかし、これらの放流量は第1期および第2期事業で計画されている取水量(主要な大規模取水源)をはるかに上回ったものとなっている。なお、現在までのところ「バ」国においては、水利権や水利利用に関する規制を伴う総合管理体制が整っておらず、単に上水利用に優先順位が与えられている状況である。

2.1.3 地質

市の丘陵地帯は第三紀の泥岩と砂の互層で構成されており、その層厚は約30mである。一方、沖積平地は軟弱粘土と砂の互層から構成されており、堆積層の厚さは約130m以上と推定されている。

2.2 法規制

2.2.1 水分野の政策

「バ」国政府は、水道セクターにおける開発政策を以下のように公表している。

- 安全な水供給と衛生のための国家政策 (National Policy for Safe Water Supply and Sanitation, 1998年)
- 国家水政策 (National Water Policy, 1999年)

- 国家水管理計画 (National Water Management Plan, 2004 年)
- セクター開発計画 (Sector Development Plan, 2011-2015 年)
- 「バ」国政府とドナー間のパートナーシップ・フレームワーク (Partnership Framework among the Government of Bangladesh and ADB, DANIDA, GOJ, ROK and WB)
- ヒ素低減に係る国家政策 (National Policy for Arsenic Mitigation, 2004 年)

環境保全法が 1995 年に制定され、続いて飲料水基準を含む環境保全規制が 1997 年に施行された。環境保全規則(1997 年)における水質規定は表 2.1 および表 2.2 に示すとおりである。

2.2.2 給水のための水源

「バ」国において、水は自然からの恵みとして、その利用は住民の基本的な権利とされてきた。しかし、「バ」国政府は 1999 年に国家水政策を策定し、水の所有権は個人にではなく国家に帰属することを明確にした。そして、「バ」国政府が公平な水の配分に係る権限を有することとなった。

2.2.3 環境社会配慮

「バ」国では、下記の政策、法令および規則が、環境保全に係る全ての活動を規制している。

- (1) Environmental Policy (1992 年)
- (2) The Bangladesh Environment Conservation Act (1995 年)
- (3) 環境保全規則 (1997 年)

「バ」国では、環境影響評価 (EIA) に関して開発事業の環境許可の申請および取得に至る手続きが定められており、開発事業を 4 つのカテゴリーに分けて環境影響評価が行われている。本プロジェクトのように水道事業で新規に浄水場を建設する上水道整備事業は最も厳しく評価されるカテゴリーである「Red」に分類されている。カテゴリーが「Red」となるプロジェクトの「環境許可の手順」と「環境評価手順」を図 2.1 に示す。

2.3 社会・経済状況

チッタゴン市には幾つかの工業団地が誘致されている。それらは、チッタゴン輸出加工区、カルナフリ輸出加工区および韓国輸出加工区である。2012 年 10 月 22 日現在、約 4 億 9 百万 US\$ がチッタゴン輸出加工区に投資され、同日までに同輸出加工区から 148 億 6,700 万 US\$ が輸出された。なお、チッタゴン港は「バ」国全体の輸出入の約 92% を担っている。

チッタゴン市は既存水路に対する維持管理対策を講じているが、市街地における排水問題は依然として解決されていない状況にある。また、汚水対策としての下水道も整備されておらず、汚水は各家庭から周辺の水路に直接放流され、カルナフリ河を經由してベンガル湾に流入している。現在、家庭ごみの 95% 以上が市によって収集・処分されているが、市街地内にはごみの山が散見され、十分な対応がとられているとは言えない。

表 2.1 表流水水質基準

用途別目標	pH	BOD mg/L	DO mg/L	大腸菌群数 /100
a. 滅菌処理後の飲料水水源	6.5-8.5	2 以下	6 以上	50以下
b. レクリエーション用	6.5-8.5	3 以下	5 以上	200 以下
c. 一般的な処理後の飲料水水源	6.5-8.5	6 以下	6 以上	5000 以下
d. 水産業用水	6.5-8.5	6 以下	5 以上	---
e. 産業処理水および冷却用水	6.5-8.5	10 以下	5 以上	5000 以下
f. 灌漑用水	6.5-8.5	10 以下	5 以上	1000 以下

注: 1. 食用植物栽培用にはアンモニア窒素として 1.2 mg/l.
2. 灌漑用水の伝導度 - 2250 μ mhoms/cm (水温 25° C); ナトリウム26%以下;ホウ素 0.2%以下

表 2.2 飲料水水質基準

指標	単位	基準値	指標	単位	基準値
1. Aluminum	mg/L	0.2	26. Hardness (as CaCO ₃)	mg/L	200 - 500
2. Ammonia (NH ₃)	mg/L	0.5	27. Iron	mg/L	0.3 - 1.0
3. Arsenic	mg/L	0.05	28. Kjeldahl Nitrogen (total)	mg/L	1
4. Barium	mg/L	0.01	29. Lead	mg/L	0.05
5. Benzene	mg/L	0.01	30. Magnesium	mg/L	30 - 35
6. BOD ₅ 20° C	mg/L	0.2	31. Manganese	mg/L	0.1
7. Boron	mg/L	1.0	32. Mercury	mg/L	0.001
8. Cadmium	mg/L	0.005	31. Manganese	mg/L	0.1
9. Calcium	mg/L	75	32. Mercury	mg/L	0.001
10. Chloride	mg/L	150 - 600*	33. Nickel	mg/L	0.1
11. Chlorinated alkanes			34. Nitrate	mg/L	10
carbontetrachloride	mg/L	0.01	35. Nitrite	mg/L	<1
1.1 dichloroethylene	mg/L	0.001	36. Odor	mg/L	Odorless
1.2 dichloroethylene	mg/L	0.03	37. Oil and grease	mg/L	0.01
tetrachloroethylene		0.03	38. pH	--	6.5 - 8.5
trichloroethylene		0.09	39. Phenolic compounds	mg/L	0.002
12. Chlorinated phenols			40. Phosphate		6
pentachlorophenol	mg/L	0.03	41. Phosphorus	mg/L	0
2.4.6 trichlorophenol	mg/L	0.03	42. Potassium	mg/L	12
13. Chlorine (residual)	mg/L	0.2	43. Radioactive materials (gross alpha activity)	Bq/L	0.01
14. Chloroform	mg/L	0.09	44. Radioactive materials (gross beta activity)	Bq/L	0.1
15. Chromium (hexavalent)	mg/L	0.05	45. Selenium	mg/L	0.01
16. Chromium (total)	mg/L	0.05	46. Silver	mg/L	0.02
17. COD	mg/L	4.0	47. Sodium	mg/L	200
18. Coliform (fecal)	n/100mL	0	48. Suspended particulate matters	mg/L	10
19. Coliform (total)	n/100 mL	0	49. Sulfide	mg/L	0
20. Color	Hazen unit	15	50. Sulfate	mg/L	400
21. Copper	mg/L	1	51. Total dissolved solids	mg/L	1000
22. Cyanide	mg/L	0.1	52. Temperature	° C	20-30
23. Detergents	mg/L	0.2	53. Tin	mg/L	2
24. DO	mg/L	6	54. Turbidity	JTU	10
25. Fluoride	mg/L		55. Zinc	mg/L	5

*海岸地域には 1000mg/L を適用する : バングラデシュ公報、補遺、1997 年 8 月 28 日

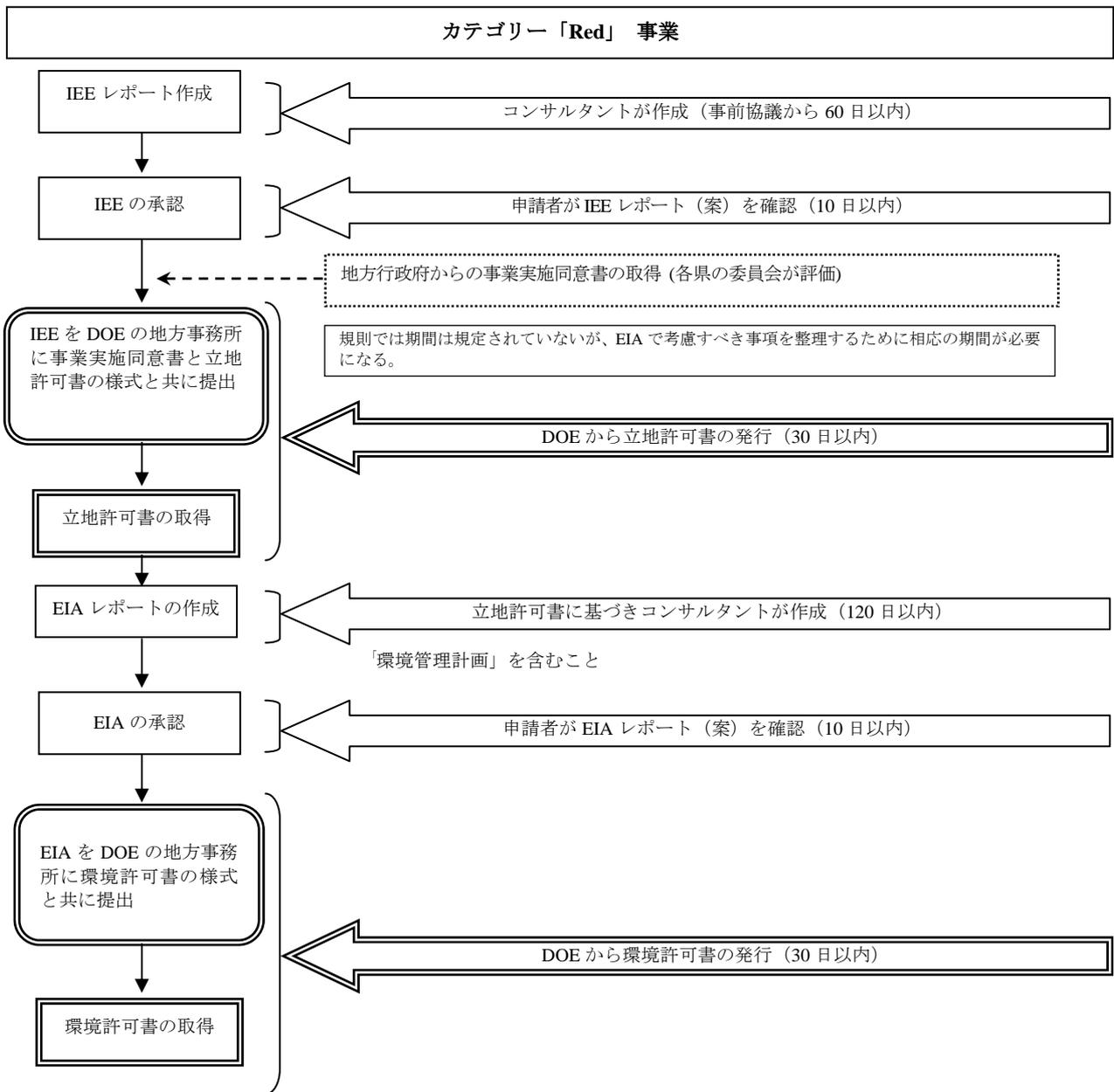


図 2.1 「Red」プロジェクトの環境許可と環境評価の手順

第3章

チッタゴン市水道事業の現状および実施中の水道事業

第3章 チッタゴン市水道事業の現状および実施中の水道事業

3.1 既存の水道システムおよび施設

チッタゴン市は、41 ワードを包含する 155 km² を所管しており、市条例により CWASA は同区域に対して給水サービスを提供する義務を担っている。

現在の同市への給水・水源は、表流水（モハラ浄水場 91,000 m³/日）および地下水（カルルガット鉄除去施設 68,000 m³/日）である。これらの水源の他に、市内に点在する深井戸が利用されている（60,000 m³/日）。従って、現況の総生産水量は、既存水源の合計として、219,000 m³/日となる。

現在までに CWASA から入手可能な情報によると、送・配水管の総延長は 564 km に及んでおり、内 20% 以上が石綿セメント管である他、ほとんどの管は 1990 年以前に敷設されたものである。現在報告されている、約 600,000 軒の家庭の内、既存の給水システムは約 51,000 軒を対象に給水サービスを行っている。

3.2 実施中の給水関連事業

(1) カルナフリ上水道第1期整備事業

本事業は、カルナフリ河を水源とする取水施設、浄水場（143,000 m³/日）、導水・送水・配水管および配水池/高架タンクの建設を含む。現在、3 パッケージの工事が実施されており、最長工期が予定されているのはパッケージ2のパイプライン建設であり、2014年5月が契約完了工期となっている。2012年12月現在のパッケージ毎の施設建設に係る進捗状況は以下のとおりであり、全てのパッケージに遅れが生じている。なお、本事業の実施過程において CWASA の組織強化支援も行われている。

- パッケージ1（取水および浄水施設）：11%
- パッケージ2（送・配水管）：7%
- パッケージ3（配水池/高架タンク）：61%

(2) PANI（NRW 削減の率先対策を推進するプロジェクト）

JICA による 技術支援プロジェクトであり、CWASA スタッフに対して、無収水量(NRW)の削減を図るための能力改善を図るべく、「オン・ザ・ジョブ」トレーニングを実施中である。プロジェクト対象地区はチッタゴン市の中心市街地であり、4つのゾーンに分けて NRW に係る調査・対策を実施している。

(3) チッタゴン水道および衛生事業（世銀による財務支援）

本事業は計画段階にあり、モデナガット浄水場の建設（計画生産量 90,000 m³/日）、送水管敷設および既存施設のリハビリテーションを含むものである。

(4) 「バ」国政府支援による非常時給水事業

CWASA は、「バ」国政府の資金援助による非常時給水事業を 2010 年 1 月から開始しており（2013 年 6 月完了を目的）、CCC 区域内での 30 カ所の深井戸建設により合計 20,000 m³/日の取水を予定している。

3.3 CWASA の組織および活動状況

2008 年 5 月の官報に記載されているように、自治団体への移行に向けた組織の再編許可を CWASA は得た。WASA 条例によって、CWASA の資本は全て「バ」国政府の所有であり、CWASA の理事会は「バ」国政府によって指名された理事によって構成される。2012 年 7 月 31 日、地方自治農村開発協同省によって 13 人の理事が正式に指名され、2012 年 9 月 1 日、第 1 回理事会が開催された。この会議において、現在のマネージング・ディレクター（MD）および 3 人の副マネージング・ディレクターを継続指名することが確認され、現在、「バ」国政府内での承認手続き中である。このように、CWASA のマネジメントは新しい局面に入った。

現在の CWASA 組織は、総務、財務および技術の 3 部から構成されている。各部の部長、副部長を含むスタッフ数は、計画予定数 825 人に対して 610 人である。現状におけるサービス接続 1000 箇所あたりの水道料金徴収関連（水道メータの検針等）スタッフは、1.2 人となっている。なお、現在雇用されているほとんどの技術者は、浄水場および送・配水システムの運転・管理経験に乏しい。

第 1 期および第 2 期カルナフリ水道事業の完成により、CWASA による水道事業の大幅な進展が予想されることから、CWASA にとって、以下のような問題に対して緊急対策が必要となる。

- (1) 第 1 期および第 2 期カルナフリ水道事業によって建設される施設の運転・管理のために、適切な組織と人員配置を行う。この場合、効果的な運転・管理システムの採用、経験ある主要な技術者の補充の他、技術者、オペレーター/作業員に対するトレーニングを実施しなければならない。
- (2) CWASA の全体組織、管理上の手続きおよび経営システムを再構築する必要がある。

CWASA は 2015 年までに達成すべき普及率および給水改善指標を設定し、2011 年初頭「バ」国政府と達成目標として合意した。その内容を表 3.1 に示す。しかし、現在、CWASA にとって、経験あるスタッフの欠如を含む各種問題から、目標の達成が難しくなっている。表 3.1 において、2011 年現在のデータをカッコ書きで示したが、予測値と実績値の間に大きな乖離はない。

表 3.1 2015 年までの給水達成指標

項目	2010	2011	2012	2013	2014	2015
チッタゴン市人口 (百万人)	3.975	4.050 (4.000)	4.125	4.200	4.275	4.350
CCC 区域内人口 (百万人)	2.98	3.00 (2.60)	3.10	3.20	3.40	3.60
給水システムによるサービス人口 (百万人)	1.190	1.230 (1.222)	1.302	1.376	2.72	2.88
普及率 (%)	40%	41% (47%)	42%	43%	80%	80%
サービス接続数	49,000	51,000 (45,000)	54,000	56,500	61,500	66,500
NRW (%)	30%	29% (33%)	28%	27%	26%	25%

注:2011 年の括弧書きは、実績値を示す。

カルナフリ水道事業第 1 期事業の実施に当たり、組織改善に係るコンサルタント (IDC) が雇用され、CWASA のための 5 か年実施計画 (2011/12~2015/16) が策定された。CWASA はこの計画を修正・補填後、「バ」国政府の承認のため地方自治農村開発省に提出した。IDC は CWASA の全体的な組織についての調査を実施しており、改善案策定後、CWASA 組織の再構築が実施されることになる。

3.4 CWASA の財務状況

各年度の水道料金収入は 2006/07、2007/08 および 2008/09 年における財務諸表によれば以下のよう
に増加した: 14% (2007/08)、5.3% (2008/09)。水道料金収入によって CWASA の全支出を賄うことは、
できないが、水道料金以外の収入によっても収益を得ており、財務上健全な状況を保っている。さら
に、CWASA の財務マネージメントはかなりの部分を「バ」国政府からの無償/資本による財務補助に
頼っているとと言える。

現在、CWASA の財務構造に影響を与えている要因として以下の 3 項目があげられる。

- (1) 財務上の健全性を保持する上で、脆弱な水道料金体系
- (2) 水道料金収入を減らす一方、生産コストを増加させる要因となる高い NRW % (33%)
- (3) キャッシュ・フローおよび精算に影響を与える長い水道料金徴収期間 (200 日)

CWASA は上記の問題について効果的な対策をとる必要がある。

CWASA にとって水道料金収入は、年間の全収入の約 70%を占める主要な財源である。サービス接続数
は、2010 年 6 月の 48,146 個所から 2012 年 5 月の 53,152 個所に増加した。このように、サービス接
続数 (水道メータが設置されたサービス接続) が増加してきてはいるが、カルナフリ水道事業第 1
期および 2 期の完成時には、かなりの給水量の配分が予定されていることから、サービス接続数のさ
らなる増加対策が必要となる。

水道料金は、1996 年制定された WASA 条例により年間 5%までの増額が認められている。2011 年にお
ける CWASA による水道料金は家庭用給水 6.26 タカ/m³、非家庭用給水 17.73 タカ/m³であった。一方、
ダッカ WASA では CWASA に比べ家庭用 6%、非家庭用 25%高となっている。2010 年「バ」国統計局調べ
によると、チッタゴン市における月間 1 家族当たりの平均収入は、14,092 タカとなっており、ダッ

カの 13,226 タカに較べて、6.5%高となっている。従って、チッタゴンとダッカの水道料金を比較すると、平均月間家庭収入との関係から、ダッカの水道料金はチッタゴンのそれよりかなり高いと言える。

これまでの IDC による社会・経済調査および支払い可能性の検討によると、平均的な家庭は、現在の水道料金の少なくとも 4 倍（月間収入の 3%を設定）まで支払い可能であると結論付けている。サービス接続料金は比較的高額で、管の口径によって異なっており、20mm 径の場合 7,225 タカ、150mm 径の場合 212,000 タカである。将来の給水量の増加に対応して、サービス接続数の増強を図る必要があることを念頭において、現在の接続料金の妥当性について見直しを行い、将来に互って顧客との間に問題を起ささないように配慮する必要がある。

第4章

調査対象地域全体における水需要予測

第4章 調査対象地域全体における水需要予測

カルナフリ浄水場によって給水される区域（以降、カルナフリ給水区域）を選定するために、CCC 区域内の水需要を 2030 年までワード毎に予測した。水需要予測にあたって主要な関連項目としては、人口、単位使用水量（日間平均/日間最大）、家屋の種類別の配水システムへの接続率および NRW 率/漏水率があげられる。以下に主要項目別の検討結果を取りまとめた。

4.1 人口予測

過去において実施されたチッタゴン市（CCC 区域内）の人口予測を見直した結果、KOICA の実施した最新の検討結果を採用した（1991 年現況、1,392,860 人として、2031 年に 4,700,000 人の予測を行っている）。2011 年から 2030 年に亙る CCC 区域内人口予測結果は、以下のとおりである。

項目	2011	2015	2020	2025	2030
人口予測	2,900,000	3,226,900	3,697,000	4,135,000	4,600,000

なお、上記の CCC 区域内人口予測は、ワード毎の伸び率を使用して予測したワード別人口を積み上げた結果である。さらに、SAPROF で検討されたワード別の家屋の種類別人口配分率の予測も考慮した。

4.2 単位使用水量

計画目標年次および中間年次における家庭および非家庭（商業、公官庁および工業利用）水利用原単位が予測された。家庭水利用原単位は、各戸給水と公共水栓に分けて予測されている。また、非家庭水利用量は家庭利用水量に対する割合を勘案して予測された。

(1) 各戸給水における一人一日あたり使用水量および公共水栓における一人一日あたり使用水量

一人一日あたり平均使用水量が、これまでに実施された関連計画および PANI 等を参考として、検討され、以下のような計画値が提案された。また、公共水栓に係る水量原単位は、SAPROF で採用されたものを使用した。

水利用種類/年次		2010	2015	2020	2025	2030
家庭水利用原単位: lpcd	各戸	105	108	110	115	120
	共同水栓	58	58	58	—	—

