

ミャンマー国  
ヤンゴン市上下水道改善プログラム  
協力準備調査報告書

第 7 卷  
下水道・排水フィジビリティスタディ

平成 26 年 3 月  
( 2014 年 )

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

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

環境
JR (先)
14-080



ミャンマー国  
ヤンゴン市上下水道改善プログラム  
協力準備調査

ファイナル・レポート

2014年3月

総目次

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



## 目 次

<b>第1章</b>	<b>マスタープランのまとめと F/S 対象プロジェクト</b> .....	<b>1-1</b>
1.1	マスタープランのまとめ .....	1-1
1.2	既存施設 .....	1-4
<b>第2章</b>	<b>カンドー湖水質改善</b> .....	<b>2-1</b>
2.1	カンドー湖と流域の概要 .....	2-1
2.2	計画概要 .....	2-1
2.3	水質改善方法の比較検討 .....	2-3
2.3.1	遮集管 .....	2-3
2.3.2	浄化槽 .....	2-4
2.3.3	浚渫 .....	2-10
2.3.4	導水 .....	2-10
2.3.5	まとめ .....	2-11
2.4	遮集管 .....	2-12
2.4.1	施設設計条件 .....	2-12
2.4.2	施設設計 .....	2-14
2.4.3	施工計画 .....	2-19
2.4.4	施設運転・維持管理計画 .....	2-20
2.5	底泥の浚渫 .....	2-22
2.5.1	前提条件 .....	2-22
2.5.2	YCDC 所有の浚渫装置による浚渫作業 .....	2-23
2.6	概算事業費と実施計画 .....	2-27
2.6.1	概算事業費の算定条件 .....	2-27
2.6.2	建設費の算定条件 .....	2-27
2.6.3	概算事業費 .....	2-27
2.6.4	維持管理費 .....	2-28
2.6.5	事業のスケジュール .....	2-28
2.7	プロジェクト評価 .....	2-29
2.7.1	プロジェクトの概要 .....	2-29
2.7.2	経済分析 .....	2-33
2.7.3	財務分析 .....	2-35
2.7.4	プロジェクト実施による湖水環境の改善 .....	2-38
<b>第3章</b>	<b>C1 処理区</b> .....	<b>3-1</b>
3.1	C1 処理区の概要 .....	3-1

3.2	基本条件及び設計方針.....	3-5
3.2.1	基本条件.....	3-5
3.2.2	既存下水道施設の取り扱い.....	3-5
3.2.3	腐敗槽汚泥の受入れ.....	3-5
3.2.4	処理場用地拡張.....	3-6
3.3	管路施設の設計.....	3-7
3.4	処理場の設計.....	3-15
3.4.1	設計条件.....	3-15
3.4.2	施設設計.....	3-17
3.4.3	機械設備設計.....	3-22
3.4.4	電気設備設計.....	3-27
3.5	施工方法.....	3-31
3.6	施設運転・維持管理計画.....	3-35
3.6.1	下水道台帳及び記録.....	3-35
3.6.2	管路施設の維持管理.....	3-36
3.6.3	処理施設の維持管理.....	3-37
<b>第4章</b>	<b>概算事業費と実施計画.....</b>	<b>4-1</b>
4.1	概算事業費の算定条件.....	4-1
4.2	建設費の算定条件.....	4-2
4.3	概算事業費.....	4-2
4.4	実施スケジュール.....	4-5
4.5	コンサルティングサービス.....	4-7
4.6	維持管理費.....	4-9
4.7	運用効果指標.....	4-9
4.8	事業実施体制.....	4-10
4.8.1	事業実施体制の確認.....	4-10
4.8.2	実施機関の掌握業務、組織体制.....	4-13
4.9	プロジェクト実施に当たっての留意事項.....	4-15
4.9.1	「ミ」国における類似業務の調達事情.....	4-15
4.9.2	入札方法、契約条件の設定.....	4-18
4.9.3	コンサルタントの選定方針.....	4-19
4.9.4	施工業者の選定方針.....	4-19
<b>第5章</b>	<b>能力向上計画.....</b>	<b>5-1</b>
5.1	能力向上の概要.....	5-1
5.1.1	能力向上の概念.....	5-1
5.1.2	能力向上の方法.....	5-1

5.2	能力向上の必要性.....	5-2
5.2.1	運営組織の開発.....	5-4
5.2.2	法制度の整備.....	5-5
5.2.3	経営基盤の整備.....	5-5
5.2.4	財務管理の強化.....	5-5
5.2.5	衛生・啓蒙教育の強化.....	5-6
5.2.6	運転・維持管理能力の改善.....	5-6
5.3	改善に向けた活動目標.....	5-6
<b>第6章</b>	<b>プロジェクト評価.....</b>	<b>6-1</b>
6.1	経済財務分析の前提.....	6-1
6.1.1	下水処理量及び水道消費量.....	6-1
6.1.2	投資.....	6-3
6.1.3	操業保守費用.....	6-4
6.2	経済分析.....	6-5
6.2.1	経済便益.....	6-5
6.2.2	経済評価.....	6-7
6.3	財務分析.....	6-9
6.3.1	財務的支払い可能額 (Affordability-To-Pay) .....	6-9
6.3.2	財務評価.....	6-9
6.3.3	持続可能性のある料金設定.....	6-10
6.3.4	料金設定戦略.....	6-14
6.4	プロジェクト評価.....	6-15
6.4.1	経済/財務評価のまとめ.....	6-15
6.4.2	環境の外部経済性と社会便益.....	6-15
6.4.3	衛生状況.....	6-16
6.4.4	土地価格の上昇と国際都市としてのファンダメンタルズ.....	6-16
<b>第7章</b>	<b>環境社会配慮評価.....</b>	<b>7-1</b>
7.1	環境社会配慮にかかるフレームワークとベースラインデータ.....	7-1
7.2	環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要.....	7-1
7.3	CBD 下水道改修・拡張プロジェクト .....	7-1
7.3.1	代替案の比較検討.....	7-1
7.3.2	スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR .....	7-2
7.3.3	環境社会配慮調査結果.....	7-4
7.3.4	影響評価、緩和策及び緩和策実施のための費用.....	7-10
7.3.5	モニタリング計画.....	7-15
7.4	カンドーシ湖水質改善プロジェクト.....	7-16

---

7.4.1	代替案の比較検討.....	7-16
7.4.2	スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR .....	7-17
7.4.3	環境社会配慮調査結果.....	7-19
7.4.4	影響評価、緩和策及び緩和策実施のための費用.....	7-22
7.4.5	モニタリング計画.....	7-26
7.5	ステークホルダー協議.....	7-27
<b>第8章</b>	<b>結論と提言.....</b>	<b>8-1</b>



## 表 目 次

表 1.1	下水道処理区.....	1-1
表 1.2	エジェクターシステム概要.....	1-4
表 1.3	下水処理施設概要.....	1-4
表 2.1	カンドーシ湖に流入する排水路.....	2-3
表 2.2	カンドーシ湖周辺のレストラン、ホテル.....	2-5
表 2.3	COD、BOD、TSS、T-N および T-P の除去率 .....	2-7
表 2.4	新しい水処理装置の放流水質（予測値） .....	2-7
表 2.5	YCDC から各レストランに発送されたレター .....	2-8
表 2.6	排水処理施設の設置費用と維持管理状況.....	2-9
表 2.7	浄化槽放流水質.....	2-10
表 2.8	計画汚水量（遮集量） .....	2-12
表 2.9	遮集管施設 設計基準.....	2-14
表 2.10	ポンプ形式.....	2-19
表 2.11	雨水吐き室の点検項目.....	2-21
表 2.12	ポンプ場施設 点検・整備項目.....	2-22
表 2.13	浚渫汚泥の脱水・乾燥方法の比較評価.....	2-23
表 2.14	概算事業費（遮集管施設） .....	2-28
表 2.15	維持管理費（遮集管施設） .....	2-28
表 2.16	建設工事の実施スケジュール（遮集管施設） .....	2-29
表 2.17	投資コストの分類.....	2-32
表 2.18	建設投資スケジュール.....	2-32
表 2.19	操業保守費用.....	2-32
表 2.20	カンドーシ湖の訪問者および経済効果推計.....	2-33
表 2.21	経済分析キャッシュフロー表.....	2-34
表 2.22	カンドーシ湖湖水水質改善財務キャッシュフロー表.....	2-36
表 2.23	財務キャッシュフロー表（料金設定財務シミュレーション：商業施設からの排水 料金徴収でFIRR10%を達成） .....	2-37
表 3.1	C1 処理区、人口および人口密度の推計 .....	3-1
表 3.2	C1 処理区、汚水量推計 .....	3-3
表 3.3	C1 処理区外からの流入人口推計 .....	3-3
表 3.4	C1 処理区外からの流入汚水量 .....	3-3
表 3.5	C1 処理区施設設計条件 .....	3-5
表 3.6	管路施設 設計基準.....	3-7
表 3.7	C1 処理区 年次別計画汚水量 .....	3-16

表 3.8	C1 下水処理場 設計水質	3-16
表 3.9	C1 下水処理場 敷地条件	3-16
表 3.10	C1 下水処理場 施設概要	3-17
表 3.11	機械設備に関する設計諸元	3-22
表 3.12	前処理設備（沈砂池設備）	3-23
表 3.13	前処理設備（ポンプ設備）	3-24
表 3.14	最初沈澱池設備	3-24
表 3.15	二次処理設備	3-25
表 3.16	最終沈澱池設備	3-26
表 3.17	消毒および再利用設備	3-26
表 3.18	消毒および再利用設備	3-27
表 3.19	汚泥脱水設備	3-27
表 3.20	電気設備に関する設計諸元	3-28
表 3.21	受電設備	3-29
表 3.22	所内配電設備	3-30
表 3.23	C1 処理区下水道施設 工事内容	3-31
表 3.24	C1 処理区下水道施設 工事手順	3-32
表 3.25	巡視・点検の周期（例）	3-37
表 3.26	マンホール・管内調査の周期（例）	3-37
表 3.27	定期的な清掃の実施周期（例）	3-37
表 3.28	C1 下水処理場 維持管理職員（案）	3-38
表 3.29	運転記録の種類と内容	3-39
表 3.30	感覚的な検査	3-39
表 3.31	ポンプの点検項目と頻度（例）	3-40
表 3.32	水処理施設の試験項目及び頻度（例）	3-40
表 3.33	汚泥処理施設の試験項目及び頻度（例）	3-40
表 4.1	C1 処理区施設設計条件と下水道施設の内容	4-1
表 4.2	概算事業費（C1 処理区）	4-3
表 4.3	施設別建設費（C1 処理区）	4-3
表 4.4	実施スケジュール	4-5
表 4.5	コンサルタント選定の詳細な実施スケジュール	4-5
表 4.6	請負業者選定の詳細な実施スケジュール	4-6
表 4.7	建設工事の実施スケジュール	4-6
表 4.8	コンサルティングサービスの必要人月	4-8
表 4.9	運転・維持管理の内訳（C1 処理区）	4-9
表 4.10	運用指標	4-10
表 4.11	効果指標	4-10

表 4.12	事業実施体制とその役割.....	4-11
表 4.13	プロジェクト管理ユニットの人員構成.....	4-14
表 4.14	「ミ」国の現地業者に係る情報.....	4-16
表 4.15	建設資機材及び建設機械の調達事情.....	4-17
表 6.1	対象タウンシップ商業水需要比率.....	6-1
表 6.2	C1 処理区顧客タイプ別下水処理量及び水消費量予測.....	6-2
表 6.3	経済投資コスト/財務投資コスト.....	6-3
表 6.4	投資費目別投資配分比率.....	6-4
表 6.5	人件費想定.....	6-4
表 6.6	スペアパーツ費用額.....	6-5
表 6.7	変動費用投入比率及び単価.....	6-5
表 6.8	経済分析キャッシュフロー表.....	6-8
表 6.9	財務分析キャッシュフロー表.....	6-10
表 6.10	経営目標と料金設定.....	6-11
表 6.11	料金設定のための財務シミュレーション- (投資補助率 0%) .....	6-12
表 6.12	料金設定のための財務シミュレーション- (投資補助率 50%) .....	6-13
表 6.13	ヤンゴン市における水系疾患及び医療費推計.....	6-16
表 7.1	スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR .....	7-2
表 7.2	道路状況.....	7-5
表 7.3	歴史的建造物.....	7-6
表 7.4	ヤンゴン管区の AIDS 患者数.....	7-7
表 7.5	疾病患者数及び死亡数.....	7-7
表 7.6	騒音レベル(1 時間 $LA_{eq}$ (dBA)) .....	7-10
表 7.7	環境影響、緩和策及び費用.....	7-11
表 7.8	モニタリング・プログラム.....	7-15
表 7.9	スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR .....	7-17
表 7.10	シミュレーション前提条件.....	7-21
表 7.11	騒音レベル (1 時間 $L_{Aeq}$ (dBA)) .....	7-22
表 7.12	影響評価、緩和策及び費用.....	7-23
表 7.13	モニタリング・プログラム.....	7-26

## 目 次

図 1.1	処理区及び 2040 年までに整備すべき 6 処理区.....	1-2
図 2.1	カンドーシ湖流域.....	2-2
図 2.2	遮集管ルート図.....	2-3
図 2.3	カンドーシ湖に流入する汚濁負荷量の変化.....	2-4
図 2.4	排水処理施設（グリストラップ→沈殿→上向流フィルター→塩素処理）平面図..	2-6
図 2.5	セプティックタンクに接続する、上向流フィルター+塩素処理施設.....	2-6
図 2.6	小規模カフェおよび売店に設置される水処理装置.....	2-9
図 2.7	遮集対象施設（吐口）及び放流先 位置図.....	2-13
図 2.8	遮集管施設 一般図平面図.....	2-15
図 2.9	遮集管 縦断面図.....	2-16
図 2.10	雨水吐き室 標準構造図.....	2-17
図 2.11	ポンプ場 平面図・断面図.....	2-18
図 2.12	遮集管施設 概略施工手順.....	2-20
図 2.13	遮集管施設 概略工程.....	2-20
図 2.14	天日脱水・乾燥処理サイトの配置図（案）.....	2-25
図 2.15	浚渫作業の実施工程（案）.....	2-26
図 2.16	ヤンゴン市内の好きな公園.....	2-30
図 2.17	カンドーシ湖への流入下水予測量.....	2-31
図 2.18	遮集管設置および浚渫の実施工程.....	2-38
図 2.19	遮集管の設置による流入汚濁負荷量の変化.....	2-39
図 3.1	C1 下水処理場用地.....	3-6
図 3.2	C1 処理区幹線管渠 一般図平面図.....	3-8
図 3.3	C1 処理区 枝線及び取付け管渠 標準図.....	3-9
図 3.4	C1 処理区 幹線管渠 縦断面図(1/5).....	3-10
図 3.5	C1 処理区 幹線管渠 縦断面図(2/5).....	3-11
図 3.6	C1 処理区 幹線管渠 縦断面図(3/5).....	3-12
図 3.7	C1 処理区 幹線管渠 縦断面図(4/5).....	3-13
図 3.8	C1 処理区 幹線管渠 縦断面図(5/5).....	3-14
図 3.9	C1 下水処理場 処理フロー.....	3-15
図 3.10	C1 下水処理場 一般平面図.....	3-19
図 3.11	C1 下水処理場 処理フローシート.....	3-20
図 3.12	C1 下水処理場 水位関係図.....	3-21
図 3.13	下水処理場(STP)と 33kV 直埋設ケーブルルート.....	3-29
図 3.14	C1 下水道施設建設工事 概略工程.....	3-32

図 3.15	C1 処理区 接続率による計画汚水流入量	3-33
図 3.16	C1 下水処理場 段階施工計画図	3-34
図 3.17	管路施設の維持管理フロー	3-36
図 3.18	処理場の維持管理フロー	3-38
図 4.1	事業実施の組織体制	4-13
図 5.1	能力向上の概念	5-1
図 5.2	研修メカニズムと能力向上方法	5-2
図 6.1	ヤンゴン市月間世帯所得分布	6-6
図 6.2	上下水道サービスに対する一月当たり支払意思額曲線	6-7
図 6.3	上下水道サービスに対する一立米当たり支払意思額曲線	6-7
図 6.4	アジアの代表的都市の上下水道料金	6-14
図 6.5	東京の上下水道料金体系	6-15
図 7.1	下水処理場拡張予定地	7-5
図 7.2	幹線及び歴史的建造物位置図	7-6
図 7.3	井戸位置図	7-8
図 7.4	風速	7-10
図 7.5	ポンプ場予定地	7-20
図 7.6	公園内道路	7-20
図 7.7	水位変更シミュレーション結果	7-21

## 写真目次

写真 3.1	Sule Pagoda, Center of the City	3-2
写真 3.2	YCDC City Hall	3-2
写真 3.3	Sule Pagoda Road, Traders Hotel	3-2
写真 3.4	Anawrahta Road	3-2
写真 3.5	Merchant Road	3-2
写真 3.6	34 <sup>th</sup> Street	3-2
写真 3.7	BDS No.1, Pabedan TS	3-4
写真 3.8	BDS No.2, Kyaktada TS	3-4
写真 3.9	BDS No.3, Botahtaung TS	3-4
写真 3.10	BDS No.4, Pazundaung TS	3-4

略 語 表

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

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

### 調査の略称

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

### 単位

1 ガロン (イギリスガロン) = 4.546 リットル

1 エーカー = 4,047 m<sup>2</sup>

### 通貨換算率

1USD=101.1 円

1 Kyat = 0.114 円

1 USD = 885 Kyat

(2013 月 6 月)



## 第1章 マスタープランのまとめと F/S 対象プロジェクト

### 1.1 マスタープランのまとめ

計画目標年次 2040 年において、調査区域には都市化、地形、放流河川の状況および処理場用地の取得可能性の検討により、最終的に 13 の下水道処理区が設定された。そのうち 6 処理区を 2040 年までの整備区域とし、下水道施設の計画を行った。この下水道整備計画により、2040 年には YCDC 内人口 852 万人のうち 49%に当たる 421 万人が下水道サービスを受けられることになる。ただ、2040 年においても、約半分の人口が下水道サービスの恩恵にあずかれず、さらに、下水道整備区域においても整備までに長い時間を要するため、下水道以外の汚水処理施設についても既存施設の改善や新しく導入すべき施設の提案を行った。下水道施設についても初期投資を抑制するため、インターセプター下水道採用の検討を行った。

2040 年までに整備すべき 6 処理区について、整備の優先度を、市街化の状況、処理区の物理的特性、水質汚濁防止への影響度により評価した。その結果、C1 処理区が最も高い優先度を持っているものと判断された。この結果、C1 処理区の下水道施設建設を F/S の対象とする。

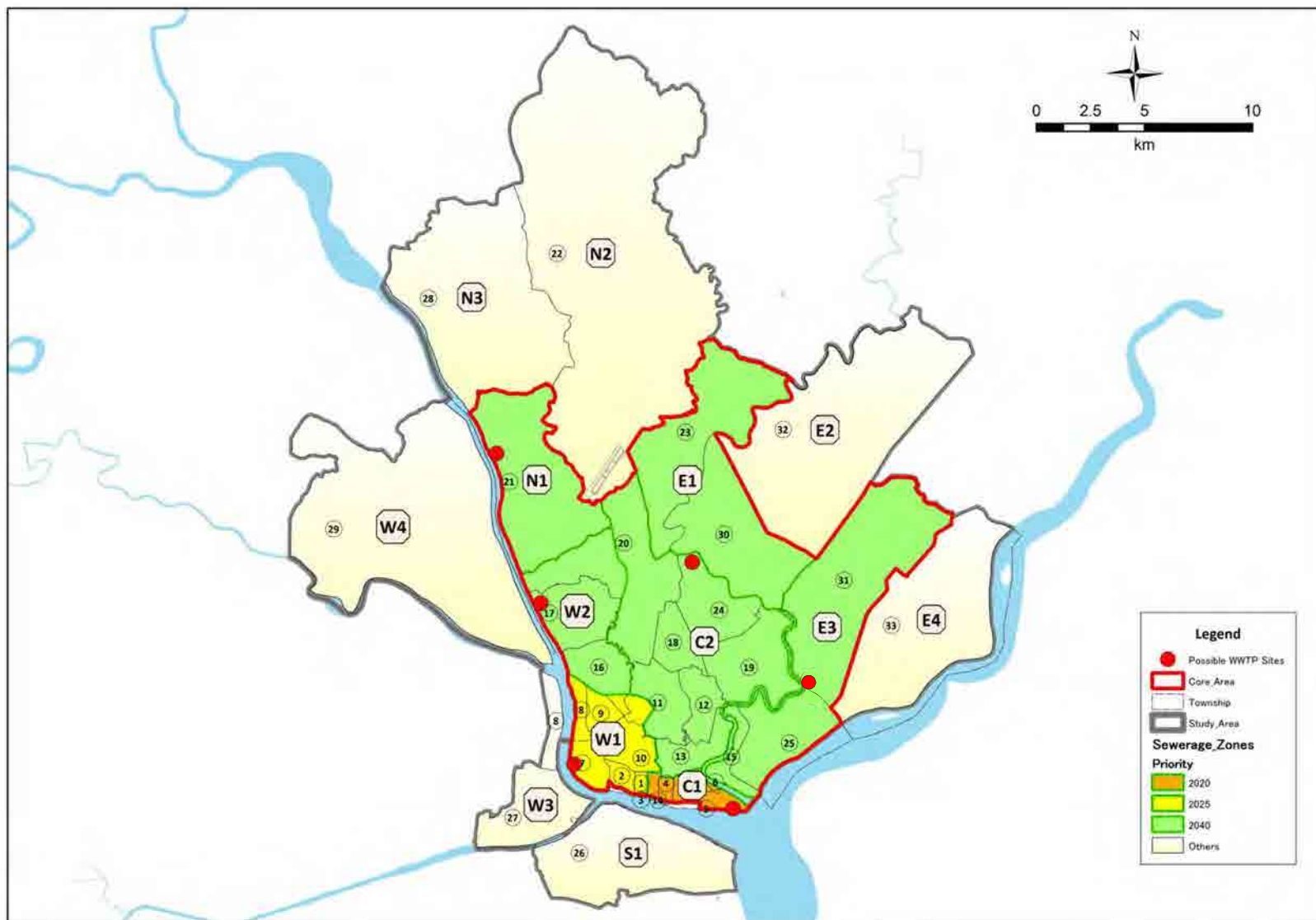
13 の下水道処理区、2040 年までの整備すべき 6 処理区を表 1.1、図 1.1 に示す。

表 1.1 下水道処理区

Sewerage Zone	Population (person)	W. Flow (m <sup>3</sup> /day)		Area (ha)	Township	Remark
		Daily Ave.	Daily Max.			
C 1	178,127	64,276	70,213	499	Pazundaung, Botahtaung, Kyauktada, Pabedan	
C 2	1,191,499	452,548	492,264	6,102	a part of Bahan, Mingalar Taung Nyunt, Tamwe, South Okkalapa, Thingangyun, Yankin, a part of Mayangone	
W 1	483,058	169,214	184,247	1,654	Lanmadaw, Latha, Dagon, a part of Bahan, a part of Kyee Myin Daing, Ahlone, Sanchaung, a part of Kamaryut	
W 2	349,512	116,999	126,410	2,356	Hlaing a part of Kamaryut, a part of Mayangon	
W 3	74,419	14,512	15,628	1,485	A part of Kyee Myin Daing, Seikyikhanaungto	
W 4	737,724	191,809	206,563	7,761	Hlaing Tharyar	
N 1	377,188	129,633	139,691	3,163	Insein	
N 2	906,748	294,693	317,362	12,783	Mingaladon	
N 3	514,954	100,416	108,140	5,271	Shwe Pyi Thar	
E1	710,656	232,953	252,094	5,184	North Okkalapa, North Dagon	to be combined to C2
E 2	1,183,320	269,207	289,915	17,064	East Dagon	
E 3	920,933	243,849	263,583	5,418	Dawbon, Taketa, South Dagon	
E4	399,111	77,827	83,814	4,202	Dagon Seikkan	
S 1	490,032	127,409	137,210	9,840	Dala	
Out of SZ	2,241	971	1,046	117	Seikkan	
Total	8,519,522	2,486,316	2,688,180	82,899		

Note:  to be implemented by 2040

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 1.1 処理区及び2040年までに整備すべき6処理区

F/S 調査の対象としては、前述の C1 処理区の下水道施設とする。C1 処理区は現在の下水道整備区域であるため、既設施設の改善及び増設を対象とする。既設の下水道はトイレ排水のみを収集するシステムであり、家庭雑排水は雨水排水路に無処理で放流されている。また、下水収集はエジェクターシステムと呼ばれる独特のシステムが採用されている。このシステムは当初 19 世紀に英国によって導入されたものであり、コンプレッサーの動力は 1960 年代に電力に切り替えられたものの、エジェクターや圧送管などの施設は当初のものが未だに利用されている。エジェクターシステムは下水処理量 14,775 m<sup>3</sup>/日を対象に建設されたものであり、2040 年の C1 処理区の汚水量に対しては能力不足となる。さらに、圧送管は耐用年数をはるかに超えており、内部の腐食や堆積物についても状況の把握が困難である。加えて、近年ではエジェクターの部品入手も困難となっている。このような状況から、管路施設については全面的に新しい管網を建設することとする。なお、各戸からの取り付けについては現状を調査した結果、トイレ排水および雑排水の取り付けますは既設のものが利用可能であることが判明したため、それらを利用することとし、それらに接続する枝管とマンホールを新たに建設することとする。

一方、下水処理場については既設処理施設が長時間ばっ気の活性汚泥法により、建設されている。これらの施設は供用開始が 2006 年と新しく、現場調査の結果からも、土木構造物については今後も利用可能であると判断された。機械設備については新規施設の供用開始時点ではすでに耐用年数を過ぎること、改良施設と増設施設は標準活性汚泥法によることにより、全面的に入れ替えることとする。したがって、下水処理場については利用可能な施設は最大限利用することとし、不足部分については増設で対応する。

上記 C1 処理区の下水道施設建設に加え、YCDC から強い要望のあったカンドー湖の水質汚濁対策を F/S の対象とする。カンドー湖はヤンゴン市民の貴重な憩いの場となっており、2012 年の JICA 世帯訪問調査の結果でもこのことは裏付けられている。カンドー湖は周辺地区からの家庭雑排水や湖周辺に位置するレストラン等からの排水により、富栄養化が進み、アオコが水面一面に発生するといった状況で、水質汚濁が進行している。カンドー湖は雨季においても水の交換が期待できないため、栄養塩の蓄積が進んでいると考えられる。したがって、抜本的な水質浄化を図るには様々な方策を総合的に採る必要がある。カンドー湖周辺は C2 下水道処理区に含まれる。C2 処理区は 2040 年までの下水道整備区域に含まれ、さらに優先順位は C1、W1 について第 3 位と評価された。しかし、M/P による実施計画では C2+E1 処理場の供用開始は 2027 年となっている。抜本的な水質浄化には下水道整備を待たねばならないが、何らかの対策を講じないと水質汚濁はますます進行し、貴重な資源を喪失することとなる。F/S では、考え得る対策とそれぞれの水質改善効果、費用を検討する。

## 1.2 既存施設

C1 処理区は前述のように、既設下水道の処理区であり、エジェクターシステムによる汚水の収集と下水処理場における下水処理が行われている。既設下水道システムについては M/P3.3 節で説明しているが、エジェクターシステムと下水処理場の概要を表 1.2、1.3 に示す。

表 1.2 エジェクターシステム概要

項目	内容
建設開始	1888 年 2 月
完成	1890 年 3 月
計画人口	40,000 人
計画区域	8 タウンシップ Lanmadaw, Latha,, Panbedan, Kyauktada, Botadaung, Puzondaung (一部)、Dagon (一部)、Mingalataungnyunt (一部)
建設会社	Huges & Lancaster
設備会社	Shone Hydro-Pneumatic Ejector
建設費	230 万ルピー (インド政府からの借款)
圧送管延長	北幹線 5.55km、南幹線 5.03km、合計 10.58km
圧送管口径	北幹線 300~1,200mm、南幹線 300~600mm
圧送管材質	鋳鉄管
エジェクター・ステーション	40 ヶ所 (現在 34 ヶ所稼働)
マンホール	2,114 ヶ所

出典：JICA 調査団

表 1.3 下水処理施設概要

項目	内容
敷地面積	2.25 ha (5.56 acres)
建設開始	2003 年 4 月
完成	2005 年 1 月
計画処理人口	300,000 人
施設容量	14,775 m <sup>3</sup> /日 (3.25MGD)
建設費	196 万 US ドル (2,065.7 M Kyat)
流入水質	BOD 600 mg/l、SS 700 mg/l (設計値)
処理水質	BOD 60 mg/l、SS 40 mg/l (設計値)

出典：JICA 調査団

カンドージ湖の周辺地区は下水道未整備地区であり、汚水はトイレ排水については腐敗槽あるいは未処理で地下浸透、雑排水については未処理で雨水排水路に排出されている。また、湖周辺には大小のレストラン、大規模なホテルが存在し、厨房などからの排水が湖に放流されている。厨房排水についてはオイルトラップなどの簡易な処理施設が設けられているばかりであったが、最近大規模なレストランには、YCDC の指導により、処理施設が設置された。

## 第2章 カンドーシ湖水質改善

### 2.1 カンドーシ湖と流域の概要

カンドーシ湖は Bahan タウンシップ (T/S) に位置する表面積 647,497 m<sup>2</sup> の湖であり、周囲は公園となっており、ヤンゴン市民の憩いの場となっている。湖は 1879 年にヤンゴン市への水道水源として建設された。1884 年には水需要の増加に伴い、北に位置する Inya 湖からの水が導入されるようになった。しかし、ヤンゴン市の発展とともに、周囲が開発され湖水は質量ともに水道水源としては不適切となり、1904 年、Hlawga 湖の完成とともに水道水源としての役割を終えた。

地形的な条件から、流域は湖の北部および東部に偏り、南部および西部からの流入はない。また、西部からの排水路は公園内にバイパスが設けられ、湖に流入することなく直接下流の排水路に流下している。

したがって、カンドーシ湖には、北部の Bahan T/S および Tarmwe T/S の一部からの排水が流入しているのみである。また、カンドーシ湖の北岸～東岸にはレストランと小規模のカフェがあり、これら施設からの排水がカンドーシ湖に流入している。

### 2.2 計画概要

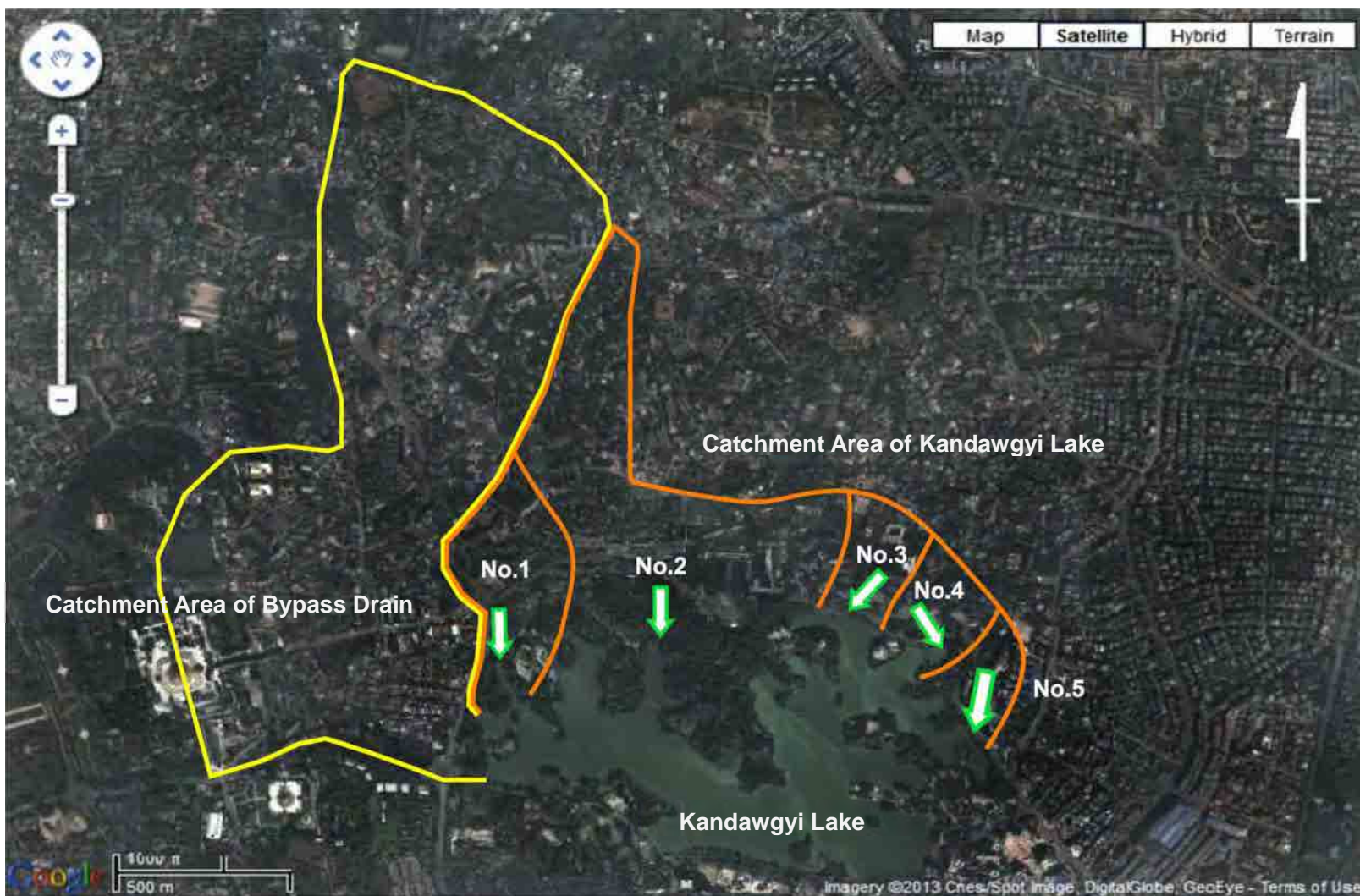
カンドーシ湖はヤンゴン市民の貴重な憩いの場となっており、2012 年の JICA 世帯訪問調査の結果でもこのことは裏付けられている。

しかし、カンドーシ湖は周辺地区からの家庭雑排水や湖周辺に位置するレストラン等からの排水により、富栄養化が進み、アオコが水面一面に発生するといった状況で、水質汚濁が進行している。カンドーシ湖は雨季においても湖水の大規模な交換が期待できないため、栄養塩の蓄積が進んでいると考えられる。したがって、抜本的な水質浄化を図るには、周辺からの汚水流入も対象とした、複数の方策を総合的に採る必要がある。

カンドーシ湖周辺は C2 下水道処理区に含まれる。C2 処理区は 2040 年までの下水道整備区域に含まれ、さらに優先順位は C1、W1 について第 3 位と評価されている。しかし、M/P による実施計画では、C2+E1 処理場の供用開始は 2027 年となっている。

抜本的な水質浄化には下水道整備を待たねばならないが、早期に何らかの対策を講じないと水質汚濁はますます進行し、貴重な資源を喪失することとなる。

そこで本章では、カンドーシ湖の環境改善対策として効果が期待される、遮集管の建設、浄化槽の設置、底泥の浚渫およびカンドーシ湖への導水について、検討を行った。



出典：JICA 調査団

図 2.1 カンドーシ湖流域

## 2.3 水質改善方法の比較検討

カンドーシ湖水質改善の方法として、遮集管、浄化槽、浚渫および導水があげられる。これらについて、詳細を述べるとともに、比較検討を行う。

### 2.3.1 遮集管

北部の Bahan T/S および Tarmwe T/S の一部から流入する排水を遮集し、既存の排水路に放流する。排水は、排水路 No. 1 - No. 5 の 5 本の排水路から流入している（図 2.1 参照）。それぞれの排水路の流域面積と、流量は、以下のとおりである。

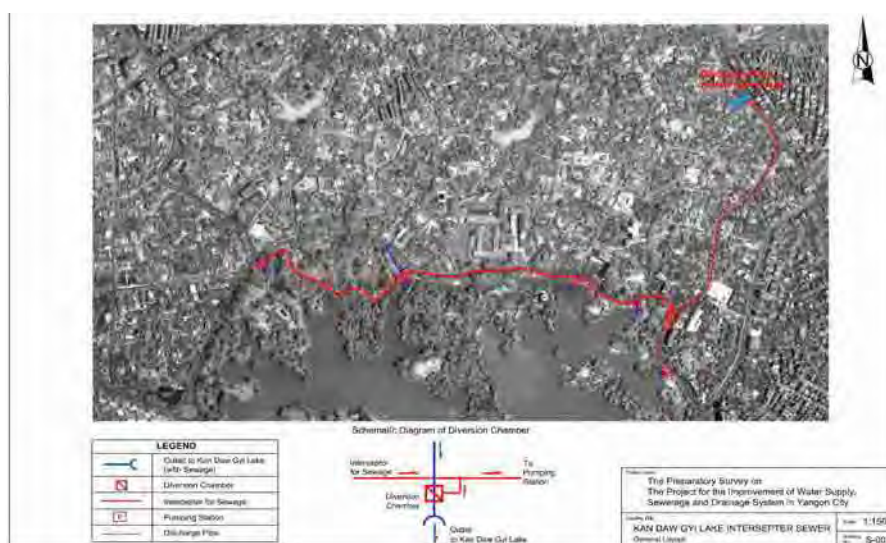
表 2.1 カンドーシ湖に流入する排水路

排水路	Bahan T/S			Tarmwe T/S	
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
流域面積 ha	10.8	48.5	9.7	11.2	6.6
日平均流量 m <sup>3</sup> /day (2011)	652	1,799	327	829	488
予測日平均流量 m <sup>3</sup> /day (2025)	768	2,122	386	706	706
予測日平均流量 m <sup>3</sup> /day (2040)	1,008	2,783	507	935	935

出典：JICA 調査団

遮集管のルート図を以下に示す。遮集管は、排水路 No. 1 から No. 5 の出口を結ぶように設置し、さらにカンドーシ湖周辺のレストランからの排水を遮集できるようにする。遮集された排水はポンプにより圧送され、既存の排水路に放流される。

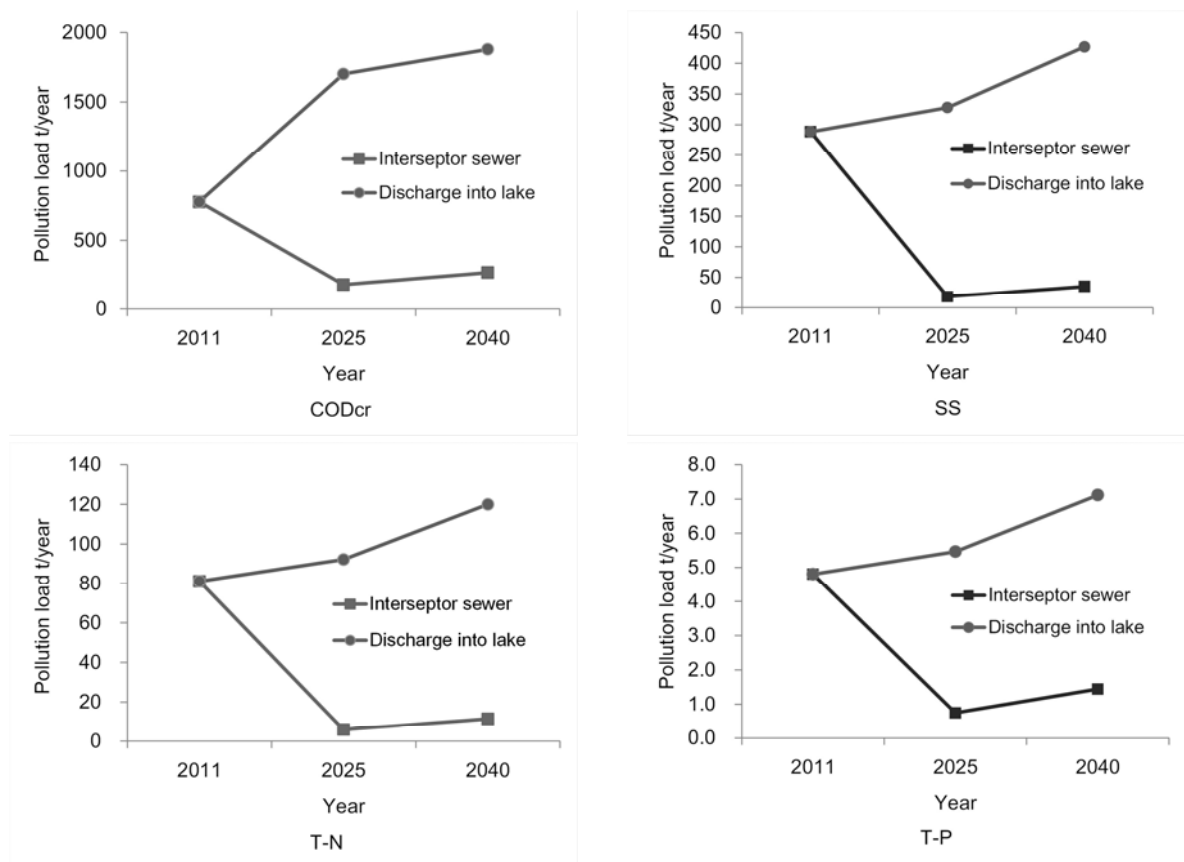
遮集管は、晴天時の汚水量（時間最大流量）を遮集するものとし、雨天時には、この流量を超える量は、カンドーシ湖に放流される。



出典：JICA 調査団

図 2.2 遮集管ルート図

遮集管を設置した場合と、しない場合（現状のまま）の、カンドー湖に流入する汚濁負荷量の変化を下図に示す。



出典：JICA 調査団

図 2.3 カンドー湖に流入する汚濁負荷量の変化

遮集管を設置しない場合、流域の人口増加に伴い、流入する汚濁負荷量は増加する。一方、遮集管を設置した場合、2025年から2040年にかけて、流入汚濁負荷量は僅かに増加するが、汚濁負荷の大部分はカンドー湖流域から排除される。

特に、富栄養化の原因となる窒素とリンの流入汚濁負荷は、遮集管の設置により、大幅に削減されるため、カンドー湖環境改善対策の手段として非常に有効なものといえる。

### 2.3.2 浄化槽

#### (1) YCDC による対策

カンドー湖周辺の公園には、レストラン 8 件、ホテル 1 件および小規模なカフェ・売店など 20 件が存在している（次表）。

これらのうち、カンドー湖に排水を排出しているのは、Dolphin、Royal Garden、Bangkok Kitchen、White Rice、Signature、Western Park Royal および Utopia の 7 レストランと、20 件の小規模なカフェおよび売店である。



表 2.2 カンドー湖周辺のレストラン、ホテル

業種	名称	水使用量 (m <sup>3</sup> /day)	排水処理方法および排出先
Restaurant	Dolphin	23	YCDC 指導による水処理施設、 処理水はカンドー湖に排出
	Royal Garden	60	
	Bangkok Kitchen	7	
	White Rice	3	
	Signature Garden	11	
	Western Park Royal	31	
	Utopia	30	
	Karawait Palace	64	Septic tank 処理水は下水道に放流
Hotel	Kandawgyi Palace Hotel	12	YCDC 指導による水処理施設、 処理水は排水路に排出
Café, Small store	Total 20 Café and small store	No Data	グリストラップ、Septic tank あり いは未処理

出典：JICA 調査団

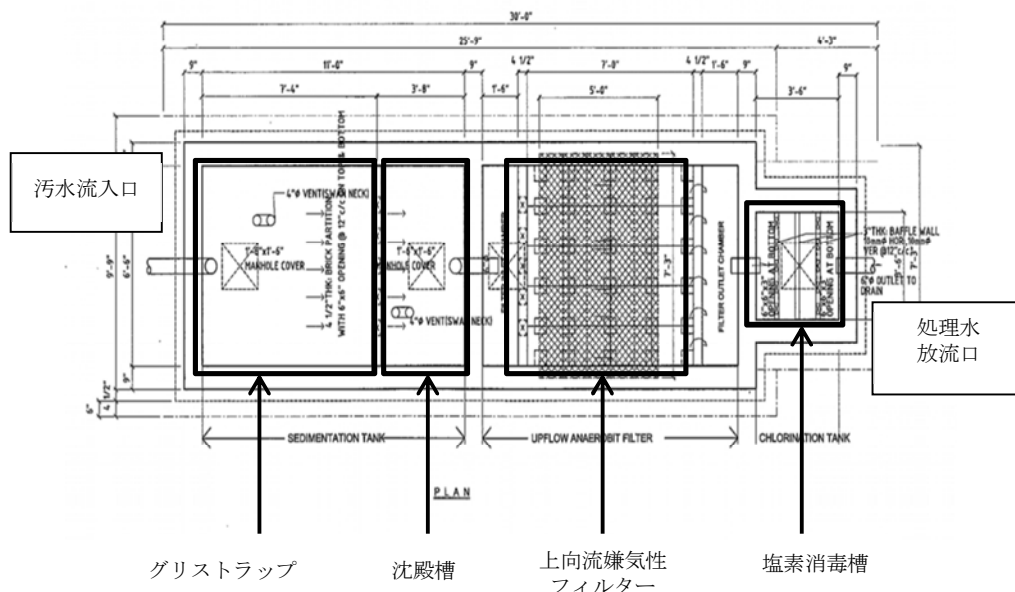
2012年9月より、カンドー湖に排水を排出している7箇所のレストランと Kandawgyi Palace Hotel に対し、YCDC の指導により水処理施設の建設が行われた。

水処理施設の処理フローは、以下のとおりである。

グリストラップ → 沈殿 → 上向流嫌気性フィルター → 塩素消毒

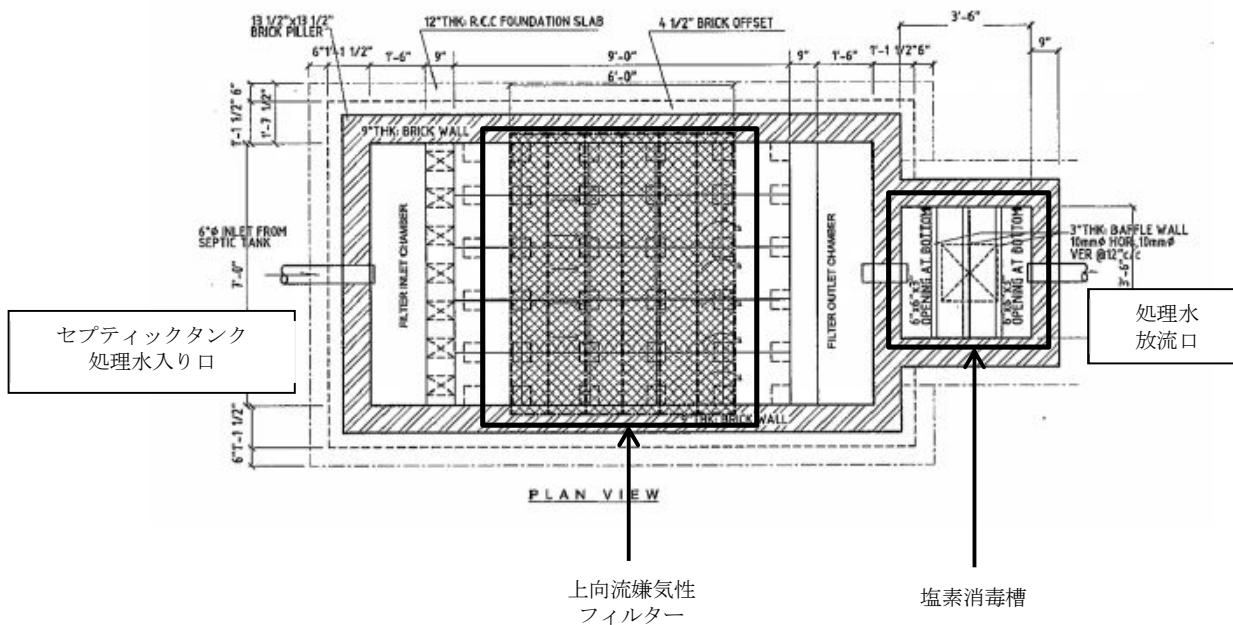
排水の量により、異なる容量の処理装置が設計され、YCDC の指導により施工された。設置工事は 2012年9月から開始され、2013年3月に使用を始めている。設置工事および維持管理に係る費用は、各レストランおよびホテルの負担により行われ、補助金等の措置は行われていない。

処理装置の構造図を以下に示す。



出典：JICA 調査団

図 2.4 排水処理施設（グリストラップ→沈殿→上向流フィルター→塩素処理）平面図



出典：JICA 調査団

図 2.5 セプティックタンクに接続する、上向流フィルター+塩素処理施設

これらの水処理装置は設置が完了して間もないため、実際の効果は不明である。セップティックタンク単独と、セップティックタンクに上向流嫌気性フィルターを備えた水処理装置（類似装置のデータ）の処理特性を比較すると、以下のとおりである。

表 2.3 COD、BOD、TSS、T-NおよびT-Pの除去率

処理装置	除去率 (%)				
	COD	BOD	TSS	T-N	T-P
セップティックタンク	66.9	57.4	79.3	除去されず	除去されず
新水処理装置	51-86	59-74	66-90	24	30

出典：JICA 調査団

新しい水処理装置の設置により、わずかであるが、窒素、リンの汚濁量の削減が期待される。この除去率より推定した、処理水排水水質（予測値）は、以下のとおりである。

表 2.4 新しい水処理装置の放流水質（予測値）

項目	レストラン排水 (実測値平均)	新しい水処理装置
BOD	414mg/L	139mg/L
COD	796mg/L	251mg/L
T-N	37mg/L	28mg/L
T-P	3.6mg/L	2.5mg/L

出典：JICA 調査団

処理施設の維持管理に対して、YCDC は以下の内容のレターを、各レストランおよびホテルに対して発行している。

表 2.5 YCDC から各レストランに発送されたレター

<u>厨房排水処理施設 管理手続き</u>
<p>カンドー湖の水質保護のために建設した、厨房排水処理施設を、長期間使用するための管理手段を以下に示す。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>① グリストラップにゴミ、枝、プラスチック、ビニールおよび他の塵芥が入らないように、グリストラップの入り口に網を設置し、塵芥を毎日除去すること。</li><li>② グリストラップで分離された油分および油脂は、毎日あるいは1日おきに除去すること。これは処理施設を長期間使用するために最も重要な操作である。</li><li>③ 3ヶ月あるいは6ヶ月おきに、グリストラップ底部と沈殿槽底部の沈殿汚泥を、バキュームカーで除去すること。</li><li>④ グリストラップおよび沈殿槽は、1年に1回、水で清掃すること。</li><li>⑤ 上向流フィルターは、6ヶ月ごとあるいは任意の間隔で逆洗浄すること。</li></ol> <p>上記の管理手段を実施することにより、排水浄化施設がスムーズに運転できることということを、YCDC よりアドバイスする。</p>

出典：DEWS, YCDC

水処理装置の適切な維持管理の実施を指導することに加え、YCDC では処理装置の定期的な検査を実施する予定である。検査項目と頻度は、以下のとおりである。

#### 目視検査

3ヶ月ごとに実施

#### 水質分析

分析項目：pH、BOD、COD<sub>cr</sub>、SS

分析頻度：完成時に1回、それ以降は毎年1月に水質検査（最初の定期水質検査は、2014年1月に実施予定）

これまでに（2013年9月まで）、完成時の水質分析（1月）と、目視検査（3月、6月および9月）がYCDCにより実施された。目視検査の結果では、グリストラップの清掃を頻繁に行っている

処理装置の水質は良好であった。グリストラップの清掃を行っていないレストランに対しては、YCDC より改善を求める指導を行っている。

なお、水質検査の結果は、非公開である。

2013年9月現在の、排水処理装置の設置費用と維持管理状況について、下表に示した。建設費は8,000～10,000 USD、維持管理費用は100 USD/月であった。

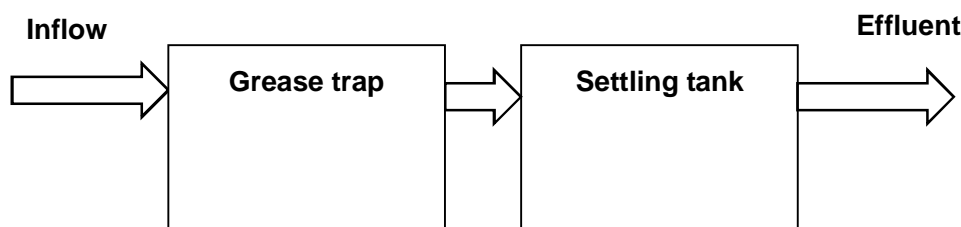
表 2.6 排水処理施設の設置費用と維持管理状況

レストラン 名称	処理装置容量 (全体寸法)	建設費 (USD)	メンテナンス項目	メンテナンス費用 (USD/月)
Restaurant A	150 - 200 人槽	10,000	グリストラップおよび 沈殿槽の清掃 (毎月実施)	100
Restaurant B	情報なし	8,000	情報なし	情報なし
Restaurant C	40ft x 9ft x 8 ft (全体寸法)	8,000	グリストラップおよび 沈殿槽の清掃 (半月毎に実施)	情報なし

出典：JICA 調査団

小規模のカフェおよび売店については、より小規模の処理装置を設置することが、YCDC により検討されている。水処理装置は、YCDC および民間企業である WEG (Water Engineering Group) により設計が行われている。

処理装置は、グリストラップと沈殿槽により構成される。処理フローは、以下のとおりである。



出典：JICA 調査団

図 2.6 小規模カフェおよび売店に設置される水処理装置

水処理装置の設置費用および維持管理費用は、設置者（小規模カフェおよび売店）が負担することとしている。水処理装置は、2013年11月からの設置を予定している。

## (2) 浄化槽の設置

カンドー湖周辺のレストラン排水による湖水汚染をさらに低減させるための方法として、浄化槽の設置が挙げられる。

現在、日本で一般的に用いられている浄化槽の放流水質は、以下のとおりである。

表 2.7 浄化槽放流水質

項目	BOD 除去型	窒素・リン除去型	レストラン排水 (実測値平均)
BOD	≤20mg/L	≤10mg/L	414mg/L
T-N	---	≤20mg/L	37mg/L
T-P	---	≤1mg/L	3.6mg/L

出典：JICA 調査団

窒素・リン除去型の浄化槽を設置することにより BOD だけでなく、窒素およびリンの大幅な低減が期待できる。

しかし、カンドー湖水質改善対策として浄化槽を用いるためには、以下の課題があげられる。

- 浄化槽そのものが高価である（窒素・リン除去型で、1,200 万円-3,000 万円）
- 停電に対する対策として、発電機の設置が必要
- 専門技術者による、定期的な点検が必要

浄化槽を設置することは、使用者（レストラン）に対して大きな経済的負担を求めることになる。したがって、浄化槽の設置を対策として採用する場合は、同時に YCDC からの補助金の支給（例えば、カンドー湖環境保全のための補助金として）と、それを行うための財源確保が必要となる。

### 2.3.3 浚渫

湖沼の富栄養化対策として、栄養塩が蓄積された底泥の浚渫・除去がある。浚渫については、汚泥の浚渫方法だけでなく、汚泥の脱水や脱水汚泥の廃棄方法について検討する必要がある。

### 2.3.4 導水

アオコ発生を予防する手段として、アオコの成長よりも短い期間（おおむね 3 日間）に、湖沼水を入れ替え、アオコの成長を阻害する方法がある。この方法について、以下の 2 つの検討を行った。

#### (1) Inya 湖からの導水

カンドー湖には、Inya 湖からの導水管が設置されている。これは、カンドー湖が飲料水の供給源であった頃（19 世紀後半）に英国により設置されたものである。導水管の仕様は、以下のとおりである。

- 直径：75cm
- 管路長：約 4km

- 管材質：鋳鉄管
- 送水管容量：3.63MGD

現在この送水管は、毎年、水祭りの前および実施期間中の、約2週間のみ使用されている。しかし管路の維持管理は行われておらず、実際の容量や破損状況などは把握されていない。

この管路を用いてカンドージ湖の湖水を入れ替える場合の所要時間は、以下のように推定される。

カンドージ湖湖水容量：1,618,743 m<sup>3</sup>/ 送水管容量 3.63MGD =16,502 m<sup>3</sup>/day = 98.1day

したがって、アオコの成長を阻害するためには、Inya 湖からの導水管は容量が不足している。

## (2) アオコ成長阻害に必要な導水量

アオコ成長阻害に必要な導水量は、以下のように求められる。

カンドージ湖湖水容量：1,618,743 m<sup>3</sup>/ 湖水交換日数：3日 = 539,581 m<sup>3</sup>/day

すなわち、カンドージ湖のアオコの成長を阻害するために必要な導水量は、約54万 m<sup>3</sup>/day (119MGD) と推定される。

119MGDの導水量を確保するための水源の確保、および必要な施設の規模を考慮すると、アオコ成長阻害を目的とするカンドージ湖への導水は、現実的とはいえない。

## 2.3.5 まとめ

カンドージ湖水質改善の方法として、遮集管、浄化槽、浚渫および導水の比較検討を行った。これら4方法のうち、浄化槽および導水には、以下の課題および問題があると考えられる。

### 浄化槽

- 改めて浄化槽を購入する場合、設置者（レストラン）に対し、高額な費用負担が発生する（窒素・リン除去型で、1,200万円-3,000万円）
- 停電に対する対策として、発電機の設置が必要
- 専門技術者による、定期的な点検が必要
- 浄化槽の導入を促進するための補助金の給付制度を定める必要がある
- 補助金給付については、その財源を確保する必要がある

### 導水

- アオコの成長阻害を目的とするには、119MGDの導水量が必要となる
- このための水源の確保が必要

- 同時に、大規模な導水施設の建設が必要

これらに対し、遮集管および浚渫は、以下の特徴を持つ。

#### 遮集管

- 口径が小さく、かつ比較的浅深度で設置できる
- このため、工事費用が通常の下水道より低く、また短期間で設置することができる

#### 浚渫

- 機材は一般的な建設工事機材（バックホー、筏など）を利用することができるため、新規に機材を購入する必要がない
- このため、費用を低く抑えることができる

本報告書では、さらに遮集管および浚渫について検討を行うこととする。

## 2.4 遮集管

### 2.4.1 施設設計条件

遮集管施設設計においては、下記事項を設計条件とした。

#### (1) 遮集対象施設

遮集対象施設は、カンドージ湖に流入している既存排水路のうち、生活雑排水の流入がある排水路を対象とする。現地調査に基づき対象排水路を選定した結果、5箇所既存排水路が対象となった。

#### (2) 計画汚水量（遮集量）

遮集量はマスタープランにおける計画汚水量とする。施設計画対象年次は、将来の下水道施設への転用を考慮し、2040年とした。下表に計画遮集量を示す。

表 2.8 計画汚水量（遮集量）

Items	Outlet No.1	Outlet No.2	Outlet No.3	Outlet No.4	Outlet No.5	Remarks
Catchment Area (ha)	10.8	48.5	9.7			Bahan T.S. (80.29 m <sup>3</sup> /day/ha)
				11.2	6.6	Tarmwe T.S. (227.26 m <sup>3</sup> /day/ha)
Design Flow	867	3,894	779	2,545	1,500	
Total (m <sup>3</sup> /day)	9,585					Hourly Maximum in 2040

出典：JICA 調査団



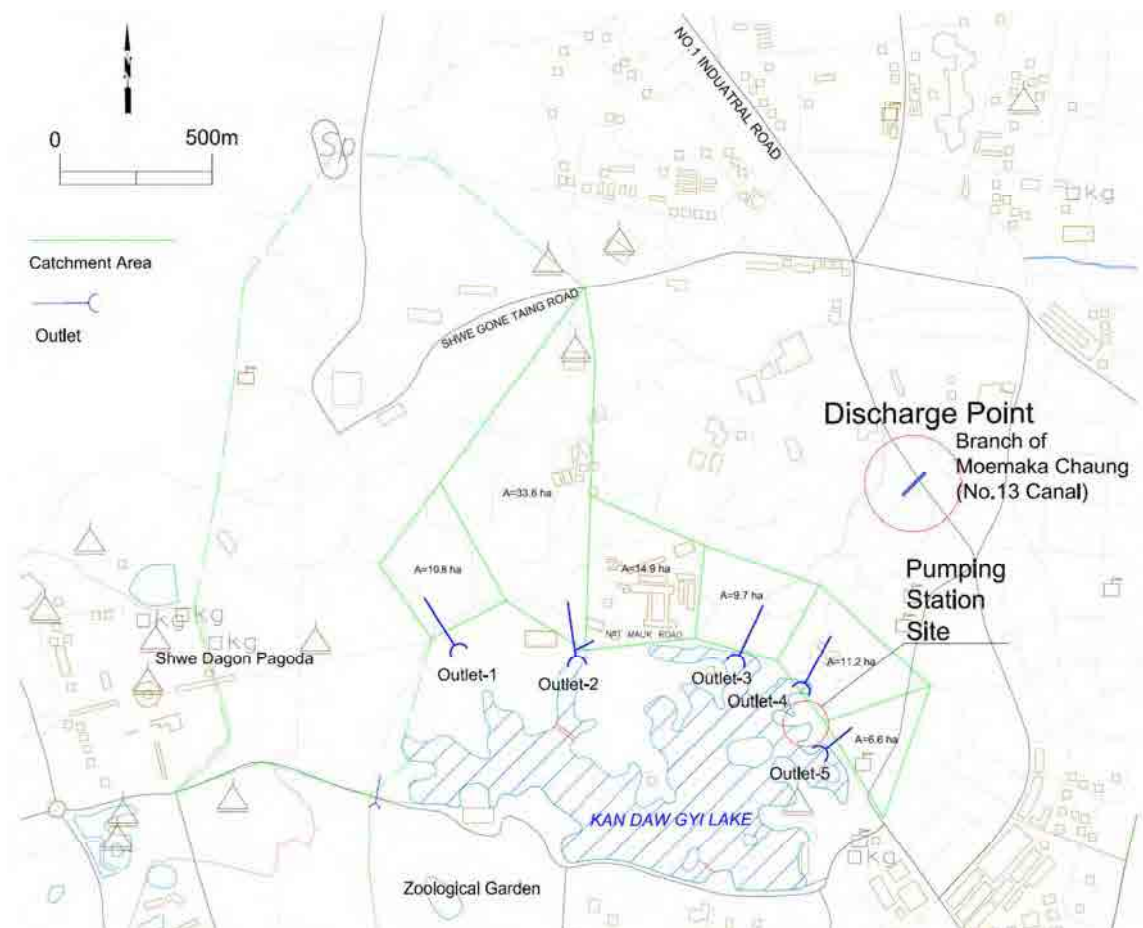
### (3) 放流先

遮集された汚水はポンプ施設に流入し、圧送管により放流される。放流先の位置選定は、ポンプ場施設運転に係る維持管理費に影響し、また、放流先には未処理汚水を送水することから、下記事項を勘案し、YCDC 職員の確認のもとに、放流先を決定した。

- 圧送距離（遮集管施設から出来るだけ近いこと）
- 放流先付近での浸水発生状況（未処理汚水の溢水を抑制）
- 放流先までの圧送管布設ルート of 施工性及び維持管理性（道路幅、交通量等）

また、ポンプ施設建設位置は、放流先の位置選定を踏まえ、カンドー湖敷地内に建設する計画とした。カンドー湖敷地内は、YCDC が土地を所有していることから、用地確保は容易である。

図 2.7 に遮集対象施設、放流先及びポンプ場施設建設予定位置図を示す。



出典：JICA 調査団

図 2.7 遮集対象施設（吐口）及び放流先 位置図

### (4) 施設設計基準

遮集管施設設計における設計基準は、以下の通り。

表 2.9 遮集管施設 設計基準

項目	採用値	備考
(1) 計画対象年	2040年	下水道（污水）整備計画との整合
(2) 流下能力算定式	マンニング式 $v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$ ここに、 V: 流速 (m/s) N: 粗度係数 (-) R: 径深 (m) I: 管勾配 (-)	ポンプ場からの圧力管の設計においては、“ヘーゼン・ウィリアム式”により管路損失を算定
(3) 管内流速	最小: 0.6 m/s 最大: 3.0 m/s	
(4) 最小管径	150mm	
(5) 最小土被り	最上流部において 1.5m	雨水吐き室との接続考慮
(6) マンホール間隔	75m	管径 600mm 以下を想定

出典：JICA 調査団

## 2.4.2 施設設計

各施設設計の概要は以下の通り。

### (1) 遮集管と雨水吐き室

遮集管は自然流下方式を基本とする。遮集対象施設である既設排水路吐き口を結ぶ最短ルートとなるカンドー湖周辺道路に布設する。吐き口 No. 1～No. 2 間は、カンドー湖周辺道路の起伏が比較的大きいこと及び施工の容易性を考慮し、敷地内道路に布設することとした。

遮集管口径は、250～600mm、管種はミャンマー国内での調達が可能であり、経済性・施工性にも優れる HDPE 管を使用する。

雨水吐き室は、排水路吐き口手前に築造する。遮集管は、晴天時汚水の効果的な遮集のため、既存排水路の管低高より 30cm 程度下げて設置する。また、遮集管流入部には、ごみの流入による管閉塞を防止するためのスクリーンかご及び土砂溜めを設置する。なお、室内には、カンドー湖からの常時逆流を防止するため、固定式の越流堰もしくはフラップゲートを設置する。

遮集管流入部には、雨天時における水位上昇による遮集水量の増加を抑止するため、角落し（開口部調整用プレート）用の枠を設置する。

### (2) ポンプ場施設

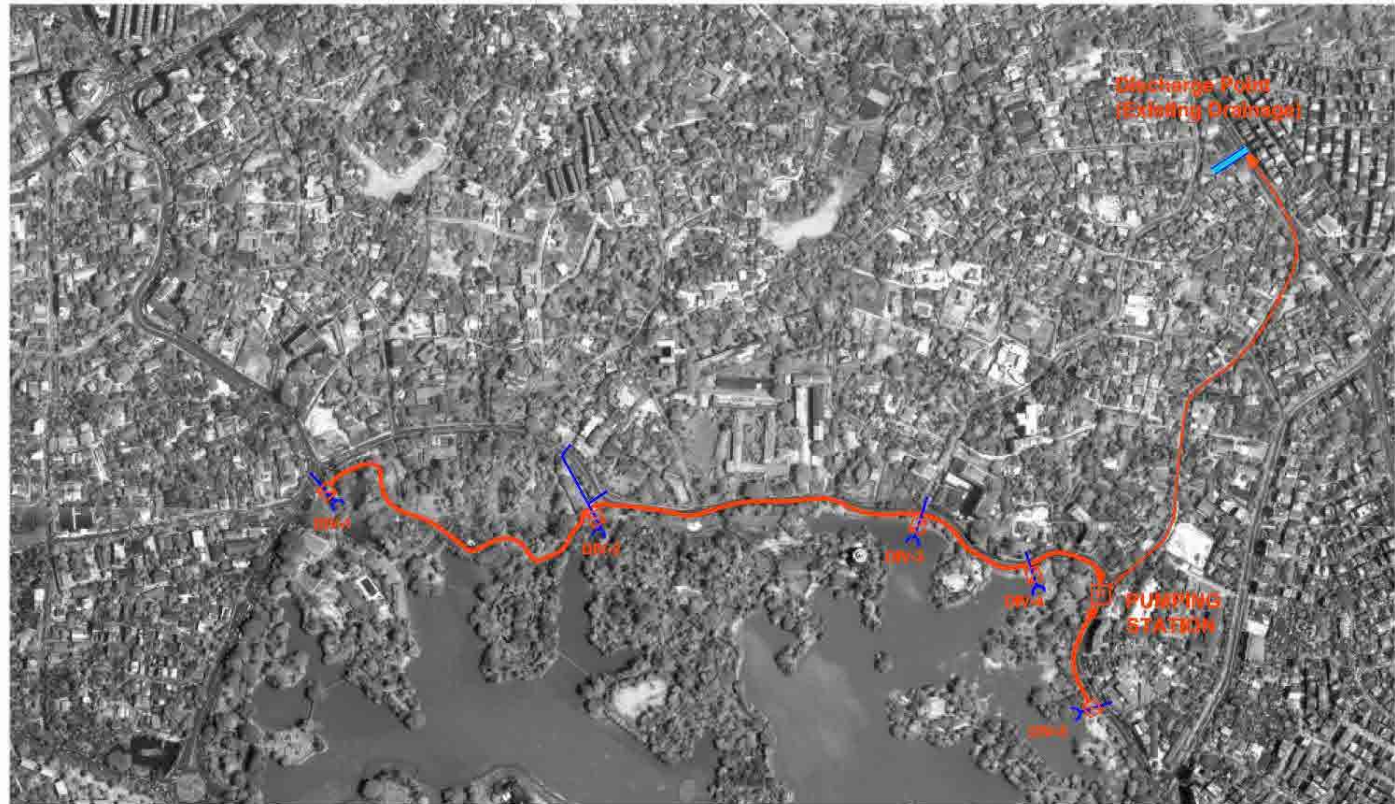
施設規模、維持管理の容易性、及び建設費/維持管理費の削減に考慮し、水中ポンプによる簡易型ポンプ場とした。

