

ブラジル国

ブラジル国  
コンクリート構造物の長寿命化に  
資するひび割れ・劣化部補修事業に  
関する基礎調査

業務完了報告書

2019年6月

独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

株式会社栄組

民連
JR(P)
19-111

<本報告書の利用についての注意・免責事項>

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

<Notes and Disclaimers>

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

写真



国家インフラ局との協議



サンパウロ州道路局との協議



港湾局港湾インフラ事業部との協議



ブラジルコンクリート学会との協議



サンパウロ州基礎衛生公社での試用



連邦道路局での試用



サンパウロ州交通局との協議後



ミナスジェライス州工業連盟との協議

## 目次

要 約	v
はじめに	1
1. 調査名	1
2. 調査の背景	1
3. 調査の目的	1
4. 調査対象国・地域	2
5. 契約期間・調査工程	2
6. 調査団員構成	5
第1章 対象国・地域の開発課題	6
1-1 対象国・地域の課題	6
1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等	9
1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針	10
1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析	11
第2章 提案企業、製品・技術	14
2-1 提案企業の概要	14
2-2 提案製品・技術の概要	14
2-3 提案製品・技術の現地適合性	19
2-4 開発課題解決貢献可能性	22
第3章 ビジネス展開計画	23
3-1 ビジネス展開計画概要	23
3-2 市場分析	25
3-3 バリューチェーン	28
3-4 進出形態とパートナー候補	29
3-5 収支計画	32
3-6 想定される課題・リスクと対応策	34
3-7 期待される開発効果	35
3-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	36
第4章 ODA事業との連携可能性	37
4-1 連携が想定される ODA 事業	37
4-2 連携により期待される効果	37

## 図表リスト

### 【図】

	内容
図 1	調査対象地域
図 2	インフラ補修施工マネジメントシステム
図 3	圧力調整注入工法の注入機構
図 4	バリューチェーン

### 【表】

	内容
表 1	調査団員リスト
表 2	直近 1 ヶ年のセメント消費量（調査対象地域）
表 3	直近 3 ヶ年の年別セメント消費量（地方別）
表 4	ブラジル新政権の省庁
表 5	世界銀行で実施中の支援内容
表 6	米州開発銀行がブラジルで実施中の輸送セクタープロジェクト
表 7	圧力調整注入工法を活用した日本国内での補修施工実績
表 8	日本における注入工法に関する比較優位性
表 9	ビジネス展開計画概要
表 10	競合技術・工法
表 11	ブラジルにおける圧力調整注入工法の比較優位性
表 12	5 ヶ年収支計画（事業開始から 5 年目までの収支計画）
表 13	販売計画（数量ベース）
表 14	販売計画（金額ベース）
表 15	人員計画表
表 16	連携が想定される ODA 事業
表 17	想定される連携の内容及び連携により期待される効果

## 略語表

略語	正式名称 (英語、ポルトガル語)	和称
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland	ブラジルポルトランドセメント協会
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas	ブラジル技術規格協会
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres	国家陸運庁
ARTESP	Agência de Transporte do Estado de São Paulo	サンパウロ州交通庁
BRICs	Brazil, Russia, India, China, South Africa	ブラジル、ロシア、インド、中国、南アフリカ共和国の5ヶ国の総称
DER(DERSP)	Departamento de Estradas de Rodagem	サンパウロ州道路局
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes	国家運輸インフラ局
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IBRACON	Instituto Brasileiro do Concreto	ブラジルコンクリート学会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PAC2	Programa de Aceleração do Crescimento 2	第二次経済成長加速化計画
PPI	Programa de Parcerias de Investimentos	投資パートナープログラム

## 要 約

### 第 1 章 対象国・地域の開発課題

#### 1-1 対象国・地域の開発課題

ブラジルでは人口の 8 割以上が都市部に集中し都市化が急速に進んでいる。しかし、整備されたインフラのメンテナンスに対する投資が十分に行われなかったため、1960 年から 70 年代に整備され供用開始から 50 年を経過したインフラ施設の老朽化が顕著となっている。そのため、インフラの点検等を通じてコンクリート構造物の老朽化や整備不足による劣化状況を把握しているものの、対策を講じていないことが主な原因となって、都市部を中心に橋梁の崩落事故が発生している。また、技術に関する情報不足やインフラの維持補修に対する意識の低さから、政府機関のインフラ補修への対応が予防保全的補修補強ではなく事後対策になり、継続的なインフラの安全性確保が行われていない。

主に連邦政府機関（DNIT、ANTT）、サンパウロ州政府機関（DER、ARTESP 等）、ミナスジェライス州政府機関、在ブラジル日本大使館（インフラ専門官）等にヒアリング調査を行ったところ、提案企業の技術と直結する課題として、以下に示す課題があることがわかった。

- ・高速道路、一般道路、橋梁等のコンクリート部分の補修工事では、既存の工法では補修完了までに日数がかかるため、施工時間に制約がある場所での補修作業が進みにくい。
- ・漏水止水のために既存の工法を用いて補修を行っても、施工性が高くないため、ひび割れの再発生や再劣化までの時間が短く、再度補修するが多い。
- ・補修効果の持続性が高くない上に、ひび割れ補修にかかるコストが高くなる傾向がみられる。予算に制約があるため、必要な補修を実施すべき時に実施できていない。

#### 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

ブラジル政府は、2104 年のワールドカップ及び 2016 年のリオデジャネイロ五輪以降のインフラ開発計画として、9,443 億ドル規模の第二次経済成長加速化計画（PAC2）を進めている。

PAC2 には、エネルギー・都市整備・輸送等のインフラ開発をはじめ、開発されたインフラの補修・改修・保全が盛り込まれているものの、行政機関のインフラの補修・保守に対する意識の低さや、国内外の有効な補修・改修・保全技術が普及していないこと、行政機関に予算執行予算が不足していることなどが主な原因で、行政機関で必要な時期に適切に補修・改修・保全が実施されていないため、十分な成果を得るまでには至っていない。

このような状況下、補修・改修・保全を必要とされる老朽化した既存ストックが蓄積され、近年ブラジル国内では老朽化した橋梁の崩落事故やコンクリート構造物の劣化に起因する事故が発生しているが、老朽化した施設を更新するには莫大な資金が必要となるため、施設を適切な維持管理手法を用いて長寿命化を図り、段階的に更新できる計画的な維持管理方法の確立が重要課題となっている。

2019 年 1 月に誕生したジャイール・ボルソナロ大統領率いる新政権は、前政権が推進した投資パートナープログラム(PPD)を引き継ぐ方針を示し、インフラ省は新政権発足 100 日間の目標の中で、鉄道や空港インフラへの投資拡大、港湾ターミナルのコンセッション方式での入札実施を掲げ履行している。また新政権発足後に発表された一般教書では、高速道路の維持管理をコンセッション方式で行うことが示されている。2018 年 10 月の大統領選挙後に実施した建設業界企

業へのヒアリング調査では、「公共工事は激減したが回復中」「新政権が財政負担を減らす方針を示していることから、新規のインフラ開発ではなくインフラを維持管理・補修するための予算確保や政策立案が進む見込み」と回答する建設業界関係者が多くみられた。

### 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

我が国の対ブラジルの ODA 基本方針（大目標）として、「持続的開発への支援と互恵的協力関係の促進」を挙げており、ブラジル政府が掲げる「成長加速プログラム」及び「投資連携プログラム」を踏まえ、急速な都市化がもたらす弊害を緩和し、天然・食料資源の安定的供給に資する分野への支援を行っていくことを示している。重点分野（中目標）の一つに「都市問題と環境・防災対策」を掲げ日本の先進的な技術を活用して都市部における環境・衛生の改善、交通渋滞の緩和といった都市環境の悪化に対して支援を行っていくことを示すとともに、2018年4月からは「投資環境改善」が追加され産業競争力強化のための環境整備や技術支援等、民間資金との連携も念頭に、人的資源の拡充を含め経済成長を促進する分野での支援も示されている。

### 1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

我が国の対ブラジル連邦共和国に対する国別開発協力方針における事業展開計画のうち、当該開発課題に関連すると思われる事例を確認すると、開発課題(小目標)「都市問題への対応」の案件が最も多く、環境配慮型都市構築プログラムのもと、衛生環境改善計画・無収水対策計画・交通計画等が進められている。現地調査の結果、円借款(有償)「サンパウロ州無収水対策計画」及び「サンタカタリーナ州沿岸部衛生改善計画」で、カウンターパートが保有する施設にコンクリート構造物が多く、漏水防止や予防保全のためのひび割れ補修が見込まれることがわかった。

また他ドナーでは、世界銀行や米州開発銀行といった国際開発金融機関が、道路等の輸送環境の整備を支援している。

## 第2章 提案企業、製品・技術

### 2-1 提案企業の概要

- ・社名：株式会社 栄組
- ・所在地：岩手県遠野市上郷町板沢九丁目 19 番 1 号

### 2-2 提案製品・技術の概要

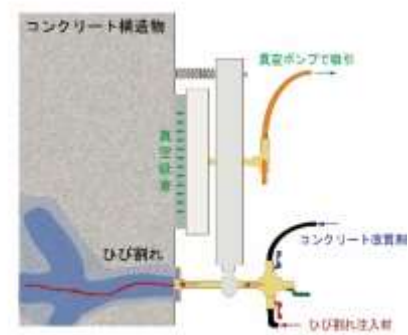
提案企業では、補修施工のみならずコンクリート構造物のトータルソリューションサービスを提供しインフラの長寿命化を支援するため、各種非破壊検査機等によるコンクリート構造物の重層的劣化調査診断、補修補強前に超高压水(Water Jet)を用い健全部を損傷させることなく洗浄処理する劣化部処理、複合的効果を発現させる補修補強施工、補修補強後の性状回復評価、以上の4つのプロセスを一元化し、維持補修を管理する施工システム、インフラ補修施工マネジメントシステムを開発しサービス提供している。

このシステムのうち、補修補強施工で活用する圧力調整注入工法は、提案企業が独自開発し日本国内での特許を有し全国の補修施工に活用されている。





インフラ補修施工マネジメントシステム



圧力調整注入工法（真空吸着式）

### 2-3 提案製品・技術の現地適合性

現地適合性を確認・検証するため、インフラ補修施工マネジメントシステム及び圧力調整注入工法の紹介、実際の機材を活用した補修施工デモンストレーションを実施した。

#### (1) 現地適合性確認結果（技術面）

政府機関・ゼネコン・建設コンサルタント会社・補修資材メーカー等に対するヒアリング調査及び補修デモンストレーションを実施した結果、ブラジルに現在普及していない技術であること、既存技術と比較して施工性、施工進捗の視認性、機材の携帯性、短時間で完工可能等の点で優位性が高いことがわかった。また、ブラジルの政府機関・事業者のコンクリート構造物の補修に関する課題解決ニーズを満たすことがわかった。

#### (2) 現地適合性確認結果（制度面）

政府機関・企業へのヒアリング調査を通じて、提案企業の工法・資機材はブラジル国内法に抵触しないことがわかった。

### 2-4 開発課題解決貢献可能性

現地調査を行った結果、提案企業の圧力調整注入工法は、ブラジルのコンクリート構造物補修分野に対して、補修の施工性向上、補修施工時間の短縮、補修施工にかかるコストメリットの向上への貢献が期待できると考える。これらの貢献を通じて、ブラジルのコンクリート構造物のひび割れ・劣化部の補修や漏水箇所の止水に寄与し、インフラの長寿命化に寄与することができると思う。

## 第3章 ビジネス展開計画

ビジネス展開計画として以下の内容を計画している。

市場分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>ターゲット市場は「コンクリート構造物の補修にかかる資機材・サービス市場」とする。</li> <li>優先順位が高い順に、ゼネコン・建設コンサルタント会社、コンセッションネアを対象にビジネス展開を進める。</li> <li>サンパウロ州とミナスジェライス州で優先的に取り組む。</li> </ul>
バリューチェーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>調達・開発</li> </ul> <p>補修施工に不可欠な注入装置は日本本社から購入。注入材及び溶</p>

