

独立行政法人国際協力機構 (JICA)

インドネシア国ジャカルタ特別州
下水道整備事業に係る補完調査

ファイナル・レポート

2015年5月

株式会社日水コン
日本工営株式会社
北九州市上下水道局
株式会社オリエンタルコンサルタンツ
株式会社ウォーターエージェンシー

目次

第1章 緒論

1.1	調査の背景と目的	1-1
1.1.1	背景	1-1
1.1.2	目的	1-2
1.2	業務概要	1-2
1.3	ファイナル・レポートの内容	1-3

第2章 パイロット・プロジェクトの実施支援

2.1	パイロット・プロジェクトの準備支援業務の進捗状況	2-1
2.2	パイロット・プロジェクト対象の管渠ルートを選定とデータ収集	2-1
2.2.1	パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠ルートを選定	2-2
2.3	パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の詳細設計支援	2-3
2.3.1	第1処理区の幹線管渠の概略設計	2-3
2.3.2	パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の詳細設計	2-5
2.4	本PPにおける国際・国内競争入札の事前資格審査(P/Q)と 入札図書作成支援	2-7
2.4.1	事前資格審査(P/Q)図書	2-7
2.4.2	入札図書(T/D)	2-9
2.4.3	技術仕様書	2-9
2.5	パイロット・プロジェクトにおけるリスクの把握と回避策の提案	2-10

第3章 既存排水路を活用した段階的下水道整備手法の提案

3.1	目的	3-1
3.1.1	段階的な下水道整備計画策定の目的	3-1
3.1.2	ジャカルタにおける下水道整備方策の視点	3-1
3.2	調査の方法	3-8
3.3	インターセプター方式下水道の事例	3-9
3.3.1	インターセプター方式下水道による下水道整備計画	3-9
3.3.2	他の段階的な下水道整備計画事例	3-19
3.4	既存排水路維持管理の実態調査	3-23
3.4.1	既存排水路の現状	3-23
3.4.2	既存排水路の維持管理実態調査	3-25
3.5	既存排水路を活用した下水道整備方策の提案	3-30
3.5.1	既存排水路管理の基本的考え方	3-30
3.5.2	既存排水路の維持管理実態調査	3-31

3.6	下水道の段階的整備を支える行財政制度	3-35
3.6.1	下水道料金制度	3-35
3.6.2	水環境改善効果に対する住民理解の促進	3-40
3.6.3	下水道接続を促す法制度	3-41
3.7	解決すべき課題と提言	3-44

第4章 下水処理場の概略設計および概算事業費積算

4.1	施設配置計画の立案	4-1
4.1.1	設計条件	4-1
4.1.2	処理場施設概要	4-3
4.1.3	下水処理施設の概略設計	4-16
4.2	概略設計レベルの概算事業費の積算	4-22
4.2.1	建設費用	4-22
4.2.2	施設更新費用	4-26
4.2.3	維持管理費用	4-29

第5章 環境社会配慮

5.1	案件対象地の概要	5-1
5.1.1	自然環境	5-1
5.1.2	社会環境	5-4
5.1.3	プロジェクトサイトの様子	5-9
5.2	環境社会配慮手続き	5-9
5.2.1	「イ」国の環境社会配慮関連法規の概要	5-9
5.2.2	「イ」国の環境行政組織	5-11
5.2.3	AMDAL 対象事業	5-11
5.2.4	AMDAL 実施手続き	5-12
5.2.5	JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）との乖離	5-13
5.3	代替案（事業を実施しない案を含む）	5-13
5.3.1	代替案の比較結果（下水処理場候補地）	5-13
5.3.2	代替案の比較結果（下水幹線ルート）	5-14
5.3.3	代替案の比較結果（パイロットプロジェクトルート）	5-15
5.4	影響項目（スコーピング案）	5-15
5.5	影響評価	5-17
5.6	モニタリング計画	5-19
5.6.1	工事中のモニタリング計画（案）	5-19
5.6.2	供用中のモニタリング計画（案）	5-19
5.7	土地収用・住民移転	5-20
5.7.1	Pluit 調整池西岸の用地の変遷	5-20
5.7.2	移転住民	5-23
5.8	その他	5-26

5.8.1	モニタリングフォーム（案）	5-26
5.8.2	環境チェックリスト	5-27

第6章 推進工法の技術等に関する「イ」国でのセミナー及び本邦でのワークショップ

6.1	事前計画	6-1
6.2	ジャカルタにおけるセミナー	6-1
6.2.1	第1回セミナー	6-1
6.2.2	第2回セミナー	6-3
6.3	日本で開催したワークショップ	6-6
6.3.1	準備	6-6
6.3.2	北九州市でのセミナー	6-7
6.3.3	推進工法による工事現場視察及び掘進機工場見学	6-10

第7章 結論および提言

7.1	結論	7-1
7.2	提言	7-2

図表リスト

表 2.1	パイロット・プロジェクトの支援業務の進捗状況	2-1
表 2.2	パイロット・プロジェクト対象幹線管渠ルートの変替案比較検討	2-2
表 2.3	第1処理区の下水道計画における計画日平均流量	2-4
表 2.4	第1処理区の幹線管渠の流量計算書の一部	2-4
表 2.5	パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の詳細概要	2-5
表 2.6	PP の設計、施工、運転の各段階に生じる潜在的なリスクとその回避策	2-11
表 3.1	PD PAL Jaya の接続戸数	3-3
表 3.2	下水道施設の段階的整備の考え方	3-7
表 3.3	インターセプター方式下水道の特徴	3-10
表 3.4	汚濁負荷量原単位	3-15
表 3.5	既存排水路の調査項目	3-25
表 3.6	既存排水路の破損・沈下状況（モデル地区）	3-27
表 3.7	既存排水路の破損・沈下状況（幹線道路 1/2）	3-28
表 3.8	既存排水路の破損・沈下状況（幹線道路 2/2）	3-29
表 3.9	既存排水路管理の基本的考え方	3-30
表 3.10	大阪市の下水道料金体系（1972 年）	3-36
表 3.11	シンガポールの上下水道料金体系	3-36
表 3.12	マレーシアの下水道料金（一般家庭）	3-37
表 3.13	マレーシアの下水道料金（商業）	3-38
表 3.14	上海市上下水道料金	3-39
表 4.1	計画下水量	4-1
表 4.2	主な水質項目及び設計水質	4-1
表 4.3	立地条件	4-2
表 4.4	各処理方式の評価項目及び評価内容	4-3
表 4.5	日本の下水道法における処理法別計画放流水質	4-3
表 4.6	処理方式別放流水質評価（日本の下水道法による計画放流水質に基づいて）	4-5
表 4.7	処理方式別必要敷地面積及び建設費用評価	4-6
表 4.8	処理方式別維持管理特性及び費用の評価	4-8
表 4.9	全世界における 2007 年以降 MBR の導入実績	4-10
表 4.10	ケース別処理場施設建設計画の考え方	4-11
表 4.11	主な処理施設の概要	4-12
表 4.12	MBR における膜モジュールの設置方式の特徴	4-16
表 4.13	水処理施設の構成	4-17
表 4.14	流入ポンプ施設の設計概要	4-18
表 4.15	沈砂池の設計概要	4-19
表 4.16	流量調整槽の設計概要	4-19
表 4.17	曝気槽及び膜分離槽の設計仕様	4-20
表 4.18	建設費用の積算方式	4-23
表 4.19	概算建設費	4-24
表 4.20	各ケース別埋立廃棄物の処分費用	4-25

表 4. 21	施設更新時期の選定	4-26
表 4. 22	ケース 1 における運転開始後 20 年間の更新費用	4-27
表 4. 23	ケース 2 における運転開始後 20 年間の更新費用	4-28
表 4. 24	維持管理費用算定条件及び各種単価	4-31
表 4. 25	ケース 1 における 20 年間の維持管理費	4-32
表 4. 26	ケース 2 における 20 年間の維持管理費	4-32
表 4. 27	新設処理場の維持管理要員数及び業務分掌	4-34
表 4. 28	ケース 1 における人件費	4-35
表 4. 29	ケース 2 における人件費	4-35
表 4. 30	インドネシア国の産業用電力料金表 (2014 年 11 月から適用)	4-36
表 4. 31	下水処理場の電力消費量	4-37
表 4. 32	下水処理場の運転に必要な電気使用量及び電気費用	4-38
表 4. 33	膜洗浄に必要な薬品投入濃度及び必要薬品量	4-39
表 4. 34	薬品使用量及び薬品費	4-39
表 4. 35	ケース 1 における修繕費 (20 年間)	4-41
表 4. 36	ケース 2 における修繕費 (20 年間)	4-42
表 4. 37	一般経費の内訳	4-44
表 5. 1	ジャカルタ特別州における気象	5-1
表 5. 2	Pluit 貯水池上流の水質	5-3
表 5. 3	ジャカルタ特別州の計画下水量および水質	5-3
表 5. 4	ジャカルタ特別州の大気質	5-4
表 5. 5	ジャカルタ特別州の行政区域と人口 (2012 年)	5-5
表 5. 6	ジャカルタ特別州の民族構成	5-5
表 5. 7	地域別の貧困率 (2012 年)	5-5
表 5. 8	職業別就労者数割合 (2012 年)	5-6
表 5. 9	インドネシアにおける産業別の実質 GDP (2012 年)	5-6
表 5. 10	教育・医療機関の施設数 (2012/2013)	5-7
表 5. 11	工業生産高内訳 (2012)	5-7
表 5. 12	農作物収穫高内訳 (2012)	5-7
表 5. 13	土地利用 (2007)	5-8
表 5. 14	環境影響評価関連法	5-10
表 5. 15	AMDAL 等の適用	5-12
表 5. 16	AMDAL の対象事業	5-12
表 5. 17	スコーピング案	5-15
表 5. 18	影響評価結果	5-17
表 5. 19	Taman Burung Pluit の変遷 (2009-2014 年)	5-22
表 5. 20	環境チェックリスト	5-28
表 6. 1	第 1 回セミナープログラム (ジャカルタ)	6-1
表 6. 2	本邦でのワークショップへのインドネシア国参加メンバー	6-6
表 6. 3	本邦でのワークショッププログラム	6-7
表 6. 4	北九州市でのセミナープログラム	6-7

図 1.1	ジャカルタ特別州下水道整備計画の経緯と本調査の関係	1-1
図 2.1	第1処理区の幹線管渠ルートの見直し	2-3
図 2.2	パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の平面図	2-6
図 3.1	ジャカルタ特別州における汚水・汚泥の処分状況	3-2
図 3.2	処理施設別汚水処理の現状	3-2
図 3.3	下水道整備計画 (Zone-0)	3-3
図 3.4	既存の下水道区域 (Kuningan, Jakarta)	3-4
図 3.5	我が国の下水道事業の実施体制とジャカルタ特別州との比較	3-5
図 3.6	下水道の役割の歴史の変遷	3-6
図 3.7	NCICD プロジェクト (鳥瞰図)	3-7
図 3.8	調査の方法	3-8
図 3.9	下水道の段階的な整備手法	3-9
図 3.10	下水道の段階的な整備手法	3-10
図 3.11	マニラの下水道整備手法の変革	3-11
図 3.12	マニラの下水道整備計画	3-11
図 3.13	下水道の段階的な整備手法	3-12
図 3.14	下水のしゃ集方式	3-13
図 3.15	インターセプター下水道の汚濁負荷削減効果	3-14
図 3.16	インターセプター方式下水道の水質保全効果	3-15
図 3.17	下水道整備効果 (ホーチミン市)	3-16
図 3.18	インターセプター方式下水道の維持管理費削減効果	3-17
図 3.19	インターセプター方式下水道の建設費削減効果	3-18
図 3.20	処理能力の規模によるコスト削減効果	3-19
図 3.21	分散型小規模下水道の統合	3-19
図 3.22	処理施設の増強事例	3-20
図 3.23	連絡幹線による暫定処理区	3-21
図 3.24	公共下水道によるセプティックタンク汚泥処理	3-22
図 3.25	既存排水路の管理状況 (1)	3-23
図 3.26	既存排水路の管理状況 (2)	3-24
図 3.27	既存排水路のごみの堆積	3-24
図 3.28	既存排水路の調査モデル地区	3-25
図 3.29	既存排水路の水位関係	3-31
図 3.30	フラップゲート	3-32
図 3.31	小規模排水ポンプ場	3-32
図 3.32	雨水分水施設 (ホーチミン市)	3-33
図 3.33	雨水分水施設 (高雄市、台湾)	3-33
図 3.34	オートフラップゲート	3-34
図 3.35	上海市下水道料金の推移	3-39
図 3.36	道路・河川の清掃活動	3-40
図 3.37	水路の清掃活動	3-41
図 3.38	ジャカルタ特別州の建築規制事例	3-43
図 3.39	下水道整備計画	3-44

図 3.40 下水管路整備量	3-45
図 4.1 処理場建設候補地 Pluit の敷地境界	4-2
図 4.2 各処理方式による処理場レイアウト	4-7
図 4.3 新設処理場の処理プロセス	4-11
図 4.4 水位高低図	4-14
図 4.5 処理フロー図	4-15
図 4.6 物質収支（処理量 200,000m ³ /日）	4-21
図 4.7 処理場予定地における廃棄物埋立の現状	4-25
図 4.8 新設下水処理場の維持管理体制（案）	4-33
図 5.1 月平均降水量・気温	5-1
図 5.2 ジャカルタ周辺の地質	5-2
図 5.3 ジャカルタ特別州の主要河川	5-3
図 5.4 インドネシアにおける産業別の GDP	5-6
図 5.5 BPLHD 組織図	5-11
図 5.6 EIA / AMDAL の手続きフロー	5-13
図 5.7 東西二幹線案	5-14
図 5.8 PP ルート案	5-15
図 5.9 Taman Burung Pluit 再公園緑地化計画	5-21
図 5.10 移転先アパートメント	5-23
図 5.11 Marunda Apartment 周辺図	5-24
図 5.12 Elok Apartment 周辺図	5-25
図 6.1 北九州市でのワークショップ参加者	6-8
図 6.2 北九州市での現場視察	6-10
図 6.3 推進工法による明石市の雨水管渠工事現場の視察の様子	6-11
図 6.4 掘進機工場及び付属機材倉庫の見学の様子	6-12

略語表

AMDAL	Environmental Impact Assessment (Indonesian)
ANDAL	Environmental Impact Statement (Indonesian)
ARP	Abbreviated Resettlement Plan
ASP	Activated Sludge Process
BOD	Biochemical Oxygen Demand
BPLHD	Regional Environmental Agency (Indonesian)
C/P	Counterpart
CAS	Conventional Activated Sludge Process
CSO	Combined Sewer Overflow
DGHS	Directorate General of Human Settlements
DKI	Special Capital City District (Indonesian)
EIA	Environmental Impacts Assessment
ES	Engineering Service
FIDIC	International Federation of Consulting Engineers (French)
FS	Feasibility Study
GC	Condition of Contract for Construction
GIS	Geographic Information System
GOI	Government of the Republic of Indonesia
GOJ	Government of Japan
IEE	Initial Environmental Evaluation
ITR	Interim Report
JEDI	Jakarta Emergency Dredging Initiative
JICA	Japan International Cooperation Agency
JO	Joint Operation
JST	JICA Study Team
LARAP	Land Acquisition & Resettlement Action Plan
MBBR	Moving Bed Bio-Reactor
MBR	Membrane Bio-Reactor
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
MP	Master Plan
MPA	Metropolitan Priority Area
MST	Modified Septic Tank
NCICD	National Capital Integrated Coastal Development
O&M	Operation and Maintenance
ODA	Official Development Assistance
P/Q	Pre-Qualification
PMU	Project Management Unit
PP	Pilot Project
PPP	Public-Private Partnership
PU	Ministry of Public Works
RAP	Resettlement Action Plan
UKL-UPL	Environmental Management and Monitoring (Indonesian)
WWTP	Wastewater Treatment Plant

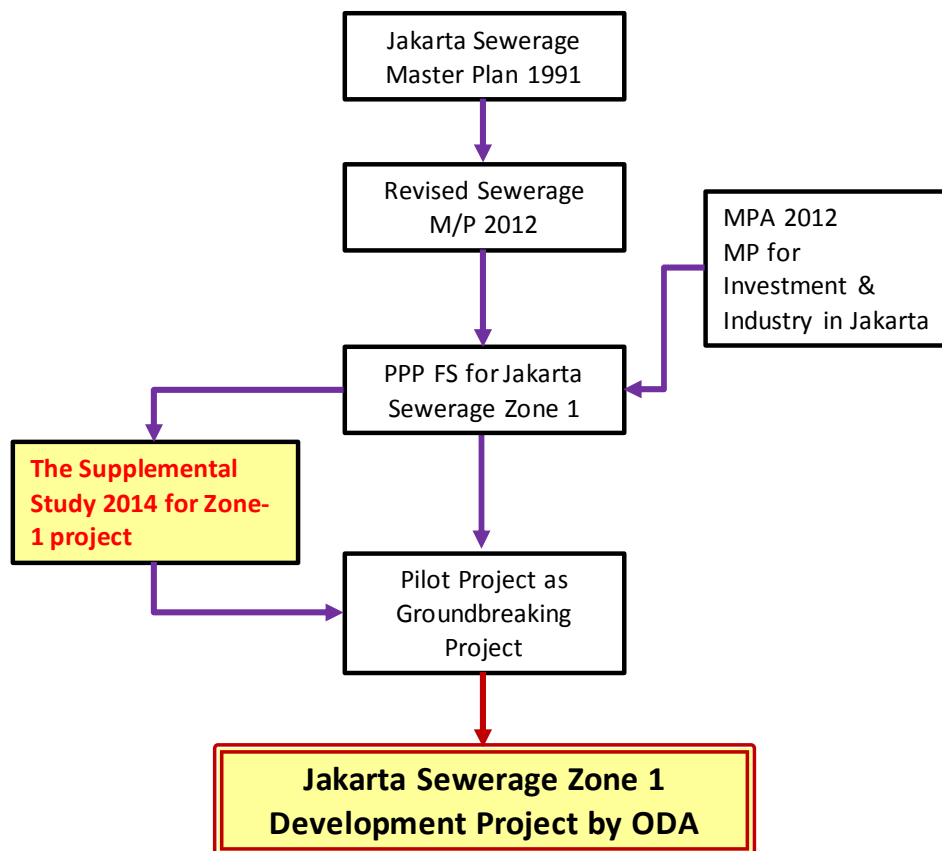
第 1 章 緒論

1.1 調査の背景と目的

1.1.1 背景

インドネシア共和国（以下、「イ」国という）における下水道普及率は 2%¹程度であり、ASEAN 周辺各国に比して、下水道整備の遅れが際立っている（フィリピン 7%、タイ 34%、マレーシア 38%）。「イ」国の首都であるとともに、ジャボデタペック（ジャカルタ首都圏、人口：約 2,664 万人）の中心都市（人口約 960 万人）であるジャカルタ特別州においても、下水道普及率は 2% 程度と低く、経済成長に伴う急速な都市化の結果、水環境問題が深刻化しており、公共水域の水質汚染に起因する環境問題や健康被害等に対応すべく、下水道整備が急務となっている。

ジャカルタ特別州における都市排水・下水道施設整備の過去の計画の経緯と、本調査を含めた関連性を以下の図 1.1 に示す。パイロット・プロジェクトは第 1 処理区の下水道事業（円借款事業）に先駆けて着工する事業として位置づけられている。



¹ PD PAL Jaya Concept and Strategy for Wastewater Management of Jakarta City, 2014
Global Water Intelligence, 2014

図 1.1 ジャカルタ特別州下水道整備計画の経緯と本調査の関係

ジャカルタ下水道整備計画（マスタープラン）が 1991 年に策定されたものの、その後の度重なる政変・経済危機等により下水道整備はなかなか進展しなかった。しかしながら、2012 年 3 月 JICA により実施されたジャカルタ汚水管理マスタープラン見直し等への協力を通じ、2020 年、2030 年、2050 年を短期、中期、長期の目標年次とする全部で 15 処理区の下水道整備計画からなる改定マスタープラン（以下、「改定 M/P」という）が策定され、州中心部の第 1 処理区と第 6 処理区を短期計画の優先プロジェクトとして選定した。特に第 1 処理区を対象とする「ジャカルタ特別州下水道整備事業」（以下、「本事業」という）は、2012 年 10 月に日本と「イ」国両政府間で承認された「ジャカルタ首都圏投資促進特別地域（MPA）」マスタープランにおいて、両国の官民が連携して取り組む「フラッグシッププロジェクト」のひとつに位置付けられている。

本事業に係る協力準備調査（「ジャカルタ特別州下水処理場整備事業準備調査（PPP インフラ事業）」、以下、「PPP F/S」という）は、2013 年 3 月に完了した。その後、我が国は「イ」国政府に対し、本事業の詳細設計、入札補助に係るエンジニアリング・サービスを対象とする E/S 借款の事前通報を 2013 年 10 月に出した。

本事業に関連し、第 1 処理区の一部下水管渠の整備をパイロット・プロジェクト（以下、「本パイロット・プロジェクト」という）として、「イ」国政府の予算で実行することを、公共事業・国民住宅省（PU）大臣とジャカルタ特別州（DKI）知事が合意した。また、ジャカルタ特別州は、改定 M/P および PPP F/S で設定した下水処理場予定地とは異なる建設候補地を検討した。これらの状況から、「イ」国政府は JICA に対し、本パイロット・プロジェクト着工準備に係る技術的支援と当該新下水処理場建設候補地の妥当性について、追加の情報収集に基づく確認を求めており、補完調査（以下、「本調査」という）として対応することになった。

業務範囲は、最終的に DGHS、DKI および JICA 間で 2013 年 9 月 13 日合意された、補完調査の Scope of Work にしたがって実施されることになった。

1.1.2 目的

本調査の目的は以下の通りである。

- 1) 本パイロット・プロジェクト（一部下水管渠整備）の詳細設計から入札までの支援
- 2) 下水処理場建設候補地の妥当性の検証

1.2 業務概要

以下の業務を実施している。

- 1) 本パイロット・プロジェクトの準備支援
- 2) 下水処理場新候補地の妥当性検討
- 3) 既存排水路を活用した下水管渠整備手法の検討
- 4) 環境社会配慮

1.3 ファイナル・レポートの内容

本報告書の記載概要は以下のとおりである。

第1章では、調査の目的、内容、本報告書概要等を説明する。

第2章では、本パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の詳細設計、事前入札資格審査及び入札図書の作成支援結果を説明する。

第3章では、既存の雨水排水路調査の結果を踏まえた水路の維持管理および活用方法を検討し、周辺国や日本での経験や知見を踏まえた、インターセプター方式の段階的下水道整備方式を提言する。

第4章では、下水処理場の概略設計内容と概算費用積算結果を説明する。

第5章では、下水処理場の新候補地である Pluit 地区の環境影響と住民移転に関する検討結果を説明する。

第6章では、ジャカルタで2014年7月および11月に開催した第1回および第2回現地セミナーおよび日本で8月に開催したワークショップについて、その結果概要を報告する。

第7章では、本補完調査の結論及び提言を提示する。

第 2 章 パイロット・プロジェクトの実施支援

2.1 パイロット・プロジェクトの準備支援業務の進捗状況

表 2.1 はパイロット・プロジェクト（PP）の支援業務の進捗状況を整理したものである。

表 2.1 パイロット・プロジェクトの支援業務の進捗状況

項目	業務内容	進捗状況
1) 幹線管渠ルートの確認	<ul style="list-style-type: none"> ・現状の道路、道路計画、地下鉄計画及び既往の幹線管渠計画を考慮した幹線管渠ルートの見直しを行う。 ・既存河川、雨水排水路、地下鉄計画との横断部の確認を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現場視察を 2014 年 2 月及び 3 月に実施し、第 1 処理区の幹線管渠ルート決定した。 ・幹線管渠ルートのレベル調査仕様を決定した。
2) 幹線管渠の縦断図作成と管底高の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・PPP F/S で作成された幹線管渠計画をレビューする。 ・幹線管渠の概略設計を行い、レベル調査結果に基づく縦断図を作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・幹線管渠の概略設計を 2014 年 4 月及び 5 月に実施した ・レベル調査結果に基づく縦断図を作成した。
3) パイロット・プロジェクト対象の管渠ルートの選定	<ul style="list-style-type: none"> ・パイロット・プロジェクト対象の管渠ルートを選定し確認する。 ・最新の推進技術を考慮した最適なパイロット・プロジェクト対象の管渠ルールとを選定する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・パイロット・プロジェクト対象の管渠ルートの現場調査と検討・協議を 2014 年 2 月及び 3 月に実施し、管渠ルートと立坑の位置を選定した。
4) 事前資格審査(P/Q)図書の準備	<ul style="list-style-type: none"> ・実際の推進工法による管渠工事や大深度の立坑工事の実績を確認できるような事前資格審査（P/Q）図書の準備を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・調査当初は、簡略された P/Q を想定していたが、大深度の立坑が必要となり、しっかりとした P/Q を実施する必要が生じた。 ・P/Q 図書は 7 月に提出され、その後公共事業・国民住宅省（PU）との協議を踏まえ修正版が提出されている。
5) 入札書類の準備	<ul style="list-style-type: none"> ・測量調査及び土質調査の結果を踏まえ、パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の詳細設計とその報告書、図面、数量書、技術仕様書、概算事業費積算書を作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・測量調査及び土質調査の結果を踏まえ、パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の詳細設計を行った。 ・入札図書（詳細設計書、図面、数量書、技術仕様書）を作成し、7 月に提出した。その後、PU のコメントを受け、その修正版を提出している。

出典: JICA 調査団

2.2 パイロット・プロジェクト対象の管渠ルートの選定とデータ収集

2.2.1 パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠ルートを選定

表 2.2 は、2014 年 2 月に二つの代替案を比較した結果を示す。なお、表中の管渠の口径、延長、工期及びコストは、その後現場調査結果や管渠の概略設計等によりアップデートされているので、この点を留意すること。

比較検討の結果、公共事業・国民住宅省（Ministry of Public Works and People’s Housing: PU）とジャカルタ特別州（DKI ジャカルタ）は、代替案 1 をパイロット・プロジェクト対象の管渠ルートとして選定した。この管渠ルートを正式決定は PU から 3 月 17 日付けの正式レターにて通知されている。

表 2.2 パイロット・プロジェクト対象幹線管渠ルートの代替案比較検討

(2014 年 2 月時点)

項目	代替案 1	代替案 2
1) 平面図		
2) 概要	<p>上図のルート 1 に幹線管渠（直径 2.2 m 延長 870m）を建設するもの。立坑を地点 A, B 及び C の位置にすべて建設するに十分な敷地を確保できる。</p>	<p>上図のルート 2 に幹線管渠（直径 2.0 m 延長 900m）を建設するもの。立坑を地点 D と E には建設することはできない。しかし、この間の Pluit Selatan Ray という道路は、一日中トラックが行き交う交通量が多いため、4 車線で幅 14m あっても、立坑を設置することは困難である。</p>
3) 施工法	<p>推進工法がこの幹線管渠の施工法として採用される。推進工法は緩やかな曲線に対応し、推進管の採用でシールド工法の 2 倍速くなるという点で有利である。</p>	<p>図中の黄色の円で示した曲線（R=10m）部分に対応するため、シールド工法を採用する必要がある。しかし、コストが高くなり、セグメントの設置工事等で工期も長くなる。</p>
4) 工期	全体で 15 ヶ月	全体で 21 ヶ月
5) 費用	<p>9.3 百万ドル (推進工事: 6.8 百万ドル) (立坑工事 A, B, C: 2.5 百万ドル)</p>	<p>16.5 百万ドル (シールド工事: 15.0 百万ドル) (立坑工事 D and E: USD 1.5 百万ドル)</p>
6) 評価	工期が短く費用も安い	工期が長く、費用も高い
7) 結論	推奨案	廃案

注) USD 1.0 = Yen 102.00 (2014 年 2 月現在)

出典: JICA 調査団

2.3 パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の詳細設計支援

2.3.1 第1処理区の幹線管渠の概略設計

PPP F/S 調査では、Jl. Thamrin 地区や Jl. Gaya Mada 地区 を含む中心部に幹線管渠を建設する計画であった。幹線管渠の詳細設計を行う前に、PPP F/S 調査による管渠の設計をレビューした。そして、現場条件や適応可能な施工法等を考慮して設計を見直した。また、処理場建設候補地がプジャガラン (Pejagalan) からプルーイト (Pluit) に変更になったのに伴う幹線管渠の設計を行った。

図 2.1 は第1処理区の幹線管渠ルートを見直した結果を示している。

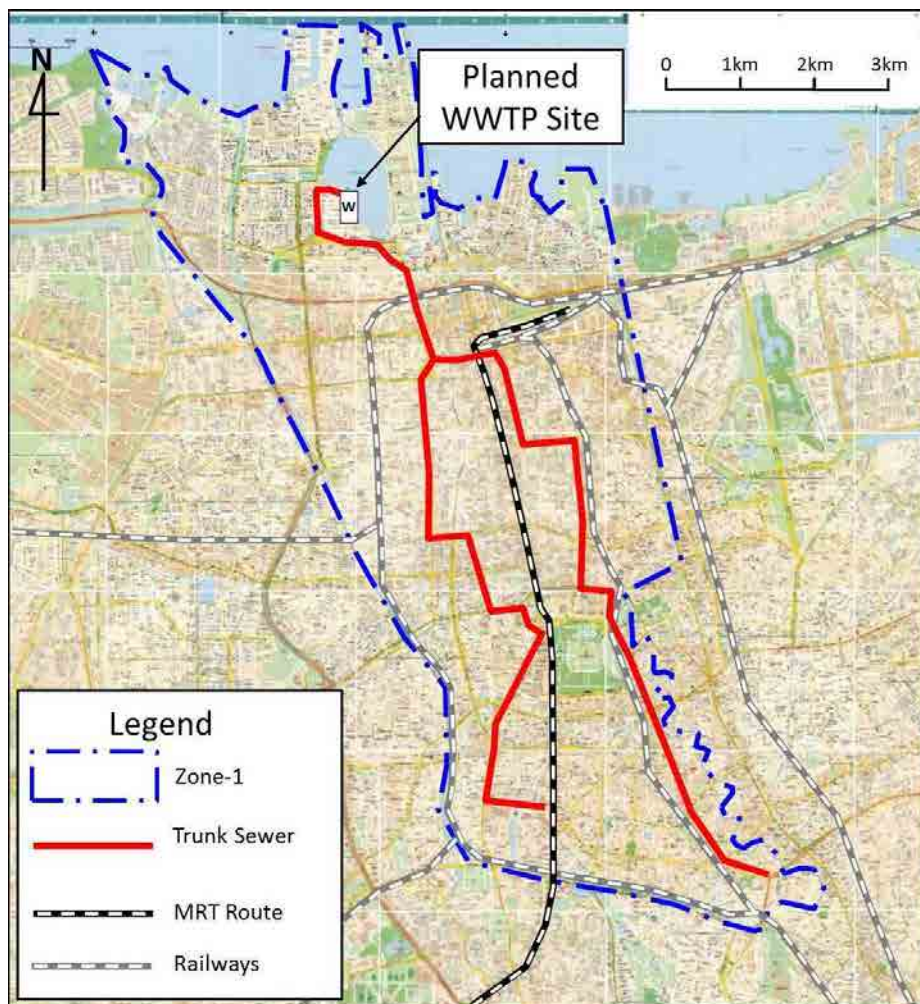


図 2.1 第1処理区の幹線管渠ルートの見直し

第1処理区の下水道計画における計画日平均流量は、PPP FS にて以下のように決定されている。

表 2.3 第 1 処理区の下水道計画における計画日平均流量

2030 年の行政 人口 (人)	下水道 人口普及率 (%)	2030 年における 下水道計画人口 (人)	汚水量原単位 (lpcd)	計画日平均流量 (m ³ /d)
1,236,736	80	989,389	200	198,000 (197,878)

出典: PPP F/S 調査

表 2.4 は幹線管渠の断面を検討するための流量計算書の一部を示したものである。処理場への流入管となる管渠” AT-6” は、計画時間最大流量 5.274 m³/s (計画日平均量 197,877 m³/day (1.781 m³/s) に時間変動係数 1.781 を掛けて算出) に余裕率 (30%) を加味して、管径を決定している。パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠である” AT-5” 及び ” AT-6” は、管径が 2000mm となった。

幹線管渠の縦断図は、図 2.1 に示した改訂版の幹線管渠ルートに従って実施した測量成果を元に作成した。幹線管渠の縦断図は付属資料 5 に示した。

表 2.4 第 1 処理区の幹線管渠の流量計算書の一部

Line No. of Upper Sewer	Line No. of Lower Sewer	Population		Average Flow (m ³ /d)	Peak Factor	Max. Flow (m ³ /s)	Sewer Line			
		Increment	Total				Dia. (mm)	Slope (‰)	V (m/s)	Cap. (m ³ /s)
to trunk sewers to WWTP										
AT-1	AT-2	0	647,329	129,466	1.901	2.849	1,800	1.2	1.565	3.982
AT-2	AT-3	0	647,329	129,466	1.901	2.849	1,800	1.2	1.565	3.982
ST-69	ST-70	7,658	7,658	1,532	3.764	0.067	400	3.0	0.908	0.114
ST-71	ST-70	1,551	1,551	310	4.815	0.018	250	2.8	0.833	0.041
ST-70	AT-3	2,371	11,580	2,316	3.532	0.095	450	2.8	0.949	0.151
ST-67	ST-68	20,674	20,674	4,135	3.231	0.155	600	2.6	1.107	0.313
ST-68	AT-3	16,566	37,240	7,448	2.951	0.255	700	2.2	1.129	0.434
AT-3	AT-4	12,334	708,483	141,697	1.875	3.076	2,000	1.2	1.679	5.274
AT-4	AT-5	0	950,905	190,181	1.792	3.945	2,000	1.2	1.679	5.274
AT-5	AT-6	14,204	965,109	193,022	1.787	3.993	2,000	1.2	1.679	5.274
AT-6	WWTP	0	989,386	197,877	1.781	4.079	2,000	1.2	1.679	5.274

注) AT-5 及び AT-6 はパイロット・プロジェクト対象の管渠

出典: JICA 調査団

2.3.2 パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の詳細設計

パイロット・プロジェクトにより建設される幹線管渠の詳細設計を行い、詳細設計書をカウンターパート機関である公共事業・国民住宅省（PU）に提出し、PU側のコメントを反映した修正版を作成し最終版を提出済みである。パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の概要は表 2.5 及び図 2.2 に示した通りであるが、詳細設計書の最新版を付属資料 5 に提示した。なお、詳細設計図書は、「イ」国政府の入札委員会により承認された後に正式版となる。

表 2.5 パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠の詳細概要

1.	管渠口径: 2000 mm
2.	管渠延長: 962.91 m 立坑 A～立坑 B の区間(L1): 286.63 m, 立坑 B～立坑 C の区間(L2): 676.80 m
3.	管底高: GL -26.5m ~ -GL -27.7m
4.	地盤高(GL): +0.05 m ~ +0.76 m
5.	立杭 1) 形状: 円形タイプ 2) 発進立坑 A: 直径 8,400mm, 壁厚 1,100mm, 深さ 28.5m 3) 発進立坑 C: 直径 8,400mm, 壁厚 1,100mm, 深さ 27.3m 4) 到達立坑 B: 直径 5,000mm, 壁厚 700mm, 深さ 28.8m
6.	推進工法 1) 推進工事延長: Total 949.51 m 立坑 A～立坑 B: 279.93 m, 立坑 C～立坑 B: 669.58 m 2) 最大土被り: 27.4 m 3) 地下水位: GL-2.43 m to GL -2.83 m 4) 地下水圧: 27 m (0.3 MPa) 5) 推進工法: コントラクターによる提案された適切な推進工法 6) 曲率半径: R= 240 m (1 箇所) 7) 曲率半径: R=270 m (1 箇所)

出典: JICA 調査団

2.4 本PPにおける国際・国内競争入札の事前資格審査 (P/Q) と入札図書の作成支援

本PPは国家予算による工事であるため、インドネシア国の調達法、基準に則って施工業者を調達する必要がある。国内調達においては、PUが有する標準入札図書を用いる必要がある。本調査では、以下の入札図書の作成を支援した。

- 1) 事前資格審査 (P/Q) 図書
- 2) 入札図書 (T/D)
- 3) 技術仕様書 (一般事項)
- 4) 技術仕様書 (土木工事)

各入札図書において提案した条件を以下に述べる。

2.4.1 事前資格審査 (P/Q) 図書

- a. 外国企業はプライムカンパニー（インドネシア）とのジョイントオペレーション (JO) もしくは下請け契約（サブコントラクター）においてのみエントリー可能である。インドネシア調達法によると主要業務は再委託できないとの規定があり、本工事では推進工事、立坑築造工事は主要業務に該当するため、下請け工事業者として参画することはできない。チリウンプロジェクト (PU 水資源総局が調達を行った河川事業) においては、本邦推進工事企業は、インドネシア国の Wijaya Karya (WIKI) に対して推進工事機材の提供及び施工に関する技術供与を行うという条件で受注に至っている。なおこの形態で参画する場合にも、協力証明（サポーティングレター）を提出することによってその実績をプライムコントラクターの実績として評価することができることを確認している。
- b. 応札業者に求める会社実績・要件を以下の通り提案した。
 - 会社経験：φ1800mm 以上スパン 500m を超える距離推進工事の施工実績
 - 曲率半径 250m 以下の曲線での推進工事の施工実績
 - 20m を超える高水圧下の推進工事施工実績
 - 30m を超える掘削を要する立坑工事の施工実績
- c. 機器調達能力は以下の通り提案した。

No.	項目	条件	数量
1	長距離カーブ推進対応掘進機	φ2000 mm	1 機
2	泥水処理装置		1 機
3	圧入ケーソン機器		3 機
4	クラムシエル		3 機

注) 入札参加者は、同意書があれば海外協力会社の機器をノミネートできる

d. 推進管調達能力は以下の通り提案した。

項目	要求事項
種別	推進工法用プレキャスト鉄筋コンクリート推進管
外圧強さ	2 種
圧縮強度	50 N/mm ²
呼び径	2000 mm
継手性能	種類：JC、耐水圧：0.3 MPa
耐水圧	0.3 Mpa (工場検査時に 0.4MPa 条件下で試験をクリアしていること) (Water resistant under 0.4 MPa shall be tested in the factory)
対硫化水素	10ppm の硫化水素耐性を有すること 硫化水素耐性を有する添加剤もしくは耐硫酸コンクリートを用いて推進管を製造すること。 内面ライニング管は品質管理が難しいため使用を認めない。

e. 従事者の要件は以下の通り提案した。

No	教育	ポジション	業務経験 (年数)	専門
1	土木工学/ 大学卒	Project Manager (Team leader)	15 年を超える推進工事の経験 5 年を超えるチームリーダー経験	土木工学/ 施工監理
2	土木工学/ 大学卒	Site Manager	10 年を超える工事経験	土木工学/ 施工監理
3	土木工学/ 大学卒	Site Engineer manager	10 年を超える工事経験	土木工学/ 施工監理
4	土木もしくは機械 工学/大学卒	Jacking Operator	10 年を超える推進工事 オペレータとしての経験	推進工事 オペレータ
5	土木工学/ 大学卒	Geotechnical Engineer	10 年を超える工事経験 (立坑工事を含む)	土木工学/ 大深度立坑
6	土木工学/ 大学卒	Quantity Surveyor Manager	5 年を超える工事経験	土木工学/ 施工監理
7	土木工学/ 大学卒	Quantity Engineer	5 年を超える工事経験	土木工学/ 施工監理
8	土木工学/ 大学卒	Quality Engineer	5 年を超える工事経験	土木工学/ 施工監理
9	土木工学/ 大学卒	Supervisor	5 年を超える工事経験	土木工学/ 施工監理
10	環境工学/ 大学卒	Environmental Specialist	5 年を超える工事経験	環境工学/ 施工監理
11	土木工学もしくは 社会学/大学卒	Social Expert	5 年を超える工事経験	社会学/ 施工監理

* 協力同意書があれば外国企業要員を候補者として選定可能.

f. 会社経験は b. の条件を満たす実績について全数提出ことを提案した。(フォームを追加した)

- g. 入札図書はインドネシア語で準備することが基本であるが、JICA 調査団が評価支援をするため、技術評価を要する書類のみ英文で提出を求めた。
- h. PQ は最低 3 社が通過することが必須。この条件の変更を強く求めたが、国内法に反するため受け入れられないとのことであった。(他部門の審査段階で入札不的確と判断される)

2.4.2 入札図書 (T/D)

- a. 建設工事の契約条件書は、FIDIC のものではなくインドネシア国独自の契約条件書を用いる。インドネシア国の契約条件では FIDIC に定める「The Engineer」が規定されていない。
- b. 主要工事は推進工事、立坑工事、推進管の調達とした。
- c. Supporting Work は、準備工、土質調査、業者の仮設事務所などとした。
- d. Defect Notification Period は、1-2 年間（Procurement Committee で協議のうえ決定）とした。
- e. 評価基準は以下の通りとした

	評価項目	比重	足切り
a.	施工方法	30%	70%
b.	施工スケジュール (2 年を超えないこと)	10%	70%
c.	施工機材・主要材料	20%	70%
d.	主要要員及び従事計画	30%	70%
e.	安全管理計画	10%	70%

注) 合計点が 80%を超えなければ足切りとする。

- f. 技術点と価格点の割合は、80% : 20%とするように提案しており、技術点の比重を極力高くするように調整することが求められる。
- g. 入札評価の際には、提出された書類の評価に加え、記載内容に虚偽がないか、適正な技術力を有しているのか等の点を確認するために、ヒアリングを行うことを提案した。

2.4.3 技術仕様書

技術仕様書は「一般事項」「土木工事」の 2 分冊とした。技術仕様書は以下の構成で作成した。

(1) 一般事項

第 1 章：一般事項

第 2 章：工事制約事項

- 第3章：現場条件
- 第4章：文書作成/承認要領
- 第5章：施工業者の仮設設備
- 第6章：着手及び完了
- 第7章：施工業者の設計
- 第8章：施工業者の工事マネジメント
- 第9章：施工図面
- 第10章：作業計画
- 第11章：技量、資機材、材料
- 第12章：試験及び検査
- 付属資料 A：土質調査結果
- 付属資料 B：測量調査結果

(2) 土木工事

- 第1章：測量調査
- 第2章：土質調査
- 第3章：土留工
- 第4章：掘削工
- 第5章：埋戻工
- 第6章：立坑築造工
- 第7章：推進工
- 第8章：マンホール築造工
- 第9章：コンクリート工
- 第10章：鉄筋工
- 第11章：型枠工
- 第12章：柵築造工
- 第13章：取壊工
- 第14章：整地工
- 第15章：金属工
- 第16章：溶接工

2.5 パイロットプロジェクト（PP）におけるリスクの把握と回避策の提案

リスクマネジメントでは、プロジェクトの計画・設計段階から供用後の運転段階までの各段階でどのようなリスクがあるのかを特定し、それらのリスクを軽減し管理するために必要な手続きを明らかにする必要がある。特定したリスクはプロジェクトが終了するまで継続的にモニタリングする必要がある。リスクアセスメントを慎重に実施すれば、プロジェクトの予備費の削減も期待できる。表 2.6 には、PP の各段階で生じる潜在的なリスクを抽出し、それぞれのリスクに対する回避策を検討した結果を示す。

表 2.6 PPの詳細設計、施工、維持管理の各段階に生じる潜在的なリスクとその回避策

段階	潜在的リスク	回避策
1. 設計段階		
設計時の潜在的リスクは、下水道計画・設計に対する照査基準書（チェックリスト）を作成し、十分かつ慎重な照査を実施することで回避する。リスク 1)～4)は詳細設計前に実施した回避策である。		
1)	原単位などの基本計画条件の検討不足による下水管渠計画（下水道管径及び管渠勾配）の根本的な修正、設計変更のリスク。	本補完調査では、PPP F/S 調査報告書に記載の設計水量を見直した結果、必要な修正を加えた。
2)	公・私有地、地下埋設物などの周辺調査不足による下水管渠施工計画の変更（人孔位置の変更や下水管渠の計画管底高の再設計）のリスク。	補完調査期間中に、関連する公的機関からの情報収集、現場確認を行い、関係機関との合同会議にて最終確認した。 人孔の建設予定地の用途（公園及び道路交差部の緩衝地）と工事設置可能かどうかの検討を行い、実施可能であることを確認した。 曲線推進工事にて私有地の地下（30m）を通過する際に私有地の占有許可が必要かどうかをジャカルタ特別州の条例に基づき検討した。
3)	交通規制等の現地調査不足による工事が制限を受け、工事費の増加を招くリスク。	立坑に隣接している全道路での大型車両（ダンプトラック等）の交通規制（通行可能時間）が 22 時より翌朝の 5 時までとなっていたため、これを考慮した施工計画及び工事積算を実施した。
4)	測量基準点の確認不足により、間違っただ道路地盤高を元に下水管渠の縦断設計を行うリスク。収集した汚水を下水管で適切に輸送することができなくなることもあり再設計が必要となる。	パイロット・プロジェクト工事位置に関わる測量は、工事現場に近く、港湾プロジェクトにも用いられてきた測量基準点に基づき実施した。また、幹線管渠全ルートを対象にした水準測量の成果に基づいて、概略設計レベルの縦断図を作成した。
5)	地盤条件の設定、地下水位等設計条件の検討不足により、地下構造物の安全性が低下し、崩壊する可能性が高くなり、構造計算をやり直すリスク。	地質調査結果を基に、土の力学特性の値を N 値から換算した値との比較を行い安全と思われる力学特性値を使用した。地下水位に関しては一番安全だと思われる水位を決定し、安全側の構造計算を行った。
6)	構造計算・補助工法等設計基準の確認不足による構造物の安全性の低下・崩壊のリスク、及び施工上の安全性につながるリスク。	設計基準として、本邦で設計時に使用されている基準書を採用し、他での設計事例等と比較しながら構造物の安全設計を行った。
7)	数量計算と施工計画における間違いによる工事費の増加リスク、さらには予算不足で工事を中止するリスク。	鉄筋数量は、コンクリート単位体積当りに使用されている一般的な値と比較を行い、第三者により検証した。また、施工計画は本邦設計指針をベースに実日数計算を行い、他の事例との比較を行って計画の妥当性を検証した上で作成した。

