

ベトナム国

ベトナム国

**土砂災害軽減のための落石・崩壊土
砂防護工法に関するニーズ確認調査**

調査完了報告書

2026 年 4 月

株式会社ライテク

目 次

図表目次	2
I. 事業計画書	4
1 自社戦略における本調査の位置づけ	4
2 市場環境	7
2.1 市場規模・推移	7
2.2 競合動向	25
3 ターゲット顧客・ニーズ	29
3.1 ターゲット顧客	29
3.2 ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している課題）	30
4 製品・サービス概要	31
4.1 HPF 工法	31
4.2 PM 工法	32
5 フィージビリティ	33
5.1 技術・価格の現地適合性	33
5.2 市場性	34
5.3 法規制・その他障壁	35
6 ビジネスモデル（実施体制/顧客やパートナーに提供する価値等）	37
6.1 ビジネスモデルの概要	37
6.2 ビジネスモデル構築に対する取組み	38
7 将来的なビジネス展開、ロードマップ	39
7.1 事業規模のイメージ	39
7.2 進出形態・実施体制のイメージ	39
7.3 事業化に向けたスケジュール	40
7.4 事業化の条件・課題・リスク	40
II. ロジックモデル	41

図表目次

図 I-1	年別の広範囲にわたる大雨の発生件数に関する統計（2008～2023 年）	8
図 I-2	イエンバイ省国道 32 号線のカゴ枠による斜面災害対策	13
図 I-3	民家裏の斜面災害現場と斜面災害対策	14
図 I-4	ホ・パップ・カイ湖洪水放流口斜面被災状況およびダム施設法面	14
図 I-5	クアンニン省ハイフォンーモンカイ高速道路 KM44 地点落石被災現場	15
図 I-6	クアンニン省ハイフォンーモンカイ高速道路の斜面对策工	16
図 I-7	ハイフォン市内市道の崩壊土砂現場	16
図 I-8	ダナン市ソンチャ半島峠道の落石・崩壊土砂現場	17
図 I-9	ダナン市ハイバン峠道の斜面对策工現場	18
図 I-10	ダナン市ハイバン峠を通過する南北鉄道の様子	18
図 I-11	グエン・ダット・タン通り Maccaferri 社の覆い式金網	19
図 I-12	国道 27 号（ニャチャンーダラット間）現場視察	19
図 I-13	国道 27 号 2025 年 11 月 16 日落石被災状況	20
図 I-14	河岸沿いの石かご護岸工状況	20
図 I-15	フロントビーチ対策護岸状況	21
図 I-16	ドイ・コン・ヘオ地区の斜面状況	21
図 I-17	ドンナイ川河岸状況（上：被災状況、下：護岸整備状況）	22
図 I-18	旧イエンバイ省カゴ枠（左：H=3.0m 断面、右：はらみ出し状況）	25
図 I-19	Maccaferri : Rockfall Barriers	26
図 I-20	Maccaferri : Steelgrid HR System	27
図 I-21	Geobrugg : TECCO System	27
図 I-22	提案製品 HPF 工法の概要	31
図 I-23	提案製品 PM 工法の概要	32

図 I-24	ビジネスモデルと製品・サービス及び資金フロー.....	37
図 II-1	HPF 工法・PM 工法の導入に係るロジックモデル.....	41
表 I-1	現地調査日程および訪問先リスト.....	5
表 I-2	エリア別大雨回数の分布(2008～2024 年).....	9
表 I-3	月別斜面災害報告件数(2024 年).....	10
表 I-4	各自治体別斜面災害報告件数(2024 年).....	10
表 I-5	調査対象地の人口と自治体の予算規模.....	11
表 I-6	ベトナムでの斜面災害の種類と対応する製品・工法.....	23
表 I-7	ベトナムでの斜面災害の種類と対応する製品・工法.....	24
表 I-8	既存工法（防護工・予防工）に対する提案製品の工法比較表.....	28
表 I-9	HPF 工法および PM 工法展開の主なターゲット.....	29
表 I-10	顧客の直面している課題とニーズ.....	30
表 I-11	HPF 工法と PM 工法のベトナム国における技術的・価格の適合性.....	33
表 I-12	顧客やパートナーに提供する価値.....	38
表 II-1	HPF 工法・PM 工法のベトナム導入に関わる裨益.....	41

I. 事業計画書

1 自社戦略における本調査の位置づけ

本調査は、ベトナム国における土砂災害軽減のための落石・崩壊土砂防護工法であるハイパワーフェンス工法（以下、HPF 工法）、およびパワーモンスター工法（以下、PM 工法）に関するニーズ確認調査である。

現在 HPF 工法、PM 工法をはじめとする当社の落石・崩壊土砂防護工法は日本国内において多くの支持を得ており、北海道から九州まで多くの実績を重ねている。一方、当社グループは、「日本の防災製品を『Made in Japan』として世界に発信する」を掲げ、経営層も海外における防災・減災への貢献を目標としている。

当社グループでは 2012 年に台湾に現地法人を設立した。台湾は日本と同様に急峻な地形を有するとともに地震・台風の多い地域であり、落石・崩壊土砂防護工法のニーズが非常に多い。台湾現地法人設立から 14 年経過し、徐々に台湾防災市場において地位を固めつつある状況である。

そしてベトナム国においては、2020 年に現地法人を設立した。それと同時にベトナム人技術者（高度人材）の採用を進め、2026 年 2 月時点で日本国内において設計・開発における技術者としてグループ全体で 9 名のベトナム技術者が活躍している。

当社ではベトナム国において収益化を図るべく、自社グループ社員による独自調査を重ねてきた。これらの調査を通じて得られた成果に加え、国際協力機構（Japan International Cooperation Agency: JICA）支援事業を活用し、質の高いアドバイスやコンサルティングを受けて現地調査を行い、ベトナム国内においてよりビジネス化の確度を高める活動方針・ロードマップを策定することで、市場ニーズの高い当社製品の現地販売の早期開始を目指している。したがって、本調査はベトナム国の防災事情に適合したよりよい製品を今後提供していくための基礎調査として非常に重要なものと位置付けている。

本調査では、政府機関、建設コンサルタント、専門施工会社などからベトナム国における落石・崩壊土砂対策工の計画・設計に対する考え方や趣向性を把握し、競合工法の動向、規格認証の手続きの明確化、現地の設計や商慣習の確認、製品部材の調達をする上での事業パートナーとのヒアリングなどを実施した。

現地調査日程や訪問先リストを以下に示す。

表 I-1 現地調査日程および訪問先リスト

現地渡航	訪問日	訪問先
第一回	2025/6/16	JICA ベトナム事務所
		日本貿易振興機構 (JETRO)
		ベトナム農業環境省 (MAE) 防災総局 (VDDMA)
	2025/6/17	ベトナム財務省外国投資庁
		ベトナム交通運輸科学技術研究所 (ITST)
		ベトナム交通運輸省 (MOC) 道路総局
	2025/6/18	ベトナム高速道路投資開発会社 (VEC)
	2025/6/19	イエンバイ省 民家裏崩壊現場調査
		イエンバイ省 農業環境局 (DAE)
	2025/6/20	イエンバイ省 国道 32 号現場調査
	2025/6/23	ハノイ交通運輸大学
		ローカル法面施工会社
	2025/6/24	ローカル鉄鋼製造会社：サプライヤー調査
	2025/6/25	ローカル大型土のう製作会社：サプライヤー調査
第二回	2025/9/3	クアンニン省 ハイフォンーモンカイ高速道路現地視察
		BOT BIEN CUONG 社 (高速道路管理会社)
	2025/9/4	クアンニン省 ハイフォンーモンカイ高速道路、およびハイフォン市内土砂崩壊現場視察
	2025/9/5	ダナン市ソンチャ半島峠道現場視察
	2025/9/8	ダナン市ソンチャ半島峠道現場視察
		ダナン市交通・農業プロジェクト委員会
		ダナン市ソンチャ半島峠道現場視察
	2025/9/9	ダナン市国道 1 号線 (ハイバントネル)、ハイバン峠現場視察
	2025/9/10	VJEC 社 (グラントアンカー会社)
		JICA ベトナム事務所
	2025/9/11	ローカル大型土のう製作会社：サプライヤー調査
	2025/9/12	ローカル鉄鋼製造会社：サプライヤー調査
第三回	2025/11/12	ホーチミン市 農業環境局 (DAE)
		ザライ省 クイニョン グエン・タット・タン通り視察
	2025/11/13	ザライ省 建設局 (DOC)
	2025/11/14	カインホア省 建設局 (DOC)
		カインホア省国道 27 号 (ニャチャンーダラット) 現場視察
	2025/11/17	ベトナム農業環境省 (MAE) 防災総局 (VDDMA)