一人一日あたり最大使用水量は、PANI による現地調査結果、クルナ水道事業計画および他の開発途上国における実績を勘案して一人一日あたり平均使用水量の 1.15 倍を採用した。また、一人一日あたり時間最大使用水量は、開発途上国で通常用いられている一人一日あたり最大使用水量の 1.5 倍とした。

4.3 家屋の種類別配水システムへの接続率

3種類の家屋別の配水システムへの接続率として、SAPROFで採用された目標年次別割合を採用した。この結果、2030年におけるCCC区域内の給水人口割合として約95%が計上された。なお、2025年以降は公共水栓が無くなるものと仮定した。

4.4 商業、公官庁および工業用水量予測

家庭用水利用以外（非家庭用）の水需要量は、家庭用水利用量に対する割合を設定して予測した（この方法は2000年に実施したモハラ浄水場拡張計画で採用されている。）。この作業に当たり、以下の事項を考慮した。

SAPROFにおいて、CCC区域内を、既存の土地利用状況から、住居、商業および工業利用の3カテゴリーから見た7つのゾーン（41ワードを網羅している）に区分しており、この仕分け結果をCCC区域内のワードに適用した。これらの地区（住居、商業および工業）別に、家庭用水に対する水利用割合を商業、公官庁および工業別に設定して、水需要を予測した。結果として、CCC区域内の水利用割合は家庭用70%、非家庭用30%となった（CCC区域内は工業団地が立地していることから、比較的高い非家庭用の水利用が予測された）。

4.5 NRWおよび漏水割合

現在のNRW割合として、33%がCWASAによって報告されている。将来に互って給水システムの改善がなされなければ、この割合は変わらないかさらなる悪化が予想される。しかし、現在実施中のPANIによる現地調査結果から、NRW割合が50%以上であったものが15%まで削減できることが確認された。以上の結果を勘案して、NRWおよび漏水割合を設定してCCC区域内の水需要予測を以下の2ケースを対象として行った。

- (1) ケース1: 将来に互ってNRWの改善がなされない場合
- (2) ケース2: カルナフリ水道事業の実施等、NRWの改善のための妥当な事業が、実施された場合

ケース別年次別のNRWおよび漏水率割合を以下に示した。

NRW%	ケース/年次	2011	2015	2020	2025	2030
	ケース 1	33	33	33	33	33
	ケース 2	33	33	20	15	15
漏水率	ケース/年次	2011	2015	2020	2025	2030
	ケース 1	25	25	25	25	25
	ケース 2	25	25	15	10	10

4.6 CCC区域内の水需要予測

上述した要因の検討結果を基に、CCC区域内の水需要予測を以下の2ケースについて行った。

- (1) 現在から 2030 に亘って給水改善が行われない場合（2030 年の漏水率を 25%と仮定）
- (2) カルナフリ水道事業と同様な改善事業が、CCC 区域内で拡張実施された場合（2030 年の漏水率を 10%と仮定）

表 4.1 は、2011 年現況から 2030 年目標年次までの CCC 区域内の水需要量予測を 2 ケースについて行った結果を示すもので、2030 年の水需要は現在の需要の 2 倍以上となっている（図 4.1 参照）。

表 4.1 2 ケースにおける CCC 区域内の水需要予測

項目		2011	2015	2020	2025	2030	
ケース 1 2030 年 漏水率 25%	日平均 水需要; m ³ /日	家庭用サービス接続	192,300	242,800	310,800	413,100	522,700
		共同水栓	14,400	16,300	17,600	0	0
		非家庭用サービス接続 (商業、公官庁、工業用水)	100,300	127,400	165,200	211,500	269,800
		漏水	101,900	128,900	165,000	208,000	264,500
	合計 (m ³ /日)	日平均需要量	408,900	515,400	658,600	832,600	1,057,000
		日最大需要量	470,400	592,500	757,500	957,700	1,215,700
ケース 2 2030 年 漏水率 10%	日平均 水需要; m ³ /日	家庭用サービス接続	192,300	242,800	310,800	413,100	522,700
		共同水栓	14,400	16,300	17,600	0	0
		非家庭用サービス接続 (商業、公官庁、工業)	100,300	127,400	165,100	211,400	269,800
		漏水	101,900	128,900	87,400	69,300	88,300
	合計 (m ³ /日)	日平均需要量	408,900	515,400	580,900	693,800	880,800
		日最大需要量	470,400	592,500	668,200	797,800	1,012,900

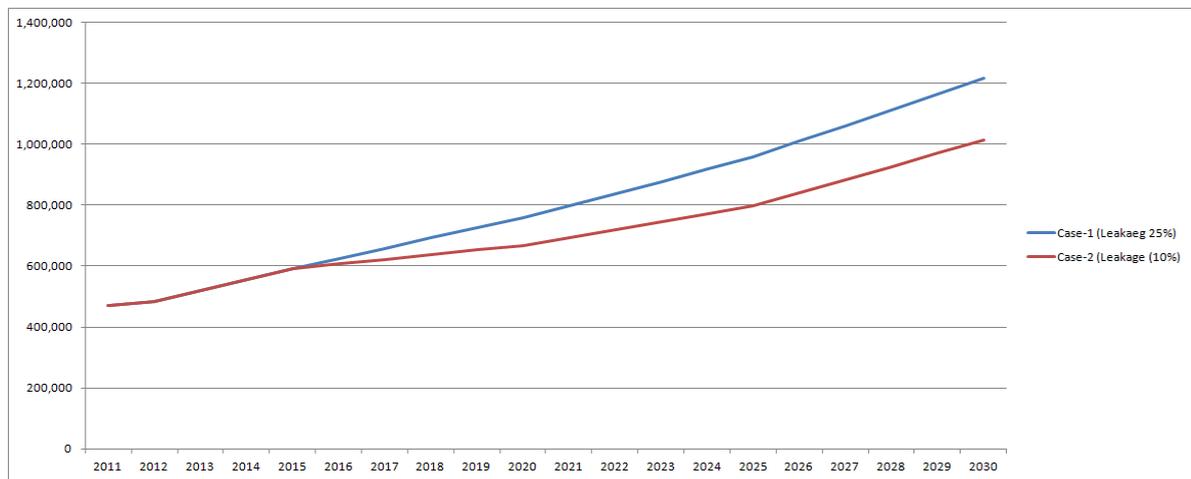


図 4.1 2 ケースにおける CCC 区域内の水需要予測

2030 年における水需要は両ケースとも百万 m³/日を超えており、この水需要にはスラム街の人口も勘案されている。

(空白頁)

第5章

カルナフリ計画給水区域の設定

第5章 カルナフリ計画給水区域の設定

5.1 カルナフリ給水区域に含まれるワード選定方法

2012年5月24日の本調査に係るステアリング・コミッティーにおいて、カルナフリ給水区域は自立システムであり、将来に互って、常時においては他の浄水場からの給水は行わないことが確認された。この意味から、カルナフリ水道事業第1期および第2期によって供給される給水量と2030年におけるCCC区域内の水需要量とのバランスを勘案してカルナフリ給水区域を選定する。

前章において、カルナフリ水道事業等が実施された場合のケース2では、2030年におけるCCC区域内の日最大水需要量は1,012,900 m³/日と予測された。しかしながら、供給可能水量はカルナフリ水道事業の2期に互る工事の完了後で合計286,000 m³/日である。そこで、CCC区域内の41ワードの内、以下の区域に優先順位を与えて、対象ワードを選定する。

- PANI 区域 (CCC 区域の市街地中心地域)
- カルナフリ水道事業第1期事業で計画されている主要配水幹線でサービスが考慮されている区域
- PANI 区域に連続しており、水需要が多い (100 m³/日/ha) ワード

5.2 カルナフリ給水区域に含まれるワード

上述の優先順位を考慮したワード検討の結果、21ワード (合計3,063 ha) が選定された。表5.1に2030年の水需要量と共に示す。

表5.1 カルナフリ給水区域に含まれるワード (関連情報を含む)

ワード番号	ワード名	面積 (ha)	人口 (人)		日最大需要量 (m ³ /日)
			行政区域	給水対象	
07	West Sholakbawar (部分)	330	173,800	163,900	41,500
08	Shulokbahar (部分)	236	154,300	145,500	36,800
12	Saraipapa (部分)	134	43,600	40,900	10,400
14	Lalkhan Bazar	124	185,900	174,700	28,600
15	Bagmoniram	180	57,000	56,400	9,200
16	Chanik Bazar	177	80,800	79,800	13,100
20	Dewan Bazar	39	59,700	59,000	9,700
21	Jamalkhan	76	71,900	71,000	11,600
22	Enayet Bazar	86	53,200	52,500	8,600
23	North Pathantuli	77	59,900	57,200	9,400
24	North Agrabad	208	62,600	59,900	9,800
25	Rampur	193	40,200	38,400	6,300
26	North Haliashahar (部分)	344	24,400	23,300	5,900
27	South Agrabad	148	119,600	114,300	18,700

28	Pathantuli	122	76,100	72,700	12,000
29	West Madarbari	107	84,800	81,000	13,300
30	East Madarbari	109	69,000	65,900	10,800
31	Alkaran	92	52,300	51,600	8,500
32	Anderkilla	106	37,600	37,100	6,100
33	Finghee Bazar	83	40,800	40,300	6,700
34	Patharghata	92	55,500	54,800	9,000
合計 21 ワード		3,063	1,603,000	1,540,200	286,000

図 5.1 は、カルナフリ給水区域に属するワードの位置を示す。

5.3 カルナフリ給水区域の整備方針と運用方法

5.3.1 カルナフリ給水区域選定理由

(1) 既存給水システムの主要な問題点

現在、CCC 区域における給水は二つの浄水場によって行われている（モハラ浄水場およびカルルガット鉄除去施設）。これらによる現在の給水では効果的な給水コントロールは望めず、成り行き次第の配水が行われている。既存の管に関する情報（材質、敷設位置等）は、極端に限られている。また、NRW に関する情報も PANI 調査から得られたものに限られている。このような状況下、既存管の修復は現実的でなく、将来の需要量の増加に対応する上からも敷設替えが妥当な対策と言える。

上述のような問題への対応、さらに、長期に亙る水道システム構築のために、既存配水システムに係る水理モデルを検討して設定するには5-6年を要すると考えられる。その後、優先順位を付けたうえで、第一ステージの改善事業を実施するにしてもさらに5-6年が必要となる。

(2) カルナフリ給水区域を選定した理由

将来に亙って、水需要の急激な増加が予測されているが、現在までのところ、チッタゴン市の配水管網整備を含む総合的な給水計画は策定されていない。このような状況下、2014年にはカルナフリ水道事業第1期工事が完了し、施設の運転が予定されている。既存配水管に第1期事業による給水が付加されると、既存の石綿セメント管等からの漏水問題が悪化する他、既存の配水システムの能力に限界があることから、顧客は十分な給水サービスを受けることはできない。

これらの問題対策として、第1期事業で建設される配水本管に接続する配水管ネットワークの建設が急務となっている。

カルナフリ水道事業第1期および第2期はCCC区域内の全水需要を賄えるわけではない。このような条件下、CWASAは以下の2つの中からの選択が必要となる。

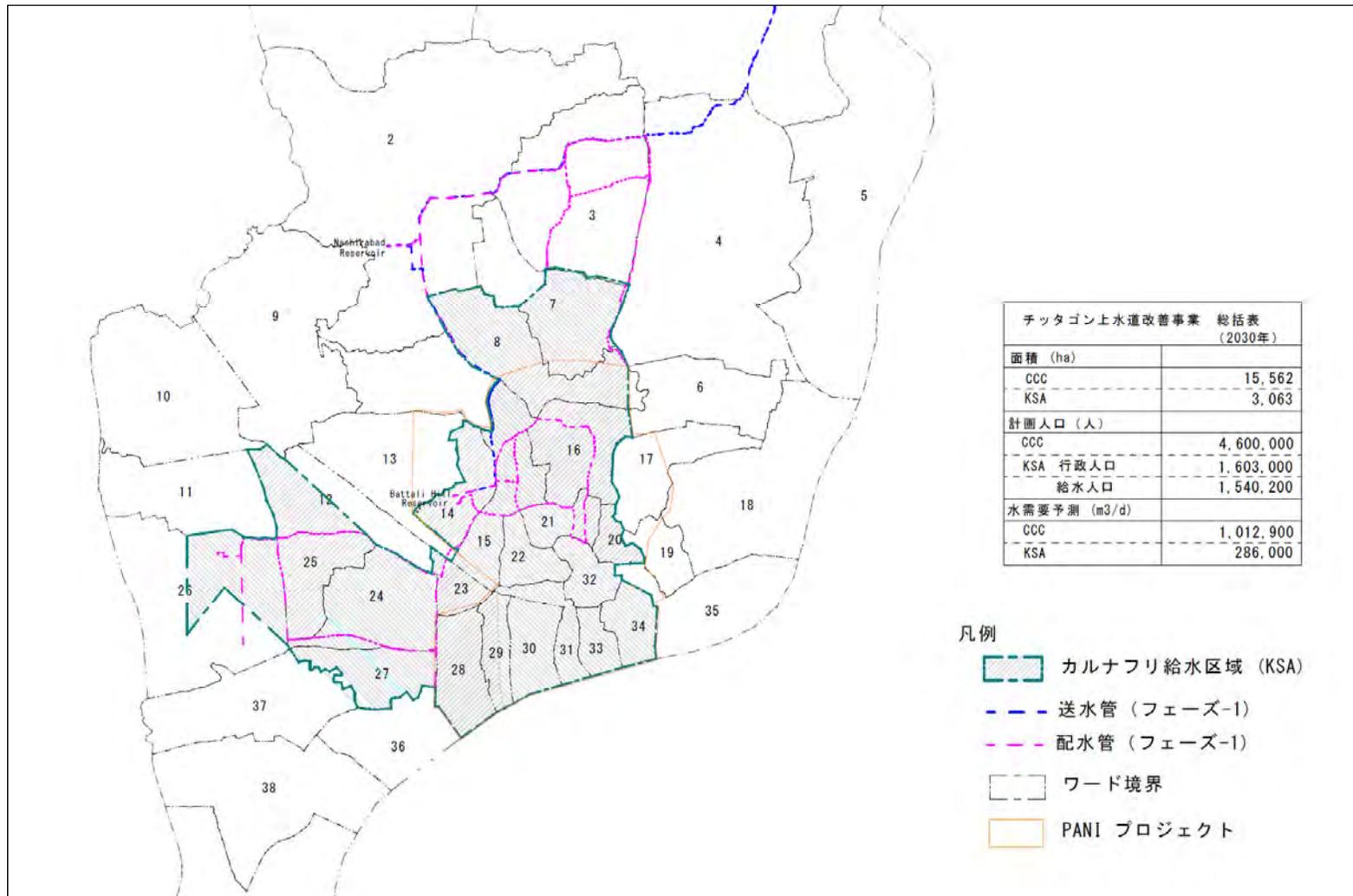


図 5.1 カルナフリ給水区域でサービスされるワード位置

- 限られた給水区域内において、十分な水圧を保持し、最小限の漏水を保持して、連続給水を行う。また、CWASA はカルナフリ給水区域外に対しても対策を講じなければならない。
- CCC 区域内において、低水圧、かなりの漏水を許容して、時間給水を行う。

カルナフリ給水区域に対する給水は、カルナフリ浄水場による 286,000 m³/日の給水能力を勘案して、顧客に対して、持続的に安全な飲料水を、妥当な水圧で、連続給水することを計画している。このようなサービスを確保するため、カルナフリ給水区域は他の給水システムから独立した給水システムでなければならない。非常の場合を除き、効果的な施設の維持管理のために市全体の給水システムが幾つかの分区に分けられ、浄水場毎に運転・管理されている事例は多い。

(3) カルナフリ給水区域の選定方法とセクターおよび漏水察知のための小区域 (DMA) の設定

カルナフリ給水区域は、カルナフリ浄水場からの給水量と 2030 年における優先順位の高い地域 (PANI 地区) における需要量を勘案して決定した。

配水計画に考慮されたセクターと DMA は、水質、流量および水圧の監視と効果的な制御のために有用である。また、NRW を削減するために必要な流量や水圧に関する情報の収集も容易となる。

各セクターの入り口において、水圧、流量が測定され、これらのデータが、SCADA システムによって、カルナフリ浄水場内に設置される中央管理室に連続送信される。この情報によって、必要な水圧、流量の制御が各セクターに対して行われる。

各セクター内の漏水監視と対策のために幾つかの DMA が、設けられる。そして、DMA の入り口で夜間における最小流量が車両搭載型電磁流量計によって測定される。

(4) カルナフリ給水区域において、既存管の修復ではなく新設を採用する理由

現在までのところ、既存管の敷設位置、材質、管の接続点等の情報がほとんど収集・整理されていない。従って、既存管の修復利用が可能かどうかを判断するには、試掘を伴う現場調査が必要となる。しかし、試掘を広い区域を対象に実施することは住民への迷惑、交通妨害も伴い現実的ではない。さらに、既存の管が利用できるとしても、20 年以上も前に敷設されていることから、管の口径は現在の需要に対してさえ不足している。さらに、CWASA が管の修復に関する優先順位を含む既存管に関するデータを所有していないことから、管の修復を開始するとすれば、高頻度で長期に互った断水が生じることになる。一方、サービス接続までの新規の管敷設は断水期間を最小に抑えることができる(断水は新サービス接続を各家庭の屋内に通じる既存管につなぐ時のみ必要となる)。以上のことから、新規管の敷設は、システムの使用開始時点から漏水対策が実施される他、建設中の対策も容易となることから、復旧対応より有利である。なお、この場合、既存管の試掘作業が不要となり、建設期間の短縮、建設費用の縮減が可能となる。しかしながら、現在、カルナフリ給水区域を通過して、カルナフリ給水区域外へ給水している既存のメイン・管は、新規配水システムがその区域内 (カルナフリ給水区域外の現況サービス区域) に建設されるまで存続させるものとする。

5.3.2 カルナフリ給水区域に係る詳細説明

(1) SAPROF 調査時からカルナフリ水道事業第 2 期工事の事前調査に至るまでの対象給水区域の変更過程について

チッタゴン市の 2 フェーズを考慮した水道改善計画が、2005 年 SAPROF 調査において策定された。その後、2008 年にカルナフリ水道事業第 1 期工事に係る実施設計が JICA 支援によって行われた。そしてカルナフリ水道事業第 2 期工事に係る準備調査が 2012 年に実施された。表 5.2 は SAPROF および JICA 支援事業/調査におけるフレーム・ワークの比較を示す。

表 5.2 SAPROF と JICA 支援事業/調査におけるフレーム・ワークの比較

項目		SAPROF (2005)	JICA (2012)	
目標年次		2020	2030	
CCC 区域内の水需要		614,000 (2020)	668,200 (2020) 1,012,900 (2030)	
生産量 (m ³ /d)	カルナフリ 浄水場	272,000	286,000	
	他の浄水場	(2020)	(現状)	
		-モハラ 1, 2	181,800	- モハラ 1 90,000
		-カルルガット	68,200	- カルルガット 68,200
	-モデナガット 1, 2	91,000		
合計		614,000	445,100	

上表から、以下の理由により、カルナフリ給水区域は SAPROF で計画された給水区域より縮小される。

- 2030 年における CCC 区域内の水需要量は、2020 年のその 1.65 倍である。
- しかし、カルナフリ浄水場での給水能力（カルナフリ水道事業第 1 期および第 2 期）はほとんど変わらない。

以上のことは、SAPROF で計画されていた浄水場の内、現実化される予定は、カルナフリ水道事業（第 1 期および第 2 期）に限られているからである。

表 5.3 は SAPROF および JICA 支援事業/調査におけるカルナフリ給水システムの比較を示す。

表 5.3 カルナフリ給水システム

項目	SAPROF (2005)	JICA 調査 (2012)
配水池	ナシラバッドおよび バッタリヒル	
給水区域の設定方法	浄水場毎に、給水能力に見合う水需要が予測される給水区域の設定を行う。	
給水区域に編入するための高優先順位地区	特になし。	-PANI 区域(市の中心市街地) -カルナフリ水道事業第 1 期において計画された配水幹線のサービス対象区域 -PANI 地区から連続しており、水需要が高い地区

ナシラバッドおよびバツタリヒル配水池は、SAPROF 調査時にもカルナフリ給水システムに考慮されていた。これらの 2 つの配水池容量は、SAPROF において計画されていたモデナガット浄水場からの送水が行われない場合でも、カルナフリ給水区域への給水に対して不十分である。また、給水の優先順位について、カルナフリ給水区域の選定にあたっては、水需要が高く、緊急を要する区域を考慮しているが、SAPROF においては優先順位を考慮していない（高地部分を選定した）。

(2) 水理シミュレーションおよび復旧工事のための GIS データおよび地図の必要性について

世銀は、現在入手されている GIS データおよび地図は、既設管位置、材質、口径、漏水等の管状況に関して、不正確であることを認め、調査の必要性を認識している。このため、以下の選択が、考えられる。

- CCC 区域内で、すべての既存パイプラインに沿って試掘を行い、水理シミュレーションを行い、修復作業を実施する。
- 既存管を全て破棄し、新規配水管の設計・建設を実施する。

(3) カルナフリ給水区域外への給水区域の拡張について

CWASA にとって、チッタゴン市全域を対象とした給水システムを構築するには、かなりの時間を要する。従って、地区別の優先順位を勘案して、段階的な水道整備を行うことが現実的である。