段階	潜在的リスク	回避策
2. 施工段階		
<p>施工段階のリスクは、回避策を含めた施工管理マニュアル（チェックリスト）を作成し、これを活用しリスクを回避する。施工管理マニュアルは継続的に見直し、更新する。なお、経験豊富な資格を持った安全管理・工程管理技術者を選定し配置することが重要である。</p>		
1)	工事の騒音、振動に対する対策不足による工事反対運動、それにより工事期間が延伸し当初の契約工期を守れなくなるリスク。	住民説明会の開催、環境モニタリングを実施する。住民のコメントは、安全管理・工程管理計画に反映する。
2)	残土処分、廃棄物処分方法の確認不足により行政処分を受け、工事期間の延伸、工事中止に追いやられるリスク。	現在施工中のジャカルタ地下鉄建設（シールド工事）の技術者に残土処分、廃棄物処分方法を確認した。ジャカルタの関係者と協議を行い残土処分、廃棄物処分方法を決定した。
3)	工程管理の徹底不足による工期延長リスク、及び違約金の支払いリスク。	当初作成した施工管理計画を、実工程に沿って週・月毎に見直し、作業遅れ防止対策を講ずる。
4)	推進管の掘削土砂と掘進距離の管理不足による日進量の低下、掘削機械前面の空洞の発生による地盤沈下発生リスク。	日進量と掘削土砂量の対比表を作成し、両者の数量に相違がないよう常に管理を行う。違いが発生した時点で前もって準備した対処法を実施する。
5)	推進管内の測量（水準測量）の徹底不足による推進管の蛇行の発生、それにより許容施工誤差をオーバーし最悪の場合は工事をやり直さなければならないリスク。	作業手順・チェックリストを作成し、日々チェックリストを確認しながら作業を行う。
6)	推進管と掘削面の間に発生した空隙への裏込め材の充填不足による道路の地盤沈下発生、推進管の破壊を引き起こすリスク。	作業手順・チェックリストを作成し、日々チェックリストを確認しながら作業を行う。
7)	周辺家屋や道路への補償費を事前に精度良く積算することが難しいため、推進工事による被害の発生及び補償費支出増大のリスク。	管渠工事開始前と工事後の家屋と道路状況を注意して調査・記録し比較する。その結果を補償費用算出の根拠とし、不適切な支出を抑える。
3. 供用後の運転時		
1)	道路や立坑周りの変状（地盤沈下）のモニタリングの徹底不足による道路及び立坑周りの地盤沈下が発生し、多大な修復費用を要するリスクと社会からの信用低下を招くリスク。	モニタリング基準書を作成し、PP 完成後の公的なモニタリング実施手順を確立する。モニタリングを計画通り実施する。
2)	周辺家屋や道路への補償費を事前に精度良く積算することが難しいため、推進工事による被害の発生及び補償費支出増大のリスク。	施工段階の 7)と同様

第3章 既存排水路を活用した段階的下水道整備手法の提案

3.1 目的

3.1.1 段階的な下水道整備計画策定の目的

下水道は、大規模な都市のインフラである。下水道整備の緊急性を鑑み、低コストで早期に下水道の整備効果を発現できる事業手法が求められている。従って、ジャカルタ特別州下水道整備計画では、既存の排水路を活用したインターセプター方式下水道と集中型の下水処理を基本とした段階的下水道整備を予定している。

我が国の経験では、下水処理場や幹線管渠などの優先的な施設や中心市街地の事業に集中するなど、次のように、段階的に下水道を構築する整備計画を採択している。

- 下水道整備には長期の時間と膨大な費用を必要とする。限られた予算を優先的な事業に集中して投資し、事業効果を最大限に引き出す。
- 下水処理場の稼働率を高めることは、水環境改善と下水道経営・料金徴収の観点から、最優先の課題であるため下水収集量を最大化する。
- 幹線管渠を整備することにより、処理区全域での下水道整備と処理を可能とする。

既存の排水路を活用するインターセプター方式下水道では、ごみ等の堆積物や不適切な勾配のために既存排水路が適切にしないと汚水収集や下水道の整備効果に影響する。本調査は、既存排水路の現状を調査し、既存排水路を利用する場合の留意点や、改修計画・活用方法を立案するための基本的な情報を収集し検討する。さらに、下水道経営、民間活力の利用方法など、段階的に下水道を整備し経営していくための課題を検討し、下水道の優先プロジェクトを絞り込むなど、低コストで早期に汚水問題の課題を解決する方策を提案するものである。

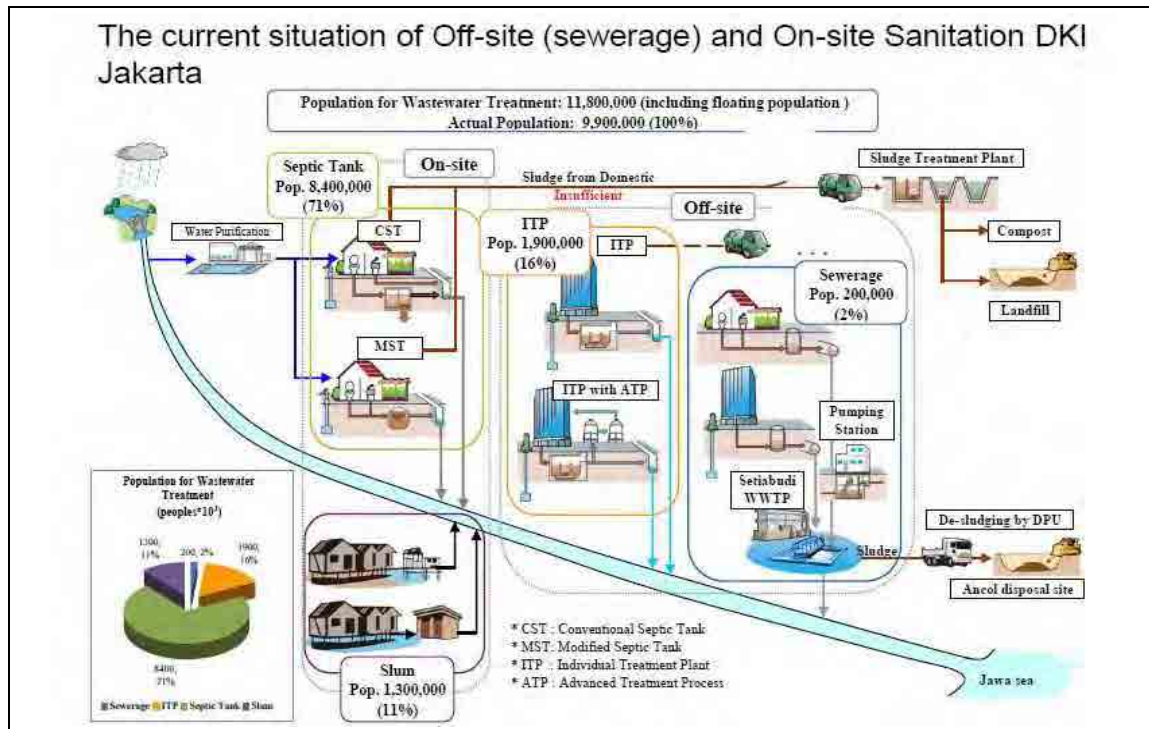
3.1.2 ジャカルタにおける下水道整備方策の視点

(1) ジャカルタ特別州の汚水処理の現状

ジャカルタでは、図 3.1 に示すように、下水道の普及率が約 2%と報告されている。し尿と雑排水を処理する個別処理施設 ITP は 16%である。ジャカルタ特別州は、下水道と ITP をオフサイト (Off-site) 処理施設と位置付けている。近年、セプティックタンクの一部は、製品化された MST (Modified Septic tank) が、新築住宅に採用され、し尿および雑排水を処理している。

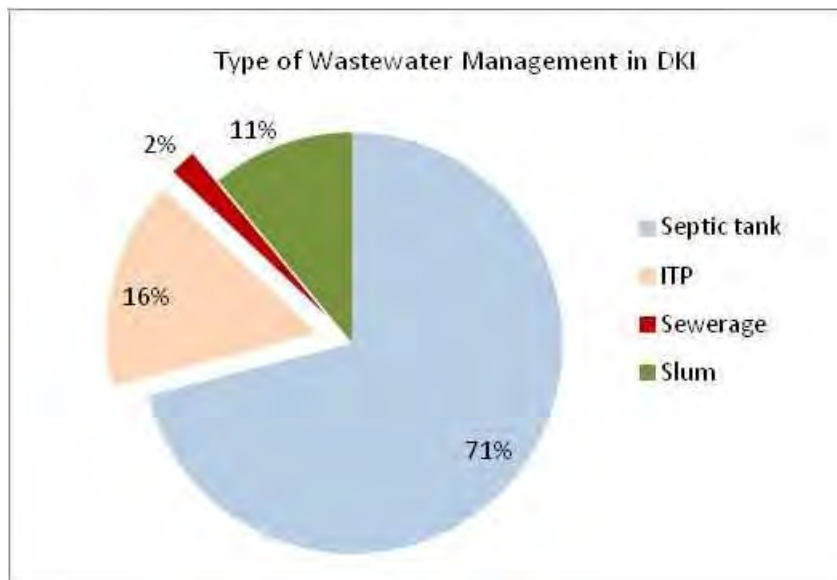
殆どのセプティックタンク利用者およびスラム地区から排出される雑排水は、未処理で放

流されており、主要な汚濁源である。し尿処理については、セプティックタンク、下水道・コミュニティ下水道によって処理し、水洗トイレが普及している。



出典：PD PAL Jaya Concept and Strategy for Wastewater Management of Jakarta City、2014

図 3.1 ジャカルタ特別州における汚水・汚泥の処分状況



ITP: Individual Wastewater Treatment Plant

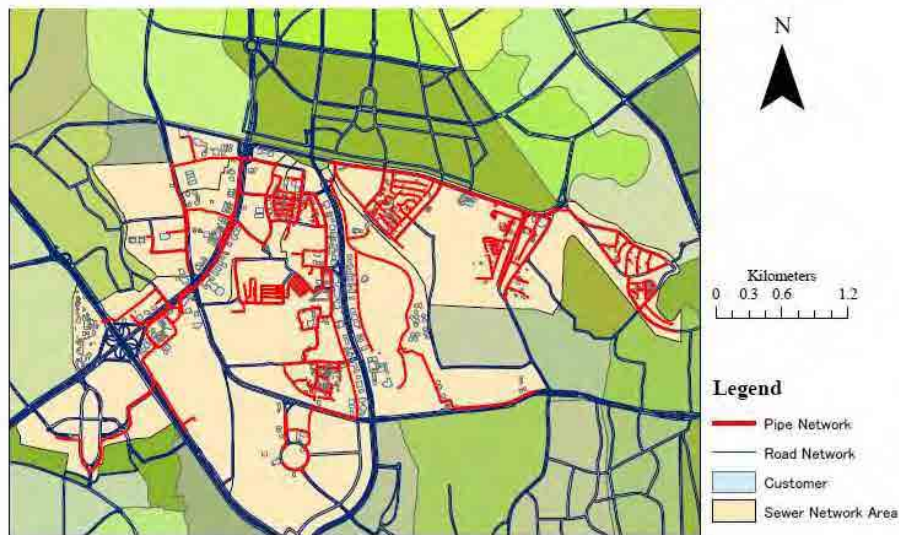
出典：Acceleration Plan for Wastewater Management in DKI Jakarta, PD PAL Jaya, 2014

図 3.2 処理施設別汚水処理の現状

既存の下水道普及区域である Zone-0 地区では、図 3.3 に示すように、分流式下水道で整備

が進められているが、既存の管路施設は主要な幹線道路、計画的に開発された住宅地およびマンガライ駅周辺の既成市街地において整備されている。下水道への接続戸数は、2013年の住宅で1,556戸、小規模商業、大規模商業および公共施設を含む総接続戸数は1,922戸である。また、2013年に新たに接続された戸数は計画値331戸に対して64戸である。

PD PAL Jaya が1991年の設立以来22年間で進めてきた2013年の接続戸数1,556戸は、ジャカルタ特別州全体の世帯数2,604.6千世帯(Statistic Indonesia 2014)の1/1,674(0.06%)である。既存の水路は、図3.4に示すように、下水道の整備によって衛生環境が改善された地区もあるが、既存排水路に多量の汚水が垂れ流されているのが現状である。1991年のPD PAL Jaya 設立以来、下水道整備が進められてきたが、ハウスコネクションを完備するに至っていない。



Source : PD PAL Jaya Concept and Strategy for Wastewater Management of Jakarta City, 2014

図 3.3 下水道整備計画 (Zone-0)

表 3.1 PD PAL Jaya の接続戸数

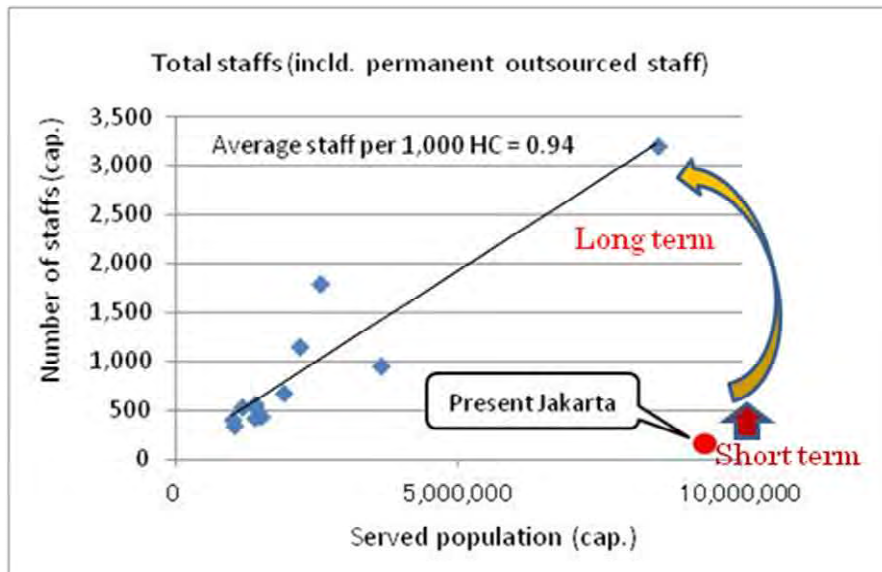
No	Pelanggan/顧客グループ	Jumlah Pelanggan/戸数			Remarks 2012-2013 増分
		Realisasi RKAP2012 /2012年実績 値	RKAP 2013 /2013年計画 値	Realisasi RKAP /2013年実績 値	
1	Rumah Tangga/住宅	1,542	1,862	1,556	14
2	Niaga Kecil/小規模商業	129	124	167	38
3	Niaga Besar/大規模商業	157	173	167	10
4	Bangunan Social/公共施設	30	29	32	2
5	Industri/Industry 工業	0	1	0	0
Jumlah/合計		1,858	2,189	1,922	64

出典 : PD PAL Jaya Annual Report 2013

	
<p>Man hole</p>	<p>Residents enjoying improved sanitation</p>
	
<p>Wastewater in sewerage served area</p>	<p>Building sewer not connected</p>
<p>図 3.4 既存の下水道区域 (Kuningan, Jakarta)</p>	

PD PAL Jaya の実施体制は、社長 (General Director) の下に、2 人の次長 (Administration and Finance Director および Technical and Business Director) と、総務、財務、顧客サービス、計画・事業計画、技術、維持管理の 6 部で構成されている。現在の職員数は、109 名である。これは、我が国の大都市と比較すると、人口 100 万人都市の半数である。人口規模が同等の東京都と比較しても、1/30 である。即ち、ジャカルタ特別州の全域で下水道を実施するためには、下水道事業の実施体制についても大幅な組織強化が必要である。

従って、これまでの下水道整備の経緯は、実施体制を強化しつつ、下水道の優先的な施策に人的・財政的資源を投入する段階的な下水道整備計画の必要性を提起している。



出典：JICA 調査団

図 3.5 我が国の下水道事業の実施体制とジャカルタ特別州との比較

(2) 先進国における下水道の役割の変遷

欧米諸国・日本で発展してきた下水道は、歴史的につぎの5つの役割を果たしている。

- (1) 汚水・雨水の排除（Drainage）による環境衛生の改善
- (2) 水洗便所・し尿処理
- (3) 公共用水域の水質改善
- (4) 下水道施設・下水処理水・下水汚泥の再利用
- (5) 健全な水環境

まず、汚水・雨水を排除し住環境から遠ざけること、汚水の排除による放流先河川の水質汚濁を防止すること、水資源・生態系を保全し水環境を良好に保つこと、処理水・下水汚泥等の廃棄物および下水道施設を利用し地球環境や社会経済に貢献するなどの変遷を辿ってきた。近年では、健全な水環境、安全な水循環、安全で快適な生活に貢献する役割を担っている。

下水道整備計画は、長期的な視点を持ちつつも、住民の支払い能力とニーズを見極めて短期・中期の整備目標を策定することが、財政的に許容され事業の整備効果を享受できる効率的な事業となる。なお、長期の目標については、施設の更新事業や都市計画等の上位計画に応じた下水道計画を改定し達成してきた。



出典：JICA 調査団

図 3.6 下水道の役割の歴史の変遷

(3) 下水道セクターにおける優先施策（NCICD プロジェクト）

ジャカルタの浸水は、2007年水害では59万人の避難者を出すなど、深刻な被害を引き起こしてきた。浸水被害の主な原因は、ボゴール、デポ等のジャカルタ南部に位置する上流域での都市開発に伴う雨水流出量の増大と、平均7.5cm/年（顕著な箇所では17cm/年）に及ぶ地盤沈下である。

ジャカルタ市内の浸水被害が常態化しているため、これまでの堤防を築きポンプ排水によってジャカルタ湾へ排水する対処療法的な事業から、ジャカルタ湾の沖合に大堤防（Giant Sea Wall）を構築し、信頼性の高い洪水対策施設を構築するNCICD（National Capital Integrated Coastal Development Project：首都総合沿岸開発）プロジェクトが、国家プロジェクトとして進められることに決定された。ジャカルタは、交通渋滞・東西交通アクセスの不備、港湾の渋滞、ビジネスセンターの不足、市街地の環境悪化など様々な課題を抱えている。NCICDは、これらの課題を解決するための包括的なプロジェクトで、ジャカルタ湾に埋立地を造成し、ビジネスセンターや市街化用地の確保、東西交通のネットワーク構築、水道水源の確保、良好な都市環境作りおよび経済対策事業の機能を組み合わせたプロジェクトである（図3.7）。

下水道は、雨水調整池・上水道水源の水質保全を担う重要なインフラである。



出典：National Capital Integrated Coastal Development Master Plan (Draft) 2014

図 3.7 NCICD プロジェクト（鳥瞰図）

ジャカルタの下水道整備計画は、2022年までにBOD汚濁負荷量を75%削減することを目標としている。この目標に対して、下水道・オンサイト処理施設の整備に関して、PD PAL Jayaは、普及率70%を達成する計画を提案している。ジャカルタの下水道は、汚水を速やかに排除し公衆衛生の改善と公共用水域の水質保全を最優先の役割である。

(4) ジャカルタにおける下水道整備方策の視点

下水道整備方策については、下水道の実施体制を考慮して、優先的な役割に集中するとともに、下水道の中長期的な役割を踏まえた総合的な視点から段階的な下水道整備方策を策定することが重要である。

ジャカルタにおける下水道の最優先のニーズは、次の課題に対する対策である。

- (1) 汚水の排除および衛生環境の改善
- (2) 公共用水域の水環境改善

セプティックタンクの浸透水による地下水の汚染対策として、ハウスコネクションの整備や病原性細菌・アンモニア（硝酸塩）による水質汚濁対策を速やかに実施することは容易ではなく、段階的な分流式下水道の整備と上水道の普及を組み合わせた対策が实际的である。

表 3.2 下水道施設の段階的整備の考え方

下水道施設	施設整備の優先度
幹線管渠	最優先で整備する。
下水処理場	汚水収集量に応じて、段階的に整備する。
面的整備管・ハウスコネクション	実施可能な箇所を優先させて、実施体制、施工能力を考慮して段階的に整備する。

3.2 調査の方法

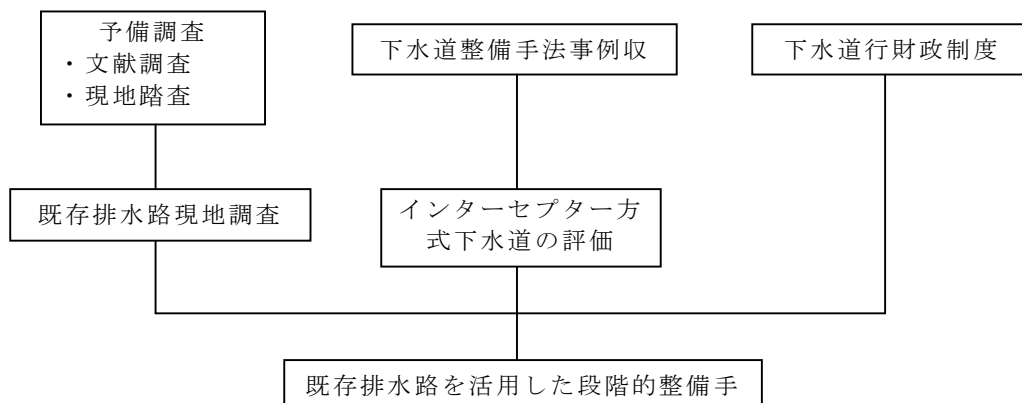
既存排水路を活用したインターセプター方式下水道と集中型の下水道を基本とする段階的下水道整備計画は、既存排水路の現況と活用方法を確認し、長期的にはハウスコネクションを有する標準型の分流式下水道を整備する方策を確立する。さらに、下水道整備の上位計画である NCICD への対応と下水処理場への民間活用を促し下水道経営を持続可能とするためには、水環境を改善し、下水道への接続を促し下水道料金賦課の根拠を作ることが重要である。

本調査は、既存排水路の活用方策とインターセプター下水道の適否を確認し、行財政制度を検討し提案する（図 3.8）。

既存排水路については、洪水対策プロジェクト（JEDI）が実施され、また排水路の規模に応じて、「イ」国公共事業・国民住宅省（水資源総局、人間居住総局）、ジャカルタ特別州公共事業局（Dinas PU）および市（Suku Dinas PU）によって河川および既存排水路の管理が行われている。文献調査および現地踏査による予備調査を行って、詳細な実地調査を行う。インターセプター下水道がしゃ集する小規模の既存排水路について、低所得層・中所得層および小規模のオフィスが立地する各々代表的な地区をモデル地区として選定して実施した。

インターセプター下水道の適用可能性については、下水道の仕組み、海外における事例、我が国の合流改善の経験、分流式下水道との水質改善・費用に関する特性を検討する。下水道行財政制度については、下水道料金制度、広報・公聴、下水道への接続を促す下水道条例・建築確認等について、事例等を提示する。

これらの検討結果を踏まえて、ジャカルタにおける段階的な下水道整備の事例を提案する。



出典：JICA 調査団

図 3.8 調査の方法

3.3 インターセプター方式下水道の事例

3.3.1 インターセプター方式下水道による下水道整備計画

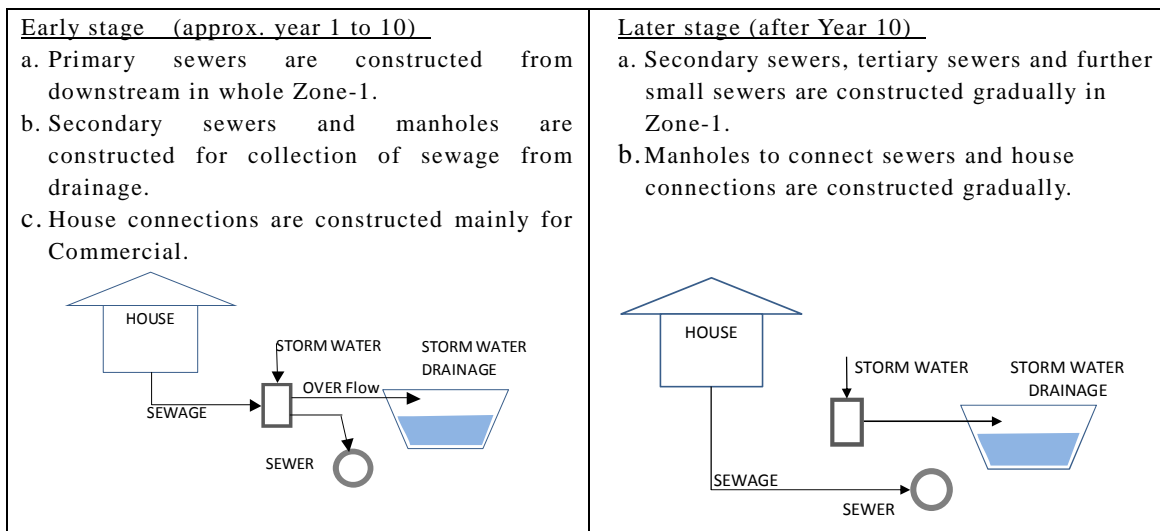
(1) インターセプター方式下水道の仕組み

段階的な下水道整備手法として、下水処理場・幹線管渠を最優先として整備し、既存排水路を活用するインターセプター方式が实际的である。東京を始め我が国の大都市、ソウル、高雄、バンコク、ホーチミン、ニューデリー、マニラでも、既存排水路を活用した合流式下水道で整備を行い、水環境改善・汚水排水に早期の成果を上げてきた。

インターセプター方式下水道は、図 3.9 および 3.10 に示すように、下水道整備の初期の段階では、下水処理場および幹線管渠を整備し、既存の排水路に排出される汚水を収集する。し尿は、セプティックタンク等のオンサイト処理施設を存置させて処理する。

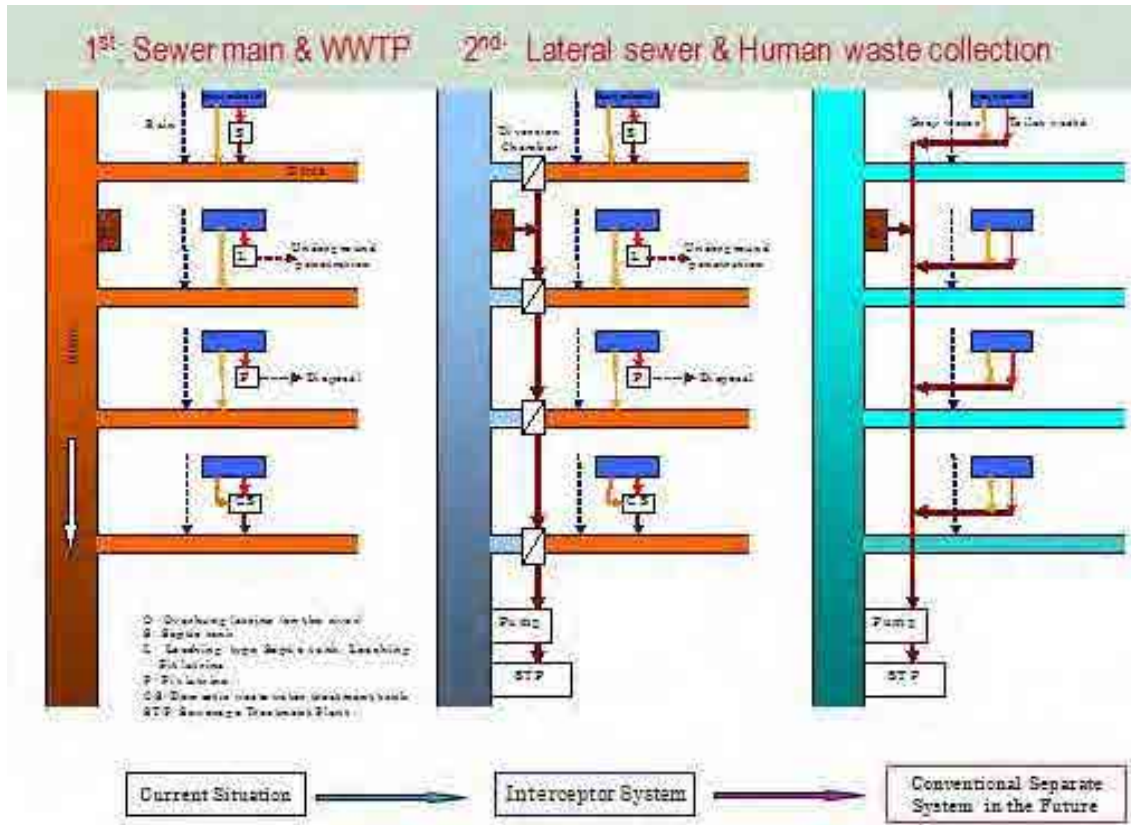
幹線管渠が整備された後、面的整備管やハウスコネクションを整備し、汚水と雨水を分離して収集する。将来的には分流式の下水道を構築する。

インターセプター方式下水道は、汚水を速やかに収集することによって、衛生環境の改善や公共用水域の水質改善を最優先とし、段階的に分流式下水道を整備する過渡的な下水道と位置付けられている。中長期的には、分流式の標準型下水道を作り上げることを基本方針としている。



出典：JICA 調査団

図 3.9 下水道の段階的な整備手法



出典：開発途上国における都市排水・汚水処理技術適用指針、建設省（当時）

図 3.10 下水道の段階的な整備手法

インターセプター方式下水道は、詳細を次節以降に記述するが、分流式下水道と比べて、次の特徴（特長）を有する。

表 3.3 インターセプター方式下水道の特徴

特徴	内容
整備効果の発現	ジャカルタにおける最優先ニーズである汚水の排除および汚濁負荷削減効果を早期に発現する。
投資コスト	最優先施策に集中して投資することにより、財政の投資効果を高める。大規模再開発事業と連携することにより、民間資金を活用し、行政コストを抑える。
下水道普及の効果	処理区全域に幹線管渠を整備することで、下水道への接続が可能となる。
下水道経営への効果	処理区域全域に幹線管渠を設置し、高額下水道料金が負担可能な大規模商業施設を速やかに取り込む。
雨天時のし尿の排出	雨天時放流水による病原性細菌の流出を抑えるため、分流式下水道区域において合流改善技術を適用し、消毒処理を行う。
ごみ等の流入	住宅地の水路にスクリーンを設けるなど、住民教育と連携した取り組みが必要である。
オンサイト処理の改善	合流式の区域では、セプティックタンクが存置する。汚泥の引き抜きと処理を下水道部局が実施することにより、オンサイト処理区域の衛生を改善する。

(2) マニラの経験

マニラは、1977年の民営化における下水道・サニテーションサービスを、標準型の下水処理・下水管路システムによって進めることに対して、次の課題を抱えていた。

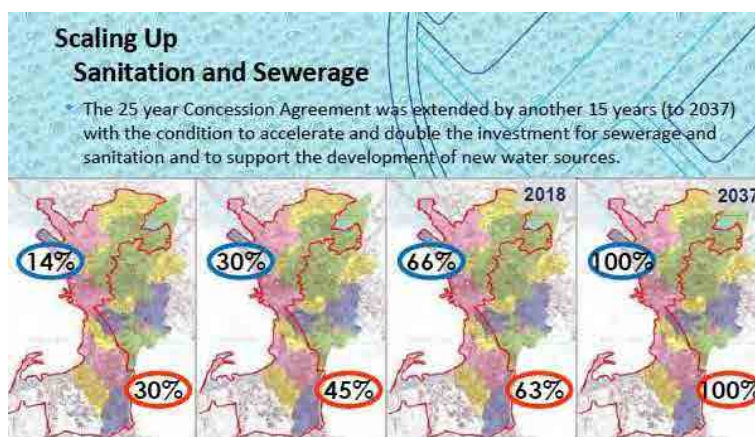
- 莫大な事業費＝高い料金 (Huge Investment = Higher Tariff)
- 建設工事の悪影響 (Significant Construction Impact)
- 住民の上水優先とする不満 (Customer Resistance (Water as a Priority))
- 下水処理場用地の困難 (Difficulty in Securing Land)

これらの課題に対して、既存の共同セプティックタンクの改善、セプティックタンク汚泥処理およびインターセプター方式下水道 (Combined Sewer - Drainage System) の採用によって、下水道・サニテーションの整備を進めている。



出典： Domestic Wastewater Management in Mega Manila, Metropolitan Waterworks and Sewerage System

図 3.11 マニラの下水道整備手法の変革



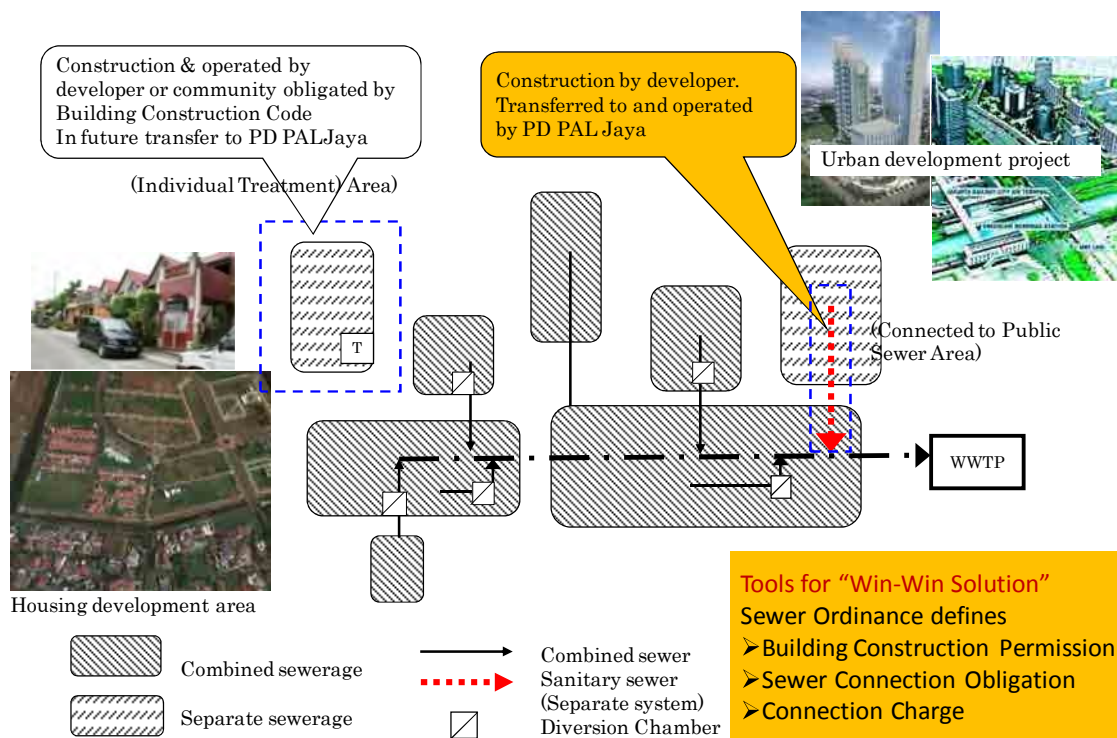
出典： Domestic Wastewater Management in Mega Manila, Metropolitan Waterworks and Sewerage System

図 3.12 マニラの下水道整備計画

(3) 民間開発プロジェクトとの連携した段階的な下水道整備手法

中長期の下水道整備方針に関して、下水道・汚水処理施設整備の二重投資をさけるため、再開発事業や新市街地整備事業と連携し分流式下水道を整備することが可能な地域と、ハウスコネクションを整備することが困難な既成市街地に分けて、下水道施設整備手法を使い分ける手法が適用可能である。

幹線管渠を先行して整備し、幹線管渠の沿線で行われる再開発プロジェクトに対して、下水道への接続を促す建築確認申請（Building Construction Approval）による公共下水道への接続義務を課すなど、官民の連携によって下水道を整備する方式が、適用可能である（図 3.13）。日本の大都市圏では、これらの新市街地開発と下水道整備を、このような手法で進めてきた。



出典：JICA 調査団

図 3.13 下水道の段階的な整備手法

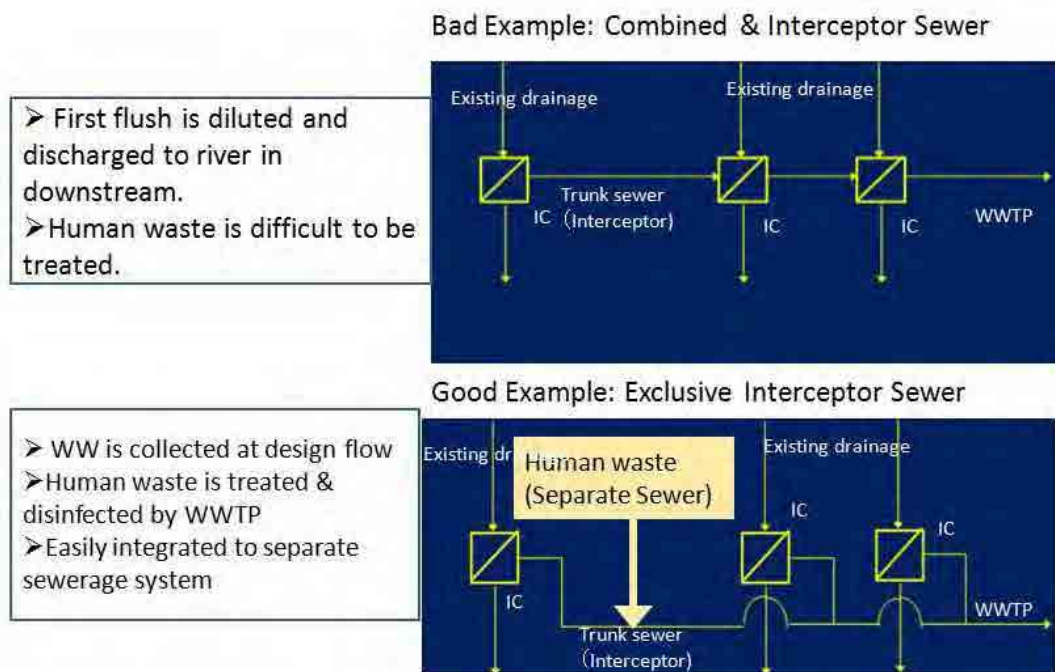
(4) 合流改善技術の適用（し尿・公衆衛生対策）

分流式下水道とインターセプター方式下水道が混在する区域では、雨天時にし尿が未処理で放流される事態が課題となる。し尿が未処理で放流されると病原菌等の公衆衛生の問題が顕在化する。合流式下水道雨天時越流水対策は、雨天時に排出される放流負荷量を削減

するとともに、衛生上のリスク対策やきょう雑物の削減等、放流水質の向上を図ることを目的としている（下水道施設計画・設計指針と対策）。

しゃ集方式については、合流式下水道の改善方策として、しゃ集・放流を繰り返すしゃ集方式（図 3.14 の上図）に対して、合流・分水が混在しない方式（しゃ合流の分離）（図 3.14 の下図）を推奨している。この方式では、しゃ集管でしゃ集した下水は、全て下水処理場へ送られ、処理・消毒を経て、公共用水域へ放流される。ジャカルタの下水道整備計画では、幹線管渠は、交通渋滞等の対策のため、推進工法で大深度の管渠を構築し、既存の水路から汚水を落とし込んでしゃ集する管渠計画である。このため、雨天時のし尿の放流を抑えることが可能である。

ジャカルタの都心部では、高速鉄道網の整備により市街地の再開発事業が進む。新しく建設される建築物は、官民の連携によって公共下水道への接続を進めることにより、面整備管の拡張と分流式下水道の整備区域が増加することが期待できる。

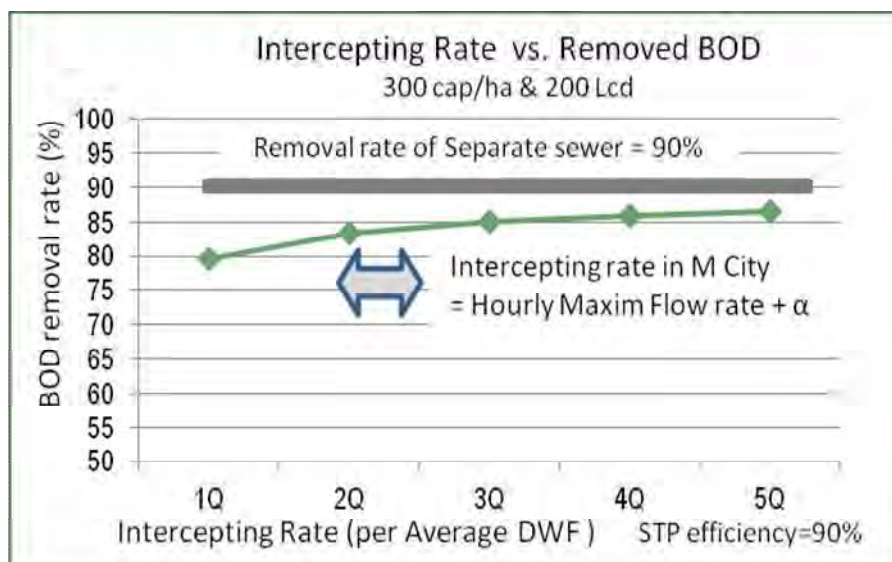
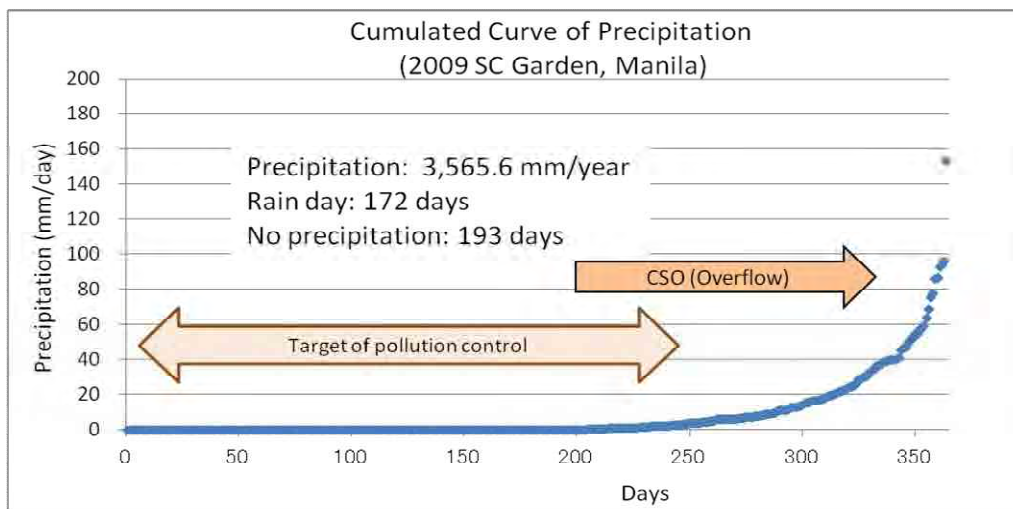


出典：JICA 調査団

図 3.14 下水のしゃ集方式

(5) インターセプター方式下水道の汚濁負荷削減効果

次図は、M市の年間降雨と雨水による「希釈効果－BOD削減効果」の事例を示す。ジャカルタの降雨と同様に、短時間・少降雨が殆どである。洪水を引き起こす規模の降雨（例えば、50mm/hr など）は、年間当り数回の降雨である。このことは、降雨による汚水の希釈を考慮しても、少降雨時にも汚水の収集・処理が期待できるので、汚濁負荷削減効果を発揮する。分流式下水道の汚濁負荷削減効果（BOD 除去率 90%）に対して、インターセプター方式下水道は、汚濁負荷削減効果が下回るものの 2Q しゃ集で 83%、3Q しゃ集時で 85%程度と、十分な水質削減効果を有することが試算されている。



