

ザンビア国

ザンビア国
エポキシ樹脂を活用した
コンクリート構造物補修に関する
案件化調査

業務完了報告書

2022年12月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

アルファ工業株式会社

横浜セ
JR
22-001

<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.

目次

写真.....	1
地図.....	3
図表リスト.....	4
略語表.....	5
案件概要.....	6
要約.....	7
はじめに.....	9
1. 調査名.....	9
2. 調査の背景.....	9
3. 調査の目的.....	9
4. 調査対象国・地域.....	10
5. 契約期間、調査工程.....	10
6. 調査団員構成.....	13
第1 対象国・地域の開発課題.....	13
1. 対象国・地域の開発課題.....	13
2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等.....	14
(1) 開発計画.....	14
(2) 政策.....	14
(3) 法令等.....	15
3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針.....	15
4. 当該開発課題に関連する ODA 事業及び他ドナーの先行事例分析.....	15
(1) 我が国の ODA 事業.....	15
(2) 他ドナーの先行事例分析.....	17
第2 提案法人、製品・技術.....	17
1. 提案法人の概要.....	17
(1) 企業情報.....	17
(2) 海外ビジネス展開の位置づけ.....	17
2. 提案製品・技術の概要.....	18
(1) 提案製品・技術の概要.....	18
(2) ターゲット市場.....	19
3. 提案製品・技術の現地適合性.....	20
(1) 現地適合性確認方法.....	20
(2) 現地適合性確認結果（技術面）.....	22
(3) 現地適合性確認結果（制度面）.....	24
4. 開発課題解決貢献可能性.....	25
第3 ODA 事業計画/連携可能性.....	25

1. ODA 事業の内容/連携可能性	25
2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策	26
3. 環境社会配慮等	27
4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果	27
第4 ビジネス展開計画.....	28
1. ビジネス展開計画概要	28
2. 市場分析	28
(1) 市場の定義・規模	28
(2) 競合分析・比較優位性	29
3. バリューチェーン.....	31
(1) 製品・サービス	31
(2) バリューチェーン	31
4. 進出形態とパートナー候補	31
(1) 進出形態.....	31
(2) パートナー候補.....	31
5. 収支計画	32
6. 想定される課題・リスクと対応策	32
(1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策.....	32
(2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策	33
(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策.....	33
(4) その他課題/リスクと対応策.....	34
7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果.....	35
8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献	35
(1) 関連企業・産業への貢献	35
(2) その他関連機関への貢献	35
英文案件概要.....	37
英文要約 (Summary Report)	38
別添資料.....	43

写真



Lusemfw Bridge の OJT で橋梁点検車による損傷状態確認。



Lusemfw Bridge OJT で RDA 技術者がひび割れ注入補修を実習。



2019 年の OJT で補修した Luangwa South Bound Bridge。



Luangwa South Bound Bridge のモニタリングで現地適合性が確認された。



ザンビアの施工業者が提案製品でコンクリート補修を行った Luena Bridge。



Luena Bridge の床版下面ひび割れ補修で施工業者が低圧注入器を設置。



補修中のカリバダム、資金不足と想定外の地質状況で遅れが見込まれる。



ルサカ国際空港のエプロンを ALPHATEC380 で補修実演。



Lusaka Water and Sewerage Company
で ALPHAEC380 を体験してもらう。



Ministry of Infrastructure, Housing,
and Urban Development での製品説明。



Zambia Railway Limited での製品説明
には技術者 9 名が参加し導入を望む。



National Council for Construction
での製品説明には補修業者も参加。



University of Zambia での製品説明は
日本と Web 会議で繋いで開催。



メイン代理店候補の Kansai Plascon
はザンビアで強い販売力を持つ。

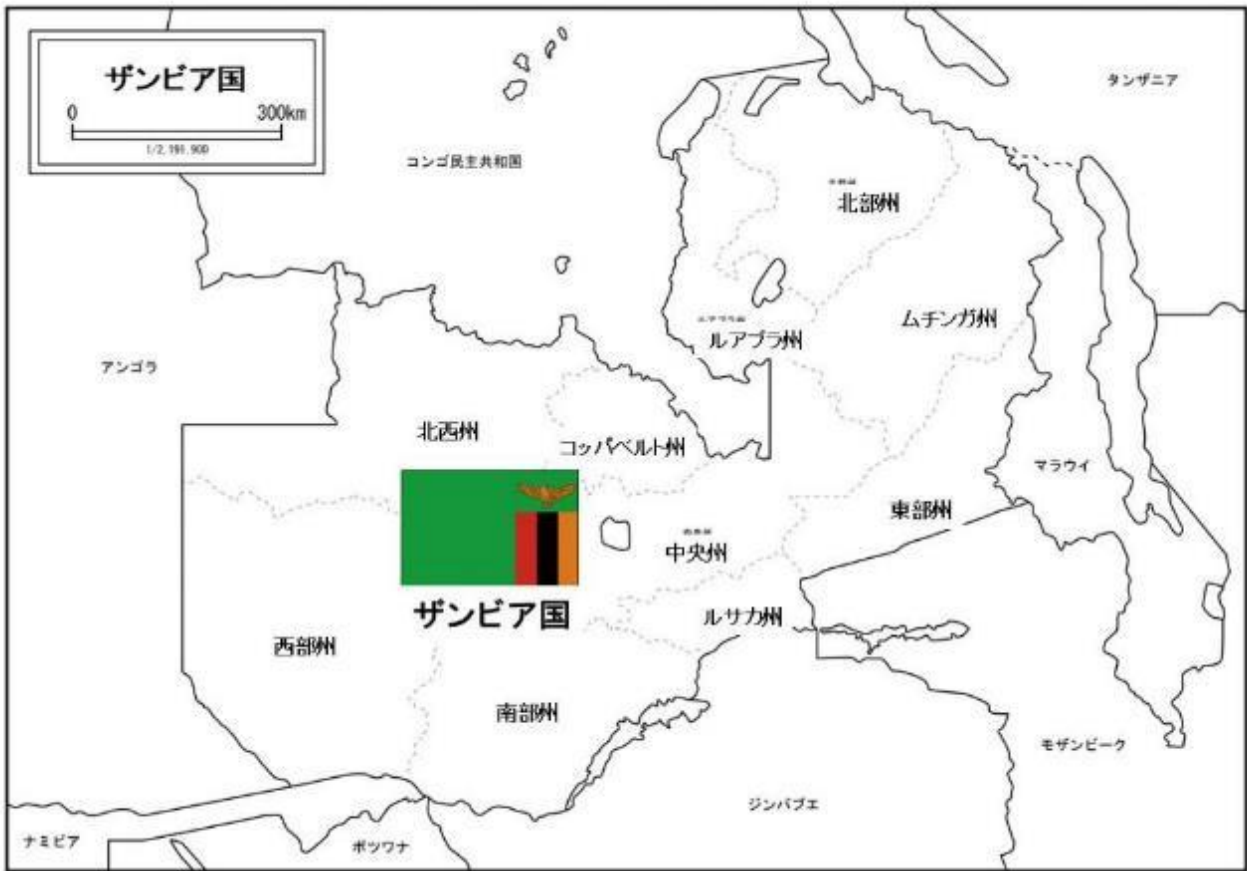


ザンビアの首都ルサカは建設が進み大
型資材店が多数店舗を構える。



提案製品補修に用いる工具や日本製の
電動工具も多数販売されている。

地図



(国旗)

(国章)

図表リスト

図 1	調査の背景	9
図 2	調査地域	10
図 1-1	開発課題の状況	14
図 1-2	交通インフラ	16
図 1-3	ODA 事業	17
図 2-1	比国橋梁補修	18
図 2-2	エポキシ樹脂とは	18
図 2-3	テレビ放映（テレビ東京 WBS）	19
図 2-4	提案製品技術の概要	19
図 2-5	築後 50 年経過コンクリート構造物	20
図 2-6	社会インフラ大規模改修スタート	20
表 2-1	年間気温・降水量比較	21
図 2-7	現地適合性確認	21
図 2-8	現地適合性確認（技術面）	22
表 2-2	製品仕様	22
図 2-9	超音波探傷	23
図 2-10	施工方法	23
図 2-11	ひび割れ進行要因	25
図 3-1	物流陸路	26
図 3-2	SADC/COMESA 加盟国	28
図 4-1	交通インフラ損傷	29
図 4-2	市場規模	29
表 4-1	競合比較	30
図 4-3	製品画像	30
図 4-4	施工方法	31
図 4-9	パートナー候補	32
図 4-11	ZEMA 申請	33
図 4-12	IBC 紹介企業	33
表 4-6	海上コンテナ運賃動向	34
図 4-13	為替動向	35
図 4-14	横浜市認定	36

略語表

略語	正式名称	日本語名称
CM	Chamber of Mines	鉱山商工会議所
COMESA	Common Market for Eastern and Southern Africa	東南部アフリカ市場共同体
DPWH	Department of Public Works and Highways	公共事業道路省
IBC	Indian Business Council	インドビジネス評議会
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
LWSC	Lusaka Water and Sewerage Company	ルサカ上下水道公社
MIHUD	Ministry of Infrastructure, Housing, and Urban Development	インフラ・住宅・都市開発省
NRFA	National Road Fund Agency	道路基金庁
NCC	National Council for Construction	建設評議会
NEXCO	Nippon Expressway Company Limited	日本高速道路株式会社
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OJT	On-The-Job Training	現場教育訓練
RDA	Road Development Agency	道路開発庁
SADC	Southern African Development Community	南部アフリカ開発共同体
UNZA	University of Zambia	ザンビア大学
WARMA	Water Resources Management Authority	水資源管理局
ZACCI	Zambia Chamber of Commerce and Industry	ザンビア商工会
ZACL	Zambia Airports Corporation Limited	ザンビア空港株式会社
ZCSA	Zambia Compulsory Standards Agency	ザンビア規格庁
ZDA	Zambia Development Agency	ザンビア開発庁
ZEMA	Zambia Environmental Management Authority	ザンビア環境庁
ZITEC	Zambian International Trade & Investment Center	ザンビア国際貿易投資センター
ZRL	Zambia Railways Limited	ザンビア鉄道株式会社
ZRA	Zambia River Authority	ザンベジ川公社



ザンビア国 エポキシ樹脂を活用した
コンクリート 構造物補修に関する案件化調査
アルファ工業株式会社(神奈川県横浜市)



対象国産業発展における開発ニーズ(課題)

- ・ODA中目標「経済活動を支えるインフラ整備」ではコンクリート補修による維持管理で以下が一例。
- ・橋梁/空港/鉄道補修による交通インフラの強化。
- ・ダム補修による電力インフラの強化。
- ・オフィスや商業施設の延命化による経済活動維持。

提案製品・技術

- ・エポキシ樹脂補修材によるコンクリート構造物補修。
- ・セメント系では出来ない補修が可能。
- ・微細なひび割れ補修が可能で構造物延命化を図る。
- ・簡単な施工で工期とコストの削減。

本事業の内容

- ・契約期間: 2021年11月~2022年12月
- ・対象国・地域: ザンビア国、6州
- ・カウンターパート機関: 道路開発庁、インフラ・住宅・都市開発省、ルサカ上下水道局、建設評議会など
- ・案件概要: エポキシ樹脂を活用した橋梁、建物、ダムなどのコンクリート構造物補修により延命化を図りインフラ改善への貢献を目指す。



塗布するだけで天井面ひび割れに浸透

開発ニーズ(課題)へのアプローチ方法(ビジネスモデル)

- ・セメント系では出来ないコンクリート補修製品販売。
- ・主な補修対象は橋梁・建物・ダムなど。
- ・顧客は補修構造物管理者や施工業者。
- ・代理店による販売。
- ・代理店は強い既存販売ルートを持つ企業。

対象国に対し見込まれる成果(開発効果)

- ・コンクリートひび割れ補修による構造物延命化。
- ・簡単施工なので日常維持管理が定着。
- ・大規模補修が減少しインフラ維持管理費削減。
- ・基礎インフラ補修による産業発展支援。

2022年10月現在

要約

I. 調査要約

1. 案件名	<p>ザンビア国エポキシ樹脂を活用したコンクリート構造物補修に関する案件化調査</p> <p>SDGs Business Model Formulation Survey with the Private sector for Concrete Structure Repair Utilizing Epoxy Resin in Zambia</p>
2. 対象国・地域	<p>ザンビア共和国（以下「ザ国」という）6州：ルサカ州、中央州、南部州、西部州、東部州、コッパーベルト州。</p>
3. 本調査の要約	<p>エポキシ樹脂を活用した橋梁、建物、ダム、空港などのコンクリート構造物補修に関する案件化調査。本事業を通じ、これまで補修ができなかった微細なひび割れなども簡単に補修ができる日本のエポキシ樹脂補修材のビジネス展開を図る。ザ国では補修への取組意識が低くコンクリート構造物の寿命が短い。JICA 技術協力プロジェクト・橋梁維持管理能力向上プロジェクトフェーズⅡ（以下「JICA 技プロ・フェーズⅡ」という）と連携を図り施工が簡単ながら高い補修力の提案製品の訴求により、ザ国の補修への取組意識向上を図る。これによりコンクリート構造物の延命を図り経済成長やインフラなどへの貢献を目指す。また、補修領域は橋梁のみならず、建物、ダム、空港などコンクリート構造物全般を対象とする。</p>
4. 提案製品・技術の概要	<p>提案製品は自社開発の橋梁・建物・ダム、空港などのコンクリート構造物補修用のエポキシ樹脂接着剤とグラウト材（建造物に発生した隙間や亀裂、空洞などを穴埋めするために注入する固まっても収縮しない流動性のある材料）。エポキシ樹脂接着剤は優れた耐久性・耐熱性・水中接着など多岐に渡る特性を持ち、土木建築では主流のセメント系では補修できない分野で使用されている。特にコンクリート補修のメインであるひび割れ補修では、ザ国で販売されているのはひび割れに蓋をする程度の機能しかなく補修力は低い。提案製品は塗布・浸透エポキシ接着剤で0.2mm以下の微細なひび割れにも天面・壁面を問わず、ローラー塗布で自己浸透するだけなので補修力は高い。また、施工方法が簡単なので初めて使用するザ国の施工業者でも完璧な補修が行える。</p>
5. 対象国で目指すビジネスモデル概要	<p>橋梁、建物、ダム、空港、鉱山施設などのコンクリート構造物の補修用として製品販売を行う。代理店を設定しB to Bの販売をメインとする。代理店はザ国内で強い販売ルートを持っている Kansai Plascon と専売契約締結を進めている。また、道路開発庁（Road Development Agency：以下「RDA」という）での補修工事を行う中小施工業者は高額な物流費を抑える為に Kansai Plascon に発注することで合意が取れている。</p>
6. ビジネスモデル展開に向けた課	<p>Kansai Plascon はこれまで関西ペイントの子会社であったが2023年に世界的塗料メーカーのオランダ AkzoNobel に売却されることが決定してい</p>

