

ベトナム国

**ベトナム国
安全・安価で耐久性に優れた
下水管路資材に関する案件化調査
業務完了報告書**

2017年5月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

日之出水道機器株式会社

国内
JR（先）
17-024

調査対象地域位置図



出典：Political Map of Viet Nam

目次

写真
目次
略語表
図表リスト
要旨

目次	3
はじめに	6
1. 調査名	6
2. 調査の背景	6
3. 調査の目的	6
4. 調査対象国・地域	6
5. 団員リスト	6
6. 現地調査工程	7
第1章 対象国・地域の現状	8
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況	8
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題	12
1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度	17
1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析	21
第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針	25
2-1 提案企業の製品・技術の特長	25
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	27
2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献	27
第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果	29
3-1 製品・技術の現地適合性検証方法（紹介、試用など）	29
3-2 製品・技術の現地適合性検証結果	31
3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認	32
3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性	34
第4章 ODA 案件にかかる具体的提案	45
4-1 ODA 案件概要	45
4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果	46
4-3 他 ODA 案件との連携可能性	48
4-4 ODA 案件形成における課題と対応策	52
4-5 ジェンダー配慮	52
第5章 ビジネス展開の具体的計画	53

別添資料

要旨（英文）

略 語 表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AIIB	Asian Infrastructure Investment Bank	アジアインフラ投資銀行
ATI	Administration of Technical Infrastructure	インフラ局
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
DOC	Department of Construction	建設局
DPI	Department of Planning and Investment	計画投資局
EPMA	Electron Probe Micro Analyzer	電子プローブマイクロアナライザー
FCD	Ferrum Casting Ductile	球状黒鉛鋳鉄
GCUS	Japan Global Center for Urban Sanitation	下水道グローバルセンター
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
HDPE	High-density Polyethylene	高密度ポリエチレン
IBST	Institute of Building Science and Technology	建設科学技術院
ICE	Institute of Construction Economics	建設経済院
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JV	Joint Venture	合弁事業（会社）
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development	農業および地方開発省
MOC	Ministry of Construction	建設省
MOF	Ministry of Finance	金融省
MONRE	Ministry of Natural Resource and Environment	資源環境省
MOST	Ministry of Science and Technology	科学技術省
MPI	Ministry of Planning and Investment	計画投資省
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PC	People's Committees	人民委員会
PMB	Project Management Board	プロジェクト管理事務所
PMU	Project Management Unit	プロジェクト管理組織
PPC	Provincial-level People's Committees	省級の人民委員会
QCVN	National (Vietnam) Technical Regulation	ベトナム強制基準
STAMEQ	Directorate for Standards, Metrology and Quality of Vietnam	標準計量品質総局
TCCS	Basic Standards	根本基準（社内基準）
TCVN	National (Vietnam) Standards	ベトナム国家基準
VAT	Value Added Tax	付加価値税
VSC	Vietnam Sewerage Center	ベトナム下水道センター
WB	World Bank	世界銀行
WTO	World Trade Organization	世界貿易機関

表 目 次

表 1	下水道管路資材の不具合	1
表 2	製品・技術の特長および優位性	2
表 3	ODA 案件の概要	4
表 4	調査実施体制	7
表 5	現地調査工程	7
表 6	ベトナム国一人あたりの名目 GDP の推移	9
表 7	ベトナム国の貿易収支	9
表 8	ベトナム国の直接投資受入額	9
表 9	ベトナム国の概況	9
表 10	主要な気象データ（ハノイ市）	11
表 11	主要な気象データ（ホーチミン市）	11
表 12	ベトナム国の人口動態予測	12
表 13	ベトナム国で稼働している下水道処理施設一覧	13
表 14	自動車（4 輪車・2 輪車）の生産台数の推移	14
表 15	首相決定「2025 年までのベトナム自動車産業発展戦略及び 2035 年までのビジョン」	14
表 16	下水道管路資材の不具合	16
表 17	ベトナム政府の排水・下水道に関する開発計画と目標	17
表 18	主要都市の排水・下水道に関するマスタープラン	18
表 19	下水道事業に関わる政府関係機関の一覧	19
表 20	世界銀行の下水・排水事業に係る ODA 事業	21
表 21	アジア開発銀行の下水・排水事業に係る ODA 事業	21
表 22	日本の下水・排水事業に係る ODA 事業	22
表 23	官民連携によるベトナム国への技術移転	23
表 24	推進工法技術を活用した ODA 事業例	24
表 25	提案製品のスペックおよび価格	26
表 26	提案製品の国内外販売実績	26
表 27	ベトナム政府関係機関の腐食対策ニーズ	33
表 28	1 号マンホール（H=2m）及びマンホール蓋に関する比較表	34
表 29	主な比較検討項目	38
表 30	RC 管（ポルトランドセメント）とレジンコンクリート管の工事価格差	39
表 31	RC 管とレジンコンクリート管の価格比較	41
表 32	管種の適用性	42
表 33	規格基準の種類	45
表 34	普及実証事業の概要（案）	47
表 35	他 ODA 事業との連携	48
表 36	ベトナム下水道センター（VSC）の概要	48
表 37	北九州市の草の根技術協力事業概要	51

図 目 次

図 1	日本の官民連携スキーム	1
図 2	主要都市の気温・降水量	11
図 3	各省の人口および都市人口率	12
図 4	蓋の浮上現象	16
図 5	下水道管路の腐食発生メカニズムと事故事例	16
図 6	下水道の事業段階における国・省市・事業者の関わり	20
図 7	PMU 組織の提案事例	20
図 8	日本の官民連携スキーム	23
図 9	高機能マンホール鉄蓋の特長	25
図 10	コンクリート製組立マンホールの特長	25
図 11	耐腐食試験結果	25
図 12	コンクリート腐食試験結果	36
図 13	シンガポール 大深度下水道トンネルシステム	37
図 14	推進管の設計単価	38
図 15	RC 管（ポルトランドセメント）およびレジンコンクリート管のコスト構成	39
図 16	硫化水素腐食環境下におけるライフサイクルコスト評価	40
図 17	RC 管とレジンコンクリート管のコスト比較（管材価格差 2.5 倍）	40

図 18	Estimated H ₂ S Corrosion Rates.....	41
図 19	硫化水素腐食環境における適用性.....	42
図 20	ライニング管製造方法（機械的結合方式）.....	44
図 21	ライニング管製造方法（遠心成型方式）.....	44
図 22	VSC の有する 3 機能の相互補完メカニズム.....	49
図 23	下水道の整備による環境改善効果.....	52

写 真 目 次

写真 1	調査の様子.....	3
写真 2	摩耗した蓋.....	16
写真 3	段差の発生した蓋.....	16
写真 4	VSC における研修プログラム.....	50

要 旨

第1章 対象国・地域の現状

ベトナム国（以下、ベ国という）は1990年代以降、平均で7%を超える急速な経済成長と都市化（2015年時点の都市人口34%、都市人口の増加率4%/年）が続いており、その負の側面として、伝染病の蔓延などの衛生問題が懸念されている。未処理の生活・産業排水の流入により、都市部の河川・運河の水質が著しく汚濁しているが、污水排水処理施設の整備は大きく遅れており、ベ国内の污水処理率は約13%に留まる。

こうした状況下、ベ国政府は、排水・下水道の開発を推進すべく、「2025年までの都市、工業団地における排水・下水道の開発に関する修正方針及び2050に向けたビジョンの承認」について首相決定（No. 589 /QD-TTg, April 06th, 2016）として制定した。その中で、都市部における污水処理率を100%に引き上げることを明記している。

日本はベ国の下水道整備事業をODA事業による援助の対象としており、近年では、日本の官民が一体となり採用を促してきた我が国の推進工法技術による下水道管路施設の建設工事を本格化させている。この工法は、都市部の渋滞が激しい道路環境においても、効率よい下水道整備を促進できるため、社会経済への影響を小さくすることができる。

しかし、ベ国において使用されている下水道管路資材は、下表のように、急速な経済発展を遂げている道路環境が要求する性能や安全性を有しているとは言えず、種々の不具合を発生させ、社会経済に対する悪影響を与えている。

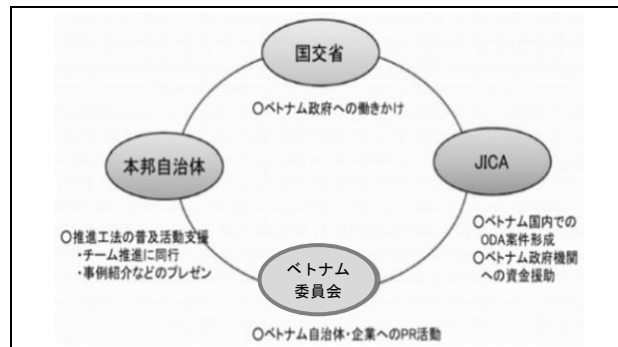


図1 日本の官民連携スキーム

表1 下水道管路資材の不具合

下水道管路資材	問題点
マンホール蓋	<ul style="list-style-type: none"> 盗難、破損、スリップ事故、浸水による蓋飛散などのリスクを抱えており安全性が高いものではない。 不具合が生じると蓋の交換に関わる経済的な損失や工事期間中は交通障害も発生する。
マンホール本体	<ul style="list-style-type: none"> 現場打ちのため施工日数の長期化による交通障害が発生している。 マンホールごとに設計が必要であり、現場での施工品質にも問題がある。
管渠（パイプ）	<ul style="list-style-type: none"> 将来的な腐食による破損の可能性がある。 管渠の改築や補修には莫大な費用が掛かるだけでなく、工事期間中の交通障害も伴う。

出典：ヒアリングに基づき JICA 調査団作成

第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

提案企業の製品・技術の特長

今後のベ国における下水道整備事業は、多大な費用がかかる上、都市環境の向上のため迅速な工事が求められると考える。このことから、工事に使用される下水道管路資材においても、建設のみならず維持管理にかかる整備費用や、施工にかかる期間の削減に貢献できることが重要だ。

日之出水道機器㈱が提案する下水道管路資材は、以下のような特徴および優位性があることから、ベ国の下水道整備が抱えている課題に対する有効性を有していると考えられる。

表 2 製品・技術の特長および優位性

製品	特徴	優位性
高機能マンホール蓋	<ul style="list-style-type: none">・ロック機能による盗難対策・マンホール内の圧力を解放する機能・表面の突起構造によるスリップ防止・強固な基礎調整部による沈下防止	安全機能付きで耐久性に優れている。一般的に使用されているマンホール蓋は、道路環境の安全性を確保する機能が備わっていない。
組立マンホール	<ul style="list-style-type: none">・工場生産による均質な品質・施工はブロックを積み上げるのみ	品質を確保し、かつ迅速な施工が可能。従来の工法では、現場でコンクリートを流し込み、固化するまで長期の道路占有が必要。
レジンコンクリート製品	<ul style="list-style-type: none">・材料に樹脂を使用・耐酸性に優れている・高強度・軽量	材質自体が樹脂による耐酸性を有しているため製品の損傷や酸性土壌などの場合でも腐食による劣化を引き起こさない。

提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

日之出水道機器㈱は、官民連携の動きと協調することで、ベ国の急速な下水道整備に伴う管路資材に対する技術的要求に応え、かつ、日本技術の海外移転を図ることにより社会貢献を目指す。

ベ国における製品供給は、現地での調達を前提と考え、現地パートナーとの合弁や提携を進めることにより、これを達成していくために種々の検討を行っていく。

販売に関しては、現地でのパートナー企業が有している既存顧客網や流通網を活用し、日本の ODA 事業での実績を皮切りに、ベ国公共事業や民間事業での販売拡大を目指す。

さらに、東南アジアの周辺諸国をターゲットに、ベ国を製造拠点とした販売流通網の構築も目指す。その先には、日之出水道機器㈱提案技術の東南アジア標準化も視野に入れる。

第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

(1) マンホール蓋、組立マンホール（システム施工）の有効性調査

(調査概要)

- ・ マンホール蓋の有効性調査
- ・ マンホール蓋及び組立マンホールの実施施工（1号マンホール・マンホール深2.5m）に基づく積算基準の作成。現地従来工法と提案技術の経済性の比較評価

(2) 下水道管路施設腐食実態現地調査に基づくレジンコンクリートの有効性調査

(調査概要)

- ・ 現地腐食環境の調査とレジンコンクリートの耐腐食性能調査
- ・ コンクリート管に対するレジンコンクリート管の経済性の比較評価

(3) レジンコンクリート製造可否調査と腐食対策ニーズ調査

(調査概要)

- ・ ベ国においてレジンコンクリートが製造可能か評価するため、骨材調達、樹脂との混練後の硬化の確認、テストピースによる強度の確認といった検証を実施。
- ・ WATS モデルを用いた需要調査（腐食環境の将来予測）

(調査結果概要)

上の（1）から（3）までの調査から以下のことが明らかとなった。

- ・ 高機能マンホール蓋性能は、現地のマンホール蓋に比べて、道路上の安全性能（ガタツキや破損、スリップ）、将来的なリスク（豪雨時の安全性能）に対して優れていることを確認した。
- ・ 提案技術の組立マンホール及び高機能マンホール蓋の導入は、材工価格が従来から1.5倍となるものの、施工期間が30分の1に短縮されるため、現在ベ国で顕在化している交通渋滞、及び公共事業を実施することによる交通渋滞の助長を、大きく緩和できる可能性がある。
- ・ 現地腐食環境においてもレジンコンクリートの性能が有効であることを確認した。
- ・ 現在ハノイにて計画されているエンサPJの図面を使用して、レジンコンクリート管で整備した場合と普通コンクリート管を使用した場合の経済性の比較を行った結果、ライフサイクルコストが10%程度削減可能となる結果を得た。
- ・ レジンコンクリートの製造可否調査においては、現地の気象条件を考慮した材質に関する、試験を行った結果、製造可能と確認できた。
- ・ WATS モデルを用いて下水道管内の硫化水素濃度を予測計算したところ、推進工法で整備を行なう箇所において、腐食対策が必要であることを確認した。



出典：JICA 調査団

写真 1 調査の様子

第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

日之出水道機器㈱は、提案製品であるレジンコンクリート製品の普及にあたって、製品仕様の国家規格化を目指していく。ベ国では公的規格の普及において国家規格と認定されることが大きな課題となる。

国家規格化を目指すために次のような ODA の枠組みの活用を想定している。

今回の案件化調査の結果を活用し、「普及実証事業」へ進め、ベ国には存在しないレジンコンクリート製品規格や腐食対策の設計指針を提示し、下水道施設における硫化腐食の対策に関する拠り所の作成を支援していく。ベトナム下水道センターや日本の事業者による ODA 支援業務は、ベ国内の下水道事業者に対して日本の過去の教訓やノウハウを伝授していく取組みだ。日之出水道機器㈱は、これらの他 ODA と連携し、下水道施設の硫化水素腐食対策の必要性や対策製品の認識を促すことを通じて、下水道事業の管理運営能力を向上させることができると思う。

新技術を下水道整備事業において採用および実績化できれば、規格化制定への大きなはずみとなる。このことから、日之出水道機器㈱は ODA による下水道整備事業の発注機関をターゲットとし、新技術の採用承認活動を継続していく。

表 3 ODA 案件の概要

スキーム	狙い・成果	活動内容	活動時期
JICA 中小企業支援 「普及実証事業」	<ul style="list-style-type: none"> 簡易的な設備を導入し、現地環境におけるレジンコンクリート管の製造検証し、現地検査機関にて性能や施工性、取扱い性の有効性を確認 ベトナム国家規格化に向けてレジンコンクリート規格(案)や設計指針(案)を提示 	<ul style="list-style-type: none"> 現地セミナー 簡易設備での製造、現地試験機関での性能や施工性の確認 現地研究機関との腐食データや知見の共有 本邦受入事業にて技術や品質、規格に関する理解を深める 	2018~2019年
他 ODA 事業との連携			
ベトナム下水道センターとの連携	<ul style="list-style-type: none"> 全国の下水道事業者に対して、下水道施設の管理におけるコンクリート腐食課題と腐食対策技術の認識化(研修機能) 現地事情・プロジェクトニーズを把握、新技術の導入評価における連携(研究開発機能) 	<ul style="list-style-type: none"> 事故例・施工管理の特長などの具体的な課題を通じて、硫化水素腐食対策技術を伝える 研修講師として参画し、研修生との協議 	2016~2019年
日本の事業者(北九州市)との連携	<ul style="list-style-type: none"> 下水道事業における課題の共有 新技術の認知度向上および評価 現地ニーズの収集 	<ul style="list-style-type: none"> 下水道資材の課題点などを共有 セミナーや協議の場で技術紹介 トライアル施工による課題解決実証 	2017年以降
ODA による下水道整備事業での採用化	<ul style="list-style-type: none"> 規格化を円滑にするため、下水道整備案件における実績化を目指す。 	<ul style="list-style-type: none"> 日本の ODA の案件情報収集 発注機関への採用承認活動 	2015年から継続実施

案件化調査

ベトナム国 安全・安価で耐久性に優れた下水管路資材に関する案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業 : 日之出水道機器株式会社
- 提案企業所在地 : 福岡県福岡市
- サイト・C/P機関 : ハノイ市・MOC、PMB、IBST



ベトナム国の開発課題

- 下水道管路資材の品質や機能の不足、施工性に問題。
- 将来的に、硫化水素による下水道管路のコンクリート腐食懸念がある
- 道路環境の安全性や、渋滞発生等の社会経済への悪影響。

中小企業の技術・製品

- 高機能マンホール蓋、組立マンホール、レジンコンクリート製品からなる下水道管路資材
- 施工性の向上や製品性能により、道路上の安全を守ることができる。
- 将来的な懸念に対して、耐腐食製品によるライフサイクルコストの削減に貢献できる。

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

- ベトナム国における推進工事による下水道管路設置に合わせて、提案製品の実証パイロット事業が実施され、安全性および施工性向上、さらに、腐食懸念払拭、ライフサイクルコストの削減に貢献する。
- 国家規格の提案をすることで、高品質で安全性の高い製品がベトナム国内で採用、普及される仕組みができ、製造技術の向上につながる。

日本の中小企業のビジネス展開

- 下水道管路関連資材の技術の活用による海外展開が促進される。
- 海外で得たノウハウや知見により、国内需要の喚起や新規の製品開発が促進される。

はじめに

1. 調査名

和文：

安全・安価で耐久性に優れた下水管路資材に関する案件化調査

英文：

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects “Low Cost in Life-cycle and Durable Sewer Equipment”

2. 調査の背景

ベトナム国（以下、ベ国という）は、インドシナ半島東部に位置し、カンボジアやラオス、中国と長い国境線で隣接し、南シナ海を挟んでフィリピンと対している。経済面では、1986年のドイモイ（刷新）政策導入以来、市場経済化を進め、積極的な国際経済への統合を掲げており、2007年には世界貿易機関（WTO）加盟を果たしている。ベ国は、急速な経済発展に伴い、衛生環境の悪化が懸念されており、下水道の整備が急務である。ハノイ市・ホーチミン市では、官民が一体となり採用を促してきた我が国の推進工法技術による下水道管路施設の建設工事が、本格化を迎える。一方で、ベ国において通常使用されている下水道管路資材は低品質、非効率、耐久性の低さ（鉄筋コンクリートの腐食）などの課題を抱えており、推進工法技術の利点の一つである効率性が十分に活用されないことが懸念される。

