

インドネシア国

インドネシア国
小口径推進工法による
下水道面整備管渠工事に係る
案件化調査

業務完了報告書

平成 31 年 1 月
(2019 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

地建興業株式会社
三和機材株式会社

国内
JR(先)
19-002

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

- ・本報告書の内容は、JICA が受託企業に作成を委託し、作成時点で入手した情報に基づくものであり、その後の社会情勢の変化、法律改正等によって本報告書の内容が変わる場合があります。また、掲載した情報・コメントは受託企業の判断によるものが含まれ、一般的な情報・解釈がこのとおりであることを保証するものではありません。本報告書を通じて提供される情報に基づいて何らかの行為をされる場合には、必ずご自身の責任で行ってください。
- ・利用者が本報告書を利用したことから生じる損害に関し、JICA 及び受託企業は、いかなる責任も負いかねます。

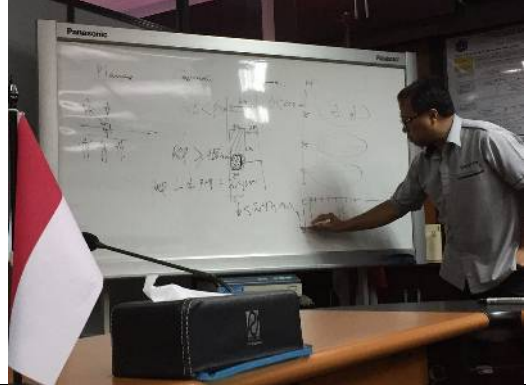
<Notes and Disclaimers>

- ・ This report is produced by the trust corporation based on the contract with JICA. The contents of this report are based on the information at the time of preparing the report which may differ from current information due to the changes in the situation, changes in laws, etc. In addition, the information and comments posted include subjective judgment of the trust corporation. Please be noted that any actions taken by the users based on the contents of this report shall be done at user's own risk.
- ・ Neither JICA nor the trust corporation shall be responsible for any loss or damages incurred by use of such information provided in this report.

案件化調査の様子（写真）



ジャカルタ特別州でのスモールセミナー
参加者（水資源局、開発局他）



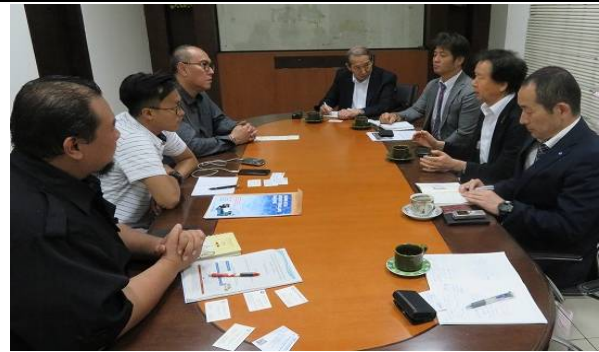
ジャカルタ州下水道公社（PD PAL Jaya）
による下水道面整備の課題説明



UNILON 社（PVC 管製造の民間企業）との協議



推進工事の民間会社の推進機保管状況
（PT Daya Turangga Sarana Bangun）



推進工事の民間会社との協議
（Carbek Nusantara）



実証テスト候補地の視察②
ジャカルタ特別州副知事私邸の表通り



実証テスト候補地の視察①
マンホール内の滞水（未処理水）



国営建設企業（Brantas Abipraya）
BA 社幹部との協議



公共事業・国民住宅省の推進技術セミナー
地建興業によるプレゼンテーション



Zone-0 内の小口径推進工事現場
(立坑の側壁の強度不足で、工事中断中)



公共事業・住宅省環境技術センター
水質研究所 (スラバヤ)



パイロット地区の集合浄化槽のマンホール
(スラバヤ)



境川浄化センター視察、中央監視室の見学



愛知県刈谷市役所下水道課による講義



三和機材・千葉工場での推進機先導管実物確認



地建興業・機材センター内での推進機視察

目次

案件化調査の様子（写真）	i
目次	iii
図表リスト	v
略語表	vii
要約（和文）	1
ポンチ絵（和文）	6
はじめに	1
第1章 対象国・地域の開発課題	5
1-1 対象国・地域の開発課題	5
1-1-1 対象国の経済、政治、社会状況等	5
1-1-2 インドネシアの下水道整備における開発課題（マクロレベルの課題）	6
1-1-3 ジャカルタ特別州での下水道整備における開発課題（マイクロレベルの課題）	9
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	11
1-2-1 中央政府による下水道整備計画、政策、法令等	11
1-2-2 ジャカルタ特別州による下水道整備計画、政策、法令	11
1-2-3 ジャカルタ特別州の下水道整備（ハウスコネクション）の状況	12
1-2-4 下水道・汚水管理に関する法令	14
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	15
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	15
1-4-1 我が国 ODA 事業の先行事例分析	15
1-4-2 海外ドナーの先行事例分析	16
第2章 提案企業、製品・技術	18
2-1 提案企業の概要	18
2-1-1 企業情報	18
2-1-2 海外ビジネス展開の位置づけ	18
2-2 提案製品・技術の概要	19
2-2-1 ターゲット市場	19
2-2-2 製品・技術の概要	20
2-3 提案製品・技術の現地適合性	24
2-3-1 現地適合性確認方法	24
2-3-2 現地適合性確認結果（技術面）	24
2-3-3 現地適合性確認結果（制度面）	24
2-3-4 本邦受入活動の内容・結果	24
2-4 開発課題解決貢献可能性	25
第3章 ODA 案件化	26
3-1 ODA 案件化概要	26
3-1-1 具体的な ODA スキーム名称	26
3-1-2 提案技術・製品による実証テストの候補サイト	26
3-2 ODA 案件の内容	28
3-2-1 普及・実証事業での狙い	28

3-2-2 ODA 案件としての普及・実証事業の目的、成果、活動	29
3-3 C/P 候補機関組織および協議状況	31
3-4 他 ODA 事業との連携可能性	32
3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策	33
3-5-1 建設許可と環境影響評価	33
3-5-2 維持管理	33
3-6 環境社会配慮等	33
3-6-1 環境社会影響を与える事業のコンポーネント	33
3-6-2 ジャカルタ特別州での環境管理計画および環境影響評価	34
3-6-3 環境社会配慮に係る手続き、チェックポイントの確認	34
3-6-4 環境チェックリスト	35
3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果	38
第4章 ビジネス展開計画	39
4-1 ビジネス展開計画概要	39
4-2 市場分析	40
4-2-1 ターゲットとする市場の定義・規模	40
4-2-2 ターゲット市場における競合分析	40
4-3 バリューチェーン	40
4-3-1 製品・サービス	40
4-3-2 バリューチェーン	40
4-4 進出形態とパートナー候補	40
4-4-1 進出形態	40
4-4-2 パートナー候補	40
4-5 収支計画	40
4-5-1 5か年分の損益計算書	40
4-5-2 売上の対象となる下水道管渠工事	40
4-5-3 ジャカルタ特別州における下水道面整備工事単価	41
4-6 想定される課題・リスクと対応策	41
4-6-1 法制度面にかかる課題/リスクと対応策	41
4-6-2 ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策	41
4-6-3 政治/経済面にかかる課題/リスクと対応策	41
4-6-4 その他課題/リスクと対応策	41
4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果	41
4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	41
4-8-1 関連企業・産業への貢献	41
4-8-2 その他関連機関への貢献	42
要約（英文）	43
ポンチ絵（英文）	48
別添資料	49

図表リスト

【表リスト】

表 1-1	インドネシアの経済状況	5
表 1-2	供用中のインドネシアの下水処理場及びその遊休化率	6
表 1-3	インドネシア国家中期開発計画（RPJMN2015-2019）水資源予算額	11
表 1-4	ジャカルタ特別州下水道整備計画完了目標	11
表 1-5	都市規模別接続戸数	14
表 1-6	インドネシアの環境・水質管理に関する法規制	14
表 1-7	排水の水質基準	15
表 1-8	海外ドナーによる下水道事業支援プロジェクト（実施中）	16
表 1-9	パレンバン市下水道プロジェクト予算および財源	17
表 2-1	提案製品のスペック・価格	21
表 2-2	製品・技術における特許（国内、海外）	22
表 2-3	国内外の販売実績	22
表 2-4	国内外の競合他社製品と比べた比較優位性	22
表 2-5	土質別ヘッド形状と使用区分	22
表 2-6	ジャカルタ特別州下水道面整備実施スケジュール	27
表 3-1	ODA 案件としての普及・実証事業の目的、成果、活動	31
表 3-2	普及・実証事業活動計画（案）	33
表 3-3	小口径推進技術を適用するプロジェクトの環境社会配慮	36
表 3-4	環境チェックリスト	37
表 4-1	ジャカルタ特別州下水道管渠工事の実施時期と予算	42
表 4-2	ADB・INDII による 5 都市の下水道整備事業	43
表 4-3	推進工事用 PVC 管寸法表	45
表 4-4	推進工事用 PVC 管許容耐荷力表	46
表 4-5	パートナー候補調査の対象企業リスト	49
表 4-6	PT Brantas Abipraya (Persero) の概要	50
表 4-7	3 つの想定ケース（受注・施工可能額）に基づく収支計画案	52
表 4-8	収支計画-1	53
表 4-9	収支計画-2	53
表 4-10	収支計画-3	54
表 4-11	ジャカルタ特別州下水道整備計画 下水道管渠工事管路長	55
表 4-12	ジャカルタ特別州（第 1 処理区）の小口径管路計画	56
表 4-13	推進工法（建設費）	56

【図リスト】

図	1-1	インドネシアの下水処理場の遊休化率とその原因	6
図	1-2	ジャカルタ市内の浸水被害	7
図	1-3	ジャカルタ首都湾岸統合開発計画	7
図	1-4	水質調査結果（BOD 濃度）	8
図	1-5	水質調査結果（糞便性大腸菌群数）	8
図	1-6	下水管内での腐食メカニズム	9
図	1-7	ジャカルタ市内の地盤沈下状況他	10
図	1-8	大規模商業施設等へのハウスコネクションの経路例	10
図	1-9	ジャカルタ特別州下水道整備マスタープラン（2012年）	12
図	1-10	ジャカルタ特別州下水道整備に係る州知事令（2016年）	12
図	1-11	ジャカルタ特別州・第0処理区下水道面整備状況	13
図	1-12	接続戸数の変換	14
図	2-1	狭隘な道路での小口径推進工事	21
図	2-2	硬質地盤対応アタッチメント（一軸圧縮強度 $<70\text{N}/\text{mm}^2$ ）	23
図	2-3	高耐荷管（剛性管）・低耐荷管（可とう性管）の推進メカニズム	23
図	2-4	推進管の方向制御方式	23
図	2-5	マンホール併用の無薬注型立坑構築	24
図	3-1	実証テスト・候補サイト（A案）	28
図	3-2	実証テスト・候補サイト（B案）	29
図	3-3	実施体制図（案）	32
図	3-4	普及・実証・ビジネス化事業推進の枠組み	33
図	3-5	公共事業・国民住宅省組織体制図	34
図	3-6	環境許可（UKL-UPL）・工事許可（IPPJU）の手続きフロー	37
図	4-1	インドネシア国の下水道事業新規着手都市	43
図	4-2	ビジネスモデル概要	44
図	4-3	低耐荷力方式による推進工法の原理	46
図	4-4	SUS カラー付き PVC 直管の仕様・寸法	46
図	4-5	SUS カラー及び水密性保持用ゴム輪	47
図	4-6	現地進出・展開形態	48
図	4-7	雄義實業有限公司（三和機材の台湾技術提携先）のショールーム	50

略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AMDAL	Analisis Mengenai Dampak Lingkungan	環境影響分析
ASEAN	Association of South East Asia Nations	東南アジア諸国連合
BAPPEDA	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah	開発計画局
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional	国家開発計画省
BAST	Berita Acara Serah Terima	公式委譲文書
BKPM	Badan Koordinasi Penanaman Modal	投資調整庁
BOD	Biochemical oxygen demand	生物化学的酸素要求量
BPPT	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi	技術評価応用庁
B/S	Balance Sheet	貸借対照表
BTPDPU	Balai Teknik PLP Dinas PU	公共事業省環境衛生技術センター (スラバヤ)
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
C/P	Counterpart	相手国側の対応機関
CSR	Corporate Social Responsibility	企業の社会的責任
DLH	Dinas Lingkungan Hidup	ジャカルタ環境管理委員会
Dinas PU	Dinas Pekerjaan Umum	公共事業局
DPUBM	Dinas PU Bina Mang dan Pematusaan Kota Surabaya	スラバヤ都市計画局
DPUPPLP	Kepala Satker Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, Dinas PU	公共事業・住宅省環境衛生開発課 (スラバヤ)
DSDA	Dinas Sumber Daya Air	ジャカルタ特別州水資源局
DKI	Jakarta Daerah Khusus Ibukota Jakarta	ジャカルタ首都特別地区
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HGB	Hag Guna Bangunan	建設権
IATPI	Ikatan Ahli Teknik Penyehatan dan Teknik Lingkungan Indonesia	インドネシア衛生環境工学協会
ICETT	International Center for Environmental Technology Transfer	国際環境技術移転センター
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
INKINDO	National Association of Indonesian Consultants	インドネシアコンサルタント協会
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah	排水処理施設
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JO	Joint Operation	共同事業体
JV	Joint Venture	共同企業体
KPIIP	Komite Percepatan Penyediaan Infrastruktur Prioritas	優先インフラ整備促進委員会
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan	環境林業省
MDGs	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
MOM	Minutes of Meeting	議事録
MOU	Minutes of Understanding	覚書
MP	Master Plan	マスタープラン

MPA	Metropolitan Priority Area	ジャカルタ首都圏投資促成特別地域
MRT	Mass Rapid Transit	大量高速輸送
NCICD	The National Capital Integrated Coastal Development	ジャカルタ首都湾岸統合開発計画
ODA	Overseas Development Assistance	政府開発援助
PD Pal Jaya	Perusahaan Daerah Pal Jaya	ジャカルタ特別州下水道公社
PJBU	Penanggung. Jawab. Badan. Usaha	准専門職認証 (SKA) を有する事業責任者
PJK	Penanggung Jawab Klasifikasi	准専門職認証 (SKA) を有する事業分野責任者
PJT	Penanggung. Jawab Teknik	准専門職認証 (SKA) を有する技術責任者
PPP	Public-Private Partnership	官民パートナーシップ
PT	Perseroan Terbatas	株式会社
PUPR	Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat	公共事業・国民住宅省
PUSKIM	Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman	住宅居住開発研究センター
PVC	Polyvinyl Chloride	塩化ビニル
Rp (IDR)	(Indoensia) Rupiah	ルピア (インドネシア通貨) ※本業務完了報告書では、JICAの2018年8月の精算用為替レートにて、円貨表示を追加。 1ルピア=0.00771円
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional	国家中期開発計画
RPJPN	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional	国家長期開発計画
SKA	Sertifikat Keahlian (Certificate of expertise)	准専門職認証
SNI	Standar Nasional Indonesia	インドネシア国家基準
SPPL	Surat Pernyataan Kesanggupan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Hidup	環境管理誓約書
STP	Sewerage Treatment Plant	下水処理場
SWOT	SWOT Analysis Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats Analysis	SWOT分析、組織や個人の強み/弱みが、内部・外部環境の変化に対し機会/脅威となるかを分析する経営分析手法
TDP	Tanda Daftar Perusahaan	会社登録
TDS	Total Dissolved Solids	不純物総溶解度
TSS	Total Suspended Solids	総浮遊物質
UKL/UPL	Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup /Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup	環境監視/管理方法
VAT	Value Added Tax	付加価値税

要約

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 インドネシア国、およびジャカルタ特別州の開発課題

インドネシアは世界第4位の人口：2億5,500万人を有し、約87%がイスラム教徒という世界最大のイスラム国で、平均年齢が29歳前後と若く、若年層を中心に生産年齢の人口比率が高まる人口ボーナスは2030年以降も続き、2050年の人口は3億2千万人と予測されている。日本では1960年代の高度成長期に人口ボーナス期を迎え、豊富な労働力を背景に経済発展を遂げ、40～50年をかけて下水道を整備してきたことに鑑みると、インドネシアは、現在人口ボーナスを背景に順調な経済発展の過程にあり、下水道整備に取り組む好環境にあると言える。

インドネシア政府はIMFとの合意に基づき経済構造改革を断行。政治社会情勢及び金融の安定化、個人消費の拡大を背景として、2005年以降の経済成長率は2009年を除き、5%後半～6%台という比較的高い成長率を達成。2017年の1人当たり名目GDPは3,876ドルと順調に増加している。高い経済成長率の持続を図るため、外国からの投資受入促進に向けて、インドネシア政府は下水道整備を含む都市インフラの整備促進を重要な課題としている。

ジャカルタ特別州の下水普及率は4%（2014年）と低く、トイレ排水・雑排水の流入により市内の水路・河川の汚染が進み、公衆衛生・社会経済活動に深刻な影響を与えている。また、ジャカルタ特別州では地盤沈下に伴う洪水被害対策として、ジャカルタ湾に防潮堤を整備し、水源不足対策として洪水調整池を設け、大規模な都市造成を行う計画を進めている。調整池への雨水・汚水の排除のため、面整備を含む下水整備の促進が不可欠となっている。

現在、ジャカルタ特別州では、供用中の第0処理区の下水道面整備管渠工事の推進と第1および第6処理区の下水道整備計画を推進中である。急激な都市化により、下水管路の敷設には非開削工法の推進工法が採用されることになったが、小口径（600mm以下）の下水管渠を推進工法で施工するには、以下の技術的課題がある。

- ① 交通量が多く、道路幅：6mの狭隘な道路で交通を遮断せずに施工する技術・製品。
- ② 地下水位が高い地域や、軟弱な土質条件での施工が可能なこと。
- ③ 400mm以下の小口径下水管はPVC管（塩ビ管）を採用するので、この推進が可能な工法。
- ④ 近隣の住人等から理解を得られる程度の騒音・振動等での施工。
- ⑤ 下水料収入の優良顧客大規模商業施設へのハウスコネクションは、商業施設の敷地内での施工が含まれるため、長距離、カーブ等、柔軟に施工対応が可能な技術・製品。

更に、インドネシアでは推進工事の施工経験が浅く、施工技術・施工機械が圧倒的に不足した状況にあり、推進機の導入のみならず人材養成を急ぐ必要がある。

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

国家中期開発計画（RPJMN2015-2019）に基づく公共事業国民住宅省の中期開発計画（No. 13/PRT/M/2015）に準拠して、同省人間居住総局は戦略計画2015-2019を策定し、2019年までに衛生処理施設（サンテーション）へのアクセス人口割合を100%とするために、次の施設を整備する方針を掲げている。

- ① 12か所の都市・街区において集中下水処理施設を備えた生活排水のインフラ整備を行う
- ② 5,000か所の地域においてコミュニティ排水処理施設の整備を行う
- ③ 200か所の地域において地域型排水処理施設の整備を行う
- ④ 222か所の都市、街区においてし尿処理施設（IPLT）を整備し汚泥の管理を行う。

ジャカルタ特別州は州知事規則（Governor Regulation No. 41/2016年）で、当初の計画達成時期を20年前倒し、2030年までに（中央集中処理65%+個別分散処理35%）でアクセス人口割合100%を達成、2022年までに10の処理区（Zone）の下水整備を完了する計画である。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国のインドネシアに対する開発協力の基本方針は、インドネシアのバランスのとれた経済発展と国際的課題への対応能力向上への支援で、重点目標の一つとして、同国が持続的な成長を遂げる上で障害となっている陸運・空港・港湾などの運輸交通分野におけるインフラ不足と質の低さ、電力供給量の制約と不安定さ、また、ビジネス活動や生活に適した都市環境に必要な都市基盤の整備などの課題に対し、運輸・交通、電力、通信、都市基盤に関するインフラ整備等を促進して、成長のボトルネックを解消し国際競争力の向上により持続的な経済成長と雇用創出実現の支援となっている。

急速な経済成長と都市への人口集中に、ビジネス活動や生活に適した都市環境整備は追いつかない状況で、下水道・雨水排水は交通インフラと並ぶ最重要プロジェクトとして、我が国は、環境保全の一環として都市環境整備を挙げ、民間セクター主導の経済成長の加速化を図るための施策の一つとして「ジャカルタ首都圏を中心としたインフラ整備支援等」を謳い、下水道整備マスタープランの作成や JICA 専門家を派遣するなど最大の支援国として関わってきた。また、2017年11月12日のフィリピン・マニラでの日・インドネシア首脳会談においてジャカルタ下水道整備計画を含むインフラ整備に対する両国間の協力が確認されている。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

我が国のインドネシアに対する ODA 事業として、バリ州デンパサール下水道整備事業・第一期事業に続き、第二期事業としてデンパサールのクタ地区及びサヌール地区の下水道管渠敷設、運営・維持管理用資機材の調達等が円借款で実施された。事業目的は、ホテル等の商業施設や住民から要望の強い地域の下水サービス整備の支援により、地方政府主導の下水道事業運営・維持管理体制の確立を図り、同地域の持続的成長の促進に資することである。

また、ジャカルタ特別州における深刻な浸水被害から水衛生環境を保護するため、我が国は ODA による事業化に向けて、ジャカルタ下水整備事業のマスタープラン策定から、技術協力、円借款案件形成協力準備調査を実施してきた。ジャカルタ特別州下水整備計画においても、二次管、三次管及びハウスコネクション敷設の一部が円借款により実施される予定である。

他ドナーでは、ADB と豪州政府が協力して、インドネシアの 5 都市で 70,400 戸のハウスコネクション実施を目標としている。5 都市の内、パレンバン市下水道プロジェクトでは、当初の計画・資金拠出段階から地方政府が参加し、豪州政府の無償資金は直接地方政府に供与され、所要資金の 69% (豪州政府無償資金＋地方政府資金) を地方政府が管理することとなっている。これは、下水整備の主導権を地方政府が握り、計画・建設段階から深く関与することで、地方政府主導の運営・維持管理体制の確立を図るのが狙いである。

第 2 章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

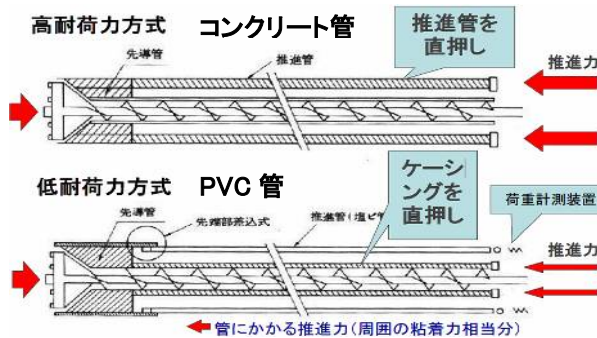
提案企業は、地建興業(株)と三和機材(株)の共同企業体で、推進工事に係る豊富な施工技術と技術を活かす製品(推進機・立坑構築用専用機)の緊密な連携で対象国の課題解決に挑む。

地建興業株式会社は、創業以来 38 年間、愛知県刈谷市において、推進工事、地盤改良工事、管更生工事等の分野で施工技術の改良・発展に貢献。特に、施工の難しい推進工事に積極的に取り組み、既存工法や推進機の改良に携わり、現在、30 種類以上の施工方法を駆使する。

三和機材株式会社は、創業後 62 年の歴史を有する建設基礎機械の設計・製造・販売会社。1957 年に開発した自社製品「アースオーガ」は現在約 7 割の市場シェアを誇り、内外の国土づくり、都市の近代化、インフラ整備に貢献。提案製品は、「アースオーガ」の掘削技術を横工法に応用した非開削推進機で、少ない占有面積で下水道工事が可能という特長を有す。

2-2 提案製品・技術の概要

提案製品と技術は、小口径（600 mm以下）下水道面整備管渠工事を安全かつ効率的に非開削の推進工法にて実施する場合の推進機と立坑構築のための機械と技術で、立坑の直径を2 m～2.5m と小さくできるため6m幅の狭隘な道路でも交通を遮断することなく推進工事が可能である。また、作業終了後の夜間時に、立坑に蓋をすることで道路を開放することも可能である。更に、硫化水素腐食対策としてPVC管（塩ビ管）が採用される場合でも、同一推進機でPVC管の推進とコンクリート管の推進が可能である。



立坑構築のアート機は、地下水位が高く軟弱な地盤での立坑構築を可能とする機械である。MM ホールを組み合わせればコンクリート管の使用が可能で、使ったコンクリート管は、そのままマンホールとして利用できる。作業性が良く、施工ノウハウを習熟すれば、2～3日で立坑1本の構築が可能で施工期間を短縮できる。推進機・立坑構築機とも、構造が簡単なため、操作と維持管理技術の習得が比較的容易である。



2-3 提案製品・技術の現地適合性

小口径推進工法に求められる要件（第1章の開発課題）を確認するために、施工予定地、施工中のサイトの現地踏査を実施した。また、資料や動画を使い、提案技術・製品の施工実施例をカウンターパート機関や現地推進工事会社に説明・質疑応答を実施した。この結果、提案技術・製品が、次の通り、要件に適合可能なことが確認された。

- ① 立坑の大きさは、2m × 2m 前後であること（交通渋滞、狭隘な道路での推進工事に上）
- ② PVC管（塩化ビニル管）を推進可能なこと（硫化水素による腐食対策）
- ③ 水位が高く、地耐力の低いシルト質の軟弱地盤でも立坑が構築できること
- ④ 大規模商業施設へのハウスコネクションに必要な特殊要件に対して、提案技術を活用すれば対応可能なこと。

2-4 開発課題解決貢献可能性

C/P 機関の意向を踏まえ、実証テストの実施をジャカルタ特別州第0処理区で計画する。ジャカルタ特別州では、実証テストで適合性の確認後、提案技術・製品を採用し、遅れている同特別州の面整備促進を図る意向である。面整備による水路・河川の汚染抑制は同特別州の喫緊の課題であり、下水道面整備促進により開発課題解決に大いに貢献可能と考える。

