

フィリピン国
カガヤン・デ・オロ水道区
(COWD)

フィリピン国
「地方都市水道整備事業(Ⅲ)
(カガヤン・デ・オロ水道区)」に係る
援助効果促進調査

業務報告書

平成 26 年 11 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

横浜ウオーター株式会社

フピ事

CR(3)

14-003

フィリピン国
カガヤン・デ・オロ水道区
(COWD)

フィリピン国
「地方都市水道整備事業(Ⅲ)
(カガヤン・デ・オロ水道区)」に係る
援助効果促進調査

業務報告書

平成 26 年 11 月
(2014 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

横浜ウォーター株式会社

目次

| | | |
|---------|---------------------|------|
| 0 | 要約 | |
| 1 | 序論 | |
| 1.1 | 業務概要 | 1-1 |
| 1.1.1 | 業務の背景 | 1-1 |
| 1.1.2 | 業務の目的 | 1-1 |
| 1.2 | 業務範囲 | 1-2 |
| 1.2.1 | 業務対象地域 | 1-2 |
| 1.2.2 | 業務内容 | 1-2 |
| 1.2.2.1 | 調査計画 | 1-2 |
| 1.2.2.2 | 調査項目 | 1-2 |
| 1.2.3 | 業務実施フロー | 1-6 |
| 2 | 調査地域状況 | |
| 2.1 | 基礎情報 | 2-1 |
| 2.1.1 | 自然条件 | 2-1 |
| 2.1.1.1 | 調査位置 | 2-1 |
| 2.1.1.2 | 地形 | 2-1 |
| 2.1.1.3 | 気象 | 2-2 |
| 2.1.1.4 | 地質・土質 | 2-4 |
| 2.1.2 | 社会・経済 | 2-5 |
| 2.1.2.1 | 人口 | 2-5 |
| 2.1.2.2 | 産業・経済 | 2-6 |
| 2.1.2.3 | 社会基盤整備 | 2-7 |
| 2.1.2.4 | 教育 | 2-9 |
| 2.1.2.5 | 収入・貧困 | 2-10 |
| 2.1.3 | 行政機関 | 2-11 |
| 2.1.3.1 | カガヤン・デ・オロ市役所 | 2-11 |
| 2.1.3.2 | 上水道関連政府機関 | 2-12 |
| 2.1.3.3 | 下水道関連政府機関 | 2-12 |
| 2.2 | カガヤン・デ・オロ市水道区(COWD) | 2-13 |
| 2.2.1 | 水道区の組織 | 2-13 |

| | | |
|------------|------------------------------------|------------|
| 2.2.1.1 | COWD 創設からの歴史 | 2-13 |
| 2.2.1.2 | 事務分掌 | 2-14 |
| 2.2.2 | 経営・財務 | 2-18 |
| 2.2.2.1 | 経営 | 2-18 |
| 2.2.2.2 | 財務諸表 | 2-19 |
| 2.2.2.3 | 収入管理システム | 2-24 |
| 2.2.2.4 | 水道料金 | 2-25 |
| 2.2.3 | 配水量分析 | 2-27 |
| 2.2.3.1 | 配水量分析表 | 2-27 |
| 2.2.3.2 | 無収水量の経緯 | 2-27 |
| 2.2.3.3 | 水道メータ不感 | 2-29 |
| 2.2.3.4 | 納入不可能料金 | 2-30 |
| 2.2.3.5 | 漏水 | 2-31 |
| 2.2.3.6 | 違法接続 | 2-31 |
| 2.2.4 | 送配水システム | 2-31 |
| 2.2.4.1 | 総配水量 | 2-31 |
| 2.2.4.2 | 送配水システム | 2-32 |
| 2.2.4.3 | 配水池 | 2-35 |
| 2.2.4.4 | 地下水ポンプ・増圧ポンプ | 2-35 |
| 2.2.5 | 給水施設 | 2-37 |
| 2.2.6 | 既存 DMA | 2-39 |
| 2.2.7 | 水道メータ検針・請求・未納 | 2-40 |
| 2.2.7.1 | 水道メータ検針・請求 | 2-40 |
| 2.2.7.2 | 未納処理フロー・給水停止 | 2-41 |
| 2.2.7.3 | 新規顧客セミナー | 2-42 |
| 3 | 業務実施内容及び提言 | |
| 3.1 | 無収水削減活動の現状把握と提言 | 3-1 |
| 3.1.1 | 無収水削減対策チームの機能や活動状況 | 3-1 |
| 3.1.2 | COWD の無収水削減対策への取り組み | 3-2 |
| 3.1.3 | 無収水削減対策の机上と現場での業務フロー | 3-2 |
| 3.1.4 | 現行システムの把握、問題点や課題の抽出、それら危害に対する措置と対応 | 3-3 |
| 3.2 | 無収水削減対策に関する各種活動への提言 | 3-4 |
| 3.2.1 | 管網図の状態、精度の確認、管網図情報に関する提言 | 3-4 |

| | | |
|------------|-----------------------------------|-------------|
| 3.2.1.1 | 管路台帳と管路図面の管理状況・属性内容・更新頻度・更新の流れ | 3-4 |
| 3.2.1.2 | 図面の精度 | 3-5 |
| 3.2.1.3 | 現場での精度確認 | 3-5 |
| 3.2.1.4 | 仕切弁・消火栓類の設置数・間隔 | 3-6 |
| 3.2.1.5 | 仕切弁の開閉情報・点検状況 | 3-6 |
| 3.2.2 | 無収水量の分析状況 | 3-7 |
| 3.2.2.1 | 無収水率の水量データと内訳データの収集方法 | 3-7 |
| | (1) 漏水量 | 3-7 |
| | (2) 違法接続水量(盗水量) | 3-10 |
| | (3) メータ不感水量 | 3-11 |
| | (4) 水道区事業用水量 | 3-15 |
| | (5) 料金支払不可能水量 | 3-15 |
| | (6) 総配水量 | 3-15 |
| 3.2.2.2 | 無収水率決定までの流れ | 3-18 |
| 3.2.2.3 | 水道使用に関するデータ分析 | 3-18 |
| 3.2.3 | 地上漏水・地下漏水発見数の経緯、地域別発生数、水圧の状態 | 3-20 |
| 3.2.3.1 | 漏水発見数の各種要因比較 | 3-20 |
| 3.2.3.2 | 漏水と水圧の関係 | 3-20 |
| 3.2.4 | COWD の全体管網、送水管レベルの管網計算 | 3-21 |
| 3.2.4.1 | 送水管レベルの管網計算 | 3-21 |
| 3.2.5 | 給水設計と給水管接続 | 3-27 |
| 3.2.5.1 | 給水管分岐(Stub-Out)の給水栓数 | 3-27 |
| 3.3 | DMA 構築と管網計算に関する提言 | 3-29 |
| 3.3.1 | DMA 構築 | 3-29 |
| 3.3.1.1 | DMA 設定候補地 | 3-29 |
| 3.3.1.2 | 既存 DMA の設定方法 | 3-30 |
| 3.3.1.3 | バランガイ別人口(戸数)データならびに給水量データ | 3-31 |
| 3.3.2 | 管網計算結果による管網整備に関する提言 | 3-33 |
| 3.3.2.1 | 管網計算結果による給水不良区域に対する管網改良 | 3-33 |
| 3.3.2.2 | 対象管路の周辺環境 | 3-34 |
| 3.4 | 組織・人材、広報、顧客サービスに関する無収水削減対策 | 3-34 |
| 3.4.1 | 組織機構改革 | 3-34 |
| 3.4.2 | 広報 | 3-35 |
| 3.4.3 | 水道サービスの向上 | 3-35 |

| | | |
|---------|------------------------------|------|
| 3.4.4 | インセンティブ・メカニズム | 3-35 |
| 3.4.5 | 外部委託 | 3-36 |
| 3.5 | 漏水調査計画の立案と携行漏水調査機器による現地研修 | 3-36 |
| 3.5.1 | 現地研修 | 3-36 |
| 3.5.2 | OJTの結果 | 3-38 |
| 3.5.2.1 | 相関式漏水探知機 | 3-38 |
| 3.5.2.2 | 面的相関式漏水探知機 | 3-39 |
| 3.5.2.3 | 樹脂管用漏水探知機 | 3-39 |
| 3.5.3 | 使用機器の有効性 | 3-40 |
| 3.5.3.1 | COWDによる漏水調査機材の評価 | 3-40 |
| 3.5.3.2 | ユーザーレビューと考察 | 3-41 |
| 3.5.3.3 | 購入する場合の機器構成 | 3-44 |
| 3.6 | COWDの財政見通し | 3-45 |
| 3.6.1 | 新規借入れによる実施事業 | 3-45 |
| 3.6.2 | 新規借入れを踏まえたCOWDの財政見通し | 3-46 |
| 4 | 中長期計画策定に向けて | |
| 4.1 | 配水ブロック化の検討 | 4-1 |
| 4.2 | 効率的な水運用と24時間給水 | 4-1 |
| 4.3 | SCADAシステムの導入 | 4-2 |
| 4.4 | 表流水浄水システムの検討 | 4-3 |
| 4.5 | 過去における拡張工事の把握 | 4-5 |
| 4.6 | 市行政との財務負担 | 4-5 |
| 4.7 | 下水道の整備 | 4-5 |
| 5 | さいごに | 5-1 |
| 6 | 資料 | 6-1 |
| 6.1 | COWD Annual Report 2013 (抜粋) | 6-2 |
| 6.2 | 水道メータ不感調査表 | 6-48 |
| 6.3 | 現地業務日程表 | 6-53 |
| 6.4 | 現地業務キックオフ・ミーティング資料 | 6-57 |
| 6.5 | 現地業務レポート資料 | 6-64 |

図・表リスト

| | | |
|----------|-----------------------------|------|
| 図-1.2.1 | 業務実施フロー | 1-6 |
| 図-2.1.1 | CDO市の位置 | 2-1 |
| 図-2.1.2 | CDO市の主な河川 | 2-2 |
| 図-2.1.3 | CDO市の月別気温 | 2-3 |
| 図-2.1.4 | CDO市の降雨と日照時間 | 2-4 |
| 図-2.1.5 | CDO市の地質図 | 2-5 |
| 図-2.1.6 | 1970年以降のCDO市の人口とその伸び率 | 2-6 |
| 図-2.1.7 | カガヤン・デ・オロ市役所組織図 | 2-11 |
| 図-2.1.8 | 上水道関連政府機関図 | 2-12 |
| 図-2.1.9 | 下水道関連政府機関図 | 2-12 |
| 図-2.2.1 | COWD 組織図 | 2-14 |
| 図-2.2.2 | 送配水量、管路延長、無収水率の推移 | 2-29 |
| 図-2.2.3 | 水道メータ器差曲線 | 2-30 |
| 図-2.2.4 | 給水区域と水道施設配置 | 2-33 |
| 図-2.2.5 | 水道施設システム系統図 | 2-34 |
| 図-2.2.6 | Stub-Outの構造一般図 | 2-38 |
| 図-2.2.7 | 既存DMA箇所とパイロット地区 | 2-40 |
| 図-3.2.1 | COWD 管路図面(マッピング) | 3-4 |
| 図-3.2.2 | DMA San Lazaro への流入量 | 3-9 |
| 図-3.2.3 | 違法接続場所 | 3-10 |
| 図-3.2.4 | 水道メータ器差曲線と水道メータ器差分布 | 3-14 |
| 図-3.2.5 | 不良水道メータの更新による無収水率の改善 | 3-14 |
| 図-3.2.6 | 簡易基準タンクによる水道メータ器差試験システム | 3-15 |
| 図-3.2.7 | 既設電磁流量計と超音波流量計との測定比較 | 3-16 |
| 図-3.2.8 | 水需要予測の計算手順 | 3-19 |
| 図-3.2.9 | 給水区域における水圧分布 | 3-21 |
| 図-3.2.10 | 東側の給水区域における管網計算(現状) | 3-23 |
| 図-3.2.11 | 西側の給水区域における管網計算(現状) | 3-24 |
| 図-3.2.12 | 東側の給水区域における管網計算(東側を二分割する場合) | 3-25 |
| 図-3.2.13 | 西側の給水区域における管網計算(管路を増径する場合) | 3-26 |
| 図-3.2.14 | Stub-Out の分割例 | 3-28 |
| 図-3.3.1 | DMA選定箇所 | 3-29 |

| | | |
|----------|---------------------------------------|------|
| 図-3.3.2 | COWD給水区域とバランガイ | 3-31 |
| 図-3.3.3 | 管路更新の必要な路線 | 3-34 |
| 図-3.5.1 | 漏水調査結果 | 3-37 |
| 図-3.6.1 | 経常利益[現状維持の場合] | 3-58 |
| 図-3.6.2 | 経常利益[用水供給 40,000m ³ /日の場合] | 3-58 |
| 図-3.6.3 | 経常利益[用水供給 20,000m ³ /日の場合] | 3-59 |
| | | |
| 表-2.1.1 | CDO市の過去20年間の平均気象 | 2-3 |
| 表-2-1-2 | 比国の教育制度 | 2-9 |
| 表-2.1.3 | CDO市内の公立学校における教育関連の指標 | 2-10 |
| 表-2.1.4 | CDO市を含む第10地域の収入、貧困の状況 | 2-10 |
| 表-2.2.1 | COWDの部課名と事務分掌 | 2-15 |
| 表-2.2.2 | 部別職員数 | 2-17 |
| 表-2.2.3 | COWDの給水基本情報 | 2-18 |
| 表-2.2.4 | COWDの給水原価と供給単価 | 2-18 |
| 表-2.2.5 | 貸借対照表 | 2-21 |
| 表-2.2.6 | 損益計算書 | 2-22 |
| 表-2.2.7 | キャッシュフロー計算書 | 2-23 |
| 表-2.2.8 | ファンドフロー計算書 | 2-24 |
| 表-2.2.9 | 水道料金表(家事用/政府用) | 2-26 |
| 表-2.2.10 | 水道料金表(商工業用) | 2-26 |
| 表-2.2.11 | 配水量分析表 | 2-27 |
| 表-2.2.12 | 給水栓、水量、管路延長、無収水率の推移 | 2-28 |
| 表-2.2.13 | COWDにおける水道メータ適正試験 | 2-30 |
| 表-2.2.14 | 取水ポンプの定格揚水量による計画最大配水量 | 2-32 |
| 表-2.2.15 | 配水池諸元表 | 2-35 |
| 表-2.2.16 | 取水ポンプ諸元表 | 2-36 |
| 表-2.2.17 | 増圧ポンプ諸元表 | 2-37 |
| 表-2.2.18 | 設置規定を満たしていないStub-Outの数 | 2-39 |
| 表-2.2.19 | DMAにおける夜間最小流量測定値 | 2-39 |
| 表-3.2.1 | 住宅地における夜間最小流量測定結果 | 3-9 |
| 表-3.2.2 | 水道メータ不感水量試験表 | 3-13 |
| 表-3.2.3 | 既設電磁流量計と超音波流量計との測定比較 | 3-16 |
| 表-3.2.4 | 調査分析前後の配水量分析量 | 3-17 |

| | | |
|----------|--|------|
| 表-3.2.5 | 設置規定を満たさぬStub-Outの分割 | 3-27 |
| 表-3.3.1 | DMAにおける夜間最小流量測定値 | 3-30 |
| 表-3.3.2 | DMA構築が可能な区域 | 3-30 |
| 表-3.3.3 | バランガイ別人口 | 3-32 |
| 表-3.3.4 | 管路更新路線 | 3-33 |
| 表-3.4.1 | 顧客満足度調査結果 | 3-35 |
| 表-3.5.1 | 漏水調査機材の評価 | 3-40 |
| 表-3.5.2 | 漏水調査チーム2班体制において用意する漏水調査機材の構成 | 3-44 |
| 表-3.6.1 | DBP事業費用の内訳 | 3-45 |
| 表-3.6.2 | DIPとPVC管の布設費用の比較 | 3-46 |
| 表-3.6.3 | シミュレーション前提条件 | 3-47 |
| 表-3.6.4 | COWDの老朽管(1990年以降に布設したuPVC管、PE管)更新費用 | 3-48 |
| 表-3.6.5 | COWDの必要となる管路更新費用 | 3-48 |
| 表-3.6.6 | 損益計算書シミュレーション[現状維持の場合] | 3-49 |
| 表-3.6.7 | 損益計算書シミュレーション[用水供給40,000m ³ /日の場合] | 3-52 |
| 表-3.6.8 | 損益計算書シミュレーション[用水供給20,000m ³ /日の場合] | 3-55 |
| 表-3.6.9 | 資金計画シミュレーション[用水供給40,000m ³ /日、元金据置なし] | 3-61 |
| 表-3.6.10 | 資金計画シミュレーション[用水供給40,000m ³ /日、元金据置あり] | 5-63 |
| 表-4.4.1 | 浄水場建設費用 | 4-4 |

写真集



写真-2.2.1 一つのStub-Outに82個の水道メータが設置されている例 [2-39]



写真-2.2.2 メータ検針(左)と検針データ入力・請求書作成(右) [2-41]



写真-2.2.3 未納断水作業(左2枚)、再接続作業(右2枚) [2-42]



写真-2.2.4 新規接続セミナー [2-42]



写真-3.1.1 地上漏水発生箇所(左)、地下漏水(中・右)の調査 [3-1]



写真-3.1.2 市内の水溜り発生箇所の状況 [3-2]



写真-3.1.3 事務所内での現場確認(左)と役割分担のイメージ・トレーニング(右) [3-3]

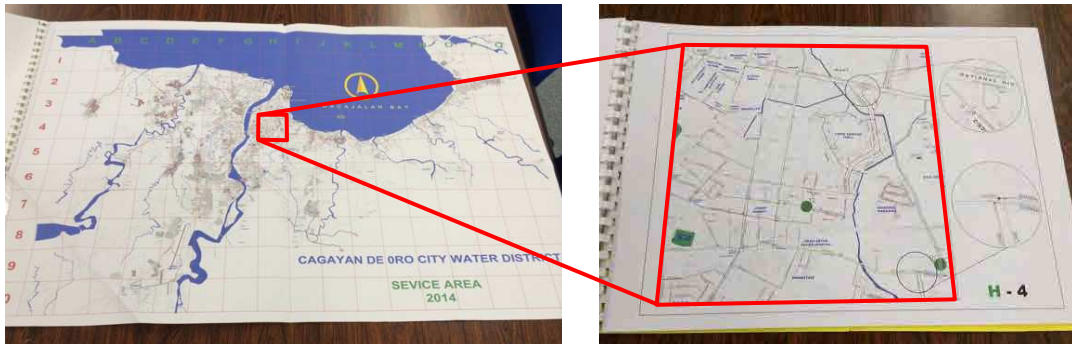


写真-3.2.1 COWD 作成のメッシュ管理図面 [3-4]



写真-3.2.2 維持管理されていない仕切弁室(ハンドホール)内 [3-7]



写真-3.2.3 地上式消火栓(右:消火栓からの排水) [3-7]



写真-3.2.4 既存DMA(左から[1]RER Sub Division P1、[2]San Lazaro、[3]Limketkai) [3-8]



写真-3.2.5 違法接続箇所(左)と地上を走る露出配管 PVC 管(右) [3-11]



写真-3.2.6 水道メータ試験室(左:設置前、中・右:計測中) [3-11]



略語

- ACP: Asbestos Cement Pipe (石綿管)
- CAD: Computer Aided Design (コンピュータによる設計支援)
- CDO: Cagayan de Oro (City) (カガヤン・デ・オロ市)
- COWD: Cagayan de Oro City Water District (カガヤン・デ・オロ水道区)
- DBP: Development Bank of the Philippines (フィリピン開発銀行)
- DIP: Ductile Iron Pipe (ダクタイル鉄管)
- DMA: District Metered Area (水道メータで管理される給水区域)

DN: Diamètre Nominal (管口径)
JICA: Japan International Cooperation Agency (独立行政法人国際協力機構)
LCC: Life Cycle Cost (ライフサイクルコスト、生涯費用)
LWUA: Local Water Utilities Administration (フィリピン地方水道公社)
MCWD: Metropolitan Cebu Water District (セブ首都圏水道区)
NAWASA: National Waterworks And Sewage Agency (国家上下水道公社)
NRW: Non-Revenue Water (無収水)
PE: Polyethylene (pipe) (ポリエチレン管)
PSI: Pound per Square Inch (ポンド毎平方インチ：圧力の単位)
PVC: Poly-vinyl Chloride (pipe) (塩化ビニル管)
RVWC: Rio Verde Water Consortium (リオ・ベルデ水道企業)
SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition (監視制御システム)
SP: Steel Pipe (鋼管)
uPVC: Unplasticized Poly-vinyl Chloride (pipe) (硬質塩化ビニル管)
WD: Water District (その地域における水道区・水道公社)
YWC: Yokohama Water Co., Ltd. (横浜ウォーター株式会社)
YWWB: Yokohama Waterworks Bureau (横浜市水道局)

術語(五十音順)

時係数：配水系統(給水区域)における時間平均給水量に対する時間最大給水量の比率を表すための係数(最大÷平均)で時間係数ともいう。配水施設計画では、計画一日最大給水量から計画一日時間最大給水量を算定するとき、その配水系統の実績または類似地域の状況を参考に時間係数を定め、算定に用いる。

時係数は、配水系統の規模や配水地域の用途で異なるが、一般に配水量の多い系統や商業地域ほど値は小さい(1.1～1.4程度)。また、住宅地の占める割合の高い系統ほど値は大きい(1.5～2.0前後)。

DMA：District Metered Area の略語で、水道メータで給水量を測定・管理するために区切られた給水区域を意味する。区域を仕切弁で区切り、1点ないし複数点から水を流入させ、区域内で水を消費させる。流入側の親メータの水量(配水量)から、各戸に設置されている水道メータ使用量の総和(有収水量)を差し引くことで、区域内の無収水量(=配水量－有収水量)を算出することができる。

配水ブロックシステム：給水区域を配水池及び配水ポンプを核に、いくつかの配水区域に分割し、さらにその中を分割して、ブロックごとに水量及び水圧を管理するシステムをいう。配水区域の設定には、給水区域の需要の形態、地形条件及び地勢条件に配慮し、特に、標高差の大きいときは高区と低区に分離する。配水区域内の配水本管は管網を形成するのが望ましい。配水ブロックは、地形、地勢を考慮して適当な広さに分割し、配水支管網により各需要者に

給水するが、必要に応じて増圧ポンプや減圧弁を設ける。また、異常時における給水の影響範囲を少なくするため、隣接する配水区域間や配水ブロック間は相互融通を可能としておくが望ましい。

単位換算表

| Pressure | MPa (N/mm ²) | bar (Mdyn/cm ²) | PSI (lbf/in ²) | atm (Standard Atmosphere) |
|------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| MPa (N/mm ²) | 1 | 10 | 145.04 | 9.869 |
| bar (Mdyn/cm ²) | 0.1 | 1 | 14.504 | 0.9869 |
| PSI (lbf/in ²) | 0.006895 | 0.06895 | 1 | 0.06805 |
| atm (Standard Atmosphere) | 0.101325 | 1.01325 | 14.696 | 1 |

外貨換算レート (2014年10月)

1 PHP(フィリピン・ペソ) = 2.433 JPY (日本円)

1 USD(米国・ドル) = 109.45 JPY (日本円)

0 要約

0.1 業務の概要ならびに目的

2011年12月、フィリピン国(以降、比国とする)北部ミンダナオ地域を中心に襲った熱帯暴風雨「センドン(国際名ワシ)(以降、センドンとする)」は、被災者約117万人、死者約1,250人という甚大な被害を発生させた。人口約60万人を抱えるカガヤン・デ・オロ市(以降、CDO市とする)は、センドンによる被害の大きかった都市の一つであり、上水供給システムも同時に甚大な被害を被った。これらの被害を受け、カガヤン・デ・オロ市水道区(Cagayan de Oro City Water District、以降、COWDとする)は管轄地域のうち、円借款事業である「地方都市水道整備事業(フェーズⅢ)」(Provincial Cities Water Supply Project Phase III)の対象地域であり、センドンによる被害が著しかった地区の上水供給システムリハビリへの支援を2012年5月22日にJICAに対し要望し、2013年10月に上水供給システムを復旧させた。

関連附带プロジェクトにより、COWD被災施設は被災前の状態に完全復旧し、COWDによるCDO市内の上水供給人口は約58万人(2013年時点)、上水供給能力は163,000m³/日となっている。しかしながら、無収水率は56%と非常に高く非効率的な状況にある。高い無収水率は種々の要因が考えられるが、COWDの管理する配水管路延長510kmのうち、54%が塩化ビニル管であり、その約3割が布設後30年以上経過していることから、配水管の経年化に起因する漏水率の高さが大きく影響していると推察される。しかし、COWDでは費用対効果を考慮した効果的・効率的な無収水削減対策プログラムを策定するノウハウ・技術力が十分でないことから、COWDはJICAに同プログラム策定支援にかかる調査の実施を要望した。

本援助効果促進調査で得られる提言は、無収水削減対策プログラムを策定するためにCOWDで活用される。COWDは同プログラムの実施資金を政府系または民間の金融機関に融資を求めることとなるが、特に、JICAにより実施中の円借款事業である「環境開発事業」の活用を予定している。

業務の目的としては、COWDの無収水の現況を確認し、COWDが現在実施している無収水削減活動の状況を技術面、組織制度面、財務面から精査し、現状の活動の課題・問題点を把握すること、各課題に対する改善対策の提言を行うことを目的とする。

0.2 業務内容と日程

本業務の内容は主としてCOWDの水道事業に関する調査とそれら調査結果の分析に伴う提言である。これらの提言は、持続的、戦略的、かつ、中長期的な視野で構築する各種の中長期計画をCOWDが策定していくための助言となるものとする。

現地業務の実施期間は2014年4月下旬から同年10月中旬までとし、3回の現地業務を実施した。また、現地業務の前後に事前準備ならびに国内作業を実施した。

第1次現地業務：2014年4月29日(火)から6月3日(火)まで (36日間)

第2次現地業務：2014年7月31日(木)から8月20日(水)まで (21日間)

第3次現地業務：2014年10月12日(日)から10月23日(木)まで (12日間)

0.3 調査と提言

現地業務全体を通して、以下の項目について調査を行い、それらに対する提言をまとめるものとする。調査については第2章で記述し、提言については第3章で記述する。

0.3.1 無収水削減活動の現状把握と提言

COWDが2009年に設立した漏水調査チームは、維持管理担当の課長をリーダーとする5名のスタッフの合計6名で構成されていたが、本業務開始を機に職員がさらに5名追加され、リーダーの元で合計11名の2チーム編成(5名/チーム)となった。これまでは年間約10km程度の配水管の漏水調査の計画ならびに実施をしていたが、本業務実施期間中の5ヶ月間(23週間)にて約180kmの送配水管の漏水調査を計画的に実施した。これまで地上漏水の漏水点の確認が主であったが、地下漏水の発見を主とした漏水調査を実施してきた。

漏水調査計画について、年間を通じた長期的な計画(地域分け、機器の選定)と、短期的にその週に行う漏水調査区域の細かな調査日程等を決めるよう提言した。短期的調査では、まず、現場調査開始前に(1)調査区域の図面を用意し、(2)調査ルートを選定し、(3)消火栓や仕切弁位置の確認を行い、(4)交通状況や周辺地域の安全対策を図り、(5)調査人員の役割やローテーションを決める、等について全員参加のもと、机上で入念に検討・確認することを提案した。さらに、現場での効率的効果的な漏水調査を実施するためにはそれぞれがどう行動したらよいかを全員参加のもと、室内で役割分担のシミュレーションを実施した。全員がそれぞれの役割を全て果たせるように役割を交替しながら現場でのイメージ・トレーニングを実施した。これらによって、漏水調査チームは即時に導入・習得し、以降、これらを忠実に実践している。

0.3.2 無収水削減対策に関する各種活動への提言

0.3.2.1 無収水率の水量データと内訳データの収集方法

COWDでは、無収水率は総配水量から有収水量とする水道料金徴収水量を差引きした水量を元に無収水量として、総配水量との無次元化により算出している。無収水量には(1)漏水量、(2)違法接続水量(盗水量)、(3)水道メータ不感水量、(4)水道区事業用水量、(5)料金支払不可能水量が計上されるが、COWDでは(4)水道区事業用水量のみが計上され、他はその他の水量のみに計上されている。元々、COWDでは無収水量の分類はしておらず、本業務にて初めてその内訳を分析した。

(1) 漏水量

給水区域に水圧・水量での管理が容易となるDMAを設定することで、各DMAでの漏水は夜間最小流量測定により算出することが可能となる。

DMAは水道メータの流量で管理される区域の意味で、仕切弁や管栓により区切られ独立した給水区域(DMA内)に流入する水量を流量計で計測[A]し、流入した水道水はそのDMA内の各家庭の水道メータを通過して使用[B]されることにより、「流入流量[A]－全水道メータ使用量[ΣB]＝無収水量」が算定される。

夜間最小流量測定により、DMA内の無収水量の内、実際の漏水量に近い水量を推量することができる。夜間(深夜)帯は水道使用量が極端に少なくなり、DMA内の誰も水道水を使用しない時間が極一瞬あるとすると、DMA内の管路に漏水が無い場合、流入流量は「0」である。しかしながら、流入流量がある程度の流量をカウントされている場合、その流量分が漏水として算定される。

既存DMAからの数値がCOWD全体に換算できるとは言えないが、漏水率は40%程度を有していると計算される。

(2) 違法接続水量(盗水量)

COWDでは、違法接続水(盗水)について、発生場所や盗水量について把握出来ていない。2013年のCOWDの違法接続の発見件数は166件と報告されている。しかし、地上配管(露出配管)が多く、PVC管を使用している、さらに、水圧が低い状況からは、水道管へのアクセスは非常に簡単で、簡易な工具で分岐管の接続が可能となってしまうことから、実際の違法接続件数はもっと多いことが想定される。今後、違法接続(盗水)の監視体制を厳しくするなど対応が求められる。

その対策として、違法接続は主に路上配管部で起きていることから、路上配管部の場所の把握を行い、管網マップへそれらのポイントを落とし、漏水調査チームのみならず、水道区全体で水道メータ検針員、検針水量調査グループ、維持管理の作業チーム等、日頃、給水区域内で業務を行っている部署の職員に対し、違法接続の確認を行うよう、実施要領を策定することが必要である。違法接続水量は、その実際の水量を把握することは困難である。どのくらいの違法接続が存在し、どれだけの流量が分岐されているかが不明であるため、漏水量と組み合わせることが多い。なお、DMAが完全に構築され、全給水区域で夜間最小流量測定が実施できた場合、基礎漏水量の算定が可能となり、漏水量と組み合わせた違法接続水量は、基礎漏水量を控除することで算定できる。

(3) メータ不感水量

COWDでは、顧客の水道メータは故障した場合に限り交換するとされている。COWDでは水道メータ試験室を有しており、新規購入メータの検査、顧客からの依頼による検査を実施し、その

水道メータが適正範囲に「ある」か「ない」かを判断している。よって、無収水におけるメータ不感水量は把握されていないことから、今回、メータ試験室の施設を用いて短時間でメータ不感水量が算定できる方法を実施した。

メータ不感水量を求めるために、COWD内で経年的に使用されている設置1年目から10年目まで各経過年度のメータをそれぞれ各5個抽出し、合計50個の水道メータを集め、試験室にて試験流速を30L/h、60L/h、120L/h、800L/h、それぞれ定格流量を10L、20L、40L、100Lとして試験機から水を流し、定格流量と各水道メータのカウント数を比較し、各々の流速における計測誤差を算出した。

50検体を試験した結果、全体として、極小流速から大流速の全域において、水道メータの動作は回りにくい傾向にある。極小流速30L/hでは-17%、小流速60L/hでは-10%であるが、実際使用されている流量が少ないため、流量的な影響はそれほど大きくはない。中流速120L/hでは-4.3%、大流速800L/hでは-3.9%であった。各家庭においてシャワー、洗濯、トイレ・フラッシング、散水等を主に行うが、これらは大流速での状況で行われる。全流速域で計算すると全水道メータの不感率は-4.6%を示した。これらの状況下で水道メータが回りにくい状況にあることは、COWDにとって無収水率を常時4.6%計上していることになる。

検体中、非常に回りにくい水道メータが5個あった。中には-100%に近い、全く回らないメータも存在した。本実験50検体中、5個のメータが不良メータと言え、全体の10%に相当する。COWDの有する87,000個の水道メータに換算すると8,700個の不良メータが市内に存在していることになる。メータ検針時に動作不良の疑いがある水道メータについては、故障を待たずに早期に試験を行い動作確認する必要がある。

COWDにおいて、これらの不良メータを新規メータに交換できた場合、無収水率は4.6%から有収水率側の0.7%になる。無収水率の内訳であるメータ不感水量は5.3ポイント(4.6-(-0.7))向上する試算になる。

水道メータは生産国、製造会社の違いは、傾向としてそれ程大きくない。

(4) 水道区事業用水量

水道区事業用水量は、既にCOWDで毎年水量を計算していることから、その水量を使用する。

(5) 料金支払不可能水量

料金支払不可能水量については、毎年発行しているAnnual Reportに計上されている前年度の回収不可能金(Uncollectable Account)を使用し、水道収入に対する比率を計上する。

(6) 総配水量

配水量分析表の構成は、総配水量を100%とし、そこから計算しやすい有収水量を差し引き、無収水量を算出している。無収水率は上記の複数の項目から構成されており、計算可能である

水道区事業用水量、料金支払不可能水量を、さらに実験等から把握可能なメータ不感水量を差し引き、漏水量と違法接続水量を算定し、夜間最小流量測定から漏水率の推定を行い、全項目が表れることとなる。

そこで、重要になるのは、大元である総配水量の水量の正確性が問われてくる。有収水量は水道料金から計算されるため、ほぼ正確であるが、総配水量の正確性により、これらから計算される有収水率は大きく異なってくる。

有収水率の計算では、有収水率＝有収水量／総配水量×100(%)であるが、分母である総配水量の計測の正確性により有収水率は異なり、連動する無収水率も異なってくる。COWDでは自己水源である深井戸にある流量計の維持管理は十分とは言えず、設置されている電磁流量計と超音波流量計との比較では、88%から163%と計測値の振れが大きい。

用水受水の計測誤差は 163%を示しているが、超音波流量計数値が正確だと仮定すると、用水受水流量 40,000m³/日とした場合、実際は 24,500m³/日しか送水されていないことになる。2013年に COWD では総配水量は 157,000m³/日とされているが、実際は 141,500m³/日である可能性がある。また、深井戸の流量計についても 3 箇所(全体の 11%)だけのデータであるが計測誤差 113%を示しており、深井戸全体で 13,500m³/日の計測誤差が考えられる。ここではこの内、3,500m³/日(25%)を考慮すると 138,000m³/日が実総配水量と計算できる。

COWD の 2013 年の配水量分析量について、調査分析前後を表すと次表の様になる。

表 調査分析前後の配水量分析量(2013年)

| | | 分析前 | 分析後 | |
|---|-------------------|--|-------|-------|
| 総配水量 100% 157,000m ³ /日 ↓ 138,000m ³ /日 | 有収水 44.4→50.5% | 水道収入 | 44.4% | 50.5% |
| | | その他 | +0.0% | +0.0% |
| | 無収水 55.6→49.5% | 漏水 | N/D | 42.1% |
| | | 違法接続 | N/D | |
| | | メータ不感 | N/D | 4.6% |
| | | 料金回収不可能 | N/D | 0.4% |
| | | 水道区事業用水 | 1.5% | 1.7% |
| | | その他 | 54.1% | -- |
| ↓ | | | | |
| 総配水量 | 分析前 | 分析後 | | |
| COWD 深井戸 | 117,000 | 113%で割戻すと 103,500 → 左との差分 13,500 に対し、全部の深井戸でなく、その内の 25%の井戸が誤差と定義する → 103,500+13,500×(1-0.25)=113,600 | | |
| RVWC 用水受水 | 40,000 | 163%で割戻すと 24,500 | | |
| 計 (m ³ /日) | 157,000 | 138,000 | | |

0.3.2.2 給水設計と給水管接続

COWDにおいて、Stub-Out台帳では1箇所のStub-Outに最大96個の水道メータを接続している箇所がある。そこでは水道メータ以降の各戸への給水管は口径13mmのPVC管や水道ホースで延々と10～100m以上配管されている給水管もあり、途中十数ヶ所で漏水が発見されている。各戸給水管は露出配管であることから、道路横断部で管防護されていない場合、自転車や歩行者等の往来により給水管にダメージを与えている。

COWDの給水規定では、Stub-Outにおける水道メータの設置に関し、以下の条件が付けられている。(1) Stub-Out位置での給水圧は10PSI以上である、(2) Stub-Out以降の家屋までの給水管延長は20mを上限とする、(3) これらの条件の元で設置できる水道メータの上限は20個とする、とされている。しかしながら、規程を満たしていないStub-Outは、給水区域内の17%にあたる218箇所にのぼる。これらのStub-Outでは往々にして、水道水が給水されないと顧客からの苦情が多い地区でもある。JICA調査団では、本課題に対し早期に対応が図れる策を提案した。

COWDの給水規程にある条件を遵守することを念頭に置き、規定外の水道メータが設置してあるStub-Outは規定内に収まるように分割し、同一配水管路上に新規のStub-Outを設置することとする。その際、顧客の家屋までの給水管は20m以内になるよう、水道メータを最適なStub-Outの位置に設置しなければならない。また、規程では一つのStub-Outには水道メータは20個まで設置可能とあるが、分割する場合、一つのStub-Outには水道メータは16個までとしたい。これは、分割したStub-Outの周辺に新規顧客が水道メータを設置する際に、そのStub-Outが既に20個設置されていると、新規顧客は更に離れたStub-Outに設置しなければならない。そこで、水道メータが17個目から20個目までは、新規Stub-Out設置のための猶予期間を設けることで、給水規程を満足する体制を続けることが可能となる。

新規Stub-Out設置に必要なStub-Out工事費、水道メータ移設費、給水管移設費は1箇所当り約35,000PHPと試算され、全Stub-Outを改造する場合、1,130万PHP(321箇所×35,000PHP)が必要となる。この分割により、2,677接続の顧客に対し給水不良が改善されることとなり、それまで使用できなかった水道水を使用できることで1,387m³/日の有収水量が増加する試算がなされた。

この水量は有収水量であり、有収水量ベースの日平均給水量の2.0%に相当する。COWDの有収水量の1%は、2013年では約700万PHPであることから、有収水率2%の改善は1年間でStub-Outの更新費用を賄ってしまう計算になる。一度、Stub-Outの改善を行うことで、COWDは永年に渡り、改善された有収水量分の増収が見込まれるため、早期にこの改善を実施することを勧める。

0.3.3 管網計算およびDMA設置の現状把握と提言

JICA調査団とCOWDでは、COWD給水区域内に18箇所(東部：8箇所、西部：10箇所)のDMA構築が可能となる区域を見出した。これらのDMA候補地は、基本的に配水本管から分岐して給水区域へ流入し、

その区域は既に隣接する管網と区切られているため、流入流量計室の築造と流量計の設置を行うだけでDMAが完成する場所である。JICA調査団では、その他30箇所程度のDMAを構築できるような配管網を割り出しているが、仕切弁による区分けが必要な管網なため、詳細に管網計算を行い、区分けできるか精査を必要とする。

0.3.4 組織・人材、広報、顧客サービスに関する無収水削減対策

0.3.4.1 組織機構改革

COWD では、組織の機構改革を 2015 年 1 月に実施する予定である。現在、無収水対策チームは課をまたがって職員が配属されているが、機構改革にて維持管理関連の部(Department)を新設し、その傘下に漏水対策や維持管理関連の各課を配置することとしている。これにより、指揮命令系統、事務分掌が確立され、各課間での依頼、指示等がスムーズに運ばれることになるであろう。

0.3.4.2 水道サービスの向上

水道サービスの改善は顧客が COWD の水道供給をどのように感じているかを理解し、それらの不満や要望に対し改善を進めていくことが効果的である。COWD では毎年 300 の顧客に対しアンケートを実施しているが、回答者の住居(地域)等の属性分析が行われておらず、どの地域において何が望まれているのかがアンケート集計結果からは把握できない。今後、回答者の居住地域と年齢(年代)等の属性分析を追加することにより、改善すべき地域の特定、年代による嗜好や思考の違いによる要望がより鮮明に把握可能となるであろう。

0.3.4.3 インセンティブ・メカニズム

COWD では、無収水率削減に向けての組織的なインセンティブ・メカニズム(報奨制度)が働く施策は特に行われてきてはいない。COWD 職員にこれに対するヒアリングをした際には、漏水修理や会議用資料作成等で発生する休日出勤や残業で支払われる超過勤務金が挙げられたが、これは通常業務の延長上にあるもので、インセンティブ・メカニズムとは言えない。

JICA 調査団は、無収水率削減に向けての組織的なインセンティブ・メカニズムとして、COWD に対し提案した。組織の活性化もにらみ、無収水対策以外についても言及した。

なお、評価に対しては、COWD 内での人事考課制度と組み合わせることも可能である。また、その評価を行う体制を構築する必要がある。また、報奨制度でボーナスを支給する場合には、その原資の確保を予算化する必要がある。

0.3.4.4 外部委託

我が国では、公務員給与は民間企業の人件費を元に決められている。民間企業の大中企業からのデータを基に計算されその平均値に抑えられている。平均であることは、その下位、また、小規模企業では公務員の人件費と比べると低いのが我が国の現状である。多くの事業体では、民間委託することで、業務の効率化のみでなく民間のノウハウも導入することで人件費を抑えて行政サービスを実施している。

一方、比国では、公務員の人件費は民間企業より低く抑えられており、民間委託は業務の効率化こそなるが、人件費は高くなり事業運営を悪化させる恐れがある。また、COWD では様々な種類の職員を採用しており、人件費が低い臨時職員や期間職員を雇用することで、マンパワーによって業務をこなしてきている。

JICA 調査団から、業務効率化のための外部委託について、ヒアリングを行ったが、現状、外部委託は警備のみを対象にしており、我が国で実施されている水道メータ検針、漏水調査、漏水修理(突発工事)等は全て COWD 職員により実施されている。また、COWD では、ほとんど水道工事の設計委託はせず、また、大規模工事を除き水道工事の施工についても COWD のみで行っている。

人件費が低い比国の現状において、人件費が高い我が国が実施している外部委託の概念を導入させようとすることは、時期尚早であると思われる。

0.3.5 漏水調査計画の立案と漏水調査機器による現地研修

漏水調査チームは、東部区域の Macasandig 増圧ポンプ場内の Macasandig 分庁舎を本拠地としている。本業務では、新機材(相関式漏水探知機 AQUASCAN 610×1 台、同機集音装置 Hydro Phone×1 台、面的相関式漏水探知機 ZONESCAN 820×1 台、樹脂管用漏水探知機 D305×2 台、一般型漏水探知機 Pocket Phone×2 台)をレンタルし、COWD の漏水調査チームの人的増員に合わせ、物的能力も大幅に向上させた。

現地研修では、Macasandig 分庁舎を起点に Camaman-an 配水池までの送水管路、東部湾岸沿いの送水管路、ならびに、既存 DMA の 2 箇所、その他、Sub-Division や商業地域を OJT 現地研修として漏水調査を実施した。これまで現場発生主義での状況であった漏水調査を計画的、かつ、組織的に実施して行くことに変えていく必要があり、JICA 調査団から改善案を提示し、それに沿って現地研修を行った。

漏水調査は机上計画、現地調査、調査報告(漏水修理依頼含む)に分けることとした。机上計画では、その日の調査範囲の管網図を広げ、調査チーム全員で確認し、漏水調査機器選定、人員配置(役割)、調査ルート、管・仕切弁・消火栓の位置確認、道路交通状況、周辺環境について、その時点で判明していることを全員で協議し、調査のイメージを作り上げる。現地漏水調査では、計画時の調

査ルートに沿って調査を行うが、調査の効率性を重視し、弁室については事前に室内清掃を実施しておくことを組織的な維持管理と位置づけて実行することを提案している。

第1次現地業務後、毎週月曜日にCOWDに漏水調査報告を求めており、COWDから丁寧に記載された報告が送られてきた。現状、JICA調査団とCOWD漏水調査チームが作成した漏水調査計画に基づき、試行錯誤しながらも漏水調査を行っている。5月中旬から調査を開始し、10月中旬までの5ヶ月間(23週間)で180.3km(10.1km/週)の漏水調査(漏水発見:36箇所)を完了した。

0.3.6 COWDの財政見通し

COWDでは、フィリピン開発銀行(DBP)等からの融資を受け、給水改善事業を計画している。既にDBPとは金額面での調整が図られており、COWDは4億5,800万PHPの融資枠を得ている。本業務において、JICA調査団は、この融資枠を利用した事業計画を提案し、DBPならびにCOWDと事業計画について了承を得た。

事業内容は、1)石綿セメント管(ACP)からダクタイル鉄管(DIP)への更新工事、2)Stub-Outの改良工事、3)路上配管の地中布設替え工事、4)フェーズ1事業での水道管の布設替え工事である。

本DBP事業の実施計画について、2015年内の事業開始を目指し、1年半で各種設計を行い、一部重なる形で2016年から5年間の施工期間をとり、上記の事業を実施することとしている。ここでは、COWDの財政見通し及び資金計画について、今回試算したシミュレーションをもとに考察した。

この事業は無収水率の低減が主目的だが、その後、給水区域の拡張を目標とした2億5,000万PHP規模の追加事業についても検討しており、DBPと比国民間銀行による融資を想定している。

上記の設定における無収水率の改善(約50%→25%)は、新規DBP事業(4億5,800万PHP)において集中的に水道施設の改善・更新を行うことにより、施工期間5年間で無収水率年3~4%程度の削減が、また、それ以前に本調査業務における提言等の実施により年1~2%程度の削減が可能となると考えた。JICA調査団では、2025年においてCOWDの無収水率は25%を達成できるものと想定した。

なお、COWDでは、JICA実施の円借款ツーステップローン環境開発事業(EDP)による融資(4億5,800万PHP)を想定している。

0.4 中長期計画策定に向けて

配水システムが成熟していくと、配水管網や無収水率はDMAや配水ブロックにより細かく管理され、SCADAでの遠隔制御やデータ管理が必要とされていく。この道は効率的な水運用と既に基本となっている24時間給水を更に高めるために当然必要となってくる。今回提言した内容をCOWDが着実に中長期的に継続して実施していくことにより、無収水率は大幅に下げることができると期待している。

0.5 上位目標の達成に向けて

本業務では、JICA調査団がCOWD職員と同じ水道事業体サイドから、また、同じ視点に立ち、これまで経験してきた横浜市の水道事業を照らし合わせて、COWDの水道事業における問題点や課題について議論し、提言を行ってきた。

水道事業の維持管理については、我が国では当然のごとく実施されていなければならないことが、当地においては、なされていないこともあり、それらを紹介することでCOWDへのヒントとなり、我が国が経験してきた背景を理解し、導入の必要性を理解させることが重要である。法律、習慣、風土の違いから、我が国で実施してきている全てが、当地において有効であるかは定かではない。しかしながら、それらの問題や課題について、解決できそうな経験を持っていたり、見たり、聞いたりしていることは、アドバイスには十分である。

水道事業の成熟は、上水道の水量の確保から始まり、24時間給水が達成されると、水質に関心が向けられる。水質は、その国の水質基準により遵守されるべきであり、いかなる場合も基準を超えてはならない。水質の安全性を確保するためには、良好な原水が求められ、汚水により汚染されることのないよう、下水道整備の充実が図られるものである。水道の始まりは水量の確保であり、24時間給水の完全実施が絶対である。水質の安全性は、間欠給水の状態では期待できない。また、水質(水量、水圧)は、SCADAによる常時監視がなされなければ、自信を持って安全な水を供給しているとは言えない。

比国の大都市であり、学術や産業の先進都市であるCDO市において、安全、安心な水環境を構築されることを強く望む。

本業務での様々な提言が、COWD以外の比国内の水道区に対しても、それぞれの水道事業へのヒントとなり、比国ならびに東南アジア各国における水環境の改善につながることを期待する。

1 序論

1.1 業務概要

1.1.1 業務の背景

2011年12月、フィリピン国(以降、比国とする)北部ミンダナオ地域を中心に襲った熱帯暴風雨「センドン(国際名ワシ)(以降、センドンとする)」は、被災者約117万人、死者約1,250人という甚大な被害を発生させた。人口約60万人を抱えるカガヤン・デ・オロ市は、北部ミンダナオ地域を流れるカガヤン・デ・オロ川の下流に位置し、センドンによる被害の大きかった都市の一つであり、上水供給システムも同時に甚大な被害を被った。これらの被害を受け、カガヤン・デ・オロ市水道区(Cagayan de Oro City Water District、以下、COWDとする)は管轄地域のうち、円借款事業である「地方都市水道整備事業(フェーズⅢ)」(Provincial Cities Water Supply Project Phase III、以降、PCWSP IIIとする)の対象地域であり、センドンによる被害が著しかった地区の上水供給システムリハビリへの支援を2012年5月22日にJICAに対し要望した。

同要望を受け、2012年8月からJICA、地方水道公社(Local Water Utilities Administration、以降LWUAとする)、COWDの三者で円借款附帯プロジェクト「PCWSP III 災害復旧支援プロジェクト」(以降、関連附帯プロジェクトとする)を実施し、マカサンディグ地区およびバルラン地区の上水供給システムを復旧させ、2013年10月に終了した。

関連附帯プロジェクトにより、COWD被災施設は被災前の状態に完全復旧し、COWDによるCDO市内の上水供給人口は約58万人(2013年時点)、上水供給能力は163,000m³/日となっている。しかしながら、無収水率は56%と非常に高く非効率的な状況にある。高い無収水率は種々の要因が考えられるが、COWDの管理する配水管路延長510kmのうち、54%が塩化ビニル管であり、その約3割が布設後30年以上経過していることから、配水管の経年化に起因する漏水率の高さが大きく影響していると推察される。しかし、COWDでは費用対効果を考慮した効果的・効率的な無収水削減対策プログラムを策定するノウハウ・技術力が十分でないことから、COWDはJICAに同プログラム策定支援にかかる調査の実施を要望した。

本援助効果促進調査で得られる提言は、無収水削減対策プログラムを策定するためにCOWDで活用される。COWDは同プログラムの実施資金を政府系または民間の金融機関に融資を求めることとなるが、特に、JICAにより実施中の円借款事業である「環境開発事業」の活用を予定している。

1.1.2 業務の目的

COWDの無収水の現況を確認し、COWDが現在実施している無収水削減活動の状況を技術面、組織制度面、財務面から精査し、現状の活動の課題・問題点を把握すること、各課題に対する改善対策の

提言を行うことを目的とする。

1.2 業務範囲

1.2.1 業務対象地域

本業務対象地域は、比国南部に位置するミンダナオ島北部にあるミサミス・オリエンタル州(東ミサミス州)(Province of Misamis Oriental)の州都であるCDO市内へ上水道給水事業を展開するCOWDならびにその給水区域とする。

1.2.2 業務内容

本業務の内容は主としてCOWDの水道事業に関する調査とそれら調査結果の分析に伴う提言である。これらの提言は、持続的、戦略的、かつ、中長期的な視野で構築する各種の中長期計画をCOWDが策定していくための助言となるものとする。

また、我が国から搬入した最新の漏水探知機器類をOJTにて現地研修し、その後のCOWDでの漏水調査の実施経験から、今後、COWDが進めていく主に漏水対策を基本とした無収水削減対策に有用となる現地に則した機器構成を講じるものとする。

1.2.2.1 調査計画

現地業務の実施期間は2014年4月下旬から同年10月中旬までとし、その間に3回の現地業務を実施した。また、現地業務の前後に事前準備ならびに国内作業を実施した。

第1次現地業務：2014年4月29日(火)から6月3日(火)まで (36日間)

第2次現地業務：2014年7月31日(木)から8月20日(水)まで (21日間)

第3次現地業務：2014年10月12日(日)から10月23日(木)まで (12日間)

1.2.2.2 調査項目

現地業務全体を通して、以下の項目について調査を行い、それらに対する提言をまとめるものとする。調査については第2章で記述し、提言については第3章で記述する。

(1) 無収水削減活動の現状把握と提言

- 調査項目：1) 無収水削減対策チームの機能(人的・物的能力)とその活動状況の確認
2) 無収水削減対策への取り組み
3) 机上と現場での業務フロー
4) 現行システムの把握

5) 問題点・課題の抽出とそれら危害に対する措置・対応

(2) 無収水削減対策に関する各種活動への提言

(2-1) 現在使用している管網図の状態や精度の確認と管網図情報に関する提言

- 調査項目：1) 管路台帳と管路図面の管理状況・属性内容・更新頻度・更新の流れ
2) 図面の精度と現場での精度確認
3) 仕切弁・消火栓類の設置数・間隔
4) 弁類の開閉情報・点検状況

(2-2) 現状の無収水量の分析状況の確認及びこれに関する提言

- 調査項目：1) 現状で無収水率の基としている水量データ
2) 内訳データの収集方法とその頻度
3) 無収水率決定までの流れ

(2-3) 顧客データ、水道メータ管理台帳、請求水量(検針)データ管理、無収水対策に必要なデータベース(RMS：収入管理システム)の実態調査と業務の進め方に関する提言

- 調査項目：1) RMSのデータベース入力項目
2) 台帳との関連
3) 新規顧客の登録作業
4) 検針から請求書発行への流れ
5) 未納者の処理フロー
6) 顧客サービスへの反映(使用量の前年度比較表示等)
7) 水道使用に関するデータ分析

(2-4) 地上漏水・地下漏水発見数の経緯、地域別発生数における水圧状態に関する提言

- 調査項目：1) 漏水発見数(地上・地下別、場所別、口径別、管材別、布設年別、道路種別)の各種要因比較
2) 漏水と水圧の関係

(2-5) 送水管レベルの水輸送に関する管網計算により、COWDの全体の管網が適切な流量で流れる管網であるかの確認とそれに関する提言

- 調査項目：1) 送水管レベルの管網計算に必要なデータ(節点分岐水量、管口径・延長、地盤高、他)

(2-6) 現在の給水設計と給水管接続に関する状況確認とこれに対する提言

- 調査項目：1) 現在の給水設計指針
2) 給水管分岐(Stub-Out)の給水栓数

(3) 管網計算およびDMA設置の現状把握と提言

(3-1) 既存の管網計算および DMA 構築に係る確認

- 調査項目：1) 管網計算に関するヒアリング
2) DMA 設定候補地の確認

(3-2) DMA 構築に関する基準(要件)に係る提言と給水区域全体に係る DMA 数の提言

- 調査項目：1) 既存 DMA の設定方法
2) COWD 給水区域の標高
3) 取水・増圧ポンプ性能
4) バランガイ別人口(戸数)データ
5) 給水量データ