提案企業は、日本で長年下水道関連製品である高機能マンホール蓋やレジンコンクリート技術を用いた下水管路資材の製造を行ってきた。日本での高度な製造技術をもとに、ベ国での安全・高品質で低価格の下水道管路資材の供給体制の構築を目指す。本調査では、現地の実態把握や将来予測を基に提案製品のベ国内での有効性調査を行い、日本の公的規格の現地への導入・普及を図る。

3. 調査の目的

ベ国において、安全・高品質で低価格の下水道管路資材に関する調査の結果から、ODA事業の案件形成に対する提案製品の有用性を検証し、同国でのODA案件化とビジネス展開可能性を調査する。

4. 調査対象国・地域

ベトナム社会主義共和国 ハノイ市周辺

5. 団員リスト

本案件化調査の調査実施体制を以下に記す。

表 4 調査実施体制

氏名	所属	役割
内部人材		
原口康弘	日之出水道機器㈱	業務主任者、全体統括、市場戦略方針
田中祐大	日之出水道機器㈱	下水道管路資材の有効性調査
伊藤亮司	日之出水道機器㈱	進出形態調査
江藤勲	日之出水道機器㈱	レジンコンクリート供給調査 (材料調達、成型方法検討、設備仕様検討)
小池隆允	日之出水道機器㈱	レジンコンクリート供給調査 (規格・仕様検討、他社能力調査)
江利川昌宏	日之出水道機器㈱	ニーズ調査、販売体制調査
土手一朗	日之出水道機器㈱ (補強：㈱G&U 技術研究センター)	マンホール蓋の性能評価、腐食実態調査
外部人材		
井上弥九郎	日本テクノ㈱	チーフアドバイザー、ビジネスモデル検討
大橋隆史	日本テクノ㈱	施工性調査、積算業務、業務調整、セミナー運営、会計事務
久保田直昌	日本水工設計㈱	下水道管路施設腐食調査およびコンクリート劣化予測
森田弘昭	日本大学	下水道管路施設腐食に関する技術的支援、セミナー講師

6. 現地調査工程

本案件化調査における現地調査工程は以下の通りである。

表 5 現地調査工程

内容	2016年								2017年				
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
1. マンホール蓋、組立マンホール(システム施工)の有効性調査													
(1) マンホール蓋の有効性調査		■		■	▨		▨	■	▨				
(2) マンホール蓋、組立マンホールに関する施工性調査							▨	■	▨				
2. 下水道管路施設腐食実態現地調査に基づくレジンコンクリートの有効性調査													
(1) 現地腐食環境の調査とレジンコンクリートの耐腐食性能調査				■	▨			■	▨				
3. レジンコンクリート製造可否調査と腐食対策ニーズ調査													
(1) 製造可能性調査および生産体制の検討		■	▨	■			▨	■	▨				
(2) 腐食対策ニーズ調査				■				■	▨				
4. ビジネスモデル調査													
(1) 進出形態調査		■		■	▨	■		▨					
(2) 需要調査				■		■		▨					
(3) ODA案件化検討							▨	■	▨				
(4) 市場戦略検討							▨	■	▨				
5. セミナー		■										■	

現地作業 ■ 国内作業 ▨

出典： JICA 調査団

第1章 対象国・地域の現状

1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況

(1) 政治体制¹

ベ国の国家の統治構造は、国会と政府による中央集権体制と、それらを監督する共産党によって構成されている。

国会は、人民の代表機関であり、国家の最高権力機関として規定されており、憲法の制定と立法権を有している。一院制で議員定数は450人、年2回定例会が開催される。

国家元首の大統領は、国会議員の中より選出される。その役割は、憲法・法律・布告の公布、軍の統括、首相の選出・解任・免職の国会への提案などである。

国会議員は、任期は5年で、中選挙区制により選出される。選挙権は18歳以上、被選挙権は21歳以上である。

行政を担う政府は、首相、副首相、各大臣から構成される。首相は国家主席の提案に従って、国会により選出され、その役割は、政府・閣僚・人民評議会の監督・指導などである。

また「司法」機関として、最高人民裁判所と最高人民検察院がある。

以上のことから、中央の統治構造は、国会を中心として確立していることが分かる。

地方の統治構造においても、中央と同様の形態をとる。つまり、地方の統治に関しては、地方議会としての人民評議会、地方における政府・省庁の出先である行政機関としての人民委員会、司法機関である人民裁判所と人民検察院が設置されている。なお、人民評議会は住民の直接選挙により選出され、任期は5年である。

このような中央集権制度を監督・指導する役割として、共産党が中央および地方レベルにおいて組織されている。中央レベルにおいては、5年に1回開かれる全国代表大会（党大会）があり、ここで選出される150名からなる中央執行委員会が実質的な最高指導機関となる。さらに、中央執行委員会は書記長、政治局員などを選出する。

政治局は書記長、大統領、首相を含む15名からなり、党大会や中央執行委員会での決議から、党の政策と方針、組織、人事問題などを決定する機関である。

地方の各レベルにおいても同様の組織が形成され、中央の意向を伝達していく役割を担っている。

(2) 経済成長

1人当たりの名目GDPを表6 ベトナム国一人あたりの名目GDPの推移に記す。1990年代より急速な経済成長を見せており、さらに、今後も経済成長が継続することが、同表の2020年、2021年の予測値から窺える。

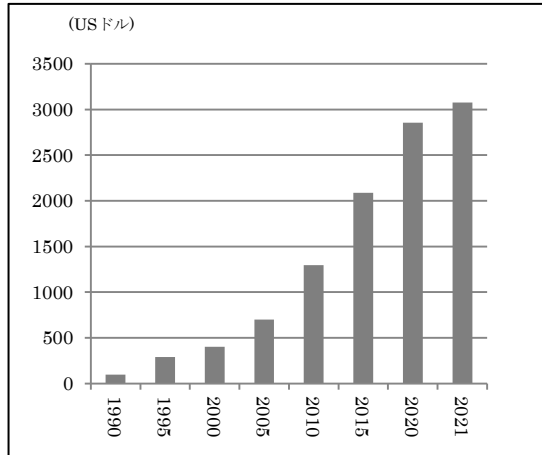
また、表7 ベトナム国の貿易収支は、ベ国の貿易収支額の推移を表しており、その好調さが窺うことができる。主たる輸出品は、エレクトロニクス関連であり、電話機や、電子部品の輸出の増加が著しい。

¹ 自治体国際化協会：「ベトナムの行政改革」（CLAIR REPORT No.233），2002，pp.20-32、遠藤聡：「ベトナム：行政改革の動向--地方行政を中心にして」外国の立法（226），2005，pp. 161-170

これらの成長は、1986年の党大会において採択された市場経済システムの導入と、対外開放化を柱としたドイモイ（刷新）路線が、1989年頃より効果を発揮し始めたことが大きな要因である。また、一層の市場経済化と国際経済への統合をめざし、2007年1月、WTOに正式加盟したことで、表8 ベトナム国の直接投資受入額のように、外国からの直接投資受入額が増加し、工業化による成長をさらに促進した。

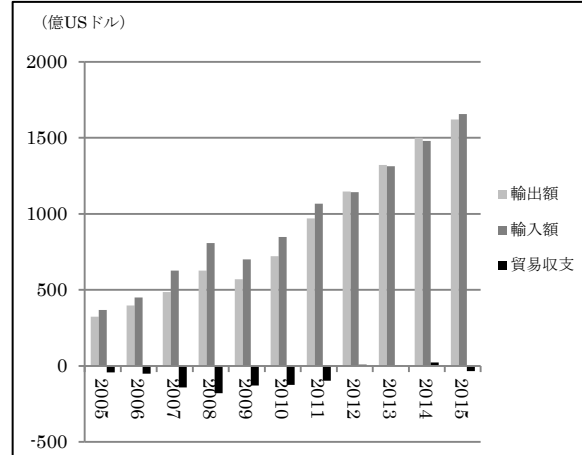
表9は、ベトナムに関する概況をまとめたものである。

表6 ベトナム国一人あたりの名目GDPの推移



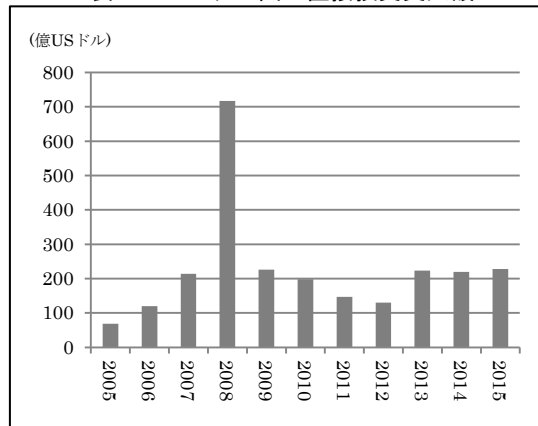
出典: IMF “The World Economic Outlook”

表7 ベトナム国の貿易収支



出典: JETRO ホームページ

表8 ベトナム国の直接投資受入額



出典: JETRO ホームページ

表9 ベトナム国の概況

No.	項目	内容
基本情報		
1	面積	32万9,241平方キロメートル
2	人口(2015年時点)	約9,340万人
3	首都	ハノイ
4	民族	キン族(越人)約86%、他に53の少数民族
5	言語	ベトナム語
6	宗教	仏教、カトリック、カオダイ教他

No.	項目	内容
政治体制		
1	政体	社会主義共和国
2	元首	チャン・ダイ・クアン国家主席
3	政権党	共産党（唯一の合法政党） 党首 グエン・フー・チョン書記長
4	国会	一院制（定数 500 名）
5	政府	(1) 首相 グエン・スアン・フック (2) 副首相兼外相 ファム・ビン・ミン
経済		
1	主要産業	農林水産業、鉱業、軽工業
2	GDP（2015 年）	約 1,988 億 US ドル
3	1 人当たり GDP（2015 年）	2,171 US ドル
4	経済成長率（2015 年）	6.68%
5	物価上昇率（2015 年）	0.63%
6	失業率（2015 年）	2.31%
7	貿易額（2015 年）	(1) 輸出 1,621.1 億 US ドル（対前年比 7.9%増） (2) 輸入 1,656.5 億 US ドル（対前年比 12.0%増）
8	主要貿易品目	(1) 輸出 携帯電話・同部品、縫製品、PC・電子機器・ 同部品、履物、機械設備・同部品等 (2) 輸入 機械設備・同部品、PC・電子機器・同部品、 携帯電話・同部品、布地、鉄鋼等
9	貿易相手国	(1) 輸出 米国、中国、日本、韓国、香港 (2) 輸入 中国、韓国、日本、台湾、タイ
10	通貨	ドン（Dong）
11	外国からの投資実績 （認可額、2015 年）	227.6 億ドル

出典：外務省ホームページ

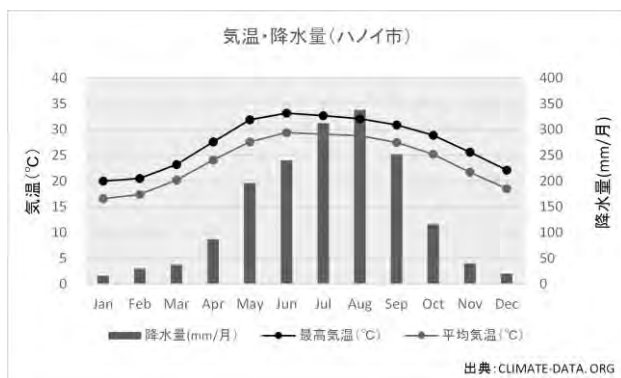
（3）気象条件

次の図 2 主要都市の気温・降水量、表 10、表 11 主要な気象データに、ハノイ市、ホーチミン市の気象条件を示す。

北部は、冬場には気温が下がり降水量が少ない亜熱帯性のモンスーン気候である。降雨日数は、年間 144 日、乾季でも 5～10 日/月程度と小降雨が多い。我が国と比べると、冬場でも平均最高気温 16℃と比較的高い。

南部は、年間を通じて高温で、乾季・雨季が明確な熱帯モンスーン気候である。

両市ともに、管路の腐食に与える気温（水温）や降雨日数は我が国よりも悪条件である。この他、ベ国の都市は、高原に位置する都市（ダラット市、ブンマトット市など）があるが、概して、夏季の高温、年間を通じた降雨である。



ハノイ市

ホーチミン市

出典：CLIMATE-DATA.ORG

図 2 主要都市の気温・降水量

表 10 主要な気象データ（ハノイ市）

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
最高気温 (°C)	20.0	20.5	23.2	27.6	31.9	33.2	32.7	32.1	30.9	28.9	25.6	22.1
平均気温 (°C)	16.6	17.4	20.2	24.1	27.6	29.4	29.1	28.8	27.5	25.2	21.7	18.5
最低気温 (°C)	13.3	14.4	17.2	20.6	23.4	25.6	25.5	25.5	24.2	21.5	17.8	14.9
降水量 (mm/月)	16.0	30.0	37.0	87.0	196.0	240.0	312.0	338.0	252.0	116.0	40.0	20.0
降雨日数 (日)	8	12.1	15.1	11.5	15.6	15.5	17.8	17.5	11.4	9.5	4.6	5
年間降雨量 1,684 mm 年間降雨日数 143.6 日												
出典:CLIMATE-DATA.ORG および WeatherOnline より、JICA 調査団編集												

表 11 主要な気象データ（ホーチミン市）

月	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
最高気温 (°C)	31.3	32.5	33.5	34.7	33.1	31.6	30.9	31	30.9	30.8	30.4	30.3
平均気温 (°C)	26.1	27.1	28.4	29.5	28.7	27.7	27.3	27.4	27.1	27	26.6	25.9
最低気温 (°C)	21.0	21.7	23.3	24.4	24.4	23.9	23.8	23.8	23.3	23.3	22.8	21.6
降水量 (mm/月)	13	2	10	50	212	298	289	266	318	259	109	42
降雨日数 (日)	2	1.5	3.2	5.6	15.7	18.2	21.5	18.4	19.2	21.1	11	5.9
年間降雨量 1,868 mm 年間降雨日数 143.3 日												

出典：CLIMATE-DATA.ORG および WeatherOnline より、JICA 調査団編集

1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

1-2-1 ベトナム国の都市化と下水道整備の現状

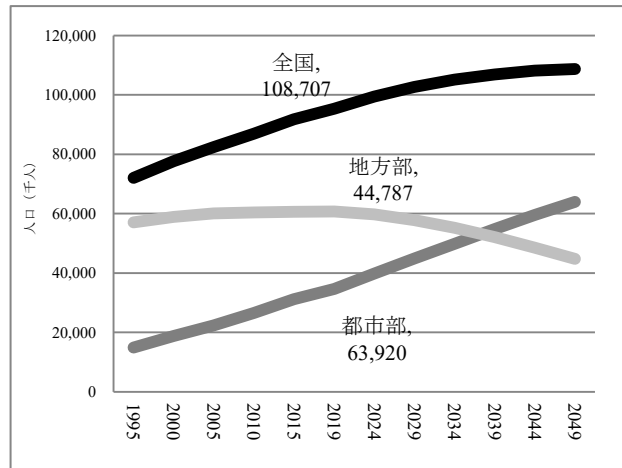
(1) 人口動態と都市化率

1990年代以降、急速な経済成長と都市化（2015年時点の都市人口34%、都市人口の増加率4%/年）が続いており、その負の側面として深刻な環境問題が生じている。

表12は、1995年から2049年までの人口推移を、全国、都市部、地方部といった区分で表したものである²。なお、2015年以降は推計値となっている。この表により、今後、人口増に伴ってますます都市人口が増加していくことが分かる。

次に、ベトナムの省別の人口及び都市人口率（＝都市人口/総人口）を示す（図3参照）。人口規模では、ハノイ市、ホーチミン市が抜きん出ている。都市人口率では、ハノイ市、ホーチミン市、ダナン市、ハイフォン市、カントー市の直轄市に加えて、クアンニン省、ビンズオン省、バリアブントウ省など、大都市周辺や港湾・観光都市に集中している。

表12 ベトナム国の人口動態予測



出典：Population Projections for VIETNAM 2009-2049



図3 各省の人口および都市人口率

(2) 汚水処理普及率

表13 ベトナム国で稼働している下水道処理施設一覧のように、都市部における集中的な下水処理施設の建設は2004年から開始されている³。2016年現在、34箇所の処

² Ministry of Planning and Investment General Statistics Office: “Population Projections for VIETNAM 2009-2049”, Hanoi, 2011

³ 若公崇敏:「ベトナムの下水道事情と最近の動向」、下水道協会誌、Vol.53 No.647, 2016, pp. 30-33

理施設がベ国にはあり、86.5 万 m³/日の汚水処理能力を有している。ベトナム建設省は、都市部の一人当たりの汚水発生量を概ね 0.2m³/日とし、都市部人口約 30 千人の汚水発生量に対して、汚水処理率を約 13%と算出している。

したがって、現状、汚水処理施設が圧倒的に不足しているとともに、今後の全国的な人口増に伴い、処理施設の不足はより一層深刻化することが考えられる。

なお、ベ国の下水道整備の歴史や課題、下水処理の状況について別添資料－ 1 に記載した。

表 13 ベトナム国で稼働している下水道処理施設一覧

No.	処理場名	都市	省	開始年	設計容量	ドナー
1	キムリエン	ハノイ	—	2005	3,700	JICA
2	チュックバック	ハノイ	—	2005	2,500	JICA
3	北タンロン	ハノイ	—	2009	41,000	JICA
4	イエンソー	ハノイ	—	2012	200,000	民間
5	ホータイ	ハノイ	—	2014	22,800	民間
6	バイマウ	ハノイ	—	2016	13,300	JICA
7	ビンフン	ホーチミン	—	2009	141,000	JICA
8	ビンフンホア	ホーチミン	—	2008	30,000	ベルギー
9	ナムヴィエン	ホーチミン	—	2009	15,000	民間
10	カインドイ	ホーチミン	—	2007	10,000	民間
11	バイチャイ	ハロン	クアンニン	2007	3,500	WB
12	ハカイン	ハロン	クアンニン	2009	7,000	WB
13	ヴィンイエン	ヴィンイエン	ヴィンフック	2015	5,000	JICA
14	ヴィン	ヴィン	ゲアン	2013	50,000	ドイツ
15	クアロー	クアロー	ゲアン	2014	3,700	
16	フーロック	ダナン	—	2006	36,400	WB
17	グハンソン	ダナン	—	2006	11,600	WB
18	ソンチャ	ダナン	—	2006	15,900	WB
19	ホアクオン	ダナン	—	2006	36,400	WB
20	ホアスアン	ダナン	—	2015	20,000	WB
21	ダラット	ダラット	ラムドン	2006	7,400	デンマーク
22	ブオンマトウォ	ブオンマトウォ	ダクラク	2006	8,500	デンマーク
23	ハイズオン	ハイズオン	ハイズオン	2013	13,000	ドイツ
24	トゥザウモット	トゥザウモット	ビンズオン	2013	17,650	JICA
25	バックニン	バックニン	バックニン	2013	17,500	ドイツ
26	トゥーソン	トゥーソン	バックニン	2015	33,000	民間
27	バックザン	バックザン	バックザン	2010	10,000	デンマーク
28	ドックニン	ドンホイ	クアンビン	2014	10,000	WB
29	ハタイン	クイニョン	ビンディン	2014	14,000	WB
30	南ニャチャン	ニャチャン	カインホア	2014	40,000	WB
31	タップチャム	ファンラン	ニントゥアン	2012	5,000	
32	ホーメー	フーリー	ハナム	2015	2,500	
33	サムソン	サムソン	タインホア	2015	4,000	
34	ソクチャン	ソクチャン	ソクチャン	2013	13,200	ドイツ
				総処理量	864,550	