1 自社戦略における本調査の位置づけ

	2025/11/18	ローカル商社
第四回	2026/1/22	ローカル大型土のう製作会社：大型土のう試験
	2026/1/23	ローカル大型土のう製作会社：製造打合せ
	2026/1/26	ホーチミン市 農業環境局（DAE）
		ホーチミン市 河川堤防被災現場視察
	2026/1/27	ホーチミン市 土砂崩れ現地視察
	2026/1/28	ホーチミン市 土砂崩れ現地視察
	2026/1/29	ローカル商社
		ハノイ交通運輸大学
	2026/1/30	ローカル鉄鋼製造会社：サプライヤー調査

出典）JICA 調査団作成

2 市場環境

2.1 市場規模・推移

2.1.1 ベトナム全体での災害における斜面災害の現状

ベトナムは国土の 4 分の 3 が山岳・丘陵地帯で占められており、熱帯モンスーン気候による雨季の集中豪雨や台風の襲来により、洪水、暴風雨、および土砂災害（地すべり、土石流、落石）が頻発する自然災害脆弱国である。

JICA 地球環境部報告書（環境 JR14-052）¹によると、南北を結ぶ国道 1 号線、国道 2 号線（ホーチミンルート）は、過去に大規模な斜面災害が発生、早急な斜面災害軽減策が求められている。中部・西北部でも斜面災害が多発、地域住民の安全、生活に不可欠な道路アクセスの確保が課題となっている。

そのため、ベトナム政府はこれらの災害に対する脆弱性に対して「国家防災戦略（2030 年に向けたビジョン 2050）」（2021 年 3 月 17 日にベトナムの首相決定（Decision No. 379/QĐ-TTg））を策定しており、土砂災害による死者・行方不明者数を 2011-2020 年比で 50%削減することを掲げている。

しかし近年では、2024 年には台風 3 号（Yagi）等の影響で約 91.6 兆 VND（約 37.2 億 USD）の経済損失額が発生し²、続く 2025 年も 11 月時点の速報値で経済損失額約 85.1 兆 VND（約 34.7 億 USD）を記録するなど、2 年連続で極めて深刻な被害が発生している³。

2025 年 11 月の集中豪雨では、国道および地方道を含む各地で土砂崩れが発生し、交通が完全に寸断された。特に、中部高原地帯と沿岸部を結ぶ主要幹線道路（国道 20 号線、27C 号線等）において数十箇所の土砂崩れが連鎖的に発生し、物流の停滞を招いた。さらにカインホア省カインレ峠（国道 27C 号線）では豪雨により山側の土砂と巨石が崩落し、走行中のバスを直撃して乗客 6 名が死亡した。救助隊のアクセスも峠の両側で土砂崩れが発生したことで数時間遮断される事態となった⁴。

¹ 「ベトナムにおける幹線交通網沿いの斜面災害危険度評価技術の開発プロジェクト詳細計画策定調査報告書」（2014 年）独立行政法人国際協力機構 地球環境部

² <https://ngocentre.org.vn/mediahighlights/vietnam-loses-3-72b-on-natural-disasters-in-2024-gso/>

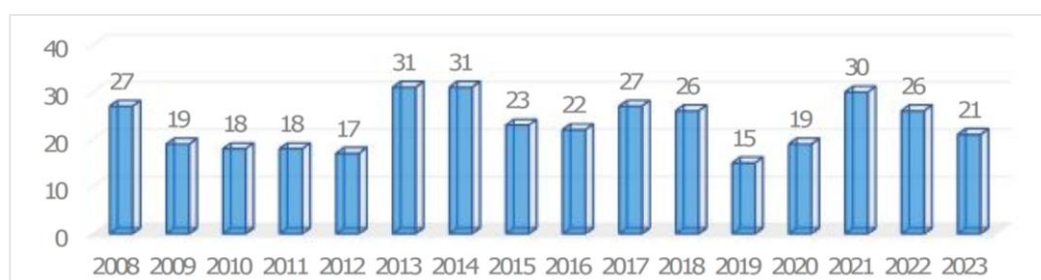
³ <https://vietnamnet.vn/en/2025-disasters-kill-409-in-vietnam-economic-losses-exceed-3-47-billion-2466427.html>

⁴ <https://vietnamnews.vn/society/1729802/central-viet-nam-reels-from-floods-and-landslides-as-14-people-dead-or-missing.html>

2.1.2 ベトナム全体での降雨状況

ベトナムの斜面災害は大規模降雨や台風に起因しているため、全国的な降雨の状況や範囲別の傾向について述べる。

図 I-1 はベトナム気象水文・環境・海洋科学研究所（IMHEMS）提供資料にあるベトナムの広範囲にわたる大雨の発生件数を年別に表したグラフである。2008 年～2023 年の平均大雨発生件数は年間 23 件であった。2024 年の大雨発生件数は年間 21 件であり、概ね例年と同程度であったことがわかる。



出典) ベトナム気象水文・環境・海洋科学研究所（IMHEMS）提供

「2024 年ベトナムの気象と水文学の特徴」

図 I-1 年別の広範囲にわたる大雨の発生件数に関する統計（2008～2023 年）

さらにベトナム気象水文・環境・海洋科学研究所（IMHEMS）提供資料に基づき、大雨の分布を 6 つの大きなエリアに分けて年度別にまとめたものを表 I-2 に示す。2008 年～2024 年の傾向では北部～中部エリアに大雨の発生が多いことがわかる。

表 I-2 エリア別大雨回数の分布(2008～2024 年)

	北部	北中部	中部	中部 南海岸	中央高地	南部
2008	15	10	13	11	3	4
2009	11	8	9	6	2	1
2010	8	9	9	7	2	1
2011	9	11	10	7	5	3
2012	11	7	6	5	2	1
2013	18	12	11	5	12	9
2014	14	11	7	4	11	7
2015	13	4	5	1	5	5
2016	9	4	7	4	7	6
2017	13	7	9	6	8	3
2018	13	7	7	7	6	7
2019	4	6	10	7	5	3
2020	10	7	10	6	7	2
2021	16	16	17	10	8	2
2022	20	13	9	7	4	2
2023	5	6	9	3	5	3
2024	11	7	8	3	3	5
合計	200	145	156	99	95	64

出典) ベトナム気象水文・環境・海洋科学研究所 (IMHEMS) 提供
「2008～2024 年ベトナムの気象と水文学の特徴報告書」より加工

2.1.3 2024 年の調査対象地域での斜面災害

「2024 年ベトナムの気象と水文学の特徴報告書」に掲載されている 2024 年の斜面災害報告件数を以下の表 I-3 および表 I-4 にまとめた⁵。斜面災害の被害報告は北部山岳地帯に集中するほか、中部でも多くの斜面災害が報告されていることがわかる。また斜面災害が多い時期も北部（6 月～9 月）と中部（9 月～11 月）と異なる。これは台風の到来時期と関係があると考えられる。

表 I-3 月別斜面災害報告件数(2024 年)

順位	省名(日本語)	省名(ベトナム語)	回数	地域区分
1	ラオカイ	Lào Cai	25	北部
2	イエンバイ	Yên Bái	20	北部
3	ハザン	Hà Giang	18	北部
4	カオバン	Cao Bằng	17	北部
5	バクカン	Bắc Kạn	15	北部
6	ソンラ	Sơn La	13	北部
7	ディエンビエン	Điện Biên	12	北部
8	ホアビン	Hòa Bình	10	北部
8	タンホア	Thanh Hóa	10	北中部
10	ラムドン	Lâm Đồng	9	中央高地
10	ライチャウ	Lai Châu	9	北部
12	タイグエン	Thái Nguyên	8	北部
13	トゥエンクアン	Tuyên Quang	7	北部
13	ランソン	Lạng Sơn	7	北部
13	ゲアン	Nghệ An	7	北中部
13	クアンナム	Quảng Nam	7	中部南海岸
17	ハティン	Hà Tĩnh	5	北中部
17	ブートー	Phú Thọ	5	北部
17	クアンビン	Quảng Bình	5	北中部
17	ビンフォック	Bình Phước	5	南部
21	クアンチ	Quảng Trị	4	北中部
21	コントウム	Kon Tum	4	中央高地
21	ダナン	Đà Nẵng	4	中部南海岸
21	クアンニン	Quảng Ninh	4	北部
21	トゥアティエン・フェ	Thừa Thiên Huế	4	北中部
26	ザライ	Gia Lai	3	中央高地
26	ダクノン	Đắk Nông	3	中央高地
26	ビンディン	Bình Định	3	中部南海岸
29	カンホア	Khánh Hòa	2	中部南海岸
29	クアンガイ	Quảng Ngãi	2	中部南海岸
31	バクザン	Bắc Giang	1	北部
31	ビン・トゥアン	Bình Thuận	1	中部南海岸