	<p>剤、消耗品等は、ブラジル国内で調達。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>製造（アソート）</u> 日本本社から購入する注入装置、現地調達する点検・調査診断機器や注入材及び溶剤を現地法人で組み合わせ、顧客に販売。</li> <li>・<u>営業、販売・リース・レンタル</u> 営業活動は、自社及び販売パートナー企業が行う。機材のリース販売、導入企業の技術者向け研修は現地法人が行う。</li> <li>・<u>アフターサービス</u> 現地法人及びパートナー企業が、機材導入企業を対象に、機材のアフターメンテナンスサービスを年1回有償で提供する。</li> </ul>
進出形態とパートナー候補	<ul style="list-style-type: none"> <li>・独資での現地法人設立を計画している。現地法人はサンパウロ州サンパウロ市内での設立を予定。</li> <li>・現地での事業化にあたって、販売面でのパートナー（ゼネコン、建設コンサルタント会社、補修用注入材及び溶剤等の材料を販売するメーカー）、実証・研究開発面でのパートナー、人材採用面でのパートナーとの協力関係を構築する。</li> </ul>
収支計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力調整注入工法の機材のリース、導入企業の技術者を対象に実施する企業研修で得られる企業研修収入、リース機材のメンテナンス収入（半年に1回）、インフラ補修施工システムの提供によるサービス収入を目指す。</li> <li>・事業開始3年目での営業利益黒字を目指す。</li> </ul>
想定されるリスク・課題と対応策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主に政治経済、税制、労働法制、知財に関するリスクを想定。</li> <li>・ブラジルでは2019年1月に新政権が誕生した。とくに政治経済及び税制は正確に情報収集し、本社・現地法人が連携し法令順守で対応する。</li> </ul>
ビジネス展開により期待される開発効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力調整注入工法及びインフラ補修施工マネジメントシステムを普及することで、コンクリート構造物の補修の施工性、効率性、補修施工に従事する技術者の技術力等の向上に貢献する。</li> <li>・公的部門・民間部門の両方で、同工法及び同システムの導入を継続的に推進することで、事後発生的なインフラメンテナンスの対応から予防保全的なインフラメンテナンスへの転換に向けて寄与し、ブラジルのコンクリート構造物の長寿命化に貢献する。</li> </ul>
日本国内地元経済・地域活性化への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地での事業展開を通じて、地元経済における新たな雇用の創出、中小企業の活性化に貢献する。</li> <li>・現地事業で工法の普及及びブラッシュアップを図ることで、工法・技術の国内評価の向上、大学及び研究機関との産学連携による技術及び事業の開発に貢献する。</li> <li>・国内外の経済交流・人的交流の活発化に寄与する。</li> </ul>

## 第4章 ODA事業との連携可能性

### (1) 連携が想定される ODA 事業

現地調査の結果、以下2事業との連携可能性が想定できる。

事業名	サンパウロ州 無収水対策計画	サンタカタリーナ州 沿岸部衛生改善計画
カウンターパート	サンパウロ州基礎衛生公社	サンタカタリーナ州上下水道公社
プロジェクトサイト	サンパウロ州全域	サンタカタリーナ州沿岸部の 5都市
事業スケジュール	2019年度までを予定	2020年度までを予定

### (2) 連携により期待される効果

現地調査で実施したヒアリング調査では、上記2件の ODA 事業において、圧力調整工法はコンクリート製の貯水タンクや浄化槽のひび割れ補修や漏水箇所の止水に貢献できる可能性を確認した。またサンパウロ州基礎衛生公社では、同社の要請を受け調査期間中に補修作業デモンストレーションを実施し、参加した同社技術者から自社で行う軽微なひび割れ・劣化部補修工事で用いている工法や外部委託で行う規模の大きめのひび割れ・劣化部補修工事よりも、施工性の向上・施工時間の短縮・コストメリットの向上が期待できることが示された。

また現地調査では、サンパウロ州基礎衛生公社以外にも、ブラジル連邦政府機関、ミナスジェライス州政府機関より、圧力調整注入工法の導入に向けた提案企業のブラジルでの調査・実証活動に協力意向が示されており、現地での補修デモンストレーション等の実証活動及び技術者への人材育成に関する要請を受けている。そこで、圧力調整注入工法の普及に最適なカウンターパートとの関係構築、課題解決、ビジネス展開に向けた詳細なビジネスモデルや実行施策を検討する「案件化調査」や、選定したカウンターパートとパイロット調査等の実証活動とビジネス化に向けた普及活動を行う「普及・実証・ビジネス化事業」が想定できる。

## 企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社栄組
- 代表企業所在地：岩手県遠野市
- サイト：ブラジル国連邦直轄市（ブラジリア）、サンパウロ州、ミナスジェライス州



## ブラジル国の開発課題

- 橋梁・道路等のコンクリート構造物を劣化補修する技術はあるが、インフラの長寿命化に資する効果的な補修技術が確立されていない
- 新規インフラ整備は盛んに行われているが、そのスピードと比較し、劣化補修の政策・施策が進んでいない

## 中小企業の製品・技術

- コンクリート構造物の長寿命化を目的に活用されるコンクリートひび割れ補修技術
- 注入圧力を自由に調整することにより注入性能の向上
- すべての補修材料をひび割れ先端の深部から表面部までの確に注入できる
- 施工時間を短縮し、注入機を繰り返し使用するため廃棄物が発生しない

## 日本の中小企業の事業戦略

- サンパウロ州及びミナスジェライス州における橋梁・道路等の公的インフラ市場やマンション等の民間市場でニーズを発掘するとともに現地パートナー企業選定を行い、ブラジルでのコンクリート構造物補修事業を確立する
- 将来的には、ブラジル全国に技術普及を行いブラジルのインフラ補修分野に貢献しながら、事業規模を拡大する。

## 中小企業の事業展開を通じて期待される開発効果

- コンクリート構造物の長寿命化を促進する本技術をブラジルの橋梁・道路等の公的インフラ分野やマンション等の民間分野に普及することで、ブラジルのインフラ整備と防災に貢献する
- 事業化するとともに、コンクリート構造物の補修技術・機材をブラジルに導入し、ブラジルの建設人材の育成にも寄与する。

Small and Medium-sized Enterprise Partnership Promotion Survey  
 Federative Republic of Brazil, Survey on the Utilization of Repairing Method for Crack and Deteriorated Part  
 of Concrete Structure for its Life Prolongation in Brazil (SME Partnership Promotion)



**SMEs and Counterpart Organization**

- Name of SME : SAKAEGUMI Corporation
- Location of SME: Tono City Iwate Pref., Japan
- Survey Site: Brasilia, Sao Paulo State, Minas Gerais State

**Concerned Development Issues**

- Although there is a technology to repair concrete structures such as bridges and roads, effective repair techniques that contribute to prolonging the lifetime of infrastructure are not established
- Although new infrastructure improvement is actively carried out, policy and measures concerning deterioration repair are not advanced as compared with the speed

**Products and Technologies of SMEs**

- Concrete crack repair technology utilized for the purpose of life prolonging of concrete structures
- Improve injection performance by freely adjusting injection pressure
  - All repair materials can be precisely injected from the deep part of the crack tip to the surface part
  - Reduction of construction time, waste is not generated because injector is used repeatedly

**Business Sustainability**

- Discover needs in public infrastructure markets such as bridges and roads in Sao Paulo State and Minas Gerais State and private markets such as condominiums, select local partner companies, and establish concrete structure repair business in Brazil.
- In the future, we will promote technology across Brazil, contribute to infrastructure repair field and expand business scale

**Expected Impact**

- Contributing to infrastructure development and disaster prevention in Brazil by disseminating technologies that promote life prolonging of concrete structures to public infrastructure such as bridges and roads and private fields such as condominiums
- By commercializing and introducing repair technologies and equipment for concrete structures to Brazil, it will also contribute to nurturing human resources in Brazilian construction industry.

# はじめに

## 1. 調査名

(和文) ブラジル国

コンクリート構造物の長寿命化に資するひび割れ・劣化部補修事業に関する基礎調査

(英文) Federative Republic of Brazil

Survey on the Utilization of Repairing Method for Crack and Deteriorated Part of Concrete Structure for its Life Prolongation in Brazil (SME Partnership Promotion)

## 2. 調査の背景

ブラジル国は世界第 5 位の面積・人口（中南米最大）を抱えており、その 8 割以上が都市部に在住している。急速な都市化が進む一方でインフラ整備は遅れており、環境・衛生の悪化、交通渋滞、自然災害への脆弱性など様々な問題が生じている。経済規模は世界第 9 位（2018 年、IMF）を誇り、グローバル・プレーヤーとしての国際的地位を高め、一層の経済発展を目指しているものの、新興国のインフラ整備度ランキング（World Economic Forum Global Competitiveness Report2014-2015）では 144 カ国中 120 位と BRICs 諸国で最下位である。毎年ランキングを下げていることから、他の新興国と比較してもインフラ整備が進んでいないことは明らかである。

ブラジル国政府は対策の必要性を認識し、「第二次経済成長加速化計画」においてインフラの改修・保全を含むインフラ開発の推進を掲げてはいるが、十分な補修・改修・保全技術が普及していないため、都市部を中心に橋梁の崩落事故等が多発している。特に 1980 年代から 90 年代にかけてブラジルは経済状況の悪化によりインフラ投資が十分になされておらず、供用開始から 50 年を経過したインフラ施設の老朽化が顕著である。老朽化した施設の更新には莫大な資金が必要であり、計画的に更新できる維持管理方法の確立が重要課題となっている。

このような状況のなか、我が国の対ブラジル連邦共和国国別援助方針（2012 年）は「持続的開発への支援と互恵的協力関係の促進」を基本方針とし、「都市問題と環境・防災対策」を重点分野の一つに掲げている。その対応方針は「日本の先進的な技術や知見を活用した環境配慮型都市の構築支援」であり、2013 年 2 月から 2016 年 1 月まで「クリチバ市における土地地区画整理事業実施能力強化プロジェクト」（技術協力事業）等を実施し、都市問題と環境・防災対策への支援を行っている。

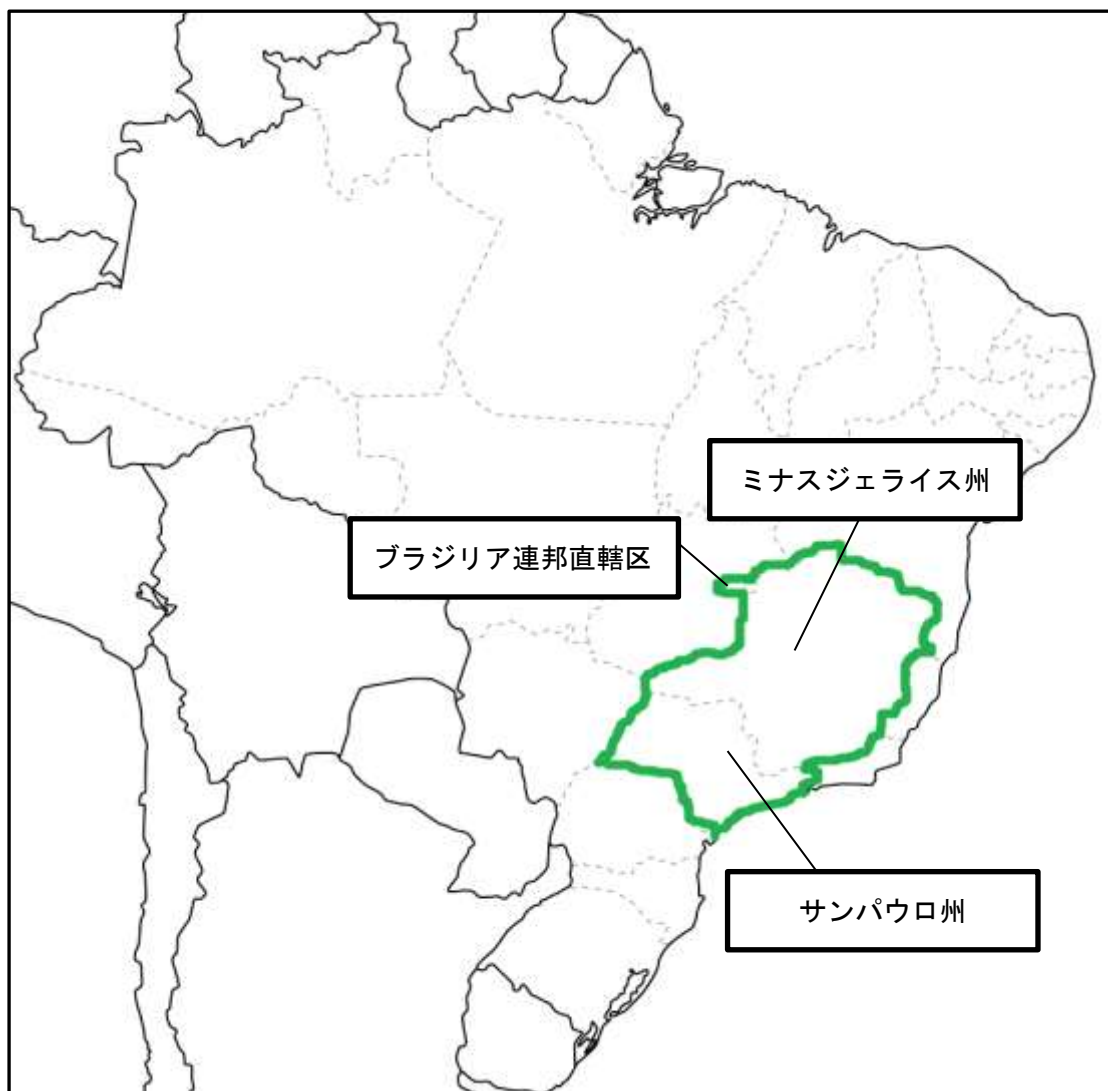
## 3. 調査の目的

本調査は、提案企業の提案技術であるコンクリート構造物のひび割れ補修技術によるブラジル国のコンクリート構造物補修の高度化とインフラの長寿命化に係る適用可能性の確認を行い、ODA を通じた提案技術の現地活用可能性及びビジネス展開に係る検討を行うことを目的としている。