出典：「ベトナムの下水道事情と最近の動向」より

(3) 自動車保有台数の増加

ベ国には現在、約 150 万台の自動車と約 3,500 万台のバイクが保有されていると報告されている（ベトナムタイムズ）。

表 14 自動車（4 輪車・2 輪車）の生産台数の推移に、ベ国内における自動車（4 輪車、2 輪車）の生産台数を示す。また、表 15 には、自動車の生産目標（首相決定 No.1168/QĐ-TTg 号/2014）を示す。4 輪車は、10 万台/年程度で推移しているが、中期的には、22 万台（2020 年）、46 万台と急速に増加させる計画である。

2020 年までには、自動車保有台数は 320 万～350 万台、バイクは 3,600 万台と見込ん

でいる ((ベトナムタイムズ))。

表 14 自動車 (4 輪車・2 輪車) の生産台数の推移

(単位 1,000 台)

車種 \ 年	2010	2012	2013	2014
Assembled automobiles (組立自動車)	112.3	86.9	101.1	134.0
Assembled motorbike (組立二輪車)	3,506.6	3,634.5	3,662.3	3,488.8

出典：Industry, Investment and Construction, Statistical Year book of Vietnam 2015, General Statistics of Vietnam

表 15 首相決定「2025 年までのベトナム自動車産業発展戦略及び 2035 年までのビジョン」

(a) 総括的目標

ベトナム自動車産業を重要産業へと構築し、競争優位のある車種に関する国内市場需要を満たし、輸出に参入し、他の産業の発展を促進する動力を創出し、世界の自動車生産ネットワークにおける部品・付属品のサプライヤーとなるために競争力を高める。

(b) 具体的目標

一国内生産台数

+2020年の生産台数：約227,500台。

このうち、9人乗りまでの乗用車が約114,000台、10人乗り以上のバスが約14,200台、トラックが約97,960台、特殊車両が1,340台。

+2025年の生産台数：約466,400台。

このうち、9人乗りまでの乗用車が約237,900台、10人乗り以上のバスが約29,100台、トラックが約197,000台、特殊車両が2,400台。

+2035年の生産台数：約1,531,400台。

このうち、9人乗りまでの乗用車が約852,600台、10人乗り以上のバスが約84,400台、トラックが約587,900台、特殊車両が6,500台。

出典：No.1168/QĐ-TTg 号/2014 年 7 月 16 日、首相決定「2025 年までのベトナム自動車産業発展戦略及び 2035 年までのビジョン」(和訳 JETRO ベトナム事務所 2014)

そのような状況下、下水道整備のための工事実施は、道路占有が広範囲および長期にわたって強いられるため、都市部の交通渋滞を発生させ、社会経済の停滞を招く恐れがある。自動車保有台数の増加は、この影響を大きくし、かつ、都市部における下水道整備の進捗をさらに遅れさせる要因となると予想できる。

また、自動車保有台数の増加は、道路構造物への負荷の増加を意味し、従来の道路構造物の耐久性不足から破損したり、経年劣化が早まったりすることが考えられる。

日本において、自動車保有台数の増加、また、積載貨物量の増加とともに道路への負荷が著しく増加した。その結果、道路構造物であるマンホール蓋への負荷も増加し、種々の問題が発生した。そのひとつが、マンホール蓋ががたつき、騒音を引き起こすことである。

1-2-2 下水道管路資材の性能・機能の不足に伴う課題

衛生問題の発生懸念に対し、ベ国政府は早期の下水道整備事業による解決を図っている。しかしながら、現地政府関係機関、下水道関係者へのヒアリングからは、現在一般的に下水道整備に使用されている、下水道管路資材が次のような不具合を抱えているこ

とが確認された。また、これらの不具合が、交通渋滞や事故に繋がるとともに、効率的な整備の妨げにもなっており、経済的な損失を発生させていることを確認した。

(1) マンホール蓋の機能、性能の現状課題

マンホール蓋は盗難や、低品質からの破損、ガタツキによる騒音、表面摩耗によるスリップ、蓋が周辺舗装に比べて沈下するなどの不具合が顕在化している（写真 2 および写真 3）。

さらに、大雨の影響により、管路が満水となることで、マンホール蓋が持ち上がり外れてしまう事例もヒアリングにより確認した（図 4）。これらは、厳しい道路環境の中で、十分な機能や性能を有したマンホール蓋が使用されていないことが原因であり、ハノイ市では、年間 1 万個の補修交換工事を発生させている（ハノイ下水排水プロジェクト管理所の情報）。したがって、工事費用に加え、道路規制による渋滞が原因で莫大な経済損失が発生していると想定できる。

(2) マンホール本体の性能、施工性の現状課題

ベトナムでは下水道用のマンホールは、現場打ちのコンクリート製であり、その施工は現場においてコンクリート注入から養生まで行うため、道路占有期間が長く、都市部などの交通量が多い箇所では、交通渋滞を引き起こし、社会経済への悪影響がある。

また、現場においてコンクリートを注入する従来工法によるマンホールの施工は、現場ごとに使用部材の設計が必要であるため、質が均質になりにくく、工事業者の施工品質に影響されてしまう。

(3) 下水道管路の将来的な腐食課題

現在の下水道管路の整備方針では、将来的な課題として、管路の腐食が浮き彫りになってくる。

推進工法は、都市部の交通渋滞抑制のため地中を掘り進むのであるが、地中にはすでに多くの埋設物があり、それらを避けるために、施工深度が大きくなる。このことは、下水道管路布設後の維持管理を困難にする。

さらに、ベトナムの気候は亜熱帯性で、水温が高く、微生物反応が活発で硫化水素・硫酸の生成速度が速いため、下水道管路内が腐食環境となりやすい。コンクリート製の下水道管路が腐食すると、内面の劣化により耐久性が低下し、荷重に耐えることができず破損が起きる。これにより、管路内に土砂が入り込むことで道路陥没が起き、大規模な補修工事や交通渋滞などの甚大な経済損失が発生する（図 5）。

このような事態を課題と認識し、現地政府機関や設計コンサルタントは、大深度への推進工法の施工において、維持管理が不要で、耐腐食性を有した下水道管路資材の採用を検討している。

表 16 下水道管路資材の不具合

下水道管路資材	問題点
マンホール蓋	<ul style="list-style-type: none"> 盗難、破損、スリップ事故、浸水による蓋飛散などのリスクを抱えており安全性が高いものではない。 不具合が生じると蓋の交換に関わる経済的な損失や工事期間中は交通障害も発生する。
マンホール本体	<ul style="list-style-type: none"> 現場打ちのため施工日数の長期化による交通障害が発生している。 マンホールごとに設計が必要であり、現場での施工品質にも問題がある。
管渠（パイプ）	<ul style="list-style-type: none"> 将来的な腐食による破損の可能性がある。 管渠の改築や補修には莫大な費用が掛かるだけでなく、工事期間中の交通障害も伴う。

出典：ヒアリングに基づき JICA 調査団作成

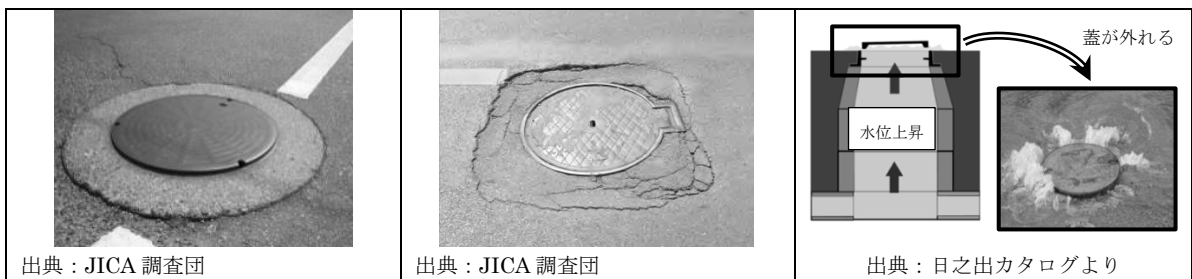
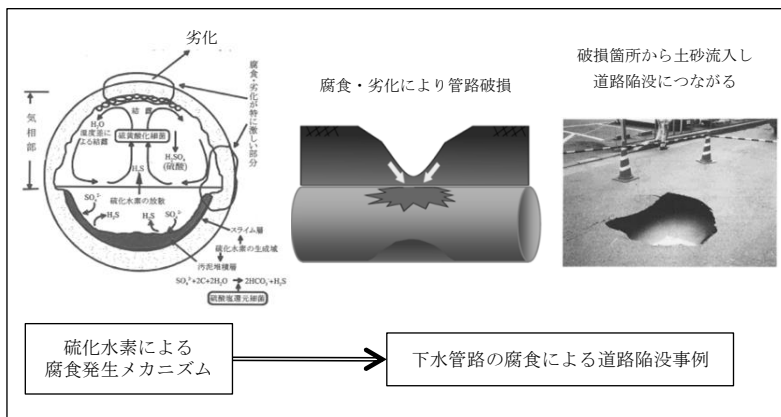


写真 2 摩耗した蓋

写真 3 段差の発生した蓋

図 4 蓋の浮上現象



出典：（左図）日本下水道事業団「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」、2012. 4、（中央図）JICA 調査団作成、（右図）日本下水道協会「下水道管路施設腐食対策の手引き（案）」2002. 5

図 5 下水道管路の腐食発生メカニズムと事故事例

1-3 対象国・地域の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

1-3-1 政府の下水道整備計画

下水道整備に関する問題の解消に向けて、政府は中長期的な目標（2025年、2050年）を設定し、汚水処理普及率の向上に向けて下水道の整備計画を策定している。

早急な下水道整備には、現在のベ国の都市環境を踏まえた下水道施設の施工方法や、財源確保が課題である。したがって、日本を含めた諸外国が、ベ国に対し技術協力や資金援助を行っている。

(1) 2025年、2050年に向けた下水道整備方針

ベ国政府は、排水・下水道の開発を推進すべく、「2025年までの都市、工業団地における排水・下水道の開発に関する修正方針及び2050に向けたビジョンの承認」について首相決定（No. 589/QD-TTg, April 06th, 2016）として発行した。排水および下水道のベ国政府の計画は、表17に示す通りである。

表17 ベトナム政府の排水・下水道に関する開発計画と目標

年 目 次 標	2020		2025		2050
汚 水	都市排水システムのサービス普及率（面積）	70%	同左	80%	100%
	都市中心部における汚水収集・処理率（量）	15-20%			100%
			II以上の都市中心部の汚水処理率（量）	50%	100%
			V級以上の都市中心部（量）	20%	100%
	病院や工業団地からの汚水処理率（量）	100%			
	職業村からの汚水処理率（量）	30-50%	同左	80%	100%
			汚水処理水の他の目的（植栽への散水や道路清掃など）での再利用率	20-30%	
雨 水	都市における雨水排水システムのサービス範囲	70%	同左	80%	100%
	都市中心部の主要道路や、都市中心部、居住区の道路における雨水排水システムの整備率	100%			
	II級以上の都市中心部の雨期における浸水（単位不明）の削減	50%			
			全ての都市中心部における、雨季の定期的な浸水被害の発生	80%	
	排水管理に関する地方の規制や下水道サービス価格が制定・実施される	100%			
			都市中心部の雨水収集、処理及び再利用率	10-20%	

出典：No. 589/QD-TTg, April 06th, 2016

この中で、現在 10%程度といわれている都市中心部の汚水処理率を 2020 年には 15-20%、2025 年には II 以上の都市中心部においては 50%、V 級以上の都市中心部においては 20%とすることが定められている⁴。

一方、開発計画を進捗させるための事業予算は莫大となることから、ODA などの公的資金から調達することが必要である。事業予算の規模は、2015 年現在から 2025 年までに約 117 億 US ドルとなり、さらに、2050 年までには約 469 億 US ドルにまで達することが予測されている⁵。1995 年から 2009 年までの排水・下水道の開発に 21 億 US ドルの予算が投下されたことから予算規模の増加が窺える⁶。

(2) 主要都市の排水・下水道に関するマスタープラン

「2025 年までの都市、工業団地における排水・下水道の開発に関する修正方針及び 2050 に向けたビジョンの承認」文書では、各都市の排水・下水道に関するマスタープランと整合させることを指示しており、効率的・安定的・持続可能な排水・下水システムの構築を目指している。

主要都市のマスタープランは下表に示す通りである。

表 18 主要都市の排水・下水道に関するマスタープラン

No.	都市	文書名	文書 ID	発効日
1	ハノイ市	Approving the Master plan on Hanoi capital's Drainage through 2030 with a Vision toward 2050	725/QD-TTg	2013/5/10
2	ホーチミン市	Approval of Adjusting General Planning of Ho chi minh Construction to 2025	24/QD-TTg	2010/1/6
3	ハイフォン市	Approving the Revision of Hai Phong city Construction Master plan till 2025 and with a Vision to 2050	1448/QD-TTg	2009/6/16
4	ダナン市	Approving the Revision General Master plan of Da Nang city till 2030, with a vision to 2050	2357/QD-TTg	2013/12/4
5	メコンデルタ地帯	Approving the Master plan on water drainage in the Mekong river delta key economic region through 2020	2066/QD-TTg	2010/11/12
6	カウ川流域	Approving the Master plan on water Drainage in the Cau river catchment region through 2020	228/QD-TTg	2013/1/25
7	ヌエ川流域	Approving the Drainage and Waste water treatment of the Residential area and Industrial area for Nhue – Day river till 2030	681/QD-TTg	2013/5/3
8	カントー市	Approving the Revision Master Plan of Can Tho city to 2030 with a Vision to 2050	1515/QD-TTg	2013/8/28

出典: JETRO 「ベトナム国水ビジネス市場調査報告書」

(3) 政府関係機関の役割

下水道事業に関わる政府関係機関を以下の表 19 に示す⁷。

⁴ ベトナム国の都市等級の区分については JICA: “Study Report on Water Supply, Drainage and Sewerage, Volume 03, The Study on Urban Environmental Management in Vietnam”, 2011 の 8 ページを参照。

⁵ JETRO: 「ベトナム国水ビジネス市場調査報告書」、2015

⁶ World Bank: “Socialist Republic of Vietnam Performance of the Wastewater Sector in Urban Areas: A Review and Recommendations for Improvement”, Vietnam Urban Wastewater Review, 2013

⁷ JICA: “Study Report on Water Supply, Drainage and Sewerage, Volume 03, The Study on Urban Environmental Management in Vietnam”, 2011

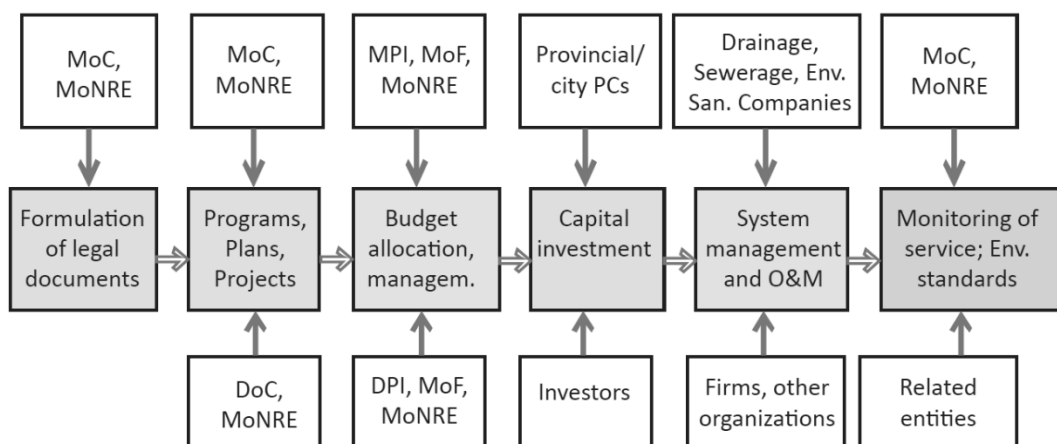
表 19 下水道事業に関わる政府関係機関の一覧

機関名	役割
建設省 (MOC)	<ul style="list-style-type: none"> ・排水事業に関する調査や政策立案を大臣へ提出、または公表する ・排水改善の実務機関や国家プログラムを組織する ・排水事業に関する法律、規格、技術的経済的な基準を公表する ・国内の排水事業に関する活動を指揮、監督、検査する ・傘下の建設科学技術院 (IBST) は設計基準策定を、また、建設経済院 (ICE) は積算基準策定を担当
資源環境省 (MONRE)	<ul style="list-style-type: none"> ・排水事業に関する環境保護や汚染対策についての政策の責任を負う。
農業および地方開発省 (MARD)	<ul style="list-style-type: none"> ・灌漑事業に関する開発や保護政策について責任を負う。
計画投資省 (MPI)	<ul style="list-style-type: none"> ・排水事業の様々な政策に関する国家予算の配分 ・排水事業への出資のため国内外の資本を呼び込むための調査および計画立案 ・排水事業実行のため、政府開発援助(ODA)による資金を管理する
金融省 (MOF)	<ul style="list-style-type: none"> ・計画投資省と連携し、国家予算の配分や、国内外の資本を呼び込むための金融政策の調査および計画立案 ・排水事業に投下される ODA 資金の金融面における管理運営 ・建設省と連携し、排水事業に関する国内の使用料金の徴収と使途について指揮、検査、指導を行う。
省級の人民委員会	<ul style="list-style-type: none"> ・省級の人民委員会(Provincial-level people's committees)は管轄地域において排水事業を遂行すべく、専門機関や下位の人民委員会を管理運営する。 ・都市部の人民委員会(People's Committees of urban centers)は、排水システムの整備計画、投資計画、建設工事に関して立案し、管理運営も行う。
科学技術省 (MOST)	<ul style="list-style-type: none"> ・各省庁から申請を受けた基準案を審査および承認し、国家基準の発行を担当する
プロジェクト事務所(PMU)	<ul style="list-style-type: none"> ・日本や諸外国をドナーとした ODA 事業の発注、管理、運営機関。ハノイ市の場合、ハノイ PMB と呼称する。