第3章 ODA 案件化

3-1 ODA 案件化概要

本調査後の ODA スキームとして、インドネシア国ジャカルタ特別州において「下水道面整備管渠工事に係る小口径推進工法の普及・実証・ビジネス化事業」を提案する。

ジャカルタ特別州の下水道面整備促進に提案技術・製品の小口径推進工法が適合することを実証し、ジャカルタを始めとしてインドネシアにおける下水道面整備管渠工事の小口径推進工法としての標準化と普及を図り、下水道面整備事業の促進への貢献を図ることを目的とする。

3-2 ODA 案件の内容

1) ODA スキームとして、普及・実証・ビジネス化事業を想定、実証事業のサイトと事業範囲は下記を計画している。

- ① 場所：ジャカルタ特別州・第0処理区内の小口径下水道面整備。
- ② 施工：推進機、立坑構築機、管材・マンホール等資機材込みで提案企業が施工する。

2) 本実証事業で期待される成果は、次の通り。

- 成果1：狭隘な道路で小口径 PVC 管を使った面整備管渠工事が、提案技術・製品により安全かつ効率的に施工され、その適合性が確認される。
- 成果2：提案技術・製品の優位性が確認され、標準工法化に向けた提言資料が作成される
- 成果3：提案技術・製品を普及するための事業計画案が策定される。

3-3 C/P 候補機関組織および協議状況

カウンターパート（以下、C/P）機関：公共事業国民住宅省・人間居住総局

ジャカルタ下水道整備事業の事業実施機関であり、インドネシア全体の下水道整備を統括しており、提案技術を標準工法として普及を図る上での最適な政府機関。普及実証事業の C/P 引受ける用意があるとの回答を得ている。

3-4 他 ODA 事業との連携可能性

次の2件の ODA 事業が、近い将来入札に付される計画。提案技術・製品はインドネシアに実績がないので、普及・実証事業での適合性・優位性確認を実績として、入札参加を検討する。

- ① ジャカルタ下水道整備事業、第1処理区と第6処理区（有償資金協力による E/S 案件）
- ② パレンバン市他4都市での下水道整備事業（ADB と豪州外務経済省による協調融資案件）

3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

都市インフラ環境整備としての下水整備事業は、インドネシア国における最優先事業であり、我が国のインドネシア国に対する国別開発協力方針とも合致している。また、インドネシア国の政情や財政状態に当面懸念はなく、ODA 案件形成における課題やリスクは比較的少ないものと判断される。

3-6 環境社会配慮等

インドネシアの環境社会配慮に関する大臣令（Regulation No. 05, 2012）によれば、工事を伴う全ての事業が環境影響評価（AMDAL/EIA）の対象とされているが、環境影響の規模が小さい事業の場合、AMDAL は不要で、環境管理・モニタリング計画（UKL-UPL）を提出することで対応可能となっている。

ジャカルタ特別州では、面積：30-35ha、人口：9,000 人以下の場合は AMDAL の対象外としている。AMDAL の対象外の場合は、工事開始前までに、環境許可（UKL-UPL）と、工事許可（IPPJU）の取得が必要である。

3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果

提案技術が下水道面整備管渠工事に採用されることで、下記の開発効果が期待される。

- ① 下水道面整備が促進され、供用中の下水処理場・下水道幹線管路の遊休率が減少すると共に、水路や河川の汚染が改善され、低地での浸水被害の軽減、冠水時間が短縮する。
- ② 下水道料金賦課・徴収の根拠が確立し、下水道事業経営の基盤が確立される。

第4章 ビジネス展開計画

提案技術・製品は、下水道面整備用小口径管の推進工法技術と製品で、インドネシア国の下水道整備事業をビジネスターゲットとする。ジャカルタ特別州の下水普及率（2014年）は4%となっている。インドネシア政府は2050年を目標に、今後30年の年月をかけて下水道を整備する中長期計画を立てており、潜在的な市場の大きさと成長性という観点から極めて魅力的な市場といえる。

我が国の場合、東京の下水道整備は、隅田川の汚れがひどく花火大会が中止となった1961年（当時の普及率22%）から35年後の1995年に普及率が100%となり、下水道整備に係る下水道面整備管渠工事は40年以上需要が持続した。ジャカルタ及びインドネシアの現在の下水道普及率（それぞれ4%、3%）が100%を達成するには50年の歳月が必要と推定され、ロングスパンでのビジネス展開計画の検討が必要。

一方、ビジネス展開計画を図る上で、以下の課題が確認されている。

① 推進工事を担うべき推進工事専業会社

推進工事による下水道管渠工事は、約20年前にインドネシアに導入されたが、推進工法を必要とする大規模な下水道管渠工事はなく、これまで年に平均数件程度しか需要がなかったこともあり、推進工事会社は4~5社に留まっている。また、保有する推進機は旧式或いは、保有していたが転売済みの何れかの状況。今後の需要を考えると、現地の技術者数、推進機の保有台数は、圧倒的に不足する恐れがある。

② 小口径推進工事の標準仕様書、工事単価

小口径下水管渠は、主に開削工事等で実施されてきたため工事単価が安く、これが推進工事業への新規参入障壁となり、また、保有する推進機が旧式のまま更新出来ない背景となっているものと推察される。標準仕様書が整備され妥当な工事単価が設定される必要がある。

③ サプライチェーン

推進工事用のPVC管（塩ビ管）は、需要がなかったためインドネシアでは製造されていない。開削用のPVC下水管は製造されているが、管の形状、肉厚、強度とも推進工事用には不可であり、日本の標準仕様を満足する製品の現地製造が不可欠。現地PVCメーカー1社が試作に取組んだが、既存の製造設備では製作不可なることが判明し、試作を断念した。

以上の課題は、インドネシア中央政府・地方政府という行政の理解と支援なしには、解決が困難な問題であり、下水道面整備の促進が計画に沿って、望ましい形で推進されるためには、官と民の間で上記の課題を情報共有し、対応策を検討・討議する「場」が設定されることが不可欠と考える。

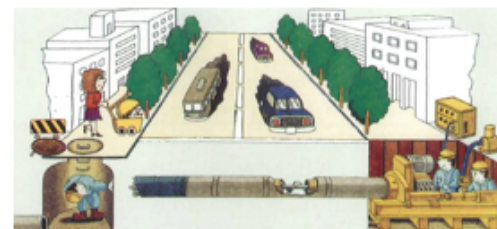
ODA案件化で提案している公共事業・国民住宅省をC/Pとする普及・実証・ビジネス化事業は、公共事業・国民住宅省を始めとするインドネシアの官の支援・助言の下、現地ビジネスパートナーと協業し、実証テストの準備段階、実証テストでの検証、実証テスト後の適合性・優位性の確認・評価を通じて、下水道面整備促進への効率的、効果的な取組みを協議・実証していくプロセスであり、上記の「場」になり得ると考える。また、ビジネス展開を支える当初の段階での人材育成については実証テストを通じて行う計画である。

ポンチ絵（和文）

インドネシア国 小口径推進工法による下水道面整備管渠工事に係る案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：地建興業株式会社・三和機材株式会社共同企業体
- 提案企業所在地：愛知県刈谷市
- サイト・C/P機関：インドネシア国・公共事業・国民住宅省人間居住総局、ジャカルタ特別州・開発企画局/水資源局、ジャカルタ特別州下水道公社



インドネシア国の開発課題

- 下水道面整備の遅延により、家庭や商業施設等からの排水が未処理のまま水路・河川に排出され、汚染が進行。
- 下水流入量が少ないため下水処理施設の稼働率が低い。
- 狭隘な道路や軟弱な土質条件下で、交通を遮断することなく下水道面整備を促進する技術が不足。

中小企業の技術・製品

- 提案技術・製品は、非開削の推進工法技術で、工事による交通渋滞を緩和・軽減可能。
- 軟弱な地盤、砂質粘土、地下水の水位が高い場所や礫層等、様々な土壌に適応可能。
- 提案製品は構造がシンプルで操作・維持管理が容易で、軽く、強度が強く、耐酸性の小口径PVC管（塩ビ管）の推進が可能。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 普及・実証事業をジャカルタ特別州第0処理区で実施し、提案技術・製品の適合性実証と、現地資機材の活用可能性を確認する。
- ジャカルタ下水道整備事業の下水管渠工事への参画を通じ、提案技術・製品の優位性をアピールし、普及への基盤を固める。

日本の中小企業のビジネス展開

- 現地企業との業務提携による技術移転及び提案製品の仕様・製造に於ける現地最適化（インドネシア化）
- 標準工法化を図り普及を目指し、あわせて日本・インドネシア両国の技術者の育成・レベルアップを図る

はじめに

1. 調査名

和文： インドネシア国小口径推進工法による下水道面整備管渠工事に係る案件化調査

英文： Feasibility Survey for Microtunnelling Technology of Small Diameter Pipe of Sewer Branch and Sewer Network in Indonesia

2. 調査の背景

インドネシア国においては、首都圏統合沿岸開発事業開始に伴いジャカルタ特別州での汚水処理が急務であり、主に車道又は路側帯の地下に設置されるような下水管路及び家庭や商業施設等から排水を取り込むための下水の面整備の促進が必要とされている。ジャカルタ特別州の下水道普及率は4%（2014年）であり、一部区域を除き下水収集がなされていない。住宅はセプティックタンクでし尿を処理しているが汚泥引抜きが不適切で、市内の水路・河川は未処理の排水が流出しているのと同様の汚染状況であり、河川の汚染防止の観点から早急な下水道整備が必要である。また、インドネシア国では13市で下水処理場が供用されているが、施設の処理能力に対して下水の流入量が極端に少なく、下水管路施設・下水処理場の稼働率が低いという課題がある。稼働率が低い背景・原因について公共事業・国民住宅省では、住民の下水道、特に下水管へ接続するために住宅の敷地・私道内に汚水ます（枺）を設置し取付管を布設するハウスコネクション工事に対する関心の低さや下水道面整備用予算の不足及び法執行体制の未整備等を挙げている。

下水道整備をする上では、大中規模の幹線管渠の整備に加え、その管渠へと接続されていく小口径管路も整備していくことが必要であり、交通を遮断することなく、狭隘な道路や軟弱地盤等あらゆる地盤・土質に対応可能な管渠工事技術が求められる。小口径下水管路の整備は、下水処理場等の処理能力活用のための下水流入量確保にもつながることから、提案企業は小口径推進工法によるインドネシア国下水道面整備事業 ODA 案件化及び面整備管渠工事に係るビジネス化を検討することとした。施工会社とメーカーの技術を結合した非開削推進工法の適合性を実地に検証すると共に、現地管材等の利用可能性を調べ、インドネシア国の下水道面整備事業等の ODA 案件化実現による下水道面整備管渠工事の促進を目的として調査を実施するものである。

3. 調査の目的

インドネシア国下水道面整備事業の開発課題解決に、提案製品・技術を結合した小口径推進工法が適合することが実地に検証され、今後の同国での下水道面整備事業開発への活用可能性の調査結果に基づき、インドネシア国下水道面整備事業等の ODA 案件及びビジネス展開計画が策定される。

4. 調査対象国・地域

インドネシア国ジャカルタ特別州及びスラバヤ市（近郊を含む）

5. 契約期間・

2018年4月10日～2019年3月29日

6. 調査団員構成及び調査工程

(1) 調査団の構成

企業・団体名	氏名	担当業務
地建興業株式会社	宮地 俊夫	業務主任者/ビジネス展開計画
	亀島 裕臣	経営判断・ビジネス開発策定・市場分析
	宮地 武士	技術環境調査・競合・パートナー分析、サプライチェーン調査
	鳥居 耕司	技術環境調査担当・競合・パートナー分析

三和機材株式会社	山田 行男	経営判断・競合・パートナー分析
	斉藤 衛	適合性調査、サプライチェーン調査
日本テクノ株式会社	井上弥九郎	チーフアドバイザー/ニーズ・開発課題分析、ODA案件形成
	高見沢清子	環境社会配慮・市場調査分析
一般財団法人 日本国際協力センター	土屋 進	投資環境・法規制調査、ビジネスモデル、財務・収益分析
個人 (PT Djawa Baru)	Franciscus Cahyadi Prakoso	パートナー調査、需要調査

(3) 現地調査工程

No.	期間	訪問先	調査項目
1	4月10日 ～ 4月27日 (18日間)	<ul style="list-style-type: none"> ・公共事業・国民住宅省 ・ジャカルタ特別州・水資源局、開発局、下水道公社 ・八千代エンジニアリング ・JICA 専門家 ・推進工事会社 (PT Daya Turangga Sarana Bangun, PT Carbek Nusantara) ・現地ゼネコン (PT Hutama Karya) ・サプライチェーン (PT Unilon, PT Hume Concrete Indonesia, PT Kanamoto Indonesia, PT Wiaja Kobe Tbk, PT Aktio Equipment) ・JETRO ジャカルタ事務所 ・投資調整庁 ・日特建設、豊田通商、日水コン現地法人事務所 ・JICA インドネシア事務所 	<p>開発課題及び課題解決における提案技術・製品の有効性確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下水道整備計画確認と現地踏査による面整備状況・課題調査 ・提案技術の適用可能性調査 (提案技術・製品のPR、スモールセミナー、現地下水道施設・管渠ルートの踏査) <p>競合企業・パートナー企業調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現地ゼネコン、推進工事会社を訪問し、提案技術・製品のPR及び意見交換 <p>ビジネスモデル検討のための基礎情報収集</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現地進出に係る法規制調査 ・現地進出日本企業よりマーケット情報収集 ・サプライチェーンとして、管材製造業者、建機レンタル会社等の訪問調査 <p>ODA 案件形成に係る調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実証事業サイト候補調査 <p>本邦受入活動計画に係る受入準備</p> <ul style="list-style-type: none"> ・C/P 機関の選定、招聘者人選に係る協議
2	7月1日 ～ 7月18日 (18日間)	<ul style="list-style-type: none"> ・公共事業・国民住宅省人間居住総局 ・ジャカルタ特別州・水資源局、開発局、下水道公社 ・JICA 専門家 ・JICA インドネシア事務所 ・推進工事会社 (PT Daya Turangga Sarana Bangun, PT Carbek Nusantara) ・現地ゼネコン (PT Waskita Karya, PT Adhi Karya, PT Brantas Abipraya) ・管材メーカー (PT Wahana Duta Jaya Rucika) 	<p>開発課題の深堀、提案技術の有効性確認</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ジャカルタでの小口径推進工事現場視察 ・下水道面整備施工上の課題及び提案技術・製品の有効性説明 ・スラバヤ市での類似課題の調査。スラバヤ公共事業局主催合同会議を開き、情報収集と提案技術・製品のPRを実施 ・提案技術・製品の適用可能性調査 (公共事業・国民住宅省の推進技術セミナーでの講演) <p>競合企業・パートナー企業調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現地ゼネコン、推進工事会社を訪問し、提案技術・製品のPR及び意見交換 <p>ビジネスモデル検討のための基礎情報収集</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ・JETRO ジャカルタ事務所 ・投資調整庁 ・公共事業・国民住宅省スラバヤ環境衛生開発課、公共事業・住宅省環境技術センター 	<ul style="list-style-type: none"> ・法規制調査、公共調達の仕組み調査 ・PVC（塩化ビニル）管材等の現調可能性調査 <p>ODA 案件形成に係る協議</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実証事業候補サイト選定・管路設計 <p>本邦受入活動に係る活動計画の確認</p>
3	9月2日～9月8日(7日間)	<ul style="list-style-type: none"> ・ジャカルタ特別州下水道公社 ・公共事業・国民住宅省人間居住総局 ・現地国営建設会社（PT Brantas Abipraya） ・推進工事会社（PT Daya Turangga Sarana Bangun, PT Carbek Nusantara, PT Rosa Lisca） ・サプライチェーン（PT Wahana Duta Jaya Rucika、UNILON） ・ジャカルタ特別州環境局（DLH） ・ジャカルタ特別州 One Stop Service(PTSP) ・公共事業・国民住宅省環境衛生開発局 ・JICA 専門家 ・八千代エンジニアリング ・JICA インドネシア事務所 	<p>開発課題及び課題解決と提案技術・製品の有効性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・商業施設*へのハウスコネクションに係るルート、周辺状況確認および提案技術・製品の有効性検討 *Senayan モール、Century Park ホテル ・その他、技術面での課題調査 ・環境社会配慮に係る手続き、チェックポイントの確認 <p>提案技術・製品について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インドネシア政府関係機関、関係先への技術・製品の課題解決における有効性の PR <p>ODA 案件形成に係る協議</p> <ul style="list-style-type: none"> ・相手国側実施機関（C/P）についてインドネシア側政府関係機関との協議 ・C/P 候補先（国営建設会社）との協議 <ul style="list-style-type: none"> ・（採択を前提条件として）、普及実証事業による実証テストの目的、実施範囲・内容に係る協議 <p>ビジネス展開計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パートナー候補との業務提携に向けた協議 ・推進工事用下水道塩ビ管（PVC 管）の現地製造可能性調査・協議
4	9月23日～9月29日(7日間)	<ul style="list-style-type: none"> ・ジャカルタ特別州下水道公社 ・公共事業・国民住宅省人間居住総局 ・現地国営建設会社（PT Brantas Abipraya） ・推進工事会社（PT Daya Turangga Sarana Bangun, PT Carbek Nusantara, PT Rosa Lisca） ・サプライチェーン（UNILON 社） ・日特建設現地法人 ・JICA 専門家 ・JICA インドネシア事務所 	<p>開発課題及び課題解決と提案技術・製品の有効性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・商業施設（建設中）へのハウスコネクションに係るルート、周辺状況確認および提案技術・製品の有効性検討 ・その他、技術面での課題調査 <p>提案技術・製品について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インドネシア政府関係機関、関係先への技術・製品の課題解決における有効性の PR <p>ODA 案件形成に係る協議</p> <ul style="list-style-type: none"> ・相手国側実施機関（C/P）についてインドネシア側政府関係機関との協議 <ul style="list-style-type: none"> ・（採択を前提条件として）、普及実証事業による実証テストの目的、実施範囲・内容に係る協議 <p>ビジネス展開計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パートナー候補との業務提携に向けた協議 ・推進工事用下水道塩ビ管（PVC 管）の現地製造協議

5	11月25日～ 11月30日 (6日間)	<ul style="list-style-type: none"> ・ジャカルタ特別州下水道公社 ・公共事業・国民住宅省人間居住総局 ・現地国営建設会社 (PT Brantas Abipraya) ・現地建設会社 (PT Jaya Konstruksi MP Tbk) ・推進工事会社 (PT Daya Turangga Sarana Bangun, PT Rosa Lisca) ・安藤・間ジャカルタ事務所 ・日特建設現地法人 ・サプライチェーン (UNILON 社) ・JICA インドネシア事務所 	<p>提案技術・製品について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・インドネシア政府関係機関、関係先への技術・製品の課題解決における有効性のPR <p>ODA 案件形成に係る協議</p> <ul style="list-style-type: none"> ・相手国側実施機関 (C/P) についてインドネシア側政府関係機関との協議 <p>・(採択を前提条件として)、普及実証事業による実証テストの目的、実施範囲・内容に係る協議</p> <p>ビジネス展開計画</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パートナー候補との業務提携に向けた協議 ・推進工事用下水道塩ビ管 (PVC 管) の現地製造協議
---	----------------------------	---	--

(4) 本邦受入活動

参加者：ジャカルタ特別州下水道公社シギット取締役(財務・管理担当)及び職員3名(計画、設備維持管理、管渠維持管理の各担当責任者)

期間	訪問先	活動内容
7月22日～ 7月28日 (7日間)	国土交通省 日本推進技術協会 刈谷市役所水資源部下水道課 愛知県知立建設センター及び境川浄化センター JICA 中部 2018 下水道展 地建興業本社・機材センター 三和機材本社・千葉工場	<ul style="list-style-type: none"> ・提案製品・技術に対する理解促進 推進技術についての講義、地建興業及び三和機材での機械・機材類視察 ・対象国でのニーズ及びニーズへの適合性確認 最新の面整備計画・課題の確認及び施工技術面での提案技術の適合性説明 ・下水道に係る日本での国・県・市の役割分担、連携を学ぶ 下水道計画・工事・維持管理・財政にわたる本邦の法制度・行政体制、国・県・市の役割分担と連携

第1章 対象国・地域の開発課題

1-1 対象国・地域の開発課題

1-1-1 対象国の経済、政治、社会状況等

(1) 一般事情

インドネシアは赤道直下を含む熱帯に属し、東西 5,110 km、南北 1,888 km、約 18,000 以上の島々からなり、世界 6 位の排他的経済水域：約 616 万平方キロメートルを有する世界最多の島嶼国である。世界 4 位の人口：2 億 5,500 万人を有し、国民の平均年齢は 29 歳前後と若く、また、国民の約 87% がイスラム教徒という世界最大のイスラム国である。

(2) 政治体制・内政

インドネシアは大統領制の共和国で、行政機関は大統領の下、副大統領と国務大臣で内閣を構成、立法機関としては国会、地方代表議会と国民協議会がある。地方行政は、全国 34 州の下に県・市、その下に村という垂直関係になっているが、2014 年に成立した地方行政法、村落法により、中央政府は州の権限を強め中央集権を図っている。

2014 年に大統領に選出されたジョコ・ウィドド大統領は就任 2 年目までに国会議席の過半数を与党で制し、外国投資誘致を進める上での投資環境上の課題（インフラの未整備、各種手続き面での煩雑さ・不透明性、労働問題など）解決に意欲的に取り組んでいる。また、2017 年 11 月 12 日のフィリピン・マニラでの日・インドネシア首脳会談においてジャカルタ下水道整備計画を含むインフラ整備に対する両国間の協力が確認された。

(3) 経済

1997 年 7 月のアジア通貨危機後、IMF との合意に基づきインドネシア政府は銀行と企業部門の経済構造改革を断行、政治社会情勢・金融の安定化と個人消費の拡大を背景に 2005 年以降の経済成長率は、世界金融・経済危機の影響を受けた 2009 年を除き、5%後半～6%台という比較的高い成長率を達成した。2017 年の 1 人当たり名目 GDP は 3,876 ドルと順調に増加している。

更なる経済発展により、一人当たり GDP が 5,000 ドルを超えると、量的な拡大に加えて効率性・利便性等の質的な側面が重視される「質への転換・効率化重視段階」の社会に入ると言われており、下水道整備に対するニーズは、経済発展にあわせて高まることが推測される。

表 1-1 インドネシアの経済状況

	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
GDP (名目) 億ドル	8,930	9,179	9,105	8,885	8,619	9,323	-
1 人当り GDP (名目) ドル	3,498.2	3,562.9	3,666.8	3,531.9	3,374.5	3,605.1	3,876.8
1 人当り GNI (名目) ドル	3,010	3,580	3,740	3,630	3,440	3,400	
経済成長率 (実質) %	6.2	6.0	5.8	5.6	4.8	5.0	5.1
物価上昇率 %	3.8	4.3	8.4	8.4	3.4	3.0	3.6
外貨準備高 億ドル	1,137.2	1,167.2	1,024.1	1,148.9	1,059.3	1,163.6	1,302.0
対外債務残高 億ドル	2,253.8	2,523.6	2,661.1	2,933.3	3,107.3	3,170.9	3,522.5

出典：外務省・JETRO ホームページの資料に基づき JICA 調査団作成

(4) 社会状況等

インドネシアでは、若年層を中心に生産年齢の人口比率が高まる人口ボーナスは 2030 年以降も続き、2045 年から少子高齢化が進むとの予測されている。2017 年の平均寿命は 69.4 歳。2050 年には人口は 3 億 2 千万人に達し、平均寿命は 73.5 歳まで伸びると予測されている。

日本は 1960 年代の高度成長期に人口ボーナス期を迎え、豊富な労働力を背景に経済発展を遂げ、40～50 年をかけて下水道を整備してきた。インドネシアは、1960 年代の日本と同様に人口ボーナスを背景に順調な経済発展の過程にあり、下水道整備に取り組む好環境にあると言える。

また、インドネシアの気候は、乾季と雨季が顕著な高温・多雨の熱帯性モンスーン気候で、降雨日数は187日（ジャカルタ）、147日（スラバヤ市）と短時間・高強度の雨が多く、5,590の主要河川、約65,017の支流そして500の湖が存在するが、森林破壊等が進んだ結果、潜在的な水資源量が減少している。さらに、高度な汚染が原因で、ジャワ島のほとんどの河川水は飲料や水を使用するレクリエーションには不適な水質となっており、減少する水資源の水質を汚染から守ることは喫緊の課題で、下水道整備の促進が急務となっている。

1-1-2 インドネシアの下水道整備における開発課題（マクロレベルの課題）

（1）下水道面整備の遅れによる下水処理施設の低稼働率

インドネシアでは中期国家計画で2019年までに衛生処理施設（サニテーション）へのアクセス人口割合を100%とする方針を掲げている。2014年時点でのジャカルタ特別州の下水道普及率は4%（公共事業・国民住宅省）と低く、下水道整備が喫緊の課題となっている。更に、表1-4、図1-2の通り、バンドン、バリクパパン以外の11市では、処理能力に比べ下水の流入量（下水処理場の稼働率）が極めて低く、下水管路施設・下水処理場が遊休化している。このことは、面整備管渠工事の重要性と、面整備を含めた下水整備計画の戦略的な実施が不可欠であることを示している。

表1-2 供用中のインドネシアの下水処理場及びその遊休化率

	市	下水処理場数	処理プロセス	処理能力 (m ³ /day)	遊休化率 (%)	ハウスコネクション (unit)
1	メダン	1	UASB	10,000	43.5%	20,480
2	パラパト	1	Aerated Ponds	2,000	94.25%	253
3	バタム	1	Oxidation Ditch	2,852	97.37%	300
4	ジャカルタ特別州	1	MBBR	38,880	98.19%	1,852
5	タンゲラン	1	Aerated Ponds	2,800	94.4%	300
6	バンドン	1	Lagoons	80,835	0%	114,444
7	チレボン	4	Lagoons	20,500	53%	8,136
8	スラカルタ	3	Biofilter & Lagoons	14,000	56.38%	10,039
9	ジョグジャカルタ	1	Aerated Ponds	15,500	64.5%	20,158
10	デンパサール/バドゥン	1	Aerated Ponds	51,000	37.2%	14,546
11	バリクパパン	1	Aerated Ponds	800	20%	1,385
12	バンジャルマシン	7	RBC	18,000	85.55%	6,722
13	マナド	1	RBC	2,000	90%	100