#### 4. 調査対象国・地域

ブラジル連邦共和国のサンパウロ州、ミナスジェライス州、ブラジリア連邦直轄区を対象に本調査を実施した。調査対象エリアを緑色で囲み示す。

図1 調査対象地域



出典：JICA 調査団作成

#### 5. 契約期間・調査工程

##### (1) 契約期間

2018年8月29日から2019年6月28日

(2) 調査工程

本調査では合計3回の現地調査を実施した。各回の現地調査期間と工程を以下に示す。

・第1回現地調査：2018年9月15日から2018年9月30日

	日付	時間 (現地時間)	都市	訪問先	調査内容
1	9/15				移動(東京→ドバイ)
2	9/16				移動(ドバイ→サンパウロ)
3	9/17	9:00	サンパウロ	サンパウロ州基礎衛生公社(SABESP)	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状の確認、維持管理・補修への協力の可能性の確認
		15:00		サンパウロ州政府投資誘致機関(INVESTESAO PAULO)	サンパウロ州内のインフラ(高速道路、橋梁、飛行場等)の現状、サンパウロ州での外国資本の法人設立に関する情報収集
		17:00		JICAサンパウロ出張所	安全対策ブリーフィング、現地調査での訪問先に関する情報収集・依頼
4	9/18	10:00	サンパウロ	Planaudi Consultoria e Assessoria contabil S/S	ビジネスモデルに関する租税、法人設立等に関する情報収集
		16:30		Honda Advogados	外国資本の法人設立に関する情報収集(法規制面)
5	9/19	8:30	サンパウロ	Hoss建設	ブラジルの建設業界の動向(民需・官需)、ブラジルでの事業運営の留意点等の情報収集
		午後		サンパウロ市内	サンパウロ市内の橋梁5橋の劣化状況の確認
				ブラジルへ移動	移動(サンパウロ→ブラジル)
6	9/20	9:00	ブラジル	JICAブラジル事務所	維持管理・補修技術の紹介、ブラジルにおけるODA関連との連携可能性に関する情報収集
		10:30		国家運輸インフラ局(DNIT)	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、直営の道路・橋梁の維持管理・補修の現状と課題の確認、法規制に関する確認
		15:00		在ブラジル日本大使館	在ブラジル日本大使館のインフラ専門官に対するヒアリング。ブラジルのインフラ
7	9/21	10:00	ブラジル	運輸港湾民間航空省 港湾局港湾インフラ事業部	港湾のコンクリート構造物の現状と課題、法規制に関する確認
		14:30		国家陸運行(ANTT)	コンセッション方式による道路・橋梁のインフラ維持管理の現状と課題、開発計画・方針、法規制に関する確認
		18:30		サンパウロへ移動	移動(ブラジル→サンパウロ)
8	9/24	10:00	サンパウロ	DI Biasi Construtora Civil	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状の確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
		14:00		UNIONTECH Juntas e Impermeabilizacoes Ltda	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状の確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
9	9/25	9:00	サンパウロ	ブラジル戸田建設株式会社	ブラジルの建設業界の動向(民需・官需)、ブラジルでの事業運営の留意点等の情報収集
		11:00		CGC Geotecnia e Construcoes LTDA	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状の確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
		15:00		公共運輸サービス管理局(ARTESP)	サンパウロ州におけるコンセッション方式の道路・橋梁のインフラ維持管理の現状と課題、開発計画・方針、法規制に関する確認
		17:00		JETROサンパウロ	ブラジルの投資環境、建設業の投資に関する留意点に関する確認
10	9/26	10:30	サンパウロ	São Paulo Aeroportos (DAESP)	サンパウロ州内の飛行場でのコンクリート構造物の維持管理・補修技術に関する情報収集
		14:00		Associação Brasileira de Cimento Portland	ブラジルのコンクリート構造物に関する過去・現状に関する情報収集。
				Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)	コンクリート構造物及び補修技術の規制・規格に関する情報収集。
11	9/27	10:30	サンパウロ	Desenvolvimento Rodoviário S/A (DERSA)	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、サンパウロ州直営の道路・橋梁のインフラ維持管理の現状と課題、州内で活用している補修技術に関する確認
		14:30		University of Campinas Department of Structural Engineering Tecnum	ブラジルにおけるコンクリート構造物の維持管理・補修技術に関する情報収集。ブラジルでの技術開発、試験等に協力関係構築に対する情報交換
12	9/28	9:00	サンパウロ		維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、ブラジル国内でのインフラ開発・維持管理補修の現状に関する情報収集
		11:00		サンパウロ州道路局(DER)	サンパウロ州直営の道路・橋梁のインフラ維持管理の現状と課題、州内で活用している補修技術に関する確認
		14:00		Instituto Brasileiro Do Concreto Engeti Consultoria e Engenharia Ltda	ブラジルコンクリート学会。ブラジルにおけるコンクリート構造物の維持管理・補修技術に関する情報収集、ブラジル国内での技術普及に関する情報収集
		16:00		JICAサンパウロ出張所	第1回現地調査の報告
13	9/29				移動(サンパウロ→ドバイ)
14	9/30				移動(ドバイ→東京)

・第2回現地調査：2018年12月8日から2018年12月23日

	日付	時間 (現地時間)	都市	訪問先	調査内容
1	12/8				移動(東京→ドバイ)
2	12/9				移動(ドバイ→サンパウロ)
3	12/10	9:00	サンパウロ	ADS Paisagismo	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、パートナー・協力関係構築に関する協議
		11:00	サンパウロ	Obramax - Atacado Da Construção	現地建材商社での建材購入可否に関する確認



日付	時間 (現地時間)	都市	訪問先	調査内容
	14:00	サンパウロ	Concessionária SPMar	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
	15:00		橋梁崩落現場視察	直近で発生した橋梁崩落現場の視察
	16:00		LEROY MERLIN	資材販売店での資材購入に関する確認
4	9:00	サンパウロ	JICAサンパウロ事務所	安全対策ブリーフィング、打ち合わせ
	11:00		SABESP補修デモンストレーション現場視察	サンパウロ州基礎衛生公社 (SABESP) での補修デモンストレーション現場視察
	15:00		SIKA BRASIL	補修資材メーカーへのヒアリング調査
5	9:00	サンパウロ	Nippon Steel & Sumitomo Metal Empreendimentos Siderúrgicos LTDA.	現地での事業運営、インフラの開発状況に関する情報収集
	11:00		Concessionária Ecopistas Concessionária Ecovias Concessionária EcoRODOVIAS	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
	14:00		ブラジルコンクリート学会 (IBRACON)	今後の協業に関する協議
	17:35		ブラジルへ移動	移動 (サンパウロ→ブラジル)
6	9:00	ブラジル	DER/DF	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、デモンストレーション現場の確認
	13:00		橋梁補修デモンストレーション	橋梁補修デモンストレーションの実施
7	9:00	ブラジル	橋梁崩落現場視察	ブラジルの橋梁崩落現場の視察
	11:00		FUNDEX Fundações e Recuperação de Estrutura	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
	14:00		M2 CONSTRUTORA	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
	17:50		サンパウロへ移動	移動 (ブラジリアーサンパウロ)
8	9:00	サンパウロ	サンパウロ州基礎衛生公社 (SABESP)	デモンストレーションに関する事前打ち合わせ
	10:00		浄水・処理施設補修デモンストレーション	浄水・処理施設補修のデモンストレーション
9	9:45	ベロオリゾンテ	ベロオリゾンテに移動	移動 (サンパウロ→ベロオリゾンテ)
	13:30		Construtora G-Maia	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
	16:00		Regional Sistemas Construtivos	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
10	11:00	ベロオリゾンテ	Pi Engenharia e Consultoria LTDA	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
	午後		ミナスジェライス州建設道路局 (DEER) ・ ミナスジェライス州運輸公共工事局 (SETOP)	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、州内の道路・橋梁の補修に関する現状と課題、
11	9:00	ベロオリゾンテ	Solução Engenharia	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
	11:00		STATERA ENGENHARIA	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
	14:30		Construtora Costa Junior	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、維持管理・補修の現状確認、パートナー・協力関係構築の可能性の確認
	19:25		サンパウロに移動	移動 (ベロオリゾンテ→サンパウロ)
12	8:00	サンパウロ	JICAブラジル事務所所長との面談	調査の現状、デモンストレーションに関する報告
	10:30		サンパウロ都市圏鉄道公社 (CPTM)	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認、サンパウロ都市圏の道路・橋梁の補修に関する現状と課題、
	14:00		ポルトセゲーロ (大手保険会社)	維持管理・補修技術の紹介とニーズ確認
	16:00		JICAサンパウロ事務所	第2回現地調査の報告
13	12/22			移動 (サンパウロ→ドバイ)
14	12/23			移動 (ドバイ→東京)

・第3回現地調査：2019年2月23日から2019年3月3日

日付	時間 (現地時間)	都市	訪問先	調査内容
1	2/23			移動 (東京→ドバイ)
2	2/24			移動 (ドバイ→サンパウロ)
3	9:00	サンパウロ	tkS brasil, MK2 Sonic Service	パートナー・協力関係構築に関する協議
	15:30		HOSS建設	パートナー・協力関係構築に関する協議
4	9:00	サンパウロ	サンパウロ州基礎衛生公社 (SABESP) Penetron Brasil LTDA	パートナー・協力関係構築に関する協議
	14:00		サンパウロ都市圏鉄道公社 (CPTM)	パートナー・協力関係構築に関する協議
5	9:00	サンパウロ	MC-Bauchemie	パートナー・協力関係構築に関する協議
	15:00		University of Campinas Department of Structural Engineering	産学連携・人材育成・協力関係構築に関する協議
	19:00		Brasfaiber	現地補修市場動向・補修技術に関する意見交換
6	2/28	サンパウロ	サンパウロ州道路局 (DER)	パートナー・協力関係構築に関する協議
7	9:30	サンパウロ	ADS Paisagismo	パートナー・協力関係構築に関する協議
	11:30		Telar Engenharia e Comercio S.A.	パートナー・協力関係構築に関する協議
	16:00		JICAサンパウロ事務所	第3回現地調査の報告
8	3/2			移動 (サンパウロ→ドバイ)
9	3/3			移動 (ドバイ→東京)