ポンプ設備の他、流量計、ポンプ防護のためのゴミ除去スクリーン、ポンプ及びスクリーンごみ除去用の吊上げ設備を設置し、維持管理性に配慮した。また、停電時の非常時電源として自家発電設備を設置する。

ポンプ設備は、常用ポンプを 2 台とし、ポンプ故障に対する安全性を高めるとともに、予備ポンプ 1 台を設置することで、常用ポンプ 2 台の故障時にも送水（日最大汚水量）可能とした。

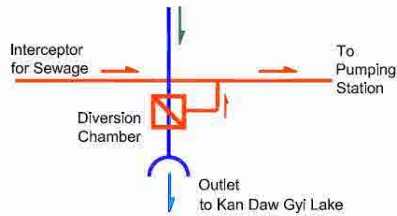
施設設計図を図 2.8～2.11 に示す。

### General Layout of Interceptor Sewer for Kan Daw Gyi Lake



LEGEND	
	Outlet to Kan Daw Gyi Lake (with Sewage)
	Interceptor for Sewage
	Pumping Station
	Discharge Pipe

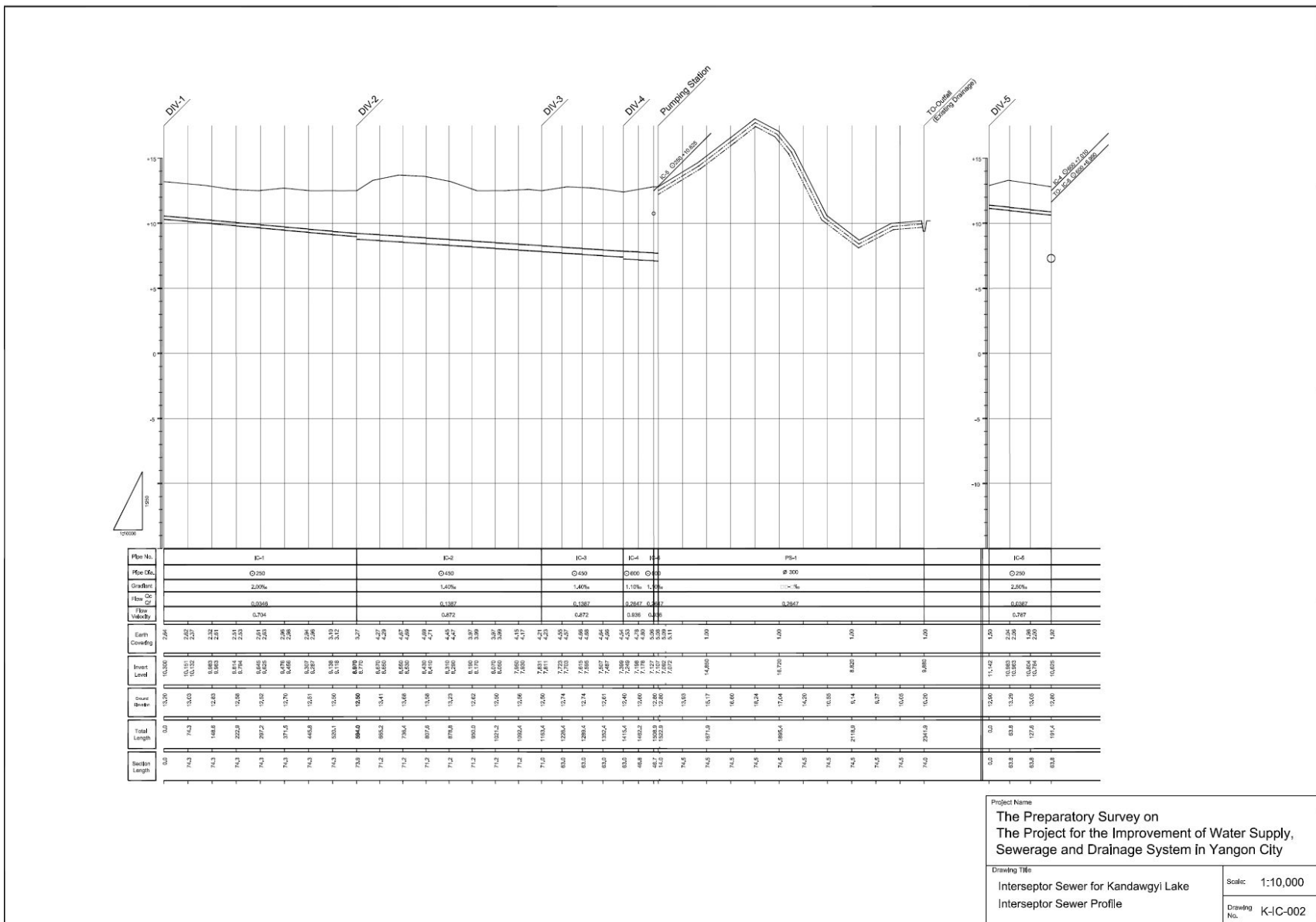
Schematic Diagram of Diversion Chamber



Project Name The Preparatory Survey on The Project for the Improvement of Water Supply, Sewerage and Drainage System in Yangon City	
Drawing Title KAN DAW GYI LAKE INTERSEPTER SEWER General Layout	Scale: As Shown Drawing No.: K-IC-001

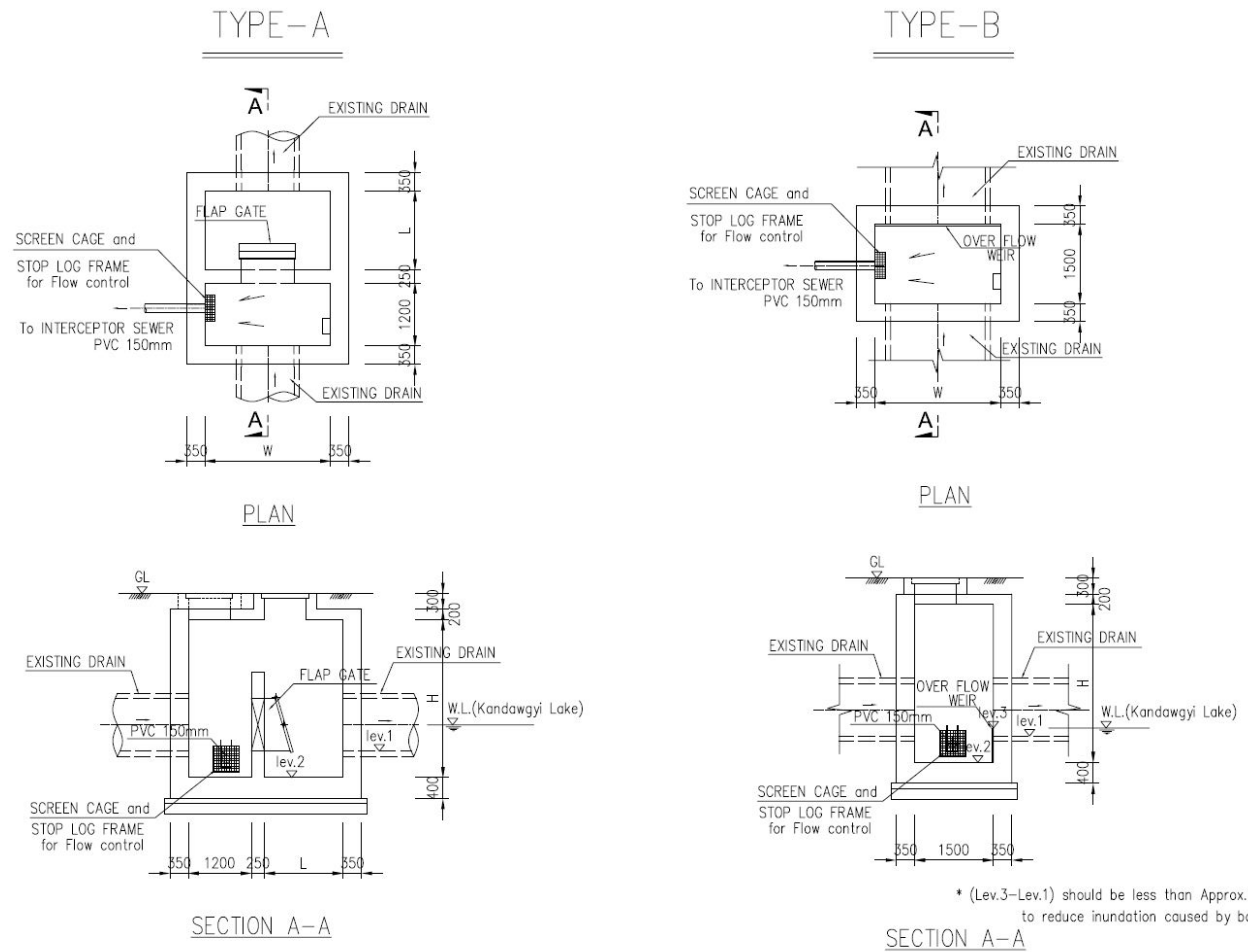
出典：JICA 調査団

図 2.8 遮集管施設 一般図平面図



出典：JICA 調査団

図 2.9 遮集管 縦断面図



\* (Lev.3-Lev.1) should be less than Approx.15% of Existing Drain Height to reduce inundation caused by back water in upstream areas.

Nos.	TYPE	EXISTING DRAIN (mm)	DIMENSION (mm)			LEVEL (m)				REMARKS
			L	W	H	G.L.	lev.1	lev.2	lev.3	
DIV-1	A	○ 1650	1500	2200	1700	12.50	10.80	10.30	-	W.L. (Kandawgyi Lake) 11.4m*
DIV-2	B	□ 1200×1200	-	1700	1600	12.00	10.50	9.90	10.75	
DIV-3	B	□ 2000×1200	-	2500	1500	12.00	10.50	10.00	10.75	
DIV-4	B	□ 2000×1000	-	2500	1300	12.00	10.70	10.20	10.75	
DIV-5	B	□ 1000×500	-	1500	1200	12.00	10.80	10.30	-	

\* W.L. of Kandawgyi Lake is depend on the sediments condition in front of outlet. It should be reconfirm during detail design stage.

Project Name  
**The Preparatory Survey on  
The Project for the Improvement of Water Supply,  
Sewerage and Drainage System in Yangon City**

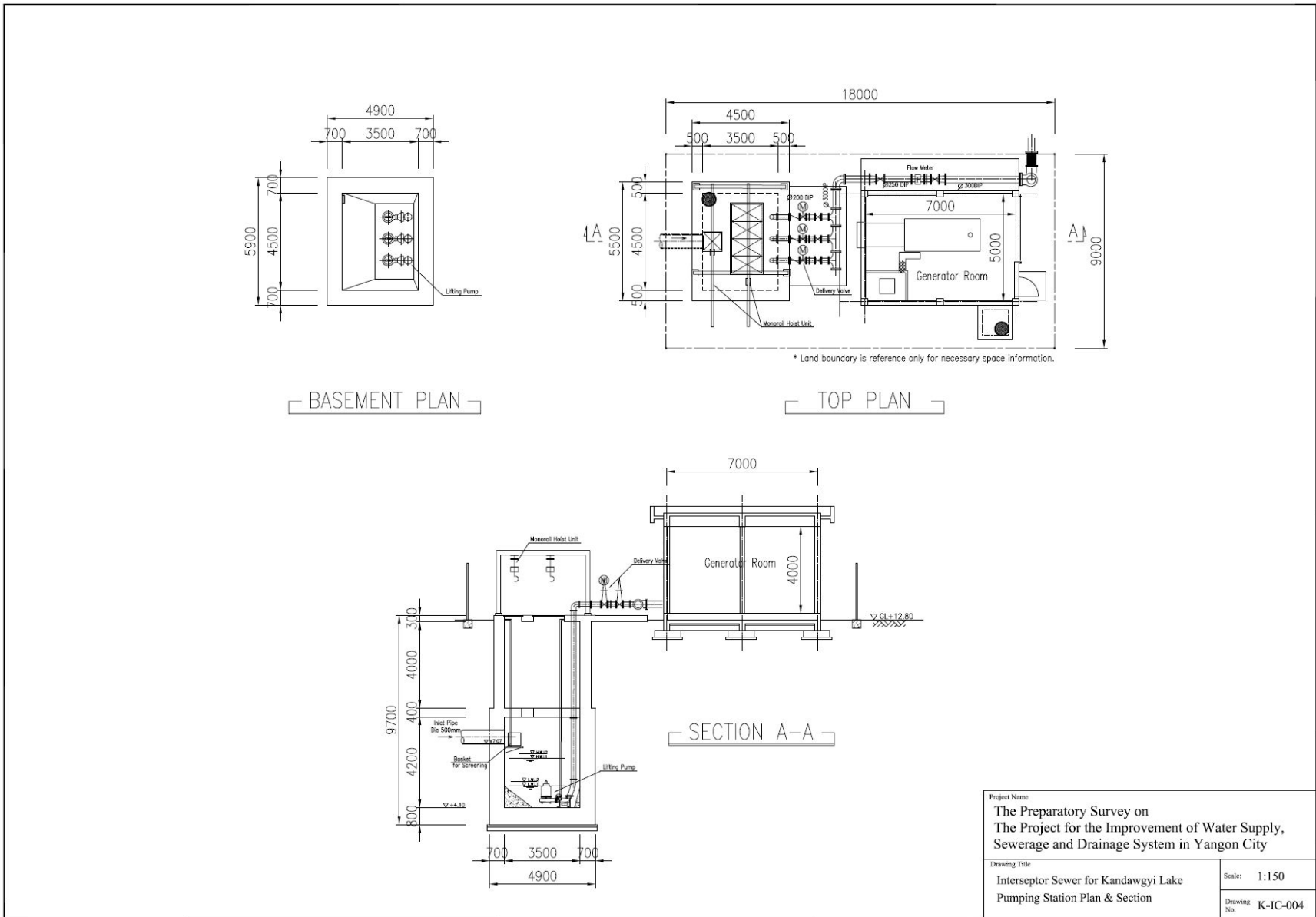
Drawing Title  
**Sewerage Facility planning for Feasibility Study  
Typical Diversion Chamber Plan & Section**

Scale: 1:80

Drawing No. K-IC-003

出典：JICA 調査団

図 2.10 雨水吐き室 標準構造図



Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for the Improvement of Water Supply, Sewerage and Drainage System in Yangon City	
Drawing Title	Scale: 1:150
Interceptor Sewer for Kandawgyi Lake Pumping Station Plan & Section	Drawing No. K-IC-004

出典：JICA 調査団

図 2.11 ポンプ場 平面図・断面図

### (3) ポンプ場機械設備

#### ポンプ形式

維持管理、操作性及び建設費、維持管理費を考慮し、下記理由から、無閉塞型水中ポンプを適用し、ポンプピットは常用ポンプ2台、予備1台の計3台にて計画する。

- 処理水量が多い割に、コンパクトで経済的である
- 非常時、最悪で2台故障しても、1台で時間最大量の50%の下水を排水できる。

しかしながら、適正な維持管理は必要である。

主要機器リストを以下に示す。

表 2.10 ポンプ形式

項目	仕様	台数
排水ポンプ	無閉塞水中ポンプ 3.4 m <sup>3</sup> /分×37 kW	3 (内1台予備)

出典：JICA 調査団

#### 流入口にカゴの設置

水中ポンプを流入排水中の夾雑物等から保護するために、2カ所の流入管の出口に簡易なカゴを設置する。

### (4) 電気設備

負荷容量から予定地（レストラン White Rice 北側）の近傍の既設 6.6kV 架空送電線からの受電となる。この 6.6kV 送電線は日本大使館を含む重要施設への給電ラインとなっており、供电制限の対象から外されていると YESB は説明している。

## 2.4.3 施工計画

遮集管施設建設に係る概略施工計画は以下の通り。

#### (1) 工事内容

- 遮集管布設： 口径 250mm (L=785.4m)、口径 450mm (L=821.4m)、口径 600mm (L=107.5m)  
 放流管布設： 口径 300mm L=819.0m  
 雨水吐き室築造： 5箇所  
 ポンプ場施設： 1箇所

#### (2) 施工方針及び手順

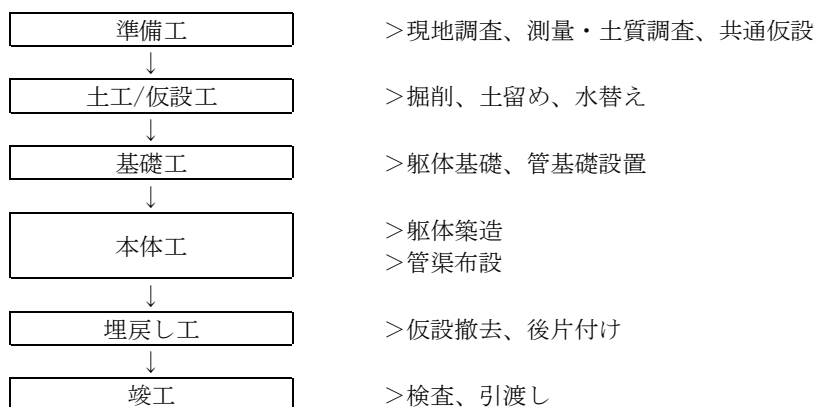
遮集管施設の施工は、ポンプ場施設を除き公道上の作業となることから、常に安全に留意して現場管理を行い、工事事故及び公衆災害の防止に配慮して施工する必要がある。

また、雨水吐き室の築造においては、既存排水路の改造となることから、乾期の工事実施を前

提とした工程管理に留意が必要である。

雨水ポンプ場施設建設予定地を含め、施工用地は既に整地された土地であるため、土地造成工事、工事用仮設道路等の準備は不要であり、工事開始後、直ちに本体施設の建設に着手することが可能である。

遮集管施設（構造物築造、管布設）の概略施工手順を下図に示す。



出典：JICA 調査団

図 2.12 遮集管施設 概略施工手順

### (3) 工程計画

遮集管施設の概略施工工程を下図に示す。工事開始年度は、詳細設計、工事入札実施等の準備段階を 2013 年および 2014 年とし、2014 年の工事開始を想定した。

工事内容	2014 (想定)			2015			備考
1. 準備工		■					
2. 遮集管布設工事		■	■				
3. 放流管布設工事			■				
4. 雨水吐き室築造工事			■	■			雨期 5～10 月を除く
5. ポンプ場施設建設工事			■	■			機械・電気工事含む
6. 検査・試運転					■		
7. 供用開始						●●●●●●●●	

出典：JICA 調査団

図 2.13 遮集管施設 概略工程

#### 2.4.4 施設運転・維持管理計画

遮集管施設の供用開始後は、雨水吐き室を含む管路施設の、1) 保守・点検、2) 清掃・浚渫、3) 必要に応じた補修・修繕を適正に実施することが重要である。

またポンプ場施設に関しては、これらの作業に加え、ポンプ設備等の、運転管理、保守及び定期点検も必要となる。

日常の維持管理で必要となる、各施設の保守・点検作業を下記に整理する。



### (1) 管渠施設

遮集管施設をシステムとして適正に機能させるために管渠の保守・点検は重要である。保守・点検において留意すべき事項を下記に示す。

マンホール内の目視調査を中心とした点検作業を定期的に行い、異常を発見した場合には、必要に応じて、管渠内清掃や、補修・修繕を速やかに実施することが重要である。

- ✓ 流下の状況および沈殿物の堆積状況
- ✓ 地表面の沈下の有無：地盤の不等沈下による舗装のひび割れ等
- ✓ 損傷の状況：破損、クラック、木の根の侵入
- ✓ 地下水の浸入状況、
- ✓ 雨水排水施設からの污水管への誤接続
- ✓ 悪質地下水の流入、有害ガス等の有無

### (2) 雨水吐き室

雨水吐き室は、遮集管施設全体の機能を担う重要な施設であり、雨水吐き室の異常がカンドー湖の水質汚濁対策に大きな影響を及ぼす。

降雨時に正常に機能するように、流下の状況及び施設の状況について点検・保守をすることが重要である。

雨水吐き室の点検項目を下表に示す。土砂、ごみの堆積等により、雨水吐き室の本来の機能が損なわれている時には、速やかに対応する必要がある。

また、ヤンゴンでは、雨期と乾期の降雨量が大きく異なるため、室内の水位も季節ごとに様相が変わる。雨期において、室内水位が上昇した場合には、雨水を含む計画汚水量の数倍の水量を遮集管に流入してしまうため、角落し（流量調整プレート）により遮集量を抑制するなど、季節、天候等、状況に応じた柔軟な施設運用が求められる。

表 2.11 雨水吐き室の点検項目

点検項目	点検内容
流下の状況	① 遮集管きよの水位の確認 ② 晴天時における放流管渠への下水流出の有無 ③ 越流せき天端と放流先水面の水位差の確認 ④ スクリーンのごみ、浮遊きょう雑物の付着の有無
施設の状況	① 越流せき、ゲート、角落し等の損傷の有無 ② ゲート、角落し等の動作不良の有無

出典：下水道維持管理指針（日本下水道協会）

### (3) ポンプ場施設

ポンプ場施設は、遮集管施設の根幹的施設であり、ポンプ場施設の異常はシステム全体の機能停止につながる。

運転管理においては、ポンプの設置目的、特性、構造、制御方法等を十分に理解し、常に適正

な運転を維持するとともに、施設点検・整備の徹底により、異常を早期に発見することが重要である。異常を放置したまま運転を続ければ、ポンプ設備の故障及び効率低下、運転費用の増大を招き、最終的にはポンプ場施設の機能停止につながる。

ポンプ場施設における、主要な点検・整備項目を下表に示す。

異常を早期に発見し、ポンプ場施設の機能を保持するため、各設備の点検・整備を適正に実施することが重要である。

表 2.12 ポンプ場施設 点検・整備項目

項目	点検及び整備内容
(1) 通常点検	スクリーンかす、ポンプ設備の状態、ピット内の油脂、スカム、堆積土砂の状態等を目視点検、記録する。また、状況により、スクリーンかすの除去、高圧洗浄、水位計の清掃を実施する。
(2) 定期点検	ポンプの引上げ等を行い設備の状態を正確に確認し、機器の性能を維持することを目的に、1年に1回程度、潤滑油交換、水位計の校正、その他の整備点検を実施する。
(3) オーバーホール	ポンプの性能維持のため、定期的、計画的にオーバーホールを実施する。また、更新との経済性も十分検討する。運転時間、経年劣化を考慮し、3～5年を目安に実施する。
(4) 清掃	ピット内の油脂分、スカム及び堆積土砂の除去のため、計画的に高圧洗浄、汚物吸引清掃を実施する。 1年に1回程度

出典：下水道維持管理指針（日本下水道協会）に一部加筆

## 2.5 底泥の浚渫

### 2.5.1 前提条件

#### (1) 汚泥量

カンドー湖に堆積している汚泥の推定量は、以下のとおりである。

$$\text{カンドー湖表面積} : 647,497\text{m}^2 \times \text{推定底泥厚さ} : 50\text{cm} = 323,749\text{m}^3$$

#### (2) 汚泥処理

浚渫汚泥は、脱水・乾燥後に、適切な方法により廃棄する。汚泥の脱水・乾燥方法について、以下に比較評価を行う。

表 2.13 浚渫汚泥の脱水・乾燥方法の比較評価

汚泥処理方法	評価
天日乾燥	○ - 広い用地が必要 - 機材の調達および電力などのエネルギー投入が不要 - 特別な技術を必要としないため、作業員に対するトレーニングは不要 - 安価に実施できる
機械脱水	× - 脱水機の調達と設置工事が必要 - 脱水機の運転のための電力が必要 - 脱水機の運転要員に対するトレーニングが必要
機械乾燥	× - 脱水機および乾燥機の調達と設置工事が必要 - 脱水機および乾燥機の運転のための電力が必要 - 脱水機および乾燥機の運転要員に対するトレーニングが必要

出典：JICA 調査団

天日乾燥は雨季には効率が低下する可能性が高いため、乾季のみ実施可能である。そのため、浚渫作業も乾季のみ実施可能という制約がある。しかし、天日乾燥は、脱水機および乾燥機の調達が不要であり、初期投資を低く抑えることが可能である。また、作業員に対するトレーニングも不要であるため、天日乾燥床サイトを建設後、直ちに作業を開始することができる。そこで、本事業においては、天日乾燥による汚泥の脱水・乾燥を行うこととする。

## 2.5.2 YCDC 所有の浚渫装置による浚渫作業

YCDC 所有の浚渫装置を用いる場合、推定される費用および工期は、以下のとおりである。

### (1) 浚渫装置の能力

YCDC が保有している浚渫装置の能力は、以下のとおりである。

浚渫ポンプ能力

容量：140-170m<sup>3</sup>/時間

揚程：20-28m

### (2) 必要とされる作業期間

YCDC の浚渫装置を用い、最小限の規模の天日乾燥施設を用いた場合の、必要とされる作業期間は、以下のように推定される。

### 発生する汚泥量

ポンプ容量：140m<sup>3</sup>/時間

作業時間：6 時間/日

したがって、発生する汚泥量は、以下のとおりである。

ポンプ容量：140m<sup>3</sup>/時間×作業時間：6時間/日＝840m<sup>3</sup>/日

ここで、汚泥の含水率98%とすると、汚泥中の固形物量は、以下のとおりとなる。

$$840\text{m}^3/\text{日} \times (100\% - 98\%) = 16.8\text{m}^3/\text{日}$$

#### 必要となる天日乾燥床面積

1日の浚渫作業で発生する汚泥を処理するための必要面積は、以下のとおりである。

1日に発生する汚泥量：840m<sup>3</sup>/日

この汚泥を、深さ0.6mの天日乾燥床で処理する。必要な乾燥床面積は1,400m<sup>2</sup>（約37m×37m）となる。

次に、汚泥の天日脱水・乾燥に必要な日数を14日と仮定すると、1,400m<sup>2</sup>の乾燥床を15床設置することにより、1ヶ月で浚渫→乾燥→乾燥汚泥搬出のサイクルを連続して実施することができる。15床の天日乾燥床を備えた、汚泥脱水・乾燥サイトの配置は、以下のとおりである。154m×160mの敷地に15床の天日乾燥床を設置し、1サイクルで処理できる汚泥量は12,600m<sup>3</sup>（水分含む）である。

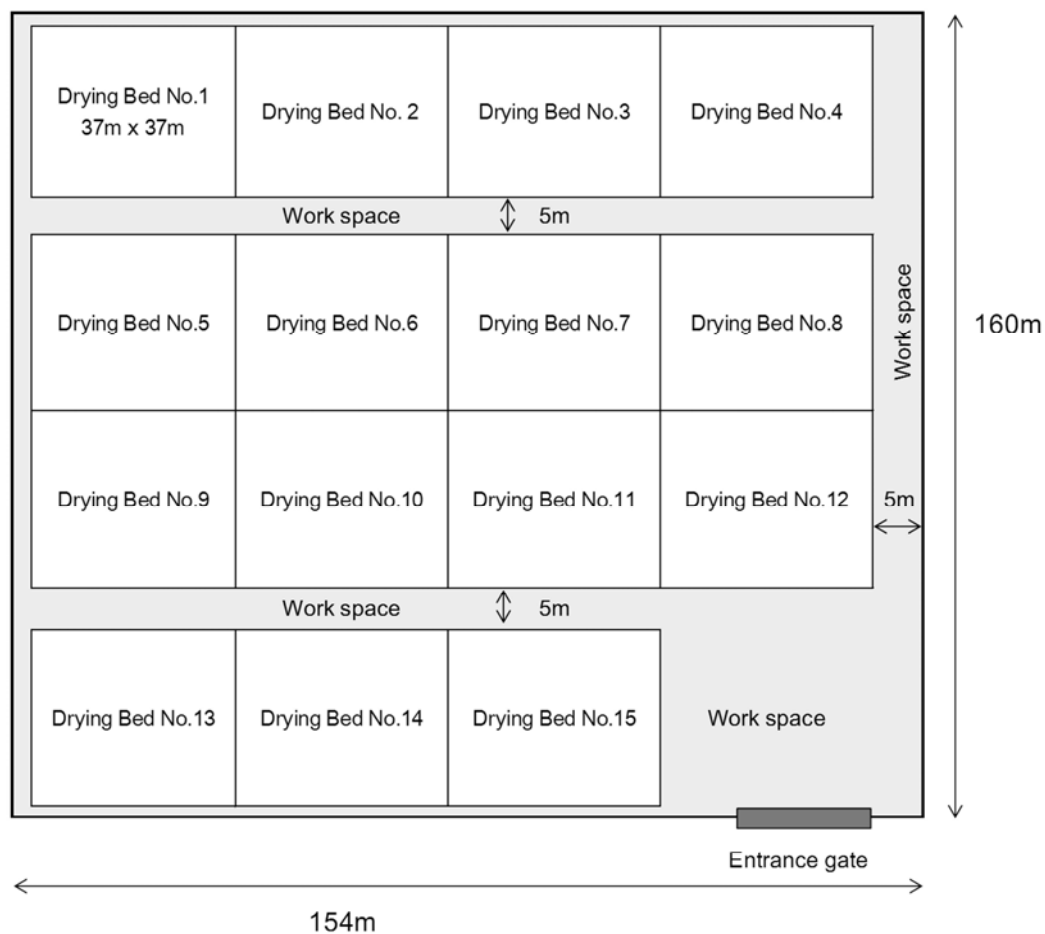
カンドー湖の汚泥量は、323,749m<sup>3</sup>と推定される。したがって、カンドー湖の汚泥を全て処理するためには、汚泥の天日乾燥処理を26サイクル実施する必要がある。

ここで、11月～5月の6ヶ月間（乾季）のみ作業を行うとすると、カンドー湖の汚泥処理を完了させるには、5回の乾季（5年）を要すると推定できる。

### 推定費用

この浚渫作業を行うための推定費用は、以下のとおりである。

- 浚渫装置の運転費用(燃料費のみ) : 84,797 USD
- 天日乾燥ろ床サイト建設費用 : 5,996,000 USD



出典：JICA 調査団

図 2.14 天日脱水・乾燥処理サイトの配置図 (案)



## 2.6 概算事業費と実施計画

### 2.6.1 概算事業費の算定条件

- 本事業は、整備の緊急度及びその規模から円借款事業を想定せず、「ミ」国予算等による実施を想定する。
- プロジェクト費用の構成は、建設工事費、コンサルティング費用、予備費関連とする。
- プロジェクト費用は、内貨部分 (L.C.) と外貨部分 (F.C.) に分けて算出する。
- コンサルティング費用は、建設工事費に対して 7.0% とする。
- 物理的予備費は、建設工事費及びコンサルティング費用の合計に対して 10.0% とする。
- 積算時点は 2013 年 6 月とし、交換レートは 1Kyat=0.1 円、1USD=101.1 円および 1USD=885Kyat とする。

### 2.6.2 建設費の算定条件

- 土木・建築資材、労務費および建設機械は国内での調達が可能のため、現地調達を基本とする。
- 機械・電気設備は、EU 諸国等の第三国調達を含む海外調達を基本とする。調達先は、品質性能、経済性および維持管理性等に配慮して調達する。
- 現地施工業者は、土木工事の経験・能力は十分であるが、上下水道に特化した事業の経験・能力が十分ではない。しかし、施工実施体制には日本人技術者及び外国人技術者を配置するため、施工実施については現地業者で実施する。
- 推進工事およびシールド工事については、現地施工業者が施工の経験・能力を有していないため、近隣国であるタイ国の施工業者より見積を徴取し、その金額を採用する。
- 各戸接続管については YCDC の積算部署による積算結果を用いて工事費の算定を行う。
- 自然条件（地勢・地質条件、気象条件）及び法規・慣習に考慮した施工計画とする。

### 2.6.3 概算事業費

非公開情報

表 2.14 概算事業費（遮集管施設）

非公開情報	
-------	--

#### 2.6.4 維持管理費

本遮集施設により建設される計画施設を運転・維持管理するために必要な運転・維持管理費を下表に示す。運転・維持管理費は、人件費、電力費、保守管理費及び遮集管清掃費で構成される。年間の維持管理費は 17.6 千 USD/年（180 万円/年）となる。

表 2.15 維持管理費（遮集管施設）

項目	金額（千 USD/年）
人件費	1.1
電力費	11.6
保守管理費	4.3
遮集管清掃費	0.3
その他	0.3
合計	17.6

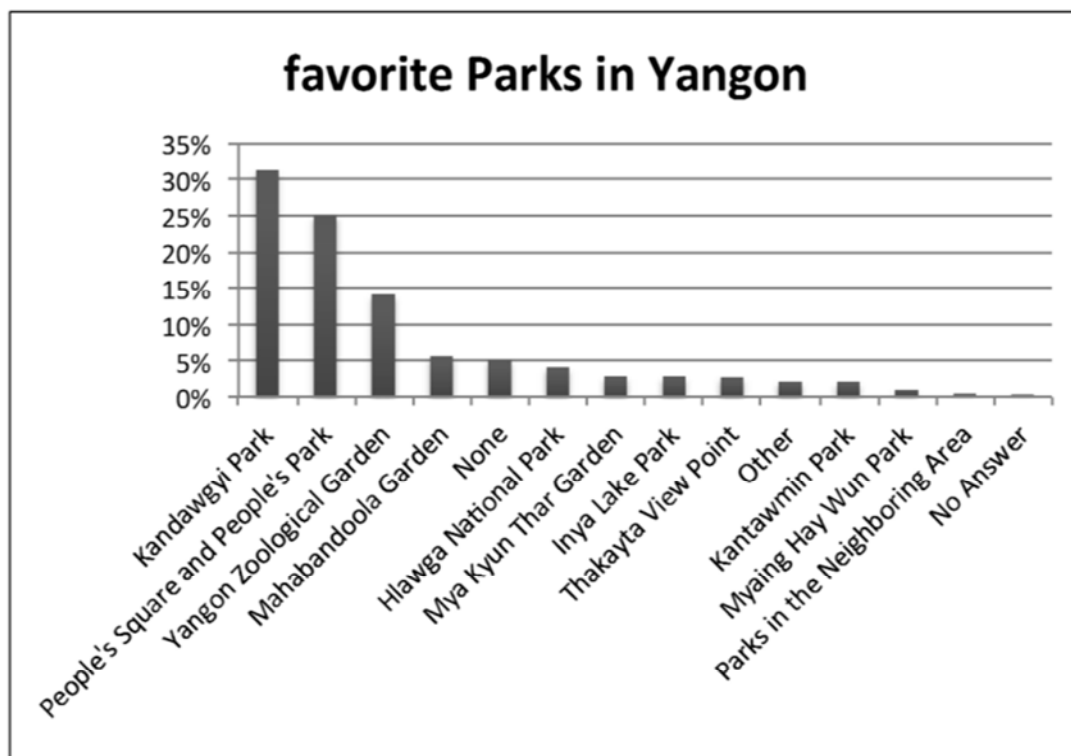
出典：JICA 調査団

#### 2.6.5 事業のスケジュール

建設工事実施スケジュールは、各工程に必要な期間を積上げて表 2.16 となる。プロジェクトの実施工程は全工程で 14 ヶ月と想定される。





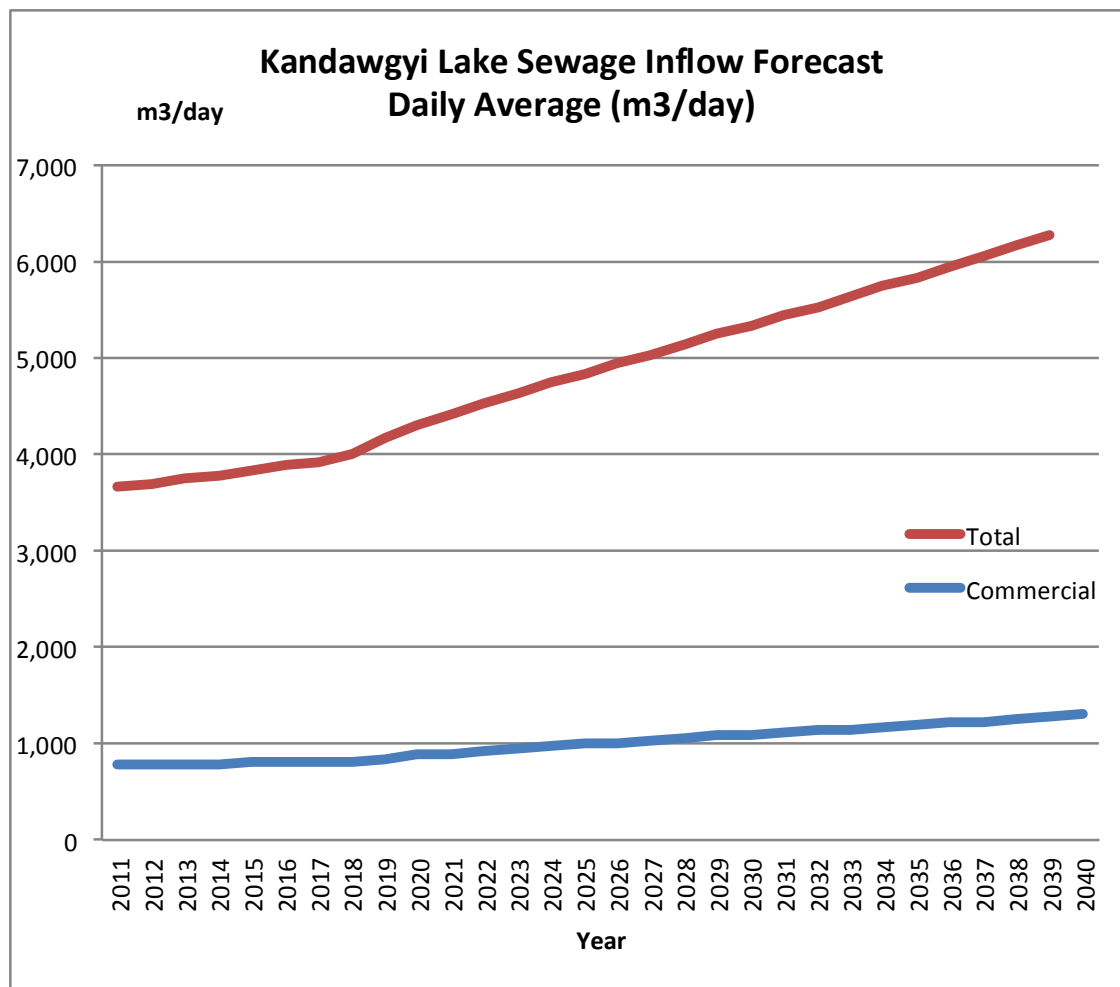


出典：2012年 JICA 世帯訪問調査

図 2.16 ヤンゴン市内の好きな公園

## (2) 下水発生量

カンドージ湖に流入するその北側からの地区には Bahan と Tarmwe のタウンシップが存在する。この2つのタウンシップからのトイレ以外の下水が流れ込んでいる。主な下水は家庭の炊事、洗濯、シャワーの水と、レストランの調理である。マスタープランの下水需要予測をベースにカンドージ湖に流れ込む流域面積は Bahan 内の 69ha (Bahan 総面積の 8%) , Tarmwe 内の 17.8ha (Tarmwe 総面積の 4%) で合計は 86.8ha である。下水発生量はそれぞれのタウンシップの上水需要予測をベースとした毎年の下水発生予測量は次のグラフの通りである。



出典：JICA 調査団

図 2.17 カンドーシ湖への流入下水予測量

商業分類の水需要は Bahan で全体の 28%、Tarmwe は 11%である。

工期によると最も早くプロジェクトが稼働し始めたとして 2015 年となるので、遮水・排水の初年の処理量は 3827m<sup>3</sup>/日となる。

### (3) 投資額

次の表にあるように、建設工事に関わる投資費目は、遮水管、雨水吐け、ポンプ場およびコンサルティングである。投資コストは基本的な直接費用にコンティンジェンシー5%、アドミニストレーション費用 5%、売上税 10%、輸入税 5%を追加して算出する。売上税、輸入税といった国内での資金移転に過ぎない費目は、マクロ経済上は受け取る側と出す側で、プラスマイナスゼロとなるので経済コストとして計上しないものがある。財務分析では事業者の立場の分析であるので税金も全部計上する。一般に経済/財務分析は実質価格ベースで計算するので、プライス/エスカレーションといった名目上の金額の変化はコストに含めない。

表 2.17 投資コストの分類

非公開情報				
-------	--	--	--	--

カンドー湖への下水流入転流工事は、比較的シンプルであるので、2年間で全てが完結する予定になっている。次の表は建設に際しての投資資金支出のスケジュールである。

表 2.18 建設投資スケジュール

Year	Interceptor	Diversion Channel	Pumping Station	Engineering
2014	40%	20%	30%	40%
2015	60%	80%	70%	60%

出典：JICA 調査団

電気機械設備については完成後 15 年毎に投資額の 15%を再投資に必要とすると仮定する。

#### (4) 操業保守費用

カンドー湖遮水管システムを運営するために必要となる操業保守費用をまとめたのが次の表である。

表 2.19 操業保守費用

	Quantity	Unit	Price	Unit	Cost	Unit
Salary	1	common worker	1,116	USD/Year	1,116	USD/Year
Spare Parts	269,000	initial investment	1.60%	percentage	4,304	USD/Year
Electricity	0.12	kWh/m <sup>3</sup>	0.04	USD/kWh	0.0048	USD/m <sup>3</sup>
Pipe Cleaning and Other Costs	1	Set			600	USD/Year

出典：JICA 調査団

## 2.7.2 経済分析

### (1) カンドージ湖の経済効果

次の表はカンドージ湖への一日当たりのタイプ別訪問者数とその支出額の推計である。カンドージ湖のこれらの施設に直接インタビューを行い、平均利用者数と支出額を推計した。カンドージ湖には公園の入場料を払って散策したり、カフェを利用するタイプの訪問者、その他レストラン及びホテル利用客がいる。レストラン及びホテルの利用客は入場料を払わずに施設を利用することができる。こうした利用者の一日当たり支出額はおよそ、37 百万 Kyat、年間では 130 億 Kyat (約 USD15 百万) に達する。これは公園内だけの集計で湖周辺を全て含めるとその経済影響力は非常に大きなものがある。仮に湖水水質の悪化が訪問客の 10% 影響をあたえたとすれば、投資額に匹敵するだけの経済インパクトを持っていることになる。

表 2.20 カンドージ湖の訪問者および経済効果推計

Category	Number of Visitors (No./day)	Unit Expenditure (Kyat)	Value (Kyat/day)	Value (Million Kyat/Year)
Park Visitors	2000	300	600,000	219
(Café Visitors)	(800)	2000	1,600,000	584
Restaurants	1300	5000	6,500,000	2,373
Hotel	200	140000	28,000,000	10,220
Total	3500		36,700,000	13,396

出典：JICA 調査団

### (2) 便益調査

カンドージ湖は上記にあるように様々な利用形態をされている。その湖水の品質改善は大きな経済価値を持つものと推察される。湖水の改善による環境改善は、周辺に立地する商業施設の集客率を高め、商業的収益率を改善する効果があるであろう。しかしながら、カンドージ湖の環境に占める湖水の占める割合がどの程度、かつそれがどの程度の集客率あるいはより高級感を醸成することによるサービス価値の向上につながるかを定量的に推計することは関連するパラメータの不確実さから困難を極めると考えられる。ここでは最も身近な利用者にとっての環境改善便益を直接インタビュー調査することによって便益推計を行うこととする。

インタビュー調査は平成 25 年 6 月 3 日から 7 日までカンドージ湖内の公園、遊歩道で行われた。簡単なインタビューフォーマットに従って、湖水の改善に対する支払い意思額を問う質問調査を行った (Appendix F.1)。

Appendix F に便益インタビュー調査の結果を示す。この調査の結果、訪問者 1 人当たりの湖水水質改善に対する追加支出支払意思額は 296 Kyat, (約 300Kyat) であった (Appendix F.2 参照)。この値を訪問者 1 人当たりの経済便益と設定する。

### (3) 経済分析

2015年の一日当たりの訪問者は現在の推計値 3500 人/日を使用する。但し、2015年の稼働日数は工事のため、約半年になるのでこの値とする。以後は年率2%の伸びを設定する。1人当たりの便益は訪問者のタイプにかかわらず 300Kyat とする。長い時間湖面に面して過ごすホテル客はこれよりもかなり高い支払意思額を持つと考えられるがここでは保守的に最低限の値を採用する。プロジェクト期間は完成後 40 年とする。次の表のようにキャッシュフロー表を作成し、経済投資内部収益率 (EIRR) を算出すると、18%という結果が出た。評価結果から投資効率の大変良いプロジェクトであると判断することができる。

表 2.21 経済分析キャッシュフロー表

非公開情報

### 2.7.3 財務分析

#### 下水料金

下水料金をカンドージ湖に排出する住民全てから徴収できるかは十分な検討を必要とする問題である。実際に下水は転流するだけで、環境負荷を社会全体として軽減する訳ではない。ただ、市民の憩いの場の環境改善という名目はそれなりの説得力を持つことが期待される。排水料金として、流域住民から USD0.02/m<sup>3</sup> を徴収すると想定する。この仮定に基づき財務キャッシュフローを作製したものが次の表 2.22 である。この結果、財務投資内部収益率 (FIRR) は 1.6% となった。この評価結果は民間でこの事業を独立採算で運営するのは難しいが、もしも円借款のような低利の融資が可能で、公的機関が運営するならばこのプロジェクトは事業運営、投資回収が可能であることを示唆している。

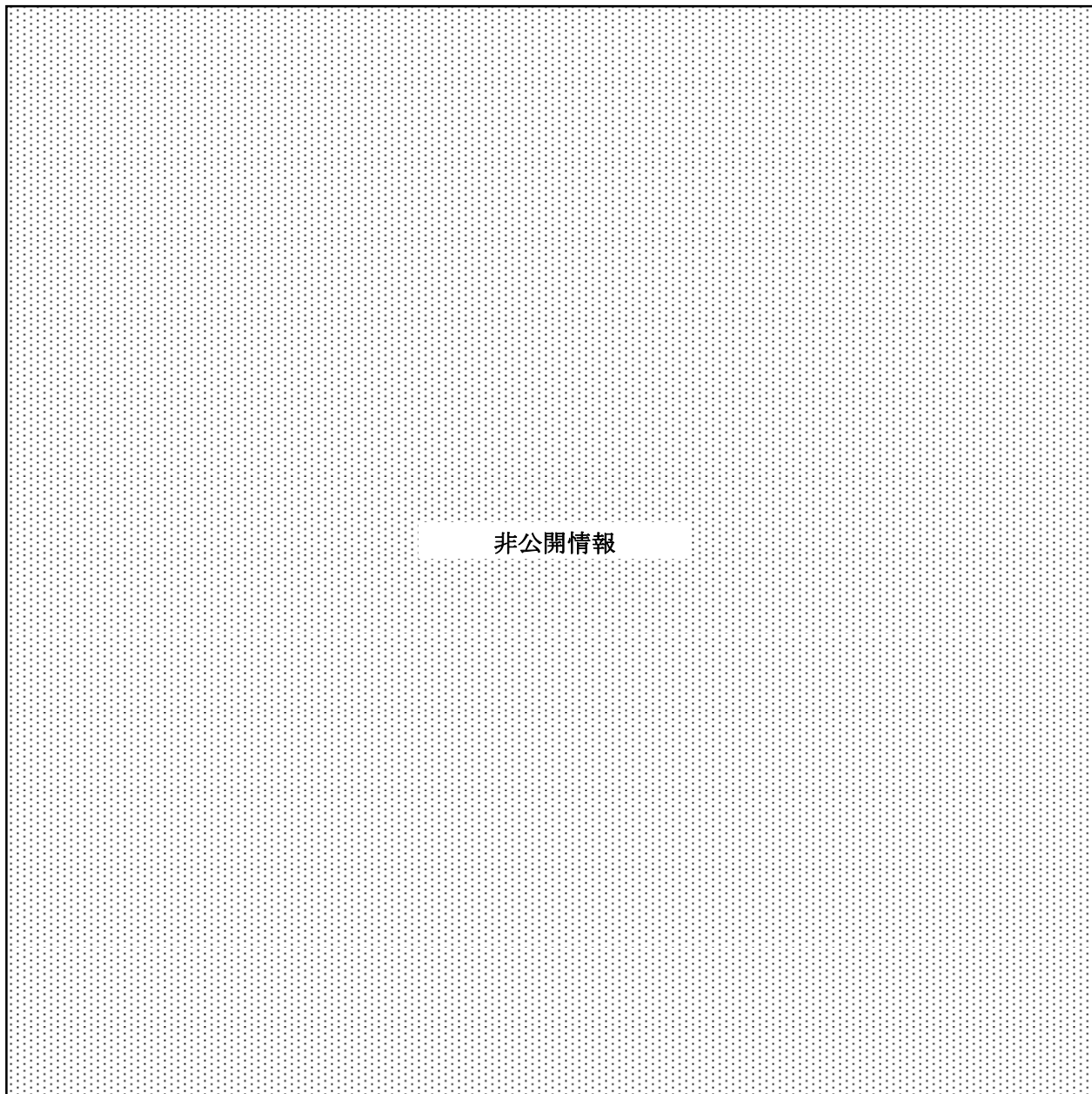
カンドージ湖の下水遮集排水による湖の浄化によって最も便益を得るのは中心地区にあって公園と湖という絶好の環境条件を利用した商業を営む組織である。一番便益を受けている商業組織からのみ料金を徴収し、FIRR の目標設定を 10% として料金を定めると、次の表にあるように、その排水料金を USD 0.57/m<sup>3</sup> に設定する必要があるが、この料金設定はかなり高く、実現可能性は低いと思われる。

表 2.22 カンドー湖湖水水質改善財務キャッシュフロー表

非公開情報	
-------	--



表 2.23 財務キャッシュフロー表（料金設定財務シミュレーション：商業施設からの排水料金徴収でFIRR10%を達成）



非公開情報

## 2.7.4 プロジェクト実施による湖水環境の改善

カンドーシ湖の水質改善プロジェクトとして、以下の2案を検討した。

- 遮集管の設置
- 浚渫

遮集管の設置および浚渫の実施工程は、以下のとおりである。

Item	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Interceptor sewer	Construction .....		Operation —————			
Dredging		—————	—————	—————	—————	—————

出典：JICA 調査団

図 2.18 遮集管設置および浚渫の実施工程

遮集管が設置され、カンドーシ湖への汚濁負荷の流入が減少した後に、浚渫を行い、湖底に蓄積した底泥を除去する。

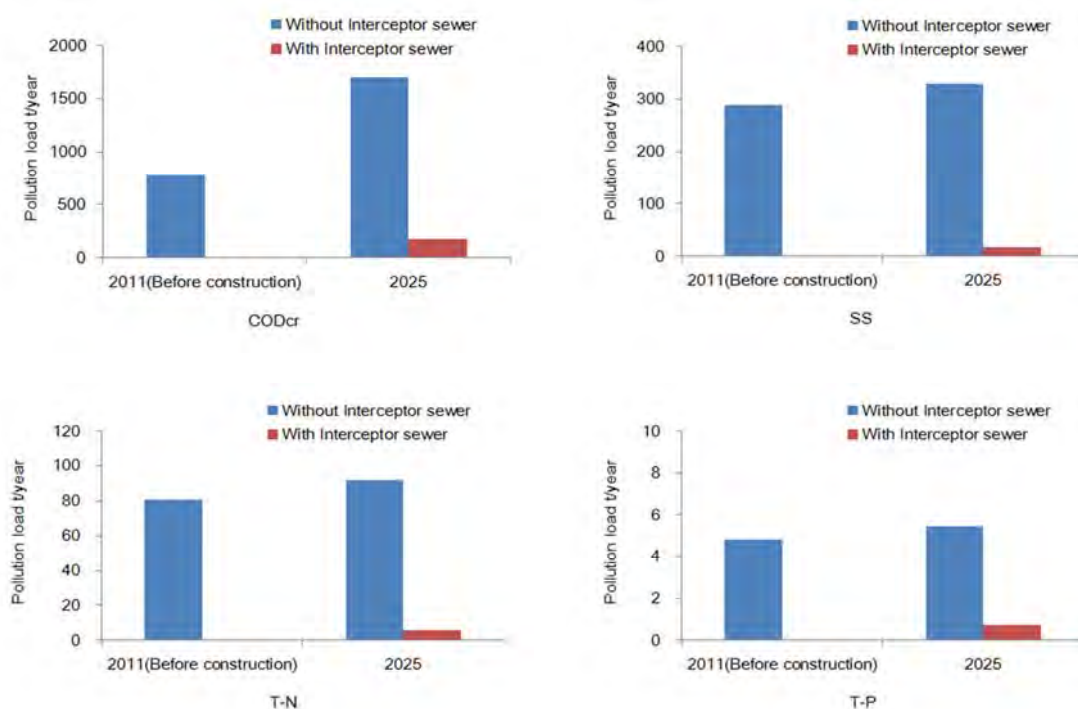
一連の対策が完了する、2019年以降に想定される、水質の変化は以下のとおりである。

### (1) 遮集管

遮集管は、カンドーシ湖北岸の Bahan T/S および Tamwe T/S からの排水、およびレストラン排水を遮集し、カンドーシ湖流域の外に排出するものである。

2025年および2040年までの流入汚濁負荷量の変化は、2.3.1節（図2.3）に示した。

ここでは、2025年における、カンドーシ湖への汚濁負荷の流入について、再度整理する。



出典：JICA 調査団

図 2.19 遮集管の設置による流入汚濁負荷量の変化

遮集管の設置により、カンドージ湖への流入汚濁負荷は、大きく減少する。

特に富栄養化の原因なる栄養塩類（T-N および T-P）の流入汚濁負荷量が減少することから、遮集管の設置は、富栄養化の対策として非常に有効と考えられる。

### (2) 浚渫

浚渫は、遮集管が設置され、汚濁負荷の流入が減少した後に実施する。

浚渫を行うことにより、湖底に堆積した栄養塩類が除去される。したがって、富栄養化の対策がより促進されることが期待される。

### (3) まとめ

カンドージ湖の水環境改善対策として、遮集管の設置および浚渫を実施する。

2つの対策を実施することにより、カンドージ湖への栄養塩類の流入が減少し、さらに湖底に蓄積した栄養塩類が除去される。

すなわち、これらの対策が実施されることにより、カンドージ湖における栄養塩類（T-N および T-P）の濃度が富栄養化水準を下回り、アオコの発生が抑制されることが期待できる。



## 第3章 C1 処理区

### 3.1 C1 処理区の概要

C1 処理区は、Pazundaung、Botahtaung、Kyauktada、Pabedan の4タウンシップで構成される。これらの4タウンシップはいずれも CBD 地区に属し、19 世紀英国によって都市計画に基づき建設された地区である。道路は東西、南北に碁盤の目状に配置され、高層、中層の建物が多く、それらは中央政府、州あるいは YCDC の関連施設、商業施設、住宅として利用されている。中にはコロンニアルスタイルの瀟洒な建造物も含まれ、ヤンゴン随一の繁華街であるとともに歴史的な区域でもある。(写真 3.1～3.6 参照)

C1 処理区のタウンシップ毎の将来人口の推計を表 3.1 に示す。この人口推計は JICA ヤンゴン都市圏調査による推計値である。4タウンシップは 2011 年でも 189 人/ha から 606 人/ha といった高い人口密度となっており、現在人口はほぼ飽和人口に近いと考えられる。したがって、将来人口は Pazundakung タウンシップで僅かに増加すると予測されているが、他の 3 タウンシップでは現在人口と変わらないと推計されている。

表 3.1 C1 処理区、人口および人口密度の推計

Item	Township	Area (ha)	2011	2020	2025	2030	2040
Population (person)	Pabedan	62	37,551	37,551	37,551	37,551	37,551
	Kyauktada	70	34,797	34,797	34,797	34,797	34,797
	Botahtaung	260	49,134	49,134	49,134	49,134	49,134
	Pazundaung	107	53,648	54,353	54,822	55,354	56,647
	C1 Total	499	175,130	175,835	176,304	176,836	178,129
Population Density (person/ha)	Pabedan		606	606	606	606	606
	Kyauktada		497	497	497	497	497
	Botahtaung		189	189	189	189	189
	Pazundaung		501	508	512	517	529
	C1 Total		351	352	353	354	357

出典：JICA ヤンゴン都市圏調査

写真 3.1 Sule Pagoda, Center of the City



写真 3.2 YCDC City Hall



写真 3.3 Sule Pagoda Road, Traders Hotel



写真 3.4 Anawrahta Road



写真 3.5 Merchant Road



写真 3.6 34<sup>th</sup> Street



C1 処理区の 2040 年までの汚水量の推計を表 3.2 に示す。汚水量は日平均ベースで 2011 年の 30,745 m<sup>3</sup>/日が 2040 年には 64,275 m<sup>3</sup>/日（約 2 倍）になる。人口はほとんど増加しない（2040 年で 2011 年の 1.02 倍）が、水道普及率と一人当たりの水消費量の伸びによって、汚水量が増加すると推計される。

表 3.2 C1 処理区、汚水量推計

Item	Township	2011	2020	2025	2030	2040
Daily Average (m <sup>3</sup> /day)	Pabedan	7,082	8,872	9,998	11,062	13,127
	Kyauktada	6,738	8,325	9,370	10,355	12,268
	Bothtaung	9,512	13,390	14,863	16,255	18,958
	Pazundaung	7,413	12,998	14,745	16,447	19,922
	C1 Total	30,745	43,585	48,976	54,119	64,275
Daily Maximum (m <sup>3</sup> /day)	Pabedan	7,729	9,698	10,937	12,107	14,379
	Kyauktada	7,345	9,091	10,240	11,324	13,428
	Bothtaung	10,205	14,471	16,091	17,623	20,596
	Pazundaung	8,050	14,194	16,116	17,988	21,810
	C1 Total	33,330	47,454	53,384	59,041	70,213

出典：JICA 調査団

現在の下水道整備区域は C1 処理区以外にも W1 処理区に属する Latha と Lanmadaw の 2 つのタウンシップが含まれる。これらのタウンシップの汚水は W1 処理区下水道整備が進み、処理場が供用開始するまでは C1 処理場において処理されなければならない。MP の実施計画によると、W1 処理場の供用開始は 2025 年に予定されている。2 つのタウンシップの人口推計を表 3.3 に、汚水量の推計を表 3.4 に示す。汚水量はトイレ排水のみとし、水洗式トイレとして、一人当たり汚水量を 50 l/人・日として算定した。

表 3.3 C1 処理区外からの流入人口推計

	2011	2020	2025	2030	2040
Latha	34,125	34,125	34,125	34,125	34,125
Lanmadaw	43,137	43,137	43,137	43,137	43,137
Total	77,262	77,262	77,262	77,262	77,262

出典：JICA 調査団

表 3.4 C1 処理区外からの流入汚水量

	2011	2020	2025	2030	2040
Daily Average	3,863	3,863	3,863	3,863	3,863
Daily Maximum	4,249	4,249	4,249	4,249	4,249

出典：JICA 調査団

C1 処理区はほとんど中層、高層の建物で占められている。これらの建物の間には BDS が設けられており、トイレ排水と台所等からの雑排水はそれぞれ別の配管によって接続まずに集められる。トイレ排水はまずから下水道管に流出し、エジェクター・ステーションに自然流下で収集され、下水処理場へと送られる。一方、雑排水は BDS 内の雨水排水路へ流出し、CDB 地区内の排水路か

らヤンゴン川へ流入する。4つのタウンシップにおける BDS の例を写真 3.7～3.10 に示す。写真に示すように、一部の BDS 内にはごみが堆積しており、不衛生な環境となっている。

写真 3.7 BDS No. 1, Pabedan TS



写真 3.8 BDS No. 2, Kyaktada TS



写真 3.9 BDS No. 3, Botahtaung TS

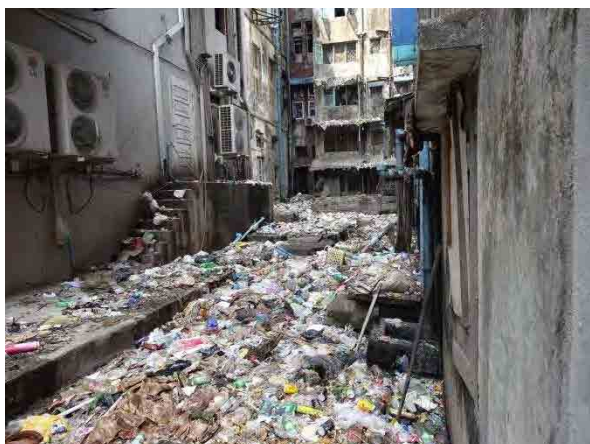


写真 3.10 BDS No. 4, Pazundaung TS





### 3.2 基本条件及び設計方針

C1 処理区下水道施設設計における基本条件及び設計方針は下記の通り。

#### 3.2.1 基本条件

施設設計における基本条件を下表に示す。

表 3.5 C1 処理区施設設計条件

項目	設計条件
(1) 目標年次	2040 年
(2) 処理区面積	499 ha
(3) 収集方式	分流式
(4) 対象人口	178,129 人
(5) 計画汚水量	64,300 m <sup>3</sup> /d (日平均) 70,200 m <sup>3</sup> /d (日最大) 102,900 m <sup>3</sup> /d (時間最大)
(6) 設計水質	BOD <sub>5</sub> 200 mg/L SS 180 mg/L

出典：JICA 調査団

#### 3.2.2 既存下水道施設の取り扱い

既存の収集システム（エジェクターシステム）は、供用開始後 120 年が経過しており、耐用年数を大きく超過している。現在まで、補修、改築を繰り返し運用されてきたが、老朽化が著しく、修理部品調達の困難さも手伝い、システム運用に支障が出始めている。

また、基本的に雑排水を含まない、し尿のみを収集するシステムであり、将来の下水道計画に併せた収集システムとするためには抜本的な改築が必要となる。このため、既存システムは廃止し、新規収集システムを建設する。

既存下水処理場については、2005 年に供用開始されている。施設としては比較的新しく、土木施設に関しては今後も利用が可能である。

既存施設の処理能力を再評価したうえで、不足能力分を増設する方針とし、可能な限り既存施設の有効利用を図る。

#### 3.2.3 腐敗槽汚泥の受入れ

現在、既存処理場では、バキューム車による腐敗槽汚泥を受け入れている。将来的に、腐敗槽汚泥用のし尿処理場が建設されるまでは、当面、腐敗槽汚泥の受け入れを継続することになる。

一方、現在投入されている腐敗槽汚泥は、BOD 濃度で 4,000mg/L 程度と想定される（下記参照）。これは、後述する段階的整備計画の第 1 期建設段階（増設処理場のみによる運転時）においても、

汚濁負荷量換算で1割程度の増加であり、設計流入水質の余裕の範囲であることから、処理機能には大きな影響を与えないと判断できる。

以上のことから、腐敗槽汚泥専用の受入れ施設は建設せず、バキューム車による腐敗槽汚泥の投入は、場内のポンプ場施設に直接投入する。

#### 腐敗槽汚泥濃度の想定

現状における処理場流入量は 2,300 m<sup>3</sup>/日、うち腐敗槽汚泥投入量 150 m<sup>3</sup>/日、処理区域から収集されたし尿との混合流入水質は、BOD 濃度 600 mg/L 程度（水質試験結果より）。  
し尿の BOD 濃度を 400 mg/L 程度（負荷量 13g/人日÷30L）と想定すれば、

腐敗槽汚泥濃度 X は、 $\{(150 \text{ m}^3/\text{日} \times X \text{ mg/L}) + (2,150 \text{ m}^3/\text{日} \times 400\text{mg/L})\} / 2,300 \text{ m}^3/\text{日} = 600\text{mg/L}$   
より、 $X = 4,000\text{mg/L}$  程度となる。

※この BOD 濃度は、腐敗槽汚泥の消化がある程度進行した状態であることを示しており、汚泥性状としても比較的安定していると判断できる。

第1期建設段階（増設処理場のみによる運転時  $Q = 24,800 \text{ m}^3/\text{日}$ ）における流入水質への影響は、  
 $\{(150 \text{ m}^3/\text{日} \times 4,000 \text{ mg/L}) + (24,800 \text{ m}^3/\text{日} \times 200\text{mg/L})\} / 24,800 \text{ m}^3/\text{日} = 224\text{mg/L}$   
⇒計画流入水質 200mg/L に対して、1割程度の増加となる。

### 3.2.4 処理場用地拡張

C1 下水処理場建設予定地を下図に示す。

既存下水処理場用地に隣接する部分を拡張し、合計約 3.9ha の用地を確保する。拡張部分（政府管理地）については、現在、ヤンゴン市長から政府へ取得申請中である。



出典：JICA 調査団

図 3.1 C1 下水処理場用地

### 3.3 管路施設の設計

#### (1) 設計基準

管路施設設計における設計基準を下表に示す。

表 3.6 管路施設 設計基準

項目	採用値	備考
(1) 流下能力算定式	マンニング式 $v = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$ ここに、 V: 流速 (m/s) N: 粗度係数 (-) R: 径深 (m) I: 管勾配(-)	
(2) 管内流速	最小: 0.6 m/s 最大: 3.0 m/s	
(3) 最小管径	150mm	
(4) 最小土被り	最上流部において 1.0m	
(5) マンホール間隔	75m (枝線管渠) 150m 程度 (幹線管渠)	>開削及び小口径推進工法を想定 >中大口径推進工法を想定

出典：JICA 調査団

#### (2) 管路施設設計

##### ➤ 幹線管渠

処理区域内の主要道路である、Anawramta Road、Mahabandoola Road、Merchant Road、Strand Road 及び Lower Pazundaung Road に布設する計画とした。いずれも道路幅は 20m 程度以上あり管布設に支障はない。

幹線管径 500～1500mm。交通量が多い道路であり、推進工法による布設となるため、管種はコンクリート管（推進管）とする。処理区域内は概ね平坦な地形であり、局所的な低地部等もない事から、自然流下による管路計画とし、中継ポンプ場は設置しない。