注：2025 年 7 月の地方自治体再編前の自治体区分

出典）「2024 年ベトナムの気象と水文学の特徴報告書」より加工

表 I-4 各自治体別斜面災害報告件数(2024 年)

地域区分	総計	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
合計	246	1	1	0	1	15	28	43	58	58	22	11	8
北部	169	0	0	0	0	13	27	37	53	31	8	0	0
北中部	34	1	1	0	0	1	0	2	4	15	6	3	1
中部南海岸	19	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	6	5
中央高地	19	0	0	0	1	0	1	3	0	7	3	2	2
南部	5	0	0	0	0	1	0	1	1	2	0	0	0

出典）「2024 年ベトナムの気象と水文学の特徴報告書」より加工

⁵ 2025 年 7 月の地方自治体再編前の自治体区分

2.1.4 地方自治体予算

提案製品の主要な発注機関である各自治体の購買力の大きな傾向を想定するため、住民一人当たりの自治体予算額が高いほど斜面对策工を含む公共インフラへの投資機会があると仮定し、2024 年度統計年鑑に記載された自治体再編前の各自治体の総予算データをもとに今回調査した調査対象地を中心に住民一人当たりの自治体予算額を整理した⁶⁷。

全 63 の自治体および政令指定都市それぞれの一人当たりの予算額の自治体平均を算出したところ 6.55 百万 VND であった。しかしこの平均値を超える自治体は 7 つのみ⁸であったため、地方自治体の予算には地域差があり一部の裕福な自治体が全体の一人当たりの自治体予算額の平均を上げていることがわかった。実際に、調査対象地では、港湾都市や工業団地を有するハイフォン市 (11.97 百万 VND) およびバリアーブントウ省 (11.58 百万 VND) にて一人当たりの予算額が傑出して高い結果であった。またハノイ市 (9.76 百万 VND) およびホーチミン市 (8.95 百万 VND) は総予算額が傑出しているが人口規模も大きいため前出のハイフォン市およびバリアーブントウ省といった港湾都市ほどの一人当たり予算額とはならなかった。一方で、クアンニン省 (8.53 百万 VND)、ダナン市 (6.83 百万 VND)、ビンディン省 (5.43 百万 VND)、カインホア省 (7.92 百万 VND) では工業地帯や観光業などの産業基盤が整っており自治体平均値前後の値が算出された。内陸の地方自治体では、ホーチミン市近郊のビンズオン省 (6.62 百万 VND) は平均値を超えていたが、主要な都市から離れており産業基盤が弱いイエンバイ省 (3.74 百万 VND) は最も低い一人当たりの予算額であった。このようにベトナムでは自治体ごとに財政基盤の格差があるため、市場展開するには港湾や工業団地および観光産業などを有する自治体を見定めて働きかける必要がある。

表 1-5 調査対象地の人口と自治体の予算規模

	人口 (千人)	総予算 (十億 VND)	一人当たり予 算 (百万 VND)
Hanoi City	8,717.60	85,069.73	9.76
Hai Phong City	2,124.50	25,440.61	11.97
Quang Ninh	1,396.50	11,906.18	8.53
Yen Bai	864.4	3,232.97	3.74
Da Nang City	1,276.00	8,720.60	6.83
Binh Dinh	1,518.50	8,242.25	5.43

⁶ 2025 年 7 月の地方自治体再編前の自治体区分での検討となる。これによりバリアーブントウ省及びビンズオン省はホーチミン市に、ビンディン省はザライ省に統合された後に、これらの統合された地区の調査を行ったため、この節では調査対象地に含めた。

⁷ ベトナム統計年鑑では各省の防災予算の規模や割合を確認することができなかった。

⁸ ホーチミン市、ハノイ市、ハイフォン市、ダナン市、バリアーブントウ省、ビンズオン省、クアンニン省 (全て調査対象地)

Khanh Hoa	1,269.30	10,058.68	7.92
Ho Chi Minh City	9,543.60	85,417.05	8.95
Ba Ria - Vung Tau	1,194.60	13,836.45	11.58
Binh Duong	2,870.60	19,014.00	6.62

出典) 2024 年度ベトナム統計年鑑から JICA 調査団作成

2.1.5 交通インフラ事業

現地調査の結果、以下の交通インフラ関連事業の斜面災害対策工のニーズと事業の予算規模がわかった。ベトナムでは南北高速道路開発計画を中心に交通インフラの整備が進んでいるため、道路法面の斜面災害対策工に係る市場が有力であると考ええる。

➤ ダナン市 ソンチャ半島 落石・崩壊対策プロジェクト⁹

ダナン市の観光地であるソンチャ (Son Tra) 半島のホアンサ (Hoang Sa) 通りにおける、落石および斜面崩壊対策事業である。約 800 億ドン (約 4.4 億円～4.8 億円) の事業で実施期間は 2023 年から 2026 年である。ダナン市交通・農業プロジェクト管理委員会が事業主体で現在設計段階である。日本における経験則によれば、総工事費に占める材料費の割合が 7 割程度、施工費の割合が 3 割程度である。よって、本プロジェクトの材料費は 3.2 億円前後と推察する。

➤ クアンニン省 ハイフォンーモンカイ高速道路 (Km44 地点) 落石対策工事

民間 BOT 事業者であるサングループ (Sun Group) が管理する高速道路の特定地点 (Km44) における落石対策工事で、事業規模内容は高速道路法面の未対策区間約 50m × 高さ 20～30m、総工事費約 0.8 億である。上記同様、本プロジェクトの材料費は 0.6 億円前後と推察する。

➤ ザライ省 クイニョーンプレイク高速道路

全長 125 キロで総投資額 43 兆 7340 億ドン¹⁰の事業で 3 つのコンポーネントのうち、2025 年 12 月にコンポーネント 1 と 3 が施工開始した¹¹。ザライ省建設局 (DOC) との面談にて、山岳地域を通るため落石の発生が懸念されているとの発言があった。

⁹ <https://www.vietnam.vn/ja/dau-tu-hon-77-5-ty-dong-kien-co-hoa-duong-hoang-sa>

¹⁰ コンポーネント 1 (全長 22km、総投資額約 6 兆 9,890 億ドン)、コンポーネント 2 (全長 68km、総投資額約 27 兆 5,760 億ドン)、コンポーネント 3 (全長 35km、総投資額約 9 兆 1,690 億ドン)

¹¹ <https://thanhvien.vn/khoi-cong-xay-dung-cai-toc-quy-nhon-pleiku-co-von-dau-tu-43734-ti-dong-185251219102202807.htm>

2.1.6 調査対象地での斜面災害の現状

地域特性を踏まえた落石・崩壊土砂対策の現地ニーズを把握するため、ハノイ市、クアンニン省、ハイフォン市、ホーチミン市、ダナン市といった予算規模が大きい自治体のほか、予算規模は小さいもしくは中程度であるものの土砂災害が多い北部山岳地帯のイエンバイ省¹²（現ラオカイ省）や中部南海岸地帯のザライ省およびカインホア省の現地視察を行った。

現地視察の結果、ベトナム国内における落石・崩壊土砂の対策工は、法面を金網で覆い落石・崩壊土砂を未然に防ぐための「予防工」が多く見られた。一方で発生した落石を受け止め防護するための「防護工」は一部に設置されているところがあるが非常に少なかった。以下に各地の斜面災害についての現地視察結果をとりまとめる。

① イエンバイ省

➤ 国道 32 号線調査

国道 32 号線で毎年土砂災害が発生しており、カゴ枠による対策を行っているが十分ではないとの情報をイエンバイ省農業環境局（DAE）から得て、現地視察を行った。国道沿線上に施工されていた対策工を視察したところ、部分的に背面土砂の影響による「はらみ出し」¹³が見られた。背面土砂に対して対策工が有効に機能していないことが確認された。



出典）JICA 調査団による写真撮影

（左：全景、中央：H=3.0m 程度断面、右：はらみ出し状況）

図 I-2 イエンバイ省国道 32 号線のカゴ枠による斜面災害対策

¹² 2025 年 7 月の地方自治体再編に伴い、イエンバイ省は合併されてラオカイ省の一部となった。現地調査は 2025 年 6 月に実施したため、イエンバイ省として記載する。