## 6. 調査団員構成

本調査団員リストを表1に示す。

表1 調査団員リスト

所属	役割	氏名	担当業務	実施業務内容
株式会社 栄組	実施主体	佐々木 栄洋	業務主任者/ パートナー候補 調査	本調査の総括を行う。提案技術の適用可能性確認、現地のインフラ事業へのスペックインの可能性検討、パートナー候補調査、ビジネス展開計画の策定を行う。
		沓澤 辰美	許認可、法規制、 調査診断技術	道路補修に関する許認可・法規制を確認するとともに、インフラ補修施工マネジメントシステム及び圧力調整注入工法に関する許認可を確認。調査診断技術について、提案技術と現地技術を比較し提案技術の優位性を確認する。
		菅原 守	補修技術、市場分 析(公的分野)	補修技術について、提案技術と現地技術を比較し提案技術の優位性を確認する。また、公的分野を対象にインフラ補修施工マネジメントシステム及び圧力調整注入工法のニーズ把握及び市場分析を行う。
		浅沼 寿幸	劣化部処理技術、 市場分析(民間分 野)	劣化部処理技術に関する提案技術と現地技術を比較し提案技術の優位性を確認する。また、民間分野を対象にインフラ補修施工マネジメントシステム及び圧力調整注入工法のニーズ把握及び市場分析を行う。
株式会社 フォーバル	調査支援	宮本 尚幸	アドバイザー/ビ ジネス展開計画、 ODA 連携可能 性、開発課題分析	開発課題分析を行うとともに、現地調査に基づき、ビジネス展開計画の策定、ODA 連携可能性の検討を行う。

出典：JICA 調査団作成

## 第1章 対象国・地域の開発課題

### 1-1 対象国・地域の課題

ブラジルでは人口の8割以上が都市部に集中し都市化が急速に進んでいる。しかし、その人口規模に見合ったインフラの整備が遅れており、環境衛生の悪化、交通渋滞、自然災害への脆弱性などが課題として認識されている。特に1980年代から90年代にかけて、ブラジルは債務問題、極度のインフレーションなど経済状況の悪化によりインフラに対する投資が十分に行われなかったため、1960年から70年代に整備され供用開始から50年を経過したインフラ施設の老朽化が顕著となっている。World Economic Forum "Global Competitiveness Report 2014-2015"がまとめた新興国のインフラ整備度ランキングにおいて、ブラジルはインフラの総合整備度が144カ国中120位とBRICs諸国中で最下位であり、中でも道路及び港湾の整備度が低いとされている。また整備度の経年変化では、毎年ランキングを下げており、他の新興国と比較しても、インフラの整備が進んでいないことが明らかになっている。

ブラジルでは、ライフサイクルコストを低減しインフラの長寿命化を実現することは社会的要請となっており、ブラジル政府は対策の必要性を認識してはいるものの、効果的な具体策を施していない状況で、補修等が行われているのは一部のインフラのみとなっている。

そのため、インフラの点検等を通じてコンクリート構造物の老朽化や整備不足による劣化状況を把握しているものの、対策を講じていないことが主な原因となって、都市部を中心に橋梁の崩落事故が発生している。また、技術に関する情報不足やインフラの補修・保守に対する意識の低さから、政府機関のインフラ補修への対応が予防保全的補修補強ではなく事後対策になり、継続的なインフラの安全性確保が行われていない。

#### 1-1-1 現地調査で確認した課題

##### (1) 劣化に起因した橋梁事故及びインフラ維持補修施工の現状と課題

###### ア ブラジルのセメント消費量

インフラ等のコンクリート構造物がつくられた時期や、近年の造成状況を確認するため、コンクリートの原料であるセメントの消費量について確認した。

表2 直近1ヶ年の年別セメント消費量（調査対象地域）

単位：トン

	2015年	2016年	2017年	
	消費量	消費量	消費量	割合
ブラジル全体	65,315,622	57,783,962	53,703,188	100.0%
サンパウロ州	—	—	9,918,501	18.4%
ミナスジェライス州	—	—	4,898,010	9.1%
ブラジリア市	—	—	584,646	1.1%

出典：Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) 資料より JICA 調査団作成

ブラジルでコンクリートの材料であるセメントの取引促進に取り組む ABCP によると、ブラジル国内のセメント消費量は1980年～1995年頃まで年間20百万トン台であ

ったが、1995年以降には30百万トン台、2007年以降はサッカーワールドカップ開催年の2014年に70百万トン強まで増加した。しかし、リオデジャネイロ五輪が開催された2016年以降は60百万トン未満に減少している。

表3 直近3ヶ年の年別セメント消費量（地方別）

単位：トン

	2015年		2016年		2017年	
	消費量	割合	消費量	割合	消費量	割合
ブラジル全体	65,315,622	100.0%	57,783,962	100.0%	53,703,188	100.0%
北部（7州）	4,767,042	7.3%	3,951,213	6.8%	3,544,470	6.6%
北東部（10州）	15,411,398	23.6%	23,756,716	41.1%	12,408,776	23.1%
中西部（4州区）	6,174,147	9.5%	5,104,405	8.8%	4,945,391	9.2%
南東部（4州）	27,994,077	42.9%	24,789,166	42.9%	23,389,298	43.6%
南部（3州）	10,968,958	16.8%	10,182,462	17.6%	9,415,253	17.5%

※南東部（4州）とは、エスピリトサント州、サンパウロ州、ミナスジェライス州、リオデジャネイロ州を指す。

出典：Associação Brasileira de Cimento Portland 資料より JICA 調査団作成

本調査の対象地域が含まれる南東部では、ブラジル全体のセメント消費量の40.0%以上が消費されている。セメントはコンクリート構造物の原材料として使用されていると考えられ、今後も南東部においてコンクリート構造物の造成や補修等で消費量が増えると考えられる。

## イ 近年発生した橋梁の崩落事故

近年、ブラジル国内では、主に「劣化」が要因と考えられる橋梁の崩落事故が発生している。約10年前から専門家や研究機関が橋梁を調査し、補修や修繕の必要性を連邦政府・州政府機関に指摘していたが、予算・技術・技術者不足等が理由で継続的な保守が行われていなかった。1960年代から70年代に建設された橋梁等が多く、点検や補修工事が必要な橋梁をはじめとしたコンクリート構造物は増加傾向にある。現地調査において視察した橋梁崩落現場を以下に示す。

### (ア) ブラジリア連邦直轄区での事故

同事故は、ブラジリア連邦直轄区の中心部の道路にかかる Eixão Sul 橋が2018年1月末に数十メートルに亘って崩落。2018年9月の現地調査時でも封鎖され、修復されていなかった。

現地調査時に撮影した写真を右に示す。



#### (イ) サンパウロ州内での事故

2018年11月15日にサンパウロ市内の幹線道路の Marginal Pinheiros 高速車線の橋梁の橋脚の一部が崩れ路面が沈み、2メートルの段差が生じたことで、走行していた自動車が落下する事故が発生した。高速車線はサンパウロ市内の橋梁間が全面封鎖され、完全復旧に3ヶ月程度を要するとされている。

#### ウ インフラ維持補修施工の現状と課題

ブラジルのインフラ維持補修施工の現状と課題について、主に連邦政府機関（DNIT、ANTT）、サンパウロ州政府機関（DER、ARTESP 等）、ミナスジェライス州政府機関、在ブラジル日本大使館（インフラ専門官）等にヒアリング調査を行ったところ、以下に示す現状や課題、開発課題の背景・要因があることがわかった。

	内容
現状	<ul style="list-style-type: none"><li>・ブラジル国内では、これまでコンクリート構造物を作ることが中心で、壊れたら作り直すことが多く、維持管理補修は重視されてこなかった。</li><li>・研究機関等によって行われた点検調査の結果、劣化等により事故の懸念がある場合でも、担当行政機関による維持管理補修工事が行われていない橋梁等が残っている。そのため、橋梁等の補修が進まないのにくわえて、経年劣化等により補修が必要とされる橋梁等が増加し続けている。</li><li>・昨今、橋梁等コンクリート構造物の崩落事故が身近に発生したことで、政府機関の中には維持管理補修の計画を立て実行しようとしている政府機関がでてきている。しかし、予算に制約があり、十分な維持管理補修が行われていないことが多い。</li><li>・DERSP では、維持管理補修工事を管理する IT システムを持っているが工事履歴が登録できていない。米州開発銀行等のドナーに維持管理補修の支援を要請したところ、組織的に優先順位をつけ効率的な維持補修を行う体制を整備するためには工事履歴の登録が必要との指摘を受け、同局では1年半の期限を決めて、情報登録・更新を行っている。</li><li>・政府機関は、維持管理補修の計画策定・マネジメントを担当し、実際の工事は、現地企業やコンセッショネアに委託しているが、コンセッション方式の課題として、契約でインフラ構造物のメンテナンスの履行を条件づけているものの、工事・修繕内容や時期は規定されていないほか、コンセッショネアにどの程度の技術力があるのか、どのような工事を行ったか等を細かく監査するのが難しい。</li><li>・政府機関が直接管理するコンクリート構造物（道路・鉄道）において、劣化状況の確認や調査はほぼ目視で行われており、多くの場合で調査機材等は活用されていない。また、具体的な補修等の進捗は進んでい</li></ul>

	<p>ない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・橋梁の点検作業は実績が10年以上ある等、信頼できる企業以外には認められていない。</li> </ul>
開発課題の背景・要因	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路・鉄道分野を管轄している連邦政府及び州政府機関のほとんどで、点検は行うものの、補修の必要性を認識する機関が少ない。</li> <li>・補修にかかる予算や人員等を確保する政府機関は多いものの、予防保全までは行われていない。</li> </ul>
提案企業の技術と直結する課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高速道路・一般道路・橋梁等のコンクリート部分の補修工事では、既存の工法では補修完了までに日数がかかるため、施工時間に制約がある場所での補修作業が進みにくい。(⇒補修施工時間の短縮)</li> <li>・漏水箇所の止水のために既存の工法を用いて補修を行っても、施工品質が高くないため、ひび割れの再発生や再劣化が早い時期に発現し、再度補修する機会が多い。(⇒補修の施工性向上)</li> <li>・補修効果の持続性が高くない割に、ひび割れ補修にかかるコストが高くなる傾向がみられる。予算に制約があるため、補修が必要な時期に実施できていない。(⇒補修施工にかかるコストメリット向上)</li> </ul>

## 1-2 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

ブラジル政府は、2104年のワールドカップ及び2016年のリオデジャネイロ五輪以降のインフラ開発計画として、9,443億ドル規模の第二次経済成長加速化計画(PAC2)を進めている。また2016年9月には、ブラジル国内のインフラ整備プロジェクトに関する透明性・信頼性・法的保護を高め、公的団体と民間事業者との連携を強化・拡大し、民間事業者の投資を呼び込むことを目的に、投資パートナープログラム(PPI)に基づくコンセッションや民営化を通じて、空港や道路などのインフラ整備プロジェクトを民間に開放していくことを発表し同プログラムの導入や広報活動を推進している。

PAC2には、エネルギー・都市整備・輸送等のインフラ開発をはじめ、開発されたインフラの補修・改修・保全が盛り込まれているものの、行政機関のインフラの補修・保守に対する意識の低さや、国内外の有効な補修・改修・保全技術が普及していないこと、行政機関に予算執行予算が不足していることなどが主な原因で、行政機関で必要な時期に適切に補修・改修・保全が実施されていないため十分な成果を得るまでには至っていない。このような状況下、補修・改修・保全を必要とされる老朽化した既存ストックが蓄積され、近年ブラジル国内では老朽化した橋梁の崩落事故やコンクリート構造物の劣化に起因する事故が発生している。そのため、老朽化した施設を更新するには莫大な資金が必要となるため、施設を適切な維持管理手法を用いて長寿命化を図り、段階的に更新できる計画的な維持管理方法の確立が重要課題となっている。

近年、ブラジルの学術界では、ブラジルコンクリート学会(IBRACON)を中心に、インフラの長寿命化に資する補修技術に着目した実験や研究に取り組む事例が増えている。

しかし、各行政機関で工法・技術面の課題を改善した効果的な補修技術を採用されるまでには至っていない。そのため、ブラジル国内での補修技術の普及につながっていない。

2019年1月に誕生したジャイル・ボルソナロ大統領率いる新政権は、前政権が推進した投資パートナープログラム(PPI)を引き継ぐ方針を示し、インフラ省は新政権発足100日間の目標の中で、鉄道や空港インフラへの投資拡大、港湾ターミナルのコンセッション方式での入札実施を掲げ履行している。また新政権発足後に発表された一般教書では、高速道路の維持管理をコンセッション方式で行うことが示されている。

2018年10月の大統領選挙後に実施した建設業界企業へのヒアリング調査では、「公共工事は激減したが回復中」「新政権が財政負担を減らす方針を示していることから、新規のインフラ開発ではなくインフラを維持管理・補修するための予算確保や政策立案が進む見込み」と回答する建設業界関係者が多くみられた。