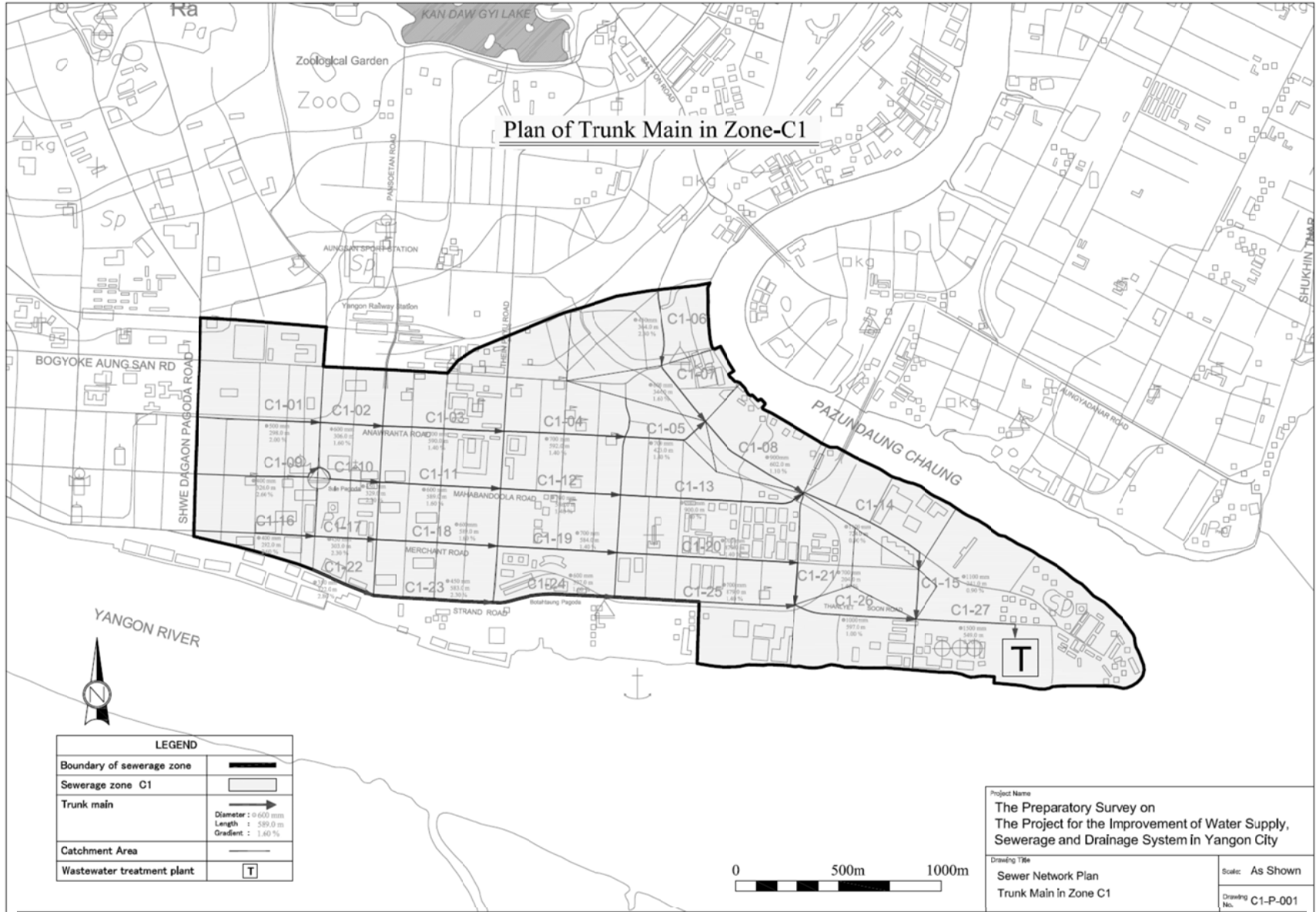
##### ➤ 枝線管渠

C1 処理区は、住居地域の殆どが集合住宅であり、集合住宅の建物背部には、BDS (Back Drainage Space) と呼ばれる空間が確保されている。

各住宅から排出された、し尿及び雑排水は、BDS 内に設置されている既存ピットに収集されており、枝線管渠は、これらの既存ピットから汚水（し尿・雑排水）を取り込み、BDS 内を通過して幹線管渠に接続する計画とした。

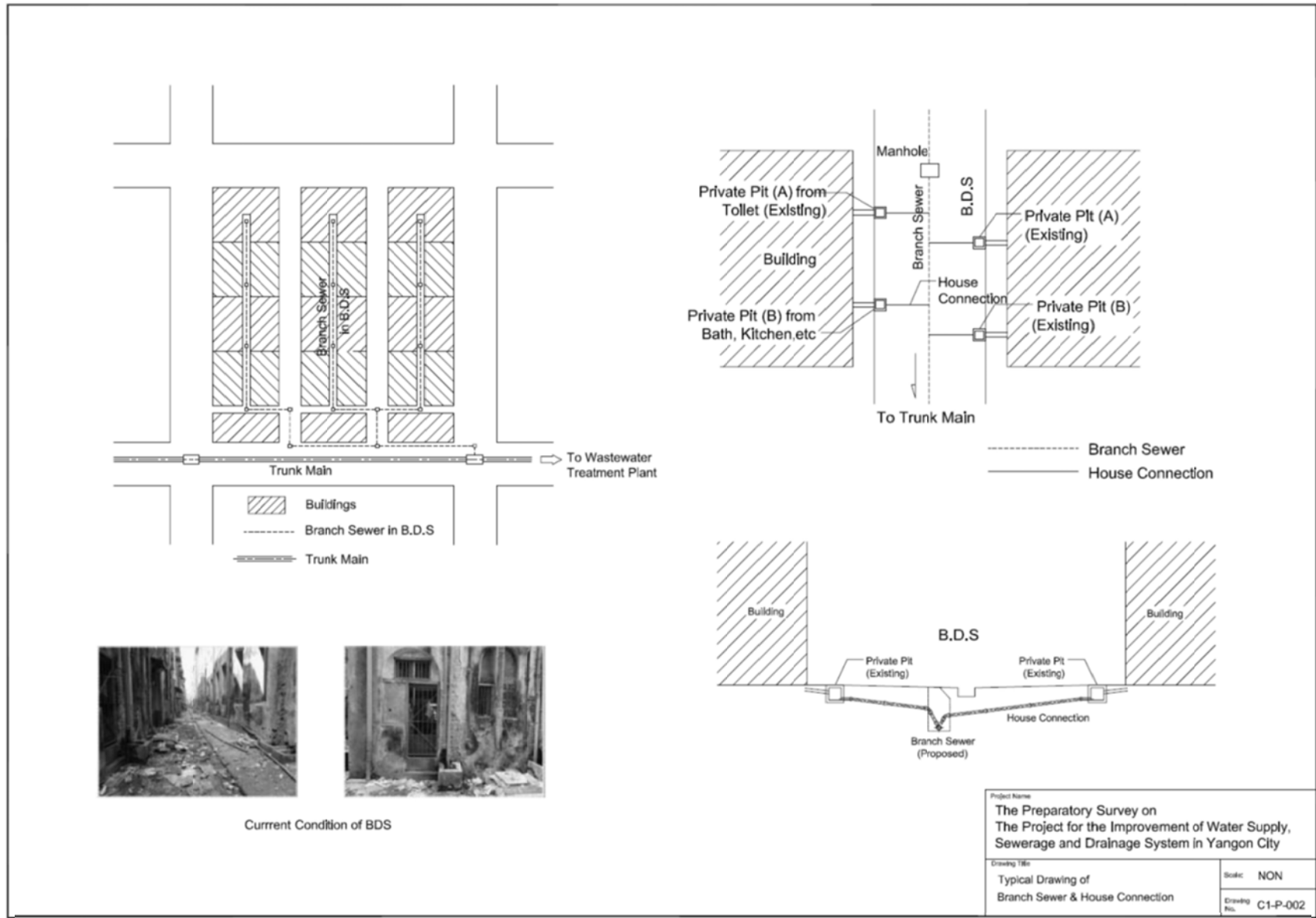
図 3.2～3.8 に C1 処理区幹線管渠一般平面図、枝線/取付け管布設標準図及び幹線管渠縦断面図を示す。

また、添付資料に、幹線管渠の流量計算及び縦断面図を附す。



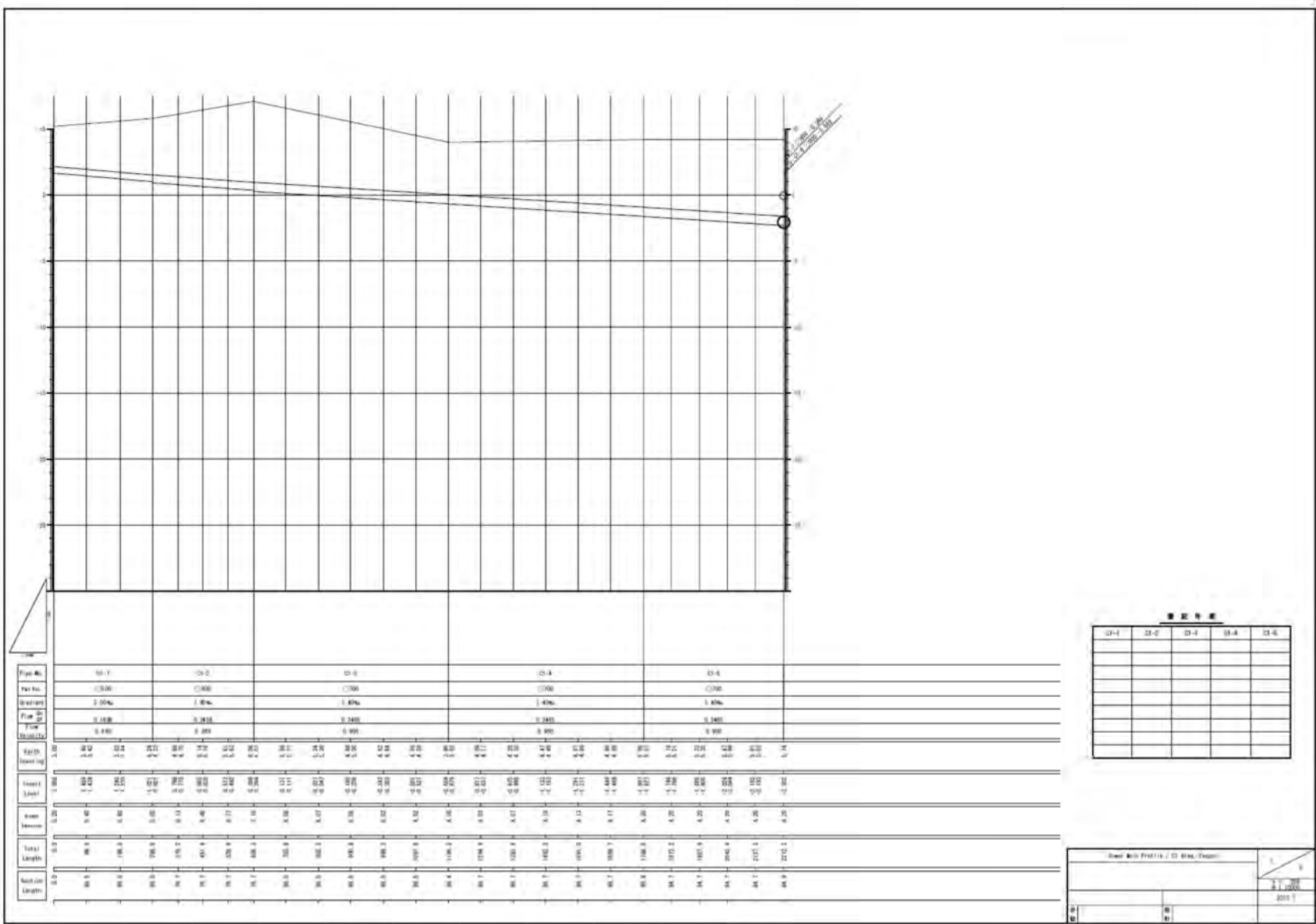
出典：JICA 調査団

图 3.2 C1 处理区幹線管渠 一般図平面図



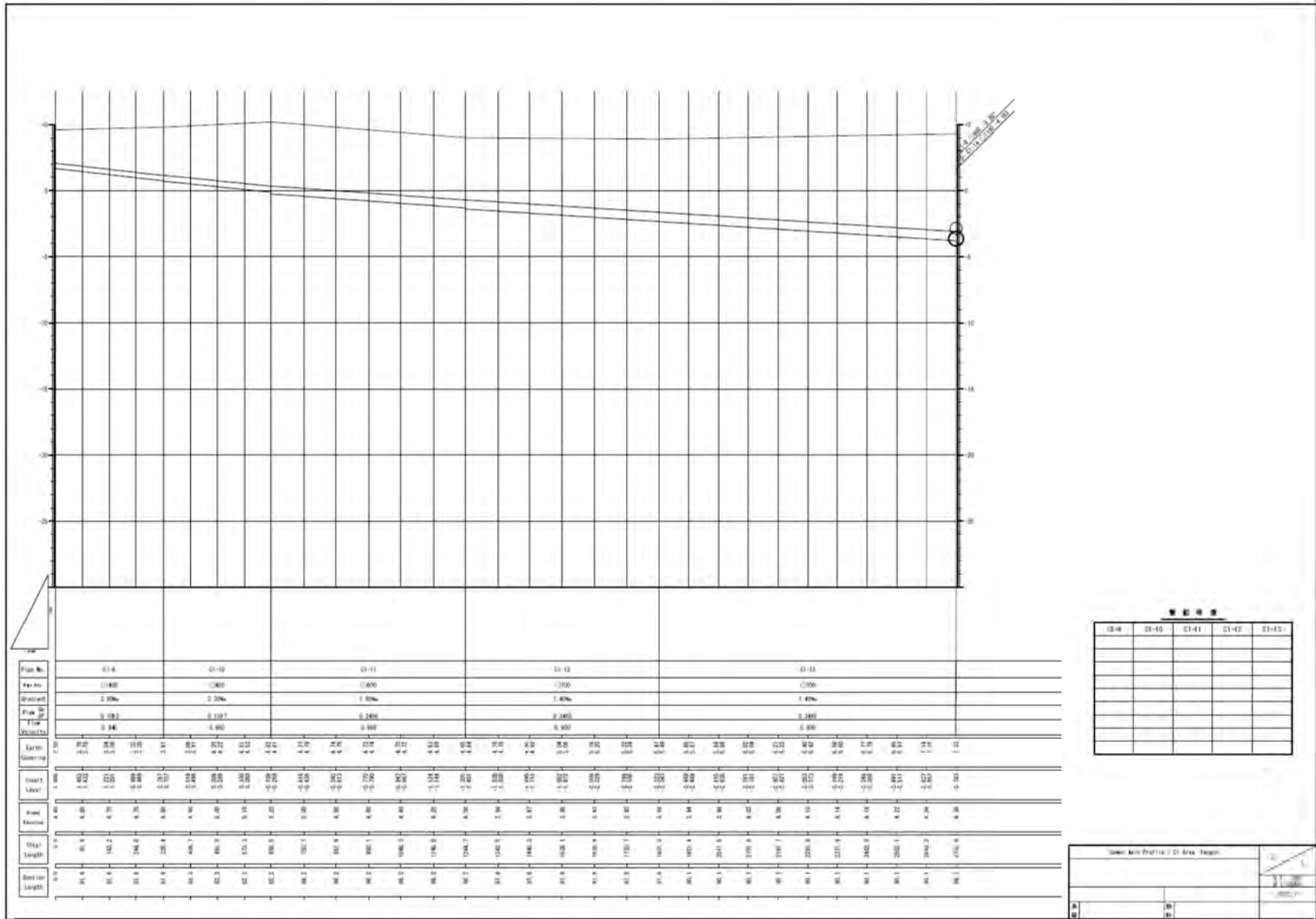
出典：JICA 調査団

図 3.3 C1 処理区 枝線及び取付け管渠 標準図



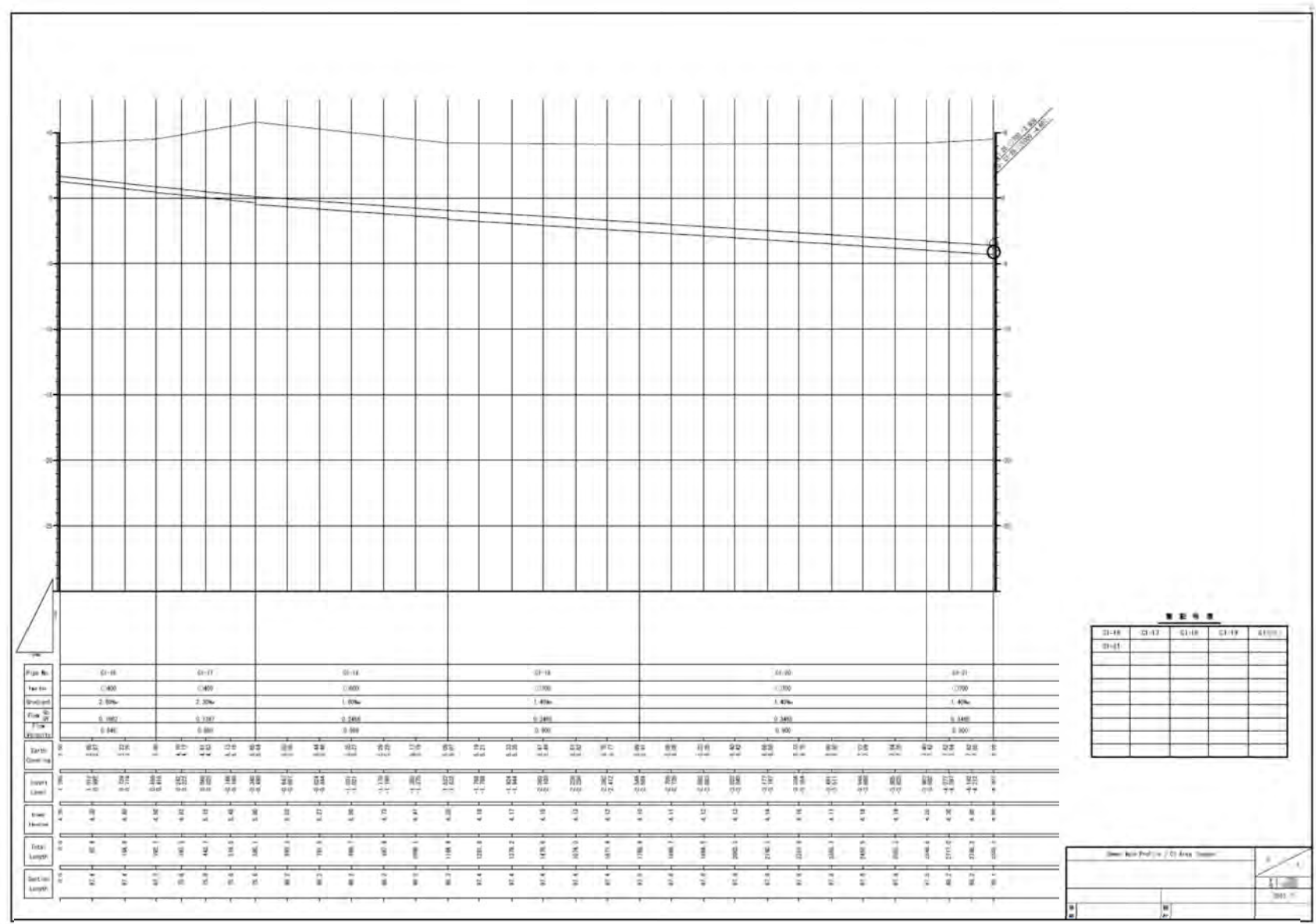
出典：JICA 調査団

図 3.4 C1 処理区 幹線管渠 縦断面図(1/5)



出典：JICA 調査団

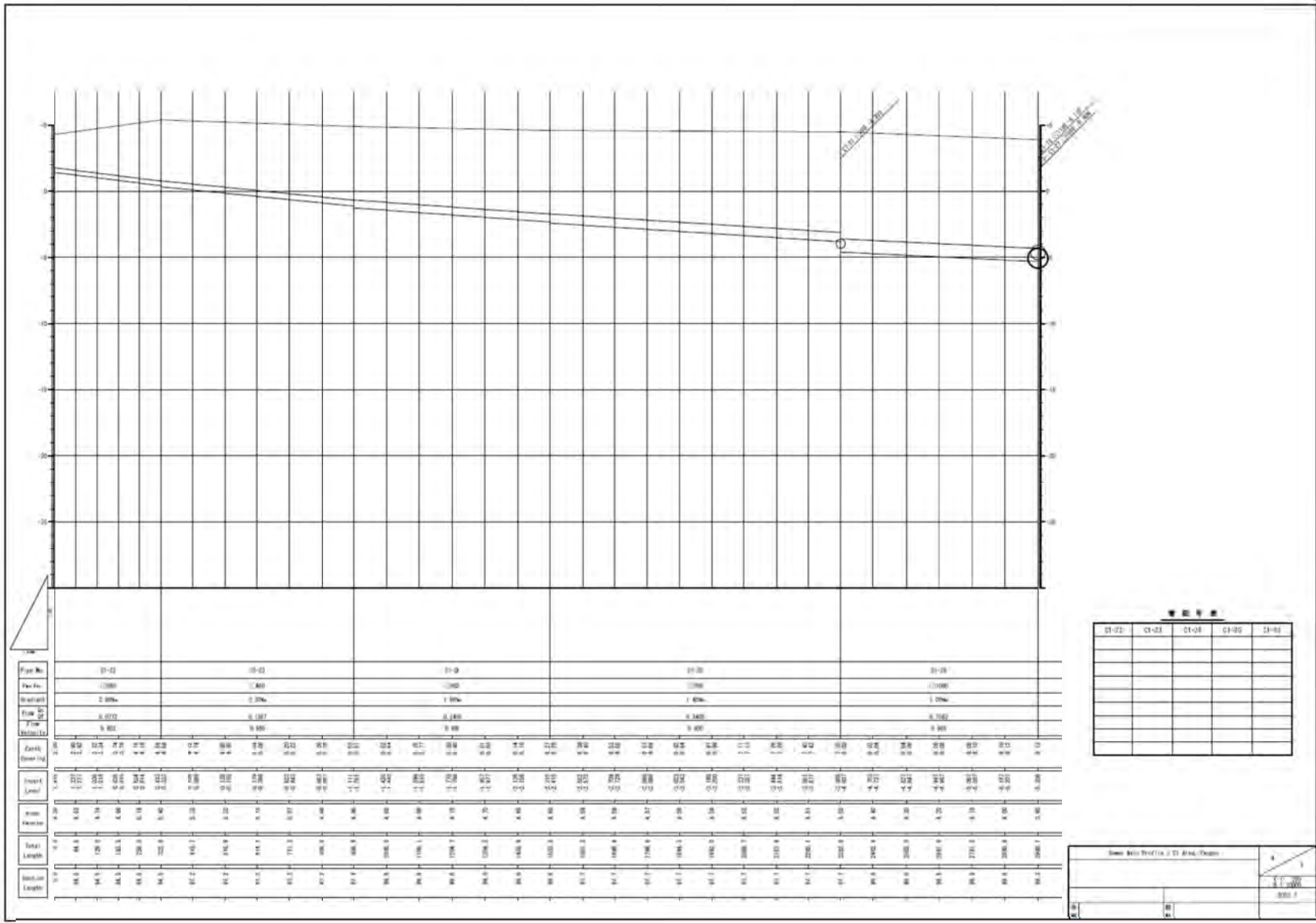
図 3.5 C1 処理区 幹線管渠 縦断面図(2/5)



出典：JICA 調査団

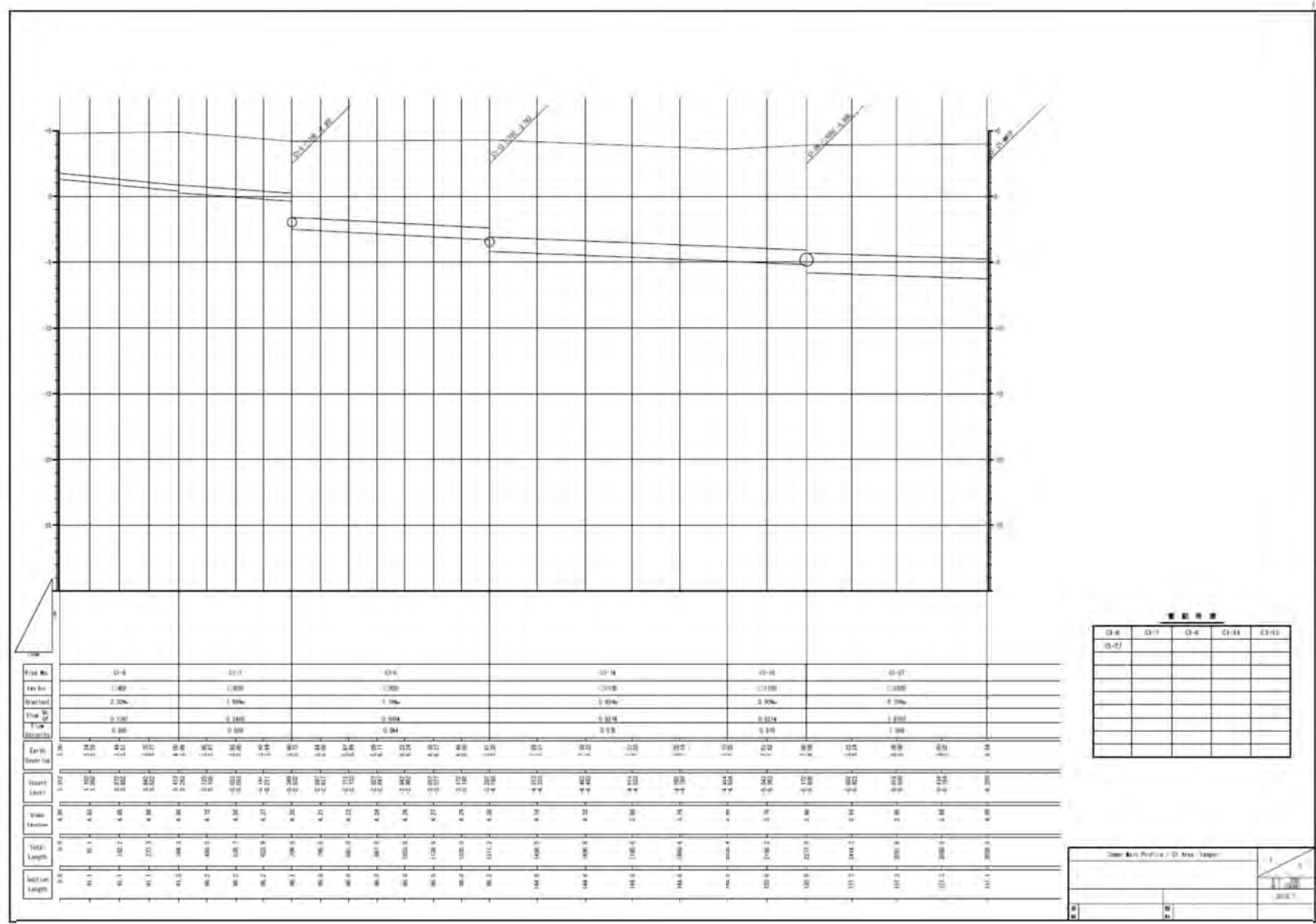
図 3.6 C1 処理区 幹線管渠 縦断面図(3/5)





出典：JICA 調査団

図 3.7 C1 処理区 幹線管渠 縦断面図(4/5)



出典：JICA 調査団

図 3.8 C1 処理区 幹線管渠 縦断面図(5/5)

### 3.4 処理場の設計

#### 3.4.1 設計条件

##### (1) 処理方式（汚水・汚泥）の選定

水処理方式については、下記事項を勘案し標準活性汚泥法とした。

- ✓ 十分な実績を持ち、目標処理水質に対して必要十分な機能を有する
- ✓ 用地条件に合わせた配置が可能である
- ✓ 大規模な改修を伴わずに、既存施設の有効活用が図れる

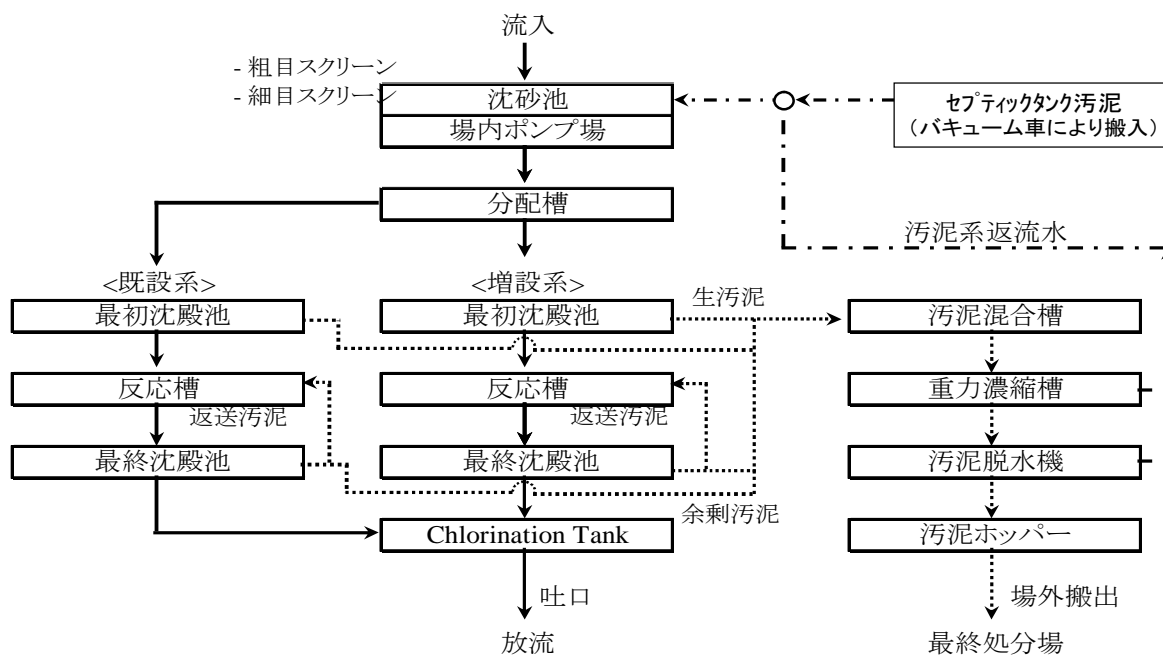
維持管理職員は活性汚泥法に関する知識・経験を有しており、標準活性汚泥法を採用した新設処理施設の維持管理作業への移行は容易である。

長時間エアレーション法を採用している既存処理施設についても、標準活性汚泥法へ改修することで、処理能力の向上を図るとともに、施設全体としての処理方式を統一することで、施設の運転維持管理性を効率化する計画とした。

汚泥処理に関しては、用地面積に制約があること、また YCDC の汚泥処理に関する知識、経験が、現状において十分ではないことから、維持管理が容易な「濃縮⇒脱水⇒場外搬出」の処理プロセスとした。

今後、汚泥処理に関する知識、経験、技術を蓄積し、ヤンゴン市下水道事業全体として、発生汚泥の減量化、再利用及び再資源化を推進していくことが重要である。

C1 下水処理場の処理フローを下図に示す。



出典：JICA 調査団

図 3.9 C1 下水処理場 処理フロー

(2) 設計流量

年次別計画汚水量を下表に示す。処理施設の設計には日最大汚水量を使用し、ポンプ施設及び場内導水管路等の設計には時間最大汚水量を使用する。なお、日平均汚水量については、維持管理費の算定に用いる。

表 3.7 C1 処理区 年次別計画汚水量

C1 Sewerage Zone		2011	2018	2020	2025	2030	2035	2040
Population (person)		175,130	175,664	175,835	176,304	176,836	177,441	178,129
Wastewater Flow (m3/day)	Daily Average	30,745	41,498	43,585	48,976	54,119	59,020	64,275
	Daily Maximum	33,330	45,158	47,454	53,384	59,041	64,432	70,213
	Hourly Maximum	47,544	65,287	68,730	77,625	86,111	94,198	102,869

出典：JICA 調査団

(3) 設計水質

設計流入水質及び目標処理水質を下表の通り設定した。目標処理水質については、標準活性汚泥法の処理レベル、工業省基準及び大都市における国際的な処理水準を考慮し、BOD20mg/l、SS30mg/l とした。

表 3.8 C1 下水処理場 設計水質

項目	設計条件	備考
(1) 設計水質 (流入)	BOD <sub>5</sub> 200 mg/L SS 180 mg/L	下水水温 29°C
(2) 目標処理水質 (放流水質)	BOD <sub>5</sub> 20 mg/L SS 30 mg/L	工業省基準 (NO.1 Directive 1/95) Max BOD <sub>5</sub> 20~60 mg/L Max SS 30 mg/L

出典：JICA 調査団

(4) 敷地条件

C1 下水処理場建設予定地に関する敷地条件は、以下の通り。

表 3.9 C1 下水処理場 敷地条件

項目	条件	備考
面積	3.9 ha	拡張部分は、 現在取得申請中
地盤高 (現状)	+4.5 m	
放流先	ヤンゴン川 (既往最高水位 + 3.619)	感潮河川
周辺土地利用情況	東側 政府系管理地 西側 国営企業用地 南側 ヤンゴン川 北側 軍管理地	> 港湾局職員住居 > Myanmar Oil and Gas > 防衛省管理
風向	北西 (夏期、雨期) 南東 (乾期)	
気温	年平均 27 ° C	
関連法規制	無し	

項目	条件	備考
土質条件	- 表層よりシルト混り粘土層及び砂混り粘土層が支配 - 地下水位 GL-約 2.0 m - 杭基礎支持地盤 シルト混り砂層 (GL-約 20m)	

出典：JICA 調査団

### 3.4.2 施設設計

処理施設の設計においては、既存施設能力を評価したうえで、計画汚水量に対する不足分を増設する。既設施設の改築は、長時間エアレーション法により設計されている既設反応槽の容量を最大限活用するため、最初沈殿池及び最終沈殿池を増設する計画とした。

計画汚水量 70,200 m<sup>3</sup>/日に対する、水処理施設全体の能力内訳は、a)既設系 (=既存施設の増改築) 45,400 m<sup>3</sup>/日、b)増設系 24,800 m<sup>3</sup>/日となる。

場内ポンプ場で揚水後は、自然流下による放流が可能となるような施設高さとし、水処理施設及び污泥処理施設を、各々、出来るだけ集約することで、移送エネルギー及び維持管理動線を効率化する配置計画とした。

主要施設の概要を下表に示す。

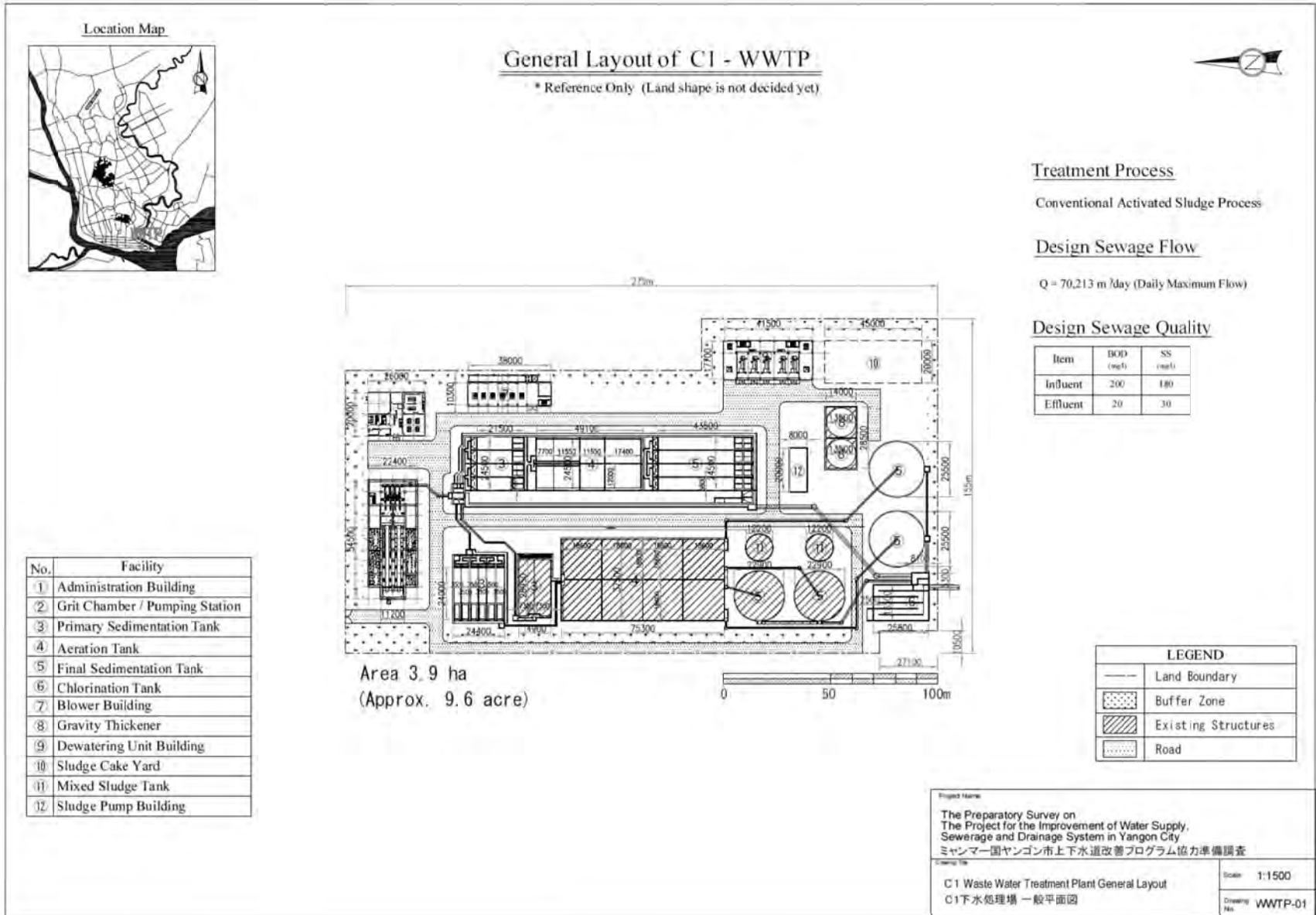
表 3.10 C1 下水処理場 施設概要

施設名	区分		施設概要	施設形状
	新設	改築		
場内ポンプ場	○		土被り約 8.6m で流入してくる流入管 (径 1500mm) からの汚水を揚水するため、場内ポンプ場を計画した。ポンプ場には、汚水中の無機物及び浮遊物を除去するために、細目、粗目スクリーンを有する沈砂池を設置する。 <主な設計基準値> 沈砂池水面積負荷 1800 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /日、沈砂池内平均流速 0.3m/秒	沈砂池： 幅 1.1m×長 13m×深 0.9m ×4 池 主ポンプ設備：4 台(1 台予備)
最初沈殿池	○	○	流入水中の沈殿可能な浮遊物質を除去するため、最初沈殿池を設置する。 新設系及び既設系水処理施設に設置する。既設系の増設は、既存施設と同じ矩形平行流式とした。新設系についても、用地上の制約から、同様に矩形平行流式とした。 <主な設計基準値> 水面積負荷 50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /日、滞留時間 1.5 時間	既設系 幅 7.3m×長 27.4m×深 3.65m×2 池 (既設)、幅 3.5m×長 24.0m×深 3.0m×6 池 (既設系増設) 増設系 幅 3.85m×長 21.5m×深 3.0m×6 池
反応槽	○	○	下水中の有機物を生物学的に処理するために反応槽を設置する。エアレーション方式は、一般的な旋回流式とした。既設系の反応層は、既存の機械攪拌装置を散気式エアレーション装置に更新する。 ヤンゴン市における、放流水質基準には、現在、アンモニア、窒素に係る規制は無いが、将来的な対応(硝化脱窒運転)が可能となるよう、槽内に隔壁を設置する。 <主な設計基準値>	既設系 幅 18.6m×長 74.4m×深 4.1m×2 池 (既設改修) 増設系 幅 12.0m×長 48.2m×深 5.5m×2 池

施設名	区分		施設概要	施設形状
	新設	改築		
			滞留時間 6 時間以上、槽内 MLSS 濃度 2000mg/l	
最終沈殿池	○	○	<p>生物処理によって発生した汚泥と処理水を分離するために、最終沈殿池を設置する。</p> <p>新設系及び既設系水処理施設に設置し、既設系の増設は、既存施設と同じ円形放射流式とした。新設系については、用地上の制約から矩形平行流式とした。</p> <p>&lt;主な設計基準値&gt; 水面積負荷 25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/日</p>	<p><u>既設系</u> 径 22.9m×深 3.5m×2 池 (既設)、 径 25.5m×深 4.0m×2 池 (既設系増設)</p> <p><u>増設系</u> 幅 3.85m×長 43.5m×深 3.5m×6 池</p>
消毒施設	○		<p>放流水の衛生的な安全性を高めるために消毒施設を設置する。既存施設の能力が大きく不足するため、全体水量に対する施設を新設する計画とした。</p> <p>消毒は、維持管理が容易で、維持管理費も安価な塩素消毒施設とし、目標処理水質の指標として、大腸菌群数 3,000 個/cm<sup>3</sup>以下として設計した。</p> <p>&lt;主な設計基準値&gt;接触時間 15 分</p>	<p><u>増設系</u> 幅 2.5m×長 147.0m×深 2.0m</p>
汚泥混合槽 /汚泥 ポンプ室	○	○	<p>最初沈殿池及び最終沈殿池より引き抜かれた汚泥は、混合され重力濃縮槽に移送される。汚泥混合層として、既存の重力濃縮タンクを有効利用する計画とした。</p> <p>また、維持管理性を考慮し、汚泥系ポンプ (返送汚泥、余剰汚泥、濃縮汚泥) を集約するため、汚泥ポンプ室を新設する。</p>	<p>汚泥混合槽： 径 12.3m×深 4.0m×2 池 (既設改修)</p> <p>汚泥ポンプ室： 幅 9.0m×長 20.0m ×地下 1 階</p>
重力濃縮槽		○	<p>後段の汚泥脱水プロセスの効果的に機能させるため、濃縮槽を設置する。濃縮方法は、維持管理が容易な重力濃縮式とした。既設消化槽を改修し、重力濃縮槽として利用する。</p> <p>&lt;主な設計基準値&gt; 固形物負荷 75kgds/m<sup>2</sup>・日 固形物回収率 90% (濃縮後汚泥含水率 98%)</p>	<p>径 10.5m×深 4.1m×2 池 (既存消化槽改修)</p>
汚泥脱水機棟	○		<p>汚泥脱水プロセスは、周辺への臭気拡散抑制や用地的な制約を考慮し、機械脱水方式とした。汚泥脱水機棟を含めて、汚泥処理関連施設は、維持管理動線及び汚泥移送のエネルギーを効率化するため、出来るだけ集約した配置計画とした。</p> <p>&lt;主な設計基準値&gt; 固形物回収率 95% (濃縮後汚泥含水率 80%)</p>	<p>幅 17.7m×長 41.5m ×地下 1 階・地上 2 階</p>
送風機棟	○		<p>エアレーションのためのブロワー設備は、騒音・振動の発生源となるため、送風機棟は独立した建築物として計画した。</p>	<p>幅 10.3m×長 38.0m ×地下 1 階・地上 1 階</p>
管理棟	○		<p>管理棟には、職員の執務スペースの他、水質試験室、中央監視室、会議室等を設置する計画とした。</p>	<p>幅 20.0m×長 26.0m×地上 2 階</p>

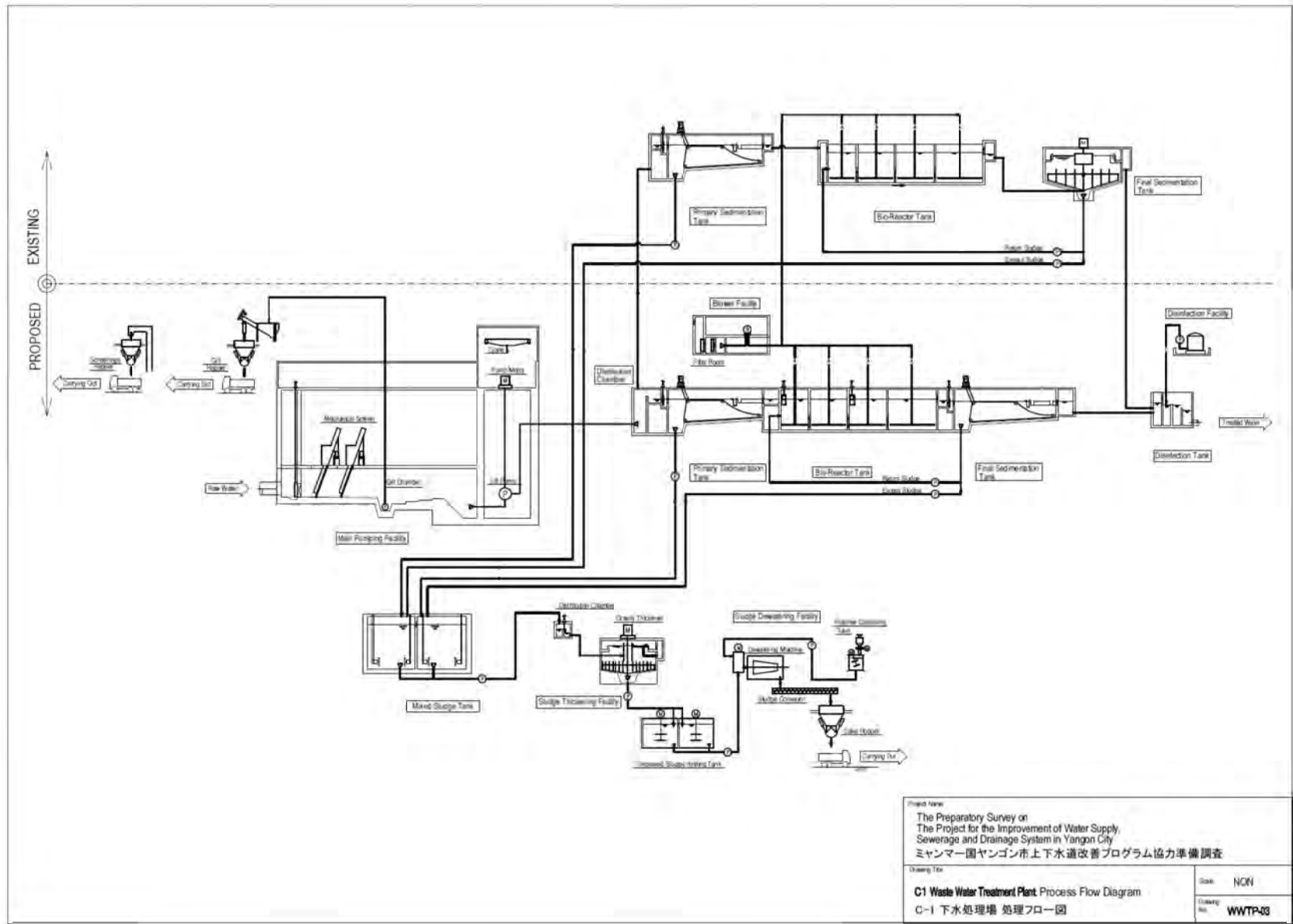
出典：JICA 調査団

図 3.10～3.12 に C1 下水処理場の一般平面図、水位関係図及びフローシート図を示す。各施設構造図及び施設設計に係る容量計算は添付資料に附す。



出典：JICA 調査団

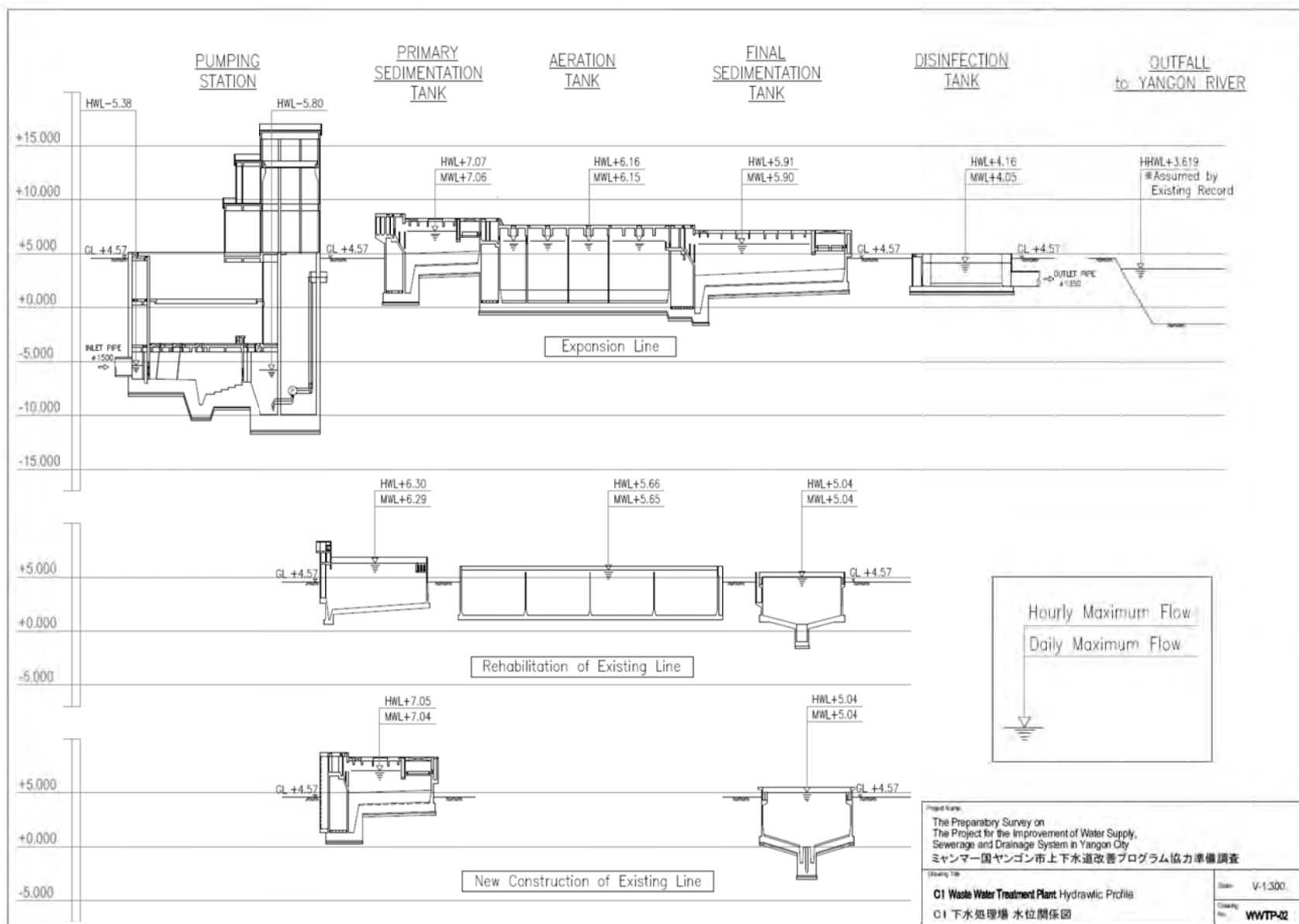
図 3.10 C1 下水処理場 一般平面図



出典：JICA 調査団

図 3.11 C1 下水処理場 処理フローシート





出典：JICA 調査団

図 3.12 C1 下水処理場 水位関係図

### 3.4.3 機械設備設計

#### (1) 基本方針

施設計画の M/P の方針にて、100 年以上使用してきた施設は老朽化していることから、エジェクターステーション及びコンプレッサー施設は廃止し、自然流下管の敷設に切り替え、下水処理場まで集水し、場内に新たにポンプ場を設置する計画である。ポンプ場には、新たにスクリーン設備、沈砂池設備を設け、既設の機能をなしていないそれらの設備は廃止する。主ポンプ形式は維持管理性を考慮し、冠水にも強い槽外型の無閉塞型ポンプを使用する。

また、水処理方式は、既設の長時間活性汚泥法を取りやめ、滞留時間の短い標準活性汚泥法に改築、増設し、処理能力を約7万トンにまで増強させる予定である。処理量及び方式が全く異なること、既設機器の品質や設置状況が良好でないことから、既設機器は撤去し、配置可能な限りで予備機を考慮した計画とする。

現在使用されていない汚泥処理設備は、機器が故障しているものも多いため、処理水量増強に従い、既設汚泥濃縮槽の汚泥貯留槽への改造、既設好気性消化槽の汚泥濃縮槽への改造を行い、方式は既設同様に、重力濃縮機及び脱水機の組み合わせとし、未使用の好気性消化槽は廃止する。

脱水機は、既設のベルトプレスを全く運転出来ていない現状及び、規模が異なることも踏まえて、機種を本邦技術であり優位性がみられるスクリーンプレス脱水機へ変更する方針とする。

また、故障している設備が多く見られ、YCDC により早急な修理が必要である。

機械設備の設計は、経済性及び維持管理性を考慮したものとし、また、既設の下水処理場の実態や課題を踏まえたものとする。主要な項目を以下に示す。

- 場内ポンプ場の主ポンプの形式：既設の水中ポンプは故障頻度が高く、維持管理にも手間を要している。維持管理の容易な槽外型の無閉塞ポンプが推奨される。
- 生物反応槽の曝気方式：既設の縦軸の表面曝気装置は効率が悪く、飛散物も多い。送風機を組合せた省エネタイプの超微細気泡装置とする。
- 汚泥脱水設備：既設のベルトタイプは維持管理が難しいこともあり、使用されていないことを踏まえ、本邦技術として優位性のみられるスクリーンプレス脱水機を推奨する。
- 既設の最初沈殿池、生物反応槽、最終沈殿池、汚泥濃縮槽、好気性消化槽の土木構造物は利用する。ただし、詳細設計時に調査を行った上で最終判断を下すものとする。
- 脱臭設備の設置：沈砂池設備と汚泥処理設備に、それぞれ脱臭装置を設置する。

#### (2) 設計条件

機械設備に関する主要設計諸元を表 3.11 に示す。

表 3.11 機械設備に関する設計諸元

施設名	設計条件	参照
場内ポンプ場	103,000 m <sup>3</sup> /日	(時間最大汚水量)
沈砂池設備	103,000 m <sup>3</sup> /日	(時間最大汚水量)
最初沈殿池設備	70,300 m <sup>3</sup> /日	(日最大汚水量)

施設名	設計条件	参照
生物反応槽設備	70,300 m <sup>3</sup> /日 水理的滞留時間 約 6 時間 活性汚泥濃度 平均 2,010mg/l 水温 20℃ 設計水深 4.1m (既設系) 設計水深 5.5m (新設系)	(日最大汚水量)
最終沈殿池設備	70,300 m <sup>3</sup> /日	(日最大汚水量)
処理水利用及び消毒設備	103,000 m <sup>3</sup> /日	(時間最大汚水量)
重力濃縮設備	7,215 kg/日 (初沈汚泥) 5,109 kg/日 (余剰汚泥) 濃縮汚泥濃度 2%	(日最大汚水量) 固形物負荷
汚泥脱水設備	流入固形物負荷 11,203 kg/日 汚泥含水率 約 85% 運転時間 10 時間/日 x 5 日/週	(日最大汚水量)

出典: JICA 調査団

### (3) 前処理設備

前処理設備は沈砂池設備、ポンプ設備より構成され、これらは後続の水処理設備への負荷軽減を図るため重要な役割をもっている。

#### 1) 沈砂池設備

沈砂池は汚水ポンプ設備の前に設置され、全体計画 4 池からなる。沈砂池設備の主要機器は、流入ゲート、粗目スクリーン、細目スクリーンから構成される。

スクリーン設備の主要な役割は、流入下水に含まれる落ち葉や紙類等からなる粗目及び細目のゴミを除去することである。これらのゴミは各自動スクリーンにより掻き揚げられ、スクリーンコンベヤにより貯留ホッパまで移送される。

また、沈砂池設備では有機物より比重の重い砂分が重力沈降により沈み、沈殿した砂は沈砂掻寄機により沈砂ピットに集砂され、サンドポンプにて沈砂分離機へ移送される。

圧力式集砂装置とスクリー式沈砂分離機が、コンパクトで容易な操作性より推奨される。

また、臭気対策として、機器及び水路より臭気が漏洩しないように、FRP 製のカバー及び脱臭ダクトを設置し、脱臭ファンにて脱臭装置へ吸引し対策とする。主要設備の項目を以下に示す。

表 3.12 前処理設備 (沈砂池設備)

項目	仕様	台数
流入ゲート	電動鋳鉄製ゲート 幅0.5m×高0.75m×1.5kW	2
粗目スクリーン	間欠式除塵機 幅1.2m×高3.0m×目幅100mm×1.5kW	2
細目スクリーン	間欠式除塵機 幅1.2m×高3.0m×目幅25mm×1.5kW	2
集砂装置	圧力ジェット式 幅1.1m×長13m	2
揚砂ポンプ	1.0 m <sup>3</sup> /分×5.5kW	2
脱臭装置	70 m <sup>3</sup> /分	1

出典: JICA 調査団

## 2) ポンプ設備

ポンプ設備は主に、二つに分割された吸込水槽と一つのポンプ設置スペースから構成される。沈砂池の流出水は汚水ポンプ設備により分配槽へ送水され、最初沈殿池へ分配される。汚水ポンプは、以下の理由で槽外型の無閉塞タイプとする。

- ポンプ本体が槽外にあるので、容易な維持管理が可能
- 万が一の浸水でも、運転可能
- 本邦技術の優位性が見られる製品

主要設備の項目を以下に示す。

表 3.13 前処理設備（ポンプ設備）

項目	仕様	台数
汚水ポンプ	槽外型無閉塞汚水ポンプ 23.9 m <sup>3</sup> /分 x 140kW	4 (内1台予備)

出典：JICA 調査団

## (4) 最初沈殿池設備

最初沈殿池では、重力沈降により固液分離された流入下水中の汚泥は、汚泥掻寄機にて汚泥ピットに集められ、汚泥ポンプにて汚泥貯留槽へ移送される。汚泥掻寄機の機種は、ノッチ式のチェーンフライト式が推奨される。浮上スカムは、スカムスキマーにて分離され系統毎に設置されたスカムポンプにてスカムスクリーンまで移送され除去される。スカムピットは、同様にカバーを行い脱臭される。主要設備の項目を以下に示す。

表 3.14 最初沈殿池設備

項目	仕様	台数
初沈汚泥掻寄機 (既設系)	ノッチ式チェーンフライト 幅7.2m×長27.4m×0.75kW	2
初沈汚泥掻寄機 (新設1系)	ノッチ式チェーンフライト 幅3.5m×長24m×0.75kW	6
初沈汚泥掻寄機 (新設2系)	ノッチ式チェーンフライト 幅5.8m×長21.5m×0.75kW	4
初沈汚泥ポンプ (既設系)	無閉塞陸上ポンプ 1.2 m <sup>3</sup> /分×5.5 kW	2 (内1台予備)
初沈汚泥ポンプ (新設1系)	無閉塞陸上ポンプ 1.2 m <sup>3</sup> /分×5.5 kW	2 (内1台予備)
初沈汚泥ポンプ (新設2系)	無閉塞陸上ポンプ 1.2 m <sup>3</sup> /分×5.5 kW	2 (内1台予備)
初沈汚泥引抜弁	電動偏心構造弁 口径150mm×0.2 kW	7

出典：JICA 調査団

## (5) 二次処理設備

### 1) 生物反応槽設備

最初沈殿池の流出水は、自然流下により前段に設置の流入ゲートにより分配流入する。系列は

4 つに仕切られており、各槽を押し出し流れにて生物処理され、最終的に処理水は最終沈殿池へ自然流下にて流下する。

反応槽の主要機器については、既設の縦軸の表面曝気装置は効率が悪く、飛散物も多いため、以下の点より送風機と超微細気泡装置の組合せとする。

省エネルギーである

複雑な機械部品がなく、維持管理が容易である

標準活性汚泥法では、実績も多く最新技術である

空気の供給は、送風機と散気装置の組合せで行われ、生物処理のための酸素は下水中に溶解する。その気泡径は 1mm 程度であり、効率的に溶解される。24 時間連続運転で、ブロウと超微細気泡装置は吐出弁開度による風量制御と、DO 制御との組合せにより効率的に運転される。

主要設備の項目を以下に示す。

表 3.15 二次処理設備

項目	仕様	台数
散気装置 (既設系)	超微細気泡装置 SOR 69.5 kg/O <sub>2</sub> /日/槽 幅18.6m×長18.6m×4.05m水深	4槽/系列 ×2系列
散気装置1 (新設系)	超微細気泡装置 SOR 24.4 kg/O <sub>2</sub> /日/槽 幅12.0m×長7.7m×5.5m水深	1槽/系列 ×2系列
散気装置2 (新設系)	超微細気泡装置 SOR 36.6 kg/O <sub>2</sub> /日/槽 幅12.0m×長11.5m×5.5m水深	1槽/系列 ×2系列
散気装置3 (新設系)	超微細気泡装置 SOR 36.6 kg/O <sub>2</sub> /日/槽 幅12.0m×長11.5m×5.5m水深	1槽/系列 ×2系列
散気装置4 (新設系)	超微細気泡装置 SOR 54.9 kg/O <sub>2</sub> /日/槽 幅12.0m×長17.4m×5.5m水深	1槽/系列 ×2系列
送風機2 (既設系)	Rotary type 87 m <sup>3</sup> /分×120kW	3 (内1台予備)
送風機1 (新設系)	Rotary type 33 m <sup>3</sup> /分×75kW	3 (内1台予備)

出典：JICA 調査団

## 2) 最終沈殿池設備

最終沈殿池では、重力沈降により固液分離された流入下水中の汚泥は、汚泥掻寄機にて汚泥ピットに集められ、タイマー運転にて余剰汚泥ポンプにて汚泥貯留槽へ移送される。また、返送汚泥は、生物反応槽の MLSS を維持するために前段へ汚泥ポンプにて返送される。

浮上スカムは、スカムスキマーにて分離され系統毎に設置されたスカムポンプにてスカムスクリーンまで移送され除去される。スカムピットは、同様にカバーを行い脱臭される。

主要設備の項目を以下に示す。

表 3.16 最終沈殿池設備

項目	仕様	台数
終沈汚泥掻寄機 (既設系)	中央駆動型 直径22.9m×2.2kW	2
終沈汚泥掻寄機 (新設1系)	中央駆動型 直径25.5m×2.2kW	2
終沈汚泥掻寄機 (新設2系)	ノッチ式チェーンフライト 幅5.8m×長43.5m×0.75kW	4
余剰汚泥ポンプ (既設系)	無閉塞水中型 2.6 m <sup>3</sup> /分×15 kW	2 (内1台予備)
余剰汚泥ポンプ (新設1系)	無閉塞陸上型 1.2 m <sup>3</sup> /分×15 kW	2 (内1台予備)
余剰汚泥ポンプ (新設2系)	無閉塞陸上型 1.2 m <sup>3</sup> /分×15 kW	2 (内1台予備)
返送汚泥ポンプ (既設系)	無閉塞水中型 7.2 m <sup>3</sup> /分×18.5 kW	2
返送汚泥ポンプ (新設1系)	無閉塞陸上型 8.7 m <sup>3</sup> /分×22 kW	2
返送汚泥ポンプ (新設2系)	無閉塞陸上型 8.7 m <sup>3</sup> /分×22 kW	2
余剰汚泥引抜弁	電動偏心構造弁 直径200mm×0.2 kW	4

出典：JICA 調査団

#### (6) 消毒設備及び再利用設備

最終沈殿池処理水に次亜塩素酸ソーダ溶液を薬注ポンプにより注入し、消毒後放流される。消毒前の処理水は、生物反応槽の消泡水として利用され、消毒後の処理水は場内の各機器や配管の洗浄水等として利用される。主要設備の項目を以下に示す。

表 3.17 消毒および再利用設備

項目	仕様	台数
塩素貯留タンク	20 m <sup>3</sup>	2
塩素注入ポンプ	ダイヤフラム型 0.5 - 1.5 L/分×0.2 kW	3 (内1台予備)

出典：JICA 調査団

#### (7) 汚泥処理設備

##### 1) 汚泥濃縮設備

最初沈殿池の生汚泥及び、最終沈殿池の余剰汚泥は汚泥貯留槽で一旦貯留・混合され、汚泥ポンプにて重力濃縮槽へ移送され、濃縮される。濃縮汚泥は、濃縮汚泥貯留槽まで汚泥ポンプにて移送される。

重力濃縮槽の分離排水は自然流下にて、沈砂池へ返送される計画とする。

また、臭気対策として、濃縮槽及び各汚泥貯留槽より臭気が漏洩しないように、FRP 製のカバ

ー及び脱臭ダクトを設置し、脱臭ファンにて脱臭装置へ吸引し対策とする。主要設備の項目を以下に示す。

表 3.18 消毒および再利用設備

項目	仕様	台数
混合汚泥供給ポンプ	無閉塞陸上型 0.6 m <sup>3</sup> /分×3.7 kW	3 (内1台予備)
重力濃縮機	中央駆動型 直径10.5m×0.4 kW	2
濃縮汚泥移送ポンプ	無閉塞陸上型 0.6 m <sup>3</sup> /分×3.7 kW	3 (内1台予備)
脱水機用汚泥ポンプ	無閉塞陸上型 0.36 m <sup>3</sup> /分×3.7 kW	5 (内2台予備)

出典：JICA 調査団

## 2) 汚泥脱水設備

濃縮汚泥は、汚泥ポンプにより汚泥脱水機へ移送される。脱水機の型式として、本邦技術に優位性のみられるスクリュープレス脱水機が推奨される。その運転には毎日、粉末ポリマーの溶解作業が必要である。脱水機からの分離排水は自然流下にて沈砂池へ返送される。

また、臭気対策として、各機器より臭気が漏洩しないように、密閉カバー及び脱臭ダクトを設置し、脱臭ファンにて脱臭装置へ吸引し対策とする。

脱水汚泥は、汚泥ケーキ搬送コンベヤにて貯留ホッパに移送され、定期的にトラックにて搬出される。主要設備の項目を以下に示す。

表 3.19 汚泥脱水設備

項目	仕様	台数
汚泥脱水機	スクリュープレス型 400 ds-kg/時×約5.2kW	4 (内1台予備)
ポリマー溶解タンク	40 m <sup>3</sup>	3
ポリマー注入ポンプ	一軸ねじ式 1.5 - 5 m <sup>3</sup> /時×2.2 kW	4 (内1台予備)
汚泥貯留ホッパ	電動カットゲート 1.5 kW	2

出典：JICA 調査団

## 3.4.4 電気設備設計

### (1) 概要

2004年にYCDCによって建設された既設下水処理場の受電設備は増設設備予定地に位置していることと容量が小さいことから廃棄し、新しく改築・増設する下水処理場全体を賄う受配電設備を新設する。

新設電気設備の設計は、機械設備設計に基づく電気負荷を安全かつ機能的・継続的に運転できるものとし、経済性及び維持管理性を考慮したものとする。電気設備の設計条件を表3.20に示す。

表 3.20 電気設備に関する設計諸元

施設名	設計条件	
1. 下水処理場	1) 受電電圧	33 kV、50Hz、一回線
	2) 受電変圧器容量	3,000 kVA
	3) 電気負荷設備容量	2,800 kW
	4) 電気負荷運転容量	2,100 kW

出典：JICA 調査団

## (2) 電気供給事情

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

YCDC の既存の上下水施設の電力使用状況を YCDC より入手している。(資料編 D) 電力量単価は 25Kyat/kWh と安価で、平均月間電力費用は 33kV 受電の Nyaunghanpin 浄水場の例で基本使用料込約 160 万 kWh/月、約 45 百万 Kyat/月、6.6kV 受電の既設下水処理場では基本使用料込約 1 万 4 千 kWh/月、約 45 万 Kyat/月となっている。2012 年から 35Kyat/kWh との記載もあるが実績は 25Kyat/kWh となっており、この安価な電力と準幹線 33kV 受電の条件から、全能力をバックアップするような大型自家発電施設は経済的フィジビリティの面からも設置しない方がよい。

## (3) 受電回線

YESB の規定より、受電電圧は 33kV となる。既設は 6.6kV 一回線の受電であり、これを廃棄し 33kV の送電線を新たに YESB の変電所より布設する。市街地のため 33kV ケーブル (約 2km) を地中直埋設にて布設することとなる。





出典：JICA 調査団

図 3.13 下水処理場(STP)と 33kV 直埋設ケーブルルート

#### (4) 受電設備

既設 6.6kV 受電設備 (6.6kV リングメイン遮断器盤および 6.6kV/400V 変圧器) は開放された建屋内に設置されまた十分な清掃・保守を実施していないため実際の経年の割に老朽化しており、新規施設内の他用途への転用は行わず、既設改造分と新規増設分全体に対して 1 か所の受電電気室を設ける。

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

表 3.21 受電設備

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

出典：JICA 調査団

#### (5) 所内配電設備

所内配電系は 132kW 以上の電動機定格電圧を高圧 6.6kV、132kW 未満を 400V とする。電動機は詳細設計時の電圧降下計算で支障がない限り直入れ始動を基本とする。

YESB から準幹系統の 33kV で受電することから、非常用発電機は基本的に監視制御設備の運転

継続を目的とし、プラント設備については最低限の機能継続に必要な一部の装置に限定し、最大1MVA程度までを想定する。

表 3.22 所内配電設備

項目	仕様	台数
高圧配電盤	金属閉鎖配電盤 VCB（真空遮断器）、7.2kV VCT（真空電磁接触器）、7.2kV	1組
配電用変圧器	油入自冷変圧器 6.6kV/420V	1機
低圧主配電盤	金属閉鎖配電盤・コントロールセンタ 引込盤主遮断器：ACB、400V 送出遮断器：配電用遮断器（MCCB） 電動機始動方式：直入れ始動	1組
制御監視用 無停電電源	電子式 交直一直交変換 バイパス付 蓄電池：60分補償	1式
制御室用 非常用電源	ディーゼル発電機 400V、50Hz	1式

出典：JICA 調査団

単線結線図（資料編 D）に概略配電系統を示す。

#### (6) 電気設備の基本的仕様

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

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

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

### 3.5 施工方法

C1 処理区下水道施設建設に係る概略施工計画は以下の通り。

#### (1) 工事内容

工事内容を下表に示す。管路施設工事は、幹線管渠、枝線管渠及び取付け管工事に区分され、下水処理場工事は、既存処理施設の増改築工事と増設処理施設の新設工事に分けられる。

表 3.23 C1 処理区下水道施設 工事内容

項目	設計条件	備考
(1) 管路施設	幹線管渠 (HP) 口径 1500m: 550m 口径 1100m: 970m 口径 1000m: 600m 口径 900m: 600m 口径 700m: 5,650m 口径 600m: 2,430m 口径 500m: 2,820m	推進工法
	枝線管渠 (HDPE) 口径 500mm 未満: 45,000m	開削工法
	取付け管 (HDPE) 口径 100mm: 9000 箇所	開削工法
(2) 下水処理場	一式 >既存処理施設改築 >増設処理施設新設	処理能力： Q=70,200 m <sup>3</sup> /日

出典：JICA 調査団

#### (2) 施工方針及び手順

管路施設の施工は、公道上の作業となることから、常に安全に留意して現場管理を行い、工事事故及び公衆災害の防止に配慮して施工する必要がある。特に幹線管渠の推進工事における立抗位置においては、長期に渡り道路面積を占有することから、立抗位置の選定や、工区割りについて十分検討を行い、交通障害を最小化するように努めることが重要である。

処理場建設予定地に関しては、既に整地された土地であるため、土地造成工事、工所用仮設道路等の準備は不要であり、工事開始後、直ちに本体施設の建設に着手することが可能である。

一方で、C1 処理区は既存システムが稼動していることから、工事中も既存施設を運用していく必要がある。すなわち、施工（運用）段階としては、下記に示す3ステップを経て最終形に至る。

ステップ1：処理場施設のうち増設処理施設の新設、新設幹線管路の建設

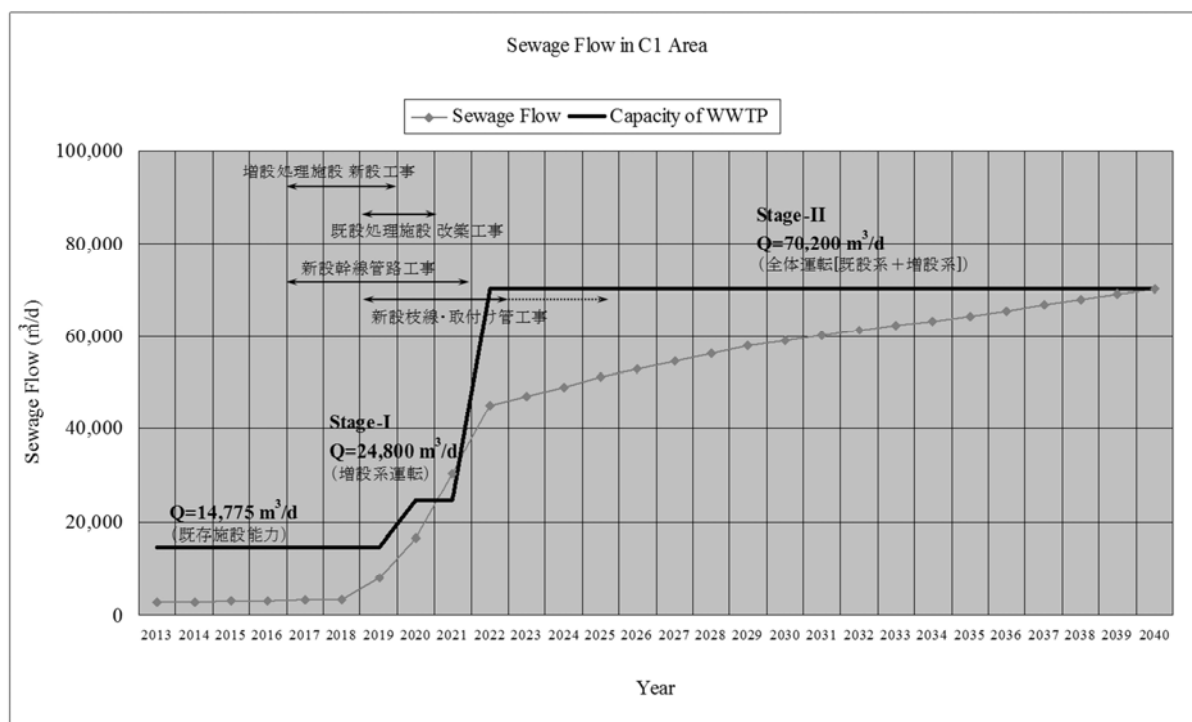
⇒既存処理施設及び既存管路施設による運用

ステップ2：処理場施設のうち既存処理施設の改築、幹線管路に引続き、枝線/取付け管の建設

⇒新設処理施設及び既存管路施設による運用、既存管路施設から新設管路施設への  
順次切替え

ステップ3：枝線/取付け管建設の継続





	Year	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2035	2040
Design Sewage Flow	(m³/d)	47,454	48,640	49,826	51,012	52,198	53,384	59,041	64,432	70,213
Sewered Ratio	%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	100%	100%	100%
Sewage Flow	(m³/d)	8,313	15,371	27,411	40,043	48,049	51,072	59,041	64,432	70,213

Note) Sewage flow includes flow volume coming from existing network system.