UASB: Upflow Anaerobic Sludge Blanket Process (上向流式嫌気性汚泥ブランケット法)
 MBBR: Moving Bed Bio Reactor (移動床式生物膜ろ過法)
 RBC: Rotating Biological Contactor (回転生物接触法)

出典：公共事業・国民住宅省人間居住総局「インドネシアの下水道整備2016」より JICA 調査団作成

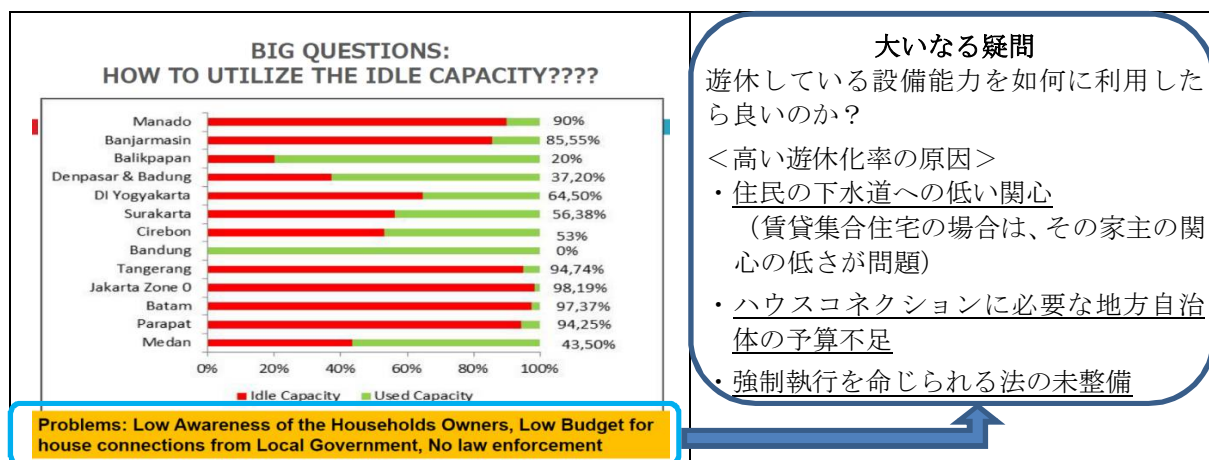


図1-1 インドネシアの下水処理場の遊休化率とその原因

出典：公共事業・国民住宅省人間居住総局の表1-2と同一の資料に基づき JICA 調査団作成

(2) 河川の汚染防止、大雨時の洪水対策としての早急な面整備を含む下水道整備の必要性



ジャカルタの下水道普及率は 4% (2014 年) で、一部区域を除き下水収集がなされていない。住宅はセプティックタンクでし尿を処理しているが、汚泥引抜きが不適切である。トイレ排水や雑排水によって、市内の水路・河川は生下水と同様の汚染状況である。

左図に示すように市内の各所で浸水が常態化し、公衆衛生・交通に深刻な影響を与えている。水路の堆積物やごみによる閉塞および不適切な水路構造が原因である。

雨水・汚水の排除は、最優先課題であり、面整備を含めた下水整備計画の戦略的な実施が不可欠である。

Source: United Nation Office for the Coordination of Humanitarian Affairs 2014

図 1-2 ジャカルタ市内の浸水被害

出典：国際連合人道問題調整事務所の資料（2014 年）に基づき JICA 調査団作成

(3) 「ジャカルタ首都湾岸統合開発計画」(NCICD) に伴う閉鎖性水域の水質保全対策が急務

2014 年 10 月策定の「ジャカルタ首都湾岸統合開発計画」(NCICD) のマスタープランでは地盤沈下に伴う洪水被害からジャカルタを守るためにジャカルタ湾に防潮堤を整備し、地盤沈下の要因である地下水の取水・上水道水源不足対策として、洪水調整池（貯水池）を設け、併せて都市交通、市街地開発による大規模な都市造成を行う計画である。



図 1-3 ジャカルタ首都湾岸統合開発計画

出典：ジャカルタ首都湾岸統合開発計画（案）に基づき JICA 調査団作成

湾の閉鎖に伴い生じる広大な閉鎖性水域の水質保全を図るために、ジャカルタの面整備を含めた戦略的な下水道整備が緊急開発課題となっている。

なお、ジャカルタ特別州内の水環境（水質汚濁）について、2011 年の乾期に主要河川 65 地点において測定された BOD 濃度の測定結果と糞便性大腸菌群数の測定結果を次のページに示す。

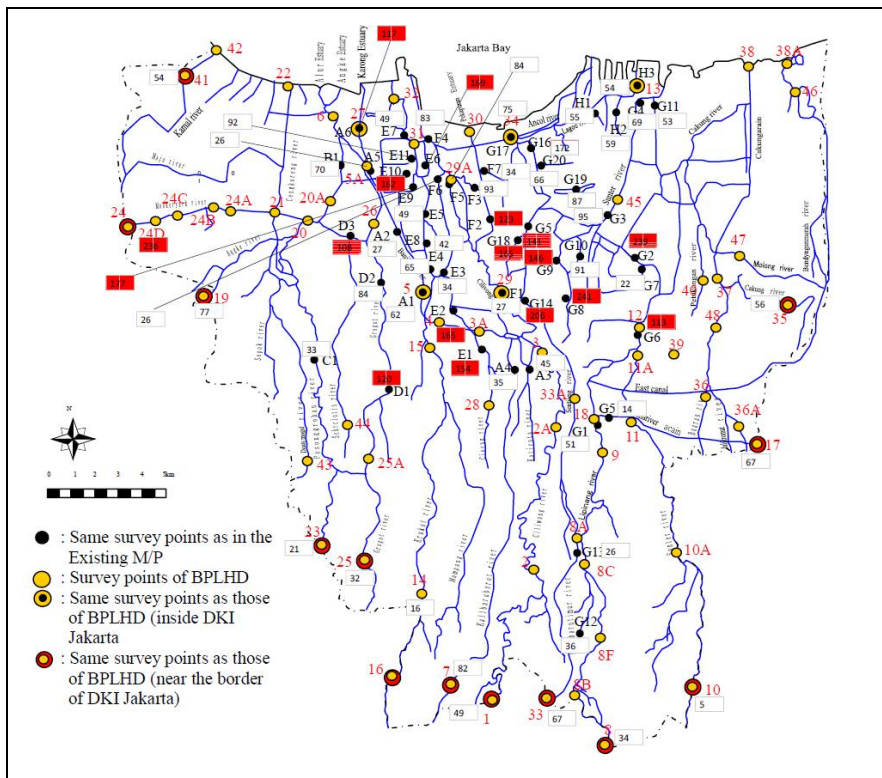


図 1-4 水質調査結果 (BOD 濃度)

出典: インドネシア国ジャカルタ汚水管理マスタープランの見直しを通じた汚水管理能力強化プロジェクト

BOD 濃度の測定結果

実施された水質調査 130 サンプルの内 (65 箇所×2 回)、88%が DKI Jakarta の水質環境基準 (グループ D) である 20mg/L を超過していた。

河川の下流から河口に位置するジャカルタ特別州北部では、BOD が 100~200mg/L 超と高く、生下水に相当する水質であることが観測されている。

備考:
赤字は、BOD 濃度が 100mg/L 以上 (DKI Jakarta の水質環境基準値の 5 倍以上) の地点を示す。

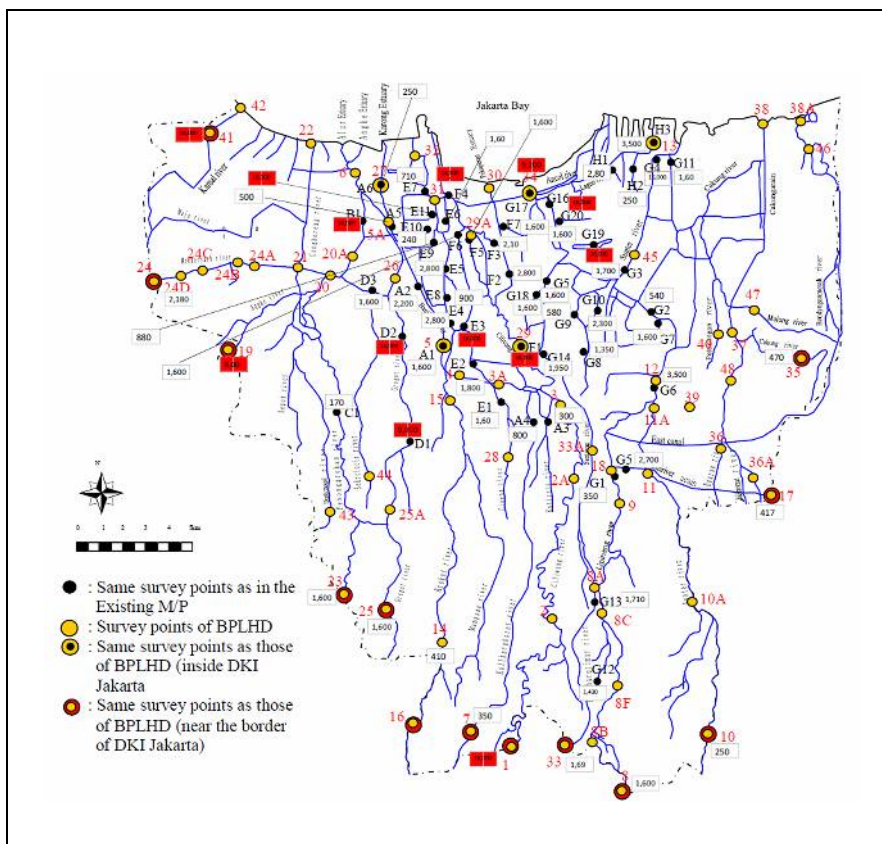


図 1-5 水質調査結果 (糞便性大腸菌群数)

出典: インドネシア国ジャカルタ汚水管理マスタープランの見直しを通じた汚水管理能力強化プロジェクト

糞便性大腸菌群数の測定結果

計 65 サンプルの内、22%がジャカルタ特別州の水質環境基準 (グループ D) である 4,000 MPN /100mL を超過、同じく計 65 サンプルの内、11%が 10,000MPN/100mL を超過していた。

BOD 値と同様に、河川の下流から河口のジャカルタ特別州の北部で糞便性大腸菌数が高い傾向にあることが指摘されている

備考:
赤字は糞便性大腸菌群数が 10,000MPN/100mL 以上 (DKI Jakarta の水質環境基準値の 2.5 倍以上) の地点を示す。

1-1-3 ジャカルタ特別州での下水道整備における開発課題（マイクロレベルの課題）

(1) 面整備の遅延要因としての施工技術上の課題 - 非開削工法の必要性

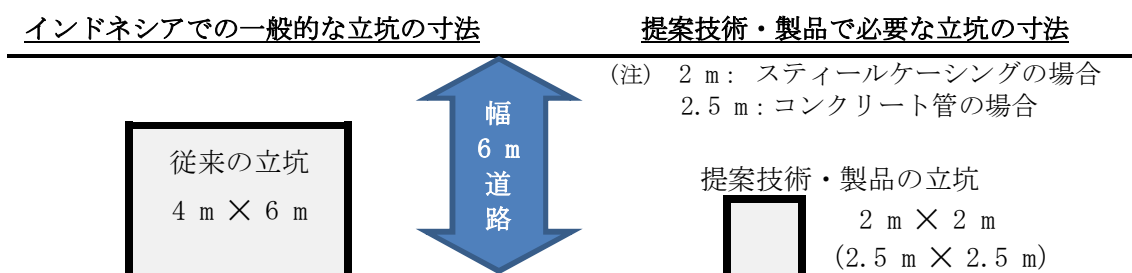
公共事業・国民住宅省は、①住民の低い関心、②地方自治体の予算不足、③強制執行が可能な法の未整備が面整備の遅延要因で、供用中の下水処理施設の低稼働率の原因とこのことだったが、現地調査と本邦受入活動の結果、次の施工上の課題がある事が判明した。即ち開削方法や既存の推進工法に代わる非開削の小口径下水道推進工法技術が必要であることが確認された。

- ア 地表から深さ約 5m までの地中に電力ケーブル、通信ケーブル、ガス管等ユーティリティサービス配管等の埋設物があり、地下 5m 以上の深さに面整備管路を敷設する必要がある。
- イ 海に近い地域、ジャカルタ特別州北部等、では、地下水位が高く、且つ、シルト質の土質で地耐力が小さく、深く掘削していくことが困難である。

(2) 今後の面整備推進上の技術上の課題

既存の推進工法では、小口径管（径 600mm 以下）を使う面整備管渠工事では、次の技術上の課題があることを確認した。

- ア 交通量が多く道路幅が 6m の狭隘な道路でも、交通を遮断せずに施工が可能であること。面整備の対象となる道路は幅が 6m という狭隘な道路が多く、かつ、交通量も多い。既存の技術では 4m × 6m の大きさの立坑が最小で、この条件に適う場所を選んで面整備を進めてきたが、今後、面整備の対象となる道路は幅が狭いところが大部分とのことである。（ジャカルタ特別州 Zone-0 の面整備推進担当のジャカルタ下水道公社による説明）



イ 小口径下水道の採用予定の PVC 管（塩化ビニル管）の推進工事

現在普及しているコンクリート管では、汚水中の硫化水素が化学変化し硫酸となり、内部腐食発生のリスクがある。人が入って維持管理が出来ない 400mm 以下の小口径管は PVC 管（塩化ビニル管）が採用されることになったが、PVC 管を推進する技術がない。



コンクリート・ヒューム管の腐食例

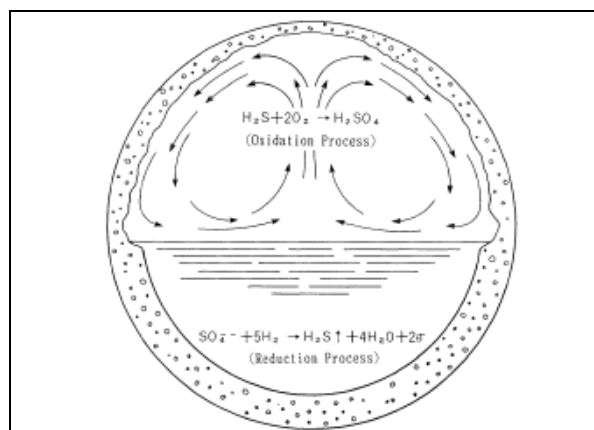


図 1-6 下水管内での腐食メカニズム

出典：「硫化水素による下水管路の侵食についての一考察 - J-Stage」に基づき JICA 調査団作成

ウ 軟弱地盤での立坑工事の困難さ

ジャカルタは地盤沈下が著しく、ジャカルタ北部プルート地区で1mの沈下（6年間）や20cmと40cm沈下（2007～2011年）の報告がある。地下水位が高く軟弱な地盤の場合、既存の立坑構築技術（人力掘削・横矢板工法）では立坑が構築中に崩落する恐れが高い。また、第0処理区の小口径（600mm）推進工事で、立坑の強度不足で工事が中断、推進機を掘削して回収する事故が発生した。小口径用管路は50m～70m間隔で立坑の構築が必要なため立坑の数は多く、軟弱な地盤でも安全に施工できる立坑技術が不可欠である。




 <p>ジャカルタ北部地盤沈下状況 (2階に玄関を移設)</p>	 <p>MUBA (プルート地区) 地盤沈下(6年間で1m沈下)</p>	 <p>立坑の崩落事故</p>
<p>出典 A: JICA 調査団作成、B: 経済担当調整省「ジャカルタ首都湾岸統合開発マスタープラン」に基づき JICA 調査団作成、C: イセキ開発工機インドネシア国下水管路建設における推進工法技術の普及・実証事業業務完了報告書に基づき JICA 調査団作成</p>		

図 1-7 ジャカルタ市内の地盤沈下状況他

エ 大規模商業施設へのハウスコネクション

下水料収入の優良顧客である大規模商業施設へのハウスコネクションが下記理由であまり進まず、この分の下水料収入が得られていない。第0処理区でハウスコネクションが必要な商業施設は50か所以上あるが、2～3か所/年のペースでしか進んでいない。

- ① ハウスコネクションにおける商業施設側の費用負担
商業施設近くの下水管路マンホールと近くの点検孔（Inspection Hole）の接続は、下水道公社の費用負担だが、点検孔と商業施設の汚水処理施設間の接続は商業施設側の費用負担となるため、商業施設はハウスコネクションに消極的である。なお、ハウスコネクション工事は、マンホールまでの接続を含め、下水道公社が施工している。
- ② 商業施設敷地内での施工に伴う商業施設側から提示される施工条件の充足
 - ・ 地階の商業施設・駐車場、屋外施設（駐車場、プール等）を避けた配管ルートとする。
 - ・ 施工に際しての騒音・振動等を商業施設が許容可能な範囲に抑える。
 - ・ 敷地内に構築する立坑の大きさは最小限とする必要がある。

※上記②に基づき、実状を確認のために、ジャカルタ下水道公社職員の案内で、次の2か所の商業施設を訪問し、商業施設側の責任者と、ハウスコネクションの経路および条件を確認した。技術的には、提案技術を利用すれば施工可能であることを確認した。施行方法を説明したが、商業施設側は費用の観点から下水管路への接続については消極的だった。



Century Park Hotel

Senayan City

図 1-8 大規模商業施設等へのハウスコネクションの経路例

出典：JICA 調査団作成

1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

1-2-1 中央政府による下水道整備計画、政策、法令等

中央政府による開発計画は開発の方針、方向性を示す国家長期開発計画（National Long Term Development Plan: RPJPN2005-2025）、5年毎に中期的かつ具体的な方針を示す国家中期開発計画（National Medium Term Development Plan: RPJMN2015-2019）、及び公共事業・住宅省の計画などからなる。

政府のミレニアム開発目標（MDG 2015）では衛生的なトイレへのアクセスが62.41%と定められ、2014年時点で60.5%が達成された。公共事業・国民住宅省は国家中期開発計画（RPJMN 2015-2019）に基づき、衛生的なトイレへのアクセス100%を目標とする中期戦略計画（No. 13/PRT/M/2015）を策定。同省人間居住総局は2019年までに衛生処理施設へのアクセス人口割合100%を達成するために、次の施設整備について省内に通達（No. 50/SE/Dc/2016）している。

ア 目標：

中央集中処理と個別分散処理を組み合わせ衛生的なトイレへのアクセスを100%にする。

（内訳）

- ・85%：基準を満たす中央集中処理にて、衛生的なトイレへのアクセスを達成。
- ・15%：個別分散処理にて最低限必要な基本サービスを提供し、衛生的なトイレへのアクセスを達成する。

イ 具体的な施策：

- ① 12か所の都市・街区にて、集中下水処理施設を備えた生活排水のインフラ整備を行う
- ② 5,000か所の地域においてコミュニティ排水処理施設の整備を行う
- ③ 200か所の地域において地域型排水処理施設の整備を行う
- ④ 222か所の都市・街区においてし尿処理施設（IPLT）を整備し汚泥の管理を行う。

国家中期開発計画（RPJMN2015-2019）に記載されているインフラ部門の内の水資源（上水道、下水道、廃棄物部門）に必要な予算総額と内訳は、次のように記載されている。

表 1-3 インドネシア国家中期開発計画（RPJMN2015-2019）水資源予算額

総予算額（水資源）：499兆インドネシアルピア（以下、ルピアと称す）				
※円貨表示：JICAの2018年8月用為替レートにて換算				
中央政府予算	地方政府予算	国有企業予算	民間部門予算	総予算額
227兆ルピア （約1.75兆円）	198兆ルピア （約1.53兆円）	44兆ルピア （約0.34兆円）	30兆ルピア （約0.23兆円）	499兆ルピア （約3.85兆円）

出典：BAPPENAS「中期開発計画」に基づき JICA 調査団作成

1-2-2 ジャカルタ特別州による下水道整備計画、政策、法令

ジャカルタ特別州では、下水道整備（普及率4%、2014年）を環境・衛生・洪水対策に資する重要課題として、2012年にマスタープラン（2050年に100%達成）を策定したが、NCICD（ジャカルタ首都湾岸統合開発計画）で計画されている雨水調整池（水道水源池）の水質確保の観点から、州知事規則（Governor Regulation Np. 41/2016）にて、下水道整備を前倒しする計画が発表された。2016年の州知事規則により、変更となった主な点は、以下の通り。

表 1-4 ジャカルタ特別州下水道整備計画完了目標

ジャカルタ州下水道整備計画	完了目標		中間目標	
	中央集中処理	個別分散処理	達成年	下水整備完了目標数
マスタープラン（2012年策定）	80%	20%	2030年	7つの下水処理区
州知事規則（2016年制定）	65%	35%	2022年	10の下水処理区