¹³ 背後の土圧や水圧で壁面が前方に膨らんでいる現象のこと。崩壊寸前の予兆であることを示す。

➤ 民家裏の斜面災害現場視察

民家裏にて昨年の大雨で斜面が崩壊。すでに土砂は撤去されており、被災した家屋も撤去済であった。隣接家屋の住民にヒアリングしたところ、撤去費用は行政ではなく、現地住民で対応したとの説明があった。



出典) JICA 調査団による写真撮影

図 I-3 民家裏の斜面災害現場と斜面災害対策

② ハノイ市近郊

➤ 貯水池・ダム斜面現場視察

ハノイ市近郊のホ・パップ・カイ湖の洪水放流口被災状況とダム湖法面状況を視察した。ダム施設内への立入りには事前のアポイントメントが必要なため、今回は周辺道路上からの遠望目視とした。ホ・パップ・カイ湖の洪水放流口は斜面崩壊により破損しており、崩壊が進むと洪水時の放流ができずに周辺が冠水するリスクがあった。今後の崩壊進行を防ぐためにも何らかの法面对策（当社取扱製品では EPM 工法¹⁴が適用可能）が必要である。ダム施設法面は縦・斜めに排水工が整備されており、植生も繁茂していた。



出典) JICA 調査団による写真撮影

図 I-4 ホ・パップ・カイ湖洪水放流口斜面被災状況およびダム施設法面

¹⁴ 侵食防止マット、金網、アンカーを組み合わせた、斜面侵食防止・表層土砂流出抑制効果のある予防工。国土交通省 NETIS 登録 No.CB-210015-A

③ クアンニン省

➤ ハイフォンーモンカイ高速道路調査

ハノイ交通運輸大学 Manh 先生の紹介でクアンニン省のハイフォンーモンカイ高速道路 KM44 地点で 2025 年 5 月に発生した落石による被災現場の現地を視察した。視察には高速道路を管理している BOT Bien Cuong 社（親会社：サングループ）も同行して概要の説明を受けた。現場では交通安全管理を行い 3D スキャナーによる計測を行った。対象斜面には競合他社（Maccaferri 社）のフェンスが設置されていたがフェンス自体が一部損傷していた上に、フェンスを越えた落石が高速道路の中央分離帯に設置された壁を一部損傷させた形跡があった。調査の結果、斜面は急勾配で道路脇のスペースも確保できないことから本提案工法（HPF 工法、PM 工法）では設置が困難であることがわかったが、当社が取り扱うビーズリッガーネット（BRN）工法¹⁵であれば現地ニーズに対応した提案ができることを確認できた。



出典）JICA 調査団による写真撮影

図 I-5 クアンニン省ハイフォンーモンカイ高速道路 KM44 地点落石被災現場

¹⁵ 支柱、金網、ワイヤーロープ、緩衝装置で構成された高エネルギー吸収型ポケット式落石防護網。国土交通省 NETIS 登録 No.QS-090008-VE（令和 2 年 3 月 NETIS 掲載終了）

その他同区間においては、Maccaferri 社の覆い式金網、カゴ枠などの対策工を確認することができた。



出典) JICA 調査団による写真撮影

(左: Maccaferri 社覆い式金網、右: カゴ枠)

図 I-6 クアンニン省ハイフォンーモンカイ高速道路の斜面对策工

④ ハイフォン市

➤ 市道崩壊土砂現場調査

ハイフォン市内の市道で道路脇の斜面が崩壊し、土砂が道路に流出する被害が発生した。下の写真は土砂撤去復旧後の写真である。崩壊しやすい地質の自然斜面が豪雨をきっかけに崩壊したものである。現在も未対策であり危険な状態が続いている。



出典) JICA 調査団による写真撮影

図 I-7 ハイフォン市内市道の崩壊土砂現場

⑤ ダナン市

➤ ソンチャ半島峠道落石・崩壊土砂現場調査

ハノイ水利大学 Nghia 先生の紹介で、ダナン市交通・農業プロジェクト管理委員会の副委員長、専門官に同行してもらい、ソンチャ半島ホアンサ道路の落石や崩壊土砂対策が設計段階にある箇所を視察した。本路線は観光、環境および国防の観点からも重要度が高い路線

であり、地形が険しく斜面の崩壊や落石が頻繁に発生している¹⁶。現地視察後に行われた交通・農業プロジェクト管理委員会へのヒアリングの中では、視察先を中心に落石対策プロジェクト（約 800 億 VND）の計画があると情報提供があった¹⁷。



出典）JICA 調査団による写真撮影

（左上：法尻落石状況（ $2.0 \times 2.0 \times 1.5$ 程度）、右上：崩壊斜面状況）
（左下：落石状況（路側に撤去済み $2.0 \times 1.5 \times 1.0$ 程度）、右下：崩壊斜面状況）

図 I-8 ダナン市ソンチャ半島峠道の落石・崩壊土砂現場

➤ ハイバン峠道 斜面对策工調査

ダナン市内のハイバン峠道路沿いではカゴ枠による石積み擁壁の対策を実施していることが確認できた。また、過去に斜面崩壊が発生したと記録があるハイバン駅付近の南北鉄道の路線付近の斜面状況を確認した¹⁸。

¹⁶ https://baodanang.vn/som-trien-khai-du-an-kien-co-hoa-duong-hoang-sa-khu-vuc-ban-dao-son-tra-3301152.html?zarsrc=31&utm_source=zalo&utm_medium=zalo&utm_campaign=zalo

¹⁷ <https://www.vietnam.vn/ja/dau-tu-hon-77-5-ty-dong-kien-co-hoa-duong-hoang-sa>

¹⁸ <https://www.jsece.or.jp/event/conf/abstract/2015/pdf/T2-05.pdf>



出典) JICA 調査団による写真撮影

図 I-9 ダナン市ハイバン峠道の斜面对策工現場



出典) JICA 調査団による写真撮影

図 I-10 ダナン市ハイバン峠を通過する南北鉄道の様子

⑥ ザライ省

➤ クイニョン市グエン・タット・タン通り視察

グエン・タット・タン通りの Maccaferri 社による斜面对策工（覆い式金網による予防工）の現地視察を行った。ザライ省建設局（DOC）によるとザライ省内の地質が不安定であるため、予防工ではなく防護工が求められている。また、2026 年にはザライ省人民委員会によってクイニョンープレイク高速道路の施工開始が予定されている¹⁹。当該地区は山岳地域にあり、落石の発生が懸念される場所が多いため落石対策工のニーズは高いことが確認できた。

¹⁹ <https://gialai.gov.vn/tin-tuc/hoat-dong-cua-lanh-dao/khoi-cong-du-an-thanh-phan-3-dau-tu-xay-dung-duong-bo-cau-toc-quy-nhon-pleiku.html>



出典) JICA 調査団による写真撮影

図 I-11 グエン・ダット・タン通り Maccaferri 社の覆い式金網

⑦ カインホア省

➤ 国道 27 号線（ニャチャンーダラット）現場視察

カインホア省建設局の交通管理専門員が同行し、国道 27 号線のニャチャンーダラット間の過去に落石、地すべりが発生した箇所を視察した。斜面については現在も露岩しており不安定な状況であることが伺えるが、対策工は未実施であった。



出典) JICA 調査団による写真撮影

図 I-12 国道 27 号（ニャチャンーダラット間）現場視察

なお、この視察のわずか2日後の11月16日夜に豪雨による落石・土砂災害が発生し複数箇所では通行止めとなった。走行していた高速バスが落石を受け、乗客30名のうち7名が死亡する重大事故が発生した²⁰。



出典) カインホア省建設局 (DOC) 提供

図 I-13 国道 27 号 2025 年 11 月 16 日落石被災状況

⑧ ホーチミン市

➤ カンゾー地区 河川侵食状況視察

ソアイラップ川とロンタウ川沿いの河岸における侵食状況を視察した。対策として石を亀甲金網で覆った対策を施しているが、石の流出や金網が腐食して破断している箇所が顕著に見られた。



出典) JICA 調査団による写真撮影

図 I-14 河岸沿いの石かご護岸工状況

²⁰ https://e.vnexpress.net/news/news/environment/6-killed-as-landslide-crushes-passenger-bus-in-central-vietnam-4964703.html?zarsrc=30&utm_source=zalo&utm_medium=zalo&utm_campaign=zalo#

➤ ブンタウ地区 海岸護岸状況視察

ホーチミン市農業環境局（DAE）からの情報により、ブンタウ地区のフロントビーチパーク海岸護岸を視察した。フロントビーチパークの護岸は既に侵食対策工が施工されていた。一部の区間で護岸上部のブロックの抜け落ちやひび割れが発生していた。