(3-3) 管網計算結果と DMA 内配水流量に関する現状の把握と管網整備に関する提言

- 調査項目：1) 管網計算結果による給水不良(低水圧)区域に対する管網改良(管口径の増大、
給水区域の分割、他)

(3-4) 管網整備の優先順位にかかる提言

- 調査項目：1) 管網計算結果による管網改良対象の抽出
2) 対象管路の周辺環境

(4) 無収水の現況調査並びに無収水削減対策の戦略および実施計画への提言

- (4-1) 水道区の現況整理(財源、組織・人材、DMA 構築、水道情報の広報、顧客サービス)
(4-2) 実体調査(管網システム、配水量分析、DMA 水量の把握、流量と水圧の監視)

(5) 漏水調査計画の立案と漏水調査機器による現地研修

(6) 無収水の現況調査並びに無収水削減対策の戦略および実施計画への提言

(6-1) 短期的対策(通常業務に対する改善策)

- (6-1-1) 漏水を除く無収水(水道メータ不感、盗水、料金未納、未請求、不正検針)に対する
短期的改善策

- 調査項目：1) 撤去水道メータの感度(メータ器差)
2) 盗水場所(現地踏査)
3) 顧客サービス面からみる未納対策
4) 検針作業への同行
5) 検針票内データ項目
6) 検針作業ルート
7) 検針職員への研修
8) 検針の委託化

(6-1-2) 損失水量を減少させるための短期的改善策

(6-2) 中期的対策

(6-2-1) 正確な配水量と使用水量把握のための DMA 設定、幹線流量計設置、将来的な SCADA 導入に関する提言

(6-2-2) 正確な収入管理システム導入・運用に向けた提言

(6-2-3) 給水装置整備(最適な給水栓数を有する Stub-out の配置、適切な給水接続工事、他)に関する提言

調査項目：1) 適正な Stub-out の配置による有収水量の増加予測

(6-2-4) 配水圧の調整(配水圧管理・夜間水圧の適正化)に関する提言

調査項目：1) 既存 DMA における夜間最小流量測定

(6-2-5) 配水施設整備(老朽管更新計画、マッピングシステムの整備、適切な施工管理)

(6-2-6) 無収水削減対策を主とした中・長期政策の基本的構想の検討

(7) 無収水削減対策におけるライフサイクルコストを考慮した財務分析と水道サービスの向上を目指した取り組みに関する提言

(7-1) 財務状況の分析と水道料金のあり方の検討

調査項目：1) 料金改定シミュレーション

(7-2) 顧客の使用水量の把握、請求方法における現状の確認並びに改善策についての提言

(7-3) 中長期的に見る管路延命化や老朽管更新の選択、漏水個所の特定後の判断(早急な漏水修理対応と管路更新計画)など無収水削減対策の費用対効果の比較

(7-4) 無収水対策事業を促進させるためのインセンティブメカニズムの検討

調査項目：1) これまでの COWD や他企業における実施内容

(7-5) 無収水対策業務における外部委託の検討(我が国との比較による検討)

(7-6) 持続的な水道サービスを維持するための顧客への情報発信と顧客満足度調査の検討

調査項目：1) 顧客満足度調査のアンケート項目

(8) 漏水調査機器の使用具合や適用度に関するレビュー

1.2.3 業務実施フロー

図-1.2.1に業務実施フローを示す。

| 年 | 月 | 業務段階 | 業務内容 | 報告書 |
|-------|------------------------------------|---|---|--------------|
| 2014年 | 4 | [a]インセプション・レポート(ICP/R)作成/事前準備 | [a1/b1]JICAとの協議 → [a2](継続して)ICP/Rの作成 | インセプション・レポート |
| | | [b]携行機材の調達 | [b2]レンタル機材の発注 [a3]JICAによるICP/Rの承認 | |
| | 5 | [c]第1次現地業務 | [b3]機材の搬入 [c1]先方機関へのICP/Rの説明・協議 | |
| | | | [c3]機材による研修 [c2]無収水削減対策に関する状況調査と現状把握 | |
| | 6 | | [c4]漏水調査計画の作成 | |
| | | | [c5]漏水調査(10月まで) [c6]無収水削減対策に関する提言、COWDへの課題設定、COWDへの報告 | |
| | 7 | [d]第1次国内作業/インテリム・レポート(ITM/R)作成 | [d1]JICAとの協議 → [d2]ITM/Rの作成 (eメール) | インテリム・レポート |
| | | | [d3]JICAによるITM/Rの承認 [d4]COWDとの連絡 | |
| 8 | [e]第2次現地業務 | [e1]先方機関へのITM/Rの説明・協議 | | |
| | | [e2]無収水削減対策に関する戦略及び実施計画、LCCを考慮した財務分析と水道サービスに関する調査 | | |
| 9 | [f]第2次国内作業/ドラフト・ファイナル・レポート(DF/R)作成 | [f1]JICAとの協議 → [f2]DF/Rの作成 (eメール) | ドラフト・ファイナル・レポート | |
| | | [f3]JICAによるDF/Rの承認 [f4]COWDとの連絡 | | |
| 10 | [g]第3次現地業務 | [g1]先方機関へのDF/Rの説明・協議 [g3]携行機材に関するレビュー | | |
| | | [g2]COWD組織の無収水削減対策活動のレビュー [g4]携行機材に引き戻し | | |
| 11 | [h]取りまとめ/ファイナル・レポート(F/R)作成 | [g5]本調査業務に関するCOWDへの報告 [g6]JICA事務所への報告 | ファイナル・レポート | |
| | | [h1]JICAとの協議 → [h2]F/Rの作成 [h9]機材の返却 | | |
| | | | [h3]JICAによるF/Rの承認 [h4]印刷製本、JICAへ納品 | |

図-1.2.1 業務実施フロー

2 調査地域状況

2.1 基礎情報

2.1.1 自然条件

2.1.1.1 調査位置

比国は、大小約7,000の島嶼で構成され、地域として首都マニラのある北部のルソン(Luzon)、中部のビサヤ諸島(Visayas)、南部のミンダナオ(Mindanao)と大きく3つの地域に分けられる。CDO市のあるミンダナオ島は比国でルソン島に次いで2番目に大きい島で、CDO市はその島北部に位置する。

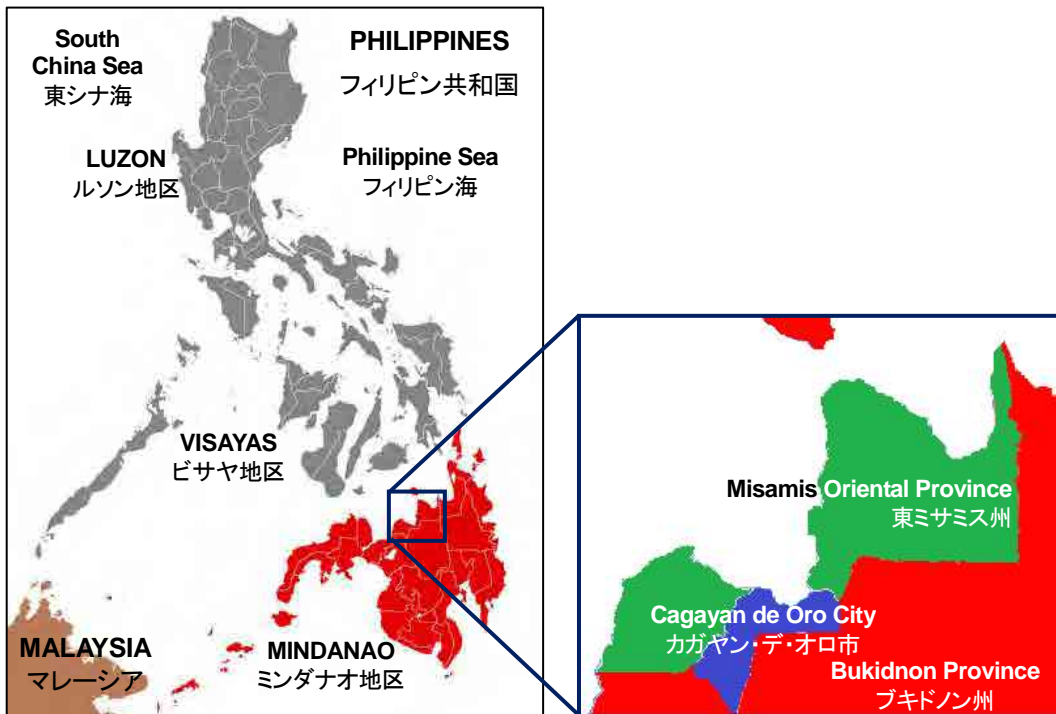


図-2.1.1 CDO市の位置

2.1.1.2 地形

CDO市は東オリエンタル州(ミサミス・オリエンタル州)の州都で北部ミンダナオの中部海岸地域にある。カガヤン・デ・オロ川(Cagayan de Oro River)が市の中央部を貫き、北に面するマカハラ湾(Macajalar Bay)に注がれ、その沖のボホール海へと続く。市西部は同州のオポル町(Municipality of Opol)に、市北部は同州のタゴロアン町(Municipality of Tagoloan)と接し、市南部はブキドノン州(Province of Bukidnon)に接している。

州内の14%を占めるCDO市域面積は488.86km²あり、市域は北緯8度14分から31分5秒、東経124度

27分から49分の位置にある。

CD0市はマカハラ湾に面する狭い海岸沿いの平地と切り立った急傾斜地をなす高台により構成されている。低地では相対的に平地が広がり標高は海拔10m以下である。一方、高地は市南部より東西に渡り、盆地、棚田、溪谷が広がっている。

市内の河川や小川はマカハラ湾に注がれている(図-2.1.2)。主な河川はカガヤン・デ・オロ川、イポナン川(Iponan River)、ビガアン川(Bigaan River)、クグマン川(Cugman River)、ウマラグ川(Umalag River)、アグサン川(Agusan River)、アラエ川(Alae River)がある。

市域の28%に当たる海外沿いの平地、ならびに、カガヤン・デ・オロ川とイポナン川の流域は低勾配(勾配8%未満)である。市域内での土地利用は主にこの地域に集中しているが、洪水を発生させる地域でもある。残りの72%の地域は急傾斜地域(勾配8%以上)であるため、この地域での土地開発を阻害させている。



図-2.1.2 CD0市内の主な河川

2.1.1.3 気象

ケッペン気候区分において、CD0市の気候区は熱帯モンスーン気候(Am)に分類され、弱い乾季のある熱帯雨林気候である。CD0市の年間平均気温は28度と我が国と比べると高く、1998年6月には最高気温39.0度を記録している。CD0市では乾季(12月から5月)と雨季(6月から11月)があり、真夏に当たる3月から4月は乾燥している。6月頃から始まる雨季は日本の梅雨とは異なり、夕刻から激しい雨が短く降る。また、この頃は、日照時間が短くなり、南国のイメージが薄れる時期である。なお、CD0市は熱帯収束帯低気圧等の影響を受けるものの、通常は台風の直撃は避けることができる地域にある。

表-2.1.1にCD0市の過去20年間の平均気象を示す。また、図-2.1.3にCD0市の気温について、図

-2.1.4 にCD0市の降雨と日照に関する図を示す。

表-2.1.1 CD0市の過去20年間の平均気象

| | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 年 |
|--------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 最高気温記録 | 37 | 38 | 38 | 38 | 38 | 39 | 37 | 37 | 36 | 37 | 38 | 37 | 39 |
| 平均最高気温 | 30 | 30 | 31 | 32 | 32 | 32 | 31 | 32 | 31 | 31 | 31 | 30 | 31 |
| 平均気温 | 27 | 27 | 27 | 28 | 29 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 27 | 27 | 28 |
| 平均最低気温 | 23 | 23 | 23 | 25 | 25 | 25 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 23 | 24 |
| 最低気温記録 | 17 | 17 | 18 | 20 | 22 | 18 | 17 | 21 | 22 | 18 | 20 | 18 | 17 |
| 降水量 | 116 | 69 | 52 | 41 | 97 | 208 | 207 | 208 | 226 | 176 | 138 | 90 | 1,628 |
| 降雨日数 | 10 | 7 | 6 | 6 | 8 | 13 | 14 | 14 | 15 | 15 | 11 | 11 | 130 |
| 平均日照時間 | 7.7 | 9.3 | 10.7 | 11.3 | 11.2 | 4.0 | 9.6 | 6.9 | 6.7 | 8.6 | 5.3 | 3.5 | 7.9 |

単位：気温/度C、降雨/mm、降雨日数/日、日照時間/時

出典：Historical Weather for Cagayan de Oro, Philippines / www.weatherbase.com

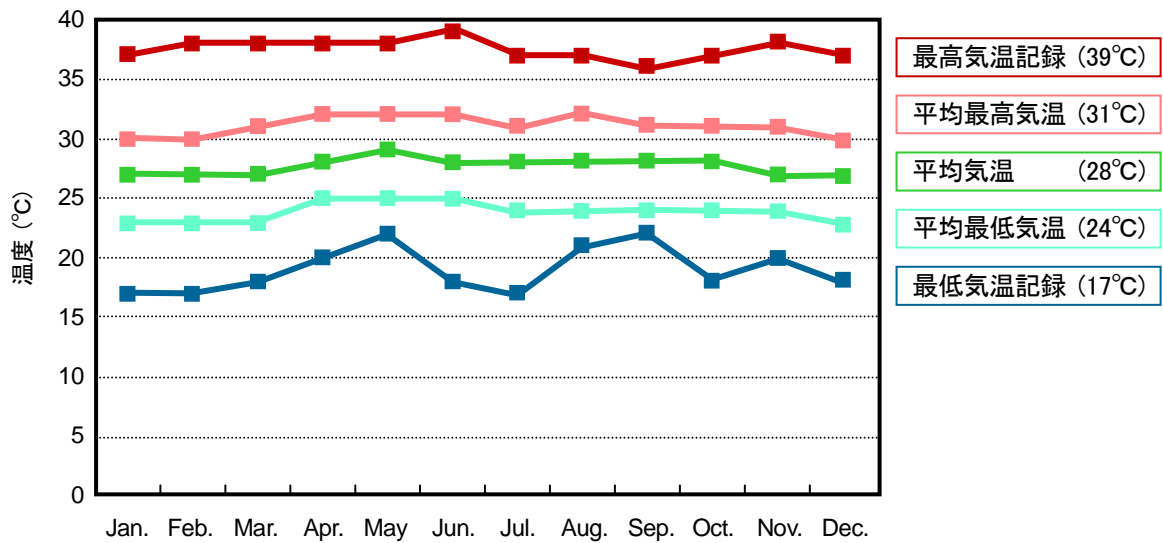


図-2.1.3 CD0市の月別気温

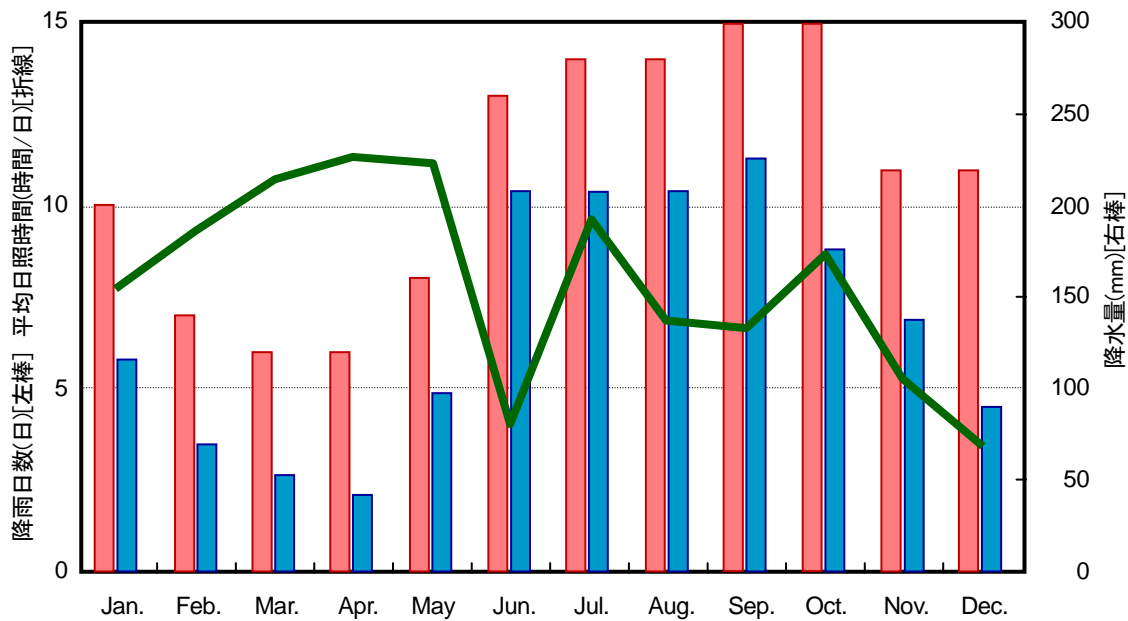


図-2.1.4 CDO市の降雨と日照時間

2.1.1.4 地質・土質

CDO市は、地質学的に、低地、平坦な高地、丘・山地の3つの地勢に分かれる。

低地は、砂礫堆(Sandbars)、干潟(Tidal flats)、沿岸沖積平野(Coastal alluvial plain)、沖積平野(Broad alluvial plain)、河川氾濫原(River flood plain)により、平坦な高地は、市東南部の棚田(Terrace)、台地(Plateau)、山麓(Piedmont)、峡谷(Canyon/Gorge)により、丘・山地は、層崖(Escarpment)、礫岩丘(Conglomerate hill)、石灰層丘(Limestone hill)、頁岩丘(Shale hill)、ならびに山地により構成されている。

CDO市の土質は、主に、粘土(Clayey soil)、その他、砂(Sand)、珪礫質シルト(Salicy silt)、ローム(Loam)、粘土質ローム(Clayey loam)である。この地域のサン・マニユエル・ローム(San Manuel loam)層とバントグ粘土(Bantog clay)層では非常に高い農業生産性を有する一方、マティマ粘土(Matima clay)層、ウミンガン粘土質ローム(Umingan clayey loam)層でのそれは非常に劣るものがある。

低地の平野には土壌層下に砂礫層があり、被圧地下水帯が広がっている。COWDでは深井戸をさく井(鑿井)し、26箇所の深井戸を自己水源として使用している。将来的に地下水が枯渇する恐れはないものと思われるが、今後の人口増による水道需要の大幅な伸びが予想されていることから、COWDでは乾季でも豊富な水量を有するカガヤン・デ・オロ川を取水源とする浄水処理方式の併用を視野に入れている。

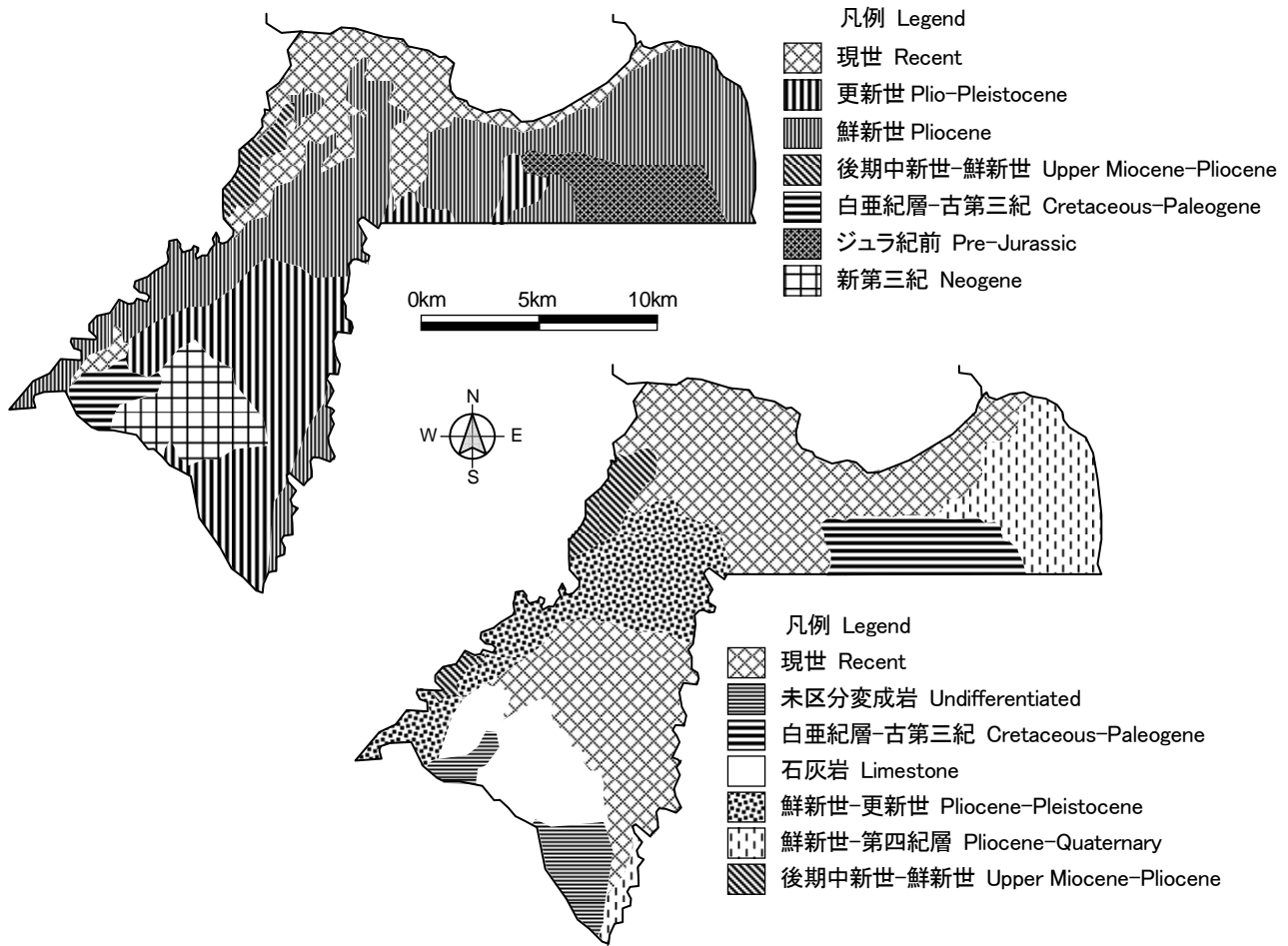


図-2.1.5 CDO市の地質図(左上：地表地質、右下：地下地質)

2.1.2 社会・経済

CDO市では、起伏に富んだ地形には農地や森林が広がる多くの自然が残り、また、一方では都市開発が進むとともに、多くの学校機関や研究機関が拠点を置いている。国内外から多くの観光客が訪れることで経済発展も進み、市場では当市への投資の機会が広がっている。また、人口増加率が高く、CDO市はミンダナオ島の中でもいち早く発展してきており、今後もその発展のペースが続いていくとCOWDでは分析している。

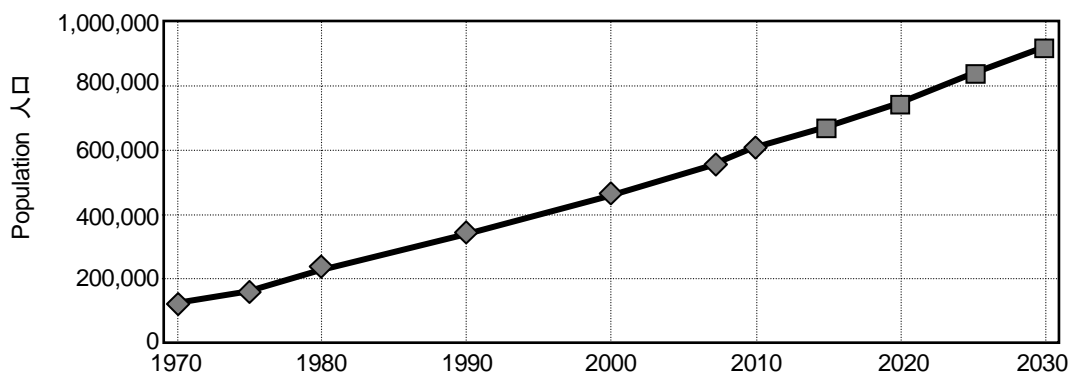
2.1.2.1 人口

比国では国家統計局(NSO: National Statistics Office)により国勢調査(Census)を実施しており、先の2010年に実施された国勢調査では、CDO市域における総人口は602,088人である。最初に同調査が実施された1903年時点の人口は10,937人であった。

1990年代以降、CDO市では毎年12,000~16,000人の出生に対し、2,000~5,000人の死亡があり、年間約10,000人の人口増が続いている。

CD0市は比国内ではRegion X（第10地域）として北ミンダナオに分類されている。第10地域内の人口増加率と比較すると2倍弱の人口増加率を記録している。

1970年以降のデータを図-2.1.6(◆：NSO統計データ)に示す。今世紀に入り伸び率は鈍化したものの、年率約3%で推移してきている。これらのデータから2030年までの回帰分析により計算した人口予測値(中位)を同図内(■)に表す。



| 調査年 | 1970 | 1975 | 1980 | 1990 | 2000 | 2007 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 人口 | 128,319 | 165,220 | 227,312 | 339,598 | 461,877 | 553,966 | 602,088 | 671,000 | 748,000 | 828,000 | 910,000 |
| 年率 | --- | +5.19% | +6.59% | +4.10% | +3.12% | +2.63% | +2.82% | +2.4% | +2.2% | +2.0% | +1.9% |

出典：National Statistics Office (NSO), Census of Population and Housing of Philippines

図-2.1.6 1970年以降のCD0の人口とその伸び率(実値◆と予測値■)

2.1.2.2 産業・経済

(1) 産業・貿易

市関税局(Bureau of Customs)によると、CD0市の貿易としては、輸入される品目は、上位から、小麦、食料品原料、石油ガス、小麦粉、化学薬品、鉱物製品、コーヒー&クリーム、肥料、ミルク&クリーム、鋼スラブである。輸入は主にブラジル、日本、オーストラリア、カナダ等である。一方、CD0市から輸出される品目は、上位から、パイナップル缶詰製品、粉状ココナッツ、セメント、粉乳、ココナッツ油、クリンカー、パイナップル、ココナッツ殻炭、木製品、バナナである。輸出先の主な国は、米国、日本、中国、韓国、欧州等である。

なお、市財政局(Bureau of Finance)によると、市内の製造業では約1万7千社が操業しており、年1%前後で増加している。事業所の大部分は卸売・小売業に従事している。

(2) 経済

国家競争力協議会(NCC：National Competitiveness Council)は、2012年度、CD0市を比国内で最も競争力の高い市であると発表した。NCCでは、市における競争力を測る3つの指針として、

「活力ある経済(Economic dynamism)」、「効率性の高い行政(Government efficiency)」、「社会基盤(Infrastructure)」を上げており、上位から、CDO市、イロイロ(Iloilo)市(イロイロ州)、サン・フェルナンド(San Fernando)市(パンパンガ州)、ブツアン(Butuan)市(北アグサン州)、バコロド(Bacolod)市(ネグロス州)がランクされている。CDO市は「活力ある経済」が3位、「効率性の高い行政」が7位、「社会基盤」が3位である。

近年、市中心部において大型のスーパーマーケット、ホテル、住宅団地(Sub Division)が建設され、街全体が活気に満ちており、かつ、農産物や工業製品の流通拠点が市内にあること、新空港から市内への道路網が整備されつつあることから高い評価となっている。行政の効率性についてやや劣る評価であるが、大きな行政組織は小さなそれに比べ小回りが利かない部分があるため、部分的に見ると効率性が劣ると見られると思われるが、規模の大きさは様々な行政サービスを展開できるメリットもある。

2.1.2.3 社会基盤整備

(1) 道路

マニラやセブ方面から見ると、CDO市はミンダナオ島における交通の主要な玄関口に当る。マニラへの陸路移動では、ミンダナオ島北東部のスリガオ(Surikao)市を経由し40時間で、島南部のダバオ(Davao)市へは6時間で移動することができる。市内の道路交通網は630.8kmの延長を有している。主要交通路線として、マニラ首都圏、ダバオ市、ブツアン(Butuan)市、ブキドノン州(Province of Bukidnon)、イリガン(Iligan)市、ザンボアンガ(Zamboanga)市に、バス会社が定期路線を走らせている。また、市内には多くのタクシー会社があり、輸送サービスを運営している。加えて多数のジープニーが市内を網の目状に路線を網羅している。

(2) 空港・港湾

CDO市中心部から北西約46kmの地点にルンビア(Lumbia)空港に変わるラギンディンガン(Laguindingan)国際空港が2013年6月に開港し、国内各地から、また、マニラ、セブを経由して外国人が多くCDO市ならびに周辺市を訪れている。空港からは、フィリピン航空やLCC(Low-Cost Carrier: 格安航空会社)であるセブ・パシフィック航空等が、マニラ(NAIA: ニノイ・アキノ国際空港)へ1時間20分、セブ(セブ・マクタン国際空港)へ1時間10分で毎日数便を就航させている。

海路は、カガヤン・デ・オロ港からミンダナオ島各地をはじめ、マニラ(ルソン島)、セブ、ネグロス島、ボホール島、パナイ島、などフィリピン各島に定期客船・貨物船が運航している。海上ルートではマニラ港まで約30時間を有する。CDO市によると、カガヤン・デ・オロ港での2012年の乗降客数は215万人、貨物輸送は411万トンである。

(3) 都市開発・土地利用

CD0市の社会経済報告(2012年)によると、CD0市の土地利用は、農地：33%、住宅地：13%、
商工業地：2%、空地：32%、その他となっている。

住宅地は新興団地(Sub Division)が市内の多くに建設されている。団地の面積は数千㎡から2
百万㎡のような広域物件まで、区画も2,600に及ぶ大規模なものが建設されている。

CD0市中心部では、大規模なショッピングモール、ホテル、商業複合施設等が建設されている。
また、中心部を離れたルンビア空港に近い郊外にも大規模ショッピングモールが建設されてお
り、集客は伸びている。

(4) 河川・雨水排水

CD0市には大小さまざまな河川がマカハラ(Macajalar)湾に注がれている(図-2.1.2参照)。そ
の主たるカガヤン・デ・オロ川は支流や小川等を合わせ8つの河川(カガヤン・デ・オロ川：266km、
ツマラオン/サマラワン川：158km、カラワイ/ツトボン/ミノンタイ川：194km、バイラナン/サ
ンガヤ/サガヤン川：263km、他)から流域は構成されている。カガヤン・デ・オロ川流域は7行
政地区にわたり、流域の総面積は137,934ヘクタールになる。

2011年12月、熱帯暴風雨センドンがCD0市を襲い、大雨は広い流域を湾まで排出されるまで多
くの被害を及ぼした。CD0市は台風の通らない都市と言われているが、セendonは大雨をもたら
し、被害を拡大させた。この時、CD0市では日雨量181ミリを、上流では470ミリを計測していた。
CD0市では1日に雨季1ヶ月分の雨量を観測した。

カガヤン・デ・オロ川流域は、南部高地の森林地帯から北部へ先細りする形を成し、北部の
低地を抜け、湾に注がれる。一旦、雨が降ると雨水は道路の低地に集中し、冠水することが多々
ある。社会基盤整備としての雨水排水工事が都市開発に追従できていない状況にある。街中の
主要幹線道路沿いにも排水管布設工事に用いる大口径のコンクリート鉄管が側道に並べられ、
布設工事の開始を待っている姿が見られる。

(5) 下水

大統領令第198号(PD198)により、下水道事業として、各水道区は汚泥・汚水処理を実施しな
ければならないとされている。CD0市では地方自治体とCOWDが協力してその責務を果たさなけれ
ばならないが、現状、COWDには下水処理施設システムは導入されていない。市内では各建物に
おいて浄化槽を設置し対応しているが、管理が不十分なため、し尿は直接河川放流されている
状況で、降雨が少ない時期には滞留した放流物が異臭を放っている。また、小河川でも、し尿
を垂れ流しているところがあり、同じく生活ゴミも排出され、腐敗臭により周辺住民の生活環
境は困難を極めているところが多い。

CD0市において、建築基準法では浄化槽に関する標準設計を有している。CD0市では浄化槽管

理条例は制定されていないが、それに関する議論はすでに開始されている。

比国において、水道インフラが整わない状況下では下水インフラまで財政を回すことが出来ず、水事業(上下水道事業)における優先順位としては、1) 上水道の水量の確保、2) 水質の安定、3) 下水道の整備とされている。

(6) 電力・エネルギー

ミンダナオ島において、電力は主に水力発電であるが、2014年前期はそれまでのエルニーニョ現象による少雨傾向にあったため、発電用の水量が足りずに、CDO市内では1日4時間×3地域の輪番制の計画停電を実施していた。後期は6月頃から始まる雨季の降雨により、計画停電は収束するが、依然として電力事情は逼迫している。家庭では調理や風呂・シャワー等の熱源は、一部プロパンガスにもよるが、大部分は電気により供給されている。

2.1.2.4 教育

比国における教育は就学前教育(5歳児)、初等教育(6歳児から6年間)、中等教育(6年間)、高等教育(4～5年間)である。2012年6月より中等教育は4年から2年(シニア)が追加され6年間となっている。高等教育は我が国の4年制大学に当たり、工学系は5年制である。義務教育ではないが公立学校は中等教育までが無償教育である。学期は6月から始業し、翌年3月に終業する。

1987年の憲法改正により教育は国家予算内で最優先に編成され、教員の給与は人材確保の面から高位に設定されている。

なお、比国における人気の高い職種は、教員、技術者(エンジニア)、医療従事者である。

表-2.1.2 比国の教育制度

| 項目 | 就学年数 | 備考 | 公私校数比率 | 公私生徒数比率 |
|--|------------------|------|------------------|------------------|
| 就業前教育 (Preschool) (Kindergarten school) | 1年間 (5歳児) | 無償教育 | | |
| 初等教育 (Elementary) (Elementary school) | 6年間 (6歳児から) | 無償教育 | 公立：90% 私立：10% | 公立：93% 私立：7% |
| 中等教育 (Secondary) (High school & Senior) | 6年間 | 無償教育 | 公立：60% 私立：40% | 公立：80% 私立：20% |
| 高等教育 (Tertiary) (University/College) | 4年間 (工学系：5年間) | | 公立：10% 私立：90% | |

CDO市内の公立学校における本項関連の指標は表-2.1.3の通りである。

表-2.1.3 CD0市内の公(私)立学校における教育関連の指標

| 項目 | 就業前教育 Preschool | 初等教育 Elementary | 中等教育 Secondary | 高等教育 Tertiary | 出典 |
|-----|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 通学率 | 27.89% (3.14%) | 84.21% (13.48%) | 72.16% (21.92%) | 11.34% (63.31%) | CHED, Department of Education, 2013 |
| 生徒数 | 11,838人 (1,333人) | 78,852人 (12,624人) | 39,378人 (11,962人) | 8,332人 (46,508人) | CHED, Department of Education, 2013 |
| 学校数 | | 70校 (101校) | 39校 (49校) | 2校 (16校) | CHED, Department of Education, 2013 |
| 教員数 | | 1,812人 | 1,103人 | | CHED, Department of Education, 2013 |

2.1.2.5 収入・貧困

低収入や貧困は比国において、以前から大きな問題である。CD0市がある第10地域(北ミンダナオ地域)における本項関連の指標は表-2.1.4の通りである。第10地域は比国内において平均的位置よりやや低い状況であるが、CD0市は第10地域内では最高位の指標を示している。

世帯平均年間収入が190,000PHPであるのに対し、その20分の1以下に相当する、世帯年間収入が9,604PHP以下の貧困層の人口は43.1%を占めており、貧富の差が非常に大きいことが伺われる。

表-2.1.4 CD0市を含む第10地域の収入、貧困の状況

| 項目 | 指標 | 出典元 |
|----------------------|------------|------------|
| 世帯年間収入 | 190,000PHP | NSO(2012) |
| | 165,000PHP | NSO(2010) |
| 世帯年間支出 | 143,000PHP | NSO(2012) |
| | 139,000PHP | NSO(2010) |
| 世帯年間貯蓄 | 47,000PHP | NSO(2012) |
| | 26,000PHP | NSO(2010) |
| 貧困層とみなす世帯年間収入の境界(国内) | 9,604PHP | NSCB(2012) |
| 貧困世帯率 | 35.6% | NSCB(2012) |
| 貧困人口率 | 43.1% | NSCB(2012) |
| 一般識字率 | 93.9% | NSO(2008) |
| | 91.8% | NSO(2003) |
| 実用識字率 | 85.9% | NSO(2008) |
| | 83.7% | NSO(2003) |
| 雇用率 | 94.7% | NSCB(2014) |
| | 94.4% | NSCB(2013) |
| 失業率 | 5.3% | NSCB(2014) |
| | 5.6% | NSCB(2013) |
| 不完全就業率(パートタイム労働等) | 20.7% | NSCB(2014) |
| | 24.6% | NSCB(2013) |

2.1.3 行政機関

2.1.3.1 カガヤン・デ・オロ市役所

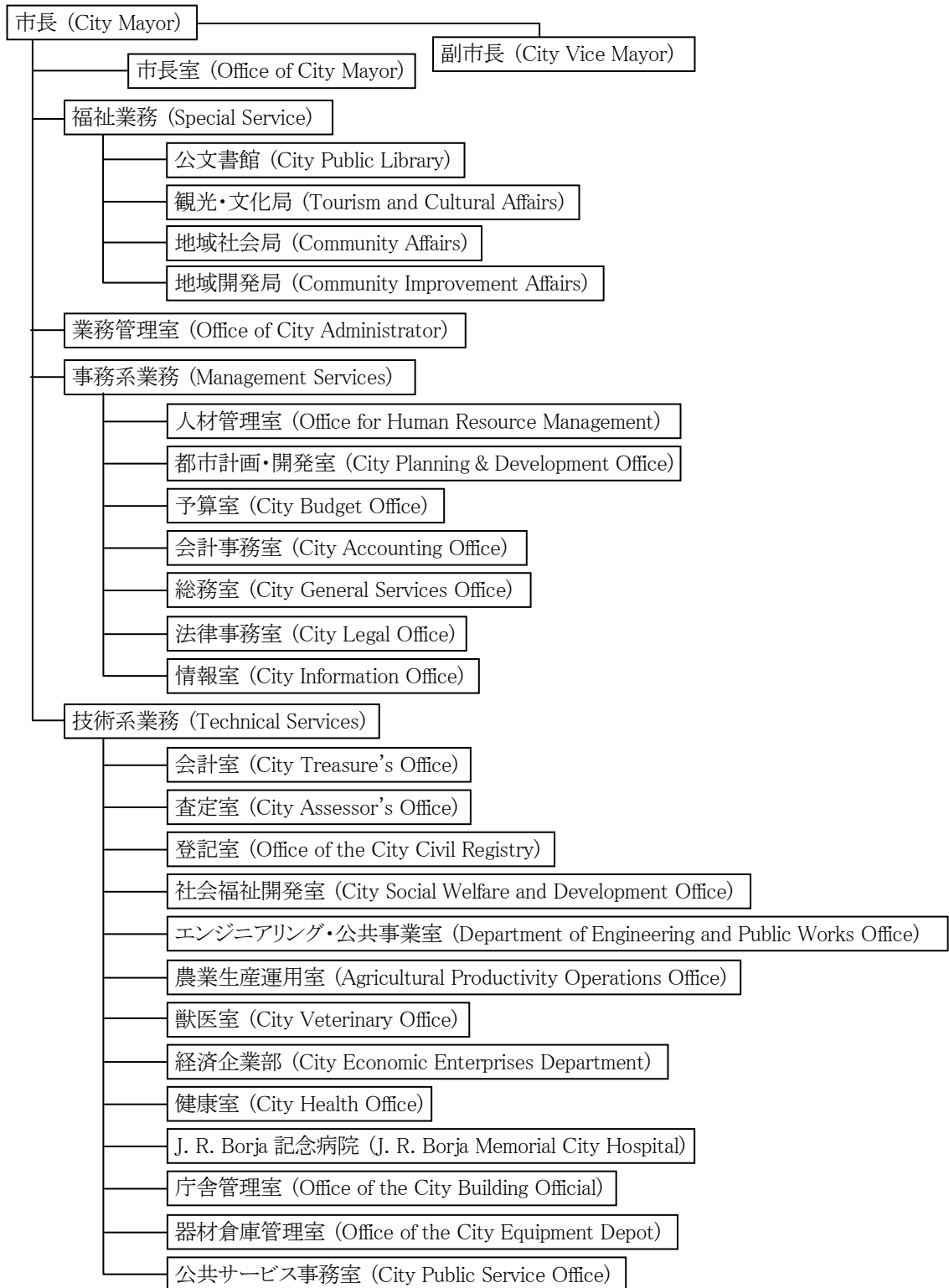


図-2.1.7 カガヤン・デ・オロ市役所組織図

2.1.3.2 上水道関連政府機関

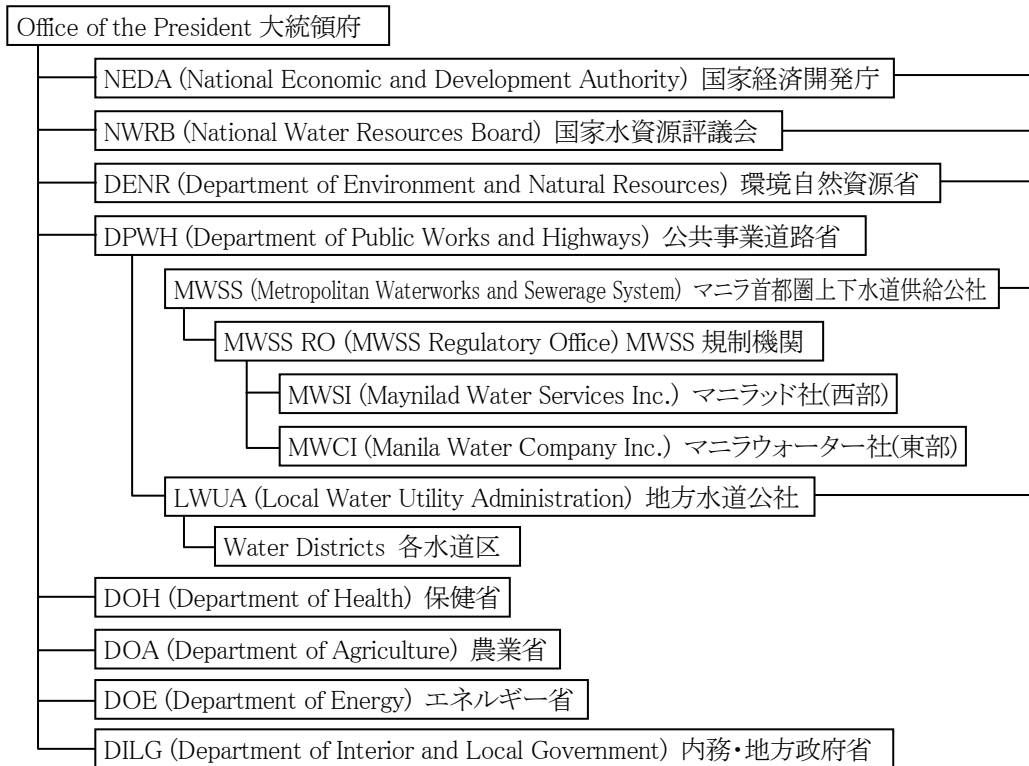


図-2.1.8 上水道関連政府機関図

2.1.3.3 下水道・浄化槽関連政府機関

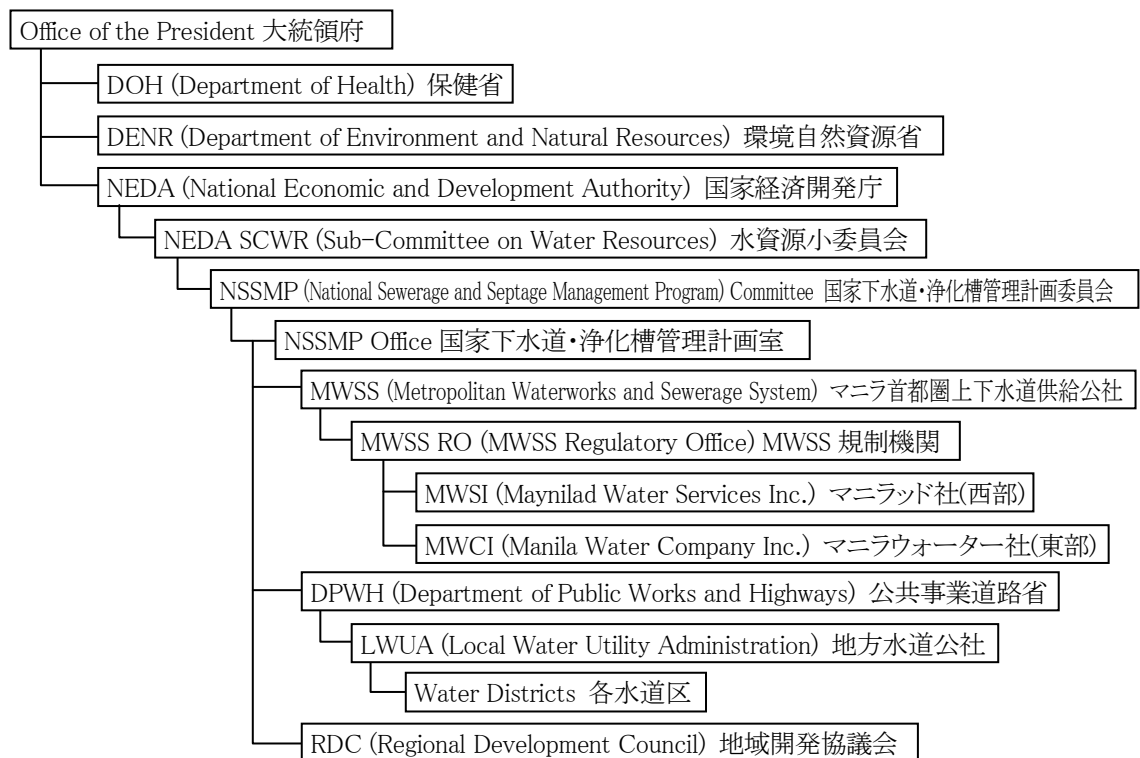


図-2.1.9 下水道関連政府機関図

2.2 カガヤン・デ・オロ市水道区 (COWD)

2.2.1 水道区の組織

2.2.1.1 COWD 創設からの歴史

1973年8月1日、COWDは、比国内初の水道区 (Water District) として創設され、翌年1月4日、LWUAより Conditional Certificate Conformance (CCC) の第1号の適合を受けた、大統領令第198号 (PD198) での「1973年州水道事業法」の基、COWDは独立採算式の準公務団体として事業を開始した。COWDは、初代総裁 (General Manager) の強いリーダーシップもあって、その能力、効率、信頼を高め、水道事業体としての組織を構築することに成功した。

COWDの水道事業は1973年に廃止されたNAWASA (National Waterworks And Sewage Agency) と旧CDO市水道システムの事業経営を引き継いだ。その時点の給水栓数は3,500、日平均配水量は12,200m³/日、送配水管延長はわずか39kmであり、当時の住居数約2.5万戸の約15%に当たる市中心部のみを送水されていた。創設から40年が経過し、COWDの給水栓数は約23倍、配水量と管路延長は共に約13倍に、給水区域も市域ならびに隣接するオポル町まで膨らんだ。

NAWASAからの経営移管後、COWDは1975年から第1期拡張工事 (1975～77年) において、鋼管55.8km、樹脂管15.8kmを、さらに、第2期拡張工事 (1990年) において、鋼管23.5km、樹脂管16.3kmを、第3期拡張工事 (2003～2007年) において、鋼管64.9km、樹脂管12.1kmを布設し、増大する人口に連動した需要増に対応すべく給水区域の拡大を行っていった。

1992年3月、COWDは堅実な経営を認められ、政府保有・管理団体 (GOCC: Government Owned and Controlled Corporation) となった。これまでにCOWDの水道事業は国レベルで賞賛されてきており、1986年、87年、99年には、比国での最優秀水道区に選ばれている。さらに2000年1月28日には、LWUAはCOWDに対し、最高榮譽にあたるLWUA-WD殿堂を授与している。

COWDでは用水供給事業 (BWSP: Bulk Water Supply Project) 契約を比国内で最初に導入した水道区である。COWDと用水供給会社 (Rio Verde Water Consortium: RVWC) が、2007年1月から25年間の用水供給契約を結び、第1期竣工分において、日最大供給水量50,000m³ (平均40,000m³) をCOWD西部地域への送水を開始した。当初計画では、2011年の第2期工事、2017年の第3期工事において、各平均40,000m³の給水を可能とする浄水処理施設を建設し、最終的に120,000m³/日の給水体制を得る予定であったが、現状、双方における法的な問題が解決していないことから、第2期以降は当面の間、延期となっている。

比国での最優秀水道区に選ばれてから、創設より30年程度が経過した2005年以降、COWDにおいては、老朽化した水道施設、主に経年化した水道管路からは漏水が発生するとともに、十分な保守・点検が行えていなかった暫定路上配管での盗水が放置され、また、不良水道メータの取替が進んでいなかったことなどから、これら無収水量の増大が年々続いてきたことで、昨今の無収水率が50%を超える異常な状況を招いてしまっていると考えられる。

2.2.1.2 事務分掌

COWDでは、2015年1月に機構改革を実施する予定である。本件のC/Pである漏水調査チームの職員は、現状、技術系3部から招集され、指揮命令系統が事務分掌上、明確でないため、造水部と維持部を再編し、無収水削減対策及び漏水管理を統括する部(Department)を創設し、カガヤン・デ・オロ川を東部・西部に分けた無収水対策に関する課(Division)を設けることとしている。

