

スリランカ国
都市計画・上水道省
国家上下水道公社（NWSDB）

スリランカ国
アヌラダプラ県北部上水道整備事業
フェーズ2実施に向けた補足調査

ファイナルレポート

要 約

平成28年2月
(2016年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社NJSコンサルタンツ

南ア
CR(5)
15-059

本報告書では下記に示す 2015 年 11 月現在の外貨換算レートを適用している。

外貨換算レート： LKR 1.00 = JPY 0.864

USD 1.00 = JPY 120.1

LKR: Sri Lankan Rupee スリランカ・ルピー

JPY: Japanese Yen 日本円

USD: United States Dollars 米ドル

スリランカ国
都市計画・上水道省
国家上下水道公社（NWSDB）

スリランカ国
アヌラダプラ県北部上水道整備事業
フェーズ2実施に向けた補足調査

ファイナルレポート

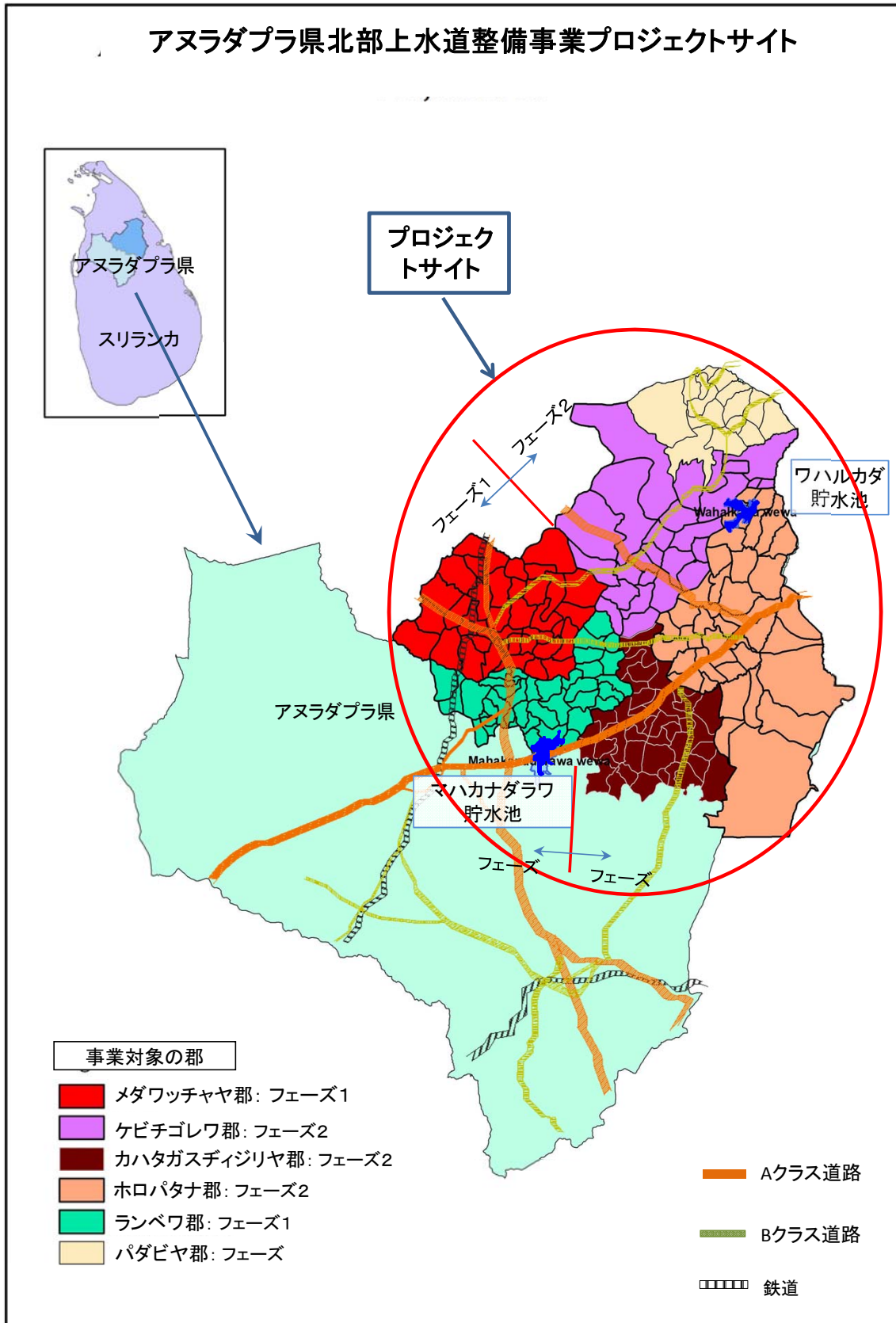
要 約

平成28年2月
(2016年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社NJSコンサルタンツ

アヌラダプラ県北部上水道整備事業プロジェクトサイト



調査対象地域位置図

目 次

調査対象地域位置図	
目次.....	(i)
表一覧.....	(iii)
図一覧.....	(vi)
付属資料一覧.....	(vii)
略語集.....	(viii)
第1章 補足調査の背景.....	1-1
1.1 調査の背景.....	1-1
1.2 本調査の目的.....	1-1
1.3 調査団.....	1-1
1.4 調査工程.....	1-2
第2章 水需要予測.....	2-1
2.1 F/Sにおける水需要予測.....	2-1
2.1.1 算定フロー.....	2-1
2.1.2 水量予測.....	2-1
2.2 フェーズ1DDにおける水需要量予測.....	2-4
2.3 本調査における水需要量予測（フェーズ2）.....	2-9
第3章 フェーズ1プロジェクトのレビュー.....	3-1
3.1 フェーズ1プロジェクトスコープ.....	3-1
3.2 フェーズ1プロジェクトのコスト.....	3-12
3.3 フェーズ1プロジェクトの調達計画.....	3-15
第4章 フェーズ2プロジェクトのレビュー.....	4-1
4.1 フェーズ2のプロジェクト概要.....	4-1
4.2 フェーズ2のコンサルティングサービス.....	4-6
4.3 フェーズ2のプロジェクトコスト.....	4-8
4.4 積算結果の分析.....	4-14
4.5 フェーズ2の調達計画.....	4-18
4.6 本邦技術の適用.....	4-19
4.6.1 フェーズ2のコンポーネント.....	4-19
4.6.2 浄水場.....	4-20
4.6.3 管工事.....	4-20
4.6.4 SCADA.....	4-20

第 5 章	事業実施計画	5-1
5.1	契約パッケージ	5-1
5.2	調達方式	5-1
5.3	コンサルティングサービス (TOR)	5-2
5.4	プロジェクト実施工程表	5-2
第 6 章	経済財務分析	6-1
6.1	NWSDB の財務状況	6-1
6.1.1	NWSDB 全体	6-1
6.1.2	NWSDB North Central	6-4
6.2	CBO の財務状況	6-4
6.3	水道料金	6-10
6.4	財務的内部収益率	6-12
6.5	経済的内部収益率	6-19
第 7 章	運用・効果指標	7-1
第 8 章	環境社会配慮	8-1
8.1	環境社会配慮に関する政策等のレビュー	8-1
8.2	用地取得の現状	8-5
8.3	フェーズ 1 からの教訓	8-12
8.4	環境マネジメント	8-14
8.5	環境モニタリングおよびその実施体制	8-15
8.6	環境チェックリスト	8-16
8.7	提言	8-25

表一覧

表 2.1-1	調査区域における人口増加予測	2-3
表 2.1-2	計画諸元	2-4
表 2.1-3	浄水場建設ステージ毎の計画流量	2-4
表 2.2-1	D/D 時のマハカナダラワ・システムの人口予測.....	2-5
表 2.2-2	マハカナダラワ・システムにおける供給対象人口予測.....	2-5
表 2.2-3	マハカナダラワ・システムにおける給水人口予測.....	2-6
表 2.2-4	D/D におけるマハカナダラワ・システムの水需要予測.....	2-7
表 2.2-5	マハカナダラワ・システムにおける F/S と D/D の水量の比較	2-8
表 2.2-6	設計諸元および水量比較表	2-8
表 2.3-1	ワハルカダ・システムにおける供給対象人口予測.....	2-9
表 2.3-2	ワハルカダ・システムにおける給水人口予測	2-10
表 2.3-3	ワハルカダ・システムにおける水需要予測	2-12
表 2.3-4	ワハルカダ・システムにおける F/S と本調査の水量比較（フェーズ 2）	2-11
表 2.3-5	ワハルカダ・システムにおける設計諸元及び水量のまとめ.....	2-13
表 3.1-1	スリランカでの加圧浮上法の浄水場	3-2
表 3.1-2	マハカナダラワ浄水場の構造物の概要	3-6
表 3.1-3	配水池及び高架水槽	3-8
表 3.1-4	HDPE 管-ロット B	3-11
表 3.1-5	PVC 管-ロット C	3-11
表 3.2-1	フェーズ 1 の F/S 時と D/D 時のコスト比較概要	3-13
表 3.2-2	ロット A コスト増の概要	3-14
表 3.2-3	詳細設計において付加された施設のコスト	3-14
表 3.3-1	契約パッケージ概要	3-16
表 4.1-1	ハンバントタ地区ルフヌプラ浄水場の原水及び処理水の濁度.....	4-2
表 4.1-2	ロット C における管延長及び口径の調整.....	4-4
表 4.1-3	フェーズ 1 詳細設計のロット C における種類別管延長	4-4
表 4.1-4	旧給水車給水地区の管配水システムのロット C における管径別管延長	4-5
表 4.1-5	フェーズ 2 におけるロット D 及びロット E の内容	4-5
表 4.2-1	詳細設計及び入札補助の必要人月（MM）	4-6
表 4.2-2	施工監理の必要人月（MM）	4-7
表 4.2-3	D/D 及び T/A でのコンサルティングサービス費用内訳	4-7
表 4.2-4	C/S でのコンサルティングサービスの費用内訳	4-8
表 4.3-1	交換レートの変更	4-9
表 4.3-2	積算に用いる比率	4-9
表 4.3-2	ロット A での積算	4-10
表 4.3-3	2011 年及び 2015 年における NWSDB レートブックの複合単価比較	4-10

表 4.3-4	ロット B の積算.....	4-12
表 4.3-5	ロット C の積算.....	4-13
表 4.3-6	ロット D の積算結果.....	4-14
表 4.3-7	ロット E の積算結果.....	4-14
表 4.3-8	F/S 及び本調査のコスト比較.....	4-15
表 4.3-9	F/S と本調査の事業費比較（タンク車給水区域事業費除外）.....	4-16
表 4.3-10	配水管単価の比較（F/S と本調査）.....	4-16
表 4.3-11	Rate Book 2014、2015 の工事単価比較.....	4-18
表 4.4-1	フェーズ 1 ワハルカダ・システムのスコープ.....	4-18
表 5.1-1	Wakahalkada システムプロジェクトにおける契約パッケージ案.....	5-1
表 5.4-1	概略工程.....	5-3
表 6.1-1	NWSDB の損益計算書.....	6-1
表 6.1-2	直接経費及び間接経費の割合（表 6.1-1 に基づく）.....	6-2
表 6.1-3	NWSDB のキャッシュフロー計算書.....	6-3
表 6.1-4	NWSDB RSC-North Central の予算.....	6-4
表 6.2-1	Padavi Parakkrama Pura CBO の組織.....	6-5
表 6.2-2	Padavi Parakkrama Pura CBO の人口等.....	6-5
表 6.2-3	Padavi Parakkrama Pura CBO の財務諸表.....	6-6
表 6.2-4	Mahadellankudawala Pandukhabaya CBO の組織.....	6-7
表 6.2-5	Mahadellankudawala Pandukhabaya CBO の給水人口及び稼働実績.....	6-7
表 6.2-6	Mahadellankudawala Pandukhabaya CBO の財務諸表.....	6-8
表 6.2-7	Nildiya Thanuththegama CBO の組織.....	6-9
表 6.2-8	Nildiya Thanuththegama CBO の人口等.....	6-9
表 6.2-9	Nildiya Thanuththegama CBO の財務データ.....	6-10
表 6.3-1	NWSDB の料金表-家庭用.....	6-11
表 6.3-2	NWSDB の料金表-非家庭用(SME).....	6-11
表 6.3-2	CBO の水道料金.....	6-12
表 6.4-1	マハカナダラワ・システム第一期プロジェクト費用.....	6-13
表 6.4-2	ワハルカダ・システム第一期プロジェクト費用.....	6-14
表 6.4-3	維持管理費.....	6-15
表 6.4-4	プロジェクト全体の FIRR.....	6-16
表 6.4-6	マハカナダラワ・システムの FIRR.....	6-17
表 6.4-7	ワハルカダ・システムの FIRR.....	6-18
表 6.4-8	感度分析.....	6-19
表 6.5-1	EIRR 感度分析.....	6-20
表 6.5-2	プロジェクト全体の EIRR（第一期）.....	6-22
表 6.5-3	マハカナダラワ・システムの EIRR（第一期）.....	6-23
表 6.5-4	ワハルカダ・システムの EIRR（第一期）.....	6-24

表 7.2-1	運用効果指標	7-1
表 8.1-1	スリランカ国環境に関する基準および規格	8-1
表 8.1-2	飲料水水質基準比較	8-2
表 8.1-3	NWSDB によるワハルカダの水質モニタリング結果要約	8-4
表 8.1-4	新旧ガス基準の比較（ガソリン車）	8-5
表 8.1-5	新旧ガス基準の比較（ディーゼル車）	8-5
表 8.2-1	用地取得状況（2015 年 11 月 3 日現在）	8-6
表 8.6-1	プロジェクトのスコープ変更に伴う環境社会配慮事項	8-16
表 8.6-2	環境チェックリスト	8-17

図一覧

図 2.1-1	水需要量算定フロー	2-1
図 2.1-2	対象区域	2-2
図 2.2-1	マハカナダラワ・システムにおける水の需要と供給の関係	2-9
図 2.3-1	ワハルカダ・システムにおける水需要と供給の関係	2-13
図 3.1-1	マハカナダラワ浄水場の計画水量	3-2
図 3.1-2	マハカナダラワ浄水場の概略処理フロー	3-3
図 3.1-3	マハカナダラワ浄水場の処理システム概要図	3-5
図 3.1-4	マハカナダラワ浄水場のレイアウト	3-7
図 3.1-5	マハカナダラワ送配水システム概要図	3-10
図 3.2-1	フェーズ1のF/S時とD/D時のコスト比較	3-13
図 4.1-1	本調査 計画浄水プロセス	4-1
図 4.1-2	送水管ヤン・オヤ迂回ルート	4-3
図 4.3-1	F/S 及び本調査時点での複合単価の差	4-11
図 6.1-1	直接経費及び間接経費の割合(unit 1000 LKR)	6-2
図 6.1-2	直接経費の割合(unit 1000 LKR)	6-3
図 6.3-1	NWSDB 水道料金単価- 産業 (中小企業)	6-11
図 8.3-1	現在の灌漑地区と Yan Oya 灌漑プロジェクトによる灌漑地区	8-13
図 8.4-1	アヌラダプラ県の土地利用図	8-15

付属資料一覧

- 付属資料 3.1-1 水質データ
- 付属資料 3.1-2 水処理プロセス検討
- 付属資料 3.1-3 処理プロセス選定プレゼンテーション
- 付属資料 3.1-4 処理プロセス協議議事録
- 付属資料 3.2-1 フェーズ 1 工事費積算
- 付属資料 3.2-2 NWSDB2011 工事費レート
- 付属資料 3.2-3 NWSDB2014 工事費レート
- 付属資料 3.2-4 NWSDB2015 工事費レート

- 付属資料 4.1-1 ハンバントタ地区ルフヌプラ浄水場のプレゼンテーション
- 付属資料 4.1-2 ルフヌプラ浄水場の水質データ
- 付属資料 4.2-1 フェーズ 2 詳細設計・入札支援コンサルタントサービス TOR
- 付属資料 4.2-2 フェーズ 2 施工監理コンサルタントサービス TOR
- 付属資料 4.2-3 フェーズ 2 コンサルタントサービス要員スケジュール
- 付属資料 4.3-1 フェーズ 2 工事費積算
- 付属資料 4.3-2 管工事費単価

- 付属資料 6.1-1 NWSDB 財務データ
- 付属資料 6.3-1 NWSDB 水道料金表

- 付属資料 7.2-1 CBO 水質データ
- 付属資料 7.2-2 CBO 概要表

- 付属資料 8.1-1 飲料水水質基準 614-2013
- 付属資料 8.1-2 水質モニタリング結果
- 付属資料 8.1-3 排ガス規制
- 付属資料 8.1-4 環境に係る環境庁の提言
- 付属資料 8.2-1 補償に係る報告
- 付属資料 8.4-1 フェーズ 1 環境管理計画
- 付属資料 8.4-2 フェーズ 2 環境管理計画
- 付属資料 8.5-1 フェーズ 2 環境モニタリング計画
- 付属資料 8.5-2 フェーズ 2 環境モニタリングフォーム
- 付属資料 8.6-1 環境チェックリスト

略語集

略語	英名	和名
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
CBO	Community Based Organization	
CEA	Central Environmental Authority, The Ministry of Environment and Natural Resources (ME&NR)	中央環境委員会
CEB	Ceylon Electric Board	セイロン電力公社
CFI	Community Fluorosis Index	地域フッ素症指数
CKD	Chronic Kidney Diseases	慢性腎不全
CMC	Colombo Municipal Council	コロンボ市
CWSSP	Community Water Supply and Sanitation Program	地域水供給衛生プログラム
DIP	Ductile Iron Pipe	ダクタイル鋳鉄管
DSD	Divisional Secretary Division	郡
EIA	Environment Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部利益率
ET	Elevated Water Tank	高架水槽
FC	Foreign Currency	外貨
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部利益率
FSL	Full Storage Level	満水位
GND	Grama Niladhari Division	(行政の最小単位)
GOJ	Government of Japan	日本国政府
GOSL	Government of Sri Lanka	スリランカ国政府
GPRS	General Packed Radio Service	汎用パケット無線システム
HWL	High Water Level	高水位
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IFRC	International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies	国際赤十字・赤新月連盟
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KfW	German government-owned development bank, (Kreditanstalt fr Wiederaufbau)	ドイツ復興金融公庫
LA	Local Authority	地方自治体
LC	Local Currency	現地通貨
LCD	Liquid Crystal Display	液晶
LWL	Low Water Level	低水位
MCC	Motor Control Centre	モーターコントロールセンター
MCCB	Molded Case Circuit Breaker	配線用遮断器
MWSD	Ministry of Water Supply and Drainage	水供給排水省
NCP	North Central Province	北西部地域
NRW	Non Revenue Water	無収水
NWSDB	National Water Supply and Drainage Board	国家上下水道公社
OIC	Officers in Charge	施設長
PCC	Project Coordination Committee	プロジェクト調整会議

略語	英名	和名
PD	Project Director	プロジェクトディレクター
PE pipe	Polyethylene Pipe	塩ビ管
PLC	Programmable Logic Controller	プログラマブルロジックコントローラー
PMCU	Project Management and Coordination Unit	プロジェクトマネジメント調整ユニット
PS	Pump Station	ポンプ場
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転アクションプラン
RWS	Rural Water Supply	地域給水
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	遠隔監視制御装置
SIDA	Swedish International Development Agency	スウェーデン国際開発機構
SLFP	Sri Lankan Freedom Party	スリランカ自由党
SP	Steel Pipe	鋼管
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund	国連児童基金
UPFA	United People's Freedom Alliance	統一人民自由連合
UPS	Uninterruptible Power Systems	無停電電源装置
VPN	Virtual Private Network	仮想私設通信網
WB	World Bank	世界銀行
WHO	World Health Organization	世界保健機構
WRC	Water Resources Council	水資源理事会
WRS	Water Resources Secretariat	水資源事務局
WRT	Water resources Tribunal	水資源裁判所
WSS	Water Supply Scheme	水道事業
WTP	Water Treatment Plant	浄水場

第 1 章

補足調査の背景

第1章 補足調査の背景

1.1 調査の背景

スリランカ民主社会主義共和国（以下、「スリランカ」という。）では、人口の85.2¹%は、水供給システム、井戸および／または雨水による安全な水へのアクセスを持っている。しかし、北中部州に位置するアヌラダプラ県において、住民の多くは水源として井戸に頼っており、またその水源である地下水には高いフッ化物濃度が確認されている。高濃度のフッ素の摂取は骨や歯に異常をきたし、また、慢性腎疾患（以下、「CKD」と言う。）の主要な原因になるとも言われていることがあるため、この地域の水源を地下水から表流水に変更することが緊急に必要とされた。

そこで、実施機関である国家上下水道公社（以下、「NWSDB」という。）は「アヌラダプラ県北部水供給プロジェクト」（以下、「プロジェクト」という。）を立ち上げ、2013年に実施されたJICAによる準備調査（以下、「F/S」という。）を元に円借款による事業実施を進めることとなった。これを受け、「アヌラダプラ北部水供給プロジェクト（Phase1）」（以下、「フェーズ1」という。）の詳細設計（以下、「D/D」という。）が実施され、その段階において、水供給方法、浄水処理方法等、スコープが一部変更された。さらに、このD/D段階において算定された事業費はF/S時の想定事業費を大幅に上回った。

これらのフェーズ1での状況を勘案すると、「アヌラダプラ県北部水供給事業（Phase2）」（以下、「フェーズ2」という。）においても事業費の増加が懸念されたため、フェーズ2事業施のためには、追加の情報収集および事業費算出方法の検証が必要とされ、この補足調査（以下、「本調査」という。）が実施されることとなった。

1.2 本調査の目的

本調査は、追加情報の収集、分析とそれらに基づく提言、また円借款プロジェクトとしての妥当性の検討を行うことを目的として実施する。

1.3 調査団

以下のメンバーにて調査を実施した。

- (1) 総括/上水道計画 : 木口 孝文
- (2) 施工計画/積算1 : 佐野 博文
- (3) 施工計画/積算2 : M. M. P. M. Bandara
- (4) 経済財務分析 : 末武 透
- (5) 環境社会配慮 : 亀海 康子

¹ NWSDB WEB Site on 14th January 2016: file:///C:/Users/NJS-Temp/Downloads/ASW%20Coverage%20June%202015.pdf
Piped Water Supply: 45.0%, Protected Dug Well: 36.5%, Tube Wells/Hand Pumps: 3.2%, Rain Water Harvesting & others: 0.5%, No access to Safe Water: 14.8%

1.4 調査工程

- (1) Stage 1 (2015年10月15日~10月18日) : 現地調査準備
- (2) Stage 2 (2015年10月19日~11月8日) : 現地調査
- (3) Stage 3 (2015年11月9日~11月30日) : 収集データ分析
- (4) Stage 4 (2015年12月1日~12月10日) : DFRの説明及び協議
- (5) Stage 5 (2015年12月11日~2016年2月3日) : FR作成

第 2 章

水需要予測

第2章 水需要予測

2.1 F/Sにおける水需要予測

本節では F/S において実施した水需要予測、及びその後の変更について説明する。

2.1.1 算定フロー

水需要量は以下の図 2.1-1 に示すフローの通り算定された。

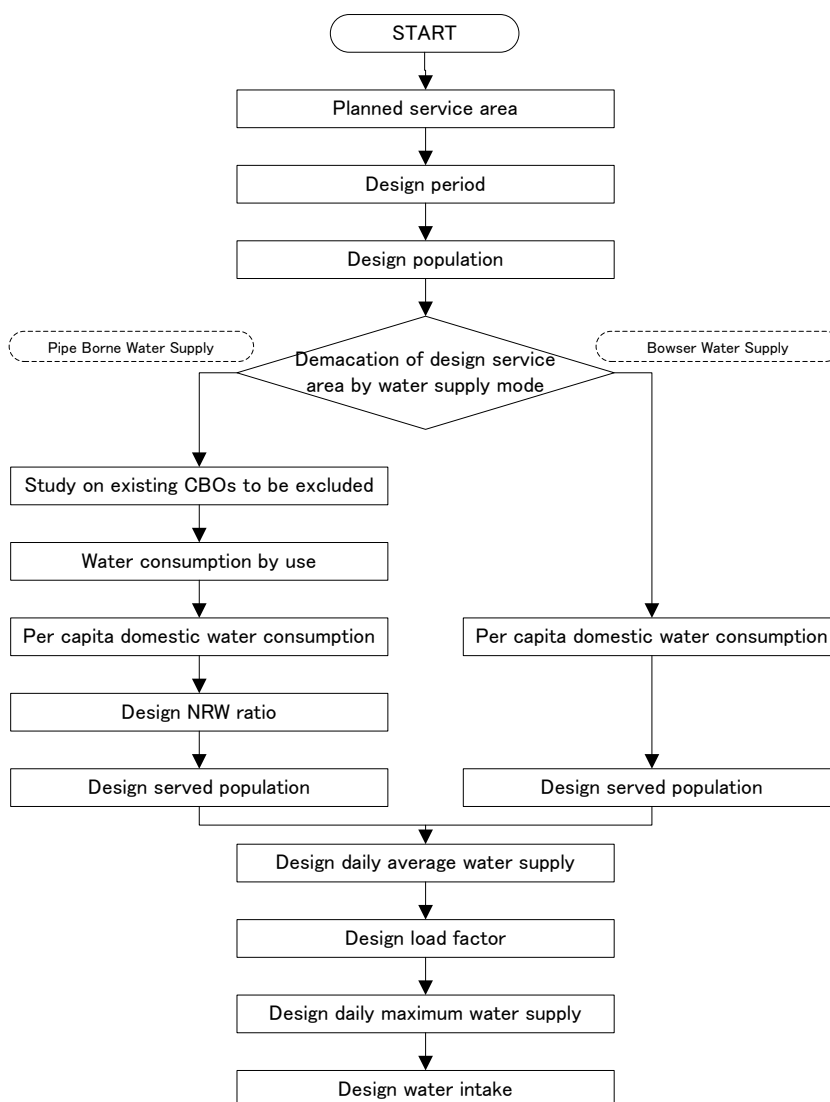


図 2.1-1 水需要量算定フロー

2.1.2 水量予測

(1) 計画給水地域

計画給水区域は、アヌラダプラ県の北東部に位置する Medawachchiya、Rambewa¹、Kebithigollewa、Horowpothana、Kahatagasdigiya、及び Padaviya の6つの DSD²を対象とした。このうち、Medawachchiya と Rambewa をフェーズ1で対象とし、残りの4つの DSD についてはフェーズ2の対象とした。

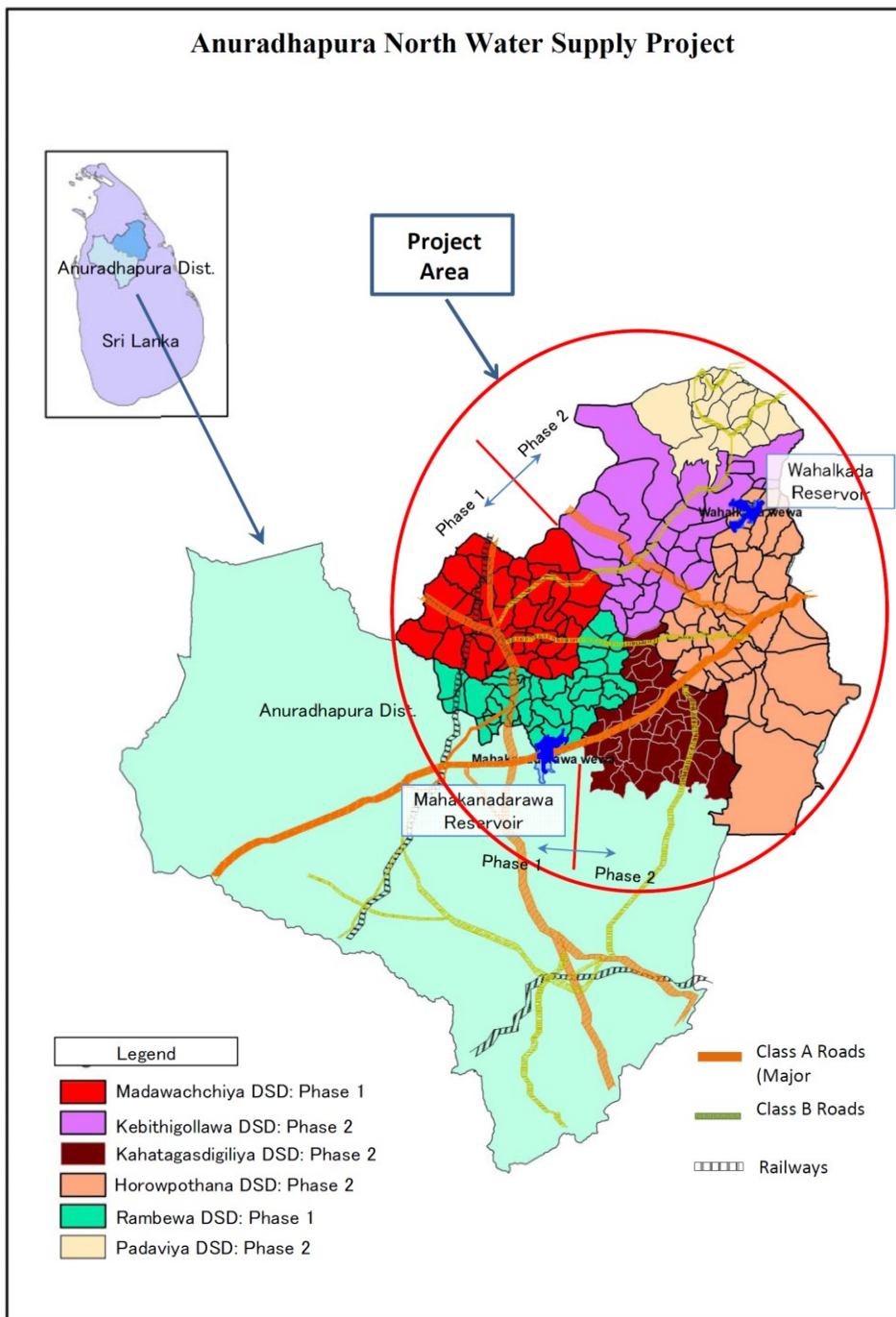


図 2.1-2 対象区域

¹ Mihinthale DSD 内の 2 GND の各一部における既存水道施設がマハカナダラワ・システムに接続するとして、D/D 時に対象地域に追加された。

² DSD: Divisional Secretary Division. District と GND の中間の行政単位。

(2) 計画諸元

計画年は目標年を2034年とし、中間目標年を2024年として計画した。計画人口予測の概要を表2.1-1に示す。

表 2.1-1 調査区域における人口増加予測

	Census	Estimated Population			Annual Average Growth Rate (%)		
	2001	2012	2024	2034	2012/2001	2024/2012	2034/2012
Padaviya	21,146	24,403	28,583	32,655	1.31	1.33	1.33
Kebithigollewa	19,457	23,007	27,661	32,276	1.54	1.55	1.55
Horoupothana	29,642	34,374	40,462	46,412	1.36	1.37	1.37
Kahatagasdigillia	33,572	39,096	46,234	53,219	1.39	1.41	1.41
Sub-total	103,817	120,880	142,940	164,562	1.39	1.41	1.41
Medawachchiya	40,469	47,533	56,688	65,677	1.47	1.48	1.48
Rambewa	31,604	36,325	42,355	48,207	1.27	1.29	1.29
Sub-total	72,073	83,858	99,043	113,884	1.39	1.40	1.40
Total	175,890	204,738	241,983	278,446	1.39	1.40	1.41

注:F/S時点では2012年の国勢調査が入手できなかったため、2001年の国勢調査から推定している。

一人当たりの生活用水消費水量は2012年において80LPCD³とし、毎年0.5LPCDずつ増加することとした。これにより、2024年には86LPCD、2034年には91LPCDとして計算を行った。また、非生活用水（商業・工業系用水）として、生活用水量の35%を見込んだ。一方、給水車による給水を行う予定の遠隔地においては、一人当たりの水需要量を10LPCDとし、これは年毎の増加はしないものとされた。

無収水率（以下、「NRW」という）については、プロジェクトでは既存の給水設備を活用し、送水管と一部の給水管は新設となることから、現状のアヌラダプラ県の低いNRWである20%が、将来的にも維持されると仮定された。

このように算出された水量は日平均水量であり、浄水施設の設計に用いる日最大水量を算定するために、日平均水量に変動係数である1.2を乗じている。

また、さらに管路計画に用いる時間最大水量は、日最大水量にピーク率2.0を乗じて算定している。

浄水施設・取水施設の設計には、浄水場内での損失が想定されるため日最大水量の5%の水量を上乗せした水量を用いている。これらの計画諸元を表2.1-2にまとめて示す。

³ LPCD: Liter Per Capita Per Day。一人一日当たりリッター

表 2.1-2 計画諸元

Design Water Demand		Application to Facility Design	Unit	Mahakanadarawa System			Wahalkada System		
				Pipe Borne Water Supply	Bowser Water Supply	Total	Pipe Borne Water Supply	Bowser Water Supply	Total
Water Supply Mode									
Design Served Population				92,597	19,303	111,900	144,745	16,723	161,468
Per Capita Domestic Water Consumption		= $80+0.5 \times (2034-2012)=91$	(LPCD)	91	10		91	10	
Premium for Non-domestic Water (35%)		=1.35		1.35	1		1.35	1	
NRW Ratio (20%)		= $100/(100-20)=1.25$		1.25	1		1.25	1	
Design Daily Average Water Supply (Dave)			(m ³ /day)	14,219	193	14,412	22,227	167	22,394
Design Load Factor to Dmax		=1.2							
Design Daily Maximum Water Supply (Dmax)		=Dave x 1.20	-Transmission Facility			17,294			26,873
Design Peak factor		=1.20							
Design Hourly Maximum Water Supply (Hmax)		=Dmax x 2.0	-Distribution Facility			34,588			53,746
Design Water Intake		=Dmax x 1.05	-Intake Pump Station -Raw water -Conveyance Facility -WTP (input)	(m ³ /day)		18,245 18,200 600		say Margin	28,217 28,200 600
Water Right						18,800			28,800

浄水場建設のための設計流量は表 2.1-3 に示すとおりとしていた。

表 2.1-3 浄水場建設ステージ毎の設計流量

	Stage-1 (2024)	Long-term Plan (2034)
マハカナダラワ浄水場		
日最大水量 (Output)	8,950 m ³ /day	17,900 m ³ /day
Production Capacity* (Input)	9,400 m ³ /day	18,800 m ³ /day
ワハルカダ浄水場		
日最大水量 (Output)	13,700m ³ /day	27,400 m ³ /day
Production Capacity* (Input)	14,400 m ³ /day	28,800 m ³ /day

*：“Production Capacity” は必要な浄水場への“Input”つまり原水取水量であり、“Output” は浄水場からの送水量であり日最大水量と同じである。Output が浄水場の処理能力である。

2.2 フェーズ 1 DD における水需要量予測

(1) 計画諸元

計画区域は、F/S 時には含まれていなかった 3つの GND⁴が D/D 時にフェーズ 1 事業に追加された。計画目標年は F/S 時と変わらず 2034 年とし、建設ステージ分けのための中間目標年を 2024 年とした。計画人口については、D/D 時には 2012 年の国勢調査の結果（暫定）が確認できたため、国勢調査の暫定値を用いて表 2.2-1 のとおり計画人口を更新した。

⁴ GND No.46 - Maha Kumbukgollewa, Medawachchiya DSD, GND No.587 - Doramadala, Mihinthale DSD, and GND No.588 - Ukkulankulama, Mihinthale DSD

表 2.2-1 D/D 時のマハカナダラワ・システムの人口予測

DSD	Area Category	Census	Increase	Projected Total Population				
		2012	Ratio	2019	2020	2024	2030	2034
Rambewa	Existing	14,919	1.33%	16,365	16,582	17,482	18,925	19,952
	New	21,877	1.33%	23,997	24,316	25,636	27,751	29,257
	Total	36,796	1.33%	40,361	40,898	43,118	46,675	49,208
Medawachchiya	Existing	22,032	1.33%	24,167	24,488	25,817	27,947	29,464
	New	24,711	1.33%	27,105	27,466	28,957	31,345	33,047
	Total	46,743	1.33%	51,272	51,954	54,774	59,293	62,511
Mihinthale	Existing	1,298	1.33%	1,424	1,443	1,521	1,646	1,736
	New	-	1.33%	-	-	-	-	-
	Total	1,298	1.33%	1,424	1,443	1,521	1,646	1,736
Total	Existing	38,249	1.33%	41,955	42,513	44,820	48,518	51,151
	New	46,588	1.33%	51,102	51,782	54,592	59,096	62,303
	Total	84,837	1.33%	93,058	94,295	99,413	107,614	113,455

一方、本調査時に国勢調査の最終結果が公表されたため、本調査では国勢調査の最終結果を用いて将来人口を算定した。算定にあたっては、全ての GND の 2001 年国勢調査からの実際の増加率を各々算定し、各 DSD 毎に各 GND を地理的特徴から 4 つの類型に分けて集計して算出した各 DSD の類型毎の平均増加率を各 GND の将来の想定増加率として適用した。また、F/S 時には給水車による給水を予定していた地域についても管給水地域として、表 2.2-2 のとおり供給対象人口を設定した。

表 2.2-2 マハカナダラワ・システムにおける供給対象人口予測

DSD	Area Category	Census	Projected Target Population				
		2012	2019	2020	2024	2030	2034
Rambewa	Existing	18,438	20,292	20,572	21,730	23,591	24,921
	New	18,344	20,282	20,576	21,792	23,752	25,156
	Total	36,782	40,574	41,147	43,521	47,343	50,077
Medawachchiya	Existing	29,204	32,006	32,428	34,172	36,967	38,956
	New	17,702	19,526	19,801	20,943	22,782	24,097
	Total	46,906	51,532	52,229	55,115	59,749	63,054
Mihinthale	Existing	1,303	1,446	1,468	1,558	1,704	1,809
	New	-	-	-	-	-	-
	Total	1,303	1,446	1,468	1,558	1,704	1,809
Total	Existing	48,945	53,744	54,467	57,460	62,262	65,686
	New	36,046	39,808	40,377	42,735	46,534	49,253
	Total	84,991	93,552	94,844	100,195	108,796	114,939

既存施設の給水人口については、現状の普及率から将来の2034年100%の普及率まで一定の直線的に普及率が増加するものと想定して計算した。新規施設については2024年70%、2034年100%と想定し、2024年までは急速に増加していく普及率を想定して計算した。計算結果を表2.2-3に示す。

表 2.2-3 マハカナダラワ・システムにおける給水人口予測

DSD	Area Category	Projected Served Population				
		2019	2020	2024	2030	2034
Service Coverage	Existing *	70%	72%	80%	92%	100%
	New	25%	35%	70%	88%	100%
	Total *	51%	56%	76%	90%	100%
Rambewa	Existing	15,568	16,103	18,363	22,133	24,921
	New	5,071	7,201	15,254	20,902	25,156
	Total	20,638	23,305	33,617	43,034	50,077
Medawachchiya	Existing	21,260	22,265	26,519	33,653	38,956
	New	4,881	6,930	14,660	20,048	24,097
	Total	26,141	29,195	41,180	53,702	63,054
Mihinthale	Existing	985	1,031	1,227	1,559	1,809
	New	-	-	-	-	-
	Total	985	1,031	1,227	1,559	1,809
Total	Existing	37,812	39,399	46,110	57,345	65,686
	New	9,952	14,132	29,914	40,950	49,253
	Total	47,764	53,531	76,024	98,295	114,939

Source: JICA Study Team

Note: Commissioning of WTP is assumed to be end of 2018.

