

インドネシア国  
ジャカルタ政府

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

平成 27 年 12 月  
(2015 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 イセキ開発工機

国内
JR
15-112

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

目 次

要訳 .....	i
巻頭写真 .....	v
略語表 .....	ix
地図 .....	x
表リスト .....	xi
図リスト .....	xii
案件概要 .....	xiii
1. 事業の背景 .....	1
1.1 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認 .....	1
1.2 普及・実証を図る製品・技術の概要 (イセキ開発工機製 アンクルモール推進工法) .....	26
2. 事業の概要 .....	37
2.1 事業の目的 .....	37
2.2 事業の実施方法・作業工程 .....	38
2.2.1 調査対象地域 .....	38
2.2.2 事業実施の基本方針 .....	38
2.2.3 事業実施の方法 .....	39
2.2.4 作業工程 .....	44
2.2.5 要員稼動実績 .....	44
2.3 相手国実施機関の概要 .....	45
2.4 投入（要員、機材、相手側投入、その他） .....	46
2.5 事業実施体制 .....	48
3. 事業の実績 .....	49
3.1 活動項目毎の内容と成果 .....	49
3.1.1 推進工事実証事業に関する活動・成果 .....	49
3.1.2 PR・啓蒙事業（ビジネスプロモーション）に関する活動・成果 .....	75
3.1.3 ビジネス環境調査に関する活動・成果 .....	79
3.2 事業目的の達成状況 .....	94
3.3 開発課題解決に向けた今後の課題と対応策 .....	95
3.4 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献 .....	96

4. 今後の展望 .....	97
4.1 普及・実証に関して検討した事業化及びその開発効果 .....	97
4.2 事業実施後の相手国実施機関の自立的な活動継続について .....	98
4.3 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定 .....	98
4.4 本事業から得られた教訓と提言 .....	100

#### 参考資料

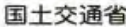
参考資料 1	2014.3.4	現地セミナー(Century atlet hotel) .....	参考 1
参考資料 2	2015.9.1	現地セミナー (バンドン工科大学) .....	参考 14
参考資料 3	2015.10.15	現地セミナー (チプタカリヤ) .....	参考 19
参考資料 4	2015.11.26	現地セミナー (Morrissey Hotel) .....	参考 22

要約

I. 提案事業の概要	
案件名	下水管路建設における推進工法技術の普及・実証事業
事業実施地	インドネシア国 ジャカルタ
相手国 政府関係機関	インドネシア国 ジャカルタ州政府 (DKI)
事業実施期間	2013年9月～2015年12月
契約金額	99,803,550 円(税込)
事業の目的	平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「途上国政府への普及事業」によって、非開削にて管路を建設する推進工法の優位性が証明された。さらに本邦特有の技術である長距離・曲線推進を導入することによる社会的コストの低減が明らかになった。本事業はこうした背景を受けて、本邦推進技術による長距離推進の普及の可能性を検証するため、インドネシアで初めてとなる実証試験を実施するとともに、PR・啓蒙事業、及びビジネス展開調査を策定する。
事業の実施方針	本事業は「実証工事」「PR・啓蒙事業」及び「ビジネス展開調査」の3事業で構成することで、先の目的を達成する。本事業実施により、今後の円借款下水道事業等において、相手国政府による本邦技術の採用と本邦企業の受注可能性が飛躍的に向上することが期待される。具体的には、イセキ開発工機製の長距離・カーブ用掘進機「アンクルモールエル」を提供し、地元建設会社 PT. KARTIKA EKAYASA 社の協力の下、本邦の推進工法の技術を活かした 300m 直線推進施工を行う。本施工を通じて、長距離、カーブ推進の優位性を示し、現地カウンターパート等に対して PR 活動を行う。
実績	<p>1. 実証工事</p> <p>当社の掘進機「アンクルモールエル」を含む推進機材は 2014 年 1 月に現場に搬入。2014 年 2 月に雨天によって立坑が崩壊したが、2014 年 3 月末より立坑の復旧作業は順調に進み、4 月末には復旧作業を完了。また、2014 年 3 月 4 日にイセキ式推進工法のセミナーを現地で開催したところ、現地カウンターパート、現地ゼネコンなど 50 名近い参加者を得た。</p> <p>2014 年 8 月、復旧された立坑にすべての資機材を据付・稼働させ、8 月 19 日には発進式も執り行われた。式典にはインドネシア側から DKI、公共事業省、PD PAL JAYA が、また日本側からは日本大使館、JICA インドネシア事務所にもご参加いただいた。</p> <p>発進後、PLN (国営電力会社) より、電力ケーブルと推進管の交錯の恐れが報告され、埋設位置の確認、推進管の埋設位置の変更、推進方法の確認等の協議を行った。カーブ推進を縦断勾配に適用す</p>

	<p>ることで、電力ケーブル下を通過させ、本邦技術の優位性を実証した。その後、Jl. Tulodong Atas の開発地で放置された建築物の基礎（鉄筋コンクリート）と掘進機が衝突したため、地上から撤去用立坑の掘削を余儀なくされた。</p> <p>障害物撤去後に掘進を再開し、順調に掘進を続ける。2015 年 1 月中旬頃から掘削排土にゴミなどが混じるようになり、推力が急上昇してしまった。推力とは、文字通り「推す力」を指し、元押ジャッキがマシン及び管列全体を推す際にかかる力のことである。推力が上昇すると、管にかかる負担が大きくなることにより管の破損・ひび割れにつながり、最終的には推進不能という最悪の結果になってしまう。発注者である PD PAL JAYA と協議の結果、到達立坑側から横穴を掘削して推進機を回収することに決定した。SCBD(Senayang Central Business District)からの到達立坑掘削許可が難航し、ようやく 2015 年 5 月より到達立坑の掘削を開始。7 月には到達側から迎え掘りを行い、8 月にはマシンを到達立坑まで押し込むことに成功した。無事に既存のマンホールとも接続でき、これでスナヤンエリアと SCBD エリアまでの下水管路網が繋がった。9 月には掘進機を回収し、10 月 1 日に PD PAL JAYA の保管地域にすべての実証資機材を運搬し、デモ施工を終了させた。</p> <p>本事業による取り組みが現地施工会社にも評価され、実際の掘進機販売にも繋がっている。2014 年 1 月と 3 月にφ450mm の当社掘進機アングルモールを別々の地元施工会社に販売することが出来た。また、本掘進機は PD PAL JAYA が発注する下水管路網工事に貢献している。また、現在ブカシで発注予定の 1800mm の送水トンネルプロジェクトが計画されている。本事業実績の効果により長距離・曲線技術に現地コントラクターが興味をもち、直接当社に引き合いがあり、現在受注に向けて活動中である。</p> <p>2. PR・啓蒙活動</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>現地セミナー（全 4 回、延べ約 250 名）</li> <li>カウンターパート等本邦受入れ活動（1 回 2 名）</li> <li>現地 OJT 研修（延べ 9 ヶ月）</li> <li>ビジネス展開計画（ビジネスモデル開発）</li> <li>現地事務所の設立および投資環境調査</li> </ul>
課題	<p>我が国と異なる次の商習慣の課題を、経験することができた。</p> <p>1) 実証・普及活動</p> <p>推進工事に必要な資機材は、入手可能である。しかし、カウンターパート及び地元施工会社の仮設設計・機材調達の考え方が、我が国と異なり、安価な材料に拘りがあった。結果として、低品質な材料で構築された立坑が崩壊の原因となり、工期の遅延の要因や立坑再構築費用の発生を招くことになった。工事コスト構成の</p>

	<p>分析とコスト管理の困難さを経験した。また、発注者による地下埋設物の調査が不十分であり、障害物対応の困難さを経験した。</p> <p>2) PR・啓蒙活動 顧客となり得る現地施工会社及びカウンターパートの確実な理解を得るために、実証事業の社会的、技術的成果を具体的に示すこと、およびコストが許容できるレベルにあることを実証することが課題である。また、本事業で得られた人的ネットワークを活用し、下水管路以外の PLN(国営電力会社)や PGN (国営ガス会社)といった事業体にも推進工法の優位性を如何にアピールするかが課題である。</p> <p>3) ビジネス展開計画 建設業者の経験・資質の違いによるビジネスパートナーとしての評価基準が我が国と異なる。本事業を通じて、大手・中堅の建設業者(複数社)と交流することができた。我が国の商習慣を理解するパートナー企業を確保することが重要である。</p>
事業後の展開	<p>実証事業の推進機は、DKI Jakarta 州政府へ引き継ぎ、PD PAL Jaya の下水管路建設に使用される。コンサルティングや機械の補修業務・掘削指導を通じて推進技術の普及に努める。また、本普及・実証事業を契機として、インドネシア公共事業省水資源総局の発注工事で地元大手建設会社が受注した洪水対策プロジェクトにおいて、機動建設工業株式会社・ヤスダエンジニアリング株式会社と共に 3 社 JV を組み、大口径(管径 3,500mm 延長 2.6km)の推進工事を実施中である。2015 年 10 月 8 日に放水路側から中間立坑までのツイントネルの施工をほぼ工期どおりに無事完工させた。今後は残りの取水口側から中間立坑までの約 1.3km の施工を実施予定である。本工事の施工管理と連携し、ジャカルタ下水 ODA 事業への長距離・カーブ推進技術の適用や電力・通信、上水道等の様々な地下インフラへのビジネス展開を PR していく計画である。</p> <p>本事業を通じ、非開削技術に対する公共事業省およびジャカルタ政府の本邦推進技術を活かした下水管路網整備を進めたいという意向も確認することが出来た。その意向を受けて、今後は単に掘進機を販売するだけでなく、本邦施工技術を取り入れた施工サポートも含んだ事業展開をしていきたい。</p>



国土交通省  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

Press Release

平成26年1月7日  
総合政策局  
海外プロジェクト推進課  
水管理・国土保全局  
下水道部下水道企画課

**インドネシア ジャカルタ特別州テリウン川地下放水路建設事業への  
本邦下水道推進工法関連企業の参画について**

○インドネシアのジャカルタ特別州テリウン川地下放水路建設事業に本邦下水道推進工法関連企業が参画することになりましたので、お知らせいたします。

○本事業は、平成25年1月にジャカルタ特別州で発生した大洪水を受けて、大統領命令により事業化された放水路建設事業で、本邦下水道技術がジャカルタ特別州の洪水被害の軽減に大きく貢献するものです。

○本邦下水道推進工法関連企業JVが、設計施工計画・施工指導およびそれに伴う資機材の提供を通じ、本事業の推進に協力していきます。

○国土交通省では、下水道グローバルセンター（G C U S）の活動等を通じ、アジアを中心とした海外への下水道システム等のインフラ輸出に関する官民連携した取り組みを推進しています。今般事業参画に至った本邦企業もG C U Sの会員企業です。

○インドネシアにおいても、これまで、下水道推進工法に関する官民連携セミナーや研修生の受け入れ、水インフラに関する専門家派遣等を実施してきました。

○インドネシアを含めた東南アジア等での下水道推進工法の普及を皮切りに、引き続き海外でのインフラプロジェクトの推進に向け取り組んで参ります。

**【事業概要】**

- ・事業名：ジャカルタ特別州テリウン川地下放水路建設事業
- ・主な事業内容：内径3,500mm 延長約1.3km×2本の地下放水路建設
- ・本邦企業担当部分：設計施工計画・施工指導およびそれに伴う資機材の提供
- ・本邦企業：機動建設工業・ヤスダエンジニアリング・イセキ開発工機
- ・契約金額：約16億円（全体事業費約50億円）
- ・本邦企業の契約：インドネシア公共事業省から事業を落札したウィジャヤカリヤ（インドネシア企業）と本邦企業JVとの契約
- ・受注契約日：平成26年1月2日
- ・工期：平成27年2月まで

参考：下水道グローバルセンター（G C U S: Japan Global Center for Urban Sanitation）<http://ecus.in/>  
計画・建設から管理・運営に至るまで、日本の産学官のあらゆるノウハウを結集し、海外で持続可能な下水道システムを普及させるための活動を行う産学官の専門家機関のコンソーシアム

【問い合わせ先】水管理・国土保全局下水道部下水道企画課 若公・赤間  
電話：03-5253-8111（内線34-142） 直通：03-5253-8427  
FAX：03-5253-1596

出典 国土交通省 HP

Ⅱ. 提案企業の概要	
企業名	株式会社 イセキ開発工機
企業所在地	東京都港区元赤坂 1-1-8
設立年月日	1971年6月18日
業種	製造業
主要事業・製品	推進工法機器製造
資本金	6,000万円
売上高	25億円
従業員数	50名

巻頭写真



写真1：推進工事（発進立坑）



写真2：推進工事現場周辺



写真3：掘進機（前面）



写真4：掘進機（後面）



写真5：操作盤



写真6：中押管



写真7：グラウトポンプ・ミキサー



写真8：立坑バイパス





写真 9 : 元押ジャッキ



写真 10 : 送・排泥ポンプ



写真 11 : 泥水パイプ



写真 12 : 各種ケーブル



写真 13 : セミナー (第 1 回)

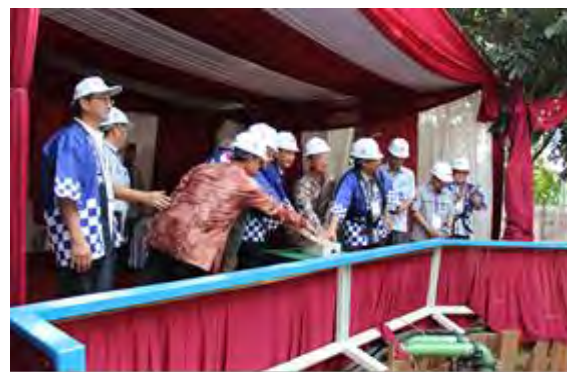


写真 14 : 発進式



写真 15 : 掘進機据付



写真 16 : 掘進開始



写真 17 : No1 パイプとの接続



写真 18 : 管周混合装置・滑材注入



写真 19 : 推進管の接続



写真 20 : 立坑バイパス操作



写真 21:掘進機到達

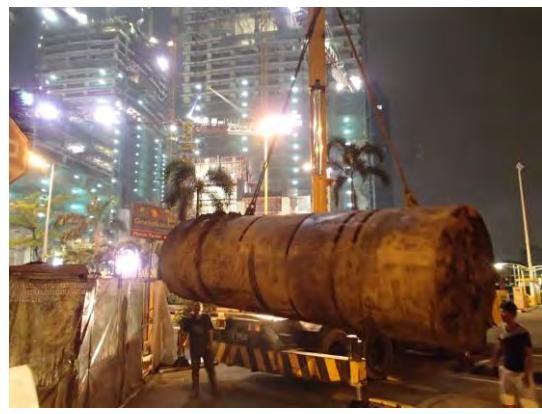


写真 22:掘進機回収



写真 23:掘進機保管



写真 24:バンドン工科大学セミナー (2015 年 9 月)



写真 25:発表風景



写真 26:集合写真

## 略語表

略語	日本語	英語またはインドネシア語
AKI	インドネシア建築・建設業者協会	Asosiasi Kontraktor Indonesia
ASEAN	アセアン	Association of South East Asian Countries
BKPM	インドネシア投資調整庁	Badan Koordinasi Penanaman Modal
BKT	東洪水放水路	Banjir Kanal Timur
BPLHD	ジャカルタ環境管理委員会	Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah
CBD	中央ビジネス地区	Central Business District
CDF	埋立て処分場	Confined Disposal Facility
GAPENSI	インドネシア建築業者協会	Gabungan Pelaksana Konstruksi Nasional Indonesia
GDP	国内総生産	Gross Domestic Product
DKI Jakarta	ジャカルタ	Daerah Khusus Ibukota Jakarta
INKINDO	インドネシアコンサルタント国際協会	IKATAN NASIONAL KONSULTAN INDONESIA
JABODETABEK	ジャカルタ首都圏	Jakarta Bogor Depok Tangerang, Bekasi
JEDI	ジャカルタ緊急浚渫事業	Jakarta Emergency Dredging Initiative
JETRO	日本貿易振興機構	Japan External Trade Organization
JICA	国際協力機構	Japan International Cooperation Agency
JO	共同企業体（下請けを含む概念）	Joint Operation
JUFMP	ジャカルタ緊急洪水対策プロジェクト	Jakarta Urgent Flood Mitigation Project
JV	共同企業体	Joint Venture
MPA	ジャカルタ首都圏優先地区	Metropolitan Priority Area
MRT	都市高速鉄道（広義の地下鉄）	Mass Rapid Transit
NCICD	首都総合沿岸開発	National Capital Integrated Coastal Development Project
ODA	政府開発援助	Official Development Assistance
OVTA	（財）海外職業訓練協会	Oversea Vocational Training Association
PD PAL JAYA	ジャカルタ下水道公社	Perusahaan Daerah Pengelolaan Air Limbah Jakarta
PPLi	プラサダ パムナ社	PT Prasadha Pamunah Limbah Industri
PPP	官民パートナーシップ	Public Private Partnership
PT	株式会社	Perseroan Terbatas
PU	公共事業	Pekerjaan Umum
STEP	本邦技術活用条件	Special Term of Economic Partnership
SCBD	スナヤン中央商業地区	Senayang Central Business District
WIKA	ウィジャヤ カルヤ社	PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk

地図



出典：外務省ホームページ「国別インデックス」



出典：Jakarta in Figure 2013

## 表リスト

表 1.1.1	インドネシア国経済情勢	1
表 1.1.2	ジャカルタ人口 (2010)	2
表 1.1.3	下水道・衛生施設整備計画	3
表 1.1.4	ゾーン別整備概要	4
表 1.1.5	MPA における優先事業	12
表 1.1.6	投資ネガティブリスト (大統領規定 2014 年第 39 号)	18
表 1.1.7	投資ネガティブリスト (大統領規定 2014 年第 39 号添付リスト)	18
表 1.2.1	TCL1000 掘進機主要諸元	31
表 2.1.1	カウンターパート等本邦受入れ活動日程	42
表 2.1.2	相手国実施機関	45
表 2.1.3	調査団員	46
表 3.1.1	本事業の作業工程	49
表 3.1.2	発進式参加者リスト	56
表 3.1.3	セミナープログラム・発表概要	77
表 3.1.4	分析手法の概要	79
表 3.1.5	インドネシア建設会社 (大手 15 社)	84
表 3.1.6	SWOT 分析による戦略の方向性	86
表 3.1.7	市場分析結果	87
表 3.1.8	リスク軽減のための対応策	91
表 3.1.9	ビジネスモデル提案内容	92
表 3.1.10	本事業を通して得られたメリット	95
表 4.1.1	ビジネス展開計画 (案)	99

## 図リスト

図 1.1.1	ジャカルタ 下水道整備ゾーン	6
図 1.1.2	ジャカルタ 下水道幹線計画	7
図 1.1.3	下水管幹線線形・整備区分 (Zone-1)	8
図 1.1.4	NCICD プロジェクト (鳥瞰図)	9
図 1.1.5	NCICD プロジェクト (解決課題)	10
図 1.1.6	NCICD プロジェクト (治水計画の概念)	10
図 1.1.7	NCICD プロジェクト (断面図)	11
図 1.1.8	NCICD プロジェクト (主要施設配置図)	11
図 1.1.9	MRT 路線図	13
図 1.1.10	JEDI (Jakarta Emergency Initiative) プロジェクト	14
図 1.1.11	第 0 処理区 (Zone-0) の管路施設整備状況	15
図 1.1.12	ジャカルタチリウン川地下放水路建設事業概要	21
図 1.1.13	推進工法工事の施工状況	24
図 1.2.1	中押しジャッキ	29
図 1.2.2	カーブ・長距離推進工法技術	30
図 1.2.3	滑材注入	30
図 1.2.4	提案技術の仕様 (1/2)	32
図 1.2.4	提案技術の仕様 (2/2)	33
図 1.2.5	ジャカルタの下水管路ルート	34
図 1.2.6	既存の技術と提案技術の立坑計画	35
図 1.2.7	立坑配置計画	36
図 1.2.8	工事工程計画	36
図 2.2.1	実証工事詳細設計図 (1)	40
図 2.2.2	実証工事詳細設計図 (2)	40
図 2.2.3	事業工程計画	44
図 2.2.4	要員稼働実績	44
図 2.5.1	業務実施体制	48
図 3.1.1	発進立坑冠水状況	51
図 3.1.2	発進立坑修復状況	51
図 3.1.3	資機材各地据付	52
図 3.1.4	坑口リング取付	53
図 3.1.5	掘進機・元押据付	54
図 3.1.6	実掘進開始	55
図 3.1.7	発進式 (1/2)	57
図 3.1.7	発進式 (2/2)	58
図 3.1.8	ジャカルタ首都圏投資促進特別地域 (MPA) 進捗紹介映像	76
図 3.1.9	推進工法実証プロジェクト PR 看板(仮囲い)	77
図 3.1.10	首相官邸による長距離・カーブ推進工法技術紹介	78
図 3.1.11	推進工事費のコストトレンド	80
図 3.1.12	ビジネスセグメント	92
図 3.1.13	推進工法技術シンジケート	93

# 案件概要

## インドネシア

### 下水管路建設における推進工法技術の普及・実証事業 株式会社イセキ開発工機(東京都港区)

#### インドネシア国の開発ニーズ

- 大都市の下水道等の地下インフラが十分に整備されていない。
- 地下インフラの整備に際して、慢性的な交通渋滞が発生している。
- 工事公害・建設廃棄物の少ないクリーンな建設技術が求められている。

#### 中小企業の技術・製品



自社開発の掘進機「アングルモール エル」

#### インドネシア側に見込まれる成果

- 下水道の幹線管路を整備することにより、早期に下水道インフラを普及させることが可能。
- 処理区域全域の汚水を収集し、下水道経営と環境改善効果に寄与。
- 下水道経営の根幹となる中心市街地に下水道を普及させて、下水道料金賦課の基盤を築く。

#### 普及・実証事業の内容

- 下水道の幹線管路のデモンストラーション工事を実施し、推進工法の優位性のPR。
- 相手国政府の人材育成。
- ビジネス展開のための資機材のサプライチェーン検証、拠点の選定、及びビジネスモデルの開発。



- 広範な土質条件での掘削が可能。
- 長距離・カーブ推進が可能で、地上の土地占有を最少化。
- 遠隔操作が可能で安全性が高い。
- 最小限の地上開削により、騒音や廃棄物を最少化。

#### 日本企業側の成果

##### 現状

- 現地事務所を2014年1月に開設。
- 同社及び他2社とJVで2014年1月にジャカルタ特別州政府の管路敷設案件に掘進機の提供と技術アドバイスをを行う契約を締結。

##### 今後

- 相手国政府による本邦技術の採用と本邦企業の受注可能性が向上。
- 地下インフラ構築に、本邦技術の大規模市場が期待される。

出典：イセキ開発工機 2015



# 1. 事業の背景

## 1.1 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

### (1) 対象国の政治経済の概況

インドネシアは、20歳代～30歳代の若年労働人口が多く、アジア経済危機（1997年～98年）や金融危機リーマンショック（2008年）を経ながらもGDP6%前後の経済成長を維持し、一人当たりGDPが3,500米ドル（2013年）に達している。石油、石炭、天然ガスなどの天然資源を産出し、食糧生産も自給自足が可能なレベルである。自動車の国内生産を初めとして工業製品の国内生産体制が整備され、教育制度の発展もあり、質・量とも豊富な人的資源に支えられ、今後の発展が期待されている。

表 1.1.1 インドネシア国経済情勢

項目	2011年	2012年	2013年	2014年
GDP				
実質GDP成長率 (%) <sup>1)</sup>	6.5	6.2	5.8	5.0
1人当たりGDP (名目) <sup>1)</sup> USD	3,498.2	3,562.9	3,500	—
消費者物価上昇率 (%) <sup>2)</sup>	3.8	4.3	8.4	8.4

出典：1)外務省インドネシア共和国基礎データ 2015、2)JETRO 海外ビジネス情報 2014

ジャカルタは、ジャカルタ首都圏（JABODETABEK）の中心都市として、東京圏に次ぐ人口2,400万人の世界第2位の都市圏を構成している。人口は自然増加のみならず、就職や大学入学などの社会増加が著しく、20年後には東京都市圏の人口を上回る趨勢である。このような急激な都市の成長に対して、電力供給施設、上・下水処理施設及び鉄道や道路の交通施設などの公共基盤施設の不足が、都市の発展を阻害しかねない状況である。

ジャカルタは、州（Provinsi）と同格の特別州（DKI）で、表 1.1.2 に示すとおり東・西・南・北・中央と島部の6市（Wali Kota—レベル2の地方自治体）で構成される。行政区域65,575 haに、人口974万人、人口密度149人/haの大都市である。

DKI Jakarta Gov. ホームページの情報によると、ジャカルタの2011年第4四半期のGDPは、前年度比6.6%増である。交通・通信分野が最も高く13.8%、貿易・ホテル・レストラン7.7%、サービス分野7.7%、建設7.2%、金融・不動産分野5.2%、電気・ガス・上水3.7%、製造業1.2%、農業0.4%、鉱業3%である。1人当たりGDPは、2011年で100.98百万IDR（約11,000USD）で、2010年（89.73百万IDR、約9,800USD）比12.5%増である。

表 1.1.2 ジャカルタ人口 (2010)

No	Municipality (Kota)	District (Kecamatan)	Town (Kerurahan)	Population (person)	Area (ha)	Density (person/ha)
1	North Jakarta	6	31	1,554,003	13,903	112
2	West Jakarta	8	56	2,345,524	12,525	187
3	Central Jakarta	8	44	952,635	4,714	202
4	South Jakarta	10	65	2,280,406	14,573	156
5	East Jakarta	10	65	2,585,628	18,990	136
	Municipal Total	42	261	9,718,196	64,705	150
6	Seribu Islands	2	6	20,684	870	24
	DKI Total	44	267	9,738,880	65,575	149

出典：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2012

## (2) 対象分野における開発課題

ジャカルタでは、都市機能・産業の集中と人口増加が著しく、交通、水資源開発、上下水道等のインフラ整備が立ち遅れている。また、都市化の進展に伴う過剰な地下水くみ上げにより広範な地域で地盤沈下が生じており、緑地減少・雨水流出量の増加によって、2013年1月の大規模浸水など、常態化した洪水被害による都市機能の麻痺が問題視されている。更に、下水道整備の遅れが問題視されており、環境・衛生面からも早急に対応することが望まれている。

ジャカルタ市内の下水道整備はわずか2%程度であり、現在、円借款を想定した本格的な下水道整備推進に資する調査・設計がJICAの支援により進められている。ジャカルタの下水道幹線管路は河川や鉄道を大深度で横断する管径800～2,200mmの大口径管で計画されている。市街地では交通渋滞が著しく、短期の事業期間で約90kmの大規模幹線管路を整備するためには、工事による道路の使用区域を可能な限り縮小しなければ、社会経済活動への影響が甚大となり受け入れられない。

また、市内の地下埋設物は、主として開削工法により、浅い位置に、雨水きょ、水道、電力・通信ケーブルなどが埋設されており、新たに新設する下水管は、既存の埋設物よりも深い位置となるので、開削工法では、地下埋設物の調査と移設が障害となり交通傷害などにより工事の実施が困難となる。国内外の有識者は、深刻な都市事情を抱えるジャカルタでの下水道、雨水排水路、電力・通信等の地下インフラの構築には、推進工法技術が有力であると認識している。

インドネシア経済は、急速に発展しており、電力・通信、上下水道、雨水対策などのインフラの拡充整備が不可欠である。今後増大する地下インフラプロジェクトに本邦技術を活用し、インドネシアの大都市の持続的な発展に貢献することが求められている。

(3) 対象国の関連計画および政策（外交政策含む）

1) ジャカルタの下水道整備計画

(a) 下水道・衛生施設設備計画

ジャカルタは、下水道・衛生施設設備計画の全体計画を 14 処理区域で構成し、2020 年度を目標とする短期整備計画、2030 年度を目標とする中期整備計画および 2050 年度を目標とする長期整備計画を策定している。下水道普及率は、表 1.1.3 に示すとおり短期計画で 20%、接続率 15%、2050 年の目標年次では、80%の普及を目標としている。

表 1.1.3 下水道・衛生施設整備計画

Year	Short Term 2012-2020			Mid. Term 2021-2030		Long Term 2031-2050			
	2012	2014	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Served Pop. (1,000 person)	12,665	12,665	12,665	12,665	12,665	12,665	12,665	12,665	12,665
Planned Pop. (1,000 person)	10,035	10,361	11,284	11,994	12,665	12,665	12,665	12,665	12,665
Sewerage Service									
Served Ratio (%)	2	7	20	30	40	50	65	75	80
HC Ratio (%)	2	4	15	25	35	45	55	70	80
Wastewater Flow (1,000 m <sup>3</sup> /day)	34	77	337	577	896	1,133	1,404	1,692	2,011
Sewered Population. (1,000 person.)	168	387	1,685	2,884	4,478	5,775	7,130	8,572	10,166
On-site Sanitation									
On-site Sanitation Ratio (%)	85	96	85	75	65	55	45	30	20
CST facility (%)	83	81	64	47	32	20	11	4	0
MST served (%)	2	15	21	28	32	34	33	28	20
On-site Sanitation Population. (1,000 person)	8,567	9,974	9,599	9,110	8,188	6,890	5,535	4,093	2,500
River Water Quality(BOD mg/l)	61	54	33	29	24	21	17	14	10

出典：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2012

(b) 下水道処理区計画

ジャカルタにおける既定の計画では、図 1.1.1 に示すとおり 14 処理区が計画されているが、ジャカルタ中央部（Zone 1）および西部（Zone 6）を「ジャカルタ首都圏投資促進地域（MPA）」におけるフラッグシップ 案件として早期に整備する計画である。

既処理区 Zone 0

短期整備計画 2012 年～2020 年 優先プロジェクト 2 ヶ所 Zone 1 & 6

中期整備計画 2021 年～2030 年 Zone 3, 4, 5 & 10

長期整備計画 2031 年～2050 年 Zone 2, 7, 8, 9, 11, 12, 13 & 14

(c) 下水管路計画

2050年までの整備量として、面積 63,404ha、管きょ延長 10,343 km、取付管 1,297 千戸が計画されており、管きょおよび取付管の整備量は、各々1年当り、250 km/年、30,000 戸/年に相当する。幹線管きょ計画を図 1.1.2 に、管路施設の整備量を表 1.1.4 に示す。