題と対応方針	る。これにより Plascon とアルファ工業株式会社の正式契約は 2023 年まで待つて欲しいとの要請がある。また、現地生産については設備設置投資額が大きいのと製造・品質管理の人材育成に多大な時間がかかること、さらに VAT 還付（VAT「付加価値税」は申請すれば還付が可能）の大幅遅延などの問題もあるので、改善するまで年月をかけた検討を要する。
7. ビジネス展開による対象国・地域への貢献	貢献を目指す SDG s のターゲット： ① 8：働きがいも経済成長も ② 9：産業と技術革新の基盤をつくろう ③ 12：つくる責任つかう責任 提案製品は、これまでザ国では行われていなかったコンクリート構造物の維持管理を簡単に高い精度で行える。よって今後の産業発展を支える事が想定される。
8. 本事業の概要	
① 目的	提案製品によるザ国コンクリート構造物補修ビジネスルート調査。
② 調査内容	調査項目 1. 対象国・地域の開発課題 調査項目 2. 提案製品の現地適合性 調査項目 3. ビジネスモデルの具体化 調査項目 4. ODA 事業計画・連携可能性
③ 本事業実施体制	提案法人：アルファ工業株式会社 外部人材：大日本コンサルタント株式会社 岐阜大学
④ 履行期間	2021 年 11 月～2022 年 12 月（1 年 2 ヶ月）
⑤ 契約金額	30,594.3 円千円（税込）

II. 提案法人の概要

1. 提案法人名	アルファ工業株式会社
2. 代表法人の業種	[①製造業]
3. 代表法人の代表者名	大井川 幸彦
4. 代表法人の本店所在地	横浜市鶴見区末広町一丁目 1 番地 51
5. 代表法人の設立年月日（西暦）	1977 年 9 月 10 日
6. 代表法人の資本金	3,000 万円
7. 代表法人の従業員数	30 名
8. 代表法人の直近の年商（売上高）	206,300 万円（2021 年 8 月～2022 年 7 月期）

はじめに

1. 調査名

ザンビア国エポキシ樹脂を活用したコンクリート構造物補修に関する案件化調査
SDGs Business Model Formulation Survey with the Private sector for Concrete Structure
Repair Utilizing Epoxy Resin in Zambia

2. 調査の背景

ザ国はこれまでの鉱業に依存した経済からの脱却を目指し、経済の多様化を掲げた開発政策を進めている。近年では周辺国や自国の経済成長によって国内外の非鉱物製品の需要が拡大し、経済の多様化の兆候が見え始めている。他方、産業発展に欠かせない交通網や電力など、経済インフラは未だ脆弱であり、特に橋梁の老朽化による落橋対策、ダム の 延命化による電力の安定供給、オフィスや商業施設の建築物維持管理など、コンクリート構造物の延命化が大きな課題となっている。

対ザ国国別開発協力方針では、重点分野として「経済活動を支えるインフラ整備・社会サービスの向上」が掲げられており、経済多角化に貢献するため、様々な経済活動の基盤となるインフラの整備を支援することが示されている。かかる方針の下、JICA は橋梁維持管理能力向上プロジェクト、カズングラ橋建設事業などを実施しインフラ整備を支援している。また、提案法人は2015年のJICA技術協力プロジェクト・橋梁維持管理能力向上プロジェクトフェーズI（以下「JICA技プロ・フェーズI」という）にてRDA技術者の本邦研修受入を実施、以降2016年、2017年、2019年と計4回受入れを実施した。また、2019年の「ザンビア国エポキシ樹脂を活用した橋梁補修に関する基礎調査」（以下「基礎調査」という）において、提案製品がザ国橋梁の日常維持管理補修に適切であることが認められ、RDAから高い評価を得ている。

本調査では、首都ルサカを含む6州で橋梁、建物、空港、ダムなどのコンクリート構造物を対象とした製品・技術の現地適合性の検証やデモンストレーションなどを行い、政府開発援助（Official Development Assistance：以下「ODA」という）を通じた提案製品の現地活用可能性及びビジネス展開にかかる検討を行うことを目的としている。



本邦研修（2016年）/訪問されたRDA技術者

基礎調査/提案製品紹介

基礎調査/RDA HQ訪問

図1 調査の背景

（提案法人作成）

3. 調査の目的

提案製品・技術の導入による開発課題解決の可能性及びSDGs達成に貢献するビジネスアイデアの検討やODA事業での活用可能性の検討を通してビジネスモデルを策定する。

4. 調査対象国・地域

ザ国は 1964 年に独立、以前はイギリス領北ローデシア。国土は日本の約 2 倍、人口は約 1800 万人であり、外国からの主なザ国での居住者は、中国人約 8 万人、インド人約 4 万人であり、日本人は約 100 人である。GNI（国民一人当たりの年間所得）は USD1,190（2020 世界銀行調査）で貧困格差は都市部と地方部は 10 倍と大きい。貧困率は約 52%。国家財政は 2020 年 11 月に債務不履行（デフォルト）に陥った。推定される対外債務は 1.3 兆円で、うち半分は中国からの借入金と言われている。しかしながら民間企業の努力や銅輸出回復により、国内総生産（実質 GDP）成長率は 2019 年の 1.44% に対し 2022 年は 3.14%（IMF による 2022 年 4 月推定）が見込まれている。

調査地域は、ルサカ州、中央州、南部州、西部州、東部州、コッパーベルト州の 6 州である。

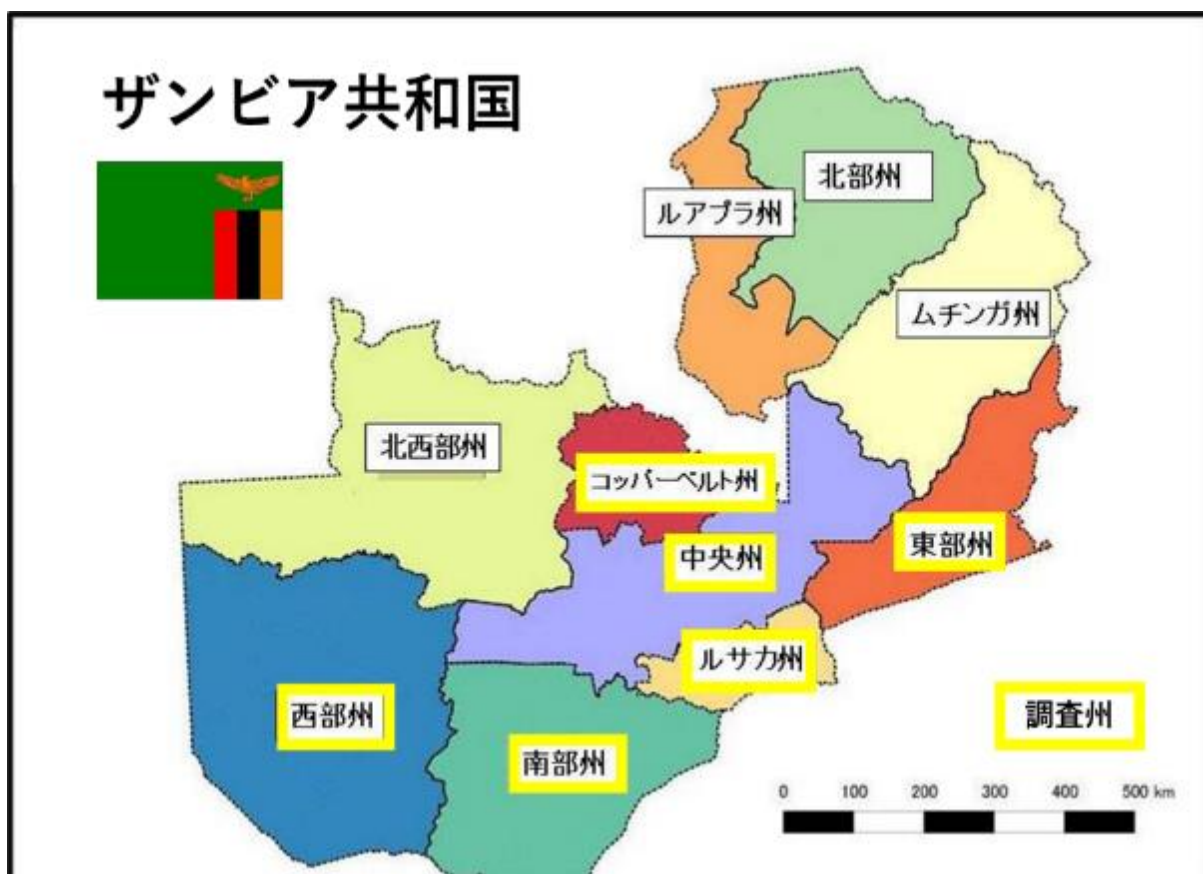


図 2 調査地域

（提案法人作成）

5. 契約期間、調査工程

- 第一回渡航：2021 年 11 月 13 日～11 月 28 日
- 第二回渡航：2022 年 3 月 5 日～3 月 22 日
- 第三回渡航：2022 年 7 月 3 日～8 月 10 日 （日本からの Web 会議）8 月 24 日～30 日

現地活動	日程	訪問先	備考
第一回渡航 2021 年	11/15（月）	在ザンビア国日本大使館	調査計画説明
		JICA ザンビア事務所	調査計画説明/安全情報収集

11月	11/16 (火)	ザンビア国際貿易投資センター	ザンビアビジネス状況調査	
	11/17 (水)	Afri Delivery	e-commerce 状況調査	
		水資源管理局 (WARMA)	カリバダム状況調査	
		ザンビア鉄道株式会社 (ZRL) 支社	製品紹介	
	11/16~18	JICA 技プロ・フェーズⅡOJT	Lusemfw Bridge (Central)	
	11/18 (木)	橋梁モニタリング	Luangwa Bridge (Copperbelt)	
		ザンベジ川公社 (ZRA)	カリバダム調査訪問認可依頼	
		鉦山商工会議所 (CM)	銅鉦山用破砕機基礎補修調査	
		iSampo	e-commerce 状況調査	
		Buruneri	製品紹介	
		インドビジネス評議会 (IBC)	インド企業状況調査	
		ザンビア空港株式会社 (ZACL)	空港状況調査	
		11/19 (金)	Builders WAREHOUSE	補修資材販売状況調査
	Micmar		補修資材販売状況調査	
	11/22 (月)	カリバダム	状況調査/製品紹介	
	11/23 (火)	ルサカ国際空港	エプロンひび割れ補修デモ	
		清水建設	日本国大使館補修材調査	
		インドビジネス評議会 (IBC)	優良企業5社紹介してもらう	
	11/24 (水)	Kansai Plascon	販売代理店調査/民間動向調査	
		ルサカ上下水道公社 (LWSC)	製品紹介	
		Techpride	販売代理店調査/民間動向調査	
	11/25 (木)	インフラ・住宅・都市開発省 (MIHUD)	製品紹介	
		日立建機	日本企業進出状況調査	
	11/26 (金)	在ザンビア国日本大使館	調査結果報告	
		JICA ザンビア事務所	調査結果報告	
	第二回渡航 2022年 3月	3/7 (月)	在ザンビア国日本大使館	調査計画説明
			JICA ザンビア事務所	調査計画説明
WBHO			製品紹介 (IBC 紹介企業)	
3/8 (火)		Builders WAREHOUSE	補修資材販売状況調査	
		Micmar	補修資材販売状況調査	
		Game	補修資材販売状況調査	
3/9 (水)		ザンビア大学 (UNZA)	製品紹介	
		道路開発庁 (RDA) HQ	製品訴求方法検討	
		Techpride	販売代理店調査	
3/10 (木)		ザンビア鉄道株式会社 (ZRL) 本社	製品紹介	
		Brigerish Trading & Supply	製品紹介 (大使館紹介企業)	
		ザンビア商工会 (ZACCI)	企業情報調査	