出典：JICA 調査団

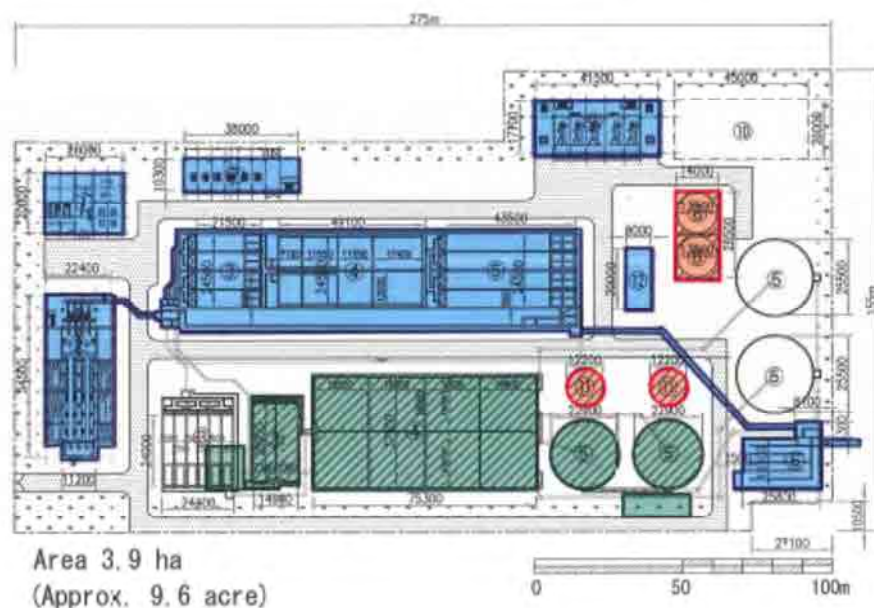
図 3.15 C1 処理区 接続率による計画汚水流入量

#### (4) 施設運用計画

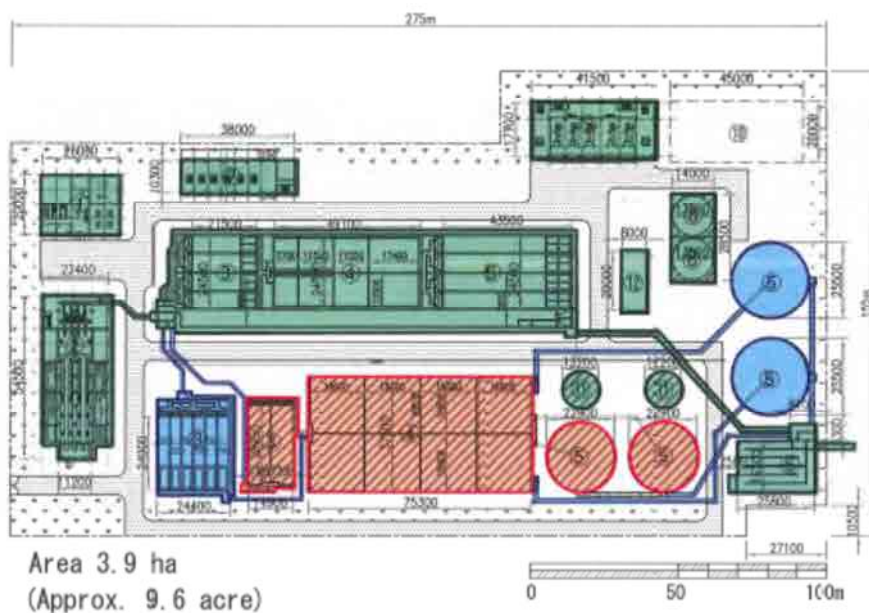
C1 処理区に隣接する、既存処理区である Latha 及び Lanmadaw タウンシップは、現計画では W1 処理区に編入されている。これは、C1 処理場建設予定地面積の制約に起因する処理区の分割であるが、両タウンシップは、既存処理区であることや、C1 処理区域と遜色ない人口密度を有する区域であることから、本来 C1 処理区に編入されるべき区域である。

詳細設計の段階においては、今後の W1 処理区整備計画の進捗、C1 処理場拡張予定地の取得状況等を勘案しながら、両タウンシップの汚水が流入可能となるように、C1 処理区汚水幹線の管底高を調整するなど、状況に応じた柔軟な対応が可能となるような施設整備を進めていくことが重要である。

ステージ1：増設系処理施設の新設工事 [運転中処理施設の能力  $Q=14,775 \text{ m}^3/\text{d}$ ]



ステージ2：既存系処理施設の増改築工事 [運転中処理施設の能力  $Q=24,800 \text{ m}^3/\text{d}$ ]



凡 例

- ： 運転中の施設
- ： 施設建設（新設）
- ： 施設建設（既設改築）

出典：JICA 調査団

図 3.16 C1 下水処理場 段階施工計画図

### 3.6 施設運転・維持管理計画

下水道施設の供用開始後は、管路施設及び処理施設を有機的に活用し、下水を遅滞なく排除するとともに、適正に処理して法流水の水質を良好な状態に保つ必要がある。

下水道施設を健全な状態に保持し、適正な運転管理を実施するためのポイントを下記に整理する。

#### 3.6.1 下水道台帳及び記録

下水道施設を適正に維持管理していくためには、施設の位置、規模、形状等を把握しておく必要がある。下水道台帳（Inventory, Sewerage ledger）はそのために必要な基礎情報となるものである。管渠、処理場等、すべての下水道関連施設に関して作成することが必要である。

また、下水道台帳の整備により、下水道整備区域や使用者を明確にすることが可能になるので、下水道使用料徴収を徹底する上でも重要な意味を持つ。

台帳の整備にあたり、整理・確認すべき資料類は次の通り。

##### a) 管路施設

- 管路網図
- 竣工図面（施設平面図、縦断面図）
- 流量計算書

##### b) 処理施設

- 図面類（全体図、部分図、機器装置組立図、電気設備図面、結線図、展開接続図、材料表、付属品、予備品リスト等）
- 各種計算書（水理計算書、容量計算書等）
- 取扱説明書（機器の部品の型式や型番、納入業者等のリストを含む）

台帳の整備と併せて、運転・維持管理に係る下記記録を作成し、常に参照可能なように管理しておくことも重要である。

- ✓ 保守点検記録
- ✓ 運転記録
- ✓ 水質管理記録
- ✓ 事故・苦情記録

記録は施設の稼働状況や保守点検の経緯を残すものであり、運転操作の調整や施設整備の改善計画の策定等、以降の維持管理水準を高めるための重要な情報になる。

また、一度発生した問題を根本的に解決するためには、維持管理より得られた知見を計画・設計にフィードバックすることが必要な場合がある。このような評価を行うためにも、記録が不可欠である。

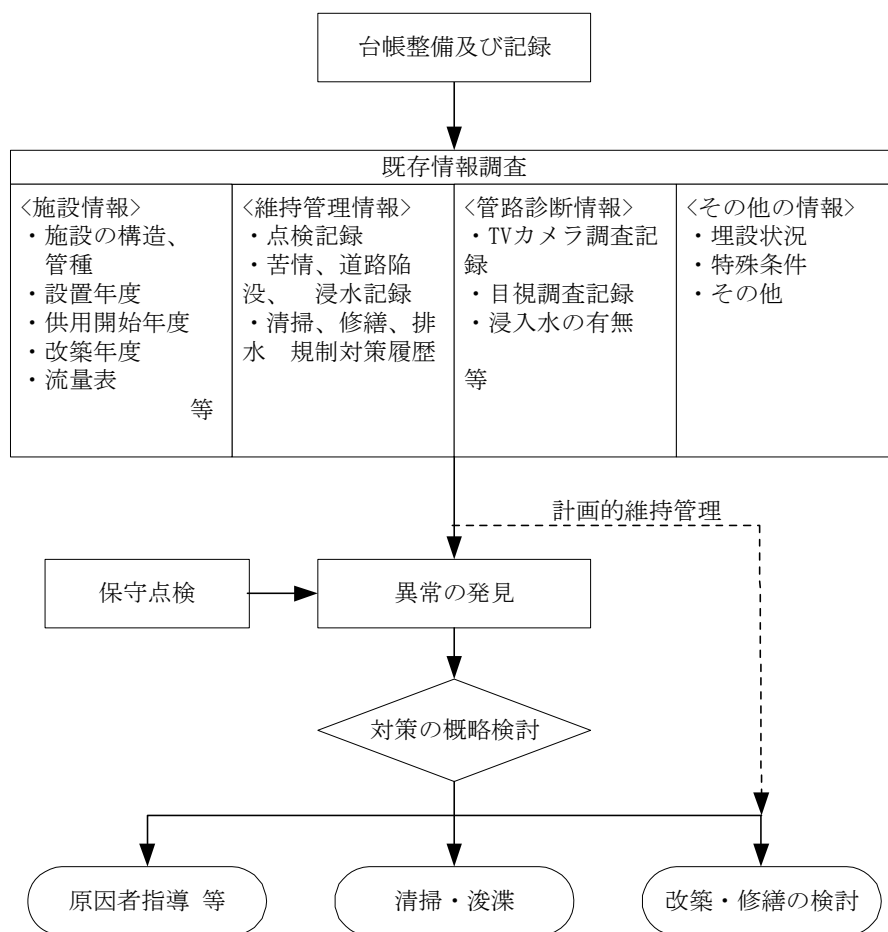
### 3.6.2 管路施設の維持管理

管路施設は下水道の根幹施設であるが、概して地中構造物であることから、処理場やポンプ場と比較して、異常の予測や発見が困難である。一方、施設に異常が生じた場合は、汚水の溢水や道路の陥没等、都市活動や市民生活に直接的な影響を与えるような事故が生じることになる。

管渠の維持管理を積極的に推進することにより、下水道システム全体の適正な運転が可能となる。また、事故等による被害額の低減、浸入水による処理費用の増大防止、管路の実質耐用年数の延伸など、長期的にみると経済的に有利となる側面もある。

図 3.17 に管路施設における維持管理の流れを示す。

一連の流れに基づき、保守点検を定期的を実施し、必要に応じて、清掃・浚渫、改築・修繕等の作業を適正に実施することが重要である。



出典：発展途上国における下水道施設管理適正化指針（国際建設技術協会）

図 3.17 管路施設の維持管理フロー

表 3.25～3.27 に、管路施設に係る点検、調査及び清掃周期の例を示す。



表 3.25 巡視・点検の周期 (例)

供用開始後の経過年数	区 分	マンホール、管渠	伏越し	マンホールポンプ	汚水ます	ゲート
	巡視・点検	0～30年経過	3年に1回	1年に1回	月に1回	3年に1回
	30年以上経過	1年に1回				

出典：発展途上国における下水道施設管理適正化指針（国際建設技術協会）

表 3.26 マンホール・管内調査の周期 (例)

項 目	実施場所	供用開始後経過年数	実施周期	備 考
マンホール内目視調査	マンホール内及び上下流管渠	0～30年	5年に1回	
		30年以上	3年に1回	
テレビカメラ調査	内径800mm未満	0～30年	10年に1回	取付け管も含む
		30年以上	7年に1回	取付け管も含む

出典：発展途上国における下水道施設管理適正化指針（国際建設技術協会）

表 3.27 定期的な清掃の実施周期 (例)

施設・部位	経 過 年	
	0～30年	30年以上
管 渠	5年に1回	5年に1回
マンホール	5年に1回	3年に1回
伏越し	1年に1回	1年に1回
マンホールポンプ	3カ月に1回	3カ月に1回
汚水ます	5年に1回	5年に1回
取付け管	15年に1回	5年に1回
ゲート	1年に1回	1年に1回

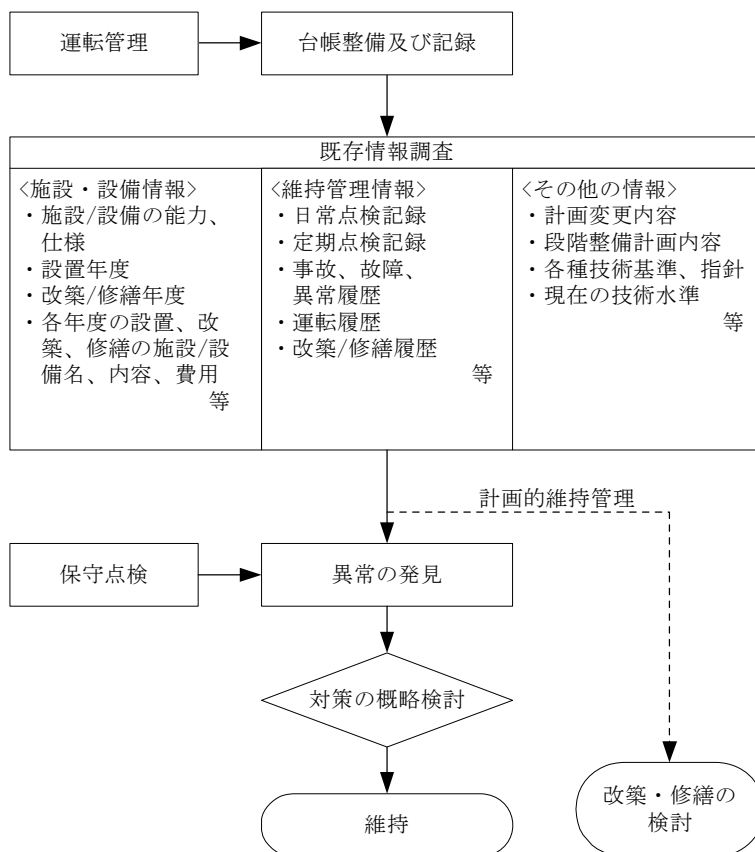
出典：発展途上国における下水道施設管理適正化指針（国際建設技術協会）

### 3.6.3 処理施設の維持管理

処理場の維持管理の目的は、下水処理の機能を十分に発揮させ、排水基準あるいは目標処理水質を達成することである。

下図に処理施設における維持管理業務フローを示す。一連の流れに基づき、運転管理、保守点検、及び改築・修繕等の作業を適正に実施する。

また、維持管理業務の実施においては、これらの作業を適正に実施し、各作業間の連携（情報のフィードバック）を行うことで、計画的・予防的な維持管理とすることが重要である。



出典：発展途上国における下水道施設管理適正化指針（国際建設技術協会）

図 3.18 処理場の維持管理フロー

(1) 適正な管理人員の確保

処理場に配置すべき適正人員は処理方式や規模、自動化の程度等によって異なるため、状況に応じて適宜人員配置を検討する必要がある。

C1 下水処理場の運転維持管理のために必要な職員数（案）を下表に示す。

YCDC は、施設の供用開始に先立ち、必要な人材を確保していく必要がある。また、必要に応じて維持管理業務の外部委託を活用するなど、効率的な維持管理体制とすることが重要である。

表 3.28 C1 下水処理場 維持管理職員（案）

職 種	人 数	備 考
場長	1	
処理プロセス技術者	1	
機械技術者	1	
電気技術者	1	
水質管理技術者	1	
機械/電気技師	6	(2×3shift)
一般作業員	4	
事務員	1	
ドライバー	1	
警備員	3	(1×3shift)
合 計	20	

出典：JICA 調査団

## (2) 記録の整備

処理場の運転管理を効率的に行うためには、日誌や月報等によって運転状況を記録しておき、適宜評価を行うことが不可欠である。運転記録の種類と内容を下表に示す。

表 3.29 運転記録の種類と内容

種 類	内 容
運転日誌	監視室や現場にある継続機器等の表示データに基づいて、当日の運転状況、運転実績を記録するものであり、基本的事項には次のようなものがある。 a. 処理実績 b. 電力量、薬品等の運転経費に直接かかわる項目 c. 法規制等の義務的事項 d. 主要施設、設備の運転状況
運転日報	当日の運転状況を把握、報告するためのものであり、運転日誌を基に主要な項目について要約し、作成する。
運転月報・年報	運転方法や施設設備の改善計画の資料とするため、運転日報を要約して月報を、運転月報を要約し年報を作成する。

出典：発展途上国における下水道施設管理適正化指針（国際建設技術協会）

下水処理場において大切なことは、毎日現場を見て変化（異常）を感じ取ることである。維持管理作業の経験を重ねることで、下記に示すような簡単なチェックでも相当の効果を上げることができる。

表 3.30 感覚的な検査

見る	処理池の状態や活性汚泥の状況、設備の故障の有無
聴く	設備の異変の有無
嗅ぐ	腐敗臭、焦げ臭等
触れる	機器の運転温度、振動の有無

出典：発展途上国における下水道施設管理適正化指針（国際建設技術協会）

## (3) 機器設備の管理

処理場には多くの機器設備が設置されている。各設備の設置目的、必要性を十分に理解し、常に健全な状態で運転しなければならない。

機器設備の運転においては、取扱説明書や仕様書類を確実に保管し、操作手順書/マニュアルを整備することで確実な運転を行い、また、故障時や緊急時の対応体制を整えておくことも重要である。

日常の管理においては、点検・保守作業を定期的に行い、必要に応じて、修繕やオーバーホールを実施することが重要である。

例として、処理場施設における代表的な機器設備であるポンプ設備の点検項目と頻度の例を、下記に示す。

表 3.31 ポンプの点検項目と頻度 (例)

点検項目	点検内容	頻度
電流、圧力の確認	正常値か	毎日
異常音、振動の確認	異常の有無	毎日
漏電の確認	漏電の有無	1カ月に1回
フロートスイッチの検査・清掃	作動の確認	1カ月に1回
ポンプ引上げによる外観チェック	異常の有無	3カ月に1回
潤滑油の状態確認	汚れ、量	3カ月に1回
潤滑油の交換	—	1年に1回
オーバーホール	回転摺動部の摩耗	不定期(おおむね2年に1回)

出典：発展途上国における下水道施設管理適正化指針（国際建設技術協会）

#### (4) 水質管理

処理場施設においては、処理機能を適正に維持し、水質関連法規制の遵守、ならびに放流水域の水質保全に努めなければならない。

処理場機能の適正度判定のため、また規制遵守のために、適宜水質調査を行い、調査結果は確実に記録し、保管することが重要である。

下表に水処理施設及び汚泥処理施設の試験項目及び頻度(例)を示す。

表 3.32 水処理施設の試験項目及び頻度 (例)

測定場所	頻度	日常的又は巡視点検時	定期的に測定 (1回/月以上)
	処理場流入水		外観、臭気、水温、透視度、pH
反応タンク(活性汚泥法)		外観、臭気、SV、水温、DO、MLSS	微生物相、MLSS
最終沈殿池流出水		外観、透視度、pH NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N、NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (簡易測定)	BOD、SS NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N、NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N
放流水 (別途法定項目に留意)		外観、透視度、pH、残留塩素	BOD、SS、COD (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N、NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N)

出典：小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説（日本下水道協会）

表 3.33 汚泥処理施設の試験項目及び頻度 (例)

測定場所	頻度	試験頻度		備考
		日常	適宜	
汚泥濃縮設備	濃縮汚泥	外観	水温、pH、TS	
	分離液	pH、SS	COD、全窒素、全りん	
脱水設備	脱水汚泥	外観	含水率、凝集テスト*	*含水率上昇時
	脱水ろ液	SS	COD、全窒素、全りん	

出典：小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説（日本下水道協会）

## 第4章 概算事業費と実施計画

C1 処理区施設設計条件と下水道施設の工事内容を以下に示す。

表 4.1 C1 処理区施設設計条件と下水道施設の内容

区分	項目	内容
設計条件	(1) 目標年次	2040 年
	(2) 処理区面積	499 ha
	(3) 収集方式	分流式
	(4) 対象人口	178, 129 人
	(5) 計画汚水量	64, 300 m <sup>3</sup> /d (日平均) 70, 200 m <sup>3</sup> /d (日最大) 102, 900 m <sup>3</sup> /d (時間最大)
	(6) 設計水質	BOD <sub>5</sub> 200 mg/L SS 180 mg/L
C1 処理区下水道施設内容	(1) 管路施設	幹線管渠 (HP) 口径 1500m: 550m 口径 1100m: 970m 口径 1000m: 600m 口径 900m: 600m 口径 700m: 5, 650m 口径 600m: 2, 430m 口径 500m: 2, 820m
		枝線管渠 (HDPE) 口径 500mm 未満: 45, 000m 取付け管 (HDPE) 口径 100mm: 9000 箇所
	(2) 下水処理場	一式 > 既存処理施設改築 > 増設処理施設新設 合計処理能力 Q=70, 200 m <sup>3</sup> /日

出典：JICA 調査団

### 4.1 概算事業費の算定条件

プロジェクト費用は、以下の条件に基づき算出した。

- プロジェクト費用の構成は、建設工事費、事業管理費、コンサルティング費用、予備費（物理的／プライス・エスカレーション）、土地取得・保証費、建中金利、コミットメントチャージ及び税金関連とする。
- プロジェクト費用は、内貨部分（L.C.）と外貨部分（F.C.）に分けて算出する。
- 被援助国の事業管理費は、建設工事費に対して 5.0%とする。
- コンサルティング費用は、コンサルティングサービスに必要な人月を基に算出する。

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

#### 4.2 建設費の算定条件

- 土木・建築資材、労務費および建設機械は国内での調達が可能のため、現地調達を基本とする。
- 機械・電気設備は、EU 諸国等の第三国調達を含む海外調達を基本とする。調達先は、品質性能、経済性および維持管理性等に配慮して調達する。
- 現地施工業者は、土木工事の経験・能力は十分であるが、上下水道に特化した事業の経験・能力が十分ではない。しかし、施工実施体制には日本人技術者及び外国人技術者を配置するため、施工実施については現地業者で実施する。
- 推進工事およびシールド工事については、現地施工業者が施工の経験・能力を有していないため、近隣国であるタイ国の施工業者より見積を徴取し、その金額を採用する。
- 各戸接続管については YCDC の積算部署による積算結果を用いて工事費の算定を行う。
- 自然条件（地勢・地質条件、気象条件）及び法規・慣習に考慮した施工計画とする。

#### 4.3 概算事業費

非公開情報

表 4.2 概算事業費 (C1 処理区)

非公開情報
-------

表 4.3 施設別建設費 (C1 処理区)

非公開情報
-------

非公開情報



#### 4.4 実施スケジュール

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

L/A 調印からの実施スケジュールは、各工程に必要な期間を積上げて表 4.4 となる。プロジェクトの実施工程は全工程で 105 ヶ月（8.8 年）と想定される。これにより、2023 年に供用開始するためには、2014 年初めには L/A 調印がなされている必要がある。

表 4.4 実施スケジュール

	Period	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4	Year 5	Year 6	Year 7	Year 8	Year 9
L/A 調印	-									
コンサルタントの選定	9 ヶ月	■								
詳細設計	15 ヶ月		■							
仕様書及び入札図書作成	11 ヶ月		■							
請負業者の選定	10 ヶ月			■						
建設工事	68 ヶ月				■	■	■	■	■	■
運転及び技術移転	12 ヶ月								■	

出典：JICA 調査団

JICA の標準的な調達方式を考慮して算定されたコンサルタント及び請負業者の選定に必要な期間を表 4.5 及び表 4.6 に示す。コンサルタントの選定に 9 ヶ月、請負業者の選定に 9 ヶ月を要する。

表 4.5 コンサルタント選定の詳細な実施スケジュール

月	期間	1	2	3	4	5	6	7	8	9
候補者リスト、提案要請書の準備	2 ヶ月	■	■							
JICA による提案要請書の同意	1 ヶ月			■						
コンサルタントへ提案要請書の発行	1.5 ヶ月				■	■				
プロポーザルの評価	1.5 ヶ月					■	■			
JICA による評価の同意	1 ヶ月							■		
契約交渉	1 ヶ月								■	
JICA による契約の同意	1 ヶ月									■
契約締結	-									▼

出典：JICA 調査団

表 4.6 請負業者選定の詳細な実施スケジュール

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

出典：JICA 調査団

建設工事の施工期間は、各施設における工事施工順序、施工業者の実施能力、資材および労務の調達状況、施工規模、ミャンマー国の施工様式および建設規模を考慮して建設工程を策定した。建設スケジュールは、主として掘削、コンクリート打設量等の工事容量と施工順序によって決まる。建設工事の実施スケジュールは、表 4.7 に示すように着工から試運転開始までに 68 ヶ月程度必要と想定される。

表 4.7 建設工事の実施スケジュール

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目
下水処理場							
Term-1 拡張分							
土木・建築工事	■	■	■				
機械・電気工事		■	■	■			
Term-2 既設更新分							
土木・建築工事			■	■	■		
機械・電気工事				■	■		
下水道管渠							
幹線管渠	■	■	■	■	■	■	
枝線・接続管			■	■	■	■	■
検査・総合試運転							■

出典：JICA 調査団

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

#### 4.5 コンサルティングサービス

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

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

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

施主側コンサルタントは、海外コンサルタントと現地コンサルタントで構成される。現地コンサルタントは、全ての活動で海外コンサルタントを支援する。コンサルタントの業務工程は、プロジェクトの実施スケジュールと一致した工程でなければならない。本プロジェクトの実施におけるコンサルティングサービスに必要な海外コンサルタントおよび現地コンサルタントの人月を表 4.8 にまとめる。本プロジェクトの実施における事業実施機関を補佐するために必要な人月は、海外コンサルタントが   現地コンサルタントが   と算定される。これらの人月には、処理場の運営維持管理の技術支援に必要な人月も含まれる。なお、これら以外に事務所運営等の現地作業をサポートするための人月が必要となる。

表 4.8 コンサルティングサービスの必要人月

非公開情報	
-------	--

#### 4.6 維持管理費

本プロジェクトにより建設される計画施設を運転・維持管理するために必要な運転・維持管理費を下表に示す。運転・維持管理費は、人件費、電力費、保守管理費（点検・修理費）、汚泥ケーキ処分費、消耗品費（薬品費）及びその他の費用で構成される。年間の運転・維持管理費は、1,118.2千USD/年（1.1億円/年）となる。

表 4.9 運転・維持管理の内訳（C1 処理区）

項目	費用（千USD/年）
人件費	40.9
電力費	281.6
保守管理費	543.6
汚泥ケーキ処分費	89.2
薬品費	100.5
管渠洗浄費	41.4
その他	21.1
合計	1,118.2

出典：JICA 調査団

#### 4.7 運用効果指標

円借款プロジェクトの実施ではプロジェクトの事後評価が義務づけられている。プロジェクトの事後評価はプロジェクトの内容に即した運用効果指標に基づいて行われる。このため、プロジェクト実施期間はプロジェクト開始の前にまずはこの運用効果指標を設定し、さらにはベースラインの値を確定する必要がある。事後評価の際には同じ運用効果指標を用いて計測が行われ、比較による評価が行われることになる。通常、事後評価は運転開始後2-3年の段階で実施される。運用指標は通常プロジェクトが計画目的通りに作られたかを計測するものである。一方効果指標は、プロジェクトによる社会経済環境面での予期されていた効果の達成度を測るものである。今回の対象となるC1処理区は全市に対する人口カバー率は5%程度と小規模であるため、河川環境に大きな影響をあたえるだけのインパクトは持たない、むしろ、今後の下水事業のスプリングボードとなる事業としての意義が大きい。

提案する運用効果指標は次の表の通りである。運用指標の最初の4つの指標である下水処理能力、下水処理場稼働率、汚染物質除去率(BOD<sub>5</sub>, COD, TSS)、人口カバー率は設計/工事が初期目標を達成できたかを測るための指標である。最初の3つは処理場の建設目標、最後の人口カバー率が排水管網の面整備の達成度である。5番目の料金回収率はマネジメント面での達成度の測定である。

プロジェクトの規模が小さいため、効果面では社会的なインパクトは期しがたい。このため、効果はプロジェクト単独の指標であるEIRR、FIRRが主となる。しかしながら、ヤンゴン市にお

る初めての下水全てを収集、処理する分流型の下水道プロジェクトが、有料公共サービスとして実現したならば、社会的意義の認知がされたと見ることが可能である。このため、下水道料金の導入を効果指標として取り上げた。

表 4.10 運用指標

運用指標	定義	計画値	注記
下水処理能力	達成した下水処理能力 / 計画処理能力	100%	
下水処理場稼働率	平均処理量 / 計画された処理能力	70%	
汚染物質除去率 (BOD <sub>5</sub> , COD, TSS)	排水測定値 / 流入測定値	BOD <sub>5</sub> : 90% COD: 75% TSS: 90% (下限値)	
人口カバー率	サービス人口 / サービス人口計画値	90%	接続の最大目標が90%である。
料金回収率		最低 90%	下水道料金の支持率を踏る効果指標としても料金回収率を間接的指標と考えることもできる。

出典：JICA 調査団

表 4.11 効果指標

効果指標	定義	ベースライン値	注記
下水道料金の導入	現在無料の下水道料金が有料化される。	最低限の目標 USD0. 1/m <sup>3</sup>	住民の環境意識が醸成され有料のサービスが実施されることが将来の運営の維持につながる。
投資収益率	財務および経済内部収益率	FIRR: 0.98% EIRR: 6.2%	FIRR は料金設定にかかっているため、仮想料金による FIRR の値はベースラインとするには留意が必要。

出典：JICA 調査団

## 4.8 事業実施体制

### 4.8.1 事業実施体制の確認

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

表 4.12 事業実施体制とその役割

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

出典：JICA 調査団

#### (1) プロジェクト実施機関 (PEA)

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

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

#### (2) プロジェクト管理ユニット (PMU)

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

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

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

PMU の主な機能について次に示している。

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

### (3) プロジェクト運営調整委員会 (PCC)

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

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

主な機能について次に示している。

- プロジェクト計画及び予算について認可業務
- プロジェクト進捗状況の確認、問題発生時の解決方法の検討
- 定期的な委員会の開催
- プロジェクトに関連する各機関の利害調整、紛争解決、円滑なプロジェクト実施を促進する
- 関係機関の活動状況のモニタリング及びレビュー

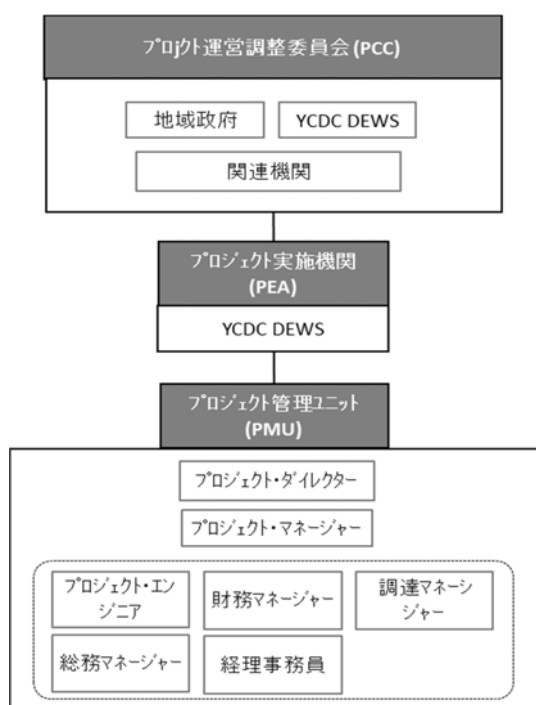


- 関連機関のプロジェクト活動実施に当たっての問題点とボトルネックの明確化、解決法の提案
- 関連機関との合意、協議、協力、調整が必要な事項の明確化と調整
- フォローアップ・アクションの調整

#### 4.8.2 実施機関の掌握業務、組織体制

##### (1) プロジェクト管理ユニット (PMU) の組織体制

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



出典：JICA 調査団

図 4.1 事業実施の組織体制

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

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

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

## (2) プロジェクト管理ユニット (PMU) の人員配置

PMU の想定される人員体制として、次表に示す人員構成を提案する。プロジェクト・ダイレクターはチーフ・エンジニアが、プロジェクト・マネージャーは副チーフ・エンジニア、あるいはアシスタント・チーフ・エンジニアが担当する。職員の能力向上とその相乗効果の観点から、その人員は YCDC 水供給衛生局から配置されることが望ましい。

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

表 4.13 プロジェクト管理ユニットの人員構成

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

出典：JICA 調査団

## (3) 実施機関の技術水準、及び類似事業実施の経験

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

エジェクターシステムは 1890 年に建設されているため、当時の設計に精通している技術者はいないが、施設は改良されながら使用されており、その知見は引き継がれている。また、現在稼働中の下水処理場の設計、建設は YCDC により行われている。

そのため、水供給衛生局には、下水道を含めた汚水処理の知見と技術は一定程度蓄積されると判断されるものの、設計に関わる人材は全般的に非常に限られている。

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

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

#### 4.9 プロジェクト実施に当たっての留意事項

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

##### 4.9.1 「ミ」国における類似業務の調達事情

###### (1) 現地業者に係る一般事情

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

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

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

また、数は限られているが、ミャンマー国内のパイプ製造会社も存在する。

次表に関連する「ミ」国の施工業者、資機材製造会社の情報を示す。

表 4.14 「ミ」国の現地業者に係る情報

会社名	概要
[設計・工事]	
Authentic Group of Companies	<p>設立： 2010年</p> <p>分野： 上下水・排水施設の設計、建設、配管、貿易、輸入販売水道関係の仕事をやりはじめたのは2012年。噴水の機械なども輸入販売。</p> <p>実績： 3年間の業界経験</p> <p>規模： 中小企業</p> <p>その他： Nyaung Hna Pin 浄水場の設計やポンプ場等の設計を監督した元 YCDC 職員が幹部にいる。ネピドーの浄水処理設備、主に民間の汚水処理施設や配管の経験あり。</p>
Waterworks Engineering Group Services Company Limited (WEG)	<p>設立： 2004年</p> <p>分野： 水道・汚水排水システムの設計、建設、水質試験</p> <p>実績： 主に水質検査、その他に汚水処理施設の輸入販売、井戸掘削工事、等が主体。民間の地下水開発、給水施設の建設実績あり。</p> <p>規模： 中小企業</p> <p>その他： ISOTECH というラボラトリーがあり、JICA 使用した事がある。</p>
Supreme グループ 水道関連は water doctor	<p>設立： 1990年頃から活動水道関係（上下水処理、浄水場）、建設、貿易、肥料、農薬</p> <p>分野： 易、肥料、農薬</p> <p>規模： 中小企業</p> <p>その他： 主に小型の浄水器の輸入販売から始まった。現在の様々な浄水機械等の輸入販売。浄水、下水処理、配管、工事をする目的で、1994年に子会社の water doctor を設立。</p>
Dagon International Company Limited	<p>分野： 土地開発、建設、木材事業、農業とプランテーション、ホテル、ホスピタリティと小売、中古車販売、等。</p> <p>実績： もともと不動産会社であるが、現在は土木工事も実施。</p> <p>その他： ミャンマーの大手財閥の一社である。</p>
Chan Tha Construction	<p>設立： 1990年代に設立された会社。</p> <p>分野： 土地開発、建設</p> <p>実績： 土木工事の実績あり</p> <p>規模： 大手ゼネコン</p>
Royal Gandamar Construction Co., Ltd	<p>設立： 2006年頃</p> <p>分野： 土木工事、主に鉄道関係</p> <p>実績： 鉄道の駅や鉄道の路線工事などの経験豊富。中堅のゼネコン</p> <p>規模： 建設以外に、鉄道の路線に使用するコンクリートとブロック工</p> <p>その他： 場を持つ。</p>
[資機材製造・販売]	
Tokyo Pipe Co., Ltd	<p>分野： パイプの製造、販売</p> <p>実績： ミャンマーの唯一 HDPE パイプの生産工場</p> <p>規模： 大手のパイプ製造会社</p> <p>その他： ミャンマー国内では一番大きい工場を持ち、中国やドイツの機械等を使用して生産。最近 YCDC の Nga Moe Yeik Phase 2 からヤンゴン市内への配水管に、Tokyo Pipe 工場で生産され</p>

会社名	概要
	た HDPE 管が採用。パイプの製造、販売だけで、工事はしない。
Po Seng Pipe Co., Ltd	分野： パイプ製造、建設 実績： ネピドーでの配管工事経験あり。 規模： 大手パイプ製造会社 その他： 規模では Tokyo Pipe には敵わないが、ミャンマー国内では名のある製造会社。Tokyo Pipe との違いは、建設工事なども行えること。
Han Sein Thant Engineering and Trading Co., Ltd	分野： ポンプ輸入販売、設置工事 規模： 中小企業 その他： 工事は機械設置の工事のみ。KSB ポンプの代理店

出典：JICA 調査団

(2) 現地資機材調達に係る一般事情

下水道施設の建設資機材の調達は、基本的に国内調達を予定しているが、国内で調達が難しい場合、海外からの輸入も想定される。

建設資機材及び建設機械の調達事情を次表に整理した。

表 4.15 建設資機材及び建設機械の調達事情

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

建設機械	ミャンマー国	第三国	日本国
バックホウ	○		
トラッククレーン	○		
クレーン装置付トラック	○		
ダンプトラック	○		
散水車	○		

建設機械	ミャンマー国	第三国	日本国
グレーダ	○		
転圧ローラ	○		
アスファルトフィニッシャー	○		
コンクリートポンプ車	○		
振動ローラ	○		
タンバ	○		
舗装切断機	○		
鉄筋切断機	○		
鉄筋加工機	○		
発動発電機	○		
空気圧縮機	○		
水中ポンプ	○		
穿孔機（不断水）			○
パイプロハンマ杭打機	○		

出典：JICA 調査団

#### 4.9.2 入札方法、契約条件の設定

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

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

- |   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"><li>13. 瑕疵期間が終了した時点で最終検査を行う</li><li>14. 「ミ」国側の最終合意を得て、建設施設を先方側に最終引渡しする。</li></ol> |
|---|

#### 4.9.3 コンサルタントの選定方針

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.9.4 施工業者の選定方針

##### (1) 事前資格審査（P/Q）

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

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

## (2) 入札方式

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

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

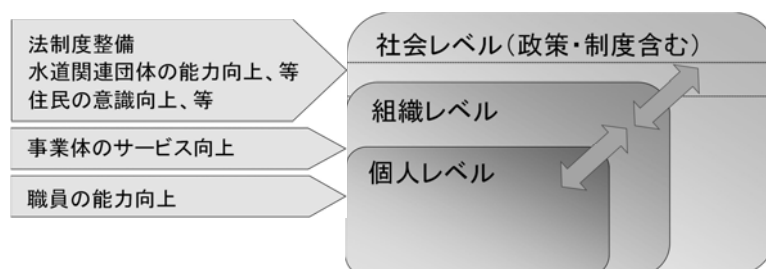


## 第5章 能力向上計画

### 5.1 能力向上の概要

#### 5.1.1 能力向上の概念

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



出典：JICA（2008）キャパシティ・アセスメント ハンドブック

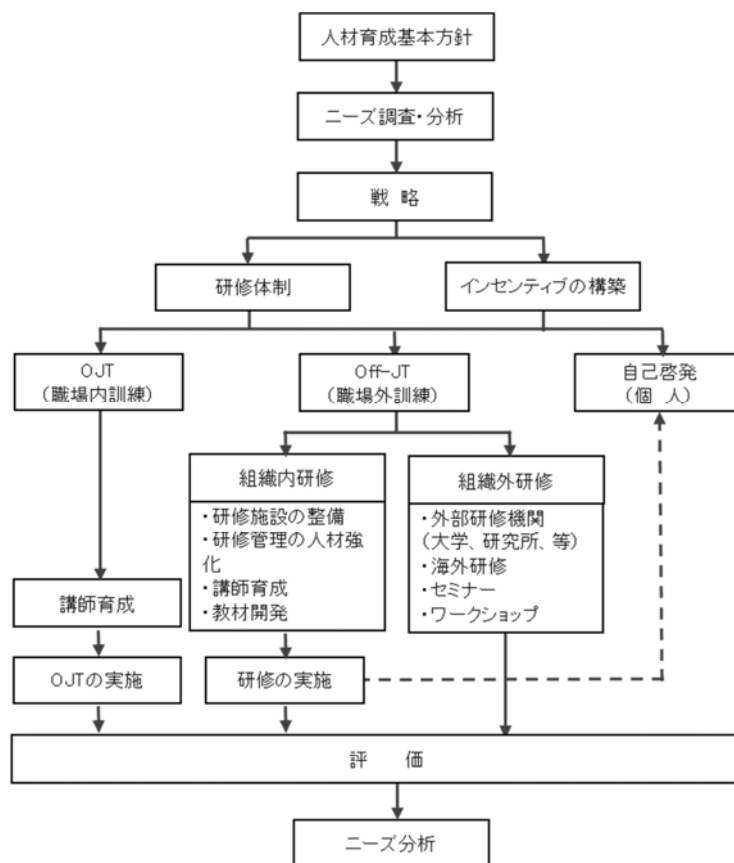
図 5.1 能力向上の概念

#### 5.1.2 能力向上の方法

一般的な研修メカニズムと能力向上の方法について次表に示している。

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

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



出典：JICA(2008)「キャパシティ・ディベロップメントに関する事例分析 水道人材育成分野」

図 5.2 研修メカニズムと能力向上方法

YCDC の能力向上にあたっては、OJT 及び OFF-JT、個人の自己啓発のすべての組み合わせによる効果的な能力向上が必要となる。現状では、中央研修センターでの研修科目は、一般的なエンジニアリングや会計分野に限られており、汚水処理（下水道を含む）や事業運営の専門的な知識や経験を習得する機会は非常に限られている。特にヤンゴン市においては、汚水処理整備がこれからという初期段階にあつては、指導できる経験者の人材の育成や、指導者の知識や技術もより広範囲の分野でより深い知識の習得が必要である。長期的には、下水道課の主幹職員（Resource person）を効果的に育成し、その職員が習得した知識と経験を中堅職員及び若手職員に伝えていくことが望ましい。また同時に、個人が学習意欲を向上させるためのインセンティブづくりや意識改革、研修効果を活かせる環境整備もあわせて必要となる。

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

## 5.2 能力向上の必要性

現在、ヤンゴン市の汚水処理の整備状況は全般的に低水準に留まっており、下水道を含む汚水処理の整備状況改善のためには、下水道課の個人レベル、組織レベル、それを取り巻く社会レベルでの能力向上が必要不可欠である。下水道課は、当面は改良型・改造型腐敗槽を含めた汚水処

理施設整備を優先的に行っていくための、組織開発と法制度整備、住民の衛生教育・啓蒙に重点的に取り組む必要がある。また、本格的な下水道整備に向けて、顧客志向の「サービス・プロバイダー」として体質転換していくために、経営基盤の整備、運転・維持管理能力の改善、財務管理の強化も欠かせない。

こうした状況から判断しても、今後5年、10年後を見据え、下水道課（将来的には下水道部として拡充）職員が技術面及び事業運営面で能力向上を図らなければならない分野は多岐にわたる。

次表に、下水道課を対象に、短期（～2025年）における下水道・排水セクターの能力強化を図るべき分野について、優先度を分けて整理している。

表 5.1 YCDCに必要な能力向上分野

大分野	小分野	必要な能力向上分野・研修	優先順位			
			3年 高	5年	～2025 低	
テクニカル・ キャパシティ (技術的 能力)	一般	1. 下水処理一般	●			
		2. 下水道施設台帳の整備	●			
		3. 情報管理システム (SCADA)			●	
	設計	4. 下水道管路施設の設計			●	
		5. 下水処理施設の設計			●	
		6. 電気・機械設備の設計			●	
		7. 改良型・改造型腐敗槽の設計	●			
	運転・ 維持管理	処理施設・ポンプ施設の維持管理				
		8. - 水処理・汚泥処理計画の策定	●			
		9. - 設備機器の運転計画の策定	●			
		10. - 運転管理の記録及び管理 (日報・月報・年報)	●			
		11. - 機械・電気設備の保守点検計画の策定	●			
		12. - 機械・電気設備の維持管理		●		
		13. - 改良・改築工事計画の策定		●		
		14. - 処理施設の継続的・効率的管理 管路施設の維持管理			●	
		15. - 管路施設の点検及び調査		●		
		16. - 管路施設の清掃及び浚渫		●		
		17. - 管路施設の修繕及び修復		●		
		18. - 維持管理の記録及び管理		●		
		19. - 管路施設の継続的・効率的管理			●	
		20. 維持管理マニュアルの作成	●			
	21. 腐敗槽の維持管理と汚泥収集	●				
	水質管理	22. 水質管理計画の策定	●			
		23. 水質分析機器の使用と維持管理	●			
		24. 水質試験の実施	●			
		25. 工場排水の水質試験の実施		●		
26. 水質試験データの記録・分析及び報告書作成		●				
コア・キャパシティ (非技術的 能力)	組織	27. 組織構築と拡充	●			
		28. 職務分掌の規定	●			
		29. 人事管理		●		
		30. 人材開発計画		●		
		31. グッド・ガバナンスと汚職防止			●	
	マネジメント・ 業務効 率化	32. 事業計画・戦略 (短・中・長期) の立案	●			
		33. 業務指標 (PIs) の設定と事業運営	●			
		34. パフォーマンス・モニタリングと評価	●			

大分野	小分野	必要な能力向上分野・研修	優先順位			
			3年 高	5年	～2025 低	
環境基盤	財務	35. 業務のコンピュータ化とデータ加工・編集	●			
		36. 品質管理 (ISO9001, ISO14001)			●	
		37. 公共調達管理と施工監理			●	
		38. 労働安全衛生			●	
	公共・社会	財務	39. 汚水処理整備のための予算計画	●		
			40. 下水道料金政策の検討		●	
			41. 下水道料金設定と費用分析、収支予測		●	
		公共・社会	42. 下水道料金の請求・徴収業務			●
			43. アセット・マネジメント			●
			44. 社会的責任と説明責任	●		
			45. 顧客サービス・広報	●		
			46. 住民意識調査 (公衆衛生・下水道整備・既存下水道事業サービス)	●		
			47. 住民への公衆衛生・環境保全に関する啓蒙・教育	●		
法制度整備	公共・社会	48. 啓蒙・教育のための IEC 教材の開発	●			
		49. 住民の改良型・改造型腐敗槽/合併浄化槽への意識啓発と資金助成制度の PR (下水道未整備地区)		●		
		50. 下水道整備に関する住民の意識啓蒙	●			
	法制度整備	51. 小規模汚水処理施設 (コミュニティ・プラント) の設置指導 (開発区域内)		●		
		52. 汚水処理水の再利用の指導 (高層建築物)			●	
		53. 参加型開発とジェンダー開発	●			
モニタリング・規制強化	法制度整備	54. 下水道・排水セクターにおける施策と法整備	●			
		55. 汚水処理施設 (下水道含む) の計画・建設・運営・管理・監視に関する法制度	●			
		56. 改良型・改造型腐敗槽、合併浄化槽設置に関する基準・制度、助成制度の整備	●			
		57. 下水道条例の整備		●		
		58. 水質環境基準、排水基準に関する規制整備		●		
		59. 開発行為に関する規制整備		●		
		60. 廃棄物処理、公害関連法規の整備 (大気汚染、騒音規制、振動規制、悪臭防止、等)		●		
モニタリング・規制強化	法制度整備	61. 下水道料金に関する条例の整備		●		
		62. 水質環境基準、排水基準に関するモニタリング・規制強化		●		
		63. 開発行為の規制に関するモニタリング・規制強化			●	

出典：JICA 調査団作成

上記の中から、重点的に能力向上を図る 6 分野について、以下に説明を記述している。

### 5.2.1 運営組織の開発

- 各部署の職務分掌と責任を明確に定め、各職員が自らの職務を明確に把握し、自覚と自立を促す必要がある。
- 上位の方針や計画、戦略、ビジネスプランなどを取りまとめ、継続的にモニタリングしていく担当部署を創設すべきである。下水道の本格的整備が始まる当面の間は、下水道課内に計画・モニタリング係を創設する。

- 下水道処理場内への水質試験室を設置し、自らの試験室で定期的に水質モニタリングできる体制を構築する。
- 水供給衛生局内に顧客サービス・広報課、タウンシップ事務所に顧客サービス・広報係を創設する。2025年までの段階では、IEC活動による衛生教育・住民啓発を主体的に行い、上下水道事業の双方を担当する。

### 5.2.2 法制度の整備

- ヤンゴン市開発法及びその施行規則には、下水道及び公衆衛生事業についてYCDCの責務と権限について触れられているものの、さらに条例として内容を検討、充実させ、整備する必要がある。
- 「ミ」国では下水道法が整備されていないため、YCDCの下水道条例が一時的に先行的な役割をもつことにもなる。その意味でも、汚水処理施設の位置づけ、計画・建設・運営・管理・監視に関する法整備の基本方針が条例に含まれるべきである。
- 水質環境基準や公共用水域の排水に関する排水基準を検討、法的に整備する必要がある。
- 改良型・改造型腐敗槽への移行を促進するために、基準・制度の検討、整備が必要である。

### 5.2.3 経営基盤の整備

- 下水道課として目指すべき上位の方針、短・中・長期的な計画を段階的に策定する。
- 現在の事業運営状況や目標の達成状況を可視化するために、主要業務指標を検討、設定する。これは先行整備予定の下水道事業だけを対象としたものでなく、むしろ広範囲に普及が必要とされる改良型・改造型腐敗槽や合併浄化槽などのIEC活動状況や整備普及状況の進捗も随時把握できるものとする。
- 主要業務指標によるモニタリング・評価を開始し、改善点や取り組むべき課題の明確化に活用する。

### 5.2.4 財務管理の強化

- 2025年までの段階では、IEC活動状況、腐敗槽の普及状況などの顧客情報管理を的確におこなうためのデータベースを構築する。整備が予定されているC1処理区、W1処理区に関しては、下水道料金徴収の情報もデータベース機能に含める。
- 先行して整備予定のC1、W1処理区の下水道料金徴収に向けた、水供給衛生局としての料金政策を検討する必要がある。
- 下水道料金の設定にあたって、下水道事業の費用分析、上水道料金との相互補助を念頭に置いた収支予測を立てる。

### 5.2.5 衛生・啓蒙教育の強化

- 衛生・啓蒙教育のための IEC 活動を実施する前に、公衆衛生、環境保全、下水道整備、下水道料金と費用負担、支払意思額などに対する住民の意識調査を計画、実施する。
- 新設された本部の顧客サービス・広報課は、IEC 活動の活動方針、活動計画を策定する。その際、公衆衛生の IEC 活動を展開している YCDC 保健局と連携し、効率的な活動展開を計画する。
- 上記活動計画に基づき、下水道の本格整備までに必要な公衆衛生の向上、改良型・改造型腐敗槽の必要性と普及、腐敗槽普及への資金助成制度、下水道整備と料金負担、などに関する IEC 教材を開発・作成する。
- IEC 活動のパートナーとなる NGOs と協働で IEC 活動を開始する。また、NGOs を活用した組織的な IEC 活動の展開を視野にいれ、NGOs の育成に努める。

### 5.2.6 運転・維持管理能力の改善

- 既存の下水道施設を正確に把握するための調査を行い、下水道台帳として整備する。
- 下水処理場では、汚水ポンプの自動制御システムの故障にともない、操作はオペレータによってばらつきがあるなど、運転・維持管理のための標準手順が統一されていない。そのため、運転・維持管理作業の標準化のためのマニュアルを作成する。
- 老朽化しているエジェクターシステムの腐食や管路閉塞、下水処理場における水温・水質の未測定、補修部材や薬品の未調達などによる不適切な維持管理の問題に対処するための能力向上研修が必要である。
- 現状では、運転時間や運転状況、維持管理状況、流入下水量や水質・水温などが記録されておらず、運転・維持管理状況を正確に把握することが難しい。運転・維持管理の記録、報告書の定期的な作成、提出を行い、運転・維持管理状況を常時把握できる仕組みをつくる。

## 5.3 改善に向けた活動目標

前述した6分野における短期（～2025年）の活動目標について、次表に整理している。

表 5.2 能力向上の活動目標

能力向上分野	活動目標
運営組織の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>各部署の職務分掌の明確な規定</li> <li>下水道課への計画・モニタリング係の創設</li> <li>下水道処理場内への水質試験室の創設、水質機材・設備の整備</li> <li>水供給・衛生局内への顧客サービス・広報課の創設</li> <li>各タウンシップ事務所への顧客サービス・広報係の創設</li> <li>新設部署へ配属する人材の確保（新規雇用、配置転換）</li> </ul>
経営基盤の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>マスタープランをベースにした下水道課の方針、短・中・長期計画の策定</li> <li>主要業務指標（PIs）の選定、それを利用した短・中・長期的な達成目標の設定</li> <li>主要業務指標に基づいたパフォーマンスの定期的モニタリング及び報告書（月次、年次）作成の開始</li> </ul>
財務管理の強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>顧客情報管理のためのデータベースの構築（初期段階では、IEC 活動状況、腐敗槽の普及状況の情報管理）</li> <li>下水道料金徴収に向けた料金政策の検討</li> <li>下水道事業の費用分析、上下水道事業の収支予測</li> </ul>
衛生教育・啓蒙の強化	<ul style="list-style-type: none"> <li>顧客サービス・広報課による IEC 活動の活動方針、活動計画の策定</li> <li>公衆衛生の向上、改良型・改造型腐敗槽の必要性と普及、腐敗槽普及への資金助成制度、下水道整備と料金負担、などに関する IEC 教材の開発、作成</li> <li>NGOs との協働による組織的な IEC 活動の開始</li> <li>住民意識調査の実施</li> </ul>
運転・維持管理能力の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水道台帳（処理施設、ポンプ施設、管路施設）作成のための調査、整備</li> <li>運転・維持管理マニュアルの作成</li> <li>施設の運転・維持管理改善のための研修</li> <li>運転記録の作成と管理</li> </ul>
法制度の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水道条例の整備</li> <li>汚水処理施設の計画・建設・運営・管理・監視に関する法整備</li> <li>水質環境基準、排水基準の整備</li> <li>改良型・改造型腐敗槽、もしくは合併浄化槽設置に関する基準・制度の整備</li> </ul>

出典：JICA 調査団





## 第6章 プロジェクト評価

### 6.1 経済財務分析の前提

#### 6.1.1 下水処理量及び水道消費量

下水処理量及び上水需要量はマスタープランで算定した上下水の予測値を毎年ベースで補間推計したものを用いる。C1 処理区は中心街に位置し、盛んな商業活動が営まれている地域で、かつ最も国際的な地域である。この地区の人口増加はほぼゼロに設定にされているが、商業活動の活発化で、1 人当たりの消費量がかなり増加する確率も高いと目される。この地区での上水需要の内の商業需要をタウンシップ毎に求めたのが表 6.1 である。C1 の対象地である Pabedan、Kyauktada、Botahtang、Panzundaug の商業需要割合は 18%から 41%とかなりばらつきがあるが、全体では 34%と高い比率である（ヤンゴン市全体では 24%である）。W1 処理区に属する Latha と Lanmadaw の 2 つのタウンシップは将来的には W1 の処理場に接続されることになるが、現状ではヤンゴン市で唯一の既存の下水処理場に接続されているため、過渡的措置として C1 処理区に編入する計画である。処理受入量は、現行のトイレの排水のみの 50 リットル/人/日を想定している。以上の想定を基に算出したのが、次の表 6.2 にある C1 処理区の顧客タイプ別下水処理量及び水消費量予測である。家庭用上水と商業用上水を区別するのは現行の水道料金で家庭用が 88Kyat/ m<sup>3</sup> の他方、商業用は 110Kyat/ m<sup>3</sup> と別料金になっている。

表 6.1 対象タウンシップ商業水需要比率

Zone	Township	Commercial Demand Ratio
C1	Pabedan	34%
	Kyauktada	38%
	Botahtaung	41%
	Pazundaung	18%
	Total	33%
W1	Latha	29%
	Lanmadaw	39%
	Total	34%

出典：JICA 調査団

下水道料金は水道と同時に料金を徴収することを前提としている。業務の効率化だけでなく、処理量は水道メータでしかモニタリングできないという現実から、この方法は全世界で採用されている方法である。下水道処理の OM コストの算定には下水処理量に応じて計算を行う。他方、経済分析における経済便益及び財務分析の料金収入については上水消費量に単価を乗じる形で算定を行う。

表 6.2 C1 処理区顧客タイプ別下水処理量及び水消費量予測

Year	C1 Planned Wastewater Volume (m3/day)	W1 Planned Wastewater Volume (m3/day)	Total Planned Wastewater Volume (m3/day)	Treatment Capacit (m3/day)	Connection Coverage Rate	Treated Volume (m3/day)	Water Demand (m3/day)				Water Supplied with Sewerage Connection (m3/day)	
							C1 Domestic	C1 Commercial	W1 Domestic	W1 Commercial	Domestic	Commercial
2014												
2015												
2016												
2017												
2018												
2019												
2020	43,585	3,863	47,448	24,800	54%	24,800	26,441	12,244	2,303	1,209	15,598	7,300
2021	44,663	3,863	48,526	24,800	70%	24,800	27,181	12,582	2,303	1,209	20,682	9,674
2022	45,741	3,863	49,604	24,800	84%	24,800	27,921	12,920	2,303	1,209	25,401	11,875
2023	46,820	3,863	50,683	70,200	90%	45,755	28,662	13,258	2,303	1,209	27,954	13,061
2024	47,898	3,863	51,761	70,200	91%	47,016	29,402	13,596	2,303	1,209	28,798	13,448
2025	48,976	3,863	52,839	70,200	91%	48,289	30,142	13,934	2,303	1,209	29,651	13,839
2026	50,004	3,863	53,867	70,200	92%	49,528	30,849	14,255	2,303	1,209	30,481	14,219
2027	51,032	3,863	54,895	70,200	93%	50,778	31,556	14,576	2,303	1,209	31,319	14,601
2028	52,060	3,863	55,923	70,200	93%	52,039	32,263	14,897	2,303	1,209	32,165	14,988
2029	53,088	3,863	56,951	70,200	94%	53,312	32,970	15,218	2,303	1,209	33,019	15,378
2030	54,119	3,863	57,982	70,200	94%	54,600	33,679	15,540	2,303	1,209	33,883	15,772
2031	55,099	3,863	58,962	70,200	95%	55,850	34,355	15,844	2,303	1,209	34,723	16,153
2032	56,079	3,863	59,942	70,200	95%	57,111	35,030	16,149	2,303	1,209	35,570	16,538
2033	57,059	3,863	60,922	70,200	96%	58,384	35,706	16,453	2,303	1,209	36,425	16,926
2034	58,039	3,863	61,902	70,200	96%	59,667	36,381	16,758	2,303	1,209	37,287	17,318
2035	59,020	3,863	62,883	70,200	97%	60,962	37,058	17,062	2,303	1,209	38,158	17,713
2036	60,071	3,863	63,934	70,200	98%	62,336	37,783	17,388	2,303	1,209	39,084	18,132
2037	61,122	3,863	64,985	70,200	98%	63,721	38,509	17,713	2,303	1,209	40,019	18,554
2038	62,173	3,863	66,036	70,200	99%	65,119	39,235	18,038	2,303	1,209	40,961	18,979
2039	63,224	3,863	67,087	70,200	99%	66,528	39,961	18,363	2,303	1,209	41,912	19,409
2040	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2041	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2042	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2043	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2044	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2045	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2046	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2047	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2048	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2049	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2050	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2051	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2052	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2053	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2054	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2055	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2056	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2057	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2058	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2059	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842
2060	64,275	3,863	68,138	70,200	100%	67,949	40,687	18,688	2,303	1,209	42,870	19,842