表 1.1.4 ゾーン別整備概要

ゾーン	面積 (ha)	接続数 (箇所)	サービス管 (m)	準幹線 (m)	幹線 (m)	送水管 (m)	計 (m)	中継ポンプ場 (箇所)
短期: 2012-2020								
1	4,901	101,952	656,638	86,069	5,263	10,269	758,239	0
6	5,874	130,956	829,313	154,809	11,532	12,426	1,008,080	1
計	10,775	232,908	1,485,951	240,878	16,795	22,694	1,766,319	1
中期: 2010-2030								
4	935	21,398	133,518	28,375	2,313	304	164,510	0
5	3,375	71,253	445,534	102,462	6,369	3,079	557,444	1
8	4,702	93,841	587,691	147,192	5,400	3,333	743,616	1
10	6,289	140,385	876,530	192,932	6,860	8,726	1,085,048	1
計	15,301	326,877	2,043,273	470,961	20,942	15,442	2,550,618	3
長期: 2031-2050								
2	1,376	2,089	181,881	42,041	3,580	0	227,502	1
3	3,563	86,455	538,705	109,736	5,277	3,125	656,843	2
7	4,544	85,444	536,031	139,243	11,037	402	686,713	1
9	5,389	114,682	511,296	170,647	5,026	2,998	689,967	1
11	8,246	194,515	1,212,849	251,348	15,789	6,285	1,486,271	1
12	3,172	59,913	536,245	144,176	7,844	660	688,925	0
13	6,433	113,902	715,891	199,969	9,659	3,676	929,195	1
14	4,605	80,887	508,518	146,045	5,703	932	661,198	2
計	37,328	737,887	4,741,416	1,203,205	63,917	18,078	6,026,614	9
Total	63,404	1,297,672	8,270,640	1,915,044	101,654	56,214	10,343,551	13

出典：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2012

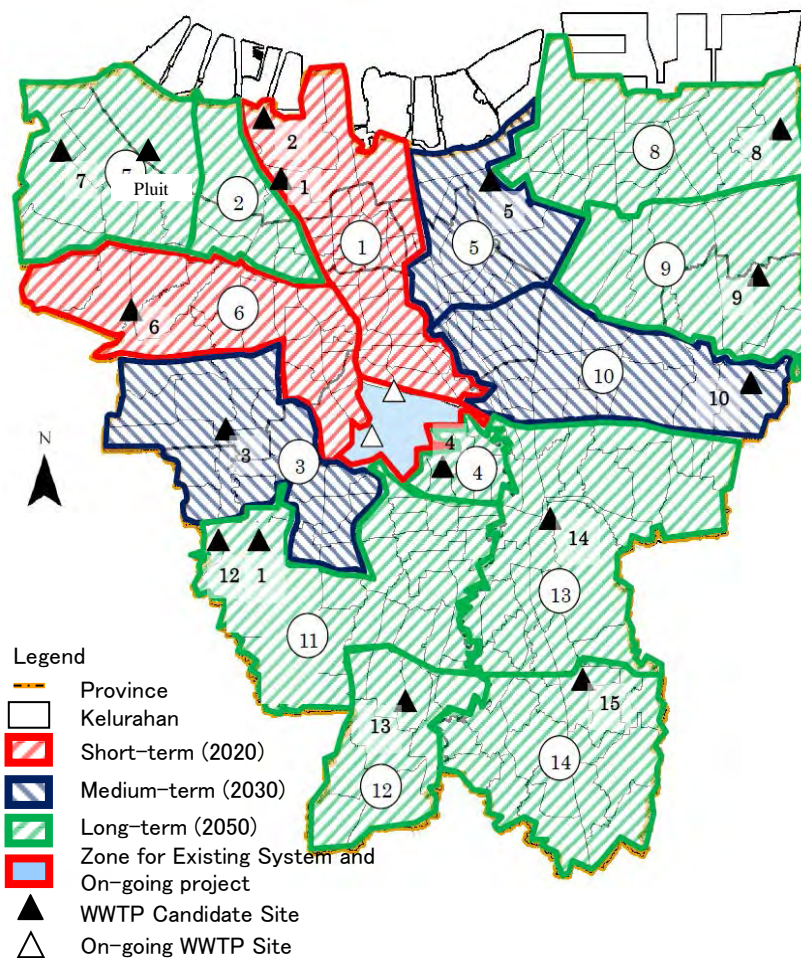
(d) 中央処理区の管路整備計画

JICA「ジャカルタ下水処理場整備事業準備調査 (PPP インフラ事業)」においては、既存の排水施設を利用して汚水を収集するために、幹線管きょを面的整備管・取付管よりも優先して整備する段階的な管路施設の整備手法 (インターセプター方式) を提案している。

図 1.1.3 に示すとおり、Zone-1 を下水幹線の線形に基づき西部・東部・北部の3つの地区に分けて管路整備計画を検討し、線形に関しては同地区で錯綜する地下鉄の線

形との重複を避けて計画している。Zone-1 の 1 次幹線（口径 900 mm～2,200 mm）が 22.6 km、2 次幹線（口径 200 mm～800 mm）及び 3 次幹線（口径 200 mm未満）が 66.8 kmの合計 89.4 kmとなる。

なお、中央処理区の下水道整備事業については、パイロットプロジェクトとして、JICA「インドネシア国ジャカルタ下水道整備に係る補完調査（2014 年 2 月～2015 年 5 月）」によって、処理場用地の変更に伴う管路計画の見直しおよび幹線管渠の実施設計業務が行われた（図 1.1.3）。管路建設は、公共事業省の予算によって、下水処理場予定地から上流区間（延長約 1km）を、長距離・カーブ推進工法で、2015 年～2016 年にかけて建設する予定である。このプロジェクトでは、道路占用、交通対策および立坑構築・推進工事に伴う我が国の推進工法技術の適用性を評価し、Zone1 の幹線管渠の施工方法・工事計画を検証する。



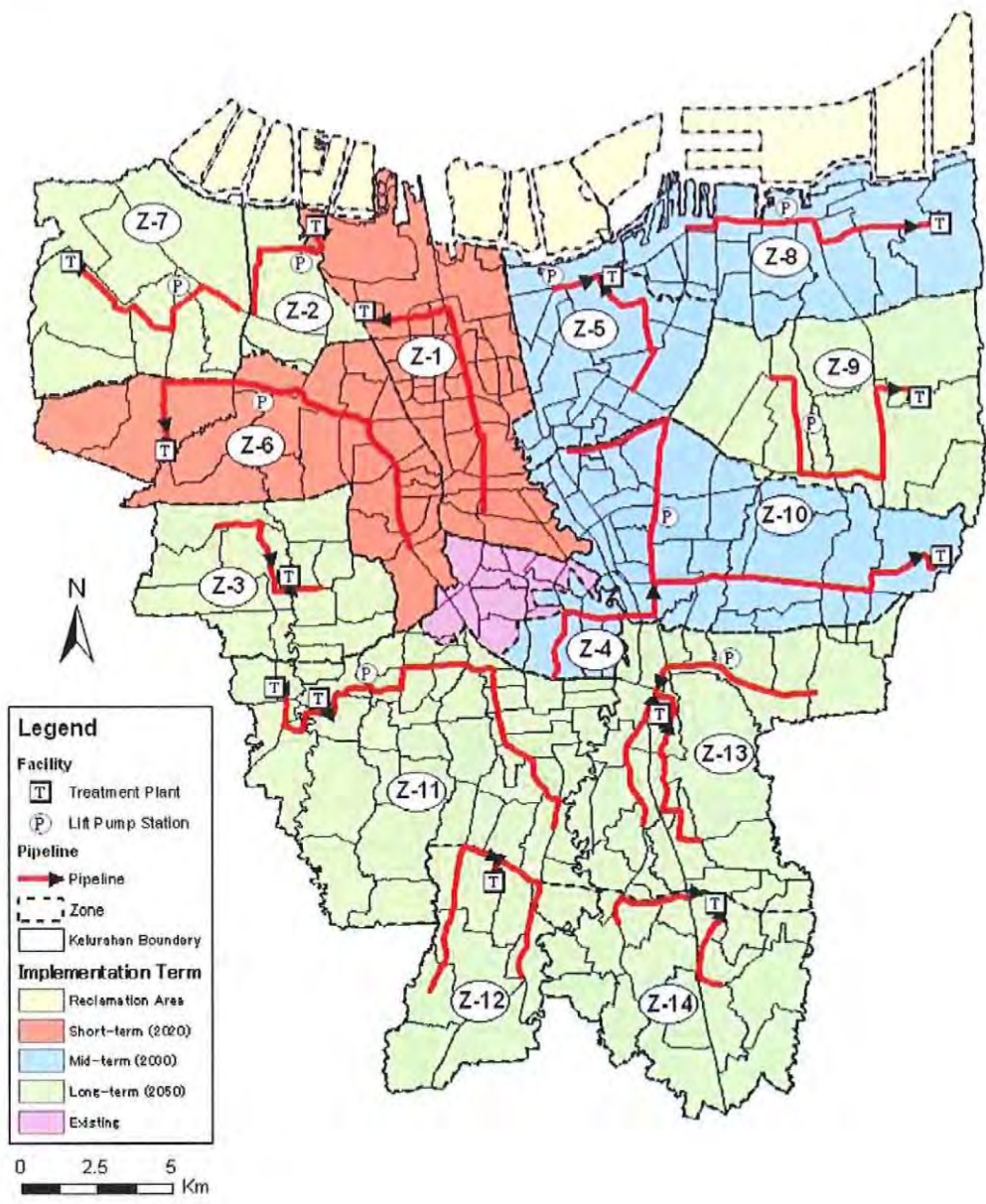
Sub-Zone No.	Site No.	Name of WWTP Candidate Site	Area [ha] <sup>(1)</sup>
①	1	Pejagalan (Pluit)	7 (4) <sup>(2)</sup>
②	2	Muara Angke	4 - 17
③	3	Srengseng City Forest Park	6
④	4	Tebet (PD PAL JAYA and Krukut)	2 - 5
⑤	5	Sunter Pond	5 - 11
⑥	6	STP Duri Kosambi	11
⑦	7	Kamal - Pegadungan	5 - 10
⑧	8	Marunda	7.5 - 17
⑨	9	Rorotan	4 - 7.5
⑩	10	STP Pulo Gebang	10
⑪	11	Bendi Park	3
	12	Waduk Ulujami (Pond Planning)	6 - 15
⑫	13	Ragunan Land	4 - 8
⑬	14	Waduk Kp. Dukuh (Pond Planning)	7 - 15.5
⑭	15	Waduk Ceger RW 05 (Pond Planning)	4 - 9

注(1) Area[ha]は下水処理場用地面積を表す。

注(2) Pluit は、ジャカルタ下水道整備準備調査における最新値

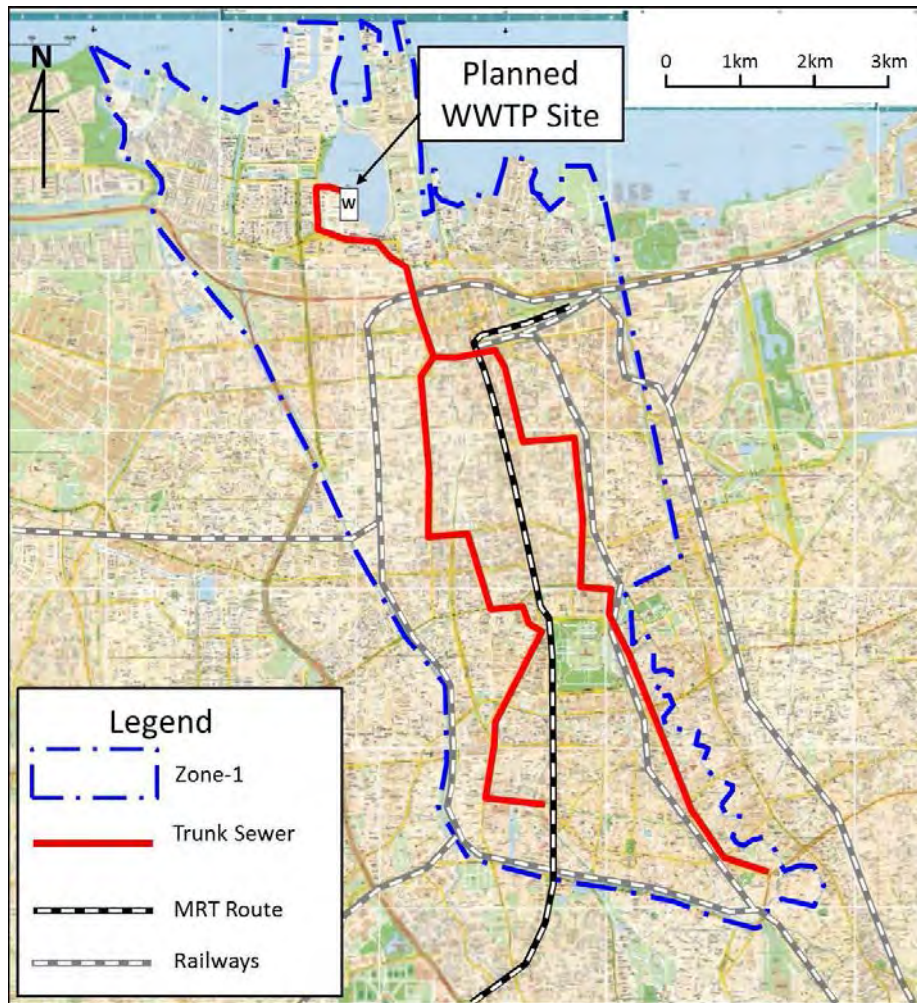
出典： ジャカルタ汚水管理マスタープランの見直しを通じた汚水管理能力強化プロジェクト 2012

図 1.1.1 ジャカルタ 下水道整備ゾーン



出典： 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2012

図 1.1.2 ジャカルタ 下水道幹線計画



出典：ジャカルタ下水道整備補完調査 2015

図 1.1.3 JICA ODA Zone1 処理区（幹線管きょルート）



## 2) NCICD プロジェクト

### ① プロジェクトの概要

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

ジャカルタ市内の浸水被害が常態化しているため、これまでの堤防を築きポンプ排水によってジャカルタ湾へ排水する対処療法的な事業から、ジャカルタ湾の沖合に大堤防（Giant Sea Wall）を構築し、信頼性の高い洪水対策施設を構築するNCICD（National Capital Integrated Coastal Development Project：首都総合沿岸開発プロジェクト）プロジェクトが、国家プロジェクトとして進められることに決定された。ジャカルタは、交通渋滞・東西交通アクセスの不備、港湾の渋滞、ビジネスセンター用地の不足、市街地の環境悪化など様々な課題を抱えている。

NCICDは、これらの課題を解決するための包括的なプロジェクトで、ジャカルタ湾に埋立地と雨水調整池を造成し、ビジネスセンターや市街化用地の確保、東西交通のネットワーク構築、水道水源の確保、良好な都市環境作り・生態系の再生および経済対策事業の機能を組み合わせ、ジャカルタを持続可能なインドネシアの首都として発展させるプロジェクトである（図1.1.4および1.1.5）。



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

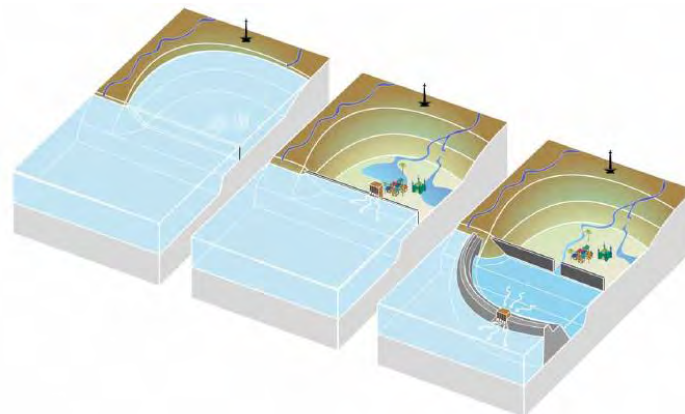
図 1.1.4 NCICD プロジェクト（鳥瞰図）



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

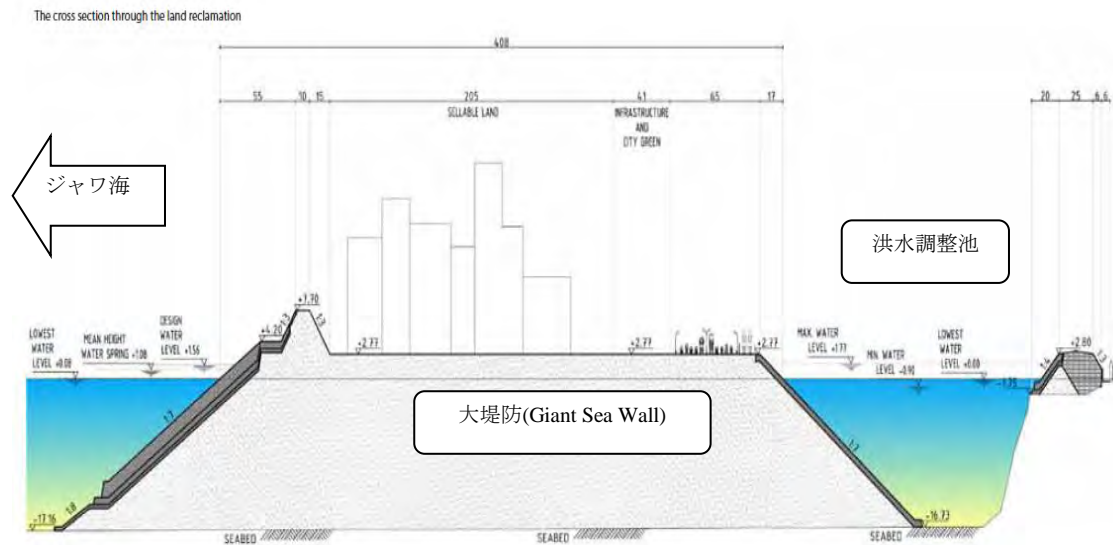
図 1.1.5 NCICD プロジェクト（解決課題）

NCICD は、図 1.1.6 および 1.1.7 に示すように、ジャカルタ湾を高潮等の洪水に対して信頼性の高い堤防で閉め切る。堤防の内側に洪水調整池を設け、ポンプ排水による浸水対策を行う。さらに、この洪水調整池を、都市用水の貯水池として利用する計画である。



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

図 1.1.6 NCICD プロジェクト（治水計画の概念）



本計画の狙いは海上からの海水流入による洪水からジャカルタを守るためであるが、それだけではない。海路を広げることによって、国家資本とも言うべき新しいスペースを創造することができる。具体的には、現在抱えている西ジャワとバンテンの接続問題を解決するだけでなく、様々な環境問題の解決への糸口となり得るプロジェクトである。  
 出典：NCICD-From Master plan to Implementation, April 2014

図 1.1.7 NCICD プロジェクト (断面図)

② 下水道の役割

NCICDプロジェクトは、チリウン川、バンジールカナル、チェンカレン放水路等のジャカルタの西部地区を流域に持つ洪水調整池を設ける。堤防上には、市街地を開発し、道路、鉄道等のインフラ施設整備を行う計画である(図 1.1.8)。雨水対策については、雨水排水機場の新設・改築を行う。下水道は、洪水調整池の水質汚濁を防止し水資源確保を実現するための水質汚濁負荷対策を担う。



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

図 1.1.8 NCICD プロジェクト (主要施設配置図)

### 3) MPA(Metropolitan Priority Area)優先事業

MPA 優先事業は、2020 年までに実施すべきインフラ事業で、日本－インドネシア両国政府が、その実施に向けて協調するプロジェクトである。MPA のフラッグシップ案件として①ジャカルタ都市高速鉄道(MRT)、②チラマヤ新国際港整備・アクセス道路整備、③スカルノ・ハッタ国際空港拡張、④アカデミック・リサーチ・クラスター、⑤ジャカルタ下水道整備が採択された。

道路・空港、上下水道、洪水対策、電力開発などは、地下の洞溝を必要とするので、我が国の推進工法技術の適用が見込まれるプロジェクトである。

表 1.1.5 MPA における優先事業

プログラム	主要事業
都市高速鉄道(MRT)を中核とした新都市交通システム	・ 駅前広場整備、パーク&ライドシステムの強化 <sup>(*1)</sup> ・ ジャカルタ モノレールの整備
都市内及び周辺道路網の整備	・ ジャカルタ外環道路の整備 ・ ジャカルタ首都圏への高度道路交通システム (ITS)の導入
都市再開発の推進	・ 都市開発/都市再開発モデル事業
上水および下水の改善	・ ジャカルタ・ブカシ県・カラワン県における上水設備のリハビリティ ・ ジャカルタ下水道整備 <sup>(*1)</sup>
廃棄物処理	・ タンゲラン地域における新埋め立て処分場開発 <sup>(*2)</sup>
洪水管理	・ ジャカルタ都市排水システム整備
新港湾・新空港周辺地域の開発 (新しいサブ成長回廊)	・ ニュータウンシップ開発 ・ 新空港周辺の新工業団地開発
アカデミック・リサーチ・クラスター	・ アカデミック・リサーチ・クラスターの開発 (スルボン、ブカシ、ボゴール)
新しいサブ成長回廊内の道路および鉄道網の整備	・ 第二チカンペック高速道路の整備 <sup>(*2)</sup> ・ 新チラマヤ新港への貨物鉄道の整備 ・ 新空港へのアクセス道路の整備 ・ 新国際空港を経由するジャカルタ・バンドン高速鉄道の整備 <sup>(*2)</sup>
ジャカルタ首都圏第二港湾 (チラマヤ新港) の開発	・ チラマヤ新港の自動車ターミナル整備 ・ 物流団地の開発 (新港の周辺設備)
ジャカルタ港の改善	・ 北カリバル港の自動車ターミナル拡張
新国際空港の開発	・ 新国際空港の開発 <sup>(*3)</sup>
スカルノ・ハッタ空港の改善	・ スカルノ・ハッタ国際空港拡張 <sup>(*3)</sup>
低炭素型電力の開発	・ 代替可能及び低炭素型発電事業 (地熱発電など) の推進
スマートグリッドの開発	・ ジャカルタ首都圏における電力供給の改善

注：(\*1) JICA PPP F/S (\*2) METI F/S (\*3) JICA M/P

出典：第2回日・インドネシア閣僚級経済協議「MPAマスタープラン概要」2012年10月

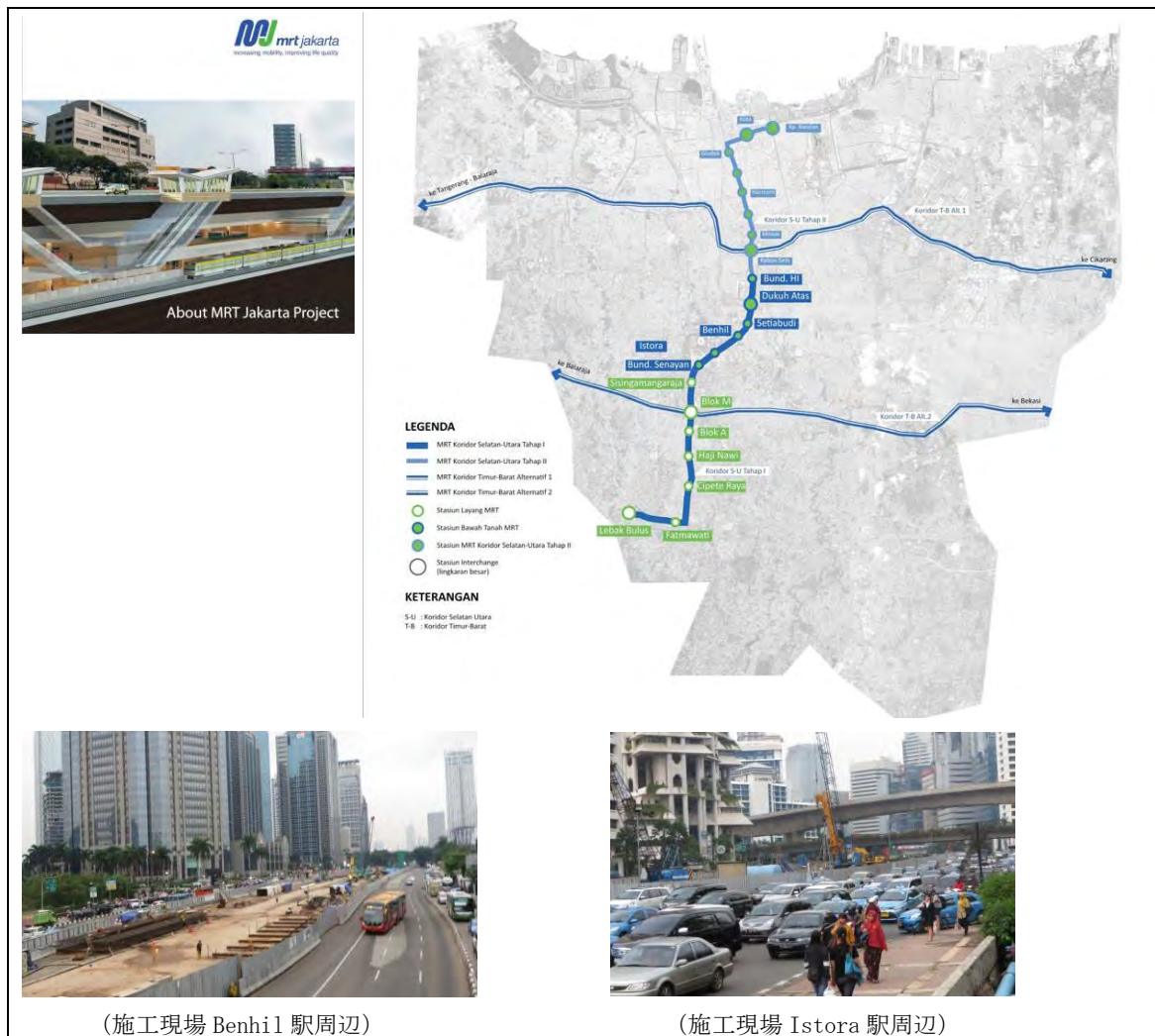
#### 4) MRT プロジェクト

MRT (Mass Rapid Transit) プロジェクトでは、総延長 23.3km の南北線のうち、第 1 期工事 Lebak Bulus - Dukuh Atas 間が、2013 年に建設工事に着手した。2018 年の開業に向けて、ジャカルタの最優先プロジェクトとして進められている。南北線に続いて、東西線・スカルノハッタ空港線などの鉄道プロジェクトが、計画・構想段階にある。

推進工法技術は、鉄道横断や駅周辺の再開発事業に伴うインフラ整備に適用される可能性が見込まれる。

南北線 第 1 期：15.7km (地上 7 駅、地下 6 駅) 2018 年開業 (計画)

第 2 期：8.1km 2020 年開業



出典：MRT Jakarta ホームページ 2014

図 1.1.9 MRT プロジェクト

## 5) JEDI (Jakarta Emergency Dredging Initiative)

ジャカルタの洪水対策として、世界銀行の資金により 16 の河川・湖沼で浚渫（しゅんせつ）プロジェクトが実施されている。浚渫土砂（良質土）は、アンチョール開発公社（PT. Pembangunan Ancol）の管理する埋立地に埋立て処分される。有機物・有害物については、ジャカルタの運営する都市廃棄物埋立て処分地や民間事業者 PPLi の埋立て処分地での処分としている。

ジャカルタ下水道で推進工法技術を採用する場合には、掘削土砂の処分について、廃棄物についての同様の手続きが必要である。また、掘削土砂の処分は、ジャカルタ湾の埋立土砂としての利用や、有機物・有害物については、都市廃棄物埋立て処分地や PPLi の埋立て処分地での処分などが想定できる。

推進工法技術は、ジャカルタ湾埋立て地の開発に必要な地下インフラの構築や浸水対策施設について適用可能性が見込まれる。

案件：Jakarta Urgent Flood Mitigation Project

採択 2012 年 1 月 17 日 完了 2017 年 3 月 31 日 事業費：189.85 mill.USD

浚渫プロジェクト 16 箇所

国管理 3 河川  
洪水対策 3 河川  
DKI 管理 5 河川  
DKI 管理 5 湖沼



護岸工事



### Rencana Lokasi dari Proyek JEDI (16 lokasi)

1. Tiga saluran drainase nasional (Ditjen Cipta Karya): (i) Tanjungan, (ii) Angke Hilir, dan (iii) Cideng-Thamrin.
2. Tiga banjir kanal (Ditjen SDA): (i) Cengkareng Drain, (ii) Banjir Kanal Barat; dan (iii) Sunter.
3. Lima saluran drainase (DPU DKI): (i) Ciliwung-Gunung Sahari, (ii) Sentiong-Sunter, (iii) Grogol-Sekretaris, (iv) Pakin-Kali Besar-Jelakeng, dan (v) Krukut-Cideng.
4. Lima waduk (DPU DKI): (i) Waduk Pluit, (ii) Waduk Sunter Utara, (iii) Waduk Sunter Selatan, (iv) Waduk Sunter Timur III, dan (v) Waduk Melati.