	3/11 (金)	Techpride	販売代理店調査/民間動向調査
		清水建設	日本国大使館補修材調査
		Conduri-Engeharia	製品紹介 (IBC 紹介企業)
		Velos Construction	製品紹介 (IBC 紹介企業)
	3/12 (土)	Builders WAREHOUSE	競合製品調査
		Micmar	競合製品調査
		Game	競合製品調査
	3/13 (日)	Livingstone へ移動	空路移動
	3/14 (月)	Livingstone 空港	エプロンひび割れ補修デモ
		Stefautti Stocks	製品紹介 (IBC 紹介企業)
	3/15 (火)	Afcons Infrastructure	製品紹介 (IBC 紹介企業)
		道路開発庁 (RDA) Lusaka Region	製品デモ
	3/16 (水)	橋梁モニタリング	Magoye Bridge (Southern)
	3/17 (木)	Kansai Plascon	販売代理店調査/民間動向調査
ルサカ上下水道公社 (LWSC)		水槽損傷状況調査	
3/18 (金)	ザ国現地販売エポキシ樹脂製品 Abe epimix372 製品評価	競合製品購入し物性評価実施	
3/19 (土)	Builders WAREHOUSE	競合製品調査 /これまで訪問	
	Micmar	していない地域の店舗	
第三回渡航 2022年 7月～8月	7/6～9	橋梁モニタリング	Lusemfw Bridge (Central)
	7/14～19	道路開発庁 (RDA) HQ	日常維持管理推進方法検討
	7/22 (金)	在ザンビア日本国大使館	調査報告/計画説明
		JICA ザンビア事務所	調査報告/計画説明
		JICA 技プロ・フェーズII事務所	パイロットプロジェクト準備
	7/23 (土)	パイロットプロジェクトサイトへ移動	Luena Bridge (Western)
	7/24 (日)	OJT 準備/施工業者打合せ	施工業者 Horizon Properties
	7/25～27	JICA 技プロ・フェーズII OJT	参加：施工業者/RDA/NRFA 他
	7/28～29	施工業者補修作業指導	ひび割れ塗布/注入/パッチング
	7/28 (木)	インドビジネス評議会 (IBC)	商社状況調査
	7/29 (金)	National Building Supples	製品紹介 (IBC 紹介資材店)
		Brohks	製品紹介 (IBC 紹介資材店)
	7/30 (土)	Builders WAREHOUSE	補修用電動工具調査
		Micmar	補修用電動工具調査
	8/2 (火)	インフラ・住宅・都市開発省 (MIHUD)	公共物件補修状況調査
	8/3 (水)	建設評議会 (NCC)	製品紹介 (NCC 職員/施工業者)
		Borrole Logistics	物流状況調査
8/4 (木)	Kansai Plascon	販売代理店契約内容調査	

		Techpride	Kansai Plascon 経由購入調査
		Lloyds Financial	ザ国地域開発計画調査
	8/5 (金)	清水建設	大使館補修材購入方法調査
		Davisbet Enterprise	Kansai Plascon 経由購入調査
	8/6 (土)	Pafriw	電動工具比較調査 (日/独/中)
		在ザンビア国日本大使館	調査結果報告
		JICA ザンビア事務所	調査結果報告
8/8 (月)	清水建設	ザ国内業務計画調査	
Web 会議	8/24~30	モニタリング方法検討	岐阜大学/UNZA

6. 調査団員構成

氏名	担当業務	所属先
後藤 隆	業務主任者/ビジネス展開計画策定	アルファ工業株式会社
兼子 信雄	現地適合性確認/セミナー	アルファ工業株式会社
長尾 日出男	外部人材統括者/RDA 連携/補修技術支援	大日本コンサルタント株式会社
富田 学	補修技術支援/セミナー・モニタリング支援	大日本コンサルタント株式会社
木村 英樹	ビジネスモデル支援	大日本コンサルタント株式会社
木下 幸治	モニタリング支援/製品評価支援	岐阜大学

第1 対象国・地域の開発課題

1. 対象国・地域の開発課題

ザ国では産業発展に欠かせない交通網や電力などの経済インフラが脆弱であり、基礎インフラの整備・強化が課題となっている。ビジネス展開を通じ、橋梁・鉄道・空港補修によるインフラの強化、また、コンクリート構造物補修によるオフィスビルや商業施設の延命化、さらに、ダム の延命化を図ることによる電力の安定供給への貢献が図れる。

開発課題の状況：

交通インフラ：RDA 管理橋梁は橋長 6m 以上が約 460 橋、6m 未満及びボックスカルバートが約 3400 橋。RDA は約 460 橋のうち 15% は緊急補修工事が必要であるとしている。ザンビア鉄道株式会社 (Zambia Railways Limited：以降「ZRL」という) では枕木にコンクリートを用いており、補修の必要性が高まり JICA 技プロ・フェーズ II の OJT に自らの意思で参加していた。また、ザンビア空港株式会社 (Zambia Airport Corporation limited：以降「ZACL」という) からは、ルサカ国際空港とリビングストン空港の滑走路の老朽化が進んでいるため、エプロンのひび割れ補修デモの要請があった。

電力インフラ：ザ国現地情報では電化率は都市部で約 47%、地方部は約 3%、全体で約 20% となり、今後の普及が課題となっている。現在供給されている電力は 90% を水力発電で供給し、その内 30% がカリバダムからの供給である。カリバダムは建設から 60 年以上が経過し、2014 年から 10 年以上に渡る大

改修工事が行われている。基礎調査では訪問先からの提案製品による補修可能性の調査要請が多くあり、案件化調査ではカリバダム訪問を行った。

その他インフラ：ザ国の水道普及率は約 50%で、地方部では井戸を利用している。上下水道インフラ事業の課題は設備維持である。既存の浄水場の老朽化が進んでおり、タンクの亀裂による漏水が進み、タンクの亀裂による漏水が問題となっている。ルサカ上下水道局（Lusaka Water and Sewerage Company：以降「LWSC」という）より、現場視察の要請を受け訪問調査した結果、貯水タンクの亀裂漏水などが発生しており、補修方法を説明した。また、医療施設が不足しており、病院や医療機器が必要とされている。

ザ国の 2022 年の経済成長率は 2.91%（IMF による 2022 年 10 月時点の推計）とされ、コンクリート構造物は更に増加する見込みである。ルサカ市内にはオフィスビル・大型ショッピングモール・ホテルなどが多く点在している。コンクリート構造物は、建築後すぐにセメントに混合していた水が蒸発しひび割れが発生し損傷へ繋がるが、この補修について、ザ国で一般的に使用されているのはクラックフィラーであり、ひび割れ面を覆うだけで、ひび割れ内部を接着補修しないためひび割れの進行を阻止できない。これにより橋梁・ダム・空港・飲料タンクなどで多くのコンクリートの損傷が見られた。



橋梁損傷



カリバダム改修



ルサカ空港損傷補修デモ



水槽損傷状況確認

図 1-1 開発課題の状況

（提案法人作成）

2. 当該開発課題に関連する開発計画、政策、法令等

（1）開発計画

政府のインフラストラクチャー全般の建設と管理を行っている、インフラ・住宅・都市開発省（Ministry of Infrastructure, Housing, and Urban Development：以降「MIHUD」という）は 2020 年～2024 年までの実行計画（Public Asset Management Policy Implement Plan）を策定している。政府庁舎、公務員住宅、道路、鉄道、航空、水路、ダムなどが対象で、公共インフラ全ての予算総額は 164,780,000 クワチャ（ZMW）（約 1 兆 71 億円）との事であるが、補修材料と技術が不足している。さらに、2020 年 11 月にデフォルトに至り資金不足となり多くが実施中断となっているのが現状である。

（2）政策

MIHUD の維持管理政策（Public Asset Management Policy）では各分野の Life Span（寿命年数）が定められ、道路関連、病院、学校、事務所、住宅などは 50 年とされている。これは日本の国土交通省基準とほぼ同じであり、コンクリート構造物の耐久年数は 50 年と理解できる。道路・建物以外では航空機 30 年、車 5 年などとされているが、市内で見かける車の約 80% はトヨタの中古車で殆どが 10 年以上前の車種中には何とか走行している廃車のような車両もある。また、市内の道路は舗装が剥がれ大きな穴が出現し

ており現地ドライバーは右に左に穴を避け運転をしているのが実情である。

(3) 法令等

公道法第 12 号によって設立された RDA は、米国の支援による Link Zambia8000 計画に基づき、国内に全長 8000km の幹線道路を整備中である。さらに、舗装による道路整備と雇用創出を目的とした Pavement Zambia 2000 を併せて実施している。施工は建設評議会法第 13 号によって設立された建設評議会 (National Council for Construction 以降「NCC」という) に登録された施工業者が行っている。

3. 当該開発課題に関連する我が国の国別開発協力方針

基本方針 (大目標) は、鉱業への過度の依存から脱却した多角的かつ強靱な経済成長の促進である。重点分野 (中目標) とプログラム名は以下になる。

重点分野 (中目標)	プログラム名	
産業の活性化	民間セクター開発	農業分野
経済活動を支えるインフラ整備・社会サービスの向上	インフラ整備	社会開発

提案製品による貢献が見込まれるのは「インフラ整備」となり、その内容は次のとおりである。

交通インフラ： 都市交通及び地域間交通の効率化

電力インフラ： 住民の生活環境の改善による社会的安定

その他インフラ： 安全な水へのアクセス、病棟の新設と医療機材の整備など。

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) 我が国の ODA 事業

交通インフラ：

- ・ 橋梁維持管理能力向上プロジェクト フェーズ I
- ・ 橋梁維持管理能力向上プロジェクト フェーズ II
- ・ カズングラ橋建設事業
- ・ シンドラ市及びキトウェ市道路網整備計画
- ・ リビングストーン市道路整備計画
- ・ 第二次ルサカ市道路網整備計画 (第 1 期)
- ・ 第二次ルサカ市道路網整備計画 (第 2 期)
- ・ 第三次ルサカ市道路網整備計画
- ・ チルンド橋建設計画



図 1-2 交通インフラ
(提案法人作成)

電力インフラ：

- ・電力アクセス向上事業
- ・地方電化能力開発プロジェクト

その他インフラ（水/病院関連）：

- ・地方給水維持管理コンポーネント支援プロジェクト
- ・地方給水維持管理能力強化プロジェクト（SOMAP）フェーズ 2
- ・ンドラ市上水道改善計画
- ・第一次ルアブラ州地下水開発計画
- ・第二次ルアブラ州地下水開発計画
- ・第三次ルアブラ州地下水開発計画
- ・北部州地下水開発計画（第 1 期）
- ・北部州地下水開発計画（第 2 期）
- ・早魃地域給水計画（第 3 期）
- ・コッパーベルト州病院整備計画
- ・第二次ルサカ郡病院整備計画
- ・ルサカ郡病院整備計画
- ・ザンビア大学付属教育病院医療機材整備計画

アルファ工業株式会社は交通インフラの橋梁維持管理能力向上プロジェクトフェーズ I / フェーズ II の OJT 及び本邦研修で RDA、ZRL、NCC などに提案製品でのコンクリート構造物補修方法を説明。第三回渡航でザ国施工業者による Luena Bridge コンクリートひび割れ補修の指導を行い、多少なりとも ODA に協力ができた。電力インフラではカリバダム技術者に、その他のインフラでは病院整備に携わる清水建設

に、今後の維持管理検討用として提案製品紹介ができた。

(2) 他ドナーの先行事例分析

交通インフラでは米国が Link Zambia8000 で全長 8000km の幹線道路を整備中、これにより 8 カ国と隣接しているザ国の南部アフリカ交通ハブ機能が改善される。電力インフラでは欧州連合、アフリカ開発銀行、スウェーデン政府、世界銀行はカリバダム改修プロジェクトを支援し長期に渡る安定電力供給を図る。このように他ドナーは、ザ国の経済発展と共に周辺国へも波及する ODA を実施していることが読み取れる。



カズングラ橋



病院支援



Link Zambia 8000 支援



カリバダム改修

図 1-3 ODA 事業
(提案法人作成)

第 2 提案法人、製品・技術

1. 提案法人の概要

(1) 企業情報

会社名 : アルファ工業株式会社

所在地 : 横浜市鶴見区末広町一丁目 1 番地 51

設立 : 1977 年 9 月 10 日

資本金 : 3,000 万円

従業員数 : 30 名

事業内容 : エポキシ樹脂接着剤と隙間を埋めるグラウト材の開発・製造・施工・販売。経営ビジョンは「オンリーワンの技術と知財戦略でエポキシ樹脂の無限の可能性に挑戦」。創業以来、補修に適合するエポキシ樹脂接着剤の開発を行い、橋梁・建物・ダムなどのコンクリート構造物のひび割れ補修・剥離補修、発電機など重機械のコンクリート基礎補修を行って来ている。

(2) 海外ビジネス展開の位置づけ

提案法人はコンクリート補修用のエポキシ樹脂接着剤とグラウト材の開発・製造・施工・販売を行い、これまでの施工と販売の売上比率は 7 対 3 であった。人員が 30 名程度のため、施工は外部委託で施工指導員の派遣に留まっている。しかしながら国内での施工人材不足と人件費高騰で施工要員確保が日増しに困難になり国内施工売上が伸び悩む中、フィリピン共和国（以降「比国」とする）向け製品販売が進展し総売上は増加。海外売上構成比は 2017 年の 16%が 2020 年には 30%と拡大している。このように比国に続く海外販路開拓が必要になる中、2015 年より実施している JICA 技プロ・フェーズ I / II の C/P である RDA の本邦研修受入において、研修員が提案製品の現地での活用に関心を示したことから、ザ国を比国に続く海外ビジネスの展開先として販路開拓に取り組むこととなった。



比国 Mactan Bridge



橋脚台内部剥離



剥離補修後

図 2-1 比国橋梁補修
(提案法人作成)

2. 提案製品・技術の概要

(1) 提案製品・技術の概要

提案製品は自社開発の橋梁・建物・ダムなどのコンクリート構造物補修用のエポキシ樹脂接着剤とグラウト材。エポキシ樹脂は分子内にエポキシ基を有する化合物の総称で主剤と硬化剤の 2 液で構成されている。使用目的に応じて硬化剤との組み合わせを変えることで接着性や耐熱性などの様々な物性を持つことが可能。硬化速度の調整や優れた耐久性、水中での硬化など多岐に渡る工業的な有用性が認識されている。現在では接着剤のみならず塗料、電子部品、複合素材、土木建築等の幅広い分野で使用されており、アルファ工業株式会社では施工用途に応じた約 100 種類の製品を開発、土木建築分野ではセメント系で補修できない施工に使用されている。

