

ミャンマー国
ヤンゴン市上下水道改善プログラム
協力準備調査報告書

第4巻
上水道フィジビリティスタディ

平成26年3月
(2014年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

(株)TEC インターナショナル
(株)エヌジェーエス・コンサルタンツ
日本工営(株)
東京水道サービス(株)
東洋エンジニアリング(株)

| |
|--------|
| 環境 |
| JR (先) |
| 14-080 |

ミャンマー国
ヤンゴン市上下水道改善プログラム
協力準備調査

ファイナル・レポート

2014年3月

総目次

| |
|---------------------------|
| 第1巻：ヤンゴン市水ビジョン |
| 第2巻：上水道（要約） |
| 第3巻：上水道マスタープラン |
| 第4巻：上水道フィジビリティスタディ |
| 第5巻：下水道・排水（要約） |
| 第6巻：下水道・排水マスタープラン |
| 第7巻：下水道・排水フィジビリティスタディ |

目次

| | | |
|-------|--------------------------|------|
| 第1章 | マスタープランのまとめとFS対象プロジェクト | 1-1 |
| 1.1 | マスタープランのまとめ | 1-1 |
| 1.1.1 | 計画の対象地域 | 1-1 |
| 1.1.2 | 計画の対象期間 | 1-1 |
| 1.1.3 | 人口配分 | 1-1 |
| 1.1.4 | 都市機能と土地利用図 | 1-2 |
| 1.2 | 2025年における給水サービス | 1-5 |
| 1.2.1 | 給水サービス目標と改善方針 | 1-5 |
| 1.2.2 | 給水人口 | 1-7 |
| 1.2.3 | 水需要量予測 | 1-11 |
| 1.3 | 水道施設計画 | 1-14 |
| 1.4 | F/S対象プロジェクト（計画対象年2025年） | 1-18 |
| 第2章 | Lagunbyin貯水池系統の水道施設の整備 | 2-1 |
| 2.1 | 対象地域の給水量 | 2-1 |
| 2.1.1 | 対象地域の現況 | 2-1 |
| 2.1.2 | 計画給水人口（計画対象年2025年の姿） | 2-4 |
| 2.1.3 | 計画需要量 | 2-4 |
| 2.2 | 給水計画 | 2-5 |
| 2.2.1 | 配水区7及び8の給水計画 | 2-5 |
| 2.2.2 | Thilawa SEZの送水計画 | 2-8 |
| 2.2.3 | Lagunbyin貯水池系水道システムの水需要量 | 2-8 |
| 2.3 | 施設計画 | 2-10 |
| 2.3.1 | 計画条件 | 2-10 |
| 2.3.2 | 導水施設 | 2-17 |
| 2.3.3 | 取水施設 | 2-18 |
| 2.3.4 | 浄水施設 | 2-21 |
| 2.3.5 | 送水施設 | 2-42 |
| 2.3.6 | 配水基幹施設（配水池、配水ポンプ、配水本管） | 2-44 |
| 2.3.7 | 配水施設（DMA、配水小管、給水） | 2-55 |
| 2.3.8 | モニタリング・コントロール施設（SCADA） | 2-63 |
| 2.4 | 施工計画 | 2-65 |
| 2.5 | 施設の運転・維持管理 | 2-70 |
| 2.5.1 | 現地維持管理体制の検討 | 2-70 |
| 2.5.2 | 管路管理業務 | 2-76 |

| | | |
|-------|--------------------------|------|
| 2.5.3 | 警備体制 | 2-76 |
| 第3章 | 配水区1の近代化 | 3-1 |
| 3.1 | 対象地域 | 3-1 |
| 3.1.1 | 対象地域の現況 | 3-1 |
| 3.1.2 | 計画給水人口 | 3-3 |
| 3.1.3 | 計画需要量 | 3-3 |
| 3.2 | 給水計画 | 3-4 |
| 3.3 | 施設計画 | 3-6 |
| 3.3.1 | 送水施設 | 3-6 |
| 3.3.2 | 配水基幹施設（配水池、配水ポンプ、配水本管） | 3-8 |
| 3.3.3 | 配水施設（配水小管、DMA内の配管） | 3-22 |
| 3.3.4 | モニタリング・コントロール施設 | 3-27 |
| 3.3.5 | 消毒設備 | 3-27 |
| 3.4 | 施工計画 | 3-27 |
| 3.5 | 施設の運転・維持管理 | 3-29 |
| 第4章 | 塩素消毒設備 | 4-1 |
| 4.1 | 対象地域 | 4-1 |
| 4.2 | 給水計画 | 4-1 |
| 4.3 | 施設の運転・維持管理 | 4-4 |
| 4.4 | 施設計画 | 4-4 |
| 4.4.1 | 対象施設 | 4-4 |
| 4.4.2 | 計画水量 | 4-5 |
| 4.4.3 | 塩素剤 | 4-5 |
| 4.4.4 | 機械設備計画 | 4-5 |
| 4.4.5 | 電気設備計画 | 4-7 |
| 4.4.6 | 施設配置 | 4-8 |
| 第5章 | YCDCの能力向上計画 | 5-1 |
| 5.1 | 能力向上の概要 | 5-1 |
| 5.1.1 | 能力向上の概念 | 5-1 |
| 5.1.2 | 能力向上の方法 | 5-1 |
| 5.2 | YCDC水供給衛生局のキャパシティ・アセスメント | 5-2 |
| 5.3 | YCDCの人材育成の現状 | 5-5 |
| 5.3.1 | YCDC中央研修センター | 5-5 |
| 5.3.2 | Yeguポンプ場 | 5-9 |
| 5.3.3 | Hlawga貯水池内作業所 | 5-11 |
| 5.3.4 | 配管技術者及び配管工の資格制度 | 5-12 |
| 5.3.5 | 海外研修 | 5-13 |

| | | |
|-------|--|------|
| 5.4 | YCDC の人事制度の現状..... | 5-13 |
| 5.5 | 2025 年までの能力向上分野..... | 5-15 |
| 5.6 | 水道経営の現状と課題..... | 5-17 |
| 5.7 | 無収入対策の現状と課題..... | 5-21 |
| 5.8 | 浄水処理の現状と課題..... | 5-23 |
| 5.9 | 重点分野における能力向上計画..... | 5-25 |
| 5.9.1 | 重点分野における能力向上計画（水道経営の改善）..... | 5-25 |
| 5.9.2 | 重点的な能力向上計画（無収水対策）..... | 5-27 |
| 5.9.3 | 重点分野における能力向上計画（浄水処理）..... | 5-29 |
| 5.9.4 | 能力向上プロジェクトのプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）... .. | 5-33 |
| 5.9.5 | 能力向上プロジェクト（案）の実施工程..... | 5-35 |
| 5.9.6 | 持続可能な能力強化体制について..... | 5-37 |
| 第6章 | 概算事業費と実施体制..... | 6-1 |
| 6.1 | 事業費算定条件..... | 6-1 |
| 6.1.1 | 概算事業費の算定条件..... | 6-1 |
| 6.1.2 | 建設費の算定条件..... | 6-1 |
| 6.2 | 概算事業費の算定..... | 6-2 |
| 6.3 | 事業の実施工程..... | 6-4 |
| 6.4 | コンサルティングサービス..... | 6-6 |
| 6.5 | 運転・維持管理費の算定..... | 6-8 |
| 6.6 | 事業実施体制..... | 6-9 |
| 6.6.1 | 事業実施体制の確認..... | 6-9 |
| 6.6.2 | 実施機関の掌握業務、組織体制..... | 6-11 |
| 6.7 | プロジェクト実施に当たっての留意事項..... | 6-13 |
| 6.7.1 | 「ミ」国における類似業務の調達事情..... | 6-13 |
| 6.7.2 | 入札方法、契約条件の設定..... | 6-16 |
| 6.7.3 | コンサルタントの選定方針..... | 6-16 |
| 6.7.4 | 施工業者の選定方針..... | 6-17 |
| 6.7.5 | 入札パッケージの考え方..... | 6-17 |
| 第7章 | プロジェクト評価..... | 7-1 |
| 7.1 | プロジェクトの経済評価..... | 7-1 |
| 7.1.1 | 経済便益の特定..... | 7-1 |
| 7.1.2 | 経済費用の特定..... | 7-4 |
| 7.1.3 | 経済評価..... | 7-4 |
| 7.1.4 | 経済的観点からの感度分析..... | 7-5 |
| 7.2 | 財務評価..... | 7-6 |
| 7.2.1 | 財務分析の前提..... | 7-6 |

| | | |
|-------|--------------------------|------|
| 7.2.2 | 財務費用の特定 | 7-6 |
| 7.2.3 | 財務便益の特定 | 7-7 |
| 7.2.4 | 財務評価 | 7-9 |
| 7.2.5 | 住民の支払可能性の検討 | 7-13 |
| 7.2.6 | 貧困層への配慮 | 7-13 |
| 7.2.7 | 推奨される料金体系の開発 | 7-14 |
| 7.3 | プロジェクトの評価 | 7-16 |
| 7.3.1 | プロジェクトの効果概要 | 7-16 |
| 7.3.2 | 定量的効果 | 7-16 |
| 7.3.3 | 定性的効果 | 7-20 |
| 第8章 | 環境社会影響評価 | 8-1 |
| 8.1 | 環境社会配慮フレームワークとベースラインデータ | 8-1 |
| 8.2 | 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要 | 8-1 |
| 8.3 | Lagunbyin 貯水池系統 | 8-1 |
| 8.3.1 | 代替案の比較検討 | 8-1 |
| 8.3.2 | スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR | 8-6 |
| 8.3.3 | 環境社会配慮調査結果 | 8-9 |
| 8.3.4 | 影響評価、緩和策及び緩和策実施のための費用 | 8-19 |
| 8.3.5 | モニタリング計画 | 8-24 |
| 8.4 | 配水区1ゾーンの構築 | 8-24 |
| 8.4.1 | 代替案 (With/Without) の比較検討 | 8-24 |
| 8.4.2 | スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR | 8-25 |
| 8.4.3 | 環境社会配慮調査結果 | 8-26 |
| 8.4.4 | 影響評価、緩和策及び緩和策実施のための費用 | 8-30 |
| 8.4.5 | モニタリング計画 | 8-33 |
| 8.5 | 消毒設備の新設・更新 | 8-33 |
| 8.5.1 | 代替案 (With/Without) の比較検討 | 8-33 |
| 8.5.2 | スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR | 8-33 |
| 8.5.3 | 環境社会配慮調査結果、環境評価、緩和策及び費用 | 8-35 |
| 8.5.4 | モニタリング計画 | 8-35 |
| 8.6 | ステークホルダー協議 | 8-36 |
| 8.7 | 気候変動対策 | 8-37 |
| 8.7.1 | 気候変動とミャンマー | 8-37 |
| 8.7.2 | 気候変動適応策 | 8-37 |
| 第9章 | 結論と提言 | 9-1 |
| 9.1 | 結論 | 9-1 |
| 9.2 | 提言 | 9-4 |

表 目 次

| | | |
|--------|--|------|
| 表 1.1 | 給水サービス全体目標..... | 1-5 |
| 表 1.2 | 給水状況の改善目標を達成するための方針（マスタープラン）..... | 1-5 |
| 表 1.3 | 給水圧と給水時間の目標値..... | 1-6 |
| 表 1.4 | 給水水質改善目標..... | 1-6 |
| 表 1.5 | 目標とする給水水質..... | 1-7 |
| 表 1.6 | 水道普及率目標..... | 1-7 |
| 表 1.7 | 水道普及率現況及び目標..... | 1-8 |
| 表 1.8 | 人口予測..... | 1-9 |
| 表 1.9 | 総人口及び給水人口の推移..... | 1-9 |
| 表 1.10 | 給水人口の現況と目標..... | 1-10 |
| 表 1.11 | 家庭用給水原単位の目標値（LPCD）..... | 1-11 |
| 表 1.12 | タウンシップ別家庭用給水原単位の目標値（LPCD）..... | 1-11 |
| 表 1.13 | 無収水率及び漏水率の目標値..... | 1-12 |
| 表 1.14 | 水需要量推計..... | 1-13 |
| 表 1.15 | 2011年の配水区別の給水状況の比較..... | 1-14 |
| 表 1.16 | 配水区毎の水道計画値..... | 1-15 |
| 表 2.1 | 2011年の配水区別の給水状況（2011年）..... | 2-1 |
| 表 2.2 | 配水区7と8の水道計画の基本数値..... | 2-4 |
| 表 2.3 | 一日最大需要量の推移..... | 2-4 |
| 表 2.4 | 配水区7と8の給水計画..... | 2-5 |
| 表 2.5 | Thilawa SEZ ClassAの用水供給計画..... | 2-8 |
| 表 2.6 | Lagunbyin貯水池系水道システムの計画水需要量..... | 2-8 |
| 表 2.7 | 施設計画に用いる計画値..... | 2-10 |
| 表 2.8 | 目標給水水質..... | 2-10 |
| 表 2.9 | 施設計画に用いる計画濁度（NTU）..... | 2-11 |
| 表 2.10 | Lagunbyin浄水場取水運河の水質分析結果..... | 2-11 |
| 表 2.11 | Ngamoeyik貯水池, Ngamoeyik CreekおよびNyaungnapin浄水場の水質..... | 2-12 |
| 表 2.12 | 対象施設..... | 2-18 |
| 表 2.13 | ゲートとスクリーン設備..... | 2-19 |
| 表 2.14 | 取水施設における取水ポンプ設備..... | 2-20 |
| 表 2.15 | 取水ポンプ形式の比較..... | 2-20 |
| 表 2.16 | 浄水施設..... | 2-21 |
| 表 2.17 | 急速攪拌池の攪拌方式の比較..... | 2-23 |
| 表 2.18 | フロック形成池の攪拌方式の比較..... | 2-26 |

| | | |
|--------|-----------------------------|------|
| 表 2.19 | 沈殿方式の比較..... | 2-27 |
| 表 2.20 | 流量・水質監視項目及び計測点..... | 2-29 |
| 表 2.21 | 凝集剤の注入率の設定..... | 2-31 |
| 表 2.22 | 塩素の注入率の設定..... | 2-31 |
| 表 2.23 | 塩素剤の比較..... | 2-32 |
| 表 2.24 | 機械設備の設計諸元..... | 2-32 |
| 表 2.25 | 着水井及び攪拌槽の機械設備..... | 2-33 |
| 表 2.26 | 沈殿池の機械設備..... | 2-33 |
| 表 2.27 | ろ過池の機械設備..... | 2-34 |
| 表 2.28 | 送水ポンプ設備..... | 2-34 |
| 表 2.29 | 凝集剤設備..... | 2-35 |
| 表 2.30 | 塩素設備..... | 2-35 |
| 表 2.31 | 洗浄排水池の機械設備..... | 2-35 |
| 表 2.32 | 汚泥処理設備..... | 2-36 |
| 表 2.33 | 汚泥処理設備..... | 2-36 |
| 表 2.34 | 電気設備に関する設計諸元..... | 2-36 |
| 表 2.35 | YCDC の既存の上下水施設の電力使用状況 | 2-39 |
| 表 2.36 | 受電設備..... | 2-40 |
| 表 2.37 | 所内配電設備..... | 2-41 |
| 表 2.38 | 管理施設..... | 2-42 |
| 表 2.39 | 送水施設..... | 2-42 |
| 表 2.40 | 配水施設..... | 2-44 |
| 表 2.41 | 配水池容量の計画..... | 2-45 |
| 表 2.42 | 配水ポンプに関する設計諸元..... | 2-45 |
| 表 2.43 | ポンプの流量制御方式の比較..... | 2-47 |
| 表 2.44 | 配水区7の配水ポンプ設備..... | 2-47 |
| 表 2.45 | 配水区8の配水ポンプ設備..... | 2-48 |
| 表 2.46 | 電気設備に関する設計諸元..... | 2-48 |
| 表 2.47 | 送水施設..... | 2-50 |
| 表 2.48 | 配水本管の延長..... | 2-51 |
| 表 2.49 | 配水施設..... | 2-55 |
| 表 2.50 | DMA の数量 | 2-55 |
| 表 2.51 | 配水管の延長..... | 2-57 |
| 表 2.52 | SCADA の監視対象施設 | 2-64 |
| 表 2.53 | 工事概要..... | 2-65 |
| 表 2.54 | 場内配管の管種区分..... | 2-66 |
| 表 2.55 | 仮設道路建設..... | 2-66 |

| | | |
|--------|---|------|
| 表 2.56 | 河川横断方法の比較..... | 2-67 |
| 表 2.57 | Thilawa 送水管の Bago 川横断部 | 2-68 |
| 表 2.58 | 口径別の管種区分..... | 2-68 |
| 表 2.59 | 点検方法及び点検種別の一例..... | 2-72 |
| 表 2.60 | ポンプの点検・整備例..... | 2-73 |
| 表 3.1 | 2011 年の配水区 1 の給水状況 | 3-1 |
| 表 3.2 | 配水区 1 の水道計画の基本数値..... | 3-3 |
| 表 3.3 | 一日最大需要量の推移..... | 3-3 |
| 表 3.4 | 配水区 1 の給水計画..... | 3-4 |
| 表 3.5 | 基幹配水施設の概要..... | 3-8 |
| 表 3.6 | 配水池容量の計画..... | 3-8 |
| 表 3.7 | Kokine 配水池の概要 | 3-8 |
| 表 3.8 | Kokine 配水池の滞留時間 (Central 配水池を改修しない場合) | 3-9 |
| 表 3.9 | Kokine 配水池の滞留時間 (Kokine 配水池と Central 配水池の併用運用のケー ス) | 3-10 |
| 表 3.10 | Central 配水池の概要 | 3-13 |
| 表 3.11 | Central 配水池の滞留時間 (Kokine 配水池と Central 配水池の併用運用の ケース) | 3-14 |
| 表 3.12 | 配水ポンプに関する設計諸元..... | 3-16 |
| 表 3.13 | 配水区 1 の配水ポンプ設備..... | 3-16 |
| 表 3.14 | 電気設備に関する設計諸元..... | 3-17 |
| 表 3.15 | 配水本管の延長..... | 3-18 |
| 表 3.16 | 配水施設の概要..... | 3-22 |
| 表 3.17 | DMA の数量 | 3-22 |
| 表 3.18 | 配水管の延長..... | 3-25 |
| 表 3.19 | SCADA の監視対象施設 | 3-27 |
| 表 3.20 | 工事概要..... | 3-27 |
| 表 3.21 | シールド工法の概要..... | 3-28 |
| 表 4.1 | 塩素消毒設備の計画水量..... | 4-5 |
| 表 4.2 | 機械設備に関する設計諸元..... | 4-5 |
| 表 4.3 | Nyaunghnapin 浄水場の消毒設備 | 4-6 |
| 表 4.4 | Hlawga No.1 ポンプ場の消毒設備 | 4-6 |
| 表 4.5 | Yegu ポンプ場の消毒設備 | 4-7 |
| 表 4.6 | 電気設備に関する設計諸元..... | 4-7 |
| 表 4.7 | 塩素消毒設備の計画水量..... | 4-8 |
| 表 5.1 | キャパシティ・アセスメントの対象分野..... | 5-3 |
| 表 5.2 | キャパシティ・アセスメント結果概要..... | 5-3 |

| | | |
|--------|--------------------------|------|
| 表 5.3 | YCDC 及び各部局による研修 | 5-5 |
| 表 5.4 | 中央研修センターの研修コース (2014 年度) | 5-6 |
| 表 5.5 | エンジニアリング研修科目 | 5-8 |
| 表 5.6 | 配管技術者及び配管工の要件 | 5-12 |
| 表 5.7 | 職員のキャリア・パス (例) | 5-14 |
| 表 5.8 | YCDC に必要な能力向上分野 | 5-16 |
| 表 5.9 | 水道経営の現状と課題及び能力向上の必要性 | 5-17 |
| 表 5.10 | 無収水対策の現状と課題及び能力向上の必要性 | 5-21 |
| 表 5.11 | 浄水処理の現状と課題及び能力向上の必要性 | 5-23 |
| 表 5.12 | 無収水削減の能力レベルと指標 | 5-29 |
| 表 5.13 | 水質モニタリング項目および分析方法 | 5-31 |
| 表 5.14 | 浄水場 OJT における項目 | 5-32 |
| 表 5.15 | 水質管理の能力レベルと指標 | 5-33 |
| 表 5.16 | 安全な給水を達成するためのロードマップ | 5-33 |
| 表 5.17 | 能力向上プロジェクト (案) の PDM | 5-34 |
| 表 5.18 | 能力向上プロジェクトの実施工程 | 5-36 |
| 表 6.1 | 概算事業費 | 6-2 |
| 表 6.2 | 概算工事費 | 6-3 |
| 表 6.3 | 実施スケジュール | 6-4 |
| 表 6.4 | コンサルタント選定の詳細な実施スケジュール | 6-5 |
| 表 6.5 | 請負業者選定の詳細な実施スケジュール | 6-5 |
| 表 6.6 | 建設工事の実施スケジュール | 6-5 |
| 表 6.7 | コンサルティングサービスの必要人月 | 6-7 |
| 表 6.8 | 維持管理費の単価 | 6-8 |
| 表 6.9 | 運転・維持管理の内訳 | 6-8 |
| 表 6.10 | 事業実施体制とその役割 | 6-9 |
| 表 6.11 | プロジェクト管理ユニットの人員構成 | 6-12 |
| 表 6.12 | 「ミ」国の現地業者に係る情報 | 6-13 |
| 表 6.13 | 建設資機材及び建設機械の調達事情 | 6-15 |
| 表 7.1 | 優先プロジェクトの経済便益 | 7-1 |
| 表 7.2 | 水因性疾病の発生件数 | 7-3 |
| 表 7.3 | 水因性疾病の平均診療日数と診療費 | 7-3 |
| 表 7.4 | 優先プロジェクトの経済費用 | 7-4 |
| 表 7.5 | 支払意思額及び支払可能額による財務評価 | 7-8 |
| 表 7.6 | 料金収入による財務評価の計算前提 | 7-8 |
| 表 7.7 | 財務評価の試算案 | 7-9 |
| 表 7.8 | 財務シミュレーション結果 | 7-10 |

| | | |
|--------|----------------------------|------|
| 表 7.9 | 財務シミュレーション結果(試算案C) | 7-11 |
| 表 7.10 | 感度分析結果(試算案C) | 7-12 |
| 表 7.11 | 平均水支出額と支払可能性 | 7-13 |
| 表 7.12 | 水道料金の収入に占める割合 | 7-13 |
| 表 7.13 | 逓増型料金体系(試算) | 7-15 |
| 表 7.14 | プロジェクト別の定量可能な直接効果 | 7-17 |
| 表 7.15 | 運用指標 | 7-18 |
| 表 7.16 | 効果指標 | 7-19 |
| 表 8.1 | 取水地点の代替案検討 | 8-3 |
| 表 8.2 | 代替案比較 | 8-5 |
| 表 8.3 | スコーピング及び環境社会配慮 TOR | 8-7 |
| 表 8.4 | 各施設の必要面積 | 8-9 |
| 表 8.5 | タウンシップ毎事故件数 | 8-14 |
| 表 8.6 | 民族 | 8-15 |
| 表 8.7 | ARTを受けたAIDS患者数 | 8-16 |
| 表 8.8 | 疾病患者数及び死亡数 | 8-16 |
| 表 8.9 | 騒音レベル(One hour LAeq (dBA)) | 8-19 |
| 表 8.10 | 影響評価、緩和策及び費用 | 8-20 |
| 表 8.11 | 建設段階のモニタリング・プログラム | 8-24 |
| 表 8.12 | スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR | 8-25 |
| 表 8.13 | 2011年タウンシップ毎交通事故件数 | 8-28 |
| 表 8.14 | 配水区1のメータ所有率及び水道料金体系 | 8-29 |
| 表 8.15 | 影響評価、緩和策及び費用 | 8-31 |
| 表 8.16 | 建設段階のモニタリング・プログラム | 8-33 |
| 表 8.17 | スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR | 8-33 |
| 表 8.18 | 建設段階のモニタリング・プログラム | 8-35 |

目 次

| | | |
|--------|-------------------------------------|------|
| 図 1.1 | 2040年時点のタウンシップ別の人口（左側）と人口密度（右側） | 1-2 |
| 図 1.2 | 都市機能と社会基盤インフラの配置方針（統合図） | 1-3 |
| 図 1.3 | 土地利用予測図 2025年 | 1-4 |
| 図 1.4 | 計画水道普及率の推移 | 1-8 |
| 図 1.5 | ヤンゴン都市圏の一日最大水需要量 | 1-14 |
| 図 1.6 | 計画配水区（10ゾーン） | 1-16 |
| 図 1.7 | 主要施設整備計画図（2040年） | 1-17 |
| 図 1.8 | 主要施設整備計画図（2025年）とFS対象施設 | 1-19 |
| 図 2.1 | 配水区7、8の位置図と既存管網 | 2-3 |
| 図 2.2 | 配水区7と給水区8の給水計画図 | 2-7 |
| 図 2.3 | Thilawa 送水管路ルート | 2-9 |
| 図 2.4 | Lagunbyin 浄水場の取水運河での水質サンプリングポイント | 2-12 |
| 図 2.5 | 取水施設および浄水施設の配置計画図 | 2-14 |
| 図 2.6 | 取水施設および浄水施設の配置計画図（拡大図） | 2-15 |
| 図 2.7 | 水位高低図 | 2-16 |
| 図 2.8 | 導水施設ルート | 2-17 |
| 図 2.9 | 浄水処理フロー | 2-21 |
| 図 2.10 | 排水処理フロー | 2-29 |
| 図 2.11 | YESBのネットワーク図 | 2-38 |
| 図 2.12 | Lagunbyin 浄水場と33kV 架空送電線 | 2-40 |
| 図 2.13 | Zone7, 8, Thilawa への送水管シミュレーション結果 | 2-44 |
| 図 2.14 | East Dagon 配水池ポンプ場と33kV 架空送電線 | 2-49 |
| 図 2.15 | South Dagon 配水池ポンプ場と33kV 架空送電線 | 2-49 |
| 図 2.16 | 配水区7の配水本管のシミュレーション結果 | 2-52 |
| 図 2.17 | 配水区8の配水本管のシミュレーション結果 | 2-53 |
| 図 2.18 | 配水区7と配水区8の送水管及び配水本管計画図 | 2-54 |
| 図 2.19 | 配水区7と配水区8の配水管及びDMA 計画図 | 2-56 |
| 図 2.20 | DMA 配水区7-5のシミュレーション結果 | 2-58 |
| 図 2.21 | DMA 配水区7-14のシミュレーション結果 | 2-59 |
| 図 2.22 | DMA 配水区7-7のシミュレーション結果 | 2-60 |
| 図 2.23 | 配水区7と配水区8の配水管及びDMA 計画図 | 2-62 |
| 図 2.24 | SCADAの基本構成概念図 | 2-63 |
| 図 2.25 | WiMax WiFi インターネットサービス範囲の例（Redlink） | 2-64 |
| 図 2.26 | シールド工法の概念図 | 2-68 |

| | | |
|--------|--------------------------------|------|
| 図 2.27 | Bago 川横断工法 | 2-69 |
| 図 2.28 | 水安全計画の策定と運用の流れ | 2-75 |
| 図 3.1 | 配水区1の既存管網位置図 | 3-2 |
| 図 3.2 | 配水区1のDMAと配水主管位置図 | 3-5 |
| 図 3.3 | 配水区1の水源(M/Pの水量配分を一部修正) | 3-6 |
| 図 3.4 | 配水区1の既存配水池位置図 | 3-7 |
| 図 3.5 | Kokine 配水池停止時の断水影響予想範囲(着色範囲) | 3-9 |
| 図 3.6 | Kokine 配水池計画 | 3-11 |
| 図 3.7 | Central 配水池計画 | 3-15 |
| 図 3.8 | Dagon タウンシップポンプ場と33kVケーブルルート | 3-17 |
| 図 3.9 | 配水区1の配水本管のシミュレーション結果 | 3-19 |
| 図 3.10 | 配水区1の送水管、配水本管計画図(自然流下系) | 3-20 |
| 図 3.11 | 配水区1の送水管、配水本管計画図(ポンプ圧送系) | 3-21 |
| 図 3.12 | DMA 配水区1-13のシミュレーション結果 | 3-23 |
| 図 3.13 | DMA 配水区1-6のシミュレーション結果 | 3-24 |
| 図 3.14 | DMA 配水区1-35のシミュレーション結果 | 3-25 |
| 図 3.15 | 配水区1の配水管、DMA計画図 | 3-26 |
| 図 3.16 | Central 配水池の土留め計画イメージ | 3-28 |
| 図 3.17 | 既設頂版および壁の撤去方法(案) | 3-29 |
| 図 4.1 | 水道システム概要図(2013年) | 4-2 |
| 図 4.2 | 塩素消毒設備の設置後の消毒された浄水の供給状況(予想図) | 4-3 |
| 図 4.3 | Nyaungnapin 浄水場 | 4-9 |
| 図 4.4 | Hlawga No.1 ポンプ場 | 4-10 |
| 図 4.5 | Yegu Pumping Station | 4-11 |
| 図 5.1 | 能力向上の概念 | 5-1 |
| 図 5.2 | 研修メカニズムと能力向上方法 | 5-2 |
| 図 5.3 | 研修生の人員構成(左)と職位別内訳(右) | 5-7 |
| 図 5.4 | 無収水管理・モニタリング部署の組織構成 | 5-27 |
| 図 5.5 | 水質管理部門を強化した場合のYCDC DEWS 組織図(案) | 5-30 |
| 図 6.1 | 事業実施の組織体制 | 6-11 |
| 図 7.1 | 2025年までのキャッシュフロー収支予測(試算案C) | 7-12 |
| 図 7.2 | 逡増型料金体系(試算)(左:一般家庭向、右:非一般家庭向) | 7-15 |
| 図 8.1 | 浄水場取水地点代替案 | 8-3 |
| 図 8.2 | 配水区8の配水池代替案 | 8-4 |
| 図 8.3 | 代替案ルート | 8-6 |
| 図 8.4 | Lagunbyin 浄水場予定地 | 8-9 |
| 図 8.5 | 配水区7配水池予定地 | 8-10 |

| | | |
|--------|-----------------------------|------|
| 図 8.6 | 配水区7配水池予定地（変更後） | 8-10 |
| 図 8.7 | 土地使用状況 | 8-11 |
| 図 8.8 | 配水区8配水池予定地 | 8-12 |
| 図 8.9 | 配水区8配水池の予定地（変更後） | 8-12 |
| 図 8.10 | 土地使用状況 | 8-13 |
| 図 8.11 | Thilawa 送水管河川横断のための土地（一時使用） | 8-14 |
| 図 8.12 | 将来の水道料金の所得に占める割合 | 8-15 |
| 図 8.13 | 浄水場、配水池周辺状況 | 8-18 |
| 図 8.14 | 交通量 | 8-27 |
| 図 8.15 | 配水区1所得配分 | 8-29 |

写真目次

| | | |
|--------|-----------------------------------|------|
| 写真 3.1 | Central 配水池が外観 | 3-12 |
| 写真 3.2 | Central 配水池内観 | 3-12 |
| 写真 3.3 | 柱の劣化状況 | 3-12 |
| 写真 3.4 | SIKA 社による補修調査跡 | 3-12 |
| 写真 5.1 | 中央研修センター 研修室（写真） | 5-9 |
| 写真 5.2 | 大口径管の配管研修（実地研修）φ800 HDPE 管の接続（写真） | 5-10 |
| 写真 5.3 | Yegu ポンプ場研修ルーム（左：屋内、右：屋外） | 5-10 |

略 語 表

| | | |
|-------------------|---|--------------------|
| B/C | Benefit per Cost | 費用便益比 |
| BDS | Back Drainage Space | 家屋後方排水スペース |
| BOD | Biochemical Oxygen Demand | 生物化学的酸素要求量 |
| CBD | Central Business District | CBD |
| CIP | Cast-Iron Pipe | 铸铁管 |
| COD | Chemical Oxygen Demand | 化学的酸素要求量 |
| DDA | Department of Development Affair | 開発事業局 |
| DIP | Ductile Iron Pipe | ダクタイル铸铁管 |
| DMA | District Metered Area | 配水管理区画 |
| E/N | Exchange of Notes | 交換公文 |
| EC | Electric Conductivity | 電気伝導率 |
| ECC | Environment Conservation Committee | 環境保護委員会 |
| F/S | Feasibility Study | フィジビリティ調査 |
| FC | Foreign Currency | 外貨 |
| FY | Fiscal Year | 会計年度 |
| GPCD | Gallons Per Capita per Day | 給水量原単位（一人一日当り使用水量） |
| HHWL | Highest High Water Level | 既往最高潮位 |
| HWL | High Water Level | 高水位 |
| IEE | Initial Environmental Examination | 初期環境評価 |
| IUR | Inner Urban Ring | IUR |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 国際協力機構（日本） |
| Kyat | Myanmar Kyat | ミャンマーkyat（ミ国の通貨） |
| LPCD (or Lpcd) | Liters Per Capita per Day | 給水量原単位（一人一日当り使用水量） |
| LWL | Low Water Level | 低水位 |
| M&E | Mechanical & Electrical | 機械・電気 |
| M/P | Master Plan | マスタープラン |
| METI | Ministry of Economy, Trade and Industry | 経済産業省（日本） |
| MG | Million Gallons | 百万ガロン |
| MGD | Million Gallons per Day | 百万ガロン/日 |
| MIP | Mingaladon Industrial Park | ミンガラドン工業団地 |
| ML | Million Liters | 百万リットル |
| MLD | Million Liters per Day | 百万リットル/日 |
| MOAI | Ministry of Agriculture and Irrigation | 農業灌漑省（ミ国） |
| MOECA | Ministry of Environment Conservation and Forestry | 環境保護・林業省（ミ国） |
| MOF | Ministry of Forestry | 林業省（ミ国） |
| MOFA | Ministry of Foreign Affairs | 外務省（ミ国） |
| MOU | Memorandum of Understanding | 覚書 |
| MWL | Mean Water Level | 平均水位 |
| N/A | Not Available | 該当データなし、入手不能 |
| NCEA | National Commission for Environmental Affairs | 国家環境対策委員会 |
| NewSZ | New Suburbs Zone | NewSZ |
| NRW | Non Revenue Water | 無収水 |
| NS | Northern Suburbs | NS |
| O&M | Operation & Maintenance | （施設の）運転・維持管理 |
| OldSZ | Older Suburbs Zone | OldSZ |

| | | |
|-----------|--|-----------------|
| ORZ | Outer Ring Zone | ORZ |
| P/S | Pumping Station | ポンプ場 |
| PPP | Public-Private Partnership | 官民パートナーシップ、官民連携 |
| PVC | Polyvinyl Chloride | ポリ塩化ビニル |
| R. | Reservoir | 貯水池 |
| RC | Reinforced Concrete | 鉄筋コンクリート |
| S/R | Service Reservoir | 配水池 |
| SCADA | Supervisory Control And Data Acquisition | SCADA |
| SCBD | South of CBD | SCBD |
| SEA | Strategic Environmental Assessment | 戦略的環境アセスメント |
| SEZ | Special Economic Zone | 経済特別区 |
| SS | Suspended Solids | 浮遊物質 |
| STP | Sewage Treatment Plant | 下水処理場 |
| TDS | Total Dissolved Solids | 溶解性物質 |
| T-N | Total Nitrogen | 全窒素 |
| T-P | Total Phosphorus | 全リン |
| TS | Township | タウンシップ |
| TS | Total Solids | 蒸発残留物 |
| US\$, USD | United States Dollars | 米国ドル |
| VAT | Value Added Tax | 付加価値税 |
| WTP | Water Treatment Plant | 浄水場 |
| WWTP | Waste Water Treatment Plant | 下水処理場 |
| YCDC | Yangon City Development Committee | ヤンゴン市開発委員会 |

調査の略称

| | |
|---|---|
| プログラム形成協力準備調査「ヤンゴン都市圏開発プログラム形成協力準備調査」(JICA) ・サブコンポーネント 世帯訪問調査 (HIS) | JICA ヤンゴン都市圏調査 2012年 JICA 世帯訪問調査 |
| ティラワ経済特別区及び周辺区域水資源賦存量に係る基礎情報収集・確認調査 (JICA) | JICA Thilawa 水源調査 |
| ミャンマー・ヤンゴン市上下水道改善基礎調査 (経済産業省) | METI 上下水道調査 |
| ミャンマー国「ヤンゴン市給水改善計画調査」(JICA) | 2002年ヤンゴン市給水改善計画調査 |
| ミャンマー国 ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査 (本調査) | JICA 調査 |

単位

1 ガロン (イギリスガロン) = 4.546 リットル

1 エーカー = 4,047 m²

通貨換算率

1USD=101.1 円

1 Kyat = 0.114 円

1 USD = 885 Kyat

(2013 月 6 月)

第1章 マスタープランのまとめと FS 対象プロジェクト

1.1 マスタープランのまとめ

1.1.1 計画の対象地域

計画対象地域は、ヤンゴン都市圏（以下、計画対象地域のことを「ヤンゴン都市圏」という）とする。具体的には、ヤンゴン市全域（784km²）及び隣接する 6 つのタウンシップ（Kyauktan、Thanlyin、Hlegu、Hmawbi、Htantabin、Twantay）の一部の範囲とし、約 1,500 km² が対象範囲である。

なお本報告書内では、Yangon City はヤンゴン市、Periphery Areas は近隣 6 タウンシップの一部、Greater Yangon はヤンゴン都市圏を示す。

1.1.2 計画の対象期間

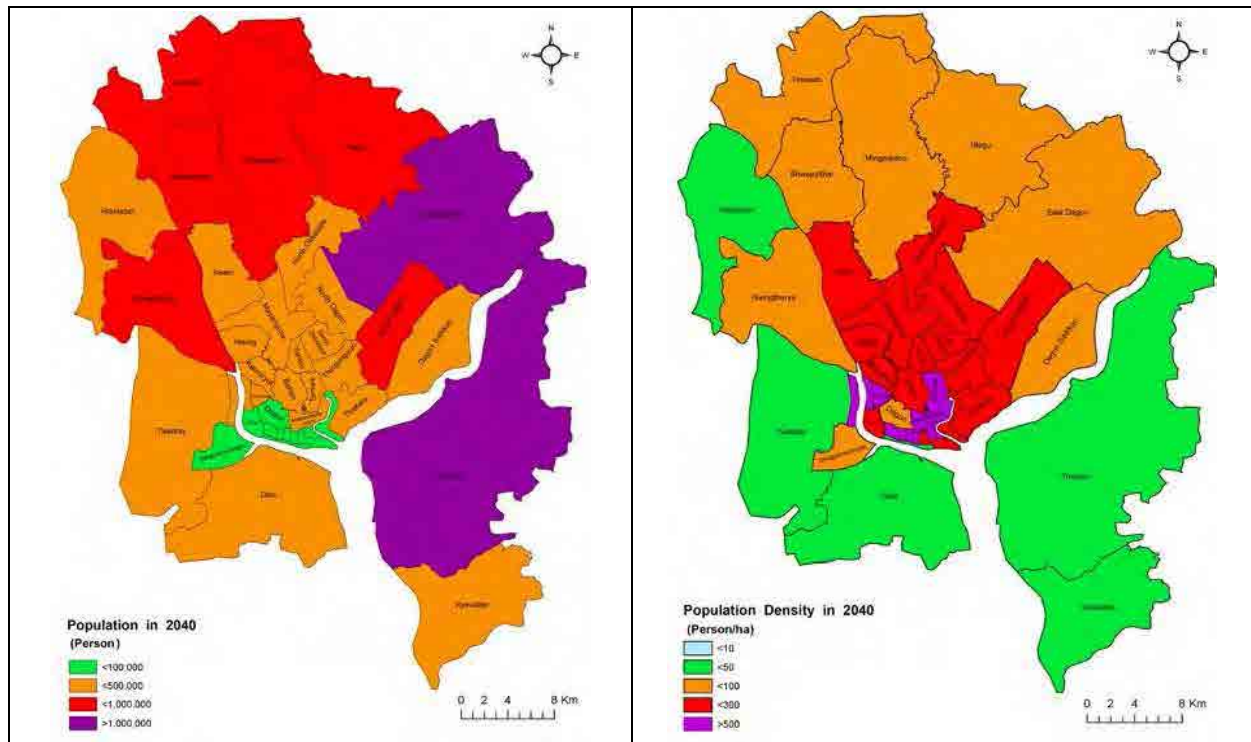
本計画では、ヤンゴン都市圏の開発ビジョン及び社会経済フレームの目標年次である 2040 年までを基本的な計画対象期間とする。その上で、以下に示すように短期・中期・長期という複数時点でのベンチマークが設定されている。

- ・ 短期：2018 年
- ・ 中期：2025 年
- ・ 長期：2035 年

本 F/S では中期の 2025 年を計画対象とする。

1.1.3 人口配分

「ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査（2013 年 4 月）」の将来人口推計によると、2040 年にはヤンゴン都市圏の人口は 2011 年の 557 万人から 2040 年の 1,173 万人と約 616 万人増加すると予想されている。人口配分は、開発可能用地（造成地と農地）の面積に応じて、それぞれのタウンシップへ配分されている。

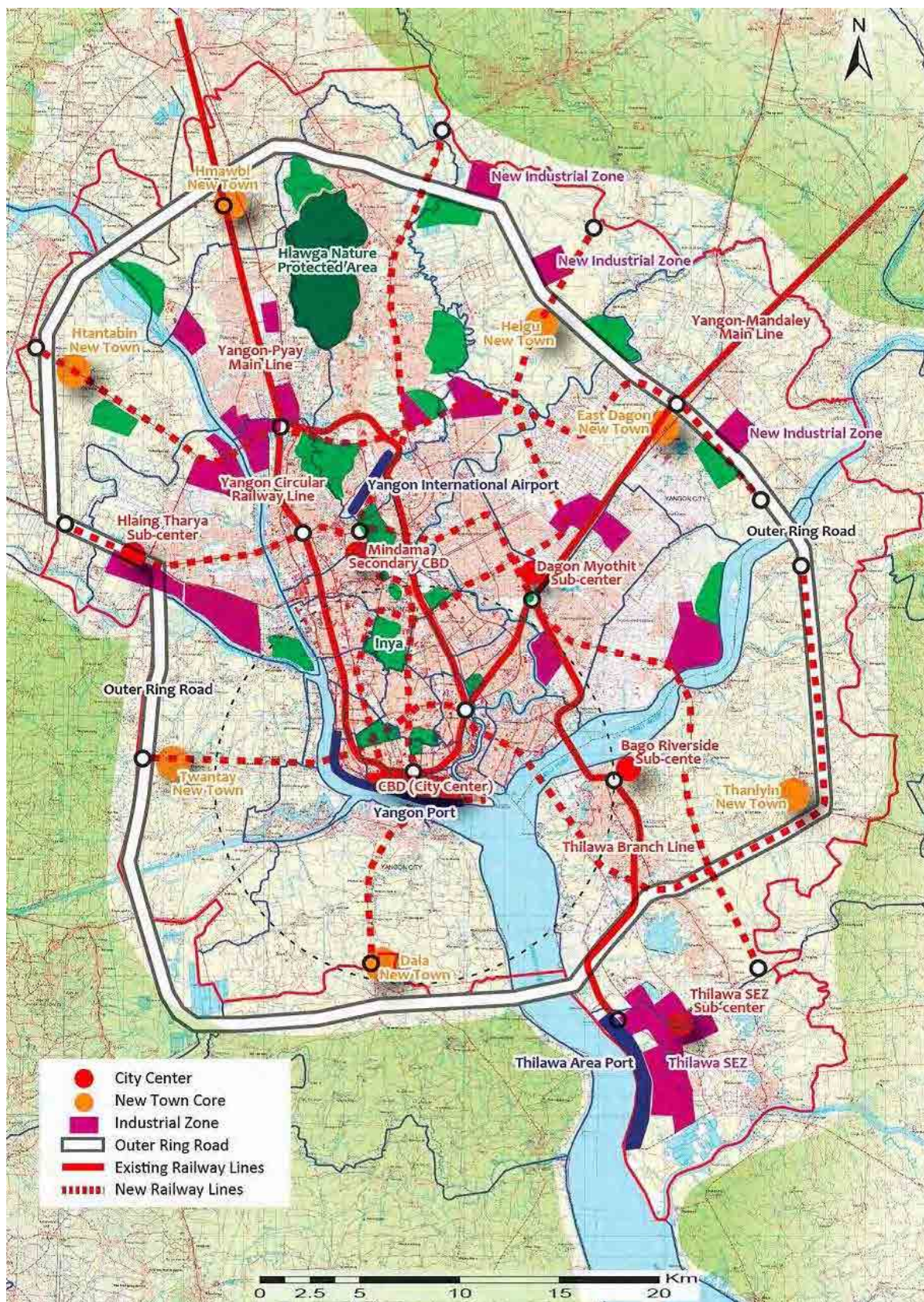


出典：JICA ヤンゴン都市圏調査

図 1.1 2040 年時点のタウンシップ別の人口（左側）と人口密度（右側）

1.1.4 都市機能と土地利用図

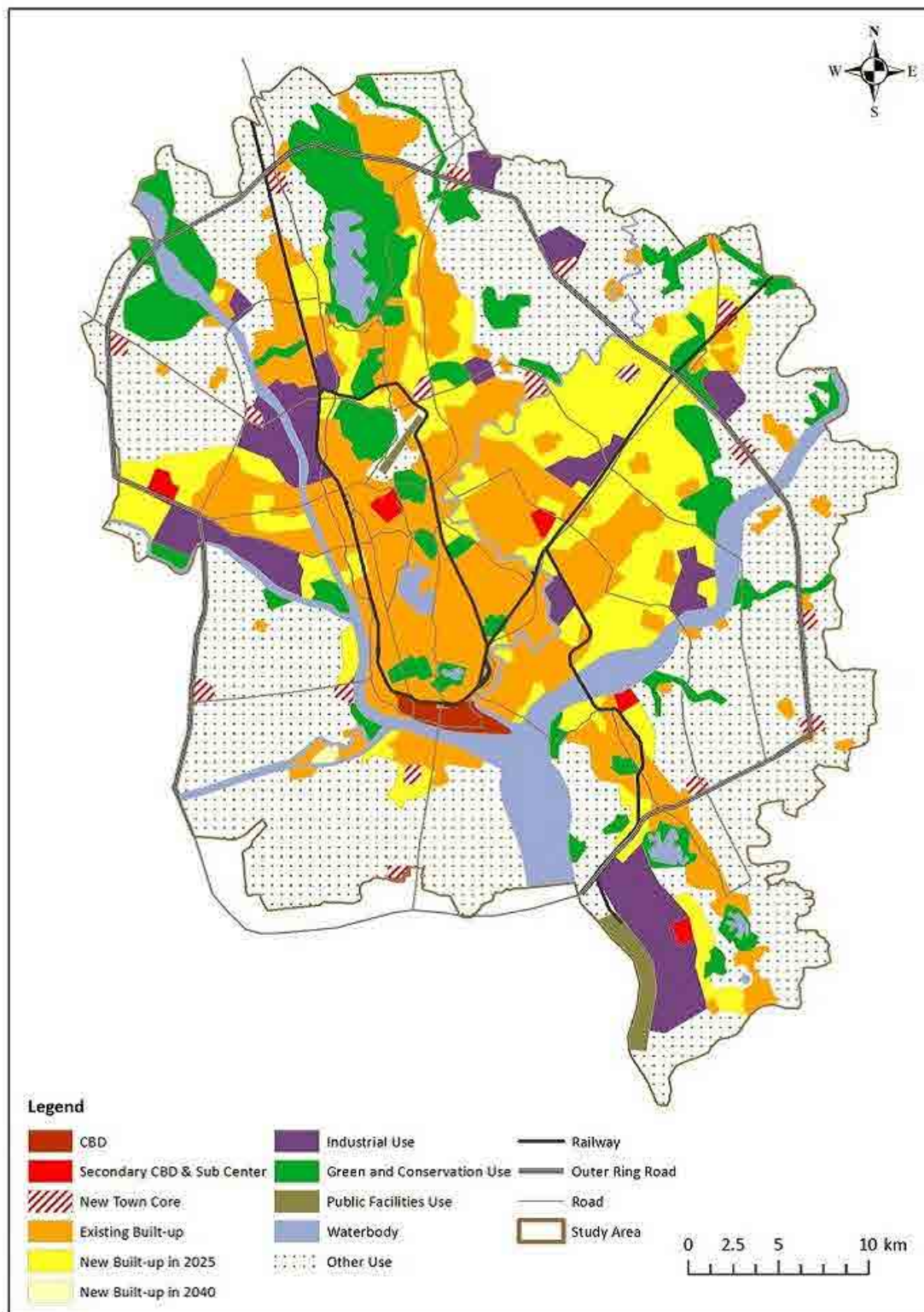
JICA ヤンゴン都市圏調査では、都市機能をサブセンターと緑の島システム（都心機能分散型）として、中心市街地から 10-15km 圏にサブセンターを配置する計画である。



出典：JICA ヤンゴン都市圏調査

図 1.2 都市機能と社会基盤インフラの配置方針（統合図）

また、「開発中の土地 (under developing)」や農地が市街化される傾向にあることから、同区分の土地を開発適地として評価している。将来土地予測図 2025 年 (中期) を下図に示す。



出典：JICA ヤンゴン都市圏調査

図 1.3 土地利用予測図 2025 年

1.2 2025年における給水サービス

1.2.1 給水サービス目標と改善方針

(1) 給水サービス目標

給水サービスの全体目標を現在のヤンゴン市域及びヤンゴン都市圏別に下表にまとめて示す。

表 1.1 給水サービス全体目標

| サービス項目 | 地域別 | | 単位 | 2011年(現況) | 2018年 | 2025年 | 2040年 |
|--------|------|-----|------|-------------|-----------------|-------------------|-------|
| 水道普及率 | 市域 | | % | 37 | 48 | 58 | 80 |
| | 都市圏 | | | 34 | 41 | 49 | 69 |
| 給水人口 | 市域 | | 百万人 | 1.92 | 2.74 | 3.76 | 6.81 |
| | 都市圏 | | | 1.92 | 2.74 | 3.92 | 8.09 |
| 給水量原単位 | 家庭用 | 市域 | LPCD | 95 | 117 | 135 | 178 |
| | | 都市圏 | | 95 | 117 | 133 | 173 |
| | 非家庭用 | | - | 総給水量原単位の40% | | | |
| 給水圧 | | | MPa | 0.075 | - | 0.15Mpa 以上 | |
| 給水時間 | | | 時間 | 平均約8時間 | - | 24時間 | |
| 水質改善 | | | - | 飲用不適 | 飲用可能水の給水 | | |

出典：JICA 調査団

(2) 給水状況改善方針

マスタープランでは、YCDCの上水道施設が抱える課題を解決し、給水状況の改善目標を達成するために以下の方針で水道施設を計画した。

表 1.2 給水状況の改善目標を達成するための方針（マスタープラン）

| 目標項目 | 新規施設 | 既存施設 |
|---------------------------|---|--|
| 1. 水道普及率の増加 (35%から69%) | <ul style="list-style-type: none"> 増大する水需要量に対応する水道施設の整備 河川表流水源の新規開発と浄水場の新設（貯水池系水源 Lagunbyin、河川系水源 Kokkowa 川、Toe 川） 送水施設の整備 | <ul style="list-style-type: none"> 地下水の取水の休止（バックアップとする） |
| 2. 適切な水圧で24時間給水の達成 | <ul style="list-style-type: none"> 送配水機能の分離を含む送配水施設の合理化 送配水能力の整備 10配水区の配水施設の整備 | <ul style="list-style-type: none"> 送配水機能の分離を含む送配水施設の合理化 送配水能力の増強 既存 Central 配水池と Kokine 配水池の改修 配水合理化に伴う既存ポンプの変更 配水合理化に伴う既存 Yegu 中継ポンプ場の廃止 |
| 3. 消毒された浄水の供給 | <ul style="list-style-type: none"> Hlawga の消毒設備の導入 新設配水池での塩素消毒 水質管理センターの設置 | <ul style="list-style-type: none"> Gyobu 浄水場の改修 Nyaunghnapin 浄水場の改修 |
| 4. 漏水率の削減 (50%から10%) | <ul style="list-style-type: none"> 給水普及地域での DMA の設定 水道メータの全戸設置 配水管理センターの設置 | <ul style="list-style-type: none"> DMA の整備、SCADA の活用 DMA の整備に合わせた老朽管の計画的な更新 |

出典：JICA 調査団

(3) 給水圧と給水時間（均等給水）の改善目標

送水と配水施設の未分離、配水池容量の不足、送配水管の容量不足により、場所により給水時間と給水圧に著しく差異が生じている。これを是正するため、YCDC はアドホックに 150 箇所の小規模ブースターポンプ場を設置しているが、効果は限定的であり抜本的な解決にはなっていない。このような給水状況を改善し均等給水を実現するため、給水圧と給水時間の目標を以下のとおり設定する。

表 1.3 給水圧と給水時間の目標値

| 項目 | 現況値 | 目標値 | 達成目標年 | 設定理由 |
|------|--------------------------|----------|--------|--|
| 給水圧 | 0~0.15 MPa (平均 0.075) | 0.15 MPa | 2025 年 | 2 階建て建物に給水可能とする。それ以上の階数の建物は、ポンプと水槽を設置し給水を受ける |
| 給水時間 | (0~24 時間) 平均約 8 時間 | 24 時間 | 2025 年 | 給水圧の適正化により給水時間も 24 時間とする。 |

出典：JICA 調査団

(4) 給水水質の改善目標

2012 年 JICA 世帯訪問調査によると、需要者のほとんどが YCDC の水道水を直接飲用に供していない。また、YCDC の給水に対する最大の不満点は、水質（濁度と不衛生な水）であり、水道に対する信頼を損ねている。水質を早期に改善し飲料可能な水を給水することにより水道に対する信頼の回復の第一歩とする。なお、YCDC は、水質改善について非常に意欲的に取り込もうとしている。

改善のためには、まず定期的な水質モニタリングを実施し、その結果を浄水施設および配水施設の管理・運営に反映させる体制を構築することが必要である。

表 1.4 給水水質改善目標

| 項目 | 現況 | 目標 | 達成目標年 |
|------|------|------------------------------|--------|
| 給水水質 | 飲用不適 | 飲用可能な水の給水。 目標とする水質は別表のとおり | 2018 年 |

出典：JICA 調査団

表 1.5 目標とする給水水質

| モニタリング項目 | 目的 | 目標値 | 設定根拠 |
|---------------|-----------------------|-------------|--------------------------------|
| pH | 異臭、味、着色に関する水道水の快適性を確保 | 7.0 - 8.5 | ミャンマー 水道水質目標値 WHO 飲料水ガイドライン |
| 味 | | 異常でない事 | 日本 水道水質基準 |
| 臭気 | | 異常でない事 | 日本 水道水質基準 |
| 色度 | | 5Unit | ミャンマー 水道水質目標値 |
| 濁度 | | 5NTU | ミャンマー 水道水質目標値 |
| 糞便性大腸菌群 | | 水道水の安全性の確保 | 検出されないこと |
| 残留塩素 | 検出されること | | (注1) |
| 亜鉛及びその化合物 | 異臭、味、着色に関する水道水の快適性を確保 | 1.0mg/L 以下 | 日本 水道水質基準 (注2) |
| アルミニウム及びその化合物 | | 0.2mg/L 以下 | 日本 水道水質基準 (注2) |
| 鉄及びその化合物 | | 0.3mg/L 以下 | 日本 水道水質基準 (注2) |
| 銅及びその化合物 | | 1.0mg/L 以下 | 日本 水道水質基準 (注2) |
| マンガン及びその化合物 | | 0.05mg/L 以下 | 日本 水道水質基準 (注2) |
| 硬度 | | 100 mg/L | ミャンマー 水道水質目標値 |
| 塩化物 | | 200mg/L 以下 | ミャンマー 水道水質目標値 |
| 硫化物 | | 200mg/L 以下 | ミャンマー 水道水質目標値 |

出典：JICA 調査団

- (注1) 初期においては、全ての測定サンプルから残留塩素が検出されることを目標とする。残留塩素濃度は、将来引き上げられることがある（目標値：0.1mg/L）。
浄水場出口では、別途、配水区の末端までの到達時間を考慮して残留塩素基準を設定する必要がある。
- (注2) 初期においては、簡易測定キットによる測定で対応する。

1.2.2 給水人口

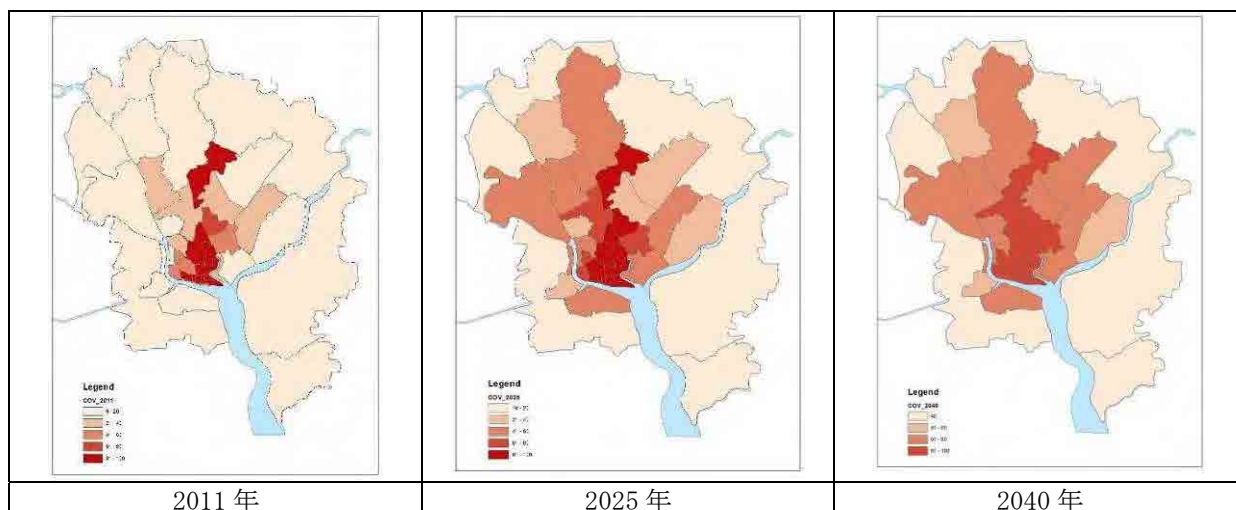
(1) 水道普及率

上記タウンシップ毎の目標値を基に算定したヤンゴン市、周辺地区及びヤンゴン都市圏の給水普及率の目標値を以下の図表に示す。

表 1.6 水道普及率目標

| 地域 | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-----------|------|------|------|------|------|
| ヤンゴン市 | 37 | 48 | 52 | 58 | 80 |
| 周辺地域 6 地域 | 0 | 0 | 0 | 10 | 40 |
| ヤンゴン都市圏 | 34 | 41 | 44 | 49 | 69 |

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 1.4 計画水道普及率の推移

表 1.7 水道普及率現況及び目標

| | | | | | | | (%) | |
|-----|----------|----------------------|------|------|------|------|------|--|
| コード | 地域 | タウンシップ | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 | |
| 1 | 1. CBD | Latha | 93 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 2 | 1. CBD | Lanmadaw | 86 | 97 | 100 | 100 | 100 | |
| 3 | 1. CBD | Pabedan | 94 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 4 | 1. CBD | Kyauktada | 96 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 5 | 1. CBD | Botahtaung | 92 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 6 | 1. CBD | Pazuntaung | 99 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 7 | 2. IUR | Ahlonge | 47 | 59 | 62 | 70 | 100 | |
| 8 | 2. IUR | Kyeemyindaing | 17 | 34 | 40 | 50 | 80 | |
| 9 | 2. IUR | Sanchaung | 43 | 56 | 60 | 70 | 100 | |
| 10 | 2. IUR | Dagon | 59 | 75 | 80 | 90 | 100 | |
| 11 | 2. IUR | Bahan | 82 | 96 | 100 | 100 | 100 | |
| 12 | 2. IUR | Tarmwe | 88 | 97 | 100 | 100 | 100 | |
| 13 | 2. IUR | Mingalar Taung Nyunt | 96 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 14 | 2. IUR | Seikkan | 60 | 75 | 80 | 90 | 100 | |
| 15 | 2. IUR | Dawbon | 26 | 37 | 40 | 50 | 80 | |
| 16 | 5. ORZ | Kamaryut | 24 | 36 | 40 | 50 | 80 | |
| 17 | 5. ORZ | Hlaing | 18 | 29 | 32 | 40 | 70 | |
| 18 | 5. ORZ | Yankin | 85 | 96 | 100 | 100 | 100 | |
| 19 | 5. ORZ | Thingangyun | 50 | 60 | 63 | 70 | 100 | |
| 20 | 6. NS | Mayangone | 39 | 55 | 59 | 70 | 100 | |
| 21 | 6. NS | Insein | 26 | 38 | 40 | 50 | 80 | |
| 22 | 6. NS | Mingalardon | 16 | 31 | 35 | 45 | 75 | |
| 23 | 4. OldSZ | North Okkalapa | 84 | 96 | 100 | 100 | 100 | |
| 24 | 4. OldSZ | South Okkalapa | 66 | 77 | 80 | 90 | 100 | |
| 25 | 4. OldSZ | Thaketa | 14 | 30 | 35 | 45 | 75 | |
| 26 | 3. SCBD | Dala | 5 | 28 | 40 | 50 | 80 | |
| 27 | 3. SCBD | Seikgyikhanaungto | - | 0 | 20 | 30 | 60 | |
| 28 | 7. NewSZ | Shwe Pyi Thar | 7 | 10 | 20 | 30 | 60 | |
| 29 | 7. NewSZ | Hlaing Tharyar | 2 | 26 | 33 | 50 | 80 | |
| 30 | 7. NewSZ | North Dagon | 26 | 33 | 35 | 40 | 70 | |
| 31 | 7. NewSZ | South Dagon | 28 | 37 | 39 | 45 | 75 | |
| 32 | 7. NewSZ | East Dagon | 20 | 30 | 33 | 40 | 70 | |
| 33 | 7. NewSZ | Dagon Seikkan | - | 15 | 19 | 30 | 60 | |

| コード | 地域 | タウンシップ | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|---------------------------------------|----------|--------------------|------|------|------|------------|------|
| SB1 | 1. CBD | CBD | 93 | 99 | 100 | 100 | 100 |
| SB2 | 2. IUR | Inner Urban Ring | 63 | 74 | 77 | 81 | 95 |
| SB3 | 3. SCBD | South of CBD | 4 | 24 | 37 | 47 | 77 |
| SB4 | 4. OldSZ | Older Suburbs Zone | 57 | 70 | 74 | 80 | 92 |
| SB5 | 5. ORZ | Outer Ring Zone | 45 | 56 | 59 | 65 | 89 |
| SB6 | 6. NS | Northern Suburbs | 26 | 39 | 42 | 52 | 81 |
| SB7 | 7. NewSZ | New Suburbs Zone | 13 | 26 | 31 | 41 | 70 |
| T-1 | | 合計 (ヤンゴン市) | 37 | 48 | 52 | 58 | 80 |
| Periphery Areas(6 suburban Townships) | | | | | | | |
| 34 | PA | Kyauktan | | | | 10 | 40 |
| 35 | PA | Thanlyin | | | | 10 | 40 |
| 36 | PA | Hlaegu | | | | 10 | 40 |
| 37 | PA | Hmawbi | | | | 10 | 40 |
| 38 | PA | Htantapin | | | | 10 | 40 |
| 39 | PA | Twantay | | | | 10 | 40 |
| T-2 | | 周辺6タウンシップ | | 0 | 0 | 10 | 40 |
| 総 計 | | | 34 | 41 | 44 | 49 | 69 |

出典：JICA 調査団

(2) 将来人口

将来人口は、本調査と平行して実施された JICA 調査「ヤンゴン都市圏開発プログラム 形成準備調査」で推定された。本計画の将来人口は、この人口予測値を使用する。ヤンゴン市及び周辺地域を含むヤンゴン都市圏の人口予測及び地域別の人口を下表に示す。

表 1.8 人口予測

| 地 域 | 現在 | 予 測 | | | |
|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|------------|
| | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
| ヤンゴン市 | 5,142,128 | 5,743,669 | 5,936,343 | 6,463,609 | 8,519,527 |
| 周辺地域 | 430,114 | 925,343 | 1,083,966 | 1,518,047 | 3,210,619 |
| ヤンゴン都市圏 | 5,572,242 | 6,669,012 | 7,020,309 | 7,981,656 | 11,730,146 |

出典：2012年ヤンゴン都市圏調査

(3) 給水人口

設定した普及率を基に、給水人口を下表のとおり推定した。2025年には、給水人口はヤンゴン市及びヤンゴン都市圏でそれぞれ3.8百万人、3.9百万人を目標とする。それぞれの増加人口は、180万人及び200万人となる。

表 1.9 総人口及び給水人口の推移

| 地域 | 分類 | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|---------|------|-----------|-----------|-----------|------------------|------------|
| ヤンゴン市 | 普及人口 | 1,920,471 | 2,742,337 | 3,061,819 | 3,764,310 | 6,810,338 |
| | 全体人口 | 5,142,128 | 5,743,669 | 5,936,343 | 6,463,609 | 8,519,527 |
| ヤンゴン都市圏 | 普及人口 | 1,920,471 | 2,742,337 | 3,061,819 | 3,916,114 | 8,094,586 |
| | 全体人口 | 5,572,242 | 6,669,012 | 7,020,309 | 7,981,656 | 11,730,146 |

出典：JICA 調査団

表 1.10 給水人口の現況と目標

| コード | 地域 | タウンシップ | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|--|----------|----------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|
| 1 | 1. CBD | Latha | 31,736 | 34,125 | 34,125 | 34,125 | 34,125 |
| 2 | 1. CBD | Lanmadaw | 37,098 | 41,843 | 43,137 | 43,137 | 43,137 |
| 3 | 1. CBD | Pabedan | 35,298 | 37,551 | 37,551 | 37,551 | 37,551 |
| 4 | 1. CBD | Kyauktada | 33,405 | 34,797 | 34,797 | 34,797 | 34,797 |
| 5 | 1. CBD | Bothtaung | 45,203 | 49,134 | 49,134 | 49,134 | 49,134 |
| 6 | 1. CBD | Pazuntaung | 53,112 | 54,182 | 54,353 | 54,822 | 56,647 |
| 7 | 2. IUR | Ahlone | 30,790 | 38,966 | 41,054 | 46,679 | 68,509 |
| 8 | 2. IUR | Kyeemyindaing | 19,693 | 41,384 | 49,440 | 64,375 | 119,068 |
| 9 | 2. IUR | Sanchaung | 45,239 | 59,216 | 63,548 | 74,467 | 108,207 |
| 10 | 2. IUR | Dagon | 14,450 | 21,574 | 24,108 | 30,493 | 48,488 |
| 11 | 2. IUR | Bahan | 82,570 | 98,206 | 102,811 | 104,216 | 109,693 |
| 12 | 2. IUR | Tarmwe | 168,180 | 186,417 | 192,525 | 193,461 | 197,113 |
| 13 | 2. IUR | Mingalar Taung Nyunt | 149,536 | 157,370 | 157,883 | 159,288 | 164,765 |
| 14 | 2. IUR | Seikkan | 1,345 | 1,681 | 1,793 | 2,017 | 2,241 |
| 15 | 2. IUR | Dawbon | 22,694 | 32,493 | 35,196 | 44,229 | 72,227 |
| 16 | 5. ORZ | Kamaryut | 21,091 | 32,599 | 36,563 | 46,875 | 82,303 |
| 17 | 5. ORZ | Hlaing | 27,183 | 44,414 | 49,227 | 62,283 | 114,108 |
| 18 | 5. ORZ | Yankin | 107,023 | 120,873 | 125,909 | 125,909 | 125,909 |
| 19 | 5. ORZ | Thingangyun | 115,811 | 140,255 | 147,699 | 165,421 | 243,619 |
| 20 | 6. NS | Mayangone | 80,107 | 119,142 | 129,927 | 161,034 | 268,392 |
| 21 | 6. NS | Insein | 80,912 | 122,722 | 130,687 | 168,510 | 301,751 |
| 22 | 6. NS | Mingalardon | 46,217 | 123,662 | 151,955 | 238,779 | 680,061 |
| 23 | 4. OldSZ | North Okkalapa | 280,127 | 335,530 | 354,644 | 368,692 | 423,468 |
| 24 | 4. OldSZ | South Okkalapa | 126,316 | 148,191 | 154,239 | 174,362 | 197,387 |
| 25 | 4. OldSZ | Thaketa | 35,460 | 77,428 | 90,871 | 118,731 | 210,209 |
| 26 | 3. SCBD | Dala | 9,054 | 66,111 | 101,495 | 150,984 | 392,026 |
| 27 | 3. SCBD | Seikgyikhanaungto | 0 | 0 | 9,378 | 15,752 | 44,651 |
| 28 | 7. NewSZ | Shwe Pyi Thar | 20,720 | 33,499 | 69,497 | 114,500 | 308,972 |
| 29 | 7. NewSZ | Hlaing Tharyar | 9,775 | 138,608 | 180,613 | 293,089 | 590,179 |
| 30 | 7. NewSZ | North Dagon | 57,512 | 76,874 | 82,851 | 98,808 | 201,032 |
| 31 | 7. NewSZ | South Dagon | 103,713 | 148,909 | 160,962 | 198,369 | 412,778 |
| 32 | 7. NewSZ | East Dagon | 29,101 | 99,104 | 128,553 | 220,629 | 828,324 |
| 33 | 7. NewSZ | Dagon Seikkan | 0 | 25,477 | 35,294 | 68,792 | 239,467 |
| | | | | | | | |
| SB1 | 1. CBD | CBD | 235,852 | 251,632 | 253,097 | 253,566 | 255,391 |
| SB2 | 2. IUR | Inner Urban Ring | 534,497 | 637,307 | 668,358 | 719,225 | 890,311 |
| SB3 | 3. SCBD | South of CBD | 9,054 | 66,111 | 110,873 | 166,736 | 436,677 |
| SB4 | 4. OldSZ | Older Suburbs Zone | 441,903 | 561,149 | 599,754 | 661,785 | 831,064 |
| SB5 | 5. ORZ | Outer Ring Zone | 271,108 | 338,141 | 359,398 | 400,488 | 565,939 |
| SB6 | 6. NS | Northern Suburbs | 207,236 | 365,526 | 412,569 | 568,323 | 1,250,204 |
| SB7 | 7. NewSZ | New Suburbs Zone | 234,039 | 522,471 | 657,770 | 994,187 | 2,580,752 |
| T-1 | | 合計 (ヤンゴン市) | 1,920,471 | 2,742,337 | 3,061,819 | 3,764,310 | 6,810,338 |
| Periphery Areas (6 suburban Townships) | | | | | | | |
| | | | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
| 34 | PA | Kyauktan | 0 | 0 | 0 | 8,955 | 61,382 |
| 35 | PA | Thanlyin | 0 | 0 | 0 | 59,742 | 497,508 |
| 36 | PA | Hlaegu | 0 | 0 | 0 | 23,974 | 213,483 |
| 37 | PA | Hmawbi | 0 | 0 | 0 | 26,680 | 220,654 |
| 38 | PA | Htantapin | 0 | 0 | 0 | 17,989 | 158,868 |
| 39 | PA | Twantay | 0 | 0 | 0 | 14,464 | 132,353 |
| T-2 | | 周辺6タウンシップ | 0 | 0 | 0 | 151,804 | 1,284,248 |
| | | 総 計 | 1,920,471 | 2,742,337 | 3,061,819 | 3,916,114 | 8,094,586 |

出典：JICA 調査団

1.2.3 水需要量予測

(1) 家庭用給水原単位

家庭用給水量原単位の目標値及びタウンシップ毎の目標値を次表に示す。

表 1.11 家庭用給水原単位の目標値 (LPCD)

| | 2011年(現況) | 2025年 | 2040年 |
|----------|-----------|-------|-------|
| ヤンゴン市市街地 | 100 | 150 | 200 |
| ヤンゴン市郊外 | 60 | 100 | 150 |
| ヤンゴン市周辺 | - | 100 | 150 |

出典：JICA 調査団

表 1.12 タウンシップ別家庭用給水原単位の目標値 (LPCD)

| コード | 地域 | タウンシップ | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-----|----------|----------------------|------|------|------|------|------|
| 1 | 1. CBD | Latha | 109 | 125 | 132 | 150 | 200 |
| 2 | 1. CBD | Lanmadaw | 109 | 125 | 132 | 150 | 200 |
| 3 | 1. CBD | Pabedan | 110 | 125 | 132 | 150 | 200 |
| 4 | 1. CBD | Kyauktada | 109 | 125 | 132 | 150 | 200 |
| 5 | 1. CBD | Bothtaung | 92 | 125 | 132 | 150 | 200 |
| 6 | 1. CBD | Pazuntaung | 72 | 125 | 132 | 150 | 200 |
| 7 | 2. IUR | Ahlone | 154 | 127 | 134 | 150 | 200 |
| 8 | 2. IUR | Kyeemyindaing | 85 | 127 | 134 | 150 | 200 |
| 9 | 2. IUR | Sanchaung | 131 | 127 | 134 | 150 | 200 |
| 10 | 2. IUR | Dagon | 136 | 127 | 134 | 150 | 200 |
| 11 | 2. IUR | Bahan | 137 | 127 | 134 | 150 | 200 |
| 12 | 2. IUR | Tarmwe | 109 | 127 | 134 | 150 | 200 |
| 13 | 2. IUR | Mingalar Taung Nyunt | 72 | 127 | 134 | 150 | 200 |
| 14 | 2. IUR | Seikkan | - | 127 | 134 | 150 | 200 |
| 15 | 2. IUR | Dawbon | 43 | 127 | 134 | 150 | 200 |
| 16 | 5. ORZ | Kamaryut | 165 | 124 | 131 | 150 | 200 |
| 17 | 5. ORZ | Hlaing | 102 | 124 | 131 | 150 | 200 |
| 18 | 5. ORZ | Yankin | 139 | 124 | 131 | 150 | 200 |
| 19 | 5. ORZ | Thingangyun | 63 | 124 | 131 | 150 | 200 |
| 20 | 6. NS | Mayangone | 149 | 144 | 146 | 150 | 200 |
| 21 | 6. NS | Insein | 142 | 144 | 146 | 150 | 200 |
| 22 | 6. NS | Mingalardon | 115 | 144 | 146 | 150 | 200 |
| 23 | 4. OldSZ | North Okkalapa | 77 | 117 | 126 | 150 | 200 |
| 24 | 4. OldSZ | South Okkalapa | 78 | 117 | 126 | 150 | 200 |
| 25 | 4. OldSZ | Thaketa | 45 | 117 | 126 | 150 | 200 |
| 26 | 3. SCBD | Dala | 27 | 70 | 79 | 100 | 150 |
| 27 | 3. SCBD | Seikgyikhanaungto | - | 70 | 79 | 100 | 150 |
| 28 | 7. NewSZ | Shwe Pyi Thar | 145 | 82 | 87 | 100 | 150 |
| 29 | 7. NewSZ | Hlaing Tharyar | 95 | 82 | 87 | 100 | 150 |
| 30 | 7. NewSZ | North Dagon | 63 | 82 | 87 | 100 | 150 |
| 31 | 7. NewSZ | South Dagon | 55 | 82 | 87 | 100 | 150 |
| 32 | 7. NewSZ | East Dagon | 41 | 82 | 87 | 100 | 150 |
| 33 | 7. NewSZ | Dagon Seikkan | - | 82 | 87 | 100 | 150 |
| | | | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
| SB1 | 1. CBD | CBD | 99 | 125 | 132 | 150 | 200 |
| SB2 | 2. IUR | Inner Urban Ring | 104 | 127 | 134 | 150 | 200 |
| SB3 | 3. SCBD | South of CBD | 40 | 70 | 79 | 100 | 150 |

| コード | 地域 | タウンシップ | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|--|----------|--------------------|------|------|------|------|------|
| SB4 | 4. OldSZ | Older Suburbs Zone | 84 | 117 | 126 | 150 | 200 |
| SB5 | 5. ORZ | Outer Ring Zone | 98 | 124 | 131 | 150 | 200 |
| SB6 | 6. NS | Northern Suburbs | 138 | 144 | 146 | 150 | 200 |
| SB7 | 7. NewSZ | New Suburbs Zone | 64 | 82 | 87 | 100 | 150 |
| T-1 | | 合計 (ヤンゴン市) | 95 | 117 | 121 | 135 | 178 |
| Periphery Areas (6 suburban Townships) | | | | | | | |
| 34 | PA | Kyauktan | | | | 100 | 150 |
| 35 | PA | Thanlyin | | | | 100 | 150 |
| 36 | PA | Hlaegu | | | | 100 | 150 |
| 37 | PA | Hmawbi | | | | 100 | 150 |
| 38 | PA | Htantapin | | | | 100 | 150 |
| 39 | PA | Twantay | | | | 100 | 150 |
| T-2 | | 周辺6タウンシップ | | | | 100 | 150 |
| 総 計 | | | | 117 | 121 | 133 | 173 |

出典：JICA 調査団

(2) 家庭用以外の給水量原単位

現在の家庭用給水量と家庭用以外の給水量の比率は、現在 60:40 である。近隣他国の都市のデータでは家庭以外の給水量は全給水量の比率で 30~50%となっている。これは各都市の性格や需要家の自家給水の多寡によるもと考えられる。他国の例も勘案して、ヤンゴン都市圏の家庭用以外の給水量割合は、現況と同じ 40%とする。

(3) 無収水率

現在のヤンゴン市の無収水率は 66%と推定されている。YCDC は無収水削減に向け、高い目標で努力するために、2040 年に無収水率を 15%に低減させるよう目標を設定した。

(4) 漏水率

現況の漏水率を約 50%と推定した。漏水の削減には、老朽管路の更新を含む多額の投資が必要となる。YCDC は漏水削減に向け、高い目標で努力するために、計画的な管路の更新を行い 2040 年に漏水率を 10%に低減させるよう目標を設定した。無収率と漏水率の 5 年毎の目標値を以下の通りとする。2025 年の目標漏水率及び無収水率はそれぞれ 35%と 25%である。

表 1.13 無収水率及び漏水率の目標値

| 項 目 | 2013 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|----------|------|------|------|------|------|
| 無収水率 (%) | 66 | 51 | 46 | 35 | 15 |
| 漏水率 (%) | 50 | 37 | 33 | 25 | 10 |

出典：JICA 調査団

(5) 日最大係数 (1 ÷ 負荷率)

日最大係数は、1 日平均給水量に対する 1 日最大給水量の比率であり、施設能力の設定に必要な係数である。YCDC のメータ検針データを使用して、需要者の使用水量の月最大変動率を算定した。2010 年では 1.09 であった。従って、日最大係数を 1.1 とする。

(6) 水需要量予測

ヤンゴン都市圏全体の水需要量の計算結果を下表に示す。

表 1.14 水需要量推計

1) ヤンゴン都市圏の水需要量予測結果

| 項目 | 年 | 2011 | 2025 | 2040 |
|-----------------|-------------------|-----------|------------------|------------|
| 推計人口 | person | 5,572,242 | 7,981,656 | 11,730,146 |
| 給水人口 | Person | 1,920,471 | 3,916,114 | 8,094,586 |
| 給水普及率 | % | 34 | 49 | 69 |
| 給水量原単位 | lpcd | 95 | 133 | 173 |
| 漏水率 | % | 50 | 25 | 10 |
| 日最大係数 (1 ÷ 負荷率) | --- | 1.09 | 1.10 | 1.10 |
| 1日平均需要量 | m ³ /日 | 611,952 | 1,164,696 | 2,620,679 |
| 1日最大需要量 | m ³ /日 | 673,148 | 1,281,167 | 2,882,749 |
| 1日平均需要量 | MGD | 135 | 256 | 577 |
| 1日最大需要量 | MGD | 148 | 282 | 634 |

2) ヤンゴン市の水需要量予測結果

| 項目 | 年 | 2011 | 2025 | 2040 |
|-----------------|-------------------|-----------|------------------|-----------|
| 推計人口 | person | 5,142,128 | 6,463,609 | 8,519,527 |
| 給水人口 | Person | 1,920,471 | 3,764,310 | 6,810,338 |
| 給水普及率 | % | 37 | 58 | 80 |
| 給水量原単位 | lpcd | 95 | 135 | 178 |
| 漏水率 | % | 50 | 25 | 10 |
| 日最大係数 (1 ÷ 負荷率) | --- | 1.09 | 1.10 | 1.10 |
| 1日平均需要量 | m ³ /日 | 611,952 | 1,125,773 | 2,242,961 |
| 1日最大需要量 | m ³ /日 | 673,148 | 1,238,351 | 2,467,258 |
| 1日平均需要量 | MGD | 135 | 248 | 493 |
| 1日最大需要量 | MGD | 148 | 272 | 543 |

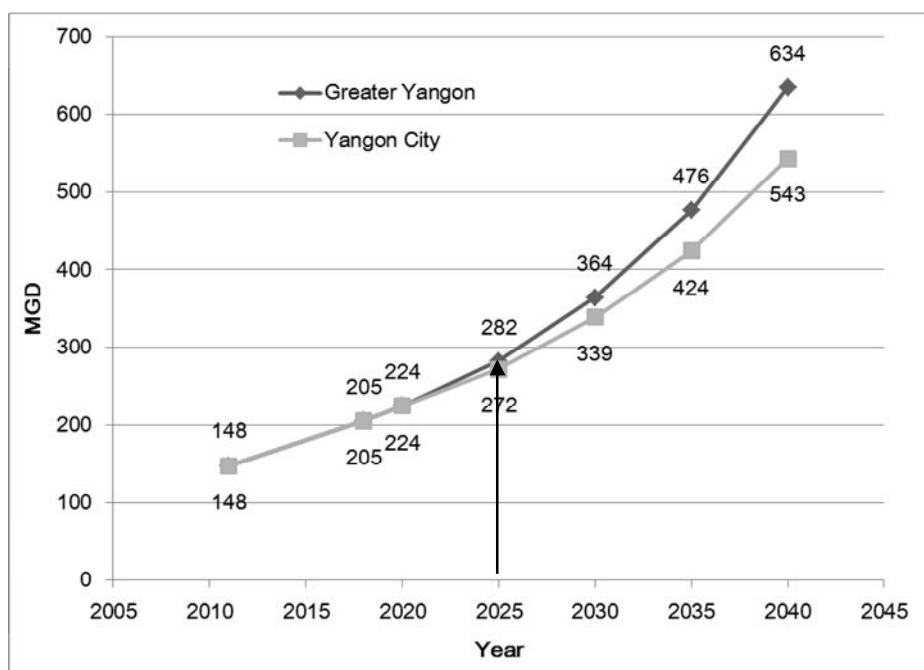
3) 一日平均水需要量

| 地域 | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-------------------|---------|---------|---------|------------------|-----------|
| m ³ /日 | | | | | |
| ヤンゴン市 | 611,952 | 846,778 | 924,969 | 1,125,773 | 2,242,961 |
| 周辺地域6地域 | 0 | 0 | 0 | 38923 | 377718 |
| ヤンゴン都市圏 | 611,952 | 846,778 | 924,969 | 1,164,696 | 2,620,679 |
| MGD | | | | | |
| ヤンゴン市 | 135 | 186 | 203 | 248 | 493 |
| 周辺地域6地域 | 0 | 0 | 0 | 9 | 83 |
| ヤンゴン都市圏 | 135 | 186 | 203 | 256 | 576 |

4) 一日最大水需要量

| 地域 | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-------------------|---------|---------|-----------|------------------|-----------|
| m ³ /日 | | | | | |
| ヤンゴン市 | 673,148 | 931,459 | 1,017,467 | 1,238,351 | 2,467,258 |
| 周辺地域6地域 | 0 | 0 | 0 | 42,816 | 415,491 |
| ヤンゴン都市圏 | 673,148 | 931,459 | 1,017,467 | 1,281,167 | 2,882,749 |
| MGD | | | | | |
| ヤンゴン市 | 148 | 205 | 224 | 272 | 543 |
| 周辺地域6地域 | 0 | 0 | 0 | 9 | 91 |
| ヤンゴン都市圏 | 148 | 205 | 224 | 282 | 634 |

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 1.5 ヤンゴン都市圏の一日最大水需要量

1.3 水道施設計画

(1) 2011年の配水区毎の給水状況

2011年時点の配水区毎の給水に関する基本数値を次表に示す。

表 1.15 2011年の配水区別の給水状況の比較

| 項目 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 計 |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 推計人口 | 875,783 | 722,995 | 735,821 | 654,538 | 433,389 | 116,006 | 366,705 | 490,564 | 488,768 | 257,560 | 5,142,129 |
| | 17.0% | 14.1% | 14.3% | 12.7% | 8.4% | 2.3% | 7.1% | 9.5% | 9.5% | 5.0% | 100% |
| 給水人口 | 624,785 | 305,282 | 347,719 | 365,799 | 42,703 | 18,561 | 86,613 | 103,713 | 9,775 | 15,522 | 1,920,472 |
| | 32.5% | 15.9% | 18.1% | 19.0% | 2.2% | 1.0% | 4.5% | 5.4% | 0.5% | 0.8% | 100% |
| 給水普及率 | 71.3% | 42.2% | 47.3% | 55.9% | 9.9% | 16.0% | 23.6% | 21.1% | 2.0% | 6.0% | - |
| 給水件数 | 74,977 | 35,782 | 33,325 | 33,497 | 3,958 | 2,286 | 10,489 | 6,760 | 1,400 | 2,340 | 204,814 |
| 一日最大配水量 | 237,049 | 90,800 | 148,720 | 123,579 | 20,284 | 7,826 | 17,658 | 20,915 | 3,406 | 2,911 | 673,148 |
| m ³ /d, MGD | 52 | 20 | 33 | 27 | 4 | 2 | 4 | 5 | 1 | 1 | 149 |

出典：JICA 調査団

(2) 計画配水区

マスタープランでは 10 配水区（ゾーン）が計画された。配水区については次図に示し、2040年を含む 2025 年の配水区毎の水道計画値は次表に示す。

表 1.16 配水区毎の水道計画値

1) 配水区別給水人口 (単位: 人)

| 番号 | 配水区名 (仮称) | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-----|---------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|
| 1 | Central area | 624,785 | 717,303 | 741,643 | 783,630 | 925,906 |
| 2 | Tamwe、Taketa | 305,282 | 397,280 | 425,992 | 481,550 | 682,901 |
| 3 | Hlaing | 347,719 | 445,558 | 473,374 | 544,231 | 749,649 |
| 4 | Mayangon | 365,799 | 471,539 | 502,625 | 563,363 | 798,760 |
| 5 | Mingaladon, Shwe Pyi Thar | 42,703 | 92,319 | 141,775 | 228,076 | 632,444 |
| 6 | North side | 18,561 | 49,663 | 61,025 | 95,894 | 273,113 |
| 7 | East side 1 | 86,613 | 175,978 | 211,404 | 319,437 | 1,029,356 |
| 8 | East side 2 | 103,713 | 174,386 | 196,256 | 267,161 | 652,245 |
| 9 | West side | 9,775 | 138,608 | 180,613 | 293,089 | 590,179 |
| 10 | South side | 15,522 | 79,704 | 127,112 | 187,880 | 475,785 |
| T-1 | Total (Yangon City) | 1,920,471 | 2,742,337 | 3,061,819 | 3,764,310 | 6,810,338 |

2) 配水区別一日最大需要量 (単位: m³/日)

| Code | 配水区名 (仮称) | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|------|---------------------------|---------|---------|-----------|------------------|-----------|
| 1 | Central area | 237,049 | 263,483 | 270,389 | 287,331 | 377,223 |
| 2 | Tamwe、Taketa | 90,800 | 143,313 | 152,960 | 176,568 | 278,222 |
| 3 | Hlaing | 148,720 | 164,800 | 172,962 | 199,548 | 305,411 |
| 4 | Mayangon | 123,579 | 171,233 | 181,391 | 206,567 | 325,421 |
| 5 | Mingaladon, Shwe Pyi Thar | 20,284 | 32,642 | 45,419 | 69,632 | 226,193 |
| 6 | North side | 7,826 | 20,811 | 24,380 | 35,161 | 111,268 |
| 7 | East side 1 | 17,658 | 41,996 | 50,326 | 78,085 | 314,526 |
| 8 | East side 2 | 20,915 | 41,616 | 46,723 | 65,307 | 199,298 |
| 9 | West side | 3,406 | 33,075 | 42,996 | 71,644 | 180,333 |
| 10 | South side | 2,911 | 18,491 | 29,921 | 48,508 | 149,363 |
| T-1 | Total (Yangon City) | 673,148 | 931,459 | 1,017,467 | 1,238,351 | 2,467,258 |

3) 配水区別一日最大需要量 (単位: MGD)