*: Service coverage % for Existing and Total are the results of calculation.

一人当たりの水需要量については、F/S時と同様とし、2024年に86LPCD、2034年に91LPCDとした。

商業用水等の生活用水以外の水需要について、F/S時には35%としていたが、D/Dにおいては他の水道事業の実績から30%とすることでNWSDBと同意した。

また、F/S時には考慮されていなかったが、D/Dにおいては計画外予備水量として1.5%割り増しすることとした。

NRWについては、10%から増加して2024年に14%、2034年に20%になると想定した。

日平均から日最大への変動係数に関しては、F/Sでは120%としたが、D/Dでは110%、時間最大時のピーク率についてはF/S時には200%としていたものをD/Dでは160%とした。

浄水場内でのロスもF/Sと同様D/Dにおいても5%とした。

(2) 水需要予測

(1)に基づき算出された水需要量を表2.2-4に示す。F/Sと本調査との水量の比較を表2.2-5に示す。F/S時と比べて2034年では10%の増加となる。しかし、2018年に建設完了、2019年からの運転開始を予定しているStage1については、F/S時には最終目標の50%とされていたが、D/D時には最終目標の60%となり、F/S時に比べてD/Dにおいては28%の増量となった。

表 2.2-5 マハカナダラワ・システムにおける F/S と D/D の水量の比較

Items	Unit	2024			2034		
		F/S	S/S	Ratio	F/S	S/S	Ratio
Design daily average water demand	m ³ /day	7,154	10,002	1.40	14,414	17,252	1.20
Design daily maximum water demand	m ³ /day	8,585	11,003	1.28	17,297	18,977	1.10
Design hourly maximum water demand	m ³ /day	17,170	17,605	1.03	34,594	30,363	0.88
Required WTP Production Capacity	m ³ /day	8,585	11,003	1.28	17,297	18,977	1.10
Proposed WTP Production Capacity	m ³ /day	8,950	11,200	1.25	17,900	18,800	1.05
Required Raw Water Intake	m ³ /day	9,014	11,582	1.28	18,162	19,976	1.10
Proposed Raw Water Intake Capacity	m ³ /day	9,400	11,800	1.26	18,800	19,800	1.05

(3) 設計諸元と水需要量のまとめ

F/S と D/D を比較したものを表 2.2-6 に示す。また、需要と供給の関係を図 2.2-1 に示す。

表 2.2-6 設計諸元及び水量比較表

Items	Unit	Calculation	S/S		F/S	
			2024	2034	2024	2034
Served Population	pop	a	46,110	65,686	70,097	111,900
Per Capita Water Consumption	LPCD	b	86	91	86/10	91/10
Non-Domestic Water Demands	%	c	30		35	
Allowance for Unplanned Water Demands	%	d	1.5		-	-
Non-Revenue Water (in total water demand)	%	e	13.8	20.0	20	
Design Daily Average Water Demand (Dave)	m ³ /day	$f = a \times b \times \frac{(1+c)}{x(1+d)/(1-e)}$	10,002	17,252	7,154	14,414
Design Load Factor to Dmax	%	g	110		120	
Design Daily Maximum Water Demand (Dmax)	m ³ /day	$h = f \times g$	11,003	18,977	8,585	17,297
Required WTP Production Capacity (Output)	m ³ /day	i	11,003	18,977	8,585	17,297
Proposed WTP Production Capacity (Output)	m³/day	j	11,200	18,800	8,950	17,900
Water Loss at Water Treatment Plant	%	k	5		5	
Required Raw Water Demand	m ³ /day	$l = i / (1-k)$	11,582	19,976	9,014*	18,162*
Required Raw Water Intake	m ³ /day	m	11,582	19,976	9,014	18,162
Proposed Capacity of Intake Facility	m³/day	n	11,800	19,800	9,400	18,800
Design Peak Factor	%	o	160		200	
Design Hourly Maximum Water Supply (Hmax)	m ³ /day	$p = h \times o$	17,605	30,363	17,170	34,594

*: Required Raw Water Demand in F/S = Required WTP Production x 1.05

$$9,014 = 8,585 \times 1.05; \quad 18,162 = 17,297 \times 1.05$$

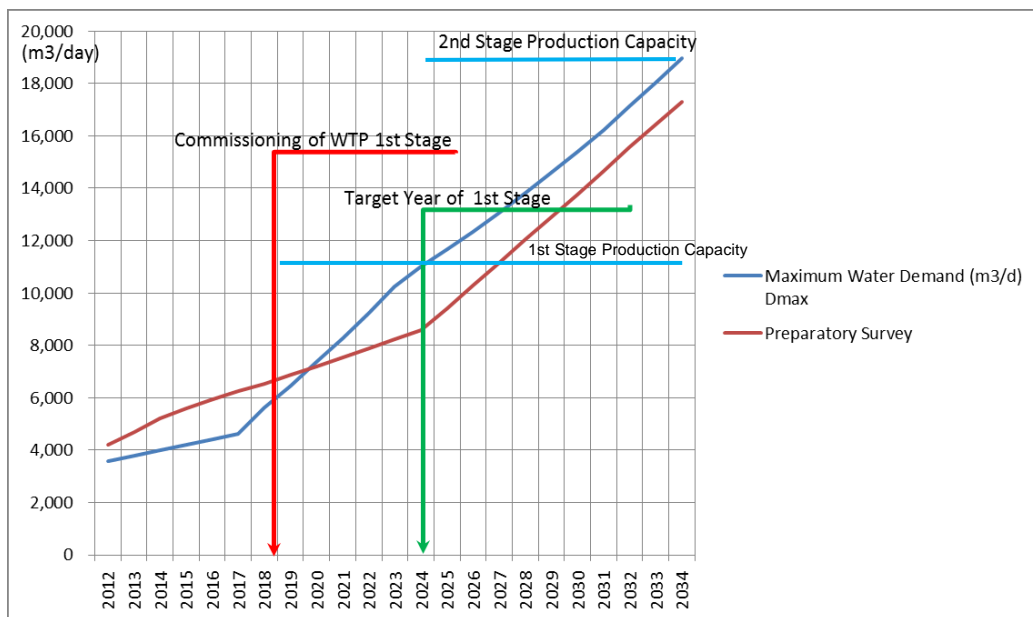


図 2.2-1 マハカナダラワ・システムにおける水の需要と供給の関係

2.3 本調査における水需要量予測（フェーズ2）

(1) 計画諸元

計画対象地域は F/S 時と同様に、2つの GND を除く Kebithigollewa、Horowpothana、Kahatagasdigiya 及び Padaviya を対象とする。計画年は、F/S 及びフェーズ 1 D/D と同様に目標年を 2034 年とし、中間目標年を 2024 年とした。計画人口については、2012 年のセンサスの結果に基づき、マハカナダラワ・システムと同様に表 2.3-1 のとおり予測した。

表 2.3-1 ワハルカダ・システムにおける供給対象人口予測

Area Category	Census	Projected Target Population				
	2012	2020	2021	2024	2030	2034
Padaviya						
Existing	12,822	13,516	13,605	13,877	14,438	14,825
New	10,176	10,931	11,030	11,330	11,956	12,393
Total	22,998	24,447	24,635	25,207	26,394	27,218
Kebithigollewa						
Existing	6,696	7,288	7,365	7,603	8,102	8,452
New	14,064	15,595	15,798	16,424	17,756	18,706
Total	20,760	22,883	23,163	24,028	25,858	27,158
Horowpothana						
Existing	9,430	11,144	11,379	12,116	13,737	14,938
New	26,465	31,065	31,694	33,660	37,968	41,146
Total	35,895	42,209	43,074	45,776	51,705	56,084
Kahatagasdigiya						
Existing	21,638	24,812	25,240	26,571	29,451	31,545
New	18,701	21,303	21,653	22,738	25,078	26,772
Total	40,339	46,114	46,893	49,310	54,529	58,316
All						
Existing	50,586	56,759	57,590	60,167	65,727	69,759
New	69,406	78,894	80,175	84,153	92,759	99,017
Total	119,992	135,653	137,765	144,320	158,486	168,776

給水人口に関しては、F/S 時に給水車による給水と計画していた地域についても取り込むこととし、表 2.3-2 のとおりとした。既存施設の給水人口については、現状の普及率から将来 2034 年 100%の普及率まで一定の直線的に普及率が増加する者と想定して計算した。新規施設については 2024 年 70%、2034 年 100% と想定し、2024 年までは急速に増加していく普及率を想定して計算した。

表 2.3-2 ワハルカダ・システムにおける給水人口予測

DSD	Area Category	Projected Served Population				
		2020	2021	2024	2030	2034
Service Coverage	Existing *	70%	72%	78%	91%	100%
	New	25%	40%	70%	88%	100%
	Total *	44%	53%	74%	89%	100%
Padaviya	Existing	8,760	9,160	10,388	12,985	14,825
	New	2,733	4,412	7,931	7,299	12,393
	Total	11,493	13,572	18,319	20,284	27,218
Kebithigollewa	Existing	5,480	5,668	6,256	6,056	8,452
	New	3,899	6,319	11,497	10,538	18,706
	Total	9,378	11,988	17,753	16,595	27,158
Horowpothana	Existing	7,996	8,391	9,658	9,221	14,938
	New	7,766	12,678	23,562	21,444	41,146
	Total	15,762	21,068	33,220	30,666	56,084
Kahatagasdigiliya	Existing	17,408	18,248	20,912	20,000	31,545
	New	5,326	8,661	15,917	14,541	26,772
	Total	22,734	26,909	36,829	34,540	58,316
All	Existing	39,644	41,467	47,215	48,262	69,759
	New	19,723	32,070	58,907	53,822	99,017
	Total	59,368	73,537	106,121	102,085	168,776

一人当たりの水需要量については、F/S 及びフェーズ 1 DD 同様に 2024 年に 86LPCD、2034 年に 91LPCD とした。

また、非生活用水量をフェーズ 1 D/D 同様 30%、計画外予備水量をフェーズ 1 D/D 同様 1.5%計上することとした。

NRW については、稼働開始時を 10%として 2034 年に 20%とする考え方はフェーズ 1 D/D 同様であるが、稼働開始年次が異なるため、中間目標年次である 2024 年には 15.1%となり、フェーズ 1 の 15.7%とは異なる値となる。

日平均から日最大および時間最大への変動係数に関しては、フェーズ 1 D/D と同様とし、F/S では 120%としたが、D/D では 110%、時間最大のピーク係数については F/S 時には 200%としていたものを D/D では 160%とした。

浄水場内でのロス は F/S と同様 5%とした。

(2) 水需要予測

(1) に基づき算出された水需要量を表 2.3-3 に示す。F/S と本調査との水量の比較を表 2.3-4 に示す。F/S 時と比べて 2034 年では 4%の増加となる。なお、ここで示される造水量は必要水量を下

回っているが、これは灌漑局と合意済みの水利権上の水量を原水取水量として設定したためである。そのため、2024年の容量は15,000m³/dayであり、不足水量は2024年で1.3%である。2034年では不足水量は1.7%になる。ヤン・オヤ事業の完了後、灌漑局と水利権について協議すべきである。

表 2.3-4 ワハルカダ・システムにおける F/S と本調査の水量比較（フェーズ2）

Items	Unit	2024			2034		
		F/S	S/S	Ratio	F/S	S/S	Ratio
Design daily average water demand	m ³ /day	11,098	13,819	1.25	22,392	25,334	1.13
Design daily maximum water demand	m ³ /day	13,318	15,201	1.14	26,870	27,867	1.04
Design hourly maximum water demand	m ³ /day	26,635	24,321	0.91	53,740	44,587	0.83
Required WTP Production Capacity	m ³ /day	13,318	15,201	1.14	26,870	27,867	1.04
Proposed WTP Production Capacity	m ³ /day	13,700	15,000	1.09	27,400	27,400	1.00
Required Raw Water Intake	m ³ /day	13,983	16,001	1.14	28,214	29,334	1.04
Proposed Raw Water Intake Capacity	m ³ /day	14,400	16,000	1.11	28,800	28,800	1.00

表 2.3-3 ワハルカダ・システムにおける水需要予測

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Total Population	122,652	124,543	126,486	128,422	130,412	132,435	134,494	136,587	138,717	140,883	143,088	145,328	147,608	149,928	152,287	154,688	157,130	159,614	162,142	164,714	167,330	169,992	172,700
Padavaya Existing	12,822	12,907	13,078	13,251	13,427	13,606	13,788	13,972	14,159	14,348	14,539	14,731	14,926	15,123	15,322	15,523	15,726	15,931	16,138	16,347	16,558	16,770	16,983
Padavaya New	10,176	10,267	10,360	10,453	10,547	10,642	10,737	10,834	10,931	11,030	11,129	11,229	11,330	11,432	11,535	11,638	11,744	11,850	11,956	12,064	12,173	12,282	12,393
Kebithigollawa Existing	6,696	6,767	6,839	6,912	6,986	7,061	7,137	7,214	7,292	7,371	7,451	7,532	7,614	7,697	7,781	7,866	7,952	8,039	8,127	8,216	8,306	8,397	8,489
Kebithigollawa New	14,064	14,246	14,431	14,619	14,809	15,001	15,197	15,394	15,595	15,798	16,004	16,213	16,424	16,639	16,856	17,077	17,300	17,527	17,756	17,989	18,225	18,464	18,706
Horowpathana Existing	9,430	9,629	9,832	10,039	10,251	10,467	10,688	10,914	11,144	11,378	11,616	11,858	12,104	12,353	12,605	12,861	13,121	13,384	13,650	13,919	14,191	14,466	14,743
Horowpathana New	26,465	27,000	27,546	28,103	28,672	29,252	29,844	30,449	31,065	31,694	32,336	32,991	33,660	34,342	35,038	35,749	36,474	37,213	37,968	38,739	39,525	40,327	41,146
Kahatagasdigilwa Existing	21,638	22,011	22,391	22,777	23,170	23,570	23,976	24,390	24,812	25,240	25,676	26,120	26,571	27,031	27,498	27,974	28,458	28,950	29,451	29,961	30,480	31,008	31,545
Kahatagasdigilwa New	16,701	17,008	17,320	17,637	17,959	18,287	18,620	18,958	19,301	19,650	20,005	20,366	20,732	21,104	21,481	21,864	22,252	22,645	23,043	23,446	23,854	24,267	24,683
Coverage (%)	22%	23%	24%	25%	26%	27%	28%	29%	30%	31%	32%	33%	34%	35%	36%	37%	38%	39%	40%	41%	42%	43%	44%
For Pipe Borne WS	53%	55%	57%	59%	61%	63%	66%	68%	70%	72%	74%	76%	78%	80%	82%	84%	86%	88%	90%	92%	94%	96%	98%
Served Population (persons)	26,589	28,081	29,612	31,182	32,791	34,441	36,132	37,866	39,645	41,469	43,339	45,256	47,220	49,232	51,293	53,405	55,568	57,783	60,050	62,369	64,741	67,166	69,645
Padavaya Existing	5,737	6,009	6,465	6,836	7,211	7,591	7,976	8,366	8,760	9,160	9,564	9,974	10,388	10,808	11,233	11,663	12,098	12,539	12,985	13,437	13,894	14,356	14,825
Padavaya New	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kebithigollawa Existing	4,086	4,249	4,415	4,585	4,757	4,933	5,112	5,294	5,480	5,668	5,861	6,056	6,256	6,458	6,665	6,875	7,089	7,306	7,527	7,753	7,982	8,215	8,452
Kebithigollawa New	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horowpathana Existing	5,288	5,586	5,895	6,216	6,547	6,891	7,247	7,615	7,996	8,391	8,799	9,221	9,658	10,111	10,578	11,059	11,562	12,079	12,614	13,166	13,738	14,328	14,938
Horowpathana New	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kahatagasdigilwa Existing	11,478	12,148	12,837	13,546	14,275	15,026	15,798	16,592	17,408	18,248	19,122	20,000	20,912	21,850	22,815	23,805	24,824	25,870	26,945	28,049	29,183	30,348	31,545
Kahatagasdigilwa New	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Per Capita Water Consumption (LPCD)	80.0	80.5	81.0	81.5	82.0	82.5	83.0	83.5	84.0	84.5	85.0	85.5	86.0	86.5	87.0	87.5	88.0	88.5	89.0	89.5	90.0	90.5	91.0
Domestic Water Consumption (m³/d)	2,127	2,261	2,399	2,541	2,689	2,841	2,999	3,162	3,329	3,500	3,676	3,857	4,042	4,232	4,426	4,624	4,826	5,032	5,242	5,456	5,674	5,895	6,119
Existing	2,127	2,261	2,399	2,541	2,689	2,841	2,999	3,162	3,329	3,500	3,676	3,857	4,042	4,232	4,426	4,624	4,826	5,032	5,242	5,456	5,674	5,895	6,119
New	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-Domestic Water Consumption	638	678	720	762	807	852	900	949	1,000	1,054	1,111	1,170	1,231	1,294	1,360	1,428	1,498	1,570	1,644	1,720	1,798	1,878	1,960
Allow. for Unaccounted Water Consumption	41	44	47	50	52	55	58	62	67	72	78	84	90	96	102	109	117	125	134	143	152	161	171
g = (e+f) x 1.5%	2,806	2,983	3,166	3,353	3,548	3,748	3,957	4,173	4,396	4,626	4,862	5,104	5,352	5,606	5,866	6,132	6,404	6,682	6,966	7,256	7,552	7,854	8,161
h = e + f + g	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%	10.0%
Non-Revenue Water Demand	312	331	352	373	394	416	440	464	488	513	538	564	590	617	644	672	700	728	757	786	815	845	875
i (h in total)	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%
Volume j = h / (1-i) - h	216	228	241	254	268	282	297	312	327	342	357	373	389	405	421	437	453	470	487	504	521	538	556
k = h + j	312	331	352	373	394	416	440	464	488	513	538	564	590	617	644	672	700	728	757	786	815	845	875
Maximum Water Demand (m³/d) Dmax	3,430	3,646	3,870	4,108	4,358	4,619	4,892	5,176	5,471	5,778	6,096	6,425	6,766	7,119	7,484	7,861	8,250	8,651	9,064	9,490	9,928	10,378	10,840
Water Demand for Intake (m³/d)	3,610	3,838	4,073	4,314	4,561	4,814	5,082	5,364	5,661	5,974	6,302	6,645	7,004	7,378	7,767	8,171	8,591	9,026	9,476	9,941	10,421	10,916	11,426
m = l / 0.95	5,487	5,833	6,191	6,557	6,938	7,329	7,738	8,161	8,600	9,054	9,524	10,009	10,509	11,024	11,554	12,100	12,661	13,238	13,831	14,440	15,065	15,706	16,363
n = l x 1.8	5,487	5,833	6,191	6,557	6,938	7,329	7,738	8,161	8,600	9,054	9,524	10,009	10,509	11,024	11,554	12,100	12,661	13,238	13,831	14,440	15,065	15,706	16,363

注：新規地区における Coverage 率は、2020 年のコミッションングにあわせて本調査団にて再算定した値

(3) 設計諸元と水需要量のまとめ

F/S と本調査結果を比較したものを表 2.3-5 に示す。また、需要と供給の関係を図 2.3-1 に示す。

表 2.3-5 ワハルカダ・システムにおける設計諸元及び水量のまとめ

Items	Unit	calculation	S/S		F/S	
			2024	2034	2024	2034
Served Population	pop	a	106,121	168,776	100,393	161,468
Per Capita Water Consumption	LPCD	b	86	91	86/10	91/10
Non-Domestic Water Demands	%	c	30		35	
Allowance for Unexpected Water Demands	%	d	1.5		-	-
Non-Revenue Water (in total water demand)	%	e	12.9	20.0	20	
Design Daily Average Water Demand (Dave)	m ³ /day	$f = a \times b \times (1+c) \times (1+d) / (1-e)$	13,819	25,334	11,098	22,932
Design Load Factor to Dmax	%	g	110		120	
Design Daily Maximum Water Demand (Dmax)	m ³ /day	$h = f \times g$	15,201	27,867	13,318	26,870
Required WTP Production Capacity (Output)	m ³ /day	i	15,201	27,867	13,318	26,870
Proposed WTP Production Capacity (Output)	m³/day	j	15,000	27,400	13,700	27,400
Water Loss at Water Treatment Plant	%	k	5		5	
Required Raw Water Demand	m ³ /day	$l = i / (1-k)$	16,001	29,334	13,983*	28,214*
Required Raw Water Intake	m ³ /day	m	16,001	29,334	13,983*	28,214*
Proposed Capacity of Intake Facility	m³/day	n	16,000	28,800	14,400	28,800
Design Peak Factor	%	o	160		200	
Design Hourly Maximum Water Supply (Hmax)	m ³ /day	$p = h \times o$	24,321	44,587	26,635	53,740

*: Required Raw Water Demand in F/S = Required WTP Production x 1.05

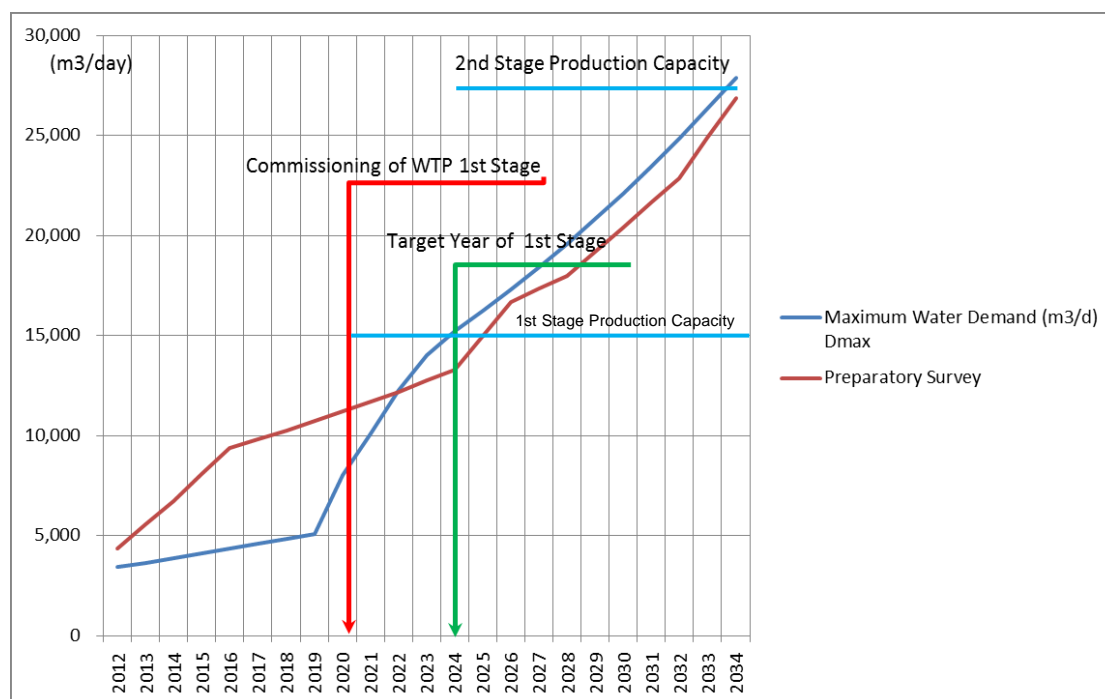


図 2.3-1 ワハルカダ・システムにおける水需要と供給の関係

第3章

フェーズ1プロジェクトのレビュー

第3章 フェーズ1プロジェクトのレビュー

3.1 フェーズ1プロジェクトスコープ

マハカナダワラ貯水池を水源とするフェーズ1のプロジェクトは2014年に詳細設計(以下D/D)が実施された。その際、2章で述べたとおり、水需要量はF/S時点の予測量が見直され、その結果、施設規模も変更となった。本章では、フェーズ1の概要及び、F/S時とD/D時の変更点を主に述べる。なお、フェーズ1プロジェクトは大きくはLot A から D の4つのLotから構成され、かつLot Cはさらに3つのLotから構成される。

(1) Lot A

1) 取水施設

a. 位置

F/Sにおいて、マハカナダワラ貯水池を水源とする灌漑水路の左岸に計画され、灌漑局との協議により貯水池より100m以上離れた位置に選定された。

b. 設計諸元および施設概要

取水量 19,800 m³/日

将来拡張も見込んだ水利権 19,800 m³/日 (9,900 m³/日×2 水路)

取水ポンプ設備能力は今回フェーズ1では、11,800m³/日相当とし、将来の分はスペースを確保しておく。

維持管理性を考慮し各水路間には連通ゲートを設け、取水量はパーシャルフリューム流量計にて取水量が管理される。

c. 取水点上流の灌漑水路改修

既設の灌漑水路は数年後に灌漑局にて改修計画だったが、改修期間中には必要な原水を流せなくなるので、フェーズ1プロジェクトに取水施設上流側の改修工事を含める。

2) マハカナダワラ浄水場

a. 必要水量

必要取水量及び浄水量を下記に示す。

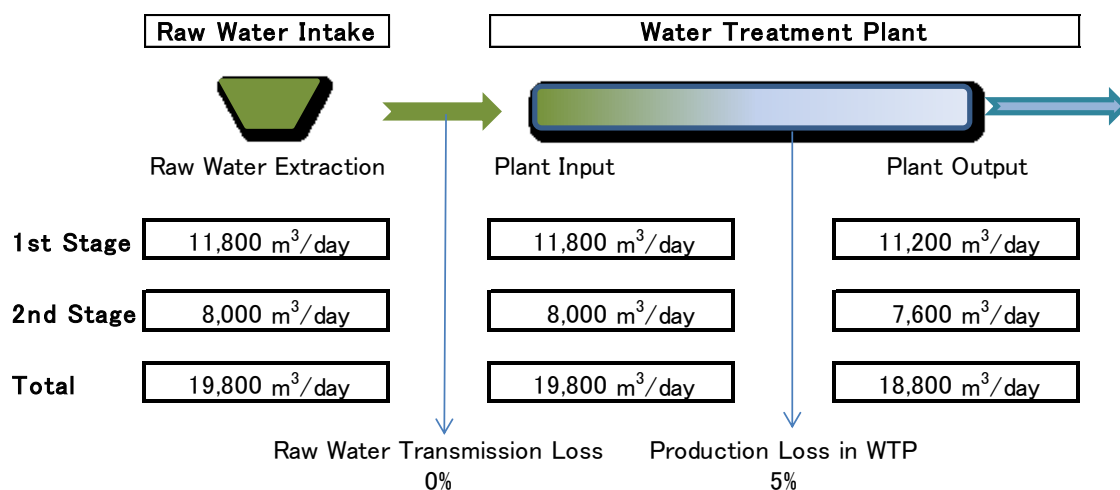


図 3.1-1 マハカナダワラ浄水場の計画水量

b. 水質分析

2011年12月から2012年10月までの原水水質データがFS/にて分析された。また、2013年8月から2014年6月までNWSDBにより分析されたそれらのデータはフェーズ1のD/Dでの水質調査の基礎となった。

c. 浄水プロセス

近年、スリランカでは貯水池を原水とする低濁度であるが藻類が見られる場合、加圧浮上法が選定され、残留濁度等を除去するために後段には砂ろ過と粒状活性炭施設の組合せが採用されている。

表 3.1-1 スリランカの加圧浮上法の浄水場

Name of Plant	Australian Plant (Oto Kompu)	KfW Plant	Salcon Plant	Kolon Plant
Name of WSP	Australia assisted ECTAD (Eastern Coastal Towns of Ampara District) Project (Phase 1 & 2)	KfW assisted Augmentation of Ampara, Nawalapitiya & Koggala Water Supply Project	ADB Assisted Secondary Towns & Rural Community based Water Supply & Sanitation Project (Package 1)	Korea assisted Ruhunupura Water Supply Project
Location	Ampara (Eastern Prov.)	Ampara (Eastern Prov.)	Batticaloa (Eastern Prov.)	Hambantota (Southern Prov.)
Year of Construction (the Project)	1998	2005	August 2007	November 2011
Year of Completion (the Project)	2008	2008	October 2011	September 2014
Treatment Capacity	72,000 m ³ /day	6,500 m ³ /day	40,000 m ³ /day	17,500 m ³ /day (1 st Stage)
Type of Water Sources	Konduwatuwana Tank (Irrigation Reservoir)	Konduwatuwana Tank (Irrigation Reservoir)	Onnachchi Tank (Irrigation Reservoir)	Ridiyagama Tank (Irrigation Reservoir)

Name of Plant	Australian Plant (Oto Kompu)	KfW Plant	Salcon Plant	Kolon Plant
Contractor	Outotec (Australia, Finnish capital)	Sierra Construction & General Sales (JV)	Salcon Berhad (Malaysia)	Kolon (Korea)
Type of Contract	Turnkey	BoQ Work Contract	Turnkey	Turnkey
Major Process	DAF and PAC (Powder Activated Carbon)	DAF & RSF	DAF and GAC (Granular Activated Carbon)	DAF and GAC

Source: JICA Study Team

原水中に藻類が見られる場合にはフロックの沈降性が悪いため、加圧浮上が通常の普通沈殿池や高速凝集沈殿池等の代替とされることがあり、それらの長短所は別途添付資料 3.1-1 から 3.1-4 に示す。詳細設計の段階で NWSDB との協議により、加圧浮上法と粒状活性炭方式が適用されることになった。

仮に、藻類が大量に繁殖せず、頻度も少なければ粒状活性炭方式での常時処理の必要性はなく、代わりに粉末活性炭の定期的注入で対応できる。しかし、そのような場合には維持管理者の判断や対応が容易ではないと考えられる。

粒状活性炭施設は、色度、味、臭い、残留毒性物質や有機物、農薬や除草剤などを除去可能である。米国 EPA でも農薬の除去に関して最も推奨されると言われている。

また、アヌラダプラの周辺地域でも住民から水道水の臭いや味の苦情が寄せられており、また、水質分析結果により高濃度のアンモニアが検出されている。

そういった背景により、NWSDB の要望もあり、加圧浮上法と粒状活性炭法を組み合わせた下記の浄水フローとなった。

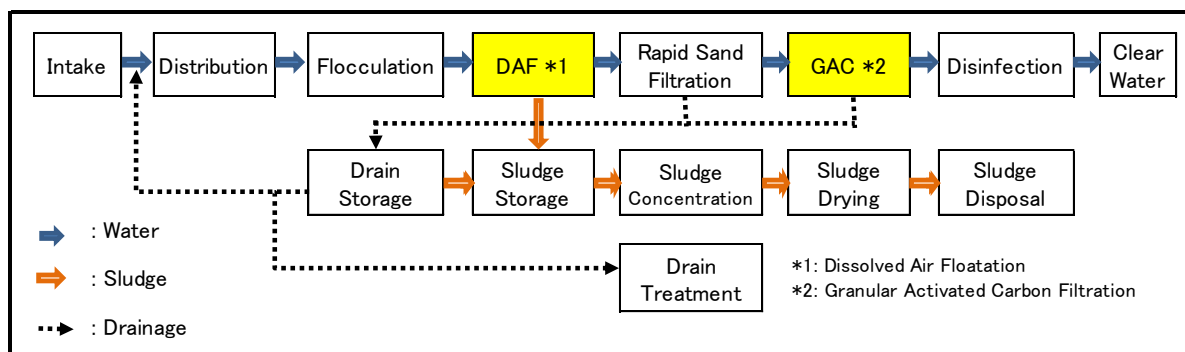


図 3.1-2 マハカナダワラ浄水場の概略処理フロー

加圧浮上で発生した汚泥は重力濃縮後、汚泥乾燥床で処分され、分離液は分配槽に返流もしくは場外へ排水される。

d. 浄水場施設

原水は、まず急速攪拌槽にてフロックが形成され、加圧浮上施設にて上澄水と汚泥に分離される。その後、重力下降流砂ろ過施設、粒状活性炭施設で処理後、塩素消毒され浄水池に設置の送水ポンプにより送水される。

各施設の概要としては以下に述べるとおりである。

1槽の急速攪拌槽と4系列からなる加圧浮上施設は一体構造であり、1台の縦型急速攪拌機及び1系列あたり2台のフロック攪拌機が計8台設置され、浮上汚泥はレシプロ式汚泥かき寄せ機で除去される。また、加圧浮上のための空気圧縮機、飽和タンク等補機が設置され、発生汚泥は、ポンプ圧送で重力濃縮槽へ移送される。

急速ろ過池は4系列、粒状活性炭施設は3系列から構成され、各々は重力下降流で処理される。砂ろ過水処理水はろ過水ポンプにて活性炭施設へ揚水されるため、活性炭施設を使用しない場合には、バイパスできるように砂ろ過施設から直接浄水池に自然流下で流れるようにしている。各施設は、逆洗ポンプ、逆洗ブロワ、電動弁、加圧浮上循環ポンプ、などの設備が設置される。