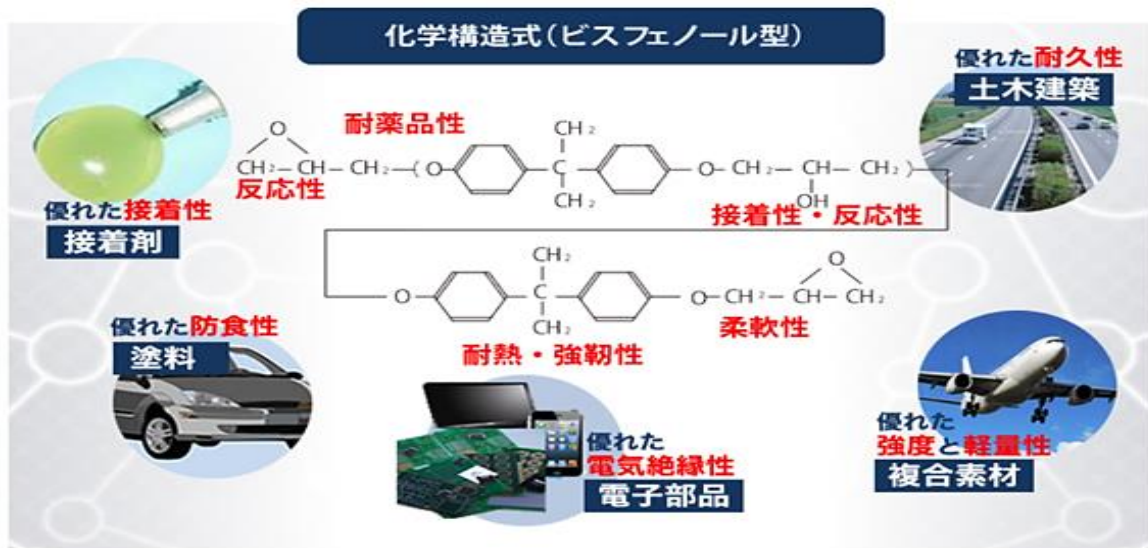


図 2-2 エポキシ樹脂とは
(提案法人作成)

技術の一例として、セメント系の補修材は 0.5 mm以上のひび割れ補修に適しており、より微細なひび割れには対応していなかった。提案法人は日本道路公団の要請を受け、エポキシ樹脂を用いた 0.2mm 以下のひび割れにも浸透接着する補修材を開発した。さらに、塗布するだけで壁面でも天井面でも浸透する施工性を備える補修材「アルファテック 380」を世界初(アルファ工業株式会社調査)開発し、2006年に

日本道路公団との共願特許登録（登録番号 3820469）を取得。更に施工方法は塗布するだけなので、従来のひび割れ補修の施工との比較し工期は約 1/3 に短縮され、総コストは約 1/5 程度に削減ができる。ひび割れはコンクリート打設直後から発生し、徐々に拡大し断面欠損などの原因になる。よって微細なひび割れの補修はコンクリート構造物の維持管理の課題であった。

「アルファテック 380」はこの課題を克服し大変な反響を呼び、テレビ東京のワールドビジネスサテライト（WBS）や日経ビジネス誌などで報道されている。さらに、日本水道協会認可（JWWA K143）も取得しており水道設備補修にも使用できる安全性も備えている。製品価格は 1kg で設計価格 5,000 円、エポキシ樹脂補修材としては平均的な価格となる。1 年間に約 5 トン出荷され、ひび割れ延長約 10 万メートルの補修を行い、ひび割れエポキシ樹脂補修ではメイン製品となっている。主な販売先は NEXCO を中心に多くの施工業者へ販売を行い、この製品に限ってはテレビ報道の影響で B to C 販売も行っている。



図 2-3 テレビ放映（テレビ東京 WBS）
（提案法人作成）

NEXCO 以外にも JR 東海、清水建設、三菱重工などと共願特許を取得し、出願件数は 39 件、登録件数は 27 件となっている。これにより、大手企業から安定した受注を得て、道路橋梁、鉄道トンネル、マンション・団地、取水所、ダム・堰堤・機械据付基礎などのコンクリート構造物補修に約 100 種類の開発製品が使用されている。



図 2-4 提案製品技術の概要
（提案法人作成）

（2）ターゲット市場

提案製品は主にコンクリート構造物補修に用いる。コンクリート構造物は交通・電力・生活・産業インフラなどの基盤となっている。コンクリート構造物の建築には多額の投資と多大な時間が必要とされるにもかかわらず、完成直後からひび割れが発生拡大し、国土交通省のコンクリート構造物のライフサイクルは 50 年程度とされているため、延命補修が頻繁に行われている。補修には主にセメント系補修材が使用されるが、ひび割れや剥離部の奥までの補修が行えない。提案製品「アルファテック 380」はひび割れ

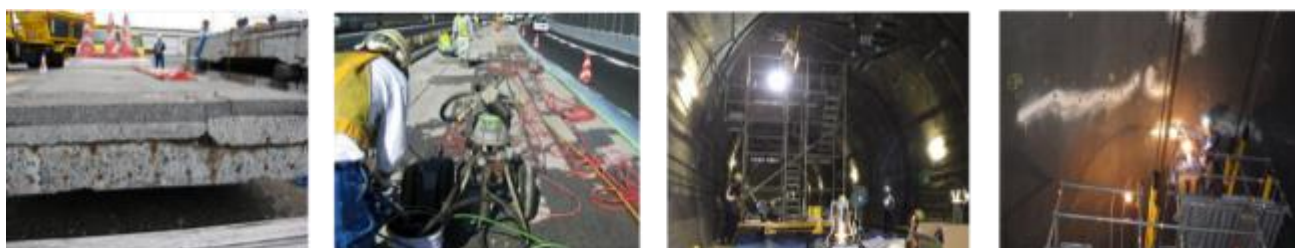
の奥まで浸透し補修が行える。またエポキシ樹脂はコンクリートより圧縮・引張・曲げ・剪断・接着などの強度が高く、セメント系では出来ない構造強化が行える。よって、老朽化したコンクリート構造物の維持管理補修、高速道路橋梁や鉄道トンネルなど安全性が重視される構造物補修、補修が困難なダムや栈橋など水中構造物補修、重量機械据付基礎補修などが主なるターゲットとなる。

建設後50年を経過する社会資本の割合			
	2013年3月	2023年3月	2033年3月
道路橋 [約40万橋 ^{注1} (橋長2m以上の橋約70万のうち)]	約18%	約43%	約67%
		50%増	
トンネル [約1万本 ^{注2}]	約20%	約34%	約50%
		30%増	
河川管理施設(水門等) [約1万施設 ^{注3}]	約25%	約43%	約64%
		40%増	
下水道管きよ [総延長:約45万km ^{注4}]	約2%	約9%	約24%
		20%増	
港湾岸壁 [約5千施設 ^{注5} (水深-4.5m以深)]	約8%	約32%	約58%
		50%増	

図 2-5 築後 50 年経過コンクリート構造物

(国土交通省資料に基づき提案法人作成)

上記のとおりコンクリート構造物のライフサイクルは 50 年程度であり、1964 年の東京オリンピックの前後に建設されたコンクリート構造物の老朽化が進み、近年これらの構造物の補修需要が増し、大規模改修工事が進められており提案製品が補修材として使用されている。NEXCO3 社 (NEXCO 東日本、中日本、西日本) は 2015 年から 15 年間で約 1.7 兆円規模の 250 km に及ぶ床版の取替えを開始し、JR 東海も新幹線開業以降初めての全面改修を 2013 年から 10 年間で約 7 千億円規模にて開始している。



NEXCO 高速道路橋梁補修

JR 東海新幹線トンネル補修

図 2-6 社会インフラ大規模改修スタート

(提案法人作成)

3. 提案製品・技術の現地適合性

(1) 現地適合性確認方法

現地適合性確認では、現地必要性・現地作業者取扱性・現地環境適合性を確認。

- ・現地必要性：施工業者や資材販売店訪問でひび割れ内部補修エポキシ樹脂材の無いことを確認。
- ・現地作業者取扱性：JICA 技プロ・フェーズⅡのパイロットプロジェクトでの現地補修業者及びOJTでの現地研修者が提案製品を問題なく取扱える事を確認。
- ・現地環境適合性：2019年のJICA 技プロ・フェーズⅡOJT 橋梁を含む3橋梁でモニタリングを行い日本より高温で雨季の長いザ国の環境に適合していることを確認。提案製品は夏バージョンと冬バージョンがあり日本では使い分けているが、すでに導入している比国では夏バージョンを使用しており、ザ国でも同様に夏バージョンを使用する。

モニタリング橋梁名	州	OJT 補修	モニタリング	結果
Luanguwa South Bound Bridge	Copperbelt	2019年10月	2021年11月	問題なし
Magoye Bridge	Southern	2019年10月	2022年3月	問題なし
Lunsemfwa Bridge	Southern	2021年11月	2022年7月	問題なし

気温・降水量比較 (黄色セルは最高気温)

Summer type

フィリピン (Manila)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高気温 (°C)	30	30	32	33	34	32	31	31	31	31	31	30
最低気温 (°C)	22	22	24	25	26	25	25	25	24	24	24	23
降水量 (mm)	13	7	13	24	129	287	354	474	401	182	114	63
降水日	4	3	4	4	9	16	22	22	22	17	12	9

Summer and winter type

Winter type

Summer type

Winter type

日本 (Tokyo)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高気温 (°C)	9	9	13	18	22	25	29	30	26	21	16	11
最低気温 (°C)	0	1	5	10	15	19	23	24	21	15	9	3
降水量 (mm)	68	70	111	115	132	161	144	120	195	207	99	60
降水日	5	6	9	8	9	11	9	9	10	9	7	5

Summer type

ザンビア (Lusaka)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高気温 (°C)	26	26	29	26	24	23	23	25	29	30	29	26
最低気温 (°C)	17	17	16	16	12	11	9	11	14	19	18	17
降水量 (mm)	264	236	131	48	4	0	0	0	1	16	102	275
降水日	17	16	10	2	0	0	0	0	0	2	8	16

表 2-1 年間気温・降水量比較表

(提案法人作成)



現地施工業者によるひび割れ注入補修

OJTでの施工指導

モニタリング

図 2-7 現地適合性確認

(提案法人作成)

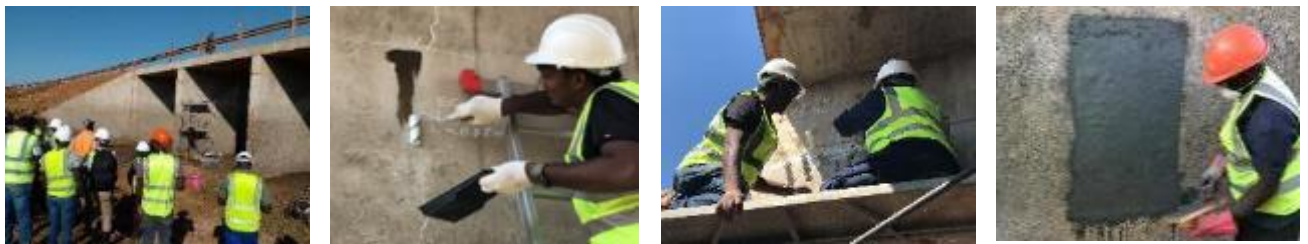
(2) 現地適合性確認結果 (技術面)

現地作業者取扱性：JICA 技プロ・フェーズⅡのパイロットプロジェクトでは、初めて提案製品を使用する現地施工業者が提案法人の指導の下で 3 種類の製品を用いた補修を行った。作業は戸惑うことなくスムーズに行われ、また丁寧な作業を行った現地施工業者の技量は高く評価できる。OJT では RDA の 6 リージョンから技術者 30 名と ZRL が参加、施工状況は良くほぼ確実に施工が行えた。

パイロットプロジェクトと OJT では以下の 3 種類の提案製品を使用。

- ① 塗布 : アルファテック 380 塗布型・浸透エポキシ接着剤
- ② 注入 : アルファテック 340 水中接着型・汎用エポキシ接着剤
- ③ パッチング : アルファ PCM 速硬性ポリマーセメントモルタル

3 橋梁で実施した OJT 後のモニタリングでも補修箇所に問題はなく、環境の異なる現地での適合性が確認できた。



パイロットプロジェクト橋梁
Luena Bridge

塗布
アルファテック 380

注入
アルファテック 340

パッチング
アルファ PCM

図 2-8 現地適合性確認 (技術面)
(提案法人作成)

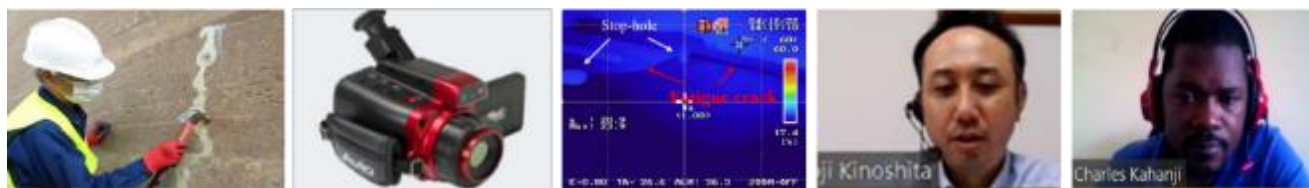
製品仕様

製品	アルファテック380	アルファテック340	アルファPCM
		浸透性エポキシ接着剤	水中接着型・汎用エポキシ接着剤
用途	微細～0.5mm幅までのひび割れ補修	0.2mm～5.0mmまでのひび割れ補修	断面欠損補修
特徴	ひび割れへの自己浸透	水中硬化	即硬性
	天面・側面への塗布可能	低粘度による作業性向上	耐久性
	日本水道協会規格を満たす安全性	日本水道協会規格を満たす安全性	耐水性

表 2-2 製品仕様
(提案法人作成)

モニタリングは目視検査と打音検査を中心に行われている。打音検査は検査員がハンマーでコンクリート表面をたたき、清音（キンキンという音）か濁音（ボコボコという音）で良し悪しを判定。良好な打音は波形減衰時間が短く周波数分布も高い領域の清音とされている。打音検査はコンクリート検査では一般的で、さらには新幹線車両検査などにも使用されている手法である。しかしながら清音と濁音の聞き分けは熟練者でないと困難であり熟練者になるには数年の期間が必要になる。