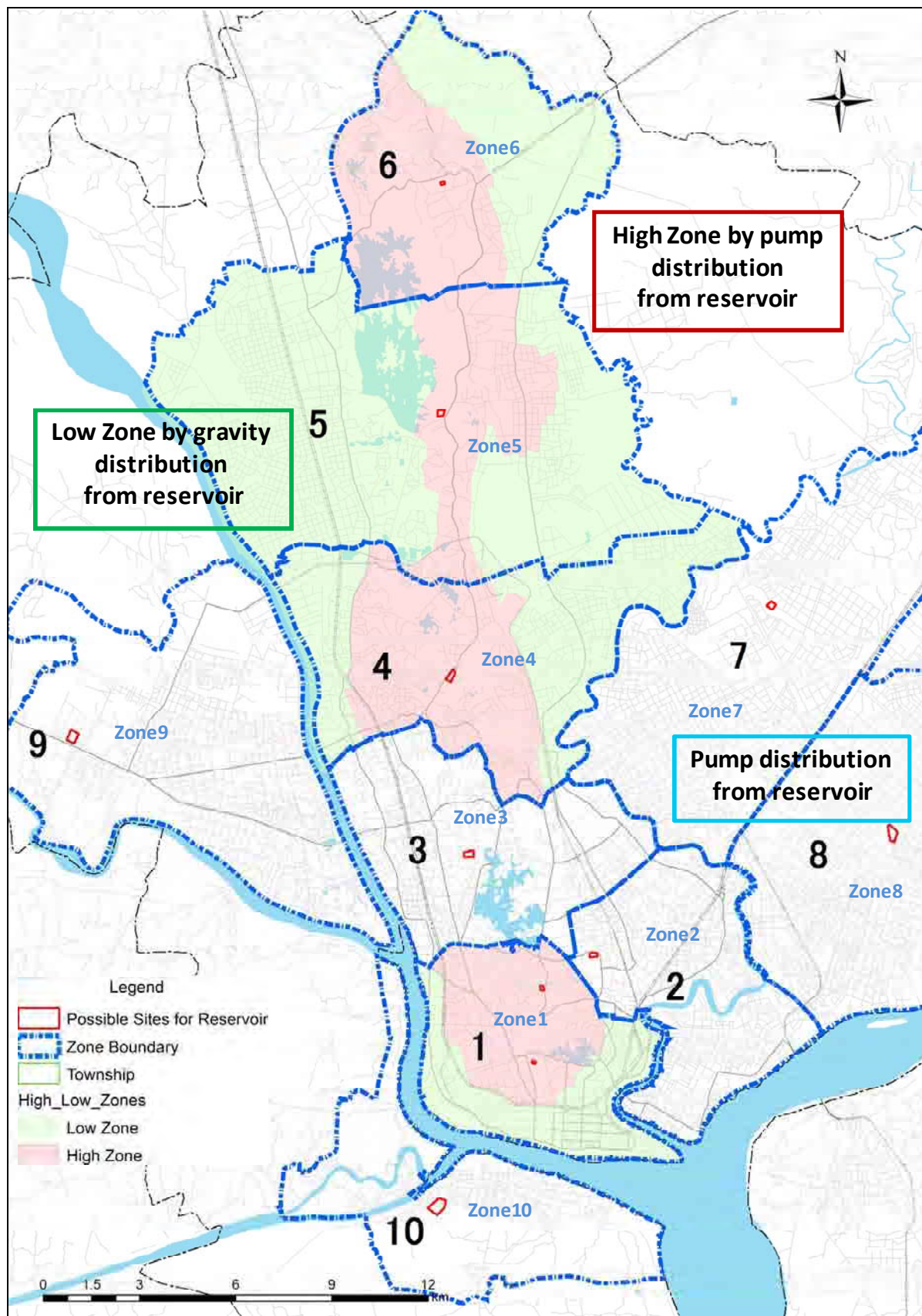
| Code | 配水区名 (仮称) | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|------|---------------------------|------|------|------|------------|------|
| 1 | Central area | 52 | 58 | 59 | 63 | 83 |
| 2 | Tamwe、Taketa | 20 | 32 | 34 | 39 | 61 |
| 3 | Hlaing | 33 | 36 | 38 | 44 | 67 |
| 4 | Mayangon | 27 | 38 | 40 | 45 | 72 |
| 5 | Mingaladon, Shwe Pyi Thar | 4 | 7 | 10 | 15 | 50 |
| 6 | North side | 2 | 5 | 5 | 8 | 24 |
| 7 | East side 1 | 4 | 9 | 11 | 17 | 69 |
| 8 | East side 2 | 5 | 9 | 10 | 14 | 44 |
| 9 | West side | 1 | 7 | 9 | 16 | 40 |
| 10 | South side | 1 | 4 | 7 | 11 | 33 |
| T-1 | Total (Yangon City) | 148 | 205 | 224 | 272 | 543 |

注: Thilawa SEZ 用 (10MGD) を含まず

出典: JICA 調査団

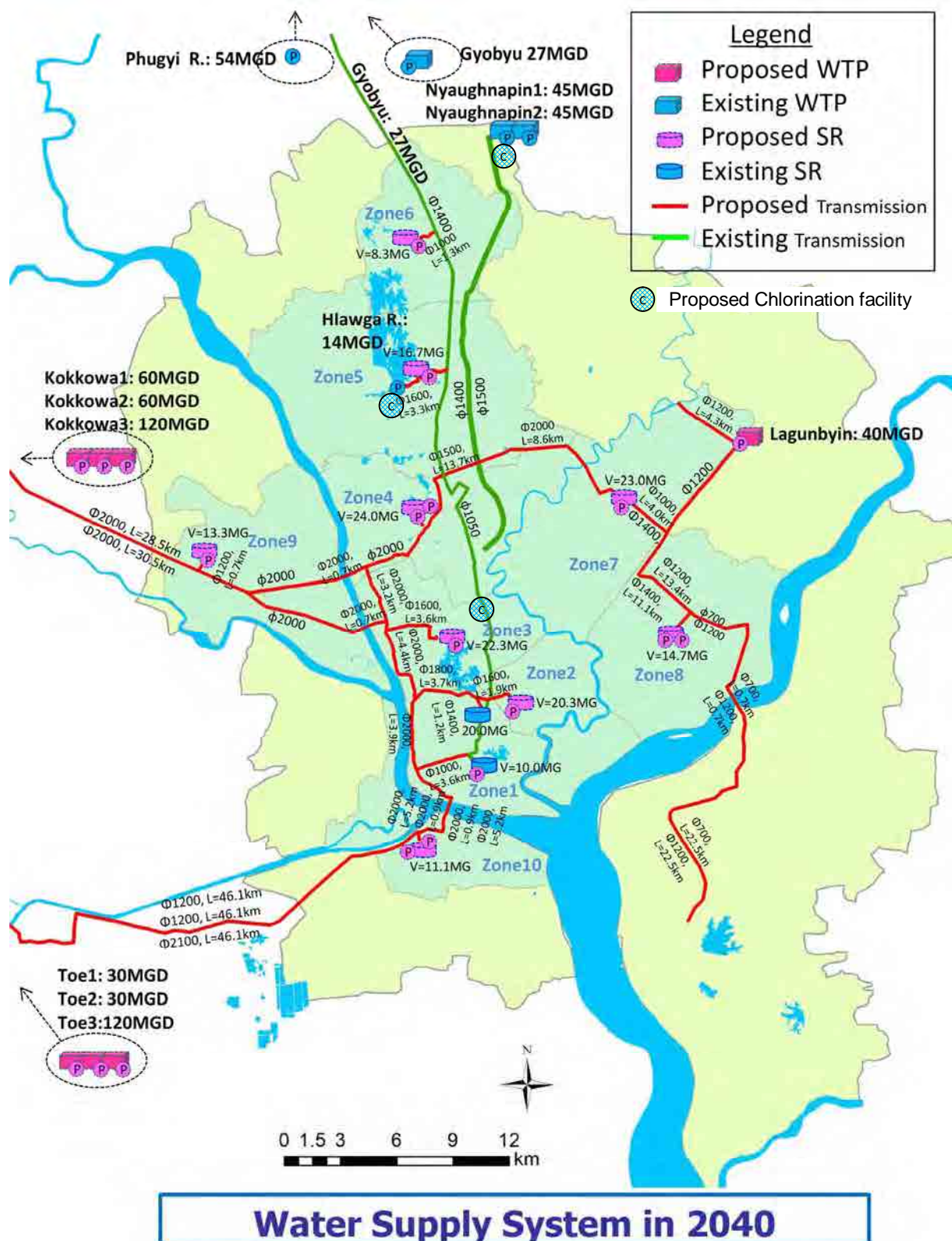
(3) 水道施設計画

施設計画の計画水量はヤンゴン市の水需要である 272MGD (2025 年) 及び 543MGD (2040 年) とする。2040 年における主要施設整備計画を図 1.7 に示す。



出典：JICA 調査団

図 1.6 計画配水区 (10 ゾーン)



出典：JICA 調査団

図 1.7 主要施設整備計画図(2040年)

1.4 F/S 対象プロジェクト（計画対象年 2025 年）

マスタープランでは、以下の4プロジェクトをフィジビリティ調査（F/S）対象の優先プロジェクトとして選定した。優先プロジェクトの位置を、次図のとおり 2025 年の施設図の中に示す。

(1) Lagunbyin 貯水池系水道システムの構築

水道施設の整備が進んでいない東部地域を対象に水道普及率を高めるため本地域を選定した。Lagunbyin 貯水池系水道システムを構築するため取水・浄水、送水、配水、給水施設を建設する。

- 計画給水地域は、東部周辺地域で配水区 7 と 8（East Dagon, North Dagon, South Dagon）及び Thilawa Special Economic Zone（SEZ）である。
- 農業灌漑省からの Lagunbyin 水源の割当て量は、YCDC 東部給水へ 30MGD、Thilawa SEZ へ 10MGD である。

(2) 配水区 1 の再構築と近代化

最も老朽化した配管を有し最も人口密度の高い配水区 1 を優先地区として選定した。このコンポーネントにより漏水を含む無収水の削減と出水不良地区を解消し 24 時間安定給水を図る。

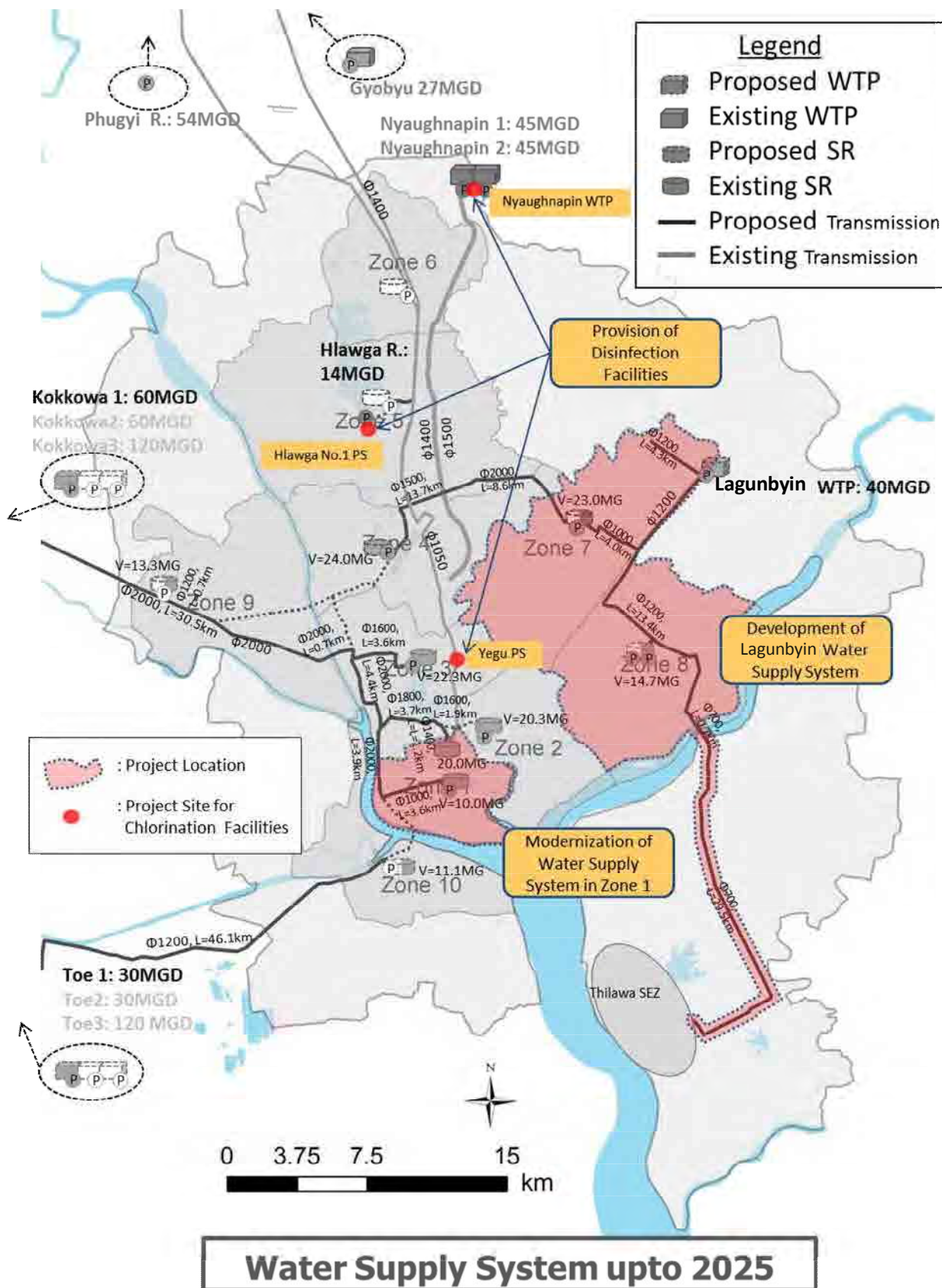
(3) 消毒施設の設置

YCDC 給水区域ほぼ全域に対して安全な水の供給を行うため、消毒施設の設置を優先プロジェクトに選定した。

(4) 能力向上プロジェクト

YCDC では、第 3 巻上水道マスタープラン 7.2 章で示した通り多岐にわたる能力向上が必要とされている。その中で優先順位の高い以下の 3 分野を能力向上プロジェクトとして F/S で取り上げる。

- 組織制度
- 水質管理
- 無収水管理



出典：JICA 調査団

図 1.8 主要施設整備計画図(2025年)とFS対象施設

第2章 Lagunbyin 貯水池系統の水道施設の整備

2.1 対象地域の給水量

2.1.1 対象地域の現況

(1) 対象地域の特徴

Lagunbyin 貯水池系統の水道施設がカバーする地域は、ヤンゴン市の東側の 4 タウンシップ、East Dagon、North Dagon、South Dagon、Dagon Seikkan である。

JICA ヤンゴン都市圏調査によると、ヤンゴン市の東側は、今後の都市化の進行とともに急激な人口増加が予想されている。その内の Dagon 地区は工業エリアとして発展してきた。2007 年に、Bago 川に Dagon Bridge が架かり、Dagon Seikkan と Thanlyin 地域が結ばれた。そこから下流には 1993 年に建設された Yangon - Thanlyin Bridge が架かっている。Bago 川の沿岸エリアは、ミャンマーで最大規模の工業地帯の 1 つであり、生産された製品の多くは、Bago 川を渡り Thanlyin 地域のティラワ (Thilawa) 港より輸出されている。

本給水対象地域は、都市化の進行とともに急激な給水量の増加が予想される。また、ヤンゴン市内でも給水普及率の低い地域の一つであり、安定的な水道施設の整備が望まれている地域である。従って、本 FS では、ヤンゴン東側に位置するこの 4 つのタウンシップへの給水と、Thilawa SEZ への用水供給を含めた Lagunbyin 貯水池 40MGD の水道システムを計画する。この給水対象地域は、配水区 7 及び配水区 8 の 2 つの配水区からなる。両配水区の 2011 年の給水状況を下表及び図 2.1 に示す。

表 2.1 2011 年の配水区別の給水状況 (2011 年)

| | 配水区 7 | 配水区 8 |
|---------|-------------------------|----------------------------|
| タウンシップ | East Dagon, North Dagon | South Dagon, Dagon Seikkan |
| 推計人口 | 366,705 | 490,564 |
| 給水人口 | 86,613 | 103,713 |
| 給水普及率 | 23.6% | 21.1% |
| 給水件数 | 10,489 | 6,760 |
| 一日最大配水量 | 17,658 | 20,915 |
| | 3.9 MGD | 4.6 MGD |

出典：JICA 調査団

(2) 配水区 7 : Yangon East side No.1 配水区

East Dagon、North Dagon が対象となる。North & East Dagon タウンシップは、1989 年に当時の軍事政権の決定により、衛星都市として開発が始まった。しかし、開発当初は開発があまり進まず、基本的な公共サービスが不足する状況が続いていた。本格的な開発は、2000 年代以降に始まった。タウンシップ内の多くの区画は、ゼロから建設されたニュータウンで、整然とした街並みである。

North Dagon タウンシップには Dagon Yeik Mon Garden City などの高級住宅街が存在し、East Dagon には広大な面積を占める Dagon University や Institute of Economics Yangon がある。ま

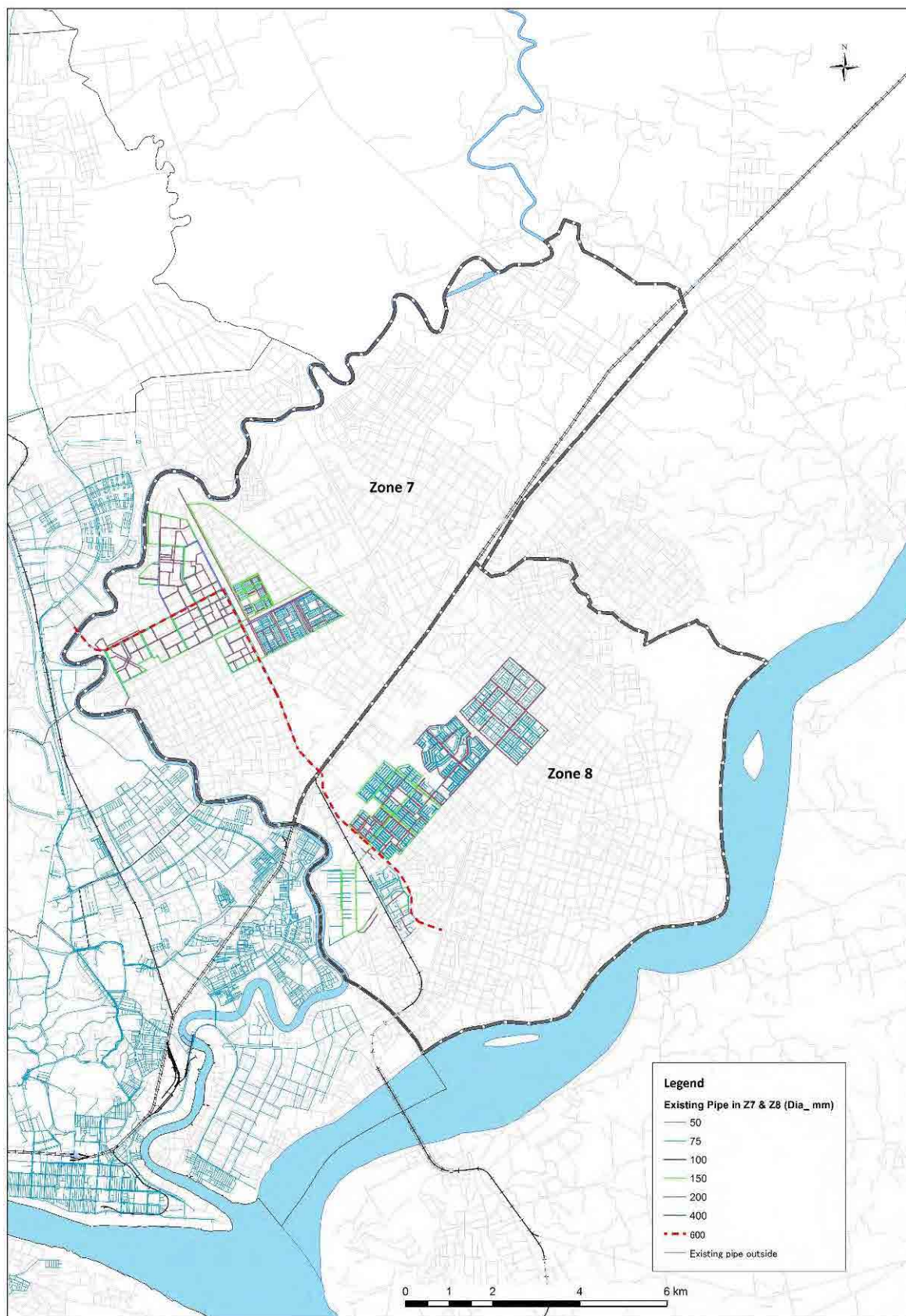
た、East Dagon タウンシップは交通の要衝でもある。主要駅である Togyaunggalay 鉄道駅があり、Yangon -Bago 線、ヤンゴン環状線、Yangon - Mondalay 線を走る列車が発着している。さらに、多くのバスの路線があり、Dagon と各地域とを結んでいる。

本配水区は一様に平坦な低地であり高台がないため、自然流下式の配水は不可能であり、ポンプ配水方式となる。配水池の位置は水圧を均等にする観点から配水区の中央部の用地が M/P で提案された。

(3) 配水区 8 : Yangon East side No.2 配水区

South Dagon、Dagon Sekkan が対象となる。Dagon Sekkan タウンシップは、以前は1万人程度の地域であったが、1990年代に衛星都市としての開発が始まり、工業エリアとして発展してきた。タウンシップ内には、Nationalities Youth Resource Development Degree College のキャンパスがあり、工業地帯「City of Industry Dagon Seikkan」が占めている。

配水方式は配水区7と同様である。



出典：JICA 調査団

図 2.1 配水区 7、8 の位置図と既存管網

2.1.2 計画給水人口（計画対象年 2025 年の姿）

水道計画の基本数値を下表に示す。

表 2.2 配水区 7 と 8 の水道計画の基本数値

(1) 推計人口の推移（人）

| 配水区 | 2011 | 2018 | 2020 | 2022 | 2025 | 2040 |
|-----|---------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|
| 7 | 366,705 | 563,301 | 626,271 | 695,199 | 798,592 | 1,470,510 |
| 8 | 490,564 | 572,301 | 598,481 | 627,139 | 670,126 | 949,480 |
| 計 | 857,269 | 1,135,602 | 1,224,752 | 1,322,338 | 1,468,718 | 2,419,990 |

(2) 給水人口の推移（人）

| 配水区 | 2011 | 2018 | 2020 | 2022 | 2025 | 2040 |
|-----|---------|---------|---------|---------|----------------|-----------|
| 7 | 86,613 | 175,978 | 211,404 | 254,617 | 319,437 | 1,029,356 |
| 8 | 103,713 | 174,386 | 196,256 | 224,618 | 267,161 | 652,245 |
| 計 | 190,326 | 350,364 | 407,660 | 479,235 | 586,598 | 1,681,601 |

(3) 給水普及率の推移（%）

| 配水区 | 2011 | 2018 | 2020 | 2022 | 2025 | 2040 |
|-----|------|------|------|------|-------------|------|
| 7 | 23.6 | 31.2 | 33.8 | 36.6 | 40.0 | 70.0 |
| 8 | 21.1 | 30.5 | 32.8 | 35.8 | 39.9 | 68.7 |
| 計 | 22.2 | 30.9 | 33.3 | 36.2 | 39.9 | 69.5 |

(4) 給水件数の推移（件）

| 配水区 | 2011 | 2018 | 2020 | 2022 | 2025 | 2040 |
|-----|--------|--------|--------|--------|---------------|---------|
| 7 | 10,489 | 27,933 | 33,556 | 40,415 | 50,704 | 163,390 |
| 8 | 6,760 | 27,680 | 31,152 | 35,654 | 42,407 | 103,531 |
| 計 | 17,249 | 55,613 | 64,708 | 76,069 | 93,111 | 266,921 |

注）給水件数；2011年実績値、それ以降は給水人口÷6.3人/件で推計した。

出典：JICA 調査団

2.1.3 計画需要量

両配水区の一日最大需要量を下表に示す。2025年の一日最大配水量並びに農業灌漑省が Yangon Region に許可した Lagunbyin 貯水池の取水権量（40MGD）から、本 F/S の計画需要量を 40MGD と定める。水利権は YCDC に 30MGD 及び Thilawa SEZ に 10MGD とされている。

表 2.3 一日最大需要量の推移

| 配水区 | 2011 | 2018 | 2020 | 2022 | 2025 | 2040 |
|------------------------|--------|--------|---------|---------|----------------|---------|
| m³/日 | | | | | | |
| 7 | 17,658 | 41,996 | 50,326 | 61,430 | 78,085 | 314,526 |
| 8 | 20,915 | 41,616 | 46,723 | 54,157 | 65,307 | 199,298 |
| Thilawa | 0 | 2,760 | 9,200 | 15,600 | 25,300 | 42,000 |
| 合計 | 38,573 | 86,372 | 106,249 | 131,187 | 168,692 | 555,824 |
| MGD | | | | | | |
| 7 | 3.9 | 9.2 | 11.1 | 13.5 | 17.2 | 69 |
| 8 | 4.6 | 9.2 | 10.3 | 11.9 | 14.4 | 44 |
| Thilawa | 0.0 | 0.6 | 2.0 | 3.4 | 5.6 | 9.2 |
| 合計 | 8.5 | 19.0 | 23.4 | 28.8 | 37.2 | 122.2 |

出典：JICA 調査団

2.2 給水計画

2.2.1 配水区7及び8の給水計画

配水区別の2011年から2040年までの給水計画を下表にまとめる。計画に用いる数値を太字で示す。計画需要量は計画目標年である2025年の一日最大需要量を採用する。また、給水管の取替えは2018年の給水件数を採用する。

配水区7と8の給水計画（配水管網）を次図に示す。

表 2.4 配水区7と8の給水計画

(1) 配水区7の給水計画

| | 2011 | 2018 | 2020 | 2022 | 2025 | 2040 |
|---------|--------------------------|---------|---------|---------|----------------|-----------|
| 推計人口 | 366,705 人 | 563,301 | 626,271 | 695,199 | 798,592 | 1,470,510 |
| 給水人口 | 86,613 人 | 175,978 | 211,404 | 254,617 | 319,437 | 1,029,356 |
| 給水件数 | 10,489 戸 | 27,933 | 33,556 | 40,415 | 50,704 | 163,390 |
| 給水普及率 | 23.6 % | 31.2 | 33.8 | 36.6 | 40.0 | 70.0 |
| 計画漏水率 | 50.0 % | 37.0 | 33.0 | 29.4 | 25.0 | 10 |
| 給水原単位 | 56 L/日 | 82 | 87 | 94 | 100 | 150 |
| 一日平均需要量 | 16,052 m ³ /日 | 38,178 | 45,751 | 55,845 | 70,986 | 285,933 |
| | 3.5 MGD | 8.4 | 10.1 | 12.3 | 15.6 | 63 |
| 日最大係数 | 1.09 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| 一日最大需要量 | 17,658 m ³ /日 | 41,996 | 50,326 | 61,430 | 78,085 | 314,526 |
| | 3.9 MGD | 9.2 | 11.1 | 13.5 | 17.2 | 69 |
| DMA | 0 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |

(2) 配水区8の給水計画

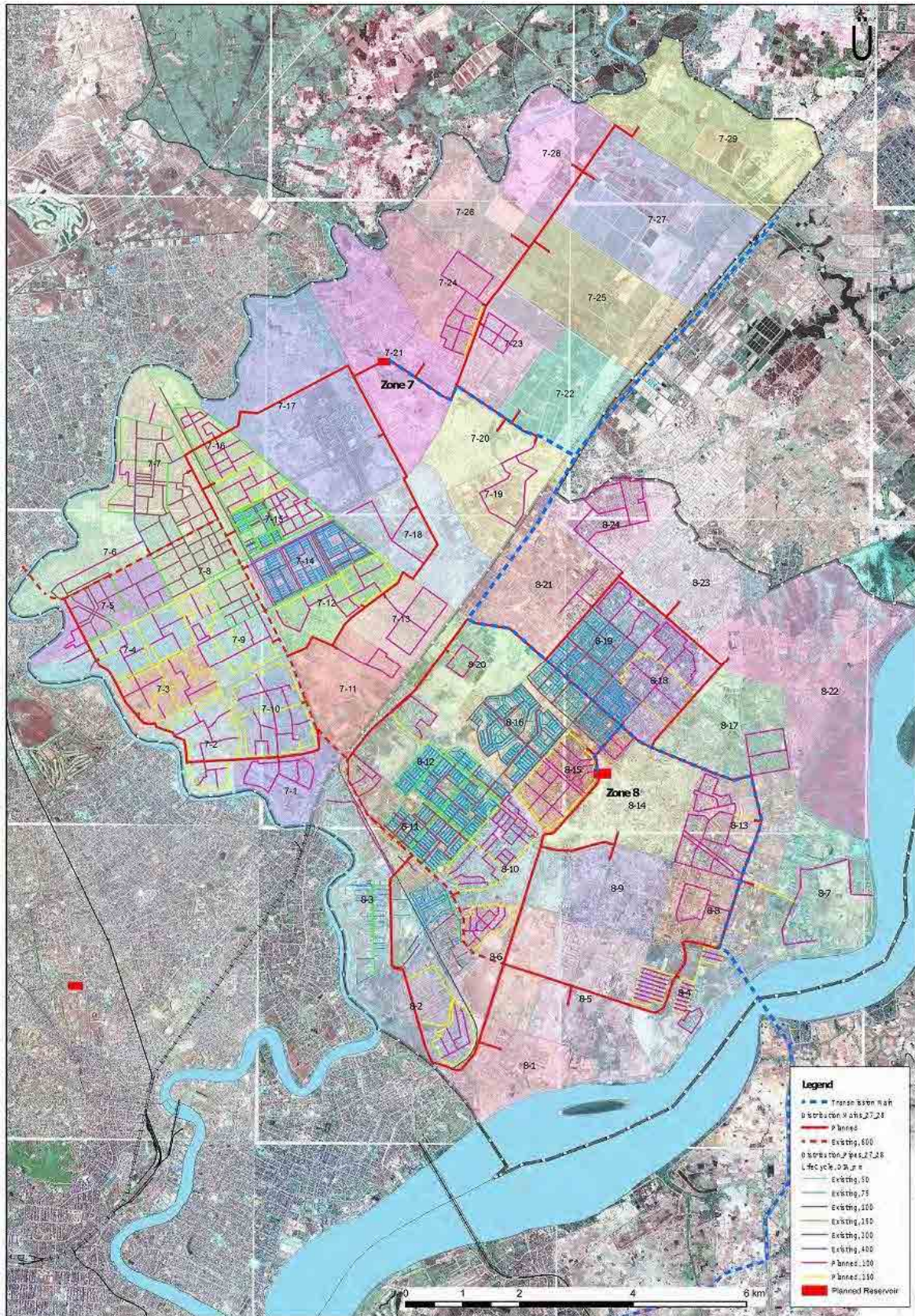
| | 2011 | 2018 | 2020 | 2022 | 2025 | 2040 |
|---------|--------------------------|---------|---------|---------|----------------|---------|
| 推計人口 | 490,564 人 | 572,301 | 598,481 | 627,139 | 670,126 | 949,480 |
| 給水人口 | 103,713 人 | 174,386 | 196,256 | 224,618 | 267,161 | 652,245 |
| 給水件数 | 6,760 戸 | 27,680 | 31,152 | 35,654 | 42,407 | 103,531 |
| 給水普及率 | 21.1 % | 30.5 | 32.8 | 35.8 | 39.9 | 68.7 |
| 計画漏水率 | 50.0 % | 37.0 | 33.0 | 29.4 | 25.0 | 10 |
| 給水原単位 | 49 L/日 | 82 | 87 | 94 | 100 | 150 |
| 一日平均需要量 | 19,014 m ³ /日 | 37,832 | 42,475 | 49,233 | 59,370 | 181,180 |
| | 4.2 MGD | 8.3 | 9.3 | 10.8 | 13.1 | 40 |
| 日最大係数 | 1.09 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| 一日最大需要量 | 20,915 m ³ /日 | 41,616 | 46,723 | 54,157 | 65,307 | 199,298 |
| | 4.6 MGD | 9.2 | 10.3 | 11.9 | 14.4 | 44 |
| DMA | 0 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |

(3) 配水区7および8の合計の給水計画

| | 2011 | 2018 | 2020 | 2022 | 2025 | 2040 |
|---------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|
| 推計人口 | 857,269人 | 1,135,602 | 1,224,752 | 1,322,338 | 1,468,718 | 2,419,990 |
| 給水人口 | 190,326人 | 350,364 | 407,660 | 479,235 | 586,598 | 1,681,601 |
| 給水件数 | 17,249戸 | 55,613 | 64,708 | 76,069 | 93,111 | 266,921 |
| 給水普及率 | 22.2% | 30.9 | 33.3 | 36.2 | 39.9 | 69.5 |
| 計画漏水率 | 50% | 37 | 33 | 29 | 25 | 10 |
| 給水原単位 | 52 L/日 | 82 | 87 | 93 | 100 | 150 |
| 一日平均需要量 | 35,066 m ³ /日 | 76,010 | 88,226 | 105,078 | 130,356 | 467,113 |
| | 7.7 MGD | 16.7 | 19.4 | 23.1 | 28.7 | 103 |
| 日最大係数 | 1.09 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| 一日最大需要量 | 38,573 m ³ /日 | 83,612 | 97,049 | 115,587 | 143,392 | 513,824 |
| | 9 MGD | 18.4 | 21.3 | 25.4 | 31.5 | 113 |
| DMA | 0 | 53 | 53 | 53 | 53 | 53 |

注) DMA : District Metered Area (配水管理区画)

出典 : JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 2.2 配水区 7 と給水区 8 の給水計画図

2.2.2 Thilawa SEZ の送水計画

Thilawa SEZ への送水量は 42,000m³/日 (9.2MGD) とする。各年次の Class A の需要量計画を以下に示す。なお、工場用の水需要量は、年間を通して一定として、一日平均需要量と一日最大需要量は同じとする。

表 2.5 Thilawa SEZ ClassA の用水供給計画

| 項目 | 単位 | 2018 | 2020 | 2022 | 2025 | 2040 |
|----------------------|-------------------|-------|-------|--------|---------------|--------|
| 送水量 (一日平均及び最大需要量) | m ³ /日 | 2,760 | 9,200 | 15,600 | 25,300 | 42,000 |
| | MGD | 0.61 | 2.1 | 3.4 | 5.6 | 9.2 |

出典：Thilawa SEZ

Thilawa SEZ に対する YCDC の供給点は、ThilawaSEZ の要求により Zamani 貯水池南西地点とする。Thilawa 送水管路ルートは、調査団より以下及び次表に示す通り 2 つの案が提案された。

- 代替ルート案 1 (Alternative Route 1) : Thanlyin 市街地を通過する西側ルート
- 代替ルート案 2 (Alternative Route 2) : Thanlyin 市街地を通過しない東側ルート

西側ルートは高低差があり鉄道線路の横断が必要であることに対して、東側ルートはほぼ平坦である。また、西側ルートは Thilawa SEZ による道路整備と管路布設工事の時期が重複する。地形、障害物及び他工事の進捗を考慮し、Thilawa SEZ への送水管ルートとして、東側ルートが選定された。送水管ルートを次図に示す。

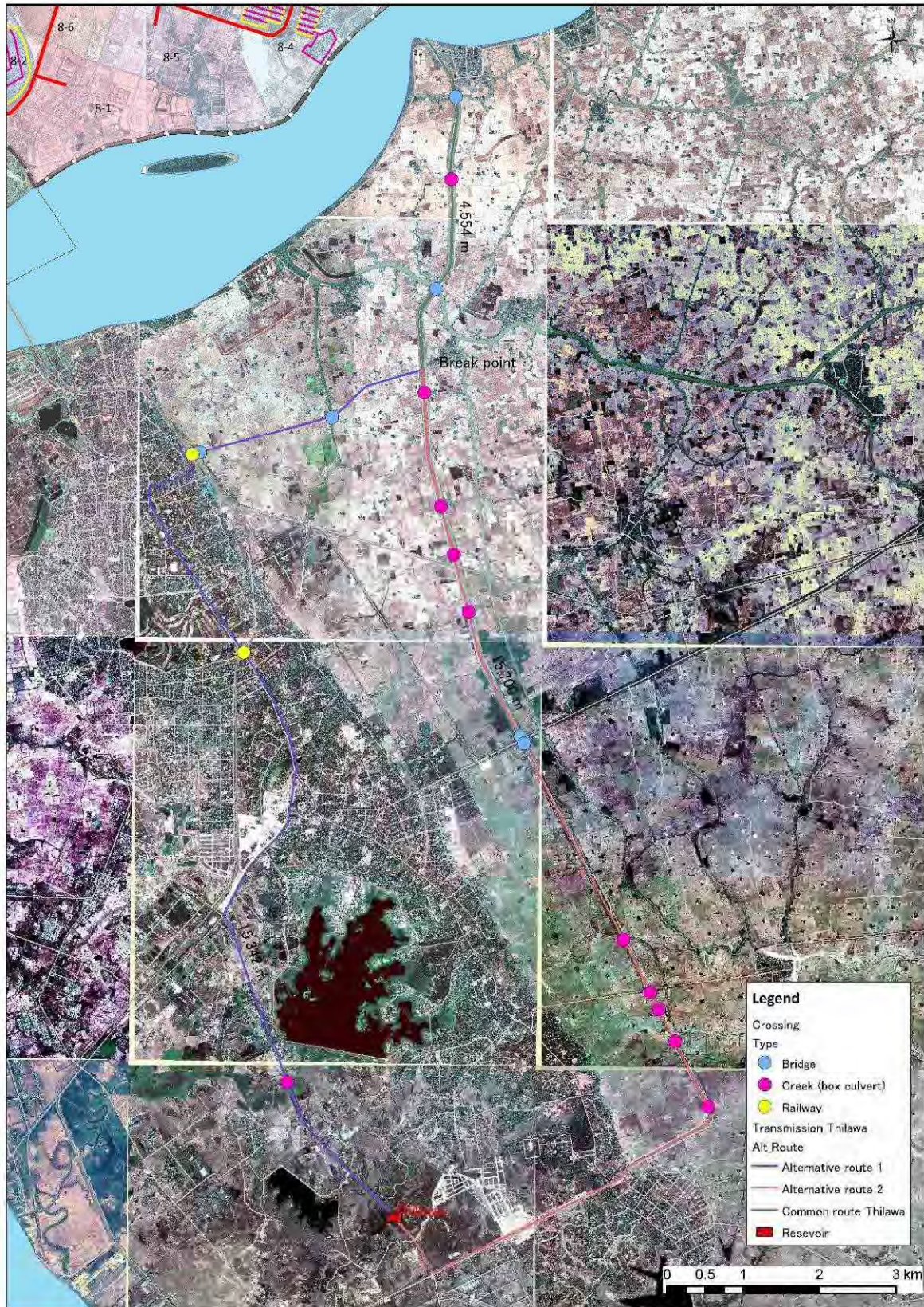
2.2.3 Lagunbyin 貯水池系水道システムの水需要量

Lagunbyin 貯水池系水道システムの計画水需要量の推移を以下に示す。Lagunbyin 貯水池系水道システムの水源は、YCDC 用に 30MGD と Thilawa SEZ 用に 10MGD、合計 40MGD が確保されている。従って、Lagunbyin 浄水場の能力は 40MGD (181,800 m³/日) として計画する。

表 2.6 Lagunbyin 貯水池系水道システムの計画水需要量

| 項目 | 単位 | 2011 | 2018 | 2020 | 2022 | 2025 | 2040 |
|---------|-------------------|--------|--------|---------|---------|----------------|---------|
| 一日平均需要量 | m ³ /日 | 35,526 | 78,770 | 97,426 | 120,678 | 155,656 | 509,113 |
| | MGD | 7.7 | 17.3 | 21.5 | 26.5 | 34.3 | 112 |
| 一日最大需要量 | m ³ /日 | 39,033 | 86,372 | 106,249 | 131,187 | 168,692 | 555,824 |
| | MGD | 8.5 | 19.0 | 23.5 | 28.8 | 37.2 | 122 |

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 2.3 Thilawa 送水管路ルート

2.3 施設計画

2.3.1 計画条件

(1) 水源と浄水場予定地

Lagunbyin 貯水池系水道システムの水源は、農業灌漑省管轄の Lagunbyin 貯水池である。YCDC30MGD と Thilawa SEZ10MGD、合計 40MGD が浄水場のために確保されている。浄水場予定地は、市東部の Ngamoyeik Creek の Sitpington 水門に近く、道路 2 号線と 7 号線が交差する交差点傍である。

(2) 施設計画と水量条件

一日最大需要量を 40MGD とする。施設計画に当っては安全率等を見込み下表の水量で計画する。浄水場の雑用水には、場内給水、場内清掃用水、サンプリング水等があるが、日本の浄水場では、一般的に需要量の約 3～5%程度である。したがって、本計画では 5%の雑用水量を見込むものとする。送水量は、一日最大需要量 40MGD と同量である。また、配水量は時間係数 1.5 を見込むものとする。

表 2.7 施設計画に用いる計画値

| 項目 | 計画水量 | 計算式 | 備考 |
|---------|---------------------------|-----------------|------------|
| 一日最大需要量 | 181,800 m ³ /日 | 40MGD | |
| 取水量 | 200,000 m ³ /日 | 40MGD×110% | 日本の設計指針を参考 |
| 浄水量 | 190,900 m ³ /日 | 40MGD×105% | 逆洗水量等を含む |
| 送水量 | 181,800 m ³ /日 | 40MGD | |
| 配水量 | 11,360 m ³ /hr | 40MGD÷24 時間×1.5 | 時間係数 1.5 |

出典：JICA 調査団

(3) 水質条件

1) 飲料水質基準

目標給水水質は、ミャンマー国および日本の水道水質基準を考慮し、下表のとおりとする。安全で飲用可能な水の給水を行う。

表 2.8 目標給水水質

| モニタリング項目 | 目標値(注) |
|---------------|---|
| pH | 7.0 - 8.5 |
| 味 | 異常でない事 |
| 臭気 | 異常でない事 |
| 色度 | 5Unit |
| 濁度 | 5NTU (1NTU を浄水場での浄水の目標水質とする) |
| 糞便性大腸菌群 | 検出されないこと |
| 残留塩素 | 検出されること (直結給水栓あるいは貯水槽前) 浄水場出口では、別途、配水区の末端までの到達時間を考慮して残留塩素基準を設定する必要がある。 |
| 亜鉛及びその化合物 | 1.0mg/L 以下 |
| アルミニウム及びその化合物 | 0.2mg/L 以下 |

| モニタリング項目 | 目標値(注) |
|-------------|-------------|
| 鉄及びその化合物 | 0.3mg/L 以下 |
| 銅及びその化合物 | 1.0mg/L 以下 |
| マンガン及びその化合物 | 0.05mg/L 以下 |
| 硬度 | 100 mg/L |
| 塩化物 | 200mg/L 以下 |
| 硫化物 | 200mg/L 以下 |

出典：JICA 調査団

2) 水源水質条件

本調査団の水質調査結果を以下に示す。また、本浄水場の水源と同様の貯水池水源を有する Nyaungnapin 浄水場の水質担当者に原水濁度の状況をヒアリングした結果は次の通りである。これらの結果を参考に、設計濁度を下表のように設定する。

表 2.9 施設計画に用いる計画濁度 (NTU)

| 季節 | 実測値 | Nyaungnapin 浄水場の濁度動向 | 設計値 |
|----|--------|--------------------------------------|-----------|
| 乾期 | 26-48 | 60-70NTU の範囲で一定 | 20-70NTU |
| 雨期 | 28-154 | 100-500NTU の範囲で変動、 平均は 200-250NTU | 20-250NTU |

注：実測値は（度）で測定、濁度の単位換算：NTU*0.8=1.0 度

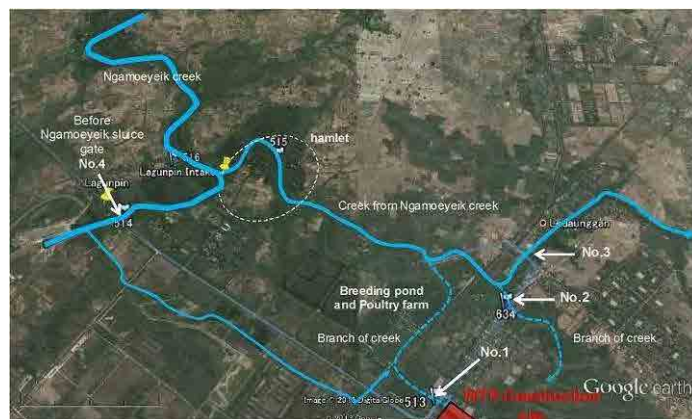
出典：JICA 調査団

表 2.10 Lagunbyin 浄水場取水運河の水質分析結果

| 項目 | Lagunbyin 浄水場近くの 水路 (No. 1) | | 小河川 Ledaungan (1) (No. 2) | | 小河川 Ledaungan (2) (No. 3) |
|-----------------|-----------------------------------|--------------|---------------------------------|--------------|---------------------------------|
| | 2013 Jul. 3 | 2013 Jun. 25 | 2013 Jul. 3 | 2013 Jun. 28 | 2013 Jul. 3 |
| pH | 6.72 | 6.57 | 6.49 | 6.44 | 6.43 |
| EC (μS/cm) | 110 | 100 | 160 | 120 | 80 |
| Turbidity (NTU) | 124 | 104 | 154 | 22 | 70 |
| Color (Deg) | 700 | 500 | 910 | 305 | 470 |
| TDS (mg/L) | 50 | 40 | 80 | 60 | 40 |
| BOD (mg/L) | -- | -- | -- | 4 | -- |

| 項目 | Ngamoeyik 水門(本川) (No. 4) | | | | |
|-----------------|-----------------------------|--------------|--------------|-----------|-----------|
| | 2013 Jul. 3 | 2013 Jun. 28 | 2013 Jun. 25 | 2013 Mar. | 2012 Sep. |
| pH | 6.52 | 6.43 | 6.69 | 7.16 | 7.0 |
| EC (μS/cm) | 50 | 30 | 140 | 160 | 68 |
| Turbidity (NTU) | 28 | 52 | 38 | 48 | -- |
| Color (Deg) | 270 | 305 | 250 | 15 | -- |
| TDS (mg/L) | 20 | 20 | 60 | -- | -- |

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 2.4 Lagunbyin 浄水場の取水運河での水質サンプリングポイント

表 2.11 Ngamoeyik 貯水池, Ngamoeyik Creek および Nyaungnapin 浄水場の水質

| 指 標 | 単 位 | Ngamoeyik 貯水池 | | Ngamoeyik Creek | Nyaungnapin 浄水場 | | | |
|--|--------|---------------|----------|-----------------|-----------------|----------|----------|----------|
| | | 雨季 | 乾季 | | 原 水 | | 処 理 水 | |
| | | | | 雨季 | 乾季 | 雨季 | 乾季 | 雨季 |
| Air Temperature | °C | 32 | 32 | 36 | 29 | 41 | 29 | 36 |
| Water Temperature | °C | 29 | 31.5 | 32.5 | 29 | 31 | 29 | 31 |
| pH | - | 7.4 | 8.75 | 7.42 | 7 | 7.67 | 7.3 | 7.88 |
| EC | μ S/cm | 137 | 90 | 110 | 77 | 80 | 71 | 70 |
| Turbidity | NTU | 5 | 18 | 48 | 88 | 26 | 3 | 6 |
| Color | TCU | <5 | <5 | 15 | 40 | 10 | <5 | <5 |
| Ammonium Nitrogen | mg/l | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Arsenic (As) | mg/l | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Chloride (Cl ⁻) | mg/l | 4 | 4 | 10 | 4 | 4 | 4 | 6 |
| Copper (Cu) | mg/l | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Total Cyanide (CN) | mg/l | 0.07 | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Cyanide (CN) * | mg/l | N. D. | - | - | - | - | - | - |
| Cyanogen Chloride * | mg/l | N. D. | - | - | - | - | - | - |
| Fluoride (F) | mg/l | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Hardness (mg/l as CaCO ₃) | mg/l | 42 | 40 | 54 | 26 | 44 | 24 | 38 |
| Iron (Fe) | mg/l | 0.27 | 0.28 | 0.47 | 1.86 | 0.38 | 0.24 | 0.27 |
| Manganese (Mn) | mg/l | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Lead (Pb) | mg/l | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Nitrate-nitrogen (as NO ₃) | mg/l | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Nitrite-nitrogen (as NO ₂) | mg/l | 0.007 | 0.005 | 0.006 | 0.021 | 0.014 | 0.007 | 0.004 |
| Selenium (Se) | mg/l | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Sodium (Na ⁺) | mg/l | 5.95 | 8.89 | 11.8 | 4.76 | 7.44 | 4.58 | 9.71 |
| Sulfate (SO ₄ ²⁻) | mg/l | 16 | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Total Dissolved Solid (TDS) | mg/l | 39 | 26 | 33 | 28 | 26 | 29 | 26 |
| Zinc (Zn) | mg/l | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. | N. D. |
| Total coliforms | - | Detected | Detected | Detected | Detected | Detected | Detected | Detected |
| Fecal coliforms | - | Detected | Detected | Detected | Detected | Detected | Detected | Detected |

出典：JICA 調査団

(4) 浄水施設の計画条件

本 F/S 作成時点において、既に YCDC が沈澱池及び浄水池の杭打設を始めていることから、配置計画、施設計画を行う上では、下記の制約条件に基づいて行っている。

- 急速ろ過池の設置位置、形状及び掘削深は、YCDC の計画する沈澱池の形状及び底版高さに合わせて設定する。
- 浄水池の位置、形状及び掘削深は、YCDC の計画する浄水池の形状及び底版高さに合わせて設定する。

(5) 浄水場の設計レビュー

上記(4)に示したとおり、YCDC は 40MGD の浄水場を自らの資金により建設中である。2013 年 7 月以降の YCDC と JICA との協議により、2013 年 10 月に最終的に、YCDC の施工区分は以下のとおりとなった。

- 取水水路
- 前処理沈澱池（堰含む）
- 塩素消毒施設、送水ポンプ場、SCADA 及び管理棟を除く浄水場施設

浄水場の残りの施設（塩素消毒施設、送水ポンプ場、SCADA 及び管理棟）及び送配水システムは円借対象の区分となる見込みである。

この決定と併せて YCDC は、本調査団が提案した設計図を基に浄水場を建設する意向を示した。そのためには、JICA 調査団からの技術支援が必要であり、YCDC は JICA に対して、支援を要請した。この要請に応じて、7 月以降 JICA 調査団は設計レビューを行い、ミャンマー国で利用できる技術と YCDC のコメントを基に、JICA 調査団の基本設計を修正した。これらの検討結果を資料-I に添付する。

(6) 各施設の方式選定

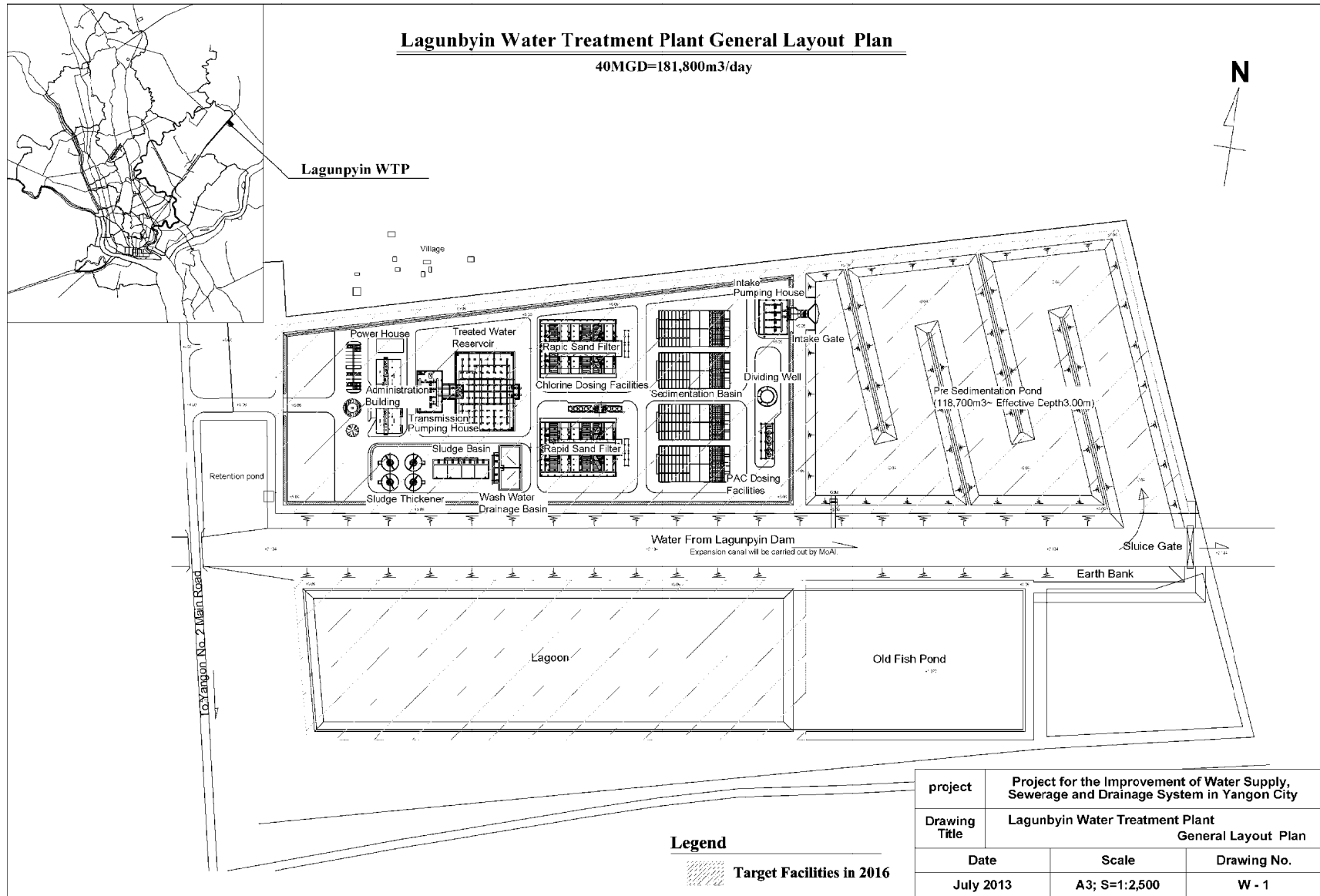
各施設方式の選定にあたっては、維持管理性を重視して選定を行う。機械的作動部を多く持つ浄水機器は、浄水施設を停止させて機器の定期的なメンテナンス・機器の交換が必要である。機器故障時にスペアパーツが保持されていない場合、長期的な浄水施設の停止となる。従って、可能な限り動力を必要としない自然流下による水流の混合や、維持管理性の容易な方式を選定することとした。

(7) 浄水場の容量計算

施設の容量計算結果を資料-B に添付する。

(8) 浄水施設の全体配置図

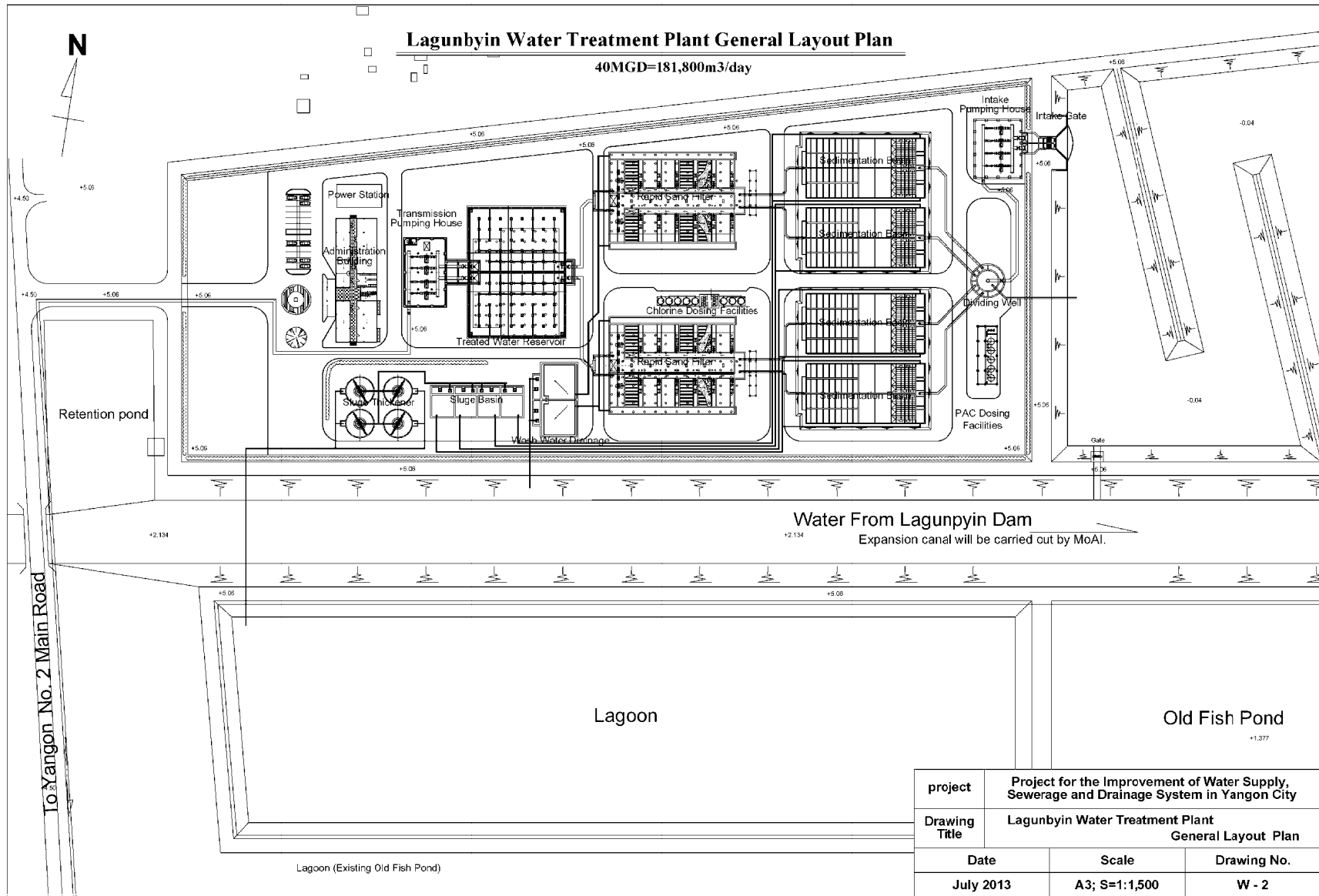
本 F/S にて計画する取水施設および浄水施設の配置図及び水位高低図を次図に示す。施設計画図面を資料-G に示す。



2-14

出典：IICA 調査団

図 2.5 取水施設および浄水施設の配置計画図



| | | |
|---------------|--|-------------|
| project | Project for the Improvement of Water Supply, Sewerage and Drainage System in Yangon City | |
| Drawing Title | Lagunbyin Water Treatment Plant General Layout Plan | |
| Date | Scale | Drawing No. |
| July 2013 | A3; S=1:1,500 | W - 2 |

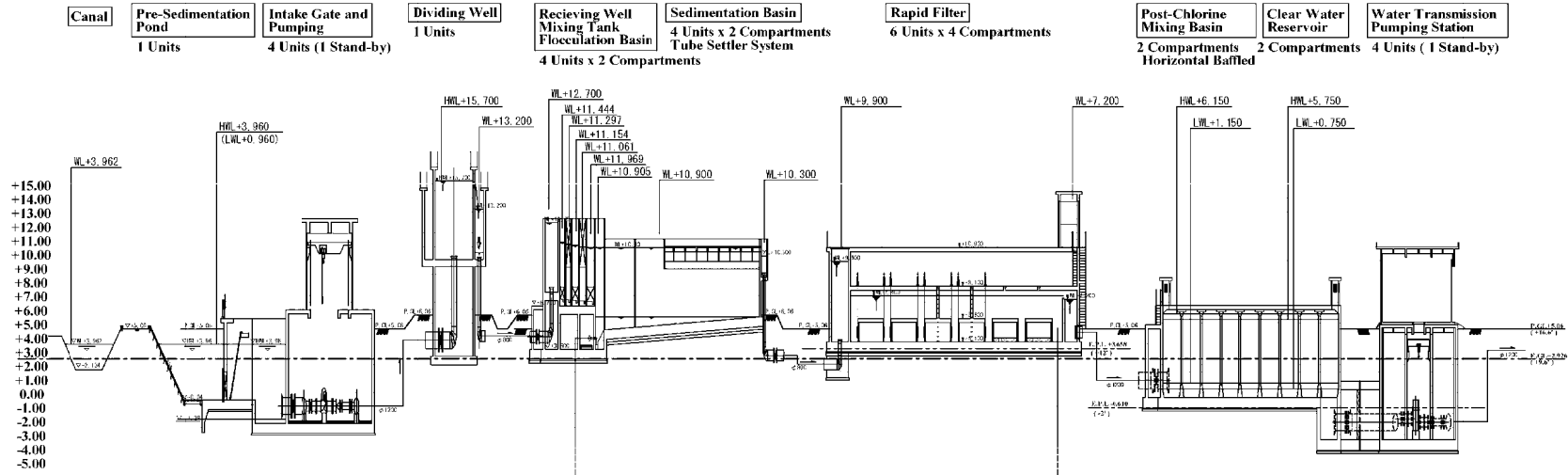
出典：TICA 調査団

図 2.6 取水施設および浄水施設の配置計画図（拡大図）

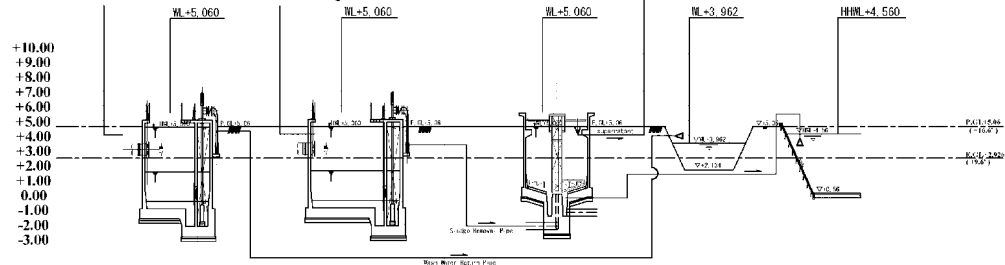
Lagunbyin WTP Water Level Chart

40MGD=181,800m³/day

[Clear Water Treatment System]



[Wastewater Treatment System]



- Wash Water Drainage Basin
2 Units
- Sludge Basin
4 Units
- Thickener
4 Units
- Canal Crossing
Pipe Bridge
- Lagoon
1 Unit

| | | |
|---------------|--|-------------|
| project | Project for the Improvement of Water Supply, Sewerage and Drainage System in Yangon City | |
| Drawing Title | Lagunbyin Water Treatment Plant Water Level Chart | |
| Date | Scale | Drawing No. |
| July 2013 | A3; S=NONE | W - 3 |

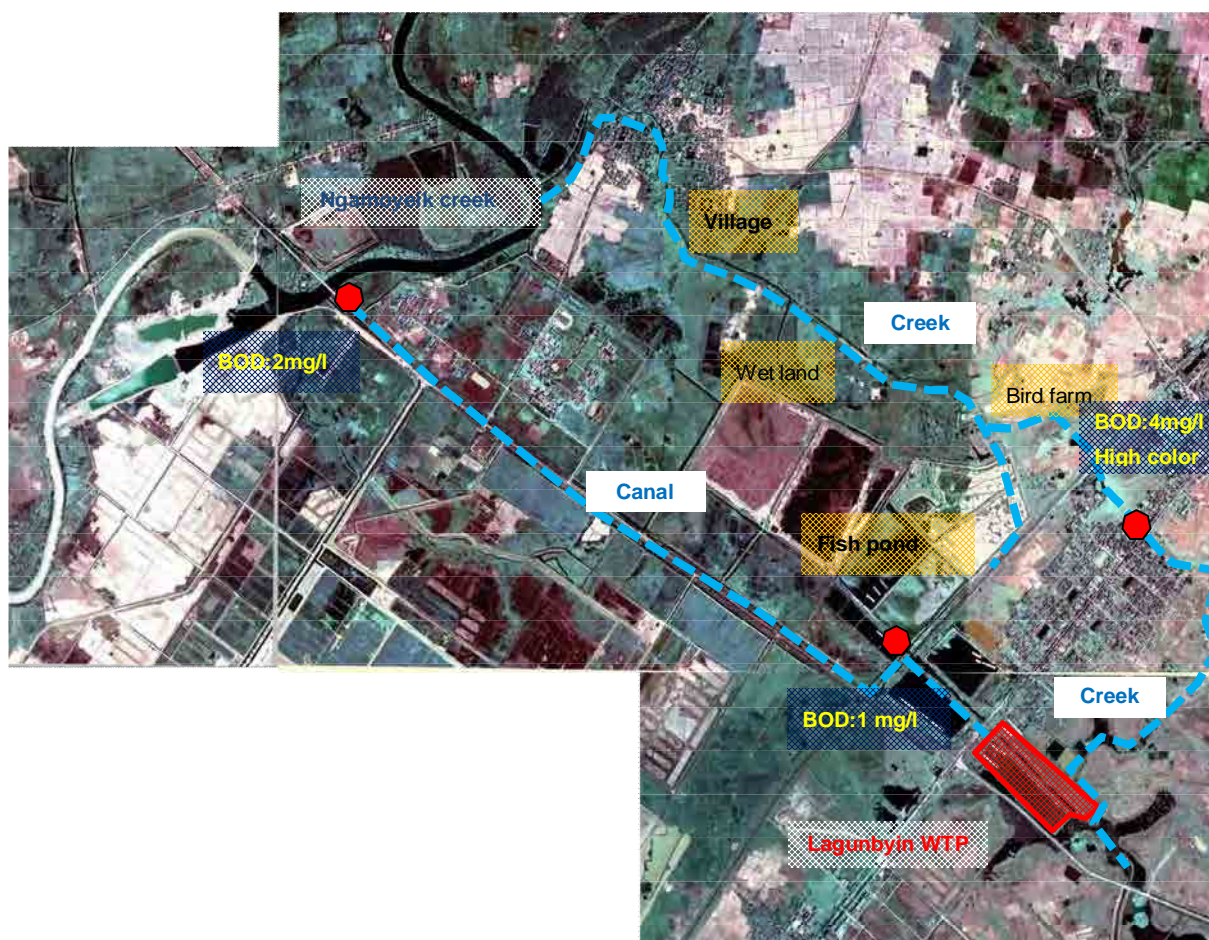
出典：JICA 調査団

図 2.7 水位高低図

2.3.2 導水施設

原水は、Ngamoyeik Creek から新設の Lagunbyin 浄水場に導水される。導水ルート候補としては、Ngamoyeik Creek の Sipingtan 水門上流から流出する小川 (Creek) あるいは灌漑水路 (Canal) である。これらの水路を改修し導水施設として整備することを YCDC が計画している。水質試験の結果から汚染が少なく、小川より汚染に晒される度合いが少ない灌漑水路を導水路として使用することを提案する。小川は、集落、湿地帯、鳥小屋、養殖池からの汚染に晒されている。

2013年10月現在、YCDC と灌漑省との協議の結果、小川 (Creek) を導水路として使用することが決定された。



出典：JICA 調査団

図 2.8 導水施設ルート

2.3.3 取水施設

(1) 計画対象の取水施設

表 2.12 対象施設

| 施設計画 | 備考 |
|-------|---------------------------|
| 計画水量 | 200,000 m ³ /日 |
| 沈砂池 | 1 池 |
| 取水管 | なし |
| 取水ポンプ | 4 台 |

出典：JICA 調査団

(2) 取水地点

Lagunbyin 貯水池系の取水地点については、農業灌漑省指定の農業用水路近傍の YCDC 用地を取水点に選定した。ただし、2013 年 2 月下旬の乾期の水路状況を見ると水深が浅く、果たして計画水量が支障なく取水できるかは疑問であった。代替案として以下の計 3 案を選定した。

- 第 1 案:水路の浚渫
- 第 2 案:水路への流入河川である Ngamoyeik 川からの導水管による取水
- 第 3 案:Ngamoyeik 川から直接取水及び近傍への浄水場の建設

調査団は下記の点から第 3 案が最適案であると提案した。

- 農業用水路の取水の流量的な安定性に疑念があること
- 水路は継続的に土砂が堆積するため、継続的に浚渫を行わなければならないこと
- 水路は集落を通過するため水質汚染の可能性があること
- 浄水場の候補地は旧 Fish Pond のため地盤が安定するまで時間を要すること

しかしながら、YCDC は旧 Fish Pond は自ら所有する敷地であること、2015 年までに未給水地区である Dagon Seikkan へ給水を確保しなければならないこと等から第 1 案を選択し、2013 年 4 月に土地造成を開始した。なお、水路の拡幅・浚渫等は農業灌漑省に有償で依頼するとのことである。従って、本 F/S では YCDC の提案した第 1 案にて検討する。

(3) 取水施設計画

取水施設は、年間を通じて計画取水量を確実に取水できるものとする。特に、次の点に留意する。

- 流木、雑草等の流下物が取水口を塞ぐこと
- 洪水時の転石、土砂の堆積が取水に支障となること
- 河床の洗掘による河川水位の低下が渇水時の取水に影響を及ぼすこと

本計画の取水地点は浄水場用地に隣接する農業用水路である。取水設備は、河川から水を引き込む取水ゲート、導水路、高濁度原水の低減用の沈砂池 (Pre-sedimentation Pond) 及び取水ポンプ等から構成される。

原水水質は雨季に高濁度になることから、浄水施設の沈殿・ろ過の施設サイズが大きくなり不

経済となるため、取水ポンプ設備の前段に沈砂池 (Pre-sedimentation Pond) を設け、濁度を低減させることで凝集剤の使用量を極力低減させる。沈砂池の容量は、雨季の原水の沈降試験の結果 (資料-A) より、滞留時間 12 時間程度の容量を確保する。高濁度原水の流入・沈降により定期的な底泥の浚渫が欠かせないものと想定されるため、バックホウ等の小型重機の配備も併せて計画する。

取水ポンプ井には、砂溜めを設けて排水ポンプにて溜り水を排水できるよう計画する。また、後段の取水ポンプの保護のため、沈砂池設備及び自動スクリーン設備を設置する。更に、オイル等の流入を防ぐためオイルフェンスを設置する。

【計画取水水位】

- HWL+3.962 m (YCDC の既存設計資料より)
- LWL+0.962 m

【施設諸元】

[沈砂池] 容量 12 時間分 (濁度低減を目的)、短絡流防止のため迂流壁設置

- 寸法： 幅 45m×長 880m×水深 4.0m×1 池 (堆砂深 1.0m を含む)
- 容量： 118,700m³ (堆砂深 1.0m を除く)
- 付帯設備： オイルフェンス、小型バックホウ

[取水ポンプ井]

- 寸法： (幅 2.0 m×長 7.0 m+幅 4.0 m×長 6.0 m)×水深 4.0 m×2 池
- 容量： 300m³ (有効容量)
- 付帯設備： 流入ゲート、スクリーン、排水ポンプ (サンドポンプ)、クレーン、水位計 (電極+圧力式の併用)

[取水ポンプ室]

- 寸法： 幅 21.0 m×長 26.0 m×高 16.0 m
- 付帯設備： 取水ポンプ

1) ゲートとスクリーン

取水施設では、ポンプ保護のため、砂等の沈殿物や浮遊草等の夾雑物を適切に除去する必要がある。維持管理用の角落し、流入ゲート、除塵設備 (スクリーン) 及び水位計等を設置する。以下に、主要な機械設備を示す。

表 2.13 ゲートとスクリーン設備

| 項目 | 仕様 | 数量 (F/S) |
|---------|----------------------------------|----------|
| 流入ゲート | 電動鋳鉄製ゲート 幅1.4m×高1.4m | 2 |
| 粗目スクリーン | バースクリーン 幅2.0m×高5.0m×目幅100mm | 2 |
| 細目スクリーン | 電動ネットスクリーン 幅2.0m×高5.0m×目幅10mm | 2 |

出典：JICA 調査団

2) 取水ポンプ設備

取水ポンプ設備は、1台予備を含む合計4台とする。以下に、ポンプ場の主要な機械設備を示す。

表 2.14 取水施設における取水ポンプ設備

| 項目 | 仕様 | 数量(F/S) |
|-------|--|--------------|
| 取水ポンプ | 横軸両吸込渦巻ポンプ 46.3m ³ /分×揚程約20m×350kW | 4 (内1台予備) |
| 吐出弁 | 電動蝶型弁 口径700mm×0.75kW | 4 (内1台予備) |

出典：JICA 調査団

a) ポンプの形式の選定

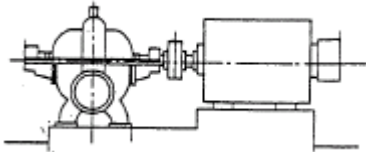
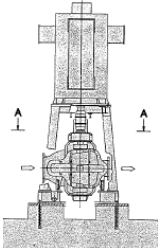
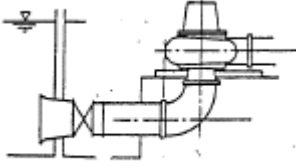
ポンプの型式について、ポンプ容量及び実績を考慮して以下が一般的である。

- 横軸両吸込渦巻ポンプ
- 立軸両吸込渦巻ポンプ
- 立軸渦巻斜流ポンプ

以下の理由により、横軸両吸込渦巻ポンプを推奨する。

- ポンプ及び電動機の維持管理性が良い。
- YCDCはこの型式の扱いに熟知している。
- 経済性に優れている。

表 2.15 取水ポンプ形式の比較

| | イメージ図 | 維持管理性 | 経済性 |
|------------|---|-------------------------------------|-----|
| 横軸両吸込渦巻ポンプ |  | メンテナンス性は非常に良い。 | 100 |
| 立軸両吸込渦巻ポンプ |  | 原動機を外さないと、ポンプの点検ができないため、維持管理は大変である。 | 110 |
| 立軸渦巻斜流ポンプ |  | 同上 | 111 |

出典：JICA 調査団

b) 取水ポンプの制御システム

取水ポンプは、基本的には浄水場の送水ポンプに合わせた24時間運転とし、浄水場の分水井の水位によって停止できるような計画とする。取水河川の水位は大きな変動はないので、回転数制御は不要とし、圧送流量と圧力を監視するシステムとする。

2.3.4 浄水施設

(1) 計画対象の浄水施設

表 2.16 浄水施設

| 施設 | 数量 |
|--------|------------------------------------|
| 計画水量 | 190,900 m ³ /日 (=40MGD) |
| 分水井 | 1 池 |
| 沈殿池 | 8 池 |
| ろ過池 | 24 池 |
| 浄水池 | 2 池 |
| 排水処理 | 1 式 |
| 薬品注入設備 | 1 式 |
| 受変電設備 | 1 式 |
| 管理施設 | 1 棟 |

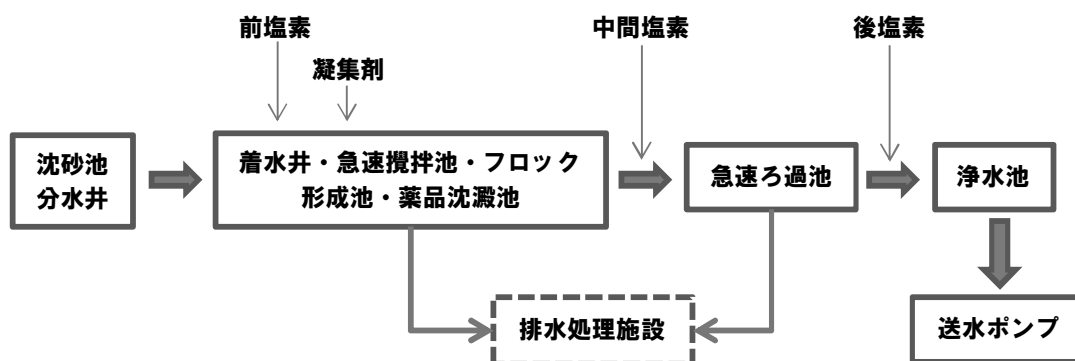
出典：JICA 調査団

(2) 浄水処理方式

浄水処理の対応技術は、濁度、藻類、微生物など不溶解性成分と異臭味、色度、有機物、消毒副生成物、無機物などの溶解成分とに分けられる。

水質試験結果から、農薬等は検出されておらず特別な処理を付加する必要は無いことから、表流水源の最も一般的な浄水処理プロセスである「凝集沈澱+急速ろ過」方式を採用する。同方式は特殊な設備はなく、YCDC は独自で建設・修繕が可能である。

凝集剤や pH 調整剤等の薬品注入に関しては、ジャーテスト等を行った上で決定する必要があるため、既存の Nyaunghnapin 浄水場と同様の方法（凝集剤として海外調達品の PAC を使用）を採用する。詳細設計では現地水質試験（ジャーテスト等）を行い、凝集剤の選定及び注入率の設定、pH 調整の必要性等の検討が必要である。



出典：JICA 調査団

図 2.9 浄水処理フロー

(3) 分水井

分水井は、取水ポンプから取水された原水を沈殿池へ均等な水質、水量に分配するための施設である。後段の沈殿池が4系列と系列数が多く、また、後段の浄水処理を自然流下で行うためには、十分な高さを要することから、構造的に有利で安価となる円筒形の分水井を採用し、越流堰にて各沈殿池へ均等に水量を分配する。また、分水井にて前塩素と凝集剤（PAC）を注入し、次段の着水井で急速混和を行う。

【設計条件】

- 滞留時間： 1.9分（日本の指針1.5分以上）

【設計諸元】

- 寸法： $\phi 9.0\text{m} \times 4.0\text{m}$ （RC製円形）
- 付帯設備： 越流管、排水管、次亜注入点、PAC注入点

(4) 着水井兼急速攪拌池

着水井は、沈殿池に設置し分水井から分配された原水を受けるために設ける。凝集剤の攪拌方式は、越流堰の堰落しを利用した跳水方式を採用する。

なお、堰落し後の混合を良好に行うためにブロック形成池への流入は上向流とする。

【設計条件】

- 滞留時間： 着水井 4.5分
混和池 5.2分（日本の指針1～5分以上）

水深は3.0m以上とし、堰落し高さは1.0m以上確保する。


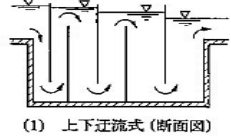
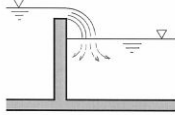
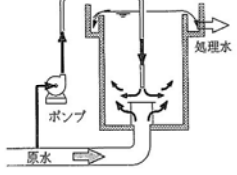
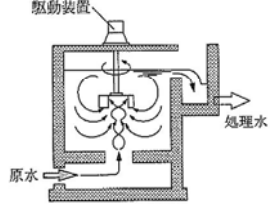
【設計諸元】

- 寸法： 着水井 $3.0\text{m} \times 5.0\text{m} \times 5.00\text{m}$
- 混和池 $3.0\text{m} \times 6.8\text{m} \times 4.25\text{m}$
- 攪拌方式： 跳水による水流攪拌
- 付帯設備： 越流管、排水管、攪拌用堰設備

【攪拌方式の選定理由（次表参照）】

- 建設コスト、ランニングコストが安価である。
- 機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易である。
- 落差を1.2mと大きくとれ、攪拌効果は十分期待できる。

表 2.17 急速攪拌池の攪拌方式の比較

| | 水流自体のエネルギーを利用する方式 | | | | | | ポンプ攪拌方式 | 機械攪拌方式 | | |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|------------------------|---|
| | 水平迂流式 | | 上下迂流式 | | 跳水方式 | | | | | |
| 構造 |  | |  | |  | |  |  | | |
| 攪拌効化 | 十分な攪拌効果を得るためには流速を早くする必要があります。 | ○ | 十分な攪拌効果を得るためには流速を早くする必要があります。 | ○ | 1m以上の落差が確保でき、攪拌効化は大きい | ◎ | 水の循環量を調整して攪拌効化を得る | ◎ | 攪拌機回転数を調整して効果を得る | ◎ |
| 原水流量変動 | 水量変動が大きいと攪拌強度が大きく変動する | △ | 水量変動が大きいと攪拌強度が大きく変動する | △ | 水量変動が大きいと攪拌強度が大きく変動する | △ | 水量が変動すると影響をやや受ける | ○ | 攪拌強度(G値)は一定であり、影響は受けない | ◎ |
| 維持管理性 | 機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易 | ◎ | 機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易 | ◎ | 機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易 | ◎ | 機械的作動部があるため、維持管理が煩雑 | △ | 機械的作動部があるため、維持管理が煩雑 | △ |
| 必要動力 | 0 | ◎ | 0 | ◎ | 0 | ◎ | 1.4 | △ | 1.0 | △ |
| 設置面積 | 迂流壁を設置する分だけ大きくなる 中 | ○ | 迂流壁を設置する分だけ大きくなる 中 | ○ | 小 | ◎ | ポンプ室が必要 大 | △ | 小 | ○ |
| 経済性※ | イニシャル：0.2 ランニング：0 | ◎ | イニシャル：0.2 ランニング：0 | ◎ | イニシャル：0.1 ランニング：0 | ◎ | イニシャル：1.6 ランニング：1.4 | △ | イニシャル：1.0 ランニング：1.0 | ○ |
| 実績 | 多い | ◎ | 多い | ◎ | 多い | ◎ | 少ない | △ | 多い | ◎ |
| 総合評価 | ○ | | ○ | | ◎ | | △ | | ○ | |

※ 日本の浄水場において比較的多く採用されている機械攪拌式を基準である1.0として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

出典：JICA調査団

(5) フロック形成池および沈殿池

1) フロック形成池

フロック形成池は、混和池で生成された微小フロックを穏やかに攪拌し大きく成長させ、後段の沈殿池で効率的に沈降分離させる目的で設置する。一般的な攪拌方法としては、次表に示すとおり、機械式攪拌と水流自体のエネルギーによる攪拌に大別される。以下の理由から、上下水平迂流式を採用する。フロック形成池への流入は上向流にて流入させる。

【設計条件】

- 滞留時間： 25分（日本の指針20～40分以上）

【設計諸元】

- 寸法： 平均1.5m×63.5m×4.3m
- 攪拌方式： 上下水平迂流式
- 付帯設備： 上下迂流堰設備

【選定理由（次表参照）】

- イニシャルコストが安価である。
- 水位差を確保することにより、機械式と比較してランニングコストが不要である。

2) 沈殿池

沈殿池は、フロック形成池で生成されたフロックを沈降分離する目的で設置される。沈殿池の一般的な沈殿方式としては、高速凝集沈殿池、横流式沈殿池、水平流式斜板沈殿池、上向流式傾斜管沈殿池に大別される。

YCDCは、既に4池の基礎杭を建設しており、池数が4～8池構成となる。また、浄水場の敷地面積は、沈砂池の容量確保、浄水施設および排水処理施設の施設配置から十分に広いとは言えない。従って、高速凝集沈殿池、横流式沈殿池は除外される。水平流式斜板沈殿池は、原水濁度が高い時、泥フロックの堆積による傾斜板の清掃時の落下等の恐れがあり、維持管理に注意を払わなければならない。従って、傾斜管沈殿池を採用し、沈殿池に求められる面積を小さくする。

【設計条件】

- 滞留時間： 2時間（日本の指針1時間以上）
- 平均流速： 0.3m/分
- 平均上昇流速： 80mm/分以下
- 表面負荷率： 7～14mm/分以下

【設計諸元】

- 寸法： 12.5m×38.6m×4.2m（傾斜管：12.5m×22.5m×0.57m）
- 沈殿池： 横流式＋傾斜管、流入側整流壁1段＋中間整流壁1段
- 排泥弁： 自動偏心弁＋タイマー式制御盤
- 付帯設備： 傾斜管設備、阻流設備、排泥設備（弁・管）、集水トラフ

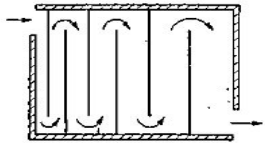
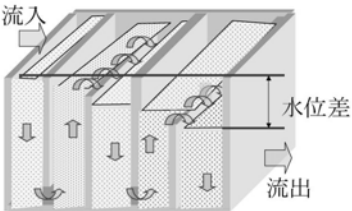
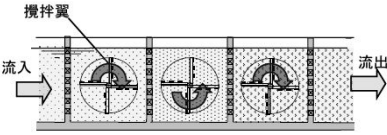
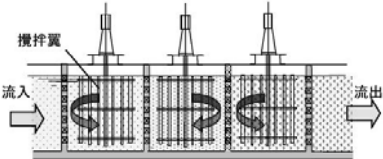
【沈殿方式の採用理由（次表参照）】

- 横流式沈澱池に比べて設置面積が小さい。
- 近隣国での採用実績が比較的多い。
- 原水水質変動に対して強く、安定した処理が可能。

3) 中間塩素

中間塩素は、鉄・マンガン等の除去及びトリハロメタン対策として、原水の水質状況に応じて中間塩素の注入を行う。塩素注入点は沈殿水渠とし、接触時間は、ろ過池砂上水深を含めて 20 分程度確保する。


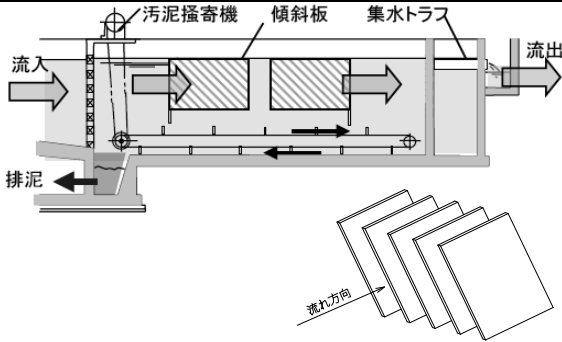
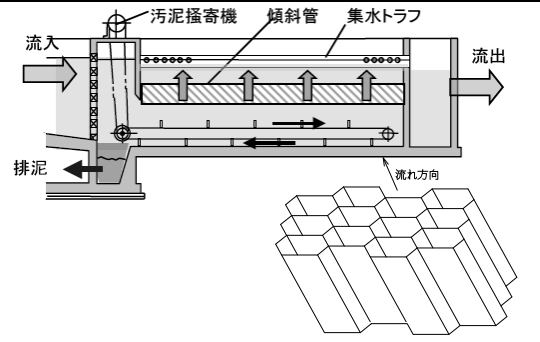
表 2.18 フロック形成池の攪拌方式の比較

| | 水流自体のエネルギーを利用する方式 | | 機械攪拌方式 | | | | |
|--------|--|--|---|---|--------|--|--|
| | 水平迂流式 | 上下迂流式 | 横軸パドル式 | | 縦軸パドル式 | | |
| 構造 |  (2) 水平迂流式 (平面図) |  |  |  | | | |
| 攪拌効果 | 十分な攪拌効果を得るには、水位差 0.5m 以上が必要。 (確保可能) ○ | 十分な攪拌効果を得るには、水位差 0.5m 以上が必要。 (確保可能) ○ | 1 段目、2 段目と回転数を変えることで理想的な攪拌・フロック形成が行える。 ◎ | 1 段目、2 段目と回転数を変えることで理想的な攪拌・フロック形成が行える。 ◎ | | | |
| 原水流量変動 | 水量変動が大きいと攪拌強度が大きく変動する △ | 水量変動が大きいと攪拌強度が大きく変動する。(同面積の水平迂流に比べて攪拌強度は高い。) ○ | 攪拌強度(G 値)は一定であり、影響は受けない ◎ | 攪拌強度(G 値)は一定であり、影響は受けない ◎ | | | |
| 維持管理性 | 機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易 ◎ | 機械的作動部がないため、故障が無く維持管理が容易 ◎ | 機械的作動部があるため、維持管理が煩雑。駆動部が水没しており、耐久性やや劣る。 △ | 機械的作動部があるため、維持管理が煩雑。駆動部が水上にあるため、耐久性はよい。 ○ | | | |
| 必要動力 | 0 ◎ | 0 ◎ | 1.0 △ | 1.0 △ | | | |
| 設置面積 | 中 △ | 小 ◎ | 小 ◎ | 小 ◎ | | | |
| 経済性※ | イニシャル：0.2 ランニング：0 ◎ | イニシャル：0.2 ランニング：0 ◎ | イニシャル：1.0 ランニング：1.0 △ | イニシャル：0.6 ランニング：1.0 △ | | | |
| 総合評価 | ○ | ◎ | △ | ○ | | | |

※ 経済性については、日本の浄水場において比較的多く採用されている横軸パドル式を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

出典：JICA 調査団

表 2.19 沈殿方式の比較

| | 横流式沈殿池 | | 沈降促進装置付沈殿池 | | | |
|--------|---|---|--|---|---|---|
| | | | 水平流傾斜板式 | | 上向流傾斜管式 | |
| 構造 |  | |  | |  | |
| 滞留時間 | 3~5 時間 | | 約 1 時間 | | 約 1 時間 | |
| 表面負荷 | 15~30mm/分 | | 4~9mm/分 | | 7~14mm/分 | |
| 流速 | 0.4 m/分以下 | | 0.6 m/分以下 | | 0.08 m/分 (上昇流速) 以下 | |
| 池水深 | 3~4m | | 4~5m | | 4~5m | |
| 設置面積 | 100 | △ | 30~40 | ◎ | 50~70 | ○ |
| 上澄水濁度 | 中間整流壁を設けるが、偏流、密度流の影響を受けやすく、上澄水濁度が高くなることもある | △ | 沈降促進装置による整流効化があり、上澄水濁度は低くできる | ◎ | 沈降促進装置による整流効化があり、上澄水濁度は低くできる | ◎ |
| 変動への対応 | 原水濁度変化に対する緩衝性小 原水水温変化の影響を強く受ける 処理水量変動には強い | △ | 原水濁度変化に対する緩衝性大 原水水温変化の影響は小 処理水量変動には強い | ◎ | 原水濁度変化に対する緩衝性大 原水水温変化の影響は小 処理水量変動には強い | ◎ |
| 維持管理 | 密度流、偏流の影響を受けやすく、上澄水濁度の監視が必要。支障物が無く、清掃等は容易。 | ○ | 傾斜板の間、表面に汚泥フロックが堆積する事があり、定期的な清掃が必要。清掃には装置の取り外し等の手間を要する。 | △ | 粘着性の汚泥フロックなどが傾斜管に架橋することがあり、定期的な清掃が必要。ただし、清掃は比較的容易。 | ○ |
| 経済性※ | イニシャル：1.0 ランニング：0 | ◎ | イニシャル：3.0 ランニング：0 | △ | イニシャル：2.0 ランニング：0 | ○ |
| 実績 | 多い | ◎ | 少ない (日本での実績は多い)。 | △ | 比較的多い (日本での実績は少ない)。 | ○ |
| 総合評価 | △ | | ○ | | ◎ | |

※ 経済性については、沈降装置がない横流式沈殿池を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して指数で表示した。

