

ミャンマー連邦共和国
ヤンゴン市開発委員会 (YCDC)

ミャンマー国
ヤンゴン都市圏上水整備事業
(フェーズ2) 準備調査
要約

平成29年2月
(2017年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 TEC インターナショナル
日本工営 株式会社
株式会社 NJS コンサルタンツ

東大
JR
17-026

ミャンマー連邦共和国
ヤンゴン市開発委員会 (YCDC)

ミャンマー国
ヤンゴン都市圏上水整備事業
(フェーズ2) 準備調査
要約

平成29年2月
(2017年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 TEC インターナショナル
日本工営 株式会社
株式会社 NJS コンサルタンツ

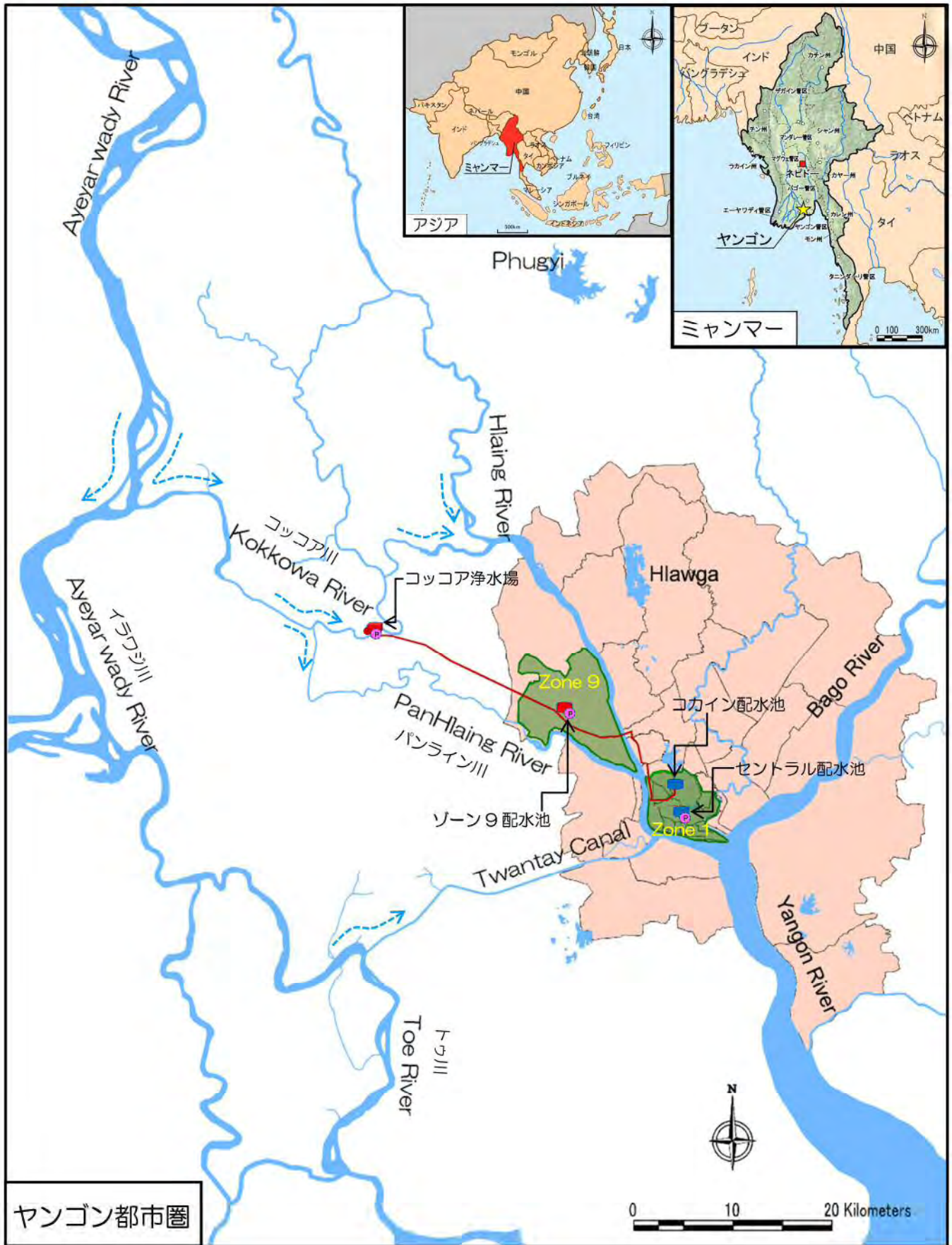
為替レート

1 USD = 109.2 JPY

1 USD = 1183.0 Kyat

1 Kyat = 0.0923 JPY

(2016年7月)



計画対象地域位置図



YCDC エリア (33 タウンシップ) 及び配水 10 ゾーン

ミャンマー国ヤンゴン都市圏上水整備事業 (フェーズ2) 準備調査

調査対象地域位置図

YCDC エリア (33 タウンシップ) 及び配水 10 ゾーン

目次

図表目次

添付図書

調査の略称

単位

目 次

第 1 章	序章	1
1.1	円借款事業「ヤンゴン都市圏上水整備事業 (フェーズ 2)」の概要	1
1.2	調査の概要.....	1
第 2 章	ヤンゴン市の概要	2
第 3 章	マスタープランの見直し	3
3.1	計画フレームワークのレビュー	3
3.2	新たな水源開発シナリオ	4
3.3	10 配水ゾーンへの水配分計画	5
3.4	見直し後の水道施設計画	6
第 4 章	浄水場	9
4.1	ココア浄水場計画用地の妥当性	9
4.2	水源水質および浄水処理プロセス	9
4.3	浄水場の用地.....	11
4.4	取水計画の方針.....	12
4.5	浄水場の計画方針.....	13
第 5 章	送水施設	20
5.1	計画概要.....	20
5.2	配水ゾーン 9 への送水施設の概要	21
5.3	配水ゾーン 1 への送水施設の概要	21
第 6 章	配水ゾーン 9 の配水施設	26
第 7 章	配水ゾーン 1 の配水施設	29
第 8 章	運転・維持管理計画	33
8.1	既存施設の課題.....	33

8.2	維持管理体制.....	33
8.3	技術協力プロジェクトで行う技術項目と円借款事業で行う技術支援項目	33
第9章	実施計画.....	34
9.1	本事業の工事概要.....	34
9.2	事業実施スケジュール.....	37
9.3	事業実施体制.....	38
第10章	財務・経済分析.....	40
第11章	環境社会配慮.....	41
11.1	環境社会配慮に関する状況.....	41
11.2	用地取得と非自発的住民移転.....	41
11.3	浄水場事業に対するステークホルダーミーティング	42
11.4	国道5号線の送水管敷設位置における社会経済インタビュー調査	42
第12章	事業効果.....	43
12.1	定量的効果.....	43
12.2	定性的効果.....	44
第13章	提言.....	45

表 目 次

表 3-1	見直し後のヤンゴン市の給水サービス目標	3
表 3-2	2014-JICA 水道 MP の給水サービス目標 (参考)	3
表 3-3	本調査のための見直し後の段階的水源開発計画	4
表 4-1	目標浄水水質及びその他の基準.....	9
表 9-1	本事業の計画スコープの詳細.....	35
表 9-2	事業実施体制とその役割.....	38
表 12-1	運用効果指標.....	43
表 12-2	指標のモニタリング方法.....	44

目 次

図 3-1	見直し後の段階的水源開発計画	5
図 3-2	見直し後の水道施設計画図 (2025)	7
図 3-3	見直し後の水道施設計画図 (2040)	8
図 4-1	浄水処理プロセス計画	10
図 4-2	YCDC の土地取得状況 (2016 年 7 月 31 日現在)	11
図 4-3	検討中の計画取水位置 (取得用地の形状により変更の可能性有り)	12
図 4-4	140MGD 時の浄水場の施設配置案	14
図 4-5	第 1 期 60MGD 時の浄水場の施設配置	14
図 4-6	浄水場の配置図 (全体)	15
図 4-7	浄水場の配置図 (拡大)	16
図 4-8	浄水場の水位高低図	17
図 4-9	フローシート (取水施設)	18
図 4-10	フローシート (浄水施設)	19
図 5-1	段階的なゾーン 9 配水池兼中継ポンプ場への送水計画	20
図 5-2	ゾーン 9 配水池兼中継ポンプ場の配置図	22
図 5-3	送水管の計画図 (タンタビン及びラインタヤ・タウンシップ)	23
図 5-4	Hlaing 川横断平面図・断面図	24
図 5-5	送水管の計画図(ヤンゴン市内)	25
図 6-1	配水ゾーン 9 の 2025 年における配水本管の計画図	27
図 6-2	配水ゾーン 9 の DMA・配水管の計画図	28
図 7-1	配水ゾーン 1 の配水管及び DMA の計画図	29
図 7-2	コカイン配水池からの自然流下系の低区の配水本管の計画図 (上)、及びセントラル配水池からのポンプ加圧系の高区の配水本管の計画図 (下)	30
図 7-3	既設コカイン配水池の平面図	31
図 7-4	セントラル配水池の配置図	32
図 9-1	本事業の工事概要	34
図 9-2	事業実施の組織体制 (案)	38
図 10-1	円借款の転貸	40
図 10-2	中央政府からの補助金	40

略 語 表

CIP	Cast Iron Pipe	铸铁管
DCIP	Ductile Cast Iron Pipe	ダクタイル铸铁管
DMA	District Metered Area	配水小ブロックあるいは配水管理区画
EDWS	Engineering Department (Water & Sanitation)	水供給・衛生局
EHS	Environmental, Health and Safety	環境・労働安全衛生ガイドライン
EIA	Environmental Impact Assessment	環境アセスメント
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FS	Feasibility Study	フィージビリティ調査
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
HDPE	High-Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HHWL	Highest High Water Level	既往最高水位
HIV	Human Immunodeficiency Virus	ヒト免疫不全ウイルス
HWL	High Water Level	高水位
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境評価
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構 (日本)
JPY	Japanese Yen	日本円
Kyat	Myanmar Kyat	ミャンマー国の通貨 (チャット)
L/A	Loan Agreement	借款契約
LLWL	Lowest Low Water Level	既往最低水位
LPCD (or lpcd)	Liters Per Capita per Day	リットル/人/日 (給水原単位)
LWL	Low Water Level	低水位
MCA	Myanmar Companies Act	ミャンマー会社法
MG	Million Gallons	百万ガロン
MGD	Million Gallons per Day	日量百万ガロン
MoAI	Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation	農業畜産灌漑省 (ミ国)
MP	Master Plan	マスタープラン
MS	Mild Steel Pipe	鋼管
MVA	MegaVolt-Ampere	メガボルトアンペア
NRW	Non Revenue Water	無収水
NTU	Nephelometric Turbidity Unit	濁度
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
O&M	Operation & Maintenance	運転・維持管理
PCP	Prestressed Concrete Pipe	プレストレスト・コンクリート管
PS	Pumping Station	ポンプ場
RPS	Relay Pumping Station	中継ポンプ場
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	計測データの制御及び監視
SHM	StakeHolder Meeting	利害関係者会議
SR	Service Reservoir	配水池
US\$, USD	United States Dollars	米国ドル
VFD	Variable Frequency Drive	(ポンプ) 回転数制御
WHO	World Health Organization	世界保健機構
WTP	Water Treatment Pant	浄水場
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市開発委員会 (市に相当する)
YRG	Yangon Region Government	ヤンゴン地域政府

調査の略称

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)	2013-JICA ヤンゴン都市圏調査 2013-JICA 世帯訪問調査
ミャンマー国ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査 (JICA)	2014-JICA 水道 MP フェーズ 1-FS
ヤンゴン都市圏上水整備事業 (フェーズ1)	円借款フェーズ1 事業
ミャンマー国ヤンゴン都市圏上水整備事業 (フェーズ2) 準備調査 (JICA)	本調査
ヤンゴン都市圏上水整備事業 (フェーズ2)	本事業

単 位

面積

1 Acre = 4046.86 m² = 0.404686 ha (ヘクタール)

長さ

1 ft (フィート) = 0.3048 m

1 mi (マイル) = 1.61 km

容量

1 gal (英ガロン) = 0.004546 m³ = 4.546 l (リットル)

1 MG (百万英ガロン) = 4546 m³

圧力

1 MPa (メガパスカル) = 10 bar ≒ 100 mAq (水頭)

第1章 序章

1.1 円借款事業「ヤンゴン都市圏上水整備事業（フェーズ2）」の概要

(1) 事業目的

本事業は、ヤンゴン市において、ココア川を水源とする浄水場及び関連する送配水施設を新設・改修することにより、同市内の上水道サービスの改善を図り、もって同地域住民の生活環境の改善に寄与する。

(2) 実施機関

ヤンゴン市開発委員会（YCDC） 水供給・衛生局（EDWS）

(3) 円借款フェーズ2事業に関連する我が国の主な援助活動

- ・ 円借款「ヤンゴン都市圏上水整備事業（フェーズ1）」
- ・ 技術協力プロジェクト「ヤンゴン市水道事業運営改善プロジェクト」
- ・ ヤンゴン市水供給・衛生アドバイザー

1.2 調査の概要

(1) 調査の目的

ヤンゴン都市圏上水整備事業（フェーズ2）について、背景、目的及び内容を精査し、必要性を検討する。また、必要性が確認された上で、当該事業の目的、概要、事業費、実施スケジュール、実施方法（調達・施工）、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮等、我が国円借款事業として実施するための審査に必要な調査を行うことを目的とする。ただし、本調査は円借款供与を約束するものではないことに留意し、ミャンマー政府関係者に本調査結果がそのまま円借款事業として承認されるものとして誤解を与えないよう留意する。

(2) 調査の実施方法及び工程

2012～2014年に実施された水道マスタープラン（2014-JICA 水道MP）の需要量予測、水収支等の妥当性について、2014年の最新の国勢調査で得られた人口等を用いて需要量を確認・修正する。修正された水需要量に基づき、取水・浄水場、配水ゾーン1及び配水ゾーン9への送配水施設を策定し、インテリム・レポート1及びインテリム・レポート2にまとめた（2015年8月および2016年2月）。その後、財務分析の検討を含むドラフト・ファイナル・レポートを作成・提出した（2016年4月）。最後に、同レポートに関するミャンマー側のコメントを反映し、ファイナル・レポート（本レポート）を作成・提出した（2017年2月）。

第2章 ヤンゴン市の概要

(1) 地形

ヤンゴン市は、イラワジ川のデルタ地帯を縦断するヤンゴン川の河口から 34 km ほど内陸に位置している。市の地盤高は、中央部を除く東西地区は、大規模で平坦な地形となっており標高は 3 ~5 m 程度である。中心部近傍は市街地となっている。

地形的な特徴としては、ヤンゴン市を南北に貫く中央部分に緩い丘陵地形（標高 30 m）があり、この丘陵の小河川（いずれもライン川の支流）に貯水池が設けられ、YCDC の水源となっている。ローガ貯水池は市域の最北部、ジョビュー及びプジー貯水池は市外に位置している。市中心部に近いカンドー湖とインヤ湖は、現在、水道の水源として活用されおらず市民の憩いの場となっている。市内の配水拠点となる 3 箇所の配水池はいずれも標高 30 m を超え、Pegu Yomas と呼ばれる南北に連なる細く狭い丘陵の頂点に配置されている。

(2) 気候

熱帯モンスーン気候で、3 つの季節に分かれる。年間降雨量 2,700 mm、平均蒸発量 1,347 mm、平均気温 27.4℃、平均最高気温 33.0℃、平均最低気温 21.8℃である。

- 夏季：3 月～5 月中旬
- 雨季：5 月中旬～10 月
- 乾季（冬季）：10 月～2 月

(3) 降雨

ヤンゴン市内にあるカバエ観測所における 2001～2008 年の月間平均降水量によると年間平均降雨量は 2,700 mm、その 95% が雨季の 5～10 月に集中する。

第3章 マスタープランの見直し

3.1 計画フレームワークのレビュー

本章では、2012～2014年に策定された2014-JICA水道MPの計画フレームワークをレビューする。当該MPで人口予測に用いられた2011年現在人口は、信頼性の高くない推定人口であったが、2014年に数十年ぶりに国勢調査が実施された。本調査では、この信頼性の高い国勢調査人口を活用して、当該MPで採用された人口等の計画フレームワークの妥当性を評価した結果、若干の数値調整は必要であるものの、当該MPの計画フレームワークが有効であることを確認した。

本調査では、当該MPの目標年である2040年までの水配分計画を見直した結果、当該MPの中間年である2025年までには、ココア川を水源とする60MGDの水源開発が必要であることが判明した。

表 3-1 見直し後のヤンゴン市の給水サービス目標

項目	単位	2014	2025	2040
人口	千人	5,211	6,464	8,520
給水人口	千人	<u>1,845</u>	<u>3,618</u>	<u>6,661</u>
水道普及率	%	<u>35</u>	<u>56</u>	<u>78</u>
原単位 (家庭用) *	Lpcd	111/69	150/100	200/150
原単位 (非家庭用) *	Lpcd	74/46	100/67	133/100
漏水率	%	50	25	10
一日平均給水量	千 m ³ /day	643	<u>1,072</u>	<u>2,174</u>
一日最大給水量	千 m ³ /day	708	<u>1,179</u>	<u>2,391</u>
一日平均給水量	MGD	142	<u>237</u>	<u>477</u>
一日最大給水量	MGD	<u>156</u>	<u>258</u>	<u>525</u>
水圧	MPa	0.075	0.15Mpa 以上	
平均給水時間	時間	8	24	
水質	-	飲料不可	飲料可	

注: *右側の数値は South of CBD と New Suburbs Zone に適用され、左側の数値はそれ以外のエリアに適用される。
出典: JICA 調査団

表 3-2 2014-JICA 水道 MP の給水サービス目標 (参考)

項目	単位	2011	2025	2040
人口	千人	5,142	6,464	8,520
給水人口	千人	1,934	3,764	6,810
水道普及率	%	38	58	80
原単位 (家庭用) *	Lpcd	95	150/100	200/150
原単位 (非家庭用) *	Lpcd	63	100/67	133/100
漏水率	%	50	25	10
一日平均給水量	千 m ³ /day	612	1,126	2,243
一日最大給水量	千 m ³ /day	673	1,238	2,467
一日平均給水量	MGD	135	248	493
一日最大給水量	MGD	148	272	543
水圧	MPa	0.075	0.15Mpa 以上	
平均給水時間	時間	8	24	
水質	-	飲料不可	飲料可	