砂ろ過及び活性炭施設の逆洗排水は、逆洗排水槽に一旦貯留され、上澄水は上流分配槽へ返流され、沈降汚泥は汚泥貯留槽へポンプ圧送される。

消毒設備は、スリランカで標準の液体塩素方式とし、薬注はpH調整用に消石灰設備、凝集用に硫酸バンド設備から構成される。

送水管は全体計画の口径のため、フェーズ1の送水ポンプはエネルギー消費を削減するため回転数制御とし、将来増設できるようにしている。

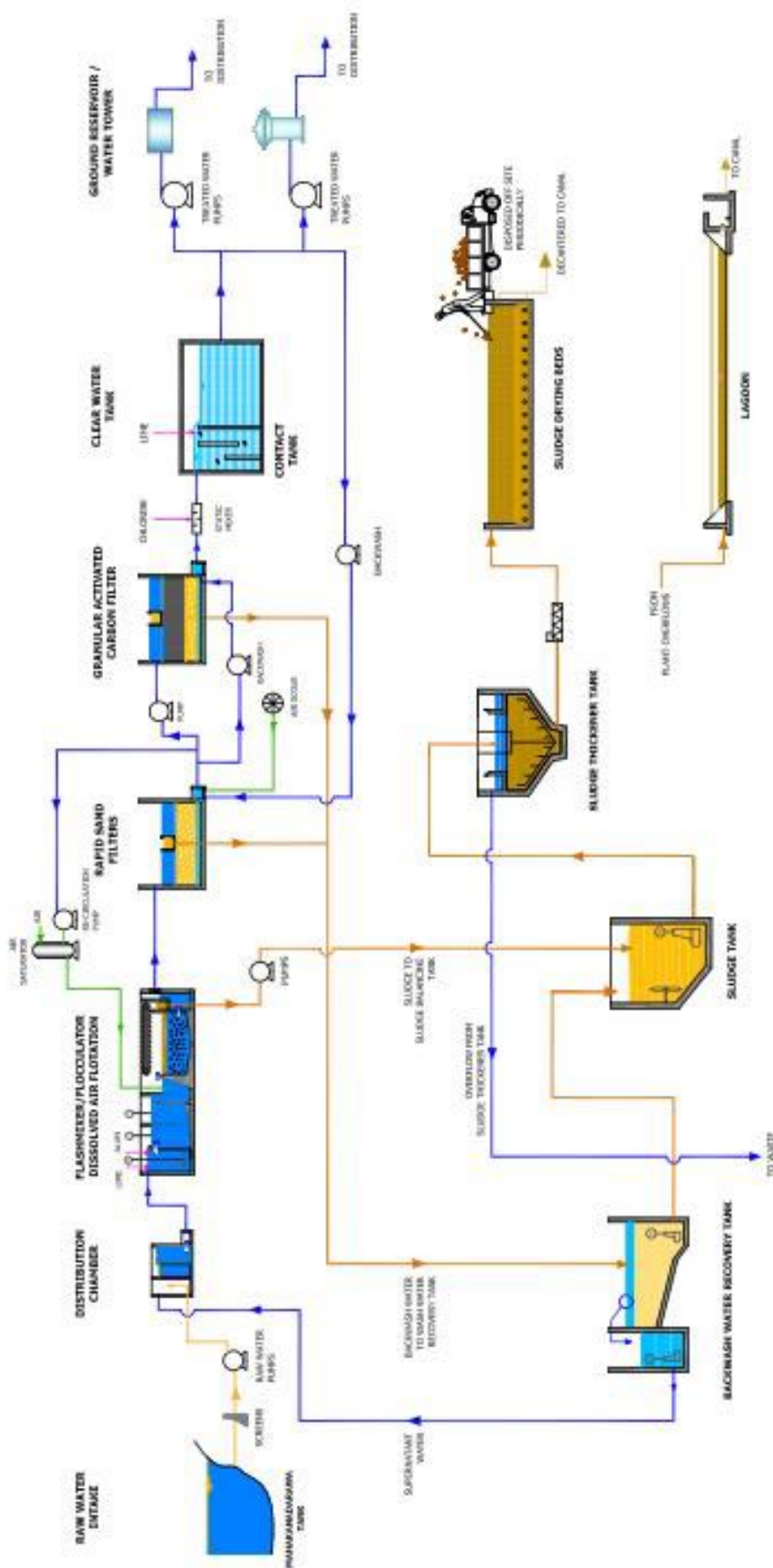


図 3.1-3 マハカナダワラ浄水場の処理システム概要図

表 3.1-2 マハカナダワラ浄水場の構造物の概要

Facility	Phase 1	Phase 2	Remarks
Receiving Well	W3.0m x L3.6m x H6.0m x 1unit	-	
Distribution Chamber	W 1.5m x L1.5.m x H 6.0m x 2units	-	
Flash Mixer	W2.0m x L2.0m x H2.0m x 1unit	W2.0m x L2.0m x H2.0m x 1unit	
Flocculation	2 stages/unit x 34m3 x 4 units	2 stages/unit x 34m3 x 4 units	Mechanical type
DAF Tank	W 2.5m x L5m x H3.0m x 4units	W 2.5m x L5m x H3.0m x 4units	Mechanical scraper
Rapid Sand Filter Tank	W3.0m x L5.5m x 4units	W3.0m x L5.5m x 4units	
GAC Filter	W3.0m x L5.5m x 3units	W3.0m x L5.5m x 3units	
Chlorine Contact Tank	W2.0m x L5.0m x H4.0m x 2units	-	
Clear Water Tank	W8.0m x L16.0 x H4.0m x 2units	-	
Wash Water Recovery Tank	W5.0m x L11.5 x H3.6m x 2units	-	
Thickener	Dia 10.0m x H4.0m x 1unit	Dia 10.0m x H4.0m x 1unit	
Drying Bed	W10.0m x L20.0m x H1.0m x 4units	W10.0m x L20.0m x H1.0m x 2units	
Lagoon	W10.0m x 27.0m x 1.0m x 1unit	-	
Administration Bldg.	W12.0m x L25m, 2 stories	-	
Chemical House	W13.5m x L18.0m	-	
Chlorine House	W12.0m x L14.0m	-	
Pump House	W8.0m x L26.5m	-	
Blower House	Situated above GAC feed pump house.		
Generator House	W7.6m x L8.0m	-	
Workshop	W10.0m x L17.0m	-	
Stores	W10.0m x L17.0m	-	

浄水場のレイアウトを以下に示す。レイアウトは、現状の土地が下り勾配となっている特性を考慮し、建設中の掘削や盛土が最小限となるように NWSDB や関係機関と協議し決定した。

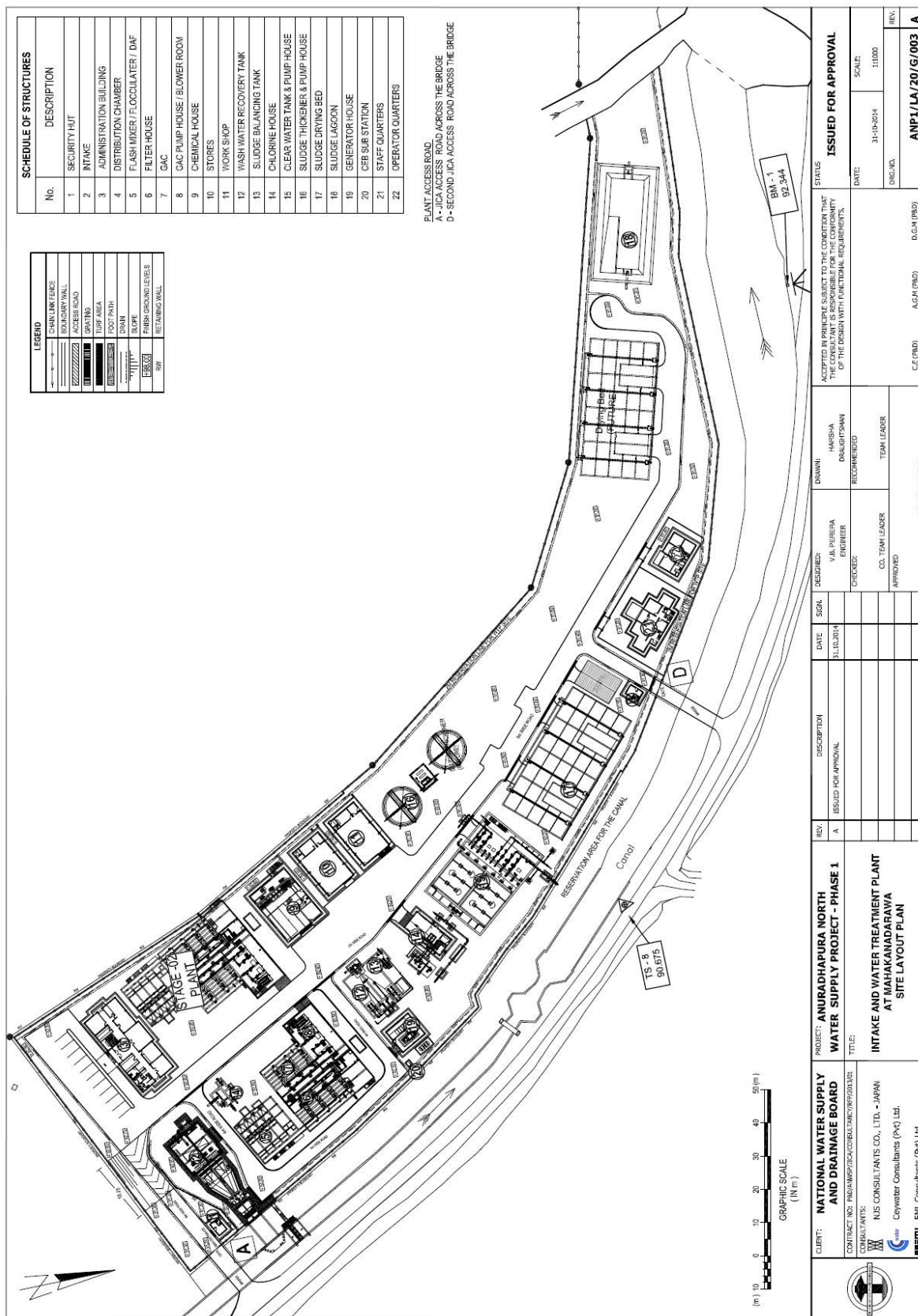


図 3.1-4 マハカナダワラ浄水場のレイアウト

3) 配水池及び高架水槽

詳細設計において、容易な運転、維持管理性、効率性を考慮し、East Rambewa 地域において 500m³ の新設配水池と配水ポンプ設備が、F/S に対し追加された。配水池と高架水槽の概略を以下に示す。

表 3.1-3 配水池及び高架水槽

Area	Type	Capacity in F/S (m ³)	Capacity in D/D (m ³)	Other Major Facilities
Rambewa	Ground Reservoir	1,500	1,500	Pump Station, Chlorination Building, Generator Building, OIC Office, Engineer Quarters, Caretaker Quarters
	Elevated tank	1,250	1,000	
Medawachchiya	Ground Reservoir	1,000	1,000	Pump Station, Chlorination Building, Generator Building, Area Engineer's Office, Workshop, Area Engineer Quarters, Caretaker Quarters
East Rambewa	Ground Reservoir	-	500	Pump Station, Chlorination Building, Generator Building, Caretaker Quarters
	Elevated tank	250	250	
Isinbessagama	Elevated tank	2,000	2,000	Caretaker Quarters
Ethakada	Elevated tank	750	750	Chlorination Building, Caretaker Quarters

Note: 上記以外に 750 m³ と 250m³ の高架水槽がマハカナダラワ・システム内の旧給水車給水計画地域にフェーズ2事業で整備する。

(2) Lot B 送水本管、送水支管、配水本管

図 3.1-5 にマハカナダラワの送配水システムの概要を示す。

1) 設計方針

配水システムの設計は、各サービスエリアを区切り、各ゾーン分けされたエリア毎に高架水槽を設置する方針である。ゾーン内のすべての行政区は新設高架水槽から供給される配水管により配水

される。既存の極小規模の貯水タンクで配水されていた CBO 行政区には、フェーズ 1 の浄水を既存タンクへ送水し、既設同様にタンクを通じて配水される。

2) 行政区への水需要配分

配水システムは 2034 年の水需要量予測に基づいて設計されている。各行政区への配水管径は、既存の老朽化した CBO や NWSDB の水供給システムの状況に関わらず、2034 年の各水需要に基づき決定されている。

3) 設計条件

RDA 道路沿いの管、既存 CBO タンク及び行政区への管の最小口径：外径 110mm

最大流速：1.5m/秒

最低流速：0.6m/秒（ただし、水需要が小さいので適用しない。清掃できるように配慮）

最大圧力：60m

最低圧力：6m

圧力規格：Type 600 uPVC

C 値（ヘーゼン法）：HDPE140、uPVC 130

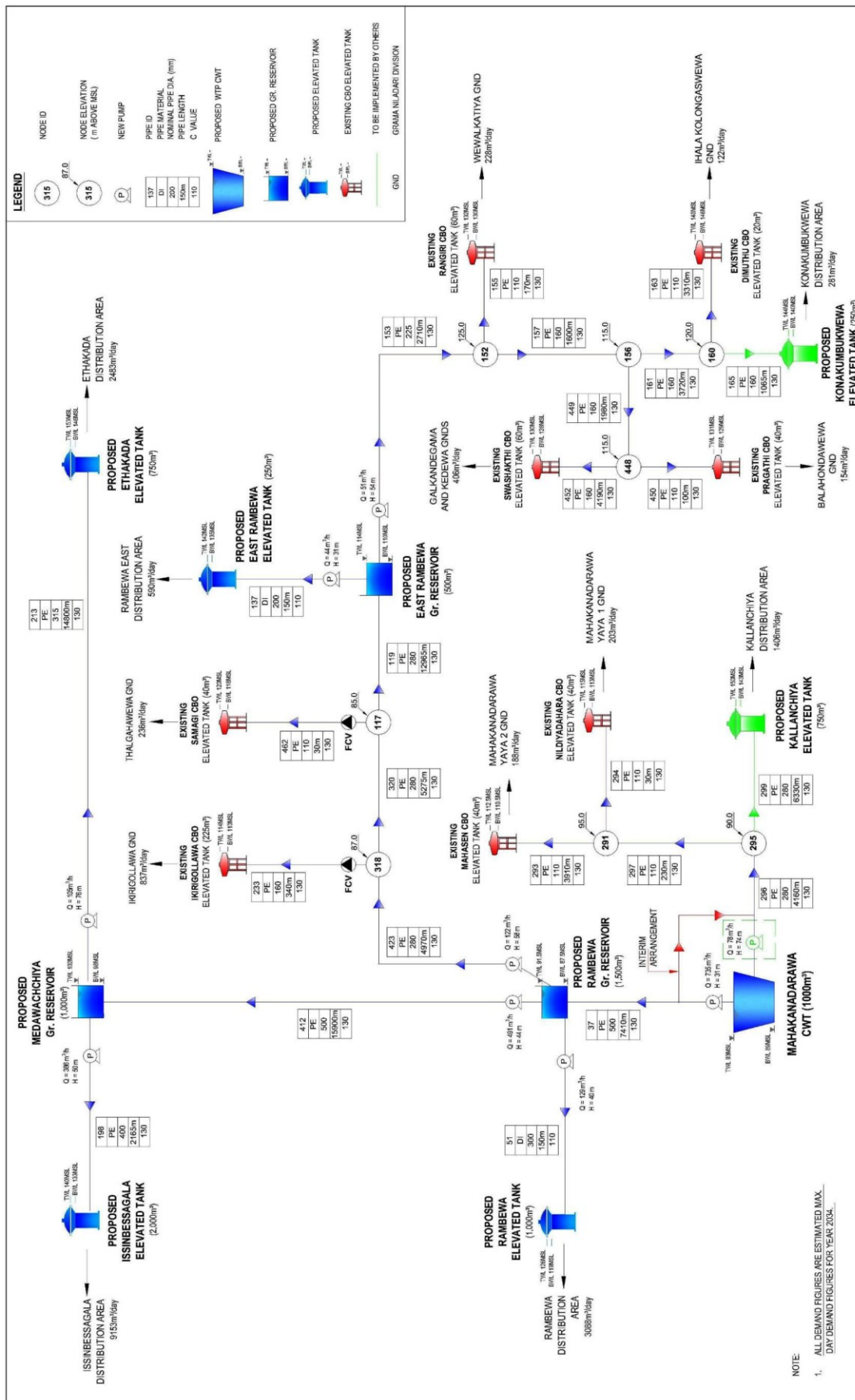


図 3.1-5 マハカナダワラ送配水システム概要図

4) 新設配水管

以下に管網解析ソフト (Water GEMS software) を使用して選定された HDPE 配水管の一覧を示す。

表 3.1-4 HDPE 管- Lot B

Outside Diameter	Ethakada (m)	Issinibessagala (m)	Rambewa (m)	East Rambewa (m)	Total (m)
110 PE	11,965	35,410	10,620	10,735	68,730
160 PE	13,945	10,800	2,100	1,210	28,055
180 PE	0	11,575	0	0	11,575
225 PE	6,980	21,520	2,065	40	30,605
250 PE	0	9,125	1,570	0	10,695
315 PE	70	9,855	0	0	9,925
355 PE	0	2,830	0	0	2,830
400 PE	0	395	0	0	395
Total (m)	32,960	101,510	16,355	11,985	162,810

(3) Lot C 配水支管

詳細設計の測量結果により、見直した結果を以下に示す。

LotC は、Lot C-1、Lot C-2、Lot C-3 の3つに区分される。

Lot C-1 : Ethakada 及び Isinibessagama 配水区域の外径 110、90、63mm uPVC 管の配水システムの調達と設置

Lot C-2 : 外径 63mm の uPVC 管の調達

Lot C-3 : Rambewa 及び Rambewa East 配水区域の外径 160、110、90、63mm uPVC 管の配水システムの調達と設置

表 3.1-5 PVC 管 - Lot C

Phase 1	F/S					D/D (km)					
	NWSDB	CBO	Total	Ratio	Total			Ratio by Type		by Size	
	(km)	(km)	(km)	(%)	T.600	T.1000	Total	T.600	T.1000	Total	
Procurement and Installtion											
	ND200 / OD225	4.8	2.8	7.6	1.5%	0	0	0	0%	0%	0%
	ND150 / OD160	31.3	18.8	50.1	9.7%	0	2.652	2.652	0%	100%	1%
	ND100 / OD110	59.7	49.1	108.8	21.1%	19.992	19.902	39.894	50%	50%	17%
	ND75 / OD90	25.6	113.8	139.4	27.0%	37.236	92.268	129.504	29%	71%	54%
	ND50 / OD63	80.2	130.6	210.8	40.8%	18.006	47.910	65.916	27%	73%	28%
	Total	201.6	315.1	516.7	100.0%	75.234	162.732	237.966	32%	68%	100%
Purchase Only											
	ND50 / OD63					42.000	60.900	102.900	41%	59%	100%

（4） Lot D O&M 機器

LotD は、 Lot D-1、 Lot D-2 の 2 つに区分される。

Lot D-1 : O&M 機器 Asphalt Cutters, Tapping Machines, Compactors, Vibrating Hammers, Portable Generators, Small Crane, Test Bench Machine, Horizontal Drilling Machine (100mm)

Lot D-2 : 車両, Crew Cab, Single Cabs, Double Cabs, Water Bowser, Mini-Backhoe, Motorcycle.

3.2 フェーズ1プロジェクトのコスト

（1）算定条件

NWSDB の 2014 年版にて見直した、2015 年 11 月時点のプロジェクトコストは以下の条件で算出された。

1. 基準日: 2015年11月
2. 外貨交換率: 1 LKR = 0.864 JPY
1 USD = 120.1 JPY
1 USD = 139.0 LKR
3. 物価上昇率 : 内貨部分:年率3.4%
外貨部分:年率1.8%
4. 予備費 : 建設・調達: 10.0%, コンサルタント: 5.0%
5. VAT 及び国家建設税: 13.0%
6. 輸入税: 総外貨の32%
HDPE 管: CIF value の46% (NWSDB Rates 2014)
ポンプ: CIF valueの5% (NWSDB Rates 2014)
機械電気機器: 供給価格の10%
7. その他 : NWSDB Rate Book 2014、供給業者見積、過去の実績値に基づく。

（2）F/Sとの相違点

詳細設計にて見直したプロジェクトコストは、F/S 時の 1.84 倍となった。これは、物価上昇、為替交換レートの変化が大きく影響している。それらを除いた物理的なコスト増分は 1,660 百万円 (1,660,446,276 = 6,585,137,176 - (3,577,710,471+ 687,899,529 + 659,080,900)) であり、それでも F/S 時の 1.34 倍である。プロジェクトコスト詳細は別途添付資料 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 フェーズ1 の F/S 時と D/D 時のコスト比較概要

Lot	Lot A	Lot B	Lot C	Lots D & E	Total
Facilities	Intake, WTP, Reservoirs	Transmission Transmission Sub Distribution Main	Distribution Sub-System	Vehicls and Heavy Duty Machines	Total
(1) Detailed Design	2,874,992,879	2,802,887,147	796,977,094	110,280,057	6,585,137,176
(2) Preparatory Survey	1,712,418,992	1,263,488,583	533,998,176	67,804,720	3,577,710,471
(3) Difference (1)-(2)	1,162,573,887	1,539,398,564	262,978,918	42,475,337	3,007,426,705
Ratio (1)/(2)	1.68	2.22	1.49	1.63	1.84
Share in Difference (3)	39%	51%	9%	1%	100%
(4) Price Escalation for (2)	540,960,808	85,618,317	54,166,524	7,153,880	687,899,529
Ratio (4)/(3)	46.53%	5.56%	20.60%	16.84%	22.87%
(5) Cost Increase caused by Exchange Rate change for (2)	212,870,200	162,389,000	249,381,200	34,440,500	659,080,900
Ratio (5)/(3)	18.3%	10.5%	94.8%	81.1%	21.9%
(6) Net Difference (1)-(2)-(4)-(5)	408,742,879	1,291,391,247	-40,568,806	880,957	1,660,446,276
Ratio (1)/((2)+(4)+(5))	1.17	1.85	0.95	1.01	1.34
Reasons of net differences	Water demand increased Facility design changed Electrical device cost change Others	Unit Price increased River crossing added Reduction of Road Pavement Restauration Others	Unit Price increased Total length reduced PVC type changed		

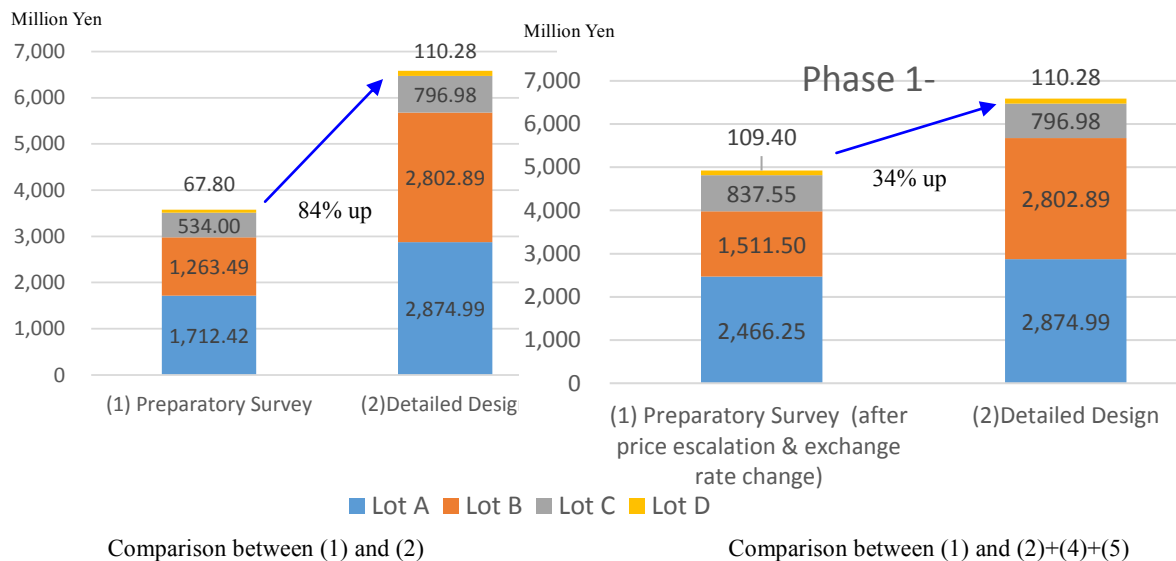


図 3.2-1 フェーズ1 の F/S 時と D/D 時のコスト比較

物理的なコスト増の理由については、以下に示す。

1) Lot A : 浄水場及び各配水池

水需要の増加により、施設容量が大きくなり、約 4.7%コストが増加。
 原水取水量調整施設の新規建設。

灌漑水路のリハビリ工事の追加。
 加圧浮上施設への変更（ただし F/S 時の急速攪拌及び普通沈殿法に比べ、コンパクトになったのでコスト増のインパクトは小さい）。
 粒状活性炭施設の新規建設。
 ラグーンから配水路の延長。
 500m³ の East Rambewa 配水池の追加建設（F/S 時の増圧ポンプ方式に対し効率性及び維持管理性を考慮し変更）。
 電気設備が為替変動により増加。
 配水池や高架水槽のコンクリートや鉄筋の追加。

表 3.2-2 Lot A コスト増の概要

Item	Cost	Ratio	Remarks
(1) Detailed Design	2,874,992,879		
(2) Preparatory Survey	1,712,418,992		
(3) Difference	1,162,573,887		(1)-(2)
(4) Price Escalation for (2)	540,960,808		
(5) Cost Increase caused by Exchange Rate change for (2)	212,870,200		
(6) Net Differences	408,742,879		(3)-(4)-(5)
Water Demand exceeding	19,000,000	4.65%	
Design changes	239,555,650	58.61%	
Electrical device cost change	16,000,000	3.91%	
Others	134,187,229	32.83%	

表 3.2-3 詳細設計において付加された施設のコスト

Facility	LKR	USD	Total (JPY)
Flow control structure in intake	9,757,466.72	90,949.89	19,353,533.03
Civil work	5,785,098.72		4,998,325.29
Mechanical Work	3,972,368.00	90,949.89	14,355,207.74
Rehabilitation work for LB canal	27,334,629.00		23,617,119.46
GAC filter	111,067,658.55	421,567.23	146,592,680.84
Civil work	81,463,467.18		70,384,435.64
Site Work	9,550,086.00		8,251,274.30
Mechanical Work	8,563,715.31	192,704.87	30,542,904.45
Electrical Work	4,792,100.98	77,091.90	13,399,112.44
Instrumentation Work	2,512,970.51	50,404.06	8,224,734.13
Internal pipes	4,185,318.57	101,366.40	15,790,219.88

Facility	LKR	USD	Total (JPY)
Effluent discharge from lagoon	3,684,305.00		3,183,239.52
East Rambewa elevated water tank	54,177,173.64		46,809,078.02
Total	206,021,232.91	512,517.12	239,555,650.87

2) Lot B : 送水本管、送水支管、配水本管

NWSDB の 2014 年単価が、2011 年の F/S 時に比べ、大幅に高騰。

F/S 時にはバルブ室、カルバート横断部、道路横断部、配管のコンクリート支持材等が一式で入っており、詳細設計での測量に基づき個別に評価した結果、数量が増加となった。

3) Lot C : 配水支管

NWSDB の 2014 年単価が、2011 年の F/S 時に比べ、大幅に高騰。

LOT B 同様、F/S 時にはバルブ室、カルバート横断部、道路横断部、配管のコンクリート支持材等が一式で入っており、詳細設計での測量に基づき個別に評価した結果、数量が増加となった。

ただし、配管長については、測量に基づき詳細検討の結果、減少した。

4) コンサルタントフィー

フェーズ 1 プロジェクトの詳細設計、入札補助、施工管理に関わるコンサルタントフィーは、2014 年 6 月 23 日に 302 百万円で契約された。従って、フェーズ 2 の詳細設計及び入札補助に関するコンサルタントサービスは、ODA Loan No.SL-P110 に基づくフェーズ 1 の実行と同時期に実施されることになる。

また、フェーズ 2 のコンサルタントフィーはフェーズ 1 のプロポーザルでフェーズ 1 のコンサルタントによって提案されたが、情勢の変化によりスケジュールを含め再考すべきである。

フェーズ 2 の適正な実施のため、フェーズ 2 のコンサルフィーを算定した。詳細は 4 章に示す。

3.3 フェーズ 1 プロジェクトの調達計画

F/S で定義された契約パッケージに基づき詳細設計で多少の変更を加えた概要を以下に示す。

主パッケージは Lot A から D の 4 つに分かれており、うち、Lot C と D はサブパッケージから構成されるもので、全体としては 7 つのパッケージに分かれている。

LotA と B は事前審査付の国際競争入札とし、残りはローカル競争入札とする。

事前資格審査及び国際競争入札は、JICA の標準入札書類が適用される。入札は一段階二札入札方式とする。ローカル競争入札は NWSDB の標準入札書類に基づき準備される。

表 3.3-1 契約パッケージ概要

	Package	Procurement	Cost
Lot A (Water Treatment Plant, Intake and Reservoirs)	<ul style="list-style-type: none"> • Intake (18,800 m³/day) • Water Treatment Plant (11,200m³/day, output, Stage 1) • Ground Sumps (reservoirs) x 3 • Elevated Water Tanks x 4 • Mechanical and Electrical Works • Building Works 	ICB with PQ	JPY 2.9 billion
Lot B (Transmission and Distribution Main)	<ul style="list-style-type: none"> • Supply & Laying of Transmission Main • Supply & Laying of Transmission Sub-main • Supply & Laying of Distribution Main • Surge Chamber • Procurement and Installation of Flowmeters 	ICB with PQ	JPY 2.8 billion
Lot C (Distribution Sub-system)	<p>C-1: Procurement and Installation of Distribution System OD 160 mm, 110 mm and 90 mm uPVC pipes in Ethakada and Issinbessagala Distribution Zones</p> <p>C-2: Procurement OD 63 mm uPVC pipes for Distribution System</p> <p>C-3: Procurement and Installation of Distribution System OD 160 mm, 110 mm and 90 mm uPVC pipes in Rambewa and Rambewa East Distribution Zones</p>	LCB	JPY 797 million
Lot D	<p>D-1: O&M Equipment: Asphalt Cutters, Tapping Machines, Compactors, Vibrating Hammers, Portable Generators, Small Crane, Test Bench Machine, Horizontal Drilling Machine (100mm)</p> <p>D-2: Vehicles, Crew Cab, Single Cabs, Double Cabs, Water Bowser, Mini-Backhoe, Motorcycle.</p>	LCB	N/A

第4章

フェーズ2プロジェクトのレビュー

第4章 フェーズ2プロジェクトのレビュー

4.1 フェーズ2 のプロジェクト概要

前3章で述べたように、マハカナダラワ・システムを対象としたフェーズ1プロジェクトにおいて F/S 時に対し、詳細設計において様々な変更が生じたため、ワハルカダ（フェーズ2）についても同様の検討を行うものとする。ワハルカダのスコープは5つのロットに分けられる。

(1) ロット A: 浄水場及び取水施設

1) 浄水プロセス

F/S におけるマハカナダラワ浄水場の浄水プロセスについて、フェーズ1 詳細設計にて以下のように見直しを行った。

- F/S における普通沈澱池方式の代わりに、加圧浮上方式を採用する。
- 粒状活性炭吸着（ろ過）を将来計画として位置付けていたが、これを当初から設置する。

図 4-1-1 に示す通り、原水水質が類似していることを考慮し、マハカナダラワ浄水場に適用するものと同様の浄水プロセスをワハルカダ浄水場（フェーズ2）に適用する。

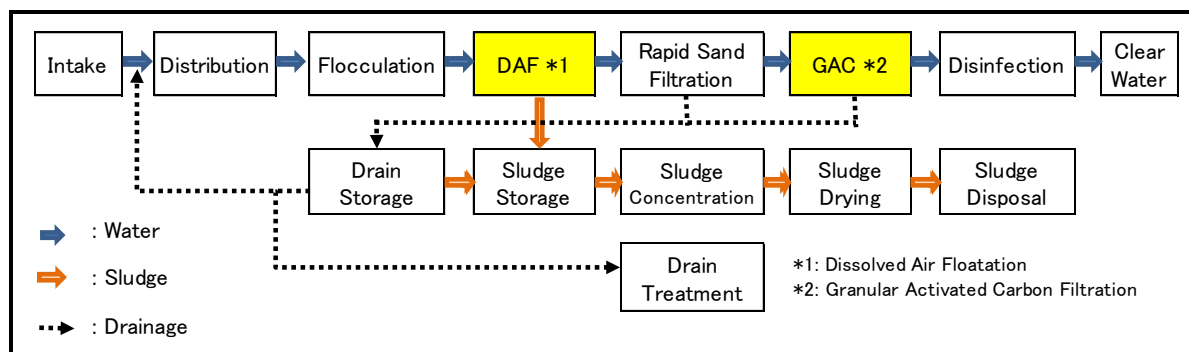


図 4.1-1 本調査 計画浄水プロセス

上記浄水プロセスの妥当性を検証するため、JICA 調査団は、17,500m³/日の設計容量を有し、2014 年より上記プロセスと同様の浄水方法にて供用開始したハンバントタ地区のルフヌプラ浄水場の現場踏査を行った。原水及び処理水の濁度は以下のとおりである：

運転管理員へのヒアリングによれば、技術的な問題はなく、良好に運転が行われているとのことであった。

表 4.1-1 ハンバントタ地区ルフヌプラ浄水場の原水及び処理水の濁度

Sampling Date	Raw Water		After DAF				After RSF				After GAC				
	pH	Turbidity	pH	Turbidity	Colour	RCL	pH	Turbidity	Colour	RCL	pH	Turbidity	Colour	RCL	R/Al
2016/1/1	7.7	4.48	7.1	0.19	2.5	0	7.1	0.07	0	0	7.1	0.06	0	1.45	
2016/1/2	7.7	4.06	7.1	0.18	2.5	0	7.1	0.09	0	0	7.1	0.05	0	1.40	0.03
2016/1/3	7.7	4.91	7.1	0.29	2.5	0	7.1	0.10	0	0	7.1	0.08	0	1.40	
2016/1/4	7.7	4.14	7.1	0.25	2.5	0	7.1	0.09	0	0	7.1	0.07	0	1.64	
2016/1/5	7.7	4.35	7.1	0.24	2.5	0	7.1	0.10	0	0	7.1	0.07	0	1.51	
2016/1/6	7.7	4.97	7.1	0.29	2.5	0	7.1	0.08	0	0	7.1	0.07	0	1.54	0.03
2016/1/7	7.7	5.00	7.1	0.96	2.5	0	7.1	0.09	0	0	7.1	0.07	0	1.40	0.03
2016/1/8	7.7	6.90	7.1	0.30	2.5	0	7.1	0.10	0	0	7.05	0.07	0	1.43	
2016/1/9	7.7	5.51	7.17	0.25	2.5	0	7.21	0.09	0	0	7.1	0.07	0	1.67	0.04
2016/1/10	7.7	5.29	7.1	0.28	2.5	0	7.1	0.08	0	0	7.1	0.06	0	1.50	0.05
2016/1/11	7.7	5.42	7.1	0.29	2.5	0	7.1	0.09	0	0	7.1	0.07	0	1.53	0.05
2016/1/12	7.7	6.19	7.1	0.27	2.5	0	7.1	0.09	0	0	7.1	0.07	0	1.48	0.03
2016/1/13	7.7	6.91	7.1	0.31	2.5	0	7.1	0.25	0	0	7.1	0.08	0	1.52	0.03

pH: (standard 6.5-8.5

DAF: Dissolved Air Flootation

Turbidity: NTU (standard <2)

RSF: Rapid Sand Filter

Colour: Hazen Unit (standard <15)

GAC: Granular Activated Carbon filtration

RCL: Residual Chlorine mg/L (standard -)

R/Al: Residual Aluminium mg/L (standard <0.2)

出典: Ruhunupura WTP

現地踏査結果及び技術的観点から、上述の処理方式はワハラカダ浄水場に関して妥当であると判断した：

2) 取水施設

取水施設の位置は F/S と同じである。原水はワハラカダ貯水池より灌漑水路を通じて取水を行う。灌漑水路であるため、基本的に農閑期では農地に水を必要としない。しかしながら、浄水場は年間を通して流入水を必要とする。従って、取水施設の流入ゲート下流部には専用の分水ゲートの建設を計画する。

3) 貯水池

配水池容量は F/S と同じとする。一方、高架水槽の建設費は、フェーズ1及びフェーズ2における給水車による給水が計画されていた区域に追加する。フェーズ1の旧給水車配水計画区域の高架水槽計画は既にフェーズ1詳細設計調査団にて作成されており、フェーズ2における旧給水車配水計画区域の高架水槽はロットAに追加する。

(2) ロットB：送水本管/管網、配水本管

建設されるヤン・オヤの迂回に必要な約 8.8km 送水本管の追加延長を計上する。(図 4.1-2 参照)