出典：JICA 調査団

(6) ろ過池

急速ろ過池は、沈澱池で除去されなかった微フロックを、砂層等のろ材で捕捉する。浄水場は、既設の Nyaunghnapin 浄水場と同様の処理プロセスである「凝集＋沈殿＋急速ろ過」である。Nyaunghnapin のろ過池ではアンスラサイトと砂の2層ろ過が採用されているが、粒径が小さいこと、逆洗強度が強いことから、ろ材が流出してろ層が薄くなる等の問題が発生しているものの、本 F/S で問題点を見直すことにより、Nyaunghnapin 浄水場と同様の二層ろ過（アンスラサイト＋硅砂）を採用する。ただし、ろ過速度については逆洗時の濁度上昇やろ過継続時間を考慮して単層ろ過程度の150m/日程度とすることを推奨する。

洗浄方式は、二層ろ過であることから、逆流洗浄＋空気洗浄方式を採用する。逆洗時の維持管理は、Nyaunghnapin 浄水場では、逆洗時のバルブ開閉作業を人力で行っている。しかし、バルブ数が多いこと（6池×4系列＝計24池）から、多大な労力を要しており弁の電動化が要望されている。従って、電動弁を採用する。

また、温度上昇による密度流対策、藻類対策、施設・設備保護のために屋根を設置する。

【設計条件】

- ろ過速度： 150m/日程度
- 従来型急速ろ過

【設計諸元】

- 寸法： 5.5m×12.0m×6池×4系列
- ろ材（二層ろ過）： アンスラサイト 層厚 20 cm
硅砂 層厚 50 cm 均等係数 1.7 mm以下
- 洗浄方式： 逆流洗浄＋空気洗浄方式
- 付帯設備： 逆洗ポンプ、空洗設備（コンプレッサー）、下部集水装置（有孔ブロック）、排水トラフ、排水管、流入・流出弁（電動弁）

(7) 浄水池

浄水池はろ過水量と送配水量を調整する機能を持つ。前段で後次亜を注入し、浄水池流入部に後塩素混和池を設ける。混和時間は、20分程度を見込むものとし、浄水池の滞留時間には含めないものとする。混和方式については、水平う流方式とし、注入点は1池あたり1箇所設置する。

浄水池は、池の清掃を行えるように2池構成として計画する。

【設計条件】

- 滞留時間： 後塩素混和池 20分（日本の指針1～分以上）
浄水池 1.2時間（日本の指針1時間以上）
- 混和方式： 水平迂流式

【設計諸元】

- 寸法： 後塩素混和池 4.7m×56.0m×5.0m
浄水池 18.8m×46.6m×5.0m 4,380m³×2池
- 付帯設備： 塩素注入点、水位計、越流設備、排水設備（管・弁）、ベンチレータ

(8) 流量及び水質監視

浄水システムの効率的な運用には、流量及び水質の常時監視が有効である。最低限必要と考えられるものとして、下記のポイントに流量計及び水質計器を導入し、浄水システムの運用に反映するものとする。

また、上記の他、魚類監視水槽を設置し、沈砂池への毒物等混入を常時監視する。

表 2.20 流量・水質監視項目及び計測点

| | 測定箇所 | 監視項目と制御内容 |
|-------|---------------------------------|--|
| 原水 | (水質) 取水口もしくは分水井 (流量) 分水井～着水井 | <ul style="list-style-type: none"> ・濁度：PAC 注入量制御 ・pH：PAC 注入量制御 ・原水流量：前塩素、中間塩素制御 |
| 沈澱処理水 | 沈殿水渠 | <ul style="list-style-type: none"> ・濁度 ・pH ・残留塩素 |
| ろ過水 | (水質) ろ過池流出渠 (流量) ろ過池～浄水池 | <ul style="list-style-type: none"> ・濁度 ・pH ・ろ過流量：後塩素制御 |
| 浄水 | 送水ポンプ後 | <ul style="list-style-type: none"> ・濁度 ・pH ・残留塩素：送水先の残塩制御 ・送水流量：送水量把握 |

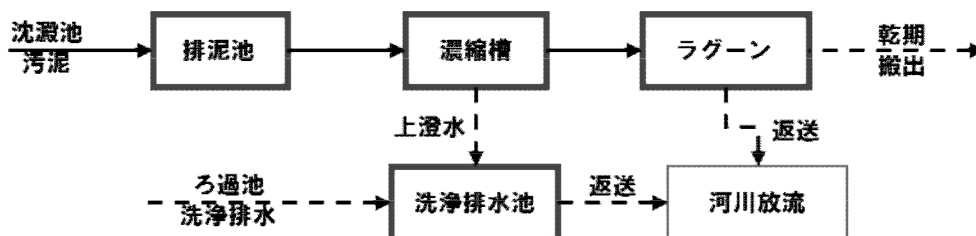
出典：JICA 調査団

(9) 排水処理

排水処理方式は、原水の水質、排水の量と質、スラッジの性状、発生ケーキの処分方法、維持管理の難易、用地面積、建設費などを勘案して決定される。

排水処理施設は、一般的には、排水池、排泥池、濃縮槽等から構成され、その後段に、ラグーン、天日乾燥、機械脱水等の脱水設備が付加される。

Lagunbyin 浄水場建設用地と隣接する Fish Pond は敷地面積が広く、ラグーンとしての利用が可能である。従って、脱水方式は、ラグーンを採用する。濃縮槽からの排泥は全てラグーンに移送し、汚泥を沈降させ、上澄水を灌漑用水に返送する。また、乾期にラグーンを空にして沈降汚泥を排出する。



出典：JICA 調査団

図 2.10 排水処理フロー

1) 洗浄排水池（ろ過池逆洗排水用）

洗浄排水池は、ろ過池の洗浄排水を一時的に貯留する目的で設置する。池数は清掃等の維持管理を考慮し2池構成とする。容量は2池で1日分の洗浄排水を受け入れ可能な容量とする。また、洗浄排水池と一体で返送ポンプ井を設置する。

- 洗浄排水池： 2池、RC製
- 汚泥引抜ポンプ： 常用2台+予備1台

2) 排泥池（沈殿排水用）

排泥池は、沈殿池から排出される浄水汚泥と洗浄排水池の汚泥を濃縮槽へ送る前段において、水量、水質を調整する目的で設置する。容量は、雨期の平均濁度の沈殿池排水量の1日分を受け入れ可能な容量とする。

- 排泥池： 4池、RC製
- 汚泥引抜ポンプ： 常用2台+予備1台

3) 濃縮槽

濃縮槽は、排泥池へ貯留された汚泥を濃縮し、後段のラグーンへの送水量を低減させる目的で設置する。濃縮方式には、重力濃縮、浮上濃縮、ろ過濃縮に分けられるが、最も一般的な重力濃縮を採用する。濃縮槽は、回転式中央掻き寄せ方式を採用し、スラッジ掻き寄せ機を設ける。

- 濃縮槽： 4池、円形RC製
- 汚泥引抜ポンプ： 常用2台+予備1台

4) ラグーン

ラグーンは、濃縮槽で濃縮された浄水スラッジを系外へ搬出するために、雨期の間、沈殿汚泥を貯留し沈降させるための施設である。乾期には天日にて汚泥を乾燥させる。ラグーンからの上澄水は排泥ポンプにより灌漑用水路へ放流する。

乾期には、ラグーン内を乾燥状態にして汚泥を搬出する。そのための重機の進入路を設置する。汚泥は、土地造成等の盛土材や処分場の覆土等に活用する。

(10) 薬品注入設備

1) PAC注入設備

浄水場の凝集過程に使用される凝集剤は、一般的に硫酸バンドやポリ塩化アルミニウム（PAC）がある。ポリ塩化アルミニウムは、硫酸バンドと比較すると凝集適用範囲が広く、水質変動に対して扱いやすい。また、YCDCは、液体PACを既存浄水場にて使用している。従って既設と同方式とし、貯留タンク及び注入ポンプを設置する。

2) PAC 注入率

既存の Nyaungnapin 浄水場には水質試験室等の施設がなくジャーテスト機器も保有されていない。PAC の注入率の決定方法は、水質担当者がマニュアルにより毎日ジャーテストを行い、最適注入率を決めている。その注入率をヒアリングした結果は次の通りである。

乾期：60-70NTU の範囲で一定： PAC 注入率は 60~70mg/L

雨期：100-500NTU の範囲で変動、平均は 200-250NTU： PAC 注入率は 80~100mg/L

本計画では、沈砂池の滞留時間で濁度の低減を図るものとしている。調査団が雨期 6 月末に実施した沈降実験では、濁度約 200 度 (250NTU) の原水は、静置 12 時間後で 60 度 (75NTU) と約 1/3 に低減することが確認されている。従って、Nyaungnapin WTP の事例を参考に注入率を下表のように設定する。

表 2.21 凝集剤の注入率の設定

| 季節 | 12 時間経過濁度 | 項目 | 注入率 |
|----|-----------|--------|---------|
| 乾期 | 40NTU | 日平均/最大 | 40mg/L |
| 雨期 | 75NTU | 日平均 | 60mg/L |
| | 250NTU | 日最大 | 100mg/L |

注：注入率は詳細設計時に水質試験にて再確認が必要

出典：JICA 調査団

3) 凝集剤注入設備

凝集剤注入設備の注入率は次の数値で計画する。

凝集剤：液体 PAC、注入量 40~100mg/L

(11) 消毒設備

水道水質の安全性の面から、浄水場に塩素消毒設備を設ける。薬剤は、次表から液体次亜塩素酸ナトリウムを採用する。液体次亜塩素酸ナトリウムは比較的高価ではあるものの、注入設備が簡単で、ヤンゴン市内で輸入品の入手が可能である。また、既存の下水処理場においても利用されていることから YCDC は扱いに慣れている。塩素の注入点とその目的は以下の通りである。

〔前塩素〕：藻類の繁殖を抑制することを目的として最低限の注入率とする。

〔中間塩素〕：取水運河の生活排水及びし尿排水による汚染時は、前塩素の代替として使用する。

〔後塩素〕：配水での残留塩素濃度の低減を考慮して設定する。残留塩素の計算によれば 30Km 先での残存率は 70%と推定される。

表 2.22 塩素の注入率の設定

| 項目 | 注入率 (mg/L) | | | 備考 |
|-------|------------|-----|-----|----|
| | 最大 | 平均 | 最小 | |
| 前塩素 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | |
| 中間塩素 | 1.0 | 0.5 | 0.3 | |
| 後塩素処理 | 5.0 | 3.0 | 1.0 | |

注：注入率は詳細設計時に水質試験にて再確認が必要

出典：JICA 調査団

表 2.23 塩素剤の比較

| | 液化塩素 | 市販次亜塩素酸ナトリウム | 生成次亜塩素酸ナトリウム |
|----------------|---|--|--|
| 性状 | 塩素ガスを液化しポンベに充填 | 液体 | 食塩から電気分解により製造、液体 |
| 有効塩素濃度 | 99.4%以上 | 12.0%程度 | 無隔膜法:1%程度 隔膜法:5%程度 |
| 品質 | 安定している。 | アルカリ性が強い。 有効塩素濃度が高いほど不安定で、食塩濃度が高いほど分解されやすい。 | 弱アルカリ。 市販次亜塩素酸ナトリウムに比べて安定している。 |
| 貯蔵 | 日本では、「一般高圧ガス保安法」、「特定化学物質等生涯予防規則」の適用を受ける。 | 12%次亜塩素酸ナトリウムの場合、濃度低下に留意。次亜塩素酸ナトリウムとして長期保管は不可。 | 原料塩として長期保存できる。 |
| 注入設備 | 複雑 | 簡単 | やや複雑 |
| 留意点 | 刺激臭のガス、毒性が強く取扱いは十分注意を要する。 | <ul style="list-style-type: none"> 次亜塩素酸ナトリウムの分解により気泡が発生する。 ポンプ、配管内にエアロックができないように考慮する。 | <ul style="list-style-type: none"> 気泡による障害、スケーの発生が少ない。 生成時に水素を発生するので、希釈ファンにより安全濃度まで希釈し屋外に放出。 |
| 漏洩時の対策、除外設備その他 | <ul style="list-style-type: none"> 塩素ガス漏洩の場合、重大な事故に繋がる。 小規模ではガス漏洩検知器、中和及び吸収剤の常備が必要。さらに大規模の場合中和反応等の除外設備を設ける。 | <ul style="list-style-type: none"> 貯槽の防液堤が必要。 次亜塩素酸ナトリウムがPACと混合しないようにする(廃液も含めて)(次亜塩素酸ナトリウムとPACの混合で塩素ガスが発生する)。漏洩時、pHが高いため危険性が大きい。 | <ul style="list-style-type: none"> 貯槽の防液堤が必要。 水素の除去を十分に行わないと引火・爆発の危険性がある。 |
| 維持管理 | 塩素注入機、気化器、除外設備などのメンテナンスが必要。 | 注入設備のメンテナンスが必要。 | 電解槽注入設備のメンテナンスが必要。 |
| 総合評価 | ○ | ◎ | △ |

出典：浄水技術ガイドライン 2010(発行(財)水道技術研究センター)より抜粋

(12) 機械設備設計

1) 水量条件

機械設備の設計は、経済性及び維持管理性を考慮したものとし、また、既設のポンプ場、浄水場の実態や課題を踏まえたものとする。機械設備の設計条件を下表に示す。

表 2.24 機械設備の設計諸元

| 施設名 | 設計条件 |
|-----------------|--|
| 1) 着水井/ フロック形成池 | 190,900 m ³ /日 |
| 2) 沈殿池 | 設計最大濁度 250 NTU |
| 3) ろ過池 | 設計平均濁度 75 NTU |
| 4) 浄水池/送水ポンプ施設 | 181,800 m ³ /日 (40MGD) |
| 5) 逆洗水槽、排泥槽 | 190,900 m ³ /日 |
| 6) 凝集剤設備 | 190,900 m ³ /日 |
| | PAC 平均注入率 40 mg/l 最大注入率 100 mg/l |
| 7) 塩素設備 | 190,900 m ³ /日 |

| 施設名 | 設計条件 | |
|-----------|---------------------------|--------------|
| | 前/中塩素 | 平均注入率 1 mg/l |
| | 181,800 m ³ /日 | |
| | 後塩素 | 平均注入率 3 mg/l |
| 8) 汚泥処理設備 | 190,900 m ³ /日 | |
| | 流入汚泥濃度 | 平均 0.5 % |
| | 濃縮汚泥濃度 | 平均 3.0 % |

出典：JICA 調査団

2) 着水井、急速攪拌槽、緩速攪拌池

凝集剤の急速攪拌のため、最も経済的で既設浄水場でも実績のある水理的攪拌方法を選定する。また、急速攪拌池も同様に水理的攪拌方法とし、維持管理のため8系列に分け、各池流入部にゲートを設置する。

表 2.25 着水井及び攪拌槽の機械設備

| 項目 | 仕様 | 数量 |
|-------|-------------------------|----|
| 流入ゲート | 手動鋳鉄製ゲート 幅0.6m×高0.6m | 8 |

出典：JICA 調査団

3) 沈殿池

既設浄水場の汚泥引扱は、最小限の数の手動弁にて人力にて引き抜かれており、沈殿池と排泥先の水理的余裕の欠如及び、操作ハンドルが適正位置になく、引き抜きも良好でないという問題を抱えている。

そのため、沈殿池設備には、沈殿汚泥を自動的に引き抜けるよう、タイマー制御による電動弁を設置し、開閉台も管理床レベルに設置する考えとする。汚泥掻寄機は既設同様に設置しない考えとし、定期的に1池毎に人力による清掃作業で対応することにする。その際、汚泥引扱弁を使用し、排水できるよう留意する。汚泥引扱弁は、閉塞に強い偏心構造弁を推奨する。

表 2.26 沈殿池の機械設備

| 項目 | 仕様 | 数量 |
|-------|--------------------------|----|
| 汚泥引扱弁 | 電動偏心構造弁 直径150mm×0.4kW | 32 |

出典：JICA 調査団

4) ろ過池

既設浄水場のろ過池は、すべて手動弁による人力にて洗浄操作を行っており、さらに、逆洗ポンプの水量と圧力の調整が出来ない構造となっており、砂の流出等もみられ、良好でない。現場からも要望がでてきているように、すべて電動化し、タイマーと水位計の組合せにより、自動洗浄できるシステムとする。また、既設同様に、表洗と逆洗の組合せとする。

表 2.27 ろ過池の機械設備

| 項目 | 仕様 | 数量 |
|-------|-----------------------------------|----|
| 流入ゲート | 電動鋳鉄製ゲート 幅1,650mm×高350mm×2.2kW | 24 |
| 流出ゲート | 電動鋳鉄製ゲート 幅600mm×高600mm×1.5kW | 24 |
| 表洗弁 | 電動蝶型弁 直径400mm×0.2kW | 24 |
| 逆洗弁 | 電動蝶型弁 直径600mm×0.75kW | 24 |

出典：JICA 調査団

5) 送水ポンプ設備

送水ポンプは、浄水場の浄水池と隣り合ったポンプハウスに設置される。送り出しの圧力は管路の耐圧が1.0MPaであることからポンプの揚程は、この値より低い90mにセットすべきである。モータの出力は、YCDC 職員が修理経験を持っているサイズとし、800kw を上限としてポンプの能力と台数が設定される。なお、ポンプの台数は取水ポンプとシンクロするように同じ台数で計画する。

(ポンプ設計コンセプト)

- 最大ポンプ揚程：90 m (送水管の耐圧 1.0 MPa を考慮)
- 最大モータ出力：800kw (YCDC が修理可能)
- 水撃対策：サージタンク/フライホイール/逆止弁

送水ポンプ設備は、1台予備を含む合計4台からなり、浄水は、直径1,200mmの約13,400mの配管で、F/S対象であるプロジェクト水量の181,900m³/日を配水区7配水池と、配水区8の配水池まで圧送するものである。送水ポンプの運転は、各配水池の水位計による制御により、運転、停止するものとし、取水ポンプ同様に回転数制御は不要とし圧送流量と圧力を監視するシステムとする。圧送距離が長く、平坦な地形であるため、水撃対策としてサージタンクをポンプ場の吐出管の近傍に設置する考えとし、詳細設計時に留意する。

以下に、ポンプ場の主要な機械設備を示す。

表 2.28 送水ポンプ設備

| 項目 | 仕様 | 数量 |
|-------|--|--------------|
| 送水ポンプ | 横軸両吸込渦巻ポンプ 42.1 m ³ /分×揚程約40m×570 kW | 4 (内1台予備) |

出典：JICA 調査団

6) 凝集剤及び塩素設備

a) 凝集剤設備

凝集剤設備は、薬品タンクと注入ポンプから構成され、注入点は水理的急速攪拌の前の着水井部とする。予備1台を含む合計3台のポンプとし、乾期の平均濁度時には1台運転、雨期には2

台運転とする。ポンプの形式としては、既設同様で、複雑ではなく経済的なダイヤフラムポンプとする。貯留タンクは、貯留日数を考慮し、乾期に2日以上貯留、雨期に1日以上貯留可能な容量とし、全5基とする。

表 2.29 凝集剤設備

| 項目 | 仕様 | 数量 |
|-----------|------------------------------|--------------|
| PAC 貯留タンク | 円筒タンク 25 m ³ | 5 |
| PAC 注入ポンプ | ダイヤフラム型 16 - 50 L/分×1.5kW | 3 (内1台予備) |

出典：JICA 調査団

b) 塩素設備

塩素設備は、薬品タンクと注入ポンプから構成され、注入点は前塩素として水理的急速攪拌の前の着水井部、もしくは中塩素としてろ過池への流入堰部、及び後塩素として浄水池の流入堰部とする。設備構成は、予備2台を含む合計6台のポンプとし、乾期の平均濁度時には1台運転、雨期には2台運転とする。ポンプの形式としては、凝集剤設備同様のダイヤフラムポンプとする。貯留タンクは、貯留日数を考慮し、平均的に10日以上貯留可能な容量とし、全3基とする。

表 2.30 塩素設備

| 項目 | 仕様 | 数量 |
|------------|------------------------------------|--------------|
| 塩素貯留タンク | 円筒タンク 25 m ³ | 3 |
| 前/中塩素注入ポンプ | ダイヤフラム型 0.6 - 1.8 L/ min×0.2 kW | 3 (内1台予備) |
| 後塩素注入ポンプ | ダイヤフラム型 1.9 - 5.7 L/ min×0.4 kW | 3 (内1台予備) |

出典：JICA 調査団

7) 汚泥処理設備

a) 洗浄排水設備

各ろ過池の洗浄排水は、自然流下で洗浄排水池に流入させる。それらの洗浄水は、予備の1台を含む合計3台の洗浄排水ポンプで沈砂池へ排水する。

表 2.31 洗浄排水池の機械設備

| 項目 | 仕様 | 数量 |
|---------|--------------------------------------|--------------|
| 洗浄排水ポンプ | 無閉塞陸上型 6.6m ³ /分×22 kW | 3 (内1台予備) |

出典：JICA 調査団

b) 汚泥貯留設備

沈殿池に堆積した汚泥は、電動弁の切替えにより、自然流下にて汚泥受け入れ槽に順次流入する。汚泥は、汚泥移送ポンプにて日中の間に、濃縮槽まで圧送される。移送ポンプは予備1台を含む全3台で、乾期は1台運転、雨期は2台運転とする。

表 2.32 汚泥処理設備

| 項目 | 仕様 | 数量 |
|---------|--------------------------------------|--------------|
| 汚泥移送ポンプ | 無閉塞陸上型 6.6m ³ /分×22 kW | 3 (内1台予備) |

出典：JICA 調査団

c) 汚泥濃縮設備

汚泥濃縮機は重力濃縮機とし、全4基の設計とし、乾期は1基運転、雨期は3基運転とする。設計投入汚泥濃度は0.5%程度とし、これを重力濃縮により3%程度まで濃縮し汚泥量を減じ、濃縮汚泥ポンプにて汚泥乾燥床まで圧送する。移送ポンプは予備1台を含む全3台で、乾期は1台運転、雨期は2台運転とする。

表 2.33 汚泥処理設備

| 項目 | 仕様 | 数量 |
|-----------|---------------------------------------|--------------|
| 汚泥濃縮機 | 重力濃縮機 直径30m×2.2 kW | 4 |
| 濃縮汚泥移送ポンプ | 無閉塞陸上型 1.4 m ³ /分×11 kW | 3 (内1台予備) |

出典：JICA 調査団

(13) 電気設備設計

1) 概要

電気設備の設計は、機械設備設計に基づく電気負荷を安全かつ機能的・継続的に運転できるものとし、経済性及び維持管理性を考慮したものとする。また、既設のポンプ場、浄水場の実態や課題を踏まえたものとする。電気設備の設計条件を下表に示す。

表 2.34 電気設備に関する設計諸元

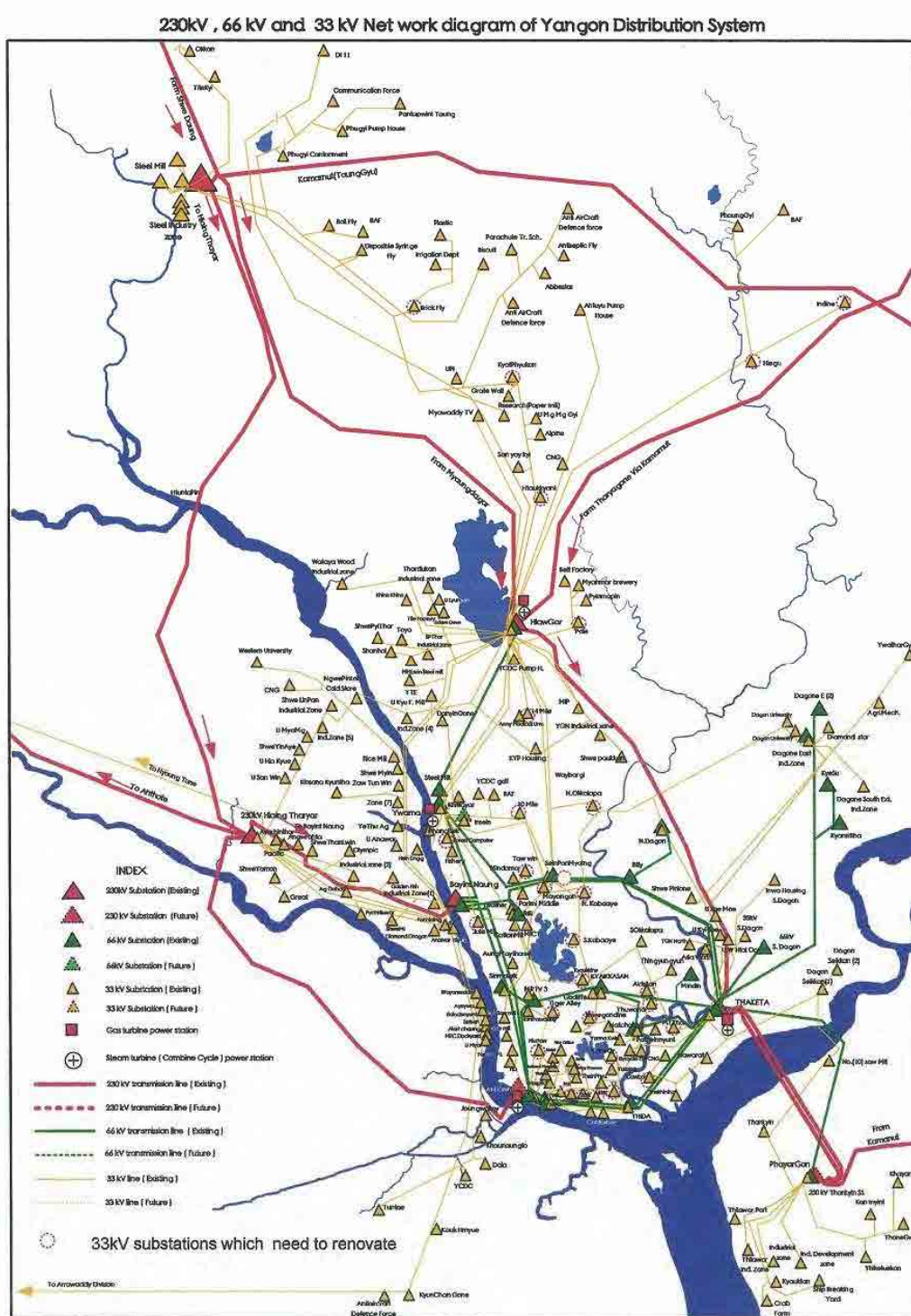
| 施設名 | 設計条件 | |
|------------|-------------|----------------|
| 取水設備および浄水場 | 1) 受電電圧 | 33 kV、50Hz、一回線 |
| | 2) 受電変圧器容量 | 5,000 kVA |
| | 3) 電気負荷設備容量 | 5,300 kW |
| | 4) 電気負荷運転容量 | 3,900 kW |

出典：JICA 調査団

2) 電気供給事情

当地域はYESB (Yangon Electrical Service Board ヤンゴン市電力局) が送配電を管理しており、230kV の主幹線、66kV および 33kV の準幹線により送電されている。YESB のネットワーク図を下図に示す。市内の三相配電電圧は 6.6kV および 400V であるが計画もしくは随時の停電が行われている。市内の産業施設（工場）では地域によって日中の作業時間中の供电が確保されているところもあれば、数か月単位で供电停止し受電断路器を継続的に開放しているところもある。当施設の受電容量は 1 MVA 以上 10 MVA 未満に対応しており YESB の規定により受電電圧は準幹線の 33kV となる。また、YESB は YCDC の設備など公共施設専用 33kV 架空送電線（24 時間送電）も設けている。

YCDC の既存の上下水施設の電力使用状況を YCDC より入手している（下表参照）。電力量単価は 25 kyat/kWh と安価で、平均月間電力費用は 33kV 受電の Nyaunghnapin 浄水場の例で基本使用料込約 160 万 kWh/月、約 45 百万 kyat /月となっている。2012 年から 35 kyat/kWh との記載もあるが実績は 25 kyat/kWh となっており、この安価な電力と準幹線 33kV 受電の条件から、全能力をバックアップするような大型自家発電施設は、経済的フィジビリティの面からも設置を推奨しない。



出典：JICA 調査団

図 2.11 YESB のネットワーク図

表 2.35 YCDC の既存の上下水施設の電力使用状況

Electricity Consumption and Cost of Yangon Resion Water Systems

| | Month | Apr. 2011 | May. 2011 | Jun. 2011 | Jul. 2011 | Aug. 2011 | Sep. 2011 | Oct. 2011 | Nov. 2011 | Dec. 2011 | Jan. 2012 | Feb. 2012 | Mar. 2012 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | | kWh | 1,784,782 | 1,490,528 | 1,989,077 | 2,186,628 | 1,637,828 | 1,464,337 | 1,750,586 | 1,549,806 | 1,352,806 | 1,549,333 | 1,432,826 |
| Kyat | 46,340,350 | 38,984,000 | 51,447,725 | 56,386,500 | 42,866,500 | 38,329,225 | 45,485,400 | 40,465,950 | 35,540,950 | 55,772,495 | 51,869,710 | 54,090,495 | |
| Gyobyu Water Treatment | kWh | 888 | 528 | 1,515 | 1,172 | 1,314 | 1,181 | 1,294 | 1,210 | 2,429 | 1,786 | 2,098 | 1,816 |
| Kyat | 38,000 | 26,800 | 53,875 | 45,100 | 48,650 | 45,325 | 48,150 | 46,050 | 78,525 | 78,310 | 89,230 | 102,960 | |
| North Dagon (South Dagon No.1) Water Treatment | kWh | 706 | 551 | 551 | 66 | 60 | 50 | 60 | 100 | 2,178 | 651 | 414 | 607 |
| Kyat | 23,050 | 19,175 | 19,175 | 7,050 | 6,900 | 6,650 | 6,900 | 7,900 | 58,850 | 28,185 | 19,890 | 26,645 | |
| South Dagon (South Dagon No.2) Water Treatment | kWh | 52,008 | 48,738 | 51,040 | 49,896 | 47,344 | 45,232 | 44,000 | 49,984 | 44,088 | 56,936 | 62,040 | 58,784 |
| Kyat | 1,372,800 | 1,166,000 | 1,348,600 | 1,320,000 | 1,256,200 | 1,203,400 | 1,172,600 | 1,322,200 | 1,174,800 | 2,365,360 | 2,244,000 | 2,130,040 | |
| Theaphyu Water Treatment | kWh | 34,848 | 28,952 | 24,112 | 28,160 | 37,576 | 28,078 | 31,680 | 37,312 | 43,384 | 43,120 | 40,392 | 33,792 |
| Kyat | 943,800 | 796,400 | 675,400 | 776,600 | 1,012,000 | 774,550 | 864,600 | 1,005,400 | 1,157,200 | 1,581,800 | 1,486,320 | 1,255,320 | |
| Yangonpauk Water Treatment | kWh | 35,024 | 97,944 | 60,720 | 47,520 | 29,040 | 39,952 | 60,984 | 66,088 | 58,256 | 61,160 | 58,960 | 50,248 |
| Kyat | 948,200 | 2,521,200 | 1,590,600 | 1,260,600 | 798,600 | 1,071,400 | 1,597,200 | 1,724,800 | 1,529,000 | 7,213,200 | 7,136,200 | 1,831,280 | |
| Aungtagon Pump Station | kWh | 1,164,583 | 969,258 | 1,133,384 | 1,055,106 | 1,012,898 | 1,078,467 | 1,012,023 | 730,498 | 1,364,838 | 2,026,561 | 1,023,728 | 1,067,665 |
| Kyat | 30,254,975 | 25,371,850 | 29,475,000 | 27,518,050 | 26,458,650 | 28,097,875 | 26,436,775 | 19,398,650 | 35,237,150 | 72,065,835 | 36,966,680 | 38,504,475 | |
| Hlawga Pump Station | kWh | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 33,255 | 36,020 | 40,800 |
| Kyat | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 1,322,775 | 1,319,500 | 1,486,800 | |
| Phugyi Pump Station | kWh | 685,300 | 527,210 | 941,490 | 739,310 | 217,580 | 315,480 | 341,770 | 375,980 | 505,120 | 489,500 | 664,840 | 864,710 |
| Kyat | 17,995,500 | 14,041,000 | 24,400,250 | 19,345,750 | 6,302,500 | 8,750,500 | 9,407,250 | 10,262,500 | 13,490,000 | 17,995,500 | 24,132,400 | 31,127,850 | |
| Yegu Pump Station | kWh | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Kyat | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | |
| Gyobyu Pump Station -> Jointed in Gyobyu WT | kWh | | | | | | | | | | | | |
| Kyat | | | | | | | | | | | | | |
| Waste Water Treatment | kWh | 15,576 | 13,552 | 13,992 | 15,048 | 14,960 | 14,784 | 15,488 | 15,400 | 13,904 | 15,312 | 13,640 | 13,258 |
| Kyat | 462,000 | 411,400 | 422,400 | 448,800 | 446,600 | 442,200 | 459,800 | 457,600 | 420,200 | 808,520 | 550,000 | 537,680 | |

| Fixed Charge Kyats | Variable Charge (Up to 2011) Kyats/kWh | Variable Charge (2012) Kyats/kWh |
|-----------------------|---|---|
| 1,720,800 | 25 | 35 |
| 15,800 | 25 | 35 |
| 5,400 | 25 | 35 |
| 72,600 | 25 | 35 |
| 72,600 | 25 | 35 |
| 72,600 | 25 | 35 |
| 1,140,400 | 25 | 35 |
| 58,800 | 25 | 35 |
| 863,000 | 25 | 35 |
| N/A | 25 | 35 |
| | | |
| 72,600 | 25 | 35 |

| | Month | Apr. 2010 | May. 2010 | Jun. 2010 | Jul. 2010 | Aug. 2010 | Sep. 2010 | Oct. 2010 | Nov. 2010 | Dec. 2010 | Jan. 2011 | Feb. 2011 | Mar. 2011 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|
| | | kWh | 1,651,057 | 1,501,798 | 1,471,814 | 1,685,196 | 1,709,906 | 1,598,181 | 1,634,303 | 1,531,458 | 1,325,033 | 1,524,999 | 1,797,648 |
| Kyat | 42,997,225 | 39,265,750 | 38,516,150 | 43,850,700 | 44,468,450 | 41,674,076 | 42,578,376 | 40,007,250 | 34,846,625 | 42,345,277 | 46,662,080 | 46,662,000 | |
| Gyobyu Water Treatment | kWh | 998 | 998 | 998 | 998 | 998 | 998 | 6,336 | 971 | 1,068 | 2,060 | 1,768 | 1,768 |
| Kyat | 40,750 | 40,750 | 40,750 | 40,750 | 40,750 | 40,750 | 174,200 | 40,075 | 42,500 | 67,300 | 60,000 | 60,000 | |
| North Dagon (South Dagon No.1) Water Treatment | kWh | 450 | 477 | 450 | 221 | 422 | 1,127 | 540 | 577 | 309 | 635 | 538 | 538 |
| Kyat | 16,650 | 17,325 | 16,650 | 10,925 | 15,950 | 33,575 | 18,900 | 19,825 | 13,125 | 21,275 | 18,850 | 18,850 | |
| South Dagon (South Dagon No.2) Water Treatment | kWh | 40,832 | 33,616 | 46,200 | 36,520 | 45,760 | 45,496 | 43,472 | 48,664 | 46,288 | 55,704 | 45,408 | 45,408 |
| Kyat | 1,093,400 | 913,000 | 1,227,600 | 985,600 | 1,216,600 | 1,210,000 | 1,159,400 | 1,289,200 | 1,229,800 | 1,465,200 | 1,207,800 | 1,207,800 | |
| Theaphyu Water Treatment | kWh | 21,648 | 22,176 | 24,112 | 32,208 | 29,128 | 25,808 | 33,352 | 32,120 | 32,208 | 37,336 | 40,216 | 39,800 |
| Kyat | 613,800 | 627,000 | 675,400 | 877,800 | 800,800 | 712,800 | 906,400 | 875,600 | 877,800 | 1,056,000 | 1,078,000 | 1,062,600 | |
| Yangonpauk Water Treatment | kWh | 41,712 | 11,352 | 24,904 | 19,360 | 2,112 | 39,360 | 41,536 | 41,096 | 34,056 | 57,024 | 37,048 | 37,048 |
| Kyat | 1,115,400 | 356,400 | 965,200 | 556,600 | 92,200 | 996,600 | 1,111,000 | 1,100,000 | 924,000 | 1,498,200 | 998,800 | 998,800 | |
| Aungtagon Pump Station | kWh | 70,301 | 1,201,218 | 1,272,322 | 1,309,861 | 714,254 | 1,085,774 | 1,122,264 | 969,517 | 991,322 | 882,457 | 1,007,202 | 969,800 |
| Kyat | 18,722,925 | 31,170,850 | 32,948,450 | 33,661,925 | 18,996,750 | 28,284,750 | 29,197,000 | 25,378,325 | 23,923,450 | 23,201,825 | 26,320,450 | 25,385,400 | |
| Hlawga Pump Station | kWh | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 |
| Kyat | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | 608,800 | |
| Phugyi Pump Station | kWh | 1,048,850 | 772,640 | 806,300 | 766,700 | 877,800 | 662,640 | 684,200 | 704,990 | 872,820 | 817,430 | 573,210 | 573,210 |
| Kyat | 26,869,850 | 19,964,600 | 20,806,100 | 19,816,100 | 22,593,600 | 17,214,600 | 17,753,600 | 18,273,350 | 22,461,600 | 16,084,350 | 14,978,850 | 14,978,850 | |
| Yegu Pump Station | kWh | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| Kyat | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | 691,400 | |
| Gyobyu Pump Station -> Jointed in Gyobyu WT | kWh | | | | | | | | | | | | |
| Kyat | | | | | | | | | | | | | |
| Waste Water Treatment | kWh | 19,008 | 15,400 | 12,408 | 14,520 | 13,992 | 13,464 | 13,376 | 13,288 | 13,640 | 14,080 | 12,760 | 12,760 |
| Kyat | 547,800 | 457,600 | 382,800 | 435,600 | 422,400 | 409,200 | 407,000 | 404,800 | 413,600 | 424,600 | 391,600 | 391,600 | |

出典：TICA 調査団

3) 受電回線

YESB の規定より受電電圧は 33kV となる。YESB には YCDC Nyaunghnapin 浄水場など既存 4 施設へ送電している公共施設専用 33kV 架空送電線（24 時間送電）が国道 3 号線沿いに設置されており、国道 7 号線との交差点より分岐して送電することで YCDC と YESB は合意している。YCDC が当施設建設工事の一部として国道 7 号線沿いの所有地に 33kV 架空送電線（約 18km）一回線を新設し当施設への電源供給線とする。



出典：JICA 調査団

図 2.12 Lagunbyin 浄水場と 33kV 架空送電線

4) 受電設備

33kV 受電設備は東南アジア各国で一般的に採用されている屋内設置型閉鎖配電盤（Metal-Enclosed Switchgear）を電気室内に設置することで計画する。ただし、ヤンゴンの電気メーカーなどの聴取では、33kV レベルの高電圧では結露の発生による閉鎖配電盤の故障が多く、屋外型変電所の方がかえって信頼度が高くミャンマーではまだまだ一般的に採用されているとの見解もあるので、施設基本設計段階でさらに検討を行い確定することが望ましい。なお、屋外型変電所の方がコストは低いですが設置場所が大きくなる（推定 10m x 20m）。

表 2.36 受電設備

| 項目 | 仕様 | F/S |
|------|-----------------------------|-----|
| 受電盤 | 金属閉鎖配電盤 VCB（真空遮断器）、36kV、 | 1 組 |
| 主変圧器 | 油入自冷変圧器 33kV/6.9kV | 1 機 |

出典：JICA 調査団

5) 所内配電設備

所内配電系は 132kW 以上の電動機定格電圧を高圧 6.6kV、132kW 未満を 400V とする。電動機は詳細設計時の電圧降下計算で支障がない限り直入れ始動を基本とする。YESB から準幹系統の 33kV で受電することから、非常用発電機は基本的に監視制御設備の運転継続を目的とし、プラント設備については最低限の機能継続に必要な一部の装置に限定し、最大 1 MVA 程度までを想定する。

表 2.37 所内配電設備

| 項目 | 仕様 | F/S |
|----------------|---|-----|
| 高圧配電盤 | 金属閉鎖配電盤 VCB (真空遮断器)、7.2kV VCT (真空電磁接触器)、7.2kV | 1 組 |
| 配電用変圧器 | 油入自冷変圧器 6.6kV/400V | 1 機 |
| 低圧主配電盤 | 金属閉鎖配電盤・コントロールセンタ 引込盤主遮断器：ACB、400V 送出遮断器：配電用遮断器 (MCCB) 電動機始動方式：直入れ始動 | 1 組 |
| 制御監視用 無停電電源 | 電子式 交直一直交変換 バイパス付 蓄電池：60分補償 | 1 式 |
| 制御室用 非常用電源 | ディーゼル発電機 400V、50Hz | 1 式 |

出典：JICA 調査団

6) 電気設備の基本的仕様

電気機器については 国際規格 IEC もしくは日本規格 JICA・JEC・JEM 等に基づく型式試験合格品を採用し品質・安全を担保することが望ましい。一方、運転開始後の YCDC 要員による保守・整備・改修の視点では既設浄水場等に採用されているミャンマー国内電気メーカー品採用にも大きなメリットがあるが、2013 年 6 月現在ミャンマーメーカーの型式試験合格品は低容量の変圧器などごく限られた範囲にとどまっており、現時点では積極的に採用とは言えない。当施設は危険な状況となる要素はなく、電気機器には基本的保護装置のみで特殊なものは不要である。

電気ケーブルの品質は施設の継続運転に大きな影響を及ぼす。現状の一般的電気工事では主にミャンマー国内商社の中国製品インド製品の在庫を使用して実施されているようだが品質管理状況が確認できず、当施設では電気機器同様に IEC もしくは JICA・JEC・JEM 試験合格品の採用を基本とすべきである。

電気工事に関しては YCDC の既設設備の工事を実施した会社などミャンマー国内に複数の業者があり、これらを組み込んで運転開始後の保守・整備・改修につながることは期待できる。ただし、工事安全管理に関する個別の業者評価は重要となる。

(14) 管理施設等

その他施設は、維持管理に欠かせない中央管理棟や倉庫、工作室、維持管理道路から構成される。

表 2.38 管理施設

| 施設名 | 内容 |
|--------|-------------------------------|
| 中央管理棟 | 中央監視室 (SCADA 室) : 無停電源 UPS 装置 |
| 水質試験室 | 少なくともジャーテストが実施可能なサイズ |
| 場内給水 | 浄水池からユニットポンプで分岐 |
| 倉庫 | 薬品貯蔵庫兼用 |
| 工作室 | ポンプ補修用 |
| 駐車場 | |
| 守衛室 | |
| 外周道路 | アスファルト舗装+緑地帯 |
| 外周フェンス | 鋼製フェンス |

出典 : JICA 調査団

2.3.5 送水施設

(1) 計画対象の送水施設

表 2.39 送水施設

| | 配水区 7 | 配水区 8 | Thilawa SEZ |
|-------|-------------------------|---------------|--|
| 送水ポンプ | Lagunbyin 浄水場に併設 | | 配水区 8 の配水池に併設 |
| 送水管 | φ 1200×13.46km 共通部含む | φ 1000×4.06km | φ 700mm×29.5km 含む Bago 川河川横断×0.68km |

出典 : JICA 調査団

(2) 送水ポンプ施設

内容に関しては、2.3.4 (12) 5 を参照。

(3) 送水管

1) 送水管ルート

送水管のルートは、送水管口径が大口径となることから、道路幅の広い路線が選定される。計画実施にあたっては、ルートの用地取得あるいは道路管理者との協議が必要となる。

(ルート選定方針)

- 供給先の浄水場から配水池までの最短距離となる路線
- 道路幅の広い路線

2) 材質

送水管は、Nyaungnapin の第二期計画では、ポリエチレン管が使用されている。郊外では既存道路外側の空地に敷設される事例が多く、路線の一部は露出配管となる。一方、市内の交通量の多い道路では道路脇の空地も少ないことから、道路路盤下に埋設される可能性が高く、交通荷重を受けるため送水管は高強度で信頼性の高い材質が求められる。従って、紫外線に弱いポリエチレン管、衝撃に弱い FRP 管は推奨しない。耐久性に優れた鋼管 (SP) とダクタイル鋳鉄管 (DIP)

を推奨する。

○送水管の材質： DIP（ ϕ 200～ ϕ 1000）、SP or DIP（ ϕ 1100～）

3) 送水管計画

a) 配水池流入水圧条件

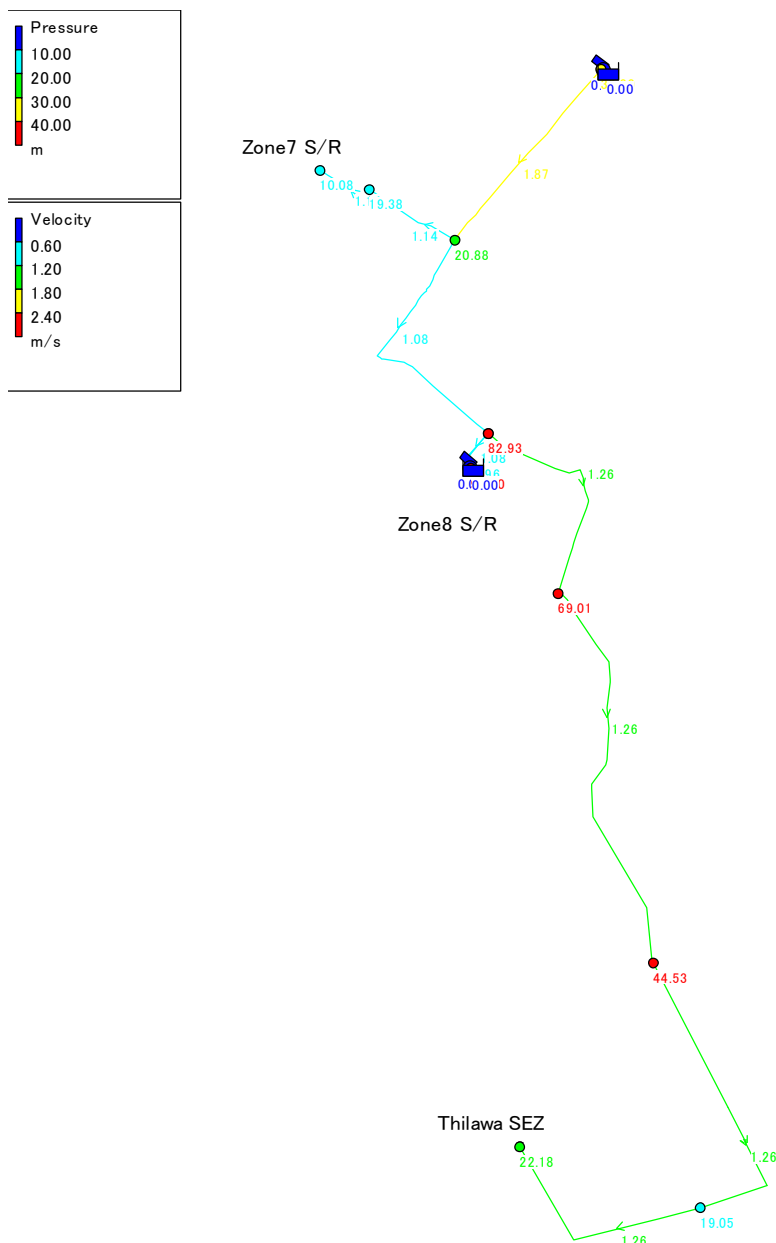
最低 5m とする。

b) 節点データ

- 地盤高： 測量結果および 1/5000 の地形図より設定。
- 節点水量： 配水区 7, 8 および Thilawa SEZ への送水量から設定。

c) 計算結果

送水管路の設計のために管網計算ソフトである EPANET を用い、Hazen-William 式の摩擦係数（C 値=110）及び上述の条件で摩擦損失水頭が算出される。その結果を下図に示す。下図のノード（点）は残圧、管路は流向と流速を示す。



出典：JICA 調査団

図 2.13 Zone7,8, Thilawa への送水管シミュレーション結果

2.3.6 配水基幹施設（配水池、配水ポンプ、配水本管）

(1) 計画対象の配水施設

表 2.40 配水施設

| | 配水区 7 | 配水区 8 |
|-------|---------------------------------|--|
| 配水池 | RC 製 35,000 m ³ ×1 池 | RC 製 23,000 m ³ ×1 池 |
| 配水ポンプ | 30.7m ³ /m×3 台 | 28.1m ³ /m×3 台 14.6m ³ /m×3 台 |
| 配水本管 | φ 300-800×71.73 km | |

出典：JICA 調査団

(2) 配水池

配水池は浄水場から送水される浄水と、市内へ供給する配水量を調整するための施設である。市内へ供給する水使用は一日のうち朝、晩にピークを持ち時間的な変動がある。その調整容量を日本の基準を参考に8時間分とする。日本の基準は12時間であるが、この数値には地震等の災害時の確保容量が含まれており、旧基準の8時間を採用した。

<配水施設>

- 配水池：2分割以上、迂流壁
- 配水ポンプ室：RC製
- 流入弁：電動弁、水位計およびSCADAによる開度制御
- 流出弁：電動弁、水位計およびSCADAによる開度制御
- 水位計：電極+圧力式の併用
- 流量計（流入・流出）：電磁式

<必要容量>

必要容量は下記の計算による。

- 配水量÷3（8時間/24時間）
- 送水ポンプがある場合は、送水量÷24（1時間/24時間）を追加する。

一日最大需要量は、2025年から2040年で3倍に増加すると推計されている。従って、過度な先行投資を避けるため、配水池の容量は水量増加に併せた増設計画とし、3分割で計画する。

表 2.41 配水池容量の計画

| | 配水区7 | 配水区8 |
|-------------|--|--|
| 2040年の配水池容量 | $69\text{MGD} \times 4546 \div 3 = 105,000 \text{ m}^3$ | $44\text{MGD} \times 4546 \div 3 + 4.2\text{MGD} \div 24 = 69,000 \text{ m}^3$ |
| F/S対象の配水池容量 | 建設を3期に分ける $105,000 \text{ m}^3 \div 3 = 35,000 \text{ m}^3$ | 建設を3期に分ける $69,000 \text{ m}^3 \div 3 = 23,000 \text{ m}^3$ |

出典：JICA調査団

(3) 配水ポンプ

1) 概要

機械設備の設計は、経済性及び維持管理性を考慮したものとし、また、既設のポンプ場、浄水場の実態や課題を踏まえたものとする。機械設備の設計条件を下表に示す。

表 2.42 配水ポンプに関する設計諸元

| 施設名 | 設計条件 |
|--------------------------|--|
| 配水区7 East Dagon | $78,085 \times 1.5 / 24 = 4,880 \text{ m}^3/\text{hr}$ |
| 配水区8 South Dagon | $65,307 \times 1.5 / 24 = 4,082 \text{ m}^3/\text{hr}$ |
| ThilawaSEZ（配水区8の配水池より送水） | $42,000 / 24 = 1,750 \text{ m}^3/\text{hr}$ |

出典：JICA調査団

配水ポンプ設備は、ウォーターハンマー（WH）対策を考慮して、ポンプにはフライホイール及び/あるいは逆止弁を設置する。また、流量計及び圧力計、吐出側電動弁等を配置する。いずれも機械設備は予備機を確保し、将来に渡り安定した運転が可能となるように配慮する。

- 配水ポンプ：揚程 90m を最大とする（管路の耐圧 1.0MPa より）
- モータ出力：最大 800kw とする（YCDC が現在扱っているサイズより）
- WH 対策：フライホイール及び/あるいは逆止弁

2) ポンプ形式

横軸両吸込渦巻ポンプを推奨する。形式比較は前出の表 2.14 参照。

3) ポンプの流量制御方式

配水ポンプの運転は、夜間等の需要量変動を考慮し台数制御と回転数制御の組合せとし、基本的には圧力制御による流量を監視するシステムとする。

a) ポンプ台数の検討

流量をポンプの台数で制御する場合 2040 年の Zone7 or 8 の配水ポンプは 4 台の大型ポンプの運転が効率的である。しかしながら、ポンプ導入初期や夜間時のような小流量の時は、大型ポンプによる流量制御は容易ではない。従って、2 台の小型のポンプを 1 台の大型ポンプの代替として小分けして設置することで小流量に対応させる。

（台数の選定）

ポンプ導入初期や流量の変動に対しての容易な運用および経済性の観点から、小型の VFD ポンプ 2 台にて需要の変動に追従させる。今後の需要の増加に伴って随時、大型ポンプを導入する計画とする。

b) 流量制御の方法

流量制御方法として回転数制御と流入弁制御を計画する。

- VFD（回転数制御）：インバータで電圧及び周波数を変換することにより、ポンプの回転数を制御する。
- 流入弁制御（バルブ制御）：吐出弁の開度を調節することにより配管抵抗を与え流量を調節する。

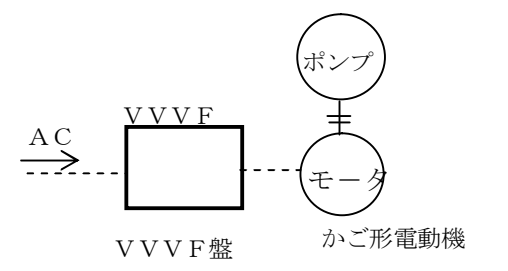
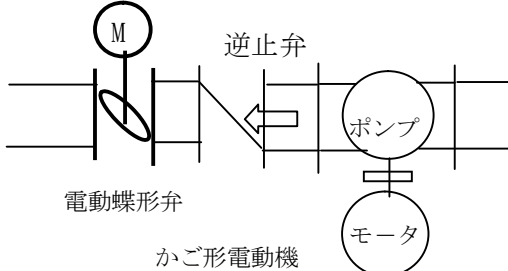
「VFD（回転数制御）」は下記の点で有利である（経済性を下表に示す）。

- 省エネルギーに優れ、維持管理費が低減できる。
- 操作性に優れる（流量調整が連続で可能）。
- 水需要変動に対して柔軟に対応可能である（水量が時間変動した場合においても変動に追従が可能である）

VFD の費用はモーターサイズが大きくなればなるほど高価となり、特に高圧受電では高価な機器が必要となる。従って、ポンプを小分けし、低圧受電で VFD が導入可能な 240kw のモーターサ

イズを最大とする。

表 2.43 ポンプの流量制御方式の比較

| | イメージ図 | 維持管理性 | 経済性 |
|---------------|--|---|-----|
| VFD (回転数制御) |  <p>V V V F 盤 かが形電動機</p> | 電力費 230kW×負荷 71%× 効率 92%×2 台×24 時間 ×2.5 円/kWh=18028 円/日 6,580 千円/年 | 100 |
| 流入弁制御 (バルブ制御) |  <p>電動蝶形弁 逆止弁 ポンプ モーター</p> <p>かが形電動機</p> | 電力費 230kW×負荷 96%× 効率 92%×2 台×24 時間 ×2.5 円/kWh=24376 円/日 8,897 千円/年 | 66 |

出典：JICA 調査団

4) 配水区 7 の配水ポンプ設備

配水ポンプ設備は、2040 年には 2 台予備を含む合計 7 台からなり、浄水は、直径 800mm の約 8,000 m の配管で、F/S 対象であるプロジェクト水量の 78,085m³/日を配水区 7 へ配水するものである。配水ポンプの選定及び運転の思想は、上述の通りである。水需要量の伸びの計画に従い、F/S 対象は小容量ポンプを 3 台とし、M/P にて将来大容量ポンプを 4 台増設する計画とする。

表 2.44 配水区 7 の配水ポンプ設備

| 項目 | 仕様 | 2025年 | 2040年 |
|----------|--|--------------|--------------|
| 配水ポンプ(小) | 横軸両吸込渦巻ポンプ 30.7 m ³ /分×揚程約32m×230 kW (回転数制御) | 3 (内1台予備) | — |
| 配水ポンプ(大) | 横軸両吸込渦巻ポンプ 88.6 m ³ /分×揚程約32m×800 kW | — | 4 (内1台予備) |

※圧送距離が長く、平坦な地形であるため、水撃対策としてサージタンクをポンプ場の吐出管の近傍に設置する考えとし、詳細設計時に留意する。

出典：JICA 調査団

5) 配水区 8 及び Thilawa 地区配水ポンプ設備

配水ポンプ設備は、配水区 8 への配水ポンプ及び Thilawa 地区への送水ポンプから構成される。配水区 8 用としては、ポンプは 2 台予備を含む合計 6 台からなり、浄水は、直径 800mm の約 6,500 m の配管で、F/S 対象であるプロジェクト水量の 65,307m³/日を配水区 8 へ配水するものである。送水ポンプの選定及び運転の思想は、上述の配水区 7 と同様とし、水需要量の伸びの計画に従い、

F/ S 対象は小容量ポンプを3台とし、将来大容量ポンプを3台増設する計画とする。

Thilawa 地区用としては、ポンプは1台予備を含む合計3台からなり、浄水は、直径700mmの約30,200mの配管で、プロジェクト水量の42,000m³/日をThilawa地区まで直結給水するものである。

表 2.45 配水区8の配水ポンプ設備

| 項目 | 仕様 | 2025年 | 2040年 |
|-------------------|--|--------------|--------------|
| 配水ポンプ(小) | 横軸両吸込渦巻ポンプ 28.1 m ³ /分×揚程約35m×230 kW (回転数制御) | 3 (内1台予備) | — |
| 配水ポンプ(大) | 横軸両吸込渦巻ポンプ 76.2 m ³ /分×揚程約35m×630 kW | — | 3 (内1台予備) |
| 送水ポンプ Thilawa用 | 横軸両吸込渦巻ポンプ 14.6 m ³ /分×揚程約85m×280 kW | 3 (内1台予備) | — |

※圧送距離が長く、平坦な地形であるため、水撃対策としてサージタンクをポンプ場の吐出管の近傍に設置する考えとし、詳細設計時に留意する。

出典：JICA 調査団

(4) 電気設備設計

1) 概要

電気設備の設計条件を下表に示す。

表 2.46 電気設備に関する設計諸元

| 施設名 | 設計条件 | |
|------------------|-------------|----------------|
| 配水区7 East Dagon | 1) 受電電圧 | 33 kV、50Hz、一回線 |
| | 2) 受電変圧器容量 | 3,000 kVA |
| | 3) 電気負荷設備容量 | 3,100 kW |
| | 4) 電気負荷運転容量 | 2,100 kW |
| 配水区8 South Dagon | 1) 受電電圧 | 33 kV、50Hz、一回線 |
| | 2) 受電変圧器容量 | 3,000 kVA |
| | 3) 電気負荷設備容量 | 3,100 kW |
| | 4) 電気負荷運転容量 | 2,100 kW |

出典：JICA 調査団

2) 受電回線

配水区7および8の各ポンプ場共に3MVAの受電変圧器容量となることから、各施設の受電電圧33kVとなる。

a) 配水区7：East Dagon 配水池

ダゴン大学(Dagon University)近傍のYESB 33kV変電所より33kV架空送電線(約3km)にて配線する計画である。



出典：JICA 調査団

図 2.14 East Dagon 配水池ポンプ場と 33kV 架空送電線

b) 配水区 8： South Dagon 配水池

国道 2 号線沿いの YESB 既設 33kV 送電線から YCDC 既設 54 地区ポンプ場まで既設の 33kV 架空送電線が設置されており、ここから分岐して 33kV 架空送電線（約 2km）にて配線する計画。（既設送電線経路は YCDC による推定。）



出典：JICA 調査団

図 2.15 South Dagon 配水池ポンプ場と 33kV 架空送電線

3) 受電設備および配電設備

設備容量は上述の 2.3.4 (13) 4) の Lagunbyin 浄水場取水設備及び浄水場と同等である。

表 2.47 送水施設

| 項目 | 仕様 | F/S |
|------|------------------------------|-----|
| 受電盤 | 金属閉鎖配電盤 VCB (真空遮断器)、36kV、 | 1 組 |
| 主変圧器 | 油入自冷変圧器 33kV/6.9kV | 1 機 |

出典：JICA 調査団

(5) 配水本管

1) 配水本管ルート

ルートの選定は下記の方針とした。

- 供給先の配水池から DMA までの最短距離となる路線
- 交通が集中する路線をなるべく避ける
- 将来の維持管理・事故等に対応するようループ化となるよう配置
- 配水本管の計画実施にあたっては、管路用地取得あるいは道路管理者との協議が必要である。

2) 材質

送水管と同様に、大口径管は耐久性に優れた鋼管 (SP) とダクタイル鋳鉄管 (DIP) を推奨する。小口径管は YCDC が主に使用している PVC を採用する。

配水管の材質：uPVC (φ75～φ150)、DIP (φ200～φ1000)、SP (φ1100～)

3) 管網解析流量式

配水管網施設の規模を決定するための管網解析ソフトはアメリカ EPA の EPANET2 を使用する。管路の損失計算は、下記の Hazen-Williams 式を使用する。

$$H = 10.666 C^{-1.85} D^{-4.87} Q^{1.85} \cdot L$$

H：摩擦損失 (m)

Q：流量 (m³/秒)

D：管路口径 (m)

L：管路延長 (m)

C = 流速係数 110 を採用

a) DMA 流入水圧条件

最低 18m とする。

b) 節点データ

- 地盤高：測量結果および 1/5000 の地形図より設定。
- 節点水量：節点に計画水量を配分。配分方法は節点が受け持つ土地面積にて設定する。

c) 管路データ

- 対象管路：口径 100mm 以上。
- 管路延長：GIS 上の道路延長により設定。
- 既設管：市東部は開発開始から 20 年程度経過しているため、古い管路は少なく既設管路を生かすものとする。

d) 管網解析結果

管網解析結果を下図に示す。

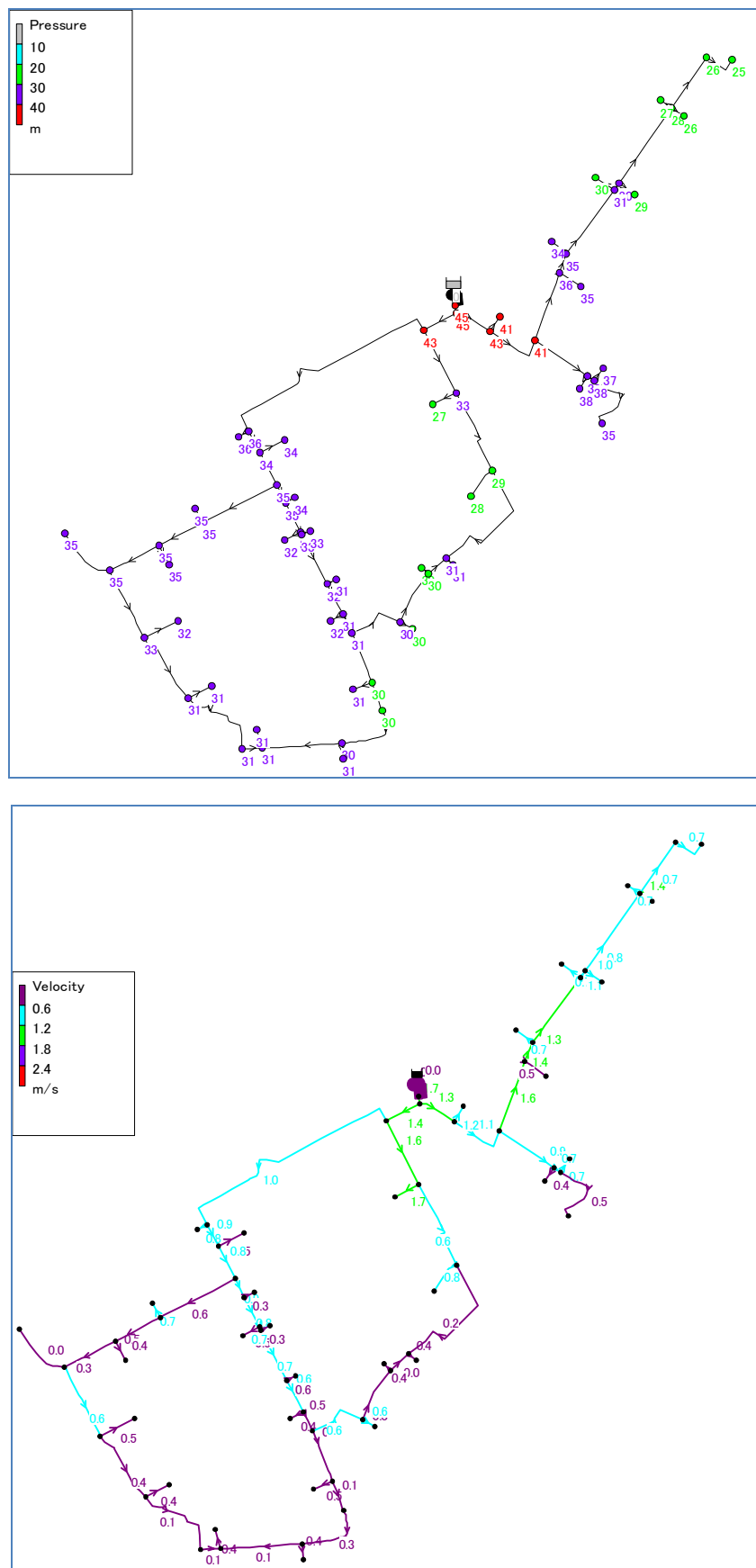
4) 配水本管の延長

管網解析の結果得られた必要な配水本管の数量は、下表のとおりである。また、下図に配水本管の全体計画図を示す。

表 2.48 配水本管の延長

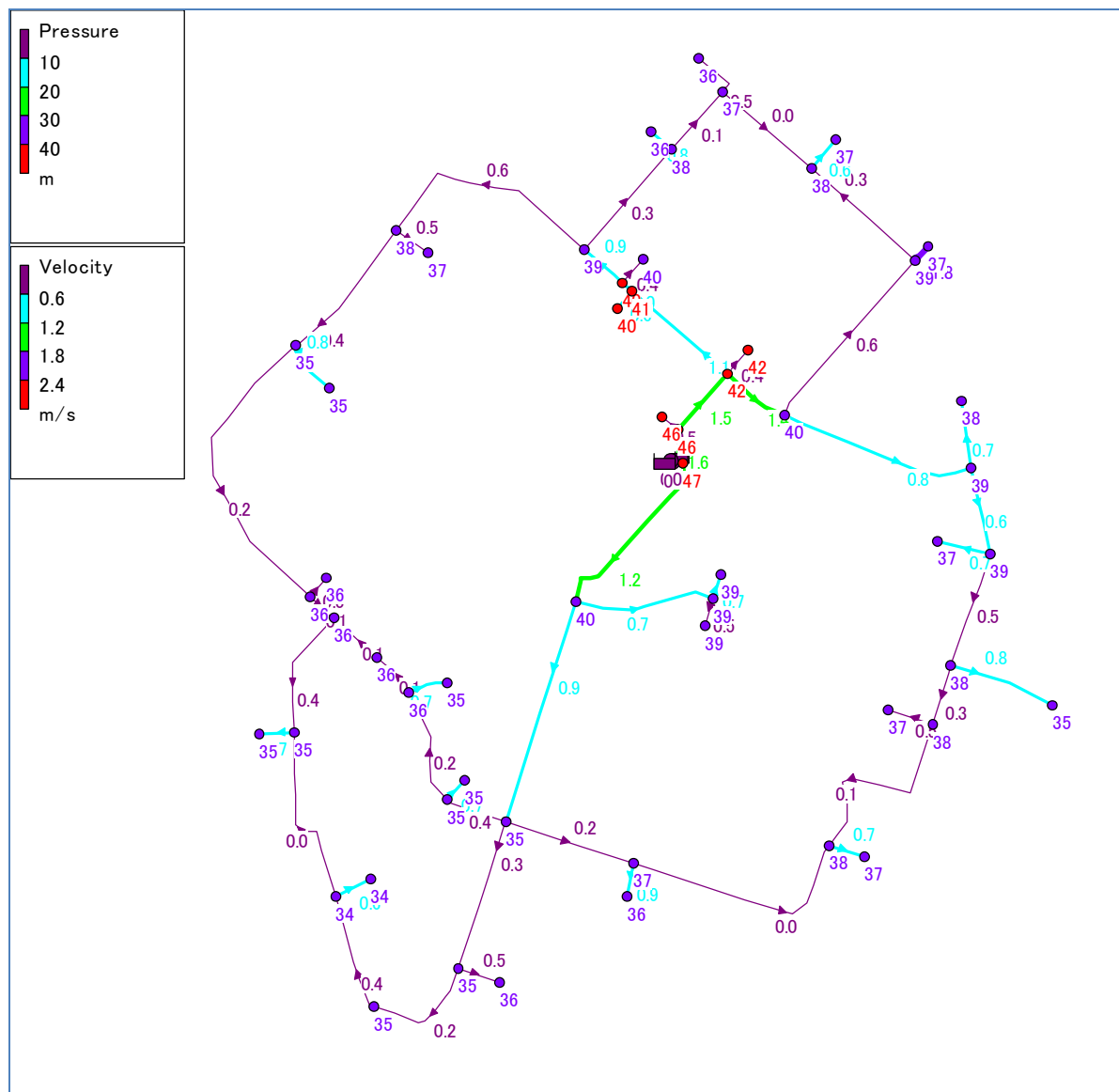
| 口径_mm | 既存配水主管 | | | 計画配水主管 | | | 施工方法 |
|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|------------|
| | 配水区 7 | 配水区 8 | 合計 (m) | 配水区 7 | 配水区 8 | 合計 (m) | |
| 150 | 34 | | 34 | | | | |
| 200 | 87 | | 87 | | | | |
| 300 | | | | 4,311 | 2,960 | 7,271 | 開削 |
| 400 | | | | 16,466 | 7,781 | 24,247 | 開削 |
| 500 | | | | 4,408 | 27,693 | 32,101 | 開削 |
| 600 | 8,906 | 4,829 | 13,735 | | | | 開削 |
| 700 | | | | 7,156 | 952 | 8,108 | 開削 |
| 800 | | | | | | | 開削 |
| Total | 9,027 | 4,829 | 13,856 | 32,341 | 39,386 | 71,727 | 合計=85.58km |

出典：JICA 調査団



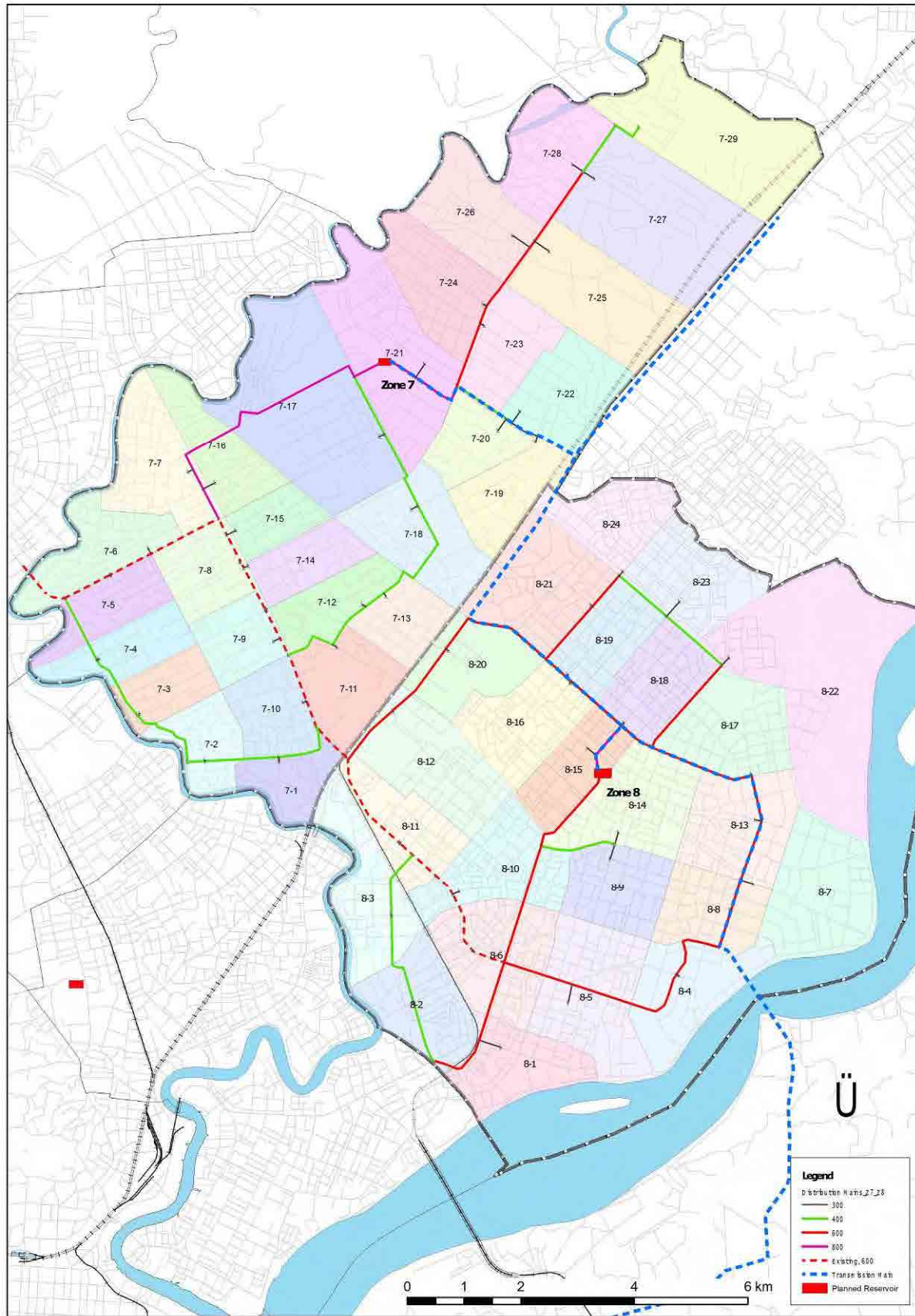
出典：JICA 調査団

図 2.16 配水区7の配水本管のシミュレーション結果



出典：JICA 調査団

図 2.17 配水区 8 の配水本管のシミュレーション結果



出典：JICA 調査団

図 2.18 配水区 7 と配水区 8 の送水管及び配水本管計画図

2.3.7 配水施設 (DMA、配水小管、給水)

(1) 計画対象の配水施設

表 2.49 配水施設

| 施設 | 数量 |
|--------------|---------------|
| DMA | 53 箇所 |
| 配水小管 | 100-200×224km |
| 給水件数 (水道メータ) | 55,613 箇所 |

出典：JICA 調査団

(2) DMA 並びに配水小管

1) DMA 計画

給水区域全体を地形、需要量を勘案した上で配水区 (DMA : District Metering Area) に分割する。DMA の規模は、IWWA では、1 区画平均 500~3,000 接続が推奨されている。配水区 7、8 では現在、ヤンゴン中央に近い西側に住居が建設され市街化されているものの、中央から東側にかけては田園地帯が広がっている。都市圏の計画ではこれらの田園地帯が市街化し、人口が増加するものと見込まれていることから、2025 年の給水接続数から 1 つの DMA を約 1,700 件/DMA (2018 年で 1,000 件前後) として計画する。なお、Dagon 地域は、既に基盤目状に区画整理されており 1 ブロックの構成が明らかであることから、DMA は既存の都市計画を生かすように設定する。配水区 7 及び 8 の DMA 数は、それぞれ 29 区画及び 24 区画である (下図参照)。

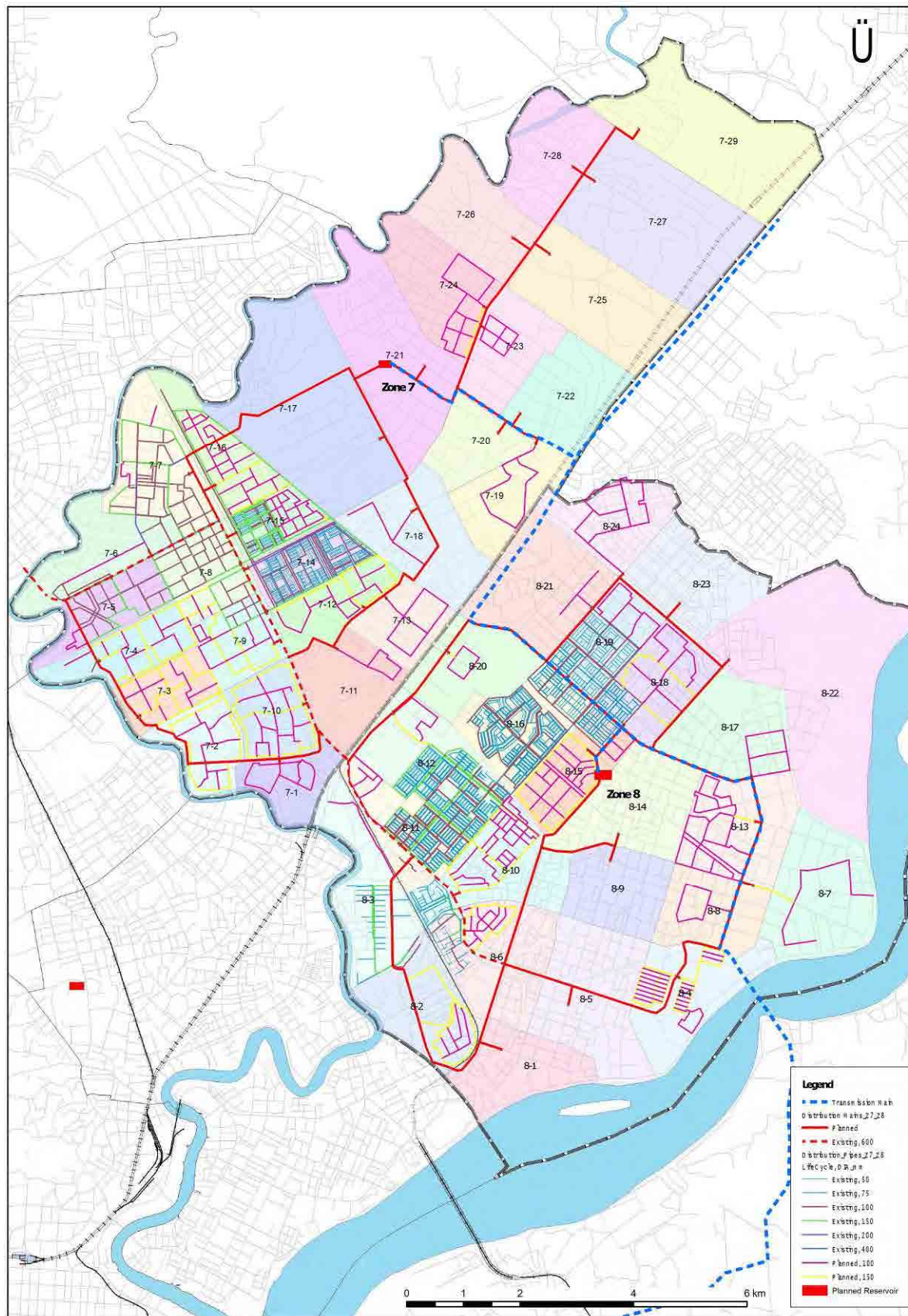
各 DMA に対してはピーク需要に対応した配水管網を計画し、最終的には 24 時間給水を目指す。24 時間給水が実現すれば、各戸に設置されている自家用井戸、自家用ポンプ、ルーフタンクの廃止が可能であり、負圧による汚水の混入を防ぎ安全な水を配水することができる。

表 2.50 DMA の数量

| 配水区 | 2011 年の給水人口 | 2011 年の給水件数 | 2025 年の需要量 (MGD) | 2018 年の給水人口 | 2018 年の給水件数 (6.3 人/件) | DMA 当りの給水件数 |
|-----|-------------|-------------|------------------|-------------|-----------------------|-------------|
| 7 | 86,613 | 10,489 | 17 | 175,978 | 27,933 | 963 |
| 8 | 103,713 | 6,760 | 14 | 174,386 | 27,680 | 1,153 |
| 合計 | 190,326 | 17,249 | 31 | 350,364 | 55,613 | 1,049 |

| 配水区 | DMA 数 | 大口メータ (BM) 室 | 分離弁室 | 給水接続の更新と新規接続数 | 水道メータの更新と新規接続数 |
|-----|-------|--------------|------|---------------|----------------|
| 7 | 29 | 29 | 0 | 27,933 | 27,933 |
| 8 | 24 | 24 | 1 | 27,680 | 27,680 |
| 合計 | 53 | 53 | 0 | 55,613 | 55,613 |

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 2.19 配水区 7 と配水区 8 の配水管及び DMA 計画図

2) DMA内の管網計算

DMA内の管網のために大型のDMAについて管網計算を行う。配水管の計算では、口径100mm以上の管路が一般的に計算の対象となる。既存エリア内の既存管路である口径50mmや75mmは、建設年も新しいことから、DMA形成時にそれらの管路を取り込むこととする。

1) 配水末端の水圧条件

給水分岐点（ノード）で最低15mとする。そのために必要な配水管を計算により加える。

2) 管網解析結果

解析結果を図2.20～22に示す。解析結果は、YCDCの既存管路があるDMA内において、概ね0.6m/s未満の流速を示している。この低流速は、布設された既存管路が、最低水圧に必要とされる管路延長と口径に比べ過剰に存在するためである。しかしながら、2025年以降も需要の伸びが予想されていることから、2025年以降の需要量/流量の増加に伴い流速も速くなることから、将来的には適正な流速に収れんするものと予想される。

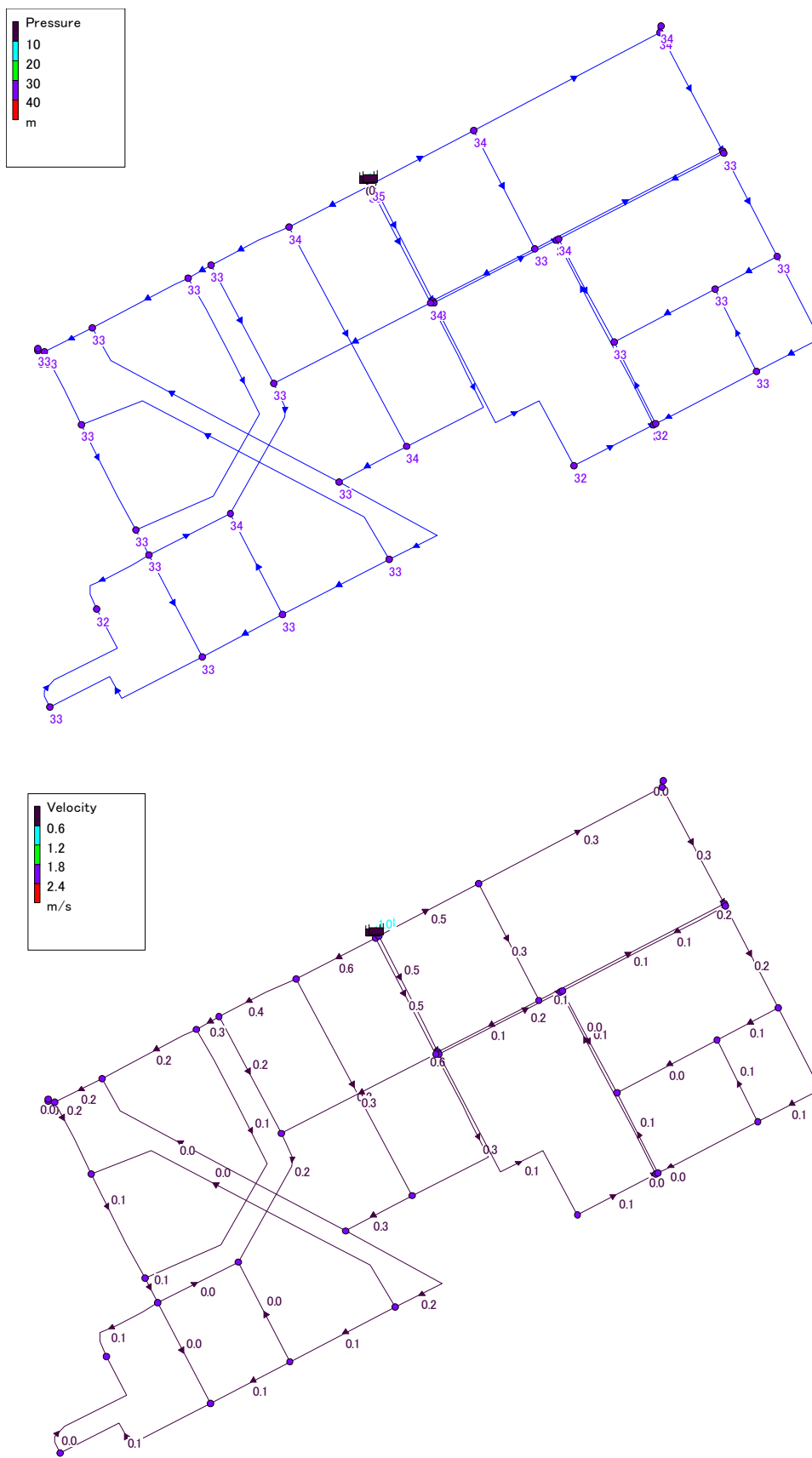
3) DMA内の配水管

管網解析の結果得られた必要な配水管の数量は、下表のとおりである。図2.19に配水管およびDMAの全体計画図を示す。

表 2.51 配水管の延長

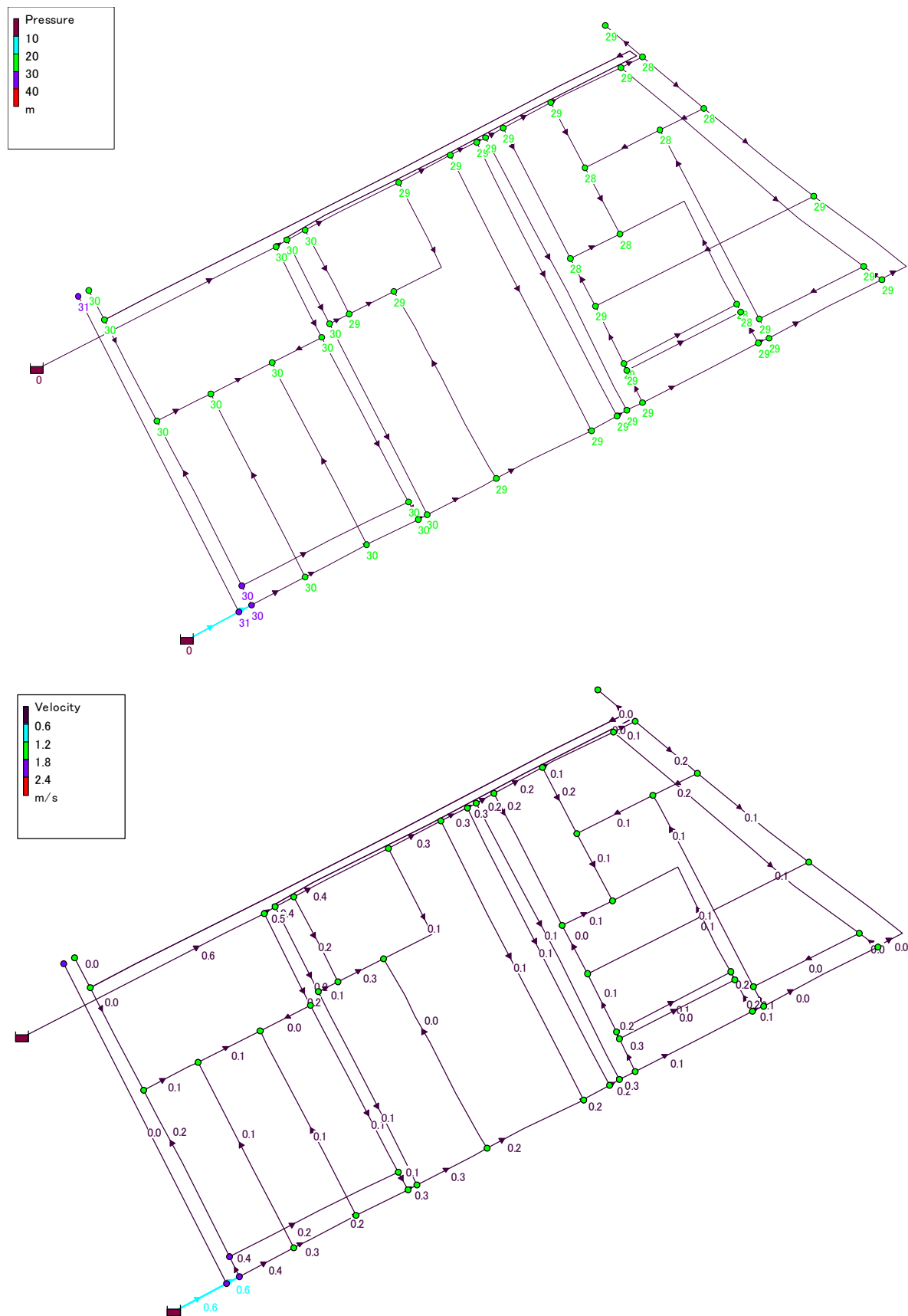
| 口径 (mm) | 既存の配水管 | | | 新規配管敷設 | | | 施工方法 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|
| | 配水区7 | 配水区8 | 延長 (m) | 配水区7 | 配水区8 | 延長 (m) | |
| 50 | 33,661 | 109,798 | 143,459 | | | | 開削 |
| 75 | 14,359 | 87,959 | 102,318 | | | | 開削 |
| 100 | 66,658 | 58,685 | 125,343 | 72,706 | 80,680 | 153,386 | 開削 |
| 150 | 41,593 | 25,008 | 66,601 | 38,318 | 31,958 | 70,276 | 開削 |
| 200 | 6,379 | | 6,379 | | 354 | 354 | 開削 |
| Total | 162,650 | 281,450 | 444,100 | 111,024 | 112,992 | 224,016 | 合計=668.12km |