出典：JICA 調査団

### 6.1.2 投資

投資に関する内訳は次の表 6.3 の通りである。投資における経済コストと財務コストの違いは、経済コストは税金を含まないコストである。国内の単なる資金の移転に過ぎない税金はマクロ経済的には実質コストではない。一方、プロジェクトの直接的な財務分析としては税金の支払いも含める。投資費用には下水処理場および管渠の建設コストの他に設計、入札図書作製、建設管理を行うコンサルティング費用、戸別接続費用が必要となる。分流式で新たに整備される管渠に接続するには既存の接続からの切り替え、トイレと家庭雑排水を合わせて受水する枡、接続管などの設置が必要でこれが戸別接続費用となる。

それぞれの費目にはベース費用の他に管理によって費消されるアドミ費用、その他に売上税 (Commercial Tax)、関税などの税金が支出費目となる。

表 6.3 経済投資コスト/財務投資コスト

非公開情報
-------

実際の設計・建設業務が発生するのは 2014 年からで 2022 年までで、下水処理場のフェーズ 1 と 2 は切れ目なく建設が続けられる工程になっている。下水接続の作業は 2023 年までに 90% を達成した後は 2040 年まで新規ニーズに対応する形で接続が行われる想定である。毎年の接続率は一定とし、0.56%を設定している。先のそれぞれの投資項目に対して、年ごとの投資比率を表したのが次の表 6.4 である。

表 6.4 投資費目別投資配分比率

Year	Wastewater Treatment Plant Phase1	Wastewater Treatment Plant Phase2	Sewer Network	Consultancy	Connection
2014	0%	0%	0%	3%	0%
2015	0%	0%	0%	19%	0%
2016	0%	0%	0%	9%	0%
2017	31%	0%	16%	13%	14.6%
2018	34%	13%	18%	15%	15.9%
2019	34%	50%	18%	15%	15.9%
2020	0%	38%	18%	12%	15.9%
2021	0%	0%	18%	8%	15.9%
2022	0%	0%	13%	6%	11.9%
2023	0%	0%	0%	0%	0.56%
2024-2040	0%	0%	0%	0%	0.56%

出典：JICA 調査団

設備の更新などの再投資は電気機械設備のみを分析対象とする。再投資は稼働後 15 年毎に電気機械投資額の 15%を必要とすると仮定した。

### 6.1.3 操業保守費用

#### (1) 人件費

人件費はエンジニア、テクニシャン、一般労働者の 3 分類を想定する。それらの人員配置と給与の設定は次の表 6.5 の通りである。

表 6.5 人件費想定

		person	unit cost	Salary
Phase I	Engineer	5	203	1,015 USD/Month
	Technician	3	106	318 USD/Month
	Common Worker	10	93	930 USD/Month
	sum	18		2,263 USD/Month
	Annual			27156 USD/Year
phase II	Engineer	0	203	0 USD/Month
	Technician	2	106	212 USD/Month
	Common Worker	10	93	930 USD/Month
	sum	12		1,142 USD/Month
	Annual			13,704 USD/Year

出典：JICA 調査団

(2) スペアパーツ

機械電気設備は正常な運転を続けるためにはスペアパーツを必要とする。この比率は年間設備投資額の1.6%に設定する。スペアパーツ費用額は表6.6の通りである。

表 6.6 スペアパーツ費用額

非公開情報
-------

(3) 管渠保守清掃費

下水道の管渠、マンホールは下水の性質上、定期的に清掃あるいは保守の必要がある。高圧洗浄車バキュームカーなどの設備も必要とするが、同時に人力を多く必要とする作業である。ここでは日本での近似推計式をミャンマーの物価水準に転換して次の式で推計する。

$$368 \times \text{管渠延長 (km)} + 19,782 \text{ (USD/Year)}$$

この式で推計した年間保守費用は USD 41,352 である。

以上が固定費用に相当するものである。

(4) 変動費用

変動費用には電力費用、凝集剤などの薬品費用、及びスラッジケーキの廃棄処分費用がある。下水処理量を分母とする必要投入量および設定単価は次の表6.7の通りである。

表 6.7 変動費用投入比率及び単価

	Quantity	Unit	Price	Unit
Electricity	0.3	kWh/ m <sup>3</sup>	0.04	USD/kWh
Chlorine	0.30%		0.5	USD/ m <sup>3</sup>
Polymer	0.18%	ton/ m <sup>3</sup>	5.1	USD/ m <sup>3</sup>
Sludge Cake	0.0007600	m <sup>3</sup> / m <sup>3</sup>	5	USD/ m <sup>3</sup>

出典：JICA 調査団

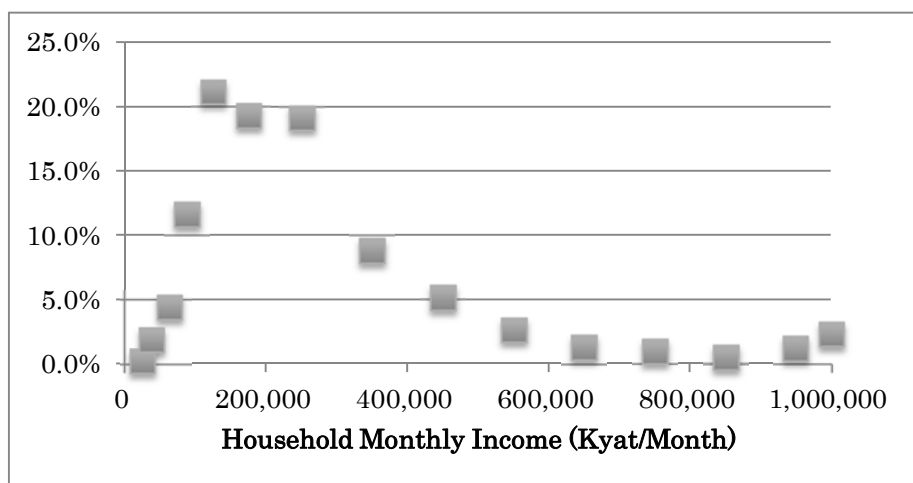
6.2 経済分析

6.2.1 経済便益

経済分析で用いる経済便益は通常の経済評価理論に則り、市民の支払意思額 (Willingness-To-Pay) を基本とする。経済評価では支払い意思額をもって経済便益とすること

が一般である。ただ通常単純に WTP をインタビュー調査すると、低めにしか回答しないことが多いため、現実の WTP とかけ離れた結果となることが多い。ヤンゴン都市圏開発プログラム形成協力準備調査の住民意識調査では直裁的に支払意思額を質問しているが、回答の答えは、きわめて低い値となっている。その理由は決して上下水道サービスに対する便益を感じていないわけではなく、現状の水道料金に心理的なアンカーが発生したためと考えられる。

APPEDIX F-3 に示した社会的な所得分布と需要曲線の導出の考え方に従って、ヤンゴン市の上下水道サービスへの需要曲線を推定し、その重要曲線の面積（社会的総和）をして社会的経済便益とする。ヤンゴン都市圏開発プログラム形成協力準備調査の住民意識調査では住民の月ごとの所得水準を質問している。その結果の所得分布は次の図 6.1 の通りである。



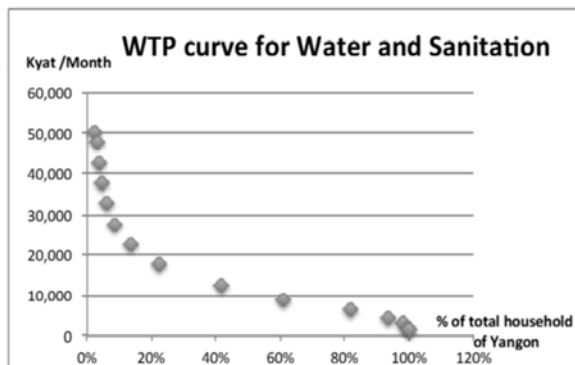
出典：オリジナルデータは 2012 年 JICA 世帯訪問調査

図 6.1 ヤンゴン市月間世帯所得分布

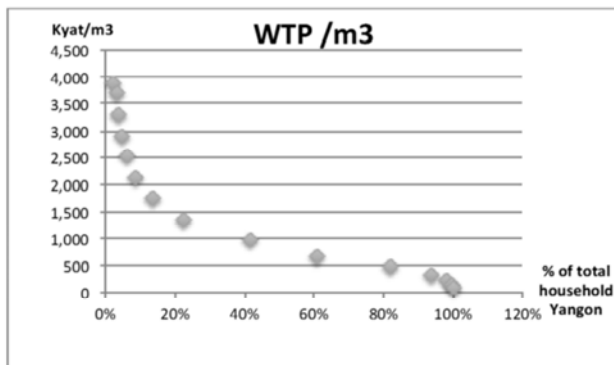
一般に支払い可能額（Affordability-To-Pay）を検討する際に所得の 3-5%を上下水道関連の支出に回すことが可能であるとされているが、経済的な支払意思額はこの Affordability の上限である所得の 5%が経済的な WTP と想定する。高所得階級から所得階層ごとに一月当たりの WTP をプロットすると、図 6.2 のようになる。WTP は経済学的にいえば、需要曲線の導出に他ならず、この図は上下水道サービスへの需要を表している。Appendix F3 で解説するように 社会全体の下水サービスに対する便益はこの WTP の総和に他ならない。プロジェクト評価で毎年の供給量すなわち消費量は変動するのでこの結果をそのまま使用することは難しい。そこで現状 WTP を上下水道サービスに対する単価支払意思額に一立方メートル当たりの単価に変換する。同調査結果の平均世帯人数は 4.3 人、更には一日当たりの水消費量を 100 リットル/人/日と想定して単価の WTP 曲線を導出したのが図 6.3 である。市民平加重平均した一世帯当たりの月間 WTP は 12,950Kyat/世帯/月となる。同調査結果の平均世帯人数は 4.3 人、更には一日当たりの水消費量を 100 リットル/人/日の想定で、単位水消費量当たりの便益に変換すると 937Kyat/ m<sup>3</sup>が単位便益となる。

この便益を上水：下水で、1：0.8 の配分比率で配分したとすると、下水の便益は 418 Kyat/ m<sup>3</sup>

である。これは、ドルベースでは 0.47 ドル/ m<sup>3</sup>になる。この単位便益を家庭消費者の 2013 年ベースの便益価格とする。現行で一般世帯の水道料金は 88 Kyat/ m<sup>3</sup>で、商業顧客の料金は 110 Kyat/ m<sup>3</sup>である。両者の価格差である 1.25 を経済便益比として、商業顧客の便益 2013 年ベースで USD 0.59/ m<sup>3</sup>とする。



出典：オリジナルデータは 2012 年 JICA 世帯訪問調査



出典：オリジナルデータは 2012 年 JICA 世帯訪問調査

図 6.2 上下水道サービスに対する一月当たり  
支払意思額曲線

図 6.3 上下水道サービスに対する一立米当  
り支払意思額曲線

## 6.2.2 経済評価

経済評価では、まず投資及び操業費用からなるキャッシュ・アウトフローと売り上げ収入であるキャッシュ・インフローをプロジェクト期間 40 年（第二期下水処理場操業開始後）に渡って算出、両者の差額のネット・キャッシュフローを算出する。評価指標である Economic Internal Rate of Return（経済内部収益率）は、このネット/キャッシュフローの現在価値をゼロにする割引率に等しい。投資額は先に述べた経済コストを用いる。まずは前節の前提に基づき、投資額の流れ及び下水処理量から毎年の OM コストを求めてキャッシュ/アウトフローを算出する。次に家庭及び商業需要家の上水需要量に基づき、これにそれぞれの便益を乗じてキャッシュ/インフローを算出する。

次の表 6.8 が経済キャッシュフロー表である。計算の結果、EIRR は 6.3% となった。通常経済評価の判断基準である EIRR の値 12% からいけばその約半分程度である。ただし、この評価の基となっている WTP は住民の個人の立場の便益であり、環境保全という外部経済的なものへの支払いをこの WTP が完全に包括しているとは言いがたい。この分析の WTP のベースとなっているのは現在の所得水準である。低い所得水準にある社会においての環境保全への投資は経済面からいけば優先度が低くなりがちである。経済発展の端緒についたばかりの都市市民に将来の所得向上を担保にした環境投資は個人の立場では考えにくく、やはり公共の判断が重要な価値基準となる。環境破壊は多くの場合において不可逆的で、豊かになってから取り戻すことはより大きなコストがかかることが常である。経済の発展、都市化が進むことが容易に予想される都市において環境保全には長期的な視野が求められる。

表 6.8 経済分析キャッシュフロー表

非公開情報



## 6.3 財務分析

### 6.3.1 財務的支払い可能額 (Affordability-To-Pay)

財源確保のため機械的に将来の下水道料金を設定しているが、実際に住民はこうした料金を無理なく支払うことができるのかを検討しなければならない。いわゆる Affordability-To-Pay (支払い能力) の検討が必要である。現状では下水料金は全く徴収されていないので、現状を基準にプロジェクトの下水料金を検討することはできない。そこでここでは経済便益導出と同じように HIS 調査の所得分布データを元に下水料金を想定する。

料金の支払い可能性を考える際には、平均ではなく、80%以上の世帯にとっての支払い可能性を基準とする。先の図 6.1 にあるヤンゴン市の HIS 調査の結果から算出した低い方からの所得累積分布の 20%の所得水準(すなわち残り 80%はより所得が高いので支払能力がある。)は、105,000 Kyat/月/世帯となる。所得の4%の上下水道への支出が可能とすれば、支出額の上限は4,200 Kyat/月が総額である。同調査結果の平均世帯人数は 4.3 人、更には一日当たりの水消費量を 100 リットル/人/日とすると、326Kyat/m<sup>3</sup>が上限料金である。この料金を上水：下水で、1：0.8の配分比率で配分したとすると、下水の料金の上限は 145 Kyat/m<sup>3</sup>である。これは、ドルベースでは 0.16 ドル/m<sup>3</sup>になる。この値を財務分析の際の料金として用いることとする。経済分析の項でも示したように現行の水道の商業料金と一般世帯料金の比率は 1.25 である。この比率を用いて、一般世帯の料金を 2013 年ベースで USD 0.16/m<sup>3</sup>, 商業 USD 0.20/m<sup>3</sup>と設定する。<sup>1</sup>

### 6.3.2 財務評価

財務評価を行うに当たって、投資及び操業費用からなるキャッシュ・アウトフローと売り上げ収入であるキャッシュ・インフローをプロジェクト期間 40 年(第二期下水処理場操業開始後)に渡って算出、両者の差額のネット・キャッシュフローを算出してその現在価値を 0 にする割引すなわち、Financial Internal Rate of Return(財務内部収益率)を求める。次の表 6.9 がキャッシュフロー表である。計算の結果、FIRR は-1.2%となった。この結果の解釈としては設定した料金(USD 0.16/m<sup>3</sup>)では投資を含む全ての投入資金を回収することは困難である。他方、キャッシュフローの最後の列にあるネットフローから明らかであるように、運転に関しては通常は常に黒字になっており、設定する値段での継続的な操業は可能であることを示している。

<sup>1</sup> マスタープランの財務シミュレーションでは、当初の下水料金を USD 0.08/m<sup>3</sup>と設定し、その後、一定率で引き上げていくという設定で財務分析を行っている。マスタープランでは実際に建設される時期がかなり長期的な将来に設定されている事業が多く存在するため、将来の所得水準の向上を視野に入れる必要がある。すぐに事業に着手することを前提にする C1 処理区の検討では、逆に下水道料金は 2013 年現在の価格で一定に設定している。つまり、フィジビリティの検討では、所得水準の向上は考慮されていない。

表 6.9 財務分析キャッシュフロー表

非公開情報	
-------	--

### 6.3.3 持続可能性のある料金設定

上下水道サービスの料金設定でまず、最初の目標として掲げるべきものは、操業保守を滞りなく行うための収入が確保できることである。この目標年次を2025年とした収入・OMコストバランスをクリアするために必要な料金は、一般世帯 USD 0.07/m<sup>3</sup>、商業 USD 0.09/m<sup>3</sup>である。

最も高い目標としては、投資、OMコスト双方の費用を完全に料金だけで回収するという目標である。この目標は、長期債務を最終目標年次に完全に解消することを目的にすることに他ならない。このシナリオを検証するために、表 6.11 にあるように、アドミニストレーション以外の投資コストを全部対象と設定した円借款にLDC国の借款条件（金利0.01%、据え置き期間10年、

返済期間 40 年) を設定し、第一条件として円借款を全て予定通りに返済する設定にする。返済は収入から OM 費用を差し引いた操業余剰を当てることにする。第二条件としては、第一条件を満たすために不足する資金を政府から借り入れ、その債務も円借款と同時に完済することにする。円借款債務返済に収入が不足する場合の政府からの債務は金利 0% とする。この想定に基づく財務シミュレーションのキャッシュフロー表が表 6.11 である。投資額は「1. Investment」の列に示されている。2022 年までは投資額はこの表では「2. JICA Debt Outstanding」で円借款残高として繰り返されるようになっている。それ以降の年で発生する投資額は、操業余剰「10. Operation Cash Flow」が十分にあれば、操業余剰から、不足する場合には政府から借り入れる形で賄うことになる。「3. Additional Borrowing Outstanding」の列が政府からの借り入れ残高「5. Repayment to Additional Lenders」列がその政府債務の返済に相当する<sup>2</sup>。もちろん、このキャッシュバランス表は民間から借り入れたとしても成立するが、その際には金利を設定する必要がある。この場合には一般世帯の料金を USD 0.23/m<sup>3</sup> 商業を USD 0.29/m<sup>3</sup> に設定すると、操業費用を賄いつつ、円借款も政府借り入れも 2053 年までに全て返し終わることができる。

この料金は一般世帯にはやや高めであるので、社会的な外部経済性への配慮から公的補助金を投資分に適用することを前提にしての持続可能な料金を財務シミュレーションする。公的補助金は 50% に設定する。この結果を示しているのが表 6.12 である。この表の「2. JICA Debt Outstanding」は YCDC が負うべき円借款の総額である。「1. Investment」の列と「2. JICA Debt Outstanding」の列を比較すれば分かるように、投資の半分の額が毎年、「2. JICA Debt Outstanding」に繰り返されている。この残高は繰り返しの債務への金利と毎年の投資の合計に他ならない。この追加設定をベースに財務シミュレーションを行うと、一般世帯の料金は USD 0.14/m<sup>3</sup>、商業 USD 0.18/m<sup>3</sup> が必要な料金となる。表 6.10 は以上 3 種の目標とそれに対応する必要な料金をまとめたものである。

表 6.10 経営目標と料金設定

目標	目標年	投資補助金	料金 (USD/ m <sup>3</sup> )	
			一般世帯	商業
収入・OM 費用均衡	2025 年	0%	0.07	0.09
最終債務残高ゼロ	2053 年	0%	0.23	0.29
最終債務残高ゼロ	2053 年	50%	0.14	0.18

出典：JICA 調査団

以上の分析からいえることは、基本的に投資のための借款を中央政府と YCDC が折半することにより、YCDC は事業の運転・保守及び、借款の 50% の返済を事業収入で賄うことができるということである。

<sup>2</sup> この列の値が負の値である場合は、借入額を意味し、正の値の場合には返済を意味する。

表 6.11 料金設定のための財務シミュレーション（投資補助率 0%）

非公開情報

表 6.12 料金設定のための財務シミュレーション（投資補助率 50%）

非公開情報

### 6.3.4 料金設定戦略

現在 YCDC は上水に 88 Kyat/m<sup>3</sup> を徴収しているのみで下水処理に関してはなにも料金を徴収していない。現在の下水処理のサービス人口は全市の人口の 6% に満たず、その少量の処理量の財務への影響は少なく、無料体制を可能にしている。他方、アジア近隣諸国の例も下水処理財務の健全化という面ではあまり参考にならない。タイのケースでは 2010 年の情報では下水料金を導入し

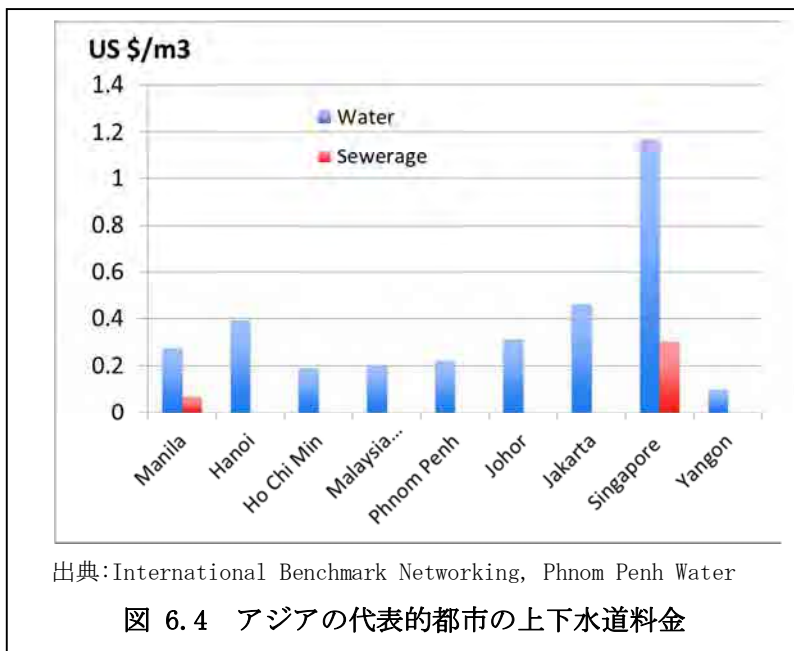


図 6.4 アジアの代表的都市の上下水道料金

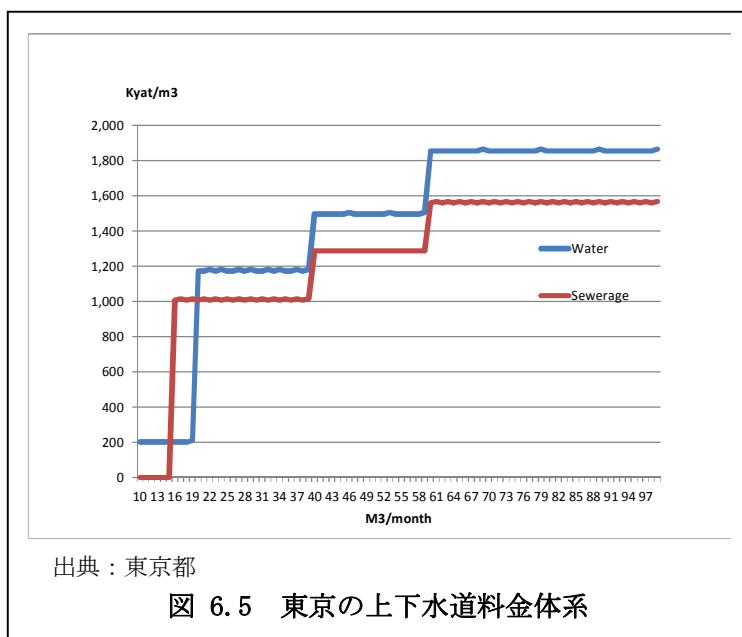
ている地方自治体は Patong, Pattaya および Saensuk の 3 都市に過ぎない。この中で最も料金が高いのが Pattaya 市で、1 立米当たり 150 Kyat 程度の料金を課している。Pattaya はビーチ観光のメッカであるにもかかわらず、その海水は下水による汚染が甚だしく、下水処理推進のためにも下水料金は必然といえる。バンコクは 2000 年以降たびたびの勧告にもかかわらず、未だに下水料金の導入にふみこめていない。

図 6.4 はアジアの代表的な都市の上下水道料金を比較したものである。最も上水料金が高いのが、シンガポールであり、ジャカルタ、ハノイがこれに続く形になっている。これらの都市の中ではマニラとシンガポールのみが下水料金を導入している状況である。マレーシアの都市には下水道料金が導入されているが、基本的に固定制度で、従量料金の比較は出来ない。

図 6.5 は東京における上下水道料金体系を示したものである。ヤンゴンの料金体系と比べて 2 つの点で大きな違いがある。ヤンゴンの場合には一律の従量制度であるが、東京の場合には 3 段階の累進性で、消費水量が増えると、従量単価も高くなっている。上水の場合にはまず 20 立米、次に 40 立米、最後には 60 立米で料金が上昇している。一方下水の場合には、まず 15 立米、次に 40 立米、最後に 60 立米で上がっている。累進性の料金制度は水消費の無駄を抑制する効果を持っている。もう一つの違いは、一目瞭然で、下水に課金されていることである。下水料金は上水料金よりも若干ではあるが低いレートになっている。

途上国の都市において下水道料金の導入が進展しない理由は、上水確保は個人の重要な問題であるが、下水の排水の結果は他人の問題という人間の心理構造に起因する。しかしながら、水質汚染は河床、海底に蓄積することにより問題が累積し、気がつけば全員の大問題になるというタイムスケールの長い問題である。

下水料金導入に際しては 4 つの戦略提言を試みる。



まずは、コストの回収をまずは無視して少額でも良いので料金を導入することである。第二は世界中の都市で行われているように、上下水道料金を同時に課金し、回収することである。第三は、長期的な汚染の累積を避けるための下水処理の重要性の啓発運動の実施である。

第四には、社会的意識の向上、所得の向上に併せて積極的に下水道料金を増加していくことである。以上を要約すると次の様になる。

- 少額の下水道料金の即時導入
- 上水との同時料金回収
- 環境保護への社会意識の向上
- 公共心および所得の上昇に合わせた下水道料金の上方修正

## 6.4 プロジェクト評価

### 6.4.1 経済/財務評価のまとめ

経済/財務分析結果をまとめると、経済内部収益率が6.2%、他方財務内部収益率は0.98%である。下水道のプロジェクトで行う経済評価としては高いと目されるが、公共投資プロジェクトとしては、若干見劣りする。しかしながら、次に述べるように、下水道プロジェクトは富に外部経済性の発生するプロジェクトであり、住民のWTPだけの評価では半分以下の社会便益しか補足できない可能性は高い。その代表が広域における社会環境の保全である。その他、医療衛生の改善効果、商業活動を活発化させ、その結果が土地価格として反映されるといった経済便益である。

### 6.4.2 環境の外部経済性と社会便益

環境保全のプロジェクトの便益はその大部分が社会に帰属するものである。ゴミ、下水といったいわゆる排出物は個人の生活圏の外に排出されれば、個人的な生活面での支障はないということになり、個人にその処理コスト全ての負担を求めた場合には事業は成立せず、環境破壊が進行してしまふことになりかねず、社会総和としては負の影響が生じることになる。事実、世界各国の経済発展の歴史はまさにその繰り返しであった。解決策は公共事業としての環境保全である。そうした環境投資へのWTPは実際には環境悪化を経験して、始めて分かる後知恵である。現状で環境の悪化を予想してその予備対策への投資を未経験の低所得者に支払意思額を確かめても、所

得的な余裕もなければ、将来のリスクの確たる認識もない状況では低い価値しか期待できないのはやむを得ない状況である。こうした外部経済性を打開するため、例えば、日本では下水道事業へは政府からの投資への補助金が50%程度は支出されており、早めの投資を促すインセンティブが働く仕組みになっている。

#### 6.4.3 衛生状況

次の表 6.13 はヤンゴン市における水系疾患の患者数及び推計医療費の統計である。

表 6.13 ヤンゴン市における水系疾患及び医療費推計

		2008	2009	2010	2011	2012	Average
Diarrhea	No of Patients	17,462	13,166	11,851	10,969	15,713	13,832
	Treatment Cost (Kyat million)	363.2	273.9	246.5	228.2	326.8	287.7
Dysentery	No of Patients	9489	6135	6361	4436	4099	6,104
	Treatment Cost (Kyat million)	128.1	82.8	85.9	59.9	55.3	82.4
Cholera	No of Patients	49	191	22	37	134	87
	Treatment Cost (Kyat million)						
Infectious Hepatitis	No of Patients	251	14	271	205	212	191
	Treatment Cost (Kyat million)	9.4	0.5	10.2	7.7	8.0	7.1
Shigellosis/Paratyphoid	No of Patients	71	55	98	47	27	60
	Treatment Cost (Kyat million)	3.6	2.8	4.9	2.4	1.4	3.0
Total	No of Patients	27,322	19,561	18,603	15,694	20,185	20,273
	Treatment Cost (Kyat million)	504.3	360.0	347.4	298.1	391.5	380.2

出典：JICA 調査団

平均の治療費でいえば、年間の支出額は380百万Kyat (USD 0.43百万)である。C1の対象人口は全市人口の5%弱であるから、この医療費をゼロにする効果があったとしても、年間2万ドル程度の医療費削減効果しかないことになってしまう。軽い下痢、水あたりを起こした場合、統計の補足になるような病院に行かず、家庭で療養する、店頭薬品で済ませるといった対応をすることも考えられ、統計から真の実態を補足できるとは考えにくく、氷山の一角的な便益ととらえるべきであろう。

#### 6.4.4 土地価格の上昇と国際都市としてのファンダメンタルズ

ヤンゴンは現在、空前の土地投機ブームを迎えていると言っても過言ではない。ミャンマーの潜在的経済発展の可能性が喧伝される中、将来の土地から生じる地代への期待も当然のことながら、膨張している。土地価格が上昇する中、価格の上昇に呼応して現在の土地所有者は売り控え、また、一部の資産家はさらに投機のための買い集めに走ることになる。投機目的の土地需要が過熱する中、地価は更に上昇するのが常である。このような状況下で現状の土地価格と将来の土地価格の予想することはほぼ不可能と断言していい。

視点を転じて、都市空間のもつファンダメンタルズに注目すれば、下水道が未整備である中心市街地は国際都市としての要件を欠いていると考えるべきである。国際水準の快適なサービスを商業あるいは集合住宅で提供しようとするならば、個々の施設所有者に追加投資を必要とさせることを意味し、投資効率を下げる負の影響も否めない。外国投資を積極的に呼び込むことがミャンマ



一の成長戦略の根幹をなすことが間違いない現状で都市インフラの未整備は投資熱に負の影響をあたえる可能性すら有している。逆にみれば、C1 という最も中心街の国際的地域の下水道整備は外国投資誘致策の一環と考えるべき公共投資である。ファンダメンタルズを着実に整備することは、社会全体の能力を外人投資家や経営者にアピールするための絶好の機会となるであろう。



## 第7章 環境社会配慮評価

### 7.1 環境社会配慮にかかるフレームワークとベースラインデータ

「ミ」国環境社会配慮にかかるフレームワークは第4巻水道 F/S 付属資料-F.1 に、環境・社会ベースラインデータの詳細は付属資料-F.2 に示す。

### 7.2 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

環境社会影響を与える事業コンポーネントは以下の通りである。それぞれの詳細については、2章及び3章を参照のこと。

番号	プロジェクト名	施設内容	備考
SW-1	CBD 下水道改修・拡張プロジェクト	CBD 地区の既存下水道システムの分流式下水道への改善と処理場の拡張 <ul style="list-style-type: none"> <li>幹線管渠 (13.6 km、口径 500～1,500mm)</li> <li>枝線管渠 (45km、口径 500mm 以下)</li> <li>取付管 (9,000 カ所、口径 100 mm)</li> <li>既存下水処理場の改修・拡張 (70,200m<sup>3</sup>/日、内拡張分 24,800m<sup>3</sup>/日)</li> </ul>	現在、エジェクターシステムで、し尿排水のみを収集している。システムを分流式に変更し雑排水・し尿排水を併せて処理する。また、腐敗槽汚泥も本処理場に移送され処理されている。
SW-2	カンドー湖湖水质改善プロジェクト	カンドー湖の北側水路の遮集 <ul style="list-style-type: none"> <li>遮集管 (計 2.5km)</li> <li>排水ポンプ場</li> <li>雨水吐き室 (5 箇所)</li> </ul> 底泥の浚渫	北側にはカンドー湖に流入する水路は 5 本ありこれを遮集する。加えて、底泥の浚渫を行う。湖岸のレストラン排水については法規制で対応。

### 7.3 CBD 下水道改修・拡張プロジェクト

#### 7.3.1 代替案の比較検討

##### (1) With/Without プロジェクト

現在、C1 処理区のトイレ排水のみが下水処理場で処理されているが、推定される流入量 15,000 m<sup>3</sup>/日に対し、実際の流入量は 2,300 m<sup>3</sup>/日程度となっており、計画よりも稼働率が低いことが分かる。また家庭雑排水については下水道に接続されておらず、無処理で直接雨水排水路に排出されている。

下水道の改修、下水処理場の改修・拡張プロジェクトが実施されれば、トイレ排水・生活雑排水共に下水処理場で処理されることとなり、河川へと流入している汚濁負荷量が減少し河川水質が改善される。

(2) 幹線の新設/リハビリ

幹線の代替案として、以下のケースを分析した。既存幹線の活用については、現在のエジェクター及び圧送管の容量は2040年の計画下水量（トイレ排水及び生活雑排水）には対応できないことから、施設の更新が必要であるため、検討からは除外した。

代替案1： 既存のエジェクター・ステーションを活用（必要に応じて機械弁を電磁弁に切り替える）、圧送管を更新

代替案2： エジェクターを全てポンプに入れ替え、2040年の計画下水量で設計した新たな幹線を布設

代替案3： エジェクター・ステーションを廃止、2040年の計画下水量で設計した新たな幹線を自然流下となるよう布設、下水処理場内のポンプで揚水

代替案1については、エジェクター・ステーションは40カ所（内34カ所稼働）あり、空気圧を利用して下水を圧送するといった独特のシステムである。英国統治下にあった1890年に建設され、それ以来120年間改良を加えながら継続して使用されてきた。しかし老朽化の問題、及び今日では世界でも他に例を見ない施設であることから、改修のための機材が入手できないということより、エジェクター・ステーションを使用し続けることに限界がある。

代替案2については、エジェクターを改修せずに全てポンプに入れ替え、かつ新たな圧送管の布設であるが、エジェクターは現在40カ所あり、多数の小口径ポンプを設置することは効率的ではなく、建設費が高くなる。さらに維持管理においても手間がかかり非効率なものとなる。

代替案3であるが、運転や補修の容易さを考慮すると最適案である。環境社会配慮の観点から、電力消費も少なく、自然流下で地中深くなることから推進工法による工事となるため交通阻害等による市民生活への負の影響が少ない。以上より、代替案3を最適案として選定した。

7.3.2 スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

表 7.1 スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

環境項目	評価		理由	調査項目	調査手法
	P/C	O			
非自発的住民移転・用地取得	C	D	下水処理場確定予定地は YCDC 等の政府機関が使用権を有していると聞いているが、権利を明確にする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>所有権の確認</li> <li>用地取得手続きの確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関連機関へのヒアリング調査</li> <li>現地調査</li> </ul>
雇用や生計手段等の地域経済	B+	D	雇用の増加や資機材の購入等により建設中には正の影響が想定される。	-	-
土地利用や地域資源利用	C	D	下水管は道路下に埋設されるため、土地利用や地域資源の利用に影響はない。下水処理場拡張地の用地取得が必要であり、土地利用への影響が考えられる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>土地使用の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関連機関へのヒアリング調査</li> <li>現地調査</li> </ul>
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織への影響は想定されない。	-	-
既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	下水本管は推進工法で施工するため、社会インフラサービスへの影響は低い。下水枝管は開削となるため、	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト予定地の現在のインフラサービス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関連機関へのヒアリング調査</li> <li>現地調査</li> </ul>

環境項目	評価		理由	調査項目	調査手法
	P/C	0			
			交通渋滞による社会インフラサービスへの影響が考えられる。供用後は影響を及ぼすことはない。	状況	
貧困層、少数民族・先住民族、ジェンダー、子どもの権利	D	D	少数民族・先住民族はプロジェクト地域には存在しない。ジェンダー・子供の権利への影響は想定されない。	-	-
被害と便益の偏在	D	D	下水システムの建設・運営による被害と便益の存在は想定されない。	-	-
文化遺産	B-	D	CBD 地区には歴史的な建造物がある可能性がある。	• プロジェクト予定地内、周辺の文化遺産状況	• 関係機関からのヒアリングによる全ての文化遺産のリストアップ • 現地踏査
地域内の利害対立	D	D	下水システムの建設・運営による地域内の利害対立は想定されない。	-	-
水利用、水利権	D	D	下水処理施設の建設・運営による水利用・水利権への影響は想定されない。	-	-
HIV/AIDS 等の感染症	B-	D	建設作業員の流入による感染症の危険性がある。	• 感染症のデータ	• 文献調査、関係機関からのヒアリング
事故	B-	D	建設時の事故の危険性がある。	• 下水管理設ルート交通状況	• 文献調査、現地踏査
地形、地質	D	D	施設の規模は大きくないため、地形・地質への影響は想定されない。	-	-
土壌侵食	D	D	土壌侵食の可能性はない。	-	-
地下水	C	D	下水管・処理場建設による地下水への影響があり得る。	• 帯水層、深さ、井戸の情報	• 文献調査、関係機関からのヒアリング、現地踏査
水象	D	D	下水処理場から処理水がヤンゴン川に流入するが、ヤンゴン川は川幅 1.5 km、下水処理場下流ですぐに Bago 川と合流し、川幅は 2.5 km を超える巨大河川である。処理水による流量への影響はほとんどない。	-	-
海岸	D	D	海岸は存在しない。	-	-
保護区	D	D	保護区はない。	-	-
植物相、動物相、種の多様性	D	D	IUCN の Red List に含まれている 5 種の内、植物の 2 つについては下水システムによる影響を受けることはない。残り 3 種についても生息地は森林が主であることから、下水システムの建設・運営による植物相、動物相、種の多様性への影響はないと考えられる。	-	-
気象	D	D	施設規模が大きいことから影響はない。	-	-
景観	B-	D	工事中には舗装道路の掘り起し、掘削土の散乱等により景観が悪くなることが想定される。 下水処理場は既設の拡張のため、周囲の景観に影響はない。	• 予定地の状況	• 現地踏査
大気汚染	B-	D	建設重機や機械の運転により、建設地周辺に粉塵が拡散する。	• 予防策	• 類似プロジェクトの情報収集
水質汚濁	B-	A+	下水管の埋設や処理場建設により水に濁りが出ることが考えられる。	• 河川水質 • プロジェクト予	• 文献調査、関係機関からのヒアリング

環境項目	評価		理由	調査項目	調査手法
	P/C	O			
			下水処理システムの運転により河川及び湖への未処理下水の放流がなくなり、河川水質が改善される。	定地近辺の河川水利用状況	・現地踏査
土壌汚染	B-	B-	建設による掘削、土工、工事車両の移動等により土壌汚染が起こる可能性がある。 運転時には事故による汚水流出、車両からのオイル流出、汚泥の不適切管理による土壌汚染が考えられる。	・予防策	・類似プロジェクトの情報収集
廃棄物	B-	A-	建設による建設廃棄物が出る。 処理場運営により汚泥が生成される。	・廃棄物管理にかかる法制度 ・建設廃棄物と汚泥の既存処分方法 ・既存埋立処分場の状況	・文献調査、関係機関からのヒアリング ・埋立処分場管理者からのヒアリング
騒音・振動	B-	B-	建設時に建設重機・機械による騒音・振動が想定される。 運営時には、ポンプ場のジェネレーター等の下水システムの運転により騒音・振動が想定される。	・環境基準 ・予防策	・類似プロジェクトの情報収集
地盤沈下	D	D	地盤沈下は想定されない。	-	-
悪臭	D	B-	下水処理場から周辺に悪臭が発生する。	・風速・風向き	・文献調査、関係機関からのヒアリング
底質	D	D	影響は想定されない。	-	-
地球温暖化	D	D	施設の規模は小さくなく、影響はない。	-	-

P: 計画時, C: 建設時, O: 運営時

A+/-: 重大な正負の影響が見込まれる。

B+/-: Aほどではないが正負の影響が見込まれる。

C+/-: 影響は不明である（調査の段階で更なる調査が必要）。

D: 影響は見込まれない。

出典：JICA 調査団

### 7.3.3 環境社会配慮調査結果

#### (1) 非自発的住民移転・用地取得

C1 処理区の下水処理場拡張用地として 1.35ha の用地取得が必要である。現在、このエリアは海軍使用の二階建ての建物があるとのことである。土地所有権は政府に属しているため、YCDC が政府に土地所有権の委譲を依頼している。土地所有権の移転に関して費用は発生せず、建物等がある場合には補償が発生することもあるようであり、補償金額については政府間の交渉で決定される。本プロジェクト実施による非自発的住民移転は発生しない。



出典：JICA 調査団

図 7.1 下水処理場拡張予定地

(2) 土地利用や地域資源利用

下水処理場拡張予定地は海軍使用の二階建ての建物がある。海軍が使用している場合は土地利用への影響が考えられるが、政府間での交渉により解決される事案である。その他、土地利用や地域資源利用に影響する活動は発生しない。

(3) 既存の社会インフラや社会サービス

主要幹線は、Anawrahta Road、Mahabondoola Road、Merchant Road、Strand Road 下に、推進工法で埋設される。3 道路の状況を下表に示す。

表 7.2 道路状況

Name	No. of Lane	Direction	Dia. Of trunk main (mm)
Anawrahta Road	4	東から西への一方通行	500~700
Mahabondoola Road	4	西から東への一方通行	400~700
Merchant Road	4	東から右への一方通行	400~700
Strand Road	6 (+2)	片道 3 車線の両側通行 (南側にトラック専用道路)	350~1,500
Lower Pazundaung	4	片道 2 車線の両側通行	450~1,100

出典：JICA 調査団

(4) 文化遺産

下水管が建設される C1 地域には数多くの歴史的建造物が建っており、それを下表及び下図に示す。幹線が布設されるルート沿いに多くの歴史的建造物が存在していることが分かる。

表 7.3 歴史的建造物

Pabedan		22	Yangon Division Office Complex
1	Head quarters of Myanma Oil and Gas Enterprise	23	Yangon Division Court (Civil)
2	Cholia Jamah Temple	24	Office of Port Authority
3	Account Department, Myanmar Posts and Telecommunications	25	Strand Hotel
Kyauktada		26	Embassy of Australia
4	Central Fire Station	27	Embassy of United Kingdom
5	The Headquarters of Fire Services Dept. (Yangon Division)	28	Central Post Office
6	City Hall	29	Custom House
7	Myanmar Insurance	30	Central Naval Hydrographic Depot
8	Immigration and Registration Department	31	Telegu Methodist Church
9	Department of Labour	32	Myanmar Agriculture & Village Tract Development Bank
10	Ministry of Hotels and Tourism	33	Sule Pagoda
11	Emmanuel Baptist Church	34	Bengali Sunni Jamah Mosque
12	Office of the Myanmar Post and Telecommunications	Botahtaung	
13	Myanma Economic Bank (Department of Industrial Loans)	35	Printing and Publishing Enterprise
14	Stationery, Printing & Photographic Enterprise	36	Minister's Office
15	Myanma Economic Bank Branch (3)	37	No. (6) Basic Education High School
16	Central Bank of Myanmar	38	Compressor Station, Yangon City Development Committee
17	Embassy of United States of America	39	Botahtaung Pagoda
18	Myanmar Export-Import Enterprise	Pazundaung	
19	India Embassy	40	Shwe Phone Pwint Pagoda
20	Office of Internal Revenue Department	41	Maha Vishnu Temple
21	Myanmar Insurance (Fire & Engineering)	42	Sunni Mosque (Yangon, Eastern)

出典：YCDC



出典：JICA 調査団

図 7.2 幹線及び歴史的建造物位置図



(5) HIV/AIDS 等の感染症

「ミ」国では近年 HIV/AIDS 感染が深刻な問題となってきた。UNAIDS によると 2005 年には大人の HIV 罹患率が 1.3%である。感染は注射による薬物常用者及び性労働者で拡大している。ヤンゴン管区における HIV/AIDS の感染率は 2010 年度 0.25%、2011 年度 0.15%であり、2005 年度の 0.55%に比較すると減少傾向にある。ヤンゴン管区における 2013 年 1 月～3 月の抗レトロウイルス治療を受けた AIDS 患者の推移を下表に示す。

表 7.4 ヤンゴン管区の AIDS 患者数

		2013 January						2013 February						2013 March					
		AIDS Case (on ART, alive)			AIDS Death (on ART)			AIDS Case (on ART, alive)			AIDS Case (on ART)			AIDS Case (on ART, alive)			AIDS Case (on ART)		
		M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T	M	F	T
1	Specialist Hospital by NAP	2,146	1,627	3,773	14	3	17	2,143	1,651	3,794	6	1	7	2,166	1,675	3,841	5	4	9
2	Specialist Hospital by UNION-NAP	807	633	1,440	5	5	10	841	609	1,450	4	3	7	877	645	1,522	10	6	16
3	Specialist Hospital by NAP	10	10	20	0	0	0	10	10	20	0	0	0	10	10	20	0	0	0
4	Specialist Hospital by NAP	16	10	26	1	0	1	15	12	27	0	0	0	17	14	31	0	0	0
5	AMI	372	323	695				372	326	698				376	327	703			
6	Alliance	432	375	807				437	376	813				485	401	886			
7	MSF (Holland)/AZG	8,040	5,893	13,933				8,040	5,893	13,933				8,040	5,893	13,933			
8	MSF (Swiss)	147	102	249				154	110	264				161	111	272			
9	PSI	79	27	106				87	29	116				88	29	117	0	1	1
	Total	12,049	9,000	21,049	20	8	28	12,099	9,016	21,115	10	4	14	12,220	9,105	21,325	15	11	26

M: male, F:Female, T:Total

出典: Yangon Regional Health Department, Ministry of Health

その他の感染症について下表に症例数及び死亡者数を示す。これはヤンゴン管区全体のデータである。

表 7.5 疾病患者数及び死亡数

Diseases	2007		2008		2009		2010		2011	
	Cases	Deaths	Cases	Deaths	Cases	Deaths	Cases	Deaths	Cases	Deaths
Cholera	4	-	49	0	191	7	22	1	37	0
DHF (Dengue Haemorrhagic Fever)	4,759	54	3,604	31	3,333	38	3,162	21	552	4
Plague	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dysentery	8,507	0	9,489	-	6,135	0	6,361	0	4,436	0
Typhoid & Para Typhoid	103	1	71	1	55	0	98	0	47	0
Meningitis/Encephalitis	32	5	24	2	1	4	9	4	10	2
Viral Hepatitis	188	6	251	1	14	4	271	3	205	2
Malaria	5,155	36	5,741	26	4,605	27	4,374	16	2,226	3

出典: Yangon Regional Health Department, Ministry of Health

「ミ」国では労働環境に係る法律は未制定である。建設作業員の流入による HIV/AIDS 感染のリスクを防止するために、施工業者は建設工事関係者への啓発教育を実施する必要がある。

#### (6) 事故

下水幹線布設予定ルート of 道路事情については、(3) 既存の社会インフラや社会サービスに記載の通りである。

建設期間中の事故予防への対応策は施工業者の責任であり、建設工事関係者に対する啓発・教育を実施する。建設作業員への安全配慮は、施工業者が策定し実施する。その際 ILO の労働条約を満たすよう施工業者との契約書に明記し、労働環境の安全を確保する。また建設作業員への安全教育（作業服・作業靴の着用徹底、道交法遵守の徹底等）を施工業者が実施する。また工事期間中の警備員への教育を徹底する。

#### (7) 地下水

YCDC 給水は表流水を主たる水源としているが、414 の井戸（稼働中のみ）を保有し、約 8MGD を地下水より取水している。YCDC の井戸は図に示すように、CBD 地区及び東部の South Dagon 地区に集中している。私有されている井戸についてはデータがなく、本調査の推定によると、71MGD の地下水が私有井戸により取水されている結果となった。井戸水の潜在取水可能量は 83MGD であり YCDC 水道及び私有井戸で 79MGD を使用しており、取水量と取水可能量はほぼバランスしている（第2巻上水道マスタープラン 3.4.2 水道水源参照）。2002 年ヤンゴン市給水改善計画調査によると、井戸の深さは 24～146m とのことである。水道 M/P では地下水の利用は 2025 年から 0 にしていく計画としている。



出典：2002 年ヤンゴン市給水改善計画調査

図 7.3 井戸位置図

#### (8) 景観

工事中には下水幹線ルートで推進工事のための立坑、また枝管布設のための掘り起しによる掘削残土の散乱、管材の保管等により景観が一時的に悪くなる。下水処理場の拡張は既存処理場内で行われることから、景観への新たな影響はない。幹線の工事中は目隠しフェンスをする等、景観へ配慮することが必要である。

#### (9) 大気汚染

YCDC は大気汚染に関して、定期的に監視しているわけではなく、2007 年 4 月と 2008 年 1 月のスポットの観測結果のみである。資料編 G に観測結果を示しており、その内の観測地点 1 が C1 処理区内に存在している。計測された PM10、TSP 共に WHO の基準値を上回っていた。現在「ミ」

国には大気環境基準は制定されていない。

工事期間中の大気汚染を軽減する方策として、「ミ」国の基準が確立するまでは WTO 基準を超過しないよう、建設機器・車両の適切な管理、アイドリングオフ、マフラー装着等の措置を取る。

#### (10) 水質汚濁

プロジェクト予定地近辺の河川は使用されていない。特にこの地域は塩水が遡上しており塩分濃度が高く、水道水源としても灌漑用水としても使用されていないため、工事期間中に発生するかもしれない水質汚濁による影響は少ない。

#### (11) 土壌汚染

「ミ」国では EIA 法制度が制定途上のため、類似案件の EIA 報告書は作成されていない。そのため他国の参考となる類似案件から予防策について調査を行った。工事期間中には工事車輛からのオイルの流出、工事期間中の接続切替による汚水の流出等が他の場所に影響を与えないようにシルトフェンス（汚濁防止膜）や土嚢等で工事現場に境界線を設置する等の対策を取る。これら防護策は毎週検査が必要であり、特に何か自然の脅威があった場合にはすぐに検査・修理しなければならない。下水処理場の拡張は既存施設を稼働させたまま、隣接した場所に拡張施設を建設するため、未処理汚水による土壌汚染の危険性は小さい。汚泥処理施設及び貯蔵場所には土壌浸水を防ぐ構造とする。

#### (12) 廃棄物

「ミ」国では廃棄物に係る法制度を制定途上であり、現在のところ廃棄物のカテゴリー、カテゴリー別の処分方法等について規定されておらず、建設廃棄物、汚泥共に処分方法に関する規定が定められていない。本コンポーネントでは遮集管敷設にあたり、埋め戻されなかった掘削残土の処分が必要となる。掘削残土は一般的には建設廃棄物のカテゴリーとなる。ヤンゴン市には正規の廃棄物処分場が2か所あり（第 IV, 12.5.7 参照）、建設廃棄物についてもここで処分をされている。埋戻しができない掘削残土については、このどちらかの廃棄物処分場にて処分することとなる。

下水処理場では汚泥が生成される。2025 年の日平均汚水量は約 49,000 m<sup>3</sup>/日であり、37 m<sup>3</sup>/日の汚泥が発生する。ヤンゴン市で一日に処分される廃棄物重量（1,690 トン/日）に対して 0.4% である。廃棄物処分にかかるルールが制定され汚泥のカテゴリーが決まるまでは、一般廃棄物として既存廃棄物処分場で処理を行う。また現在天日乾燥された脱水ケーキを公園等の土壌改良剤として再利用しているが、それも引き続き行うこととする。

#### (13) 騒音・振動

「ミ」国では騒音・振動にかかる基準が未制定であり、測定もしておらずデータを入手することはできなかった。JICA 都市圏調査において、ヤンゴン市内の2か所で実測調査をしており、その結果を見ると、1時間の等価騒音レベルが約 50 dB(A)、最大騒音レベルが 47.7 dB(A)～96.8 dB(A)との結果となっている。下水幹線のルートは、Anawrahta, Mahabondoola, Merchant, Strand, Lower

Pazundaung 道路であり、各道路とも交通量は多い。幹線布設は推進工法で実施されるため、騒音の発生は立坑工事に限定される。「ミ」国には基準がないため、IFC 基準（下表）等の国際基準に従い、基準以下となる建設車両・機械等の選択、予防保守の徹底、低騒音型・低振動型建設機械の採用等を行う。いずれの道路も下表の Industrial/Commercial に該当する。

表 7.6 騒音レベル(1時間 LA<sub>eq</sub> (dBA))

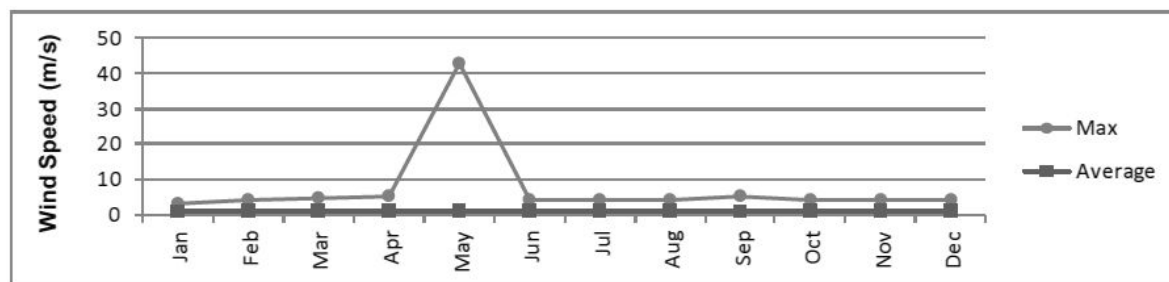
Receptor	Daytime (7:00 - 22:00)	Nighttime: (22:00 - 7:00)
Residential / Institutional / Educational	55	45
Industrial / Commercial	70	70

出典: IFC General Health, and Safety (EHS) Guidelines, April 2007

#### (14) 悪臭

下水処理場から周辺地域に悪臭が発生する可能性がある。そのため、ヤンゴン市での風速及び風向について調査を行った。

ヤンゴン市内では Kayaaye Station において風速が計測されている。年平均風速は 1.1m/s であり、過去の計測された最大風速はサイクロン Nargis が来た 2008 年 5 月に 42.9 m/s が観測された。風速 1m/s はほとんど感じることはない風である。サイクロンは通常 4 月、5 月、10 月に来るが、ヤンゴン地域にはほとんど影響がない。風向は夏季（3 月～5 月中旬）及び雨季（5 月中旬～10 月中旬）が南西、冬季（10 月中旬～2 月）には北東が卓越風となっている。



出典: JICA ヤンゴン都市圏調査

図 7.4 風速

悪臭が発生する可能性があるのは汚水処理及び汚泥処理施設のある下水処理場である。下水処理場はヤンゴン市の最南端に位置しており、周辺は工場（ガス、オイル）、コンテナ（車）等であり居住エリアではない。住宅地があるのは、Pazundaung Creek を超えた対岸の Dawbon タウンシップであるが、700m 以上は離れていることから悪臭による影響は小さいと考えられる。必要に応じて、詳細設計時に脱臭装置・換気装置等の設置について検討を行う。

#### 7.3.4 影響評価、緩和策及び緩和策実施のための費用

表 7.7 環境影響、緩和策及び費用

分類	環境項目	スコアピン グ時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		P/C	0	P/C	0				
社会環境	非自発的住民移転・土地収用	C	D	D	D	下水処理場の拡張用地として1.35haが必要であり、現在海軍が使用している。土地使用权は政府に属しているため、YCDC が政府に土地使用权の委譲を依頼している。土地使用权の移転に費用は発生せず、建物等がある場合には補償が発生することもあるが、金額については政府間交渉により決定される。	-	-	-
	雇用や生計手段等の地域経済	B+	D	B+	D	雇用の増加や資機材の購入等により建設中には正の影響が想定される。	-	-	-
	土地利用や地域資源利用	C	D	D	D	下水管は道路下に埋設されるため、土地利用や地域資源の利用に影響はない。下水処理場拡張地の用地取得が必要であり、予定地は現在海軍が使用されている。政府間での交渉により解決される事案である。	-	-	-
	既存の社会インフラや社会サービス	B-	D	B-	D	下水本管は推進工法で施工するため、社会インフラサービスへの影響は低い。下水枝管は開削となるため、交通渋滞による社会インフラサービスへの影響がある。	交通量の少ない時間帯を考慮した建設計画を策定する。交通当局の協力し、工事内容とその予定、代替ルート、交通規制に関する告知を適切な時期に実施する。交通警察と協力し警告サインや代替ルートの支持を出すなどして事故防止に努める。交通整理要員の配置、工事車両の慎重（丁寧）な運転と速度自主規制、建設業者による工事車輛運転手・建設作業員の交通指導の徹底を行う。	YCDC 交通警察 施工業者	施工業者
	文化遺産	B-	D	D	D	CBD 地区には歴史的な建造物があるが管理する YCDC の Building Department 及び NGO の Yangon Heritage Trust と協議した結果、配慮は必要ないとのことであった。	-	-	-
	HIV/AIDS 等の感染症	B-	D	B-	D	建設作業員の流入による感染症の危険性がある。	建設作業員の流入による HIV/AIDS 感染のリスクを防止するために、施工業者は建設工事関係者への啓発教育を実施する必要がある。	施工業者	施工業者
	事故	B-	D	B-	D	建設時の事故（市民及び建設作業員）の危険	市民への対策及び建設業者が実施すべき内容	YCDC	施工業者

分類	環境項目	スコーピング時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		P/C	0	P/C	0				
						性がある。	については「5. 既存の社会インフラや社会サービス」に記載の通りである。 建設作業員への安全配慮は、施工業者が策定し実施する。その際 ILO の労働条約を満たすよう施工業者との契約書に明記し、労働環境の安全を確保する。また建設作業員への安全教育（作業服・作業靴の着用徹底、道交法遵守の徹底等）を施工業者が実施する。また工事期間中の警備員への教育を徹底する。	交通警察 施工業者	
自然環境	地下水	C-	D	D	D	CBD 地区には、水源として使用されている井戸が 414 あり、それ以外に私有井戸が数多く存在している。井戸の深さは 24~146m である。下水幹線は道路下に布設されることから直接井戸へ影響を与えることはなく、幹線の最深は 11.7m であることから帯水層への影響もないと考えられる。	-	-	-
	景観	B-	D	B-	D	工事中には舗装道路の掘り起し、掘削土の散乱等により景観が悪くなることが想定される。 下水処理場は既設の拡張のため、周囲の景観に影響はない。	工事中の掘削残土については、埋戻しに必要な以外については速やかに移動し、景観への配慮を行う。	施工業者 YCDC	施工業者
汚染対策	大気汚染	B-	D	B-	D	建設重機や機械の運転により、建設地周辺に粉塵が拡散する。	施工業者は使用する建設重機や機械を良い状況に保つ。粉塵の防止のために建設現場に散水する、トラックでの運搬にはカバーをする、アイドリングオフ、マフラー装着等の措置を取る。	施工業者	施工業者
	水質汚濁	B-	A+	B-	A+	CBD 地区には、水源として使用されている井戸が 414 あり、それ以外に私有井戸が数多く存在している。井戸の深さは 24~146m である。下水幹線は道路下に布設されることから直接井戸へ影響を与えることはなく、幹線の最深は 11.7m であることから帯水層への影響もないと考えられる。ただし工事による振動により水に濁りが出るのが考えられる。	工事期間中の振動による井戸水への濁り等への影響が出ることを考慮し、工事開始前には周辺住居・商業施設へと事前に通達を行い理解を得る。	YCDC 施工業者	施工業者

分類	環境項目	スコアピニング時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		P/C	0	P/C	0				
						下水処理システムの運転により河川及び湖への未処理下水の放流がなくなり、河川水質が改善される。			
	土壌汚染	B-	B-	B-	B-	建設による掘削、土工、工事車両の移動等により土壌汚染が起こる可能性がある。運転時には事故による汚水流出、車両からのオイル流出、汚泥の不適切管理による土壌汚染が考えられる。	工事期間中には工事車輛からのオイルの流出、工事期間中の接続切替による汚水の流出等が他の場所に影響を与えないようにシルトフェンス（汚濁防止膜）や土嚢等で工事現場に境界線を設置する等の対策を取る。これら防護策は毎週検査が必要であり、特に何か自然の脅威があった場合にはすぐに検査・修理しなければならない。下水処理場の拡張は既存施設を稼働させたまま、隣接した場所に拡張施設を建設するため、未処理汚水による土壌汚染の危険性は小さい。汚泥処理施設及び貯蔵場所には土壌浸水を防ぐ構造とする。下水処理場からは適切に運営される限り汚水の流出は起こらない。停電時に未処理水が流出しないようジェネレーターを設置する。	施工業者 YCDC	詳細設計時に必要構造を検討・積算する。ジェネレーターは積算に含まれている。
	廃棄物	B-	A-	B-	A-	建設による建設廃棄物（主に掘削残土）が発生する。「ミ」国では廃棄物処理のルールが制定途上であり、現在建設廃棄物は一般廃棄物処分場で処分されている。処理場運営により汚泥が生成される。汚泥は公園等の土壌改良剤としての再利用されている。	建設廃棄物は一般廃棄物処分場で処分を行うが、それにあたってはDPCCと協議を行う。汚泥は可能な限りは再利用するが残った場合は廃棄物処分場で処分する。	施工業者 YCDC (DEWS、DPCC)	処分費については積算を含む。
	騒音・振動	B-	B-	B-	D	建設時に建設重機・機械による騒音・振動が想定される。運営時には、下水処理場でのポンプ場、ジェネレーターからの騒音・振動が発生するが、居住区からは離れておりかつ、敷地内に位置することから市民への影響は発生しない。	「ミ」国には騒音・振動の基準が制定されていないが、工事による一時的な騒音は、IFCで定める基準値以下になるよう重機・機器の選定、適切な維持管理及び運転により制御される。適切な重機・機器については詳細設計時に検討される。また幹線布設の際には周辺の住居・商業地区へ工事計画、期間、想定される影響等を公開し、工事期間中の協力を依頼する。	施工会社 YCDC	詳細設計時に重機・機器を検討する。施工業者

分類	環境項目	スコアピング時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		P/C	O	P/C	O				
	悪臭	D	B-	D	B-	下水処理場から周辺に悪臭が発生する。下水処理場の周辺の住宅地は700m以上離れており悪臭による影響はあるが小さいと考えられる。	下水処理場の適切な運営維持管理を行う。必要に応じて、詳細設計時に脱臭装置・換気装置等の設置についての検討を行う。	YCDC	詳細設計時に措置を検討する。 YCDC

P: 計画時, C: 建設時, O: 運営時  
A+/-: 重大な正負の影響が見込まれる。  
B+/-: Aほどではないが正負の影響が見込まれる。  
C+/-: 影響は不明である（調査の段階で更なる調査が必要）。  
D: 影響は見込まれない。  
出典：JICA 調査団



### 7.3.5 モニタリング計画

本事業における負の影響は主に建設段階において予想される。従って適切な軽減対策およびモニタリング計画の実施が求められる。

建設段階における負の影響は建設工事活動に伴うものであり、軽減対策の実施は建設業者もしくは工事監督者の責務である。一方、事業主である YCDC は、住民からの要望や苦情を受け付けるための窓口を設置する。さらに軽減対策、モニタリング、住民からの苦情・意見の結果に基づいて、YCDC は軽減対策の強化を検討することが求められる。

モニタリング計画を策定するに当たり、建設段階の影響は一時的であることから、それゆえに測定結果が迅速に得られることが精度のレベルを重視することよりも重要であることを考慮して、測定方法を選定した。新しい影響および必要な精度や項目の必要性に基づき、測定方法を改善する必要がある。

建設現場における資材の搬入／搬出にかかる車輛からの騒音および重機の運転による騒音、下水管布設における騒音は施工業者が携帯型騒音レベル計測器を用いて測定する。

同時に、CBD 地区の中心に位置する YCDC オフィス内、及び施工業者のオフィスに苦情窓口を設置し、住民からの苦情およびその内容についてモニタリングを行う。住民から苦情が寄せられた場合は測定結果が参照できるようにし、YCDC は必要に応じ車両の運転速度の低減や騒音低減策、防音壁の設置等の対策を講じるよう施工業者及び工事監督者に通達する。

下水管は地下に埋設されることから、供用後に環境へ影響を及ぼすことはない。下水処理場において、流入水・処理水のモニタリングが重要であり、下水処理場内の水質検査室にて実施される。

なお、モニタリングフォーム案は付属資料-G に示すとおりである。

表 7.8 モニタリング・プログラム

対象	モニタリング位置	項目	頻度	実施機関	予算*
<b>【工事中】</b>					
騒音	- 下水幹線ルート - 下水処理場	騒音（最大レベル）	工事期間中の任意回数、特に値が高い値の場合に実施	施工業者	なし （施工業者が購入する）
大気質	- 下水幹線ルート - 下水処理場	NOx、SOx、TSP	工事期間中の任意回数、特に値が高い値の場合に実施	施工業者	なし （施工業者が購入する）
水質	- 下水幹線ルート	各タウンシップ井戸の水位、濁度	月 1 回	施工業者	なし
土質	- 下水幹線ルート - 下水処理場	目視による汚水・オイル流出	月 1 回	施工業者	なし
住民からの要望・苦情		要望・苦情の内容とその件数	建設期間中、受付窓口を設置し随時対応する。	施工業者 YCDC	なし

対象	モニタリング位置	項目	頻度	実施機関	予算*
<b>【供用時】</b>					
騒音	- 下水処理場境界	騒音（最大レベル）	年4回	YCDC(DEWS)	維持管理費に含む
水質	- 下水処理場の流入水・処理水	BOD, SS	週1回 (維持管理上必要であれば毎日)	YCDC(DEWS)	維持管理費に含む
土質	- 下水処理場	目視による汚水流出	月1回	YCDC	なし

\*：但し、予算に人件費は含まない。

出典：JICA 調査団

## 7.4 カンドーシ湖水质改善プロジェクト

### 7.4.1 代替案の比較検討

#### (1) Without シナリオ

現在のカンドーシ湖には流域の汚水が未処理で流入しているため、湖が富栄養化しアオコが大量に発生し、水質・景観共に良くない状況である。カンドーシ湖はヤンゴンを象徴する湖であり、一日平均3,000人が訪問する市民の憩いの場である。このまま流入する汚水に対する対策を講じない場合には、さらなる水質悪化、景観の悪化が進行し、市民の憩いの場としてのカンドーシ湖が損なわれることとなる。詳細は2.3.1を参照。

#### (2) 処理方法代替案

カンドーシ湖の水質改善を考慮した際に、流入する汚水による影響が最も大きいため、この処理方法について代替案分析を行った。処理方法としては、(i)遮集した汚水をカンドーシ湖付近でセプティックタンクによる処理、(ii)遮集して当面は雨水排水路に処理、その処理区の下水処理場が建設された後下水処理場にて処理の2つを代替案として分析した。詳細については、2.3で分析を行っている。

セプティックタンクでは、富栄養化の原因となるリンと窒素の除去が難しいため、処理水をカンドーシ湖に排水することができず、結局のところ雨水排水路まで送水して排水する必要がある。またカンドーシ湖周辺、公園内には、遮集された汚水（乾季には2011年で4,100 m<sup>3</sup>/日、2025年で4,700 m<sup>3</sup>/日、雨季には雨水を含む9,600 m<sup>3</sup>/日）を処理できる規模のセプティックタンクを設置できる場所がなく、新たな用地取得が必要となり影響が大きい。設置・維持管理費用がかかる。

遮集して下水処理場が建設されるまでは雨水排水路へ排出する場合には、追加の用地取得と投資は必要ない。しかし放流先の水量の増加・水質の悪化を招くことになる。遮集されるタウンシップ（Tarmwe 及び Bahan）を含む下水処理場の建設計画は段階的に整備されるが、第1段階では2028年から稼働する計画となっている（下水道・排水マスタープラン、表10.2 下水道事業の実施計画参照）。遮集され排水される量は、放流先である排水路 No. 13 の現在流量の最大で1.1倍であり、水量・汚濁負荷共に、影響はあるが重大なものではなく、下水処理場が整備されるまでの