出典：PD PAL Jaya「Wastewater infrastructure in Jakarta」に基づき JICA 調査団作成

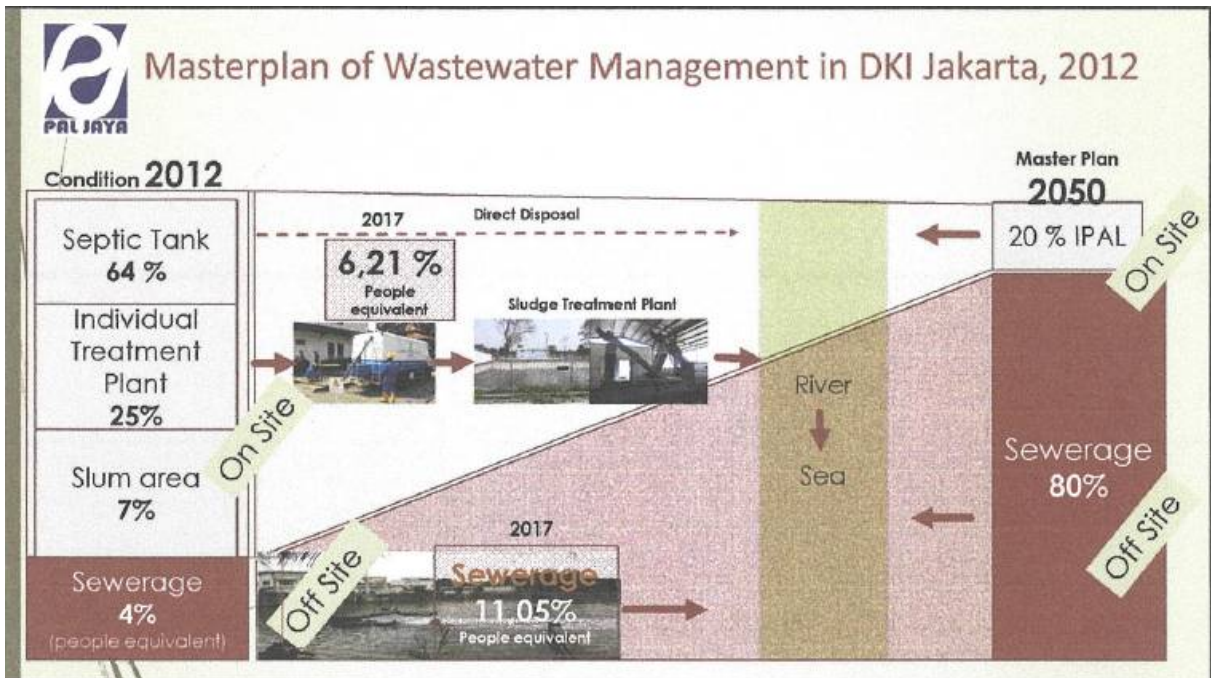


図 1-9 ジャカルタ特別州下水道整備マスタープラン（2012 年）

出典：PD PAL Jaya 作成の「Wastewater infrastructure in Jakarta」より抜粋

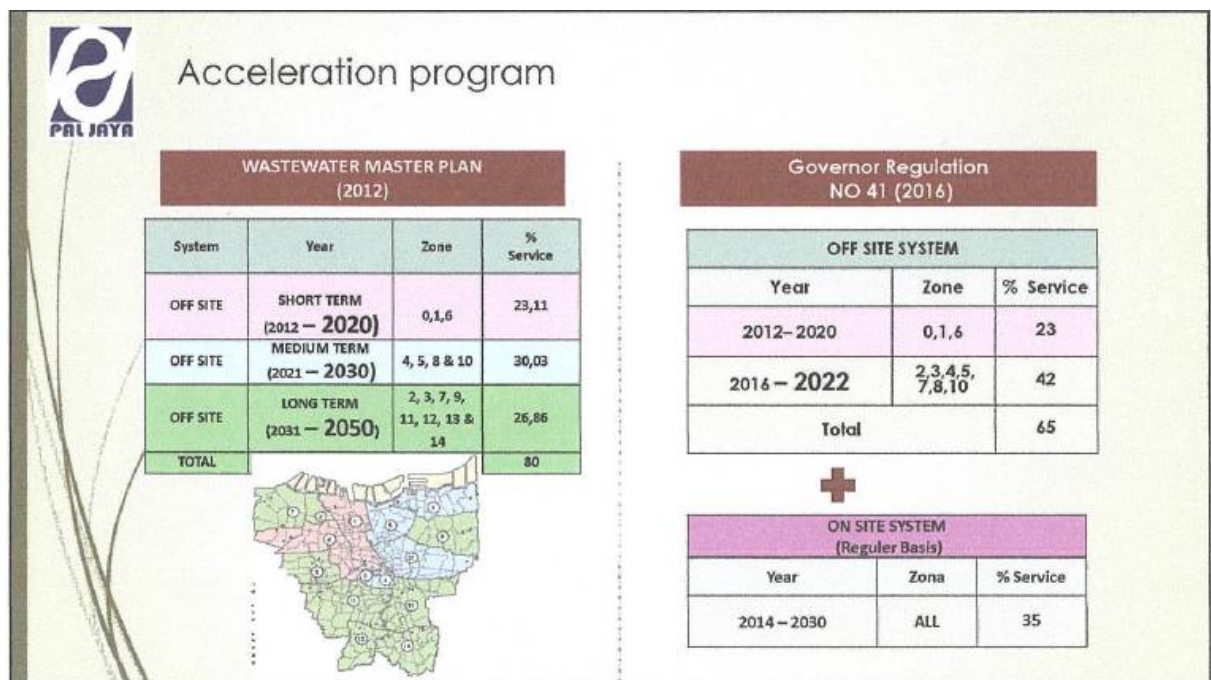


図 1-10 ジャカルタ特別州下水道整備に係る州知事令（2016 年）

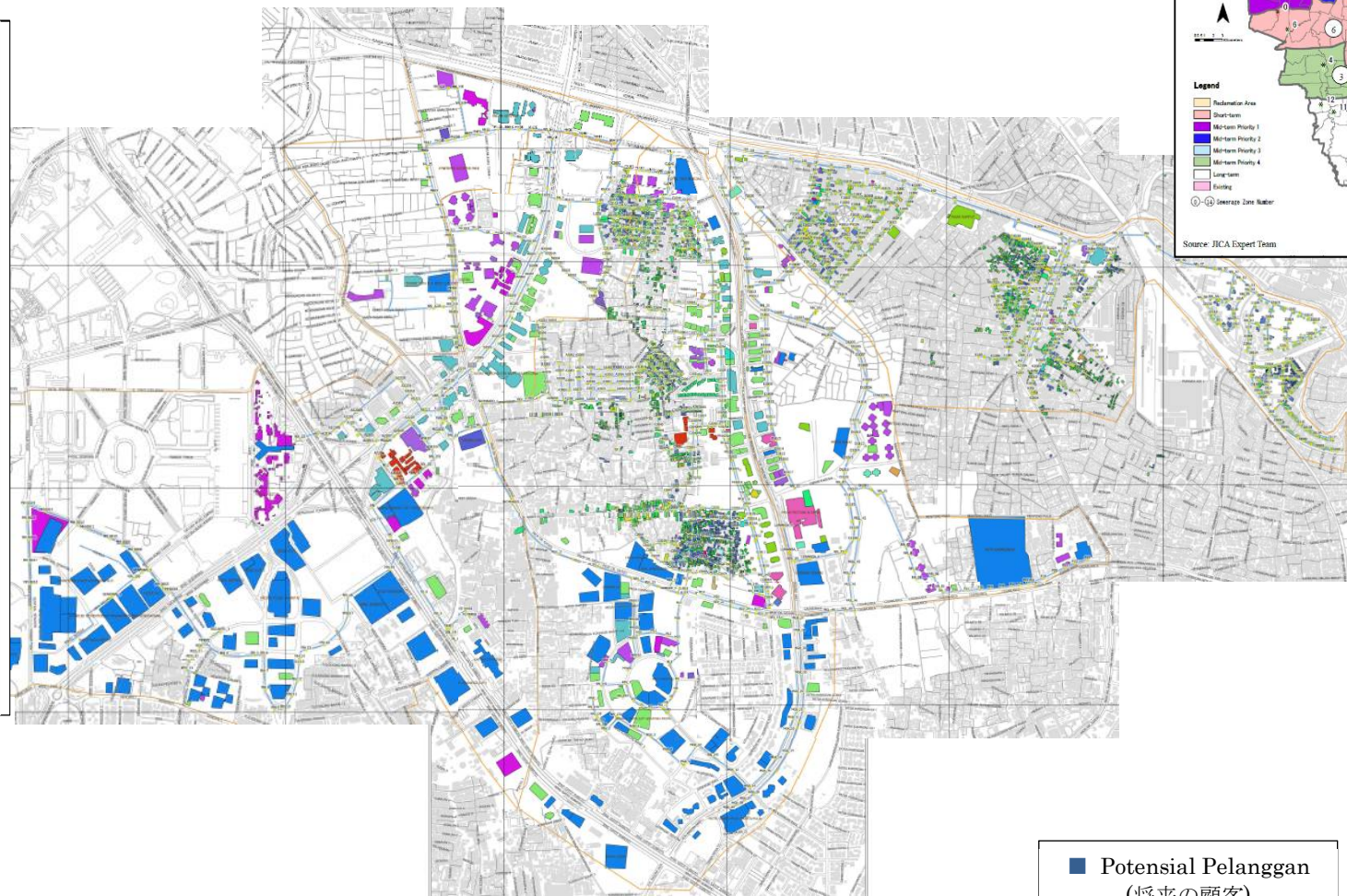
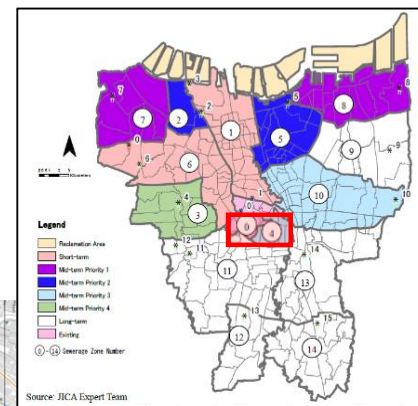
出典：PD PAL Jaya 作成の「Wastewater infrastructure in Jakarta」より抜粋

1-2-3 ジャカルタ特別州の下水道整備（ハウスコネクション）の状況

(1) ジャカルタ特別州 Zone-0 における面整備状況

ジャカルタ特別州 Zone-0 における、現在の面整備状況は、次ページの図 1-11 の通り。

PD PAL Jaya 下水道供用区域 (2015年) 第0処理区 接続済みの建築物 (青色を除く色塗り部分)



■ Potensial Pelanggan
(将来の顧客)

図 1-11 ジャカルタ特別州・第0処理区下水道面整備状況
出典：PD PAL Jaya_2018

(2) 下水処理施設への接続戸数状況

下図に、ジャカルタ下水道公社による DKI ジャカルタにおける下水処理施設への接続戸数を示す。1991年の供用開始以来2,602戸・棟の顧客を対象として下水道サービスを提供している。年間の接続戸数の増加は、約100戸である。日本の大都市の経験を物差しとして、ジャカルタ特別州の人口規模から考察すると、約1,000倍程度の顧客を対象とする整備を進めなければならないことになる。

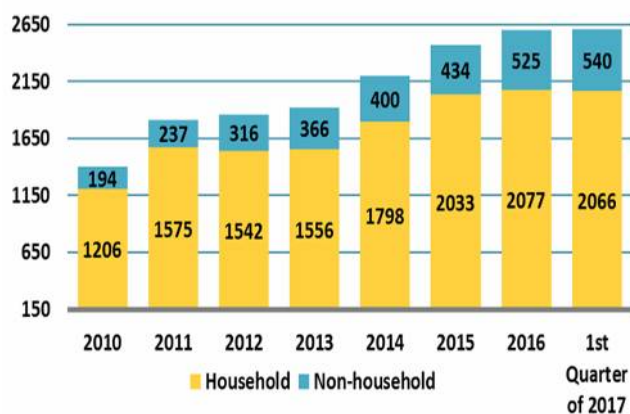


図 1-12 下水処理施設への接続戸数の変換
出典：PD PAL Jaya 資料に基づき JICA 調査団作成

City	人口	ハウスコネクション
	(人)	(戸数)
札幌市	1,856,442	735,429
東京都	8,194,727	4,117,470
横浜市	3,518,095	1,513,231
名古屋市	2,130,983	1,047,600
京都市	1,385,401	534,154
大阪市	2,497,208	1,338,251
神戸市	1,493,841	702,941
北九州市	990,878	466,524
ジャカルタ特別州	10,818,385	2,602

出典：JICA 調査団作成

1-2-4 下水道・汚水管理に関する法令

(1) 汚水管理法

ア 水質管理政策の基本となる法律は、以下の通り。

表 1-6 インドネシアの環境・水質管理に関する法規制

分野	法令
環境管理	環境管理法 (EPMA No. 32/2009) ※1982年制定、1997年・2009年に改訂
	空間計画法 (Law of Spatial Planning No.26/2007)
	環境監査 (MOE Regulation No.3/2013)
水質	水質汚濁防止及び水質管理に関する政令 (Government Regulation No. 82/2001) ※関連するガイドラインを省令で規定、本政令に基づき環境基準を設定
	水資源法 (Law of Water Resource No. 7/2004)
	水質汚濁防止及び水質管理に関する環境大臣令 (MOE Regulation No.1/2010)
	表流水及び地下水資源利用に関する政令 (Government Regulation No. 121/2015)
	上水道システムに関する政令 (Government Regulation No. 122/2015)
	生活排水基準に関する環境・林業省令 (MOEF Regulation No. 68/2016)
	汚水管理に関する法律 2017 年代 456 号

出典：日本企業の海外における事業展開に際しての環境影響評価ガイドブック～インドネシア編（改訂版）～IGES 2018 より、JICA 調査団編集

イ 河川浄化プログラム (Program Kali Bersih - PROKASIH)

河川浄化プログラムは水質汚濁による負荷を発生源において削減することを目的とした総合的な水質汚濁防止プログラムで、州政府と県・市政府とが協力して実施される。

(2) 生活系排水（都市排水）に適用される排水基準

生活系排水（都市排水）に対する排水基準が、次表の通り 2016 年の新規則で強化された。この基準を遵守するためには、新基準に適合する下水処理施設での排水処理と、ハウスコネクションを含む下水道面整備の早期推進が不可欠となる。

表 1-7 排水の水質基準

既存の排水処理施設は、環境・林業大臣規則（2016 年第 68 号）に適合できるよう、より一層の技術改善が必要となっている。

パラメータ	環境・林業大臣規則 (2014 年第 5 号)	環境・林業大臣規則 (2016 年第 68 号)
pH	6-9	6-9
BOD	100 mg/L	30 mg/L
COD	—	100 mg/L
TSS	100 mg/L	30 mg/L
Oil and Fat	10 mg/L	5 mg/L
Ammonia	—	10 mg/L
Total Coliform	—	3,000 MPN /100 mL

出典：「アジア汚水管理パートナーシップ設立準備ワークショップ」（2017年12月13日ヤンゴンで開催）でのインドネシア公共事業・国民住宅省の発表資料に基づき JICA 調査団作成。

※新排水・水質基準が適用される施設

共同住宅、簡易ホテル、寮、医療サービス、教育施設、事務所、商業、市場、レストラン、集会場、レクリエーション施設、競技場、居住区、産業、下水処理施設、住宅用下水処理施設、都市型下水処理施設、港湾、空港、鉄道駅、ターミナル および刑務所。

1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国のインドネシアに対する開発協力の基本方針は、インドネシアのバランスのとれた経済発展と国際的課題への対応能力向上への支援で、同国が持続的な成長を遂げる上で障害となっている陸運・空港・港湾などの運輸交通分野におけるインフラ不足と質の低さ、電力供給量の制約と不安定さ、また、ビジネス活動や生活に適した都市環境に必要な都市基盤の整備などの課題に対し、運輸・交通、電力、通信、都市基盤に関するインフラ整備等を促進して、成長のボトルネックを解消し国際競争力の向上により持続的な経済成長と雇用創出を実現するための支援を行うことが我が国の同国への開発協力における重点目標の一つとなっている。

インドネシアでは急速な経済成長と都市への人口集中に、ビジネス活動や生活に適した都市環境整備は追いつかない状況で、同国政府にとって下水道・雨水排水は交通インフラと並ぶ最重要プロジェクトとして、これまで我が国は、環境保全の一環として都市環境整備を挙げ、民間セクター主導の経済成長の加速化を図るための施策の一つとして「ジャカルタ首都圏を中心としたインフラ整備支援等」を謳い、下水道整備マスタープランの作成や JICA 専門家を派遣するなど最大の支援国として関わり、現在は、同国に対して、次の ODA 案件を通じて下水道整備を支援している。当該開発課題の解決はこれらの ODA 案件の円滑なる遂行に資するものである。

1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

1-4-1 我が国 ODA 事業の先行事例分析

(1) デンパサル下水道整備事業・第二期事業（円借款）

デンパサル下水道整備事業・第一期事業（下水管路の敷設、ポンプ場建設及び汚水処理施設の建設等）に続き、第二期事業として、バリ島デンパサル、クタ地区及びサヌール地区の下水道管渠（主管、二次管、三次管及びハウスコネクション）の敷設、運営・維持管理用資機材の調達（管路清掃車等）等が円借款で実施された。

第一期事業で対象から外れたホテル等の商業施設を多く含む緊急性の高い地域や、住民からの要望の強い地域、合計 715ha を対象に、下水サービスの整備を支援し、居住環境・自然環境の改善、ひいては下水道普及率の拡大や地方政府主導の運営・維持管理体制の確立を図ることにより、同地域の持続的成長の促進に資することを目指した結果、デンパサール下水処理施設の遊休率は 37.2%という低い数字となっている。

(2) ジャカルタ特別州における下水道整備に係る ODA 事業

深刻な浸水被害から水衛生環境を保護するため、ODA による事業化に向けて、以下の通り、マスタープラン策定に始まり、技術協力、円借款案件形成協力準備調査が実施され、2017 年 11 月 12 日のフィリピン・マニラでの日・インドネシア首脳会談で、ジャカルタ下水道整備計画を含むインフラ案件の迅速な実施のため緊密に両国間での協力が確認された。

ジャカルタ特別州下水整備計画において、下水道管渠（主管、二次管、三次管及びハウスコネクション）の建設が円借款により実施される予定である。ジャカルタ特別州は、デンパサールと違い、急激な都市化による交通量の多い、狭隘な道路での面整備ということで開削工法は、ほとんど使えず、推進工法が主となるので、提案技術・製品の貢献余地が大きい。

ア 排水及び衛生施設・下水道計画のマスタープラン（Master Plan：M/P）策定
1991 年に公共事業省と共同でジャカルタ首都圏を対象とし目標年を 2010 年として策定。

イ 技術協力プロジェクト

(ア) ジャカルタ首都圏流域水害軽減組織強化プロジェクト（2007～2010 年）、同総合治水能力強化プロジェクト（2010～2013 年）

(イ) ジャカルタ汚水管理マスタープランの見直しを通じた汚水管理能力強化プロジェクト・改定マスタープラン策定（2011～2012 年）

(ウ) 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：2011～2012 年）

ウ 円借款案件形成を目的とした協力準備調査

(ア) 2013 年の第 6 処理区全域の汚水処理施設（処理場・管渠）整備の協力準備調査。

(イ) ジャカルタ特別州下水道整備事業（第 6 処理区）追加調査

(ウ) ジャカルタ特別州下水道整備にかかる計画策定能力向上プロジェクト（2015 年 12 月～2018 年 1 月）

(エ) ジャカルタ特別州下水道整備事業（E/S）に係わる円借款貸付契約

2014 年 2 月に円借款貸付契約が締結され、現在、第 1 処理区の下水処理場・下水管路の詳細設計、入札補助等に係るエンジニアリング・サービスが実施されている。

1-4-2 海外ドナーの先行事例分析

(1) 海外ドナーによる下水道セクターの支援プロジェクト

インドネシア国内の下水道を支援中の海外ドナーと支援都市について、次表に示す。

表 1-8 海外ドナーによる下水道事業支援プロジェクト（実施中）

援助機関	支援都市
アジア開発銀行 (ADB)	単独融資：Bandung、Medan、Yogyakarta 豪州 AuAid との協調融資：Jambi、Palembang、Pekanbaru、Makassar、Chimahi
世界銀行	Surakarta、Banjarmasin、Jakarta (Zone-0)
オーストラリア 国際開発庁 (AuAID)	下水道建設：Palembang 技術援助 (Capacity Building)：Banjarmasin、Balikpapan、Surakarta ADB との協調融資：Jambi、Pekanbaru、Makassar、Chimahi
韓国	バタム

出典：インドネシア国ジャカルタ特別州下水道整備にかかる計画策定能力向上プロジェクト_JICA2017

(2) ADB およびオーストラリアによる支援

The Indonesia Infrastructure Initiative (INDII) は、AuAID の支援で 2008 年に設立され、交通、上下水道・サニテーション分野を支援、特に下水道事業の事業化支援のため、初期環境調査 (Initial Environmental Examination) (IEE) を通じて、下水道事業の施設計画・プロジェクトスコープ、下水道による環境改善効果・水環境への影響、住民移転などの社会環境配慮について支援してきた。5 都市で、70,400 戸のハウスコネクション費用を予算化した。

INDII の後継機関として設立された The Indonesia Australia Infrastructure Partnership (KIAT) が支援するパレンバン市下水道プロジェクトでは、計画・資金拠出の段階から地方政府が参加し、豪州政府無償資金は地方政府に直接供与され、所要資金の 69% (豪州政府無償資金 + 地方政府資金) を地方政府が管理する。地方政府が下水整備の主導権を握り、計画・建設段階から深く関与することで、地方政府主導の運営・維持管理体制の確立を図るのが狙いである。

過去の支援が中央政府を相手として計画・建設が実施され、完成後に地方政府に下水処理施設の所有権が移管されるため、地方政府の意見や実状が反映されないまま運営・維持管理を地方政府が担わされ、地方政府に不満だけが残るという点を反省したもので、表 1-8 に記載した海外ドナーによる下水道支援プロジェクトの中で、初めての試みといえる。

地方政府が主導権を握ることで、緊急性の高い地域や強い要望のある地域への面整備が下水道整備の初期段階から計画・実施され、下水道経営の料金収入面で重要な商業施設へのハウスコネクションも当初の計画段階から検討されることとなる。運営・維持管理を担う地方政府にとり望ましい形態であり、小口径下水道面整備管渠工事の重要性が増すこととなる。但し、ハウスコネクションの工法は、ボーリング方式が検討されている。

表 1-9 パレンバン市下水道プロジェクト予算および財源

予算項目	基準コスト見積 (豪州ドル/円貨換算)		
	豪州政府 無償資金	インドネシア国 中央政府	南スマトラ州 パレンバン市
下水道管渠工事			
		19.2 百万豪州ドル (15.78 億円)	24.2 百万豪州ドル (19.89 億円)
排水移送システム			
ポンプシステム、圧送管	1 百万豪州ドル (0.82 億円)	13 百万豪州ドル (10.69 億円)	
排水処理施設			
整地、建設、試運転、1 年間 操業、O&M 研修、予備品	39.5 百万豪州ドル (32.47 億円)		0.45 百万豪州ドル (0.37 億円)
予備費			
予備費 (物理的、インフレ)	4.5 百万豪州ドル (3.70 億円)		
ハウスコネクション (12,000 コネクション)			
先行ポーション (1,000 コネクション)		0.6 百万豪州ドル (0.49 億円)	
残ポーション (11,000 コネクション)			6.4 百万豪州ドル (5.26 億円)
小計		0.6 百万豪州ドル (0.49 億円)	6.4 百万豪州ドル (5.26 億円)
合計	45 百万豪州ドル (36.99 億円)	32.8 百万豪州ドル (26.96 億円)	31.05 百万豪州ドル (25.52 億円)
総合計	108.85 百万豪州ドル (89.47 億円)		

出典：KIAT 作成のパレンバン市下水道プロジェクト・プロジェクト設計書に基づき JICA 調査団作成

第2章 提案企業、製品・技術

2-1 提案企業の概要

2-1-1 企業情報

提案企業は、地建興業(株)と三和機材(株)の共同企業体で、推進工事に係る豊富な施工技術と技術を活かす製品（推進機・立坑構築用専用機）の緊密な連携で対象国の課題解決に挑む。

(1) 地建興業株式会社

創業以来38年間、推進工事、地盤改良工事、管更生工事等の分野で施工技術の改良・発展に精進し、都市インフラ整備に貢献。施工の難しい推進工事に、特に積極的に取り組み、その過程で既存の工法や推進機の改良にも携わったため、現在では、30種類以上の施工方法を駆使して、あらゆる土質・地盤や顧客のニーズに対応可能な特殊推進工事会社として、大手ゼネコン、地方自治体の評価を得ている。また、開発・改良した各種施工工法用専用機を常時保有し、そのレンタル・リース・販売も手掛け、推進業界全体の底上げを図っている。

- ・所在地：愛知県刈谷市場割町1丁目4番地1
- ・設立年月日：昭和55年6月18日
- ・事業内容：推進工事を核に、管更生工事、グラウト工事、ウェルポイント工事、立坑マンホール築造工事、法面・地すべり対策工事、一般土木工事、環境関連事業、産業廃棄物中間処理、上記工事に関する調査、設計、コンサルタント業務

(2) 三和機材株式会社

創業後62年の歴史を有す建設基礎機械の設計・製造・販売会社。1957年に開発した自社製品「アースオーガ」は現在約7割の市場シェアを誇り、内外の国土づくり、都市の近代化、インフラ整備に貢献。提案製品は、「アースオーガ」の掘削技術を横工法に応用した非開削推進機で、少ない占有面積で下水道工事が可能という特長を有す。

- ・所在地：東京都中央区八丁堀1丁目9番8号
- ・設立年月日：昭和30年10月21日
- ・事業内容：建設基礎機械、産業機械の開発・製造・販売。主な製品は次の通り。各種アースオーガ、大口径全旋回掘削機、ミキシングプラント、下水道工事用小口径管推進機、下水道立坑築造機、その他各種工法機

2-1-2 海外ビジネス展開の位置づけ

(1) 経営方針における海外ビジネス展開の位置づけ

ア 今後の少子化による人口減少、東京オリンピック以降の国内需要の更なる減少見通しから、雇用維持・継続、磨き上げた技術・製品の販路拡大・更なる技術革新を目指すためには、今後継続的に需要の増大が見込まれるアセアン諸国のインフラ整備に積極的に関わることが不可欠。グローバル化に対応した経営の推進により社会貢献を果たすことで、企業の持続的発展を目指すことを両社は経営方針としている。

イ また、海外事業を経営戦略上、次のように位置付けている。

(ア) 地建興業(株)

優先経営課題の一つ。ベトナム、マレーシアでは現地企業との業務提携により、市場調査・現地技術者リクルート・人材育成を図ると共に、国内同業他社との密接な情報交換・連携、監督諸官庁との情報共有・協議等を進めている。

2016年に、ヨルダン国での200mの推進工事を国内のゼネコン経由受注し、現地で施工した実績を有す。

(イ) 三和機材(株)

営業本部に「国際商事部」を設置し、海外事業開拓・推進の専任メンバーを配置し、海外市場開拓拠点として2005年に中国江蘇州(現在は呉広経済開発区)に独資で進出するとともに、台湾の雄義實業有限公司と推進機の業務提携を締結しアセアン市場を開拓中。

(2) 海外ビジネス展開の目的

- ア 減少する日本国内の需要の代替
国内の下水管路建設は、ほぼ概成し維持管理段階に移行し、下水管路整備需要一方、ASEAN、特にインドネシアの下水道普及率は4%と極端に低く、減少する国内の下水管路整備需要の代替となり得る。
- イ 開発技術の更なる改善、人材育成(後継者)・人材開発(組織・体制のグローバル化)
提案技術・製品は課題や難工事を通じて改良・発展してきたもので、新たな海外ビジネスに組織として取り組むことで、次世代への技術継承及びグローバル人材を育成する。
- ウ 地元経済への貢献
国内の雇用増大及び相手国との貿易・投資・交流拡大を通じての地元経済のグローバル化に貢献する。

(3) 海外ビジネス展開の方針

- ア 提案技術の適応性の確認(技術面)及びインドネシア企業との連携・協力により、インドネシア市場に合致した競争力のある共同施工体制及び製品の現地化を図る(販売・制作・メンテナンス面)。また、地建興業は国内でリース事業も手掛けており、このノウハウの現地化を図る形で、保有する100台以上の各種推進工法用専用機を有効活用することで、競合相手との差別化を図る。
- イ 取組みに際しては、リスクコントロールを強化し、施工会社と建設機械製造会社の協業という強みを活かした新たなビジネスモデルの創出を心がけ、同業他社・先行進出日本企業などと失敗事例を含む情報共有に努め、日伊両国の人材育成・人材活用を図る。
- ウ インドネシア国及びアセアン地域の下水道整備に貢献すると共に提案企業の地元・業界での雇用増大・経済発展に寄与する。
- エ 海外展開中の国・地域・都市は、次の通り

(ア) 地建興業(株) :

ベトナム・ハノイ市。現地企業と業務協定を締結、ベトナムの大卒・高卒延べ18名を受入れ、技能教育中。また、マレーシア市場についても現地企業と協議中である。

(イ) 三和機材(株)

中国江蘇省に製造拠点を設置し、中国市場と日本向けの部品ビジネスを推進中。台湾・雄義實業有限公司(HYI)と推進機の業務提携を締結し、台湾および東南アジア向け輸出を推進。インドネシア市場攻略につき、HYI社と協議中である。

2-2 提案製品・技術の概要

2-2-1 ターゲット市場

(1) ターゲットとなる「国内外の市場」(インドネシアを除く) :

小口径下水道面整備管渠工事を中心となるが、国内市場での実績をもとに、海外でも推進工事技術を活かした都市インフラ整備に係る土木/建設基礎工事、地盤改良工事、グラウト工事、地下水位低下工事、管路維持管理工事、管更生工法(非開削で管のリハビリ)、地下水・土壌浄化、廃棄物中間処理および一般土木工事にまでターゲットの拡大を図る。

(2) 市場の「動向」

国内市場は、東京オリンピックまで需要は微増だが、それ以降は、漸減する見通し。海外市場では、地建興業のベトナム開発中案件が数年以内に動き出す模様で、また、三和機材の推進機についての引合いが台湾、マレーシアをはじめ東南アジア地域から増加傾向にある。

(3) 提案製品・技術の位置づけ

推進機は国内・欧米・中国に競合他社が数社存在するが、1台で高耐圧管（コンクリート管など）と低耐圧管（塩ビ管など）を推進可能な小口径用推進機は少なく、また、構造がシンプルで機械操作・維持管理が他社製品と比べて容易であるという優位性を有する。

小口径の面整備管渠工事は、一般的に下水浄化施設と下水道幹線工事が終了した後、住民理解を得ながら進めることが多く、提案製品・技術の海外展開はこれからの展開となる。海外展開では現地パートナーへの技術移転と様々な土質や地盤、周辺環境への対応が鍵となるが、操作・維持管理が容易という提案製品の特長は技術移転において強みであり、また日本国内で小口径推進に特化した豊富な施工経験をを活かすことで、他社製品・技術との差別化を図る。

提案製品は、インドネシアに約25年前にシンガポール業者経由1台輸出されたが、どの様に利用されたかは把握できていない。その後は小口径下水道面整備自体が少なく、かつ、開削工法が主流だったため輸出はしていない。