出典：JICA調査団



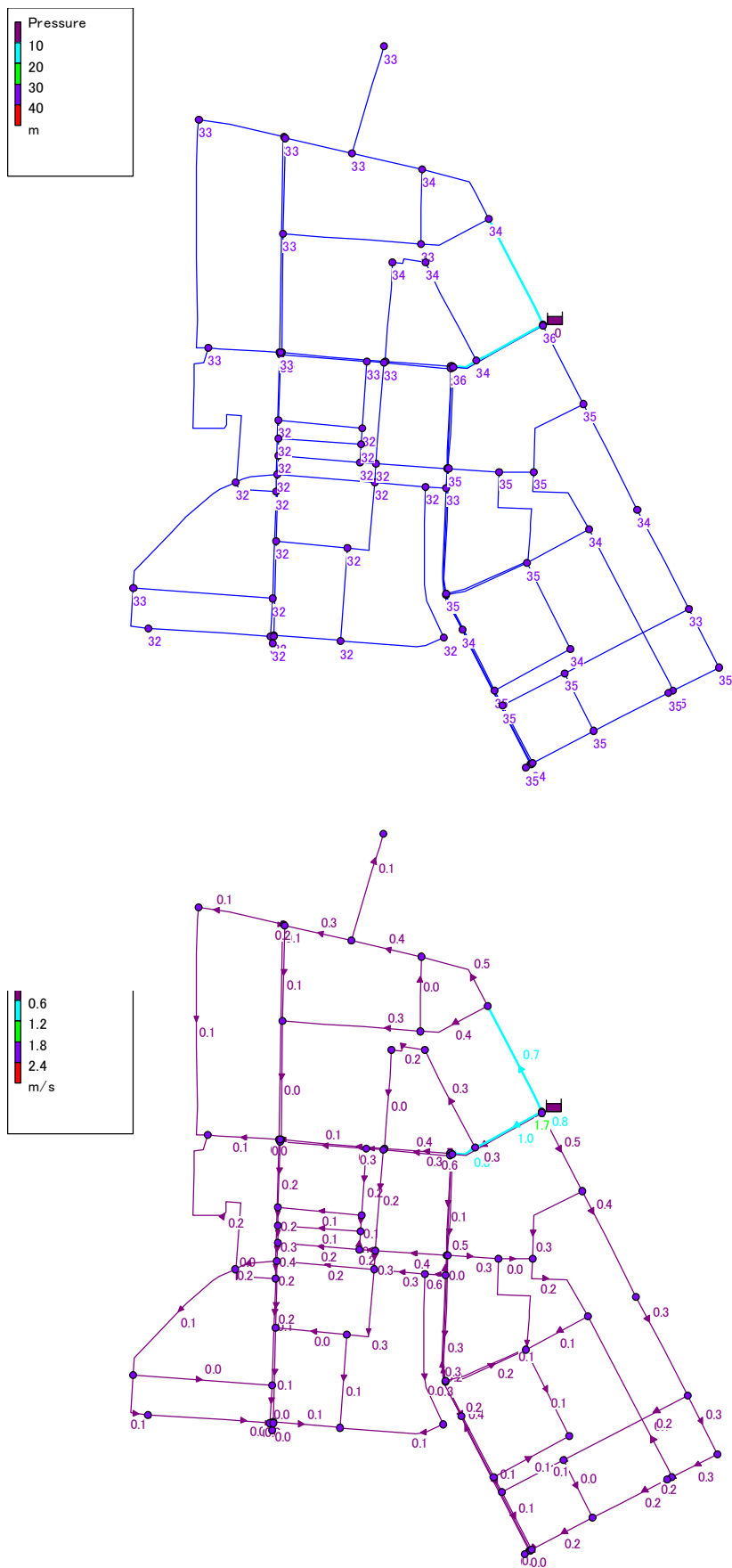
出典：JICA 調査団

図 2.20 DMA 配水区 7-5 のシミュレーション結果



出典：JICA 調査団

図 2.21 DMA 配水区 7-14 のシミュレーション結果



出典：JICA 調査団

図 2.22 DMA 配水区 7-7 のシミュレーション結果

(3) 配水区8の余剰水を配水区2の既存配管網に配水するための検討

本節では、配水区8の余剰水を隣接する配水区2の管網に融通可能であるかを検討する。需要量計画によると、配水区8は開発中の地域であるため、その水需要は計画需要に達するまでに一定の年月を要する。このため、浄水場の稼働後の余剰水を隣接する配水区2へ一時的に供給できるかどうかを検討する。

1) 検討条件

- i) 2018年～2025年の余剰分を配水区2へ供給する。
- ii) 2018年の余剰水は、23,700m³/日とする。
$$65,307 \text{ m}^3/\text{日} (\text{配水区8, 2025y}) - 46,723 \text{ m}^3/\text{日} (\text{配水区8, 2018y}) = 23,700 \text{ m}^3/\text{日}$$
- iii) 配水区8と配水区2の連絡管（φ600mm, L=1.2 km）はYCDCが建設し、本F/Sで分離弁室を設ける。
- iv) 配水区8配水池の配水ポンプ揚程はH=35mとする。

2) 解析結果

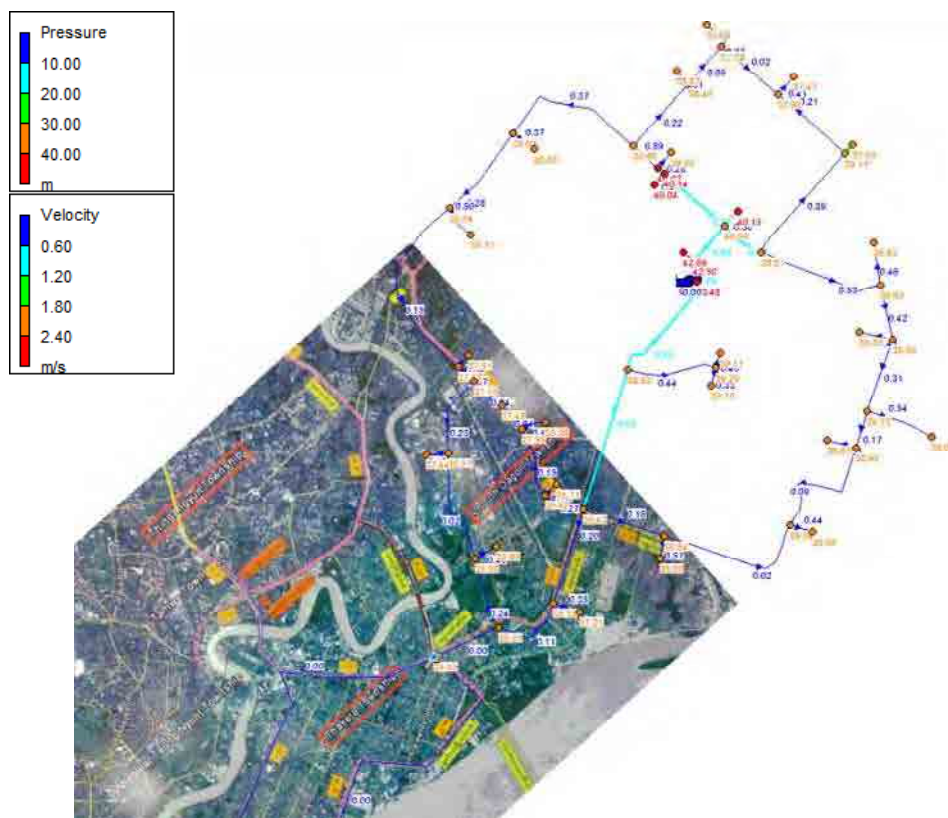
解析結果を下図に示す。配水区2へ過剰送水とならないように分離弁室と流量計を設置すれば、現F/Sの計画で、2018年～2025年に生じる余剰水を配水区2へ供給することは可能である。

- i) 2018年の需要水量には、1,000m³/hr程度の余剰水がある。
- ii) 配水区8から配水区2へ、φ600mm, L=1.2 kmで1,000m³/hrを送水した場合、配水区8南西の末端DMAの有効水圧は38mから20mへ減少するものの、配水区8のDMAの有効水圧は設計水圧20mを満足できる。

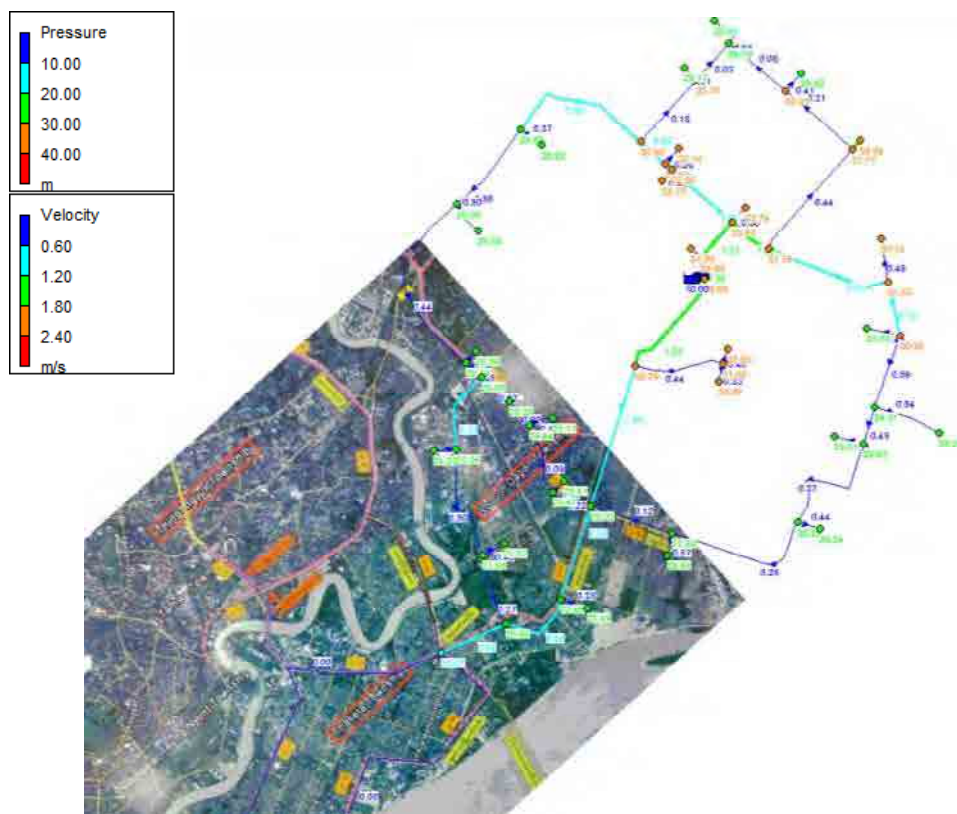
3) 結論

配水区8の管網水理に影響をあたえることなく、配水区2へ上記余剰水を送水可能である。配水区2へ過剰送水とならないように配水区8と配水区2との境界に分離弁室と流量計を設置する。

2018年の管網計算結果（未接続時）



2018年の管網計算結果（配水区2へ水供給時）



出典：JICA 調査団

図 2.23 配水区7と配水区8の配水管及びDMA計画図

2.3.8 モニタリング・コントロール施設 (SCADA)

(1) SCADA (Supervisory, Control and Data Acquisition System)の基本構想

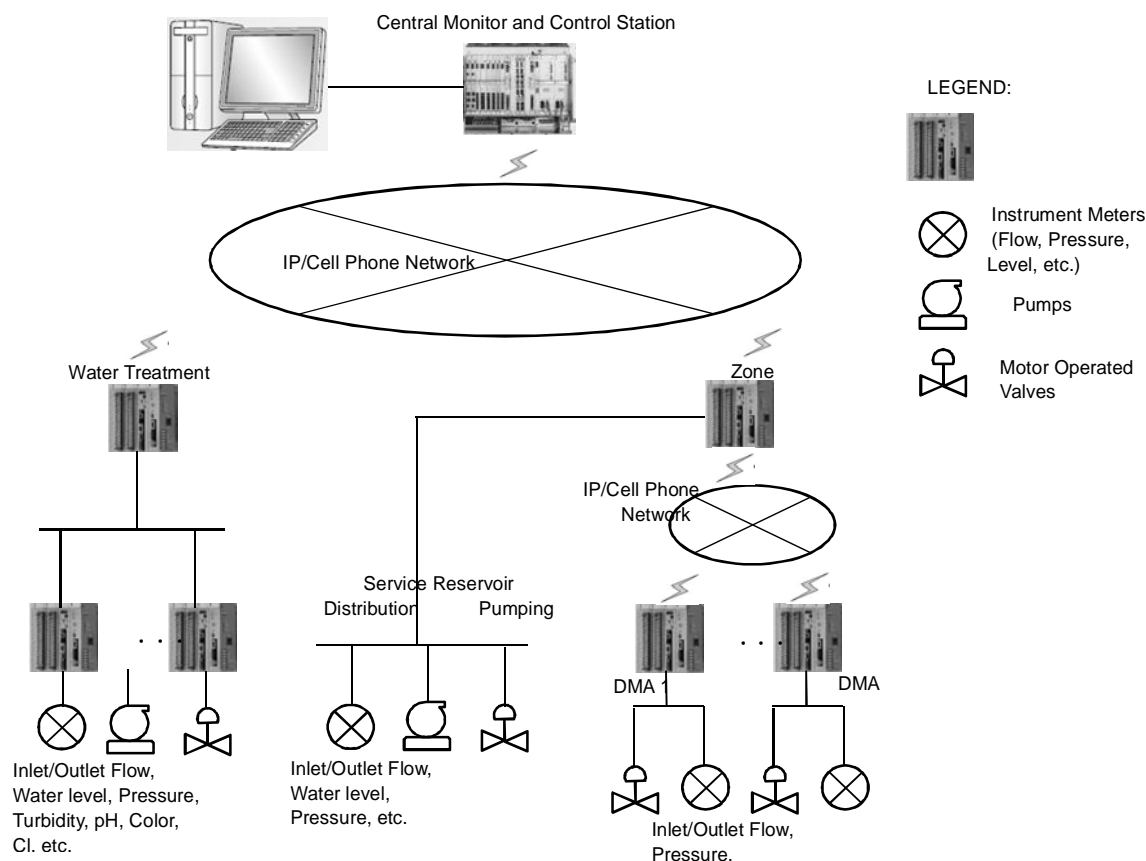
各配水池や浄水場のポンプ等の装置稼働状況や、送水された水の状況を把握するために、新設の配水管理（水運用）センターにおいて SCADA を用いた監視・制御を行う。SCADA による監視・制御の対象は、配水池および浄水場の設備（ポンプやバルブ等）と各 DMA の指定地点の流量・圧力である。

監視・制御は貯水池や浄水場単位ではなく、中央監視設備において、域内全体の設備を監視・制御する方式を採用する。

SCADA の構成条件は以下の通りである。

- 中央監視設備にサーバーと監視操作卓（HMI）を設置する。
- 各配水池や浄水場は、計器とデータ転送用のテレメータ装置を設置する。
- 各配水池や浄水場のデータはインターネット接続を通じて中央監視設備へ送信する。
- DMA のデータは、DMA が所属する配水池のテレメータを経由して中央監視設備へ送信する。

上記 SCADA の基本構成概念図を下図に示す。

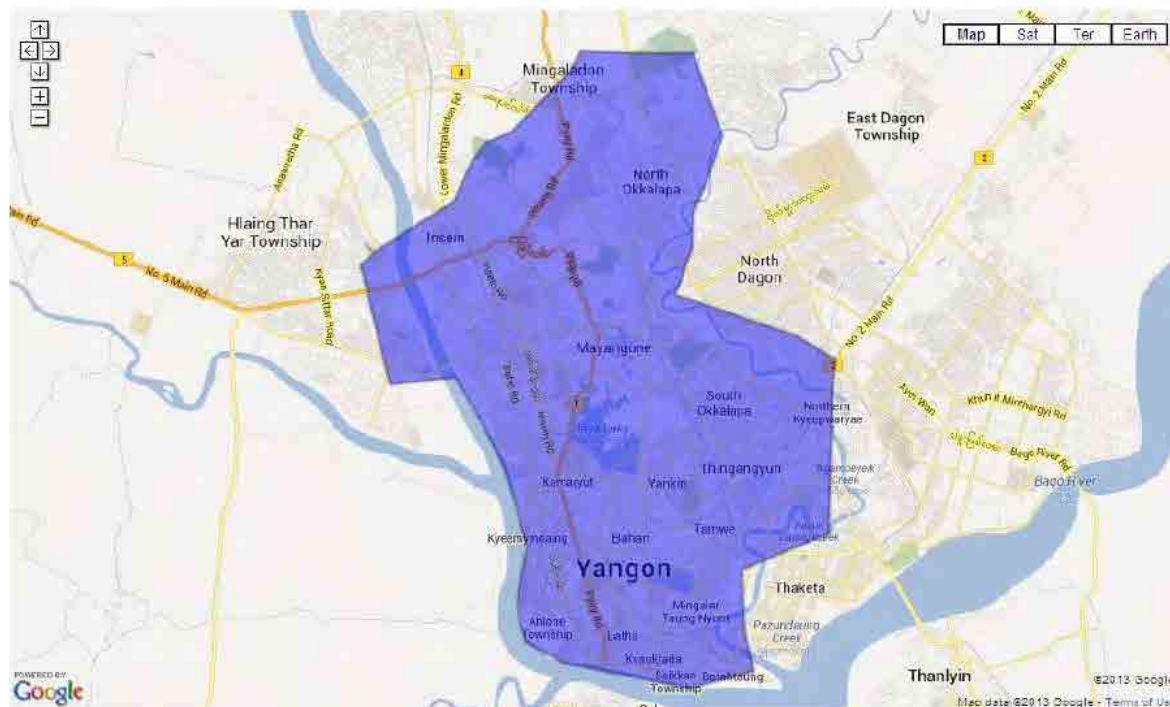


出典：JICA 調査団

図 2.24 SCADA の基本構成概念図

伝送手段としては各施設の状況に合わせて電話線・有線無線インターネットを利用する。設備

コストとしては無線インターネットが最も安価と考えられるが、現状サービスエリアはヤンゴン市内中心部に限定されている（下図）。市内の配水（水運用）管理センター及び配水区1（Central Service Reservoir）は無線インターネットがすでに現時点で適用可能だが、他の拠点については建設開始時まで無線インターネットサービスエリアがカバーしていない場合には電話回線を専用線契約する方式が最も現実的な方式となる。



出典：RedLink Communication Co., Ltd. Oct-9-2012

図 2.25 WiMax WiFi インターネットサービス範囲の例（Redlink）

(2) SCADA の仕様

Lagumpyin 水道システムの SCADA で監視する対象施設は以下のとおりである。

表 2.52 SCADA の監視対象施設

| 項目 | 内容 |
|----------|------------------|
| 中央監視装置 | Lagumpyin 浄水場管理棟 |
| 浄水場 | 原水水位計 |
| | 原水流量計 |
| | 原水濁度計 |
| | 原水 pH 計 |
| | 沈殿池前 pH 計 |
| | ろ過池前濁度計 |
| | ろ過池水位 |
| | 浄水池水位計 |
| | 送水ポンプ流量計 |
| 流入・流出弁開度 | |
| 浄水濁度計 | |
| 浄水 pH 計 | |

| 項目 | 内容 |
|---------|---|
| | 浄水残塩計 |
| 配水池 | 配水区7 配水池水位計 配水区7 配水流量計（流入・流出） 流入・流出弁開度 |
| | 配水区8 配水池水位計 配水区8 配水流量計（流入・流出） 流入・流出弁開度 |
| DMA の入口 | 配水区7 DMA 入口（流量計、水圧計、弁開度）29 箇所 |
| | 配水区8 DMA 入口（流量計、水圧計、弁開度）24 箇所 |
| | 配水区8-配水区2 分離弁室（流量計、水圧計、弁開度）1 箇所 Thilawa 責任分岐点（流量計）、弁開度 |

出典：JICA 調査団

(3) 監視システム

YCDC 水供給衛生局又は関連事務所内に中央監視室（親機）を設け、監視対象施設（子機）からの流量、圧力の記録データを受信し分析すると共に蓄積する。

<親機の構成>

親機の構成はインターネットルータ、サーバー、モニター用ディスプレイ、プリンター及び電源装置（UPS 含む）であり、各機器は机上に設置する。サーバーは現地子機からのデータの収集を行い、全データを保持する。収集されたデータをもとにヒストリカルトレンド、帳票（日・月・年報）の作成をする。帳票は効率的で使いやすいアプリケーションにより作成・印字される。また、データは1年間保存する。

<子機の構成>

子機であるインターフェイスパネルの構成はコンバーター及びインターネットルータである。現地でのデータは15分間隔で収集され、1日1回親機に送信される。データの蓄積期間は24時間とする。データの伝送は無線インターネットサービスを使用するが、監視対象施設がサービスエリア外の場合には有線電話回線を使用してインターネット接続する。

2.4 施工計画

本F/Sに係る概略施工計画は以下の通り。

(1) 工事内容

表 2.53 工事概要

| 項目 | 内容 | 数量 |
|--------|------------------|---------------------------|
| 取水・浄水場 | 40MGD、凝集・沈殿ろ過 | 一式 |
| 送水管 | 浄水場から配水区7、8の配水池間 | φ1200-700, L=47.7km |
| 配水池 | 配水区7に1池、配水区8に1池 | 2池, 計58,000m ³ |
| 配水本管 | 配水池から各DMA間 | φ300-800, L=71.73km |

| 項目 | 内容 | 数量 |
|-------|---------------------------|-------------------------|
| 配水管 | 各 DMA 内の管 ϕ 100mm 以上 | ϕ 200-100, L=224km |
| 給水管 | 配水管から宅内間 | 55,613 箇所 |
| 水道メータ | 宅内に設置 | 55,613 箇所 |

出典：JICA 調査団

(2) 特殊施工部

1) 沈下対策

Lagunbyin の浄水場は、元 Fish Pond (養殖池) であり、池内を土で埋戻し造成しているため、短期/長期的に地盤沈下の可能性が高い。特に、構造物と管路との接続部は沈下時に弱点となりやすい。構造物は杭基礎によって沈下は防止されるが、周辺地盤の沈下に追従して管路が沈下するため、接続部は大きな変位量が生じる。従って、場内配管の計画を下記のように設定する。

表 2.54 場内配管の管種区分

| 口径 (mm) | 内容 |
|--------------|-------------------|
| 浄水系 1100~ | SP、可とう管による変位量の確保 |
| 浄水系 200~1000 | DIP、可とう管による変位量の確保 |
| 排水系 | PE |

出典：JICA 調査団

2) アクセス道路

配水区 7 の配水池候補地はアクセス道路が貧弱で、雨期になると冠水するためアクセス道路を計画する。

表 2.55 仮設道路建設

| 仕様 | 内容 |
|-----|-------------------------|
| 砂利道 | 幅 4m 道路 \times 4060 m |

出典：JICA 調査団

3) 河川横断





送水管および配水本管は、既存道路脇の空地あるいは道路内に埋設するものとする。特殊工法が必要な路線は、Thilawa への送水管 ϕ 700mm の Bago 川の横断箇所である。Bago 川の横断延長は 640m である。

管路の河川横断工法には、次のようなものがある。

- 橋梁形式
- 河床に沈める
- 非開削工法 (河床下横断)

調査団が独自に実施した河川水深測量の結果では、河川水深は最大で約 20m であった。Bago 川は運搬船の往来が多く河床に管を設置すると船のアンカー等で管が傷つけられる可能性があることから河床に沈める案は採用しない。橋梁形式と非開削工法を比較する (下表参照)。

表 2.56 河川横断方法の比較

| 項目 | 橋梁形式 | | 非開削工法 | |
|----------|---|---|---|---|
| | 水管橋方式 | 橋梁添架方式 | 推進工法 | シールド工法 |
| 概要 | <p>管路専用の橋を設けて、河川を横断する</p>  | <p>既存道路橋に水道管を添架することにより、河川を横断する</p>  | <p>非開削工法の一つで、推進用ジャッキにより、推進管を地中に押し込み河川を横断する</p>  | <p>非開削工法の一つで、シールド機を地中に押し込むと同時に、後部でセグメントを組立て、トンネルを築造する</p>  |
| メリット | <p>管路が地上（架空）に露出することから、管路の維持管理性が良い。</p> | <p>適当な道路橋がある場合には、他の工法に比べて安価である。</p> | <p>非開削工法のうち、日本では最も一般的に用いられる工法で、シールド工法と比べ安価である。</p> | <p>推進工法比べて、長距離施工が可能で、蛇行修正が容易であり、大口径の非開削工法に適している。</p> |
| デメリット | <p>川幅が600m以上であることから、河川内に橋脚が必要である。</p> | <p>添架する橋梁の構造により、中大口径の場合は採用が難しくなる。ダゴン橋には添架荷重が設計に考慮されていない（「ヤンゴン都市圏都市開発セクター情報収集・確認調査 平成24年5月」より）</p> | <p>一般的な最大推進延長は100m～200m程度である。大口径は経済性からシールド工法が採用される。</p> | <p>立坑等の工事が大規模となるため、経済性、施工性で推進工法に劣る。</p> |
| 本事業への適用性 | <p>日常的に船舶の往来があるため、水管橋を水面より高くしなければならないため、構造的に不経済となる。 また、河川の水が速く、かつ水深があるため橋脚の築造が難しく、非常に大掛りな工事となる。</p> | <p>口径700mmを既存橋梁へ添架するには、既存の橋桁/橋台のコンクリートの健全性のチェック、橋梁の構造計算、道路橋管理者との協議等の綿密な調査が必要である。しかしながら、既存橋の竣工図、施工管理図書がなく、調査には長期間を要する。</p> | <p>横断延長が600m以上となるため、最大推進延長の観点から採用は難しい。</p> | <p>船舶の往来の観点から非開削工法が安全性、施工性の面で優れている。</p> |
| 経済性 | 1,100百万円 2.6 | 590百万円 1.4 | — | 420百万円 1.0 |
| 総合評価 | △ | △ | × | ○ |

出典：JICA 調査団

船舶の往来の観点から非開削工法が安全性、施工性で優れており、かつ経済性に優れていることからシールド工法を推奨する。推進工法の例を次図に示す。



出典：Chubu Electric Power, Japan and Regional Development Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

図 2.26 シールド工法の概念図

河床下に埋設される管の土被りは、日本の事例から最少 5m として計画する。このため、兩岸の発進・到達立坑は深さ 30m 程度となる。Bogo 川河川横断方法の概要を下表及び次図に示す。

表 2.57 Thilawa 送水管の Bago 川横断部

| 口径 (mm) | 内容 |
|---------|---|
| 700 | 640m、セミ・シールド工法 ϕ 1350mm 内挿管ポリエチレン管 ϕ 700mm |

出典：JICA 調査団

4) 管路の材質

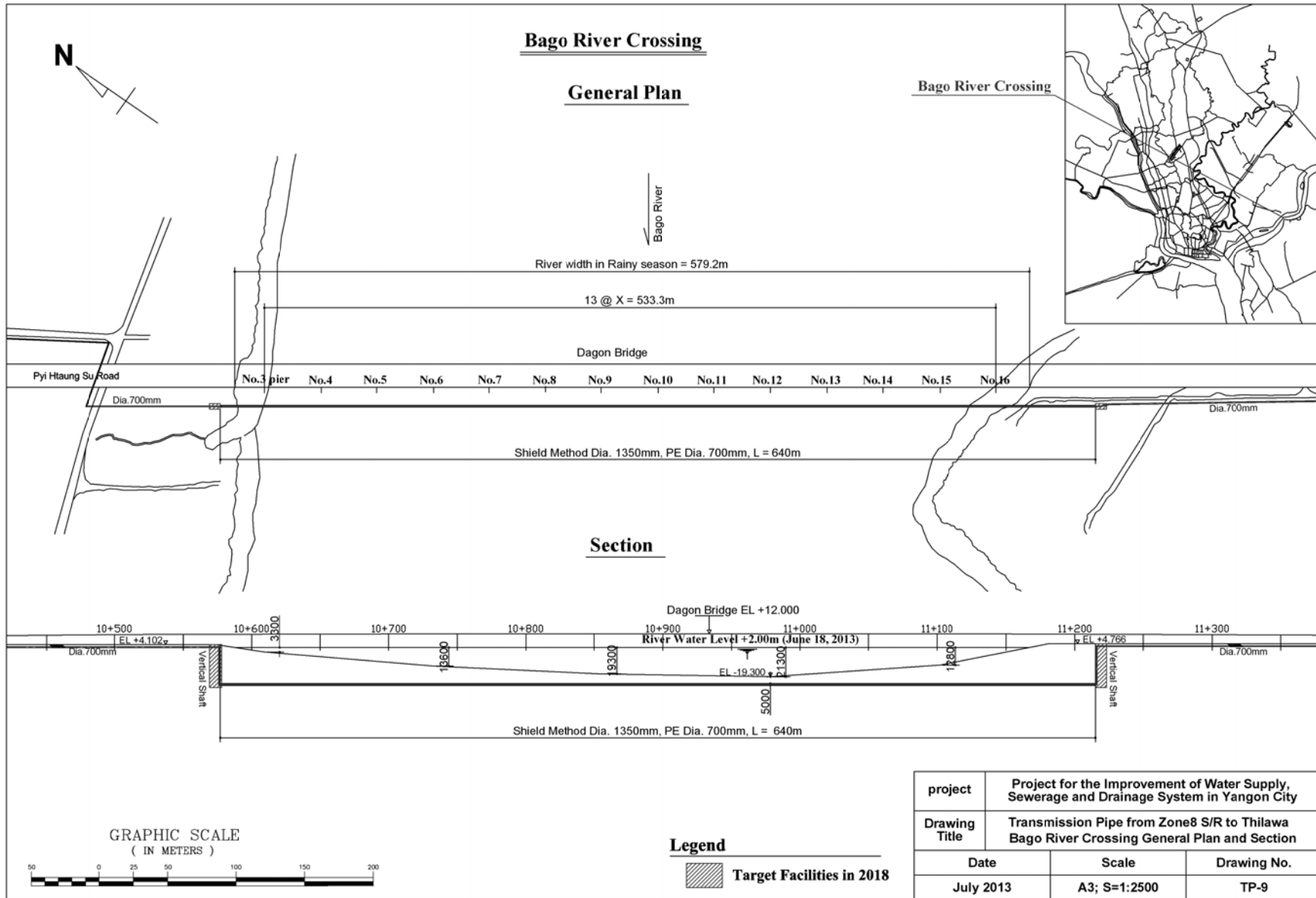
管種は、口径 ϕ 200mm 以上をダクタイル鋳鉄管 (DIP)、口径 ϕ 150mm 及び ϕ 100mm を高質塩化ビニル管 (PVC、ゴム輪タイプ) とする。

既存管路では旧式の鋳鉄管、鋼管及び PVC 管が主に利用されているが、本 F/S では一般的に広く利用され、強度が高く、施工性のよいダクタイル鋳鉄を採用する。小口径管は現在使用されている PVC 管とするが、接続方法を既存の接着材による接続からゴム輪受け口によるプッシュオンによる接続に変更により、施工不良による漏水を削減する。宅内に用いられる給水管は、曲げが容易な PE 管を採用する。

表 2.58 口径別の管種区分

| 口径 (mm) | 内容 |
|----------|-----|
| ~50 | PE |
| 75~150 | PVC |
| 200~1000 | DIP |
| 1100~ | SP |

出典：JICA 調査団



2-69

出典：IICA 調査団

図 2.27 Bago 川横断工法

2.5 施設の運転・維持管理

2.5.1 現地維持管理体制の検討

(1) 運転管理業務

本提案事業では、集中監視制御システムを構築し、機器の運転状態や水質、水位、流量などプラントの状況を把握するうえで必要な情報を一箇所に集約させる。これにより、施設全体をできるだけ少人数で監視することが可能となる。

しかし、浄水場の監視業務は、水質や流量などのプロセス情報に基づき、施設全体の運用状態を把握し、適切に設備が運用されているか、処理状態に異常がないかなど、知識と経験に基づく高い判断力が求められる。また、水質変化や需要変動に対して状況を判断し、適切かつ迅速に対処するなど、水道の安全・安定を維持・継続するための重要な役割を担っている。

特に、水源である灌漑用水の水質は、通年を通して濁度が高く、最大濁度は500NTUを超える場合もあり、その水質変化に対して薬品注入率の調整や、機器操作が必要となるため、常に水質の状態を監視しておく必要がある。

主な運転監視業務の範囲を示す。

- SCADAによる浄水プロセスおよび排水プロセスの監視・操作
- 処理状態、水質データから薬品の注入率の調整、機器の操作
- 給配水需要に応じた取水量、送水量の調整・管理
- 巡視による各プロセスにおける処理状態の監視
- 保守・保全業務に伴う監視・操作および養生作業
- 異常発生時の対処操作および関係者との連絡

また、これらの業務を行なう上で、留意すべき点を示す。

- 操作ミスの防止
- 状況判断ミスの防止
- 保守・保全業務、水質管理業務との連携
- 365日、24時間常に設備の状態を監視・操作できる体制の構築

指揮命令系統を明確にするため、運転監視責任者の指示のもとで、4班に分けたスタッフが交代で勤務し、24時間365日の常時監視を行う体制が望ましい。

また、運転監視員は常に複数名で業務を行ない、相互にその内容を確認することでヒューマンエラーを防止する必要がある。

(2) 保守点検業務

浄水場施設が常に正常な状態で運用できるためには、電気設備の保守点検及び機械設備の保守点検の実施により、その設備本来の機能を確実に維持することが重要となる。このため、専門的な知識と技術を習得した者がこれら点検を行う必要がある。

保守点検業務の範囲を以下に示す。

- 巡視点検による設備の異常やその兆候の早期発見
- 定期的な保守点検、保全作業による設備機能の維持、延命
- 専門業者による定期点検作業等の管理
- 軽微な修繕作業

また、これら業務を行なう上では、以下の点を留意する必要がある。

- 作業安全の確保
- 作業に必要な資格の取得
- 電気設備、機械設備の専門知識、技術に基づく作業
- 迅速かつ正確な判断と対処

これらの条件を考慮し、保守保全責任者の指示のもと、例えば電気班及び機械班からなる保守点検体制を構築する。専門技術に特化した保守班を設けることで、より専門性の高い技術を習得することが可能となり、機器の故障時や施設の非常時に適切に対処し、その原因を追及できる技術力を身につけ、より安全、安定した運用ができるものとする。

よって、設備巡視点検は、電気・機械各技術者の指示に基づき保守・保全スタッフが実施する。

1) 電気設備の保守点検

日本では、受変電設備等の自家用電気工作物の設置者は、電気事業法第42条第1項の規程により、保安規程を定めて監督機関に届け出なければならない。

また、水道システムの信頼性を確保するため、安全で安定した電力の供給は不可欠であり、日常的な点検、定期点検、精密点検を計画的に行う必要がある。

日本における点検方法及び点検種別の一例を示す。

表 2.59 点検方法及び点検種別の一例

| 電気工作物 | 点検方法 | 点検周期 | | | |
|---|----------------|------|--------------|----------------|--------------|
| | | 巡視時 | 定期点検 (1年) | 精密点検 (3~5年) | 随時 |
| 責任分解点となる区分開閉器 引込線等(架空電線・支持物 ケーブル等) | 外観点検 | ○ | ○ | ○ | 必要に応じて 実施 |
| | 絶縁抵抗測定 | | ○ | ○ | |
| | 区分開閉器動作試験 | | ○ | ○ | |
| 断路器 電力用ヒューズ 遮断器 高圧負荷開閉器 | 外観点検 | ○ | ○ | ○ | |
| | 絶縁抵抗測定 | | ○ | ○ | |
| | 遮断器、負荷開閉器の動作試験 | | ○ | ○ | |
| | 遮断器、負荷開閉器の内部点検 | | | ○ | |
| 変圧器、コンデンサ、母線、 リアクトル、避雷器、計器用変 成器、その他高圧機器 | 外観点検 | ○ | ○ | ○ | |
| | 絶縁抵抗測定 | | ○ | ○ | |
| | 変圧器の内部点検 | | | ○ | |
| 受配電盤 制御回路 | 電圧、電流、電力量の記録 | ○ | ○ | ○ | |
| | 外観点検 | ○ | ○ | ○ | |
| | 絶縁抵抗測定 | | ○ | ○ | |
| | 保護継電器動作試験 | | ○ | ○ | |
| | 保護継電器動作特性試験 | | | ○ | |
| 蓄電池 | 制御回路試験 | | ○ | ○ | |
| | 外観点検 | ○ | ○ | ○ | |
| | 電圧測定 | | ○ | ○ | |
| 接地装置 | 外観点検 | ○ | ○ | ○ | |
| | 接地抵抗測定 | | ○ | ○ | |
| 受電設備の建物・室キュービク ルの金属箱 | 外観点検 | ○ | ○ | ○ | |

出典：自家用電気工作物保安規定の「別表第2 巡視点検測定並びに手入れ基準」を要約)

2) 機械設備の保守点検

水道施設の機械設備は、ポンプ・電動機設備、バルブ、攪拌機と多岐にわたり、その突然の故障は、減水、断水や水質異常を招く重要な設備である。そのため、機器故障時の影響を最小限にするためにポンプ類には、予備機を設置し万一の故障時に予備機に切り替えることで運用を継続することができる。しかし、故障率を下げ、万一の際に確実に予備機が稼動するためには、日常的な保守点検を適正に行なうことが、水道システムの信頼性を高める。

機械設備は、運転中の機器状態、異常、異臭、振動、過熱、漏水、漏油など、五感を働かせた点検が重要であり、その経験から得られた知見による異常の判断が重要であり、異常の早期発見ができる。

機械設備のうちポンプに関する点検・整備の一例を示す。

表 2.60 ポンプの点検・整備例

| 区分 | 対象機器 | 点検内容 | 点検周期 | | | |
|------|----------|---|------|----|---------------|----|
| | | | 巡視時 | 1年 | 5 ～ 10年 | 随時 |
| 日常点検 | 共通 | 外観、振動、異音、異臭、温度、変色、損傷、漏水 | ○ | | | |
| | ポンプ | 軸受潤滑油(オイル、グリース)の油量、漏油、オイルリングの動作、給油口・プラグの状態、グランドパッキン発熱、封水滴下量 | ○ | | | |
| | 制御装置・計器類 | 満水検知器、過小水量検知器、電磁弁類の動作状態、圧力計、連成計、真空計、温度計、電流計等の指示値、制御盤内の状態 | ○ | | | |
| 定期点検 | 共通 | 各部の緩み、腐食、磨耗、劣化、破損 | | ○ | | |
| | ポンプ | 軸受潤滑油(オイル、グリース)の交換、補充、清掃、塗装の状態、締付けボルト・ナットの増締め、カップリングゴムブシュ交換、グランドパッキング調整・補充・交換 | | ○ | | |
| | 制御装置・計器類 | 満水検知器、過小水量検知器、電磁弁類の動作状況及び特性、圧力計、連成計、真空計、温度計等の校正 | | ○ | | |
| 精密点検 | ポンプ | インペラ、ケーシング、スリーブ、軸受の分解点検、磨耗部品の交換、ボルト・ナット、カップリングゴムブシュの交換、芯出し調整 | | | ○ | |
| | 制御装置・計器類 | 満水検知器、過小水量検知器、電磁弁類の特性検査及び不良品の交換、計器類の特性検査及び不良計器の交換 | | | ○ | |
| 試験測定 | ポンプ | 振動、吐出し流量・圧力・始動時間等のシーケンス試験、温度継電器などの保護装置動作試験 | | ○ | | |
| 交換部品 | ポンプ | ベアリング、グランドパッキン、シール類 | | | | ○ |

出典：日本水道協会 水道維持管理指針 2006 抜粋

(3) 修繕業務

設備本来の機能を維持・延命するためには、定期的な点検とともに部品や消耗品等の交換が重要である。修繕作業の種類や期間は製造メーカーが推奨する方法を基本としつつ、実際の消耗具合や故障頻度も考慮したうえで、現実的な作業計画を立案し、確実に実施する。

1) 電気設備修繕

電気設備は受変電・動力設備、監視・制御設備、計装・水質設備に大別される。受変電・動力設備は多くの機器をその目的に合わせて組み合わせたものであり、部品単体の交換が可能である。一方、監視・制御設備や計装・水質設備の大半は汎用製品であり、部品レベルの修繕作業は多くない。

このように、電機設備はその設備の種類により修繕方法や周期が異なることから、設備の重要性も含めて綿密な修繕計画を立案し、交換部品や機器の調達も含めた総合的な管理により、設備機能の維持・延命と設備維持管理コスト低減の両立を図る。

2) 機械設備修繕

ポンプをはじめとする機械設備・機器は稼動部が劣化することで、その機能や効率、信頼性が低下する。このため、定期点検やオーバーホールにより機器の状態を正確に把握し、消耗・劣化状況に合わせて部品交換を実施することが重要となる。特に重要である取水・導水ポンプや配水ポンプは、故障や不具合が発生すると浄水場の運用が不可能になることから、予防保全の考えに基づいた修繕計画を立案する。

3) 機器メーカーによる点検・修繕

本事業で設置される機械電気設備は特殊な製品は少なく、YCDC が自ら点検・修繕が可能な製品が多数を占めている。しかしながら、一部の電気製品である VFD 盤や SCADA システム等は、ブラックボックス化された製品が一般的で故障の際には、機器メーカーによる点検・修繕が必要となる可能性が高い。詳細設計時には、これらの製品が故障したとしても手動運転や系列運転ができるような検討が必要である。また、現地でのアフターケアが可能なメーカーから機器を調達することが望ましい。さらに、維持管理時においては、故障頻度が高い予備パーツを常に確保するとともに、機器メーカーによる点検・修繕ができるよう予算措置を講じる必要がある。

(4) 水質管理業務

1) 飲食用水の水質に関する国家基準の概要

ミャンマー国の飲食用水の水質に関する基準は、現在ドラフト版が作成されている。本基準に従った水質検査計画をたて、水質試験ができる体制を構築する必要がある。

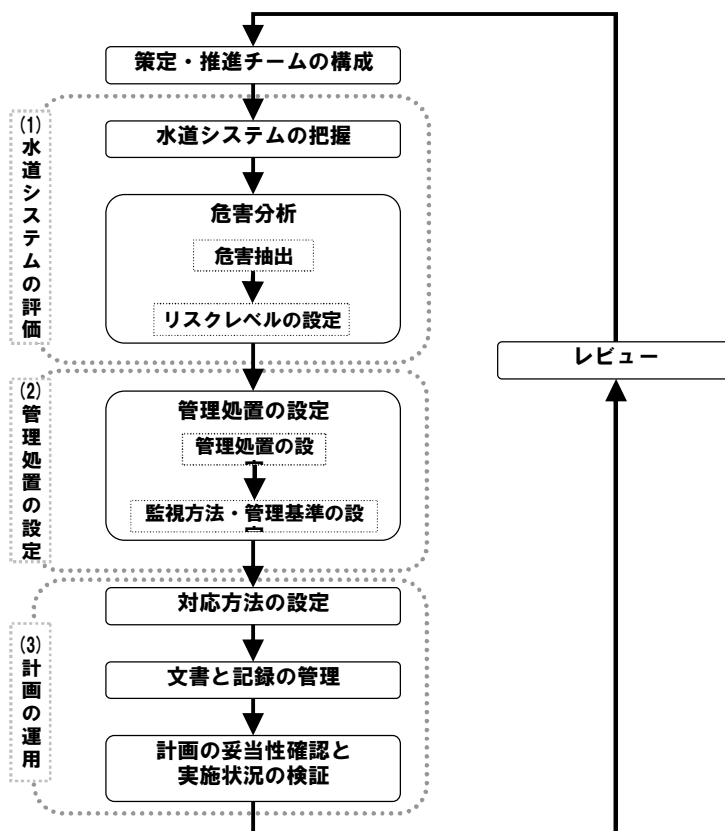
2) 水質管理手法

浄水が常に水質基準を満たし、衛生的に安全、正常な状態に保たれていることを基本に、原水の水質変動に応じた適切な対応ができるように、各プロセス上の水質管理を行うことが重要である。

WHO(世界保健機関)では、2004年のWHO飲料水質ガイドライン第3版で、食品製造分野で確立されている HACCP(Hazard Analysis and Critical Control Point)の考え方を導入し、水源から給水栓に至る全ての段階で危害評価と危害管理を行い、安全な水の供給を確実にする水道システムを構築する「水安全計画」(Water Safety Plan;WSP)を提唱している。

日本でも、この手法に基づき、厚生労働省が「水安全計画策定ガイドライン」を策定し、日本水道協会が代表的な浄水処理プロセスにおける水安全計画ケーススタディを取りまとめ、中小規模の事業体でも比較的容易に計画を策定できるようになっている。

将来に渡り、良質で安全な水道水の供給をするためにも、水安全計画を策定し、管理・運営する必要がある。



出典：厚生労働省「水安全計画策定ガイドライン」より抜粋)

図 2.28 水安全計画の策定と運用の流れ

3) 水質管理体制

安全で良質な水道水の確保と供給は、公衆衛生の確保面から最も重要な課題であり、そのため
の水質管理体制を構築することが必要である。

水道システムの流れに沿って水質を監視し、その状況に応じた適切な対応をするとともに、水
道水の安全性が懸念される場合は、迅速に最善の処置を施すことが可能な体制が要求される。

水質管理で求められる業務内容を示す。

- 水質基準に基づく水質管理計画の策定
- 水質検査計画の策定
- 水質検査及び検査結果の分析
- 原水水質に応じた浄水プロセス全工程の薬注率決定
- 水質データの管理
- 水質維持、向上に必要な運用方法の検討

また、これらの業務を行なう上では、以下の点に留意する必要がある。

- 規定された検査項目と頻度の遵守
- 異常発生時の迅速な原因究明と的確な対処方法の検討
- 水質検査結果の信頼性確保

これらの条件を満たすため、水質管理業務は1名の水質管理責任者と、専門知識を有する技術者により実施する。また、水質を厳格に管理するためには、本業務を専門に行なう独立した組織を設け、強い権限を持たせることが重要である。

(5) 排水管理業務

浄水プロセスから排出される沈殿池のスラッジ、ろ過池の洗浄排水は、排水処理施設で固液分離、スラッジ濃度を高めて、ラグーンで自然乾燥させる。

天日乾燥された汚泥は、場外に搬出する必要があるため、重機を用いてトラック等に移し変える作業が発生することが予想される。このため、これら排水処理業務を専門に管理・実施する体制を構築する必要がある。

2.5.2 管路管理業務

送配水管の事故は、突発的な断、減、濁水が生じるだけでなく、道路陥没や交通障害、家屋への浸水など二次災害を引き起こす可能性があり、その社会的影響は甚大である。これらを未然に防止するためにも、定期的な点検・整備が重要であり、巡視・点検の頻度を定めて計画的に行う必要がある。

送配水管路保全業務の範囲を以下に示す。

- 送配水管路情報の管理、布設図面の管理
- 作業車により週1回程度の頻度で全管路を巡視点検
- 巡視により漏水やその兆候、漏水要因となりうる事象の発見
- 受水点や配水管網上の仕切弁等、配管機器の状態確認、動作確認
- 増圧ポンプ場（設置する場合）の点検
- 水質検査（残留塩素濃度、濁度等）
- 盗水の発見

これらの業務を管理する送配水管路保全責任者1名と点検班による構成で巡回点検を実施すべきである。

2.5.3 警備体制

水道施設が水源等への毒物投入などのテロ攻撃を受けた場合、市民の生命、健康の安全を脅かし、市民生活や都市活動を麻痺させる重大な事態となる。

人的な警備業務は、浄水場を運用する上での業務とは質的・技術的に異なるため、別の人員体制で24時間365日の警備体制を構築する。具体的には、浄水場正門に入退場を監視する守衛を配置し、浄水場内を巡回する警備員を配置するのが望ましい。

第3章 配水区1の近代化

3.1 対象地域

3.1.1 対象地域の現況

(1) 対象地域の特徴

CDB エリアを含む配水区1は、ヤンゴン市の政治・経済の中心部である。ヤンゴン・ダウンタウンの中心にはスーレーパゴダが位置しており、高さ50m近い黄金の塔である。周囲はロータリーになっており、市庁舎が隣接している。この円を中心に東西にマハバンウーラ通り、南北にスーレーパゴダ通りが延びる。

配水区1はCDBおよびIURのタウンシップから構成されており、イギリス統治時代の水道施設が存在する配水区である。従って、多くの水道施設が老朽化しており、漏水率の削減を図るには、それらの更新が必要である。本F/Sでは、この配水区内の水道施設の近代化として、配水施設の全面更新を計画する。

現在の給水状況は下表のとおりである。

表 3.1 2011年の配水区1の給水状況

| 項目 | 配水区1 |
|---------|---------------------------|
| 推計人口 | 875,783 |
| 給水人口 | 624,785 |
| 給水普及率 | 71.3% |
| 給水件数 | 74,977 |
| 一日最大配水量 | 237,049 m ³ /日 |
| | 52 MGD |

出典：JICA調査団

(2) 配水区1：Central area 配水区

提案する配水区は、この地区の地形を活かすものとする。旧市内の南北に丘陵地帯が走っており、その高台に配水池を設け、なるべく自然流下方式で配水する。既設の配水池であるKokine配水池(20MG)、Shwedagon配水池(1MG)は市南部の高台にある。さらに、Shwedagon配水池に隣接するCentral配水池(10MG)を改築すれば、合計配水池容量は31MGとなる。

配水区は、下図に示すとおりCBD、Inner Urban Ring地区であり、Inya湖の南端が北の境界、Pazuntaung川が東の境界となる。Dagon、Bahan、Sanchaungタウンシップの標高は10~20m以上と比較的高く、出水不良地区となっているため、これらを高区としポンプ圧送し、その他の低平地を低区とし自然配水系とする。

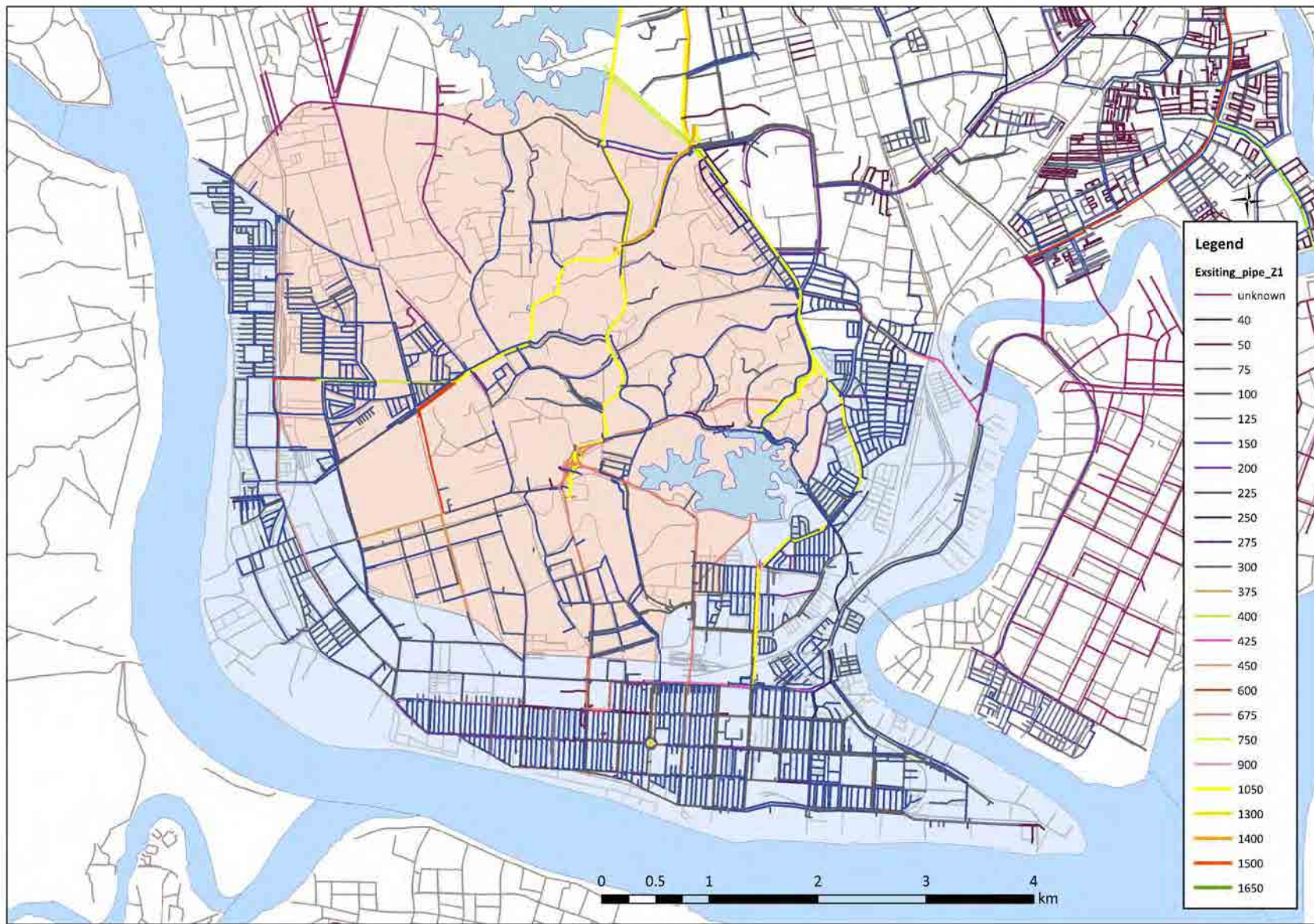


図 3.1 配水区1の既存管網位置図

出典：TICA 調査団

3.1.2 計画給水人口

水道計画の基本数値を下表に示す。

表 3.2 配水区1の水道計画の基本数値

(1) 推計人口の推移

| | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-------|---------|---------|---------|----------------|---------|
| 自然流下系 | 570,560 | 577,102 | 579,198 | 584,933 | 607,293 |
| ポンプ系 | 305,223 | 313,134 | 315,668 | 322,603 | 349,641 |
| 計 | 875,783 | 890,237 | 894,866 | 907,535 | 956,934 |

(2) 給水人口の推移

| | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-------|---------|---------|---------|----------------|---------|
| 自然流下系 | 442,700 | 492,627 | 503,786 | 521,473 | 587,302 |
| ポンプ系 | 182,085 | 224,676 | 237,857 | 262,157 | 338,604 |
| 計 | 624,785 | 717,303 | 741,643 | 783,630 | 925,906 |

(3) 給水普及率の推移 (%)

| | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|
| 自然流下系 | 77.6% | 85.4% | 87.0% | 89.2% | 89.2% |
| ポンプ系 | 59.7% | 71.8% | 75.4% | 81.3% | 82.5% |
| 計 | 71.3% | 80.6% | 82.9% | 86.3% | 86.8% |

(4) 給水件数の推移 (件)

| | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-------|--------|---------|---------|----------------|---------|
| 自然流下系 | 57,585 | 91,604 | 91,936 | 92,846 | 96,396 |
| ポンプ系 | 17,392 | 49,704 | 50,106 | 51,207 | 55,499 |
| 計 | 74,977 | 141,308 | 142,042 | 144,053 | 151,895 |

注) 給水件数；2011年は実績値、それ以降は給水人口÷6.3人/件で推計した。

出典：JICA 調査団

3.1.3 計画需要量

一日最大需要量は、2011年の現況から2025年で1.2倍、2025年から2040年で1.6倍に増加すると推計されている。計画需要量は、計画目標年度である2025年の63MGDとする。

表 3.3 一日最大需要量の推移

| m ³ /日 | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-------------------|---------|---------|---------|----------------|---------|
| 自然流下系 | 154,827 | 180,602 | 183,337 | 191,209 | 239,272 |
| ポンプ系 | 82,222 | 82,881 | 87,051 | 96,122 | 137,951 |
| 合計 | 237,049 | 263,483 | 270,389 | 287,331 | 377,223 |
| MGD | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
| 自然流下系 | 34 | 40 | 40 | 42 | 53 |
| ポンプ系 | 18 | 18 | 19 | 21 | 30 |
| 合計 | 52 | 58 | 59 | 63 | 83 |

出典：JICA 調査団

3.2 給水計画

配水区1の2011年から2040年までの給水計画を下表にまとめる。計画水需要量は計画目標年である2025年の一日最大需要量を採用する。配水区1のDMAと配水主管位置を次図に示す。

表 3.4 配水区1の給水計画

| | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|-------------|---------------------------|---------|---------|----------------|---------|
| 推計人口 | 875,783 人 | 890,237 | 894,866 | 907,535 | 956,934 |
| 給水人口 | 624,785 人 | 717,303 | 741,643 | 783,630 | 925,906 |
| 給水件数 | 74,977 戸 | 141,308 | 142,042 | 144,053 | 151,895 |
| 給水普及率 | 71.3% | 80.6% | 82.9% | 86.3% | 96.8% |
| 計画漏水率 | 50 % | 37 | 33 | 25 | 10 |
| 給水原単位(家庭用) | 95 L/日 | 126 | 133 | 150 | 200 |
| 一日平均需要量 | 215,499 m ³ /d | 239,529 | 245,808 | 261,210 | 342,929 |
| | 47 MGD | 53 | 54 | 57 | 75 |
| 日最大係数 | 1.09 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| 一日最大需要量 | 237,049m ³ /d | 263,483 | 270,389 | 287,331 | 377,223 |
| | 52 MGD | 58 | 59 | 63 | 83 |
| DMA(配水管理区画) | 0 | 35 | 35 | 35 | 35 |

出典：JICA調査団

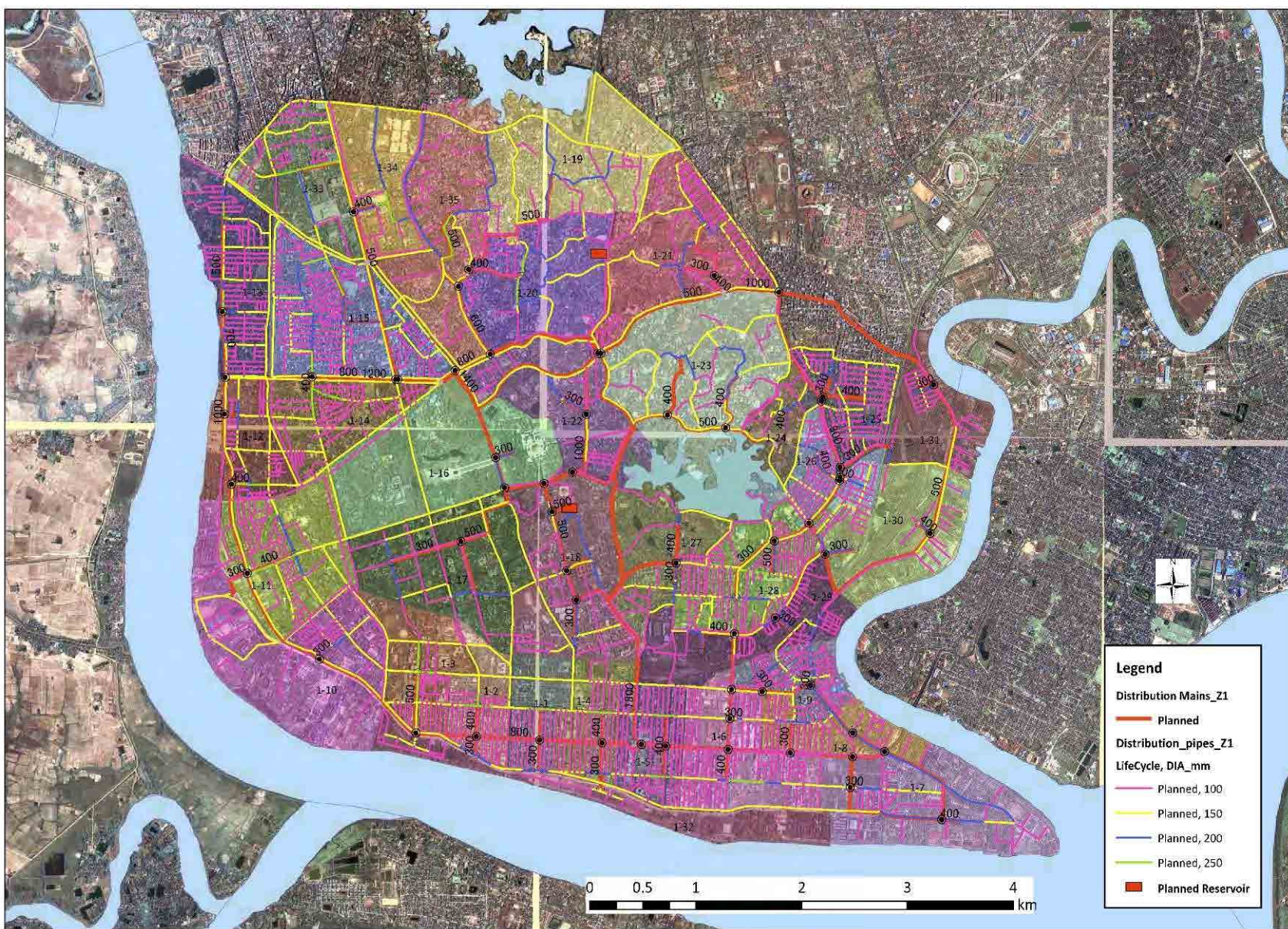


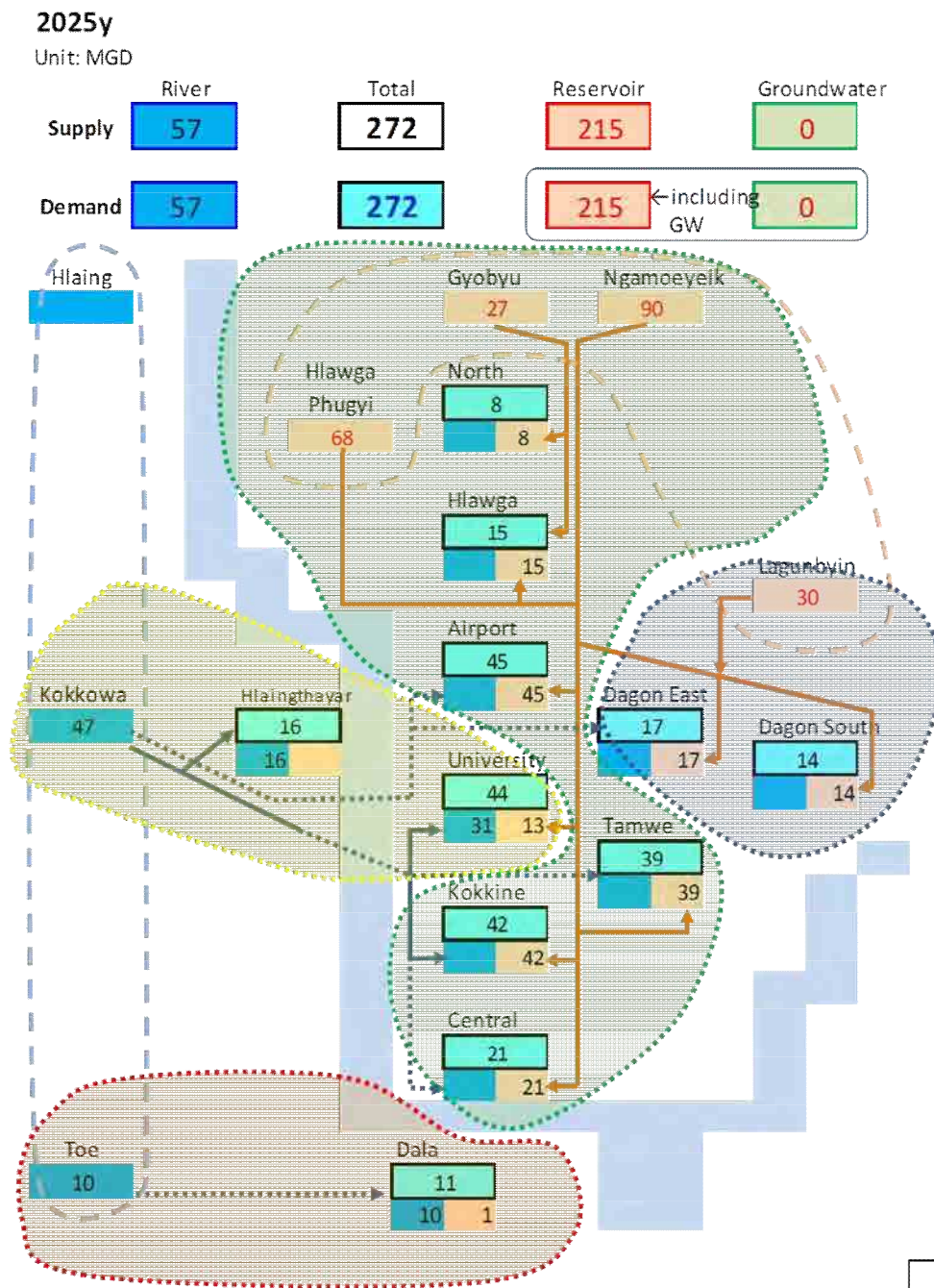
図 3.2 配水区1のDMAと配水主管位置図

出典：IICA 調査団

3.3 施設計画

3.3.1 送水施設

2025年のヤンゴン市の10配水区の水需要量と貯水池水源配分を次図に示す。本図は、マスタープランから、ヤンゴン市域以外（周辺6タウンシップ）の需要量と配分を取り除くことにより、修正し作成されている。



出典：JICA 調査団

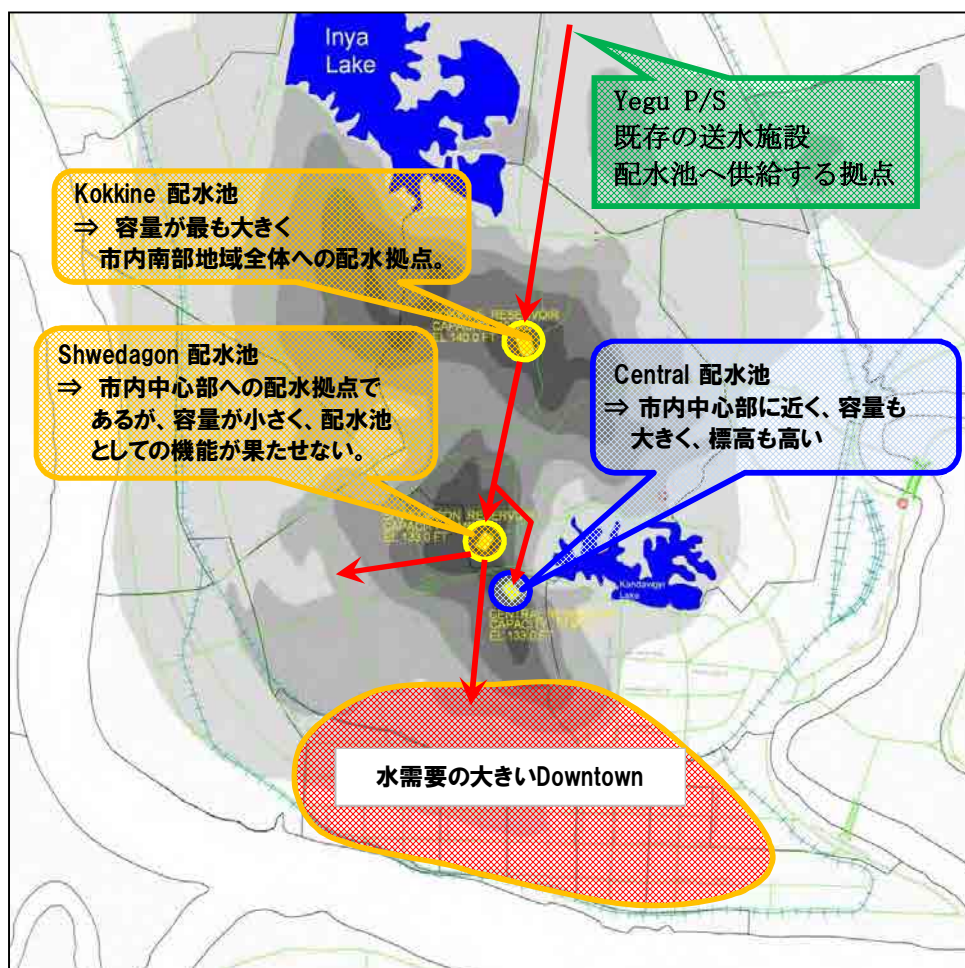
図 3.3 配水区1の水源（M/Pの水量配分を一部修正）

マスタープランでは、将来は Yegu ポンプ場を経由しなくとも直接水源あるいは浄水場から各配水池に送水可能なように、各水源及び浄水場のポンプ能力を修正することとして計画している。しかし、2025 年においては、Gyobyu、Hlawaga、Ngamoeyik の水が、既設 Yegu ポンプ場を経由して配水区 1 に供給される。2025 年以降は、新設される Kokkowa 浄水場からの送水にて賄われる計画である。

既設 Yegu ポンプ場と配水区 1 の配水池の位置を下図に示す。Yegu ポンプ場から既存 2 配水池までは、既存送水管を使用するため本計画対象には含まれない。

M/P では、Kokkowa 川の浄水が配水区 1 および 3 に送水できるようになった時点の 2030 年頃に既設 Yegu ポンプ場は廃止の予定である。しかし、配水区 1 の近代化は、それ以前に実施する計画である。従って、この移行期間の間は、Yegu ポンプ場を活用することとする。

将来廃止となるため、Yegu ポンプ場の改修は本 F/S に含めなかった。既設 Yegu ポンプ場のポンプ類は老朽化している。本ポンプ場の状況は十分監視しポンプ類の故障した場合は、ポンプの修理あるいは改修を行う必要がある。



出典：JICA 調査団

図 3.4 配水区 1 の既存配水池位置図

3.3.2 配水基幹施設（配水池、配水ポンプ、配水本管）

(1) 基幹配水施設の概要

基幹配水施設（配水池、配水ポンプ、配水本管）の概要を以下に示す。

表 3.5 基幹配水施設の概要

| 施設 | | |
|----------------|-------|--|
| 既設 Kokine 配水池 | 配水池 | RC 製 91,000 m ³ x1 池 |
| | 配水ポンプ | なし（配水自然流下方式） |
| 改築 Central 配水池 | 配水池 | RC 製 45,000 m ³ x1 池 |
| | 配水ポンプ | 26.0 m ³ /min x 2 台 88.6 m ³ /min x 3 台 |
| 配水本管 | | φ 300-1800 x70.5 km（配水池から各 DMA 入口まで） |

出典：JICA 調査団

(2) 配水池の計画

配水池は既設配水池の容量と同量とし、下表のとおり設定する。

表 3.6 配水池容量の計画

| 既設 Kokine 配水池 | 改築 Central 配水池 |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 20MGDx4546=91,000 m ³ | 10MGDx4546=45,000 m ³ |
| 自然流下 | 配水ポンプ併設 |

出典：JICA 調査団

1) Kokine 配水池

a) 配水池の現況

既設の Kokine 配水池（20MG、図 3.6）は市南部の高台に位置し、周辺は高級住宅街に囲まれている。ヤンゴンの配水拠点となっている配水池であり、1926年に完成し、90年弱と長期間使用されている。構造物の健全度については地上部が土に覆われており詳細は不明であるが、Central 配水池と異なり漏水は確認されていない。2007年の清掃時には、汚泥が約 1.5m(5feet) 沈殿しており、ポンプで引抜き除去を行った。その後の汚泥高は 0.6m (2feet) 程度になったとのことである。このため、池の定期的な清掃が必要である。

表 3.7 Kokine 配水池の概要

| 配水池名 | 概要 |
|------------|---|
| Kokine 配水池 | 建設時期：1925～1926年 敷地面積：559 feet X 286 feet 構造：地下式 RC 配水池 容量：90,920 m ³ (20MG) 水位：HWL +42.7m(140feet)、LWL +36.6 m(120feet)、水深 6.1m 流入管：φ 1400mm 鋼管（Yegu ポンプ場から送水） 流出管：Shwedagon 配水池用 φ 1050mm 送水管、北方面タウンシップ用 φ 1050mm 鋳鉄管及び東南タウンシップ用 φ 1050mm 鋳鉄管 |

出典：JICA 調査団

Kokine 配水池の下流には Shwedagon Pagoda 配水池（1894 年築造、容量 1MG）があるが、池容量が配水量と比較して少量のため、配水池に水が溜まらず素通り状態となっている。そのため、配水区 1 における配水池の滞留時間は以下のように算出される。配水池の滞留時間は 8 時間を目安とすると、現在の池容量は十分であると言える。しかしながら、需要増に伴って、将来は滞留時間が減少することから、2020 年以降は容量不足になるものと予想される。従って、配水池の容量増あるいは他の配水池の整備が必要である。

表 3.8 Kokine 配水池の滞留時間（Central 配水池を改修しない場合）

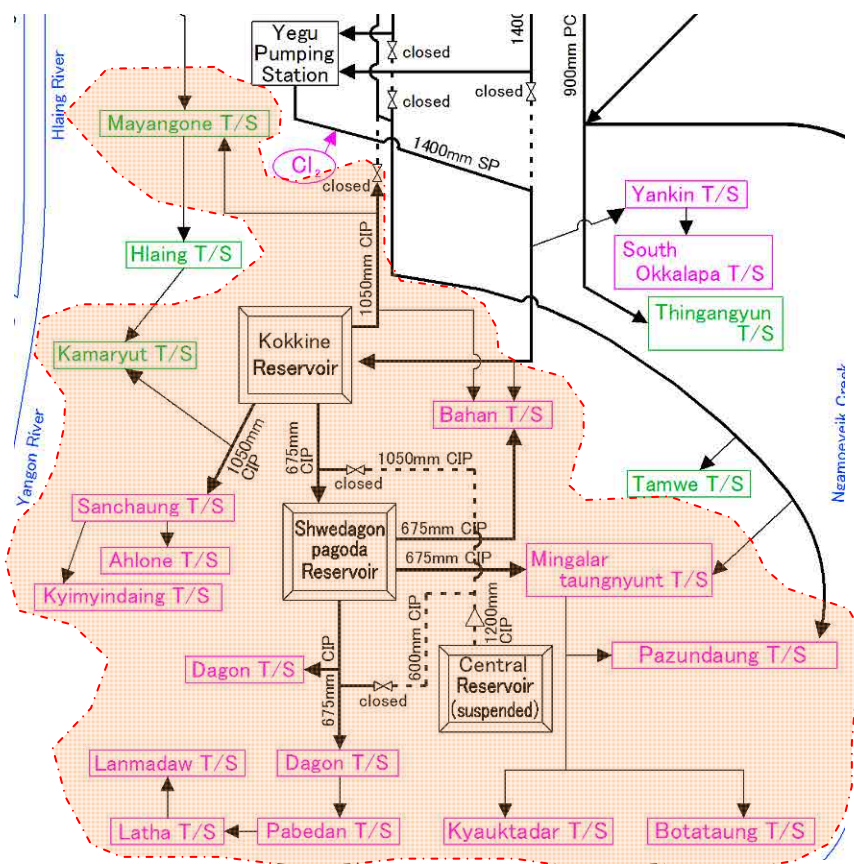
| | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|---------------|------|------|------|------|------|
| 一日最大需要量 (MGD) | 52 | 58 | 59 | 63 | 83 |
| 滞留時間 (時間) | 9.2 | 8.3 | 8.1 | 7.6 | 5.8 |

注：滞留時間＝配水池容量(20MG)÷需要量 MGD×24 時間

出典：JICA 調査団

b) 配水池の将来計画

前出の通り、Kokine 配水池の構造物の健全度については不明な部分が多く、現況を調査するには、配水池を空にして内部調査を実施しなければならない。しかしながら、配水池はダウンタウンエリアへ配水する重要拠点の一つであり、配水池停止時には広域の断水が発生する可能性が高い。配水池停止時の断水予想図を下図に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.5 Kokine 配水池停止時の断水影響予想範囲（着色範囲）

従って、配水池を空にして調査を実施するために以下のステップを想定し、後述する Central 配水池の改築を計画の一部とする。

- Step1: Yegu 増圧ポンプから Central 配水池への直送管を整備する (Kokine 流入管のバイパス工事)。
- Step2: Central 配水池の配水エリアをポンプ圧送系(高区)に再編し、管路整備を行う。
- Step3: 現在使用していない Central 配水池の改築および配水ポンプの整備。
- Step4: 低区と高区を分割するために、Central 配水池から高区に試験的に配水。

Kokine 配水池のためのステップとして、

- Step5: Kokine 配水池を空にして、配水池内の清掃および構造物の診断等の調査の実施。
- Step6: 診断結果に応じて、補修・補強工事を実施する。
- Step7: Kokine 配水池の配水エリアを自然流下系 (Low Zone) とし、管路整備を行う。
- Step8: Shwedagon Pagoda 配水池の運用停止。

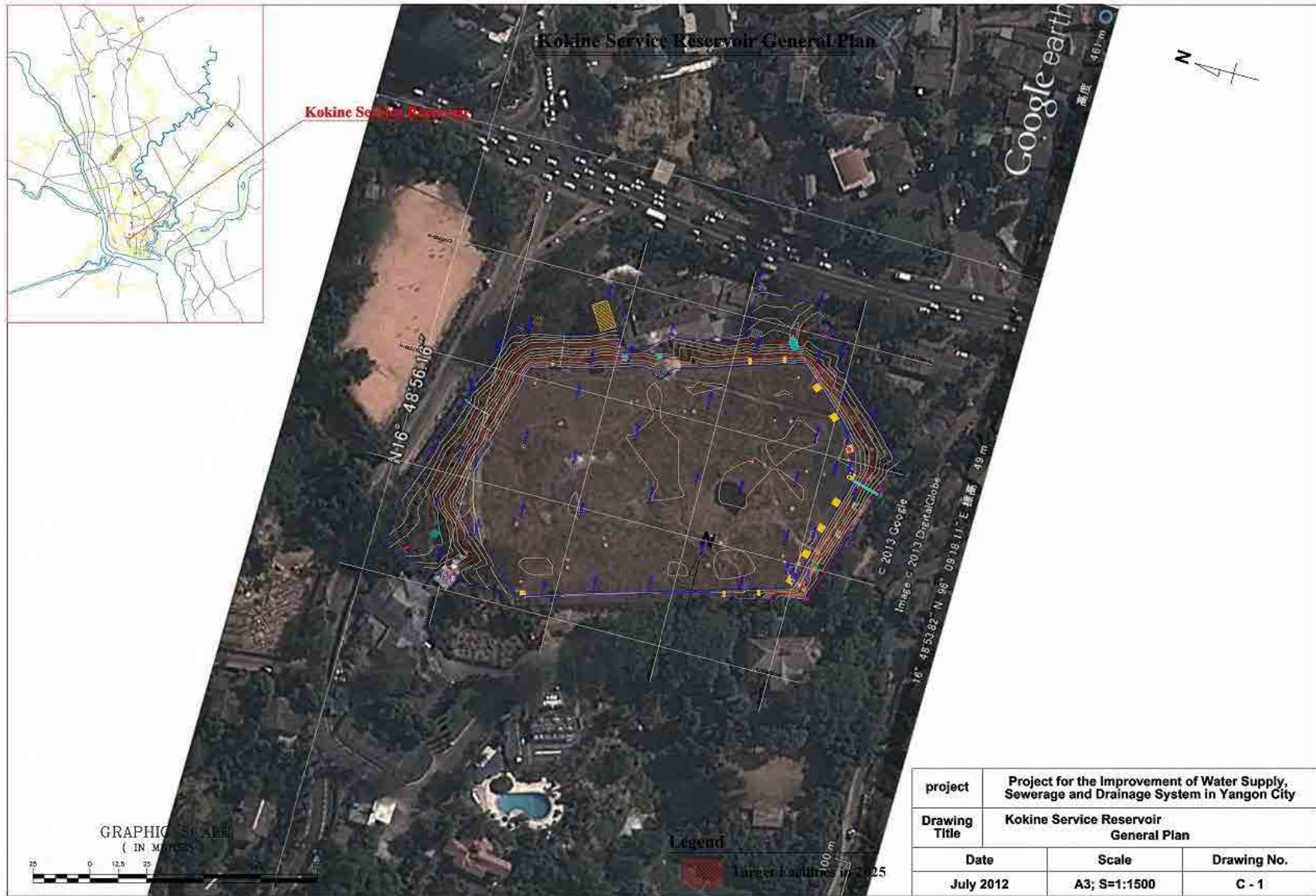
配水池の診断結果によっては、Kokine 配水池を改築する可能性もあるが、本計画では配水池を継続して利用することを前提で計画し、配水区1の低区用の配水池として整備する。Central 配水池の改築により Kokine 配水池が受持つ配水区域が軽減されるため、下表のとおり将来に渡って8時間以上の滞留時間を確保することが可能となる。

表 3.9 Kokine 配水池の滞留時間 (Kokine 配水池と Central 配水池の併用運用のケース)

| | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|---------------|------|------|------|------|------|
| 一日最大需要量 (MGD) | 52 | 40 | 40 | 42 | 53 |
| 滞留時間 (hr) | 9.2 | 12 | 12 | 11 | 9 |

注：滞留時間＝配水池容量(20MG)÷需要量 MGD×24 時間

出典：JICA 調査団



出典：IICA 調査団

図 3.6 Kokine 配水池計画

2) Cenral 配水池

Central 配水池（図 3.7）は、完成時の水張試験において漏水が発生したことから、完成後から現在に至るまで稼動することなく 48 年間放置状態にある。従って、上記の Kokine 配水池の将来利用計画と併せ Cenral 配水池の改築を計画する。

a) 既存 Cenral 配水池の状況

Cenral 配水池は、周辺を住宅や寺院（パゴダ）に囲まれた敷地内に位置しており、配水池は上部が覆土された半地下式の RC フラットスラブ構造となっている。内部に仕切壁等はなく、10MG（=45,460m³）の 1 池構成である。

コンクリート部材の状況は、半世紀以上にわたり放置状態となっていたため、コンクリートの劣化が顕著であり、また、目視可能な範囲でも所々で鉄筋の露出やクラック等が確認されており、躯体の構造体としての信頼性は非常に低いものと想定される。

Central 配水池の現況写真を以下に示す。



2009 年にスイスの SIKA 社により、コンクリートの補修調査が行われた。さらに現在漏水修理のため、タイの企業(SEGA)が調査をしたが、現在まで補修の計画は進んでいない。このような老朽化した躯体の劣化状況を考慮すると配水池の改築が有効である。なお、隣接する Shwedagon Pagoda 配水池は、池容量も 1 MG と小さく、老朽化により頂版の構造が弱くなっているため、Central 配水池の改修および管路の更新後に使用休止とする。

表 3.10 Central 配水池の概要

| 配水池名 | 概要 |
|----------------------|--|
| Central 配水池 (休止中) | 建設年:1965年 構造: W 347 feetX L 220 feet 構造: 地下式 RC 配水池 容量: 45,460 m ³ (10MG) 水位: LWL +38.1m(125feet)、LWL +32.0m(105feet)、水深 6.1m 流入管: φ 1050mm 鑄鉄管 (Kokine~Shwedagon 配水池の送水管から途中分岐、Central 配水池へ連絡。流入管は、流出入兼用であり φ 1200mm 鑄鉄管となっている。 |

出典: JICA 調査団

b) Central 配水池の改築

既存の配水池の躯体の状況については、前述のとおり、劣化が著しく構造体としての信頼性が低下していることが想定される。また、築造から 48 年が経過しており、事業終了時には日本の土木構造物（コンクリート製）の法定耐用年数である 60 年にほぼ達している状態である。

配水池の改築は、配水ポンプ場を併設した施設への改築を提案する。改築にあたっての基本条件を下記に示す。

【改築によるメリット】

- 配水区の配水調整機能の増強（給水時間の増加）
- 配水区 1 の高区（ポンプ圧送エリア）の創造
- 配水池の改築により、一時的に Kokine 配水池を停止することが可能となり、Kokine 配水池の内部状況の確認、補修、底泥の排泥が実施可能となる。

c) 改築計画

配水池を新設するに当たっての制約条件と基本思想は以下のとおりである。

【制約条件】

- 現在の送水元となる Kokine 配水池との水位関係から、改修後の配水池の HWL は、既存の配水池 HWL と同程度とする。
- 配水池の周辺状況より、用地の拡張はできない。
- 現況施設と同容量 10MGD を確保する。

【配水池築造における基本思想】

- 建設コストが安価となるよう既存施設を可能な限り再利用する。
- 敷地条件より、可能な限り施工範囲（掘削範囲）が最小となるようにする。
- 配水池内での滞留水を防ぐため、池内には導流壁を設ける。
- 配水池の撤去工事および築造工事は、周辺状況より低騒音かつ低振動となる工法を採用する。

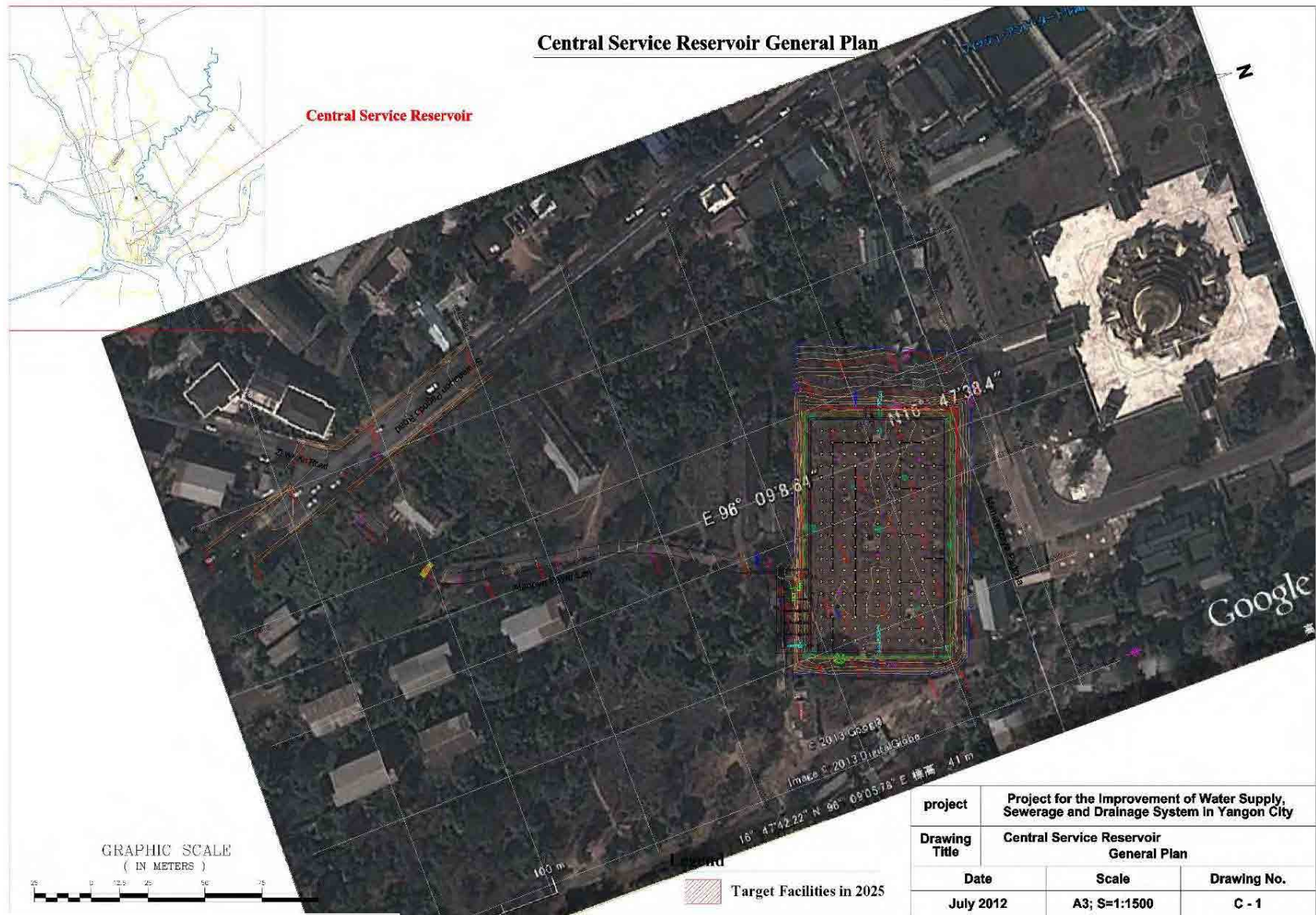
改築後の配水池の滞留時間は下表のとおりとなる。

表 3.11 Central 配水池の滞留時間 (Kokine 配水池と Central 配水池の併用運用のケース)

| | 2011 | 2018 | 2020 | 2025 | 2040 |
|---------------|------|------|------|------|------|
| 一日最大需要量 (MGD) | 未使用 | 18 | 19 | 21 | 30 |
| 滞留時間 (時間) | | 13.3 | 12.6 | 10.0 | 8 |

注：滞留時間＝配水池容量(10MG)÷需要量 MGD×24 時間

出典：JICA 調査団



出典：IICA 調査団

図 3.7 Central 配水池計画

(3) 配水ポンプ

Central 配水池に併設して配水ポンプを設置することにより、配水区1内に高区配水区を構築する。

1) はじめに

配水ポンプの設計条件を下表に示す。

表 3.12 配水ポンプに関する設計諸元

| 施設名 | 設計条件 |
|------------------|--|
| 配水区1 Central 配水池 | 96,122×1.5/24=6,007 m ³ /hr |

出典：JICA 調査団

配水ポンプ設備は、ウォーターハンマー（WH）対策を考慮して、ポンプにはフライホイール及び/あるいは逆止弁を設置する。また、流量計及び圧力計、吐出側電動弁等を配置する。いずれも機械設備は予備機を確保し、将来に渡り安定した運転が可能となるように配慮する。

- 配水ポンプ：揚程 90m を最大とする（管路の耐圧 1.0MPa より）
- モータ出力：最大 800kw とする（YCDC が現在扱っているサイズより）
- WH 対策：フライホイール及び/あるいは逆止弁

2) ポンプ形式

ポンプの型式は横軸両吸込渦巻ポンプを採用する。

詳細は表 2.14 を参照のこと。

3) ポンプの流量制御方式

送水ポンプの運転は、夜間等の需要量変動を考慮し台数制御と回転数制御の組合せとし、基本的には圧力制御による流量を監視するシステムとする。詳細は表 2.42 を参照のこと。

4) 配水ポンプ設備

配水ポンプ設備は、1 台予備を含む合計 5 台からなり、浄水は、直径 1,300mm の約 5,000m の配管で、F/ S 対象である水量の 96,122m³/日を直結給水するものである。

回転数制御については、経済性及び維持管理性の視点から、低圧受電できる 240kW 以下の電動機出力となる容量とし、小容量ポンプ 2 台と大容量ポンプ 3 台の組合せとする。