注: *右側の数値は South of CBD と New Suburbs Zone に適用され、左側の数値はそれ以外のエリアに適用される。
出典: 2014-JICA 水道 MP

3.2 新たな水源開発シナリオ

(1) 見直し後の段階的水源開発計画

2014-JICA 水道 MP では、2025～2040 年までに開発する水源としてコッコア川（第2期以降）、トゥ川が提案されている。しかし、当該 MP 策定後、YCDC は上記以外の水源としてパンライン川における水源開発の検討を始めた。この新たに浮上したパンライン川の開発を考慮すると、当該 MP で提案されている水源開発シナリオは下記のように改定される。

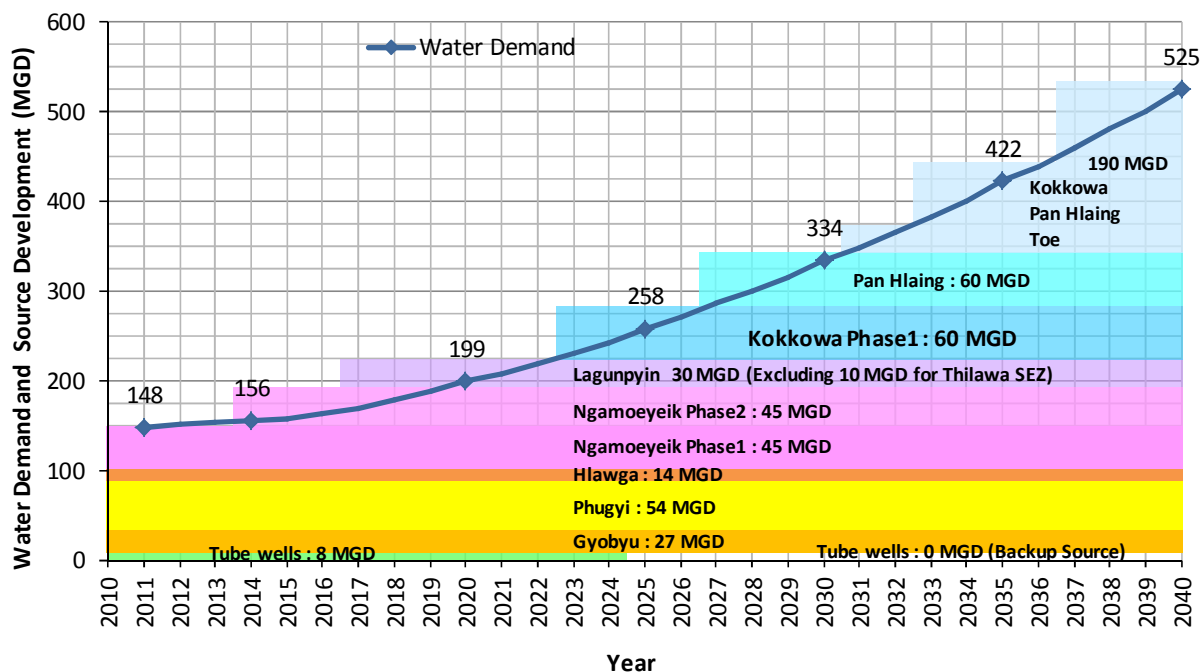
表 3-3 本調査のための見直し後の段階的水源開発計画

(Unit: MGD)

Year	2014	2020	2025	2030	2035	2040
一日最大給水量	156	199	258	334	422	525
水源						
(貯水池(ダム)系)						
ジョビュー貯水池	27	27	27	27	27	27
プジー貯水池	54	54	54	54	54	54
ローガ貯水池	14	14	14	14	14	14
ガモエ貯水池	90	90	90	90	90	90
井戸	8	8	0	0	0	0
ラゲンビン貯水池*	-	30	30	30	30	30
小計(1)	193	223	215	215	215	215
(河川系)						
コッコア第1期	-	-	60	60	60	60
パンライン第1期	-	-	-	60	60	60
コッコア第2期、パンライン第2期、あるいはトゥ	-	-	-	-	100	190
小計(2)	-	-	60	120	220	310
水源の合計	193	223	275	335	435	525
差分(水源 - 給水)	+37	+24	+17	+1	+13	0

注：* ティラワ SEZ への 10MGD は除く

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 3-1 見直し後の段階的水源開発計画

(2) コッコア浄水場の拡張計画

コッコア浄水場の全体計画水量は、パンライン川から獲得できる水利権量（60～100 MGD）に応じて、140 MGD～180 MGD となる見込みである。水供給・衛生局との協議の結果、コッコアの水源開発計画は、本調査のために以下のとおり暫定的に整理された。

- 第1期コッコア計画：60 MGD（総量 60 MGD）
- パンライン浄水場の建設：総量 60～100 MGD（MoAI と協議中）
- 第2期コッコア計画：+40 MGD（総量 100 MGD）
- 第3期コッコア計画：+40 MGD（総量 140 MGD）
- 第4期コッコア計画：+40 MGD（総量 180 MGD）、ただし、パンラインの計画により水量は決定される。

第4期の計画が不確定であるものの、確定された当面の建設計画は第3期までの 140 MGD であり、その内の第1期コッコア計画の 60MGD を本調査の対象とする。

3.3 10 配水ゾーンへの水配分計画

(1) 10 配水ゾーンの 2014-JICA 水道 MP からの変更点

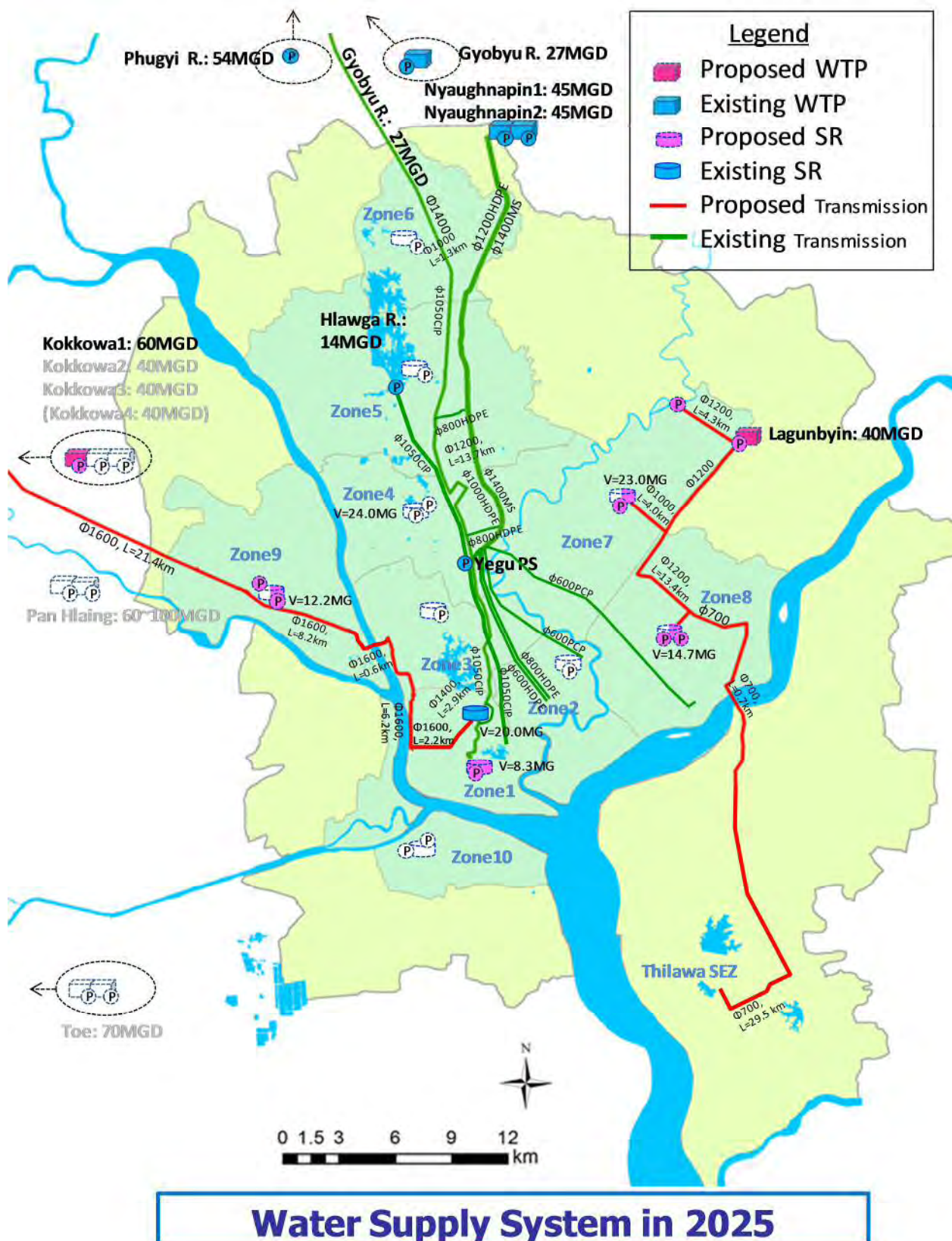
2014-JICA 水道 MP で提案されている 10 ヶ所の配水ゾーンに変更はないが、水供給・衛生局は配水ゾーン 2 及び 3 の配水池の位置を当該 MP の計画位置から変更した。ゾーン 2 配水池の計画位置は、ゾーン内の西側から東側の境界付近に変更され、ゾーン 3 配水池の位置は当該 MP の計画位置の近くに変更されている。

(2) 2025 年の配水ゾーン 1 及び配水ゾーン 9 への水配分計画

2025 年の水需要量を満たすために追加の水源開発が必要であり、見直し後の段階的水源開発計画によれば、新規開発水源のコッコア川の 60 MGD の水量は、配水ゾーン 9 と配水ゾーン 1 に充てられる。従って、60 MGD のうち 20 MGD と 40 MGD の浄水はそれぞれ配水ゾーン 9 と配水ゾーン 1 への送水を計画する。配水ゾーン 1 の総需要量は 60MGD であるため不足する 20 MGD は、引き続き貯水池系の水がイエグポンプ場を経由して配水ゾーン 1 に供給される。

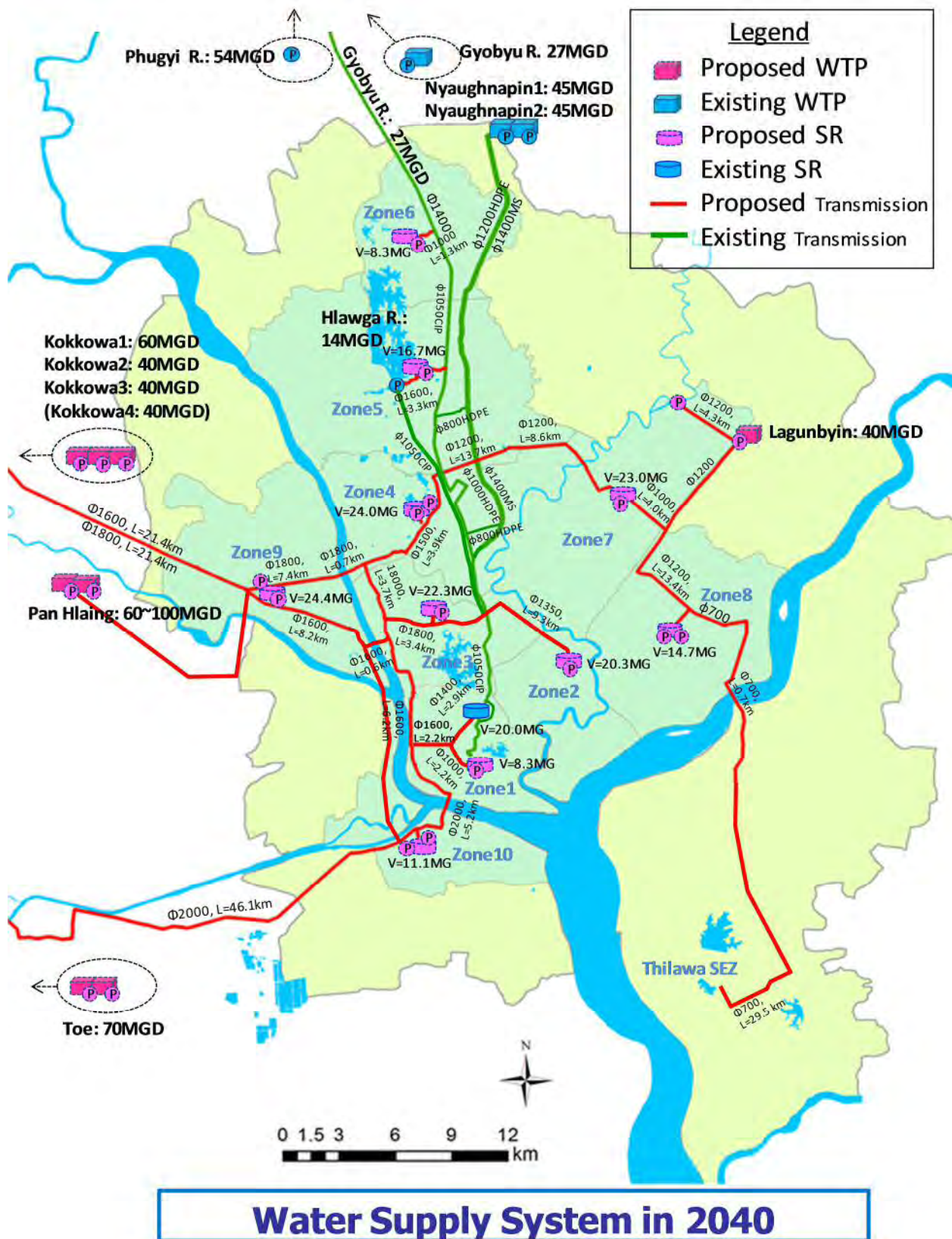
3.4 見直し後の水道施設計画

見直し後の 2025 年及び 2040 年の水道施設計画を図 3-2 及び 3-3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3-2 見直し後の水道施設計画図 (2025)



出典：JICA 調査団

図 3-3 見直し後の水道施設計画図 (2040)

第4章 浄水場

4.1 コッコア浄水場計画用地の妥当性

コッコア浄水場の計画用地は、次の理由から選定されており、技術的な観点から、現計画位置は、最適地のうちの一つであり妥当であると判断した。

- 貯水池系水源としてダム開発の適地がないため、ヤンゴン水道には河川系の水源開発が必要である。
- 段階的水源開発計画（図 3-1 参照）のうち優先度の高い水源開発候補地である。
- 原水水質の塩分濃度が基準内にある。
- 河道が安定している。
- 下流の水利権者に悪影響を及ぼさない。
- ヤンゴン地域内で確保できる広い土地である。
- 幹線道路である国道 5 号線へのアクセスが良い場所である。
- 洪水・浸水による影響を受けない場所である。

4.2 水源水質および浄水処理プロセス

(1) 飲料水質基準

目標浄水水質は、ミャンマー国及び WHO の飲料水質基準を考慮し 2014-JICA 水道 MP と同様とする。

表 4-1 目標浄水水質及びその他の基準

モニタリング項目	目標値	WHO 基準 (参考)	ミャンマー基準 (参考)
pH	6.5 - 8.5	設定なし	6.5 - 8.5
味	異常でない事	受容できる事	受容できる事
臭気	異常でない事	受容できる事	受容できる事
色度	5 TCU	15 TCU	15 TCU
濁度	5 NTU (1 NTU を浄水場での浄水の目標水質とする)	1 NTU を目標とする	5 NTU
一般細菌	< 100CFU/mL	設定なし	設定なし
糞便性大腸菌群	検出されないこと	検出されないこと	0
残留塩素	検出されること (直結給水栓あるいは貯水槽前) 浄水場出口では、別途、配水区の末端までの到達時間を考慮して残留塩素濃度を設定する必要がある。	5.0 mg/L未満	設定なし
亜鉛及びその化合物	1.0 mg/L 未満	設定なし	3.0 mg/L未満
アルミニウム及びその化合物	0.2 mg/L 未満	設定なし	0.2 mg/L 未満
鉄及びその化合物	0.3 mg/L 未満	設定なし	1.0 mg/L 未満
銅及びその化合物	1.0 mg/L 未満	2.0 mg/L 未満	2.0 mg/L 未満

モニタリング項目	目標値	WHO 基準 (参考)	ミャンマー基準 (参考)
マンガン及びその化合物	0.05 mg/L 未満	0.4 mg/L 未満	0.4 mg/L 未満
硬度	100 mg/L 未満	設定なし	500 mg/L 未満
塩化物	200 mg/L 未満	設定なし	250 mg/L 未満
硫化物	200 mg/L 未満	設定なし	250 mg/L 未満

出典：2014-JICA 水道 MP、WHO 飲料水質ガイドライン第四版、及び National drinking water quality standards_Myanmar (September 2014)

(2) 水源水質

調査団は EDWS 水質試験室と協力して、2015 年 5 月からココア川の水質分析を始めた。フェーズ 1 調査及び他 FS における水質調査結果をまとめたココア川の水源水質によると、ばらつきはあるものの雨期の濁度の平均値は 517 NTU、乾季の濁度の平均値は 150 NTU である。さらに、ココア川の水源水質は下記の特徴がある。