(4) 提案製品・技術のシェア等

国内では全ての都道府県で提案製品・技術が採用されている。

海外では、地建興業がベトナムとマレーシアの現地パートナーと業務提携を行い、ベトナムにおいては現地の人材育成を進めているが、相手国の予算・計画の遅延などから、施工工事の受注はできていない。

三和機材は、台湾の民間企業と業務提携を2013年11月に結び、以降、コンスタントに提案製品を台湾より受注している。ここ数年、2～3台/年を受注。同社の調べでは、台湾市場での同社小口径推進機は小口径市場の7割前後のシェアを誇る。また、台湾のパートナーの華僑ネットワークを通じて、東南アジアに輸出しているが、台湾市場以外は未だ小口径推進工場の市場そのものが育っていないため、市場でのシェアを争うステージには至っていない。

2-2-2 製品・技術の概要

(1) 製品・技術の特長

提案製品と技術は、小口径下水道面整備管渠工事を安全かつ効率的に非開削の推進工法にて実施する場合の推進機と立坑構築のための機械と技術である。

提案製品は、小口径（600mm以下）に特化、6m幅の狭隘な道路でも小さな立坑（2m～2.5m直径）を構築すれば交通を遮断することなく安全に推進工事が可能。作業終了後、夜間時に、立坑に蓋をすることで道路を開放することも可能。また、硫化水素腐食対策のためにPVC管（塩ビ管）が採用される場合でも、同一機械でPVC管の推進が可能。

更に、水位が高く軟弱な地盤で立坑の構築が困難な場所でも、両社の製品・技術を組み合わせたアート機とMMホールを使えば可能であり、かつ、施工ノウハウを習熟すれば、立坑1本を2～3日で構築できるため、施工期間の短縮も可能となる。

最大の特長は、提案製品の構造が簡単なため、推進機の操作と維持管理技術の習得が、1年程度で可能なことで、海外展開のために現地に技術移転を図る上で、極めて有利。現在、台湾では習熟し易いことと、施工効率が良く幅広い土質に対応可能なため、小口径推進機の市場の7割前後を提案製品が占める結果となっている。



図 2-1 狭隘な道路での小口径推進工事

出展：JICA 調査団作成

(2) 製品・技術のスペック・価格・特許の有無

下記は国内製造の場合の標準価格。調査を通じて現地化を図り、製品コスト引き下げを図る。

表 2-1 提案製品のスペック・価格

 <p>Model : SEH-508</p>	小口径推進機（オーガー方式一工程式、泥土圧方式一工程式推進機）		
	型式	Model SEH-508	Model SEH-616
	円形立坑	2m に対応	2.5m に対応
	対応管種	塩ビ管 200~500mm ヒューム管 200~400mm	塩ビ管 500mm ヒューム管 350~600mm
	押力	800kN	1,600kN
	価格	約 4,700 万円	約 5,900 万円
 <p>ART工機</p>	立坑構築用アート工法専用機		
	型式	ART-200TE	ART-250TE
	掘削口径	最大 2,032	最大 2,590
	回転トルク kN-m	392 (40)	490 (50)
	回転速度 rpm	1.6	1.3
	圧入力（要反力）kN	274 (28)	274 (28)
	価格	約 6,500 万円	約 8,900 万円
 <p>チェーンの接続</p>	立坑構築用アート工法用 MM ホール		
	型式	MM1号 (到達立坑用)	MML4号 (発進立坑用)
	内径(mm)	900	2,000
	側塊高さ(mm)	1,200, 1,500, 1800	1,200, 1,500, 1,800, 2,100,
	刃口高さ(mm)	900	
	価格 (深さ 5m の場合)	約 72 万円/基	約 166 万円/基

出典：JICA 調査団作成

2-2 製品・技術における特許（国内、海外）

地建興業	・マンホール築造工法（MMホール）、1999年4月 ・泥水加圧式小口径管推進工法（パス工法）、2006年11月
三和機材	建設機械を含めた登録特許数は159件。例：既設管の改築推進工法・装置、掘削ヘッド回転速度検出装置、推進機用カッターヘッド等

出典：JICA 調査団作成

(3) 国内外の販売実績

表 2-3 国内外の販売実績

国内	地建興業	過去10年間の実績：922件、合計売上額：178億円 主要販売先：（元請）名古屋市、愛知県、刈谷市他の地元地方自治体 （下請）スーパーゼネコン、ゼネコン、大手エンジニアリング会社
	三和機材	推進機の販売累計台数：680台以上。アート工法機：30台以上 主要販売先は、エンビ・ホリゾン推進協会・会員及びアート工法協会・会員。 エンビライナー工法は、47都道府県全域で採用
輸出	地建興業	ベトナム、マレーシア向けに受注活動をしているが、未だ、成約に至っていない。なお、5年前より18名のベトナム実習生を受入、育成中。
	三和機材	推進機の海外出荷台数：70台以上。輸出先は、台湾、韓国、中国、シンガポール、マレーシア、ブルネイ、イラク、クエート。インドネシアへは、25年前に他社経由1台。他に、推定だが50台以上輸出されている。

出典：JICA 調査団作成

(4) 内外の競合他社製品と比べた比較優位性

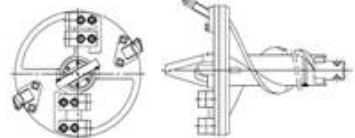
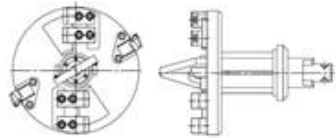
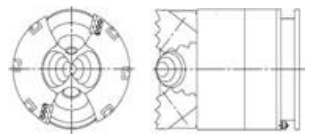
表 2-4 国内外の競合他社製品と比べた比較優位性

	機能・比較項目	提案企業	A社	B社
1	軟弱地盤・礫質を含むあらゆる地盤・地質に対応	◎	◎	△
2	1台で低耐荷管（塩ビ管/ABS樹脂管）と高耐荷管（ヒューム管、陶管、鋼管）の推進が可能。	◎	△	△
3	塩ビ管/ABS樹脂管は硫化水素による腐食に強い小口径下水管を推進可能	◎	△	◎
4	コンパクトな設計、掘削排土方式のため小スペース・ローコスト	◎*	○	◎
5	掘進機の方向性の制御・モニタリングによる所定の深さ・位置に管路建設が可能	◎	◎	◎
6	環境対策が容易、小型、安全、正確、安価、耐久性に優れる	◎*	△	◎

* A社は薬注使用のため、排出土砂を産業廃棄物として処理が必要。薬注・産廃処理用の追加設備設置スペースと環境対策（処分場等）の追加コストが掛かる。
出典：JICA 調査団作成

【軟弱地盤・礫質を含むあらゆる地盤・地質に対応】様々な種類の掘削アタッチメントを用意

表 2-5 土質別ヘッド形状と使用区分

形式	標準ヘッド	滞水ヘッド	ディスクカッターヘッド
地盤	一般土質、粘性、砂質粘性土質	滞水砂層	礫・玉石層、岩盤（硬岩）*
形状			

*切羽に推力をかけて回転させ、圧縮破碎と表面剥離破碎を繰り返し、搬送可能な大きさに破碎

出典：JICA 調査団作成



【1台で低耐荷管と高耐荷管の推進、硫化水素による腐食に強い樹脂管の推進が可能】

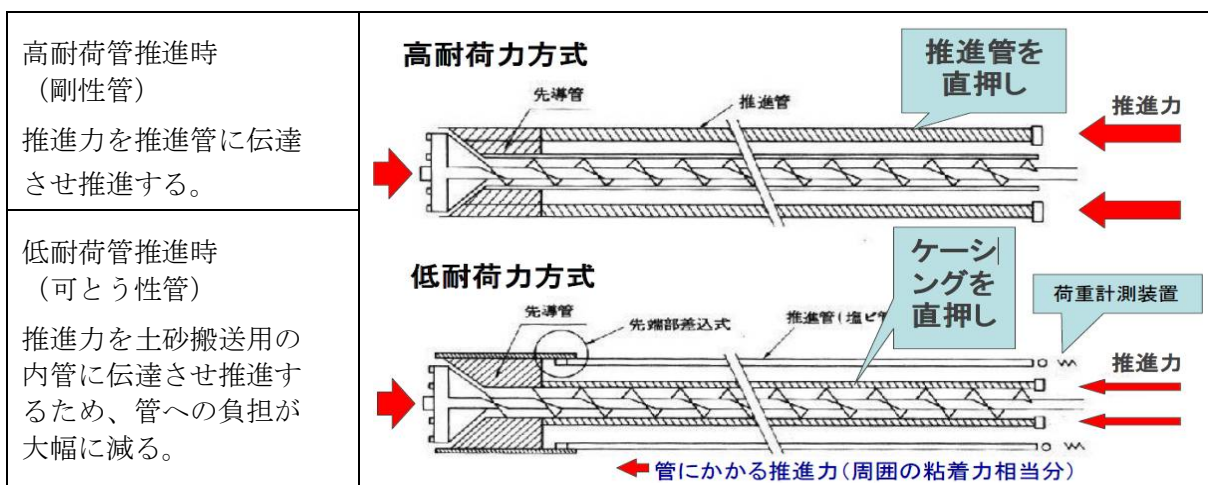


図 2-3 高耐荷管（剛性管）・低耐荷管（可とう性管）の推進メカニズム

出典：JICA 調査団作成

【掘進機の方向性の制御・モニタリングによる所定の深さ・位置に管路建設が可能】

レーザーターゲット装置を使い先導管の偏位を測定し、同時に傾斜計で上下の傾きを確認し、二重チェックを行う。方向修正は下右図のように先導管で行う。

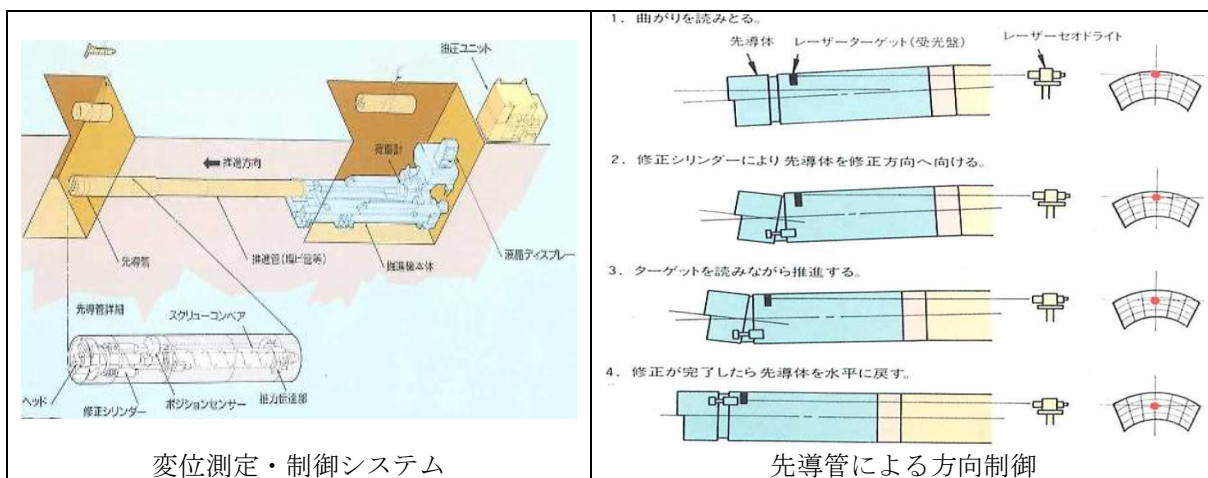


図 2-4 推進管の方向制御方式

出典：JICA 調査団作成

【コンパクトな設計、掘削排土方式のため小スペース・ローコスト】

他社の泥水方式（スラリー方式）では化学薬品を使うが、提案技術は水道水を使うので、通常の残土処理で済み、特別な設備は不要。廃土の産廃処理が不要。

【アート工法専用機と MM ホールの組み合わせによる立坑マンホール築造工事】

土質、地盤、施工条件に応じて、最適な施工方法の選択が可能である。

- ・全周回転或は反復回転方式により圧入するので軸ぶれが起きない：圧入時の地山の緩みがない。低振動、低騒音、地下埋設物や家屋への近接施工が可能
- ・立坑構築が短い：1～3日で完了。ライナープレート・地盤改良工法よりも経済的。
- ・MM ホールの採用で、鉄製ケーシングに加え、RC ケーシングが使用可能。
RC ケーシングはマンホールに転用可能のため、鋼材の消費量が少なく途上国向き。



図 2-5 マンホール併用の無薬注型立坑構築

出典：JICA 調査団作成

2-3 提案製品・技術の現地適合性

2-3-1 現地適合性確認方法

非公開

2-3-2 現地適合性確認結果（技術面）

非公開

2-3-3 現地適合性確認結果（制度面）

非公開

2-3-4 本邦受入活動の内容・結果

非公開

2-4 開発課題解決貢献可能性

C/P 機関の意向を踏まえ、実証テストをジャカルタ特別州 Zone-0 で計画している。ジャカルタ特別州では、実証テストで適合性を確認した後、提案技術・製品の採用により、遅れ気味となっているジャカルタ特別州の面整備の計画促進を図るとの意向である。ジャカルタ特別州での今後の面整備計画は、次の通りで、対象国の下水道面整備に大いに貢献出来るものとする。

表 2-6 ジャカルタ特別州下水道面整備実施スケジュール

	下水処理区	面整備の内容	計画時期	予算
1	第 0 処理区	大規模商業施設へのハウスコネクション (約 50 か所) 及び未整備の面整備推進	2018 年	ジャカルタ特別州 (DKI)
2	第 1、第 6 処理区	下水整備計画内の面整備・ハウスコネクション (小口径管路：推測 60~70km)	2012 年 ~ 2020 年	一部、円借款(予定)、残 DKI
3	第 2、第 3、第 4、第 5、第 7、第 8、第 10 処理区	下水整備計画内の面整備・ハウスコネクション	2016 年 ~ 2022 年	ジャカルタ特別州 (DKI)
4	第 9、第 11、第 12、第 13、第 14 処理区	下水整備計画内の面整備・ハウスコネクション	2031 年 ~ 2050 年	ジャカルタ特別州 (DKI)

出典：PD PAL Jaya 資料に基づき JICA 調査団作成

ジャカルタ以外の都市では、Cimahi 市、Jambi 市、Makassar 市、Palembang 市、Pekanbaru 市に下水道整備計画がある (表 4-2)。ジャカルタに続き、これらの都市でも、急速な産業化と人口の都市への集中化の一方、下水道普及率が低いという共通の課題を有しており、提案技術・製品の活用による課題解決が可能である。

第3章 ODA 案件化

3-1 ODA 案件化概要

3-1-1 具体的な ODA スキーム名称

「中小企業海外展開支援事業 - 普及・実証・ビジネス化事業」スキーム（インフラ整備技術推進特別枠）を想定している。狭隘な道路や軟弱な地盤等において小口径推進工法に係る推進機・機材、提案技術・工法を駆使して現地で適合性・優位性を実証し、普及につなげるため。

案件名称：

「下水道面整備管渠工事に係る小口径推進工法の普及・実証・ビジネス化事業」（仮称）

3-1-2 提案技術・製品による実証テストの候補サイト

(1) 実証事業での実証テストの目的および条件

実証事業の目的およびテスト条件について、公共事業・国民住宅省およびジャカルタ下水道公社との協議結果、対象地域・工事区間を下記条件にて絞込むことが確認された。

ア 目的：

本案件化調査で確認されたジャカルタ特別州でのマイクロレベルでの技術的課題解決に対する提案技術・製品の適合性を実証する。

イ テスト条件：

- ① 下水管の口径は、第1処理区で使用予定の400mm、350mm、300mmの何れかとする。
- ② 推進する下水管の管材は、第1処理区での検討にあわせPVC管（塩ビ管）とする
- ③ 道路幅6m程度の場所で、直径2mまたは2.5mの立坑を構築して推進工事を行う。
- ④ 実証テストは推進機のほか、PVC管材・マンホール等を含め資機材込みで、提案企業が施工する。管路長は1つの口径当たり4スパン（200m）を目安とする。

※ PVC管の推進工事はインドネシア初となる。

(2) 実証テストの候補サイト（これまでに検討したサイト）

C/P候補とサイト選定につき協議・意見交換の結果、提案企業の普及・実証事業提案がJICAに採択された後、改めて、実施計画・時期に照らして候補サイトを選定することとなった。

これまで検討されてきたサイトは、次の通りで、何れも実施が急がれている。

① Westinホテル近くの建設中商業施設への下水管接続

右図は、ジャカルタ下水道公社が推進中の下水道面整備管渠工事の一部で、既に、接続先の商業施設（建設中）より、接続工事代金を受領済とのこと。

管径300mmのPVC管（塩ビ管）を採用予定。道路幅も6m前後と狭く、実証テストの条件に合致している。管路延長は約300m。

但し、工事が急がれているため実証事業のスケジュールと合致しない恐れがある。ジャカルタ下水道公社との相談結果、実証事業の採択後に、再度協議することとなった。当該サイトが工事着手済みの場合は、類似のサイトで実証事業を検討することとなった。



図 3-1 実証テスト・候補サイト（A案）
出所：JICA 調査団作成

② 前ジャカルタ副知事私邸前と公共事業・国民住宅省本部を接続する下水管路区間

下図は、ジャカルタ下水道公社より、下水管路の設計は終了し、施工が急がれている小口径下水道面整備管渠工事の対象サイトのひとつののこと。

ジャカルタ下水道公社の設計では、管径 600mm のコンクリート管を使用する計画となっている。PVC 管の場合、コンクリート管と比べ、同一内径でも流速が早いので管径を少し小さく（400 mm）しても、同様の能力を發揮することが期待出来る。

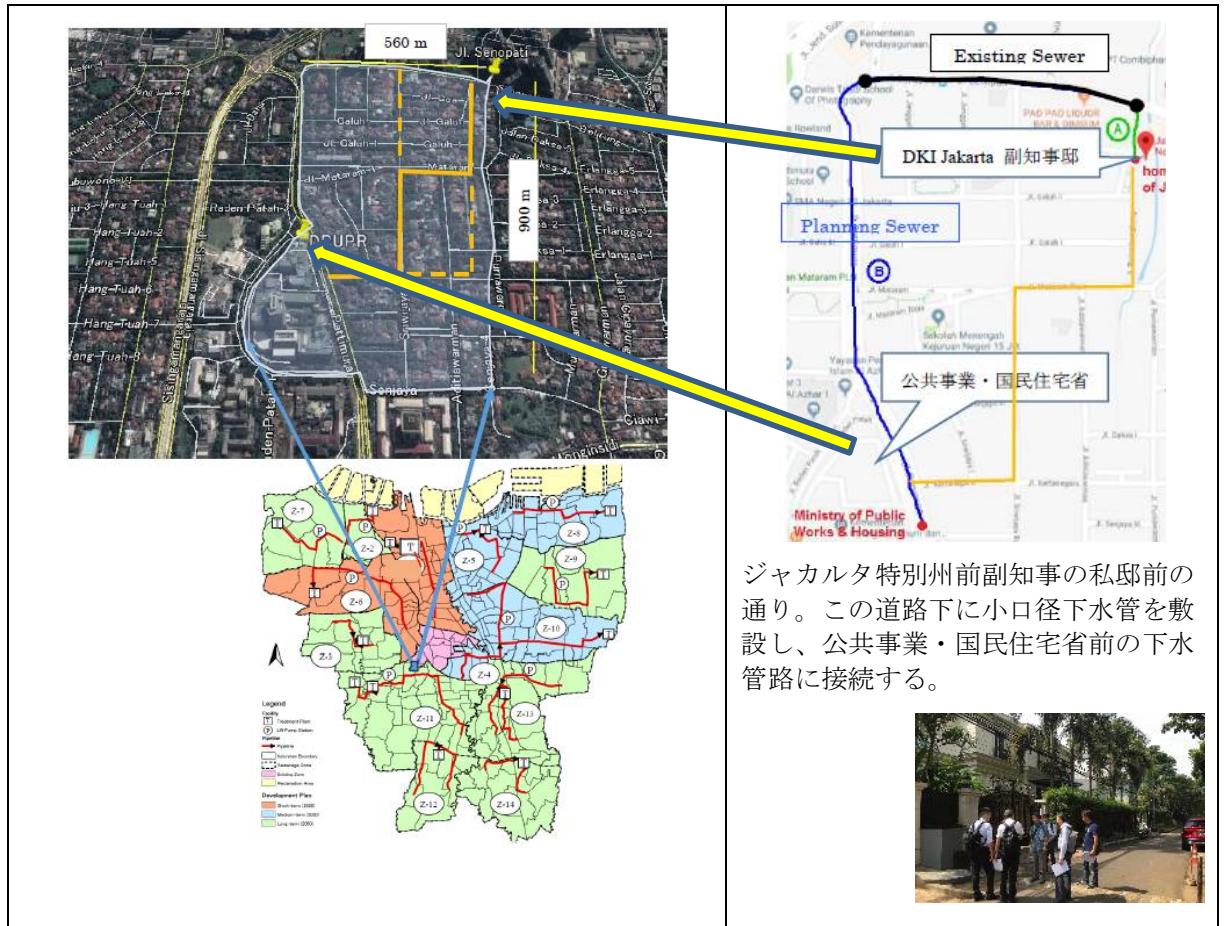


図 3-2 実証テスト・候補サイト (B 案)

出典：JICA 調査団作成

③ その他、C/P 機関より、次のサイトを推奨されたが、何れも実証テストの目的・条件に合致しなかったため、対象候補サイトから外すこととなった。

- ・ジャカルタ特別州・水資源局：
MALAKASARI の地域コミュニティ下水処理施設用面整備改善：
管路は敷設済で埋設深さは 1m 以内。推進工事に不適で、改善する場合は開削工事が妥当。
- ・公共事業・国民住宅省・人間居住総局の地域コミュニティ下水処理施設用面整備：
150 mm の下水管を計約 4 km 非開削工法で敷設する計画で、インドネシア企業に発注済み。
150 mm の PVC 管（塩ビ管）は取付管のサイズであり、提案製品での推進は困難。
- ・ジャカルタ州下水道公社より当初提案のあった道路沿いの 3 か所のサイト：
3 か所とも面整備というよりは、下水道幹線整備に近いサイトで実証テストの目的・条件に合致せず。

3-2 ODA 案件の内容

3-2-1 普及・実証事業での狙い

(1) ジャカルタ特別州第0処理区の下水道面整備への適合性実証と標準工法化

ジャカルタ特別州第0処理区では、2016年州知事規則に従い2020年迄の完了を目指し面整備が推進されているが、施工面での技術的課題や予算措置から、計画と比べて進捗が遅れている。そのため第0処理区の供用中下水施設の遊休率は98%となっている。また、家庭や商業施設の汚水や排水が下水処理施設に運ばれず河川や地下水の汚染が進み都市環境が悪化している。

普及・実証事業では、施工面での技術的課題である、『狭隘な道路で交通を遮断せず、軟弱な土質や地盤でも安全に、長寿命で軽く耐酸性に強いPVC管（塩ビ管）を管材として、非開削の推進工法による下水道面整備小口径管渠工事』が、提案技術・製品の活用で可能なることが候補サイトで実証され、適合性が確認されるとともに、実証テストで確認された優位性に基いて下水道面整備の小口径推進工法の標準工法として採用が検討されるよう提言資料が作成され、普及に向けたビジネス事業化計画案が策定されることを目的とする。提案工法の標準化に向けての活動は、JICA下水道政策アドバイザーの指導・助言を仰ぎ進める。

(2) 提案技術・製品活用による下水道面整備施工体制構築とビジネス展開

ア ビジネスパートナーとなる企業と連携し、コスト、工期、現地調達・製作及びインドネシア側の人材育成、施工技术の品質基準・品質管理を検討し、競争力のある施工推進体制構築に向けた活動を実施すると共に提案技術・製品がインドネシアでの標準仕様となるよう活動する。

イ 体制構築に際して、優位性獲得のため、特に留意する点

① PVC管（塩ビ管）およびジョイント部材：

開削工事用のPVC管はインドネシアで製造されているが、推進工事用のPVC管は、これまで需要がなかったために製造されていない。現地製造会社と協力して、推進工事用PVC管の製造を支援し、インドネシアでの現地製造を実現する。

開削工事用のPVC管は、インドネシア規格に準拠するものが製造されているが、推進工事で使用されるPVC管の水平方向の耐荷条件は約45トンと厳しく、開削工事用PVC管は流用できない。マンホール間のスパンを50mとした場合、1本ずつ直列に推進して最終的に連結した50本のPVC管を推進する必要があるため、上記耐荷条件が必要となる。

また、下水用推進管の肉厚に対するJIS要求仕様、例えば、400mm径の場合16.2mmに対して、インドネシアで普及している製品は12.9mmと開きがある。現地PVC管メーカーのUNILON社が推進工事用PVC管の製作に興味を示しており、製造可能性を検討中である。

ジョイント部材については、SUSカラーはコンクリート推進管用のものが現地製造されているので、PVC管用に使用可能か、仕様・品質を今後実施する。SUSカラーとPVC管の間に挿入するラバーシートについては、日本製は密着度を高めるために、素材の組み合わせなどに様々な工夫をしており、同様の製品がインドネシアで製造可能か、調査を始めたが、まだ結果は出ていない。

② 提案製品の操作および維持管理：

推進機の操作をマスターするには、推進機の構造・機能により1~3年の期間が必要。インドネシアで推進工事中に事故が発生するのは、操作の未熟練が原因。ジャカルタ下水道公社が「安全な」施工を強調する背景は同様の理由と推測される。

普及・実証事業を通じて、インドネシアのビジネスパートナーに施工および維持管理の技術を移転する計画であり、施工前の日本での研修、施工中の現地でのOJT、施工後の現地研修などをしっかり実施することにより、ビジネス展開に備えた体制を構築する。

③ 提案製品の一部現地生産実現と現地資機材の最大利用：

台湾企業に提案製品のライセンスを供与して一部現地生産による競争力向上の実績を積んでおり、この経験・実績をインドネシアで活かす。また、軟弱な土質での立坑構築には、提案技術の「アート機と MM ホール」を組合せて、鋼製ケーシングの代わりにコンクリート・ケーシングを使用する方向で、現地調達予定分の品質・価格調査を実施予定。