表 3.13 配水区1の配水ポンプ設備

| 項目 | 仕様 | 2025年 | 2040年 |
|----------|--|--------------|-------|
| 配水ポンプ(小) | 横軸両吸込渦巻ポンプ 26.0 m ³ /分×揚程約42m×230 kW (回転数制御) | 2 | — |
| 配水ポンプ(大) | 横軸両吸込渦巻ポンプ 88.6 m ³ /分×800 kW | 2 (内1台予備) | 1 |

※圧送距離が長く、平坦な地形であるため、水撃対策としてサージタンクをポンプ場の吐出管の近傍に設置する考えとし、詳細設計時に留意する。

出典：JICA 調査団

(4) 電気設備設計

1) 概要

電気設備の設計条件を下表に示す。電気供給事情は2.3.4(13)を参照のこと。

表 3.14 電気設備に関する設計諸元

| 施設名 | 設計条件 | |
|--------------|-------------|----------------|
| 配水区1 Central | 1) 受電電圧 | 33 kV、50Hz、一回線 |
| | 2) 受電変圧器容量 | 3,000 kVA |
| | 3) 電気負荷設備容量 | 2,400 kW |
| | 4) 電気負荷運転容量 | 1,800 kW |

出典：JICA 調査団

2) 受電回線

配水区1のポンプ場 (Dagon タウンシップ、Central 配水池) は、3MVA の受電変圧器容量となることから、施設の受電電圧 33kV となる。

もっとも近い YESB 33kV 変電所より 33kV 地中ケーブル (約 1 km) にて配線を計画する。(変電所位置は YCDC による想定)。



出典：JICA 調査団

図 3.8 Dagon タウンシップポンプ場と 33kV ケーブルルート

3) 受電設備および配電設備

設備容量は Lagunbyin 取水設備及び浄水場と同等であり、2.3.4(13)を参照のこと。

市街地のためケーブル配線となる配水区1 (Central 配水池/Dagon タウンシップ) では屋内閉鎖配電盤に直接引込むことでケーブル配線のメリットを最大限活かし、屋外型変電所のオプションは考えない。

(5) 配水本管

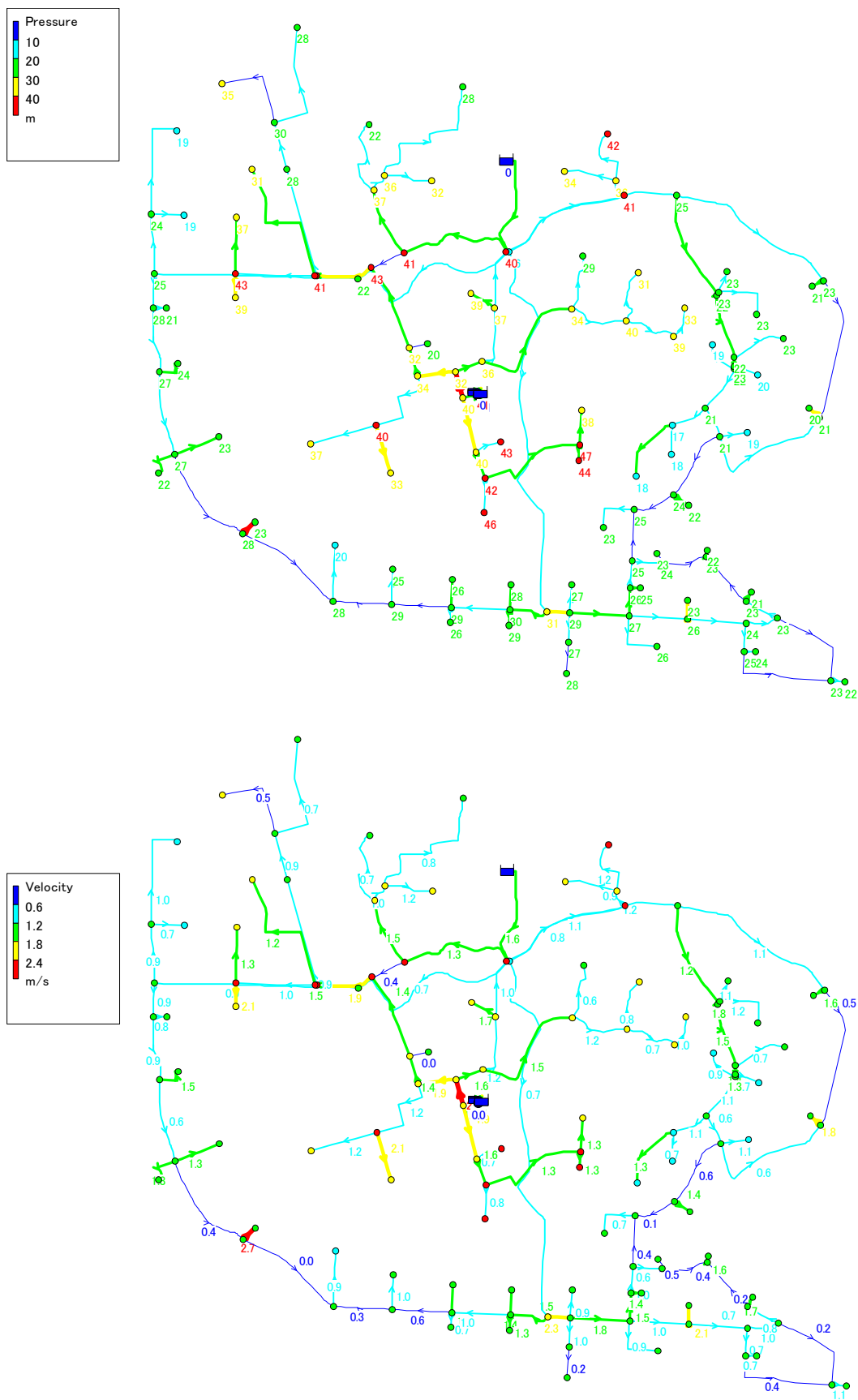
管網解析結果を図 3.9 に示す。解析方法の詳細は、配水区 7 及び 8 と同様であり 2.3.6(5)を参照のこと。

管網解析の結果から得られた必要な配水本管の数量は、下表のとおりである。また、図 3.10-11 に配水本管計画図(自然流下系およびポンプ系)を示す。

表 3.15 配水本管の延長

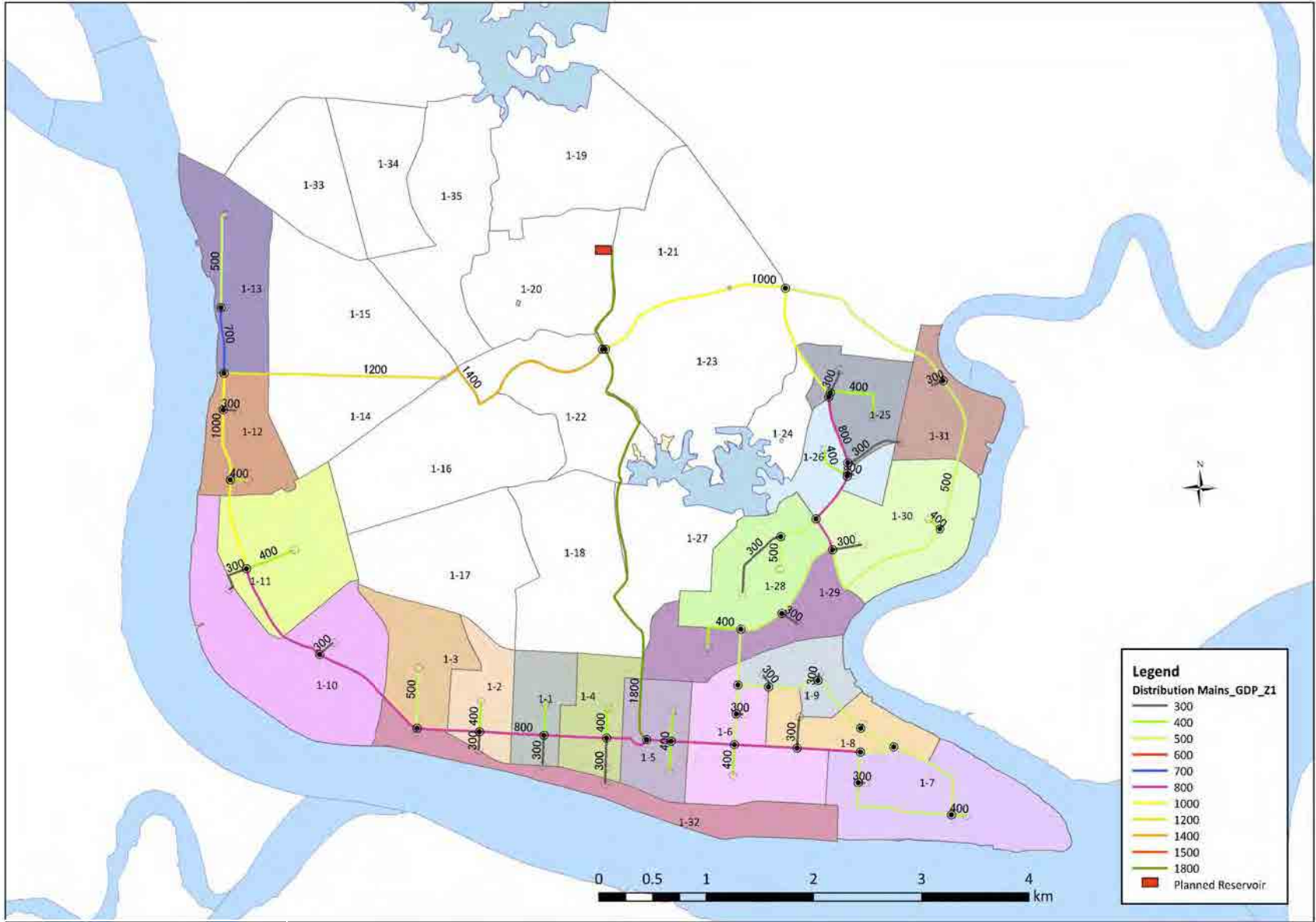
| 既存配水本管 (全更新) | | 配水本管の更新 | 特記事項 |
|-----------------|---------|---------|---------------|
| 口径 mm | 延長 (m) | 延長 (m) | |
| 300 | 55,962 | 7,634 | Open Cut |
| 375 | 1,750 | | |
| 400 | | 6,895 | Open Cut |
| 425 | 4,084 | | |
| 450 | 4,263 | | |
| 500 | | 26,277 | Open Cut |
| 600 | 4,035 | 900 | Open Cut |
| 675 | 16,282 | | |
| 700 | | 596 | Open Cut |
| 750 | 8,528 | | |
| 800 | | 12,448 | Open Cut |
| 900 | 2,601 | | |
| 1000 | | 6,551 | Open Cut |
| 1050 | 15,245 | | |
| 1200 | | 2,038 | Open Cut |
| 1300 | 82 | | |
| 1400 | 1,572 | 1,958 | Open Cut |
| 1500 | | 166 | Open Cut |
| 1800 | | 4,997 | Shield method |
| | 114,403 | 70,460 | 合計=70.5km |

出典：JICA 調査団



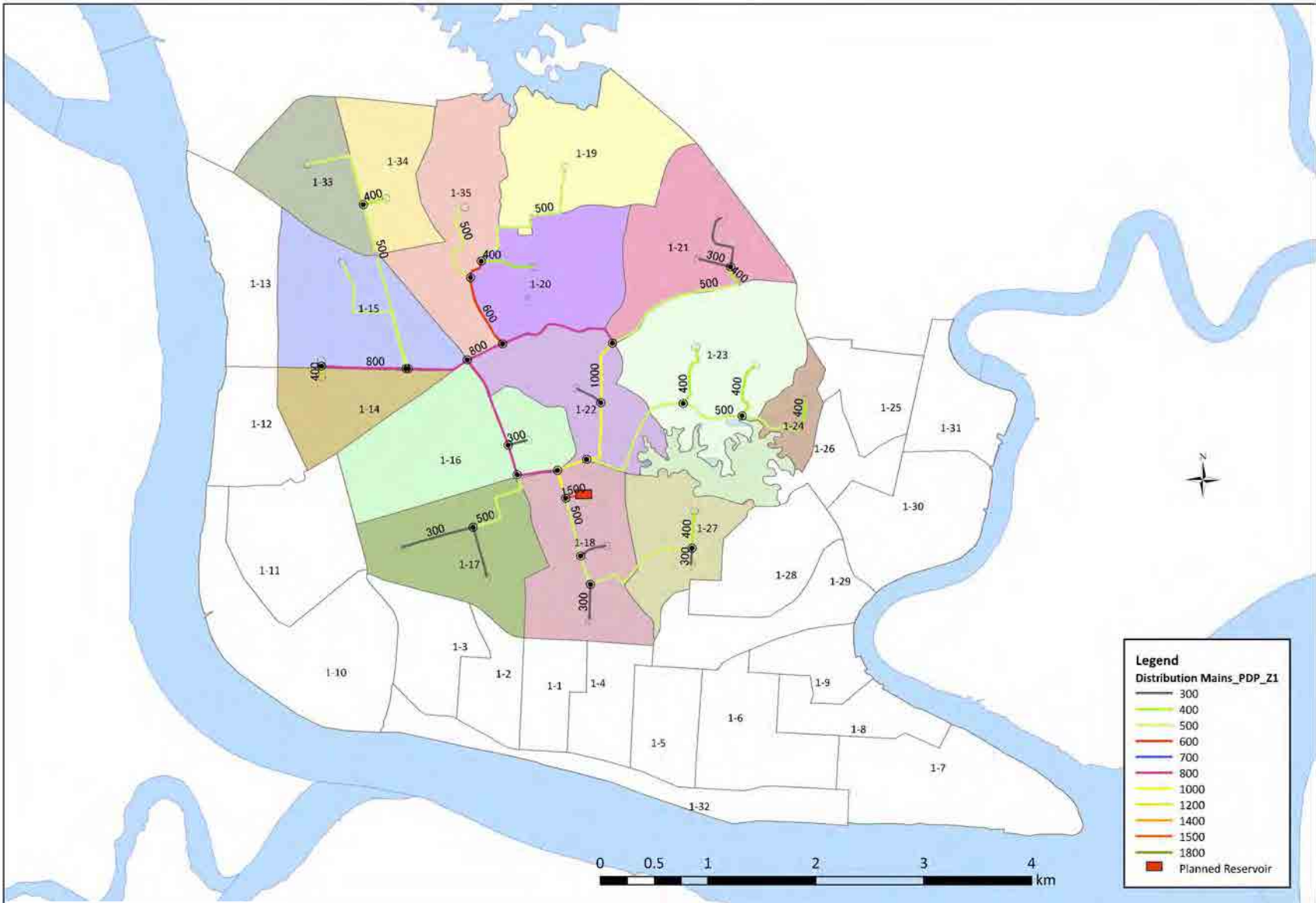
出典：JICA 調査団

図 3.9 配水区 1 の配水本管のシミュレーション結果



出典：TICA 調査団

図 3.10 配水区1の送水管、配水本管計画図（自然流下系）



出典：IICA 調査団

図 3.11 配水区1の送水管、配水本管計画図（ポンプ圧送系）

3.3.3 配水施設（配水小管、DMA 内の配管）

(1) 計画対象の配水施設の概要

計画対象の配水施設の概要を以下に示す。

表 3.16 配水施設の概要

| 施設 | 数量 |
|-------|-------------------|
| DMA | 35 箇所 |
| 配水小管 | φ 100-200×413.2km |
| 給水件数 | 124,386 箇所 |
| 水道メータ | 124,386 箇所 |

出典：JICA 調査団

(2) DMA 並びに配水小管

1) DMA 計画

給水区域全体を地形、需要量を勘案した上で配水区（DMA：District Metering Area）に分割する。配水区 1 の低区はダウンタウンエリアであり、中層建築物が密集し整然とした街並みである。配水管の総延長が短くなるように、DMA の境界は建築物と建築物の間のバックヤードとする。一方、高区は既存道路が樹枝状になっており、一つの敷地の面積も広いものとなっている。従って、DMA の境界を既存道路とする。

DMA の規模は、世銀の無収水対策では、平均 2,000 接続が推奨されている。2025 年の給水接続数から 1 つの DMA を約 3500 件/DMA として計画する。

各 DMA に対してはピーク需要に対応する容量を配水する管網を計画し、最終的には 24 時間給水を目指す。24 時間給水が実現すれば、各戸に設置されている自家用井戸、自家用ポンプ、ルーフタンクの廃止が可能であり、負圧による汚水の混入を防ぎ安全な水を配水することができる。

表 3.17 DMA の数量

| 2011 年の給水人口 | 2011 年の給水件数 | 2025 年の需要量 (m ³ /日) | 2018 年の給水人口 | 2018 年の給水件数 (6.3 人/件) | DMA 当りの給水件数 |
|-------------|-------------|-----------------------------------|-------------|--------------------------|-------------|
| 593,389 | 64,907 | 287,331 63 MGD | 783,630 | 124,386 | 3,554 |

| DMA 数 | 大口メータ (BM) 室 | 大口メータ 数 | 分離弁室 | 給水接続の 更新と新規 接続数 | 水道メータ の更新と新 規接続数 |
|-------|-----------------|------------|------|-----------------------|------------------------|
| 35 | 59 | 59 | 72 | 124,386 | 124,386 |

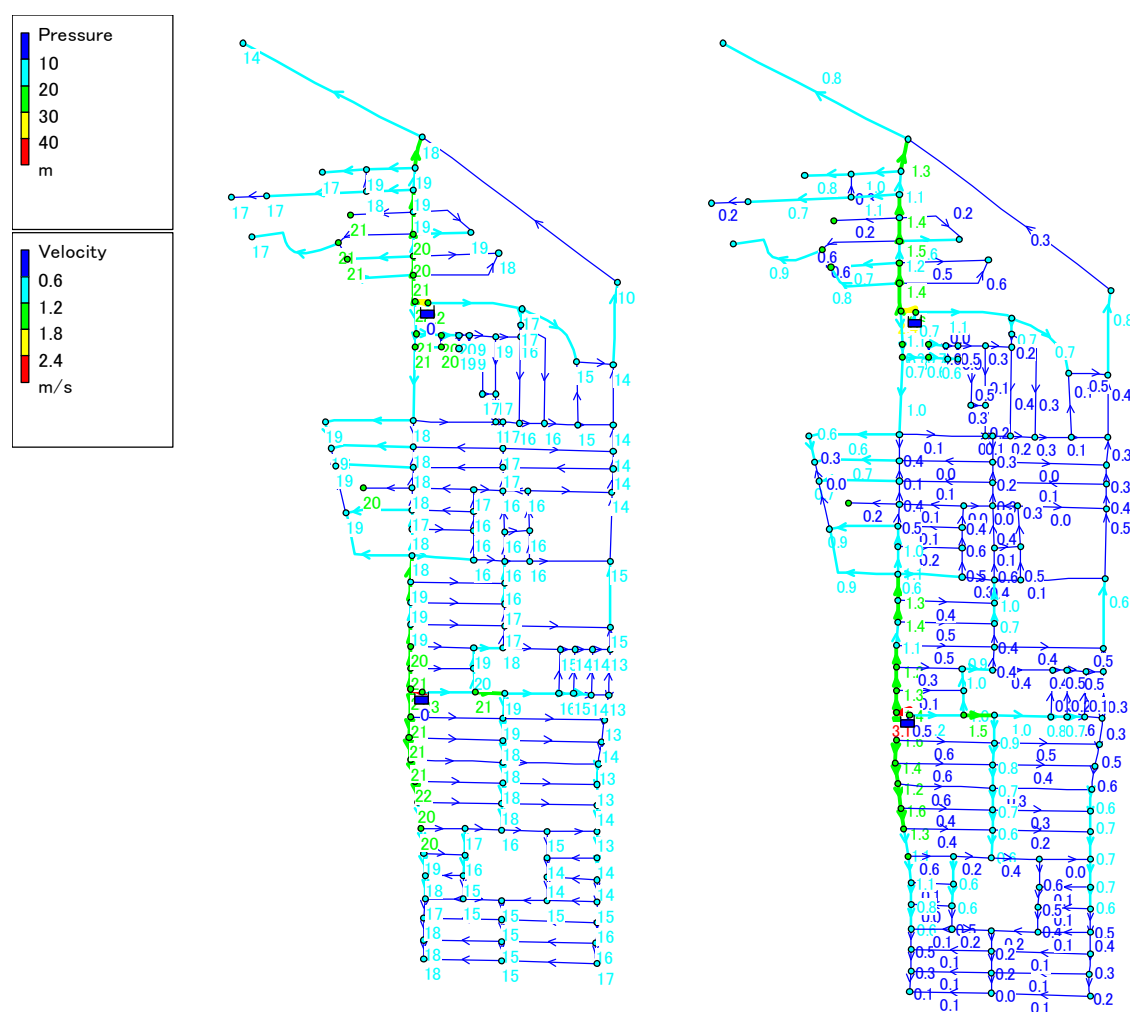
出典：JICA 調査団

2) 管網計算

給水分岐点において最低水圧 15m として、大型の DMA について管網解析を行う。解析結果による DMA の流入点での水圧は概ね 20~35m の範囲であるが、幾つかの DMA では DMA の最低水圧条件である 18m である。このようなケースでは、DMA 流入点から給水分岐点までの水圧差は 3 m しかなく、適正な管路配置なしでは給水分岐点における最低水圧 15m が確保できない。

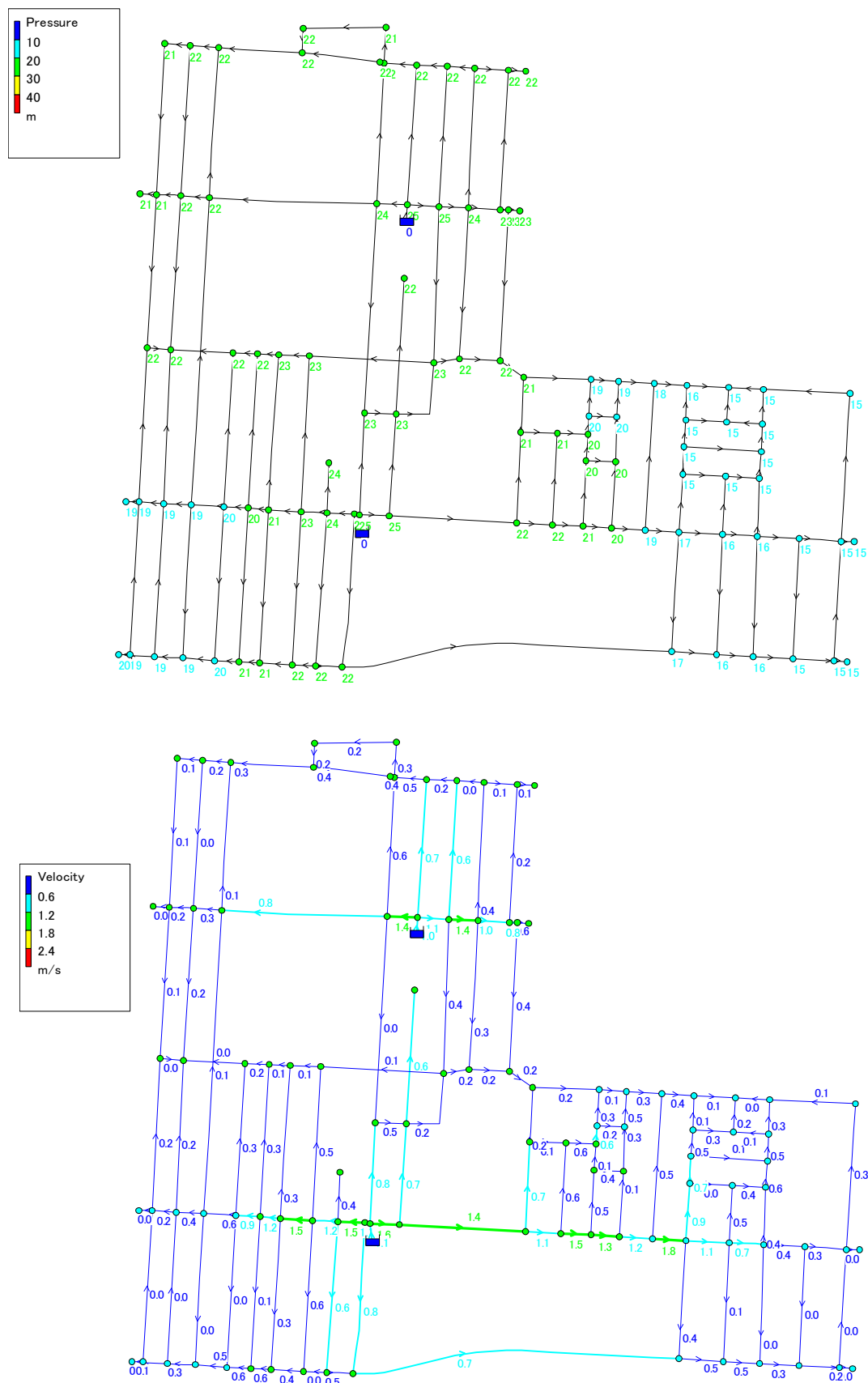
管網解析結果を下図に示す。

図中の上凡例はノード（点）における残存水頭を示し、下凡例は管路の流向と流速を示す。図より流速は一般値 (0.8m/s を目安) より低い範囲を示している。これは、解析対象 DMA が比較的平らな地形であることから、管路の摩擦水頭を減らしてノードにおける最小残存水頭を確保するには、大きめな口径の管路配置が必要なためである。流速は上記の理由から遅めとなっている。



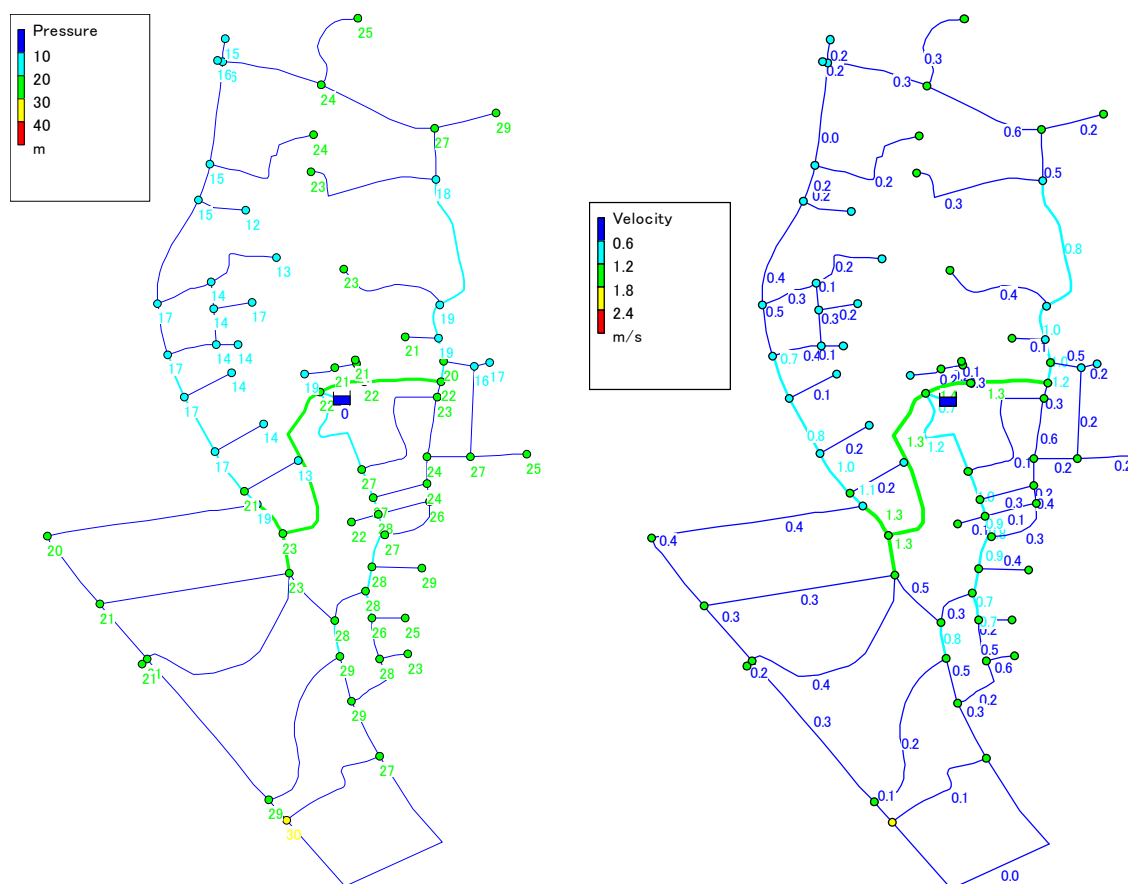
出典：JICA 調査団

図 3.12 DMA 配水区 1-13 のシミュレーション結果



出典：JICA 調査団

図 3.13 DMA 配水区 1-6 のシミュレーション結果



出典：JICA 調査団

図 3.14 DMA 配水区 1-35 のシミュレーション結果

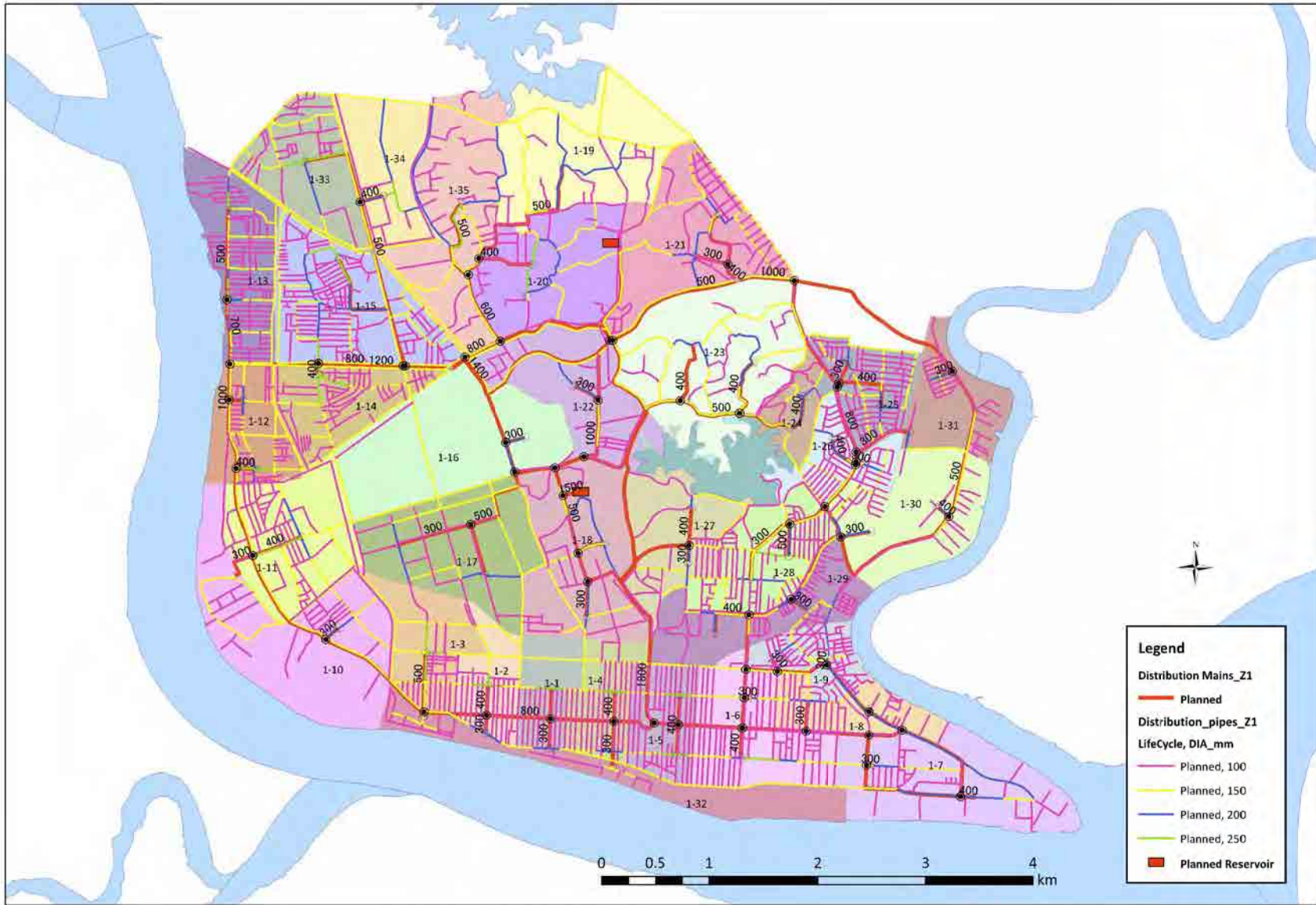
3) 配水区 1 の配水管

管網解析の結果得られた必要な配水管の数量は、下表のとおりである。また、下図に配水管および DMA の全体計画図を示す。

表 3.18 配水管の延長

| 既存の配水管 | | 新規配管更新 | 備考 |
|---------|---------|---------|----------|
| 口径 (mm) | 延長 (m) | 延長 (m) | |
| 40 | 2,304 | | |
| 50 | 1,778 | | |
| 75 | 8,624 | | |
| 100 | 71,892 | 260,072 | |
| 125 | 1,304 | | |
| 150 | 230,615 | 117,457 | |
| 200 | 6,578 | 27,942 | |
| 225 | 23,054 | | |
| 250 | 2,195 | 7,714 | |
| 275 | 2,823 | | |
| 合計 | 351,167 | 413,184 | 合計=413km |

出典：JICA 調査団



出典：IICA 調査団

図 3.15 配水区1の配水管、DMA 計画図

3.3.4 モニタリング・コントロール施設

配水区1のSCADAの基本構想と監視システムは「2.3.8 モニタリング・コントロール施設」と同様とする。本配水区のSCADAで監視する対象施設は以下のとおりである。

表 3.19 SCADAの監視対象施設

| 項目 | 内容 | 数量 |
|---------|-----------------------------------|-------|
| 中央監視装置 | YCDC 水供給衛生局又は関連事務所 (Yegu P/S を想定) | 1 箇所 |
| 配水池 | 配水区1 Kokine 配水水位計 | 1 箇所 |
| | 配水区1 Kokine 配水流量計 (流入・流出) | 1 箇所 |
| | 流入流出弁開度 | 1 箇所 |
| | 配水区1 Central 配水水位計 | 1 箇所 |
| | 配水区1 Central 配水流量計 (流入・流出) | 1 箇所 |
| | 流入流出弁開度 | 1 箇所 |
| DMA の入口 | 配水区1 の各 DMA 入口 (弁開度、流量計、水圧計) | 35 箇所 |
| | 流入流出弁開度 | 35 箇所 |

出典：JICA 調査団

3.3.5 消毒設備

配水区1の浄水は全て Yegu 増圧ポンプ場を経由した送水となる見込みである。このため、Yegu 増圧ポンプ場に消毒設備を設けることにより、安全な水を供給する。詳細は、4.3.2 のとおりである。

3.4 施工計画

本 F/S に係る概略施工計画は以下の通り。

(1) 工事内容

表 3.20 工事概要

| 項目 | 内容 | 数量 |
|-------|-----------------------|------------|
| 配水池 | Central 配水池および配水ポンプ設備 | 10MG x 1 池 |
| | Kokine 配水池の補修 | 20MG x 1 池 |
| 配水本管 | 配水池から各 DMA 間 | 70.5km |
| 配水管 | 各 DMA 内の管 φ100mm 以上 | 413.2km |
| 給水管 | 配水管から宅内間 | 124,386 箇所 |
| 水道メータ | 宅内に設置 | 124,386 箇所 |

出典：JICA 調査団

(2) 特殊施工部

1) シールド工法による配管敷設

送水管および配水本管は、既存道路脇の空地あるいは道路内に埋設される。

特殊工法が必要な路線は、Kokine 配水池から Sule Pagoda に至る自然流下管 $\phi 1800\text{mm}$ である。この路線は Kabaye Pagoda 道路を通過するが、ヤンゴン市内の中でも特に渋滞の激しい道路である。さらに、Fly Over（道路橋）の建設により、現在の道路の一部区間は片側1車線ずつに減少しており道路幅も縮小しているため、片側を止めた工事の実施は困難であると予想される。よって、この路線はシールド工法で計画する。

表 3.21 シールド工法の概要

| 口径 (mm) | 内容 |
|---------|-------------------------|
| 1800 | 4,997m、Kabaye Pagoda 道路 |

出典：JICA 調査団

2) Central 配水池の再建

Central 配水池は、敷地面積も狭く、配水池の北側・西側はパゴダに囲まれており、既存構造物を全て撤去するには周辺の構造物への影響は避けられない。従って、周辺構造物への影響を最小とするために、既存の躯体壁の一部を残置し、掘削時の土留めとして再利用することで、山留め仮設費、土工費、撤去費の削減を図るものとする。

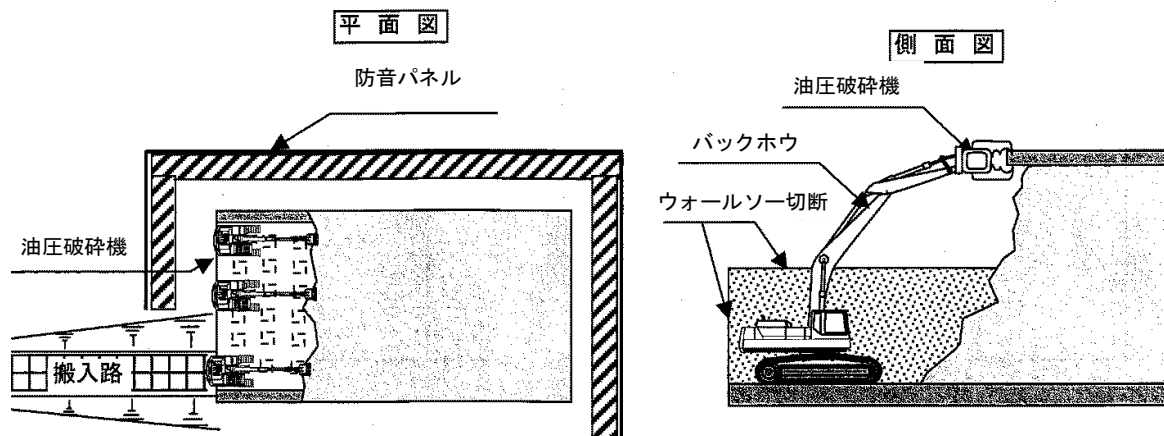
下図に Central 配水池の土留め計画イメージを示す。土留めとして鋼材により、既設の壁を支えるために仮壁が設置され、切梁・腹越し材が仮壁を支えるために池内に配置される。そして、既設の底池の上に碁盤目に設置された中間杭により切梁が支持される。新設配水池の側壁/底盤の打設後は、切梁が取外され中間杭は不要となるが、中間杭は底盤コンクリート内にあるため、この中間杭は底盤の表面から数10cmの深さの位置で切断され、作業によって生じる窪みにはコンクリートが充填される。従って、充填処理が悪いと底盤から漏水する恐れがあるため、漏水対策として、施工と検査は慎重に実施される必要がある。



出典：北千葉広域水道企業団

図 3.16 Central 配水池の土留め計画イメージ

また、既存施設の撤去にあたっては、近隣に住宅や寺院（パゴダ）が位置することから、低騒音かつ低振動となる工法を採用する必要がある。撤去工法として、『ウォールソーイング工法+油圧圧砕機』による撤去を提案する（下図参照）。



出典：ミャンマー・ヤンゴン市上下水道改善基礎調査 調査団

図 3.17 既設頂版および壁の撤去方法（案）

(3) 施設図面

本コンポーネントの施設計画図面を資料-G に示す。

3.5 施設の運転・維持管理

2.5.1 および 2.5.2 を参照のこと。

第4章 塩素消毒設備

4.1 対象地域

(1) 塩素消毒の現状

いずれの浄水場にも塩素消毒設備が設置されておらず、唯一、Yegu ポンプ場にて塩素注入が行われている。しかし、その設備容量が不足しているため、1~2週間に1度程度しか注入していない。従って、現在、市内の大部分は無滅菌された水が供給されている。

(2) 給水施設（給水栓）の水質分析結果

マスタープラン調査では、給水栓に対して、濁度、残留塩素、大腸菌群および糞便性大腸菌を中心とした水質調査を行った。サンプリングポイントは塩素処理を行っている Yegu ポンプ場の配水システムの給水栓である。水質分析結果の概要を以下に示す。

- 全ての測定点から、大腸菌群および糞便性大腸菌が検出された。
- Yegu ポンプ場系統では、塩素処理が行われているが、その効果はきわめて低いといえる。
- Yegu ポンプ場→Yankin タウンシップで濁度、EC の増加と残留塩素の減少が見られた。これは送水管あるいは配水管網において汚水等の混入があるためと考えられた。
- Pabedan タウンシップ、Latha タウンシップおよび Lanmadaw タウンシップにおいて、EC の増加と残留塩素の減少が見られた。これは Dagon タウンシップ以降の送水管あるいは配水管網において汚水等の混入があるためと考えられた。

4.2 給水計画

(1) 計画の目的

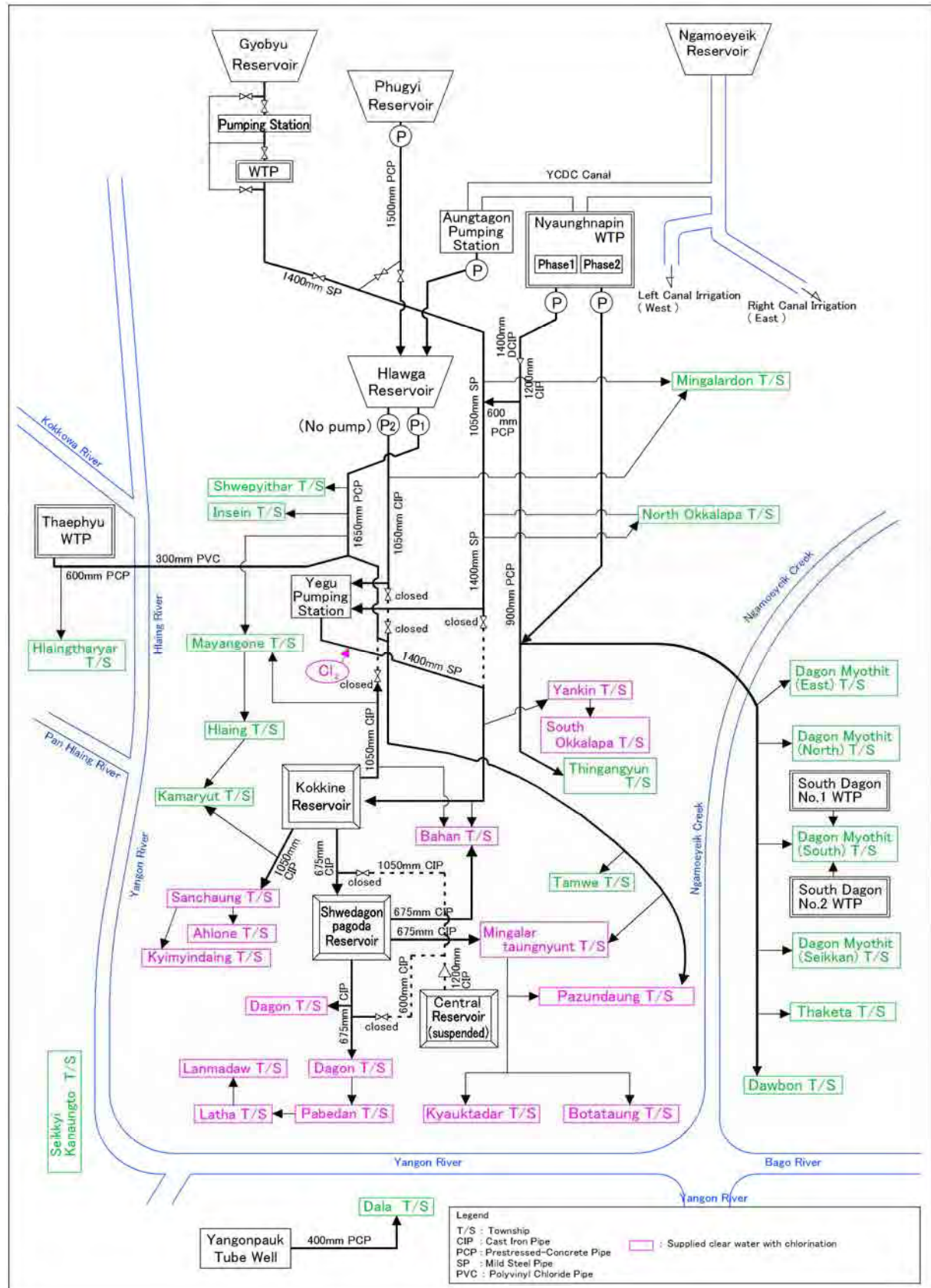
マスタープランでは給水状況の改善目標として、「消毒された浄水の供給」を掲げており、本 F/S では既存水道システムに塩素消毒設備を導入して、安全な水を供給することを目的とする。

(2) 現在の給水状況

既存の水道システム概要を下図に示す。この図の中で、ピンクで着色された個所が消毒された浄水が供給されているタウンシップを示している。しかしながら、量そのものが十分であるとはいえない。

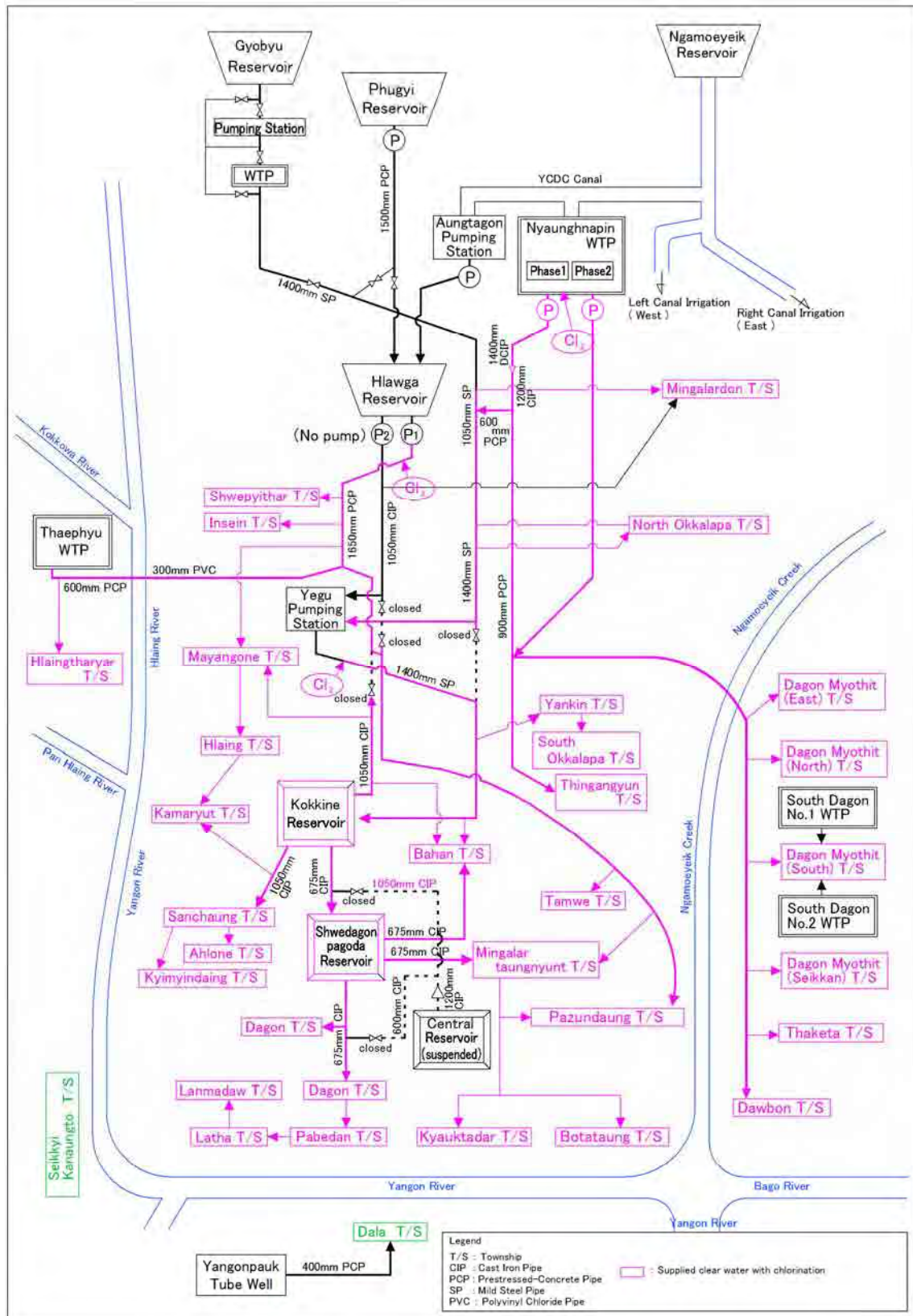
(3) 水質改善後の状況

塩素消毒設備の設置後は下図のように改善され、ほぼ市内全域に浄水が供給される見込みである。



出典：JICA 調査団

図 4.1 水道システム概要図 (2013年)



出典：JICA 調査団

図 4.2 塩素消毒設備の設置後の消毒された浄水の供給状況（予想図）

4.3 施設の運転・維持管理

2.5.1 (4) を参照のこと。

4.4 施設計画

4.4.1 対象施設

(1) 対象施設

塩素消毒設備を以下の既存水道施設に設置する。

- Nyaunghnapin 浄水場
- Hlawga No.1 ポンプ場
- Yegu ポンプ場

(2) 対象施設の状況

1) Nyaunghnapin 浄水場

Nyaunghnapin 浄水場は、2005年にYCDCが独自に設計、建設を行った初めての大型浄水場である。施設能力は45MGD(=204,500m³/日)であり、規模も大きく近年建設された中でも重要な施設に位置づけられている。

水源はNgamoyeik貯水池より、灌漑用水路を経由し、浄水場へ開水路で導水を行っている。浄水処理方式は、「凝集沈殿+急速(砂)ろ過」である。処理水質については、原水濁度が45度に対して浄水濁度は5度と水質基準内の処理は行われているものの、塩素消毒が行われていないことから、浄水より大腸菌群および糞便性大腸菌が検出されており、直接飲用には適さない状況にある。

2) Hlawga 貯水池

貯水能力は、約63,600m³/日(14MGD)であり、1906年に完成した。ヤンゴンの約27キロ(16マイル)北に位置している。ポンプ場は、309,000m³/日(Phugyi系245,000m³/日及びHlawga系64,000m³/日)の送水能力を有する。原水は、No.1ポンプ場及びNo.2ポンプ場から送配水される。

- No.1ポンプ場系

配水ポンプは、常時稼動4,980m³/時×2台であり、最大239,000m³/日の配水能力を有し、その規模は、Phugyi貯水池の水源量245,000m³/日に匹敵する。取水口で取水された原水は、Yeguポンプ場を経ず、本ポンプ場からφ1650mm配水管(コンクリート管)を経て、北東部及び東部旧市街地に直接配水される。

- No.2ポンプ場系

現在、ポンプ設備は廃止されており、Hlawga貯水池の水源能力からNo.1ポンプ場系配水量を差引いた水量(Hlawga貯水池の水源量64,000m³/日程度)規模である。取水塔で取水された原水は、φ1050mm送水管(鋳鉄管)を経て、自然流下でYeguポンプ場へ送水される。

3) Yegu ポンプ場

同ポンプ場は、1990年のYegu 増圧ポンプ場1、2007年のYegu 増圧ポンプ場2から構成されている。

施設能力は187,000m³/日（Gyobyu 貯水池系123,000m³/日及びHlawga 貯水池No.2 ポンプ場系64,000m³/日）である。原水は塩素注入され、ポンプ加圧後、3つのタウンシップ（Yankin, South Okkalapa, Bahan）へ直接配水され、かつKokine 配水池への送水も担っている。

(3) 水質改善後の状況

塩素消毒設備の設置後は図4.2のように改善され、ほぼ市内全域に浄水が供給される見込みである。

4.4.2 計画水量

計画水量は既存施設の能力から以下のように設定する。

表 4.1 塩素消毒設備の計画水量

| 場所 | 計画水量 | 備考 |
|------------------|---------------------------|----------------|
| Nyaunghnapin 浄水場 | 409,200 m ³ /日 | 45MGD*2期 |
| Hlawga No.1 ポンプ場 | 239,000 m ³ /日 | 既設送水能力 52.6MGD |
| Yegu ポンプ場 | 187,000 m ³ /日 | 既設送水能力 41.1MGD |

出典：JICA 調査団

4.4.3 塩素剤

詳細は2.3.4(11)と同様である。

4.4.4 機械設備計画

(1) はじめに

機械設備の設計は、経済性及び維持管理性を考慮したものとし、また、既設のポンプ場、浄水場の実態や課題を踏まえたものとする。機械設備の設計条件を下表に示す。

表 4.2 機械設備に関する設計諸元

| 施設名 | 設計条件 |
|-----------------------|---|
| Nyaunghnapin 浄水場1期と2期 | 204,600 m ³ /日 x 2系 前/ 中塩素平均注入率 1 mg/l 後塩素平均注入率 3 mg/l |
| Hlawga No.1 ポンプ場 | 239,000 m ³ /日 平均注入率 3 mg/l |
| Yegu ポンプ場 | 187,000 m ³ /日 平均注入率 3 mg/l |

出典：JICA 調査団

(2) 塩素設備の拡張

1) Nyaunghnapin 浄水場 1 期と 2 期

既設 Nyaunghnapin 浄水場には塩素設備が設置されておらず、本 F/ S プロジェクトにて設置する計画である。

塩素設備は、薬品タンクと注入ポンプから構成され、注入点は前塩素として水理的急速攪拌の前の着水井部、もしくは中塩素としてろ過池への流入堰部、及び後塩素として浄水池の流入堰部とする。設備構成は、系列毎に、予備 2 台を含む合計 6 台のポンプとし、乾期の平均濁度時には 1 台運転、雨期には 2 台運転とする。ポンプの形式としては、既設凝集剤注入用と同様のダイヤフラムポンプとする。貯留タンクは、貯留日数を考慮し、平均的に 10 日以上貯留可能な容量とし、各系 4 基の全 8 基とする。

表 4.3 Nyaunghnapin 浄水場の消毒設備

| 項目 | 仕様 | F/S |
|-----------------------|---------------------------------|--------------|
| Nyaunghnapin 浄水場1期と2期 | 204,600 m ³ /日 x 2系 | |
| 塩素貯留タンク | 円筒タンク 22 m ³ | 8 |
| 前/中塩素注入ポンプ | ダイヤフラム型 0.6 - 2.3 L/分×0.4 kW | 6 (内2台予備) |
| 後塩素注入ポンプ | ダイヤフラム型 2.1 - 7 L/分×0.4 kW | 6 (内2台予備) |

出典：JICA 調査団

2) Hlawga No. 1 ポンプ場

既設 Hlawga No. 1 ポンプ場には塩素設備が設置されておらず、本 F/ S プロジェクトにて設置する計画である。

塩素設備は、薬品タンクと注入ポンプから構成され、注入点は Hlawga 貯水池からポンプ系管にて取水している既設の Hlawga No. 1 ポンプ場敷地内の主配管とする。設備構成は、予備 1 台を含む合計 3 台のポンプとし、乾期の平均濁度時には 1 台運転、雨期には 2 台運転とする。ポンプの形式としては、既設凝集剤注入用と同様のダイヤフラムポンプとする。貯留タンクは、貯留日数を考慮し、平均的に 10 日以上貯留可能な容量とし、全 4 基とする。

表 4.4 Hlawga No. 1 ポンプ場の消毒設備

| 項目 | 仕様 | F/S |
|------------------------------|-------------------------------|--------------|
| Hlawga Pumping Station No. 2 | 239,000 m ³ /d | |
| 塩素貯留タンク | 円筒タンク 25 m ³ | 4 |
| 塩素注入ポンプ | ダイヤフラム型 2.4 - 8 L/分×0.4 kW | 3 (内1台予備) |

出典：JICA 調査団

3) Yegu ポンプ場

既設 Yegu ポンプ場には実験的に精製次亜塩素設備が設置されているが、予備機がなく、その維持管理性から、日中のみの運転となっており、容量が不足している。よって、本 F/S プロジェクトにて能力を増強する計画とする。

塩素設備は、薬品タンクと注入ポンプから構成され、注入点は浄水池の流入部か、既設増圧ポンプ主配管とする。設備構成は、予備 1 台を含む合計 3 台のポンプとし、乾期の平均濁度時には 1 台運転、雨期には 2 台運転とする。ポンプの形式としては、既設凝集剤注入用と同様のダイヤフラムポンプとする。貯留タンクは、貯留日数を考慮し、平均的に 10 日以上貯留可能な容量とし、全 4 基とする。

表 4.5 Yegu ポンプ場の消毒設備

| 項目 | 仕様 | F/S |
|----------------------|-------------------------------|--------------|
| Yegu Pumping Station | 187,000 m ³ /d | |
| 塩素貯留タンク | 円筒タンク 18 m ³ | 4 |
| 塩素注入ポンプ | ダイヤフラム型 1.9 - 7 L/分×0.4 kW | 3 (内1台予備) |

出典：JICA 調査団

4.4.5 電気設備計画

(1) 概要

電気設備の設計は、機械設備設計に基づく電気負荷を安全かつ機能的・継続的に運転できるものとし、経済性及び維持管理性を考慮したものとする。また、既設のポンプ場、浄水場の実態や課題を踏まえたものとする。電気設備の設計条件を下表に示す。

表 4.6 電気設備に関する設計諸元

| 施設名 | 設計条件 |
|-----------------------|--------------------|
| Nyaungnapin 浄水場 1期と2期 | 既設 400V 系構内配電盤より分岐 |
| Hlawga ポンプ場 No.2 | 既設 400V 系構内配電盤より分岐 |
| Yegu ポンプ場 | 既設 400V 系構内配電盤より分岐 |

出典：JICA 調査団

(2) 電気供給事情

詳細は 2.3.4. (13) を参照のこと。

(3) 配電設備

必要電力が小さいので、既存設備の 400V 動力配電系の予備フィーダから配線する計画。すでに全フィーダが使用されている場合には、既存フィーダ下流に配線用遮断器を用いた分岐盤を設置して対応する。

電動機などに給電する塩素設備制御盤向け回路には火災防止と安全のため漏電遮断器を設置する。

4.4.6 施設配置

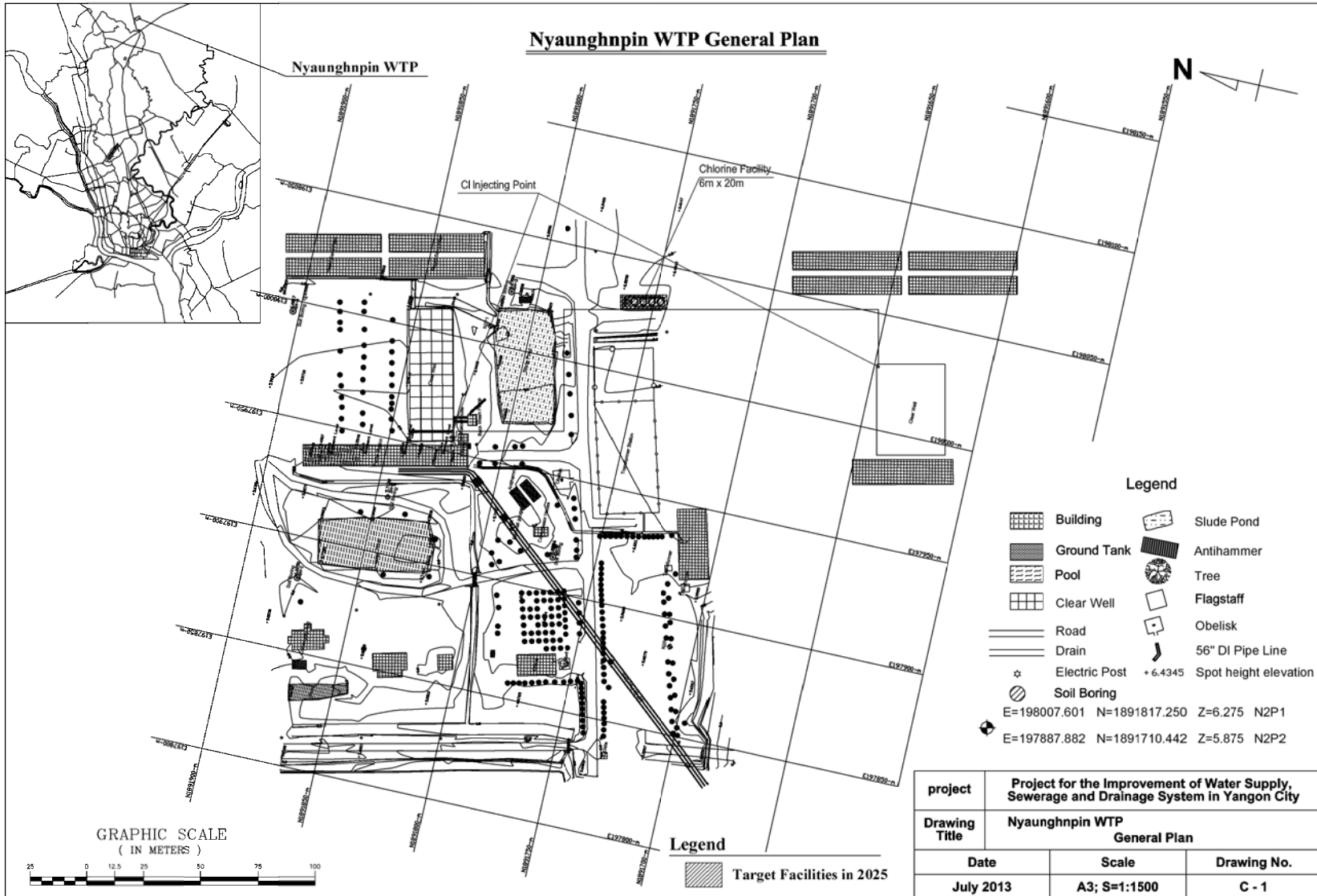
塩素消毒設備は、既存施設の建屋内あるいは空地に配置する。次亜塩素酸ナトリウム溶液の輸送は、タンクローリーあるいはトラックによる運搬を想定する。そのため、トラックから貯留タンクへの受渡しを容易にするために敷地内道路脇を選定する。

表 4.7 塩素消毒設備の計画水量

| | 設備の規模 | 備考 |
|-----------------------------|-------------|----------|
| Nyaunhnapin WTP | 幅 6m×長さ 40m | |
| Hlawga No.1 Pumping Station | 幅 4m×長さ 20m | |
| Yegu Pumping Station | 幅 4m×長さ 20m | 既存建屋内に設置 |

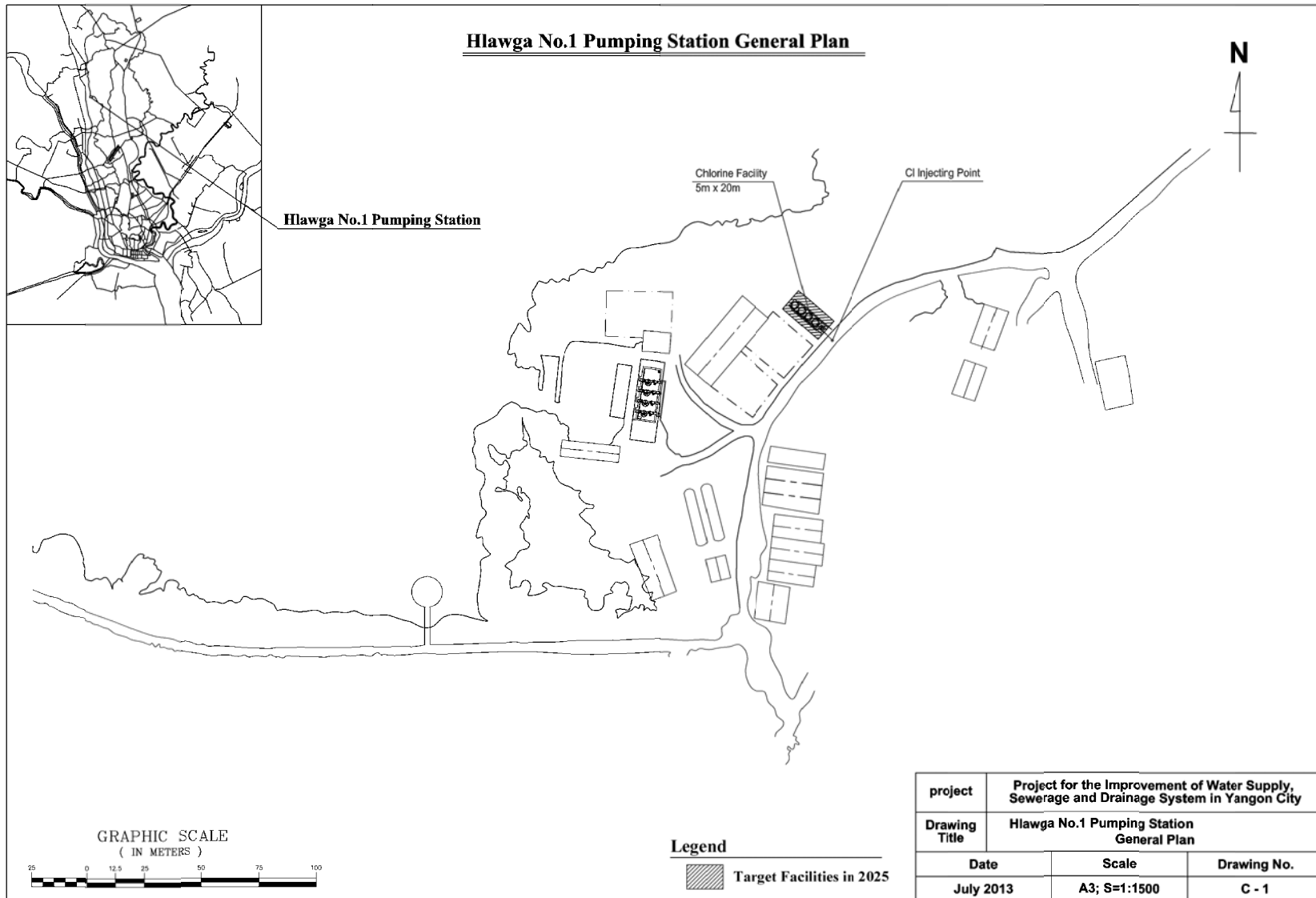
出典：JICA 調査団

施設配置図を下図および資料-G に示す。



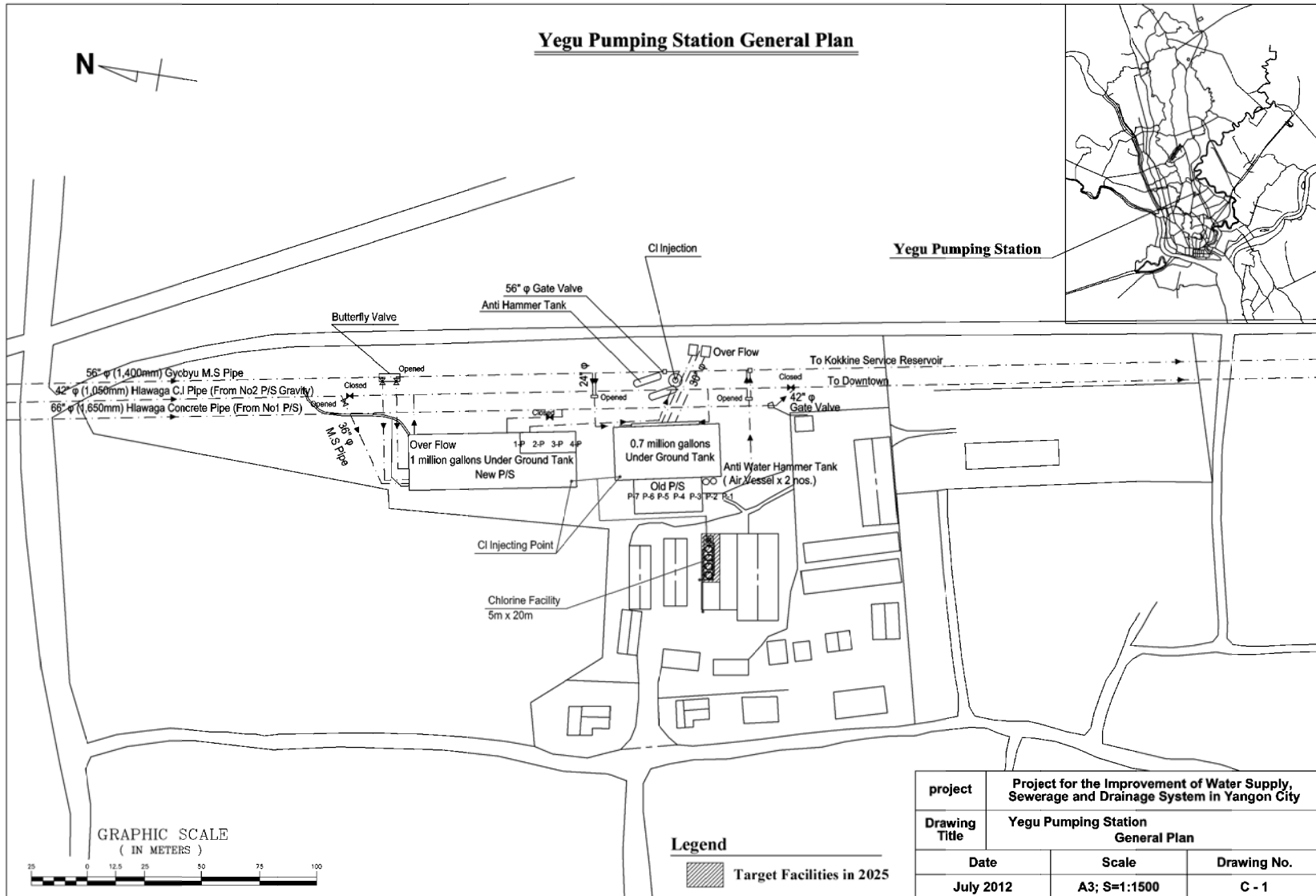
出典：TICA 調査団

図 4.3 Nyaunhnpin 浄水場



出典：ITCA 調査団

図 4.4 Hlawga No.1 ポンプ場



出典：IICA 調査団

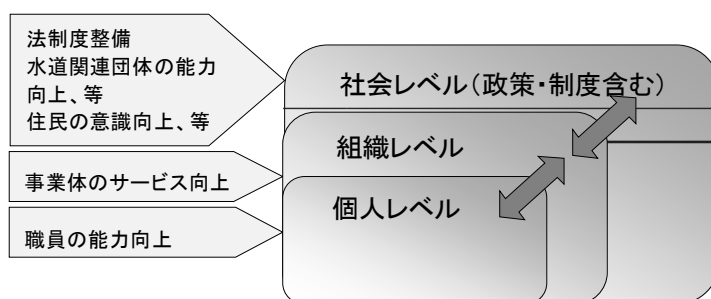
図 4.5 Yegu Pumping Station

第5章 YCDC の能力向上計画

5.1 能力向上の概要

5.1.1 能力向上の概念

能力向上は、「課題への対応能力が個人、組織、社会などの複数のレベルの総体として向上していくプロセス」と定義される。上下水道事業体が組織・施設を持続的に運営していくためには技術面のみならず、事業運営・財務面を含めた、組織全体の能力向上が不可欠である。またそれを支援するためには、組織だけでなく、個人レベルや社会レベルの能力向上も重要な役割を担っている。



出典：JICA (2008) キャパシティ・アセスメント ハンドブック

図 5.1 能力向上の概念

5.1.2 能力向上の方法

一般的な研修メカニズムと能力向上の方法について次表に示している。

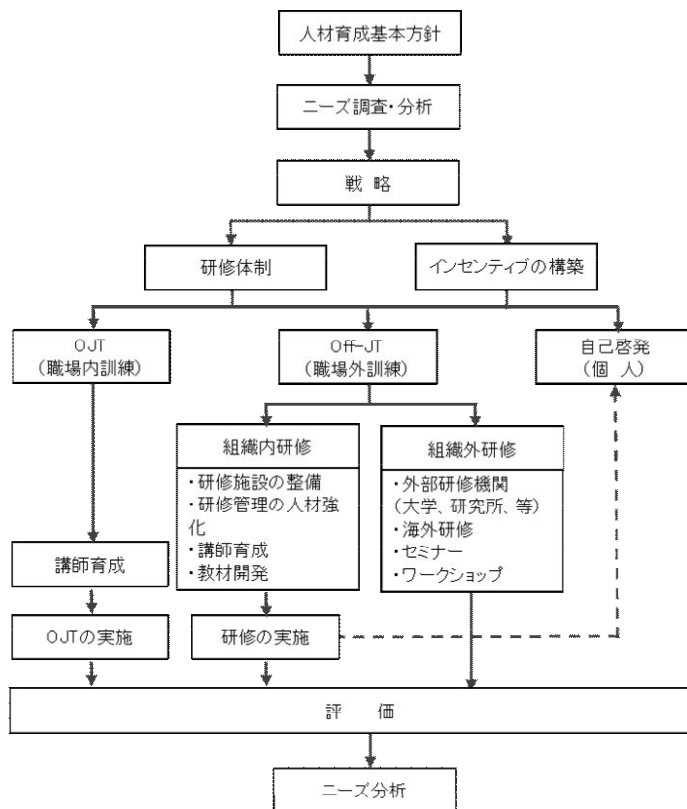
能力向上は、事業体の人材育成の基本方針、ニーズ分析結果に沿って行われるべきであり、その能力向上の方法としては、大きく次の3つがある：(1) OJT、(2) Off-JT、(3) 自己啓発。

OJT では、必要となる技術や能力を、実務的な業務や作業を通じ、試行錯誤を繰り返しながら能力向上を図る。Off-JT では、一般的に現場から離れ、外部の講師から教育をうけるもの、自己啓発は個人的に学んで能力向上を図るものである。

YCDC の能力向上にあたっては、OJT 及び OFF-JT、個人の自己啓発のすべての組み合わせによる効果的な能力向上が必要となる。現状では、中央研修センターでの研修科目は、一般的なエンジニアリングや会計分野に限られており、水道の技術面や事業運営面の専門的な知識や経験を習得する機会は非常に限られている。特にヤンゴン市においては、今後の急激な需用増加による施設整備にともない、指導できる経験者の人材の育成や、指導者の知識や技術もより広範囲の分野で、より深い知識の習得が必要である。長期的には、水供給衛生局の主幹職員 (Resource person) を効果的に育成し、その職員が習得した知識と経験を中堅職員及び若手職員に伝えていくことが望ましい。また同時に、個人が学習意欲を向上させるためのインセンティブづくりや意識改革、研

修効果を活かせる環境整備もあわせて必要となる。

短期（～2025年）における初期の段階では、援助機関等による外部の専門家の派遣、技術協力プロジェクト等による支援が有効であり、網羅的に能力向上を図ることができると考えられる。



出典: JICA(2006)「キャパシティ・開発プログラムに関する事例分析 水道人材育成分野」

図 5.2 研修メカニズムと能力向上方法

5.2 YCDC 水供給衛生局のキャパシティ・アセスメント

JICA のキャパシティ・アセスメントのハンドブックに準じ、上下水道事業の管轄部署である水供給衛生局に対するキャパシティ・アセスメントを試みた。アセスメント方法は、チェックリスト項目が多く分野也多岐にわたるため、その中から主要な項目を選定して行った。

アセスメント内容は、(1) 技術面（テクニカル・キャパシティ）、(2) 事業運営面（コア・キャパシティ）、(3) 環境基盤、の3つの対象分野について実施した。

上記3分野における主なアセスメント対象を次表に示している。

表 5.1 キャパシティ・アセスメントの対象分野

| 対象分野 | アセスメント対象 |
|--------------|---|
| テクニカル・キャパシティ | (1) 施設の計画・設計能力 (2) 施設の運転維持管理能力 (3) 水質管理能力、等 ・ 事業体の知識、技能、及び組織内の知識や情報共有システムやその質 |
| コア・キャパシティ | (1) 組織改善とその機能化を含む組織運営能力、適切な人材配置・人事管理業務の遂行能力 (2) 財政計画、資金調達、会計処理遂行能力 (3) 顧客台帳管理、水道メータ検針、請求書発行、料金徴収などの顧客対応能力、等 ・ 組織の行動、思考様式（意志決定）及び組織の各種システム（マネジメント、人事、インセンティブ、等） |
| 環境基盤 | (1) 法律・条令・制度などの法体系の整備能力、 (2) 財政基盤、 (3) 水道施設等の資産、等 ・ 財政制度環境、人的資源、物質資産、社会関係資本 |

出典：JICA 調査団

キャパシティ・アセスメント結果（要約）

キャパシティ・アセスメント結果（要約）を次表に示す。キャパシティ・アセスメントの全体結果については資料Cに添付している。また、無収水対策、水質管理、水道経営に関する分野については、後セクションで詳細に触れている。

表 5.2 キャパシティ・アセスメント結果概要

| 大分類 | 中分類 | 小分類 | 結果 |
|-------------------------|-------|-------------|--|
| テクニカル・キャパシティ (技術的側面) | 無収水対策 | 漏水探知技術・技能 | <ul style="list-style-type: none"> ・ タウンシップ事務所に漏水担当セクションあり ・ 顧客から報告された漏水や修理について対処法的に対応 ・ 漏水低減のための知識、機材・設備が不足 ・ 将来の無収水削減計画なし ・ 顧客メータ、バルク・メータの性能確認の機材・設備は特になし ・ 明らかに故障した顧客メータは交換 ・ 性能不良・性能低下の顧客メータ割合は不明だが、推定ではおおよそ 1/4~1/3 程度 |
| | 水質管理 | 水道施設の日常的な運転 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 日常的な運転マニュアル、および緊急対応マニュアルは策定されていない。 ・ 水質検査の結果が、施設の運転管理に反映されていない |
| | | 水質検査の実施 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水質検査の実施および測定データの分析について、経験は非常に少ない。 |
| コア・キャパシティ | 財務力 | 財務健全性 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 料金設定ガイドラインなし ・ 水供給衛生局の経常収支は若干黒字で推移 |

| 大分類 | 中分類 | 小分類 | 結果 | | |
|----------|-------------------|----------------|---|-------------|--|
| (非技術的側面) | | | <ul style="list-style-type: none"> 5年間で支出が60%急増しているのは懸念材料 | | |
| | | 資金調達 | <ul style="list-style-type: none"> 中央政府からの一般会計予算、特別会計予算による | | |
| | | 会計 | <ul style="list-style-type: none"> 単式簿記主体の官庁会計 財務的に独立採算性になっていない | | |
| | | 料金 | <ul style="list-style-type: none"> 従量制と定額制が混在し、同一顧客形態に対する公平性が保たれてない 定額料金制の設定基準が不明確 政府機関向け料金は優遇 全体的に料金レベルは比較的低く抑えられていると推定 | | |
| | | 予算 | <ul style="list-style-type: none"> 予算プロセスは基本的に中央政府からのトップダウン 但し、その前段階で各部局が必要予算額を申請 | | |
| | ガバナンス/ マネジメント/ 人事 | 検針、請求、料金徴収 | <ul style="list-style-type: none"> マニュアルは特になし 定期的に検針、検針員のローテーションはない 支払いは原則現金 | | |
| | | 組織的機能とパフォーマンス | <ul style="list-style-type: none"> 組織は明確に設立 職務分掌の規定は一部に限定的 業務指標による事業運営は未実施 | | |
| | | 雇用/ 人事異動/ 中途退職 | <ul style="list-style-type: none"> 人事担当の部署はなく、総務部署が兼務 技官の雇用は採用試験 中途退職率は低いと推定 | | |
| | | 人事管理とインセンティブ | <ul style="list-style-type: none"> 表彰制度なし 昇進は能力、学歴、空席状況によって考慮 昇進ポストは限定的、上位ポストには他政府機関からの人事異動もあり 業績評価は昇進時のみ | | |
| | 研修 (トレーニング) | コミュニケーション | <ul style="list-style-type: none"> 部門責任者は定期的会合あり 組織の縦割り傾向あり | | |
| | | 計画 | <ul style="list-style-type: none"> 毎年研修実施、但し明確な研修計画なし 人材育成のための予算は特になし | | |
| | | 研修プログラム | <ul style="list-style-type: none"> エンジニアリング研修 (YCDC) あり <ul style="list-style-type: none"> 教材：基本的になし 講師：YCDC 各部局責任者 大口径配管研修 (DEWS) あり <ul style="list-style-type: none"> 教材：あり 講師：部署責任者 鋼管・GI 管の維持管理・溶接研修 (DEWS) あり <ul style="list-style-type: none"> 教材：なし | | |
| | | OJT | <ul style="list-style-type: none"> OJT あり、体制化はされていない | | |
| | | 研修体制と実施状況 | <ul style="list-style-type: none"> 研修体制あり (DEWS、YCDC 双方) 大口径配管研修は年4回、 | | |
| | | 資格制度 | <ul style="list-style-type: none"> 水共有衛生局による配管技術者/配管工の資格制度あり YCDC による土木・建築の資格試験制度あり | | |
| | | 共有化の組織文化 | <ul style="list-style-type: none"> 体制化されれば、ポテンシャルあり | | |
| | | 職員の維持とモチベーション | <ul style="list-style-type: none"> 能力向上のためのインセンティブ、定期的な評価制度は特になし 研修実績は昇進の際に評価・考慮 | | |
| | | 環境基盤 | 外部からの影響 | ガバナンスと政治的影響 | <ul style="list-style-type: none"> 独立事業体でない 料金設定への影響不明 |
| | | | | 規制機関 | <ul style="list-style-type: none"> 規制機関なし |

| 大分類 | 中分類 | 小分類 | 結果 |
|-----|--------------|-------------|--|
| | | 調達 | <ul style="list-style-type: none"> 調達規則は特になし 汚職削減のための機能は特になし |
| | | 他援助機関との協力など | <ul style="list-style-type: none"> 他援助機関による M/P 調査、F/S 調査の協力あり 海外の民間企業、地方自治体との協力連携の覚書あり |
| | 法律、規則、ガイドライン | 法律 | <ul style="list-style-type: none"> 国の水道法は制定されていない ヤンゴン市開発法施行規則に水供給衛生事業に関する記載あるが、十分網羅されておらず |
| | | 規制・基準 | <ul style="list-style-type: none"> 料金設定ガイドラインなし |
| | | 住民教育・啓発 | <ul style="list-style-type: none"> YCDC 水供給衛生局としての IEC 活動なし |

出典：JICA 調査団

5.3 YCDC の人材育成の現状

YCDC 及び各部署が実施する研修の内、情報収集できたのは、次の 5 箇所における職員研修である。

表 5.3 YCDC 及び各部署による研修

| 研修場所 | 実施部署 | 研修対象部署 |
|------------------------------------|---------------|------------------------------|
| 中央研修センター (Central Training Center) | YCDC 総務局 | 全部局 |
| YCDC 市庁舎内 | 右記の各局 | 都市計画・土地利用局、広報・情報局 |
| Yegu ポンプ場 | 水供給衛生局 | 主に水供給衛生局 (但し、他部署、民間企業参加可) |
| Hlawga 貯水所内作業所 | 水供給衛生局 | 主に水供給衛生局 (但し、他部署参加可) |
| Ahlone | 車両輸送・ワークショップ局 | 情報なし |

出典：YCDC 中央研修センターへの聞き取り調査

その内、研修頻度、研修人数が最も多く、その中心となるのは中央研修センターの研修である。都市計画・土地利用局と広報・情報局の 2 部署については、研修センターとは別に YCDC 市庁舎内においても研修を行っている。Ahlone では、車両修理・運転技術の研修を行っている。水供給衛生局が主催して行っている研修は、Yegu ポンプ場、Hlawga 貯水池内作業所の 2 つになる。

また、工事や実験などを行う研修科目では、民間企業などの現場で研修を行うこともある。代表的な研修状況について、以下に記述する。

5.3.1 YCDC 中央研修センター

(1) 研修センターの概要

中央研修センターは 1996 年 3 月に開講し、センター長は総務局の副局長が兼務している。センターの職員構成は、公認ポスト 14 名に対して、実際は所長、副所長、研修係やアシスタントを含めて計 7 名で構成されており、研修計画の立案、予算申請、研修コース運営を主な業務としている。

(2) 研修センターの目的

中央研修センターでは、以下の目的で研修等を行っている。

- 業務作業の向上
- 委員会及び各局の業務内容の理解向上
- 相互協力の経験
- 国の開発と法制度等への理解向上
- 優秀な人材育成

(3) 研修コース

中央研修センターで現在実施されている研修コース、予定研修生数、条件を次表に示す。

研修は大きく一般職員向けと管理職向けに区分される。上下水道に関連する研修科目は、エンジニアリング研修の一部として取り上げられており、2014年度は年2回の開催が予定されている。一方、現場作業員研修では技能工を対象に、電気、機械、土木、重機などの科目について構成されている。

また、研修計画で予定された研修コース以外に、YCDCの委員会からの要請で、緊急的に研修を行うこともある。2014年度の例では、英語語学研修について要請があり、追加されている。

表 5.4 中央研修センターの研修コース（2014年度）

| 対 象 | 研修コース | コース数 | 研修生数 | 条件 |
|-------------------------|------------|------|------|---------------|
| 一般職員対象 | 公務員基礎研修 | 1 | 50 | 一般職員 |
| | エンジニアリング研修 | 2 | 50 | 副技官補 (SAE) 以上 |
| | 会計一般基礎研修 | 1 | 100 | 一般職員 |
| | 現場作業員研修 | 1 | 情報なし | 作業員 |
| 管理職対象 (副技官 (ACE) 以上) | 従業員管理研修 | 1 | 50 | 管理職 |
| | 事務職員管理研修 | 1 | 50 | |
| その他 | 英語研修 | 1 | 92 | 管理職 |
| | 英語研修 | 1 | 108 | 一般職員 |
| 合 計 | | 9 | 500 | |

出典：YCDC 中央研修センター聞き取り調査

(4) 研修予算

研修予算については、来年の研修計画に基づいて研修センターが予算計画を立て、管轄する総務局に申請し、YCDC 内で確定後、市長から承認をもらう。中央研修センターでは、1 コースあたりの予算は 40 万チャットとして組まれている。2014年度の全体予算は、7 コースで 280 万チャットである。YCDC 以外の外部講師を招聘する場合は、別途講師代 5 万チャットを支払っている。

(5) 研修講師

研修講師として専任の職員はいないが、研修分野に応じてそれぞれに必要な講師を各局の局長及び副局長などに依頼している。また必要があれば、中央政府/地域政府、各省庁、中央公務員大学、他大学などに外部講師を依頼し、招聘している。

(6) 研修生

研修コースは、原則、YCDCの全部局が対象となり、1コース当たりの受入れ上限は100名程度を目安としている。これは研修センターの教室のキャパシティによる。研修コースに応じて、YCDCの管理職、もしくは一般職の対象と分かれている。エンジニアリング研修は、原則、研修対象者をエンジニアリングに関連する部署に限定している。

英語研修の場合、200名（管理職92名、一般職員108名）が定員となっている。

(7) 研修期間

全研修コースともに研修期間は1箇月である。月曜から金曜まで研修を行い、毎週土曜日はその週に習得した科目の試験を受ける。

英語研修の場合、変則的に週2回、1日1.5時間、1箇月半で予定されている。

(8) エンジニアリング研修の概要

特に上下水道に関連する研修である、エンジニアリング研修の概要についてここで記述する。

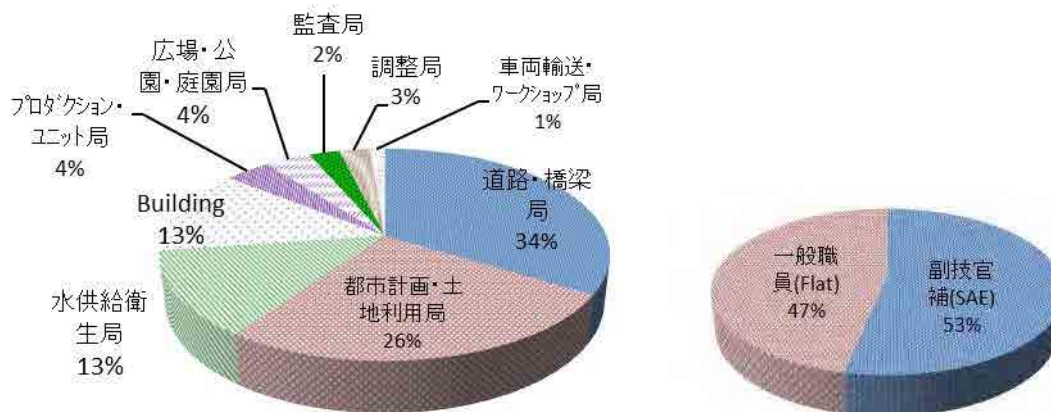
1) 研修講師

研修講師のほとんどは、エンジニアに関連する部局で実際に業務を担当している管理職、あるいは管理職クラスである。YCDC内部の人材資源を十分に活用しているのは、研修内容がYCDCの活動に関連する基礎的なエンジニアリングであるためと思われる。

2) 研修生

2013年5月に開催された同研修の参加対象は、道路・橋梁局、都市計画・土地利用局、建物局、水供給衛生局、プロダクション・ユニット局、広場・公園・庭園局、監査局、車両輸送・ワークショップ局、調整局、に限定している。研修生の人員構成をみると、道路・橋梁局が34%と最も多く、都市計画・土地利用局26%、水供給・衛生局13%、建物局13%と続いている。職位別内訳をみると、副技官補(SAE)と一般職員が同程度の割合で、それぞれ53%、47%となっている。

研修生の人員構成、職位別内訳を次に示す。



出典：YCDC

図 5.3 研修生の人員構成 (左) と職位別内訳 (右)

3) 研修科目

研修科目は、土木及び建築一般から道路、橋梁、都市計画、上下水道など、YCDCの携わるエンジニアリング関連分野の研修科目を全般的に網羅している。そのため、エンジニアリング分野の副技官補や一般職員がエンジニアリングの基礎的知識の習得をするための内容として構成されている。それに加え、マネジメント、広報、実施プロジェクトや民間企業の紹介などの非エンジニアリング科目も組み込まれている。