プロジェクト位置図



浚渫土砂埋立て地（Ancol 地区）

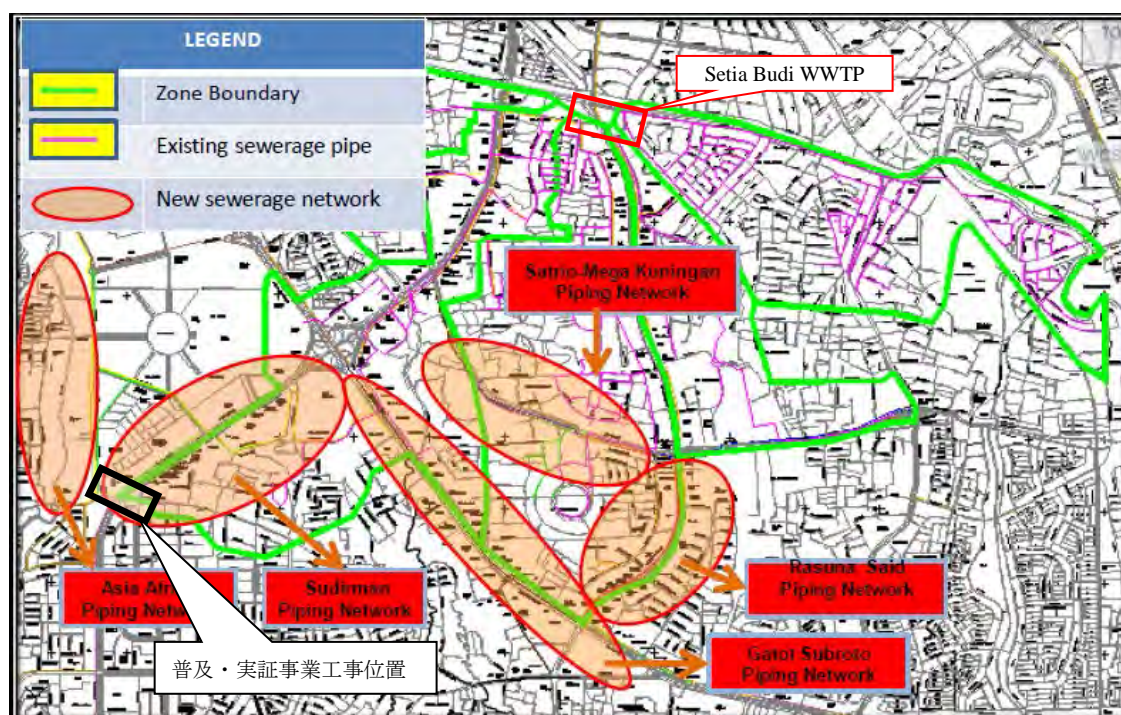
出典：Source: Jakarta Urgent Flood Mitigation Project, (Jakarta Emergency Dredging Initiative) Environmental Impact Assessment Report 2010

図 1.1.10 JEDI (Jakarta Emergency Initiative) プロジェクト

## 5) ジャカルタ下水道 Zone-0 地区

PD PAL Jaya は、Zone-0 処理区において、幹線道路沿いに建設される大規模建築物の汚水を処理するため、ジャカルタの独自財源によって、管路整備を進めている。

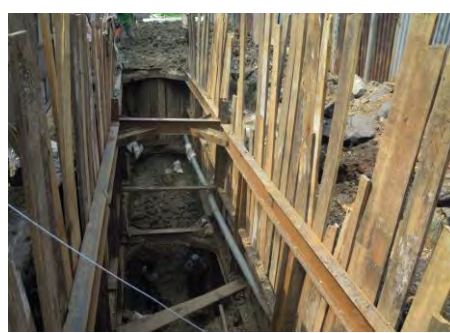
2013 年度には、約 1.4km の管渠が、開削工法、一部区間を推進工法で建設された。本パイロットプロジェクト（普及・実証事業）は、幹線道路であるスディルマン通りを横断するため、長距離推進工法が採用された。今後とも大規模建築物の下水道への接続を進めて行くため、面整備管の建設に小口径推進工法も採用したい意向である。



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



既存技術による立坑工事（全景）



既存技術による立坑工事（人力掘削）

出典：下水管路建設における推進工法技術の普及・実証事業調査団

図 1.1.11 第 0 処理区 (Zone-0) の管路施設整備状況

#### (4) 対象国の法制度（建設業における法制度等）

インドネシア国内で、建設工事を受注する場合には、建設業、投資、雇用に関して、様々な規制が課せられる。

公共事業省は、外国建設会社駐在員事務所について規定した 2011 年第 5 号を改定し、2014 年第 10 号を発令している。国内建設業の保護や発展のために新法令では規制が強化されており、特に当該事務所が行う事業については 1,000 億ルピア（約 9 億 2,000 万円、1 ルピア＝約 0.0092 円）以上の建設工事、あるいは 100 億ルピア以上の建設設計、監督業務という制限を新たにかけている。

推進工事で 10 億円に近い工事というのは滅多にありえない規模であり、今回の改訂は我々本邦中小企業の進出に対して大きな障壁となる。事務所設立をサポートする現地日系コンサルタントに駐在員事務所設立の件について相談するも、改定後の当局運営方針が見えず困っているとのこと。今後の動き・実際の運営状況を確認したい。

またライセンス許可延長の条件として、「3 年以内に建設サービス作業の実績が少なくとも 1 件あること」が付け加えられた。設立後 3 年以内に 10 億円に近い金額を受注しなければ存続できないというのは非常に厳しいのが現実。

建設業許可制度	<p>〔制度概要〕 現地法人は国内建設企業とされ、Construction Services Development Board (CSDB：建設業振興委員会) への登録及び地方政府の建設業許可取得が必要である。 1991 年公共事業大臣規則第 50 号で定義される外国建設企業は、公共事業大臣の許可を得て事業所を設置しなければならない。</p> <p>〔格付制度〕 CSDB による格付が行われている。</p>
技術者・技能者の資格制度	Arsitek (Architect) は、学歴及び経験の基準を満たし、試験に合格しなければならない。
業界団体	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <u>Asosiasi Kontraktor Indonesia (AKI)</u> インドネシア建設業協会</li> <li>・ <u>Gabungan Pelaksana Konstruksi Nasional Indonesia (GAPENSI)</u> インドネシア全国建設業者組合</li> </ul>

出典：海外建設・不動産市場データベース、国土交通省

[http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/kokusai/kensetsu\\_database/indonesia/page4.html](http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/kokusai/kensetsu_database/indonesia/page4.html)

合弁事業会社は、外国援助によるプロジェクト、海外および国内資本による投資プロジェクト、民間プロジェクトを請け負うことができる。参加方法は入札による公共調達制度および税制については、次のように規定されている。



## インドネシアの入札制度及び税制

### 5. 入札契約制度

#### 1) 入札方式の種類

- 第 80 号令（2003 年大統領令第 80 号）により、公募型指名競争、一般競争、直接選定方式、直接指名方式の 4 種類が規定されている。建設工事施工その他のサービス供給者の選定は、基本的に一般競争入札によるとされている。

#### 2) 外国企業の特例

- 第 80 号令（2003 年大統領令第 80 号）で、政府調達への外国企業の参加について規定されている。
- 500 億ルピア超の建設工事施工サービスの調達には外国会社の参加が認められている。
- 政府調達に参加する外国企業は、該当部門に十分な能力を有する国内企業がある場合、国内企業と事業協力しなければならない。

### 6. 税制

- 建設会社が支払う税
- 法人税、付加価値税（PPN）等がある。
- 日本との間に二国間租税条約が締結されている。
- 建設工事（サービス）は源泉徴収（前払い法人税）の対象となっている。保有する資格によって徴収税率が変わる。

出典：海外建設工事ライブラリ：インドネシア共和国

<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/inter/datalink/kaigaikennsetu/idn/idn01.html>

インドネシア政府は、「投資分野において閉鎖されている事業分野および条件付きで解放されている事業分野リストに関する規定（大統領規定 2014 年第 39 号）」で、外国企業の投資を規定している。

機器輸出、機器販売、メンテナンス、建設工事、コンサルティング業務などのビジネスモデルに応じて、適用される法規制が異なる。

推進工法技術を用いる建設工事では「7. 公共事業分野」および推進掘削機の販売・メンテナンス「8. 商業分野」が該当する。推進工法のビジネスを展開するためには、以下の外資比率が規定される。業容の拡大に応じて、駐在員事務所・現地法人の設置や技術協定・コンサルテーション、メンテナンス部門の分社化などが適用可能と想定できる。ビジネス展開の戦略を見極めつつ、経験を通じて段階的にビジネス展開を図ることが実際的である。

- 建設実施サービス：外資比率（最高 67%）
- 土木工事用の建設エンジニアリング設計サービス：外資比率（最高 55%）
- 建設・土木機器及び装備サービス：内資 100%

表 1.1.6 投資ネガティブリスト（大統領規定 2014 年第 39 号）

<p><b>投資ネガティブリストを3年ぶりに見直し-新たに11分野で外資出資に上限-（インドネシア）</b></p>
<p>2014年5月14日 ジャカルタ事務所</p> <p>政府は4月23日付で、大統領規定2014年第39号「投資分野において閉鎖されている事業分野および条件付きで開放されている事業分野リストに関する規定」を公布した。投資の禁止・規制業種、外国企業による出資上限比率などを定めた大統領規定2010年第36号（投資ネガティブリスト）を改定したもので、外資による出資制限分野の変更、農業分野の規制強化のほか、11分野で新たに外資出資上限などが定められた。従来は外資出資100%が認められていたディストリビューター、倉庫の分野は33%に引き下げられた。今回の改定について、国内の経済団体からはおおむね歓迎の声が上がっている。</p> <p>&lt;改定前に承認済みの投資は対象外&gt;</p> <p>大統領規定2010年第36号は、投資ネガティブリストで内国、外国企業が事業参入できない分野、条件付きで開放されている分野、外国企業による出資上限比率などを業種ごとに規定している。今回の投資ネガティブリストの改定は3年ぶり、関係省庁、産業界との調整を経て大統領規定として公布された。2013年11月には議論が進められていた草案のうち開放分野を、12月末には閉鎖分野を一部公表したものの、目標とされていた2013年中の改定は国内調整の遅延や2014年4月上旬に総選挙を控えていたことなどから実現しなかったが、4月23日付でユドヨノ大統領が署名、公布され、翌24日に施行された。</p>

出典：JETRO 通商弘報 <http://www.jetro.go.jp/biznews/5371aec860310> 2014

表 1.1.7 投資ネガティブリスト（大統領規程 2014 年 39 号 添付リスト）

事業分野	条件	条件の説明・備考
<b>7. 公共事業分野</b>	a	a. 零細中小企業・協同組合のために留保
簡素な技術を利用した及び/或いは低リスク及び/或いは工事金額が 10 億ルピアまでの建設サービス（建設実施サービス）		
高度な技術を利用した及び/或いは高リスク及び/或いは工事金額が 10 億ルピア超の建設サービス（建設実施サービス）	c	c. 外資比率 最高67%
-大道路、橋、高架道路、滑走路、線路、トンネル、地下道 建設作業		
建設ビジネス/コンサルティングサービス：	C	C:外資比率 最高55%
-設計前・設計コンサルティングサービス -土木工事用の建設エンジニアリング設計サービス		
<b>8. 商業分野</b>	f	f. 内資100%
建設・土木機器及び装備サービス		

出典：JETRO 通商弘報 <http://www.jetro.go.jp/biznews/5371aec860310> 2014

外国人の就業については、労働目的の一時居住ビザ、居住許可（暫定居住許可・外国人登録、警察への届出、住民登録）、労働許可等の手続きが必要である。

また、インドネシア人を雇用しなければならないので、就業規則の作成、労働協約（労働組合との協議に基づき作成）国家社会保障への加入（労務保障・健康保障）などの雇用義務を負う。

### 1) 就労ビザの種類とその取得手続き

新規に設立する現地子会社に日本人社員を派遣し就労させるためには、「滞在許可」と「就労許可」を取得する必要がある。外国人駐在員は、就労目的の一時居住ビザ（インデックス番号 312）は、取得する。法務人権省から現地拠点の法人格の承認を得た後に、以下の滞在許可、就労許可を取得する手続きを行う。

- I. 外国人従業員雇用計画書（RPTKA）の労働移住省への提出
- II. 労働移住省による推薦状（TA-01）の申請
- III. 一時居住ビザ（VTT）の申請
- IV. 在日インドネシア公館による一時居住ビザ（VTT）発給
- V. 一時滞在許可（KITAS）発行
- VI. 外国人就労許可（IMTA）発行

出典：JETRO 貿易・投資相談 Q&A 2014— <http://www.jetro.go.jp/world/asia/idn/qa/03/04A-010961>

就労許可制度	<p><b>〔外国人就業規制〕</b>          インドネシアにおける外国人労働者の就労については、2003年に制定された新労働法に規定されている。外国人の就労は、特定の職務及び期間に限られること、当該外国人には役職規定や能力基準を遵守することが求められる。</p> <p><b>〔在留許可〕</b>          ビザや居住許可については、2011年の法律第6号にて見直された出入国管理法に基づく。インドネシア法務・人権省は、短期訪問の際、日本を含む国／地域への到着ビザの取得を義務付けている。</p> <p><b>〔現地人の雇用義務〕</b>          労働法(2003年)において、契約社員の定義や就業時間、賃金などについて盛り込まれている。</p>
--------	--

出典：海外建設・不動産市場データベース、国土交通省

[http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/kokusai/kensetsu\\_database/indonesia/page4.html](http://www.mlit.go.jp/totikensangyo/kokusai/kensetsu_database/indonesia/page4.html)

## (5) 対象国の対象分野における ODA 事業の事例分析および他ドナーの分析

インドネシアでは、推進工法技術の実績は 20 年に及んでいるが、主として、幹線道路、鉄道などの重要構造物を横断する工事に採用され、短距離の推進技術である。本事業で提案するカーブ・長距離推進は、採用されていない。下水道セクターに関しては、各ドナーとも小規模コミュニティ向けの小規模下水道システムを提案しており、推進工法が採用されるような案件は形成されておらず、1.1.3 節に示した JICA のジャカルタ下水事業が同国最大規模の推進工事採用事業である。

既往 ODA とインドネシア国発注プロジェクトにおける推進技術の実施事例を以下に示す。

### 1) ODA: デンパサール下水道整備事業 (II)

本事業は、クタ地区やサヌール地区の交通渋滞が深刻で狭隘な道路に下水管路を建設するプロジェクトである。分流式下水道で管路の埋設深さが浅く、ハウスコネクションを接続するため、一般的な短距離・直線推進工法技術を採用している。

- 対象地区：バリ島デンパサール、クタ地区及びサヌール地区
- 施工：東亜・徳倉・PP JV
- 事業実施機関：公共事業省人間居住総局
- 推進工事（泥濃式） 直径 800mm 延長 5,432m
- 事業期間：2008 年～2014 年

### 2) Construction of Floodway Ciliwung River to Kanal Banjir Timur (KBT)

本事業は、2013 年 1 月にジャカルタで発生した大洪水を受けて、大統領命令により事業化された放水路建設事業で、本邦下水道技術がジャカルタの洪水被害の軽減に大きく貢献するものである。本件は、外務省、JICA が中小企業海外展開を支援し、国土交通省が推進工法の海外展開を支援してきたことが結実した案件であり、イセキ開発工機を含む本邦推進工法関連企業 JV が参画するものである。本邦下水道技術の特徴であるカーブ・長距離推進技術が狭隘な道路に適用可能であることを実証し、ジャカルタの洪水被害の軽減に大きく貢献するものである。

#### 【事業概要】

- 主な事業内容：内径 3,500mm 延長約 1.3km×2 本の地下放水路建設
- 本邦企業担当部分：設計施工計画・施工指導およびそれに伴う資機材の提供
- 本邦企業：機動建設工業・ヤスダエンジニアリング・イセキ開発工機
- 契約金額：約 16 億円（全体事業費 約 50 億円）
- 本邦企業の契約：インドネシア公共事業省から事業を落札したウィジャヤカリヤ（インドネシア企業）と本邦企業との販売契約及び技術コンサルタント契約
- 受注契約日：2014 年 1 月 2 日
- 工期：2014 年 12 月まで

### 地下放水路建設予定地位置図



### 地下放水路建設予定地航空写真



出典：国土交通省報道発表資料 2014

図 1.1.12 ジャカルタチリウン川地下放水路建設事業概要

2015年10月、放流口側(outlet)から到達立坑に向かって、3500mm×2本の推進工を無事に終了することができた。1スパン570mかつ、途中に400Rと単カーブと200RのS字カーブを含むという、日本でも例のない難工事ではあった。



発進立坑全景（放流口側）



到達立坑工事（中間立坑）



発進立坑仮囲い



推進管製作・組み立て試験



発進立坑構築



直径 3500 掘進機据付



ジョコ・ウィドインドネシア大統領現場視察  
(2015年2月18日)



200R S字カーブ



3500mm管を据付



礫や井戸の残骸



到達写真1



到達写真2



outlet 側の地下放水路は無事に構築されたが、取水口側 (inlet) の用地買収が進んでおらず、発注者側のアクションを待っている状況である。



また、本チリウン川バイパスプロジェクトが評価され、平成 26 年度国土交通大臣賞「循環のみち 下水道賞」のグローバル部門に表彰された。到達式には、公共事業省大臣であるバスキ大臣も参加し、本事業の社会的意義や、日本人技術者の貢献を大きく評価していただいた。



受賞式の様子



受賞式の様子



バスキ公共事業省大臣



到達式の様子



地元メディアでも掲載 (1)






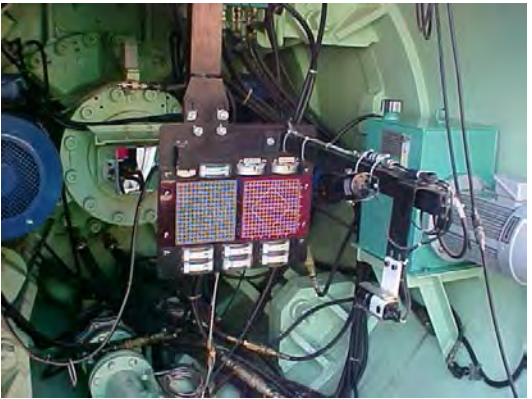
地元メディアでも掲載 (2)

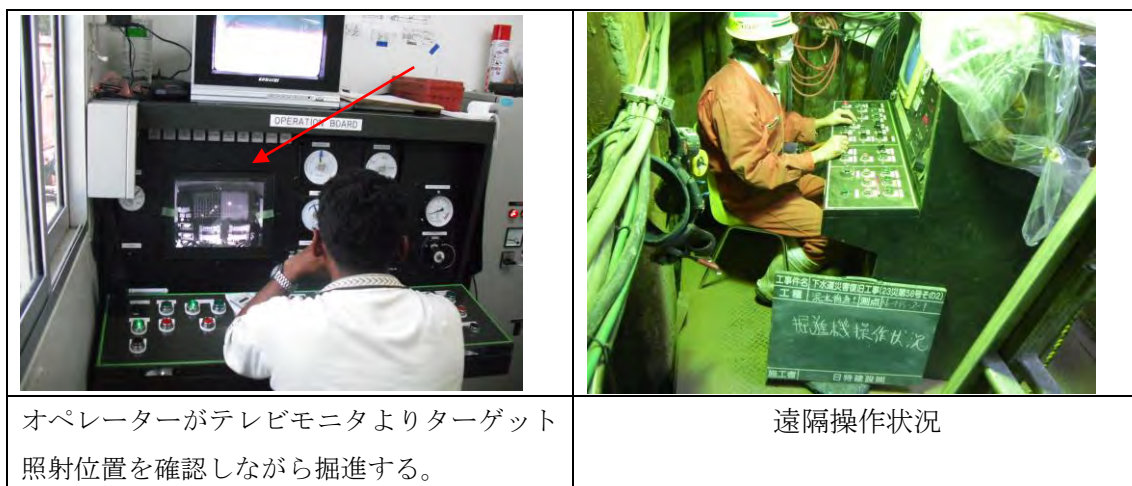
出典：イセキ開発工機 2015

## 1.2 普及・実証を図る製品・技術の概要（イセキ開発工機製 アンクルモール推進工法）

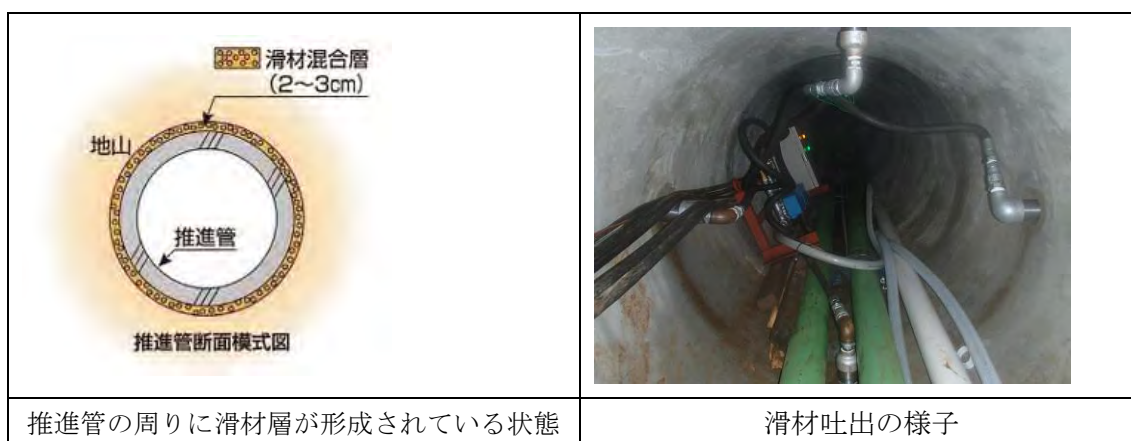
### (1) 製品・技術の特長

推進工法は、非開削で地下トンネルを構築する技術で、開削工法と比べて交通等への影響を抑えることが可能な技術である。アンクルモール推進工法は、偏心回転運動を行うカッターヘッドとクラッシャを備えた掘進機を先導体として、元押装置、流体輸送装置、泥水処理装置および滑材注入装置等により構成されるシステムを用いて、推進管を立坑等からの遠隔操作により推進する泥水式推進工法である。掘進機の方向制御は、発進立坑内に据え付けたレーザーセオドライトで推進施工計画線を照射し、掘進機内のターゲットに映るレーザースポットの推進施工計画線からのズレをテレビカメラで常時モニターしながら、掘進機内の方向修正ジャッキを操作することにより行う。推進施工計画線とは、発注者が指示する管路の勾配に沿った線のことであり、この線に合わせてレーザーをターゲットに照射する。

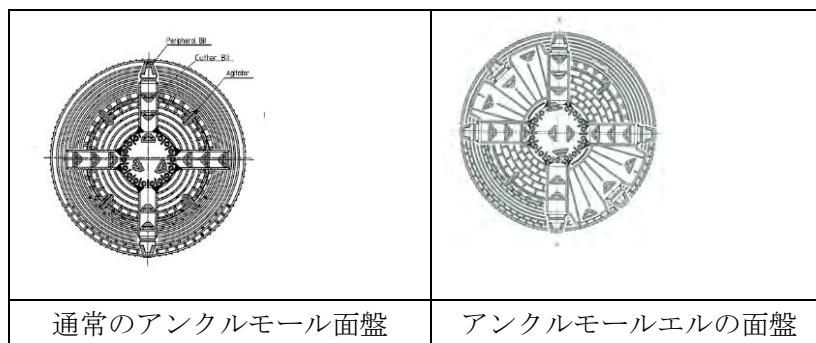
	
レーザー照射	地上操作盤により、遠隔操作を行う
	
レーザーを照射するターゲット盤	ターゲット盤とテレビカメラの位置



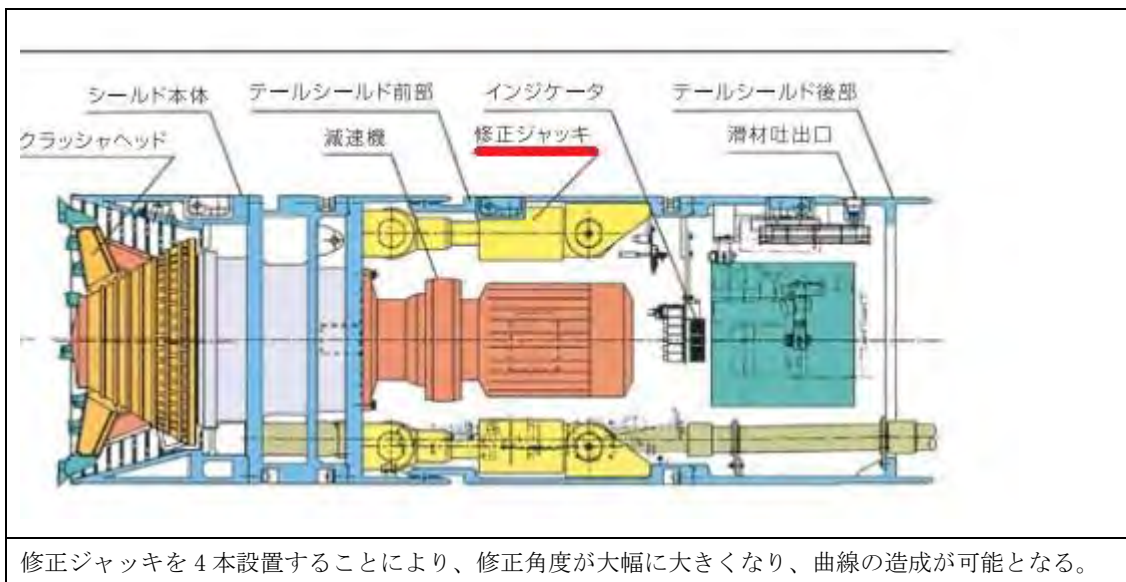
今回は、その中でも長距離・カーブ推進に対応可能な「アングルモールエル」を実証機材として持ち込んだ。「アングルモールエル」は、周辺摩擦抵抗を低減させるため、掘進機の滑材吐出口が設置されている部分から後方の外径を 10mm 縮小してテールボイドを形成させ、滑材が推進管の外周部に均等に充填される機構としている。



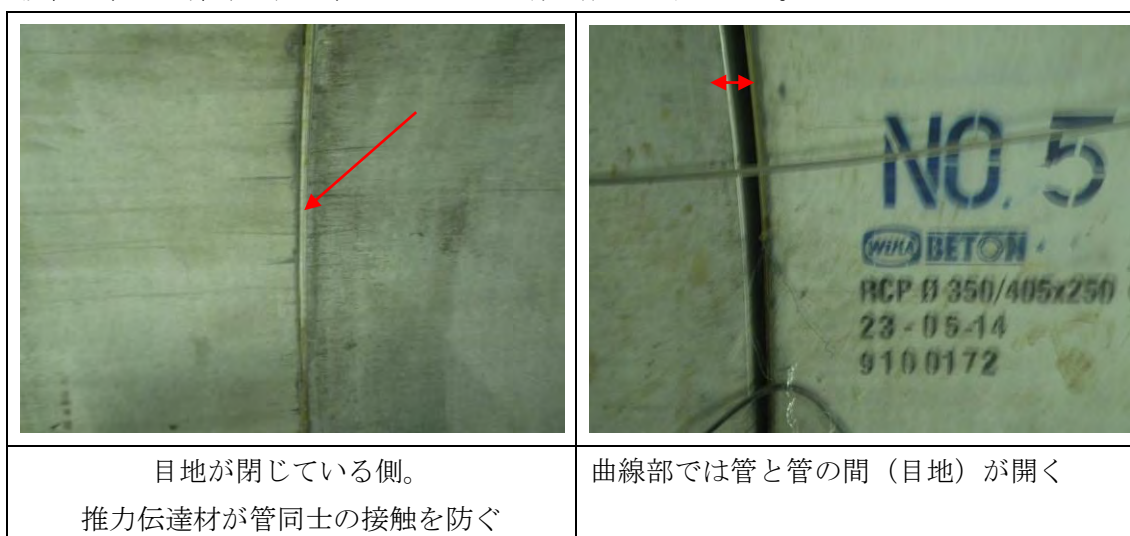
4本のカッタースポークの間に、軸心に対し所定の角度をもった面盤を二枚設置し、外周ビットの数を増加させ、オーバーカットを確実にを行うとともに、外周ビット・カッタービットの数が増加したことで一個のビットに係る負荷が減り、ビットの耐用延長距離が延びた。



また、曲線施工への改良として、通常のアングルモールドは修正ジャッキ 2 本搭載しているのに対し、「アングルモールドエル」は 4 本の方向修正ジャッキを用いることにより方向修正可能な領域が拡大し、掘進機の姿勢に制限されることなく、大きな方向修正を確保できる構造としている。

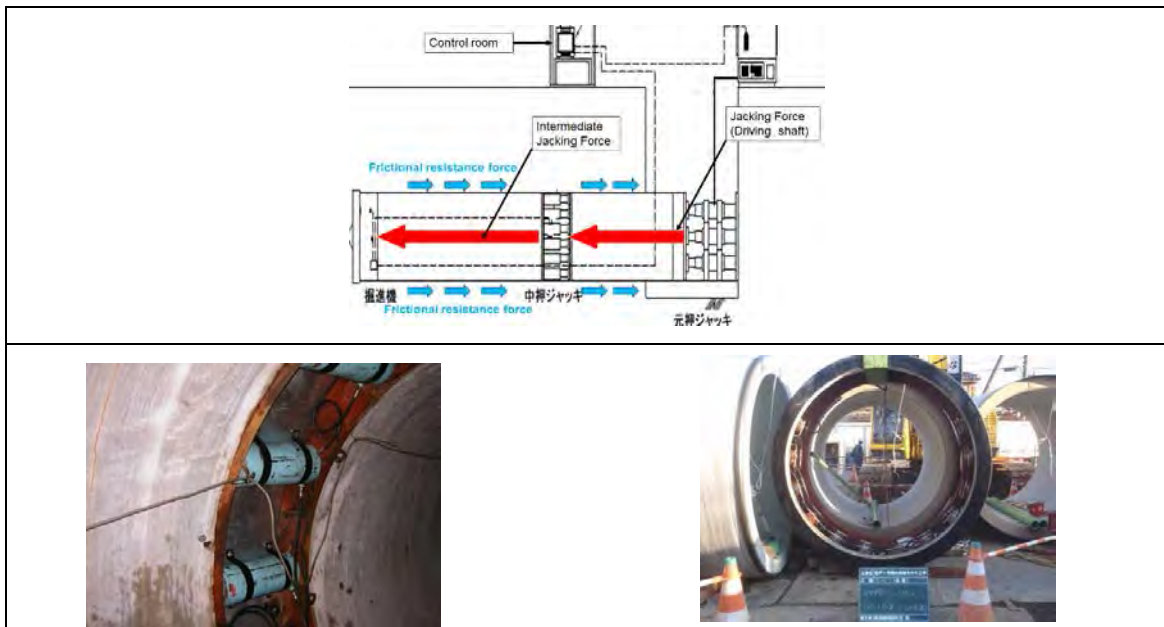


カーブ推進の技術は、掘削機に装備した曲線造成ジャッキを使って曲線を造成し、推進力伝達材と呼ばれる高発泡の緩衝材を推進管端部に設置することで推進管を破損させることなく曲線線形に追随させる技術である。曲線部では推進管の接続部（目地）が開き、片側の目地は閉じる。この場合、目地が閉じた側だけに応力が集中してしまい、推進管が破損・掘進不能となってしまう。それを防ぐために、推力伝達材を管と管の間に設置し、応力集中を防ぎ、スムーズな曲線造成が可能となる。