一時的な影響である。

上記分析の結果、(ii) 遮集して当面は雨水排水路に処理、その処理区の下水処理場が建設された後下水処理場にて処理の案を採択した。

### (3) 放流先代替案

遮集された汚水は、C2 処理区の下水処理場が稼働するまでは雨水排水路を通じて排水される。放流先の検討にあたり、以下の検討を行った。

- 自然流下での排水
- 圧送の場合、圧送の距離
- 放流先付近での浸水発生状況
- 放流先までの圧送管布設ルート of 施工性及び維持管理性（道路幅、交通量等）

カンドー湖から自然流下で排水できるのは南西にある放流口からの1カ所であり、そこに遮集した汚水を自然流下で持っていくことは高低差の関係で不可能である。周辺にある排水路は3つ（No. 11、No. 12、No. 13）であるが、浸水発生状況、圧送管布設ルートを YCDC 職員と共に検討した結果、放流できる先は排水路 No. 13 であるとの結論に至った。

## 7.4.2 スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

表 7.9 スコーピング及び環境社会配慮調査 TOR

環境項目	評価		理由	調査項目	調査手法
	P/C	O			
非自発的住民移転・用地取得	C	D	カンドー湖ポンプ場の用地が必要である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 所有権の確認</li> <li>● 用地取得手続きの確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 関連機関へのヒアリング調査</li> <li>● 現地調査</li> </ul>
雇用や生計手段等の地域経済	B+	D	雇用の増加や資機材の購入等により建設中には正の影響が想定される。	-	-
土地利用や地域資源利用	C	D	下水管は道路下に埋設されるため、土地利用や地域資源の利用に影響はない。ポンプ場予定地の用地取得が必要であり、土地利用への影響が考えられる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 土地使用の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 関連機関へのヒアリング調査</li> <li>● 現地調査</li> </ul>
社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織への影響は想定されない。	-	-
既存の社会インフラや社会サービス	B-	C	カンドー湖遮集管建設時の交通渋滞による社会インフラサービスへの影響が考えられる。 カンドー湖へ流入する汚水を遮集するため、乾季に流入する水量が減り、湖の水位が減少する可能性がある。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● プロジェクト予定地の現在のインフラサービス状況</li> <li>● 水位の増減の推定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 関連機関へのヒアリング調査</li> <li>● 現地調査</li> </ul>
貧困層、少数民族	D	D	少数民族・先住民族はプロジェクト	-	-

環境項目	評価		理由	調査項目	調査手法
	P/C	O			
族・先住民、ジェンダー、子どもの権利			地域には存在しない。ジェンダー・子供の権利への影響は想定されない。		
被害と便益の偏在	D	D	カンドー湖改善は市民の憩いの場であり、市民全員にとっての便益である。	-	-
文化遺産	D	D	カンドー湖周辺には歴史的建造物はない。	-	-
地域内の利害対立	D	D	遮集管・ポンプ場の建設・運営による地域内の利害対立は想定されない。	-	-
水利用、水利権	D	D	遮集管・ポンプ場施設の建設・運営による水利用・水利権への影響は想定されない。	-	-
HIV/AIDS等の感染症	D	D	建設作業員が長期で滞在するほど工事の規模は大きくなく、建設作業員の流入による感染症の危険性はない	-	-
事故	B-	D	建設時の事故の危険性がある。	• 下水管理設ルート の交通状況	• 文献調査、現地踏査
地形、地質	D	D	施設の規模は小さいため、地形・地質への影響は想定されない。	-	-
土壌侵食	D	D	土壌侵食の可能性はない。	-	-
地下水	D	D	地下水に影響を及ぼすような工事は実施されない。	-	-
水象	D	C	遮集された汚水は雨水排水路 No. 13 を通じて河川へと流入するため排水路の流量への影響が考えられる。河川流量に対しては汚水量はとて小く、河川流量への影響は想定されない。	• 排水路の状況確認	• 現地踏査
海岸	D	D	海岸は存在しない。	-	-
保護区	D	D	保護区はない。	-	-
植物相、動物相、種の多様性	D	D	遮集管・ポンプ場の建設・運営による植物相、動物相、種の多様性への影響はないと考えられる。	-	-
気象	D	D	施設規模が小さいことから影響はない。	-	-
景観	B-	C	工事中には舗装道路の掘り起し、掘削土の散乱等により景観が悪くなることが想定される。 カンドー湖へ流入する汚水を遮集するため、乾季に流入する水量が減り、湖の水位が減少し景観が悪くなる可能性がある。	• 水位の変動	• 水位の変動分析
大気汚染	B-	D	建設重機や機械の運転により、建設地周辺に粉塵が拡散する。	• 予防策	• 類似プロジェクトの 情報収集
水質汚濁	D	A+/	浄化槽・遮集管の運転により湖への	• 放流先水質	• 現地踏査

環境項目	評価		理由	調査項目	調査手法
	P/C	O			
		C	未処理下水の放流がなくなり、水質が改善される（詳細は2.3.1）。カンドー湖への流入汚水を遮集して放流する排水路 No. 13 の水質が悪化する可能性がある。		
土壌汚染	D	D	本コンポーネントによる土壌汚染は発生しない。	-	-
廃棄物	B-	D	掘削残土、及び底泥の浚渫による発生する汚泥の処分が必要となる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 廃棄物管理にかかる法制度</li> <li>• 建設廃棄物既存処分方法</li> <li>• 既存埋立処分場の状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 文献調査、関係機関からのヒアリング</li> <li>• 埋立処分場管理者からのヒアリング</li> </ul>
騒音・振動	B-	D	建設時に建設重機・機械による騒音・振動が想定される。遮集管による影響はない。停電時にはポンプ場のジェネレーターによる騒音・振動の発生が見込まれるが短時間であり影響は小さい。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 環境基準</li> <li>• 予防策</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 類似プロジェクトの情報収集</li> </ul>
地盤沈下	D	D	地盤沈下は想定されない。	-	-
悪臭	D	B-/B+	遮集された汚水が放流先に運ばれるため、悪臭が強くなる可能性がある。カンドー湖からの悪臭が軽減される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 放流先の状況</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 現地踏査</li> </ul>
底質	D	D	影響は想定されない。	-	-
地球温暖化	D	D	施設の規模は小さく、影響はない。	-	-

P: 計画時, C: 建設時, O: 運営時  
A+/-: 重大な正負の影響が見込まれる。  
B+/-: Aほどではないが正負の影響が見込まれる。  
C+/-: 影響は不明である（調査の段階で更なる調査が必要）。  
D: 影響は見込まれない。  
出典：JICA 調査団

### 7.4.3 環境社会配慮調査結果

#### (1) 非自発的住民移転・用地取得

カンドー湖北側の遮集管から放流先までポンプで圧送するため、ポンプを設置するための土地が必要となる。用地取得が必要となる土地は約 160 m<sup>2</sup> で、カンドー公園内の YCDC 所有地に設置する（下図）。YCDC 所有の土地であるため、用地取得の手続きは必要なく取得費用も発生しない。



出典：JICA 調査団

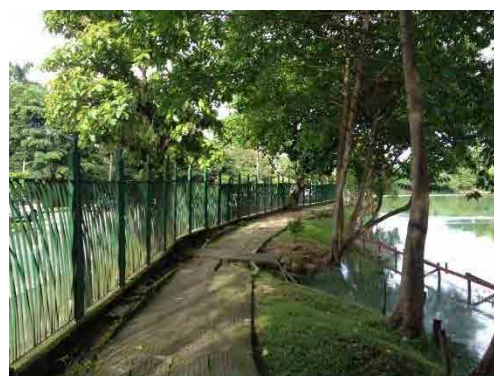
図 7.5 ポンプ場予定地

## (2) 土地利用や地域資源利用

上述の通り、用地取得が必要となるポンプ場や YCDC 所有のカンドージ公園の敷地内に設置する予定であり、予定地は何にも使用されていない。

## (3) 既存の社会インフラや社会サービス

遮集管の布設ルートはカンドージ湖の北側の Nat Mauk 道路沿いである。基本的にはカンドージ公園敷地内に埋設する予定であるが、十分な場所がない場合には Nat Mauk 道路下に布設する計画である。道路は片道 2 車線の計 4 車線の道路であり、カンドージ湖を一周する道路となっている。この道路は主要道路に繋がってはならず、カンドージ湖及びその周辺へのアクセスがメインとなっている。圧送パイプが布設される U Tun Myat は片道 1 車線の道路であり、工事による渋滞の影響が大きい。しかし両脇に舗装されていない側道があり、可能な限りは交通を阻害しないよう側道に入れる。



出典：JICA 調査団

図 7.6 公園内道路

カンドージ湖は市民の憩いの場となっており、湖へ流入する汚水を遮集した結果、乾季に湖の水位が低下することになる。影響度合いについては(5)景観で分析を行っている。

## (4) 事故

7.3.3(6)と同じ。

## (5) 水象

カンドージ湖から遮集された汚水の放流先である雨水排水路 No. 13 は  $20\text{m}^3/\text{s}$  ( $167\text{万 m}^3/\text{日}$ ) の能力がある。それに対し放流される汚水量は最大で  $4,000\text{m}^3/\text{日}$  であり、排水路の能力に対し 0.24% にあたる。排水路の能力に対し汚水量は非常に少ないことから、水象に対する影響はないと判断できる。

(6) 景観

工事中の影響は7.3.3(8)と同じ。

プロジェクト実施により、汚水の流入がなくなることで富栄養化による藻の発生が減少し、水質が良くなり景観は改善する。一方で、雨水排水路を通じてカンドー湖に流入していた雨水・汚水が流入しなくなるため、乾季にはカンドー湖の水位が減少する。その影響度合いを確認するため、シミュレーションを行った。シミュレーションの前提は各ケースで下表に示す通りである。

表 7.10 シミュレーション前提条件

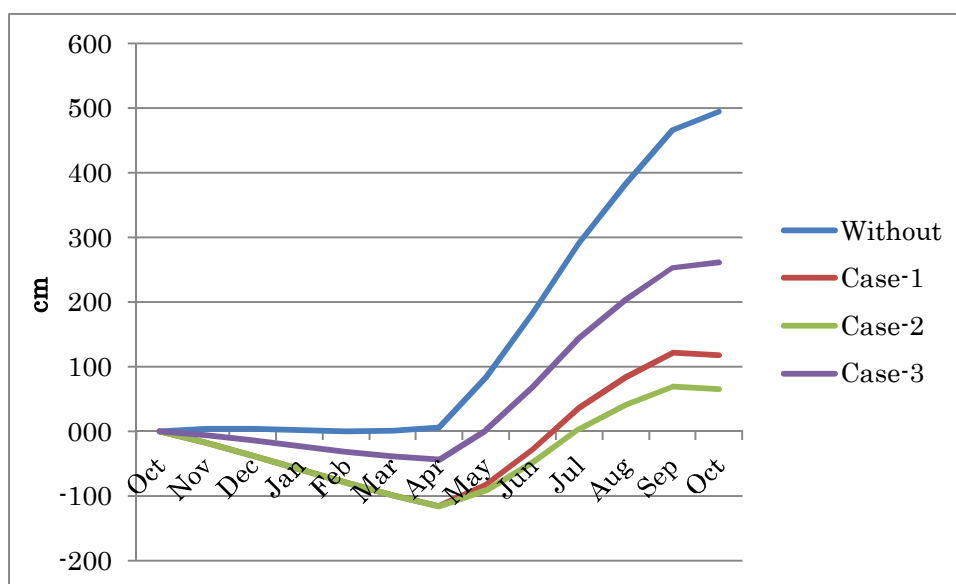
	降雨量*	流出係数**	蒸発量**	浸透量**
Without	2000～2009 年平均	0.6	5 mm/日	2 mm/日
Case-1	2000～2009 年平均	0.6	5 mm/日	2 mm/日
Case-2	2000～2009 年平均	0.45	5 mm/日	2 mm/日
Case-3	2000～2009 年平均	0.6	2 mm/日	1 mm/日

\* Statistical Yearbook 2010, Central Statistical Organization

\*\*流出係数、蒸発量、浸透量は気候の似ている近隣国の数値を参考にしている。

出典：JICA 調査団

雨季の終わり（10月）を最大水位と考え、各月ごとに水位の増減を示したものが、下図である。



出典：JICA 調査団

図 7.7 水位変更シミュレーション結果

汚水・雨水を遮集せずそのまま流入する場合（Without）には、カンドー湖の水位は乾季であっても減少することはないが、汚水の流入により水質は悪化する。富栄養化により藻が発生し現状と同じ緑の水面のままとなり、景観は改善しない。プロジェクトを実施した場合の水位が最小となるのはCase-1（流出係数0.45、蒸発量5mm/日、浸透量2mm/日）とCase-2（流出係数0.6、蒸発量5mm/日、浸透量2mm/日）であり、乾季の終わる4月で水位は116cm低下する結果となった。カンドー湖の水位2.5mであることから約半減することとなり、景観が悪化する。

カンドー湖にはInya湖からの導水パイプがあり、水かけ祭りの前には4～5日ほどInya湖か

ら水質改善及び水位回復のために導水している。カンドー湖の水位が低下しないよう Inya 湖から導水した場合、各ケースに必要な導水日数は 47 日 (Case-1、2) と 17 日 (Case-3) となった。水位の低下する乾季 11 月から 4 月にかけて、平均 8 日間の導水が必要となる。Inya 湖は表面積がカンドー湖の約 6 倍あり、カンドー湖へ導水することにより水位が約 20cm 低下することとなる。

#### (7) 大気汚染

7.3.3 (9) を参照。

#### (8) 水質汚濁

カンドー湖から遮集された汚水及び雨水は雨水排水路 No. 13 へと放流されるため、排水路の水質悪化の可能性がある。排水路 No. 13 の水質を見ると COD224 mg/l と汚水とほぼ同じ水質であることが分かる。排水路 No. 13 の水量は増加するが、水質については特に悪化することはない。

#### (9) 廃棄物

「ミ」国では廃棄物に係る法制度を制定途上であり、現在のところ廃棄物のカテゴリー、カテゴリー別の処分方法等について規定されていない。本コンポーネントでは遮集管敷設にあたり、埋め戻されなかった掘削残土の処分が必要となる。掘削残土は一般的には建設廃棄物のカテゴリーとなる。ヤンゴン市には正規の廃棄物処分場が 2 か所あり (第 VI 巻, 12.5.7 参照)、建設廃棄物についてもここで処分をされている。埋戻しができない掘削残土については、このどちらかの廃棄物処分場にて処分することとなる。またカンドー湖底泥の浚渫により発生する汚泥についても処分方法は規定されておらず、廃棄物処分場にて処理をする。

#### (10) 騒音・振動

「ミ」国では騒音・振動にかかる基準が未制定であり、測定もしておらずデータを入手することはできなかった。遮集管が建設されるのは Nat Mauk、U Tun Myat、Ba Nyar Dala であり、Nat Mauk は片道 2 車線道路であり、大使館・ホテル・住居が立ち並ぶエリア、U Tun Myat は片道 1 車線、住居と病院、Ba Nyar Dala は片道 3 車線の商業地域である。「ミ」国には基準がないため、IFC 基準 (下表) 等の国際基準に従い、基準以下となる建設車両・機械等の選択、予防保守の徹底、低騒音型・低振動型建設機械の採用等を行う。

表 7.11 騒音レベル (1 時間  $L_{Aeq}$  (dBA))

Receptor	Daytime (7:00 - 22:00)	Nighttime: (22:00 - 7:00)
Residential / Institutional / Educational	55	45
Industrial / Commercial	70	70

Source: IFC General Health, and Safety (EHS) Guidelines, April 2007

#### 7.4.4 影響評価、緩和策及び緩和策実施のための費用



表 7.12 影響評価、緩和策及び費用

分類	環境項目	スコア評価時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		P/C	O	P/C	O				
社会環境	非自発的住民移転・土地収用	C	D	D	D	遮集管から放流先まで圧送するポンプ場の用地が必要であるが、カンドージ公園内のYCDC 所有地に設置する。YCDC 所有の土地であるため、用地取得は必要なく取得費用も発生しない。	-	-	-
	雇用や生計手段等の地域経済	B+	D	B+	D	用地取得が必要となるポンプ場やYCDC 所有のカンドージ公園の敷地内に設置する予定である。 雇用の増加や資機材の購入等により建設中には正の影響が想定される。	-	-	-
	土地利用や地域資源利用	C	D	D	D	遮集管は道路下に埋設されるため、土地利用や地域資源の利用に影響はない。ポンプ場予定地は現在何にも使用されておらず土地利用への影響はない。	-	-	-
	既存の社会インフラや社会サービス	B-	C	B-	B-	カンドージ湖遮集管建設時の交通渋滞により社会インフラサービスへの影響を与える。  カンドージ湖へ流入する汚水を遮集するため、乾季に流入する水量が減り、湖の水位が減少する。影響については「景観」にて分析している。	交通量の少ない時間帯を考慮した建設計画を策定する。交通当局の協力し、工事内容とその予定、代替ルート、交通規制に関する告知を適切な時期に実施する。交通警察と協力し警告サインや代替ルートの支持を出すなどして事故防止に努める。交通整理要員の配置、工事車両の慎重（丁寧）な運転と速度自主規制、建設業者による工事車両運転手、建設作業員の交通指導の徹底を行う。	YCDC 交通警察 施工業者	施工業者
	事故	B-	D	B-	D	建設時の事故の危険性がある。	市民への対策及び建設業者が実施すべき内容については「5. 既存の社会インフラや社会サービス」に記載の通りである。	YCDC 交通警察 施工業者	施工業者

分類	環境項目	スコアポイント時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		P/C	O	P/C	O				
自然環境	水象	D	C	D	D	カンドーシ湖から遮集された汚水の放流先である雨水排水路 No. 13 は 20m <sup>3</sup> /s (167 万 m <sup>3</sup> /日) の能力がある。それに対し放流される汚水量は最大で 4,000m <sup>3</sup> /日であり、排水路の能力に対し 0.24%であり水象に対する影響はないと判断できる。	-	-	-
	景観	B-	C	B-	B-	工事中には舗装道路の掘り起し、掘削土の散乱等により景観が悪くなることが想定される。カンドーシ湖へ流入する汚水を遮集するため、乾季に流入する水量が減り、湖の水位が減少し景観が悪くなる可能性がある。	工事中の掘削残土については、埋戻しに必要となる以外については速やかに移動し、景観への配慮を行う。カンドーシ湖の水位減少を緩和するために Inya 湖から導水する必要がある。乾季で月 7~8 日の導水により影響は緩和できる。	施工業者 YCDC	施工業者
汚染対策	大気汚染	B-	D	B-	D	建設重機や機械の運転により、建設地周辺に粉塵が拡散する。	施工業者は使用する建設重機や機械を良い状況に保つ。粉塵の防止のために建設現場に散水する、トラックでの運搬にはカバーをする、アイドリングオフ、マフラー装着等の措置を取る。	施工業者 YCDC	施工業者
	廃棄物	B-	D	B-	D	掘削残土の処分が必要となる。	「ミ」国では廃棄物処理のルールが制定途上であり、現在建設廃棄物は一般廃棄物処分場で処分されている。掘削残土についてもここで処分を行う。	施工業者 YCDC	積算に計上されている。
	騒音・振動	B-	D	B-	D	建設時に建設重機・機械による騒音・振動が想定される。遮集管による影響はない。停電時にはポンプ場のジェネレーターによる騒音・振動の発生が見込まれるが短時間であり影響は小さい。	「ミ」国には騒音・振動の基準が制定されていないが、工事による一時的な騒音は、IFC で定める基準値以下になるよう重機・機器の適切な維持管理及び運転により制御される。	建設業者 YCDC	詳細設計時に重機・機器を検討する。 施工業者
	悪臭	D	B-/ B+	D	B-/ B+	カンドーシ湖へ流入していた汚水は遮集されるが、暗渠であるため遮集管ルートでは悪臭は発生しない。放流先では汚水量が約 1.1 倍に増加するため、悪臭が強くなる可能性がある。ただし排水路は放流先からほどなくして暗渠化されており、匂いの問題は	放流先の浚渫を定期的に行い、汚水が長く留まらないようにする。	YCDC	YCDC

分類	環境項目	スコーピング時		調査後評価		理由	緩和策	責任機関	費用
		P/C	0	P/C	0				
						きくないと判断できる。 カンドー湖からの悪臭が軽減される。			

P：計画時，C：建設時，0：運営時

A+/-： 大な正負の影響が見込まれる。

B+/-： Aほどではないが正負の影響が見込まれる。

C+/-： 影響は不明である（調査の段階で更なる調査が必要）。

D： 影響は見込まれない。

出典：JICA 調査団

#### 7.4.5 モニタリング計画

本事業における負の影響は主に建設段階において予想される。従って適切な軽減対策およびモニタリング計画の実施が求められる。

建設段階における負の影響は建設工事活動に伴うものであり、軽減対策の実施は建設業者もしくは工事監督者の責務である。一方、事業主である YCDC は、住民からの要望や苦情を受け付けるための窓口を設置する。さらに軽減対策、モニタリング、住民からの苦情・意見の結果に基づいて、YCDC は軽減対策の強化を検討することが求められる。

モニタリング計画を策定するに当たり、建設段階の影響が短期間であることから、それゆえに測定結果が迅速に得られることが精度のレベルを重視することよりも重要であることを考慮して、測定方法を選定した。新しい影響および必要な精度や項目の必要性に基づき、測定方法を改善する必要がある。

建設現場における資材の搬入／搬出にかかる車輛からの騒音および重機の運転による騒音は施工業者が携帯型騒音レベル計測器を用いて測定する。

同時に、周辺タウンシップ (Bahan 及び Tarmwe) 役所に苦情窓口を設置し、住民からの苦情およびその内容についてモニタリングを行う。住民から苦情が寄せられた場合は、測定結果が参照できるようにし、車両の運転速度の低減や騒音低減策を実施する。また、必要に応じて防音壁を設置する。

遮集管は地下に埋設され、供用後に環境へ影響を及ぼすことはない。カンドー湖の水位については乾季のみモニタリングを行う。

なお、モニタリングフォーム案は付属資料-G に示すとおりである。

表 7.13 モニタリング・プログラム

対象	モニタリング位置	項目	頻度	実施機関	予算*
<b>【工事中】</b>					
騒音	-カンドー湖遮集管ルート	騒音 (最大レベル)	工事期間中の任意回数、特に値が高い値の場合に実施	施工業者	なし (施工業者が購入する)
大気質	-カンドー湖遮集管ルート	NOx、SOx、TSP	工事期間中の任意回数、特に値が高い値の場合に実施	施工業者	なし (施工業者が購入する)
住民からの要望・苦情	-カンドー湖遮集管ルート	要望・苦情の内容とその件数	建設期間中、受付窓口を設置し随時対応する。	施工業者 YCDC	なし
<b>【供用時】</b>					
カンドー湖水位	-カンドー湖	水位	乾季に1回/月	YCDC (Playground, Park & Garden Dept.)	なし

\*: 但し、予算に人件費は含まない。

出典: JICA 調査団

## 7.5 ステークホルダー協議

2013年7月17日にPublic Consultation Seminarを開催した。

このセミナーの目的は、

- ステークホルダーの意見を環境社会配慮に係る政策決定に反映させる、
- 施設計画、料金、環境社会配慮にかかる結果を公開する、
- ステークホルダーからのコメント・意見を得る。

セミナーのアジェンダは以下の通りである。

Date: 17 July (Wednesday), 2013

Time: 14:00 p.m. to 16:30 p.m.

Venue: Kandawgyi Palace Hotel

Time	Agenda
13:45 - 14:00	Registration
(1) Opening Session	
14:00- 14:10	Opening Speech (Secretary of YCDC) Opening Remarks (Senior Representative of JICA Myanmar Office)
14:10- 14:30	Photo session Coffee Break
(2) Presentation on the Priority Projects for Water Supply, Sewerage and Drainage System	
14:30- 14:50	Outline of the JICA Project Components of Priority Projects for Water Supply
14:50-15:00	Priority Project for Sewerage System and Improvement of Kandawgyi Lake
15:00- 15:20	Tariff Setting
15:20- 16:00	Results of Environmental and Social Impacts and mitigation measures
16:00- 16:30	Questions and Answers
(3) Closing Session	
16:30	Closing Remarks (YCDC)
	Announcement for closing seminar

130名以上の参加者を得た。プロジェクトの影響を受ける人として、配水区1、7及び8に位置するタウンシップの代表者を招待した。

- ヤンゴン州政府機関：2
- 教授・アドバイザー等：3
- 援助機関：7
- タウンシップ代表者；47
- NGO：6
- メディア：25
- YCDC：34
- JICA調査団：12

セミナーではいくつかのコメントと質問が得られた。

- 料金設定にかかる説明は、YCDCにより一般市市民へと説明されるべきであり、その後住民との密接な協議が必要である。
- 下水システムへの一般市民の課金は早すぎるのではないか。テストケースとしてまずはホテル、レストラン、コンドミニアム、工業エリアから始めてみてはどうか。

パブリックコンサルテーションセミナーの議事録は付属資料-Gに記載している。

## 第8章 結論と提言

本調査では M/P で選定された優先順位 C1 処理区の下水道施設改善と YCDC から要望のあった Kandawgyi 湖の水質改善事業についてのフィジビリティ調査を行った。C1 処理区は CBD 地区であり、ヤンゴンの顔ともいえる中心市街地であり、中央政府や地方政府の建物、ホテルやショッピングセンター等の商業施設が密集する地域である。一方、カンドー湖はヤンゴン市内に位置する小さな湖を中心とし、公園やレストランが囲むレクリエーション地域であり、ヤンゴン市民に貴重な憩いの場を提供している。

カンドー湖は周辺区域や周りのレストラン等からの排水により、水質が富栄養化し、藻の発生を招き、悪臭が発生するようになっている。このままの状態では何らかの対策を講じなければ、ますます水質は悪化し、ヤンゴン市民の貴重な財産を失うこととなる。富栄養化による水質悪化を防止するためには、周辺からの下水の流入を遮断するとともに、すでに湖内に蓄積している栄養塩を除去しなければならない。水質浄化には究極的には下水道の整備を行わなければならないが、これには資金と時間がかかる。そこで、本調査では暫定的な対策として、周辺からの下水の流入を遮断するインターセプター施設と栄養塩の除去を目的とした底泥の浚渫を計画した。これらの施作が効果を発揮するのは数年の時間が必要であるが、実施により栄養塩レベルは富栄養化状態以下に抑制され、藻の発生が阻止できると考えられる。

カンドー湖の水質改善のため、遮集管施設の建設を提案した。しかし、この施設を建設し、周辺からの下水の流入を遮断すると、乾季の間水位が低下することが判明した。乾季の水位低下を防ぐためには、Inya 湖からの導水や雨季における水位を今以上に上げておくことなどが考えられる。遮集管建設に当たっては、カンドー湖の水位コントロール計画を事前に検討しておく必要がある。

C1 処理区は現在 YCDC 内で唯一の下水道処理区であるが、施設は大きな課題を抱えており、下水道としての機能を十分に果たしていない。まず第一に、現在のシステムはトイレ排水のみを収集するもので、雑排水は無処理で河川に放流されている。さらに、下水を収集するエジェクターシステムは 19 世紀に建設されたものが、若干の補修を受けながら今日まで使用されており、管の腐食が懸念されるものの実態が把握できない。また、古いシステムであるため、補修部品の入手も困難となっている。将来の下水量の増加を考慮すると、既存の施設をリハビリし、使用することはかえって不経済となる。従い、管渠施設については全面的に新しい施設を建設することとした。一方、下水処理場は 2005 年に完成した比較的新しい施設である。調査の結果、土木構造物は今後も使用可能であると判断された。したがって、既存構造物を最大限活用し、不足分を増設する計画とした。今回計画した下水道施設により、C1 処理区の下水は全て処理を受けることになり、住民の住居環境と改善とともに水質汚濁の改善につながる。

C1 処理区の下水道施設建設は建設費で95百万USD、事業費総額で157百万USDと見積もられた。これらは低利な借款を前提とした推計であり、ミャンマー国で付加される税金を含んでいる。処理場用地は拡張しなければならないが、政府の所有地であるため、用地取得費は見込んでいない。施設が完成後の維持管理費は約1.1百万USD/年と見積もられた。建設工事には68か月（5年8か月）が必要と見込まれ、詳細設計、コンサルタントや業者選定、技術移転等の必要な手続きを含めると117か月（9年9か月）が見込まれた。一方、カンドー湖の水質改善事業のうち浚渫作業はYCDCによるものとし、遮集管施設の建設費を推計した結果、事業費総計は約1.5百万USD、維持管理費は約17.6千USD/年となった。事業期間は詳細設計から施設完成まで1.5か年である。

プロジェクト評価の結果、C1 処理区のEIRRは6.2%、FIRRは0.98%という結果となった。カンドー湖水質改善プロジェクトの方はEIRR 18%、FIRR 1.6%である。現在、下水道料金は利用者に賦課されていないが、長期的な下水道事業の持続性を考えると、早期の導入が望まれる。C1 処理区の下水道事業の投資回収を全て国費で賄い、OMのみを料金で負担する場合の料金は一般世帯USD 0.07/m<sup>3</sup>、商業USD 0.09/m<sup>3</sup>である。C1 処理区の事業の投下資金を全て運用後40年で回収するために必要な料金は一般世帯USD 0.23/m<sup>3</sup>、商業USD 0.29/m<sup>3</sup>である。下水道事業は社会環境の保全という外部経済性を持つため、先進国でも投資の補助を行うことは一般である。投資金額の50%を補助、残りを同じく40年で回収とした場合の料金は一般世帯USD 0.15/m<sup>3</sup>、商業USD 0.18/m<sup>3</sup>が必要となる料金設定である。

YCDCの下水道担当部局は既設下水道の維持管理と個別処理施設の許認可事務を行っているが、本格的な下水道プロジェクトを計画、実施した経験を有していない。さらに、下水道事業を実施する上での法体系や組織体制が整っているとは言い難い。したがって、C1 処理区の下水道事業を推進するに当たり、YCDC内の組織強化を図るとともに、国と協力し、必要な法体系の整備を行わなければならない。また、C1 処理区の下水道施設建設には、必要な資金の規模から考え、日本の円借款などのような低利な資金を導入する必要があると考えられる。これについても中央政府と協議を行い、必要な処置を講じなければならない。借款に実現には時間を要することから、YCDCと中央政府による早急な手続き開始が望まれる。さらに、下水道の建設には、特に事業を新たに始めるにあたっては、中央政府からの補助金が不可欠であると考えられる。補助金制度についても中央政府に導入を促進するよう働きかける必要がある。加えて、受益者からの下水道料金徴収についても、その妥当性や徴収方法について方針を決定しなければならない。これらの法体系の整備、組織体制の強化、下水道料金制度の導入について、YCDCがJICAの支援を要請することを推奨する。



ミャンマー国  
ヤンゴン市上下水道改善プログラム  
協力準備調査

ファイナル・レポート

第7巻  
下水・排水フィジビリティスタディ・レポート

資料編



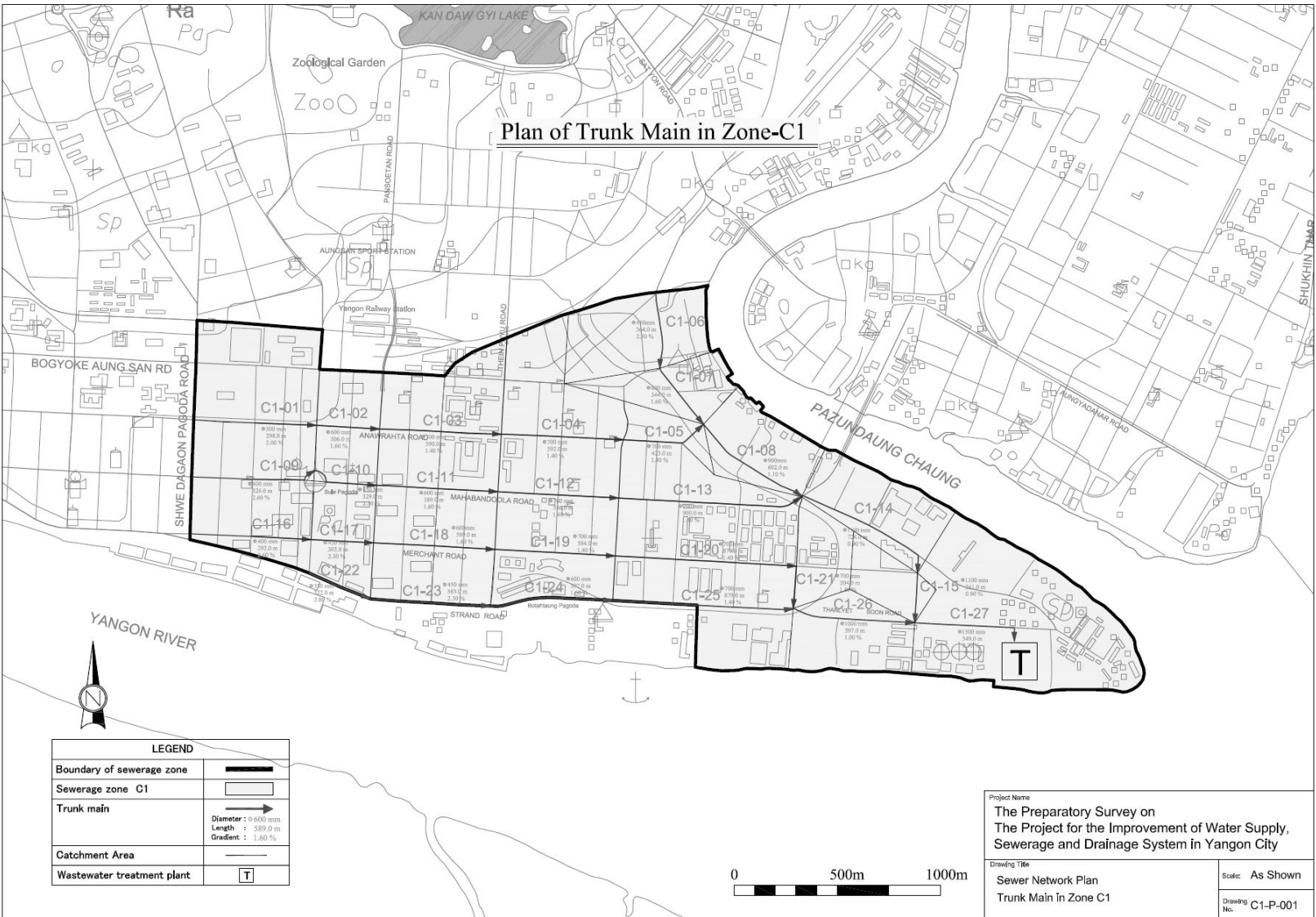
## 資料編

### 目次

A	C1 汚水幹線流量表	A-1
B	C1 下水処理場容量計算	B-1
C	C1 下水処理場図面	C-1
D	電機設備関連図表	D-1
E	費用積算	E-1
	(1) カンドージ遮集施設概略事業費	E-1
	(2) 下水処理場ターム1 概略工事費	E-5
	(3) 下水処理場ターム2 概略工事費	E-27
	(4) 下水幹線及び枝線の概略工事費	E-38
	(5) 維持管理費	E-41
F	経済財務分析	F-1
	(1) 湖水水質改善便益調査票	F-1
	(2) 湖水水質改善便益調査の集計	F-3
	(3) 需要曲線の導出と経済便益の考え方	F-8
G	環境社会配慮	G-1



A C1 汚水幹線流量表



出典：JICA 調査団

図 A.1 C1 処理区 区画割設計画一般平面図

表 A.1 C1 処理区 幹線管渠 流量計算表(1/2)

Flow Calculation C1

p 1

Wastewater unit flow per ha: 0.00238672m3/sec/ha

Pipe No.	Lower Pipe No.	Drainage Area		Length		Stormwater Runoff				Sanitary Wastewater			Others		TOTAL	Design Sewer Pipe							Remarks
		Each	Total	Each	Longest	Rainfall per ha	Conversion Area		Stormwater	Population		Wastewater	Each	Total		Dia.	Gradient	Velocity	Flow	G.L.	Invert	Covering	
							Each	Total		Each	Total												
		ha	ha	m	m	m3/sec/ha	ha	ha	m3/sec			m3/sec	m3/sec	m3/sec		mm	%	m/sec	m3/sec	M	M	m	
C1-1		2880	2880	298	299														520	1658	300		
																			580	1021	424		
C1-2		840	3720	306	605														580	0921	423		
																			710	0369	608		
C1-3		1960	5680	590	1196														710	0269	607		
																			400	-0659	390		
C1-4		2240	7920	592	1789														400	-0679	392		
																			420	-1607	505		
C1-5	C1-8	630	8350	423	2212														420	-1627	507		
																			420	-2502	574		
C1-6		2450	2450	364	364														480	1512	300		
																			490	0413	400		
C1-7		1430	3880	344	709														490	0263	399		
																			420	-0349	390		
C1-8	C1-14	1820	14350	602	2814														420	-2502	573		
																			430	-3287	661		
C1-9		1620	1620	326	326														460	1665	250		
																			480	0757	361		
C1-10		830	2450	329	656														480	0707	361		
																			520	-0109	482		
C1-11		1640	4090	589	1245														520	-0259	481		
																			400	-1501	465		
C1-12		1660	5750	586	1831														400	-1401	464		
																			390	-2323	547		
C1-13		1570	7320	900	2732														390	-2343	549		
																			430	-3783	733		
C1-14		2160	23730	724	3539														430	-4183	730		
																			360	-4914	733		

表 A.1 C1 処理区 幹線管渠 流量計算表(2/2)

Flow Calculation C1

Wastewater unit flow per ha: 0.00238672m3/sec/ha

Pipe No.	Lower Pipe No.	Drainage Area		Length		Stormwater Runoff			Sanitary Wastewater			Others		TOTAL	Design Sewer Pipe							Remarks	
		Each	Total	Each	Longest	Rainfall per ha	Conversion Area		Stormwater	Population		Wastewater	Each		Total	Dia.	Gradient	Velocity	Flow	G.L.	Invert		Covering
							Each	Total		Each	Total												
C 1-15	C 1-27	970	24700	241	3780														360	-0.34	735		
																			390	-5.72	788		
C 1-16		1660	1660	292	292														420	1265	250		
																			450	0466	360		
C 1-17		850	2510	303	595														450	0416	360		
																			580	-0.40	565		
C 1-18		1650	4150	589	1184														580	-0.90	564		
																			420	-15.32	508		
C 1-19		1650	5810	584	1769														420	-16.32	507		
																			410	-25.49	589		
C 1-20		2500	8310	879	2649														410	-25.69	591		
																			420	-30.62	740		
C 1-21	C 1-26	1120	9430	204	2853														420	-39.82	742		
																			450	-45.07	805		
C 1-22		1200	1200	322	323														430	1418	250		
																			540	0433	459		
C 1-23		1630	2830	583	906														540	0533	458		
																			490	-11.11	552		
C 1-24		1370	4200	597	1504														490	-12.61	551		
																			460	-23.15	627		
C 1-25		3280	7480	879	2383														460	-24.15	626		
																			450	-38.08	755		
C 1-26		1980	18890	597	3451														450	-46.07	803		
																			390	-53.06	812		
C 1-27		6310	49900	549	4329														390	-58.06	809		
																			400	-62.50	864		





## B C1 下水処理場容量計算

表 B.1 C1 処理場 容量計算書 (1/16)

### 1 BASIC CONDITIONS

#### 1-1 Basic Items

- (1) Name : C1 WWTP
- (2) Land Area : Approximately xxxx ha
- (3) Ground Level (Elevation) : + 4.50 m
- (4) Inlet Pipe Invert Level : - 6.80 m
- (5) Pipe Diameter : 1,500 mm
- (6) Land Use : —
- (7) Collection System : ~~Combined System~~ **Separate System**
- (8) Treatment Process : Conventional Activated Sludge Process
- (9) Effluent Point : Yangon River
- (10) Water Level at the Effluent Point :  
High water level = 3.70 m  
Low water level = — m
- (11) Target Year : 2020 (F/S Stage)  
2040 (M/P Stage)

#### 1-2 Service Area and Design Population

- (1) Service Area : 499 ha
- (2) Design Population

Item	Year 2020	Year 2040
Design Population   person	-	178,000

表 B.1 C1 処理場 容量計算書 (2/16)

1-3 Design Sewage Flow

(Year 2020)

Item	m <sup>3</sup> /day	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /min	m <sup>3</sup> /sec
Maximum Daily Flow		0.0	0.00	0.000
Maximum Hourly Flow	0	0.0	0.00	0.000

(Year 2040)

Item	m <sup>3</sup> /day	m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /min	m <sup>3</sup> /sec
Maximum Daily Flow	70,200	2,925.0	48.75	0.813
Maximum Hourly Flow	102,900	4,287.5	71.46	1.191

1-4 Design Sewage Quality

Item	BOD	SS	T-N	Coli-group	Oil&Greese
	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(MPN/cm <sup>3</sup> )	(mg/l)
Influent	200	180	-	-	-
Effluent	20	30	-	3,000	5

1-5 Process Flow Diagram

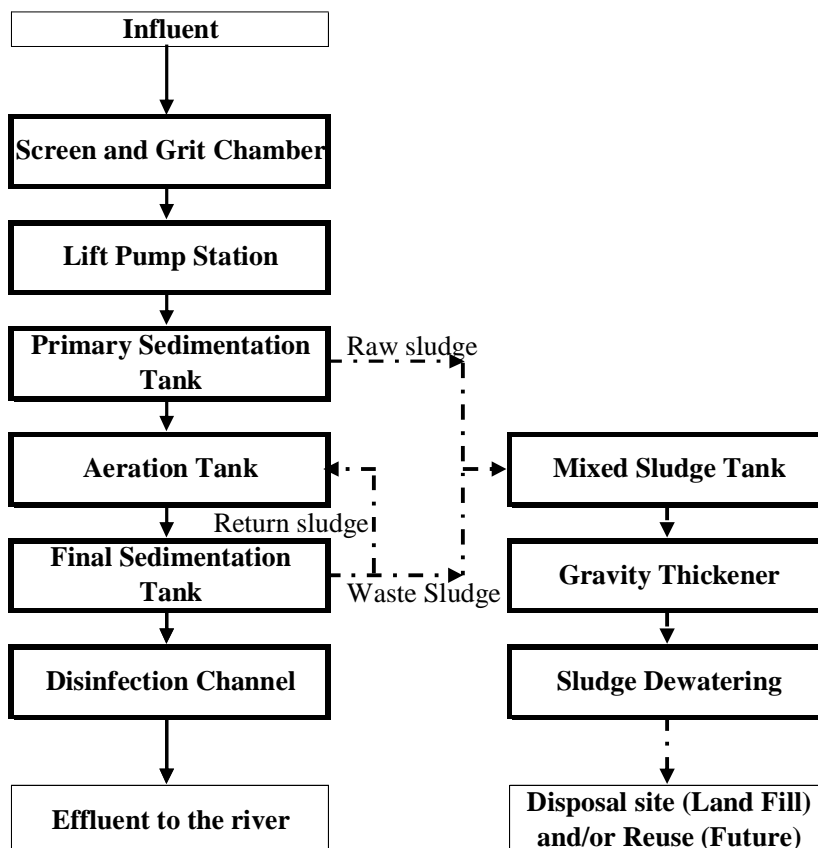


表 B.1 C1 処理場 容量計算書 (3/16)

1.6 Design Criteria

ITEMS	UNIT	Formula or Value	Application
<b>1</b> Grit Chamber (For Maximum Hourly Flow)			
(1) Hydraulic Load	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /day	1,800	1,800
(2) Average Velocity	m/sec	0.3	0.3
<b>2</b> Primary Sedimentation Tank (For Maximum Daily Flow)			
(1) Hydraulic Load	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /day	35.0-70.0	50
(2) Settling Time (Ref.)	hour	1.5	1.5
(3) Water Depth	m	2.5-4.0	3.5
(4) Weir Loading	m <sup>3</sup> /m/day	250	250
<b>3</b> Aeration Tank (For Maximum Daily Flow)			
(1) Hydraulic Retention Time (HRT)	hour	6 - 8	6.0
(2) MLSS Concentration	mg/l	1,500 -2,000	2,000
(3) BOD-SS Load (Reference only)	kg/kg/day	0.2 - 0.4	-
<b>4</b> Final Sedimentation Tank (For Maximum Daily Flow)			
(1) Hydraulic Load	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /day	20.0-30.0	25
(2) Settling Time (Ref.)	hour	3.0-4.0	-
(3) Water Depth	m	2.5-4.0	3.5
(4) Weir Loading	m <sup>3</sup> /m/day	150	150
<b>5</b> Disinfection Tank (For Maximum Daily Flow)			
(1) Retention (Chlorination) Time	min	15	15
<b>6</b> Gravity Thickener (For Maximum Daily Flow)			
(1) Solids Loading	kg/m <sup>2</sup> /day	60-90	75
(2) Water Depth	m		4.0













表 B.1 C1 処理場 容量計算書 (9/16)

**Continuing Aeration Tank**  
**(2) Proposed**

Item	Sign	Unit	Calculation	F/S	M/P				
Type	-	-	Multi-tank Complete mixing Type						
Design Sewage Flow	Q1	m <sup>3</sup> /day			24,800				
(Maximum Daily Flow)	Q2	m <sup>3</sup> /hr			1,033.3				
Hydraulic Retention Time	HRT	hr			6.0				
Basin Number	BN	basin			2				
Required Volume per basin	RV	m <sup>3</sup> /basin	Q2×RT/BN		3,100				
Width	W	m	1~2H		12.0				
Water Depth	H	m	4.0m~6.0m		5.5				
Length	L1	m	RV/(W×H)		47.0				
<i>Therefore</i>	L2	m			48.2				
<b>Dimension (Width)</b>	W	m			<b>12.0</b>				
<b>(Depth)</b>	H	m			<b>5.5</b>				
<b>(Length)</b>	L	m			<b>48.2</b>				
<b>(Basin Number)</b>	N	basin			<b>2</b>				
<b>(Check)</b>									
Hydraulic Retention Time	HRT	hour	W×H×L×N/Q2		6.2				
BOD-SS load	BSS <sub>L</sub>	kgBOD/kgSS/d	(Q1×BOD <sub>in</sub> )/(W×H×L×N×Xa)		0.23				
BOD <sub>in</sub> : Inflow BOD Concentration			120 mg/L (Removal Rate in PST : 40%)						
Xa : MLSS Concentration			2,000 mg/L						
Aerobic Sludge Retention Time	ASRT	day	HRT/24×Xa / (a×S-BOD <sub>in</sub> + b×SS <sub>in</sub> - c×HRT/24×Xa) =		4.888				
S-BOD <sub>in</sub> : Inflow S-BOD Concentration			80 mg/L (S-BOD[Solved BOD]=BOD <sub>in</sub> ×0.67)						
SS <sub>in</sub> : Inflow SS Concentration			90 mg/L (Removal Rate in PST : 50%)						
a : Sludge converting ratio of solved BOI			0.5 mgMLSS/mgBOD (0.4~0.6)						
b : Sludge converting ratio of SS			0.95 mgMLSS/mgSS (0.9~1.0)						
c : Sludge reduction ratio caused by endogenous respiration			0.04 (1/day)(0.03~0.05)						
Effluent Quality (C-BOD)	EQ	mg/L	10.42×A-SRT <sup>(-0.519)</sup> (15~20°C)		4.573				
Water Temperature			20 °C						
Effluent Water Quality (C=BOD Maximum)			EQ×3		14				
					-OK-				
			1 : 1.5 : 1.5 : 2.25						
Partition of Aeration Tank			<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">No.1</td> <td style="padding: 2px;">No.2</td> <td style="padding: 2px;">No.3</td> <td style="padding: 2px;">No.4</td> </tr> </table>	No.1	No.2	No.3	No.4		
No.1	No.2	No.3	No.4						
Total Length of Tank	TL	m			48.2				
No.1 Tank Length	L1	m	TL×1/(1+1.5+1.5+2.25)		7.7				
No.2 Tank Length	L2	m	TL×1.5/(1+1.5+1.5+2.25)		11.6				
No.3 Tank Length	L3	m	TL×1.5/(1+1.5+1.5+2.25)		11.6				
No.4 Tank Length	L4	m	TL×2.25/(1+1.5+1.5+2.25)		17.4				
			<b>Total</b>		<b>48.3</b>				







表 B.1 C1 処理場 容量計算書 (13/16)

2-6 Disinfection Channel

(1) Proposed

Item	Sign	Unit	Calculation	F/S	M/P
Type	-	-	Chlorination		
Design Sewage Flow	Q1	m <sup>3</sup> /day			70,200
(Maximum Daily Flow)	Q2	m <sup>3</sup> /min			48.75
Retention(Chlorination) Time	RT	min			15.0
Required Volume	RV	m <sup>3</sup>	Q2×RT		731
Width of channel	W	m			2.5
Depth of channel	H	m			2.0
Pass Number	PN	pass			6
Length of channel	L1	m/pass	RV/(W×H×PN)		24.4
<i>Therefore</i>	L2	m/pass			24.5
<b>Dimension (Width)</b>	W	m			<b>2.5</b>
<b>(Depth)</b>	H	m			<b>2.0</b>
<b>(Length)</b>	L	m/pass			<b>24.5</b>
<b>(Pass Number)</b>	N	pass			<b>6</b>
<b>(Check)</b>					
Retention(Chlorination) Time	RT	min	(W×H×L×PN)/Q2		15.1

表 B.1 C1 処理場 容量計算書 (14/16)

2-7 Sludge Thickening Tank

Item	Sign	Unit	Calculation	F/S	M/P
Type	-	-	Gravity Thickener (Radial Flow Circular Type)		
Generated Sludge Solids	GS	t-DS/day	Refer to Mass Balance Cal.		12.32
Generated Sludge Volume	GSV	m <sup>3</sup> /day	Refer to Mass Balance Cal.		1,503
Solid Matter Load	SML	kg/m <sup>2</sup> /day			75
Required Surface Area	SA	m <sup>2</sup>	$(GS \times 10^3) / SML$		164.3
Water Depth	H	m			4.1
Basin Number	BN	basin			2
Required Tank Diameter	TD1	m	$(SA \times 4 / (3.14 \times BN))^{0.5}$		10.23
Therefore	TD2	m			10.5
<b>Dimension (Diameter)</b>	D	m/basin			<b>10.5</b>
<b>(Depth)</b>	H	m			<b>4.1</b>
<b>(Basin Number)</b>	BN	basin			<b>2</b>
<b>(Check)</b>					
Solid Matter Load	SML	kg/m <sup>2</sup> /day	$GS \times 10^3 / (3.14 \times D^2 / 4) \times BN$		71.2
Sludge Thickened Time	T	hr	$(3.14 \times D^2 / 4) \times H \times BN \times 24 / GSV$		11.3

2-8 Sludge Dewatering

Item	Sign	Unit	Calculation	F/S	M/P
Type	-	-	Mechanical Dewatering (Screw Press Type)		
Thickened Sludge Solids	TS	t-DS/day	Refer to Material Balance		11.201
Unit Number	UN	Unit			4
Operating Day	OD	day/(week)			5.0
Operating Time	OT	hr/day			10.0
Required Dewatering Capacity	DC	kg/hr/unit	$TS \times 10^3 \times 7 / (OD \times OT \times UN)$		392.0
Solids Loading	Q <sub>100</sub>	kg-ds/hr/φ100			3.0
Screen Diameter	SD1	mm	$100 \times (DC / Q_{100})^{1/2.2}$		916.0
Therefore	SD2	mm			800
<b>Dimension (unit)</b>	UN	Unit			<b>4</b>
<b>(Screen Diameter)</b>	SD	mm			<b>800</b>
<b>(Check)</b>					
Dewatering Capacity	DC	kg/hr/unit	$(SD / 100)^{2.2} \times Q_{100}$		291.0
Operating Time	OT	hour/day	$TS \times 10^3 / (DC \times (UN - 1)) \times (7 / OT)$		13.5

表 B.1 C1 処理場 容量計算書 (15/16)

Material Balance Calculation (Primary and Secondary Sedimentation Tank + Thickening Tank + Mechanical Dewatering)

Table-1 Input Data

1. Calculation Manner		1.Premise that the quality of supernatants are same level removed with inlet sewage 2.Premise that the entire supernatants are removed at treatment process
2. Selection of Treatment Efficiency		1.Total Removal Ratio 2.Outlet Water Quality (input 1or2)
In case of 1 : input data	90 (%)	
In case of 2 : input data	30 (mg/l)	
3. Excess Sludge Generation		1.Consideration of Solid Matter Only 2.Consideration of Converting of Solved BOD (input 1or2)
In case of 1:Input data (Sludge generation)		100 Sludge generation ratio per removal SS(%)
In case of 2:input data	a	T2=Q2·S2=(a·S <sub>BOD</sub> +b·S1-c·θ·XA)·Q1/10 <sup>6</sup> ·θ (Excess sludge generation formula)
	b	a:Converting ratio of solved BOD(mgMLSS/mgBOD)
	c	b:Converting ratio of SS(mgMLSS/mgSS)
	SBOD	c:Sludge reduction ratio caused by endogenous respiration of activated sludge(1/day)
	XA	S <sub>BOD</sub> :Solved BOD quality at inlet to reactor XA:MLSS concentration(mg/l)
θ	θ:Hydraulic retention time(day)	

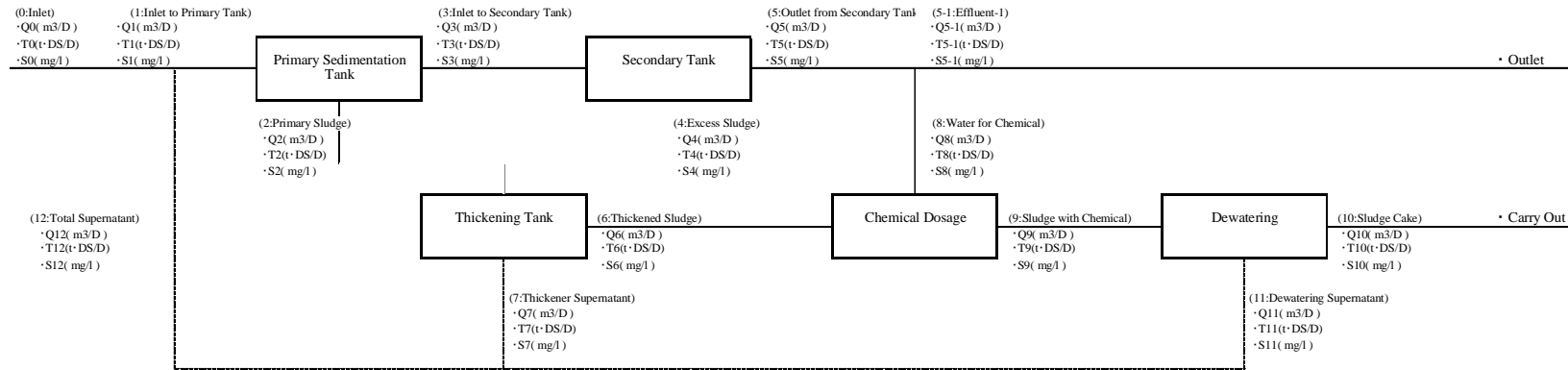
Table-2 Basic Conditions

Water Flow and Quality		Sludge Moisture and Recovery Ratio		Chemical Conditions for Dewatering	
·Inlet flow : Q0(m <sup>3</sup> /D)	70200	·Primary sludge moisture ratio : W1(%)	98.5	·Removal ratio in primary tank : A2(%)	50.0
·Inlet quality : S0(mg/l)	180	·Excess sludge moisture ratio : W2(%)	99.5	·Recovery ratio in sludge thickener : A3(%)	90.0
·Total removal ratio : A1(%)		·Thickened sludge moisture ratio : W3(%)	98.0	·Recovery ratio in dewatering : A4(%)	95.0
·Effluent quality : S1(mg/l)	30.0	·Dewatered sludge moisture ratio : W4(%)	80.0		
·Sludge generation ratio per removal SS : Si(%)	100.0				

Table-3 Material Balance Calculation

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	5-1
Q (m <sup>3</sup> /day)	70,200	71,705	481	71,224	1,022	70,202	554	948	55	610	53	557	1,505	70,147
T (t·DS/day)	12,636	14,428	7,214	7,214	5,108	2,106	11,090	1,232	0,111	11,201	10,641	0,560	1,792	1,995
S (mg/l)	180	201	15,000	101	5,000	30	20,000	1,300	2,000	18,364	200,000	1,006	1,191	30
X (t/t <sup>100</sup> )	100	114.2	57.1	57.1	40.4	16.7	87.8	9.8	0.9	88.6	84.2	4.4	14.2	15.8

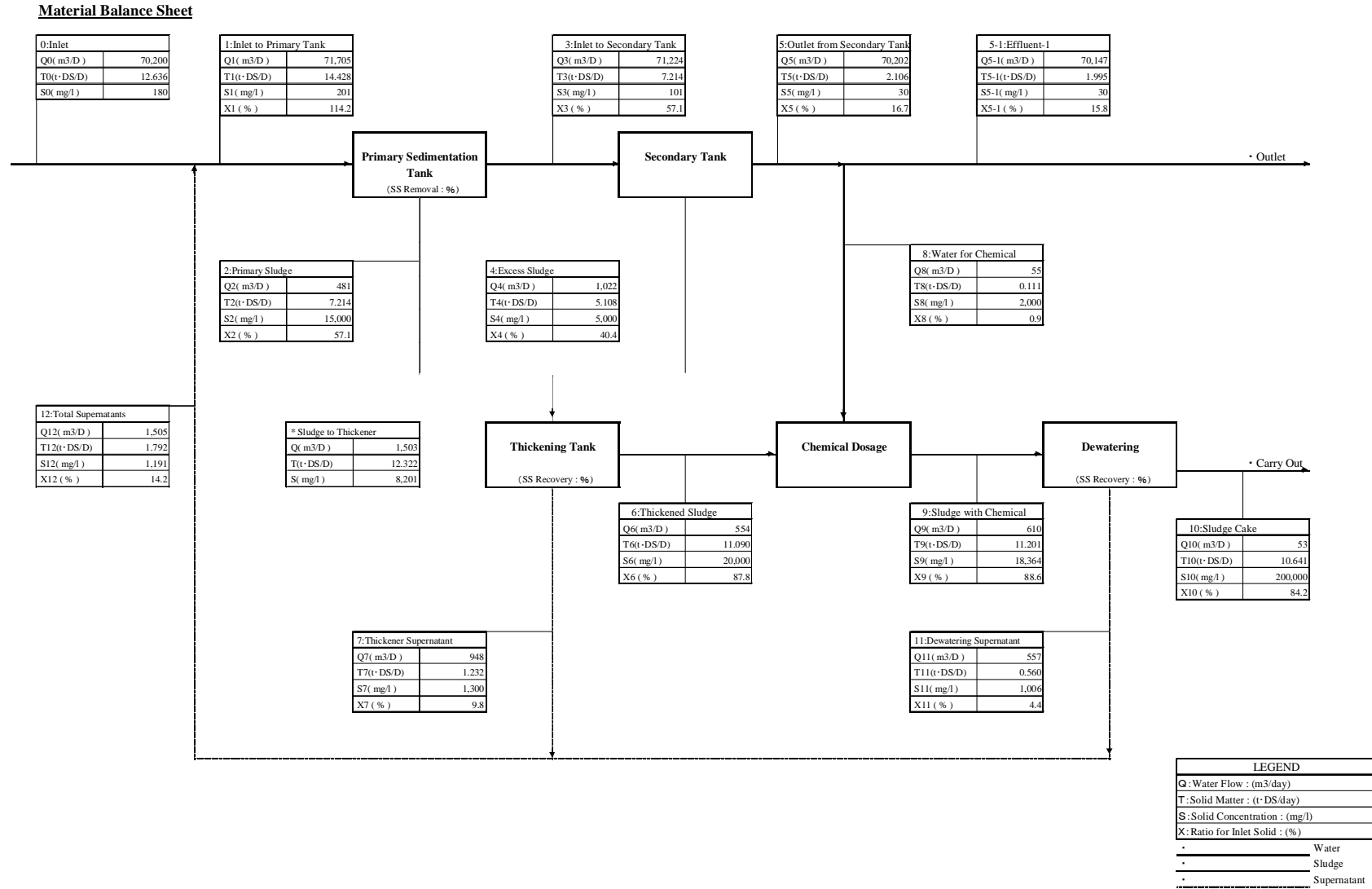
Figure-1 Material Balance Model



Calculation Formula

·Q0=Input Data	·Q3=Q1-Q2	·Q6=T4*100/(100-W3)	·Q9=Q6+Q8	·Q12=Q7+Q11	·Q5-1=Q5-Q8
·T0=Q0*S0*10 <sup>6</sup> (-6)	·T3=T1*(100-A2)/100	·T6=(T2+T4)*A3/100	·T9=T6+T8	·T12=T7+T11	·T5-1=T5-T8
·S0=Input Data	·S3=T3*10 <sup>6</sup> /Q3	·S6=10 <sup>6</sup> *(100-W3)/100	·S9=T9*10 <sup>6</sup> /Q9	·S11=T11*10 <sup>6</sup> /Q11	·S5-1=S5
·Q1=Q0+Q13	·Q4=(Q3*ST-T3*10 <sup>6</sup> )/(ST-S4)*T4/(T3-T5)	·Q7=(Q2+Q4)-Q6	·Q10=T10*100/(100-W4)		
·T1=T0+T13	·T4=((T1-T5)*Si/100)-T2	·T7=(T2+T4)-T6	·T10=T9*A4/100		
·S1=T1*10 <sup>6</sup> /Q1	·S4=10 <sup>6</sup> *(100-W2)/100	·S7=T7*10 <sup>6</sup> /Q7	·S10=10 <sup>6</sup> *(100-W4)/100		
·Q2=T2*100/(100-W1)	·Q5=(T3*10 <sup>6</sup> -Q3*S4)/(ST-S4)	·Q8=T6*A5/A6	·Q11=Q9-Q10		
·T2=T1-T3	·T5=Q5*ST*10 <sup>6</sup>	·T8=Q8*S8/10 <sup>6</sup>	·T11=T9-T10		
·S2=10 <sup>6</sup> *(100-W1)/100	·S5=S1	·S8=10 <sup>4</sup> *A6	·S11=T11*10 <sup>6</sup> /Q11		

表 B.1 C1 処理場 容量計算書 (16/16)





## C C1 下水処理場図面

### Drawing List

図面番号 Drawing No.	図面名称	Drawing Name	縮尺 Scale
	<C1 WWTP>		
1	WWTP-001 一般平面図	WWTP General Layout Plan	1:1500
2	WWTP-002 水位関係図	Hydraulic Profile	V-1:300
3	WWTP-003 処理フロー図	Process Flow Diagram	Non
4	WWTP-004 管理棟 平面図・断面図	Administration Building Plan & Section	1:300
5	WWTP-005 場内ポンプ場 平面図・断面図 (1/2)	Pumping Station Plan & Section (1/2)	1:400
6	WWTP-006 場内ポンプ場 平面図・断面図 (2/2)	Pumping Station Plan & Section (2/2)	1:400
7	WWTP-007 最初沈澱池 平面図・断面図 (既設系-新設)	Primary Sedimentation Tank Plan & Section (New Construction of Existing Line)	1:500
8	WWTP-008 最終沈澱池 平面図・断面図 (既設系-新設)	Final Sedimentation Tank Plan & Section (New Construction of Existing Line)	1:500
9	WWTP-009 最初沈澱池/反応タンク/最終沈澱池 平面図 (増設系)	Primary/Final Sedimentation Tank and Aeration Tank Plan (Expansion Line)	1:500
10	WWTP-010 最初沈澱池/反応タンク/最終沈澱池 断面図 (増設系)	Primary/Final Sedimentation Tank and Aeration Tank Section (Expansion Line)	1:500
11	WWTP-011 塩素混和池 平面図・断面図	Chlorination Facility Plan & Section	1:400
12	WWTP-012 汚泥ポンプ室 平面図・断面図	Sludge Pump Room Plan & Section	1:300
13	WWTP-013 送風機棟 平面図・断面図	Blower Buiding Plan & Section	1:400
14	WWTP-014 脱水機棟 平面図・断面図	Sludge Dewatering Unit Building Plan & Section	1:400

Location Map



### General Layout of C1 - WWTP

\* Reference Only (Land shape is not decided yet)



#### Treatment Process

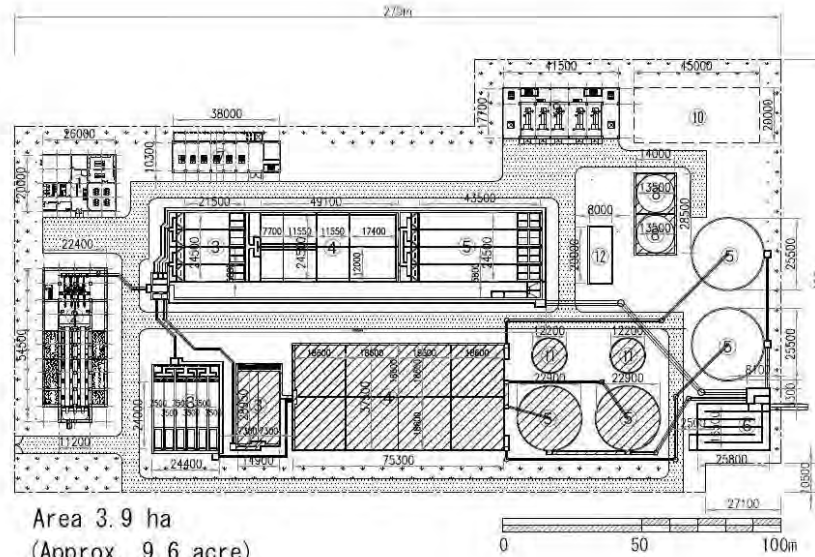
Conventional Activated Sludge Process

#### Design Sewage Flow

Q = 70,213 m<sup>3</sup>/day (Daily Maximum Flow)

#### Design Sewage Quality

Item	BOD (mg/l)	SS (mg/l)
Influent	200	180
Effluent	20	30



LEGEND	
	Land Boundary
	Buffer Zone
	Existing Structures
	Road

No.	Facility
①	Administration Building
②	Grit Chamber / Pumping Station
③	Primary Sedimentation Tank
④	Aeration Tank
⑤	Final Sedimentation Tank
⑥	Chlorination Tank
⑦	Blower Building
⑧	Gravity Thickener
⑨	Dewatering Unit Building
⑩	Sludge Cake Yard
⑪	Mixed Sludge Tank
⑫	Sludge Pump Building

Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for the Improvement of Water Supply, Sewerage and Drainage System in Yangon City ミャンマー国ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査	
Drawing Title	
C1 Waste Water Treatment Plant General Layout C1下水処理場一般平面図	
Scale	1:1500
Drawing No.	WWTP-01