出典：JICA の Study Report を基に、一部追記し作成

(4) プロジェクト実施段階における政府関係機関の役割

プロジェクトの各実施段階における事業者と PPC、DPI、MOC、MOF、MONRE の関わりを、図 6 に例示する。事業者は、DOC の技術的な審査を経て、PPC へ申請し MOC によって承認される。用地取得や下水道の環境に与える課題については、MONRE (省の段階では、DONRE) が審査する。投資計画および財政については、DPI、PPC、MPI、MOF が審査・承認に関わる。



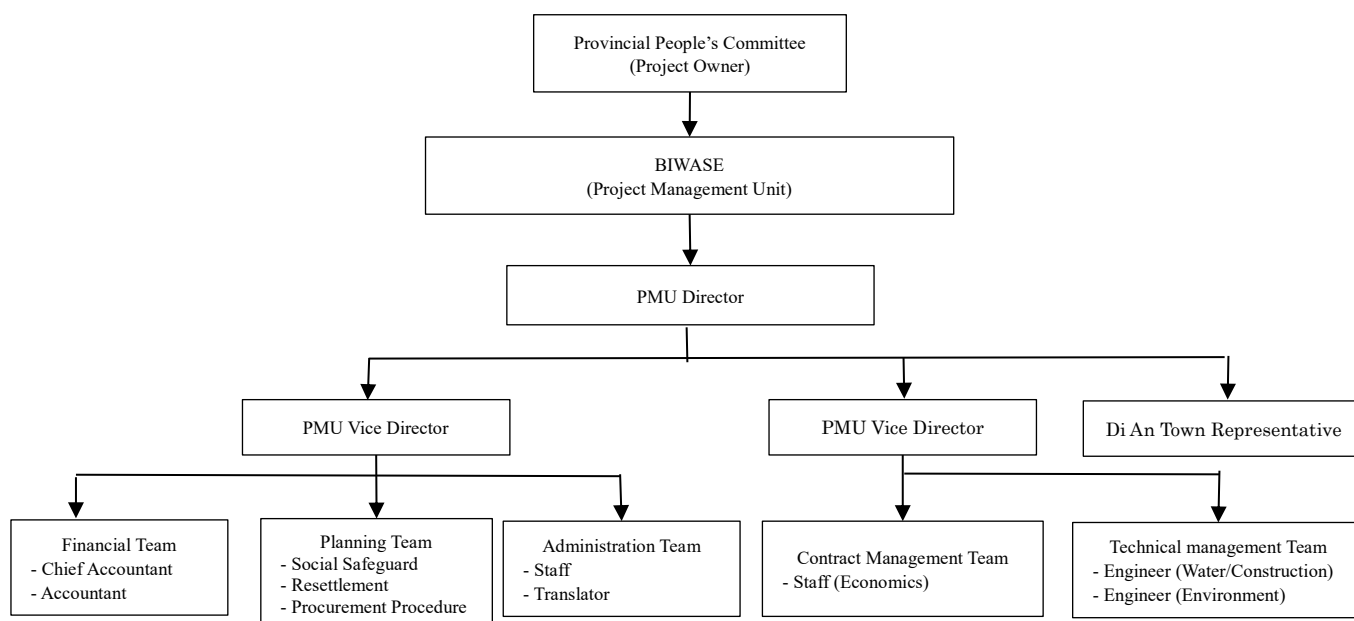
Adapted from Grontmij - WSP, 2012

出典： Socialist Republic of Vietnam Performance of the Wastewater Sector in Urban Areas: A Review and Recommendations for Improvement, Vietnam Urban Wastewater Review, World Bank Dec. 2013

図 6 下水道の事業段階における国・省市・事業者の関わり

(5) 上下水道セクターの PMU

上下水道セクターの PMU の組織について、WB の支援する Binh Duong 省 BIWASE に設置する PMU を、図 7 に例示する。PPC の監督下にある BIWASE（ビンズオン上下水道環境公社）に PMU を設置し、PMU 局長の下に、財政・事業計画担当および調達・技術管理部門の次長・スタッフと、管轄地の担当部局が置かれている。PMU のスタッフは、総務・管理、財政、住民移転・用地取得等の環境社会配慮・住民補償、契約、建設、下水道、環境分野の技術者・専門職で構成されている。



出典： Addendum to Proposed Operations Manual for Vietnam Urban Water Supply and Wastewater Project, World Bank April 2016

図 7 PMU 組織の提案事例

1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析

1-4-1 外国資本の ODA による下水・排水事業

(1) プロジェクト実施状況

世界銀行やアジア開発銀行は、ベ国の都市部を中心に、ODA 事業を実施してきている。世界銀行(WB)による ODA 事業の一覧を表 20 に、合わせてアジア開発銀行(ADB)による ODA 事業の一覧を表 21 に示す。

ODA 事業の内容は、衛生環境の改善を目的とした下水処理施設建設や下水道網整備事業、また、洪水による浸水被害を防止する排水整備、改善事業が挙げられる。

表 20 世界銀行の下水・排水事業に係る ODA 事業

No.	事業名	承認年月日	資金 (百万 USドル)
1	Vinh Phuc Flood Risk and Water Management Project	2016/4/29	150
2	Can Tho Urban Development and Resilience	2016/3/24	250
3	Second Ho Chi Minh City Environmental Sanitation Project	2014/12/23	450
4	Mekong Delta Region Urban Upgrading Project	2012/3/22	292
5	URBAN WATER SUPPLY AND WASTEWATER	2011/5/24	200
6	Coastal Cities Environmental Sanitation Project	2006/12/19	124.7
7	VN-Red River Delta Rural Water Supply and Sanitation Project	2005/9/15	45.8
8	URBAN UPGRADING PROJECT	2004/4/29	222.4
9	Ho Chi Minh City Environmental Sanitation (Nhieu Loc-Thi Nghe Basin) Project	2001/3/20	166.3
10	THREE CITIES SANITATION PROJECT	1999/5/18	80.5

出典：世界銀行(WB)ホームページ

表 21 アジア開発銀行の下水・排水事業に係る ODA 事業

No.	事業名	承認年月日	資金 (百万 USドル)
1	Urban Environment and Climate Change Adaptation Project	2015/11/27	100
2	Secondary Cities Development Project	2013/10/11	95
3	Greater Mekong Subregion Corridor Towns Development Project	2012/12/12	130
4	Comprehensive Socioeconomic Urban Development Project in Viet Tri, Hung Yen and Dong Dang	2011/12/8	70
5	Central Region Rural Water Supply and Sanitation Sector Project	2009/12/17	45
6	Thanh Hoa City Comprehensive Socioeconomic Development Project	2009/3/5	72
7	Central Region Small and Medium Towns Development	2006/11/17	53.2
8	Third Provincial Towns Water Supply and Sanitation	2001/12/13	60

出典：アジア開発銀行(ADB)ホームページ

1-4-2 日本のODAによる下水・排水事業

(1) 日本のODA事業

日本は、ベ国に対する援助方針の重点分野として、「脆弱性への対応」という枠組みを設けており、都市化や工業化に伴い顕在化している環境問題への対応支援を重視している。その枠組みの中で、ODA事業を活用し、都市環境改善に向けた下水道整備を実施し、下水道処理施設建設や下水、排水網の整備を支援している。

また、中国によるアジアインフラ投資銀行（AIIB）の活動に対して、日本政府の提案する「質の高いインフラ」、環境に害を及ぼさないインフラ事業を推進する援助計画として差別化が可能である。製品の値段が高く見えるものの、工事費とライフサイクルを考慮すると、「使いやすく、長持ちし、そして、環境に優しく災害の備えにもなる」ため、長期的には安価なものになると考える。

表 22 日本の下水・排水事業に係る ODA 事業

No.	事業名	承認年月日	資金 (百万円)
1	Second Ho Chi Minh City Water Environment Improvement Project (III)	2016/5/28	20,967
2	Dong Nai Province Water Infrastructure Construction Project	2015/7/4	14,910
3	Ha Long City Water Environment Improvement Project (E/S)	2015/7/4	1,061
4	Hanoi City Yen Xa Sewerage System Project (I)	2013/3/22	28,417
5	Southern Binh Duong Province Water Environment Improvement Project - Phase 2	2012/3/30	19,961
6	Ho Chi Minh City Water Environment Improvement Project (3)	2010/5/27	4,327
7	Hai Phong City Environmental Improvement Project (II)	2009/3/31	21,306
8	Second Hanoi Drainage Project for Environmental Improvement (II)	2009/3/31	29,289
9	Hue City Water Environment Improvement Project	2008/3/31	20,883
10	Second Ho Chi Minh City Water Environment Improvement Project (II)	2008/3/31	13,169
11	Southern Binh Duong Province Water Environment Improvement Project	2007/3/30	7,770
12	Second Hanoi Drainage Project for Environmental Improvement(I)	2006/3/31	3,044
13	Second Ho Chi Minh City Water Environment Improvement Project(I)	2006/3/31	1,557
14	Hai Phong City Environmental Improvement Project (I)	2005/3/31	1,517
15	Southern Viet Nam Water Supply Project(II) (Dong Nai and Ba Ria-Vung Tau Provinces(II))	2004/3/31	3,308
16	Ho Chi Minh City Water Environment Improvement Project(II)	2003/3/31	15,794
17	Ho Chi Minh City Water Environment Improvement Project(I)	2001/3/30	8,200
18	Dong Nai And Ba Ria-Vung Tau Water Supply Project (I)	1998/3/30	5,771
19	Hanoi Drainage Project For Environment Improvement (II)	1998/3/30	12,165
20	Hanoi Drainage Project For Environment Improvement	1995/4/18	6,406

出典: JICA ホームページ

(2) 推進工法規格基準化の動き（日本国による推進工法技術の移転）

2010年12月に日越間で下水道分野における技術協力に関する覚書を締結した後、日本技術である推進工法技術をベ国へ移転することを目的に、国交省は下水道グローバルセンター（GCUS）に「ベトナム委員会」を設置した。この委員会は、下水道分野の専門家、コンサルタント、民間企業により構成されており、日本の国交省をはじめ、自治体やJICAと連携を図りながら、活動している組織である。

この委員会の主要な成果が「推進工法関連規格」の作成であり、2016年3月には国土交通省とベトナム建設省の連名により本規格書を作成および公表した。ベトナム建設省ハ一副大臣（現：建設大臣）は、現状、国内の推進工法規格は存在しないため、本規格書をベースとして正式な規格を策定するように関係機関へ指示した⁸。

他方、日本のODAによるハノイ市やホーチミン市の下水道整備工事において、推進工法技術を採用している事業がすでに開始している。そのような事業のなかで、本規格書が適用されることにより、今後のベ国内の正式な規格化および他都市への普及が進むことが考えられる。

また、本規格書の中には、マンホール蓋やマンホール本体の製品に関する規格も搭載されている。日本の推進工法技術を適用する工事案件において、その効果を十分に発揮するためには、高品質な下水道資材が必要であることから、その品質や安全性能の規格が搭載されることとなった。

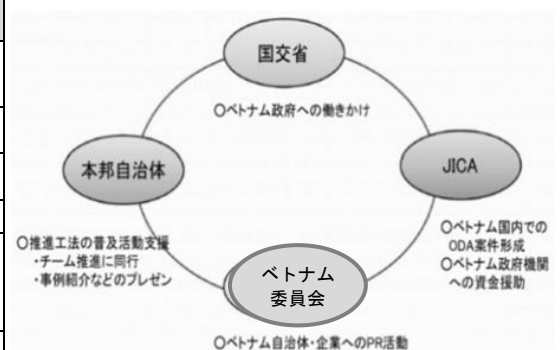
推進工法技術と同様、今後発注される下水道整備案件において、下水道資材に関しても日本の技術が適用されれば、今後の普及が期待できると考える。

推進工法技術は、効率良い下水道整備を促進し、都市環境改善を成し遂げられる。さらに、日之出水道機器備が提案する下水道管路資材は、工事中の交通渋滞やコンクリート腐食課題による道路陥没事故を未然に防止することで経済損失を抑えて、推進工法の効果を最大化することができる。したがって、ベ国における下水管路技術の一体的な取り組みは、日本の援助方針と合致していると考えられる。

表 23 官民連携によるベトナム国への技術移転

活動時期	活動内容
2010年12月	国土交通省とベトナム建設省の間で「下水道分野に関する技術協力覚書」が締結。
2013年3月	国交省が「推進工法関連規格」をベ国に授与
2014年6月	国交省がGCUSにベトナム委員会を設置。
2015年1月	国交省が「推進工法関連規格の改訂版」をベ国に授与
2015年2月	推進工法技術の車両交通規制を抑制させるメリットを最大化させるため、高機能マンホール蓋と組立マンホールを提案
2015年10月	国交省が「推進工法関連規格案の2015年1月改訂版」をベトナム建設省に授与。高機能マンホール蓋と組立マンホールの規格を搭載したもの。
2016年3月	「推進工法関連規格」をさらに改訂し、国交省とベトナム建設省の連名により作成し発表。正式な国内規格化に向けて協議継続中。

出典：JICA 調査団作成



出典：GCUS

図 8 日本の官民連携スキーム

⁸ 森田弘昭：「GCUS ベトナム委員会の 2016 年 3 月訪越活動報告」月刊推進技術 Vol.30, No.4, 2016, pp. 63-67

(3) 推進工法技術を活用した ODA 事業

次の表 24 推進工法技術を活用した ODA 事業例に、直近のベトナムにおいて推進工法技術が採用された ODA による工事案件を示す。大都市だけでなく、地方都市においても推進工法技術の需要は広がっており、今後も継続的な需要が見込める。

表 24 推進工法技術を活用した ODA 事業例

場所	発注時期	事業名	推進工事延長距離
ビンズオン省	完工	南部ビンズオン省水環境改善事業、パッケージ 3	438.5m
ホーチミン市	2016 年 契約済み	Second Ho Chi Minh City Water Environment Improvement Project Package G	25.0km
ドンナイ省	2018 年	ビエンホア市水環境改善事業、パッケージ 3	10.0km
ダナン市	2019 年	ダナン市水環境改善事業、パッケージ 1	5.4km
ダナン市	2019 年	ダナン市水環境改善事業、パッケージ 3	1.4km
ハノイ市	2016 年	ハノイ市エンサ下水道整備事業、パッケージ 2	14.0km
ハノイ市	2016 年	ハノイ市エンサ下水道整備事業、パッケージ 3	4.0km
ハノイ市	2016 年	ハノイ市エンサ下水道整備事業、パッケージ 4	6.5km

出典：JICA ベトナム事務所からのヒアリングをもとに作成

第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業の製品・技術の特長

2-1-1 製品・技術の特長

日之出水道機器(株)提案の下水道管路資材は以下に示すように、3つの要素から構成され、それぞれ特長を有している。

(1) 高機能マンホール蓋

ロック機能により、専用工具以外では蓋の開閉ができない盗難対策製品であり、さらに、マンホール内が満水になると自動的に蓋が一定の高さまで浮上し、水を解放する機能を有する。車両通行時のガタツキを防止する構造、表面の突起構造によるスリップ防止、蓋の下部の強固な基礎調整部による沈下防止などの特徴がある。

(2) コンクリート製組立マンホール

あらかじめ高品質な部材を工場生産し、工事現場において、必要な高さに合わせてそれらの部材を組み合わせるだけなので、施工時間の削減に寄与し、道路の占有期間を短くすることが可能。

(3) レジンコンクリート製組立マンホール／推進管

一般的なコンクリートは、材料である骨材同士を結合させるためにセメントを使用するが、レジンコンクリートは樹脂を使用した材質だ。耐腐食に優れており、かつ、耐久性が強いため、維持管理の難しい大深度管渠・長距離推進管として適する（普通コンクリートに対して約3倍の圧縮強度、約7倍の曲げ強度）。腐食による劣化がなく長寿命のため、普通コンクリート製品よりもライフサイクルコストが安い。

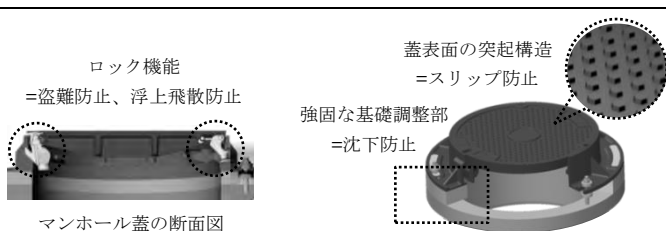


図9 高機能マンホール鉄蓋の特長

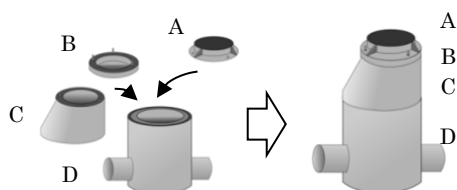


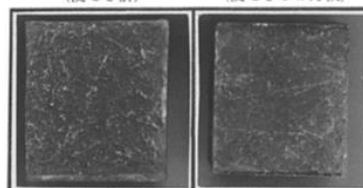
図10 コンクリート製組立マンホールの特長

出典：JICA 調査団

硫酸 10% 浸漬試験

レジンコンクリート (変化なし)

(浸せき前) (浸せき1ヵ月後)



普通コンクリート (質量変化率▲78%)

(浸せき前) (浸せき1ヵ月後)

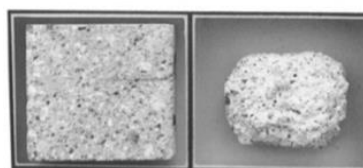


図11 耐腐食試験結果

出典：日之出カタログ

2-1-2 製品・技術のスペック・価格

日之出水道機器(株)提案製品のスペックおよび価格は、表 25 に示す通りである。なお、スペックや価格は現地での調査や採用化の活動の中で変更していき、現地ニーズと合致させる方針である。

表 25 提案製品のスペックおよび価格

下水道管路資材 項目	2) スペック	3) 価格
① 高機能マンホール蓋	呼径 φ600 材質 FCD	66,400 円
② コンクリート製組立マンホール	1号 (φ900)	115,310 円
③ レジンコンクリート製推進管	呼径 φ500	69,700 円/本

出典：JICA 調査団

2-1-3 製品・技術における特許の有無（国内、海外）

あり・なし

2-1-4 国内外の販売実績

表 26 提案製品の国内外販売実績

国内売上実績（直近3カ年）	2012年	2013年	2014年
① 高機能マンホール蓋	約 135,000 組	約 130,000 組	約 124,000 組
② コンクリート製組立マンホール	約 1,000 組	約 1,000 組	約 1,600 組
③ レジンコンクリート製マンホール/推進管	約 11,600 基	約 10,900 基	約 10,000 基
国外売上実績（中国）	2011年	2012年	2013年
① 高機能マンホール蓋	320 組	30 組	12 組
国外売上実績（台湾）	2012年	2013年	2014年
① 高機能マンホール蓋	25 組	約 780 組	約 1400 組