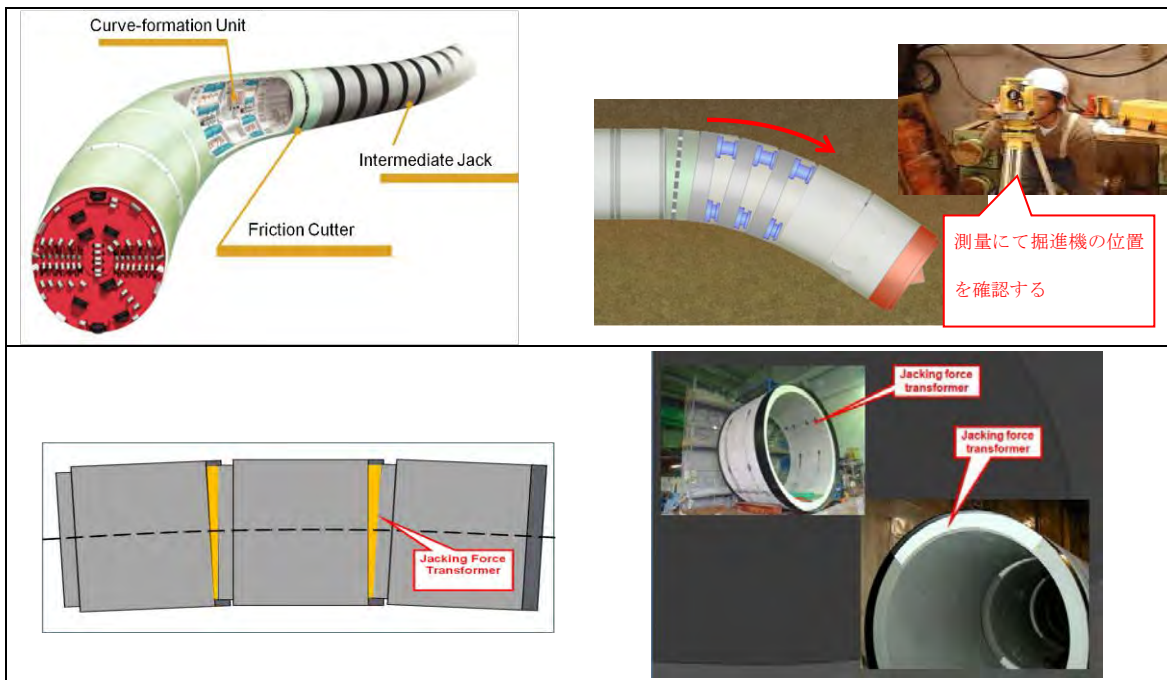
長距離推進の技術は、管を破損させることなく長距離の推進を可能とするため、中押しジャッキや管の周辺摩擦抵抗を減じるための滑材を用いる。

- 中押しジャッキは、推進管の耐荷力、元押しジャッキの能力、支圧壁反力より推進力が上回る場合、総推進力の一部を分担し元押し推進力を軽減して推進延長を増大することができる。
- 滑材は管の表面に満遍なく行き渡るように、注入箇所、注入時間等を自動制御し滑材を効率よく注入する滑材注入装置を使用する。
- 推進力伝達材は、曲線線形内で推進管端面同士が接触による破損を防ぎ、推進管に推進力を伝達し曲線に追従するよう塑性領域の広い材質を使用する。



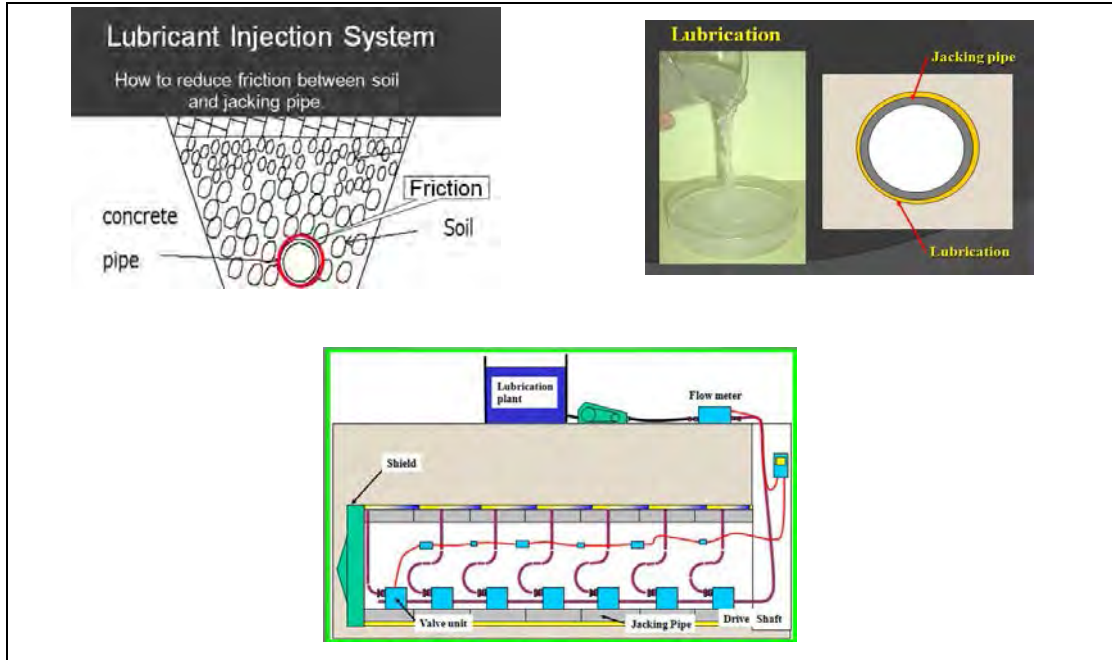
出典：平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「インドネシア国下水管路建設における推進工法技術の普及事業」調査報告書 2013

図 1.2.1 中押しジャッキ



出典：平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「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事業」調査報告書 2013

図 1.2.2 カーブ・長距離推進工法技術



出典：平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「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事業」調査報告書 2013

図 1.2.3 滑材注入

本事業で用いるカーブ・長距離推進技術である「アンクルモールエル工法」用推進機

は、先端にスポーク型カッター及び砕石機（コーンクラッシャー）を備え、強力な偏心回転を行うことにより、広範な土質条件下で掘削できる。

また推進機オペレーターの技量不足を補完するため、反射型方向誘導装置（RSG システム）を搭載し、容易な方向制御を可能とした。地上操作室より遠隔にて操作可能であり、推進機と周辺機材の全てを一括管理・操作できることを特長とする。

## (2) 製品・技術のスペック

(株) イセキ開発工機の「アンクルモールエル (TCL1000)」を現地に提供した。同機種の様子は下表のとおりである。

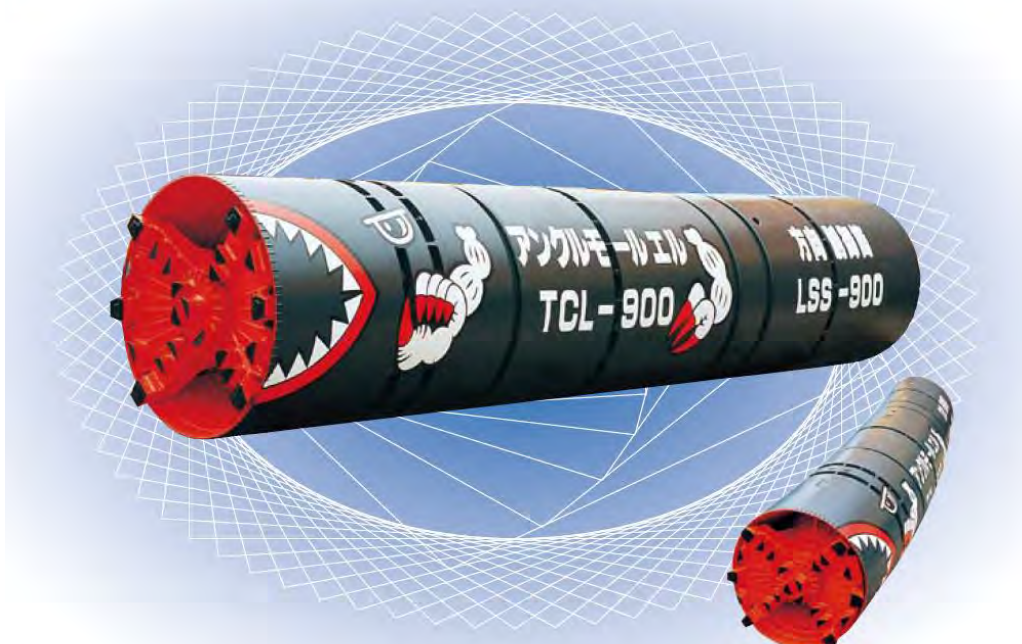
表 1.2.1 TCL1000 掘進機主要諸元

項目		内容
呼び径		1000 mm
掘進機外径		1240 mm
掘進機全長		3000 mm
掘進機質量		10.00 t
カッターヘッド	電動機	37.0 kW
	回転トルク	169 kN-m (50Hz), 140 kN-m (60Hz)
	カッターヘッド回転数	1.8 rpm (50Hz), 2.2 rpm (60Hz)
	礫破碎方式	コーンクラッシャー方式
	取込最大礫径	直径 400mm
	破碎処理礫径	直径 40mm 以下
	礫最大一軸圧縮強度	200 MN/ m <sup>2</sup>
方向制御関係	許容対抗土圧	500 kN/m <sup>2</sup>
	シールド推力	510 kN×4 本
送排泥管	シールド偏向角	上下左右 2.5 度
	送排泥管	直径 100mm
電源		400/440V×50/60Hz

出典：(株) イセキ開発工機 製品カタログ

# アングルモール エル

TCL 600~1000



## システムの特長

- 1.土質条件により、中押装置なしで1スパン400m程度の長距離推進が可能です。
- 2.半管を使用すれば、半径50mの曲線施工が可能です。(呼び径800~1000)
- 3.粘性土、砂質土、砂礫、玉石混じり砂礫、軟岩まで幅広い土質に対応しています。
  - ①最大礫径は、呼び径の40%程度
  - ②礫率70%程度
  - ③礫の一軸圧縮強度は、200MN/m<sup>2</sup>程度
  - ④軟岩の一軸圧縮強度は、5MN/m<sup>2</sup>程度
- 4.掘進機は礫・玉石を破碎して流体輸送するため、人力による礫処理は不要です。

出典：(株)イセキ開発工機カタログ

図 1.2.4 提案技術の仕様 (1/2) (アングルモール エル)



◆掘進機主要諸元

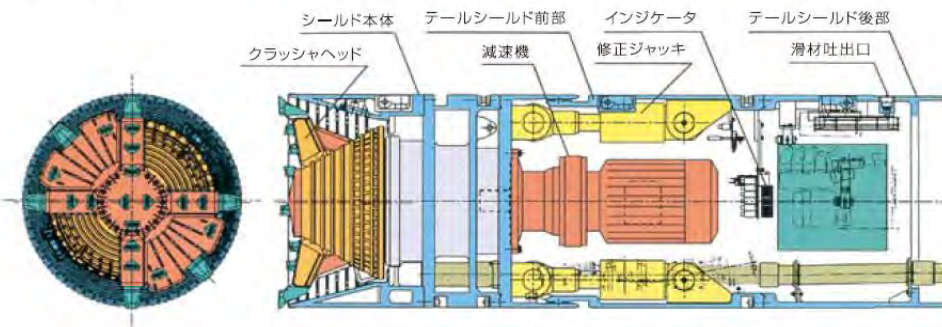
掘進機							
呼び径		600	700	800	900	1000	
掘進機外径 (mm)		800	920	1000	1120	1240	
掘進機全長 (mm)		3020	3048	2780	2900	3000	
掘進機質量 (t)		3.70	4.80	6.11	7.30	10.00	
電動機 (kW)		11.0	15.0	22.0	30.0	37.0	
カッターヘッド関係	回転トルク (kN-m)	50Hz	41	62	82	108	169
		60Hz	35	52	70	89	140
	カッターヘッド	50Hz	2,2	2,0	2,2	2,3	1,8
	回転数 (r.p.m)	60Hz	2,6	2,4	2,6	2,8	2,2
破砕方式		コーンクラッシャー方式					
取込最大礫径 (φmm)		250	280	320	360	400	
破砕処理後礫径 (φmm)		30以下				40以下	
破砕最大軸圧縮強度 (MN/m <sup>2</sup> )		200					
許容対抗土圧 (kN/m <sup>2</sup> )		500					
方向制御筒関係	ジャッキ推力 (kN/本脚)		310×3		310×4		
	シールド偏向角 (度)		上下2.1 左右2.4		上下左右2.5		
	送排泥管 (φmm)		80			100	
電源		400/440V×50/60HZ					



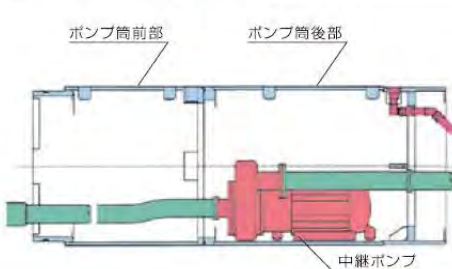
φ800 曲線100R管内状況

アンクルモール エル 掘進機の構造図

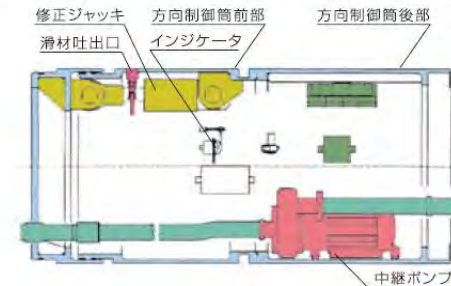
掘進機本体



ポンプ筒 (呼び径600・700)



方向制御筒 (呼び径800~1000)



このカタログに記載の仕様は予告なしに変更することがあります。

2009.07



株式会社 イセキ開発工機

本 社 〒107-0051 東京都港区元赤坂1-1-8 赤坂コミュニティビル8F TEL. (03) 5786-9211  
 関 西 支 店 〒541-0047 大阪市中央区淡路町1-4-9 O.C.S淡路町ビル3F TEL. (06) 6232-7777

URL <http://www.iseki-polytech.com>

出典：(株)イセキ開発工機カタログ

図 1.2.4 提案技術の仕様 (2/2) (アンクルモール エル)

### (3) 製品・技術の価格

掘進機の径、対応地盤によって値段が違い一概には言えない。今回の事業で使用する「アングルモールエル TCL1000」であれば基礎価格 5,000 万円/台と設定している。

### (4) 国内外の販売実績

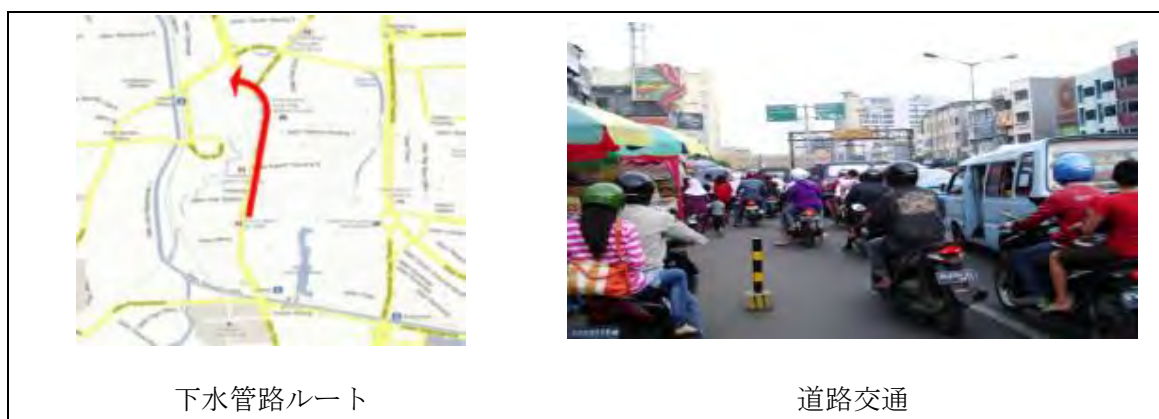
国内では 2,000 台以上、海外では欧州・シンガポール・マレーシア・アメリカ・ブラジルなどで 500 台以上の販売実績を持ち、推進機メーカーとしては世界一の販売実績を誇る。

### (5) 競合他社製品と比べた比較優位性

インドネシア国内で採用されてきた技術は、推進距離の短い直線推進（直線・短距離推進）であった。この工法では、立坑の数が多く、交通渋滞の要因とされる立坑を道路交差点付近に構築しなければならない。Zone-1 処理区の幹線管路を早急に整備するためには、交通への影響を緩和できる技術が不可欠である。

本邦優位技術であるカーブ・長距離推進技術は、従前の短距離・直線推進技術と比べて立坑の設置数を大幅に削減することができ、交差点部でも立坑を設置せず曲線施工することで、下水道管路工事に伴う交通渋滞の悪化を緩和することが可能である。

ジャカルタの幹線道路は、必ずしも計画的に配置・建設されておらず、複雑な形状の交差点・立体交差で構成されている。車・バイク、軽車両と、様々な車両が、交通渋滞の中で使用されている。このような道路事情の中で、下水幹線管路を建設するためには、道路・交通に支障を来さないように、カーブ・長距離推進技術の適用が实际的である。



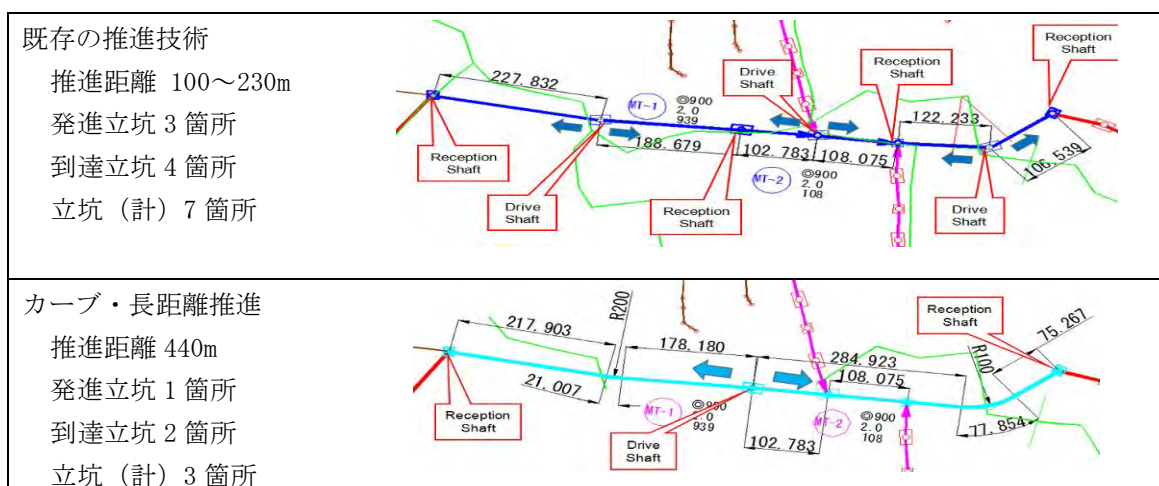
出典：平成24年度政府開発援助海外経済協力事業委託費によるインドネシア国下水道建設における推進工法技術の普及事業調査報告書 2013

図 1.2.5 ジャカルタの下水管路ルート

平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「インドネシア国下水道建設における推進工法技術の普及事業」において、既往の短距離・直線推進技術とカーブ推進・長距離推進技術について、推進距離、立坑数、立坑構築・工事推進に必要な工期に関して比較検討を行った。

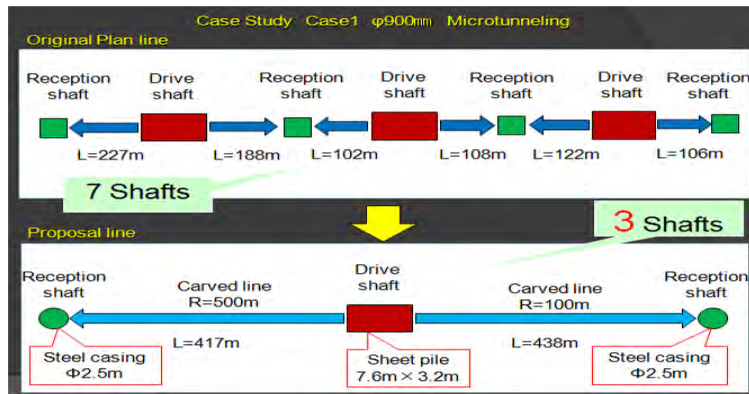
前記の普及事業調査では、立坑数を、7か所から3か所に、とりわけ到達立坑は、立坑構築後、蓋がけし交通の解放が可能であるので、交通に深刻な影響を与える発進立坑を3か所から1か所に削減することができることを示した。このことにより立坑構築に要する工事用地の占用を少なくし、管路建設の工期を15カ月から9カ月へと、約160日、大幅に短縮することが可能である。これらによって、次の効果が期待できる。コストについても、既存の推進技術と競合可能である。

- 立坑数を削減することによる工期の短縮
- 立坑による道路占用箇所の削減や交通渋滞の緩和による経済的損失の緩和
- 工事廃棄物の少ないクリーンコンストラクション
- 掘削箇所を最小限に抑えることにより、施工作業の安全性向上



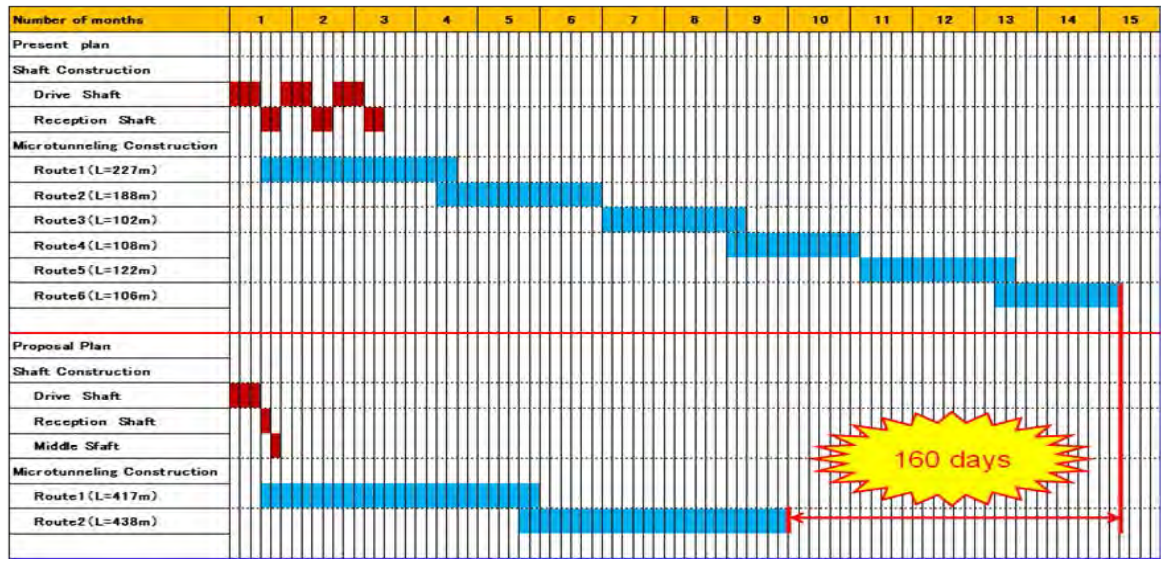
出典：平成24年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「インドネシア国下水管路建設における推進工法技術の普及事業」調査報告書 2013

図 1.2.6 既存の技術と提案技術の立坑計画



出典：平成24年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「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事業」調査報告書 2013

図 1.2.7 立坑配置計画



出典：平成24年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「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事業」調査報告書 2013

図 1.2.8 工事工程計画

## 2. 事業の概要

### 2.1 事業の目的

#### (1) 事業の背景・経緯

前章で述べたように、ジャカルタの交通渋滞は深刻であり、交通渋滞のさらなる悪化を引き起こす交差点の工事占用を避けるためにも、ジャカルタでの下水道整備事業においては本邦のカーブ・長距離推進技術が不可欠である。

平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「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事業」では、ジャカルタ市内での交通渋滞の悪化回避と下水道幹線管路施設の早期建設という課題に対して、次のように、提案技術（長距離・カーブ推進工法）の優位性が明らかとなった。

- 開削工法及び従前の「イ国」の推進技術では課題対応に関し非現実的である。
- 公共事業省および DKI ジャカルタ州政府は、下水道整備および雨水対策に本邦技術を採用する意向である。
- 地下インフラ構築に、本邦技術の大規模市場がある。

#### (2) 普及・実証事業の目的

本事業の目的は次に示す 3 点である。

- ① 「イ」国政府・州政府の本邦技術に対する理解を深めることで、本邦推進技術のビジネスチャンスを拡大する。
- ② 技術の普及と一体不可分となるメンテナンス体制を構築するとともに、現地技術者の知識・理解・施工技術力を向上させる。
- ③ 建設会社・機材サプライヤー等パートナー企業と提携した新しいビジネスモデルを開発する。

#### (3) 期待される成果

地下管路敷設に伴う交通渋滞等の悪影響を従前技術に比べて少なく抑えることが出来るカーブ・長距離推進技術の有用性がインドネシア側関係者に広く認識されると同時に、現地施工会社等の同技術に対する理解が深まり、同技術の普及やそれを活用したジャカルタの地下インフラ整備に向けた素地が作られる。

具体的には、本事業では、実証工事を通じて、国・ジャカルタ州政府の公共事業部局と地元建設会社を現場視察・セミナーに招待し、推進工法技術を実際に理解してもらう。さらに、パートナー企業となる建設会社を発掘する。これらのパートナーを通じて、地下インフラプロジェクトの発掘と施工方法のコンサルティングサービスを行うなど、人的ネットワークを構築する。

## 2.2 事業の実施方法・作業工程

### 2.2.1 調査対象地域

推進工法技術の普及のための調査対象地域は、DKI Jakarta 及び周辺地区を含むジャカルタ首都圏（JABODETABEK）とする。

また、実証工事はジャカルタ随一の目抜き通りであるスディルマン通りをプロジェクトサイトとする。

### 2.2.2 事業実施の基本方針

本事業は、「実証工事」「PR・啓蒙事業」及び「ビジネス展開調査」の3事業で構成することで、先の目的を達成する。本事業実施により、今後の円借款下水道事業等において、相手政府による本邦技術の採用と本邦企業の受注可能性が飛躍的に向上することが期待される。

#### (1) 推進工事实証事業

従前の直線・短距離推進と比較して本邦のカーブ・長距離推進技術の優位性を示すために、PD PAL JAYA の実施する下水道建設工事プロジェクトと連携した実証工事を行う。同プロジェクトに対して、①本邦優位技術に基づく推進機械を提供し、②施工監理の指導を行うとともに、③OJTによる人材育成を実施することで、技術の優位性を示すだけでなく、本邦技術を活用した推進工事の実施体制を確立し、今後のビジネスの機会を拡大することを狙っている。

ジャカルタの下水道を管轄するPD PAL JAYA（下水道公社）が発注する下水管路建設工事に、ID直径1,000mmの「アンクルモールエル（TCL1000）」を実証機として供給して実証工事を行うものである。

#### (2) PR・啓蒙事業（ビジネスプロモーション）

公共工事の発注機関である公共事業省・ジャカルタ、地元建設会社、コンサルタン、および電力・水道・高速道路事業等の他の発注者を対象にデモ施工見学会を開催する。デモ施工で確認された施工成果および路上交通等への影響を総括するセミナーを開催し、本邦技術の優位性を共有する。

また、本邦技術の優位性を実証工事によって分析・評価し、日「イ」の両国関係者が総括できるように、実証工事終了時にワークショップを開催する。

さらに、本邦技術の理解を深め、人材育成及び普及を確実なものとするために、本邦受入活動を実施する。

なお、工事中は、適宜、見学会や掲示板等による広報を行って、本邦技術の適用性と安全で清潔なクリーンコンストラクションを「イ」国関係者及び地元住民に対してPRする。

### (3) ビジネス環境調査

日本国内では、サプライチェーンが充実し、資機材の入手・品質管理などアウトソーシングが可能である。一方「イ」国内では、輸出品の手続きによるリードタイムの延びや部品在庫の保管など、国内ビジネスとは異なる状況となるため、今後のビジネス展開には、推進機械メンテナンス体制構築とともにパートナー企業の発掘が不可欠である。

PD PAL JAYA のモータープールを使用し、現地スタッフの技術力と現地製作可能な資機材のサプライチェーンを検証するとともに、現地再委託先と協力して、ジャカルタ首都圏に適切なビジネス拠点を選定する。

また、推進工事実証事業によって確認できるビジネスプロセスを事業展開するために、ローカルパートナー企業の能力や提供サービス、弊社が新たに構築しなければならないサービスなど、具体的なビジネス環境調査を行う。ビジネスマッチングを繰り返し行い、パートナー企業の提供サービス、品質、技術提携の条件、プロジェクト実施上の課題などをヒアリングすることにより、提供するサービスのセグメントやビジネスの規模を検証する。