図 C.1 一般平面図

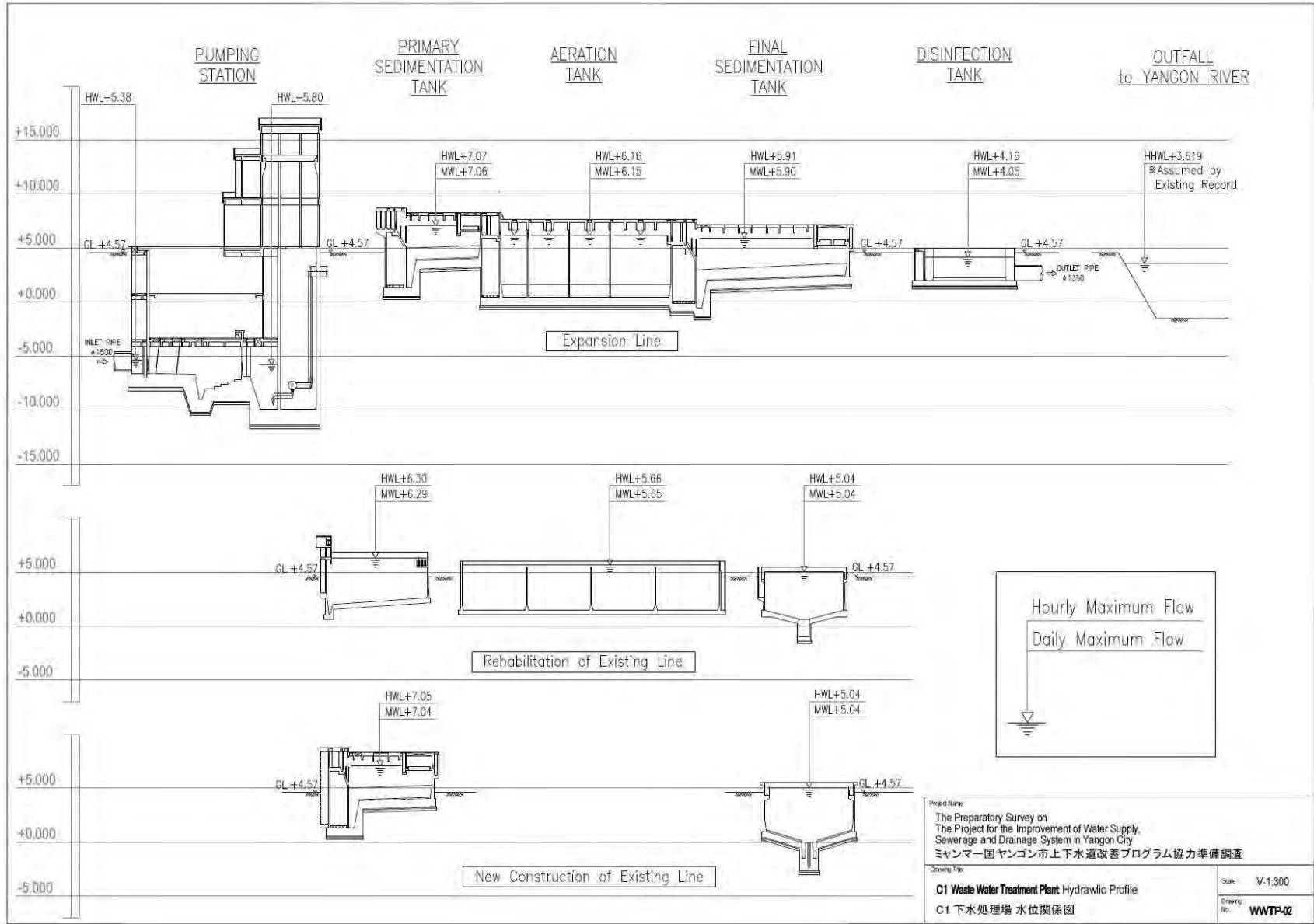


図 C.2 水位関係図

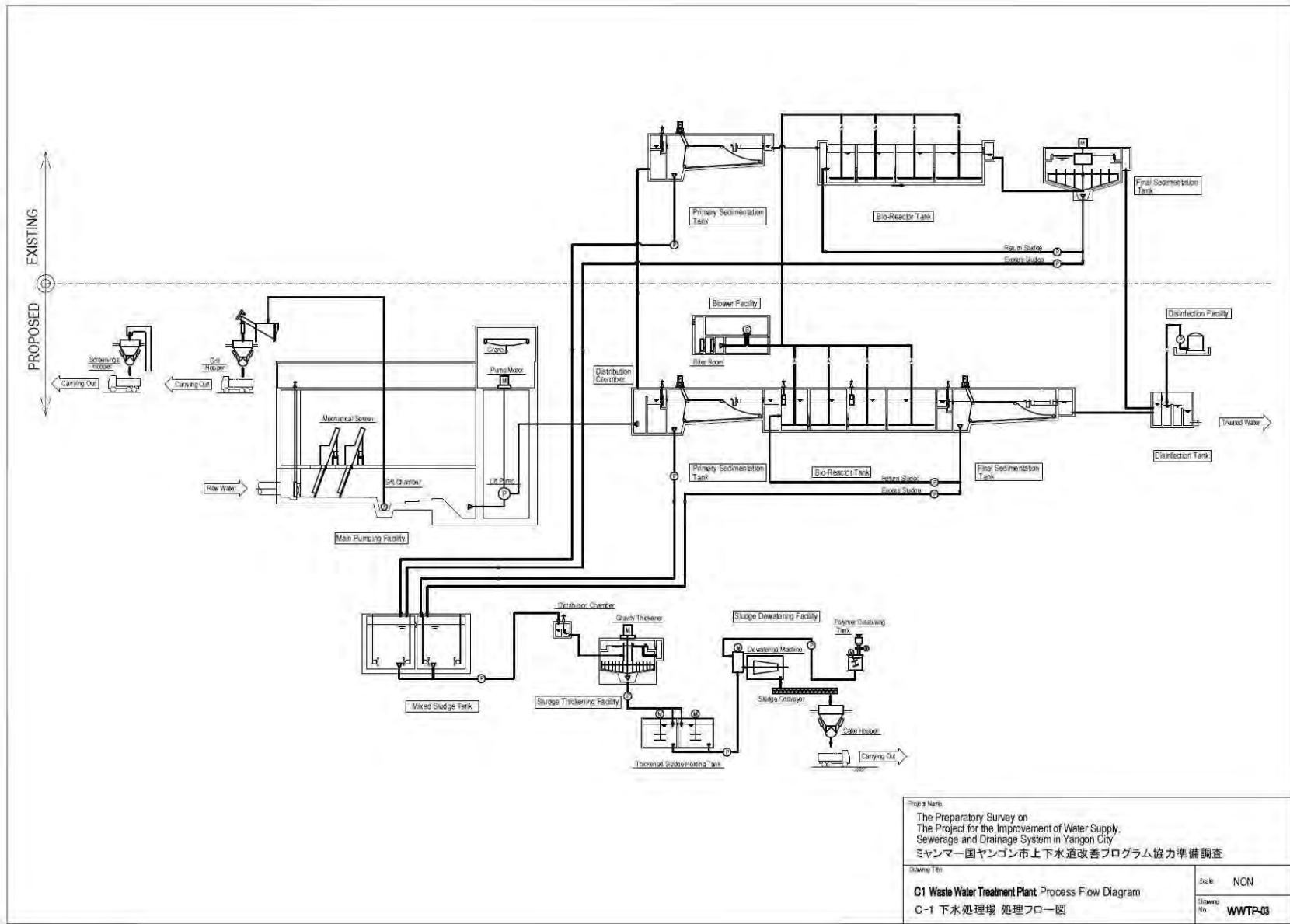
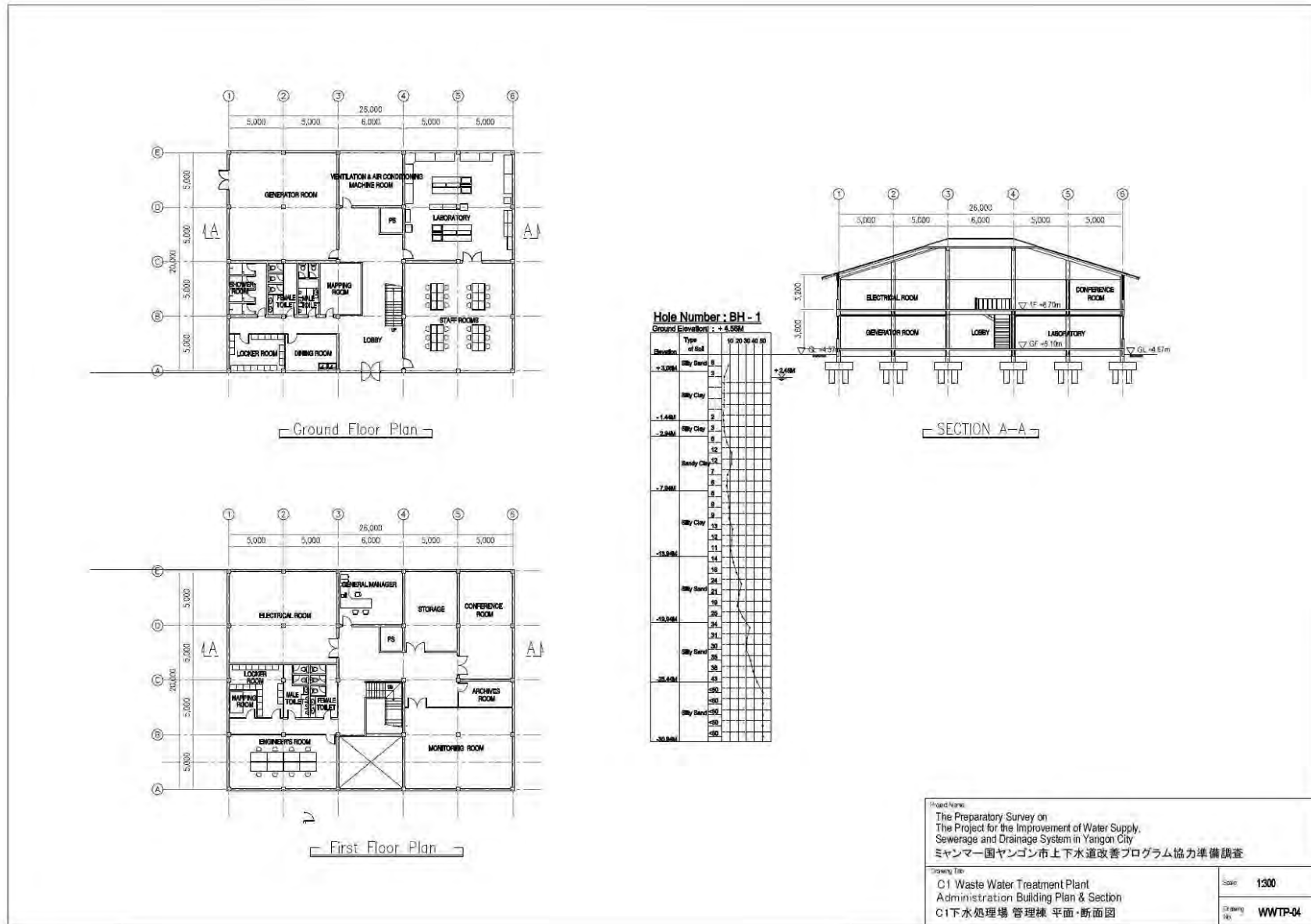


図 C.3 処理フロー図



Project Name:  
The Preparatory Survey on  
The Project for the Improvement of Water Supply,  
Sewerage and Drainage System in Yangon City  
ミャンマー国ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査

Drawing Title:  
C1 Waste Water Treatment Plant  
Administration Building Plan & Section  
C1下水処理場 管理棟 平面・断面図

Scale: 1/300  
Drawing No.: WWTP-04

図 C.4 管理棟 平面図・断面図

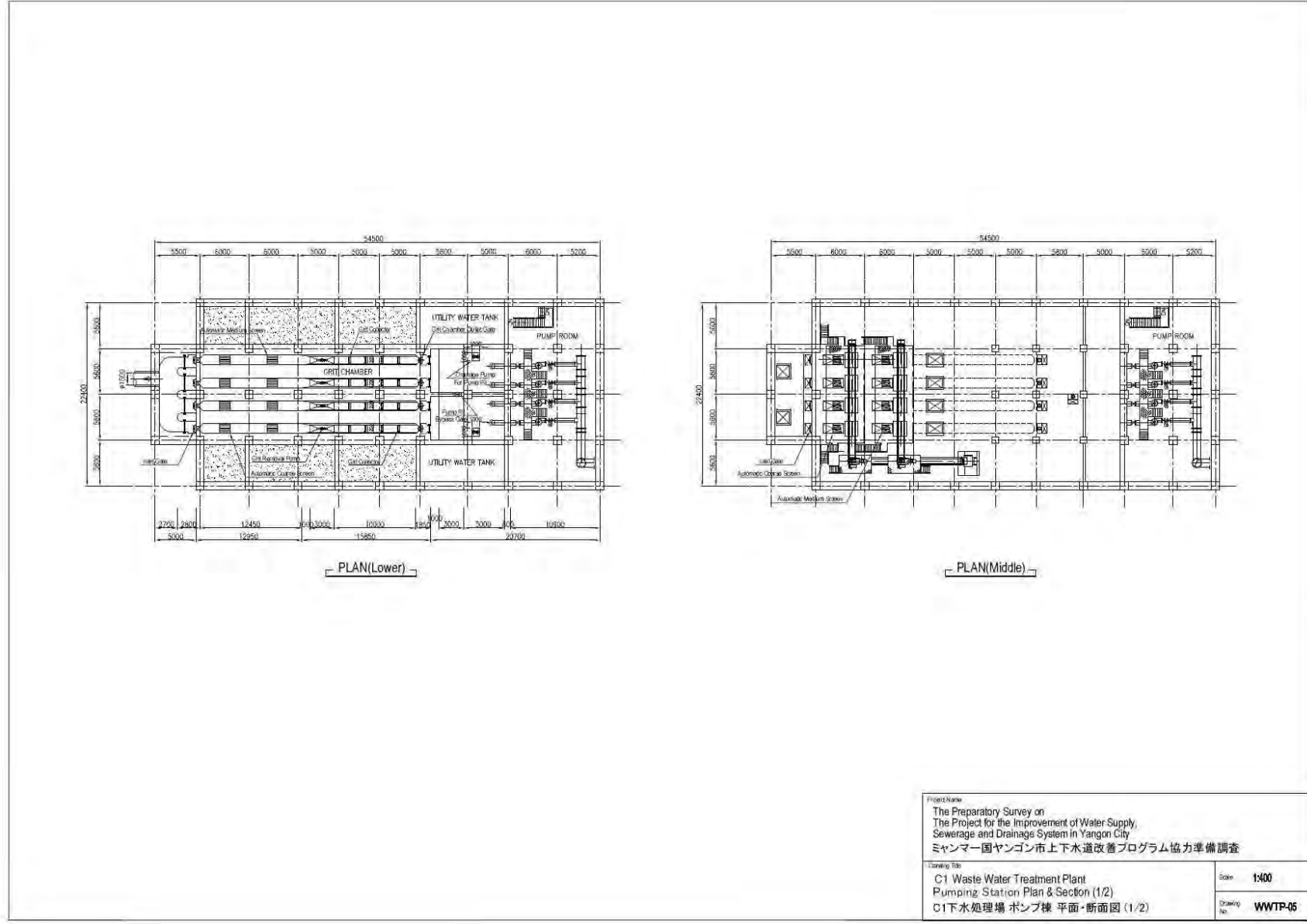
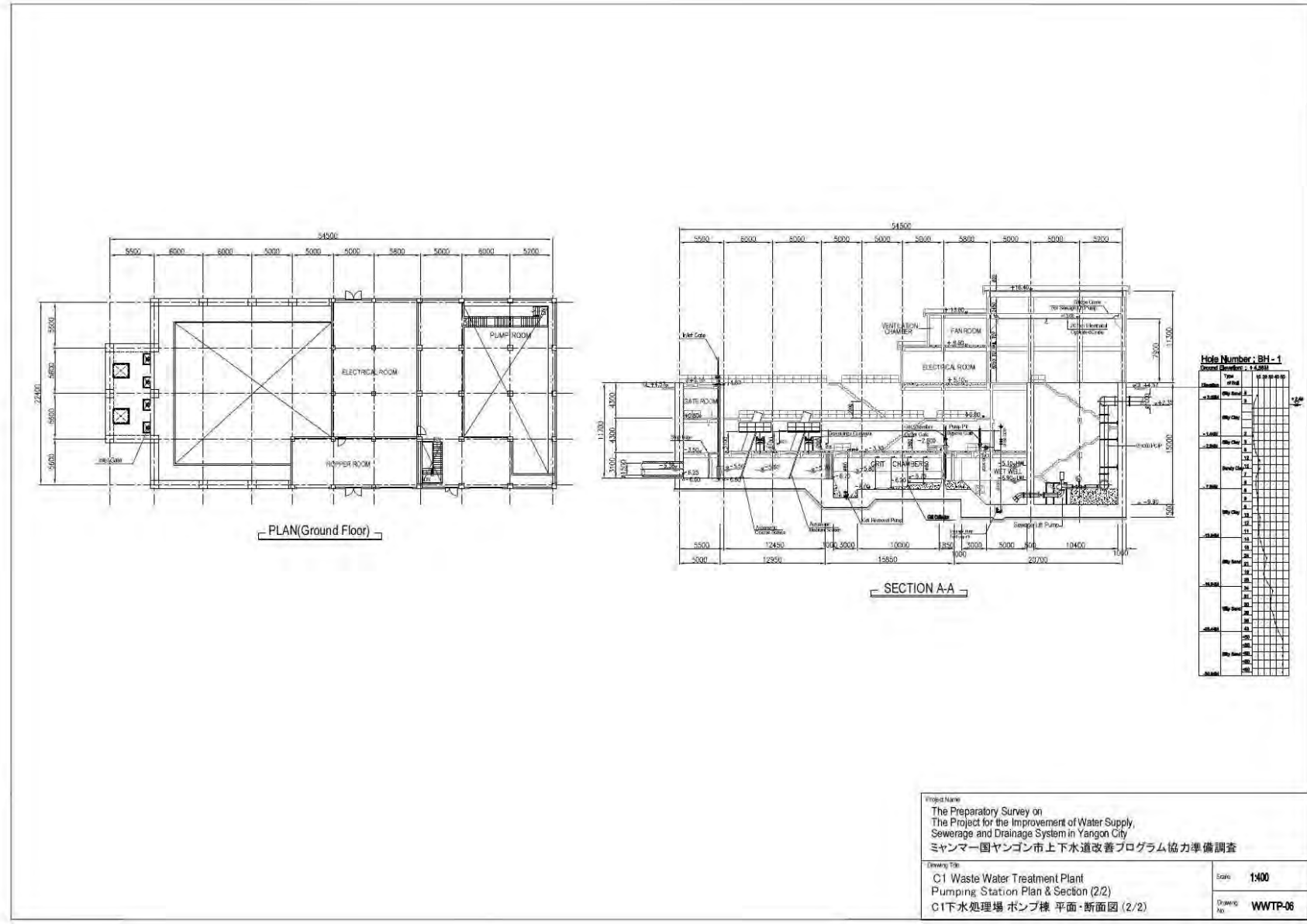


図 C.5 場内ポンプ場 平面図・断面図 (1/2)



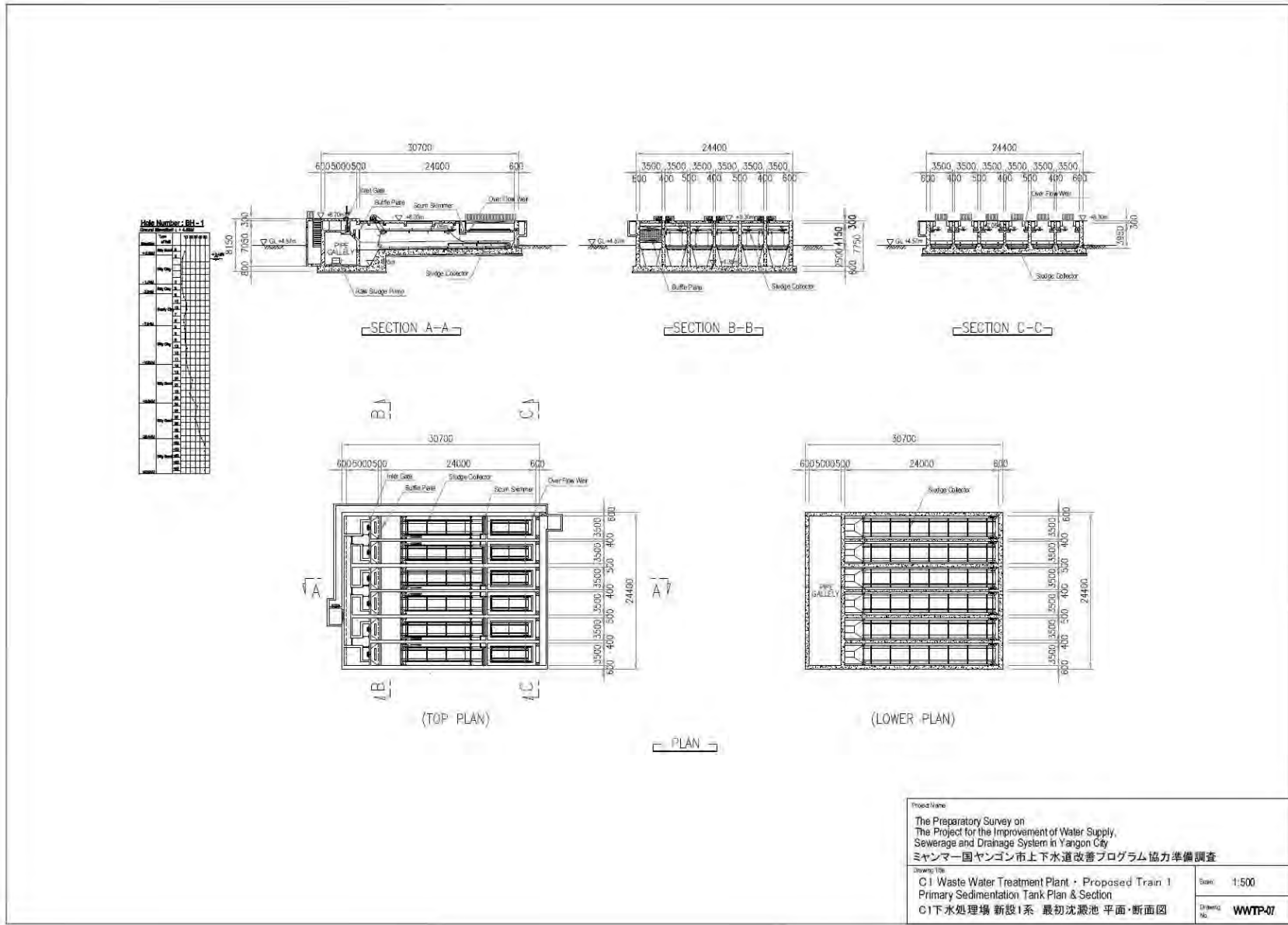


図 C.7 最初沈殿池 平面図・断面図 (既設系-新設)



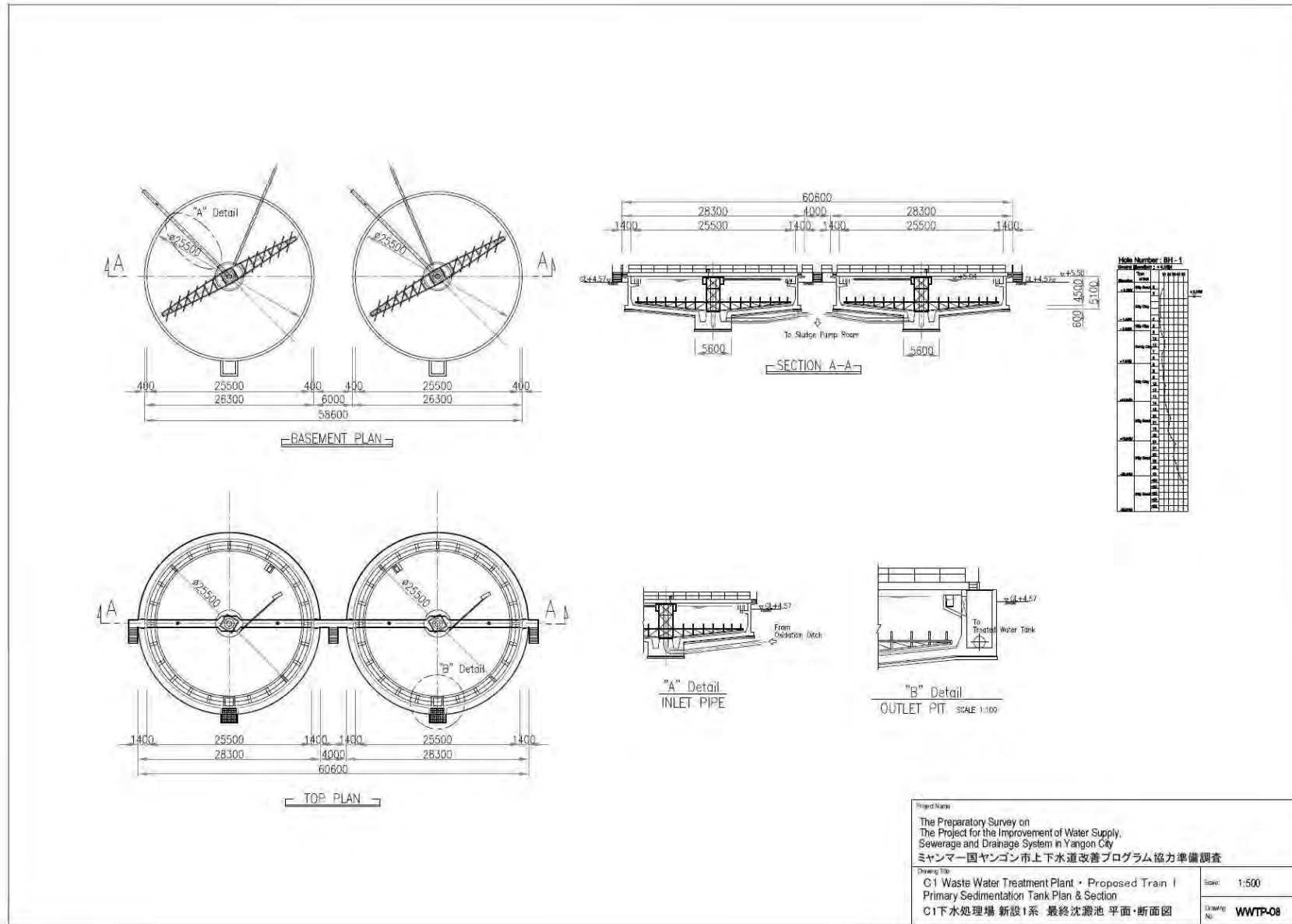


図 C.8 最初沈殿池 平面図・断面図（既設系-新設）

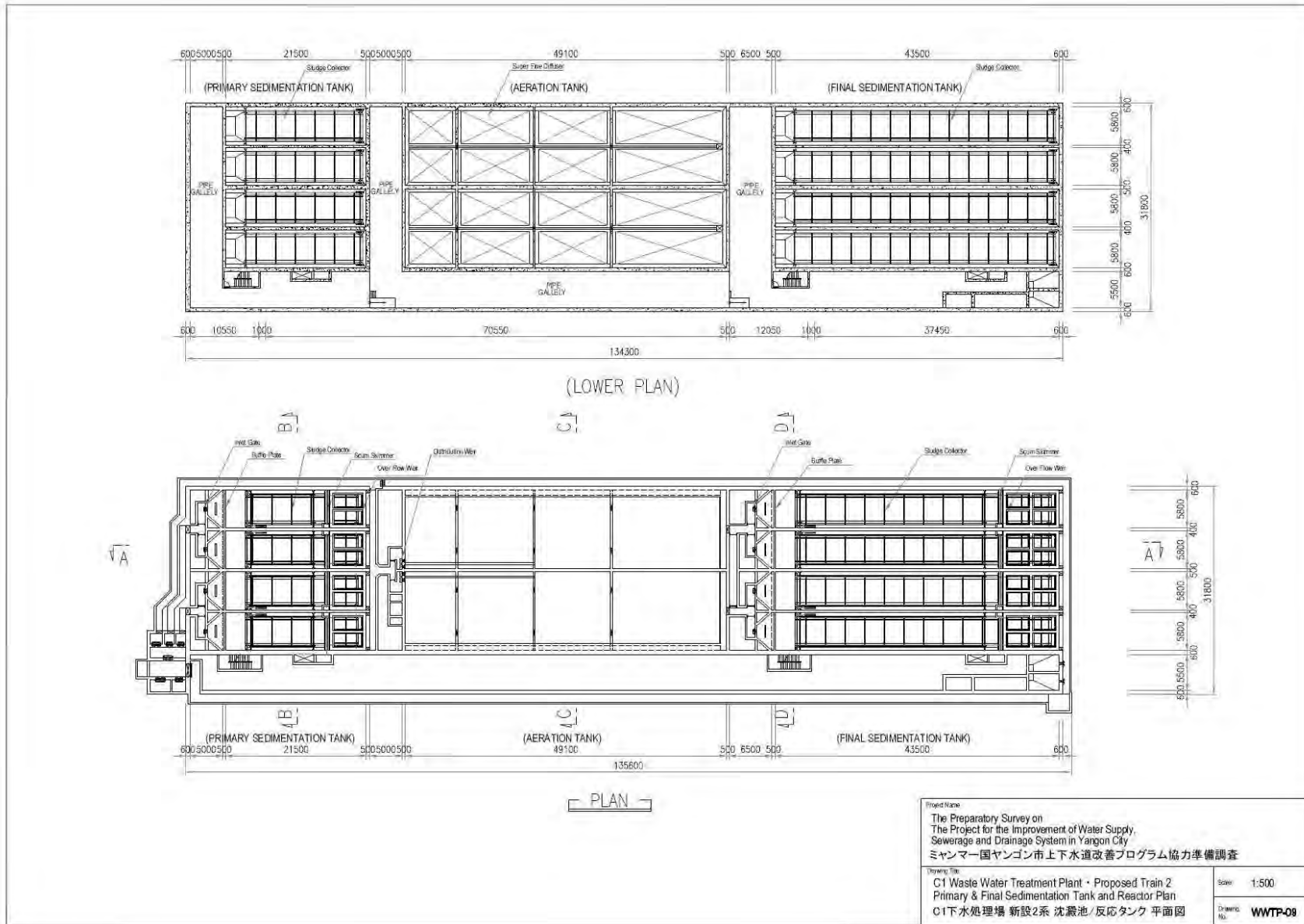
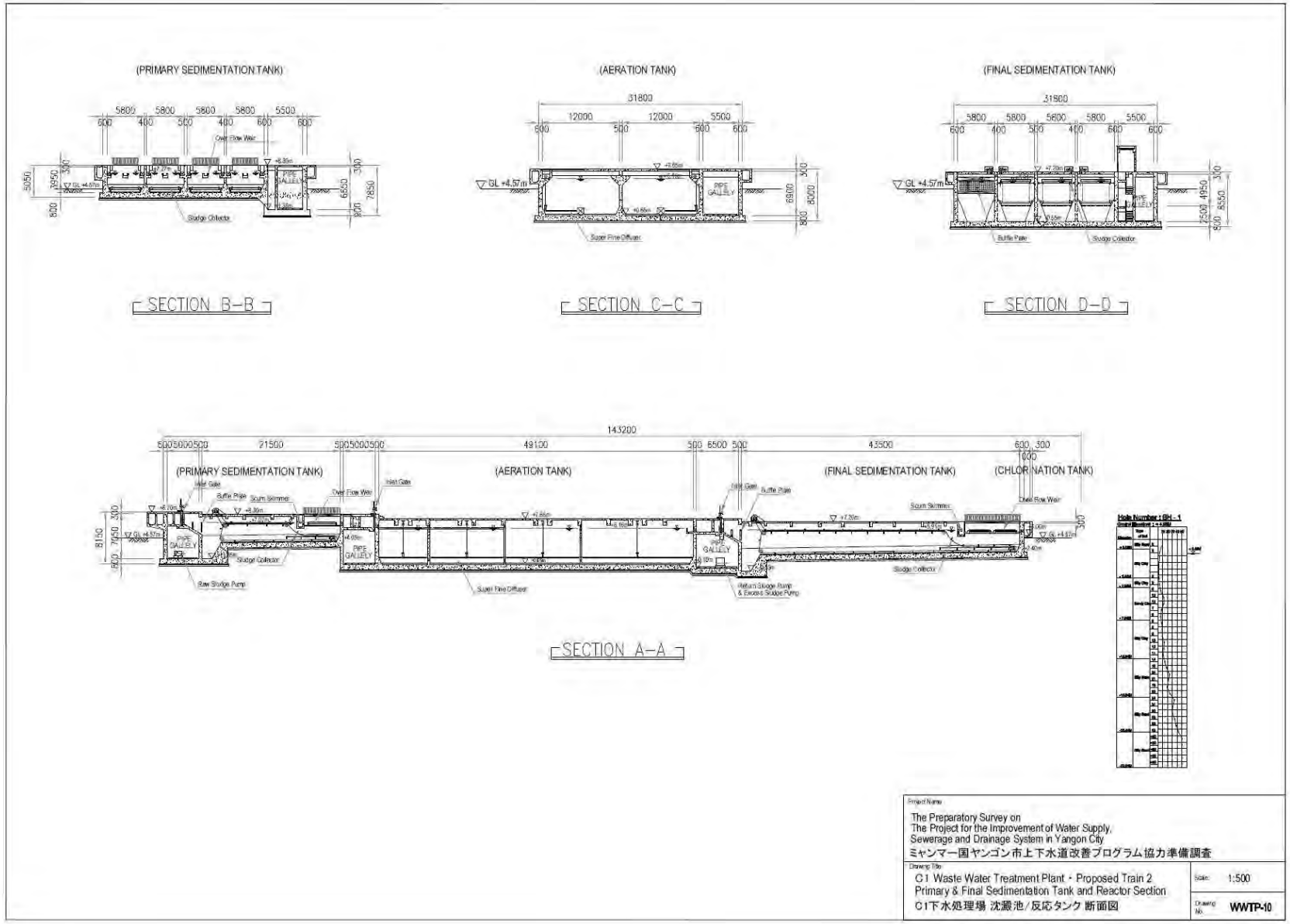


図 C.9 最初沈殿池/反応タンク/最終沈殿池 平面図 (増設系)



Project Name	
The Preparatory Survey on The Project for the Improvement of Water Supply, Sewerage and Drainage System in Yangon City ミャンマー国ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査	
Drawing Title	Scale: 1:500
G1 Waste Water Treatment Plant - Proposed Train 2 Primary & Final Sedimentation Tank and Reactor Section C1下水処理場 沈殿池/反応タンク 断面図	Drawing No. <b>WWTP-10</b>

図 C.10 最初沈殿池/反応タンク/最終沈殿池 断面図 (増設系)

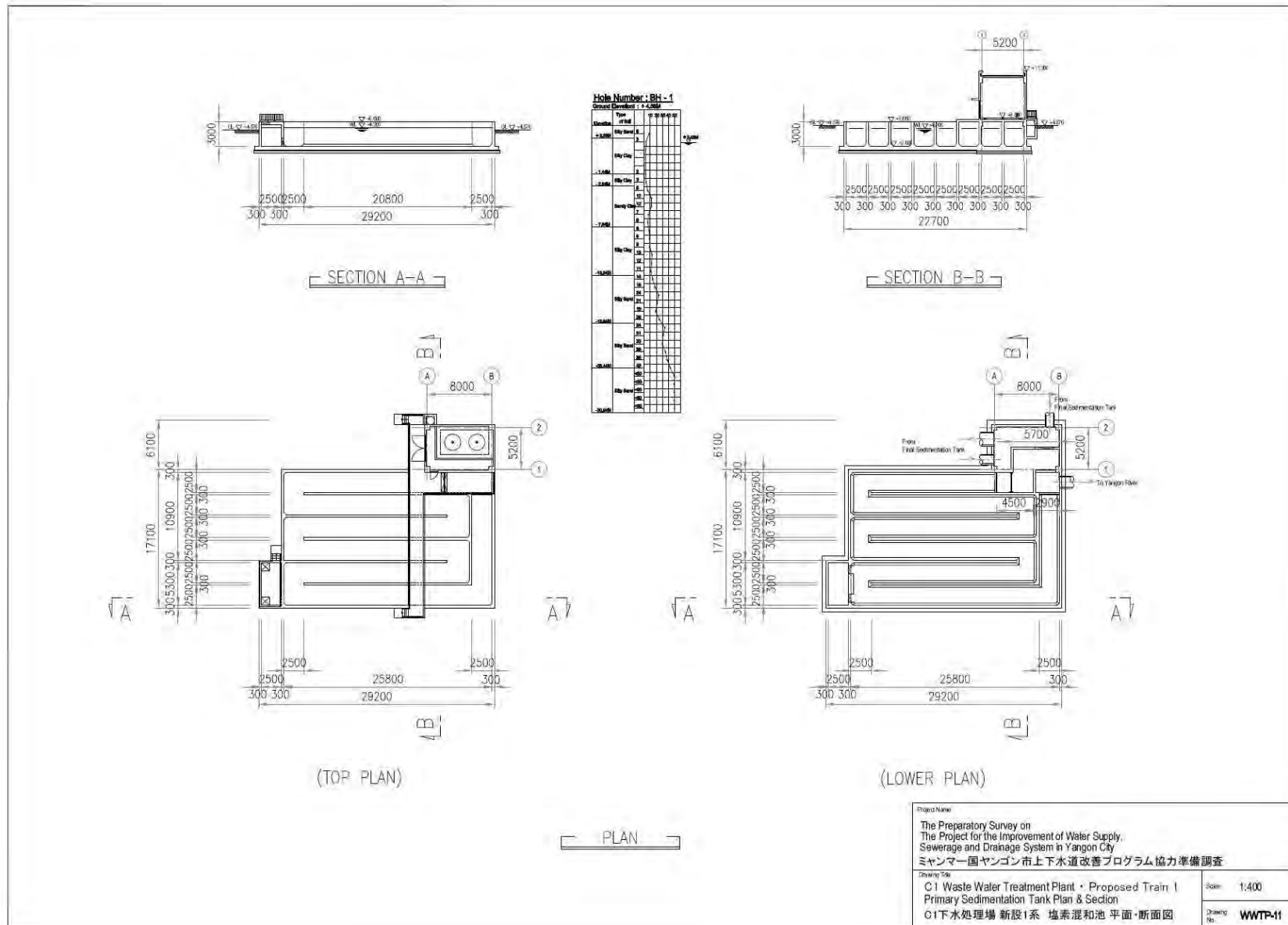
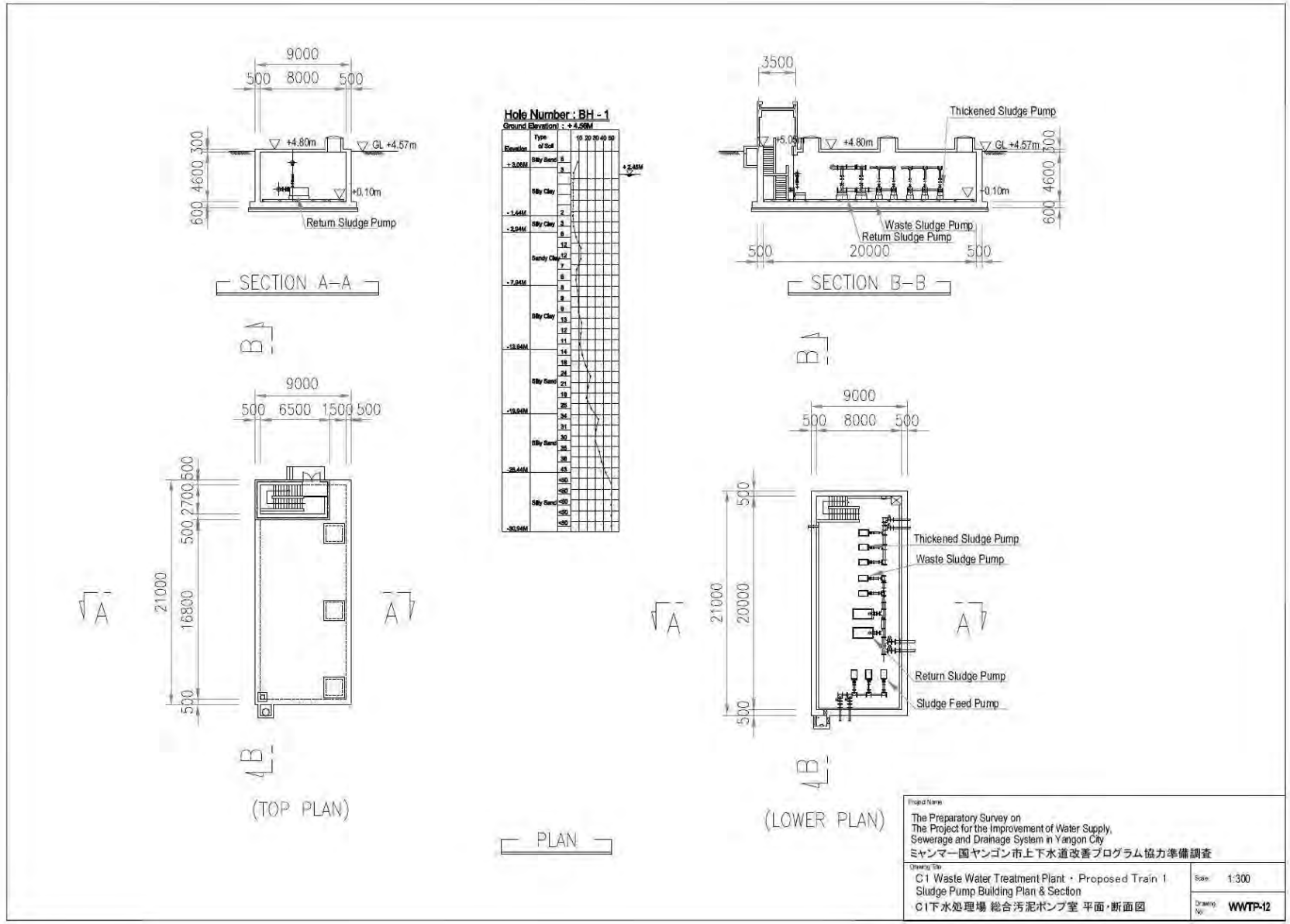


図 C.11 塩素混和池 平面図・断面図

Project Name		The Preparatory Survey on The Project for the Improvement of Water Supply, Sewerage and Drainage System in Yangon City ミャンマー国ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査	
Drawing Title		C1 Waste Water Treatment Plant - Proposed Train I Primary Sedimentation Tank Plan & Section	
Scale		1:400	
Drawing No.		WWTP-11	



C-13

図 C.12 汚泥ポンプ室 平面図・断面図

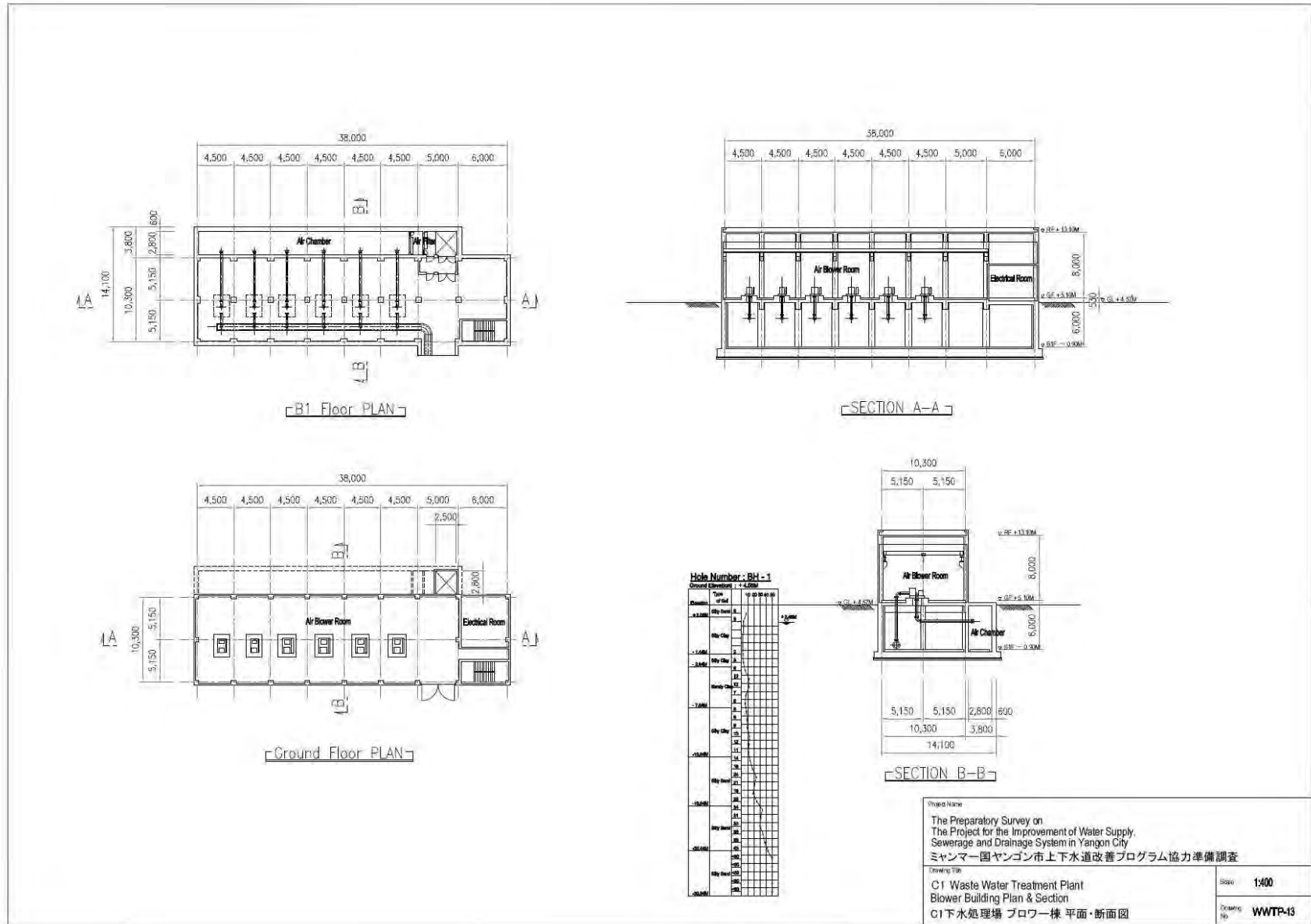
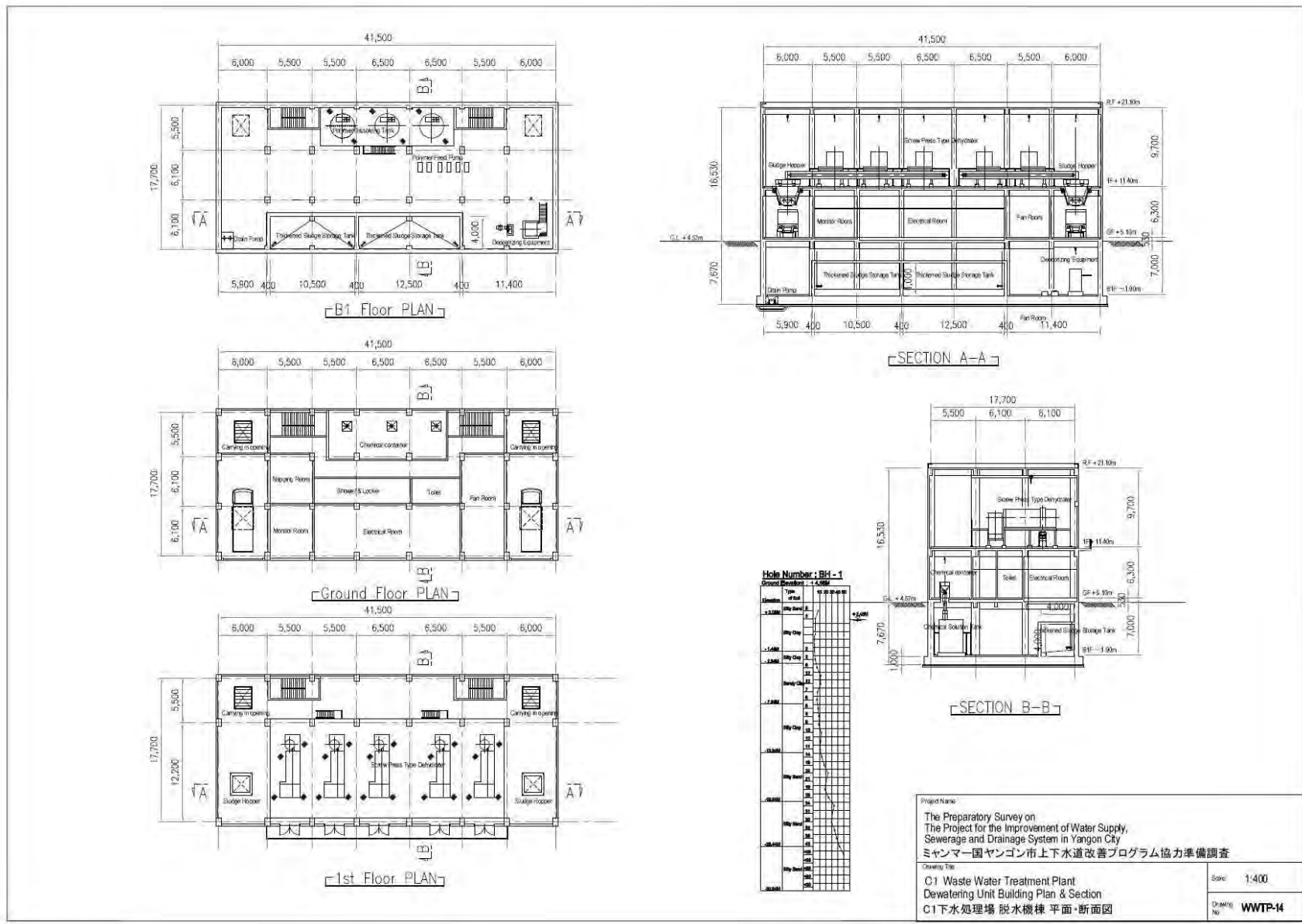


図 C.13 送風機棟 平面図・断面図



Project Name  
The Preparatory Survey on  
The Project for the Improvement of Water Supply,  
Sewerage and Drainage System in Yangon City  
ミャンマー国ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査

Drawing Title  
C1 Waste Water Treatment Plant  
Dewatering Unit Building Plan & Section  
C1下水処理場 脱水機棟 平面・断面図

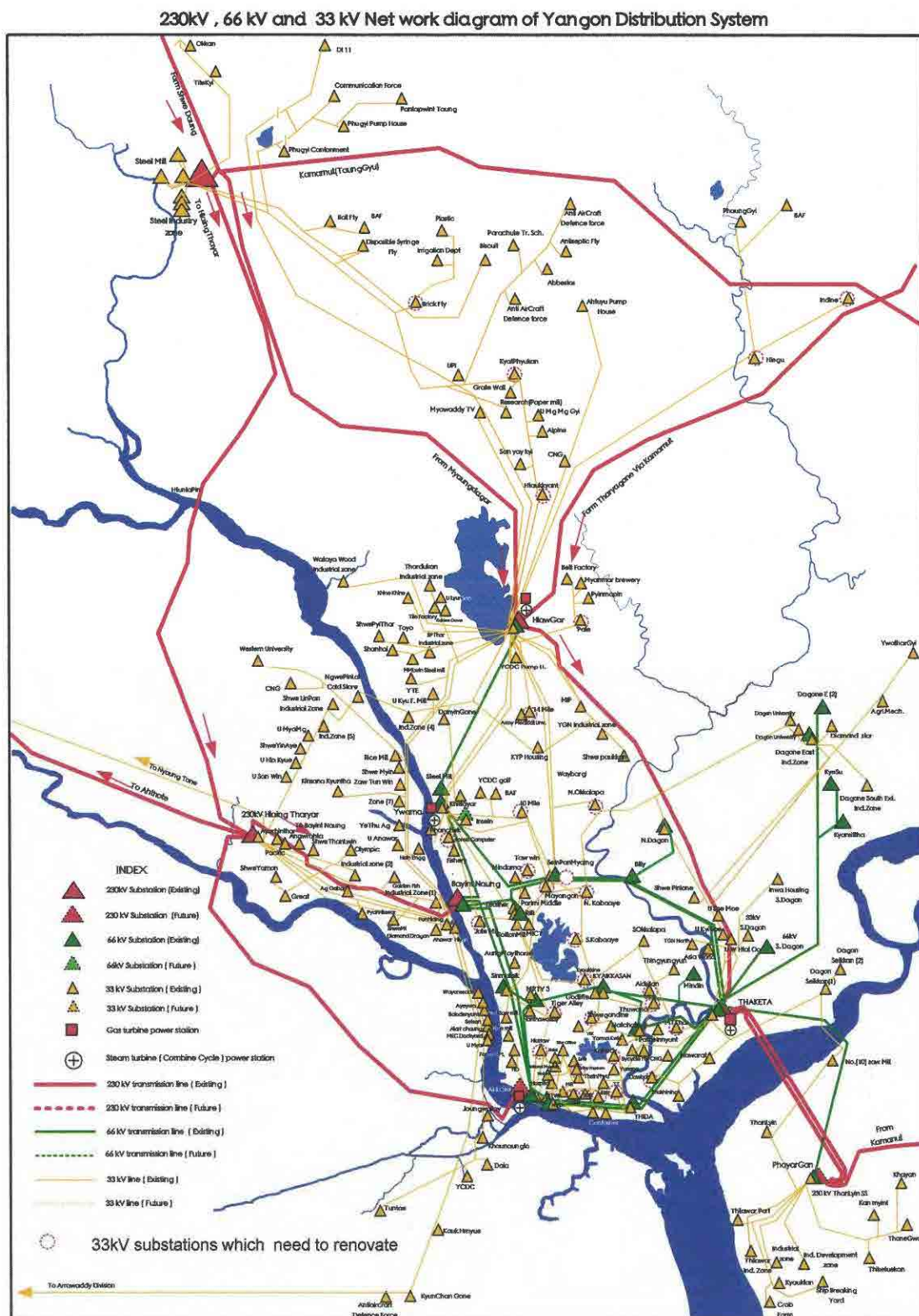
Scale: 1:400  
Drawing No: WWTP-14

図 C.14 脱水機棟 平面図・断面図





D 電機設備関連図表



出典：YESB

図 D.1 YESB ネットワーク

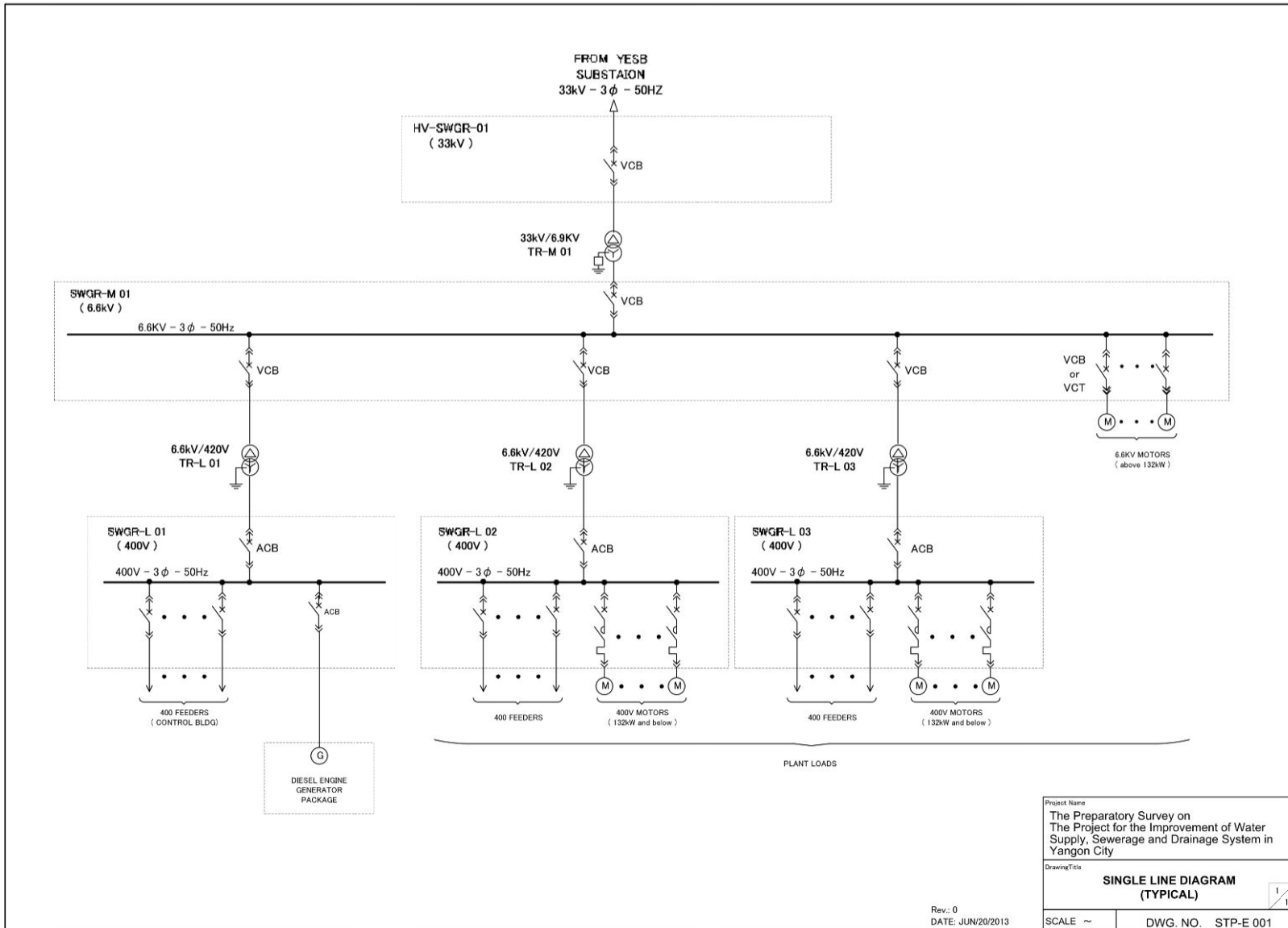
表 D.1 ヤンゴン市の水道施設電力使用量

Electricity Consumption and Cost of Yangon Resion Water Systems

	Month	Apr. 2011	May. 2011	Jun. 2011	Jul. 2011	Aug. 2011	Sep. 2011	Oct. 2011	Nov. 2011	Dec. 2011	Jan. 2012	Feb. 2012	Mar. 2012
Nyaungnanpin Water Treatment	kWh	1,784,782	1,490,528	1,989,077	2,186,628	1,637,828	1,464,337	1,750,586	1,549,806	1,352,806	1,549,333	1,432,826	1,496,277
	Kyat	46,340,350	38,984,000	51,447,725	56,386,500	42,666,500	38,329,225	45,485,400	40,465,950	35,540,950	55,772,495	51,869,710	54,090,495
Gyobyu Water Treatment	kWh	888	528	1,515	1,172	1,314	1,181	1,294	1,210	2,429	1,786	2,098	1,816
	Kyat	38,000	26,600	53,675	45,100	48,650	45,325	48,150	46,050	76,525	78,310	89,230	102,960
North Dagon (South Dagon No.1) Water Treatment	kWh	706	551	551	66	60	50	60	100	2,178	651	414	607
	Kyat	23,050	19,175	19,175	7,050	6,900	6,650	6,900	7,900	58,850	28,185	19,890	26,645
South Dagon (South Dagon No.2) Water Treatment	kWh	52,008	48,736	51,040	49,896	47,344	45,232	44,000	49,984	44,088	56,936	62,040	58,784
	Kyat	1,372,800	1,166,000	1,348,600	1,320,000	1,256,200	1,203,400	1,172,600	1,322,200	1,174,800	2,065,360	2,244,000	2,130,040
Theaphyu Water Treatment	kWh	34,848	28,952	24,112	28,160	37,576	28,078	31,680	37,312	43,384	43,120	40,392	33,792
	Kyat	943,800	796,400	675,400	776,600	1,012,000	774,550	864,600	1,005,400	1,157,200	1,581,800	1,486,320	1,255,320
Yangonpauk Water Treatment	kWh	35,024	97,944	60,720	47,520	29,040	39,952	60,984	66,088	58,256	61,160	58,960	50,248
	Kyat	948,200	2,521,200	1,590,600	1,260,600	798,600	1,071,400	1,597,200	1,724,800	1,529,000	7,213,200	7,136,200	1,831,280
Aungtagon Pump Station	kWh	1,164,583	969,258	1,133,384	1,055,106	1,012,898	1,078,467	1,012,023	730,498	1,364,838	2,026,561	1,023,728	1,067,665
	Kyat	30,254,975	25,371,850	29,475,000	27,518,050	26,458,650	28,097,875	26,436,775	19,398,650	35,237,150	72,065,835	36,966,680	38,504,475
Hlawga Pump Station	kWh	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	33,255	36,020	40,800
	Kyat	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	1,322,775	1,319,500	1,486,800
Phugyi Pump Station	kWh	685,300	527,210	941,990	739,310	217,580	315,480	341,770	375,980	505,120	489,500	664,840	884,710
	Kyat	17,995,500	14,041,000	24,400,250	19,345,750	6,302,500	8,750,000	9,407,250	10,282,500	13,490,000	17,995,500	24,132,400	31,127,850
Yegu Pump Station	kWh	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Kyat	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400
Gyobyu Pump Station → Jointed in Gyobyu WT	kWh												
	Kyat												
Waste Water Treatment	kWh	15,576	13,552	13,992	15,048	14,960	14,784	15,488	15,400	13,904	15,312	13,640	13,258
	Kyat	462,000	411,400	422,400	448,800	446,600	442,200	459,800	457,600	420,200	608,520	550,000	537,660

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

	Month	Apr. 2010	May. 2010	Jun. 2010	Jul. 2010	Aug. 2010	Sep. 2010	Oct. 2010	Nov. 2010	Dec. 2010	Jan. 2011	Feb. 2011	Mar. 2011
Nyaungnanpin Water Treatment	kWh	1,651,057	1,501,798	1,471,814	1,685,196	1,709,906	1,598,181	1,634,303	1,531,458	1,325,033	1,624,999	1,797,648	1,798,764
	Kyat	42,997,225	39,265,750	38,516,150	43,850,700	44,468,450	41,674,076	42,578,376	40,007,250	34,846,625	42,345,277	46,662,080	46,662,000
Gyobyu Water Treatment	kWh	998	998	998	998	998	998	6,336	971	1,068	2,060	1,768	1,768
	Kyat	40,750	40,750	40,750	40,750	40,750	40,750	174,200	40,075	42,500	67,300	60,000	60,000
North Dagon (South Dagon No.1) Water Treatment	kWh	450	477	450	221	422	1,127	540	577	309	635	538	538
	Kyat	16,650	17,325	16,650	10,925	15,950	33,575	18,900	19,825	13,125	21,275	18,850	18,850
South Dagon (South Dagon No.2) Water Treatment	kWh	40,832	33,616	46,200	36,520	45,760	45,496	43,472	48,664	46,288	55,704	45,408	45,408
	Kyat	1,093,400	913,000	1,227,600	985,600	1,216,600	1,210,000	1,159,400	1,289,200	1,229,800	1,465,200	1,207,800	1,207,800
Theaphyu Water Treatment	kWh	21,648	22,176	24,112	32,208	29,128	25,608	33,352	32,120	32,208	37,336	40,216	39,600
	Kyat	613,800	627,000	675,400	877,800	800,800	712,800	906,400	875,600	877,800	1,056,000	1,078,000	1,062,600
Yangonpauk Water Treatment	kWh	41,712	11,352	24,904	19,360	2,112	39,360	41,536	41,096	34,056	57,024	37,048	37,048
	Kyat	1,115,400	356,400	965,200	556,600	92,200	996,600	1,111,000	1,100,000	924,000	1,498,200	998,800	998,800
Aungtagon Pump Station	kWh	70,301	1,201,218	1,272,322	1,300,861	714,254	1,085,774	1,122,264	969,517	991,322	882,457	1,007,202	969,800
	Kyat	18,722,925	31,170,850	32,948,450	33,661,925	18,996,750	28,284,750	29,197,000	25,378,325	23,923,450	23,201,825	26,320,450	25,385,400
Hlawga Pump Station	kWh	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000
	Kyat	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800	608,800
Phugyi Pump Station	kWh	1,048,850	772,840	808,300	766,700	877,800	662,840	684,200	704,990	872,820	617,430	573,210	573,210
	Kyat	26,869,850	19,964,600	20,806,100	19,816,100	22,593,600	17,214,600	17,753,600	18,273,350	22,461,600	16,084,350	14,978,850	14,978,850
Yegu Pump Station	kWh	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	Kyat	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400	691,400
Gyobyu Pump Station → Jointed in Gyobyu WT	kWh												
	Kyat												
Waste Water Treatment	kWh	19,008	15,400	12,408	14,520	13,992	13,464	13,376	13,288	13,640	14,080	12,760	12,760
	Kyat	547,800	457,600	382,800	435,600	422,400	409,200	407,000	404,800	413,800	424,600	391,600	391,600



BC0168/STP-E001\_SLD\_TYPICAL-R0.VSD

出典：JICA 調査団

図 D.2 単線結線図



## E 費用積算

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報



非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報



非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報



非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報



非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報



非公開情報

非公開情報

非公開情報

非公開情報

(1) 維持管理費

カンドーシ遮集施設

O&M Cost of Kan Daw Gyi 5,809 m3/day

(USD)	
Item	Cost
Salary	1,116
Electricity	11,615
Maintenance(Spare parts )	4,304
Sludge cake	0
Chemical	0
Sewer	279
Other cost	341
Total	17,655

0.84

(USD)	
Item	Unit Price
Salary (engineer: month)	203
(technitian:month)	106
(common :month)	93
Electricity (/kWh)	0.040
Sludge Cake (/m3)	5
Choline (/kg)	1.7
Polymer (/kg)	5.1
Coagulant (/kg)	1.0
% of Maitenance	1.60

(1) Salary

	person	unit cost	(USD)
No. of worker (engineer)		203	= 0
No. of worker (technitian)		106	= 0
No. of worker (common)	1	93	= 1,116
sum	1		<u>1,116</u>

(2) Electeicity

	kWh	kWh/year		
Amount of kWh	723	263,975	0.040	= 10,559
sum				<u>11,615</u>

(3) Maintenance(Spare parts )



(4) Sludge cake

	m3/day	m3/year		
Amount of Sludge Cake		0	5.0	= 0
sum				<u>0</u>

(5) Chemical

	kg/day	kg/year		
Amount of Chlorine		0	1.7	= 0
Amount of Polymer		0	5.1	= 0
Amount of Coagulant		0	1.0	= 0
sum				<u>0</u>

(6) Sewer

	Total length (m)	
		= 279
		<u>279</u>

C1 処理区下水道施設

O&M Cost of C1 64,300 m<sup>3</sup>/day

(USD)	
Item	Cost
Salary	40,860
Electricity	281,634
Maintenance(Spare parts )	543,600
Sludge cake	89,184
Chemical	100,543
Sewer	41,352
Other cost	21,116
Total	1,118,290

4.82

(1) Salary

	person	unit cost	(USD)
No. of worker (engineer)	5	203	= 12,180
No. of worker (technitian)	5	106	= 6,360
No. of worker (common)	20	93	= 22,320
sum	30		<u>40,860</u>

(2) Electeicity

	kWh	kWh/year		(USD)
Amount of kWh	19,290	7,040,850	0.040	= 281,634
sum				<u>281,634</u>

(3) Maintenance(Spare parts )



(4) Sludge cake

	m <sup>3</sup> /day	m <sup>3</sup> /year		(USD)
Amount of Sludge Cake	49	17,837	5.0	= 89,184
sum				<u>89,184</u>

(5) Chemical

	kg/day	kg/year		(USD)
Amount of Chlorine	193	70,409	0.5	= 35,908
Amount of Polymer	116	42,245	1.5	= 64,635
Amount of Coagulant		0	1.0	= 0
sum				<u>100,543</u>

(6) Sewer

	Total length (m)		(USD)
	58,620	41,352	= 41,352
			<u>41,352</u>

## F 経済財務分析

### (1) 湖水水質改善便益調査票

SI \_\_\_\_\_

1. How often do you come to the lake?

1) everyday 2) once a week, 3) once a month, 4) 2-3 times a month 5) 2-3 times a year 6) once a year, 7) this is first time?