(1) 組織図

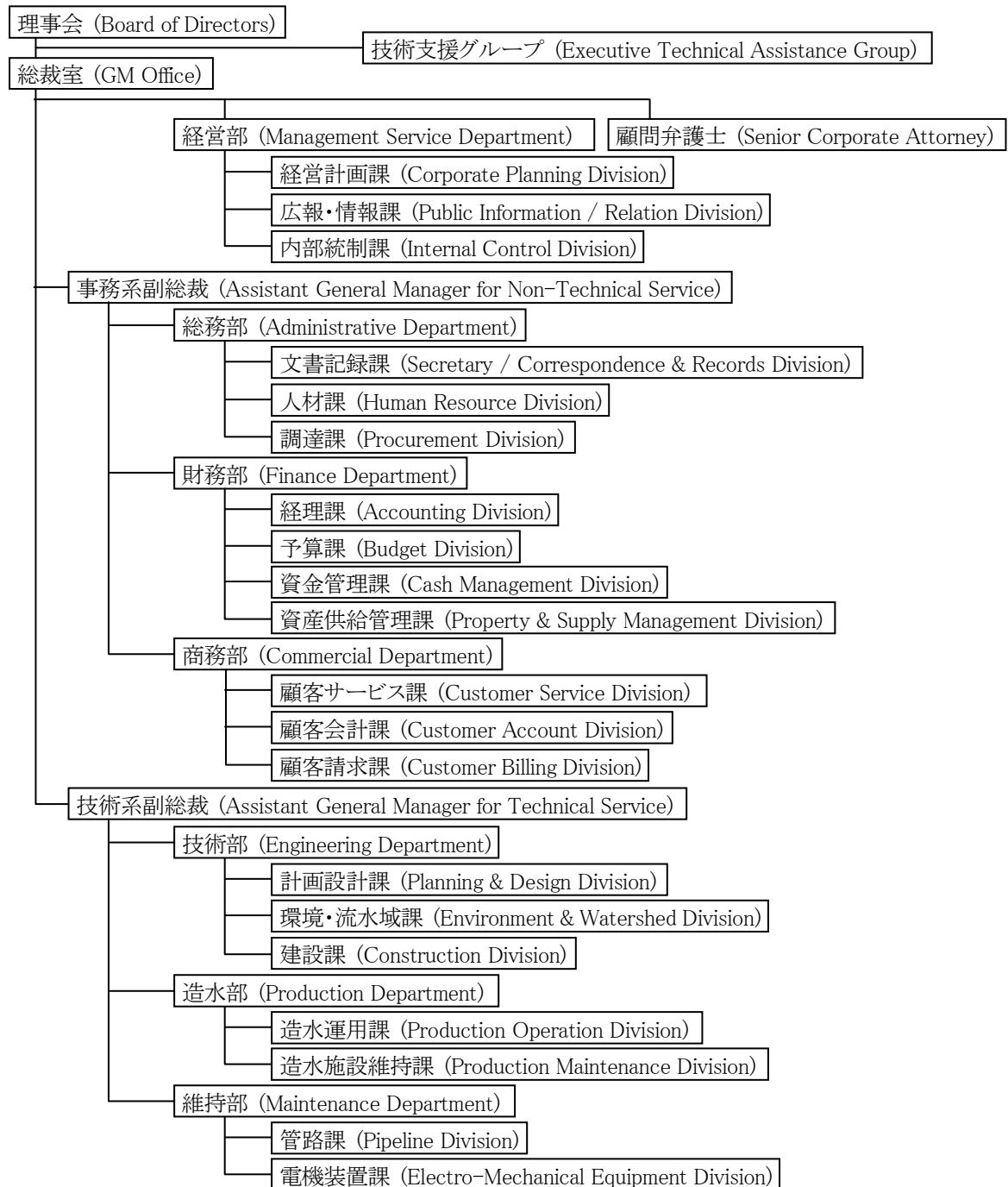


図-2.2.1 COWD 組織図

(2) 事務分掌

表-2.2.1 COWD の部課名と事務分掌

| 部課名 | 事務分掌 |
|--|--|
| I 理事会 (Board of Directors) | 水道事業の目標と目的の達成に向けた水道区の業務について指導や助言をし、また、それらを導くための法律等を制定する。意図した通りの政策が適切に実施されているか評価を行う。 |
| I a 技術支援グループ (Executive Technical Assistance Group) | 理事会と総裁室の指示に従い、全活動を統合し指導する。理事会事務局の承認を受け、政策および決議の文書化と編集を管理する。 |
| II 総裁室 (Office of General Manager) | 制定された政策において、水道事業の目標と目的の達成に向け、全部門・事業所における取り組みを指示する。 |
| II a 顧問弁護士 (Senior Corporate Attorney) | 法務関係のコンサルティングを行う。 |
| II b 経営部 (Management Service Department) | 総裁室に対する支援を実施する。水道区の一般業務に関する包括的な情報を提供するために効果的なフィードバック機構の確立を行う。 |
| 経営計画課 (Corporate Planning Division) | 水道区事業の明確な目的を達成するために、各部の報告や情報の統合を指示する。COWD の一般業務に関連する調査研究について統括する。企業の枠組み構築に必要なプログラムや計画について指揮を執る。 電算ソフト開発係 (Computer Software Development Section) |
| 広報・情報課 (Public Information / Relation Division) | 地域における広報、紙面、電波媒体を用いた活動を実施する。COWD が実施する奨学金プログラムの活動について監督する。 |
| 内部統制課 (Internal Control Division) | COWD の財務管理、監査機構についての実施活動を管理する。COWD の使用材料における調達、譲渡売却、棚卸資産の管理ならびに供給要件に関する監督を行う。 |
| III 事務系副総裁 (Assistant General Manager for Non-Technical Service) | 制定した政策における COWD の目標と目的を達成するための総務部、財務部、商務部での取り組みを指導する。 |
| III a 総務部 (Administrative Department) | COWD の主要な目的を達成するため、責任部署にサービスを提供する。COWD の調達活動を統括する。CSC (Civil Service Commission : 憲法にある市民サービスにおける道徳、効率、健全、進歩、礼儀を向上させる機関) 規則や規制の実施だけでなく、COWD 人事政策を方向付ける。COWD の一般的な業務について管理する。 |
| 文書記録課 (Secretary / Correspondence & Records Division) | COWD 内外における情報記録の管理、文書保管における適切な維持管理を行う。個人情報、COWD の事業運営、公文書ならびに通信に関する管理を行う。 |
| 人材課 (Human Resource Division) | COWD 人権憲章、CSC 規則や規制に関する業務、COWD 職員に必要とされる研修を実施する。 |
| 総務課 (General Service Division) | 事務所・執務室の管理と警備、COWD 職員の健康管理に関する業務を行う。 |
| 調達課 (Procurement Division) | 物品調達に関する業務を行う。 |
| III b 財務部 (Finance Department) | 財務管理、財務計画、現金管理、資産管理・運用における COWD の事業運営活動に関する業務を行う。 |
| 経理課 (Accounting Division) | 月間財政計算書の作成、CAPEX/OPEX に関する支払証憑管理、年間予算分配に関する業務を行う。 一般会計係 (General Accounting Section) 財務記録係 (Financial Records Section) |
| 予算課 (Budget Division) | 年間予算の管理、予算に対する執行率、毎月の CAPEX/OPEX の準備を行う。 |

| 部課名 | 事務分掌 |
|---|---|
| 資金管理課 (Cash Management Division) | 現金の安全保護と保護財源に関する業務を行う。 料金徴収係(Collection Section) 料金支払係(Cash & Disbursement Section) |
| 資産供給管理課 (Property & Supply Management Division) | 資産の保管任務に関する計画、保険の利用、COWD での資産に関する決算・売却に関する業務を実施する。 処理係(Processing Section) 受領・譲渡係(Receiving / Releasing Section) |
| Ⅲc 商務部 (Commercial Department) | 顧客サービスに関する業務、顧客への水道料金請求、顧客管理・記録に関する業務を行う。 |
| 顧客サービス課 (Customer Service Division) | 新規顧客の水道使用申請、顧客からの苦情や問合せに関する業務、新規接続、顧客の水道使用に関する調査、給水管に関する業務を行う。 顧客支援係(Customer Processing & Assistance Section) 給水接続係(Service Connection Section) |
| 顧客会計課 (Customer Account Division) | ブゴ地域事務所管内の顧客サービス、料金請求、顧客からの苦情や問合せに関する業務を管轄する。顧客情報記録の維持管理、配水管網、給水管に関する業務を行う。 会計評価係(Accounts Assessment Section) ブゴ地域担当(Bugo Operation Section) |
| 顧客請求課 (Customer Billing Division) | 顧客への水道料金請求の読み込み、請求書の作成・直接配送を行う。顧客請求書データ・支払記録の管理を行う。 請求係(Billing Section) 検針・配送係(Meter-Reading / Delivery Section) |
| IV 技術系副総裁 (Assistant General Manager for Technical Service) | 技術系部門の業務を総括する。水道事業の役割を果たすための政策・目的を設ける。 |
| IVa 技術部 (Engineering Department) | 環境や水源地域のモニタリング、水質管理、水源の保護に関する業務を行う。水道システムにおける設計・施工、計画の作成や既存計画の見直しを行う。 |
| 計画設計課 (Planning & Design Division) | 全水道供給システムにおける施設計画と設計業務を行う。既存システム・施設の評価ならびに開発計画の見直しを行う。 土木工事係(Civil Works Section) 建築設計係(Architectural Design Section) 水源係(Water Resource Section) 電機係(Electro-Mechanical Section) |
| 環境・流水域課 (Environment & Watershed Division) | 自然環境と水源地域のモニタリングを行い、水源水質・水量・持続性の評価を行う。 環境管理係(Environmental Management Section) 流水域管理係(Watershed Management Section) |
| 建設課 (Construction Division) | 水道供給システム・施設に関する建設工事と庁舎の維持管理を行う。 建設係(Construction Section) 水道メータ設置係(Meter Stub-Out Installation Section) 電機・衛生装置係(Electro-Mechanical & Sanitary Installation Section) |
| IVb 造水部 (Production Department) | 造水施設ならびに送配水管網の点検・維持管理を行う。 |
| 造水運用課 (Production Operation Division) | 造水施設全般に関する運用業務を行う。 中部・西部・東部水源施設係(Central / West / East Station Water Resources Facilities Operation Section) |

| 部課名 | 事務分掌 |
|---|---|
| 造水施設維持課 (Production Maintenance Division) | 深井戸ならびに装置の点検・修繕、送配水管の運用と管路付属施設の維持管理、水質の管理業務を行う。 予防保守係(Preventive Maintenance Section) 送配水係(Transmission / Distribution Section) 水質管理係(Quality Control Assurance Section) |
| IVc 維持部 (Maintenance Department) | COWD 内の全送配水管路および付属施設の維持管理ならびに修理に関する工程、調整、監督を実施する。 |
| 管路課 (Pipeline Division) | 主要管路と給水管接続の漏水修理、配水系統の維持管理と修理に必要な使用材料の管理と修理の維持管理記録を行う。 管路修理係(Pipeline Repair Section) 管路更新係(Pipeline Rehabilitation Section) 水道メータ係(Water Meter Section) |
| 電機装置課 (Electro - Mechanical Equipment Division) | 浄水供給施設の修理、車両・装置の運転前整備や運転、新設管路工事や管路補修に必要な継手等の作成を行う。 車両装置係(Vehicle / Equipment Section) 造水装置・製作係(Production Facilities & Fabrication Section) |

(3) 職員数

COWDには417人の職員が勤務しているが、その約4分の1は期間雇用である臨時職員と期間職員が占めており、検針や運転手、配管工等の業務に従事している。雇用職員と比べ賃金は低い、業務実績により雇用期間延長や雇用職員登用の道を確保されており、また業務の効率化にも資している。なお、雇用職員のうち、事務系部門の経営部、総務部、財務部は女性職員、技術系部門は男性職員が多く、男女比は概ね2対1(男性職員：女性職員)となっている。

表-2.2.2 部別職員数

| | 総裁/副総裁 GM/AGM | 部長 Dept. Mngr. | 課長 Div. Mngr. | 上級職員 Supervisor | 雇用職員 Permanent | 臨時職員 Temporary | 期間職員 Casual | 合計 Total |
|-------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------|------------------|
| 経営部 MSD | 1 F1 | 1 F1 | 3 F3 | 4 F3/M1 | 16 F10/M6 | | 6 F3/M3 | 31 F21/M10 |
| 総務部 AD | | | 2 F2 | 5 F3/M2 | 19 F11/M8 | | 4 M4 | 30 F16/M14 |
| 財務部 FD | | 1 F1 | 4 F4 | 3 F3 | 30 F26/M4 | | 7 F4/M3 | 45 F38/M7 |
| 商務部 CD | | 1 F1 | 3 F3 | 3 F1/M2 | 64 F14/M50 | | 38 F3/M35 | 109 F22/M87 |
| 技術部 ED | 1 M1 | 1 M1 | 2 F2 | 4 F1/M3 | 18 F3/M15 | 4 M4 | 10 F2/M8 | 40 F8/M32 |
| 造水部 PD | | 1 M1 | 2 M2 | 6 F1/M5 | 26 F2/M24 | 14 M14 | 11 F1/M10 | 60 F4/M56 |
| 維持部 MD | | 1 F1 | 2 M2 | 4 M4 | 73 F2/M71 | 1 M1 | 21 M21 | 102 F3/M99 |
| 合計 Total | 2 F1/M1 | 6 F4/M2 | 18 F14/M4 | 29 F12/M17 | 240 F68/M178 | 19 M19 | 97 F13/M84 | 417 F112/M305 |

備考：F／女性、M／男性

臨時職員／各部内のプロジェクト単位で雇用する職員(最大2年間、更新可)

期間職員／半年単位で雇用する職員(最大2年間、更新可)

2.2.2 経営・財務

COWDでは、会計年度(1月～12月)ごとに年次報告書(Annual Report)を毎年作成し、当該年度のCOWDの事業の概要を明らかにしている。

この添付書類の一つである財務報告書(Financial Report)には、貸借対照表(表-2.2.5参照)、損益計算書(表-2.2.6参照)、キャッシュフロー計算書(表-2.2.7参照)、ファンドフロー計算書(表-2.2.8参照)など、LWUAガイドラインに基づき作成された主要な財務諸表が掲載されている。

2.2.2.1 経営

CDO市を含む北ミンダナオ地域の人口は伸び続けており、今後も年率2%程度の増加が見込まれている(図-2.1.6参照)。人口増加を受けて、COWDの給水件数及び有収水量も増加しており、料金収入は今後も着実に増加することが見込まれる。

一方で、無収水率は50%台と高く、ここ数年はさらに悪化傾向にある。COWDの現在の保有水源(上水供給能力)は約160,000m³/日(自己水源：約120,000m³/日、用水受水：約40,000m³/日)で、これは年間58,400,000m³に換算できるが、2013年の給水量は既に57,100,000m³を超えている。このことは、無収水率を早急に改善しない限り、あと数年で給水量が現在の保有水源を上回ることを示唆しており、直ちに、自己水源と比べ単価の高い用水受水量を大幅に引き上げるか、もしくは多額の費用を要する新たな水源開発に着手する必要性が生じることを示している。

表-2.2.3 COWDの給水基本情報

| | 単位 | 2010年 | 2011年 | 2012年 | 2013年 |
|----------|------------------------|---------|---------|---------|---------|
| CDO市人口 | 人 | 582,465 | 612,430 | 671,216 | 710,020 |
| 給水栓接続数 | 数 | 76,351 | 78,722 | 80,619 | 83,016 |
| 水道普及率 | % | 78.7 | 82.0 | 84.1 | 81.8 |
| 給水量 | 1,000m ³ /年 | 53,617 | 53,490 | 53,844 | 57,156 |
| 有収水量 | 1,000m ³ /年 | 23,917 | 23,726 | 24,100 | 25,363 |
| 無収水率 | % | 55 | 56 | 54 | 55 |
| 1人1日使用水量 | L/人 | 109 | 104 | 104 | 122 |

注：2011年と2012年については、2011年12月のセンドンの影響が推測される

表-2.2.4 COWDの給水原価と供給単価(2013)

| 指標 | 計算式 | 試算値 |
|------|---------------------------------------|-------------------------|
| 給水原価 | 経常費用(PHP/年) / 有収水量(m ³ /年) | 25.6 PHP/m ³ |
| 供給単価 | 給水収益(PHP/年) / 有収水量(m ³ /年) | 26.4 PHP/m ³ |

2.2.2.2 財務諸表

(1) 貸借対照表

COWDの資産合計に占める各項目の割合を加える等して編集した貸借対照表について、表-2.2.5に示す。

短期的な支払能力を示す指標の一つである当座比率¹(=当座資産/流動負債×100)は110%であり(2013年の当座資産を現金+特別預金(Special Deposits)として試算)、100%を超えていることから、短期的な負債に対し十分な当座資産を保有していると言える。

一方で、流動資産の6割以上を占める未収金(Accounts Receivable Customers)の内、約6割は未納停水が実施されている未収金(Net of disconnected accounts to be written-off)であり、その多くが実際には回収困難と考えられる。財政状況を正確に把握するためには、これらの未収金のうち回収が見込めないものについては、現在計上している貸倒引当金を取り崩して処分し、処分しきれない分は費用化するなど、会計上、適切に処理する必要がある。

固定資産の簿価に対し借入金で8割程度を占めており、施設整備のほとんどを借入金で賄っていることが推測される。ただし、料金収入の規模と比較するとそれほど割合は高くないため、施設整備のための借り入れを増加させることは可能であると考えられる。

(2) 損益計算書

COWDでは、各費用項目を各部でまとめ、損益計算書に記載している。しかしながら、各項目を「人件費」や「動力費」など大項目にまとめることで各部の経費の特徴を比較しやすくしたり、水道区全体の状況をとりまとめて経営分析に活用したりするなどの取組みは行っていない。そこで、比国の他都市の取組み等を参考に、各費用項目を大項目にまとめることを提案し、COWDが試算した。それを基に編集した損益計算書を表-2.2.6に示す。

COWDでは、料金収入に対して約2割の営業利益と5%以上の経常利益を計上しており、現時点の収支上は問題ない水準であると言える。ただし、毎年約2%の給水人口の増に伴う増収が見込まれているものの、年間4%近いインフレ率は当面継続すると見込まれているため、仮に現状のコスト内容を維持できたとしても、経営効率化や料金改定等による更なる増収が伴わない限り、将来的には収支の維持は困難になると考えられる。

一方、費用について、施設の維持管理費用が2%程度と非常に低い。保有している固定資産を踏まえると、定期的な施設の維持管理が適切に行われていない可能性がある。

また、減価償却費が料金収入に対し10%程度と低くなっており、既存施設の減価償却費による費用回収だけでは、今後の施設更新分の資金需要を満たせない状況となっている。減価償却

¹ 短期的な支払能力を示す指標である。当座資産とは、現金や預金など、特に換金性の高い流動資産のことで、この指標は流動比率(流動資産/流動負債×100)と比べ、より厳密な指標と言える。一般的に100%を超えていれば、流動資産の支払に対し十分な当座資産を保有していると考えられることができる。

費が低位であることは、老朽化した施設(使用年数が耐用年数を超えているか、もしくは耐用年数に近い施設)が多いことが推測されるため、施設の更新が必要と考えられる。

全給水量の4分の1を占める用水受水費(Purchased Water)について、営業費用合計の3分の1近くを占めており、自己水源と比べ原価が割高となっていることがわかる。無収水率を改善することで有収水量の増加に対応するとともに、将来的な用水受水量の増加を抑えることが望ましいと考えられる。

(3) キャッシュフロー計算書・ファンドフロー計算書

COWDの水道料金収入の納入額は、損益計算書における給水収益と同程度であり、近年における料金回収率はある程度の水準を確保しているものと推測できる。そのため、未収金には多くの過年度分が含まれていることが推測される。また、投資活動におけるキャッシュフローが活発でないことから、施設の新設や更新があまり行われていないことが推測できる(表-2.2.7、表-2.2.8参照)。

ファンドフロー計算書で毎年の運転資金の収支を示しているが、前年度の運転資金の残額を翌年度の運転資金に累積するつくりとなっていないため、当該年度に使用可能な運転資金の全額が把握されていない。必要な施設の整備・更新を計画的に行うためには、長期ローン等を活用した中長期の資金計画の策定が不可欠だが、現在所有している運転資金とその将来予測を把握した上で計画策定することは、事業運営において極めて重要である。

表-2.2.5 貸借対照表(単位：1,000PHP)

| 資産(Assets) | 2011 | 2012 | 2013 | 比率 |
|--|-----------|-----------|-----------|----------|
| 固定資産(Utility Plant) | 1,122,107 | 1,108,241 | 1,151,030 | 74.2% |
| 施設(Utility Plant in Service) | 1,784,604 | 1,828,550 | 1,925,905 | (124.1%) |
| 建設仮勘定(Construction Work in Progress) | 5,996 | 8,482 | 17,734 | (1.1%) |
| 将来のための施設(Utility Plant held for Future Use) | 739 | 3,103 | 2,987 | (0.2%) |
| その他の施設(Unclassified Utility Plant) | | 6,717 | 12,147 | (0.8%) |
| 減価償却費(Accumulated Depreciation and Amortization) | -669,232 | -738,611 | -807,743 | (-52.1%) |
| 投資(Investments and Fund Accounts) | 2,608 | 2,608 | 2,608 | 0.2% |
| その他有形資産(Other Physical Property) | 2,608 | 2,608 | 2,608 | (0.2%) |
| 流動資産(Current Assets) | 308,516 | 367,879 | 374,635 | 24.1% |
| 現金(Cash) | 64,412 | 124,704 | 90,723 | (5.8%) |
| 特別預金(Special Deposits) | 34,655 | 39,194 | 48,193 | (3.1%) |
| 基金(Working Funds) | 203 | 213 | 208 | (0.0%) |
| 短期投資(Temporary Investments) | 4,008 | 0 | 22,584 | (1.5%) |
| 未収金(Accounts Receivable Customers) | 251,051 | 245,647 | 246,875 | (15.9%) |
| 職員への前金払(Cash Advances to officers and Employees) | 272 | 0 | 42 | (0.0%) |
| その他未収金(Accounts Receivable Others) | 1,055 | 1,045 | 1,059 | (0.1%) |
| 貸倒引当金(Allowance for Bad Debts-Credit) | -75,407 | -77,917 | -80,817 | (-5.2%) |
| 材料及び備品在庫(Materials and Supplies Inventory) | 27,797 | 34,537 | 45,175 | (2.9%) |
| 前払金(Prepayments) | 470 | 456 | 593 | (0.0%) |
| 繰延勘定(Others) | 13,406 | 14,810 | 23,489 | 1.5% |
| その他繰延金(Other Deferred Debits) | 13,406 | 14,810 | 23,489 | (1.5%) |
| 資産合計(Total Assets) | 1,446,637 | 1,493,538 | 1,551,762 | 100.0% |

| 負債及び資本(Liabilities and Capital) | 2011 | 2012 | 2013 | 比率 |
|---|-----------|-----------|-----------|---------|
| 資本金(Capital) | 474,234 | 511,104 | 596,592 | 38.4% |
| 政府からの資本金(Capital Contribution - Government) | 867 | 867 | 867 | (0.1%) |
| その他資本金(Other Paid-in Capital) | 47,207 | 58,356 | 101,592 | (6.5%) |
| 未処分利益剰余金(Retained Earnings-Unappropriated) | 397,751 | 423,472 | 465,724 | (30.0%) |
| 処分利益剰余金(Retained Earnings-Appropriated) | 144 | 144 | 144 | (0.0%) |
| 評価資本(Appraisal Capital) | 28,265 | 28,265 | 28,265 | (1.8%) |
| 固定負債(Long Term Debts) | 884,250 | 842,959 | 777,871 | 50.1% |
| 借入金(Loans Payable) | 875,590 | 838,017 | 777,871 | (50.1%) |
| その他長期債務(Other Long Term Debts) | 7,413 | 4,942 | 0 | (0.0%) |
| 契約保証金(Retentions on Contracts) | 1,247 | 0 | | (0.0%) |
| 流動負債(Current and Accrued Liabilities) | 81,273 | 86,929 | 126,808 | 8.2% |
| 長期債務の分割金(Current Portion on Long Term Debts) | 34,109 | 38,944 | 60,031 | (3.9%) |
| GSIS/SSSの買掛金(GSIS/SSS/COWD Accounts Payable) | 2,658 | 2,566 | 9,326 | (0.6%) |
| 預り保証金(Customers' Deposits) | 10,748 | 9,057 | 9,057 | (0.6%) |
| 老人医療保障金(Medicare Payable) | 166 | 170 | 176 | (0.0%) |
| 利子(Interest Payable) | 0 | 0 | | (0.0%) |
| 源泉徴収税(Withholding Tax Payable) | 9,233 | 3,506 | 5,157 | (0.3%) |
| その他未払金(Other Current and Accrued Liabilities) | 24,359 | 32,686 | 43,061 | (2.8%) |
| 繰延金(Deferred Credits) | 3,709 | 49,375 | 47,320 | 3.0% |
| その他繰延金(Other Deferred Credits) | 3,709 | 49,375 | 47,320 | (3.0%) |
| 営業準備金(Operating Reserves) | 3,171 | 3,171 | 3,171 | 0.2% |
| その他営業準備金(Other Operating Reserves) | 3,171 | 3,171 | 3,171 | (0.2%) |
| 負債及び資本合計(Total Liabilities and Capital) | 1,446,637 | 1,493,538 | 1,551,762 | 100.0% |

表-2.2.6 損益計算書(単位：1,000PHP)

| | 2011 | 2012 | 2013 | 比率 |
|---|---------|---------|---------|---------|
| 営業収益(Operating Revenue) | | | | |
| (1)給水収益(Water Sales) | 638,371 | 640,300 | 668,895 | 94.3% |
| (2)その他収益(Other Revenue) | 38,221 | 32,459 | 35,902 | 5.1% |
| ペナルティ料金(Penalty Charges) | 30,592 | 25,014 | 28,111 | (4.0%) |
| 雑収益(サービス)(Miscellaneous Service Revenues) | 7,042 | 7,029 | 7,173 | (1.0%) |
| 接続料(Installation Fee / Meter Stand) | | | (4,643) | |
| 再接続料(Reconnection Fee) | | | (1,931) | |
| 労働力・材料費ほか(Others) | | | (0,599) | |
| その他水道収益(Other Water Revenues) | 587 | 416 | 618 | (0.1%) |
| 営業収益計(Total Operating Revenue) | 676,592 | 672,759 | 704,797 | 99.4% |
| 営業費用(Operating Expenses) | | | | |
| (3)営業経費(Operation Cost) | 419,856 | 456,069 | 482,700 | 68.1% |
| 水源(Source of Supply) | | 147,923 | 151,820 | (21.4%) |
| ポンプ(Pumping) | | 95,714 | 101,966 | (14.4%) |
| 給料・賃金(Administrative Salaries and Wages) | | 79,066 | 80,316 | (11.3%) |
| 給付金(Employees' Pensions and Benefits) | | 48,422 | 57,954 | (8.2%) |
| 税金・許可料(Tax and Licenses) | | 14,000 | 15,278 | (2.2%) |
| 年金・社会保障費(GSIS, Philhealth and HDMF Contributions) | | 12,357 | 12,757 | (1.8%) |
| 警備サービス(Security Services) | | 5,854 | 6,870 | (1.0%) |
| 事務用品(Office Supplies) | | 4,222 | 4,114 | (0.6%) |
| 燃料費(Light and Power) | | 3,387 | 3,551 | (0.5%) |
| 浄水費(Water Treatment) | | 2,915 | 3,547 | (0.5%) |
| 光熱水費(Light, Power and Water) | | 3,096 | 3,401 | (0.5%) |
| 雑収入(Miscellaneous Expenses) | | 39,113 | 41,127 | (5.8%) |
| (4)減価償却費(Depreciation) | 63,520 | 66,593 | 69,137 | 9.7% |
| (5)維持管理費用(Maintenance) | 46,294 | 12,754 | 12,869 | (1.8%) |
| 送配水(Transmission and Distribution) | | 6,870 | 7,485 | (1.1%) |
| 施設・設備(General Plant) | | 3,849 | 3,653 | (0.5%) |
| 水源(Sources of Supply) | | 2,035 | 1,731 | (0.2%) |
| 営業費用計(Total Operating Expenses) | 529,670 | 535,416 | 564,706 | 79.6% |
| 営業利益(Operating Income) | 146,922 | 137,343 | 140,091 | 19.8% |

| | 2011 | 2012 | 2013 | 比率 |
|--|---------|---------|--------|-------|
| 営業外収益(Non-Operating Revenue) | | | | |
| (6)その他収益(Other Income) | 3,198 | 2,992 | 4,487 | 0.6% |
| 営業外費用(Non-Operating Expenses) | | | | |
| (7)長期支払利息(Interest of Long-Term Debts) | 105,430 | 101,812 | 85,590 | 12.1% |

| | 2011 | 2012 | 2013 | 比率 |
|--------------------------|---------|---------|---------|--------|
| 収益合計(Net Total Income) | 679,790 | 675,751 | 709,284 | 100.0% |
| 費用合計(Net Total Expenses) | 635,100 | 637,228 | 650,296 | 91.7% |
| 経常利益(Ordinary Income) | 44,690 | 38,523 | 58,988 | 8.3% |

表-2.2.7 キャッシュフロー計算書(単位：1,000PHP)

| | 2011 | 2012 | 2013 |
|---|---------|---------|---------|
| 受取(Receipts) | | | |
| 水道料金収入(当月分)(Collection of Water Bill: Current) | 376,767 | 378,308 | 385,838 |
| 水道料金収入(過月分)(Collection of Water Bill: Arrears) | 280,154 | 294,417 | 308,122 |
| その他売上・サービス(Other Sales or Services) | 612 | 1,082 | 983 |
| 雑収入(水道サービス)(Miscellaneous Service Revenues) | 7,226 | 7,082 | 7,375 |
| その他水道収益(Other Water Revenues) | 583 | 416 | 617 |
| 従業員現金前払償還金(Refunds of Employees Cash Advances) | 207 | 553 | 252 |
| 未収金償還金(Refunds/Payments of Accounts Receivable and Others) | 7,846 | 278 | 621 |
| 利子(Interest Revenues) | 307 | 540 | 290 |
| 雑収入(営業外収益)(Miscellaneous Non-Operating Revenues) | 1,444 | 5,219 | 5,774 |
| LWUA 補助金(センドン)(LWUA Grant: Sendong) | 0 | 53,791 | 0 |
| 寄付金(センドン)(Cash Donations: Sendong) | 0 | 2,824 | 0 |
| その他受取調整(Other Receipts/Adjustments) | -3,809 | 4,262 | 9,278 |
| 受取計(Sub-Total) | 671,337 | 748,772 | 719,150 |
| 支払(Disbursements) | | | |
| 預り金支払(Payment of Vouchers Payable) | 341,485 | 368,409 | 401,126 |
| 給料(Payroll) | 87,124 | 95,866 | 101,414 |
| 職員前払金(Advances to Officers and Employees) | 4,769 | 1,230 | 3,015 |
| プロジェクト II-A 支払(Payment of Phase II-A Production Wells) | 535 | 498 | 461 |
| プロジェクト II-B 支払(Payment of Phase II-B Schedules A, B, C) | 12,373 | 12,373 | 11,732 |
| プロジェクト III 支払(Payment of Phase III 520, 128 mil. PHP) | 28,446 | 28,446 | 13,551 |
| LWUA 200 万 PHP ローン(LWUA 200 million Loan - Lateral Project) | 28,122 | 28,122 | 11,718 |
| LWUA 5 万 PHP ローン(LWUA 5 million Loan Youngsville) | 908 | 988 | 988 |
| DBP 借り換えローン(DBP Refinancing Loan) | 65,310 | 65,494 | 93,689 |
| ジョン・ベンチャーローン(John-dort Ventures) | 0 | 1,235 | 3,706 |
| 販売権税(Franchise Tax) | 25,271 | 17,392 | 11,752 |
| 資本改良(Capital Improvements) | 37,536 | 68,427 | 68,369 |
| 予備準備金(Reserve and Contingency) | 0 | 0 | 10,695 |
| センドン補助金(Sendong Rehabilitation -53 million PHP) | 0 | 0 | 20,915 |
| 前年度関係支出(Disbursements Related to Previous Years) | 24,299 | 0 | 0 |
| 支出計(Sub-Total) | 656,178 | 688,480 | 753,131 |
| 収支(Net Receipts / Disbursements) | 15,159 | 60,292 | -33,981 |
| 期間前現金(Cash Balance: Beginning) | 49,253 | 64,412 | 124,704 |
| 期末現金(Cash Balance: End) | 64,412 | 124,704 | 90,723 |

表-2.2.8 ファンドフロー計算書(単位：1,000PHP)

| | 2011 | 2012 | 2013 |
|---|----------|----------|----------|
| 運転資金源(Sources of Working Capital) | | | |
| 業務活動(Operations) | 26,560 | 25,721 | 42,252 |
| 純利益(調整利益剰余金)(Net Income: Net of Re-adjustment) | (26,560) | (25,721) | (42,252) |
| 追加(運転資金を使わない経費)(Expenses Not Using Working Capital) | 59,917 | 69,379 | 69,132 |
| 減価償却費(Depreciation and Amortization of Fixed Assets) | (59,917) | (69,379) | (69,132) |
| 減少(運転資金を伴わない収入)(Income Not Providing Working Capital) | 0 | 0 | 0 |
| 固定資産の売上収入(Gain on Sales of Fixed Assets) | (0) | (0) | (0) |
| 小計(Sub-Total) | 86,477 | 95,100 | 111,384 |
| その他資本金(Other Paid-in-Capital) | 0 | 11,149 | 43,236 |
| 追加ローン支払(Additional Loans Payable) | -34,165 | -37,708 | -60,146 |
| その他長期債務(Other Long Term Debts) | 7,413 | -2,336 | -4,942 |
| 契約継続支払(Retentions on Contract Payments) | 129 | -1,247 | |
| その他営業準備金(Other Deferred Credits) | -110 | 45,666 | -2,055 |
| 小計(Sub-Total) | -26,733 | 15,524 | -23,907 |
| 運転資金源計(Total Sources of Working Capital) | 59,744 | 110,624 | 87,477 |
| 運転資金の使用(Uses of Working Capital) | | | |
| 施設の追加(その他の施設を含む)(Additions to Utility Plant) | 45,758 | 55,513 | 111,921 |
| 運転資金の使用計(Total of Uses of Working Capital) | 45,758 | 55,513 | 111,921 |
| 運転資金の増減(Net Increase / Decrease in Working Capital) | 13,986 | 55,111 | -24,444 |

2.2.2.3 収入管理システム(RMS: Revenue Management System)

COWDでは顧客管理データベースを自身で開発し、運用している。このシステムは、オラクル®社のRDBMS(リレーショナルデータベースを管理・運用するためのシステム)であるMySQLを用いており、Linuxをサーバとし、フロントエンドでは、顧客の水道使用量や水道料金支払、徴収に関する操作が行われている。

本システムでは、1)メータ検針水量を基にした料金請求書の作成、2)未払い時のペナルティ金額の算出、3)出納係との交渉による顧客の支払い支援、4)顧客情報・元帳の管理、5)水道断水通知の作成、6)顧客記録の管理・更新、7)支払状況等の表作成等が行える。

オペレータはシステム端末において、顧客からの支払に対する領収を行っている。支払いは現金、銀行小切手である。顧客の支払いは、COWDの本庁と分庁舎3箇所その他、13の銀行で行われる。本庁舎では土曜日の午前中も顧客からの支払いを受け付けている。

(1) RMS(収入管理システム)のデータベース入力項目

顧客番号、契約者氏名、住所、電話番号、水道メータ口径、水道メータ番号、使用Stub-Out、契約日、各月の使用水量・支払額・支払日、延滞状況について入力している。

(2) 台帳との関連

上記情報の内、顧客番号、契約者氏名、住所、水道メータ口径、水道メータ番号、設置されているStub-OutのID番号を記載している。

(3) 新規顧客の登録作業

COWDから給水を受けたい顧客は、毎週水曜日と土曜日に行われるCOWD主催のセミナーを受講し、給水申請書、契約宣誓書、セミナー受講証明書、新規接続料支払証明書(口径13mm:1,000PHP)、給水設計図書を提出し、審査を通過することで顧客登録され、給水が得られる。申請から概ね2～3週間後に通水される。

2.2.2.4 水道料金

COWDの水道料金体系は、10m³/月までの基本料金と超過料金による料金制度である用途別逓増型料金制を採用している。用途別は家事用/政府用と商工業用である。

COWD創設時から40年が経過し、更新時期を迎えている施設がこれから多くなること、また、人口増による水需要の増加に対応するため、COWDでは経営努力を続けているところであるが、2007年以降順調に続く経済成長による人件費、燃料費、資材費等の高騰により、従来の水道料金体系を2014年5月までに改定率30%増の新料金に段階的に改定した(2011年6月LWUA承認、2014年5月施行)。段階的な料金改定は、2013年11月、2014年2月に各10%増の改定を実施し、最後に2014年5月に10%増の改定を実施したところである。この改定により、2014年以降の当面の期間、COWDは毎年2億PHP相当という非常に大きな額の経常利益を計上すると想定され(2013年の給水収益は6.7億PHP)、これらの利益を持続可能な事業運営に向けた投資にいかにつなげていけるかが、今後のCOWDの将来を占う重要な試金石となると考えられる。

CDO市の郊外に中大規模の新興住宅団地(Sub-Division)の建設が広がることで、新規配水管を延長する必要があり、また、新興団地は標高の高い台地に建設される物件が多いことから、ポンプ加圧設備が必要となり、その経費の一部を顧客に負担していただくために、COWDではこうした特別区域に限り、基本料金と超過料金分に対して2.00PHP/m³(商工業用:4.00PHP/m³)を上乗せしている。現在は1箇所であるが、今後の都市開発状況により、こうした特別区域は増大していくものと考えている。

なお、商工業用の水道料金設定は、家事用/政府用における設定料金の2倍の金額にあたる。

LWUAの料金設定マニュアル(Manual on Water Rates & Related Practices)では、水道料金は水道サービスとしての営業費用のほか維持管理費全般を含めた費用をインフレ率を考慮して回収すべき金額に設定され、公共サービスを反映するために妥当性のある合理的なレベルで設定する必

要があるとされている。また、多量消費者から低所得者までカバーするが、低所得者を配慮した公平性を有する料金設定(最小口径:13mmでの給水接続では、給水区域内の低所得グループの平均所得の5%を超えてはならない)が必要とされている。なお、料金改定時には、公聴会の開催が必須となっている。

(1) 家事用/政府用(2014年5月改定)

表-2.2.9 水道料金表(家事用/政府用)

| 水道メータ口径 | 基本料金(PHP/10m ³) | | 超過料金(PHP/m ³)(旧料金→新料金) | | | |
|-------------|-----------------------------|-----------|------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | 旧料金 | 新料金 | 11-20m ³ | 21-30m ³ | 31-40m ³ | 41m ³ - |
| 13mm (1/2") | 168.00 | 218.40 | | | | |
| 20mm (3/4") | 268.80 | 349.40 | | | | |
| 25mm (1") | 537.60 | 698.85 | | | | |
| 40mm (1.5") | 1,344.00 | 1,747.20 | 23.50 | 24.50 | 25.50 | 26.50 |
| 50mm (2") | 3,360.00 | 4,368.00 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| 75mm (3") | 6,048.00 | 7,257.60 | 30.55 | 31.85 | 33.65 | 36.00 |
| 100mm (4") | 12,096.00 | 15,724.80 | | | | |
| 250mm (10") | 63,840.00 | 60,278.40 | | | | |

(2) 商工業用(2014年5月改定)

表-2.2.10 水道料金表(商工業用)

| 水道メータ口径 | 基本料金(PHP/10m ³) | | 超過料金(PHP/m ³)(旧料金→新料金) | | | |
|-------------|-----------------------------|------------|------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | 旧料金 | 新料金 | 11-20m ³ | 21-30m ³ | 31-40m ³ | 41m ³ - |
| 13mm (1/2") | 336.00 | 436.80 | | | | |
| 20mm (3/4") | 537.60 | 698.80 | | | | |
| 25mm (1") | 1,075.20 | 1,397.80 | | | | |
| 40mm (1.5") | 2,688.00 | 3,494.40 | 47.00 | 49.00 | 51.00 | 53.00 |
| 50mm (2") | 6,720.00 | 8,736.00 | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| 75mm (3") | 12,096.00 | 15,724.80 | 61.10 | 63.70 | 67.30 | 72.00 |
| 100mm (4") | 24,192.00 | 31,449.60 | | | | |
| 250mm (10") | 127,680.00 | 120,556.80 | | | | |

2.2.3 配水量分析

2.2.3.1 配水量分析表

本業務を実施する前のCOWDの配水量分析は、総配水量から水道料金収入に関する有収水量を差し引いた水量を無収水量としている。有収水量は、顧客の水道メータ検針水量をもとに算出されている。一方、無収水量の内訳は、水道区で使用した事業用水量を把握しているだけである。

表-2.2.11 配水量分析表(2013年)

| | | | |
|--------------|---------------|-------------|-------|
| 総配水量 100% | 有収水量 44.4% | 水道料金 | 44.4% |
| | | その他 | 0.0% |
| | 無収水量 55.6% | 水道メータ不感水量 | N/D |
| | | 盗水量(違法接続水量) | N/D |
| | | 納入不可能水量 | N/D |
| | | 漏水量 | N/D |
| | | 水道区事業用水量 | 1.5% |
| | | 不明水量 | N/D |
| | | その他 | 54.1% |

2.2.3.2 無収水量の経緯

1973年にNAWASAより水道事業がCOWDに引き継がれたが、当時の無収水率は現在よりも高い数字が見られる。これは、使用水量を計測する側の水道メータが正確でない可能性があることが挙げられる。1970年代後半には、無収水率が劇的に低下しているが、NAWASA時代の旧管路が新管路に更新され、漏水そのものが削減されたことと人口増に伴い水道メータが増設され有収水量が増加したと推察できる。このように劇的な低下は、一般的には、新規浄水場の稼働により送配水量(無収水率で表す分母)が増大することを原因とする事例が多いが、COWDの場合は、純粹に使用水量を計測する水道メータの新規増設と管路更新による漏水率の減少により、分子である無収水量が削減されたと推測できる。

1980年代においては、経年による漏水発生率の増加が給水栓接続数(顧客数)の伸びと人口増に伴う需要増により相殺され、無収水率は10%台を維持してきていたと思われる。

1990年代には、CDO市の経済発展と共に交通事情が大幅に悪化すると、重量車輛の通過による布設管路への衝撃が、布設後20年以上経過したCOWD創設時に更新した管路は、土被り(埋設深度)が浅い場合、影響を受け漏水しやすくなる恐れがある。この時代は、管路更新よりも顧客増による新設管路の布設が多くなっていることから、漏水発生が起き始めてきた頃と言える。

2000年代前半までは、総配水量は伸びないまでも、新規顧客は増え続けてきており、それに対する新設管路を布設したことにより有収水量が増えたことで、無収水率を抑えることが出来ていたと考えられる。それ以降、無収水率は悪化の一途をたどっていくが、これは、新設管路の布設

のみで管路更新を行ってこなかったことにより、布設後30年以上を経過する管路からの漏水が増えてきたことが原因と思われる。

COWDでは2009年まで漏水調査を行う組織はなく、地上漏水の発見に対して修理を行ってきた。無収水率が高くなっている現状では、これまでの地上漏水の修理だけでなく、地下漏水の早期発見・修理にも労力を割く必要がある。

また、設置した顧客の水道メータは、定期的に交換することなく、故障するまで使用している現状である。水道メータは経年により計量精度が落ちる傾向があり、我が国では法的に8年で交換されているが、COWDではその規定がない。加えて、経年使用による精度に関する調査も行っていないことから水道メータ不感が無収水率の大きな要因になっている可能性もある。

表-2.2.12 給水栓数、水量、管路延長、無収水率の推移

| 年 | 給水栓 (数) | 総配水量 | | 使用水量(有収水量) | | 管路延長 (m) | 無収水率 (%) |
|------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|
| | | (m ³ /年) | (m ³ /日) | (m ³ /年) | (m ³ /日) | | |
| 1976 | 3,962 | 4,546,716 | 12,423 | 806,736 | 2,204 | 39,670 | 82.26 |
| 1977 | 4,507 | 4,515,966 | 12,373 | 1,836,597 | 5,032 | 39,670 | 59.33 |
| 1978 | 6,627 | 4,818,389 | 13,201 | 2,050,539 | 5,618 | 84,350 | 57.44 |
| 1979 | 10,118 | 5,999,908 | 16,438 | 3,690,032 | 10,110 | 111,980 | 38.50 |
| 1980 | 13,479 | 5,758,818 | 15,734 | 4,379,673 | 11,966 | 118,000 | 23.95 |
| 1981 | 16,415 | 7,025,665 | 19,248 | 5,768,259 | 15,803 | 123,870 | 17.90 |
| 1982 | 19,056 | 9,507,575 | 26,048 | 7,076,189 | 19,387 | 128,490 | 25.57 |
| 1983 | 21,177 | 10,150,124 | 27,809 | 8,457,897 | 23,172 | 136,940 | 16.67 |
| 1984 | 23,500 | 10,158,501 | 27,755 | 8,757,652 | 23,928 | 144,180 | 13.79 |
| 1985 | 24,825 | 10,856,481 | 29,744 | 9,062,674 | 24,829 | 151,940 | 16.52 |
| 1986 | 26,412 | 11,745,295 | 32,179 | 9,731,961 | 26,663 | 154,380 | 17.14 |
| 1987 | 28,081 | 12,594,909 | 34,507 | 10,567,833 | 28,953 | 158,000 | 16.09 |
| 1988 | 30,511 | 14,423,194 | 39,408 | 11,620,192 | 31,749 | 164,190 | 19.43 |
| 1989 | 32,805 | 14,776,658 | 40,484 | 12,560,090 | 34,411 | 167,180 | 15.00 |
| 1990 | 34,620 | 18,691,903 | 51,211 | 13,697,712 | 37,528 | 201,040 | 26.72 |
| 1991 | 37,698 | 20,601,725 | 56,443 | 14,412,007 | 39,485 | 219,918 | 30.04 |
| 1992 | 39,823 | 21,742,375 | 59,405 | 16,694,166 | 45,612 | 233,057 | 23.22 |
| 1993 | 41,432 | 23,700,801 | 64,934 | 16,484,800 | 45,164 | 249,602 | 30.45 |
| 1994 | 43,734 | 26,386,936 | 72,293 | 18,276,563 | 50,073 | 263,442 | 30.74 |
| 1995 | 46,232 | 26,419,821 | 72,383 | 19,266,022 | 52,784 | 281,956 | 27.08 |
| 1996 | 47,958 | 28,369,248 | 77,512 | 20,317,946 | 55,514 | 292,387 | 28.38 |
| 1997 | 50,127 | 30,380,383 | 83,234 | 21,676,187 | 59,387 | 308,758 | 28.65 |
| 1998 | 52,153 | 30,003,696 | 82,202 | 21,710,275 | 59,480 | 325,371 | 27.64 |
| 1999 | 54,343 | 28,198,382 | 77,256 | 21,366,680 | 58,539 | 339,992 | 24.23 |
| 2000 | 55,470 | 27,342,239 | 74,706 | 20,384,885 | 55,696 | 341,384 | 25.45 |

| 年 | 給水栓 (数) | 総配水量 | | 使用水量(有収水量) | | 管路延長 (m) | 無収水率 (%) |
|------|------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|
| | | (m ³ /年) | (m ³ /日) | (m ³ /年) | (m ³ /日) | | |
| 2001 | 55,425 | 28,803,751 | 78,914 | 20,470,217 | 56,083 | 349,229 | 28.93 |
| 2002 | 58,194 | 28,377,625 | 77,747 | 19,901,310 | 54,524 | 357,664 | 29.87 |
| 2003 | 60,327 | 31,785,978 | 87,085 | 21,592,997 | 59,159 | 376,833 | 32.07 |
| 2004 | 62,087 | 35,116,160 | 95,946 | 22,230,808 | 60,740 | 384,317 | 36.69 |
| 2005 | 64,284 | 40,782,458 | 111,733 | 23,031,094 | 63,099 | 421,661 | 43.53 |
| 2006 | 66,168 | 42,708,791 | 117,010 | 22,983,821 | 62,969 | 435,424 | 46.18 |
| 2007 | 68,421 | 48,692,815 | 133,405 | 23,016,135 | 63,058 | 456,419 | 52.73 |
| 2008 | 70,944 | 48,346,968 | 132,096 | 22,497,424 | 61,468 | 467,351 | 53.47 |
| 2009 | 74,020 | 53,045,855 | 145,331 | 23,266,261 | 63,743 | 481,114 | 56.14 |
| 2010 | 76,351 | 53,616,511 | 146,895 | 23,916,766 | 65,525 | 504,754 | 55.39 |
| 2011 | 78,722 | 53,488,946 | 146,545 | 23,726,357 | 65,004 | 528,593 | 55.64 |
| 2012 | 80,619 | 53,843,895 | 147,114 | 24,100,044 | 65,847 | 543,444 | 55.24 |
| 2013 | 83,016 | 56,974,426 | 156,094 | 25,362,677 | 69,487 | 562,056 | 55.48 |

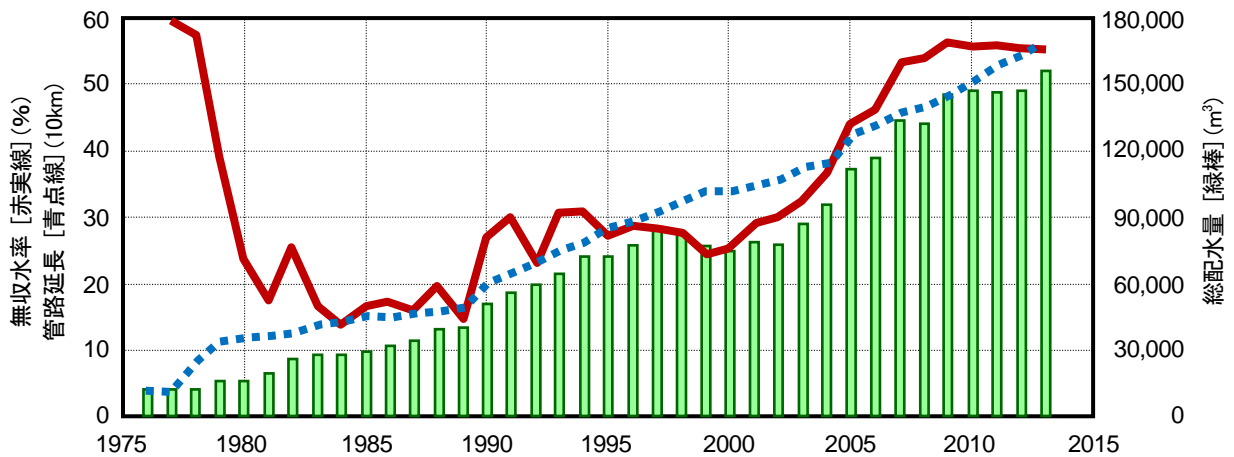


図-2.2.2 送配水量、管路延長、無収水率の推移

2.2.3.3 水道メータ不感

各家屋に設置する水道メータに関し、我が国では計量法により水道メータは有効期限として8年と定められている。有効期限8年を過ぎたいわゆる検定切れした水道メータにより検針した場合、管理責任を持つ水道局に対し、6ヶ月以下の懲役若しくは50万円以下の罰金が処せられる。よって、8年を待たずして、新品への交換、もしくは再検定を行う必要がある。

比国では、計量に関し、明確な担当省はなく、商取引に関わる計量器については、質量計、距離計、体積計等があるのみで、法定計量で規制される主な計量器に水道メータは含まれていない。

COWDでは、水道メータの交換については、故障した場合に交換すると定められているのみであ

るが、COWDでは定期検定を受けている水量検定器を有しており、独自で水道メータの検定を実施している。しかしながら、その検定は、対象となる水道メータにおいて、小、中、大流量での規定水量を水道メータに通過させ、全試験流量帯において誤差以内であれば適正、許容誤差以上であれば不適正と判断している。

表-2.2.13 COWDにおける水道メータ適正試験

| 流量 | 小流量 | 中流量 | 大流量 |
|------|-------------------------|-----------|-------------|
| | 60L/h | 120L/h | 1,500L/h |
| 試験水量 | 10L | 10L | 100L |
| 器差精度 | +/- 5% | +/- 2% | +/- 2% |
| 適正範囲 | 9.5~10.5L | 9.8~10.2L | 98.0~102.0L |
| 結果判断 | 上記全ての流量において適正範囲内であれば使用可 | | |

一般的に、水道メータは小流量では水量をカウントしづらく(回らない・精度が悪い)、大流量では計測精度は良く、誤差は小さい。例えば、メータ器差としての「-2%」といった場合、水道区は100L給水したが、水道メータは98Lしかカウントしなかった場合、差し引き分の2Lは水道料金の対象にはならないため、水道区が損をする無収水(2%)に定義される。これが水道メータ不感に加えられる。

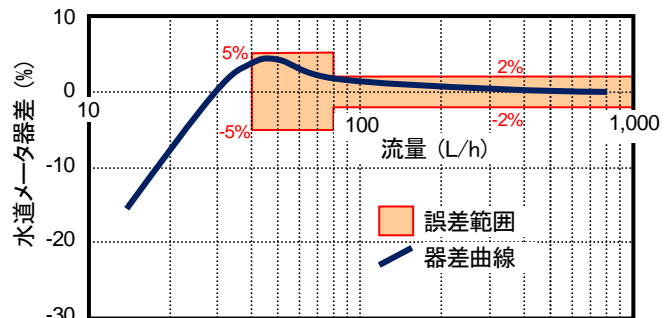


図-2.2.3 水道メータ器差曲線

COWDでは、これまで水道メータに対し適正の可否の判断のみを行ってきた。本調査では、対象の水道メータがどの程度正確なのかを数値的に評価する方法を実践することとする。

2.2.3.4 納入不可能料金

料金未納は、メータ検針後に請求書が各家庭に届き、支払期限までに支払われなかった料金であるが、遅延はあるものの、多くは課徴金や再接続料金と共にCOWDに支払われる。よって、未納料金は年間を通すとその大部分は有収水として水道料金に組み込まれる。

しかしながら、この他に、料金未納のまま住居移転してしまうケースがある。これは追跡ができないことが多く、この場合、料金未納は回収不可能となるため、この料金未納はCOWDの損失となる。なお、COWDでは、2013年に6億6,900万PHPの水道収入に対し、約290万PHPの収納不可能料金(Uncollectible Accounts)を計上している。

2.2.3.5 漏水

COWDでは、2009年に技術系3部から職員を募って、職員5名からなる漏水調査チームを設立した。これまでに漏水調査チームは年間約10kmの漏水調査を実施してきた。この距離は、横浜市水道局で1チームが1週間以内で実施するほどの距離である。JICA調査団が入るまでは、闇雲に漏水調査を実施してきた感があり、体系的な漏水調査を実施してきてはいなかった。

COWDが現状保有する漏水調査関連機器は、漏水探知機×2台、面調査相関式漏水探知機(8ロガー)×1式、ポータブル超音波流量計×1台であり、漏水探知機が最も使用されている。

これまでのCOWDの漏水調査は地上漏水現場での漏水点の確定が主である。晴天時に水溜りが存在し続けている場合、そこにはほぼ漏水が発生していると言ってよい。漏水調査チームが漏水点の確定を行い、修理工事は漏水修理チームに引き継いでいる。漏水調査チームと漏水修理チームの双方で、漏水点について修理台帳を作成しており、履歴が残る形となっている。

2.2.3.6 違法接続

道路拡張やビルディング建設等で道路下に布設されている配水管を移設する必要がある場合、仮設配管として、短い期間、路上管として布設することが稀にある。COWDではそのような道路拡張における仮設配管として長い場合は数年、路上配管の状態を続けており、その箇所数が不明で延長は把握されていない。路上配管の多くは口径50mm～75mmのPVC管である。これらの水道管は加工がしやすく、それほど特殊でない工具を用いて容易に分岐管を接続することが可能である。さらに、配水管水圧が低いことも施工の容易さとなっている。こうしたことから、夜間等、通行人のいなくなる時間帯で、路上配管から分岐管を接続してしまう違法行為がなされてしまうと考えられる。

また、Stub-Outの付近では、配水管からの分岐管が浅い土被りでStub-Outに向かって布設されている場合、その管への接続は配水管への接続より容易である。よって、Stub-Out周辺の路面に掘削跡が見られる場合、不適切な接続が発生している可能性は否めない。

COWDでは、長年放置されてきた路上配管の管理を再度見直し、対策を講じる必要がある。

2.2.4 送配水システム

2.2.4.1 総配水量

COWDの送配水施設はCDO市内の中央を流れるカガヤン・デ・オロ川左岸を西部地区、右岸を東部地区として分けて管理されている。西部地区は自己水源の他、2007年よりRVWC(Rio Verde Water Consortium)からの用水供給を受けている。

2012年、センドンの被害を受けたことにより、COWDは無償資金協力事業として復旧事業を実施

し、洪水対策として全取水井戸に自家発電設備を有し、関係する電気設備は洪水水位に耐えうる位置まで嵩上げされた。

表-2.2.14 取水ポンプの定格揚水量による計画最大配水量

| | 西部 | 東部 | 合計 |
|------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 自己水源 | 31,493m ³ /日 | 89,656m ³ /日 | 121,149m ³ /日 |
| 用水供給 | 43,997m ³ /日 | 0m ³ /日 | 43,997m ³ /日 |
| 計 | 75,490m ³ /日 | 89,656m ³ /日 | 165,146m ³ /日 |
| 深井戸数 | 11基 | 17基 | 28基 |

RVWCからの用水供給事業は、当初計画では2011年に第2期工事として平均40,000m³/日を、また、2017年に第3期工事として同じく平均40,000m³/日の浄水処理施設を建設する予定となっていたが、COWD、RVWC双方に法的な問題が存在し、第2期工事以降は当面延期されている。しかし、事業は凍結にはなっておらず、COWDでは東部地区の水需要がさらに高まる近い将来(2020年以降)に向けて、双方とも本事業は必要不可欠との認識があり、問題解決に向け継続した協議が行われている。