#### 2.2.3 事業実施の方法

##### (1) 推進工事実証事業

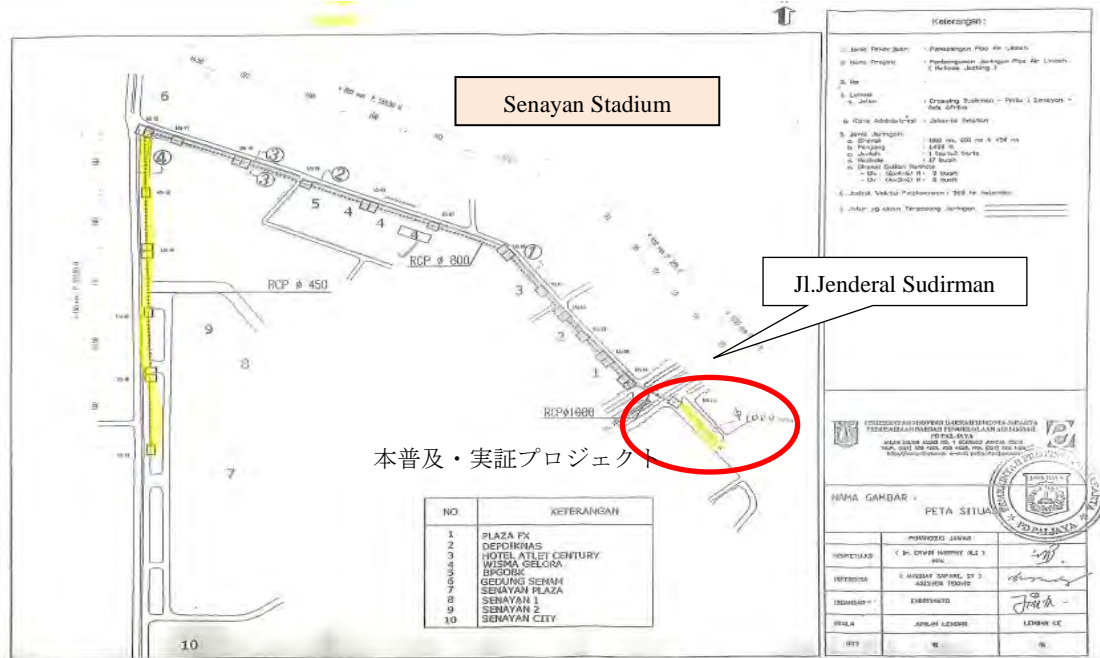
###### 1) 工事の概要

実証工事は PD PAL JAYA 発注工事の一部として実施するものであり、スディルマン通りを横断する推進工事である。

- 管 径：1,000mm
- 施工延長：300m
- 土 被 り：約 7.5m
- 工 法：推進工法（実証工事では長距離泥水式推進工法を採用）
- 施工業者：PT KARTIKA EKAYASA
- 実証工事対象内容：図 2.2.1、図 2.2.2 のとおり

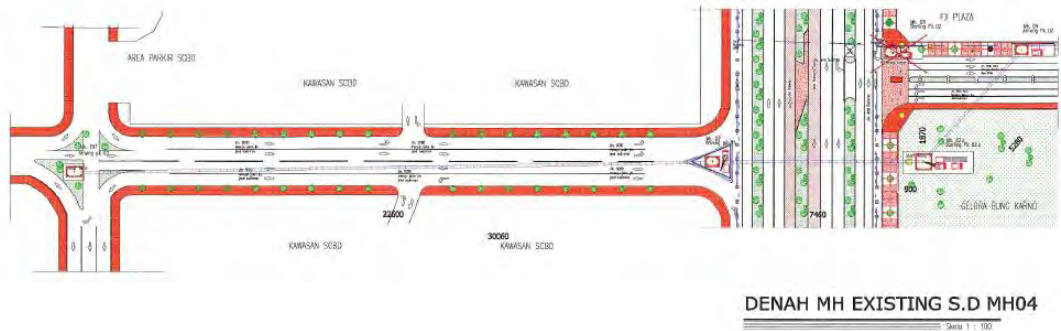
出典：PD PAL JAYA発注図書2013

図 2.2.1 実証工事詳細設計図（1）



出典：PD PAL JAYA発注図書2013

図 2.2.2 実証工事詳細設計図（2）



## 2) 施工監理及び施工監理指導体制

以下の体制で、施工監理及び施工監理指導を行う。

PT KARTIKA EKAYASA 社が掘進機オペレーター、作業員、推進管を支給する。(株)イセキ開発工機は推進工事士の有資格者である経験豊富な社員を現地に常駐させ、施工監理、安全指導を行う。



## (2) PR・啓蒙事業（ビジネスプロモーション）

### 1) デモ施工見学会

我が国の推進技術への関心が高い発注者である政府機関、建設会社、管材メーカー等に対し、交通への影響や施工品質など、我が国推進工法技術の社会的効果を現場にてPRするために、推進機械を現地に据付け、管の推進を行っている時期に工事説明会を開催した。

### 2) セミナー・工事説明会

日「イ」の関係者が本邦技術の優位性を理解・共有するため、推進工事セミナーおよび工事説明会を兼ねた発進式を実施した。

- 2014年3月4日：推進工法技術セミナー（参考資料1参照）
- 2014年8月19日：推進工事発進式
- 2015年9月1日：推進工法技術セミナー（参考資料2参照）
- 2015年10月15日：推進工法技術セミナー（参考資料3参照）
- 2015年11月27日：実証事業報告セミナー（参考資料4参照）

推進工事实証事業で得られる工事品質、交通への影響など社会・経済的効果を分析・総括するワークショップを開催する。なお、管の蛇行等の施工精度、地下水低下・地盤沈下の影響等の観点から、工事品質についての本邦の技術力を示すとともに、出来形計測や工程管理については、日本の施工監理規準に準じた管理を行って、「イ」国内における既存技術との違いを分かり易く整理する。

### 3) カウンターパート等本邦受入活動

インドネシア国内では、本業務で提案するカーブ・長距離推進技術の実績がないため、施工方法、推進機械の製作、管材の製造についての体系的な知識を習得し、本実証事業における施工監理のOJTを実効あるものとするために、施工者であるゼネコンの技術者（2名）に対して、日本国内での現地研修を行った。

表 2.1.1 カウンターパート等本邦受入れ活動日程

日付	内容	場所	参加者
2014年 3月26日	マシン見学	北斗（イセキ指定工場）	Imawan Eko, Zeindi Mikolai
3月27日	現場見学	大宮（泥水式推進工法現場）	Imawan Eko, Zeindi Mikolai
	セミナー	日本推進技術協会	Imawan Eko, Zeindi Mikolai
	表敬訪問	JICA	Imawan Eko, Zeindi Mikolai
3月28日	現場見学	木更津（アンクルモール工法現場）	Imawan Eko, Zeindi Mikolai
3月29日	書類整理		
3月30日	帰国		

出典：下水管路建設における推進工法技術の普及・実証事業調査団 2015

#### 4) 本邦受入活動の効果

研修生は、日本国内で実地に推進機械製作工場、推進工事の現場および講義を受けることで、日本とインドネシアの技術の違いを体得した。例えば、施工の精度、使用機材・推進管の管理について、きめ細かな配慮がなされていることに驚きだった。また、工事の安全管理に要する気構えや服装・装備、施工記録の管理、現場の清掃など、日本の文化の吸収に役立った。この経験は、実証プロジェクトで、日本人技術者の指示・アドバイスに対して、その背景を感じ取れるようになり、コミュニケーションが円滑となった。受入れ活動前は、日本人技術者がなぜそうすべきかを説いても、理解してもらえない状態が続いていた。本受入れ活動を通じて、日本人技術者の意図を汲み取ってくれやすい傾向が増えた。また、日本の施工現場が整理整頓を徹底していることに驚き、帰国後自主的な取り組みによって、工事現場の整理・清掃にも違いが見られるようになった。

### (3) ビジネス環境調査

#### 1) パートナー企業の選定

ビジネスモデルを構築するためには、パートナー企業とのビジネスマッチングが重要である。現地見学会・ワークショップなどの機会に、本邦技術の優位性の具体的なデータを示して、PR・啓蒙に努めるとともに、「平成24年度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事業」で関心を寄せた建設会社・コンクリート製品製造会社をパートナー企業の候補として、ミーティングを申し入れ、協議を行った。

インドネシアの国営建設会社および推進管製造会社等との関係構築を行った。

## 2) ビジネス環境調査

推進機の現地搬入、掘進設備の組み立て、撤去・整備など一連のビジネスプロセスを実地に確認することにより、将来のビジネスモデルの基本情報を収集するとともに、現地資機材の品質、サプライチェーンの課題、工事現場の安全管理などの課題を把握した。資機材は、我が国と同様に流通しているが、人件費と比べて高価であるため、採用の適否、納入の時期について慎重である。この結果、工期に影響を与えるが、工期延長に対する危機意識が薄いことが分かった。

また、推進技術を事業展開するためには、会社設立・公共調達や施工計画に関する正確な情報が必要である。事前に現地情報を収集するとともに「イ」国の制度を調査した。現地調査においては、既存の調査情報や日本企業の経験を収集し、ODA 事業や資機材調達の経験を有するローカルコンサルタントを使って、公共調達の実態・慣行や会社経営のリスク情報を収集した。推進工法は、コントラクターの提案によるデザインビルド方式で発注されるが、我が国の施工計画に求められる事前調査、地山の安定計算、障害物対策等の条件明示がなされておらず、契約変更（現場条件の変更）が、難しい調達制度である。今後は、JICA 専門家や国土交通省より、イ国の公共事業省に向けて調達制度の問題点を指摘してもらい、建設会社と発注者がフェアな状態で契約・施工できる仕組みに改善されることを望む。

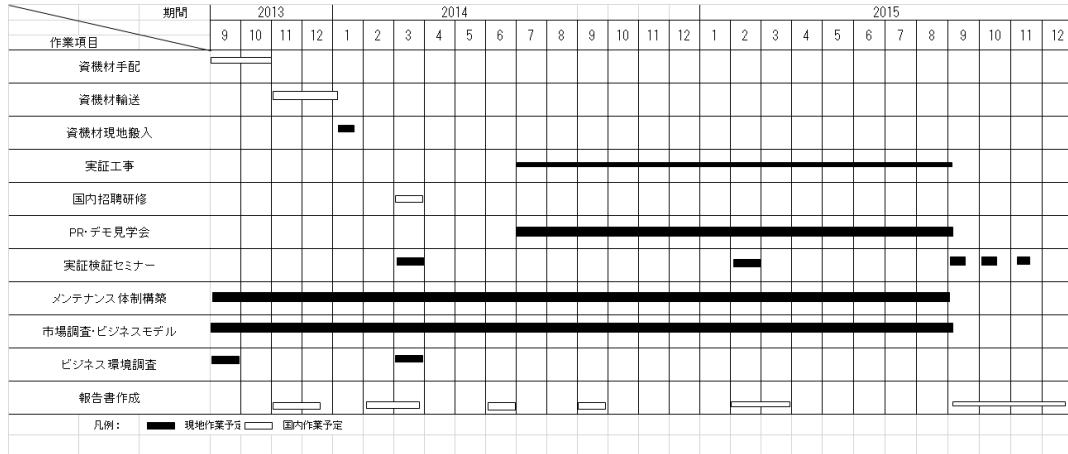
## 3) ビジネスモデルの確立

3C 分析、SWOT 分析を行って、外部環境を分析して自社のポジショニングを明確にしたうえで、他企業の成功事例などを分析し自社のビジネス戦略を構築する。

## 2.2.4 作業工程

本事業の事業工程計画は図 2.2.3 に示すとおりである。

図 2.2.3 事業工程計画

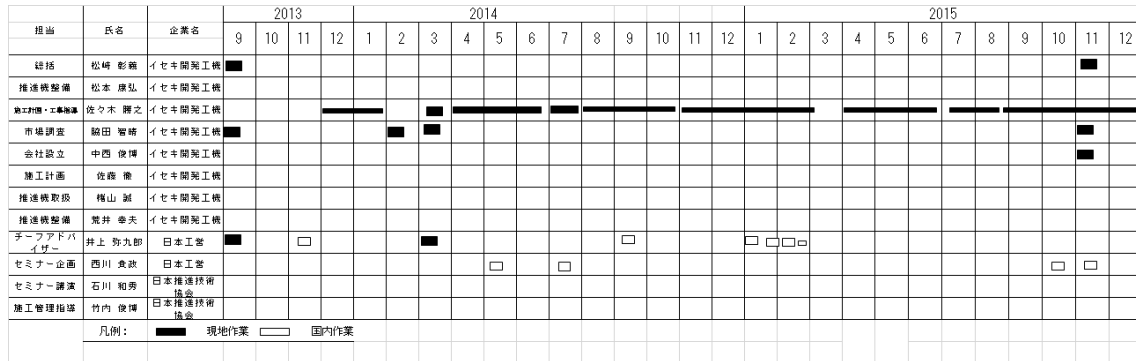


出典：イセキ開発工機 2015

## 2.2.5 要員稼働実績

本事業の要員稼働実績は図 2.2.4 に示すとおりである。

図 2.2.4 要員稼働実績



出典：イセキ開発工機 2015

### 2.3 相手国実施機関の概要

相手国実施機関は、ジャカルタである。下水道は、PD PAL Jaya（ジャカルタ下水道公社）が所管する。

本プロジェクトの実施レベルのカウンターパートを、を表 2.1.2 に示す。

表 2.1.2 相手国実施機関

項目	内容
1) 組織名	PD PAL JAYA（ジャカルタ下水道公社）
2) 設立年	1991年（1987年には前身の排水管理局を設立）
3) 組織の目的	ジャカルタの下水道を管轄する公社。
4) 主な業務内容	管轄区域内の下水道の建設・維持管理を実施。
5) 組織の規模	109名（2014年7月時点）
6) 組織図	<pre> graph TD     Gov[Governor of DKI Jakarta] --&gt; SB[Supervisory Board]     SB --&gt; GD[General Director]     GD --&gt; TBD[Technical &amp; Business Director]     GD --&gt; AFD[Administration &amp; Finance Director]          TBD --&gt; ISU[Internal Supervisor Unit]     TBD --&gt; OM[Operation &amp; Maintenance Division]     TBD --&gt; TD[Technical Division]     TBD --&gt; DPD[Development &amp; Program Division]          AFD --&gt; CSD[Customer Service Division]     AFD --&gt; FID[Finance Division]     AFD --&gt; GAD[General Affairs Division]          ISU --&gt; TBS[Technical &amp; Business Supervisor]     ISU --&gt; FS[Finance Supervisor]     ISU --&gt; CS[Compliance Supervisor]          OM --&gt; OMP[Sub Bidang Operasi &amp; Pemeliharaan Jaringan &amp; Rumah Pompa]     OM --&gt; OPL[Sub Bidang Operasi &amp; Pemeliharaan IPAL &amp; Lab.]     OM --&gt; OTB[Sub Bidang Peralatan Teknik &amp; Bengkel]          TD --&gt; TPL[Technical Planning Sub-Division]     TD --&gt; TCD[Technical Controlling &amp; Documentation Sub-Division]     TD --&gt; TI[Technical Implementation Sub-Division]          DPD --&gt; MBD[Marketing &amp; Business Development Sub-Division]     DPD --&gt; DPS[Development Program Sub-Division]          CSD --&gt; CR[Customer Relation Sub-Division]     CSD --&gt; NHC[Non Household Customer Management Sub-Division]     CSD --&gt; HHC[Household Customer Management Sub-Division]          FID --&gt; AS[Accounting Sub-Division]     FID --&gt; B[Budget Sub-Division]     FID --&gt; RT[Reportary &amp; Taxation Sub-Division]          GAD --&gt; AD[Administration Sub-Division]     GAD --&gt; HR[Human Resource Sub-Division]     GAD --&gt; GAS[General Affairs Sub-Division]     GAD --&gt; IT[Information Technology Sub-Division]          </pre>
	出典：PD PAL JAYA 2014

とりわけ、Technical division とはトラブルが発生するたびに協議する場所を設け、善後策を共に議論した。

## 2.4 投入（要員、機材、相手側投入、その他）

### (1) 要員

調査団員の構成を、表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 調査団員

氏名	所属	部署、職位	担当分野
1) 社内人材			
松崎彰義	(株)イセキ開発工機	代表取締役	総括
中西俊博	(株)イセキ開発工機	取締役国際部部長	ビジネス環境、リスク対策
脇田智晴	(株)イセキ開発工機	主任	市場調査・公共調達制度
佐藤徹	(株)イセキ開発工機	工事本部副本部長兼技術部長	施工計画、工事指導
松本康弘	(株)イセキ開発工機	国際部課長代理	推進機械整備
荒井幸夫	(株)イセキ開発工機	生産管理部課長代理	推進機整備
佐々木勝之	(株)イセキ開発工機	工事本部工事部課長代理	施工計画、工事指導
楢山 誠	(株)イセキ開発工機	専務執行役員生産技術部部長	推進機取扱及び整備指導
2) 外部人材			
井上弥九郎	日本工営(株)	技師長	チーフアドバイザー/ ビジネスモデル開発
西川貴政	日本工営(株)	課長	セミナー企画・広報
竹内俊博	日本推進技術協会	調査部長	施工管理指導（監督業務支援）
石川和秀	日本推進技術協会	専務理事	セミナー企画・講演
太田宗男	東京芝法律事務所	国際弁護士	ビジネス環境・リスク対策

出典：下水管路建設における推進工法技術の普及・実証事業調査団 2015

### (2) 機材

以下の機材を実証工事に投入するため現地へ搬入し、2014年9月に稼働開始した。

- 推進機器一式（掘進機(TCL1000)、操作盤、元押装置、送泥ポンプ、排泥ポンプ、中間ポンプ、グラウトポンプ・ミキサー、注入管理装置、中押管、滑材、泥水配管、中継動力線、中継操作線、止水器、中押ジャッキ、レーザートランシット、ケーブル類）

### (3) 相手側機関

PD PAL JAYA は、下水道工事の実施機関として、従前技術適用範囲にかかる工事費用を支出する。

### (4) その他

2013年12月よりジャカルタは雨期に入り、時折激しい集中豪雨に見舞われるようになった。度重なる大雨により、当初想定していた以上の雨による地盤のゆるみが発生し、2014

年2月2日に立坑が水没、崩壊する事故に見舞われた。幸い怪我人はなく、資機材搬入前だったために、被害は最小銀にとどめることができた。雨期が明けた3月から立坑の復旧と推進機械の据え付けを行って、8月15日に推進工事を実施した。

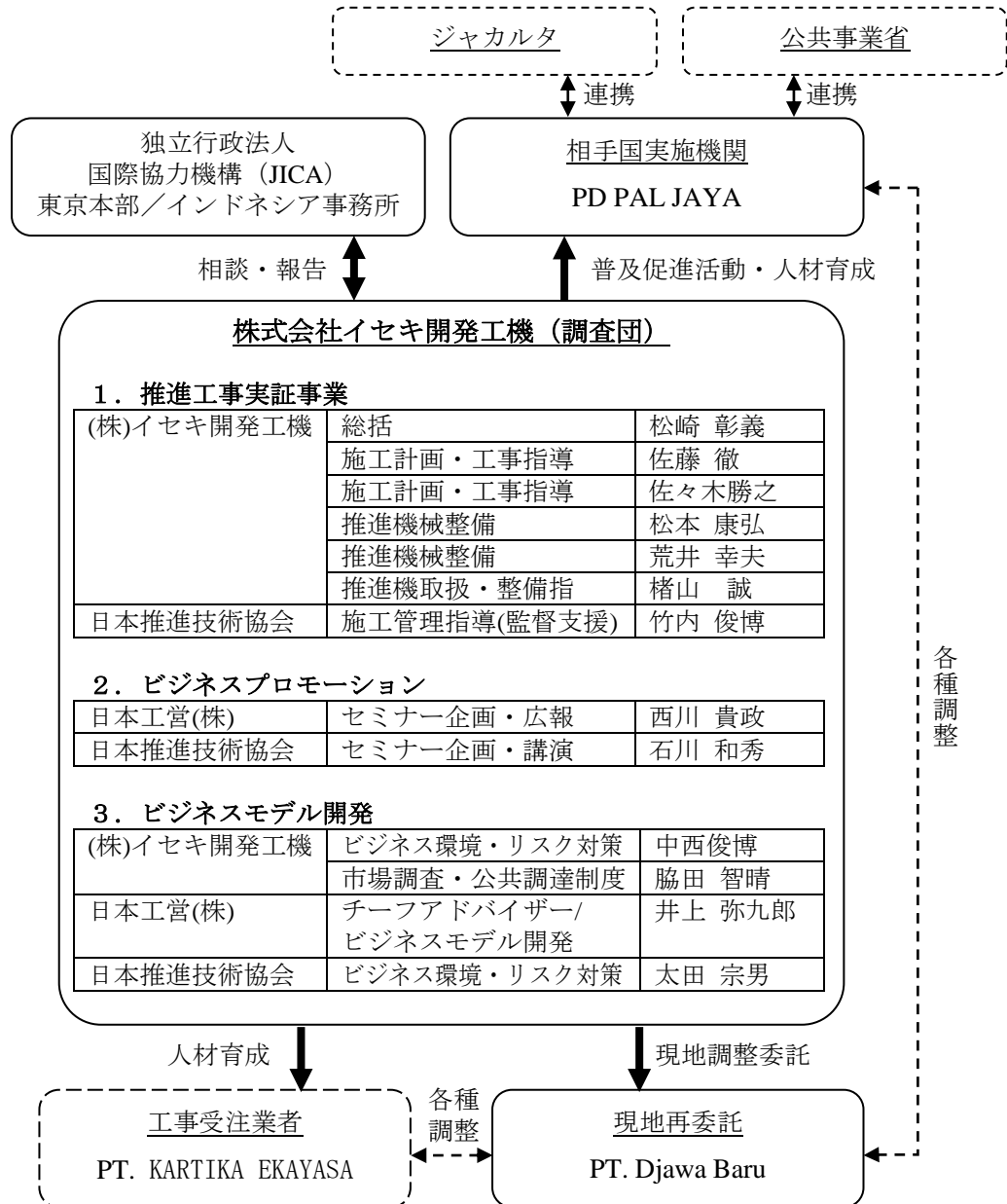
しかしながら、PLN（インドネシア電力公社）より、地下電力ケーブルについての調査を依頼され、埋設位置の確認と防護法等の検討を行っている。推進工事は、10月に再開した。

その後、Jl. Tulodong Atas の開発地で放置された建築物の基礎（鉄筋コンクリート）と衝突し、地上からの撤去作業を余儀なくされた。

撤去後に掘進を再開し、順調に掘進を続ける。2015年1月中旬頃から掘削排土にゴミなどが混じるようになり、推力が急上昇したため、発注者である PD PAL JAYA と協議の結果、到達立坑側から横穴を掘削して推進機を回収することに決定した。5月から到達立坑を掘削開始し、到達立坑側から迎え掘りをして、マシン位置を確認。発進側から再度押し出すことに成功し、9月上旬に無事マシンを回収することが出来た。

## 2.5 事業実施体制

本事業の実施体制は図 2.5.1 に示すとおりである。



出典：下水管路建設における推進工法技術の普及・実証事業調査団 2015

図 2.5.1 業務実施体制



### 3. 事業の実績

#### 3.1 活動項目毎の内容と成果

##### 3.1.1 推進工事実証工事に関する活動・成果

###### (1) 作業工程

本事業の作業工程は以下のとおりである。

表 3.1.1 本事業の作業工程

	日程	内容
2013	9/6	JICA 契約（本事業開始）
	9/9～13	公共事業省・PD PAL JAYA など関連政府機関に対して事業説明。 及び推進工法・イセキ開発工機の掘進機紹介（松崎団長・井上団員・脇田団員）
	9/13～19	コンクリート管工場視察等：サプライチェーンの確認・品質チェック。
	9月末	イセキ開発工機製掘進機完成・出荷前準備
	10～11月	現地政府との免税手続きに関する打ち合わせ及び書類申請。 地元推進業者とのデモ施工プロジェクト打ち合わせ。
	12/20～24	施工業者 PT CARBEK NUSANTARA とデモプロジェクト詳細打合せ（佐々木団員）
	12/26	資機材横浜港出航
2014	1/6	ジャカルタ港着。免税書類を元に日通インドネシアが通関業務を遂行
	1/23～26	現場指導（佐々木団員）／連日大雨が続く
	1/27	グランドブレイキング予定地視察（佐々木団員）
	2/2	大雨のため立坑崩壊。
	3/4	セミナー（第1回）開催
	3/16～	再構築開始
	4/14～16	再構築完了
	4/24～25	資機材の現場搬入
	5/7～	資機材の据付作業開始
	5/24～6/5	作業休止（施工業者と PD PAL JAYA での支払問題発生）
	6/6～6/10	坑口取り付け、支圧壁根入れ部掘削、排水ポンプ増設
	6/20	元押ジャッキ、掘進機据付
	6/30	排泥ポンプ、立坑バイパス据付
	7/4	支圧壁生コン打設
	7/11	発電機現場着
	7/14, 15	動力線配線、試運転。資機材の移動確認。
	8/12～14	初期掘進準備
	8/15	掘進開始
	8/16	No1 推進管セット *No2 との結合時、カラーの変形、ゴム捲れにより接合中止
	8/18	パイプ製造会社 SGS 立会いのもと、接合。No2 セット完了
	8/19	工事説明会・発進式
	8/21	電力会社 PLN より、推進路線上に電力線が埋設されている恐れがあるので、調査してほしいとの依頼が PD PAL JAYA に入る。推進工一次中断。
	9/5～	PLN 埋設確認ピットより目視にて埋設物を確認。計画通りだと衝突することが判明したため、バーチカル曲線施工を提案
	10/1	掘進再開。
	10/17	48 本目を推進中、障害物と遭遇。掘進停止。障害物撤去立坑の掘削を申請。
	11/19	障害物は建物の基礎杭であることが判明。撤去。

11/22	掘進再開。しかしながら、5 m推進の後、再度基礎杭に衝突。推進停止。
12/24	その後も5 mピッチで基礎杭に衝突し、合計8本と衝突するも、掘進を継続。81本目（約200m）を推進。
1/18	排土にゴミが混じるようになり、推力が上昇し続ける。
1/23	No119（約295m）を推進。推力の上昇止まらず。
1/26	発注者のPD PAL JAYAと協議のうえ、推進を中断する。到達立坑側から迎え掘りを行い、マシンを回収することで合意。
2/1～	到達立坑の掘削許可待ち。
4月	到達立坑の掘削許可がSCBDから降りる
5月	到達立坑掘削開始。
6月	到達立坑一部崩壊・修復
7月	到達立坑完成。到達立坑側から迎え掘り開始
8月	到達立坑側にマシンを押し出し。
9/5	マシンを無事に回収
10/1	マシン含む全ての実証機材をPD PAL JAYAの保管場所へ移動させる。

出典：下水管路建設における推進工法技術の普及・実証事業調査団 2015

## (2) 立坑の構築および発進

2014年2月15日時点では、発進立坑上流区間から雨水が流入したため、水没し推進工事に着手できない状況である。流入口となる推進管部分に蓋をして流入防止対策はとっていたが、想定を超える雨量が発生したため、立坑周囲の土砂が緩み、崩落・水没となった。このため、推進工事は立坑再構築を待たねばならず雨季が終了した後に再開した。

また、立坑構築は、普及・実証事業に含まれておらず、現地コンサルタント・発注者・施工業者の管理のもとで行われ、木矢板による土留め工を採用している。大雨が続き地山の支持力（水分を含むことによる内部摩擦力）の低下と水分による土荷重が増加し、木矢板では支えきれなくなったと想定できる。修復作業については、支保工の追加、推進部分は鉄板を張り付けるなどの対策を指示し、再発防止に努めた。しかしながら、鉄板は予算の都合上か貼り付けられることはなかった。



出典：イセキ開発工機 2015

図 3.1.1 発進立坑冠水状況

4月半ばには立坑の再構築が完了した。崩落部分は埋め戻し、再度崩壊を防ぐために、立坑の中央部に支保工と呼ばれる支えとなるものを追加・補強した。



出典：イセキ開発工機 2015

図 3.1.2 発進立坑修復状況

修復後、仮置き場から現場に資機材搬入。



出典：イセキ開発工機 2015

図 3.1.3 資機材各地据付

坑口リングと呼ばれる立坑内設備も地元業者と協力のもと進める。



出典：イセキ開発工機 2015

図 3.1.4 坑口リング取り付け

掘進機・元押装置の据付



出典：イセキ開発工機 2015

図 3.1.5 掘進機・元押据付

実掘進を開始



出典：イセキ開発工機 2015

図 3.1.6 実掘進開始

2014年8月19日、発注者であるPD PAL JAYAの協力により、盛大な発進式を執り行うことができた。出席者リストを以下に示す。

表 3. 1. 2 発進式参加者リスト

No	Name	Address
1	Hasan Basri	Asisten Perekonomian dan administrasi Sekda DKI
2	Yoshinori Katori	Embassy of Japan
3	Furumoto	Embassy of Japan
4	Sasaki Atsushi	Chief Representative JICA Indonesia
5	Aratsu Yuki	Senior Representative JICA Indonesia
6	Tomihara	JICA Indonesia
7	Yaguchi Masayu	JICA Indonesia
8	Ozawa Taisuke	JICA Indonesia
9	Iskandar Malik	Badan Pengawas PD Pal
10	Rama Budhi	Badan Pengawas PD Pal
11	Ani	Badan Pengawas PD Pal
12	Juni	JICA Indonesia
13	Maliki Moersid	Direktur PPLP DJ Cipta Karya, Kementerian PU
14	Emah Sudjimah	Dit PPLP, DJ Cipta Karya, Kemen PU
15	Albert Reinaldo	Dit PPLP, DJ Cipta Karya, Kemen PU
16	Asri Indiyani	Dit PPLP, DJ Cipta Karya, Kemen PU
17	Riza T	Dit PPLP, DJ Cipta Karya, Kemen PU
18	Darmawan	DPU DKI Jakarta
19	Enohs	DPU DKI Jakarta
20	Basdei	DPU DKI Jakarta
21	Binsar	Inspektorat DKI
22	Thomas	Inspektorat DKI
23	Charles Yulius	PPLP JABODETABEK
24	Runtung K	PPLP JABODETABEK
25	Amalia	PPLP JABODETABEK
26	Dwi Putranto	PPK GBK
27	Slamet R	PPK GBK
28	Agus Prasetyo	PPK GBK
29	Nita E	AKLN Kemendagri
30	Syafrida	AKLN Kemendagri
31	Anang H	AKLN Kemendagri
32	Agung R Prabowo	PT. Danayasa Artha Tama, TBK (SCBD)
33	Teguh Budiono	PT. Senayan Trikarya Sempana
34	Iwan Ferry	PT. Senayan Trikarya Sempana
35	Aminuddin	Bag. Praskot JP
36	Eric Gunawan	PT. Adi
37	IDI Widodo	Kemen PU
38	Hariman P	PT. Djawa Baru