出典）JICA 調査団による写真撮影

図 I-15 フロントビーチ対策護岸状況

➤ ブンタウ地区 落石斜面視察

ホーチミン市農業環境局（DAE）から主に旧バリア・ブンタウ省の山岳地域で土砂災害が多く発生しているとの情報により、ドイ・コン・ヘオ地区の災害斜面を視察した。斜面は植生がほとんどなく露岩し、岩盤が剥落していた。不安定な状況であり、斜面下部の道路や駐車場への被災リスクが高い状況であった。斜面は急勾配で岩盤斜面であることから、ポケット式落石防護網（当社取扱製品では BRN 工法が適用可能）は有効な対策と考えられる。



出典）JICA 調査団による写真撮影

図 I-16 ドイ・コン・ヘオ地区の斜面状況

➤ ビンズオン地区 ドンナイ川沿岸視察

ホーチミン市農業環境局（DAE）からの情報により、ビンズオン地区のドンナイ川沿岸の護岸斜面を視察した。視察は渡し船に乗船して、河川沿いの被災斜面を視察した。斜面上部に学校や教会・寺院がある斜面はカゴ枠による積みブロックやコンクリート張による護岸対策が整備されているが、民家の斜面は無対策であった。



出典）JICA 調査団による写真撮影

図 I-17 ドンナイ川河岸状況（上：被災状況、下：護岸整備状況）

2.1.7 ベトナムでの斜面災害の課題と対応する製品・工法

表 I-6 にてベトナム国における斜面災害の種類と特徴および対応する製品・工法についてまとめた。なお、HPF 工法は落石防護柵・崩壊土砂防護柵、PM 工法は落石防護土堤に該当するため、落石・表層崩壊・土石流といったベトナムでの主要な斜面災害に対応できる。

表 I-6 ベトナムでの斜面災害の種類と対応する製品・工法

斜面災害の種類	ベトナムでの特徴	対応する製品・工法
落石	突発的で衝撃エネルギーが大きい。植生が無いまま露岩している不安定な浮石が多く、2m 級の落石も見られる。	【防護工】 ・落石防護柵 ・ポケット式落石防護網 ・落石防護土堤 【予防工】 ・覆い式金網
表層崩壊	切土・盛土法面に植生工を行うことが殆ど無く、岩あるいは土が露出している。雨水浸食などが原因で浅い層が崩れる。ベトナムでは数メートル規模の表層崩壊が多い。	【防護工】 ・崩壊土砂防護柵 【予防工】 ・覆い式金網 ・植生工 ・吹付法砕工
深層崩壊 (地すべり)	一般的にはすべり面が深く、土塊量が膨大。	【予防工】 ・グラウンドアンカー工 ・集水ボーリング
土石	水路や沢地形に沿って水と土砂が混合して流下。堆積土圧がかかる。	【防護工】 ・カゴ枠 ・砂防堰堤 ・崩壊土砂防護柵
河岸・海岸 浸食	水流や波力による洗掘。	【予防工】 ・護岸工（カゴ枠含む） ・矢板工 ・根固め工 ・バイオコンクリートマット

出典) JICA 調査団

2.1.8 斜面災害対策における保護対象と提案製品の市場性

表 I-7 にて提案製品の市場性を把握するため、ベトナムでの斜面災害対策の保護対象物とその効果および特徴について、現地視察結果を踏まえてとりまとめた。

表 I-7 ベトナムでの斜面災害の種類と対応する製品・工法

保護対象物	効果	特徴
道路	道路利用者の人命保護 道路インフラの遮断の防止による円滑な交通移動および物流の確保	・急斜面を側面に抱える道路においても不安定な岩塊がそのままとなっている箇所が多く見られる。対策工が施されている箇所は過去に被災した箇所であり、予防的措置の概念が浸透していない。 ・安定勾配を有する切土斜面などでも、植生や法面保護工などが施工されていないことが多く、豪雨災害時などに斜面の崩壊が懸念される。 ・既存道路やベトナム政府の道路開発計画に付随した大きな市場性を有する。HPF 工法や PM 工法の参入余地が大きい。
鉄道	鉄道利用者・事業者の人命保護 鉄道遮断の防止による鉄道網確保、物流の確保	既存鉄道路線やベトナム政府の鉄道開発計画に付随した大きな市場性を有する。HPF 工法や PM 工法の参入余地が大きい。
住居・集落	居住者や事業者の人命保護	道路、鉄道同様に危険な斜面を背後に抱える住居等が散見され、崩壊土砂による被害を受けた住居を調査した。公共インフラではないため、予算の優先度は低いと考えられるが、HPF 工法や PM 工法の適合性は高い。
河川・海岸	河岸・堤防の保護。 海岸浸食による海岸線の保護	河岸・海岸ともに護岸工の整備が遅れており、浸食による河岸・海岸の後退が問題になっていることが明らかになった。PM 工法は仮設対策ではあるが、災害時の対応に有益な工法であり、市場性がある。
ダム・貯水池	堤体や流路工の保護	ヒアリングをもとに調査した貯水池では、土砂崩壊により余水吐きの流路工が崩壊しており、その機能が失われていた。ただしダム、貯水池は洪水が多いベトナムの重要インフラであるが政府の開発計画が多くないため市場性は大きくない。

出典) JICA 調査団

以上から HPF 工法については落石・崩壊土砂・土石流対策に対して市場性が大きいと結論付けられる。特に道路脇に設置する工法はベトナムには存在しないため、メンテナンスのしやすさ、施工の容易さで優位性が高く、道路・鉄道分野を中心に市場が見込まれる。

PM 工法については、ホーチミン市農業環境局（DAE）等でのヒアリングにて、施工の容易さ、現地発生土が使えるというメリットの理解を得ることができ、二次被害防止のための落石・崩壊土砂・土石流対策として一定の市場があることが確認できた。また、河岸・海岸浸食の分野での導入についても関心を示す顧客候補が多いことがわかった。一方で仮設対策であるため耐用年数の短さが懸念されることも明らかになった。この懸念に対しては、コンクリートマットや吹付モルタルなどを併用して恒久対策工とすることでニーズに応えられるものと判断した。

2.2 競合動向

競合工法としては、HPF 工法および PM 工法も該当する斜面災害からインフラ等を防護する機能を持つ防護工と、斜面災害そのものの発生を防ぐ予防工がある。以下、現地視察およびヒアリング等で調査した競合工法をまとめる。

2.2.1 防護工

➤ カゴ枠

籠状の金網内に碎石などを詰めて本体の重量で落石や崩壊土砂を保護対象から防護する、伝統的な一般工法である。特定のメーカーの商標ではなく、安価な工法²¹である。一方で耐落石エネルギーや崩壊土砂への対応性能は担保されていない。実際に、崩壊土砂の衝撃力や堆積土圧により「はらみ出し」が生じている現場が確認できた。



出典) JICA 調査団による写真撮影

図 I-18 旧イエンバイ省カゴ枠（左：H=3.0m 断面、右：はらみ出し状況）

²¹ ザライ省建設局（DOC）のヒアリングでは高さ 3m で 1m 当たり約 10 百万 VND（日本円で約 6 万円程度）

➤ Maccaferri : Rockfall Barriers

斜面中腹に設置する落石防護柵でリングを用いたネット、支柱、ベースプレート、エネルギー吸収装置、ワイヤーロープなどで構成される。ベースプレートは固定アンカーにて地盤に固定されている。発生した落石を防護する「防護工」に分類される。ザライ省建設局でのヒアリングでは、本製品は斜面中腹での設置であるがゆえ、落石捕捉後の撤去作業が困難なため、今後の導入には課題があるとの認識を持っている。



出典) 自社による写真撮影

図 I-19 Maccaferri : Rockfall Barriers

2.2.2 予防工

➤ Maccaferri : Steelgrid HR System

斜面全体を高強度ワイヤーに亀甲金網を織り込んだネットシステムで覆い、ロックボルトにて斜面に固定するシステムで、落石を未然に防ぐための「予防工」に分類される。ベトナム国内で最も多く見られる落石対策工である。自社独自による調査および本調査内で最も市場シェアが高い印象を受けた。本工法はベトナムにおいて TCCS 認証 (Technical Common Standards) を取得している^{22,23}。

²² <https://drvn.gov.vn/en/chuyen-muc/khcn-mt-va-htqt/de-tai-tieu-chuan/danh-muc-tccs.html>