If The answer is 7) then

2. Have you experienced environmental deterioration of lake last few years?

3. What do you think of the lake water?

4. Are you aware that the lake's green color is reflection of algae growth?

YES NO

5. Are you aware of the JICA working on this problem with a test plant?

YES NO

6. How much have you paid to enter the park today?

\_\_\_\_\_

7. How much in addition would you be willing to pay per your visit i for entrance fee if lake water quality is improved?

1) +100 2) +200, 3)+300, 4)+400 5)+500, 6)MORE THEN +600 %? How much

8. Your profile

Place of Residence:

AGE:

PROFESSION:

DATE \_\_\_\_\_

INTERVIEWER \_\_\_\_\_

Instructions for Interview Survey

1. finding a respondent:

We would like to have answers from all kinds of background including age, purpose

of visits, income, sex etc. So please try to approach different type of visitors each time, such as young one after old person, woman after man. Please do not include children. Look for someone above 20.

During daytime there are only few visitors so that the interviews are not efficient. It is more efficient during early evening and morning or holidays.

## 2. Starting questions

-First introduce yourself as a surveyor working for a project undertaken by Japanese Government and city of Yangon to improve environment.

- The interview would only take 5 minutes of easy questions. Only start asking after receiving the OK from the respondent.

- For numerical questions you can ask the upper side and lower side such as visiting the park once a week or one a year and then can narrow down to more specific zone.

- If the visitor is the first timer, you can skip the question 2, because it is not possible to answer this.

## 3. Filling answers

After you finished asking, please thank the respondent and make sure the answers you write are clearly readable. Make corrections on the spot immediately. Do not depend on your memory for later corrections.



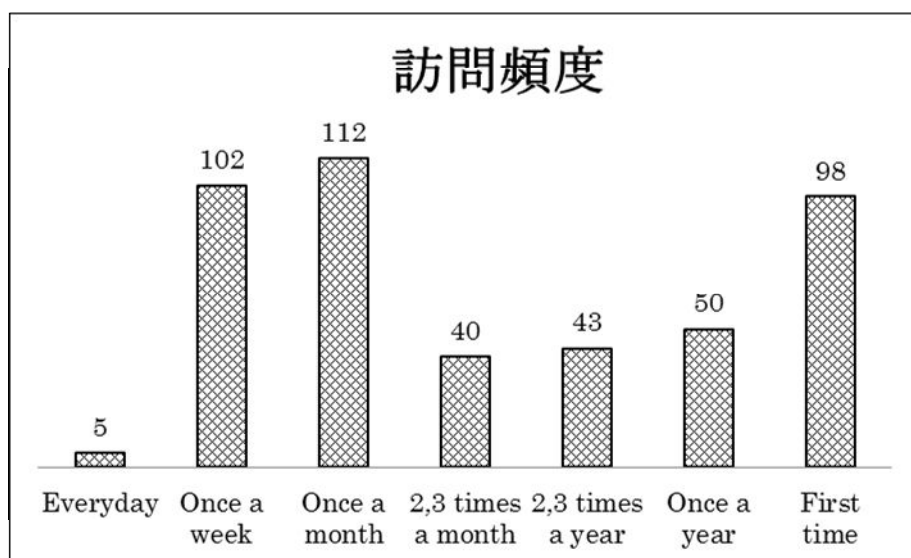
## (2) 湖水水質改善便益調査の集計

JICA Study TeamがKandawgyiの水質改善に関するアンケート調査を6月3日から10日まで行った。調査は平日4日と週末2日に及んだ。調査員3人を雇用し、公園内でランダムに声をかける形で利用者から聞き取りを行った。調査員一人に回答者約150人、合計451人からの回答を得た。

質問は下記の8項目である。

1. How often do you come to the lake?
2. Have you experienced environmental deterioration of lake last few years?
3. What do you think of the lake water?
4. Are you aware that the lake's green color is reflection of algae growth?
5. Are you aware of the JICA working on this problem with a test plant?
6. How much have you paid to enter the park today?
7. How much in addition would you be willing to pay per your visit for entrance fee if lake water quality is improved?
8. Your profile : Place of residence, Age, Profession

1番の来客頻度結果は下記のグラフ1に示すように、毎日来る利用者が450人の内5人で、1%しかいない。一週間に一回の利用者と一ヶ月に一回の利用者が多く、それぞれ、23%、25%、三番目に多いのが初めての利用者で22%である。一ヶ月に2,3回、一年に2,3回、一年に一回の利用者は同水準で、それぞれ約10%である。



出典：JICA 調査団

図 F.1 訪問頻度表

2番の質問、数年前池の環境悪化を経験したことあるかという質問に対し、初めて訪問する人を除いて回答してもらった。「YES」と「NO」の答えが出ている一方、それぞれ自分の意見を言う

回答者も出た。「前はこんなに汚くない」「ゴミが多いから」「ナルギスサイクロンのせい」と答える人もいた。

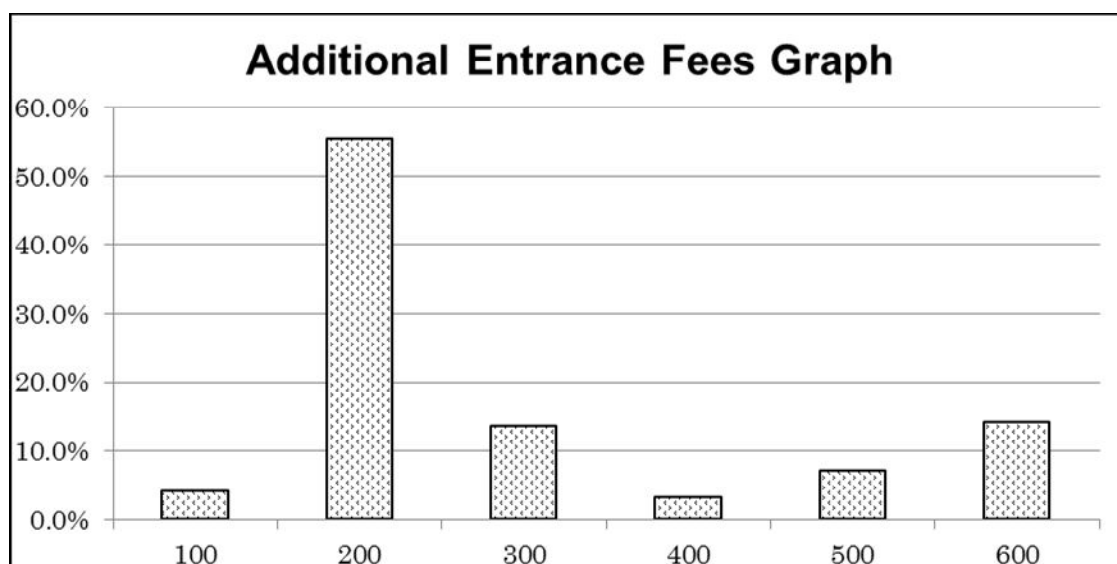
3番目の質問、池の水をどう思うかという質問に対し、皆が様々な答え方で回答した。回答を全部まとめてみると、答えはだいたい同じく、「池が汚くなって、匂いもするから、改善が必要」という答えが出た。

4番の質問、池の色の原因はアオコの発生だということ知っているかという質問に対し、450人の内446人、約99%が「YES」と答えた。「NO」と答えたのは1%しかいない。

5番の質問、JICAがパイロットプラントで行っている作業を知っているかという質問に対しては、「YES」と答えたのは56%で、「NO」と答えたのは44%である。

6番の質問、入場料いくら払ったかという質問に対し、ほとんどが300チャットだった。でも、入り口によって、入場料が違うところもあれば、外国人ならドルで請求しているところもある。

7番の質問、もし池の水が綺麗になったらいくら追加で払うことができるかという質問に対し、回答のまとめを下記のグラフ2の追加支払い意思額に示してある。200チャット追加で払えるという人が明らかに多く、回答者の半分約55%である。300チャットと600チャット追加で払えるという回答者は、それぞれ14%ずつある。100チャットと400チャット追加料金として払えるという人は一番少なく、4%と3%である。500チャット追加払えるという人は32人もあり、7%である。回答者全体の平均の追加支払い意思額は296チャットである。

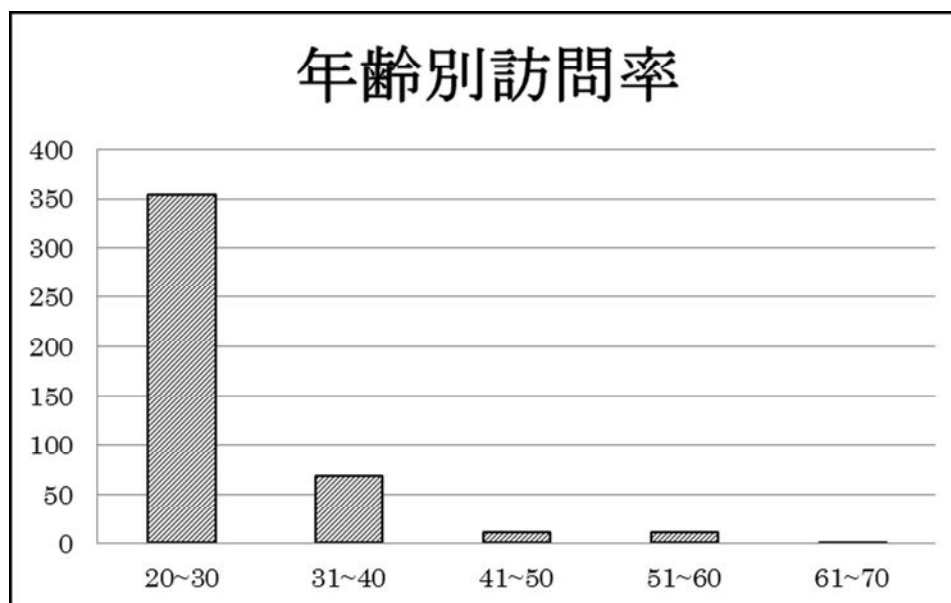


出典：JICA 調査団

図 F.2 追加料金支払い意思額

最後に、年齢別訪問者数をみると20代の利用者が一番多く、79%、30代は15%、40代は3%、

50代は3%で、60代の方は1%しかいなかった。

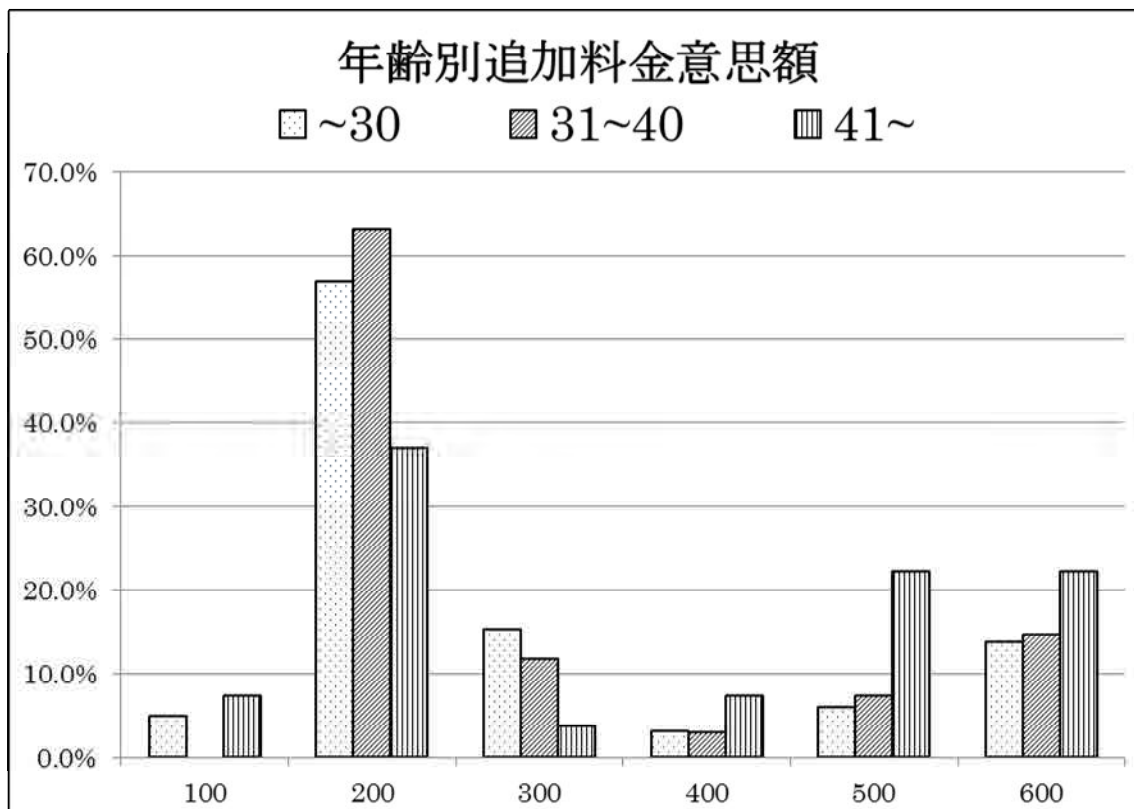


出典：JICA 調査団

図 F.3 年齢別訪問率

Kandawgyi は毎日来るという回答者もあったように、ヤンゴン住民の最大の憩いの場所と言っても過言ではなく、特に若者が集まる場所である。回答者のほとんどが池の緑色、改善が必要だとは分かっている。改善効果があれば、入場料プラスするという改善への支払い意思額は平均で、上記にも示したように 296 チャットであった。

次に、年齢別の入場料に関する回答結果を 3 段階に分けて比較を行った。回答者を「30 歳以下」、31 以上 40 歳以下、41 歳以上に分け、追加料金支払意思額を比較した。30 歳以下では、200 チャットの回答が一番多く約 57% である。次に多いのは 300 チャットであり約 15%、続いて 600 チャット追加は約 14% との結果になった。他はそれぞれ、500 チャットは 6% であり、一番少ない金額である 100 チャットは最後から 2 番目である 5%、400 チャットは 4% である。31 歳以上 40 歳以下の回答者の結果は、200 チャットは 63%、600 チャットは 15%、300 チャットは 12%、500 チャットは 7%、400 チャットは 3% である。41 歳以上の回答者の結果を見ると、200 チャットは 37%、500 と 600 チャットは同じく 22% ずつ、100 と 400 チャットの回答者も同じく 7% ずつで、300 チャットは約 4% である。詳しくは下記のグラフ 2：年齢別追加料金意思額で表示してある。



出典：JICA 調査団

図 F.4 年齢別追加料金意思額表

最後に、訪問頻度別の追加料金意思額を下図に示す。

毎日来る利用者の内 600 チャット追加は 40%、200 チャット、300 チャット、500 チャットはそれぞれ 20%である。

一週間に一回の利用者 102 人の内、200 チャットは 66%、600 チャットは 16%、300 チャットは 12%、他に、500 は 3%、400 は 2%と 100 は 1%でその他も 1%ある。

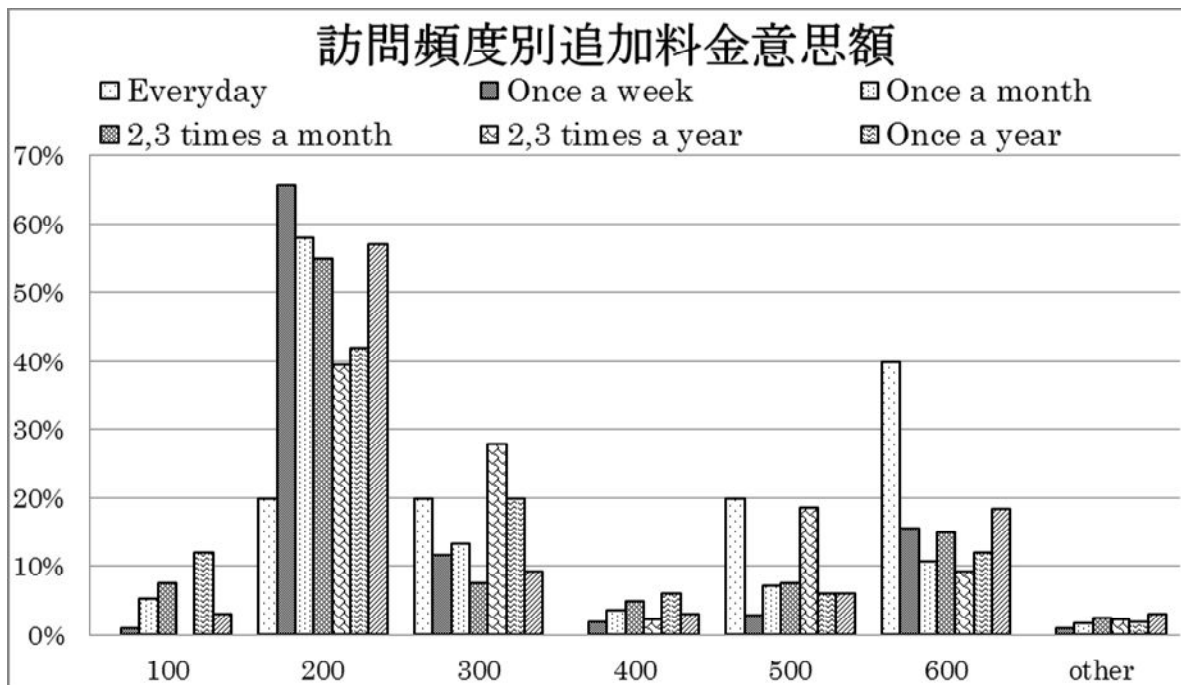
一ヶ月に一回の利用者 112 人の内、200 は 58%、300 は 13%、600 は 11%、500 は 7%、100 は 5%、400 は 4%、その他は 2%である。

一ヶ月に 2, 3 回の利用者 40 人の内、200 は 55%、600 は 15%、500・300・100 はそれぞれ 8%、400 は 5%で、その他は 3%である。

一年に 2, 3 回の利用者 43 人の内、200 は 40%、300 は 28%、500 は 19%、600 は 9%、400 とその他はそれぞれ 2%である。

一年に一回の利用者 50 人の内、200 は 42%、300 は 20%、100 と 600 はそれぞれ 12%、400・500 は 6%で、その他は 2%である。

初めての利用者 98 人の内、200 は 57%、600 は 18%、300 は 9%、500 は 6%、100・400 とその他はそれぞれ 3%である。



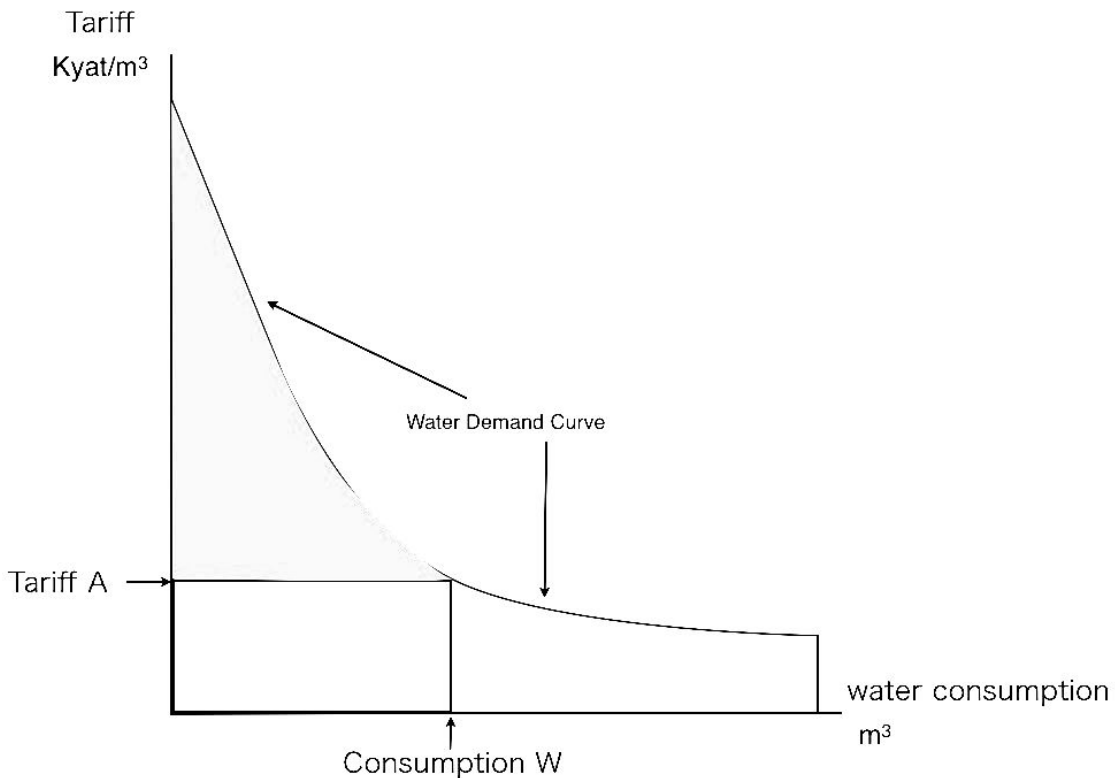
出典：JICA 調査団

図 F.5 訪問頻度別追加料金意思額表

以上のことから、200 チャット追加と答えた回答者が一番多いが、600 チャット追加できるという利用者も比較的多いということが言える。

### (3) 需要曲線の導出と経済便益の考え方

ここでは支払意思額を用いた経済便益の算定の理論的基礎の解説を行う。わかりやすいように上下水道の水のケースで考える。水の消費者は飲み水毎日3リットル供給するのにいくら払えるか？これはミネラルウォーターのボトルに払っている程度の価格は喜んで払うと考えられる。たとえば、ミネラルウォーターのボトルサービスはヤンゴンでも普及し始めているが、その値段は1立法メートル当たり6万-10万Kyatときわめて高価である。身体に取り込むものに安全性と安心を求めるのは当然のことである。では食器洗浄とかシャワー用の水への支払意思額はどの程度か、これはミネラルウォーターよりは少ないであろうが現行の水道料金、88Kyat/ m<sup>3</sup>よりも高いであろう。更に部屋などの清掃、トイレとなると更に水に求められる水質も低くなり、支払意思額も減少していくことが考えられる。そうした水への支払意思額（従量単価）を縦軸と水需要量（累積量）を横軸にとると、次の図F.6の様な需要曲線が得られると考えられる。



出典：JICA 調査団

図 F.6 上下水道サービス WTP 曲線

もしも水道公社がその料金を A に設定した場合、消費者は W までの水量を消費することになる。この際、消費者は青色の四角の面積分の料金を負担することになる。では、消費者の便益はどの程度かという、ちょうど赤色の面積と青色の面積を足し合わせたものがそれに相当することになる。最初の1リットルの便益は高く次の1リットルはすこし下がるという具合にゼロから漸次、単位毎の支払意思額を足し合わせていくとちょうど赤色の面積プラス青色の面積になる。

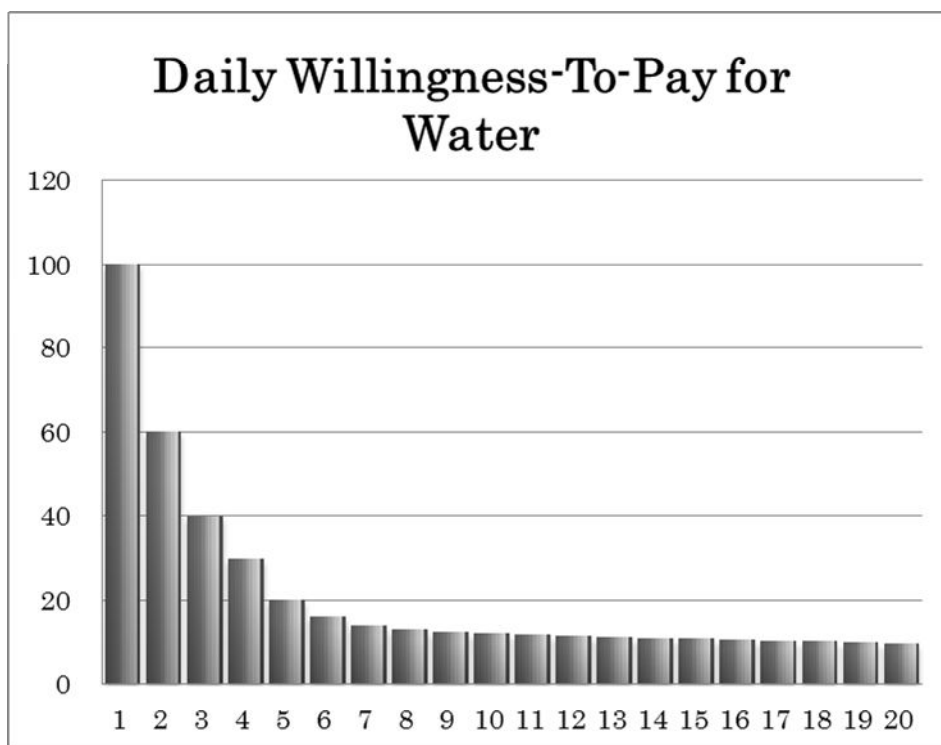
議論をマクロな視点に移し、社会全体での水需要を考えると、社会的支払意思額に最も強い影

響をあたえるのはその構成員のそれぞれの所得水準である。当然のことながら高い所得の消費者は低所得者よりも同じ水の消費に対しての支払能力が高いのでその支払意思額も高いのが通常である。そこで仮想的に次の表F.1のように20人の消費者を仮定し、各人を所得の高い方から並べ、それぞれの日1 m<sup>3</sup>に対する支払意思額を想定する。この結果をグラフに示すと次の図F.7のグラフのようになる。これは図F.6と同じく右下がりの曲線となる。大まかにいえば、この曲線は社会としての水に対する需要曲線となる。精密に需要曲線を導出するには個人の右下がりの需要曲線を社会全体で合算することになる。それは曲線の横軸方向への足しあわせ作業となる。では社会的便益の算出はどうするのであろうか？これは個人の需要曲線の場合と同じである。ある料金で一定の需要を満たす供給が行われるとき、所得の高い人ほど、自身の支払意思額と実際の料金の差額が大きいので個人的便益は大きいことになる。所得が低くなればなるほど、その差額は低くなっていく。そうした個人の便益の総和が社会的経済便益となる。社会全体の需要曲線を想定すれば、供給点までの需要曲線の面積が社会的便益総和と等しいと考えることができる。

表 F.1 所得水準と支払意思額：20人の仮想的例

Daily Water Supply	Income	WTP for 1m <sup>3</sup> /day
1	5,000	100
2	3,000	60
3	2,000	40
4	1,500	30
5	1,000	20
6	800	16
7	700	14
8	650	13
9	630	13
10	610	12
11	590	12
12	570	11
13	560	11
14	550	11
15	540	11
16	530	11
17	520	10
18	510	10
19	500	10
20	490	10

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 F.7 水需要曲線（20人の社会の仮想的例）



## G 環境社会配慮

### 1. 環境・社会ベースラインデータ

#### 1.1 人口、面積

C1 処理区の4タウンシップの人口、面積等の情報は以下の通りである。

表 G.1 C1 処理区人口、面積

タウンシップ	面積 (ha)	人口			世帯数	人口密度 (pop/ha)
		2011	2025	2040		
Pabedan	62	37,551	37,551	37,551	5,366	606
Kyauktada	70	34,797	34,797	34,797	6,078	497
Botahtaung	260	49,134	49,134	49,134	8,148	189
Pazundaung	107	53,648	54,822	56,647	8,258	501
Total	499	175,130	176,304	178,129	27,850	351

出典：JICA 調査団

#### 1.2 既存の社会インフラや社会サービス

C1 処理区の既存の社会インフラを以下に示す。タウンシップ毎の違いはほとんどなく、いずれのサービスへのアクセスも高くインフラサービスが整備されている地域である。

表 G.2 C1 処理区インフラ整備状況

タウンシップ	電気		給水		下水		汚泥引き 抜き		電話 (固 定)		ゴミ収集	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No
Pabedan	100%	0%	86%	14%	91%	9%	70%	30%	71%	29%	95%	5%
Kyauktada	100%	0%	82%	18%	82%	18%	65%	35%	74%	26%	92%	8%
Botahtaung	100%	0%	84%	16%	74%	26%	71%	29%	63%	37%	91%	9%
Pazundaung	100%	0%	89%	11%	82%	18%	79%	21%	73%	27%	94%	6%
Yangon	88%	12%	40%	60%	44%	56%	49%	51%	26%	74%	72%	28%

出典：JICA 調査団

各タウンシップのトイレタイプを示す。下水道が整備されている地域であることから、ほとんどが注水式トイレと水洗式トイレであった。

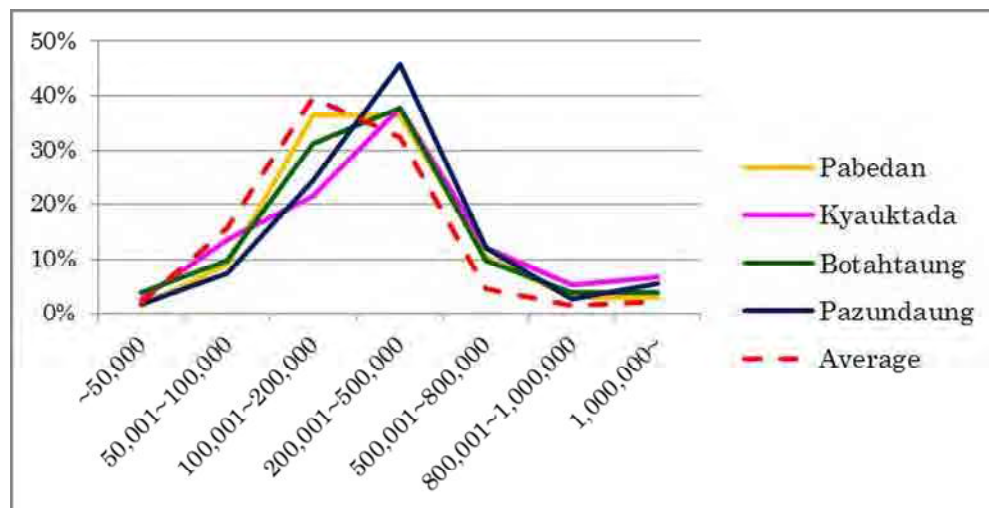
表 G.3 C1 処理区トイレ形態

タウンシップ	トイレなし	非衛生トイレ	注水式トイレ	水洗式トイレ
Pabedan	1.5%	0.0%	83.3%	15.2%
Kyauktada	0.0%	0.0%	74.3%	25.7%
Botahtaung	0.0%	1.9%	82.5%	15.5%
Pazundaung	0.0%	2.8%	81.3%	15.9%
Yangon	0.6%	11.1%	82.6%	5.8%

出典：JICA 調査団

### 1.3 社会経済状況

各タウンシップの月平均所得の分布を下図に示す。平均と比較すると、高所得層に分布が多く、ヤンゴン市内で比較的裕福なタウンシップであることが分かる。



出典：JICA 調査団

図 G.1 C1 処理区所得分布

各タウンシップの学歴は以下のようにあることが判明した。高所得層が多いことに関連して、学歴もヤンゴン市の平均と比較するとかなり高く、大学卒業が30%以上を占めている。

表 G.4 C1 処理区教育レベル

Township	Master Degree/ Doctoral Degree	University	Diploma	High School	Middle School	Primary School	Lower Primary
Pabedan	3%	36%	3%	23%	9%	18%	8%
Kyauktada	0%	32%	4%	24%	27%	5%	7%
Botahtaung	3%	32%	1%	17%	27%	14%	6%
Pazundaung	1%	49%	3%	21%	20%	2%	5%
Yangon	1%	19%	0%	12%	29%	24%	15%

出典：JICA 調査団

### 1.4 大気質

大気汚染に関して、YCDC は定期的に監視しているわけではなく、国家環境対策委員会 (NCEA) が 2007 年 4 月と 2008 年 1 月に観測した程度である。なお、現在「ミ」国には大気環境基準は制定されていない。WHO 基準と比較すると、PM10 及び TSP が基準をかなり上回っていることが分かる。



出典：JICA 調査団

図 G.2 大気質観測地点

表 G.5 大気質観測結果

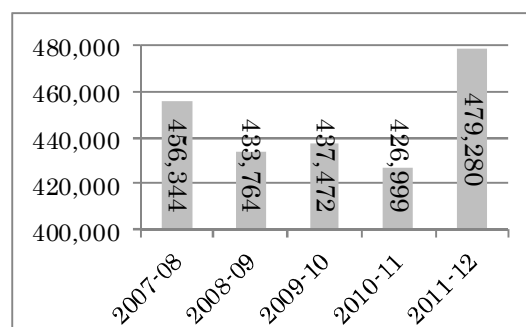
サイト	観測月	TSP (ug/m <sup>3</sup> )	PM10 (ug/m <sup>3</sup> )	SO2 (ug/m <sup>3</sup> )	NO2 (ug/m <sup>3</sup> )
1. Commercial site (Traders Hotel)	April, 2007	342.58	177.69	-	-
	Jan, 2008	143.21	71.75	-	-
2. Residential site (IBC)	April, 2007	168.61	68.59	1.14	23.22
	Jan, 2008	118.70	65.30	1.24	22.28
3. Surrounding site near to industrial zone (Forest Department Head Quarter)	April, 2007	127.37	66.95	0.37	28.36
	Jan, 2008	188.66	136.92	0.25	25.42
WHO (2005 updated)		100	50.00	20.00	40.00

出典：Department of Pollution Control and Cleansing (DPCC)、YCDC

### 1.5 廃棄物

YCDC の DPCC (Department of Pollution Control and Cleansing) は 2011 年～2012 年にかけて廃棄物発生量の調査を行い、ヤンゴンでは一日一人当たり 0.396 kg の廃棄物が発生していることが明らかになった。有機性が 76%、プラスチックが 10%、紙・繊維が 4% という構成である。一日発生廃棄物の内 92% にあたる 1,550 トンが収集されている。収集廃棄物の内、62% が家庭ごみ、商業・市場からのゴミが 35%、病院からが 0.1% である。

最終処分場での廃棄物量は過去 5 年で一日 1,250～1,400 トンであり、2007 年から 2010 年にかけては減少傾向にあったものの、2011 年から 2012 年には増加した。減少した理由としては、不法投棄の問題、リサイクル活動の実施、首都ネピドーへの移転が主たる理由と考えられる。近年の増加傾向については、経済活動の増加、不法投棄の取締りによる減少が背景にあると考えら



出典：DPCC、YCDC

図 G.3 廃棄物処分量

れる。2012年～2013年の一日当たり廃棄物発生量は1,690トン/日である。

ヤンゴン市内には最終処分場が2つ、一時的に使用している処分場が5つある。2つの最終処分場であるHtein BinとHtawe Chaungは24時間廃棄物を受け入れており、DPCCによって運営されている。一時的な処分場についてもDPCCが監督している。これら処分場は全て開放埋立方式である。2つの処分場とも柵や塀等の境界はなく、道路でのみ区切られているとのことである。



図 G.4 廃棄物処分場

Htein Bin はヤンゴン市中心より北西に約 30 km のところに位置している。敷地は 150 エーカー (60ha) で、一日処分量は 847 トンであり、トラック運搬は一日 160 回ほどである。処理場内は 16 ブロックに分かれており、1 ブロックは一辺 150m で深さ 3m である。ブロックの下に浸透を防ぐ対策については一切取られていない。16 ブロックの内、既に 10 ブロックは廃棄物で満杯になっているとのことである。産業廃棄物についても受け入れており、一日約 3 台分の産業廃棄物・建設廃棄物が処理されている。処分料金は最初の 1 トンが 5,000Kyat、それ以降は 1 トン毎に 2,000Kyat である。医療廃棄物については、Htein Bin の近くにある火葬場で焼却されているとのことである。

Htawe Chaung はヤンゴン市中心より北に約 26 km に位置している。敷地は約 150 エーカーで、一日の処分量は 612 トンである。こちらも開放埋立方式であり、土壌・地下水汚染を防ぐための対策は取られていない。

現在、Htein Bin 処分場でゴミから発生するメタンガスを使用し電力と 92% バイオガスを生産するためのプロジェクトの実施が進められている。BOT 方式の入札で、10～11 社が 2013 年 8 月 7 日に最終プロポーザ

表 G.6 リサイクル状況

リサイクル	重量 (トン/日)
プラスチック	5.1
紙	8.94
段ボール	11
革	0.1
鉄	0.5
金属	0.3
銅	0.3
鉛	0.1
ガラス	40.5
カン	5.1

出典：DPCC、YCDC

ルを YCDC に提出する予定であり、建設は早ければ 2013 年 11 月から開始される。Htawe Chaung には焼却炉を建設し発電する計画がある。

リサイクルについては YCDC 及び民間業者により実施されている。また DPCC はリサイクル促進のために一般住民及び生徒への 3R に関する啓発活動を実施している。現在リサイクルされているのは約 86 トン/日であり、その内訳を表に示す。






## 1.6 文化遺産

1996 年 YCDC により、1950 年以前に建設された 189 の歴史的建造物が保護対象としてリストアップされた。189 の歴史的建造物は 21 タウンシップに存在しており、内 48 が古いヤンゴン市の中心である Kyauktada と Botahtaung タウンシップに集中している。これら歴史的建造物は、49% がパゴダ、お寺、モスク等の宗教施設、28% がオフィスビルとして使用されている。

## 1.7 植物相、動物相、種の多様性

「ミ」国の生物多様性に関するリストは完成されていないが、153 種の絶滅危惧種が存在している。「ミ」国全土に生息していることから、調査対象地域に含まれているのは絶滅危惧 IB 類に属するのが 4 種（下表 No. 1~4）、絶滅危惧 II 類に属するのが 1 種（下表 No. 5）である。

表 G.7 絶滅危惧のある動植物

No.	Scientific name	Common name	Family	IUCN, 2011
1	Lissemys punctata 	Indian flap shell turtle	Trionychidae	Endangered (EN) 絶滅危惧IB類
2	Indotestudo elongate 	Yellow tortoise	Testudinidae	Endangered (EN) 絶滅危惧IB類
3	Python molurus divittatus 	Burmese Python	Boidae	Endangered (EN) 絶滅危惧IB類
4	Dipterocarpus alatus 	Kanyin-phyu	Dipterocarpaceae	Endangered (EN) 絶滅危惧IB類
5	Hopea Odorata 	Thin-Gan	Dipterocarpaceae	Vulnerable (VU) 絶滅危惧II類

出典：2012 年 JICA 都市圏調査

## 1.8 カンドージ湖

カンドージ湖はヤンゴン市の中心に位置しており、イギリス統治時代 1879 年に水道水源として作られた人口湖である。1884 年には水需要の増加に伴い北に位置する Inya 湖からの水が導入されるようになった。しかし、ヤンゴン市の発展と共に、周囲が開発され湖水は質量ともに水道水源としては不適切となり 1904 年に水道水源としての役割を終えた。周囲 8 km、湖面は 64.7ha、深さは 3m ほどである。湖を囲むように 44.5ha のカンドージ公園が広がり、その周辺には 28ha のヤンゴン動物公園がある。現在は市民の憩いの場となっており、世帯訪問調査でも 31%がお気に入り公園としてカンドージ公園を挙げている。周辺及び公園内にはおよそ 12 のレストランとホテルが操業中である。レストランは汚水の簡易処理施設（グリストラップ、セプティックタンク等）を持っており、その後はカンドージ湖に排水されている。

地理的な条件から流域は湖北部及び西部に偏り、南部及び東部からの流入はない。カンドージ湖の北側には Bahan 及び Tarmwe タウンシップの一部を流域とする雨水排水路が 5 つ流入しており、雨水と汚水共にカンドージ湖に流れ込んでいる。一方、湖からの放流口は 1 カ所あるが堰は閉じられている。そのためカンドージ湖への流入は周辺施設及び流域の汚水と雨水のみであり、放流口が閉じられていることから湖水の循環は行われず、そのためカンドージ湖の水質が悪化している。

2. チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1) EIA および環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート) 等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) - (c) - (d) -	(a) 「ミ」国では EIA にかかる法制度が整備中である。ドラフトの EIA 法によると、本コンポーネントは IEE の対象になる見込みである。本調査にて IEE レベルの調査を実施した。 (b) (c) (d)
	(2) 現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) -	(a) M/P と F/S 優先プロジェクトに対するステークホルダー協議は実施済みである。F/S 結果にかかるステークホルダー協議は DF/R 時に実施する。 (b) 1 回目のステークホルダー協議でのコメントについては調査内で実施している内容であり反映に必要ななかった。2 回目のコメントについては必要に応じて DF/R で反映させる。
	(3) 代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) Y	(a) 既存施設の改修・拡張であるため、代替案は多くはないが、検討した。With/Without プロジェクトの分析、幹線の新設/リハビリに関して、エネルギー消費、交通への影響面から分析した。
2 汚染対策	(1) 水質	(a) 下水処理後の放流水中の SS、BOD、COD、pH 等の項目は当該国の排出基準等と整合するか。 (b) 未処理水に重金属が含まれているか。	(a) - (b) N	(a) 現在「ミ」国には排出基準が制定されていない。本プロジェクトでは活性汚泥法の一般的な目標水質として、BOD20 mg/l、SS30mg/l を採用している。 (b) C1 処理区には重金属を排出するような工場は入っておらず、未処理水に重金属が含まれないと想定している。工場排水の受入れについては「ミ」国では未だ未制定であり、本プロジェクト内で受け入れ基準を提案している。
	(2) 廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) -	(a) 「ミ」国では廃棄物に関する規定・基準が未制定である。汚泥については重金属が含まれないとの想定からコンポスト等として緑農地への再利用を、残りは既存の廃棄物処分場で処分する。
	(3) 土壌汚染	(a) 汚泥等に重金属の含有が疑われる場合、これらの廃棄物からの浸出水の漏出等により土壌、地下水を汚染しない対策がなされるか。	(a) -	(a) 重金属の含有は想定されず、対策は必要ない。しかし万が一を考慮し、汚泥貯蔵施設は浸水を防ぐ構造とし、詳細については詳細設計時に検討される。
	(4) 騒音・振動	(a) 汚泥処理施設、ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a) -	(a) 「ミ」国では騒音・振動にかかる基準が未制定であるが、IFC の騒音基準 70 デシベルを準拠する。基準値を守るため、機器や車両の適切な維持管理、アイドリングオフ、マフラー装着により対策を取る。施設のうち、騒音・振動を多く発生する機械設備等については、機器選定において低い騒音・振動を発するものを選定する措置を取る。 振動についての「ミ」国の規定はないが、国際基準の「DIN 4150-3: Effects of vibration on structures」を使用し、この基準以下にするため、上述の対策を取る。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
	(5) 悪臭	(a) 汚泥処理施設等からの悪臭の防止対策は取られるか。	(a) Y	(a) 汚泥処理設備は建物内に設置し、散気・排気機能を設置する。また処理場設備が適切に稼働している限り、散気・排気装置で対応できないほどの悪臭は発生しないため、まずは維持管理を徹底することが重要である。
3 自然 環境	(1) 保護区	(a) サイト及び処理水放流先は当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) N	(a) プロジェクトサイト及び処理水放流先は保護区内に立地していない。
	(2) 生態系	(a) サイト及び処理水放流先は原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（珊瑚礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトが、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) - (d) -	(a) 含まれていない。 (b) 含まれていない。 (c) (d)
4 社会 環境	(1) 住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。(b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。(c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。(d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。(e) 補償方針は文書で策定されているか。(f) 移転住民のうち特に女性、子供、老人、貧困層、少数民族・先住民等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。(g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。(h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。(i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。(j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a) N (b) - (c) - (d) - (e) - (f) - (g) - (h) - (i) - (j) -	(a) 1. 35haの下水処理場の拡張用地の取得が必要となるが、土地使用権は私有ではなく非自発的住民移転は発生しない。 (b)-(j) 拡張用地は海軍使用の二階建ての建物があるとのことである。土地使用権は政府に属しているため、YCDCが政府に土地使用権の委譲を依頼している。土地使用権の移転に関しては費用は発生せず、建物等がある場合には補償が発生することもあるそうであり、補償金額については交渉で決定される。
	(2) 生活・生計	(a) プロジェクトの実施により周辺の土地利用・水域利用が変化して住民の生活に悪影響を及ぼすか。 (b) プロジェクトによる住民の生活への悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。	(a) N (b) N	(a) 土地は私有地ではないため、住民の生活へ影響は及ぼさない。 (b) 工事は政府・YCDC所有地内、及び公共用地（道路）で行われる。交通渋滞による生活への影響が懸念される（緩和策は「5. その他 (1) 工事中の影響」に記載）。
	(3) 文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なう恐れはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a) N	(a) プロジェクトサイト内にはYCDCが歴史的建造物と指定された建物が複数存在する。管理責任を持つYCDCのBuilding Department及びYangon Heritage Trust (NGO) と配慮について協議を行ったが、必要ないとの結論に達した。
	(4) 景観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a) N	(a) 既存下水処理場の拡張であり、配慮すべき景観はない。下水管は地中に敷設されるため、景観に影響は及ぼさない。



分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/Noの理由、根拠、緩和策等)
	(5) 少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a)N (b)-	(a) 本プロジェクト対象地域内に、少数民族、先住民族の居住区はなく、に少数民族・先住民族への影響はない。 (b)-
	(6) 労働環境	(a) プロジェクトにおいて遵守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a)- (b)Y (c)Y (d)Y	(a) 「ミ」国には労働環境にかかる法制度が未整備である。そのためILOの労働条約を満たすよう施工業者との契約書に明記し、労働環境を確保する。 (b) 建設時のプロジェクト関係者への安全配慮は、建設工事管理会社が策定し、実施する。その際、ILOの労働条約を満たすよう建設工事管理会社との契約書に明記し、労働環境の安全を確保する。 (c) プロジェクト関係者への安全教育（作業服・作業靴の着用徹底、仮設トイレ使用徹底、道交法遵守の徹底等）は、建設工事管理会社が策定し、実施する。 (d) 建設工事管理会社が警備員へ教育（住民への対応の仕方、態度・言葉づかいの指導、苦情処理の仕方）策定し、を実施する。
5 そ の 他	(1) 工事 中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (d) 工事による道路渋滞は発生するか、また影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y (b)- (c)Y (d)Y	(a) 工事中の騒音、振動、粉じん、排ガスに対しては、工事時間帯の考慮、建設機器・車両の適切な管理、アイドリングオフ、マフラー装着等の措置を取る。埋め戻されない掘削残土の処分は、廃棄物処分場で処理を行う。既設配管は除去しないため廃棄物としての処理は行わない。 (b) 悪影響を及ぼさない (c) C1処理区内には歴史的建造物としてYCDCが定めた建造物が存在しており、工事により影響が出る可能性がある。詳細設計時に管轄するYCDCのBuilding Departmentと工法について協議を行う。 (d) 下水幹線、枝線の布設工事による交通渋滞が発生する。交通量の少ない時間帯の工事、交通当局と協力して事前の告知、迂回ルートの提示等の緩和策を講じる。
	(2) モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b)- (c)Y (d)-	(a) 現在「ミ」国ではモニタリング制度が未確立であるが、JICAガイドラインに従い提案されたモニタリングが実施される。 (b) 「ミ」国ではモニタリング制度が未確立であり、規定がない。他プロジェクトを参考にし、要望と苦情の受付窓口を設置（YCDCオフィス内、建設業者オフィス、下水処理場内）し要望・苦情に対応、騒音のモニタリングを工事期間中の任意回数実施する。 (c) 工事期間中のモニタリングは建設業者が実施、YCDCが監督する体制で行われる。下水管は地下に埋設され、供用後に環境へ影響を及ぼすことはない。下水処理場で流入水・処理水のモニタリングが実施されるが、ラボは本コンポーネントにより建設され、運営維持管理の体制・能力開発について提案を行っている。 (d) 「ミ」国ではモニタリング体制が未確立であるため、報告はYCDC内となる。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
6 留意点	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)-	(a)-

注1) 表中『当該国の基準』については、国際的に認められた基準と比較して著しい乖離がある場合には、必要に応じ対応策を検討する。

当該国において現在規制が確立されていない項目については、当該国以外（日本における経験も含めて）の適切な基準との比較により検討を行う。

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

### 3. モニタリングフォーム

#### 3.1 CBD 下水道改修・拡張プロジェクト

「ミ」国ではモニタリング体制が未確立であるため、モニタリング結果はYCDC 内への報告となる。そのモニタリング結果を整理するためのモニタリングフォーム試案を以下に示す。

##### (1) 建設段階

##### 1. 要望と苦情に対する対応

モニタリング項目	報告期間中の状況
要望と苦情の数	
要望と苦情の内容	

##### 2. 1 汚染

##### - 騒音

項目	単位	測定値 (最大値)	現地基準	契約上の 基準	参照した 国際的基準*	備考 (測定場所、頻度、 方法等)
WWTPにおける 騒音レベル	dB				70	

\* IFC General Health, and Safety (EHS) Guidelines, April 2007

##### - 大気質

項目	単位	測定値 (最大値)	現地基準	契約上の 基準	参照した 国際的基準	備考 (測定場所、頻度、 方法等)
NO <sub>2</sub>	μg/m <sup>3</sup>				40 μg/m <sup>3</sup> : Annual mean 200 μg/m <sup>3</sup> 1-hour mean	
SO <sub>2</sub>	μg/m <sup>3</sup>				20 μg/m <sup>3</sup> : 24 hour mean	
PM <sub>10</sub>	μg/m <sup>3</sup>				50 μg/m <sup>3</sup> 24-hour mean	

\* Air Quality Guidelines Global Update 2005, WHO

##### - 水質

項目	モニタリング結果	緩和策
濁度		
水位		

- 土質

項目	モニタリング結果	緩和策
オイル流出		
汚水流出		

(2) 維持管理段階

1. 要望と苦情に対する対応

モニタリング項目	報告期間中の状況
要望と苦情の数	
要望と苦情の内容	

2. 汚染

- 騒音

項目	単位	測定値 (最大値)	現地基準	契約上の 基準	参照した 国際的基準*	備考 (測定場所、頻度、 方法等)
騒音 レベル	dB				70	

\* IFC General Health, and Safety (EHS) Guidelines, April 2007

- 流入下水水質

項目	単位	測定値 (最大値)	現地基準	契約上の基 準	参照した 国際的基準	備考 (測定場所、頻 度、方法等)
BOD	mg/l				200	
SS	mg/l				180	

- 処理水水質

項目	単位	測定値 (最大値)	現地基準	契約上の基 準	参照した 国際的基準	備考 (測定場所、頻 度、方法等)
BOD	mg/l				20	
SS	mg/l				30	

- 土質

項目	モニタリング結果	緩和策
汚水流出		

## 2.2 カンドー湖水質改善プロジェクト

### (1) 建設段階

#### 1. 要望と苦情に対する対応

モニタリング項目	報告期間中の状況
要望と苦情の数	
要望と苦情の内容	

#### 2. 汚染

##### - 騒音

項目	単位	測定値 (最大値)	現地基準	契約上の 基準	参照した 国際的基準*	備考 (測定場所、頻度、 方法等)
騒音 レベル	dB				70	

\* IFC General Health, and Safety (EHS) Guidelines, April 2007

##### - 大気質

項目	単位	測定値 (最大値)	現地基準	契約上の 基準	参照した 国際的基準	備考 (測定場所、頻度、 方法等)
NO <sub>2</sub>	μg/m <sup>3</sup>				40 μg/m <sup>3</sup> : Annual mean 200 μg/m <sup>3</sup> 1-hour mean	
SO <sub>2</sub>	μg/m <sup>3</sup>				20 μg/m <sup>3</sup> : 24 hour mean	
PM <sub>10</sub>	μg/m <sup>3</sup>				50 μg/m <sup>3</sup> 24-hour mean	

\* Air Quality Guidelines Global Update 2005, WHO

4. 公聴会議事録

**Minutes of Public Consultation Seminar on  
The Project for the Improvement of Water Supply,  
Sewerage and Drainage System in Yangon City**

Venue:Kandawgyi Palace Hotel (Yangon)

Date: 17 July 2013 (Wednesday)

Time: 14:00 am – 16:30 pm

Attendance:

As attached.

Agenda:

- 1) Opening Session
- 2) Presentation on the Priority Projects for Water Supply, Sewerage and Drainage System
- 3) Questions and Answers
- 4) Closing Session

Minutes:

1. Master announced the opening of the Public Consultation Seminar on the Project for the Improvement of Water Supply, Sewerage and Drainage System in Yangon City at 14:00 am.
2. Master called for Opening Speech of H. E. U Kyaw Soe, Secretary of Yangon City. U Kyaw Soe gave an opening speech.
3. Master called for Opening Remark of Mr. Akihito Sanjo, Senior Representative of JICA Myanmar Office. Mr. Sanjo gave an opening remark.
4. Master called for the explanation. Mr. Sato of JICA Study Team made a presentation for “Outline of the JICA Project and Components of priority projects for water supply”, with the introduction of seminar agendas and the explanation of study schedule at the beginning.
5. Master called for the explanation and Mr. Miyamoto of JICA Study Team made a presentation for Priority Project for Sewerage System and Improvement of Kandawgyi Lake.
6. Master called for the explanation and Mr. Ohno of JICA Study Team made a presentation for Tariff Setting for Water Supply System.
7. Master called for the explanation and Mr. Nishimaki of JICA Study Team made a presentation for Tariff Setting for Sewerage System.

8. Master called for the explanation and Ms. Yamada of JICA Study Team made a presentation for Environmental and Social Considerations.

9. Master called for questions from audience for agenda 3).

a) Mr. Than Myint, Myanmar Engineering Society asked the questions:

✓The drainage system was not explained in the presentation though the drainage system is included in the study name. Is it included in the study?

✓The drainage plan was made for whole Yangon City?

Mr. Miyamoto answered the question that:

✓The drainage system was included in the Master Plan, which was presented in the previous public consultation seminar.

✓The master plan for drainage system covers whole Yangon City.

b) Prof. Dr. Khin Ni Ni Thein, WRTC Myanmar made a comment to wrap up the seminar and questions.

✓She gave the good rating to the presentation as well as the study contents and she appreciated that the questions she made in the previous public consultation seminar (financial analysis, environmental and social considerations etc.) were covered by this presentation.

✓She requested YCDC to follow the suggestions of JICA Study Team related to the tariff setting and environmental and social consideration, and suggest translating the presentation of tariff into Myanmar and announcing to the public.

✓She asked that the transmission pipe from Inya Lake to Kandawgyi Lake costs too much and is not good idea. She suggested that to educate the people not to discharge the waste is better way to improve the water quality.

Ms. Yamada answered the question that the transmission pipe exists already so there is no need for additional cost. Mr. Momose thanked her suggestions.

c) Dr. Tha Kyan, Botahtaung Township Development & Support Committee made suggestions as follows:

✓Tariff setting for sewerage system is quite interesting but a little early for the citizens. So let start from hotels, restaurant and industrial.

Mr. Momose thanked his suggestions.

d) Ms. Than Than Soe, Director (Rtd), Department of Human Settlement & Housing development, Min. of Construction gave the questions and comments that:

✓Ngamoyeik Plan is considered in the Master plan?

✓The water from Lagunbyin system will be serviced to the Thilawa SEZ?

Mr. Momose answered that the Ngamoyeik plan is incorporated into the master plan and the water can be distributed to Thilawa SEZ.

10. Master announced the closing of the consultation seminar the seminar adjourned at 16:30 pm.



Attachment 1

**List of Participants**

<b>Name</b>	<b>Title</b>	<b>Organization</b>
U Min Swe	Regional Chief Administrator	Irrigation Department
U Kyi Tin	Director	Department of Development Affairs
U Maung Maung Khin	Advisor	YCDC
Dr. Khin Ni Ni Thein	Chairman	Water Resource Training Centre
U Than Myint	Patron	Myanmar Engineering Society
U Percy Lao	Advisor	Myanmar Engineering Society
Dr. Khin Maung Lwin	Advisor	Asia Development Bank
Daw Than Than Soe	Director (Retired)	Department of Human Settlement and Housing
U Kyaw Soe	Secretary	YCDC
U Soe Si	Committee Member (7)	YCDC
U Myat Thet	Head of Department	Department of City Planning & Land Admin
U Maung Maung Zaw	Head of Department	Department of Engineering (Building)
Dr. Myat Mon Aye	Head of Department	Health Department
U Yi Win	Head of Department	Department of Co-ordination
U Aung San Win	Deputy Head of Dept	Department of Engineering (Water & Sanitation)
U Toe Aung	Deputy Head of Dept	Department of City Planning & Land Admin
U Win Hlaing Htun	Assistant Head of Dept;	Department of City Planning & Land Admin
U Khin Maung Phue	Assistant Head of Dept;	Department of Engineering (Water & Sanitation)
U Aung Khin Zaw	Assistant Head of Dept;	Department of Engineering (Water & Sanitation)
U Myo Thein	Assistant Head of Dept;	Department of Engineering (Water & Sanitation)
U Thein Min	Assistant Head of Dept;	Department of Engineering (Water & Sanitation)
Dr. Myint Than Tun	Head of Sub-Dept;	Department of Engineering (Water & Sanitation)
U Maung Maung Htay	Head of Sub-Dept;	Department of Engineering (Water & Sanitation)
U Htin Lin Kha	Head of Sub-Dept;	Department of Engineering (Water & Sanitation)
Daw Thwet Naing Oo	Head of Sub-Dept;	Department of Engineering (Water & Sanitation)
Daw Wai Wai Myint	Head of Sub-Dept;	Department of Engineering (Water & Sanitation)
Daw Khin Aye Myint	Head of Sub-Dept;	Department of Engineering (Water & Sanitation)
Daw Aye Aye Mar	Assistant Engineer	YCDC Water and Sanitation Dept;
Daw Pyae Pyae Phyo	Flat	YCDC, Urban Planning Dept;
Daw New Thazin	Sub Assistant Engineer	YCDC, Urban Planning Dept;
Daw Thiri Ko Ko	Flat	YCDC, Urban Planning Dept;
U Khaing Zaw Win	Assistant Chief Engineer	YCDC
U Moe Htein Linn	Assistant Engineer	YCDC
U Myint Win	Sub Assistant Engineer	YCDC
U Than Htay	Assistant Engineer	YCDC
U Zaw Naing Oo	Sub Assistant Engineer	YCDC
U Win Htway	Assistant Engineer	YCDC
U Kyaw Kyaw Oo	Assistant Engineer	YCDC
U Nay Lin	Assistant Engineer	YCDC
Daw Nandar Lin	Assistant Engineer	YCDC
Daw Moe Nilar Aung	Assistant Engineer	YCDC (Road and Bridge Dept;)
Daw Moe Moe	Assistant Engineer	YCDC (Road and Bridge Dept;)
U Lwin Min	Regional Chief administrator	Latha Township Management Department
U Min Aung Lynn	Regional Chief administrator	Latha Township YCDC
U Kyi Win	Chairman	Latha Township Development & Support Committee
U Kyaw Zin	Regional Chief administrator	Lanmadaw Township Management Department

U Khin Maung Gyi	Regional Chief administrator	Lanmadaw Township YCDC
U Htay Aung	Chairman	Lanmadaw Township Development & Support Committee
	Regional Chief administrator	Pabedan Township Management Department
U Than Win	Regional Chief administrator	Pabedan Township YCDC
U Ba Than	Chairman	Pabedan Township Development & Support Committee
U Myo Naing	Regional Chief administrator	Kyauktada Township Management Department
U Aung Zaw Moe	Regional Chief administrator	Kyauktada Township YCDC
U Thant Zaw Oo	Regional Chief administrator	Botahtaung Township Management Department
U Yei Myint	Regional Chief administrator	Botahtaung Township YCDC
Dr. Tha Nyan	Chairman	Botahtaung Township Development & Support Committee
U Kyaw Zay Ya	Regional Chief administrator	Pazuntaung Township Management Department
U Zaw Myint	Regional Chief administrator	Pazuntaung Township YCDC
U Nyan Win	Chairman	Pazuntaung Township Development & Support Committee
U Than Naing	Regional Chief administrator	Alone Township Management Department
U Thein Zaw	Regional Chief administrator	Alone Township YCDC
U Own Myint	Chairman	Alone Township Development & Support Committee
U Than Hlaing	Regional Chief administrator	Dagon Township YCDC
U Kyaw Ye Thway	Regional Chief administrator	Kyee Myint Daing Township Management Department
U Nyo Thin Aung	Regional Chief administrator	Kyee Myint Daing Township YCDC
U Kar Si/ U Win Zaw	Chairman	Kyee Myint Daing Township Development & Support Committee
U Tin Oo	Regional Chief administrator	Sanchaung Township YCDC
U Aung Lin	Chairman	Sanchaung Township Development & Support Committee
U Zaw Lwin Aung	Regional Chief administrator	Bahan Township YCDC
U Aung Kyaw Soe	Regional Chief administrator	Tarmwe Township YCDC
U Zaya Own	Regional Chief administrator	Mingalar Taungnyut Township Management Department
U Kyaw Soe	Regional Chief administrator	Mingalar Taungnyut Township YCDC
U Khin Maung Kyway/ U Than Hote	President	Mingalar Taungnyut Township Development & Support Committee
U Tun Win	President	Seitkan Township Development & Support Committee
U Thein Htay	Regional Chief administrator	New-Dagon (East) Township YCDC
U Win Naing/ U Soe Min	President	New-Dagon (East) Township Development & Support Committee
U Hla Thein	Regional Chief administrator	New-Dagon(South) Township YCDC
U Tin Maung Nyein	President	New-Dagon (South) Township Development & Support Committee
U Tin Nyunt	Regional Chief administrator	New-Dagon (North)Township Management Department
U Myat Maw Oo	Regional Chief administrator	New-Dagon(North) Township YCDC
U Ko Ko Lay	President	New-Dagon (North) Township Development & Support Committee
U Myo Soe Moe	Regional Chief administrator	Dagon Seitkan Township Management Department
U Kyaw Sein	Regional Chief administrator	Dagon Seitkan Township YCDC
U Soe Maung	President	Dagon Seitkan Township Development & Support Committee
U Kyaw Aye	Regional Chief administrator	Tharketa Township YCDC
U Aung Ko Zaw	President	Tharketa Township Development & Support Committee
U Myint Wai	Regional Chief administrator	Dawbon Township Management Department
	Regional Chief administrator	Dawbon Township YCDC
U Aung Myint	President	Dawbon Township Development & Support Committee
MRTV	Daw Mar Lwin Oo/ Daw	MRTV- News

	War War Min	
MRTV-4	Daw Ei Theingi Myint	
Skynet	U Zaw Ye Aung	
City News		
MWD	U Soe Min Aung/ U Zin Ko Ko	
Weekly Eleven		
Snap Shot		
Popular News		
Shwe Naing Ngan Thit		
Union Daily		
Myanmar Freedom Daily		
Pe Tin Than Journal		
Myanmar Freedom Daily	Dennis Aung Aung	
The Messenger	Tin Maung Oo	
7 Day News		
The Farmer		
7 Day News	Senior Reporter	Ei Phyu Mar
Myanmar Freedom Daily	Senior Reporter	Soe Sandi Oo
Win Thet Maw	Senior Reporter	Unity
Wai Wai Hnin	Reporter	Flower News
Zayar Myat Khaing	Deputy CE	Monitor News Irr.
Reporter Journal		Moe Lwin Thet
Mr. Park Keon-Soo	1st Secretary	Embassy of the Republic of Korea
Mr. Bae Hyun-Jin	Engineer	K-water
Emilie Röell	Trainee Operations Section	Office of the European Union in Myanmar
Henrice Stöbesand	Research Assistant	German Embassy of Yangon
Ms. Winnie	Cetral Secretary	International Enterprise of Singapore
Mr. Aung Khine Tun	Senior External Relation Coordinator	CESVI- Myanmar
Dr. Maung Maung		M.Y Associates Co., Ltd.
Mr. Akihito SANJO	Senior Representative	JICA Myanmar Office
Ms. Noriko SAKURAI	Project Formulation Adviser	JICA Myanmar Office
Ms. Myat Thuzar		JICA Myanmar Office
Mr. Masaru MATSUOKA	JICA Expert	JICA Expert
Mr. Kazufumi Momose		JICA Study Team
Mr. Hirotaka Sato		JICA Study Team
Mr. Masafumi Miyamoto		JICA Study Team
Mr. Atsuo Ohno		JICA Study Team
Mr. Hiroshi Nishimaki		JICA Study Team
Mr. Kaoru Kariya		JICA Study Team
Mr. Yasuhiko Morita		JICA Study Team
Ms. Shoko Yamada		JICA Study Team
Ms. Khin Latt Cho		JICA Study Team
Ms. Hsu Mon Win		JICA Study Team
Ms. May The Phyu		JICA Study Team

## Attachment 2

### Comments from the Participants

1. Prof. Dr. Khin Ni Ni Thein, Founder and President, Water, Research and Training Center (WRTC) Myanmar, IWRM Expert, Sustainable Water Resources Development Standing Committee

- 1) Study schedule and area: well organized. Good
- 2) Water Supply: very good
- 3) Sewerage system: also very good but we still need to consider the appropriate use of treated water before its disposal
- 4) Tariff: the definition of non-domestic use need to expand.

Suggestions: \*we need to take drainage study.

- 1) YCDC should follow up the recommendations from tariff setting principles. the presentation is “S”.
- 2) YCDC should translate presentation 3 and 4 into Myanmar language and invite all NGOs and Cos and make public relation event ASAP.
- 3) Public consultation to limited invitees only need to expand to NGOs. To seek public acceptance. Need more stakeholders participation. Water transfer from Inya Lake to Kandawgyi is going to cause a major problem. We need to seriously reconsider.
- 4) Water allocation 30 MGD to Yangon City and 10 MGD to SEZ is reasonable.
- 5) Can we get soft-copy of all presentation and calculations behind the last presentation? Result of EIA, SIA and mitigation measures.

2. Dr. Tha Nyan, Botataung Township

Tariff setting for sewerage system quite interesting. If we start tariff for sewerage we can help to get full cost recovery.

But it may be a little early for country wise. Shall we start from hotels, restaurant, condominium, industrial zone, etc. as a test case.

3. Dr. Than Than Soe, Director (Rtd), Department of Human Settlement & Housing Development, Ministry of Construction

- Nyamoyeik Phase 2 has now been operating. By the year 2015, how will YCDC be implemented of plans for transmission main, distribution system to become true for the Master Plan (JICA dream)?
- Will the Lagyunpin water supply system fully served for Thilawa SEZ. If not, what proposed plans to meet the demand of Thilawa SEZ?

- For the modernization of water supply zone 1 is JICA ODA will take into account on implementation, by means of financial support?
- My opinion. Master Plan for the improvement of Yangon City is important. Implementation works (short, mid, long term programme) will also important.

4. Dr. Khin Maung Lwin, National Consultant, ADB

Tariff setting is a necessity but it needs a series of public consultation meetings involving every actor/stakeholder/consumer.

People's behavior play critical role in sustainability of the system.

It is very interesting to see the sewerage tariff set in Manila and Singapore. Their experiences need to be shared with YCDC to adopt this innovation by all citizens of Yangon.