カルナフリ浄水場からカルナフリ給水区域に対して送水が予定されている水量（286,000 m³/日）を全市に配分するとすれば、現況の給水時間より長いサービス等の改善が見込まれる。しかし、そのような対応を図れば、カルナフリ給水区域に対して、計画されている飲料水基準を保ち、適切な水圧の下、連続給水を確保することは不可能となる。CWASA の責任は、顧客に対して安全で且つ十分な飲料水を提供することである。

ここで、注目すべきことは、将来、カルナフリ給水区域が、単独運転を開始すると、モハラおよびカルルガット処理施設からの送水量が全てカルナフリ給水区域外で利用が可能となることである（現状の配水状況から 100,000 m³/日以上）。図 5.2 はカルナフリ水道事業（第 1 期および第 2 期）の実施による給水サービスの拡張について、現況から 2020 年までの状況を示した。

一方、カルナフリ給水区域周辺に新規給水システムが建設されるまで、カルナフリ給水区域におけるサービスの低下を招かないように、注意深く、効果的な運転・管理が必要となる。即ち、平常時にはカルナフリ給水区域は単独システムとして運転されなければならない。

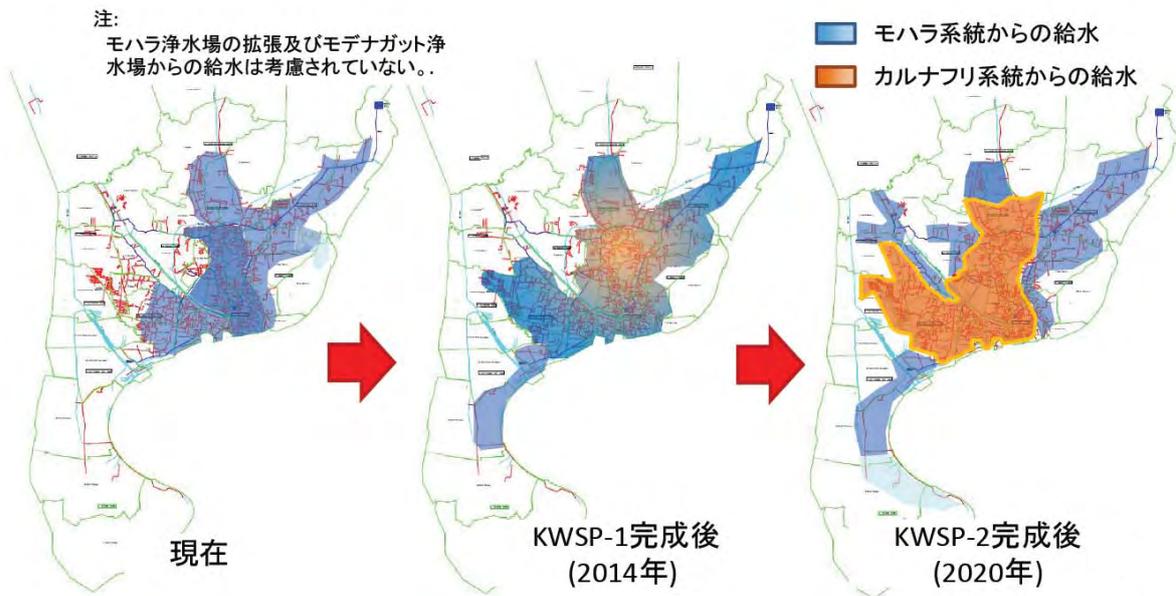


図 5.2 カルナフリ給水システム建設による周辺地域への貢献

チッタゴン市における全ての給水システムは、単独運転・管理されると共に、全システムが非常時を勘案して、相互補完の配慮の下、総合的に管理されるべきである。

カルナフリ給水システムは、チッタゴン市の総合給水システム構築過程において、先駆的な役割を担っており、マスタープランの策定において、関係者がカルナフリ給水システムを前提条件として取り扱う必要がある。

(4) カルナフリ給水区域内と給水区域外での異なった給水サービスに対する社会的影響について

対象となる浄水場の能力が CCC 区域内の水需要量に見合わない場合には、カルナフリ給水区域が設定されたように、「バ」国政府あるいはドナーからの支援を得て、各浄水場の能力に見合った給水区域の設定が必要となる。

カルナフリ水道事業の完成後、カルナフリ給水区域外の地域においてかなりの給水サービスが改善される。モデナガット浄水場が建設されれば、カルナフリ給水区域外の地域での給水はさらに改善されることとなる。

(5) 新規配水管ネットワークとカルナフリ給水区域に残された既存管の混合利用

カルナフリ給水区域に建設される管は、幾つかの地点で、既存の管に接続される計画である。しかし、カルナフリ給水区域と既存の管でサービスされる区域（カルナフリ給水区域外）は、バルブで仕切れ、異なった給水システムとして、取り扱われる。

カルナフリ給水区域周辺に給水を望む区域があり、余剰水が利用できる場合、CWASA は 2030 年までの間、仮の対策として、カルナフリ給水区域を拡張して給水を行うことができる。但し、CWASA は対

象となる住民に対して、将来の給水計画を始めカルナフリ給水区域からの仮の給水拡張等について説明し、理解と協力を得なければならない。図 5.3 は旧サービス接続から新規サービス接続への切替え方法を示す。

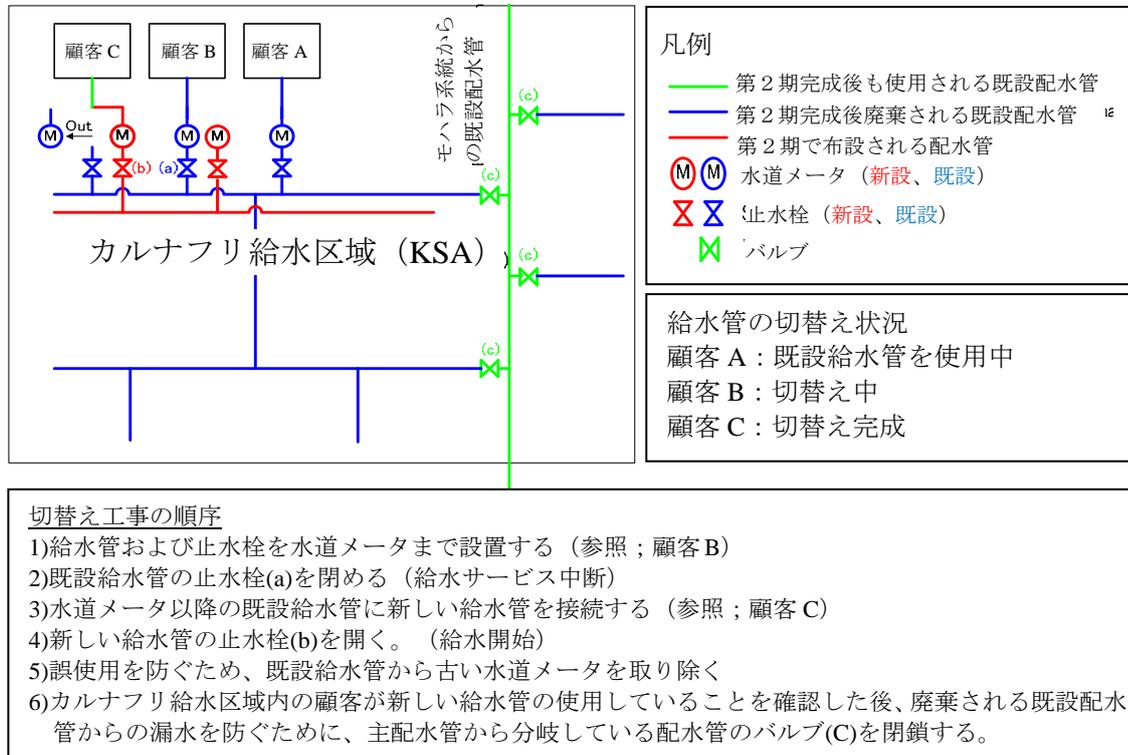


図 5.3 サービス接続の切り替え

(6) カルナフリ給水区域における漏水を早期に減少させるための対策

カルナフリ水道事業第 2 期工事においては、配水管整備 (PANI 区域を優先) の着手をできるだけ早く行う計画であり、2016 年から幾つかのセクターにおいて、通常の配水が可能となり、漏水削減が開始される予定である。図 5.4 は配水管網建設スケジュールを示す。

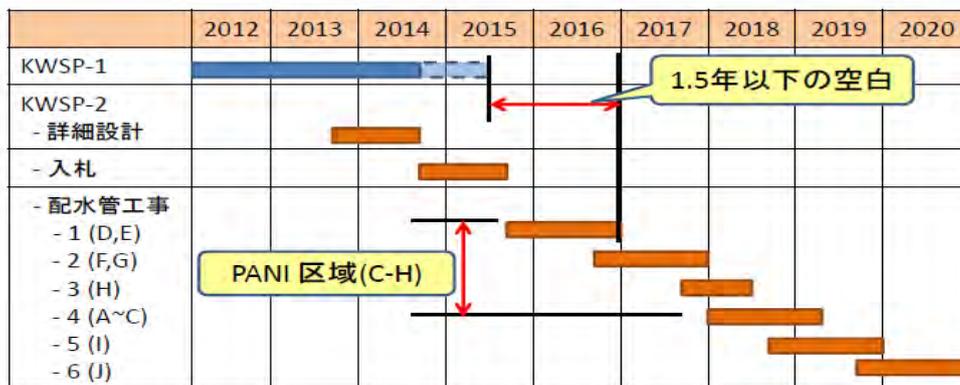


図 5.4 漏水対策を急ぐための配水管網建設スケジュール

第6章

配水システム

第6章 配水システム

6.1 配水ネットワークの整備方針

カルナフリ給水区域における配水システムの構築に当たって考慮すべき事項としては、対象区域内での公平な水量配分と無収水の制御を行うことである。これらの事項を達成するために、配水システム全体を大きな配水ブロック（セクター）に分割する必要がある。

水理的に独立した各セクターは、流量計、水圧計および圧力制御バルブが設置されたひとつの流入点で配水本管に接続されている。ここで測定された流量や水圧データは、連続監視、データ記録のために SCADA システムを経由して、カルナフリ浄水場の中央制御室に送信される。そして、中央制御室のオペレーターの指示によって、セクター流入室の出口に設置された水圧調整バルブによって水圧が自動的に制御される。

無収水量の効果的な制御を図るために、各セクターは、幾つかの「メータ測定小区域(DMA)」に分割される。なお、DMA は、隣接する DMA から水理的に独立できるように配慮され、配水管延長が、2-4 km 程度となるように分割される。各 DMA は、一カ所のみの流入点を有し、夜間流量を車両搭載型電磁流量計で測定することができる。図 6.1 はあるセクター内の標準的な DMA の配置を示す。

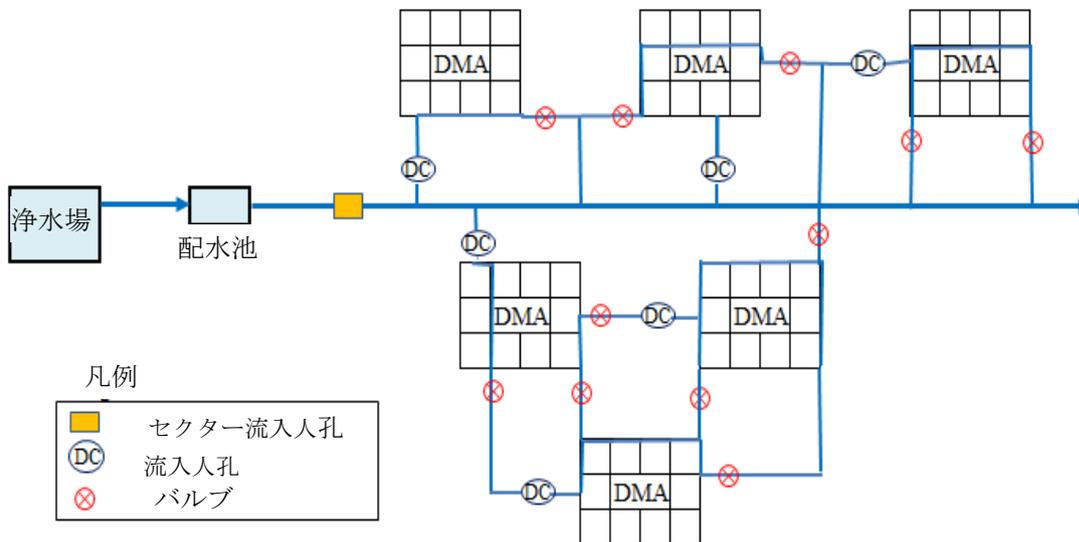


図 6.1 標準的な DMA の配置

6.2 カルナフリ給水区域内の配水システム

(1) カルナフリ給水区域内のセクター分割

カルナフリ給水区域 3,063 ha (2030 年人口 1,540,200 人) を 10 セクター (A-J) に分割した。この分割において、対象区域内で以下の条件を勘案している。

- ワードの位置
- 地理的条件
- 主要なインフラ施設（主要道路、鉄道、主要水路等）
- カルナフリ水道事業第1期で考慮された配水幹線で考慮されたサービス地域
- セクター内の日最大需要量が、システムの管理上 20,000 m³/日～50,000 m³/日

図 6.2 にカルナフリ給水区域内のセクター位置を示す。

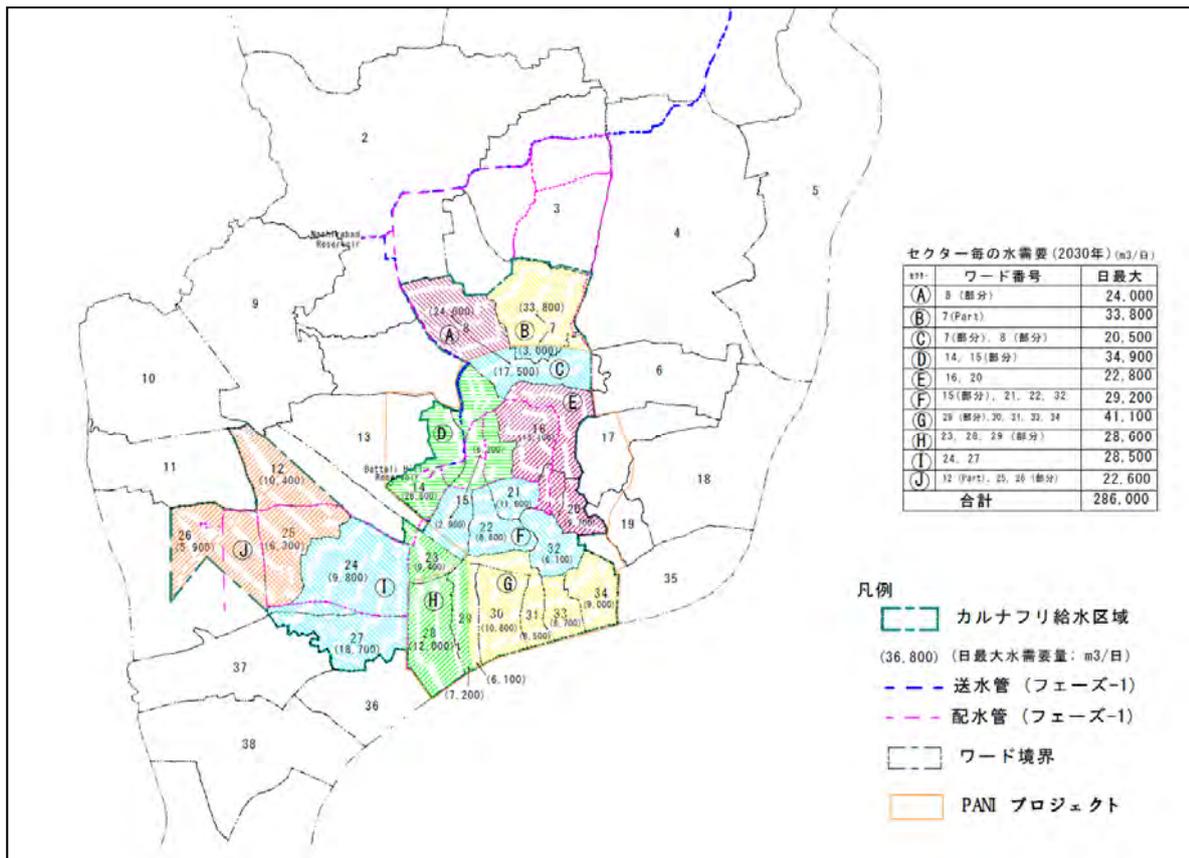


図 6.2 カルナフリ給水区域内のセクター位置

(2) 配水システム

カルナフリ給水区域内でのセクター構築後、以下の事項を勘案して、配水システムが検討された。

- カルナフリ水道事業第1期で計画された施設（配水池、パイプライン等）の有効利用
- CWASA 近辺からバッテリーヒル配水池に至る管敷設に当たり限られた道路スペース
- 配水池/高架タンクの高さが限定される中、地盤の高い地区への自然流下による給水配慮

カルナフリ給水区域は、北部、中部および西部の3配水分区から構成され、ナシラバッド高架タンク、バッテリーヒル配水池およびハリシャハール高架タンクが、各々の分区に対して自然流下で配水を行う

計画である。

(3) セクター別の流入点と主要配水幹線

北部地区への配水のためのナシラバッド配水池からナシラバッド高架タンクに至る送水管および中央地区への配水のためのバッテリーヒル配水池への送水管はカルナフリ水道事業第 1 期に考慮されている。西部地区への配水のためのナシラバッド配水池からハリシャハール高架タンクまでの送水管はカルナフリ水道事業第 2 期に含まれている。

各セクターへの接続点と主要幹線が以下の条件を勘案して決定された。

- カルナフリ水道事業第 1 期で計画された配水幹線のルートおよび流下能力
- 各配水分区におけるセクター別地勢特性
- 配水池/高架タンクから配水対象区域までの距離との関係で、セクター入り口の選定において有利となる水理的条件
- カルナフリ水道事業第 2 期に係る配水幹線敷設が可能な道路

2030 年の需要量を考慮して時間最大給水量における水理計算が主要配水幹線について実施され、管の口径、水頭損失等が検討された。図 6.3 は、セクターへの流入点と主要配水幹線を示す。なお、以下にカルナフリ給水区域内で建設される配水管に係る定義を取りまとめた。

- 1) 第 1 配水管(Primary Distribution Main Pipe) : ナシラバッド高架タンク/バッテリーヒル配水池/ハリシャハール高架タンクからセクターの入口までの配水幹線
- 2) 第 2 配水本管(Secondary Distribution Main Pipe) : セクターの出口から各 DMA の内部で敷設される配水幹線
- 3) 第 3 配水本管(Tertiary Distribution Main Pipe) : 第 2 配水本管から分岐する口径 75 mm~150 mm の配水幹線
- 4) ラテラル・パイプ : 第 3 配水本管から分岐して敷設される口径 100 mm 以下の枝配水管
- 5) サービス接続 : 第 3 配水本管/ラテラル・パイプと顧客の水道メータを接続する管および付属機器

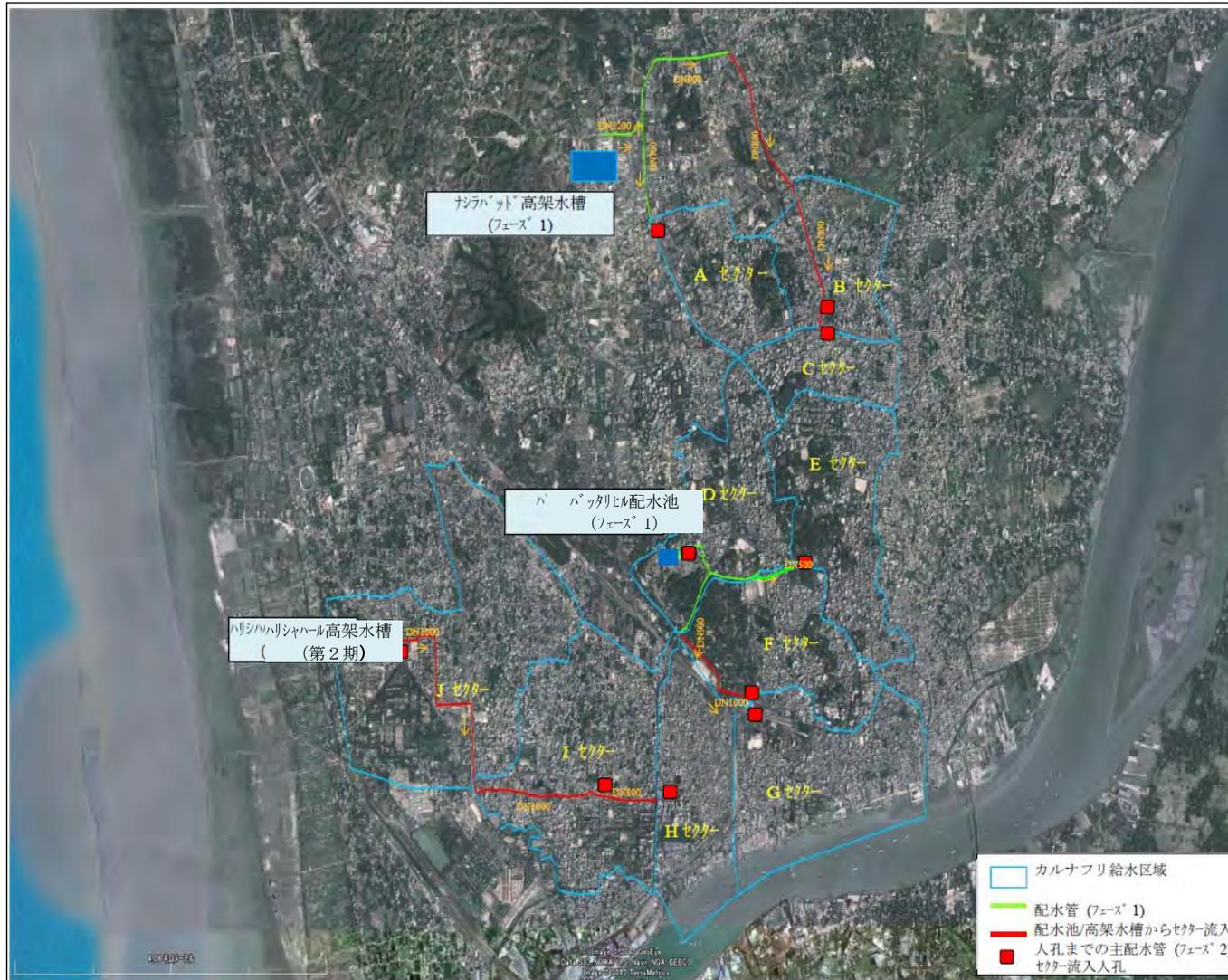


図 6.3 セクター流入点および配水幹線

第7章

施設整備計画と概略設計

第7章 水道施設の概略設計

7.1 プロジェクトの目的

カルナフリ水道事業第2期の目的は、水道施設の建設およびCWASA 職員の能力強化を図り、チッタゴン市の住民に対して持続的に安全な飲料水の供給を図ることにある。事業の内容は以下のとおりである。