そこで熟練者でなくても確実にモニタリングが行える手法を岐阜大学とザンビア大学(University of Zambia:以降「UNZA」という)で検討した。手法として超音波探傷が挙げられ、今後 UNZA に提供予定となっている赤外線カメラと加速度計の使用が提案され検討を進めている。



ハンマー打音検査

赤外線カメラ

赤外線カメラ分析

Web 会議/岐阜大学と UNZA

図 2-9 超音波探傷
(提案法人作成)

施工方法

◇アルファテック 380 によるひび割れ補修

1) 使用製品

アルファテック 380 塗布・浸透エポキシ接着剤

2) 施工手順



ひび割れ面清掃



アルファテック 380 塗布



天井面でも塗布可能

◇アルファテック 340 によるひび割れ注入

1) 使用製品

- ・アルファテック 340 水中接着型・汎用エポキシ接着剤
- ・アルファテック 210 湿潤面接着型・速硬エポキシパテ
- ・アルファシリリンダー 低圧注入器

2) 施工手順



①ひび割れ面清掃



②アルファテック 210 塗布



③アルファシリリンダー

4. 開発課題解決貢献可能性

ザ国では産業発展に欠かせない基礎インフラの整備・強化が課題である。提案製品は、コンクリート構造物の打設後に必ず発生するひび割れを根本的に補修することができる。ザ国でのひび割れ補修は、通常セメント系のコンクリートフィラーでひび割れ表面を覆うのみで、ひび割れ内部を接着補修することはできない。よってフィラーの劣化に伴いコンクリートを補強している鉄筋が雨水侵入などで腐食し更なるコンクリート構造物の劣化が進行する。提案製品のアルファテック 380 は、ひび割れ内部を接着補修し劣化の進行を阻止できる。また、施工方法はローラーで塗布するだけなので初めての使用者でも問題なく施工でき、これまでザ国で欠如していた日常のひび割れ補修管理の定着が狙える。提案法人のビジネス展開を通じ、橋梁補修によるインフラの強化、オフィスビルや商業施設の延命化による経済成長、さらに、ダムの延命化を図ることによる電力の安定供給への貢献が図れる。



鉄筋腐食進行状況

鉄筋腐食要因

クラックフィラー補修

提案製品ひび割れ内部浸透

図 2-11 ひび割れ進行要因

(提案法人作成)

第3 ODA 事業計画/連携可能性

1. ODA 事業の内容/連携可能性

<①普及・実証・ビジネス化事業>

普及・実証・ビジネス化事業の実施は予定していない。

<②技術協力プロジェクト>

既存 ODA 事業との連携では、2019 年の基礎調査時に始まった JICA 技プロ・フェーズⅡとの連携強化が図れた。これまでの JICA 技プロ・フェーズⅡとの連携は、OJT 会場での RDA 技術者や施工業者に提案製品での補修技術指導であり、施工業者が実際にどのように施工しているのかは解らなかった。今回、第三回渡航で訪問したパイロットプロジェクトサイトでは、現地施工業者が初めて手にする提案製品を用いて橋梁ひび割れ補修を行う作業の確認ができ、アルファ工業株式会社としては大変価値のある調査であった。また、JICA 技プロ・フェーズⅡスタッフも、ひび割れ補修に関する日常維持管理技術支援のこれまでの成果の確認をすることができ、日本製品・技術での橋梁日常維持管理支援が適切であると判断された。

<③無償資金協力>

第二次ルサカ郡病院整備計画では、提案製品による建物の日常維持管理で施設の延命化が図れる。

<④有償資金協力>

カズングラ橋建設計画は 2021 年 5 月に開通し、今後の提案製品による日常維持管理で延命化が図れる。

<⑤民間連携ボランティア>

民間連携ボランティアの活用は予定していない。

2. 新規提案 ODA 事業の実施/既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策

◇既存 ODA 事業との連携における課題・リスクと対応策：

JICA 技プロ・フェーズⅡの OJT 連携では ZEMA の化学製品に該当するエポキシ樹脂製品の認可が課題となる。実際、JICA 技プロ・フェーズⅡの OJT とパイロットプロジェクト用として、これまでに 3 回申請を行った。隣接国から輸入する場合は該当しないとの情報もあるが、真偽の確認は出来なかった。MIHUD からは ODA 事業で使用する製品であれば ZEMA との交渉で認可が免除されるのではとの話があったが、パイロットプロジェクトで使用する製品を輸入する際にも ZEMA 申請が必要であり、信憑性には疑問がある。

◇インフラ面にかかる課題/リスクと対応策：日本からの出荷では海上輸送と内陸輸送が必要となり、その期間とコストをいかに軽減するかが課題である。海上輸送実績は 2021 年 7 月初旬に横浜港を出港したコンテナ船が南アのダーバン港に 8 月末に到着、その後コンテナをトラックで牽引しジンバブエ経由でザ国のルサカに到着したのは 9 月末で約 3 ヶ月の輸送期間だった。本来なら 2 ヶ月程度だが、Covid-19 による港湾業務遅れが原因で輸送期間が延びている。



図 3-1 物流陸路

(提案法人作成)

ダーバン港からルサカまでは約 2000km、ジンバブエとザンビアの国境にはザンベジ川があり、これを渡るには ODA の支援で建設されたチルド橋を経由する。チルド橋ができるまでは 1939 年に建設されたオットーバイト橋を経由していたが、1 車線でおおかつ 55 トンの重量制限があるなど、交通のボトルネックとなっていた。そこで 100m 上流に 2 車線のチルド橋建設を開始し、2002 年に開通した。これにより通過車両の制限撤廃、国境通過時間の短縮化が図られ、内陸輸送における運輸交通が大きく改善された。なお、日本からの海上輸送で使用する港は南アのダーバン、モザンビークのベイラ、タンザニアの

ダル・エスサラームがあるが、南アのダーバンが主要港になっている。上記のとおり、どのルートを通しても製品のザ国到着には一定の期間とコストがかかり、これをいかに軽減し、コスト高を押さえていくかが課題である。

◇C/P 体制面にかかる課題/リスクと対応策：

JICA 技プロ・フェーズ I / II の C/P である RDA は橋梁と道路の新設と維持管理。MIHUD は橋梁、道路、空港、鉄道、ダム等の公共インフラ全般の維持管理計画作成と補修工事実施決定を行っている。しかしながら 2020 年 11 月にザ国がデフォルトになり国家財政が破綻し、公共建造物の補修費用を捻出出来ない状況になり、補修企業への支払いの多くが中断している。

対応策として、状況が落ち着くまでは公的機関ではなく民間企業が保有するコンクリート構造物補修をターゲットとする。そのため、ザ国内で多くの民間企業と取引を行っている関西ペイント系列の Kansai Plascon を販売代理店候補としているが、関西ペイントより Plascon のアフリカ事業を 2023 年にオランダの AkzoNobel 社へ売却することが発表された。これにより第三回渡航で提示し 2022 年 9 月に締結予定だった販売代理店契約は Plascon 法務部より 2023 年に延期依頼の申し出があった。

◇その他課題/リスクと対応策：

提案製品のザ国輸入関税は世界共通で使われる輸出入で使用する品目分類番号の HS コードではほぼ確定しているが、残念なことにザ国輸入物流業者より輸入関税明細が送付されない。これは税関で輸入関税以外に税関職員へ便宜を図るための費用が発生しているためとのことを日本の物流業者から聞いている。対応策を検討するため、第三回渡航でザ国輸入物流業者を訪問したが、正確な状況を入手することは出来なかった。日本の物流業者に相談し、対応策を模索する。

3. 環境社会配慮等

対象外

4. ODA 事業実施/連携を通じて期待される開発効果

ザ国は 8 か国と隣接する内陸国で南部アフリカの交通ハブになっている。よって交通インフラの橋梁を管理する RDA が JICA 技プロ・フェーズ II の OJT で学んだ提案製品による日常維持管理を推進することにより、ザ国のみならず周辺国を含む南部アフリカ開発共同体 (Southern African Development Community:以降「SADC」という) 及び東南部アフリカ市場共同体 (Common Market for Eastern and Southern Africa:以降「COMESA」という) の経済成長が期待できる。また、ZRL も鉄道維持管理を進める準備をしている。さらに、電力インフラに関し、内陸国では河川を国境とし水力発電で電力を得ている国も多く、ダムや発電所施設などの提案製品による日常維持管理は、ザ国のみならず周辺国への貢献も期待できる。



SADC 加盟国



COMESA 加盟国

図 3-2 SADC/COMESA 加盟国
(提案法人作成)

第 4 ビジネス展開計画

1. ビジネス展開計画概要

橋梁・建物・ダムなどのコンクリート構造物の補修材として提案製品を販売する。代理店を設定し B to B の販売をメインとする。既存販売ルートで多くの顧客を抱えている企業を代理店候補とすることとし、調整を進めている。また、将来的には現地生産も想定しているが、現地で活動する日本企業より、国家財政難で海外企業への VAT 還付が 3 年間行われていないとの情報を聞いており、当面は日本からの輸出とする。

提案法人では、社員 30 名のうち 9 割が地元雇用である。また、生産設備業設置やメンテナンスも地元業者に依頼しているため、ザ国へのビジネス展開で生産・販売が増えれば更に地元雇用者が増える見込みである。

本調査では、2019 年に実施した基礎調査をベースとし、OJT 橋梁モニタリングによる現地適合性確認、及び基礎調査で橋梁以上に需要があるとの情報を入手した建物・ダム・空港・鉄道・水道設備等、コンクリート構造物補修にかかるビジネスモデル策定を目的に調査を行った。現地調査では、コンクリート構造物を維持管理する団体や企業を訪問し維持管理状況を確認、提案製品のデモを通して現地適合性について調査を行った。また、これらの団体・企業への提案製品供給は販売代理店を設定して各団体・企業からの発注をまとめ提案法人へ発注することで海上コンテナ輸送とし、更に海上輸送費と同額になっている内陸輸送は販売代理店手配として輸送費削減を図る。また、ザ国内顧客からの製品問合せは代理店が受け提案法人に問い合わせることとする。代理店には本邦研修も予定する。

2. 市場分析

(1) 市場の定義・規模

想定する顧客は、ザ国のインフラ整備を管轄する政府系機関、コンクリート構造物の補修に関わる施工業者等である。コンクリート構造物は必ず劣化し、補修を行わないと使用環境や安全性の不具合が発生し、更に耐久年数も短くなる。構造物の種類としては、建物ではショッピングモール・オフィスビル・ホ

テル・病院・学校・倉庫などがある。ルサカを例にすると、ショッピングモールは Arcades, East Park, Levy Junction, Novare Great North, Centro Kabulonga など 10 か所以上、五つ星や四つ星ホテルも 10 か所以上存在する。また、小規模を除くと RDA が管理する橋梁は約 460 となる。ザ国は周辺 8 か国の交通ハブとなっているが、管理橋梁の 15% は緊急補修が必要な状況であり、JICA 技プロ・フェーズ II では RDA 技術者へ提案製品の活用を含めた日常維持管理の OJT を実施している。



橋梁土台落下

橋梁上面に貫通穴発生

超大型トラック走行

道路破損で通行に影響

図 4-1 交通インフラ損傷

(提案法人作成)

空港はルサカ国際空港を始めとして国内に 20 か所以上あり、管理会社の ZACL を訪問したところ提案製品デモの要請があり、利用者数が最も多いルサカ国際空港と、その次に多いリビングストーン空港でエプロン補修デモを行った。また、4 か所ある大規模ダムの一つであるカリバダムを管理するザンベジ川公社 (Zambia River Authority: 以降「ZRA」という) の技術者へ提案製品を渡し、ダム補修工事における使用可否の確認を依頼した。ザ国は電力の 90% を水力発電で賄い、カリバダムはそのうち 30% を担っているが、築 60 年を経過し大規模改修中である。よって、今後の維持管理の重要性が伺える。これらのコンクリート構造物の建設に必要なセメントの製造は、世界 1 位の中国建材、2 位の LafargeHolcim (スイス) を含めた 5 社がザ国に工場を構えており、コンクリート構造物の建築と補修に必要なセメントを製造する環境は整っている。さらに、訪問した施工業者より、政権交代のあった 2021 年 8 月以降、コンクリート需要は増加しており、今後も更に増える見込みであるとのコメントも聞いている。



ショッピングモール

ホテル

空港

ダム

図 4-2 市場規模

(提案法人作成)

(2) 競合分析・比較優位性

ひび割れはコンクリート打設直後から発生し、徐々に拡大し断面欠損などの原因になる。よって微細なひび割れの補修はコンクリート構造物の維持管理における課題であった。提案法人はこれまでセメント系補修材では修復が出来なかった分野に対応した 100 種類以上のエポキシ補修材を開発し、橋梁・トンネル・建物・ダム・港湾設備、水道設備などの補修に使用している。ザ国で販売されているエポキシ樹脂コンクリートひび割れ補修材は、2021 年 11 月の第一回渡航時には資材販売店調査で見当たらなかった

が、2022年3月の第二回渡航調査時に Sikadur AP (スイス) 製、abe Epidermix372 (南ア) 製、ALCOLIN epoxy-bond (南ア) 製のエポキシ樹脂コンクリート補修材の店頭販売を確認した。また、訪問した施工業者で abe Epidermix372 の使用を確認している。これらは、ひび割れ面に塗布し蓋をして水の侵入を防ぐ程度の性能であり、ひび割れの進行自体を阻止する製品ではない。また、メインで販売されている補修材は、ポリクロプレングムベースの Contact (南ア製) や Pattex (ドイツ製) で主に木材接着に使用されている。

提案製品アルファテック 380 の特徴である塗布するだけでひび割れ浸透し補修が出来ること、ヘラによりひび割れ面に蓋をする Epidmix372 より作業が簡単であること、根本的なひび割れ補修ができること、1年の約半分を占める雨季に起こるコンクリートひび割れにおける雨水の侵入が防げる補修力等に対して、面談した多くの施工業者や UNZA から高評価を得ている。