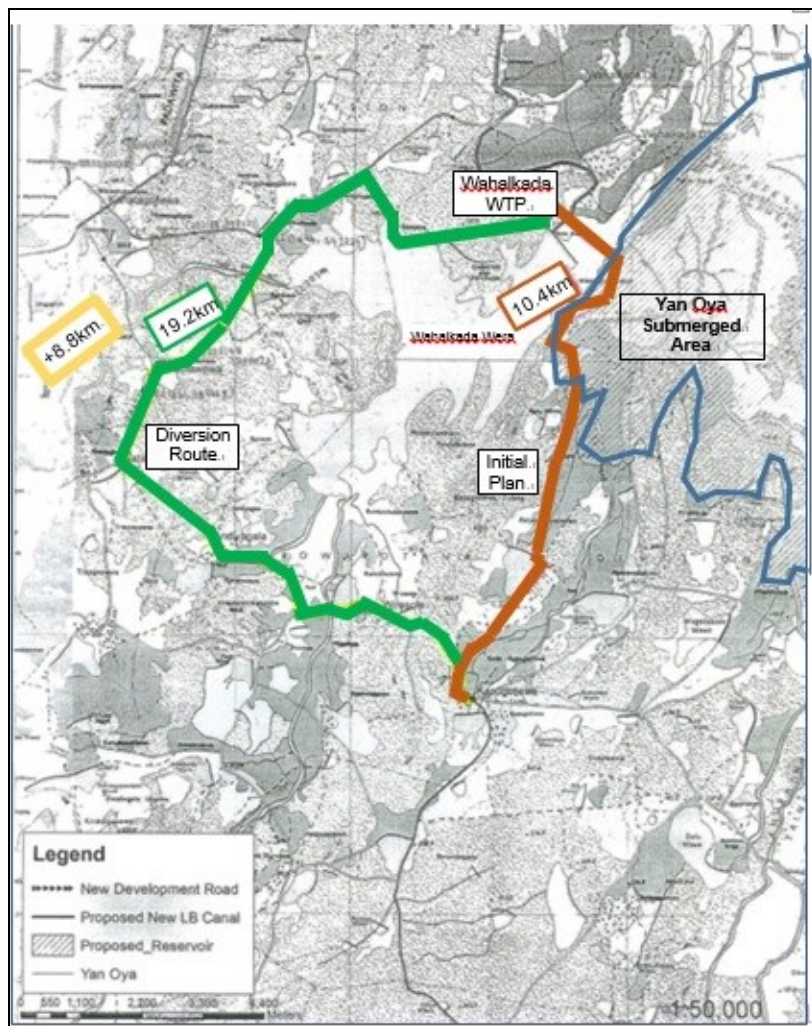


図 4.1-2 送水管ヤン・オヤ迂回ルート

また、NWSDB Rate Book 2015 においては、バルブ・接続等に係るコストがボックスカルバート横断、水管橋、バルブボックス・スラストブロック工、及び管防護工等を含むものとしていたが Phase-1 D/D 現場調査の結果、水管橋、管防護工等の費用は別途見込むべきであることが確認された。これを受けて、Phase-1 D/D 同様、積算に追加されることとなった。単価は Phase-1 D/D 同様とした。Phase-2 として計上された数量は以下のとおりである。

Transmission Main: Bridge 735m, Pipe support 375m

Distribution Main: Bridge 1,220m, Pipe support 10,500m

(3) ロット C : 配水管網

フェーズ1及びフェーズ2の旧給水車配水区域での配管工事はロットCに追加する。フェーズ1詳細設計での設計管延長は呼び径75mmを除いて減少した。ロットCにおける各管径の延長は、以下の表に示される20%の余剰を含んだF/Sとフェーズ1詳細設計の間で引用された調

整比率を用いた。

表 4.1-2 ロット C における管延長及び口径の調整

Mahakanadaarawa System		F/S (m)				Phase 1 D/D (m)				Pipe Length Adjustment Ratio	
		NWSDB	CBO	Total	Ratio (%)	T.600	T.1000	Total	Ratio (%)	DD/FS	x 1.2
Planned / Actual											
Works	ND200 / OD225	4,800	2,800	7,600	1.5%	0	0	0	0.0%	0%	0%
	ND150 / OD160	31,300	18,800	50,100	9.7%	0	2,652	2,652	1.1%	5%	6%
	ND100 / OD110	59,700	49,100	108,800	21.1%	19,992	19,902	39,894	16.8%	37%	44%
	ND75 / OD90	25,600	113,800	139,400	27.0%	37,236	92,268	129,504	54.4%	93%	111%
	ND50 / OD63	80,200	130,600	210,800	40.8%	18,006	47,910	65,916	27.7%	31%	38%
	Total	201,600	315,100	516,700	100.0%	75,234	162,732	237,966	100.0%	46%	55%

F/S では全ての管について Type 1000 を考慮していたが、フェーズ 1 詳細設計にて、Type 600 についても採用した。これに倣い、フェーズ 2 ロット C での管延長は、以下の表に示されるとおり、Type 600 と Type 1000 の間の管径と配分の変更を考慮して決定した。

表 4.1-3 フェーズ 1 詳細設計のロット C における種類別管延長

Wahalkada System Breakdown by Type		F/S	Adj.	Adjuted	S/S				
		Total	Ratio	Length	Ratio between Types		Length (km)		
		(km)	(%)	(km)	T.600	T.1000	T.600	T.1000	Total
Works	ND200 / OD225	11.2	0%	0.0	-	-			
	ND150 / OD160	56.2	6%	3.4	0%	100%	0.0	3.4	3.4
	ND100 / OD110	175.5	44%	77.2	50%	50%	38.6	38.6	77.2
	ND75 / OD90	138.9	111%	154.2	29%	71%	44.7	109.5	154.2
	ND50 / OD63	251.2	38%	95.5	27%	73%	25.8	69.7	95.5
	Total	633.0	-	330.2			109.1	221.1	330.2

また、管給水へ給水方式が変更した旧給水車給水計画地域における配水システムをフェーズ 2 出整備することになるため、その工事をロット C で実施することとした。その管径別管延長は以下のとおり。

表 4.1-4 旧給水車給水地区の管配水システムのロット C における管径別管延長

Ex-Bowser Area	Pipe Length (m)						Total
	PVC ND200 /OD 225	PVC ND150 /OD 160	PVC ND100 /OD 110	PVC ND 75 / OD 90	PVC ND 50 / OD 63	HDPE 180	
Mahakanadarawa System							
Pipe Extension area in Rambewa	0	4,262	16,000	10,782	18,160	0	49,204
Kallanchiya Cluster in Rambewa	3,050	2,700	7,470	11,561	14,800	0	39,581
Koonakubukwewa and Peenagama	57	1,075	1,300	4,153	5,335	0	11,920
Pipe Extension area in Medawachchiya	0	0	11,913	21,810	24,167	1,645	59,535
sub-total	3,107	8,037	36,683	48,306	62,462	1,645	160,240
Wahalkada System							
Bogahawera Tower Zone	6,000	8,000	9,000	10,000	6,000	0	39,000
Wahalkada Tower Zone	1,500	1,500	2,500	3,000	2,000	0	10,500
KAH-KEB Median Tower Zone	2,000	1,500	3,000	2,000	2,000	0	10,500
North Horowpothana City Tower Zone	6,000	9,000	10,000	7,500	7,500	0	40,000
West Horowpothana City Tower Zone	1,500	1,500	2,500	2,000	2,000	0	9,500
Halmillewa Tower Zone	5,000	6,000	4,000	2,500	2,500	0	20,000
Kahatagasdigiliya Tower Zone	15,000	18,000	20,000	23,000	25,000	0	101,000
sub-total	37,000	45,500	51,000	50,000	47,000	0	230,500
Total	40,107	53,537	87,683	98,306	109,462	1,645	390,740

(4) ロット D 及び E

建設重機類は、カーディーラーによって扱えないので、調達ロットは二つに分けられた。

表 4.1-4 フェーズ 2 におけるロット D 及びロット E の内容

Item	Nr.	Remarks
Lot D: Vehicles		
Crew Cab	2	
Single Cab	1	
Double Cab	2	
Water Bowser	2	Reduced from 12 due to cancelling of Bowser Supply
Motor Cycles	7	
Lorry with Jib Crane capacity: 5 ton	1	Added by request of NWSDB
Lorry with enclosed cargo bed capacity: 8 ton	1	Added by request of NWSDB
Lot E:		
Asphalt Cutters	2	
Tapping Machines	2	
Compactors	2	
Vibrating Hammers	2	
Portable Generators	3	
Water Meter Test Bench	1	
Mini-Backhoe	1	

(5) 給水管

NWSDB の要望により本調査で借款対象としていない給水管整備は本プロジェクトの事業効果を上げるためには必要不可欠である。NWSDB は本プロジェクトの実施と並行して給水管整備を実施しなければならない。F/S で計上されている給水管整備量は以下のとおり。

家庭用給水管（ND 15mm 量水器を含む）：7,410 nos.

非家庭用給水管（ND 25mm 量水器を含む）：371 nos.

PVC ND50/OD63 Type600: 58,200m

PVC ND50/OD63 Type 1000: 83,800m

4.2 フェーズ2のコンサルティングサービス

(1) コンサルティングサービス契約及びスケジュール

フェーズ2の詳細設計(D/D)及び入札補助(T/A)のコンサルティングサービス契約については、フェーズ1と共にローン番号 SL-P110 において実行される。さらに、NWSDB は JICA に対してコンサルタント選定の時間短縮のため、コンサルタントの特命を依頼し、JICA は NWSDB の提案に同意した。フェーズ2プロジェクトにおける工事監理のコンサルティングサービスのためのコンサルタント雇用はフェーズ2プロジェクトと共に新規 ODA ローンによって資金調達される。

(2) フェーズ2におけるコンサルティングサービスの業務仕様書

1) フェーズ2での詳細設計及び入札補助

フェーズ2での詳細設計及び入札補助に係る業務仕様についてはフェーズ1を元に作成し、付属資料 4.2-1 に示す。想定業務仕様に基づくコンサルタント必要人月を表 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 詳細設計及び入札補助の必要人月（MM）

Criteria	M/M
Expatriate	65.0
National Professional	120.0
National Supporting Staffs	199.0
Total	384.0

2) フェーズ2における施工監理

フェーズ2における施工管理のコンサルティングサービスの業務仕様を付属資料 4.2-2 に示す。想定業務仕様に基づいた、コンサルタント必要人月を表 4.2-2 に示す。

表 4.2-2 施工監理の必要人月（MM）

Criteria	M/M
Expatriate	42.5
National Professional	256.0
National Supporting Staffs	357.0
Total	655.5

(3) フェーズ2でのコンサルティングサービス費用

1) フェーズ2における詳細設計及び入札補助

D/D 及び T/A でのコンサルティングサービスに関する積算額を表 4.2-3 に示す。

表 4.2-3 D/D 及び T/A でのコンサルティングサービス費用内訳

USD = JPY 120.1
LKR = JPY 0.864

	Unit	Qty.	Foreign Portion (JPY)		Local Portion LKR		Combined Total ('000) JPY
			Rate	Amount ('000)	Rate	Amount ('000)	
			A Remuneration				
1 Professional (A)	M/M	65.0	3,049,000	198,185	0	0	198,185
2 Professional (B)	M/M	120.0	0	0	450,000	54,000	46,656
3 Supporting Staffs	M/M	199.0	0	0	200,000	39,800	34,387
Subtotal of A		384.0		198,185		93,800	279,228
B Direct Cost							
1 International Airfare	Trip	18	264,300	4,757			4,757
2 Domestic Airfare	Trip	0					0
3 Domestic Travel	Trip	186			5,000	930	804
4 International Travel Expenses	Trip	18	50,000	900			900
5 Accommodation / Per Diem for A	Month	65			450,000	29,250	25,272
6 Accommodation / Per Diem for B	Month	120			360,000	43,200	37,325
7 Accommodation / Per Diem for C	Month	0			0	0	0
8 Vehicle Rental w/Driver and Fuel	Month	69			175,000	12,075	10,433
9 Office Rental	Month	22			300,000	6,600	5,702
10 International Communications	Month	22			20,000	440	380
11 Domestic Communications	Month	22			32,000	704	608
12 Office Supply	Month	22			75,000	1,650	1,426
13 Office Furniture and Equipment	LS	1			1,000,000	1,000	864
14 Report Preparation	Month	22			20,000	440	380
15 Topographic Survey	LS	1			15,000,000	15,000	12,960
16 Soil Investigation	LS	1			2,000,000	2,000	1,728
17 Water Quality Analysis	LS	1			400,000	400	346
Subtotal of B				5,657		113,689	103,885
Total				203,842		207,489	383,113

2) フェーズ2での施工監理

表 4.2-4 に C/S でのコンサルティングサービス積算費用を示す。Appendix 4.2-3 にコンサルティングサービスでの概算人月スケジュールを示す。

表 4.2-4 C/S でのコンサルティングサービスの費用内訳

	Unit	Qty.	Foreign Portion		Local Portion		Combined Total
			(Yen)		LKR		
			Rate	Amount ('000)	Rate	Amount ('000)	('000) Yen
A Remuneration							
1 Professional (A)	M/M	42.5	3,049,000	129,583	0	0	129,583
2 Professional (B)	M/M	256.0	0	0	450,000	115,200	99,533
3 Supporting Staffs	M/M	357.0	0	0	200,000	71,400	61,690
Subtotal of A		655.5		129,583		186,600	290,805
B Direct Cost							
1 International Airfare	Trip	17.0	264,300	4,493		0	4,493
2 Domestic Airfare	Trip	0.0		0		0	0
3 Domestic Travel	Trip	307.0		0	5,000	1,535	1,326
4 International Travel Expenses	Trip	17.0	50,000	850		0	850
5 Accommodation / Per Diem for A	Month	42.5		0	450,000	19,125	16,524
6 Accommodation / Per Diem for B	Month	256.0		0	360,000	92,160	79,626
7 Accommodation / Per Diem for C	Month	0.0		0	0	0	0
8 Vehicle Rental w/Driver and Fuel	Month	113.0		0	175,000	19,775	17,086
9 Office Rental	Month	35.0		0	300,000	10,500	9,072
10 International Communications	Month	35.0		0	20,000	700	605
11 Domestic Communications	Month	35.0		0	32,000	1,120	968
12 Office Supply	Month	35.0		0	75,000	2,625	2,268
13 Office Furniture and Equipment	LS	0.0		0	1,000,000	0	0
14 Report Preparation	Month	37.0		0	20,000	740	639
15 Topographic Survey	LS	0.0		0	20,000,000	0	0
16 Soil Investigation	LS	0.0		0	3,000,000	0	0
17 Water Quality Analysis	LS	0.0		0	100,000	0	0
Subtotal of B				5,343		148,280	133,457
Total				134,926		334,880	424,262

US \$ = yen 120.1
LKR = yen 0.864

4.3 フェーズ2のプロジェクトコスト

(1) 基本方針

詳細設計調査団、補足調査チーム、JICA 及び NWSDB の協議後、フェーズ2費用は以下の新レートにより積算し、2015年12月に確定した。

1. 基準日 2015年11月
2. 外貨交換率 1 LKR = 0.864 JPY
1 USD = 120.1 JPY
1 USD = 139.0 LKR
3. 物価上昇率 現地貨分：年間3.4%
外貨分：年間 1.8%
4. 予備費 建設・調達: 10.0%, コンサルタント: 5.0%
5. VAT 及び国家建設税 (NBT) 13.0% (VAT 11%, NBT 2%)
6. 輸入税 15%

7. レート NWSDB Rates 2015、供給業者のレート及び過去の契約額からの予想価格に基づく

US ドルと日本円、日本円とスリランカルピーの間ではレートの大きな変動が見られる。従って、F/S にて算出した費用と本調査にて算出した費用には大きな差が見られる。

表 4.3-1 交換レートの変更

Preparatory Survey	Supplemental Study	Revaluation of Exchange Rate
August, 2012	November, 2015	
USD 1= JPY 78.2	USD 1= JPY 120.1	53.5% to JPY
LKR 1=JPY 0.592	LKR 1=JPY0.864	45.9% to JPY
USD 1= LKR 132.1	USD 1= LKR 139.00	5.2% to LKR

(2) 本調査での積算

Appendix 4.3-1 に積算内訳を示す。各ロットの詳細は以下の通り：

1) ロット A: 浄水場及び取水施設

本調査において、取水施設、浄水場及び貯水池の建設費はそれぞれ NWSDB Rate Book 2014 に規定された費用を適用したフェーズ1 詳細設計のロット A での建設費を用いて算定した。それらは溶解空気浮上施設及び粒状活性炭吸着（ろ過）施設を含んでいるため、建設費の計算条件はフェーズ1 詳細設計と同様である。

フェーズ1 詳細設計での計画取水量は 19,800 m³/日、フェーズ2 では 28,800 m³/日 であるため、取水施設の建設費積算のための比率として 1.45 を用いた。同様に、機械電気設備に関しては、取水施設において 1.36、浄水場では 1.34 を用いた。

Table 4.3-2 積算に用いる比率

	Phase-1 D/D	Phase-2	Ratio	Remarks
	a	b	b/a	
Intake Q=	19,800 m ³ /day	28,800 m ³ /day	1.45	Final Capacity
Intake E&M Q=	11,800 m ³ /day	16,000 m ³ /day	1.36	1 st stage Capacity
WTP Qf=	18,800 m ³ /day	27,400 m ³ /day	1.46	Final Capacity
WTP Q=	11,200 m ³ /day	15,000 m ³ /day	1.34	1 st stage Capacity

貯水池の積算については、貯水池建設、土地造成、建屋建設、配管類、機械電気設備に関する費用を含む、フェーズ1 詳細設計の複合単価を元に算出した。

表 4.3-2 ロット A での積算

Code	Item	Specifications	Unit	Quantity	Unit Price		Amount			Remarks
					FC(JPY)	LC(LKR)	FC(JPY)	LC(LKR)	Total (JPY)	
A	<<Lot A>> Intake, WTP, Reservoirs						1,371,127,000	3,979,613,000	4,809,512,000	
A-1	Intake		Ls	1			79,025,000	208,104,000	258,827,000	
A-2	WTP		Ls	1			782,331,000	1,370,674,000	1,966,593,000	
A-3	Elevated Tanks and Ground Sumps		Ls	1			509,771,000	2,400,835,000	2,584,092,000	
A-1	Intake						79,025,000	208,104,000	258,827,000	
A-1-1	Civil Works for Intake		Ls	1			1,681,000	173,441,000	151,534,000	
A-1-2	Mechanical Works for Intake		Ls	1			52,844,000	20,636,000	70,674,000	
A-1-3	Electrical Works for Intake		Ls	1			24,500,000	14,027,000	36,619,000	
A-2	WTP						782,331,000	1,370,674,000	1,966,593,000	
A-2-1	Civil Works for WTP		Ls	1			62,932,000	1,031,550,000	954,191,000	
A-2-2	Mechanical Works for WTP		Ls	1			490,488,000	179,566,000	645,633,000	
A-2-3	Electrical Works for WTP		Ls	1			228,911,000	159,558,000	366,769,000	
A-3	Elevated Tanks and Ground Sumps						509,771,000	2,400,835,000	2,584,093,000	
A-3-1	Elevated Tanks and Ground Sumps		Ls	1			479,394,000	2,029,433,000	2,232,824,000	
A-3-2	Additional E.T. for Phase 1 ex-Bowser Area		Ls	1			17,357,000	179,849,000	172,747,000	
A-3-3	Additional E.T. for Phase 2ex-Bowser Area		Ls	1			13,020,000	191,553,000	178,522,000	

2) ロット B：送水本管、送水管網及び配水本管

a. 単価

本調査において、建設費は、NWSDB レートブックの複合単価を元にしたフェーズ 1 での実際の詳細設計を参考に、F/S の管網の種類・延長により算定した。NWSDB レートブック 2011 及び 2015 の複合単価を表 4.3-3 に示す。管工事における詳細な複合単価の比較を Appendix 4.3-2 に示す。

表 4.3-3 2011 年及び 2015 年における NWSDB レートブックの複合単価比較

Item	Basic Laying Cost				Excavation			
	2011	2015	Comparison between 2011-2015		2011	2015	Comparison between 2011-2015	
			difference	ratio			difference	ratio
ND OD								
HDPE								
500 560	668	1,690	1,022	2.53	697	2,177	1,480	3.12
450 500	652	1,514	862	2.32	581	2,090	1,509	3.60
400 450	475	1,281	806	2.70	427	1,233	806	2.89
350 400	430	1,106	676	2.57	413	1,109	696	2.69
300 355	370	1,034	664	2.79	401	1,109	708	2.77
250 280	280	804	524	2.87	324	924	600	2.85
200 250	227	722	495	3.18	264	853	589	3.23
150 180	174	616	442	3.54	224	792	568	3.54
100 110	140	450	310	3.21	190	616	426	3.24
75 90	138	366	228	2.65	130	504	374	3.88
HDPE Average				2.84				3.18

PVC Pipe										
250	280	169	517	348	3.06	338	760	422	2.25	
200	225	131	387	256	2.95	338	580	242	1.72	
150	160	96	299	203	3.11	312	464	152	1.49	
100	110	74	217	143	2.93	234	348	114	1.49	
75	90	62	209	147	3.37	215	348	133	1.62	
50	63	60	177	117	2.95	117	299	182	2.56	
PVC Average					3.06				1.85	

注：Note: The cost estimates in the F/S was based on rate Book 2011 and the one in the S/S is based on the Rate Book 2015

上表に示す複合単価の上昇に加えて、土留め・排水・基礎工・周辺土埋め戻しの追加（F/Sでは算定されていない）が、図 4-3-1 に示す通り、費用の差となっている。

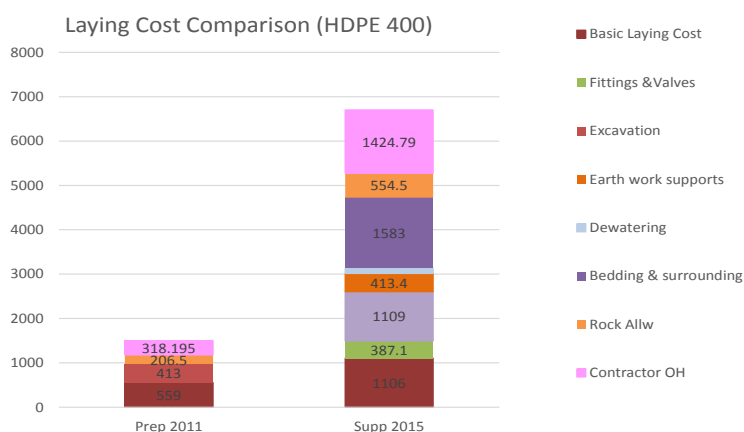


図 4.3-1 F/S 及び本調査時点での複合単価の差

b. 舗装復旧

舗装復旧数量はフェーズ 1 詳細設計での数量を考慮して積算し、以下の通りとする：

一時復旧：配管延長（幅 1.2m）の 2%（F/S 時: 5%）

完全復旧：配管延長（幅 1.2m）の 4%（F/S 時: 10%）

表 4.3-4 ロットBの積算

Code	Item	Specificactions	Unit	Quantity	Unit Price		Amount		
					FC(JPY)	LC(LKR)	FC(JPY)	LC(LKR)	Total (JPY)
B	<<Lot B>> Transmission and Distribution Main						4,109,327,000	3,061,695,000	6,754,631,000
B-1	Transmission Main						2,478,743,000	1,207,722,000	3,522,215,000
B-2	Transmission Sub-main						63,894,000	91,625,000	143,058,000
B-3	Distribution Main						1,563,998,000	1,662,969,000	3,000,803,000
B-4	Miscellaneous works						2,692,000	99,379,000	88,555,000
B-1	Transmission Main						2,478,742,542	1,207,722,048	3,522,214,000
B-1(A)	Transmission Main A						683,474,000	365,837,969	999,558,000
B-1(B)	Transmission Main B						1,795,268,542	841,884,079	2,522,656,000
B-2	Transmission Sub Main						63,894,000	91,625,062	143,058,000
B-2(A)	Transmission Sub-Main A						367,000	691,510	964,000
B-2(B)	Transmission Sub-Main B						63,527,000	90,933,552	142,094,000
B-3	Distribution Main						1,563,998,000	1,662,969,388	3,000,803,000
B-3(A)	Distribution Main A						454,633,000	587,465,720	962,203,000
B-3(B)	Distribution Main B						1,109,365,000	1,075,503,668	2,038,600,000
B-4	Miscellaneous works						2,692,000	99,379,000	88,556,000
B-4-1	Provision of Bonds and Insurances						0	10,084,000	8,713,000
B-4-2	Provision and maintenance of site office						0	12,160,000	10,506,000
B-4-3	Provision of pipe stores						0	16,807,000	14,521,000
B-4-4	Provision of site safety						0	38,929,000	33,635,000
B-4-5	Quality assurance and material testing						2,692,000	2,584,000	4,925,000
B-4-6	Progress documents and drawings						0	2,597,000	2,244,000
B-4-7	Miscellaneous						0	16,218,000	14,012,000

3) ロットC: 配水管網

建設費は、NWSDB レートブック 2015 を用いたフェーズ1 詳細設計と同様の方法にて算定された複合単価にて算定した。

表 4.3-5 ロット C の積算

Code	Item	Specifications	Unit	Quantity	Unit Price		Amount			Remarks
					FC(JPY)	LC(LKR)	FC(JPY)	LC(LKR)	Total (JPY)	
C	<<Lot C>> Distribution Sub-System						337,425,000	2,466,266,000	2,468,278,000	
C-1	Distribution Sub System		m	330,000			135,116,000	954,706,000	959,982,000	
C-2	Miscellaneous works for distribution sub system						1,795,000	90,668,000	80,132,000	
C-3	ex-Bowser Area in Phase 1		m	160,240			73,743,000	489,792,000	496,923,000	
C-4	ex-Bowser Area in Phase 2		m	230,500			126,771,000	931,100,000	931,241,000	
C-1	Distribution Sub System						135,116,000	954,705,640	959,981,000	
C-1(A)	Distribution Sub System (A)		m	117,000			47,535,000	335,933,096	337,781,000	
C-1(B)	Distribution Sub System (B)		m	213,000			87,581,000	618,772,544	622,200,000	
C-2	Miscellaneous works for distribution sub system						1,795,000	90,668,000	80,132,000	
C-2-1	Provision of Bonds and Insurances		Ls	1			0	0	0	
C-2-2	Provision and maintenance of site office		Ls	1			0	4,025,000	3,478,000	
C-2-3	Provision of pipe stores		Ls	1			0	15,126,000	13,069,000	
C-2-4	Provision of site safety		Ls	1			0	38,929,000	33,635,000	
C-2-5	Quality assurance and material testing		Ls	1			1,795,000	8,866,000	9,455,000	
C-2-6	Progress documents and drawings		Ls	1			0	2,630,000	2,272,000	
C-2-7	Miscellaneous		Ls	1			0	21,092,000	18,223,000	

Code	Item	Specifications	Unit	Quantity	Unit Price		Amount			Remarks
					JPY	LKR	JPY	LKR	Total JPY	
C-3	ex-Bowser Area in Mahakanadarawa System Area		m	160,240			73,743,000	489,792,000	496,923,000	
C-3-1	Rambewa		m	100,705			44,388,000	318,027,000	319,163,000	
C-3-2	Medawachchiya		m	59,535			29,355,000	171,765,000	177,760,000	

Code	Item	Specifications	Unit	Quantity	Unit Price		Amount			Remarks
					JPY	LKR	JPY	LKR	Total JPY	
C-4	ex-Bowser Area in Wahalkada System Area		m	230,500			126,771,000	931,100,000	931,242,000	
C-4-1	Bogahawera Tower Zone GND 4, 8, 9, 15		m	39,000			21,574,000	158,435,000	158,462,000	
C-4-2	Wahalkada Tower Zone GND 146, 143		m	10,500			5,570,000	40,732,000	40,762,000	
C-4-3	KAH-KEB Median Tower Zone GND 31		m	10,500			5,847,000	43,001,000	43,000,000	
C-4-4	North Horowpothana City Tower Zone GND 137, 123, 142		m	40,000			22,126,000	162,562,000	162,580,000	
C-4-5	West Horowpothana City Tower Zone GND 118		m	9,500			5,137,000	37,655,000	37,671,000	
C-4-6	Halmillewa Tower Zone GND 124, 154		m	20,000			12,520,000	93,117,000	92,973,000	
C-4-7	Kahatagasdigiliya Tower Zone GND 205,217, 204, 216, 227, 228, 197, 200, 199		m	101,000			53,997,000	395,598,000	395,794,000	

4) ロット D、E、維持管理機器

F/S では、タンク車給水エリアにおいて 11 台のタンク車の調達を想定していた。本調査では、2 台の調達とし、遠隔のため排水管が設置されるまで上水供給のない区域を対象とした。その単価は F/S の単価に 2012～2015 の物価上昇率（外貨分 1.8%、内貨分 3.4%）を考慮して適用した。維持管理機器は、車両と重機である。車両と重機の調達はディーラーの違いから、2つのロットに分割することとした。

表 4.3-6 ロット D の積算結果

Code	Item	Specifications	Unit	Quantity	Unit Price		Amount		
					FC(JPY)	LC(LKR)	FC(JPY)	LC(LKR)	Total (JPY)
D-1	Vehicles						0	63,440,000	54,812,000
D-1-1	Crew Cab		Nr.	2	0	6,630,000	0	13,260,000	11,457,000
D-1-2	Single Cab		Nr.	1	0	3,320,000	0	3,320,000	2,868,000
D-1-3	Double Cab		Nr.	2	0	6,630,000	0	13,260,000	11,457,000
D-1-4	Water Bowser		Nr.	2	0	7,030,000	0	14,060,000	12,148,000
D-1-5	Motor Cycles		Nr.	7	0	220,000	0	1,540,000	1,331,000
D-1-6	Lorry with Jib Crane	capacity: 5 ton	Nr.	1	0	8,000,000	0	8,000,000	6,912,000
D-1-7	Lorry	with enclosed cargo bed capacity: 8 ton	Nr.	1	0	10,000,000	0	10,000,000	8,640,000

表 4.3-7 ロット E の積算結果

Code	Item	Specifications	Unit	Quantity	Unit Price		Amount		
					FC(JPY)	LC(LKR)	FC(JPY)	LC(LKR)	Total (JPY)
E-1	Heavy Duty Machines						0	15,650,000	13,522,000
E-1-1	Asphalt Cutters		Nr.	2	0	630,000	0	1,260,000	1,089,000
E-1-2	Tapping Machines		Nr.	2	0	80,000	0	160,000	138,000
E-1-3	Compactors		Nr.	2	0	330,000	0	660,000	570,000
E-1-4	Vibrating Hammers		Nr.	2	0	330,000	0	660,000	570,000
E-1-5	Portable Generators		Nr.	3	0	800,000	0	2,400,000	2,074,000
E-1-6	Water Meter Test Bench		Nr.	1	0	3,320,000	0	3,320,000	2,868,000
E-1-7	Mini-Backhoe		Nr.	1	0	7,190,000	0	7,190,000	6,212,000

4.4 積算結果の分析

1) フェーズ2におけるF/Sとの積算結果の相違

本調査における積算結果（14,101百万円）は F/S の積算の 2.47 倍となっている。F/S では遠隔地域は給水車による給水、本調査では配水管による給水計画であった。物価上昇と為替レートの変動が影響しており、約 32%¹の増額となっている。（表 4.3-8.参照）

¹ $(5,713,689,274+450,583,256+1,371,704,500) / 5,713,689,274 = 1.3189 \rightarrow 32\% \text{ up}$

表 4.3-8 F/S 及び本調査 のコスト比較

Lot	Lot A	Lot B	Lot C	Lot D	Lot E	Total
Contents	Intake, WTP, Reservoirs	Transmission main Transmission Sub Distribution System	Distribution Sub-System	Vehicles	Heavy Duty Machines	
(1) Supplemental Study	4,809,512,000	6,754,631,000	2,468,278,000	54,812,000	13,522,000	14,100,755,000
(2) Preparatory Survey	2,542,594,662	2,533,883,435	604,491,337	24,343,040	8,376,800	5,713,689,274
(3) Difference (1) - (2)	2,266,917,338	4,220,747,565	1,863,786,663	30,468,960	5,145,200	8,387,065,726
Ratio (1)/(2)	189%	267%	408%	225%	161%	247%
Share in Difference (3)	27%	50%	22%	0%	0%	100%
(4) Price Escalation for (2)	216,041,938	169,749,065	61,340,363	2,568,360	883,800	450,583,526
(5) Increase caused by Exchange Rate change for (2)	766,541,100	306,006,900	282,536,900	12,364,700	4,254,900	1,371,704,500
(6) Net Difference (1) - ((2)+(4)+(5))	1,284,334,300	3,744,991,600	1,519,909,400	15,535,900	6,500	6,564,777,700
Increase Ratio ((1) / ((2)+(4)+(5)))	136%	224%	260%	140%	100%	187%
Ratio of Difference by Reason against S/S Cost Estimates	Price Escalation 10% Exchange Rate 34% Others 57%	Price Escalation 4% Exchange Rate 7% Others 89%	Price Escalation 3% Exchange Rate 15% Others 82%	Price Escalation 8% Exchange Rate 41% Others 51%	Price Escalation 17% Exchange Rate 83% Others 0%	Price Escalation 5% Exchange Rate 16% Others 78%
Major Reasons of Cost Change except Price Escalation and Exchange rate % to S/S Cost Estimates	Diversion works added to Intake Flocculation and DAF Granual Activated Carbon (GAC) Filter Electrical system cost change Addition of ex- Bowser area Elevated Tanks	Unit Price increase explained later section River crossing & pipe support exceeded Reduction of Road Pavement Restoration addition of Yan Oya diversion route 8.8km	Unit Price increase explained later section Total length reduction Change PVC type Reduction of Road Pavement Restoration Addition of ex- Bowser area pipelines	Bowser 12 nos =>2nos Mini Backhoe 1 no. => 0 no. Lorry w/crane 0 no. => 1 no. Lorry 0 no. => 1 no. Price of Preparatory Survey was adjusted for above decrease of vehicles.	Mini Backhoe 0 no. => 1 no. Small Crane 1 no. => 0 no. Price of Preparatory Survey was adjusted for above change of numbers.	Note: Price Escalation: Foreign: 1.8%p.a. Local: 3.4% p.a.