2.2.4.2 送配水システム

現状のCOWDの送配水施設の位置図を図-2.2.4に、送配水システム系統図を図-2.2.5に示す。

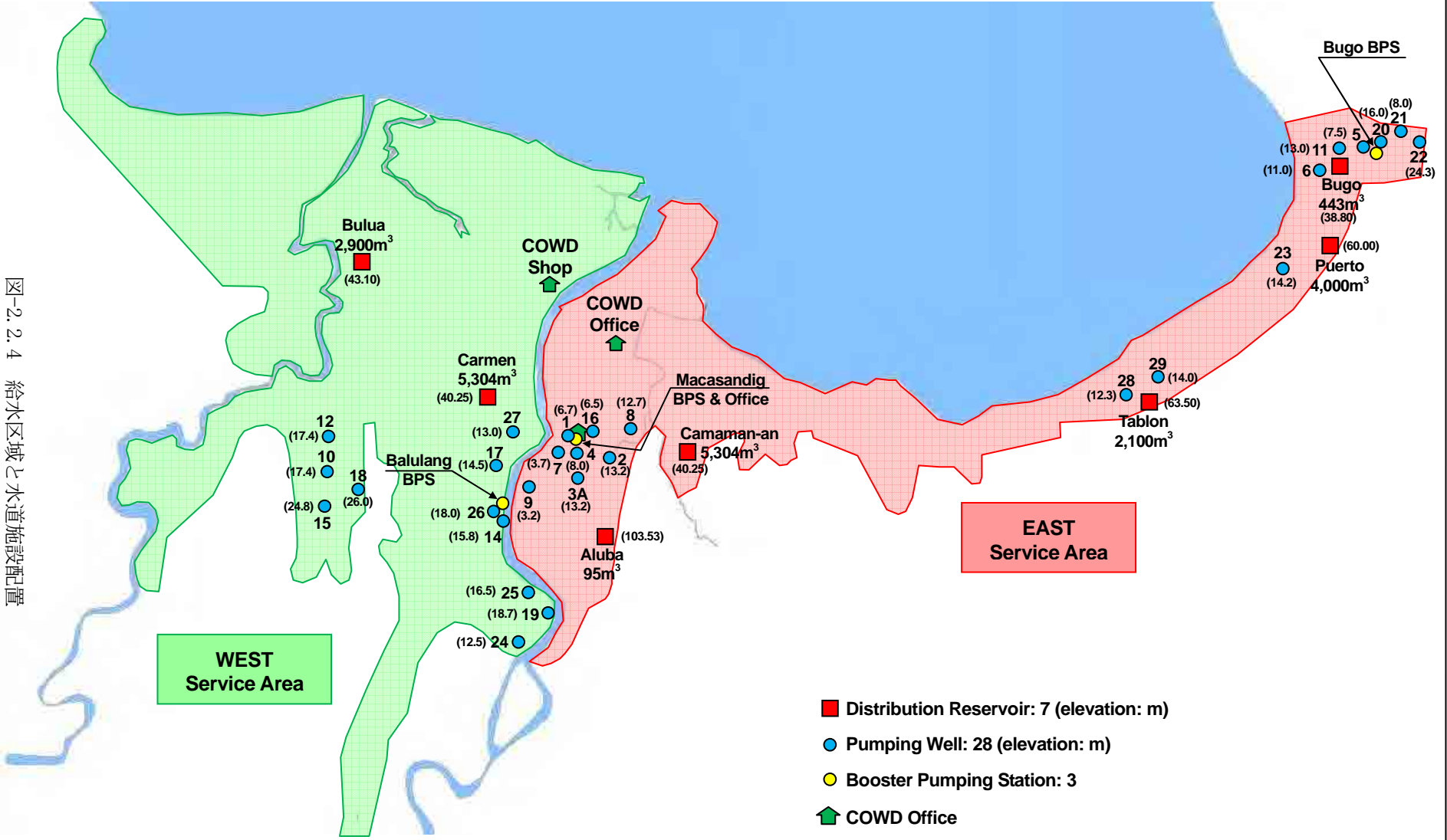
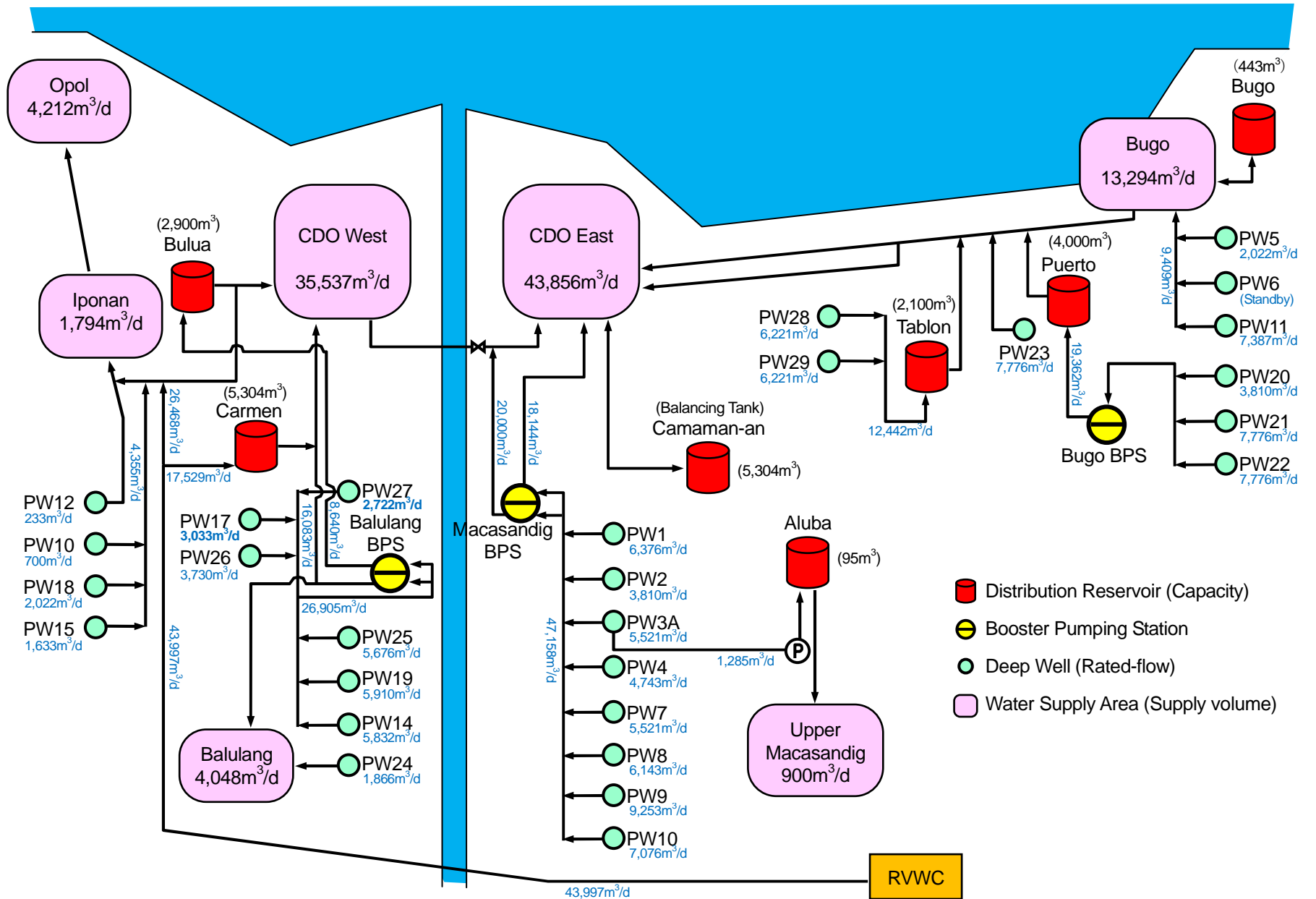


図-2.2.4 給水区域と水道施設配置

図-2.2.5 水道施設システム系統図



2.2.4.3 配水池

現状のCOWDの配水池について表-2.2.15に示す。CDO市内には西部地域に2箇所、東部地域に5箇所の計7箇所に配水池を持つ。全貯水量は20,136m³で、計画最大配水量に対する貯水率は12.2%であり、満水時の貯留時間は2.9時間分である。

表-2.2.15 配水池諸元表

| 配水池施設名 | 容量(m ³) | 地盤高(m) | 配水先、その他 |
|------------|---------------------|--------|---------------------|
| Bulua | 2,900 | 43.10 | CDO川左岸下流域 |
| Carmen | 5,304 | 40.25 | CDO川左岸下流域 |
| Aluba | 95 | 105.53 | Upper Macasandig地域 |
| Camaman-an | 5,304 | 40.25 | CDO川右岸：市中心部、バランスタンク |
| Tablon | 2,100 | 63.50 | 送水管によりCDO川右岸：市中心部 |
| Puerto | 4,000 | 60.00 | 送水管によりCDO川右岸：市中心部 |
| Bugo | 433 | 38.80 | Bugo地域、バランスタンク |
| 合計 | 20,136 | | |

2.2.4.4 地下水ポンプ・増圧ポンプ

現状のCOWDのポンプ施設の取水ポンプ仕様、自家発電設備容量等を表-2.2.16に、増圧ポンプについて表-2.2.17に示す。

COWDでの地下水の浄水処理は、液化塩素による消毒処理のみである。液化塩素は塩素ガスを液化し塩素容器(ボンベ)に充填される。注入方式は、汲み上げた地下水を送水管で送る手前で採水管から取り出し、ボンベに設置されている塩素注入器からインジェクタで液化塩素と採水管からの水を混ぜ込み、塩素入りの水を送水管に押し込んでいる。その後、塩素は送水される間に十分に混ざり合う。

液化塩素は、品質は安定しているものの、毒性が強いため、外部への流出事故が起きないように管理する必要がある。COWDでは転倒防止として、壁際に鎖を用いて固定し対策を図っている。

しかしながら、塩素は常時注入する必要があるため、その消費に対して、常に補充していかなければならない。これまでの塩素消費の傾向からボンベ交換時期の目安が立つことから、計画的な調達が必要であるとともに、年間の購入予算額に対し、十分な金額を計上しておく必要がある。

表-2.2.16 取水ポンプ諸元表

| ポンプ施設名 | 場所 | 定格揚水量(m ³ /h) | 揚程(m) | 自家発電設備 |
|--------|------------|--------------------------|-------|--------|
| PW 1 | Macasandig | 408.8 | 45.5 | 438kVA |
| PW 2 | Macasandig | 288.0 | 32.1 | 250 HP |
| PW 3A | Macasandig | 68.1 | 99.9 | 219kVA |
| PW 4 | Macasandig | 181.7 | 45.5 | 219kVA |
| PW 5 | Bugo | 136.3 | 43.6 | 75kVA |
| PW 6 | Bugo | (Standby) | | |
| PW 7 | Macasandig | 181.7 | 45.5 | 219kVA |
| PW 8 | Macasandig | 227.1 | 45.5 | 250kVA |
| PW 9 | Macasandig | 408.8 | 45.5 | 218kVA |
| PW 10 | Calaanan | 56.8 | 79.4 | 75kVA |
| PW 11 | Bugo | 408.8 | 45.5 | 288kVA |
| PW 12 | Calaanan | (Standby) | | |
| PW 14 | Balulang | 227.1 | 45.5 | 219kVA |
| PW 15 | Calaanan | 90.8 | 79.4 | 132kVA |
| PW 16 | Tomas Saco | 227.1 | 36.4 | 175kVA |
| PW 17 | Balulang | 136.3 | 14.8 | 167kVA |
| PW 18 | Pueblo | 83.6 | 79.4 | 219kVA |
| PW 19 | Balulang | 227.1 | 45.5 | 165kVA |
| PW 20 | Bugo | 180.1 | 15.9 | 500kVA |
| PW 21 | Bugo | 360.0 | 21.8 | 156kVA |
| PW 22 | Bugo | 360.0 | 21.8 | 156kVA |
| PW 23 | Agusan | 360.0 | 71.5 | 313kVA |
| PW 24 | Balulang | 68.1 | 54.5 | --- |
| PW 25 | Balulang | 181.7 | 58.8 | 165kVA |
| PW 26 | Balulang | 136.3 | 67.0 | 165kVA |
| PW 27 | Balulang | 204.4 | 54.5 | 132kVA |
| PW 28 | Tablon | 288.0 | 71.5 | 250kVA |
| PW 29 | Tablon | 288.0 | 71.5 | 250kVA |

表-2.2.17 増圧ポンプ諸元表

| ポンプ施設名 | 場所 | 定格揚水量(m ³ /h) | 揚程(m) | 自家発電設備 |
|--------------|------------|--------------------------|-------|--------|
| BP 1 MAC | Macasandig | 370.9 | 71.5 | 438kVA |
| BP 2 MAC | Macasandig | 363.4 | 46.1 | |
| BP 3 MAC | Macasandig | 499.6 | 65.4 | |
| BP 4 MAC | Macasandig | 363.4 | 46.1 | 600kVA |
| BP 5 MAC | Macasandig | 370.9 | 71.5 | |
| BP 6 MAC | Macasandig | 499.6 | 65.4 | |
| BP 1 MAC-NEW | Macasandig | 370.9 | 71.5 | |
| BP 2 MAC-NEW | Macasandig | 370.9 | 71.5 | |
| BP 3 MAC-NEW | Macasandig | 370.9 | 71.5 | |
| BP 4 MAC-NEW | Macasandig | 370.9 | 71.5 | 688kVA |
| BP 5 MAC-NEW | Macasandig | 370.9 | 71.5 | |
| BP 1 BUG | Bugo | 378.1 | 62.7 | 500kVA |
| BP 2 BUG | Bugo | 378.1 | 62.7 | |
| BP 3 BUG | Bugo | 378.1 | 62.7 | |
| BP 1 BAL | Balulang | 360.0 | 91.0 | 688kVA |
| BP 2 BAL | Balulang | 360.0 | 91.0 | |
| BP 3 BAL | Balulang | 360.0 | 91.0 | |
| BP 4 BAL | Balulang | 338.0 | 50.0 | 313kVA |
| BP 5 BAL | Balulang | 338.0 | 50.0 | |
| BP 6 BAL | Balulang | 338.0 | 50.0 | |
| ILBP 1 | Aluba | 64.0 | 76.3 | |
| ILBP 2 | Aluba | 64.0 | 76.3 | |

2.2.5 給水施設

我が国の一般的な給水方式は、配水支管より分岐した給水管から、顧客の敷地内の土中に蓋付きのメータボックスを設け、その中に水道メータを設置している。よって、多くの場合は家屋1軒につき1つの水道メータが設置されている。

一方、比国では、従来の各家屋に設置していた水道メータを一か所に集め、配水管から分岐した管を地表に取り出し、「Stub-Out(切り株)」と呼ばれる水道メータを20個程度まとめて設置できる台座を配して水道メータの集中管理を行っている(図-2.2.6参照)。水道区の給水責任範囲は各水道メータまでであり、顧客は自身の水道メータから家屋までの給水管の管理を行う必要がある。このこ

とから、水道メータ以降で漏水が発生しても水道区は関知せず、顧客の水道メータは漏水分もカウントすることとなるので、顧客は常に自身の水道メータならびに給水管を維持管理していくことが求められている。なお、このことは、給水接続申請をする際に、新規接続セミナーへの参加が義務化され、そのセミナーで重要事項として説明されている。

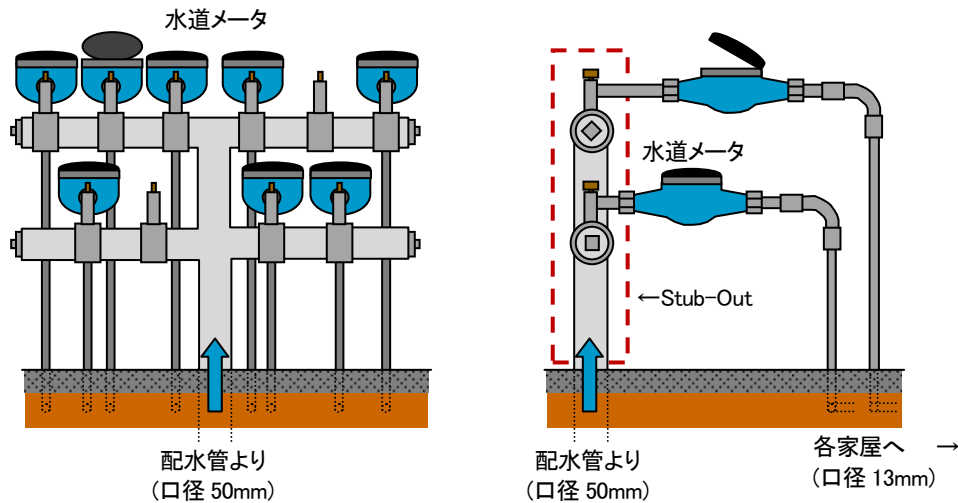


図-2.2.6 Stub-Outの構造一般図

COWDでは、給水管接続に関する規定を設けている。一般的な条件下では、Stub-Outは、給水圧が10PSI (0.07MPa、0.7kgf/cm²) 以上の場所において、Stub-Outから各家屋までの給水管の延長が20m以内である場合、1箇所のStub-Outには20個までの水道メータ（口径13mm）を設置可能であるとされている。水圧が10PSI以上あるような場所では、それ以上の水道メータを設置することも許容されている。

しかしながら、現状のCOWDの状況では、給水圧が10PSIに届かない場所が多々あり、かつ、水道メータ設置数が20個をはるかに超えているStub-Outも多く見受けられる。あるDMA区域の候補地では、給水圧が10PSI弱で、水道メータが82個設置されているStub-Outが見られた。当然であるが、水道水が出ないと苦情が多く寄せられている。このような規程に満たないStub-Outが17%の割合で市内に存在している。市内全域に1,289箇所のStub-Outがあり、規程を照らし合わせると、この内218箇所は改善が必要である。また、一つのStub-Outに65個以上の水道メータが設置されているStub-Outが5箇所あり、最大では96個水道メータが設置されている。ここでは給水管が髪の毛を束ねたようにStub-Outから各家屋まで路上に敷かれている。道路横断の際に、歩行者やオートバイがその上を通過していくため、給水管（主にPVC管、水道用ビニルホース）の劣化速度は早く、更に漏水を発生させていくこととなる。

ちなみに、MCWDでは、一つのStub-Outでは16個まで設置可能と給水規定に記載され、十分な給水圧が確保されている場合、32個まで設置可能であるとされている。

表-2.2.18 設置規定を満たしていないStub-Outの数

| 水道メータ数/ Stub-Out | | 規定内 | 規定外 | | | | | 計 |
|------------------|-----|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 20以下 | 21～32 | 33～48 | 49～64 | 65～80 | 81～96 | |
| Stub-Out数 | 箇所数 | 1,071 | 140 | 61 | 12 | 2 | 3 | 1,289 |
| | 割合 | 83.1% | 16.9% (計218箇所) | | | | | |



写真-2.2.1 一つのStub-Outに82個の水道メータが設置されている例

2.2.6 既存 DMA (District Metered Area)

COWDの配水管網は、カガヤン・デ・オロ川を挟んだ西部地区と東部地区に給水区域が分かれているが、その東西各地区をさらに細分化した給水区域の構築はなされていなかった。2012年にManila Water社との技術協力事業にて、3箇所(図-2.2.7、表-2.2.19内の[1]～[3])のDMAを構築し、夜間最小流量測定を実施している。その結果から漏水率(=漏水量/配水量×100%)は表-2.2.19のとおり算出されている。

COWDでは、これまで、カガヤン・デ・オロ川河口右岸の[4] Macabalan地区をパイロット地区として設定した。この地区は配水本管から分岐された枝状配管網が区域内に布設されている。まだ流入流量計が設置されていないため、DMAを構成することはできていない。

表-2.2.19 DMAにおける夜間最小流量測定値(2012年)

| DMA 名称 | 流入量(m ³ /h) | | 漏水率等 | 備考 |
|-------------------------|------------------------|-------|-------|--------------|
| | 平均 | 夜間最小 | | |
| [1] RER Sub-Division P1 | 16.84 | 7.20 | 42.8% | 閑静な住宅地 |
| [2] San Lazaro | 33.39 | 12.00 | 35.9% | 貧困層の多いスラム街 |
| [3] Limketkai | 10.44 | 5.64 | 54.0% | 大規模ショッピングモール |

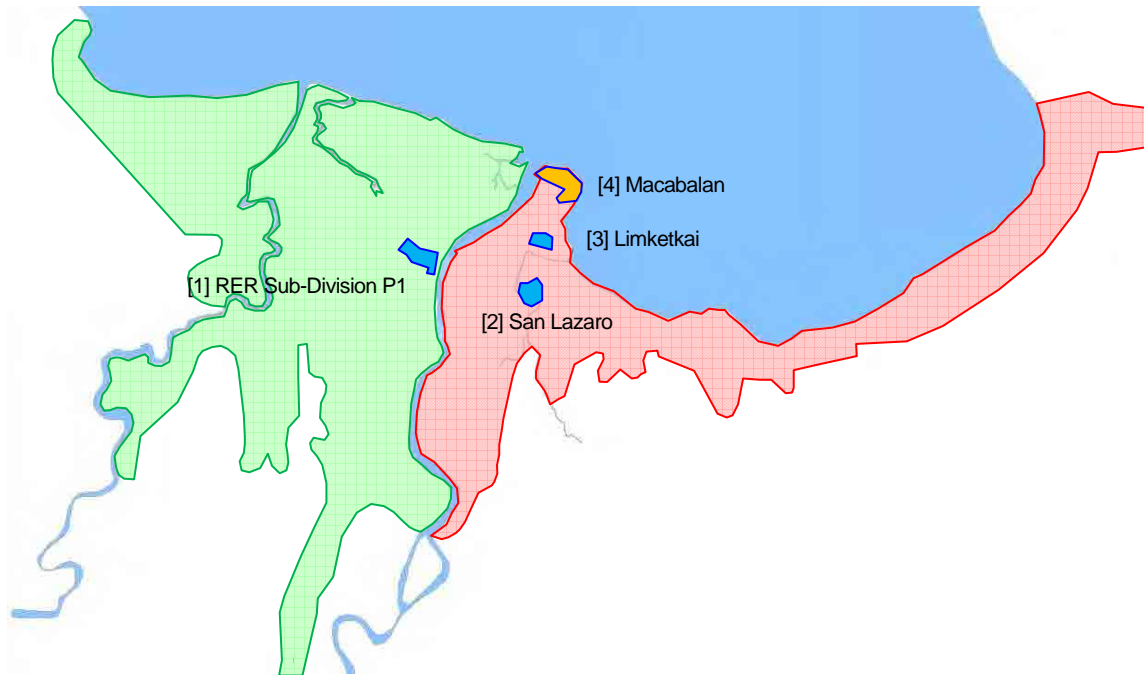


図-2.2.7 既存DMA箇所とパイロット地区

上記、[3] Limketkai は大規模なショッピングモールである。他の地区は住宅街であり、夜間最小流量測定を実施する深夜の時間帯は、住民の多くは就寝しており、水道水を使用する時間はごく限られている。しかしながら、大規模商業地域では、生鮮品を扱うスーパーマーケット等の店舗では、24時間水道水を使用する必要がある。COWDではヒアリングにより深夜帯の水道利用について把握しておく必要がある。または、測定前後には水道メータを検針し、使用水量があればそこから控除しなければならない。本調査の漏水率は多少高めに算出されている可能性がある。

少ないサンプル数であるが、2012年時点での漏水率は概ね40%弱であると推定される。なお、住宅街においても商店や工場等では同様に深夜帯に水道を使用する可能性があることから、そのような住居環境を把握し、使用水量を控除する必要がある。

2.2.7 水道メータ検針・請求・未納

2.2.7.1 水道メータ検針・請求

COWDでは毎月、水道メータ検針を実施している。検針員32名は、COWD給水区域を24ゾーン(1ゾーン内をさらに7~8の区域に分割)に分けた検針区域を受け持っている。請求係(Billing Section)にて設定された月間の検針日程に沿って実施される。よほどの荒天でない限り、その日の検針は実施される。検針当日、検針・配送係(Meter Reading / Delivery Section)にて検針票を持ちCOWD所有の自動二輪車ならびに自転車を移動手段として検針を行う。検針後、事務所にて検針された使用水量の異常値の確認がなされ、通常、検針翌日に請求係で検針票を基に使用水量が入力され、即時に請求書が作成される。この場で検針された使用水量の異常値のチェックがなされる。検針

翌々日から支払日の10日前までには、検針員によって請求書が顧客の元に届けられる。

使用水量の異常値が見られた場合は、商務部(Commercial Department)内の調査グループが対象となる顧客の水道メータを再点検することとなっている。使用水量が著しく多く漏水の疑いがある場合には、顧客に通知し、漏水が明確になった場合、調定水量として過去3ヶ月の水量データを適用し請求することとしている。



写真-2.2.2 メータ検針(左)と検針データ入力・請求書作成(右)

検針ルートは、検針員によってディビジョンごとに地図(スケッチ)が作成されている。検針員の応援に当たる臨時職員が直ぐに現場対応できるようになっている。なお、検針ルートにある Stub-Out が区分されており、1つの Stub-Out の右側と左側で違う検針員が検針している。検針の効率性を高めるのであれば、1つの Stub-Out は1人の検針員が検針するよう区分変更をすることが必要である。

2.2.7.2 未納処理フロー・給水停止

支払期限を越えても水道料金を納入しない未納者には、当該月に対しての請求金額の10%を課徴金(延滞金)として請求している。その後、2ヶ月間支払いが無い場合、警告文を配布し、さらに48時間以内に支払いがない場合に給水停止処分を行っている。支払期限を過ぎるとCOWDとの窓口交渉にて、分割払いや支払予定日の設定等はできるが、対象月の請求料金ならびに課徴金全額ならびに再接続料(300PHP)を支払わなければ給水開始には至らない。この間、調査グループが三連式の督促通知書にて支払い請求手続きをしており、契約書に記載されているように、粛々と給水停止措置が行われる。なお、給水停止から1ヶ月間再接続も支払もない場合、現契約の打切りとなり、以降、水道を使用する場合は、新規顧客として、セミナー受講(後述)や接続料金の支払いが必要となる。

給水停止を受けた顧客にヒアリングをしたところ、給水停止期間中は、隣家に頼り代金(20Lにつき5PHP)を払い水道水を譲り受けていたとのことである。この金額は1m³に換算すると250PHPとなる。COWDの水道料金表(表-2.2.9)と比較するとかなり高いレートである。超過料金区域の支払い分でも約30PHP/m³であるので、再接続料も含めると給水停止を受けることは、その家庭の財政

に大きな負担を掛けることとなる。貧困層では、水道料金が支払えないくらい困窮している家庭があるとされるが、給水停止業務に同行した際、それらの家庭にはテレビや冷蔵庫があり、携帯電話で通話をしていた。顧客サービスの分野になるが、給水停止時の負担額のシミュレーションをし、顧客に対し、比較した場合の負担額を知らしめることが必要である。



写真-2.2.3 未納断水作業(左2枚)、再接続作業(右2枚)

2.2.7.3 新規顧客セミナー

新規にCOWDの水道供給を受ける顧客は、毎週水曜日と土曜日に開催されている新規顧客セミナーに出席しなければならない。セミナーでは、国歌斉唱に始まり、COWDの事業紹介、契約書の説明、水道メータ・給水管の管理、COWD側の理由による断水の通知、料金支払い、未納時の処置について、約2.5時間にわたり説明される。COWDでは本セミナーは顧客との契約行為の一部であることから、入念に説明を行い、説明後は1時間程度、質問を受け付け、丁寧に回答している。

新規顧客の水道供給申請には、申請書、給水計画書(設計書)、宣誓書、セミナー出席確認印、新規接続料金(口径13mmの場合1,000PHP)が必要となる。



写真-2.2.4 新規接続セミナー

3 業務実施内容及び提言

3.1 無収水削減活動の現状把握と提言

3.1.1 無収水削減対策チームの機能や活動状況

COWDが2009年に設立した漏水調査チームは、維持管理担当の課長(当時)をリーダーとする5名のスタッフ(部・課を超えて選抜されたCOWD職員)の合計6名で構成されていた。漏水調査機器としては、漏水探知機×2台、面調査相関式漏水探知機(8ロガー)×1式、ポータブル超音波流量計×1台を有している。本業務開始を機に職員がさらに5名追加され、リーダーの元で合計11名の2チーム編成(5名/チーム)となった。

COWDでは単年度ごとに漏水調査計画を策定し、漏水調査を実施している。2013年は大口径送水管(口径400mm、600mm、800mm)約10kmの漏水調査を計画し、約7.5kmの漏水調査を実施し、結果として「漏水なし」と判定されている。2014年には口径300mmの配水管約9.9kmの漏水調査を計画しており、現在、継続して漏水調査を実施中である。今後は、単年度の漏水調査計画だけではなく、COWD管内全域を対象として効率的、効果的に漏水調査する長期的な漏水調査計画の策定が必要となる。

漏水修理についての活動状況としては、給水管(口径13mm～20mm)の漏水修理も含めると、毎月約530件の漏水修理を実施している(2011年1月～2014年4月のデータより)。ただし、配水管に関しては月に10件以下と給水管に比べるとかなり少ない。しかも地上漏水の修理がほとんどで、地下漏水での修理はほとんど報告されていない。

さらに、COWDでは漏水修理までにかかった日数を積極的に評価している。2014年では、送配水管での地上漏水の場合は、漏水調査を6営業日以内、漏水修理を24時間以内とし、給水管での地上漏水の場合は漏水調査の必要なく漏水修理を2営業日以内に行うという目標を掲げている。ただし、漏水修理後の漏水箇所を図面への落とし込み、漏水の原因分析などは実施していない。今後は漏水多発箇所の把握、漏水の原因分析などによる漏水削減策の検討が必要である。また、メッシュ管理による図面への落とし込みによって原因分析することも必要である。



写真-3.1.1 地上漏水発生箇所(左)、地下漏水(中・右)の調査

COD市内には路上に水溜りが多数散見されるが、漏水調査は実施されていない。水溜りの水をサンプリングし、水道水からの漏水か否かを判断し、水道水であれば、ただちに掘削して漏水修理する必要がある。



写真-3. 1. 2 市内の水溜り発生箇所の状況

3. 1. 2 COWD の無収水削減対策への取り組み

業務開始時(2014年4月)、COWDの無収水率は約55%とされていた。2013年、COWDでは無収水率の削減目標として毎年2%削減を目標とし、2017年までに無収水率を45%にすることを経営方針に掲げている。しかしながら、削減に対する具体的な施策が明確でなく、数値的目標を策定しているのみである。これは、削減対策に取り組む対象として、何をどのように行えば良いのかが理解されていないため、具体的施策を設定できないことにある。

JICA調査団としては、現況における無収水率の実態を把握し、その無収水率を構成している内訳の各項目に対して、それぞれの具体的な課題を抽出し、対策と優先度を提示していくことでCOWD幹部からの了解と協力を得られたので、これらに関し、以降、示していく。

3. 1. 3 無収水削減対策の机上と現場での業務フロー

COWDの地下漏水調査は、これまで年間を通して10km程度と非常に短く、また、漏水発見に至らぬことが多かった。漏水調査チームの人員は組織発足以降5名のみで、かつ、計画性に乏しく、現場発主主義の状況であったが、今回、JICA調査団から、漏水調査計画について、年間を通じた長期的な計画(地域分け、機器の選定)と、短期的にその週に行う漏水調査区域の細かな調査日程等を決めるよう提言した。

短期的調査では、まず、現場調査開始前に(1)調査区域の図面を用意し、(2)調査ルートを選定し、(3)消火栓や仕切弁位置の確認を行い、(4)交通状況や周辺地域の安全対策を図り、(5)調査人員の役割やローテーションを決める、等について全員参加のもと、机上で入念に検討・確認することを提案した。さらに、現場での効率的効果的な漏水調査を実施するためにはそれぞれがどう行動したらよいかを全員参加のもと、室内で役割分担のシミュレーションを実施した。全員がそれぞれの役割

を全て果たせるように役割を交替しながら現場でのイメージ・トレーニングを実施した。これらについて、漏水調査チームは即時に導入・習得し、以降、これらを実践している。



写真-3. 1. 3 事務所内での現場確認(左)と役割分担のイメージ・トレーニング(右)

3.1.4 現行システムの把握、問題点や課題の抽出、それら危害に対する措置と対応

COWDでの現行システムでは、住民から地上漏水が発見された報告を受けると漏水調査チームが現場へ直行し、水道管の漏水箇所を確定する漏水調査作業を実施した後、漏水修理チームへ引き継ぎ、漏水修理が実施される。しかし、COWDでは、指示した漏水発生点と実際の漏水発生点との距離の誤差を評価基準に盛り込んでおり、その誤差は68cm(2013年の平均値)以内であることとされているため、漏水調査チームは漏水が既に地上に浸出している状況の中で、地下にある水道管の漏水発生個所の確定作業に長い時間を要され、漏水修理に取り掛かることが出来ていない状況にある。これは、配水管がPVC管(樹脂管)であり、なおかつ、水圧が低いことから振動音が伝わりにくく、一般的な漏水探知機では判定が困難で、即決できないことが大きな要因と考えられる。

我が国では地上漏水は発見され次第、掘削し、修理に掛かるのが原則であるが、COWDでは漏水点の誤差評価を求められているため、それが出来ていない。地上漏水の場合には、原則、漏水調査は必要なく、おおよその漏水発生点を図面上で判断し、早急に掘削・漏水修理に着手できるシステムに変更する必要がある。

また、CDO市では、道路はエンジニアリング・公共事業室(Department of Engineering and Public Works Office)が管理しており、掘削申請から許可を得るまでの手続きにも時間を要し、早急な漏水修理に繋がっていない。漏水に関する掘削申請・許可等の簡略化など、全市的に漏水修理の進め方を調整・整理する必要がある。特に、地上漏水の場合には、即日に掘削許可が得られるよう道路管理者とも協議する必要がある。

3.2 無収水削減対策に関する各種活動への提言

3.2.1 管網図の状態、精度の確認、管網図情報に関する提言

3.2.1.1 管路台帳と管路図面の管理状況・属性内容・更新頻度・更新の流れ

COWDでは、管路台帳は表計算ソフトにより、(1)管口径、(2)管種、(3)管延長(布設工事時の管路の始点から終点までの距離)、(4)管路場所(始点・終点の住所)、(5)布設年について、管路工事(新設、更新)の際に記録している。上記(4)の管路場所については、データが欠損しているものが多く、実際には場所を特定できない管路が多い。また、管路図面と管路台帳が一对一对応になっていないため、管路台帳の情報と図面の情報を突き合わせることも容易ではない。

また、通常使用している管理図面もCAD図面から詳細図をコピーして使用しているため、全員の共有化が難しい状況にある。そこで、JICA調査団は日本では一般的なメッシュ管理(X-Y座標)された管路図面の作成を提言したところ、漏水調査チームはその利便性を理解し、直ちに導入し、メッシュ管理図面(1.5km間隔、サブメッシュ:0.5kmまたは0.75km間隔)を試作した。まだまだ、改善・改良・追記等の更新は必要であるが、今後はメッシュ番号にて表示・管理されることで、誰もが共有できる管理図面になっていくと確信する。

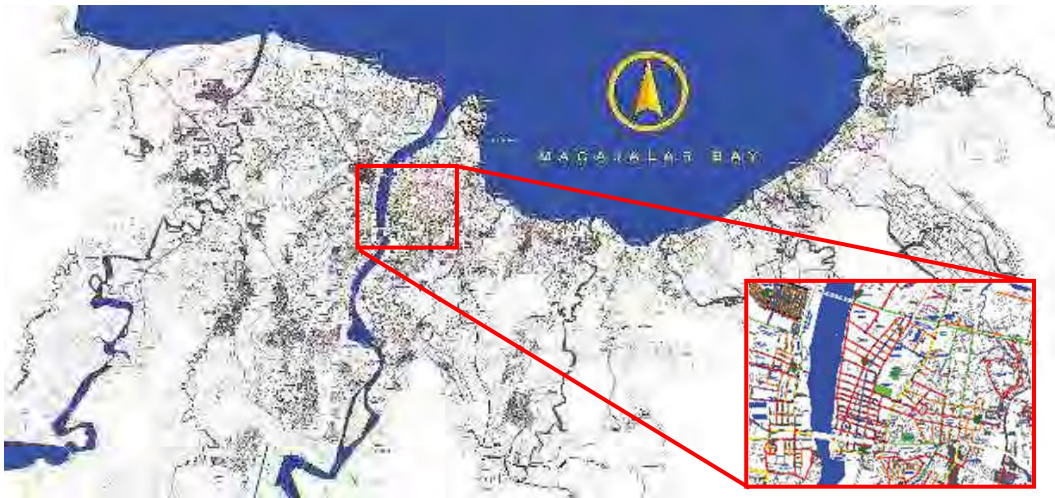


図-3.2.1 COWD 管路図面(マッピング)

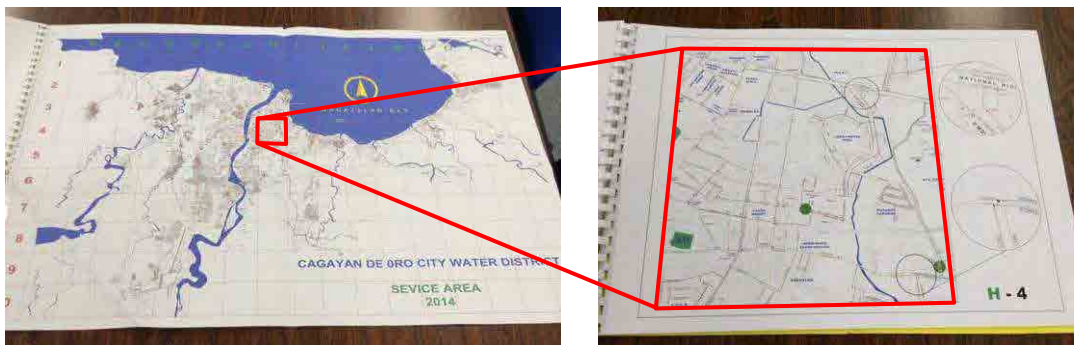


写真-3.2.1 COWD 作成のメッシュ管理図面

管路図面については、CADソフトにより、COWD管内全域の送配水管の図面が作成され、サーバに保存されており、各課からの文書提出に応じて、都度、更新を実施している。図面には、町(バランガイ)名や主要な水道施設が記載され、管路は口径毎に色分けして掲載されている。仕切弁や消火栓、Stub-Outなどの基本情報も掲載されている。さらには水質試験の採水地点も掲載されている。ただし、Stub-Outについては、図面を作成した時期以前のデータが不足しているため、配水管からの分岐位置については記載のないものが多い。水道メータや給水管の情報も記載されていない。これまで、これらの図面は、PC上でのみ閲覧するもので、製本されていなかったが、JICA調査団の提案により、管理メッシュ番号の導入と合わせて、今後は、製本して各課で保有するシステムを構築していく体制をCOWDで決定した。

3.2.1.2 図面の精度

COWDでは、市域の地形と道路情報に関するGIS情報は、地図情報ウェブサービスの画像データをCADソフトで表し、水道施設については地盤高を表記している。実際の埋設位置(道路区画)と図面との整合性もとれており一応に正確である。

また、管路は口径別に色分けすると共に管種を付記している。これまでCOWDでは、毎年、管路表記の精度向上に努めてきており、2013年6月、弊社が訪問した際に比べ表示精度は高くなってきている。

しかしながら、市域の発展速度が早いCDO市では、新規建物の建設に際し区画整理が行われ、半年経つと道路区画が変わっている場所がある。水道管の布設替工事による変更がなければ、図面は従来のままで、いわゆる自作のGIS情報はこうした変更には追従しない可能性がある。これは本来道路の歩道側にあった配水管が道路中央に位置してしまうことになる。道路管理者との連絡により、区画整理の際には変更情報の提供を促し、常にGIS情報の適正化に努めていく必要がある。

3.2.1.3 現場での精度確認

COWDの管路図面には、仕切弁、消火栓、Stub-Outについては、図面に掲載されているものが現場には無いなどの不整合が散見される。COWDでは、図面上に「Not Found」などの情報を追記して対応しているが、全ての情報が図面上に掲載できている状況ではない。

JICA調査団は漏水調査時に管路図面と現地を比較し、相違がある場合、また、複雑に管路が入り組み、管路の特定が困難であるような場所では、簡易オフセットにて位置を特定し、図面に反映することを漏水調査時の役割に付け加えるよう提言した。

なお、今回作成したメッシュ図面では、正方メッシュとしているので、横長のA3版紙面では横方向に余白ができる。複雑な配管は、写真-3.2.1のように、拡大した詳細図面をこの余白部分に引出し、貼り付けることとした。

3.2.1.4 仕切弁・消火栓類の設置数・間隔

COWDでは、仕切弁は地下式で、消火栓や空気弁は地上式であるが、我が国に比べ仕切弁や消火栓の設置数は極端に少ない。これは仕切弁や消火栓に関する明確な設置基準を持っていないことが要因の一つと考えられる。特に消火栓に関しては、住民からの要望に応じて設置している状況である。東南アジア全般に言えることであるが、水道施設、主に管路は、一度布設すれば永年使用できるものとして考えている水道事業者が多い。しかしながら、水道管路は経年や道路環境により漏水を引き起こすものであり、漏水発生の際には漏水修理を行わなければならない。修理の際には漏水箇所前後の仕切弁を操作して管路を断水させなければならない。修理後は管内を洗浄して消火栓や排水弁を使用して洗浄水を排水させなければならない。しかし、付属施設である仕切弁や消火栓が付近には見当たらないことから、0.5～1km前後を探索する必要がある。我が国では概ね100～200mに仕切弁や消火栓が設置され、断水作業時に仕切弁操作を、復旧洗浄作業時に消火栓等を用いて短時間で効率的かつ小規模断水が図れるよう工夫されている。

また、今回レンタルした漏水探査機器の相関式漏水探知機、ゾーンスキャン漏水探知機は弁・栓類をセンサー設置場所に行っているため、漏水調査計画作成時にセンサー設置場所の設定では困難を伴う。

仕切弁の追加は材料購入と土工事ならびに据付工事が必要になり、簡単に設置できるものではない。管路更新工事の際に積極的に設置する方針を立てていく必要がある。また、DMAを新規構築する場合には、DMA境界を仕切弁で区切る必要がある。それらの区切りは管栓により分断することも可能であるが、DMAの再構築や緊急時のバックアップ接続として管路の一部として、今後も利用価値があるため、仕切弁での境界区切りは有効である。

3.2.1.5 仕切弁の開閉情報・点検状況

現地業務において、COWDの配水区域を見て回ったが、弁室は人が入れるようなマンホールは少なく、弁操作に必要な弁軸キャップ上部にはめる廻旋キー(丁字型のハンドル)が入るスペースを確保したハンドホールが設置されている。多くのハンドホールは蓋と蓋受部の構造に密封性がなく、雨水や土が入り込みセンサーを設置するためにはホール内を清掃・洗浄をしなければならず、効率的な漏水調査の妨げになっている。

我が国では弁類のメンテナンスを行うためには室内の維持管理、蓋の開閉状況やぐらつきの確認も行っている。JICA調査団からは、弁室内の点検清掃点検を毎月(場所によっては毎週)行うよう提案した。

弁室内の清掃を行う COWD 維持管理部門の職員は、弁の開閉状態の確認に際し、その場ですぐに開閉操作をしている。長く操作していない弁は、汚れが弁と管内部に付着しており、操作時にはその汚れが剥がれて管路内に送られるため(赤水や濁水の発生)、洗浄作業を伴いながら実施す

べきところである。水道サービスの観点から赤水や濁水を供給することを避けるため、操作マニュアルを確立する必要がある。



写真-3.2.2 維持管理されていない仕切弁室(ハンドホール)内



写真-3.2.3 地上式消火栓(右：消火栓からの排水)

3.2.2 無収水量の分析状況

3.2.2.1 無収水率の水量データと内訳データの収集方法

COWDでは、無収水率は総配水量から有収水量とする水道料金徴収水量を差引きした水量を元に無収水量として、総配水量との無次元化により算出している。無収水量には(1)漏水量、(2)違法接続水量(盗水量)、(3)水道メータ不感水量、(4)水道区事業用水量、(5)料金支払不可能水量が計上されるが、COWDでは(4)水道区事業用水量のみが計上され、他はその他の水量として計上されている。元々、COWDでは無収水量の分類はしておらず、今回の業務にて初めてその内訳を分析することとなった。

(1) 漏水量

漏水量に関し、COWDでは2012年にManila Water社と共同で実施した配水システム改善事業にて、DMAを3箇所([1]RER Sub Division P1、[2]San Lazaro、[3]Limketkai)を構成し、夜間最小流量測定を実施している。



写真-3.2.4 既存DMA(左から[1]RER Sub Division P1、[2]San Lazaro、[3]Limketkai)

今回、同様の夜間最小流量測定を行う予定であったが、2012年に設置した2箇所の水量計は既に故障しており、[1]RER Sub Division P1のみ流量計測を行った。[2]San Lazaroでは、ポータブル超音波流量計を用い流量計測を行った。

DMAは水道メータの流量で管理される区域の意味で、仕切弁や管栓により区切られ独立した給水区域(DMA内)に流入する水量を流量計で計測[A]し、流入した水道水はそのDMA内の各家庭の水道メータを通過して使用[B]されることにより、「流入流量[A]－全水道メータ使用量[ΣB]＝無収水量」が算定される。

夜間最小流量測定により、DMA内の無収水量の内、実際の漏水量に近い水量を推量することができる。夜間(深夜)帯は水道使用量が極端に少なくなり、DMA内の誰も水道水を使用しない時間が極一瞬あるとすると、DMA内の管路に漏水が無い場合、流入流量は「0」である。しかしながら、流入流量がある程度の流量をカウントされている場合、その流量分が漏水として算定される。

既存DMAからの数値がCOWD全体に換算できるとは言えないが、漏水率は40%程度を有していると思われる。

なお、水道メータ下流側の漏水については、現在、確認できた段階で料金を再調定し、漏水減額を行っている。この減額分の水量は無収水量に該当するが、COWDでは漏水減額水量を計測していない。COWDでは、特にStub-Out設置場所において、メータから各家庭まで数十メートルにわたり給水管を路上配管している例が多く見られ、そのような現場では、目視で確認できる漏水が少なからず確認できる。メータ下流側の漏水であるため、現在、COWD職員はこれらの漏水修理に関与していないが、漏水減額を通し、料金収入に少くない影響を与えている可能性もある。漏水減額水量を計測することで実態を把握するとともに、漏水減額を減らすため、漏水を発見した際には顧客に修理を呼びかけるなど、下流漏水を減らす取組を検討する必要があると考える。

表-3.2.1 住宅地における夜間最小流量測定結果(上段：2012年、下段：2014年)

| 名称 | 平均流量 | 最小流量 | 最大流量 | 漏水率 | 時係数 |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------|------|
| [1]RER Sub Division P1 | 16.84m ³ /h | 7.20m ³ /h | 25.20m ³ /h | 42.8% | 1.50 |
| | 24.12m ³ /h | 15.60m ³ /h | 36.00m ³ /h | 64.7% | 1.49 |
| [2]San Lazaro | 33.39m ³ /h | 12.00m ³ /h | 49.20m ³ /h | 35.9% | 1.47 |
| | 40.26m ³ /h | 31.54m ³ /h | 56.09m ³ /h | 78.3% | 1.39 |

ただし、2014年10月に実施した[2]San Lazaroでの夜間最小流量測定について、特異な傾向が見られたため、以下に詳述する。

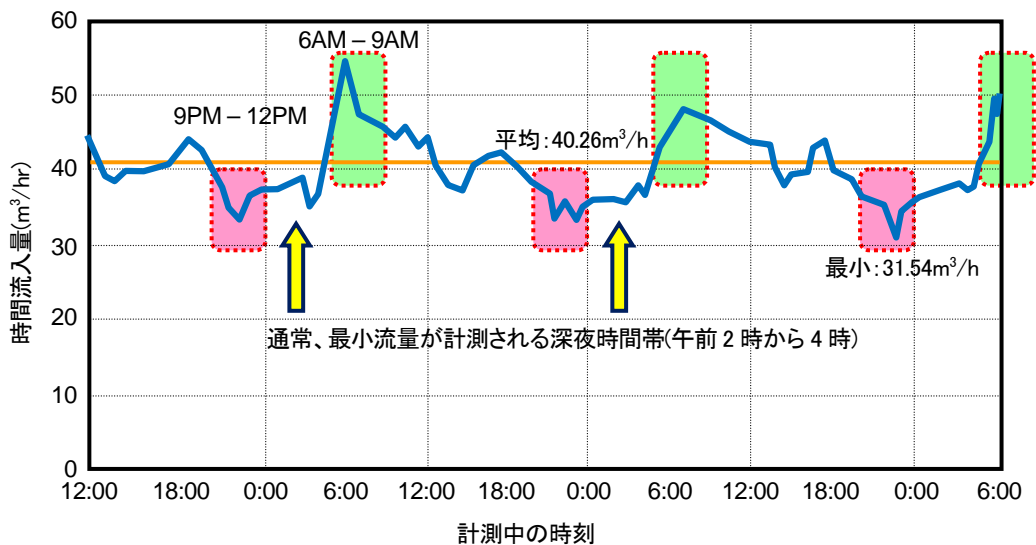


図-3.2.2 DMA San Lazaroへの流入量

午前6時から9時までの間にSan Lazaroへの流入量は増加する。これは人が朝、起床する時刻に1日の活動を開始するためであり、一般的な傾向である。しかしながら、San Lazaroでは、流量が最小値をとるタイミングは午後9時から12時の間で、その後、深夜の間に緩やかに流量は増加している。通常、住宅地では午前2時から4時の間に最小流量となるが、San Lazaroではこのような傾向を示していない。これは次のようなことが考えられる。1) 夜間に多量に水を使用している顧客がいる可能性である。明け方、市内で一斉に水を使うため、満身に水が給水されないことを見越して、夜間、水を貯留している顧客がいる可能性が考えられる。2) 夜間に盗水を働いている人がいることも考えられる。昼間には他の顧客への給水に影響を与えるため、夜間に開栓して盗水する事例がしばしば報告されている。また、COWDでは消火栓は地上式であり、道具さえあれば誰でも開栓が可能である。

今回の超音波流量計を用いた流量測定では、San Lazaroの漏水は78.3%と非常に高く算定されたため、今後、更なる詳細な調査が必要である。長期的な夜間最小流量測定を継続するとともに、San Lazaroの顧客に対する水利用行動に関するヒアリングや顧客の水道メータへのロガーの設置などにより、顧客の1日の水利用行動を把握することが必要である。また、San Lazaroの

DMAをさらに小さく区分していく必要もある。

(2) 違法接続水量(盗水量)

COWDでは、違法接続水(盗水)について、発生場所や盗水量について把握出来ていない。2013年のCOWDの違法接続の発見件数は166件と報告されている。しかし、地上配管(露出配管)が多く、PVC管を使用している、さらに、水圧が低い状況からは、水道管へのアクセスは非常に簡単で、簡易な工具で分岐管の接続が可能となってしまうことから、実際の違法接続件数はもっと多いことが想定される。今後、違法接続(盗水)の監視体制を厳しくするなど対応が求められる。

その対策として、違法接続は主に路上配管部で起きていることから、路上配管部の場所の把握を行い、管網マップへそれらのポイントを落とし、漏水調査チームのみならず、水道区全体で水道メータ検針員、検針水量調査グループ、維持管理の作業チーム等、日頃、給水区域内で業務を行っている部署の職員に対し、違法接続の確認を行うよう、実施要領を策定することが必要である。

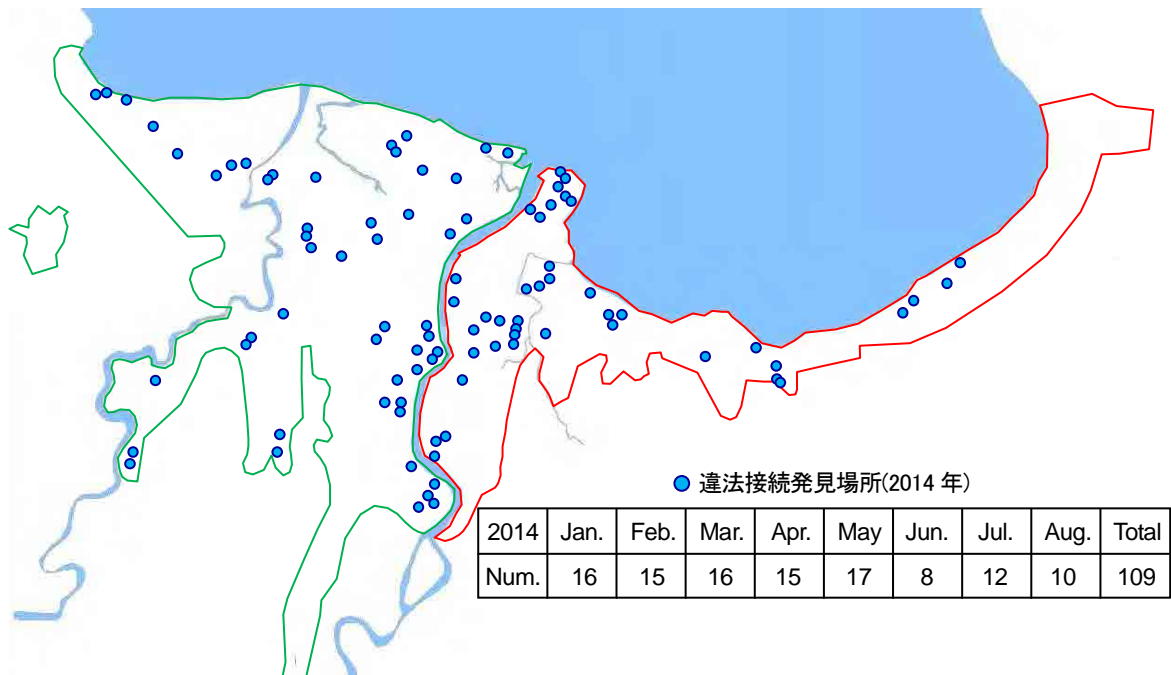


図-3.2.3 違法接続場所(2014年)

違法接続水量は、その実際の水量を把握することは困難である。どのくらいの違法接続が存在し、どれだけの流量が分岐されているかが不明であるため、漏水量と組み合わせることが多い。なお、DMAが完全に構築され、全給水区域で夜間最小流量測定が実施できた場合、基礎漏水量の算定が可能となり、漏水量と組み合わせた違法接続水量は、基礎漏水量を控除することで算定できる。



写真-3.2.5 違法接続箇所(左)と地上を走る露出配管 PVC 管(右)

(3) メータ不感水量

COWDでは、顧客の水道メータは故障した場合に限り交換するとされている。COWDでは水道メータ試験室を有しており、新規購入メータの検査、顧客からの依頼による検査を実施し、その水道メータが適正範囲に「ある」か「ない」かを判断している。よって、無収水におけるメータ不感水量は把握されていないことから、今回、メータ試験室の施設を用いて短時間でメータ不感水量が算定できる方法を実施した。