TCCS 認証とは、特定の製品や分野における技術要件・基準を定めたもので、特に食品や建築分野で使われ、企業が独自に設定する「基礎基準」を指す。

²³ TCCS 35:2021/TCDBVN

➤ Geobrugg : TECCO System

斜面全体を高強度金網で覆い、ロックボルトにて斜面に固定するシステムで、前項同様に「予防工」に分類される。斜面災害予防工として最初に TCCS を取得した工法²⁴であるが現在は上述の Maccaferri の製品がベトナムでは主流となっている。



出典) 自社による写真撮影

図 I-20 Maccaferri : Steelgrid HR System



出典) 自社による写真撮影

図 I-21 Geobrugg : TECCO System

²⁴ TCCS 23:2018/TCDBVN

2.2.3 競合企業のまとめ

本調査において、斜面災害対策の競合企業は上記「Maccaferri」社と「Geobrugg」社の2社である。両社とも TCCS 登録工法をベトナム国で展開しているため、市場を寡占しているが、近年の施工実績は Maccaferri が殆どのシェアを占めている。表 I-8 にて提案製品と、ベトナム既存の防護工（かご枠・Maccaferri）および予防工（Maccaferri・Geobrugg）に対する工法比較表を記載した。

表 I-8 既存工法（防護工・予防工）に対する提案製品の工法比較表

分類	防護工				予防工	
工法	ライトク HPF工法	ライトク PM工法	かご枠	Maccaferri Rockfall Barriers	Maccaferri Steelgrid HR System	GEOBRUGG TECCO System
概要図						
工法概要	斜面下方に柵を建てて、斜面上方からの落石・崩壊土砂から道路などを防護する製品である。高強度鋼管支柱とワイヤーロープ、金網、緩衝金具で構成される。	大型土のうを擁壁状に積み上げ、繊維ロープと繊維ネットで一体化した構造 本復旧までの応急対策工や仮設対策工として最適である。	金網枠の中に砕石を詰め、擁壁形状を構築する。 落石や崩壊土砂をかご枠擁壁背面で補足する。	斜面中腹に設置する落石防護柵でリングを用いたネット、支柱、ベースプレート、エネルギー吸収装置、ワイヤーロープなどで構成される。ベースプレートは固定アンカーにて地盤に固定されている	斜面全体を高強度ワイヤーに亀甲金網を折り込んだネットシステムで覆い、ロックボルトにて斜面に固定したシステムで、落石を未然に防ぐ。 ベトナムでも実績がある落石対策工である。	斜面全体を高強度金網で覆い、ロックボルトにて斜面に固定したシステムである。
TCCS認証	—	—	—	—	TCCS 35:2021/TCB BVN	TCCS 23:2018/TCB BVN
最大エネルギー	<1630kJ	<2400kJ	—	<9000kJ	—	—
メリット	斜面に植生が繁茂している場合でも道路脇への設置には問題が無い。	同左。 中詰め土に現地発生土が使用できる。専門的な施工機械を必要とせず、施工が容易である。	構成材料がシンプルであり、価格は最も安価であると想定される。	最も広いエネルギー範囲の落石を捕捉できる。	全体を予防できるため、その後のメンテナンスはほぼ不要である。 落石発生源が明確な斜面において有効である。	同左。
デメリット	落石や崩壊土砂が発生した場合、補足した落石等を撤去するためのメンテナンスが発生する。	同左。 大型土のうの耐用年数は3年であるため、使用用途は仮設対策である。恒久対策として用いるためには吹付コンクリート等を併用する必要がある。	落石や崩壊土砂に対する性能が不明である。対策工としては応急対策の位置付けだが、永久構造物として取り扱われている。	一般的に高価である。 斜面中腹に設置するタイプであるため、補足した落石の撤去が困難である。	斜面に植生が繁茂している場合は植生を伐採しなければならない。 長大法面の場合、工事費が高額になってしまう。	同左。

出典）JICA 調査団作成

3 ターゲット顧客・ニーズ

3.1 ターゲット顧客

本調査において公共工事の発注システムは日本とさほど変わらないことがわかった。すなわち公共工事の設計段階において、建設コンサルタントへの営業、PR 活動により HPF 工法・PM 工法を採用して頂き、工事発注後に工事を受注したゼネコンへ販売する仕組みである。そのため営業開始から販売までのリードタイムは2年から数年に及ぶこともある。

よって、ターゲット顧客は、①公共工事を所管する公的機関（および準公的機関）、②建設コンサルタント、ゼネコンなどの民間企業と想定する。

表 I-9 HPF 工法および PM 工法展開の主なターゲット

ターゲット 分類	候補機関	対応方針や期待する役割
①公的機関、 準公的機関	▼道路関係 ベトナム交通運輸省(MOC)道路総局 ザライ省、カインホア省など 建設局(DOC) ベトナム高速道路投資開発会社(VEC) BOT BIEN CUONG 社（高速道路管理会社） ▼防災関係 ベトナム農業環境省(MAE)防災総局(VDDMA) イエンバイ省、ホーチミン市など農業環境局(DAE) ダナン市交通・農業プロジェクト委員会	■対応方針 工法優位性のアピール、普及活動 ■期待する役割 公共工事への工法発注
②民間企業	建設コンサルタント	■対応方針 工法優位性のアピール、普及活動 ■期待する役割 公共工事への工法採用
	ゼネコン	■対応方針 工法の販売、施工指導サポート

出典) JICA 調査団作成

公的機関では、落石・崩壊土砂災害対策の公共工事を発注する道路関連発注者、農業関連発注者へのアピールが重要である。主なターゲット顧客は、道路を所管するベトナム政府や地方自治体を想定している。

民間企業では、建設コンサルタントが主なターゲット顧客となる。日本と同様に建設コンサルタントは公共事業設計を発注者（公的機関）から受注し設計する。したがって斜面对策工法の選定には建設コンサルタントが重要な役割を担っている。我々はまず建設コンサル

タントへ HPF 工法および PM 工法の PR と普及活動を行い、本工法の採用を目指す。ゼネコンへは受注した工法の販売を行うとともに、正しい施工のための施工指導サポートを実施する。

3.2 ターゲット顧客のニーズ（顧客の直面している課題）

表 I-10 にて想定されるターゲット顧客別に課題とニーズをとりまとめた。

現在はベトナム国内において斜面对策工の選択肢が少なく、TCCS 認証を受けたメーカーの事実上寡占状態となっていることが問題視されていることが、政府関係者や大学関係者からのヒアリングで判っている。したがって、対策工の選択肢を広げ、コスト競争力を有する工法を展開できれば、ベトナム国内で普及する可能性が高いことが確認できた。

表 I-10 顧客の直面している課題とニーズ

ターゲット 分類	顧客の直面している課題	ニーズ
① 公的機関、 準公的機関	・限られた予算の中で斜面对策を行っていく必要がある。（ハノイ交通運輸大学, ITST, カインホア省 DOC） ・斜面对策の選択肢が少なく、効果的でない（ダナン省 DOC, ザライ省 DOC） ・災害現場では一時的にカゴ枠で対策しているが適切ではない（イエンバイ省 DAE） ・TCCS 認証を受けたメーカーの独占状態が問題視されている（DRVN） ・競合メーカーは主要部材を他国で製造しており、自国にサプライヤーを持つメーカーが不在（自社調査）	・既存技術とコスト競争力のある対策工の新たな選択肢（ザライ省 DOC, カインホア省 DOC） ・日本のような災害対策工の先進国の信頼性の高い技術と製品（VNDMA） ・ローカルサプライチェーンを持つメーカーの存在（DRVN）
② 民間企業	・TCCS 認証に縛られるため特定の製品を利用できる会社が優位である。（ローカル商社）	・既存技術とコスト競争力のある対策工の新たな選択肢（ローカル施工会社） ・日本のような災害対策工の先進国の信頼性の高い技術と製品（ローカル施工会社）

出典）JICA 調査団作成

4 製品・サービス概要

4.1 HPF 工法²⁵

斜面下方に柵を建てて、斜面上方からの落石・崩壊土砂から道路などを防護する製品である。コンクリート基礎を必要とせず、削孔機で地面に開けた孔へ支柱を建込み自立する構造である。鋼管内部に補強材と無収縮モルタルを充填した高強度鋼管支柱と支柱間のワイヤーロープ、金網および落石エネルギーを吸収させる緩衝金具を配置した待受け式の落石・崩壊土砂防護柵である。緩衝金具で落石エネルギーを分散・吸収することで、比較的大きな落石エネルギーに対応でき、斜面からの崩壊土砂も防護できる。日本道路協会「落石対策便覧」記載の「実験による性能検証法」に準拠した実規模構造体の供試体を用いて実験を行っており、最大 1630kJ の落石に対する防護性能を確認している。また、崩壊土砂防護性能は土砂流下式実験を実規模構造体の供試体を用いて実施して、崩壊土砂に対する防護性能を確認している。