本調査の積算結果は、原計画の給水車計画区域から配水管給水への変更を含むものである。この変更はロット A 及びロット C に含まれる。F/S と本調査 のコスト比較のためその事業費を除外すると、12,321 百万円 となり、F/S に対して 216% となり、さらに次表のとおり 163% まで縮減される。

表 4.3-9 F/S と 本調査 の事業費比較（タンク車給水区域事業費除外）

Facilities	Lot A	Lot B	Lot C	Lot D	Lot E	Total
	Intake, WTP, Reservoirs	Transmission main Transmission Sub Distribution System	Distribution Sub-System	Vehicles	Heavy Duty Machines	
(1) Supplemental Study	4,458,243,000	6,754,631,000	1,040,114,000	54,812,000	13,522,000	12,321,322,000
(2) Preparatory Survey	2,542,594,662	2,533,883,435	604,491,337	24,343,040	8,376,800	5,713,689,274
(3) Difference (1) - (2)	1,915,648,338	4,220,747,565	435,622,663	30,468,960	5,145,200	6,607,632,726
Ratio (1)/(2)	175%	267%	172%	225%	161%	216%
Share in Difference (3)	29%	64%	7%	0%	0%	100%
(4) Price Escalation for (2)	216,041,938	169,749,065	61,340,363	2,568,360	883,800	450,583,526
(5) Increase caused by Exchange Rate change for (2)	766,541,100	306,006,900	282,536,900	12,364,700	4,254,900	1,371,704,500
(6) Net Difference (1) - ((2)+(4)+(5))	933,065,300	3,744,991,600	91,745,400	15,535,900	6,500	4,785,344,700
Increase Ratio ((1)/((2)+(4)+(5)))	126%	224%	110%	140%	100%	163%
Excluded Facilities	5 Elevated tanks to be built in ex-Bowser Area		Pipelines to be built in ex-Bowser Area			

事業費増大の理由は以下のとおり：

ロット A:

- 取水施設の原水分水工の設置（フェーズ1 DD と同様）
- 沈殿池施設の DAF への変更、活性炭ろ過の設置（フェーズ-1 D/D と同様）。
- 配水地 5 施設の追加（旧給水車配水区域に設置、347 百万円）。

ロット B 及び ロット C:

- 配水管コストの増大 (1.6 ～3.5 倍)（下表参照）

表 4.3-10 配水管単価の比較（F/S と 本調査）

Transmission Pipeline								Distribution Pipeline										
unit: LKR								unit: LKR										
Item	Supply Cost		Laying Cost		Total			Ratio	Item	Supply Cost		Laying Cost		Total			Ratio	
ND	OD	F/S	S/S	F/S	S/S	F/S	S/S	F/S	ND	OD	F/S	S/S	F/S	S/S	F/S	S/S	F/S	S/S
HDPE								HDPE										
500	560	25,331	34,322	2,431	10,128	27,762	44,450	1.60	500	560	27,357	38,136	2,517	10,450	29,874	48,586	1.63	
450	500	20,221	27,406	2,184	9,499	22,405	36,905	1.65	450	500	21,839	30,452	2,266	9,787	24,105	40,239	1.67	
400	450	16,569	22,157	1,598	7,305	18,168	29,462	1.62	400	450	17,895	24,619	1,658	7,549	19,553	32,168	1.65	
350	400	12,917	17,855	1,497	6,702	14,414	24,557	1.70	350	400	13,950	19,840	1,551	6,912	15,502	26,752	1.73	
300	355	10,223	13,870	1,375	6,266	11,598	20,136	1.74	300	355	11,041	15,411	1,422	6,463	12,463	21,874	1.76	
250	280	6,340	8,596	1,080	5,241	7,420	13,837	1.86	250	280	6,847	9,551	1,115	5,394	7,962	14,945	1.88	
200	250	5,050	6,822	879	4,923	5,929	11,744	1.98	200	250	5,454	7,579	907	5,060	6,361	12,639	1.99	
150	180	2,633	3,549	715	4,176	3,348	7,725	2.31	150	180	2,843	3,945	737	4,293	3,580	8,238	2.30	
100	110	1,273	1,338	593	3,446	1,866	4,785	2.56	100	110	1,375	1,488	611	3,532	1,986	5,020	2.53	
75	90	671	898	476	3,129	1,147	4,027	3.51	75	90	724	998	494	3,198	1,218	4,196	3.44	
PVC Pipe								PVC Pipe										
250	280	5,316	6,263	923	4,395	6,239	10,658	1.71	250	280	5,980	7,265	923	4,494	6,903	11,758	1.70	
200	225	4,445	3,888	860	3,522	5,305	7,410	1.40	200	225	5,001	4,510	860	3,596	5,861	8,105	1.38	
150	160	1,610	2,026	753	2,904	2,363	4,930	2.09	150	160	1,811	2,350	753	2,961	2,564	5,311	2.07	
100	110	772	859	568	2,518	1,340	3,377	2.52	100	110	868	997	568	2,559	1,436	3,557	2.48	
75	90	508	648	512	2,449	1,020	3,097	3.04	75	90	572	751	512	2,489	1,084	3,240	2.99	
50	63	340	329	322	2,024	662	2,352	3.55	50	63	383	382	322	2,057	705	2,439	3.46	
PN16 HDPE								F/S: Preparatory Survey S/S: Supplemental Study										
400	450	24,855	34,005	1,598	7,559	26,453	41,564	1.57										
350	400	19,376	26,248	1,497	6,815	20,873	33,063	1.58										
300	355	15,334	20,403	1,375	6,379	16,709	26,783	1.60										

a. NWSDB Rate book における配管敷設工と掘削工単価の増大

平均して、配管敷設工：HDPE 2.8倍、PVC 3.1倍、掘削工：HDPE 3.2倍、PVC 1.9倍の増大。これらが NWSDB Rate Book 2015 における単価増の主な要因である。

b. 掘削山留工・水替え工

F/S においては、掘削山留工・水替え工が配管敷設工単価に含みとされていたため、見込まれていなかったが、NWSDB Rate Book 2015 においては別途に見込む様に規定が変更となった。配管敷設延長の増により、工期の延長が想定されたため、雨季の工事を余儀なくされることとなり、図 4.3-1 の通り、Phase-2 においてこの事業費を見込むこととなった。単価は、NWSDB Rate Book 2015 の 20%割増しとした。

c. 管基礎工及び管側面埋め戻し工の計上漏れ

F/S の積算においては、管の砂基礎工と管周辺の埋め戻し工の積算に漏れがあった。Phase-1 D/D と同様に、本調査 において計上した。

- 上記の管防護工の追加計上を考慮して、道路復旧面積は Phase-1 D/D で仮設は管路延長の 2%、本設は 4%を適用した。F/S ではそれぞれ 5%、10%であった。（事業費減）
- ロット C の管路延長は Phase-1 D/D の F/S.に対する比率に従って減じた。（事業費減）
- Phase-1 と Phase-2 における配水管網の追加工事（旧給水車配水区域内）により工事費が増大した。
- ヤン・オヤの、う回に伴う transmission pipeline の 8.8km の延伸により工事費が増大した。
- 旧給水車配水計画区域における建設工事

Phase-1 D/D では、旧給水車配水計画区域における管工事が含まれていなかった。Phase 2 の積算では Phase 1 と Phase 2 両者の関連工事の積算が含まれている。

- 配管工事の工事単価の見直し

NWSDB Rate Book （2014、2015）における工事単価を表 4.3-11 に示す。

表 4.3-11 Rate Book 2014、2015 の工事単価比較

Item	Basic Laying Cost				Excavation				
	2014	2015	Comparison between 2014-2015		2014	2015	Comparison between 2014-2015		
			difference	ratio			difference	ratio	
HDPE									
500 560	1,052	1,690	638	1.61	878	2,177	1,299	2.48	
450 500	1,026	1,514	488	1.48	732	2,090	1,358	2.86	
400 450	749	1,281	532	1.71	541	1,233	692	2.28	
350 400	677	1,106	429	1.63	522	1,109	587	2.12	
300 355	582	1,034	452	1.78	508	1,109	601	2.18	
250 280	441	804	363	1.82	410	924	514	2.25	
200 250	358	722	364	2.02	334	853	519	2.55	
150 180	273	616	343	2.26	284	792	508	2.79	
100 110	154	450	296	2.92	241	616	375	2.56	
75 90	154	366	212	2.38	165	504	339	3.05	
HDPE Average				1.96				2.51	
PVC Pipe									
250 280	216	517	301	2.39	413	760	347	1.84	
200 225	183	387	204	2.11	413	580	167	1.40	
150 160	140	299	159	2.14	381	464	83	1.22	
100 110	101	217	116	2.15	287	348	61	1.21	
75 90	92	209	117	2.27	266	348	82	1.31	
50 63	91	177	86	1.95	147	299	152	2.03	
PVC Average				2.17				1.50	

2015年単価は2014年のほぼ2倍である。

4.5 Phase 2 の調達計画

表 4.4-1 に Phase 2 プロジェクトのスコープを示す。

表 4.4-1 Phase 2 Wahalkada System のスコープ

ロット	Package	Procurement	Cost
ロット A (Intake, WTP and reservoirs)	• Intake facility (Civil: 28,800m ³ /day, M&E: 16,000m ³ /day)	ICB with PQ	JPY 4.8billion
	• Water Treatment Plant (15,000m ³ /day)		
	• Ground Sumps (500m ³ x 2; 1000m ³ x 2; 1500m ³ x 1)		
	• Elevated Tanks (250m ³ x 7; 500 m ³ x 3; 750m ³ x 3; 1250m ³ x 1; 1500 m ³ x 1; 2000 m ³ x 1)		
	• Mechanical and Electrical Works		
	• Building Works		
ロット B (Transmission and Distribution Main)	• Supply & Laying of Transmission Main (HDPE, ND300-ND450mm x 126.1km)	ICB with PQ	JPY 6.8 billion
	• Supply & Laying of Transmission Sub-main (HDPE, ND100 - ND250mm x 24.3km)		
	• Supply & Laying of Distribution Main (HDPE, ND75 - ND400 mm x 326.7km)		
	• Surge Chamber x 1		
	• Procurement and Installation of Flowmeters (50 - 100mm x 35units)		

ロット	Package	Procurement	Cost
ロット C (Distribution Sub-system)	• Supply & Laying of Distribution Sub-system (uPVC ND50-ND200mm x 719.1km*, HDPE 180mm x 1.6km)	LCB	JPY 2.5 billion
ロット D (Vehicles)	• Crew Cabs (2), Single Cab (1), Double Cabs (2), Water Bowsers (2), Motor Cycles (7), Lorry with Jib Crane (1), Lorry (1)	LCB	JPY 54.8 million
ロット E (Heavy Duty Machines)	• Asphalt Cutters (2), Tapping Machines (2), Compactors (2), Vibrating Hammers (2), Portable Generators (3), Water Meter Test Bench (1), Mini-Backhoe (1)	LCB	JPY 13.5 million

* ND200mm PVC: 40.1 km, ND150mm PVC: 56.8 km, ND100mm PVC: 164.9 km, ND75mm PVC: 252.4 km, ND50mm PVC: 204.9 km

4.6 本邦技術の適用

4.6.1 Phase 2 のコンポーネント

建設予定施設は以下のとおり：

- 取水施設
- 浄水場
 - 凝集混和施設、加圧浮上施設
 - 急速砂ろ過・粒状活性炭吸着（ろ過）施設
 - 逆洗排水／スラッジ処理施設
 - 塩素注入・薬品注入施設
 - 監視制御施設
- 貯水施設
 - 高架水槽
 - 配水池
 - ポンプ施設
- 送水施設・配水施設
 - 送水ポンプ
 - 送水・配水管材料・管布設工
- 受変電施設

本邦企業の入札参加・受注の可能性を以下に概観する。

4.6.2 浄水場

飲料水は人間の生存に必要な基本的な物資であるため、浄水場には普遍的な技術・材料が使われる。特殊な技術は求められず、日本企業には特別な優位性はないと考えられる。本邦企業は多くの浄水場建設の経験があるが、加圧浮上施設（DAF）を装備した浄水場の建設経験を持った企業はほとんどない。粒状活性炭吸着（ろ過）施設（GAC）については、多くの日本企業が経験を持つ。しかし DAF と GAC は同時に求められるため、適格と評価されることは困難である。また、日本企業はポンプの効率と省エネルギーに関して優位性があったものの、現在では他国企業製品との大きな差異は失われた。ただし、日本製ポンプの耐久性においては信頼性が高い。

4.6.3 管工事

管の材料とその敷設工事に日本企業の優位性を見出すことは困難である。管材料は比較的高額であり、推進工事・シールド工事に優位性はあるものの対象地区では全管渠が開削工法である。

4.6.4 SCADA

広域 SCADA（遠隔監視制御システム）は本事業のスコープには含まれていない。一方で、スリランカにおいて広く利用されている GPRS (General Packet Radio System、無線による通信システム)は、GSM と呼ばれるベースシステムを使用しており、GSM を用いた製品を現在は有していない日本企業の優位性は少ない。

第 5 章

事業実施計画

第5章 事業実施計画

5.1 契約パッケージ

日本の ODA における契約パッケージは、事前資格審査評価、入札評価、契約の各段階で、JICA の同意が必要である。また原則として、JICA 円借款の手続き・入札は、国際競争入札(ICB) であることが求められる。

本プロジェクトにおける契約パッケージ案を、表 5.1-1 に示す。なお国際競争入札は、求められる技術力や経験が高く、パッケージの規模が大きい場合に選択した。

表 5.1-1 Wahalkada システムプロジェクトにおける契約パッケージ案

パッケージ	内容	事業費 (百万円)	期間 (月)	調達方法
ロット A	建設工事(取水口・浄水場・貯水池・高架水槽)	4,810	30	国際競争入札 (PQ を伴う)
ロット B	建設工事(送水管・主配水管)	6,755	33	
ロット C	建設工事(配水管網)	2,468	33	地元業者の 競争入札
ロット D	調達(自動車)	55	6	
ロット E	調達(重機械)	14	6	
非適格	給水管	68	33	
	施工監理コンサルタント	424	35	

ロット A は、取水口・浄水場・貯水池・高架水槽に関する土木・建築・機械・電気工事から構成される。難度が高く、高い技術力と調整力が求められる。

ロット B は、HDPE 管の施工実績が必要である。スリランカでは、管径 450mm の大口径 HDPE 管は珍しく、また総延長 480km という規模は、地元 の 1 工事業者にとっては大きすぎる規模である。

ロット C・D・E は、地元業者の競争入札による工事パッケージである。ロット C は、管径 50-200mm の uPVC 管約 720km の建設工事であり、更にロットを分割すべきか、詳細設計で検討が必要である。

5.2 調達方式

コンサルタント及び工事請負業者の選定については、JICA ガイドライン及びスリランカの政府調達ガイドライン(2006 年)の規定に従わなければならない。

施工管理のためのコンサルタント選定は、日本政府がフェーズ 2 の資金援助に合意した後、

NWSDB により直ちに行われる必要がある。

主な建設工事の契約形態としては、設計条件により次の2つの方法がある。

(1) 施工のみの請負

発注者又はコンサルタントが入札図書で詳細仕様を定め、請負業者はこれに従い施設を建設する方式である。

(2) 設計・施工一括発注方式(デザインビルド)

入札図書では、必要最低限の仕様のみを定め、仕様以外は請負業者が提案し、発注者もしくはコンサルタントが承認する方式である。入札図書の作成に要する時間は短くて済むが、請負業者から提出される設計図書に手戻りが多い場合は、通常より多くの時間を要することになる。

本プロジェクトでは、上記及び JICA における過去の経験から、(1)の方式による発注とする。各資機材の調達先は、以下のとおり。

- ・土木(コンクリート・セメント・砂・砂利・レンガ・鉄筋・矢板)：スリランカ国内
- ・管材(HDPE)：適切な第3国より輸入
- ・建設機械(掘削機・杭打ち機・ダンプトラック・ブルドーザー等)：スリランカ国内でリース
- ・パイプジャッキング用機械：輸入
- ・機械(ポンプ・薬注機器・バルブ等)及び電気(制御パネル・変圧器・発電機等)：輸入
- ・ケーブル等：仕様を満たす場合はスリランカ国内で調達可能

5.3 コンサルティングサービス (TOR)

Wahalkada システム浄水供給プロジェクトの詳細設計・入札支援及び施工監理が必要であり、コンサルタントは国内・海外の両方の専門家および補助スタッフにより構成される。コンサルタントサービスは2つのパッケージに分かれており、1つ目が現在進行中の日本の ODA(No. SL-P110)に基づく詳細設計・入札支援部分である。2つ目が新規の日本の ODA による施工監理部分である。

5.4 プロジェクト実施工程表

表 5.4-1 に、プロジェクトの概略工程を示す。Wahalkada 浄水場の試運転は、2020年9月の工事終了後、2020年10月が見込まれる。

表 5.4-1 概略工程

種類	工期	月数
<<円借款 No. SLP-110>>		
設計・入札支援のためのコンサルタントの選定	2016年1月-3月	3ヶ月
詳細設計・入札図書準備	2016年4月-2017年1月	10ヶ月
ロットA 事前審査；評価・JICA 同意	2016年11月-2017年3月	5ヶ月
入札；評価・JICA 同意	2017年4月-2018年3月	12ヶ月
契約	2018年4月	-
ロットB 事前審査；評価・JICA 同意	2016年11月-2017年3月	5ヶ月
入札；評価・JICA 同意	2017年4月-2018年2月	11ヶ月
契約	2018年3月	-
ロットC 入札；評価・交渉	2017年5月-2018年2月	10ヶ月
契約	2018年3月	-
ロットD 入札；評価・交渉	2017年6月-12月	7ヶ月
契約（調達）	2018年1月	-
ロットE 入札；評価・交渉	2017年6月-12月	7ヶ月
契約（調達）	2018年1月	-
<<新規円借款>>		
JICA ローン締結	2016年2月	
GOSL・GOJ 間での文書締結	2016年3月	
ローン同意への署名（ワハルカダ ステージ1）	2016年3月	
施工監理のためのコンサルタントの選定	2017年1月-12月	12ヶ月
ロットA: 建設工事（取水口・浄水場・貯水池・高架水槽）	2018年4月-2020年9月	30ヶ月
ロットB: 建設工事（送水管・主配水管）	2018年3月-2020年11月	33ヶ月
ロットC: 建設工事（配水管網）	2018年3月-2020年11月	33ヶ月
ロットD: 調達（車両）	2018年1月-6月	6ヶ月
ロットE: 調達（建設重機）	2018年1月-6月	6ヶ月

第 6 章

經濟財務分析

第6章 経済財務分析

6.1 NWSDB の財務状況

6.1.1 NWSDB 全体

表 6.1-1 に NWSDB の 2011 年から 2014 までの損益計算書を示すように、利益率は年間約 5.25% である。公益事業体は非営利であるため、高い利益率を上げることは望ましくはないが、赤字は許されないことから、この数字は適切な利益率であると判断される。表 6.4-5 の Operation and maintenance cost (2034 年以降)によれば、当該プロジェクトの維持管理費が年間 210 百万円（約 243 百万ルピー）であり、これは 2014 年度の総経常費用の 2.1%に相当する。この程度の維持管理費増加であれば、現行の財務状況であれば問題なく支出可能と判断できる。

表 6.1-1 NWSDB の損益計算書

	2011	2012	2013	2014
Sales of Water	12,609,703	14,344,205	17,074,986	18,710,050
Direct Operational Cost	7,470,490	8,821,798	10,015,137	11,325,829
Salaries and wages	3,345,000	3,917,754	4,245,514	4,631,740
Pumping cost	2,417,486	2,894,657	3,356,524	3,801,834
Chemicals	426,960	500,328	579,045	630,583
Repair/Maintenance cost	581,807	698,438	825,726	955,992
Other operational cost	699,237	810,621	1,008,328	1,305,680
Operational Profit/Loss	5,139,213	5,522,407	7,059,849	7,384,221
Other Operational Income	1,318,540	1,586,512	1,195,406	1,443,777
Administrative Overhead	4,680,821	5,848,136	5,831,428	5,985,332
Other Operational Expenses	227,426	54,475	559,425	334,370
Profit/Loss of Operational Activity	1,549,506	1,206,308	1,864,402	2,508,296
Financial Cost	943,355	1,013,245	1,039,763	1,242,530
Non-Operational Income	131,257	213,956	225,687	213,239
Profit/Loss before Tax	737,408	407,019	1,050,326	1,479,005
Taxation-economic service charges	53,056	40,217	47,466	53,113
Net Profit/Loss	684,352	366,802	1,002,860	1,425,892
Profitability before tax	5%	3%	6%	7%

Unit: ,000 LKR

Source: Financial Reports of NWSDB

表 6.1-2 と図 6.1-1, 2 に直接費の詳細を示した。業務費は、水道料金収入が増加しているため、その分の経費増加により直接経費の額、比率が増加しているが、全体の経費率はほとんど変化なく、間接費が抑えられていることが分かる。そして、約 10%の経常利益を持続している。

表 6.1-3 に、先の損益計算書と同じ時期のキャッシュフロー計算書を示した。2014 年の計上活動によるキャッシュフローは赤字になっているが、これは、それまでの不良債権を一括処理した会計処理上の理由で一時的に赤字になったものであり、損益計算書の 2014 年の経常利益が黒字になっていること、税引前の利益率が 7%と前年よりも増加していること、財務報告書にその他の懸念材料が見られないことから、水道事業を実施していく上で、財務上障害になるものとは考えられない。

しかし、キャッシュフローは建設投資予算の変動が大きいため、損益計算書のような管理ができていない。ここで建設予算補助(Capital Grant)として政府建設予算補助(Government grant)と別建てにしているのは国際援助機関からの援助額であり、スリランカ政府への借款であっても NWSDB の借款ではない部分は、会計処理上この科目に計上される。この補助額も含め、建設予算が増えると金利や返済が増えるので、キャッシュフローでの累積バランスは減少する。従ってこのままのペースで建設投資が続くと、資金繰りがやがて厳しくなることから、数年以内に水道料金値上げが必要になると考えられる。

表 6.1-2 直接経費及び間接経費の割合(表 6.1-1 に基づく)

	2011	2012	2013	2014
Operational Ratio	89%	92%	90%	88%
Direct Cost	60%	60%	61%	64%
Salaries and wages	45%	44%	42%	41%
Pumping cost	32%	33%	34%	34%
Chemicals	6%	6%	6%	6%
Repair/Maintenance cost	8%	8%	8%	8%
Other operational cost	9%	9%	10%	12%
Indirect Cost	40%	40%	39%	36%
Administrative Overhead	95%	99%	91%	95%
Other Operational Expenses	5%	1%	9%	5%

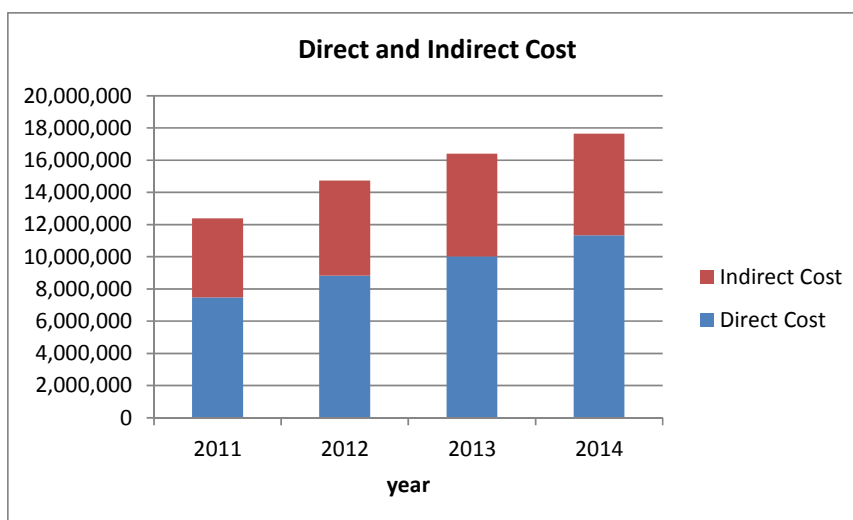


図 6.1-1 直接経費及び間接経費の割合(単位：1000 LKR)

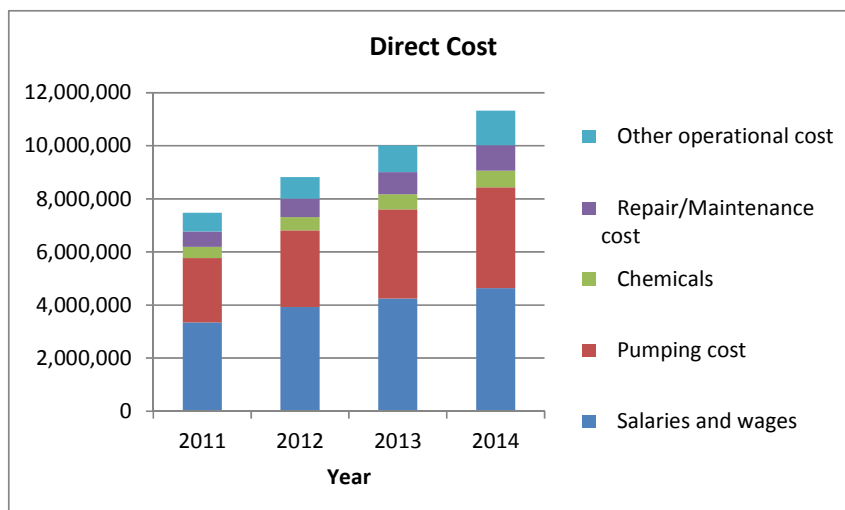


図 6.1-2 直接経費の割合 (単位: 1000 LKR)

表 6.1-3 NWSDB のキャッシュフロー計算書

	2011	2012	2013	2014
Cashflow from Operational Activities	5,477,524	3,548,244	2,276,181	-1,088,730
Cashflow from Investment Activities	-32,223,912	-35,043,867	-21,675,932	-31,165,416
Investment for fixed asset and working capital	-31,841,838	-36,129,769	-21,594,999	-31,429,384
Cashflow from Financial Activates	26,141,129	32,559,458	19,405,361	33,130,789
Government grant	8,193,233	9,906,397	5,147,345	7,768,323
Capital grant	15,786,177	22,623,616	13,530,554	23,177,801
New loan	4,768,278	2,665,416	4,213,781	5,569,216
Loan repayments	-325,476	-610,991	-200,741	-1,030,498
Interest paid	-1,635,857	-686,426	-1,376,382	-1,871,943
End Balance	26,141,129	32,559,458	19,405,361	867,642

Unit: 1000 LKR

Source: Financial Reports of NWSDB

NWSDB 単独で建設投資を負担できるかということ、表 6.4-5 の Project Cost の最大値をみると、当該プロジェクトではピーク時に年間 91.2 億円（105.5 億 LKR）の建設費用負担が必要であり、これは、2014 年の NWSDB の建設投資予算の 34% に相当する。またピーク時前後の 2018 年から 2020 年までも約 75 億円（86.8 億 LKR）と 2014 年建設予算の約 28% の建設費用負担が必要である。このような大きな負担は難しいため、従来通り中央政府からの建設予算に対する財務補填を必要とする。通常円借款適格費用の 85%、及び非適格費用の 100% が中央政府から財務補填されるので、同様の補填が行われれば当該プロジェクトにおける NWSDB の建設予算の負担は 2014 年の予算に対して 5% であり、この程度であれば NWSDB は十分負担する財務能力を有している。

NWSDB の財務能力に関する結論として、建設予算が中央政府から補填されるのであれば、損益計算書及びキャッシュフロー計算書の分析から、当該プロジェクトを十分に実施できると考えられる。

6.1.2 NWSDB North Central

表 6.1-4 に NWSDB の支部である、North Central (RSC-NC) の 2011 年から 2014 年までの予算を示した。RSC-NC は、経常予算の約 20% を CBO 支援に充てている。NWSDB 全体と同じく、2014 年以外は、約 5% の利益を上げている。

表 6.1-4 NWSDB RSC-North Central の予算

Operational Budget	2011	2012	2013	2014
Operational revenue	58,200	65,736	79,150	89,463
Operational expenditure	55,025	63,529	71,976	68,259
- salaries and wages	22,902	26,901	29,475	37,766
- electricity and fuel for pumping	7,173	3,963	10,089	12,190
- chemical for purification	5,178	4,924	5,686	2,565
- office management	1,725	2,313	3,648	162
- support to CBO	8,423	19,282	15,469	10,052
- other operational cost	9,624	6,146	7,609	5,524
Profit/loss	3,175	2,207	7,174	21,204
Profitability	5%	3%	9%	24%

Unit: 1000 LKR

Rate of support to CBO	15%	30%	21%	15%
------------------------	-----	-----	-----	-----

Source: questionnaire survey

当該プロジェクトの維持管理費が先述のように 210 百万円(243 百万 LKR)であり、2014 年の維持管理費の 3.6 倍になる。しかし給水サービスによる収入は十分ではないので、経常収支では赤字になることが想定される。但し地域事務所が赤字でも、先述のように NWSDB 全体では十分この赤字を吸収できる。

6.2 CBO の財務状況

CBO の状態は、訪問してインタビューを行い、入手した 3 つの CBO の監査報告書をもとに分析したものである。

基本的に、CBO の組織は、議長、秘書、財務担当の 3 人が選挙で選ばれ、無給で CBO の業務を行う。他に、事務員とポンプ・オペレータが雇われ、こちらには給与が支払われる。

訪問した CBO の調査結果から、経営状態は概ね極めて良く、高い収益性を上げていること、又いくつかの CBO では浄水装置を持ち、飲料用として販売していることが判明した。

(1) Padavi Parakkrama Pura CBO

1) 組織

表 6.2-1 に組織と人員数を記載した。給水施設として、3 ケ所の水源と 2 つの高架水槽を持ち、施設が多いので、オペレーターは 2 人である。

表 6.2-1 Padavi Parakkrama Pura CBO の組織

1) Organization	number	Month Salary	Over time/h
Chairman	1	-	-
Secretary	1	-	-
Treasurer	1	-	-
Operator	2	20,000	80
Clerk	1	13,500	65

Unit: SLR

2) 人口、家屋数、請求水量、請求金額等

表 6.2-2 にこの CBO の人口、家屋数、請求水量、請求金額等のデータを示した。原水を浄化せずにそのまま各戸給水しているが、この CBO では飲料用として小型の浄化設備を持ち、事務所で浄化した水の販売を行っている。住民は、この浄化した水を飲料用として購入している。

表 6.2-2 Padavi Parakkrama Pura CBO の人口等

2) demographic and performance data on each CBO	Unit	2012	2013	2014	2015
Population in jurisdiction					8,500
Number of connection		325	480	580	724
Number of active connection		325	480	580	724
Service coverage	%		28	32	40
Average households	persons		7	7	7
Production per day	cubic meter				450
UFW: Unaccounted for Water	%				
NEW: Non Revenue Water	%				
Distribution duration (max: 24 hours)	hours				24
Total billing volume (annual)	c meters				162,000
Total billing amount (annual)	,000 LKR				1,620
Collection efficiency	%				100
Number of connection per staff					121
Average consumption volume per capita per day	litter				53
Average consumption volume per house per month	cubic meter				19
Water tariff structure and price					
- minimum charge volume	cubic meter				10
- minimum charge	LKR				10
- next charge	LKR				11
Unit production cost	LKR/c m				8

3) 財務状態

表 6.2-3 にこの CBO の財務状況を示した。主に浄化した水を別途販売していることが原因で、きわめて収益性が高い。この高い収益性も理由の一つにあり、浄化していない水に関しては、他の CBO よりも安く提供しているとのことであった。また、高い収益性があるので、買掛金も長期負債もない。営業費比率（経常費用の経常収入に占める割合）は低く、47～58%である。

Table 6.2-3 Padavi Parakkrama Pura CBO の財務諸表

A) Income Statement	2012	2014
(1) Revenue		
1) Sales of Water	1,781,219.25	2,191,909.03
Sales of water	1,781,219.25	2,191,909.03
2) Interest	123,719.16	909,843.12
3) Other incomes	338,960.00	1,843,852.85
Membership	23,100.00	1,231,182.10
New connections	0.00	0.00
Penalty	3,200.00	5,700.00
Others	312,660.00	606,970.75
Sub Total	2,243,898.41	4,945,605.00
(2) Expenditure		
1) Administrative and office management		
Office management	0.00	*1)
Audit fee/lawyer fee	55,500.00	7,500.00
Salaries and Wages	382,400.00	769,188.50
Electricity	233,061.13	313,569.25
Chemicals (Detergent Powder)	0.00	0.00
Stationary	0.00	35,272.00
Maintenance	414,585.00	541,250.00
Travel expenses and others	149,660.70	234,336.25
Sub Total	1,235,206.83	1,901,116.00
(3) Profit/Loss	1,008,691.58	3,044,489.00
B) Balance Sheet	2013	2014
(1) Asset		
1) Fixed asset	20,897,006.80	18,851,933.80
2) Liability		
Bank account	7,162,333.55	7,784,764.92
Cash on hand	6,897.59	20,913.12
Account Receivable	4,532,375.50	4,753,375.50
Sub Total	11,701,606.64	12,559,053.54
3) Asset	32,598,613.44	31,410,987.34
(2) Liability, equity and capital		
1) Liability	9,716.50	0.00
Account Payable	9,716.50	0.00
2) Equity and capital		
Consolidated fund	8,721,584.97	8,496,991.45
Retaining and Earnings	1,023,427.58	15,000.00
Member's contribution	22,843,884.39	22,898,994.89
Sub Total	32,598,613.44	31,410,986.34
	2013	2014
Profitability	45%	62%
Operational Ratio	58%	47%

*1) office management cost and stationary including with others

*2) including procurement for construction project expected subsidiary

(2) Mahadellankudawala Pandukhabaya CBO

1) 組織

表 6.2-4 にこの CBO の組織と人数を示す。この CBO は、浄化した水も別途販売していて、水売り業者も浄化した水を仕入れに来るので、その事務作業が多いことから、事務員が 2 人になっている。

表 6.2-4 Mahadellankudawala Pandukhabaya CBO の組織

1) Organization	number	Month Salary	Over time/h
Chairman	1		
Secretary	1		
Treasurer	1		
Operator	1	15,000	0
Clerk	2	1,000	0

2) 人口、家屋数、請求水量、請求金額等

表 6.2-5 にこの CBO の人口等のデータを示した。この CBO も、小型の浄化装置を事務所に備え、浄化した水を別途販売している。

表 6.2-5 Demographic and Performance Data of Mahadellankudawala Pandukhabaya CBO

2) demographic and performance data on each CBO	Unit	2011	2012	2013	2014	2015
Population in jurisdiction						2,850
Number of connection		210	250	300	350	470
Number of active connection		210	250	300	350	470
Service coverage	%			65	70	80
Average households	persons			5	5	5
Production per day	cubic meter					200
UFW: Unaccounted for Water	%					
NEW: Non Revenue Water	%					
Distribution duration (max: 24 hours)	hours					24
Total billing volume (annual)	c meters					72,000
Total billing amount (annual)	,000 LKR					120
Collection efficiency	%					80
Number of connection per staff						78
Average consumption volume per capita per day	litter					70
Average consumption volume per house per month	cubic meter					13
Water tariff structure and price						
- minimum charge volume	cubic meter					5
- minimum charge	LKR					7
- next charge	LKR					10
Unit production cost	LKR/c m					

3) 財務

表 6.2-6 にこの CBO の財務データを示した。浄化した水を販売している関係上、収入が多い。また、利益率が高く、買掛金も長期負債も全く抱えていない。営業費比率（経常費用の経常収入に占める割合）は低く、69～78%である。

表 6.2-6 Mahadellankudawala Pandukhabaya CBO の財務諸表

A) Income Statement	2013*1)	2014
(1) Revenue		
1) Sales of Water	711,460.00	907,698.00
Sales of water	711,460.00	907,698.00
2) Interest	10,535.04	0.00
3) Other incomes	119,928.00	277,666.00
Membership	10,523.00	1,200.00
New connections	96,770.00	251,336.00
Penalty	4,000.00	4,100.00
Others	8,635.00	21,030.00
Sub Total	841,923.04	1,185,364.00
(2) Expenditure		
1) Administrative and office management		
Office management	58,950.00	23,555.00
Audit fee	0.00	20,000.00
Salaries and Wages	301,000.00	445,097.00
Electricity	206,655.00	232,740.00
Chemicals (Detergent Powder)	16,020.00	0.00
Stationary	15,250.00	16,120.00
Maintenance	40,471.00	59,460.00
Travel expenses and others	13,012.00	22,027.00
Sub Total	651,358.00	818,999.00
(3) Profit/Loss	190,565.04	366,365.00
B) Balance Sheet	2013	2014
(1) Asset		
1) Fixed asset	7,611,400.52	7,611,400.52
2) Liability		
Bank account	265,903.42	521,586.02
Cash on hand	191,691.51	125,346.51
Account Receivable	281,353.68	281,353.68
Sub Total	738,948.61	928,286.21
3) Asset	8,350,349.13	8,539,686.73
(2) Liability, equity and capital		
1) Liability		
Account Payable	0.00	0.00
2) Equity and capital		
Retaining and Earnings	6,695,067.52	7,061,432.52
Member's contribution	1,655,281.61	1,478,254.21
Sub Total	8,350,349.13	8,539,686.73
	2013	2014
Profitability	23%	31%
Operational Ratio	78%	69%

*1) July 1st, 2012-December 31st, 2013
fixed asset are not depreciated

(3) Nildiya Thanuththegama CBO

1) 組織

表 6.2-7 にこの CBO の組織と人員数を示す。典型的な CBO の組織形態をとっている。ここは浄化した水を販売していないので、事務員は 1 人である。

表 6.2-7 Nildiya Thanuththegama CBO の組織

1) Organization	number	Month Salary
Chairman	1	
Secretary	1	
Treasurer	1	
Operator	1	12,000
Clerk	1	4,000

2) 人口、家屋数、請求水量、請求金額等

表 6.2-8 にこの CBO の人口、家屋数、請求水量、請求金額等のデータを示した。ここには浄化設備がなく、事務所で水の販売を行っていない。

表 6.2-8 Nildiya Thanuththegama CBO の人口等

2) demographic and performance data on each CBO	Unit	2013	2014	2015
Population in jurisdiction				1,500
Number of connection		145	152	162
Number of active connection		145	152	162
Service coverage	%	40	45	52
Average households	persons	5	5	5
Production per day	cubic meter			120 *1)
UFW: Unaccounted for Water	%			
NEW: Non Revenue Water	%			
Distribution duration (max: 24 hours)	hours			24 *2)
Total billing volume (annual)	c meters			64,800
Total billing amount (annual)	,000 LKR			450
Collection efficiency	%			80
Number of connection per staff				32
Average consumption volume per capita per day	litter			80
Average consumption volume per house per month	cubic meter			22
Water tariff structure and price				
- minimum charge volume	cubic meter			20
- minimum charge	LKR			20
- next charge	LKR			25
Unit production cost	LKR/c m			22

*1) Rainy season 120, but dry season 240 cubic meter/day for high demand of no water on shallow well of domestic house

*2) Rainy season 24 hours, but in dry season only provide 4 hours a day

3) 財務状況

表 6.2-9 にこの CBO の財務状況を示した。この CBO は浄化した水を販売していないので、前の 2 つの CBO と比べ、収入が少ない。しかし収益性は高く、営業費比率（経常費用の経常収入に占める割合）は 67~78% である。