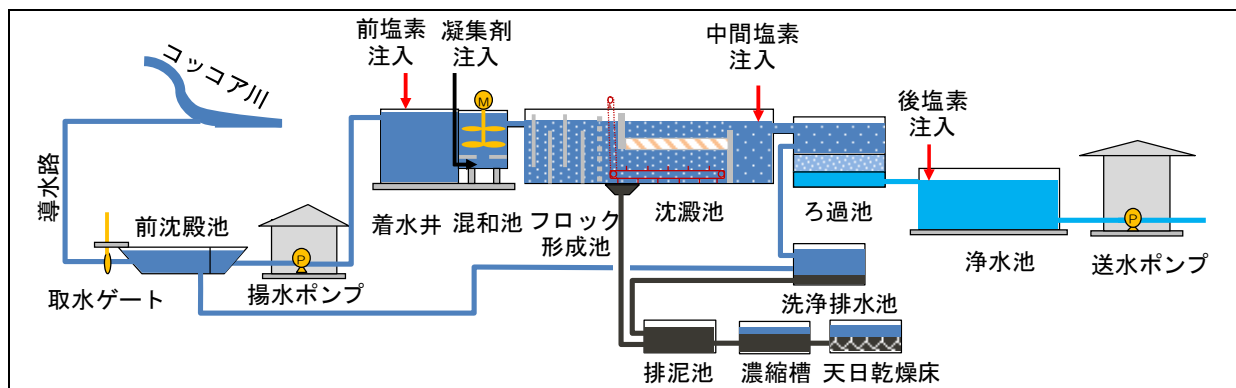
- 濁度、色度、鉄濃度は、年間を通して高い。
- これらの濃度は、雨季に上昇する。

(3) 沈降特性

調査団はココア川の濁度の沈降特性を調査し、雨期（2015 年 5 月～10 月）、乾季（2015 年 11 月～2016 年 4 月）のデータをまとめた。沈降濁度の傾向は、概ね 12 時間を超えると一定レベルに落ち着くことが分かった。一方、2015 年 7 月末から 8 月前半まで続いた長雨の期間中は、1,000 NTU を超える濁度が約 10 日間観測された。このような高濁度は、約 36 時間後に 100 NTU を下回り、48 時間を超えるとほぼ一定値の 50 NTU に落ち着いた。この結果から調査団は 48 時間の貯留時間を持つ前沈殿池（原水調整池）の設置を YCDC に提案した。

(4) 浄水プロセス

ココア川の浄水処理は、濁度、色度、鉄・マンガンの除去が主であり、凝集沈殿/ろ過プロセスにより、これらの水質項目を水質基準以下まで低減することができる。よって、ココア原水水質に対して一般的な浄水処理プロセス（凝集、沈殿）が適用可能である。



出典：JICA 調査団

図 4-1 浄水処理プロセス計画

4.3 浄水場の用地

(1) YCDC 取得済み用地

YCDC が取得済みの土地は 2016 年 7 月末現在の YCDC の取得済みの土地形状を下図に示す。しかしながら、60 MGD 当り 48 時間分の前沈殿池を設けるには約 20 Acre の用地が不足している。

- 取水場の用地面積：16,187 m² (4 Acre)
- 浄水場の初回購入分の用地面積：137,593 m² (34 Acre)
- 浄水場の追加購入分の用地面積：31,379 m² (7.754 Acre)
- 現在取得済みの用地面積の合計：185,159 m² (45.754 Acre)



出典：YCDC の計画図に JICA 調査団加筆

図 4-2 YCDC の土地取得状況 (2016 年 7 月 31 日現在)

(2) 前沈殿池用の追加用地

60 MGD 当り 48 時間の貯留時間を持つ前沈殿池の建設には広大な土地の購入が必要であるが検討の結果、高価な凝集薬品 (ACH 等) のランニングコストを抑えることにより、土地購入費用を短時間で回収できることが明らかとなった。YCDC のジャーテストの結果から、12 時間と 48 時間の貯留時間を持つ前沈殿池の建設コストと運転コストを比較すると、48 時間の貯留時間を持つ前沈殿池は、10 年で 28.2 百万 USD の薬品コストの削減が可能であると試算される。従って、YCDC と協議して追加用地の取得について合意した(図 4-5 参照)。

4.4 取水計画の方針

(1) 取水地点の決定

取水地点は MoAI、YCDC および調査団の協議により、ココア川から直接取水することになっている。YCDC の 2016/17 年度以降の予算で購入する土地形状により、導水路の形状を決定（変更）することが確認された。



出典：JICA 調査団

図 4-3 検討中の計画取水位置（取得用地の形状により変更の可能性有り）

(2) 計画施設能力

ココア川に沿って洪水対策のための重要施設として MoAI の河川堤防が存在する。堤防を繰り返し掘削する行為は避けるべきであり、可能な限り 1 回の取水施設の建設が望まれる。従って、本計画では、ココア浄水場の第三期までの拡張計画を考慮して、計画取水量 154 MGD (140 MGD x 110%) の取水施設を計画する。また、前沈殿池および揚水ポンプは本事業に合せて 66 MGD (60 MGD x 110%) とする。

(3) 取水計画方針

本計画の取水点と浄水場はココア川に近接しており、取水計画方針は次の通りである。ココア川の水位変動が大きいことからポンプ揚程の変動も大きい。自然エネルギーである河川水位を有効に利用することで、高水位時にはポンプ揚程を小さくして電力費を低減することができる。

- 自然エネルギーの有効利用
- 浄水場の運用を止めないために、ココア川の LLWL 以下への取水ゲート設置
- 高濁度対策として薬品消費量を低減するため前沈殿池の設置
- 濁度の高い低層水ではなく、濁度の低い表層水の取水

4.5 浄水場の計画方針

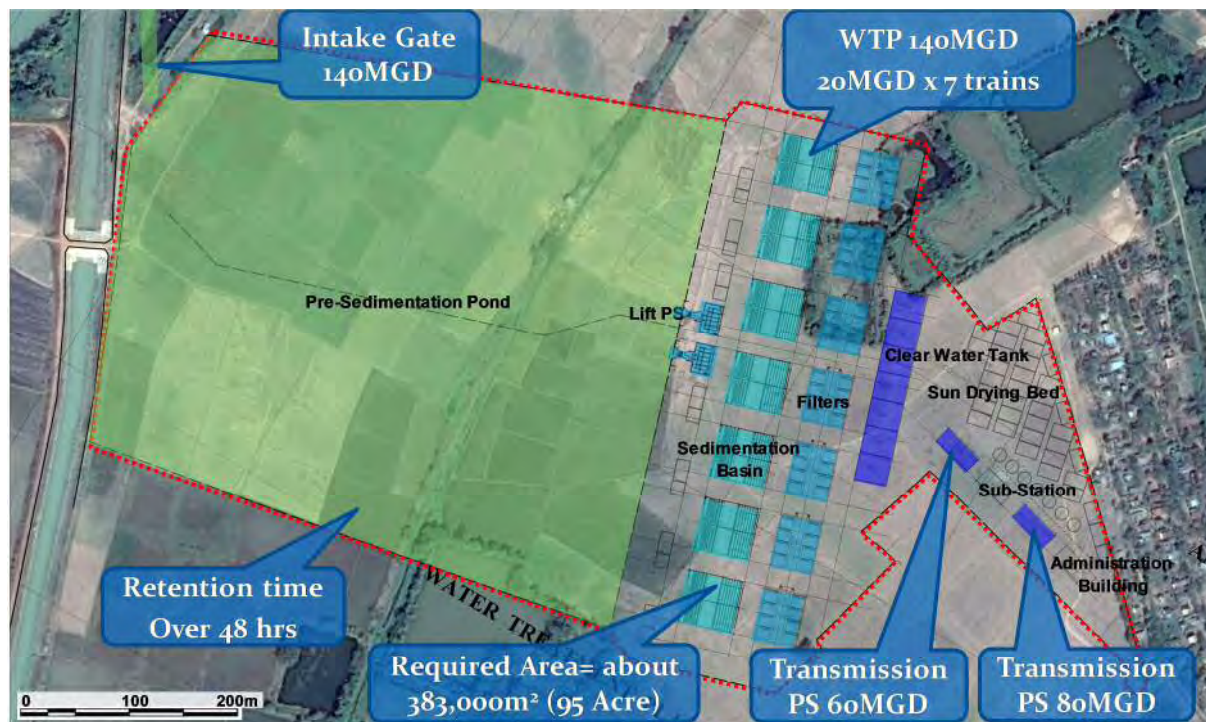
(1) 浄水場の計画目標

ヤンゴンの先進的な浄水場として、以下に掲げる5つの目標を提案する。

方針1) 拡張が容易な施設
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 拡張が容易なシンプルな系列システムとして、揚水ポンプから浄水池までを1系列として計画する。1系列は20MGD単位として、140MGDの総合計画に対して7系列とする。
方針2) 安定供給
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 河川から安定した取水量の確保 ➤ 大量の汚泥を処理できる汚泥処理施設の適用 ➤ 洪水/浸水対策として浄水場の計画地盤の嵩上げ
方針3) 水質管理
<ul style="list-style-type: none"> ➤ 高濁度原水を処理可能な浄水処理プロセスの適用 ➤ 自動水質分析機器等の導入による水質モニタリング ➤ 次亜塩素酸ナトリウム消毒設備の採用による危険薬品の排除
方針4) 運転・維持管理
<ul style="list-style-type: none"> ➤ SCADAによる各処理プロセスの流量把握 ➤ 水質変動に対応できる薬品注入設備の採用
方針5) 環境配慮
<ul style="list-style-type: none"> ➤ ポンプのインバータ制御による消費電力の低減 ➤ ポンプ動力を必要としないろ過池洗浄方式の採用

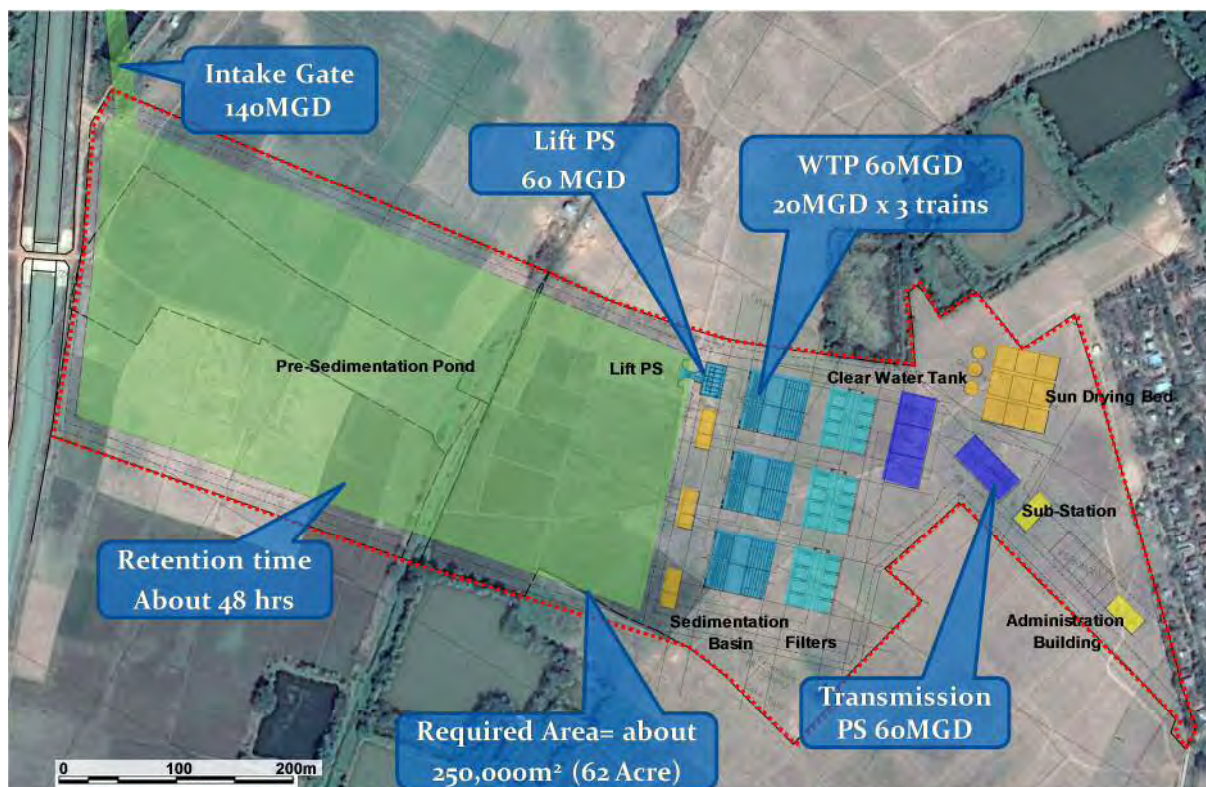
(2) 浄水場の配置計画

前項で述べたとおり、YCDCは、60MGD当り48時間の滞留時間をもつ前沈殿（原水調整）池の建設に必要な土地を、2016/17年度以降に取得する予定である。本計画では、追加の土地取得が行われることを前提に、60MGDの浄水場を計画する。まず、第三期までの計画水量である140MGD時の施設配置を図4-4に示す。次いで、本事業対象の60MGDの施設を140MGDの先行分と位置づけて配置する（図4-5）。



出典：JICA 調査団

図 4-4 140MGD 時の浄水場の施設配置案



出典：JICA 調査団

図 4-5 第 1 期 60MGD 時の浄水場の施設配置

(3) 浄水場施設の計画

施設詳細を表 9-1 に示す。

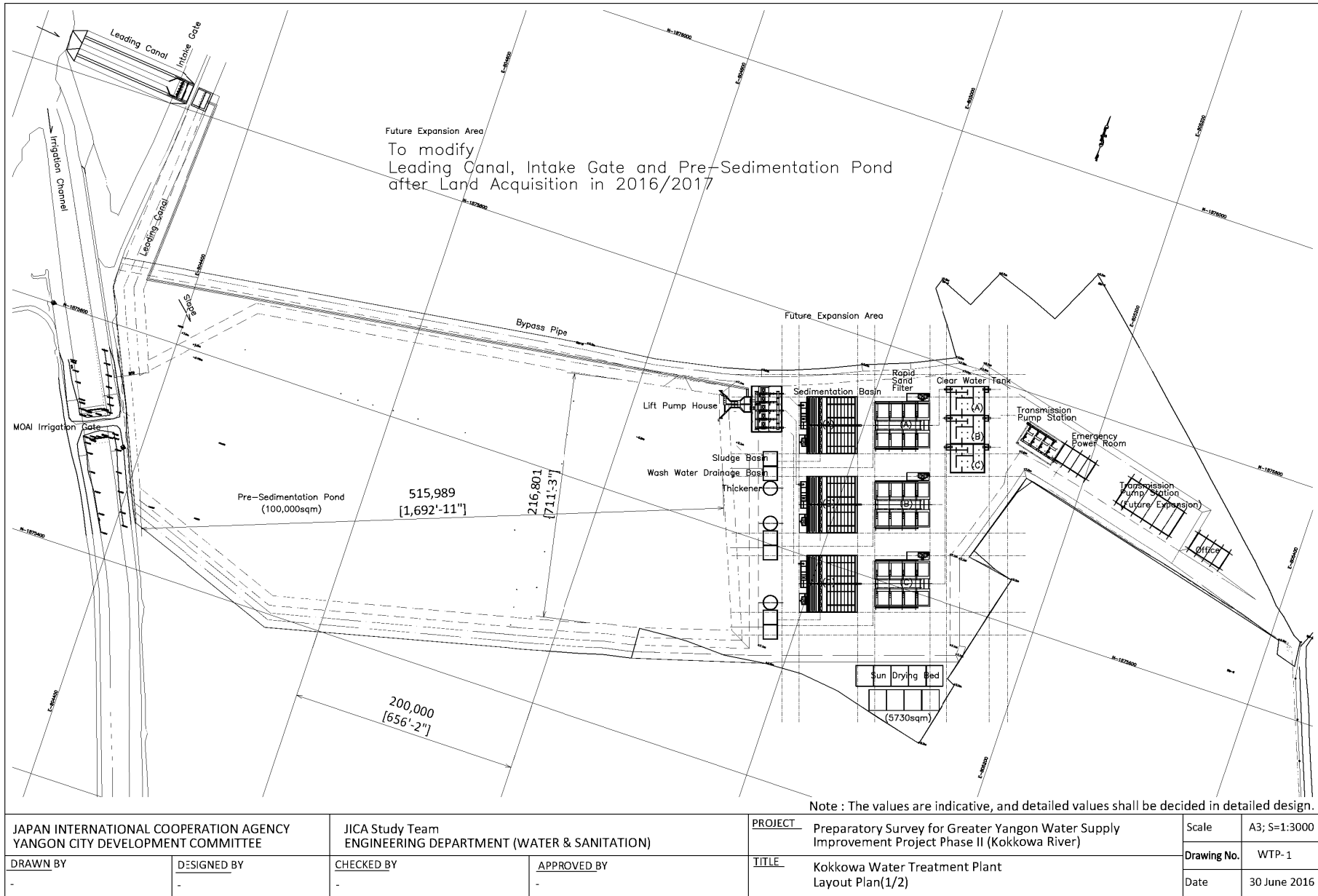


図 4-6 浄水場の配置図 (全体)