表4 ブラジル新政権の省庁

1	連邦総弁護庁	12	経済省
2	科学・技術・革新・通信省	13	法務・治安省
3	連邦総監督省	14	環境省
4	地域開発省	15	保健省
5	インフラ省	16	外務省
6	国防省	17	観光省
7	農業・畜産・供給省	18	中央銀行
8	市民省	19	文官長
9	女性・家族・人権省	20	大統領府政府調整庁長官
10	鉱山・エネルギー省	21	大統領府事務総局長官
11	教育省	22	大統領府安全保障局長官

出典：JICA 調査団作成

### 1-3 当該開発課題に関連する我が国国別開発協力方針

2018年4月に公表した外務省のブラジルに対する国別開発協力方針では、世界第5位の面積・人口を有し、2018GDP世界第9位で地域最大の経済規模を誇るブラジルと我が国との関係は、約190万人の日系人の存在もあり伝統的な友好関係を築いているとともに、「豊富な鉄鉱石・石油などの地下資源、世界最大の食料増産余力、産業競争力強化のためのインフラ整備や技術開発への需要拡大など、今後我が国との経済関係がますます深化することが期待されている」と示されている。また、ブラジルの課題としては、人口の8割以上が都市部に在住するといった急速な都市化に伴うインフラ整備の遅れ、環境・衛生の悪化、交通渋滞、自然災害への脆弱性などを挙げている。

その上で、我が国の対ブラジルのODA基本方針（大目標）として、「持続的開発への支援と互恵的協力関係の促進」を挙げており、ブラジル政府が掲げる「成長加速プログラム」及び「投資連携プログラム」を踏まえ、急速な都市化がもたらす弊害を緩和し、天然・食料資源の安定的供給に資する分野への支援を行っていくことを示している。重点分野（中目標）の一つに「都市問題と環境・防災対策」を掲げ日本の先進的な技術を活用して都市部における環境・衛生の改善、交通渋滞の緩和といった都市環境の悪化に対して支援を行っていくことを示すとともに、2018年4月からは「投資環境改善」が追加され産業競争力強化のための環境整備や技術支援等、民間資金との連携も念頭に、人的資源の拡充を含め経済成長

を促進する分野での支援も示されている。提案技術によって対応するブラジルの開発課題は、都市問題の一つとして顕在化している社会インフラ、とくにコンクリート構造物の老朽化対策と長寿命化である。提案事業はコンクリートの劣化調査・劣化部処理・補修施工・補修評価を通じて、インフラの長寿命化を実現するもので、強靱なインフラ整備への貢献、交通渋滞の改善、環境悪化防止対策、技術支援等の効果が期待される。よって我が国の援助方針の重点分野に挙げられている「都市問題と環境・防災対策」及び「投資環境改善」との整合性が高いと考えられる。

#### 1-4 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析

##### 1-4-1 当該開発課題に関連する ODA 事業

我が国の対ブラジル連邦共和国に対する国別開発協力方針における事業展開計画のうち当該開発課題に関連すると思われる事例を確認すると、開発課題(小目標)「都市問題への対応」の案件が最も多く、環境配慮型都市構築プログラムのもと、衛生環境改善計画・無収水対策計画・交通計画等が進められている。

現地調査時に JICA ブラジル事務所へのヒアリング調査を行ったところ、これら案件のうち以下 2 件の案件において当該開発課題に関連する内容が含まれることがわかった。

##### (1) サンパウロ州無収水対策計画

スキーム	円借款（有償）
カウンターパート	サンパウロ州基礎衛生公社
プロジェクトサイト	サンパウロ州全域
事業概要	配水管及び給水管の更新（約 674km+約 875,000 栓） 水道メーター更新（約 1,590,000 世帯） セクター化（水量・水圧管理による漏水対策、約 70 カ所） コンサルティングサービス
事業スケジュール	2019 年度までを予定

##### (2) サンタカタリーナ州沿岸部衛生改善計画

スキーム	円借款（有償）
カウンターパート	サンタカタリーナ州上下水道公社
プロジェクトサイト	サンタカタリーナ州沿岸部の 5 都市（バルネアリオ・バハ・ド・スル、ピサーラス、ペーニャ、ボンビーニャス、フロリアノポリス）
事業概要	対象地域の 10 地区の下水道管渠の新設・拡張、6 カ所の新規下水処理場の建設及び 2 箇所の既存下水処理場の拡張等を行う
事業スケジュール	2020 年度までを予定

これらの案件の中で建設された設備やカウンターパートが保有する施設の中はコンクリート製のものも多く、将来的に漏水等を防ぐための予防保全やひび割れ補修が見込まれる。



#### 1-4-2 他ドナーの先行事例分析

ブラジルの道路・輸送分野、コンクリート構造物の補修に関連する分野に対しては、世界銀行や米州開発銀行といった国際開発金融機関が経済協力を行っている。現在も実施中の先行事例について、以下に記載する。

##### (1) 世界銀行

表 5 世界銀行で実施中の支援内容

金額単位：百万ドル

	プロジェクト名	プロジェクト金額	状況	承認日
1	Bahia Road Rehabilitation and Maintenance Project – 2 <sup>nd</sup> Phase (概要) 持続可能な方法で、バイーア州の特定地域における道路の利用可能性と安全性を高めることを目的に実施されている道路修復・維持管理プロジェクト。	200.00	Active	2016/1/29
2	Sao Paulo State Sustainable Transport Project (概要) 環境及び災害リスク管理における州政府の能力を高めながら、輸送及び物流の効率性と安全性の向上に貢献することを目的に実施。	300.00	Active	2013/6/14

出典：JICA 調査団作成

これまでにサンパウロ州、サンタカタリーナ州、ピアウイ州、トカンティンス州、マラニョン州、リオグランデスル州、ゴイアス州、バイーア州で高速道路管理プロジェクトが実施され、現在ではバイーア州の修復管理・リハビリテーションプロジェクトが実施されている。また近年では、マツグラッソドスル州やサンパウロ州を対象に持続的な輸送環境整備に向けたプロジェクトが実施されている。

##### (2) 米州開発銀行

2010 年以降に米州開発銀行がブラジルで実施中の道路など輸送セクターにかかるプロジェクトを以下に示す。

表 6 米州開発銀行がブラジルで実施中の輸送セクタープロジェクト

金額単位：百万ドル

	プロジェクト名	プロジェクト金額	状況	承認日
1	Highway Program for the State of Espírito Santo III (概要) エスピリサント州の人及び商品の移動性、安全性、及びアクセシビリティを向上させることを目的に、道路網の重要な部分を修復・舗装することで、輸送コストを削減し交通安全性の向上、道路管理システムの効率性改善に向け実施。	175.00	実施中	2010/12/8

2	Sao Paulo State Road Investment Program II	480.14	実施中	2014/9/3
	(概要) サンパウロ州政府からの道路システム改善と他の交通機関との統合を支援に応じて実施。約 1,600 km の道路容量の修復と拡張が行われている。			
3	Support for the Structuring of Sustainable Infrastructure Projects in the State of Mato Grosso through Public Private Partnerships (PPPs)	0.5	実施中	2016/10/20
	(概要) 技術委員会により、民間セクターとのパートナーシップによる資金調達の可能性を含む持続可能なインフラプロジェクトの開発に関して、マツグロソ州を支援することを目的に実施。			
4	Support for the Development of a Sustainable Infrastructure Portfolio for Public Investments which take into Consideration Climate Change and tourism potential in the state of Mato Grosso	0.25	実施中	2016/12/9
	(概要) 運輸部門への投資の向上、観光競争力の向上、運輸部門での気候変動を引き起こす行動の緩和に貢献を目指し、マツグロソ州の持続可能なインフラ開発を支援。			
5	Support for Design of Strategies and Instruments for the Structuring Infrastructure Projects with Private Participation in Brazil	0.45	実施中	2017/12/1
	(概要) ラテンアメリカとカリブ海諸国のベストプラクティスと経験を特定しながら、ブラジル政府が民間セクターを含むインフラプロジェクトの手順のベンチマークを行うことを支援することを目的に実施。潜在的な民間投資家の魅力を刺激するために資金調達を構築するプロセスを開発するための新しい戦略策定を目指す。			

出典: JICA 調査団作成

2010 年以降は、エスピリサント州、サンパウロ州、マツグロソ州を対象とする PPP プロジェクトが実施されている。

## 第2章 提案企業、製品・技術

### 2-1 提案企業の概要

#### 2-1-1 企業情報

- ・社名：株式会社 栄組
- ・所在地：岩手県遠野市上郷町板沢九丁目 19 番 1 号
- ・設立年月日：1974 年 1 月 7 日
- ・事業内容：総合建設業として土木工事、建築工事、舗装工事等に從事している。

#### 2-1-2 海外ビジネス展開の位置づけ

提案企業の事業の中で社内外から現在最も注目されているのが提案技術・サービス提供するコンクリート事業である。継続的に新たな技術を開発しつつ補修事業の売上高を伸ばしており、雇用の拡大にも積極的に取り組んでいる。

ここ数年、継続的に大幅な設備投資を行ってきたが、経営状況は安定しており、直近の 2018 年 6 月期では経常利益率は対売上高費 11.4%であった。特に、コンクリート事業部門における売上高は、前年度比約 300%上昇と成長の兆しを見せており、利益率が高く企業価値を高める事業となっている。

### 2-2 提案製品・技術の概要

#### 2-2-1 ターゲット市場

提案企業のインフラ補修施工マネジメントシステム及び圧力調整注入工法は、日本国内の国・自治体が管理する橋梁（道路・鉄道等）・発電所・ダム・建物の外壁等の補修、民間企業・一般家庭が所有する建物・住居等コンクリート構造物のひび割れ補修等で活用されている。取引形態は、発注者から直接受託する場合と、受注業者の下請け企業として補修施工を受託する場合がある。

近年、日本国内では高度経済成長期頃に作られた橋梁（道路・鉄道等）・ダム・インフラ施設等のコンクリート製インフラの老朽化に伴う事故発生リスクの低減、インフラの長寿命化を念頭に、「インフラメンテナンス」に対する注目度が高まっており、2016 年 11 月には「インフラメンテナンス国民会議」（事務局：国土交通省）が設立され、現在ではインフラメンテナンスに関わる企業・行政機関・団体等 1,721 社（2019 年 4 月 16 日時点）、個人 185 名が加盟している。

このような状況下、自治体等行政機関の中には、域内のコンクリート製のインフラ補修に関する入札において、技術・工期・コスト面から、提案企業のインフラ補修施工マネジメントシステム及び圧力調整注入工法を採用する機関が増えてきている。

## 2-2-2 提案製品・技術の概要

提案企業では、補修施工のみならずコンクリート構造物のトータルソリューションサービスを提供しインフラの長寿命化を実践するため、各種非破壊検査機等によるコンクリート構造物の重層的劣化調査診断、補修補強前に超高压水（Water Jet）を用い健全部を損傷させることなく洗浄処理する劣化部処理、複合的効果を発現させる補修補強施工、補修補強後の性状回復評価、以上の4つのプロセスを一元化し、維持補修を管理する施工システム、インフラ補修施工マネジメントシステムを開発しサービス提供している。



図2 インフラ補修施工マネジメントシステム

出典：JICA 調査団作成

本システムを用いることで、適切な劣化診断、的確な補修補強施工、その事後評価としての性状回復評価それぞれの関連付けが可能になり、インフラに関する維持補修のスパイラルアップを図ることでインフラの長寿命化の実現に貢献している。

また提案企業は、本システムで用いる補修補強施工の工法「圧力注入調整工法」の特許を取得している。

一般的にコンクリート構造物の長寿命化を目的に活用されるコンクリートひび割れ補修技術には、ひび割れ被覆工法、注入工法、充填工法があり、補修材料を流し込みひび割れ箇所を閉塞させる注入方法が主流となっているが、現状、補修材料の注入不足や接着不良等により、補修後早い段階で再劣化が発生することが業界の課題となっている。

提案企業はこれらの課題を克服するため「圧力調整注入工法」を開発し、本システムの補修補強施工時に採用している。「圧力調整注入工法」は、コンクリート表面から補修材料を注入する、あるいは内部から注入するといった注入機構の違いにより、真空吸着型圧力調整注入工法とノズル型圧力調整注入工法に区分される。