- (1) カルナフリ浄水場の拡張（生産量 143,000 m³/日）、および関連施設の建設（取水、導水・送水パイプライン、配水池および配水管網）
- (2) コンサルティング・サービス（実施設計、施工監理等）

7.2 プロジェクトの必要性と優先順位

現況における上水道サービスに関する問題点として、以下の事項があげられ、緊急対応が必要となる。

- 限られた普及率：モハラ浄水場建設事業の完了後、給水の拡張/改善のための事業は実施されておらず、現在、需要量に対して生産量は47%に止まっていることから慢性的な給水不足が解消されていない。
- 老朽化および不適格な既存配水管網：CCC 区域内の 600,000 軒以上の家庭の内、45,000 軒程度が給水を受けている。しかし、連続的に給水が行われているわけではない。また、既存の管のほとんどは老朽化しており、敷設替えが必要となっている。CWASA は未整備な水道メータや水道メータの未設置等の条件から、正確な消費水量、NRW 割合等の把握ができていない他、既存配水管の位置、材質、老朽化の程度等に関する情報が限られている。
- 高い NRW 割合：PANI 調査によると NRW が 50%以上の場合もあり、現在、CWASA により全市平均値として 33%が報告されている。

7.3 水道施設の内容

カルナフリ水道事業第2期は、配水管網の建設を除くとカルナフリ水道事業第1期の拡張事業である。表 7.1 は、両期の事業内容を示す。なお、第2期事業のために新たな土地取得の必要はない。

表 7.1 カルナフリ水道事業第1期および第2期の事業内容

施設	第1期	第2期
1 取水	土木/建築: 300,000 m ³ /日 機械/電気: 150,000 m ³ /日	土木/建築: - 機械/電気: 150,000 m ³ /日
2 導水管	口径 1200 mm, 3.6 km (サージタンク含む)	口径 1200 mm, 3.6 km (サージタンク含む)
3 浄水場	生産量 = 143,000m ³ /日	生産量 = 143,000m ³ /日

4	送水管 1	口径 1200 mm, 24.4 km (サージタンク含む)	口径 1200 mm, 24.4 km (サージタンク含む)
5	ナシラバッド配水池/高架タンク	配水池:26,300 m ³ 高架タンク: 2,200 m ³	配水池:24,800 m ³
6	送水管 2	ナシラバッド - バッタリヒル: L=5.2 km 口径 1200/1000 mm	ナシラバッド - ハリシャハール: L=10 km 口径 1100 mm
7	ハリシャハール高架タンク	-	2,400 m ³
8	光ケーブル	L=37 km	L=20 km
9	第1および第2メイン配水管	北部地区, 中央 & 南部地区, 口径 300-口径 1200 mm L= 42.8 km	配水池/高架タンク 第1メイン配水管 (セクターバルブより上流); L= 7.9 km 第2メイン配水管 (セクターバルブから DMA); L=107.5 km
10	第3メイン配水管	-	3,063 ha (L=367.6 km)
11	サービス接続	-	約 51,000 接続

図 7.1 は第 1 期および第 2 期事業における主要施設の概略位置を示す。

7.4 カルナフリ水道事業第 1 期において生じた論点と問題点

第 1 期事業においては、施設建設のための土地取得および導・送水管敷設のための道路占有権の取得に時間を要した。

第 2 期拡張計画に必要となる施設の建設用地は CWASA によって確保されている。一方、カルナフリ水道事業における、カプタイ道路に沿って計画された導・送水管敷設のための占有権については、CWASA と DRH (コミュニケーション省) との間で 2012 年 10 月初めに合意が成立している。但し、カプタイ道路に沿った管の敷設に当たっては、問題の軽減を図るために以下のような対策を考慮する。

- 予想される問題を軽減するための建設方法の採用
- 交通問題を軽減し、周辺住民からの理解を得るための対策
- 関係者との協力体制の構築

7.5 取水施設

- 第 1 期事業において第 2 期事業を考慮した土木、建築施設の建設が行われることになっている。そこで、第 2 期事業では機械・電気機器の設置を行う。また、SCADA および計装についても第 2 期事業必要分を考慮する。

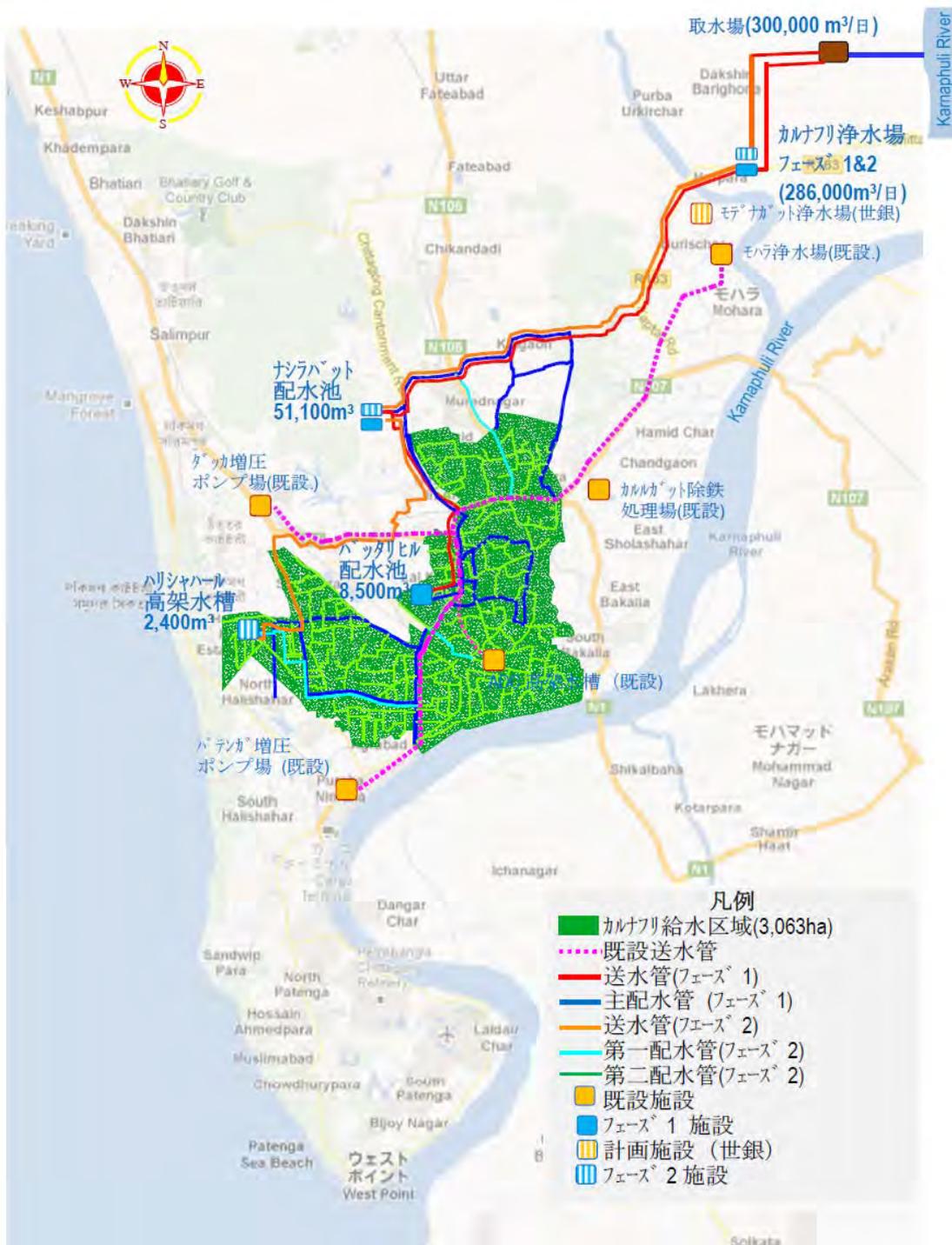


図 7.1 カルナフリ水道事業第 1 期および第 2 期主要施設位置

7.6 導水施設

取水ポンプ場から浄水場内の前沈澱池までの 4.5 km に亙る導水管を第 1 期事業で敷設されるパイプラインに併設する。サージタンクも第 1 期事業と同様なものを併設する。

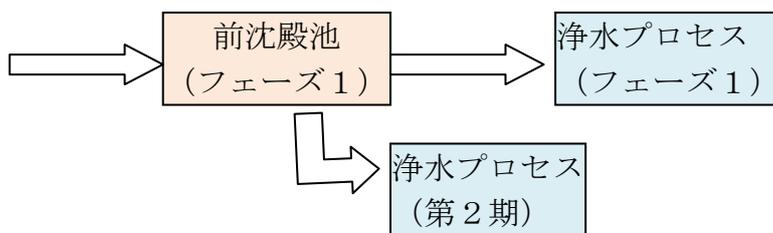
7.7 浄水場

第 2 期事業に必要となる浄水場の敷地は、第 1 期事業で、スラッジ処理のために確保された用地内で賄うこととする。このために、処理施設全体に対して既存用地の有効利用を図る他、第 1 期工事で建設される前沈澱池の第 1 期および第 2 期共通利用および必要用地を節約可能なスラッジ処理方法の検討を行った。

前沈澱池の 2 期に亙る共通利用については、以下の検討結果に基づくものである。即ち、カルナフリ河取水予定地点における水質試験を 2012 年 6 月から 9 月までの雨季において、週一回（合計 15 回）実施した結果、カルナフリ河の水質（濁度）は、モハラ浄水場の取水河川であるハルダ川に較べて、かなり低く、高濁度期間はかなり限定されることが確認された。さらに豪雨後、数日間で水質が回復され、雨季においても濁度 40NTU 以下が通常値である。なお、これらの結果はカルナフリ川の流量が上流に位置するカプタイ・ダムからの制御された放流量に影響されたものである。

(1) 水処理プロセス

カルナフリ河の水質（濁度）に関する調査結果から、前沈澱池の利用を雨季の高濁度時における利用に限定して、下図のような対応を図る。



(2) スラッジ処理プロセス

第 1 期および第 2 期事業による浄水場で発生するスラッジの処理・処分について、以下に示す 3 つの代替案を設定した。

- 1) 代替案 1: 沈澱池-ラグーン-スラッジ処分
- 2) 代替案 2: 沈澱池-重力式濃縮タンク-汚泥乾燥-スラッジ処分
- 3) 代替案 3: 沈澱池-重力式濃縮タンク-機械脱水-スラッジ処分

上記代替案の内、以下の理由により、代替案 2: 沈澱池-重力式濃縮タンク-汚泥乾燥-スラッジ処分が採用された。

- 代替案 1 の場合、追加の用地を取得しない限り処理水の放流水水質規制(SS 150 mg/l)を保持することは難しい。
- 代替案 2 および代替案 3 は処理水の放流水基準を順守することができる。
- 代替案 2 は建設費および維持管理費とも代替案 3 に較べてかなり低廉である。

図 7.2 は、浄水場内の施設配置を示す。

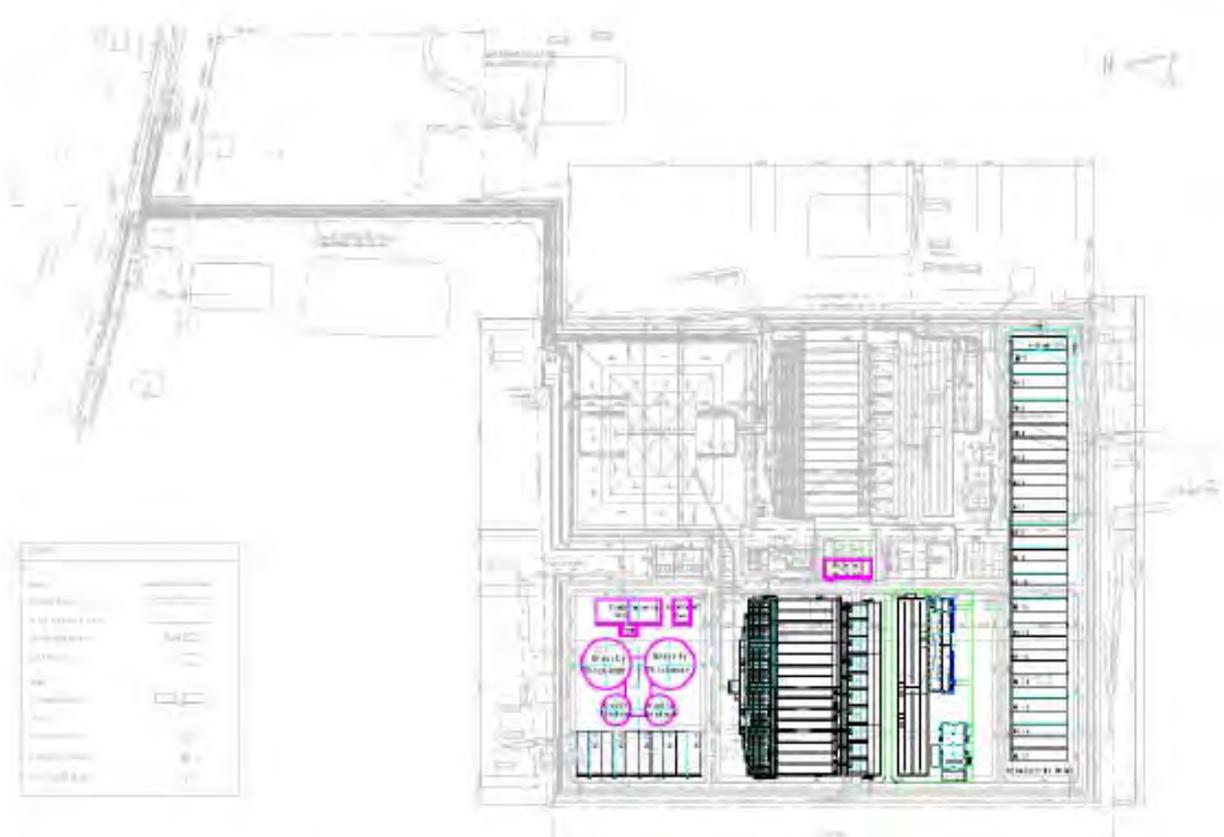


図 7.2 浄水場内の施設配置（カルナフリ水道事業第 2 期完了後）

7.8 送水管

カルナフリ水道事業第 1 期では、浄水場とナシラバッド配水池間及びナシラバッド配水池とサービス配水池/高架タンク（バッテリーヒル配水池及びナシラバッド高架タンク）間に送水管が計画された。第 2 期工事では、ナシラバッド配水池からハリシャハール高架タンクまでの送水管が、西部地区への配水のために、計画されている。

(1) 浄水場からナシラバッド配水池までの送水管

浄水場からハルダ川までのカプタイ道路に沿った送水管ルートは、CCC 区域外である。所轄官庁である RHD から、2012 年 10 月に、カルナフリ上水道整備事業における送水管敷設に係る許可を得ているが、以下の問題に対する対策が必要となる。

- 社会的な問題（カプタイ道路に沿って存在する公共施設の保全対策）
- 建設技術に関する問題（工事が乾季に限られる）
- 「バ」国政府による水道セクターの改善目標達成への影響

送水管ルートに沿って、公共水栓施設を 5 カ所程度設置すると共に、周辺住民対策として、チッタゴン市による、深井戸等による給水サービスの提供について、継続検討して、対応を図って行く必要がある。

(2) ナシラバッド配水池からサービス配水池/高架タンクまでの送水管

第 1 期事業で、ナシラバッド配水池からナシラバッド高架タンク及びバッテリーヒル配水池までの送水管が計画されている。第 2 期事業では、ナシラバッド配水池とハリシャハール高架タンク間の送水管が考慮される。

7.9 配水施設

配水システムは、10 セクターを包含し、3 つの配水分区から構成される。図 7.3 は、配水システムの構成を示す。

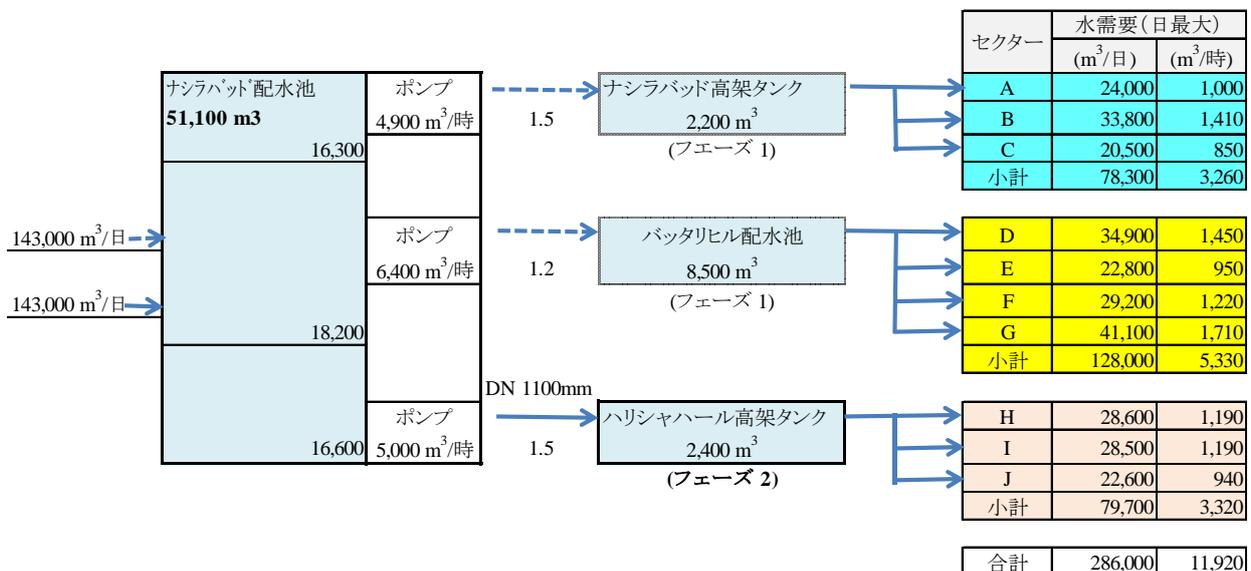


図 7.3 配水システムの構成

7.10 配水管

3 つの配水分区において、各サービス配水池/高架タンクから合計 10 のセクターに配水が行われる。そこから DMA に給水される。そして、顧客サービスのために、サービス接続が、DMA 内の第 3 メイン幹線に接続される。サービス接続は、道路下に埋設することを原則とし、その長さも最小化する必要がある。表 7.2 にカルナフリ給水区域内の配水管延長をまとめた。

表 7.2 カルナフリ給水区域内の配水管延長

項目	セクターバルブより上流					セクターバルブ下流 DMA 入口まで							DMA 内
	600	700	800	900	1000	200	300	400	500	600	700	800	
管径 (mm)	600	700	800	900	1000	200	300	400	500	600	700	800	100
延長 (m)	44	91	2,428	2	5,367	74,883	18,055	5,056	2,968	4,776	668	1,058	367,560