Table 6.2-9 Financial Data of Nildiya Thanuththegama CBO

A) Income Statement	2013	2014
(1) Revenue		
1) Sales of Water	528,115.00	398,480.00
Sales of water	443,245.00	307,760.00
Service charge and related revenue	84,870.00	91,720.00
2) Interest	6,537.57	13,652.61
3) Other incomes	91,175.00	118,055.00
Membership	14,250.00	15,380.00
New connections	53,310.00	50,000.00
Penalty	22,670.00	20,400.00
Others	945.00	32,275.00
Sub Total	625,827.57	530,187.61
(2) Expenditure		
1) Administrative and office management	415,938.00	404,889.70
Office management	10,418.00	8,065.00
Audit fee	6,000.00	6,000.00
Salaries and Wages	192,000.00	192,000.00
Electricity	134,270.00	136,165.00
Stationary	13,990.00	8,348.50
Maintenance	54,190.00	45,742.20
Travel expenses and others	5,070.00	8,569.00
Sub Total	415,938.00	404,889.70
(3) Profit/Loss	209,889.57	125,297.91
B) Balance Sheet	2013	2014
(1) Asset		
1) Fixed asset	4,169,161.37	4,175,411.37
2) Liability		
Bank account	294,096.49	455,679.10
Cash on hand	3,246.00	556.30
Account Receivable	153,020.00	119,175.00
Sub Total	450,362.49	575,410.40
3) Asset	4,619,523.86	4,750,821.77
(2) Liability, equity and capital		
1) Liability		
Account Payable	6,000.00	12,000.00
2) Equity and capital		
Retaining and Earnings	209,889.57	444,362.49
Member's contribution	598,475.00	598,475.00
From NWSDB and governments	3,570,686.37	3,570,686.37
Consolidated fund	234,472.92	125,297.91
Sub Total	4,619,523.86	4,750,821.77
	2013	2014
Profitability	34%	24%
Operatrional Ratio	67%	78%

6.3 水道料金

表 6.3-1 に 2012 年 10 月に導入され調査時に適用されていた NWSDB の一般家庭顧客に関する料金表を示した。この料金体系を用いて、一人一日当たり 91 LPCD、世帯構成人数 3.8 人/世帯の想定世帯の水道料金単価を計算すると、凡そ 21 LKR/m³となる。

表 6.3-1 NWSDB の料金表-家庭用

(Domestic purpose, Other than for Samurdhi Recipients and Tenement Garden)

Volume m ³ /month	Unit Charge LKR/m ³	Service Charge LKR/month
0-5	12.00	50.00
6-10	16.00	65.00
11-15	20.00	70.00
16-20	40.00	80.00
21-25	58.00	100.00
26 - ---	58.00 - 140.00	200.00 - 1,600.00

非家庭用水の料金は表 6.3-2 に示すとおりであり、料金単価は図 6.3-1 に示すとおり、75～90 LKR/m³程度となる。

表 6.3-2 NWSDB の料金表 – 非家庭用(SME)

(Industries under Small and Medium Enterprises (SME))

Volume m ³ /month	Unit Charge LKR/m ³	Service Charge LKR/month
0-25	56.00	265.00
26-50	56.00	525.00
51-75	56.00	1,050.00
76-100	56.00	1,050.00
101-200	56.00	1,680.00
201- ---	56.00	2,625.00 - 105,000.00

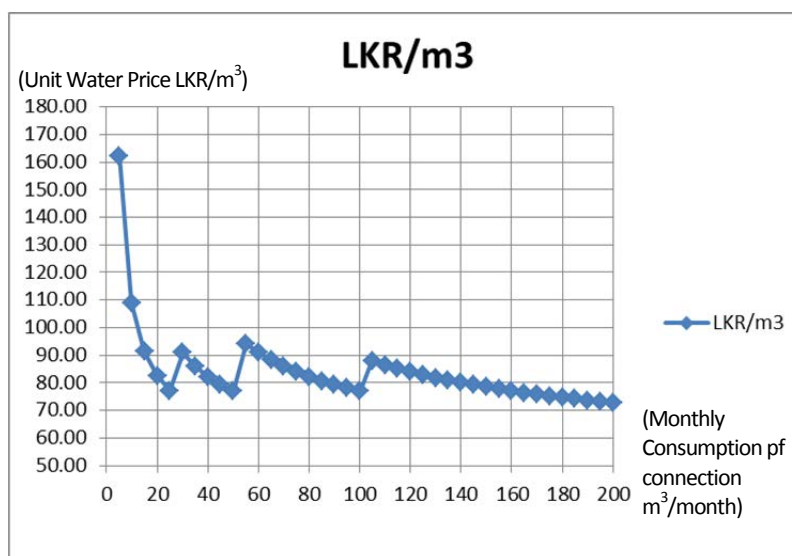


Figure 6.3-2 Unit Water Price of NWSDB – Industries (SME)

また、NWSDB は CBO に対して、バルク料金として 1m³当たり 17.00 LKR を請求している。なお、給水車による給水単価は 1m³当たり 72.00 LKR である。

表 6.3-2 に 5 つの CBO の水道料金表を示したが、CBO の水道料金には 7～20 LKR/m³ と大きなばらつきがある。

これらは、浄化していない水の料金であり、浄化した水の価格はこれとは別に設定されている。経口感染症、特に腎臓病への懸念から、住民が小型の浄水措置を導入するように CBO に要請したり、住民が自己防衛として小型の家庭用浄化装置を導入したりする動きがある。コミュニティによ

っては、マイクロ・ファイナンスのしくみがあり、小型家庭用浄化装置を購入することだけを目的としたものではないが、融資を受けて購入することも可能となっている。CBO によっては、小型の浄水措置を導入し、浄化した水を住民だけではなく、水売りにも販売している。浄化した水を CBO から購入できないコミュニティでは、小型の家庭用浄化装置を購入するか、あるいは水売りから水を購入する。水売りはリッター当たり約 2 LKR (2,000 LKR/m³) で水を販売している。

表 6.3-2 CBO の水道料金

Mukabella Kadawala Pandukhabaya CBO		Rathmalgaha Wewa CBO	
Range	Tariff	Range	Tariff
0-5	7	0-10	20
6-10	10	11-	22.5
11-15	15	Service Charge	50
16-20	20		
21-	50	Mahajubuk Wewea CBO	
Service Charge	75	Range	Tariff
		0-15	15
		16-20	17.5
		21-25	22.5
		26-	25
		Service Charge	50
Padavi Parakkrama Pura CBO		Wadiga Wewa CBO	
Range	Tariff	Range	Tariff
0-10	10	0-15	15
11-15	11	16-	20
16-25	20	Service Charge	50
26-	30		
Service Charge	0		

6.4 内部収益率による財務分析

(1) 当該プロジェクトの費用

概算事業費は、次の条件で算定した。表 6.4-1 にプロジェクト費用を、同じく表 6.4-2 に分析に使った換算率を示した。

- | | |
|----------|---|
| 1) 基準年 | November 2015 |
| 2) 為替レート | USD 1 = JPY 120.1
USD 1 = LKR 139.0
LKR 1 = JPY 0.864 |
| 3) 物価上昇率 | 外貨部分：1.8% p.a., 内貨部分：3.4% p.a. |
| 4) 物理予備費 | 建設・調達 10.0%、コンサルタント費用 5% |
| 5) 一般管理費 | 事業費の 3.0% |
| 6) VAT | 適格費用の 11% |
| 7) 国家建設税 | 適格費用の 2% |
| 7) 輸入税 | 適格費用外貨部分の 15% |

表 6.4-1 マハカナダラワ・システム第一期プロジェクト費用

Unit: FC: million JPY, LC: million LKR, total million JPY

Item	Total		
	FC	LC	Total
A. ELIGIBLE PORTION			
I) Procurement / Construction	2,669	7,675	9,300
Lot A: Intake, WTP, and Reservoirs	878	2,512	3,048
Lot B: Transmission and Distribution Main	1,124	1,943	2,803
Lot C-1 : Procurement and Installation of Distribution	96	838	819
Lot C-2 : Procurement of uPVC pipes	0	125	108
Lot C-3 : Installation of uPVC pipes	93	892	863
Lot D : O&M Equipment	110	0	110
Base cost for JICA financing	2,300	6,310	7,752
Price escalation	127	667	703
Physical contingency	243	698	845
II) Consulting services	119	270	353
Base cost	111	245	323
Price escalation	2	12	13
Physical contingency	6	13	17
Total (I + II)	2,788	7,945	9,652
B. NON ELIGIBLE PORTION			
a Procurement / Construction	9	92	88
Base cost for JICA financing	8	77	74
Price escalation	0	6	6
Physical contingency	1	8	8
b Land Acquisition	0	0	0
Base cost	0	0	0
Price escalation	0	0	0
Physical contingency	0	0	0
c Administration cost	0	338	292
d VAT	0	1,466	1,266
e Import Tax	0	465	402
Total (a+b+c+d+e)	9	2,361	2,048
TOTAL (A+B)	2,797	10,305	11,701
C. Interest during Construction (loan-covered)			
Interest during Construction (Const.)	395	0	395
Interest during Construction (Consul.)	0	0	0
D. Front End Fee (not loan-covered)			
	19	0	19
GRAND TOTAL (A+B+C+D)	3,211	10,305	12,115
E. JICA finance portion incl. IDC (A + C)			
	3,183	7,945	10,048

フェーズ2で実施されるマハカナダラワ・システム旧給水車給水地区の管給水システム整備費用をロットA及びロットC-1に含んでいる。

表 6.4-2 ワハルカダ・システム第一期プロジェクト費用

Unit: FC: million JPY, LC: million LKR, total million JPY

Item	Total		
	FC	LC	Total
A. ELIGIBLE PORTION			
I) Procurement / Construction	6,769	11,219	16,462
Lot A: Intake, WTP, and Reservoirs	1,354	3,800	4,637
Lot B: Transmission and Distribution Main	4,109	3,062	6,755
Lot C: Distribution Sub-system	264	1,976	1,971
Lot D: Vehicles	0	63	55
Lot E: Heavy Duty Machines	0	16	14
Base cost for JICA financing	5,727	8,917	13,431
Price escalation	427	1,282	1,535
Physical contingency	615	1,020	1,497
II) Consulting services	371	636	921
Base cost	339	548	812
Price escalation	15	58	65
Physical contingency	18	30	44
Total (I + II)	7,140	11,855	17,383
B. NON ELIGIBLE PORTION			
a Procurement / Construction	8	90	86
Base cost	7	71	68
Price escalation	0	10	9
Physical contingency	1	8	8
b Land Acquisition	0	0	0
Base cost	0	0	0
Price escalation	0	0	0
Physical contingency	0	0	0
c Administration cost	0	607	524
d VAT	0	2,628	2,271
e Import Tax	0	1,177	1,017
Total (a+b+c+d+e)	8	4,501	3,897
TOTAL (A+B)	7,148	16,357	21,280
C. Interest during Construction (loan-covered)			
Interest during Construction(Const.)	695	0	695
Interest during Construction (Consul.)	0	0	0
D. Front End Fee (not loan-covered)	35	0	35
GRAND TOTAL (A+B+C+D)	7,878	16,357	22,010
E. JICA finance portion incl. IDC (A+ C)	7,835	11,855	18,078

フェーズ2で実施されるマハカナダラワ・システム旧給水車給水地区の管給水システム整備費用をロットA及びロットCから除外している。

(2) 維持管理費

表 6.4-3 に維持管理費の算定に用いた単価を示した。維持管理費は F/S 調査の計算値並びに既存施設の実際の数値を適用した。また、プロジェクト開始後 10 年目に、建設費用の 10%を大規模保守費として計上した。

表 6.4-3 維持管理費
Mahakanadarawa System

Revised	unit	1 st Stage 2024	2 nd Stage 2034
Water Consumption	m ³ /d	8,627	13,801
Salary	LKR/yr	14,356,100	14,356,100
Electricity	LKR/m ³	14.50	14.50
Chemicals	LKR/m ³	3.24	3.24
Repair & Maintenance	LKR/m ³	3.00	3.00
Total	LKR/m ³	25.98	23.38

Wahalkada System

Revised	unit	1 st Stage 2024	2 nd Stage 2034
Water Consumption	m ³ /d	12,042	20,267
Salary	LKR/yr	13,023,593	13,023,593
Electricity	LKR/m ³	17.70	17.70
Chemicals	LKR/m ³	3.24	3.24
Repair & Maintenance	LKR/m ³	3.00	3.00
Total	LKR/m ³	27.07	25.50

(3) 収入

NWSDB から公開されている“Hand Book for Water Consumers 1/E, 2014”によると、一般家庭顧客からの平均水道料金徴収額は 38.6 LKR/m³ であった。本調査では先に述べたように家庭用水は 21 LKR/m³ を適用した。CBO への給水単価は 17 LKR/m³ であるが、水量的には NWSDB の直接給水率は、マハカナダラワ・システムでは 60%、ワハルカダ・システムでは 70%程度である。また、一般家庭顧客以外への水供給については先に述べた試算を基に 80 LKR/m³ と想定した。

以上の想定条件により、平均水道料金単価は以下のとおりとなる。

マハカナダラワ・システム:

$$((0.6 \text{ unit} \times 21 \text{ LKR/unit} + 0.4 \text{ unit} \times 17 \text{ LKR/unit}) + 0.3 \text{ unit} \times 80 \text{ LKR/unit}) / 1.3 \text{ unit} = 33.38 \text{ LKR/m}^3$$

ワハルカダ・システム

$$((0.7 \text{ unit} \times 21 \text{ LKR/unit} + 0.3 \text{ unit} \times 17 \text{ LKR/unit}) + 0.3 \text{ unit} \times 80 \text{ LKR/unit}) / 1.3 \text{ unit} = 33.69 \text{ LKR/m}^3$$

(4) FIRR

1) プロジェクト全体

プロジェクト全体の FIRR を計算し、表 6.4-4 に示す。現在の料金をベースとした収入は維持管理費をやや上回るものの、建設費のうち NWSDB 負担分だけを対象として算定しても、FIRR は -26.96%である。

表 6.4-4 プロジェクト全体の FIRR

	YEAR	Project Cost	Non-eligible Cost in Project Cost	Operation & Maintenance Cost	Revenue	Net Benefit With CAPEX	Net Benefit w/o GOSL share	
		a	b (included in a)	c	d	d-a-c	d-(a-b)×15%-c	
Construction	2013	0	0	0	0	deduct 85%Eligible , 100% Non-eligible		
	2014	143,081,921	19,735,437	0	0	-143,081,921	-18,501,973	
	2015	246,889,344	67,158,268	0	0	-246,889,344	-26,959,661	
	2016	3,591,473,261	682,815,835	0	0	-3,591,473,261	-436,298,614	
	2017	4,215,602,042	777,523,410	0	0	-4,215,602,042	-515,711,795	
	2018	9,117,089,436	1,749,718,497	0	0	-9,117,089,436	-1,105,105,641	
Operation & Maintenance	2019	7,163,218,030	1,423,575,063	50,915,949	55,397,842	-7,158,736,137	-856,464,552	
	2020	6,213,652,778	1,261,574,021	81,181,342	79,935,039	-6,214,899,081	-744,058,117	
	2021	14,187,572	2,167,025	142,181,248	156,887,637	518,816	12,903,306	
	2022	0	0	162,867,208	182,408,315	19,541,108	19,541,108	
	2023	0	0	180,654,599	203,974,360	23,319,761	23,319,761	
	2024	0	0	193,403,950	218,753,757	25,349,807	25,349,807	
	2025	0	0	204,319,144	230,955,972	26,636,828	26,636,828	
	2026	0	0	210,156,174	236,814,781	26,658,606	26,658,606	
	2027	0	0	210,156,174	234,939,573	24,783,399	24,783,399	
	2028	0	0	210,156,174	233,064,366	22,908,192	22,908,192	
	2029	0	0	210,156,174	231,189,159	21,032,985	21,032,985	
	2030	0	0	210,156,174	229,313,952	19,157,777	19,157,777	
	2031	0	0	210,156,174	227,438,745	17,282,570	17,282,570	
	2032	0	0	210,156,174	225,563,538	15,407,363	15,407,363	
	2033	1,099,891,918	0	210,156,174	223,688,330	-1,086,359,762	-1,086,359,762	
	2034	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949	
	2035	1,970,627,520	0	210,156,174	221,813,123	-1,958,970,572	-1,958,970,572	
	2036	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949	
	2037	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949	
	2038	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949	
	2039	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949	
	2040	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949	
	2041	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949	
	2042	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949	
2043	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949		
2044	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949		
2045	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949		
2046	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949		
2047	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949		
2048	0	0	210,156,174	221,813,123	11,656,949	11,656,949		
TOTAL		33,775,713,824	5,984,267,554	5,849,115,452	6,297,522,216	-33,327,307,059	-6,330,251,699	
Note: Interest during construction is omitted for calculation. Other costs listed in Tables 6.4-1 and 6.4-2 are considered in calculation.						FIRR	-27.31%	-26.96%
						B/C	15.89%	53.22%
						NPV	-19,124,661,037	-2,586,578,737

単位：円

2)マハカナダラワ・システム

マハカナダラワ・システムについても同様に FIRR を計算し、表 6.4-6 に示す。現在の料金をベースとした収入は維持管理費をやや上回るものの、建設費のうち NWSDB 負担分だけを対象とすると、FIRR は-19.39%となる。

表 6-4-6: Mahakanadarawa Water Supply System の FIRR

Unit price LKR/m ³	YEAR	Project Cost	Non-eligible Cost in Project Cost	Operation & Maintenance Cost	Revenue	Net Benefit With CAPEX	Net Benefit without GOSL Share	
33.38		a	b (included in a)	c	d	d-a-c	d-(a-b)x15%-c	
Construction	2013	0	0	0	0	deduct 85%Eligible , 100% Non-eligible		
	2014	143,081,921	19,735,437	0	0	-143,081,921	-18,501,973	
	2015	246,889,344	67,158,268	0	0	-246,889,344	-26,959,661	
	2016	3,168,067,339	593,320,024	0	0	-3,168,067,339	-386,212,097	
	2017	4,129,046,790	765,085,879	0	0	-4,129,046,790	-504,594,137	
	2018	3,308,549,704	615,990,365	0	0	-3,308,549,704	-403,883,901	
Operation & Maintenance	2019	3,284,082	518,514	50,915,949	55,397,842	1,197,811	4,067,058	
	2020	0	0	56,129,750	62,457,772	6,328,021	6,328,021	
	2021	0	0	61,600,706	69,777,538	8,176,832	8,176,832	
	2022	0	0	67,339,265	77,364,097	10,024,832	10,024,832	
	2023	0	0	73,356,293	85,224,565	11,868,272	11,868,272	
	2024	0	0	77,824,359	90,813,788	12,989,430	12,989,430	
	2025	0	0	81,736,491	95,546,995	13,810,504	13,810,504	
	2026	0	0	85,658,014	100,214,344	14,556,330	14,556,330	
	2027	0	0	85,658,014	99,477,474	13,819,460	13,819,460	
	2028	0	0	85,658,014	98,740,604	13,082,590	13,082,590	
	2029	0	0	85,658,014	98,003,733	12,345,719	12,345,719	
	2030	0	0	85,658,014	97,266,863	11,608,849	11,608,849	
	2031	0	0	85,658,014	96,529,993	10,871,979	10,871,979	
	2032	0	0	85,658,014	95,793,123	10,135,109	10,135,109	
	2033	1,099,891,918	0	85,658,014	95,056,253	-1,090,493,679	-1,090,493,679	
	2034	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368	
	2035	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368	
	2036	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368	
	2037	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368	
	2038	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368	
	2039	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368	
2040	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368		
2041	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368		
2042	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368		
2043	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368		
2044	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368		
2045	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368		
2046	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368		
2047	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368		
2048	0	0	85,658,014	94,319,383	8,661,368	8,661,368		
TOTAL		12,098,811,099	2,061,808,486	2,439,037,136	2,732,455,722	-11,805,392,513	-2,147,039,936	
Note: Interest during construction is omitted for calculation. Other costs listed in Table 6.4-1 are considered in calculation.						FIRR	-20.71%	-19.39%
						B/C	18.80%	60.71%
						NPV	-7,696,075,233	-1,030,273,170

単位：円

3) ワハルカダ・システム

ワハルカダ・システムについても同様に FIRR を計算し、表 6.4-7 に示す。現在の料金をベースとした収入は維持管理費をやや上回るものの、建設費のうち NWSDB 負担分だけを対象とすると、FIRR は-29.65%である。

表 6-4-7: Wahalkada Water Supply System の FIRR

Unit price LKR/m ³	YEAR	Project Cost	Non-eligible Cost in Project Cost	Operartion & Maintenance Cost	Revenue	Net Benefit With CAPEX	Net Benefit w/o GOSL share	
33.69		a	b (included in a)	c	d	d-a-c	d-85%x(a-b)-b-c	
Construction	2015	0	0	0	0	deduct 85%Eligible , 100% Non-eligible		
	2016	423,405,923	89,495,811	0	0	-423,405,923	-50,086,517	
	2017	86,555,252	12,437,530	0	0	-86,555,252	-11,117,658	
	2018	5,808,539,731	1,133,728,132	0	0	-5,808,539,731	-701,221,740	
	2019	7,159,933,948	1,423,056,549	0	0	-7,159,933,948	-860,531,610	
	2020	6,213,652,778	1,261,574,021	25,051,592	17,477,267	-6,221,227,103	-750,386,138	
Operartion & Maintenance	2021	14,187,572	2,167,025	80,580,542	87,110,098	-7,658,017	4,726,474	
	2022	0	0	95,527,943	105,044,218	9,516,275	9,516,275	
	2023	0	0	107,298,306	118,749,795	11,451,489	11,451,489	
	2024	0	0	115,579,591	127,939,969	12,360,378	12,360,378	
	2025	0	0	122,582,653	135,408,977	12,826,324	12,826,324	
	2026	0	0	124,498,160	136,600,437	12,102,276	12,102,276	
	2027	0	0	124,498,160	135,462,100	10,963,939	10,963,939	
	2028	0	0	124,498,160	134,323,763	9,825,602	9,825,602	
	2029	0	0	124,498,160	133,185,426	8,687,265	8,687,265	
	2030	0	0	124,498,160	132,047,089	7,548,928	7,548,928	
	2031	0	0	124,498,160	130,908,752	6,410,591	6,410,591	
	2032	0	0	124,498,160	129,770,415	5,272,254	5,272,254	
	2033	0	0	124,498,160	128,632,078	4,133,917	4,133,917	
	2034	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
	2035	1,970,627,520	0	124,498,160	127,493,741	-1,967,631,940	-1,967,631,940	
	2036	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
	2037	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
	2038	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
	2039	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
	2040	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
	2041	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
	2042	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
	2043	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
	2044	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
	2045	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580	
2046	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580		
2047	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580		
2048	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580		
2049	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580		
2050	0	0	124,498,160	127,493,741	2,995,580	2,995,580		
TOTAL		21,676,902,725	3,922,459,068	3,659,074,636	3,820,053,975	-21,515,923,386	-4,177,220,602	
Note: Interest during construction is omitted for calculation. Other costs listed in Table 6.4-2 are considered in claculation.						FIRR	-29.82%	-29.65%
						B/C	15.1%	50.4%
						NPV	-13,828,364,973	-1,882,905,887

単位：円

表 6.4-8 にプロジェクト全体について、建設費を NWSDB 負担分だけを対象としたものをベースに、コストと収入を上下にそれぞれ 10%変動させた感度分析の結果を示した。いずれも FIRR はマイナスであり、本プロジェクトだけで費用回収することは困難である。

表 6.4-8: 感度分析

CASE	CAPEX	REVENUE	FIRR-1	FIRR-2
Base	100%	100%	-27.31%	-26.96%
1	110%	100%	-27.90%	-27.60%
2	90%	100%	-26.65%	-26.24%
3	100%	110%	-20.64%	-19.09%
4	100%	96%*	-35.73%	-35.69%
3	100%	1 Year Delay	-27.30%	-26.95%

FIRR-1: Case without financial support from GOSL

FIRR-2: Case with financial support form GOSL

*: 96%未満では計算不能となる。

6.5 経済的内部収益率

(1) 経済費用

SCF(標準変換係数)を既往の適用例を参考に 0.9 として、財務費用を経済費用に変換した。

(2) 経済便益

1) 治療費削減効果

本プロジェクトの実施により、以下の治療費削減効果が見込まれる。

- i) フッ素症
- ii) 慢性腎臓病
- iii) 赤痢
- iv) A 型肝炎
- v) 急性赤痢

2) 疾病による収入機会損失

本プロジェクトの実施により以下の疾病削減による収入機会損失が減少する。

- i) フッ素症
- ii) 慢性腎臓病:
- iii) 赤痢
- iv) 急性赤痢:

3) 家庭用浄化装置設置費用の削減

4) 水の経済価値

水道によって安全な水を手に入れない住民は、水売りから浄化された水を購入するか、もしくは、浄化した水を販売している CBO から、浄水を購入している。水売りは、リッター当り 2 LKR で、CBO はリッター当り 1-2 LKR で浄化した水を販売している。本調査では、住民が生活を営むために一日 10 リッターの安全な水が必要であると見做し、この分は、住民は、生命維持の必要からリッター当り 2 LKR を支払うことと見做した。本調査で計画している一人一日当たり 91 リッタ

一の消費水量のうち残りの水量に対しては NWSDB の現行の水道料金に等しいと見做した。従って、水の経済価値は下記の式のように 238.47 LKR/m³となる。

$$10 \text{ liters/day/capita} \times 2 \text{ LKR/m}^3 + (91 - 10) \text{ liters /capita/day} \times 21 \times 1000 \text{ LKR/liter} = 21.701 \text{ LKR/capita/day}$$

*21 LKR/m³ : NWSDB 直接供給による想定平均水道単価

$$21.701 \text{ LKR/capita/day} / 91 \text{ liter} \times 1,000 \text{ liter/m}^3 = 238.47 \text{ LKR/m}^3$$

この水の経済価値を本プロジェクトの経済便益と見做し、上述の1)、2)、3)の経済便益を包含するものと見做した。

(3) EIRR

プロジェクトの EIRR を、プロジェクト全体、マハカナダラワ・システムのみの場合、及びワハルカダ・システムのみの場合で計算した（表 6.5-2、6.5-3、6.5-4）。また、感度分析として建設費が 10%増加した場合、便益が 10%下回った場合、及び 1 年遅れた場合について計算し、表 6.5-1 に示す。

表 6.5-1 EIRR 感度分析

Project	Base Case	CAPEX +10%	Benefit -10%	Benefit Delay by 1 Year
プロジェクト全体	3.18%	2.45%	2.26%	2.73%
マハカナダラワ・システム	4.44%	3.71%	3.53%	3.93%
ワハルカダ・システム	2.63%	1.94%	1.75%	2.24%

表 6.5-1 に示されるように、マハカナダラワ・システムとワハルカダ・システムを含むプロジェクト全体の EIRR は望ましい機会費用の水準よりも低い。この低 EIRR は、想定した経済水価格と高運営維持管理コストがもたらしている。しかし、住民に安全な水供給を保証することは NWSDB の責務であり、住民が安全な水の供給を熱望していることから、ワハルカダ・システムの必要性を無視することはできない。マハカナダラワ・システム事業は、既に実施段階にあり、マハカナダラワ・システム事業の工事が始まると、マハカナダラワ・システムの隣に位置するワハルカダ・システム事業に対する住民による実施要求はさらに大きくなる。

表 6.5-2: プロジェクト全体の EIRR (第一期)

Stage	Year	Cost		Benefit	Net Benefit	Sensitivity Analysis		
		Project Cost*1	Operation & Maintenance Cost	Economic Price of Water*2		CAPEX +10%	Benefit -10%	Delay of 1 year
Construction	2013	0	0	0	0	0	0	0
	2014	114,342,190	0	0	-114,342,190	-125,776,409	-114,342,190	-114,342,190
	2015	166,707,366	0	0	-166,707,366	-183,378,103	-166,707,366	-166,707,366
	2016	2,748,101,157	0	0	-2,748,101,157	-3,022,911,273	-2,748,101,157	-2,748,101,157
	2017	3,223,432,444	0	0	-3,223,432,444	-3,545,775,689	-3,223,432,444	-3,223,432,444
	2018	6,868,452,359	0	0	-6,868,452,359	-7,555,297,595	-6,868,452,359	-6,868,452,359
Operation & Maintenance	2019	5,362,339,883	45,824,354	395,767,629	-5,012,396,608	-5,548,630,596	-5,051,973,371	-5,408,164,237
	2020	4,631,581,019	65,467,849	477,132,063	-4,219,916,804	-4,683,074,906	-4,267,630,010	-4,301,281,238
	2021	11,184,178	127,963,123	1,115,094,359	975,947,057	974,828,639	864,437,621	337,984,761
	2022	0	146,580,487	1,296,237,665	1,149,657,178	1,149,657,178	1,020,033,411	968,513,872
	2023	0	162,589,139	1,449,406,649	1,286,817,510	1,286,817,510	1,141,876,845	1,133,648,526
	2024	0	174,063,555	1,554,387,980	1,380,324,425	1,380,324,425	1,224,885,627	1,275,343,094
	2025	0	183,887,230	1,641,070,815	1,457,183,585	1,457,183,585	1,293,076,503	1,370,500,751
	2026	0	189,140,557	1,682,848,396	1,493,707,839	1,493,707,839	1,325,422,999	1,451,930,258
	2027	0	189,140,557	1,669,526,562	1,480,386,005	1,480,386,005	1,313,433,349	1,493,707,839
	2028	0	189,140,557	1,656,204,729	1,467,064,172	1,467,064,172	1,301,443,699	1,480,386,005
	2029	0	189,140,557	1,642,882,895	1,453,742,338	1,453,742,338	1,289,454,049	1,467,064,172
	2030	0	189,140,557	1,629,561,062	1,440,420,505	1,440,420,505	1,277,464,398	1,453,742,338
	2031	0	189,140,557	1,616,239,228	1,427,098,671	1,427,098,671	1,265,474,748	1,440,420,505
	2032	0	189,140,557	1,602,917,394	1,413,776,837	1,413,776,837	1,253,485,098	1,427,098,671
	2033	838,049,974	189,140,557	1,589,595,561	562,405,030	478,600,033	403,445,474	575,726,864
	2034	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,400,455,004
	2035	1,474,564,086	189,140,557	1,576,273,727	-87,430,916	-234,887,324	-245,058,289	-87,430,916
	2036	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170
	2037	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170
	2038	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170
	2039	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170
	2040	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170
	2041	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170
	2042	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170
	2043	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170
	2044	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170
2045	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170	
2046	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170	
2047	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170	
2048	0	189,140,557	1,576,273,727	1,387,133,170	1,387,133,170	1,229,505,798	1,387,133,170	
TOTAL		25,438,754,657	5,256,608,547	44,662,978,895	13,967,615,690	11,423,740,225	9,501,317,801	12,391,341,963
Exchange Rate:		0.864		EIRR	3.18%	2.45%	2.26%	2.73%

*1: Project Cost - (Price Escalation Cost + Land Acquisition Cost + VAT + IDC). The Conversion Factors are applied for Costs and Benefits

*2: The economic water price is assumed at 238.47 LKR/m3 for consumed water.

*3: VAT, NBT, Import Tax, Interest during Construction and Front-end Fee are omitted in EIRR calculation.

単位：円

表 6.5-3 マハカナダラワ・システムの EIRR（第一期）

Stage	Year	Cost		Benefit	Net Benefit	Sensitivity Analysis		
		Project Cost*1	Operation & Maintenance Cost	Economic Price of Water*2		CAPEX +10%	Benefit -10%	Delay of 1 year
Construction	2013	0	0	0	0	0	0	0
	2014	114,342,190	0	0	-114,342,190	-125,776,409	-114,342,190	-114,342,190
	2015	166,707,366	0	0	-166,707,366	-183,378,103	-166,707,366	-166,707,366
	2016	2,438,346,482	0	0	-2,438,346,482	-2,682,181,131	-2,438,346,482	-2,438,346,482
	2017	3,154,627,661	0	0	-3,154,627,661	-3,470,090,428	-3,154,627,661	-3,154,627,661
	2018	2,503,899,525	0	0	-2,503,899,525	-2,754,289,478	-2,503,899,525	-2,503,899,525
Operation & Maintenance	2019	2,576,511	45,824,354	395,767,629	347,366,764	347,109,113	307,790,001	-48,400,865
	2020	0	50,516,775	446,204,460	395,687,684	395,687,684	351,067,238	345,250,854
	2021	0	55,440,635	498,497,589	443,056,954	443,056,954	393,207,195	390,763,824
	2022	0	60,605,338	552,696,713	492,091,375	492,091,375	436,821,703	437,892,251
	2023	0	66,020,664	608,852,668	542,832,004	542,832,004	481,946,738	486,676,050
	2024	0	70,041,923	648,782,626	578,740,703	578,740,703	513,862,441	538,810,745
	2025	0	73,562,842	682,597,119	609,034,278	609,034,278	540,774,566	575,219,784
	2026	0	77,092,213	715,941,120	638,848,908	638,848,908	567,254,796	605,504,907
	2027	0	77,092,213	710,676,847	633,584,635	633,584,635	562,516,950	638,848,908
	2028	0	77,092,213	705,412,574	628,320,362	628,320,362	557,779,104	633,584,635
	2029	0	77,092,213	700,148,302	623,056,089	623,056,089	553,041,259	628,320,362
	2030	0	77,092,213	694,884,029	617,791,816	617,791,816	548,303,413	623,056,089
	2031	0	77,092,213	689,619,756	612,527,543	612,527,543	543,565,567	617,791,816
	2032	0	77,092,213	684,355,483	607,263,270	607,263,270	538,827,722	612,527,543
	2033	838,049,974	77,092,213	679,091,210	-236,050,977	-319,855,974	-303,960,098	-230,786,704
	2034	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	601,998,997
	2035	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724
	2036	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724
	2037	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724
	2038	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724
	2039	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724
	2040	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724
	2041	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724
	2042	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724
2043	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724	
2044	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724	
2045	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724	
2046	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724	
2047	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724	
2048	0	77,092,213	673,826,937	596,734,724	596,734,724	529,352,030	596,734,724	
TOTAL		9,218,549,710	2,195,133,423	19,520,932,178	8,107,249,045	7,185,394,074	6,155,155,827	7,433,422,108
Exchange Rate (JPY/LKR):		0.864		EIRR	4.44%	3.71%	3.53%	3.93%

*1: Project Cost - (Price Escalation Cost + Land Acquisition Cost + VAT + IDC). The Conversion Factors are applied for Costs and Benefits

*2: The economic water price is assumed at 238.47 LKR/m³ for consumed water.

*3: VAT, NBT, Import Tax, Interest during Construction and Front-end Fee are omitted in EIRR calculation.

単位：円

表 6.5-4 ワハルカダ・システムの EIRR（第一期）

Stage	Year	Cost		Benefit	Net Benefit	Sensitivity Analysis		
		Project Cost*1	Operation & Maintenance Cost	Economic Price of Water*2		CAPEX +10%	Benefit -10%	Delay of 1 year
Construction	2015	0	0	0	0	0	0	0
	2016	309,754,675	0	0	-309,754,675	-340,730,142	-309,754,675	-309,754,675
	2017	68,804,783	0	0	-68,804,783	-75,685,261	-68,804,783	-68,804,783
	2018	4,364,552,834	0	0	-4,364,552,834	-4,801,008,117	-4,364,552,834	-4,364,552,834
	2019	5,359,763,372	0	0	-5,359,763,372	-5,895,739,709	-5,359,763,372	-5,359,763,372
	2020	4,631,581,019	14,951,073	30,927,604	-4,615,604,488	-5,078,762,590	-4,618,697,249	-4,646,532,092
Operation & Maintenance	2021	11,184,178	72,522,488	616,596,770	532,890,103	531,771,685	471,230,426	-52,779,063
	2022	0	85,975,148	743,540,951	657,565,803	657,565,803	583,211,708	530,621,621
	2023	0	96,568,475	840,553,981	743,985,506	743,985,506	659,930,108	646,972,476
	2024	0	104,021,632	905,605,354	801,583,722	801,583,722	711,023,187	736,532,349
	2025	0	110,324,388	958,473,695	848,149,307	848,149,307	752,301,938	795,280,966
	2026	0	112,048,344	966,907,275	854,858,931	854,858,931	758,168,204	846,425,351
	2027	0	112,048,344	958,849,715	846,801,370	846,801,370	750,916,399	854,858,931
	2028	0	112,048,344	950,792,154	838,743,810	838,743,810	743,664,594	846,801,370
	2029	0	112,048,344	942,734,594	830,686,249	830,686,249	736,412,790	838,743,810
	2030	0	112,048,344	934,677,033	822,628,689	822,628,689	729,160,985	830,686,249
	2031	0	112,048,344	926,619,472	814,571,128	814,571,128	721,909,181	822,628,689
	2032	0	112,048,344	918,561,912	806,513,567	806,513,567	714,657,376	814,571,128
	2033	0	112,048,344	910,504,351	798,456,007	798,456,007	707,405,572	806,513,567
	2034	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	798,456,007
	2035	1,474,564,086	112,048,344	902,446,790	-684,165,640	-831,622,049	-774,410,319	-684,165,640
	2036	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446
	2037	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446
	2038	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446
	2039	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446
	2040	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446
	2041	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446
	2042	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446
	2043	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446
	2044	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446
	2045	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446
2046	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446	
2047	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446	
2048	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446	
2049	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446	
2050	0	112,048,344	902,446,790	790,398,446	790,398,446	700,153,767	790,398,446	
TOTAL		16,220,204,947	3,285,571,813	26,946,940,298	7,441,163,538	5,819,143,043	4,746,469,508	6,538,716,748
Exchange Rate (JPY/LKR):		0.864		EIRR	2.63%	1.94%	1.75%	2.24%

*1: Project Cost - (Price Escalation Cost + Land Acquisition Cost + VAT + IDC). The Conversion Factors are applied for Costs and Benefits

*2: The economic water price is assumed at 238.47 LKR/m3 for consumed water.