出典：JICA 調査団

2-1-5 国内外の競合他社製品と比べた比較優位性

(1) 高機能マンホール蓋

一般的に使用されているマンホール蓋は、ガタツキ問題や盗難被害に加えて、過酷化が予想される道路環境に対して、破損やスリップ、蓋の逸脱といった安全に関わる性能が不足している。高機能マンホール蓋はこれらの課題を解決する性能や機能を有している。

(2) コンクリート製組立マンホール

現在ベ国において主流の現場打ちマンホールは、コンクリートの養生に長期間を要するため施工期間が長くなる。組立マンホールは、工場製作製品であるため、施工時間を大幅に短縮することが可能。さらに工場生産のため、コンクリートの品質も安定している。日本においては、現場打ちマンホールの施工期間は養生期間を含め約 1 ヶ月であるのに対し、組立マンホールは約 1 日での施工が可能である。

(3) レジンコンクリート製マンホール／推進管

コンクリート製品の腐食対策として、ベ国では樹脂ライニングが行われた事例があるが、施工性と耐久性に課題がある。シンガポールやマレーシアでは、コンクリート腐食対策を規定しており、HDPE（高密度ポリエチレン）ライニングが使用されている⁹。しかし、コンクリート管の内面に樹脂を付着させるこの製品は、施工時に内面が傷つけられてしまう懸念がある。

一方、日之出水道機器㈱提案のレジンコンクリート製品は、材質自体が硫化水素腐食に対する耐腐食性を有しているため、ライフサイクルコストの低減に有効である。

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2-2-1 海外進出の目的

日之出水道機器㈱は、官民連携の動きと協調することで、ベ国の急速な下水道整備に伴う管路資材に対する技術的要求に応え、かつ、社会貢献を目的に日本技術の海外移転を図ることを目指す。これにより、提案製品・技術がベ国において普及し、現地の下水道整備需要の取り込みが可能となることで、日之出水道機器㈱の業績拡大につながると考える。

2-2-2 経営戦略における海外事業の位置付け

長期的な供給計画として、下水道管路資材一括での現地調達を、現地パートナーとの合弁や提携により目指す。そのためには、需要の見極めや現地工場の製造能力を詳細に調査し、最適な設備投資を検討する必要がある。

長期的な販売計画として、現地でのパートナー企業が有している既存顧客網や流通網を活用し、日本のODA事業での実績を皮切りに、ベ国公共事業（現地発注）や民間事業での販売拡大を目指す。さらに、下記のように東南アジアの周辺諸国をターゲットに、ベ国を製造拠点とした販売流通網の構築も目指す。その先には、日之出水道機器㈱提案技術の東南アジア標準化も視野に入れる。

2-2-3 海外展開を検討中の国・地域・都市

管路の硫化水素腐食やマンホール蓋のガタツキ・飛散事故は、マレーシア、フィリピン、インドネシア等の東南アジア諸国に共通の課題である。これらの地域では、都市化の進展に対して、水環境の保全と下水道事業へのニーズが高まると想定している。

2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

2-3-1 新たな技術開発による雇用拡大や人材育成強化

ベ国でのビジネス展開が順調に進捗し、日之出水道機器㈱の知見が高まり、かつ、売上・利益が拡大することで、国内での新たな研究開発や、国内外の市場開拓を目的とし

⁹ SGTT (Singapore Society for Trenchless Technology) ホームページより (<http://www.sgstt.org.sg/technology.php>)

た雇用面の拡大や設備資本投下につなげることができる。

また、ビジネスの経験やノウハウを若手技術者などの人材に伝えることで、世界的視野を持った人材の育成が可能と考える。

2-3-2 製品競争力の強化と他市場への展開

ベ国市場への参画を通じて、ベ国市場もしくは新興国固有のニーズと需要が把握できれば、より幅広くローカルに受け入れられる製品の研究開発につなげることが可能。また、ベ国で得た下水道事業に関する知見やノウハウを、JICA 研修等を経て、海外へ発信することで日本技術をより広く海外へ普及させることができると考える。

第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3-1 製品・技術の現地適合性検証方法（紹介、試用など）

3-1-1 調査の基本方針

ベ国における下水道管路資材の実態・有効性調査を以下の方針に従って実施する。

(1) マンホール蓋、組立マンホール（システム施工）の有効性調査

下水道管路資材の実地での調査により、提案製品の性能が現地課題に対しての有効性を評価するとともに、施工にかかるコストを算出することで提案製品の経済的な優位性を定量的に評価する。現地製品と提案製品の性能把握は、サンプルを入手し国内試験機関にて行なう。

(2) 下水道管路施設腐食実態現地調査に基づくレジンコンクリートの有効性調査

現地の下水道施設における腐食実態調査を行い腐食対策の必要性を確認するとともに、レジンコンクリートの耐腐食性を評価する。

合わせて、コンクリート管に対してレジンコンクリート管を布設した場合のライフサイクルコストの比較評価により、レジンコンクリートの経済的優位性を確認する。

(3) レジンコンクリート製造可否調査と腐食対策ニーズ調査

ベトナムにおいてレジンコンクリートが製造可能か評価するため、骨材調達、樹脂との混練後の硬化の確認、テストピースによる強度の確認といった検証を実施。

WATS モデルを用いて、ベ国の下水道管路における将来的な腐食環境を予測する。これにより、今後下水道整備が進んだ際の腐食対策の必要性を浮き彫りにする。

3-1-2 作業内容

上記の調査方針に従い、それぞれの調査項目と内容を次に示す。

調査項目	調査内容
1. マンホール蓋、組立マンホール（システム施工）の有効性調査	
(1) マンホール蓋の有効性調査	
a) 現地調査	現地に設置してあるマンホール蓋の状況調査を実施することで、ベ国におけるマンホール蓋の課題や問題点を確認する。
b) 性能確認試験の実施	現地マンホール蓋および高機能マンホール蓋の性能把握を行い、1)で確認した現地課題を解決し得るか確認をする。定量的な性能評価は現地サンプルを入手し、試験機関にて評価を行う。
(2) マンホール蓋、組立マンホールに関する施工性調査	
a) 積算基準策定に関する調査	ベ国および日本における施工コスト算出のための基準の作成方法に関する調査を実施し、今回実施する積算基準策定のための実態調査方法を決定する。
b) 実施に基づいた実態調査	1)の調査の結果を受けて、組立マンホールおよびマンホール蓋の実態調査を実施する。
c) 積算基準（案）の策定	2)の実態調査結果より、各施設に関する積算基準（案）を策定する（実態調査が出来ないものは、調査結果に基づいて類推する）。
d) 経済性の比較評価	現地従来工法と提案技術の経済性の比較評価

調査項目	調査内容
2. 下水道管路施設腐食実態現地調査に基づくレジンコンクリートの有効性調査	
(1) 現地腐食環境の調査とレジンコンクリートの耐腐食性能調査	
a) 腐食実態調査	腐食が想定される個所の腐食環境の調査（硫化水素濃度測定）を行なう。
b) レジンコンクリートの耐腐食性能調査	コンクリートおよびレジンコンクリート供試体の暴露試験を行い、劣化度の調査を行う。（また鋳鉄についても、マンホール蓋の性能確認試験の一環として供試体の暴露試験を行う。）
c) レジンコンクリート管の経済性評価	コンクリート管に対するレジンコンクリート管のライフサイクルコストを算出し、経済性の比較評価を行う。
3. レジンコンクリート製造可否調査と腐食対策ニーズ調査	
(1) 製造可能性調査および生産体制の検討	
a) 材料調達可能性及びコスト調査	骨材、樹脂などのベ国での調達ルート/価格を確認。現地で調達できる材料と日本から調達する試験器具を使用して試験体を製造し、現地環境で生産ができる配合設計を検証。
b) 製品の設計/仕様の検討	ベ国の規格、推進掘進機などの制約などを勘案した製品の形状と、現地生産するサイズバリエーションを決定する。
c) 成形方法検討	1),2)を踏まえた製品の成形条件を設定する。
d) 設備仕様検討	2),3)から現地生産するための設備仕様を想定する。
(2) 腐食対策ニーズ調査	
a) 耐腐食製品のニーズ調査	(2)に調査結果踏まえて、WATS モデルを適用して腐食要因である硫化水素濃度の将来予測を行ない、腐食環境の予測（ニーズの予測）を行なう。予測に必要な現地水質の情報として、ビルピット、腐敗槽および工場排水渠を対象として、水温、pH、硫酸イオン、CODcr濃度を測定する。また、予測は現地管渠を想定したものとする。

3-2 製品・技術の現地適合性検証結果

※本項は非公開とする。

3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認

3-3-1 ベトナム政府関係機関の問題意識

(1) マンホール蓋およびマンホール本体

日之出水道機器(株)は、これまでベトナムにおいて政府関係機関に対し、提案製品に関する技術プレゼンを実施している。その際、ベトナム側がマンホール蓋およびマンホール本体に関して、現在課題と感じていることを抽出した。この課題に関し、以下の表にまとめる。

ア. マンホール蓋

現象面	内容
破損：	車両への損害、悪化した場合、蓋の飛散など
ガタツキ：	周辺舗装の破損や、蓋の逸脱・飛散、騒音問題につながる恐れあり。
盗難：	人の転落事故や車両のタイヤの落ち込み事故
洪水・浸水による蓋の逸脱：	〃
舗装との段差：	車両やバイクへの損害、段差を避けることによる渋滞
製品の取替や補充の頻発：	道路の安全性のみならず、財政への悪影響
品質面・制度面	内容
性能や機能を要求する規格・基準がない：	道路上や管路上でのマンホール蓋の安全性の性能に関する、規格/基準がない為に、粗悪品が使用されやすい。その為に、事故や渋滞など安全性や経済性が担保されていない。 ※マンホール蓋規格に関し、ベトナムはヨーロッパ規格を基に2017年から作成を開始する予定。ただし、安全性や機能に関する明確な規定がないことから、日之出水道にサポートを要請している(2017年3月「第二回現地セミナー」)。
メーカーの把握していない：	品質や性能、機能を検査する制度が確立されていないことは、持続的・安定的な高水準の製品供給が達成できない懸念がある。 規格基準や検査内容を作ることにより、品質の担保となるし、マンホール蓋メーカーの品質力の向上にもつながる。

出典：ヒアリングに基づき JICA 調査団にて作成

イ. 組立マンホール

施工面・品質面	内容
施工工期の問題：	これまでの現場打ちやレンガ積みによる施工は工期が長く、交通渋滞の発生を誘発する。
腐食問題：	コンクリート製品は腐食により、損壊や劣化を起こし、重大事故につながる懸念がある。

出典：ヒアリングに基づき JICA 調査団にて作成

(2) 下水道施設のコンクリート腐食

2016年6月20日および2017年3月10日に日之出水道機器(株)が実施した「下水道施

設の腐食対策技術に関する技術セミナー」において、ベ国側出席者より以下のような発言があり、腐食対策に対するニーズの高さがうかがえた。

表 27 ベトナム政府関係機関の腐食対策ニーズ

日付	発言者	内容
2016/6/20	MOC-ATI Tien 局長	排水処理システムにおける施設の腐食の防止という仕事は、ベ国の都市に対して提示される切実な課題である。腐食の現象は、排水処理回収システム(排水管、排水井戸)、排水処理施設(受け入れ池、沈殿池、泥蓄積池など)のようなほとんどすべての施設で起っており、もし、常に保守、改修、改造に関心を払わなければ、時間に従って、排水処理施設に対して、決して小さいとは言えない影響を与えることになるだろう。
〃	MOC-IBST Viet 副院長、 ハノイ PMB Giang 副局長	ベ国側では腐食課題に関する規格・基準がないため、日本の「下水道管路施設腐食対策の手引き」をベ国側へ提供してほしい。
〃	ハノイ PMB Giang 副局長	腐食課題に対する対策として重要なのは、人民委員会に対して説得力があり、社会的インパクト、および、経済効率性の高い対策手法の選定である。その選定に関してアドバイスが欲しい。
〃	MOC-ICE Khoa 院長	ベ国における ODA 案件での導入だけでなく、ベ国市場全般に対する導入を想定したコスト設定をしてほしい。本案件は、技術面および価格面の有効性調査をしてほしい。
2017/3/10	ハノイ土木工科大学・Nhuc 教授	<ul style="list-style-type: none"> ・下水から有毒ガスが発生する等の危険性があること、硫化水素の具体的な危険性等を学ぶことができた。 ・硫化水素の危険性分類を定量的に実施することを学んだ。これまでベトナムでは定性的な認識しかなかった。
〃	MOC-ATI Mai Huong 副局長	<ul style="list-style-type: none"> ・腐食防止技術について、まずは TCVN に入れて普及し、その後 QCVN に反映するとよい。 ・ハノイ市 PMB もセミナーに興味を持っており副局長が参加した。また、学識者や専門家も多く出席しており、今後ベトナムの生徒たちに今日の内容を教えるでしょう。

出典：ヒアリングに基づき JICA 調査団にて作成

さらに、日本の ODA 事業であるベ国南部ビンズオン省、また、ハノイ市における推進工事案件において、推進管は耐腐食処理を施した仕様であることと設計された。

このようなことから、下水道工事発注機関であるベ国政府側においてもコンクリート腐食に対する問題意識は高く、その対策を要望していることが分かる。

3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性

3-4-1 組立マンホール導入による施工優位性

(1) 組立マンホール導入による施工優位性の評価

現場打ちマンホールと組立マンホール及びマンホール蓋の経済性及び施工期間を比較すると、表 28 のとおりとなる。

マンホールについては、現場打ちに比べて、組立マンホールが約 20%程度コスト増となるが、工期は現場打ちマンホールが道路内での型枠設置、生コン流し込み、コンクリート養生、脱型の 1 週間を要するのに対して、コンクリート養生をほとんど必要としない組立マンホールは 0.14 日と大幅な工期短縮が可能である結果となり、道路交通への影響を最小限に抑えることができる。

また、マンホール蓋については、高機能マンホール蓋がベ国製マンホールの約 2.6 倍の価格であることから、設置費が安価であっても、1ヶ所当り 2.5 倍となった。

表 28 1号マンホール (H=2m) 及びマンホール蓋に関する比較表

Vietcombank 2017/2/21
200.27 VND/JPY

		項目	従来工法 (現場打ち)	新工法 (プレキャスト)	従来比
マンホール躯体	経済性	材料費	47,255	78,617	166%
		人件費	20,512	3,877	19%
		建設機械	1,873	1,329	71%
		合計	69,640	83,823	120%
	工程		7.0日	0.14日	2.0%
マンホール蓋	経済性	材料費	21,192	55,750	263.1%
		人件費	742	207	27.9%
		建設機械	30	0	0.0%
		合計	21,964	55,957	255%
	工程		0.5日	0.08日	16.7%
合計	経済性		91,604	139,780	152.6%
	工程		7.0日	0.23日	3.2%

※マンホールの材料費は、別添資料-15を参照のこと。
出典：JICA 調査団

従来工法（現場打ち）と新工法（プレキャスト：組立）を比較すると、次のようなメリット、デメリットが考えられる。

マンホール種別	工種	施工期間(*)	メリット、デメリット
従来工法 (現場打ち)	型枠工 コンクリート打設工 コンクリート養生工 脱型	1週間 程度	<ul style="list-style-type: none"> ● 浅埋設の場合、工事費が安価である。 ✓ 養生期間は、立坑に覆工板を設置することで、道路開放が可能であるが、その間の土留め損料や安全対策費等が必要となる。 ✓ 深くなればなるほど、養生期間が長くなり、道路交通への影響は大きくなる。

マンホール種別	工種	施工期間(*)	メリット、デメリット
	マンホール蓋設置工		<ul style="list-style-type: none"> ● 安価である。 ✓ 既設マンホール蓋は、かなり老朽化が進んでおり、経過年数は不明だが、現在交通事故の原因にもなっている。 ✓ 現在、効率的な取替工法が存在しない状況である。
新工法(組立)	マンホール躯体設置工	1時間半程度	<ul style="list-style-type: none"> ● 工期の短縮が図れるため、道路交通への影響を極めて小さくでき、社会面、経済面の両面に寄与できる。 ● 加えて、渋滞を軽減することで、無駄なアイドリングが減ることによる排気ガスの低減が図れると予想され、環境面においても大きなメリットが考えられる。 ✓ 従来工法より高価(20%程度)である。
	高機能マンホール蓋設置工		<ul style="list-style-type: none"> ● 日本の実績より、蓋の平均寿命は35年程度あるため、将来の財政面を考慮すると、初期投資が高価であっても、長寿命化が図られ、将来の維持管理費の増大を抑えることに寄与できる。 ✓ 従来工法の約2.5倍の価格であり、初期投資は必要となる(マンホール躯体を含む全体の初期投資は1.5倍程度)。

*: 施工期間は、マンホール設置+マンホール蓋設置終了までの期間を示す。

以上より、本邦技術の組立マンホール及び高機能マンホール蓋の導入は、コスト面では従来工法に比べて高価(従来工法の2.5倍)となるが、約30分の1の工期短縮により、現在ベ国で顕在化している交通渋滞、及び公共事業を実施することによる交通渋滞の助長を、大きく緩和できるだけでなく、品質向上による長寿命化と将来の維持管理費の増大を抑える可能性を秘めている。

日本における十分な実績を考慮して、これら本邦技術の導入はベ国にとって十分な意義があると考えられる。

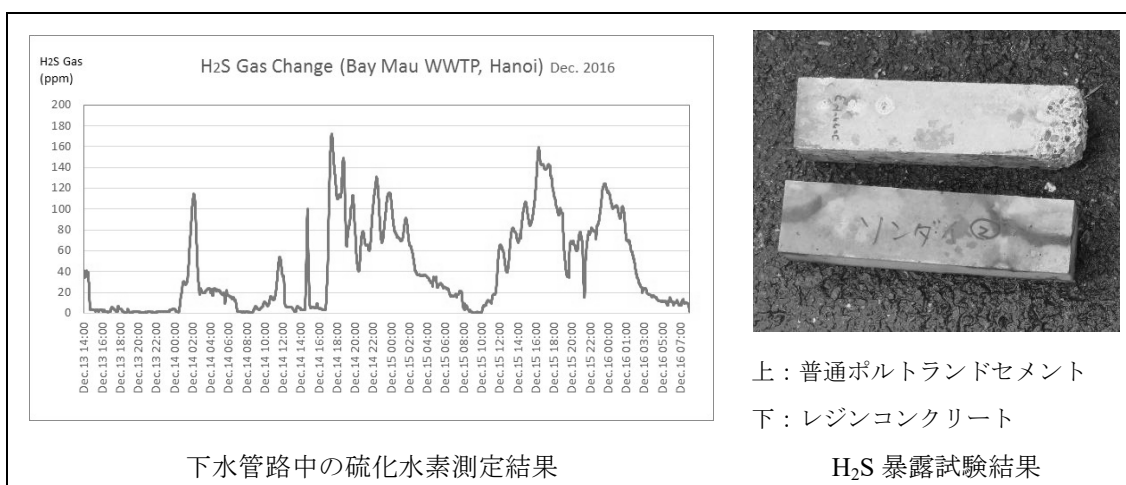
3-4-2 レジンコンクリート製品導入による経済的優位性

(1) コンクリート製品における開発課題

ハノイ市の既存の下水管路施設で試験した普通ポルトランドセメントを使用したテストピースの硫化水素暴露試験および硫化水素濃度の測定試験によって、著しいコンクリート腐食が予想されることが明らかとなった。