7.11 配水制御システム

対象 10 セクターに対して公平な配水を行うために、図 7.4 に示すように SCADA システムを使用して配水制御を行う。

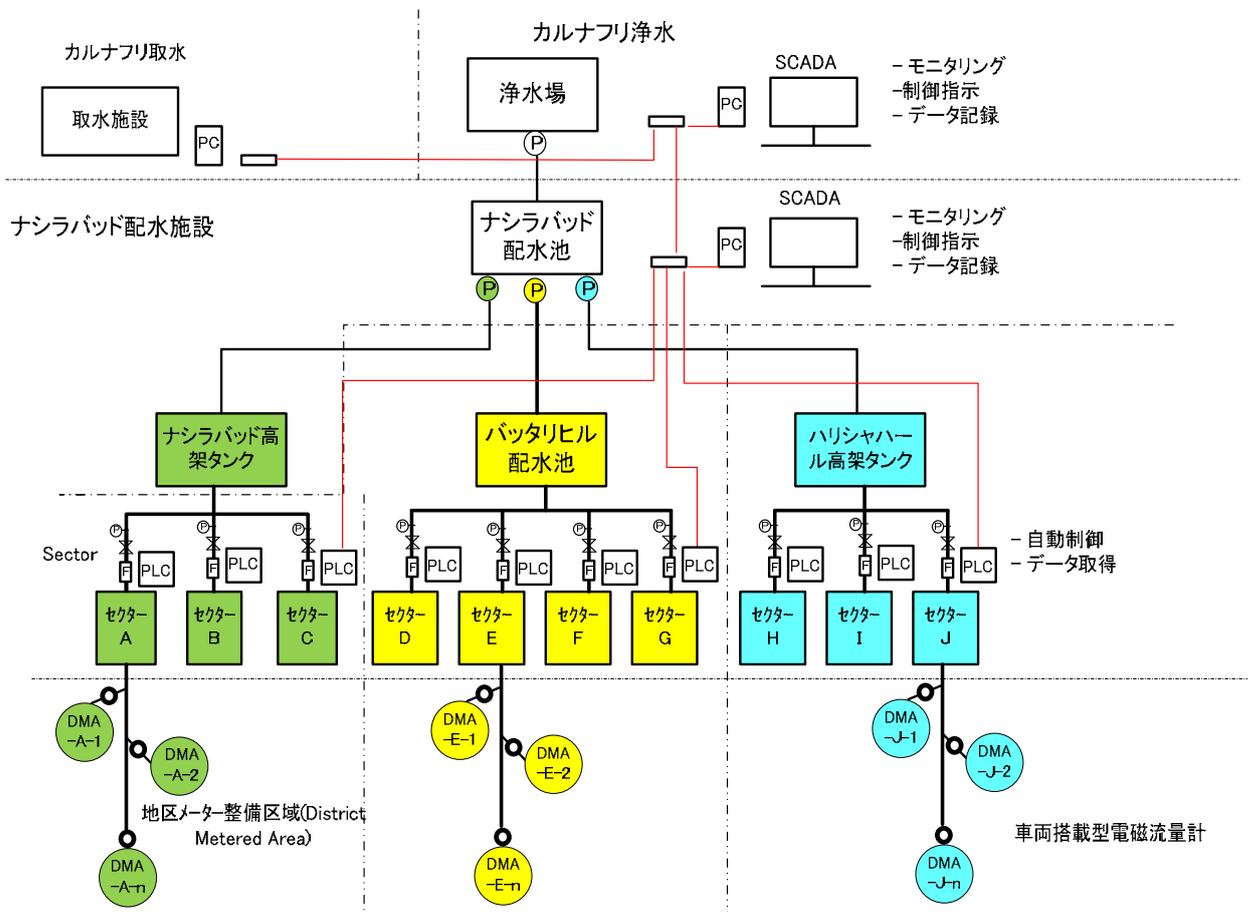


図 7.4 配水制御システム

(空白頁)

第8章

施設建設計画

第 8 章 施設建設計画

第 2 期事業の実施に当たり、環境、社会への影響、安全問題を勘案の上、建設計画が策定された。主要施設別の考慮事項を以下にまとめた。

8.1 取水・導水施設

第 1 期事業で建設された施設への接続時には、短期間の停電に留めて施設の連続運転を行わなければならない。導水管は、第 1 期工事でカプタイ道路に敷設される管の反対側に開削により建設される。建設中には適当な交通制御を行わなければならない。

8.2 浄水場

第 2 期工事による施設の建設に当たり、スラッジ処理方法が変更されるが、スラッジの処理・処分が連続して行われるように対応を図る。第 1 期工事で建設された施設（前沈澱池、スラッジ処理施設、電気設備等）への接続において運転を阻害しないように対応を図る。停電が予想される場合には第 1 期事業で設置される発電機を利用することとする。

8.3 送水施設

カプタイ道路に沿って、第 1 期事業で建設されるパイプラインの反対側に管の敷設を行う。建設中には交通妨害対策を講じる必要がある。

8.4 配水施設

建設中の環境への影響（騒音、振動等）を軽減する対策をとる必要がある。また、交通対策として迂回路等が必要となる。さらに、第 3 メイン配水管の敷設工法については、ダッカで使用されている簡易推進工法（トレンチレス工法）の利用についても考慮することとする。

第 3 メイン配水管にサービス接続を接続する場合、事前に顧客に対する情報伝達を徹底して、断水期間の短縮、必要な水の確保等に配慮する。

サービス接続の建設は以下のような責任分担により実施する。

- (1) 機器類の調達: 機器および車両の調達契約で選定された業者が CWASA に替わって調達作業を行う。
- (2) 水道メータの設置場所に関する情報を考慮した地図の作成を伴う顧客情報の収集: 作業は、コンサルタントの指導・支援の下に、PANI でトレーニングされた CWASA スタッフにより、実施される。
- (3) サービス接続の設置計画の作成と接続工事の実施: コンサルタントおよび CWASA スタッフとの連携の下、配水管建設パッケージで選定された建設業者が実施する。
- (4) サービス接続の切り替え: 顧客が配管工事業者と契約を交わし、旧接続から新接続に切り替えを行う。

以上の手順で各責任担当者がサービス接続の更新に貢献する。第2期工事では、約52,000ヶ所のサービス接続が計画されているが、小区間別に第3メイン配水管の漏水テストを実施し、その後、管の埋戻しを行う前に、各顧客の敷地までサービス接続を設置することになる。

建設費には、サービス接続建設費を考慮している。CWASAは、後日、顧客から接続費を徴収するが、水道メータの維持管理費用として使用される。CWASAは現在の比較的高い接続費についての見直しを行い、今後の顧客の増加に対応する必要がある。なお、CWASAはハリシャハールのCWASA敷地内に建設予定のビルに水道メータ維持管理センターの設置を計画している。

第9章

施設の運転管理計画

第9章 施設の運転管理管理計画

第1期事業で計画された施設の維持管理対策は、第2期事業にも適用されるものとし、以下に示す事項について追加考慮された。

- (1) SCADA システムを利用した全体の給水システムの監視・制御：第2期事業において、各セクターの入口までこのシステムが延長され、利用される。
- (2) 第1期および第2期事業で建設される浄水場での発生スラッジの処理：第1期事業完了後、第2期事業の実施中に、第1期浄水場からの発生スラッジが限られた浄水場の敷地内でスムーズに処理できるように対処する。
- (3) ナシラバッド配水池からサービス配水池/高架タンクへの効率的な送水のためのポンプ運転：第2期工事の完了による送水ポンプ運転が2020年から開始される予定である。2020年から2030に亘って需要量の増加が予想されるが、これに見合う送水ポンプの運転を2030年に対応すべく計画されているポンプの台数制御等によって実施する。
- (4) 第2期事業で、計画されているカプタイ道路に沿った送水管に取り付ける共同水栓の維持管理：送水管ルート周辺住民対策として、共同水栓を幾つか設置する計画である。CWASA は関係住民との対話と維持管理協力を取り付ける必要がある。
- (5) 各DMAにおける漏水監視と対策：CWASA 内に漏水調査チームが組織され、夜間における漏水調査の実施とその結果に基づく対策の実施。
- (6) 水道メータの維持管理：NRW の主要な原因の一つが不適格な水道メータの維持管理にある。そこでCWASA は水道メータの適格な維持管理を行わなければならない。

9.1 取水・導水施設

取水量は、需要量に見合った浄水処理を行うように調整を行う。また、水質測定も重要なルーティン業務である。停電が頻発する中、導水管路に設置されているサージタンクの維持管理も需要となる。

9.2 浄水施設

第1期事業で計画された水処理プロセスは、基本的に第2期事業にも適用される。しかし、スラッジ処理については、第1期事業で計画された「沈殿池-ラグーン-スラッジ処分」は、第2期事業の完成時には「沈殿池-重力式スラッジ濃縮タンク-スラッジ乾燥床-スラッジ処分」に変更するものとした。従って、第2期事業の実施中に、第1期浄水場から排出されるスラッジ処理に問題が生じないように対策を講じることとする。

9.3 送水施設

ナシラバッド配水池容量は対象配水区域における時間最大需要量を考慮して計画されている。ここで、2020年から2030年に亘る需要量の増加を勘案の上、ポンプ台数制御等による経済的なポンプ運転を図る必要がある。なお、送水ポンプ容量は時間最大需要量に対する配水池/高架タンク容量の大きさ

を考慮して決定された。即ち北部および西部地区に対しては、日最大給水量の 1.5 倍、中央地区に対しては 1.2 倍を適用する。

カプタイ道路に沿って敷設予定の送水管には幾つかの共同水栓が設置される予定である。CWEASA は施設の維持管理を行う必要があるが、利用者による組織化を行い、持続的な維持管理体制を整える必要がある。

9.4 配水施設

配水施設は、配水池/高架タンク、配水管およびサービス接続を含む。全体の配水システムは 10 セクターから構成されており、各セクターへの流入水量、圧力が監視され、制御される。NRW 割合もセクター毎に積算される。また、DMA 内での漏水を検査するために、DMA の流入室に設けられた消火栓を利用して夜間水量が測定される。水質については、蛇口からサンプル水を採取して定期的に検査を行い、飲料水としての的確性を確認する。

CWASA による健全な水道事業運営を図る上から、水道メータの正確な読みとりに基づく水道料金の収集が重要である。現在、既存の全サービス接続の内、約 1/3 がメータの取り替え、ないしは設置の必要なものとして考えられている。

9.5 維持管理費用の削減対策

SCADA システムの導入は、データ収集、現場における水量・水圧制御において人件費の節約となる。また、アウトソーシングによる節約が以下の作業において可能となる。

- 乾燥スラッジの処分
- 水道メータの読み取りと水道料金徴収業務
- 水質試験の実施

電気/燃料の節減のために、高性能モーターを有するポンプ、LED 等の低コスト照明等を考慮する。また、換気、エアコン等の機器の運転も適宜必要である。浄水場においては、多くの薬品を使用することになるが、まとまった量の調達コストはコスト節減に繋がる。

9.6 施設の維持管理に必要な CWASA の組織および技術能力

第 2 期事業で考慮される SCADA システムの活用、DMA 内における漏水の調査と対策等を勘案して、第 1 期および第 2 期事業で建設される施設の維持管理のための機能面から見た組織を提案した。但し、総務、営業、技術（計画、設計部門）分野については、CWASA の本庁で全市の給水システムを対象に管理することとした。従って、カルナフリ給水システム事務所は、施設の維持管理において独立機能を有するものである。

図 9.1 は、カルナフリ水道システムの維持管理組織を示す。この維持管理組織は、施設の構成から 2 つの大きな部構成とした：生産および送水部門（取水、浄水および導・送水施設）および配水部門（配

水施設)。一方、取水からセクター入口までのカルナフリ全体システムの監視・制御は、カルナフリ・ジェネラル・マネージャーのアシスタントが統括する監視・コントロールスタッフによって実施される。このめに、サポート・スタッフを除き、合計 164 人の主要スタッフが、必要となる。

配水施設の維持管理担当のカルナフリ水道システム副ジェネラル・マネージャーは、配水池/高架タンクおよびセクター流入室を含む配水幹線および DMA ネットワークの維持管理に責任を持つ。

主要幹線/セクター流入室および DMA 担当部は、10 ヶ所のセクター事務所および 3 地区を担当の漏水検知チームおよび水道メータ維持管理センターを統括する。なお、この水道メータ維持管理センターは、後日、全市の水道システムのために活用することとする。

各セクターの現場事務所は、各々の所轄区域において、給水サービスに係る営業、水道料金徴収、漏水の検知と対策を受け持つこととし、各セクター内の DMA が整備される前に設置される必要がある。カルナフリ給水区域の健全な運営のため、スタッフに対するインセンティブを与え、各セクター間の競争を通じて、成果に応じた報酬を考慮すべきである。

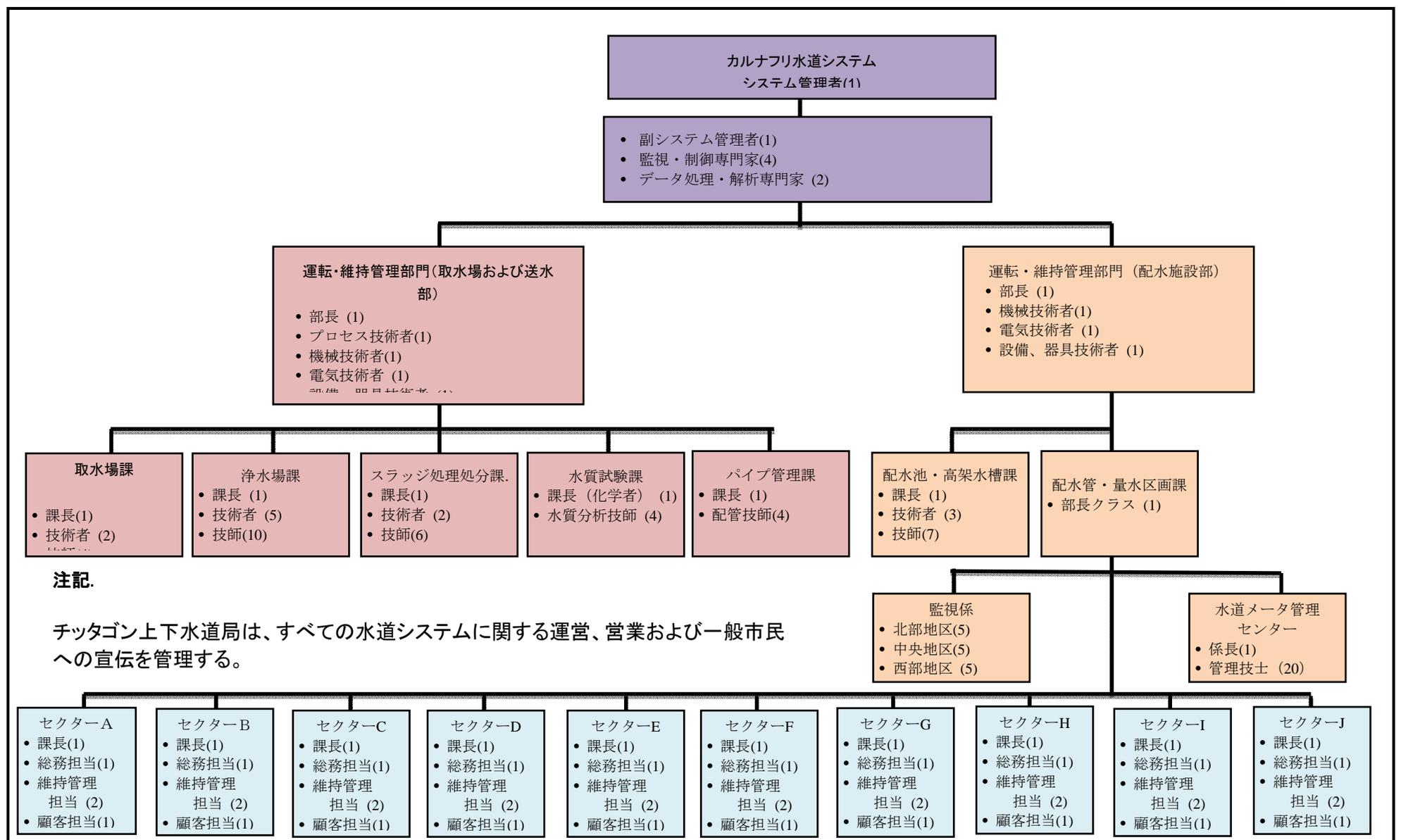


図 9.1 カルナフリ給水システムの維持管理組織

第 10 章

環境社会配慮

第 10 章 環境社会配慮

10.1 バングラデシュ国におけるプロジェクト実施に当たって必要な環境手続き

カルナフリ水道事業第 1 期において上水供給分野であることから、「バ」国の関連法規で規定された「カテゴリー-RED(最も厳しい)」に分類された。この分類については、変わらずに第 2 期事業にも適用される。CWASA は第 1 期事業実施に先立って、IEE および EIA を準備し、DOE に提出後、必要な許可を獲得した。これらのレポートには事業範囲として第 1 期および第 2 期工事が含まれている。

10.2 カルナフリ上水道整備事業に係る環境許可書の取得状況

環境に係る承認のために DOE は各種条件を提示している。それらは建設現場の準備段階から施設の建設、運転段階に互る環境影響の軽減と監視を含んでいる。また、CWASA は施設の建設および環境対策機器類の設置後、DOE から ECC(環境許可書)を取得しなければならない。

第 2 期事業に関連して、CWASA は、2012 年 9 月 20 日付レターで DOE に ESC の取得を要請した。これに対して、DOE は必要書類の提出を同日にレターで回答した。CWASA による必要書類の提出後、DOE は 2012 年 11 月 13 日に第 2 期事業のための ESC を発行した。

10.3 事業実施における環境・社会配慮

第 2 期事業で必要となる用地については第 1 期事業で調達されており、CWASA の所有地内で対応することから不要である。しかしながら、第 1 期工事が開始される前に浄水場建設用地の南東部に居住していた 6 家族(約 40 人)が移転している。また、第 1 期工事準備段階において、環境対応の一環として住民対話が行われた。その結果、カルナフリ水道事業に対する住民の反応は積極的な利益の享受を求めるものであった。本調査を通じて実施された現地でのアンケート結果として、ほとんどの回答者から CWASA に対して飲料水としての水質と妥当な水圧を保った連続給水が要望された。

施設の建設中に、居住者に対する不都合が生じることが予想される(交通渋滞等)。そこで、管敷設のための作業区間を 100 m 未満に区切って実施する等の技術的な対応を考慮する。また、CWASA は関係住民との対話の機会を持ち、相互理解と協力が得られるように努力しなければならない。

カプタイ道路に沿った送水管の敷設が給水区域外で行われることから、周辺住民対策として公共水栓システムの提供を第 2 期事業で考慮している。この他、チッタゴン市当局との連携の下、市政府による地下水開発等の配慮も必要である(現在までに CWASA による給水と共に、市当局による緊急給水対策も実施されてきている)。

以下に示す項目は、事業実施によって悪影響が考えられることから、その影響を最小化する/軽減する等の対策を考慮する必要がある。

- 保全区域内や隣接する区域での施設建設
- 植物、動物および絶滅危惧種
- 漁業資源および漁業活動

- カルナフリ河およびその支川の特殊水理条件（感潮河川）
- 大気汚染
- 表流水水質
- 騒音
- 固形廃棄物

10.4 事業による環境影響予測と必要対策

事業による環境影響予測に基づき、可能な軽減策が検討され、環境マネジメント計画（EMP）および環境モニタリング計画が、作成された。事業実施ステージ別の主要な環境影響は、以下のとおりである。

(1) 建設前

- 1) 土地利用状況および地方資源利用の変更

(2) 建設段階

- 1) 建設工事中の生産活動や生活に対する公害/悪影響、特に既存道路沿いに管を敷設することに伴う不都合。
- 2) 公共の健康条件
- 3) 労働条件
- 4) 事故の発生
- 5) 表層土壌の腐食
- 6) 水理条件
- 7) 大気汚染
- 8) 水質汚濁
- 9) 騒音および振動
- 10) 固形廃棄物処分

(3) 施設の運転段階

- 1) 大気汚染
- 2) 浄水場で発生するスラッジ処理に関連する水質汚濁
- 3) ポンプ運転による騒音と振動
- 4) 塩素貯蔵と注入施設からの塩素漏れ
- 5) 給水量の増加に伴う下水量の増加

(4) 全段階

- 1) 住民および地域社会による合意・協力
- 2) 外部からの労働者の滞在と不公平な利益に起因する地域内における争い
- 3) 動植物、絶滅危惧種に対する影響
- 4) 漁業資源に対する影響

上述の影響に対して環境マネジメント計画が以下の事項を含んで策定された。

- (1) スタッフ構成を含む組織対策
- (2) 「バ」国の関連法律、条令および JICA ガイドラインへの準拠
- (3) 住民参加
- (4) 実施計画の策定

DOE が発行したカルナフリ水道事業に係る ESC および EIA レポート承認において、環境モニタリングにおいて必要な事項として以下のものが示されている。なお、「バ」国および JICA 基準による環境チェックリストも準備されている。

- モニタリング記録
- モニタリング項目と頻度
- 報告書
- 環境損害の届け出

(空白頁)

第 11 章

事業実施計画および概算事業費の算定

第 11 章 事業実施計画および概算事業費の算定

第 2 期事業の実実施計画は、2015 年完成予定の第 1 期事業での経験と教訓を考慮して作成した。しかし、第 1 期事業には DMA 内部の配水管の建設が含まれておらず、第 2 期事業の中に第 1 期および第 2 期で給水されるカルナフリ給水区域全体の配水管網の建設が考慮されている。

DMA 内での配水管網の建設においては、人口が集中し、需要量が多い他、石綿セメント管が多く埋設されている PANI 地区を優先することとする。ここで、PANI 区域においては、JICA による技術支援により、地下埋設物調査が他の地区より先行して実施されていることもあり、実施設計においてその情報を有効に活用できる利点を有する。

11.1 第 2 期工事の内容

第 1 期および 2 期工事の事業概要は、第 7 章 7.3 水道施設の内容で示した。

11.2 事業実施計画

(1) 事業構成要素のパッケージ分けについて

事業全体を構成される施設の内容から以下に示す 4 つのパッケージに分けることとする。

- 1) パッケージ 1
- 2) パッケージ 2:
- 3) パッケージ 3:
- 4) パッケージ 4:

非公開情報

上記パッケージの内、3) パッケージ 3 は、速やかにカルナフリ給水区域に配水するために、最も優先されるべきである。他のパッケージについては、通常のローン案件で採用されている方法を踏襲することとする。

(2) 事業実施における調達方法

コンサルティングおよび建設 4 パッケージに対して、下記のように通常のローン対象事業に適用される調達方法を採用することとする。

調達	業務範囲	調達方法
コンサルタント	全建設パッケージに対する実施設計および施工監理	国際競争入札 (ICB: 資格審査, 入札, 承認)
建設業者	施設の建設 (1 から 4 までの建設パッケージ別)	国際競争入札 (資格審査, 入札, 承認)

(3) 事業実施スケジュール

借款合意スケジュールを勘案して、事業実施上の暫定スケジュールを以下のように設定した。これらのスケジュールを勘案した暫定的な事業実施スケジュールを表 11.1 に示した。

プロジェクト評価	2012 年 12 月
JICA ローン の プレッジ	2013 年 2 月
「バ」国および日本サイドによる交換公文	2013 年 3 月
ローン契約 (L/A) 署名	2013 年 3 月

表 11.1 事業実施暫定スケジュール

項目	日付
第 1 期事業完成見込み	2015 年 5 月
プロジェクト評価/ローン契約	2012 年 12 月 / 2013 年 3 月
コンサルタントの選定	9 か月間: 2012 年 12 月～2013 年 8 月
実施設計	13 か月: 2013 年 9 月～2014 年 9 月
建設業者の選定	
パッケージ 1	2014 年 8 月～2015 年 11 月
パッケージ 2	同上
パッケージ 3	同上
パッケージ 4	2014 年 2 月～2014 年 9 月
建設期間	
パッケージ 1	36 ヶ月: 2015 年 12 月～2018 年 11 月
パッケージ 2	36 ヶ月: 2015 年 12 月～2018 年 11 月
パッケージ 3	62 ヶ月: 2015 年 12 月～2021 年 1 月
保証期間を含む完了期限	2022 年 1 月

注) パッケージ 4, 機器類および車両調達は、コンサルタント契約において実施する。

図 11.1 は、全体の事業実施スケジュールを示す。コンサルティング・サービス開始と同時に 1,200 ヶ所に及ぶ幹線ルート(第1および第2メイン幹線)に沿った試掘が管の実実施設計を行うために必要となる。このような調査と共に、パッケージ 3 の実施設計に関する業務量を勘案し、調査の開始を試掘の効率化を考慮して、乾季にセットする等、現実的な対応が必要となる。

(4) 事業実施組織

CWASA 内に事業実施のための組織を設立しなければならない。この組織は、プロジェクト・ディレクター、そして副ディレクターの下に、調達、会計、環境および住民連携の 4 つの主要専門係りを設置

する。そして、建設パッケージ毎に、合計3グループが編成される。各グループは、執行エンジニア、アシスタント・エンジニアおよびサイト・エンジニアの組み合わせによって、組織化するものである。即ち、事業組織は18人のフルタイム主要スタッフから構成され、合計約80人の補助員によってサポートされる(図11.2参照)。

(5) コンサルティング・サービス

CWASAは、ICBにより、外国人専門家とローカル・サポートスタッフの共同体として、コンサルタントを調達する予定である。必要人月(M/M)として、3パッケージの実設計および施工監理を考慮して、外国人スタッフ^{非公開}M/M、ローカルスタッフ^{非公開}M/Mが計上されている。なお、コンサルタントはサービスの質の低下を防ぐ他、日本のODAローン実施ガイドラインに従ってショート・リスト法を採用して選定される。

コンサルティング・サービスに必要な費用は、表11.2に示すように約^{非公開情報}円(内、外貨部分^{非公開情報}円、ローカル部分^{非公開情報}円)である。

(6) 事業コストの概算

以下に示したのは、実施スケジュールに沿った事業費積算のための設定条件である。

1) 建設費

1) 基本年次	2012年12月
2) 交換レート	1 タカ = 0.966 円 1 米ドル = 81.7 タカ 1 米ドル = 79.0 円
3) 物価上昇率(年間)	外貨 = 2.1%, 内貨 = 4.9%
4) 予備費	5%

年 月	2012			2013					2014					2015					2016					2017					2018					2019					2020					月数																																										
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
コンサルティング・サービス（詳細設計及び施工管理）																																																																																						
コンサルタントの選定																														9																																																								
詳細設計																														13																																																								
パッケージ1 <input type="text" value="非公開"/>																																																																																						
建設業者の選定																														15																																																								
施工																														36																																																								
パッケージ2 <input type="text" value="非公開"/>																																																																																						
建設業者の選定																														15																																																								
施工																														36																																																								
パッケージ3 <input type="text" value="非公開"/>																																																																																						
建設業者の選定																														15																																																								
施工																														62																																																								
パッケージ4 <input type="text" value="非公開"/>																																																																																						
チッタゴン水道公社による顧客調査																														12																																																								
調達業者の選定																														8																																																								
資料等の調達																														9																																																								

図 11.1 事業実施スケジュール

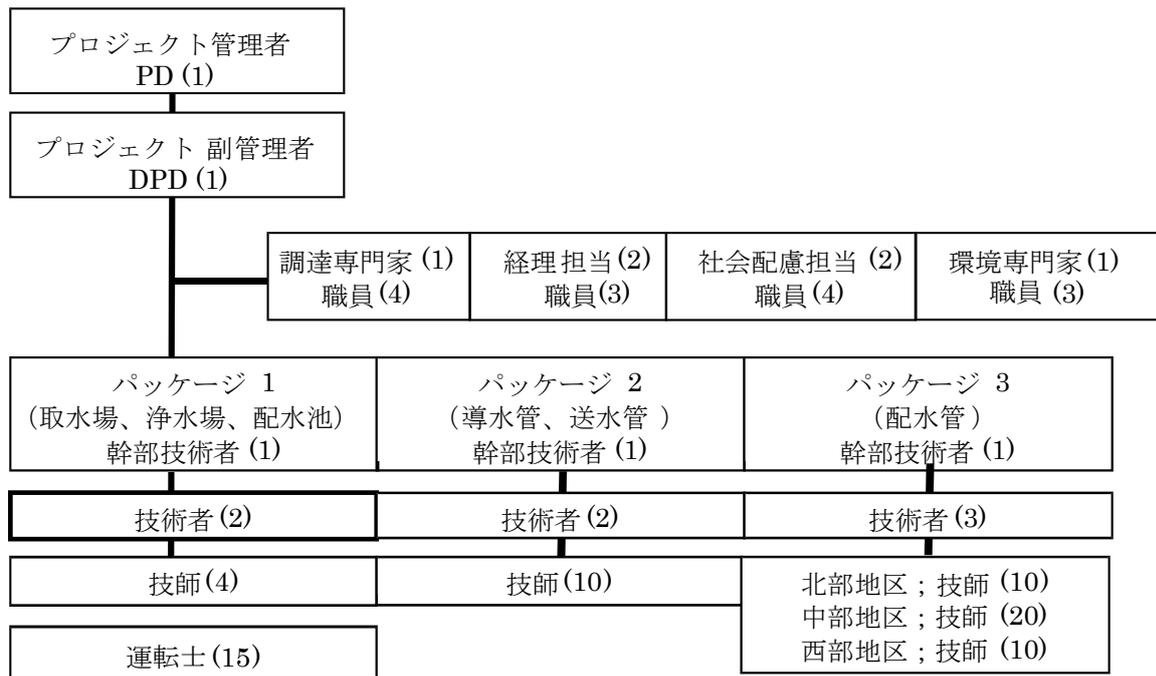


図 11.2 CWASA 内の事業実施組織

表 11.2 コンサルティング・サービス費用

	単位	数量	外貨 (円)		内貨 (タカ)		換算合計 円 ('000)
			単価	計 ('000)	単価	計 ('000)	
A 人件費							
1 外国人技術者 (A)	月						
2 外国人技術者 (B)	月						
3 「バ」国技術者	月						
小計 A							
B 直接経費							
1 国際線航空運賃	回						
2 国内線航空運賃	回						
3 国内旅費	回						
4 滞在費							
外国人技術者 (A)	月						
外国人技術者 (B)	月						
「バ」国技術者	月						
5 車両借上げ費	月						
6 事務所借上げ費	月						
7 通信費 (国際)	月						
8 通信費 (国内)	月						
9 事務所光熱費	月						
10 事務所備品	式						
11 報告書作成	月						
12 測量・土質調査費	式						
13 試掘費	式						
小計 B							
合計 (A+B)							

非公開情報

2) 一般管理費および税金

1) 一般管理費	5% (ローン対象に対して)
2) 内貨部分の付加価値税	15% (JICA ローン対象の内貨分に対して)
3) 外貨部分の付加価値税	15% (JICA ローン対象の外貨分のコンサルタント業務費に対して)
4) 輸入税	30% (JICA ローン対象の外貨分の調達/建設費に対して)

コンサルティング・サービスを含む総事業費を表 11.3 に示す。

表 11.3 総事業費

単価：百万円

項目	合計		
	外貨(円)	内貨(タカ)	計(円)
A. ローン対象分			
I)	調達/建設工事		
	取水場、浄水場、配水池及び高架水槽		
	導水管及び送水管		
	配水管及び顧客接続		
	資機材の調達		
	プロジェクト支援費用 (PIU)		
	円借款の基礎価格		
	価格予備費		
	技術予備費		
II)	コンサルタント業務費		
	基礎価格		
	価格予備費		
	技術予備費		
計 (I+II)			
B. 非ローン対象分			
a.	調達/建設工事		
	基礎価格		
	価格予備費		
	技術予備費		
b.	用地取得費		
	基礎価格		
	価格予備費		
	技術予備費		
c.	一般管理費		
d.	付加価値税		
e.	輸入関税		
f.	銀行手数料		
	計 (a+b+c+d+e+f)		
合計 (A+B)			
C. 建中金利			
	建中金利 (建設工事)		
	建中金利 (コンサルタント業務)		
D. 委託手数料			
総計 (A+B+C+D)			
E. 円借款額 (A)			

非公開情報

(7) 運用・効果指標

運用・効果指標は、事業における投入と効果を評価するためのものである。即ち、事業実施中に事業目的に対しての進捗をモニターし、また事業完了後は達成状況を評価するものである。事業完了から2年後の2023年の指標を推定すると表11.4のようになる。ここで、水道普及率は給水人口と予測されたCCC内人口を用いて積算されている（CCC内の2023年人口は、2012年人口の約40%増となっている）。2023年の水道普及率は51%と算出されており、2012年の47%と比較するとそれほどの伸びがないようであるが、人口増を勘案すると2012年時点での約70%増となっている。

表 11.4 運用・効果指標

指標	2012年	2023年 (事業完了2年後)
生産水量(第1期および第2期事業) (m ³ /日)	219,000	505,000
給水人口(人)	1,363,000	2,008,500 カルナフリ給水区域内： 区域内行政人口の90% 深井戸サービス人口； 343,000人
日最大給水量(m ³ /日)	146,700	388,900
水道普及率(%)	47	51 2012年現況人口に対して70%
一人一日当たり給水量(1/人/日)	107	120
施設使用率(%)	100	100
NRW率(%)	33	23

注 1) 2012年；

CCC内人口= 2,900,000人

給水人口 =1,363,000人 (51,000接続数 x 20人/接続 +343,000人)

水道普及率 = 47% (深井戸による給水含む)

2) 2023年；

CCC内人口= 3,964,000人

カルナフリ給水区域内人口 =1,272,800人

計画給水人口 = 1,272,800人 90% + (51,000接続数-25,000接続数) x 20人/接続
+ 343,000人= 2,008,500人

水道普及率 = 2,008,500 / 3,964,000 = 51% (現況人口に対して70%)

2023年NRW%= (0.33x.43+0.15x0.57) x 100=23%

(空白頁)

第 12 章

財務および経済配慮

第 12 章 財務および経済配慮

12.1 プロジェクト予算計画

12.1.1 所要費用

第 2 期事業の所要費用は表 12.1 に示すとおり。

表 12.1 第 2 期事業所要費用

項目	外貨部分 (百万円)	内貨部分 (百万 BDT)	合計*1) (百万円)	合計*1) (百万 BDT)
A. 工事費	非公開情報			
A-1. 基準工事費				
A-2. 価格予備費				
A-3. 技術予備費				
A-4. 小計				
B. コンサルタント業務費				
B-1. 基準コンサルタント費				
B-2. 価格予備費				
B-3. 技術予備費				
B-4. 小計				
C. 合計 (A. + B.)				
D. CWASA 管理費				
E. 付加価値税				
F. 輸入税				
G. 銀行手数料				
H. 建中金利				
合計所要資金				

注: 1) 通貨換算レート US\$1 = BDT81.7 = JPY79.0

2) 小計・合計値は四捨五入のため各費目の合計と必ずしも一致しない。

上記費用の算定条件は以下のとおり。

- (1) 基準工事費・コンサルタント業務費用: 2012 年 12 月現在
- (2) 価格予備費: 表 12.2 に示す支出スケジュールに対し、外貨は年率 2.1%、内貨は年率 4.9%を適用。
- (3) 技術予備費: 価格予備費を含む費用の 5%
- (4) CWASA 管理費: 内外貨ともに項目 C の 5%.
- (5) 付加価値税: 項目 C の内貨部分の 15%
- (6) 輸入税: 項目 C の外貨部分の 30%

基準工事費ならびに基準コンサルタント費の支出スケジュールを表 12.2 に示す。

表 12.2 基準工事費ならびに基準コンサルタント費の支出スケジュール

年	外貨部分 (百万円)	内貨部分 (百万 BDT)	合計*1) (百万円)	合計*1) (百万 BDT)
2013	非公開情報			
2014				
2015				
2016				
2017				
2018				
2019				
2020				
2021				
2022				
合計				

注: 1) 通貨換算レート US\$1 = BDT81.7 = JPY79.0

2) 小計・合計値は四捨五入のため各費目の合計と必ずしも一致しない。

12.1.2 資金計画

第 2 期事業の費用につき、円借款適格部分については全て JICA からの借款、残余は GOB 開発資金によって賄うことを推奨する。表 12.3 に第 2 期事業の資金計画を示す。

表 12.3 第 2 期事業の資金計画

項目	外貨部分 (百万円)	内貨部分 (百万 BDT)	合計*1) (百万円)	合計*1) (百万 BDT)
A JICA 円借款	非公開情報			
1) 工事費				
2) コンサルタント業務費				
小計				
B GOB 資金				
1) CWASA 管理費				
2) 付加価値税				
3) 輸入税				
4) 銀行手数料				
3) 建中金利				
小計				
合計 (A + B)				

注: 1) 通貨換算レート US\$1 = BDT81.7 = JPY79.0

2) 小計・合計値は四捨五入のため各費目の合計と必ずしも一致しない。

12.2 事業の財務予測

12.2.1 財務予測モデルの仮定条件

財務予測モデルの算定にあたり、以下の条件を仮定した。

1) 給水量

- a) 第1期事業：2015年7月から143,000m³/日
- b) 第2期事業：2020年7月から143,000m³/日

2) 無収水率

無収水率(NRWR)は11章に示されている実行計画に従い、二次/三次配水管網の整備進捗に伴い、2015年の33%から2025年の15%まで、下記のとおり毎年削減されていくと想定した。

会計年度	NRWR (%)
2016	33
2017	30
2018	27
2019	25
2020	23
2021	20
2022	19
2023	18
2024	17
2025	16
2026 以降	15

(1) 水道料金収入

家庭用水と非家庭用水の各々の有収水量に各々の料金単価を乗じて水道料金収入を算定した。

現在の料金単価に対し WASA 法 1996 で許容される毎年 5%の値上げを想定し、料金徴収率は現在 97%だが、さらに 100%まで改善されるものとして算定した。想定水道料金は表 12.4 に示すとおり。

表 12.4 想定水道料金単価

会計年度	家庭用料金単価 (BDT/m ³)	非家庭用料金単価 (BDT/m ³)
2012	6.57	18.61
2016	7.61	21.56
2021	9.71	27.52
以降	毎年 5%値上げ	

(2) 他の収益

本財務予測では第1期および第2期事業に直接関係するものとして、水道料金収入のみに着目し、給水栓接続料金は考慮しない。

(3) 支出

本財務予測では第1期および第2期事業による水の生産および配水に掛かる以下の費用を支出として考慮する。

- 1) 第1期および第2期施設のそれぞれ費目別運転費（労務費、電力燃料費、薬品費、維持費、他の管理費）
- 2) CWASA の採用する減価償却率に基づく減価償却費

(4) 「バ」国政府（GOB）融資資金

GOB の政策により、独立採算/半独立採算の企業体および公共部門企業の全ての必要資金は、海外融資機関により当該事業に融資される資金の転貸融資を含め、補助融資の形で提供される。融資条件は、運用開始年から5年間の元金据置期間と15年間の返済期間を含む20年間の融資期間、利率は内貨に対し4%、外貨に対し5%である。

上記の政策に沿って、ベースラインを予測した。この条件で検討結果が否定的な場合、第1期および第2期事業を財政的に持続可能にするための政府の資本参加、補助金の投入、あるいは利息条件の緩和を検討する。

12.2.2 財務予測における算定項目

第1期ならびに第2期事業の財務予測における算定項目は次のとおり。

- (1) 資本費用および資金調達枠組
- (2) 水道料金収入
- (3) 運転管理費
- (4) 減価償却
- (5) 債務償還金額

これらの入力項目について以下に示す。

- (1) 資本費用および資金調達枠組

第2期事業の財務予測に使用された資本費用を表12.5に示す。同表のA欄は第2期事業の総プロジェクト費用を示し、B欄は財務予測の前提とした事業費を示す。B欄に示す財務予測用のプロジェクト費用はA欄に示す総プロジェクト費用に対して下記の調整を行って算定したものである。

表 12.5 第2期事業の財務予測に使用された資本費用

項目		A. 基本プロジェクト費用		B. 財務予測に用いたプロジェクト費用		
		内貨部分 (百万 BDT)	外貨部分 (百万円)	内貨部分 (百万 BDT)	外貨部分 (百万円)	合計 ^(*) (百万 BDT)
A.	建設工事費用					
A-1.	土木建設工事費					
a.	取水施設、浄水場					
b.	配水池および高架水槽					
	小計					
A-2.	プラント、機器、管、その他					
a.	取水施設					
b.	配水池および高架タンク					
	小計					
A-3.	導水管、送水管、配水管					
a.	導水管および送水管					
b.	光ファイバー・ケーブル					
c.	配水管 (本管)					
d.	監視制御システム					
e.	二次配水管網					
f.	給水接続					
g.	貧困地区給水					
	小計					
A-4.	建設工事一般費用ならびに紛争調停委員会費用					
a.	取水施設、浄水場、配水池および高架水槽					
b.	導水管および送水管					
c.	一次・二次・三次配水管					
	小計					
A-5.	資機材調達					
a.	量水器					
b.	維持管理用車両					
c.	維持管理用機材					
	小計					
A-6.	プロジェクト実施支援ユニット					
A-7.	建設費合計 (A-1~A-6)					
A-8.	建設費価格予備費(2.1% A-7 FC, 4.9% A-7 LC)					
A-9.	建設費技術予備費 (5% x A-7 & A-7)					
A-10.	建設費用総計					
B.	コンサルタント費用					
B-1.	コンサルタント費					
B-2.	価格予備費 (2.1% B-1 FC, 4.9% B-1 LC)					
B-3.	技術予備費 (5% x B-1 & B-2)					
B-4.	コンサルタント費総計					
C.	合計 (A + B)					
D.	CWASA 管理費					
E.	税、手数料					
a.	VAT (15% x C LC)					
b.	輸入税 (30% x C FC)					
c.	銀行手数料					
	小計					
F.	事業費合計 (C+D+E)					
G.	建中金利					
a.	建設費建中金利					
b.	コンサルタント費建中金利					
	小計					
	総合計 (F + G)					

非公開情報

注: 通貨換算レート US\$1 = BDT81.7 = JPY79.0

- 1) A-3 (f) 給水接続施設費用: この費用は別途徴収する接続料金で賄われるため除外した。
- 2) A-3 (g) 貧困地区給水施設費用: この費用は同地区での接続施設費用が含まれているため 1) と同様の理由で除外した。
- 3) A-4 (c) 配水管敷設費用: この費用は給水接続用の管の費用を含んでいるため 1) と同様の理由で除外した。
- 4) A-5 (a) 量水器(水道メータ)費用: この費用は 1) と同様の理由により除外した。
- 5) D. CWASA 管理費: CWASA 管理費として BDT 非公開情報 が計上されているが、その大部分は CWASA の本社組織の強化費であり、水道メータ検診、料金請求・徴収に係る組織の強化費用に充当される見込みであるため、第 2 期事業に係る直接費用としては、BDT 非公開情報 のみを計上した。
- 6) 上記の費用調整に伴い、価格予備費、技術予備費、付加価値税、輸入関税、銀行手数料を調整した。

上記の財務予測用プロジェクト費用に基づき算定した財務予測に用いる所要資金の調達計画を表 12.6 に示す。

表 12.6 第 2 期事業の財務予測に基づく資金調達計画

項目	外貨部分 (百万円)	内貨部分 (百万 BDT)	合計*1) (百万 BDT)
A. JICA 円借款			
B. GOB 資金			
合計			

注: 通貨換算レート 1 BDT (バングラデシュ・タカ) = 0.966 円

(2) 水道料金収入

第 1 期ならびに第 2 期事業による水道料金収入を表 12.7 に示す。

(3) 運転管理費

運転管理費は次の項目から成る。

- | | |
|---|---|
| <p>A. 変動コスト</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 電力費 b. 燃料費 c. 薬品費 <ol style="list-style-type: none"> i) 塩素 ii) 硫酸バンド iii) 石灰 | <p>B. 固定コスト</p> <ol style="list-style-type: none"> a. 人件費 b. 福利厚生・管理費 c. 維持費 |
|---|---|