以下に提案製品アルファテック 380 と店頭販売補修材のコンクリートひび割れ補修の特徴及び効果比較を示す。

種類	製品名	メーカー名	特徴	塗布方法	接着強度	補修力	施工性
エポキシ	ALPHATEC380	アルファ工業	ひび割れへ自己浸透	ローラー/刷毛	23N/mm ²	◎	◎
	Sikadur AP	Sika	ひび割れ部を覆う	ヘラ/専用注入器	3N/mm ²	△	△
	Epidmix372	abe	ひび割れ部を覆う	ヘラ	30N/mm ²	○	△
	Epoxy-bond	ALCOLIN	ひび割れ部を覆う	ヘラ	16N/mm ²	△	△
クロロプレ	Contact	ALCOLIN	木接着/コンクリート不適	ヘラ	3N/mm ²	×	△
	Pattex	Henkel	木接着/コンクリート不適	ヘラ	記載なし	×	△

表 4-1 競合比較
(提案法人作成)



Sikadur AP

Epidmix 372

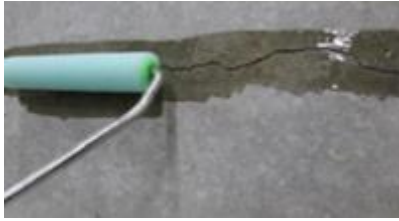
Epoxy-Bond

Contact

Pattex

図 4-3 製品画像
(提案法人作成)

競合製品の店頭売価は、エポキシ系は 1kg で 300~400 クワチャ (ZMW)、クロロプレ系は 5kg で 350~400ZMW となっている。アルファテック 380 はまだ販売していないので店頭価格は未定であるが、既存のエポキシ系の倍程度の価格 (コンテナ積載量や代理店販売形態により異なる) であれば、機能を考慮すれば適切な価格と訪問した施工業者からは聞いている。



アルファテック 380 ローラー塗布



Sikadur AP 専用注入器



ヘラ

図 4-4 施工方法

(提案法人作成)

Sikadur AP の専用注入器は、ザ国ではまだ販売されていないようだが、米国では「Sikadur® Crack Repair Kit」として販売されており、店頭売価は US \$ 239.94 (約 34,300 円) で補修材と併せると高価になる。

3. バリューチェーン

(1) 製品・サービス

企業機密情報につき非公表

(2) バリューチェーン

企業機密情報につき非公表

4. 進出形態とパートナー候補

(1) 進出形態

実施体制は以下になる。

第一段階：製品輸出による代理店販売、2023 年から 2027 年を想定。

第二段階：現地法人または海外合併会社での生産・販売、2028 年以降を想定。

第二段階が 2028 年になる理由としては、人材育成と安定した設備稼働の準備に時間を要するからである。現状では、製造と品質保証の一連の工程を担当できる自社人材は数名のみであり、人材育成のため 5 年程度の期間が必要であるため、現地生産開始を 2028 年とした。

(2) パートナー候補

ビジネスパートナーは、ザ国内で多くの資材販売店や施工業者に販売ルートを持つ Kansai Plascon が第一候補になる。Kansai Plascon は 1891 年に南アフリカで創業、2011 年に関西ペイント系列会社になる。現在は約 3000 名の従業員を抱え、アフリカ全土に自社工場で生産した塗料などを販売している。また、RDA の橋梁補修も請け負っており、2021 年 11 月の JICA 技プロ・フェーズⅡの OJT では提案法人がコンクリート橋梁補修、Kansai Plascon が鉄骨橋梁補修の指導を行っている。Kansai Plascon 製品は大手資材販売店で多量に展示販売されており、第二回渡航で訪問した IBC 紹介の優良施工業者 5 社も Kansai Plascon の既存取引先であった。また、顧客の 70~80% は B to B で特殊製品も扱っていることも良い状況であり、多くの顧客から注文を取ってもらい、提案法人から海上コンテナ輸送を行うことでこれまで課題だった高額な航空輸送費が削減できザ国での販売が促進される。

他方で親会社の関西ペイントより 2023 年にアフリカ事業をオランダの AkzoNobel に売却との報道が出ている。AkzoNobel は世界最大の塗料ブランド Dulux を有しており、Plascon ブランドを得ることで更に

市場拡大が見込まれるが、関西ペイントからは、2023年までは Kansai Plascon として営業を継続するように指示を受けている。Kansai Plascon からは売却後もアルファ工業との取引継続を望んでいるとのコメントを貰っており販売代理店交渉を行い契約書案も提示している。しかしながら関西ペイントから AkzoNobel への売却が 2023 年になっているので、契約締結は 2023 年にしたいとの話が出ている。よって契約締結までは、これまで通り Techpride 等からの注文を航空輸送で対応することになる。

第二候補として検討を進めてきた RDA 施工業者の Techpride は、道路や橋のインフラ補修や一般建物建設などを行っており、社員 10 名程度の小企業だが、RDA や JICA 技プロ・フェーズⅡからも良い評価を得ており、さらに、JICA 技プロ・フェーズⅡの OJT では提案製品の高い施工技術が確認されている。しかしながら、RDA が行う補修に提案製品を使用する場合、想定される使用量を海上輸送することは現実的ではなく、航空輸送となる。この場合、輸送料が製品代の 4~5 倍となってしまう。対応策としては Kansai Plascon 経由で購入することにより他社製品と同様海上輸送となり輸送費削減が可能になる。これに関し Techpride 訪問時に協議したところ、今後は Kansai Plascon へ発注するとの意向を聞いた。また、Techpride 社からは、提案製品の施工指導を参加費徴収し、ザ国内で行いたいとの提案がなされた。

第三候補の RDA 施工業者の Davisbed も RDA 補修での提案製品購入に関しては物量が少ないので航空輸送となり輸送費が高いことを苦悩、Techpride 同様に Kansai Plascon へ発注する意向を聞いている。



Kansai Plascon 社屋

資材販売店 Plascon 製品展示

Kansai Plascon 面談

Techpride 面談

図 4-9 パートナー候補

(提案法人作成)

5. 収支計画

企業機密情報につき非公表

6. 想定される課題・リスクと対応策

(1) 法制度面にかかる課題/リスクと対応策

ZEMA の化学製品であるエポキシ樹脂製品登録が課題となる。申請書類の内容は農薬などの動植物への健康被害を中心とした記載項目となっており、ザ国が最も力を入れている農業による環境への被害を防ぐことを目的としている。しかしながら、提案製品はコンクリートひび割れ補修製品でひび割れ中に浸透するものであり、動植物への影響は想定されない。

また、このような制度は他国では見られず、そしてこの制度が今後更に厳しくなることも想定される。MIHUD からは免除が可能との説明もあったが、具体的な手続きは不明であり、引き続き免除方法を模索していく必要がある。

ECOTOXICOLOGY	
	YES/NO
Toxicity to bees:	No
Toxicity to fish and other aquatic organisms:	Yes
Toxicity to birds:	No
Toxicity to earth worms or other soil invertebrates, and soil micro-organisms:	No
Toxicity to other non-target organisms:	No
Persistence in the environment:	No Data

ZEMA マーク

アルファテック 380 の ZEMA 申請処理記載、水中放棄しない限り環境影響はない

図 4-11 ZEMA 申請

(提案法人作成)

(2) ビジネス面にかかる課題/リスクと対応策

最大の課題は人材投資で、製造と品質保証の人材は長期の経験が必要だが、日本国内でも専任の従業員は各 1 名ずつである。また、面談を行った現地活動の日本企業からは、政府が財政難のため VAT 還付が滞っているのが大きな課題で、過去 3 年ぐらい VAT 還付を受けておらず、在ザンビア国日本大使館、在日ザンビア共和国大使館などの政府筋に頼んで、やっと 10%程度が還付されている状況とのこと。VAT 還付の遅れが、日本企業がここで商売する上での一番の課題で、この状況は今後も変わらないだろうとの話があった。

対応策としては、当面は現地生産を避け日本からの製品出荷で対応を行い、人材育成やザ国の環境が良くなることを期待する。

(3) 政治・経済面にかかる課題・リスクと対応策

ザ国は 2020 年 11 月にデフォルトとなり、公表された債務額は年間政府予算の倍となった。国家の道路、空港、ダムなどの交通インフラや電力インフラ等への投資減額や遅延が出始めている。さらに、これまで欧州連合、アフリカ開発銀行、世界銀行、中国などから多額の支援を受け経済を成長させてきていたがデフォルトにより支援が一時中断している。

対応策としては、民間企業の成長が継続されているため、ショッピングモール・オフィスビル・ホテルなど、商業施設のコンクリート構造物補修をビジネス展開の中心にすることが挙げられる。民間企業は約 8 万人が在留する中国系の勢力が強いが、約 4 万人が在留するインド系の勢力も強く、ショッピングモールやホテルに関与しているインド系が多いと聞いている。また、各国支援がまもなく再開する話もある。



コンチネンタルホテル補修
を行っている WBHO

リビングストンでホテル
建設中の Stefanutti

インドのコングロマリット
の Afcons

モザンビークで鴻池組と
協業をした Cnduril

図 4-12 IBC 紹介企業

(提案法人作成)

(4) その他課題/リスクと対応策

第一段階では提案製品を日本から輸出することになるが、海上運賃と為替の課題が生じている。

◇海上運賃の高騰：

Covid-19 の影響で港湾作業停滞とコンテナ不足で 2020 年後半比較では横浜港から欧州のコンテナ運賃は 7 倍程度上昇している（公益財団法人日本海事センターの資料による）。さらに、アフリカ向けはマイナー航路なので統計資料がないが、物流会社の話によると欧州以上の高騰とのことで、運賃高騰が解消されるのは 2024 年以降だろうとの見解を聞いている。

また、ザ国は内陸国なので長距離の内陸輸送が必要になり、この輸送費もこれまでは海上輸送費と同程度となっている。Covid-19 が収束した後は、内陸輸送費が最大の課題となる。対応策としては、現状では海上輸送はコンテナに出来るだけ多くの製品を積載するしかない。内陸輸送はザ国販売代理店が手配することでコストダウンを図る。

ASIA-EUROPE (1) WESTBOUND			公益財団法人日本海事センター													
積地	向け地			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
Yokohama (Japan)	Genoa (Italy)	2020年	20ft	1,350	1,350	1,270	1,440	1,360	1,250	1,090	1,400	1,450	1,540	1,600	3,250	
			40ft	2,300	2,300	2,100	2,590	2,310	2,130	1,920	2,280	2,480	2,640	2,780	6,000	
		2021年	20ft	4,610	4,950	4,500	4,220	5,140	7,000	7,660	7,660	8,000	8,510	8,230	8,880	
			40ft	8,820	8,580	8,400	8,100	8,350	11,750	12,720	12,720	13,860	14,880	14,100	14,860	
		2022年	20ft	9,660	9,660	9,670	8,260	8,100	7,830	7,590						
			40ft	16,120	16,120	16,150	14,740	13,870	13,350	13,400						
		前年比	20ft		109.5%	95.2%	114.9%	95.7%	57.6%	11.9%	-0.9%					
			40ft		82.8%	87.9%	92.3%	82.0%	66.1%	13.6%	5.3%					

表 4-6 海上コンテナ運賃動向

(提案法人作成)

◇為替変動：

ザ国とのビジネスでは米ドルを使用するが、ザンビア通貨（クワチャ）と米ドルの為替変動が大きい。2017 年～2022 年の 5 年間推移では 1USD に対するクワチャが、2017 年 9 月は 9.51ZMW、ザ国デフォルト直前の 2020 年 7 月は 22.58ZMW（2017 年 9 月比 2.4 倍）となり、2022 年 9 月では 15.26ZMW（2017 年比 1.6 倍）となった。ザ国の国家財政はまだ厳しい状況なので、今後も大幅なクワチャ安が懸念される。これによりザ国代理店の輸入が厳しくなる。

提案法人として対策を講じることは難しく、Covid-19 終息やザ国新政権による経済再建を期待するしかない。



図 4-13 為替変動
(提案法人作成)

7. ビジネス展開を通じて期待される開発効果

ザ国では産業発展に欠かせない交通網や電力などの経済インフラが脆弱であり、基礎インフラの整備・強化が課題となっている。さらに、整備・強化を行う製品や技術が不足している。提案製品は優れた補修力が簡単な施工で得られるため、JICA 技プロ・フェーズⅡのパイロットプロジェクトで初めて提案製品を扱うザ国施工業者でも問題なく橋梁コンクリートひび割れ補修を行えた。また、モニタリングにより、日本と環境が異なるザ国での適応性も確認ができている。さらに、ZACL, LWSC, ZRL, MIHUD, NCC, UNZA などの政府系機関及び民間施工業者へのデモや製品紹介でも高い評価を得ている。これにより、これまでザ国では根付いていなかったコンクリート構造物の日常維持管理が推進されれば、ザ国の交通網や電力などの経済インフラの脆弱性が改善されて産業発展に繋がることが期待できる。

8. 日本国内地元経済・地域活性化への貢献

(1) 関連企業・産業への貢献

提案法人は創業時から横浜を拠点としており、社員 30 名のうち 9 割は地元居住者である。売上は 2019 年までは施工が 7 割で製品販売は 3 割だった。全国を対象に施工を行っているが、従業員が少ないので技術指導のみを担当し、実際の作業は現場に近い地域から施工者を確保して実施していた。しかしながら、全国的な施工人材の減少・高齢化・人件費高騰で施工業者の雇用が徐々に厳しくなっている。今後も更に厳しくなると見込まれるため、製品販売を拡大し売上確保を図ってきた。その結果として 2022 年には製品販売が売上げの 4 割に達したが、企業方針として目標とする製品販売割合 5 割には至っていない。以前より資材調達や設備維持管理及び増強は地元企業に発注しており、ザ国での売上増加は地元経済へ還元される。社員増も地元居住者によるものとなる。


(2) その他関連機関への貢献

提案法人は横浜市が研究開発型の製造業を営む企業に誘致した末広ファクトリーパークに社屋を構えており、研究開発では横浜市から大学などとの連携のサポートを受けることができる。横浜市は特許を保有し優秀な業績を継続している企業の認定制度「横浜知財みらい企業事業」を 2011 年に開始、認定

は毎年、審査項目合計 100 点満点で審査される。提案法人は前年の審査でも 100 点満点で認定をされている。この結果として、2015 年には横浜市推薦で応募した日本弁理士会の全国対象の知的財産活用表彰で特別賞を受賞し、横浜市の研究開発型企業として全国アピールができた。経済団体との連携では、日本貿易振興機構の「新輸出大国コンソーシアム認定」を受けており、ザ国への製品販売がこれらの関連機関への貢献に繋がる。また、横浜市の認定する「横浜型地域貢献企業」にも認定され企業の社会的貢献を果たしている。




図 4-14 横浜市認定
(提案法人作成)




**SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector
for Concrete Structure Repair Utilizing Epoxy Resin in Zambia.**
Name of Company (ALPHA KOGYO K.K, (Yokohama Kanagawa Pref.,))


8 働きがいも
経済成長も



9 産業と基礎施設の
革新をつくらう



12 つくる責任
つかう責任



Development Issues Concerned in Private Sector


- ODA target "Infrastructure reinforcement to support economic activities". The following is an example.
- Traffic infrastructure reinforcement by repairing bridges.
- Stable supply of electricity by extending the life of the dam.
- Maintaining economic activity by extending the lives of offices and commercial facilities.