「圧力注入調整工法」の主な特長として、①注入圧力を自由に調整することにより注入性能の大幅な向上、②すべての補修材料をひび割れ先端の深部から表面部までの確に注入できること、③施工時間を短縮し、注入機を繰り返し使用するため廃棄物が発生しないことの3点が挙げられる。また、漏水箇所の止水において止水材料を組み合わせることができるため、これまで困難であった漏水箇所の止水が可能である。さらに接着剤が不要となり、コンクリート躯体を汚すことがないため美観性の高い補修が可能である。「圧力注入調整工法」の注入機構を図3に示す。

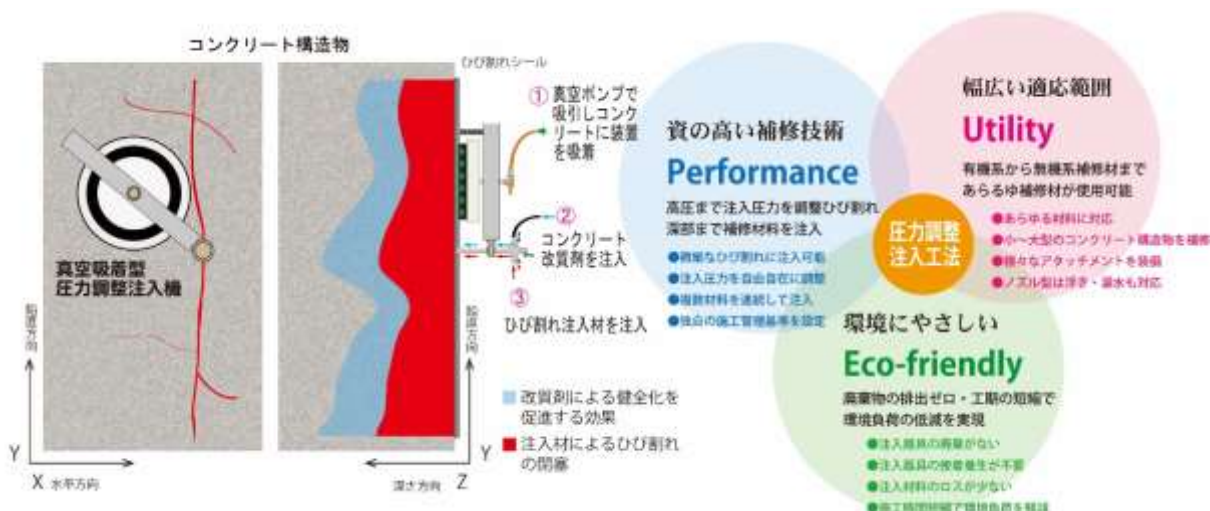


図3 圧力調整注入工法の注入機構

出典：JICA 調査団作成

また「圧力調整注入工法」は、学術的には注入技術に関して新しい知見を与えるものとして、産業界より創造的かつ革新的技術との評価を得ており、コンクリート補修に関する既存概念を変えるものと評価を受けている（2017年6月13日付、日本経済新聞）。そもそも既存の注入技術は、低圧か高圧のどちらかで行われており、注入圧力を自由に調整することにより注入性能を大幅に向上させたことは、先導性（新規性）が高いといえる。「圧力調整注入工法」を活用した施工実績が増えるにつれて、新たな注入技術に関する概念として注目されるようになっており、提案企業が事務局を務め会員との特許使用契約を許諾している圧力調整注入技術研究会には、現在のところ全国30社の建設事業者が入会し、地方自治体が発注する事業及び民間企業からの依頼に対応している。

「圧力調整注入工法」の活用にあたっては、使用機材の活用法や施工方法の習得が必要となることから装置販売は行わず、補修案件が発生するごとに装置をリースする方式をとっている。また、この装置を使用した補修は、技術使用許可を記した知財使用契約を提案企業と締結した企業の認定技能者が行っている。既存の補修工法では、ひび割れ注入1mあたり注入治具を1,500円前後で購入し、施工後の産廃費も必要となるのに対し、「圧力調整注入工法」は1mあたり1,000円程度のリース代のみとなるため、価格面でも優位性が高い。2019年3月時点の「圧力調整注入工法」を用いた施工実績を示す。

表 7 圧力調整注入工法を活用した日本国内での補修施工実績

工法区分	公共	民間	計
真空吸着型圧力調整注入工法	183 件	34 件	217 件
ノズル型圧力調整注入工法	79 件	21 件	100 件
圧力調整注入工法全体	262 件	55 件	317 件

出典：JICA 調査団作成

日本国内では、これまでに計 317 件のコンクリート補修補強施工現場において、「圧力調整注入工法」が採用されている。

### 2-2-3 既存の国内外（本調査対象国は含まない）における比較優位性

インフラ補修施工マネジメントシステム、注入工法それぞれについて、市場動向を中心に述べ比較優位性を示す。

#### (1) インフラ補修施工マネジメントシステム

日本の橋梁分野では、従来の事後的な修繕・架替えから予防的な修繕・計画的な架替えへと転換を図ることで、橋梁の長寿命化と橋梁の修繕・架替えに係る費用の縮減を図ることを目的に、2007 年に『長寿命化修繕計画策定事業費補助制度』が創設され、以降それぞれの道路管理者が橋梁長寿命化修繕計画を作成し、5 年ごとの点検、計画に沿った補修・補強が行実施されている。その後 2010 年代に入り、1970 年代前後の高度経済成長期に整備され供用後約 50 年間が経過する橋梁が加速度的に増加し維持管理コストが増大すること、橋梁やトンネル等コンクリート構造物の事故の増加を契機に、日本政府によるインフラメンテナンスに関する政策が進み、2013 年にはインフラ長寿命化基本計画が策定され、現在では内閣府等の政府機関・大学等の研究機関・民間企業等によって、インフラの維持管理・更新に係る負担軽減のための新技術活用、システム化されたインフラマネジメントシステムの導入等に関する実用研究や現場実証が進められている。

諸外国の中では、欧米の道路維持管理システムが先行しており、米国では 1971 年に橋梁点検基準により橋梁の状態評価を報告するシステム「全国橋梁台帳」が運用されている。また、イギリスでは 2001 年に道路庁によって構造物管理システムがそれ以前のシステムを書き換える形で運用が開始され、フランスやドイツでは州・県等の行政機関によって 1990 年代の後半から 2000 年代初めにかけてシステムが構築され運用されている。

日本国内では、道路の維持補修に用いられる技術は、点検・調査診断を行う調査会社や建設コンサルタント会社、補修・補強施工を行う建設会社、評価や記録を行う建設コンサルタント会社等と業務過程ごとに担当する企業が分かれており、インフラ維持管理マネジメントに係る一連の実務サービスを単独で提供する企業はほとんどない。

提案企業は、点検・調査診断、補修・補強施工、評価・記録等の一連の業務を行うインフラ補修施工マネジメントシステムを整備し、自治体や顧客それぞれのニーズに合わせて、点検・調査診断、補修・補強施工、評価・記録等の各サービスを販売している。

## (2) 注入工法

コンクリート構造物の長寿命化・補修に活用されるひび割れ補修技術のうち、注入方法に関する比較優位性を以下に示す。上段2つは提案企業の圧力調整注入工法で、下段2つは競合企業の注入工法である。なお、表中の比較補修内容はコンクリート構造物の健全化及びひび割れ補修（コンクリート改質剤及びひび割れ注入材の注入）を対象とする場合を記載する。

表8 日本における注入工法に関する比較優位性

	真空吸着型圧力調整注入工法	ノズル型圧力調整注入工法	
工法概要	真空吸着機能を有する注入機を用いてひび割れ表面からコンクリート補修材を注入する工法。コンクリート構造物への脱着が容易、低圧から高圧まで注入圧力を調整可能、補修材（無機・有機）を選ばない、複数の補修材を連続して注入できる等の特長がある。	コンクリート躯体表面を穿孔して設けた注入孔にノズル型注入機を挿入し、固定させて躯体内部からコンクリート補修材を注入する工法。注入機の脱着が容易、注入圧力が調整可能、補修材を選ばない点に特長があり、ひび割れ・浮き補修、漏水止水で活用。	
経済性	1mあたり 9,166円（改質剤と注入材の連続注入の場合） 労務費（東京都の単価）、材料費、機材費、諸雑費、産業廃棄物処理費用を含む	1mあたり 12,604円（改質剤と注入材の連続注入の場合） 労務費（東京都の単価）、材料費、機材費、諸雑費、産業廃棄物処理費用を含む	
補修対象箇所	小型コンクリート構造物～マスコンクリート構造物に発現したひび割れ（形状・材質が異なる数種類の真空プラケットの中から適するものを選択、曲面に発現したひび割れも補修可能）	小型コンクリート構造物～マスコンクリート構造物に発現したひび割れ、漏水の止水、コンクリートやタイルの浮き（補修対象に応じて注入ノズルの径φ10mm、φ8mm、φ6mmや長さを選択）	
主な使用材料	有機質系（エポキシ、アクリル、ウレタン）、無機質系（セメント、ポリマーセメント）、含浸系のコンクリート改質剤	有機質系（エポキシ、アクリル、ウレタン）、無機質系（セメント、ポリマーセメント）、含浸系のコンクリート改質剤	
品質	ひび割れ幅	5mm～0.02mm	5mm～0.02mm
	ひび割れ深さ	2000mm～0mm	2300mm～0mm（穿孔可能深さによって最大深さは変わる）
	注入圧力	0MPa～5MPa（使用する注入ポンプの能力により5MPa以上も可能）	0MPa～5MPa（使用する注入ポンプの能力により5MPa以上も可能）
	注入方式	ひび割れ表面からの注入（注入口はひび割れ幅が0.2mm以上の箇所とする）	コンクリート躯体を穿孔してひび割れ内部から注入（標準穿孔径はφ10.5mm、穿孔径φ10.5mm～φ6.5mm）
	注入口の間隔	30cm～100cm（ひび割れの幅、深さ、躯体状況などから判断）	30cm～100cm（ひび割れの幅、深さ、躯体状況などから判断）
	施工後の評価	非破壊試験機を用い、注入後のひび割れの閉塞状況を評価可能	非破壊試験機を用い、注入後のひび割れの閉塞状況を評価可能
	特筆事項	複数材料の連続注入が可能	複数材料の連続注入が可能
管理基準	品質管理	圧力調整注入工法独自の管理基準値を設定	圧力調整注入工法独自の管理基準値を設定
	出来形管理	圧力調整注入工法独自の管理基準値を設定	圧力調整注入工法独自の管理基準値を設定
	写真管理	圧力調整注入工法独自の管理基準値を設定	圧力調整注入工法独自の管理基準値を設定
	施工資格	圧力調整注入技能者（認定資格）	圧力調整注入技能者（認定資格）
現場条件	特になし。ただし、施工時の温度を確認する（外気温5℃以下では、注入に制約を受ける場合がある。）	特になし。ただし、施工時の温度を確認する（外気温6℃以下では、注入に制約を受ける場合がある。）	
設計条件	有機質系の場合：ひび割れ幅の条件はなし。躯体は乾燥状態。 無機質系の場合：ひび割れ幅 0.05mm以上	有機質系の場合：ひび割れ幅の条件はなし。躯体は乾燥状態。 無機質系の場合：ひび割れ幅 0.05mm以上	
環境への影響	廃棄物はなし	廃棄物はなし	
安全性	保護具（手袋、保護眼鏡等）の着用	保護具（手袋、保護眼鏡等）の着用	