ハノイを始めとするベ国の都市では、近代的な下水道は Kim Lien および Truc Bach 下水処理場の供用開始から 12 年が過ぎた新しい事業である。また、ベ国の既存の管路施設は、汚水（雑排水）と雨水を排出する合流式の施設として整備、維持管理されてきた。このため、コンクリート腐食の要因である汚水中の硫化物、し尿のセプティックタンクによる処理、管路内堆積物の嫌気性分解や管路内の換気の有無など、硫化水素によるコンクリート腐食が顕在化しにくい下水道施設であった。

しかしながら、急速に下水道施設の整備が進められ、都市の用地取得の難しさと交通渋滞に配慮して、大深度の幹線管渠が採用されている。既存の管路やサービス管（面整備管）は、大深度の管渠に落とし込む構造を採用することになる。下水道が普及すると、セプティックタンクに依存してきたし尿を下水道で受け入れる意向が強くなり、下水中の有機物（硫化水素発生の要因）が増加する。長距離の管渠内での有機物の堆積・腐食、マンホールの落差工での下水流の乱れによって、現地試験結果で得られた図 12 に示すように、我が国の大都市が経験してきた合流式管渠の腐食が顕在化することが懸念される。

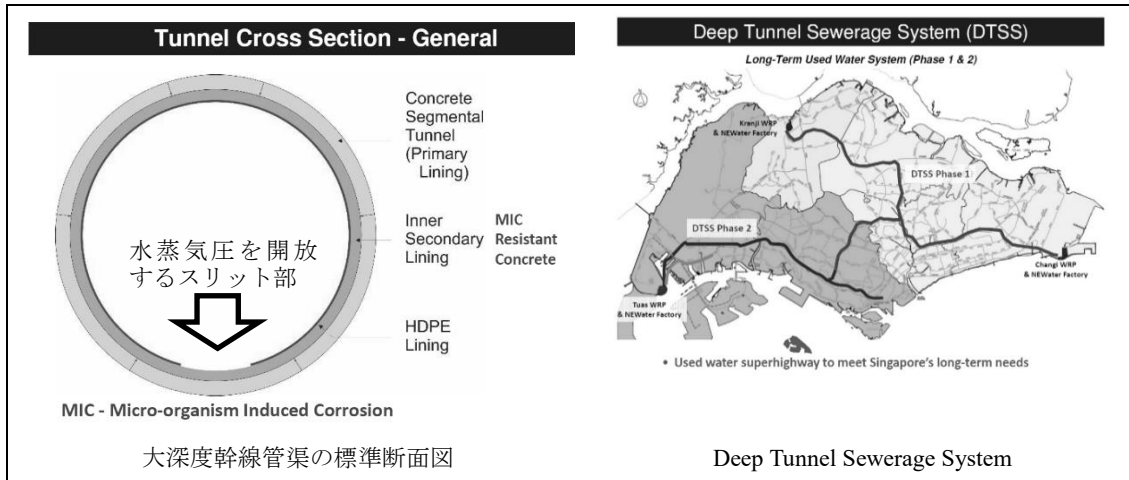


出典：JICA 調査団

図 12 コンクリート腐食試験結果

海外における先進的な対策の事例として、シンガポールは分流式下水道で大深度の幹線管渠の硫化水素腐食対策が参考事例となる。図 13 に示すように、トンネル本体を HDPE ライニングに加えて微生物の進入による硫酸腐食を抑制するための二次コンクリートライニング層を施した下水管路のコンクリート腐食対策を採用している。このように、本提案技術が耐酸性材料（レジンコンクリート）で対応することに対して、HDPE 等のライニング或はコンクリートの腐食層（Scarified layer）で対応するなどの既存技術が採用されて

いる。なお、ライニング膜は、破損し易く水蒸気圧によって膨れ上がる（Blisterが発生する）など耐久性が懸念されるが、汎用性が高い技術である。



出典：Deep Tunnel Sewerage System (DTSS) Phase 2, February 2016, Tunnelling & Underground Construction Society (Singapore)

図 13 シンガポール 大深度下水道トンネルシステム

(2) 提案するレジンコンクリート技術の有効性

レジンコンクリート管は、コンクリート管（ポルトランドセメント）と比べて、次の特徴を有する。

ア. レジンコンクリートの特長

(ア) 管の耐酸性

耐酸性は、コンクリートの硫化水素による腐食環境下での管の耐久性（更新費用）、維持管理・補修費用に影響する。管の補修・更新サイクルの差異は、ライフサイクルコストに大きく影響する。

レジンコンクリートを使用した水管路施設は、硫酸溶液中の浸漬試験や硫化水素腐食環境下での暴露試験等を通じて、「下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術指針」で規定する1類の腐食環境（ H_2S 濃度 50ppm 以上）に対して耐久性能を有するD種として認定されている。レジンコンクリートは、コンクリートと比較し耐酸性に優れた材料である。

(イ) 管材料の平滑性

管の平滑性は、下水の流速（管の流下能力）の決定要因であるので、同一の計画下水量に対して、管の断面積を77%（ $=0.010/0.013$ ）、管径を1ランク小さくすることが可能である。

管径を小さくすることは、掘進機械の推進能力・仮設備・残土処分費等に影響する。

(3) 提案するレジンコンクリート技術と既存技術とのコスト比較

コスト評価は、上記の（2）（ア）、（イ）の要因を加味して、比較検討することが重要で

ある。

コンクリート推進管の工事費全体に占める割合は、約20%である。レジンコンクリート推進管は、コンクリート管と比較して高価である。しかし、管材料の平滑性から、推進管および推進機械が小型化することで、推進工事費および発生土処理費が削減されることによって、材料費（推進管）を相殺し工事費の差異が小さくなる。よって、イニシャルコストは、コンクリート管と比較してレジンコンクリート管は、0.95～1.09（下水道用レジンコンクリート製管路施設技術マニュアル、下水道新技術推進機構 2009年）と報告されている。

ア. 主要なコスト比較検討項目

コンクリート管とレジンコンクリート管の機能に及ぼす要因（変数）として、管径に影響する平滑性（粗度係数）と耐酸性（コンクリート腐食環境）における耐用年数を想定する。

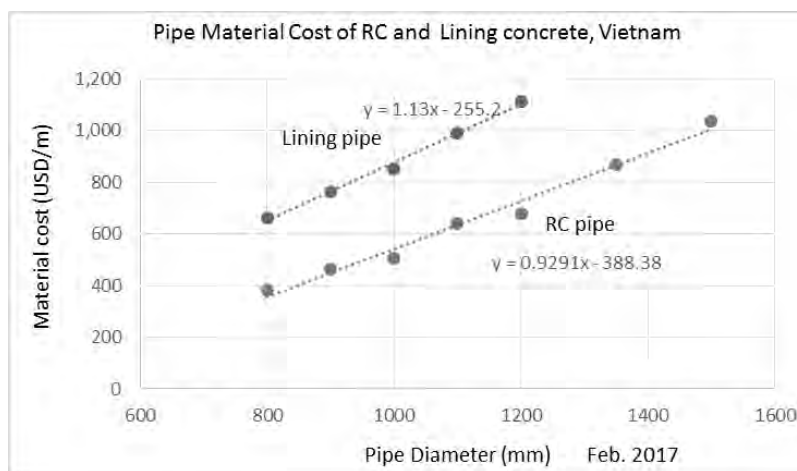
表 29 主な比較検討項目

比較検討項目	鉄筋コンクリート管	レジンコンクリート管
平滑性（粗度係数）	n=0.013	n=0.010
耐酸性（腐食環境下における管の耐用年数）	25年	50年

出典：下水道施設計画設計指針と解説より、JICA 調査団作成

イ. 推進管の価格

ベ国では普通ポルトランドセメントを使ったコンクリート管およびライニング管の推進管の採用が可能である。各々の推進管の価格（見積り価格）を、図 14 に示す（別添資料-10も参照）。



出典：JICA 調査団

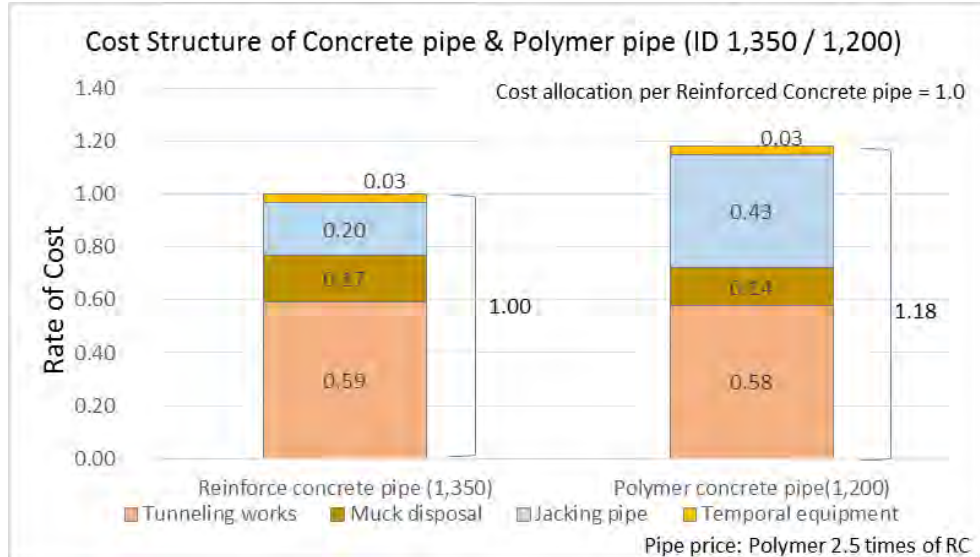
図 14 推進管の設計単価

ウ. 工事費のコスト構成

本調査では、以下に、ベ国で適用性の高いと見込まれる中口径の推進工法を例に、日本での施工条件を前提として試算した。管材の価格は、ベ国で流通する推進管を想定し、鉄筋コンクリート管とレジンコンクリート管との価格差を2.5倍（ライニング管の1.5倍に

相当する)として算定した。

レジンコンクリート管工事価格差は、1.15~1.21倍(管径1,350mmでは、約1.18倍)と試算される。管の価格差に対して工事価格差が縮小する要因として、コンクリート管の工事費に占める割合は20%、レジンコンクリートの場合は約36%と試算され、施工費の占める割合が大きいことに起因する。



出典：JICA 調査団

図 15 RC 管(ポルトランドセメント)およびレジンコンクリート管のコスト構成
(管材価格差 2.5 倍)

表 30 RC 管(ポルトランドセメント)とレジンコンクリート管の工事価格差
(管材価格差 2.5 倍)

管径 (mm)		RC 管に対する工事価格差	
RC 管	レジンコンクリート管	RC 管	レジンコンクリート管
1,350	1,200	1.0	1.18
1,200	1,100	1.0	1.21
1,100	1,000	1.0	1.17
1,000	900	1.0	1.17
900	800	1.0	1.15

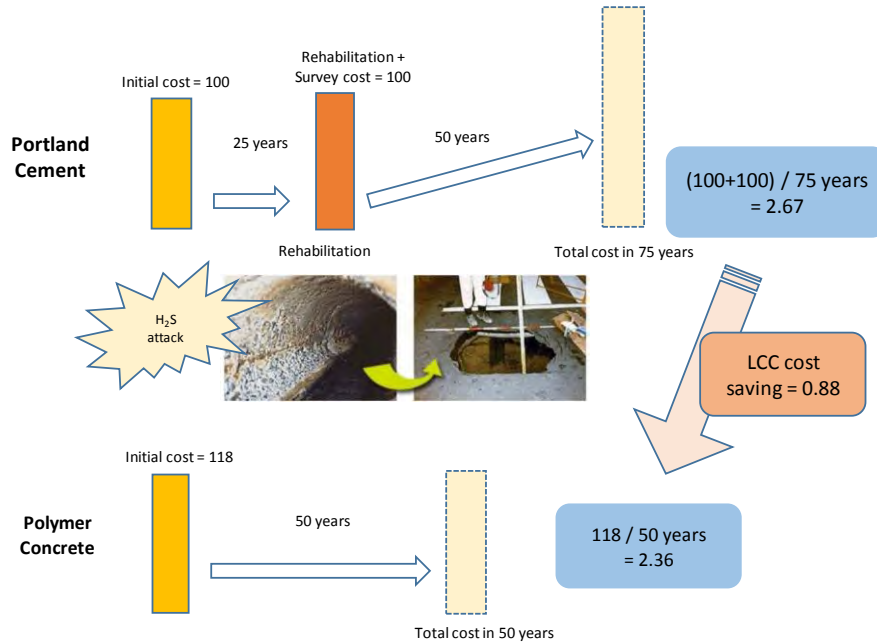
出典：JICA 調査団

エ. ライフサイクル (LCC) におけるレジンコンクリートのコスト効果

レジンコンクリートは、コンクリート腐食環境を前提として既存技術と比較すると、耐久性を有する。普通コンクリート管は、日本の下水道の経験では、硫化水素濃度 (H₂S) 10mg/l 程度の標準的な下水管路で、20~30 年で大規模な補修を余儀なくされてきた。コンクリート管の腐食環境下における大規模補修の必要期間を 25 年と想定してライフサイクルコストを比較すると、図 16、表 31 に示すように、1 年当りの価格差は、コンク

リート管の 0.86～0.91 倍と試算され、10%程度以上のコスト削減効果を期待できる。さらに、管材価格差が縮まった場合、レジンコンクリート管のライフサイクルコストは、コンクリート管に比して 20%程度削減できることが判明した（別添資料-1 1 参照）。

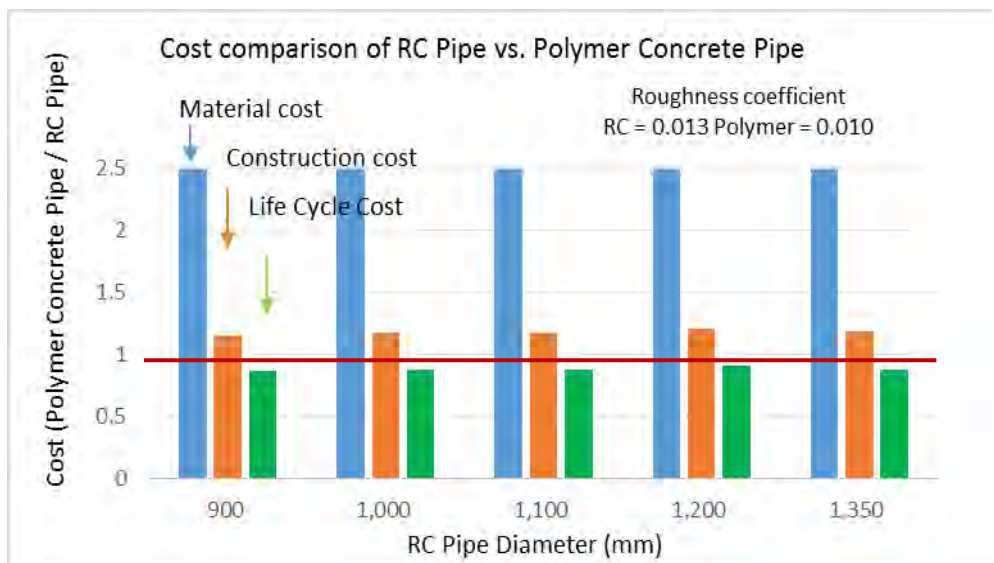
コンクリート管は、硫化水素によって 10～20 年での破損事例も報告されている。レジンコンクリートは、 H_2S 濃度で 50 mg/l 以上の腐食環境下でも十分な耐久性を有する。これらを考慮すると、ライフサイクルにおいては、表 31 の試算結果（0.86～0.91 倍）を上回るコスト削減効果を有するものと考えている。



LCC : Life Cycle Cost

出典 : JICA 調査団

図 16 硫化水素腐食環境下におけるライフサイクルコスト評価



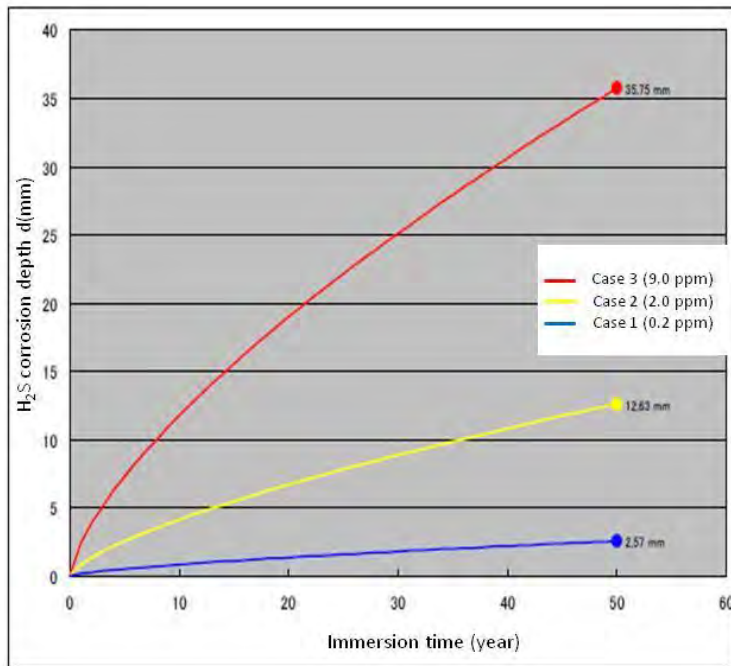
出典 : JICA 調査団

図 17 RC 管とレジンコンクリート管のコスト比較（管材価格差 2.5 倍）

表 31 RC 管とレジンコンクリート管の価格比較

管径(mm)		価格差 (管材価格差 2.5 倍)	
RC 管	レジンコンクリート管	工事コスト	LCC コスト (Life Cycle Cost)
1,350	1,200	1.18	0.88
1,200	1,100	1.21	0.91
1,100	1,000	1.17	0.88
1,000	900	1.17	0.88
900	800	1.15	0.86

出典：JICA 調査団



Case 1 Maximum limit of 0.2 ppm regulated by Offensive Odor Control Law
 Case 2 24 hr equivalent offensive odor of 2.0 ppm in public manhole from which complaint is raised
 Case 3 Most serious level of 9.0 ppm observed in manholes, Shinjuku, Tokyo
 Reference: Study on H₂S Corrosion on Sewer (Tokyo Sewerage Bureau)
 出典：ベトナム版推進工法基準