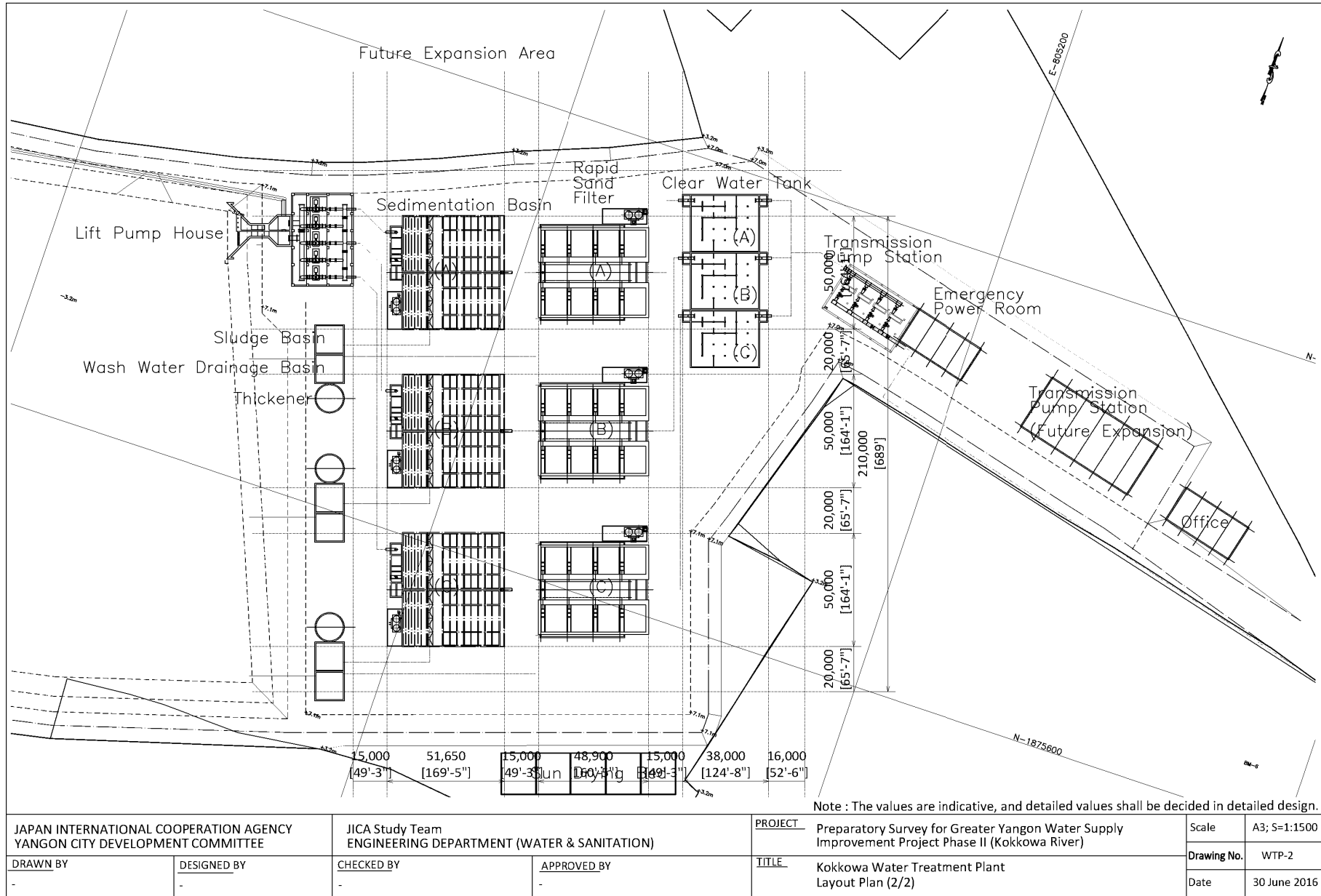


図 4-7 浄水場の配置図 (拡大)

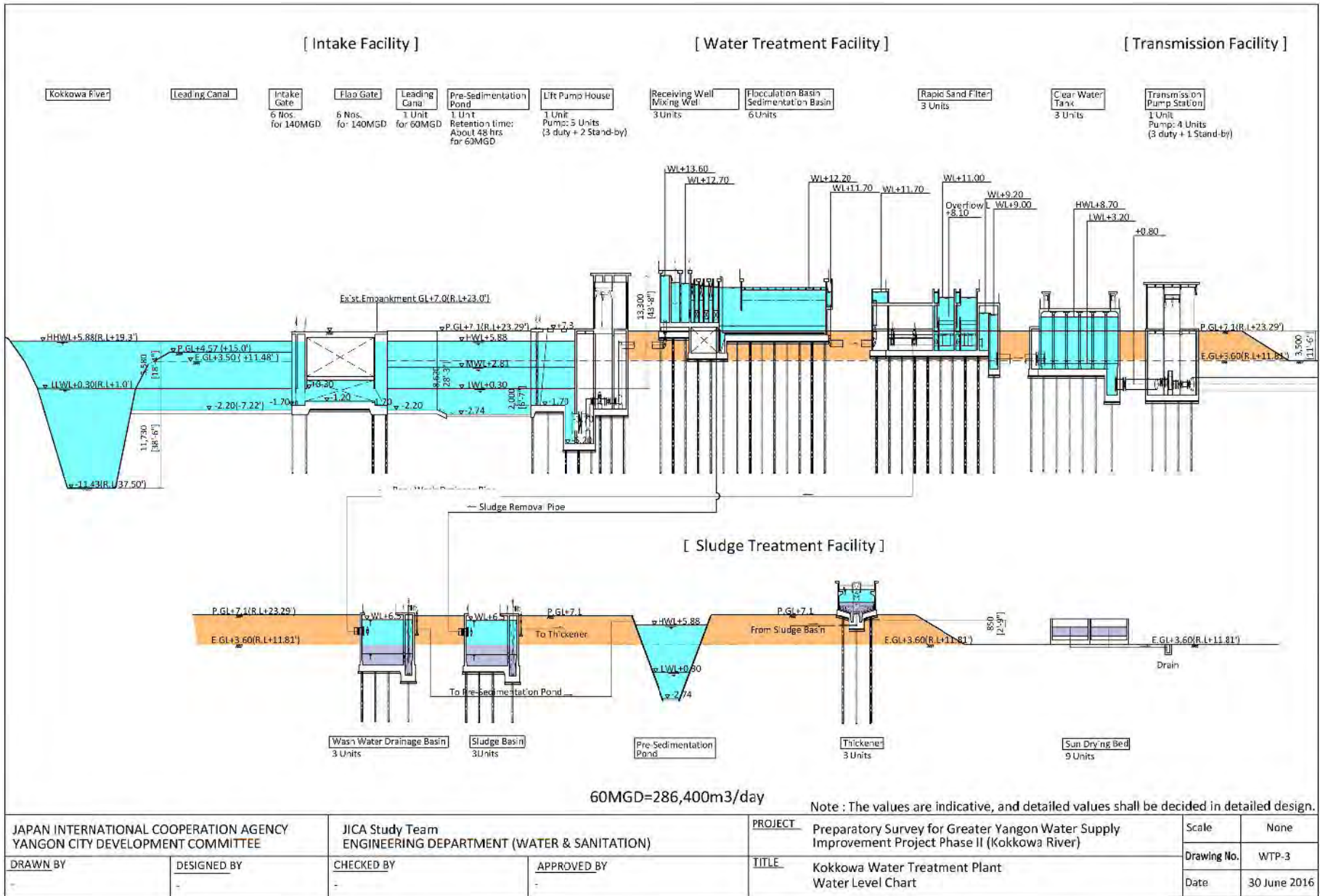


図 4-8 浄水場の水位高低図

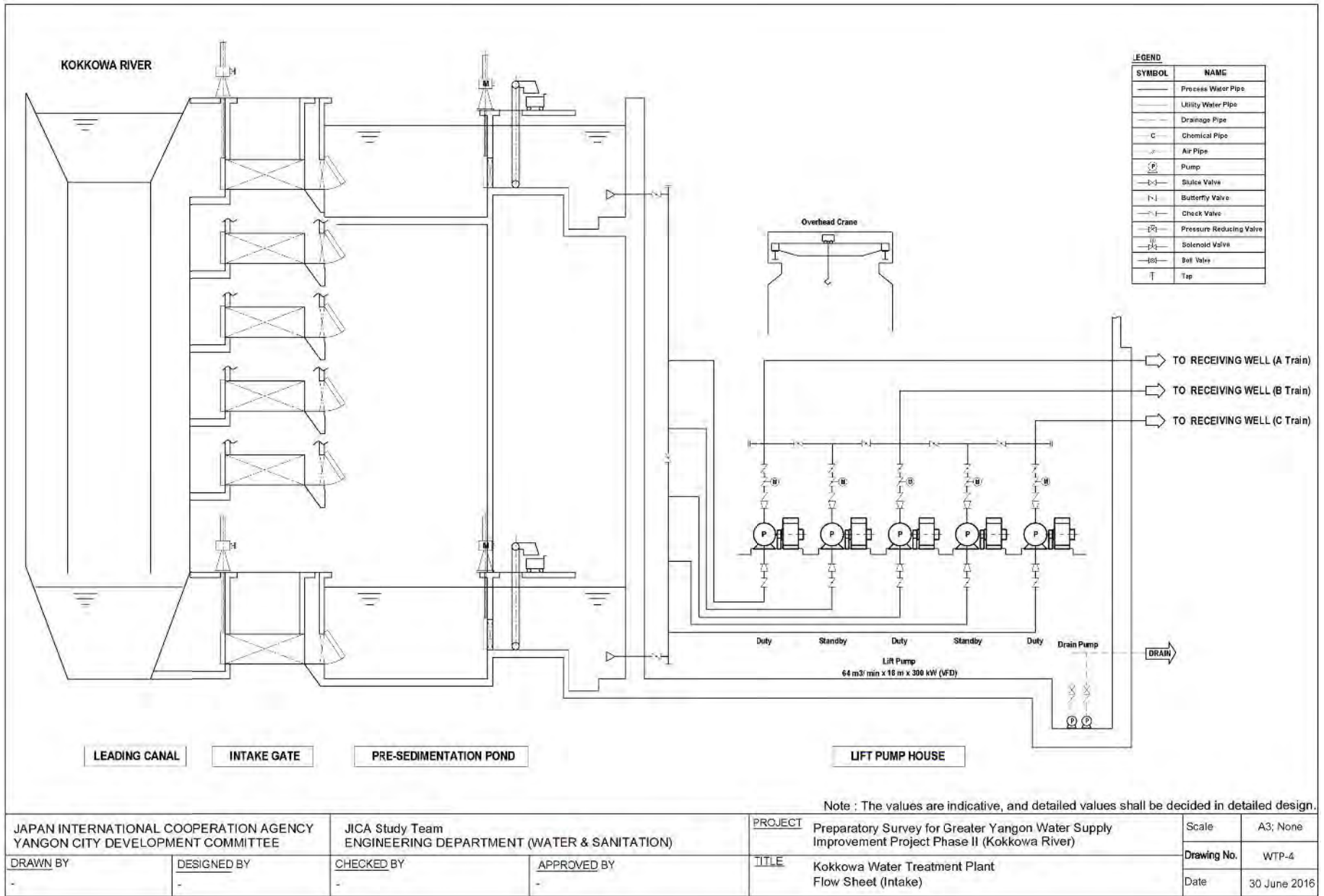


図 4-9 フローシート (取水施設)

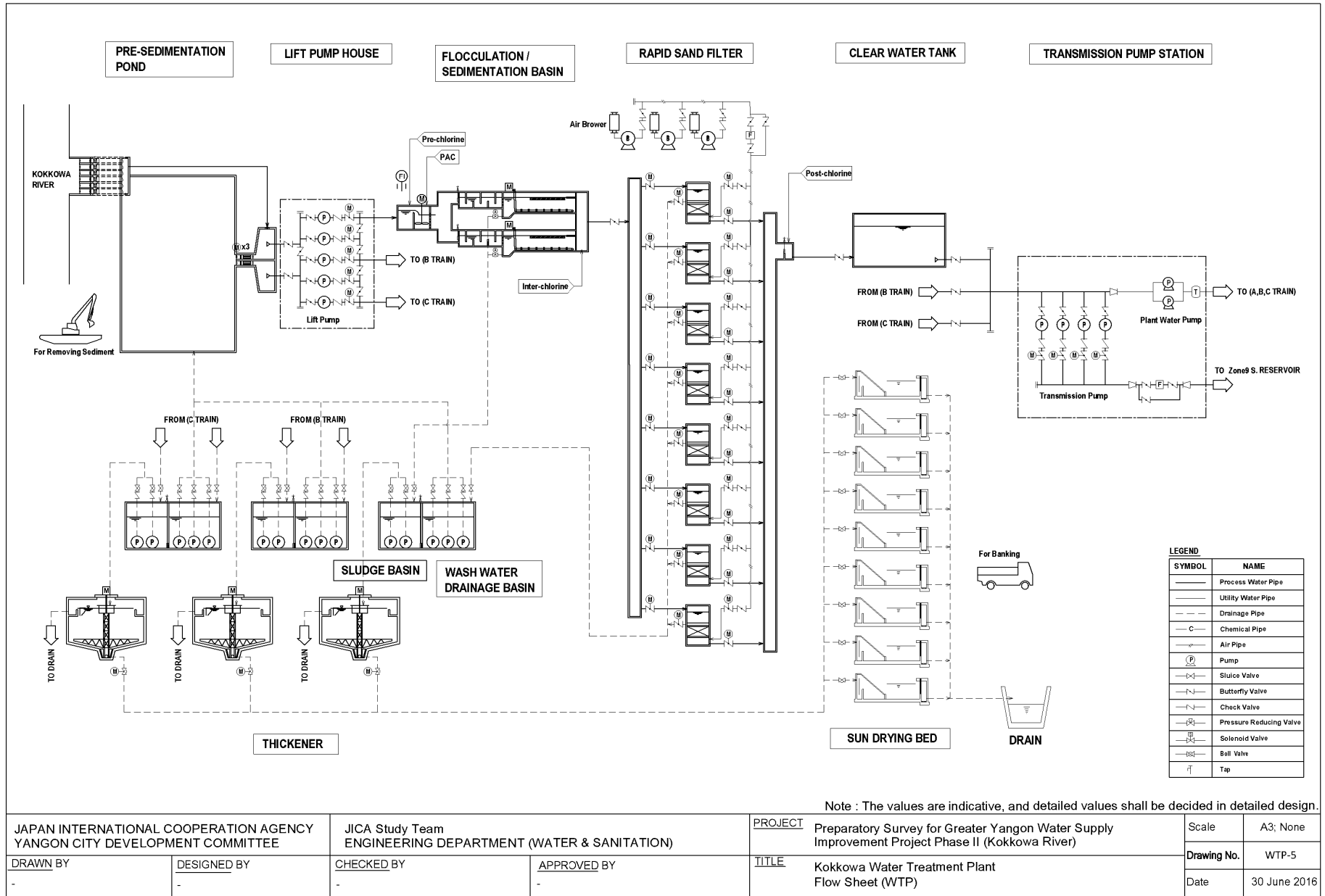


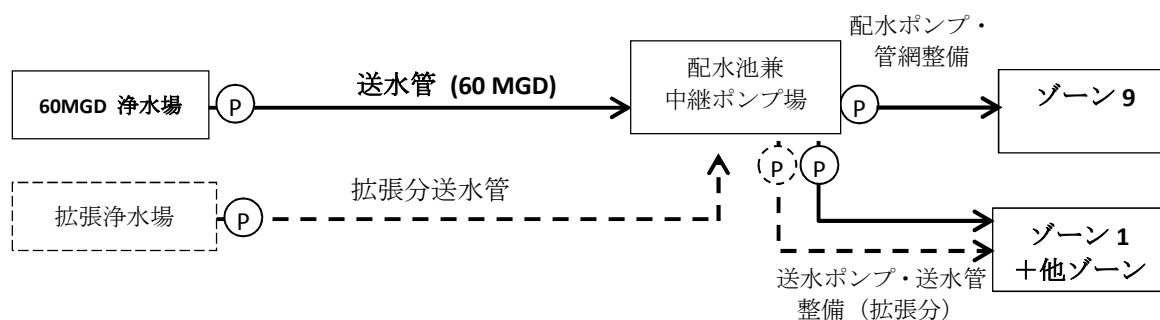
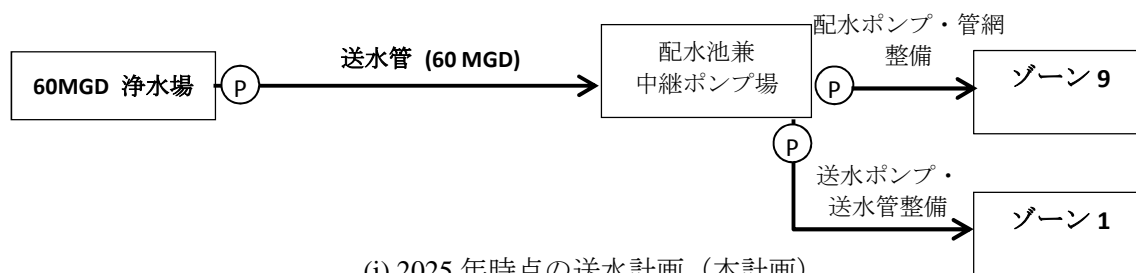
図 4-10 フローシート (浄水施設)

第5章 送水施設

5.1 計画概要

(1) 計画概要

本施設は、ココア浄水場にて浄水処理された浄水をゾーン9配水池へ送水するための施設である。立地条件から浄水場からライン川以東の配水ゾーンへの送水は配水ゾーン9を通過すること、また、浄水場から各々の配水ゾーンまでの距離は遠距離であることなどから、ココア浄水場の浄水は全てゾーン9配水池で一旦受水し、そこから他の配水ゾーンへ送水する。このため、ゾーン9配水池は他の配水ゾーンへ送水するための中継ポンプ場の機能を兼ね備えた施設となる。



出典：JICA 調査団

図 5-1 段階的なゾーン9配水池兼中継ポンプ場への送水計画

(2) 送水管敷設ルート及び占用位置

2025年までの60MGDのココア浄水場の建設に伴い、国道5号線沿いに以下の大口径送水管の布設を計画する。

- ・ 浄水場からゾーン9配水池兼中継ポンプ場への送水管 (本事業)
- ・ ゾーン9配水池兼中継ポンプ場から配水ゾーン1への送水管 (本事業)
- ・ ゾーン9配水池兼中継ポンプ場から配水ゾーン9内の配水本管 (YCDC 独自事業)