出典：JICA PPP FS

図 3.15 インターセプター下水道の汚濁負荷削減効果

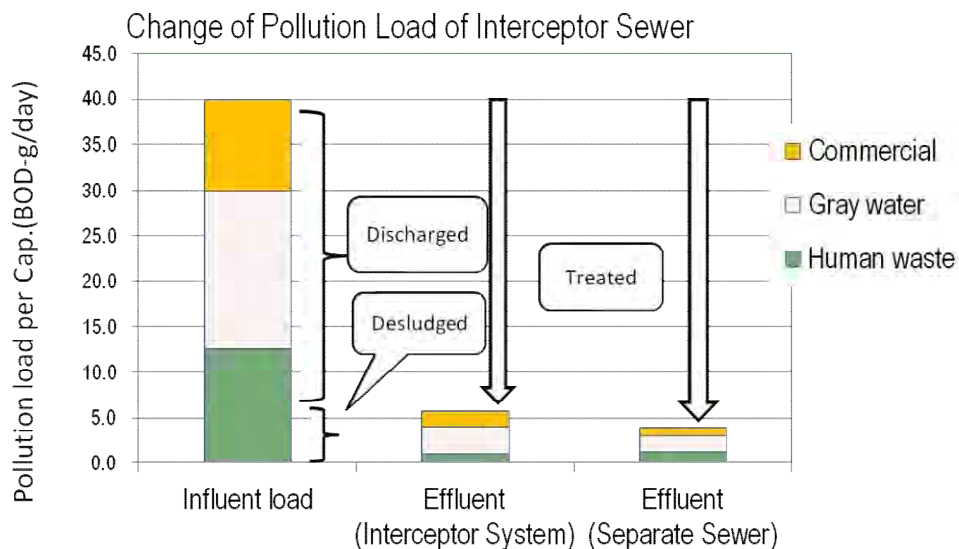
図 3.16 は、ジャカルタ下水マスタープランの採用する計画汚濁負荷量と分流式下水道およびインターセプター方式下水道の BOD 汚濁負荷削減効果（各々、90%および 83%と仮定）を使って試算したものである。インターセプター方式下水道は、年間の汚濁負荷削減効果については、分流式下水道とほぼ同水準の水質改善効果が期待できる。

表 3.4 汚濁負荷量原単位

Category	Removal rate ⁽¹⁾ %	Pollution load per capita			
		Domestic (150 l/cap. day) ⁽²⁾		Commercial (50 l/cap. day) ⁽²⁾	Total (200 l/cap. day)
		Human waste g/cap	Gray water g/cap		
Influent load	—	12.5	17.5	10.0	40.0
Estimated Effluent load Interceptor System	83%	1.1 ⁽³⁾	3.0	1.7	5.8
Separate Sewer	90%	1.3	1.8	1.0	4.1

Commercial: Same concentration as Domestic
Source: (1) JICA PPP Study Team, (2) MP Review, (3) ST removal rate 50%

出典：JICA 調査団



出典：JICA PPP FS

図 3.16 インターセプター方式下水道の水質保全効果

下水道の整備により、汚水が収集されると、河川の悪臭・泡等が無くなり、水質が改善する。また、下水道の整備に合わせた道路・公園・遊歩道の整備によって、カフェ、レストラン等の立地によって賑いの街が作り上げられている（図 3.17）。



下水道整備前

下水道整備後

出典：JICA 調査団

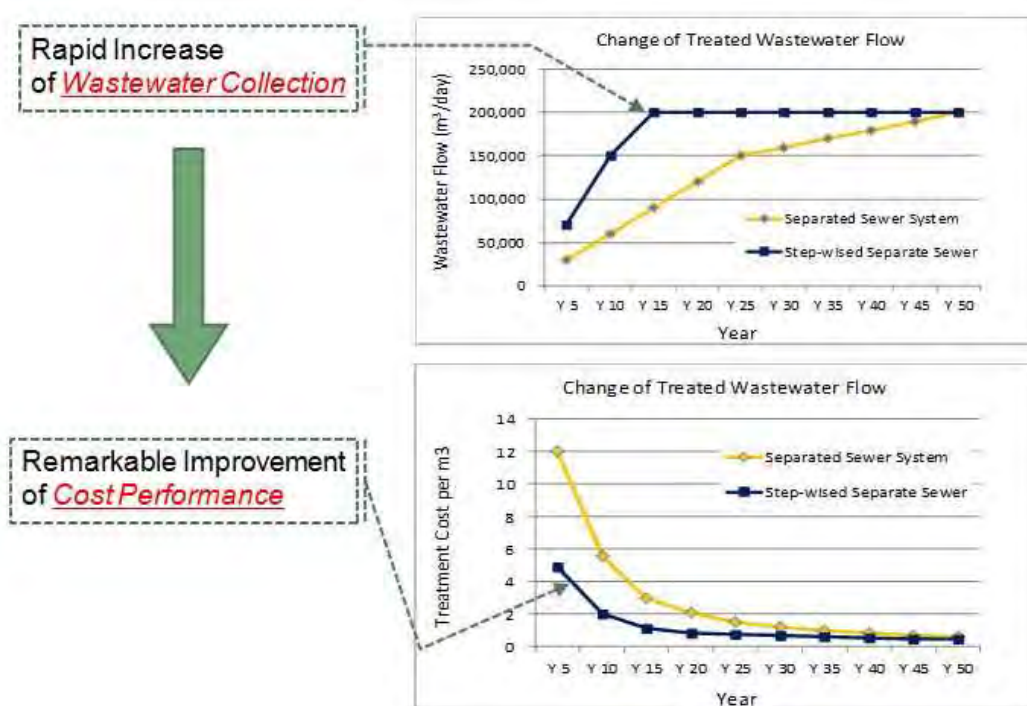
図 3.17 下水道整備効果（ホーチミン市）

(6) インターセプター方式のコスト削減効果

① 維持管理費の削減効果

インターセプター方式下水道は、分流式下水道と比較して、ハウスコネクションを必要としないので、既存の排水路に放流される汚水を速やかに収集することが可能である。分流式下水道は、ハウスコネクションが接続されて、初めて汚水を収集する。また、面的整備管やハウスコネクションの建設には、交通渋滞、地方自治体および個人負担の財源的な課題がある。我が国の経験でも、1年間当りのハウスコネクションの整備量は10,000m³/年の下水道整備量である。分流式下水道は、20年～50年の年月を必要としてきた。

インターセプター方式下水道で速やかに収集された多量の汚水は、下水処理場の建設と稼働率を早期に発現できる。即ち、下水処理場の規模の経済的効果を期待できるので、単位水量当りの維持管理費を抑えることが可能である。汚水収集量と1m³当りの汚水処理費の試算例を、図3.18に示す。

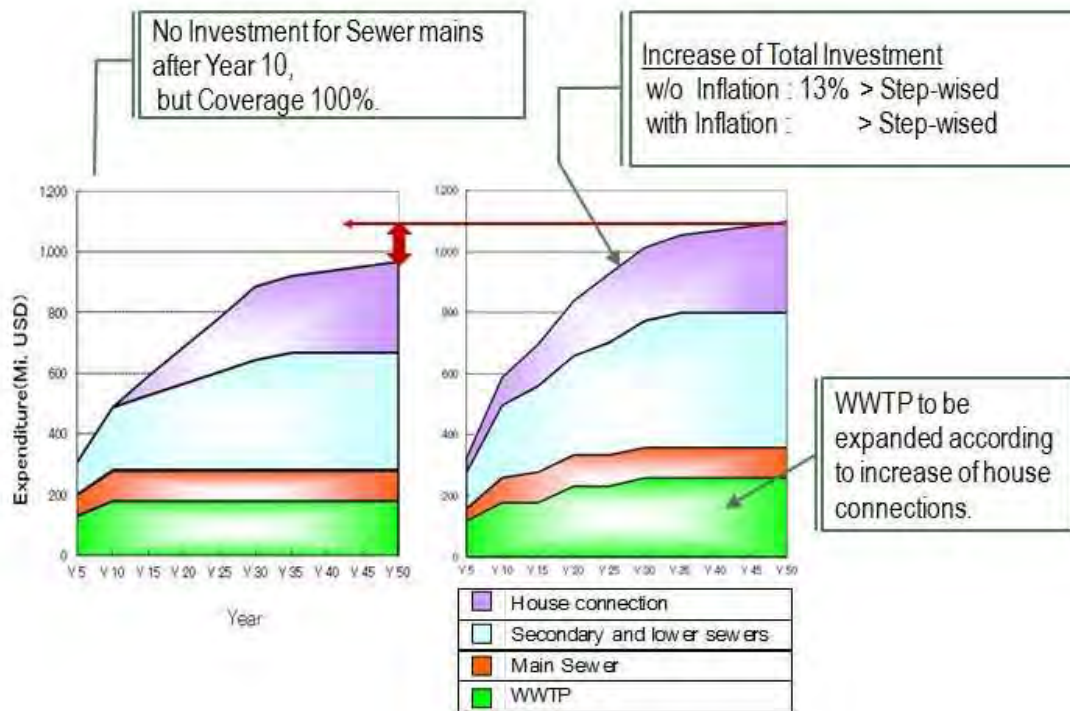


出典：JICA PPP FS

図 3.18 インターセプター方式下水道の維持管理費削減効果

② 建設費用の削減効果

インターセプター方式下水道は、幹線管渠と下水処理場を優先的に整備し、既存の水路を活用して汚水を収集する。建設工事費についても、下水処理場および幹線管渠を大規模の工区で発注するので、小規模の工区を複数年度に渡って発注することと比べて、コスト削減効果が期待できる。



出典：JICA PPP FS

図 3.19 インターセプター方式下水道の建設費削減効果

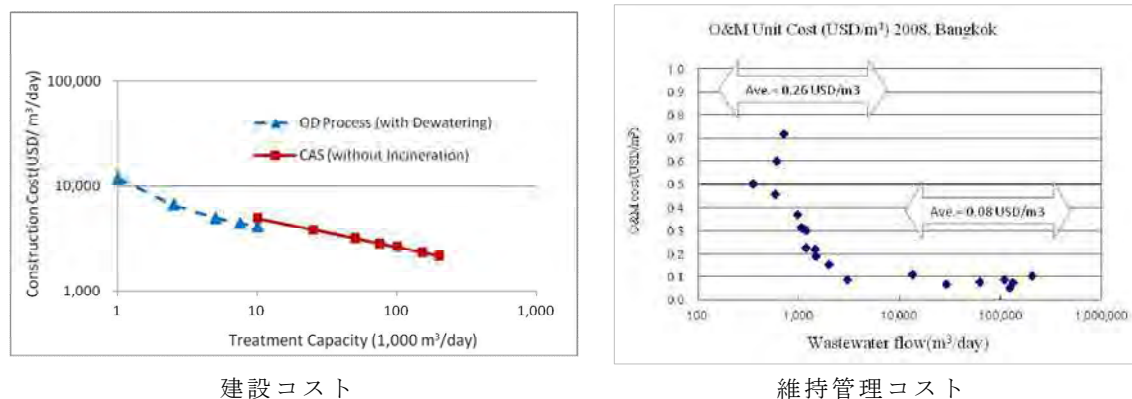
3.3.2 他の段階的な下水道整備計画事例

(1) 小規模下水道の先行整備・大規模下水道への統合

下水道整備は、多額の費用と時間を要する。新市街地開発事業は、一般に、短期間で開発・入居するなど、公共下水道の整備計画と事業実施計画が整合しない。

ところが、下水道は、図 3.20 に示すように、建設費および維持管理費ともに、スケールメリットが期待できるインフラである。小規模の下水処理場は、維持管理技術者の確保、汚泥の処理・処分や運転・補修費用を課題として、大規模の下水処理場と比べて、性能・コストで劣る傾向がある。

下水処理場は定期的に設備の更新を必要とするので、公共下水道が整備され下水処理設備が老朽化した段階で統合するなど、中長期の観点で下水道整備計画のあり方を考慮すると良い。



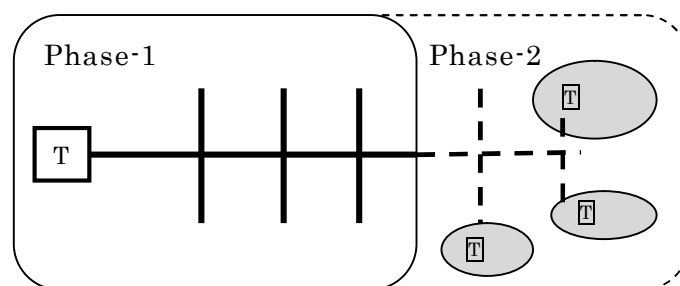
建設コスト

維持管理コスト

出典：下水道計画策定の手引き

出典：JICA 調査団

図 3.20 処理能力の規模によるコスト削減効果



出典：下水道計画策定の手引き

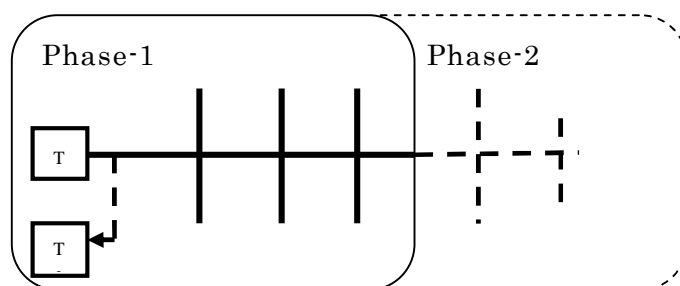
図 3.21 分散型小規模下水道の統合

(2) 下水処理場の増設・処理区の分区

下水処理場は、処理区の管路の整備計画と処理区内の人口増加による汚水量の増加に合わせて下水処理能力を段階的に増強する。また、下水道は、計画目標年次 20 年間の計画諸元に基づいて設計することが一般的である。

しかしながら、下水道は一旦供用を開始すると、50 年～100 年と機能を発揮する。次のような当初の下水処理場計画で考慮しない能力・機能に対して、新たに処理場を設けることや処理区を分割するなどの段階的な整備手法が採用できる。

- 処理区内の人口増加、生活様式の変化による水使用量の増加
- NCICD が設置する調整池の水質保全や再生水利用のための高度処理施設
- 汚泥の有効利用など



出典：下水道計画策定の手引き

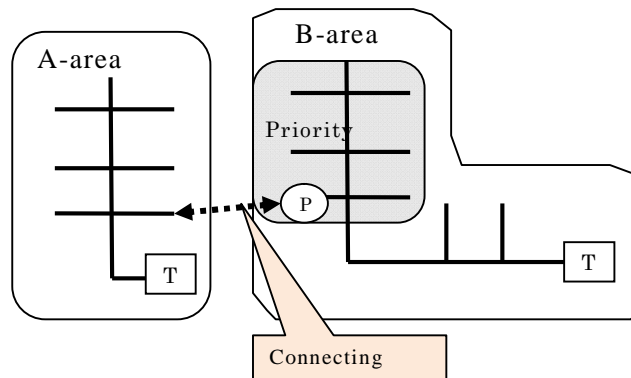
図 3.22 処理施設の増強事例

(3) 連絡幹線による暫定処理区

下水処理場や幹線管渠の整備には、長期の時間と多額の資金を要する。

緊急性の高い優先地区の供用開始を促進し、処理区全体の事業費を後年度に先送りし限られた予算を有効に活用するため、バイパス管等の連絡幹線を建設し、隣接の処理区に暫定的に接続する手法が、大規模下水道で採用されている。

連絡幹線は、2 つの処理区の汚水を相互に融通することによって、下水処理場の増設時期を遅らせ、また災害時や改築・更新時に処理機能を効率的に活用する利用方法である。処理場の利用効率を高める効果が期待できる。



出典：JICA 調査団

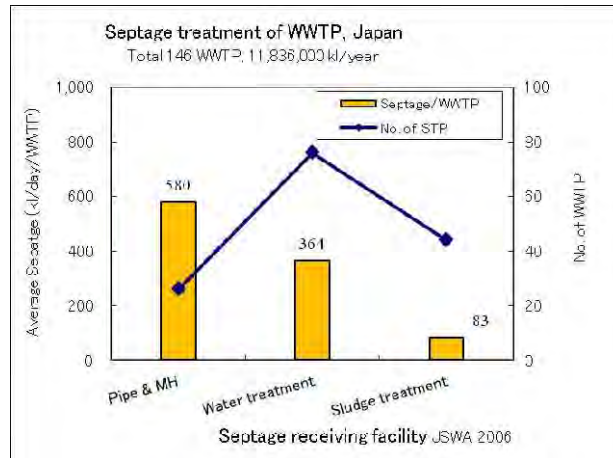
図 3.23 連絡幹線による暫定処理区

(4) 公共下水道によるセプティックタンク汚泥処理

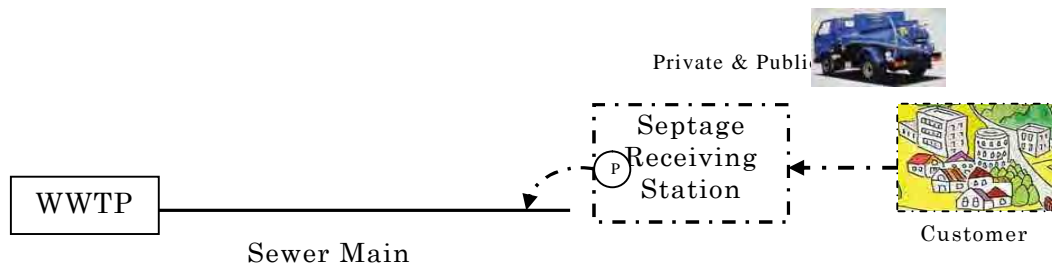
セプティックタンク汚泥は、汚泥の引き抜き期間が通常、2～5年程度の長時間で、嫌気性細菌による処理が進行している。このため、セプティックタンク汚泥の処理は、生物処理が困難である。公共下水道の処理施設でセプティックタンク汚泥を受け入れる場合、希釈・分離することで処理が容易である。また、セプティックタンクは下水道の整備が進むと、廃止される傾向にある。

我が国の下水道が普及した都市部では、し尿・浄化槽汚泥の殆どを、公共下水道で受け入れている（図 3.3.24）。浄化槽汚泥・し尿の受入れは、管路施設および下水処理場内の水処理施設または汚泥処理施設に、し尿投入施設を設けている。処理場は処理水の供給など、し尿投入施設の維持管理作業を補完できるので採用している下水処理場が多い。管路施設は、環境対策や市街地内の地理的な利便性から、1箇所当りのし尿受入れ量が多い。

下水処理・汚泥処理の二重投資を回避し、下水道会計への汚泥処理費用の算入が期待できるので、市の行政経営の観点から合理的な手法である。



公共下水道による浄化槽汚泥処理（日本の事例）



公共下水道の管路施設におけるセプティックタンク汚泥受入れ



Truck Scale & Manifest Recording



Receiving Screen & Tank

出典：JICA 調査団

図 3.24 公共下水道によるセプティックタンク汚泥処理

3.4 既存排水路の維持管理実態調査

3.4.1 既存排水路の現状

既存排水路の調査は、2段階の調査方法によって実施した。

第1段階の調査では、調査団員の踏査により概要を把握し、ジャカルタ市内のコンサルタントに委託する既存排水路の調査計画を策定した。第2段階調査は、既存の水路台帳の調査や目視・計測等を詳細に実施した。

既存排水路は、次のような課題を抱えている。

- 破損：水路が破損し、交通、歩行者の安全が懸念される破損
- ごみ・土砂の堆積物：堆積物による閉塞により懸念される浸水
- 水路敷きの占用：ベンダーや個人住宅の占用による維持管理の阻害
- 水道、電力、通信等のユーティリティーの占用：水路断面を横断する占用によって、浸水の要因となるごみの堆積・水路の閉塞等。

小規模の道路や水路は、コミュニティーを清潔に保つ住民の意思が見受けられ、清掃・管理などが良好になされている。住民が自分の意思で対応できる地区については、維持管理上の課題は顕在化していない。

幹線道路沿いの水路は、堆積物や重量車両による水路の破損が顕著である地区も見受けられる。しかしながら、交通に重大な影響を及ぼす車道の陥没等については、事後保全として補修し、長期間放置される箇所は確認できなかった。定期的に浚渫等の維持管理作業がなされている地区も多い。



出典：JICA 調査団

図 3.25 既存排水路の管理状況(1)



出典：JICA 調査団

図 3.26 既存排水路の管理状況 (2)

ごみの投棄は、深刻な課題である。道路のごみは、経常的に清掃されているが、水路のごみは、既存の排水路から汚水・雨水の流れによって供給されている。



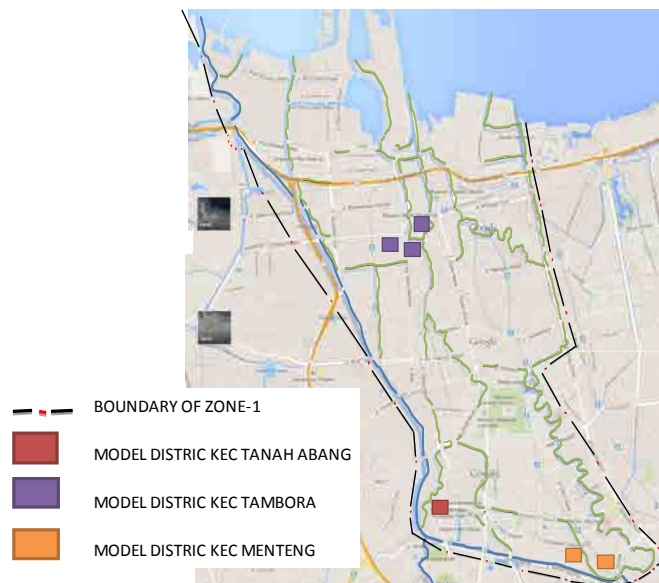
出典：JICA 調査団

図 3.27 既存排水路のごみの堆積

3.4.2 既存排水路の維持管理実態調査

Zone-1 処理区内の既存排水路について、低地で密集住宅地・スラム・商業地区（3箇所）、中所得層の住む排水の良好な住宅地（1箇所）および低地で高所得層の住宅・小規模オフィス地区（2ヶ所）、合計6箇所のモデル地区を選定し、水路の破損状況を調査した（図 3.28）。さらに、幹線道路の水路について、踏査により維持管理状況を調査した。

既存排水路は、表 3.4.1 に示す調査項目で分類し、目視により堆積物、破損、水路の沈下状況を取りまとめた。また、位置、形状、構造および水深については、水路台帳および現地での計測値を反映した。



出典：JICA 調査団

図 3.28 既存排水路の調査モデル地区

表 3.5 既存排水路の調査項目

調査内容（略号）	調査方法
位置	水路台帳・地図
形状	水路台帳・計測
構造	水路台帳・計測
堆積物による閉塞（A）	目視
構造物の破損状況（B）	目視
水路の沈下状況（C）	目視
溢水・流下状況・水深	目視・計測

既存排水路の調査結果を、表 3.6、3.7 に示す。

多くの水路で、ほぼ全ての水路で堆積物が顕著であり、また、破損 (Failed)、沈下 (Subsidence) が見られる。完全な閉塞は、71 水路中の 4 水路で報告されている。破損箇所は、1 水路当たり 1～数箇所程度である。

既存排水路調査報告書では、「住宅地では、住民によって水路清掃がなされており、水路の閉塞は、少ない。水路の閉塞は、2つの道路で見られ、コンクリート製の蓋の落下による。暗渠についても、水路の閉塞は見られなかった。」、「水路の不具合は、80～90%が堆積物で、破損は道路延長の 5%程度である。」と総括している。

これらの現地調査の結果、次のことが明らかとなった。

- 土砂の浚渫、ごみの清掃は、既存排水路を適切に機能させるために重要である。
- 破損箇所については、交通に重大な支障を与えるような道路陥没等は、事後保全的に補修されている。放置された箇所は、歩行者も周知している。日本の管理水準を適用することは、ジャカルタの支払い能力と求める機能を逸脱する。

既存排水路状況調査 (Report of Existing Drainage Survey) 報告書のコメント

Water tunnel condition:

a) Damages

The malfunction on the water closure is not very often happening on the resident area, it caused by the resident in this area is able to maintain/take care water closure. The problem on the water closure can be found on Jalan Pengukiran 3 (1 unit) and Jalan Pasar Pagi closure made by solid cemen that fell into the channel (it caused by the size of solid cement closure size not fit as same as Jalan Pekojan). The under channel malfunction cannot be seen or cannot be found.

Mostly the problems are caused by sediment (80%-90% sediments), whereas damage to buildings only approximately 5% of the total length of roads along the main road.

表 3.6 既存排水路の破損・沈下状況（モデル地区）

No.	Kelurahan	Jalan	Structure					Condition		Remark hf = Depth of flow
			Type	W Top / dia (m)	W Bottom (m)	H (m)	L (m)	Clogged	A	
								Failed	B	
1	1	TANAH ABANG KH. MAS MANSYUR		1.00	1.00	1.20	510.00	Failed/Clogged	B/C	0.8
2	2	TANAH ABANG KEBON PALA 1		0.65	0.65	1.10	295.00	Subsidy	B/C	0.3
3	3	TANAH ABANG KEBON PALA 2		0.60	0.40	0.75	350.00	Subsidy	B/C	0.1
4	4	TANAH ABANG KEBON PALA 4		0.70	0.60	0.60	190.00	-	C	0.1
5	5	TANAH ABANG KEBON PALA 6		0.60	0.40	0.45	320.00	-	C	0.15
6	6	TANAH ABANG KEBON PALA 9		1.00	0.60	0.70	685.00	Failed	B/C	0.2
7	7	TANAH ABANG AWALUDIN 1		1.00	0.60	0.60	315.00	Subsidy	B/C	0.15
8	8	TANAH ABANG GG. MESS		0.60	0.40	0.60	350.00	Failed	B/C	0.1
9	9	TANAH ABANG GG. PORRA		0.45	0.25	0.45	265.00	Subsidy	B/C	0.1
10	10	TANAH ABANG GG. 01		0.50	0.30	0.45	175.00	-	C	0.1
11	11	TANAH ABANG GG. 02		0.45	0.25	0.45	115.00	-	C	0.15
12	12	TANAH ABANG GG. 03		0.45	0.15	0.75	115.00	-	C	0.1
13	13	TANAH ABANG GG. 04		0.40	0.20	0.45	80.00	-	C	0.1
14	14	TANAH ABANG GG. 05		0.50	0.30	0.45	110.00	Subsidy	B/C	0.15
15	15	TANAH ABANG GG. 06		0.40	0.20	0.45	115.00	-	C	0.15
16	1	TAMBORA-1 PERNIAGAAN		0.60	0.60	1.20	250.00	Subsidy	B/C	0.5
17	2	TAMBORA-1 PERNIAGAAN BARAT		0.70	0.70	1.20	320.00	Subsidy	B/C	0.6
18	3	TAMBORA-1 PERNIAGAAN TIMUR		0.50	0.50	0.60	290.00	Subsidy	B/C	0.6
19	4	TAMBORA-1 PETONGKANGAN		0.60	0.60	1.20	280.00	Subsidy	B/C	0.9
20	5	TAMBORA-1 PERNIAGAAN TIMUR 1		0.50	0.50	0.70	205.00	Subsidy	B/C	0.5
21	6	TAMBORA-1 PERNIAGAAN TIMUR 3		0.50	0.50	0.70	220.00	Subsidy	B/C	0.5
22	7	TAMBORA-1 GG. JELAKENG 2		0.50	0.50	0.70	150.00	Subsidy	B/C	0.5
23	8	TAMBORA-1 PETAK BARU		0.80	0.80	1.00	215.00	Subsidy	B/C	0.8
24	9	TAMBORA-1 PASAR PAGI		0.80	0.80	1.00	185.00	Subsidy/Failed	B/C	0.8
25	10	TAMBORA-1 PASAR PAGI 2		0.40	0.40	0.60	100.00	Subsidy	B/C	0.4
26	1	TAMBORA-2 PEJAGALAN		1.00	1.00	1.65	335.00	Subsidy	B/C	1
27	2	TAMBORA-2 PENGUKIRAN 2		0.70	0.60	0.65	400.00	Subsidy	B/C	0.5
28	3	TAMBORA-2 PENGUKIRAN 3		0.90	0.90	0.90	350.00	Subsidy	B/C	0.7
29	4	TAMBORA-2 PENGUKIRAN 4		0.65	0.65	0.90	265.00	Subsidy	B/C	0.7
30	5	TAMBORA-2 PENGUKIRAN DALAM 2		0.30	0.30	0.50	100.00	Subsidy	B/C	0.3
31	6	TAMBORA-2 JEMBATAN 5		0.50	0.50	0.60	285.00	Subsidy	B/C	0.4
32	7	TAMBORA-2 PEJAGALAN 3		0.80	0.80	1.00	100.00	Subsidy	B/C	0.2
33	8	TAMBORA-2 PENGUKIRAN		0.80	0.70	0.65	310.00	Subsidy	B/C	0.2
34	9	TAMBORA-2 PEKOJAN		0.90	0.90	1.20	560.00	Subsidy	B/C	0.9
35	1	TAMBORA-3 P. TUBAGUS ANGKE		1.00	1.00	1.00	435.00	Subsidy	C	0.7
36	2	TAMBORA-3 LAKSA 1		0.90	0.90	0.70	265.00	Subsidy	C	0.5
37	3	TAMBORA-3 LAKSA 2		0.90	0.90	0.70	320.00	Subsidy	C	0.5
38	4	TAMBORA-3 LAKSA 3		0.80	0.80	0.60	200.00	Clogged	A	0.4
39	5	TAMBORA-3 LAKSA 4		1.25	1.25	0.70	315.00	Clogged	A	0.2
40	6	TAMBORA-3 LAKSA 5		0.80	0.80	0.80	115.00	Clogged	A	0.5
41	7	TAMBORA-3 H. MOCH. MAS MANSYUR		1.00	1.00	1.00	360.00	Subsidy	A	0.7
42	8	TAMBORA-3 TAMBORA 6 DALAM		0.80	0.80	0.80	105.00	Subsidy	B/C	0.6
43	9	TAMBORA-3 TAMBORA 5		0.90	0.90	0.80	275.00	Subsidy	C	0.6
44	10	TAMBORA-3 TAMBORA 6		0.50	0.50	1.20	315.00	-	C	0.3
45	1	MENTENG-1 MENTENG JAYA		0.60	0.50	0.55	955.00	Subsidy	B/C	0.15
46	2	MENTENG-1 MENTENG TENGGULUN		0.60	0.50	0.50	795.00	Subsidy	B/C	0.15
47	3	MENTENG-1 GG. ARENG UJJUNG		0.60	0.60	0.70	260.00	Subsidy	B/C	0.6
48	4	MENTENG-1 GG. DAAR		0.60	0.60	0.60	200.00	Subsidy	B/C	0.4
49	5	MENTENG-1 GG. TEKOKAK		0.75	0.65	0.50	125.00	Subsidy	B/C	0.15
50	6	MENTENG-1 GG. SIROJUL		0.60	0.50	0.50	230.00	Failed/Subsidy	B/C	0.2
51	7	MENTENG-1 GG. BODREK		0.60	0.50	0.50	265.00	Subsidy	B/C	0.15
52	8	MENTENG-1 GG. AMPERA		0.60	0.50	0.50	215.00	Subsidy	B/C	0.15
53	9	MENTENG-1 GG. MASJID JAMI		0.70	0.60	0.50	160.00	Subsidy	B/C	0.15
54	10	MENTENG-1 GG. 01		0.50	0.40	0.50	40.00	Subsidy	B/C	0.2
55	11	MENTENG-1 GG. 02		0.50	0.50	0.50	45.00	Subsidy	B/C	0.3
56	12	MENTENG-1 GG. 03		0.50	0.50	0.50	40.00	Subsidy	B/C	0.4
57	13	MENTENG-1 GG. 04		0.50	0.40	0.50	50.00	Subsidy	B/C	0.2
58	14	MENTENG-1 GG. 05		0.50	0.40	0.50	50.00	Subsidy	B/C	0.2
59	1	MENTENG-2 SUKABUMI		1.00	1.00	0.90	170.00	Subsidy	B/C	0.7
60	2	MENTENG-2 SINDANGLAYA		1.00	1.00	0.90	200.00	Subsidy	B/C	0.6
61	3	MENTENG-2 MENTENG SUKABUMI		0.60	0.50	0.50	235.00	Subsidy	B/C	0.15
62	4	MENTENG-2 GG. 01		0.50	0.50	0.40	160.00	Subsidy	B/C	0.2
63	5	MENTENG-2 GG. 02		0.50	0.50	0.40	265.00	Subsidy	B/C	0.2
64	6	MENTENG-2 GG. 03		0.60	0.50	0.50	245.00	-	C	0.2
65	7	MENTENG-2 GG. 04		0.60	0.50	0.50	110.00	-	C	0.2
66	8	MENTENG-2 GG. 05		0.60	0.50	0.50	100.00	-	C	0.15
67	9	MENTENG-2 GG. 06		0.60	0.50	0.50	215.00	-	C	0.15
68	10	MENTENG-2 GG. 07		0.50	0.40	0.50	100.00	Failed	B/C	0.2
69	11	MENTENG-2 GG. 08		0.60	0.50	0.50	75.00	Subsidy	B/C	0.2
70	12	MENTENG-2 GG. 09		0.50	0.50	0.50	100.00	Failed	B/C	0.3
71	13	MENTENG-2 GG. 10		0.50	0.50	0.50	65.00	-	C	0.2

表 3.7 既存排水路の破損・沈下状況（幹線道路 1/2）

No.	Name Of Road	Structure								L (m)	Condition			Remark (Water Depth)
		Left				Right					Clogged	A	B	
		Type	Width Top	Width Bottom	Height	Type	Width Top	Width Bottom	Height		Failed	Subsidy	C	
1	1	JL. SOEDIRMAN	□	1.50	1.50	1.00	□	1.50	1.50	1.00	800.00	Subsidy	B/C	0.80
2	2	JL. MERDEKA BARAT	□	0.70	0.70	1.20	□	0.70	0.70	1.20	1050.00	Subsidy	B/C	0.80
3	3	JL. MERDEKA SELATAN	□	0.70	0.70	1.20	□	0.75	0.75	0.70	1050.00	Subsidy	B/C	0.70
4	4	JL. MERDEKA TIMUR	□	0.70	0.70	1.20	□	0.70	0.70	1.20	900.00	Subsidy	B/C	0.80
5	5	JL. MERDEKA UTARA	□	0.70	0.70	1.20	□	0.70	0.70	1.20	950.00	Subsidy	B/C	0.60
6	6	JL. MAJAPAHIT	□	0.70	0.70	1.00	-	-	-	-	550.00	Subsidy	B/C	0.50
7	7	JL. HAYAM WURUK	□	0.70	0.70	1.20	KALI CILIWUNG TIGA			2800.00	Failed / Subsidy	B/C	0.70	
8	8	JL. GAJAHMADA	KALI CILIWUNG TIGA				□	0.70	0.70	1.20	2850.00	Failed / Subsidy	B/C	0.60
9	9	JL. JUANDA	KALI CILIWUNG TIGA				□	0.90	0.90	1.20	1100.00	Failed / Subsidy	B/C	0.70
10	10	JL. KH. HASYIM ASHARI	□	1.00	1.00	1.50	□	1.00	1.00	1.50	2000.00	Failed / Subsidy	B/C	0.80
11	11	JL. CIDENG TIMUR	□	0.90	0.90	1.20	KALI CIDENG			2400.00	Failed / Subsidy	B/C	0.80	
12	12	JL. CIDENG BARAT	KALI CIDENG				□	0.90	0.90	1.20	2400.00	Failed / Subsidy	B/C	0.70
13	13.1	JL. PLUIT SELATAN RAYA (TYPE-1)	□	0.75	0.75	1.10	□	0.75	0.75	1.10	950.00	Failed / Subsidy	B/C	0.60
14	13.2	JL. PLUIT SELATAN RAYA (TYPE-2)	□	1.00	0.80	1.20	□	1.50	1.50	1.10	1000.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
15	13.3	JL. PLUIT SELATAN RAYA (TYPE-3)	□	1.00	0.80	1.20	□	1.50	1.50	1.10	1000.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
16	14.1	JL. PLUIT TIMUR RAYA (TYPE-1)	□	1.00	1.00	1.10	□	2.20	2.00	1.10	500.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
17	14.2	JL. PLUIT TIMUR RAYA (TYPE-2)	-				□	2.50	2.30	1.30	500.00	Subsidy	B/C	0.40
18	14.3	JL. PLUIT TIMUR RAYA (TYPE-3)	□	1.30	1.10	1.10	□	2.50	2.30	1.50	400.00	Subsidy	B/C	0.30
19	15.1	JL. PLUIT INDAH (TYPE-1)	-				□	5.00	5.00	2.50	200.00	Subsidy	B/C	0.40
20	15.2	JL. PLUIT INDAH (TYPE-2)	□	1.00	1.00	1.20	□	5.00	5.00	2.50	600.00	Subsidy	B/C	0.50
21	15.3	JL. PLUIT INDAH (TYPE-3)	□	1.00	1.00	1.20	□	5.00	5.00	2.50	300.00	Subsidy	B/C	0.50
22	16	JL. PLUIT PERMAI TIMUR	□	1.40	1.40	1.20	□	4.00	4.00	2.00	1100.00	Failed / Subsidy	B/C	0.60
23	17	JL. JEMBATAN TIGA	□	0.70	0.70	0.80	□	5.00	5.00	2.00	1200.00	Subsidy	B/C	0.50
24	18	JL. BANDENGAN UTARA	□	0.70	0.70	0.80	□	0.70	0.70	0.80	2150.00	Subsidy	B/C	0.50
25	19	JL. P. TUBAGUS ANGKE	□	0.70	0.70	1.20	KALI MUARA KARANG			1900.00	Failed / Subsidy	B/C	0.60	
26	20	JL. JEMBATAN DUA	-				□	1.00	1.00	1.10	1800.00	Failed / Subsidy	B/C	0.60
27	21	JL. KALI BESAR	□	0.70	0.70	1.20	□	0.70	0.70	1.00	650.00	Failed / Subsidy	B/C	0.60
28	22	JL. PINTU BESAR SELATAN	□	1.30	1.30	1.10	□	1.30	1.30	1.10	550.00	Subsidy	B/C	0.60
29	23.1	JL. KH. MAS MANSYUR (TYPE-1)	□	1.10	1.10	1.50	□	1.10	1.10	1.50	400.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
30	23.2	JL. KH. MAS MANSYUR (TYPE-2)	□	1.10	1.10	1.50	□	0.90	0.90	0.90	500.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
31	23.3	JL. KH. MAS MANSYUR (TYPE-3)	□	1.10	1.10	1.50	□	1.00	1.00	1.25	400.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30
32	24	JL. KEBON KACANG RAYA	□	1.30	1.30	1.20	□	1.30	1.30	1.20	1000.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
33	25	JL. JATI BARU	□	1.60	1.60	1.60	□	0.80	0.80	1.00	900.00	Subsidy	B/C	0.40
34	26	JL. KEBON JAHE	□	0.60	0.60	1.00	□	0.60	0.60	0.80	500.00	Failed / Subsidy	B/C	0.50
35	27	JL. RIDWAN RAIZ	□	1.20	1.20	1.20	□	1.20	1.20	1.20	400.00	Failed / Subsidy	B/C	0.60
36	28	JL. PASAR SENEN	□	1.35	1.35	1.50	□	1.35	1.35	1.50	1250.00	Subsidy	B/C	0.40
37	29	JL. TAMBAK	□	1.00	1.00	1.10	□	1.00	1.00	1.10	600.00	Subsidy	B/C	0.40
38	30	JL. PROKLAMASI	□	1.40	1.40	2.60	□	1.00	1.00	1.50	1300.00	Failed / Subsidy	B/C	0.50
39	31	JL. PRAMUKA	□	1.40	1.40	1.25	□	1.40	1.20	1.25	2600.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30
40	32.1	JL. KH. ZAINUL ARIFIN (TYPE-1)	□	0.60	0.60	0.60	□	0.60	0.60	0.60	350.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30
41	32.2	JL. KH. ZAINUL ARIFIN (TYPE-2)	□	0.60	0.60	0.60	□	1.00	0.60	1.20	350.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30
42	32.3	JL. KH. ZAINUL ARIFIN (TYPE-3)	□	1.00	0.70	1.20	KALI KETAPANG			300.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30	
43	32.4	JL. KH. ZAINUL ARIFIN (TYPE-4)	□	0.80	0.70	1.20	□	2.10	1.90	2.10	300.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
44	33	JL. BIAK	□	1.00	1.00	1.00	□	1.00	1.00	1.00	650.00	Subsidy	B/C	0.50
45	34	JL. KYAI CARINGIN	□	0.80	0.80	0.85	□	0.80	0.80	0.85	700.00	Subsidy	B/C	0.30
46	35	JL. BALIKPAPAN	□	1.00	1.00	1.00	□	1.00	1.00	1.00	450.00	Subsidy	B/C	0.40
47	36	JL. SURYOPRANOTO	□	1.00	1.00	1.10	□	1.00	1.00	1.10	800.00	Subsidy	B/C	0.30
48	37	JL. TANAH ABANG	□	1.00	1.00	1.00	□	1.00	1.00	0.90	1000.00	Subsidy	B/C	0.50
49	38	JL. ABDUL MUJIS	KALI CIDENG				□	1.00	1.00	1.00	1550.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
50	39	JL. POS	KALI CILIWUNG TIGA				□	1.00	1.00	1.30	550.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30

表 3.8 既存排水路の破損・沈下状況（幹線道路 2/2）

No.	Name Of Road	Structure								L (m)	Condition			Remark (Water Depth)
		Left				Right					Clogged	A	B	
		Type	Width Top	Width Bottom	Height	Type	Width Top	Width Bottom	Height		Failed	C		
51	40	JL DR SOETOMO	KALI CILWUNG TIGA				□	1.00	1.00	1.00	550.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30
52	41	JL GUNUNG SAHARI	KALI CILWUNG TIGA				□	1.00	1.00	1.00	4750.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30
53	42.1	JL MANGGA BESAR (TYPE-1)	□	0.70	0.70	0.90	□	1.00	1.00	1.00	400.00	Subsidy	B/C	0.50
54	42.2	JL MANGGA BESAR (TYPE-2)	□	1.00	1.00	0.80	KALI KETAPANG				250.00	Subsidy	B/C	0.50
55	42.3	JL MANGGA BESAR (TYPE-3)	□	1.00	1.00	1.20	□	1.00	1.00	1.20	1550.00	Subsidy	B/C	0.50
56	43	JL MH. TAMRIN	□	1.50	1.50	1.50	□	1.50	1.50	1.50	600.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30
57	44	JL PANGERAN JAYAKARTA	□	1.40	1.40	1.30	□	1.40	1.40	1.30	1950.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
58	45	JL DR. SURATMO	□	1.40	1.40	1.00	□	1.40	1.40	1.00	350.00	Failed / Subsidy	B/C	0.50
59	46	JL PRAPATAN	□	1.40	1.40	1.00	-				1100.00	Failed / Subsidy	B/C	0.20
60	47.1	JL KWITANG (TYPE-1)	□	0.70	0.70	0.80	□	1.00	1.00	0.90	300.00	Subsidy	B/C	0.50
61	47.2	JL KWITANG (TYPE-2)	□	0.60	0.60	1.50	□	1.00	1.00	0.90	300.00	Subsidy	B/C	0.50
62	47.3	JL KWITANG (TYPE-3)	□	0.70	0.70	1.20	□	1.00	1.00	0.90	650.00	Subsidy	B/C	0.50
63	48	JL KRAMAT RAYA	□	1.10	1.10	1.20	□	1.10	1.10	1.20	900.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
64	49	JL SALEMBA RAYA	□	1.00	1.00	1.50	□	1.10	1.10	1.20	1450.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
65	50.1	JL PANGERAN DIPONEGORO (TYPE-1)	□	1.10	1.10	1.10	□	1.10	1.10	1.10	350.00	Subsidy	B/C	0.50
66	50.2	JL PANGERAN DIPONEGORO (TYPE-2)	-				□	1.10	1.10	1.20	450.00	Subsidy	B/C	0.50
67	50.3	JL PANGERAN DIPONEGORO (TYPE-3)	□	1.10	1.10	1.10	□	1.00	1.00	1.20	650.00	Subsidy	B/C	0.50
68	50.4	JL PANGERAN DIPONEGORO (TYPE-4)	□	0.40	0.40	0.70	□	0.40	0.40	0.70	800.00	Subsidy	B/C	0.50
69	51	JL TEUKU CIK DI TIRO	□	1.10	1.10	1.20	□	1.10	1.10	1.20	1350.00	Subsidy	B/C	0.40
70	52	JL RP. SOEROSO	□	1.10	1.10	1.50	□	1.10	1.10	1.50	800.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30
71	53	JL MENTENG RAYA	□	1.10	1.10	1.20	□	1.10	1.10	1.00	650.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
72	54	JL KEBON SIRIH	□	1.10	1.10	1.10	□	1.10	1.10	1.10	1850.00	Failed / Subsidy	B/C	0.50
73	55	JL CEMARA	□	1.10	1.10	2.00	□	1.10	1.10	2.00	400.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30
74	56	JL CUT MEUTIA	□	1.20	1.20	1.20	□	1.10	1.10	0.90	450.00	Failed / Subsidy	B/C	0.20
75	57.1	JL TEUKU UMAR (TYPE-1)	□	0.80	0.80	1.70	□	0.80	0.80	1.70	400.00	Subsidy	B/C	0.30
76	57.2	JL TEUKU UMAR (TYPE-2)	□	1.00	1.00	1.20	□	1.00	1.00	1.20	850.00	Subsidy	B/C	0.30
77	58	JL SUNDA KELAPA	□	1.10	1.10	1.00	□	1.10	1.10	1.00	650.00	Subsidy	B/C	0.50
78	59.1	JL LATUHARHARY (TYPE-1)	□	1.10	1.10	1.00	□	0.70	0.70	1.30	600.00	Subsidy	B/C	0.50
79	59.2	JL LATUHARHARY (TYPE-2)	□	1.00	1.00	0.80	□	0.70	0.70	1.60	1000.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
80	60	JL T. IMAM BONJOL	□	1.20	1.20	1.20	□	1.20	1.20	1.20	1300.00	Failed / Subsidy	B/C	0.30
81	61	JL COKROAMINOTO	□	1.00	1.00	0.90	□	1.00	1.00	0.90	1950.00	Failed / Subsidy	B/C	0.50
82	62.1	JL WAHID HASYIM (TYPE-1)	□	2.00	2.00	1.20	□	2.00	2.00	1.20	1000.00	Subsidy	B/C	0.30
83	62.2	JL WAHID HASYIM (TYPE-2)	□	2.00	2.00	1.20	□	1.50	1.50	1.60	1300.00	Subsidy	B/C	0.30
84	63.1	JL MANGGA DUA (TYPE-1)	□	1.50	1.50	1.20	□	1.50	1.50	1.20	600.00	Subsidy	B/C	0.70
85	63.2	JL MANGGA DUA (TYPE-1)	□	2.50	2.10	1.50	□	2.50	2.10	1.50	1500.00	Subsidy	B/C	0.70
86	64	JL RE. MARTADINATA	□	1.50	1.50	1.50	KALI CILWUNG DUA				1500.00	Failed / Subsidy	B/C	0.50
87	65	JL PAKIN TO MARTADINATA	KALI KRUKUT SATU				□	1.00	1.00	1.50	2150.00	Failed / Subsidy	B/C	0.40
		TOTAL									88150.00			