図 18 Estimated H₂S Corrosion Rates

3件目の陥没(図-34)は、人身事故(けが)に繋がった陥没である。1986年布設、土被り1.7m、内径250mmのヒューム管が腐食により破損し陥没したとのことである。腐食であるが圧送管とは関係していない。この陥没を経験した自治体は、本陥没が初めての陥没であった。ちなみに2.で示した19年度に発生した4769件の道路陥没のうち人身事故につながったのは本件と次の1件の計2件である。



ヒューム管の腐食による事故例: 1986年の建設後、2007年の事故。圧送管と関係しない事故。

出典: 下水道管路に起因する道路陥没、国土総合研究所下水道研究室長 松宮洋介、管路更生 2010年

(4) レジンコンクリートを利用した下水管路技術の優位性 (活用可能性)

ア. 鉄筋コンクリート管に対する優位性

これらのコスト比較を総括すると、レジンコンクリート管は、コンクリート腐食環境下における耐久性に優れている。表 32、図 19 に示すように、荷重(上載荷重、推進力)、硫化水素腐食環境、中小口径の管に強みを有する。

表 32 管種の適用性

管種	荷重		水温		硫化水素腐食環境		適用管径		
	小さい	大きい	常温	高温	弱い	強い	小	中	大
塩ビ管・PE管	○	×	○	×	○	○	○	×	×
コンクリート管	○	○	○	○	○	×	○	○	○
レジンコンクリート管	○	○	○	×	○	○	○	○	×

出典: JICA 調査団

腐食環境 (H ₂ S 濃度) 高い 低い	塩ビ管 PE管	レジンコンクリート管	ライニング管
	塩ビ管 PE管	コンクリート管	コンクリート管
	小口径	中口径	大口径

管径

出典: JICA 調査団

図 19 硫化水素腐食環境における適用性

イ. ライニング管に対する優位性

ライニング管は、鉄筋コンクリート管の欠点である硫化水素腐食および水理特性（粗度係数）を克服するために開発、実用化されている管材で、鉄筋コンクリートを HDPE や不飽和ポリエステル樹脂等でライニングした合成管である。樹脂系の構造材は、鉄・コンクリート等の材料と比較して長期的荷重による強度の低下（クリープ現象）が大きいといわれている。

何れの開発者も、実績を有する材料と設計・品質管理手法を採用し、耐久性（耐摩耗性、耐酸性等）を確認している。潜在的な課題として、次の3点があげられる。

- ① 推進工事では、推進機械の操作、施工管理、土砂の排出、配管材の設置、撤去に伴って、人や機材が推進管内を往来する。樹脂膜が工事中的機材によって破損し易い恐れがある。
- ② 接着面の結合は、化学的結合（樹脂の粘着力）、機械的結合（リブ等）、物理的結合方法によって、コンクリートと樹脂層とを一体化している。コンクリートと樹脂は異種の材料であるので、コンクリート中に供給される水の蒸気圧によって樹脂層の膨れ（Blister）やはがれが懸念される。
- ③ 熱帯地域の沖積平野で報告されている酸性土壌¹⁰に対して、コンクリートの酸腐食による劣化が懸念される。ライニング管は下水中の硫化水素に起因する腐食に抵抗するよう管の内面をライニングしているので、管の外周からの酸の攻撃に弱い。

これらの潜在的な課題については、施工管理や維持管理段階での点検など丁寧な管理を必要とする。レジンコンクリート管は、上記の3点について、ライニング管に対する優位性がある。



出典：BilCon 社（シンガポール）
内面ライニング樹脂層（HDPE）



出典：BilCon 社（シンガポール）
内面ライニング樹脂層溶着工程

¹⁰) Moorman, F.R.: “Researches on Acid Sulphate Soils and their Amelioration by Liming”, Agronomic Library, Ministry of Rural Affairs, Saigon, 1961, pp. 3-15.

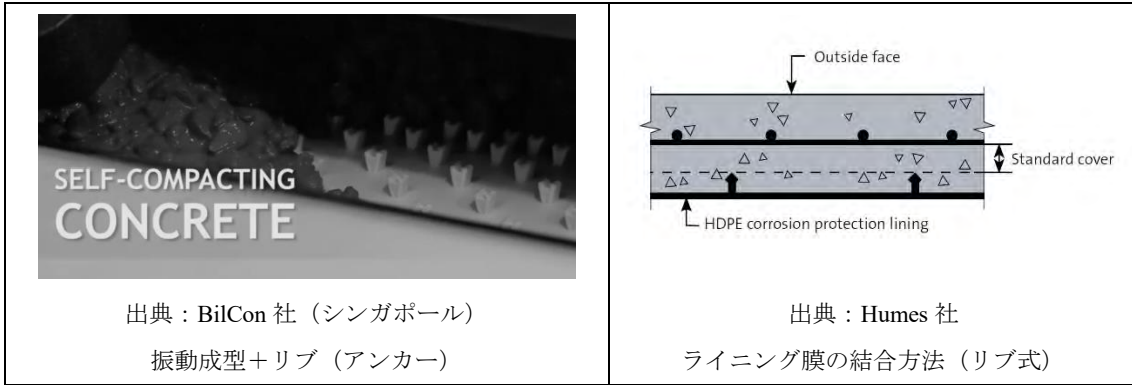


図 20 ライニング管製造方法（機械的結合方式）



内面ライニング遠心成型
（不飽和ポリエステル）

出典：ハイガードパイプ協会

図 21 ライニング管製造方法（遠心成型方式）

第4章 ODA 案件にかかる具体的提案

4-1 ODA 案件概要

4-1-1 製品・技術を活用した調査後の ODA 案件の概要

下水道事業は公共インフラ事業として発注され整備されるので、提案製品がベ国に ODA 事業を通じて導入されることで、ベ国の開発課題に対して有効な解決策として貢献し得ると考える。ODA 案件化へは以下の流れを想定している。

(1) 国家規格・基準化

ベ国では、国の規格として承認されないと日本下水道協会規格等の公的規格では普及が難しく、提案技術がベ国の ODA 事業で採用されるには、まず、ベトナム建設省の承認が必要である。

ア. 規格基準の種類¹¹

ベ国には、QCVN、TCVN、TCCS の3つの技術基準があり、それらの大まかな違いは、強制力の大小や、発行する機関の違いによるものである。

日之出水道機器(株)が提案するのは、下水道整備事業における管路資材であり、現在ベ国において規格化されていない日本技術の製品であることから、TCVN での策定を目指すことが適切と考える。

表 33 規格基準の種類

分類	技術基準の位置付け
QCVN (National Technical Codes)	<ul style="list-style-type: none">ベ国全土で適用される強制基準。土木、建築分野では風や地震危険度などの設計条件に関わる内容が規定される。この設計条件の設定についてはベ国の自然条件や経済的状況等が勘案される。
TCVN (National Standards)	<ul style="list-style-type: none">ベ国全土で適用可能であるが、法的強制力はなく、任意に適用する基準。事実上の国家基準。品質保証の技術的な基準、製品供給側の適合宣言書、輸出入品に対する品質検査等に使用される。TCVN が策定されていない新技術は、各国や企業が策定した基準をベ国政府が案件ごとに採択し、ガイドラインとして運用する。このガイドラインに基づき複数の案件が実施された場合、TCVN が策定される。
TCCS (Basic Standards)	<ul style="list-style-type: none">特定の地域、分野、部門で適用可能。第三者機関による評価が必要

出典：JICA 調査団作成

イ. 規格基準化プロセスと関係機関

QCTN および TCVN が発行されるには、当該分野を管轄する省庁が基準原案を作成し、科学技術省 (MOST) による審査および承認を得る必要がある。また、科学技術省の下

¹¹ 国土交通省国土技術政策総合研究所:「港湾分野における技術基準の国際展開方策に関する検討(その2)」国土技術政策総合研究所資料,2014. 森田弘昭:「ベトナムにおける推進工法関連規格類の策定支援について」,月刊推進技術,Vol.29 No.1,2015

には実務組織として標準計量品質総局（Directorate for Standards, Metrology and Quality of Vietnam: STAMEQ）がある。一方、TCCS の発行は科学技術省からではなく、事業を所管する各省庁等から行われる。

ウ. 規格基準化の方針

日之出水道機器(株)の下水道管路資材が使用される土木工事を所管するのは主に建設省（MOC）であることから、国家規格化への働きかけの対象は MOC とすることが適切である。

さらに、MOC は基準化策定業務の際には、その傘下の建設科学技術院（IBST）や建設経済院（ICE）と連携している。この IBST は設計基準策定、ICE は積算基準策定を担当している。このように、MOC は IBST、ICE と連携し基準原案を作成し、MOST へ承認申請を行う。

したがって、基準化を提案する活動においては、MOC のみならず、IBST、ICE の理解獲得が重要であると考えられる。

エ. これまでの国家規格・基準化に向けた活動

日之出水道機器(株)は、GCUS ベトナム委員会の活動において、これまで数回、ベトナム建設省との折衝を重ね、「推進工法関連規格」の補助規格としての承認活動を進めてきた。その結果、2015 年 10 月 16 日に両国政府間会議にて、国交省からベトナム建設省に対して、マンホール蓋および組立マンホールの規格を掲載したベトナム向けの「推進工法関連規格の改訂版」を授与した。その後、2016 年 3 月、この規格書は国土交通省とベトナム建設省の連名にて策定された。今後、この規格書をベトナムの国家規格（TCVN）として、本格採用させることが目標である。

(2) レジンコンクリート製品の規格化を目的とした ODA 案件

一方、ベトナムにおけるレジンコンクリート製品の認知度は低いため、今回の案件化調査結果を基に、硫化水素腐食のリスクとその対策必要性を現地政府関係機関へ訴え、認知度を向上させる必要がある。その上で、下水道整備事業における腐食対策として、レジンコンクリート製品を国家規格化（TCVN）することを目指していく。並行して、ODA による下水道整備事業に対して実績化を図ることで、規格化（TCVN）を円滑に進める。

4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

レジンコンクリート製品の規格化を推進する方法として、日之出水道機器は、表 34 に記載するように、JICA の ODA 事業である「普及実証事業」を活用し、現地政府関係機関に働きかけを行うことを想定している。

表 34 普及実証事業の概要（案）

項目	内容
案件名	耐腐食性に優れた下水管路資材（レジンコンクリート推進管）に関する普及実証事業
実施場所	ハノイ市
カウンターパート	ベトナム建設省
想定する開発課題	<p>下水道管路を整備していくにあたって、都市部の交通渋滞抑制のため地中を掘り進む「推進工法技術」が有効的であるが、地中にはすでに多くの埋設物があり、それらを避けるために、施工深度が大きくなる。このことは、下水道管路布設後の維持管理を困難にする。</p> <p>さらに、ベ国の気候は亜熱帯性で、水温が高く、微生物反応が活発で硫化水素・硫酸の生成速度が速く、下水道管路内が腐食環境となりやすい。</p> <p>以上のことから、都市部の大深度に埋設される下水道管路は維持管理が困難、かつ、腐食環境になりやすい環境が想定されることから、コンクリート製の下水道管路は腐食による耐久性劣化を引き起こし、道路陥没などの大きな事故につながる懸念がある。</p> <p>日本では、「下水道構造物のコンクリート腐食対策技術」に係る日本工業規格が制定されるなど、コンクリート腐食に対する問題意識は高く、対策技術に関する議論も行われている。</p> <p>しかし、ベ国においては、コンクリート腐食に係る規格や指針は存在せず、腐食対策製品の導入や普及が促進されない状況となっている。</p>
案件の目標	耐腐食レジンコンクリート管の規格（案）や腐食に関する設計指針（案）を作成し、計画や設計における基準や、製品品質管理手法を提示することで、対策技術をベ国全土に普及拡大させ、ひいては、施工性向上や腐食懸念払拭、ライフサイクルコストの縮減に貢献する。
成果	<p>成果-1: 簡易的な設備を導入し、現地環境におけるレジンコンクリート管の製造実証し、現地検査機関にて性能や施工・取扱い性の有効性を確認。</p> <p>成果-2: ベトナム国家基準化に向けて、耐腐食下水道管路資材の規格（案）や腐食に関する設計指針（案）を作成し提示。</p>
活動	<p>【1年次】</p> <ul style="list-style-type: none"> 普及実証事業の内容、スケジュール、実施体制、手続き等について、先方機関と協議・調整する。 現地での製造実証のための簡易設備導入、稼働確認 現地研究機関との腐食データや知見の共有 本邦受入研修事業により、レジンコンクリート管の製造工程や品質管理工程を理解 ベ国の種々の規格や施工機材、現場据付時の施工業者からのヒアリング等から、製品の設計および仕様変更検討する。
活動	<p>【2年次】</p> <ul style="list-style-type: none"> 簡易設備による製造、および現地試験機関での性能や施工性の確認試験実施 規格（案）および腐食に関する設計指針（案）を作成し提示。 本邦受入研修事業により、規格（案）や設計指針（案）についての背景や目的、製品性能、試験設備などの記載内容の理解を促進。 最終セミナーにて、規格（案）や設計指針（案）の記載内容説明、および製品導入によるメリット提示、規格化への提言を行う。
環境社会配慮に係る項目	プロジェクトがもたらす可能性のある正および負の環境影響について、負の影響を回避し、最小化し、緩和し、あるいは代償するために必要な方策を評価。環境改善を図るための方策があれば当該方策も含めた評価を行う。

出典：JICA 調査団作成

4-3 他 ODA 案件との連携可能性

さらに、すでに活動中の他 ODA 事業との連携により、この認知度向上の動きを促進でき、かつ働きかけの対象を広範にできると考える。同時に、他の ODA 案件においても提案製品を追加することにより事業の効果をより高めることができる。このような考えのもと、表 35 のような他の ODA 事業との連携を想定している。

表 35 他 ODA 事業との連携

活動時期	活動主旨	スキーム
2016 年～2019 年	規格化を目的とした認知度向上	ベトナム下水道センターとの連携
2017 年以降	普及拡大 PR	日本の事業者（北九州市）との連携
2015 年から実施中	実績化	ODA による下水道整備事業での採用化

出典：JICA 調査団作成

4-3-1 ベトナム下水道センターとの連携による規格化を目的とした認知度向上

(1) ベトナム下水道センターの概要

JICA の技術協力プロジェクト「ベトナム国下水道計画・実施能力強化支援」によって、設立されたベトナム下水道センター（VSC）の概要は以下の通りである。

表 36 ベトナム下水道センター（VSC）の概要

事業名	ベトナム国下水道計画・実施能力強化支援
プロジェクト目標	<ul style="list-style-type: none"> 下水道分野における 3 つの機能（研修、技術開発、事業化支援）を通じて全国の地方自治体および上下水道会社の運営管理能力を強化する。 日本の下水道事業の経験・ノウハウの提供や本邦企業の新技術の情報提供を通じて、日本企業の海外ビジネス展開を支援する。
カウンターパート機関	ベトナム建設省
研修対象	全国の下水道の事業実施局である DOC・PMU、あるいは上下水道会社の幹部・技術者クラス
実施期間	2016 年 2 月～2019 年 2 月

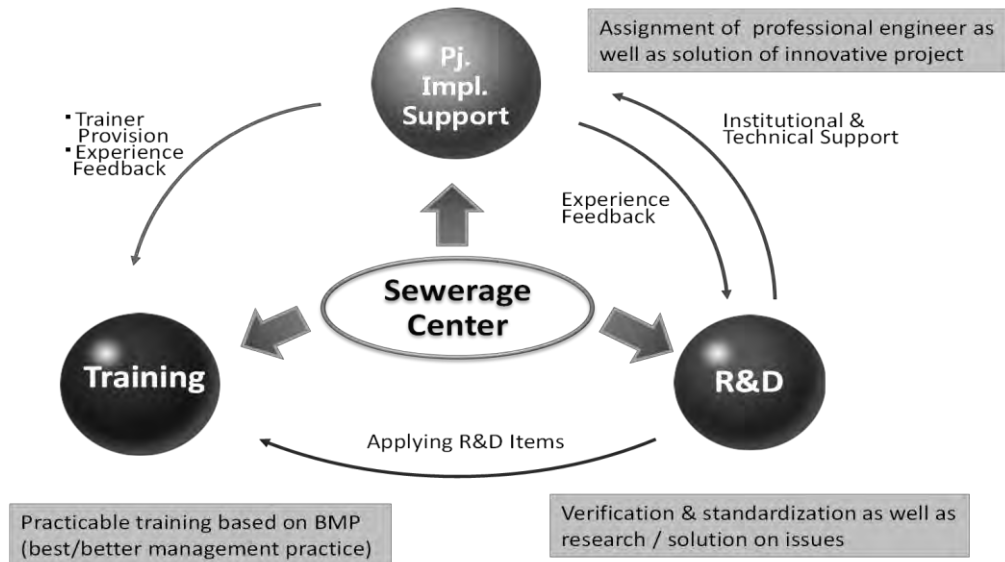
出典：JICA 調査団作成

(2) VSC との連携の効果

研修・技術開発機能と連携することで、技術の普及と標準化を官民の連携によって広汎に進める効果が期待できる。

- VSC は、硫化水素腐食問題に関心のある研修機関で、下水道分野の技術開発機能を、今後、整備する予定。

- 下水道の計画、設計、維持管理に関わるマネージャークラスが、全国から参加し、研修で得られた技術・資機材に関する知識を担当プロジェクトに反映する。
- VSC の技術開発機能は、ベ国における新技術の評価、標準化・規格化等について、専門家集団として関わっていく。
- 研修プログラムは、実務研修を基本とする。研修ニーズの増加、研修生の専門的な知識に対する要望を受けて、専門科目を充実させる予定。



出典：ベトナム国下水道計画・実施能力強化支援プロジェクト調査団

図 22 VSC の有する 3 機能の相互補完メカニズム

(3) 日之出水道機器の関わり方

提案製品である下水道管路資材について、次の実際的な視点から、ビジネス展開に取り組む。

- 資材の実物に触れ、さらに現場の事故例・施工管理の特長などの具体的な課題を通じて、ベ国の下水道技術者に下水管路におけるマンホール蓋の課題や硫化水素腐食対策技術を伝える。
- 研修講師（例えば、JICA 短期専門家）として参画し、研修生とのディスカッションを通じて、現地事情・プロジェクトニーズを把握し、案件化につなげる。
- レジンコンクリートのような新技術を導入するにあたって協議や評価を通じ、連携を図っていく。

下水管路の硫化水素腐食対策やマンホール蓋のスリップ対策・飛散防止機能は、下水管路の建設・維持管理においても、重要な課題の一つである。VSC の研修の 1 科目として、研修生への講義や実務を通じて、本提案技術の特長・重要性をインプットすることが可能である。

VSC における研修や標準化・技術開発は、実務に携わる専門家が、直接、ベ国の下水道

技術者と関わることで、効率的な下水道の整備、適切な技術の普及に寄与する。VSC との連携を図ることで、ODA 案件形成に寄与したいと考えている。

なお、本プロジェクトの一環で、2016 年 11 月にベ国全土から本センターに研修生を招き、日本の下水道技術者による講義を実施している。その中で、下水道管路の硫化水素腐食に関する課題、およびその対策としてのレジンコンクリート製品の紹介が行われており、日之出水道機器は資料や展示物の提供による協力を実施した。