3-2-2 ODA 案件としての普及・実証事業の目的、成果、活動

(1) PDM

表 3-1 ODA 案件としての普及・実証事業の目的、成果、活動

目 的	提案技術・製品による面整備に係る社会的コストの低減を実証し、下水道面整備管渠工事の普及に向けた体制・基盤を構築する。
成 果	活 動 内 容
成果 1 狭隘な道路で小口径 PVC 管を使った面整備管渠工事が、提案技術・製品により安全かつ効率的に施工され、その適合性が確認される。	活動 1-1：実証事業の候補地選定と、現地周辺状況の確認および測量
	活動 1-2：施工計画・工程表の立案と、C/P および関係機関の承認取得
	活動 1-3：交通・騒音に関する住民・企業及び関係機関への説明・了解取付け
	活動 1-4：詳細設計（DED）の実施と環境許可（UKL-UPL）の申請
	活動 1-5：現地パートナーへの施工管理業務再委託、工事許可（IPPJU）申請
	活動 1-6：PVC 管と付属品の現地製造支援、テストサンプルでの品質確認
	活動 1-7：本邦受入活動を通じての施工前技術研修
	活動 1-8：施工指導・管理・監督
	活動 1-9：実施結果の定量的・定性的評価実施
	活動 1-10：実施結果と分析結果の関係者への報告・意見聴取
成果 2： 提案技術・製品の優位性が確認され、標準工法化に向けた提言資料が作成される	活動 2-1：従来工法での施工日数、費用、技術面での課題等の事前確認・整理
	活動 2-2：事前確認・整理した情報と実証テスト結果の比較・検証
	活動 2-3：従来工法との差異、優位性・有用性の資料とりまとめ
	活動 2-4：インドネシアにおける施工指示書、仕様書、規則等の確認
	活動 2-5：提案技術・製品の標準工法に向けた提言書の作成
	活動 2-6：セミナー、ワークショップ等での提言書の説明・理解促進
成果 3： 提案技術・製品を普及するための事業計画案が策定される。	活動 3-1：提案技術の現地化に向け、サプライチェーンの検討
	活動 3-2：施工体制を支える人材育成計画の立案
	活動 3-3：提案製品の現地化に向けた現地製造・保守・維持管理体制の検討
	活動 3-4：技術マニュアルの整備、勉強会・研究会による人材育成を図る。
	活動 3-5：実証された優位性を基に、営業活動用資料・パンフレット作成
	活動 3-6：提案技術・製品の潜在需要を調査し、ビジネス展開計画を検討する
	活動 3-7：SWOT 分析等を用い経営戦略を検討、投資計画を社内決定する

出典：JICA 調査団作成

(2) 投入

普及・実証事業の実証テストでは、提案技術と製品の合わせ技による小口径 PVC 管の推進工法の適合性を、ジャカルタ下水道公社の第 0 処理区にて実証する計画で、日本側の投入計画および C/P 側より基本合意を得ている C/P の役割・負担事項は、以下の通り。

実証テストを2か所の下水道面整備サイト（管径400mmと300mm）で各4スパン（200m/スパン）の管路長を推進するものとして実証テストに係る資機材・施工費・労務費用を算出する。

ア 日本側

業務内容は、資機材の供給および施工工事。投入する人員、機材仕様・価格等は次の通り。

機材の仕様、価格等	数量	金額	備考
小口径推進機（型式 SHE-508） 本体製作費	1 台	約 3,500 万円	
先導管（型式 300E-D、400E-D）	1 式	約 2,500 万円	
立坑構築用アート工法専用機（ART-250TE）	（損料）	約 1,050 万円	使用後、持ち帰る
その他諸経費（輸送・保険・通関手数料他）	1 式	約 350 万円	
	（小計）	約 7,400 万円	
現地工事費			
資材購入・現地工事費	1 式	約 5,000 万円	
施工管理/指導監督 技師 3 名 x 9 月/人	1 式	約 1,800 万円	
	（小計）	約 6,800 万円	
	合計	約 14,200 万円	

イ C/P 側（公共事業国民住宅省・人間居住総局）

業務内容は、C/P 機関として提案企業が展開する普及・実証事業を支援する。実証テスト用資機材の輸入税・関税の免除申請手配と、普及に向けた提案工法の標準化支援を行い、実証テスト終了後の使用機材（持ち帰り品を除く）は、有効利用、維持・管理のため、ジャカルタ特別州に所有権を譲渡した上で連携して行う。ジャカルタ特別州は、第0処理区の下水道面整備を推進中のジャカルタ下水道公社に所有権を移すことで、推進中の下水道面整備での活用を図る。具体的な活用方法としては、推進工事会社へのレンタル等を検討中である。

(3) 実施体制図（案）：

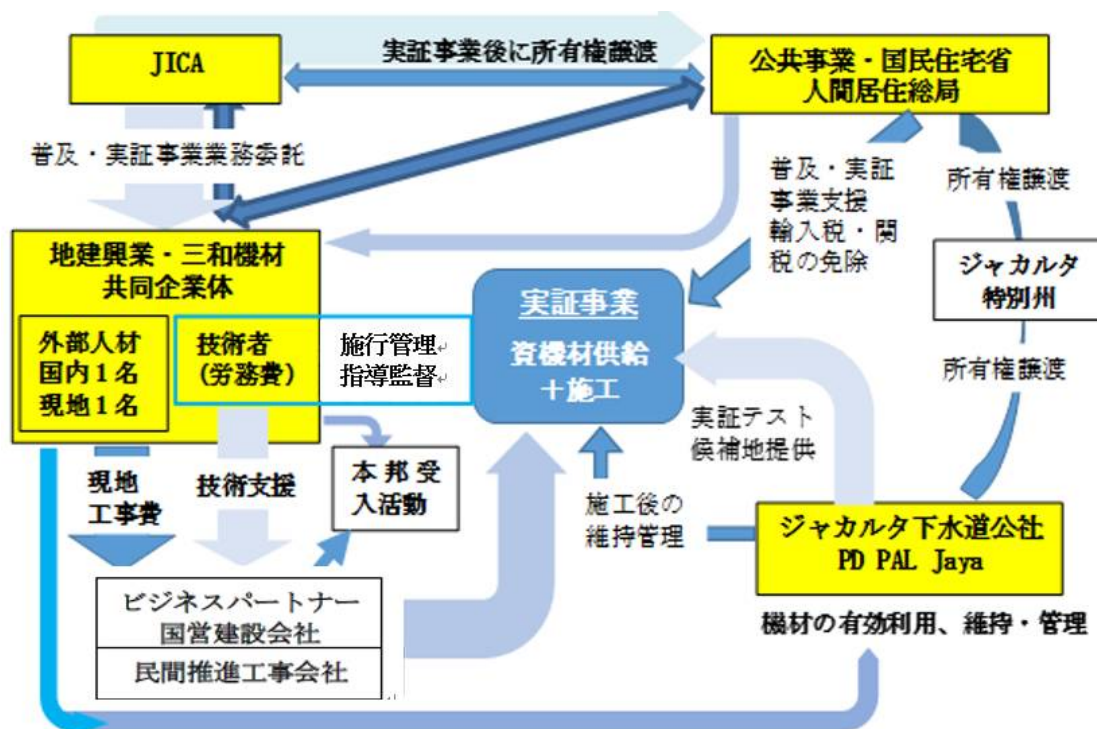


図 3-3 実施体制図（案）

出所：JICA 調査団作成

(4) 活動計画

PD PAL Jaya では、Zone-0 の面整備を 2020 年までに終了する計画のため、実証テストについて 2019 年度第 1 回普及・実証事業の公募に応募し、次の通り、活動する計画である。

表 3-2 普及・実証事業 活動計画 (案)

年度	2019 年度		2020 年度				2021 年度	
	10-12 月	1-3 月	4-6 月	7-9 月	10-12 月	1-3 月	10-12 月	1-3 月
普及・実証事業								
成果-1：現地適合性の確認								
成果-2：優位性確認、標準工法採用								
成果-3：普及に向けた道筋がつく								
本邦受入活動、人材育成・研修								
実証テスト								

出典：JICA 調査団作成

3-3 C/P 候補機関組織および協議状況

当初、普及・実証後のビジネス展開を考え、ビジネスパートナー候補の国営建設会社に、普及実証事業における C/P 機関としての役割を依頼したが、機材の無償譲渡を引受けるためには、国会で承認を得た上で資産計上する必要があるため、手続きが煩雑とのことで断られた。

公共事業国民住宅省・人間居住総局環境衛生開発局長に経緯を説明の上、協議結果、公共事業・国民住宅省が C/P となることにつき基本了承を得た。但し、人間居住総局内部での手続き（計画開発局等）を進める必要があるため、本案件化調査に基づく普及・実証事業提案が JICA に採択され次第、JICA より、正式な要請状が手配される必要があるとの説明があった。

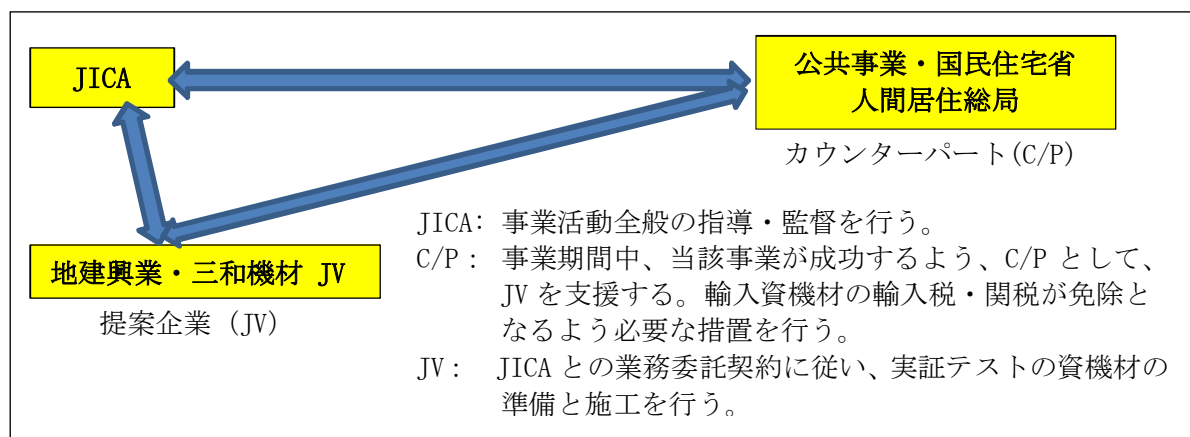


図 3-4 普及・実証・ビジネス化事業推進の枠組み

出典：JICA 調査団作成

公共事業・国民住宅省を C/P に選定した理由：

公共事業・国民住宅省は、国家長期開発計画、国家中期開発計画に基づき中期戦略計画 (Rencana Strtegis 2015-2019) を策定し、同国の持続可能な水資源管理 (水衛生管理を含む) 政策実施、水資源管理分野における規範、基準、手順および基準の作成、技術的指導および監督、評価と報告を実施する機関で、インドネシア全体の下水道整備の計画・推進に携わっており、実証後の提案技術・製品のインドネシア全体への普及を推進していくために、提案工法の標準化支援・指導・助言を仰ぐ上で、最適な政府機関と判断されるため。

公共事業国民住宅省・人間居住総局の組織図は、次図の通り。

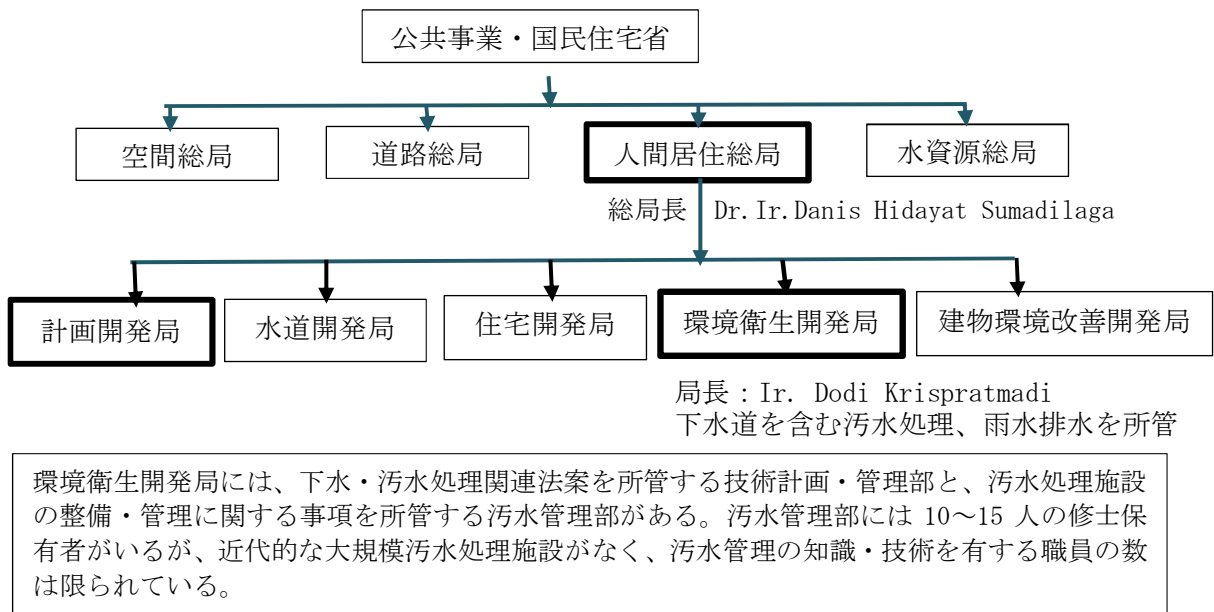


図 3-5 公共事業・国民住宅省組織体制図

出典：JICA 調査団作成

3-4 他 ODA 事業との連携可能性

有償資金協力（円借款）により E/S が実施されているジャカルタ特別州・第 1 処理区、第 6 処理区の下水道整備事業には、面整備管渠工事用小口径推進工事が含まれている。第 1 処理区の小口径推進管路延長距離は、約 36km、内、約 16km は小口径 PVC 下水管の推進工事である。第 6 処理区にも相当数の小口径推進工事が含まれていることが推測される。ジャカルタ州下水道整備事業は、タイミング的に、実証テストで実証した提案技術・製品の適合性を実際に活用・反映可能な案件であるので、普及・実証・ビジネス化事業の最初の成果となるよう万全の取り組みを行う計画である。

公共事業・国民住宅省環境衛生開発局長より、2018 年 11 月末時点での状況につき、次の様な説明があった。

- ① ジャカルタ特別州・第 1 処理区の公共調達に係る資格審査を案内は年内を予定していたが 2019 年 3 月以降になる見込みである。
- ② 入札パッケージは、排水処理施設、下水道管渠工事のパッケージ（4 分割）およびパイロット・プロジェクト（1,000 units のハウスコネクション）とする計画である。
- ③ パイロット・プロジェクトは小規模だが、管路で集めた排水を下水処理施設で排水処理する計画である。

※下水道管渠工事とパイロット・プロジェクトのパッケージの入札資格審査条件、供給・施工範囲は公示前ということで説明を得られず、総管路長 36km の小口径推進工事が、どの様にパッケージ分割されて公共調達されるのか情報を得ることが出来なかった。

ジャカルタ州下水道公社・社長より、ジャカルタ州下水道整備事業の入札スケジュールを踏まえ、提案技術・製品の適合性実証テストが早期実現して欲しいこと、支援が必要であれば協力したいとの意向表明があった。

また、ADB、豪州外務経済省が協力して計画を進めているパレンバン等大都市の下水整備計画の面整備に係る管渠工事への参画を普及・実証・ビジネス化事業を通じて検討する計画である。

3-5 ODA 案件形成における課題・リスクと対応策

3-5-1 建設許可と環境影響評価

小口径下水管渠工事については、下水処理施設を含まず、対象区域の面積・人口から AMDAL の対象外で、ジャカルタ下水道公社は AMDAL を実施していない。但し、施工に際しては環境許可（UKL-UPL）と工事許可（IPPJU）の取得が必要なため、ジャカルタ州下水道公社では、個別の小口径下水管渠工事毎に、環境許可と建設許可を取得している。

実証テストはジャカルタ州下水道公社が予算計画に基づき実施する小口径下水管渠工事の一部（約 200m/箇所、2 箇所）を施工するもののため、建設許可と環境影響評価はジャカルタ州下水道公社が手続きを行うこととなる。また、既存の公共埋設物（ユーティリティ）との取り合いの調整は、ジャカルタ特別州環境局の PTSP（One Stop Service）が実施する。

従い、手続き面では、実証テストに係る詳細設計図の作成支援に責任を負うことになるが、次の課題に対して、どの様に責任・役割を分担するか、実証テスト実施前に C/P 候補およびジャカルタ州下水道公社と協議の上、取り決めることとする。

- ① 既存の公共埋設物（ユーティリティ）の図面や資料は整備されておらず、取り合いの調整は不十分なものとならざるを得ない。施工上のリスクを軽減するために、日本国内の実例として、図面や資料での確認に加えて、ボーリングテスト等による地下埋設物の調査を行うこと、その結果、より正確な積算・施工計画の立案が可能となることを説明し、理解を得る。
- ② 実証テストに伴う騒音や交通への影響は軽微と考えるが、影響の度合いを周辺の居住者・商業施設等に対して、ジャカルタ州下水道公社から工事概要・日程とあわせて正確な説明がなされるよう支援する。また、下水道整備の意義・下水整備による水環境条件の改善等のメリット等の情宣を接続促進のための住民啓発活動を協力して実施する。

3-5-2 維持管理

下水道管渠設備は、40 年以上の耐用年数を有し、施工が設計書通り、正確に、きちんと実施されれば、維持管理は比較的容易である。特に、PVC 管（塩ビ管）を下水管に採用した場合は、汚水に含まれる硫化水素の化学変化による管内の腐食を抑えることが可能となる。

従い、課題としては、設計書通りに正確に施工を実施するためには、どうすれば良いかということになる。この課題に対しては、現地ビジネスパートナーの技術者の研修指導等を通じて、技術移転を図ることで対応する計画である。

3-6 環境社会配慮等

3-6-1 環境社会影響を与える事業のコンポーネント

小口径推進技術は、下水道システムの一部として下水管路敷設に採用される場合と、ユーティリティーの道路横断の建設に単体プロジェクトとして採用される場合がある。小口径推進技術適用プロジェクトの環境社会配慮項目と想定される影響を表 3-4 に示す。

下水道システムの一部として小口径推進技術を採用するプロジェクトでは、下水道プロジェクトの事業計画策定段階で、建設・維持管理における環境社会影響の評価と対応策が求められる。提案する小口径推進技術は、既存の技術と比較して、想定される負の影響を緩和する技術である。

小口径推進技術を単体プロジェクトとして採用する場合には、提案技術・製品では、掘削に際して水を推進機先端より注入して、掘削した土砂を推進機内部の機械式メカニズムを使って外部に排出するため、掘削添加材（薬剤）を使用しないので環境等への影響は少ない。

提案する ODA 事業を、小口径推進技術の影響に限定し環境管理法の判定フローに基づいて判断すると、EIA は不要で環境管理計画で管理することとされる。従って本案件化調査では、提案するプロジェクトサイトを想定して、カテゴリーCを適用するベースライン調査を実施する。

表 3-3 小口径推進技術を適用するプロジェクトの環境社会配慮

環境社会配慮項目		下水道システム (処理場・管路施設)	小口径推進技術 (単体プロジェクト)
負 の 効 果	処理水の放流	大 (技術的に対応)	該当なし
	用地買収・住民移転	有り	無し (公共用地の占用)
	保護対象地域・希少動植物	処理水の影響を除き、無し	無し
	建設段階での環境影響 (交通、地下水、騒音・振動)	大 (技術的に対応)	小 (地域限定的)
	維持管理段階での環境影響 (臭気、騒音・振動、車両等)	大 (技術的に対応)	該当なし
	廃棄物の発生・処理対象物 (汚泥・土砂)	大 (技術的に対応)	無し (水・土砂)
	大気汚染 (排ガス等)	適用プロセスに応じて評価	該当なし
正 の 効 果	環境衛生の改善効果	大	小 (地域限定的)
	水質保全効果	大	無し
	都市の健全な発展	大	小 (地域的に限定的)
	ジェンダーへの影響	大 (プラスの効果)	小 (プラスの効果)
EIA の適用		EIA 適用	EIA 不適用 (環境管理計画)

出典：JICA 調査団作成

3-6-2 ジャカルタ特別州での環境管理計画および環境影響評価

2016年1月のジャカルタ特別州政府の組織改編により、旧環境局 (BPLHD) と旧清掃局 (DK) が統合されジャカルタ特別州環境局 (DLH) が新設され、環境局環境影響監理部 (Bidang Pengendalian Dampak Lingkungan) では、水環境に係る業務を主に所管するとともに、水分野では水環境管理・排水規制を行っており、環境管理計画および環境影響評価 (EIA/AMDAL) を所管し、下水道の環境改善効果に関して指導的役割を担っている。

下水道整備計画・下水道行財政制度の検討段階では、カウンターパートとしての関わりは弱かったが、下水道事業は、基本的には環境への負の影響を最小限に抑え (技術的に対策を実施する)、衛生環境・水環境の改善、ジェンダー・貧困層の地位向上にも寄与するので、DLH と情報を共有することは不可欠である。

3-6-3 環境社会配慮に係る手続き、チェックポイントの確認

ジャカルタ特別州環境局によると、面積：30-35ha、人口：9,000人以下の場合はAMDALの対象外となる。但し、ジャカルタ州下水道公社が、関連する下水管路への接続工事についてAMDALを取得している場合は、そのAMDALへの追加・更新が必要となる。実証事業の候補サイトが確定した時点で、AMDALを取得済みかどうか確認する。

AMDALの対象外の場合は、工事開始前までに、環境許可 (UKL-UPL) と、工事許可 (IPPJU) の取得が必要となる。

環境許可 (UKL-UPL) と工事許可 (IPPJU) の取得手続きは、次ページの図 3-6 の通りである。

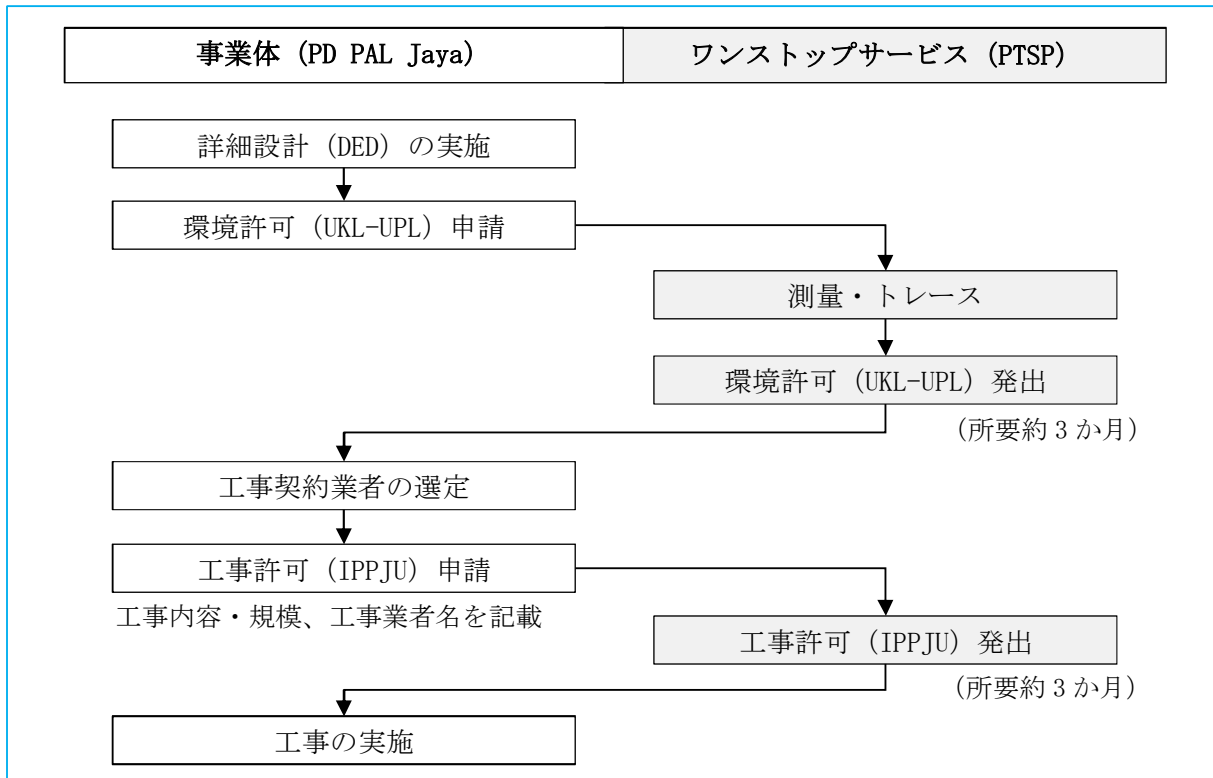


図 3-6 環境許可 (UKL-UPL) ・工事許可 (IPPJU) の手続きフロー

出典： JICA 調査団作成

3-6-4 環境チェックリスト

JICA 環境社会配慮ガイドラインに従い、環境チェックリスト (表 3-4) を作成した。

表 3-4 環境チェックリスト

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1) EIA および 環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート) 等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) N (b) N/A (c) N/A (d) N	(a) 現地側から求められていないため、現時点では作成していない。 (b) (同上) (c) (同上) (d) 特になし。
	(2) 現地 ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容および影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) N	(a) 現地ステークホルダーには事業の説明を行っており、理解も得ている。 (b) 現時点では住民等には説明を行っていない。
	(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) ゼロオプション (事業実施せず)、別ルート、工法 (開削/推進) の代替案の比較検討を行った。