出典：イセキ開発工機 2015



発進式の様子。



出典：イセキ開発工機 2015

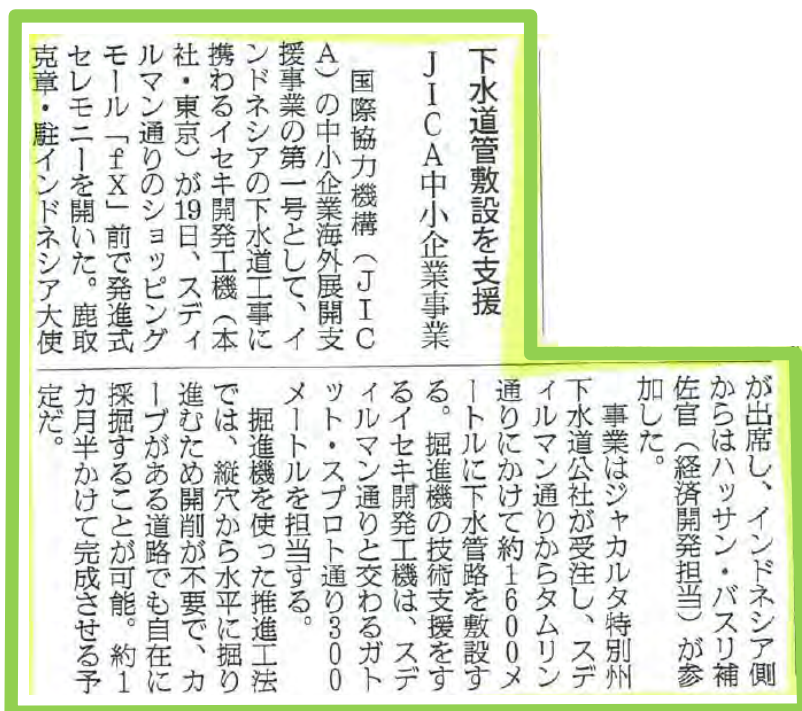
図 3.1.7 発進式(1/2)



出典：イセキ開発工機 2015

図 3.1.7 発進式 (2/2)

発進式のことを現地の法人向け新聞（8月22日発刊）「じゃかるた新聞」に掲載された。



発進式直後、電力会社 PLN より、推進路線上に電力線が埋設されている恐れがあるので、調査してほしいとの依頼が PD PAL JAYA に入る。推進工を一次中断し、調査した。PLN の埋設送電線の移設または防護を行い、推進工事を再開した。また、掘進終了後にはワークショップ（報告会）を開催し、本邦技術の導入前・導入後の効果を分かりやすく伝え、本事業の有効性を現地関係者に紹介した。

### (3) 推進工事および到達

ジャカルタ初の長距離掘進ということで、推力低減装置（管周混合工法）と中押管、滑材注入ユニット・滑材などを持ち込んだ。推進工事自体はこれら装置がうまく機能し、計画値よりも良い精度・低い推力で掘進することが出来た。しかしながら、推進工事に関する以外の部分（障害物との衝突、埋め戻し残土からゴミが排土、作業員の欠席等）により進捗が左右される結果となった。

(4) 詳細考察

掘進開始部のゲロラブンカルノ公園内は「アンクルモールエル」の掘進に適した粘土シルトであった。

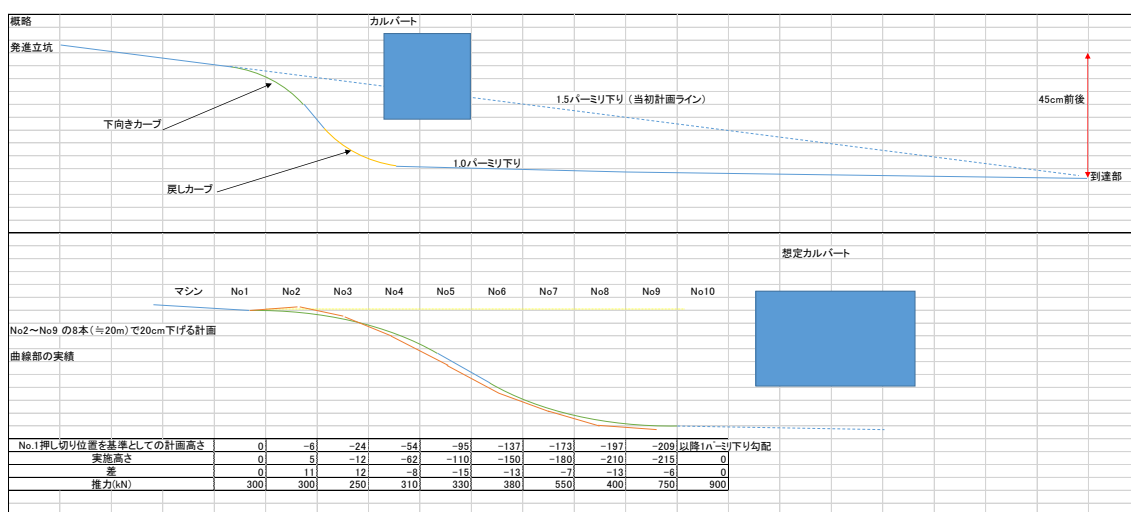


出典：イセキ開発工機 2015

掘進開始直後に発覚したPLNケーブルへの対応として、No. 2から下向きにカーブを造成し、No. 5で戻しを入れる縦S字カーブで接触を避ける事となった。

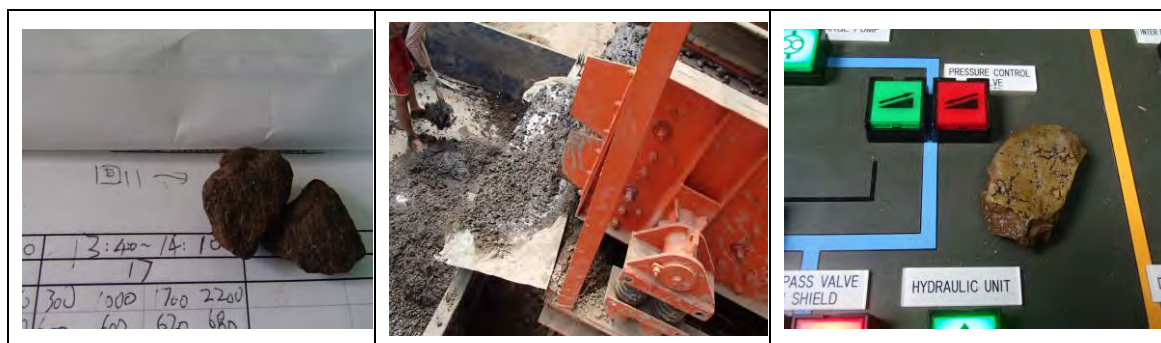
(詳細別フォルダ PLN カルバート障害にあり、エクセルデータに精度比較あり)

掘り始めで 300~400kN 程度だった推力はカーブ終了時に一時 1000kN まで上昇したが、カーブが終了し直線になったところで、坑口付近に滑材を充填したところ、700kN 程度まで下がった。これは縦カーブの上下動で上下方向の地山に押し付けられていたことが原因と考える。



出典：イセキ開発工機 2015

スディルマン通りの終盤あたりから (No. 17 掘進時) 固結シルトが多くなり、前面土圧が上昇する傾向が見られる。これはその後も障害杭にあたる直前まで続いた。



出典：イセキ開発工機 2015

No. 48 で障害杭に接触し、除去。その後も人力で2回 (計3回) 除去したが、4回目の接触からは幾分当たり方が和らいだので、掘進機による通過を試みた。

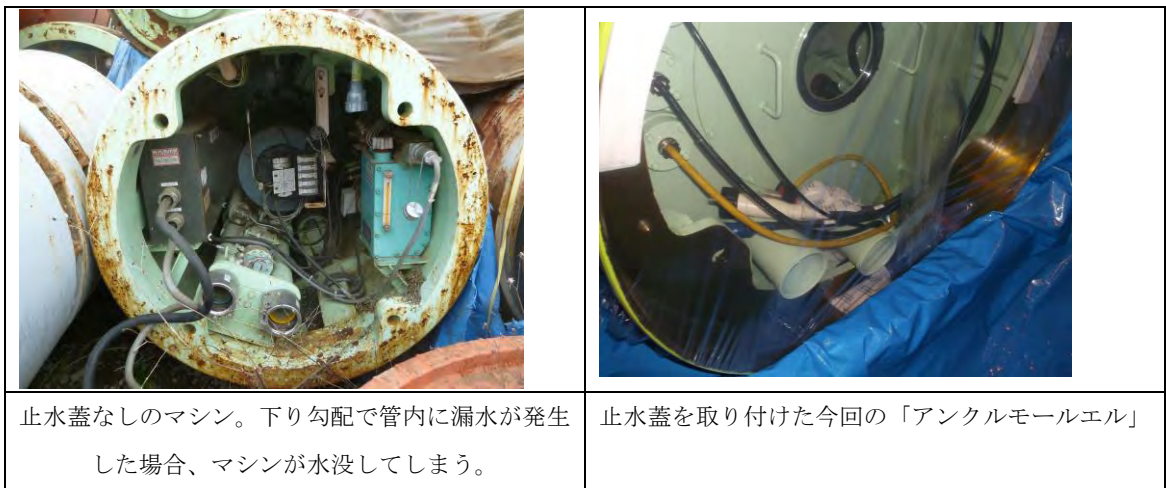
結果5本の杭を抜くことができた。推力も精度も大きな変化がなく良好だった。

途中の土質は、粘土層のようなところもあった No. 67 掘進時、掘進機が大きく右に行きたがる傾向が現れる (最大 50mm 程度)。修正の効きによって推力にも影響は出たが、概ね良好を保つ。No. 81 掘進時に掘進機と推進管 No. 1 のパッキンがめくれ、管内に大量の水と滑材がもれた。

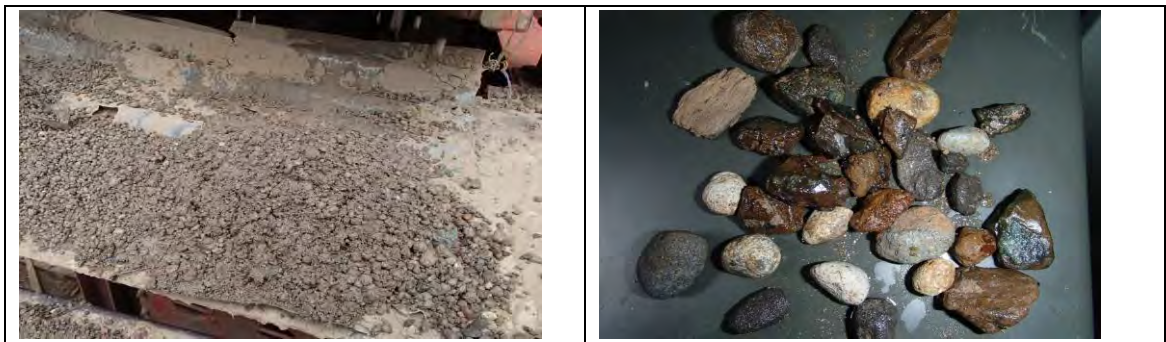


出典：イセキ開発工機 2015

下りの長距離だったので、通常にはない「掘進機後部止水蓋」を特別に設置していたので、掘進機は水に浸かることなく、事なきを得た。管内の配管も下にベタ置きではなく横に吊るす措置をしていた。



この頃から礫が目立つようになる。



出典：イセキ開発工機 2015

この漏水によりテールボイドの滑材膜が抜けてしまい、土質変化もあいまって推力が上昇（1000kN 超）する傾向がでてくる。これは、No1 推進管のゴムめくれにより、管外周に形成されていた滑材層ごと管内に漏れてしまった。滑材層がなければ、管と地山の摩擦が増加し、結果として推力上昇後、推進不能となってしまう。



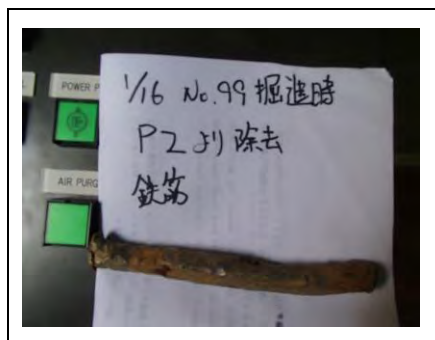
出典：イセキ開発工機 2015

No. 89～98 の区間は推力上昇を食い止めるために管周混合用管（滑材注入可能な注入孔が 4 箇所ある。通常管は 1 箇所）だけではなく、通常管にも注入箇所を増設し、2 本毎程度に滑材を増し打ちした。滑材の注入量を増加させ、滑材層の再形成を試みた。



出典：イセキ開発工機 2015

No. 99 で以前の障害杭通過時のものと思われる鉄筋が排出された。



出典：イセキ開発工機 2015

その後 No. 106 までは前面が安定し日進量も 4 本まで回復したが、No. 106 で人工物が排出された

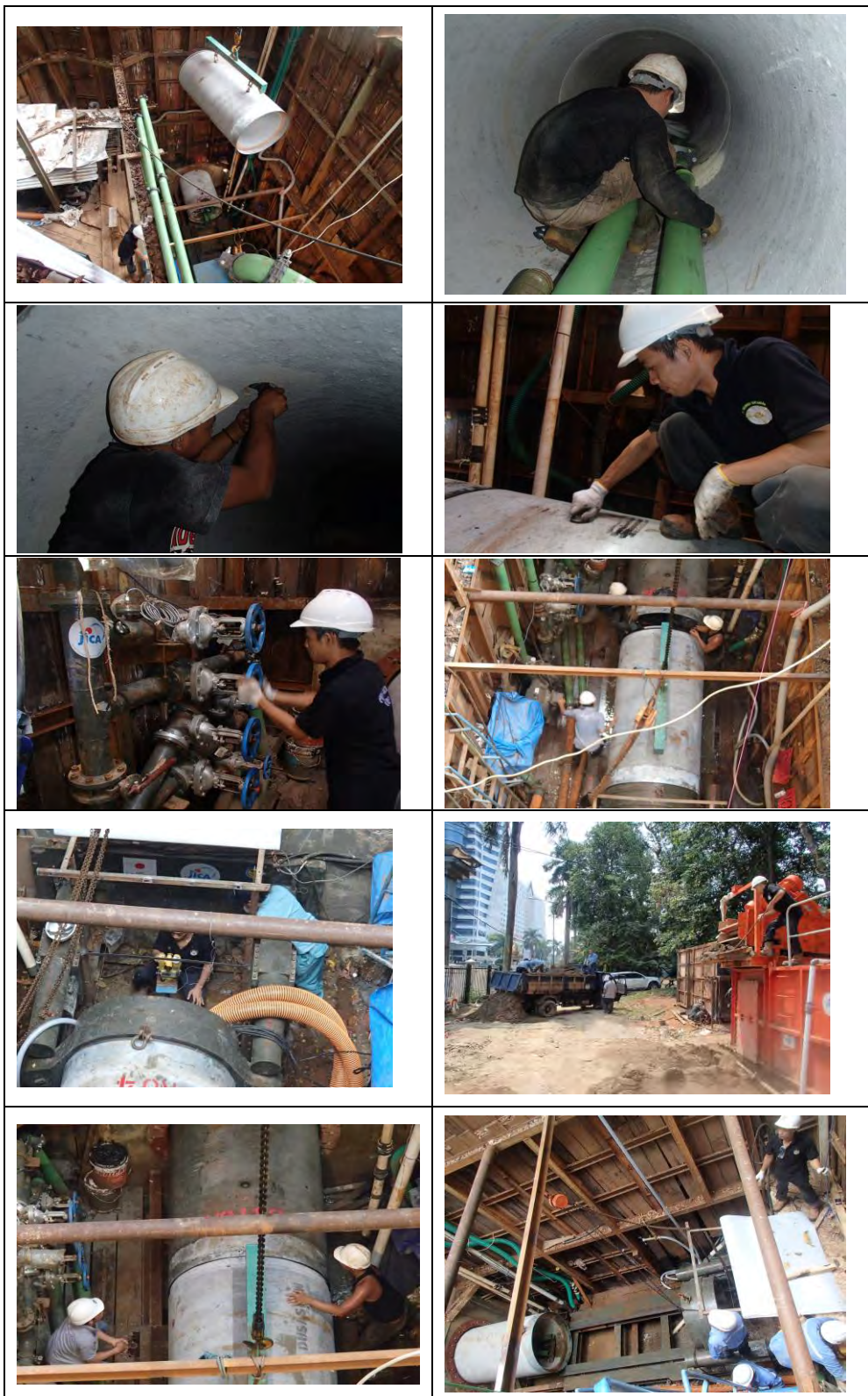


出典：イセキ開発工機 2015

No. 112 で大きく右に振られ（最大 90mm 程度）No. 118 で人工物、鉄、木等が多く排土されるようになり、掘進速度の著しい低下（30mm/min→1mm/min 以下）と急激な推力の上昇（50mm の進捗で 1000kN）が発生した。掘進機前面上部にはボックスカルバートが確認されている。推進位置はその下部を通過する計画であったが、前出人工物排出の多さから、基礎部あるいは敷設時の土留めに接触している可能性が考えられた。中押管もあるので、まだ推進は可能であったが、発注者と協議の結果、これ以上の力で押すと管が破損する恐れがあることから、到達予定位置 4m 手前で推進を終了した。



推進管接続作業を含め、推進作業は日本と同様に実施できた。



出典：イセキ開発工機 2015

しかしながら、搬入された推進管のほとんどは品質管理が適切に行われておらず、現場での対応が必要となった。現場での対応としては、ハンマーにて鋼製カラーのゆがみを修正し、止水ゴムの取替え、止水ゴム貼付部の凹凸をヤスリにて平滑化するなどを行った。長距離・曲線推進を行うに当たって、管材の品質が施工精度に大きく左右されてしまうため、今後の大規模管路網整備時には適切な品質管理制度の確立が求められる。

	
<p>鋼製カラーのゆがみ（左側）</p>	<p>段差あり</p>
	
<p>止水ゴム自体の不良</p>	<p>返品せざるを得ない管もあった</p>
	
<p>止水ゴム貼付部不良</p>	<p>接続失敗</p>

人工構造物に接触した最終地点まで、計画推力を下回って掘進できたので管周装置及び滑材は効果的だったと考える。ただ、管内漏水等のトラブルもありその効果を維持するために増設して増し打ちも実施した。（万一推力が上昇しだすと対処に手間がかかるため）



出典：イセキ開発工機 2015

5月、到達立坑掘削許可がようやく SCBD (Senayan Central Business District) から PD PAL JAYA に認可された。掘削途中で 600mm の排水管が出没。予定深さまで掘削の後、マシン回収のための迎え掘りを開始する。



出典：イセキ開発工機 2015

迎え掘りの結果、マシンの位置を確認。発進立坑側から再度掘進したところ、無事にマシンを到達立坑側へ押し出すことに成功。



出典：イセキ開発工機 2015



出典：イセキ開発工機 2015

マシンその他の実証機材は PD PAL JAYA の保管場所に移動。

2015年11月10日～13日で、当社技術社員をPD PAL JAYAの保管場所に派遣し、運転指導・整備指導を行った。

	
掘進機操作方法説明	PD PAL JAYA 側から操作方法についての質問
	
整備項目について確認	操作盤を実際に使用して指導
	
寸法を測り、ゆがみ等がないかをチェック	フォークリフトを使用

	
<p>分割面のボルトを外す</p>	<p>掘進機内部構造を確認</p>
	
<p>分割面のボルトを締め直す</p>	<p>掘進機を元の位置に戻す</p>

メンテナンスマニュアルを手渡し、整備実演を終了。12月中には本実証事業機器はDKI ジャカルタに所有権が移される予定である。

マシン回収・資機材の引渡し・整備実演を無事に終え、イセキとしての指導業務は完了した。

#### (4) 施工管理結果

以下に、施工管理結果を示す。我が国の公共工事で一般に求められている施工管理情報であり、本普及・実証事業に適用することで、発注者であるPD PAL Jayaの検収（工事完成検査）を円滑に実施することに寄与した。

## 推進延長・日程

作業内容	2014年												2015年								
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月
予定 供用75日																					
設備設置等準備工																					
推進本工事																					
設備解体等撤去工																					
実施 供用137日																					
設備設置等準備工																					
推進本工事																					
設備解体等撤去工																					
施工不能状態																					

### \* 1 立坑崩壊

想定を超える降雨による立坑崩落が発生し、計画通りの作業開始が不可能となった。資機材は日本からジャカルタに運んだが、立坑再構築のため現場には搬入できず、やむを得ず現場付近にて保管・管理することになった。立坑再構築の施工方法や施工業者選定に時間がかかり、実質3ヶ月程度待機せざるをえなくなった。

### \* 2 推進業者再選定

当初施工協力をする予定だった地元業者が施工できなくなり、急遽別の施工業者をPD PAL JAYA が選定することになった。その間、資機材のセッティングだけはさらに別業者の協力を得ながら進めるが、言葉の問題もあり1日で出来るはずの作業に数日かかった。その結果、当初準備工には約3週間かかると想定していたが、実際は10週以上かかった。

### \* 3 施工業者選定待ち、ラマダン

\* 2で施工業者選定を待ちながら別業者で準備を進めたが、推進準備が全て終わっても施工業者は決まらなかった。2014年7月上旬にようやく施工業者が選定されたが（PT KARTIKA EKAYASA）、イスラム教の断食月「ラマダン」明けのお休み「レバラン」と時期が重なったので、施工開始は「レバラン」明けとなる8月15日前後からとなった。

### \* 4 国営電力ケーブル回避

事前に埋設物の有無は発注者が行っていたが、実際に推進工が始まってから国営電力会社（PLN）より、施工予定路線上に高圧電力ケーブルが入ったボックスカルバートが埋設されているので、避けるようにと指示が入った。探査ピットを掘削し、ボックスの位置を視認・測量した。その結果、下方向へのカーブ推進により回避できることが判明し、線形変更をPD PAL JAYA に申し入れ、承認してもらった。

### \* 5 既設建築基礎に遭遇

150m程度掘進した地点で、正体不明の障害物に衝突。PD PAL JAYA と協議の結果、探査ピットの構築により障害物の確認を行った。調査の結果、昔あったビルの基礎杭と判明。探査ピットより基礎を除去して掘進を開始するも、合計8本の基礎杭と衝突。うち3本は

地上より除去し、残り 5 本は掘進機により破碎した。

#### \* 6 到達立坑待ち

到達手前 4m の地点で再度障害物に衝突し、推力が上昇。PD PAL JAYA との協議の上、到達立坑側から迎え掘りにて掘進機を回収することとなった。しかしながら、立坑予定地の管理者（SCBD）から掘削許可が下りない為着手できなかった。また、PD PAL JAYA の到達立坑を構築する業者選定も遅れ、手待ちの状態が続いた。5 月中旬よりようやく到達立坑の掘削が始まったが途中地上から 3m 付近の不明の下水道管が出現し PD PAL JAYA と回収方法について協議した。7 月上旬にようやく所定位置まで到達立坑を掘削し、掘進機側に向かって迎え掘りを開始。掘進機の位置を確認し、到達側への押し出しを行った。

#### \* 7 レバラン

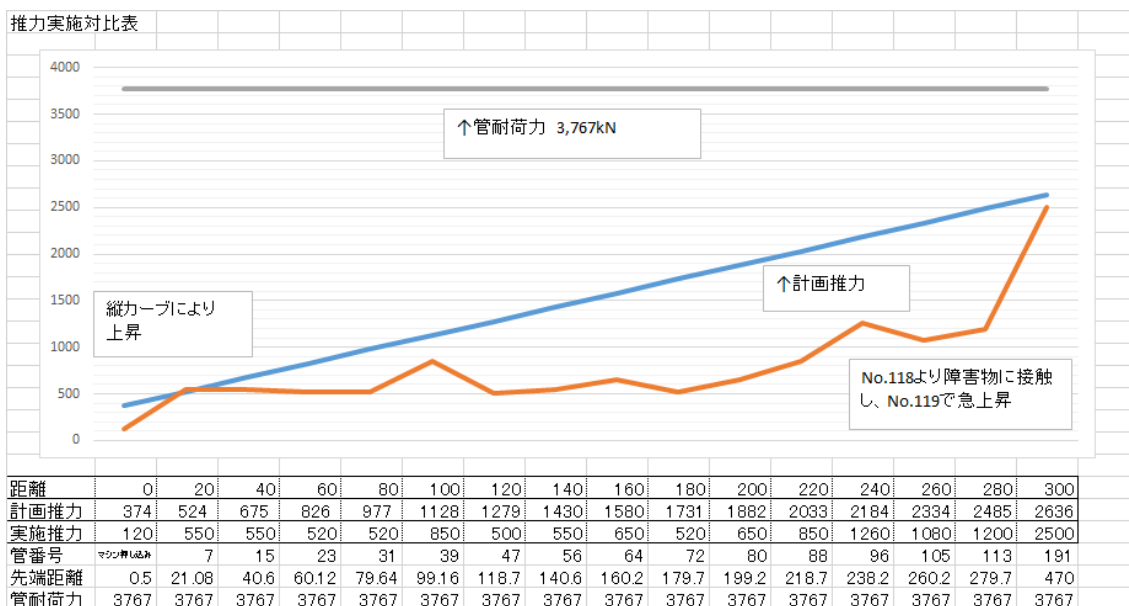
7 月 12 日～26 日まで休工となった。

#### \* 8 鋼管挿入

スティルマン通り直下では今後 MRT が通過するため、直径 1000mm 推進管の該当部分に直径 900mm 鋼管を挿入し、今後のシールド機が通過する際のトラブル対策とした。



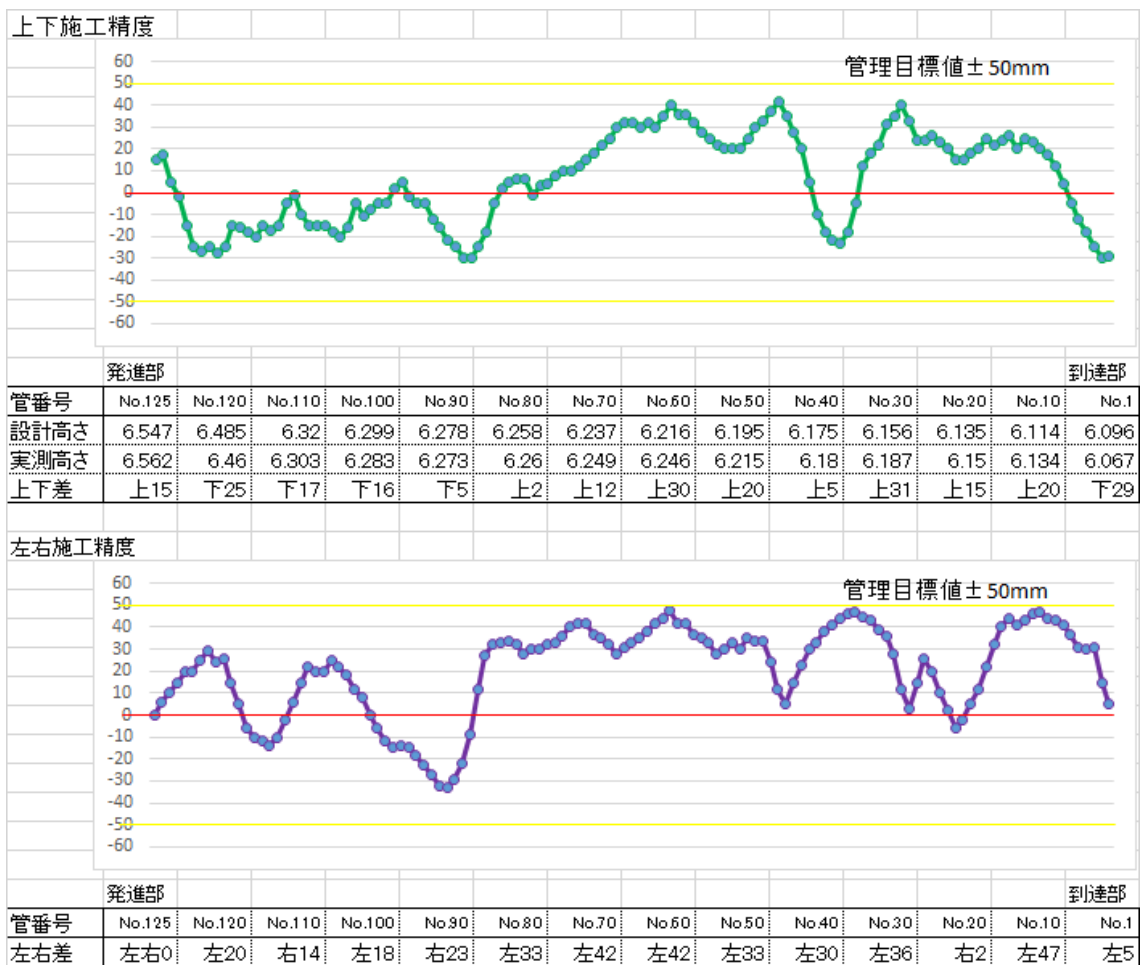
・推進力の管理表



出典：イセキ開発工機 2015

推進工法において、推進距離は推力がいくらかかるかによって決定される。本邦技術は、「いかに低推力で掘進を続けるか」に重点をおいて研究されてきた。上記計画推力とは、通常の設定で施工した場合の、予想される推力である。今回はイセキ開発工機製の推力低減システム「管周混合装置」を導入した結果、計画推力の約半分での施工が実現できた。本推力結果を考慮すると、300m以上の施工も十分検討可能なことが実証された。到達手前6mまでは計画推力約2,500kNのところ、実推力は1,200kNと半分以下の推力で推移したが、No. 118の管推進時にボックスカルバートの基礎と思われる部分に衝突したため、No. 119推進時に一気に2,500kNまで推力が上昇してしまった。PD PAL JAYAと即協議を持ち、これ以上の推進は管破損の恐れにつながるので、推進工を中断し、到達立坑側からの迎え掘りによってマシンを回収することとなった。