3.5 既存排水路を活用した下水道整備方策の提案

3.5.1 既存排水路管理の考え方

踏査によって調査した結果、既存排水路の管理に関する基本的な考え方を、次に示す。

- ▶ ごみ、土砂等の堆積物の影響は、顕著である。清掃等の経常的な維持管理が不可欠である。
- ▶ 住宅地内の水路は、良好に維持されている。住民の自主的な清掃活動が寄与している。
- ▶ 水路敷きは、ベンダーや個人の庭等に占用されている。歩行や施設管理に支障を来すので、公共施設を適切に管理するルールが必要である。
- ▶ 大規模な補修は不要で、破損箇所については、現在行われている対象療法的な補修計画が、補修事業量および事業予算確保の観点から、適当である。

表 3.9 既存排水路管理の基本的考え方

O&M Type Role/Function	Cleansing	Repair	Refurbishment
Safety for pedestrian & traffic	—	○	—
WW drainage	○	○ (partially fixed)	Not required
Storm water drainage	○	○ (partially fixed)	Not required
Flood control	—	—	—
Traffic lane use	—	—	○ (Covered conduit)

出典：JICA 調査団

(1) 水路補修計画

水路補修計画に関する基本的な考え方を、次に示す。

- ▶ 交通事故を引き起こすことが懸念される重大な破損箇所については、現在と同様に、速やかに事後保全的に補修することが重要である。
- ▶ 沈下部分については、土砂の浚渫により排水機能が改善できるので、局所的な浸水を許容しながらも重大な浸水被害にはつながらない。広域の浸水対策のためには、排水機場の新設や幹線水路の掘削など水位を下げるなどの改良が必要である。
- ▶ 浸水対策については、幹線排水路・排水機場の整備と流出抑制技術を組み合わせた対策が实际的である。幹線水路の改良や排水機場の新設など JEDI の効果を評価して、道路改良計画や水路整備計画等に基づいて、実施することが望ましい。

3.5.2 既存排水路を活用した下水道整備方策

既存の排水路は、もぐりぜき状態の排水が不良な箇所が多い。また、排水が良好な地区においても、雨季に浸水が報告されている。

既存排水路を活用する場合、次の雨水の浸入水の課題が提起される。

- 下水道への河川水の流入
- 希釈された流入水
- ポンプ排水・下水処理に要する無駄な費用



出典：JICA 調査団

図 3.29 既存排水路の水位関係

Zone-1 処理区は、浸水被害が恒常的に引き起こされているので、河川の水位上昇に対する対策が不可欠である。このため、ポンプ排水とすることや、過剰な下水（雨水）の浸入を防ぐために、フラップゲート等の逆流防止装置が必要となる。

プルート排水ポンプ場の排水区域のように、ポンプ排水により水位を低下させる。フラップゲートを付けて、河川水の逆流を防ぐ。常時、浸水する潜りせき状態にある水路については、電動ゲートや放流先河川の水位上昇に対して自動的に開閉するオートフラップゲートが採用されている。また、ごみ等のきょう雑物がゲートに絡まって止水機能を阻害するので、ごみ除去などの定期的な監視、清掃業務が必要である

また、ジャカルタ市内には、地盤沈下の進行と雨水排除能力の不足に対処するため、小規模の排水ポンプ場を、多数、設けている。これらのポンプ場は、低揚程の小規模ポンプである。これらの小規模ポンプ場は、運転水位を適切に管理することにより、雨水浸入水の対策となる。



出典：JICA 調査団

図 3.30 フラップゲート



排水ポンプ場（全景）

排水ポンプ場（操作盤）

出典：JICA 調査団

図 3.31 小規模排水ポンプ場

ジャカルタは、地盤沈下が進行しているため、下水処理場内のポンプ場の溢水事故に備えるため、平水位と高水時の双方に対応可能な分水施設を採用することが不可欠である。

低地でインターセプター方式下水道を採用する場合、晴天時・小降雨時に浸水対策を必要としない場合と、年数回の強い降雨で雨水排除を優先する場合に、汚水のしゃ集方法を使い分けている。ホーチミン市や高雄市では、放流先河川との合流部に可動せきを設け、晴天時には、河川水の逆流を防止し汚水を収集している。降雨時には、雨水排水対策として、ゲートを開放しまた水中ポンプを稼働させて雨水を排除する対策が講じられている。

我が国の大都市では、大規模ポンプ場を設けるポンプ排水区域と自然流下方式で雨水排除する区域に分けた雨水排除システムを採用することは標準である。しかしながら、小規模の排水区域で、放流先河川からの逆流を防止し、内水による浸水を許容できる区域では、

フラップゲートを採用する雨水吐き室を設けている。

これらの簡易な設備を組み合わせた対策を設けることは、ジャカルタの低地部における汚水収集システムとしては、実際的である。中長期的には、NCICD プロジェクトが提案している大規模堤防・排水機場を構築し、市街地の水位を下げるポンプ排水区域とすることが、信頼性の高い雨水排水システムである。



出典：JICA 調査団

図 3.32 雨水分水施設（ホーチミン市）



出典：JICA 調査団

図 3.33 雨水分水施設（高雄市、台湾）

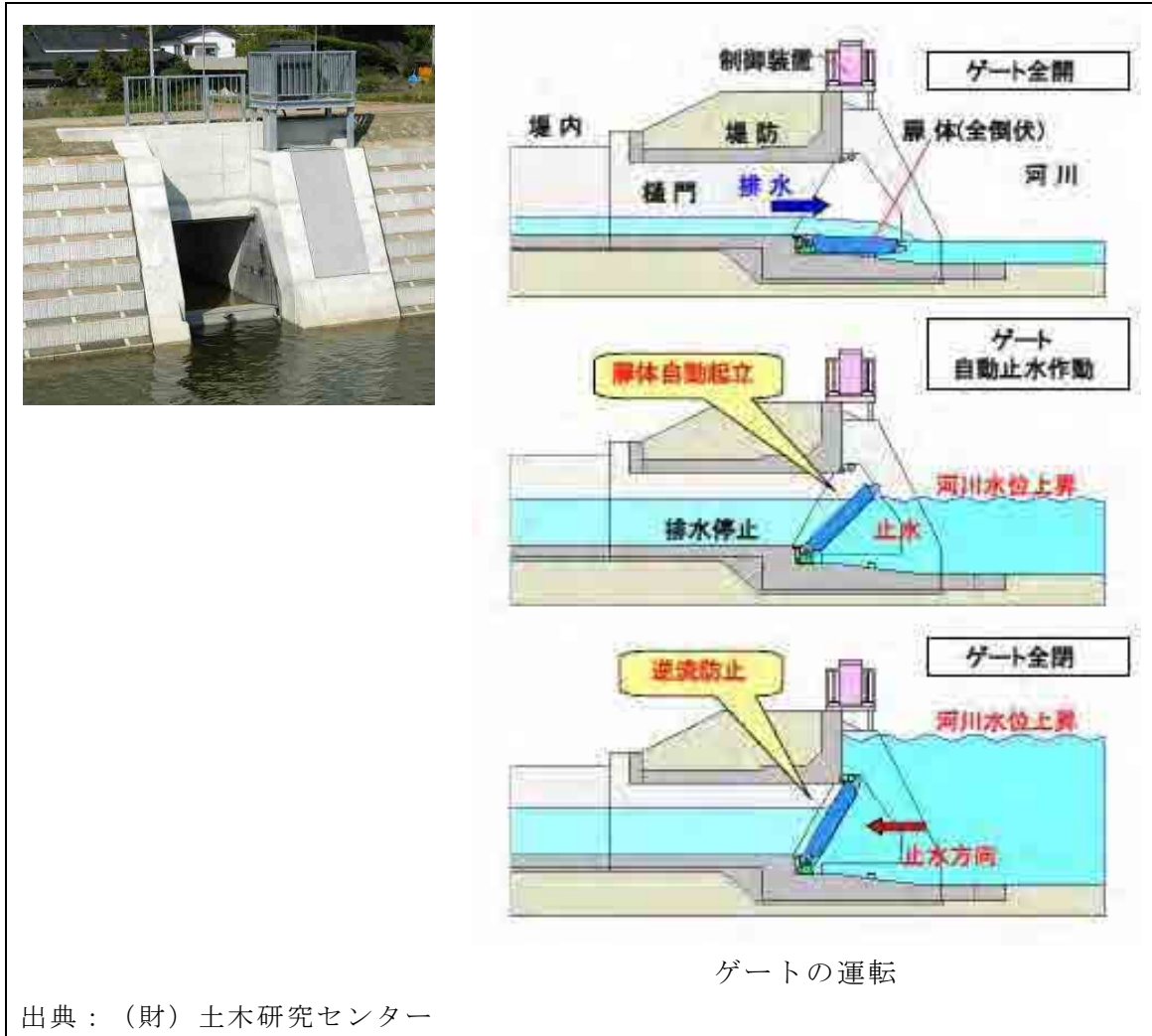


図 3.34 オートフラップゲート

3.6 下水道の段階的整備を支える行財政制度

3.6.1 下水道料金制度

(1) 下水道料金制度の必要性

下水道経営を持続可能とするためには、維持管理財源の独自の財源が必要である。

下水道の整備は、一時的なもので、国・地方自治体の一般財源によって賄うことが可能であるが、維持管理は永久に続き、設備の運転・老朽化等に経常的に多額の費用を必要とする。ジャカルタの小規模下水道では、維持管理財源が賄えず、処理施設が放置され機能を発揮しないなどの事例が報告されている。

下水道の維持管理と財源について、BPLHD, DKI Jakarta のヒアリングで次のことが確認できた。

- ▶ 下水道は、道路、河川等と異なり、維持管理に多大な労力を要する。
- ▶ 維持管理が疎かになると下水処理施設が機能しなくなる、維持管理の持続性が重要である。
- ▶ 維持管理はコストがかかるので、持続可能な財源を必要とする。

また、DKI Jakarta 知事補佐官は、公共サービスにはサービス水準に見合う対価を求めることが社会的常識であると言明している。下水道についても、維持管理費用については、料金制度を導入したい考えである。

大都市の多くは、住民の支払い意思や能力に配慮しながら、適切な水準の負担を求めている。海外の経験を事例に、下水道料金制度を紹介する。

(2) 大阪市の下水道料金体系

日本の下水道は、かつて下水処理場を有せず、合流式下水道管およびポンプによる汚水・雨水を排除する方式を採用していた。このため、し尿を公共下水道に投入し下水処理場で処理する処理区域と、単独浄化槽・汲み取り便所でし尿を処理し雑排水のみを排除する排水区域に分けて、下水道サービスを提供してきた。

大阪市は、1972年の下水道使用料改定で、便器に賦課する料金を廃止し、逦増性の料金体系に改定した。

表 3.10 大阪市の下水道料金体系（1972年）

Tariff Structure of Osaka City, Japan in 1972 JPY = 0.004 USD (1972)

Category		Consumption (m ³ per month)	Old Tariff (JPY/m ³)	New Tariff (JPY/m ³)	
General User (Gray water discharge)	Basic Charge	Individual house	8 m ³ or less	50	
		Public bath	10 m ³ or less	70	
		Flat house	8 m ³ or less	24	
	Consuming charge	Individual house	Per 1 m ³	10	11-20 m ³ /Mon. 10 21-30 15 31-50 16 51-100 17 101- 18
		Public bath	Per 1 m ³	4.5	4.5
		Flat house	Per 1 m ³	3.9	3.9
Flush Toilet User	House hold	Closet bowl	Per unit	20	
		Urinal lavatory	Per unit	10	
	Commercial	Closet bowl	Per unit	40	To be abolished
		Urinal lavatory	Per unit	20	

(3) シンガポールの料金体系

シンガポールは、上水料金に対して、水資源を保全する意図を伝える水保全税（Water Conservation tax）および下水処理料金（Water bone fee）を、定率で賦課している。さらに、便器の数および大きさによる便器料金（Sanitary Appliance Fee）を賦課している。

表 3.11 シンガポールの上下水道料金体系

Tariff Category	Consumption Block (m ³ per month)	Water Tariff (SGD/m ³) [before GST]	Water Conservation Tax (% of Water tariff)
Domestic	0 to 40	1.17	30
	Above 40	1.40	45
Non-Domestic	All units	1.17	30
Shipping	All units	1.92	30
Tariff Category	Consumption Block (m ³ per month)	Waterborne Fee (SGD/m ³) [after GST]	Sanitary Appliance Fee [after GST]
Domestic	All units	0.30	SGD 3.00 per chargeable fitting per month GST: Good & Service Tax (7%) SGD = 0.79 USD
Non-Domestic	All units	0.60	
Shipping	All units	0.60	

シンガポールの水保全税・下水道料金の考え方

The Water Conservation Tax

To reinforce the message that every drop of water is precious and everyone must do their part to conserve water, the *Water Conservation Tax* was introduced in 1991. It is imposed as a percentage of the total water consumption.

Sanitary Appliance Fee and Waterborne Fee

The Sanitary Appliance Fee (SAF) and the Waterborne Fee (WBF) are levied to offset the cost of treating used water and for operating and maintaining the used water network.

The Sanitary Appliance Fee is a fixed component based on the number of sanitary fittings in each premise whereas the Waterborne Fee is charged based on the volume of water used in any premises.

Source: Water Tariff, PUB Singapore

(4) マレーシアの料金体系

マレーシア (IWK) は、一般家庭については、所得水準を考慮し、内部補助制度を採用している。ハウスコネクションについても、セプティックタンクの有無による料金制度を採用している。商業については、事業規模 (収入) とセプティックタンクの有無および 100m³/月を上回る場合の従量料金を採用している。

表 3.12 マレーシアの下水道料金 (一般家庭)

Domestic

Category	Monthly Charge(RM)
Low cost houses and government quarters in categories F, G, H and I (receiving either Individual Septic Tank or Connected Sewerage Services)	2
Houses in Kampung, New Villages and Estates (receiving either Individual Septic Tank or Connected Sewerage Services)	3
Premises and government quarters in categories A, B, C, D and E receiving Individual Septic Tank Services	6
Premises and government quarters in categories A, B, C, D, and E receiving Connected Sewerage Services	8

表 3.13 マレーシアの下水道料金（商業）

Monthly sewerage services charges for Commercial premises

Band/ Kumpulan	Annual Value (RM)/ Nilai Tahunan (RM)	Basic Charge (RM) / Caj Asas (RM)	
		Connected/ Bersambung	Septic Tank / Tangki Septik
1	0 - 2,000	8	7
2	2,001 - 5,000	14	8
3	5,001 - 10,000	20	14
4	10,001 - 20,000	26	19
5	20,001 - 30,000	29	21
6	30,001 - 40,000	32	23
7	40,001 - 50,000	35	25
8	50,001 - 60,000	38	27
9	60,001 - 70,000	41	29
10	70,001 - 80,000	44	31
11	80,001 - 90,000	47	33
12	90,001 - 100,000	50	35
13	100,001 - 200,000	180	120
14	200,001 - 400,000	495	330
15	400,001 - 600,000	522	348
16	600,001 - 800,000	1,980	1,320
17	800,001 - 1,000,000	2,160	1,440
18	1,000,001 - 3,000,000	4,320	2,880
19	3,000,001 - 5,000,000	8,800	5,400
20	5,000,001 - 7,000,000	9,200	6,000
21	More than/Melebihi 7,000,001	9,600	6,600

Monthly Excess Charge/ Caj Penggunaan Air Bulanan	
Water Usage / Penggunaan Air	Excess Charge / Caj Penggunaan Air
Up To / Sehingga 100 m ³	No Charge / Tiada Caj
More Than 100 m ³ but less than 200 m ³ / Melebihi 100 m ³ tetapi kurang daripada 200 m ³	30 sen per / setiap m ³
More Than / Melebihi 200 m ³	45 sen per / setiap m ³

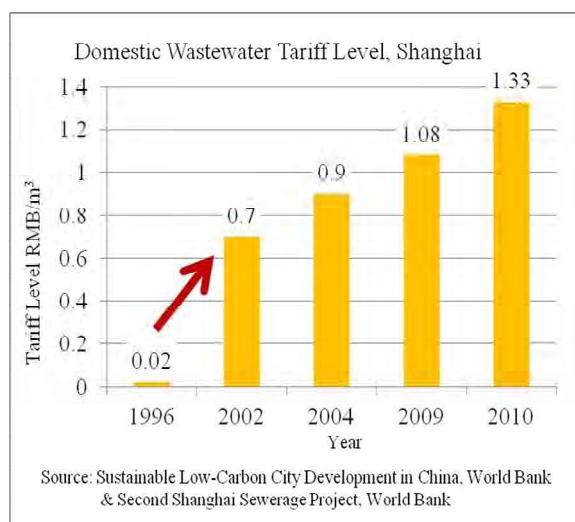
(5) 上海市の料金体系

上海市は、下水道の供用開始時点では殆どゼロの料金を、定期的に値上げしてきた。現在、水道料金と比べて、家庭用で 82%までの水準であるが、需要可能な料金水準であるが、フルコストリカバリーには至っていない。しかしながら、下水道料金を賦課することで、市の一般会計予算を、他の住民サービスに回すことを施策としている。

上海市下水道料金賦課の理念

- (1) Over past 20 years Shanghai has increased tariff from virtually zero to appropriate level, however still not enough to full cost recovery.
- (2) Higher user charge & lower government subsidies mean that local government has more funds available for such as health, education, social services & public infrastructures that must be financed by government.

Source: Financing for Urban Development of Shanghai



出典：JICA 調査団

図 3.35 上海市下水道料金の推移

表 3.14 上海市上下水道料金

Water supply & Wastewater Tariff Shanghai 2010 (RMB/m³) RMB=0.16 USD

Group	Water supply	Wastewater	WW/WS
Industrial	2.00	1.80	0.90
Commercial/Institutional	2.00	1.70	0.85
Domestic	1.63	1.33	0.82

WS(Water Supply): Shanghai South Water Company
WW(Wastewater): Shanghai Municipal Sewerage Company

出典：JICA 調査団

3.6.2 水環境改善効果に対する住民理解の促進

(1) 我が国の河川・道路清掃活動

河川や道路の管理は、行政と住民が一体となって活動することで、良好な環境に維持することが可能となる。良好な地域環境は、生活に潤いを提供し、住民にとっても便益となる。行政は、地域住民の清掃活動・ポケットパーク等の整備について、地域の自治会・婦人会等に対して、清掃機材や茶菓子等の活動経費を助成し、住民の自主的な活動を支援している。



出典：JICA 調査団

図 3.36 道路・河川の清掃活動

(2) インドネシアにおける河川清掃（PROKASIH）

インドネシア国内では、No1 Sampa（ごみゼロ）、Code-Ku（我々の Code 川）といった標語を使って、河川浄化プロジェクトが行われ、故郷の川作りが進められている。過去に行ったジョグジャカルタの事例では、下水道の整備によって生活環境が改善されたことと、河川が浄化されていくことを住民が評価していることが確認できた（カザフスタン国下水道施設維持管理ノウハウ移転調査報告書より）。

(3) バリ島における清掃活動

バリ島では、観光地を美しく保つためビーチ、道路、河川等のごみ清掃、水質汚濁防止活動を、行政と NGO が一体となって行っている。住民の理解が高まることによって、地域の環境が改善されていく相乗効果が表れている。



図 3.37 水路の清掃活動

3.6.3 下水道接続を促す法制度

(1) 下水道条例による下水道接続義務

我が国の下水道法および下水道条例は、公共下水道の社会的な意義に基づいて、下水道が整備され供用を開始すると、処理区域を告示し、建築物や土地の所有者に公共下水道の使用を義務付けている。

<p>(排水設備の設置等) 下水道法第十条 公共下水道の供用が開始された場合においては、当該公共下水道の排水区域内の土地の所有者、使用者又は占有者は、遅滞なく、次の区分に従って、その土地の下水を公共下水道に流入させるために必要な排水管、排水渠その他の排水施設（以下「排水設備」という。）を設置しなければならない。ただし、特別の事情により公共下水道管理者の許可を受けた場合その他政令で定める場合においては、この限りでない。</p>
<p>標準下水道条例の規定 第3条「排水設備の設置」 公共下水道の供用開始の日において排水設備を設置すべき者は、当該日から〇〇日以内に当該排水設備を設置しなければならない。</p>
<p>(排水設備等の計画の確認) 第5条 排水設備又は下水道法第24条第1項の規定によりその設置について許可を受けるべき排水施設（以下これらを「排水設備」という。）の新設等を行おうとする者は、あらかじめ、その計画が排水設備等の設置又は構造に関する法令の規定に適合するものであることについて、規則で定めるところにより、申請書に必要な書類を添付して提出し、市（町村）長の確認を受けなければならない。</p>
<p>(除害施設の設置) 第11条 （下水道の）使用者は、次に定める基準に適合しない下水を継続して排除するときは、除害施設を設けなければならない。 下水道への排除基準（略）</p>

また、我が国の大都市は、都市計画法による開発許可規制に基づいて、下水道についても、公共下水道と同等の施設を整備し、公共下水道計画に支障を来さないことを確認し、建設許可を与えている。

都市計画法に基づく市開発指導の例

(排水施設)

排水路その他の排水施設が、汚水及び雨水を有効に排出するとともに、その排出によって開発区域及びその周辺の地域に溢水等による被害が生じないような構造及び能力で設計されていること。なお、都市計画が定められているときは設計がこれに適合していること。

申請図書（污水管路施設）

汚水排水施設計画平面図

汚水排水施設計画縦横断面図

汚水排水施設構造図

汚水排水施設構造計算書

汚水排水区画割平面図

污水管路流量計算書

(2) 建築確認申請による開発プロジェクトの指導

ジャカルタ特別州は、我が国と同様に、建築物の建設許可（IMB）、使用許可（KMB）の規制制度を運用している。

ジャカルタ特別州の建築確認制度

The procedures of Obtaining IMB, IPB and KMB in Jakarta Capital City

Definition

1. Application for Construction Concession (PIMB) is an application form to obtain a construction permit;
2. Application for Building Utilization Eligibility (PKMB) is an application form to obtain a certificate of Building Utilization Eligibility;
3. Construction Permit is a concession issued to carry out construction activities;
4. Building Utilization Permit (IMB) is a permit that is issued to utilize a building after deemed appropriate based on technical aspects;
5. Building Utilization Eligibility (KMB) is a certificate regarding the eligibility to utilize the proposed building after its conditions and building utilization are deemed appropriate based on technical aspects.

Construction Permit (IMB)

I. Requirement and procedures of Applying for IMB-PB

1. Every construction has to have IMB;
2. In order to obtain IMB, applicants are required to apply in paper to a Governor in this case the Head Office through the Sub-district Development Program (PPK) department by completing the provided application form and enclose it with the following requirements:

出典：DKI Jakarta ホームページ

<http://www.jakarta.go.id/eng/news/2012/01/the-procedures-of-obtaining-imb-ipb-and-kmb-in-jakarta-capital-city>

ジャカルタ特別州における建築物の開発指導を、以下に示す。

地盤沈下対策や地下水涵養のための雨水浸透井について”New Governor Decree enforces all buildings in Jakarta to build infiltration well and puts it as a requirement for issuing building permit (新しい知事令で、全ての建築物に、浸透井戸を義務付け建築許可の必要条件とする。) ”の知事令や、ジャカルタ特別州の庁舎建設における再生水利用について Green Building 知事令が、適用されている。公共下水道への接続についても、同様の建築指導が適用可能である。

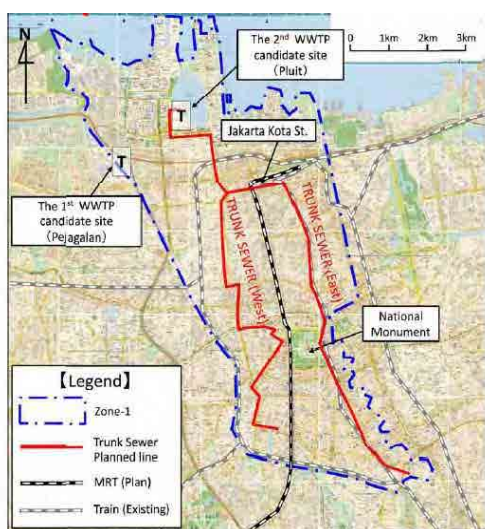
<p>Constructing Infiltration Well</p>  <p>New Governor Decree enforces all buildings in Jakarta to build infiltration well and puts it as a requirement for issuing building permit</p>	<p><u>New Governor Decree enforces all buildings in Jakarta to build infiltration well and puts it as a requirement for issuing building permit</u></p>
<p>Green Building</p> <ul style="list-style-type: none"> • Governor decree about Green Building has been issued to encourage all the building in Jakarta to incorporate the Green Building Concept • As a first step, the Government has finished renovating the City Hall and promoted it as a green building pilot project <p>Jakarta City Hall Renovation</p>  <div style="display: flex; flex-direction: column;"> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>Using the central cooled air chiller with R134a cooler (efficient electricity usage) and sequencing control will improve energy saving until 30 % and reduce the carbon waste until 35%</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>Using of special electronic appliances and lamps like TL5 M6, Ballast electronic and LED will also improve energy and electricity saving until 30%.</p> </div> <div style="border: 1px solid gray; padding: 5px;"> <p>Separation between grey water and black water. Grey water will be used again to spray the garden.</p> </div> </div>	<p><u>Using the central cooled air chiller with R134a cooler (efficient electricity usage) and sequencing control will improve energy saving until 30 % and reduce the carbon waste until 35%</u></p> <p><u>Separation between grey water and black water. Grey water will be used again to spray the garden.</u></p> <p>出典 : Pursuing Harmonious and Sustainable Development, <i>The 12th Plenary Meeting of the ANMC21, Deputy Governor of Jakarta for Spatial Planning and Environment</i></p>

図 3.38 ジャカルタ特別州の建築規制事例

3.7 解決すべき課題と提言

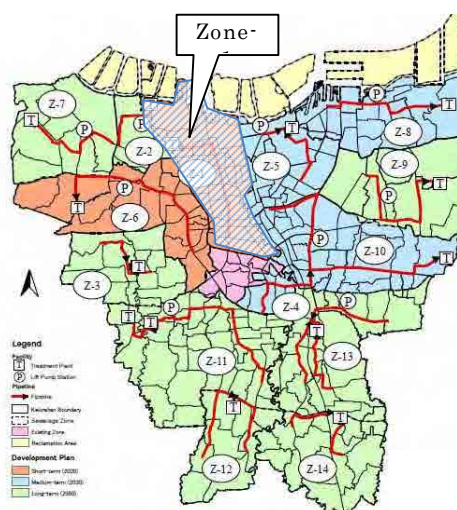
ジャカルタ特別州は、上位計画である NCICD における水環境保全と水質汚濁対策を持続可能とするために、全域で下水道・オンサイト処理施設の整備方針を検討している。しかしながら、Zone-0 および一部の住宅団地・都市開発プロジェクトで小規模下水道が整備されているに過ぎない。PD PAL Jaya が 1991 年の設立以来 22 年間で進めてきた 2013 年の接続戸数 1,556 戸は、ジャカルタ特別州全体の世帯数 2,604.6 千世帯 (Statistic Indonesia 2014) の 1/1,674 (0.06%) であり、整備計画、実施体制、適用技術、財政と様々な課題を抱えている。

下水道整備計画については、ジャカルタ特別州は、Zone-1 処理区のみならず全ての 14 処理区について、NCICD の 2022 年目標である BOD 汚濁負荷量の 75%削減を実施可能とする段階的な整備計画を策定しなければならない。限られた財源を有効に使い管路建設に伴う交通渋滞を回避するためにも、幹線管路および下水処理場を優先的に整備し、速やかに汚水を収集・処理する段階的な整備計画が求められる。



Zone-1 処理区

出典：JICA 調査団



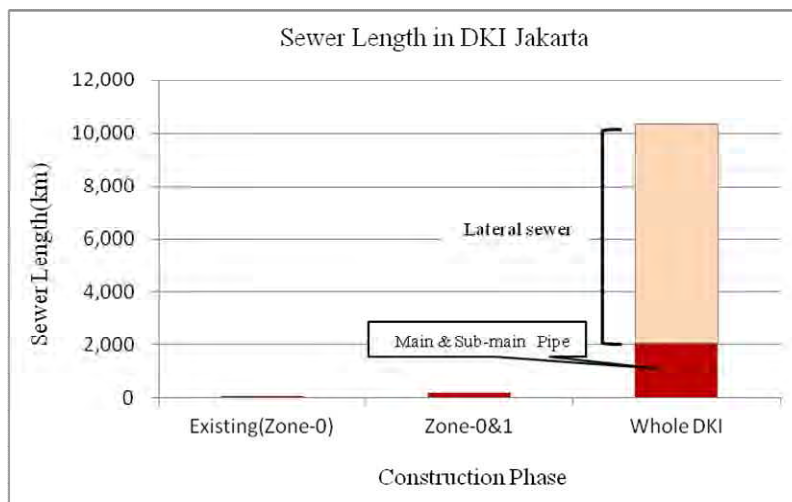
レビュー下水道マスタープラン

出典：改定マスタープラン 2012

図 3.39 下水道整備計画

下水管路施設の整備段階別の管路延長を、図 3.40 に示す。

既存の管路は約 84km (PD PAL Jaya Annual Report 2013)、Zone-1 の整備計画は約 89km (TOR of L/A) である。ジャカルタ全域の管路整備量は、10,343km (レビュー下水道マスタープラン 2012) と見積もっている。管路整備量の約 80%は、面整備管である。これらの末端管渠およびハウスコネクションは、土地所有者との協議や道路占用・工事許可等の行政内の手続きを必要とする。また、管路建設工事による深刻な交通渋滞が予想される。



出典：JICA調査団

図 3.40 下水管路整備量

今後、見込まれる膨大な量の管路建設に対して、次の課題を克服した上で、段階的な下水道整備計画を策定することが重要である。

- ▶ 交通渋滞問題を軽減する長距離・カーブ推進工法等の管路建設技術
- ▶ 面整備管やハウスコネクションを整備するための人材育成、実施体制の整備
- ▶ 管路を管理し、住民に下水道サービスを提供するための維持管理体制
- ▶ 建設、維持管理に要する財源
- ▶ 管路建設による環境影響、下水道接続、費用負担等に対する住民理解

幹線管渠を最優先に整備し、道路改良工事や民間開発プロジェクトと連携して面整備管・ハウスコネクションを整備する段階的な管路整備手法が实际的である。幹線管渠を最優先に整備することで、次の効果が期待できる。

- ▶ 実施体制・財政力が限られているので、幹線管渠に集中して投資することにより、最優先課題である下水道の普及・汚濁負荷削減目標を早期に達成する。
- ▶ 全市域において面的整備管・ハウスコネクションを実施可能とするための幹線管渠を整備し、交通渋滞等の工事の影響を分散させる。
- ▶ 再開発プロジェクトと連携することにより、民間資金を活用し分流式下水道の整備を促進する。大規模商業施設の接続を促すことで、下水道経営に寄与する。

下水道経営を持続可能とするために、下水道への接続を進め、汚水排水・水環境の改善効果に対して住民の理解を求めつつ下水道料金を賦課する制度構築が不可欠である。

第 4 章 下水処理場の概略設計および概算事業費積算

4.1 施設配置計画

4.1.1 設計条件

(1) 設計水量及び水質

「インドネシア国ジャカルタ特別州下水処理場整備事業準備調査 (PPP インフラ事業)、(以後「PPP F/S 調査」と称す)」において設定された計画水量について確認したところ、表 4.1 に示したように、計画日平均水量および日最大水量には変更はなかったが、幹線管渠の計画水量となる計画時間最大水量は 400,000 m³/日から 350,000 m³/日に変更となった。さらに、管路建設には長い時間が掛かることを想定し、処理場整備を 2 期に分けて行う場合 (ケース 2) の計画水量を表 4.1 に示した。なお、フェーズ 2 の開始時期はフェーズ 1 開始後 8 年目とした。一方、設計流入下水水質及び放流水水質については、表 4.2 に示したとおり、「PPP F/S 調査」と同じである。

表 4.1 計画下水水量

設 計 諸 元		単 位	「PPP F/S 調査」	本補完調査	
ケース 1	日平均	m ³ /日	200,000	200,000	
	日最大	m ³ /日	264,000	264,000	
	時間最大	m ³ /日	400,000	350,000	
ケース 2	フェーズ 1	日平均	m ³ /日	100,000	100,000
		日最大	m ³ /日	132,000	132,000
		時間最大	m ³ /日	200,000	175,000
	フェーズ 2	日平均	m ³ /日	200,000	200,000
		日最大	m ³ /日	264,000	264,000
		時間最大	m ³ /日	400,000	350,000

出典：PPP F/S 報告書、JICA 調査団

表 4.2 主な水質項目及び設計水質

項 目		「イ」国の 放流水水質基準	「PPP F/S 調査」及び本補完調査 設計水質
流入下水 (mg/L)	BOD	—	120
	SS	—	120
放流水 (mg/L)	BOD	<50	<10
	SS	<50	<10
	NH ₄ -N	<10	< 5

出典：「PPP F/S 調査」報告書、JICA 調査団

(2) 処理場予定地条件

「PPP F/S 調査」で予定されていたペジャガラン公園内の予定地から変更になったプルート雨水調整池周辺の予定地の立地条件等を表 4.3 に示す。また、予定地の敷地境界は、図 4.1 に示したように、測量実測により確認した。

表 4.3 立地条件

項目	条件	備考
面積	約 4ha	DKI ジャカルタ所有の公園用地
標高	PP+0.1m~PP+0.8m	
放流先	プルート洪水調節池	HWL : PP+1.0m AWL : PP-1.8m LWL : PP-1.9m
周辺の土地利用状況	一般住宅地、公園及び学校等	
制限条件	処理場予定地内にガス管通過	ガス管理設中

出典：JICA 調査団



図 4.1 処理場建設候補地 Pluit の敷地境界

4.1.2 処理場施設概要

(1) 概略設計及び費用積算のための処理方式選定

「PPP F/S 調査」では、ペジャガラン公園内の処理場予定地の面積が小さいため、省面積で処理施設を設置できる MBR (Membrane Bio-Reactor) 方式が採用された。図 4.1 に示したように、プルイット雨水調整池周辺の処理場予定地の面積も 3.96ha とかなり小さい。本補完調査では、M/P 見直し及び「PPP F/S 調査」において処理方式として比較評価した標準活性汚泥法 (CAS)、移動床生物膜法 (MBBR) 及び膜分離活性汚泥法 (MBR) を対象に、表 4.4 に示した項目について評価を行い、最適処理方式を選定した上で、最終的に概略設計及び積算を行うことにする。

表 4.4 各処理方式の評価項目及び評価内容

評価項目	評価内容
1. 放流水質	現状の放流水質基準、予想放流水質基準等を考慮し、設計放流水質を満足できるかを評価
2. 必要面積及び工事費	200,000m ³ /日の下水量に対する処理方式別必要面積及び工事費を計算し、適正さを評価
3. 維持管理特性及び費用	運転及び保守管理の特性及び維持管理費用を比較評価
4. 更新費用	処理方式別必要更新費用を計算し、適切さを評価
5. その他	MBR 導入実績及び処理水再利用時の適切さ等の項目を評価

出典：JICA 調査団

表 4.5 日本の下水道法における処理法別計画放流水質

計画放流水質			方法
BOD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	
10 以下	10 以下	0.5 以下	循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法（凝集剤を添加して処理するものに限る。）または嫌気無酸素好気法（有機物及び凝集剤を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法
		0.5 を超え 1 以下	循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法（凝集剤を添加して処理するものに限る。）、嫌気無酸素好気法（有機物及び凝集剤を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法または循環式硝化脱窒法（有機物及び凝集剤を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法
		1 を超え 3 以下	循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法（凝集剤を添加して処理するものに限る。）、嫌気無酸素好気法（有機物を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法または循環式硝化脱窒法（有機物及び凝集剤を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法

計画放流水質			方法
BOD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	
		-	循環式硝化脱窒型膜分離活性汚泥法、嫌気無酸素好気法（有機物を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法または循環式硝化脱窒法（有機物を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法
10 以下	10 を超え 20 以下	1 以下	嫌気無酸素好気法（凝集剤を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法または循環式硝化脱窒法（凝集剤を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法
		1 を超え 3 以下	嫌気無酸素好気法に急速濾過法を併用する方法または循環式硝化脱窒法（凝集剤を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法
		-	嫌気無酸素好気法に急速濾過法を併用する方法または循環式硝化脱窒法に急速濾過法を併用する方法
	-	1 以下	嫌気無酸素好気法（凝集剤を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法または嫌気好気活性汚泥法（凝集剤を添加して処理するものに限る。）に急速濾過法を併用する方法
		1 を超え 3 以下	嫌気無酸素好気法に急速濾過法を併用する方法または嫌気好気活性汚泥法に急速濾過法を併用する方法
		-	標準活性汚泥法に急速濾過法を併用する方法
10 を超え 15 以下	20 以下	3 以下	嫌気無酸素好気法または循環式硝化脱窒法（凝集剤を添加して処理するものに限る。）
		-	嫌気無酸素好気法または循環式硝化脱窒法
	-	3 以下	嫌気無酸素好気法または嫌気好気活性汚泥法
		-	標準活性汚泥法

出典:下水道法施行例 第5条の5第1項第2号

表 4.6 処理方式別放流水質評価（日本の下水道法による計画放流水質に基づいて）

処理方式 放流水質		CAS	MBBR	MBR	備考
BOD	<50mg/L	可	可	可	現状水質基準
	<10mg/L	不可	不可	可	JST 設定の設計基準 設計基準を常時満足するためには急速ろ過が必要
SS	<50mg/L	可	可	可	現状水質基準
	<10mg/L	不可	不可	可	JST 設定の設計基準 設計基準を常時満足するためには急速ろ過が必要
NH4-N	<10mg/L	可	可	可	現状水質基準
	<5mg/L	可	可	可	JST 設定の設計基準
大腸菌群数 <3,000 個/100mL		不可	不可	可	3,000 個/100mL は JST 設定の設計基準。MBR では消毒設備不要 消毒設備が必要
総合評価		不可	不可	可	CAS 及び MBBR における安定した水質確保のためには、追加設備の設置のために追加の建築面積と費用が必要となる 設計基準を常時満足するためには急速ろ過及び消毒設備が必要

出典：JICA 調査団

2) 必要面積および工事費の評価

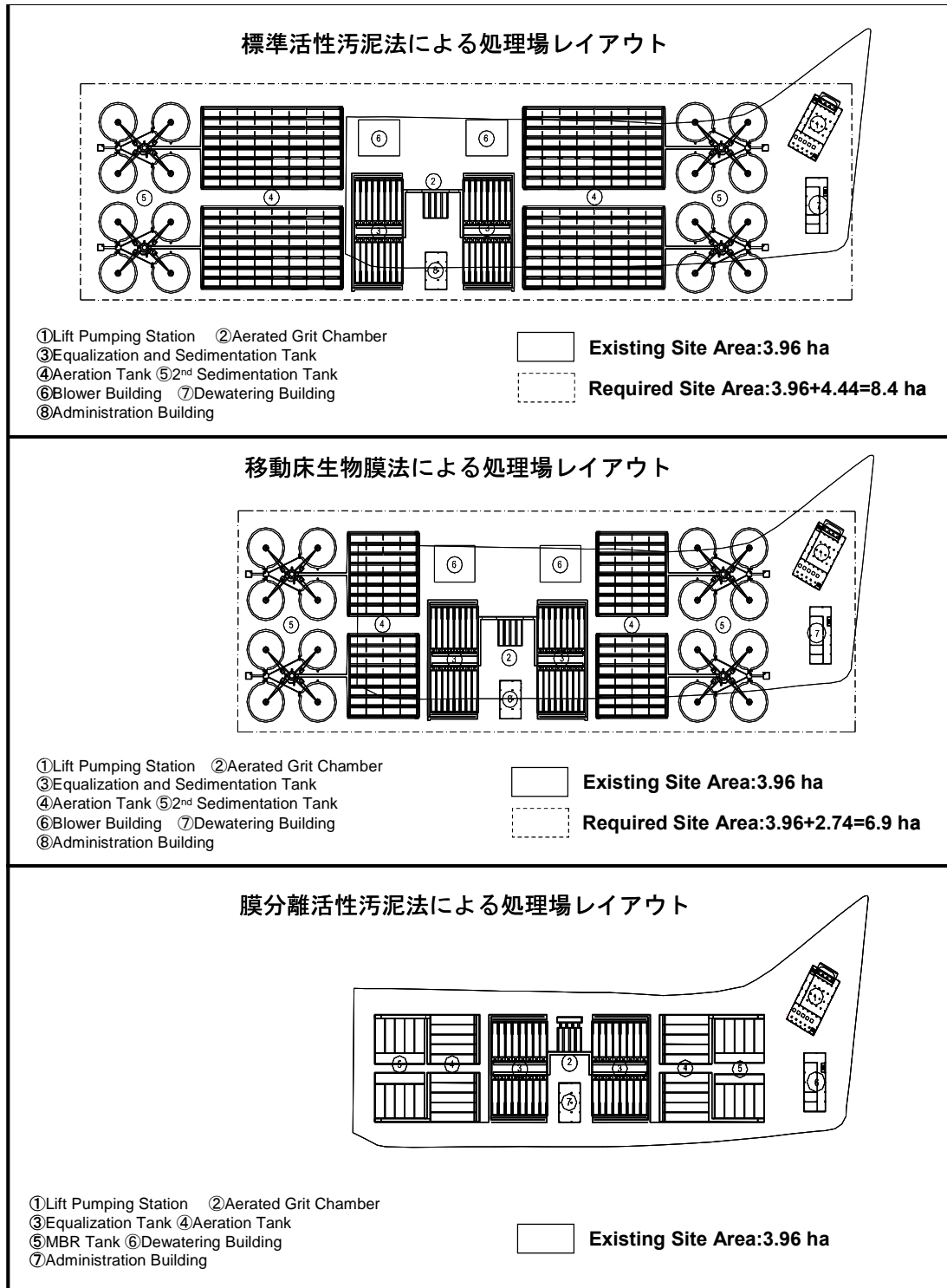
表 4.1 に示す計画下水量に対する処理能力を有する CAS、MBBR 及び MBR 方式の下水処理施設の設置に必要な面積を表 4.7 及び図 4.2 に示す。全施設を単層（平屋）構造にて建設する場合に必要な面積は、各々 8.4、6.9 及び 4.0ha である。建設費は、「PPP F/S 調査」で算定したように、ほぼ全方式において同じである（「PPP F/S 調査」時の積算金額：PPP 資金など間接費を含まず 185 百万 USD）。しかし、この場合 CAS 及び MBBR は予定された敷地面積内に建設することができない。

このことから、JST では CAS 及び MBBR 方式において建設面積を縮小するために、流入ポンプ棟、汚泥脱水機棟及び管理棟を除いた水処理施設において、ばっ気槽に深層ばっ気を用い、それ以外の最初及び最終沈殿池等は二層構造により建設する代替案を検討する。この場合の必要面積は、各々約 5.5 及び 4.5 ha であり、建設費は単層（平屋）構造による建設費の約 1.5 倍及び 1.3 倍が必要であると判断される。このことから、水処理施設を深層/二層構造にしても予定敷地内には設置できないことが分かり、建設費用はかなり多くなることが予想されることから、MBR 方式が妥当であると判断される。