メータ不感水量を求めるために、COWD内で経年的に使用されている設置1年目から10年目まで各経過年度のメータをそれぞれ各5個抽出し、合計50個の水道メータを集め、試験室にてメータ器差の試験を行い、各メータの器差を算出し、全体の水道メータ不感水量を算出することとした。今回は検体数50個で、COWDの水道メータ数87,000個からすると構成比はわずか0.06%であるが、これからCOWDが持続して試験を実施していくためのパイロットとして行った。

COWDでは、主にイスラエル、タイ、中国、韓国、ドイツの水道メータ製造会社による水道メータが導入されている。顧客台帳から口径13mmの水道メータを地域、製造会社、設置年について偏りないよう抽出した。



写真-3.2.6 水道メータ試験室(左：設置前、中・右：計測中)

試験流速を30L/h、60L/h、120L/h、800L/h、それぞれ定格流量を10L、20L、40L、100Lとして試験機(水量基準タンク)から水を流し、定格流量と各水道メータのカウント数を比較し、各々の流速における計測誤差(器差)を算出した。

表-3.2.2に50検体の内、最初の10個を示し、図-3.2.4の左側に各水道メータの器差曲線(表-3.2.2内の2. Meter Error : 緑枠)を、右側に各水道メータの固有器差(表-3.2.2内の6. Error Ratio : ピンク枠)をプロットした。なお、全データは巻末資料に掲載する。

器差曲線データは流量試験で得られた数値を使用しているが、固有器差の算出は、各試験流速が家庭内でどの程度、使用されているかを流量に変換し、その流量においてどの位の相違があるかを計算せねばならない。この実使用されたデータは本調査期間では計測できないことから、また、それを計測する計器がないことから、我が国の都市で実験されたデータを使用した。

50検体を試験した結果、全体として、極小流速から大流速の全域において、水道メータの動作は回りにくい傾向にある。

極小流速30L/hでは-17% (100L流すと水道メータは83Lしかカウントしない)、小流速60L/hでは-10%であるが、実際使用されている流量が少ないため、流量的な影響はそれほど大きくはない。中流速120L/hでは-4.3%、大流速800L/hでは-3.9%であった。各家庭においてシャワー、洗濯、トイレ・フラッシング、散水等を主に行うが、これらは大流速での状況で行われる。全流速域で計算すると全水道メータの不感率は-4.6% (100L流すと水道メータは95.4Lカウントする)を示した。これらの状況下で水道メータが回りにくい状況にあることは、COWDにとって無収水率を常時4.6%計上していることになる。

図-3.2.4の右図の下方にプロットしてある5点の赤四角は非常に回りにくい水道メータである。中には-100%に近い、全く回らないメータも存在した。本実験50検体中、5個のメータが不良メータと言え、全体の10%に相当する。COWDの有する87,000個の水道メータに換算すると8,700個の不良メータが市内に存在していることになる。メータ検針時に動作不良の疑いがある水道メータについては、故障を待たずに早期に試験を行い動作確認する必要がある。

表-3. 2. 2 水道メータ不感水量試験表(50検体の内1~10のデータ)

| Customer ID | | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | |
|--------------------------------------|----------|---------|---------|-----------|----------|---------|---------|----------|---------|-----------|-----------|--------|
| Installed Date | | 2014/03 | 2013/11 | 2007/01 | 2007/01 | 2007/02 | 2012/03 | 2006/01 | 2006/01 | 2005/01 | 2008/01 | |
| Passage Year | | 0.3 | 0.7 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 2.3 | 8.6 | 8.5 | 9.5 | 6.5 | |
| Meter DN (mm) | | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | |
| Meter Number | | 1321389 | 1317576 | 235995 | 236246 | 236290 | 236105 | 867505 | 1071005 | 471040644 | 842805 | |
| Meter Company | | Arad | Arad | Actaris | Actaris | Actaris | Actaris | Asahi | Asahi | Asahi | Asahi | |
| Installed Area | | Tablon | Iponan | Macabalan | Nazareth | Bonbon | Lapasan | Nazareth | Bonbon | Puntod | Macabalan | |
| 1. Meter Count (800-120-60-30) | L/h | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | |
| | 30 | 10 | 670.5 | 361.4 | 865.1 | 1011.0 | 990.9 | 186.3 | 526.7 | 340.8 | 1153.6 | 1053.9 |
| | 60 | 20 | 660.6 | 351.7 | 858.7 | 1011.0 | 981.0 | 176.5 | 518.1 | 330.3 | 1145.3 | 1044.7 |
| | 120 | 40 | 640.6 | 331.8 | 840.3 | 1011.0 | 960.8 | 156.3 | 499.9 | 310.5 | 1125.8 | 1024.7 |
| | 800 | 100 | 600.6 | 291.8 | 800.9 | 973.4 | 920.4 | 115.8 | 459.0 | 271.8 | 1084.9 | 983.9 |
| | Initial | | 500.6 | 192.1 | 701.0 | 867.3 | 819.9 | 15.4 | 359.1 | 171.6 | 983.4 | 883.4 |
| 2. Meter Error | L/h | L | % | % | % | % | % | % | % | % | % | |
| | 30 | -16.9 | -1.0 | -3.0 | -36.0 | -100.0 | -1.0 | -2.0 | -14.0 | 5.0 | -17.0 | -8.0 |
| | 60 | -10.2 | 0.0 | -0.5 | -8.0 | -100.0 | 1.0 | 1.0 | -9.0 | -1.0 | -2.5 | 0.0 |
| | 120 | -4.3 | 0.0 | 0.0 | -1.5 | -6.0 | 1.0 | 1.3 | 2.2 | -3.3 | 2.2 | 2.0 |
| | 800 | -3.9 | 0.0 | -0.3 | -0.1 | 6.1 | 0.5 | 0.4 | -0.1 | 0.2 | 1.5 | 0.5 |
| 3. Range Count (Japan experience) | L/h | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | |
| | V<42 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | 22.0 | |
| | 42<V<85 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | |
| | 85<V<310 | 31.0 | 31.0 | 31.0 | 31.0 | 31.0 | 31.0 | 31.0 | 31.0 | 31.0 | 31.0 | |
| | 310<V | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | 33.0 | |
| | Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |
| 4. Consumption (Field meter test) | L/h | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | |
| | V<42 | 52.6 | 52.6 | 52.6 | 52.6 | 52.6 | 52.6 | 52.6 | 52.6 | 52.6 | 52.6 | |
| | 42<V<85 | 154.5 | 154.5 | 154.5 | 154.5 | 154.5 | 154.5 | 154.5 | 154.5 | 154.5 | 154.5 | |
| | 85<V<310 | 1486.0 | 1486.0 | 1486.0 | 1486.0 | 1486.0 | 1486.0 | 1486.0 | 1486.0 | 1486.0 | 1486.0 | |
| | 310<V | 3306.9 | 3306.9 | 3306.9 | 3306.9 | 3306.9 | 3306.9 | 3306.9 | 3306.9 | 3306.9 | 3306.9 | |
| | Total | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | 5000.0 | |
| 5. Consumption Ratio | L/h | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | |
| | V<42 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | |
| | 42<V<85 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | |
| | 85<V<310 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | 29.7 | |
| | 310<V | 66.1 | 66.1 | 66.1 | 66.1 | 66.1 | 66.1 | 66.1 | 66.1 | 66.1 | 66.1 | |
| | Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | |
| 6. Error Ratio | L/h | % | % | % | % | % | % | % | % | % | % | |
| | V<42 | -0.01 | -0.03 | -0.38 | -1.05 | -0.01 | -0.02 | -0.15 | 0.05 | -0.18 | -0.08 | |
| | 42<V<85 | 0.00 | -0.02 | -0.25 | -3.09 | 0.03 | 0.03 | -0.28 | -0.03 | -0.08 | 0.00 | |
| | 85<V<310 | 0.00 | 0.00 | -0.45 | -1.78 | 0.30 | 0.37 | 0.67 | -0.97 | 0.67 | 0.59 | |
| | 310<V | 0.00 | -0.20 | -0.07 | 4.03 | 0.33 | 0.26 | -0.07 | 0.13 | 0.99 | 0.33 | |
| | Total | -0.01 | -0.25 | -1.14 | -1.89 | 0.65 | 0.65 | 0.18 | -0.81 | 1.40 | 0.84 | |

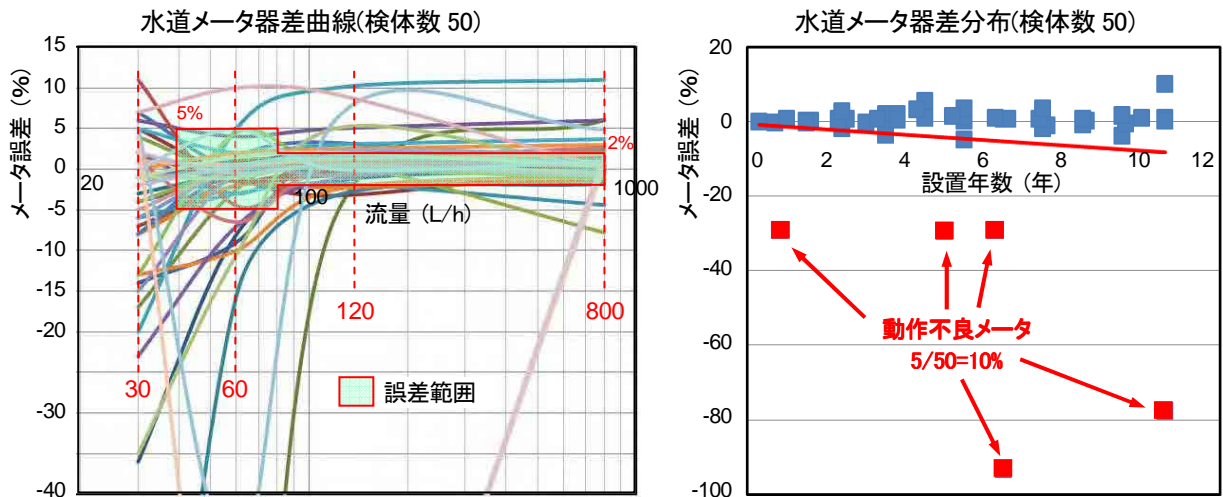


図-3.2.4 水道メータ器差曲線(左)と水道メータ器差分布(右)

COWDにおいて、これらの不良メータを新規メータに交換できた場合、無収水率は4.6%から有収水率側の0.7%になる。無収水率の内訳であるメータ不感水量は5.3ポイント(4.6(-0.7))向上する試算になる。図-3.2.5は、図-3.2.4(右)の不良メータを撤去した場合の傾向である。

なお、水道メータは生産国、製造会社の違いは、傾向としてそれ程大きくない。

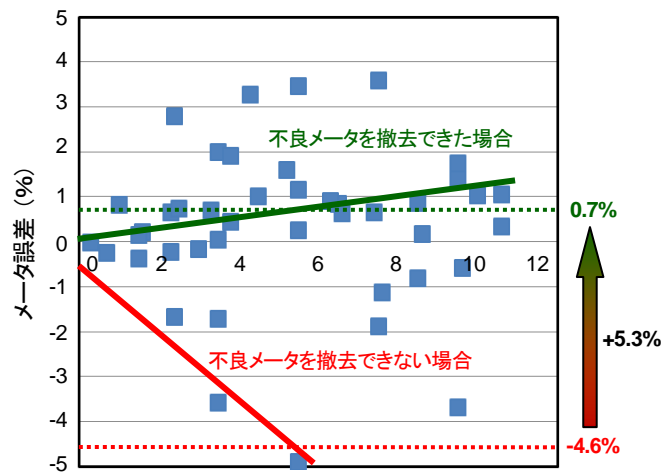


図-3.2.5 不良水道メータの更新による無収水率の改善

COWDが所有するような水道メータ試験装置(水量検定用基準タンク)を有しない水道区は多く存在する。ここでは、現地で製作可能な簡易基準タンクについて紹介する。

水量検定用の簡易基準タンクは、ポリドラム缶(100~200L容器)を用いて製作する。ポリドラム缶底部に栓を付け、その先に撤去した水道メータを管でつなぎ、正確に投入水量を計測し、落差と栓の開度から水量調整し水を流すことで、投入水量と水道メータの計測値の誤差を算出でき、水道メータの器差(不感水量)から水道メータ不感水率が計測できる。

投入水量は、基本となる正確な水量を計測する必要がある。ボトル水容器等を用い、重量に

より水量計測(水の密度を考慮)をし、試験流速で10分から20分程度の時間で計測できる水量をポリドラム缶に投入する。必ずしも切の良い水量(10Lや50L等)でなくとも正確な水量であれば数値的に半端な水量でも構わない。また、ボトル水容器により何回かに分けて投入するため缶容器外にこぼさぬよう正確に投入する必要がある。なお、投入時はおおまかな水量とし、試験後、水受けに溜まった水量を計測することも可能である。

試験水を投入する際は止水栓コックを開にしておき、流出水が出ないことを確認し、コックを閉にしてから試験水を投入することで、試験水が流れなくなれば試験終了を判断できる。

流速は止水栓のコックの開度によるため、事前に流量実験を必要とする。数回に渡り正確な水量を流す時間を計測し、小流量から大流量までの開度を確認し、開度を示す流速目盛版を作成することが必要となる。

図-3.2.6に簡易基準タンクによる水道メータ器差試験のシステム図を表す。

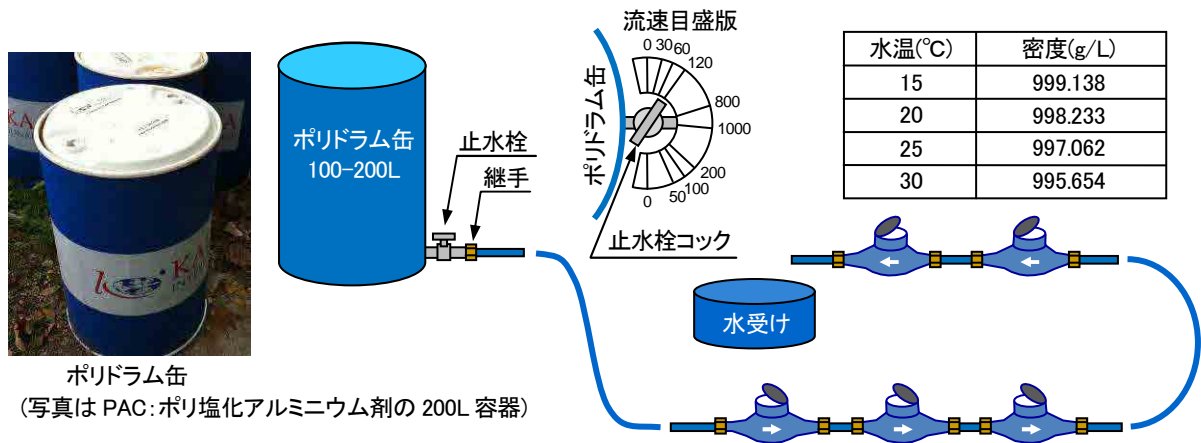


図-3.2.6 簡易基準タンクによる水道メータ器差試験システム

(4) 水道区事業用水量

水道区事業用水量は、既にCOWDで毎年水量を計算していることから、その水量を使用する。

(5) 料金支払不可能水量(不納欠損)

料金支払不可能水量については、毎年発行しているAnnual Reportに計上されている収納不可能料金(Uncollectable Account)を使用し、水道収入に対する比率を計上する。

(6) 総配水量

配水量分析表の構成は、総配水量を100%とし、そこから計算しやすい有収水量を差し引き、無収水量を算出している。無収水率は上記の複数の項目から構成されており、計算可能である水道区事業用水量、料金支払不可能水量を、さらに実験等から把握可能なメータ不感水量を差し引き、漏水量と違法接続水量を算定し、夜間最小流量測定から漏水率の推定を行い、全項目が表れることとなる。

そこで、重要になるのは、大元である総配水量の水量の正確性が問われてくる。有収水量は水道料金から計算されるため、ほぼ正確であるが、総配水量の正確性により、これらから計算される有収水率は大きく異なってくる。

有収水率の計算では、有収水率＝有収水量／総配水量×100(%)であるが、分母である総配水量の計測の正確性により有収水率は異なり、連動する無収水率も異なってくる。COWDでは自己水源である深井戸にある流量計の維持管理は十分とは言えず、設置されている電磁流量計と超音波流量計との比較では、表-3.2.3、図-3.2.7のように計測値の振れが大きい。

表-3.2.3 既設電磁流量計と超音波流量計との測定比較

| 流量計設置場所 | 設置年月 | 口径 | 電磁流量計 [A] | 超音波流量計 [B] (図 X 軸) | 測定比率 [A/B] (図 Y 軸) |
|-----------------|-----------|-------|------------------------|------------------------|-----------------------|
| PW11 (取水 P) | Apr. 2008 | 250mm | 386m ³ /h | 298m ³ /h | 130% |
| PW23 (取水 P) | Mar. 2008 | 250mm | 289m ³ /h | 292m ³ /h | 99% |
| PW29 (取水 P) | Mar. 2008 | 250mm | 200m ³ /h | 180m ³ /h | 111% |
| BP 1 MAC (増圧 P) | Nov. 2008 | 600mm | 726m ³ /h | 758m ³ /h | 96% |
| BP 2 MAC (増圧 P) | Dec. 2008 | 500mm | 754m ³ /h | 851m ³ /h | 89% |
| BP 1 BAL (増圧 P) | Apr. 2010 | 300mm | 474m ³ /h | 361m ³ /h | 131% |
| BP 2 BAL (増圧 P) | Apr. 2010 | 350mm | 764m ³ /h | 751m ³ /h | 102% |
| BP 1 BUG (増圧 P) | Dec. 2008 | 400mm | 611m ³ /h | 698m ³ /h | 88% |
| RVWC (用水受水) | Jun. 2006 | 900mm | 1,669m ³ /h | 1,027m ³ /h | 163% |

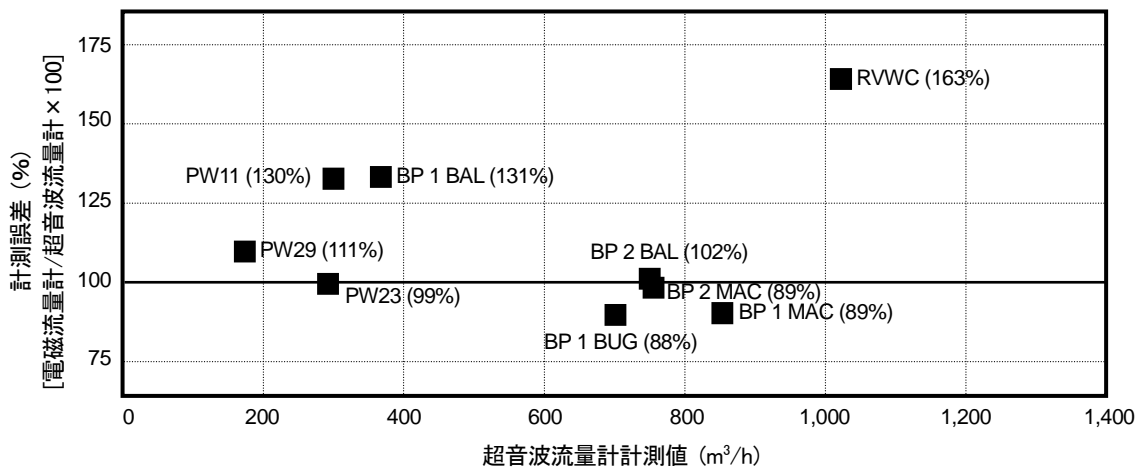


図-3.2.7 既設電磁流量計と超音波流量計との測定比較

一般的に電磁流量計は超音波流量計に比べて精度は若干良いと言われている。今回、9 箇所の取水ポンプ(3 箇所)、増圧ポンプ(5 箇所)、ならびに用水供給を受けている RVWC の送水ポンプ(1 箇所)について、送水量の確認を行った。各ポンプには電磁流量計が設置されており、超音波流量計を外部から装着し、同時間帯における計測値を基に、分子に既設電磁流量計計測値、分母に超音波流量計計測値とした計測値比率を表-3.2.3、図-3.2.7 に表した。全 9 箇所中、6 箇所のポンプでは計測誤差は概ね 10%の範囲内(平均 97.5%)に収まっているが、PW11(取水ポンプ)、BP 1

BAL(増圧ポンプ)、RVWC(用水受水)の流量計については、30%~60%程度、電磁流量計計測値は高めに計測されている。超音波流量計が正しいとすれば、実際流れている流量よりも大きい水量が計上されていることになる。

ここでの条件として、1)超音波流量計は新品で単体精度は良い、2)超音波流量計計測時の入力データについて、深井戸の竣工図面に管厚表示がなく、一般的な鋼管の管厚を入力している、3)超音波流量計は管内面の汚れ具合により数値が異なる、4)既設電磁流量計は設置後、点検を行っていない、ことが挙げられる。

いずれにしても、総配水量の基となる取水ポンプ流量計と用水受水流量計の精度は非常に重要である。この水量を基に配水量分析表が計算されるため、流量計は、定期的な点検をしなければならない。

用水受水(RVWC)の計測誤差が163%を示しているが、超音波流量計数値が正確だと仮定すると、用水受水流量40,000m³/日とした場合、実際は24,500m³/日しか送水されていないことになる。2013年にCOWDでは総配水量は157,000m³/日とされているが、実際は141,500m³/日である可能性がある。また、深井戸の流量計についても3箇所(全体の11%)だけのデータであるが計測誤差113%を示しており、深井戸全体で13,500m³/日の計測誤差が考えられる。ここではこの内、3,500m³/日(25%)を考慮すると138,000m³/日が実総配水量と計算できる。

COWDの2013年の配水量分析量について、調査分析前後を表すと表-3.2.4の様になる。

表-3.2.4 調査分析前後の配水量分析量(2013年)

| | | | 分析前 | 分析後 |
|---|-------------------|--|-------|-------|
| 総配水量 100% 157,000m ³ /日 ↓ 138,000m ³ /日 | 有収水 44.4→50.5% | 水道収入 | 44.4% | 50.5% |
| | | その他 | +0.0% | +0.0% |
| | 無収水 55.6→49.5% | 漏水 | N/D | 42.1% |
| | | 違法接続 | N/D | |
| | | メータ不感 | N/D | 4.6% |
| | | 料金回収不可能 | N/D | 0.4% |
| | | 水道区事業用水 | 1.5% | 1.7% |
| その他 | 54.1% | — | | |
| ↓ | | | | |
| 総配水量 | 分析前 | 分析後 | | |
| COWD 深井戸 | 117,000 | 113%で割戻すと103,500 → 左との差分13,500に対し、全部の深井戸でなく、その内の25%の井戸が誤差と定義する → 103,500+13,500×(1-0.25)=113,600 | | |
| RVWC 用水受水 | 40,000 | 163%で割戻すと24,500 | | |
| 計(m ³ /日) | 157,000 | 138,000 | | |

3.2.2.2 無収水率決定までの流れ

COWDでは、総配水量から顧客の水道メータから得られる水道使用量を有収水量として差し引いた水量を無収水量と定義し、毎月算定している。

総配水量の基となる取水量は、地下水では揚水ポンプ場や増圧ポンプ場の流量計、用水受水量では受入点にある流量計の水量をもって計量されている。しかし、配水量の測定は月1回で、日単位や時間単位のデータは収集しておらず、平均給水量は月単位のデータからの算出である。このため、日々の計画給水量を計算できず、また、時係数などの計算もできていない。

地下水のポンプ揚水量については、流量計が設置されているところもあるが、流量計が設置されていない箇所については、ポンプの性能と運転時間から流量を算定している。

これまでに、COWDでは、これらのポンプ場の流量計や用水供給事業者の流量計の精度確認を実施していないため、定期的な流量計の精度確認の実施が必要である。

有収水量は、毎月、水道メータ検針員が各戸の水道メータを検針し記録している。各戸検針は毎月、概ね1ヶ月間の一定間隔で検針日程が組まれているが、休日配置や天候により検針日が前後することがあるため、月によっては検針間隔が1ヶ月間に比べ長短がある。これにより前月に比べ無収水量が少なからず大小に振れることがある。

3.2.2.3 水道使用に関するデータ分析

COWDでは無収水率の算出以外に水量データに関する分析はしていない。我が国では、水道計画において、原単位として実際の一日一人当たりの水道使用量を分析しているが、COWDでは現状、行われていない。分析するためには時間と労力を有するが、水道区としては行うべき内容であるので以下に紹介する。

(1) 一人一日平均使用水量

一人一日平均使用水量は、配水量(水道区が配水した水量)を給水人口で除算するものであるので、最も簡単に計算できる水量である。

(2) 用途別・使用水量段階別使用水量、料金収入、給水戸数

用途別・使用水量段階別使用水量表はCOWDの主要顧客層の把握や料金改定など経営戦略の検討に必要なデータである。これは、各検針月における有収水量、料金収入、給水戸数について、使用水量ごと(基本水量内:10m³以下、20m³以下、30m³以下、40m³以下、41m³以上)に分類して百分率で表し分析する水道使用帯について分析するものである。COWDにおいては、検針データを活用することで、作成可能である。

(3) 原単位(家事用)

原単位(家事用)は、水道メータを通過した有収水量ベースの家事用水を対象として、メータ検針水量の家事用分を集計し、給水人口で除算して求められる。原単位は、水需要を計算するための大きな要素であり、水道事業計画の基となる指標である。ここでは、給水人口の正確な把握が必要となる。多くの水道区では給水戸数(メータ接続件数)のみを把握しており、給水人口は平均家庭内人員数を接続件数に掛け合わせているのが現状である。

なお、我が国では、生活用水量原単位は、一般的に200~240L/人/日とされており、地域の生活の度合いにより、水量はさらに加算されている。

(4) 水需要予測

家事用水量(給水人口×原単位)の他、業務用(商店、事務所、学校等)水量ならびに工場用水量について、別途、区分けし、それら用途別について、メータ検針水量を集計し水量を求めることで水需要予測が可能となる。

これら水量の合計は平均有収水量であるので、有収水率で除算することで、平均給水量が算定され、施設負荷率(日最大給水量と日平均給水量との比率)で更に除算することにより最大給水量が計算される(図-3.2.8参照)。

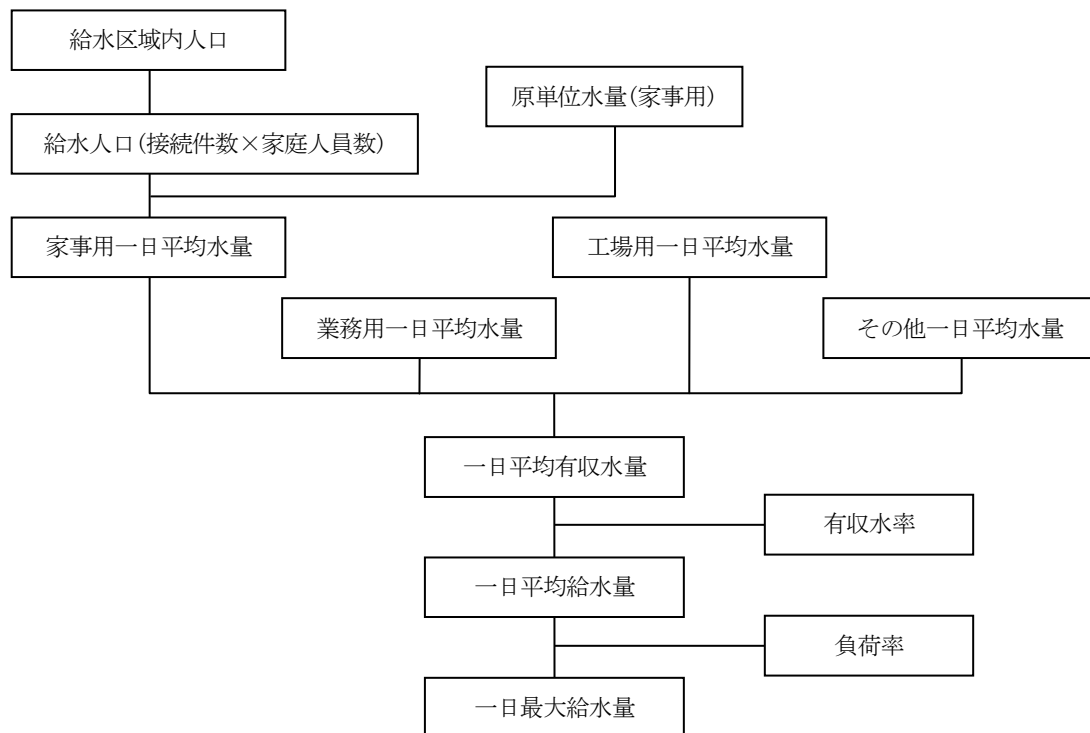


図-3.2.8 水需要予測の計算手順

3.2.3 地上漏水・地下漏水発見数の経緯、地域別発生数、水圧の状態

3.2.3.1 漏水発見数の各種要因比較

COWDでは毎月約530件の漏水修理を実施しているが、そのほとんどは給水管であり、送配水管の漏水件数は毎月10件以下と少ない。COWDはこれまで詳細な漏水の原因分析は行っていないが、地上・地下別、口径別、管材別についてはデータを整理している。

漏水調査したものを地上・地下別に分析すると、目視による漏水調査が毎月10件程度、一般型漏水探知機を用いた漏水調査が毎月13件程度で、いずれも件数は少ない。漏水している水道管の口径は98%以上が300mm以下の管路で、もっとも多いのは100mmで37%を占めている。管材別に見ると、90%がPE管で、DIP、SPの漏水は少ない。ただし、サンプル数が少ないので、今後、データを精査する必要がある。

COWDでは漏水発生箇所に関する布設年度や場所などの詳細なデータは収集されていないため、現時点では分析できないが、今回、メッシュ管理を導入したことにより、今後は布設年度、場所などによる漏水の原因分析が実施できるようになることが期待される。

3.2.3.2 漏水と水圧の関係

COWDの配水管の管種は、主にPVC管・PE管の樹脂管である。経年管となった樹脂管は車両通行荷重による管体の劣化・破損や施工不良箇所による漏水が発生する。これらの箇所からは高水圧がかかると漏水が顕著に現れる。COWDの配水管網では一部の低地や増圧ポンプ場からの配水に高水圧が見られるが、増圧ポンプ場からは大口径鋼管が布設されており漏水調査からは漏水が見られなかった。今後、一部低地にある配水管網の調査を行い、漏水との関係を表し、管網への漏水防止措置を講じることが必要となる。

給水区域における水圧管理は、DMAの構築により効果的に行うことが可能となる。DMAが構築されていない場合、低地(高水圧)が前方に、後方に高地(低水圧)があると水圧管理は困難である。給水区域を細かくDMAで分割することで、現状、COWDに発生している水圧の不均等を解消することが可能となる。

今回、JICA調査団とCOWDは水圧分布図を作成した。西部地域では増圧ポンプ、ならびに、RVWCの用水受水をしている区域では11PSI(0.76kgf/cm²、0.074MPa)以上の給水圧を有する比較的、給水圧の良好な場所が広がっている。西北側給水区域の末端に当たる区域での給水圧は6PSI(0.41kgf/cm²、0.041MPa)未満の低水圧地域となっている。まずは、Stub-Outの水道メータ接続数を確認し、後述(3.2.5)にある必要に応じたStub-Outの改善を行う。その対策で改善されない場合は、増圧ポンプ設置による短期的対策と、配管網を増径する管路更新工事による中期的対策を実施する必要がある。

東部地域では取水ポンプ、増圧ポンプから離れた海岸沿いの地域では給水圧が低下している。

西部地域と同様の対応を図る必要がある。

本業務内で漏水調査を行うに当たり、水圧の高い区域から調査を始めることとしたため、西部地域から調査を開始し、東部地域に広げることとした。

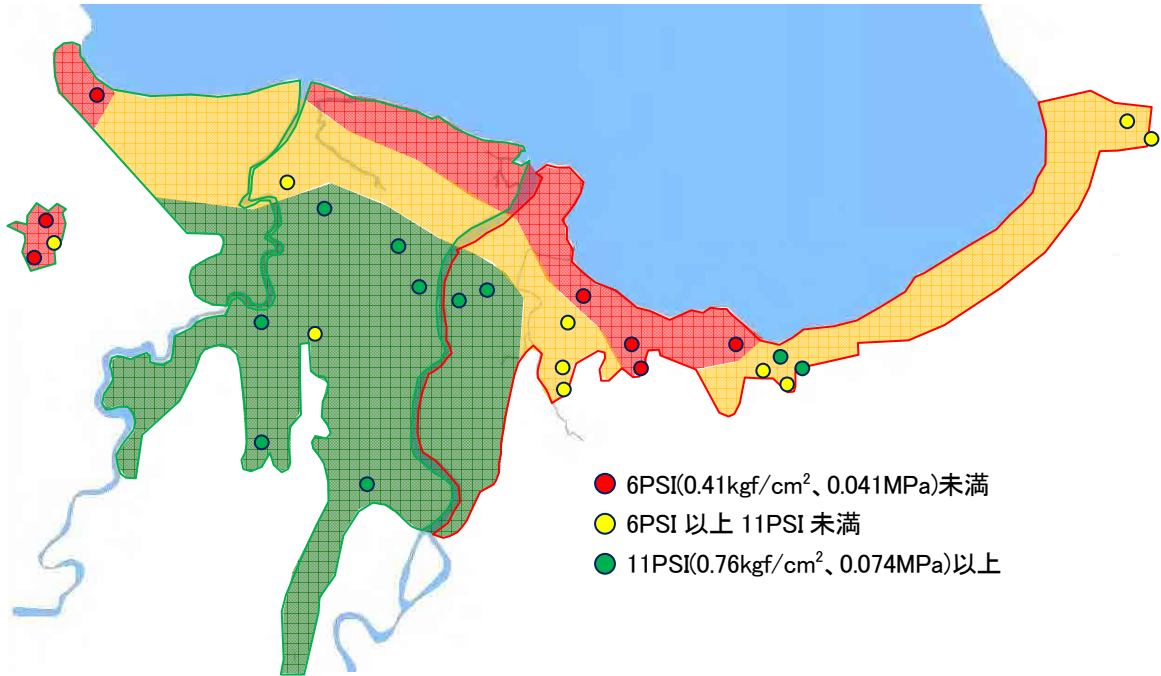


図-3.2.9 給水区域における水圧分布

3.2.4 COWDの全体管網、送水管レベルの管網計算

3.2.4.1 送水管レベルの管網計算

COWDでは管網計算にUSEPA(米国環境保護庁)が開発したソフトウェアであるEPANETを使用している。大口径送水管から配水管として定義している口径50mmの小口径管まで含めて計算している。

COWDによる管網計算の解析データによると、適正な管網を構築できている結果が得られていない。広範囲の配水管網全体を小口径管まで解析しており、現状、満足な給水が出来ていないという結果を表しているにすぎず、適正な管網を構築するシミュレーションとして使用していない。

段階的に、送水管ならびに主要配水管レベルで配水池へ送水されるまでにどのような水運用がなされるか、次にその送水管から分岐される各地域での配水が満足されるかについて分解してシミュレーションする必要がある。

各種入力データは、節点分岐水量は再考すべきであるが、それ以外はデータとして十分な精度をもつため、節点の取り方ならびに分岐水量を分析して、まず、東西の各地域での管網シミュレーションを行った。

各接点における給水量は平均給水量を用いているが、時係数を考慮することで、COWDの水道システム内で使用水量が最大となる条件を検討した。我が国では時係数は一般的に小都市で2.0、中

都市で1.5、大都市や工業都市で1.3を標準としている。前述のとおり、COWDでは時係数を把握していないため、本シミュレーションでは、便宜的に時係数を2.0と設定した。

東側のシミュレーション結果では、Macabalan周辺において低水圧(10PSI以下)となる結果が示された。ただし、管網計算では漏水などの無収水は評価できないため、COWDの現状の高い無収水率を考慮すると、現実の水圧は管網計算結果よりもさらに低くなるため、これらの地域では、水需要が集中する朝の時間帯には、十分に水が供給できない。無収水を削減することにより、東側全体での需要量に対する供給量は十分に確保されるが、Macabalanまで送水する過程の管路口径の増径あるいはMacasandigブースター・ポンプ場のポンプ揚程の見直し、小型ブースター・ポンプの設置などの抜本的改善が必要である。

また、本シミュレーションの結果から、東側をさらに東西2つに分割した場合でも、給水が可能であることが示唆された。

一方の西側では、北西端のOpolやIgpitなどで供給水圧が不足する。東側同様、無収水を削減することで、西側全体の需要量に対する供給量は十分に確保される計算になるが、西側の場合には、たとえ無収水が削減されたとしても、現状の管網では水需要が集中する朝の時間帯にはこれらの地域に十分な送水が行えない結果となる。これは、これらの地域まで送水する過程の管路口径が小さいことに起因する。Iponanの口径200mmから300mmの配水本管を口径400mmに、Buluaの口径150mmを口径400mmに増径することにより、これらの給水不良が解消される。

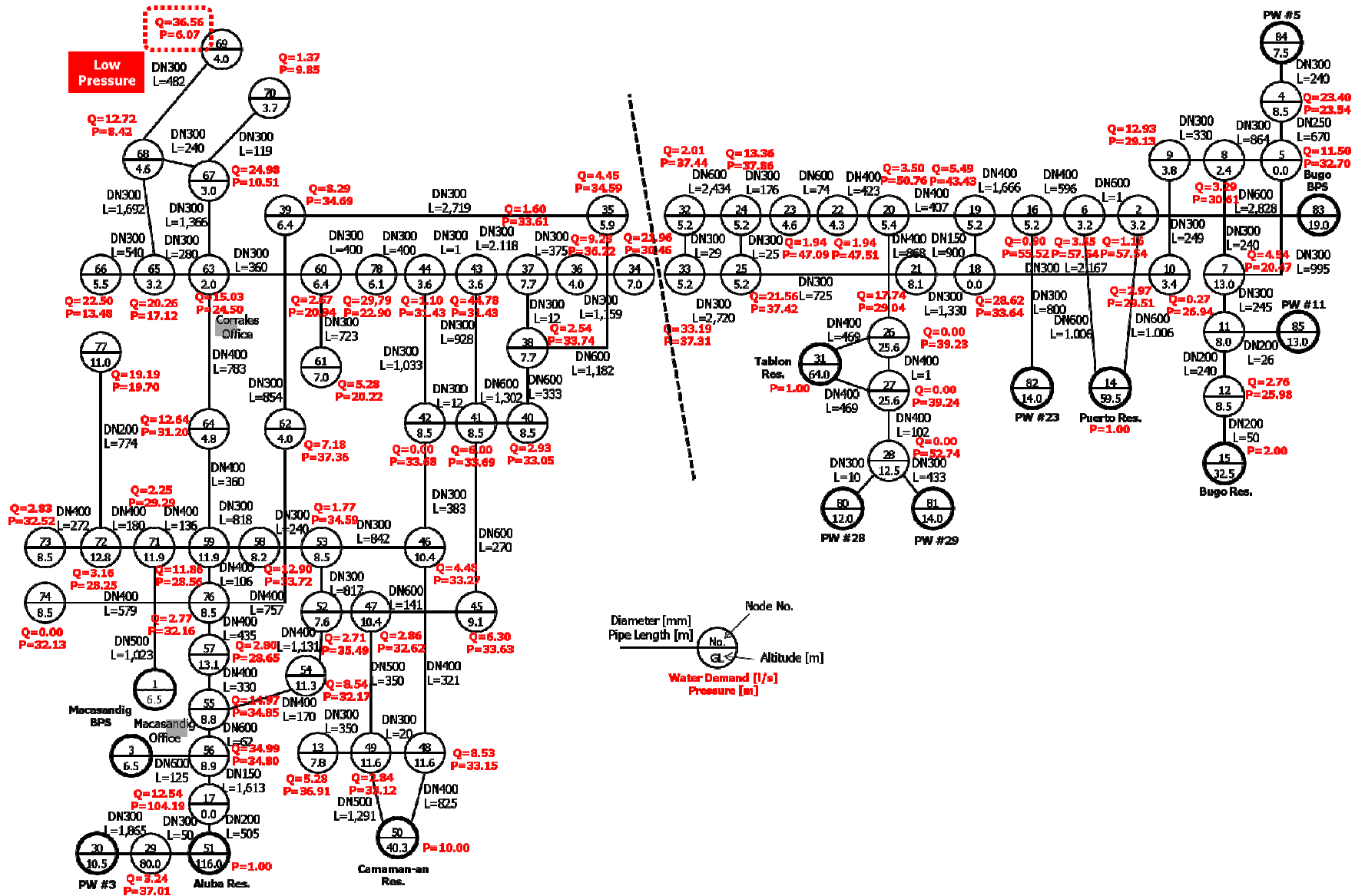


図-3.2.10 東側の給水区域における管網計算(現状)

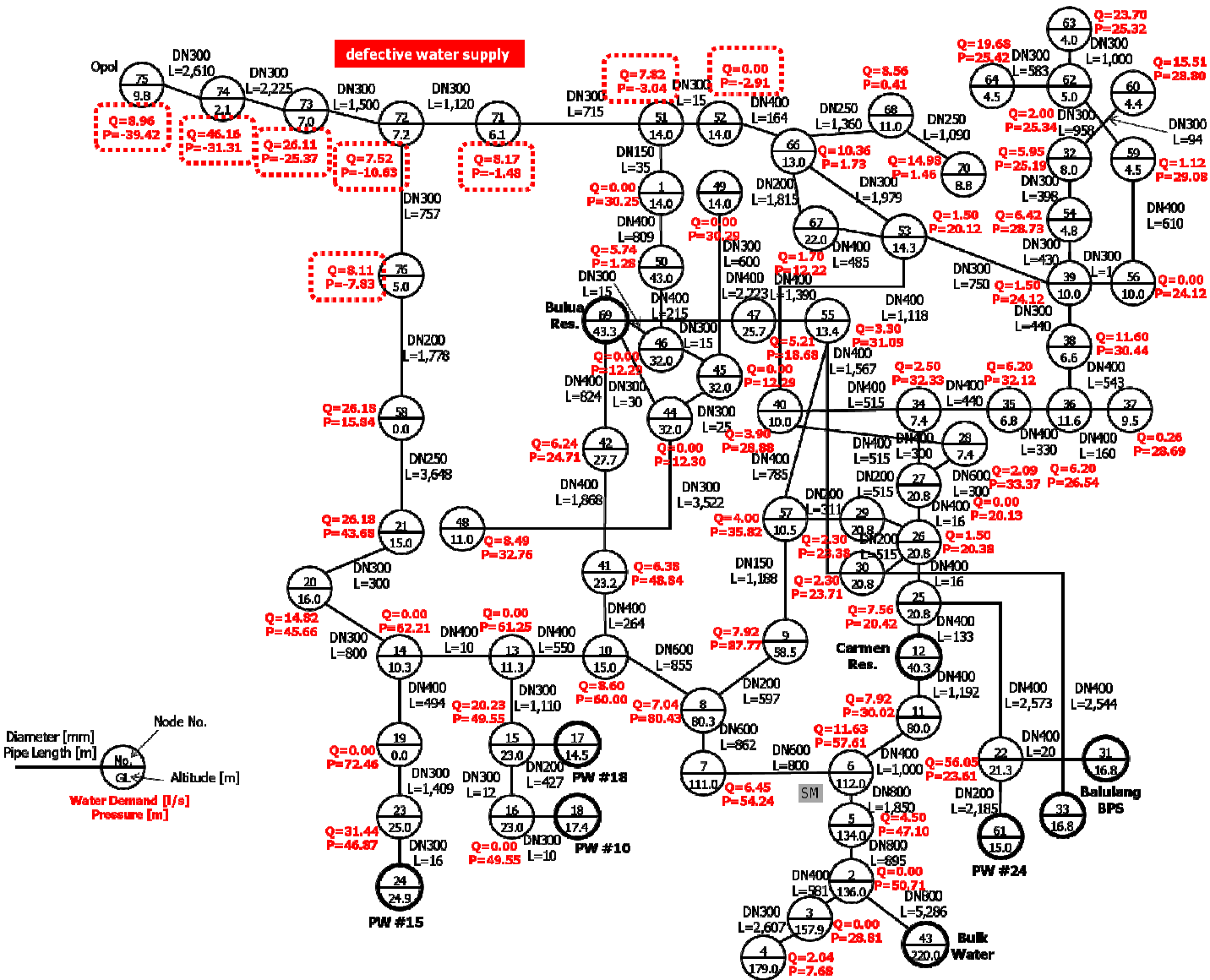


図-3.2.11 西側の給水区域における管網計算(現状)

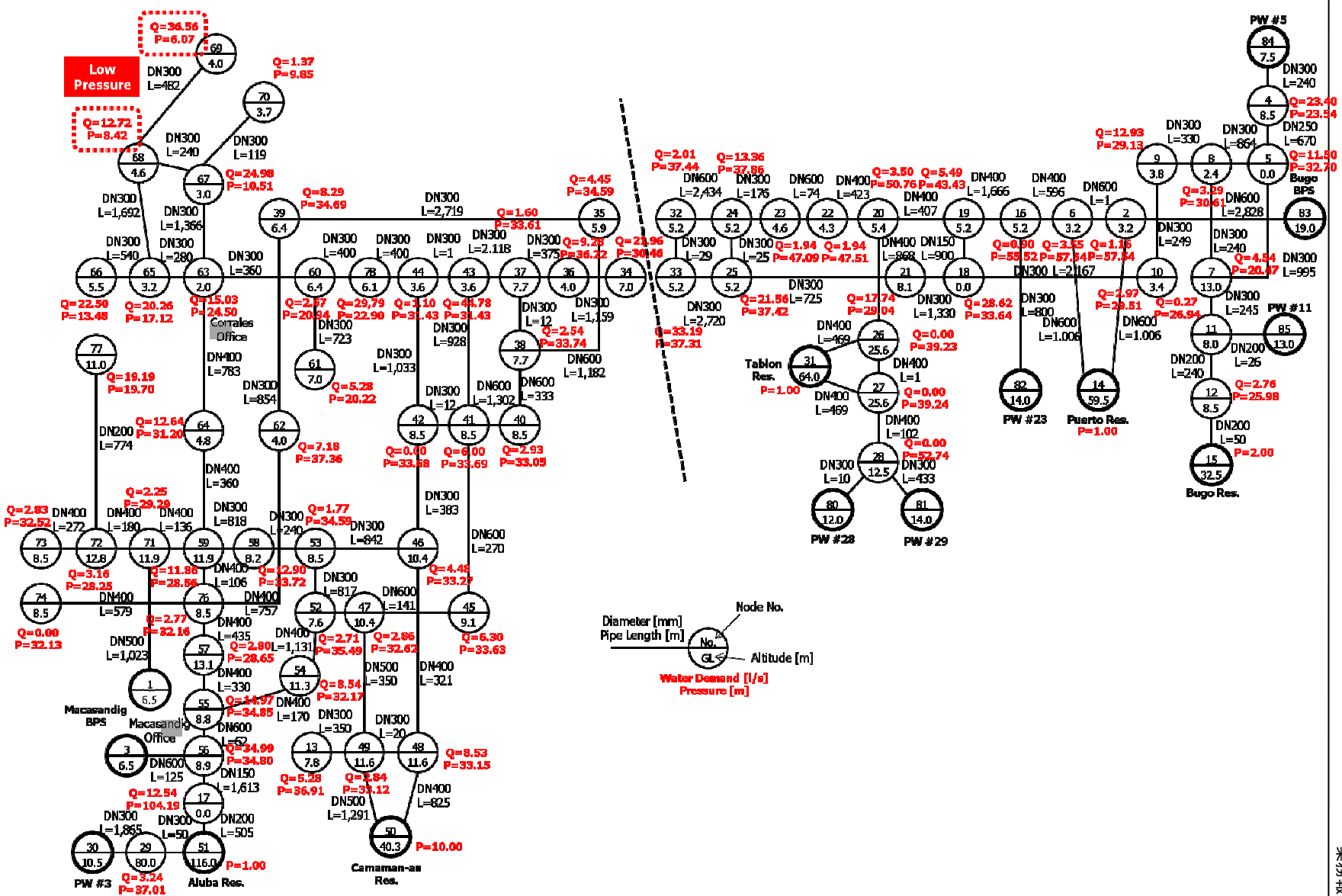


図-3.2.12 東側の給水区域における管網計算(東側を二分割する場合)

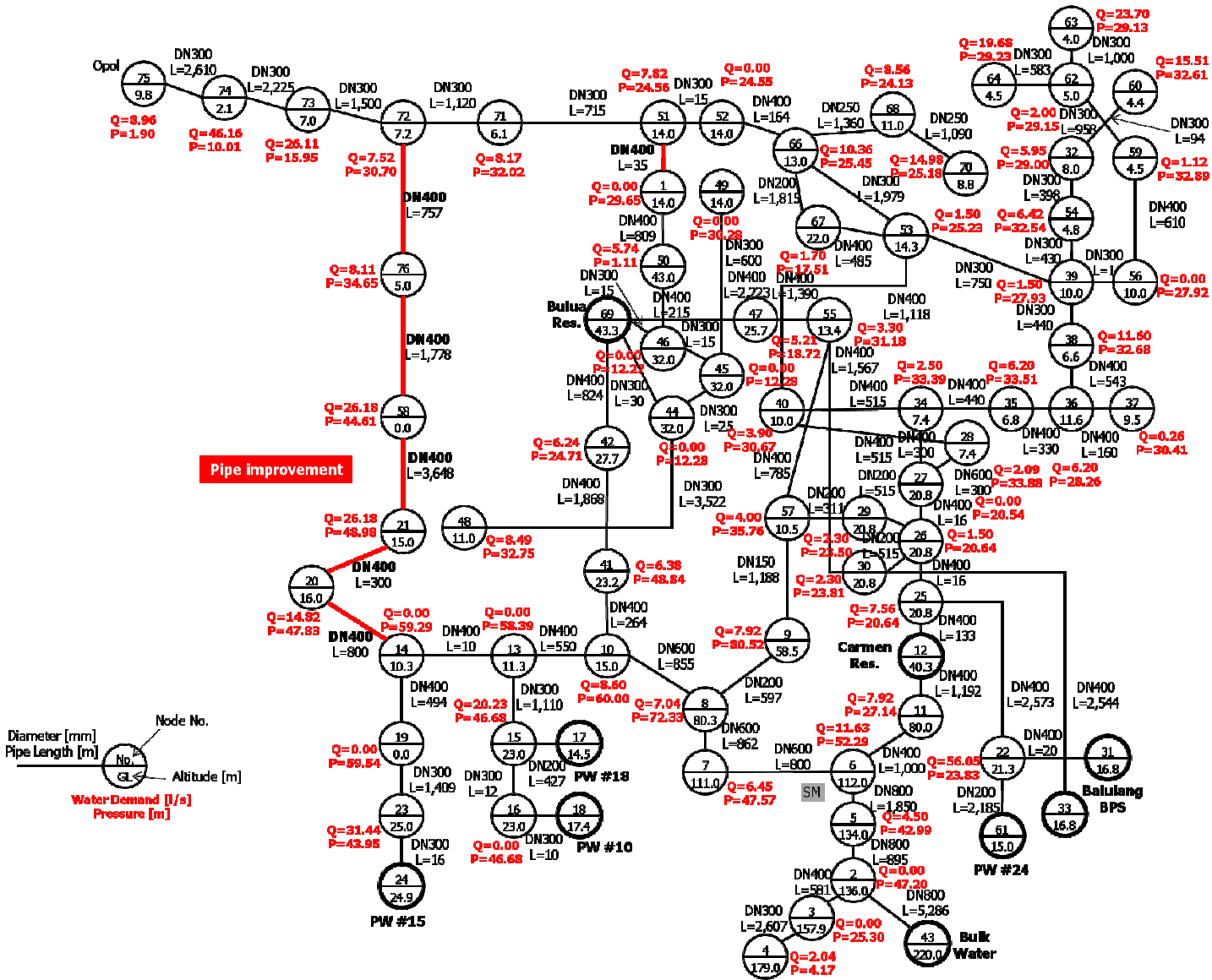


図-3.2.13 西側の給水区域における管網計算(管路を増径する場合)

3.2.5 給水設計と給水管接続

3.2.5.1 給水管分岐(Stub-Out)の給水栓数

COWDにおいて、Stub-Out台帳では1箇所のStub-Outに最大96個の水道メータを接続している箇所があり、JICA調査団が訪れた地域では82個の水道メータが設置されていた。そこでは水道メータ以降の各戸への給水管は口径13mmのPVC管や水道ホースで延々と10～100m以上配管されている給水管もあり、途中十数ヶ所で漏水が発見されている。各戸給水管は露出配管であることから、道路横断部で管防護されていない場合、自転車や歩行者等の往来により給水管にダメージを与えている。水道メータ以降はCOWDの給水責任範囲ではないが顧客サービスの面において、各戸給水に対し何らかの給水サービスが必要である。

COWDの給水規定では、Stub-Outにおける水道メータ(口径13mm)の設置に関し、以下の条件が付けられている。1) Stub-Out位置での給水圧は10PSI以上である、2) Stub-Out以降の家屋までの給水管延長は20mを上限とする、3) これらの条件の元で設置できる水道メータの上限は20個とする、とされている。しかしながら、表-2.2.18において、規程を満たしていないStub-Outは、給水区域内の17%にあたる218箇所にのぼる。これらのStub-Outでは往々にして、水道水が給水されないと顧客からの苦情が多い地区でもある。JICA調査団では、本課題に対し早期に対応が図れる策を提案した。

COWDの給水規程にある条件を遵守することを念頭に置き、規定外の水道メータが設置してあるStub-Outは規定内に収まるように分割し、同一配水管路上に新規のStub-Outを設置することとする。その際、顧客の家屋までの給水管は20m以内になるよう、水道メータを最適なStub-Outの位置に設置しなければならない。また、規程では一つのStub-Outには水道メータは20個まで設置可能とあるが、分割する場合、一つのStub-Outには水道メータは16個までとしたい。これは、分割したStub-Outの周辺に新規顧客が水道メータを設置する際に、そのStub-Outが既に20個設置されていると、新規顧客は更に離れたStub-Outに設置しなければならない。そこで、水道メータが17個目から20個目までは、新規Stub-Out設置のための猶予期間を設けることで、給水規程を満足する体制を続けることが可能となる。表-3.2.5に給水規定外のStub-Outの分割数と新規Stub-Out設置数を示す。