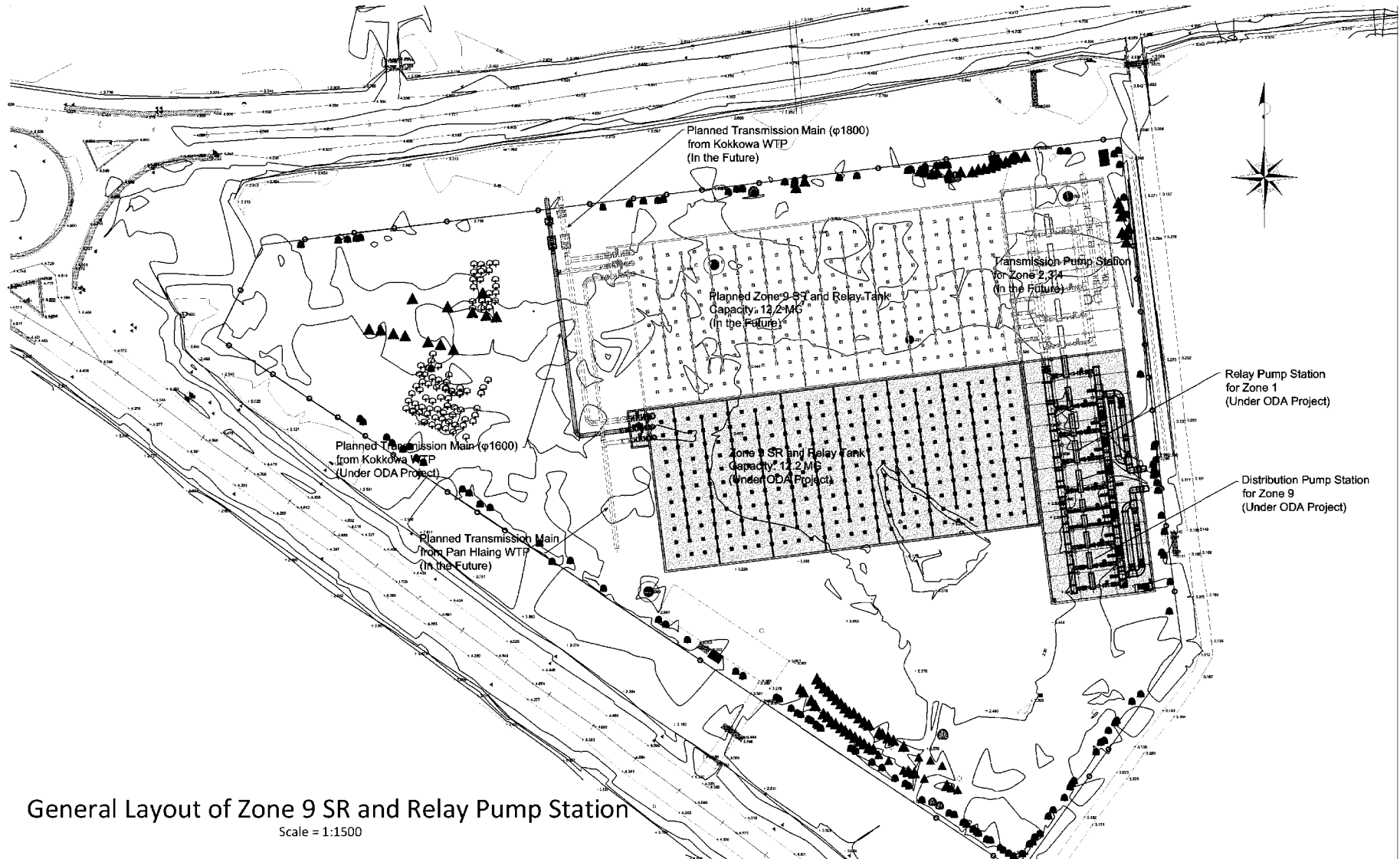
国道5号線は浄水場と配水ゾーン9を結ぶ唯一の道路であり、上記の管路は国道5号線沿いの布設を計画する。送水施設は以下の2つの機能に大別される。施設詳細を表9-1に示す。

5.2 配水ゾーン9への送水施設の概要

本施設は、60 MGD の全浄水をココア浄水場から中継ポンプ場へ送水する。中継ポンプ場はゾーン9配水池と兼用され同敷地内に建設する。施設詳細を表9-1に示す。

5.3 配水ゾーン1への送水施設の概要

本施設は、40 MGD の浄水を中継ポンプ場から配水ゾーン1低区のコカイン配水池へ送水する。一方、既設イエグポンプ場から貯水池系の22.1 MGD を配水ゾーン1高区のセントラル配水池へ送水する。施設詳細を表9-1に示す。

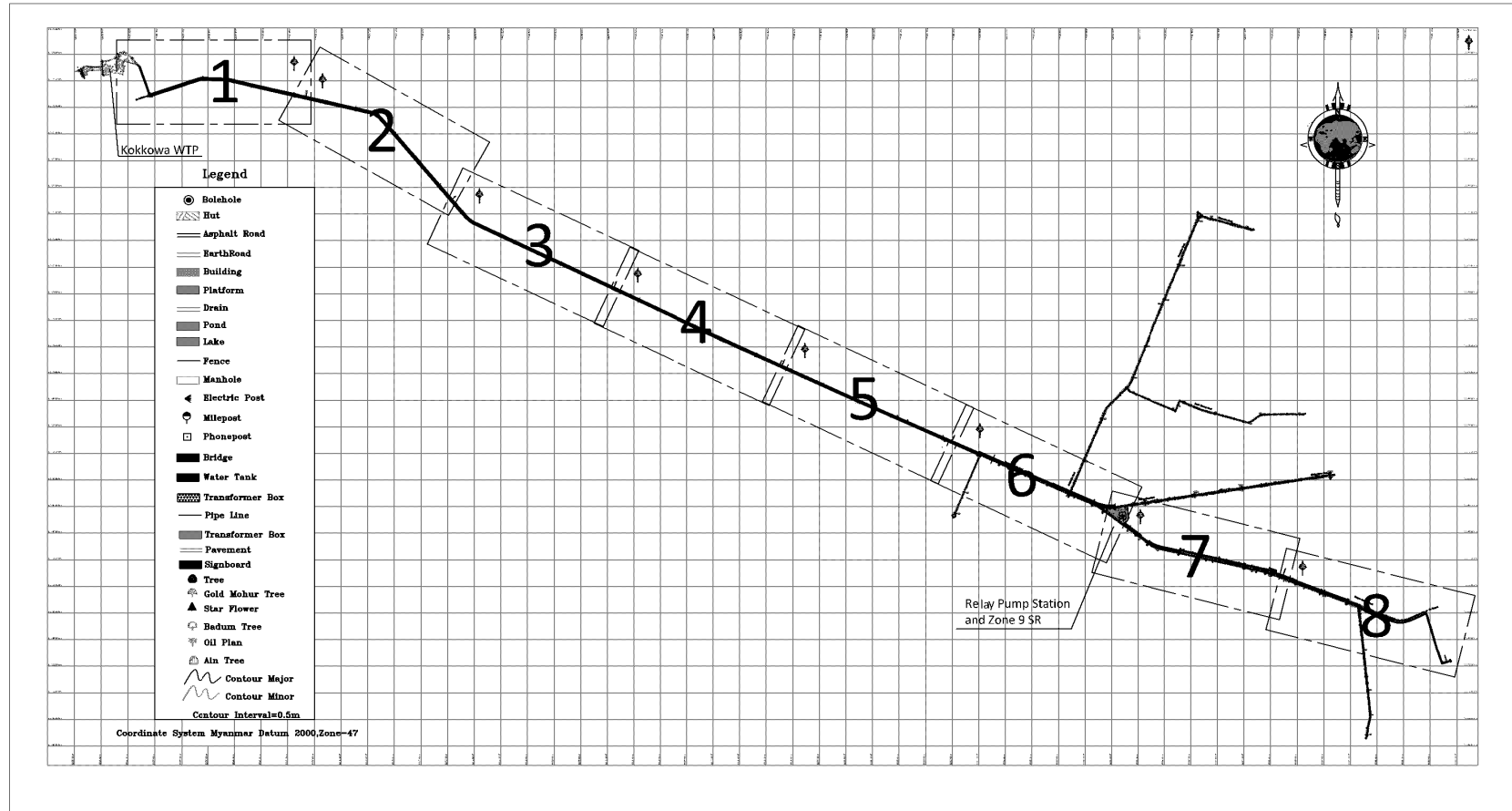


General Layout of Zone 9 SR and Relay Pump Station

Scale = 1:1500

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY YANGON CITY DEVELOPMENT COMMITTEE		JICA Study Team ENGINEERING DEPARTMENT (WATER & SANITATION)		PROJECT	Preparatory Survey for Greater Yangon Water Supply Improvement Project Phase II (Kokkova River)	Scale	1:1500
DRAWN BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	TITLE	General Layout of Zone 9 SR and Relay Pump Station	Drawing No.	Z9SR-1
-	-	-	-			Date	June 2016

図 5-2 ゾーン9 配水池兼中継ポンプ場の配置図

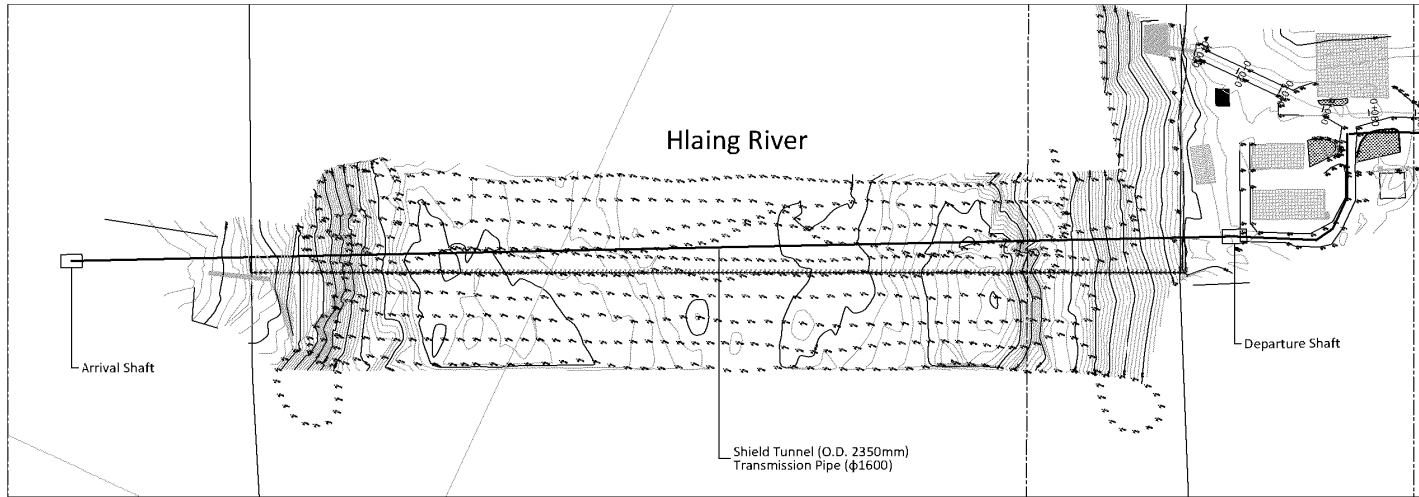


Index Map (1)

Scale = 1: 80000

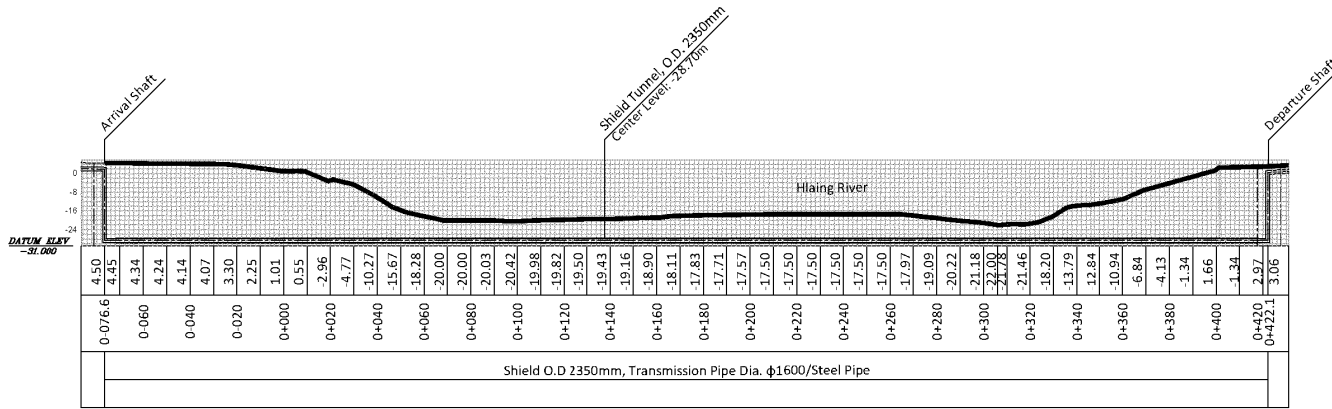
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY YANGON CITY DEVELOPMENT COMMITTEE		JICA Study Team ENGINEERING DEPARTMENT (WATER & SANITATION)		PROJECT Preparatory Survey for Greater Yangon Water Supply Improvement Project Phase II (Kokkowa River)	Scale 1:80000
DRAWN BY -	DESIGNED BY -	CHECKED BY -	APPROVED BY -	TITLE Transmission Pipe to Zone 9 Index Map (Hlaing Tharyar TS)	Drawing No. TRM-PL-001
					Date June 2016

図 5-3 送水管の計画図 (タンタビン及びラインタヤ・タウンシップ)



Hlaing River Crossing Plan

Scale = 1:1000



Hlaing River Crossing Longitudinal Section

Scale: H=V= 1:1000

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY YANGON CITY DEVELOPMENT COMMITTEE		JICA Study Team ENGINEERING DEPARTMENT (WATER & SANITATION)		PROJECT	Preparatory Survey for Greater Yangon Water Supply Improvement Project Phase II (Kokkwa River)	Scale	1:1000
DRAWN BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	TITLE	Transmission Pipe for Zone 1 Hlaing River Crossing Plan and Longitudinal Section	Drawing No.	TRM-PL-013
-	-	-	-			Date	June 2016

図 5-4 Hlaing 川横断平面図・断面図

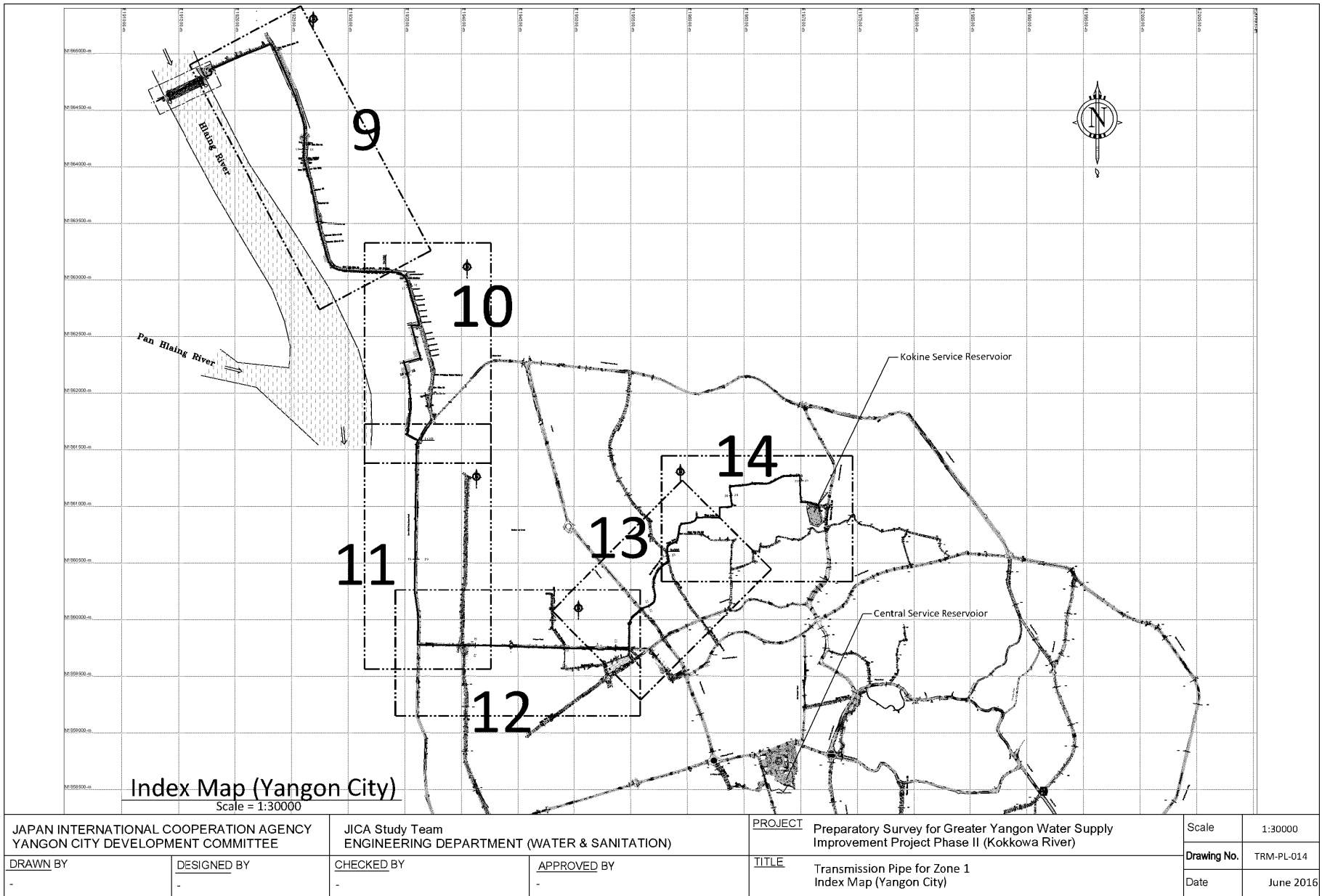
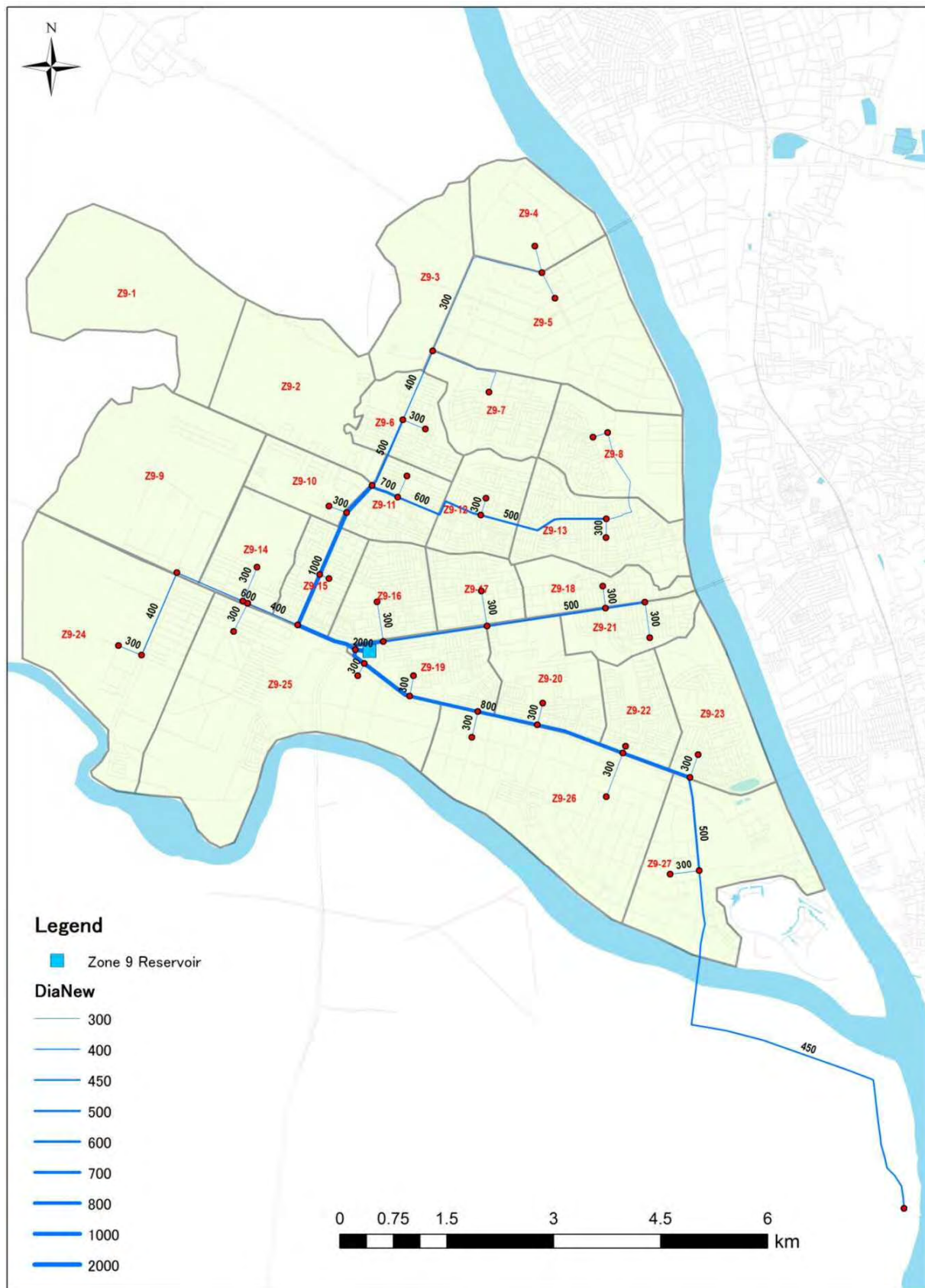