*3: VAT, NBT, Import Tax, Interest during Construction and Front-end Fee are omitted in EIRR calculation.

単位：円

第 7 章

運用・効果指標

第7章 運用・効果指標

準備調査時に定めた水道運用・効果指標ではフォローアップが困難であると考えられ、さらに一部の指標では、その定義が曖昧であった。これに鑑み、同指標については次のように明瞭かつ簡潔なものとする。

- (1) 給水人口（人）：CBOによる給水システムを含め、水道により給水を受けている人口
- (2) 水道普及率，表流水（％）：給水人口／総区域内人口
- (3) 水道水中フッ素濃度（mg/L）：各接続先における水道水中のフッ素濃度
- (4) 施設利用率（％）：一日最大給水量／浄水場施設能力

Table 7.2-1 Performance and Operation Indicators

指標	(2012)	現在 (2015)	目標年次 (2020)
Mahakanadarawa 系			
給水人口	27,818	31,896	53,531
水道普及率，表流水（％）	0	0	56
水道水中フッ素濃度 ² （mg/L）	1.9 ³ (Jayashakthi CBO)	-	<1.0
施設利用率（％）	-	-	60
Wahalkada 系			
給水人口	26,589	31,182	88,148
水道普及率，表流水（％）	0	0	63
水道水中フッ素濃度 ² （mg/L）	1.9 ³ (Senath CBO)	-	<1.0
施設利用率（％）	-	-	74

注釈:

1: 準備調査時において、2013年のセンサス人口を利用できなかったため、2012 Censusの人口を使用。

2: Mahakanadarawa; 6,685/11,200, Wahalkada; 11,163/15,000

3: 1.9 mg/L という値は、準備調査時に行った水質分析の結果、既存のCBO給水システムより検出された最大値であり、この値は、「ス」国の飲料水基準（1 mg/L 以下）を超過している。（参照：付属資料 7.2-1，付属資料 7.2-2）

第 8 章

環境社会配慮

第8章 環境社会配慮

8.1 環境社会配慮に関する政策等のレビュー

2012年に実施された準備調査より3年が経過したことから、この間のスリランカ国における環境社会配慮に関する政策、法制度の変化についてレビューを行った。2015年1月の選挙で政権交替が起こったが、新政権は、環境社会配慮分野に関しては前政権の政策を踏襲し、特に大きな変化はない。2015年12月現在における環境社会配慮に関連する法令で変化があったものはなく、大気および飲料水基準の変更があったのみである。スリランカ国における環境に関する基準値は、通常、政令(Order)もしくは規則(Regulation)で定められ、官報(Gazette)で公表されている。環境水質基準は、現在に及んでもまだ Central Environmental Authority (CEA) による案のみである。また、飲料水水質基準については、スリランカ基準機関 (Sri Lanka Standard Institution, SLSI) が決定した規格に従っている。

表 8.1-1 に、2015年12月時点の改訂情報を加えた環境に関連する基準・規格のまとめを示す。

表 8.1-1 スリランカ国環境に関する基準および規格

分類	ID	官報掲示日	内容
環境保全	Order published under the Gazette Notification No. 1533/16	25.01.2008	環境ライセンスが必要なプロジェクト
	Order published under the Gazette Notification No. 1534/18	01.02.2008	・廃棄物処理に関する環境ライセンス ・廃棄物管理に関する環境ライセンス
	Regulations published under the Gazette Notification No. 850/4	20.12.1994	・オゾン破壊物質規制 ・大気質環境基準
水質	Specification for Potable Water Quality SLS 614:2015	2015	・飲料水水質基準 (SLS 614)
	Proposed Ambient Water Quality Standards	2001	・水質環境基準案 CEA 提出
	Regulations published under the Gazette Notification No. 1534/18	01.02.2008	・排水、排ガス、廃棄物管理にかかるライセンス ・排水基準
大気質	Regulations published under the Gazette Notification No. 1295/11	30.06.2003	・排気ガス管理 ・
	Order published under the Gazette Notification No. 1557/14	09.07.2008	・排ガス規制対象車
	Regulations published under the Gazette Notification No. 1562/22	15.08.2008	・大気質環境基準
	Amended Regulations published under the Gazette Notification No. 1887/20	05.11.2014	・輸入車に対する排ガス規制
騒音	Order published under the Gazette Notification No. 924/12	23.05.1996	・騒音基準
	Order published under the Gazette Notification No. 973/7	30.04.1997	・騒音基準改定
	Order published under the Gazette Notification No. 1738/37	29.12.2011	・騒音規制 (クラクション)
廃棄物	Order published under the Gazette Notification No. 1466/5	10.10.2006	・ポリエチレンとその製品の規制

分類	ID	官報掲示日	内容
	Regulations published under the Gazette Notification No. 1534/18	01.02.2008	・排水、排ガス、廃棄物管理にかかるライセンス ・排水基準
	Order published under the Gazette Notification No. 1627/19	10.11.2009	・固形廃棄物規制

出典：スリランカ国官報

この3年の間に、変更があった基準は、飲料水水質基準および排ガス基準である。

(1) 飲料水水質基準

上述したように、飲料水水質基準は、規格であって法令ではない。正確な名称は、‘Specification for Potable Water (SLS 614)’である。1983年に最初の基準値がSLS 614（1983）として設定された。2013年に、最新の科学技術に基づく知見や研究成果、およびWHOが提唱するガイドライン等を参考として、30年ぶりに初回の改定が実施された。大きな変更点は、望ましい濃度レベル（Highest desirable level）と最大許容レベル(Maximum permissible level)の2本立てになっていたもの（前者の方が厳しいレベル）が、一本化されたことである。また、いくつかの項目について、基準値が見直され、追加された項目もある。それぞれの基準値について、1983年版と見直し後の基準値を比較したものが表8.1-2である。フッ素が1.5から1.0mg/l、ヒ素が0.05から0.01mg/l等と厳しくなっている。見直し後の飲料水基準を附属資料8.1-1とする。

表 8.1-2 飲料水水質基準比較

物理的、官能的項目

項目	略称	単位	SLS 614 1983		SLS 614 2013	
			望ましい濃度レベル	最大許容レベル	許容値(最大)	
電気伝導率 25℃	EC	μs/cm	750	3500		
総固形物		mg/l	500	2000		
色度		(Hazen Units)	5	30	15	↑
味			許容可能	-	許容可能	
臭気			許容可能	-	許容可能	
濁度		NTU	2	8	2	=
pH			7.0-8.5	6.5-9.0	6.5-8.5	

化学物質

項目	略称	単位	SLS 614 1983		SLS 614 2013	
			望ましい濃度レベル	最大許容レベル	許容値(最大)	
アルミニウム	Al	mg/l			0.2	新規
遊離アンモニア	NH ₃	mg/l	-	0.06	0.06	=
アルブミノイドアンモニア		mg/l			0.15	新規
陰イオン界面活性剤 (as MBAS)		mg/l			0.2	新規

カルシウム	Ca	mg/l	100	240	100	=
塩化物	Cl ⁻	mg/l	200	1200	250	↑
化学的酸素要求量	COD	mg/l	-	10	10	=
銅	Cu	mg/l	0.05	1.5	1.0	↑
フッ化物	F	mg/l	0.6	1.5	1.0	
遊離塩素		mg/l	-	0.2	1	
鉄	Fe	mg/l	0.3	1	0.3	=
マグネシウム	Mg	mg/l	30	150	30	=
マンガン	Mn	mg/l	0.05	0.5	0.1	↑
硝酸	NO ₃ ⁻	mg/l	-	45	50	↑
亜硝酸	NO ₂ ⁻	mg/l	-	0.01	3	↑
ニッケル	Ni				0.02	New
油分			-	1	0.2	↓
フェノール類			0.001	0.002	0.001	=
ナトリウム	Na				200	New
硫酸イオン	SO ₄	mg/l	200	400	250	↑
総アルカリ度 (as CaCO ₃)		mg/l	200	400	200	=
総溶解物質	TDS				500	New
総硬度(as CaCO ₃)		mg/l	250	600	250	=
リン酸	PO ₄ ³⁻	mg/l	-	2	2.0	=
亜鉛(mg/l)	Zn	mg/l	5	15	3.0	↓

有害物質

項目	略称	単位	SLS 614 1983		SLS 614 2013	
			望ましい 濃度レベル	最大許容 レベル	許容値 (最大)	
ヒ素	As	mg/l	-	0.05	0.01	↓
カドミウム	Cd	mg/l	-	0.005	0.003	↓
クロム	Cr	mg/l	-	0.05	0.05	=
シアン	CN	mg/l	-	0.05	0.05	=
鉛	Pb	mg/l	-	0.05	0.01	↓
水銀	Hg	mg/l	-	0.001	0.001	=
セレン	Se	mg/l	-	0.01	0.01	=

微生物

項目	略称	単位	SLS 614 1983		SLS 614 2013	
			(i) 年間で95% が不検出 (ii) 連続した2 試験で不検出	10	浄水場および パイプ給水で3 個別または 小規模給水 で10	
大腸菌群 / 100 ml			(i) 年間で95% が不検出 (ii) 連続した2 試験で不検出	10	浄水場および パイプ給水で3 個別または 小規模給水 で10	
大腸菌/100ml			不検出	不検出	不検出	

出典：SLS 614 (1983) および SLS 614 (2013)

NWSDBによる水質モニタリングの結果では、ワハルカダのフッ素濃度は年間を通じて0.5 mg/l以下を保っており、新基準を適用しても基準値以下である。表 8.1-3 に2012年6月から2015年10月までのモニタリング結果の要約を示す。全モニタリング結果は付属資料 8.1-2 に示す。

表 8.1-3 NWSDBによるワハルカダの水質モニタリング結果要約

	項目	基準値	最大	最小	平均値
1	色度 (HAZAEN UNIT)	15	83	13	33
2	濁度 (NTU)	2	57.6	2.47	14
3	pH	6.5 - 8.5	8.67	6.73	8
4	電気伝導率 25°C (µs/cm)	-	360	180	255
5	塩化物 (as Cl ⁻) - mg/L	250	60	12	29
6	総アルカリ度 (as CaCO ₃) -mg/L	200	180	60	95
7	総硬度 (as CaCO ₃) -mg/L	250	182	48	94
8	硝酸性窒素 (as N) -mg/L*	11.3	4.8	0	0.71
9	亜硝酸性窒素 (as N) -mg/L*	0.91	0.3	0.001	0.01
10	硫酸イオン (as So ₄) - mg/L	250	8	1	2
11	フッ化物 (as F) - mg /L	1.0	0.44	0.12	0.27
12	リン酸 (as PO ₄ ³⁻) -mg/L	2.0	0.89	0.05	0.28
13	総鉄 (as Fe) -mg/L	0.3	0.99	0	0.14
14	大腸菌群 35°C/100 ml	3	820	0	153
15	大腸菌 44°C/100 mL	0	296	0	52

*硝酸性窒素および亜硝酸性窒素の基準値は窒素濃度に換算して表示

出典：NWSDB 提供資料

NWSDBは重金属等健康被害の要因となる物質について、定期モニタリングを行っていないが、準備調査時のモニタリング結果ではいずれも不検出であり、水質基準の見直しによっても、基準値を満足するレベルにある。その他項目では、pH、色度、濁度、鉄、マンガン、有機物等および微生物が飲料水基準を超過しているが、これら項目は浄水処理によって除かれるため、原水で超過していることは問題にはならない。

(2) 排ガス基準

排ガス基準は2003年に設定され2008年に一度改定され、2014年に再度改訂された。今回の改訂では、ガソリン車の車種の分類が変更され、それぞれの排出基準が定められた。官報の写しを付属資料 8.1-3 とする。これまでの基準では、生産後の年数で分けていたものが、一般車両、二輪車、オート三輪に分けられている。表 8.1-4 でガソリン車の基準、表 8.1-5 でディーゼル車の基準について新旧を比較した。

表 8.1-4 新旧排ガス基準の比較（ガソリン車）

発効日	車両タイプ	基準値		適用
		一酸化炭素 (CO (%vol))	炭化水素 HC (ppm v/v)	
2008	ガソリン車 wo/cc	a. > 5 years 3.0 < 5 years	1200	低アイドリング時
	ガソリン車w/cc	2	400	
2014 (New)	ガソリン車	3.0	1000	アイドリング時 2500 RPM/負荷無 し
	二輪車	4.0	1000	
	オート三輪車	4.0	6000	

ここで:

wo/cc -触媒式排気ガス浄化装置なし

w/cc -触媒式排気ガス浄化装置つき

>5 years – 製造後 5 年以上経過車 (使用/未使用)

< 5 years – 製造後経過年数 5 年未満車

出典：スリランカ国官報（Gazette 1887/20 – 2014）

表 8.1-5 新旧排ガス基準の比較（ディーゼル車）

発効日	車両タイプ	排煙能力% (k factor m-1)	
		アイドリング時	負荷時
2008	ディーゼル車 載荷重1728 Kg 三輪を含む	65 (2.44)	75 (3.22)
	ディーゼル車 載荷重以上1728 kg	65 (2.44)	75 (3.22)
	車両タイプ	排ガス基準 排煙能力に基づく /K Factor (m-1)	適用
2014	ディーゼル車	4.0	加速時

出典：スリランカ国官報（Gazette 1887/20 – 2014）

(3) 認証取得

本プロジェクトは EIA および IEE を要求されていないが、このようなプロジェクトに対して CEA（Central Environmental Agency：中央環境局）は Environmental Recommendation の取得を推奨している。この文書は、プロジェクトの実施を許可するもので、そのための環境側面からクリアすべき条件が記載されている。NWSDB は、2012 年 2 月 13 日に、CEA より同文書を一度取得しているが、有効期限は 1 年であるため、2015 年 8 月 31 日に再申請を行い、9 月 23 日付で再認可の文書が発行された。その内容は前回と全く同じであり、CEA の要求事項に変化はない。再認可後の Environmental Recommendation を付属資料 8.1-4 とする。

8.2 用地取得の現状

NWSDB は、フェーズ 1 用地については全て権利取得済みである。マハカナダラワ浄水場予定地内に居住していた 1 軒の不法占拠住民の移転と補償も既に終了した。住民移転は、再取得価格に基づいて住居の提供と補償金が住民に与えられた。移転に関する関係書類を付属資料 8.2-1 とする。

フェーズ 2 用地についての権利移転状況を表 8.2-1 に示す。フェーズ 2 の予定地には、私有地は含まれておらず、また不法住民もいないため順調に進んでいる。NWSDB 所有地については問題が

なく、Forest department からの権利移転手続きもほぼ最終段階に入っており、ワハルカダ浄水場予定地については、リース料も既に決定している。地方自治体所有地については、すべて申請済みで、特に問題はない。調査団は、2015年の10月29日および31日にフェーズ2の当初案で予定されていたサイトを訪問したが、そのときの現地写真および簡単な説明を付したものを、写真 8.2-1 に示す。殆どは、灌木や草地、林地であり、不法な居住者や耕作地は見られなかった。また、多くは植物に被覆された土地であるため、今後も不法侵入が起こる可能性は低いと考えられる。

表 8.2-1 用地取得状況（2015年11月3日現在）

No	名称	建設予定施設*	面積	現所有者	用地譲渡の現状
1	Kahatagasdigiliya	WR, WT, PH, CH, GR, OF, SQ,	7,000m ²	NWSDB	NWSDB 所有地
2	Hamillewa	WT, CH, SQ	4,000m ²	Government	Divisional Secretary (DS)からの承認レター待ち
3	Rathmalgahawewa	WT, CH, SQ	2,000 m ²	Government	調査計画作成のための Land commission からの承認待ち
4	Horowpothana	WR, WT, PH, GR, CH, OF, WS, SQx2	8,000 m ²	NWSDB	NWSDB 所有地
5	West Horowpothana	WT, CH, SQ	4,000 m ²	FOREST Dpt	森林保護局より承認済み
6	North Horowpothana	WT, CH, SQ	2,000 m ²	FOREST Dpt	森林保護局より承認済み
7	Weerasole	WR, PH, GR, CH, SQ	4,000 m ²	FOREST Dpt	森林保護局より承認済み
8	Kebithigollewa	WR, WT, PH, GR, WS, CH, SQx2, OF	9,000 m ²	NWSDB	NWSDB 所有地
9	KAH-KEB	WT, CH, SQ	2,000 m ²	Government	地方自治体の承認待ち
10	Kahatagollewa – 1	WT, CH	2,000 m ²	Government	地方自治体の承認取得
11	Kahatagollewa – 2	WR, PH, GR, SQ,	4,000 m ²	Government	地方自治体の承認取得
12	Bogahawewa	WT, OF, CH, SQx2	4,000 m ²	Government	リース契約申請と付随する文書を Divisional Secretary (DS)が Provincial Land Commissioner (PLC)を通して Land Commissioner (LC) に送付中
13	Wahalkada - 1	Water Treatment Plant, WT	40,000 m ²	FOREST Dpt	森林保護局より承認済み 年間リース料として LKR 160,000 を森林局に支払う
14	Wahalkada – 2	Intake and PH	2,000 m ²	FOREST Dpt	森林保護局より承認済み
15	Mahakanadarawa System service area	Water Tower (750m ³)	Approx. 4,000 m ²	Not yet identified	用地未定。フェーズ 2 D/D で確定しなければならない。森林局か地方政府所有地から選択。
16	Mahakanadarawa System service area	Water Tower (250m ³)	Approx. 2,000 m ²	Not yet identified	同上
17-19	Wahalkada System service area	Water Tower (250m ³) x 3	Approx. 2,000 m ² each	Not yet identified	同上

*: Abbreviations

WR; Ground Reservoir, WT; Water Tower (Elevated Tank), PH; Pump House, CH; Chlorination House, GR; Generator Room, OF; Office, SQ; Staff Quarters,

Source: NWSDB- RSC-NC







写真 8.2-1 フェーズ2 候補用地

<p>Kahatagasdigyiya (7,000m²) Tower and reservoir</p>	
<p>NWSDB 所有地、既存の高架水槽と小規模水処理施設が存在</p>	
	
	
<p>Halmillewa (4,000m²) Tower</p>	
<p>民間家屋に隣接</p>	
	

Rathmalgahawewa (2,000m²) Tower	
道路脇敷地	
	
Horowpothana (8000m²) Tower and reservoir	
NWSDB 所有地、古い高架水槽存在	
	
	

<p>West Horowpothana (4,000m²) Tower</p> <p>民間家屋の両側</p>	
	
<p>North Horowpothana (4000m²) Tower</p> <p>道路脇、不法投棄が散見</p>	
	
<p>Kebithigollewa (9,000 m²) Tower and reservoir</p> <p>NWSDB 所有地、CBO の管理棟と高架水槽が存在</p>	
	

KAH-KEB (2,000m²) Tower	
道路脇	
	
Kahatagollewa (4000m²) Tower	
	
Bogahawewa (4,000 m²) Tower	Weerasole (4,000m²) Tower and quarters
	

ワハルカダ 浄水場 (40,000m ²)	
浄水場予定地	
	
Wahalkada wewa	灌漑用水路
	
ワハルカダ 浄水場取水予定地	
	

8.3 フェーズ1からの教訓

フェーズ2はフェーズ1との類似点が多く、先行しているフェーズ1で認識された課題は、フェーズ2でも同様に発生することが予想される。従って、この教訓を活かすことが重要である。

(1) 排水の管理

浄水場からの排水（浄水汚泥を固液分離後の液体部分）については、排水基準は満足するものの、灌漑局から灌漑用水路へ排出する許可が得られないと言われている。灌漑用水路から飲料水や料理用の水を取水している農民が多く存在することから、飲料水基準を満足する水質でない限り排出を認めないという理由による。実際には用水路を流れている水は、ワハルカダ貯水池とほぼ同じ水質と考えられ、そもそも飲料水基準を満足するものではないが、フェーズ1では近隣の小河川までバイパスすることで対応を行う予定である。フェーズ2でも、同様の事態が起こることが予想されるが、飲料水基準を満足するレベルまで水質を改善するための排水処理施設を導入するというのは非現実的であり、フェーズ1同様、排出先河川へのバイパスルート工事が必要となる可能性が高い。

(2) 取水施設の課題

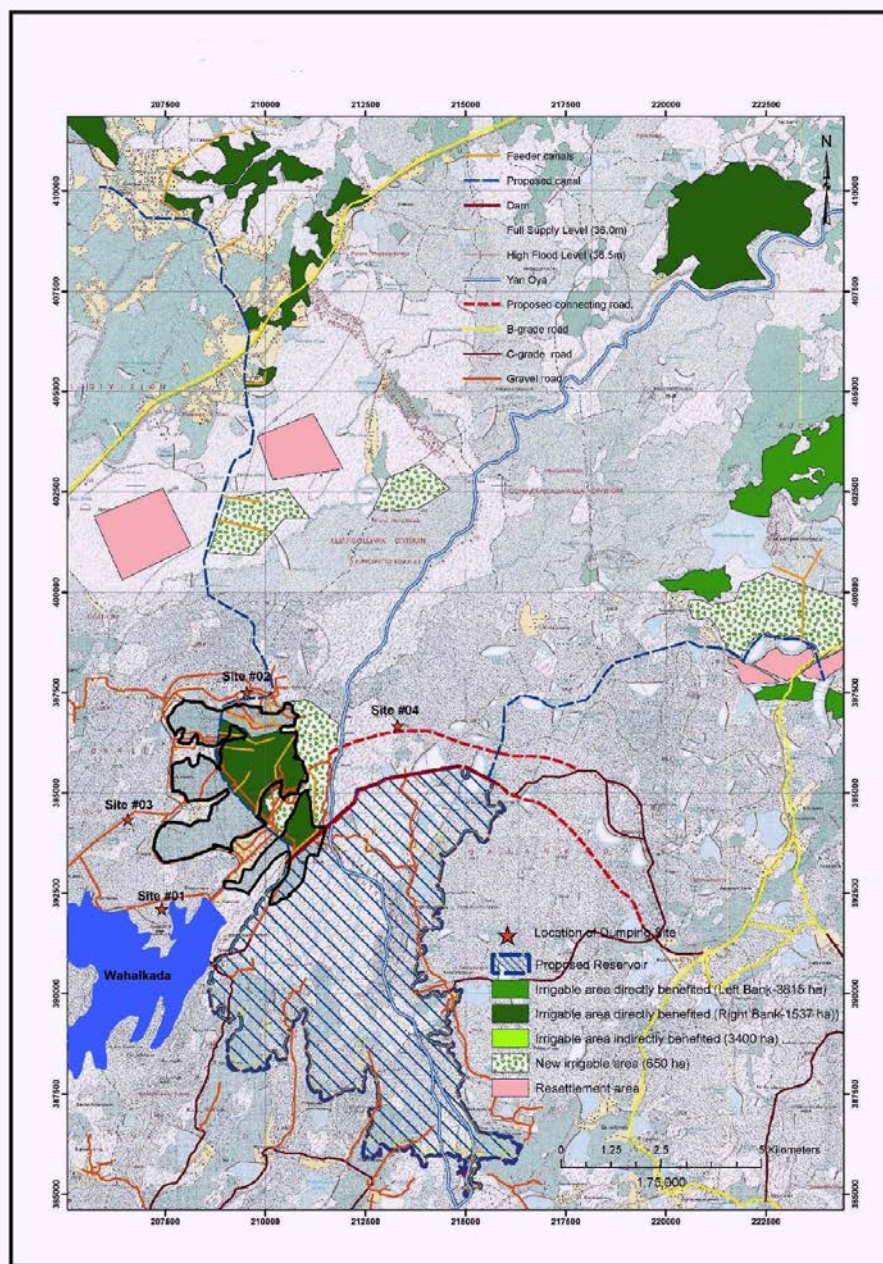
フェーズ1では灌漑用水路内に取水施設を設置するため、非灌漑期には水道用のみの水量しか流さないことになっており、そのための特殊なゲート（flow control sluice gate）設置を計画している。更に、灌漑用主ゲートの自動化が灌漑局から NWSDB に要請されており、NWSDB はこの資金を用意する必要がある。

フェーズ1も同様の要請があると考えられる。ワハルカダについては、用水路のライニングされている区間が短く、取水点より上流側に護岸されていない区間があるため、ここの護岸工事も要請されることが予想される。

用水路の両側は保全区域とされているが、導水管を保全区域地下に敷設することで、用地の問題は発生しない。

(3) 反対運動について

準備調査実施時には大きな反対運動があったが、フェーズ1の D/D 実施中には特にそのような反対は起こっていない。準備調査時に先鋭的な反対運動が発生したのは、ワハルカダ浄水場予定地周辺においてである。2年連続した小雨のために農民の感情が悪化していたところ、デマもあって他用途への灌漑用水振り分けに対して大きな反対運動が起こった。その後、僧侶による説得や NWSDB による説明会開催などにより住民の理解が進み、反対運動は沈静化した。現在建設中の Yan Oya ダムは灌漑用ダムで、2016年の完工が予定されている。このダムは、現在のワハルカダからの用水による灌漑地域を含む、周辺地域への用水供給を目的としており、その運用が始まれば、ワハルカダ周辺地区の農業用水供給事情は格段に向上する。従って、反対運動が再燃する恐れは極めて低くなったと考えられる。図 8.1-1 に、Yan Oya 灌漑プロジェクトによる灌漑用水供給予定範囲とワハルカダからの用水による現在の灌漑地域を図 8.3-1 に示す。



Yan Oya Reservoir Proj
EIA Study - Final Rep

図 8.3-1 現在の灌漑地区と Yan Oya 灌漑プロジェクトによる灌漑地区

出典：'Yan Oya Reservoir Project Environmental Impact Assessment Final Report'

Fig. 2.2.3.2A に加筆

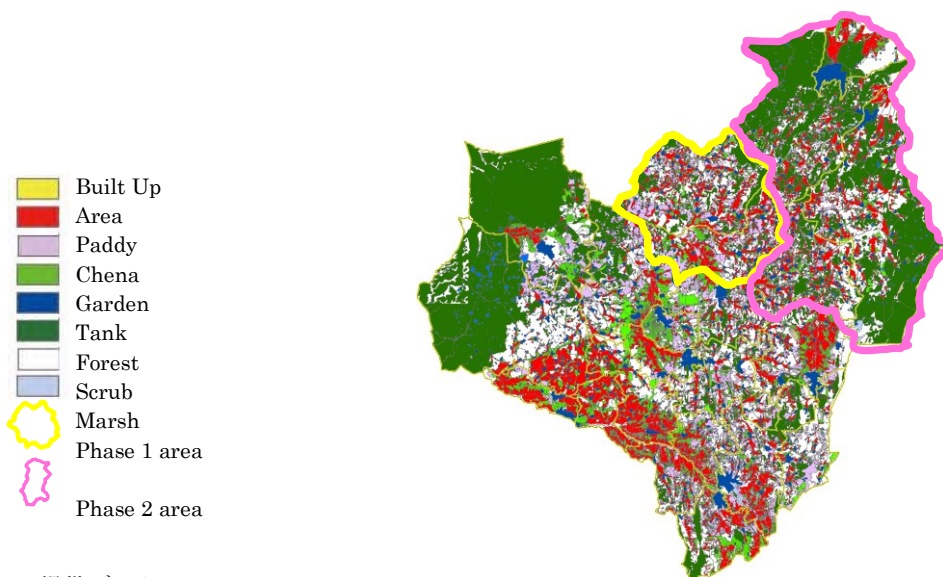
(4) 道路用地への水道管敷設

道路には保護範囲、建築物の建築限界が定められており、Thoroughfares Act に記載されている。同 Act には、Executive Engineer の承認を条件に reservation の範囲内でも工事が可能であると明記されており、道路を管轄する RDA や PRDA からの承認を受けて水道管を敷設することが可能である。道路や路肩を毀損した場合には、原状復帰が求められるが、敷設に当たっての用地の移転等手続きは不要である。

8.4 環境マネジメント

この3年で、プロジェクトを取り巻く自然環境および社会環境には大きな変化は起こっていないことから、準備調査レポートに記載された環境社会配慮に関する内容の殆どが今も有効である。フェーズ1 D/D では、その内容を反映して、環境管理計画（Environmental Management Plan; EMP）が準備された（付属資料 8.4-1）。これは、入札図書に含まれており、受注者は環境管理実施計画案を提出しそれを遵守することが求められている。調査団はフェーズ1の環境管理計画を入手したが、JICA のガイドラインやセーフガードを守るための活動についての指示事項が記載されており、受注者には、環境安全担当者を任命し、EMP の実施のための環境チームを設立することを要求している。また、工事完了後のモニタリングは NWSDB と関係ステークホルダーが責任を持って実施することが明記されている。

図 8-2 はアヌラダプラ県の土地利用を表しているが、黄色の線で囲まれた地域がフェーズ1対象地区、ピンク色の線で囲まれた地域がフェーズ2対象地区である。フェーズ2地区の方がより森林が多く、自然が豊かな地域であることが見て取れるが、そのため、動植物への影響の低減は重要である。水道事業は運転開始後の負のインパクトはあまり大きくないと考えられるため、特に工事時の負のインパクトへの配慮が重視される。動植物の生息場所の減少・分断、生活への影響、生存への危険といったインパクトの緩和が重要である。工事時の動植物への直接的・間接的影響の低減のためには、作業員や車両運転手への教育訓練は大変効果的であり、EMP にも明記されている。また、それが遵守されることを監視し、適切な助言を与える強力なモニタリング体制整備が重要である。フェーズ2について見直し後の EMP を付属資料 8.4-2 とする。



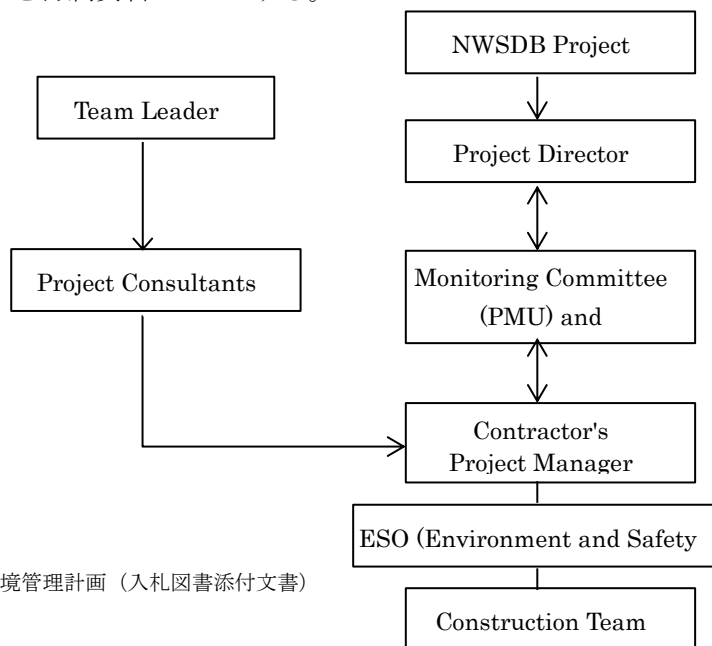
出典：NWSDB 提供データ

図 8.4-1 アヌラダプラ県の土地利用図

8.5 環境モニタリングおよびその実施体制

EMP では、モニタリングについて、プロジェクトの実施内容毎のモニタリング項目、想定される影響、緩和策、責任分担、頻度等について明確に示されている。受注者は環境管理実施計画

(Environmental Management Implementation Plan) の作成を求められており、その実施に当たってのモニタリング実施体制については図 8.5-1 のような案が示されている。フェーズ2でも同様の体制で、環境社会配慮にかかるモニタリングを実施することになると考えられる。また、CEA や森林局、灌漑局等の監督官庁を含めたステークホルダーのモニタリングへの関与の強化が重要と考えられる。フェーズ2について見直した環境モニタリング計画を付属資料 8.5-1 とする。また見直し後のモニタリングフォームを付属資料 8.5-2 とする。



出典：フェーズ1 環境管理計画（入札図書添付文書）

図 8.5-1 フェーズ1でのモニタリング体制

8.6 環境チェックリスト

表 8.6-1 は準備調査からの変更点に関連して必要な環境社会配慮をまとめたものである。今回の見直しで、フェーズ1と同様に浄水方法が変更になったが、フェーズ1では施設の配置を工夫することで元々の計画敷地内に収めていることから、フェーズ2でも既存計画に加えて新規に用地を取得することなく対応することが可能であると考えられる。

また、バウザー給水を想定していた地区について、水道管接続による戸別給水を行うという見直しがあったが、これに伴い高架水槽を3基追加することが提案されている。用地の大きさは1カ所あたり約2,000m²が見込まれ、用地は今後D/Dの実施時に確定するが、対象地が市街中心からの遠隔地であることから、用地取得に問題のない用地を選択することは容易であるため、この変更による影響は限定的であると考えられる。

表 8.6-1 プロジェクトのスコップ変更に伴う環境社会配慮事項

項目	調査段階		配慮事項	影響
	準備調査	補足調査		
浄水処理能力	13,700m ³ /day	15,000m ³ /day	浄水処理能力および処理方法の変更による施設の追加は必ずしも用地の拡大を必要としない。フェーズ1では施設の配置を工夫して当初予定地内に収めており、フェーズ2でも同様の対応が取られることにより、追加用地取得の問題は発生しない。	変化無し
浄水方法	凝集沈殿	圧力浮上式+活性炭		
高架水槽および貯水槽 個数	0	計5 (フェーズ1で2基) (フェーズ2で3基)	新規用地取得が必要となるが、遠隔地であるため、住民移転等は発生させずに済むと考えられる。一方、自然環境への影響は最小限に留めるべきである。	負のインパクトが増加するが重大ではない
水道管延長	導水管	117.3 km	道路脇への水道管理設に係る用地取得は不要である。一方、工事延長が延びることから、工事中のインパクトが増加することが予想される。	負のインパクトが増加するが重大ではない
	配水支管	633.0 km		
遠隔地への給水方法	給水車	水道管接続による戸別給水	利用者の利便性が格段に高くなる。	正のインパクト

出典：調査団作成

準備調査時の環境チェックリストに今回調査での見直し結果を追加したものを、表 8.6-2 として記載する。また、フェーズ2について見直し後の環境チェックリストを付属資料 8.6-1 とする。

表 8.6-2 環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	準備調査時の 具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)	補足調査での 見直し結果	
					Yes: Y No: N	理由、根拠、 緩和策等
I 許認可・説明	(1)EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書（EIA レポート）等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N/A (b) N/A (c) N/A (d) ongoing	(a) (b) (c) プロジェクトの実施内容の見直し（浄水場および取水地点の変更）により、環境影響を受けやすい地域から外れたため、EIA/IEE は不要となった。 (d) 以下の許認可を関連する官庁から取得済みである。 ・CEA からの Environmental Recommendation (EIA/IEE を不要とするプロジェクトに対して出される) ・森林局からのクリアランス ・考古学局からのクリアランス（新規に提案された5箇所の高架水槽と貯水施設の設置場所のうち3箇所がまだ残っている） ・マハカナダラワの新浄水場施設位置の現在の地権者である灌漑局からのクリアランス	(a) N/A (b) N/A (c) N/A (d) Y	(a) (b) (c) <u>変更無し</u> (d) 全ての許認可を取得済み
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) Y	(a) 一時反対運動が発生したが、NWSDB は8月7日、9月8日に現地説明会を開催し、さらに9月23日にステークホルダー会議を開催して、プロジェクトの内容および影響について詳しい説明を行い理解を得た。 (b) 取水方法は灌漑局からの要請により変更された。取水量はMOU で合意済みであるが、異常渇水時にはステークホルダーの協議により取水量を決定することになった。	(a) Y (b) Y	(a) NWSDB は継続的に住民説明会を開催しており、現在では反対運動はない。 (b) NWSDB は灌漑局との対話を継続している。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は（検討の際、環境・社会に係る項目も含めて）検討されているか。	(a) Y	(a) プロジェクトサイト、取水方法、および浄水方法について見直し、比較を行った上で、環境および社会的インパクトが少ない方法を選択した。	(a) Y	(a) <u>変更無し</u>