「水供給」科目では、上水道システム、配水池、浄水施設、浄水処理プロセスなど一般的な知識について講義している。研修講師の一人の話では、各部局からバックグラウンドの異なる技術者が集まってきているため、各部局の活動や関連する一般的なエンジニアリング知識を共有するという内容になっているとのことであった。テキスト教材はほとんど使用していないようである。

研修科目と研修時間の内訳を次に示す。

表 5.5 エンジニアリング研修科目

| 分野 | 主な研修科目 | 授業コマ数 |
|---------------|----------------------|-------|
| 一般 | エンジニアリング科目 | 4 |
| | エンジニアリング知識 | 2 |
| | 規則・規律 | 3 |
| | 行政区分 | 3 |
| 土木 | 土木 | 1 |
| | 建設プロセス | 2 |
| | プロジェクト・マネジメントと修繕プロセス | 4 |
| 建築・都市計画 | 建築 | 3 |
| | 電気 | 2 |
| | 建築基準 | 1 |
| | 建物構造 | 2 |
| | 都市開発計画・プロジェクト | 2 |
| | 道路設計における幾何学的設計 | 3 |
| 道路 | アスファルト | 6 |
| | コンクリートと道路維持管理 | 4 |
| | 道路標識、電灯、交通渋滞緩和 | 3 |
| | 梁、スラブの強化 | 2 |
| 橋梁 | 橋梁建設と維持管理 | 2 |
| | 建造物の深基礎 | 1 |
| | 建造物の建設と維持管理 | 4 |
| | 貯水池 | 3 |
| 上水道 | 水供給 | 2 |
| | 水道施設における電気設備 | 2 |
| | 浄水施設 | 2 |
| | 水質保全とその分析 | 3 |
| | コンクリート管の製造 | 1 |
| | 下水処理施設 | 2 |
| 下水道 | 下水道システム管理 | 2 |
| | 浄化槽の建設 | 1 |
| | マネジメント | 4 |
| マネジメント・ 広報 | 広報 | 6 |
| | リーダーシップ | 4 |

| 分野 | 主な研修科目 | 授業コマ数 |
|-----|----------------|-------|
| その他 | プロジェクト紹介（橋梁建設） | 2 |
| | 民間企業による紹介 | 2 |

[注記] 授業時間 1 コマ: 40 分

出典: YCDC への聞き取り調査

写真 5.1 中央研修センター 研修室（写真）



(9) まとめ

YCDC が職員の人材育成を目的として、自ら研修センターを設立、限られた人材と予算ながら、研修を運営してきた姿勢は非常に評価できる。研修センターで実施されている研修内容は、公務員としての基本研修、副技官補及び一般職員向けの基礎的なエンジニアリング、会計、管理職を対象にした管理研修が主体となっている。エンジニアリング研修は基礎的知識の習得に主眼がおかれており、一步踏み込んだ各エンジニアリング分野の専門的知識の研修については、各部署での研修（OJT、Off-JT）などに委ねられているのが現状である。

5.3.2 Yegu ポンプ場

Yegu ポンプ場では、技能工の育成を目的として、「大口径管の配管研修」を 2012 年から開始し、年 4 回の実施を目指している。その概要について次に記述している。

(1) 研修生

参加対象人数は 15 名である。水供給衛生局に加え、他部局からも参加している。また、外部の民間企業からも研修生を募って一緒に研修を行っている。民間企業の場合、研修費用は無料となる。

2013 年 5 月の研修では、合計 12 名の研修生が参加しており、その内訳は、水供給衛生局 1 名、その他の広場・公園・庭園局やマーケット局などから 6 名、民間企業（建設会社）から 5 名となっていた。直接関連する水供給衛生局からの参加は、この研修ではわずか 1 名であった。

民間企業は、研修によって直接受注できる機会が生まれるわけではないとの話であった。

(2) 研修講師

水供給衛生局の管理職（技官補（SAE）、主任技官（EE）等）のポジションにある職員が、順次、講義と実地研修を担当している。5月に見学したコースでは、配水課、戸別給水接続課、維持管理・修繕課、の3部署が主に担当していた。

(3) 研修期間

1コースの研修期間は1.5箇月である。1週間はフィールドでの実地研修である。

(4) 研修科目

管材（CI、MS、GI、PVC、PCC、DI、HDPE）と接続用付属品の特徴、配管方法、維持管理についての内容となっている。Yegu ポンプ場の教室での講義と実地研修から構成されている。実地研修では、維持管理・修繕課の指導によって、HDPE ϕ 800mm の融着接続を行っていた。実地研修場所は、工事中の現場で行っている。

研修の最後に試験を行い、50%以上が修了の合格ラインとなっている。

写真 5.2 大口径管の配管研修（実地研修） ϕ 800 HDPE 管の接続（写真）



写真 5.3 Yegu ポンプ場研修ルーム（左：屋内、右：屋外）



(5) まとめ

水供給衛生局自らが、上水道の専門分野に関する研修コースを企画、実施している点、民間企業に無料で研修参加への門戸を開いている点などは高く評価できる。実際の講義を見学したわけではないので詳細は不明だが、講師は習得している知識の範囲内ではあるが、研修生に対して講義をできる人材がいることは明らかになった。こうした人材を対象に、研修指導者養成研修（トレーナー研修）を通して、さらに専門性の高い知識を教えることは効果的な手法の一つとなる。

一方、Yegu ポンプ場にある研修用資機材はわずかの管材だけと非常に限られている。研修用資機材や映像機器を充実させ、講義内容を研修生に分かりやすい形で伝える工夫や、その内容の検討も必要かと思われる。また、YCDC の他部局の参加者については、研修内容と直接的に関連する業務でない印象をうけたため、再検討の余地も残される。

5.3.3 Hlawga 貯水池内作業所

Hlawga 貯水池内の作業所では、2013年5月に「鋼管、GI 管の維持管理と溶接」の研修が実施された。これは、YCDC の他部局からの要請で一時的に企画されたものであり、定期的なものではない。研修場所となる作業所では25名（正規職員10名、非正規職員15名）の職員が働いている。

(1) 研修生

参加対象人数は10名で、水供給衛生局以外のYCDC職員を対象としていた。

(2) 研修講師

Hlawga 作業所内の水供給衛生局の職員が担当している。

(3) 研修期間

1.5時間

(4) 研修科目

管路破損、腐食の際の管路の維持管理（鋼管、GI）と溶接が対象となっている。現場と作業所内での作業の両方で研修を行っている。

(5) まとめ

実際の研修現場に立ち会えたわけではないが、話を聞いた限り、研修内容は講義なしの技能工向けの内容との印象を受けた。技能工のレベルは不明であるが、少なくとも他部署に技能を教える人材がいることは明らかになった。

現時点ではスポット的な研修ではあったが、将来的には講義と組み合わせて、水供給衛生局の技能工育成や職員研修にも応用することもできると思われる。但し、作業所内は老朽化して限られた設備しかなく、整理整頓もされていないため、研修する場所としてもそうだが、実際に管路の修繕・溶接作業を行う場所としても改善が必要になる。

5.3.4 配管技術者及び配管工の資格制度

水供給衛生局は、給水設備工事に携わる施工技術者の資格制度を設けている。

給水管の配管工事（必要に応じてメータ設置工事も含む）に携わるのは、(1) 配管技術者、(2) 主幹配管工、(3) 一般配管工、である。その内、公認資格が必要とされているのは、配管技術者と主幹配管工である。

配管工事の規模によって組み合わせは異なるが、9階以上の高層建築物への配管については、必ず配管技術者が参画する体制が必要とされる。また、小規模な配管工事であっても、一般配管工のみで施工を行うことは許可されていない。

資格取得のための研修はなく、水供給衛生局の試験に合格することで証明書が得られる。但し、最近は行われていない。

(1) 配管技術者及び配管工の要件

施工に携わる配管技術者及び配管工は、水供給衛生局に登録料とともにライセンスを申請し、取得する必要がある。ライセンスの有効期間は1年間で、継続する場合は、ライセンス料を再度支払う。また、取得者がライセンス規則を破った場合はライセンスの剥奪、あるいは一定期間の指名停止措置がある。また、ライセンス申請者は以下の要件を満たしていることが必要である。

配管技術者及び配管工の要件を次表に示す。

表 5.6 配管技術者及び配管工の要件

| 職 種 | 資格の有無 | 主な要件 | | |
|-------|-------|---------------------------|--------|----------------|
| | | 学 歴 | 配管実務経験 | 試験の有無 |
| 配管技術者 | 公認資格 | ① 技術系大学卒、 技術学士 (BE) 以上 | 1年以上 | 水供給衛生局の実習試験合格者 |
| | | ② 技術専門学校卒、あるいは工業高校卒以上 | 3年以上 | 水供給衛生局の実習試験合格者 |
| 主幹配管工 | 公認資格 | 中学校卒以上 | 3年以上 | 水供給衛生局の実習試験合格者 |
| 配管工 | 無資格者 | 小学校卒以上 | 5年以上 | なし |

出典：YCDC への聞き取り調査

(2) 資格制度の現状

現在、各職種の登録人数は、配管技術者 17 名、主幹配管工 66 名、一般配管工 37 名となっている。

こうした給水設備工事に携わる施工技術者の資格制度が既に設けられ、運用されていること自体は高く評価されるべきである。一方で、より効果的な資格制度にするためには、次のような課題をクリアし、改善していく必要がある。

- 現在は、新規接続数を制限しているため、給水設備の施工工事だけで生計を立てている配管技術者や配管工は限られているようである。その場合、他の生計手段との兼務を余儀

なくされている。

- 資格取得のための試験は最近10年程度は行われておらず、この資格制度も停滞しているとみられる。
- 一般配管工及び主配管工の配管技能や、配管技術者の施工管理能力は正確には不明であるが、現場観察した限りにおいてはまだまだ改良の余地が残されている。配管技能や施工管理能力の継続的な改善のためには、資格の更新の際の研修をしっかりと定期的に義務づけることが必要である。

5.3.5 海外研修

海外研修については、現在のところ（2013年7月時点）、その実績は限定的である。日本の民間企業及び地方自治体の水道局と覚書を締結した関係もあり、DEWSから人材育成の研修に約10名程度が参加している。

その際は、研修センターでの講義に加え、水道局の水道施設見学、管材及び水道メータの工場見学など約2週間の研修に参加している。

今後、援助機関、海外の地方自治体及び民間企業の参入が活発化するにともない、DEWSの海外研修機会は確実に増加すると予見される。

5.4 YCDCの人事制度の現状

(1) 新規雇用

各局には新規雇用する権限は付与されていない。各局から市長と委員会メンバーから構成される選定委員会（Elected Council）に新規採用申請を行い、同委員会で最終承認される。YCDCには、ポストや職種によって雇用できる人数は制限されており、全体で17,185人（2013年3月時点）まで雇用が承認されている

一方、水供給衛生局の上下水道関連の技官の採用にあたっては、YCDCの技術者試験に合格した者が採用されている。同試験の受験資格として、次の何れかの学校課程を修了していることが必要とされている。

- ヤンゴン工科大学（Yangon Institute of Technology）
- 地域立工科大学（Technical University）
→ヤンゴンには現在3校（Hmawbi, Hlaing Thar Yar, Thanlyin）
- 政府工科大学（Government Technical Institute）
→現在は閉鎖

(2) 離職及び退職

退職年齢は、一般的に60歳と規定されている。中途離職については、職場環境や家庭事情によってあることはあるが、その割合は低いと考えられる。ヒアリングでは、現時点ではまだ民間企業数も限られており、YCDCの労働環境のほうがメリットが大きく、今のところ民間企業への転職も

少ないという話があった。しかしながら、今後、市場経済の活発化にともなって、長期的には民間企業への離職率も徐々にあがることが予測される。

(3) 異動

人事異動はそれほど頻繁には行われていない。基本的には、必要に応じて人事異動があるものの、計画的なものではなく、その基準も特にならない。したがって、異動後のそのポジションでの従事予定期間も職員には正確に分からない。

異動の一例としては、建設工事が開始された場合、タウンシップ事務所のエンジニアが現場工事の施工監理担当として異動されることなどである。

(4) 昇進

昇進とポジションについては、職種と学歴によってそれぞれ異なる。技官の場合、副技官補 (SAE) になるまでに 1.5-2 年程度であるとされているが、能力、学歴に加え、ポストの空き具合によっても左右されるようである。また、副技官補 (SAE) から局長補佐 (ACE) までは、最低、各々7、6、5年程度が必要とされている。技官以外の一般事務職員の場合、事務員から局管理職まで、高校卒業以下の職員の場合、専門員から管理職までがキャリア・パスとなる。但し、ここに示したキャリア・パスは必ずしも全員にあてはまるわけではない。

昇進ポストは必ずしも多いとはいえ、上位のポストになるにつれ、そのポスト数は限られ、別の政府機関から任命され配属されることも少なくない。

表 5.7 職員のキャリア・パス (例)



[注記] ①~③の横のレベルは、ポジションレベルを示したものではない
出典：YCDC 聞き取り調査

(5) 給料、日当、福利厚生

YCDC の給料レベルについては、おおまかな情報であるが、委員会メンバーで 250-300,000 Kyat 程度、主任技官 (EE) で 140-150,000 Kyat 程度、正規職員 (幹部職員レベルより下位) で 35,000-70,000 Kyat 程度とのことである。幹部職員以上の平均給料は 118,500 Kyat 程度、幹部職員より下位の職員の平均給料は 51,500 Kyat 程度となっている。

YCDC 職員も国家公務員となっており、給料や日当、年金などの制度は中央政府の規定に基づいている。そのため、YCDC 単独でこれらの制度を変更することはできない。

YCDC 職員が研修に参加することによって、直接給料に反映される仕組みはない。但し、政府機関の正職員が参加できる、中央公務員大学での研修に修了すれば、給料に反映される。

また、研修コースや年次会合への参加の際には、20,000 チャット/月の日当が政府から支払われる。

福利厚生面では、職員のクラスによって、携帯電話の割引、住宅アパートの提供、車両の無償貸与、土地の割引購入などの優遇措置が用意されている。

(6) 業績評価

職員の業績評価はシステムとして定期的に行われておらず、業績評価表も特にない。但し、昇進の際には、過去の業績や態度、研修や資格といった側面から考慮される。

(7) 能力向上のためのインセンティブ

能力向上へのインセンティブ制度としては、特段設けられていない。研修生は、YCDC の研修を受講することで昇給に反映される仕組みも特にないが、昇進の際には、研修修了の有無が考慮されるとのことである。

一方、研修講師に研修の講義代の謝金や日当を支払う制度は特にない。

5.5 2025 年までの能力向上分野

次表に、水供給衛生局の水道事業を対象に、2025 年までの短期における能力強化を図るべき分野について整理した。優先度は、3 年後までに早急に能力向上が必要な分野をもっとも高くし、続いて 5 年後、2025 年迄と 3 段階に分けて示した。

表 5.8 YCDC に必要な能力向上分野

| 大分野 | 小分野 | 必要な能力向上分野・研修 | 優先度 | | | |
|---------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|---------|------------|---|
| | | | 3年 高 | 5年 低 | ～2025 低 | |
| テクニカル・ キャパシティ (技術的 能力) | 設計 | 1. 上水道管路施設の設計 | ● | | | |
| | | 2. 管路網と水理解析 | | ● | | |
| | | 3. 浄水施設の設計 | | ● | | |
| | | 4. 電気・機械設備の設計 | | ● | | |
| | 運転・ 維持管理 | 浄水施設・ポンプ施設の運転・維持管理 | | | | |
| | | 5. | - 運転・維持管理計画の策定 | ● | | |
| | | 6. | - 設備機器の運転計画の策定 | ● | | |
| | | 7. | - 運転管理の記録及び管理（日報・月報・年報） | | ● | |
| | | 8. | - 機械・電気設備の保守点検計画の策定 | | ● | |
| | | 9. | - 機械・電気設備の維持管理 | | ● | |
| | | 10. | - 改良・改築工事計画の策定 | | ● | |
| | | 11. | - 処理施設の継続的・効率的管理 | | | ● |
| | | 管路施設の維持管理 | | | | |
| | | 12. | - 管路施設の点検及び調査 | ● | | |
| | | 13. | - 管路施設の清掃及び浚渫 | | ● | |
| | | 14. | - 管路施設の修繕及び修復 | | ● | |
| | | 15. | - 維持管理の記録及び管理 | | ● | |
| | | 16. | - 管路施設の継続的・効率的管理 | | | ● |
| | 17. | 水道メータの維持管理・性能確認 | ● | | | |
| | 18. | 維持管理マニュアルの作成 | ● | | | |
| | 無収水 管理 | 19. | 無収水管理部部署の設立 | ● | | |
| | | 20. | 無収水削減計画の策定 | ● | | |
| | | 21. | 漏水探査の実施 | | ● | |
| | | 22. | 無収水削減活動のモニタリング・評価 | | | ● |
| | | 23. | 配水システム管理と情報管理システム（SCADA） | | ● | |
| | 施工 | 24. | 給水管敷設と水道メータ設置 | ● | | |
| | 水質 分析 | 25. | 簡易測定を用いた水質分析手法の能力取得 | ● | | |
| | | 26. | 水質データ解析手法の能力取得 | ● | | |
| | | 27. | 水質分析およびデータ解析の継続実施と能力向上 | | ● | |
| | | 28. | 水質事故および災害時の対応マニュアル策定 | | ● | |
| 29. | | 高度な分析機材を備えた水質分析ラボの設置 | | ● | | |
| 30. | | 水質分析の高度化（微量汚染物質への対応） | | | ● | |
| 水質 管理 | 31. | 水質管理部門の強化 | ● | | | |
| | 32. | 浄水プロセスの運転管理能力向上 | | ● | | |
| | 33. | 消毒プロセスの運転管理能力向上 | | ● | | |
| | 34. | 水質事故および災害時の対応マニュアル策定 | | ● | | |
| | 35. | 水質管理の高度化（微量汚染物質への対応） | | | ● | |
| コア・キャパシ ティ (非技術的 能力) | 組織 | 36. | 組織構築と拡充 | ● | | |
| | | 37. | 職務分掌の規定 | ● | | |
| | | 38. | 人材開発計画 | ● | | |
| | | 39. | 人事管理 | | ● | |
| | マネジ メント・ 業務 効率化 | 40. | グッド・ガバナンスと汚職防止 | | | ● |
| | | 41. | 計画と開発、持続的な上水道事業計画 | ● | | |
| | | 42. | 業務指標（PIs）の設定と事業運営管理の改善 | ● | | |
| | | 43. | パフォーマンス・モニタリングと評価 | | ● | |

| 大分野 | 小分野 | 必要な能力向上分野・研修 | 優先度 | | |
|------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------|----|------------|
| | | | 3年 高 | 5年 | ~2025 低 |
| 環境基盤 | 財務 | 44 業務のコンピュータ化とデータ加工・編集 | ● | | |
| | | 45 コンピュータ知識と技能の向上 | ● | | |
| | | 46 経営情報システム (MIS) の整備 | | ● | |
| | | 47 公共調達管理と施工監理 | | ● | |
| | | 48 品質管理 (ISO9001, ISO14001) | | | ● |
| | | 49 労働安全衛生 | | | ● |
| | | 50 水道施設整備のための予算計画 | ● | | |
| | 51 上水道料金政策の検討 | ● | | | |
| | 52 住民の社会経済状況と上水道料金 | | ● | | |
| | 53 上水道料金設計と費用分析、収支予測 | | ● | | |
| | 54 顧客管理台帳のデータベース化 | ● | | | |
| | 55 水収支と無収水管理 | | ● | | |
| | 56 資産管理 | | ● | | |
| | 57 複式簿記会計システム | | | ● | |
| | 58 事業体の社会的責任と住民への説明責任 | ● | | | |
| | 59 顧客満足と上水道サービス | ● | | | |
| | 60 住民への公衆衛生・環境保全に関する啓蒙・教育 | | ● | | |
| | 61 啓蒙・教育のための IEC 教材の開発 | | ● | | |
| | 62 水道施設整備に係る環境影響評価 | | ● | | |
| 63 住民参加とパブリック・インボルブメント | | ● | | | |
| 環境基盤 | 法制度整備 | 64 上水 (道) セクターにおける施策と法整備 | ● | | |
| | | 65 水道法、あるいは上水道条例に関する法整備 | ● | | |
| | | 66 上水道料金に関する条例 | | ● | |
| | | 67 工業用水道に関する法整備 | | | ● |

出典：JICA 調査団

上記の中から、重点的に能力向上を図るべき 3 分野について、次項以降に現状と課題、能力向上の必要性について記述している。

5.6 水道経営の現状と課題

水道経営の現状と課題、能力向上の必要性について、次表に整理している。

表 5.9 水道経営の現状と課題及び能力向上の必要性

| No. | 分野 | 現状と課題 | 能力向上の必要性 |
|-----|------------|--|---|
| 1 | 水道経営 | | |
| 1.1 | 計画・モニタリング | <ul style="list-style-type: none"> 将来の水道事業への体系だった方針、計画、戦略、ビジネスプランを策定する部署が存在しない。 短期・中期・長期における明確な事業目標がなく、今までは対処療法的な感が否めない。 | <ul style="list-style-type: none"> 本部に計画・モニタリング課を創設することが望ましい。 マスタープランや下記に記述する業務指標を基に、短期・中期・長期における事業目標やビジネスプランを定める必要がある。 |
| 1.2 | 業務指標 (PIs) | <ul style="list-style-type: none"> 業務指標による事業運営は行われてい | <ul style="list-style-type: none"> 業務指標を活用した事業運営体制構 |

| No. | 分野 | 現状と課題 | 能力向上の必要性 |
|-----|---------------|---|--|
| | | ない。 | <p>築することが望ましい。</p> <ul style="list-style-type: none"> 設定可能な主要業務指標を選定し、定期的にモニタリングを行い、報告書を作成することが必要となる。 |
| 1.3 | 職務分掌 | <ul style="list-style-type: none"> 局と専門職の責任や役割は既定されているが、局内の各部署及び一般職員については明確に規定されたものはないとのことである。 組織は階層的で、権限が一部の専門職に集中し、決定までに時間がかかる傾向にある。 | <ul style="list-style-type: none"> 各部署及び一般職員の責任や役割について明確にし、職員の責任感と自覚、自立を促進する必要がある。 権限をできる限り分散し、官僚組織からサービス・プロバイダーへと転換することが長期的に必要となる。 |
| 1.4 | 顧客志向の事業運営への転換 | <ul style="list-style-type: none"> 現在の YCDC は、技術に特化した行政組織であり、水道事業運営は特に顧客を意識したものになっているとは言い難い。 本部及びタウンシップ事務所には顧客対応専門の部署は特に設置されていない。 顧客クレームの窓口となるのは、基本的に各タウンシップ事務所の水供給衛生局職員であるが、通常、そのクレーム内容やフィードバック状況は文書で記録されていない。顧客クレーム対応自体はその都度行っているとのことである。 また本部職員の意識も、全体的に水道事業はサービス事業であるという意識はまだ希薄である。 | <ul style="list-style-type: none"> 市民への公共サービスのサービス・プロバイダーとして、一般的により顧客を意識した事業運営へと転換が必要である。 顧客サービスの機能強化のために、本部に顧客サービス・広報課、タウンシップ事務所に顧客サービス・広報係の創設が必要である。 |
| 1.5 | 顧客サービス指針・基準 | <ul style="list-style-type: none"> 顧客サービスの指針・基準は特に整備されていない。したがって、顧客クレーム受領後の顧客回答までの期日、対応方法などは統一化されておらず、各タウンシップ事務所の職員の裁量に委ねられる。 | <ul style="list-style-type: none"> 創設される顧客サービス・広報課を主体に、顧客サービス指針・基準を作成し、顧客対応の統一化とサービスの質の向上に努める必要がある。 |
| 1.6 | 業務のコンピュータ化 | <ul style="list-style-type: none"> 本部、管区事務所にはコンピュータが一部導入されているものの、主に管理職向けである。業務全般のコンピュータ化は非常に限定的な範囲に留まっている。 上記にも触れた顧客管理に限らず、手書きの書類が依然として広く水供給衛生局で使用されている。 また業務遂行だけでなく、必要な情報のアウトプットに時間がかかり、書類・資料の保管も煩雑になりがちである。 | <ul style="list-style-type: none"> コンピュータ導入による業務の効率化の余地はかなり大きい。 長期的には、本部とタウンシップ事務所にて双方向でのコミュニケーションができる経営情報システムの構築が望ましいが、短期的には顧客管理データベースの構築から開始するのが妥当と思われる。 |
| 2. | 財務・会計 | | |
| 2.1 | 財務予測 | <ul style="list-style-type: none"> 最近の給水収益は堅調な伸びを示している。現在、経常収支バランスは若干の黒字であるが、収入に比べ支出が急速に伸びている。 長期的な経常収支予測、資本収支予測はない。 | <ul style="list-style-type: none"> 長期的な経常収支予測を行い、現行水道料金の充足度と改定のニーズを検討する必要がある。 投資計画を含んだ長期的資本収支予測が必要である。 |
| 2.2 | アセット・マネジメ | <ul style="list-style-type: none"> 資産台帳は整備されていない。 | <ul style="list-style-type: none"> 長期的には、資産台帳を整備し、資 |

| No. | 分野 | 現状と課題 | 能力向上の必要性 |
|-----|------------------|---|--|
| | ント | | 産の経済的寿命を評価し、減価償却として反映させることが必要である。 |
| 2.3 | 独立採算性 | <ul style="list-style-type: none"> • いわゆる単式簿記式の官庁会計が採用されており、水道事業単独の複式簿記による企業会計システムは導入されていない。 • そのため、水道事業にかかる費用をその収入によってカバーするという独立採算性の原則は確立されておらず、YCDC全体のコモンスケットの中で予算が分配されている。 | <ul style="list-style-type: none"> • 将来的には、予算制度とあわせて独立採算制を志向した会計制度が望ましいが、これについては国の公共会計管理システムと関わるものであるため、YCDCの権限だけで変更を図れるものではなく、長期的な課題としてあげられる。 |
| 2.4 | 財務諸表 | <ul style="list-style-type: none"> • 水供給衛生局では、上下水道事業としての損益計算書は作成されている。 • 貸借対照表のための資本収入情報が未整備であり、資本収支による財務状況を正確に把握することは困難である。 | <ul style="list-style-type: none"> • 長期的には、複式簿記による財務管理のほうが、より事業の経営内容、財務状態を明らかにできるため望ましい。 • これについては、上記同様、先に上位機関での検討が必要と考えられる。 |
| 3. | 水道料金 | | |
| 3.1 | 給水原価及び供給単価の正確な把握 | <ul style="list-style-type: none"> • 給水原価、供給単価について、おおまかな推定をすることは可能であるが、正確に把握することは困難な現状である。 • また、局内でも現状の給水原価や供給単価への意識は薄い。 | <ul style="list-style-type: none"> • 正確な給水原価、供給単価の把握のためには、バルク・メータや流量計の設置が必要となる。 • 「サービス・プロバイダー」として、給水原価、供給単価への職員の理解を促進し、正確に把握するための方策についても検討することが必要である。 |
| 3.2 | 比較的低い水準の水道料金レベル | <ul style="list-style-type: none"> • 水道料金の設定レベルは、住民の所得水準からみると比較的低い水準にあるといえる。 • 一方で、現在の水道料金レベルでも、維持管理費のコスト・リカバリーをちょうど達成できている水準にあることは事業運営の観点からは良好なパフォーマンスとも一見判断される。 • しかしながら、現状で十分な維持管理が行われているかどうかについては再検討しなければならない。特に水質については20%以上の顧客が高濁度や非衛生を理由に満足していないこと、塩素注入が行われているのはYeguポンプ場のみであること、などが懸念事項としてあげられる。 | <ul style="list-style-type: none"> • 左記の状況を鑑みると、適切な維持管理と安全な水の供給の観点から、現在のサービス水準と料金水準との関係性を再検討することも必要である。 |
| 3.3 | 公平性の確保 | <ul style="list-style-type: none"> • 同一の顧客形態に対しても、従量料金制と定額料金制の双方が適用されており、公平性の観点から、料金体系は一貫性を欠いている。 | <ul style="list-style-type: none"> • 公平性の確保のためには、メータリングの促進とともに、新たな水道料金体系の検討が必要である。 |
| 3.4 | 環境保全のインセンティブ | <ul style="list-style-type: none"> • また、定額料金制は消費者に節水や環境保全のインセンティブが働かないことが問題点として指摘される。 | <ul style="list-style-type: none"> • 消費者への節水や環境保全へのインセンティブが働く料金体系が望ましい。 |
| 3.5 | 貧困層に配慮した | <ul style="list-style-type: none"> • 現在のYCDCの料金徴収の方針では、宗 | <ul style="list-style-type: none"> • 貧困層への相互補助を考慮した料金 |

| No. | 分野 | 現状と課題 | 能力向上の必要性 |
|-----|---------------|---|---|
| | 料金体系の必要性 | <p>教施設などに対しては無償で給水されているものの、特に貧困層の負担軽減を目的とした、社会的な料金政策はとられていない。通常、途上国における水道事業体は、こうした貧困層対策として、戸別給水以外の公共水栓やコミュニティ・ベースなどによる給水形態をとり、比較的安く水料金を設定することがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> • YCDC のヒアリングによると、以前は公共水栓やコミュニティ・タンクと呼ばれる給水形態も行っていたが、現在はこうした方法は採られていないとのことである。 | <p>体系を構築することは、社会的政策の一つとしても必要と考えられる。</p> |
| 3.6 | 料金設定ガイドライン・規則 | <ul style="list-style-type: none"> • 「ミ」国や YCDC に水道料金設定のための明確な方針、ガイドライン、規則、手順がない。 | <ul style="list-style-type: none"> • 当面、YCDC レベルで料金設定のための方針、ガイドライン、規則、手順を策定することが必要である。 |
| 4. | 顧客管理 | <ul style="list-style-type: none"> • タウンシップ事務所では、手書きの顧客台帳による顧客管理が行われており、効率的な顧客管理が行われていない。 • YCDC 本部においては、一般家庭及び商工業顧客の管理についてはコンピュータ化 (MS Visual Fox Pro) が進んでいるものの、政府系機関の顧客についてはコンピュータ化が進んでいない。 | <ul style="list-style-type: none"> • 顧客志向のサービス・プロバイダー組織に変容していくためには、コンピュータによる顧客管理の基盤整備は必要不可欠である。 • 顧客情報は 2 次データと包括的なフィールド調査の双方によって、常時アップデートが必要となる。 |
| 5. | 料金請求・徴収 | <ul style="list-style-type: none"> • 請求書の発行は、本部で一括して作成し、各タウンシップ事務所に配布している。 • 各タウンシップでは、メータ検針簿から顧客請求のための水道料金記録簿まで、多くの手書き書類による管理が行われている。本部への検針簿の提出もハードコピーで行われている。 • 料金徴収能力が脆弱である | <ul style="list-style-type: none"> • まず最初に、コンピュータの導入による検針簿、記録簿の簡略化を図る必要がある。 • 全タウンシップ事務所のフォーマットを作成し、統一することが必要である。 • 長期的には、携帯電話や銀行、キオスク等の近代的な料金徴収方法が徐々に導入されることが望ましい。 |
| 6. | 水道メータとメータリング | <ul style="list-style-type: none"> • 水道メータの維持管理・保守能力は限定的な範囲に留まっている。水道メータの性能の検査・校正設備、そのための性能基準は整備されていない。 • ヒアリング情報によると、一度設置された水道メータの修理、補修はほとんど行われる機会はなく、性能不良の場合、新しい水道メータへの取替・更新が通常とられている方法とのことである。 • パイロット地区での水道メータの性能点検の結果情報では、性能低下及び性能不良の既存水道メータの割合も低くはなかったと報告されている。メータ設置は顧客負担ということもあり、長年交換されないメータも多いと聞いている。おおまかな推定であるが、おおよそ 1/4～1/3 程度のメータが性能低下、性能不良であると推測される。 | <ul style="list-style-type: none"> • 将来的には、水道メータの維持管理・保守を行うワークショップを YCDC 内に設け、定期的に性能検査、校正、修理を行うことが望ましい。 • そのため、タウンシップ事務所の水道メータ点検能力及び点検体制の強化と職員の意識向上が必要不可欠である。検針データの正確性の向上は、無収水の低減と料金負担の公平性にも繋がることに理解を深める必要がある。 • YCDC はメータリングの方針を変える必要がある。機能していないメータの取替えを顧客に依存するのでなく、YCDC が必要な費用を負担して取り換える仕組みを検討しなければならない。 |

| No. | 分野 | 現状と課題 | 能力向上の必要性 |
|-----|--------------|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> したがって、見かけ損失水量も少なくないと推定される。 | |
| 7. | 住民教育・啓蒙と広報活動 | <ul style="list-style-type: none"> 水供給衛生局では衛生教育、水道料金に関する教育・啓蒙活動は、特に実践されていない。 一方、水道事業の活動については、YCDCが所有しているラジオや新聞、広報誌の媒体を通じて現在行われているものの、リーフレットや冊子、ポスターなどのIEC教材・資料は特に作成されていない。 | <ul style="list-style-type: none"> 本マスタープランでは給水地域の拡大や水道料金改定を提案しており、今後、教育・啓蒙および広報のための教材・資料を充実させ、その活動を活発化し、住民に水道整備の必要性や重要性、適正な水道料金の負担などについて理解を深めてもらうことが求められる。 |

出典：JICA 調査団

5.7 無収入対策の現状と課題

無収水対策の現状と課題、能力向上の必要性について、次表に整理している。

表 5.10 無収水対策の現状と課題及び能力向上の必要性

| No. | 分野 | 現状と課題 | 能力向上の必要性 |
|-----|----------------|--|---|
| 1 | 無収水管理の担当組織 | <ul style="list-style-type: none"> 無収水管理のための特別な担当部署は存在しない。 | <ul style="list-style-type: none"> 「無収水削減・モニタリング」担当の部署を水供給・衛生局内に、そのサブユニットをタウンシップ事務所に創設することを推奨する。 また、それに付随して、十分な人的資源、明確な職務分掌が必要となる。人材配置に沿った組織をこのセクションの最後に記載している。 |
| 2 | 研修 | <ul style="list-style-type: none"> YCDC 職員が海外研修やヤンゴンでの就業経験を通して培った知識をベースに実施する、小口径（戸別接続に限らず）の配管や水道メータの設置に関するいくつかの研修は行われている。 上下水道システムに関する研修を担当する、組織化された部署はYCDCには存在していない。いくつかの技術系学校では配管コースは教えられている；基礎レベルでは技術専門学校、中間レベルでは政府機関（AGTI）、エンジニアレベルでは大学。 | <ul style="list-style-type: none"> 様々な分野で研修が必要となる。簡単なコンピュータ操作から無収水管理、技術面・管理面からの維持管理などである。 研修は教室での講義と実践的なOJTの双方が必要となる。研修センターの設立のために必要な施設と資源は中・長期的に考慮されるべきである。 |
| 3 | 無収水管理の技術的側面 | | |
| 3.1 | バルク水システムの全体配管図 | <ul style="list-style-type: none"> マスタープランで作成されたものあり。 | <ul style="list-style-type: none"> 新しいプロジェクトのシステム変更を反映させ、継続的に更新する必要あり。 |
| 3.2 | バルク・メータリング | <ul style="list-style-type: none"> バルク・メータは配水主管にいくつか設置されているものの、機能していない。 | <ul style="list-style-type: none"> 体系的なバルク・メータリングプログラムが必要となる。その実施は浄水処理場から開始し、その後ポンプ場、貯水池、DMAへと順次展開して |

| No. | 分野 | 現状と課題 | 能力向上の必要性 |
|-----|------------|--|---|
| | | | いく。 |
| 3.3 | 管路網データ及び地図 | <ul style="list-style-type: none"> 少なくとも 24 タウンシップについては、管路網データは AutoCAD フォーマットの中で使用可能である。これらの地図製作の過程は、タウンシップ事務所で紙ベースの地図が作成され、YCDC 本部の設計・見積課に送られ、AutoCAD のフォーマットにデジタル化されたものである。地図の質は、最近の図面 (North, East, South Dagon タウンシップ) によって随分と改善されてきているものの、座標系がないために、管路網の属性情報 (例: 材料、経年) は欠けている。 | <ul style="list-style-type: none"> マッピングは、無収水削減管理を行うための最初の作業として非常に重要となる。マッピングのための部署を設立することを推奨する。標準手順とマッピング・フォーマットを作成することが必要となる。最終的には、GIS システムが作成され、活用されることになるが、現在の AutoCAD システムも当面の間は継続して使用する。今後、JICA 都市計画調査で購入された衛星画像を背景として使用し、AutoCAD で描画する際には、座標系 (World Geodetic System (WGS) 1984) を使用する。 |
| 3.4 | 水監査 | <ul style="list-style-type: none"> 実施されていない。バルク・メータ等のインフラ整備、ゾーニングが必要である。 | <ul style="list-style-type: none"> ヤンゴン市内レベル、配水区レベルでの水監査は短期的に実施すべきである。長期的には、徐々に DMA レベルへ拡大していくべきである。 |
| 3.5 | 給水管 | <ul style="list-style-type: none"> 給水管にはポリ塩化ビニル管が使用されている。市街地以外の地域では、十分な二次、三次管路が設置されていないために、給水管は以上に長くなっている。給水管の敷設は、YCDC の試験を合格した YCDC の資格配管工によって行われている。しかしながら、ここ最近の 10 年は、そのような資格試験は行われていない。 | <ul style="list-style-type: none"> 3 次配水管を延長し、給水管を短縮することが必要である。また、給水管を敷設する技能工や民間配管工に専門研修を行うことが必要である。 |
| 3.6 | ゾーニング | <ul style="list-style-type: none"> ゾーニングシステムは存在しない。 | <ul style="list-style-type: none"> ゾーニングシステムは、3 階層システムが推奨される。上層から開始し、徐々に DMA へと移行する。 |
| 3.7 | 漏水探知調査 | <ul style="list-style-type: none"> 実施されていない。そのための資機材、専門性のある人材がいない。 | <ul style="list-style-type: none"> 最小限の必要資機材の調達、標準手順やフォーマットの作成、YCDC 内部の研修部署の設立、トレーナー研修 (エンジニア、技能工) が考慮される必要がある。 |
| 4 | 資機材・設備 | <ul style="list-style-type: none"> 現在の状況は改善される必要がある。 | <ul style="list-style-type: none"> 必要な資機材・設備のログリストが必要となる。最初は、次のような最低限の資機材・設備が準備されるべきである: <ol style="list-style-type: none"> 事務所での製図用機材、データ記録、機能的機器、GIS 導入のコンピュータ フィールドワークのための設備、車両 (簡易型音聴棒、携帯用流量計・水圧計、管路探査用機器を含む) 早急な修理に対応するための修理材料、道具、設備。 |

出典: JICA 調査団

5.8 浄水処理の現状と課題

浄水および水質管理の現状と課題および必要となる能力強化の項目について、以下にまとめる。

表 5.11 浄水処理の現状と課題及び能力向上の必要性

| No. | 項目 | 現状と課題 | 能力向上の必要性 |
|-----|----------------|--|---|
| 1 | 水質管理部門の強化 | | |
| 1.1 | YCDC 水質管理部門の強化 | <ul style="list-style-type: none"> YCDC 水質管理部門の人員不足（現状：3名） YCDC 水質管理部門の権限は高くない。 | <ul style="list-style-type: none"> 能力をより強化するには人員の増員が必要である 水質管理部門は、水質の分析だけでなく、その結果を元に、他の部および部門に助言を与え、水道水質を向上させる機能が必要である。 このために、YCDC 水質管理部門の権限をより高める必要がある。 |
| 2 | 水質検査 | | |
| 2.1 | 水質検査の実施 | <ul style="list-style-type: none"> 水質試験は、外部（National Health Laboratory: NHL）に委託して行われている。 したがって、サンプリングおよび分析のスケジュールは、NHLの業務スケジュールにしたがって行われている。 | <ul style="list-style-type: none"> 作業スケジュールの独自性と、水質事故に対する即応性を維持するために、YCDCにより運営・管理する分析施設の設立が必要である。 |
| 2.2 | 定期的な水質検査の実施 | <ul style="list-style-type: none"> 定期的な水質検査は行われていない（2.1参照）。 | <ul style="list-style-type: none"> 水道水の水質を維持するために、定期的な水質検査の実施は必要である。 少なくとも、濁度、味/臭気、残留塩素および生物試験（大腸菌群および糞便性大腸菌）の試験は、公衆衛生維持のために必要である。 |
| 2.3 | 標準試験手順 | <ul style="list-style-type: none"> 標準的な水質試験手順は、策定されていない。 | <ul style="list-style-type: none"> 標準的な水質試験手順は、誤った実験手順を防ぎ、かつ実験室作業の品質を維持するために必要である。 さらに、標準的な水質試験手順は、誤った実験手順による事故を予防するためにも必要である。 |
| 2.4 | 実験器具の定期的な検査・校正 | <ul style="list-style-type: none"> 実施されていない | <ul style="list-style-type: none"> 実験器具の定期的な検査・校正は必要である。 |
| 2.5 | 水質調査記録 | <ul style="list-style-type: none"> 水質調査結果は記録されているが、統計的な整理は行われていない。 | <ul style="list-style-type: none"> 得られた水質データは、YCDCのサービス品質向上のために活用されるべきである。 それゆえに、データ解析の技術を向上させる必要がある。 |
| 3 | 水質管理 | | |
| 3.1 | 適切な水質管理の実施 | <ul style="list-style-type: none"> 能力が不足している | <ul style="list-style-type: none"> YCDCでは、衛生的な水道水の配水は達成されていない。少なくとも、清澄かつ衛生的な（塩素消毒された）水道水が配水されなければならない。 |

| No. | 項目 | 現状と課題 | 能力向上の必要性 |
|-----|-----------------------------|--|---|
| | | | <ul style="list-style-type: none"> この要求を満足するには、全ての関連する YCDC 職員（WTP 運転員も含む）の能力が向上されねばならない。 |
| 3.2 | 重大な汚染に対する水源の保護 | <ul style="list-style-type: none"> 水源の保護は、十分ではない。 | <ul style="list-style-type: none"> 公衆衛生の維持のためには、水源の保護は重要である。今後、河川水の水源利用が行われる場合には、水源保護はより重要な課題となる。 |
| 3.3 | 非常時（大雨、災害、水質事故発生時など）の水質管理能力 | <ul style="list-style-type: none"> 水源の保護は、十分ではない。 | <ul style="list-style-type: none"> 公衆衛生の維持のためには、非常時の水質管理能力は重要である。 この能力は、水質に関する知識と、日常的な水道施設運転の技術をもとに涵養されるものである。 |
| 3.4 | 水質基準および法令 | <ul style="list-style-type: none"> 水質基準は策定されているが、一箇所にまとめて管理されていない | <ul style="list-style-type: none"> 水質基準および関連法令は、一箇所にまとめて管理されるべきである |
| 3.5 | 文書管理 | <ul style="list-style-type: none"> 水質測定データおよび関連法令は、一箇所にまとめて管理されていない。 | <ul style="list-style-type: none"> 水質測定データおよび関連法令は、随時参照されるべき資料である。したがって、文書管理を行う部門の設置が必要である。 |
| 4 | 水道施設（WTP、P/S、S/R）の運転管理 | | |
| 4.1 | 水道施設の運用マニュアル（WTP、P/S、S/R） | <ul style="list-style-type: none"> 日常的な運転マニュアル、および緊急対応マニュアルは策定されていない。 水質検査の結果が、施設の運転管理に反映されていない。 | <ul style="list-style-type: none"> 水道水質の品質を保つために、荷津情的な運転マニュアルを策定する必要がある。 さらに水道施設（WTP、P/S、S/R）の緊急事態マニュアルを策定し、大雨、火災、大規模停電などに備えなければならない。 これらのマニュアルは、教育訓練におけるテキストとしても活用することができる。 |
| 4.2 | 教育訓練の実施 | <ul style="list-style-type: none"> 水道施設の運転管理に関する教育訓練は充分に行われていない | <ul style="list-style-type: none"> 日常的な運転マニュアルおよび緊急事態マニュアルを策定する 上記マニュアルに従った運転管理が行われるよう、教育訓練を行う 教育訓練は、技術協力プロジェクトにおいて実施する |
| 5 | 職員の訓練および自己啓発 | | |
| 5.1 | 教育訓練の実施 | <ul style="list-style-type: none"> 水質管理に関する教育訓練は、行われていない | <ul style="list-style-type: none"> 水質管理に関する教育訓練を行う必要がある。 項目は、施設の運転（4.2 参照）および水源管理を含む 教育訓練は、技術協力プロジェクトにおいて実施する |
| 5.2 | On-the-job training の実施 | <ul style="list-style-type: none"> いくつかの OJT は行われているが、系統的に実施されていない。 | 同上 |
| 5.3 | 知識の共有 | <ul style="list-style-type: none"> 活発ではない。 | <ul style="list-style-type: none"> 職員の技術を維持するために、知識の共有と継承は重要である。 |
| 6 | 水道利用者への啓発 | | |
| 6.1 | 水質管理に関する説明責 | <ul style="list-style-type: none"> 季刊のニュースレターなど | <ul style="list-style-type: none"> 水道利用者への啓発のために、積極 |

| No. | 項目 | 現状と課題 | 能力向上の必要性 |
|-----|---------|--|--|
| | 任（広報活動） | で広報を行っている | 的な PR 活動が行われるべきである（5.2 参照）。 |
| | | <ul style="list-style-type: none"> いくつかの情報は、インターネットで公開されている | 同上 |
| 6.2 | 啓発活動 | <ul style="list-style-type: none"> 良好な水道水質に関する啓発活動は、十分ではない | <ul style="list-style-type: none"> 公衆衛生を維持するためには、コミュニティ、学校などにおける啓発活動が重要である。 |

出典：JICA 調査団

5.9 重点分野における能力向上計画

5.9.1 重点分野における能力向上計画（水道経営の改善）

(1) 水道経営基盤の構築

1) 計画・モニタリング課の創設

上位の方針や計画、戦略をとりまとめる計画・モニタリング課を水供給衛生局内に創設する。

2) 業務指標設定のための基礎情報収集

把握可能な適切な業務指標を判断するために、既存施設の経営管理状況、運転・維持管理状況、水質管理状況などの基礎情報を収集する。取得可能なデータ、記録をつけるなど改善することによって取得可能なデータ、長期的に整備されないと取得できないデータを見極める。

3) 業務指標（PIs）による経営管理体制の構築

業務指標を活用した水道経営を推奨する。創設される計画・モニタリング課が主体となって、適用可能な主要指標を設定し、定期的にモニタリング・評価する体制を構築する。また、報告書としてまとめ、上層部が事業サービス状況を随時把握し、迅速な経営判断に活かせるようにする。

4) 水道経営に係る短期計画の策定

計画・モニタリング課が主体となって、2025年までの水道経営に係る短期計画を策定する。

(2) 顧客管理と料金徴収能力の強化

1) 顧客管理データベースの作成

本部においては、政府系機関の顧客管理データベースの作成を行う。また、タウンシップ事務所では、すべての事務所を対象に PC 機器を設置して、手書きの顧客台帳及び料金徴収記録から顧客管理データベースの作成を行う。

2) 料金徴収業務の改善

現状の業務方法・手順、業務内容について改善点や課題を抽出する。タウンシップ事務所職員を対象に、料金徴収改善のための研修を実施する。記録業務の簡略化、料金回収率の改善策、未納者対策、違法接続対策、等に関する対策を立案し、実施する。

3) DMA モデル地区における 無収水（見かけ損失）の低減活動の実施

水道メータの性能調査を行い、性能低下及び性能不良の水道メータを探查する。性能低下及び性能不良メータは取替え、不感・誤差による無収水を低減する。その際、性能確認の方法、簡易的な維持管理、等について、OJT を通してタウンシップ職員に研修を行う。

モデル地区は、後述するセクション7.8.4と同じ地区を選定する。

4) DMA モデル地区におけるメータリングの向上

上記活動に加え、水道メータが未設置の顧客を対象に、メータリングの普及計画を立て、それに向けた活動を行う。なおメータリングにあたっては、顧客サービス・広報課（係）への IEC 活動の研修を行い、住民に対して十分な IEC 活動が展開できるように支援する。

(3) 水道料金体系改定のための検討

1) 住民への社会経済調査の実施

顧客サービス・広報課が主体となって、住民への社会経済調査を行い、水道料金改定の検討に必要な住民の支払意思額、世帯収入、等の基礎情報を収集する。

2) コスト・リカバリーと住民の支払可能額への理解向上

水供給衛生局職員の給水原価、供給単価、経常収支バランス、コスト・リカバリー、住民の支払可能額、等への理解を深め、料金設定のための基礎知識を習得する。

3) 料金政策の検討

上記1)、2)を基に、水供給衛生局の水道料金政策を検討する。同時に、研修を通して、貧困層に資する料金政策、相互補助、補助金オプション、等への理解を深める。

4) 新水道料金体系の設計とシミュレーション

様々な水道料金体系の種類と特徴を理解し、幾つかのシミュレーションを通して最適な水道料金体系の設計、検討を行う。財務的持続可能性への理解も深める。

5.9.2 重点的な能力向上計画（無収水対策）

(1) 無収水管理・モニタリング組織の設立

1) 水供給衛生局に無収水管理・モニタリング課を設立する

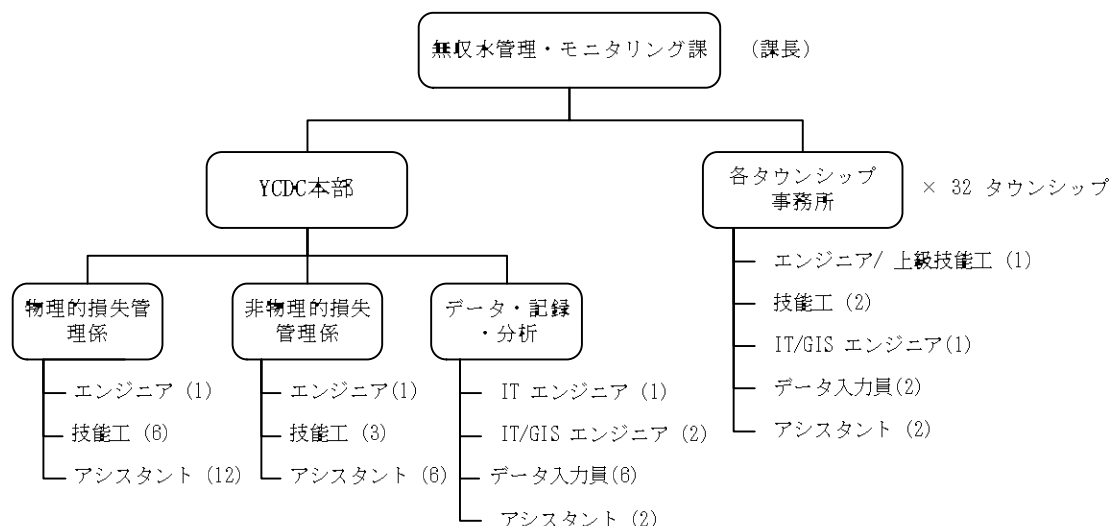
無収水管理・モニタリング課を水供給衛生局に創設する。同課には、物理的損失 (Physical Loss) と非物理的損失 (Apparent loss) の担当班を分けて創設することが効果的で望ましい。

2) タウンシップ事務所に無収水管理・モニタリング係を設立する

タウンシップレベルでの活動を展開するために、無収水管理・モニタリング係を各タウンシップ事務所に設立する。

3) 各部署の職務分掌を規定する

特に無収水管理・モニタリングの担当部署は新しい部署となるため、責任と役割を明確に規定し、職員が明確に自らの業務を理解できるようにする。



出典：JICA 調査団

図 5.4 無収水管理・モニタリング部署の組織構成

(2) 無収水削減の活動基盤の整備

1) 無収水に関する基礎情報収集、現状調査

2) 無収水削減の活動計画の策定

水供給衛生局は無収水削減のための活動計画を策定し、各タウンシップ事務所に浸透させる。

3) マッピング及びデータベース整備のためのフォーマット及び標準手順の作成

4) 管路網の属性情報（管径、管材、位置、区官長、経年、等）の整備

(3) 無収水管理に関する研修指導者養成研修（ToT）体制の構築

1) 無収水管理の担当部署から研修指導者を選定

本部及びタウンシップ事務所の無収水管理の担当部署から、複数名の研修指導者を選定する。

2) 研修指導者への能力向上研修

研修指導者への日本人専門家による能力向上研修を行い、研修指導者が無収水管理に必要な知識、技術、技能などを習得する。

3) 研修指導者による研修計画の策定

研修指導者による研修カリキュラム、研修方法、研修工程などの研修計画を立案する。

4) 研修指導者による研修教材の作成

研修指導者は日本人専門家と協働で、研修に使用する教材を作成する。教材は知識や技術、技能が体系的に習得できるもので、分かりやすい内容となるよう留意する。

5) 研修指導者による研修の実施

研修指導者が無収水管理の担当部署職員に、作成した研修教材を用いて研修を行う。また、研修の教訓をフィードバックする体制を整備する。

(4) DMA モデル地区（1～2 箇所）における漏水（物理的損失）削減活動の実施

1) DMA モデル地区の選定とアクションプランの作成

DMA モデル地区を 1～2 箇所選定する。水供給衛生局及び関連するタウンシップ事務所は、選定した DMA モデル地区における活動計画を策定する。

2) 管路データ・図面と必要資機材の整備

GIS を活用した管路情報、地図情報を整備するとともに、バルブ、流量計等の必要資機材を整備する。

3) OJT 研修の実施

無収水分析、漏水探知の技術、補修方法などを OJT を通して職員に研修する。

4) DMA モデル地区における漏水削減活動の実施

漏水探知機材（音聴棒、漏水探知機、等）を使用し、漏水探知作業を展開する。但し、顧客からの漏水情報が寄せられたり、緊急的な箇所があれば、優先的に対応する。

5) 漏水削減活動結果のモニタリングと評価

漏水削減活動の結果を記録し、継続的にモニタリングを行う。定期的に評価し、改善点をフィードバックする。

(5) 無収水削減の能力レベルとその指標

次表は、無収水削減の能力レベルとその指標について示している。能力開発プロジェクトの活動では、中間～応用レベル程度までの能力向上を目標としている。

表 5.12 無収水削減の能力レベルと指標

| レベル | 指 標 |
|-----|---|
| 応用 | ✓ 目標レベル内で無収水削減を行うことができる |
| | ✓ 年間削減目標を設定し、それを達成するためのプログラムを実施することができる |
| 中間 | ✓ 業務委託する第三者（例：建設会社）から提案された無収水削減対策の関連性と重要性を評価することができる；モニタリングすることができる |
| | ✓ 無収水削減の優先的アクションと分野を特定することができる |
| | ✓ おおよその供給水の物理的損失と見かけ損失の割合を把握することができる |
| 基礎 | ✓ 明確な生産量、配水量を把握することができる |
| | ✓ 無収水削減の重要性、概念、国際水道協会の水収支定義に沿った専門用語、を理解することができる |

出典：JICA 調査団

5.9.3 重点分野における能力向上計画（浄水処理）

(1) 水質管理部門の強化

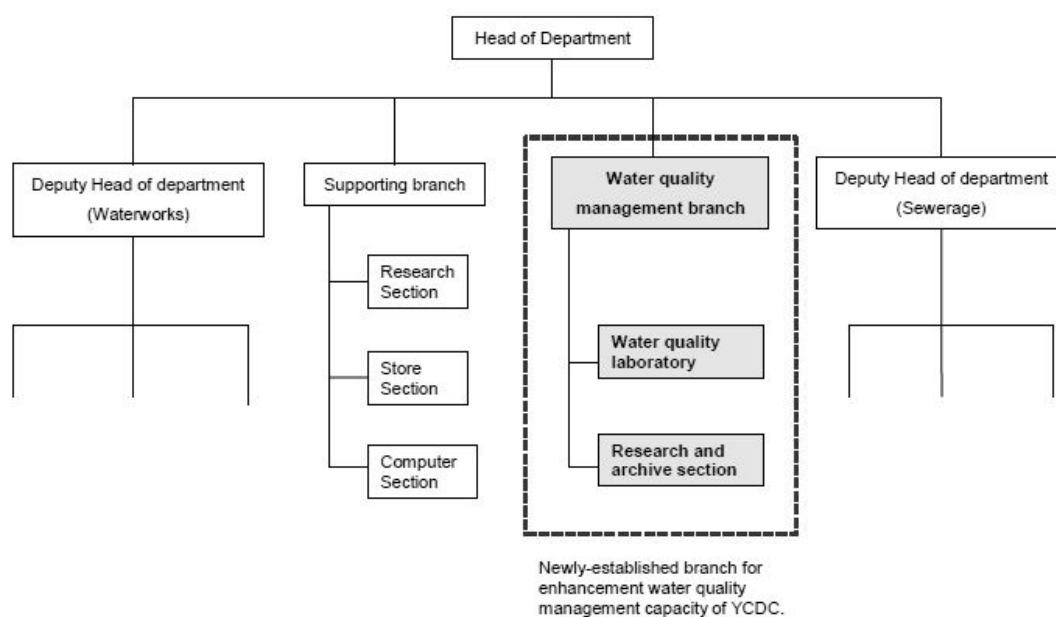
- 1) 技術支援部に属している水質管理部門を、水質管理部として独立させる
- 2) 水質管理部は、水質モニタリングの実施をとおして、YCDC のサービスおよび水質改善のための情報およびアドバイスを与える
- 3) 新しい組織の案を以下に示す。新設される水質管理部（下図、赤点線）は、2 つの部門を従える。一つは、水質分析施設、もう一つは調査および情報管理部門である。それぞれの部門の機能を以下に記す。

水質分析施設

- 定期的な水質検査の実施
- 水質事故発生時および災害時の水質検査の実施

調査および情報管理部門

- YCDC 職員に対する OJT の実施
- 水質分析データの管理および保管
- 関連する法令の管理および保管
- 他の部および部門に対する、情報およびアドバイスの提供



出典：JICA 調査団

図 5.5 水質管理部門を強化した場合の YCDC DEWS 組織図 (案)

(2) YCDC の水質モニタリング体制の設立

- 1) 既存の水質検査室を改善し、研修場所として整備する
- 2) 水質管理の最初のステップとして、簡易試験を用いた水質モニタリング体制が設立される
- 3) この水質モニタリング体制の運営を通して、YCDC 職員は実験技術およびデータ処理技術を習得する
- 4) 水質モニタリング体制の設立においては、初期の段階で、以下の項目（次表）の水質モニタリングが行われる。
- 5) 簡易試験法による水質モニタリング体制を確立した後は、より高度な水質モニタリング体制を整える必要がある。高度な分析機材を備えた水質分析ラボを設立し、より高度な水質分析と水質管理を行える体制を整える。

表 5.13 水質モニタリング項目および分析方法

| モニタリング項目 | 測定目的 | 目標値(注) | 測定方法 |
|---------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------|
| pH | 水道水の基本的な性状および異臭、味、着色による傷害の有無を確認する | 7.0 - 8.5 | pH計 |
| 味 | | 異常でない事 | 感応試験 |
| 臭気 | | 異常でない事 | 感応試験 |
| 色度 | | 5度 | 色度計 |
| 濁度 | | 5NTU | 濁度計 |
| 糞便性大腸菌 | 微生物汚染の有無および消毒効果の維持を確認する | 検出されないこと | 簡易試験 |
| 残留塩素 | | 検出されること (直結給水栓及び受水槽流入前において) | 比色法 (簡易試験) |
| 亜鉛及びその化合物 | 着色成分の有無を確認する | 1.0mg/L 以下 | 比色法 (簡易試験) |
| アルミニウム及びその化合物 | | 0.2mg/L 以下 | |
| 鉄及びその化合物 | | 0.3mg/L 以下 | |
| 銅及びその化合物 | | 1.0mg/L 以下 | |
| マンガン及びその化合物 | | 0.05mg/L 以下 | |
| 硬度 | 味、臭気の原因物質の有無を確認する 特に塩化物は海水の混入を反映する | 100 mg/L | 比色法 (簡易試験) |
| 塩化物 | | 200mg/L 以下 | |
| 硫化物 | | 200mg/L 以下 | |

(注) 現存する項目(下線)は、「ミ」国の Highest Desirable value とした。それ以外の項目は、日本の基準値を参照した。

出典：JICA 調査団

(3) 国立衛生試験所 (National Health Laboratory : NHL) との協力

- 1) 技術向上の最初の段階では、既に存在する公衆衛生研究機関からの協力を得ることが重要である
- 2) このためには、国立衛生試験所 (National Health Laboratory : NHL) との協力が期待できる
- 3) NHL の協力をとおして、水質管理およびデータ管理に関する技量の向上が期待できる

(4) WTP 運用における OJT

- 1) 技術向上の最初の段階では、現存する浄水場 (例えば、Nyaunghnapin 浄水場) を利用した OJT の実施が可能である
- 2) この OJT をとおして、YCDC 職員は実際の浄水場運転技術と、水質管理技術を学ぶことが期待できる

浄水場における OJT の実施により、YCDC 職員は実際の浄水場の運転を通じた水質管理の技法を習得する。このためには、以下の項目が必須である。

- 原水と処理水の水質管理
- 凝集、沈殿およびろ過プロセスの運転管理
- 塩素処理プロセスの運転管理

OJTの詳細な項目を、以下に述べる。

表 5.14 浄水場 OJT における項目

| 項目 | 内容 | 方法 |
|---------------------|----------------|--|
| 原水および処理水の水質管理 | 原水水質の定期的モニタリング | 通常のモニタリング項目：pH、色度および濁度 Zn、Al、Fe、Cu、Mn、硬度、塩化物および硫化物は、必要に応じて実施する |
| | 処理水質の定期的モニタリング | 通常のモニタリング項目：pH、色度、濁度、残留塩素、大腸菌群、糞便性大腸菌 Zn、Al、Fe、Cu、Mn、硬度、塩化物および硫化物は、必要に応じて実施する（例えば、1回/月） |
| 凝集、沈殿およびろ過プロセスの運転管理 | 凝集プロセスの運転管理 | 最適な凝集剤注入率と pH の決定 - ジャーテストによる、凝集剤注入率と pH の決定 - 凝集マップの作成 |
| | 沈殿プロセスの運転管理 | 実施設の運転（OJT）を通じた、フロック形成プロセスの最適化 （機械式フロキュレーターの運転管理、あるいは流式フロキュレーターの流量管理） |
| | ろ過プロセスの運転管理 | 実施設の運転（OJT）を通じた、ろ過プロセス管理手法の習得 （ろ過池の適切な維持管理手法の習得） |
| 塩素処理プロセスの運転管理 | 塩素処理プロセスの運転管理 | 実施設の運転（OJT）を通じた、最適な塩素注入率の確立 この項目においては、残留塩素、大腸菌群および糞便性大腸菌のモニタリング実施が必須となる |

出典：JICA 調査団

(5) 水質管理の能力レベルと指標

水質管理における能力レベルと指標を以下に示す。

表 5.15 水質管理の能力レベルと指標

| レベル | 指 標 |
|-----|--|
| 応用 | ✓ 災害時、事故時の水質管理を適切に行うことができる |
| | ✓ 微量汚染物質（重金属、農薬等）に対する水質分析と水質管理を行うことができる |
| 中間 | ✓ 水質の測定データを、水道施設の運転管理にフィードバックし、給水水質改善のための方策を実施することができる |
| | ✓ 水質の測定データから、水質管理における問題点を見出すことができる |
| | ✓ 水道施設の運転管理を的確に行うことができる |
| 基礎 | ✓ 水質項目の意味を理解し、測定を的確に行うことができる |
| | ✓ 浄水処理プロセスの意味を理解する |

出典：JICA 調査団

(6) 安全な給水を達成するためのロードマップ

表 5.16 安全な給水を達成するためのロードマップ

| 番号 | 改善項目 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|----|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 水質管理体制の構築 | | | | | | |
| 2 | モニタリングの開始（簡易測定器） | | | | | | |
| 3 | モニタリングの継続・スキルアップ | | | | | | |
| 4 | 塩素消毒施設の建設 | | | | | | |
| 5 | 塩素消毒の適正化 | | | | | | |
| 6 | 水質ラボラトリーの建設 | | | | | | |
| 7 | 水質ラボラトリートレーニング | | | | | | |
| 8 | 浄水場の維持管理による水質の改善（濁度） | | | | | | |
| 9 | 給水水質の基準への合格 | | | | | | |

出典：JICA 調査団

5.9.4 能力向上プロジェクトのプロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）

YCDC 水供給衛生局の現状と課題、前項までの重点分野の検討を踏まえ、次表に提案される技術協力による能力向上プロジェクトのPDM案を記載する。

水道経営、浄水処理、無収水削減の3分野において、重点的な能力向上が必要な分野を活動コンポーネントとして左欄に記載している。また、各活動に対して、達成されるべき目標を右欄に示している。

表 5.17 能力向上プロジェクト (案) のPDM

| | |
|-----------|---|
| プロジェクト期間： | 3.5 - 4年間 |
| 実施機関： | YCDC 水供給衛生局 (DEWS) |
| 裨益者： | 直接裨益者： 水道経営、無収水対策、浄水処理に関連する DEWS 職員 (本部、タウンシップ事務所) 間接裨益者： ヤンゴン市首都圏の給水普及人口 約 202 万人 (2013 年推計) |

| プロジェクトの要約 | 業務目標 |
|---|---|
| 上位目標： ヤンゴン首都圏における水供給衛生局による上水道サービスの質が改善される | 1. 給水サービス人口が目標レベルに向けて増加する 2. 供給される水質が常に水質標準を満たす |
| プロジェクト目標： 水道経営及び運転・維持管理に係る能力の改善を通して、YCDC の水道事業運営能力が強化される | 1. 設定された業務指標 (PIs) が改善される 2. 研修で得た技術・技能が、上水道サービスの運営・維持管理の日常業務で活用される |
| 成果： 1. YCDC の水道経営能力が強化される 2. YCDC の無収水削減能力が強化される 3. YCDC の水質管理能力が強化される | <ul style="list-style-type: none"> • 水道経営に係る短期計画が策定される • DMA モデル地区における無収水率が XX%削減する • 浄水場の水質が水質基準を満たす |
| 活動： 1. YCDC の水道経営能力が向上する 1-1 水道経営基盤の構築 (1) 計画・モニタリング課の創設 (2) 業務指標設定のための基礎情報収集 (3) 業務指標 (PIs) による経営管理体制の構築 (4) 水道経営に係る短期計画の策定 1-2 顧客管理能力と料金徴収能力の強化 (1) 顧客管理データベースの作成 (2) 料金徴収業務の改善 (3) DMA モデル地区における 無収水 (見かけ損失) の削減活動の実施 (4) DMA モデル地区におけるメータリングの向上 1-3 水道料金体系改定のための検討 (1) 住民への社会経済調査の実施 (2) コスト・リカバリーと支払可能額への理解向上 (3) 料金政策の検討 (4) 新水道料金体系の設計とシミュレーション 2. 無収水削減能力が強化される 2-1 無収水管理・モニタリング組織の設立 (1) 水供給衛生局に無収水管理・モニタリング課の設立 (2) タウンシップ事務所に無収水管理・モニタリング係を設立 (3) 各部署の職務分掌を規定する 2-2 無収水削減の活動計画の策定 (1) 無収水に関する基礎情報収集、現状調査 (2) 無収水削減の活動計画の策定 (3) マッピング及びデータベース整備のためのフォーマット及び標準手順の作成 (4) 管路網の属性情報の整備 2-3 無収水管理に関する研修指導者養成研修 (ToT) 体制の構築 (1) 無収水管理の担当部署から研修指導者を選定 | 1-1 水道経営に係る短期計画が策定される 1-2 顧客管理データベースが構築される パイロット地区における無収水 (見かけ損失) が削減される 1-3 新水道料金体系のシミュレーションが実施される 2-1 無収水管理・モニタリング組織が設立される 2-2 無収水削減の活動計画が作成される 2-3 研修指導者が選定され、研修計画が作成される |

| プロジェクトの要約 | 業務目標 |
|--|--|
| <p>(2) 研修指導者への能力向上研修 (3) 研修指導者による研修計画の策定 (4) 研修指導者による研修教材の作成 (5) 研修指導者による研修の実施</p> <p>2-4 DMA モデル地区（1～2 箇所）における漏水削減活動の実施 (1) DMA モデル地区の選定とアクションプランの作成 (2) 管路データ・図面と必要資機材の整備 (3) OJT 研修の実施 (4) DMA モデル地区における漏水削減活動の実施 (5) 漏水削減活動結果のモニタリングと評価</p> <p>3. 浄水場の運転維持管理能力および水質管理能力の向上 3-1 水質管理体制の構築 (1) 水質管理課の人員増強 3-2 水質モニタリング体制の構築 (1) 既存の水質検査室の改善 (2) 水質検査能力向上に係る研修の実施 (3) 簡易水質試験による水質モニタリングの開始・継続 (4) 水質モニタリング結果の分析 3-3 水質管理能力の確立 (1) 塩素消毒施設の整備及び塩素消毒の適正化 (2) 浄水場の維持管理能力向上による水質改善 3-4 水質管理能力の高度化 (1) 水質事故および災害時の対応マニュアル策定</p> | <p>2-4 パイロット地区における無収水率が削減される</p> <p>3-1 水質管理部の体制が整い、人員が増強される</p> <p>3-2 簡易分析による水質モニタリング体制が確立され、水質モニタリングが継続的に行われる</p> <p>3-3 水道施設の運転条件および水質管理能力が確立され、安全な水道水が継続的に給水される</p> <p>3-4 水質事故および災害時の対応マニュアルが策定される</p> |
| <p>投入： 日本人専門家 チーフアドバイザー 無収水管理 無収水削減技術 水道経営 顧客管理/料金徴収 浄水処理 水質管理、等</p> <p>資機材 (1) 無収水削減活動 <ul style="list-style-type: none"> • 音聴棒 • 漏水探知機 • 水圧測定器 • 金属探知機 • 仕切弁 • 流量計 • 配水管網図 CAD ソフト • 管網水理解析ソフト • 漏水探査用車両 • PC 及びプリンター (本部 5, タウンシップ* 33) * </p> <p>(2) 水道経営の改善活動 <ul style="list-style-type: none"> • 顧客管理データベースソフト • PC 及び周辺機器（本部 10、タウンシップ 33） • 水道メータ </p> <p>(3) 浄水処理の改善活動 <ul style="list-style-type: none"> • 水質検査用機材・設備 • 試薬 </p> <p>(4) 研修 <ul style="list-style-type: none"> • プロジェクト専門家による研修 • 第3国研修 • カウンターパート研修(本邦)、等 </p> | <p>外部条件 <ul style="list-style-type: none"> • 政策の変化等による YCDC の組織体制に大幅な変更がない • YCDC の財政状況が大幅に変更されない • 電力供給が継続的に行われる • 研修を受けた職員が実施期間中に離職又は異動しない </p> |

* タウンシップ事務所向け PC 及び周辺機器は、水道経営の改善活動で投入のものを共有する。

出典：JICA 調査団

5.9.5 能力向上プロジェクト（案）の実施工程

能力向上プロジェクトの実施工程を次表に示す。

表 5.18 能力向上プロジェクトの実施工程

| 活動内容 | 期間 | 2013年 | | 2014年 | | 2015年 | | 2016年 | |
|---|--|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | | 第1年次 | 第2年次 | 第3年次 | 第4年次 | 第1年次 | 第2年次 | 第3年次 | 第4年次 |
| 水道経営 | 1 DEWSの水道経営能力が向上する | | | | | | | | |
| | 【1-1】 水道経営基盤の構築 | | | | | | | | |
| | 【1-1-1】 計画・モニタリング課の創設 | | | | | | | | |
| | 【1-1-2】 業務指標設定のための基礎情報収集 | | | | | | | | |
| | 【1-1-3】 業務指標 (PIs) による経営管理体制の構築 | | | | | | | | |
| | 【1-1-4】 水道経営に係る短期計画の策定 | | | | | | | | |
| | 【1-2】 顧客管理能力と料金徴収能力の強化 | | | | | | | | |
| | 【1-2-1】 顧客管理データベースの作成 | | | | | | | | |
| | 【1-2-2】 料金徴収業務の改善 | | | | | | | | |
| | 【1-2-3】 DMAモデル地区における無収水(見かけ損失)の削減活動の実施 | | | | | | | | |
| | 【1-2-3】 DMAモデル地区におけるメータリングの向上 | | | | | | | | |
| | 【1-3】 水道料金体系改定のための検討 | | | | | | | | |
| | 【1-3-1】 住民への社会経済調査の実施 | | | | | | | | |
| | 【1-3-2】 コスト・リカバリーと支払可能額への理解向上 | | | | | | | | |
| | 【1-3-3】 料金政策の検討 | | | | | | | | |
| | 【1-3-4】 新水道料金体系の設計とシミュレーション | | | | | | | | |
| 無収水対策 | 2 DEWSの無収水削減能力が強化される | | | | | | | | |
| | 【2-1】 無収水管理・モニタリング組織の設立 | | | | | | | | |
| | 【2-1-1】 水供給衛生局に無収水管理・モニタリング課の設立 | | | | | | | | |
| | 【2-1-2】 タウンシップ事務所に無収水管理・モニタリング係を設立 | | | | | | | | |
| | 【2-1-3】 各部署の職務分掌を規定する | | | | | | | | |
| | 【2-2】 無収水削減の活動計画の策定 | | | | | | | | |
| | 【2-2-1】 無収水に関する基礎情報収集、現状調査 | | | | | | | | |
| | 【2-2-2】 無収水削減の活動計画の策定 | | | | | | | | |
| | 【2-2-3】 マッピング及びデータベース整備のためのフォーマット及び標準手順の作成 | | | | | | | | |
| | 【2-2-4】 管路網の属性情報の整備 | | | | | | | | |
| | 【2-3】 無収水管理に関する研修指導者養成研修(ToT)体制の構築 | | | | | | | | |
| | 【2-3-1】 無収水管理の担当部署から研修指導者を選定 | | | | | | | | |
| | 【2-3-2】 研修指導者への能力向上研修 | | | | | | | | |
| | 【2-3-3】 研修指導者による研修計画の策定 | | | | | | | | |
| | 【2-3-4】 研修指導者による研修教材の作成 | | | | | | | | |
| | 【2-3-5】 研修指導者による研修の実施 | | | | | | | | |
| 【2-4】 DMAモデル地区(1~2箇所)における漏水削減活動の実施 | | | | | | | | | |
| 【2-4-1】 DMAモデル地区の選定とアクションプランの作成 | | | | | | | | | |
| 【2-4-2】 管路データ・図面と必要資機材の整備 | | | | | | | | | |
| 【2-4-3】 OJT研修の実施 | | | | | | | | | |
| 【2-4-4】 DMAモデル地区における漏水削減活動の実施 | | | | | | | | | |
| 【2-4-5】 漏水削減活動結果のモニタリングと評価 | | | | | | | | | |
| 浄水処理 | 3 DEWSの水質管理能力が強化される | | | | | | | | |
| | 【3-1】 水質管理体制の構築 | | | | | | | | |
| | 【3-1-1】 水質管理課の人員増強 | | | | | | | | |
| | 【3-2】 水質モニタリング体制の構築 | | | | | | | | |
| | 【3-2-1】 既存水質検査室の改善 | | | | | | | | |
| | 【3-2-2】 水質検査能力向上に係る研修の実施 | | | | | | | | |
| | 【3-2-3】 簡易水質試験による水質モニタリングの開始・継続 | | | | | | | | |
| | 【3-2-4】 水質モニタリング結果の分析開始・継続 | | | | | | | | |
| | 【3-3】 水質管理能力の確立 | | | | | | | | |
| | 【3-3-1】 塩素消毒施設の整備及び塩素消毒の適正化 | | | | | | | | |
| 【3-3-2】 浄水場の維持管理能力向上による水質改善 | | | | | | | | | |
| 【3-4】 水質管理能力の高度化 | | | | | | | | | |
| 【3-4-1】 水質管理能力の高度化 | | | | | | | | | |

出典：JICA 調査団

5.9.6 持続可能な能力強化体制について

提案した技術協力プロジェクトは、重点分野について DEWS が短期間で効果的に能力向上を図ることができる方法であるといえる。

それに加え、DEWS がより長期的な視点から、持続的な能力開発を行っていくためには、次の点について検討、考慮することが必要である。

(1) 配管技術者及び配管工の資格制度の再構築

今後、水道施設の整備が進捗すれば、配管技術者及び主幹配管工の拡充と育成が必要不可欠になると予見されることから、資格制度をもう一度再構築することが課題となる。

給水管の配管工事は、公認資格者が監理することはヤンゴン市開発法施行規則でも規定されている。しかしながら、最近 10 年間以上はこの資格試験は行われておらず、制度自体は停滞している印象をうける。

一方、配管技術や資機材も技術の進歩とともに変わってきていることから、既存資格保有者に定期的に研修への参加を義務づけることも有効な手段となろう。それに加え、公認資格がない一般配管工は、配管技術者、あるいは主幹配管工の下で配管工事に参加することになるが、実際に配管作業に携わるのは一般配管工が多い。したがって、配管工事の質は、この一般配管工を監理する施工監理能力に委ねられることから、この点についても配管技術者及び主幹配管工への再教育が必要となる。

(2) 水供給衛生局の研修体制の充実

水道に関連する専門的知識や技術を習得する研修は、前述したように非常に限られている。水衛生供給局は、将来の人材育成のために、これら専門的知識や技術を網羅的に学べる研修を充実させていくことが、持続可能な能力強化体制を築くために必要不可欠となる。こうした研修は、技術的側面だけに偏ることなく、事業運営、財務管理、組織制度、顧客サービスなどの側面を含んだ、バランスのとれたものでなければならない。

そのためには、研修計画の策定、研修のための予算確保、研修施設・設備の整備、実習用水道資機材・機器の整備、研修教材の充実、など取り組むべき課題は多い。研修場所としては、当面は Yegu ポンプ場になると想定されるが、研修内容の拡大にともない、中・長期的には十分なスペースの確保できる他の研修場所を整備することが望ましい。

またセクター全体を俯瞰すれば、末端の給水設備を除けば、ヤンゴン市の水道に関連する施工工事は、基本的に YCDC が施工監理を行ってきており、民間業者の専門的知識及び技能も低い。今後、セクター全体の底上げを図るためにも、水供給衛生局の研修センターが構築され、能力向上の中心拠点となることで大きな役割を果たすこともできると考えられる。

他地方都市の事業体を訪問していないのでその状況は分からないが、例えば将来的に、水供給衛生局の研修センターを、「ミ」国全体の水道セクターの人材育成拠点とする構想もセクターのニーズによっては考えられる。カンボジア国では、プノンペン水道公社の事業体内にある研修センターが、同国の水道セクターの人材育成拠点を担うまでに成長している成功例もある。水供給

衛生局も YCDC 職員だけでなく、セクター全体の人材育成も視野に入れ、同国のフロント・ランナーになるべく、人材育成に取り組むことが期待される。

第6章 概算事業費と実施体制

6.1 事業費算定条件

6.1.1 概算事業費の算定条件

プロジェクト費用は、以下の条件に基づき算出した。

- プロジェクト費用の構成は、建設工事費、事業管理費、コンサルティング費用、予備費（物理的/プライス・エスカレーション）、土地取得・保証費、建中金利、コミットメントチャージ及び税金関連とする。
- プロジェクト費用は、内貨部分（L.C.）と外貨部分（F.C.）に分けて算出する。
- 被援助国の事業管理費は、建設工事費に対して5.0%とする。
- コンサルティング費用は、コンサルティングサービスに必要な人月を基に算出する。
- 物理的予備費は、建設工事費、コンサルティング費用及び土地取得費に対して5.0%考慮する。
- プライス・エスカレーションは、内貨分を6.1%、外貨分を1.2%とし、実施スケジュールを基に算出する。
- 積算時点は2013年6月とし、交換レートは1Kyat=0.114円、1USD=101.1円および1USD=885Kyatとする。
- 建中金利は、プロジェクト費用をJICA円借款により資金調達した場合を想定して算出する。
（供与条件：優先条件/基準、金利（本体部分）0.01%、金利（コンサルティングサービス部分）0.01%、償還期間40年、据置期間10年）
- コミットメントチャージは対象とならない。
- ミャンマー国の付加価値税（VAT）の代わりに商業税（CT）10%が付加される。輸入税は2%とする。
- プロジェクト費用をJICA円借款により資金調達した場合、建設工事費、コンサルティング費用および予備費（物理的/プライス・エスカレーション）は融資適格項目となり、建中金利、事業管理費、土地取得・補償費および税金関連は融資非適格項目となる。
- プロジェクト費用は、融資時点のJICAルールに従うため変更が有り得る。

6.1.2 建設費の算定条件

直接工事は以下の条件により算定した。

- 土木・建築資材、労務費および建設機械は国内での調達が可能なため、現地調達を基本とする。
- 機械・電気設備は、EU諸国等の第三国調達を含む海外調達を基本とする。調達先は、品質性能、経済性および維持管理性等に配慮して調達する。

- 現地施工業者は、土木工事の経験・能力は十分であるが、上下水道に特化した事業の経験・能力が十分ではない。しかし、施工実施体制には日本人技術者及び外国人技術者を配置するため、施工実施については現地業者で実施する。
- 推進工事およびシールド工事については、現地施工業者が施工の経験・能力を有していないため、近隣国であるタイ国の施工業者より見積を徴取し、その金額を採用する。
- 自然条件（地勢・地質条件、気象条件）及び法規・慣習に考慮した施工計画とする。

6.2 概算事業費の算定

非公開情報

表 6.1 概算事業費

非公開情報

表 6.2 概算工事費

| | |
|-------|--|
| 非公開情報 | |
|-------|--|



非公開情報

6.3 事業の実施工程

本事業が円借款により資金調達される場合、ミャンマー国政府は、本プロジェクトの実施に係るコンサルタントおよび請負業者の選定には JICA 調達ガイドラインに準拠する必要がある。

L/A 調印からの実施スケジュールは、各工程に必要な期間を積上げて下表のとおりとなる。プロジェクトの実施工程は全工程で 80 ヶ月（6.7 年）と想定される。これにより、2020 年に供用開始するためには、2014 年初めには L/A 調印がなされている必要がある。

表 6.3 実施スケジュール

| | Period | Year 1 | Year 2 | Year 3 | Year 4 | Year 5 | Year 6 | Year 7 | Year 8 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| L/A 調印 | - | | | | | | | | |
| コンサルタントの選定 | 8 ヶ月 | ■ | | | | | | | |
| 詳細設計 | 12 ヶ月 | | ■ | | | | | | |
| 仕様書及び入札図書作成 | 9 ヶ月 | | ■ | | | | | | |
| 請負業者の選定 | 9 ヶ月 | | | ■ | | | | | |
| 建設工事 | 49 ヶ月 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 運転及び技術移転 | 12 ヶ月 | | | | | | ■ | | |

出典：JICA 調査団

JICA の標準的な調達方式を考慮して算定されたコンサルタント及び請負業者の選定に必要な期間を以下 2 表に示す。コンサルタントの選定に 8 ヶ月、請負業者の選定に 9 ヶ月を要する。

表 6.4 コンサルタント選定の詳細な実施スケジュール

| 月 | 期間 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 候補者リスト、提案要請書の準備 | 1.5ヶ月 | ■ | ■ | | | | | | |
| JICAによる提案要請書の同意 | 1ヶ月 | | ■ | ■ | | | | | |
| コンサルタントへ提案要請書の発行 | 1.5ヶ月 | | | ■ | ■ | | | | |
| プロポーザルの評価 | 1.5ヶ月 | | | | | ■ | ■ | | |
| JICAによる評価の同意 | 1ヶ月 | | | | | | ■ | ■ | |
| 契約交渉 | 1ヶ月 | | | | | | | ■ | ■ |
| JICAによる契約の同意 | 0.5ヶ月 | | | | | | | | ■ |
| 契約締結 | - | | | | | | | | ▼ |

出典：JICA 調査団

表 6.5 請負業者選定の詳細な実施スケジュール

| 年 | 期間 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| JICAによる入札図書への同意 | 1ヶ月 | ■ | | | | | | | | |
| 入札期間 | 2ヶ月 | | ■ | ■ | | | | | | |
| 技術評価/価格評価 | 2ヶ月 | | | | ■ | ■ | | | | |
| JICAによる技術評価結果への同意 | 1ヶ月 | | | | | | ■ | | | |
| 契約交渉 | 2ヶ月 | | | | | | | ■ | ■ | |
| JICAによる契約への同意 | 1ヶ月 | | | | | | | | | ■ |
| 契約締結 | - | | | | | | | | | ▼ |

出典：JICA 調査団

建設工事の施工期間は、各施設における工事施工順序、施工業者の実施能力、資材および労務の調達状況、施工規模、ミャンマー国の施工様式および建設規模を考慮して建設工程を策定した。建設スケジュールは、主として掘削、コンクリート打設量等の工事容量と施工順序によって決まる。建設工事の実施スケジュールは、下表に示されるすように着工から完了までに49ヶ月程度必要と想定される。

表 6.6 建設工事の実施スケジュール

| | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 | 5年目 |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. Lagunbyin 浄水場 | ■ | ■ | ■ | | |
| 2. 送水幹線 | ■ | ■ | ■ | | |
| 3. 配水区7 配水施設 | ■ | ■ | | | |
| 4. 配水区8 配水施設 | ■ | ■ | | | |
| 5. 配水幹線 | ■ | ■ | ■ | | |
| 6. 無収水改善 配水区7 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 7. 無収水改善 配水区8 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 8. 消毒設備 | ■ | ■ | | | |
| 9. 配水区1 配水施設 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 10. 検査・総合試運転 | | | ■ | ■ | |

出典：JICA 調査団

建設施設の運転・維持管理が円滑に行われるように、浄水場建設後に YCDC 職員に対し 1 年間の維持管理の現地研修を計画した。

6.4 コンサルティングサービス

本プロジェクトが円借款により資金調達される場合、建設プロジェクトでは「FIDIC Conditions of Contract for Construction Multilateral Development Bank (MDB) Harmonized Edition for Building and Engineering Works Designed by the Employer」を適用した設計-入札-建設方式による調達手順が一般的である。設計-入札-建設方式による調達手順では、詳細設計と建設工事の施工監理はコンサルタントが実施する。

ミャンマー国政府は、本プロジェクトの実施に係るコンサルタントおよび請負業者の選定には JICA 調達ガイドラインに準拠する必要がある。以上から、プロジェクトを円滑な実施のため事業実施機関である YCDC を補佐すべく、以下に挙げるコンサルティングサービスが必要となる。

- 詳細設計の実施
- 入札図書の準備
- 事前資格審査・入札・契約交渉における補佐
- 建設工事の施工監理
- 管理、運転及び維持管理に対する技術支援

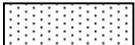
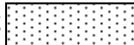
施主側コンサルタントは、海外コンサルタントと現地コンサルタントで構成される。現地コンサルタントは、全ての活動で海外コンサルタントを支援する。コンサルタントの業務工程は、プロジェクトの実施スケジュールと一致した工程でなければならない。本プロジェクトの実施におけるコンサルティングサービスに必要な海外コンサルタントおよび現地コンサルタントの人月を次表にまとめる。本プロジェクトの実施における事業実施機関を補佐するために必要な人月は、海外コンサルタントが  現地コンサルタントが  と算定される。これらの人月には、処理場の運営維持管理の技術支援に必要な人月も含まれる。なお、これら以外に事務所運営等の現地作業をサポートするための人月が必要となる。

表 6.7 コンサルティングサービスの必要人月

| | |
|-------|--|
| 非公開情報 | |
|-------|--|

6.5 運転・維持管理費の算定

本プロジェクトにより建設される以下の計画施設を運転・維持管理するために必要な運転・維持管理費を推定した。

- Lagunbyin 浄水場
- 配水ポンプ場
- 塩素消毒施設 (Nyaunghnapi 浄水場 (第1期・第2期)、Hlawga ポンプ場、Yegu ポンプ場)

運転・維持管理費は、人件費、電力費、保守管理費 (点検・修理費)、薬品費及びその他の費用で構成される。採用した各単価を以下に示す。

表 6.8 維持管理費の単価

| 項目 | 単価/費用ベース | 備考 |
|---------------|----------|----------------|
| 人件費 (USD/月) | | |
| (技師) | 209 | |
| (技能工) | 109 | |
| (一般職) | 95 | |
| 電力費 (USD/kWh) | 0.041 | |
| 塩素 (USD/kg) | 0.51 | 購入次亜塩素 |
| 凝集剤 (USD/kg) | 0.50 | PAC |
| 保守管理費 (%) | 1.6 | 施設の機械電気日の比率で算定 |

出典：JICA 調査団

全施設能力運転時の年間の運転・維持管理費は、11,271 千 USD/年 (11.4 億円/年) となる。湖費用内訳を下表及び資料 D に示す。

表 6.9 運転・維持管理の内訳

| 項目 | Lagunbyin 水道システム | | 管網近代化 | 塩素消毒施設 | | | 合計 |
|-------|------------------|-------------|-----------|----------------------|-------------|-----------|------------|
| | Lagunbyin 浄水場 | 配水区7・8のポンプ場 | 配水区1のポンプ場 | Nyaunghnapi 浄水場(1・2) | Hlawga ポンプ場 | Yegu ポンプ場 | |
| 人件費 | 69,960 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69,960 |
| 電力費 | 346,589 | 405,851 | 249,616 | 0 | 0 | 0 | 1,002,056 |
| 保守管理費 | 721,808 | 147,488 | 52,912 | 11,664 | 5,456 | 4,784 | 944,112 |
| 薬品費 | 6,546,293 | 0 | 0 | 1,269,543 | 666,727 | 551,314 | 9,033,878 |
| その他 | 153,693 | 11,067 | 6,051 | 25,624 | 13,444 | 11,122 | 221,000 |
| 合計 | 7,838,344 | 564,406 | 308,579 | 1,306,831 | 685,627 | 567,220 | 11,271,006 |