Products/Technologies of the Company

- Repair of concrete structures utilizing epoxy resin.
- It is available for repair not to be possible with the cement.
- It is possible to repair micro-cracks and extend the life of the structure.
- Reduction of construction period and cost with easy construction method.

Survey Outline

- Duration: November, 2021~December, 2022
- Country/Area: Zambia, 6 states.
- Name of Counterpart: Road Development Agency, Ministry of Infrastructure Housing and Urban Development, Lusaka Water and Sewerage Company etc.
- Survey Overview: Extend the life of concrete structures using Epoxy Resin repair materials and aim to contribute to infrastructure improvement.



Penetrates into cracks on ceiling

How to Approach to the Development Issues

- Sale of concrete repair materials that cannot be done with cement.
- The main repair targets are bridges, buildings, dams, etc.
- Customers are repair structure managers and contractors.
- Agency sales.
- Agents are companies with strong existing sales channels.

Expected Impact in the Country

- Extending the life of structures by repairing cracks in concrete.
- Since it is easy method, and daily maintenance is continued.
- Large-scale repairs decreases and infrastructure maintenance costs decreases.
- Industrial development support by repairing basic infrastructure.

As of October, 2022

Summary Report

Republic of ZAMBIA

SDGs Business Model Formulation Survey with the Private sector for Concrete Structure Repair Utilizing Epoxy Resin in Zambia

December, 2022

Japan International Cooperation Agency

ALPHA KOGYO K.K.

1. BACKGROUND

Until now, the Republic of Zambia did not have repair products and technology for repairing damage to concrete structures of infrastructures, and maintenance was not being carried out. The proposed product can repair cracks, which are the main cause of damage to concrete structures, with easy method. As a result, it will be possible to extend the life of concrete structures such as bridges, airports, and railways, dams, office buildings and commercial facilities.



Easy repair method



Bridge Repair



Airport Repair



Dam Repair

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

(1) Purpose :

Examining the possibility of solving development issues by introducing proposed products and technologies. And examining business ideas that contribute to the achievement of SDGs. In addition, formulate a business model through consideration of the possibility of utilization in ODA projects.

(2) Activities:

- Local compatibility of proposed products and technologies
- Investment environment, regulations, and licensing status
- Market size
- Competitive products
- Business model formulation by selecting partner candidates
- Environmental and social considerations
- ODA business partnership

(3) Information of Product/ Technology to be Provided:

- Repair of concrete structures utilizing epoxy resin.
- Used in construction that cannot be repaired with cementitious materials.
- It is possible to repair micro-cracks and extend the life of the structures.
- Reduction of construction period and cost with easy construction method.

(4) Target Area and Beneficiaries:

- Target Area :Lusaka, Central, Southern, Western, Eastern and Copperbelt provinces.
- Beneficiaries :Government Agency / Road Development Agency, Zambia Airports Corporation Limited, Zambia Railways Limited, Ministry of Infrastructure Housing and Urban Development, etc. Private companies are also.

(5) Duration:

- November, 2021 to December, 2022

(6) Survey Schedule

- 1st November 13 to 28, 2021
- 2nd March 5 to 22, 2022
- 3rd July 3 to August 30, 2022

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

1) The local suitability and demand for the proposed product have been confirmed by monitoring of the OJT repaired bridges.

- Repair materials used for OJT

Coating: ALPHATEC 380, MICROCRACK EPOXY ADHESIVE

Injection: ALPHATEC340, UNDERWATER and GENERAL TYPE EPOXY ADHESIVE

Patching: ALPHA PCM, FAST CURING POLYMER CEMENT MORTAR

Product	ALPHATEC380	ALPHATEC340	ALPHA PCM
Repair	Microcrack to 0.5mm	0.2mm to 5.0mm	Spalled concrete
Features	Self-penetration into cracks	Use for underwater	Fast curing
	Applied to top and side surfaces	Improved workability with low viscosity	Durability
	Used for drink water tank repair	Used for drink water tank repair	Water resistance

- Monitoring Brides

Bridge Name	State	OJT Repair Date	Monitoring Date	Result
Magoye Bridge	Southern	October. 2019	March, 2022	No problem
Luangwa South Bound Bridge	Copperbelt	October. 2019	November, 2021	No problem
Lunsemfwa Bridge	Southern	November. 2021	July, 2022	No problem

Adaptability has been confirmed in Zambia, where the temperature and precipitation are different from Japan.

Summer and winter type	Winter type				Summer type				Winter type			
Japan (Tokyo)	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Maximum temperature (°C)	9	9	13	18	22	25	29	30	26	21	16	11
Minimum temperature (°C)	0	1	5	10	15	19	23	24	21	15	9	3
Precipitation (mm)	68	70	111	115	132	161	144	120	195	207	99	60
Precipitation days	5	6	9	8	9	11	9	9	10	9	7	5

Summer type

Zambia (Lusaka)	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Maximum temperature (°C)	26	26	29	26	24	23	23	25	29	30	29	26
Minimum temperature (°C)	17	17	16	16	12	11	9	11	14	19	18	17
Precipitation (mm)	264	236	131	48	4	0	0	0	1	16	102	275
Precipitation days	17	16	10	2	0	0	0	0	0	2	8	16

2) Confirmation of bridge repair technology by a Zambian contractor.

- Repair materials

Coating: ALPHATEC 380, MICROCRACK EPOXY ADHESIVE

Injection: ALPHATEC340, UNDERWATER and GENERAL TYPE EPOXY ADHESIVE

Patching: ALPHA PCM, FAST CURING POLYMER CEMENT MORTAR

- Repair Bridge

Luena Bridge (Western province)

- Contractor Name

Horizon Properties Limited.

- Result

Good performance



Luena Bridge



Coating



Injection



Patching

3) Proposed product introduction.

Government agencies

Road Development Agency, Zambia Airports Corporation Limited, Zambia Railways Limited, Ministry of Infrastructure Housing and Urban Development, Lusaka Water and Sewerage Company, National Road Fund Agency, National Council for Construction, University of Zambia, Water Resources Management Authority, Zambia River Authority and Zambia Chamber of Commerce and Industry.

Private companies

Kansai Plascon, Techpride, Davisbed Enterprise, Lloyds Financial, Shimizu Construction, Velos Construction, WBHO, Stefautti Stocks, Afcons Infrastructure, Conduri Engenharia S.A, Brigerish Trading & Supply, Afri Delivery, iSampo, and Buruneri.



Zambia Railway Limited



University of Zambia



Afcons



Kansai Plascon

4) Agency candidate

Kansai Plascon

4. FUTURE PROSPECTS

- (1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

Through promotion of routine maintenance in the Republic of Zambia with the proposed products, the industry will develop and improve such as transportation infrastructure and electric power infrastructure.

- (2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

Development of transportation and electric power infrastructure in the Republic of Zambia is progressing with assistance from other countries. The road maintenance material and a technique are short in Zambia. Therefore, if the materials and skills are introduced that are easy to use, they will start maintenance of infrastructure.

And The Republic of Zambia is a transportation hub in southern Africa, bordering eight countries. In addition, dams are jointly managed with neighboring countries. Therefore, infrastructure improvement in Zambia leads to infrastructure improvement in neighboring countries too.



-END-

別添資料

- 1) 提案製品施工方法プレゼン
- 2) モニタリング報告書
- 3) モニタリング要領書
- 4) 資材販売店

1) 提案製品施工方法プレゼン


3 製品によるコンクリートひび割れ補修

- ① 塗布 : アルファテック 380 塗布型・浸透エポキシ接着剤
- ② 注入 : アルファテック 340 水中接着型・汎用エポキシ接着剤
- ③ パッチング : アルファ PCM 速硬性ポリマーセメントモルタル






REPAIRING OF CONCRETE STRUCTURES

ALPHA KOGYO K.K.



CRACK REPAIR METHOD

	COATING	INJECTION	PATCHING
Name	ALPHATEC 380S MICROCRACK EPOXY ADHESIVE	ALPHATEC 340S UNDERWATER and GENERAL TYPE EPOXY ADHESIVE AND INJECTION MATERIAL	ALPHATEC PCM FAST CURING POLYMER CEMENT MORTAR
Repair for	Microcrack to width 0.5mm	Crack width 0.2mm to 5.0mm	Spalled concrete and section restoration
Features	Excellent strength to both dry and wet concrete and steel Easy to apply on both overhead and vertical application Good penetration to concrete	Excellent bond to both dry and wet concrete and steel Low viscosity to fill even hairline cracks Good properties in air and water	Fast curing High flexural and impact strength Good water impermeability

CRACK REPAIR BY ROLLER BRUSH METHOD

Using ALPHATEC 380S

Micro Crack Epoxy Adhesive
(Self-Penetrating by capillary action)



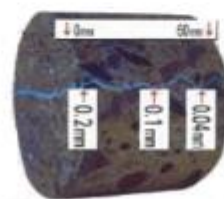
ALPHATEC 380

Shelf life : 2 years from date of manufacture.

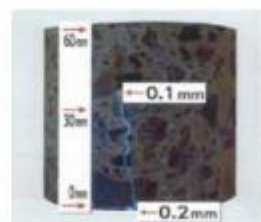
ALPHATEC 380S

Micro Crack Epoxy Adhesive (Self-Penetrating by capillary action)

- Gets rid of the difficult method of repairing cracks having a width of below 0.5mm by epoxy injection.
- It is applied by the use of roller brush or brush, capable of penetrating microcracks on overhead, downward and vertical applications.



VERTICAL 60mm



OVERHEAD 30mm



DOWNWARD 300mm

MIXING



ALPHATEC 380S

Single Color	Base Resin (Light Yellow)	Hardener (Blue)	
Mixture Color	Light Blue		
Mix Ratio	By Volume	2	1
	By Weight	100	43
Pot life	30 minutes (Temperature 30°C) 20 minutes (Temperature 40°C)		

1. Mix Hardener and Base Resin for two (2) minutes by brush or spatula until a uniform mixture are obtained. Mix only the amount to be use.
2. Use all the mixed Resin System within the prescribed pot life. As the ambient temperature increases, pot life becomes shorter.

APPLICATION PROCEDURE



Do not use in rainy weather.



SURFACE PREPARATION

- Concrete surface shall be cleared from dust, loose dirt and other foreign materials using steel brush and vacuum / blower.

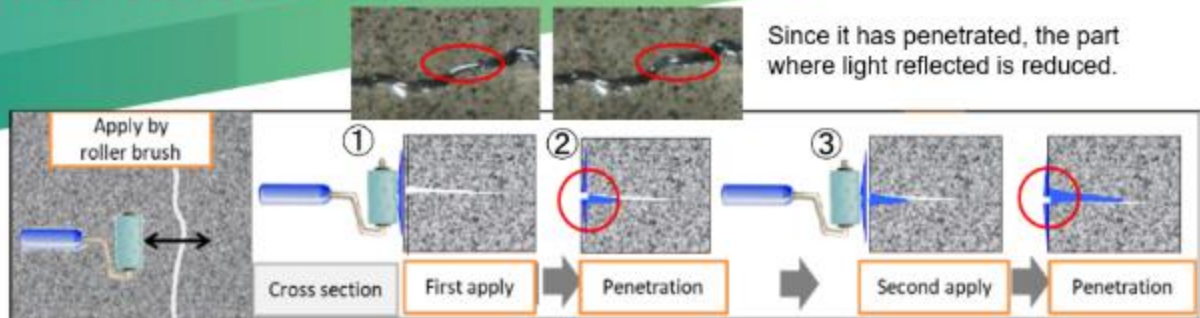


APPLICATION OF ALPHATEC 380S

- Applied on concrete crack using 5cm (2 inch)width roller brush. If the cracks are straight, more width roller can be used.
- After applying ALPHATEC 380S, it rises from the cracked surface.
- After a while, it penetrates into the crack.
- Repeat this application about 10 times within 30 minutes.



APPLICATION OF ALPHATEC 380



- ① After applying ALPHATEC 380S, it rises from the cracked surface.
- ② After a while, it penetrates into the crack.
Penetration speed is different from crack situation.
- ③ Repeat this application about 10 times within 30 minutes.
(In case of the temperature is 30°C / the pot life is 30 minutes.)

CURING OF ALPHATEC 380

- Let the ALPHATEC 380S cure overnight (about 12 hours).