TYPE	500 kJ	780 kJ	1050 kJ	1630 kJ
支柱断面				
支柱規格 〔内部補強材〕	φ216.3 × 12.7 〔P_L9.0mm-1 根 + D25 × 8 本〕		φ261.4 × 12.7 〔P_L9.0mm-1 根 + D29 × 8 本〕	
金 網	5.0φ × 50 × 50	5.0φ × 50 × 50	5.0φ × 50 × 50	高強度金網 4.0φ × 40 × 40 (2 枚)
ワイヤーロープ	3 × 7 G/O 18φ	3 × 7 G/O 18φ	3 × 7 G/O 18φ	K T ロープ 18φ
緩衝金具	A タイプ 	B タイプ 	D タイプ 	K T 円 S T 金具 (金具 2 個)

出典) JICA 調査団作成

図 I-22 提案製品 HPF 工法の概要

²⁵ 特許第 5561208 号他

4.2 PM 工法²⁶

大型土のうを擁壁状に積み上げ、繊維ロープと繊維ネットとで一体化した構造である。HPF 工法同様に斜面上方からの落石・土砂災害から道路などを防護する製品である。簡単に素早く施工できるため、本復旧までの応急対策工や仮設対策工として最適である。資材は軽く持ち運びや保管が容易で、中詰めの材料は現地発生土を利用できるため、コスト縮減にも寄与できる。実規模構造体の供試体を用いて実験を行っており、最大 2,400kJ の落石に対する防護性能を確認している。また、崩壊土砂防護性能は土砂流下式実験を実規模構造体の供試体を用いて実施して、崩壊土砂に対する防護性能を確認している。



出典) JICA 調査団作成

図 I-23 提案製品 PM 工法の概要

²⁶ 特許第 6766307 号

5 フィージビリティ

5.1 技術・価格の現地適合性

5.1.1 現地適合性に係る調査結果

表 I-11 にてベトナム国における HPF 工法および PM 工法の技術的・価格の適合性をとりまとめた。

表 I-11 HPF 工法と PM 工法のベトナム国における技術的・価格の適合性

技術的適合性	【適合しない点】 ■ 急斜面では落石が飛び越えるため、HPF 工法や PM 工法は適合性が低い ■ 観光地では景観を阻害する金網より緑化工法が望まれる ■ PM 工法では耐用年数と設置スペースが懸念される。また仮設対策という概念がベトナムにはない。 ■ ベトナムでは入手困難な JIS 規格の部材が多く用いられている 【適合した点】 ■ 現地調査から設計に至るまで、弊社スタッフによる体制が構築可能 ■ 施工マニュアル等が既に整備されており、ベトナム語版への翻訳を行うことで現地施工会社による施工が可能 ■ 日本のビジネスモデルとベトナムのビジネスモデルは大きく変わらない ■ 設計基準は日本準拠のものでも問題ないことを本調査内で確認 ■ PM 工法では仮設防護工の性能保証という、従来ベトナム国内に無かった方法で訴求できる ■ HPF 工法では道路脇のみで合理的に対応することができる。
価格の適合性	【適合しない点】 ■ 発注機関の予算不足のため、対処療法的な対策しか行っていない。 ■ 市場に合わせて柔軟な価格帯設定が必要。 【適合した点】 ■ 現地サプライヤーから供給させることでコストダウンを図ることができる。本調査内で価格低減の可能性を確認。（5.1.2 にて詳述）

出典) JICA 調査団作成

5.1.2 現地サプライヤーの生産能力確認

現地適合性に係る調査結果を踏まえて、現地生産による技術面および価格面での現地適合性を現地生産によって高めるため、HPF 工法の現地サプライヤー候補のローカル鉄鋼製造会社と、PM 工法の現地サプライヤー候補のローカル大型土のう製作会社へのヒアリング協議を行った。協議の結果、両社とはまだ課題は残っているものの、概ね前向きにパートナーとして調査後も協業していく方針である。

5.2 市場性

本調査を通じて、ベトナムの斜面对策工は日本ほど多くないものの、表 I-6 でも示したように、斜面災害の種類によって提案製品が適用可能であることが確認された。現在は TCCS 認証を受けた一部メーカーの寡占状態となっているが、ベトナム政府関係者や大学関係者もその状態が望ましくない状態と考え問題視していることもわかっている。ベトナム国としても斜面对策工の新しい選択肢を求めている状況である。

従来ベトナム国内で実績を重ねてきた競合工法については 2.2 項にて前述しており、いずれも落石を対象とした工法である。当社の斜面对策工製品は落石のみならず崩壊土砂に対しても性能検証を実施し、日本国内での実績を重ねてきた。崩壊土砂を目的とした斜面对策工、もしくは落石・崩壊土砂兼用斜面对策工についてはベトナム国内において新規性を有する工法である。

またベトナム国内で最もシェアを得ている Maccaferri 社の Steelgrid HR System は斜面全体ネットシステムで覆い、落石を未然に防ぐための予防工であるのに対し、HPF 工法、PM 工法は斜面法尻で待受ける防護工である。予防工は落石発生源が明確である場合に有効かつ確実である一方で、落石発生源が不明瞭な場合に不確実性が増し、斜面高が長大である場合に施工面積が増えるためコストが増加する。また樹木が繁茂している場合に伐採が必要となるなどデメリットもある。HPF 工法・PM 工法は待受け防護工であるため、仮に落石発生源が不明瞭な場合でも安全性向上に寄与できる。また斜面高が長大となる場合は Maccaferri 社の予防工と比較してコスト面で有利になる可能性があり、樹木の伐採が不要であるなどのメリットを享受できる。このように従来工法には無い新規性を有する工法である。

また、Maccaferri 社の Rockfall Barriers は斜面中腹に設置する落石防護柵であり、待受け防護工の一種である。対応落石エネルギーの大きさからベトナム国内で支持を受けている。しかし斜面中腹に設置するために、一度落石を受けると落石捕捉後の撤去作業が困難で

あり課題となっている点が指摘されている²⁷。その点、HPF 工法・PM 工法は法尻に設置する待受け防護工であるため、落石捕捉後の撤去作業が容易である。

このように、ベトナム国内で展開されている各競合工法にはメリットがあるものの、現場状況によっては当社提案工法に新規性が見られ、より適切でメリットが大きい場合がある。提案工法をはじめとする当社取扱い製品の多くが斜面对策工の選択肢として提供可能であることはベトナム国内にとっても望ましく、また確実な市場性を有するものと判断する。

5.3 法規制・その他障壁

ベトナム国の公共工事において採用されるにあたり、国家認証が必要となる。TCVN（国家基準）と TCCS（基礎基準）があり、TCCS 認証はベトナムでの公共事業に参入するうえでの要件であるため、その取得を進める必要がある。運輸交通省からは、ベトナム国内において試験施工を行い日本政府基準に準拠して性能検証されていれば、TCCS の認証を受けることは難しくないとの回答を頂いた。試験施工についても本調査内において複数の発注者より打診を頂いている。しかしながら、認証取得には一定の期間が必要である。

学術機関に関しては、試験施工などを足掛かりに性能検証をし、落石・崩壊土砂対策に関する提言などを発注機関や建設コンサルタントへ行う上で協力を得られれば、市場参入へ大きな足掛かりとなる。本調査において、各大学との関係性を構築したが、その対策工の効果を検証・担保していく上で、学術機関の協力は非常に有益である。

また、現在、日本で展開している使用部材の多くが、日本工業規格（JIS）の材料を使用しており、ベトナム国においては入手が困難な材料である。そのため、現地で流通している規格に合わせた仕様変更も検討する必要がある。

またその他障壁として、本調査においてベトナムでは発注者の予算不足により、斜面災害が発生してから対処療法的な措置を行っている現状がわかった。日本では道路管理者が定期的に斜面防災点検を行い、予め危険度が高いと想定される箇所に優先順位をつけて斜面对策工の予防保全的措置を順次実施し、安心安全な道路交通インフラの確保に努めている。ベトナム政府関係者も予防保全的措置の重要性を十分理解しているが、予算との板挟みの中で苦悩しているのが現状である。ベトナム国内においても主要道路や、通行止めとなった場合に迂回道路の無い路線などを足掛かりに、随時予防保全的対策の考え方を導入すべきと考える。幸いにも本調査を通じて、学術関係者や政府関係者との関係を得ること