出典：JICA 調査団

6.6 事業実施体制

6.6.1 事業実施体制の確認

プロジェクトの実施体制は、一般的に、実施機関、プロジェクト・マネジメント・ユニット (PMU)、及びプロジェクト運営調整委員会から構成される。

表 6.10 事業実施体制とその役割

| プロジェクト機関 | 担当機関 | 役割と責任 |
|--|--------------------------|---|
| プロジェクト実施機関 (Project Executing Agency) | YCDC DEWS | <ul style="list-style-type: none"> 融資契約に準じたプロジェクト実施の包括的な管理・モニタリング 予算の配分 プロジェクト管理ユニットへの指導 |
| プロジェクト管理ユニット (Project Management Unit: PMU) | YCDC DEWS | <ul style="list-style-type: none"> プロジェクト管理 施工監理 モニタリングと調整 予算管理 |
| プロジェクト運営調整委員会 (Project Coordination Committee: PCC) | 地域政府、YCDC、環境省、建設省、等の関連省庁 | <ul style="list-style-type: none"> プロジェクトの計画・実施活動の調整 |

出典：JICA 調査団

(1) プロジェクト実施機関 (PEA)

プロジェクト実施機関 (PEA) はヤンゴン開発委員会 (YCDC) である。その中で、水供給衛生局が上下水道・衛生事業を担当する部署となる。主な役割と責任は、プロジェクト実施段階における活動全般を監督することである。また、これまでの専門的知見や技術を活用し、技術的な観点からプロジェクト活動の管理とモニタリングを行う。主な機能を次に示している。

- プロジェクト期間中における、融資契約に準じたプロジェクト実施に係る包括的な責任
- プロジェクト実施の調整と管理
- プロジェクトの進捗を確認するためのモニタリング・評価体制の構築
- プロジェクト活動の計画・実施に関して、技術的、財務的に PIU を支援する
- PMU に係る問題について時宜を得たフィードバックを行う
- 中央/地域政府への全般的なプロジェクト進捗状況の報告
- プロジェクト期間中におけるプロジェクト運営調整委員会の実施

(2) プロジェクト管理ユニット (PMU)

プロジェクト管理ユニット (PMU) は、YCDC 水供給衛生局内に立ち上げられる組織であり、プロジェクト実施の主体となる組織である。PMU はプロジェクト実施のために設置される一時的な組織である。PMU は、プロジェクトの運営と管理・モニタリングの促進を目的とし、特定のプロジェクトを実施するために設立される期間限定の独立した組織である。水衛生局のチーフ・エンジニア (CE) がプロジェクト・ダイレクター (PD) として責任者となり、技術部門、事業運営部門、業務部門の職員から PMU を構成し、同局内にプロジェクト・オフィスを立ち上げる。

PMU の役割と責任は、日々のプロジェクト活動を管理・モニタリングである。プロジェクト・ダイレクターは、工期通りに事業を進捗させるために、部門間の調整、工事業者との調整等を含め、プロジェクトの実施のすべてに責任・権限をもつ。PMU は、プロジェクト運営調整委員会及びプロジェクト実施機関の監理の下、運営される。

技術部門は無収水削減及び水質改善活動を担当、事業運営部門は水道料金体系の改善、業務指標の運用、料金徴収の改善を担当する。また、業務部門には資金の確保とスムーズな支払業務を担当する財務・会計、その他の間接的な事項を円滑に調整するための総務、法律や契約などを担当する法務、などの機能を担う部署を設置することが望ましい。

PMU の主な機能について次に示している。

- プロジェクト活動の日常業務についての管理・モニタリング
- コンサルタントの支援による業務計画書の準備、プロジェクト実施、プロジェクト進捗状況の報告
- 建設工事と施工監理
- プロジェクトに必要な資機材、工事及びサービスの調達
- プロジェクト活動に必要な資金の調達と分配
- プロジェクト会計の運用と監査の実施

(3) プロジェクト運営調整委員会 (PCC)

プロジェクト運営調整委員会 (Project Coordination Committee:PCC) は、プロジェクト実施に関する最上位組織であり、プロジェクトの開催時、終了時の節目に加え、四半期毎などに定期的開催される委員会である。委員会の構成する運営委員は、プロジェクトの主要関係者からなり、プロジェクト・ダイレクターと地域政府の開発局 (Development Affairs) が共同で議長を務める。PCC は、プロジェクト実施にともなう各関連機関との合意、協議、協力が必要な事項について調整を行う。また、プロジェクトの進捗を定期的にレビューし、プロジェクト実施に関する指示・指導をする。

想定される主な主要関係機関は、地域政府開発局、YCDC 財務局、会計局、道路・橋梁局、各タウンシップ事務所、等である。

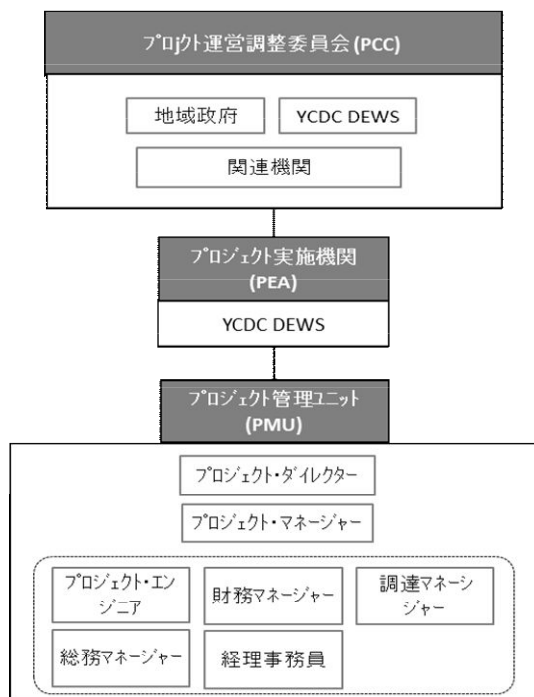
主な機能について次に示している。

- プロジェクト計画及び予算について認可業務
- プロジェクト進捗状況の確認、問題発生時の解決方法の検討
- 定期的な委員会の開催
- プロジェクトに関連する各機関の利害調整、紛争解決、円滑なプロジェクト実施を促進する
- 関係機関の活動状況のモニタリング及びレビュー
- 関連機関のプロジェクト活動実施に当たっての問題点とボトルネックの明確化、解決法の提案
- 関連機関との合意、協議、協力、調整が必要な事項の明確化と調整
- フォローアップ・アクションの調整

6.6.2 実施機関の掌握業務、組織体制

(1) プロジェクト管理ユニット (PMU) の組織体制

プロジェクト管理ユニット (PMU) を含めた、プロジェクト実施機関、プロジェクト運営調整委員会、プロジェクト管理ユニット (PMU) の組織体制について、想定される組織図を次表に示す。



出典：JICA 調査団

図 6.1 事業実施の組織体制

事業が JICA の借款でまかなわれる場合は、YCDC はスムーズな借款手続きと事業執行のため、PMU を設立すべきである。PMU は、業務、財務、技術部門などから構成される組織である。JICA 借款の手続きを円滑にするためには、専門家あるいは専門コンサルタントの雇用も有益である。

PMU は、一般的に、プロジェクト・ダイレクター (PD) の他に、プロジェクト・マネージャー (PM) エンジニア・マネージャー、技術エンジニア、調達マネージャー、財務マネージャー、総務マネージャー、経理事務員、等で構成される。

プロジェクト・ダイレクター (PD) は、工期通りに事業を進捗させるために、部門間の調整等すべての計画やその管理に責任・権限をもつべきである。同様に、業者との調整権限をもち、スムーズな工事進捗の要素となる資金の確保と時機を得た支払いのため、PMU 内部の財務・経理部門も統括すべきである。

(2) プロジェクト管理ユニット (PMU) の人員配置

PMU の想定される人員体制として、次表に示す人員構成を提案する。プロジェクト・ダイレクターはチーフ・エンジニアが、プロジェクト・マネージャーは副チーフ・エンジニア、あるいは

アシスタント・チーフ・エンジニアが担当する。職員の能力向上とその相乗効果の観点から、その人員はYCDC 水供給衛生局から配置されることが望ましい。

次表にプロジェクト管理ユニットの人員構成 (案) を示す。なお、人数はあくまで目安であり、必ずしもこれに限ったものではない。

表 6.11 プロジェクト管理ユニットの人員構成

| 部 門 | 職 種 | 所 属 | 人数 |
|-------------------|---------------|---------------------------------|----|
| マネジメント | | | |
| 1 | プロジェクト・ダイレクター | チーフ・エンジニア | 1 |
| 2 | プロジェクト・マネージャー | 副チーフ・エンジニア、もしくはアシスタント・チーフ・エンジニア | 1 |
| 技術部門 (マネージャー含む) | | | |
| 3 | エンジニア | 配水部 (土木1)、水質部1 | 3 |
| 4 | エンジニア補佐 | 配水部 (土木1)、水質部1 | 3 |
| 事業運営部門 (マネージャー含む) | | | |
| 5 | 上水道料金/ 料金徴収 | 財務部 | 2 |
| 6 | 事業運営計画 | 計画・モニタリング部 | 1 |
| 業務部門 (マネージャー含む) | | | |
| 7 | 財務・会計 | 財務部 | 2 |
| 8 | 総務 | 総務部 | 1 |
| 9 | 調達 | 総務部 | 1 |
| 合 計 | | | 15 |

出典：JICA 調査団

(3) 実施機関の技術水準、及び類似事業実施の経験

YCDC 水供給衛生局は、開発プロジェクトにおいて、PMU を設立した経験は特にない。

YCDC の運営する水道システムは総給水量 115MDG (523,000m³/日)の規模を持ち、水源貯水池、導水管、浄水場、送配水施設からなる。これらの施設の維持管理を実施しており、水道システムの計画、設計も実施し、YCDC 内では水道システムの各種研修も行っている。そのため、水供給衛生局には、水道システムの知見と技術は一定程度蓄積されていると判断する。

工事経験については、水供給衛生局は既存のニャウナピン浄水場 I 期、II 期の建設、Lagunbyin 浄水場の杭打ち工事の際、工事監理の責任者に複数名のエンジニアを派遣し、日雇い労働者を多数雇って工事監理を行ってきている経験はある。Lagunbyin 浄水場の杭打ち工事は、ローカルの民間建設会社と契約を結び、工事業務を行っている。

この点においては、施設整備の工事監理の経験は有しており、プロジェクト・マネジメント経験もある一定程度はもっていると推察される。

6.7 プロジェクト実施に当たっての留意事項

本項では、上下水道整備事業を円借款事業として実施する際に、留意する必要がある調達方法に関する事項について記述、提案する。

6.7.1 「ミ」国における類似業務の調達事情

(1) 現地業者に係る一般事情

「ミ」国では、民主化以降、ヤンゴン市を中心にインフラ整備事業が増えてきており、土木建設工事の実績をもつ現地業者も少なくなく、その技術力も一定の水準に達していると判断される。また、土木建設工事に携わる技術者及び技能工にも現地の人材が従事している。

一方で、ヒアリングなどによる結果から、上下水道の建設工事実績のある現地業者は非常に限られていると判断される。YCDC が管轄するヤンゴン市の上下水道施設の建設は、YCDC が自らの職員を監理技術者とし、日雇い契約の労働者を雇用することで直接工事を行ってきていることもその一因として考えられる。また、数は少ないものの、マンダレーなど他都市で上下水道施設の建設工事実績をもつ現地業者も存在している。

したがって、日本の施工業者が参入する場合、プロジェクト実施の際には、こうした上下水道施設の建設実績をもつ現地業者との JV、現地土木建設業者を下請けとして活用することで、よりコスト縮減と図ることができ、円滑な工事实施が可能になる。

また、数は限られているが、ミャンマー国内のパイプ製造会社も存在する。

次表に関連する「ミ」国の施工業者、資機材製造会社の情報を示す。

表 6.12 「ミ」国の現地業者に係る情報

| 会社名 | 概要 |
|---|--|
| [設計・工事] | |
| Authentic Group of Companies | 設立： 2010 年 分野： 上下水・排水施設の設計、建設、配管、貿易、輸入販売 水道関係の仕事をやりはじめたのは 2012 年。噴水の機械なども輸入販売。 実績： 3 年間の業界経験 規模： 中小企業 その他： Nyaungnapin 浄水場の設計やポンプ場等の設計を監督した元 YCDC 職員が幹部にいる。 ネピドーの浄水処理設備、主に民間の汚水処理施設や配管の経験あり。 |
| Waterworks Engineering Group Services Company Limited (WEG) | 設立： 2004 年 分野： 水道・汚水排水システムの設計、建設、水質試験 実績： 主に水質検査、その他に汚水処理施設の輸入販売、井戸掘削工事、等が主体。民間の地下水開発、給水施設の建設実績あり。 規模： 中小企業 |

| 会社名 | 概要 |
|---|--|
| | その他： ISOTECH というラボラトリーがあり、JICA 使用した事がある。 |
| Supreme グループ 水道関連は water doctor | 設立： 1990 年頃から活動水道関係（上下水処理、浄水場）、建設、貿 分野： 易、肥料、農薬 規模： 中小企業 その他： 主に小型の浄水器の輸入販売から始まった。現在の様々な浄 水機械等の輸入販売。浄水、下水処理、配管、工事等をする 目的で、1994 年に子会社の water doctor を設立。 |
| Dagon International Company Limited | 分野： 土地開発、建設、木材事業、農業とプランテーション、ホ テル、ホスピタリティと小売、中古車販売、等。 実績： もともと不動産会社であるが、現在は土木工事も実施。 その他： ミャンマーの大手財閥の一社である。 |
| Chan Tha Construction | 設立： 1990 年代に設立された会社。 分野： 土地開発、建設 実績： 土木工事の実績あり 規模： 大手ゼネコン |
| Royal Gandamar Construction Co., Ltd | 設立： 2006 年頃 分野： 土木工事、主に鉄道関係 実績： 鉄道の駅や鉄道の路線工事などの経験豊富。 中堅のゼネコン 規模： 建設以外に、鉄道の路線に使用するコンクリートブロック工 その他： 場を持つ。 |
| [資機材製造・販売] | |
| Tokyo Pipe Co., Ltd | 分野： パイプの製造、販売 実績： ミャンマーの唯一 HDPE パイプの生産工場 規模： 大手のパイプ製造会社 その他： ミャンマー国内では一番大きい工場を持ち、中国やドイツの 機械等を使用して生産。最近 YCDC の Ngamoyeik Phase 2 から ヤンゴン市内への配水管に、Tokyo Pipe 工場で生産された HDPE 管が採用。パイプの製造、販売だけで、工事はしない。 |
| Po Seng Pipe Co., Ltd | 分野： パイプ製造、建設 実績： ネピドーでの配管工事経験あり。 規模： 大手パイプ製造会社 その他： 規模では Tokyo Pipe には敵わないが、ミャンマー国内では名 のある製造会社。Tokyo Pipe との違いは、建設工事なども行 えること。 |
| Han Sein Thant Engineering and Trading Co., Ltd | 分野： ポンプ輸入販売、設置工事 規模： 中小企業 その他： 工事は機械設置の工事のみ。KSB ポンプの代理店 |

出典：JICA 調査団

(2) 現地資機材調達に係る一般事情

下水道施設の建設資機材の調達は、基本的に国内調達を予定しているが、国内で調達が難しい場合、海外からの輸入も想定される。建設資機材及び建設機械の調達事情を次表に整理した。

表 6.13 建設資機材及び建設機械の調達事情

| 主な資機材 | 「ミ」国 | 日本国 | 第三国 |
|--------------|------|-----|-----|
| セメント | ○ | | |
| 骨材 | ○ | | |
| 鉄筋 | ○ | | |
| 燃料（ガソリン、軽油） | ○ | | |
| 型枠材 | ○ | | |
| ダクタイル鋳鉄管 | | ○ | ○ |
| u-PVC 管 | ○ | | |
| HDPE 管 | ○ | | |
| 塗装鋼管 | | ○ | ○ |
| 弁類 | | ○ | |
| 水道メータ | | ○ | ○ |
| つばさ杭 | | ○ | ○ |
| 路盤材 | ○ | | |
| アスファルト材 | ○ | | |
| 足場工・支保工材 | ○ | | |
| 仮設材（鋼矢板、山留材） | | ○ | |
| 機械設備（ポンプ） | | ○ | |
| 電気設備（電気盤） | | ○ | |
| モニタリング・計装設備 | | ○ | |

| 建設機械 | ミャンマー国 | 第三国 | 日本国 |
|---------------|--------|-----|-----|
| バックホウ | ○ | | |
| トラッククレーン | ○ | | |
| クレーン装置付トラック | ○ | | |
| ダンプトラック | ○ | | |
| 散水車 | ○ | | |
| グレーダ | ○ | | |
| 転圧ローラ | ○ | | |
| アスファルトフィニッシャー | ○ | | |
| コンクリートポンプ車 | ○ | | |
| 振動ローラ | ○ | | |
| タンパ | ○ | | |
| 舗装切断機 | ○ | | |
| 鉄筋切断機 | ○ | | |
| 鉄筋加工機 | ○ | | |
| 発動発電機 | ○ | | |
| 空気圧縮機 | ○ | | |
| 水中ポンプ | ○ | | |
| 穿孔機（不断水） | | | ○ |
| バイプロハンマ杭打機 | ○ | | |

出典：JICA 調査団

6.7.2 入札方法、契約条件の設定

当事業は、高水準な技術レベルが必要とされることから、国際競争入札での調達が妥当である。国際競争入札における一般的な手続を次に示す。

1. 事前審査(prequalification)のため、新聞等に業者を公募する
2. 事前審査に合格した業者に入札図書を配布する
3. 入札図書を受取った業者は、指定された日時と場所に、入札図書に従った内容で提案書を提出する
4. 応札書類の確認、開封、内容評価等の入札手順を経て、応札者の中から、契約交渉の権利を与えられる落札者が決定される
5. 落札者は、プロジェクトの施主である「ミ」国実施機関と契約交渉を行うその後、選定された業者は、以下の手順を経て施工し、先方側に完了した施設の引渡しを行う。
6. 業者は先方側の実施機関と契約を締結する
7. 工事を開始する
8. 工事の各段階で、各種の検査を受ける
9. 完成した施設の試運転を行い、「ミ」国側の合意を得る
10. 給水施設を「ミ」国側に仮引渡しする
11. 瑕疵期間中の対応を行う
12. 瑕疵期間が終了した時点で最終検査を行う
13. 「ミ」国側の最終合意を得て、建設施設を先方側に最終引渡しする。

出典：JICA 調査団

6.7.3 コンサルタントの選定方針

コンサルタントの選定方法は、質およびコストに基づく選定（QCBS）が妥当であると考えられる。QCBSは、プロポーザルの質とサービスのコストを考慮した選定方法であり、高水準の技術が必要とされる当該事業のコンサルタントの選定には推奨される。

例えば、下記の要件を満たすコンサルタントを3～5社程度を選定して、ショート・リストを作成する。

- ① 当該セクターにおける当該コンサルティング業務の海外経験を有する
- ② 東南アジア及び南アジア地域におけるコンサルティング業務を受注した経験を有する
- ③ 日本のODA事業の経験を有する

プロジェクト招請状をショート・リスト上の全てのコンサルタントに送付し、QCBSの場合には技術プロポーザルと価格プロポーザルからなるプロポーザルの提出を求める。最初に技術プロポーザルの評価を以下の基準に基づき実施する。

- ① タームズ・オブ・レファレンス（TOR）で示されている分野における、当該コンサルタントの一般的経験および実績
- ② 提案されたアプローチ、方法論および作業計画の妥当性
- ③ 当該業務に配置されるスタッフの経験および実績

技術面の質を評価した結果、技術プロポーザルが合格最低得点に達しなかったコンサルタント、あるいはプロポーザル招請状の要求事項に対応していないと判断されるコンサルタントに対してはその旨を通告し、価格プロポーザルを開封せずに返却する。

技術得点の最低合格得点を満たしたコンサルタントに対し、価格プロポーザルを開封する。総合得点は、技術、価格面の評価得点の加重率を加味した後の両者の合計値とし、この合計値でコンサルタントに対する総合順位を決定する。

6.7.4 施工業者の選定方針

(1) 事前資格審査 (P/Q)

本プロジェクトは、大規模かつ高水準な技術レベルが必要とされることから、入札募集が技術的・財務的に能力を有する施工業者にだけ行われるように、入札に先立って事前資格審査が必要である。事前資格審査は、入札予定者が特定の契約を満足に遂行する能力を有するか判断するために以下を考慮する。

- ① 同種の契約の経験と実績
- ② 人材、設備に関する能力
- ③ 財務状況

(2) 入札方式

施工業者の選定における入札方式は、二札入札 (Two Envelop Bidding) が妥当と考える。同方式では、技術札 (Technical Bid) と価格札 (Price Bid) が同時に別々の札で提出される。最初に技術札が開札され、仕様書に合致しているかを判断するために検討が行われる。

技術検討の終了後、技術者が仕様書に合致していると判断された入札者の価格札のみが、該当札を入札した入札者の前で開札される。技術札が仕様書に合致しないと判断された入札者の価格札は、開札せずに当該入札者に返却される。二札入札は、技術的評価に問題のなかった応札者のみの間で価格競争をするため、品質が確保できることから望ましい。

6.7.5 入札パッケージの考え方

非公開情報

非公開情報

第7章 プロジェクト評価

7.1 プロジェクトの経済評価

7.1.1 経済便益の特定

優先プロジェクトの経済便益は、「プロジェクトを実施した場合 (With Project)」と「プロジェクトを実施しなかった場合 (Without Project)」を比較し、経済便益を特定した。経済便益は、定量化できるものと定量化できないものとに分類されるが、ここでは定量化できるものを選定し、分析を行った。

優先プロジェクトの経済分析は、次の3つのプロジェクト別に行っている。また、経済便益の算出にあたっては、標準変換係数 (SCF) を掛けて経済便益を求めている (資料-E.4)。

| | |
|---|-----------------------|
| ① | Lagunbyin 貯水池系統プロジェクト |
| ② | 配水区1近代化プロジェクト |
| ③ | 塩素消毒設備プロジェクト |

(1) 経済便益の種類

プロジェクトの便益として、大きく、①これまでの代替水源からの水にとって代わることによる便益、②良質な上水を適切な価格で豊富に供給されることによって新たに創出される需要、に分類できる。①については、代替水源水の価格が、事業の結果、節約されるとみなされる便益である。②については、主に住民の支払意思額 (WTP) の価格を便益とする。支払意思額は新たに創出された上水に対して住民が付与する価値である。

表 7.1 優先プロジェクトの経済便益

| | 経済便益の種類 | 項目 |
|----|-----------|---------------------------|
| 1. | 費用削減効果 | 1-1 代替的な水の取得費用の削減 |
| | | 1-2 公共水道の断水にともなう費用の削減 |
| | | 1-3 飲料水購入費用の削減 |
| 2. | 公衆衛生の改善効果 | 2-1 水因系伝染病の削減による医療費の低減効果 |
| | | 2-2 水因系伝染病の削減による労働可能日数の増加 |
| 3. | 支払意思額 | 3-1 住民の支払意思額 |

出典：JICA 調査団

(2) プロジェクト毎の経済便益マトリックス表

各プロジェクトの経済便益のマトリックス表を次表に整理している。

| プロジェクト | 経済便益 | | | | | |
|-----------------------|--------------|--------------------|----------------------|-----------|---------|-------|
| | 代替的な水取得費用の削減 | 公共水道断水にともなう発生費用の削減 | ボトルウォーター（飲料水）購入の費用削減 | 医療支出の削減効果 | 個人収入の損失 | 支払意思額 |
| Lagunbyin 貯水池系統プロジェクト | ○ | | | ○ | ○ | ○ |
| 配水区1近代化プロジェクト | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 塩素消毒設備プロジェクト | | | | ○ | ○ | ○ |

(3) 代替的な水取得費用の削減

プロジェクトが実施されない場合、既存の公共水道システムは、将来の増加する需要をカバーすることはできない。需要が増えた分は代替的に他の水源から水を取得することが必要となる。

プロジェクトによる水供給によって、代替的な水の取得費用は削減されることになる。各水源別の取得単価と、プロジェクトによる追加的な供給量の積が経済便益となる。

対象となるのは、Lagunbyin 貯水池系統プロジェクトである。

なお、簡略化のために、水の汲み取り作業が発生する公共水栓、近所の井戸/水栓、小川/水路/ため池と、ボトルウォーターと水販売人については、各々まとめて単価を計算している。

また、JICA-HIS 調査による各代替水源別の割合と取得単価などの詳細は、資料 E.1 に添付している。

(4) 公共水道断水にともなう発生費用の削減

対象となるのは、配水区1近代化プロジェクトである。現在、漏水による水道断水の影響もあり、JICA-HIS 調査では戸別接続顧客の約40%が水タンクを利用している。プロジェクトでは、漏水による水道の断水機会を低減することができ、それにともなって、現在水タンクを使用している顧客は、水タンクの交換のための再投資をする必要はなくなる。こうした発生費用の削減も経済便益として計上する。

このプロジェクトでは、2025年までに、毎年全世帯の10%が水タンクを再購入しなくなると仮定し、計算を行った。

(5) ボトルウォーター（飲料水）購入の費用削減

対象となるのは、配水区1近代化プロジェクトである。JICA-HIS 調査によると、戸別接続されている世帯全体の、約55%が飲料水用としてボトルウォーターを購入している。

プロジェクトを実施した場合、公共水道の断水が低減し、無収水量も減少する。この増加した有収水量を顧客に追加的に給水することにより、戸別接続世帯が購入するボトルウォーターの数は減少すると予測される。

プロジェクト実施の場合、この有収水量の増加分のボトルウォーター購入費用が削減されるものと想定する。

(6) 医療支出の削減効果

対象となるのは、①～③のすべてのプロジェクトである。実施の場合、水質の改善と水道普及率の向上により、公衆衛生環境は改善される。その結果、水因性疾病の発生数や医療費を削減することができる。

ここでは、地域政府の衛生局から入手したデータを基に、医療費削減の算定を行った。

プロジェクト実施の場合、全人口に対する患者数を30%減少することができると仮定している。衛生局からのデータを次表に示す。計算結果については、資料E.2に添付している。

表 7.2 水因性疾病の発生件数

| 疾病名 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 平均発生率 (件数) | 全人口に対する割合 (%) |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|---------------|
| 下痢 (Diarrehoea) | 17,462 | 13,166 | 11,851 | 10,969 | 15,713 | 13,832 | 0.199% |
| 赤痢 (Dysentery) | 9,489 | 6,135 | 6,361 | 4,436 | 4,099 | 6,104 | 0.088% |
| 腸チフス (Typhoid & Para Typhoid) | 71 | 55 | 98 | 47 | 27 | 60 | 0.001% |
| ウイルス性肝炎 (Viral Hepatitis) | 251 | 14 | 271 | 205 | 212 | 191 | 0.003% |
| マラリア (Malaria) | 5,741 | 4,605 | 4,374 | 2,226 | 1,539 | 3,697 | 0.053% |
| 人口 (1,000人) | 6,944 | | | | | | |

出典：Central Statistical Organization, Statistical Year Book 2010,
Regional Department of Health

表 7.3 水因性疾病の平均診療日数と診療費

| | 下痢 Diarrehoea | 赤痢 Dysentery | 腸チフス Typhoid & Para Typhoid*1 | ウイルス性肝炎 Viral Hepatitis | マラリア Malaria |
|--------|------------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 平均診療日数 | | | | | |
| 入院診療 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 |
| 外来診療 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 診療費 | | | | | |
| 入院診療 | 6,000 | 4,000 | 10,000 | 7,000 | 4,000 |
| 外来診療 | 2,800 | 1,500 | 2,000 | 2,500 | 1,000 |

出典：Regional Department of Health

(7) 個人収入の損失

対象となるのは、①～③のすべてのプロジェクトである。プロジェクトを実施した場合、水質の改善と水道普及率の増加による水因性疾病の罹患率低下によって、労働人口の収入損失の低減効果が見込まれる。この分析では、プロジェクトによって、全人口の水因性疾患患者数を30%減らすことができると想定している。

(8) 支払意思額

支払意思額の算定については、資料 E. 3 に資料を添付している。

7.1.2 経済費用の特定

経済費用は、財務費用を基に算出している。但し、塩素消毒設備プロジェクトについては、プロジェクトで実際に設置する設備の更新・修繕費と、その設備に必要な塩素薬品費のみを計上している点において、財務費用とは異なっている。これは経済便益として、塩素注入による水質改善に関する、追加分の支払意思額のみを経済便益として計上しているためである。算出に当たっては、国内通貨分については、標準変換係数（SCF）を掛けて経済費用を求めている。

標準変換係数（SCF）については資料 E. 4 に添付している。

次表にプロジェクト評価期間全体の経済費用（現在価値 0%）を示す。

表 7.4 優先プロジェクトの経済費用

(1000 米ドル)

| | Lagunbyin 貯水池系 統プロジェクト | 配水区1近代化プロ ジェクト | 塩素消毒設備プロ ジェクト |
|----------|---------------------------|-------------------|------------------|
| 建設費 | 非公開情報 | | |
| 更新・修繕費 | | | |
| 運転・維持管理費 | | | |
| 合 計 | | | |

出典：JICA 調査団

7.1.3 経済評価

評価対象期間の経済費用便益計算の結果を次表に示す。

| プロジェクト | EIRR | 費用便益比率 |
|-------------------------|-------|--------|
| ① Lagunbyin 貯水池系統プロジェクト | 11.0% | 1.73 |
| ② 配水区1の近代化プロジェクト | 10.6% | 2.63 |
| ③ 塩素消毒設備プロジェクト | 3.5% | 1.00 |

*N. A. --- EIRR 値は得られなかった

優先プロジェクトの経済分析の結果から、Lagunbyin 貯水池系統プロジェクトと配水区1近代化プロジェクトの双方について、EIRR は 11.0%、10.6%の値が得られた。その際の費用便益比率は、それぞれ各々 1.73、2.63 とプラスを示した。塩素消毒設備プロジェクトについても、費用便益比率は 1.00 であったが、EIRR は 3.5%とプラスを示した。

EIRR が、適用した資本の機会費用の率としての社会的割引率よりも大きければ、そのプロジェクトは実施する価値があるということになる。この観点からみると、①～③のプロジェクトのEIRRは割引率よりも高く、経済的な実行可能性があると判断される。

また、世界銀行などの国際金融機関では、開発途上国における人間の基本的ニーズを満たす公共事業の内部収益率として、5%を目安としてあげたりしている。この指標からみると、①および②のプロジェクトでそれを上回った結果が示された。

7.1.4 経済的観点からの感度分析

優先プロジェクトの感度分析は、経済費用、及び経済便益が-10%～+10%の範囲で変化した場合について行った。感度分析の結果をプロジェクトごとに次表に示している。

① Lagunbyin 貯水池系統プロジェクト

| | | 経済便益 | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| | | -10% | Base | +10% |
| 経済費用 | -10% | 11.0% | 12.7% | 14.3% |
| | Base | 9.4% | 11.0% | 12.5% |
| | +10% | 8.0% | 9.5% | 11.0% |

② 配水区1近代化プロジェクト

| | | 経済便益 | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| | | -10% | Base | +10% |
| 経済費用 | -10% | 10.6% | 11.7% | 12.7% |
| | Base | 9.6% | 10.6% | 11.6% |
| | +10% | 8.8% | 9.7% | 10.6% |

③ 塩素消毒設備プロジェクト

| | | 経済便益 | | |
|------|------|-------|-------|-------|
| | | -10% | Base | +10% |
| 経済費用 | -10% | 3.5% | 56.8% | 68.5% |
| | Base | N. A. | 3.5% | 55.5% |
| | +10% | N. A. | N. A. | 3.5% |

*N. A. --- EIRR 値は得られなかった

Lagunbyin 貯水池系統プロジェクトでは、経済費用の増減幅よりも経済便益の増減幅が内部収益率（EIRR）に影響を与えている。EIRR 結果の振れ幅は 14.3%～8.0%の振れ幅となった。

配水区 1 近代化プロジェクトでは、比較的振れ幅は小さく、8.8%～12.7%の振れ幅となった。塩素消毒設備プロジェクトは、計算可能な振れ幅は 3.5%～68.5%までと大きく、また一部計算が不可能なケースがあった。

①～③のすべてのプロジェクトで、いずれの EIRR 値も割引率 3%を超えた。また、①、②の場合は人間の基本的ニーズを満たす公共事業の内部収益率としての 5%を超えている。これらのケースでは、経済的実行可能性があると判断される。

一方、③のプロジェクトでは、ベースケースを含む 6 ケースで割引率 3%を上回っており、これらのケースでは経済的実行可能性があると判断される。その他の 3 ケースでは EIRR の計測値は得られなかった。費用便益比率は、0.81-1.22 の幅に収まっている。

7.2 財務評価

7.2.1 財務分析の前提

優先プロジェクトの財務分析は、以下の条件と前提に沿って行った。財務分析は、経済分析と異なり、7.1.3 節に示した 3 つのプロジェクトをまとめて FIRR を算定している。財務分析の評価期間は、事業開始の 2014 年から 2054 年までの合計 40 年間とした。現在価値および B/C、FIRR の計算には、割引率 3%を適用している。

- | | |
|------------|---|
| (1) 事業開始年度 | : 2014 年度 |
| (2) 対象期間 | : 2014-2054 |
| (3) 割引率 | : 3% |
| (4) 有収水率 | : 33% (2013 年) の水準で改善なしと想定。但し、Lagunbyin 貯水池系統プロジェクトで対象となるゾーン 7 及びゾーン 8 については改善されることを前提。 |
| (5) 水道料金 | : 一般家庭用は現行の 88 kyat、非一般家庭用は現行の 110 kyat をベースにした試算 |

7.2.2 財務費用の特定

プロジェクト財務費用は、資本投資費である初期建設費、更新・補修費及び維持管理費によって構成される。

施設の更新・補修費は、以下の前提で計算した。

- 初期建設費の内、電気・機械設備分については、15 年後（ポンプ施設）、20 年後（浄水場）に各々 100%の更新費が必要となる。
- 土木施設の耐用年数を 50 年、電気・機械設備の設備寿命を 15 年（ポンプ施設）、20 年（浄水場）と想定し、評価期間終了後の 2054 年に使用年数に応じて残存価値を計算し、便益として計上している。

2054年までのプロジェクトの全財務費用（現在価値0%）は次の通りである。なお、財務費用には物価上昇率を含んでいない。

| 財務費用の内訳 | 金額 |
|---------|-------------|
| 初期建設費 | 非公開情報 |
| 更新・補修費 | |
| 維持管理費 | 1,038 百万米ドル |

7.2.3 財務便益の特定

まずここでは、一般的に行われている、住民の支払意思額、及び支払可能額を財務便益とする方法で計算を行う。

(1) 住民の支払意思額及び支払可能額に基づいた財務評価

財務評価の方法として、JICA-HISの結果を基に、次の2つのオプションを想定した財務便益の算出を行う：① 住民の支払意思額、② 住民の支払可能額。

| オプション | 金額 | 注記 |
|---|-----------------|--|
| ① 世帯当たりの支払意思額 全体（中央値） 24時間給水、飲料可能 | 1,500 kyat/世帯・月 | 平均水消費水量から換算 すると 145 Kyat/m ³ |
| ② 低所得層（下位20%）の支払可能額 | 3,150 kyat/世帯・月 | 世帯収入 105,000 Kyat/世帯・月（中央値）の3% |

支払意思額及び支払可能額による財務計算にあたっては、財務費用に価格上昇率を含んでいないことから、域内総生産（GRDP）の成長率予測を特に含まず、2013年実績値をベースに算定している。各オプションにおける財務便益は次表に示している。

表 7.5 支払意思額及び支払可能額による財務評価

| | | |
|-------|--|--|
| 非公開情報 | | |
|-------|--|--|

オプション①の支払意思額では費用便益比率 0.54、FIRR は計測不能となっており、低い値に留まった。一方、支払可能額では費用便益比率 1.03、FIRR 1.4%となっており、費用便益比率はわずかにプラスとなったものの、割引率を下回った。

住民調査結果には多少のバイアスがあるとしても、現在の水道料金水準が比較的低い水準に留まっていることが、支払意思額と支払可能額の差が大きい一つとして推察される。

(2) 新規の水道料金体系による収入

上述した(1) 住民の支払意思額及び支払可能額に加え、ここでは新規の水道料金体系に基づく財務評価も行う。

想定した計算条件は次の通りである。

表 7.6 料金収入による財務評価の計算前提

| 項目 | 条件 | 基準年 |
|------------|-------------------------------------|------|
| 1人当たりの消費水量 | 236 L/世帯・月 | 2013 |
| 平均世帯人数 | 6.22 人/世帯 | 2013 |
| 水道料金 | 一般家庭: 88 Kyat/m ³ | 2013 |
| | 一般家庭以外: 110 kyat/ m ³ | |
| | ティラワ SEZ: 0.88 US\$/ m ³ | |

| | 2018 | 2020 | 2025 |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 平均有水収量 配水ゾーン7 & 8 (m ³ /日) | 76,010 | 88,226 | 130,356 |
| 平均有水収量 ティラワ SEZ (m ³ /日) | 8,369 | 12,549 | 23,000 |
| 平均有水収量 配水ゾーン1 (m ³ /日) | 78,657 | 80,812 | 86,199 |
| 推計人口 ヤンゴン市全域 | 2,742,337 | 3,061,819 | 3,764,310 |
| 推計給水件数 ヤンゴン市全域 | 456,296 | 517,199 | 659,2491 |
| 計画有収率 (配水ゾーン7, 8) | 49% | 54% | 65% |
| 計画有収率 (配水ゾーン1近代化、塩素消毒設備プロジェクト対象地域) | 33% | 33% | 33% |
| 低所得者層 (下位20%) の世帯収入 | 134,010 | 147,746 | 188,565 |

出典：JICA 調査団

プロジェクトの内、Lagunbyin 貯水池系統は配水ゾーン7、8、配水ゾーン1の近代化は配水ゾーン1を対象としている。

Lagunbyin 貯水池系統プロジェクトでは、配水ゾーン7、8の無収水率は、2025年に35%まで改善されることを前提に計算している。

一方、配水ゾーンの近代化 (ゾーン1) および塩素消毒設備の整備プロジェクトの便益の算出にあたっては、無収水率は現状のままであるとの想定に基づき、収入の計算を行うこととする。

7.2.4 財務評価

(1) 財務評価の試算案

財務評価にあたって、次表の4つの試算案を設定し、計算を行った。

表 7.7 財務評価の試算案

| 試算案 | 初期建設費 YCDC/ 政府負担 | O&M費、 更新・修繕費 水道料金収入 |
|---|------------------------|---------------------------|
| 【試算案A】：フルコスト・リカバリー (料金増加率0%/年) | 100% | 100% |
| 【試算案B】：フルコスト・リカバリー (料金増加率0%/年) (初期建設費50%、YCDC/政府資金補助) | 50% | 100% |
| 【試算案C】：コスト・リカバリー (料金増加率0%/年) (O&M費、更新・修繕費) | 0% | 100% |
| 【試算案D】：コスト・リカバリー (料金増加率3%/年) (O&M費、更新・修繕費) | 0% | 100% |

出典：JICA 調査団

【試算案A】は、初期建設費、更新・修繕費、O&M費のすべての費用を料金収入からまかなうケースである。料金増加率は、年率0%である。

【試算案 B】は、初期建設費の 50%を YCDC/政府資金補助によってまかない、残りの 50%は料金収入から捻出するケースである。料金増加率は年率 0%である。

【試算案 C】は、運営・維持管理費、及び更新・修繕費のみを料金収入からまかなうケースである。料金増加率は年率 0%である。

【試算案 D】は、運営・維持管理費、更新・修繕費を料金収入からまかなうケースである。料金増加率は年率 3%である。

(2) 財務評価のシミュレーション結果

財務シミュレーションの結果を次表に示す。財務シミュレーションは、下記の 5 つの試算案で行い、純現在価値 (NPV) と費用便益比率 (B/C) の結果は、割引率 3%の場合の値について示している。

表 7.8 財務シミュレーション結果

| | FIRR | BC |
|--|--------|------|
| 【試算案 A】：フルコスト・リカバリー (料金増加率 0%/年) | -10.0% | 0.55 |
| 【試算案 B】：フルコスト・リカバリー (料金増加率 0%/年) (初期建設費 50%、YCDC/政府資金補助) | -9.3% | 0.67 |
| 【試算案 C】：コスト・リカバリー (料金増加率 0%/年) (O&M 費、更新・修繕費) | -8.4% | 0.84 |
| 【試算案 D】：コスト・リカバリー (料金増加率 3%/年) (O&M 費、更新・修繕費) | 10.8% | 1.24 |

出典：JICA 調査団

料金増加率が年率 0%の 3 つの試算案の内、プロジェクト評価期間における現在価値がプラスで、費用便益比率が 1.0 以上となったものはなかった。唯一、【試算案 D】料金増加率 3%のケースのみこの基準をクリアする結果が示された。

費用便益分析の面からみると、【試算案 D】水道料金が年 3%で増加するケースでは、コスト・リカバリーが可能となるものの、フルコスト・リカバリーを達成するまでには至らない一方、水道料金が年 0%増加の【試算案 A】、【試算案 B】、【試算案 C】のケースをみると、1.0 には及ばず、運転・維持管理費及び更新・修繕費の費用も回収することは難しい。

一方、FIRR の観点からをみると、【試算案 A】、【試算案 B】、【試算案 C】の水道料金が年 0%のケースではマイナスを示している。一方、【試算案 D】の水道料金年 3%増加、運転・維持管理費及び更新・修繕費のみのコスト・リカバリーのケースでは 10%以上と、割引率 3%や人間の基本的ニーズ事業の目安とされる 5%を上回り、高い財務的実行可能性が示された。

(3) 【試算案C】のキャッシュフロー収支予測分析

【試算案C】料金増加率年0%、運転・維持管理費及び更新・修繕費のコスト・リカバリーのケースのキャッシュフロー収支予測を次表に示す。

表 7.9 財務シミュレーション結果(試算案C)

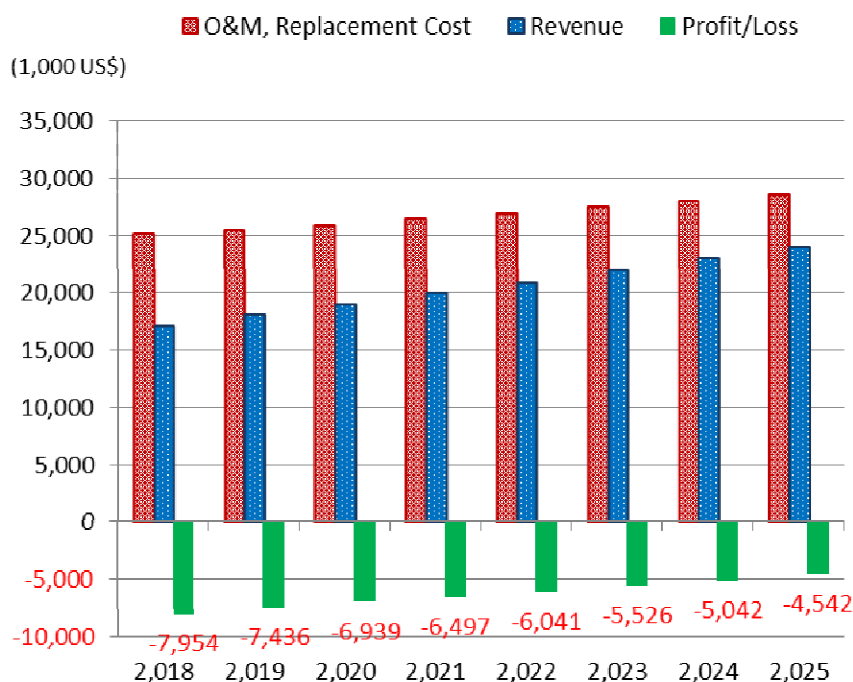
| | |
|-------|--|
| 非公開情報 | |
|-------|--|

【試算案C】の2025年までの財務収支予測をみると、 米ドル（現在価値0%）の範囲で毎年赤字が続くことが予測される。したがって、自らの事業収益で運転維持管理費及び更新・修繕費をまかなうことは難しく、YCDC、あるいは国庫からの補助金による補填、もしくは水道料金の値上げなどの方策を検討することが必要になる。

仮に、2025年時点の財務収支をバランスさせるためには、2025年までの7年間で、現在の料金

レベルから平均 19%増加させることが必要となる。その場合、7 年間で単純に割ると年平均の値上率は 2.7%が必要になると推定される。

2025 年までのキャッシュフロー収支予測を次図に示す。



出典：JICA 調査団

図 7.1 2025 年までのキャッシュフロー収支予測 (試算案 C)

(4) 感度分析

優先プロジェクトの評価においては、運転・維持管理費の財務費用、料金収入による財務便益が鍵となるパラメータとなると判断された。ここでは、【試算案 C】について感度分析を行い、その分析は-10%~+10%の範囲の変化で行った。

感度分析の結果を次表に示している。

表 7.10 感度分析結果 (試算案 C)

| | | 料金収入 | | |
|--------------|------|-------|-------|-------|
| | | -10% | Base | 10% |
| 管理費 運営・維持 | -10% | -8.2% | -2.3% | 4.5% |
| | 0% | N. A. | -8.4% | -2.7% |
| | +10% | N. A. | N. A. | -8.6% |

* 網掛けは、内部収益率(FIRR)が 3.0%以上、N. A. は計測不能を示す。

出典：JICA 調査団

料金収入と運営・維持管理費は同程度に感度分析結果に影響している。FIRRの振れ幅は、上は4.5%から下は計測不能までと大きい。

料金収入がプラス10%で運転・維持管理費がマイナス10%のケースのみ、FIRRは割引率の3%より大きくなり、良好な実行可能性が示された。

7.2.5 住民の支払可能性の検討

ここでは、水道料金が年3%で上昇した場合の住民の支払可能性について検討する。前述したように、JICA都市圏開発調査が予測した、今後2040年までのヤンゴン大都市圏の1人当たりの域内総生産（GRDP）を6.5%（中位シナリオ）を基に、世帯所得の伸び率が6.5%とその半分の年3%で増加していくと想定する。その結果、2018年、2025年の一般家庭の所得と水道料金の支出を推定したのが次表である。

表 7.11 平均水支出額と支払可能性

| 項目 | 単位 | 2025 | | 2040 | |
|---|---------------------|---------|---------|---------|---------|
| | | 下位20% | 全体 | 下位20% | 全体 |
| 水道料金 年率3%増加 | Kyat/m ³ | 108 | | 168 | |
| 平均世帯所得（推定値） 年率3%増加 | Kyat/世帯/月 | 149,705 | 249,508 | 233,235 | 388,726 |
| 平均世帯水支出（推定値）* ² 水道料金：年率3%増加 | Kyat/世帯/月 | 2,160 | | 4,368 | |

* 平均水使用量 20.0 m³/世帯/月（2025年）、26.0 m³/世帯/月（2040年）と推定。

出典：JICA調査団

表 7.12 水道料金の収入に占める割合

| | | 2025年 | | 2040年 | |
|-------------|----|-------------|-------|-------------|-------|
| | | 収入下位20%グループ | 全体 | 収入下位20%グループ | 全体 |
| 年間所得増加率 (%) | 3% | 1.44% | 0.87% | 1.87% | 1.12% |

出典：JICA調査団

目安となる世帯所得の支払可能額は3-5%とされている。上記の結果から、すべての推定で、世帯所得の3%以内に収まっており、一般的には支払可能額のレベルの範囲内にあると考えられる。、貧困層（下位20%）の水支出額についても、3%を超えておらず、一定の許容範囲内に収まっていると判断することが可能である。

7.2.6 貧困層への配慮

特定の貧困層を対象にした政府補助政策の実施は、途上国でも珍しくない。しかしながら、「ミ」国では、世帯所得から貧困層を特定することは、実質不可能に近いとの課題がある。YCDCへの聞き取りによれば、個人事業主、会社事業主に所得の申告義務は課せられているとのことであるが、

実際の実施状況や記録状況は未知数であり、徹底されていないのが現状である。また、居住地域による区別もヤンゴン市周辺地域では不可能ではないとのことであるが、ダウンタウンでは困難である。

そのため、所得水準から貧困層を切り分けて補助策を講じるのは難しいと考えられることから、大口需要家と小口需要家で料金の差別化を図る方策が効果的な一案として提案される。

例えば、大口需要家には料金を高め、小口需要家には料金を低めに設定する、逓増型水道料金体系の導入が考えられる。具体的には、料金体系の最小ブロックは現在と同水準程度に抑え、貧困層の支払可能レベルを配慮したものに留める。一方、 m^3 当たりの水道料金は、ブロックの消費量が大きくなればなるほど割増しになるよう設定する。

この料金体系の背景にあるのは、一般的に、貧困層ほど世帯の消費水量は少ない傾向にあるという経験的な仮説によっている。これによって、小口需要家が多いと想定される貧困層への代替策の一つとなりうると考えられる。また、消費者に貴重な水資源の節約を促すメッセージを送るとともに、その効果も期待ができる。

現行の料金体系は定額制と従量制が混在しており、従量制も均一型の料金設定となっている。使用量が多くなっても m^3 当たりの料金単価は変わらないため、平等ではあるが、ある意味、小口需要家への補助的な料金体系とはなっていないため、こうした点は料金設定の際、配慮する必要がある。

7.2.7 推奨される料金体系の開発

前述した通り、大口需要家に節水の意識を高め、かつ貧困層に配慮した料金体系として、逓増型料金体系への移行を推奨する。定額制と従量制が混在している料金体系から、統一された料金体系の導入を進めるために、顧客への水道メータ設置を促進する必要がある。

ここでは、YCDC の現行の消費量別顧客分布の情報（但し、公共機関を除く）を基に、参考までに新しい逓増型料金体系について検討してみる。

YCDC のメータ接続された一般家庭の月平均水使用量の分布から、 $10 \text{ m}^3/\text{世帯} \cdot \text{月}$ は約 40% を占めている。こうした状況と実務的な作業を考慮し、 10 m^3 単位でブロックを区切って単価を上げていく方法が望ましいと考えられる。逓増型料金の最小ブロックは、現行の一般家庭向け 88kyat、非一般家庭向けは単純化するために 110 kyat で設定した。

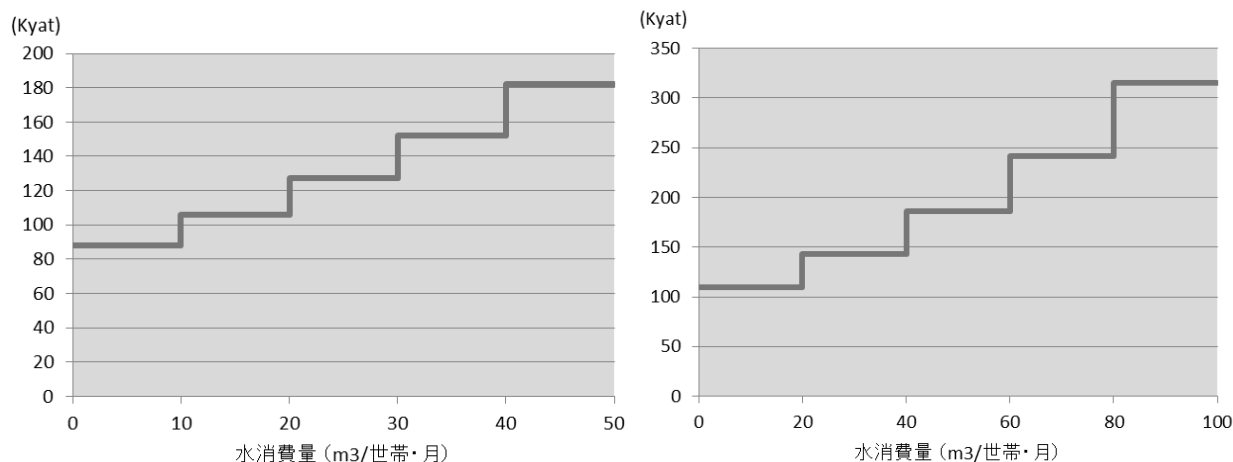
次表及び次図に逓増型料金体系の試案について示す。

表 7.13 通増型料金体系（試案）

| 一般家庭向け | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 料金ブロック (m ³) | 0-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41～ |
| 単価 (Kyat/m ³) | 88 | 106 | 127 | 152 | 182 |
| 水消費量別接続数の割合 (現在) | 40% | 35% | 15% | 5% | 5% |
| 単価比率 (最小ブロックを 1.0) | 1.00 | 1.20 | 1.44 | 1.73 | 2.08 |
| ブロック別料金収入の比率 | 32.6% | 34.2% | 17.6% | 7.1% | 8.5% |
| 増減割合 (接続数に対する料金収入) | 7.4% | 0.8% | -2.6% | -2.1% | -3.5% |

| 非一般家庭向け | | | | | |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 料金ブロック (m ³) | 0-20 | 21-40 | 41-60 | 60-80 | 80～ |
| 単価 (Kyat/m ³) | 110 | 143 | 186 | 242 | 315 |
| 水消費量別接続数の割合 (現在) | 46% | 24% | 15% | 10% | 5% |
| 単価比率 (最小ブロックを 1.0) | 1.00 | 1.30 | 1.69 | 2.20 | 2.86 |
| ブロック別料金収入の比率 | 33.1% | 22.5% | 18.3% | 15.8% | 10.3% |
| 増減割合 (接続数に対する料金収入) | 12.9% | 1.5% | -3.3% | -5.8% | -5.3% |

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 7.2 通増型料金体系（試案）（左：一般家庭向、右：非一般家庭向）

接続数の割合と料金収入の比率を比べると、双方の料金体系とも、第 1、第 2 料金ブロックまでは接続数に対して、料金収入割合が少ない。すなわち、小口需要家には料金単価を低く、大口需要家になるほど料金単価が増加することで、全体の収入規模は変わらなくても、大口需要家から小口需要家への相互補助（Cross-subsidy）が行われる体系となっている。

一般家庭向けの料金体系では、使用水量 10m³ 以下の顧客には現行の料金レベルを据え置き、一方で、使用水量 10m³ 以上の残りの 60% の顧客に通増型の単価を適用している。

非一般家庭向けでも同様に、使用量 20m³ 以下の 46% の顧客に対しては現行単価を使用し、20m³ 以上について通増単価を適用している。但し、ここに示したのは単純化したもので、実際には非一般家庭向けの料金体系はもっと細かく細分化されている点、公共機関の水消費量別の顧客情報

が考慮されていない点、について今後加味して料金体系を設定していくことが必要である。

7.3 プロジェクトの評価

7.3.1 プロジェクトの効果概要

優先プロジェクトを実施することにより期待される直接効果は以下のとおりである。直接効果は定量可能な便益である。

1. 浄水処理された清浄な水の給水を受ける人口が増加する。
2. 1人当りの水使用量が増加する。
3. 給水水質が改善される。
4. 給水時間が増加する。

上記直接効果により以下の間接効果を以下に示す。間接的な効果は定性的な効果である。

1. 給水状況の改善は、コレラ、腸チフス、皮膚病および眼病など水系疾病発症の低減に寄与する。これは、家庭の医療費の低減、健康の増進に寄与する。
2. 飲料水購入代金が減少し家庭の水支出に対する負担が減少する。
3. 必要な時に必要量の水を使用可能となり、水利用の利便性が高まる。
4. 水汲みの時間と労力が低減および緩和され、労働および就学の機会が増える。
5. 水道料金政策と組み合わせることにより、給水サービスの改善は貧困層の生活状況の改善に寄与する。
6. 地域住民の生計の安定に寄与し、政情の安定化に寄与する。
7. 水道施設の建設および維持管理を通じて雇用機会が生まれる。
8. 現在の不衛生な給水により不利益を受けている産業および各種事業が活性化され、同国の経済発展に寄与する。
9. 地下水取水量の減少による将来想定される地盤沈下の防止（構造物の破損防止）と地下水の塩水化の防止ができる。

7.3.2 定量的効果

定量可能な直接効果を各プロジェクト別に下表に示す。

表 7.14 プロジェクト別の定量可能な直接効果

| 項目 | Lagunbyin | 配水区1の近代化 | 塩素消毒施設 |
|-----------------|-----------|----------|--------|
| 運用指標 | | | |
| 給水人口の増加 | ◎ | ○ | |
| 需要量の増加 | ◎ | ◎ | |
| 1人当り需要量の増加 | ○ | ○ | |
| 施設利用率の増加 | ○ | | ○ |
| 無収水率の減少 | ○ | ◎ | |
| 浄水場での残留塩素適合率の増加 | ◎ | | ○ |
| 浄水場での濁度適合率の増加 | ◎ | | ○ |
| 効果指標 | | | |
| 水道普及率の増加 | ◎ | ○ | △ |
| 1人当りのメータ使用量の増加 | ○ | ○ | |
| 給水時間の増加 | ◎ | ◎ | |
| 給水栓の残留塩素適合率の増加 | ◎ | ○ | ◎ |
| 給水栓の濁度適合率の増加 | ◎ | ○ | |

◎：効果大、○効果中、△効果あり

出典：JICA 調査団

定量的効果を運用及び効果指標別に次表に示す。定量的効果には YCDC の事業全般の効果指標と各プロジェクト単独の効果指標を示す。プロジェクト完成後約3年を目途とした目標年(2025年)の目標値を設定し同表に示す。

表 7.15 運用指標

| 区分 | 指標名 | 指標計算方法 | 2011 | 2022 | 2025 | 目的 |
|-------------------|---|---|--|---|---|--|
| 全体 | 給水人口(人) Population served within Yangon City | 上水道により給水を受けている人口(ヤンゴン市 33 タウンシップ) | 1,920,471 | 3,342,816 | 3,764,310 | 上水道事業の一般的効果の発現状況の把握 |
| 全体 | 日最大給水可能量 (m ³ /日) Maximum amount of water supply within Yangon City | 日最大水源量(浄水量) Maximum daily water supply = the maximum amount among daily water supplies | 673,000 (8 + 27 + 54 + 14 + 45) = 148 MGD | 1,059,000 (8 + 27 + 54 + 14 + 45x2 + 40) = 233 MGD | 1,023,000 (27 + 54 + 14 + 45x2 + 40) = 225 MGD | 同上 |
| Lagunbyin システム | 施設利用率(浄水場) Rate of facility utilization (Water treatment plant) | 施設利用率(最大) = (一日最大給水量) ÷ (施設能力) × 100 施設利用率(平均) = (一日平均給水量) ÷ (施設能力) × 100 | - | 72% | 92% | Lagunbyin 浄水場整備プロジェクトが対象。施設の利用率を評価。 |
| 塩素消毒施設 | 施設利用率(塩素消毒施設) Rate of facility utilization (Chlorination facilities) | 施設利用率(最大) = (一日最大給水量) ÷ (施設能力) × 100 施設利用率(平均) = (一日平均給水量) ÷ (施設能力) × 100 | 0% | 100% | 100% | 3 か所の塩素消毒施設が対象。施設の利用率を評価。 |
| 配水区 1 | 無収率(%) Non-revenue water | (無収水量; 料金徴収の対象とならなかった水量) ÷ (給水量) × 100 | 67% | 41% 3) | 35% | プロジェクトの内、配水区 1 の無収水低減活動が対象。 |
| Lagunbyin と塩素消毒施設 | 浄水場での残留塩素適合率 1) Compliance rate of residual chlorine in WTP | 浄水基準値を満足する数 ÷ 残サンプリング数 × 100 | - | 90% | 95% | 浄水施設等の維持管理状況の評価 Lagunbyin 浄水場塩素消毒施設 |
| Lagunbyin システム | 浄水場での濁度適合率 2) Compliance rate of turbidity in WTP | 基準値を満足する数 ÷ 全サンプリング数 × 100 | - | 90% | 95% | 浄水施設等の維持管理状況の評価 Lagunbyin 浄水場浄水 |

注:1) 残留塩素基準は給水栓の残留塩素が確保できるように現場で決定する

2) 濁度基準は 5NTU 以下

3) 2022 年の値は 2011 年と 2025 年の内挿値として算出。

4) 2025 年には地下水使用を中止する計画

出典: JICA 調査団

表 7.16 効果指標

| 区分 | 指標名 | 指標計算方法 | 2011 | 2022 1) | 2025 | 目的 |
|----------------------------|--|------------------------------------|------|---------|------|---|
| 全体 | 水道普及率(%) Percentage of population served | (給水人口)÷(ヤンゴン市 33 タウンシップ区域内人口)×100 | 37% | 54% | 58% | 上水道事業の一般的効果の発現状況の把握 |
| Lagunbyin システム | 同上 | (給水人口)÷(Lagunbyin システム区域内人口)×100 | 22% | 36% | 40% | 同上 |
| 配水区 1 | 同上 | (給水人口)÷(配水区 1 区域内人口)×100 | 71% | 84% | 86% | 同上 |
| 全体 (ヤンゴン市) | 一人一日正味家庭使用水量 (L/人・日) Net water supply per capita for domestic use | (一日平均メータ給水量)÷(メータ給水人口) | 96L | 127L | 135L | 生活水準向上の状況の効果発現状況の評価 |
| Lagunbyin システム | 同上 | 同上 | 55L | 93L | 100L | 同上 |
| 配水区 1 | 同上 | 同上 | 103L | 140L | 150L | 同上 |
| 全体(塩素消毒施設と Lagunbyin システム) | 給水栓の残留塩素適合率 (Compliance rate of residual chlorine) | 給水栓基準値を満足する数÷残サンプリング数×100 月ベース | 0 | 80% | 85% | プロジェクトの内、Lagunbyin 浄水場と塩素消毒設備整備活動の効果を把握する |
| Lagunbyin システム | 給水栓の濁度適合率 (Compliance rate of turbidity) | 給水栓基準値を満足する数 ÷残サンプリング数×100 月ベース | - | 80% | 85% | プロジェクトの内、Lagunbyin 浄水場整備活動の効果を把握する |

注)

水質サンプリング数 (Water Safety Plan における水質サンプル数) :

500,001 人以上 : 600 サンプル+50,000 人ごとに 12 サンプル

ヤンゴン市全体 : (600+682) =1,282 サンプル/年」

1) 2022 年の値は 2011 年と 2025 年の値の内挿値として算定した。

2) 適合基準は給水栓あるいは各戸貯水槽入口で残留塩素が検知されること

出典 : JICA 調査団

7.3.3 定性的効果

本プロジェクトの実施により以下の定性的効果が期待できる。

| 項目 | Lagunbyin 水道 | 配水区1の近代化 | 塩素消毒施設 |
|--|---|---|---------------------|
| 1. 水系疾病発症の低減、家庭の医療費の低減、健康の増進に寄与 | ◎ 塩素消毒された安全な水と連続圧力給水による汚染から保護された水の供給 | ○ 連続圧力給水による汚染から保護された水の供給 | ◎ 塩素消毒された安全な水の供給 |
| 2. 飲料水購入代金が減少し家庭の水支出に対する負担が減少 | ○ 安全な水の供給 | | ○ 安全な水の供給 |
| 3. 必要な時に必要な水量が使用可能となり、水利用の利便性が高まる | ◎ 浄水場の建設により給水量が増加する。水量水圧がコントロールされる。 | ○ 漏水量が減少することから使用できる水量が増加する。水量水圧がコントロールされる。 | |
| 4. 水汲みの時間と労力が低減され、労働および就学の機会が増える | ◎ 給水普及人口が増加する。 | ○ | |
| 5. 給水サービスの改善は貧困層の生活状況の改善に寄与 | ◎ 給水普及人口が増加する。 | | ○ 安全な水の給水 |
| 6. 地域住民の生計の安定に寄与し、政情の安定化に寄与 | ◎ 給水人口の増加と安定給水。 | ○ 安定給水 | ○ 安全な水の給水 |
| 7. 水道施設の建設および維持管理を通じて雇用機会の創出 | ◎ | ◎ | |
| 8. 産業および各種事業が活性化され、同国の経済発展に寄与 | ○ 商工業への給水の普及と増加 | ○ 同左 | ○ 安全な水の給水 |
| 9. 地下水取水量の減少による将来想定される地盤沈下の防止と地下水の塩水化の防止 | ○ ヤンゴン市東部地区の地下水取水量の減少 | ◎ ヤンゴン市ダウンタウン地区の地下水取水量の減少 | |

第8章 環境社会影響評価

8.1 環境社会配慮フレームワークとベースラインデータ

以下に示すミャンマー国境社会配慮にかかるフレームワーク及び環境・社会ベースラインデータの詳細は資料Fに示す。

- 環境社会配慮にかかる法制度
- 環境社会配慮にかかる行政制度
- 環境社会配慮手続き
- 用地取得・住民移転

8.2 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

| 番号 | プロジェクト名 | 施設内容 | 受益者 |
|----|-----------------|--|---|
| 1 | Lagunbyin 貯水池系統 | 配水区 7、配水区 8 への給水、Thilawa への送水 <ul style="list-style-type: none"> • 40MGD の浄水場 • 送水管 (配水区 7 : ϕ 1200\times13.46km、配水区 8 : ϕ 1000\times4.06km、Thilawa : ϕ 700mm\times25.2km) • 2 配水池 • 配水本管 (71.64km) ϕ 300-800 • 配水枝管 (224km) ϕ 100-200 • 水道メータ 55,613 個所 | 配水区 7+8 面積 : 38.41 km ² 配水区 7: East Dagon, North Dagon (2011年: 86,613人、2025年:319,437人) 配水区 8: South Dagon, Dagon sekkan (2011年: 103,7131人、2025年 267,161人) Thilawa : Thilawa SEZ |
| 2 | 配水区 1 構築 | 配水区 1 の配水配水区を構築し、無収水を削減 <ul style="list-style-type: none"> • 老朽管の更新 • メータ設置 | 配水区面積 : 170.81 km ² CBD (Latha, lambaaw, Pabeda, Kyauktada, Botataung, Pazundaung) IUR (Ahlone, Kyeemyindaing (east side), Sanchaung, Dagon, Bahan, Tamwe, Mingalaa Taung Nyunt, seikan) (2011年: 624,785人、2025年:783,630人) |
| 3 | 消毒設備の新設・更新 | 下記施設への消毒設備の改善 <ul style="list-style-type: none"> • Nyaunghnapin 浄水場 • Hlawga No.1 ポンプ場 • Yegu ポンプ場 | 給水人口に消毒された浄水の供給が可能となる。 |

8.3 Lagunbyin 貯水池系統

8.3.1 代替案の比較検討

(1) With/Without プロジェクト

ヤンゴン市の東側は、今後の都市化の進行とともに急激な人口増加が予想されている。配水区 7、8 はその範囲に含まれており、給水量の増加が予想される。配水区 7、8 に含まれる 4 タウンシップ (North Dagon、South Dagon、East Dagon、Dagon Seikkan) は、ヤンゴン市内でも 30%以

下と給水普及率が低い地域であり、安定的な水道施設の整備が望まれている。プロジェクトの実施により、配水区 7、8 の現在の普及率、23.6%及び 23.8%は 2025 年にはそれぞれ 33.8%、32.8% となり、さらに 2040 年には 70.0%、68.7%となる。

Thilawa には SEZ が開発される計画となっており、給水は開発にとって必要不可欠な要素であり、給水なくしては実現することができない。

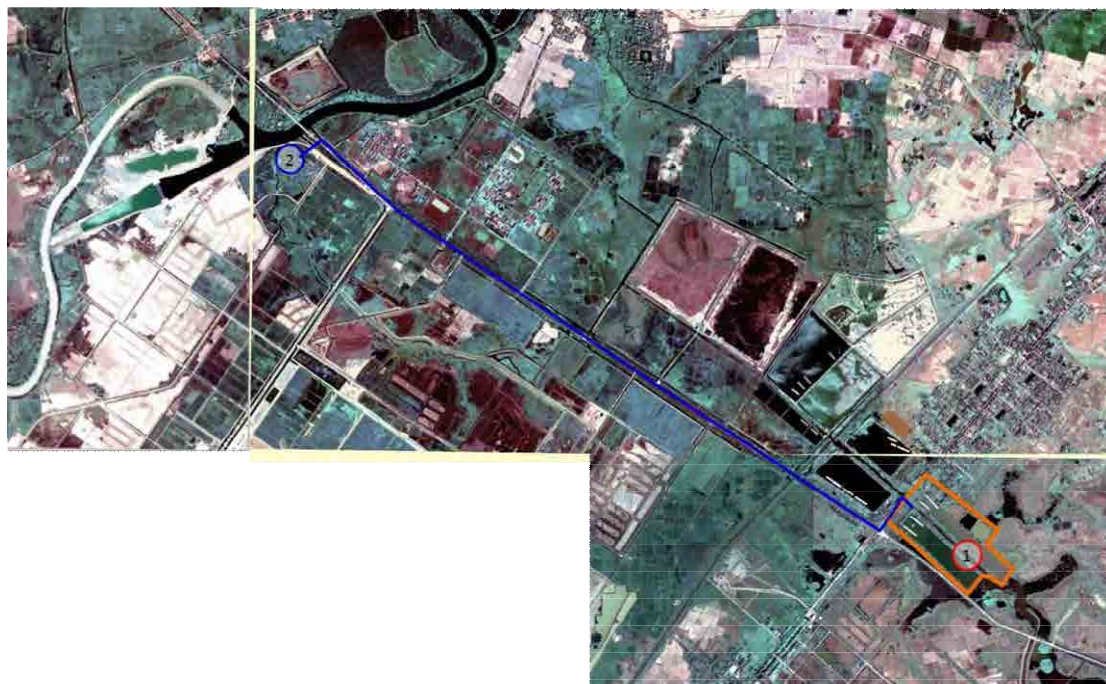
(2) 浄水場予定地の検討

Lagunbyin 浄水場の建設は既に YCDC が計画を持っており、浄水場予定地の場所 (図 8.1①) を選定していた。調査団は以下の観点より確認を行った。

- 施設計画上の条件 (取水ポイントと消費地を結ぶルート上、土地の広さ、洪水、塩水遡上等)
- 環境社会配慮観点 (土地所有権の所有者、土地利用、住民移転の有無等)

調査団としては、基礎工事が始まる前の段階では下図②に取水ポンプ場と浄水場を建設する案を検討していた。その理由としては、YCDC により選定された①の場所が元々は養殖池であったこと、安定して取水できる場所は図 8.1 の②で示された場所であり、取水と浄水場は同じ場所に建設した方が、運営・維持管理上からも利点があるからである。しかし②の場所の土地所有権は私有であることが大きな問題であった。ただし地権者は少なく (1~2 名)、交渉はそれほど困難ではないとの情報も得ていた。しかし、YCDC 側が予算を確保し①の場所から水を抜き基礎工事を開始したこと、この場所を使用する限り用地取得が必要ないことから、②の場所に浄水場を建設する案を廃棄し、①の場所を浄水場予定地として選定した。

施設計画上の条件であるルート、土地の広さ、塩水遡上については①の場所で問題がないことが確認された。元々が養殖池であったことから地盤強度の問題が考えられたが、支持基盤への杭打ちを実施していることで、問題は発生しないとの結論に至った。土地の使用権は YCDC が所有している。元々は YCDC の Production Department が所有する魚の養殖池であったが、2013 年 3 月時点で確認した際には所有権は DEWS に既に移管されていた。上記のことより、YCDC が選定した土地を浄水場として使用するにあたり問題ないことが判明し、図 8.1①の場所を浄水場予定地として決定した。



出典：JICA 調査団

図 8.1 浄水場取水地点代替案

(3) 浄水場取水地点の検討

Lagunbyin 貯水池系の取水地点については、浄水場の近傍であることが絶対条件である。それを踏まえ、2つの代替案を検討した。

- 農業灌漑省指定の農業用水路近傍の YCDC 用地 (図 8.1 の①)
- 水路への流入河川である Ngamoyeik 川からの導水管による取水 (図 8.1 の②)

下表にそれぞれの代替案の概要、メリット、デメリットを記載する。

表 8.1 取水地点の代替案検討

| | 代替案 1 (図 8.1①) | 代替案 2 (図 8.1②) |
|------|---|---|
| 概要 | 浄水場予定地は YCDC 所有の魚養殖池で既に水抜きがされている。取水は予定地近傍の水路から取水する。 | 浄水場予定地は代替案 1 と同じである。取水地は Ngamoyeik 川沿いである。 |
| 用地取得 | 浄水場及び取水ポンプ場予定地は YCDC が土地使用权を有することから用地取得は発生しない。 | 取水ポンプ場の土地が必要となる (土地面積は小さい)。 |
| 問題 | <ul style="list-style-type: none"> • 魚の養殖池だったため、地盤沈下が起こり、地中の管に影響を及ぼす可能性がある。 • 水路の浚渫、拡幅が必要で費用がかさむ。 • 水路の浚渫・拡幅がされても雨季に洪水の影響を受け、取水が不安定になる可能性がある。 • 水路は集落を抜けており、また近隣に宅地開発の計画があることから、汚水の流入による水質悪化が考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> • 取水ポンプ場と浄水場が 2 か所に分かれるため、それぞれの維持管理が必要となる。 • 導水管の費用がかかる。 • 取水ポンプ場が位置する場所は土地の使用权が私有であるため、取得が必要であり、近年の状況を見るに時間がかかり交渉も厳しい。 |
| 便益 | <ul style="list-style-type: none"> • 用地取得が必要ない。 • 維持管理が 1 カ所でまとまっている。 | <ul style="list-style-type: none"> • 安定した取水、安定した水質が見込める。 |

出典：JICA 調査団

代替案1の問題は、水路の浚渫、拡幅、整備をすること、また地盤については杭等の地盤改良により解決できる問題であるが、代替案2を採用した場合、用地取得が必要である。「ミ」国は用地取得にかかる法整備を進めている段階で、国際基準を反映した用地取得プロセスが規定されていないこと、また用地取得に関する問題がここ数年で起き始めており、時間・労力がかかることからなるべく避ける方向が望ましい。そこで、代替案1を採択した。しかし水路の拡幅・浚渫、整備、地盤改良が条件である。

(4) 配水池予定地の検討

配水池予定地については、高い所に配置し重力式の配水が好ましいが、ゾーン7、8は平坦な地形であることから、配水区の中心に位置することを基本とし、家屋の建っていないエリアを選定した。ゾーン7については、調査団が選定した場所はYCDC 所有の土地であり、土地は利用されていないことよりこの場所が選定され、代替案分析はされなかった。

ゾーン8については、調査団は配水区の中心として、下図①の場所を選定したが、YCDC よりこの土地の使用権利は私有であることより、②のヤンゴン地域政府所有の場所を提案された。①、②共に技術的な観点から問題はなく、環境社会配慮観点より用地取得・土地利用への影響を避けるべく、②の場所を配水池予定地として決定した。



出典：JICA 調査団

図 8.2 配水区8の配水池代替案

(5) Thilawa への配水管ルートのご検討

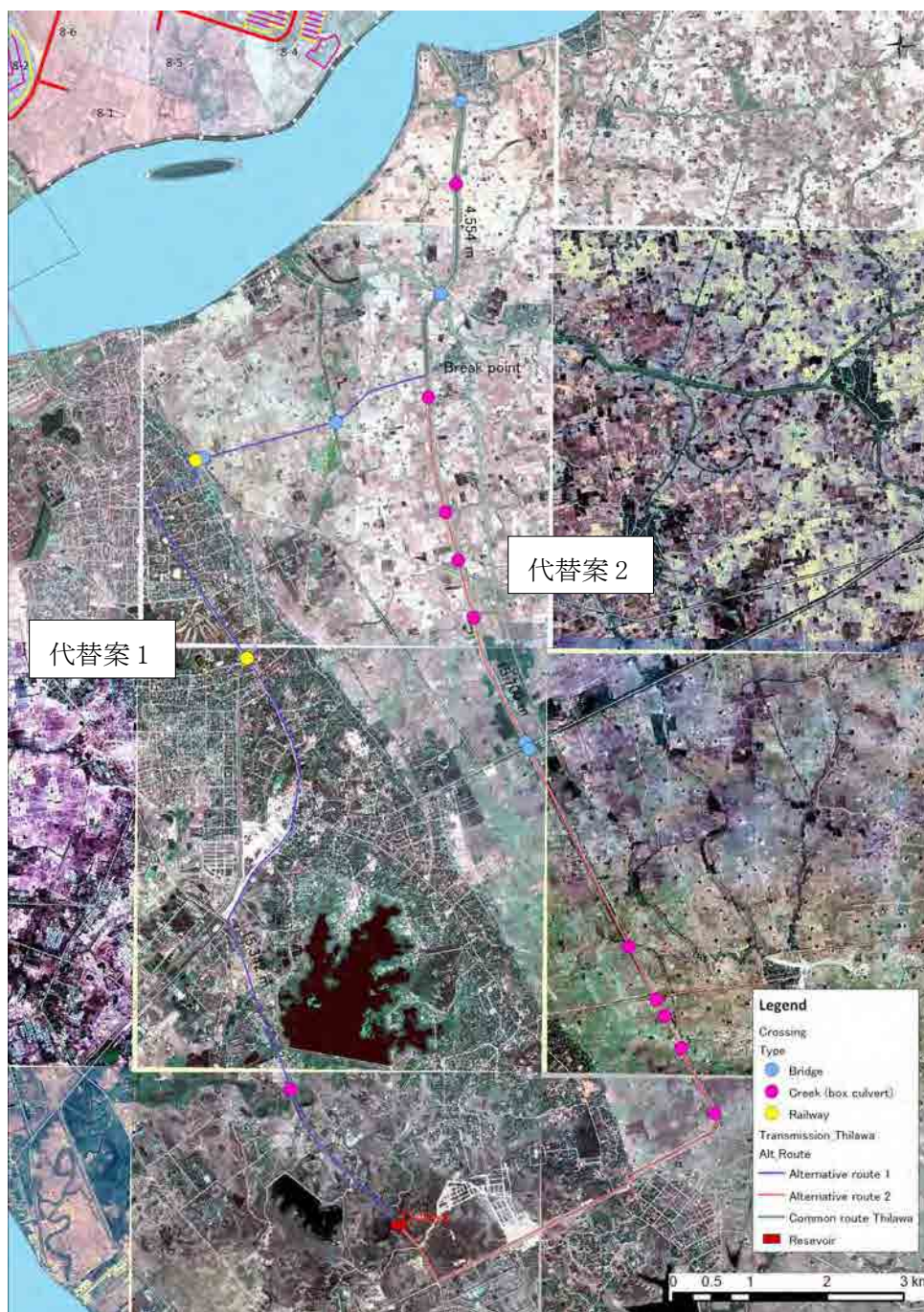
Lagunbyin の浄水場より Thilawa SEZ へ配水するルートの代替案検討を行った。No. (2) Yangon-Thanyin 橋を渡り 4.5 km 先までは同じルートを通り、そこから代替案1は農道、Thanyin の市街地を通り抜け、SEZ の接続ポイントまで、代替案2はそのまま南下し西へ曲がり SEZ へ行くルートである。

表 8.2 代替案比較

| | 代替案 1 (Thanlyin Route) | 代替案 2 (MAX Road Route) |
|--|---|--|
| 分岐点からの距離 | 15.4 km | 15.7 km |
| 道路の所有権 | 橋から分岐点まで:所有はMOC、運営はMAX 分岐点から Thanlyin の街までの農道:MOAI Thanlyin 市内の道路:所有はMOC、運営はMAX SEZ へのルート:所有はMOC、運営はSEZ委員会 | 橋から SEZ 入口まで:所有はMOC、運営はMAX SEZ へのルート:所有はMOC、運営はSEZ委員会 |
| 横断 (No. (2) Yangon - Thanlyin 橋を除く) | 河川:5カ所 小川(ボックスカルバート):2カ所 鉄道:1カ所 | 河川:4カ所 小川(ボックスカルバート):10カ所 |
| 課題 | <ul style="list-style-type: none"> ● MOAI、MOC 及び MAX から管理設の許可が必要 ● 円借款で拡張される Thanlyin 道路の建設とのスケジュール調整が必要 ● 農道の所有権の要確認 ● 建設期間中、農道の完全通行止め(道路幅が狭いため) ● 市街地を抜けるルートであり、建設期間中の市民への影響が大きい | <ul style="list-style-type: none"> ● MOC 及び MAX から管理設の許可が必要 |

出典: JICA 調査団

どちらのルートを通るにしても、MOC/MAX からの許可は必要であり、また河川・ボックスカルバートの横断が複数個所で必要となる。距離もほとんど変わらないことを考慮すると、課題の少ない代替案 2 が最適であると選定した。



出典：JICA 調査団

図 8.3 代替案ルート

8.3.2 スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

重要と考えられる環境項目を抽出し、その調査方法を決定するためにスコーピングを実施した。スコーピングとは、環境社会配慮上、重要と考えられる評価項目を抽出し、その調査方法を決定することである。スコーピング結果を下表に示し、A～Cに評価された項目のTORを同じく同表に示す。スコーピングに基づいた調査結果、環境影響評価、緩和策、モニタリング計画を次章に示す。

表 8.3 スコーピング及び環境社会配慮 TOR

| 環境項目 | 評価 | | 理由 | 調査項目 | 調査手法 |
|----------------------------|-------|----|--|---|--|
| | P/C | O | | | |
| 非自発的住民移転・用地取得 | C- | D | P/C: Lagumpyin 浄水場は YCDC 所有地である。配水区7と配水区8の配水池予定地が私有地である場合は用地取得が必要である。非自発的住民移転は想定されない。 | <ul style="list-style-type: none"> 所有権の確認 用地取得手続きの確認 | <ul style="list-style-type: none"> 関連機関へのヒアリング調査 現地調査 |
| 雇用や生計手段等の地域経済 | B+/C- | D | P/C:雇用の増加や資機材の購入等により建設中には正の影響が想定される。土地が使用されている場合は用地取得により土地使用者の生計への影響が考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> 土地使用状況の確認 | <ul style="list-style-type: none"> 現地調査 |
| 土地利用や地域資源利用 | C- | D | P/C:配水池予定地が何かの用途に使用されている場合は、土地利用への影響が想定される。 | <ul style="list-style-type: none"> 土地利用及び地域資源利用状況の確認 | <ul style="list-style-type: none"> 関連機関へのヒアリング調査 現地調査 |
| 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織 | D | D | 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織への影響は想定されない。 | - | - |
| 既存の社会インフラや社会サービス | B- | D | P/C:送水管、配水本管、配水管の敷設のため、工事中の交通渋滞による社会インフラサービスへの影響が考えられる。 O:管は地下埋設のため供用後の影響はない。 | <ul style="list-style-type: none"> プロジェクト予定地の現在のインフラサービス状況 | <ul style="list-style-type: none"> 関連機関へのヒアリング調査 現地調査 |
| 貧困層、少数民族・先住民族、ジェンダー、子どもの権利 | C | C | P/C:用地取得の影響を受ける人々の中に貧困層が存在する可能性はある。少数民族・先住民族はプロジェクト地域には存在しない。ジェンダー・子供の権利への影響は想定されない。 O:メータ設置による水道料金の増加で貧困層へ影響がある可能性がある。 | <ul style="list-style-type: none"> プロジェクト予定地内の少数民族・先住民族の有無 貧困層、女性、子供の状況 | <ul style="list-style-type: none"> JICA 都市圏調査における世帯訪問調査結果 |
| 被害と便益の偏在 | D | D | 水源の開発により市民はより多くの水を利用できるようになる。 | - | - |
| 文化遺産 | C | D | P/C:配水区7、8に歴史的な建造物がある可能性がある。 | <ul style="list-style-type: none"> プロジェクト予定地内、周辺の文化遺産状況 | <ul style="list-style-type: none"> 関係機関からのヒアリングによる全ての文化遺産のリストアップ、現地踏査 |
| 地域内の利害対立 | D | D | 影響は想定されない。 | - | - |
| 水利用、水利権 | C | B+ | P/C:農業用の Lagunbyin 水路から取水するため、農業用水への影響の可能性がある。 O:給水量が増えることより、市民の水利用にとって正の影響がある。 | <ul style="list-style-type: none"> 水利用状況 | <ul style="list-style-type: none"> 関係機関からのヒアリング |
| HIV/AIDS等の感染症 | B- | D | P/C:建設作業員の流入による感染症の危険性がある。 O:施設の稼働に伴い他の地域から大規模な人口流入が発生する事は無いことから、感染症による影響は想定されない。 | <ul style="list-style-type: none"> 感染症のデータ | <ul style="list-style-type: none"> 文献調査、関係機関からのヒアリング |
| 事故 | B- | B- | P/C:建設時の事故の危険性がある。 O:消毒設備で次亜塩素酸ナトリウム溶液を使用するが、漏えい事故、分解時における気泡の発生による注入不良事故、腐食等が発生することが考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> 送水・配水管敷設ルート | <ul style="list-style-type: none"> 文献調査、現地踏査 |
| 地形、地質 | D | D | 施設の規模は大きくないため、地形・地 | - | - |

| 環境項目 | 評価 | | 理由 | 調査項目 | 調査手法 |
|---------------|-----|----|--|--|---|
| | P/C | O | | | |
| | | | 質への影響は想定されない。 | | |
| 土壌侵食 | D | D | 土壌侵食の可能性はない。 | - | - |
| 地下水 | D | D | 地下水の揚水は計画されていない。 | - | - |
| 水象 | D | D | 河川流量への影響は想定されない。 | - | - |
| 海岸 | D | D | 海岸は存在しない。 | - | - |
| 保護区 | D | D | 保護区はない。 | - | - |
| 植物相、動物相、種の多様性 | D | D | 影響はない。取水する Lagunbyin 水路は農業用に建設された人工の物である。 | - | - |
| 気象 | D | D | 施設規模が大きくないことから影響はない。 | - | - |
| 景観 | B- | C | P/C: 工事中には舗装道路の掘り起し、ゴミの散乱等により景観が悪くなるのが想定されるが大きな影響はない。 O: 事業区域及びその周辺に、配慮が必要な特別の景観は存在しない。ただし浄水場・配水池が近隣住宅の景観を損ねる恐れがある。 | <ul style="list-style-type: none"> • 予定地の状況 | <ul style="list-style-type: none"> • 現地踏査 |
| 大気汚染 | B- | D | P/C: 建設重機や機械の運転により、建設地周辺に粉塵が拡散する。 O: 大気汚染を発生する施設は含まれていない。 | <ul style="list-style-type: none"> • 環境大気質基準 • プロジェクト予定地内の大気質 • 建設時の影響 | <ul style="list-style-type: none"> • 文献調査、関係機関からのヒアリング • 建設方法、時間、建設重機等に関するデータ収集 |
| 水質汚濁 | D | D | 取水・浄水施設建設や配水ゾーン構築による水質への影響は発生しない。 | - | - |
| 土壌汚染 | B- | D | P/C: 建設による掘削、土工、工事車両の移動等により土壌汚染が起こる可能性がある。 O: 土壌に影響を及ぼす施設は含まれていない | <ul style="list-style-type: none"> • 予防策 | <ul style="list-style-type: none"> • 類似プロジェクトの情報収集 |
| 廃棄物 | B- | B- | P/C: 建設、特に老朽管の敷設替えによる建設廃棄物が出る。 O: 浄水場からは汚泥が発生する。 | <ul style="list-style-type: none"> • 廃棄物管理にかかる法制度 • 建設廃棄物の既存処分方法 • 既存埋立処分場の状況 | <ul style="list-style-type: none"> • 文献調査、関係機関からのヒアリング • 埋立処分場管理者からのヒアリング |
| 騒音・振動 | B- | C | P/C: 建設時に建設重機・機械による騒音・振動が想定される。 O: 運営時には、ポンプ場のジェネレーター等の下水システムの運転により騒音・振動が想定される。 | <ul style="list-style-type: none"> • 環境基準 • プロジェクト予定地の騒音・振動状況 • 建設時の影響 | <ul style="list-style-type: none"> • 文献調査、関係機関からのヒアリング • 建設方法、時間、建設重機等に関するデータ収集 |
| 地盤沈下 | C | C | P/C、O: 浄水場予定地は魚の養殖池であったため地盤が弱く、地盤沈下が起こる可能性がある。 | <ul style="list-style-type: none"> • 地盤の強度 | <ul style="list-style-type: none"> • YCDC 設計レビュー |
| 悪臭 | D | D | 悪臭は発生しない。 | - | - |
| 底質 | D | D | 影響は想定されない。 | - | - |
| 地球温暖化 | D | D | 施設の規模は小さくなく、影響はない。 | - | - |

P: 計画時, C: 建設時, O: 運営時

A+/-: 重大な正負の影響が見込まれる。

B+/-: Aほどではないが正負の影響が見込まれる。

C+/-: 影響は不明である（調査の段階で更なる調査が必要）。

D: 影響は見込まれない。

出典：JICA 調査団

8.3.3 環境社会配慮調査結果

(1) 非自発的住民移転・用地取得、土地利用

各施設の必要面積を以下に示す。本事業実施による非自発的住民移転は発生しない。

表 8.4 各施設の必要面積

| 施設 | 必要面積 | 所有権 | 状況 |
|------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--|
| Lagunbyin 浄水場 | 21 ha | YCDC | YCDC の Production Dept. より DEWS に所有権が移管されている。 |
| 配水区 7 配水池 | 2.5 ha (内 2025 年までは 1/3 使用) | YCDC | 土地は YCDC 所有であるが、農業に利用している者が 3 名いる。 |
| 配水区 8 配水池 | 1.6ha (内 2025 年までは 1/3 使用) | ヤンゴン地域政府 (2013 年 10 月 YCDC に譲渡) | 土地はヤンゴン地域政府所有 (2013 年 10 月に YCDC に譲渡された) であるが、予定地内に 2 軒の家があり、内 1 軒には 2 名の住民が住んでいる。近隣住民 1 名が土地を耕作に使用している。 |
| Thilawa 送水管の河川横断 | 一時的な使用 | Yangon 側 : MOC Thanlyin 側 : MOAI | 政府所有地である。 |
| 送配水管の敷設 | - | YCDC、MOC | 送配水管は道路下、側道に埋設するため、私有地への影響はない。 |

出典 : JICA 調査団

1) Lagunbyin 浄水場

Lagunbyin 浄水場予定地の土地所有権は YCDC の Production Department に属しており、魚の養殖池として使用されていた。DEWS がここを浄水場建設地として使用を希望したことから、YCDC 内で所有権移転の手続きが取られ、2013 年 3 月時点で養殖池から水を抜き、天日乾燥を行っていた。2013 年 4 月には起工式を行い、基礎工である杭打ちが開始されている。



出典 : JICA 調査団

図 8.4 Lagunbyin 浄水場予定地

2) 配水区 7 配水池

配水区 7 の配水池の予定地の土地所有権は YCDC が所有している。所有している土地の面積は、9.4 エーカー (3.8ha) とのことである。下図で黄色くマークしているエリアが約 3ha であり、2040 年までに必要となる配水池は 2.4ha である。黄色でマークしてあるエリア内に家が 1 軒、近接し