図 5-5 送水管の計画図(ヤンゴン市内)

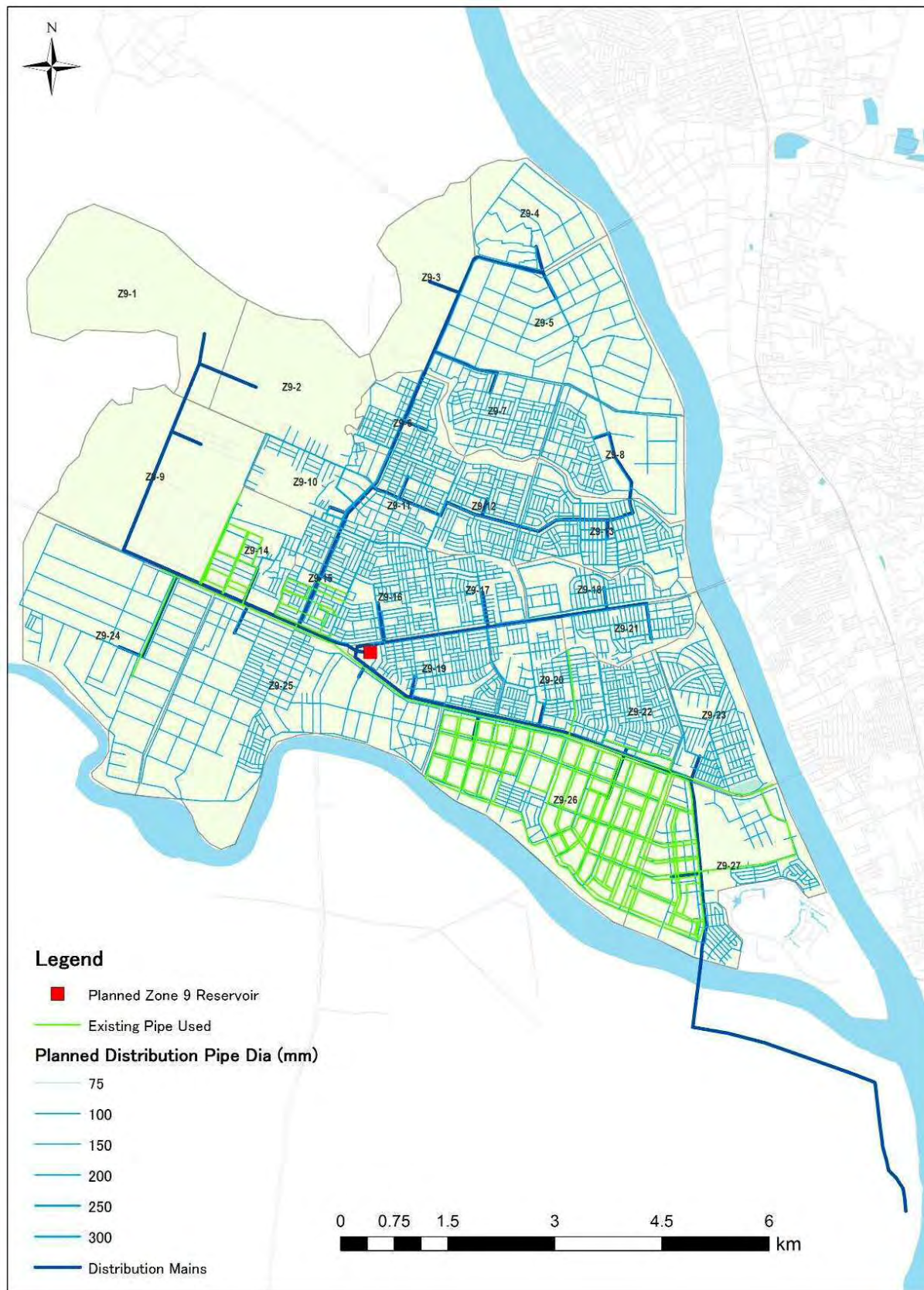
第6章 配水ゾーン9の配水施設

配水ゾーン9の現状1MGDの一日最大給水量は、2025年に19MGD、2040年に49MGDまでに増加する。ゾーン内の均等給水を目的に配水管網のDMAに区分し、2025年に23区画、2040年に27区画を創設する。2025年の水需要を満たす管網計算による配水本管、配水管網を図6-1、6-2、その施設詳細を表9-1に示す。



出典：JICA 調査団

図 6-1 配水ゾーン9の2025年における配水本管の計画図

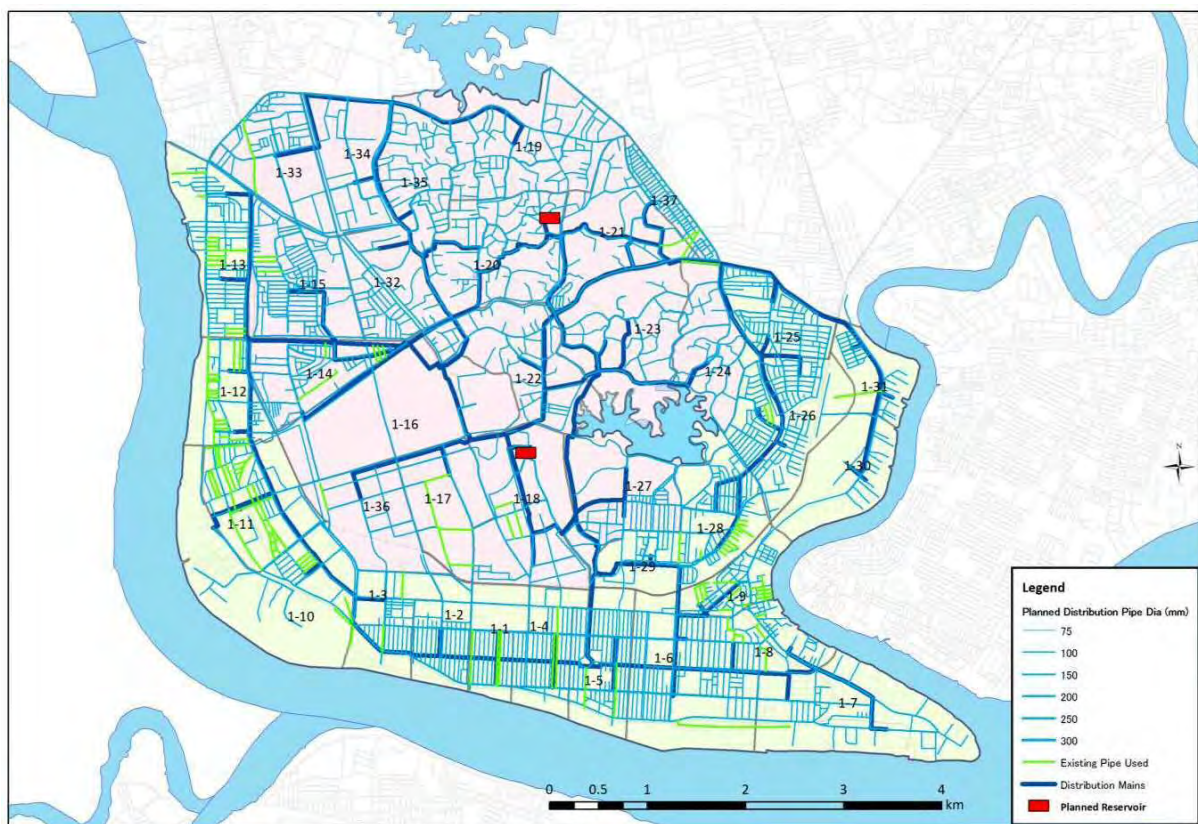


出典：JICA 調査団

図 6-2 配水ゾーン9のDMA・配水管の計画図

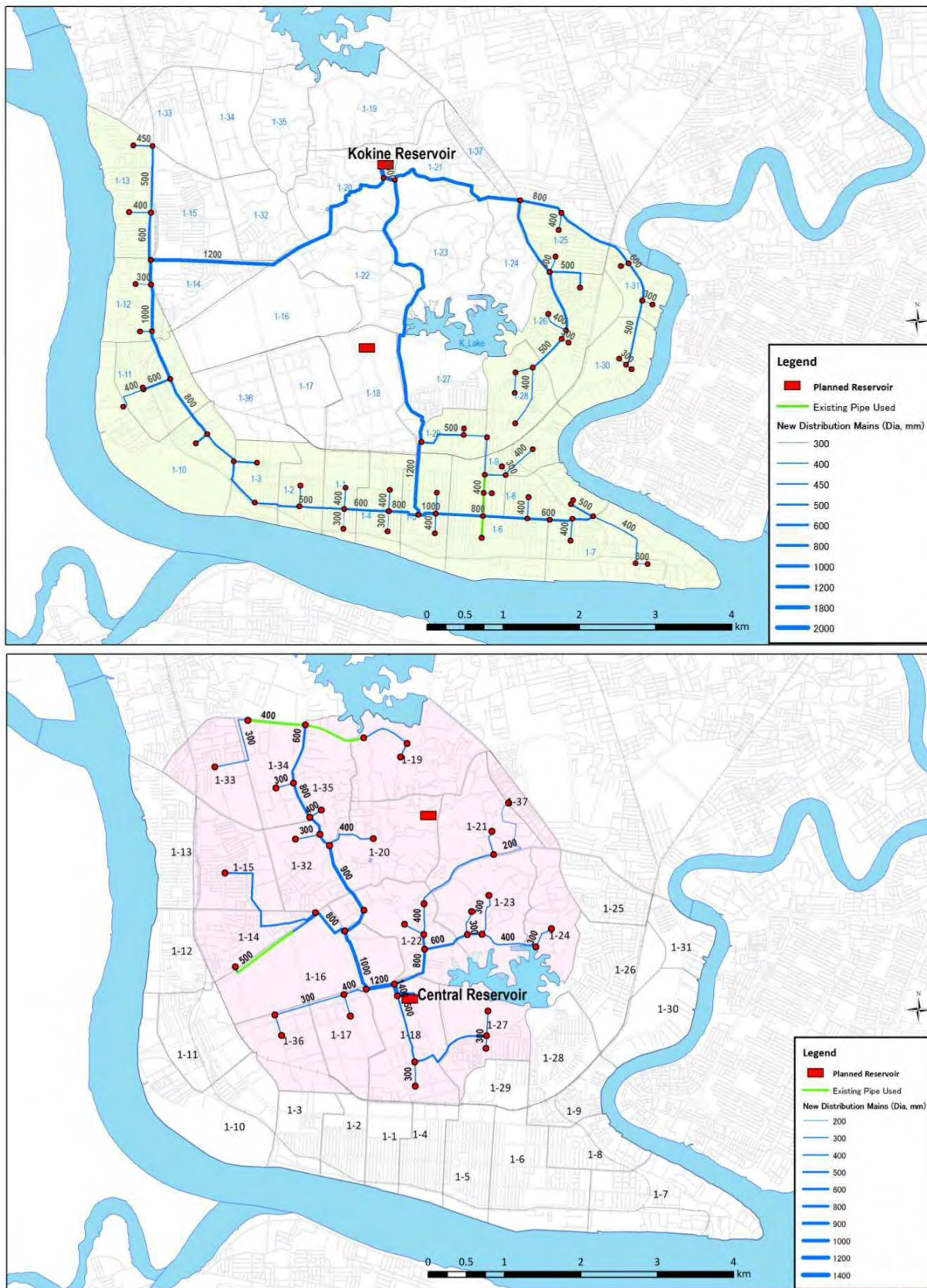
第7章 配水ゾーン1の配水施設

配水ゾーン1の現状44MGDの一日最大給水量は、2025年に54MGD、2040年に71MGDまでに増加する。人口が密集しており交通渋滞の発生が多く大口径の管布設が容易ではないことを考慮して、配水ゾーン1の配水施設は2040年の水需要を満たすために計画する。当該ゾーンを低区・高区の2つのサブゾーンに分割し、2つの配水池を計画する。ココア浄水場からの40MGDの浄水はコカイン配水池を経由して低区へ自然流下方式で配水する。一方、既存イエグポンプ場から送られる貯水池系の水は改築したセントラル配水池から高区へポンプ圧送で配水する。配水ゾーン1を37DMA（低区19DMAs、高区18DMA）に区分し、低区及び高区ごとに、それぞれ図7-1、7-2に示す。また、その施設詳細を表9-1に示す。



出典：JICA 調査団

図 7-1 配水ゾーン1の配水管及びDMAの計画図



出典：JICA 調査団

図 7-2 コカイン配水池からの自然流下系の低区の配水本管の計画図 (上)、及びセントラル配水池からのポンプ加圧系の高区の配水本管の計画図 (下)