表 4.7 処理方式別必要敷地面積及び建設費用評価

処理方式		CAS	MBBR	MBR	備考
評価項目					
全施設 平面設置	必要面積 (ha)	8.4	6.9	4.0	200,000m ³ /日基準
		BOD, SS 除去目的の急速ろ過設置面積は考慮しない			
全施設 平面設置	MBR 対比建設費 (－)	1.0	1.0	1.0	「PPP F/S 調査」における算定金額を引用、約185百万USD
		急速ろ過設置費用は考慮しない			
一部施設 2階構造	必要面積 (ha)	約 5.5	約 4.5	不 要	MBR 対比建設費は調査団推定金額
		BOD, SS 除去目的の急速ろ過設置面積は考慮しない			
一部施設 2階構造	MBR 対比建設費 (－)	約 1.5	約 1.3	不 要	MBR 対比建設費は調査団推定金額
		急速ろ過設置費用は考慮しない			
総合評価		不適切	不適切	適 切	

出典：「PPP F/S 調査」、JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.2 各処理方式による処理場レイアウト

3) 維持管理特性及び費用の評価

MBR 方式は最終沈殿池が不要であることから、汚泥の沈降性悪化による処理水質への影響がなく、また、固液分離及び汚泥返送等の管理業務が不要となり維持管理が容易である。CAS 及び MBBR 方式において、汚泥の沈降性悪化は様々な原因により生じるため原因究明は難しく、処理性能の回復には長い時間を要するため、その間は処理水質が安定しない。これに対して MBR 方式は、膜ろ過により固液分離を行うため常に安定的な処理水質が得られる。膜の差圧値の自動測定により膜を適切なタイミングで洗浄したり交換ができる。万が一、膜破損などによる放流水質悪化が発生した場合でも、膜交換などにより直ちに安定的な放流水質が確保できる。

MBR 方式は、他方式より設備機器の数が少なく、保守管理が容易である。

維持管理費用に関しては、MBR 方式においては、膜の閉塞防止用のばっ気ブロワを稼動する必要があるため、電力費は少し高くなる。しかし、脱水汚泥発生量の減少による最終処分費用の減少、機器数の減少による修繕費用の減少などにより、全体の維持管理費用は「PPP F/S 調査」報告書では 0.16 USD/m³ で他方式の 0.18 USD/m³ より少なくなると報告されている。

表 4.8 処理方式別維持管理特性及び費用の評価 (1/2)

処理方式 評価項目	CAS	MBBR	MBR	備考
1. 運転操作簡便性				
放流水質の異常	汚泥沈降性悪化等による あり		殆どない	MBR:膜破損などにより、放流水質異常あり。
放流水質異常後の 回復時間	比較的長い	比較的長い	短い (膜交換)	
固液分離及び 返送汚泥管理	難しい	難しい	不要	
運転管理人員の 技術水準	長い経験及び高度な知識			
	必要	必要	不要	
汚泥発生量	多い	多い	少ない	MBR:約 30%少ない
評価	良	良	優	
2. 保守管理簡便性				
保守対象機器	複雑で多数 約 1,000 点		簡単で少数 約 600 点	JST:既存施設データより推定
評価	良	良	優	

出典：JICA 調査団

表 4.8 処理方式別維持管理特性及び費用の評価 (2/2)

処理方式		CAS	MBBR	MBR	備考
評価項目					
3. 維持管理費 (処理能力 200,000m ³ /day)					
人件費		多い	多い	少ない	人件費は必要人員数に応じて増減
薬品費	凝集剤 膜洗浄 消毒	多い 不要 必要	多い 不要 必要	少ない 必要 不要	
	薬品合計 ¹⁾	約 240-250 Rp./m ³ 全処理法ほぼ同額			
電力費 (電力使用量:kW/m ³)		0.3-0.5 ²⁾		0.6 ¹⁾	MBRの電力使用量:「PPP F/S 調査」においては流入ポンプ施設が地面から30m程の深さにあり電力消費量が上昇。流入ポンプ施設が通常の浅さに建設されれば、電力消費量は約10%以上減少する。
汚泥 処分費	発生量(m ³ /日) ¹⁾	約 130		約 100	処分単価:100 USD/m ³ で算定
	費用(USD/年)	4,745,000		3,650,000	
修繕費(百万USD) ¹⁾		34.6		29.7	維持管理開始後20年間の合計
単位下水量当たり費用 (USD/m ³) ¹⁾		0.18	0.18	0.16	維持管理開始後20年間の平均
評価		良	良	優	
総合評価		良	良	優	運転操作簡便性、維持管理簡便性、維持管理費の総合評価

注1) 「PPP F/S 調査」

注2) 日本の同規模以上の処理能力を有する下水処理場の電力使用量(下水道統計)

出典: JICA 調査団

4) 更新費用の評価

「PPP F/S 調査」報告書によると、使用開始後20年間のMBR方式の更新費用(200,000m³/日施設基準)は122百万USDで他方式の125百万USDより安くなると報告されている。

5) その他の項目の評価

2007年から2012年までに世界中でMBR方式が設置された下・廃水処理場の中で、100,000m³/日以上規模の処理場を次の表4.9に示す。表に示したようにアメリカ、アジア及びEUにおいて10箇所以上のMBR施設が設置された。100,000m³/日以下の施設では全世界に数多く設置されている。

MBR方式は、膜生産技術力の向上による価格の低下と省エネルギー技術の発展に伴う使用電力量の削減により、大規模処理場でも多く適用されるようになった。新規下水処理場の需要が多く、設置に必要な敷地面積の確保が難しい東南アジアの大都市を中心にMBR方式の需要は拡大すると予測される。

また、水資源の枯渇による下水処理水の再利用の需要も大きくなることから、追加の設備設置無しで再利用水の供給が可能な MBR 方式の採用は妥当であると判断される。

表 4.9 全世界における 2007 年以降 MBR の導入実績

	国名	プロジェクト名または地域	導入年度 (年)	処理能力 (m ³ /day)
1	UAE	Jumeirah Golf Estates	2010	189,000
2	USA	State of Washington	2011	170,000
3	China	Qinghe	2011	150,000
4	China	Wenyuhe	2007	135,000
5	USA	State of Nevada	2011	133,000
6	USA	State of Georgia	2011	111,000
7	China	Shiyan Shendinghe	2009	110,000
8	France	Aquaviva, Cannes	2012	106,000
9	Korea	Busan City	2012	100,000
10	China	Guangzhou	2010	100,000
11	China	Wenyuhe, Beijing	2007	100,000

出典：JICA 調査団

6) 処理方式の選定

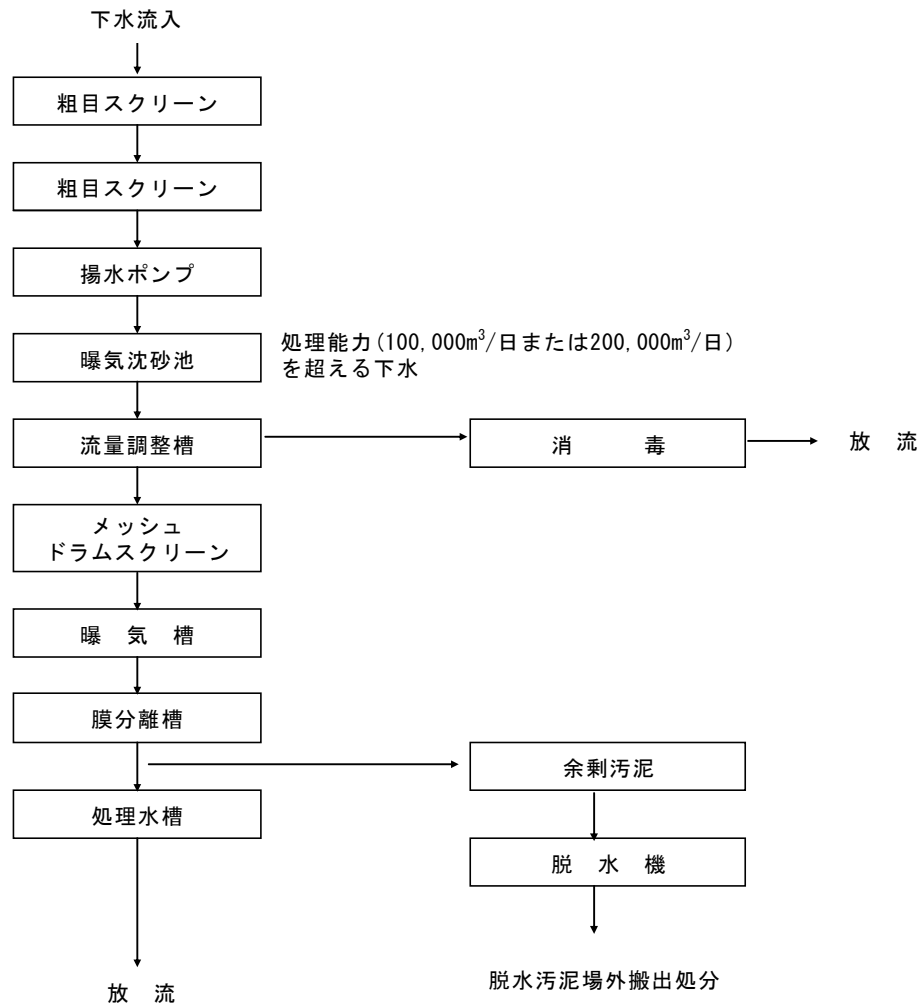
上記のとおり、本補完調査においては与えられた予定地の狭小な面積でも MBR 方式が設置でき、また他方式より優れた性能が発揮でき、かつ安価に設置・運営できると判断された。そこで、今回の調査業務では MBR 方式を基準に処理場の概略設計を行い、その設計を基に初期建設費用、更新費用及び維持管理費用を算定した。

実際に PPP 方式により事業が行われる場合は、様々な処理方式による設置費用、更新費用及び維持管理費用に関する提案を受けてから、本補完調査報告書と比較検討した上で、最も優れた提案を選択すべきであろう。

(2) 処理施設概要

新設される下水処理場は前項で説明したように MBR 方式を採用し、図 4.3 に示す処理プロセスによって下水処理を行う。

施設建設を 2 ケースに分ける場合の考え方を表 4.10 に示す。土木構造物及び建築物は 2 期に分けて建設する場合には立地条件上建設が難しく、建設費が高くなると思われるので、最初に全施設（200,000m³/日容量の施設）を建設することを想定した。



出典： JICA 調査団

図 4.3 新設処理場の処理プロセス

表 4.10 ケース別処理場施設建設計画の考え方

(単位：m³/日)

ケース	項目	フェーズ 1	フェーズ 2
1	全施設	200,000	-
2	建物/構造物	200,000	-
	機械設備	100,000	100,000
	電気設備	200,000	-

出典： JICA 調査団

主な処理施設の概要を次の表 4.11(1/2 及び 2/2)に示す。

表 4.11 主な処理施設の概要(1/2)

主な施設	仕様	単位	数量			備考
			フェーズ			
			1	2	合計	
1. 場内ポンプ場						
流入施設	流入管：口径 2,000mm ゲート：幅1.4m x 高3.1m	式	4	-	4	
粗目スクリーン	目幅：100mm、水路幅：2.5m スクリーンかすの掻き揚げ：手掻き式	台	2	2	4	
細目スクリーン	目幅 15mm、水路幅 2.5m スクリーンかすの掻き揚げ：機械式	台	2	2	4	
流入ポンプ設備	立軸渦巻斜流ポンプ 口径 650mm、揚水量 61.0m ³ /分 全揚程 33.3m、原動機出力 480kW	台	3	2	5	予備1台含む
2. 沈砂池						
沈砂池	曝気式 幅4m、長さ15.5m、深さ3m	池	4	-	4	
集砂装置	スクリー式、能力 0.2m ³ /時間、 口径 300mm、長さ 13.0m	基	2	2	4	
揚砂ポンプ	水中サンドポンプ 口径 80mm、揚砂量 0.5m ³ /分、全揚程 10m 原動機出力 5.5kW	台	3	3	6	予備2台含む
送風機	ターボプロア 口径 150mm、送風量 11m ³ /分、圧力 42kpa 原動機出力 22kW	台	2	1	3	予備1台含む
3. 流量調整槽						
調整槽	滞留時間 4時間 幅19m、長さ26.0m、深さ8.5m	池	8	-	8	
下水移送ポンプ	無閉塞型ポンプ 口径 250mm、揚水量 7.0 m ³ /分、揚程 14m 原動機出力 37kW	台	12	12	24	予備4台含む
沈降防止用ミキサー	水中プロペラタイプ 羽根径 500mm、原動機出力 5.5kW	台	32	32	64	
超微細スクリーン	自動ステップスクリーン 目幅 5mm、原動機出力 0.4kW	台	10	10	20	
4. 消毒設備						
方式	次亜塩素酸ナトリウム注入					
消毒槽	幅1.2m、長さ80m、深さ1.5m	池	4	-	4	
注入ポンプ	ダイアフラムポンプ、2.5L/分	台	3	3	6	予備2台含む
薬品貯留槽	FRP製円筒タンク 10m ³	基	2	2	4	
5. 曝気槽						
曝気槽	旋回流式 幅6m、長さ32m、深さ5m	池	20	-	20	
送風機	ターボプロア 口径 350mm、送風量 90m ³ /分、圧力 68kpa 原動機出力 150kW	台	6	6	12	予備4台含む

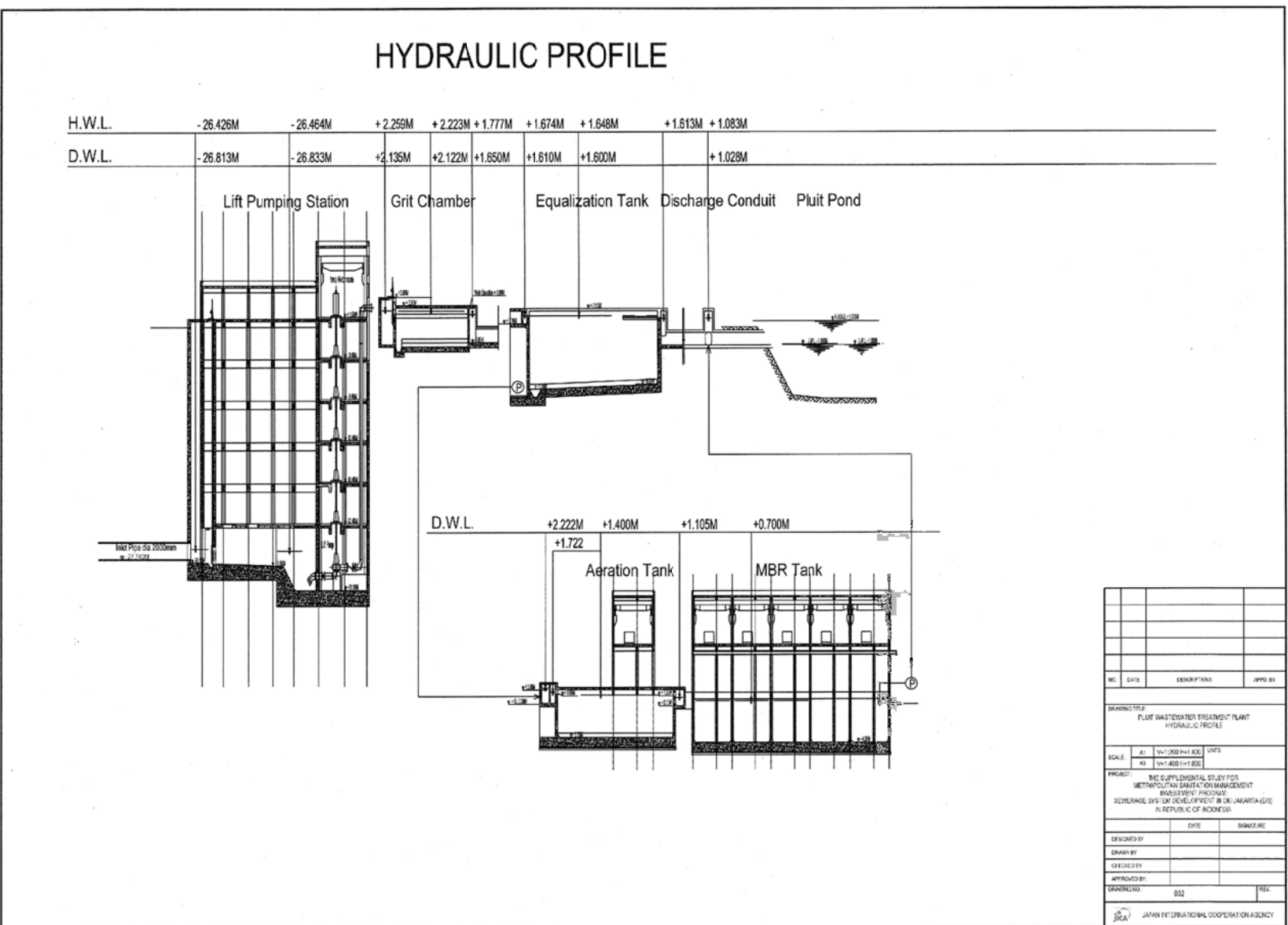
出典：JICA 調査団

表 4.11 主な処理施設の概要 (2/2)

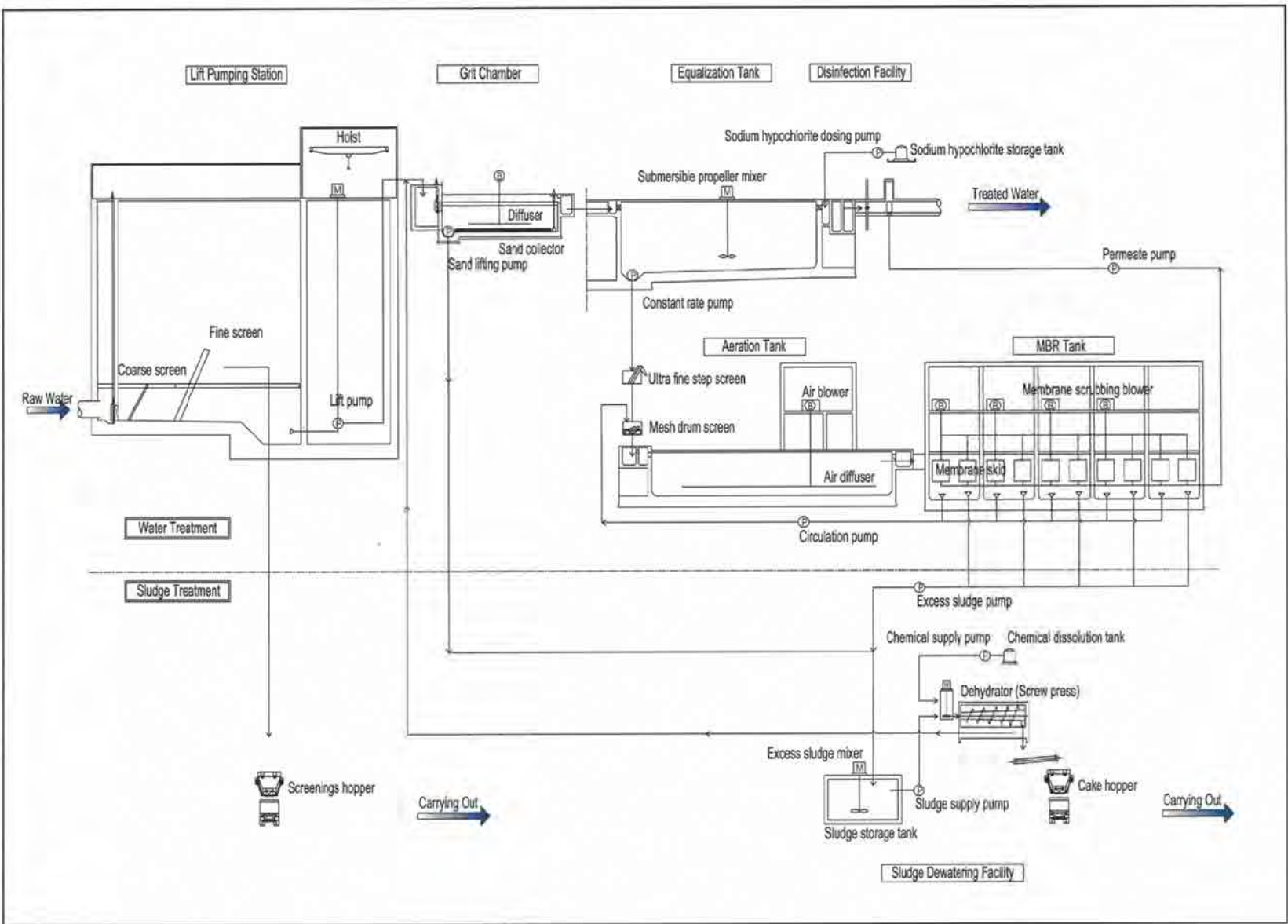
主な施設	仕 様	単位	数量			備 考
			フェーズ			
			1	2	合計	
6. 膜分離槽						
分離槽	幅6.8m、長さ22.2m、深さ5m	池	20	-	20	
メッシュスクリーン	メッシュドラムスクリーン、目幅 1mm 処理能力 2,084m ³ /h 以上	台	4	4	8	
膜スキッド	中空糸膜、膜面積 1,200m ² /スキッド	式	200	200	400	
膜ろ過ポンプ	遠心ポンプ、揚水量 10.6m ³ /分、揚程 10m 原動機出力 22kW	台	12	12	24	予備2台含む
メンテナンス洗浄用次亜ポンプ	ダイアフラムポンプ、4.2L/分 原動機出力 0.2kW	台	8	8	16	予備4台含む
回復洗浄用次亜ポンプ	ダイアフラムポンプ、25.2L/分 原動機出力 1.5kW	台	8	8	16	予備4台含む
希釈水ポンプ	遠心ポンプ、揚水量1.2m ³ /min 原動機出力 3.7kW	台	8	8	16	予備4台含む
膜空気洗浄用送風機	ターボブロワ、送风量 160m ³ /分、圧力 64kpa 原動機出力 188kW	台	12	12	24	予備4台含む
返送汚泥ポンプ	水中軸流ポンプ、送汚量 14m ³ /min 原動機出力 64kW	台	14	14	28	予備8台含む
余剰汚泥ポンプ	無閉塞型汚泥ポンプ、送汚量 1.4m ³ /分 全揚程 14m、原動機出力 1.6kW	台	4	4	8	予備4台含む
7. 脱水設備						
脱水機	圧入式外筒回転型スクリュープレス 能力320kg/時間/台	台	3	2	5	予備1台含む
余剰汚泥注入ポンプ	一軸ネジポンプ 口径 125mm、送液量 4.3~35m ³ /時間、 全揚程 30m、原動機出力 11kW	台	3	2	5	予備1台含む
薬注入ポンプ	一軸ネジポンプ 口径 65mm、送液量 40~100L/分、 全揚程 30m、原動機出力 2.2kW	台	3	2	5	予備1台含む
8. 脱臭設備						
脱臭方式	生物脱臭システム 20m ³ /分、30m ³ /分、50m ³ /分	式	3	-	3	
9. 電気設備						
変圧器	20kV/380V 50Hz 3,000kVA	式	1	-	1	
非常用発電機	ディーゼル原動機 380V 50Hz、3,300kVA	式	1	-	1	

出典：JICA 調査団

さらに、処理施設の水位高低図及び処理フローを図 4.4 及び図 4.5 に示す。



出典：JICA 調査団
 図 4.4 水位高低図



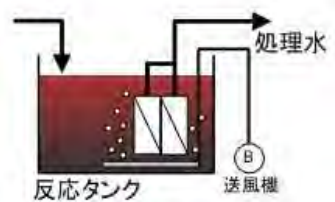

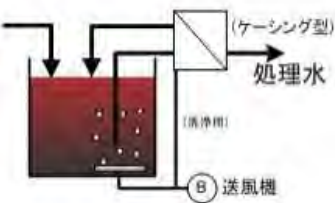
出典：JTICA 調査団
 図 4.5 処理フロー図

4.1.3 下水処理施設の概略設計

本節では主要な処理施設の概略設計検討内容について記述する。また、その詳細については Supporting Report Appendix 4.1～4.5 を参照のこと。

膜分離活性汚泥法における膜モジュールの設置方式と特徴を表 4.12 に示す。今回の設計では反応タンク MLSS を膜分離槽 MLSS よりも低くして運転できることと膜設備点検などに影響を受けずに反応槽が運転できる等のメリットがある槽別置式浸漬型を採用した。

表 4.12 MBR における膜モジュールの設置方式の特徴

<p>浸漬型 (一体型)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・最も採用例が多い。 ・プロセス構成がシンプル。 ・反応タンク内の散気装置を、膜モジュールの洗浄と共有できる。 ・他系との連携や膜ユニットの複数設置等により、膜モジュールの点検・補修・交換時に、反応タンクを休止しない運転に対応できる。
<p>浸漬型 (槽別置型)</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・生物処理及び逆洗に必要な散気装置を、それぞれに適した方法を取りやすい(微細散気と粗大気泡の使い分け)。 ・反応タンク MLSS を膜分離槽 MLSS よりも低くして運転できる。 ・他系との連携や膜ユニットの複数設置等により、膜モジュールの点検・補修・交換時に、反応タンクを休止しない運転に対応できる。 ・汚泥循環用のポンプが必要となるため、必要エネルギーが大きくなる。 ・一体型に比べ建設コストが大きくなる。 ・浸漬洗浄が容易(膜分離槽を薬液洗浄タンクとして使用可能)。
<p>槽外型</p>		<ul style="list-style-type: none"> ・透過流束が最も大きくできる(膜モジュール数を削減することができる)。 ・時間変動への対応幅が最も大きい。 ・汚泥循環等のコントロールが容易。 ・他系との連携や膜ユニットの複数設置等により、膜モジュールの点検・補修・交換時に、反応タンクを休止しない運転に対応できる。 ・汚泥循環用のポンプが必要となるため、必要エネルギーが大きくなる。 ・薬液洗浄が容易。

注：膜モジュールの改善・開発や、運転管理の工夫等により、表中の特徴(長短)は絶対的なものではない。

出典：下水道への膜処理技術導入のためのガイドライン[第2版]、下水道膜処理技術会議、平成23年3月

水処理施設は 4 系列で構成しているが、沈砂池だけは 1 系列に計画した。流量調整槽は 1 系列当たり 2 池で構成されて、1 池は 4 槽で計画した。また、曝気槽及び膜分離槽は 1 系列当たり 1 池、1 池当たり 5 槽で計画した。(表 4.13 参照)

表 4.13 水処理施設の構成

施設名	系列	池	槽	備考
沈砂池	1	1	4	
流量調整槽	4	8	32	2 池/1 系列、4 槽/池
曝気槽		4	20	1 池/1 系列、5 槽/池
膜分離槽		4	20	1 池/1 系列、5 槽/池

出典：JICA 調査団

(1) 流入ポンプ施設

流入ポンプ施設は流入きょ、粗目及び細目スクリーン及び揚水ポンプにより構成されている。流入管が地下 28 m 程度の非常に深いところに位置することから、施設工事費用はかなり高くなる。また、維持管理段階においても施設の維持管理は難しくなることが想定される。従って、ここでは一般的には揚水ポンプの前段に設置される沈砂池を揚水ポンプの後に設置し、地下建設面積を少なくすることで建設費の縮減を図って、また維持管理も容易にできるようにした。

処理施設を段階施工する時には、次の問題から建築物及び構造物を段階施工することは極めて難しいことと、費用が高くなると判断される。

- 処理場建設予定地が狭小であること
- 処理場施設が深くなること

したがって、建築物及び構造物に関しては最初に 200,000m³/日容量の施設を建設し、機械設備については段階施工を行う計画とした。

1) 流入きょ

下水遮集予定地域が人口密集地域であること、また都市の中心部であり幹線管渠には中継ポンプ場が設置できる敷地の確保等が難しいことから、処理場流入管（口径 2,000mm）のインバートのレベルは、標高 pp-27.4m と非常に深い。今回の設計では流入きょのインバート位置を、標高 pp-28.1m とし流入ゲート（幅 1.4m×高さ 3.1m×4 基）を設置する計画とした。

2) スクリーン

流入下水中に含まれているきょう雑物を取り除くために、粗目と細目スクリーンを設置す

るように計画した。粗目スクリーンは目幅 100mm（日本の設計指針：50～150mm）、設置角度は 65° で計画した。細目スクリーンは目幅 15mm（日本の設計指針：15～25mm）、75° の角度で設置するように計画した。

スクリーンかすの掻き揚げにおいては、粗目スクリーンは掻き揚げの頻度が低いと予想されることから手掻き式で計画し、スクリーンかすの量が多くなると予想される細目スクリーンでは連続機械式掻き揚げを採用し計画した。

3) 揚水ポンプ

ポンプの選定においては、異物による閉塞が少なく、腐食が少なく、維持管理が容易な立軸渦巻き斜流ポンプを設置するよう計画した。

ポンプ台数については、処理量の大きな施設であり水量変動が少ないと思われる、頻繁な運転操作が必要でないことから、大容量のポンプを 6 台（うち 2 台予備）設置するよう計画した。

表 4.14 には揚水ポンプの設計概要を示す。また、処理場は PPP 事業により実施されると想定していることから事業費用の精算等に流入下水量は重要な因子になる。このため、揚水ポンプと沈砂池の間の直線の管路に超音波流量計を設置するよう計画した。

表 4.14 流入ポンプ施設の設計概要

施設名	設計仕様		
揚水ポンプ	形式	立軸渦巻斜流ポンプ	
	口径及び流量	650mm、61m ³ /分	
	揚程	実揚程	31.3m
		全揚程	33.3m
設置台数	5 台（うち 1 台予備）		
流量計	形式	超音波流量計	
	設置場所	揚水ポンプと沈砂池間の直線管路	

出典：JICA 調査団

(2) 沈砂池

沈砂池は下水中の無機物及び粗い浮遊物を除去するために設置される。下水の収集方式としてインターセプター方式も採用する計画となっていることから、下水中の無機物および浮遊物がかなり多くなると予想される。また、膜分離活性汚泥法を採用しているので膜を保護する必要もある。そこで、除去効率が優れた曝気式沈砂池を採用する計画とした。集砂設備においては、底部に沈んだ沈砂はスクリーコンベアを用い掻き寄せて、揚砂ポンプで排除する方式を採用した。最大流入土砂の量は流入下水 1,000m³ 当たり 0.05m³ を想定

し、集砂装置の設計を行った。

表 4.15 沈砂池の設計概要

施設名	設計仕様		
沈砂池 (曝気式)	寸法(構成)	幅 4m、長さ 15.5m、深さ 3m (1池、4槽)	
	必要空気量	18.8m ³ /分	
	送風機	形式	ターボタイプブロワ
		設置台数	3台 (1台予備)
		風量	11m ³ /分/台
	集砂装置	形式	スクリュウコンベア
		設置台数	4台 (1台/池)
		処理能力	0.2m ³ /時間/台
揚砂装置	水中サンドポンプ		

出典：JICA 調査団

(3) 流量調整槽

流入下水の水量及び水質の変動を抑えて、後続の曝気槽及び膜分離槽での処理性能を安定させるために流量調整槽を設ける。流入下水は流量調整槽から常に均等な量が曝気槽及び膜分離槽に送られ処理されるため、膜の透過流速を超える下水流量による曝気槽への逆流または膜分離槽での溢水等が防止され、円滑な維持管理と安定した処理水質が確保される。

今回の設計では流量調整槽から曝気槽には定量ポンプにより下水を供給するように計画した。ポンプを利用することで維持管理費用は増加するが、安定的な流量供給により後続施設の処理性能の安定化が図れる。曝気槽及び膜分離槽への計画流量を超える下水は塩素消毒をして放流する。また、流量調整槽底部には異物の蓄積等を防ぐために沈殿防止用ミキサーを設置する計画とした。表 4.16 に流量調整槽施設の設計概要を示す。

表 4.16 流量調整槽の設計概要

施設名	設計仕様		
流量調整槽	寸法	幅 19m、長さ 26m、深さ 8.5m	
	構成	4系列、8池 (2池/系列)、32槽 (4槽/池)	
	下水移送ポンプ	形式	無閉塞型ポンプ
		仕様	口径 250mm 流量 7.0 m ³ /分 揚程 14m
		設置台数	24台 (4台予備)
	水中ミキサー	形式	水中プロペラタイプ
		仕様	羽根径 500mm
		設置台数	64台 (2台/槽)

出典：JICA 調査団

(4) 曝気槽/膜分離槽

今回の設計では維持管理の利便性と膜設備の修繕・更新時にも曝気槽を止めることなく運営できるメリット等から槽別置型を選定した。曝気槽は通常用いられている旋回流式とし、また硝化反応を促進させて処理水のアンモニア性窒素濃度を「イ」国の放流水質基準である 10mg/L 以下に抑えるように設計した。

膜分離槽で用いる膜は透過流速が大きい中空糸膜にして、必要面積を抑えるようにした。曝気槽及び膜分離槽の設計仕様を表 4.17 に示す。

膜分離槽から発生する余剰汚泥は図 4.7 に示すように、固形物量 18.04ton/日、固形物濃度 0.9%、汚泥量 2,000m³/日である。

表 4.17 曝気槽及び膜分離槽の設計仕様

施設 項目	曝気槽	膜分離槽
寸法	幅 6m、長さ 32m、深さ 5m	幅 6.8m、長さ 22.2m、深さ 5m
構成	4 系列、4 池（1 池/系列）、20 槽（5 槽/池）	
容量	19,200m ³	15,100m ³
HRT	1.8hr	2.3hr
	4.1hr	
MLSS	9,000mg/L	12,000mg/L
汚泥循環率	300%	
余剰汚泥		固形物量：18.04ton/日 汚泥量 2,000m ³ /日
必要酸素量	633N/m ³ /分	2,880N/m ³ /分
送風機	ターボタイプブロウ 90Nm ³ /分、12 台（4 台予備）	ターボタイプブロウ 160Nm ³ /分、20 台（4 台予備）

出典：JICA 調査団

(5) 脱水設備

新設される処理場には面積の制約等の問題で汚泥濃縮装置を設けず、膜分離槽からの余剰汚泥は脱水装置により直接脱水する計画とした。なお、脱水能力が優れ維持管理が容易で電力費等の運転管理費用が安価なスクリーンプレス形式の脱水機を選定した。

脱水汚泥の含水率は 83%、発生脱水汚泥量は約 100m³/日で、今回の設計では脱水汚泥の全量を場外搬出処分するように計画した。

<Mass Balance 200,000 m³/day>

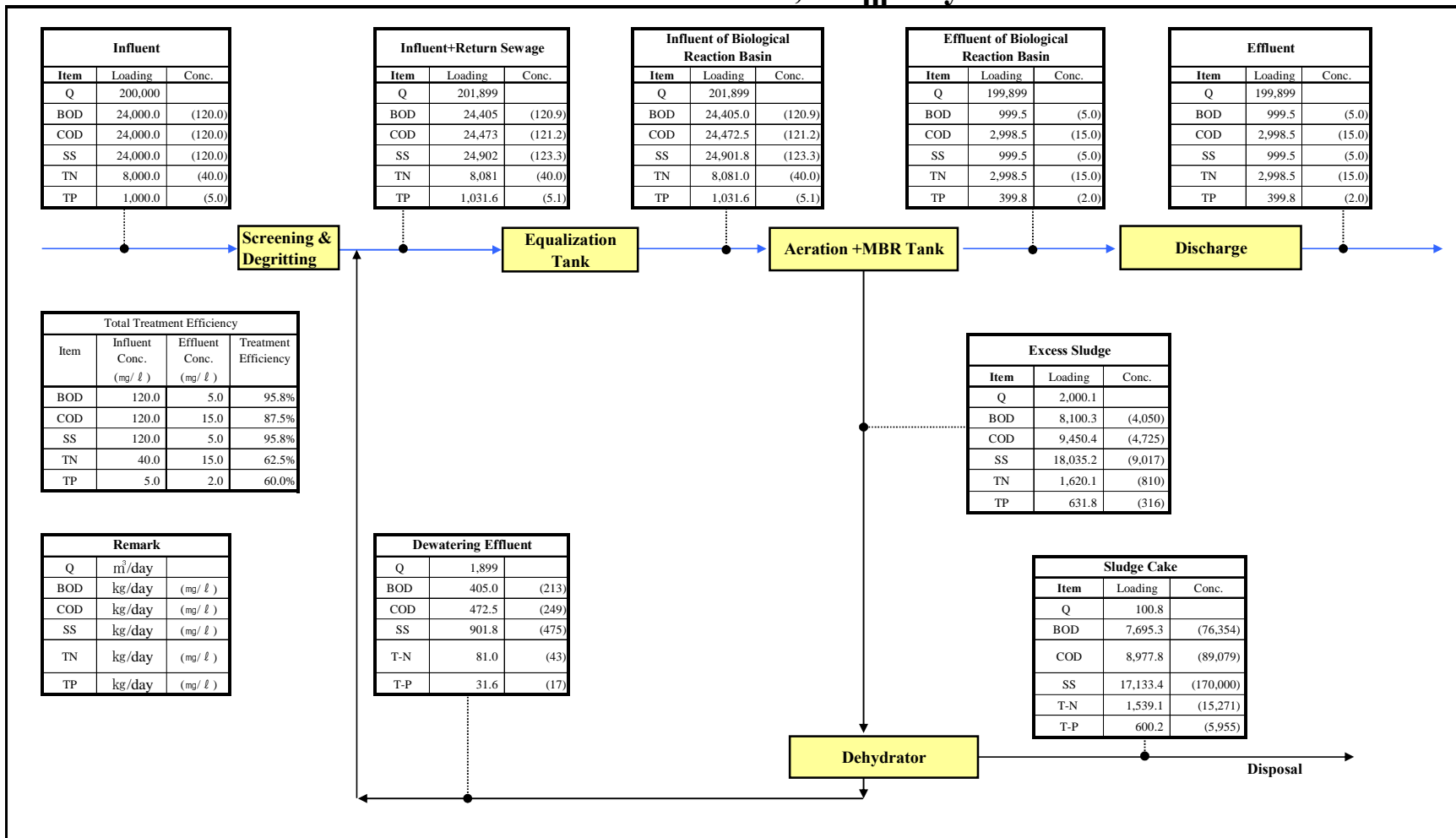


図 4.6 物質収支 (処理量 200,000m³/日)

4.2 概略設計レベルの概算事業費の積算

概略事業費用の算定においては、初期建設費用、更新費用及び維持管理費用に分けて検討を行った。更新費用及び維持管理費用については、処理場の建設・運営が PPP で行われるという前提で、建設後 20 年間を契約期間として想定して、その期間内の更新費用及び維持管理費用を算定してまとめた。

なお、上記の事業費用は 2014 年現在の各々の費用であり、次のような費用は考慮していない。

- － 民間調達資金に対する金利
- － SPC に係る各種費用（固定資産税等の税金、各種経費、株主配当金、各種保険等）
- － フェーズ 2(ケース 2)の増設工事（機械）費用における経年物価上昇による費用増加
- － 更新費用及び維持管理費用における経年物価上昇による費用増加
- － 付加価値税（VAT）等

積算に用いた為替レートは、本補完調査で一緒に行われた幹線管渠のパイロット・プロジェクトと同一性を図るために、次のような同じ為替レートを用いた。

- － 1USD=11,500Rp.
- － 1USD=102JP¥
- － 1JP¥=112.75Rp.