て2軒あること（下図の赤マーク）が確認できた。配水池として必要な面積はマークしてあるエリアより少ない面積であるため、家屋を避けて建設することが可能である。家屋については YCDC の許可なく建設されたものようである。土地利用について、乾季・雨季共に現地視察を行ったが、アクセスできる道路がなく、遠目の確認のみ行った。乾季・雨季ともに農地として活用されていない模様である。乾季は過去の衛星画像を確認しているが、常に乾燥しており耕作されていなかった。雨季は下図の写真の通り、水はけが悪く一面が湿地のようになっており、草が生えてはいるが作物としては育成されていなかった。



出典：JICA 調査団

図 8.5 配水区 7 配水池予定地

YCDC が上記の場所の土地所有を詳細に調査した結果、予定地全てが YCDC の所有ではなく、一部私有地が含まれていることが判明した。私有地を除いての施設建設が難しいことから、YCDC は配水池の場所を下図に変更した。



図 8.6 配水区 7 配水池予定地（変更後）

この土地の使用権はヤンゴン市の拡張を受けて、住宅省より 1992～1993 年に YCDC に移譲された。この土地（6.88 エーカー、2.78 ha）が使用されているとの情報を受け、YCDC は使用者を特定、ヒアリングを行い、3 世帯が花や野菜等の栽培を行っていることが判明した。

- 使用世帯1は農業と労務で生計を立てており、配水池予定地内の2.42エーカーを1990年より使用している。
- 使用世帯2は配水池予定地内の2.20エーカーを1981～1982年より使用している。
- 使用世帯3は農業を主職業とし、配水池予定地内の2.26エーカーを1990年より使用している。

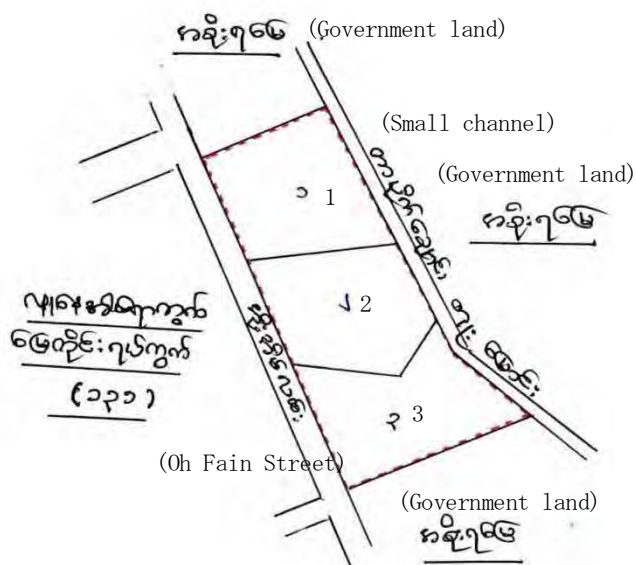


図 8.7 土地使用状況

予定地は YCDC に所属することから、用地取得は必要ない。上記使用者は3名ともこの土地が政府の土地であることを知りながら、耕作を続けてきた。配水池を建設することにより、使用者の生計に負の影響を及ぼすことから YCDC は生計支援の必要性を考慮した。このため、YCDC は使用者に対し丁寧な説明及び密接な協議をし、使用者からは施設建設の必要性、及び土地使用中止に対し理解を得た。使用者との協議を受けて、YCDC はヤンゴン地域政府に生計支援金額の算定に関し協力を依頼し、2014年2月4日付のレターにより、支援金額（エーカーあたり）が方針として示された。同時に支援金額を支払うため、YCDC (DEWS、Town Planning and Land Management Dept)、District・Township・Ward/Village の Land Management Committee、Ministry of Housing Department 及び Yangon Regional Land Department からなる作業グループが組織された。

YCDC は使用者とさらに協議を行い、2014年2月10日に以下の条件を含む契約書に両者がサインをした。

- 使用者は配水池建設により土地を使用できなくなることによる生計への影響を緩和するため、生計支援金を受け取る。
- 1エーカーあたりの生計支援金に基づき計算された生活支援金を受け取る。
- 使用者は YCDC に土地を移譲し、今後耕作に使用せずまた居を構えることもしないことを約束する。

3) 配水区 8 配水池

配水区 8 の配水池の近くに家が6軒立っているのが2013年6月の現地視察で確認された。しかし配水池の建設予定地内(下図の黄色のエリア)には家はなく、非自発的住民移転は発生しない。土地の使用権は Yangon 地域政府に属しており、YCDC は土地の使用権の委譲を地域政府に依頼した。土地は乾季・雨季ともに作物育成には育てられていないが、牛が放牧されている。



出典：JICA 調査団

図 8.8 配水区 8 配水池予定地

地域政府が YCDC の依頼を受けて、土地の使用権の確認をした結果、その土地は既に住宅開発用の許可が発出されていることが判明した。依頼した場所（下図①）ではなく下図②の場所を配水池としての使用を承諾するとの連絡を地域政府より受け、予定地は下図②に変更となった。予定地はヤンゴン地域政府が所有していたが、2013年10月21日に YCDC へ所有権が譲渡された。



出典：JICA 調査団

図 8.9 配水区 8 配水池の予定地（変更後）

下図②の場所には家屋が2軒建っており、1軒には2名が居住しており、近くの水路で魚を取って生計を立てている。もう1軒は家財道具も何もなく空き家となっている。2025年を対象とした施設は図8.9②の3分の1以下の土地の使用であるため、家屋を避け建設することが可能である。居住者とは別の者がこの土地の一部を使用して米を育成している。YCDCは使用者を特定、ヒアリングを行い、以下のことが判明した。

- 使用者は1名おり農業を主職業としている。
- 耕作地は1996年まで現在の耕作者の義父が所有していたが、1996年に住宅開発計画のため、周辺地域とともにヤンゴン地域政府住宅省へ譲渡されたものである。
- 住宅建設の具体的計画が出てこなかったため、耕作者は違法と分かりつつ、1996年以降も耕作を継続してきた。
- この土地は2013年10月21日にヤンゴン地域政府よりYCDCへと移譲された。これについても耕作者は情報を得ている。
- この土地を1996年より使用していることを示す書類を持っているとのことである。ただしYCDC側への提示は未だなされていない。
- 全4.35エーカーを使用している。
- 稲を栽培しており、年間の収穫量は33,456kg（160 Basket）で64万チャットの収入を得ている。
- 稲の収穫時期は11月である。

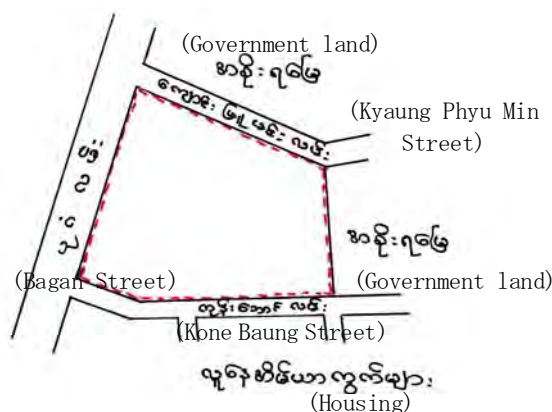


図 8.10 土地使用状況

予定地はヤンゴン地域政府（2013年10月からYCDC）に所属することから、用地取得は必要ない。上記使用者はこの土地が政府の土地であることを知りながら、耕作を続けてきた。育成している作物である米は一年生食物であり、かつプロジェクト実施までは十分な期間があり、収穫時期を待って耕作者の使用を停止することが可能である。YCDCも収穫終了後まで待つことについて同意しており、作物に対する補償は発生しない。しかし配水池を建設することにより、使用者の生計に負の影響を及ぼすことからYCDCは生計支援の必要性を考慮した。このため、YCDCは使用者に対し丁寧な説明及び密接な協議をし、使用者からは施設建設の必要性、及び土地使用中止に対し理解を得た。使用者との協議を受けて、YCDCはヤンゴン地域政府に生計支援金額の算定に関し協力を依頼し、2014年2月4日付のレターにより、支援金額（エーカーあたり）が方針として示された。同時に支援金額を支払うため、YCDC（DEWS、Town Planning and Land Management Dept）、District・Township・Ward/VillageのLand Management Committee、Ministry of Housing Department及びYangon Regional Land Departmentからなる作業グループが組織された。YCDCはゾーン7と同様の手続きを取り、2014年2月13日付で使用者と土地使用中止及び生計支援金額支払いにか

かる契約書を交わした。

4) Thilawa 送水管の河川横断

Thilawa への送水管はBago 川を横断する必要があり、距離が最短となるNo. (2)Yangon-Thanlyin 橋に沿って河川下に埋設する計画である。土地使用権の所有については、Yangon 側が建設省、Thanlyin 側が MOAI の所有である。現地にて聞き取りした結果、ヤンゴン側は政府所有の土地であり、使用許可を取得して資材置き場及び土砂の乾燥のために使用している。橋の下に埋設するため建設期間中には立坑が設置され、建設後にはマンホールが設置される。建設後の土地使用には大きく影響を及ぼすことはない。



出典：JICA 調査団

図 8.11 Thilawa 送水管河川横断のための土地（一時使用）

5) 送配水管の敷設

送水管は道路沿いに敷設する計画であり、新たな土地取得は必要ない。

(2) 既存の社会インフラや社会サービス

配水区7、8は郊外に位置しており、交通量は多くなく朝夕に少し渋滞する程度である。そのため交通量を考慮し少ない時間帯に工事を実施することで影響はかなり軽減することができる。下表はタウンシップ毎の事故件数を示したものだが、郊外であることからヤンゴン中心地域に比較すると比較的少ない事故件数となっている。

表 8.5 タウンシップ毎事故件数

| Township | No. of Accidents | | | Population (2011) | Area (s. q. mile) | Per 10,000 pop | Per s. q. mile |
|---------------|------------------|---------|-------|----------------------|----------------------|-------------------|-------------------|
| | Death | Injured | Total | | | | |
| South Dagon | 13 | 51 | 64 | 370,403 | 30.55 | 1.73 | 2.1 |
| North Dagon | 6 | 23 | 29 | 221,299 | 23.27 | 1.31 | 1.2 |
| East Dagon | 11 | 54 | 65 | 145,505 | 35.15 | 4.47 | 1.8 |
| Dagon Seikkan | 8 | 42 | 50 | 120,161 | 32.97 | 4.16 | 1.5 |

出典：2012年世帯訪問調査

(3) 貧困層、少数民族・先住民族、ジェンダー、子どもの権利

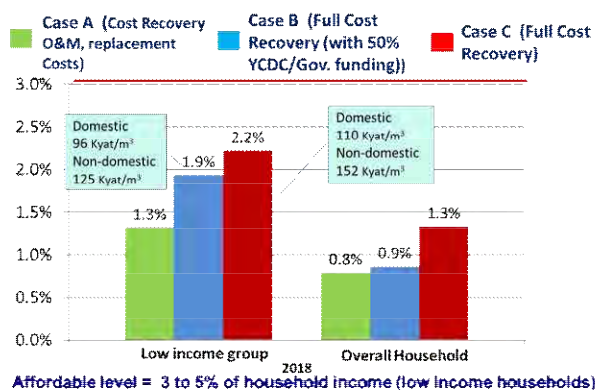
「ミ」国には大きく分けて8つの部族（カチン、カヤー、カイン、チン、ビルマ、モン、ラカイン、シャン）がある。ヤンゴン都市圏調査内で実施された1万世帯を対象とした世帯訪問調査の結果をタウンシップ毎に以下に示す。90%以上がビルマ族である。対象タウンシップには少数民族が集まって住んでいるような地域・集落はないとのことである。

表 8.6 民族

| Township | Kachin | Kayar | Karin | Chin | Myanmar | Mon | Rakhine | Shan | Others |
|---------------|--------|-------|-------|------|---------|------|---------|------|--------|
| North Dagon | 0.5% | 0.3% | 3.0% | 0.3% | 90.0% | 1.1% | 1.6% | 0.3% | 3.0% |
| South Dagon | 0.2% | - | 1.2% | 0.3% | 91.6% | 0.7% | 1.9% | - | 4.2% |
| East Dagon | 0.4% | - | 2.2% | - | 90.3% | 0.9% | 2.2% | 0.9% | 3.1% |
| Dagon Seikkan | - | - | 1.4% | - | 95.9% | 0.5% | 0.5% | 0.0% | 1.8% |
| Yangon | 0.2% | 0.1% | 2.1% | 0.2% | 88.1% | 0.7% | 1.7% | 0.4% | 6.5% |

出典：2012年世帯訪問調査

資料 F2.3 の社会経済状況に示した通り、配水区7、8の4タウンシップは低～中所得者層が多いことが分かる。貧困層の定義をUNDPの一日3ドル以下(75,000チャット/月に相当)としたとき、4タウンシップ内には5%～12%が含まれていることとなる。水道への支払可能額は低所得者層の世帯収入の3～5%とされている。財務分析の結果、フルコストリカバリーのケースであっても、低所得者層の月収の2.2%となることが判明している。水道料金が将来値上がったとしても、低所得者層の支払可能額の範囲内であり、影響はないと予測される。



出典：JICA 調査団

図 8.12 将来の水道料金の所得に占める割合

YCDC への提言として、将来の水道料金改定の際には貧困層に配慮した設定とすべきである。JICA 調査団は増進型ブロック料金制を提言する。貧困者であっても必要最小限の安全な水へのアクセスができる料金体系である。

(4) 文化遺産

ヤンゴン市内には1950年以前に建設された189の歴史的建造物が、1996年にYCDCにより保護の対象としてリストアップされた。配水区7、8のタウンシップには1つも含まれていないことが判明し、本コンポーネントの実施による文化遺産への影響は発生しない。

(5) 水利用

取水源となるLagunbyinダムはMOAIにより灌漑用として建設されたものであり、満水時は148,800エーカーフィート(4万MG、183百万m³)の容量を持つ。計画では農業用地8,800エー

カー (3,560ha) の灌漑のために建設されたが、現在は約半分の 4,000 エーカー (1,620ha) の灌漑に使用されている。灌漑目的のための水路からの取水であるため、MOAI からの許可が必要であるが、40MGD の取水許可が既に出ており、灌漑をはじめとする水利用には影響がないと結論できる。

(6) HIV/AIDS 等の感染症

「ミ」国では近年 HIV/AIDS 感染が深刻な問題となってきた。UNAIDS によると 2005 年には大人の HIV 罹患率が 1.3% である。感染は注射による薬物常用者及び性労働者で拡大している。ヤンゴン管区における HIV/AIDS の感染率は 2010 年度 0.25%、2011 年度 0.15% であり、2005 年度の 0.55% に比較すると減少傾向にある。ヤンゴン地域における 2013 年 1 月～3 月の抗レトロウイルス治療 (ART) を受けた AIDS 患者の推移を下表に示す。

表 8.7 ART を受けた AIDS 患者数

| | | 2013 January | | | | | | 2013 February | | | | | | 2013 March | | | | | |
|---|----------------------------------|---------------------------|-------|--------|---------------------|---|----|---------------------------|-------|--------|--------------------|---|----|---------------------------|-------|--------|--------------------|----|----|
| | | AIDS Case (on ART, alive) | | | AIDS Death (on ART) | | | AIDS Case (on ART, alive) | | | AIDS Case (on ART) | | | AIDS Case (on ART, alive) | | | AIDS Case (on ART) | | |
| | | M | F | T | M | F | T | M | F | T | M | F | T | M | F | T | M | F | T |
| 1 | Specialist Hospital by NAP | 2,146 | 1,627 | 3,773 | 14 | 3 | 17 | 2,143 | 1,651 | 3,794 | 6 | 1 | 7 | 2,166 | 1,675 | 3,841 | 5 | 4 | 9 |
| 2 | Specialist Hospital by UNION-NAP | 807 | 633 | 1,440 | 5 | 5 | 10 | 841 | 609 | 1,450 | 4 | 3 | 7 | 877 | 645 | 1,522 | 10 | 6 | 16 |
| 3 | Specialist Hospital by NAP | 10 | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Specialist Hospital by NAP | 16 | 10 | 26 | 1 | 0 | 1 | 15 | 12 | 27 | 0 | 0 | 0 | 17 | 14 | 31 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | AMI | 372 | 323 | 695 | | | | 372 | 326 | 698 | | | | 376 | 327 | 703 | | | |
| 6 | Alliance | 432 | 375 | 807 | | | | 437 | 376 | 813 | | | | 485 | 401 | 886 | | | |
| 7 | MSF (Holland)/AZG | 8,040 | 5,893 | 13,933 | | | | 8,040 | 5,893 | 13,933 | | | | 8,040 | 5,893 | 13,933 | | | |
| 8 | MSF (Swiss) | 147 | 102 | 249 | | | | 154 | 110 | 264 | | | | 161 | 111 | 272 | | | |
| 9 | PSI | 79 | 27 | 106 | | | | 87 | 29 | 116 | | | | 88 | 29 | 117 | 0 | 1 | 1 |
| | Total | 12,049 | 9,000 | 21,049 | 20 | 8 | 28 | 12,099 | 9,016 | 21,115 | 10 | 4 | 14 | 12,220 | 9,105 | 21,325 | 15 | 11 | 26 |

M: male, F:Female, T:Total

出典: Yangon Regional Health Department, Ministry of Health

その他の感染症について下表に症例数及び死亡者数を示す。これはヤンゴン管区全体のデータである。

表 8.8 疾病患者数及び死亡数

| Diseases | 2007 | | 2008 | | 2009 | | 2010 | | 2011 | |
|---------------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | Cases | Deaths | Cases | Deaths | Cases | Deaths | Cases | Deaths | Cases | Deaths |
| Cholera | 4 | - | 49 | 0 | 191 | 7 | 22 | 1 | 37 | 0 |
| DHF (Dengue Haemorrhagic Fever) | 4,759 | 54 | 3,604 | 31 | 3,333 | 38 | 3,162 | 21 | 552 | 4 |
| Plague | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dysentery | 8,507 | 0 | 9,489 | - | 6,135 | 0 | 6,361 | 0 | 4,436 | 0 |

| Diseases | 2007 | | 2008 | | 2009 | | 2010 | | 2011 | |
|-----------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | Cases | Deaths | Cases | Deaths | Cases | Deaths | Cases | Deaths | Cases | Deaths |
| Typhoid & Para Typhoid | 103 | 1 | 71 | 1 | 55 | 0 | 98 | 0 | 47 | 0 |
| Meningitis/ Encephalitis | 32 | 5 | 24 | 2 | 1 | 4 | 9 | 4 | 10 | 2 |
| Viral Hepatitis | 188 | 6 | 251 | 1 | 14 | 4 | 271 | 3 | 205 | 2 |
| Malaria | 5,155 | 36 | 5,741 | 26 | 4,605 | 27 | 4,374 | 16 | 2,226 | 3 |

出典：Yangon Regional Health Department, Ministry of Health

「ミ」国では労働環境に係る法律は整備されつつあるが、労働環境及び労働安全に関する法律は未制定である。建設作業員の流入による HIV/AIDS 感染のリスクを防止するために、施工業者は建設工事関係者への啓発教育を実施する必要がある。

(7) 事故

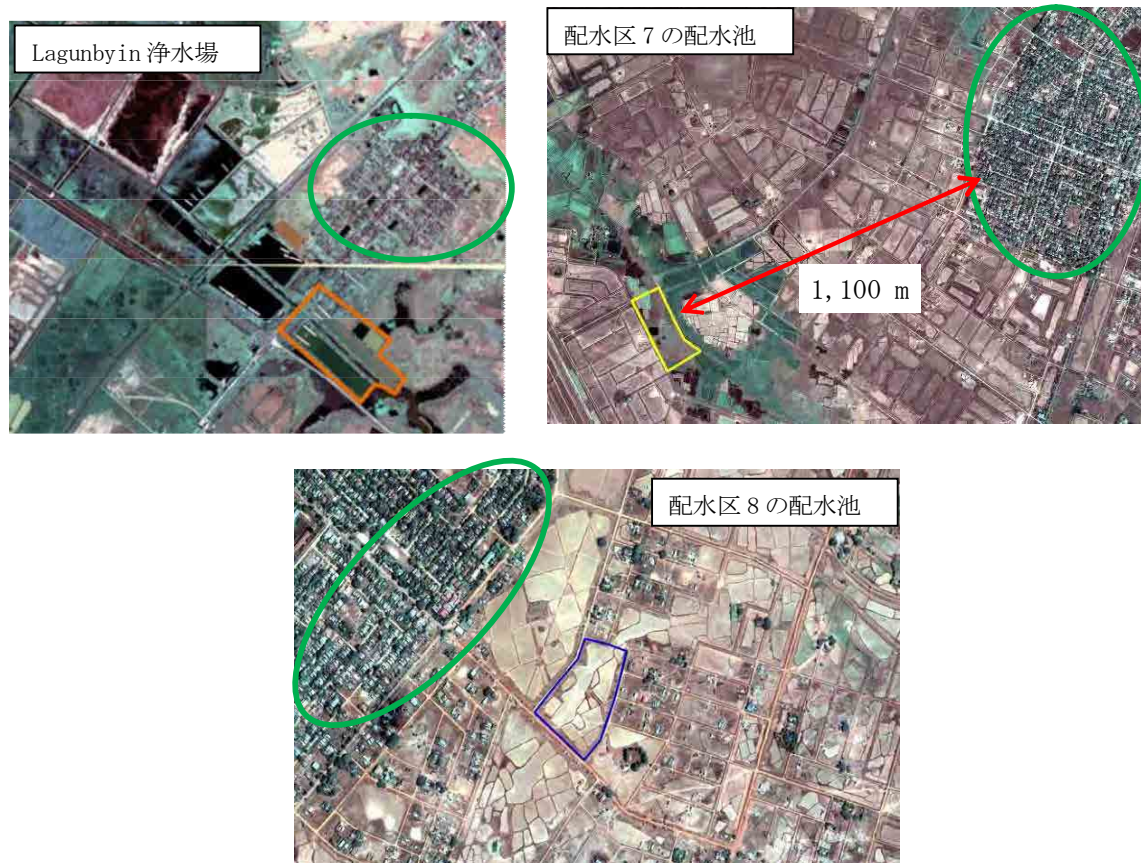
各タウンシップでの事故件数については(2) 既存の社会インフラや社会サービスに記載の通りである。各道路における事故発生件数についてはデータを得られていない。

建設期間中の事故予防への対応策は施工業者の責任であり、建設工事関係者に対する啓発・教育を実施する。建設作業員への安全配慮は、施工業者が策定し実施する。その際 ILO の労働条約を満たすよう施工業者との契約書に明記し、労働環境の安全を確保する。また建設作業員への安全教育（作業服・作業靴の着用徹底、道交法遵守の徹底等）を施工業者が実施する。また工事期間中の警備員への教育を徹底する。

(8) 景観

特に配慮が必要となる景観（観光名所、歴史的建造物、宗教施設等）はない。工事中は配水管敷設ルートで掘り起しによる掘削残土の散乱、管材の保管等により景観が一時的に悪くなる。工事中の掘削残土については、埋戻しに必要となる以外については速やかに移動し、景観への配慮を行う。

供用後には浄水場と配水池により景観が悪くなる。Lagunbyin 浄水場のすぐ北には道路（No. 2 Main Road）沿いに住宅が広がっている。浄水場の最高高さは3～4mであり、近隣の住宅地への圧迫感が出るのが予想される。配水区7の配水池については住宅地より1,100 m以上離れていること、配水池近辺は農地/未耕作地となっているため影響については無視できる。配水区8の配水池は東側が住宅地に密接している。配水池は高さが5mほどになる予定であり、近隣の住宅にとって景観が著しく阻害されることが予想される。浄水場、配水区8配水池は最高高さをなるべく低くする設計とし、圧迫感を減らすこととする。設計上、高さを低くすることができない場合は、植林等で圧迫感を和らげる策を講じる。



出典：JICA 調査団

図 8.13 浄水場、配水池周辺状況

(9) 大気汚染

YCDCは大気汚染に関して、定期的に監視しているわけではなく、2007年4月と2008年1月のスポットの観測結果のみである（詳細は資料F.2.6参照）。現在「ミ」国には大気環境基準は制定されていないが、WHO基準と比較するとPM10及びTSPが基準をかなり上回っていた。

工事期間中の大気汚染を軽減する方策として、「ミ」国の基準が確立するまではWHO基準を超過しないよう、建設機器・車両の適切な管理、アイドリングオフ、マフラー装着等の措置を取る。

また供用時に消毒設備の設置・稼働により環境・社会へ影響を与えるのは、不適切管理による事故の発生・塩素ガスによる大気汚染、悪臭の発生である。

(10) 土壌汚染

「ミ」国ではEIA法制度が制定途上のため、類似案件のEIA報告書は作成されていない。そのため他国の参考となる類似案件から予防策について調査を行った。工事期間中には工事車両からのオイルの流出等による土壌汚染がありうるが、基本的には適切に建設機器の管理を行うことで影響発生を事前に防止することができる。万が一、汚染源が流出するような事故が起こることを想定して防止するためにシルトフェンス（汚濁防止膜）や土嚢等で工事現場に境界線を設置する等の対策を取る。これら防護策は毎週検査が必要であり、特に何かサイクロン等自然の脅威があった場合にはすぐに検査・修理しなければならない。

(11) 廃棄物

「ミ」国では廃棄物に係る法制度を制定途上であり、現在のところ廃棄物のカテゴリー、カテゴリー別の処分方法等について規定されておらず、建設廃棄物、汚泥共に処分方法に関する規定が定められていない。本コンポーネントでは遮集管敷設にあたり、埋め戻されなかった掘削土の処分が必要となる。掘削土は一般的には建設廃棄物のカテゴリーとなる。ヤンゴン市には正規の廃棄物処分場が2か所あり(資料F. 2.8参照)、建設廃棄物についてもここで処分をされている。埋戻しができない掘削土については、このどちらかの廃棄物処分場にて処分することとなる。

供用後にはLagunbyin浄水場から汚泥が発生する。汚泥の発生量は、20トン/日である。廃棄物処分にかかるルールが制定され汚泥のカテゴリーが決まるまでは、一般廃棄物として既存廃棄物処分場で処理を行う。また需要がある場合には、周辺の農地に再利用することも考慮する。

(12) 騒音・振動

「ミ」国では騒音・振動にかかる基準が未制定であり、測定もしておらずデータを入手することはできなかった。JICA都市圏調査において、ヤンゴン市内の2か所で実測調査をしており、その結果を見ると、1時間の等価騒音レベルが約50dB(A)、最大騒音レベルが47.7dB(A)~96.8dB(A)との結果となっている。「ミ」国には基準がないため、IFC基準(下表)等の国際基準に従い、基準以下となる建設車両・機械等の選択、予防保守の徹底、低騒音型・低振動型建設機械の採用等を行う。

表 8.9 騒音レベル (One hour LAeq (dBA))

| Receptor | Daytime (7:00 - 22:00) | Nighttime: (22:00 - 7:00) |
|---|------------------------|---------------------------|
| Residential / Institutional / Educational | 55 | 45 |
| Industrial / commercial | 70 | 70 |

出典: IFC General Health, and Safety (EHS) Guidelines, April 2007

(13) 地盤沈下

YCDCは既にLagunbyin浄水場予定地において基礎工事を開始し、杭を打ち始めている。杭打ちの場所・深さ等の設計をレビューした結果、その設計で十分な強度が確保できるということが判明し、地盤沈下の可能性はない。

8.3.4 影響評価、緩和策及び緩和策実施のための費用

表 8.10 影響評価、緩和策及び費用

| 分類 | 環境項目 | スコーピング時 | | 調査後評価 | | 理由 | 緩和策 | 責任機関 | 費用 |
|------|----------------------------|---------|----|-------|---|--|--|----------------------|----------------|
| | | P/C | 0 | P/C | 0 | | | | |
| 社会環境 | 非自発的住民移転・用地取得 | C- | D | D | D | 新規施設が建設される Lagunbyin 浄水場、配水区 7 と 8 の配水池の土地使用権は政府機関 (YCDC 及びヤンゴン地域政府) に属しているため、私有権には影響を与えない。近隣に住居があるが、それを避けて建設可能であり、非自発的住民移転は発生しない。 | - | - | - |
| | 雇用や生計手段等の地域経済 | B+/C- | D | B+/B- | D | 雇用の増加や資機材の購入等により建設中には正の影響が想定される。配水区 7、8 の配水池の土地が農業に使用されており、使用者の生計に影響を与える。 | 土地は政府所有であり用地取得は必要ないが、施設の建設により土地の使用者の生計に影響を与えるため、適切な生計支援が必要である。ヤンゴン地域政府は 1 エーカーあたりの適切な生計支援金額の方針を示し、それに従い YCDC は使用者と契約を交わし、生計支援金額を支払った。 | YCDC Yangon 地域政府 | 支払済 |
| | 土地利用や地域資源利用 | C- | D | B- | D | 浄水場、配水区 7 の配水池とも調査時には使用されておらず、土地利用や地域資源利用に影響は及ぼさない。配水区 7、8 の配水池予定地は耕作に使用されており、土地利用に影響を与える。 | 同上 | 同上 | 「同上」 |
| | 既存の社会インフラや社会サービス | B- | D | B- | D | 送水管、配水本管、配水管の敷設のため、工事中の交通渋滞による社会インフラサービスへの影響が考えられる。管は地下埋設のため供用後の影響はない。 | 交通量の少ない時間帯を考慮した建設計画を策定する。交通当局の協力し、工事内容とその予定、代替ルート、交通規制に関する告知を適切な時期に実施する。交通警察と協力し警告際に代替ルートの支持を出すなどして事故防止に努める。交通整理要員の配置、工事車両の慎重 (丁寧) な運転と速度自主規制、建設業者による工事車両運転手、建設作業員の交通指導の徹底を行う。 | YCDC 交通警察 施工業者 | 施工業者との契約に見積もる。 |
| | 貧困層、少数民族・先住民族、ジェンダー、子どもの権利 | C- | C- | D | D | 用地取得は必要ないため、その影響を受ける人はおらず、貧困層も含まれていない。少数民族・先住民族の特別居住区等はプロジェクト地域には存在しない。ジェンダー・子供の権利への影響は想定されない。 経済財務分析の結果、フルコスト・リ | - | - | - |

| 分類 | 環境項目 | スコアピニング時 | | 調査後評価 | | 理由 | 緩和策 | 責任機関 | 費用 |
|----|----------------|----------|----|-------|----|---|--|----------------------|------------------------------|
| | | P/C | 0 | P/C | 0 | | | | |
| | | | | | | カバリーのケースであっても貧困層の所得の 2.2%内に料金が収まることが判明した(詳細は 7.2.6 章参照)。世界的な料金の目安である貧困層の所得 3～5%以下であることから、本プロジェクト実施による貧困層への影響はない。ただし YCDC に対し、今後メータ設置に伴い料金改定を行う際には、従量制のブロック料金とし、消費量が少ない場合は、料金が安くなる料金体系を提言する。 | | | |
| | 文化遺産 | C- | D | D | D | 配水配水区 7、8 には歴史的建造物は存在していない。 | - | - | - |
| | 水利用 | C- | B+ | D | B+ | Lagunbyin ダム及び水路を管轄する MOAI から取水許可が出ており、また灌漑に使用されている水量に対し、貯水能力が高いため、影響は及ぼさない。 | - | - | - |
| | HIV/AIDS 等の感染症 | B- | D | B- | D | 建設作業員の流入による感染症の危険性がある。 | 建設作業員の流入による HIV/AIDS 感染のリスクを防止するために、施工業者は建設工事関係者への啓発教育を実施する必要がある。 | 施工業者 | 施工業者の契約に含む。 |
| | 事故 | B- | B- | B- | B- | 建設時の事故の危険性がある。 消毒設備で次亜塩素酸ナトリウム溶液を使用するが、漏えい事故、分解時における気泡の発生による注入不良事故、腐食等が発生することが考えられる。 | 市民への対策及び建設業者が実施すべき内容については「5. 既存の社会インフラや社会サービス」に記載の通りである。 建設作業員への安全配慮は、施工業者が策定し実施する。その際 ILO の労働条約を満たすよう施工業者との契約書に明記し、労働環境の安全を確保する。また建設作業員への安全教育(作業服・作業靴の着用徹底、道交法遵守の徹底等)を施工業者が実施する。また工事期間中の警備員への教育を徹底する。 運営時には以下の対策を取る。 - 次亜塩素酸ナトリウム溶液を注入場所で生成するのはリスクが高いため、コストは高くなるが安全性を考え、溶液の形で購入する。 - 貯蔵はしない。有効塩素濃度が減少して効果が提言す | YCDC 交通警官 施工業者 | 施工業者の契約に含む。 維持管理費に含む。 |

| 分類 | 環境項目 | スコアピニング時 | | 調査後評価 | | 理由 | 緩和策 | 責任機関 | 費用 |
|------|------|----------|----|-------|----|--|---|--------------------------|----------------|
| | | P/C | 0 | P/C | 0 | | | | |
| | | | | | | | <p>る前に溶液をタンクに補充する（10日に一度溶液をタンクローリーで運びタンクに注入する）。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 水溶液は酸に強いFRPタンクを使用する。 - 直射日光による影響を軽減する薬液をFRPタンクに塗布する。 - タンクはコンクリート上に設置し、万が一、水溶液が零れた時に流出しないよう防液堤を作る。 - 水溶液が零れた際にはすぐに水で洗い流す。 - 次亜塩素酸ナトリウムの取り扱い作業時には、十分な換気を行い、必要に応じて適切な保護具（マスク、ゴム手袋、ゴム長靴、ゴム衣、保護メガネ等）を使用する。 - 誤って酸と混合したときは、直ちにアルカリ剤で中和する。 | | |
| 自然環境 | 景観 | B- | C- | B- | B- | <p>工事中には舗装道路の掘り起し、ゴミの散乱等により景観が悪くなることが想定されるが大きな影響はない。浄水場、配水区8配水池が住居に近く、景観に影響を及ぼす。</p> | <p>工事での掘削残土については、埋戻しに必要となる以外については速やかに移動し、景観への配慮を行う。浄水場、配水区8配水池は最高高さをなるべく低くする設計とし、圧迫感を減らすこととする。設計上、高さを低くすることができない場合は、植林等で圧迫感を和らげる策を講じる。</p> | 施工業者 YCDC | 施工業者の契約に含む。 |
| 汚染対策 | 大気汚染 | B- | D | B- | D | <p>建設重機や機械の運転により、建設地周辺に粉塵が拡散する。</p> | <p>施工業者は使用する建設重機や機械を良い状況に保つ。粉塵の防止のために建設現場に散水する、トラックでの運搬にはカバーをする、アイドリングオフ、マフラー装着等の措置を取る。</p> | 施工業者 YCDC | 施工業者の契約に含む。 |
| | 土壌汚染 | B- | D | B- | D | <p>建設による掘削、土工、工事車両の移動等により土壌汚染が起こる可能性がある。</p> | <p>工事期間中には工事車輛からのオイルの流出、工事期間中の接続切替による汚水の流出等が他の場所に影響を与えないようにシルトフェンス（汚濁防止膜）や土嚢等で工事現場に境界線を設置する等の対策を取る。これら防護策は毎週検査が必要であり、特に何か自然の脅威があった場合にはすぐに検査・修理しなければならない。</p> | 施工業者 YCDC | 施工業者の契約に含む。 |
| | 廃棄物 | B- | B- | B- | B- | <p>建設、特に老朽管の敷設替えによる建設廃棄物が出る。浄水場からは汚泥が発生する。</p> | <p>建設廃棄物は一般廃棄物処分場で処分を行うが、それにあたってはDPCCと協議を行う。汚泥は可能な限りは再利用するが残った場合は廃棄物処分場で処分する。また現在焼却炉建設計画が進んでお</p> | 施工業者 YCDC (DEWS、DPCC) | 処分費については積算に含む。 |

| 分類 | 環境項目 | スコープイン グ時 | | 調査後評価 | | 理由 | 緩和策 | 責任機関 | 費用 |
|----|-------|--------------|----|-------|----|---|---|--------------|------------------------------|
| | | P/C | 0 | P/C | 0 | | | | |
| | | | | | | | り、将来的には焼却炉での処分を検討する。 | | |
| | 騒音・振動 | B- | C- | B- | B- | 建設時に建設重機・機械による騒音・振動が想定される。 運営時には、ポンプ場のジェネレーター等の下水システムの運転により騒音・振動が想定される。 | 「ミ」国には騒音・振動の基準が制定されていないが、工事による一時的な騒音は、IFC で定める基準値以下になるよう重機・機器の適切な維持管理及び運転により制御される。適切な重機・機器については詳細設計時に検討される。また幹線敷設の際には周辺の住居・商業地区へ工事計画、期間、想定される影響等を公開し、工事期間中の協力を依頼する。 住居地に近い浄水場・配水区7配水池については住居への影響を考慮し、低騒音・振動型の機器の使用を考慮する。詳細は詳細設計時に検討する。 | 施工会社 YCDC | 詳細設計時に検討する。 費用は施工業者契約に含む。 |
| | 地盤沈下 | C- | C- | D | D | YCDC は既に基礎工事を始め、杭を打ち始めている。杭打ちの場所・深さ等の設計をレビューした結果、その設計で十分な強度が確保できるということが判明し、地盤沈下の可能性はない。 | - | - | - |

P: 計画時, C: 建設時, 0: 運営時

A+/-: 重大な正負の影響が見込まれる。

B+/-: A ほどではないが正負の影響が見込まれる。

D: 影響は見込まれない。

出典: JICA 調査団

8.3.5 モニタリング計画

工事中及び供用時のそれぞれの影響項目について、現時点でのモニタリング項目、位置、頻度、責任機関を以下に示す。なお、結果報告先は、事業実施責任機関である YCDC 及び JICA を予定する。なお、モニタリングフォーム案は資料 F.4 に示すとおりである。

表 8.11 建設段階のモニタリング・プログラム

| 対象 | モニタリング位置 | 項目 | 頻度 | 実施機関 | 予算* |
|--------------|--------------------------|--|-----------------------|-------------------|-------------------|
| 【工事中】 | | | | | |
| 騒音 | 浄水場建設地 配水管敷設ルート | 騒音 (最大レベル) | 毎日 (ピーク時) | 施工業者 | なし (施工業者が購入する) |
| 大気質 | 浄水場建設地 配水管敷設ルート | NOx、SOx、PM10 | 1 回/月 (ピーク時) | 施工業者 | なし (施工業者が購入する) |
| 住民からの要望・苦情 | | 要望・苦情の内容とその件数 | 建設期間中、受付窓口を設置し随時対応する。 | 施工業者 YCDC | なし |
| 【供用時】 | | | | | |
| 水質 | 原水 | turbidity | 1 回/月 | YCDC (DEWS) | 維持管理費に含む |
| | 処理水 | pH、turbidity、color、Taste、odor、残留塩素、total coliforms、fecal coliforms | 1 回/月 | YCDC (DEWS) | 維持管理費に含む |
| | 配水管末端 | 残留塩素 | 1 回/月 | YCDC (DEWS) | 維持管理費に含む |
| 配水量 | 配水区 7 及び 8 の配水池 (フローメータ) | 運転記録 | 1 回/月 | YCDC (DEWS 中央監視室) | なし* |

*: 但し、予算に人件費は含まない。

出典: JICA 調査団

8.4 配水区 1 ゾーンの構築

8.4.1 代替案 (With/Without) の比較検討

本コンポーネントの目的は、漏水を含む無収水の削減と出水不良地区を解消し 24 時間安定給水を図ることである。配水区 1 配水ゾーンの構築により、50%の漏水率を 10%に削減、小配水区 (DMA) を設けて安定供給を目的としている。漏水率削減のために老朽管は更新される。本コンポーネントの実施により給水普及率が 2011 年の 71.3%から 2025 年で 86.3%、2040 年には 86.8%となる。裨益人口は 2011 年 62 万人から 2025 年で 78 万人、2040 年には 93 万人と増加する。さらに 24 時間の安定給水、それによる使用水量の増加が見込め、市民の生活の質向上につながる。また無収水が減少することによる YCDC の経営にとっては正の影響となる。

配水区 1 の配水配水区の構築にあたっては、2 配水池は既存を使用 (1 つは改築)、ブロックは

技術的（高区・低区、タウンシップ・Ward 境界等）に決定されているため、代替案はない。

8.4.2 スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

表 8.12 スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

| 環境項目 | 評価 | | 理由 | 調査項目 | 調査手法 |
|---------------------------|-----|----|---|---|---|
| | P/C | O | | | |
| 非自発的住民移転・用地取得 | D | D | 既存の配水池の改築のため、用地取得は必要なく非自発的住民移転は発生しない。 | - | - |
| 雇用や生計手段等の地域経済 | D | B+ | 雇用の増加や資機材の購入等により建設中には正の影響が想定される。 | - | - |
| 土地利用や地域資源利用 | D | D | 用地取得はなく、影響は及ぼさない。 | - | - |
| 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織 | D | D | 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織への影響は想定されない。 | - | - |
| 既存の社会インフラや社会サービス | B- | D | 配水本管、配水管の敷設のため、工事中の交通渋滞による社会インフラサービスへの影響が考えられる。管は地下埋設のため供用後の影響はない。 | <ul style="list-style-type: none"> プロジェクト予定地の現在のインフラサービス状況 | <ul style="list-style-type: none"> 関連機関へのヒアリング調査 現地調査 |
| 貧困層、少数民族・先住民、ジェンダー、子どもの権利 | D | C- | 給水管の切り替え、メータ設置による水道料金の増加で貧困層へ影響がある可能性がある。少数民族・先住民はプロジェクト地域には存在しない。ジェンダー・子供の権利への影響は想定されない。 | <ul style="list-style-type: none"> 貧困層の状況 | <ul style="list-style-type: none"> 世帯訪問調査結果 |
| 被害と便益の偏在 | D | D | 水源の開発により市民はより多くの水を利用できるようになる。 | - | - |
| 文化遺産 | C- | D | 配水配水区 1 に歴史的な建造物がある可能性がある。 | <ul style="list-style-type: none"> プロジェクト予定地内、周辺の文化遺産状況 | <ul style="list-style-type: none"> 文化遺産のリストアップ、現地踏査 |
| 地域内の利害対立 | D | D | 影響は想定されない。 | - | - |
| 水利用、水利権 | D | B+ | 給水量が増えることより、市民の水利用にとって正の影響がある。 | - | - |
| HIV/AIDS 等の感染症 | B- | D | 建設作業員の流入による感染症の危険性がある。 | <ul style="list-style-type: none"> 感染症のデータ | <ul style="list-style-type: none"> 文献調査、関係機関からのヒアリング |
| 事故 | B- | D | 建設時の事故の危険性がある。 | <ul style="list-style-type: none"> 配水管敷設ルート | <ul style="list-style-type: none"> 文献調査、現地踏査 |
| 地形、地質 | D | D | 施設の規模は大きくないため、地形・地質への影響は想定されない。 | - | - |
| 土壌侵食 | D | D | 土壌侵食の可能性はない。 | - | - |
| 地下水 | D | D | 地下水の揚水は計画されていない。 | - | - |
| 水象 | D | D | 河川流量への影響は想定されない。 | - | - |
| 海岸 | D | D | 海岸は存在しない。 | - | - |
| 保護区 | D | D | 保護区はない。 | - | - |
| 植物相、動物相、種の多様性 | D | D | 影響はない | - | - |
| 気象 | D | D | 施設規模が大きいことから影響はない。 | - | - |
| 景観 | B- | D | 工事中には舗装道路の掘り起し、ゴミの散乱等により景観が悪くなるのが想定されるが大きな影響はな | <ul style="list-style-type: none"> 予定地の状況 | <ul style="list-style-type: none"> 現地踏査 |

| 環境項目 | 評価 | | 理由 | 調査項目 | 調査手法 |
|-------|-----|---|---|--|---|
| | P/C | O | | | |
| | | | い。施設は既存であり、供用後は景観に影響を及ぼすことはない。 | | |
| 大気汚染 | B- | D | 建設重機や機械の運転により、建設地周辺に粉塵が拡散する。 | <ul style="list-style-type: none"> 環境大気質基準 プロジェクト予定地内の大気質 建設時の影響 | <ul style="list-style-type: none"> 文献調査、関係機関からのヒアリング 建設方法、時間、建設重機等に関するデータ収集 |
| 水質汚濁 | D | D | 配水配水区構築による水質への影響は発生しない。 | - | - |
| 土壌汚染 | B- | D | 建設による掘削、土工、工事車両の移動等により土壌汚染が起こる可能性がある。 | <ul style="list-style-type: none"> 予防策 | <ul style="list-style-type: none"> 類似プロジェクトの情報収集 |
| 廃棄物 | B- | D | 既存配水池の改築及び老朽管の敷設替えによる建設廃棄物が出る。 | <ul style="list-style-type: none"> 廃棄物管理にかかる法制度 建設廃棄物の既存処分方法 既存埋立処分場の状況 | <ul style="list-style-type: none"> 文献調査、関係機関からのヒアリング 埋立処分場管理者からのヒアリング |
| 騒音・振動 | B- | D | 建設時に建設重機・機械による騒音・振動が想定される。運営時には、騒音は発生しない。 | <ul style="list-style-type: none"> 環境基準 プロジェクト予定地の騒音・振動状況 建設時の影響 | <ul style="list-style-type: none"> 文献調査、関係機関からのヒアリング 建設方法、時間、建設重機等に関するデータ収集 |
| 地盤沈下 | D | D | 地盤沈下は想定されない。 | - | - |
| 悪臭 | D | D | 悪臭は発生しない。 | - | - |
| 底質 | D | D | 影響は想定されない。 | - | - |
| 地球温暖化 | D | D | 施設の規模は小さく、影響はない。 | - | - |

P: 計画時, C: 工事中, O: 供用時

A+/-: 重大な正負の影響が見込まれる。

B+/-: Aほどではないが正負の影響が見込まれる。

C+/-: 影響は不明である（調査の段階で更なる調査が必要）。

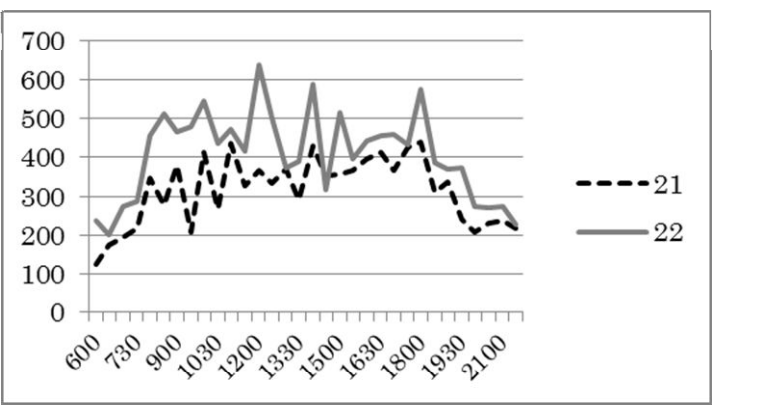
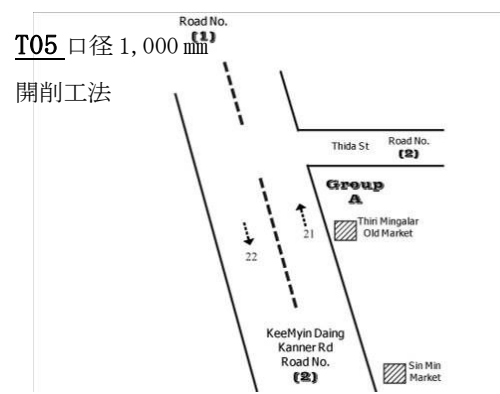
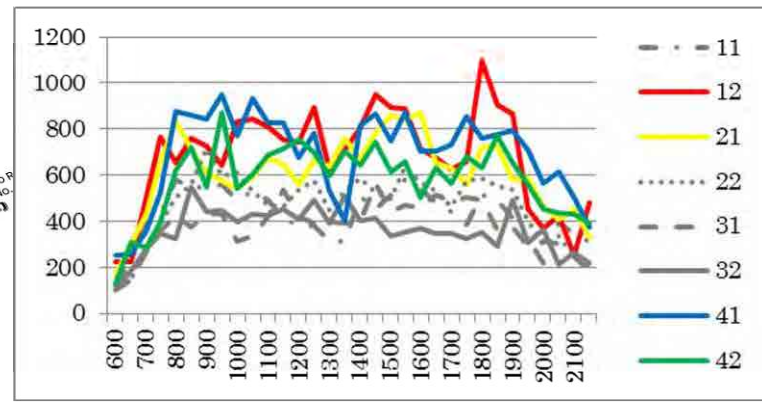
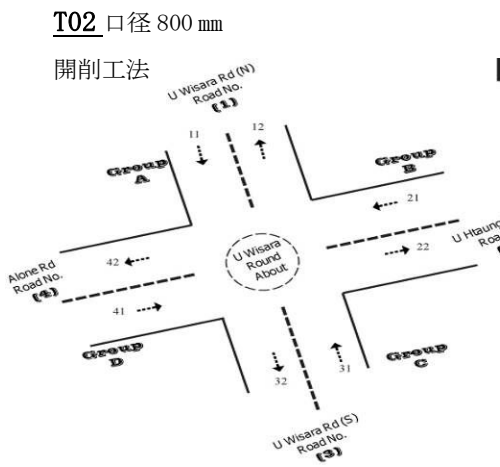
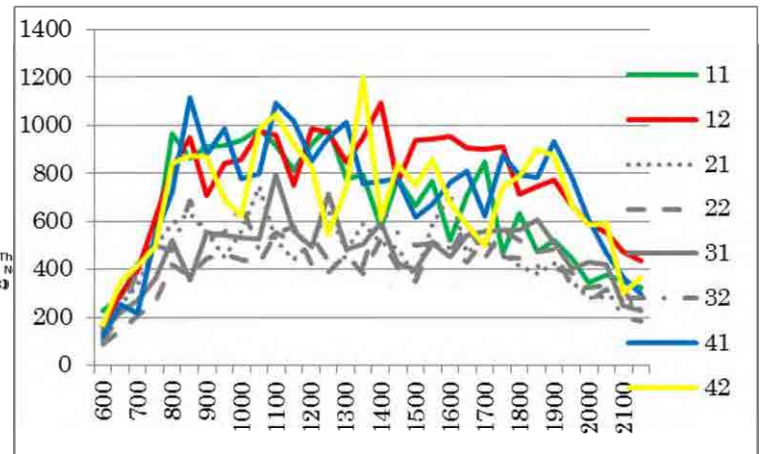
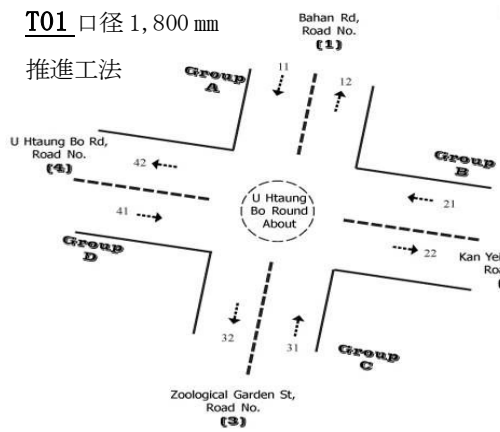
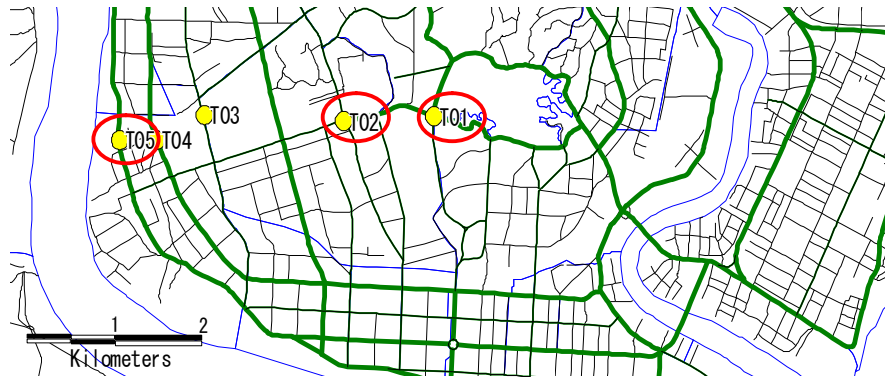
D: 影響は見込まれない。

出典：JICA 調査団

8.4.3 環境社会配慮調査結果

(1) 既存の社会インフラや社会サービス

配水区1内で口径1,000mm以上の配水本管が敷設される道路の内、交通量が多いメイン道路は、東西に走る Maha Bandura、南北に走る Sule・Zoological garden・Bahan・Kabayee Pagoda、東西に走る Bargayar・Shwegondaing・Tha Mein Ba Yan・Upper Pazundaung である。その内、Sule・Zoological garden・Bahan・Kabayee Pagoda は市内を南北に走る交通量の多い道路であり、現在 Bahan と Kabayee Pagoda 道路間で立体交差の工事を実施しており、片道3車線道路が1車線に規制されており、交通渋滞が大きな問題となっている。以下にヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査（都市交通）内で実施された交通量調査の結果から配水管が敷設される3交差点の交通量の状況を示す。



出典：ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査（都市交通）

図 8.14 交通量

T01の交差点は口径1,800mmが敷設される道路であり、交通量も一番多いことがわかる。特に南北の交通量が多いことが分かる。上述の通り、高架道路の建設による渋滞も起きていることから、開削工法で交通規制をしながらの工事は困難であり、1,800mmの敷設約5kmは推進工法で行うこととする。その他道路については、交通量が多いが車線も多く、混雑する時間帯を避ける等、工事計画を工夫することで影響を軽減することは可能である。

下表に2011年のタウンシップ毎の交通事故件数を示す。密集しているエリアであり交通量も多いことから事故件数も比較的多くなっている。特にCBD地区ではスクエアマイルで見た交通件数がかかなり高くなっている。

表 8.13 2011年タウンシップ毎交通事故件数

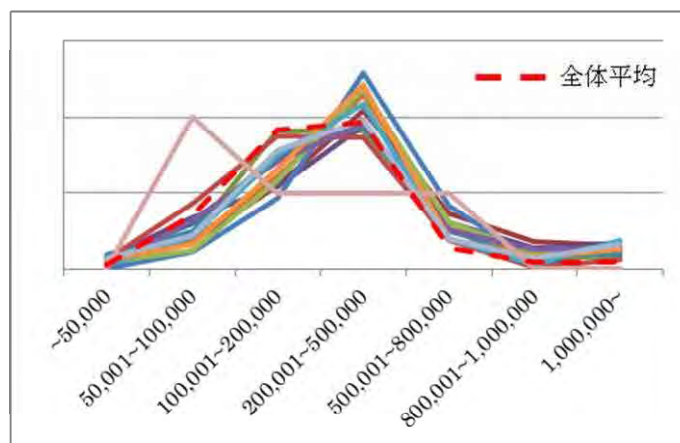
| タウンシップ | 事故数 | | | 人口 (2011) | 面積 (s. q. mile) | 10,000人 当り | s. q. マイ ル当り |
|----------------------|-----|-----|-----|--------------|--------------------|---------------|-----------------|
| | 死亡 | 負傷 | 合計 | | | | |
| Latha | 0 | 12 | 12 | 34,125 | 0.31 | 3.52 | 38.7 |
| Lanmadaw | 6 | 21 | 27 | 43,137 | 0.54 | 6.26 | 50.0 |
| Pabedan | 1 | 9 | 10 | 37,551 | 0.28 | 2.66 | 35.7 |
| Kyauktada | 0 | 21 | 21 | 34,797 | 0.28 | 6.04 | 75.0 |
| Bothtaung | 2 | 47 | 49 | 49,134 | 0.96 | 9.97 | 51.0 |
| Pazundaung | 2 | 8 | 10 | 53,648 | 0.39 | 1.86 | 25.6 |
| Ahlone | 1 | 20 | 21 | 65,510 | 1.04 | 3.21 | 20.2 |
| Kyeemyindaing | 5 | 25 | 30 | 115,841 | 4.81 | 2.59 | 6.2 |
| Sanchaung | 2 | 47 | 49 | 105,208 | 0.96 | 4.66 | 51.0 |
| Dagon | 1 | 41 | 42 | 24,492 | 1.96 | 17.15 | 21.4 |
| Bahan | 11 | 106 | 117 | 100,695 | 3.41 | 11.62 | 34.3 |
| Tarmwe | 2 | 40 | 42 | 191,114 | 1.71 | 2.20 | 24.6 |
| Mingalar Taung Nyunt | 2 | 37 | 39 | 155,767 | 1.96 | 2.50 | 19.9 |
| Seikkan | 2 | 0 | 2 | 2,241 | 6.41 | 8.92 | 0.3 |

出典：JICA調査団

(2) 貧困層、少数民族・先住民族、ジェンダー、子どもの権利

配水区1であるCBDとIURはヤンゴン市の中心であり、下図の通り比較的所得分布が高いといえることがわかる。しかし貧困層も少なからず含まれる。

配水区1は早くから水道施設が普及した地域であり、そのためカメータの設置率が低く料金も従量制ではなく定額で支払っている率が高い(下表参照)。そのためメータ設置による水道料金の増加の影響が大きいと考えられる。



出典：JICA 調査団

図 8.15 配水区1 所得配分

表 8.14 配水区1のメータ所有率及び水道料金体系

| タウンシップ | メータ所有 | | 料金体系 | |
|----------------------|-------|------|------|------|
| | Yes | No | 固定制 | メータ制 |
| Latha | 63% | 37% | 44% | 56% |
| Lanmadaw | 46% | 54% | 61% | 39% |
| Pabedan | 38% | 63% | 69% | 31% |
| Kyauktada | 41% | 59% | 67% | 33% |
| Botahtaung | 68% | 32% | 36% | 64% |
| Pazundaung | 67% | 33% | 54% | 46% |
| Ahlon | 43% | 57% | 73% | 27% |
| Kyee Myin Daing | 57% | 43% | 54% | 46% |
| Sanchaung | 60% | 40% | 47% | 53% |
| Dagon | 67% | 33% | 56% | 44% |
| Bahan | 73% | 27% | 31% | 69% |
| Tarmwe | 75% | 25% | 42% | 58% |
| Mingalar Taung Nyunt | 55% | 45% | 45% | 55% |
| Seikkan | 0% | 100% | 100% | 0% |
| Yangon | 75% | 25% | 37% | 63% |

出典：2012年世帯訪問調査

(3) 文化遺産

配水区1内の14タウンシップ内にはYCDCが歴史的建造物と指定した114の建造物が存在する。工事による振動の影響を受ける可能性がある。歴史的建造物を管轄しているのはYCDCのBuilding Departmentである。Building Departmentへ歴史的建造物が建っている道路で工事を行うにあたり、必要となる配慮について協議したところ、特に必要なく過去の道路工事においても何も対策は取られていないとのことであった。ヤンゴン市内の歴史的建造物の保護する活動を行っているNGO、Yangon Heritage Trustでさらなる詳細を協議したが、配水管の工事での影響はないと考えており、対策は必要ないとの見解であった。

(4) HIV/AIDS等の感染症

8.3.3 (6) に同じ。

(5) 事故

浄水場、配水池近隣、及び主要配水管ルート of 道路事情及びタウンシップ別の事故発生状況については、(1) 既存の社会インフラや社会サービスに記載の通りである。各道路における事故発生件数についてはデータを得られていない。

建設期間中の事故予防への対応策は施工業者の責任であり、建設工事関係者に対する啓発・教育を実施する。建設作業員への安全配慮は、施工業者が策定し実施する。その際 ILO の労働条約を満たすよう施工業者との契約書に明記し、労働環境の安全を確保する。また建設作業員への安全教育（作業服・作業靴の着用徹底、道交法遵守の徹底等）を施工業者が実施する。また工事期間中の警備員への教育を徹底する。

(6) 景観

工事中は配水管敷設ルートで掘り起しによる掘削残土の散乱、管材の保管等により景観が一時的に悪くなるが、影響は一時的なものに留まる。配水管は地中に埋設されるため、供用後には景観への影響は発生しない。

(7) 大気汚染

8.3.3 (9) に同じ。

(8) 土壌汚染

8.3.3 (10) に同じ。

(9) 廃棄物

「ミ」国では廃棄物に係る法制度を制定途上であり、現在のところ廃棄物のカテゴリー、カテゴリー別の処分方法等について規定されておらず、建設廃棄物、汚泥共に処分方法に関する規定が定められていない。本コンポーネントでは遮集管敷設にあたり、埋め戻されなかった掘削土の処分が必要となる。掘削土は一般的には建設廃棄物のカテゴリーとなる。ヤンゴン市には正規の廃棄物処分場が2か所あり（資料F. 2.8 参照）、建設廃棄物についてもここで処分をされている。埋戻しができない掘削土については、このどちらかの廃棄物処分場にて処分することとなる。

(10) 騒音・振動

8.3.3 (12) に同じ。

8.4.4 影響評価、緩和策及び緩和策実施のための費用

表 8.15 影響評価、緩和策及び費用

| 分類 | 環境項目 | スコーピング時 | | 調査後評価 | | 理由 | 緩和策 | 責任機関 | 費用 |
|------|----------------------------|---------|----|-------|---|---|---|----------------------|-------------|
| | | P/C | O | P/C | O | | | | |
| 社会環境 | 既存の社会インフラや社会サービス | B- | D | B- | D | 配水本管、配水管の敷設のため、工事中の交通渋滞による社会インフラサービスへの影響が考えられる。管は地下埋設のため供用後の影響はない。 | 交通量の少ない時間帯を考慮した建設計画を策定する。交通当局の協力し、工事内容とその予定、代替ルート、交通規制に関する告知を適切な時期に実施する。交通警察と協力し警告際にや代替ルートの支持を出すなどして事故防止に努める。交通整理要員の配置、工事車両の慎重（丁寧）な運転と速度自主規制、建設業者による工事車輛運転手、建設作業員の交通指導の徹底を行う。 | YCDC 交通警察 施工業者 | 施工業者の契約に含む。 |
| | 貧困層、少数民族・先住民族、ジェンダー、子どもの権利 | D | C- | D | D | 経済財務分析の結果、フルコスト・リカバリーのケースであっても貧困層の所得の2.2%以内に料金が収まることが判明した（詳細は7.2.6章参照）。世界的な料金の目安である貧困層の所得3~5%以下であることから、本プロジェクト実施による貧困層への影響はない。ただしYCDCに対し、今後メータ設置に伴い料金改定を行う際には、従量制のブロック料金とし、消費量が少ない場合は、料金が安くなる料金体系を提言する。 | - | - | - |
| | 文化遺産 | C- | D | D | D | 配水区1には歴史的な建造物があるが、管理するYCDCのBuilding Department及びNGOのYangon Heritage Trustと協議した結果、配慮は必要ないとのことであった。 | - | = | - |
| | HIV/AIDS等の感染症 | B- | D | B- | D | 建設作業員の流入による感染症の危険性がある。 | 建設作業員の流入によるHIV/AIDS感染のリスクを防止するために、施工業者は建設工事関係者への啓発教育を実施する必要がある。 | 施工業者 | 施工業者の契約に含む。 |
| | 事故 | B- | D | B- | D | 建設時の事故の危険性がある。 | 市民への対策及び建設業者が実施すべき内容については「5. 既存の社会インフラや社会サービス」に記載の通りである。 建設作業員への安全配慮は、施工業者が策定し実施する。その際ILOの労働条約を満たすよう施工業者との契約書に明記し、労働環境の安全を確保する。また建設作業員への安全教育（作業服・作業靴の着 | YCDC 交通警察 施工業者 | 施工業者の契約に含む。 |

| 分類 | 環境項目 | スコーピング時 | | 調査後評価 | | 理由 | 緩和策 | 責任機関 | 費用 |
|------|-------|---------|---|-------|---|---|--|--------------------------|----------------------------|
| | | P/C | 0 | P/C | 0 | | | | |
| | | | | | | | 用徹底、道交法遵守の徹底等)を施工業者が実施する。また工事期間中の警備員への教育を徹底する。 | | |
| 自然環境 | 景観 | B- | D | B- | D | 工事中には舗装道路の掘り起し、ゴミの散乱等により景観が悪くなることが想定されるが大きな影響はない。 施設は既存であり、景観に影響を及ぼすことはない。 | 工事中の掘削残土については、埋戻しに必要となる以外については速やかに移動し、景観への配慮を行う。 | 施工業者 YCDC | 施工業者の契約に含む。 |
| 汚染対策 | 大気汚染 | B- | D | B- | D | 建設重機や機械の運転により、建設地周辺に粉塵が拡散する。 | 施工業者は使用する建設重機や機械を良い状況に保つ。粉塵の防止のために建設現場に散水する、トラックでの運搬にはカバーをする、アイドリングオフ、マフラー装着等の措置を取る。 | 施工業者 YCDC | 施工業者の契約に含む。 |
| | 土壌汚染 | B- | D | B- | D | 建設による掘削、土工、工事車両の移動等により土壌汚染が起こる可能性がある。 | 工事期間中には工事車輛からのオイルの流出、工事期間中の接続切替による汚水の流出等が他の場所に影響を与えないようにシルトフェンス(汚濁防止膜)や土嚢等で工事現場に境界線を設置する等の対策を取る。これら防護策は毎週検査が必要であり、特に何か自然の脅威があった場合にはすぐに検査・修理しなければならない。 | 施工業者 YCDC | 施工業者の契約に含む。 |
| | 廃棄物 | B- | D | B- | D | 既存配水池の改築及び老朽管の敷設替えによる建設廃棄物が出る。 | 建設廃棄物は一般廃棄物処分場で処分を行うが、それにあたってはDPCCと協議を行う。 | 施工業者 YCDC (DEWS、DPCC) | 処分費については積算に含む。 |
| | 騒音・振動 | B- | D | B- | D | 建設時に建設重機・機械による騒音・振動が想定される。 運営時には、騒音は発生しない。 | 「ミ」国には騒音・振動の基準が制定されていないが、工事による一時的な騒音は、IFCで定める基準値以下になるよう重機・機器の適切な維持管理及び運転により制御される。適切な重機・機器については詳細設計時に検討される。また幹線敷設の際には周辺の住居・商業地区へ工事計画、期間、想定される影響等を公開し、工事期間中の協力を依頼する。 | 施工会社 YCDC | 詳細設計時に検討する。 施工業者の契約に含む。 |

P: 計画時, C: 建設時, 0: 運営時

A+/-: 重大な正負の影響が見込まれる。

B+/-: Aほどではないが正負の影響が見込まれる。

D: 影響は見込まれない。

出典: JICA 調査団

8.4.5 モニタリング計画

工事中及び供用時のそれぞれの影響項目について、現時点でのモニタリング項目、位置、頻度、責任機関を以下に示す。なお、結果報告先は、事業実施責任機関である YCDC 及び JICA を予定する。なお、モニタリングフォーム案は資料 F.4 に示すとおりである。

表 8.16 建設段階のモニタリング・プログラム

| 対象 | モニタリング位置 | 項目 | 頻度 | 実施機関 | 予算* |
|--------------|--------------------------------------|---------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| 【工事中】 | | | | | |
| 騒音 | 配水管敷設ルート | 騒音（最大レベル） | 毎日（ピーク時） | 施工業者 | なし （施工業者が購入する） |
| 大気質 | 配水池建設地 配水管敷設ルート | NOx、SOx、PM10 | 1回/月（ピーク時） | 施工業者 | なし （施工業者が購入する） |
| 住民からの要望・苦情 | | 要望・苦情の内容とその件数 | 建設期間中、受付窓口を設置し随時対応する。 | 施工業者 YCDC | なし |
| 【供用時】 | | | | | |
| 水質 | -配水管末端 | 残留塩素 | 1回/月 | YCDC (DEWS) | なし* |
| 配水水位 配水流量 | -配水区1配水池 (Kokine 及び Central) - | 水量 | 1回/月 | YCDC (DEWS 中央監視室) | なし* |

*：但し、予算に人件費は含まない。

出典：JICA 調査団

8.5 消毒設備の新設・更新

8.5.1 代替案 (With/Without) の比較検討

現在の水道施設には一カ所、Yegu ポンプ場でのみ塩素注入が行われておらず、それも注塩素入量計、残留塩素系が設備されておらず、また設備容量が不足しており、1~2週間に1度程度（午前6時~午後2時まで運転）しか注入していない。給水栓における水質調査の結果、全ての観測点から大腸菌群及び糞便性大腸菌が検出されており、市民にとって安全な水を供給しているとは言い難い状況である。本コンポーネントの実施により、汚染されていない安全な水を供給することができ、ほぼ市内全域に浄水が供給されることになる。

8.5.2 スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

表 8.17 スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

| 環境項目 | 評価 | | 理由 | 調査項目 | 調査手法 |
|---------------|-----|---|--|------|------|
| | P/C | O | | | |
| 非自発的住民移転・用地取得 | D | D | 消毒設備は既存の浄水場及びポンプ場内に設置されるため、用地取得は必要なく、非自発的住民移転も発生しない。 | - | - |

| 環境項目 | 評価 | | 理由 | 調査項目 | 調査手法 |
|----------------------------|-----|----|---|--|---|
| | P/C | O | | | |
| 雇用や生計手段等の地域経済 | D | D | 影響はない。 | - | - |
| 土地利用や地域資源利用 | D | D | 用地取得はなく影響は発生しない。 | - | - |
| 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織 | D | D | 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織への影響は想定されない。 | - | - |
| 既存の社会インフラや社会サービス | D | D | 工事は全て既存施設内で行われ、社会インフラやサービスへの影響は発生しない。 | - | - |
| 貧困層、少数民族・先住民族、ジェンダー、子どもの権利 | D | D | 影響はない。 | - | - |
| 被害と便益の偏在 | D | D | 全ての住民が安全な水を享受できる。 | - | - |
| 文化遺産 | D | D | 影響はない。 | - | - |
| 地域内の利害対立 | D | D | 影響は想定されない。 | - | - |
| 水利用、水利権 | D | B+ | 安全な水を利用できるようになる。 | - | - |
| HIV/AIDS等の感染症 | D | D | 建設規模は小さく、感染が問題となるほど作業員が生活することはない。 | - | - |
| 事故 | D | B- | 消毒設備で次亜塩素酸ナトリウム溶液を使用するが、漏えい事故、腐食等が発生することが考えられる。 | <ul style="list-style-type: none"> • 保管方法 • 事故予防 | <ul style="list-style-type: none"> • 類似プロジェクトの情報収集 |
| 地形、地質 | D | D | 施設の規模は大きくないため、地形・地質への影響は想定されない。 | - | - |
| 土壌侵食 | D | D | 土壌侵食の可能性はない。 | - | - |
| 地下水 | D | D | 地下水の揚水は計画されていない。 | - | - |
| 水象 | D | D | 河川流量への影響は想定されない。 | - | - |
| 海岸 | D | D | 海岸は存在しない。 | - | - |
| 保護区 | D | D | 保護区はない。 | - | - |
| 植物相、動物相、種の多様性 | D | D | 影響はない | - | - |
| 気象 | D | D | 施設規模が大きいことから影響はない。 | - | - |
| 景観 | D | D | 塩素設備は浄水場・ポンプ場内に設置され、景観に影響は及ぼさない。 | - | - |
| 大気汚染 | D | B- | 塩素設備の不適切な管理により酸と接触して塩素ガスが発生する危険がある。 | <ul style="list-style-type: none"> • 保管方法 • 事故予防 | <ul style="list-style-type: none"> • 類似プロジェクトの情報収集 |
| 水質汚濁 | D | D | 水質への影響は発生しない。 | - | - |
| 土壌汚染 | D | D | 土壌への影響は発生しない。 | - | - |
| 廃棄物 | D | D | 廃棄物は発生しない。 | - | - |
| 騒音・振動 | D | D | 騒音・振動は発生しない。 | - | - |
| 地盤沈下 | D | D | 発生しない。 | - | - |
| 悪臭 | D | B- | 塩素設備の不適切な管理により酸と接触して塩素ガスが発生する危険がある。 | <ul style="list-style-type: none"> • 保管方法 • 事故予防 | <ul style="list-style-type: none"> • 類似プロジェクトの情報収集 |
| 底質 | D | D | 影響は想定されない。 | - | - |
| 地球温暖化 | D | D | 施設の規模は大きくなく、影響はない。 | - | - |

P: 計画時, C: 建設時, O: 運営時

A+/-: 重大な正負の影響が見込まれる。

B+/-: Aほどではないが正負の影響が見込まれる。

C+/-: 影響は不明である（調査の段階で更なる調査が必要）。

D: 影響は見込まれない。

出典: JICA 調査団

8.5.3 環境社会配慮調査結果、環境評価、緩和策及び費用

消毒設備の設置・稼働により環境・社会へ影響を与えるのは、不適切管理による事故の発生・塩素ガスによる大気汚染、悪臭の発生である。次亜塩素酸ナトリウムガスは不安定であり取扱いが難しい物質であることから、より安定している次亜塩素酸ナトリウム溶液を使用する。溶液の場合、取扱いは容易になるが、日光特に紫外線により分解が促進され有効塩素濃度が急激に減少する。20日ほどで12%の有効塩素濃度が10%に低下、気温が高いほど低下は早くなる。また強い酸化作用があり、金属類・繊維類のほとんどのものが腐食される。

上記の対策として、下記が設計及び運転時に実施される。

- 次亜塩素酸ナトリウム溶液を注入場所で生成するのはリスクが高いため、コストは高くなるが安全性を考え、溶液の形で購入する。
- 貯蔵はしない。有効塩素濃度が減少して効果が提言する前に溶液をタンクに補充する（10日に一度溶液をタンクローリーで運びタンクに注入する）。
- 水溶液は酸に強いFRPタンクを使用する。
- 直射日光による影響を軽減する薬液をFRPタンクに塗布する。
- タンクはコンクリート上に設置し、万が一、水溶液が零れた時に流出しないよう防液堤を作る。
- 水溶液が零れた際にはすぐに水で洗い流す。
- 次亜塩素酸ナトリウムの取り扱い作業時には、十分な換気を行い、必要に応じて適切な保護具（マスク、ゴム手袋、ゴム長靴、ゴム衣、保護メガネ等）を使用する。
- 誤って酸と混合したときは、直ちにアルカリ剤で中和する。

8.5.4 モニタリング計画

建設段階における負の影響は想定されずモニタリングは必要ないが、住民からの要望・苦情については管理を行い適切に対応する。供用後のモニタリングはYCDCのDEWSの責任となる。なお、結果報告先は、事業実施責任機関であるYCDC及びJICAを予定する。なお、モニタリングフォーム案は資料F.4に示すとおりである。

表 8.18 建設段階のモニタリング・プログラム

| 対象 | モニタリング位置 | 項目 | 頻度 | 実施機関 | 予算* |
|--------------|------------------------------|---------------|-----------------------|------------------|-----|
| 【工事中】 | | | | | |
| 住民からの要望・苦情 | | 要望・苦情の内容とその件数 | 建設期間中、受付窓口を設置し随時対応する。 | 施工業者 YCDC | なし |
| 【供用時】 | | | | | |
| 水質 | - 配水管末端 - 各浄水場/ ポンプ場出口 | 残留塩素 | 1回/月 | YCDC(DEWS 中央監視室) | なし* |

| 対象 | モニタリング位置 | 項目 | 頻度 | 実施機関 | 予算* |
|-----|-------------|------|------|------------------|-----|
| 配水量 | -フローメータ設置カ所 | 運転記録 | 1回/月 | YCDC(DEWS 中央監視室) | なし* |

*: 但し、予算に人件費は含まない。

出典: JICA 調査団

8.6 ステークホルダー協議

2013年7月17日に Public Consultation Seminar を開催した。

このセミナーの目的は、

- ステークホルダーの意見を環境社会配慮に係る政策決定に反映させる、
- 施設計画、料金、環境社会配慮にかかる結果を公開する、
- ステークホルダーからのコメント・意見を得る。

セミナーのアジェンダは以下の通りである。

Date: 17 July (Wednesday), 2013

Time: 14:00 p.m. to 16:30 p.m.

Venue: Kandawgyi Palace Hotel

| Time | Agenda |
|--|--|
| 13:45 - 14:00 | Registration |
| (1) Opening Session | |
| 14:00- 14:10 | Opening Speech (Secretary of YCDC) Opening Remarks (Senior Representative of JICA Myanmar Office) |
| 14:10- 14:30 | Photo session Coffee Break |
| (2) Presentation on the Priority Projects for Water Supply, Sewerage and Drainage System | |
| 14:30- 14:50 | Outline of the JICA Project Components of Priority Projects for Water Supply |
| 14:50-15:00 | Priority Project for Sewerage System and Improvement of Kandawgyi Lake |
| 15:00- 15:20 | Tariff Setting |
| 15:20- 16:00 | Results of Environmental and Social Impacts and mitigation measures |
| 16:00- 16:30 | Questions and Answers |
| (3) Closing Session | |
| 16:30 | Closing Remarks (YCDC) |
| | Announcement for closing seminar |

130名以上の参加者を得た。プロジェクトの影響を受ける人として、配水区1、7及び8に位置するタウンシップの代表者を招待した。

- ヤンゴン地域政府機関: 2
- 教授・アドバイザー等: 3
- 援助機関: 7

- タウンシップ代表者；47
- NGO：6
- メディア：25
- YCDC：34
- JICA 調査団：12

セミナーではいくつかのコメントと質問が得られた。

- 料金設定にかかる説明は、YCDCにより一般市市民へと説明されるべきであり、その後住民との密接な協議が必要である。
- 下水システムへの一般市民の課金は早すぎるのではないか。テストケースとしてまずはホテル、レストラン、コンドミニアム、工業エリアから始めてみてはどうか。

パブリックコンサルテーションセミナーの議事録は資料 F.5 に記載している。

8.7 気候変動対策

8.7.1 気候変動とミャンマー

「ミ」国は気候変動による影響を受けていると考えられるが、UNFCCC にて規定されている国別報告及び国別適応計画のいずれも提出されていないため、気候変動影響の詳細な評価結果は入手できない状況である。しかし以下の影響が考えられる。

- モンスーン期の降水の増加（UNECF 会議での発表によると 5%の降雨量の増加）
- 気温の上昇（UNECF 会議での発表によると 6月～11月に 0.5度、12月～5月に 0.6度上昇する）
- 海面上昇に加え、高潮の威力増加による沿岸地域への被害
- 浸水が長期化することによる水因感染症の悪化

8.7.2 気候変動適応策

(1) 給水施設の整備

給水施設のない配水区 7 と 8 においては、井戸水をメインに使用しており、雨水/小河川/池も水源としている。本プロジェクトでは表流水を水源として浄水場で処理された安全な水をこれらの地域に給水するものである。温暖化により枯渇の可能性のある既存水源に代わり、水道施設で安定した給水がなされ、気候変動による不規則な降水による給水問題を回避することに貢献することとなる。

(2) 水因性疾病による健康問題への貢献

水温上昇による水因性疾病が助長される懸念があるが、水道より安全な水を汲み置きすることなく使用することで、水因性疾病の発生を減少させることができ、気候変動による健康問題へ貢

献する。

(3) 塩素消毒による適切な水質管理

気候変動により、降水量や降水パターンの変化から水源の水量減少、気温上昇による水源水質の悪化が見込まれるが、塩素消毒施設により水質悪化による影響へ貢献できる。

(4) 漏水削減による電力使用量の削減

配水区 1 ゾーンにおける配管網の整備によって、漏水が改善される。漏水が削減されることにより生産に使用される電力を削減することができ、気候変動緩和策に資するものである。

第9章 結論と提言

9.1 結論

水道マスタープランでは、以下の3施設プロジェクトが優先プロジェクトとして選定された。

1. Lagunbyin 貯水池系水道システムの構築
2. 配水区1の再構築と近代化
3. 消毒施設の設置

Lagunbyin 貯水池系水道システムの水源は、Lagunbyin 貯水池である。原水は、Ngamoyeik Creek から新設の浄水場（仮称 Lagunbyin 浄水場）に導水される。配水区7（Dagon North, Dagon East）及び配水区8（Dagon South, Dagon Seikkan）には、配水池及び配水ポンプ場を設置する。浄水は送水管で各配水池に送水され、配水ポンプにより、配水管網を通して配水される。配水管網は、53のDMA（District Metered Area）に分割され、水量と水圧がDMAごとにSCADA（リモート監視・制御システム）で監視・制御される。

40MGDの中、10MGDはThilawa SEZ 用水源として確保されており、同浄水場から、配水区8の配水池を経由してThilawa SEZ にポンプ送水される。

当該配水区の2025年の推定給水人口は、586,000人、普及率は40%となる。需要水量は約31MGDとなる。Thilawa SEZ 用水と含め合計約40MGDとなる。漏水率及び無有水率の目標はそれぞれ25%及び37%である。

配水区1の再構築と近代化においては、Central 配水池（10MGD）の再建と既存老朽管の全更新を行う。配水区は高区と低区の2つの配水区に分割される。既存Kokine 配水池を低区用、Central 配水池は再構築後に、低区用として使用する。さらに、Central 配水池には配水ポンプを設置し、高区に配水を行う。配水管網には35DMAを建設し、各配水池から配水主管により各DMAに配水され、水量と水圧がDMAごとにSCADAで管理制御される。

配水区1の2025年の推定給水人口は、783,000人、普及率は86%となる。需要水量は約63MGDとなる。漏水率目標、無収水目標はそれぞれ10%、22%である。

マスタープランでは給水状況の改善目標として、「消毒された浄水の供給」を掲げており、既存水道システムに塩素消毒設備を導入して、安全な水を供給することを目的として、塩素消毒施設は以下の3か所に新設する。

- Nyaunhnapin 浄水場
- Hlawga No. 1 ポンプ場
- Yegu ポンプ場

塩素消毒設備の設置後は、ほぼ市内全域に安全な水が供給される見込みである。2025年の対象地域（配水区7及び8を除く地域）の推定給水人口は、約3,178,000人、給水普及率は64%となる。

優先プロジェクトの施設概要を以下に示す。

| プロジェクト | 番号 | 施設 | 数量/容量 | | |
|--------------------------|-------------------------|------------------------------|---|--|----------------------------------|
| Lagunbyin 貯水池系統水道システムの構築 | 1 | Lagunbyin 浄水場の建設 | 181,800 m ³ /日 - 40 MGD | | |
| | 2 | 送水管の建設 | 17.5 km | | |
| | 3 | 配水区 7 と 8 の配水施設の建設 | | | |
| | | 3.1 | 配水池 2 ケ所 | 配水区 7 : 35,000 m ³ - 7.7 MG 配水区 8 : 23,000 m ³ - 5 MG | |
| | 3.2 | 配水ポンプ場 2 ケ所 | | 配水区 7 : 4,880 m ³ /時 配水区 8 : 4,082 m ³ /時 | |
| | | 4 | Thilawa 送水管の建設 | | |
| | 4.1 | 配水区 8 の配水ポンプ場から Thilawa SEZ | | 29.5 km+河川横断 0.7km | |
| | | 4.2 | ポンプ場 | 1,750 m ³ /時 | |
| | 5 | 配水管網の整備 | | | |
| | | 5.1 | 主管 | 72 km | |
| | | 5.2 | 2次管 | | 配水区 7 : 111 km 配水区 8 : 113 km |
| | | | 給水管と水道メータの設置 | | |
| | | 5.4 | 配水管理区 (DMAs) | 配水区 7 : 29 区、配水区 8 : 24 区 | |
| | 5.5 | 送配水管理制御用 SCADA | 一式 | | |
| 配水区 1 の近代化 | 6 | 配水管網の整備 | | | |
| | | 6.1 | 主管 | 71 km | |
| | | 6.2 | 2次管 | 413 km | |
| | | 6.3 | 給水管と水道メータの設置 | | |
| | | 6.4 | 配水管理区 (DMAs) | 35 区 | |
| | 6.5 | 送配水管理制御用 SCADA | | | |
| 7 | Central 配水池の再構築 | 45,000 m ³ -10 MG | | | |
| 8 | 高区用配水池の建設 (Central 配水池) | 6,007 m ³ /時 | | | |
| 塩素消毒施設 | 9 | 3 消毒施設の建設 | Nyaungnabin 浄水場 409,200 m ³ /日 (90MGD) Hlawga No. 1 ポンプ場 239,000 m ³ /日 (52.6MGD) Yegu ポンプ場 187,000 m ³ /日 (41.1MGD) | | |

YCDC 水供給衛生局の水道事業を対象に、2025 年までの短期における能力強化を図るべき分野について整理した。その中で 3 年後までに早急に能力向上が必要な分野として、以下を選定した。

| | |
|------------|---|
| 1. 水道経営の改善 | <ul style="list-style-type: none"> 水道経営基盤の構築 顧客管理と料金徴収能力の強化 水道料金体系改定のための検討 |
| 2. 無収水管理 | <ul style="list-style-type: none"> 無収水管理・モニタリング組織の設立 無収水削減の活動基盤の整備 無収水管理に関する研修指導者養成研修 (ToT) 体制の構築 DMA モデル地区における漏水 (物理的損失) 削減活動の実施 |
| 3. 水質管理 | <ul style="list-style-type: none"> 水質管理部門の強化 YCDC の水質モニタリング体制の設立 国立衛生試験所 (NHL) との協力 浄水場維持管理における OJT |

優先プロジェクトの直接工事費は以下の通り見積もられた。

1. Lagunbyin 貯水池系水道システムの構築： []
2. 配水区 1 の再構築と近代化： []
3. 消毒施設の設置： []

優先プロジェクトの経済的内部収益率 (EIRR) は、Lagunbyin 貯水池水道システムの構築が 3.3%、配水区 1 の近代化が 6.1%であった。塩素消毒施設の EIRR は算出できなかった。最初の 2 プロジェクトの経済的な実行可能性があると判断される。

優先プロジェクトの経済的内部収益率 (FIRR) は、3 プロジェクト合算で、以下のケース分けで以下の結果となった。

| ケース名 | 条件 | FIRR |
|---------------------|--------------------------------------|--------|
| 【試算案 A】：フルコスト・リカバリー | 料金増加率 0%/年 | -10.0% |
| 【試算案 B】：フルコスト・リカバリー | 料金増加率 0%/年 初期建設費 50%を YCDC/政府資金補助 | -9.3% |
| 【試算案 C】：コスト・リカバリー | 料金増加率 0%/年 O&M 費、更新・修繕費 | -8.4% |
| 【試算案 D】：コスト・リカバリー | 料金増加率 3%/年 O&M 費、更新・修繕費 | 10.8% |

料金増加率が年率 0%の 3 つの試算案の内、プロジェクト評価期間における現在価値がプラスで、費用便益比率が 1.0 以上となったものはなかった。

FIRR をみると、【試算案 A】、【試算案 B】、【試算案 C】 の水道料金が年 0%のケースではマイナスを示している。一方、【試算案 D】 の水道料金年 3%増加、運転・維持管理費及び更新・修繕費のみのコスト・リカバリーのケースでは 10%以上と、割引率 3%や人間の基本的ニーズ事業の目安とされる 5%を上回り、高い財務的実行可能性が示された。

水道料金が年 3%で上昇した場合の住民の支払可能性について検討した。目安となる世帯所得の支払可能額は 3-5%とされている。すべての推定で、世帯所得の 3%以内に収まっており、一般的には支払可能額のレベルの範囲内にあると考えられる。年間所得増加率が 3%で 2040 年の場合、貧困層（下位 20%）の水支出額が 3%を超えるものの、許容範囲内に収まっていると判断することが可能である。

本優先プロジェクト実施により、建設期間中に交通渋滞、事故増加、大気汚染、廃棄物、騒音・振動といった影響が想定されるが、影響は建設期間中に限定されており、提案している緩和策を実施することで、軽減可能である。施設の稼働により、汚泥の発生、騒音・振動が予想されるが、これらも緩和策を実施することで影響を抑えることができる。

優先プロジェクト実施により期待される直接効果は以下のとおりである。

1. 浄水処理された安全な水の給水を受ける人口が増加する。
2. 1 人当りの水使用量が増加する。

3. 給水水質が改善される。
4. 給水時間が増加する。

以下に示す間接効果が期待できる。

1. 給水状況の改善は、コレラ、腸チフス、皮膚病および眼病など水系疾病発症の低減に寄与する。これは、家庭の医療費の低減、健康の増進に寄与する。
2. 飲料水購入代金が減少し家庭の水支出に対する負担が減少する。
3. 必要な時に必要量の水を使用可能となり、水利用の利便性が高まる。
4. 水汲みの時間と労力が低減および緩和され、労働および就学の機会が増える。
5. 水道料金政策と組み合わせることにより、給水サービスの改善は貧困層の生活状況の改善に寄与する。
6. 地域住民の生計の安定に寄与し、政情の安定化に寄与する。
7. 水道施設の建設および維持管理を通じて雇用機会が生まれる。
8. 現在の不衛生な給水により不利益を受けている産業および各種事業が活性化され、同国の経済発展に寄与する。
9. 地下水取水量の減少による将来想定される地盤沈下の防止（構造物の破損防止）と地下水の塩水化の防止ができる。

9.2 提言

既存の給水状況の主要な問題は、低い給水普及率、低い給水圧と短い給水時間、飲用できない給水水質である。水道施設における主要な問題は、限られた浄水生産量、老朽化した管路、塩素消毒施設の不備がある。水道運営の主要な課題は、高い無収水率や水道経営基盤の不備があげられる。これらの問題に対処するための第1段階として、提案された施設整備及び能力向上に係る優先プロジェクトを早急に開始する必要がある。

長期間インフラ投資が滞ったため、水道サービスレベルも低いままである。従って、水道サービスの改善のための施設整備には、多額の資金の投入が必要となる。ドナーの低利融資を活用することにより YCDC あるいは国の負担を少なくして整備を実施する必要がある。また、能力向上に関しても、高い技術力を有する日本等の国からの支援の基、効率的かつ迅速にその運営ノウハウ・技術の移転を行うことを薦める。

施設の整備を行い水道サービスを改善するためには、水道料金の引き上げと最適化が避けられない。住民への啓蒙活動、貧困層への配慮等を検討し、最適な水道料金の設定を行う必要がある。

環境影響評価では、建設と運転段階で軽微な影響が確認された。確実に緩和策が実施されるようモニタリングの実施が必要である。