表-3.2.5 設置規定を満たさぬStub-Outの分割

| Stub-Out当りの 水道メータ数 | 規定内 | 規定外 | | | | | 計 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 20以下 | 21～32 | 33～48 | 49～64 | 65～80 | 81～96 | |
| Stub-Out数 | 1,071 | 140 | 61 | 12 | 2 | 3 | 1,289 |
| Stub-Out分割数 | — | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | — |
| 新規Stub-Out設置数 | — | 140 | 122 | 36 | 8 | 15 | 321 |

表-3.2.5の新規Stub-Out設置に必要なStub-Out工事費、水道メータ移設費、給水管移設費は1箇所当たり約35,000PHPと試算され、全Stub-Outを改造する場合、1,130万PHP(321箇所×35,000PHP)が必要となる。この分割により、2,677接続の顧客に対し給水不良が改善されることとなり、それまで使用できなかった水道水を使用できることで1,387m³/日の有収水量が増加する試算がなされた。

この水量は有収水量であり、有収水量ベースの日平均給水量の2.0%に相当する。COWDの有収水量の1%は、2013年では約700万PHPであることから、有収水率2%の改善は1年間でStub-Outの更新費用を賄ってしまう計算になる。一度、Stub-Outの改善を行うことで、COWDは永年に渡り、改善された有収水量分の増収が見込まれるため、早期にこの改善を実施することを勧める。

写真-2.2.1の82個の水道メータが設置されているStub-Outを改善するケーススタディを考えてみる。このStub-Outでは、水道メータ上限20個の顧客は常時水道水が満足に平均使用水量分を使用できる、また、残りの62個の顧客は基本水量分しか使用できないと仮定する。このStub-Outでの1日当たりの使用水量は37.5m³/日(0.85m³/日[平均使用水量]×20個+0.33m³/日[基本水量]×62個)である。このStub-Outを改善措置した場合、全ての顧客が平均使用水量分の水道水を使うことが出来れば、69.7m³/日(0.85m³/日[平均使用水量]×82個)となり、有収水量は32.2m³/日分向上する。これまで、基本水量のみの使用であった顧客が、超過料金水量まで使用できるようになると983.7PHP/日(32.2m³/日×30.55PHP/m³[超過水道料金])の増収となり、1年間に換算すると359,000PHP/年となる。このStub-Outは6分割するため、5箇所の新規Stub-Outが必要となるため、175,000PHP(35,000PHP/箇所×5箇所)の改良費を伴うが、半年でその費用を回収できる試算となり、以降、永年に渡りCOWDに収益をもたらすこととなる。

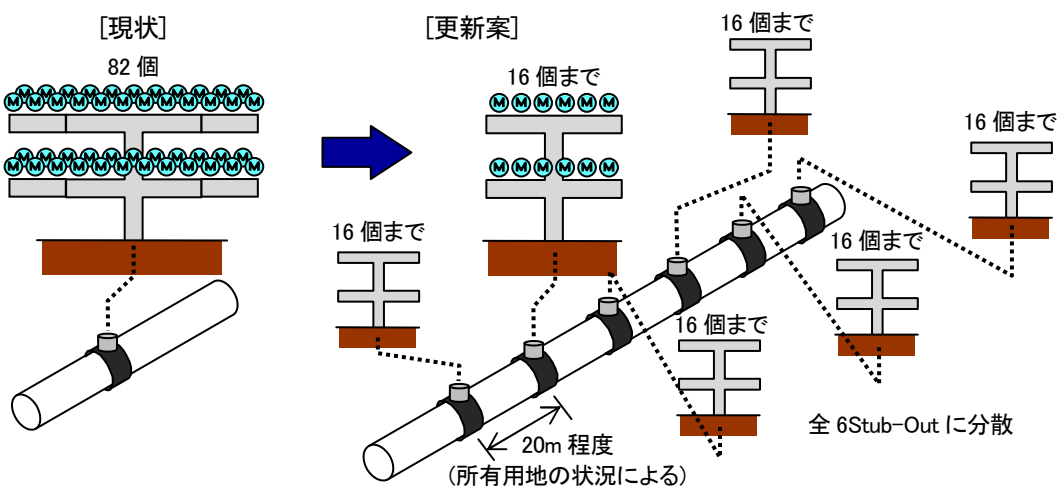


図-3.2.14 Stub-Outの分割例

3.3 DMA構築と管網計算に関する提言

3.3.1 DMA構築

3.3.1.1 DMA設定候補地

比国全域で同様であるが、CDO市でも、開発業者によって多数のSub-Division(新興団地)が開発されている。これらのSub-Divisionの水道システムは配水本管からの分岐以降、独立している場合が多く、そのSub-Divisionの区域が一つのDMAを構成していると言えるため、COWD内は比較的DMAを形成しやすい環境にある。

本調査の中でも、PN Loa地区やSta. Barbara地区など、多くのSub-Divisionが独立した配水管網を有しており、DMA候補地として検討することができる。また、TuscaniaというSub-DivisionではCOWDによってDMAとしては位置づけられていないが、すでに配水本管からの分岐流入部には流量計が設置されており、DMAであると定義すれば、DMAとしての運用が開始できる状況である。

このような独立した配水管網に流入メータを設置し、DMAとして定義し、無収水率の状況を把握することが、無収水率削減に大きく寄与することとなる。COWDは候補地を抽出し、流入メータを設置し、複数のDMAを形成し、各DMAにおける無収水率の状況を把握する必要がある。

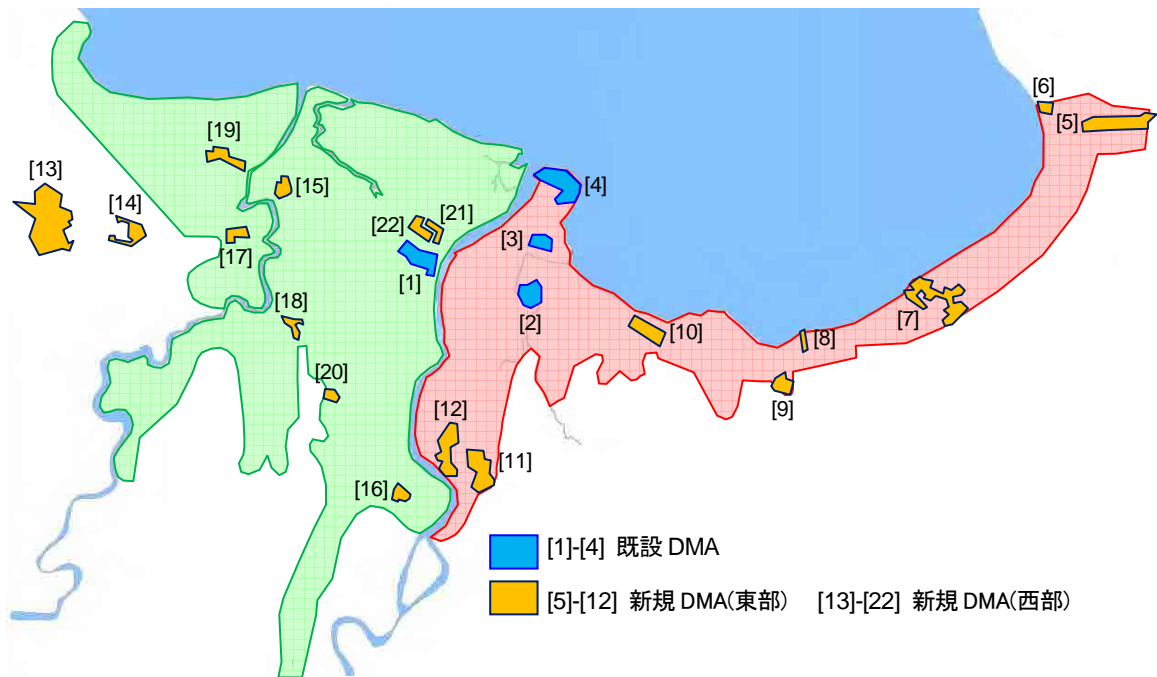


図-3.3.1 DMA選定箇所(図中の数字は表-3.3.1と表-3.3.2内の場所を表す)

今回、JICA調査団とCOWDでは、DMAを構成可能となる配管網を探索した。COWDにて[4]MacabalanはDMA構成が可能であることが見い出されており、流量計室築造ならびに流量計設置を行うことでDMAが完成する。第2次現地業務後の2014年8月下旬に室築造ならびに流量計設置が行われ、計測可能となった。

JICA調査団では、図-3.3.1、表-3.3.2のように、COWD給水区域内に18箇所(東部：8箇所、西部：10箇所)のDMA構築が可能となる区域を見出した。これらのDMA候補地は、基本的に配水本管から分岐して給水区域へ流入し、その区域は既に隣接する管網と区切られているため、流入流量計室の築造と流量計の設置を行うだけでDMAが完成する場所である。

表-3.3.1 DMAにおける夜間最小流量測定値

| DMA 名称 | 流入量(m ³ /h) | | 漏水率 | 備考 |
|--------------------------|------------------------|-------|-------|--------------|
| | 平均 | 夜間最小 | | |
| [1] RER Sub-Division P1 | 24.12 | 15.60 | 64.7% | 閑静な住宅地 |
| [2] San Lazaro | 40.26 | 31.54 | 78.3% | 貧困層の多いスラム街 |
| [3] Limketkai | — | — | — | 大規模ショッピングモール |
| [4] Macabalan | 138.77 | 92.64 | 66.8% | スラム街が多くを占める |

注：[2] San Lazaro の計測については、P3-9を参照。[4] Macabalan も同様の現象が起きている。

表-3.3.2 DMA 構築が可能な区域

| DMA 名称(仮称) | メッシュ番号 | 流入管径 | 地盤高(m) | 流入量(m ³ /h) |
|---------------------------|--------|-------|-----------|------------------------|
| [5] Vila Trinitas | P2-4 | 150mm | 14.0-30.0 | 1,700 |
| [6] San Agustin | O2-5 | 200mm | 0.0- 3.5 | 1,300 |
| [7] Tablon | M4-3 | 150mm | 2.8-14.0 | 600 |
| [8] Kimwa Compound | L5-1 | 150mm | 3.5- 5.8 | 450 |
| [9] Vila Flora Sub-Div. | L5-4 | 150mm | 0.0-46.0 | 1,900 |
| [10] Capistrano Complex | J4-7 | 150mm | 6.1-12.5 | 400 |
| [11] Southview | G6-3 | 150mm | 46.0-66.2 | 1,400 |
| [12] Tibasak St. | G5-8 | 100mm | 9.1-22.6 | 1,800 |
| [13] Pag-Ibig Cithihomes | B3-4 | 200mm | 8.8-12.5 | 1,200 |
| [14] Youngth Ville | C3-2 | 150mm | 15.5-53.0 | 500 |
| [15] Villa Candida Sub-D. | E2-8 | 200mm | 5.2-18.3 | 800 |
| [16] Lourdes Ville | G7-1 | 100mm | 13.0-23.0 | 1,100 |
| [17] Cambridge/Villamar | D3-6 | 150mm | 5.2- 9.2 | 1,200 |
| [18] Siver Creek P1 | E4-8 | 100mm | 5.8- 9.5 | 500 |
| [19] Vamenta Sub-Div. | D2-9 | 200mm | 5.2- 7.8 | 1,000 |
| [20] Bellevue Homes | F5-7 | 150mm | 93.0- 107 | 500 |

3.3.1.2 既存 DMA の設定方法

COWD は当初の配水管網では、水道システム全体を東西に分けた区域で配水を行っている。2012年に Manila Water 社と共同で実施した配水システム改善事業にて、DMA を構築できそうな配置にある仕切弁を利用して3箇所の住宅地域についてDMAを設置した。

2012年に上記事業にて調査がなされて以降、COWDではDMA構築を積極的に行ってこなかった。唯一、[4]MacabalanはDMA構成が可能であることが見い出されているが、当地は給水末端に当たる地域であるため、探索は容易であった。配水本管からの分岐管に流量計を設置することでDMAを構築できることは理解していたが、実際に流量計を設置するところまでは至らず、JICA調査団からの推進により流量計を設置することとなり、流量計測が可能となった。

3.3.1.3 バランガイ別人口(戸数)データならびに給水量データ

COWDならびにJICA調査団では、2010年に実施された比国人口統計調査(2010 Census of Philippines)のデータをCOWD給水区域図に落とし込み、管網計算に使用する節点での使用水量に反映させる計算を行った。COWD給水区域のバラングイ地図を作成し、データを貼り付けた。大きなバラングイでは節点が複数にまたがるため、航空写真地図等の情報で住宅の張り付き具合を案分した。その給水戸数に応じた給水量を各節点に対して配分し、管網計算を実施するためのデータを構築した。

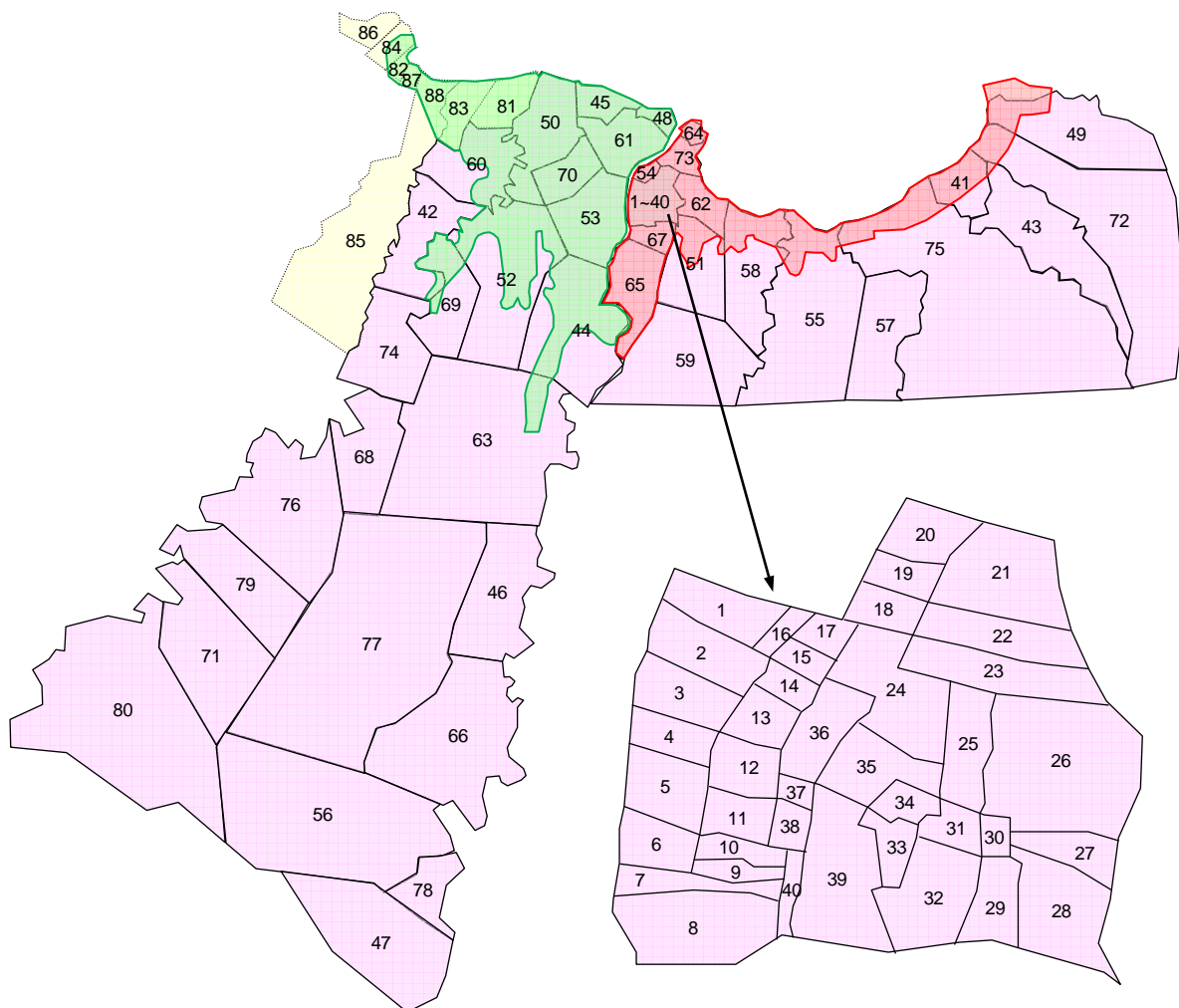


図-3.3.2 COWD給水区域とバラングイ(図中の数字は表-3.3.3内の番号を表す)

表-3.3.3 バランガイ別人口

| No. | 名称 | 人口 | No. | 名称 | 人口 | No. | 名称 | 人口 |
|-----|-------------|-------|-----|---------------|--------|--------|--------------|---------|
| 1 | Barangay 01 | 453 | 31 | Barangay 31 | 1,506 | 61 | Kauswagan | 34,541 |
| 2 | Barangay 02 | 84 | 32 | Barangay 32 | 1,410 | 62 | Lapasan | 41,903 |
| 3 | Barangay 03 | 177 | 33 | Barangay 33 | 86 | 63 | Lumbia | 14,079 |
| 4 | Barangay 04 | 108 | 34 | Barangay 34 | 621 | 64 | Macabalan | 20,303 |
| 5 | Barangay 05 | 83 | 35 | Barangay 35 | 2,395 | 65 | Macasandig | 23,310 |
| 6 | Barangay 06 | 212 | 36 | Barangay 36 | 791 | 66 | Mambuaya | 2,490 |
| 7 | Barangay 07 | 542 | 37 | Barangay 37 | 77 | 67 | Nazareth | 10,658 |
| 8 | Barangay 08 | 157 | 38 | Barangay 38 | 94 | 68 | Pagalungan | 1,806 |
| 9 | Barangay 09 | 132 | 39 | Barangay 39 | 46 | 69 | Pagatpat | 5,178 |
| 10 | Barangay 10 | 616 | 40 | Barangay 40 | 830 | 70 | Patag | 17,219 |
| 11 | Barangay 11 | 342 | 41 | Agusan | 14,812 | 71 | Pigsagan | 1,256 |
| 12 | Barangay 12 | 469 | 42 | Baikingon | 2,342 | 72 | Puerto | 11,475 |
| 13 | Barangay 13 | 2,330 | 43 | Balubal | 2,893 | 73 | Puntod | 18,399 |
| 14 | Barangay 14 | 479 | 44 | Balulang | 32,531 | 74 | San Simon | 1,346 |
| 15 | Barangay 15 | 2,966 | 45 | Bayabas | 12,999 | 75 | Tablon | 18,608 |
| 16 | Barangay 16 | 143 | 46 | Bayanga | 2,769 | 76 | Taglimao | 1,418 |
| 17 | Barangay 17 | 2,342 | 47 | Besigan | 1,404 | 77 | Tagpangi | 2,684 |
| 18 | Barangay 18 | 1,496 | 48 | Bonbon | 9,195 | 78 | Tignapoloan | 4,514 |
| 19 | Barangay 19 | 419 | 49 | Bugo | 27,122 | 79 | Tuburan | 1,395 |
| 20 | Barangay 20 | 121 | 50 | Bulua | 31,345 | 80 | Tumpagon | 2,232 |
| 21 | Barangay 21 | 254 | 51 | Camaman-an | 24,651 | CDO 市内 | | 602,088 |
| 22 | Barangay 22 | 1,944 | 52 | Canito-an | 15,069 | 81 | Barra | 14,334 |
| 23 | Barangay 23 | 916 | 53 | Carmen | 67,583 | 82 | Bonbon | 2,698 |
| 24 | Barangay 24 | 929 | 54 | Consolacion | 9,919 | 83 | Igpit | 10,123 |
| 25 | Barangay 25 | 1,295 | 55 | Cugman | 20,531 | 84 | Luyongbonbon | 3,491 |
| 26 | Barangay 26 | 2,383 | 56 | Dansolihon | 4,811 | 85 | Malanang | 3,593 |
| 27 | Barangay 27 | 1,380 | 57 | F.S. Catanico | 1,710 | 86 | Molugan | 9,575 |
| 28 | Barangay 28 | 541 | 58 | Gusa | 26,117 | 87 | Poblacion | 3,690 |
| 29 | Barangay 29 | 485 | 59 | Indahag | 6,235 | 88 | Taboc | 2,918 |
| 30 | Barangay 30 | 875 | 60 | Iponan | 20,707 | CDO 市外 | | 50,422 |

注：網掛け部は、COWD 未給水区域である。

3.3.2 管網計算結果による管網整備に関する提言

3.3.2.1 管網計算結果による給水不良区域に対する管網改良

COWD では、これまで NAWASA から COWD に移行した際に実施したフェーズ 1～3 の更新工事を行なってきた。近年、CDO 市への流入人口の増加が顕著であるが、それに伴う管路更新工事は行われていない。上記管網計算結果では、管網内の節点で供給水圧(供給水量)が不足する管路が発生する。管網上流から適正な管口径と増圧ポンプ場の適正水圧を検討し、管網改良対象路線を抽出する。

表-3.3.4 管路更新路線

| | 地域 | 対象地名 | 仕様変更等 |
|------------------------------------|-----------------------------------|---|----------------------------|
| 石綿管 Asbestos Cement Pipe | Camaman-an | Ramonal Village | DN150: 188m → 170m |
| | Kauswagan | Sitio Pasil Road - Kauswagan Road | DN100: 240m → DN150 |
| | Macasandig | Booster Station | DN150: 43m |
| | Bugo | Zone 1 | DN200: 270m → DN150 |
| | | Reyes SD | DN100: 3,330m → DN150 |
| | | Graymar Village | DN100: 956m → DN150 |
| | Gusa | Sta. Cecilla SD | DN75: 306m → DN100: 450m |
| | | | DN100: 3180m → DN150: 570m |
| | | Capistrano SD | DN100: 2,657m → 450m |
| | | | DN150: 835m → 570m |
| Villa Ernesto SD | DN75: 809m & DN100: 711m → 1,440m | | |
| | DN150: 1,635m → 1,170m | | |
| 鑄鉄管 Cast Iron Pipe | Kauswagan | Portion of Kauswagan Road from Corner Bayabas-Kauswagan Road | DN150: 483m |
| | | | DN200: 174m |
| | Patag | IV MA Camp Evangelista Road | DN100: 228m |
| Agusan | National Highway from BOV | DN200: 696m | |
| 硬質塩化ビニル管 Unplasticized PVC Pipe | Puerto | Baybay | DN50: 240m |
| | | Puerto area | DN50: 420m |
| | Macabalan | Macabalan | DN50: 150m |
| | | | DN100: 2,945m |
| | | | DN150: 1,330m |
| | DN200: 430m | | |
| | DN300: 420m | | |

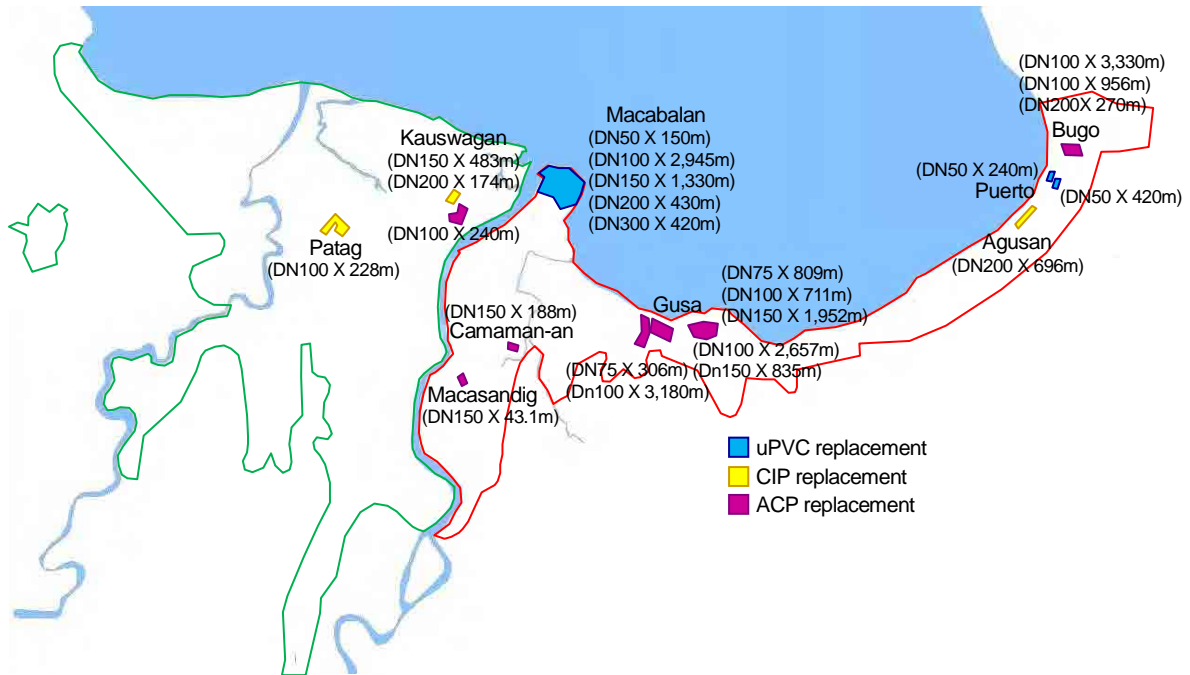


図-3.3.3 管路更新の必要な路線

3.3.3.2 対象管路の周辺環境

CDO 市では、大型スーパーマーケット、モール、ホテル、商用ビルディング、Sub-Division(団地)の建設が、市中心部のみならず、いたる所で盛んである。現在計画されている建設工事も多くあると聞いている。管路更新では現状の管網に対し改良対象を提示するが、これらの大型施設の開発により、より多くの水道供給が必要となる。開発による使用水量増分についても管網計算では考慮すべき事項であるが、更新時に開発増額分を考慮するか、開発時に開発者負担として新規管路を導入するかなどについて検討するところになる。このような中長期計画や都市開発計画に基づいた管路計画の重要性を COWD に伝えた。

3.4 組織・人材、広報、顧客サービスに関する無収水削減対策

3.4.1 組織機構改革

COWD では、組織の機構改革を 2015 年 1 月に実施する予定である。現在、無収水対策チームは課をまたがって職員が配属されているが、機構改革にて維持管理関連の部(Department)を新設し、その傘下に漏水対策や維持管理関連の各課を配置することとしている。これにより、指揮命令系統、事務分掌が確立され、各課間での依頼、指示等がスムーズに運ばれることになるであろう。

3.4.2 広報

水道情報広報については、Facebook®にて断水情報を顧客のフォロワーに対し発信している。また、顧客・市民からは Facebook®を通じて COWD に地上漏水発見の連絡も届いている。

また、市内での催し物が開催される際には COWD Free Water ブースを出展し、COWD の活動や社会貢献について市民広報を行っている。

これら多くの活動には、比国の国民、特にホスピタリティの高いミンダナオ島民の持つ、おもてなし精神が良く表れている。

3.4.3 水道サービスの向上

水道サービスの改善は顧客が COWD の水道供給をどのように感じているかを理解し、それらの不満や要望に対し改善を進めていくことが効果的である。COWD では毎年 300 の顧客に対しアンケートを実施しているが、回答者の住居(地域)等の属性分析が行われておらず、どの地域において何が望まれているのかがアンケート集計結果からは把握できない。今後、回答者の居住地域と年齢(年代)等の属性分析を追加することにより、改善すべき地域の特定、年代による嗜好や思考の違いによる要望がより鮮明に把握可能となるであろう。

表-3.4.1 顧客満足度調査結果(母集団300)

| 質問 | 質問に「YES」と答えた数(割合%) | | | |
|--------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| 24時間の給水を受けているか? | 259 (86%) | 238 (79%) | 163 (54%) | 209 (70%) |
| 水圧は通常十分か? | 254 (85%) | 230 (77%) | 224 (75%) | 206 (69%) |
| 味は良いか? | 272 (91%) | 226 (75%) | 211 (70%) | 231 (77%) |
| 安全な水であることを信用しているか? | 266 (89%) | 135 (45%) | 174 (58%) | 231 (77%) |
| 水道サービスに満足しているか? | 269 (90%) | 215 (72%) | 182 (61%) | 231 (77%) |

3.4.4 インセンティブ・メカニズム

COWD では、無収水率削減に向けての組織的なインセンティブ・メカニズム(報奨制度)が働く施策は特に行われてきてはいない。COWD 職員にこれに対するヒアリングをした際には、漏水修理や会議用資料作成等で発生する休日出勤や残業で支払われる超過勤務金が挙げられたが、これは通常業務の延長上にあるもので、インセンティブ・メカニズムとは言えない。

JICA 調査団は、無収水率削減に向けての組織的なインセンティブ・メカニズムとして、COWD に対し、以下のことを提案した。なお、組織の活性化もにらみ、無収水対策以外についても言及した。

次の職員に対し、昇給や昇進の機会を与える、または、ボーナスを支給する。

違法接続を発見した最初の職員、また、その対象者に対し COWD へ加入させた職員

- # COWD に対し改善提案書を提出し、採用された職員
- # 国内外で開催される国際会議において、論文(口頭発表、ポスター発表共)が採用された職員(発表者のみでなく連名者も含む)
- # 海外(先進国)の1週間以上の研修に参加し、COWD に対し、報告書を提出し、他の職員が研修資料を共有できる状態にした職員
- # COWD 職員の不正行為を報告(内部告発)した職員

なお、これらの評価に対しては、COWD 内での人事考課制度と組み合わせることも可能である。また、その評価を行う体制を構築する必要がある。報奨制度でボーナスを支給する場合には、その原資の確保を予算化する必要がある。

3.4.5 外部委託

我が国では、公務員給与は民間企業の人件費を元に決められている。民間企業の大中企業からのデータを基に計算されその平均値に抑えられている。平均であることは、その下位、また、小規模企業では公務員の人件費と比べると低いのが我が国の現状である。多くの事業体では、民間委託することで、業務の効率化のみでなく民間のノウハウも導入することで人件費を抑えて行政サービスを実施している。

一方、比国では、公務員の人件費は民間企業より低く抑えられており、民間委託は業務の効率化こそなるが、人件費は高くなり事業運営を悪化させる恐れがある。また、COWD では様々な種類の職員を採用しており、人件費が低い臨時職員や期間職員を雇用することで、マンパワーによって業務をこなしてきている。

JICA 調査団から、業務効率化のための外部委託について、ヒアリングを行ったが、現状、外部委託は警備のみを対象にしており、我が国で実施されている水道メータ検針、漏水調査、漏水修理(突発工事)等は全て COWD 職員により実施されている。また、COWD では、ほとんど水道工事の設計委託はせず、また、大規模工事を除き水道工事の施工についても COWD のみで行っている。

人件費が低い比国の現状において、人件費が高い我が国が実施している外部委託の概念を導入させようとすることは、時期尚早であると思われる。

3.5 漏水調査計画の立案と漏水調査機器による現地研修

3.5.1 現地研修

漏水調査チームは、東部区域の Macasandig 増圧ポンプ場内の Macasandig 分庁舎を本拠地としている。機材としては1997年に音聴型漏水探知機を1台購入、2010年に音聴型漏水探知機と面的相関式漏水探知機を各1台ずつ購入し、漏水調査に対応してきている。

今回のプロジェクトでは、新機材(相関式漏水探知機 AQUASCAN 610×1 台、同機集音装置 Hydro Phone×1 台、面的相関式漏水探知機 ZONESCAN 820×1 台、樹脂管用漏水探知機 D305×2 台、一般型漏水探知機 Pocket Phone×2 台)をレンタルし、COWD の漏水調査チームの人的増員に合わせ、物的能力も大幅に向上させた。

現地研修では、Macasandig 分庁舎を起点に Camaman-an 配水池までの送水管路、東部湾岸沿いの送水管路、ならびに、既存 DMA の 2 箇所、その他、Sub-Division や商業地域を OJT 現地研修として漏水調査を実施した。これまで現場発主義での状況であった漏水調査を計画的、かつ、組織的に実施して行くことに変えていく必要があり、JICA 調査団から改善案を提示し、それに沿って現地研修を行った。

漏水調査は机上計画、現地調査、調査報告(漏水修理依頼含む)に分けることとした。机上計画では、その日の調査範囲の管網図を広げ、調査チーム全員で確認し、漏水調査機器選定、人員配置(役割)、調査ルート、管・仕切弁・消火栓の位置確認、道路交通状況、周辺環境について、その時点で判明していることを全員で協議し、調査のイメージを作り上げる。現地漏水調査では、計画時の調査ルートに沿って調査を行うが、調査の効率性を重視し、弁室については事前に室内清掃を実施しておくことを組織的な維持管理と位置づけて実行することを提案している。

概ね 1 チーム当たり約 3km/日の漏水調査することで、休日、気象不良時を除き、半年間に全給水区域の配水管路を調査できる計算となる。これは管路を直線的に調査する漏水探知機ならびに相関式漏水探知機を基準とするが、面的相関式漏水探知機 ZONESCAN にて面調査を実施する場合、センサーを設置した管網全体の距離を合算できることから、管網密度の高い地域では面調査を実施し、漏水の疑いがあるところを漏水探知機にて点源調査することが効率的な調査につながる。

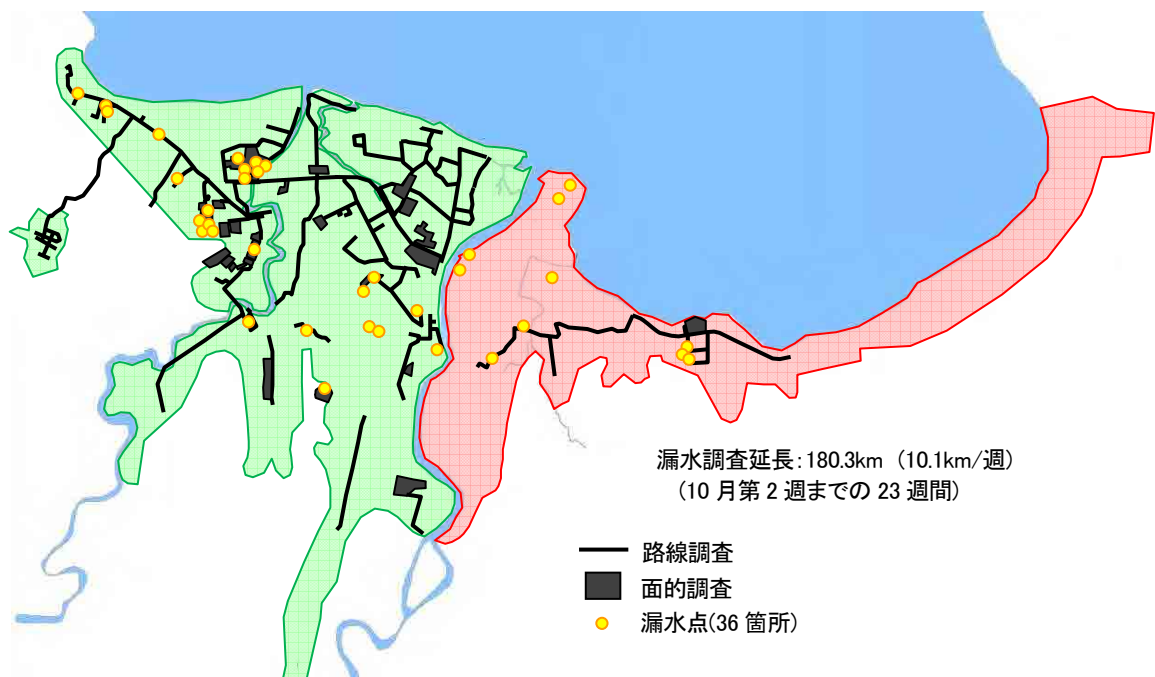


図-3.5.1 漏水調査結果

第1次現地業務後、毎週月曜日に COWD に漏水調査報告を求めており、COWD から丁寧に記載された報告が送られてきている。現状、JICA 調査団と COWD 漏水調査チームが作成した漏水調査計画に基づき、試行錯誤しながらも漏水調査を行っている。5月中旬から調査を開始し、10月中旬までの5ヶ月間(23週間)で180.3km(10.1km/週)の漏水調査(漏水発見:36箇所)を完了した。これまでの漏水調査の詳細は、図-3.5.1の通りである。

当初目標としていた半年間での全送配水管路延長(約510km)の全長調査は出来なかった。これは、乾季の間は少雨傾向が続いていたが、6月頃から始まった雨季に入ると、例年以上に昼間の降雨時間が長く続き、一日の内の連続した漏水調査が阻害されたことが挙げられる。また、2014年8月にCOWD組織の一部で人事異動があり、漏水調査チームの人員数名に入れ替わりがあり、漏水調査ペースが低くなったことも挙げられる。しかしながら、これらの気象条件や人事異動は、毎年繰り返される事象であることから、それらに対応できる体制を構築していく必要がある。漏水調査チーム内で機器操作マニュアルを作成し、人員の入れ替えにも直ぐに対応できるようにしておきたい。また、雨季での降雨は避けられないものである。昼間の降雨時に実施することをまとめ、晴天時に実施することと区別をし、降雨を理由にチームの活動が停滞しないような活動内容の検討を行う必要がある。

3.5.2 OJTの結果

3.5.2.1 相関式漏水探知機 [AQUASCAN 610]

大口径鋼管の場合、AQUASCAN 610は十分に機能的に漏水調査ができる。ただし、COWDでは、通常行われない大口径送水管からの給水管分岐が多く、かつ、これらの給水管分岐が図面に図示されていない場合が多く見られる。また、仕切弁の維持管理が不徹底なことから、センサーを設置するまでに時間を要する。

送水管からの給水管分岐が多い路線では、明確な漏水点を指定することができなかった。夜間、顧客が水道水を使用しない時間帯に実施することで、漏水点を指定することが可能となる。また、仕切弁の維持管理を徹底することによって、AQUASCAN 610を効率的に設置、計測できるため、今後の漏水調査の中で、COWDでは維持管理と漏水調査のスケジュール管理を検討する必要がある。

送水管からの給水管分岐がある路線では、解析機による漏水点の分析時間は、長い場合、30分以上掛かることがある。2点間の距離計測、センサー設置、解析機へのデータ入力には2点間距離にもよるが5分から10分を有する。給水管分岐がある路線に当たった場合、解析機による分析に時間を要するが、分析が10分以上の場合は、その場所は後回しにし、路線の調査を進めていくことを提案する。このような場所は、まとめて夜間に再度行うこととすることで、本機を使った効率的な漏水調査が可能となる。



写真-3.5.1 AQUQSCAN 610 による漏水調査

3.5.2.2 面的相関式漏水探知機 [ZONSCAN 820]

COWD では DMA の RER Sub-Division P1 地区等で ZONSCAN 820 にて漏水調査を実施し、明確な漏水を数件発見した。COWD では非常に高い精度で漏水が発見できたことを評価している。

しかしながら、我が国では容易にマンホール内の仕切弁や消火栓の上部にロガー(センサー)を設置したまま放置できるが、COWD 給水区域内では仕切弁の数が少なく、維持管理が不徹底なことから、地上式消火栓及び給水栓にロガーを設置することが多くなってしまふ。地上に設置する場合、盗難の恐れがあるため、常時、人が見張る必要があるため、効率的な漏水調査が阻害される。仕切弁の設置基準を明確に定め、適切な位置に仕切弁が配置できるように管網整備するとともに、維持管理を徹底し、極力、仕切弁にロガーを設置できるように改善する必要がある。



写真-3.5.2 ZONSCAN 820 による漏水調査

3.5.2.3 樹脂管用漏水探知機 [D305]

D305 を用いた漏水調査は、各所で樹脂管路からの漏水箇所を特定した。漏水調査チーム単独で D305 を使用して、漏水箇所の特定が行えている。D305 は、漏水調査の経験が浅い職員でも短時間に漏水発見が起き、その能力は他の漏水探知機と比べ、群を抜いている。

しかしながら、COWD では給水方式として Stub-Out を主に採用しているため、Stub-Out 以降の給水管延長が長くなる傾向にあり、給水管が配水本管と並走している場所では、D305 のセンサー

は配水本管でなく、配水本管と接続されている給水管を流れる電磁波も捕捉してしまうことがあり、対象である配水本管の漏水調査が阻害される。また、図面に記載されていない給水管分岐も漏水調査時には、分岐なのか漏水なのかが判断できず、調査の支障となるため、漏水探知機の改善、漏水調査方法の改善の双方が必要となる。



写真-3.5.3 D305 による漏水調査

3.5.3 使用機器の有効性

今回、レンタルした漏水調査機器類について、COWD 漏水調査チームが約 5 ヶ月間に渡り、使用した感想、当地での使用における機器本体、ならびに、その解析システムに関する改善や要望について、ユーザーレビューとしてヒアリングを行った。また、購入する場合の本体価格(定価)を考慮した上で機器構成を検討した。

3.5.3.1 COWD による漏水調査機材の評価

JICA 調査団が持ち込んだ漏水調査機器及び超音波流量計、更には COWD が自主製作した音聴棒について、COWD は次のように評価した。

表-3.5.1 漏水調査機材の評価(高い:5~低い:1)

| 機械名称 | 正確性 | 操作性 |
|-------------------------|-----|-----|
| 相関式漏水探知機 AQUASCAN 610 | 3 | 4 |
| 面的相関式漏水探知機 ZONESCAN 820 | 5 | 5 |
| 樹脂管用漏水探知機 D305 | 3 | 4 |
| 一般型漏水探知機 Pocket Phone | 5 | 5 |
| ポータブル型超音波流量計 ULTRA FLUX | 5 | 5 |
| (音聴棒) | 4 | 4 |

注：正確性は漏水調査で特定した漏水場所と実際の漏水場所の差が小さければ正確性が高い
操作性は機材の操作感や使い勝手が良ければ操作性が高い

3.5.3.2 ユーザーレビューと考察

(1) 相関式漏水探知機 [AQUASCAN 610]

AQUASCAN に対する COWD のユーザーレビューは以下のとおりである。

- ・分析結果がすぐに画面に表示されるため、最速で漏水調査できる機材である。
- ・漏水の有無が分からない路線において、漏水がなかった場合は、それを示してくれる。
- ・漏水量が少ない場合には、分析機の分析結果を読み解くことが難しいことがある。
- ・特に夜間に漏水場所を確認するプロセスにおいて、非常に良い。

評価表によると AQUASCAN の COWD の評価は期待していたほど高くはなかった。これは、COWD では、大口径送水管や配水本管から多数、給水分岐しており、それらの管が図面に反映されていない為と思われる。これらの疑似漏水と思わせる給水分岐管と漏水を短い時間内では本機が高い精度で識別できなかったことから、評価が低いと考えられる。

ただし、漏水調査延長の前年度からの飛躍的な向上は、本機導入によるところが大きく、効率的な漏水調査という観点では大きな成果に繋がった。

また、今回の業務では、効率的な漏水調査の実践を重視したため、1 か所あたりの漏水解析にかかる時間を 15 分までとした。このため、AQUASCAN の解析精度が多少、悪くなっていることは考えられる。

今後も継続的に効率的な漏水調査を実施するためには、本機は各漏水調査チームに最低 1 台 (現時点では 2 チーム編成のため、合計 2 台) は必要であると評価している。

(2) 面的相関式漏水探知機 [ZONESCAN 820]

ZONESCAN に対する COWD のユーザーレビューは以下のとおりである。

- ・非常に高い精度で漏水位置を特定できる。
- ・ロガーから漏水までの正確な距離を特定でき、精度が高い。
- ・調査対象エリアの漏水の有無を把握できる。
- ・面調査によって漏水位置を特定でき、難しい箇所も発見できる最良の機材である。
- ・GPS などロガーの場所の特定ができるようにしてほしい。

ZONESCAN は複数設置されたロガーから、長時間の漏水音を積算して分析するため、調査には相応の時間を要するが、その漏水点の発見精度の高さには高い評価を得た。

管内水圧が低く、非金属管を多く採用している COWD においては、通常の漏水調査機材での漏水発見は非常に困難だが、ZONESCAN を用いることで、そのような難しい箇所の漏水も発見できている。このため、本機は全体で 3 台は必要であると評価している。

なお、ZONESCAN は 10 個のロガーを各所に設置し、一定時間の漏水音を集音し、積算する。COWD では消火栓は地上式であること、仕切弁や消火栓の数が少ないことなどから、水道メータなどを利用してロガーを設置する。COWD も含め、開発途上国ではこのようなロガーは盗難の恐れがある。また、COWD では、ロガーを見つけた子供が面白がってどこかへ動かしてしまった事例もあった。このことから、GPS で場所が判明できるようにするなどの改善があれば望ましいとの要望を受けた。

(3) 樹脂管用漏水探知機 [D305]

D305 に対する COWD のユーザーレビューは以下のとおりである。

- ・配水本管から分岐した多数の給水管が、配水本管と並走している状況では、調査対象の配水本管の位置をうまく特定できないことがある。
- ・排水路や道路側溝、バリケード、電線など、本来の調査対象ではないものも、指針が強く反応してしまい、配水本管の位置をうまく特定できないことがある。
- ・パイプ・ロケータとしては有効に活用できる。

COWD では PVC 管が多く、水圧も非常に低いため、D305 が有効に機能することを期待していたが、高い評価は得られなかった。これは、COWD の Stub-Out システムに負うところが大きい。CDO 市では、多数の給水管が配水本管に並走している状況が各所で確認され、配水本管を流れる電磁波だけをうまく検知することが難しかった。同じ比国でも、MCWD(メトロセブ水道区)では D305 の評価は高く、漏水調査に大きく貢献しているため、現場状況によって評価が異なることが分かる。ただし、Stub-Out を改善し、並走する給水管を整理していくことで、将来的には D305 を有効に活用できると考えている。

一方、D305 はパイプ・ロケータとしては非常に有効に活用できると評価されている。

本機は現況の COWD においては使用の範囲は限定されるが、無収水削減チームに 1 台(現時点では 2 チームのため、合計 2 台)は必要であると評価する。

(4) 一般型漏水探知機 [Pocket Phone]

Pocket Phone に対する COWD のユーザーレビューは以下のとおりである。

- ・ピンポイントで漏水を発見する上では、非常に精度が高く、信頼できる機材である。
- ・正確な漏水位置を特定できるとともに、様々な管種、様々な漏水音に対応できるため、漏水調査において最良の機材である。
- ・特に ZONESCAN と組み合わせることで、非常に有効な漏水調査が実現できる。
- ・管内水圧が低く漏水音が小さい場合、ピンポイントで特定することは難しい。

Pocket Phone は従来型の音聴式漏水調査機材である。COWD では以前から使用してきており、高い評価を得ているが、COWD では、AQUASCAN や ZONESCAN などの漏水調査機材を用いて、面的・線的に漏水位置を特定した後、夜間、最終的な漏水箇所を特定するために本機を用いており、Pocket Phone 本来の使用方法に合致して高い精度が得られているため高評価であった。

本機は最終的な漏水位置を特定する上で非常に有効であり、個々が用いるため、各漏水調査チームに最低 2 台(現時点では 2 チーム編成のため、合計 4 台)は必要である。

(5) ポータブル超音波流量計 [ULTRA FLUX]

ULTRA FLUX に対する COWD のユーザーレビューは以下のとおりである。

- ・管路に関する情報が正確に分かっていれば、非常に正確な流量を取得できる。
- ・流量計や親メータの精度や能力を確認できる良い機材である。
- ・正しく設置すれば、他の流量計と同等のデータを取得できるが、現場によっては本流量計を正しく設置するのは非常に難しい。

ULTRA FLUX は純粋な漏水調査機材ではないが、無収水削減を進める上で、正確な水量を把握するために必要なものである。測定値の精度については高い評価を得ているが、本機を正しく設置することは容易ではない。第 2 次現地業務の際には、設置までに時間を要し、うまくデータを取得できずにいたが、第 3 次現地業務の際は水平器を用いるなど手慣れた様子で、短時間で機材を設置し、データを取得していた。

今後、多数の DMA を構築する中で、親メータの精度確認や、親メータの設置が困難な場所での流量測定など、有効に活用できるものと考えられるため、本機について、各漏水調査チームに 1 台(現時点では 2 チームのため、合計 2 台)は必要である。

(6) 音聴棒

音聴棒は日本から持ち込んだわけではなく、横浜市水道局が作成した製作ビデオを持ち込み、指導し、COWD が現地で自主製作したものであり、COWD のユーザーレビューは以下のとおりである。

- ・漏水の発見と漏水位置の確認をする上で、最良の道具である。
- ・特に水道メータ露出部などに充てて、大まかな漏水個所の発見に有効である。

横浜市水道局では漏水調査を担う職員が一人 1 本持っており、漏水の有無、最終的な漏水位置の特定の際に用いている。音の聞き分けには熟練を必要とするが、非常に簡易に製作でき、原理的にベーシックな道具であるため、今後、COWD で活用されることを期待している。

3.5.3.3 購入する場合の機器構成

漏水調査チームを構成し、調査を実施する際に必要な機器について、下表にその漏水調査機材の定価と必要な費用を記す。なお、本価格は我が国の消費税を含み、輸送代は含まれない。また、現在、COWDの無収水削減チームには漏水調査チームが2チームある。下記費用は2チームを前提として算出した価格である。

表-3.5.2 漏水調査チーム2班体制において用意する漏水調査機材の構成

| 機材名称 | 税込定価 (上 JPY 下 PHP) | | 個数 | 合計 (上 JPY 下 PHP) | |
|-------------------|-----------------------|-----------|----|---------------------|------------|
| | AQUQSCAN (ハイドロフォン付) | 3,500,000 | | 1,440,000 | 2 |
| ZONESCAN (10 ロガー) | 2,700,000 | 1,110,000 | 3 | 8,100,000 | 3,330,000 |
| D305 | 1,200,000 | 490,000 | 2 | 2,400,000 | 980,000 |
| Pocket Phone | 900,000 | 370,000 | 4 | 3,600,000 | 1,480,000 |
| ULTRA FLUX | 2,800,000 | 1,150,000 | 2 | 5,600,000 | 2,230,000 |
| 計 | | | | 26,700,000 | 10,820,000 |

比国の物価を考えると非常に高額に思われるが、中小の水道区においては、近隣の水道区と組合や互助会を成して共同購入し、共有機材として各水道区で輪番制にて使用するなどで本機材を有効に利用することを検討されることを願う。

3.6 COWD の財政見通し

3.6.1 新規借入れによる実施事業

COWD では、フィリピン開発銀行 (DBP) 等からの融資を受け、給水改善事業を計画している。既に DBP とは金額面での調整が図られており、COWD は 4 億 5,800 万 PHP の融資枠を得ている。本業務において、この融資枠を利用した事業計画を提案し、DBP 並びに COWD と事業計画について了承を得た。

事業内容は、1) 石綿セメント管 (ACP) からダクタイル鉄管 (DIP) への更新工事、2) Stub-Out の改良工事、3) 路上配管の地中布設替え工事、4) フェーズ 1 事業での水道管の布設替え工事である。

表-3.6.1 DBP事業費用の内訳

| 事業名称 | 設計・施工費 (税込) |
|----------------------------|----------------|
| 1) 石綿セメント管からダクタイル鉄管への更新工事 | 55,000,000PHP |
| 2) Stub-Outの改良工事 | 22,000,000PHP |
| 3) 路上配管の地中布設替え工事 | 45,000,000PHP |
| 4) フェーズ1事業で布設された水道管の布設替え工事 | 311,000,000PHP |
| 5) 維持管理車輛や装置類の購入 | 25,000,000PHP |
| 合計 | 458,000,000PHP |

1)については、COWD 給水区域には約 13km にわたり ACP が残存している。COWD では ACP の水道管としての脆弱性を認識し危惧しており、早期の取り替えを望んでいる。

ACP は、1900 年代前半、イタリア国にて開発され、我が国でも昭和初期に国産での製造が開始された。ACP は経年劣化による耐圧性や強度の低下が認識され、漏水多発の要因にもなったため、我が国では多くの水道事業体で 1970 年頃までに新規の管路布設が停止された。耐久性に優れた DIP や PVC 管等の管材が安価に供給されるようになり ACP の歴史的役割は終わりを迎えた。

早期に布設された ACP は COWD の主要水道管であることから、JICA 調査団では、布設替えでは PVC 管や PE 管のような樹脂管でなく、DIP に布設替えすることを提案した。DIP は樹脂管に比べ 6 倍程度の耐久性があり、劣化度合いも非常に小さい。ACP を樹脂管に交換することと、DIP に交換することでは、DIP のライフサイクルから見ると、その間、樹脂管は 3 回の布設替えを行う必要がある。また、DIP の漏水発生率は樹脂管に比べ、約 40 倍以上低く、漏水の懸念が払拭される。無収水削減を目標に掲げる COWD には必要な措置と考える。

初期投資において、DIP は PVC 管に比べ管材費と施工費が高価であるが、DIP の LCC (ライフサイクルコスト) からすると、その間の PVC 管の 3 回にわたる布設替え工事とを比較すると、DIP は PVC 管と比べ大きな差が生じない。初期費用のみの比較でなく、LCC での費用比較を説明したところ、COWD もその効果が理解された。

表-3.6.2 DIPとPVC管の布設費用の比較

| | DN75mm (延長 5.4km) | | DN100mm (延長 6.0km) | | DN150mm (延長 2.3km) | |
|-----------------|----------------------|----------|-----------------------|----------|-----------------------|-----------|
| | PVC 管 | DIP | PVC 管 | DIP | PVC 管 | DIP |
| 管材料費 | 230P/m | 1,140P/m | 340P/m | 1,670P/m | 600P/m | 2,990P/m |
| 管布設費 | 400P/m | 1,200P/m | 590P/m | 1,760P/m | 1,050P/m | 3,130P/m |
| 弁・消火栓等材料費 | 260P/m | 520P/m | 1,100P/m | 2,200P/m | 1,230P/m | 2,470P/m |
| 弁・消火栓等設置費、他 | 660P/m | 1,320P/m | 1,430P/m | 2,850P/m | 1,530P/m | 3,050P/m |
| 標準工事費 | 1,550P/m | 4,180P/m | 3,460P/m | 8,480P/m | 4,410P/m | 11,640P/m |
| 1回当たり工事費 | 8.4M.P | 22.6M.P | 20.8M.P | 50.9M.P | 10.1M.P | 26.8M.P |
| 更新間隔 | 30年 | 90年 | 30年 | 90年 | 30年 | 90年 |
| 3回当たり工事費(90÷30) | 25.2M.P | --- | 62.4M.P | --- | 30.3M.P | --- |
| LCC 工事費比較 | 25.2M.P | 22.6M.P | 62.4M.P | 50.9M.P | 30.3M.P | 26.8M.P |