2 汚染対策	(1)大気質	<p>(a) 消毒用塩素の貯蔵設備、注入設備からの塩素による大気汚染はあるか。 (b) 作業環境における塩素は当該国の労働安全基準等と整合するか。</p>	<p>(a) N (b) N</p>	<p>(a) 塩素ガスの漏洩対策として、中和施設を設置する。ガス漏れ警報装置と連動し、自動的に作動するため、漏洩による大気汚染の可能性は極めて低い。 (b) スリランカ国では塩素ガスについての独自の労働安全基準は存在しないが、通常、米国労働局の許容暴露レベルを参照している。この濃度レベルは十分達成可能である。</p>	<p>(a) N (b) N</p>	<p>(a) (b) <u>変更無し</u></p>																																																																			
		Occupational Safety and Health Guideline for Chlorine																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;"></th> <th style="width: 15%;">ppm</th> <th style="width: 15%;">mg/m3</th> <th style="width: 20%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Permissible exposure limit</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>US dept of Labor</td> </tr> <tr> <td>Advisable limit</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> <td>NIOSH</td> </tr> <tr> <td>Evaluation standard</td> <td style="text-align: center;">0.5</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> <td>Japan</td> </tr> </tbody> </table>							ppm	mg/m3		Permissible exposure limit	1	3	US dept of Labor	Advisable limit	0.5	1.5	NIOSH	Evaluation standard	0.5	1.5	Japan																																																				
	ppm	mg/m3																																																																							
Permissible exposure limit	1	3	US dept of Labor																																																																						
Advisable limit	0.5	1.5	NIOSH																																																																						
Evaluation standard	0.5	1.5	Japan																																																																						
Ambient Air Quality																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">Pollutant</th> <th rowspan="2">Averaging Time*</th> <th colspan="2">Maximum</th> <th rowspan="2">Method of measurement</th> </tr> <tr> <th>µgm-3</th> <th>ppm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td rowspan="2">Particulate Matter - Aerodynamic diameter is less than 10 µm in</td> <td>Annual</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td rowspan="2">Hi-volume sampling and Gravimetric or Beta Attenuation</td> </tr> <tr> <td>24 hrs.</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2</td> <td rowspan="2">Particulate Matter - Aerodynamic diameter is less than 2.5 µm in</td> <td>Annual</td> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">—</td> <td rowspan="2">Hi-volume sampling and Gravimetric or Beta Attenuation</td> </tr> <tr> <td>24 hrs.</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">3</td> <td rowspan="3">Nitrogen Dioxide (NO₂)</td> <td>24 hrs.</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">0.05</td> <td rowspan="3">Colorimetric using saltzman Method or equivalent Gas phase</td> </tr> <tr> <td>8 hrs.</td> <td style="text-align: center;">150</td> <td style="text-align: center;">0.08</td> </tr> <tr> <td>1hr.</td> <td style="text-align: center;">250</td> <td style="text-align: center;">0.13</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">4</td> <td rowspan="3">Sulphur Dioxide (SO₂)</td> <td>24 hrs.</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">0.03</td> <td rowspan="3">Pararosanilene Method or equivalent Pulse Fluorescent</td> </tr> <tr> <td>8 hrs.</td> <td style="text-align: center;">120</td> <td style="text-align: center;">0.05</td> </tr> <tr> <td>1hrs.</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">0.08</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Ozone (O₃)</td> <td>1 hr.</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">0.1</td> <td>Chemiluminescence Method or equivalent Ultraviolet</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">6</td> <td rowspan="3">Carbon Monoxide (CO)</td> <td>8 hrs.</td> <td style="text-align: center;">10,000</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td rowspan="3">Non-Dispersive Infrared Spectroscopy"</td> </tr> <tr> <td>1 hr.</td> <td style="text-align: center;">30,000</td> <td style="text-align: center;">26</td> </tr> <tr> <td>Any time</td> <td style="text-align: center;">58,000</td> <td style="text-align: center;">50</td> </tr> </tbody> </table>							Pollutant	Averaging Time*	Maximum		Method of measurement	µgm-3	ppm	1	Particulate Matter - Aerodynamic diameter is less than 10 µm in	Annual	50	—	Hi-volume sampling and Gravimetric or Beta Attenuation	24 hrs.	100	—	2	Particulate Matter - Aerodynamic diameter is less than 2.5 µm in	Annual	25	—	Hi-volume sampling and Gravimetric or Beta Attenuation	24 hrs.	50	—	3	Nitrogen Dioxide (NO ₂)	24 hrs.	100	0.05	Colorimetric using saltzman Method or equivalent Gas phase	8 hrs.	150	0.08	1hr.	250	0.13	4	Sulphur Dioxide (SO ₂)	24 hrs.	80	0.03	Pararosanilene Method or equivalent Pulse Fluorescent	8 hrs.	120	0.05	1hrs.	200	0.08	5	Ozone (O ₃)	1 hr.	200	0.1	Chemiluminescence Method or equivalent Ultraviolet	6	Carbon Monoxide (CO)	8 hrs.	10,000	9	Non-Dispersive Infrared Spectroscopy"	1 hr.	30,000	26	Any time	58,000	50
	Pollutant	Averaging Time*	Maximum		Method of measurement																																																																				
			µgm-3	ppm																																																																					
1	Particulate Matter - Aerodynamic diameter is less than 10 µm in	Annual	50	—	Hi-volume sampling and Gravimetric or Beta Attenuation																																																																				
		24 hrs.	100	—																																																																					
2	Particulate Matter - Aerodynamic diameter is less than 2.5 µm in	Annual	25	—	Hi-volume sampling and Gravimetric or Beta Attenuation																																																																				
		24 hrs.	50	—																																																																					
3	Nitrogen Dioxide (NO ₂)	24 hrs.	100	0.05	Colorimetric using saltzman Method or equivalent Gas phase																																																																				
		8 hrs.	150	0.08																																																																					
		1hr.	250	0.13																																																																					
4	Sulphur Dioxide (SO ₂)	24 hrs.	80	0.03	Pararosanilene Method or equivalent Pulse Fluorescent																																																																				
		8 hrs.	120	0.05																																																																					
		1hrs.	200	0.08																																																																					
5	Ozone (O ₃)	1 hr.	200	0.1	Chemiluminescence Method or equivalent Ultraviolet																																																																				
6	Carbon Monoxide (CO)	8 hrs.	10,000	9	Non-Dispersive Infrared Spectroscopy"																																																																				
		1 hr.	30,000	26																																																																					
		Any time	58,000	50																																																																					

	(a) 施設稼働に伴って発生する排水の SS、BOD、COD、pH 等の項目は当該国の排水基準等と整合するか。	(a) Y	(a) 建設中に発生する濁水は、沈殿池で濁質を沈殿除去する。生活排水は浄化槽で処理し、地下浸透する。浄水場の運転で発生する排水は主にスラッジから発生する浸出水であるが、これはラグーンに導水され、最終的な排水は、スリランカの排水基準を満足する。	(a) Y	(a) 建設中に発生する濁水は、沈殿池で濁質を沈殿除去する。生活排水は浄化槽で処理し、地下浸透する。浄水場の運転で発生する排水は主にスラッジから発生する浸出水であるが、これはラグーンに導水され、最終的な排水は、スリランカの排水基準を満足する。しかしながら、灌漑局は排水が飲料水基準に相当する水質であることを要求するため、排水路の設置が必要となると考えられる。																																																																																																																																								
Tolerable limit of discharge to inland surface water																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">No</th> <th style="width: 40%;">Parameter</th> <th style="width: 20%;">Unit type of limit</th> <th style="width: 35%;">Tolerance Limit values</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Total suspended solids</td> <td>mg/1, max.</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Particle size of the total suspended solids</td> <td>µm, less than</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>pH at ambient temperature</td> <td>-</td> <td>6.0 - 8.5</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Biochemical oxygen demand (BOD₅ 5 days at 20°C or BOD₃ 3 days at 27°C)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Temperature of discharge</td> <td>°C, max.</td> <td>Shall no exceed 400°C in any section of the stream within 15 m down stream from the effluent outlet.</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Oils and greases</td> <td>mg/1, max.</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Phenolic compounds (as C₆H₅OH)</td> <td>mg/2, max.</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Chemical oxygen demand (COD)</td> <td>mg/3, max.</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Colour</td> <td>Wavelength Range 436 nm (Yellow range) 525nm (Red range) 620nm (Blue range)</td> <td>Maximum spectral absorption coefficient 7m⁻¹ 5m⁻¹ 3m⁻¹</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Dissolved phosphates (as P)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Total Kjeldahl nitrogen (as N)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Ammoniacal nitrogen (as N)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Cyanide (as CN)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>Total residual chlorine</td> <td>mg/1, max.</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>Flourides (as F)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>Sulphide (as S)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>Arsenic (as As)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>Cadmium (as Cd)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>19</td> <td>Chromium, total (as Cr)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>Chromium, Hexavalent (as Cr6+)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>Copper (as Cu)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>Iron (as Fe)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>23</td> <td>Lead (as Pb)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>Mercury (as Hg)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>0.0005</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>Nickel (as Ni)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>Selenium (as Se)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>27</td> <td>Zinc (as Zn)</td> <td>mg/1, max.</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>Pesticides</td> <td>mg/1, max.</td> <td>0.005</td> </tr> <tr> <td>29</td> <td>Detergents/surfactants</td> <td>mg/1, max.</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Faecal Coliform</td> <td>MPN/100 ml, max</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>31</td> <td>Radio Active Material :</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>(a) Alpha emitters</td> <td>micro curie/ml, max</td> <td>10⁸</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(b) beta emitters</td> <td>micro curie/ml, max</td> <td>10⁷</td> </tr> </tbody> </table>						No	Parameter	Unit type of limit	Tolerance Limit values	1	Total suspended solids	mg/1, max.	50	2	Particle size of the total suspended solids	µm, less than	50	3	pH at ambient temperature	-	6.0 - 8.5	4	Biochemical oxygen demand (BOD ₅ 5 days at 20°C or BOD ₃ 3 days at 27°C)	mg/1, max.	30	5	Temperature of discharge	°C, max.	Shall no exceed 400°C in any section of the stream within 15 m down stream from the effluent outlet.	6	Oils and greases	mg/1, max.	10	7	Phenolic compounds (as C ₆ H ₅ OH)	mg/2, max.	1	8	Chemical oxygen demand (COD)	mg/3, max.	250	9	Colour	Wavelength Range 436 nm (Yellow range) 525nm (Red range) 620nm (Blue range)	Maximum spectral absorption coefficient 7m ⁻¹ 5m ⁻¹ 3m ⁻¹	10	Dissolved phosphates (as P)	mg/1, max.	5	11	Total Kjeldahl nitrogen (as N)	mg/1, max.	150	12	Ammoniacal nitrogen (as N)	mg/1, max.	50	13	Cyanide (as CN)	mg/1, max.	0.2	14	Total residual chlorine	mg/1, max.	1	15	Flourides (as F)	mg/1, max.	2	16	Sulphide (as S)	mg/1, max.	2	17	Arsenic (as As)	mg/1, max.	0.2	18	Cadmium (as Cd)	mg/1, max.	0.1	19	Chromium, total (as Cr)	mg/1, max.	0.5	20	Chromium, Hexavalent (as Cr6+)	mg/1, max.	0.1	21	Copper (as Cu)	mg/1, max.	3	22	Iron (as Fe)	mg/1, max.	3	23	Lead (as Pb)	mg/1, max.	0.1	24	Mercury (as Hg)	mg/1, max.	0.0005	25	Nickel (as Ni)	mg/1, max.	3	26	Selenium (as Se)	mg/1, max.	0.05	27	Zinc (as Zn)	mg/1, max.	2	28	Pesticides	mg/1, max.	0.005	29	Detergents/surfactants	mg/1, max.	5	30	Faecal Coliform	MPN/100 ml, max	40	31	Radio Active Material :				(a) Alpha emitters	micro curie/ml, max	10 ⁸		(b) beta emitters	micro curie/ml, max	10 ⁷
No	Parameter	Unit type of limit	Tolerance Limit values																																																																																																																																										
1	Total suspended solids	mg/1, max.	50																																																																																																																																										
2	Particle size of the total suspended solids	µm, less than	50																																																																																																																																										
3	pH at ambient temperature	-	6.0 - 8.5																																																																																																																																										
4	Biochemical oxygen demand (BOD ₅ 5 days at 20°C or BOD ₃ 3 days at 27°C)	mg/1, max.	30																																																																																																																																										
5	Temperature of discharge	°C, max.	Shall no exceed 400°C in any section of the stream within 15 m down stream from the effluent outlet.																																																																																																																																										
6	Oils and greases	mg/1, max.	10																																																																																																																																										
7	Phenolic compounds (as C ₆ H ₅ OH)	mg/2, max.	1																																																																																																																																										
8	Chemical oxygen demand (COD)	mg/3, max.	250																																																																																																																																										
9	Colour	Wavelength Range 436 nm (Yellow range) 525nm (Red range) 620nm (Blue range)	Maximum spectral absorption coefficient 7m ⁻¹ 5m ⁻¹ 3m ⁻¹																																																																																																																																										
10	Dissolved phosphates (as P)	mg/1, max.	5																																																																																																																																										
11	Total Kjeldahl nitrogen (as N)	mg/1, max.	150																																																																																																																																										
12	Ammoniacal nitrogen (as N)	mg/1, max.	50																																																																																																																																										
13	Cyanide (as CN)	mg/1, max.	0.2																																																																																																																																										
14	Total residual chlorine	mg/1, max.	1																																																																																																																																										
15	Flourides (as F)	mg/1, max.	2																																																																																																																																										
16	Sulphide (as S)	mg/1, max.	2																																																																																																																																										
17	Arsenic (as As)	mg/1, max.	0.2																																																																																																																																										
18	Cadmium (as Cd)	mg/1, max.	0.1																																																																																																																																										
19	Chromium, total (as Cr)	mg/1, max.	0.5																																																																																																																																										
20	Chromium, Hexavalent (as Cr6+)	mg/1, max.	0.1																																																																																																																																										
21	Copper (as Cu)	mg/1, max.	3																																																																																																																																										
22	Iron (as Fe)	mg/1, max.	3																																																																																																																																										
23	Lead (as Pb)	mg/1, max.	0.1																																																																																																																																										
24	Mercury (as Hg)	mg/1, max.	0.0005																																																																																																																																										
25	Nickel (as Ni)	mg/1, max.	3																																																																																																																																										
26	Selenium (as Se)	mg/1, max.	0.05																																																																																																																																										
27	Zinc (as Zn)	mg/1, max.	2																																																																																																																																										
28	Pesticides	mg/1, max.	0.005																																																																																																																																										
29	Detergents/surfactants	mg/1, max.	5																																																																																																																																										
30	Faecal Coliform	MPN/100 ml, max	40																																																																																																																																										
31	Radio Active Material :																																																																																																																																												
	(a) Alpha emitters	micro curie/ml, max	10 ⁸																																																																																																																																										
	(b) beta emitters	micro curie/ml, max	10 ⁷																																																																																																																																										
(3)廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) Y	(a)沈殿池で収集された汚泥はシックナーで濃縮され、その後スラッジラグーンに運ばれる。天日乾燥されたスラッジは適切な処分地に移送され処分される。	(a) Y	<u>変更無し</u>																																																																																																																																								

	(4)騒音・振動	(a) ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a) Y	(a) 騒音・振動を発生させる主たる原因は発電機とポンプである。低騒音・低振動機材を洗濯することにより適切なレベルに管理可能である。スリランカの騒音振動レベルを満足するために、必要があれば更に遮蔽や被覆等の手段を取る。 Maximum permissible Noise Levels at Boundaries of the land in which the source of noise is located in Laeq' ,T, <table border="1"><tr><th></th><th>Laeq' , T</th></tr><tr><td>Day time</td><td>75</td></tr><tr><td>Night time</td><td>50</td></tr></table> Maximum permissible Noise Levels at Boundaries in LAeq, T, for industrial activities <table border="1"><thead><tr><th>Area</th><th>Day time</th><th>Night time</th></tr></thead><tbody><tr><td>Rural Residential Area</td><td>55</td><td>45</td></tr><tr><td>Urban Residential Area</td><td>60</td><td>50</td></tr><tr><td>Noise Sensitive Area</td><td>50</td><td>45</td></tr><tr><td>Mixed Residential</td><td>63</td><td>55</td></tr><tr><td>Commercial Areas</td><td>65</td><td>55</td></tr><tr><td>Industrial Area</td><td>70</td><td>60</td></tr><tr><td colspan="3">Japanese Environmental Standard</td></tr><tr><td>A (residential area)</td><td>55</td><td>45</td></tr></tbody></table>		Laeq' , T	Day time	75	Night time	50	Area	Day time	Night time	Rural Residential Area	55	45	Urban Residential Area	60	50	Noise Sensitive Area	50	45	Mixed Residential	63	55	Commercial Areas	65	55	Industrial Area	70	60	Japanese Environmental Standard			A (residential area)	55	45	(a) Y	<u>変更無し</u>
	Laeq' , T																																						
Day time	75																																						
Night time	50																																						
Area	Day time	Night time																																					
Rural Residential Area	55	45																																					
Urban Residential Area	60	50																																					
Noise Sensitive Area	50	45																																					
Mixed Residential	63	55																																					
Commercial Areas	65	55																																					
Industrial Area	70	60																																					
Japanese Environmental Standard																																							
A (residential area)	55	45																																					
	(5)地盤沈下	(a) 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下が生じる恐れがあるか。	(a) N	(a) 本プロジェクトでは地下水のくみ上げは行わない。	(a) N	<u>変更無し</u>																																	
3 自然環境	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a)本プロジェクトのサイトは、保護区の地域外にある。	(a) N	<u>変更無し</u>																																	
3 自然環境	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) 本プロジェクトのサイトは一部森林地域にあるが、全て特段保護が必要な森林ではない。 (b) 動植物調査は現在実施中であるが、これまでの調査では特に重要な生物は発見されていない。 (c)特に生態系に大きな影響を与えるとは考えられない。 (d)本プロジェクトでは取水は灌漑用水路から行われるため、水環境に対する影響は限定的である。さらに、灌漑用水路からの取水を実行するため、用水路には常時水が流れることになるため、水環境は以前より改善される。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) <u>変更無し</u> (b) 動植物調査の結果、特に重要な生物は発見されなかった。 (c) 特に生態系に大きな影響を与えるとは考えられない。 (d) 本プロジェクトでは取水は灌漑用水路から行われるため、水環境に対する影響は限定的である。																																	
	(3)水象	(a) プロジェクトによる取水（地下水、地表水）が地表水、地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a) N	(a)現在灌漑用水として利用されている水の一部を水道水源として利用するため、影響は無視できる。	(a) N	(a) <u>変更無し</u>																																	

4 社会環境	(1)住民移転	<p>(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。(b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。</p> <p>(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。</p> <p>(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。</p> <p>(e) 補償方針は文書で策定されているか。</p> <p>(f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。</p> <p>(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。</p> <p>(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。</p> <p>(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。</p> <p>(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。</p>	<p>(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y (e) Y (f) N/A (g) Y (h) Y (i) Y (j) Y</p>	<p>(a)マハカナダラワ浄水場予定地内に一件の違法住民が居住している。NWSDBはスリランカ国の非自発的住民移転政策およびJICAガイドラインに則ったRAPを準備する。</p> <p>(b)NWSDBは、違法住民に、プロジェクトの必要性和土地利用の変更内容について説明を行った。</p> <p>(c) 再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復は担保される。(d)補償金の支払いは移転前に行われる。</p> <p>(e)スリランカ国では非自発的住民移転政策が2001年に議会で承認され、全ての公共事業はこれに則って住民移転が行われる。JICAガイドラインとの乖離は僅かである。</p> <p>(f)移転対象住民は一組の夫婦のみで、民族的には多数派であるシンハラ人に属している。新しい土地は親族の居住地の近くで検討中である。彼らは特に社会的弱者とは考えられない。</p> <p>(g)NWSDBは同意書を居住者から取得する予定である。</p> <p>(h)NWSDBが移転のコストを全額負担する。移転にかかる費用は、地方評価官によって見積が行われる。Divisional SecretariatとNWSDBが協力して移転対象住民への対応を行う。</p> <p>(i)モニタリングプランはRAPに記載される。</p> <p>(j)DSが苦情に対する最初のコンタクト先となり、問題が解決しなかった場合にはDSがNWSDBとの協議の場を設定し解決に努める。</p>	<p>(a) N (b) N/A (c) N/A (d) N/A (e) N/A (f) N/A (g) N/A (h) N/A (i) N/A (j) N/A</p>	<p>(a) フェーズ2については違法住民は存在しない。</p> <p>(b), (c), (d), (e), (f), (g), (h), (i), (j) フェーズ2については対象となる住民は存在しない。</p>
	(2)生活・生計	<p>(a) プロジェクトにより住民の生活に対し悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。</p> <p>(b) プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、既存の水利用、水域利用に影響を及ぼすか。</p>	<p>(a) Y (b) N</p>	<p>(a)現時点では、農民は水源の容量が不十分だと感じているが、現在平行して実施または計画されている他の灌漑向上プロジェクトの実施により、周辺地区への灌漑用水の給水が大幅に改善する見込みで、対象地区の水需要を十分満足できる。</p> <p>(b)貯水池周辺の住民は貯水池の水を生活用水に利用しているが、(a)と同じ理由で、水利用に大きな影響は発生しない。</p>	<p>(a) Y (b) N</p>	<p>(a) Yan Oya 灌漑プロジェクトが進行中で、2016年にはダムが完成する予定である。これにより、対象地区付近の農業用水供給状況は大きく改善することから、悪影響は限定的である。</p> <p>(b)上述の理由で、潜在的な問題は解決される。</p>

4 社会環境	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a)プロジェクトサイトは考古学的保全地区にはない。一方、工事中に遺物が発見されたケースに対する対処方針は必要である。	(a) N	(a)変更無し
	(4)景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a)全ての構造物は大きなものではなく、景観に対する影響は無視できる。	(a) N	(a)変更無し
	(5)少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a) N/A (b) N/A	(a)(b)対象地には先住民族は存在しない。またプロジェクトによって影響を受ける少数民族も存在しない。	(a) N/A (b) N/A	(a)変更無し
	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a)プロジェクトサイトは考古学的保全地区にはない。一方、工事中に遺物が発見されたケースに対する対処方針は必要である。	(a) N/A ((a)変更無し
	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a) N (b) Y (c) Y (d) Y	(a)MWSDB はスリランカ国の労働法令に従う。 (b)契約条件は'Standard Bidding Document Procurement of Works'または 'Conditions of Contract'に則って作成され、労働環境および有害物質の管理等は確保される。 (c) プロジェクト関係者へのソフト面の対応は契約書類に明記され、実施される。 (d)地域住民やプロジェクト関係者の安全確保に関する条項は契約書類に明記され、実施される。	(a) N (b) Y (c) Y (d) Y	(a), (b), (c), (d) 変更無し

5 その他	(1)工事中の影響	<p>(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。(b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。(c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。(d) 工事による道路渋滞は発生するか、また影響に対する緩和策が用意されるか。</p>	<p>(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y</p>	<p>(a) 工事請負業者は契約書に従って、環境社会条件の保全について適切な手段を実施する。・騒音振動はよくメンテナンスされた登録車両・機械の適切な使用により低減される。夜間作業は回避される。必要に応じて、騒音振動低減のために遮音壁などの対策材を活用する。・濁水は分離して沈殿槽に導入され処理される。必要があれば凝集剤を使用する。・廃棄物は業者によって管理される。分別収集を行い可能な限りリサイクルに努める。一次保管場所を定め、処分方法については DS の指導に従う。・粉塵は散水やカバーの使用によって発生を抑制する。・排気ガスは適切な保守が行われる登録された車両や機械の使用により管理可能である。</p> <p>(b) 環境保全と緩和のための手段が取られ、影響は低減される。</p> <p>(c) プロジェクト対象地内の居住者は少なく、移転対象となるのは一軒のみである。この対象者については RAP が作成され十分な配慮が尽くされる。</p> <p>(d) 工事による交通渋滞等の影響を直接受けると考えられる住民には前もって工事実施内容を知らせ、工事計画を公表する。</p>	<p>(a) Y (b) Y (c) Y (d) Y</p>	<p>(a), (b), (c), (d)_ 変更無し</p>
-------	-----------	---	--	--	--	--

5 その他	(2)モニタリング	<p>(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。</p>	<p>(a) Y (b) refer the plan (c) Y (d) Y</p>	<p>(a)(b)(c) プロジェクトはモニタリングプランを作成、実施する。モニタリング計画は下記に示す。 (d)本プロジェクトは環境保全ライセンスの取得を求められており、規定の様式による報告が義務付けられている。ライセンスは一定期間での更新の必要がある。</p>	<p>(a) (b) (c) ongoing(d) Y</p>	<p>(a)(b)(c)(d) <u>変更無し</u></p>																																																																																																																																																							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Monitoring Plan</th> </tr> <tr> <th>Items</th> <th>Monitoring parameters</th> <th>Procedure</th> <th>Frequency</th> <th>Implemented and reported by</th> <th>Report to</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="6">Designing stage</td> </tr> <tr> <td>Procurement</td> <td>Suitability specification</td> <td>Checking the specification to meet the proposed</td> <td>1 time</td> <td>NW/SDB</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td>Waste</td> <td>Waste management procedure</td> <td>Checking dumping plan and obtaining agreement with</td> <td>1 time</td> <td>NW/SDB</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td>Resettlement</td> <td>Progress resettlement plan</td> <td>Checklist of resettlement plan</td> <td>1 time</td> <td>NW/SDB</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Ecological environment</td> <td>Clearing procedure</td> <td>Checking the plan of clearing and obtaining</td> <td>1 time</td> <td>NW/SDB</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td>Rare species</td> <td>Checking the plan of transplant and recovery of</td> <td>1 time</td> <td>NW/SDB</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td>Social impact caused by laborer of construction</td> <td>Awareness raising program</td> <td>Training plan of laborer</td> <td>1 time</td> <td>NW/SDB</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Construction stage</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Air quality</td> <td>Vehicle maintenance condition</td> <td>Check the registered vehicles and its</td> <td>Once a month</td> <td>Contractor</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td>Dust</td> <td>Observation at the site</td> <td>Once a month</td> <td>Contractor</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td>Chlorine emission gas</td> <td>Check and calibrate the gas leak detector</td> <td>Once a month</td> <td>Contractor</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td>Water quality</td> <td>Discharge water quality</td> <td>Measurement of turbidity</td> <td>Everyday during soil work</td> <td>Contractor</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Noise</td> <td>Working time of construction</td> <td>Working record</td> <td>Once a week</td> <td>Contractor</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td>Noise at boundary</td> <td>Measurement of noise at the boundary of the site</td> <td>Once a month both in daytime and night time</td> <td>Contractor</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td>Ecological environment</td> <td>Violation to ecosystem, such as cutting tree, hunting, killing taking plants</td> <td>Patrol of construction site</td> <td>Once a week</td> <td>Contractor</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Waste</td> <td>Construction waste</td> <td>Condition of segregation Past record of recycling</td> <td>Every 3 months</td> <td>Contractor</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td>Domestic waste</td> <td>Observation of temporarily dumping yard</td> <td>Every 3 months</td> <td>Contractor</td> <td>PMCU</td> </tr> <tr> <td colspan="6">Operation stage</td> </tr> <tr> <td>Air quality</td> <td>Chlorine leakage gas</td> <td>Measurement of gas concentration and check and</td> <td>Once a week</td> <td>NW/SDB RSC</td> <td>NW/SDB</td> </tr> <tr> <td>Raw water quality</td> <td>Parameters listed in drinking water quality</td> <td>Chemical analysis by laboratory</td> <td>Once a month</td> <td>NW/SDB RSC</td> <td>NW/SDB</td> </tr> <tr> <td>Distributing water quality</td> <td>Parameters listed in drinking water quality</td> <td>Chemical analysis by laboratory</td> <td>Once a month</td> <td>NW/SDB RSC</td> <td>NW/SDB</td> </tr> <tr> <td>Discharge water quality</td> <td>Parameters listed in discharge water quality</td> <td>Chemical analysis by laboratory</td> <td>Every 3 months</td> <td>NW/SDB RSC</td> <td>NW/SDB</td> </tr> <tr> <td>Occupational safety</td> <td>Chlorine leakage gas</td> <td>Measurement of gas concentration</td> <td>Checking the daily record</td> <td>NW/SDB RSC</td> <td>NW/SDB</td> </tr> <tr> <td>Noise</td> <td>Noise at the boundary</td> <td>Measurement of noise</td> <td>Every 3 months</td> <td>NW/SDB RSC</td> <td>NW/SDB</td> </tr> <tr> <td>Waste</td> <td>Sludge</td> <td>Observation of the drying bed Checking the record of sludge disposal</td> <td>Every 4 months</td> <td>NW/SDB RSC</td> <td>NW/SDB</td> </tr> </tbody> </table>	Monitoring Plan						Items	Monitoring parameters	Procedure	Frequency	Implemented and reported by	Report to	Designing stage						Procurement	Suitability specification	Checking the specification to meet the proposed	1 time	NW/SDB	PMCU	Waste	Waste management procedure	Checking dumping plan and obtaining agreement with	1 time	NW/SDB	PMCU	Resettlement	Progress resettlement plan	Checklist of resettlement plan	1 time	NW/SDB	PMCU	Ecological environment	Clearing procedure	Checking the plan of clearing and obtaining	1 time	NW/SDB	PMCU	Rare species	Checking the plan of transplant and recovery of	1 time	NW/SDB	PMCU	Social impact caused by laborer of construction	Awareness raising program	Training plan of laborer	1 time	NW/SDB	PMCU	Construction stage						Air quality	Vehicle maintenance condition	Check the registered vehicles and its	Once a month	Contractor	PMCU	Dust	Observation at the site	Once a month	Contractor	PMCU	Chlorine emission gas	Check and calibrate the gas leak detector	Once a month	Contractor	PMCU	Water quality	Discharge water quality	Measurement of turbidity	Everyday during soil work	Contractor	PMCU	Noise	Working time of construction	Working record	Once a week	Contractor	PMCU	Noise at boundary	Measurement of noise at the boundary of the site	Once a month both in daytime and night time	Contractor	PMCU	Ecological environment	Violation to ecosystem, such as cutting tree, hunting, killing taking plants	Patrol of construction site	Once a week	Contractor	PMCU	Waste	Construction waste	Condition of segregation Past record of recycling	Every 3 months	Contractor	PMCU	Domestic waste	Observation of temporarily dumping yard	Every 3 months	Contractor	PMCU	Operation stage						Air quality	Chlorine leakage gas	Measurement of gas concentration and check and	Once a week	NW/SDB RSC	NW/SDB	Raw water quality	Parameters listed in drinking water quality	Chemical analysis by laboratory	Once a month	NW/SDB RSC	NW/SDB	Distributing water quality	Parameters listed in drinking water quality	Chemical analysis by laboratory	Once a month	NW/SDB RSC	NW/SDB	Discharge water quality	Parameters listed in discharge water quality	Chemical analysis by laboratory	Every 3 months	NW/SDB RSC	NW/SDB	Occupational safety	Chlorine leakage gas	Measurement of gas concentration	Checking the daily record	NW/SDB RSC	NW/SDB	Noise	Noise at the boundary	Measurement of noise	Every 3 months	NW/SDB RSC	NW/SDB	Waste	Sludge	Observation of the drying bed Checking the record of sludge disposal	Every 4 months
Monitoring Plan																																																																																																																																																													
Items	Monitoring parameters	Procedure	Frequency	Implemented and reported by	Report to																																																																																																																																																								
Designing stage																																																																																																																																																													
Procurement	Suitability specification	Checking the specification to meet the proposed	1 time	NW/SDB	PMCU																																																																																																																																																								
Waste	Waste management procedure	Checking dumping plan and obtaining agreement with	1 time	NW/SDB	PMCU																																																																																																																																																								
Resettlement	Progress resettlement plan	Checklist of resettlement plan	1 time	NW/SDB	PMCU																																																																																																																																																								
Ecological environment	Clearing procedure	Checking the plan of clearing and obtaining	1 time	NW/SDB	PMCU																																																																																																																																																								
	Rare species	Checking the plan of transplant and recovery of	1 time	NW/SDB	PMCU																																																																																																																																																								
Social impact caused by laborer of construction	Awareness raising program	Training plan of laborer	1 time	NW/SDB	PMCU																																																																																																																																																								
Construction stage																																																																																																																																																													
Air quality	Vehicle maintenance condition	Check the registered vehicles and its	Once a month	Contractor	PMCU																																																																																																																																																								
	Dust	Observation at the site	Once a month	Contractor	PMCU																																																																																																																																																								
	Chlorine emission gas	Check and calibrate the gas leak detector	Once a month	Contractor	PMCU																																																																																																																																																								
Water quality	Discharge water quality	Measurement of turbidity	Everyday during soil work	Contractor	PMCU																																																																																																																																																								
Noise	Working time of construction	Working record	Once a week	Contractor	PMCU																																																																																																																																																								
	Noise at boundary	Measurement of noise at the boundary of the site	Once a month both in daytime and night time	Contractor	PMCU																																																																																																																																																								
Ecological environment	Violation to ecosystem, such as cutting tree, hunting, killing taking plants	Patrol of construction site	Once a week	Contractor	PMCU																																																																																																																																																								
Waste	Construction waste	Condition of segregation Past record of recycling	Every 3 months	Contractor	PMCU																																																																																																																																																								
	Domestic waste	Observation of temporarily dumping yard	Every 3 months	Contractor	PMCU																																																																																																																																																								
Operation stage																																																																																																																																																													
Air quality	Chlorine leakage gas	Measurement of gas concentration and check and	Once a week	NW/SDB RSC	NW/SDB																																																																																																																																																								
Raw water quality	Parameters listed in drinking water quality	Chemical analysis by laboratory	Once a month	NW/SDB RSC	NW/SDB																																																																																																																																																								
Distributing water quality	Parameters listed in drinking water quality	Chemical analysis by laboratory	Once a month	NW/SDB RSC	NW/SDB																																																																																																																																																								
Discharge water quality	Parameters listed in discharge water quality	Chemical analysis by laboratory	Every 3 months	NW/SDB RSC	NW/SDB																																																																																																																																																								
Occupational safety	Chlorine leakage gas	Measurement of gas concentration	Checking the daily record	NW/SDB RSC	NW/SDB																																																																																																																																																								
Noise	Noise at the boundary	Measurement of noise	Every 3 months	NW/SDB RSC	NW/SDB																																																																																																																																																								
Waste	Sludge	Observation of the drying bed Checking the record of sludge disposal	Every 4 months	NW/SDB RSC	NW/SDB																																																																																																																																																								

6 Note	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、ダム、河川に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。	(a) N/A	(a)本プロジェクトはダムや水路の建設はなく、既存の灌漑用施設を活用する。したがって、ダムや河川にかかるチェックリストに抵触する項目はない。	(a) N/A	(a)変更無し
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a) N/A	本プロジェクトは比較的小規模な生活水準の向上のための水道給水プロジェクトで、越境や地球規模の環境問題は発生しない。	(a) N/A	(a)変更無し

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。

注2) 環境チェックリストはあくまでも標準的な環境チェック項目を示したものであり、事業および地域の特性によっては、項目の削除または追加を行う必要がある

8.7 提言

対象地周辺では、いくつかの灌漑プロジェクトが進行中で、農民の反感は収まった。しかし、NWSDBは引き続き、情報公開や説明を継続することがプロジェクトの円滑な進捗のためには望ましいと考えられる。

給水事業は通常負の環境インパクトは小さくなく、今回対象地は環境的に特に脆弱と考えられる地域では無いため、インパクトは主に工事実施期に集中する。従って、環境管理計画や環境管理実施計画の策定と、それに基づくモニタリングが重要である。

フェーズ2で必要とする用地については、現状では特に違法耕作や不法住民は見られないが、今後そのような事態が発生することを避けるために、フェンスをつける等の対応を早めに取りることが勧められる。また、新規の違法侵入により新たな補償が発生することを避けるために、cut-off-dateを明言することは重要である。

フェーズ2の用地追加については未だ確定していないが、フェーズ1の例を見ると、保護林や自然保護地にかかっていない限りにおいては、用地取得は大きな問題にならないことが予想される。必要とされる用地を早期に決定することが望まれる。