表 12.7 第1期ならびに第2期事業による水道料金収入

会計年度	料率 (BDT/m ³)		第1期事業								第2期事業								
			配水量 (百万 m ³)	NWR %	課金水量(百万 m ³)			水道料金収入(百万 BDT)			配水量 (百万 m ³)	NWR %	課金水量(百万 m ³)			水道料金収入(百万 BDT)			
	家庭	非家庭			合計	家庭	非家庭	合計	家庭	非家庭			合計	家庭	非家庭	合計			
2016	7.61	21.56	41.76	33%	22.63	5.35	27.98	172.21	115.35	287.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2017	7.99	22.64	44.37	30%	24.93	6.13	31.06	199.19	138.78	337.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2018	8.39	23.77	46.98	27%	27.27	7.03	34.30	228.80	167.10	395.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2019	8.81	24.96	49.59	25%	29.13	8.06	37.19	256.64	201.18	457.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2020	9.25	26.21	52.20	23%	31.49	8.70	40.19	291.28	228.03	519.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021	9.71	27.52	52.20	20%	32.99	8.77	41.76	320.33	241.35	561.68	41.76	0.20	28.14	5.27	33.41	273.24	145.03	418.27	
2022	10.20	28.90	52.20	19%	33.40	8.88	42.28	340.68	256.63	597.31	44.37	0.19	30.07	5.87	35.94	306.71	169.64	476.35	
2023	10.71	30.35	52.20	18%	33.55	9.25	42.80	359.32	280.74	640.06	46.98	0.18	32.28	6.24	38.52	345.72	189.38	535.10	
2024	11.25	31.87	52.20	17%	34.13	9.20	43.33	383.96	293.20	677.16	49.59	0.17	34.12	7.04	41.16	383.85	224.36	608.21	
2025	11.81	33.46	52.20	16%	35.38	8.47	43.85	417.84	283.41	701.25	52.20	0.16	35.38	8.47	43.85	417.84	283.41	701.25	
2026	12.40	35.13	52.20	15%	35.05	9.32	44.37	434.62	327.41	762.03	52.20	0.15	35.05	9.32	44.37	434.62	327.41	762.03	
2027	13.02	36.89	52.20	15%	35.05	9.32	44.37	456.35	343.81	800.16	52.20	0.15	35.05	9.32	44.37	456.35	343.81	800.16	
2028	13.67	38.73	52.20	15%	34.60	9.77	44.37	472.98	378.39	851.37	52.20	0.15	34.60	9.77	44.37	472.98	378.39	851.37	
2029	14.35	40.67	52.20	15%	34.15	10.22	44.37	490.05	415.65	905.70	52.20	0.15	34.15	10.22	44.37	490.05	415.65	905.70	
2030	15.07	42.70	52.20	15%	33.70	10.67	44.37	507.86	455.61	963.47	52.20	0.15	33.69	10.68	44.37	507.71	456.04	963.75	
2031	15.82	44.84	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	530.76	485.17	1,015.93	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	530.60	485.62	1,016.22	
2032	16.61	47.08	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	557.27	509.41	1,066.68	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	557.10	509.88	1,066.98	
2033	17.44	49.43	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	585.11	534.83	1,119.94	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	584.94	535.33	1,120.27	
2034	18.31	51.90	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	614.30	561.56	1,175.86	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	614.12	562.08	1,176.20	
2035	19.23	54.50	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	645.17	589.69	1,234.86	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	644.97	590.24	1,235.21	
2036	20.19	57.23	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	677.37	619.23	1,296.60	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	677.17	619.80	1,296.97	
2037	21.20	60.09	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	711.26	650.17	1,361.43	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	711.05	650.77	1,361.82	
2038	22.26	63.09	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	746.82	682.63	1,429.45	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	746.60	683.26	1,429.86	
2039	23.37	66.24	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	784.06	716.72	1,500.78	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	783.83	717.38	1,501.21	
2040	24.54	69.55	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	823.32	752.53	1,575.85	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	823.07	753.23	1,576.30	
2041	25.77	73.03	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	864.58	790.18	1,654.76	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	864.33	790.91	1,655.24	
2042	27.06	76.68	52.20	15%	33.55	10.82	44.37	907.81	829.69	1,737.50	52.20	0.15	33.54	10.83	44.37	907.54	830.46	1,738.00	

表 12.8 に 2012 年現在価格の第 1 期および第 2 期事業の運転管理費変動コストを示す。

表 12.8 第 1 期および第 2 期事業の運転管理費変動コスト (2012 年価格)

項目	単価 (BDT)	第 1 期			第 2 期			
		消費量	1 日当たり費用 (BDT)	1 年当たり費用 (BDT)	消費量	1 日当たり費用 (BDT)	1 年当たり費用 (BDT)	
A.	変動費用							
A-1	電力費							
a.	取水施設							
	使用料金 *1)	5.61/kWh	650 kW/h	83,578	30,505,890	650 kW/h	83,578	30,505,890
	基本料金 *2)	45.00/kWh	975 kW/h		526,500	975 kW/h		526,500
b.	浄水場							
	使用料金	5.61/kWh	1,950 kW/h	250,733	91,517,669	1,950 kW/h	250,733	91,517,669
	基本料金	45.00/kWh	2,900 kW/h		1,566,000	2,900 kW/h		1,566,000
c.	ナシラバッド配水池							
	使用料金	5.61/kWh	752 kW/h	96,693	35,292,968	752 kW/h	96,693	35,292,968
	基本料金	45.00/kWh	1,575 kW/h		850,500	1,575 kW/h		850,500
	合計				160,259,527			160,259,527
	(m ³ 当たり電力費)				3.07			3.07
A-2	燃料費 (ディーゼル) *3)							
a.	取水施設	60.00/l	176 l/h	11,405	4,162,752	176 l/h	11,405	4,162,752
b.	浄水場	60.00/l	527 l/h	34,150	12,464,604	527 l/h	34,150	12,464,604
c.	ナシラバッド配水池	60.00/l	203 l/h	13,154	4,801,356	203 l/h	13,154	4,801,356
	合計				21,428,712			21,428,712
	(m ³ 当たり燃料費)				0.41			0.41
A-3	薬品費							
a.	塩素	25,000/ton	0.6 ton/d	15,000	5,475,000	0.6 ton/d	15,000	5,475,000
b.	硫酸バンド	24,000/ton	3.15 ton/d	75,600	27,594,000	3.15 ton/d	75,600	27,594,000
c.	石灰	12,000/ton	0.75 ton/d	9,000	3,285,000	0.75 ton/d	9,000	3,285,000
	合計				36,354,000			36,354,000
	(m ³ 当たり薬品費)				0.70			0.70
A-4	変動費合計 (A1+ A2 + A3)				218,042,239			218,042,239
	(m ³ 当たり変動費)				4.18			4.18

*1) 使用料: - 日間費用: 単価 x 1 時間当たり消費量 x 95.5% x 24 時間

- 年間費用: 日間費用 x 365 日

*2) 基本料: - 月間費用: 単価 x 月間 需要電力量

- 年間費用: 日間費用 x 12 ケ月

*3) 燃料費 (ディーゼル): - 日間費用: 単価 x 1 日当たり電力消費量 x 0.27 L/kWh x 4.5%

- 年間費用: 日間費用 x 365 日

上記の変動コスト (2012 年時点) の構成は、単位水量当たり以下のとおり。

費目	製造水単価 (BDT)	構成 (%)
電力費	3.07	73.44
燃料費	0.41	9.81
薬品費	0.70	16.75
変動コスト合計	4.18	100.00

表 12.9 に 2001 年から 2012 年までの 11 年間の「バ」国の物価指数を示す。

表 12.9 バングラデシュ国の物価指数 (2001 - 2012)

会計年度	全国						都市部					
	総合指標		レンタル、燃料および光熱		非食品		総合指標		レンタル、燃料および光熱		非食品	
2001	126.72		119.41		122.25		125.70		110.91		118.61	
2002	130.26	2.79%	124.95	4.64%	127.89	4.61%	129.92	3.36%	115.60	4.23%	124.19	4.70%
2003	135.97	4.38%	131.20	5.00%	135.13	5.66%	134.49	3.52%	119.51	3.38%	130.40	5.00%
2004	143.90	5.83%	136.19	3.80%	141.03	4.37%	142.54	5.99%	122.56	2.55%	135.80	4.14%
2005	153.23	6.48%	141.43	3.85%	147.14	4.33%	151.29	6.14%	126.31	3.06%	141.90	4.49%
2006	164.21	7.17%	152.02	7.49%	156.56	6.40%	161.39	6.68%	131.07	3.77%	149.20	5.14%
2007	176.06	7.22%	162.32	6.78%	165.79	5.90%	172.73	7.03%	138.41	5.60%	157.17	5.34%
2008	193.54	9.93%	174.70	7.63%	176.26	6.32%	189.65	9.80%	147.54	6.60%	166.69	6.06%
2009	206.43	6.66%	184.46	5.59%	186.67	5.91%	201.49	6.24%	148.24	0.47%	174.69	4.80%
2010	221.53	7.31%	191.49	3.81%	196.84	5.45%	216.98	7.69%	152.58	2.93%	183.40	4.99%
2011	241.02	8.80%	197.92	3.36%	205.01	4.15%	232.81	7.30%	155.01	1.59%	190.87	4.07%
2012	266.61	10.62%	218.26	10.28%	227.87	11.15%	260.01	11.68%	165.44	6.73%	211.82	10.98%
Ave. 1		7.02%		5.66%		5.84%		6.86%		3.72%		5.43%
Ave. 2		7.00%		5.64%		5.82%		6.83%		3.70%		5.41%
Ave. 3		8.41%		6.21%		6.46%		8.27%		3.96%		6.01%

Ave. 1: Average % from 2002 to 2012

Ave. 2: Annual Average % from 2001 to 2012

Ave. 3: Annual Average % from 2006 to 2012

Source: Bangladesh Bureau of Statistics

都市部のレンタル、燃料および光熱セクターの物価指数は、2008年に6.6%および2012年に6.73%の著しい増加があったものの、2001年から2012年まで11年間で3.7%、2006年から2012年までの6年間の平均で4.0%の平均増加率を示している。過去11年間のレンタル、燃料および光熱セクターの平均価格傾向を考慮し、変動コスト3.7%の年率で増加すると仮定した。

第1期および第2期事業の人件費を、9章で示した運転管理人員必要条件とCWASAの現在の給料支払簿構造に基づいて推定した。年次増加に基づいた第1期および第2期事業用の毎年の運転管理人件費を表12.10に示す。第1期ならびに第2期事業用の運転管理人件費は一年につき3.5%増加すると仮定した。

表 12.10 第1期および第2期事業運転管理人件費

第1期事業		第2期事業	
年	金額	年	金額
2016	12,504,000	2021	11,529,600
2017	13,012,080	2022	11,999,640
2018	13,520,160	2023	12,469,680
2019	14,028,240	2024	12,939,720
2020	14,536,320	2025	13,409,760
2021	15,044,400	2026	13,879,800
2022	15,552,480	2027	14,349,840
2023	16,060,560	2028	14,819,880
2024	16,568,640	2029	15,289,920
2025	17,076,720	2030	15,759,960
2026	17,584,800	2031	16,230,000
年平均上昇率	3.47%	年平均上昇率	3.48%

福利厚生・管理費は、人件費の 50% (つまり福利厚生費用の 20%および管理費用の 30%)と見積り、人件費の増加に伴って 1 年につき 3.5%増加すると仮定した。

毎年の維持費は、第 1 期事業および第 2 期事業のために 2012 年でそれぞれ BDT 1, 100, 000 と推定し、国際的な機械価格の現在の傾向を考慮し 1 年につき 2%増加すると仮定した。

第 1 期ならびに第 2 期事業の運転管理費を推定し表 12.11 に、2012 年時点での基準原価を表 12.12 に示す。

表 12.12 第 1 期および第 2 期事業運転管理費 (2012 年価格)

	第 1 期	第 2 期
A. 変動費用	(BDT/m ³)	(BDT/m ³)
a. 電力費	3.07	3.07
b. 燃料費	0.41	0.41
c. 薬品費	0.70	0.70
合 計	4.18	4.18
B. 固定費用	(BDT' 000/年)	(BDT' 000/年)
a. 人件費	12,504	11,530
b. 福利厚生・管理費	6,252	5,765
c. 維持管理・修繕費	非公開情報	
合 計	非公開情報	

(4) 減価償却

第 1 期ならびに第 2 期事業のための減価償却は、CWASA の財務会計実例に従って残存価格として 10%を保持して、CWASA が適用している減価償却資産価値に対する減価償却率を適用して推定した。

表 12.11 第 1 期および第 2 期事業運転管理費

会計 年度	価格上昇率(%)			単価			第 1 期事業					第 2 期事業					1・2 期 年間運転管 理費 (BDT '000)		
	変動 費	固定 費 A	固定 費 B	変動費 (BDT/m ³)	固定費 (A) (BDT '000/y)	固定費 (B) (BDT '000/y)	稼働率 (%)	年間生産 水量 ('000 m ³)	年間運転管理費 (BDT '000)			稼働率 (%)	年間生産 水量 ('000 m ³)	年間運転管理費 (BDT '000)					
									変動費	固定費 A	固定費 B			変動費	固定費 A	固定費 B			
2012				4.18	18,756	11,000													
2013	3.7	3.5	2.0	4.33	19,412	11,220													
2014	3.7	3.5	2.0	4.50	20,092	11,444													
2015	3.7	3.5	2.0	4.66	20,795	11,673													
2016	3.7	3.5	2.0	4.83	21,523	11,907	80	41,756	201,841	33,430	235,271								235,271
2017	3.7	3.5	2.0	5.01	22,276	12,145	85	44,366	222,393	34,421	256,814								256,814
2018	3.7	3.5	2.0	5.20	23,056	12,388	90	46,976	244,188	35,444	279,632								279,632
2019	3.7	3.5	2.0	5.39	23,863	12,636	95	49,585	267,287	36,498	303,785								303,785
2020	3.7	3.5	2.0	5.59	24,698	12,888	100	52,195	291,766	37,586	329,353								329,353
2021	3.7	3.5	2.0	5.80	25,563	13,146	100	52,195	302,562	38,709	341,270	80	41,756	242,049	36,717	278,766			620,036
2022	3.7	3.5	2.0	6.01	26,457	13,409	100	52,195	313,757	39,866	353,623	85	44,366	266,695	37,804	304,499			658,122
2023	3.7	3.5	2.0	6.23	27,383	13,677	100	52,195	325,366	41,060	366,426	90	46,976	292,832	38,926	331,758			698,184
2024	3.7	3.5	2.0	6.46	28,342	13,951	100	52,195	337,404	42,292	379,696	95	49,585	320,532	40,084	360,616			740,312
2025	3.7	3.5	2.0	6.70	29,334	14,230	100	52,195	349,888	43,563	393,451	100	52,195	349,888	41,277	391,165			784,617
2026	3.7	3.5	2.0	6.95	30,360	14,514	100	52,195	362,834	44,875	407,708	100	52,195	362,834	42,509	405,342			813,051
2027	3.7	3.5	2.0	7.21	31,423	14,805	100	52,195	376,259	46,227	422,486	100	52,195	376,259	43,779	420,037			842,523
2028	3.7	3.5	2.0	7.48	32,523	15,101	100	52,195	390,180	47,623	437,804	100	52,195	390,180	45,089	435,269			873,073
2029	3.7	3.5	2.0	7.75	33,661	15,403	100	52,195	404,617	49,064	453,681	100	52,195	404,617	46,440	451,057			904,738
2030	3.7	3.5	2.0	8.04	34,839	15,711	100	52,195	419,588	50,550	470,138	100	52,195	419,588	47,835	467,423			937,560
2031	3.7	3.5	2.0	8.34	36,058	16,025	100	52,195	435,112	52,083	487,196	100	52,195	435,112	49,273	484,386			971,582
2032	3.7	3.5	2.0	8.64	37,320	16,345	100	52,195	451,212	53,666	504,878	100	52,195	451,212	50,758	501,969			1,006,847
2033	3.7	3.5	2.0	8.96	38,627	16,672	100	52,195	467,906	55,299	523,206	100	52,195	467,906	52,289	520,195			1,043,401
2034	3.7	3.5	2.0	9.30	39,979	17,006	100	52,195	485,219	56,984	542,203	100	52,195	485,219	53,869	539,088			1,081,291
2035	3.7	3.5	2.0	9.64	41,378	17,346	100	52,195	503,172	58,724	561,896	100	52,195	503,172	55,499	558,671			1,120,567
2036	3.7	3.5	2.0	10.00	42,826	17,693	100	52,195	521,790	60,519	582,308	100	52,195	521,790	57,182	578,971			1,161,280
2037	3.7	3.5	2.0	10.37	44,325	18,047	100	52,195	541,096	62,372	603,467	100	52,195	541,096	58,918	600,013			1,203,481
2038	3.7	3.5	2.0	10.75	45,876	18,408	100	52,195	561,116	64,284	625,400	100	52,195	561,116	60,709	621,825			1,247,225
2039	3.7	3.5	2.0	11.15	47,482	18,776	100	52,195	581,878	66,258	648,135	100	52,195	581,878	62,558	644,435			1,292,571
2040	3.7	3.5	2.0	11.56	49,144	19,151	100	52,195	603,407	68,295	671,702	100	52,195	603,407	64,466	667,873			1,339,575
2041	3.7	3.5	2.0	11.99	50,864	19,534	100	52,195	625,733	70,398	696,131	100	52,195	625,733	66,435	692,168			1,388,299
2042	3.7	3.5	2.0	12.43	52,644	19,925	100	52,195	648,885	72,569	721,454	100	52,195	648,885	68,467	717,352			1,438,806

(5) 債務償還

表 12.13 に第 1 期ならびに第 2 期事業の債務償還金額を示す。

表 12.13 第 1 期ならびに第 2 期事業の債務償還金額

補助融資金額		第 1 期事業	第 2 期事業	補助融資条件	
外貨(百万 BDT)		非公開情報		- 5 年間の返済猶予期間後 15 年間の返済期間	
内貨(百万 BDT)				- 外貨融資利率 5%、内貨融資利率 4%	
合計(百万 BDT)				- 第 1 期事業運用開始年 2016、第 2 期運用開始年 2021	

会計年度	第 1 期事業						第 2 期事業					
	年初借入残額	返済額	年末借入残額	外貨利率 (5%)	内貨利率 (4%)	利子合計	年初借入残額	返済額	年末借入残額	外貨利率 (5%)	内貨利率 (4%)	利子合計
2016												
2017	非公開情報											
2018												
2019												
2020												
2021												
2022												
2023												
2024												
2025												
2026												
2027												
2028												
2029												
2030												
2031												
2032												
2033												
2034												
2035												
2036												
2037												
2038												
2039												
2040												
2041												
2042												

(百万 BDT)

12.2.3 財務状態と構造の予測および分析

(1) ベースライン予測および分析

表 12.14 は第 1 期ならびに第 2 期事業用のベースライン現金/資金フローの予測を示す。第 1 期事業のベースラインは、毎年の営業収益が、最初の 13 年間、2016 年から 2028 年まで毎年赤字になり、2029 年以降は毎年黒字になることを示している。これは、水道料金収入が運転管理費用を回収するには適当であるが、2028 年まで減価償却を回収するには適当ではないためである。同様に、第 2 期事業のために予測されたベースラインは、毎年の営業収益が、最初の 18 年間、2021 年から 2038 年まで毎年赤字になり、第 1 期事業に似ている構造により 2039 年以降のみ利益を示す。最初の 10 年を越える期間にわたって赤字となる主な理由は、現在の水道料金が運転管理コストおよび減価償却を埋め合わせ採算水準より相当に低いためである。

(2) 持続可能な財務体質の確立のために取られる手段に関する議論

第1期ならびに第2期事業の持続可能な財務構造を強化するため取るべき施策を検討するため、適用する条件の変動に基づき種々のケースについて財務予測を行った。その詳細は Supporting Report に記載する。

これらの検討の結果、持続可能な財務構造を強化するための施策として次の3つのオプションがある。

オプション1：第1期ならびに第2期事業が財政的に持続可能になり得る程度まで、より高い水道料金の適用

- 1) 2016年の水道料金を2012年水準（家庭用 BDT6.57/m³、非家庭用 BDT18.61/m³）の4.6倍の家庭用 BDT30.22/m³、非家庭用 BDT85.61/m³に上げて、次に2020年まで毎年3%上げること。
- 2) 2021年の水道料金を2020年水準の1.4倍に上げて、次に2025年まで毎年2%上げること。
- 3) 2026年の水道料金を2025年に比べて10%上げること。
- 4) 外部条件が変わらなければ2027年以降は上げる必要ない。

オプション2：第1期ならびに第2期事業が財政的に持続可能になり得る程度までGOBの補助融資の貸出条件を緩和する。

- 1) 第1期ならびに第2期事業のための資金需要の約30%に相当する第1期事業に必要な資金の無償補助もしくは資本参加。
- 2) 第2期事業のために以下のように貸出条件を緩和する。
 - a) 10年の元金返済猶予期間の後の30年間の債務弁済
 - b) 内外貸双方の融資額の利子を年利率1%とする。
 - c) 最初の10年間の利息の資本化により毎年のそれらの支払から解放される。