4.2.1 建設費用

(1) 建設費用の算定条件

- 1) 土木・建築資材、建設機械及び労務の全てが「イ」国内で調達できることから、現地調達として積算した。
- 2) 機械・電気設備においては、「イ」国内で調達できる設備が少ないことから海外調達を基本としたが、現地調達できる一部設備は現地調達とした。
- 3) 下水処理場の施工においては、現地施工業者の土木・建築工事の経験・能力が十分にあると判断されるため、現地業者の活用を図る。
- 4) 処理場建設予定地に埋め立てられている廃棄物の処分費用は、別途積算し工事費用に入れない。
- 5) 設計費用は、建設事業が PPP 事業であることを考慮し、建設費用の 3%とした。

(2) 建設費用の積算方法

処理場の建設・運営は PPP で行われる事を前提で積算を行うため、正確で的確な建設費用の算定は事業の成敗にも繋がる重要な因子である。しかし、「イ」国には、下水処理場建設のための積算基準がなく、大型下水処理場の建設実績もない。このことから、今回の積算では現地公共工事標準単価を基に、現地建設業者の聞き込み調査で得られた実質工事単価を調べ、適正な単価を算定し積算を行った。

また、積算方式においては工事単価方式と概算方式を併用して行った。次の表 4.18 に建設工事費の積算方式をまとめた。

表 4.18 建設費用の積算方式

項 目	積 算 方 式	備 考
土木工事	工事単価方式 (Unit Rate)	構造物の積算は現地業者実績等を考慮した概算方式採用
建築工事	概算方式	現地業者実績を参考として査定
付帯工事	概算方式 (構造物及び建築工事費の 10%)	場内道路、造園及び排水路等
機械・電気 工事	複合工事単価方式 機械・電気設備の概算見積もりを取得し査定	日本及び現地業者の見積もり活用

出典：JICA 調査団

(3) 概算建設費用の算定

上記の条件で算出した概算事業費用を表 4.19 に示す。概算事業費用は 2,593,960 百万 Rp. (225,561,759 USD、VAT 別途) となる。その詳細は Supporting Report Appendix 4.7 に示す。

ケース 1 とケース 2 の事業費の算定においては、100,000m³/日容量の機械・電気施設工事時期が異なるが (いずれのケースも土木・建築工事は最初に行う)、本補完調査では経年物価上昇による工事費用の上昇を考慮しないため、両ケースの工事費用は等しくなる。

表 4.19 概算建設費

項 目	F/C (Mil. Rp.)	L/C (Mil. Rp.)	合 計 (FC+LC)	
			(Mil. Rp.)	Equiv. to USD
I. 建設費				
A. 土木/建築工事				
a. 土工	0	14,357	14,357	1,248,418
b. 基礎工事	0	184,283	184,283	16,024,601
c. 構造物工事	0	314,147	314,147	27,317,130
d. 仮設工事	0	386,033	386,033	33,568,106
e. 建築工事	0	78,796	78,796	6,851,850
f. その他	0	39,294	39,294	3,416,898
小 計 (a+b+c+d+e+f)	0	1,016,911	1,016,911	88,427,003
B. 機械/電気工事				
g. 機械工事	949,644	44,311	993,955	86,430,859
h. 電気工事	130,244	39,330	169,574	14,745,600
小 計 (g+h)	1,079,888	83,641	1,163,529	101,176,459
合 計 (A+B)	1,079,888	1,100,552	2,180,440	189,603,462
C. 現場管理費				
(A+B)の5%	53,994	55,028	109,022	9,480,173
合 計 (A+B+C)	1,133,882	1,155,579	2,289,462	199,083,635
D. 一般管理費				
(A+B+C)の10%	113,388	115,558	228,946	19,908,363
E. 建設費総計				
(A+B+C+D)	1,247,271	1,271,137	2,518,408	218,991,999
II. 設計費				
3% of Construction Cost	37,418	38,134	75,552	6,569,760
総 計 (I + II)	1,284,689	1,309,271	2,593,960	225,561,759

*VAT別途

出典：JICA 調査団

(4) 処理場予定地内の産業廃棄物処分費用

処理場予定地内には図 4.7に見られるように建設廃棄物等の産業廃棄物が埋められていると判断される。しかし、埋め立てられた量及び質について情報が全くないため、今回の積算では工事費積算には含めず、埋立量と質を予測し積算した費用を別途算出することとした。廃棄物が全予定地面積に対し 50、75 及び 100%の比率で埋められている時の 3つのケースについて検討を行った。処分費用は 53,027～106,053 百万 Rp. 程度と算定された。



出典：JICA 調査団

図 4.7 処理場予定地における廃棄物埋立の現状

表 4.20 各ケース別埋立廃棄物の処分費用

項目	単位	ケース1	ケース2	ケース3	備考	
処理場予定地面積	m ²	39,637				
廃棄物埋立面積 (全体面積に対し)	%	50	75	100		
	m ²	19,820	29,730	39,640		
廃棄物埋立深さ	m	1.0				
廃棄物単位重量	ton/m ³	2.0			鉄筋コンクリート:2.4	
廃棄物全容積	m ³	19,820	29,730	39,640		
廃棄物重量	ton	39,640	59,460	79,280		
廃棄物 処分 単位費用	掘削	Rp./m ³	10,162			
	荷積み	Rp./m ³	6,216			
	最終処分	Rp./ton	1,150,000			運搬費含む
廃棄物 処分費用	1. 直接費用					
	掘削	Mil. Rp.	201	302	403	
	荷積み	Mil. Rp.	123	185	246	
	最終処分	Mil. Rp.	45,586	68,379	91,172	
	小計	Mil. Rp.	45,911	68,866	91,821	
	2. 現場管理費	Mil. Rp.	2,296	3,443	4,591	直接費用の5%
	3. 一般管理費	Mil. Rp.	4,821	7,231	9,641	(1+2)の10%
合計	Mil. Rp.	53,027	79,540	106,053		
	Equiv. to USD	4,611,022	6,916,533	9,222,043	VAT別途	

出典：JICA 調査団

4.2.2 施設更新費用

新設処理場は一定期間（ここでは20年間と想定）の維持管理を含めたPPP事業で行われる。契約期間中に処理施設が安定的に処理効果を発揮するためには、設備の的確な修繕及び更新が不可欠である。日本においては表4.21に示すような改築基準年数が決まっており、その基準年数を参考した。下記の点を考慮し、表4.21に示した計画更新年数により、更新費用の積算を行った。

- － 契約期間が終了した後、ジャカルタ州政府に施設が引き渡された時も、最低1年間は安定的な施設運営が出来るように施設整備を行う。
- － LCCの観点から修繕費用等を考慮した更新時期を適用する。
- － 計画的な施設更新を行うことで、予期しない故障等による施設運転の中断を防ぎ、安定的な施設運転を図る。

更新事業費用の積算結果を表4.22及び表4.23に示す。ケース1における総更新費用は1,781,845百万Rp.（154.9百万USD相当額）であり、ケース2の場合は1,246,351百万Rp.（108.4百万USD相当額）であった。その詳細はSupporting Report Appendix 4.8に示す。

表4.21 施設更新時期の選定

項目	基準*	適用	項目	基準*	適用
1. 流入ポンプ設備			5. ばっ気槽及び膜ろ過設備		
流入ゲート	25	25	メッシュドラムスクリーン	15	18
粗目スクリーン	15	18	ばっき槽用ディフューザー	10	10
細目スクリーン	15	18	ばっき槽用送風機	20	20
リフトポンプ	15	20	膜ユニット	15	25
流量計	10	12	膜モジュール	－	7
ホイス	20	25	膜ろ過ポンプ	15	15
吐出井ゲート	25	25	メンテナンス洗浄用次亜ポンプ	20	20
2. 沈砂池			回復洗浄用次亜ポンプ	15	15
沈砂掻寄機	15	18	希釈水ポンプ	15	18
揚砂ポンプ	15	18	膜空気洗浄用送風機	20	20
送風機	20	20	返送汚泥ポンプ	15	18
流出ゲート	25	25	余剰汚泥ポンプ	15	15
3. 調整池設備			6. 脱水設備及び脱臭設備		
流入堰ゲート	25	25	余剰汚泥ミキサー	10	15
下水移送ポンプ	15	20	余剰汚泥注入ポンプ	15	15
沈降防止用ミキサー	10	15	脱水機	15	17
超微細スクリーン	15	18	脱臭設備	10	12
4. 消毒設備			7. 電気設備及び制御設備		
次亜塩素酸ナトリウム貯槽	10	10	GIS、変圧器	20	25
次亜塩素酸ナトリウム供給ポンプ	10	10	非常用発電機	15	25
			監視・制御システム	7-15	7-15

*基準は国都下事第77号下水道事業課長通知（平成15.6.19.）による。

表 4.22 ケース 1 における運転開始後 20 年間の更新費用

設 備	経過年度費用		1		2		3		4		5	
	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)
1. 流入ポンプ設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. 沈砂池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. 調整池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. 消毒設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	968.8	169.7
5. ばっ気槽及び曝ろ過設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6. 脱水設備及び脱臭設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7. 電気設備及び制御設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8. 現場管理費(1~7の合計の5%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.4	8.5
9. 一般管理費(1~8の合計の10%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	101.7	17.8
合 計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,118.9	196.0
設 備	経過年度費用		6		7		8		9		10	
	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)
1. 流入ポンプ設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	552.0	138.0
2. 沈砂池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	132.5	19.3	0.0	0.0
3. 調整池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. 消毒設備	16.6	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,035.0	178.0
5. ばっ気槽及び曝ろ過設備	2,591.6	353.3	0.0	0.0	0.0	248,400.0	2,760.0	248,400.0	2,760.0	0.0	8,171.4	5,548.5
6. 脱水設備及び脱臭設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	138.0	27.6
7. 電気設備及び制御設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6,900.0	2,760.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8. 現場管理費(1~7の合計の5%)	130.4	17.9	0.0	0.0	0.0	12,765.0	276.0	12,426.6	139.0	0.0	494.8	294.6
9. 一般管理費(1~8の合計の10%)	273.9	37.5	0.0	0.0	0.0	26,806.5	579.6	26,095.9	291.8	0.0	1,039.1	618.7
合 計	3,012.5	412.8	0.0	0.0	0.0	294,871.5	6,375.6	287,055.0	3,210.1	0.0	11,430.4	6,805.4
設 備	経過年度費用		11		12		13		14		15	
	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)
1. 流入ポンプ設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	690.0	276.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. 沈砂池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. 調整池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	559.6	11.0
4. 消毒設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	968.8	169.7
5. ばっ気槽及び曝ろ過設備	2,591.6	353.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	604.4	143.5	26,496.0	143.5
6. 脱水設備及び脱臭設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21,693.6	5,542.1
7. 電気設備及び制御設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13,800.0	5,520.0
8. 現場管理費(1~7の合計の5%)	129.6	17.7	0.0	0.0	0.0	34.5	13.8	30.2	7.2	0.0	3,175.9	569.3
9. 一般管理費(1~8の合計の10%)	272.1	37.1	0.0	0.0	0.0	72.5	29.0	63.5	15.1	0.0	6,669.4	1,195.6
合 計	2,993.3	408.0	0.0	0.0	0.0	797.0	318.8	698.1	165.8	0.0	73,363.2	13,151.3
設 備	経過年度費用		16		17		18		19		20	
	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)
1. 流入ポンプ設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4,324.0	667.0	40,480.0	1,886.0
2. 沈砂池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,568.7	168.4	4,926.6	209.1
3. 調整池設備	7,948.8	883.2	7,948.8	883.2	7,355.4	138.0	14,945.4	669.3	14,945.4	669.3	7,590.0	531.3
4. 消毒設備	16.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,035.0	178.0
5. ばっ気槽及び曝ろ過設備	250,387.2	2,969.8	249,004.4	2,903.5	34,776.0	463.7	129,352.0	1,154.6	42,053.3	127.7	43,904.2	6,228.4
6. 脱水設備及び脱臭設備	1,283.4	89.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42,053.3	127.7	42,156.8	155.3
7. 電気設備及び制御設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17,084.4	690.0
8. 現場管理費(1~7の合計の5%)	12,981.8	197.2	12,847.7	189.3	2,106.6	30.1	9,712.2	139.3	9,712.2	139.3	7,858.8	493.9
9. 一般管理費(1~8の合計の10%)	27,261.8	414.2	26,980.1	397.6	4,423.8	63.2	20,395.5	292.6	20,395.5	292.6	16,503.6	1,037.2
合 計	299,879.5	4,556.2	296,781.0	4,373.7	48,661.8	694.9	224,351.0	3,218.9	224,351.0	3,218.9	181,539.4	11,409.1
設 備	経過年度費用		1-20									
	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	合計		Mill. Rp.	USD						
1. 流入ポンプ設備	46,046	2,967	49,013		4,262,000							
2. 沈砂池設備	8,628	397	9,025		784,740							
3. 調整池設備	46,348	3,116	49,464		4,301,220							
4. 消毒設備	4,041	702	4,742		412,380							
5. ばっ気槽及び曝ろ過設備	1,244,679	25,782	1,270,461		110,474,880							
6. 脱水設備及び脱臭設備	107,325	5,942	113,267		9,849,329							
7. 電気設備及び制御設備	37,784	8,970	46,754		4,065,600							
8. 現場管理費(1~7の合計の5%)	74,743	2,394	77,136		6,707,507							
9. 一般管理費(1~8の合計の10%)	156,959	5,027	161,986		14,085,766							
合 計	1,726,553	55,297	1,781,849		154,943,422							

出典：JICA 調査団

表 4.23 ケース 2 における運転開始後 20 年間の更新費用

設 備	経過年度費用		1		2		3		4		5	
	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)
1. 流入ポンプ設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. 沈砂池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. 調整池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. 消毒設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	484.4	84.9
5. ばっ気槽及び曝ろ過設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6. 脱水設備及び脱臭設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7. 電気設備及び制御設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8. 現場管理費(1~7の合計の5%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.2	4.2
9. 一般管理費(1~8の合計の10%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.9	8.9
合 計	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	559.5	98.0
設 備	経過年度費用		6		7		8		9		10	
	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)
1. 流入ポンプ設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	331.2	82.8
2. 沈砂池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.5	11.6	0.0	0.0
3. 調整池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. 消毒設備	16.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	500.9	86.9
5. ばっ気槽及び曝ろ過設備	201.5	71.8	0.0	0.0	248,841.6	2,809.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3,985.0	2,774.3
6. 脱水設備及び脱臭設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	138.0	27.6
7. 電気設備及び制御設備	0.0	0.0	0.0	0.0	6,900.0	2,760.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8. 現場管理費(1~7の合計の5%)	10.9	3.7	0.0	0.0	12,787.1	278.5	4.0	0.6	247.8	148.6	0.0	0.0
9. 一般管理費(1~8の合計の10%)	22.9	7.8	0.0	0.0	26,852.9	584.8	8.3	1.2	520.3	312.0	0.0	0.0
合 計	251.8	85.3	0.0	0.0	295,381.5	6,433.0	91.8	13.4	5,723.2	3,432.2	0.0	0.0
設 備	経過年度費用		11		12		13		14		15	
	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)
1. 流入ポンプ設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	414.0	165.6	0.0	0.0	0.0	0.0
2. 沈砂池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. 調整池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	447.7	8.8
4. 消毒設備	0.0	0.0	484.4	84.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	484.4	84.9
5. ばっ気槽及び曝ろ過設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	261,648.0	2,831.8
6. 脱水設備及び脱臭設備	0.0	0.0	0.0	0.0	21,196.8	5,531.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7. 電気設備及び制御設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13,800.0	5,520.0
8. 現場管理費(1~7の合計の5%)	0.0	0.0	24.2	4.2	1,080.5	284.8	0.0	0.0	13,819.0	422.3	0.0	0.0
9. 一般管理費(1~8の合計の10%)	0.0	0.0	50.9	8.9	2,269.1	598.1	0.0	0.0	29,019.9	886.8	0.0	0.0
合 計	0.0	0.0	559.5	98.0	24,960.5	6,579.6	0.0	0.0	319,219.0	9,754.5	0.0	0.0
設 備	経過年度費用		16		17		18		19		20	
	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)
1. 流入ポンプ設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,427.0	414.0	23,184.0	1,200.6
2. 沈砂池設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,542.2	164.5	993.6	60.0
3. 調整池設備	7,948.8	883.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7,355.4	138.0	15,538.8	1,414.5
4. 消毒設備	16.6	2.1	484.4	84.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	550.6	93.2
5. ばっ気槽及び曝ろ過設備	250,439.6	3,058.1	0.0	0.0	21,171.5	2,934.3	48,576.0	358.8	0.0	0.0	37,655.1	3,229.2
6. 脱水設備及び脱臭設備	641.7	44.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42,653.6	166.3
7. 電気設備及び制御設備	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17,084.4	690.0	30,884.4	0.0
8. 現場管理費(1~7の合計の5%)	12,952.3	199.4	24.2	4.2	1,058.6	146.7	3,145.0	53.8	6,883.0	342.7	0.0	0.0
9. 一般管理費(1~8の合計の10%)	27,199.9	418.8	50.9	8.9	2,223.0	308.1	6,604.6	112.9	14,454.3	719.6	0.0	0.0
合 計	299,198.9	4,606.4	559.5	98.0	24,453.1	3,389.2	72,650.2	1,242.0	158,997.4	7,916.1	0.0	0.0
設 備	経過年度費用		1-20									
	FC(Mil. Rp.)	LC(Mil. Rp.)	合計		USD							
			Mil. Rp.	USD								
1. 流入ポンプ設備	27,356	1,863	29,219	2,540,800								
2. 沈砂池設備	4,615	236	4,851	421,860								
3. 調整池設備	31,291	2,445	33,735	2,933,496								
4. 消毒設備	3,022	524	3,546	308,340								
5. ばっ気槽及び曝ろ過設備	872,518	18,068	890,586	77,442,280								
6. 脱水設備及び脱臭設備	64,630	5,770	70,400	6,121,725								
7. 電気設備及び制御設備	37,784	8,970	46,754	4,065,600								
8. 現場管理費(1~7の合計の5%)	52,061	1,894	53,955	4,691,705								
9. 一般管理費(1~8の合計の10%)	109,328	3,977	113,305	9,852,581								
合 計	1,202,606	43,746	1,246,351	108,378,386								

出典：JICA 調査団

4.2.3 維持管理費用

下水処理場の維持管理費用については、PPP 契約の下で建設後 20 年間維持管理が行われることを想定して、下記条件に基づく 2 つのケースの費用を算定した。

- 1) 「ケース 1」：初期に 200,000m³/日の施設を建設し維持管理を行う
- 2) 「ケース 2」：初期→100,000m³/日の施設（土木施設は 200,000m³/日）を建設し維持管理を行う
8 年目→管路の整備と合わせ処理施設容量を 200,000m³/日まで増設し、維持管理を行う

算定に用いた諸条件及び単価等を表 4.24 に示す。また、「イ」国の経済成長に伴う人件費の高騰を鑑み、また労務管理業務の軽減及び業務リスクの低減を図るため、脱水汚泥処分及び施設環境整備等は外部委託することとした。

これまで多くの国の上下水道事業において、PPP による事業形態が実施されてきたが、失敗例も多く見られる。失敗例に見る主な原因の 1 つは維持管理費用の不足であると思われる。時間の経過と共に施設の老朽化が進み、修繕費用を含む維持管理費用は上昇する。しかし、施設老朽化を見込んだ適切な修繕及び更新費用を含む維持管理費用を見込まない場合には、運営会社の負担が多くなり、運営会社の経営が苦しくなることで施設の維持管理が適切に行われなくなることも多く、維持管理費用の増額を求めてトラブルになり、事業が失敗する例も多く見られる。

本補完調査では、適切な維持管理を担保する適正な維持管理費用を算定する。

維持管理費は、次に示す直接経費、現場管理費および利益を含む一般管理費から構成される。

1) 直接経費

- a) 人件費
- b) ユーティリティー費用（電気費、薬品費等）
- c) 脱水汚泥処分費用
- d) 修繕費（小修繕を含む）
- e) 法定水質分析費用及び機器点検費用
- f) 場内掃除及び植栽管理費用
- g) その他の経費
- h) 維持管理初期 3 年間のコンサルタント費用
- i) 保険料

2) 現場管理費(直接経費の 5%)

3) 一般管理費(直接経費及び現場管理費の合計の 25%)

現場管理費は直接経費の 5%、一般管理費は直接経費と現場管理費の合計の 25%として見積もった。一般管理費には維持管理会社の適切な利益を反映することで、適切な維持管理が担保されるようにした。しかし、適正な利益の代わりに、適切な維持管理が行われていない場合（放流水質の未遵守等）のペナルティーも考慮されるべきである。

また、ここで算定した維持管理費用は毎日 200,000m³/日进行处理することを想定し計算しているため、雨天時等に流入すると予想される超過水量（沈砂及び消毒後放流）についての処理費用は考慮していない。この費用は、契約時に別途単価を設定し、処理量に応じて精算されるべきである。

表 4.24 維持管理費用算定条件及び各種単価

項 目		採 用 値	単 位	備 考	
1. 費用計算に用いた為替レート					
	JPY/USD	102	—	建設工事費積算時と同じレートを使用	
	Rp./USD	11,500	—		
2. 下水流入量					
2.1	Case 1	毎年	200,000	m ³ /日	運転初期から200,000m ³ /日の下水量を処理
		1-7年目	100,000	m ³ /日	1-7年目までは100,000m ³ /日の下水量処理
2.2	Case 2	8年目以後	200,000		
* 降雨時等に流入する処理容量を超える下水量については沈砂及び消毒を得て放流するが、その量は考慮しない。					
3. 直接費用					
3.1	人件費	所長	540,960,000	Rp./年	JICA調査団調べ
		副所長	490,820,000		
		管理職	245,410,000		
		作業員	121,727,500		
3.2	電気料金	ピーク時	1,784	Rp./kWh	料金体系中I-3/TMの非上場企業適用、JICA調査団調べ
		ピーク時以外	1,115	Rp./kWh	
3.3	薬品費	Polymer	69,000	Rp./kg	6USD/kg、JICA調査団調べ
		NaOCl (12%)	5,640	Rp./kg	35kg梱包使用時、JICA調査団調べ
		NaOH	6,600	Rp./kg	300kg梱包使用時、JICA調査団調べ
		Citric acid	50,000	Rp./kg	25kg梱包使用時、JICA調査団調べ
		FeCl ₃	17,250	Rp./kg	50kg梱包使用時、JICA調査団調べ
3.2	燃料代	ガソリン	13,000	Rp./L	JICA調査団調べ (2014.9)
		ディーゼル	13,000		
3.5	汚泥処分費	100	USD/ t	現地産業廃棄物処理専門民間業者に委託時、JICA調査団調べ	
3.6	修繕費	—	—式	適切な更新等を考慮した修繕時期及び費用を日本での経験及び実績を用いて調査団が積算	
3.7	法廷点検費、場内掃除及び植	—	—式	外部委託、調査団調べ	
3.8	その他の経費	—	—式	事務所運営費用、車両費用等	
3.9	技術移転コンサルタント費用	400,000.0	USD/年	運転開始後初期3年間適用	
4. 現場管理費					
4.1	現場管理費	5	%	直接費用合計(3.1~3.9の合計)に対する比率	
5. 一般管理費					
5.1	一般管理費	25	%	業務原価(3+4)に対する比率	
6. 維持管理費					
6.1	維持管理費	—	—	業務原価+一般管理費 (3+4+5)	
7. その他					
— 全ての単価は2014年度9月基準である。(電気料金は11月基準)					
— 修理等に用いる部品の輸入時の関税等は考慮していない。又、試算費用にはVATは含まれていない。					
— 2年目以降の物価変化による費用変動は考慮していない。					

出典：JICA 調査団

20年間のケース別維持管理費用を表 4.25 及び表 4.26 にまとめた。また、Supporting Report Appendix 4.9に全ての算定結果を示す。ケース1においては年平均170,041百万Rp. (14,785,678 USD)が必要であり、単位処理量あたりに換算すると2,330 Rp./m³ (約0.203 USD/m³)になる。また、ケース2においては年平均141,187百万Rp. (12,320,098 USD)が必要であり、単位処理量あたりに換算すると2,353 Rp./m³ (約0.205 USD/m³)になる。

表 4.25 ケース1における20年間の維持管理費

項目	年度	1		2		3		4		5		6	
	処理下水量 (m ³ /年)	73,000,000											
	単位	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD
維持管理費用		162,607	14,139,338	162,607	14,139,338	164,664	14,318,209	164,328	14,288,963	205,512	17,870,136	176,131	15,315,302
項目	年度	7		8		9		10		11		12	
	処理下水量 (m ³ /年)	73,000,000											
	単位	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD
維持管理費用		163,893	14,251,131	158,653	13,795,463	158,037	13,741,913	187,458	16,300,249	196,694	17,103,477	160,446	13,951,646
項目	年度	13		14		15		16		17		18	
	処理下水量 (m ³ /年)	73,000,000											
	単位	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD
維持管理費用		161,488	14,042,847	166,628	14,489,264	182,197	15,843,291	172,738	15,020,558	161,116	14,009,649	163,117	14,184,387
項目	年度	19		20		合 計				年平均 維持管理費用		単位処理量 当たり費用	
	処理下水量 (m ³ /年)	73,000,000				1,460,000,000							
	単位	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Rp./m ³	USD/m ³
維持管理費用		165,284	14,372,608	167,219	14,535,787	3,400,818	295,713,556	170,041	14,785,678	2,330	0.203		

注:VAT 別途

出典: JICA 調査団

表 4.26 ケース2における20年間の維持管理費

項目	年度	1		2		3		4		5		6	
	処理下水量 (m ³ /年)	36,500,000											
	単位	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD
維持管理費用		89,142	7,751,072	89,142	7,751,072	91,199	7,929,943	89,233	7,758,947	97,880	8,510,926	96,507	8,391,493
項目	年度	7		8		9		10		11		12	
	処理下水量 (m ³ /年)	36,500,000		73000000									
	単位	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD
維持管理費用		7,670,321	158,653	13,795,467	158,037	13,741,917	179,111	15,574,470	1,137,117	169,290	14,720,496	171,054	14,874,131
項目	年度	13		14		15		16		17		18	
	処理下水量 (m ³ /年)	73,000,000											
	単位	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD
維持管理費用		164,645	14,317,394	177,483	15,433,174	169,968	14,779,880	168,255	14,630,722	165,208	14,365,526	162,985	14,172,927
項目	年度	19		20		合 計				年平均 維持管理費用		単位処理量 当たり費用	
	処理下水量 (m ³ /年)	73,000,000				1,204,500,000							
	単位	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Mil. Rp.	Equiv. to USD	Rp./m ³	USD/m ³
維持管理費用		175,890	15,294,840	171,836	14,937,242	2,833,730	246,401,960	141,687	12,320,098	2,353	0.205		

注:VAT 別途

出典: JICA 調査団

(1) 人件費

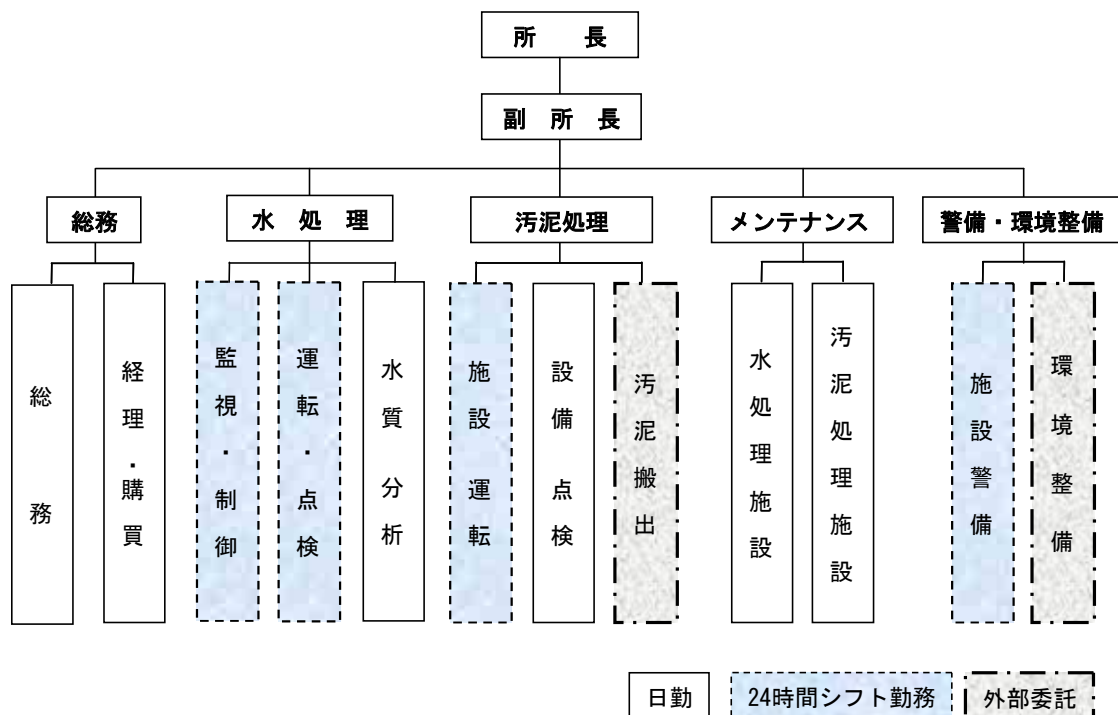
建設される下水処理施設は、図 4.8 に示す組織体系で維持管理を行うことを想定した。所長及び副所長の下に総務、水処理、汚泥処理、メンテナンス及び警備・環境整備の担当責任部署を置き、またその下に担当班を設け維持管理を行う。

水処理部分の監視・制御、運転・監視班と汚泥処理部分の施設運転班及び施設警備班は 4 交替の勤務体制を想定した。脱水汚泥の搬出・処分と施設内の環境整備は外部委託することで固定人件費の縮減と労務管理業務の軽減を図った。ここで想定した組織は施設の運転、設備点検及び小修繕までを行うことを想定しており、中・大修繕等は外注することを想定した。また、施設運転開始後 3 年間は外国の維持管理専門企業からの指導を受けて業務を遂行することを想定したが、その人員は算定人員の中には含まれていない。また、その費用も技術指導費用として別途計上することとした。

組織の各々の部分の業務分掌、資格及び人数等を表 4.27 に示す。100,000m³/日の処理施設に必要な人員は 39 人、200,000m³/日の処理施設に必要な人員は 56 人と設定した。なお、今回の算定には汚泥再利用及び処理水再利用時の運転要員は考慮していない。

人件費においてはジャカルタ下水道公社 (PD PAL JAYA) の人件費を参考しながら、処理場の維持管理を適正に行うために必要な人材が確保できるような人件費を調べて適用した。

上記の条件で算定した人件費は次の表 4.28 及び表 4.29 のようになる。



出典：JICA 調査団

図 4.8 新設下水処理場の維持管理体制 (案)

表 4.27 新設処理場の維持管理要員数及び業務分掌

部 門		人数(人)		備 考 (業務分掌)
		ケース 1	ケース 2	
所 長		1	1	下水道工学専攻の施設関連有経験者 処理場業務総括
副所長		1	1	機械工学専攻の施設関連有経験者 処理場業務副総括
総 務	責 任 者	1	1	一般経理業務及び労務管理総括
	総 務	1	1	維持管理組織全体に関する業務
	経理・購買	1	1	経理業務及び各種備品等の購買業務
	小 計	3	3	
水処理	責 任 者	1	1	下水道工学専攻の施設関連有経験者
	監視・制御	5	10	Case1 : 1人×4シフト、日勤1人 計 5人 Case2 : 2人×4シフト、日勤2人 計 10人 施設監視及び制御
	運転・点検	4	4	1人×4シフト 計 4人 施設運転及び日常設備点検等
	水質 分析	2	4	日常水質及び汚泥性状分析 法廷分析は外部委託
	小 計	12	19	
汚泥処理	責任者	1	1	下水道工学専攻の施設関連有経験者
	施設運転	5	8	Case1 : 1人×4シフト、日勤1人 計 5人 Case2 : 2人×4シフト 計 8人 脱水設備運転
	設備点検	2	4	脱水設備日常点検
	汚泥搬出	—	—	外部委託
	小 計	8	13	
メンテナンス	責任者	1	1	機械または電気工学専攻の施設関連有経験者
	水処理施設	4	7	設備の日常・定期点検及び小修繕 施設修繕計画及び更新計画作成等
	汚泥処理施設	4	7	
	小 計	9	15	
警備・ 環境整備	責任者	1	1	施設警備関連有経験者
	警備	4	4	1人×4シフト 計 4人
	環境整備	—	—	外部委託
	小 計	5	5	
合 計		39	57	

* Case1 : 100,000m³/日の施設容量の時の維持管理時

** Case2 : 200,000m³/日の施設容量の時の維持管理時

表 4.28 ケース 1 における人件費

区 分	業 務	人数 人	直接人件費		間接人件費		合 計		
			百万Rp./年	USD/年	百万Rp./年	USD/年	百万Rp./年	USD/年	
1	所長	1	450.8	39,200	90.2	7,840	541.0	47,040	
2	副所長	1	408.9	35,560	81.9	7,120	490.8	42,680	
3	総務	責任者	1	204.5	17,780	40.9	3,560	245.4	21,340
		総務	1	101.4	8,820	20.4	1,770	121.8	10,590
		経理・購買	1	101.4	8,820	20.4	1,770	121.8	10,590
		小 計	3	407.3	35,420	81.7	7,100	489.0	42,520
4	水処理	責任者	1	204.5	17,780	40.9	3,560	245.4	21,340
		水質分析	2	202.9	17,640	40.6	3,530	243.5	21,170
		監視・制御	5	507.2	44,100	101.4	8,820	608.6	52,920
		運転・点検	4	405.7	35,280	81.2	7,060	486.9	42,340
		小 計	12	1,320.2	114,800	264.2	22,970	1,584.4	137,770
5	汚泥処理	責任者	1	204.5	17,780	40.9	3,560	245.4	21,340
		施設運転	5	507.2	44,100	101.4	8,820	608.6	52,920
		設備点検	2	202.9	17,640	40.6	3,530	243.5	21,170
		小 計	8	914.5	79,520	183.0	15,910	1,097.4	95,430
6	メンテナンス	責任者	1	204.5	17,780	40.9	3,560	245.4	21,340
		水処理施設	4	405.7	35,280	81.2	7,060	486.9	42,340
		汚泥処理施設	4	405.7	35,280	81.2	7,060	486.9	42,340
		小 計	9	1,015.9	88,340	203.3	17,680	1,219.2	106,020
7	警備	責任者	1	143.3	12,460	28.8	2,500	172.0	14,960
		警 備	4	283.4	24,640	56.7	4,930	340.1	29,570
		小 計	5	426.7	37,100	85.4	7,430	512.1	44,530
合 計		39	4,944.3	429,940	989.6	86,050	5,933.9	515,990	

*USD は積算された Rp 額に対する USD 換算額

出典：JICA 調査団

表 4.29 ケース 2 における人件費

区 分	業 務	人数 人	直接人件費		間接人件費		合 計		
			百万Rp./年	USD/年	百万Rp./年	USD/年	百万Rp./年	USD/年	
1	所長	1	450.8	39,200	90.2	7,840	541.0	47,040	
2	副所長	1	408.9	35,560	81.9	7,120	490.8	42,680	
3	総務	責任者	1	204.5	17,780	40.9	3,560	245.4	21,340
		総務	1	101.4	8,820	20.4	1,770	121.8	10,590
		経理・購買	1	101.4	8,820	20.4	1,770	121.8	10,590
		小 計	3	407.3	35,420	81.7	7,100	489.0	42,520
4	水処理	責任者	1	204.5	17,780	40.9	3,560	245.4	21,340
		水質分析	4	405.7	35,280	81.2	7,060	486.9	42,340
		監視・制御	10	1,014.3	88,200	202.9	17,640	1,217.2	105,840
		運転・点検	4	405.7	35,280	81.2	7,060	486.9	42,340
		小 計	19	2,030.2	176,540	406.2	35,320	2,436.4	211,860
5	汚泥処理	責任者	1	204.5	17,780	40.9	3,560	245.4	21,340
		施設運転	8	811.4	70,560	162.4	14,120	973.8	84,680
		設備点検	4	405.7	35,280	81.2	7,060	486.9	42,340
		小 計	13	1,421.6	123,620	284.5	24,740	1,706.1	148,360
6	メンテナンス	責任者	1	204.5	17,780	40.9	3,560	245.4	21,340
		水処理施設	7	710.0	61,740	142.0	12,350	852.0	74,090
		汚泥処理施設	7	710.0	61,740	142.0	12,350	852.0	74,090
		小 計	15	1,624.5	141,260	325.0	28,260	1,949.5	169,520
7	警備	責任者	1	143.3	12,460	28.8	2,500	172.0	14,960
		警 備	4	283.4	24,640	56.7	4,930	340.1	29,570
		小 計	5	426.7	37,100	85.4	7,430	512.1	44,530
合 計		57	6,770.1	588,700	1,354.8	117,810	8,124.9	706,510	

*USD は積算された Rp 額に対する USD 換算額

出典：JICA 調査団

(2) 電力費

インドネシアの電気料金表を次の表 4.30 に示す。「イ」国の産業用電力料金は最近大幅に値上げされている。今後も値上がりすると思われるが、今回の算定では「イ」国のエネルギー・鉱物資源省が公示した 2014 年 11 月からの料金（表 4.30）を適用した。

表 4.30 インドネシア国の産業用電力料金表（2014 年 11 月から適用）

No	分類	契約電力	一般料金		前払い (Rp/kWh)	
			接続料金 (Rp/kVA/mo.)	電力料金 (Rp/kWh) and 無効電力料金 (Rp/kVArh)		
1	I-1/TR	450 VA	26,000	0 - 30 kWh : 160 30 kWh以上 : 395	485	
2	I-1/TR	900 VA	31,500	0 - 72 kWh : 315 72 kWh 以上 : 405	600	
3	I-1/TR	1,300 VA	*	930	930	
4	I-1/TR	2,200 VA	*	960	960	
5	I-1/TR	3,500 VA~14 kVA	*	1112	1,112	
6	I-2/TR	14 kVA~200 kVA	**	ピーク時 : K×972 ピーク時以外 : 972 無効電力 : 1,057 ****	-	
7	I-3/TM	200 kVA 以上	**	非上場企業	ピーク時 : K×1,115 ピーク時以外 : 1,115 無効電力 : 1,200****	-
				上場企業	ピーク時 : K×1,115 ピーク時以外 : 1,115 無効電力 : 1,200****	
8	I-4/TT	30,000 kVA 以上	***	ピーク時及びピーク時以外 : 1,191 無効電力 : 1,191****	-	

* : 最小接続料金 (RM) : $RM1 = 40 (kWh/kVA) \times 契約電力 (kVA) \times 電力料金$

** : 最小接続料金 (RM) : $RM2 = 40 (kWh/kVA) \times 契約電力 (kVA) \times ピーク時以外の電力料金$

*** : 最小接続料金 (RM) : $RM3 = 40 (kWh/kVA) \times 契約電力 (kVA) \times ピーク時及びピーク時以外の電力料金$

**** : 平均力率が 0.85 (85%) 未満の場合課される。

K : ピーク時とピーク時以外の比較因数 ($1.4 \leq K \leq 2$)。因数は国営電力会社 PT PLN によって決定される

出典 : 国営電力会社による供給電力の料金表 (No9, 2014) に係る法令に対する改正 (No. 19, 2014)、インドネシア国エネルギー・鉱物資源省 (MEMR) 規定

表 4.31 に示すとおり、新設する下水処理場の運転に必要な電気使用量は、各設備の運転時間を考慮して算定した。100,000m³/日を処理する場合 (フェーズ 1) は 59,695 kWh/日の電力が消費されると予想され、単位処理量当たりの電力消費量は 0.597kWh/m³ 程度と判断された。また、200,000m³/日 (フェーズ 2) を処理する場合には 117,913kWh/日の電力が消費されると予想され、単位処理量当たりの電力消費量は 0.590 kWh/m³ 程度と判断された。

求められた電力消費量を基に算定した電力費を表 4.32 に示す。「イ」国の産業用電気料金は表に示すとおり、ピークタイムとそれ以外の時間帯の料金が区分されていて、国営電力会社 (PLN) によって、ピークタイム時の上乘係数 (K) が指定されることになっている。今回の算定では K を 1.6 として計算を行った。ピークタイムは 18 時~22 時である。電力費の計算においては、ピーク時間帯が下水量の多くなる時間帯と重なるが、管路施設が長いことと施設内でポンプ井及び流量調節池等を設け処理施設内の時間帯による流量の変化を少なくするように工夫していることから、今回の

算定ではピークタイムとそれ以外の時間帯に処理する単位時間処理下水量を等しく（200,000m³/24時間＝約 8,333.3m³/時間）想定して、計算を行った。

表 4.31 下水処理場の電力消費量

No.	設 備	電動機 出力 kW	効率 -	運転台数		運転時間		電力消費量		備 考
				Phase I 台	Phase II 台	運転回数 回/日	運転時間 分/回	フェーズ1 kWh/日	フェーズ2 kWh/日	
1. 流入ポンプ設備										
1.1	流入ゲート	3.7	0.7	4	4	0	0	0	0	非常時だけ使用するため、通常時には0とする。
1.2	細目スクリーン	2.2	0.7	2	4	72	5	18	36	1回/20分 5分/回 運転
1.3	リフトポンプ	480	0.7	2	4	-	822	9,206	18,412	50,000m ³ /13.7hrs・台
1.4	ホイスト	5.0 (Hoisting)	0.7	1	1	0	0	0	0	非常時だけ使用するため、通常時には0とする。
		0.85 (Travelling)	0.7	1	1	0	0	0	0	
2. 沈砂池設備										
2.1	流出ゲート	3.7	0.7	4	4	0	0	0	0	非常時だけ使用するため、通常時には0とする。
2.2	沈砂掻き機	5.5	0.7	2	4	2	30	7	15	2回/日 30分/回 運転
2.3	揚砂ポンプ	5.5	0.7	2	4	2	10	2	5	沈砂発生量：0.05m ³ /1,000m ³ 下水
2.4	送風機	22	0.6	1	2	1	1,440	316	633	24時間運転
3. 調整池設備										
3.1	下水移送ポンプ	37	0.7	10	20	1	1,440	6,216	12,432	24時間運転
3.2	沈降防止用ミキサー	5.5	0.7	32	64	1	1,440	2,956	5,913	24時間運転
3.3	超微細スクリーン	0.4	0.7	10	20	1	1,440	67	134	24時間運転
4. 消毒設備										
4.1	次亜塩素酸ナトリウム供給ポンプ	0.4	0.7	2	4	0	0	0.0	0.0	雨天時だけに利用されるため、通常時は0とする。
5. ばっ気槽及び膜ろ過設備										
5.1	メッシュスクリーン	9	0.7	4	8	1	1,440	604	1,209	24時間運転
5.2	ばっき槽用送風機	150	0.6	4	8	1	1,440	8,640	17,280	24時間運転
5.3	膜ろ過ポンプ	22	0.7	10	20	1	1,440	3,696	7,392	24時間運転
5.4	メンテナンス洗浄用次亜ポンプ	0.2	0.7	4	8	1	79	0.7	1.5	
5.5	回復洗浄用次亜ポンプ	1.5	0.7	4	8	1	7	0.5	1.0	
5.6	希釈水ポンプ	3.7	0.7	4	8	1	1,440	248	497	24時間運転
5.7	膜空気洗浄用送風機	150	0.6	10	20	1	1,440	21,600	43,200	24時間運転
5.8	返送汚泥ポンプ	11	0.7	10	20	1	1,440	1,848	3,696	24時間運転
5.9	余剰汚泥ポンプ	11	0.7	2	4	-	1,000	256	513	Q=2,000m ³ /d
6. 脱水設備及び脱臭設備										
6.1	余剰汚泥ミキサー	11	0.7	1	1	1	1,200	154	154	20時間運転
6.2	余剰汚泥注入ポンプ	11	0.7	2	4	1	1,200	308	616	20時間運転
6.3	脱水機	2.2	0.7	2	4	1	1,200	61	123	20時間運転
6.4	脱臭設備	453	0.7	0.5	1	1	600	1,585	3,171	
7. 電気設備及び制御設備										
7.1	監視・制御システム	10	0.7	1	1	1	1,440	168	168	
小 計 (1-7)								57,957	115,601	
8. その他 (Phase I: 1-7の3%, Phase II: 1-7の2%)								1,738	2,312	
合 計 (kWh)								59,695	117,913	
単位下水当りの電力消費量 (kWh/m ³)								0.597	0.590	

出典：JICA 調査団

計算された電力費は 100,000m³/日 を処理する場合（フェーズ 1）は年間 26,725 百万 Rp. が必要であり、200,000m³/日（フェーズ 2）を処理する場合には 52,787 百万 Rp. が必要である。

表 4.32 下水処理場の運転に必要な電気使用量及び電気費用

No.	日処理下水量		単位	100,000m ³		200,000m ³		備 考	
	時間帯別流入下水量			ピークタイム (4 時間)	ピークタイム 以外 (20 時間)	ピークタイム (4 時間)	ピークタイム 以外 (20 時間)		
1	時間帯別流入下水量		m ³ /日	16,667	83,333	33,333	166,667	ピークタイム : 18~22時	
2	電力 消費量	単位消費量	kWh/m ³	0.597		0.590			
		時間帯別電力消費量	kWh/日	9,949	49,746	19,652	98,261		
		総電力消費量	kWh/日	59,695		117,913			
3	時間帯別電気料金		Rp./kWh	1,784	1,115	1,784	1,115	I-3/TM カテゴリの非上場 企業向け料金適用 K=1.6(推定)	
4	電力 料金	日料金	時間帯別	Rp./日	17,749,383	55,466,824	35,059,606	109,561,270	
			合 計		73,216,207		144,620,876		
		年間料金	時間帯別	Mil. Rp./年	6,479	20,246	12,797	39,990	
			合 計		26,725		52,787		

(3) 薬品費

新設される処理場で下水処理に利用される主な薬品には下記のものを含む。

- － ポリマー（汚泥脱水）
- － 次亜塩素酸ナトリウム（膜維持・回復洗浄、脱臭設備）
- － 苛性ソーダ（膜回復洗浄）
- － クエン酸（膜回復洗浄）
- － 活性炭（脱臭設備）

雨天時等に施設の処理容量を超えて流入する下水は沈砂池の後に塩素消毒されて放流されるが、この時消毒に用いられる塩素については正確な量等が判断できないため、今回の算定では考慮していない。実際の契約では月間実際使用量を把握し精算することが望ましいと判断される。

膜の洗浄時に必要な薬品の算定においては、膜維持洗浄は 1 日 2 回、回復洗浄は年 2 回行うことを想定し計算を行った。維持洗浄時には 200mg/L、回復洗浄時には 3,000mg/L の次亜塩素酸ナトリウムを用いて洗浄を行うように計算を行った。膜洗浄に必要な薬品投入濃度及び必要薬品量を次の表 4.33 に示す。また、苛性ソーダ及びクエン酸の注入濃度及び必要量を示した。

表 4.33 に示した薬品使用量を基に膜の維持管理に必要な薬品量と脱臭設備の維持管理に必要な薬品量を合わせた年間薬品量及び費用を表 4.34 に示す。

表 4.33 膜洗浄に必要な薬品投入濃度及び必要薬品量

区 分	注入周期	使用薬品(濃度)	投入濃度	膜面積当たり必要な薬品量
維持洗浄	2回/日	NaOCl (12%)	200 mg/L	0.0365 L/m ² ・year
回復洗浄	2回/年	NaOCl (12%)	3,000 mg/L	1.312 L/m ² ・year
		NaOH (20%)	pH12 に調整	0.0934 L/m ² ・year
		クエン酸(99%)	2%	0.25 L/m ² ・year

出典：JICA 調査団

表 4.34 薬品使用量及び薬品費

薬品名	目的	単価 (Rp./kg)	年間使用量 (kg/年)		年間薬品費 (百万Rp./年)	
			フェーズ1	フェーズ2	フェーズ1	フェーズ2
高分子凝集剤	汚泥脱水	69,000	65,828	131,657	4,543	9,085
NaOCl (12%)	膜維持洗浄	5,640	64,569	129,137	365	729
	膜回復洗浄		49,614	99,227	280	560
	小 計		114,182	228,364	645	1,289
NaOH (20%)	膜回復洗浄	6,600	37,180	74,359	246	491
	脱臭設備		33,696	33,696	223	223
	小 計		70,876	108,055	469	714
クエン酸(99%)	膜回復洗浄	50,000	20,519	41,037	1,026	2,052
活性炭	脱臭設備	92,000	2,800	2,800	258	258
合 計					6,941	13,398

* Phase1:100,000m³/日処理時、Phase2:200,000m³/日処理時

** 膜維持洗浄は1日2回行う。

***回復洗浄は年2回行う。

出典：JICA 調査団

(4) 汚泥処分費

現時点においてはジャカルタ州政府による脱水汚泥の最終処分施設の確保が難しいと判断し、民間廃棄物処理業者に委託した場合を想定し、民間業者による処分場までの運搬費用と最終処分費用を調査し、脱水汚泥処分費用を算定した。

調査団の調査では「イ」国内での産業廃棄物処分には約 100 USD/トンが必要であると判断し、算定を行った。

年間汚泥発生量は処理容量 100,000m³/日の時は約 18,400m³、200,000 m³/日の時は 36,800m³であると予測され、各々の場合、年間費用は 21,160 百万 Rp.、42,320 百万 Rp. が必要である。処理場近くの処分場が確保できなくなり、離れた処分場まで運搬することになると処分費用は増加することから対策が必要であると判断される。

(5) 修繕費

修繕費用は運転開始後から 20 年間の主要機器の修繕費用を計算した。計算においては次のような点

を考慮して、施設の運営が機器の故障等で中断されることなく、また過剰な修繕等で維持管理費用が増加しないように費用を算出した。

- a. 主要機器は予防修繕方式を取り入れ、機器の故障を未然に防ぎ施設の運転に支障を与えないようにし、また重度な故障による修繕費用の増加を抑制するようにする。
- b. 故障しても予備機を稼動することで施設運営に大きな影響を与えない機器においては事後修繕を行う。
- c. 各々の機器の修繕は機器のLCCを考慮しながら、最適な修繕時期を選定する。
- d. 単純な部品交換、オイル交換等は職員が行うことで、修繕費用には入れない。
- e. 修繕するよりは更新したほうが経済的な機器においては修繕せず更新を行う 等

また、PPP事業の契約期間（ここでは維持管理開始後20年を想定）を考慮し、契約終了後にPPP事業者がジャカルタ州政府に施設を引き渡し、州政府が運営する時も1～2年間は問題なく運営できるように機器の修繕を計画し、費用を算出した。

費用の算出においては更新費用の算出時と同じく、輸入機器に掛かる関税等は考慮していない。また、全ての費用は2014年基準であり、2年目以降の費用において物価上昇率は考慮していない。