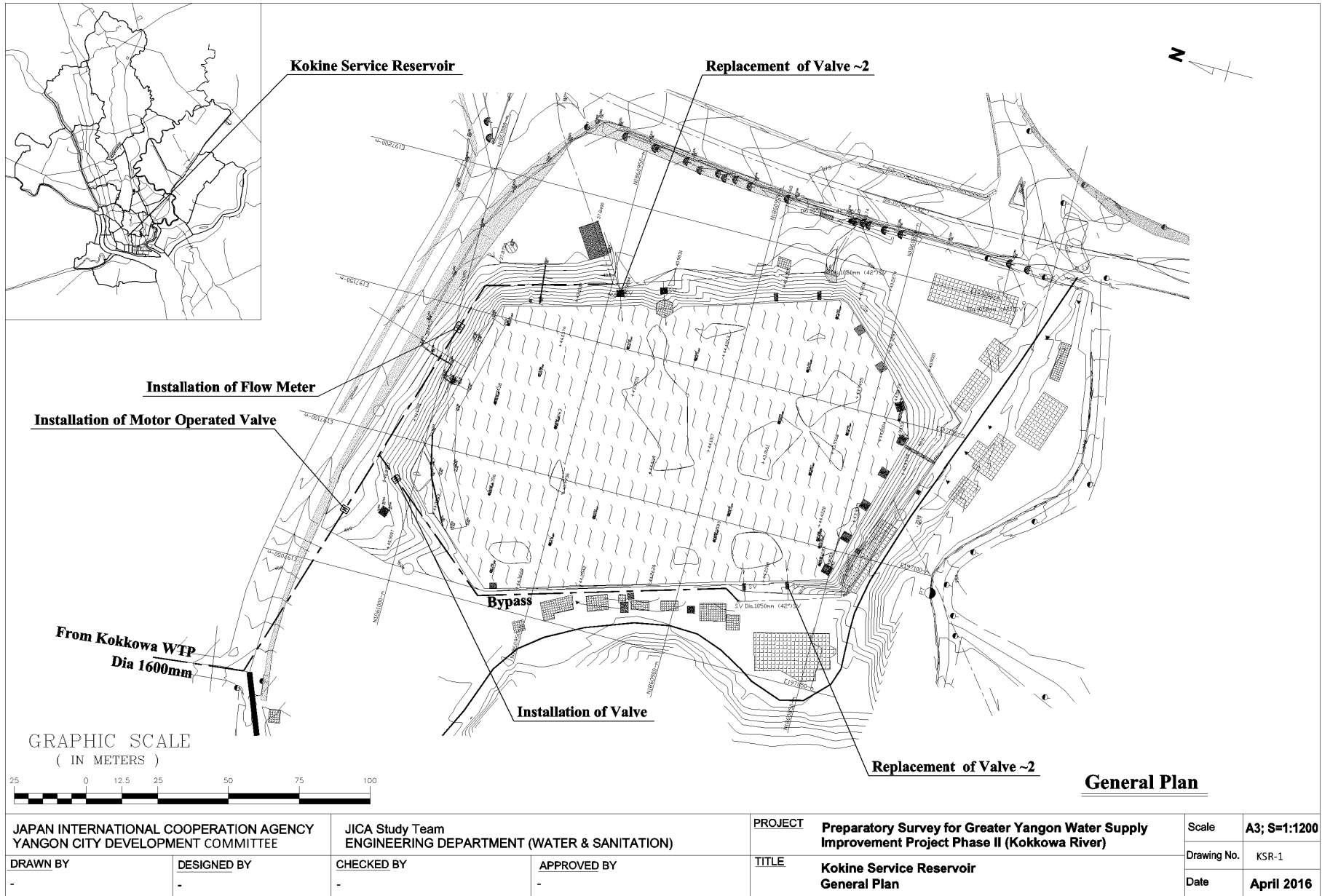
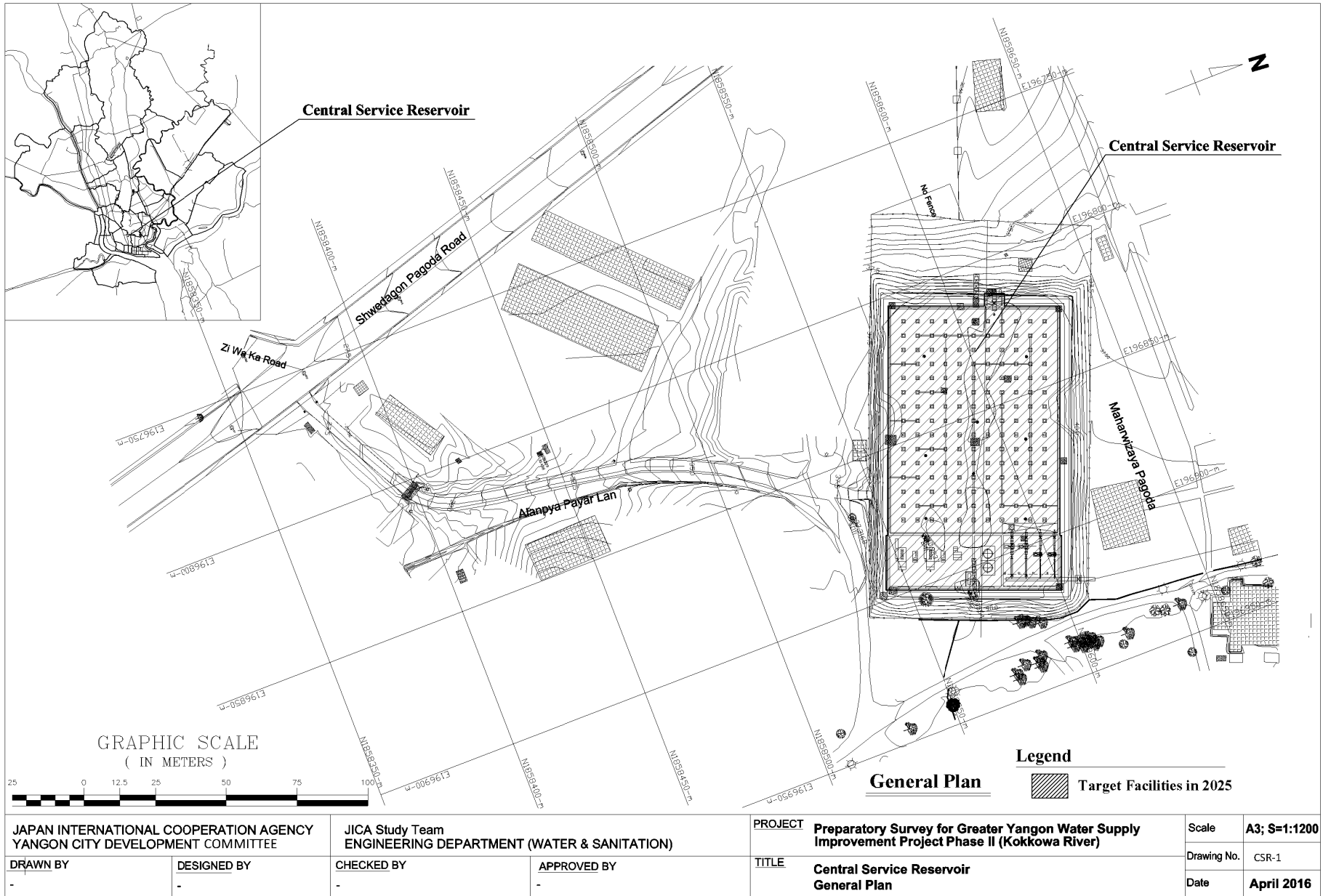


図 7-3 既設コカイン配水池の平面図



32

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY YANGON CITY DEVELOPMENT COMMITTEE		JICA Study Team ENGINEERING DEPARTMENT (WATER & SANITATION)		PROJECT	Preparatory Survey for Greater Yangon Water Supply Improvement Project Phase II (Kokkowa River)	Scale	A3; S=1:1200
DRAWN BY	DESIGNED BY	CHECKED BY	APPROVED BY	TITLE	Central Service Reservoir General Plan	Drawing No.	CSR-1
-	-	-	-			Date	April 2016

図 7-4 セントラル配水池の配置図

第8章 運転・維持管理計画

8.1 既存施設の課題

既設ニューフナピン浄水場については、運転・維持管理、設備、品質管理、構造の面で改善点がある。既設送配水管・給水装置については、仕様・指針・手順の規格化や維持管理の面で改善点がある。さらに、新規給水申し込みや料金徴収といった顧客管理についても改善点がある。

8.2 維持管理体制

既設施設・設備の維持管理については、納入業者からのマニュアル受領、並びにデモンストレーションを実施してもらうなど適切に維持管理し延命化を図る必要がある。

ココア浄水場はヤンゴンで初めての河川を原水とする浄水場であり、様々な機械・電気設備が導入される計画であるため、日本の浄水場のような運転・維持管理方法が求められる。適切に運転・維持管理を実施するためには、浄水場の組織体制、運転管理や保守点検・修繕に関するマニュアルや職員の人材育成を行う必要がある。そのための参考のマニュアルを紹介する。

管路の維持管理やメータ検針・請求・料金徴収改善にも取り組んでいく必要がある。さらに、顧客とよい関係を持つことは事業を推進していくうえで不可欠であるため、広報、啓発も積極的に実施する必要がある。そのための参考のマニュアルを紹介する。

8.3 技術協力プロジェクトで行う技術項目と円借款事業で行う技術支援項目

2016年7月末時点で JICA 技術協力プロジェクトによる YCDC 職員の人材育成支援分野として、「水道事業運営改善」、「無収水削減」、「水質管理」が実施されている。

これに対し本円借款事業で行う分野として、YCDC 独自予算で実施する配水ゾーン9の配水施設の DMA を含む管路設計支援および SCADA 調達支援のための専門家派遣が想定される。

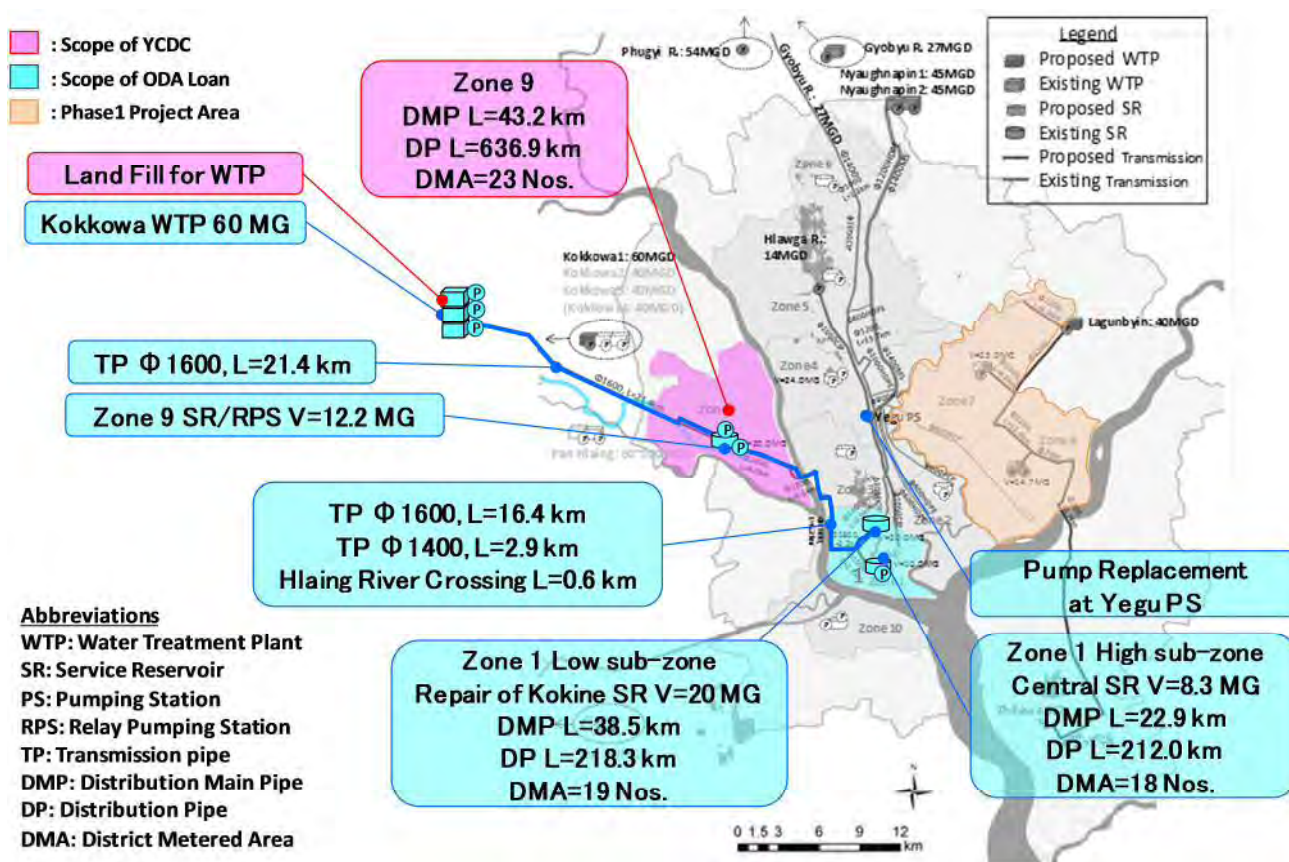
さらに、本事業対象の 60MGD の施設については現地に専門家を派遣すると共に、SCADA に保存される施設運転情報をオンラインで日本の地方自治体や維持管理会社と共有することで、運転分析やマニュアルを改善し、YCDC への運転・維持管理の技術移転を図ることを提案する。

第9章 実施計画

9.1 本事業の工事概要

本事業の工事概要は以下のとおりである。本事業スコープの概要と概要図を以下に示す。

- 円借款対象
 - スコープ1：ココア浄水場建設（60 MGD）
 - スコープ2：送水施設建設（ゾーン9 配水池兼中継ポンプ場、送水管（浄水場からゾーン9 配水池兼中継ポンプ場））
 - スコープ3：送水施設建設（送水管（中継ポンプ場からゾーン1まで）、河川横断）
 - スコープ4：配水ゾーン1 低区の近代化（ココイン配水池の補修、配水本管、配水網及び19 DMA）
 - スコープ5：配水ゾーン1 高区の近代化（セントラル配水池の改築および配水ポンプ場、配水本管、配水網及び18 DMA）
 - スコープ6：詳細設計および施工監理に係る車両調達（四輪駆動車8台）
- YCDC の独自予算対象
 - スコープ7：ココア浄水場用地の盛土工事
 - スコープ8：配水ゾーン9 の配水施設



出典: JICA 調査団

図 9-1 本事業の工事概要

本調査で計画した本事業のスコープ詳細を下表に示す。

表 9-1 本事業の計画スコープの詳細

		施設名	数量	規模	方式等
円借款対象					
スコープ 1: ココア浄水場建設 (60 MGD)					
A	1	堤防防護を含む導水路、取水施設	1 式	140 MGD	スクリーン付角型ゲート W 1500 mm x H 1500 mm x 6 基
		前沈殿池	1 式	60 MGD	表面積: 100,000 m ² 容量=812,000 m ³
	2a	揚水ポンプ室 (土建)	1 式	60 MGD	自動スクリーン x 2 基
	2b	揚水ポンプ室 (機電)	ポンプ設備: 5 台 (3 台+予備 2 台)	20 MGD x 揚程 18m x 約 300 kW	横軸両吸込渦巻ポンプ、回転数制御方式
	3	着水井	1 式 (3 池)	60 MGD	
	4	急速混和池	1 式 (3 池)	60 MGD	攪拌機、越流堰
		フロック形成池	1 式 (3 池)	60 MGD	上下水平迂流式
		沈殿池	1 式 (6 池)	60 MGD	上向流傾斜管式、汚泥掻寄機
	5	急速ろ過池	1 式 (24 池)	60 MGD	自己逆流洗浄式
	6	浄水池	1 式 (3 池)	容量=4125 m ³ x3 池	
	7	薬品注入設備	1 式 (3 系)	60 MGD	液体 ACH、次亜塩素酸ナトリウム
	8a	送水ポンプ場 (土建)	1 式	60 MGD	
	8b	送水ポンプ場 (機電)	ポンプ設備: 4 台 (3 台+予備 1 台)	20 MGD x 揚程 38m x 約 720kW	横軸両吸込渦巻ポンプ、オン・オフ制御方式
	9	洗浄排水池	1 式 (3 池)	60 MGD	排水ポンプ x 9 台
	10	排泥池	1 式 (3 池)	60 MGD	排泥ポンプ x 6 台
11	濃縮槽	1 式 (3 池)	60 MGD		
12	天日乾燥床	1 式 (9 池)	60 MGD		
13	管理施設、水質試験室、浄水場職員用の管理棟等	1 式	60 MGD	中央管理棟、水質試験室、SCADA 室、倉庫、道路、照明、排水路、外周フェンス、修景等	
14	受電設備・自家発電設備	1 式	60 MGD	ラジエータ搭載型ディーゼルエンジン発電機 6MVA	
15	浄水場用の SCADA システム	1 式	60 MGD		
スコープ 2: 送水施設建設 (浄水場～ゾーン 9 配水池兼中継ポンプ場)					
B	1a	送水管	Length: 21.4 km	口径: 1600 mm	管材質: DCIP あるいは MS
C	a	管理施設を含むゾーン 9 配水池兼中継池 (土木)	1 式	12.2 MGD	
	b	ゾーン 9 配水池兼中継池におけるゾーン 1 用の中継ポンプ場 (機電)	ポンプ設備: 4 nos. (3 台+予備 1 台)	16.3 MGD x 揚程 87 m x 約 1250 kW	横軸両吸込渦巻ポンプ、回転数制御方式
		受電設備・自家発電設備	1 式		ラジエータ搭載型ディーゼルエンジン発電機 9 MVA
		送水用の SCADA システム	1 式		

			施設名	数量	規模	方式等
Z	1	ゾーン9用の配水ポンプ場(機電)	ポンプ設備: 2台 (1台+予備1台)	容量: 76 m ³ /分 x 揚程 40 m x 約 720 kW	横軸両吸込渦巻ポンプ、回転数制御方式	
			ポンプ設備: 2台 (1台+予備1台)	容量: 32 m ³ /分 x 揚程 40 m x 約 375 kW	横軸両吸込渦巻ポンプ、回転数制御方式	
スコープ 3: 送水施設建設 (中継ポンプ場~ゾーン1まで)						
B	1b	送水管	延長: 16.4 km	口径 1600 mm	管材質: DCIP あるいは MS	
			延長: 2.9 km	口径 1400 mm	管材質: DCIP あるいは MS	
	2	ライン川河床をシールド工法で横断する送水管	延長: 0.6 km	シールド径 2400 mm 管径 1600 mm	管材質: DCIP あるいは MS	
	3	不断水工法による既存管との仮接続	4ヶ所	口径 1400 mm x 1000mm、 口径 1050 mm x 1000mm、 口径 750 mm x 700mm、 口径 700 mm 不断水弁		
スコープ 4: 配水ゾーン1低区の近代化 (低区)						
D	1	流出入弁を含むコカイン配水池の補修	1式	20 MGD		
	2	配水本管 (推進工法含む)	延長: 38.5 km	口径 300~2000 mm	管材質: DCIP あるいは MS 推進工法 (鉄道横断): 2ヶ所; 口径 600 mm および口径 1200 mm	
	3	配水管、DMA	延長: 218.3 km	口径 100~250 mm	管材質: HDPE あるいは DCIP	
		給水接続の更新	103,200ヶ所			
	水道メータ交換及び設置	103,200ヶ所				
4	DMA用のSCADAシステム	19区画				
スコープ 5: 配水ゾーン1低区の近代化 (高区)						
D	5a	セントラル配水池の改築 (土木)	1式	8.3 MGD		
	5b	ゾーン1高区用の配水ポンプ場(機電)	ポンプ設備: 2台 (1台+予備1台)	容量: 67 m ³ /分 x 揚程 42 m x 約 660 kW	横軸両吸込渦巻ポンプ、回転数制御方式	
			ポンプ設備: 2台 (1台+予備1台)	容量: 32 m ³ /分 x 揚程 42 m x 約 375 kW	横軸両吸込渦巻ポンプ、回転数制御方式	
	6	ケーブル配線、受電設備・自家発電設備	1式		ラジエータ搭載型ディーゼルエンジン発電機 4MVA	
	7	配水本管	延長: 22.9 km	口径 200~1400 mm	管材質: DCIP あるいは MS	
	8	配水管、DMA	延長: 212.0 km	口径 100~250 mm	管材質: HDPE あるいは DCIP	
給水接続の更新		49,100ヶ所				

		施設名	数量	規模	方式等
		水道メータ交換及び設置	49,100ヶ所		
	9	DMA用のSCADAシステム	18区画		
	10	イェグポンプ場の配水ポンプ設備及び関連電気設備の更新	ポンプ設備: 3台 (2台+予備1台)	容量: 11 MGD x 揚程 53 m x 約 450 kW	横軸両吸込渦巻ポンプ、オン・オフ制御方式
スコープ 6: 車両調達					
		コンサルティングサービス用の四輪駆動車の購入			
非円借款対象					
スコープ 7: コックア浄水場用地の盛土工事					
Y	1	浄水場用地の盛土工事(土木)	盛土量: 約 210,000 m ³		
スコープ 8: 配水ゾーン9の配水施設					
	2	配水本管	延長: 43.2 km	口径 300~2000 mm	管材質: HDPE、DCIP あるいは MS
Z	3	配水管、DMA	延長: 636.9 km	口径 100~300 mm	管材質: HDPE
	4	DMA用のSCADAシステム	23区画		