出典：JICA 調査団

写真 4 VSC における研修プログラム

4-3-2 普及拡大 PR（北九州市との連携）

（1）北九州市の草の根技術協力事業概要

今後 ODA 事業による下水道整備が見込まれる地方都市に対して、認知度向上のための活動を展開する。その際の手がかりとして、JICA の草の根技術協力事業にてハイフォン市に協力を行っている北九州市と連携することを考えている。なお、北九州市はの草の根事業は 2017 年 3 月に終了するが、今後もカウンターパートとの継続的な関係強化を図ることを予定している。

（2）連携の効果

北九州市のカウンターパート機関であるハイフォン下水道排水公社は、ハイフォン市の下水道管路施設の維持管理業務を担当しており、日々、下水道管路の課題に直面しているといえる。その課題は、発注者側と同じような道路安全に与える危険性をはらむものや、導入にかかる費用だけでなく、維持管理者としての作業性や施工性に関するものまで広が

っていると想定できる。

つまり、管路資材に最も近いところで業務に従事している方々の意見は、課題の明確化、製品の導入、ひいては今後の新規開発などに大変有効的であると考ええる。

表 37 北九州市の草の根技術協力事業概要

事業名	ハイフォン市下水道維持管理能力向上プロジェクト
プロジェクト目標	ハイフォン市下水道の持続的かつ円滑な事業運営の実現に向け、管路施設が適切かつ効率的に維持管理される。
カウンターパート機関	ハイフォン下水道排水公社
成果	・管路施設維持管理の課題と対策が明確になり、「管路施設維持管理ガイドライン」が作成される。 ・効果的な維持管理手法を習得し、事務が改善される。 ・管路施設維持管理を円滑に行うための市民やハイフォン市政府等関係者の協力の必要性について理解が促進される。
実施期間	2014年11月～2017年3月

出典：JICA ホームページを基に JICA 調査団作成

(3) 日之出水道機器との関わり方

北九州市がハイフォン下水道公社を日本に招聘し研修を行った際、日之出水道機器の佐賀工場を視察しており、すでに、マンホール蓋に関する課題や要求性能等に関して意見交換を実施している。その中で、ハイフォン市もマンホール蓋に関する課題を抱えており、下水道管理者として強い問題意識を持っていることが分かった。

今後は、マンホール蓋のみならず、組立マンホールおよびレジンコンクリート製品の導入を図っていくため、以下のような働きかけを想定している。

- ハイフォン下水道排水公社と現地下水道資材の課題点などを共有
- 提案製品に関わる技術をセミナーや協議の場にて紹介
- 課題の解決を目的に、提案製品の紹介やトライアル施工による実証

4-3-3 実績化（ODA による下水道整備事業での採用化）

当社はこれまでの活動の延長において、GCUS ベトナム委員会と連携し、現地政府関係機関への採用働きかけ、パートナー企業との調整等を実施してきており、今後活発化していく下水道整備に関する ODA 事業での導入を図ってきている。

規格化活動におけるリスク認知や実証事業と並行することで、現地政府関係機関が現地の抱えている開発課題に対して、そのリスクと対策必要性だけでなく、対策製品の導入により既存 ODA 事業がさらに効果的になることを示せる。

この活動により、提案製品の採用実績化を達成し規格化を推し進めることで、製品の普及拡大を図っていきたい。

4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

4-4-1 技術の普及のための基準化・標準化

新技術の普及を阻害する要因として、基準化・標準化に多大な労力と時間を要することが指摘されている。

ベ国では、技術基準化または JIS、EN 等の国家基準を条件として、ODA 事業が実施される。新技術については、各担当省庁で作成・発行される TCCS、国の科学技術省が発行する TCVN、QCVN として体系化される。

推進技術に見られるように、新技術は国内での実績が稀であるので、国家基準化とするためには、個別の ODA 案件ごとに各国や企業が準備したガイドラインなどを MOC の承認の元で各 PMB が採用する PMB 採用ガイドライン、広く普及させるためには、各省庁が発行する政府策定ガイドライン、または、科学技術省が発行する事実上の国家基準である TCVN の何れとするかの判断を求められる。

4-5 ジェンダー配慮

下水道は、便所・サンテーションの改善、水環境の水質保全および浸水対策を主要な役割とする。ベ国においても、下水道の整備によって、衛生環境の改善や下水道と一体的に進められる道路整備によって、図 23 に示すように、スラム化していた水辺が良好なウォーターフロントに整備されてきた。地域の住民は、レストラン・カフェ・ホテルなどの就業機会が増え、また余暇を水辺の散策に費やすなど、生活水準の向上やライフスタイルの変化（欧米化）が進んでいる。道路や護岸整備に要する用地の確保については、住民移転のための住宅を用意するなどの環境社会に配慮してきた。

ベ国における下水道の整備は、ジェンダー問題に関しては、負の側面は限定的で、女性の社会進出や衛生環境の改善・家族の健康など、プラスの効果が極めて大きい。



出典：JICA 調査団

図 23 下水道の整備による環境改善効果

第5章 ビジネス展開の具体的計画

※本章は非公開とする。

別 添 資 料

※本資料は非公開とする

**Feasibility Survey with the Private Sector
for Utilizing Japanese Technologies
in ODA Projects
“Low Cost in Life-cycle and Durable Sewer
Equipment”**

Summary of Final Report

Socialist Republic of Viet Nam

April, 2017

HINODE, Ltd.

Chapter 1 Current Situation in the target Country and Area

In Vietnam, Since the 1990s, a rapid economic growth, which exceeds an average of 7%, and urbanization (as of 2011 the urbanization rate was 32% and it has kept increasing by 4 % every year) has been undergoing. And as its negative aspects, health issues, that is, potential spread of communicable diseases etc. are concerned. Inflow of raw domestic and industrial drainage significantly pollutes urban area’s rivers and water canals and also development of sewage facilities lags behind. As the result of this, a coverage of the sewerage system remains 13% in Vietnam.

Under these circumstances, the Government of Vietnam, for the purpose of promoting the development of the sewerage and drainage system, established “Approving revised Orientation for sewerage and drainage development in urban areas and industrial zones to 2025 and vision to 2050” as the Prime Minister Decision (No. 589 /QD-TTg, April 06th, 2016), in which it is clearly stated that the rate of sewerage treatment in urban areas shall be covered to 100%.

The sewerage system development project in Vietnam is targeted through Japanese ODA projects in Japan. In recent years, the construction of sewer facilities using a micro-tunneling technology, of which public and private sectors jointly promoted the application, has been shifted into high gear. This construction method enables efficient sewerage construction even in heavily congested traffic circumstances and mitigates the risks of negative socio-economic impacts.

Nevertheless, the sewer equipment used in Vietnam as is described in the Table-1 does not meet the required function and performance for the road safety under the heavy traffic condition in Vietnam, causes various defects and eventually affects social and economic losses.

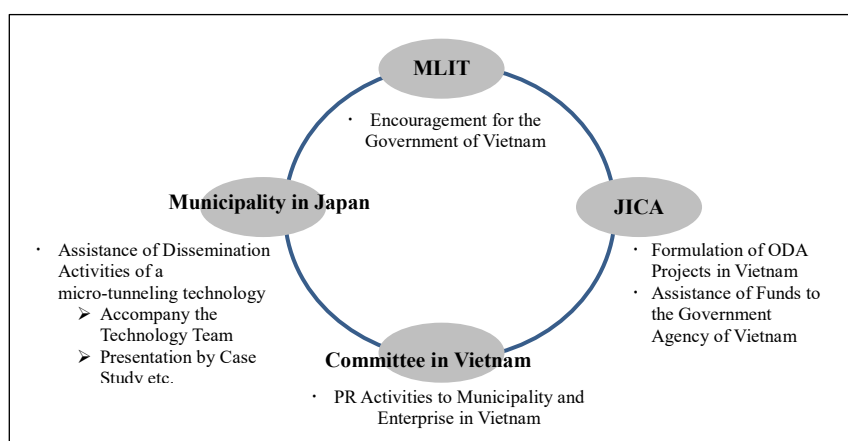


Figure-1 The scheme of Public-Private Partnership in Japan

Table-1 Defects on the sewerage pipe equipment

Sewerage pipe equipment	Defects
Manhole cover	<ul style="list-style-type: none"> The risks of theft, breakage, skid accidents and dispersal of manhole covers by flood can negatively affect the road safety. The repeated replacements of low-quality manhole cover and the traffic congestion caused by replacement works increase the economic losses.
Concrete manhole	<ul style="list-style-type: none"> Construction of concrete manhole requires long-term road occupation which disturbs the traffic. Concrete manholes need to be designed according to themselves and the construction quality at site has some issues.
Sewer pipeline	<ul style="list-style-type: none"> The pipe equipment has a risk of breakage by potential corrosion. The renovation and repair works of pipelines not only requires considerable expense, but also causes the traffic disturbance during the construction.

Source: Based on an interview conducted by JICA Mission

Chapter 2 Possible Application of the Products and Technologies, and Prospects for Future Business Expansion

2-1 Features and Advantages of proposed Products and Technologies

It can be thought that a sewer works in Vietnam in the future would require a considerable expense as well as a rapid construction for the improvement of the urban environment. Therefore, sewerage pipe equipment shall be important to contribute to reducing the expenses of not only construction and also maintenance, and shortening construction period.

Since the proposed products by Hinode, Ltd., have the following features and advantages, they can be considered applicable in solving the issues in sewerage system development:

Table-2 Features and Advantages of proposed Products and Technologies

Products	Features	Advantages
<i>High-performance manhole cover</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Anti-theft system with a lock function • Function to release internal pressure • Skid resistance by projection structure • Anti-subsidence by sturdy foundation adjustment 	This manhole cover has a high-durability with safety, compared to the existing manhole covers without any safety measures.
<i>Precast concrete manhole</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Stable product quality by factory manufacturing • Only stacking blocks for construction 	<p>The Precast concrete manhole enables to ensure the quality as well as to accelerate the construction period.</p> <p>The existing construction method requires long-term road occupation for injected concrete to solidify with adequate strength.</p>
<i>Polymer concrete material</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Made with resin • Superior acid resistance • High strength • Light weight 	The material (resin) itself has an acid resistance and acid soil and product damage shall not cause deterioration by corrosion.

2-2. Prospects for Future Business Development

Along with Public-Private Partnership initiatives in Japan, HINODE, Ltd. will respond to the technical requirements for sewer equipment according to the rapid sewer construction in Vietnam, and aim to contribution to the society by transferring Japanese-technology abroad.

Regarding product supply in Vietnam, local procurement is assumed, a joint venture or partnership is formulated with local business partners and various investigations are executed in order to achieve this formation.

With regards to the sales, our partners already have customers and distribution network. Starting from achievements concerning Japanese ODA projects, the expansion of our business to public and private works in Vietnam shall be aimed at.

Moreover, targeting the neighboring countries in the Southeast Asian countries, the supply chain throughout Southeast Asia with a manufacturing base in Vietnam aims to be established. And then, the standardization of the proposed technology in Southeast Asia by Hinode, Ltd. shall be brought into view.

Chapter 3 The Results of the Survey on Products and Technologies for Possible Utilization in ODA Projects and the Examination of the Potential

3-1. Survey on applicability of High-performance manhole cover and Precast concrete manhole (manufactured at a factory)

(Survey outline)

- Verify the applicability of *High-performance manhole cover*.
- Provide the standards for cost estimation based on the construction of *High-performance manhole cover* and *Precast concrete manhole* (Manhole No. 1, Manhole Depth 2.5m). Assess the cost effectiveness of the proposed technology compared with the existing on-site local method.

3-2. Survey on applicability of Polymer concrete product based on the on-site investigation of corrosion at existing sewer facilities

(Survey outline)

- Investigate the corrosive environment in the existing sewer facilities and the performance against corrosion resistance for *Polymer concrete* material.
- Assess the cost effectiveness of *Polymer concrete* pipe over the concrete pipe.

3-3. Investigation of manufacturability of Polymer concrete and Need survey on the necessity of corrosion control technology

(Survey outline)

- In order to examine the manufacturability of *Polymer concrete* under the circumstance of Vietnam, investigate the local availability on procurement of aggregate, the curing after kneading with resin and the strength by test pieces.
- Identify the product needs using the WATS model (prediction of corrosive potential on the existing sewer facility environment).

(Overview of the survey results)

The followings were understood from the above survey 3-1 to 3-3:

- It was confirmed that *High-performance manhole cover* was superior than the existing manhole cover for safety performance on the road (rattling prevention, breakage prevention and anti-skids) and the potential risks (safety performance in heavy rainfall).
- When *Precast concrete manhole* and *High-performance manhole cover* is applied, although the material cost of the proposed product is 1.5 times more expensive than that of existing material, the construction period is reduced to one thirtieth of the existing product, which will have the potential to remarkably reduce the currently actualized traffic congestion in Vietnam and the prolongation of the traffic congestion caused by public works in Vietnam.
- It was confirmed that the performance of *Polymer concrete* was efficient in the corrosive environment at the site.
- As the result of the assessment of the cost effectiveness of *Polymer concrete* pipe and the existing concrete pipe (using the drawings of on-going “Hanoi City Yen Xa Sewerage System Project”), it was confirmed that *Polymer concrete* pipe can reduce the life-cycle costs by about 10%.
- According to investigation of the manufacturability of *Polymer concrete*, as the result of the test on the potential material which would suit the weather conditions at the site, and it was confirmed that *Polymer concrete* is possible to be manufactured.
- According to the calculation of the predicted hydrogen sulfide (H₂S) production concentration inside sewer pipes using the WATS model, it was verified that corrosion-preventing countermeasure is needed for the part where the micro-tunneling method will be used.

Chapter 4 Specific Proposal for ODA Projects

Concerning the dissemination of Polymer concrete material in Vietnamese market, HINODE, Ltd. aims at the national standardization of this product specification in Vietnam. When diffusing the product standard throughout the country, it shall be an important milestone that the standard is specified as the national standard.

For the aim of national standardization, an application for the following ODA schemes is considered.

With the results of this Feasibility Survey, the “Verification Survey” is applied, in which the product standard of Polymer concrete and the design guideline of corrosion proof products which do not exist yet in Vietnam shall be presented, and then through these activities, Vietnam shall be assisted in preparing the guidelines for sulfide corrosion protection method in sewer facilities.

Vietnam Sewerage Center and ODA projects by Japanese waterworks bureaus shall transmit lessons and know-hows from Japan’s experience of sewer development to Vietnamese waterworks bureaus. In collaboration with these other ODA projects, HINODE, Ltd. will be able to develop the capacity of wastewater management in Vietnam, by raising their awareness of the necessity of hydrogen sulfide corrosion prevention in sewer facilities, as well as by promoting the corrosion proof products.

If new technology succeeds in being applied to the sewerage system development projects and used in practical, it will gain momentum for national standardization of the technology. Thus, HINODE, Ltd. will target the client of sewerage system development projects through ODA and will continue to promote the adoption of our technology.

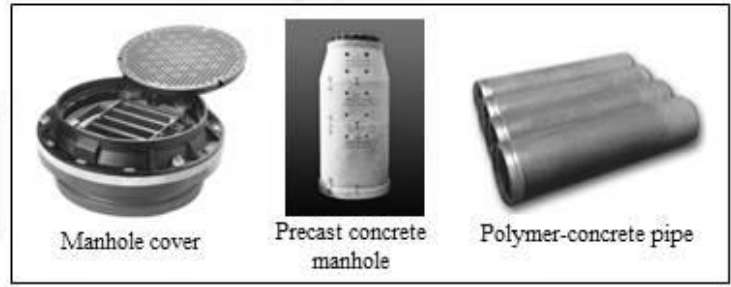
Table-3 Proposal for ODA Projects

Schemes	Aims and Outputs	Activities	Period
Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies	<ul style="list-style-type: none"> • Raise awareness of concrete corrosion risk. • Demonstrate the corrosion resistance of <i>Polymer concrete</i> materials and promote the understanding. • Present the draft product standard and draft design guideline of <i>Polymer concrete</i> towards the national standardization. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hold seminars in Vietnam. • Implement a visit to the related sewer facilities and trainings regarding corrosion with laboratory test in Japan. • Taking account into the diverse geographical conditions, conduct the on-site examination on corrosion durability in multiple cities of Vietnam. 	2018 - 2019
Collaboration with other ODA projects			
Collaboration with the Vietnam Sewerage Center	<ul style="list-style-type: none"> • For waterworks bureaus throughout the country, raise awareness of concrete corrosion issues in sewer facility management and the promotion of corrosion proof technology (Training function) • Understand the current status and project needs. Collaborate in evaluating the application of technology (Research and Development function) 	<ul style="list-style-type: none"> • Transmit the hydrogen sulfide corrosion prevention technology by presenting the specified issues such as accidents sample and features in construction management. • Take part in the center as the trainers and discuss with the trainees. 	2016 – 2019
Collaboration with Japanese waterworks bureaus (Kita-Kyusyu City)	<ul style="list-style-type: none"> • Share the issues on sewerage project. • Raise the awareness of and evaluate the new technology. • Collect the information of needs at the site. 	<ul style="list-style-type: none"> • Share the issues on sewer equipment. • Introduce the technology at seminars and meetings. • Demonstrate the problem solving through trial construction. 	2017 -
Application of the products and technology to sewerage system development projects of ODA	<ul style="list-style-type: none"> • In order to facilitate the standardization, aim at achieving the application of the products and technology to sewerage system development projects. 	<ul style="list-style-type: none"> • Collect information on Japanese ODA projects. • Promote the adoption of the products and technologies to the client. 	2015 -

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects Vietnam: Safety, Low Cost in Life-cycle and Durable Sewer Equipment

SMEs and Counterpart Organization

- Name of SME : HINODE, Ltd.
- Location of SME : Fukuoka, Japan
- Survey Site, Counterpart Organization : Hanoi/ MOC, PMB, IBST



Concerned Development Issues

- Road accident or traffic jam may occur in utilizing poor quality, performance and workability of sewer equipment
- Concrete sewer facilities corroded by sulfuric acid attack may cause sinkholes on road.
- Bad influences for road safety and socio-economical activities

Products and Technologies of SMEs

- Sewer equipment consisted of *'high performance manhole cover'*, *'precast concrete manhole'* and *'corrosion proof polymer-concrete pipe'*
- To improve the road safety and workability
- Contributing to cost saving with long life corrosion proof product

Proposed ODA Projects and Expected Impact

- Conducting the verification survey of our sewer equipment, in accordance with sewer facility construction applying Japanese jacking pipe method, is expected to contribute to the road safety, improvement of workability and cost saving in long service life.
- Proposing National Standard in order to disseminate the high-quality and high-performance products, and to improve the local manufacturer's skill