上記のような条件の下で各ケース別20年間の修繕費用を計算した結果を、表4.35及び表4.36に示す。ケース1においては191,475百万Rp.（16,650,000USD相当額）が必要であり、ケース2においては151,225百万Rp.（13,150,000USD相当額）が必要である。

表 4.35 ケース 1 における修繕費(20 年間)

施設名		経過年度										小計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. 流入ポンプ設備	Mil. Rp	0	0	159	0	377	4,588	1,614	377	0	745	7,860
	Equiv. USD	0	0	13,783	0	32,783	398,957	140,348	32,783	0	64,783	683,435
2. 沈砂池設備	Mil. Rp	0	0	146	0	2,755	0	146	0	0	2,755	5,800
	Equiv. USD	0	0	12,652	0	239,541	0	12,652	0	0	239,541	504,385
3. 調整池設備	Mil. Rp	0	0	143	0	4,148	1,763	0	143	0	4,148	10,344
	Equiv. USD	0	0	12,435	0	360,652	153,304	0	12,435	0	360,652	899,478
4. 消毒設備	Mil. Rp	0	0	32	0	0	32	0	32	0	32	128
	Equiv. USD	0	0	2,783	0	0	2,783	0	2,783	0	2,783	11,130
5. ばっ気槽及び膜ろ過設備	Mil. Rp	0	0	546	0	24,518	5,662	2,785	0	0	4,349	37,859
	Equiv. USD	0	0	47,435	0	2,131,957	492,348	242,174	0	0	378,174	3,292,087
6. 脱水設備及び脱臭設備	Mil. Rp	0	0	83	0	4,112	513	0	0	83	6,652	11,443
	Equiv. USD	0	0	7,200	0	357,577	44,580	0	0	7,200	578,477	995,033
7. 電気設備及び制御設備	Mil. Rp	0	0	0	5,451	920	1,311	0	0	0	3,818	11,500
	Equiv. USD	0	0	0	474,000	80,000	114,000	0	0	0	332,000	1,000,000
8. 小修繕 (建物及び構造物修繕含む)	Mil. Rp	0	0	460	460	460	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	6,555
	Equiv. USD	0	0	40,000	40,000	40,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	570,000
合計	Mil. Rp	0	0	1,567	5,911	37,289	14,904	5,580	1,587	1,118	23,534	91,489
	Equiv. USD	0	0	136,287	514,000	3,242,508	1,295,971	485,174	138,000	97,200	2,046,409	7,955,549
施設名		経過年度										合計
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1. 流入ポンプ設備	Mil. Rp	8,280	653	0	2,152	377	8,280	0	791	0	0	28,392
	Equiv. USD	720,000	56,783	0	187,130	32,783	720,000	0	68,739	0	0	2,468,870
2. 沈砂池設備	Mil. Rp	0	146	0	0	2,910	0	0	145	0	0	9,001
	Equiv. USD	0	12,656	0	0	253,021	0	0	12,633	0	0	782,696
3. 調整池設備	Mil. Rp	1,763	0	0	1,516	2,489	143	0	0	0	970	17,224
	Equiv. USD	153,304	0	0	131,783	216,435	12,435	0	0	0	84,304	1,497,739
4. 消毒設備	Mil. Rp	32	0	0	32	0	0	32	0	0	32	256
	Equiv. USD	2,783	0	0	2,783	0	0	2,783	0	0	2,783	22,261
5. ばっ気槽及び膜ろ過設備	Mil. Rp	10,837	0	546	2,240	7,769	1,021	0	0	545	1,366	62,181
	Equiv. USD	942,304	0	47,435	194,739	675,565	88,783	0	0	47,391	118,739	5,407,043
6. 脱水設備及び脱臭設備	Mil. Rp	0	430	166	0	4,256	0	166	2,098	0	894	19,451
	Equiv. USD	0	37,380	14,400	0	370,059	0	14,400	182,400	0	77,718	1,691,391
7. 電気設備及び制御設備	Mil. Rp	7,935	0	1,311	0	0	920	1,311	0	4,140	2,898	30,015
	Equiv. USD	690,000	0	114,000	0	0	80,000	114,000	0	360,000	252,000	2,610,000
8. 小修繕 (建物及び構造物修繕含む)	Mil. Rp	1,725	1,725	1,725	1,725	1,725	1,955	1,955	1,955	1,955	1,955	24,955
	Equiv. USD	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	170,000	170,000	170,000	170,000	170,000	2,170,000
合計	Mil. Rp	30,572	2,953	3,747	7,664	19,525	12,319	3,464	4,988	6,640	8,114	191,475
	Equiv. USD	2,658,391	256,819	325,835	666,435	1,697,863	1,071,217	301,183	433,773	577,391	705,544	16,650,000

出典: JICA 調査団

表 4.36 ケース 2 における修繕費(20 年間)

施設名		経過年度										小計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. 流入ポンプ設備	Mil. Rp	0	0	159	0	377	2,898	823	377	0	561	5,195
	Equiv. USD	0	0	13,783	0	32,783	252,000	71,565	32,783	0	48,783	451,696
2. 沈砂池設備	Mil. Rp	0	0	146	0	1,543	0	146	0	0	1,543	3,376
	Equiv. USD	0	0	12,652	0	134,143	0	12,652	0	0	134,143	293,590
3. 調整池設備	Mil. Rp	0	0	143	0	2,668	899	0	143	0	2,668	6,521
	Equiv. USD	0	0	12,435	0	232,000	78,130	0	12,435	0	232,000	567,000
4. 消毒設備	Mil. Rp	0	0	32	0	0	32	0	32	0	32	128
	Equiv. USD	0	0	2,783	0	0	2,783	0	2,783	0	2,783	11,130
5. ばっ気槽及び膜ろ過設備	Mil. Rp	0	0	546	0	2,125	3,671	1,889	0	0	2,670	10,900
	Equiv. USD	0	0	47,435	0	184,739	319,174	164,261	0	0	232,174	947,783
6. 脱水設備及び脱臭設備	Mil. Rp	0	0	83	0	3,166	366	0	0	83	4,848	8,546
	Equiv. USD	0	0	7,200	0	275,278	31,860	0	0	7,200	421,550	743,088
7. 電気設備及び制御設備	Mil. Rp	0	0	0	4,209	920	1,311	0	0	0	3,818	10,258
	Equiv. USD	0	0	0	366,000	80,000	114,000	0	0	0	332,000	892,000
8. 小修繕(建物及び構造物修繕含む)	Mil. Rp	0	0	460	460	460	1,035	1,035	1,035	1,035	1,035	6,555
	Equiv. USD	0	0	40,000	40,000	40,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	570,000
合計	Mil. Rp	0	0	1,567	4,669	11,258	10,211	3,893	1,587	1,118	17,174	51,477
	Equiv. USD	0	0	136,287	406,000	978,943	887,947	338,478	138,000	97,200	1,493,432	4,476,287
施設名		経過年度										合計
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1. 流入ポンプ設備	Mil. Rp	0	3,275	0	4,268	377	1,035	184	791	2,622	823	18,570
	Equiv. USD	0	284,783	0	371,130	32,783	89,978	16,000	68,804	228,000	71,565	1,614,739
2. 沈砂池設備	Mil. Rp	0	146	0	1,239	1,543	0	0	145	156	1,083	7,687
	Equiv. USD	0	12,656	0	107,708	134,143	0	0	12,629	13,565	94,143	668,435
3. 調整池設備	Mil. Rp	0	899	901	1,892	2,525	144	0	0	1,923	0	14,803
	Equiv. USD	0	78,130	78,348	164,522	219,565	12,478	0	0	167,174	0	1,287,217
4. 消毒設備	Mil. Rp	32	0	0	32	0	0	32	0	0	32	256
	Equiv. USD	2,783	0	0	2,783	0	0	2,783	0	0	2,783	22,261
5. ばっ気槽及び膜ろ過設備	Mil. Rp	0	4,507	2,050	4,788	1,288	4,850	837	1,997	3,724	2,742	37,681
	Equiv. USD	0	391,913	178,261	416,304	112,000	421,739	72,739	173,609	323,783	238,435	3,276,565
6. 脱水設備及び脱臭設備	Mil. Rp	0	485	166	1,991	2,750	0	2,263	0	202	2,157	18,560
	Equiv. USD	0	42,182	14,400	173,152	239,150	0	196,800	0	17,522	187,578	1,613,871
7. 電気設備及び制御設備	Mil. Rp	7,935	0	1,311	0	0	920	1,311	0	4,140	2,898	28,773
	Equiv. USD	690,000	0	114,000	0	0	80,000	114,000	0	360,000	252,000	2,502,000
8. 小修繕(建物及び構造物修繕含む)	Mil. Rp	1,725	1,725	1,725	1,725	1,725	1,955	1,955	1,955	1,955	1,896	24,896
	Equiv. USD	150,000	150,000	150,000	150,000	150,000	170,000	170,000	170,000	170,000	164,911	2,164,911
合計	Mil. Rp	9,692	11,036	6,153	15,934	10,208	8,903	6,582	4,888	14,721	11,631	151,225
	Equiv. USD	842,783	959,664	535,009	1,385,599	887,641	774,196	572,322	425,042	1,280,043	1,011,415	13,150,000

出典: JICA 調査団

(6) 維持管理技術移転コンサルタント費用

運転開始後3年間は日本からの維持管理技術移転コンサルティングを受けて、現地採用の職員を教育しながら施設運営を行うことを想定し、次の業務遂行に必要な費用を計上した。

- ① 日本人技術者を3年間派遣し、現地採用職員の教育及び技術支援
- ② 現地採用職員の日本での処理場維持管理関連職務研修
- ③ 維持管理指針作成支援

その費用は3年間、毎年400,000 USDと見積った。

(7) その他の費用

a. 法的点検及び分析費用

処理場から放流される処理水の水質管理のために職員により行われる水質分析とは別に、法律及び業務契約等によって測定しその記録を提出する義務がある流入及び放流水質については、州政府等が認定する外部機関に委託し測定を行うようにする。その費用として年間276百万Rp. (24,000 USD相当額)を計上した。

b. 場内掃除、植栽

場内掃除及び植栽は職員で行わず、外部に委託することを想定した。場内掃除は4人で行い、植栽は年4回行うことを想定して費用を算定した。

c. 一般経費

処理場の運営に必要な次のような各種経費を計上した。

- － 車両費 (燃料代を含む)
- － 電話料金等の通信料金
- － 事務機器費
- － 事務用品費
- － その他の備品費

一般経費は、表4.37に示すように、100,000 m³/日の施設の場合には年間1,116百万Rp./年(97,000 USD/年相当額)、200,000 m³/日の施設の場合には1,219百万Rp./年(106,000 USD/年相当額)と見積った。

表 4.37 一般経費の内訳

区 分			流入下水量 (m ³ /d)		備 考
			100,000	200,000	
事務室賃貸料			0		現場事務室利用
車両費 (USD/年)	カーリース代	セダン	22,000	22,000	各1台利用 燃料費の計算基準走行距離 セダン : 年30,000km走行 SUV : 年20,000km走行 トラック : 年20,000km走行
		SUV	22,000	22,000	
		小型小トラック	33,000	33,000	
		小 計	77,000	77,000	
	燃料費	14,000	14,000		
合 計			36,000	36,000	
通信費 (USD/年)			4,000	5,000	
事務機器賃貸料 (USD/年)			20,000	20,000	
事務用品費 (USD/年)			25,000	30,000	
その他 (USD/年)			12,000	15,000	
合 計		USD/年	97,000	106,000	
		Mil. Rp./年 相当額	1,116	1,219	

出典：JICA 調査団

(8) 現場管理費

前項までに求めた直接経費の合計の5%を現場管理費として計上した。
現場管理費は現場で必要な以下の項目について見積った。

- － 労務管理費
- － 安全関連業務費用
- － 租税公課
- － 保険料（維持管理履行保険、施設物保険等）
- － 現場職員の退職給与引当金
- － 法定福利費
- － 雑費 等

(9) 一般管理費

一般管理費は前項までに求めた直接経費と現場管理費の合計の25%を一般管理費として計上した。
一般管理費は SPC の経営のために必要な以下の項目について見積った。

- － 役員報酬
- － 現場職員以外の本社職員の給料等
- － 現場職員以外の本社職員の退職金
- － 現場職員以外の本社職員の法定福利費

- － 調査研究費
- － 広告宣伝費
- － 交際費、寄付金等
- － 租税公課
- － 保険料
- － 契約保証費
- － 雑費
- － 付加利益（法人税等の税金、株主配当金、役員賞与金、内部保留金等）等

第 5 章 環境社会配慮

5.1 案件対象地の概要

5.1.1 自然環境

(1) 気象

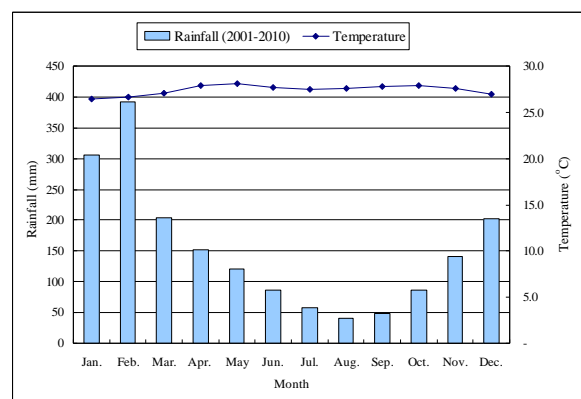
ジャカルタ特別州における気象の概要は下表に示すとおりである。

表 5.1 ジャカルタ特別州における気象

No.	項目	内 容
1	気候区分	熱帯性モンスーン気候
2	乾季雨季	乾季：7月～10月、雨季：11月～6月
3	月間気温	平均：27.4℃ 最高：34.3℃（6月） 最低：24.2℃（1月）
4	降雨量	年間降雨日数：168日 平均年間降雨量：1,830mm（2001～2012）
5	相対湿度	年間平均湿度：81% 乾季：75～78% 雨季：81～85%
6	その他	平均日射時間：1,975時間

出典：World Meteorological Organization、2011 等

月平均降水量および気温は図 5.1 の通りである。



(出典:インドネシア・ジャカルタ特別州廃棄物 BOT 事業実施可能性調査報告書、日本経済産業省 2012; Wikitravel)

図 5.1 月平均降水量・気温

(2) 地形・地質

ジャカルタの北部の海拔は低く概ね平坦で、南部は丘陵地となっている。そのため河川は

南部から北部へと流れる。

ジャカルタ北部は有機粘土質砂層で、南部は凝灰質粘土である。土壌は地盤から±50m の更新世の堆積土壌である

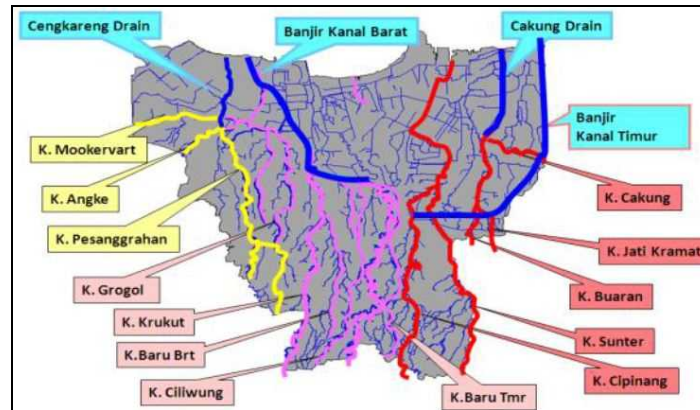


出典: PPP F/S Report 2013

図 5.2 ジャカルタ周辺の地質

(3) 水量・水質

ジャカルタ特別州の主な川に 13 の河川があり、最も主要な河川はチリウン川（流域面積 467 km²、流路長約 119 km）で、ジャカルタ市域のほぼ中央（約 46 km）を流れている。これらの河川は、ジャカルタの低い地形、潮の干満、そして雨季の降水量によってしばしば氾濫を起こす。とくにジャカルタの後背地であり水源である南部のボゴール市やデポック市の都市化による人口増加と森林伐採によって近年洪水は被害は拡大する傾向にある。さらに、洪水は直接的な被害のみならず、社会経済的に複雑な問題をジャカルタにもたらす引き金となっている。1996 年の洪水時には 5,000 ヘクタールが浸水し、2007 年の大洪水時には 5 兆 2000 億ルピアの被害と 85 名の死者を出し、少なくとも 35 万人が家屋に被害を受け、ジャカルタ市域の 70%が浸水し、一部地域では水深は 4m にまで達した。



出典: PERATURAN DAERAH PROVINSI DAERAH KHUSUS IBUKOTA JAKARTA 2014

*) Banjir Kanal; Flood canal

図 5.3 ジャカルタ特別州の主要河川

ジャカルタ特別州においては下水道などのインフラの整備が遅れているため、ほとんどの有機汚濁物質が未処理のまま流出している。南シナ海への総 BOD 流入負荷の約 5% がジャカルタからの影響と推定されている。既存水質調査の結果によると、チリウン川の上流から下流に向かうにつれ BOD が増加する傾向にあり、ジャカルタ特別州内チリウン川の BOD は、ほとんど水質環境基準（もっとも規制が緩いグループ D）である 20mg/L を超過している。Pluit 貯水池上流の水質測定結果は以下の通りであり、BOD は基準値と比較して非常に高い時期がある。また T-P も高く、富栄養・有機汚染のレベルが高いことが示されている。

表 5.2 Pluit 貯水池上流の水質

測定項目	Feb, 2011 (Wet season)	Jun-Jul, 2011 (Dry season)	Environmental Standard (class D; DKI)
BOD (mg/L)	195	49	20
糞便性大腸菌群数	-	710	40,000
T-N (mg/L)	24.7	-	-
T-P (mg/L)	1.5	1.5	0.5

出典：改定 MP 報告書(2012)をもとに作成

なお、計画下水量および水質は、下表のとおりである。

表 5.3 ジャカルタ特別州の計画下水量および水質

項目	内容	備考
プロジェクト区域内計画人口	1,236,800	2030 年、面積 4,900ha
計画下水道普及率	80%	2030 年
計画下水道サービス人口	989,500	2030 年
計画汚水量原単位	200L/人・日	生活污水量と事務所からの営業汚水量
計画下水処理場水量	198,000m ³ /日	—
計画流入水質		—
	BOD	120mg/L
	SS	120mg/L

項目	内容	備考
計画処理水質		放流基準(Governor decree No.122, 2005)
BOD	10mg/L	<50mg/L
SS	10mg/L	<50mg/L
NH ₄ -N	5mg/L	<10mg/L

出典：PPP-FS 調査報告書(2013)をもとに作成

(4) 大気質

2012年のジャカルタ特別州の大気質は下表の通りである。NO₂、SO₂および鉛は全て大気質環境基準を満たしているが、一部の工業区域において総浮遊粉じん（STP）は大気質環境基準をわずかに超えている。

表 5.4 ジャカルタ特別州の大気質

	NO ₂	SO ₂	TSP	Pb
住居区域	8.9-31.4	32.0-40.9	114-133	0.12-0.27
工業区域	19.1-36.5	34.4-41.2	163- <u>239</u>	0.19-0.27
大気環境基準、24時間	150	365	230	2

単位：μg/m³

出典：JAKARTA DALAM ANGKA 2013（Jakarta in Figures 2013）、239：基準超過

(5) 保護区

調査対象地区において、国立公園などのいわゆる自然保護区は存在しないものの、Pluit 調整池は環境影響評価上の「保護区」に相当するため、AMDAL(EIA)による対応が必要となる。

(6) 動植物

調査対象地区は都市中心部であり、野生生物や原生林などは存在しない。

5.1.2 社会環境

(1) 人口

ジャカルタ特別州には5つの行政市（Kota Administrasi、日本の政令指定都市の行政区に相当）と、リゾートとして知られる島嶼部のプラウ・スリブから成る1つの行政区（Kabupaten Administrasi）がある。2013年の特別州全体の人口は約1,000万人で、自然人口増加率は1.0%であった。また1世帯の平均人数は、3.87人であった。表 5.5 に地域別の人口を示す。

表 5.5 ジャカルタ特別州の行政区域と人口(2012年)

No	市/県	区	面積 (km ²)	人口(人)	人口増加率 (年間、%)	人口密度 (人/km ²)
1	北ジャカルタ	6	146.66	1,715,564	1.0%	11,698
2	西ジャカルタ	8	129.54	2,395,130	1.4%	18,490
3	南ジャカルタ	10	141.27	2,148,261	1.0%	15,207
4	東ジャカルタ	10	188.03	2,801,784	0.9%	14,901
5	中央ジャカルタ	8	48.13	908,829	0.2%	18,883
6	セリブ諸島県	2	8.70	22,220	1.6%	2,554
	合計	44	662.33	9,991,788	1.0%	15,086

出典：JAKARTA DALAM ANGKA 2013 (Jakarta in Figures 2013)

(2) 民族・貧困層

a. 民族構成

ジャカルタ特別州の民族構成は、下表の通りである。

表 5.6 ジャカルタ特別州の民族構成

NO.	民族	割合(%)
1	ジャワ人	35%
2	ベタウィ人	28%
3	スンダ人	15%
4	華人	4%
5	バタック族	4%
6	ミナンカバウ族	3%
	その他	11%

出典：Trade Expo indonesia HP 2014

プロジェクト対象となる用地には住民は居住していない。また民俗学的・歴史的な文化財などは事業予定地には含まれていない。

b. 貧困層

2012年における貧困層に属する人口および貧困線は、以下に示すとおりである。2012年のジャカルタ特別州全体の貧困率は3.7%であるが、表の通り地域差が大きい。本事業の主な対象地域である中央ジャカルタ、西ジャカルタおよび北ジャカルタ地区においては3.4%～5.1%となっている。

表 5.7 地域別の貧困率(2012年)

No	市/県	人口 (人)	貧困人口 (人)	貧困率 (%)	貧困線 (Rp/人/月)
1	北ジャカルタ	1,715,564	87,500	5.1%	373,879
2	西ジャカルタ	2,395,130	82,300	3.4%	377,168
3	南ジャカルタ	2,148,261	74,100	3.4%	466,004
4	東ジャカルタ	2,801,784	86,500	3.1%	381,424
5	中央ジャカルタ	908,829	33,700	3.7%	400,378

6	セリブ諸島県	22,220	2,600	11.7%	420,189
合計 / 平均		9,991,788	366,700	3.7%	392,571

出典：JAKARTA DALAM ANGKA 2013 (Jakarta in Figures 2013)

(3) 社会経済状況

a. 概況

近年、ジャカルタ特別州における職業別就労者数の割合(2012年)は、表 5.8 に示すとおり貿易・ホテル・飲食業およびサービス業がそれぞれ 33%と 29.8%と顕著に多く、次いで製造業が 14.6%となっている。

表 5.8 職業別就労者数割合(2012年)

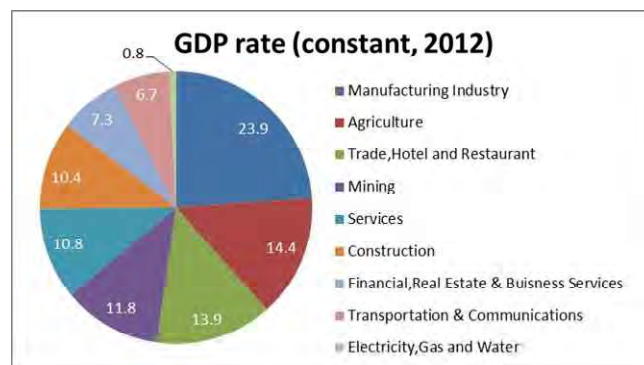
No.	Economic activity	職業	(%)
1	Trade, Hotel and Restaurant	貿易・ホテル・飲食業	33.0
2	Services	サービス業	29.8
3	Manufacturing	製造業	14.6
4	Transportation, Storage and Communication	運送業	9.1
5	Finance, Banking and Business Services	金融業	9.0
6	Construction	建設業	3.6
7	Agriculture	農業	0.5
8	Mining	鉱業	0.3
9	Electricity, Gas and Water Supply	電力・ガス・水道	0.1

出典：JAKARTA DALAM ANGKA 2013 (Jakarta in Figures 2013)

インドネシア全体の産業別実質 GDP は表 5.9 および図 5.4 に示すように、2012 年は製造業が 23.9%を占めて一位であり、続いて農業、貿易等が続いた。

表 5.9 インドネシアにおける産業別の実質 GDP (2012年)

No.	Industry	GDP (Tri.IDR)
1	Manufacturing Industry	1972.9
2	Agriculture	1190.4
3	Trade,Hotel and	1145.6
4	Mining	970.6
5	Services	888.7
6	Construction	861.0
7	Financial,Real Estate & Buisness Services	598.5
8	Transportation & Communications	549.1
9	Electricity,Gas and	65.1



出典：JAKARTA DALAM ANGKA 2013 (Jakarta in Figures 2013)

図 5.4 インドネシアにおける産業別の GDP

また、ジャカルタ特別州の教育機関や医療機関の主要インフラ施設数は以下の通りである。

表 5.10 教育・医療機関の施設数 (2012/2013)

No	Important infrastructure – 主要インフラ施設	Number
Educational – 教育機関		
1	Kindergarten	1,924
2	Primary School	3,026
3	Junior High School	1,041
4	Senior High School	471
5	Senior Vocational High School	584
6	University (State + Private)	3+52
Medical– 医療機関		
1	Hospital	158
2	Medical Clinics	779
3	Public Health Centers in Districts and Villages	1,075

出典：JAKARTA DALAM ANGKA 2013 (Jakarta in Figures 2013)

b. 工業

工業の生産高の内訳は以下の通りとなっており、食品が約32%で1位、次いで化学(約21%)、更に服飾、医薬(それぞれ約14%)等の生産業が続いている。

表 5.11 工業生産高内訳 (2012)

No.	Industry	Gross Output (%)
1	Food Products	31.7%
2	Chemical and Chemical Products	21.3%
3	Wearing Apparels	14.1%
4	Pharmacy, Medicinal Chemistry and Traditional Medicine	13.5%
5	Printing and Reproduction of Recorded Media	13.0%
6	Textiles	2.8%
7	Beverages	1.4%
8	Paper and Paper Products	1.0%
9	Tanning and Dressing of Leather	0.9%
10	Wood and Products of Wood and Bamboo etc.	0.4%

出典：JAKARTA DALAM ANGKA 2013 (Jakarta in Figures 2013)

c. 農業

ジャカルタ特別州における農業の収穫高の内訳は以下の通りとなっており、マンゴーが約154,000トン(全体の約29%)で1位、次いでスターフルーツ(約16%)、空心菜(約9%)が続いている。

表 5.12 農作物収穫高内訳 (2012)

No.	Agricultural Crop	Yield (ton)	%
1	Mango	154,133	28.6%
2	Star Fruit	87,970	16.3%
3	Swamp Cabbage	49,469	9.2%
4	Rambutan	41,926	7.8%

5	Chinese Cabbage	36,125	6.7%
6	Tuft	35,284	6.6%
7	Common Guava	23,853	4.4%
8	Banana	21,944	4.1%
9	Jack fruit	19,902	3.7%
10	Papaya	11,331	2.1%
11	Wetland Paddy	11,044	2.1%
12	Durian	9,367	1.7%
13	Spinach	8,874	1.6%
14	Sapodilla	6,947	1.3%
15	Duku	6,340	1.2%
16	Bread fruit	4,581	0.9%
17	Orange	3,169	0.6%
18	Avocado	3,037	0.6%
19	Salacia	2,492	0.5%
20	Soursop	465	0.1%

出典：JAKARTA DALAM ANGKA 2013 (Jakarta in Figures 2013)

(4) 土地利用

ジャカルタ特別州の総面積は 662km² であり、インドネシア国総面積の 0.04%に当たる。2007 年の土地利用は、下表に示す通りである。

表 5.13 土地利用 (2007)

No.	土地利用	%
1	住宅地	53%
2	商業・業務	16%
3	緑地	10%
4	工業	7%
5	その他	13%

出典：公共事業・国民住宅省空間計画局、2007 年土地利用図

(5) 上下水道整備

ジャカルタ特別州 の 2010 年における給水人口は約 561 万人で、水道普及率は行政人口に対して 62.3%にとどまっている。また、下水道普及率は 2%程度と非常に低く、経済成長に伴う急速な都市化の結果、水環境問題が深刻化しており、公共水域の水質汚染に起因する環境問題や健康被害等に対応すべく、下水道整備が急務となっている。

(6) 廃棄物

ジャカルタ特別州における 2010 年ごみの総排出量は 1 日当たり 6,139t で、1 人 1 日当たりの排出量は 640g/人・日となっている。また、有機性廃棄物は、全体の半分以上 (55%) を占めている。2010 年現在、殆どのごみはバンタルゲバン (ブカシ市) 最終処分場へ搬入、

埋立で処分されている（一部のごみはコンポスト化で処理されている）が、将来焼却や嫌気性消化技術を導入する計画もある。

5.1.3 プロジェクトサイトの様子

（調査団撮影，2014年2-5月）

5.2 環境社会配慮手続き

5.2.1 「イ」国の環境社会配慮関連法規の概要

「イ」国の環境社会配慮関連法規は、表 5.14 に示すとおりである。

「イ」国の環境法整備は、Basic Provision for Living Environment Management Law (No. 4-1982) に始まり、Environmental Management Law (No. 23-1997) により環境法体系が整えられた。なお、戦略的環境アセスメントや環境許可制度等は Environmental Protection and Management Law (No. 32, 2009) に規定されている。

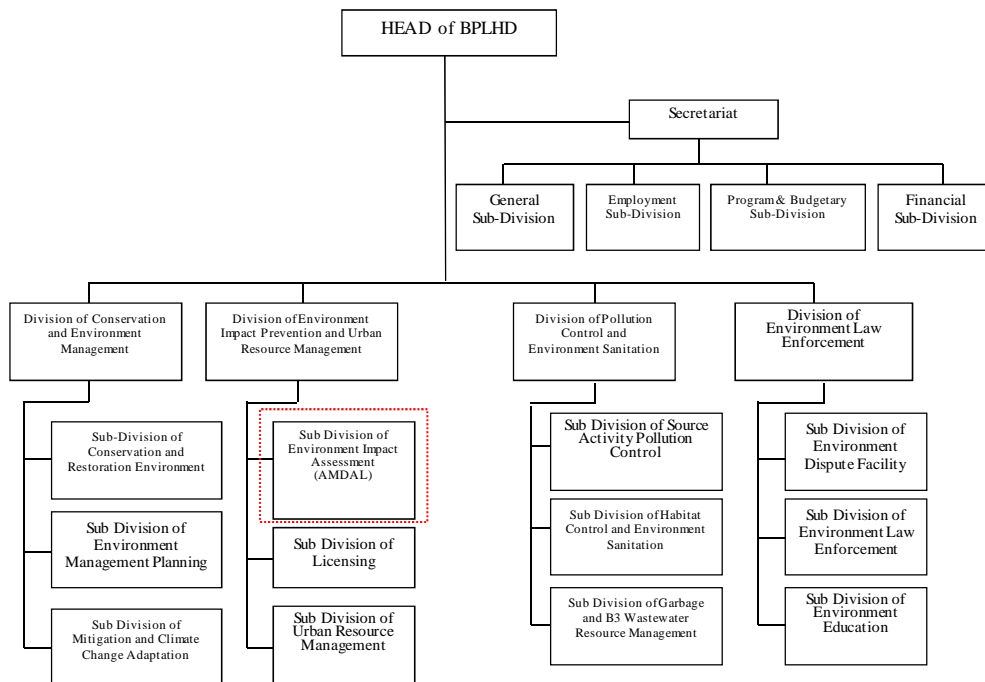
表 5.14 環境影響評価関連法

区分	法令名称	主要内容
インドネシア国	Environmental Protection and Management Law No. 32-2009	AMDAL の実施についての現行環境法
	Government Regulation No. 27-2012	AMDAL、UKL (環境管理計画) および UPL (モニタリング計画) の手続き全般についての規定
	Government Regulation No. 11-2006	AMDAL が必要な事業および開発行為の内容
	Decree of State Minister for the Environment No. 17-2002	AMDAL が求められる事業および開発行為の内容
	Decree of State Minister for the Environment No. 86-2002	UKL および UPL の手続きに係る規則
	Decree of State Minister for Environment No. 2-2000	環境影響評価書 (AMDAL) 作成に係るガイドライン
	Decree of BAPEDAL No. 8-2000	住民参加と情報開示に係る規則
	Decree of BAPEDAL No. 9-2000	AMDAL の目次構成や本文内容、環境管理計画やモニタリング計画についての規定
	Decree of State Minister for Environment No. 40-2000	AMDAL の審査会設置に係る規則
	Decree of State Minister for Environment No. 41-2000	AMDAL の審査委員会に係る規則
	Decree of State Minister for the Environment No. 42-2000	AMDAL の審査委員に係る規則
	Decree of State Minister for Environment No. 5-2006	AMDAL に係る審査委員会の権限に関する省令
	Decree of State Minister for Environment No. 6-2006	AMDAL に係る審査委員会のライセンスに関する省令
	Decree of State Minister for Environment No. 8-2006	AMDAL の手続きや内容の詳細
ジャカルタ特別州	Decision of Jakarta City Governor No 2333-2002	DKI ジャカルタでの環境管理計画が求められる事業および開発行為の内容
	Decision of Jakarta City Governor No. 189-2002	DKI ジャカルタでの UKL および UPL 策定が求められる事業および開発行為の内容
	Decision of Jakarta City Governor No. 991-2002	DKI ジャカルタでの AMDAL、UKL および UPL の実施規定
	Decision of Jakarta City Governor No. 2863-2001	DKI ジャカルタでの AMDAL が求められる事業および開発行為の内容
	Decision of Jakarta City Governor No. 76-2001	DKI ジャカルタでの住民参加と情報開示に係る規則
	Decision of Jakarta City Governor No. 57-2001	DKI ジャカルタでの AMDAL の審査会設置に係る規則

出典： PPP-FS 調査報告書(2013)をもとに作成

5.2.2 「イ」国の環境行政組織

DKI ジャカルタ環境局（BPLHD）における環境影響評価（AMDAL）の審査は、Division of Environmental Impact Prevention and Urban Resources management の下部組織である Subdivision of AMDAL によって行われる。BPLHD の組織図は以下の通りである。



出典：BPLHD 2014

図 5.5 BPLHD 組織図

5.2.3 AMDAL 対象事業

本事業の環境影響評価書（AMDAL）の評価・承認手続きは DKI ジャカルタにより行われる。環境許可取得および環境影響評価制度の詳細は、Governmental Regulation No. 27-2012 により規定されている。なお、AMDAL の作成は、有資格コンサルタントにより行われなければならない。

DKI ジャカルタ政府が規定する AMDAL の必要条件は以下の通りであり、本事業では管路、処理場ともに AMDAL が求められる。なお、パイロットプロジェクトに関しては AMDAL は必要ないが、UKL（環境管理計画）および UPL（モニタリング計画）の提出が必要である。また本事業では住民移転は発生しないため、LARAP（Land Acquisition and Resettlement Action Plan）の作成は必要ない。

表 5.15 AMDAL 等の適用

	LARAP	EIA	UKL/UPL
Pilot Project	—	—	✓
WWTP	—	✓	—
Sewer (except PP)	—	✓	—

出典：調査団作成

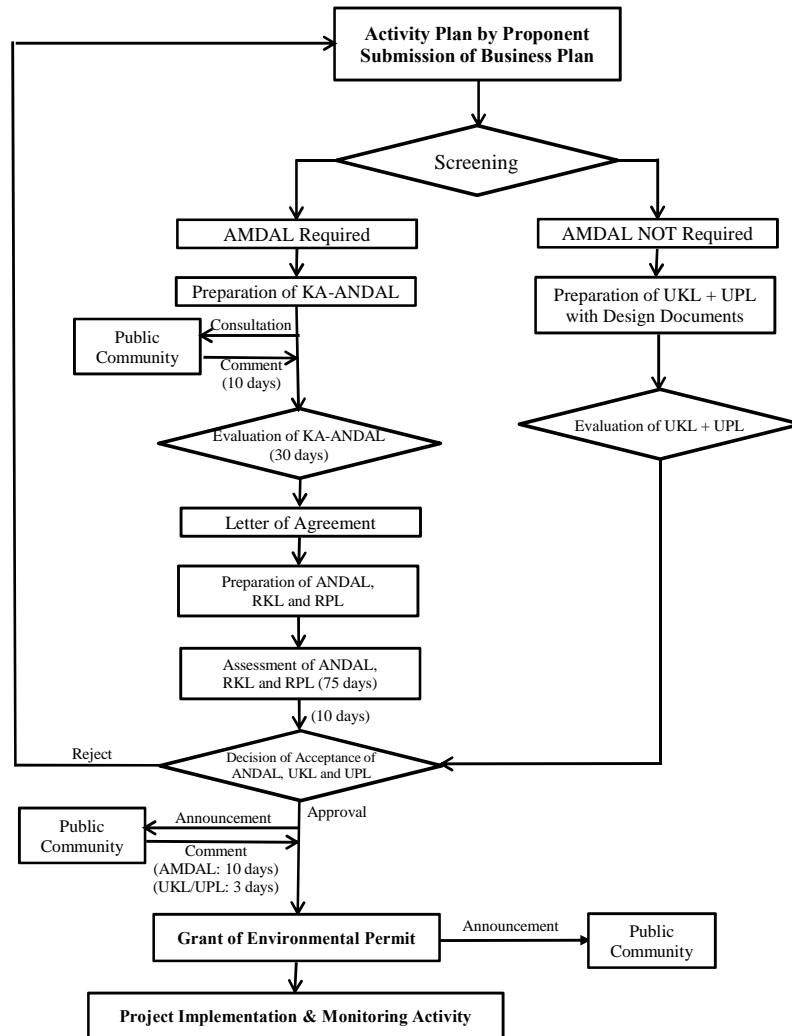
表 5.16 AMDAL の対象事業

No	Type of activities	Scale	Special scientific reason
10.	Wastewater Development of Sludge Treatment Plant included the supporting facility (Land Area)	1 ha	The impact of the disturbing odor and visual disturbances/ Traffic disruption during construction/ Limitation of land/space/ Changes in the function of the area that caused to spatial and urban planning is quite significant/ Changes in behavior
	Development of Wastewater Treatment Plant included the supporting facility (Land Area)	1 ha	
	Development of wastewater piping system (Service Area)	> 10 ha	
11	Drainage Improvement of urban drainage by land acquisition (Length)	> 3 km	Disturbance of traffic, noise, vibration, and changes in water management/ Municipal utility network disruption/ Population density
	Improvement of urban drainage by widening and land acquisition (Length)	> 5 km	
	Improvement of urban drainage by widening (Length)	> 7 km	

出典：Decision of Jakarta City Governor No. 2863-2001 および PPP-FS 報告書(2013)

5.2.4 AMDAL 実施手続き

AMDAL の実施手続きは、図 5.6 に示す通りである。事業実施者は、所管部所へ事業の概要書を提出し、所管部所は AMDAL 実施の必要を判断する。AMDAL が必要な場合は、調査範囲とデータの収集や分析方法などを記載した実施計画書（Terms of Reference for ANDAL：KA-ANDAL）を評価委員会に提出する。KA-ANDAL が承認されると、事業者は環境影響評価書（Environmental Impact Assessment Report：ANDAL）の作成を始める。最終段階では評価委員会の報告を受けて、州知事が事業許可の判断をする。



出典： PPP-FS 報告書(2013)

図 5.6 EIA / AMDAL の手続きフロー

5.2.5 JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）との乖離

JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月）及び「イ」国の環境関連法令を比較した場合、詳細な調査項目等は異なるものの、主要項目は含まれており、大きな違いは見られない。また、「イ」国ではパブリックコメントに係る法令も策定されており、情報公開等の面においても大きな違いは見られない。

5.3 代替案（事業を実施しない案を含む）

5.3.1 代替案の比較結果（下水処理場候補地）

(1) プロジェクトを実施しない場合

ジャカルタ特別州における下水道普及率は 2%程度と低く、経済成長に伴う急速な都市化の結果、水環境問題が深刻化しており、公共水域の水質汚染に起因する環境問題や健康被害等に対応すべく、下水道整備が急務となっている。こうした背景からプロジェクトの実施は必須である。

(2) Pejagalan 候補地

前回調査である PPP F/S 調査において候補となっていた Pejagalan 候補地であるが、公園整備局の許可が下りず、建設は事実上不可能であり、建設候補地から除外された。

(3) Pluit 候補地

2014 年 8 月現在、Pluit 候補地は Pejagalan 同様公園として整備されているが、土地利用用途の変更が認められている。調査開始当初は、周辺環境から軟弱地盤が懸念されたものの、地質調査からは強固な岩盤の存在が確認されたため、地盤の問題は無い。

以上の比較から、Pluit 候補地が選定された。

5.3.2 代替案の比較結果（下水幹線ルート）

(1) 最短型下水幹線案

通常の下水幹線のルートは必要最低限度の深度を保ちながら、最短となるように道路を選択する。しかし今回は MRT（地下鉄）が処理区を中心部を南北に走る（予定）ため妨げとなる。このため深度は下がり高コスト化し、MRT との交差点は伏せ越等複雑化が必要となるため、従来型の集水ルート選定は好ましくない。

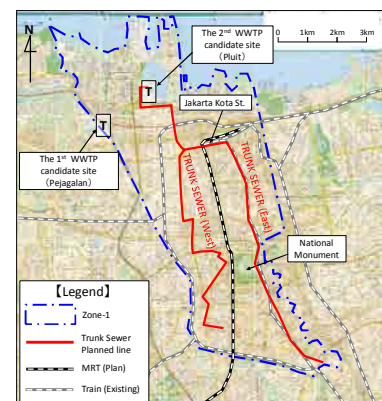


図 5.7 東西二幹線案

(2) 東西二幹線案

最短型下水幹線案に対し、MRT の東西をそれぞれの幹線に分けて集水し、十分に深度が下がってから繋げる代替案を検討した。二幹線に分けるコストが、最短型下水幹線案の大深度化および構造の複雑化のデメリットを十分に下回ると判断された。

(3) 高低段幹線案

下水幹線の最終到達地点は地表から約 28m と、非常に低くなる。このため、ポンプアップに係る維持費用が膨大になることが予想された。このため、処理場近くの集水を別系統と

し高段に新たな集水幹線を整備することで維持費の低下を目指したところ、集水人口や維持費の検討から、高低段の別系統案は最終的な低コスト化に貢献しないものと判断された。

以上から東西二幹線案が採用された。

5.3.3 代替案の比較結果（パイロットプロジェクトルート）

(1) 代替案-1

処理場用地の北側に到達する案であり、集水域は南側となるため遠回りとなるが、屈曲部に立坑を建設するスペースがあり、予定している推進工法が採用できる。



図 5.8 PP ルート案

(2) 代替案-2

処理場用地の南側に到達する案であり、集水域に近い。しかし屈曲部は交通渋滞が慢性化している道路であり、立坑建設は現実的でない。そのため推進工法は適用できず、シールド工法が必要となる。

両者を比較すると、最終的なコストは代替案-2の方が高くなり、さらに工期も長くなることから代替案-1が採用された。

5.4 影響項目（スコーピング案）

下水処理場および下水管路に関して提案するスコーピング案を評価の選定理由と共に表 5.17 に示した。

表 5.17 スコーピング案

対象	No	影響項目	評価				評価理由
			処理場		管路		
			工事	供用	工事	供用	
汚染対策	1	大気汚染	D	D	D	D	工事 建設工事に伴い重機から排気ガスが発生するが、影響は一時的および僅少であり、環境基準に抵触するような物質の発生は予想されない。 供用 供用時におけるポンプは電力を使用し、停電時の自家発電以外に排気ガスは発生しない。
	2	水質汚濁	D	D	B	D	工事 推進工法による掘削に伴い濁水が発生する。 供用 下水処理場の稼働により、環境水質は向上する。