表-3.6.1 内 2) Stub-Out 対策、ならびに、3) 路上配管対策は前述の通り、早急に対策を実施することで COWD の有収水率に大きく貢献できる考える。

4) については、COWD に NAWASA から移管された管路更新をフェーズ 1 で実施している。その当時から、既に 40 年が経過する時期であり、4) フェーズ 1 事業で布設された水道管の布設替え工事は、COWD がこれまで水道事業体として率先して実施できていなかった管路更新を集中的に実施することとした。約 40km の送配水管について、管路更新工事を行うが、1) ACP 布設替え工事のように、全て DIP に更新することはできないため、管路を幹線として始点-終点を定義し、幹線に優先度をもたせ、優先度の高い幹線で DIP を採用していく。更新費用には上限があるため、幹線によっては、今回の更新工事では樹脂管による更新を採用することも考えられるが、次回、15~20 年後の更新時には DIP への更新にしていくこととした。優先度については、管網計算による低給水圧改善のため、また、人口増による給水量の増大のための管径増強を考慮しリスト化する。なお、本業務では、送水管と主要配水管レベルでの管網計算を実施し、表-3.3.4 にて更新対象を示す。一般配水管についても、優先度を設定していくことが COWD において理解されたことで、本 DBP 事業の推進が期待できる。

3.6.2 新規借入れを踏まえた COWD の財政見通し

本 DBP 事業の実施計画について、2015 年内の事業開始を目指し、1 年半で各種設計を行い、一部重なる形で 2016 年から 5 年間の施工期間をとり、上記の事業を実施することとしている。ここでは、

COWD の財政見通し及び資金計画について、今回試算したシミュレーションをもとに考察することとする。

シミュレーションを作成するにあたり、以下の前提条件を設定した。なお、このシミュレーションは別途表計算ソフトで作成しており、人口増加率、インフレ率、水道料金改定などの変数を状況に応じて変更することで、さまざまな条件のもとでシミュレーションを行うことが可能となっている。

表-3.6.3 シミュレーション前提条件

| 条件項目 | 条件 | 参照元 |
|----------------------------|---------------------|------------------|
| 人口増加率 | 2.4~1.9% | 図-2.1.6 |
| インフレ率 | 3.5~4.0% | フィリピン中央銀行 |
| DBP ローン(458M. PHP) 返済 | 15年返済、元金均等返済 | COWD ヒアリング |
| DBP ローン(250M. PHP) 返済 | 10年返済、元金均等返済 | COWD ヒアリング |
| 利子 | 7.7% | COWD ヒアリング |
| DBP ローン(458M PHP)後の老朽管更新計画 | 更新周期：樹脂管 30年、鋼管 60年 | 表-3.6.4~3.6.5 参照 |

COWD は、JICA 実施の円借款ツーステップローン環境開発事業(EDP)による融資(4億5,800万 PHP)を想定している。

この DBP 事業は無収水率の削減が主目的だが、その後、給水区域の拡張を目標とした 2億5,000万 PHP 規模の追加事業についても検討しており、DBP と比国民間銀行による融資を想定している。

上記の設定における無収水率の改善(約 50%→25%)は、新規 DBP 事業(4億5,800万 PHP)において集中的に水道施設の改善・更新を行うことにより、施工期間 5年間で無収水率年 3~4%程度の削減が、また、それ以前に本調査業務における提言等の実施により年 1~2%程度の削減が可能となると考えた。JICA 調査団では、2025年において COWD の無収水率は 25%を達成できるものと想定した。

また、COWD は RVWC と用水供給事業契約を締結しており、第 2 期工事分として今後 40,000m³/日を受水する予定となっている。用水受水は自己水源と比べ単価が高いため、大幅な受水量の増加は、経営収支に相当程度の影響を与えることが推計される。

これらの条件を元に、用水受水量を(1)現状維持とした場合、(2)用水受水量 40,000 m³/日を増した場合、(3)用水受水量を半分の 20,000 m³/日を増した場合について、3 パターンのシミュレーションを作成した。損益計算書シミュレーションを表-3.6.6~3.6.8 内の[1]~[40]に、自己水源シミュレーションを表-3.6.6~3.6.8 内の[41]~[49]に、経常利益推計を図-3.6.1~3.6.3 に示す。

表-3.6.4 COWD の老朽管 (1990 年以降に布設した uPVC 管、PE 管) 更新費用

| | 単位 | DN50mm | DN75mm | DN100mm | DN150mm | DN200mm | DN250mm |
|-------|----------|------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 新管材料費 | PHP/m | 92 | 229 | 335 | 597 | 1,190 | 1,886 |
| 布設費 | PHP/m | 434 | 636 | 1,134 | 2,260 | 36,889 | 42,224 |
| その他工費 | PHP/m | 421 | 691 | 1,175 | 2,826 | 30,461 | 35,287 |
| 総工事費 | PHP/m | 947 | 1,556 | 2,644 | 5,143 | 68,540 | 79,397 |
| 老朽管延長 | m | 69,466 | 52,899 | 63,091 | 63,696 | 20,194 | 3,747 |
| | | 273,093m (273km) | | | | | |
| 事業費 | Mil. PHP | 66 | 82 | 167 | 328 | 1,384 | 298 |
| | | 2,324 | | | | | |

表-3.6.5 COWD の必要となる管路更新費用

| 老朽管更新期間[a] | 20年 | 30年 | 40年 | 50年 | 計 |
|----------------------|-------|------|------|------|--------------------------|
| 年間更新延長(km/year) [b] | 13.7 | 9.1 | 6.8 | 5.5 | [a] × [b] 273km |
| 年間更新費用(Mil. PHP) [c] | 116.2 | 77.5 | 58.1 | 46.5 | [a] × [c] 2,324 Mil. PHP |

注：樹脂管の更新期間を30年とする場合、年間更新延長は9.1km、年間更新費用は77.5M. PHPとなる。鉄管系は更新期間を60年間設定したことにより、2035年に更新時期を迎える。

なお、以降の表内の金額の単位は1,000PHP、水源の水量の単位は1,000m³、変数は無収水率削減目標を除き前年度比である。

表-3.6.6 損益計算書シミュレーション[現状維持の場合](単位：1,000PHP)

| No. | 費目 | 計算式 | 2013 | 2014 |
|------|--|--------------------------------------|---------|---------|
| [01] | 営業収益(Operating Revenue) | | | |
| [02] | (1)給水収益(Water Sales) | 2013×(a)×(b)×(c) | 668,895 | 875,914 |
| [03] | (2)その他収益(Other Revenue) | 2013×(a) | 35,902 | 36,729 |
| [04] | 営業収益小計(Sub-Total of Operating Revenue) | | 704,797 | 912,644 |
| [05] | 営業費用(Operating Expenses) | | | |
| [06] | (3)営業経費(Operation Cost) | | 482,700 | 503,865 |
| [07] | 水源(用水供給等)(Water Source: Purchased Water) | (2017~) 2016×(d) | 151,820 | 151,820 |
| [08] | ポンプ(Pumping) | 2013×(a)×(d)×(e) | 101,966 | 108,488 |
| [09] | 給料・賃金(Administrative Salaries and Wages) | 2013×(a)×(d) | 80,316 | 85,453 |
| [10] | 給付金(Employees' Pensions and Benefits) | 2013×(a)×(d) | 57,954 | 61,661 |
| [11] | 税金・許可料(Tax and Licenses) | 2013×(a)×(d) | 15,278 | 16,256 |
| [12] | 年金・社会保障費(GSIS, Philhealth and HDMF Contributions) | 2013×(a)×(d) | 12,757 | 13,573 |
| [13] | 警備サービス(Security Services) | 2013×(a)×(d) | 6,870 | 7,310 |
| [14] | 事務用品(Office Supplies) | 2013×(a)×(d) | 4,114 | 4,377 |
| [15] | 燃料費(Power Cost) | 2013×(a)×(d) | 3,551 | 3,778 |
| [16] | 浄水費(Water Treatment) | 2013×(a)×(d)×(e) | 3,547 | 3,773 |
| [17] | 光熱水費(Light, Power and Water) | 2013×(a)×(d) | 3,401 | 3,618 |
| [18] | 雑収入(Miscellaneous Expenses) | 2013×(a)×(d) | 41,127 | 43,758 |
| [19] | (4)減価償却費(Depreciation) | | 69,137 | 70,730 |
| [20] | 現在の減価償却費(Current Depreciation) | 2013×(a) | 69,137 | 70,730 |
| [21] | 新規ローンの減価償却費(New Loan Depreciation) | New Loan Construction Cost / 30years | | 0 |
| [22] | (5)維持管理費用(Maintenance) | | 12,869 | 23,692 |
| [23] | 送配水(Transmission and Distribution) | 2013×(a)×(d) | 7,485 | 7,964 |
| [24] | 追加費用(Additional) | YWWB Case×(a)×(d) | | 7,000 |
| [25] | 施設設備(General Plant) | 2013×(a)×(d) | 3,653 | 3,887 |
| [26] | 追加費用(Additional) | YWWB Case×(a)×(d) | | 2,000 |
| [27] | 水源(Sources of Supply) | 2013×(a)×(d) | 1,731 | 1,841 |
| [28] | 追加費用(Additional) | YWWB Case×(a)×(d) | | 1,000 |
| [29] | 営業費用小計(Sub-Total of Operating Expenses) | | 564,706 | 598,287 |
| [30] | 営業利益(Operating Income) | | 140,091 | 314,357 |
| [31] | 営業外収益(Non-Operating Revenue) | | 2,013 | 2,014 |
| [32] | (6)その他収益(Other Income) | 2013×(a) | 4,487 | 4,590 |
| [33] | 営業外費用(Non-Operating Expenses) | | | |
| [34] | 現行の長期支払利息(Interest of Current Long-term Debts) | | 85,590 | 71,754 |
| [35] | 新規(458MP)の長期支払利息(Interest of New Long-term Debts) | | | |
| [36] | 新規(250MP)の長期支払利息(Interest of New Long-term Debts) | | | |
| [37] | (7)長期支払利息(Interest of Long-term Debts) | | 85,590 | 71,754 |
| [38] | 収益合計(Net Total Income) | | 709,284 | 917,234 |
| [39] | 費用合計(Net Total Expenses) | | 650,296 | 670,041 |
| [40] | 経常利益(Ordinary Income) | | 58,988 | 247,193 |
| [41] | 水源(Water Resource) | | | |
| [42] | (A)水源(Water Resource) | | 58,400 | 58,400 |
| [43] | 自己保有水源量(Self-Owned Water) | 120,000×365days | 43,800 | 43,800 |
| [44] | 用水受水量(Purchased Water) | 40,000×365days | 14,600 | 14,600 |
| [45] | (B)水需要量(Water Demand) | | 26,236 | 26,841 |
| [46] | 有収水量(Revenue Water Volume) | 2013×(a)×(c) | 25,363 | 25,947 |
| [47] | 事業用水量(Waterworks Usage Volume) | 2013×(a) | 873 | 893 |
| [48] | (C)最低必要配水量(Necessary Distributed Water Volume) | (B)/(1-(f)) | 57,156 | 53,150 |
| [49] | (D)余裕水量(Surplus Water Volume) | (A)-(C) | 1,244 | 5,250 |
| [50] | 変数(Variable) | | | |
| [51] | (a)対前年度人口伸び率(Population growth rate) | | 1.000 | 1.023 |
| [52] | (b)料金改定(Water Rates Revision) | | 1.010 | 1.280 |
| [53] | (c)水圧回復による需要増(Increase demand by Pressure Improvement) | | (1.000) | (1.000) |
| [54] | (d)インフレ率(Inflation Rate) | | 1.000 | 1.040 |
| [55] | (e)無収水率改善による経費据置効果(Deferred Effect for Expenses) | | (1.000) | (1.000) |
| [56] | (f)無収水率削減目標(Prospect of NRW Ratio) | | 55.0% | 49.5% |

| No. | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| [01] | | | | | | | | | |
| [02] | 895,813 | 925,041 | 954,938 | 975,758 | 996,754 | 1,017,925 | 1,039,272 | 1,060,795 | 1,082,495 |
| [03] | 37,564 | 38,405 | 39,254 | 40,110 | 40,973 | 41,843 | 42,721 | 43,605 | 44,497 |
| [04] | 933,377 | 963,446 | 994,191 | 1,015,868 | 1,037,727 | 1,059,768 | 1,081,993 | 1,104,401 | 1,126,992 |
| [05] | | | | | | | | | |
| [06] | 524,464 | 560,071 | 587,347 | 615,879 | 645,724 | 676,939 | 709,585 | 743,726 | 779,429 |
| [07] | 151,820 | 167,002 | 172,847 | 178,897 | 185,158 | 191,639 | 198,346 | 205,288 | 212,473 |
| [08] | 114,836 | 120,303 | 125,992 | 131,912 | 138,073 | 144,481 | 151,147 | 158,080 | 165,290 |
| [09] | 90,453 | 95,716 | 101,256 | 107,084 | 113,217 | 119,669 | 126,455 | 133,591 | 141,095 |
| [10] | 65,269 | 69,066 | 73,063 | 77,269 | 81,695 | 86,350 | 91,246 | 96,396 | 101,811 |
| [11] | 17,207 | 18,208 | 19,262 | 20,371 | 21,537 | 22,765 | 24,055 | 25,413 | 26,840 |
| [12] | 14,367 | 15,203 | 16,083 | 17,009 | 17,983 | 19,008 | 20,085 | 21,219 | 22,411 |
| [13] | 7,738 | 8,188 | 8,662 | 9,160 | 9,685 | 10,237 | 10,817 | 11,428 | 12,070 |
| [14] | 4,633 | 4,903 | 5,186 | 5,485 | 5,799 | 6,129 | 6,477 | 6,843 | 7,227 |
| [15] | 3,999 | 4,232 | 4,477 | 4,735 | 5,006 | 5,291 | 5,591 | 5,907 | 6,238 |
| [16] | 3,994 | 4,184 | 4,382 | 4,588 | 4,802 | 5,025 | 5,257 | 5,498 | 5,749 |
| [17] | 3,830 | 4,053 | 4,287 | 4,534 | 4,794 | 5,067 | 5,354 | 5,657 | 5,974 |
| [18] | 46,318 | 49,013 | 51,850 | 54,834 | 57,975 | 61,278 | 64,753 | 68,408 | 72,250 |
| [19] | 72,337 | 74,324 | 78,859 | 83,507 | 88,169 | 92,845 | 97,534 | 99,238 | 102,623 |
| [20] | 72,337 | 73,958 | 75,592 | 77,240 | 78,902 | 80,578 | 82,268 | 83,971 | 85,689 |
| [21] | 0 | 367 | 3,267 | 6,267 | 9,267 | 12,267 | 15,267 | 15,267 | 16,933 |
| [22] | 25,078 | 26,537 | 28,073 | 29,689 | 31,389 | 33,178 | 35,059 | 37,038 | 39,119 |
| [23] | 8,430 | 8,920 | 9,436 | 9,979 | 10,551 | 11,152 | 11,785 | 12,450 | 13,149 |
| [24] | 7,410 | 7,841 | 8,294 | 8,772 | 9,274 | 9,803 | 10,359 | 10,943 | 11,558 |
| [25] | 4,114 | 4,354 | 4,606 | 4,871 | 5,150 | 5,443 | 5,752 | 6,076 | 6,418 |
| [26] | 2,117 | 2,240 | 2,370 | 2,506 | 2,650 | 2,801 | 2,960 | 3,127 | 3,302 |
| [27] | 1,949 | 2,063 | 2,182 | 2,308 | 2,440 | 2,579 | 2,725 | 2,879 | 3,041 |
| [28] | 1,059 | 1,120 | 1,185 | 1,253 | 1,325 | 1,400 | 1,480 | 1,563 | 1,651 |
| [29] | 621,879 | 660,933 | 694,279 | 729,075 | 765,282 | 802,961 | 842,179 | 880,003 | 921,170 |
| [30] | 311,498 | 302,513 | 299,913 | 286,793 | 272,445 | 256,807 | 239,814 | 224,398 | 205,822 |
| [31] | 2,015 | 2,016 | 2,017 | 2,018 | 2,019 | 2,020 | 2,021 | 2,022 | 2,023 |
| [32] | 4,695 | 4,800 | 4,906 | 5,013 | 5,121 | 5,230 | 5,339 | 5,450 | 5,561 |
| [33] | | | | | | | | | |
| [34] | 65,948 | 60,454 | 54,549 | 48,339 | 41,684 | 34,581 | 26,956 | 19,987 | 12,972 |
| [35] | 34,182 | 31,818 | 29,453 | 27,089 | 24,724 | 22,360 | 19,995 | 17,631 | 15,266 |
| [36] | | | | | | | | 18,360 | 16,419 |
| [37] | 100,130 | 92,272 | 84,002 | 75,427 | 66,408 | 56,941 | 46,951 | 55,978 | 44,657 |
| [38] | 938,071 | 968,246 | 999,097 | 1,020,881 | 1,042,848 | 1,064,998 | 1,087,332 | 1,109,850 | 1,132,553 |
| [39] | 722,009 | 753,204 | 778,280 | 804,502 | 831,690 | 859,902 | 889,130 | 935,981 | 965,827 |
| [40] | 216,063 | 215,041 | 220,817 | 216,379 | 211,158 | 205,096 | 198,202 | 173,870 | 166,726 |
| [41] | | | | | | | | | |
| [42] | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 |
| [43] | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 |
| [44] | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 |
| [45] | 27,450 | 28,337 | 29,243 | 29,880 | 30,523 | 31,172 | 31,825 | 32,485 | 33,149 |
| [46] | 26,537 | 27,403 | 28,288 | 28,905 | 29,527 | 30,154 | 30,787 | 31,424 | 32,067 |
| [47] | 913 | 934 | 955 | 975 | 996 | 1,017 | 1,039 | 1,060 | 1,082 |
| [48] | 53,824 | 53,465 | 53,169 | 50,645 | 48,450 | 46,525 | 44,825 | 45,117 | 45,410 |
| [49] | 4,576 | 4,935 | 5,231 | 7,755 | 9,950 | 11,875 | 13,575 | 13,283 | 12,990 |
| [50] | | | | | | | | | |
| [51] | 1.023 | 1.022 | 1.022 | 1.022 | 1.022 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.020 |
| [52] | (1.000) | 1.000 | (1.000) | 1.000 | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) |
| [53] | (1.000) | 1.010 | 1.010 | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) |
| [54] | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 |
| [55] | (1.000) | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 |
| [56] | 49.0% | 47.0% | 45.0% | 41.0% | 37.0% | 33.0% | 29.0% | 28.0% | 27.0% |

| No. | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| [01] | | | | | | | | | |
| [02] | 1, 104, 371 | 1, 143, 322 | 1, 165, 887 | 1, 188, 633 | 1, 211, 560 | 1, 234, 669 | 1, 383, 756 | 1, 409, 860 | 1, 436, 455 |
| [03] | 45, 397 | 46, 998 | 47, 925 | 48, 860 | 49, 803 | 50, 753 | 51, 710 | 52, 686 | 53, 679 |
| [04] | 1, 149, 768 | 1, 190, 319 | 1, 213, 812 | 1, 237, 493 | 1, 261, 363 | 1, 285, 422 | 1, 435, 466 | 1, 462, 545 | 1, 490, 135 |
| [05] | | | | | | | | | |
| [06] | 816, 762 | 865, 220 | 908, 527 | 953, 914 | 1, 001, 478 | 1, 051, 318 | 1, 103, 541 | 1, 158, 433 | 1, 216, 133 |
| [07] | 219, 910 | 227, 607 | 235, 573 | 243, 818 | 252, 352 | 261, 184 | 270, 325 | 279, 787 | 289, 579 |
| [08] | 172, 787 | 183, 291 | 193, 450 | 204, 127 | 215, 347 | 227, 135 | 239, 520 | 252, 579 | 266, 351 |
| [09] | 148, 985 | 159, 638 | 168, 486 | 177, 785 | 187, 557 | 197, 824 | 208, 610 | 219, 984 | 231, 979 |
| [10] | 107, 504 | 115, 190 | 121, 575 | 128, 285 | 135, 336 | 142, 745 | 150, 528 | 158, 735 | 167, 390 |
| [11] | 28, 341 | 30, 368 | 32, 051 | 33, 820 | 35, 679 | 37, 632 | 39, 684 | 41, 848 | 44, 129 |
| [12] | 23, 664 | 25, 356 | 26, 761 | 28, 239 | 29, 791 | 31, 421 | 33, 135 | 34, 941 | 36, 846 |
| [13] | 12, 745 | 13, 656 | 14, 413 | 15, 208 | 16, 044 | 16, 922 | 17, 845 | 18, 818 | 19, 844 |
| [14] | 7, 631 | 8, 177 | 8, 630 | 9, 106 | 9, 607 | 10, 133 | 10, 685 | 11, 268 | 11, 882 |
| [15] | 6, 587 | 7, 058 | 7, 449 | 7, 860 | 8, 293 | 8, 746 | 9, 223 | 9, 726 | 10, 257 |
| [16] | 6, 010 | 6, 375 | 6, 729 | 7, 100 | 7, 490 | 7, 900 | 8, 331 | 8, 785 | 9, 264 |
| [17] | 6, 308 | 6, 759 | 7, 134 | 7, 528 | 7, 942 | 8, 376 | 8, 833 | 9, 315 | 9, 822 |
| [18] | 76, 290 | 81, 745 | 86, 276 | 91, 038 | 96, 042 | 101, 299 | 106, 822 | 112, 647 | 118, 789 |
| [19] | 107, 688 | 114, 104 | 115, 890 | 117, 691 | 119, 506 | 121, 335 | 123, 179 | 125, 057 | 126, 971 |
| [20] | 87, 421 | 90, 504 | 92, 290 | 94, 091 | 95, 906 | 97, 735 | 99, 579 | 101, 457 | 103, 371 |
| [21] | 20, 267 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 |
| [22] | 41, 306 | 44, 259 | 46, 713 | 49, 291 | 52, 000 | 54, 847 | 57, 837 | 60, 991 | 64, 316 |
| [23] | 13, 884 | 14, 877 | 15, 702 | 16, 568 | 17, 479 | 18, 436 | 19, 441 | 20, 501 | 21, 619 |
| [24] | 12, 204 | 13, 077 | 13, 802 | 14, 564 | 15, 364 | 16, 205 | 17, 089 | 18, 020 | 19, 003 |
| [25] | 6, 776 | 7, 261 | 7, 663 | 8, 086 | 8, 531 | 8, 998 | 9, 488 | 10, 006 | 10, 551 |
| [26] | 3, 487 | 3, 736 | 3, 943 | 4, 161 | 4, 390 | 4, 630 | 4, 882 | 5, 149 | 5, 429 |
| [27] | 3, 211 | 3, 440 | 3, 631 | 3, 831 | 4, 042 | 4, 263 | 4, 495 | 4, 741 | 4, 999 |
| [28] | 1, 743 | 1, 868 | 1, 972 | 2, 081 | 2, 195 | 2, 315 | 2, 441 | 2, 574 | 2, 715 |
| [29] | 965, 755 | 1, 023, 583 | 1, 071, 130 | 1, 120, 896 | 1, 172, 983 | 1, 227, 500 | 1, 284, 557 | 1, 344, 481 | 1, 407, 421 |
| [30] | 184, 013 | 166, 736 | 142, 682 | 116, 597 | 88, 379 | 57, 922 | 150, 909 | 118, 064 | 82, 714 |
| [31] | 2, 024 | 2, 025 | 2, 026 | 2, 027 | 2, 028 | 2, 029 | 2, 030 | 2, 031 | 2, 032 |
| [32] | 5, 674 | 5, 874 | 5, 990 | 6, 107 | 6, 224 | 6, 343 | 6, 463 | 6, 585 | 6, 709 |
| [33] | | | | | | | | | |
| [34] | 9, 283 | 7, 203 | 5, 125 | 3, 023 | 1, 175 | 720 | 430 | 110 | 0 |
| [35] | 12, 902 | 10, 537 | 8, 173 | 5, 808 | 3, 444 | 1, 079 | 0 | | |
| [36] | 14, 478 | 12, 536 | 10, 595 | 8, 654 | 6, 712 | 4, 771 | 2, 830 | 888 | 0 |
| [37] | 36, 662 | 30, 276 | 23, 892 | 17, 485 | 11, 331 | 6, 571 | 3, 260 | 998 | 0 |
| [38] | 1, 155, 442 | 1, 196, 193 | 1, 219, 802 | 1, 243, 600 | 1, 267, 587 | 1, 291, 765 | 1, 441, 929 | 1, 469, 130 | 1, 496, 844 |
| [39] | 1, 002, 418 | 1, 053, 860 | 1, 095, 023 | 1, 138, 381 | 1, 184, 314 | 1, 234, 071 | 1, 287, 817 | 1, 345, 479 | 1, 407, 421 |
| [40] | 153, 024 | 142, 333 | 124, 779 | 105, 218 | 83, 273 | 57, 694 | 154, 112 | 123, 651 | 89, 423 |
| [41] | | | | | | | | | |
| [42] | 58, 400 | 58, 400 | 58, 400 | 58, 400 | 58, 400 | 58, 400 | 58, 400 | 58, 400 | 58, 400 |
| [43] | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 |
| [44] | 14, 600 | 14, 600 | 14, 600 | 14, 600 | 14, 600 | 14, 600 | 14, 600 | 14, 600 | 14, 600 |
| [45] | 33, 819 | 35, 012 | 35, 703 | 36, 399 | 37, 101 | 37, 809 | 38, 522 | 39, 249 | 39, 989 |
| [46] | 32, 715 | 33, 869 | 34, 537 | 35, 211 | 35, 890 | 36, 575 | 37, 265 | 37, 968 | 38, 684 |
| [47] | 1, 104 | 1, 143 | 1, 165 | 1, 188 | 1, 211 | 1, 234 | 1, 257 | 1, 281 | 1, 305 |
| [48] | 45, 701 | 46, 682 | 47, 604 | 48, 532 | 49, 468 | 50, 412 | 51, 363 | 52, 332 | 53, 319 |
| [49] | 12, 699 | 11, 718 | 10, 796 | 9, 868 | 8, 932 | 7, 988 | 7, 037 | 6, 068 | 5, 081 |
| [50] | | | | | | | | | |
| [51] | 1. 020 | 1. 035 | 1. 020 | 1. 020 | 1. 019 | 1. 019 | 1. 019 | 1. 019 | 1. 019 |
| [52] | (1. 000) | (1. 000) | 1. 000 | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | 1. 100 | (1. 000) | (1. 000) |
| [53] | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) |
| [54] | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 |
| [55] | 0. 990 | 0. 990 | 1. 000 | 1. 000 | 1. 000 | 1. 000 | 1. 000 | 1. 000 | 1. 000 |
| [56] | 26. 0% | 25. 0% | 25. 0% | 25. 0% | 25. 0% | 25. 0% | 25. 0% | 25. 0% | 25. 0% |

表-3.6.7 損益計算書シミュレーション[用水供給 40,000m³/日の場合](単位:1,000PHP)

| No. | 費目 | 計算式 | 2013 | 2014 |
|------|--|--------------------------------------|---------|---------|
| [01] | 営業収益(Operating Revenue) | | | |
| [02] | (1)給水収益(Water Sales) | 2013×(a)×(b)×(c) | 668,895 | 875,914 |
| [03] | (2)その他収益(Other Revenue) | 2013×(a) | 35,902 | 36,729 |
| [04] | 営業収益小計(Sub-Total of Operating Revenue) | | 704,797 | 912,644 |
| [05] | 営業費用(Operating Expenses) | | | |
| [06] | (3)営業経費(Operation Cost) | | 482,700 | 503,865 |
| [07] | 水源(用水供給等)(Water Source: Purchased Water) | (2017~) 2016×(d) | 151,820 | 151,820 |
| [08] | ポンプ(Pumping) | 2013×(a)×(d)×(e) | 101,966 | 108,488 |
| [09] | 給料・賃金(Administrative Salaries and Wages) | 2013×(a)×(d) | 80,316 | 85,453 |
| [10] | 給付金(Employees' Pensions and Benefits) | 2013×(a)×(d) | 57,954 | 61,661 |
| [11] | 税金・許可料(Tax and Licenses) | 2013×(a)×(d) | 15,278 | 16,256 |
| [12] | 年金・社会保障費(GSIS, Philhealth and HDMF Contributions) | 2013×(a)×(d) | 12,757 | 13,573 |
| [13] | 警備サービス(Security Services) | 2013×(a)×(d) | 6,870 | 7,310 |
| [14] | 事務用品(Office Supplies) | 2013×(a)×(d) | 4,114 | 4,377 |
| [15] | 燃料費(Power Cost) | 2013×(a)×(d) | 3,551 | 3,778 |
| [16] | 浄水費(Water Treatment) | 2013×(a)×(d)×(e) | 3,547 | 3,773 |
| [17] | 光熱水費(Light, Power and Water) | 2013×(a)×(d) | 3,401 | 3,618 |
| [18] | 雑収入(Miscellaneous Expenses) | 2013×(a)×(d) | 41,127 | 43,758 |
| [19] | (4)減価償却費(Depreciation) | | 69,137 | 70,730 |
| [20] | 現在の減価償却費(Current Depreciation) | 2013×(a) | 69,137 | 70,730 |
| [21] | 新規ローンの減価償却費(New Loan Depreciation) | New Loan Construction Cost / 30years | | 0 |
| [22] | (5)維持管理費用(Maintenance) | | 12,869 | 23,692 |
| [23] | 送配水(Transmission and Distribution) | 2013×(a)×(d) | 7,485 | 7,964 |
| [24] | 追加費用(Additional) | YWWB Case×(a)×(d) | | 7,000 |
| [25] | 施設設備(General Plant) | 2013×(a)×(d) | 3,653 | 3,887 |
| [26] | 追加費用(Additional) | YWWB Case×(a)×(d) | | 2,000 |
| [27] | 水源(Sources of Supply) | 2013×(a)×(d) | 1,731 | 1,841 |
| [28] | 追加費用(Additional) | YWWB Case×(a)×(d) | | 1,000 |
| [29] | 営業費用小計(Sub-Total of Operating Expenses) | | 564,706 | 598,287 |
| [30] | 営業利益(Operating Income) | | 140,091 | 314,357 |
| [31] | 営業外収益(Non-Operating Revenue) | | 2013 | 2014 |
| [32] | (6)その他収益(Other Income) | 2013×(a) | 4,487 | 4,590 |
| [33] | 営業外費用(Non-Operating Expenses) | | | |
| [34] | 現行の長期支払利息(Interest of Current Long-term Debts) | | 85,590 | 71,754 |
| [35] | 新規(458MP)の長期支払利息(Interest of New Long-term Debts) | | | |
| [36] | 新規(250MP)の長期支払利息(Interest of New Long-term Debts) | | | |
| [37] | (7)長期支払利息(Interest of Long-term Debts) | | 85,590 | 71,754 |
| [38] | 収益合計(Net Total Income) | | 709,284 | 917,234 |
| [39] | 費用合計(Net Total Expenses) | | 650,296 | 670,041 |
| [40] | 経常利益(Ordinary Income) | | 58,988 | 247,193 |
| [41] | 水源(Water Resource) | | | |
| [42] | (A)水源(Water Resource) | | 58,400 | 58,400 |
| [43] | 自己保有水源量(Self-Owned Water) | 120,000×365days | 43,800 | 43,800 |
| [44] | 用水受水量(Purchased Water) | 40,000×365days | 14,600 | 14,600 |
| [45] | (B)水需要量(Water Demand) | | 26,236 | 26,841 |
| [46] | 有収水量(Revenue Water Volume) | 2013×(a)×(c) | 25,363 | 25,947 |
| [47] | 事業用水量(Waterworks Usage Volume) | 2013×(a) | 873 | 893 |
| [48] | (C)最低必要配水量(Necessary Distributed Water Volume) | (B)/(1-(f)) | 57,156 | 53,150 |
| [49] | (D)余裕水量(Surplus Water Volume) | (A)-(C) | 1,244 | 5,250 |
| [50] | 変数(Variable) | | | |
| [51] | (a)対前年度人口伸び率(Population growth rate) | | 1.000 | 1.023 |
| [52] | (b)料金改定(Water Rates Revision) | | 1.010 | 1.280 |
| [53] | (c)水圧回復による需要増(Increase demand by Pressure Improvement) | | (1.000) | (1.000) |
| [54] | (d)インフレ率(Inflation Rate) | | 1.000 | 1.040 |
| [55] | (e)無収水率改善による経費据置効果(Deferred Effect for Expenses) | | (1.000) | (1.000) |
| [56] | (f)無収水率削減目標(Prospect of NRW Ratio) | | 53.0% | 49.5% |

| No. | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| [01] | | | | | | | | | |
| [02] | 895,813 | 925,041 | 954,938 | 975,758 | 996,754 | 1,017,925 | 1,039,272 | 1,166,875 | 1,190,744 |
| [03] | 37,564 | 38,405 | 39,254 | 40,110 | 40,973 | 41,843 | 42,721 | 43,605 | 44,497 |
| [04] | 933,377 | 963,446 | 994,191 | 1,015,868 | 1,037,727 | 1,059,768 | 1,081,993 | 1,210,480 | 1,235,242 |
| [05] | | | | | | | | | |
| [06] | 524,464 | 560,071 | 587,347 | 615,879 | 645,724 | 676,939 | 709,585 | 743,726 | 779,429 |
| [07] | 151,820 | 167,002 | 172,847 | 178,897 | 185,158 | 191,639 | 198,346 | 205,288 | 212,473 |
| [08] | 114,836 | 120,303 | 125,992 | 131,912 | 138,073 | 144,481 | 151,147 | 158,080 | 165,290 |
| [09] | 90,453 | 95,716 | 101,256 | 107,084 | 113,217 | 119,669 | 126,455 | 133,591 | 141,095 |
| [10] | 65,269 | 69,066 | 73,063 | 77,269 | 81,695 | 86,350 | 91,246 | 96,396 | 101,811 |
| [11] | 17,207 | 18,208 | 19,262 | 20,371 | 21,537 | 22,765 | 24,055 | 25,413 | 26,840 |
| [12] | 14,367 | 15,203 | 16,083 | 17,009 | 17,983 | 19,008 | 20,085 | 21,219 | 22,411 |
| [13] | 7,738 | 8,188 | 8,662 | 9,160 | 9,685 | 10,237 | 10,817 | 11,428 | 12,070 |
| [14] | 4,633 | 4,903 | 5,186 | 5,485 | 5,799 | 6,129 | 6,477 | 6,843 | 7,227 |
| [15] | 3,999 | 4,232 | 4,477 | 4,735 | 5,006 | 5,291 | 5,591 | 5,907 | 6,238 |
| [16] | 3,994 | 4,184 | 4,382 | 4,588 | 4,802 | 5,025 | 5,257 | 5,498 | 5,749 |
| [17] | 3,830 | 4,053 | 4,287 | 4,534 | 4,794 | 5,067 | 5,354 | 5,657 | 5,974 |
| [18] | 46,318 | 49,013 | 51,850 | 54,834 | 57,975 | 61,278 | 64,753 | 68,408 | 72,250 |
| [19] | 72,337 | 74,324 | 78,859 | 83,507 | 88,169 | 92,845 | 97,534 | 99,238 | 102,623 |
| [20] | 72,337 | 73,958 | 75,592 | 77,240 | 78,902 | 80,578 | 82,268 | 83,971 | 85,689 |
| [21] | 0 | 367 | 3,267 | 6,267 | 9,267 | 12,267 | 15,267 | 15,267 | 16,933 |
| [22] | 25,078 | 26,537 | 28,073 | 29,689 | 31,389 | 33,178 | 35,059 | 37,038 | 39,119 |
| [23] | 8,430 | 8,920 | 9,436 | 9,979 | 10,551 | 11,152 | 11,785 | 12,450 | 13,149 |
| [24] | 7,410 | 7,841 | 8,294 | 8,772 | 9,274 | 9,803 | 10,359 | 10,943 | 11,558 |
| [25] | 4,114 | 4,354 | 4,606 | 4,871 | 5,150 | 5,443 | 5,752 | 6,076 | 6,418 |
| [26] | 2,117 | 2,240 | 2,370 | 2,506 | 2,650 | 2,801 | 2,960 | 3,127 | 3,302 |
| [27] | 1,949 | 2,063 | 2,182 | 2,308 | 2,440 | 2,579 | 2,725 | 2,879 | 3,041 |
| [28] | 1,059 | 1,120 | 1,185 | 1,253 | 1,325 | 1,400 | 1,480 | 1,563 | 1,651 |
| [29] | 621,879 | 660,933 | 694,279 | 729,075 | 765,282 | 802,961 | 842,179 | 880,003 | 921,170 |
| [30] | 311,498 | 302,513 | 299,913 | 286,793 | 272,445 | 256,807 | 239,814 | 330,477 | 314,072 |
| [31] | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| [32] | 4,695 | 4,800 | 4,906 | 5,013 | 5,121 | 5,230 | 5,339 | 5,450 | 5,561 |
| [33] | | | | | | | | | |
| [34] | 65,948 | 60,454 | 54,549 | 48,339 | 41,684 | 34,581 | 26,956 | 19,987 | 12,972 |
| [35] | 34,182 | 31,818 | 29,453 | 27,089 | 24,724 | 22,360 | 19,995 | 17,631 | 15,266 |
| [36] | | | | | | | | 18,360 | 16,419 |
| [37] | 100,130 | 92,272 | 84,002 | 75,427 | 66,408 | 56,941 | 46,951 | 55,978 | 44,657 |
| [38] | 938,071 | 968,246 | 999,097 | 1,020,881 | 1,042,848 | 1,064,998 | 1,087,332 | 1,215,930 | 1,240,803 |
| [39] | 722,009 | 753,204 | 778,280 | 804,502 | 831,690 | 859,902 | 889,130 | 935,981 | 965,827 |
| [40] | 216,063 | 215,041 | 220,817 | 216,379 | 211,158 | 205,096 | 198,202 | 279,949 | 274,976 |
| [41] | | | | | | | | | |
| [42] | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 |
| [43] | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 |
| [44] | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 |
| [45] | 27,450 | 28,337 | 29,243 | 29,880 | 30,523 | 31,172 | 31,825 | 32,485 | 33,149 |
| [46] | 26,537 | 27,403 | 28,288 | 28,905 | 29,527 | 30,154 | 30,787 | 31,424 | 32,067 |
| [47] | 913 | 934 | 955 | 975 | 996 | 1,017 | 1,039 | 1,060 | 1,082 |
| [48] | 53,824 | 53,465 | 53,169 | 50,645 | 48,450 | 46,525 | 44,825 | 45,117 | 45,410 |
| [49] | 4,576 | 4,935 | 5,231 | 7,755 | 9,950 | 11,875 | 13,575 | 13,283 | 12,990 |
| [50] | | | | | | | | | |
| [51] | 1.023 | 1.022 | 1.022 | 1.022 | 1.022 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.020 |
| [52] | (1.000) | 1.000 | (1.000) | 1.000 | (1.000) | (1.000) | (1.000) | 1.100 | (1.000) |
| [53] | (1.000) | 1.010 | 1.010 | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) |
| [54] | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 |
| [55] | (1.000) | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 |
| [56] | 49.0% | 47.0% | 45.0% | 41.0% | 37.0% | 33.0% | 29.0% | 28.0% | 27.0% |

| No. | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| [01] | | | | | | | | | |
| [02] | 1,214,809 | 1,257,654 | 1,410,723 | 1,438,246 | 1,465,988 | 1,493,950 | 1,674,345 | 1,705,930 | 1,738,111 |
| [03] | 45,397 | 46,998 | 47,925 | 48,860 | 49,803 | 50,753 | 51,710 | 52,686 | 53,679 |
| [04] | 1,260,205 | 1,304,651 | 1,458,648 | 1,487,106 | 1,515,790 | 1,544,702 | 1,726,055 | 1,758,616 | 1,791,790 |
| [05] | | | | | | | | | |
| [06] | 816,762 | 1,092,827 | 1,144,100 | 1,197,732 | 1,253,829 | 1,312,502 | 1,373,867 | 1,438,220 | 1,505,713 |
| [07] | 219,910 | 455,214 | 471,146 | 487,636 | 504,703 | 522,368 | 540,651 | 559,574 | 579,159 |
| [08] | 172,787 | 183,291 | 193,450 | 204,127 | 215,347 | 227,135 | 239,520 | 252,579 | 266,351 |
| [09] | 148,985 | 159,638 | 168,486 | 177,785 | 187,557 | 197,824 | 208,610 | 219,984 | 231,979 |
| [10] | 107,504 | 115,190 | 121,575 | 128,285 | 135,336 | 142,745 | 150,528 | 158,735 | 167,390 |
| [11] | 28,341 | 30,368 | 32,051 | 33,820 | 35,679 | 37,632 | 39,684 | 41,848 | 44,129 |
| [12] | 23,664 | 25,356 | 26,761 | 28,239 | 29,791 | 31,421 | 33,135 | 34,941 | 36,846 |
| [13] | 12,745 | 13,656 | 14,413 | 15,208 | 16,044 | 16,922 | 17,845 | 18,818 | 19,844 |
| [14] | 7,631 | 8,177 | 8,630 | 9,106 | 9,607 | 10,133 | 10,685 | 11,268 | 11,882 |
| [15] | 6,587 | 7,058 | 7,449 | 7,860 | 8,293 | 8,746 | 9,223 | 9,726 | 10,257 |
| [16] | 6,010 | 6,375 | 6,729 | 7,100 | 7,490 | 7,900 | 8,331 | 8,785 | 9,264 |
| [17] | 6,308 | 6,759 | 7,134 | 7,528 | 7,942 | 8,376 | 8,833 | 9,315 | 9,822 |
| [18] | 76,290 | 81,745 | 86,276 | 91,038 | 96,042 | 101,299 | 106,822 | 112,647 | 118,789 |
| [19] | 107,688 | 114,104 | 115,890 | 117,691 | 119,506 | 121,335 | 123,179 | 125,057 | 126,971 |
| [20] | 87,421 | 90,504 | 92,290 | 94,091 | 95,906 | 97,735 | 99,579 | 101,457 | 103,371 |
| [21] | 20,267 | 23,600 | 23,600 | 23,600 | 23,600 | 23,600 | 23,600 | 23,600 | 23,600 |
| [22] | 41,306 | 44,259 | 46,713 | 49,291 | 52,000 | 54,847 | 57,837 | 60,991 | 64,316 |
| [23] | 13,884 | 14,877 | 15,702 | 16,568 | 17,479 | 18,436 | 19,441 | 20,501 | 21,619 |
| [24] | 12,204 | 13,077 | 13,802 | 14,564 | 15,364 | 16,205 | 17,089 | 18,020 | 19,003 |
| [25] | 6,776 | 7,261 | 7,663 | 8,086 | 8,531 | 8,998 | 9,488 | 10,006 | 10,551 |
| [26] | 3,487 | 3,736 | 3,943 | 4,161 | 4,390 | 4,630 | 4,882 | 5,149 | 5,429 |
| [27] | 3,211 | 3,440 | 3,631 | 3,831 | 4,042 | 4,263 | 4,495 | 4,741 | 4,999 |
| [28] | 1,743 | 1,868 | 1,972 | 2,081 | 2,195 | 2,315 | 2,441 | 2,574 | 2,715 |
| [29] | 965,755 | 1,251,190 | 1,306,703 | 1,364,714 | 1,425,335 | 1,488,684 | 1,554,882 | 1,624,268 | 1,697,000 |
| [30] | 294,450 | 53,461 | 151,945 | 122,392 | 90,455 | 56,018 | 171,172 | 134,348 | 94,790 |
| [31] | | | | | | | | | |
| [32] | 5,674 | 5,874 | 5,990 | 6,107 | 6,224 | 6,343 | 6,463 | 6,585 | 6,709 |
| [33] | | | | | | | | | |
| [34] | 9,283 | 7,203 | 5,125 | 3,023 | 1,175 | 720 | 430 | 110 | 0 |
| [35] | 12,902 | 10,537 | 8,173 | 5,808 | 3,444 | 1,079 | 0 | | |
| [36] | 14,478 | 12,536 | 10,595 | 8,654 | 6,712 | 4,771 | 2,830 | 888 | 0 |
| [37] | 36,662 | 30,276 | 23,892 | 17,485 | 11,331 | 6,571 | 3,260 | 998 | 0 |
| [38] | 1,265,879 | 1,310,525 | 1,464,638 | 1,493,212 | 1,522,015 | 1,551,045 | 1,732,518 | 1,765,200 | 1,798,499 |
| [39] | 1,002,418 | 1,281,467 | 1,330,596 | 1,382,199 | 1,436,666 | 1,495,255 | 1,558,142 | 1,625,266 | 1,697,000 |
| [40] | 263,461 | 29,059 | 134,042 | 111,013 | 85,349 | 55,791 | 174,375 | 139,934 | 101,499 |
| [41] | | | | | | | | | |
| [42] | 58,400 | 73,000 | 73,000 | 73,000 | 73,000 | 73,000 | 73,000 | 73,000 | 73,000 |
| [43] | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 |
| [44] | 14,600 | 29,200 | 29,200 | 29,200 | 29,200 | 29,200 | 29,200 | 29,200 | 29,200 |
| [45] | 33,819 | 35,012 | 35,703 | 36,399 | 37,101 | 37,809 | 38,522 | 39,249 | 39,989 |
| [46] | 32,715 | 33,869 | 34,537 | 35,211 | 35,890 | 36,575 | 37,265 | 37,968 | 38,684 |
| [47] | 1,104 | 1,143 | 1,165 | 1,188 | 1,211 | 1,234 | 1,257 | 1,281 | 1,305 |
| [48] | 45,701 | 43,765 | 44,628 | 45,499 | 46,377 | 47,261 | 48,153 | 49,061 | 49,987 |
| [49] | 12,699 | 29,235 | 28,372 | 27,501 | 26,623 | 25,739 | 24,847 | 23,939 | 23,013 |
| [50] | | | | | | | | | |
| [51] | 1.020 | 1.035 | 1.020 | 1.020 | 1.019 | 1.019 | 1.019 | 1.019 | 1.019 |
| [52] | (1.000) | (1.000) | 1.100 | (1.000) | (1.000) | (1.000) | 1.100 | (1.000) | (1.000) |
| [53] | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) |
| [54] | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 |
| [55] | 0.990 | 0.990 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| [56] | 26.0% | 20.0% | 20.0% | 20.0% | 20.0% | 20.0% | 20.0% | 20.0% | 20.0% |