出典: JICA 調査団

9.2 事業実施スケジュール

本事業を円借款により資金調達する場合、ミャンマー国政府は、本事業の実施に係るコンサルタントおよび請負業者の選定を、JICA 調達ガイドラインに準拠して実施しなければならない。事業の実施工程は L/A 調印から瑕疵担保期間完了までを全工程とすると約 9.0 年と想定される。

施工期間は、工事の大部分が管工事となるため、工事進捗は施工業者が投入できる施工班数により決定される。また、5月～10月の雨季においては、雨水排水や安全管理の観点から進捗率の低下や作業中止などの制約が生じることに留意しなければならない。これらを考慮して、建設工事全体の着工から工事完了までは約 5.3 年と想定される。

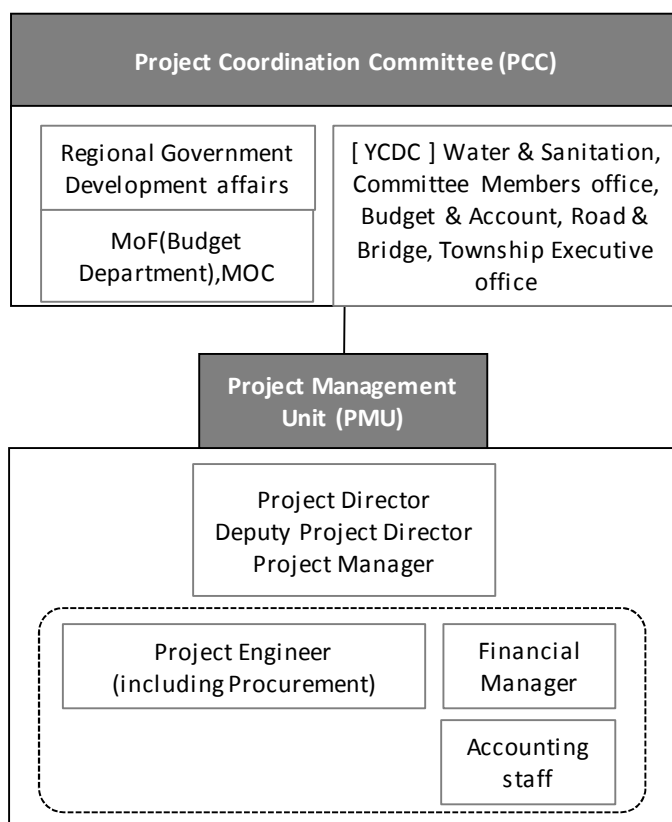
9.3 事業実施体制

本事業の実施体制は、プロジェクト運営調整委員会（PCC）及びプロジェクト・マネジメント・ユニット（PMU）から構成される。

表 9-2 事業実施体制とその役割

機関	担当機関	役割と責任
プロジェクト運営調整委員会 (Project Coordination Committee : PCC)	ヤンゴン地域政府、 YCDC、関連省庁	<ul style="list-style-type: none"> 事業計画・実施活動の調整
プロジェクト管理ユニット (Project Management Unit : PMU)	水衛生局	<ul style="list-style-type: none"> プロジェクト管理 施工監理 モニタリングと調整 予算管理

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 9-2 事業実施の組織体制（案）

(1) 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（PCC）は、事業実施に関する最上位組織であり、本事業の開始時、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り YCDC が議長を務める。主な機能について以下の通りである。

- 事業計画及び予算について認可業務

- 本事業の進捗状況の確認、問題発生時の解決方法の検討
- 定期的な委員会の開催
- 本事業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の促進
- 関係機関の活動状況のモニタリング及びレビュー
- 関連機関の本事業の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

(2) プロジェクト管理ユニット (PMU)

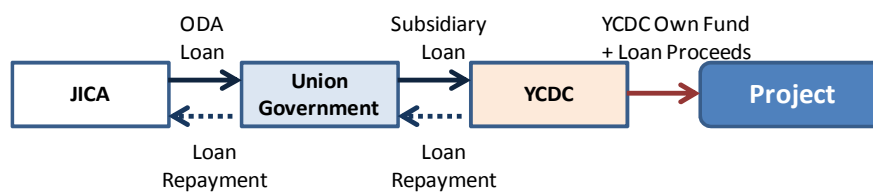
プロジェクト管理ユニット (PMU) は、本事業の運営と管理・モニタリングの促進を目的として、水供給・衛生局内に一時的に立ち上げられる組織である。プロジェクト・ダイレクターは、品質の確保、工期の遵守を図りつつ事業を進捗させるために、部門間の調整、関連事業者との調整等を含め、本事業の実施のすべてに責任・権限をもつ。PMUの主な機能について以下に示す。

- ・ 本事業の期間中における、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
- ・ 本事業実施の調整と管理
- ・ 本事業の進捗を確認するためのモニタリング・評価体制の構築
- ・ 本事業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、本事業実施、本事業進捗状況の報告
- ・ 建設工事の調整および施工監理
- ・ 本事業に必要な資機材、工事及びサービスの調達
- ・ 本事業活動に必要な資金の調達と分配
- ・ 本事業の会計の運用と監査の実施

第10章 財務・経済分析

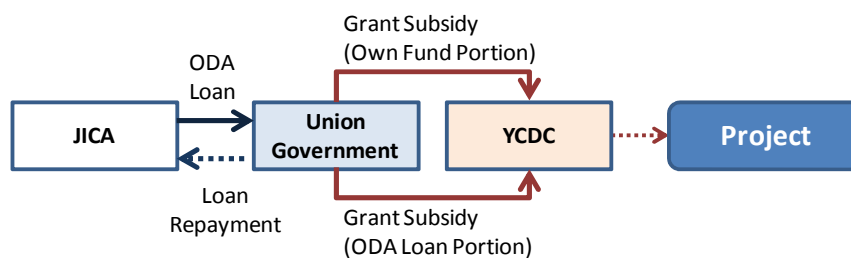
現在の水道料金水準に基づくベースケースの収入では、初期投資額のみならず O&M 費用を賄うこともできないことから、プロジェクトの財務キャッシュフローは、プロジェクトライフのほとんど全期間に亘ってマイナスとなる。財務的内部収益率（FIRR）は-18.7%と推計され、プロジェクトは財務的にフィージブルでないと評価される。一方、経済的内部収益率（EIRR）は 14.3%となり、経済的にフィージブルであると評価される。

プロジェクトが非常に大規模であり、水道事業の収益性が低いことから、YCDC の財務健全性を確保するために、YCDC は水道料金の値上げを行い維持管理費用、初期投資及び円借款債務の転貸に由来する金融費用を賄う必要がある。財務分析の結果によれば、YCDC は 2019 年と 2023 年の 2 回にわたり、それぞれ 50 %以上の料金値上げが必要となる。急激な値上げを抑制するためには、中央政府が YCDC に無償資金支援（政府補助金による支援）を行い、自己資金部分の支出または円借款転貸の返済義務の一部を免除する方が望ましい（下図参照）。



出典: JICA 調査団

図 10-1 円借款の転貸



出典: JICA 調査団

図 10-2 中央政府からの補助金

なお、貧困層の水道サービスに対する支払可能額を所得の 3~4 % とすると、水道料金水準は検討した全てのケースで所得の 3% 未満となり、住民にとって値上げ後の料金は支払可能の範囲内にあると考えられる。

第11章 環境社会配慮

11.1 環境社会配慮に関する状況

ミャンマー国の環境社会配慮に関する法令・基準としては、Environmental Conservation Law (2012) と Environmental Conservation Rules (2014) が発令されており、2016年1月にはプロジェクトのスクリーニング、IEE/EIA レポートの様式、住民説明、承認手続き、モニタリング等について網羅した環境影響評価に関する承認手続き法 (The EIA Procedure) が公布されている。同承認手続き法では IEE/EIA の対象となる事業カテゴリーについて定義しているが、河川からの表流水を利用する本事業は IEE/EIA の対象とされていない。

本事業における施工、運転管理段階の大気質、水質、廃棄物、騒音等に関する管理基準は、ミャンマー国、WHO および EHS 基準に準拠することとする。事業実施による文化遺産、生態系、保護区、少数民族・先住民に対する負の影響は予測されていない。また、施設設計においては干ばつや洪水等の気候変動への対策を考慮している。事業実施に際しては、HIV 感染症対策や女性の労働負担軽減、雇用機会創出などに配慮する必要がある。

11.2 用地取得と非自発的住民移転

ミャンマー国の用地取得と住民移転に関して全てを網羅した法規は未制定となっており、1894年に制定された The Land Acquisition Act が用地取得に関する基本的な法的根拠となっている。住民移転に関する記載はいくつかの法律で確認できるが、厳密な法的手続き等については未制定となっているため、本事業においては JICA 環境社会配慮ガイドライン及び世銀 OP 4.12 に基づいた補償、生活再建策、苦情処理、モニタリング、住民協議を実施することとする。実施組織は YCDC の水供給・衛生局のスタッフによって構成され、水供給・衛生局のチーフエンジニアによって管轄されることが予定されている。補償費用、生活再建策等に関する費用は YCDC の水供給・衛生局の予算に計上される。

(1) YCDC は浄水場建設予定地のうち、前沈殿池の拡張部分以外の用地取得 (42.68 Acre) を 2015年に終えている。浄水場建設予定地内に不法占拠家屋はないため、非自発的住民移転は発生しない。一方、前沈殿池の拡張部分の追加 20 Acre の用地取得の手続きは、2017年1月に YCDC が調達委員会及び管理委員会をそれぞれ組織し、開始された。当該 20 Acre 用地は水田であり、居住世帯等は確認されていないことから、非自発的住民移転は発生しない。

(2) 送水管の布設位置について、本調査ではいくつかの代替案を比較し、土地取得面、技術面、維持管理面、環境社会配慮面から総合的に判断し、維持管理が容易で、障害物、移転家屋が少ない案を採用した。2017年1月現在、計 41 の不法占拠世帯等が、送水管計画位置の周辺に散らばって存在している。一方、ヤンゴン地域政府による国道 5 号線沿いを含むヤンゴン地域全体の不法住民移転計画は未発表のままである。

(3) 河川横断部については、MoAI 用地内に発進立坑、作業ヤードを設置する予定であるため、YCDC は用地占用に関する承認レターの発行を MoAI に要請中である。

(4) 配水池建設予定地は YCDC 所有の土地となっており、用地取得、及び非自発的住民移転は発生しない。

(5) 配水管布設予定地は YCDC が管理する既存の道路下に布設する予定であり、用地取得、及び非自発的住民移転は発生しない。

11.3 浄水場事業に対するステークホルダーミーティング

(1) 事業説明会 (2015 年 4 月)

2015 年 4 月 11 日及び 12 日の 2 日間に、ココア浄水場の建設事業に関する説明会が、隣接する Anyasy 村で YCDC により開催された。この説明会は、地元の高僧と住民を招待し事業の成功を祈る宗教的儀式を含む伝統的な方法であった。

(2) 浄水場事業に関する SHM (2017 年 1 月)

2017 年 1 月 11 日、事業に関するステークホルダーミーティング (SHM) が YCDC により開催された。SHM では、20 Acre の追加用地取得、用地取得に関する JICA 政策やエンタイトルメント、カットオフデートなどを含む事業概要が説明されて、参加者から反対意見等はなかった。

11.4 国道 5 号線の送水管敷設位置における社会経済インタビュー調査

2017 年 1 月 16 日及び 17 日に、調査団は、国道 5 号線の送水管計画位置上の不法占拠世帯等を対象とした社会経済インタビュー調査を以下の通り実施した。

- ✓ 調査結果として、送水管計画位置の周辺で計 41 の不法占拠家屋を確認し、そのうち、送水管路線に支障となる 6 ヶ所の不法占拠世帯/商業施設、及び 1 ヶ所の簡易宗教施設を特定した。
- ✓ 社会経済インタビュー調査の冒頭で、不法占拠世帯に対し、以下の 7 点を口頭で説明した。
 1. 国道 5 号線の道路用地内での送水管敷設事業
 2. 本事業による移転の必要性、及び不法占拠の法的状況
 3. 本事業による環境社会影響、及び緩和策
 4. 不法占拠住民に対する非自発的移転に関する JICA 政策及びエンタイトルメント
 5. カットオフデート
 6. 移転のスケジュール
 7. 移転に関する YCDC のコンタクト先
- ✓ 基本的には、全ての不法占拠の被影響住民は本事業の実施に賛成している。

第12章 事業効果

12.1 定量的効果

本事業の実施により期待される直接効果は、円借款フェーズ1事業と同様に以下のとおりである。

1. 浄水処理された安全な水の給水を受ける人口が増加する。
2. 1人当りの水使用量が増加する。
3. 給水水質が改善される。
4. 給水時間が増加する。

下表に本事業の運用効果指標と目標年の数値を示す。

表 12-1 運用効果指標

指標	基準年 (2015年)	目標年 (2026年)
配水ゾーン1及び9の指標		
運用指標		
給水人口 (単位千人)	546	1,040
- 配水ゾーン1 (低区)	369	457
- 配水ゾーン1 (高区)	142	219
- 配水ゾーン9	36	364
一日最大給水量 (MGD)	46	75
- 配水ゾーン1 (低区)	32	37
- 配水ゾーン1 (高区)	12	18
- 配水ゾーン9	2	20
最大施設稼働率 (%) (ココア浄水場) *1	-	95
配水管網内の有効水圧 (MPa) *2*3	0.075	0.15
無収水率 (%) *2*4	66	20
消毒施設の連続稼働率 (%) *3	0	100
残留塩素濃度の最小値 (mg/L) *3	0	0.1
効果指標		
水道普及率 (%)	36	63
ヤンゴン市の指標 (参考)		
給水人口 (単位千人)	1,991	3,789
一日最大給水量 (MGD)	162	274
水道普及率 (%)	37	58

注:

*1: 施設稼働率= 配水ゾーン1及び配水ゾーン9の一日最大給水量/ ココア浄水場の計画施設能力

*2: 基準値は2011年のヤンゴン市の平均値とする。

*3: 目標値は2014水道MPにおける目標値とする。

*4: 目標値は東南アジアの諸都市の平均レベルとする。

その他: 目標値は本調査の水需要量の値とする。

目標年は施設完成年(2024年)の2年後とする。

出典: JICA 調査団

また下表の通り、各々の事業効果のモニタリングの入手方法を提案する。

表 12-2 指標のモニタリング方法

配水ゾーン1及び9の指標	モニタリング担当部署	入手方法	モニタリングの頻度
給水人口	YCDC	計算式＝各戸給水接続数×平均世帯人員	年1回
日最大給水量	YCDC	配水池（ゾーン9、ココイン、セントラル）からの配水量	年1回
ココア浄水場の施設利用率	YCDC	計算式＝ココア浄水場年間生産水量/年間日数/浄水場処理能力	年1回
給水圧力	YCDC	配水管網のうち、もっとも圧力が低くなると想定される位置にて測定（配水管網の末端または標高が高い場所）	年4回
無収水率	YCDC	計算式＝年間有収水量/年間配水量（ゾーン9、ココイン、セントラル配水池からの配水量）	年1回
塩素消毒の連続実施率	YCDC	ココア浄水場にて測定	年4回
遊離残留塩素濃度	YCDC	配水管網のうち、もっとも残留塩素濃度が低くなると想定される箇所にて測定（配水管網の末端）	年4回
水道普及率	YCDC	計算式＝各戸給水接続数/（人口÷平均世帯人員）	年1回

出典: JICA 調査団

12.2 定性的効果

本事業実施の定性的な効果として、以下が考えられる。

- ヤンゴン市民の生活環境が改善される。
 - 給水状況の改善は、コレラ、腸チフス、皮膚病および眼病など水系疾病発症の低減に寄与する。これは、家庭の医療費の低減、健康の増進に寄与する。
 - 飲料水購入代金が減少し家庭の水支出に対する負担が減少する。
 - 必要な時に必要量の水を使用可能となり、水利用の利便性が高まる。
 - 水汲みの時間と労力が低減および緩和され、労働および就学の機会が増える。

- ヤンゴン市の投資環境が整備される。
 - 水道施設の建設および維持管理を通じて雇用機会が生まれる。
 - 地域住民の生計の安定に寄与し、政情の安定化に寄与する。
 - 現在の不衛生な給水により不利益を受けている産業および各種事業が活性化され、同国の経済発展に寄与する。
 - 地下水取水量の減少による将来想定される地盤沈下の防止（構造物の破損防止）と地下水の塩水化が防止できる。

第13章 提言

既存の給水状況の主要な問題は、低い給水普及率、低い給水圧と短い給水時間、飲用できない給水水質である。水道施設における主要な問題は、限られた浄水生産量、老朽化した管路、塩素消毒施設の不備がある。水道運営の主要な課題は、高い無収水率や水道経営基盤の不備があげられる。これらの問題に対処するための、提案された施設整備を早急に開始する必要がある。

また、能力向上に関しても、高い技術力を有する日本等の国からの支援の元、効率的かつ迅速にその運営ノウハウ・技術の移転を行うことを薦める。そのためには平行して実施されている円借款フェーズ1プロジェクト、JICA 技術協力プロジェクト、並びにその他援助プロジェクトを通じた経験の蓄積は YCDC にとって有益である。

長期間インフラ投資が滞ったため、水道サービスレベルも低いままであり、水道サービスの改善のための施設整備には、多額の資金の投入が必要となる。様々なドナーの低利融資を活用することにより YCDC あるいは国の負担を少なくして整備を実施する必要がある。しかしながら、大規模な投資条件と給水プロジェクトの低い収益性のために、YCDC は中央政府からの補助金制度を必要としている。ODA ローンの返済額及び自己資金額の両方（あるいはどちらか）を中央政府が負担することが求められる。

さらに、持続的に施設を整備し水道サービスを改善するためには、水道料金の引き上げと最適化が避けられない。住民への啓蒙活動、貧困層への配慮等を検討し、最適な水道料金を設定し、その実現に向けた取り組みが望まれる。