2 汚 染 対 策	(1)水質	(a) 下水処理後の放流水中のSS、BOD、COD、pH等の項目は当該国の排出基準等と整合するか。 (b) 未処理水に重金属が含まれているか。	(a)N/A (b)N/A	(a)事業は下水管布設のみであり下水処理場建設は含まない (b) (同上)
	(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)現地規定により適切に処分される。
	(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)事業対象地域の地盤は安定しているため、地盤改良材等の使用は予定しておらず、土壌・地下水への影響はない。
	(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)住宅街の中での工事であるため、騒音・振動の現地基準を満たす工法と建設機械を使用する。
	(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)建設後のマンホールから悪臭が漏れないように気密性の高い蓋を使用する。
3 自 然 環 境	(1)保護区	(a) サイト及び処理水放流先は当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a)N	(a) サイト付近に保護区はなく、保護区に与える影響は最小限である。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、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) 下流域の水生生物、動植物及び生態系への悪影響はあるか。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 (d)N	(a)含まない。 (b)含まない。 (c)生態系影響を及ぼすほど大規模ではない。 (d)影響を及ぼさない。
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。	(a)N (b)N/A (c)N/A (d)N/A (e)N/A (f)N/A (g)N/A (h)N/A	(a)住民移転は生じない。 (b) (同上) (c) (同上) (d) (同上) (e) (同上) (f) (同上) (g) (同上) (h) (同上)

		(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。	(i) N/A (j) N/A	(i) (同上) (j) (同上)
4 社会 環境	(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) プロジェクトによる住民の生活への悪影響はない。 (b) 住民の生計向上等、正の影響が想定される。
	(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) 文化遺産を損なう恐れはない。
	(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) 景観に大きな影響は及ぼさない。
	(5) 少数民族、先住民族	(a) 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/A (b) N/A	(a) 対象地域に少数民族・先住民族の居住区はなく、影響はない。 (b) (同上)
	(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。	(a) Y	(a) 法律を順守する業者に作業を依頼できるよう、現地カウンターパートと協議の上、適切な業者を選定する。
		(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るか。	(b) Y	(b) 安全面での配慮を講じるよう業者に指導する。
(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。		(c) Y (d) Y	(c) 安全面での配慮を講じるよう業者に指導する。 (d) 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警備要員に指導する。	
5 その他	(1) 工事 中の影 響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (d) 工事による道路渋滞は発生するか、また影響に対する緩和策が用意されるか。	(a) Y (b) N (c) N	(a) 工事中の汚染が最小限となるような工法および建設機械を使用するが、苦情がある場合は作業時間の設定や短縮等を通じて緩和策を講じる。 (b) 影響を及ぼさない。 (c) 影響を及ぼさない。
	(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。	(a) Y	(a) 「イ」国では全ての事業が環境モニタリング計画の策定・実施の対象である

		(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。	(b)Y (c)Y (d)N	(b)環境影響評価委員会により審査・承認されたモニタリング計画に記載される。 (c)工事中は建設業者、供用時は実施機関がモニタリング実施主体となる。 (d)報告の方法・頻度等は規定されていない。
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/A	(a)該当しない

出典： JICA 調査団作成

3-7 ODA 案件を通じて期待される開発効果

提案技術は、コンクリート腐食対策としての PVC/PE 管、産業廃棄物を発生させない土砂、工事被害を抑える低騒音・低振動・地盤沈下対策、安全な施工技術であり、従来よりも小さな立坑により狭隘な道路でも交通を遮断することなく推進可能な、下水道面整備管渠工事の社会コスト削減に資するものであり、次のような開発効果が期待される。

- ① 提案技術の下水道面整備管渠工事への採用で、下水道面整備が促進され、低稼働率だった供与中の下水処理場・下水道幹線管路の遊休率が減少する。
- ② 面整備により下水道料金賦課・徴収の根拠が確立し、持続的経営に必要な収入が確保できる。
- ③ 下水道の利用・普及が進捗し、汚水の収集が進み、低地での浸水被害の軽減、冠水時間の短縮など、環境衛生改善と河川・ジャカルタ湾の水質改善に寄与する。

現在、有償資金協力により E/S 中のジャカルタ特別州下水整備案件に提案技術が採用された場合、その裨益人口は 270 万人（第 1 処理区 100 万人、第 6 処理区 170 万人）、ジャカルタ全体の約 30%となる。

第4章 ビジネス展開計画

4-1 ビジネス展開計画概要

対象国の下水道普及率はジャカルタ特別州で4%（2014年）、全国平均で2%と低い上に、下水道の面整備遅れにより供用中の下水施設の遊休率が極めて高く、大雨時の洪水の原因や、交通渋滞、産業発展や水環境保全の妨げとなっており、下水道整備は国家計画において優先課題の一つとなっている。特にジャカルタ特別州では、州北部の海拔より低い地域の水没を防ぐため、大規模護岸工事の実施と水源確保用の水がめを造る計画を進めており、汚水や排水による水がめの汚染を防ぎ、衛生的なトイレへのアクセスを100%とするために、同州の下水道整備計画を当初目標の2050年より20年前倒して2030年に達成する計画が2016年に策定されている。

提案技術と製品は、下水道面整備管渠工事用の非開削の推進技術で、ビジネス展開の主要ターゲットは計画達成の加速化が急務の下水道面整備事業である。ジャカルタ特別州政府が2016年に策定した計画では、2030年までの下水道整備費は約4,886億円、内、1/3が面整備管渠工費用と推測すると、約1,600億円という巨額な予算が下水道整備面整備管渠工事に使用されることになる。本案件化調査でビジネス展開を検討するターゲット市場は大規模なものである。

我が国では、隅田川の花火大会が中止となった1961年（普及率22%）から東京の下水道整備が本格化し、35年後の1995年に普及率が100%となり、下水道工事は40年以上需要が持続した。事業費も1971年度800億円、翌年度には1,000億円を突破。1975年以降、施工区域が全国に広がると共に、推進工法は安定した市場を背景に研究、開発が活発に行われ急速な進歩を遂げた。特に小口径推進工法は1977年の45kmから1982年に120km、1985年には298kmと飛躍的な伸びを示した。

ジャカルタ特別州の現在の下水道普及率4%（2014年）が、100%に達するのには50年の歳月が必要と想定され、ビジネス展開計画もロングスパンでの検討が必要となる。ビジネス展開計画を検討する上で、以下の課題が確認されている。

① 現地の推進工事体制、推進工事会社および技術者

推進工事による下水道管渠工事は、約10年前にインドネシアに導入されたが、推進工法を必要とする大規模な下水道管渠工事はなく、これまで年に平均数件程度しか需要がなかったこともあり、推進工事専門会社は4~5社に留まっている。また、保有する推進機は旧式或いは、保有していたが転売済みの何れかの状況。今後の需要を考えると、現地の技術者数、推進機の保有台数は、圧倒的に不足する恐れがある。

② 小口径推進工事の標準仕様書、工事単価

面整備管渠工事は主に開削工事で実施されたため工事単価が安く、これが推進工事業への新規参入障壁となり、保有する旧式の推進機を更新出来ない背景となっている。推進工法の普及には標準仕様書の整備と妥当な工事単価の設定が必要である。普及・支援では、JICA下水道政策アドバイザーと連携して、この課題に取り組む計画である。

④ サプライチェーン

推進工事用のPVC管（塩ビ管）は、需要がなかったためインドネシアでは製造されていない。開削用のPVC下水管は製造されているが、管の形状、肉厚、強度とも推進工事用には不可であり、日本の標準仕様を満足する製品の現地製造が不可欠である。現地PVCメーカーの1社が試作に興味を示したが、検討結果、既存の成形機では必要な肉厚が製造できないこと、耐圧テストを行う試験設備がないことを理由に試作を断念した。

ジャカルタ下水道整備事業（第1処理区）だけでも、最大約30kmのPVC管が必要であり、現地製造を実現するためには、インドネシアの官民あげての取組みが必要なことから、C/P候補機関に、推進工事用PVC管に要求される仕様・日本の規格の説明とインドネシアで製造され

ている PVC 管の差異および現地製造する場合の製造上の課題として、肉厚、耐圧テスト、管の両端加工等の必要性を説明し、現地 PVC 管メーカーへの働きかけが不可欠なることを訴えた。次の普及実証事業では、推進工事用 PVC 管の標準化・現地製造に向けて、C/P 候補機関と連携し、必要に応じて、日本の PVC 管メーカーの助言や支援を得ることも含め対応する計画である。

上記 4 つの課題は、インドネシア中央政府・地方政府という行政の理解と支援なしには、解決が困難な問題であり、官と民の間での課題の情報共有、対応策の検討を討議する「場」としては普及・実証事業が最適と考える。また、日本の中小企業が 40 年かけて創意工夫し、磨きあげた最先端の小口径推進工法技術を、インドネシアで活用し、対象国の課題解決に貢献するとともに、縮小する日本国内市場の代替えとして、後継技術者の養成、更なる技術の改良を図るべくロングスパンでのビジネス展開計画を普及・実証事業を利用して検討・策定する計画である。

4-2 市場分析

4-2-1 ターゲットとする市場の定義・規模

非公開

4-2-2 ターゲット市場における競合分析

非公開

4-3 バリューチェーン

4-3-1 製品・サービス

非公開

4-3-2 バリューチェーン

非公開

4-4 進出形態とパートナー候補

4-4-1 進出形態

非公開

4-4-2 パートナー候補

非公開

4-5 収支計画

4-5-1 5か年分の損益計算書

非公開

4-5-2 売上の対象となる下水道管渠工事

非公開

4-5-3 ジャカルタ特別州における下水道面整備工事単価

非公開

4-6 想定される課題・リスクと対応策

4-6-1 法制度面にかかる課題/リスクと対応策

非公開

4-6-2 ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

非公開

4-6-3 政治/経済面にかかる課題/リスクと対応策

非公開

4-6-4 その他課題/リスクと対応策

非公開

4-7 ビジネス展開を通じて期待される開発効果

以下の開発効果が期待される。

- ・ 下水道面整備の促進により、供用中の下水処理場・下水道幹線管路の遊休率が削減される。
- ・ 面整備による下水道料金賦課・徴収の根拠が確立され、それにより地方自治体および下水道公社は持続的経営に必要な収入を確保できる。
なお、大規模商業施設へのハウスコネクションは、商業施設側が負担する取付管部分の負担金額が大きいため、現状、ビジネス展開の見通しが立ちにくく、収支計画には含めていないが、大規模商業施設へのハウスコネクション促進は水環境改善、地方自治体・下水道公社の経営安定に寄与することが期待されるので、行政に対して技術面での助言を行う等連携を図り、将来のビジネス展開と開発効果への貢献を図る計画である。
- ・ 汚水収集が進み、低地での浸水被害軽減、冠水時間短縮など、環境衛生改善への貢献と河川・ジャカルタ湾の水質改善への寄与が期待される。
- ・ 現地パートナーとの連携による ASEAN 市場進出、ASEAN 市場の社会コスト削減に貢献できる。

4-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

4-8-1 関連企業・産業への貢献

インドネシアの小口径下水道面整備管渠工事の市場は大きく、しかも、長期にわたり、その需要は続くので、本格的に動き出した場合は、現地に技術移転を図るにしても、提案企業単独では、とても対応しきれなくなるので、提案技術・製品の普及・発展に取り組んでいる「エンビ・ホリゾン推進協会」の会員企業 39 社、および、その関連企業の協力を得ることが不可欠となる。普及実証事業に採択され次第、エンビ・ホリゾン推進協会を通じて、会員企業との間で情報共有を図り、インドネシアに眼を向けさせ、少しでも興味を持った会社には、ジャカルタ下水道整備事業をはじめとする、今後のインドネシア下水道面整備工事のビジネス展開に協力を呼びかけ、協会

をあげて提案技術・製品のインドネシア、更には、ASEAN への共同でのビジネスを展開する先頭に立つことで、関連する企業・産業に貢献していくことが可能と考える。

エンビ・ホリゾン推進協会は、提案技術・製品の普及・発展および技術の向上、研究開発による工法の健全な発展を図り、もって公共の福祉に寄与することを目的として、2001年4月に、ホリゾンガー推進協会（1980年12月設立）とエンビライナー協会（1988年7月設立）の統合により発足。以来、会員相互間の情報共有・相互協力による機械装置・施工法等の技術向上、設計法・積算方法・施工法の改良開発、調査・研究推進と広報・普及を推進。最盛期は会員企業数179社を誇っていたが、小口径推進工事の減少に伴い、会員企業数は五分之一となった。

インドネシア国の小口径推進工事の今後の需要および需要の伸びは極めて大きいので、本工法による下水道面整備事業の普及・実証と ODA 案件化を図れば、会員企業全体にインドネシアでのビジネス展開と、更に、アセアン諸国への進出を促すことが可能となり、推進協会の復活と会員企業数の増加が期待されると共に、これまで開発・蓄積してきたノウハウの次世代への継承も可能となる。

4-8-2 その他関連機関への貢献

国内の下水道管渠施設は建設後40年以上を経過し、新たな社会ニーズに応えるための更新・耐震化が遠くない将来に必要となる見込みで、そのためにも、本工法技術の継承・更なる発展と熟練した海外の若い力を、ODA 案件化を通じて育成・確保することは、下水設備の更新に取り組む日本全国の地方自治体への貢献につながる。

課題解決を通じて対象国で得た経験/課題解決力・技術の改良/改善等、更に、構築したネットワークを地元自治体、地元大学/研究機関、経済団体等に積極的に情報共有を図る。

要約（英文）

Executive Summary

This Feasibility Survey was introduced by Japan International Cooperation Agency (JICA) with the private sector for utilizing Japanese technologies in Official Development Assistance (ODA) projects. Under this scheme, JICA in collaboration with a joint venture of CHIKEN ENTERPRISE and SANWA KIZAI conducted the “Feasibility Survey for Microtunneling Technology of Small Diameter Pipe of Sewer Branch and Sewer Network in Indonesia” from April, 2018. The outcome of this Feasibility Survey are summarized as below;

Chapter 1: Concerned Development Issues in Indonesia

The sanitation condition in Special Capital Region of Jakarta (“DKI Jakarta”) has increasingly worsened. The sewage coverage in DKI Jakarta as of 2014 is 4% by operation of only one centralized waste treatment system at Zone-0. In addition, about 98% of its capacity is idle due to the least inflow of the domestic waste water from households and commercial buildings /facilities due to the delay in small diameter sewer branch and sewer network. Most of the domestic waste water are discharged into open drains and are disposed untreated which has caused severe pollution of river and waterway water and affecting public health and socioeconomic activities.

According to the Medium Term Development Plan of the Ministry of Public Works and Public Housing (PUPR) based on the National Medium Term Development Plan (RPJMN 2015-2019), the Director General of Human Settlements of PUPR established “Strategic Plan 2015-2019” (No.13/PRT/M/2015) to achieve “100% access to proper sanitation with the level of basic needs” in 2019.

Meanwhile, project of the National Capital Integrated Coastal Development (NCICD) was started for flood protection and to secure water resource, and also as countermeasure for land subsidence purposes. Also, Ministry of Environment and Forests strengthened the wastewater quality standard by Regulation No.68/2016. Parameters of BOD, TSS and Oil & Fat are upgraded. It became crucial to accelerate Jakarta Sewage System project to stop pollution of the water to be flowed into artificial storm-water reservoir of NCICD. By the Governor Regulation of DKI Jakarta (No.41/2016), the time of completion of the ten (10) Centralized wastewater treatment systems in the ten (10) Zones were shortened to be the year of 2022 by accelerating by 8 years

Now, sewage development of Zone-0, 1 and 6, which contain small diameter pipes of sewer branch and network, are being implemented as a part of Jakarta Sewage System project. Due to rapid urbanization, open cut process for sewer pipes installation are not allowed by the Governor Regulation of DKI Jakarta (No.182/2010). Instead of open cut method, most advanced trenchless technologies to overcome following difficulties are required.

- (1) To enable construction of sewer pipes on narrow (6m width) and crowded roads without disturbance of the traffic.

- (2) To enable construction on the ground shallow in a depth of water and soft soil condition
- (3) To enable construction of PVC sewer pipes with inner diameter of less than 400mm
- (4) To decrease noise and vibration to the minimum acceptable to the inhabitants in the area
- (5) To enable sewer lateral connection to commercial buildings/facilities even if the piping routes are curved and/or longer span. Commercial building/facilities are best customers in terms of revenue.

It is estimated that nearly 63.4 Trillion Rupia (about 490 Billion Yen) would cost for entire development of Jakarta Sewage System project according to the master plan of 2012. However, Indonesia is currently blessed with “demographic dividend (or bonus)”. The number of productive age group will be higher than the number of elderly people and children until the years 2025-2035. The demographic dividend can accelerate economic growth and national development, as happened on Japan in achieving remarkable economic development between the beginning of 1960s and early 1990s. It is a good opportunity to accelerate public investment by taking this advantage under the current economic growth rate of 5% to 6%. Development of urban infrastructure including improvement of sanitation environments could stimulate foreign capital introduction and economic development.

Chapter 2 Proposed companies, products and technologies

The proposed company is a consortium of Chiken Enterprise Co., Ltd. and Sanwa Kizai Co., Ltd.

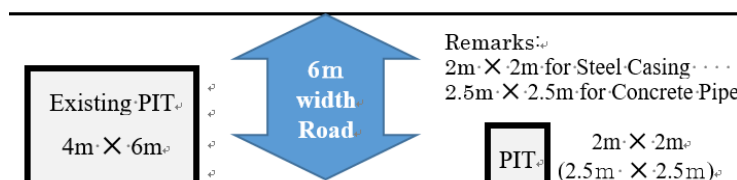
Chiken Enterprise Co., Ltd. is Civil Constructor of 38 years’ history with expertise of more than 30 kinds process/method of pipe jacking/microtunneling work, shaft (pit) construction on soft soil/ground, grouting, pipe regeneration etc.

Sanwa Kizai Co., Ltd. is Manufacturer with a history of 62 years. Earth Auger machines for foundation work was developed in 1957 and now enjoy 70 % share in the market. The proposed microtunneling machine was developed by applying the technology of Earth Auger machines.

Proposed technologies/products can overcome the difficulties in Chapter 1 as below;

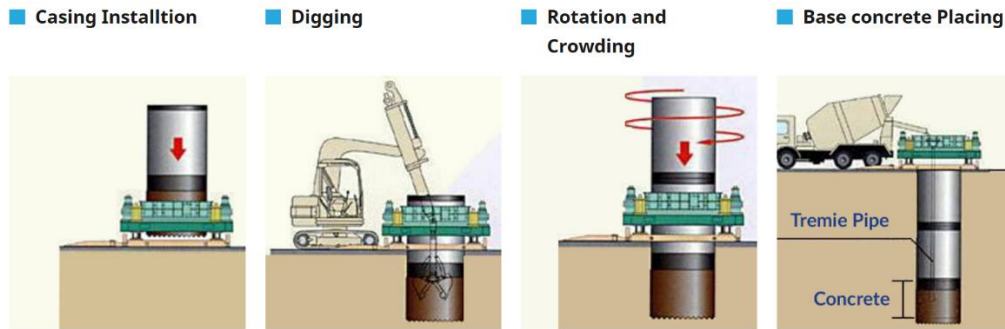
- (1) Construction on narrow (6m width)/crowded roads without disturbance of the traffic

PIT (Shaft) size can be smaller as below:



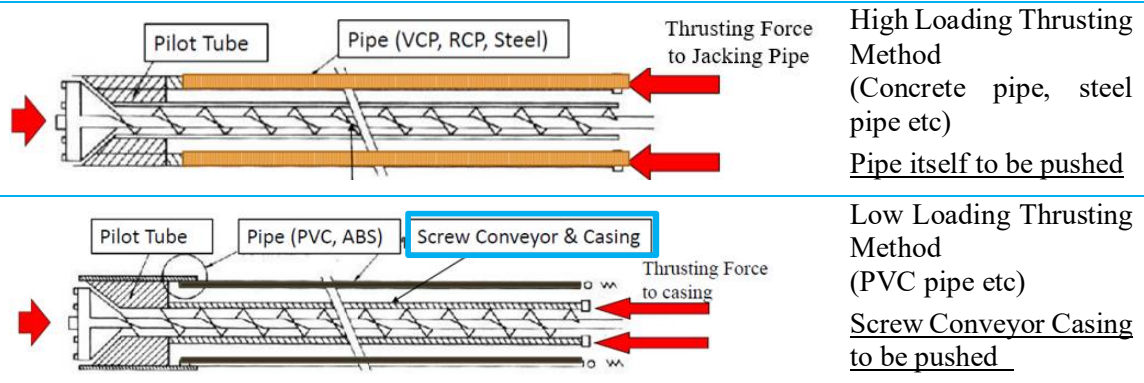
- (2) Construction on the ground shallow in a depth of water and soft soil condition

ART Colum Driver can build shaft on the soft ground/soft soil condition by using steel casing or by pre-casted concrete pipe (with MM Hole)



(3) Construction of PVC sewer pipes with inner diameter of less than 400mm

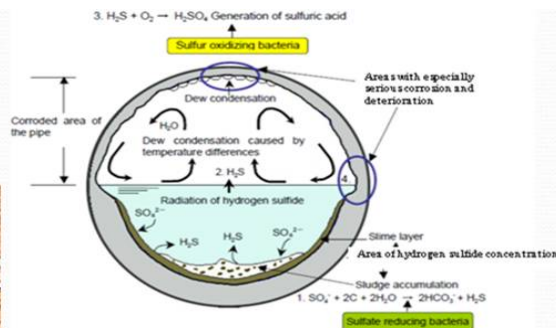
SANWA Microtunneling machine can thrust both concrete pipe and PVC pipe by one unit.



Advantage of use of PVC pipes for small diameter sewer pipes:

PVC pipes are superior in terms of light weight, less expensive cost and acid-corrosion proof.

- Among concrete corrosion, H₂SO₄ Corrosion is the fastest & most serious. Cement changes to gypsum.
- Wastewater produces H₂S.
- H₂S proceeds to H₂SO₄ biologically, physically & chemically.



(4) Noise and vibration to the minimum acceptable to the inhabitants in the area

Low noise and low vibration because of full circle rotation type.



(5) Sewer lateral connection to commercial buildings/facilities even if curved, longer span etc.

According to the job site conditions, most suitable method can be selected.



Other Characteristics of the Proposed Technologies/Product

As the construction of the proposed machines are simple, machine operation and their maintenance are easier. This feature is beneficial to pipe jacking / microtunneling companies in terms of training of large number of operators and maintenance engineers/technicians in limited time.

Chapter 3 Proposed ODA projects

It is planned to submit a proposal to JICA to continue this project as the SDGs Business Verification Survey with the Private Sector for Microtunneling Technology of Small Diameter Pipe of Sewer Branch and Sewer Network in Indonesia under ODA scheme.

The objectives are to verify suitability of the proposed Microtunneling technology/products to accelerate the implementation of Jakarta Sewage System project by overcoming the difficulties and obstacles in Chapter 1 “Concerned Development Issues in Indonesia”, and to promote standardization of the proposed Microtunneling technology of small diameter pipe of sewer branch and sewer networks in Indonesia in order to contribute to acceleration of sewer branch and sewer networks projects in Indonesia.

Contents of ODA project

To verify of the suitability, demonstration project are planned to be conducted as below;

(1) Site Location: mutually agreed place by C/P and JICA F/S team within Zone-0 of DKI Jakarta.

(2) Test Conditions:

Diameter of small sewer pipe to either 400mm, 350mm or 300mm.

Pipe materials: PVC pipe according to Japanese standard for microtunneling works

Site Condition: Width of road is approx. 6m.

Machineries: Microtunneling machine, ART Colum Driver (rental), MM Hole, each 1 unit

Materials: PVC pipes and other materials to be arranged by JICA FS team

*PVC pipes: 1 or 2 diameters with each pipe length of 200m (4 span)

Construction: JICA FS team to undertake on turnkey basis.

(3) Expected Outcome:

Achievement 1: Safety installation of Small diameter sewer pipe (PVC pipe) is verified on narrow road with about 6m width without disturbance of traffic.

Achievement 2: Suitability of the proposed technology/product are confirmed, and proposal for standardization are prepared.

Achievement 3: Business plan to disseminate the proposed technology/product are prepared.

(4) Counter Part Candidate Organization of Counter-part (C/P) is Ministry of Public Works and Public Housing. Confirmation of undertaking to be issued upon JICA’s notification to PUPR about JICA’s adoption of JICA FS team proposal.

Potentiality of Collaboration with other ODA projects

It is anticipated that tender(s) with ODA fund for the following sewage projects will be invited.

(1) Jakarta Sewage System (Zone-1 and 6):

Zone	Waste Water Treatment Plant (WWTP)	Sewer Main Trunk, Secondary Trunk line Sewer branch pipe	House connection, Lateral Sewer pipe
Zone-0	under operation Verification Test to be conducted at some places	Mostly under operation.	Partially completed, the rest to be implemented
		<i>Partial remaining work Some Part of Sewer branch pipe?</i>	Lateral sewer pipe to housings
		Fund by DKI Jakarta Project by PD PAL Jaya	House connection to commercial Building / Facilities.
Zone-1, Zone-6	To be built by ODA loan & Central governments Or Local governments	To be built by ODA loan and Central/Local gov't funds As Sub-Contractor for Small Diameter Sewer Pipes (Tender)	(no available information)

(2) Sewage improvement projects in Palembang city and other 4 cities

Drilling method instead of Microtunneling work seems considered. To be surveyed in next step.

Environments and Social Consideration

AMDAL approval is not required for Demonstration project since the area and served population are small. But, prior to construction start, approval of UKL-UPL and IPPJU should be obtained.

Chapter 4 Business Development Plan

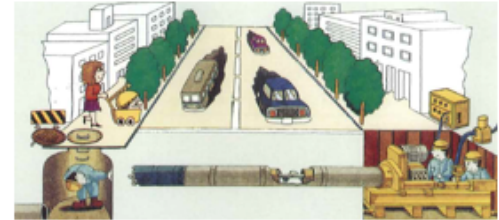
As the proposed technology/products are Microtunneling technology of small-diameter pipe of sewer branch and sewer network, market of the sewage system projects in Indonesia is considered as priority target. The features of this target market is not cultivated yet (sewage coverage 2% in Indonesia), huge and continuous potential demands can be expected. The Government of Indonesia set up a long-term plan to improve sewage over the next thirty years (2020-2050). Japan has similar experience. Sewage system had been aggressively and continuously developed for 40 years since 1961 due to the two main reasons: first Tokyo Olympic game in 1965 and cancellation of fireworks festival of the Sumida River due to heavy pollution. Proposed Microtunneling technologies have been developed and innovated by 40 years continuous efforts. Now, these technologies can be used without waiting 40 years.