表-3.6.8 損益計算書シミュレーション[用水供給 20,000m³/日の場合](単位:1,000PHP)

| No. | 費目 | 計算式 | 2013 | 2014 |
|------|--|--------------------------------------|---------|---------|
| [01] | 営業収益(Operating Revenue) | | | |
| [02] | (1)給水収益(Water Sales) | 2013×(a)×(b)×(c) | 668,895 | 875,914 |
| [03] | (2)その他収益(Other Revenue) | 2013×(a) | 35,902 | 36,729 |
| [04] | 営業収益小計(Sub-Total of Operating Revenue) | | 704,797 | 912,644 |
| [05] | 営業費用(Operating Expenses) | | | |
| [06] | (3)営業経費(Operation Cost) | | 482,700 | 503,865 |
| [07] | 水源(用水供給等)(Water Source: Purchased Water) | (2017~) 2016×(d) | 151,820 | 151,820 |
| [08] | ポンプ(Pumping) | 2013×(a)×(d)×(e) | 101,966 | 108,488 |
| [09] | 給料・賃金(Administrative Salaries and Wages) | 2013×(a)×(d) | 80,316 | 85,453 |
| [10] | 給付金(Employees' Pensions and Benefits) | 2013×(a)×(d) | 57,954 | 61,661 |
| [11] | 税金・許可料(Tax and Licenses) | 2013×(a)×(d) | 15,278 | 16,256 |
| [12] | 年金・社会保障費(GSIS, Philhealth and HDMF Contributions) | 2013×(a)×(d) | 12,757 | 13,573 |
| [13] | 警備サービス(Security Services) | 2013×(a)×(d) | 6,870 | 7,310 |
| [14] | 事務用品(Office Supplies) | 2013×(a)×(d) | 4,114 | 4,377 |
| [15] | 燃料費(Power Cost) | 2013×(a)×(d) | 3,551 | 3,778 |
| [16] | 浄水費(Water Treatment) | 2013×(a)×(d)×(e) | 3,547 | 3,773 |
| [17] | 光熱水費(Light, Power and Water) | 2013×(a)×(d) | 3,401 | 3,618 |
| [18] | 雑収入(Miscellaneous Expenses) | 2013×(a)×(d) | 41,127 | 43,758 |
| [19] | (4)減価償却費(Depreciation) | | 69,137 | 70,730 |
| [20] | 現在の減価償却費(Current Depreciation) | 2013×(a) | 69,137 | 70,730 |
| [21] | 新規ローンの減価償却費(New Loan Depreciation) | New Loan Construction Cost / 30years | | 0 |
| [22] | (5)維持管理費用(Maintenance) | | 12,869 | 23,692 |
| [23] | 送配水(Transmission and Distribution) | 2013×(a)×(d) | 7,485 | 7,964 |
| [24] | 追加費用(Additional) | YWWB Case×(a)×(d) | | 7,000 |
| [25] | 施設設備(General Plant) | 2013×(a)×(d) | 3,653 | 3,887 |
| [26] | 追加費用(Additional) | YWWB Case×(a)×(d) | | 2,000 |
| [27] | 水源(Sources of Supply) | 2013×(a)×(d) | 1,731 | 1,841 |
| [28] | 追加費用(Additional) | YWWB Case×(a)×(d) | | 1,000 |
| [29] | 営業費用小計(Sub-Total of Operating Expenses) | | 564,706 | 598,287 |
| [30] | 営業利益(Operating Income) | | 140,091 | 314,357 |
| [31] | 営業外収益(Non-Operating Revenue) | | | |
| [32] | (6)その他収益(Other Income) | 2013×(a) | 4,487 | 4,590 |
| [33] | 営業外費用(Non-Operating Expenses) | | | |
| [34] | 現行の長期支払利息(Interest of Current Long-term Debts) | | 85,590 | 71,754 |
| [35] | 新規(458MP)の長期支払利息(Interest of New Long-term Debts) | | | |
| [36] | 新規(250MP)の長期支払利息(Interest of New Long-term Debts) | | | |
| [37] | (7)長期支払利息(Interest of Long-term Debts) | | 85,590 | 71,754 |
| [38] | 収益合計(Net Total Income) | | 709,284 | 917,234 |
| [39] | 費用合計(Net Total Expenses) | | 650,296 | 670,041 |
| [40] | 経常利益(Ordinary Income) | | 58,988 | 247,193 |
| [41] | 水源(Water Resource) | | | |
| [42] | (A)水源(Water Resource) | | 58,400 | 58,400 |
| [43] | 自己保有水源量(Self-Owned Water) | 120,000×365days | 43,800 | 43,800 |
| [44] | 用水受水量(Purchased Water) | 40,000×365days | 14,600 | 14,600 |
| [45] | (B)水需要量(Water Demand) | | 26,236 | 26,841 |
| [46] | 有収水量(Revenue Water Volume) | 2013×(a)×(c) | 25,363 | 25,947 |
| [47] | 事業用水量(Waterworks Usage Volume) | 2013×(a) | 873 | 893 |
| [48] | (C)最低必要配水量(Necessary Distributed Water Volume) | (B)/(1-(f)) | 57,156 | 53,150 |
| [49] | (D)余裕水量(Surplus Water Volume) | (A)-(C) | 1,244 | 5,250 |
| [50] | 変数(Variable) | | | |
| [51] | (a)対前年度人口伸び率(Population growth rate) | | 1.000 | 1.023 |
| [52] | (b)料金改定(Water Rates Revision) | | 1.010 | 1.280 |
| [53] | (c)水圧回復による需要増(Increase demand by Pressure Improvement) | | (1.000) | (1.000) |
| [54] | (d)インフレ率(Inflation Rate) | | 1.000 | 1.040 |
| [55] | (e)無収水率改善による経費据置効果(Deferred Effect for Expenses) | | (1.000) | (1.000) |
| [56] | (f)無収水率削減目標(Prospect of NRW Ratio) | | 53.0% | 49.5% |

| No. | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| [01] | | | | | | | | | |
| [02] | 895,813 | 925,041 | 954,938 | 975,758 | 996,754 | 1,017,925 | 1,039,272 | 1,060,795 | 1,082,495 |
| [03] | 37,564 | 38,405 | 39,254 | 40,110 | 40,973 | 41,843 | 42,721 | 43,605 | 44,497 |
| [04] | 933,377 | 963,446 | 994,191 | 1,015,868 | 1,037,727 | 1,059,768 | 1,081,993 | 1,104,401 | 1,126,992 |
| [05] | | | | | | | | | |
| [06] | 524,464 | 560,071 | 587,347 | 615,879 | 645,724 | 676,939 | 709,585 | 743,726 | 779,429 |
| [07] | 151,820 | 167,002 | 172,847 | 178,897 | 185,158 | 191,639 | 198,346 | 205,288 | 212,473 |
| [08] | 114,836 | 120,303 | 125,992 | 131,912 | 138,073 | 144,481 | 151,147 | 158,080 | 165,290 |
| [09] | 90,453 | 95,716 | 101,256 | 107,084 | 113,217 | 119,669 | 126,455 | 133,591 | 141,095 |
| [10] | 65,269 | 69,066 | 73,063 | 77,269 | 81,695 | 86,350 | 91,246 | 96,396 | 101,811 |
| [11] | 17,207 | 18,208 | 19,262 | 20,371 | 21,537 | 22,765 | 24,055 | 25,413 | 26,840 |
| [12] | 14,367 | 15,203 | 16,083 | 17,009 | 17,983 | 19,008 | 20,085 | 21,219 | 22,411 |
| [13] | 7,738 | 8,188 | 8,662 | 9,160 | 9,685 | 10,237 | 10,817 | 11,428 | 12,070 |
| [14] | 4,633 | 4,903 | 5,186 | 5,485 | 5,799 | 6,129 | 6,477 | 6,843 | 7,227 |
| [15] | 3,999 | 4,232 | 4,477 | 4,735 | 5,006 | 5,291 | 5,591 | 5,907 | 6,238 |
| [16] | 3,994 | 4,184 | 4,382 | 4,588 | 4,802 | 5,025 | 5,257 | 5,498 | 5,749 |
| [17] | 3,830 | 4,053 | 4,287 | 4,534 | 4,794 | 5,067 | 5,354 | 5,657 | 5,974 |
| [18] | 46,318 | 49,013 | 51,850 | 54,834 | 57,975 | 61,278 | 64,753 | 68,408 | 72,250 |
| [19] | 72,337 | 74,324 | 78,859 | 83,507 | 88,169 | 92,845 | 97,534 | 99,238 | 102,623 |
| [20] | 72,337 | 73,958 | 75,592 | 77,240 | 78,902 | 80,578 | 82,268 | 83,971 | 85,689 |
| [21] | 0 | 367 | 3,267 | 6,267 | 9,267 | 12,267 | 15,267 | 15,267 | 16,933 |
| [22] | 25,078 | 26,537 | 28,073 | 29,689 | 31,389 | 33,178 | 35,059 | 37,038 | 39,119 |
| [23] | 8,430 | 8,920 | 9,436 | 9,979 | 10,551 | 11,152 | 11,785 | 12,450 | 13,149 |
| [24] | 7,410 | 7,841 | 8,294 | 8,772 | 9,274 | 9,803 | 10,359 | 10,943 | 11,558 |
| [25] | 4,114 | 4,354 | 4,606 | 4,871 | 5,150 | 5,443 | 5,752 | 6,076 | 6,418 |
| [26] | 2,117 | 2,240 | 2,370 | 2,506 | 2,650 | 2,801 | 2,960 | 3,127 | 3,302 |
| [27] | 1,949 | 2,063 | 2,182 | 2,308 | 2,440 | 2,579 | 2,725 | 2,879 | 3,041 |
| [28] | 1,059 | 1,120 | 1,185 | 1,253 | 1,325 | 1,400 | 1,480 | 1,563 | 1,651 |
| [29] | 621,879 | 660,933 | 694,279 | 729,075 | 765,282 | 802,961 | 842,179 | 880,003 | 921,170 |
| [30] | 311,498 | 302,513 | 299,913 | 286,793 | 272,445 | 256,807 | 239,814 | 224,398 | 205,822 |
| [31] | | | | | | | | | |
| [32] | 4,695 | 4,800 | 4,906 | 5,013 | 5,121 | 5,230 | 5,339 | 5,450 | 5,561 |
| [33] | | | | | | | | | |
| [34] | 65,948 | 60,454 | 54,549 | 48,339 | 41,684 | 34,581 | 26,956 | 19,987 | 12,972 |
| [35] | 34,182 | 31,818 | 29,453 | 27,089 | 24,724 | 22,360 | 19,995 | 17,631 | 15,266 |
| [36] | | | | | | | | 18,360 | 16,419 |
| [37] | 100,130 | 92,272 | 84,002 | 75,427 | 66,408 | 56,941 | 46,951 | 55,978 | 44,657 |
| [38] | 938,071 | 968,246 | 999,097 | 1,020,881 | 1,042,848 | 1,064,998 | 1,087,332 | 1,109,850 | 1,132,553 |
| [39] | 722,009 | 753,204 | 778,280 | 804,502 | 831,690 | 859,902 | 889,130 | 935,981 | 965,827 |
| [40] | 216,063 | 215,041 | 220,817 | 216,379 | 211,158 | 205,096 | 198,202 | 173,870 | 166,726 |
| [41] | | | | | | | | | |
| [42] | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 | 58,400 |
| [43] | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 | 43,800 |
| [44] | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 | 14,600 |
| [45] | 27,450 | 28,337 | 29,243 | 29,880 | 30,523 | 31,172 | 31,825 | 32,485 | 33,149 |
| [46] | 26,537 | 27,403 | 28,288 | 28,905 | 29,527 | 30,154 | 30,787 | 31,424 | 32,067 |
| [47] | 913 | 934 | 955 | 975 | 996 | 1,017 | 1,039 | 1,060 | 1,082 |
| [48] | 53,824 | 53,465 | 53,169 | 50,645 | 48,450 | 46,525 | 44,825 | 45,117 | 45,410 |
| [49] | 4,576 | 4,935 | 5,231 | 7,755 | 9,950 | 11,875 | 13,575 | 13,283 | 12,990 |
| [50] | | | | | | | | | |
| [51] | 1.023 | 1.022 | 1.022 | 1.022 | 1.022 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.020 |
| [52] | (1.000) | 1.000 | (1.000) | 1.000 | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) |
| [53] | (1.000) | 1.010 | 1.010 | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) | (1.000) |
| [54] | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 | 1.035 |
| [55] | (1.000) | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 | 0.990 |
| [56] | 49.0% | 47.0% | 45.0% | 41.0% | 37.0% | 33.0% | 29.0% | 28.0% | 27.0% |

| No. | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| [01] | | | | | | | | | |
| [02] | 1, 104, 371 | 1, 143, 322 | 1, 282, 475 | 1, 307, 496 | 1, 332, 716 | 1, 358, 136 | 1, 522, 132 | 1, 550, 846 | 1, 580, 101 |
| [03] | 45, 397 | 46, 998 | 47, 925 | 48, 860 | 49, 803 | 50, 753 | 51, 710 | 52, 686 | 53, 679 |
| [04] | 1, 149, 768 | 1, 190, 319 | 1, 330, 401 | 1, 356, 356 | 1, 382, 519 | 1, 408, 889 | 1, 573, 842 | 1, 603, 531 | 1, 633, 780 |
| [05] | | | | | | | | | |
| [06] | 816, 762 | 979, 023 | 1, 026, 314 | 1, 075, 823 | 1, 127, 653 | 1, 181, 910 | 1, 238, 704 | 1, 298, 327 | 1, 360, 923 |
| [07] | 219, 910 | 341, 410 | 353, 360 | 365, 727 | 378, 528 | 391, 776 | 405, 488 | 419, 680 | 434, 369 |
| [08] | 172, 787 | 183, 291 | 193, 450 | 204, 127 | 215, 347 | 227, 135 | 239, 520 | 252, 579 | 266, 351 |
| [09] | 148, 985 | 159, 638 | 168, 486 | 177, 785 | 187, 557 | 197, 824 | 208, 610 | 219, 984 | 231, 979 |
| [10] | 107, 504 | 115, 190 | 121, 575 | 128, 285 | 135, 336 | 142, 745 | 150, 528 | 158, 735 | 167, 390 |
| [11] | 28, 341 | 30, 368 | 32, 051 | 33, 820 | 35, 679 | 37, 632 | 39, 684 | 41, 848 | 44, 129 |
| [12] | 23, 664 | 25, 356 | 26, 761 | 28, 239 | 29, 791 | 31, 421 | 33, 135 | 34, 941 | 36, 846 |
| [13] | 12, 745 | 13, 656 | 14, 413 | 15, 208 | 16, 044 | 16, 922 | 17, 845 | 18, 818 | 19, 844 |
| [14] | 7, 631 | 8, 177 | 8, 630 | 9, 106 | 9, 607 | 10, 133 | 10, 685 | 11, 268 | 11, 882 |
| [15] | 6, 587 | 7, 058 | 7, 449 | 7, 860 | 8, 293 | 8, 746 | 9, 223 | 9, 726 | 10, 257 |
| [16] | 6, 010 | 6, 375 | 6, 729 | 7, 100 | 7, 490 | 7, 900 | 8, 331 | 8, 785 | 9, 264 |
| [17] | 6, 308 | 6, 759 | 7, 134 | 7, 528 | 7, 942 | 8, 376 | 8, 833 | 9, 315 | 9, 822 |
| [18] | 76, 290 | 81, 745 | 86, 276 | 91, 038 | 96, 042 | 101, 299 | 106, 822 | 112, 647 | 118, 789 |
| [19] | 107, 688 | 114, 104 | 115, 890 | 117, 691 | 119, 506 | 121, 335 | 123, 179 | 125, 057 | 126, 971 |
| [20] | 87, 421 | 90, 504 | 92, 290 | 94, 091 | 95, 906 | 97, 735 | 99, 579 | 101, 457 | 103, 371 |
| [21] | 20, 267 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 | 23, 600 |
| [22] | 41, 306 | 44, 259 | 46, 713 | 49, 291 | 52, 000 | 54, 847 | 57, 837 | 60, 991 | 64, 316 |
| [23] | 13, 884 | 14, 877 | 15, 702 | 16, 568 | 17, 479 | 18, 436 | 19, 441 | 20, 501 | 21, 619 |
| [24] | 12, 204 | 13, 077 | 13, 802 | 14, 564 | 15, 364 | 16, 205 | 17, 089 | 18, 020 | 19, 003 |
| [25] | 6, 776 | 7, 261 | 7, 663 | 8, 086 | 8, 531 | 8, 998 | 9, 488 | 10, 006 | 10, 551 |
| [26] | 3, 487 | 3, 736 | 3, 943 | 4, 161 | 4, 390 | 4, 630 | 4, 882 | 5, 149 | 5, 429 |
| [27] | 3, 211 | 3, 440 | 3, 631 | 3, 831 | 4, 042 | 4, 263 | 4, 495 | 4, 741 | 4, 999 |
| [28] | 1, 743 | 1, 868 | 1, 972 | 2, 081 | 2, 195 | 2, 315 | 2, 441 | 2, 574 | 2, 715 |
| [29] | 965, 755 | 1, 137, 387 | 1, 188, 917 | 1, 242, 805 | 1, 299, 159 | 1, 358, 092 | 1, 419, 720 | 1, 484, 374 | 1, 552, 210 |
| [30] | 184, 013 | 52, 932 | 141, 484 | 113, 551 | 83, 359 | 50, 797 | 154, 122 | 119, 157 | 81, 570 |
| [31] | | | | | | | | | |
| [32] | 5, 674 | 5, 874 | 5, 990 | 6, 107 | 6, 224 | 6, 343 | 6, 463 | 6, 585 | 6, 709 |
| [33] | | | | | | | | | |
| [34] | 9, 283 | 7, 203 | 5, 125 | 3, 023 | 1, 175 | 720 | 430 | 110 | 0 |
| [35] | 12, 902 | 10, 537 | 8, 173 | 5, 808 | 3, 444 | 1, 079 | | | |
| [36] | 14, 478 | 12, 536 | 10, 595 | 8, 654 | 6, 712 | 4, 771 | 2, 830 | 888 | |
| [37] | 36, 662 | 30, 276 | 23, 892 | 17, 485 | 11, 331 | 6, 571 | 3, 260 | 998 | 0 |
| [38] | 1, 155, 442 | 1, 196, 193 | 1, 336, 390 | 1, 362, 463 | 1, 388, 743 | 1, 415, 232 | 1, 580, 304 | 1, 610, 116 | 1, 640, 489 |
| [39] | 1, 002, 418 | 1, 167, 663 | 1, 212, 809 | 1, 260, 290 | 1, 310, 490 | 1, 364, 663 | 1, 422, 980 | 1, 485, 372 | 1, 552, 210 |
| [40] | 153, 024 | 28, 530 | 123, 581 | 102, 173 | 78, 253 | 50, 569 | 157, 325 | 124, 743 | 88, 279 |
| [41] | | | | | | | | | |
| [42] | 58, 400 | 65, 700 | 65, 700 | 65, 700 | 65, 700 | 65, 700 | 65, 700 | 65, 700 | 65, 700 |
| [43] | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 | 43, 800 |
| [44] | 14, 600 | 21, 900 | 21, 900 | 21, 900 | 21, 900 | 21, 900 | 21, 900 | 21, 900 | 21, 900 |
| [45] | 33, 819 | 35, 012 | 35, 703 | 36, 399 | 37, 101 | 37, 809 | 38, 522 | 39, 249 | 39, 989 |
| [46] | 32, 715 | 33, 869 | 34, 537 | 35, 211 | 35, 890 | 36, 575 | 37, 265 | 37, 968 | 38, 684 |
| [47] | 1, 104 | 1, 143 | 1, 165 | 1, 188 | 1, 211 | 1, 234 | 1, 257 | 1, 281 | 1, 305 |
| [48] | 45, 701 | 44, 887 | 45, 773 | 46, 666 | 47, 566 | 48, 473 | 49, 388 | 50, 319 | 51, 268 |
| [49] | 12, 699 | 20, 813 | 19, 927 | 19, 034 | 18, 134 | 17, 227 | 16, 312 | 15, 381 | 14, 432 |
| [50] | | | | | | | | | |
| [51] | 1. 020 | 1. 035 | 1. 020 | 1. 020 | 1. 019 | 1. 019 | 1. 019 | 1. 019 | 1. 019 |
| [52] | (1. 000) | (1. 000) | 1. 100 | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | 1. 100 | (1. 000) | (1. 000) |
| [53] | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) | (1. 000) |
| [54] | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 | 1. 035 |
| [55] | 0. 990 | 0. 990 | 1. 000 | 1. 000 | 1. 000 | 1. 000 | 1. 000 | 1. 000 | 1. 000 |
| [56] | 26. 0% | 22. 0% | 22. 0% | 22. 0% | 22. 0% | 22. 0% | 22. 0% | 22. 0% | 22. 0% |

表-3.6.6にあるとおり、有収水量は2014年から23年後の2032年までに約1.5倍伸びると見込んでいる。無収水率の改善(約55%→25%)により、使用可能水源は約1.5倍に増えると推計される。これにより、使用水量の更なる増(原単位、商工業規模の変化等)がない限り、2030年代後半までは、現行の保有水源での対応が可能と考えられる一方、それ以降については、水源の不足が見込まれるため、これまでの期間にて、新たな投資による水源開発や用水受水量の大幅引き上げなど、何らかの水源地確保策を実施する必要がある。

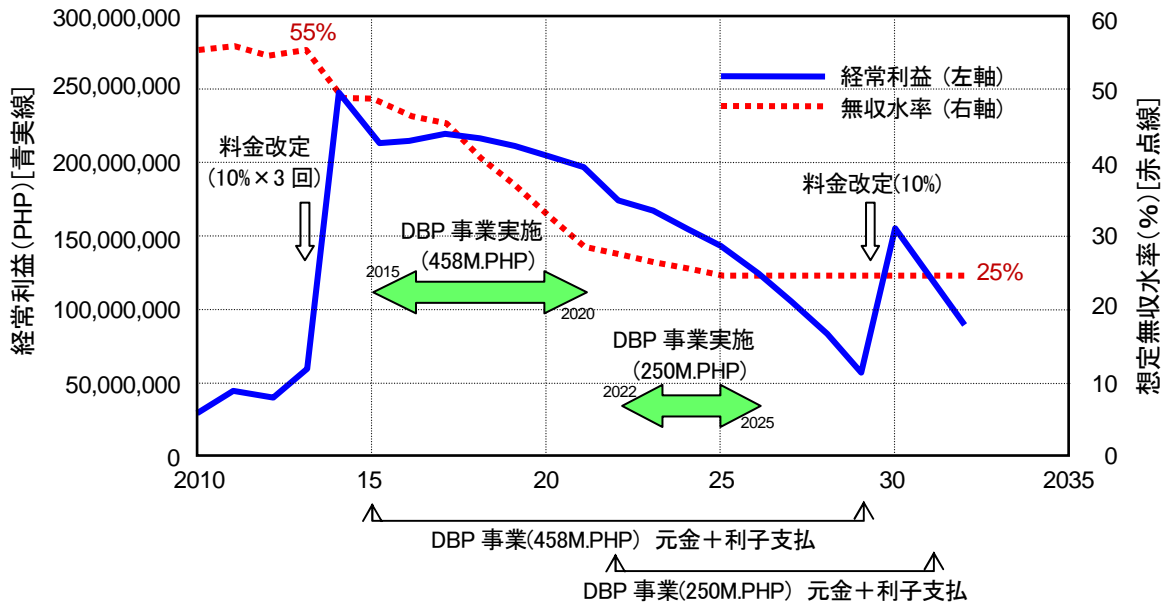


図-3.6.1 経常利益[現状維持の場合]

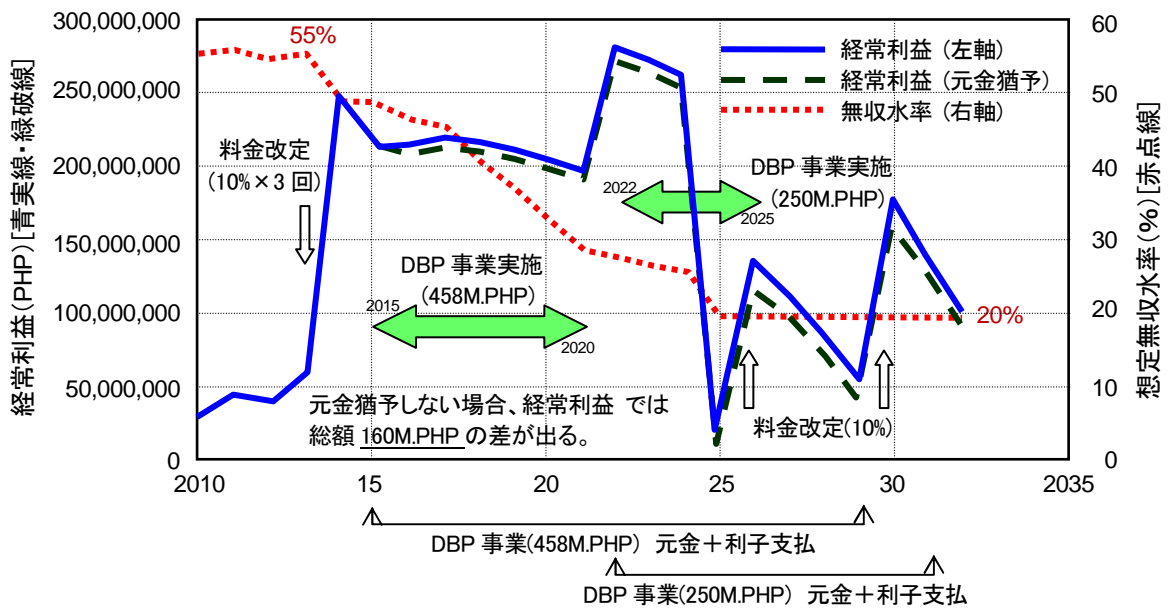


図-3.6.2 経常利益[用水供給 40,000m³/日の場合]

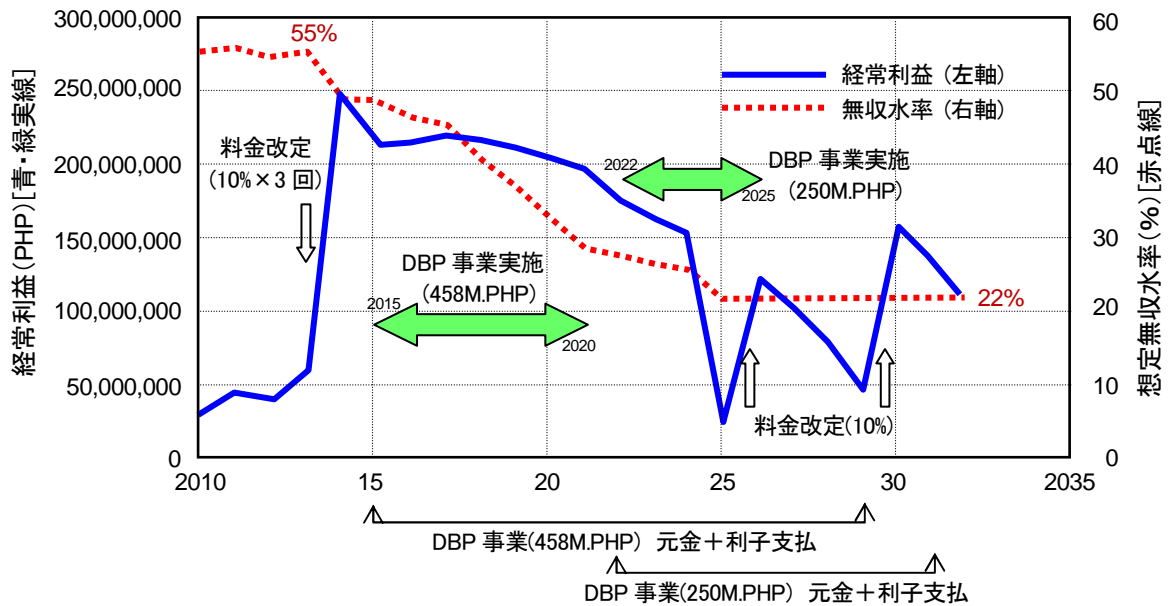


図-3.6.3 経常利益[用水供給 20,000m³/日の場合]

上図にあるとおり、用水受水量を 40,000m³/日分増加する場合、経営赤字なしにその費用増に対応するためには料金値上げが必要となり、その後も 3~4 年ごとの料金値上げが見込まれる。RVWC との契約内容にも関わるが、経営環境の平準化を図るためにも、当面は 20,000m³/日の用水受水量とするなど、自己水源と水需要を考慮に入れた取組みを勧めたい。

COWD は 2013 年から 2014 年にかけて、計 30%以上の料金値上げを実施した。これにより、給水収益は 2013 年の 6.7 億 PHP から 2014 年には 8.8 億 PHP まで上昇する見込みであり、以降当面は毎年 2 億 PHP 相当という非常に高い経常利益が見込まれる。この間に、施設の計画的な更新を定着させるとともに、新たな施設投資を実施することが、COWD が持続可能な事業経営を確保する上で不可欠であると考えられる。

一方で、経常利益は、人口増(年率約 2%)による増収分以上にインフレ率(3.5~4.0%)が高いこと、2015 年から本 DBP ローンを支払が開始することなどから、期間を通じ減少傾向を示している。健全な事業運営を継続するためには、インフレ率や社会経済情勢等を踏まえつつ、適切な時期に料金改定を継続していく必要がある。なお、その際は、利用可能水源を有効に使用するための節水の促進や、低収入・貧困対策も考慮に入れ(表-2.1.4 参照)、料金体系の増度の引き上げについても検討することが望ましい。

本 DBP 事業について、漏水量等の減少により、現在の無収水量の一部をそのまま水道水として供給できることで、変動費の一部であるポンプの電力費や薬品費(浄水費)の効率化が見込まれる。COWD では 2015 年から設計を開始し、2016 年から施工を開始することとしており、これは予算要求など時期的な事情もあると考えられるが、事業を早急に着手することで、無収水率改善の効果を早く上げることができることも鑑み、設計を前倒し実施することを提案したい。

なお、当初、COWD は新規 DBP 事業(4 億 5,800 万 PHP)の長期借入金の元金返済を、3 年据置とすることを想定していた。しかしながら、前述したとおり 2014 年以降相当額の経常利益が見込めることから、JICA 調査団は、元金据置期間は不要と提言し、COWD も前向きに検討しはじめている。仮に新規 DBP 事業(4 億 5,800 万 PHP)及びその後の事業(2 億 5,000 万 PHP)で据置を行わなかった場合、合計で 1 億 6,000 万 PHP 相当の支払利子の削減効果が見込まれる。

本 DBP 事業により整備する管及び既設管を計画通り、あるいは、それ以上の長期にわたり使用するためには、施設の定期点検や補修など適切な維持管理を継続することが不可欠であるが、JICA 調査団の視察及び分析結果を踏まえると、十分な維持管理が行われていない可能性が高い。現在、COWD は漏水調査等の事業を加速させており、漏水発見率・修繕件数等も上がっていることなども踏まえると、営業費用として計上している維持管理費用について、必要な費用を改めて検討し、計画的に予算計上していくことが必要である。今回、JICA 調査団は、横浜市水道局の事例等も踏まえ、仮に倍額程度をシミュレーションに積み増しているが、今後の COWD の精査・実施が不可欠である。

営業費用の中で約 2 割と、用水供給費に次いで大きな割合を占めるポンプ費用について、仮に 1%の省エネを図ることで 100 万 PHP もの効果が見込まれるので、更新時期にあわせて順次省エネ型のポンプに切り替えることなどにより使用電力の削減を図ることは、極めて有効である。なお、新規 DBP 事業においてはポンプ更新は行わないが、維持管理費用(水源)にて計上しており、順次更新していくことで、更なる費用削減が可能である。その際は、省エネ型ポンプ導入費用と削減可能な電力費用との費用対効果を検討する必要がある。

COWD では、消防施設である消火栓の布設維持管理や老人福祉減免など、政策的な費用についても、水道料金収入を使用し実施している。比国の国策にも関わることだが、一般行政の範疇であるこれらの事業費については水道事業会計から支出するのではなく、行政からの補助金を要請することの検討を行うことを薦める。

これらの損益計算書シミュレーションを踏まえた資金計画シミュレーションを、表-3.6.9～3.6.10 に示す

表-3.6.9 資金計画シミュレーション[用水供給 40,000m³/日、元金据置なし](単位：1,000PHP)

| No. | 項目 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|---|---------|----------|---------|-----------|
| [57] | 【収入】 (Working Capital Income) | | | | |
| [58] | 新 DBP 事業借入金 (New DBP Project) | | | 458,000 | |
| [59] | その他運転資金の追加 (Other Uses of Working Capital) | | | | |
| [60] | 【費用】 (Working Capital Expenses) | | | | |
| [61] | 新 DBP 事業ローン (New DBP Project Loan) | | | -11,000 | -87,000 |
| [62] | 元金返済 (Principal of Long-term Debts) | | | | |
| [63] | 現在ローン実施中の返済 | | -57,560 | -61,197 | -64,320 |
| [64] | 新規ローン(458MP)の返済 | | | -30,708 | -30,708 |
| [65] | 新規ローン(250MP)の返済 | | | | |
| [66] | その他 | | | | |
| [67] | その他運転資金の活用 (Other Uses of Working Capital) | | -50,000 | -50,000 | -50,000 |
| [68] | DBP 後の施設更新 (Rehabilitation Extension Costs After New DBP Project) | | | | |
| [69] | 【小計】 (Sub-Total) | | -107,560 | 305,095 | -232,028 |
| [70] | 内部留保資金 (Internal Reserve Funds (Compensate Possible)) | | | | |
| [71] | 前年度累積資金残額 (Previous Year's Working Capital) | | 179,000 | 389,364 | 982,858 |
| [72] | 減価償却費 (Current Year's Depreciation) | | 70,730 | 72,337 | 74,324 |
| [73] | 経常利益 ((Current Years) Ordinary Profit) | | 70,730 | 72,337 | 74,324 |
| [74] | 累積資金残額試算 (Estimated Cumulative Working Capital) | 179,000 | 389,364 | 982,858 | 1,040,196 |

* : 2013 年における累積資金残額(179,000)は、「流動資産(375,000)－流動負債(127,000)－未納停水分未収金(150,000)＋貸倒引当金(81,000)」により計算した。

| No. | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| [57] | | | | | | | | |
| [58] | | | | | | 250,000 | | |
| [59] | | | | | | | | |
| [60] | | | | | | | | |
| [61] | -90,000 | -90,000 | -90,000 | -90,000 | | -50,000 | -100,000 | -100,000 |
| [62] | | | | | | | | |
| [63] | -67,354 | -71,662 | -76,415 | -81,660 | -82,184 | -80,034 | -69,872 | -25,857 |
| [64] | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 |
| [65] | | | | | | -25,000 | -25,000 | -25,000 |
| [66] | | | | | | | | |
| [67] | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 |
| [68] | | | | | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 |
| [69] | -238,062 | -242,370 | -247,123 | -252,368 | -240,392 | -63,242 | -353,080 | -309,065 |
| [70] | | | | | | | | |
| [71] | 1,040,196 | 1,101,809 | 1,159,324 | 1,211,528 | 1,257,101 | 1,312,445 | 1,628,390 | 1,652,909 |
| [72] | 78,859 | 83,507 | 88,169 | 92,845 | 97,534 | 99,238 | 102,623 | 107,688 |
| [73] | 220,817 | 216,379 | 211,158 | 205,096 | 198,202 | 279,949 | 274,976 | 263,461 |
| [74] | 1,101,809 | 1,159,324 | 1,211,528 | 1,257,101 | 1,312,445 | 1,628,390 | 1,652,909 | 1,714,993 |

| No. | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| [57] | | | | | | | | |
| [58] | | | | | | | | |
| [59] | | | | | | | | |
| [60] | | | | | | | | |
| [61] | | | | | | | | |
| [62] | | | | | | | | |
| [63] | -26,012 | -26,189 | -26,389 | -12,218 | -2,191 | -2,481 | -2,074 | 0 |
| [64] | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -28,088 | | | |
| [65] | -25,000 | -25,000 | -25,000 | -25,000 | -25,000 | -25,000 | -25,000 | |
| [66] | | | | | | | | |
| [67] | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 |
| [68] | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 |
| [69] | -209,220 | -209,397 | -209,597 | -195,426 | -182,779 | -154,981 | -154,574 | -127,500 |
| [70] | | | | | | | | |
| [71] | 1,714,993 | 1,648,935 | 1,689,471 | 1,708,578 | 1,718,007 | 1,712,354 | 1,854,927 | 1,965,345 |
| [72] | 114,104 | 115,890 | 117,691 | 119,506 | 121,335 | 123,179 | 125,057 | 126,971 |
| [73] | 29,059 | 134,042 | 111,013 | 85,349 | 55,791 | 174,375 | 139,934 | 101,499 |
| [74] | 1,648,935 | 1,689,471 | 1,708,578 | 1,718,007 | 1,712,354 | 1,854,927 | 1,965,345 | 2,066,315 |

表-3.6.10 資金計画シミュレーション[用水供給 40,000m³/日、元金据置あり](単位：1,000PHP)

| No. | 項目 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|------|---|---------|----------|-----------|-----------|
| [57] | 【収入】 (Working Capital Income) | | | 458,000 | |
| [58] | 新 DBP 事業借入金 (New DBP Project) | | | | |
| [59] | その他運転資金の追加 (Other Uses of Working Capital) | | | | |
| [60] | 【費用】 (Working Capital Expenses) | | | | |
| [61] | 新 DBP 事業ローン (New DBP Project Loan) | | | -11,000 | -87,000 |
| [62] | 元金返済 (Principal of Long-term Debts) | | | | |
| [63] | 現在ローン実施中の返済 | | -57,560 | -61,197 | -64,320 |
| [64] | 新規ローン(458MP)の返済 | | | 0 | 0 |
| [65] | 新規ローン(250MP)の返済 | | | | |
| [66] | その他 | | | | |
| [67] | その他運転資金の活用 (Other Uses of Working Capital) | | -50,000 | -50,000 | -50,000 |
| [68] | DBP 後の施設更新 (Rehabilitation Extension Costs After New DBP Project) | | | | |
| [69] | 【小計】 (Sub-Total) | | -107,560 | 335,803 | -201,320 |
| [70] | 内部留保資金 (Internal Reserve Funds (Compensate Possible)) | | | | |
| [71] | 前年度累積資金残額 (Previous Year's Working Capital) | | 179,000 | 389,364 | 1,012,483 |
| [72] | 減価償却費 (Current Year's Depreciation) | | 70,730 | 72,337 | 74,324 |
| [73] | 経常利益 ((Current Years) Ordinary Profit) | | 247,193 | 214,979 | 211,593 |
| [74] | 累積資金残額試算 (Estimated Cumulative Working Capital) | 179,000 | 389,364 | 1,012,483 | 1,097,080 |

* : 2013 年における累積資金残額(179,000)は、「流動資産(375,000)－流動負債(127,000)－未納停水分未収金(150,000)＋貸倒引当金(81,000)」により計算した。

| No. | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| [57] | | | | | | | | |
| [58] | | | | | | 250,000 | | |
| [59] | | | | | | | | |
| [60] | | | | | | | | |
| [61] | | | | | | | | |
| [62] | -90,000 | -90,000 | -90,000 | -90,000 | | -50,000 | -100,000 | -100,000 |
| [63] | | | | | | | | |
| [64] | -67,354 | -71,662 | -76,415 | -81,660 | -82,184 | -80,034 | -69,872 | -25,857 |
| [65] | 0 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 |
| [66] | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| [67] | | | | | | | | |
| [68] | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 |
| [69] | | | | | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 |
| [70] | -207,354 | -242,370 | -247,123 | -252,368 | -240,392 | -38,242 | -328,080 | -284,065 |
| [71] | | | | | | | | |
| [72] | 1,097,080 | 1,183,588 | 1,234,010 | 1,279,120 | 1,317,599 | 1,365,850 | 1,698,812 | 1,738,406 |
| [73] | 78,859 | 83,507 | 88,169 | 92,845 | 97,534 | 99,238 | 102,623 | 107,688 |
| [74] | 215,004 | 209,285 | 204,064 | 198,002 | 191,108 | 271,966 | 265,051 | 251,595 |

| No. | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| [57] | | | | | | | | |
| [58] | | | | | | | | |
| [59] | | | | | | | | |
| [60] | | | | | | | | |
| [61] | | | | | | | | |
| [62] | | | | | | | | |
| [63] | | | | | | | | |
| [64] | -26,012 | -26,189 | -26,389 | -12,218 | -2,191 | -2,481 | -2,074 | 0 |
| [65] | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -30,708 | -28,088 |
| [66] | -25,000 | -25,000 | -25,000 | -25,000 | -25,000 | -25,000 | -25,000 | -25,000 |
| [67] | | | | | | | | |
| [68] | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 | -50,000 |
| [69] | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 | -77,500 |
| [70] | -209,220 | -209,397 | -209,597 | -195,426 | -185,399 | -185,689 | -185,282 | -180,588 |
| [71] | | | | | | | | |
| [72] | 1,813,624 | 1,734,648 | 1,762,267 | 1,768,457 | 1,764,968 | 1,743,778 | 1,844,011 | 1,914,453 |
| [73] | 114,104 | 115,890 | 117,691 | 119,506 | 121,335 | 123,179 | 125,057 | 126,971 |
| [74] | 16,141 | 121,125 | 98,096 | 72,431 | 42,873 | 162,743 | 130,667 | 95,649 |

COWD の現在の債務状況について、COWD では、すでに LWUA ローンならびに DBP ローンについて複数の融資を受けており、2031 年までの返済期間で元金・利子の返済を計画的に実施している。これに加え、今回の新規 DBP 事業では、2015 年に 4 億 5,800 万 PHP を DBP から新たに借り入れて無収水率の低減に取り組み、15 年間かけて元金を返済する予定としている。また、その後の事業では、2 億 5,000 万 PHP を DBP あるいは民間銀行から借り入れて、給水区域の拡張を図ることを想定している。そのため、2015 年及び 2022 年(元金据置がない場合)から元金返済額が上昇しているが、他のローンの返済が進むため、2025 年以降は減少傾向となっている。新規のローン検討時期の参考となるデータの一つである。

ファンドフローによれば、COWD では、毎年概ね 5,000 万 PHP 程度の施設整備を行っていると推測できる(表-2.2.8 ファンドフロー「施設の追加(Additions to Utility Plant)」参照)。しかしながら、新規の配水管布設が主で、既設管路の更新はほとんど行っていないと考えられる。COWD では、本 DBP 事業により、2015 年から 2020 年にかけて、初年度を除き毎年 9,000 万 PHP 程度の規模で管路の更新等の事業を実施する予定としている。

本 DBP 事業実施後も管路を計画的に更新することで、改善した無収水率を維持していくことは、持続可能な事業運営のために不可欠である。現在の COWD の財政状況とこれまでの議論等を踏まえ、今回、JICA 調査団は、本 DBP 事業後に必要な施設更新事業の規模を再試算した。管の目標耐用年数を DIP:90 年、鉄管:60 年、樹脂管:30 年と設定して、平準化して更新した場合(ただし、当面の事業費を圧縮するため、本 DBP 事業で更新する以外の鋼管については 2035 年以降に更新を開始するとした)、毎年 7,750 万 PHP 相当の更新事業費が必要と推計される。今後、COWD において管路更新の優先順位をつけ、着実に施設更新を行っていくことを提言する。

財政収支計画及び資金計画は、社会経済情勢等を踏まえ、適宜、見直す必要がある。また、毎年度の予算編成に反映させることで、計画の着実な実現を図ることが重要である。そのためには、技術部と財務部が連携し、財政状況も鑑みた中長期的な計画を組織的に策定し実施する体制が必要である。

4 中長期計画策定に向けて

4.1 配水ブロック化の検討

配水システムは都市化が進むにつれ複雑になり、管網が形成されていくと管路の工事や事故の際にはバックアップが可能になるような管網が検討され、高度な水運用により、顧客は断水することのない水道の利用が可能となっていく。

CDO市では既に配水管網が形成されており、広い水道供給区域では、地盤の高低、地域の給水人口の大小、多量水道利用時間帯の違い等により、地域の管網の特徴は異なってくる。これら複雑な管網を有する水道区にとって、単一の給水システムで対応することはいろいろと弊害が生ずる結果となる。特徴の異なる地域への給水は、配水のブロック化により対応することで解決される。

現状、COWD給水区域内はカガヤン・デ・オロ川を挟んだ東部地区と西部地区とで独立した水道システムが構築されているが、それ以上の配水ブロックの細分化がなされていない。無収水率が高い要因を解決していくためにも、配水池や増圧ポンプ場を中心としたブロック化が求められる。

COWDでは、現在、DMAの構築を進めているが、DMAは配水ブロックの中での最小単位にあたる小ブロックとして形成される。

我が国では水道施設設計指針・維持管理指針により、管網内に適切な数の仕切弁を設けることが記述されている。しかしながら、COWDのみならず東南アジア諸国の水道事業者では、配水ブロックを構築するための境界の仕切弁の数が、極端に少ない傾向にある。このような状況で配水のブロック化を行うためには、中長期的な管網整備計画において、管路更新のみならず、管網の維持管理や水運用に必要な適切な数の仕切弁の設置を実施していくことが必要となる。

4.2 効率的な水運用と 24 時間給水

COWDの配水システムは、一部、配水池を経由し、配水池以降、自然流下で配水されている系統もあるが、基本的に取水ポンプまたは増圧ポンプにより、圧送され配水している。COWDでは水道供給を行うための電力の受電を水力発電に頼っているところ大きく、ポンプ施設からの直接給水区域では、停電により給水停止となる可能性がある。COWDでは取水ポンプや増圧ポンプの多くに自家発電装置を備えているが、長時間の停電では対応が追いつかない場合がある。この場合、高架水槽があると電力供給時はポンプ運転によって配水管の一部となる高架水槽へ送水し、水槽以降は自然流下で配水し、電力未供給時は高架水槽の貯留水を配水できる。高架水槽は数千 m^3 の大きなものから、数 m^3 規模の小さなものまで建設可能で、水槽の容量は、DMA(小ブロック)の区域、または、複数のDMAをまとめた配水ブロックの区域の大きさによるところがあり、ここでは、給水人口(戸数)ならびに需要水量によるところが大きい。

例として、給水栓数が500、需要水量が270 m^3 /日のDMAについて、無収水率40%、6時間分の貯留時間

を考える場合、 $270(\text{m}^3/\text{日}) \div 0.6(\text{有収水率}60\%) \times 6(\text{貯留時間}) \div 24(\text{時間} : 1\text{日}) = 112.5\text{m}^3 \rightarrow 120\text{m}^3$ となる。これは現状の需要水量であるので、将来の人口増を見据えて、需要水量を将来形の水量にするか、人口増が進んでいる然るべき時に増設するかは、そのDMAの用地や住宅の張り付き具合、予算確保の状況による。

高架水槽は、それ以降、自然流下で配水されることから、配水圧は高架水槽の高さで決められる。流入側のポンプ圧や下流側の管内ロス(損失水頭)にもよるが、高架水槽の高さは15m程度を確保することにより、DMAの末端で10PSI以上の水圧を確保できる。また、水道使用量の少ない時間帯に高架水槽へ送水し、満水にしておくことで、ポンプ運転時間を短くすることも可能となり、電力費の削減につながる。効率的な水運用により財務改善にもつながることとなる。これらにより、電力のみに依存しない効率的な配水システムの構築に近づくこととなる。

4.3 SCADA システムの導入

現状でCOWDの無収水率は約50%である。今回、新規DBP事業実施のための財務シミュレーションを行う際に、無収水率の削減目標を設定した。JICA調査団ならびにCOWDは、2025年の無収水率目標値を25%に、以降、その水準を維持・継続することを基本とし、さらには、削減する目標を置いた。COWDの新規DBP事業(ACP更新、Stub-Out改善、違法接続対策、経年管更新)、継続的な漏水調査チームの取り組み、不良水道メータ交換等の施策は、無収水率削減に大きく貢献し、2025年での25%は可能と推定した。無収水率の削減効果は、新規DBP事業と並行して上記施策の進捗に伴い徐々に現れ、2020年ごろには25%達成の目途が見えてくると想定している。合わせて新規DMAの構築が進み、COWD給水区域内に広く存在していることが想定される。各DMAでは流入メータならびに各戸水道メータの水量を検針時に計測し、DMA内の当月の無収水率を算出して、合算したCOWDの無収水率を計算している状況になると考えられる。

DMAの基礎となる流入量を計測することは、水道事業者にとって非常に重要である。この計測が常時計測できればさらに良い。流入量の常時計測は、対象DMA内の日内時間変動が理解できることで時係数の把握が可能となり、また、無収水率がある程度高い内は、深夜帯での夜間最小流量を計測でき、各DMAの漏水に関する把握が可能となり、漏水率が高いDMAを重点的に漏水調査するといった効率的で効果的な無収水率削減対策が実施できる。

取水ポンプ施設は停電があると、職員が巡回してポンプの再起動をかけるが、広く点在する取水ポンプの再起動までに時間がかかる。停止時間が長くなった取水ポンプからの送水管には、管内に空気が溜まり、再起動する際には、空気弁(吸排気弁)や消火栓にて空気溜まりを排除する大掛かりな排水作業が必要となる。この再起動時間が短ければ、復水作業も短く済むことになり、効率的な給水再開が期待できる。給水時間が長くなれば有収水量は増え、洗浄作業に要する排水量が少なくなることで無収水は抑えられることとなる。

これらを解決するツールとして、SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)システムの導入が挙げられる。SCADAシステムは、遠征監視制御とデータ収集を統括して管理できるシステムで、流入メータをSCADA対応に変更し、データ送信装置を設置することで、流入量の常時把握が可能となる。また、遠隔制御でポンプ再起動ができれば、上述の通り無収水は抑えられ、有収水量の向上が見込まれる。

現状の無収水率が高い状態のCOWDに対して、SCADAシステムを導入しSCADAに費用を割くよりも、先ず、老朽管路の更新工事、継続的な漏水調査、提案した様々な無収水削減対策を実施するために予算を充てることを優先したい。COWDの無収水率が削減され、無収水率25%が見え始めた頃に「そろそろSCADA」で「さらに無収水率削減」というシナリオを基に、COWDが予算編成できること望む。

4.4 表流水浄水システムの検討

CDO市の東西を分けるカガヤン・デ・オロ川は、乾季であっても豊富な河川水量をマカハラ湾へ注いでいる。カガヤン・デ・オロ川は、一旦、降雨があると河底の粘土質シルトが撒き上がり、河川水の色を茶色に変える。東南アジア諸国において、高濁度原水(数百度)の浄水処理は困難であると思われるが、河川の水質状態を的確に判断できれば、それほど困難なことではない。

高濁度原水の浄水処理は不溶解性成分(藻類)、溶解性成分(色度、鉄・マンガン、異臭味、アンモニア性窒素、トリハロメタン前駆物質、農薬)の除去対象にもよるが、原水調整(pH調整)、凝集沈殿、急速砂ろ過、塩素処理(前・中間)、活性炭(粉末・粒状)処理等の組み合わせにより、概ね良好な浄水処理を行うことが可能である。これらに加えて、生物処理やオゾン処理を行うことによりさらに高度な浄水処理が期待できる。

なお、浄水処理後には排水処理が必要となる。急速ろ過方式における排水処理は、排泥池、排水池、濃縮槽による泥水濃度調整を行い、その後、機械脱水や天日乾燥による脱水を行う。乾燥土は資源材料としての有効利用、または、産業廃棄物として処理することになる。

COWDでは、将来的には地下水から表流水による浄水処理施設への移行もしくは併用を考えていることから、日量数万 m^3 規模の浄水場が想定される。CDO市中心部からそれほど南下しない、カガヤン・デ・オロ川上流右岸の高地に浄水場を築造し、自然流下で市内の配水池まで浄水を送水することでエネルギー消費を抑えた水道システムの構築が可能となる。

水道事業の再構築に関する施設更新費算定の手引き(厚生労働省)を参考にすると、我が国で土地代を含めず、3万 m^3 規模の浄水場を建設するには約75億円、5万 m^3 規模では約100億円、10万 m^3 規模では約150億円の建設費がかかる。比国と我が国の物価と人件費の比較で良く例えられる五分の一を用い、比国通貨で表すと、3万 m^3 規模の浄水場で約6億PHP、5万 m^3 規模では約8億PHP、10万 m^3 規模では約12億PHPの建設費がかかると試算される。

浄水処理システムは近代水道システムが整ってから、それほど大きく変わっていない。また、浄水

処理は排水処理を含めて一つのシステムであり、継続的な施設や設備の維持管理、薬品や燃料の計画的な調達、緊急時の迅速な対応(マニュアルの整備)がそのシステムを支え、浄水処理・排水処理システムが機能する。東南アジア諸国では、これら内の何かが欠如し、満足な処理が行えない状況に陥っているケースが多い。

JICA調査団は、半年間にわたりCOWDと業務をともにしたが、現在のCOWD職員は問題点を指摘すると、直ぐに改善させる方向へ動きを移し改める。COWDにおいて浄水場の建設が行えたとなると、実直さと勤勉さを持つ彼らは十分に浄水場の維持管理や整備を実施していけるであろう。

表-4.4.1 浄水場建設費用

| 施設・設備項目 | 建設費単価 | | | 数量 | 建設費総額 | | |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------------|-------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| | 30,000m ³ | 50,000m ³ | 100,000m ³ | | 30,000m ³ | 50,000m ³ | 100,000m ³ |
| 取水口 | 192.4 | 230.4 | 325.4 | 1 | 192.4 | 230.4 | 325.4 |
| 沈砂池 | 428.6 | 566.6 | 911.6 | 1 | 428.6 | 566.6 | 911.6 |
| 着水井 | 135.7 | 145.7 | 170.7 | 1 | 135.7 | 145.7 | 170.7 |
| 急速攪拌池 | 70.6 | 76.6 | 91.6 | 1 | 70.6 | 76.6 | 91.6 |
| フロック形成池 | 208.9 | 302.9 | 537.9 | 1 | 208.9 | 302.9 | 537.9 |
| 沈澱池 | 464.5 | 868.5 | 1,878.5 | 1 | 464.5 | 868.5 | 1,878.5 |
| 急速ろ過池 | 825.6 | 1,215.6 | 2,190.6 | 1 | 825.6 | 1,215.6 | 2,190.6 |
| 塩素混和池 | 129.2 | 177.2 | 297.2 | 1 | 129.2 | 177.2 | 297.2 |
| 浄水池・ポンプ井 | 188.9 | 228.9 | 328.9 | 1 | 188.9 | 228.9 | 328.9 |
| 送配水ポンプ施設(場内) | 389.6 | 515.6 | 830.6 | 1 | 389.6 | 515.6 | 830.6 |
| 排水池・排泥池 | 142.9 | 192.9 | 317.9 | 1 | 142.9 | 192.9 | 317.9 |
| 濃縮槽 | 237.0 | 255.0 | 300.0 | 1 | 237.0 | 255.0 | 300.0 |
| 天日乾燥床 | 48.8 | 60.8 | 90.8 | 1 | 48.8 | 60.8 | 90.8 |
| 機械脱水機施設 | 520.9 | 638.9 | 931.9 | | | | |
| 管理本館 | 313.0 | 364.0 | 490.0 | 1 | 313.0 | 364.0 | 490.0 |
| 薬品注入施設 | 199.0 | 221.0 | 276.0 | 1 | 199.0 | 221.0 | 276.0 |
| 中央監視操作施設 | 499.6 | 783.6 | 1,493.6 | 1 | 499.6 | 783.6 | 1,493.6 |
| 自家発電施設 | 226.8 | 293.3 | 458.5 | 1 | 226.8 | 293.3 | 458.5 |
| 受配電施設 | 228.9 | 280.9 | 410.9 | 1 | 228.9 | 280.9 | 410.9 |
| 場内配管・場内整備 | 25.3 | 30.4 | 39.4 | 1 | 25.3 | 30.4 | 39.4 |
| 活性炭処理施設(粉末) | 245.2 | 289.2 | 399.2 | 1 | 245.2 | 289.2 | 399.2 |
| 活性炭処理施設(粒状) | 423.9 | 475.9 | 605.9 | | | | |
| RC配水池(2,500m ³) | 275.2 | 275.2 | 275.2 | 3 | 825.6 | 825.6 | 825.6 |
| PC配水池(2,500m ³) | 315.4 | 315.4 | 315.4 | | | | |
| SUS配水池(2,500m ³) | 383.7 | 383.7 | 383.7 | | | | |
| 送配水ポンプ施設(場外) | 550.1 | 768.1 | 1,313.1 | 1 | 550.1 | 768.1 | 1,313.1 |
| 膜処理施設 | 1,052.4 | 1,468.4 | 2,508.4 | | | | |
| 紫外線処理施設 | 383.3 | 609.3 | 1,174.3 | | | | |
| オゾン処理施設 | 930.7 | 986.7 | 1,126.7 | | | | |
| 緩速ろ過池 | 839.9 | 1,317.9 | 2,512.9 | | | | |
| 送水管(DIP1000mm) | 0.36 | 0.36 | 0.36 | 2,000 | 714.0 | 714.0 | 714.0 |
| 送水管(DIP 800mm) | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 1,000 | 230.0 | 230.0 | 230.0 |
| 計(百万円) | 我が国と比国との物価換算 5 : 1 (1/5) | | | | 7,520.2 | 9,636.8 | 14,922.0 |
| 計(百万PHP) | 1JPY=0.411PHP (1PHP=2.433JPY)で試算 | | | | 618.2 | 792.1 | 1,226.6 |

注：送水管はメートル当たり単価

4.5 過去における拡張工事の把握

前身のNAWASAからCOWDに業務移管された1973年に、COWDでは創設事業(フェーズ1)として、約39kmの送配水管網全体の布設替えを実施した。それから40年が経過し、管材料は経年による劣化が進み、布設状況が悪い箇所では漏水が発生していると思われる。創設以降、COWDでは大規模な2度の拡張工事を実施してきたが、経年による水道施設の更新についても確実に実施していくことが、持続可能な水道システムの構築には必要不可欠である。

COWDではこれら創設事業からフェーズ3までの工事記録を整理し、図面化の作業を進めており、この作業により、経年管路更新計画の重点地域の絞り出しを行い、基盤となる中長期計画策定の資料とすることが可能となる。

4.6 市行政との財務負担

比国の水道区では大統領令第198号(PD198)により独立採算制の基、国からの補助金は一切受けていない。将来的な水源の確保、台風や洪水等の自然災害対策までを水道事業会計で賄っていく事は莫大な負担となり、市財政からの一般会計の繰入れもない状況では、COWDの財政に負担をかけ、財政的な破綻を招く要因となり得ることから、これらの対策を放置せざるを得ない。結果として住民に甚大な被害を負担させることにつながりかねない。現在は市財政からの相応の負担についての検討すら行っていないが、長期的な視点に立てば、その検討は水道区にとって重大な課題であると考ええる。

なお、我が国では、消防設備である消火栓の新設・維持管理費用や消防水利に対して、市財政(一般会計)から水道局への繰入を行っている。生命や財産を守るための費用については、公営企業のみならず責任と負担を押し付けるのではなく、水道区を含めた市行政全体で取り組む必要があると考える。

4.7 下水道の整備

ミンダナオ島の玄関口であるCDO市は、比国内では大都市にあたる東オリエンタル州の州都である。CDO市は観光都市ではないが、教育、研究機関が多く拠点を持つ先進的な学研都市であり、市外部からの人口流入は、今後も増え続け、2030年以降、人口は百万人を超える大都市となる。COWDはこのような大都市の基盤を支える上下水道インフラの担当事業者である。

更なる発展と持続可能な学研都市としても期待されるCDO市としては、先進的な衛生都市、モデル上下水道区をめざして、下水道の整備が急がれるところである。これまで、COWDでは下水道システムの責務があると認識しているが、具体的対策は建築物所有者に対する浄化槽の設置のみである。COWDでは上水道の水量、水質を満足することを最優先に挙げており、その後、下水道整備へ着手するとの方針を示している。

下水道整備は上水道よりも建設費用がかかるため、長期的視点に立った整備計画を構築する必要がある。下水道システムが整備されてこそ、都市インフラが整備されたと言えることから、上水道シス

テムは早急に改善することが求められる。

下水道整備の前に浄化槽管理が必要であり、まずは、現在行われている浄化槽設置の徹底、また、汚泥収集を円滑に実施するシステムを維持することが重要と考える。

5 さいごに

無収水率は、効率的な水道事業経営を阻害している指標であるが、水源が豊富であれば、量的にはさほど問題ではない。しかしながら、変動費(ポンプ動力費、薬品費)は確実に無駄になることになり、無収水率を削減することにより、これらの変動費を削減することができる。COWDの場合、今後さらに給水人口が増大することに伴う需要水量の増加が見込まれ、無収水量を有収水量に変えることが必須の課題となっている。

無収水率削減対策は、とかく漏水調査・漏水修理のみに集中されがちであるが、日常的な施設の維持管理やデータ管理が対策の基礎となることから、組織全体で取り組み、水道事業運営においては総合的な視点で効果的な対策を着実に実施していくことが必要である。

今回の業務においても、こうした視点から管理図面の改善に始まり、様々な各種提案を行ってきたが、直ぐに実施できるものから、予算を立て中長期的に実施するものまで幅広くある。いずれにしてもCOWDが全組織を挙げて無収水削減対策に取り組み、直ぐに実施できるものから、まずは実施してみ、順次修正を行い、水道事業の運営改善に活かしてもらいたい。

JICA調査団が提案した内容は決して難しい課題ではなく、我が国の都市水道事業においては、一般的に、日常的に実施できている内容であることから、COWDでも積極的に実施に移していただくことを切に願う。

本業務開始前、無収水率が50%を超えている状況下にある水道区では、幹部や職員の士気は低く、業務は他人任せ、維持管理は適当に実施しているというイメージがあった。しかしながら、理事会のベテラン議長と若い総裁(GM)の改善への熱意、若手職員のやる気、能力、適用力の高さ、維持管理部門のチェック体制等を見ると、非常に活気があり活動的で我が国の水道事業体を凌いでいる部分があると感じられた。

実際に本業務を推進する中で、C/Pをはじめ、幹部からも非常に前向きで積極的な支援・協力をいただき、JICA調査団としては深く感謝する。