施工動画

APPLICATION OF ALPHATEC 380 USING ROLLER BRUSH

TEST PROCEDURE ALPHATEC 380S (HORIZONTAL APPLICATION)



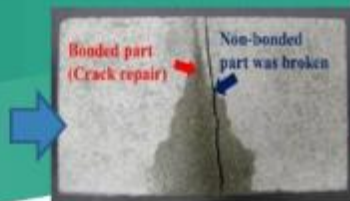
APPLICATION OF ALPHATEC 380S



CONFIRMATION OF PENETRATION



LOADING TEST AFTER CURING



TEST RESULT
(NON BONDED PART WAS BROKEN)
(STRENGTH OF BONDED PART CONFIRMED)

TEST PROCEDURE ALPHATEC 380S (OVERHEAD APPLICATION)



APPLICATION OF ALPHATEC 380S



CONFIRMATION OF PENETRATION



LOADING TEST AFTER CURING



TEST RESULT
(NON BONDED PART WAS BROKEN)
(STRENGTH OF BONDED PART CONFIRMED)

CRACK REPAIR BY EPOXY INJECTION



Using ALPHATEC 340S

Underwater and General Type of
Epoxy Adhesive and Injection
Material



Shelf life : 2 years from date of manufacture.

ALPHATEC 340S

Underwater and General Type of Epoxy Adhesive and Injection Material

- Excellent bond to dry and wet concrete and steel.
- Low viscosity to fill even hairline cracks.
- Good properties in air and water.



ALPHA CYLINDER METHOD

INSTALLATION OF ENTRY PORTS

- Apply a lot of putty to the inside of the entry port by spatula.
- At this time, be careful not to put the putty in the hole in the center of the entry port.
- Installation of injection entry ports at interval 250mm – 300mm. Press entry ports until the putty stick out.
- Stick out putty from entry port, place it around entry port by finger.
- Let the epoxy putty cure prior to injection works. It takes 4 hours to cure the seal and entry port.



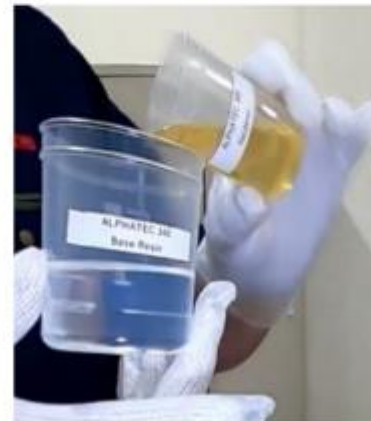
ALPHATEC 340S

Underwater and General Type of Epoxy Adhesive and Injection Material

- Mix Hardener and Base Resin for two (2) minutes by brush or spatula until a uniform mixture and obtained. Mix only the amount to be use.

ALPHATEC 340S

Single Color		Base Resin (transparent)	Hardener (Amber)
Mixture Color		Light Yellow	
Mix Ratio	By Volume	2	1
	By Weight	100	54
Pot life	30 minutes	(Temperature 30°C)	
	20 minutes	(Temperature 40°C)	



INJECTION OF ALPHATEC 340



ALPHA Cylinder

- Low pressure injection works using ALPHATEC 340S and ALPHA Cylinder.
- Injection mixed ALPHATEC340S to ALPHA Cylinder
 - ① Within 15 minutes ALPHATEC 340S inject into the ALPHA cylinder.
 - ② ALPHA Cylinder on the entry port within 15 minutes. About 30 minutes in total.(Temperature 30°C)



CURING

- After set the cylinder to entry port, attach the rubber to cylinder.
- Let the ALPHATEC 340S cure overnight (about 12 hours), prior to the removal of ALPHA cylinder and entry ports. Any damaged areas shall be made good to the satisfaction of the Engineer.
- If it leaks 1 to 2 minutes after injection, remove the cylinder and inject again.



PATCHING WORKS

Using ALPH PCM
Fast Cure Polymer Cement Mortar



Shelf life : 2 years from date of manufacture.

ALPHA PCM Fast Cure Polymer Cement Mortar

- is a fast curing polymer cement mortar characterized by high flexural and impact strength, and low shrinkage.
- is formulated with a special low shrinkage cement material and reinforced with alkali coated glass fibers and mixed with a polymer emulsion



APPLICATION PROCEDURE



SURFACE
PREPARATION



APPLICATION OF
ALPHATEC 340



PATCHING WORKS
USING ALPHA PCM



CURING

APPLICATION PROCEDURE



SURFACE
PREPARATION



APPLICATION OF
ALPHATEC 340



PATCHING WORKS
USING ALPHA PCM



CURING

SURFACE PREPARATION

- Cutting of spalled area using grinder.
- Chipping of concrete surface to expose good concrete.

Note: Clean the chipped area using vacuum/blower.



APPLICATION OF PRIMER

- Application of ALPHATEC 340S(primer) prior to patching works. After application of primer, mix ALPHA PCM powder and emulsion. Detail is below.
 - ① Mix emulsion and water two(2) minutes by hand mixer.
 - ② Put the mixed emulsion and water in to the Pail and add ALPHA PCM. Mix two(2)minutes by hand mixer.
 - ③ It is recommended to divide the following amounts in two times.



ALPHATEC PCM (POWDER)	ALPHATEC PCM (EMULSION)	WATER	TOTAL YIELD		COVERAGE (@10mm Thickness)
			WEIGHT	VOLUME	
15 Kg / Bag	1.65 Kg	2.25~ 2.5 Kg	18.9~19.15 Kg	12 Liter	1.2m ²

PATCHING WORKS

- Application of ALPHA PCM into the primed surface.
- Level the polymer cement mortar by using a steel trowel.
- The coating thickness per application should be approximately 20 mm, and if it exceeds 20 mm, apply twice.



CURING

- Let the polymer cement mortar cure 5 hours.



施工動画

LEVELING OF SURFACE USING STEEL TROWEL

TEST PROCEDURE
BOND STRENGTH TEST



APPLICATION OF ALPHATEC 340



APPLICATION OF ALPHA
PCM USING TROWEL



INSTALLATION OF
ATTACHEMENTS AND CUTTING
OF PERIMETER



BOND TEST BY PULL OFF
ADHESION TESTER



CONCRETE SUBSTRATE
FAILURE

END OF PRESENTATION

THANK YOU



2) モニタリング報告書

モニタリング後に RDA へ提出した報告書。



ALPHA KOGYO K.K
1 - 1 - 51 Suehiro-cho, Tsurumi-ku Yokohama
Kanagawa Pref. 230-0045 JAPAN
Tel. 81-45-500-0500 Fax 81-45-500-0550
E - Mail Address: alpha-kogyo@alpha-kogyo.co.jp

14th July 2022

Eng Jairos MHANGO
Acting Director Road Maintenance, RDA
Project Manager, JICA TCP

SUBJECT: MONITORING REPORT OF THE LUNSEMFWA BRIDGE

Dear Eng. MHANGO,

This has reference to the JICA SDGs Business Model Formulation Survey with the Private Sector for Concrete Structure Repair Utilizing Epoxy Resin in Zambia.

Following our request to monitor the repair works on the Lunsemfwa Bridge, we confirm that we successfully investigated the repair conditions on the bridge on July 7, 2022. We concluded, from our investigation, that the ALPHATEC materials are suitable for use in Zambia as the repair works on the bridge were generally good.

We hereby submit a detailed report of our findings and recommendations for your review.

Very truly yours,

Takashi GOTO

ALPHA KOGYO K.K.

CC:

Eng Lazarous NYAWALI
Project Coordinator
Senior Manager-Bridges, RDA

Eng Mubuyaeta KAPINDA
Project Coordinator
Senior Manager-Bridges and Emergencies, RDA



Received: L. NYAWALI
14/07/2022

**JICA SDGS BUSINESS MODEL FORMULATION SURVEY WITH THE PRIVATE
SECTOR FOR CONCRETE STRUCTURE REPAIR UTILIZING EPOXY RESIN IN
ZAMBIA**

**REPORT OF THE MONITORING PROGRAM IN
CENTRAL RO**



JULY 2022



ALPHA KOGYO K.K
1-1-51 Suehiro-cho, Tsurumi-ku Yokohama
Kanagawa Pref. 230-0045 JAPAN
Tel. 81-45-500-0500 Fax 81-45-500-0550
Email: alpha-kogyo@alpha-kogyo.co.jp

REPORT OF THE MONITORING PROGRAM ON LUNSEMFWA BRIDGE

Purpose

In November 2021, JICA Team conducted an On-the-Job Training (OJT) on the Lunsemfwa Bridge as part of the Rollout Program in 6RO. During this OJT, repair work was done using epoxy resin and polymer cement materials produced by Alpha Kogyo. Therefore, the aim of this monitoring program was to assess the state of this repair work.

Date and Inspection Team

Date: July 7, 2022.

Inspection Team: Mr Hideo NAGAO and Mr Lebani SIATWINDA (JICA Team).

Results of Inspection

1. Coating: ALPHATEC 380



Photo 1: shows the condition of the Coating repair

The cracks were not completely filled, as shown in the pictures above, possibly due to insufficient roller passes during application. It is recommended to apply the ALPHATEC 380 7 to 10 times with a 5 to 10-minute interval between each application to ensure consistent penetration. However, some of the cracks on the repaired areas had a width greater than 0.3mm. Ideally, for cracks with widths greater than 0.3mm, epoxy injection is recommended instead. Despite this, the repair work appears to be in good condition, as no abnormal sounds were heard after the hammer tap inspection.

2. Injection: ALPHATEC 340



Photo 2: shows the condition of the Injection repair

There was an overflow of the epoxy material on one crack through the spaces that were not completely filled, indicating that the material was easily able to penetrate the crack. Therefore, before applying the ALPHATEC 340, all crack voids must be completely sealed for effective crack repair.

Furthermore, for a clean finish, all used ports and putty should be removed with a hammer, chisel and/or scraper after the injection repair has cured. Nevertheless, the repair appears to be in good condition as shown in Photo 2, with no abnormal/hollow sounds detected.

3. Patching: ALPHATEC PCM



Photo 3: shows the condition of the Patching repair


The hammer tap examination revealed that the patching work was in good condition as shown in Photo 3. Furthermore, no cracks were observed on the Polymer Cement Mortar (PCM), indicating that the PCM mix design was good. As a result, we recommend that the remaining spalled area be completely patched for a uniform finish.

Conclusion

Following our investigations, we recommend the use of epoxy resin materials during concrete structure repair in Zambia because all of the repair methods were in good condition. Furthermore, the warm-dry climate in Zambia, as opposed to the cold climate, favours the curing of epoxy materials.

3) モニタリング要領書


RDA が独自でモニタリングを行える様に要領書を作成して提出。



MONITORING PROCEDURE


COATING: ALPHATEC 380

MICROCRACK EPOXY ADHESIVE




Visual Inspection

Visually check if there is any change in the repair part.




Hammer tap Inspection

Hit the concrete surface with a hammer and judge whether it is good or bad.



Application part Inspection

Visually check the injection material completely covers the surface.




Inspection Result Record

Write the check items on the board and take a picture.

Hammer tap inspection :
 Good condition is the unvoiced sound (sound of keen) . Bud(deteriorated parts with floating, peeling, cavities, etc.) is the voiced sound (sound of bubbling). A good tapping waveform has a short decay time and a high frequency distribution.


If the concrete surface layer has not been applied and penetrated, it is recommended to apply it 7 to 10 times with a roller, and when it starts to harden a little in about 60 minutes, fill the cracked groove with a spatula. It seems to have penetrated immediately after applying about 10 times, but it needs to be applied several more times to fill the crack groove.



MONITORING PROCEDURE


INJECTION: ALPHATEC 340

UNDERWATER and GENERAL TYPE EPOXY ADHESIVE




Visual Inspection

Visually check if there is any change in the repair part.




Hammer tap Inspection

Hit the concrete surface with a hammer and judge whether it is good or bad.



Application part Inspection

Visually check the entry ports to make sure that the injectant is properly filled in the cracked area.



Inspection Result Record

Write the check items on the board and take a picture.

Hammer tap inspection :
 Good condition is the unvoiced sound (sound of keen) . Bud(deteriorated parts with floating, peeling, cavities, etc.) is the voiced sound (sound of bubbling). A good tapping waveform has a short decay time and a high frequency distribution.

It seems necessary to perform injection work considering the width, length, and depth of cracks. As an example, the crack location this time is 0.7 mm wide, 110cm length, and 90cm depth, so the ALPHATEC340 injection amount is about 0.7 L(0.007x0.9x1.1=0.00639 ≒ 0.7L) .

MONITORING PROCEDURE

PATCHING: ALPHATEC PCM

FAST CURING POLYMER CEMENT MORTAR



Visually check if there is any change in the repair part.



Hit the concrete surface with a hammer and judge whether it is good or bad.



Visually check if any cracks have occurred.



Write the check items on the board and take a picture.

Hammer tap inspection :

Good condition is the unvoiced sound (sound of keen) . Bud(deteriorated parts with floating, peeling, cavities, etc.) is the voiced sound (sound of bubbling). A good tapping waveform has a short decay time and a high frequency distribution.

If the cracks have occurred, the reason is drying the water mixed with ALPHATEC PCM. And if there is no floating patching around the repaired area, so there is no urgent need, but if damage such as widening of the crack width progresses in the future, repair will be necessary. The repair method is to apply ALPHATEC380 to the cracked part to fill the grooves on the patching surface, and then perform patching with ALPHATEC PCM.

4) 資材販売店

ルサカには多くの大規模資材販売店が有り、提案製品で使用する消耗品や電動工具が揃う。



builder' s warehouse (南ア系)



PAFRIW (中国系)



Game (南ア系)



消耗品の刷毛



コテも多種



電動工具は日本・ドイツ製など

南ア系資材店 Builder' s warehouse, Game, Micmar では日本の Makita と Ryobi、ドイツの Bosch を展示。中国系資材店の Pafriw では以下の 3 ブランドの展示。



DCA 中国



Makita 日本



Metabo ドイツ

電動ハンマードリル価格比較、性能や耐久性は解らないが中国製が安い。



DCA Speed Hammer Drill
1,532 ZMW



Makita Rotary Hammer Drill
4,194 ZMW



Metabo Rotary Hammer Drill
3,984 ZMW

以上