対象	No	影響項目	評価				評価理由
			処理場		管路		
			工事	供用	工事	供用	
	3	廃棄物	B	B	B	B	工事 建設廃材および建設発生土が生じる。発生土は埋戻しや施設内利用が可能であるため、大規模な発生は予想されないが、使い切れない部分に関しては廃棄が必要と想定される。
							供用 施設の稼働に伴って下水汚泥が発生する。
	4	土壌汚染	D	C	D	D	工事 工事の実施による土壌汚染の発生は想定されない。
							供用 汚泥等の廃棄物からの浸出水の影響により、土壌や地下水の汚染の可能性がある。
	5	騒音・振動	B	D	B	D	工事 建設重機の稼働等に伴い、一時的に騒音等の発生が想定される。
							供用 ポンプ施設等が周囲に騒音・振動を与える状況に設計されることはない。
	6	地盤沈下	D	D	D	D	- ボーリング調査結果に基づき設計するため、地盤沈下は発生しない。
	7	悪臭	D	B	D	D	工事 工事の実施による悪臭の発生は予想されない。
						供用 下水処理場における下水や汚泥からの悪臭の発生が想定される。	
8	底質	D	D	D	D	- 底質の悪化を引き起こす工事・施設は想定されない。	
自然環境	9	生物・生態系	D	D	D	D	工事 事業対象地は公園や公道であり、野生動植物は存在しない。
							供用 施設の稼働による生態系への影響は想定されない。
10	地形・地質	D	D	D	D	- 大規模な地形の改変は予定されていない。また地質への影響も想定されない。	
社会環境	11	住民移転	D	D	D	D	- 処理場施設は公園であり、住民移転は発生しない。管路は公道地下に建設予定である。
	12	貧困層	D	D	D	D	- 工事の実施および施設の稼働による貧困層への影響は想定されない。
	13	少数民族・先住民族	D	D	D	D	- 事業対象地及びその周辺に、少数民族・先住民族は存在しない。
	14	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	D	D	工事 工事に際して、地元住民の雇用が想定されることから、正の影響が見込まれる。
							供用 衛生環境の改善により、水系感染症患者の減少が考えられ、労働時間の拡大につながる事が想定されることから、正の影響が見込まれる。
	15	土地利用や地域資源利用	B	D	D	D	工事 処理場用地は限定的な土地利用であるが、工事中は裸地となり土埃の発生などが周囲に及ぼす影響が考えられる。
							供用 供用時の土地利用による周囲への影響は想定されない。
16	水利用	D	D	D	D	- 本事業は水利用に影響を及ぼすものではない。	
17	既存の社会インフラや社会サービス	C	D	C	D	工事 処理場周辺は幅が広く交通量も少ない道路であり、また管路は地上に影響をほとんど与えない推進工法を用いることから、工事車両等が社会インフラやサービスに与える影響は予想されない。ただし、地下埋設物の調査が必要である。	
						供用 供用時に社会インフラやサービスに与える影響は予想されない。	

対象	No	影響項目	評 価				評価理由	
			処理場		管路			
			工 事	供 用	工 事	供 用		
	18	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	D	D	-	本事業は社会資本並びに社会組織に影響を及ぼすものではない。
	19	被害と便益の偏在	D	D	D	D	-	本事業は不公平な被害と便益に影響を及ぼすものではない。
	20	地域内の利害対立	D	D	D	D	-	本事業は利害の対立に影響を及ぼすものではない。
	21	文化遺産	D	D	D	D	-	事業対象地及びその周辺地域には、文化遺産等は存在しない。
	22	ジェンダー	D	D	D	D	-	本事業はジェンダーの差別等に影響を及ぼすものではない。
	23	子供の権利	D	D	D	D	-	本事業は子供の権利に影響を及ぼすものではない。
	24	HIV/AIDS等の感染症	B	D	B	D	工 事 供 用	臨時作業員の流入により、感染症の拡大の可能性はある。 供用時は通常の職員による稼働により、感染症の拡大の可能性は僅少である。
その他	25	事故	B	B	B	B	工 事	工事の実施に際して、事故発生の可能性がある。
							供 用	下水処理場の運転に関して、事故発生の可能性がある。
	26	地球温暖化	D	D	D	D	-	事業の実施は、地球温暖化に影響を及ぼすものではない。

評価 A：重大な負の影響が予想される。B：何らかの負の影響が予想される。C：負の影響の程度は不明。D：負の影響は予想されない。

5.5 影響評価

スコーピングに基づき、本調査において影響を予測・評価した結果を表 5.18 に示した。最終的な評価結果が B の項目については、対応策を示した（評価結果が A の項目はなかった）。

表 5.18 影響評価結果

No	影響項目	評 価				評価理由 / 対応策
		スコ어링		影響評価		
		工 事	供 用	工 事	供 用	
1	大気汚染	D	D	N/A	N/A	-
2	水質汚濁	B	D	B	N/A	推進工法で発生する濁水は、濁水処理設備の併用により低減する。
3	廃棄物	B	B	B	B	建設残土は、可能な限り埋戻し、再利用して減量化を図る。また MRT プロジェクトで大規模掘削による残土処理計画を策定中であることから、協同して対策に当たる。処理場の稼働に伴い発生するスラッジも併せて、現時点では郊外 3 か所の埋立処分場における処分が現実的な計画である。
4	土壌汚染	D	C	N/A	B	下水処理場からの脱水汚泥の運搬および埋立処分場のモニタリングにより予防する。

No	影響項目	評価				評価理由 / 対応策
		スコ어링		影響評価		
		工 事	供 用	工 事	供 用	
5	騒音・振動	B	D	B	N/A	工事中は、低騒音・低振動型の建設機械を使用する。また工事区域の外周に仮囲いを設置する等の対策により環境影響の低減を図る。
6	地盤沈下	D	D	N/A	N/A	-
7	悪臭	D	B	N/A	B	流入下水や汚泥から発生する悪臭は、防臭や設備の密閉化により影響を低減する。詳細設計段階で具体的な設備の設計を行う。
8	底質	D	D	N/A	N/A	-
9	生物・生態系	D	D	N/A	N/A	-
10	地形・地質	D	D	N/A	N/A	-
11	住民移転	D	D	N/A	N/A	-
12	貧困層	D	D	N/A	N/A	-
13	少数民族・先住民族	D	D	N/A	N/A	-
14	雇用や生計手段等の地域経済	D	D	N/A	N/A	-
15	土地利用や地域資源利用	B	D	B	N/A	下水処理場用地は工事中、土埃の発生が予想されるため、散水やカバーなどの緩和策を講じる。
16	水利用	D	D	N/A	N/A	-
17	既存の社会インフラや社会サービス	C	D	B	N/A	処理場、管路共に、工事に当たって事前の埋設物調査が必要である。
18	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	N/A	N/A	-
19	被害と利益の偏在	D	D	N/A	N/A	-
20	地域内の利害対立	D	D	N/A	N/A	-
21	文化遺産	D	D	N/A	N/A	-
22	ジェンダー	D	D	N/A	N/A	-
23	子供の権利	D	D	N/A	N/A	-
24	HIV/AIDS等の感染症	B	D	B	N/A	施工業者からの労働者への衛生教育を徹底させることにより、影響を軽減する。
25	事故	B	B	B	B	工事中の事故防止は、施工業者からの労働者への安全教育を徹底させることにより、影響を軽減する。 処理場運転上の安全管理は、詳細設計における安全対策およびPD Pal Jayaによる運転マニュアル整備等によって行う。
26	地球温暖化	D	D	N/A	N/A	-

評価 A：重大な負の影響が予想される。B：何らかの負の影響が予想される。C：負の影響の程度は不明。D：負の影響は予想されない。

5.6 モニタリング計画

前項に緩和策として示した項目を実施するに当たり、必要となるモニタリング計画を以下に示した。内容に関しては、今後の詳細設計等の段階で変更や追加が必要となることが予想され、適宜変更するものとする。

5.6.1 工事中のモニタリング計画（案）

環境項目	手法・項目	頻度	実施機関
水質汚濁	➤ 目視による濁水発生の確認	毎日	PMU / 請負業者
廃棄物・土壌汚染	➤ 運搬業者の資格確認 ➤ マニフェスト等による管理 ➤ 月次報告による確認	毎月	請負業者
騒音・振動	➤ 騒音レベルの調査 ➤ 住民からの苦情受付	毎月 適宜	PMU / 請負業者
土地利用	➤ 散水状況、防塵カバー使用状況の確認	毎日	PMU / 請負業者
HIV/AIDS 等の感染症	➤ 安全衛生教育の責任者を設置 ➤ 雇い入れ時に適切な衛生教育の実施	適宜	請負業者
事故	➤ 安全衛生教育の責任者を設置 ➤ 朝礼における訓示 ➤ 安全帯等、安全機器使用の確認	毎日	請負業者

5.6.2 供用中のモニタリング計画（案）

環境項目	手法・項目	頻度	実施機関
水質汚濁	➤ 水質検査（pH、BOD、DO、NH ₃ -N、糞便性大腸菌及び大腸菌群 の6項目） ➤ 放流先の目視による色や富栄養化状況の確認	毎月	PD Pal Jaya / BPLHD
廃棄物・土壌汚染	➤ マニフェスト等による管理	毎月	PD Pal Jaya
騒音・振動	➤ 騒音レベルの調査 ➤ 住民からの苦情受付	適宜 供与3ヵ月後	PD Pal Jaya / BPLHD
悪臭	➤ 住民からの悪臭に係る苦情受付	適宜	PD Pal Jaya / BPLHD
事故	➤ イ国労働関連法令の順守 ➤ 労働・安全に係る会議の実施 ➤ 請負業者による供与前の初期指導の実施 ➤ OJTによるトレーニング	毎月 毎月 供与前 適宜	PD Pal Jaya 請負業者

5.7 土地収用・住民移転

5.7.1 Pluit 調整池西岸の用地の変遷

2014年8月現在、下水処理場用地として計画されている用地は公園緑地である。この緑地は従来、Taman Burung Pluit（プルート野鳥公園の意）と呼ばれる公園であった。しかし、2011年頃から顕著な不法占拠が始まり、2013年までには一面に不法占拠が広がった。

ところが2013年1月、大規模な洪水がジャカルタを襲い、Pluit貯水池周辺は特に大きな被害を受けた。DKIジャカルタはMarunda Apartmentの1,000ユニットを被災者へ提供し、貯水池周辺の立ち退きを行うことを決めた。



写真-g 2013年1月Pluit地区の状況



写真-h 被災者に呼びかける副知事

洪水後、州知事の指示のもと“Proyek Normalisasi Waduk Pluit” (Normalization Project of Pluit Reservoir) が行われ、洪水調整機能を失った貯水池の浚渫と周辺の公園整備が進んだ。



写真 g-j の出典：“Waduk Pluit”, Jakarta Propertind, 2014

写真-i & j 視察する特別州知事と浚渫状況（2013年11月）

Taman Burung Pluit 周辺は、2013年11月頃から2014年1月の間に立ち退きが行われ、所有者であるPT Jakarta Propertindo（BAPPEDAが100%出資する土地収用を専門に取り扱う会社）の再開発計画（Site Plan Taman Burung Pluit、下図参照）に則り公園緑地化が進んだ。

表 5.19 Taman Burung Pluit の変遷 (2009-2014 年)

		
2009 年 3 月	2011 年 5 月	2013 年 1 月
元の野鳥公園。	不法占拠が始まる。	不法占拠が支配的な状況に。
		
2013 年 10 月	2014 年 2 月	2014 年 7 月
立退きの直前の状況。	立退き後の整地状況。	植樹による公園整備が進捗。

出典：Google Earth 2014

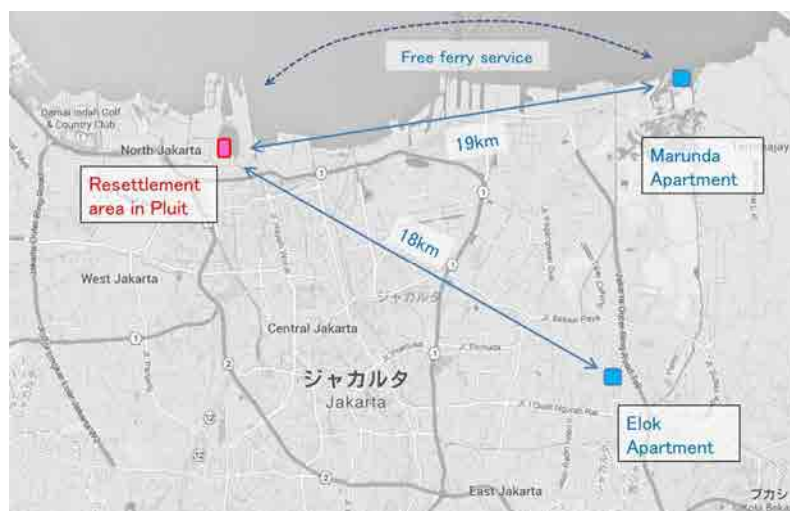
なお、公園緑地から下水処理場を含む環境改善関連施設への土地利用の変更に關しては特に手続きが不要であることから、当該緑地が現在の所有者である PT Jakarta Propertindo から BAPPEDA に移管されれば下水処理場建設用地として利用が可能である。

5.7.2 移転住民

前項に述べた経緯で Taman Burung Pluit からの立退きが行われた。2012年1月に施行された「イ」国の新土地収用法では、計画・準備を含むプロセスや不法占拠者への補償が規定されているが、PT Jakarta Propertindo は、「自己所有（1992年より）の土地をクリアランスしたに過ぎず、土地収用法の適用外」と認識しており、LARAP (Land Acquisition and Resettlement Action Plan) も作成していない。しかしながら、実際には下記のような補償・支援を各世帯に対し実施している。

- 移転費 4 million Rp （各世帯約 3 万円）
- アパートメント（6 か月間無料）
- アパートメント備品（ベッド・テレビ・冷蔵庫・調理用ストーブ、等）
- Pluit 地区までのフェリー（Marunda）
- 近隣バスステーションまでのミニバス（Elok）

移転した住民は、Marunda および Elok のアパートメントに移転した。



出典：Google Map (2014)を用いて編集

図 5.10 移転先アパートメント

Marunda Apartment は、移転前から 19km 離れた沿岸部にある近郊地域で、近隣に教育施設や工業団地もあり、再就職先にもなっている。一部住民は依然として Pluit 周辺の漁業関連の職業に就いているため、DKI ジャカルタによるフェリーのサービスが供与されている。家賃は最初の 6 か月は無料、それ以降は毎月 Rp. 138,000 から Rp. 150,000（一般の家賃より格安、ジャカルタの平均生活費*は毎月 Rp. 462,077。）であり、望めば期限無く賃貸が可能である。

数名の移転住民にインタビューしたところ、「浸水の心配もなく好条件のため住み続けたい」などの意見であった。不満に関して尋ねたところ、「職場から遠くなり困ったが、フェ

リーのサービスにより解消した。」や「子供の学校が遠くなったが、今学期を終えたら転向させる。」などの回答があったが、概ね満足している様子であった。

※) JAKARTA DALAM ANGKA 2013 より 2012 年の平均毎月の家賃および光熱費等



出典：Google Earth (2014)を用いて編集

図 5.11 Marunda Apartment 周辺図



出典：JICA 調査団

写真-m & n Marunda Apartment (移動式のベンダーは職業上の変化は小さい)

Elok Apartment は、移転前から 18km 離れた近郊地域で、近隣はしずかな住宅地であり、メインストリートまで出ると商業施設が多く生活に便利な地域である。一部住民は依然として Pluit 周辺に職を持っており、バスターミナルまでミニバスのサービスが供与されている。また鉄道駅やハイウェイにも近く、交通の便が良い。

家賃は最初の 6 か月は無料、それ以降は毎月 Rp.238,000 から Rp. 255.000 と一般の家賃より格安であり、望めば期限無く賃貸が可能である。

数名の移転住民にインタビューしたところ、Marunda 同様、皆「好条件のため住み続けた」と回答した。不満に関して尋ねたところ、「職場から遠くなり困ったが、ミニバスのサービスで通えるようになった。」や「近くに転職したいが移転したばかりでまだ見つからない。」などの回答があったが、概ね満足している様子であった。



出典：Google Earth(2014)を用いて編集

図 5.12 Elok Apartment 周辺図



出典：JICA 調査団

写真-o & p Elok Apartment (周辺に商業施設が多く利便性がよい)

5.8 その他

5.8.1 モニタリングフォーム（案）

本事業のモニタリングフォーム（案）を以下に示す。（調査団作成）

(1) 工事中

(1)-1 水質（濁水発生状況確認）

モニタリング項目	モニタリング結果	管理・モニタリング方法	地点
目視による濁水確認		目視による確認	処理排水

(1)-2 廃棄物・土壌汚染

モニタリング項目	モニタリング結果	管理・モニタリング方法	地点
廃棄物	<u>廃棄物発生量（当月）</u> <u>処理方法</u> <u>運搬先（最終処分地）</u>	記録の確認 目視による性状確認	廃棄物発生箇所～ 運搬先

(1)-3 騒音・振動

項目（単位）	測定値	基準値	備考（測定場所、頻度、方法等）
騒音レベル		60 dB	敷地境界

モニタリング項目	報告期間中の状況
住民からの情報・苦情受付	

(1)-4 土地利用

モニタリング項目	モニタリング結果	モニタリング方法	地点
防塵状況	<u>散水状況</u> <u>防塵カバー使用状況</u>	目視による確認	施工箇所

(1)-5 感染症防止

モニタリング項目	モニタリング結果	モニタリング方法
衛生教育実施状況	<u>受講者氏名</u> <u>実施日時</u>	記録による管理

(2) 供用時

(2)-1 水質（排水測定および周辺環境確認）

項目	測定値	基準値*	備考
pH		6.0 - 8.5	放流水を毎月 1 回測定
SS		-	
BOD		20	
DO		3	
NH ₃ -N		-	
糞便性大腸菌群数		4,000	
大腸菌群数		20,000	

* Decision of Jakarta City Governor No. 582, 1995

モニタリング項目	モニタリング結果	モニタリング方法	地点
目視による異常確認		目視による確認	放流先周辺

(2)-2 廃棄物・土壌汚染

モニタリング項目	モニタリング結果	管理・モニタリング方法	地点
廃棄物	<u>廃棄物発生量（当月）</u> <u>処理方法</u> <u>運搬先（最終処分地）</u>	記録の確認 目視による性状確認	廃棄物発生箇所～ 運搬先

(2)-3 騒音・振動

項目（単位）	測定値	基準値	備考（測定場所、頻度、方法等）
騒音レベル		60 dB	敷地境界、供与 3 か月後

モニタリング項目	報告期間中の状況
住民からの情報・苦情受付	

(2)-4 悪臭

モニタリング項目	報告期間中の状況
住民からの情報・苦情受付	

(2)-5 事故

モニタリング項目	報告期間中の状況
請負業者による供与時の初期指導の実施	

5.8.2 環境チェックリスト

本調査で使用された環境チェックリストを下に示す。（調査団作成）

表 5.20 環境チェックリスト (1)

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) N/A (c) N/A (d) N/A	(a) 環境アセスメント(AMDAL)報告書 は、E/S 借款の段階で作成・承認を受け る見込みである。 (b)、(c)、(d) 同上
	(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) N (b) N/A	(a) ステークホルダー協議は、イ国の法 令により、AMDAL の中での実施が義務 付けられていることから、E/S 借款の段 階で実施される見込みである。 (b) ステークホルダー協議でのコメント は詳細設計に反映させる計画である。
	(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) 本報告書に記載。
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) Y (b) N	(a) イ国の基準に基づく設計値として いる。 (b) 重金属の含有は予見されない。
	(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) Y	(a) 施設内に建設される脱水施設にて処 理した後に、ジャカルタ特別州が指定す る処分場で処理・処分される予定であ 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) N/A	(a) 重金属の含有は予見されない。
	(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) Y	(a) 騒音を発する設備は、地中以外では RC 造の構造物内に配置され、必要に応 じて防音フード、防音壁の設置を検討 し、敷地境界外に影響を及ぼさない計画 である。
	(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) 処理場予定地は住宅地に隣接するた め、脱臭設備を設計に反映させる。
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) Y	(a) 放流先の Pluit 貯水池は DKI ジャ カルタが指定する保護区であるが、当プ ロジェクトにより、当該地区の水質環境 は向上する。
	(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) N/A (d) Y	(a) & (b) 保護すべき生態系や希少種等 は存在しない。 (c) N/A (d) 本プロジェクトは河川等の水環境の 向上を目的としている。

表 5.20 環境チェックリスト (2)

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)
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・先住民族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) N (c) N (d) N (e) N (f) N (g) N (h) N (i) N (j) N	(a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h), (i) & (j) 住民移転の発生は予見されない。
	(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) プロジェクトの実施は、衛生環境の向上に貢献する。 (b) プロジェクトの実施が住民の生活へ与える悪影響は予測されない。
	(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) 文化遺産等は存在しない。
	(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) 本プロジェクトで建設する下水処理施設は、景観の向上に影響を及ぼすものであり、悪影響はない。
	(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) N	(a) & (b) 少数民族等は存在しない。
	(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) プロジェクトに関係する警備要員が、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) Y (b) Y (c) Y (d) Y	(a), (b), (c) & (d) ハード面においては今後の処理場に関する詳細設計を通じて、安全面の配慮が行われるほか、コンサルティングサービスを通じてソフト面での安全教育の実施を図ることで、労働環境の向上を図る。

表 5.20 環境チェックリスト (3)

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 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) N (c) N (d) Y	(a) 本報告書に記載。 (b) & (c) 本プロジェクトは影響を及ぼすものではない。 (d) 推進工法の積極的な採用の他、工事区間や工程の管理、積極的な住民への情報周知、住民との協議会の実施等を通じて、緩和を図る計画である。
	(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) Y (c) Y (d) Y	(a), (b), (c) & (d) 本調査で立案したモニタリング体制を元に、今後 AMDAL の中で検討が行われる予定である。
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) N	越境又は地球規模への影響は予見されない。

第6章 推進工法の技術等に関する「イ」国でのセミナー及び本邦でのワークショップ

6.1 事前計画

推進工法に関するセミナーやワークショップがジャカルタで2回、日本で1回開催することを以下のように計画した。

ジャカルタにおける第1回セミナーでは、下水管施工法の選定、管渠設計及び施工管理や品質基準に関わる技術情報を提供すること、第2回セミナーでは、第1回のセミナーの補足的な情報提供を行い、パイロット・プロジェクト実施に関わる提言などを行うことを想定した。

日本でのワークショップでは、i) 推進工法の適用可能性 ii) 既存排水路を利用した段階的下水道整備手法、iii) 下水管、排水路及び下水処理場を管理する組織体制、iv) 料金システムと下水道運営管理、及びv) 下水道接続に関する法制度についての情報提供を行う計画であった。

6.2 ジャカルタにおけるセミナー

6.2.1 第1回セミナー

第1回セミナーが、2014年6月3日、公共事業・国民住宅省人間居住総局の会議室にて開催された。セミナープログラムを表6.1に示す。

表 6.1 第1回セミナープログラム（ジャカルタ）

No.	時刻	会議内容	発表者
1	9:00 ~ 9:15	開会の辞（DGHS, JICA, MLIT）	
2	9:15 ~ 10:05	1) 段階的下水道整備手法 ”Step-wised Sewer Development learned from Overseas Experience in View Points of Project Programming and Financial Operation	JICA 調査団
	10:05 ~ 10:20	質疑応答	
	10:20 ~ 10:30	休憩	
3	10:30 ~ 11:00	2) 下水道整備促進策（北九州市）、”Optimal Solutions for Promoting Sewerage Projects ~Kitakyushu’s Experience & Know-how~”	北九州市
	11:00 ~ 11:15	質疑応答	
4	11:15 ~ 12:05	3) パイロット・プロジェクト対象の下水管渠工事に関する推進工法、立杭の建設工法、管渠平面図と縦断面図、”Pipe Jacking (Micro Tunneling), Shaft Construction Methods, and Sewer Alignment and Profile of the Pilot Project”	JICA 調査団
	12:05 ~ 12:30	質疑応答	
5	12:30 ~ 12:40	閉会の辞	

出典: JICA 調査団

参加者は、PU, DKI Jakarata, PD Pal Jaya 他から、50名ほどが参加して実施された。

発表された内容に対するコメントの概略を下記に示す。

1) 「段階的下水道整備計画手法」 (“Step-wised Sewer Development learned from Overseas Experience in View Points of Project Programming and Financial Operation”) について

質問：他国での雨水対策とその費用はどのくらい必要か。

調査団回答：インターセプター方式の下水道では浸水問題を緩和する効果を有している。例えば、ホーチミンの下水道は日平均水量の2倍程度を遮集しているので浸水を軽減する効果が見られる。雨水対策の費用は様々でありここでは具体的な費用は申し上げられない。雨水対策は公費で賄うことが原則となっている。また、PPP FS 調査にて、インターセプター方式を取り入れた段階的下水道整備計画、スケジュールを提案している。

つぎのようなコメントもあった。1)スラム地区での浸水対策が必要と考えている。2)スラム街にはインターセプター方式、その他は分流式下水道で整備するのが良いのではないか。

2) 「下水道整備促進策（北九州市）」 (“Optimal Solutions for Promoting Sewerage Projects”) について

質問：地下 28m に下水管渠を埋設する計画は妥当か。他国ではこのように深く下水管を埋設しているのか。

北九州市田中理事回答：下水は自然流下方式で収集するのが原則であり、管渠が深くなるとポンプで揚水するのが一般的であった。しかし、下水管の埋設技術が進歩したことから、中継ポンプ場を設けず管渠を深く埋設し、下水処理場の流入ポンプ施設で揚水する事例が増えている。北九州市でも、下水道事業を開始した当初は、中継ポンプ場を設置して下水管渠をできるだけ浅く埋設していた。しかし、更新計画等では、中継ポンプ場を設置するスペースを確保することが難しい状況もあり、最新の推進技術等により管渠を深く埋設して、下水処理場内の流入ポンプ施設で揚水する計画となった。ジャカルタでも幹線管渠ルートは交通量も多く、中継ポンプ場の敷地を確保することが難しい状況から、中継ポンプ場は設置せず、流入ポンプ施設で揚水する計画となっている。

その他のコメント：北九州での長年の経験をジャカルタの下水道整備や維持管理に反映されることを期待したい。

3) 「パイロット・プロジェクト対象の下水管渠工事に関する推進工法、立杭の建設工法、管渠平面図と縦断図」 (“Pipe Jacking (Micro Tunneling), Shaft Construction Methods, and Sewer Alignment and Profile of the Pilot Project”) について

以下のコメントがあった。

- ✓ 土地の所有権に関する DKI の現行規定では、地下 10m まではその土地の所有者に権利があるが、10m より深い部分は DKI に権限がある。しかし、10m より深い部分についての規定には不明確な点もある。
- ✓ PP 対象の管渠は、カーブ推進も提案されているが、費用を考えると直線配置が良いと考えている。
- ✓ 立坑建設予定地の近くにある建物への影響について心配している。
- ✓ 今後、事業を進めるに当たって、住民への広報活動が重要である。
- ✓ 環境影響評価の費用をどの組織が出すのかといった課題があるのを指摘する。

6.2.2 第 2 回セミナー

第 2 回現地セミナーを、公共事業・国民住宅省人間居住総局 2 階会議室にて 11 月 26 日 13:30～16:30 に開催した。公共事業・国民住宅省、ジャカルタ特別州、JICA インドネシア、JICA 調査団、大学その他調査団からの 70 名程度参加した。セミナーの実施プログラムを以下に示す。

セミナープログラム

- 1) 開催の辞 (PU 代表、国交省代表)
- 2) ジャカルタ下水道整備促進について (公共事業・国民住宅省マリキ環境衛生局長)
- 3) 第 1 処理区の下水道事業における幹線管渠、下水処理場及びパイロット・プロジェクトについて (JICA 調査団 内田総括)
- 4) 海外の事例 (事業実施計画と行財政面の視点) から学ぶ段階的下水道整備について (JICA 調査団 井上団員)
- 5) 持続的下水道事業に必要な事業実施体制の構築と人材育成について (北九州市上下水道局 田中理事)
- 6) 質疑応答
- 7) 閉会の辞

主な質疑応答は以下のとおりであった。

1) 流入水質について

質問：計画流入水質の BOD、SS 濃度の設定値は処理施設の運転維持管理とその費用にも関わる重要な項目であると理解している。設計流入 BOD 濃度は 120 mg/L に設定されているが、この値は低くはないか。というのは、当初はインターセプター方式で整備するにしても、最終的には分流式下水道で整備するので、もっと高い濃度設定しても良いと思う。

調査団回答：

a) 第 0 処理区のステアブディ処理場に流入する分流式下水管での水質調査を PPP F/S 調査で実施している。その実測調査結果では、晴天時の流入汚水の測定 BOD 濃度は 70～150mg/L であり、平均で 120 mg/L であった。この平均値は設計流入水の BOD 濃度と同じ値である。

- b) 周辺国における下水処理施設への流入 BOD 濃度の実績値は、100～150mg/L 程度である。
- c) 今後生活レベルの向上により、BOD 汚濁負荷量が上昇し、BOD 濃度が上昇することも想定できるが、将来処理施設の更新により対応可能であると考ええる。
- d) この設計流入 BOD 濃度は、曝気槽の容量に関連する。BOD 濃度を高く設定すると曝気槽の容量が大きくなり、送風機、汚泥処理関連装置等の設備規模も大きくなる。従って設計値より低い BOD 濃度が長く続く場合には、施設が無駄となってしまう可能性があることを理解する必要がある。
- e) PPP により処理場建設を実施すると想定すると、設計値（流量、流入水質、処理水質）は、発注者が最終的に決めて実施されるものである。従って、設計流入水質も変更可能であり、今回調査団が提案した水処理方式である MBR 方式についても、設計値を遵守し、建設予定地に建設可能であれば他の処理法の採用もあり得ると思う。

2) インターセプター方式

質問：商業地域では分流式で対応した方が良いのではないか。

調査団回答：商業地域にある大きな通り等では幹線管渠が布設されるので、建物からの污水管を幹線管渠や下水本管に直接接続できる。また、本計画の遮集管は、従来の合流式遮集方式とは違い、晴天時には污水を確実に収集・運搬し、雨天時や高水位時には一度遮集した污水は雨水に希釈されることなく確実に収集・運搬できる構造となっている。

なお、インターセプター方式で収集するのは、生活雑排水が雨水排水路等に排出されている場合であり、個別接続では直ぐには対応が難しい、あるいは個別接続のための工事の実施までに時間がかかる地域を対象にすることを原則とする。

3) 第 1 処理区及び第 6 処理区の下水道整備事業の位置づけ

質問（田中理事）：第 1 処理区と第 6 処理区の下水道事業を優先プロジェクトと位置づけ、政府資金で実施することを示したスライドについて確認したい。

第 1 処理区の下水道事業を外国からの借款あるいは PPP により実施するかどうかを検討している段階と認識しているが、「イ」国政府、DKI Jakarta 政府側に事業実施方針に変更はあるのか。また、第 6 処理区も事業化を早急に実施する内容となっているが、建設スケジュール等について情報を共有させて頂きたい。

マリキ環境衛生局長回答：両方の下水道処理区（第 1 及び第 6 処理区）は、最優先プロジェクトと位置づけ、海外からの資金調達により実施したいと考えている。第 1 処理区の下水処理場建設については、PPP で実施する可能性を探っている。DKI Jakarta はできるだけ早く事業を実施したいとの考えがあり、PPP で実施するという希望は持っている。

参加者からのコメント：E-S Loan の Engineering Service として、PPP で実施するかどうかを検討されることを期待する。

ユディ PD PAL Jaya 総裁コメント：第1処理区の下水道整備事業を実施している途中で、第6処理区の下水道整備事業を開始したいといった考えが DKI Jakarta にある。

4) 処理場の2段階の整備計画について

質問：土木・建築を2段階整備案でも、第1段階で一度に整備する理由を説明してもらいたい。

調査団回答：ケース2は、機械電気設備とそれに関連計装設備について、設計流量の半分の10万m³/日の施設を2段階で整備する案（第2段は7～8年後を想定）である。

土木・建築工事を二期に分けなかった理由は、用地が狭く一度に建設した方が施工上有利であり、建設コストも低く抑えられると考えたからである。

5) 計画水量の算定における地下水量の推定について

質問：流量計算書には地下水量を見込んでいないようだが。

調査団回答：この表では、地下水量を新たに含めるようには表示されていない。しかし地下水量は、一人当りの汚水発生量原単位の設定において、既に考慮されている。

以下には、PPP-FS の最終報告書を元にした追加の説明である。

汚水発生量は、一人一日当りの給水量原単位である200Lから設定されている。この給水量原単位には、散水等に利用され下水管では収集されない水量が含まれている。つまり、下水管で収集されない給水量分と同等の地下水量が流入・浸入すると仮定していることに他ならない。

散水などに利用され下水管で収集されない水量が、給水量原単位（200L）の20%程度であると仮定すると、40lpcd (=200 x 0.20) となる。一方、下水管で収集する下水の発生量は160lpcd (200 x 0.80)となる。したがって、下水管で収集しない水量は、下水発生量(計画日平均量)の25%程度 (0.25=40/160) となる。この下水管で収集しない水量を地下水流入量として見込んでいることになる。分流式下水道では一般に計画日最大水量の10～20%程度の地下水量を見込む（日本の下水道計画設計指針）が、ジャカルタの地下水位は高いことを考慮し、高い値を設定している。

6.3 日本で開催したワークショップ

6.3.1 準備

(1) 参加者

以下の8名の「イ」国及びジャカルタ首都圏庁の政府関係者が本邦でのワークショップに参加することになった。参加者はジャカルタ下水道に関連する組織のキーパーソンから構成されている。

表 6.2 本邦でのワークショップへのインドネシア国参加メンバー

番号	所属組織	役職	氏名
1	公共事業・国民住宅省、 人間居住総局 (PU, HGDS)	環境衛生局局長 (Director of Environmental Sanitation Development (PLP))	Muhammad Maliki Moersid (Mr.)
2	- 同上 -	環境衛生部長 (Sub-Director of Environmental Sanitation Development (PLP))	Emah Sudjimah (Ms.)
3	- 同上 -	計画局国際協力部長 (Head of Sub-directorate Foreign Cooperation, Sub-director Bina Program)	Dwityo Akoro Soeranto (Mr.)
4	- 同上 -	ジャカルタ特別州住宅環境衛生開発事 業所長 (Head of Implementation Unit of PLP Jabodetabek)	Anthonius Pongsilurang (Mr.)
5	下水道公社 (PD PAL Jaya)	総裁 (President Director)	Yudi Indardo (Mr.)
6	- 同上 -	技術運営部長 (Director of Technical and Business Division)	Junifer Panjaitan (Mr.)
7	ジャカルタ特別州計画企 画局 (BAPPEDA, DKI Jakarta)	インフラ施設・環境部職員 (Staff of City Infrastructure Facilities and Environmental Division)	Fadley Haley Tanjung (Mr.)
8	ジャカルタ特別州公共事 業局 (Dinas PU, DKI Jakarta)	天然資源管理計画部職員 (Staff of Planning on Natural Resources Management Division)	Sarah Dewi Yani (Ms.)

出典: JICA 調査団

(2) ワークショップ・プログラム

ワークショップ・プログラム (表 6-3) は、国土交通省、北九州市、日本推進技術協会、明石市及び推進技術工事会社及び推進機械会社の協力を得て作成し実行した。

表 6.3 本邦でのワークショッププログラム

日付	工程表/ワークショップ等	滞在地
8月 24日	日 ジャカルタから移動（空路）	—
25日	月 午前：移動福岡空港から北九州市へ移動 午後：北九州市、推進工事現場視察	北九州市
26日	火 午前：北九州市でのセミナー及び市長表敬 午後：紫川、日明下水処理場及び水創成館の視察	北九州市
27日	水 午前：明石市へ移動 午後：推進工事現場（明石市）視察、大阪へ移動	大阪市
28日	木 午後：推進工用機械（組立、保守）工場の視察 午後：大阪市内視察	大阪市
29日	金 大阪からジャカルタへ移動（空路帰国）	（機内）

出典: JICA 調査団

6.3.2 北九州市でのセミナー

(1) プログラム

本セミナーは、2014年8月26日北九州市庁舎15階特別会議室にて開催され、我が国及び「イ」国のキーノートスピーチから開始された。

参加者は、下記のそれぞれから総勢15名であった。

- 1) 「イ」国側: 公共事業・国民住宅省 (PU)、DKI Jakarta (ジャカルタ首都圏庁) 及び下水道公社 (PD PAL JAYA)
- 2) 日本側: 国土交通省、北九州市上下水道局、国際協力機構 (JICA) 及び JICA 調査団

セミナープログラムを以下の表に示す。

表 6.4 北九州市でのセミナープログラム

時刻	プログラム
8:45 ~ 8:50	参加者の紹介
8:50 ~ 9:05	開会の辞 (国土交通省、北九州市、JICA)
9:05 ~ 9:25	1) キーノートスピーチ 「日本の下水道の概要」 国土交通省
9:25 ~ 9:35	2) キーノートスピーチ 「「イ」国の下水道政策と戦略」、公共事業・国民住宅省 (PU)
9:35 ~ 9:50	3) 発表「ジャカルタ首都圏における下水道整備」、ジャカルタ首都圏庁 (DKI Jakarta)
9:50 ~ 10:10	4) 発表「下水道事業と運営での北九州市の経験」、北九州市上下水道局
10:10 ~ 10:40	質疑応答
10:45 ~ 11:00	市長表敬
11:05 ~ 11:45	質疑応答 (継続) 及び閉会の辞

出典: JICA 調査団

発表内容の概要を以下に記述する。

1) 「日本の下水道の概要」：ジャカルタ下水道の実施に向けて参考と成る国と地方の役割分担や責務についてまず説明があった。さらに、大阪市と東京都の事例に基づき、整備に必要な時間、予算、人材育成等について紹介された。

2) 「「イ」国の下水道政策と戦略」：国家中期開発計画（2015-2019）を策定中であること。また、国家長期開発計画（2005-2025）に基づき、2019年までに安全な飲料水と改善された衛生施設にアクセス出来るようにすることが目標であること。これまでの5年間で、33州と400を超える都市で、「水と衛生に関するワーキンググループ（WG）」を設置し、444の都市で「都市衛生戦略」を策定したこと等がまず説明された。

さらに、インドネシア政府における「衛生施設整備のための5本柱」は次のとおりであると説明があった。i) 衛生施設へのアクセス向上、ii) 地域や民間と共同したサービス向上、iii) 地方自治体における下水管理に関する法的処置や規制の強化、iv) 地方自治体の下水管理に関する組織や能力の強化、v) 施設整備に必要な財務能力や財源確保の推進。衛生施設整備をより推進するためには、明確な法的根拠が必要である。資金源の拡大も推進しており、モニタリングと評価の強化も重点事項である。



図 6.1 北九州市でのワークショップ参加者
（挨拶をする「イ」国公共事業・国民住宅省マリキ環境衛生局長）

3) 「ジャカルタ首都圏における下水道整備」：下水管理の問題点として、集合処理については、i) 処理場用地の不足、ii) 予算の確保、iii) 統合組織の必要性、iv) 関係組織の積極的関与があげられた。また、個別処理については、i) 未規定な料金回収制度、ii) 運営基準の欠如、iii) モニタリング能力の不足、iv) 不統合な管渠、v) 基準不適合な腐敗槽があげられた。

一方、Zone-1 の下水道計画については、今後の検討課題として、i) 財政面での実現可能性、ii) PPP による下水処理場整備、iii) インターセプターシステムにおける料金徴収、iv) 関係組織の統合、v) 社会的認識、vi) 首都統合沿岸開発（National Capital Integrated Coastal Development : NCICD）における 75% 負荷削減目標への対応があげられた。

4) 「下水道事業と運営での北九州市の経験」：事業主体としての北九州市の経験に基づき、下水道事業の実施に不可欠な、都市開発との整合、予算の確保、継続的な経営、広報、住民啓発等について説明された。

(2) 現場視察

北九州市では以下の現場を視察した。

- 1) 「水環境館」、紫川沿いに位置する市民の水環境への理解を深めるための施設
- 2) 「北町第 1」、インターセプター方式下水道施設（雨水吐き室）
- 3) 「日明下水処理場」、自然エネルギーや小水力発電を利用した下水処理・汚泥処理施設の見学
- 4) 「ウォータープラザ」、膜技術等を利用した高度下水処理施設のパイロット・プラント施設
- 5) 推進工法による雨水排水管工事現場視察



図 6.2 北九州市での現場視察

6.3.3 推進工法による工事現場視察及び掘進機工場見学

北九州市でのワークショップを終え、マリキ環境衛生局長を除く全メンバーが、明石市及び大阪市に移動し、推進工法による現場視察と掘進機工場見学に参加した。以下には写真にて活動の様子を示す。

(1) 長距離・カーブ推進工法による雨水管（直径 2,000mm、延長 406 m）の推進工事現場



図 6.3 推進工法による明石市の雨水管渠工事現場の視察の様子

(2) 掘進機工場見学



図 6.4 掘進機工場及び付属機材倉庫の見学の様子

第7章 結論と提言

7.1 結論

本補完調査では、「PPP F/S 調査」にて策定されたジャカルタ特別州の第1処理区下水道計画（インターセプター方式下水道による段階的管路整備及びプジャガランにおける下水処理場建設計画）について、以下の検討を行った。

- 1) 幹線管渠について、下水処理場予定地がプルイット（Pluit）雨水調整池近くの用地に変更したことに伴い、幹線管渠ルートの見直しを実施した。さらに下水管渠の計画水量の見直し、水準測量成果に基づいた幹線管渠の平面図及び縦断図の修正、概略設計レベルにおける管底高を確認した。
- 2) パイロット・プロジェクト対象の幹線管渠として、下水処理場予定地の流入地点から上流側の約1 kmの区間を選定し、推進工法による管渠工事（3箇所立坑工事と推進管工事）の詳細設計、工事事前資格審査、入札図書の作成を実施した。
- 3) プルイット（Pluit）雨水調整池近くの下水処理場予定地が処理場の建設地として妥当であるかを技術面、環境・社会配慮面から検討した。

① 技術面

土質調査結果から現地盤より16～17 mまでは軟弱地盤となっており、処理場建設に当たっては十分な検討が必要になる。開削工事で処理場を建設する場合は、掘削法面の適切な法面勾配の検討、地下水対策、さらには周辺道路、家屋への影響を考慮する必要がある。山留を使用する場合にも地下水対策は十分検討する必要がある。処理場の基礎を考える場合、流入ポンプ棟は下水流入管路が深くなることから直接基礎を用いるが、それ以外の施設物において直接基礎は考えにくく、杭基礎の検討が必要になる。流入ポンプ棟以外においては支持地盤としては現地盤より17 m以降に固い層が出現しているためこれ以上に杭を打設する必要がある。

処理場建設予定地の面積は約3.9 haでかなり狭小であることから、標準活性汚泥法及びMBBR等の処理方式を適用するためには一部施設の複層化が必要である。それによる建設費用の増加及び維持管理が難しい観点から省面積で設置できるMBR方式は予定地の面積に合わせて建設できることを確認した。

② 環境・社会配慮面

周辺に住宅があり、施設建設中の騒音・振動や運転稼働中の悪臭が周辺住民に不快感を与える可能性がある。これら影響要因に対するモニタリングを実施して、問題発生後に軽減策を即時適切に実施することが大切である。施設供用開始後の処理場外への臭気対策を処理施設概略設計にて考慮し費用も見込んでいる。処理場予定地は公園として登録され、現在はPT Jakarta Propertindoが所有しているが、2011年から2013年には不法占拠者に占

抛された。しかし、浸水発生後、ジャカルタ特別州がプルイット雨水調整地周辺を公園として整備したのに併せ、予定地の所有者が住民移転を実施し公園としての利用を促進している。

以上の検討から、本下水処理場の予定地は、処理場の建設には特に問題はなく適応可能と判断される。

4) 既存排水路を活用したインターセプター方式下水道の推進を図るため以下の検討を行った。

- 既存排水路の維持管理状況の把握、既存排水路を利用する場合の留意点・改修計画・活用方法のための基礎情報の収集と整理を、現場調査により実施した。
- 既存排水路を活用した下水道整備方策として、ラップゲート、小規模排水ポンプ場、雨水分水施設の例を提示した。
- インターセプター方式下水道による他国での下水道整備事例、汚濁負荷削減効果、コスト削減効果等の具体例を示した。
- 下水道の維持管理財源を確保するための下水道料金制度についてアジアでの事例を紹介した。

5) プルイット (Pluit) の下水処理場予定地約 3.9ha における下水処理場について、3つの水処理方式 (CAS 方式、MBBR 方式、MBR 方式) の施設配置案を作成し、MBR 法を敷地内に建設可能な最適な処理方式として選定した。また、MBR 方式の概略設計及び概算事業費積算 (建設費、更新費、維持管理費等を含む) を提示した。

7.2 提言

1) パイロット・プロジェクト対象として選定した幹線管渠は、口径 2,000mm の管を下水処理場予定地の流入地点から上流 1 km の区間に地下 28m に埋設するものである。その上流側の幹線管渠ルートに中継ポンプ場を配置する適切な用地を確保できないため、このように大深度の埋設が必要となった。最大推進延長 680m で一部曲線線形を含んでいる。この幹線管渠の施工に採用した曲線長距離推進工法は、第 1 処理区の幹線管渠工事やその他の処理区の幹線管渠工事の施工法として最も有望な工法である。

2) 下水管路整備は、幹線管渠を最優先に整備し、段階的に面整備管・ハウスコネクションを整備する。このような段階的管路整備手法は、以下の点で優れている。

- 最優先課題である下水道の普及・汚濁負荷削減目標を早期に達成する
- 交通渋滞等の工事の影響を最少にする
- 再開発プロジェクトとの連携により民間資金を活用して大規模商業施設からの公共下水管への接続を促進し、その結果として分流式下水道の整備促進を図る

3) プルイットの下水処理場の概略設計及び事業費積算は、下水処理場建設の事業化への検討資料として活用されることを期待する。

4) その他、先方実施機関による以下の組織体制や法制度の整備・構築の実施が望まれる。

- 管路の適切な管理、下水処理場の適切な運転等に必要な運転・維持管理体制
- 面整備管やハウスコネクションを整備するための人材育成、実施体制
- 管路建設による環境改善効果、下水道接続の必要性、費用負担に対する住民の理解促進策
- 下水道料金制度