	低圧注入工法A	低圧注入工法B	
工法概要	注入プラグなどを使用して、コンクリート構造物に発生したひび割れに対して、加圧ゴムの圧力により低圧・低速でエポキシ樹脂等を注入する工法。	注入プラグなどを使用して、コンクリート構造物に発生したひび割れに対して、圧力タンク内の空気が圧縮された力により低圧・低速でエポキシ樹脂等を注入する工法。	
経済性	1mあたり 17,857円（改質剤と注入材の連続注入の場合） 労務費（東京都の単価）、材料費、諸雑費 ※産業廃棄物処理費用は含まない	1mあたり 17,857円（改質剤と注入材の連続注入の場合） 労務費（東京都の単価）、材料費、諸雑費 ※産業廃棄物処理費用は含まない	
補修対象箇所	注入器具が接着できる面を持ったコンクリート構造物、注入できる量が少量なため、ひび割れ幅・深さが大きいコンクリート構造物には不適	注入器具が接着できる面を持ったコンクリート構造物、注入できる量が少量なため、ひび割れ幅・深さが大きいコンクリート構造物には不適	
主な使用材料	有機質系（エポキシ）	有機質系（エポキシ）	
品質	ひび割れ幅	1mm～0.2mm（0.2mm以下も可）	1mm～0.2mm（0.2mm以下も可）
	ひび割れ深さ	300mm～0mm	300mm～0mm
	注入圧力	0.4N/mm <sup>2</sup> 以下（1N/mm <sup>2</sup> =1MPa）	0.4N/mm <sup>2</sup> 以下（1N/mm <sup>2</sup> =1MPa）
	注入方式	注入器具をひび割れ表面に接着させ、ひび割れ表面から注入する	注入器具をひび割れ表面に接着させ、ひび割れ表面から注入する
	注入口の間隔	20cm～25cm	20cm～25cm
	施工後の評価	特になし	特になし
	特筆事項	各低圧注入工法メーカーが参加し低圧樹脂注入工法協議会を発足。有機質系ひび割れ注入材の注入が主。	各低圧注入工法メーカーが参加し低圧樹脂注入工法協議会を発足。有機質系ひび割れ注入材の注入が主。
管理基準	品質管理	—	—
	出来形管理	—	—
	写真管理	—	—
	施工資格	—	—
現場条件	使用材料により制約条件あり（メーカーの提示する制約条件を確認する必要あり）	使用材料により制約条件あり（メーカーの提示する制約条件を確認する必要あり）	
設計条件	有機質系の場合：ひび割れ幅0.5mm未満は低粘度、0.5mm以上は中粘度、高粘度を使用。躯体は乾燥状態。無機質系の場合：ひび割れ幅0.2mm以上	有機質系の場合：ひび割れ幅0.5mm未満は低粘度、0.5mm以上は中粘度、高粘度を使用。躯体は乾燥状態。無機質系の場合：ひび割れ幅0.2mm以上	
環境への影響	注入器具、注入器具内の残材は廃棄物	注入器具、注入器具内の残材は廃棄物	
安全性	保護具（手袋、保護眼鏡等）の着用、注入器具の接着作業時の落下防止	保護具（手袋、保護眼鏡等）の着用、注入器具の接着作業時の落下防止	

出典：JICA 調査団作成

表 8 に挙げた他社の低圧注入工法はいずれも業界上位の企業によって現在販売されており、市場の大部分を占めている。提案企業の圧力調整注入工法は後発技術として開発されており、優位な点として以下が挙げられる。

・ 補修箇所及び対応可能なひび割れ幅・深さ

——提案企業の圧力調整注入工法は、他社工法よりも幅が広いひび割れ、ひびの深さが深いひび割れに対応できる。

・ 使用可能な材料

——他社工法は、エポキシのみに対応できるのに対し、提案企業の工法では、有機質系材料ではアクリルやウレタン、無機質系材料ではセメントやポリマーセメント、その他含浸系のコンクリート改質剤を使用でき対応可能な範囲が広い。

・ 1m あたり施工価格

——同条件の補修現場で施工する場合の施工価格は、労務費、材料費、機材費、諸雑費、廃棄物処理費用を含めて、提案企業の工法の方が 1m あたりの施工価格が低い。

・ 注入口の間隔

——提案企業の工法において、注入口の間隔は 30cm～100cm であるのに対し、他工法は 20cm～25cm と短い。

・ 所要日数

——同条件で補修工事を行った場合、補修施工にかかる日数は、提案企業の工法の方が 2 日ほど短い。

## 2-3 提案製品・技術の現地適合性

コンクリート構造物等の補修補強ニーズが見込まれるブラジルでの現地調査においては、現状のインフラ維持補修状況の確認、インフラ補修施工マネジメントシステム及び圧力調整注入工法の紹介、デモンストレーション、競合調査、現地適合性調査を行い、本工法に対する理解の促進、ニーズ・導入意向の確認、競争優位性及び現地適合性の確認を行った。

### 2-3-1 現地適合性確認結果（技術面）

#### (1) インフラ補修施工マネジメントシステム及び圧力調整注入工法の紹介

現地調査において、提案企業のインフラ補修施工マネジメントシステム及び圧力調整注入工法の説明資料・動画等を活用し、政府機関・ゼネコン・建設エンジニアリング会社・器具メーカー等に対して技術説明及び他の工法との比較説明を行い、理解促進を図った。それぞれで確認したニーズを以下に示す。

非公開



非公開

(2) デモンストレーションによる試用

現地調査を通じてヒアリングを行った政府機関・ゼネコン等から、実際に圧力調整注入工法で補修する様子を見たいとの要望を受けた。そこで、補修デモンストレーションの要望を示した政府機関のうち、DNIT 傘下の DER/DF 及びサンパウロ州基礎衛生公社を対象に、各機関が管理するコンクリート製の施設や構造物（橋げた、下水処理槽）を対象に補修デモンストレーションを行った。

ア 補修デモンストレーションの内容

実施した補修デモンストレーションの内容を以下に示す。

非公開

非公開

イ デモンストレーションに対する評価

非公開

2-3-2 現地適合性確認結果（制度面）

（1）工法に対する法規制

非公開

## 2-4 開発課題解決貢献可能性

現地調査でのインフラ補修施工マネジメントシステム及び圧力調整注入工法の紹介、補修作業のデモンストレーションを通じて、圧力調整注入工法を用いた補修施工の確実性や導入メリットを示せたことで、ブラジル連邦政府及び州政府等の政府機関、ゼネコン・建設コンサルタント等の民間企業から特に技術面で好評価を得られるとともに、導入意向が示されている。圧力調整注入工法が開発課題の解決に貢献する可能性について以下に述べる。

### ・補修の施工性向上への貢献

圧力調整注入工法は、既存の多くの注入工法とは異なり、施工作業者が注入状況を直接目視しながら、自ら機材を操作し注入する。さらに、第三者は補修箇所の施工性を近くで目視確認することができる。補修デモンストレーションでは、作業者が補修箇所の注入状況に応じて注入圧力を調整できることや、注入時の注入材・改質剤の充填状況を目視でき把握しやすいことが評価点として挙げられている。

注入作業時での注入圧力の調整、ひび割れ部（劣化している箇所）を補修する材料の充填度合いを施工作業者が確認しながら施工を進められることで、管理基準を設定することができ、作業者のスキルによる施工品質のばらつきを減らすことができると考える。もってコンクリート構造物の補修施工時の施工性の向上に寄与すると考える。

### ・補修施工時間の短縮への貢献

圧力調整注入工法は、一般的に1日当たり35メートル程度の施工が可能である。既存工法では、注入材の硬化を待つ養生時間、注入作業に要する時間、注入器具の設置・除去に要する時間等が生じるため、1日当たりの可能施工量は当工法よりも低い。圧力調整注入工法の普及・技術者を育成することで、補修施工の時間短縮に寄与するものとする。

### ・補修施工にかかるコストメリット向上に対する貢献

現在、施工品質が低いことに起因する再補修や、補修完了までの時間が長いこと等により補修施工コストは決して安くはない。ブラジルにおいて圧力調整注入工法を用いて施工する場合の資機材の費用は、ブラジルの既存工法と同程度の費用である。施工品質と施工性が高く、施工時間も早く、さらには補修コストが同等であるため、顧客が負担する費用は低減され、コストメリットは高くなる。

圧力調整注入工法は上記に挙げた点を通じて、ブラジルのコンクリート構造物のひび割れ・劣化部の補修や漏水箇所の止水に寄与しインフラの長寿命化への貢献が期待できると考える。

### 第3章 ビジネス展開計画

#### 3-1 ビジネス展開計画概要

ビジネス展開計画の概要を表9に示す。

表9 ビジネス展開計画概要

市場分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ターゲット市場は「コンクリート構造物の補修にかかる資機材・サービス市場」とする。</li> <li>・優先順位が高い順に、ゼネコン・建設コンサルタント会社（20社）、道路を管理するコンセッショネア（19社）が対象先である。</li> <li>・サンパウロ州とミナスジェライス州を優先的に取り組む市場とする。その後セメントの消費量の多い、ブラジル南東部をターゲット市場とする。</li> </ul>
バリューチェーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>調達・開発</u> 補修施工に不可欠な注入装置は日本本社から購入。注入材及び溶剤、消耗品等は、ブラジル国内で調達。</li> <li>・<u>製造（アソート）</u> 日本本社から購入する注入装置、現地調達する点検・調査診断機器や注入材及び溶剤を現地法人で組み合わせ、顧客に販売。</li> <li>・<u>営業、販売・リース・レンタル</u> 営業活動は、自社及びパートナー企業（建設コンサルタント会社、ゼネコン等）が行う。機材のリース販売、導入企業の技術者向け研修は現地法人が行う。</li> <li>・<u>アフターサービス</u> 現地法人及びパートナー企業が、機材導入企業を対象に、機材のアフターメンテナンスサービスを年1回有償で提供する。</li> </ul>
進出形態とパートナー候補	<ul style="list-style-type: none"> <li>・独資での現地法人設立を計画している。現地法人はブラジル国内の経済の中心地で人口の多いサンパウロ州サンパウロ市内での設立を予定。</li> <li>・現地での事業化にあたって、販売面でのパートナー（ゼネコン、建設コンサルタント会社、補修用注入材及び溶剤等の材料を販売するメーカー）、実証・研究開発面でのパートナー、人材採用面でのパートナーとの協力関係を構築する。</li> </ul>
収支計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力調整注入工法の機材のリース、導入企業の技術者を対象に実施する企業研修で得られる企業研修収入、リース機材のメンテナンス収入（半年に1回）、インフラ補修施工マネジメントシステムの提供によるサービス収入を目指す。</li> <li>・事業開始初年度は 19,750 千円、2 年目は 45,500 千円、3 年目は 82,950 千円、4 年目は 144,400 千円、5 年目は 207,750 千円の売上高を見込む。</li> </ul>

<p>想定されるリスク・課題と対応策</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主に政治経済、税制、労働法制、知財に関するリスクを想定。</li> <li>・ブラジルでは2019年1月に新政権が誕生した。新政権は、成長発展に向けた施策を推進しながら、財政負担の低減策も進めており、とくに政治経済及び税制は正確に情報収集し、本社・現地法人が連携し法令順守で対応する。</li> </ul>
<p>ビジネス展開により期待される開発効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・圧力調整注入工法及びインフラ補修施工マネジメントシステムが普及することで、コンクリート構造物の補修の施工性、効率性、補修施工に従事する技術者の技術力等の向上に貢献する。</li> <li>・公的部門・民間部門の両方で、同工法及び同システムの導入を継続的に推進することで、事後発生的なインフラメンテナンスの対応から予防保全的なインフラメンテナンスへの転換に向けて寄与し、ブラジルのコンクリート構造物の長寿命化に貢献する。</li> </ul>
<p>日本国内地元経済・地域活性化への貢献</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現地での事業展開を通じて、地元経済における新たな雇用の創出、中小企業の活性化に貢献する。</li> <li>・現地事業で工法の普及及びブラッシュアップを図ることで、工法・技術の国内評価の向上、大学及び研究機関との産学連携による技術及び事業の開発に貢献する。</li> <li>・国内外の経済交流・人的交流の活発化に寄与する。</li> </ul>

出典：JICA 調査団作成

### 3-2 市場分析

#### 3-2-1 市場の構造、市場の定義・規模

##### (1) 市場の構造

非公開

3-2-2 競合分析

非公開

非公開



### 3-3 バリューチェーン

非公開

### 3-4 進出形態とパートナー候補

非公開

非公開

非公開

3-5 収支計画

非公開

非公開

### 3-6 想定される課題・リスクと対応策

#### 3-6-1 ビジネスにかかる課題／リスクと対応策

##### (1) 政治・経済に関するリスクと対応策

2019年1月にボルソナロ大統領政権が発足し、年金改革、インフラ投資の拡大、外資導入など財政再建・成長志向の政策が進められている。発足後100日間に掲げられた35の目標も着実に実行され、この期間中に大統領選挙で掲げられた公約58のうち12が実施されており、この数は過去の政権の公約達成数よりも多い。しかし、年金改革や国営企業の民営化等、これまでの政権で未解決の課題への取り組みが今後予定されており、実行に伴う経済的な影響やリスクも見込まれると考えられる。