## 施工精度・出来形管理



出典：イセキ開発工機 2015

ジャカルタのこれまでの現地施工精度は、「到達立坑に入ればよい」という管理目標で行われているのが実情であった。今回は障害物回避のための計画線形変更に対して、管理目標値を上下左右 5cm 以内と設定し、本邦技術の施工精度管理手法を現地施工業者にレクチャーした。途中、既設のコンクリート杭に衝突し、マシンの方向修正が困難な時もあったが、結果として上下左右ともに管理目標値以内の精度でおさまり、既設人孔との接続も問題なく完遂できた。RSG システムを搭載したアンクルモールエルの掘削精度の高さを実証することができたと言える。



出典：イセキ開発工機 2015

### 3.1.2 PR・啓蒙事業（ビジネスプロモーション）に関する活動・成果

#### (1) カウンターパート等本邦受入れ

2014年3月末に地元施工会社のエンジニアを招聘し、日本の推進技術の現場を見学させた。また、当社指定工場で掘進機整備の実習を行い、掘進機の構造及び必要なメンテナンスに対しての基本的な理解を得る。本デモ施工では、現地施工業者が当社機械を運転し、当社はそれを監督・指導するという関係のため、掘進機運用能力の向上が急務と判断した。そのために必要なより具体的なノウハウを教授する必要がある、発注者であるカウンターパートが求めるノウハウとは目的・内容が異なってしまうことが明らかになった。その結果、今回は自社負担にて現地施工会社の人員のみを受け入れることにした。

#### (2) 日・インドネシア両国政府によるMPA第4回運営委員会

2013年12月に開催された、日・インドネシア両国政府によるMPA第4回運営委員会で、ジャカルタ首都圏の経済成長を促進する「MPA戦略計画」の対象事業の進捗と、さらなる促進に向けた協力が確認された。

その際に上映された「ジャカルタ首都圏投資促進特別地域（MPA）進捗紹介映像」に対して情報提供を行い、推進技術がジャカルタ下水道事業の紹介の一環として紹介された。



出典：JICAchannel1 (<http://www.youtube.com/user/JICAchannel1>) 2014

図 3.1.8 ジャカルタ首都圏投資促進特別地域（MPA）進捗紹介映像

### (3) 推進工法に関するセミナー

2014年3月4日にジャカルタにて推進工法に関するセミナーを開催し、50名を超える出席者（インドネシア国関係機関（DKI Jakarta、CIPTA KARYA、PD PALJAYA、Dinas PU）、建設会社、ローカルコンサルタントなど）があった。

本セミナーにおいては、ジャカルタにおける下水道整備に向けた取組みの紹介や、下水道整備における本邦推進工法技術の必要性の提言が行われ、更に、九州大学の松井教授による最新の推進技術に対する情報提供を行うなど、今後ジャカルタをはじめとしたインドネシア国内での推進技術の市場が大きく広がっていること、また、優れたイセキ開発工機の推進技術を活用することが望ましいことを周知するのに大いに役立つセミナーとなった。

本セミナーのプログラム・発表概要を表 3.1.2 に、内容の詳細及びプレゼンテーション資料は巻末参考資料-3 に示す。

表 3.1.3 セミナープログラム・発表概要

プログラム名	登壇者	発表内容
開会挨拶	脇田団員 (イセキ開発工機)	—
基調講演-1	Mr. Hassan Basri (DKI Jakarta)	ジャカルタでの下水道の必要性、推進技術の必要性など
基調講演-2	富原崇之企画調査員 (JICA インドネシア事務所)	インドネシア国における日本の ODA 事業、ジャカルタ下水道事業への JICA の取り組みなど
プレゼンテーション-1	松井教授 (九州大学)	推進工法の最新技術の紹介
プレゼンテーション-2	井上団員 (日本工営)	ジャカルタ下水道事業の紹介
プレゼンテーション-3	平井団員・佐々木団員 (イセキ開発工機)	イセキ開発工機の推進技術の紹介
講評(まとめ)	中島専門家 (JICA : CIPTA KARYA)	ジャカルタでの下水道の必要性及び本邦推進技術の必要性とメリット
質疑応答	脇田団員 (イセキ開発工機)	主に推進工法の技術面に関して多数の質問があった(巻末参考資料-3に記載)。
閉会挨拶		パイロットプロジェクトの今後のスケジュール等の説明

出典：イセキ開発工機 2014

#### (4) 看板・パンフレット

本邦推進技術を PR するために、施工開始に合わせて看板、パンフレットを作成した。




出典：イセキ開発工機 2014

図 3.1.9 推進工法実証プロジェクト PR 看板(仮囲い)

### (5) 首相官邸による本邦技術紹介






首相官邸より、You Tube を通じて、本普及・実証事業が、交通に影響を与えない日本のユニークな管路建設技術として、次のように紹介された。

Laying Sewage Lines in Indonesia with unique Japanese technology



Prime Minister's Office of Japan

In Indonesia, a Japanese company is working with local people to lay sewage lines smoothly. Mr. Sasaki, a technical adviser from Iseki Poly-Tech Inc. has brought unique Japanese technology for laying sewage lines under roads without stopping traffic.



出典：<https://www.youtube.com/watch?v=aj7xzpPoFGQ&feature=youtu.be> 2014

図 3.1.10 首相官邸による長距離・カーブ推進工法技術紹介

### 3.1.3 ビジネス環境調査に関する活動・成果

#### (1) ビジネス戦略の検討方針

インドネシアにおける長距離・カーブ推進工法のマーケットについて、7P（1. 製品 (Product)、2. 価格 (Price)、3. 場所 (Place)、4. プロモーション (Promotion)、5. 人 (要員) (Personnel)、6. プロセス (業務プロセス) (Process)、7. 物的証拠 (Physical Evidence)）の視点から、3C分析、SWOT分析を行って、自社のポジショニングとビジネスモデルを構築する。ビジネスモデルについては、欧米企業の東南アジアにおけるビジネス展開、日本企業の類似分野における成功事例、同業者の海外ビジネス展開事例を分析し、成功事例を参考に自社のビジネス戦略を構築する。

表 3.1.4 分析手法の概要

分析名	概要
3C分析	「顧客 (Customer)」、「競合 (Competitor)」、「自社 (Company)」の3Cの情報から成功要因を見つけ出し、自社の「強み」「弱み」を特定するための分析。市場 (顧客) の特徴や動向からマーケットでの成功要因を見つけ出す事で、自社や競合他社の「強み」、「弱み」が明確になる。
SWOT分析	自社の「機会 (事業機会)」、「脅威 (事業脅威)」、「強み」・「弱み」の4つの要因をクロス分析することで自社の成長戦略を創出するためのマーケティングツール。マクロ環境 (社会全体) やミクロ環境 (業界) の外部環境の動向から自社の事業機会、事業脅威を特定し、特定した「機会」、「脅威」と自社の「強み」、「弱み」を照合して自社の将来を予測し、自社の今後の成長戦略を決めるもの。 <ul style="list-style-type: none"> <li>外部環境のマクロ環境：政治、経済、社会、技術等</li> <li>外部環境のミクロ環境：顧客 (市場)、競合他社、自社</li> <li>内部環境 (自社の経営環境)：財務、製造、組織</li> <li>競争の戦略：ポジショニング、ターゲティング</li> </ul>

出典：ACRビジネスコンサルティング研究所ホームページ 2014

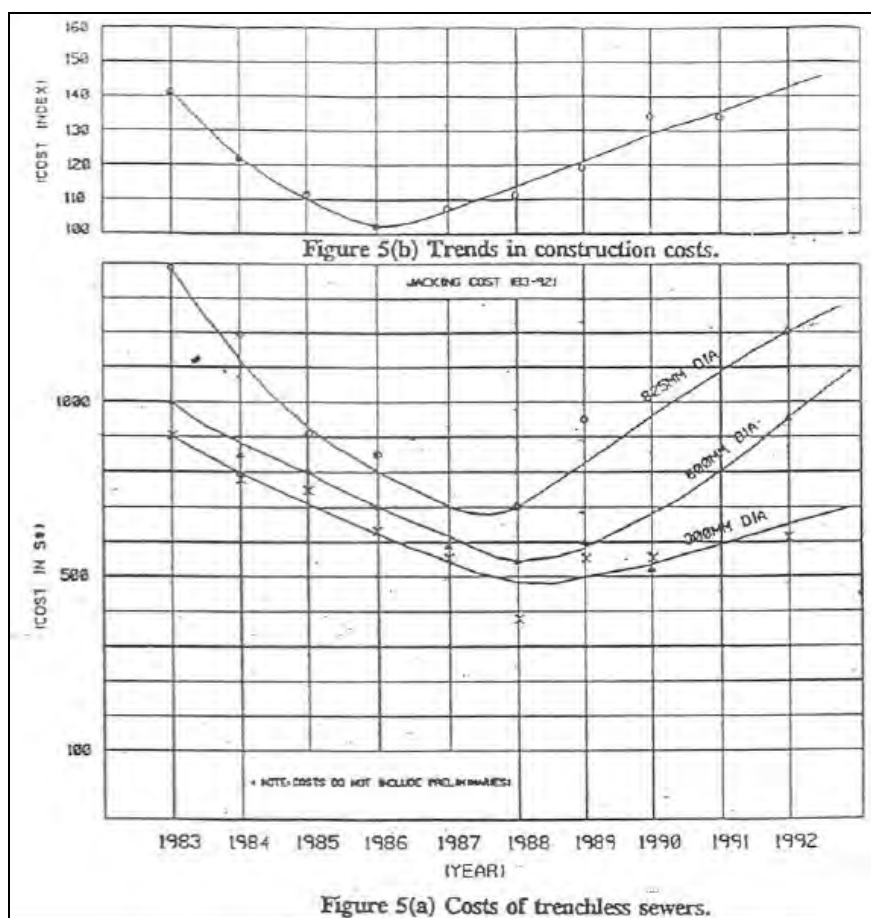
#### (2) マーケット分析

推進工法技術のマーケットは、次の特徴がある。

- 草創期・成長期 (現在のインドネシアは草創期に該当)
- 交通渋滞対策にカーブ・長距離推進技術が不可欠である。
- プロジェクト発注者は、インドネシアの政府、公共サービス事業者
- 顧客は、建設会社 (日系の建設会社は、道路占用物関連プロジェクトに消極的)
- 多様な建設プロジェクト：下水、雨水排水、推進、電力・通信、道路横断
- 少量・多品種の推進機械：推進機械のラインナップ、低い稼働率
- 多数の工事会社：推進機械損料の負担、低い稼働率

シンガポールでは、推進工事の草創期において、地質に対応する機種選定の誤り、機

械の破損・トラブルによって、掘進が不可能となるなどのトラブルを経験したが、推進工事プロジェクトの普及に伴う不具合の経験・克服によって、工事トラブルが減少した。推進工事の工事単価（図 Figure5(a)）は、一般工事費の工事単価（図 Figure5(b)）低下率（100/140）と比べて、草創期の 50%まで低下し、低下時期も長く続いている。その後、社会物価の上昇に連動したコスト上昇が見られる。これらの原因として、工事の熟練により施工速度が高まり工事費が低減したこと、多様な推進機械が開発され調達コストが低減したこと、及び推進機械購入費の償却が進み工事費の負担が軽減されたことと分析している。



出典：Trenchless Sewer Construction in an Urban Environment - Singapore's Experience 1993

図 3.1.11 推進工事費のコストトレンド

インドネシアにおける長距離・カーブ推進工事のビジネスは、本普及・実証事業で経験したように、資機材や人件費等の工事の価格構成が我が国と異なるので、工期を順守するという習慣がなかった。従って、カーブ・長距離推進工法工事の事例がなく、工期やコスト管理のリスクを担保するため、当面は、高品質・適正価格でサービスを提供する。しかしながら、諸外国の成功事例を適用することができるので、シンガポールと同様の経過が、早いスピードで現れると推測できる。我が国企業のビジネス展開を成功さ



せるには、欧米で確立されていない地中障害物対応型の推進工法技術などの活用とその優位性のPRが不可欠である。

インドネシアにおける推進機械のニーズは、以下の通りである。

- 多様な推進機械のラインナップ
- 我が国企業の独創的な技術の導入
- 推進機械損料軽減のためのリース、機械購入のためのファイナンス
- 推進機械のメンテナンス、部品供給
- 多数の工事会社に対する機種選定のコンサルティング

### (3) 想定される海外ビジネスのリスク

推進工法工事は、これまで、相手国企業からの引き合いに応じて、推進機械の輸出と施工管理のアドバイスを実施してきた。インドネシアにおける推進工法ビジネスは、単に推進機械を輸出・販売するのみならず、推進工法プロジェクトの発掘、設計・施工管理、推進機械のメンテナンス等、我が国では官庁・工事会社が行う業務までを手掛けないと、推進工法プロジェクトの形成が期待できない。

インドネシアにおけるビジネス展開についても、下記に述べる中国におけるビジネスリスクの事例を参考に、普及・実証事業を通じて検証する。

#### 中小企業のビジネスリスク事例

(出典：中国からの「撤退ブーム」が教えるもの、日沖博道)

##### 1) 中国における撤退事例

以下の理由により中国に進出していた中小企業の撤退事例が増えている（中国からの撤退も、労働者に対する経済補償が高騰を続け、思ったほど簡単ではない）。

- 反日デモ・暴動、日系保険会社の「暴動特約の新規見合わせ方針」、環境汚染に対する日本企業の嫌気
- 税金などの優遇措置がなくなり、労働契約法の施行で、一定条件を満たす労働者の終身雇用など、労働者の権利が大幅に認められるようになってきたため。利益を上げにくい環境となった。
- 労働者を募集するためには、給与条件を上げなければならない。労働者同士のコミュニケーションにより全員に知れ渡り、既雇用者の給与条件に玉突き的に及ぶ。

##### (4) 営業先の確保および延びるロジスティックス

海外進出が自己目的化して、営業先の開拓やロジスティックスなどの課題をなおざりにしている。親会社の工場が先に海外進出し、国内での需要がなくなり海外進出を決断しても、親会社は既にサプライヤーを確保している可能性が高い。

海外で生産する製品の納入先が現地近くにあれば問題ないが、国内顧客が残る場合には、兵站が延び、抱える在庫が増えリードタイムも同様に延びるため、需要変動に対応するのが難しくなる。

##### (5) 現地仕様のビジネスモデル

日本や他の先進国でのビジネスモデルと異なるものを持ち込まないと、事業そのものを開始できない次のような事例が指摘されている。現地仕様のビジネスモデルを開発することにより、競合他社に先んじる可能性を示唆している。

- 日本と同様のビジネスモデル・バリューチェーンを持ち込もうとすると、輸送手段、サプライチェーンなどの物流インフラ・流通チャンネルが未整備で、事業展開の阻害要因となり、収益モデルが全く変わることが指摘されている。ある部品・部材を現地調達できないために日本から輸入することにより、リードタイムが延びることになる。
- 日本では顧客がメンテナンスを実施するので必要のなかった業務について、メンテナンス体制が構築できないと、機械の不具合が発生する。現地でメンテナンスサービスを組み入れることによってビジネスを成功させている機器メーカーも多い。

#### (6) 市場ニーズの誤解（生産地または消費者市場としてのビジネス判断）

我が国の高機能・高品質の製品を、市場ニーズを誤解し所得水準の低い国へ持ち込んだために、思うようにビジネス展開ができなかったリスクが指摘されている。高機能・高価格の製品を受け入れてくれる富裕層がいる地域にマーケティングの焦点を合わせることが実際的である。

発注機関（政府・公共サービス事業者）や顧客（建設会社）には、我が国の高機能・高価格の優位性を分かり易く理解させるための技術資料・プロモーションが重要である。

#### (7) 日本人リスク

日本企業のリスク感覚には、特有な次の「日本人リスク」が指摘されている。

- 戦略的に絶好の機会であるが、他の企業が行動を起こしているように見えないと腰を上げない。反面、客観的にはリスクが高まっているが、「赤信号、みんなで渡れば怖くない。」という心境で、同じところに集中しようとする。
- 東南アジアには、現地在住の長い日本人が多い。「現地へ行けば何とかなるだろう。」との安易な判断で現地事務所を開設すると、現地日本人のカモになる可能性が高い。

#### (8) 日本人・企業の倫理感

日本の建設会社は、現地企業に対して、価格競争力に劣っていることが指摘されている。ところが、日本企業は、品質・工期、契約額を遵守するなど倫理性が高い。反面、現地の建設会社が、受注を優先させて工法・資金計画の判断を甘く査定した場合には、平然と工事を中断・未竣工とすることが指摘されている。工事竣工の遅延によって、工場の運転開始が遅れ、結果として会社の損害につながり建設会社選定を後悔する事例は、数多く指摘されている。

推進工法技術においても、掘進機を販売し売上げを伸ばしたいがために、「望ましくない顧客に販売」し、販売先の倒産により、結果的に損害を受けるリスクが想定される。「望ましくない案件を無理やり取りに行く」ということは、収益を削り、その後のクレーム処理に関係スタッフの苦勞が費やされることになり、企業としては大きな負担となる。

#### (9) (株) イセキ開発工機の強み・弱み (SWOT) 分析

##### 1) (株) イセキ開発工機の強み

###### 【強み】

- 推進技術の専門業者であるため以下の強みを有する
  - 少人数による技術開発、意思決定のスピード
  - 一品生産・垂直統合型の生産システムによるカスタマイズ（顧客中心型）
- 海外企業との豊富なネットワークを有する。

推進掘削機は、コントラクター（建設会社）の受託する工事毎に、施工条件（管径、地質条件）に応じた仕様を必要とするため、掘進機的设计や施工監理のコンサルティングを通じて、顧客の信頼感を獲得しリピーターを確保するビジネスモデルに適して

いる。

また、以下に例示するように、多くの海外企業との取引実績を有する。

① Euro Iseki Overseas (Thailand)

イギリスに本社、バンコクに事務所を持ち、EU、中近東、アジアでビジネスを展開する。

② Bricomp Maju Sdn Bhd (BMSB) 社

マレーシアの Bricomp Maju Sdn Bhd (BMSB) 社は、スラリタイプの推進機械にはイセキ開発工機の推進機械を揃え、ホームページ上に掲載している。長期に亘る信頼感に裏付けられたビジネス展開の証である。

③ P. T. ROSA LISCA 社

インドネシアの推進工事会社である PT ROSA LISCA 社は、小口径のボーリングマシンにイセキ開発工機の推進機を有している。ジャカルタにおける最初の推進工事を 2014 年に PD PAL JAYA より受託し、上下水道の管路・道路横断等の実績を有する。

④ P. T. Carbek Nusantara 社

イセキ開発工機の掘進機を使って、ジャカルタ市内の管路建設工事を、2011 年より実施している。施工監理の指導を通じて両社の連携が強化され、ジャカルタにおける推進工法プロジェクトの技術的・社会的情報の窓口である。日本国内研修も経験しており、両社ともに相互理解が進んでいる。

⑤ P. T. Adi Karya (Persoro) Tbk 社

国営の大手建設会社で、建築、土木、不動産開発を手掛ける約 8 億ドル (2012 年)、インドネシア国内第 4 位の売り上げを上げる。最大手 Wijaya Karya 社の約 7 割の規模である。推進工法技術については、バンドン市の幹線管渠を日本企業の支援を受けて、建設した。

⑥ P. T. Wijaya Karya (Persoro) Tbk 社

本普及・実証事業を契機として、チリウン川地下放水路建設事業で、Wijaya Karya 社と、推進工法機械の取引を経験することができた。同社は、インドネシア最大の国営の建設会社で、土木、建築の双方に豊富な実績を有し、MRT 事業においてシールド工法プロジェクトを受注するなど、我が国の先端技術に強い関心を有している。工事の実施においても、清潔で安全施工に力を入れており、優秀なパートナー企業と成り得ることが分かった。しかしながら、同社は自前でできることは自前でやるなど、技術力・プライド共に、企業文化の強い会社である。

表 3.1.5 インドネシア建設会社（大手 15 社）

No	Companies	Sales 2011 (in Million USD)	Sales 2012 (in Million USD)
1	PT WIJAYA KARYA (Persero) Tbk	976.6	1234.2
2	PT WASKITA KARYA(Persero) Tbk	799.4	917.5
3	PT PP (Persero) Tbk	620.0	800.0
4	PT ADHI KARYA (Persero) Tbk	735.7	794.5
5	PT HUTAMA KARYA (Persero)	375.2	524.8
6	PT TOTAL BANGUN PERSADA Tbk	390.0	430.0
7	PT JAYA KONSTRUKSI MANGGALA PRATAMA, Tbk	353.0	412.0
8	PT MULTI STRUCTURE	217.0	260.0
9	PT NUSA RAYA CIPTA	173.8	210.9
10	PT BRANTAS ABIPRAYA (Persero)	124.7	171.7
11	PT BANGUN CIPTA KONTRAKTOR	101.1	170.0
12	PT NINDYA KARYA (Persero)	94.2	167.9
13	PT NUSA KONSTRUKSI ENJINIRING	120.8	126.7
14	PT WIJAYA KUSUMA CONTRACTORS	83.8	116.3
15	PT TATAMULIA NUSANTARA INDAH	< 100	< 110

出典：インドネシア建設協会（Asosiasi Kontraktor Indonesia）2014

(10) (株) イセキ開発工機の弱み

【弱み】

- 専業者である故に、会社規模が小さく、営業拠点が限られている。
- インドネシアでの歴史が浅い。ビジネスパートナー作りに、漸く着手したばかりであり、機械の販売・整備の拠点を有していない。
- ワンストップ サービス（推進機械の販売・整備、リース、コンサルティング等）のビジネスを展開してこなかった。

(株) イセキ開発工機のインドネシアでの営業展開にあたっては、次の対応によって、専業者であることを強みに変えることが望まれる。

- ローカルパートナーとの密接な連携
- 政府、上下水道事業者、電力・通信会社等の顧客のニーズ発掘
- 建設会社へ、ワンストップ サービスを展開する。

### 3) 機会 (O) および恐れ (T)

インドネシアにおける推進工法技術については、官民ともに関心が高く、カーブ・長距離推進技術のニーズが高いことを把握した。これまで、地下インフラの建設技術が限られていたために、放水路、共同溝、地下道等の非開削プロジェクトが形成されてこなかった。本普及・実証プロジェクトを通じて、インドネシアの官庁・工事会社の技術者は、交通渋滞への影響を緩和しながら地下インフラを構築するプロジェクトの提案が増えることが期待できる。

プロジェクト事例から得られること

普及・実証事業を通じて、推進工法への体系的な理解が得られた

- ▶ 我が国の推進機械が導入されたことによって、プロジェクトの掘り起こしが始まる。(プロジェクトの発掘)
- ▶ 交通渋滞の影響を勘案して、小口径推進工法への関心(技術の多様化)
- ▶ 地下埋設物を回避する技術より、技術の裏付けを示した(技術への信頼)

しかしながら、開削工法と比較すると、推進工法技術は、単位長さ当りの工事費が割高であるので、プロジェクト形成までに説明責任を必要とする。Zone-1 地区の下水管路計画のように、継続的な議論を行うことが、推進工法プロジェクトの発掘に不可欠である。施工管理のノウハウを活かしたコンサルティングサービスの是非が、ビジネスの機会や恐れを左右する。

### 4) まとめ

SWOT 分析を、次表に示す。

普及・実証事業を通じて、パートナー企業の発掘、社内人材の育成、客先の信頼形成など、肯定的なビジネス環境が形成されている。しかしながら、現地事情に疎くローカル人材を管理・評価するノウハウに欠けることやプロジェクト発掘には時間を要するなど、大規模な投資を実行できるビジネス環境は構築されていない。

当面は、駐在員事務所や本社職員を通じて現地の動向を注視しつつ、パートナー企業の要請に真摯に対応するなど、技術提携等の軽易なビジネス展開が適切である。

表 3.1.6 SWOT 分析による戦略の方向性

		外部環境	
		機会 ① プロジェクト発掘 ② 技術の多様化 ③ 技術への信頼	脅威 ① 競争激化・価格の低下 ② パートナー企業離れ ③ 社会的制裁
内部環境	強み ① 推進工法技術の専門家 ② 豊富な海外ネットワーク	戦略-1 積極的な投資 多様なサービス提供	戦略-2 パートナーの構築 コンプライアンス
	弱み ① 営業拠点が弱い ② 現地事情に弱い ③ 人材不足	戦略-3 社内人材の育成 ローカル人材の評価	戦略-4 投資を抑える 機器の販売に特化する

出典：イセキ開発工機 2015

### (11) 競争の戦略策定

以下に記述する 1)～5)より、本普及・実証事業の経験を総括し、自社が最も収益性を上げ、最も競争優位になる戦略を策定する。

- 1) 業界タイプを判断し、業界の特徴を分析、評価する。
- 2) 業界構造・システム（収益構造）を分析、評価する。
- 3) 業界の「参入障害」と「退出障害」を分析、評価する。
- 4) 業界に働く5つの力を分析（ファイブ・フォース・アナリシス）、評価する。
  - ① 新規参入業者の力（新規参入する可能性のある業者をターゲティング）
  - ② 代替品の力（自社の脅威となる代替品となる業界、製品、業者をターゲティング）
  - ③ 買い手の力（重要な仕入れ先をターゲティング）・・・該当なし
  - ④ 売り手の力（重要な販売先（BtoB）、顧客（BtoC）をターゲティング）
  - ⑤ 競合他社の力（重要な競合他社をターゲティング）
- 5) 市場での現在の自社のポジションを特定する。

以下に各項目の分析結果を整理する。

表 3.1.7 市場分析結果

項目	分析
1) 業界タイプ	多品種・少量販売のマーケットで、土質、道路・交通、用途に応じて、機械1台毎の設計、施工監理を必要とする。販売先は建設会社で、機械操作の熟練技術者を育成する。しかしながら、機械のメンテナンス、機能向上を必要とし、自ら調達・組み立てを行うには、機械・電気・情報処理技術者を確保することが不可能である。 機械メーカーと販売先との経常的な連携を必要とする。 建設会社は、推進工法工事の専門家であるケースは少ない。推進機械の仕様選定および施工監理に、機械メーカーのコンサルテーションを求めてきた。
2) 業界構造・システム（収益構造）	多品種・少量販売のマーケットであるので、巨額の利益を生み出すマーケットではない。 製品販売とメンテナンス・部品供給とが不可分の関係にあり、マーケット規模も同程度である。
3) 業界の「参入障害」と「退出障害」	「参入」については、過去に機材供給を行ってきた。現在も最大手建設会社の引き合いがある。 「退出」については、過去の供給機材は販売先が自らメンテナンスを行い、または中古市場に委ねている。将来とも、権益または義務を伴うビジネスは、想定されない。 以上のことから、「参入」、「退出」における障害は軽微である。
4) 5つの力分析	
新規参入業者の力	インドネシア国内のトンネルプロジェクトが拡大すると、EU・USAの機械メーカーの参入が予想される。新規参入業者は、推進工法機械のみならず、シールドマシンや鉱山機械を手掛けており、一旦参入すると、脅威となる。
代替品の力	シールドマシンや HDD (Horizontal Direction Drilling) が代替品であるが、何れも、管径や推進距離で住み分けが可能である。
買い手の力	販売先・顧客は、推進工事会社、大手の建設会社、官庁・公共サービスプロバイダーであり、強力な力を持ち、上下水道、雨水排水、電力・通信、道路・鉄道、ガス・石油など多くの広範囲な分野に及ぶ。品質・コストの関係と施工段階のリスクを承知しており、また、取引実績もあり、低価格競争を強いられることは想定されない。
売り手の力	多品種・少量販売のため、個別のプロジェクトを把握できる。
競合他社の力	本邦メーカーは、既に進出している。また、工事会社で機械を持ち込んでいる事例もある。現状は、市場規模が小さいので、競合他社の力も限定的である。
5) 市場でのポジション	今後増加する推進工事に適した推進機を供給することができる企業。現時点でのシェアは高くはない。

出典：イセキ開発工機 2015

## (12) イセキ開発工機のポジショニング及びビジネスモデル

前記の SWOT 分析およびファイブ・フォース・アナリシスによって、次のようにビジネスモデルを提案する。

### 1) ビジネスプロセス

#### ① バリューチェーン

付加価値を生み出すために、他社の競合技術と比較してどの部分に強み・弱みがあるかを分析し、事業戦略の有効性や改善の方向を探る。

推進工法技術は、掘削方法・適用関係が多岐にわたる多品種・少量生産であるので、日本国内工場で作成した製品を輸出する。

現地代理店を設け、顧客ニーズを収集する。上下水道、雨水排水、電力、情報・通信などのプロジェクトの発注機関・工事実施機関である、公共事業省、ジャカルタ政府のみならず、PLN（電力会社）、Jasa Marga（高速道路公社）、建設会社などとの交流を強化する。

#### ② ポジショニング

実証試験によって、推進工法技術は、次の予測できない事故・リスクを経験した。

- 立坑への雨水の浸入
- 立坑壁の崩壊
- 地下埋設物
- 建物基礎等の障害物

自社製品のユニークな価値を認めてもらい、他社の競合技術に対して優位に立つために、難度の高い分野に注力する。

予定されている今後の推進工法技術を採用するプロジェクトは、大深度の難度の高い工事が、数多く発注されるものと期待している。地中障害物は、工事の中断や障害物撤去のための仮設工事を必要とするなど、工期延長・費用増嵩などのリスク要因となる。従って、予想し得ないリスクに対応するためにも、カーブ・長距離推進機械に特化した高品質・高価格の推進機械、当社が得意とするパイプルーフ工法による地下構造物構築事業の提案、消耗品などの部品販売、メンテナンスサービス、機種選定等のコンサルティングを強化する。

国内企業・欧米ともに、カーブ・長距離推進技術の開発、測量・施工監理技術の開発を進めている。推進工法工事の現場が必要とする、カーブ・長距離推進技術、非開



削による障害物の撤去技術など、掘進機の製造、保守、設計・施工のコンサルティング業務は、今後のマーケットの規模・求められる技術に適したビジネスモデルである。

### (13) ビジネスプロモーション

#### ① マインドシェアの確保

推進工法技術では、顧客のマインドシェアは、今だ確立されていない。本普及・実証事業および Ciliwung 川-Banjir Kanal Timur バイパスプロジェクトを通じて、本邦技術の優位性が、理解されつつある。次のようなビジネス環境下において、本技術の評価を確実にすることは、時機を得たものである。