オプション3：オプション1とオプション2の間の中間

第1期ならびに第2期事業を財政的に持続可能にするために、上記の3つの手段の1つをとることを推奨する。

表 12.14 第1期および第2期事業 現金/資金収支予想 (ベースライン)

会計 年度	第1期事業							第2期事業							1期2期合計			
	A. 資金流入			B. 資金流出			差額 (A.-B.)	累積資金	A. 資金流入			B. 資金流出			差額 (A.-B.)	累積資金	単年度	累積
	営業収入	減価償却	合計	元金返済	利子支払	合計			営業収入	減価償却	合計	元金返済	利子支払	合計				
2016	-366.13								0.00									
2017	-337.26								0.00									
2018	-302.15								0.00									
2019	-264.39								0.00									
2020	-228.46								0.00									
2021	-195.60								-795.56									
2022	-172.32								-763.21									
2023	-142.38								-731.72									
2024	-118.55								-687.47									
2025	-108.21								-624.98									
2026	-61.69								-552.91									
2027	-38.34								-529.48									
2028	-2.44								-493.50									
2029	36.01								-454.96									
2030	77.32								-413.27									
2031	112.72								-377.77									
2032	145.79								-344.59									
2033	339.77								-309.53									
2034	376.70								-272.49									
2035	416.00								-233.06									
2036	457.33								-191.60									
2037	501.00								-147.79									
2038	547.09								-20.90									
2039	595.68								27.84									
2040	647.19								79.50									
2041	769.13								134.14									
2042	826.55								0.00									

非公開情報

非公開情報

12.3 第2期事業に係る投資の財務評価

12.3.1 方法および仮定

第2期事業に係る投資の財務評価のために財務的内部収益率(FIRR)および財務的純現在価値(FNPV)を計算する。

また、第2期事業の財務実行可能性を評価するために、資本の財務的機会費用(FOCC)とFIRRを比較する。FOCCの計算定式は以下のように定義される；

$$FOCC = \frac{(1+r_x)}{(1+r_y)} - 1$$

ここで；

r_x = 財務省証券利率

r_y = 消費者物価指数(インフレーション率)

プロジェクトが適切なFNPVを得ることができるか評価するために、FNPVをFOCCと等しい割引率を使用して算定する。

FIRR計算のための主要前提条件は、以下のとおり。

(1) プロジェクトライフ

コンサルティング・サービスを含む資本投資は、2013年に開始し2021年に終了する。プロジェクトライフは完成した設備の初期運転年から30年(つまり2021年から2050年まで)とする。財務分析は最初の支出年2013年から2050年まで行なう。

(2) 価格

財務評価はすべて2021年価格で行う。

(3) 為替レート

プロジェクトライフ全体に0.966円=1.0BDTの為替レートを使用する。

(4) 事業費用支出

第2期事業の計画費用は、第1期ならびに第2期事業の両方の配水区域の二次/三次配水管網の建設費、戸別接続工事、量水器および戸別接続に使用される材料(例えばサドル、バルブ、管など)の調達のための費用を含んでいる。FIRR計算のキャッシュ・フローは、第2期事業によって得られる水道料金収入と初期投資および運転管理費に基づく。したがって、キャッシュ・フローの計算のために、戸別接続工事、メータおよび戸別接続に使用される材料(例えばサドル、バルブ、管など)の調達のた

めの費用、二次/三次配水管網の建設費の半分と付随的な費用は第2期事業の事業費から除外する。さらに、FIRR は任意の財務費用以外の純資本コストに基づいて計算するので、建中利息も計画費用から除外する。

(5) 再投資

土木構造物とパイプラインの経済寿命は50年である。これらは財務評価期間内では再投資されない。機械および電気機器は、15～20年の平均寿命を持っている。したがって、いくつかの機器はその後再投資を必要とする。財務計算では再投資（2035年から2040年までの期間に生じる）を当初資本コストの30%と等価と仮定した。したがって、推定された再投資費用は2021年価格でBDT 非公開情報 になる。表 12.15 は推定再投資費用の内訳を示す。

表 12.15 再投資の内訳

再投資	総額	%	輸入税	付加価値税	他諸税	再投資合計 (百万 BDT)
プラントおよび機械類-内貨	非公開情報					
プラントおよび機械類-外貨						

(6) 運転管理費

FIRR 計算では、表 12.11 に示した運転管理費を第2期事業に適用する。2012年価格に基づく運転管理費用は、変動費用、固定費用 A（福祉と人件費および管理費）、そして固定費用 B（維持費）のそれぞれに、1年当たり 3.7%、3.5%および2%の価格上昇を適用することにより2021年価格に変換する。

(7) 生産水量および無収水（NRW）割合

FIRR 計算では表 12.7 に示した生産水量、配水量、NRW 割合、および有収水量を使用する。

(8) 料率および徴収効率

FIRR 計算では、12.2.1 で述べた仮定条件および表 12.4 に示した2021年の料率を適用する。

(9) 水道料金収入

表 12.16 に FIRR 計算に使用した水道料金収入を示す。

表 12.16 水道料金収入

会計年度	稼働率 (%)	生産水量 (百万 m ³ /年)	NRW (%)	有収水量 (百万 m ³ /年)		料率 (BDT/m ³)		水道料金収入 (百万 BDT/年)		料金徴収率	水道料金収入 (百万 BDT)
				家庭	非家庭	家庭	非家庭	家庭	非家庭		
2021	80%	41.76	20%	25.25	8.15	9.71	27.51	245.22	224.23	100%	469.44
2022	85%	44.37	19%	27.17	8.77	9.71	27.51	263.80	241.22	100%	505.02
2023	90%	46.98	18%	29.12	9.40	9.71	27.51	282.77	258.56	100%	541.33
2024	95%	49.59	17%	31.11	10.04	9.71	27.51	302.11	276.26	100%	578.37
2025	100%	52.20	16%	33.15	10.70	9.71	27.51	321.85	294.30	100%	616.15
2026	100%	52.20	15%	33.54	10.83	9.71	27.51	325.68	297.80	100%	623.48
2027-2049	同上										
2050	100%	52.20	15%	33.54	10.83	9.71	27.51	325.68	297.80	100%	623.48

12.3.2 財務実行可能性分析

資本の財務的機会費用(FOCC)は、「バ」国の財務省証券レートおよびインフレ率を基に推定される。5年の「バ」国政府財務省短期証券の加重平均利率は2012年7月に11.48%、一般的な消費者物価指数(CPI)のインフレ率は同月で10.62%であった。したがって、FOCCは0.78%となる。現在の料率を適用したキャッシュ・フロー、FNPVおよび第2期事業のFIRRの計算を表12.17に示す。

表 12.17 財務キャッシュ・フロー

(百万 BDT)

会計年度	資本費用	再投資	運転管理費	水道料金収入	純収支
2013					
2014					
2015					
2016					
2017					
2018					
2019					
2020					
2021					
2022					
2023					
2024					
2025					
2026					
2026-2033	同上				
2034					
2035					
2036					
2037					
2038					
2039					
2040					
2041					
2042-2049	同上				
2050					
Total					
FNPV:	非公開情報		FOCC: 0.78%		FIRR: -7.07%

- FNPV: 非公開情報
- FIRR: マイナス 7.07%

現在の料率が比較的安く設定されているため、水道料金収入が運転管理コストを回収するには適切であるが、資本投資費用を回収するには不適當であることを分析結果は示唆している。

12.3.3 財務実行可能性の感度分析

感度分析に考慮した要因は、運転管理コストの 5%および 10%ずつの増加と減少である。感度分析の結果を表 12.18 に示す。

表 12.18 財務感度分析

要因	FIRR	FNPV
運転管理費 10%減少	-6.55%	非公開情報
運転管理費 5%減少	-6.80%	
ベースケース	-7.07%	
運転管理費 5%増加	-7.35%	
運転管理費 10%増加	-7.65%	

現在の料率に基づいた水道料金収入は運転管理コストを回収するには適切であるが、資本費用まで回収するには不適當である。したがって、合理的な投資効率を得るにはより高い料率を採用することが第 2 期事業に重要である。表 12.19 により高い料率に基づいた FIRR と FNPV の感度分析を示す。

表 12.19 より高い料率の FIRR と FNPV

項目	FIRR	FNPV
ベースケース	-7.07%	非公開情報
家庭用料金 2021 年価格 9.71BDT/m ³		
非家庭用料金 2021 年価格 27.51BDT/m ³		
料率値上げ 170%	0.78%	
家庭用料金 2021 年価格 26.22BDT/m ³		
非家庭用料金 2021 年価格 74.28BDT/m ³		

この分析は、家庭用水 BDT26.22/m³、非家庭用水 BDT74.28/m³への 2021 年の 170%の料金値上により、FIRR と FNPV が 0.78%および BDT 非公開情報 になることを示す。

事業実施によってもたらされる経済便益を考えれば、投資に対して不適當な配当しか得られないとしても、12.2.4(2)で議論された財政的援助をすることを政府は考慮すべきである。

12.4 事業の経済評価

12.4.1 方法および仮定

EIRR と ENPV の計算に使用された主な仮定および重要なパラメータは、FIRR と FNPV の計算に使用されたものと同じである。財務評価に使用されたものと異なる特殊因子を以下に述べる。

(1) 経済費用

財務コスト（市場価格）は 2021 年価格の経済コスト（経済価格）に変換される。資本投資および運転管理のための費用は貿易財と非貿易財に区分する。非貿易財の市場価格は経済価格へ標準変換係数（SCF）を適用して変換する。貿易財は変換を必要としない。資本投資費用および運転管理費用に含まれている、輸入関税、税および VAT は移転項目と見なされる。それは、或る者から他者へ、全体として実物資源として増減なしに移転可能な経済資源（国全体で考えればプラスマイナス 0）として定義される。従って、そのような費用は経済費用と見なさない。

(2) 標準変換係数

標準変換係数（SCF）は非貿易財を国境価格に変換する近似法である。第 2 期事業に関しては、同じ条件を持った同様の国々の例に基づいて、市場価格を経済価格へ変換するために 0.9 の SCF を適用して調節する¹。

(3) 資本投資

資本費の外貨部分は貿易財と見なし、内貨部分は非貿易財 90%、熟練労働者の 1%および非熟練労働者の 9%をそれぞれ含むと仮定する。これらの構成は、内貨部分の 60%が調達すべき材料費用、また、40%は契約者の内部費用および利益という仮定に基づく。40%の半分（内貨部分の 20%）は契約者のためのコストと見なす。4分の1（内貨分の 10%）は契約者のための利益で、残りの 4分の1（内貨分の 10%）は、労務費（1%は熟練工、9%が未熟練工）である。非貿易財は 0.9 の SCF の適用により経済価格に変換する。

熟練工のための賃金は非貿易財である。また、それを経済価格に変換するために 0.9 の SCF が適用される。非熟練労働者の賃金の過大評価を修正するために 0.7²の変換係数を適用する。さらに 0.9 の SCF レートを適用し、市場価格から経済価格への変換係数は 0.63 [=0.7×0.9]となる。

輸入関税、税および VAT は、工事契約者から GOB への移転支出となるので、資本費用から除外する。

¹ Reference: Pakistan Water Sector Strategy Medium Term Investment Plan Volume 3 October 2002, Padma Multipurpose Bridge Project Economic Analysis 2010 RRP BAN 35049-01, Implementation Completion and results Report for the Kerala Rural Water Supply and Environmental Sanitation Project 2009 Report No ICR0000482.

² Reference: SAPROF for Karnaphuli Water supply Project

表 12.20 に事業費の市場価格から経済価格への変換を要約して示す。

表 12.20 経済価格への事業費の変換

費 目	市場価格(百万 BDT)	経済価格(百万 BDT)
A. 建設工事費用		非公開情報
A-1. 土木建設工事費		
a. 取水施設、浄水場		
b. 配水池および高架水槽		
小計		
A-2. プラント、機器、管、その他		
a. 取水施設		
b. 配水池および高架タンク		
小計		
A-3. 導水管、送水管、配水管		
a. 導水管および送水管		
b. 光ファイバー・ケーブル		
c. 配水管（本管）		
d. 監視制御システム		
e. 二次配水管網		
f. 給水接続		
g. 貧困地区給水		
小計		
A-4. 建設工事一般費用ならびに紛争調停委員会費用		
a. 取水施設、浄水場、配水池および高架水槽		
b. 導水管および送水管		
c. 一次・二次・三次配水管		
小計		
A-5. 資機材調達		
a. 戸別接続用資機材		
b. 維持管理用車両		
c. 維持管理用機材		
小計		
A-6. プロジェクト実施支援ユニット		
A-7. 建設費合計 (A-1～A-6)		
A-8. 建設費価格予備費 (2.1% A-7 FC, 4.9% A-7 LC)		
A-9. 建設費技術予備費 (5% x A-7 & A-8)		
A-10. 建設費用総計 (A-7～A-9)		
a. 材料費 (60% x A-10)		
b. 工事費 (40% x A-10)		
c. 工事費利益 (10% x A-10 b)		
d. 利益に対する税金 (27.5% x A-10 c)		
建設費用総合計 (A-10 - A-10 d)		
B. コンサルタント費用		
B-1. コンサルタント費		
B-2. 価格予備費 (2.1% B-1 FC, 4.9% B-1 LC)		
B-3. 技術予備費 (5% x B-1 & B-2)		
a. 直接費 (30% x B-1～B-3)		
b. コンサルタント費 (70% x B-1～B-3)		
c. コンサルタント費利益 (10% x B-3 b)		
d. 利益に対する税金 (27.5% x B-3 c)		
コンサルタント費用合計 (B-1～B-3 - B-3 d)		
C. 合計 (A + B)		
D. CWASA 管理費		
E. その他手数料		
a. 銀行手数料		
事業費合計		

変換係数: 0.95

表 12.21 に示すように資本投資費用の加重変換係数は 0.95 である。

表 12.21 変換係数

項目	市場価格(税を除く)BDT	%	変換係数	経済価格
建設調達費用 外貨部分	非公開情報			
建設調達費用 内貨部分				
非貿易財 (内貨の 90%)				
熟練工 (内貨の 1%)				
非熟練工(内貨の 9%)				
コンサルタント費用				
外貨				
内貨				
合計				

(4) 再投資

再投資費用は、プラントおよび機械類の外貨部分(1.0の変換係数を伴う貿易財)と、0.9の変換係数を乗じた非貿易財であるプラントおよび機械類の内貨部分から構成される。表 12.22 に経済再投資費用の計算の内訳を示す。

表 12.22 経済再投資費用

(BDT mil.)

再投資費用	総額	%	輸入税	付加価値税	他諸税	税を除く再投資費用	変換係数	経済価格
プラントおよび機械類-内貨	非公開情報							
プラントおよび機械類-外貨								

(5) 運転管理費

運転管理費は電力と燃料、薬品、人件費、福利厚生および管理、および維持費と修繕費を含む。電力と燃料および薬品のコストは貿易財として、1.0の変換係数を使用する。人件費、福利厚生・管理費は0.9の変換係数の適用により変換する。維持・補修費は非貿易財と仮定して0.9の変換係数の使用により変換する。運転管理費のVATおよび税は除外する。表 12.23 に変換された経済運転管理費の内訳と使用した変換係数を示す。

表 12.23 運転管理費変換係数

項目	市場価格(除税金) (BDT)	対総費用%	変換係数	経済価格
m ³ あたり燃料費	0.36	9.89%	1.00	0.36
m ³ あたり電力費	2.67	73.35%	1.00	2.67
m ³ あたり薬品費	0.61	16.76%	1.00	0.61
m ³ あたり変動費合計	3.64	100.00%	1.00	3.64
人件費	10,481,455	非公開情報	0.90	9,433,310
福利厚生・管理費	5,240,727		0.90	4,716,654
維持・補修費	非公開情報			
固定費合計	非公開情報			

運転管理費は2012年の価格に基づき、1年当たり、3.7%、3.5%および2%の価格上昇を、変動費用、固定費用A(人件費および福利厚生と管理)および固定費用B(メンテナンスと修理)にそれぞれ適用することにより、2021年価格に変換される。表12.24に経済キャッシュ・フローの計算に使用した2021年価格の経済運転管理費を示す。

表 12.24 2021年価格の経済運転管理費

会計年度	単価			稼働率 (%)	年間生産水量 (m ³)	年間運転管理費 (経済価格) (BDT)				
	変動費 (BDT/m ³)	固定費 A. (BDT/年)	固定費 B. (BDT/年)			変動費	固定費 A.	固定費 B.	年間運転管理費 (経済価格)	
2021	5.05	19,284,948	非公開情報	80%	41,756,000	210,779,845	19,284,948	非公開情報		
2022	5.05	19,284,948		85%	44,365,750	223,953,585	19,284,948			
2023	5.05	19,284,948		90%	46,975,500	237,127,325	19,284,948			
2024	5.05	19,284,948		95%	49,585,250	250,301,066	19,284,948			
2025	5.05	19,284,948		100%	52,195,000	263,474,806	19,284,948			
2026-2049 同上										
2050	5.05	19,284,948		100%	52,195,000	263,474,806	19,284,948			

(6) 経済便益

第2期事業のために定量できる2つのカテゴリーの経済便益(すなわち直接便益および間接便益)がある。直接便益は、「支払意志額」(WTP)の値に基づいて評価される第2期事業から配水された水の金銭価値であり、間接便益は事業による水の供給によって水コストが削減されることにより得られる利益の金銭価値である。

1) 直接便益(支払意志額)

直接の利益は「支払意志額」(WTP)に基づいて評価される。社会経済調査によれば76%の回答が、現在の料金の1.5倍以内の料金の支払意思を示した。財務評価に使用された2021年の料率は、家庭用水消費者のためのBDT9.71/m³および非家庭用水消費者のためのBDT27.51/m³である。これらの料率は、2012年の料率(つまり家庭用水消費者のBDT6.57/m³および非家庭用水消費者の

BDT18.61/m³)の1.48倍の料率である。したがって、WTP値は財務評価に使用した2021年の料率と等価であると考えられるため、WTPは財務評価のための水道料金収入適用額と等価とする。

2) 間接便益(消費者の水コスト削減)

CWASAの制限給水により、給水車によって供給されたか、個人の管井から汲み出された水を多くの消費者が使用している。消費者はそのような供給源からの水に高い費用を費やしており、第2期事業は水のために必要とされる経費を削減し便益をもたらす。CWASAの配水に払われる費用が14.05 BDT/m³であり、他の供給源の水の平均費用は169.11 BDT/m³ (2021年価格)と推定されるため、消費者は他の供給源からCWASA配水に転換することにより155.06 BDT/m³の利益を得ることができる。したがって、転換される25,565,936m³の水量に基づきBDT 非公開情報の経済便益が得られるものと推定した。

12.4.2 経済便益の分析

表12.25に第2期事業の経済キャッシュ・フローおよびEIRRとENPVを示す。

表 12.25 経済キャッシュ・フロー

(BDT mil.)

会計年度	資本投資	再投資	運転管理費	支払意志額 (WTP)	間接便益	純便益
2013						
2014						
2015						
2016						
2017						
2018						
2019						
2020						
2021						
2022						
2023						
2024						
2025						
2026						
2027-2033	同上					
2034						
2035						
2036						
2037						
2038						
2039						
2040						
2041						
2042-2049	同上					
2050						
Total						
ENPV:		非公開情報		EOCC: 10%		EIRR: 11.87%

非公開情報

結果は次のとおり；

➤ EIRR: 11.87%

➤ ENPV: 10% 割引率で BDT 非公開情報

水道事業の資本の経済機会費用 (EOCC) は通常 10% と 12% の間で推定され、EIRR および ENPV 対 EOCC に鑑み、第 2 期事業は正当な経済便益を持つと評価される。

12.4.3 経済便益の感度分析

感度分析に考慮された要因は、運転管理費、直接の利益 (支払意志額: WTP) および間接の経済便益 (IEB) のそれぞれの 5% および 10% ずつの増加/減少である。感度分析の結果を表 12.26 に示す。

表 12.26 経済感度分析

要因	EIRR	ENPV
運転管理費 10%減少	11.94%	非公開情報
運転管理費 5%減少	11.91%	
ベースケース	11.87%	
運転管理費 5%増加	11.84%	
運転管理費 10%増加	11.81%	
支払意志額 10%減少	11.82%	
支払意志額 5%減少	11.85%	
ベースケース	11.87%	
支払意志額 5%増加	11.90%	
支払意志額 10%増加	11.93%	
間接便益 10%減少	10.84%	
間接便益 5%減少	11.36%	
ベースケース	11.87%	
間接便益 5%増加	12.37%	
間接便益 10%増加	12.85%	

支払意志額 (WTP) が 10% 減少しても EIRR は 11% 以上であり、間接の経済便益 (IEB) が 10% 減少しても 10% 以上、運転管理費が 10% 増加しても 11% 以上であることを感度分析は示している。したがって、第 2 期事業の経済有効性は定量的に妥当である。

12.4.4 経済便益の総括的評価

水の適切な供給はチッタゴンで増加する水需要を満たすには不可欠である。第 2 期は第 1 期事業と同様に、改善された水供給と市民の衛生の環境および市民の健康の改善に対する公共の要求への対応に著しく寄与する。

投資の量的経済収益およびこれらの質的効果を考慮すると、困難な財務状態ではあるが第 2 期事業は妥当と評価できる。