事業展開にあたっては、ブラジルの政治経済に関わる情報に注意を払い収集し、ビジネスモデルの構築、現地での事業化を進める。

##### (2) 税制に関するリスクと対応策

現在ブラジルには、連邦税・州税・市税、社会負担金、社会保険料等、のべ50を超える税制がある。これら税制が多く、また制度変更が頻繁に行われてきたため、税制の複雑さがブラジルでの企業経営の負担になっている。2019年1月に発足した新政権は、複雑な税制の簡素化を図る方針を示している。税制の変更内容や対応方法については、現地進出済み日系企業の支援実績の多い会計事務所を起用し、法令順守に努め、適切な税務会計処理を行う。

##### (3) 労働法制に関するリスクと対応策

2015年には、ブラジルの労働裁判は累積で910万件、正規雇用人数4810万人のうち約20%の労働者が裁判をおこしている状況であり、企業経営のリスクとなっていた。しかし、ブラジルの統一労働法は2018年に1943年の制定以来74年ぶりに改正された。改正内容は、922条項のうち54条項に改定が行われ、43の条項が追加、9の条項が取り消され大規模に改正されている。内容面でもテレワークや断続的労働制度等の新規雇用形態の導入から、雇用契約期間中の労務管理、雇用契約の解約、労働裁判手続きの変更など幅広く改正され、労使間の対立や課題解消に向けた内容となっている。

現地での事業展開にあたっては、弁護士に助言を求めながら法令順守に努め、効率的かつ効果的な事業展開に向け、技術者・営業担当者が働きやすい労働環境を整備する。

##### (4) 知財に関するリスクと対応策

提案企業では、日本国内で取得済み特許をブラジルでも申請中である。ブラジルの特許制度は認可までの手続きが煩雑で審査時間が長いとされている。また国民の特許保護に対する意識も薄いと言われている。一方で、契約書を重んじる習慣がある。そこで事業展開にあたっては、特許技術を守るため、取引契約時に締結する契約書は弁護士等の支援を受けながらリスクを考慮した内容の契約書を整備する。

### 3-7 期待される開発効果

近年、サンパウロ州やブラジル連邦特別区のみならずブラジル国内では、ひび割れや劣化等により補修を必要とする道路橋の存在を研究機関等が発表するものの、行政機関・市幹部の認識不足や予算不足等で補修されない道路橋が蓄積し、劣化が進んだ道路橋の中には崩落事故が発生し輸送・交通の停滞の原因や、交通機関の安全な運行の妨げとなっている。また、コンクリート製の建築物の中には、壁面にひび割れや漏水がみられるものもある。

圧力調整注入工法は、これらコンクリート構造物のひび割れ補修や漏水箇所への薬剤・溶剤等の注入による止水に用いる工法で、真空吸着型・ノズル型のいずれの注入装置ともに1日当たり約35mのひび割れ・劣化部補修が可能である。現在想定している事業開始1年目に見込まれる効果を以下に示す。

#### 【事業開始1年目に見込まれる効果（想定）】

＜効果試算の条件＞

- ・注入装置のリース販売台数：25台
- ・リース販売する25台が、期初より活用された場合で計算する。
- ・1年間の稼働日数：247日とし、毎日補修作業を行う場合を想定。
- ・1日に施工可能なひび割れの長さ：約10m

＜見込まれる効果＞

・約61,750m分のひび割れの補修施工に寄与

(注入装置の数) × (営業日数) × (1日に施工可能なひび割れの長さ)

25台

247日

約35m

= 約216,125m (216.125km)

なお現地調査の結果、ブラジルで活用されている既存工法と圧力調整注入工法それぞれに必要な機材・薬剤等の費用は同等であることが判明している。

現在かかっている費用と同等の費用で、上記のひび割れ補修を行うことができる。

圧力調整注入工法及びインフラ補修施工マネジメントシステムの普及と事業展開を推進することで、橋梁や建物等のコンクリート構造物に対する補修工事の施工性や効率性の向上だけでなく、補修施工に従事する技術者の技術力の向上にも貢献する。また公的部門・民間部門の両方で、同工法及び同システムの導入を継続的に推進することで、事後発生的なインフラメンテナン스의対応から予防保全的なインフラメンテナンスへの転換に向けて寄与し、ブラジルのコンクリート構造物の長寿命化に貢献する。



### 3-8 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

岩手県の中小建設業である提案企業が、ブラジルのインフラ等のコンクリート構造物の補修・補強に寄与し、持続可能な発展に資する活動を行うことは、地元経済に活力を与えるだけでなく、市場規模が縮小傾向の国内建設業界における中小建設業の新たなビジネス展開例として、業界の成長発展や本邦のインフラメンテナンス技術の海外展開等への貢献が期待できると考える。ブラジルで普及する圧力調整注入工法及び機材は、提案企業が開発し、提案企業及び圧力調整注入技術研究会の会員企業によって、日本全国の自治体のインフラ補修現場で活用されている。開発やイノベーションに取り組む企業だけでなく、賛同企業が協力し相互に成長発展する企業が増えることで、新たな雇用の創出、地域活性化も期待できると考える。

また、圧力調整注入工法が海外で活用されることでブラッシュアップにつながり、工法・技術の国内評価の向上、大学及び研究機関との産学連携による技術及び事業の開発に貢献することが期待される。さらに日本の技術を海外で普及することは、国内外の経済交流・人的交流の活発化にも寄与すると考えられる。本事業では、将来的に提案企業の工法を導入する日本の自治体とブラジルで圧力調整注入工法を採用する州政府機関等の経済交流、新しい技術の習得を志すブラジル人技術者と日本人技術者の交流が増加することで、地域の新たな交流事業や国際貢献活動への波及が期待される。

## 第4章 ODA事業との連携可能性

### 4-1 連携が想定される ODA 事業

のべ3回の現地調査で行ったヒアリング調査、第2回現地調査で実施した補修作業デモンストレーションの結果、実施中で連携が想定される ODA 事業として以下2事業との連携が想定されることを確認した。

表 16 連携が想定される ODA 事業

事業名	サンパウロ州無収水対策計画	サンタカタリーナ州沿岸部衛生改善計画
カウンターパート	サンパウロ州基礎衛生公社	サンタカタリーナ州上下水道公社
プロジェクトサイト	サンパウロ州全域	サンタカタリーナ州沿岸部の5都市
事業スケジュール	2019年度までを予定	2020年度までを予定

出典：JICA 調査団作成

### 4-2 連携により期待される効果

4-1に挙げた2件の ODA 事業はいずれも水資源分野の事業で、カウンターパートの事業所内には貯水タンクや浄化槽等のコンクリート製の施設が設置されており、技術者による補修工事が行われている。2事業それぞれについて、現地調査で確認した情報収集・確認した内容、想定される連携内容、連携により期待される効果について記載する。

表 17 想定される連携の内容及び連携により期待される効果

事業名	サンパウロ州無収水対策計画	サンタカタリーナ州沿岸部衛生改善計画
カウンターパート	サンパウロ州基礎衛生公社	サンタカタリーナ州上下水道公社
現地調査で確認した情報収集・確認した内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯水タンクや浄化槽のひび割れ・漏水箇所の補修に貢献できる可能性がある。</li> <li>軽微なひび割れや劣化部に対する補修工事は自社技術者が行い、規模の大きなひび割れや劣化部補修は外部委託で行っている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリート製の処理施設が経年劣化や補修後の再劣化で発生したひび割れや劣化部の補修工事に活用できる可能性がある。</li> </ul>
想定される連携の内容	同社で行われるコンクリート構造物のひび割れ・劣化部補修工事における圧力調整工法の採用。	同社で行われるコンクリート構造物のひび割れ・劣化部補修工事における圧力調整工法の採用。
連携により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工性の向上、施工時間の短縮、現在と同等以下のコストでのひび割れ・劣化部補修工事。</li> <li>技術者の技術力の向上。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工性の向上による再劣化防止。</li> </ul>

出典：JICA 調査団作成

また現地調査では、サンパウロ州基礎衛生公社以外にも州内の高速道路を管理する ARTESP や鉄道・地下鉄を運営するサンパウロ都市圏鉄道公社、ブラジル国内の道路を管理する DNIT、ミナスジェライス州の政府機関（建設道路局、運輸公共事業局、ミナスジェライス州工業連盟）等からは、圧力調整注入工法の導入意向が示されており、主に以下の理由から補修作業デモンストレーションやパイロット調査等の実施要請を受けている。

＜ブラジル側が補修作業デモンストレーションや実証活動を求める理由＞

- ・ブラジルでは、これまでインフラの維持補修に対して、事後保全による対応のみで、予防保全は行ってこなかった。ライフサイクルコストの観点からも予防保全を強化する方針を持っており、その一つとして圧力調整注入工法は効果が期待できると考えられるため。
- ・ブラジル政府機関には、コンクリート構造物の劣化に応じて選定すべき補修材料に関する情報が少なく、材料の影響を受けずに注入できる圧力調整注入工法による実証を行うことで、補修に関する知見の蓄積、技術者教育を行うため。
- ・ひび割れの発生原因（材料・設計・施工）に応じて、最も適する補修方法に関する保有情報が少ないため、既存方法と圧力調整注入工法それぞれに補修方法を比較検証したいため。
- ・圧力調整注入工法による施工後の再劣化発現の有無を確認するため、補修後に経過観察を行い、補修効果の持続性を確認したいため。実証実験・経過観察等の過程を踏まないと本格的な技術採用には至らないから。
- ・その他、漏水防止等、個々の政府機関が有する課題解決に資する技術であることを実証により確認したいため。

また提案企業は、ブラジルでの圧力調整工法の普及による課題解決への貢献と自社事業の展開を推進するため以下の理由で、ブラジル国内での補修作業デモンストレーションや実証活動を実施したいと考えている。

＜提案企業がブラジルでのビジネス展開にあたって、実証が必要と考える理由＞

- ・圧力調整注入工法の普及に向けて、実証実験を行い、工法の普及と理解促進、技術者育成（教育研修及び施工マニュアルの作成）、補修工事の評価や経過観察を行うことで、政府機関への紹介・導入協議が進みやすくなるを考える。同時に民間事業者への技術・工法の普及にも活用できる。
- ・ブラジルで課題となる劣化には、ひび割れ、浮き、漏水があり、これらが複合的に発現している劣化現場も少なくない。そこで、現地での実証実験を通じて、複合的な劣化に対しても有効な技術を確認、検証したい。
- ・政府機関等の技術者が、圧力調整注入工法によるコンクリート構造物の補修を行うには、技術者の教育研修が必要である。技術者に対する実証実験・教育研修（実地含む）を行い、マニュアル等を作成することで、ブラジル政府機関へ工法定着に寄与するため。
- ・材料品質を保つための基準はあるものの、施工品質を高めるための施工管理基準があるとはいえない状況であり、政府機関は技術導入に積極的であり、自社現地法人の設立及

びブラジル政府機関における補修施工管理基準の策定、技術者育成に貢献したいと考えるため。

そこで、圧力調整工法の普及に最適なカウンターパートとの関係構築、課題解決への貢献、ビジネス展開に向けた詳細なビジネスモデルや実行施策を検討する「案件化調査」や、選定したカウンターパートとパイロット調査等の実証活動とビジネス化に向けた普及活動を行う「普及・実証・ビジネス化事業」の実施を検討している。「案件化調査」や「普及・実証・ビジネス化事業」を実施することにより、施工性の向上、施工時間の短縮、コストメリットの向上、技術者の技術力の向上を実証することで、4-1 に挙げた既存の ODA 事業における、コンクリート構造物のひび割れ・劣化部補修工事における圧力調整工法の採用が想定される。

また、補修デモンストレーションや実証活動の実施を希望するブラジル連邦政府機関、サンパウロ州政府機関、ミナスジェライス州政府機関が実施するコンクリート構造物のひび割れ・劣化部補修工事における工法の採用が期待できると考える。

ODA 事業との連携を図ることで、現在ブラジル国内に普及していない圧力調整工注入工法の普及、コンクリート構造物の補修実績の蓄積、新たな注入工法の開発、技術者育成等を通じたブラジル国内での事業展開と、ブラジルでのコンクリート構造物の長寿命化に向けた取り組みへの貢献が期待できる。