- インドネシア国内では、平成 24 年度政府開発援助海外経済協力事業委託費による「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事業」の成果によって、インドネシアの主要建設会社とのコミュニケーションを構築し、欧米・日本の他企業に先行している。
- イセキ開発工機が培ってきた評価は、EU・アジアの事例に見られるように、今後も期待できる。

このため、顧客の評価を確実にするために、現場（顧客ニーズ）と開発・販売の距離をなくすための、コンサルティング・メンテナンスを通じたコミュニケーション（営業）をルーティン化する。

#### ② 営業拠点の確保

本普及・実証事業を円滑に進め、次の課題に対して、今後の推進工法技術のビジネス展開を強化するために、推進工法に必要な資機材、技術者を確保し、推進機械の販売を行うための事務所を開設した。

- インドネシア国内でビジネスを行うために、会社の登記および業種の登録・許可が必要である。
- 営業分野を絞ることとローカルパートナーへの出資・合弁など、速やかに営業活動を開始できる手法が望ましい。

#### ③ 営業分野・組織の形態

「(4) イセキ開発工機の強み・弱み分析」および「(5) 競争の戦略策定」の分析により、機械販売に加えて、推進工法技術の全般にわたるソフト面・コンサルティングを行える営業形態・組織とすることが望ましい。但し、人材育成・確保には、困難を伴うので、マーケットに応じた小規模の組織でスタートし、実績・販売先のニーズに応じてコンサルティング分野を増やしていくことが望まれる。

- 機械販売
- 工事発注機関へのプロジェクト提案
- 工事会社との特約店契約・ユーザーの囲い込み
- 工事会社に対する機種選定、施工監理のコンサルティング
- 推進機械のメンテナンス・消耗品販売
- 工事会社へのリース・ファイナンス

#### ④ プロモーションツール

新たな顧客やビジネス分野を開拓するためには、多くの参加者が集う展示会を利用することが、低コストで推進工法技術を必要とするユーザーを掴むことができる。

さらに、顧客については、特別の計らいを印象づけることも重要である。電子情報や訪問、招待を通じて、カスタマイズされたサービスを提供することにより、ニーズの詳細を掴み、競合他社との差別化が可能となる。

- PR・販売ツール・技術資料
- 展示会（IndoWater）の活用
- 顧客ネットワーク
- 官の実施するセミナー、研修への講師派遣

### (14) 想定されるリスクと対応

#### ① 想定されるリスク

企業間競争、外国企業排斥などの体制変化、ノウハウ流出による現地化など、ビジネス環境のリスクが想定される。また、陥没事故・未竣工工事による損害賠償などのリスクが想定される。他に想定されるリスクは以下のとおり。

- 用地買収が想定より時間がかかり、プロジェクト自体の大幅な遅延・最悪の場合キャンセルとなるリスク。
- 地下障害物の事前調査が杜撰で、障害物に衝突するリスク。
- 発注者からの支払い遅延リスク。
- 推進工法に対する不理解から生じる施工ミスリスク。具体的には滑材注入をすれば防げるトラブルにもかかわらず、費用の問題で実施しない等。

メンテナンス・コンサルティングの必要性：

推進機械を購入すれば、推進工事会社は、正確で適切な工事が出来るとの誤解がある。メンテナンス会社は、内資 100%を条件とする法人とする規定がある。中古品のメンテナンスサービスや販売事業に、エンジニアの確保・育成および投資リスクが発生する恐れがある。

## ② リスク軽減のための対応策

本普及・実証事業では、機材の搬入のための通関手続き、PD PAL Jaya の調達制度による工事会社の契約変更、雨水・地下水の浸入、地下埋設物管理部局の情報欠落など、推進工法工事の実施に必要な様々なリスクを経験した。実務経験を通じて、社内で具体的な事例を通じて、下表に示すとおり、リスクに応じて種々の対策を用意しておくことが重要である。

表 3.1.8 リスク軽減のための対応策

分野	対応策
ビジネス 環境リスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>• マーケットを、地域・分野別に広げる。</li> <li>• 複数の建設会社との技術提携を進め、特定の企業に与しない、自立性を持つ。</li> <li>• 推進工法技術は、推進機・付帯設備というハード面だけでなく、メンテナンス体制・測量技術、施工計画・推進機操作技術などのソフト面も含めた総合技術であり、またその技術はハード・ソフト面共に常に進化している。パートナー企業に、中長期の観点からの人材育成・ビジネス展開が必要であること、安易に現地化できない技術であることを、新しい情報提供・日本国内のプロジェクト視察を通じて理解させる。</li> <li>• 社会的なリスクに対して、法律遵守の企業運営に努め、他の進出企業に倣いと同等の現地企業化を進める。</li> <li>• 優秀な人材を評価し、企業・技術への帰属意識を醸成する。</li> <li>• 過剰在庫のリスクを低減するために、ビジネスプロモーションを精力的に実施する。</li> <li>• 低稼働率のリスクを低減するために、現地に導入する資機材の規格を限定する。</li> </ul>
工事事故	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 実務経験を通じて、工事事故、品質・調達等の不具合事例を経験し、社内に蓄積する。</li> <li>• コンサルティング業務を充実させることにより、施工不良等の品質低下や適用技術のミスマッチを防止する。</li> <li>• トップランナーとしてワークショップ、展示会等を活用した情報提供により、ユーザーの技術水準を高め、メンテナンスの標準業務手順書（SOP）や機械製品リスク分担の標準化を進める。</li> </ul>

出典：イセキ開発工機 2015

## (15) ビジネスモデル

現時点においては、以下のビジネスモデルを想定している。本普及・実証事業で得られた成果を総括し、ローカルパートナーと、実施に向けたビジネス展開の戦略を検討する。

表 3.1.9 ビジネスモデル提案内容

項目	対象者・対象物	提案内容
業務分野	プロジェクト パートナー	<ul style="list-style-type: none"> <li>大都市の地下インフラプロジェクト</li> <li>事業者～インドネシア政府、公共サービス事業者（日本企業、欧米企業は皆無）</li> </ul>
	顧客	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地の建設会社（日系の建設会社は、道路占用関連プロジェクトに消極的）</li> </ul>
	取扱い商品	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品・アクセサリーの販売、補修・リース</li> </ul>
情報収集	案件形成	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンサルティング</li> <li>ローカルパートナーの確保</li> </ul>
会社規模・関連会社	対象プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>小規模（推進機械に特化する）</li> <li>ねらい：IT 技術を駆使した先端技術</li> </ul>
人材育成	設計ノウハウ・操作技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>情報技術を組み入れた推進機械の製作・供給</li> <li>推進機の操作技術</li> <li>土質・施工監理のコンサルティング</li> <li>営業・案件形成</li> </ul>

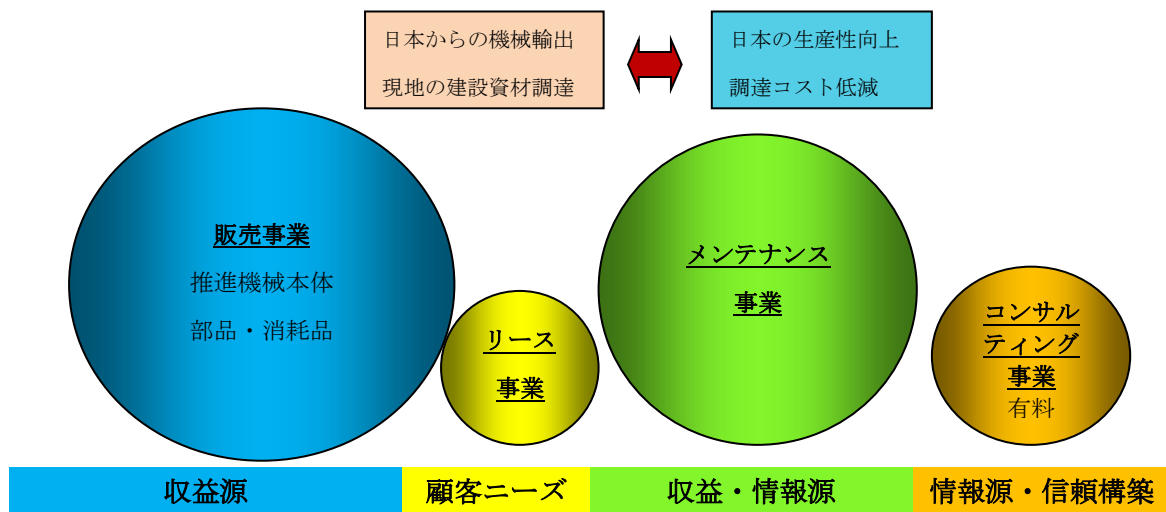
出典：イセキ開発工機 2015

① ビジネスセグメント・バリューチェーン

本普及・実証事業では、推進工法技術のマーケットが拡大するためには、時間と案件発掘のためのコンサルティングが重要であることが判明した。推進機械の販売やメンテナンス事業は、当分の間、需要が限られている。反面、様々な地区で地下インフラプロジェクトが進められているので、施工管理のノウハウを活かして官庁・地元建設会社の技術者に、案件発掘を提案するニーズが多い。

次の分野で、インドネシアが必要とするビジネスを提供する。

- ・ 持続可能性：顧客の求めるサービスを、高品質で提供する。
- ・ 競争力の確保：情報収集機能を確立する。調達コストを抑える。
- ・ 品質・雇用確保：高度の技術・高品質の機材を使って、国内の生産性を維持する。



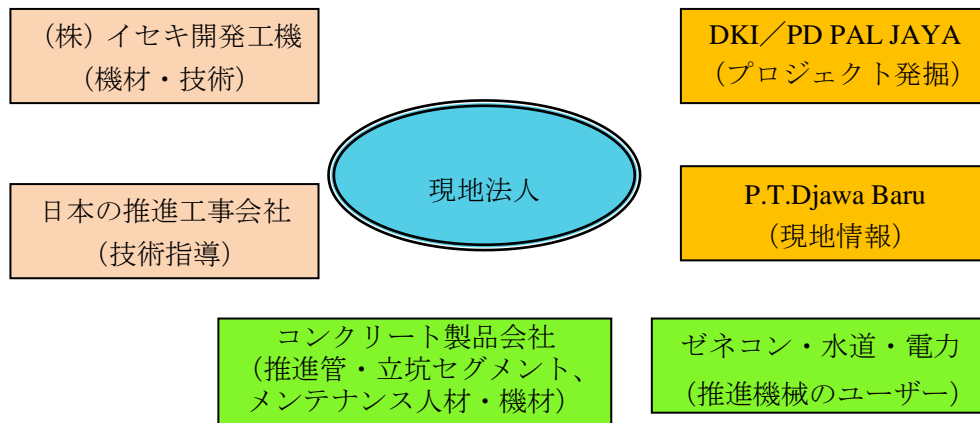
出典：イセキ開発工機 2015

図 3.1.12 ビジネスセグメント

## ② ビジネスパートナー（出資者）

インドネシアのローカルパートナーが、重要である。プロジェクト情報・プロジェクト・資機材の One-stop Service を構築し、欧米勢と対峙できる技術・情報・資金力を有し Win-Win のシンジケートを目指す。

- 推進工法技術のユーザー・プロジェクトニーズを掴む。
- 技術力・ノウハウを維持する。
- 推進工法技術の One-stop Service（情報が集中する仕組み）。



出典：イセキ開発工機 2015

図 3.1.13 推進工法技術シンジケート

### ③ ビジネス展開の仕組み

インドネシアにおける地下インフラの市場は、膨大であるので、口径・対応地盤に応じた機械のラインナップをもって、現地でのメンテナンス・供給体制を構築することにより、政府・建設会社の要望に応えることが可能となる。事業量を増やすことによって、日本人技術者を配置し、施工監理・工事施工計画のコンサルティング業務を行うことにより、不具合を最小化することが可能である。日本国内と同様に、中長期的には、機械製作、メンテナンス、事前調査・施工監理指導といった推進工事のワンストップサービスの展開を目指す。

海外ビジネスにあっては、ローカルへの技術移転、またそれに伴う新たな雇用の創出という視点が求められる。そのためには、次のような分野におけるパートナー企業との合弁事業とすることが理想的である。

- 対象分野：上下水道、電力・通信、高速道路等
- 顧客：公共事業省、地方自治体、PLN(国営電力会社)・PDAM(水道公社)等の運営会社、建設会社等
- 提供サービス：機械販売、メンテナンス、施工法・施工監理の技術指導

### 3.2 事業目的の達成状況

本事業目的の達成状況を、次に記述する。

- ① 「イ」国政府・州政府の本邦技術に対する理解を深めることで、本邦推進技術のビジネスチャンスを拡大することについては、セミナー、現場見学会を通じて、理解が深まり、初期の目的は達成できた。今後、交通や周辺環境への影響など、施工管理結果を総括し、カーブ・長距離推進工法技術の優位性と適用性を普遍化する。
- ② 技術の普及と一体不可分となるメンテナンス体制を構築するとともに、現地技術者の知識・理解・施工技術力を向上させることについては、本邦受入活動やOJTにより、初級レベルの技術者を育成した。ODA事業等に参画することにより、実務経験を積ませることが重要である。
- ③ 建設会社・機材サプライヤー等パートナー企業と提携した新しいビジネスモデルを開発することについては、一部の建設会社に推進工法機械を納入するなどの関係を構築した。推進工法プロジェクトの発掘のために、コンサルティングサービスを通じて、パートナー企業と継続した関係を構築することが重要である。

表 3.1.10 本事業を通して得られたメリット

	国内	海外
工 法 普 及・技術移 転	特になし。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DKI をはじめとするインドネシア政府機関に対して、推進工法の理解を深めることが出来た。</li> <li>• 整備実演を行うことにより、掘進機のメンテナンスが如何に大事かを発注者に理解してもらった。</li> <li>• 本事業結果を活用して、マニラ下水の発注者にも推進工法の普及活動を行った。JICA 事業の実績が、他国の下水発注者機関への営業にも効果的であることが実証された。</li> <li>• 中押ジャッキ、滑材装置、処理機等、長距離・曲線施工に必要なだが、これまでのジャカルタ地元による推進工法では使用されていない機器の有用性を示せた。</li> </ul>
イセキの P R	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mundi (注：JICA 広報ツール)への掲載</li> <li>• ODA 白書への掲載</li> <li>• 頑張る中小企業100選(中小企業庁)</li> <li>• 首相官邸広報部作成によるビデオ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 左記の広報誌を活用することにより、初対面の相手にも当社の製品に対する信頼獲得が容易になった。</li> </ul>
商売・営業	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 上記雑誌を見て、ジャカルタにてビジネスを検討している会社からの問い合わせ多数。</li> <li>• 新卒就活生や中途採用希望者に対して、当社のイメージアップ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 大々的な当社製品に対するPRの結果、現在 Zone0 で使用されているマシンはすべて当社製。ドイツ製や中国製の流入は見られない。</li> <li>• セミナー等に来た発注者側技術者より、当社に技術的アドバイスを求めてくるようになった。</li> <li>• 本事業を知ったジャカルタ地元業者からイセキ開発工機への問い合わせがあり、ネットワークが広がった。</li> </ul>

出展： イセキ開発工機 2015

### 3.3 開発課題の解決に向けた今後の課題と対応策

#### 【開発課題】

経済発展著しいインドネシアにおいて首都機能を維持することが、ジャカルタの命題である。このためには、通信・電力、雨水排水、交通、上下水道等の都市インフラを整備し、旺盛な需要に応えなければならない。しかしながら、地下インフラを整備するためには、

交通渋滞等の建設公害を回避しつつ、現地の支払い能力に応じた価格水準の建設技術を構築することが不可欠である。

#### 【対応策】

##### ① 社会的コストの評価

以下の社会的効果を可視化し、我が国のみならずシンガポール、台湾等に見られるように、非開削工法の採用を標準的に受け入れられる社会を構築する。

- 交通渋滞によって引き起こされる経済的・地球環境的損失の緩和
- 騒音・振動等の工事公害の緩和
- 建設残土の削減による運搬車両の削減や埋立て地等の延命化

##### ② 非開削技術を適切に評価する公共調達制度

受注プロジェクトの事例を積み上げることによって、次の課題に対して、技術と制度をパッケージとした技術交流を進める。推進管については、長距離・大深度に適用可能な品質を確保することが不可欠である。管の破損による工事の手戻りや工事関連企業の信頼性を損なわないように、信頼性管の規格および工場での製品検査制度が实际的である。

- 官民の連携による設計・積算の規準化、公共調達における評価制度
- 推進管の規格および品質管理制度

#### 3.4 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

本実証事業や Ciliwung 川バイパスプロジェクトに参画することにより、掘進機をはじめとする推進関連資機材を販売することができ、国内産業拠点・関連企業に対しての貢献があった。また、国内での施工管理しか経験がなかった当社社員が 1 年に及ぶ現地での OJT や施工管理を通じて、国内では経験しえない体験を得ることが出来た。今後この海外事業で得られたノウハウを日本国内でのプロジェクトにもフィードバックすることにより、さらなる貢献が期待できる。また、本事業を契機として海外事業に携わる社員の増員が必要となり、職員を募集することにもなった。その結果、多数応募ある中で数名の社員を採用することになった。



## 4. 今後の展望

### 4.1 普及・実証に関して検討した事業化およびその開発効果

インドネシアは、経済・人材に自信を持ち、先進国の技術・情報を独自のネットワークで調査・吸収するまでに成長してきた。「インドネシア国内でできることは、インドネシア人がやる。海外にはインドネシア人が出来ないことを任せる。」との方針である。Ciliwung 川バイパスプロジェクトは、本普及・実証事業を契機として、公共事業省の予算で実施されるプロジェクトを、国営建設会社が出来ない分野を我が国の推進工事専門会社が分担するコンソーシアムで、受注に成功した。

本普及・実証事業における「推進工事の実証」では、現地での技術の適合性：設計段階では想定されなかった地下埋設物に遭遇したが、カーブ推進を応用することで、障害物を回避することができた。

Ciliwung 川バイパスプロジェクトでは、大口径の長距離・カーブ推進工法の施工に着手した。これらのプロジェクトによって、本邦技術の適用性は、評価されたことを確信する。

本邦企業にとっては、以下のことも実地に確認することができた。

- 適用技術・建設工事の契約方式：人件費が安く、鋼材等の輸入資材が高価であるので、工期にはルーズでコストを最優先する日本と異なる施工管理の評価項目を検証することが出来た。
- サプライチェーン：クレーン等の建設機械および鋼材等のサプライチェーンは、整っていることが分かった。
- ビジネスモデルについては、弊社に対する現地建設会社の信頼を確保することが出来た。技術提携を契機とした共同でのプロジェクト発掘体制が整った。

従って、本普及・実証事業は、インドネシア国に対する本邦優位技術の理解を促進するとともに、本邦企業にとっても、国内では経験し得なかったビジネスモデル・サプライチェーンの課題を確認することができたことは、開発効果が極めて大きいことと評価する。

## 4.2 事業実施後の相手国実施機関の自立的な活動継続について

ジャカルタは、下水道事業を MPA 事業のフラッグシップ事業として、さらにはジャカルタを浸水被害から守り、インドネシアの首都機能を持続させるための都市環境・水資源、経済インフラを構築するために実施する NCICD を成功に導くための水質保全施策の切り札として、下水道事業を最優先事業に位置付けている。

下水道の実施機関である PD PAL Jaya は、如何にして下水管路施設を構築していくかという建設技術を、本普及・実証事業で体得し、下水道の建設、運営に自信を持っている。本邦企業の推進工法技術のノウハウを継続的に提供することで、本邦企業の受注機会を確保しつつ、下水道整備事業を進めて行くものと確信する。

## 4.3 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

### (1) マーケット分析

ジャカルタの下水道整備を進め、維持管理・経営能力を強化するために、長期・短期の JICA 専門家による技術協力プロジェクト「ジャカルタ下水道整備に係る計画策定能力向上プロジェクト」が 2015 年 6 月より開始されている。また、下水道整備計画は、現在の普及率 2%を、2025 年を目標に BOD 除去率 75%（下水道普及率では、約 70%に相当）まで、拡大する方針である。

このため、ジャカルタ下水では幹線管きょを最優先に整備することが必須であるので、本邦優位技術である長距離・カーブ推進工法技術に対する期待が高いものとする。

推進工法技術は、大口径から小口径まで、さらに地下水対策・軟弱地盤対応から岩掘削まで様々な施工条件に対応可能な技術が求められる。

また、下水だけでなく Ciliwung バイパスプロジェクトのように地元資金によるトンネルプロジェクトの掘り起こしも期待できる。現在国営企業数社から推進工法の問い合わせが数件あり、どれも長距離・曲線推進が活かせるプロジェクトなるべく、設計施工計画段階から協力している。長距離・曲線推進だけではなく、地下構造物構築に有効である当社が得意とするパイプルーフ工法も今後提案していき、プロジェクトの掘り起こしを進めたい。

## (2) ビジネス展開の仕組み

短期的には、

- ▶ 普及・実証事業で得られたパートナー企業およびプロジェクトを梃子に、現地情報を集積する。現地ゼネコンへのPRを行って、ジャカルタ下水の受注を目指す。
- ▶ 現地企業との技術提携を通じて、プロファイを行い、相互の資源を持ち合った協働関係を構築する。発掘されるプロジェクトに対して、掘削機械の輸出と施工管理の技術支援業務を受注する。
- ▶ 現地に輸出した掘削機械の保守・点検業務を受託、支援することによって、メンテナンスのビジネスモデルを構築する。

中期的には、

- ▶ コンサルティング、メンテナンスおよび工事の受注を行うワンストップサービスの現地法人（合弁企業）を設立する。
- ▶ 日本のODA：ジャカルタ下水、MRT事業
- ▶ 電力・通信事業、ガス・石油、都市開発事業等への普及

## (3) 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

ビジネス展開は、JICA ODA 事業やインドネシア国内の有力なプロバイダーを顧客とする、建設事業への推進機械の供給、メンテナンス、コンサルティング業務をビジネスの柱として、次のような計画とする。

表 4.1.1 ビジネス展開計画（案）

ビジネス分野	普及実証事業 (2014-2015)	短期 (2016-2017)	中期 (2018-2025)	長期 (2026～)
(建設・機器販売事業)				
主要プロジェクト	普及・実証事業 Cilliwung 川洪水対策	ジャカルタ下水 Ciliwung 川洪水対策	ジャカルタ下水	ジャカルタ下水
JICA ODA 事業	—	—	MRT 事業	MRT 事業
民間事業	—	—	電力・通信事業 ガス・石油 都市開発事業	同左
事務所設立	駐在員連絡事務所を設立			
(メンテナンス)				
	試行	現地法人設立準備	現地法人活動	同左
(コンサルティング)				
	試行	現地法人設立準備	現地法人活動	同左

出典：イセキ開発工機 2015

#### (4) 想定されるリスクと対応

機器の輸出とエンジニアリングサービスに対する人の派遣および現地駐在員事務所の設立 ⇒ 複数のプロジェクトが動くことで、駐在員事務所の経費を賄うことが可能である。

掘進機・元押ジャッキなどの主要機械や一部部品を含む付帯機器は、高度の技術と品質管理を要するため日本国内から輸出する。現地でのメンテナンスは、現地ゼネコン、下水道公社等の発注企業の出資を得て、合弁企業を設立する。既に 3 基の掘削機械を輸出しており、ローカルスタッフの雇用は可能と考える。

メンテナンス会社は、内資 100%を条件とする法人とする規定がある。中古品のメンテナンスサービスや販売事業に、エンジニアの確保・育成および投資リスクが発生する恐れがある。建設分野のパートナー企業および現地輸入代理店等の人的ネットワークを通じた信頼できる人材の確保や内資 100%で経営可能な財務力を強化するなどの取り組みが求められる。以上のことから、大規模の投資と建設工事の受注を控え、建設プロジェクトの発掘、機械の販売、コンサルティング業務に注力することで、リスクは少ないと考える。

#### (5) ビジネス展開可能性の評価

インドネシア経済が順調に成長し、ジャカルタ首都圏では、1 人当たり GDP は 2011 年現在、100.98 百万 IDR (約 11,000 USD) で、通信・電力、交通、浸水対策等の都市インフラのニーズが高まることは、容易に予想できる。これらの都市インフラは、地下鉄・道路のアンダーパス等との交錯を避けて占用するため、大深度地下の建設工事となる。推進工法技術については、インドネシア国の都市政策・公共事業に携わる部局の理解が構築されたので、本邦技術に対するニーズは、増えるものと思料する。

ビジネスモデルを確認しつつプロジェクトファイナディングを行って、段階的にビジネス展開を進める。従って、実際的で実行可能なビジネス展開の方策と評価する。

#### 4.4 本事業から得られた教訓と提言

当社はこれまで 40 年間に渡り海外での掘進機販売実績を伸ばしてきている。販売地域も多岐に渡り、アジアのみならず欧州、米国、南米にも合計 500 台を超す販売実績を積み重ねてきた。同時に、推進工法は地下土木であり、トラブルはつきものであるため、様々なタイプのトラブルに直面してきた。

## 【教訓】

今回、発進直後に国営電力会社 PLN より「推進延長上に電源線がある可能性があり、推進を停止しなさい」という通知が入った。3年も前に発注された案件に対し、発進するまで何の連絡もないという縦割り行政が明らかとなった。推進工事にとって、障害物の事前探査は必須事項であり、日本の契約方式では発注者側の責任であるのが一般的だ。施工側としては障害物がないということを担保に、全ての施工計画を立てる。その担保が取れないとなれば、障害物対策を事前にしなければならず、そのための費用負担もかなり大きい。

本件から得られた教訓としては、「途上国の地下埋設物に関する話については鵜呑みにすることなかれ。」ということだろうか。

おそらく今回と同様のトラブルは、今後円借款による管路網建設時にも頻発することが予想される。今後の対策では、計画段階において事前にテストボーリングを行い、実際の埋設高に障害物がないことを確認したい。インドネシアにも以前の施工図が残っている場合もあるが、多くは不確実で、施工図が存在していないことも多い。施工前での試掘は遅く、計画段階での調査が必要である。

## 【提言】

これらの経験から、次の3点について、提言したい。

- デザインビルド工事における施工条件の明示、調査等の調達制度への反映
- 技術マニュアル・設計事例、招聘研修等、国によるパッケージ型支援
- 中小企業の財政力を考慮した出来高算定基準の見直し

### ① デザインビルド工事における施工条件の明示、調査等の調達制度への反映

デザインビルド方式の契約では、施工方法や仮設工は請負者の裁量に委ねられる。しかしながら、現場条件に関する調査が不足し地下障害物が確認されない場合には、施工中に明らかとなった障害物撤去のための補助工事の追加と工期の延長を強いられ、工事費・工期ともに、請負者の負担となる。ボーリングデータ・過去の施工履歴・正確な基線測量などの事前調査や、施工計画書の作成様式など、契約の片務性をなくすための設計・施工管理基準が必要である。

具体的には、事前調査の内容および調査結果から得られた現場条件を、明示する契約条件とする。その結果、施工中に追加される補助工事については、契約の変更の対象とすることが可能となる。請負者は、契約金額の見積りと工事内容を適切な価格で提案することが可能となる。発注者においても、未竣工工事などの契約放棄を防ぐことが可能である。

契約変更によって事業費の増嵩が懸念されるが、発注者・請負者の双方にとって、契約で規定する工物品質を適切な価格で実施することで、真の技術・価格競争を促すことが可能となる。

## ② 技術マニュアル・設計事例、招聘研修等、国によるパッケージ型支援

技術資料に記載されただけの裏づけのない技術力では、低品質の施工者を排除することができない。公共事業に適用される民間企業の技術は、発注者が技術を周知し運用することによって、技術の適切な適用、施工監理および契約変更等の円滑な事業執行を可能となり、普及する。本邦技術の普及に当っては、公共事業部局の技術者の育成とインドネシアに適した技術マニュアルの整備が不可欠である。

発注者と請負者との片務的な契約慣習を改善するため、国による招聘研修・ワークショップ、マニュアル類の提供など、継続的な技術協力によるパッケージ型支援を期待する。デザインビルド方式で発注する推進工法プロジェクトに対して、障害物等の予期し得ない事態に対して、官の責務を公共調達制度に反映することで民間企業は安心して海外ビジネスを展開する。様々な施工管理、契約変更等のノウハウは、国や大都市の建設部局に蓄積されているので、短期専門家によるセミナーやカウンターパートの招聘研修は、官一官の交流に頼らざるを得ない。

## ③ 中小企業の財政力を考慮した出来高算定基準の見直し

中小企業は、財政基盤が脆弱であるので、資金繰りにつまずくと、プロジェクトの存亡を左右する。

普及・実証事業は、現地の公共調達制度やサプライチェーンを、中小企業が実地に確認するために適用されるプロジェクトである。本プロジェクトにおいても、通関手続きの遅れ、立坑の崩落や障害物による工事の中断など、国内のプロジェクトでは予想できない事態を経験した。

我が国から輸入した機材は、立坑が完成するまで倉庫に保管することを余儀なくされ、現地での据付が大幅に遅れた。この結果、機器費を出来高と認定する時期が、契約から1年が経過した。財政負担を軽減するためには、機器費と据付工事を分けて計上するなど、中小企業の経営力に配慮したきめ細かなプロジェクト管理基準を要望する。

### 【終わりに】

当初10ヶ月で終了を見込んでスタートした本事業であったが、免税書類の取得遅延に始まり、発進立坑の崩壊、PLNの埋設カルバート発見、既設杭への衝突、そして最後に埋設カルバートの基礎に衝突するという困難の連続により、実際は推進開始から到達・回収まで1年もかかるプロジェクトとなった。特に、予期せぬ障害物への衝突は推進工法の施工にとって、極めて重大な影響を与えてしまうため、当社としても対応にかなり苦慮した。また、障害物撤去用立坑の構築や到達立坑の構築に際して、SCBD エリアからの工事許可が中々進

まないことも工期が延びた理由となった。そういった、日本では通常ありえないトラブルの連続に対して、駐在員事務所所長の佐々木社員が根気良く対応し、ようやくマシンを到達・回収し、既設人孔に推進管を接続できたときは、格別の喜びがあった。様々なトラブルが起きるたびに、JICA インドネシア事務所も迅速な対応をしていただき、当社だけでは対応できないトラブルに対しても解決の糸口をつけてくださった。インドネシア国内でさらに推進工法が活用され、下水をはじめとする地下インフラの構築が促進されるために、今後とも企業努力を続けていく所存である