For contribution to the acceleration of sewage development in Indonesia, JICA FS team plans to establish close and mutually beneficial relationship with State Enterprise and Private companies of civil construction, PVC pipe manufacturers, pre-cast concrete pipe manufacturers and other suppliers in order to disseminate the proposed technologies jointly by utilizing JICA ODA scheme for the SDGs Business Verification Survey. The proposed technologies can be transferred through joint works.

Feasibility Survey for Microtunnelling Technology of
Small Diameter Pipe of Sewer Branch and Sewer Network in Indonesia

SMEs & Counter Part Organization

- Name of SME : Consortium of Chiken Enterprise Co., Ltd. and Sanwa Kizai Co., Ltd.
- Location of SME : Kariya City, Aichi Prefecture
- C/P Organization : Ministry of Public Works & Public Housing - Human Settlements, DKI Jakarta Provincial Government, PD PAL Jaya



Concerned Development Issues of Indonesia

- Due to the delay in sewer branch and network, wastewater from households and commercial facilities are discharged to waterways / rivers without treatment. Contamination progresses.
- Low inflow amount cause low operation rate of the sewage treatment facility.
- Lack of technologies to construct small diameter sewer branch and sewer network under soft soil conditions, and also without disrupting the traffic under narrow roads

Products and Technologies of SMEs

- Proposed technology is trenchless and microtunneling construction method. Traffic disturbance due to sewer piping works can be mitigated and reduced.
- Proposed construction method can be applied to various soil types such as soft and sandy clay with high groundwater as well as gravel layer.
- Because of simple construction, operation and maintenance of proposed machine is easy. Also, it can handle PVC pipes which are acid (H_2S) resistance.

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Proposed ODA scheme: JICA Verification Survey with the Private Sector for Microtunneling Technology
- Outcome: Effectiveness and suitability of Proposed technology is verified through Verification test to be conducted in Zone-0 of DKI Jakarta through pipe jacking of PVC sewer pipes by using proposed construction method and its special machine.
- Impact: By the success, it could be a standard model of microtunneling works of small diameter sewer PVC pipes in Indonesia, and could be used in Jakarta city Sewerage project and others.

別添資料

推進工法技術セミナー

テーマ： 都心部での下水管渠工事に伴う交通渋滞を回避する推進工法技術の紹介

主催者： 公共事業・国民住宅省・人間居住総局環境衛生開発局（協賛：JICA インドネシア）

日時： 2018年7月17日 午前9時～午後2時

場所： センチュリーアトレットホテル、ジャカルタ

出席者： インドネシア政府関係者 約40名

優先インフラ案件加速化委員会（KPPIP）、国家開発企画庁（BAPPENAS）、
公共事業・国民住宅省、ジャカルタ特別州、ジャカルタ州下水道公社、
その他インドネシア政府関連機関

日本側関係者 約20名

JICA、JICA 専門家、ジャカルタ州下水道整備第1処理区 E/S コンサルタント、
日本推進技術協会

プログラム：

	時間		
1	09:00 - 09:10	開催のあいさつ	公共事業・国民住宅省・人間居住総局環境衛生開発局・局長
2	09:10 - 09:25	(写真撮影)	
3	09:30 - 09:50	現在進行中のインドネシア国の下水整備プロジェクト（ジャカルタ下水整備プロジェクト・第1処理区を含む）	公共事業・国民住宅省・人間居住総局環境衛生開発局
4	09:50 - 10:30	ジャカルタ下水整備プロジェクト・第1処理区を含む	ジャカルタ州下水道整備第1処理区 E/S コンサルタント
5	10:30 - 10:45	(休憩)	
6	10:45 - 11:25	大・中口径下水管推進工法	日本推進技術協会 (協会会員：イセキ工機開発)
7	11:25 - 12:05	小口径下水管推進工法	日本推進技術協会 (協会会員：地建興業)
8	12:05 - 13:00	(昼食)	
9	13:00 - 13:55	ディスカッション	

◎ 添付資料：小口径下水管推進工法に係る発表資料（インドネシア語翻訳）

小口径下水管推進工法に係る発表資料（インドネシア語翻訳）

Small diameter pipe jacking

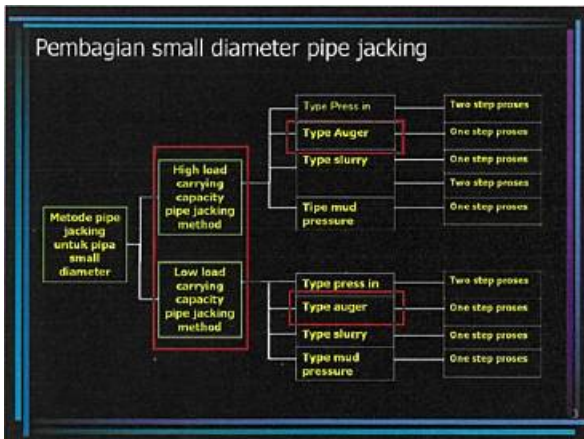
Small diameter pipe jacking dan jenis vertical shaft



Japan Microtunneling Association
CHIKEN ENTERPRIZE Co., Ltd. MIYACHI Takeshi

今日、お話しすること。


- 小口径推進工法: ID 200 – 800 mm
⇒ No-man entry
⇒ Service Sewer & House Connection
- 使用する管材: 高耐荷力管 (RCP)
低耐荷力管 (PVC)
- 掘削・排土方式: オーガー方式
- 立坑構築: 狭隘な道路での工事
⇒ ライナープレート工法、ケーシング工法



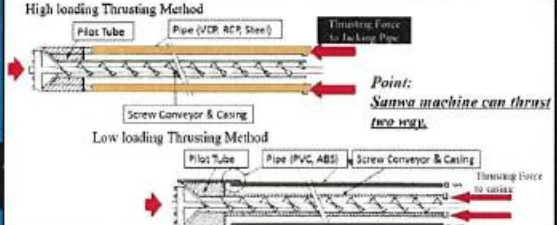
Small Diameter Microtunneling: Applicable Two Pipe Material

PVC Pipe is:

- > Easy to handle compared to RCP (Reinforced Concrete Pipe)
- > H₂S corrosion proof
- > Low cost



No-Dig Award '87



High loading Thrusting Method: Pilot Tube, Pipe (VDR, RCP, Steel), Thrusting Force to Jacking Pipe, Screw Conveyor & Casing.

Low loading Thrusting Method: Pilot Tube, Pipe (PVC, ABS), Screw Conveyor & Casing, Thrusting Force to casing.

Point: *Sanwa machine can thrust two way.*

Two pipe materials of flexible (PVC etc.) and rigid (concrete) with one Sanwa machine.

推進用PVC管 / PVC Jacking Pipe

スパイラル継手付き PVC管 Spiral Joint Pipe

●スパイラル継手付き管 (SSPS)

- 先頭管 Head Pipe
- 標準管 Standard Pipe
- 最終管 Final Pipe

SUSカラー継手付き PVC管 SUS Collar Joint Pipe

●SUSカラー継手管 (SUSP)

- 先頭管・最終管 Head & Final Pipe
- 標準管 Standard Pipe
- カラー SUS Collar Joint

Karakteristik metode penggalian dengan small diameter pipe jacking

- Type Press in
Press-in pilot tube atau pilot pipe, memandu/mengarahkan pipa adalah two step proses. Memungkinkan pekerjaan di area tanah yang lemah sekalipun.
- Type Auger
Didalam pilot tube terdapat auger head/screw, dengan cara memutar dan menggali tanah berbarengan dengan mendorong pipa. Kontrol arah dapat dilakukan dari jarak jauh.
- Type Slurry
Bagian dalam cutter chamber pada pilot tube diisi air berlumpur, kemudian disemprotkan ke depan face machine, lalu tekanan air dan tanah pada face machine diatur untuk menstabilkan face machine. Hasil pengeboran dan air berlumpur diangkat ke atas dengan lancar.
- Type mud pump pressure
Bagian dalam cutter chamber pada pilot tube, hasil galian tanah/pasir dicampurkan cairan lubrikan, kestabilan tekanan air/tanah pada face machine dapat dikontrol dengan exit gate dan pinch valve. Hasil galian tanah/pasir dapat dialirkan menggunakan screw, metode pumping mud pump, metode suction mud pump.

Karakteristik small diameter pipe jacking

- **High load carrying capacity pipe jacking method**

Menyambungkan high load carrying pipe (Reinforced concrete pipe, Resin concrete pipe) pada pilot tube, semua thrust force dibebankan pada pipa yang didorong.

- **Low load carrying capacity pipe jacking method**

Metode ini, thrust force dibebankan pada pilot tube dan area diantara pipa dan tanah (casing).

Perbandingan method High load carrying capacity small diameter pipe jacking method

Method	Type Auger	Type Slurry	Type mud pressure (Screw exit gate)	Type mud pressure (Exit gate pumping / suction mud pump)
Alat	Kecil	Besar	Sedang	Besar
Struktur alat	Simple	Rumit	Sedang	Rumit
Plant lumpur	Tidak perlu	Perlu	Chemical lubricant drilling	Chemical lubricant drilling
Tingkat kerusakan	Kecil	Besar	Sedang	Sedikit rumit
Jarak pengeboran	Pendek (70m)	Panjang (120m)	Sedang (50~100m)	Panjang (140m)
Jumlah pengeboran /hari	Sedikit	Banyak	Sedang	Banyak
Kondasi tanah dengan tingkat volume air tinggi	Tidak bisa	Bisa	Bisa	Bisa
Harga unit	Murah	Mahal	Sedang	Mahal

Perbandingan method low load carrying capacity pipe jacking method

Method	Type Press in	Type Auger	Type Slurry	Type Mud pressure
Alat	Kecil	Kecil	Besar	Sedang
Struktur alat	Simple	Simple	Rumit	Sedang
Plant lumpur	Tidak perlu	Tidak perlu	Perlu	Lubricant plant
Tingkat kerusakan	Kecil	Kecil	Besar	Sedang
Jarak pengeboran	60m	60m	90m	60m
Jumlah pengeboran /hari	Sedikit (2 proses)	Sedikit	Banyak	Sedang
Kondasi tanah dengan tingkat volume air tinggi	Tidak bisa	Tidak bisa	Bisa	Bisa
Harga unit	Murah	Murah	Mahal	Sedang

Table Applicability based on Soil Conditions and Groundwater Pressure

Soil Type	Soil Conditions		Low Load-resistance Pipe Method			
	N-Value	Groundwater Pressure (kN/m ²)	Pilot tube Two-pass Methods	Auger Boring One-pass Methods	Slurry Type One-pass Methods	EPB One-pass Methods
Cohesive Soil	0 ≤ N < 1	—	○	×	×	×
	1 ≤ N ≤ 15	—	○	○	○	○
	15 < N ≤ 40	—	×	○	○	○
Sandy Soil	1 ≤ N ≤ 30	P ≤ 10	○	○	○	○
		10 < P ≤ 20	○	×	○	○
	30 < N ≤ 50	20 < P ≤ 60	×	×	○	○
		60 < P ≤ 100	×	×	○	×

オーガー方式

PVC = 1.0 / 2.0 m + α

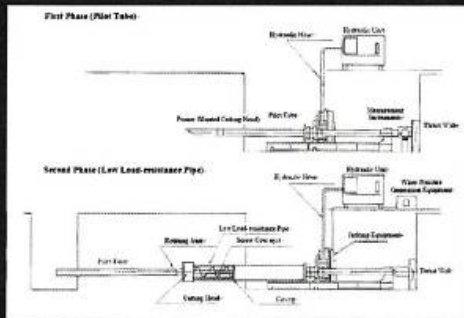
泥水(スラリー)方式

RCP = 2.43 m + α

Jenis dari high load carrying capacity pipe jacking method

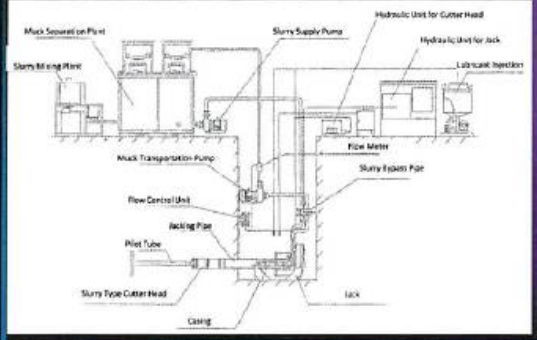
- Type Press in
- Type Auger
- Type Slurry
- Type mud pressure Gate exit screw Metode drive control di dalam shaft
- Type mud pressure Gate exit screw Metode drive control pilot tube
- Type mud pressure Metode pumping mud pump
- Type mud pressure Metode suction mud pump

Gambar skematis type press-in screw exit gate



25

Gambar skematis type press in metode slurry discharge



26

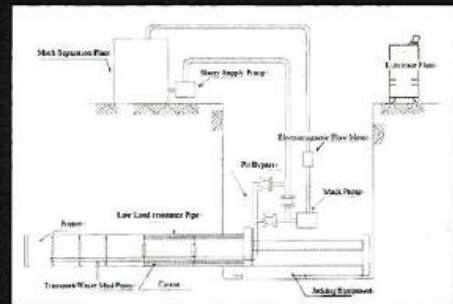
Type slurry

Karakteristik metode ini

- 1) Peralatan cukup rumit.
- 2) Memungkinkan jarak pengeboran 90m.
- 3) Biaya konstruksi relatif besar.
- 4) Jumlah hari konstruksi dibanding yang lain banyak.
- 5) Memungkinkan diaplikasikan pada keadaan tanah dengan tingkat air tanah yang tinggi.
- 6) Diperlukan mud plant.

27

Gambar skematis type slurry



28

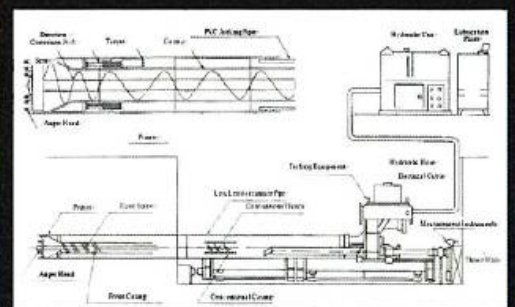
Type Auger, type mud pressure

Karakteristik metode ini

- 1) Dibandingkan dengan peralatan lain sedikit rumit.
- 2) Memungkinkan jarak pengeboran 60m.
- 3) Biaya pekerjaan konstruksi relatif murah.
- 4) Tidak memungkinkan pekerjaan pada keadaan tanah dengan tingkat air tanah yang tinggi, dengan menggunakan vinch valve pada metode mud pressure.
- 5) Chemical lubricant plant diperlukan.

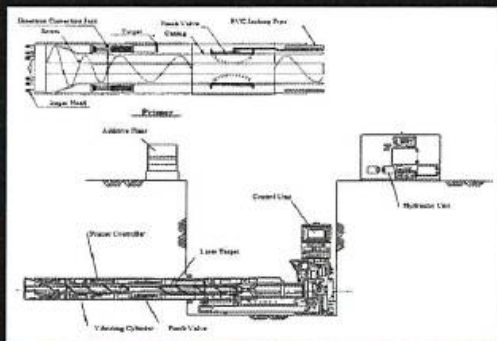
29

Gambar skematis type Auger



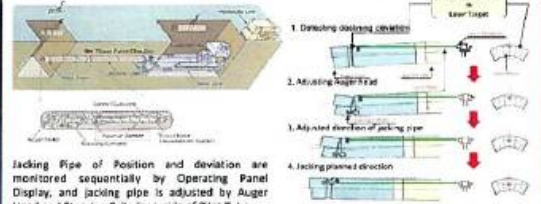
30

Gambar skematis mud pressure



Position Control

Steering procedure of Auger Head



Jacking Pipe of Position and deviation are monitored sequentially by Operating Panel Display, and jacking pipe is adjusted by Auger Head and Steering Cylinder inside of Pilot Tube.

Acceptable Tolerance	Microtunneling	HDD
Distance from planned surface exit	-200 mm & -L/500	Within 1 m
Horizontal	±50 mm	± 500 mm
Vertical	± 50 mm	± 500 mm
Source	Yokohama, Japan	QLD, Australia

Metode low load carrying capacity pipe jacking type Auger type Mud pressure **SANWA MATRON ENVILINER**



Metode Enviliner

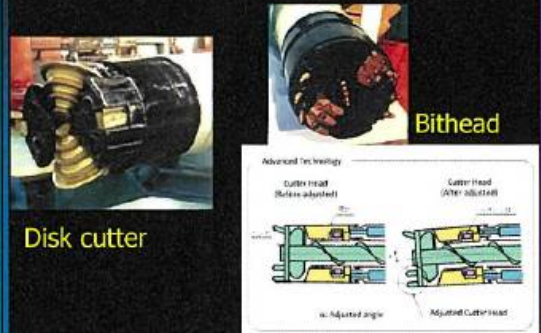
Karakteristik dari metode ini

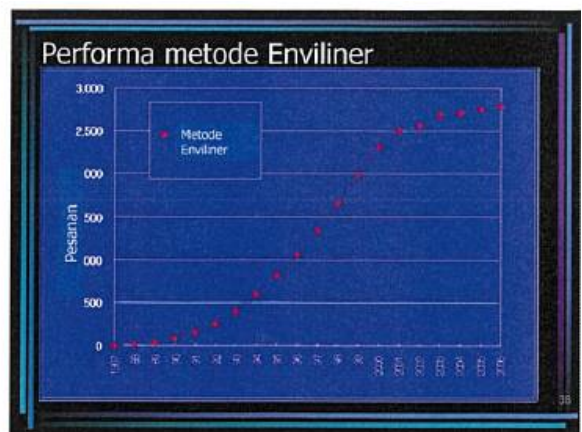
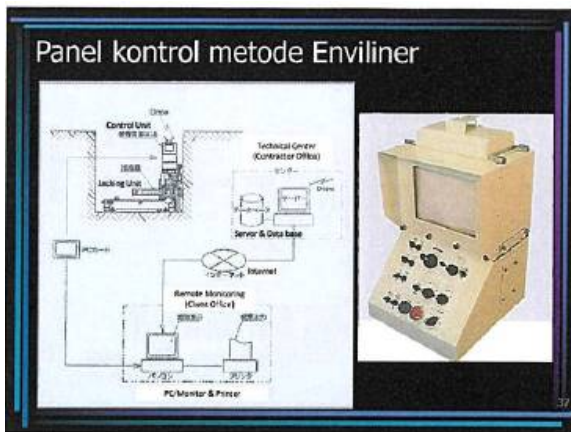
- 1) Dapat didukung dengan type auger maupun type mud pressure.
- 2) Berbagai macam model mesin dengan menyesuaikan jenis tanah dapat memilih jenis shaft, diameter pipa.
- 3) Pada low load carrying capacity system pipe jacking, didukung dengan attachment memungkinkan pekerjaan pada tanah kerikil, bebatuan.
- 4) Dengan adanya alat kontrol pipa, posisi pilot tube, arah direction, memungkinkan konstruksi dengan presisi yang tinggi.

Type model metode Enviliner



Attachment pada metode Enviliner





- ### Jenis vertical shaft dan Karakteristik
- Steel sheet pile shaft
Ini adalah metode yang banyak digunakan, dengan memasang steel pile ke tanah, sambil mengeruk membangun shaft. Metode press-in menggunakan hydraulic, vibrohammer, water jet.
 - Type liner plate
Menerapkan flange bending yang disambung dengan plat, menggunakan plat baja (Liner plate) yang dibentuk melingkar, di bagian dalam akan dirakit dengan membentuk huruf H untuk penguatan penyambungan. Sambil mengebor 1 persatu ring dirakit, dapat menahan tanah. Bentuk dari liner plate ada bentuk bulat dan oval.
 - Type casing baja
Shaft ini dibangun dengan mesin rotary press-in, sambil mengebor bagian dalam, casing baja press-in.
 - Type concret block (berbentuk persegi, type rotary press-fitted)
Bagian dalam concrete block pre cast berbentuk bulat dikeruk menggunakan mesin diamond, press-in vertical shaft terbentuk. Dengan metode press in, ada dua jenis, metode set-in yang dipasang oleh mesin press-in, dan metode rotary press-in.

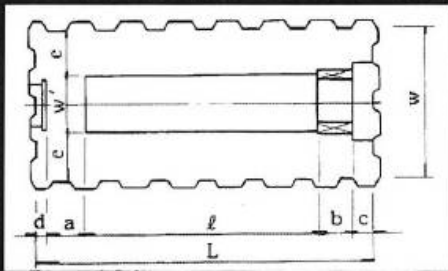
Perbandingan konstruksi vertical shaft

Metode	Steel sheet pile type	Type liner plate	Casing baja (Metode ART)
Peralatan	Sangat rumit	Kecil	Sedang
Jenis tanah dengan air yang tinggi (area yg dibutuhkannya perbaikan tanah)	Diperlukan	Diperlukan	Tidak diperlukan
Area konstruksi	Lebar	Sempit	Sedang
Konstruksi /hari	Banyak	Banyak	Sedikit
Biaya konstruksi	Mahal	Sedang	Sedang



- ### Steel sheet pile vertical shaft
- Karakteristik metode ini**
- 1) Peralatannya relatif banyak.
 - 2) Apabila terdapat air tanah, konstruksi memungkinkan dengan cara menambahkan plat di bagian bawah.
 - 3) Biaya konstruksi relatif mahal.
 - 4) Termasuk vertical shaft yang berukuran besar.
 - 5) Dengan metode press-in adanya kombinasi hydrolic press in, Vibrohammer dan water jet

Gambar skematis steel sheet pile vertical shaft

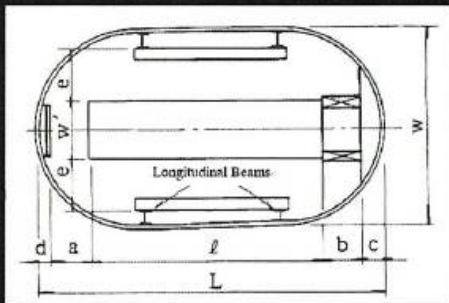


Type liner plate vertical shaft

Karakteristik metode ini

- 1) Peralatannya relatif kecil.
- 2) Apabila terdapat air tanah, konstruksi memungkinkan dengan cara tanah di bawah dilakukan ground improvement.
- 3) Biaya konstruksi relatif murah.
- 4) Memungkinkan untuk dikubur atau diangkat dan dikeluarkan.
- 5) Memungkinkan pekerjaan konstruksi di area sempit.

Gambar skematis type liner plate vertical shaft

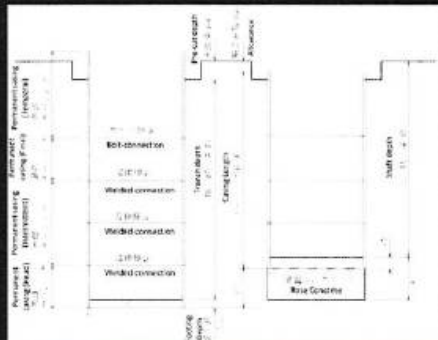


Type casing baja vertical shaft type concrete block rotary press-in

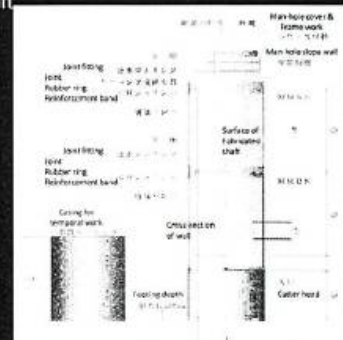
Karakteristik metode ini

- 1) Peralatannya relatif sedang.
- 2) Memungkinkan konstruksi bahkan dalam keadaan di bawah tanah terdapat air.
- 3) Biaya konstruksi relatif mahal.
- 4) Waktu pekerjaan pendek.
- 5) Sulit untuk membuat vertical shaft ukuran besar.
- 6) Bentuk dari vertical shaft hanya berbentuk bulat saja.
- 7) Type rotary press-in, dapat dilakukan dengan casing baja maupun concrete block.

Gambar skematis casing baja vertical shaft



Gambar skematis type concrete block rotary press-in vertical shaft



Type casing baja
type concrete block
type rotary press-in

Metode ART



Metode ART

Karakteristik metode ini

- 1) Karena metode ini adalah metode rotasi putaran penuh tidak akan bergesernya sumbu putaran.
- 2) Tidak akan terjadi kelonggaran pada tanah.
- 3) Pekerjaan konstruksi pendek dan ekonomis.
- 4) Memungkinkan menggunakan Casing RC.
- 5) Tidak ada pengaruh pada struktur yang berdekatan.
- 6) Jangkauan penerapan tanah yang luas.
- 7) Tingkat keamanan yang baik dan daya getar yang rendah.

1. Instalasi pemasangan mesin press-in



2. Pemasangan berbentuk bulat



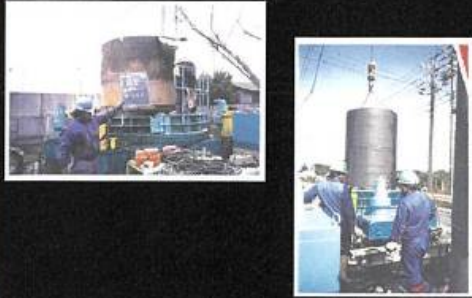
3. Penggalan, Rotary press-in



4. Pengelasan



5. Pemasangan casing sementara



6. Penempatan coran untuk bagian bawah



7. Proses laitance



8. Pemasangan secondary untuk bagian atas



Untuk terakhir

CHIKEN ENTERPRIZE Co.,Ltd, melakukan metode konstruksi sesuai keadaan site (chemical grouting, Metode mereduksi air tanah) Kami juga melakukan pekerjaan pipe jacking dengan jangka waktu yang pendek, cost rendah serta aman. Sewa, perbaikan dll, semuanya dapat percayakan kepada kami. Dan itu adalah pekerjaan di bawah tanah yang professional Chiken enterprise co.,Ltd.

Terima kasih atas perhatiannya

<http://www.ckn.co.jp> CHIKE ENTERPRIZE Co., Ltd 