²⁷ ザライ省建設局ヒアリングにて確認した事項

が出来たため、調査終了後もそのコネクションを継続させつつ、予防保全的対策工の重要性について意見交換を重ねていきたい。

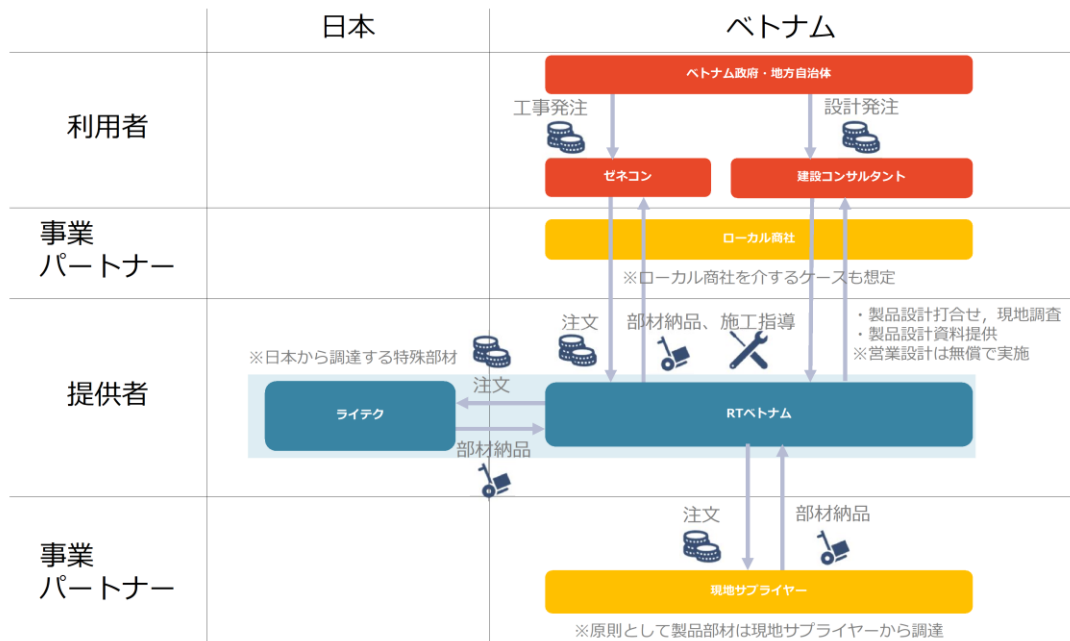
6 ビジネスモデル（実施体制/顧客やパートナーに提供する価値等）

6.1 ビジネスモデルの概要

図 I-24 には調査前に想定していたベトナム国におけるビジネスの流れを示す。これらは基本的に日本のビジネスモデルを踏襲している。本調査の中で、これら日本のビジネスモデルは概ねベトナム国においても成立すると判断できた。

ベトナム政府または地方自治体から発注された設計業務を請け負った建設コンサルタントに対して、RT Vietnam が設計条件打合せと製品設計、必要に応じて現地調査を行う。後に発注者からゼネコンに工事発注され、ゼネコンから製品の注文を RT Vietnam またはローカル商社を介して請ける。製品部材は当国内のサプライヤーからの調達を基本とするが、特殊な部材等は日本から出荷する。RT Vietnam またはローカル商社は製品部材をゼネコンに納品する。製品部材の商流は、RT Vietnam からゼネコンへ直接納品するケースの他、ローカル商社を介してゼネコンに納品するケースも想定している。施工はゼネコンが行うが、必要に応じて RT Vietnam が施工方法指導などのサポートを実施する。

ベトナム政府や地方自治体は、建設コンサルタントに設計を発注し、ゼネコンに工事を発注することで、支払いを行う。設計を受注した建設コンサルタントに対しては、RT Vietnam が製品設計、現地調査等のコンサルティングサービスが無償で行う。RT Vietnam は工事を受注したゼネコンに対して、部材を納品して支払いを受ける（ローカル商社を介するケースも想定）。納品された部材への対価として RT Vietnam はサプライヤーに支払いを行う。



出典) JICA 調査団作成

図 I-24 ビジネスモデルと製品・サービス及び資金フロー

6.2 ビジネスモデル構築に対する取組み

本調査内において、ローカル商社と販売代理店契約を締結した。この商社は、多くの土木資材を扱い現地ゼネコンへ販売する商社である。そのような商社とのパートナーシップは、ゼネコンへの販売代理店として、現地商習慣に精通しているため、ゼネコンとのスムーズな取引を行う役割に加え、ベトナム政府や地方自治体、建設コンサルタントへの代理営業を担って頂くことを期待している。

また本調査内において、現地サプライヤーとなる HPF 工法の鉄鋼製造会社および PM 工法の大型土のう製作会社の 2 社と業務提携を締結した。2 社に対しては製造方法の指導により製造能力の向上を図る。これらサプライヤーは両工法をベトナム国のニーズに合わせて柔軟に対応し、短納期で安価なコストで提供していく上では非常に重要なパートナーである。

加えて、ライテクから RT Vietnam へのサポートを手厚くすることに加えて、2026 年 1 月から日本で品質管理技術を学んだエンジニアスタッフを RT Vietnam へ転籍させて体制強化を図った。今後は日本で設計を学んだエンジニアスタッフを RT Vietnam へ転籍させ、更なる体制の強化を図る予定である。

表 1-12 顧客やパートナーに提供する価値

ベトナム政府 地方自治体 建設コンサルタント	■ 道路、鉄道などインフラへの安全確保 ■ 新たな斜面对策工の選択肢の提供 ■ 安価な工法の提供
ゼネコン	■ 施工指導サービスによる安心施工
ローカル商社	■ 新たなビジネス製品の創出
現地サプライヤー	■ 新たなビジネス製品の創出 ■ 日本仕様の製造トレーニングの実施
RT Vietnam	■ 売上げと雇用の創出 ■ ベトナム人エンジニアの雇用と還流（日本ベトナム間）

出典）JICA 調査団作成

7 将来的なビジネス展開、ロードマップ

7.1 事業規模のイメージ

ベトナムでの本格展開後は、競合工法にない HPF 工法や PM 工法の特徴・メリットを活かし、南北高速道路や高速鉄道プロジェクトなど大きな予算を執行する発注者に対して新しい対策工の選択肢を提示していく。そして従来不合理であった割高な競合工法の 3 割～5 割程度を HPF 工法や PM 工法を代替工法として提供したい。また、様々な製品ラインナップを有する当社の強みを活かし、ローカル商社の協力を得ることにより、多くの選択肢の提供とシェア獲得が可能になると考えている。

HPF 工法については、ベトナムの事業予算が潤沢でないことを踏まえると、部品を簡素化する、もしくは省略するなどしてコストダウンを図り、製品コストを下げた製品ラインナップを提供することが今後のシェア拡大に必要と考える。

PM 工法については、斜面对策工のみならず、河川・海岸分野の護岸工にも適用できるため、その営業範囲の裾野を広げることが肝要と考える。また、PM 工法は仮設構造物であるが、コンクリートマットや吹付コンクリートなどと組み合わせることで永久構造物とすることができる。このようにベトナムのニーズに合わせてカスタマイズするなど、柔軟に対応しながら適用範囲を広げて市場性を確保することが肝要である。

前述 5.2 項でも示したように、各競合工法にはメリットがあるものの、現場状況によっては当社提案工法に新規性が見られ、より適切でメリットが大きい場合がある。非公式に確認している他工法の価格を考えると、現場条件によっては、必ず当社工法に優位性が出てくる現場があると考えている。これは日本国内における他社との競争でも同様な状況である。よって、一定のコストダウンの努力は必要だが、いたずらに価格低下競争を行うのではなく、適材適所で工法を導入できるよう営業していきたい。

7.2 進出形態・実施体制のイメージ

企業機密情報につき非公開

7.3 事業化に向けたスケジュール

企業機密情報につき非公開

7.4 事業化の条件・課題・リスク

7.4.1 サプライヤー品質の低下

以前、弊社グループで取り扱う別製品をベトナム現地サプライヤーから日本へ輸出供給させたことがあった。当初は我々の要求品質にできていたものの、徐々に慣れとともに品質が低下していったという経験がある。品質の低下は製品の信頼性を失墜させることにもつながるため、徹底した品質管理が求められる。

そのため、日本で品質管理を学んだベトナム人エンジニアを RT Vietnam へ転籍させて品質管理担当として配置した。現地での中間検査、納品検査を日本と連携しながら綿密に実施し、製品の品質とサプライヤーの意識の維持向上を目指す。

7.4.2 既存競合メーカーの抵抗やその他メーカーの参入

現在のベトナム市場は競合メーカーが寡占状態にあり、安定した収益を得ているものと推察する。すなわち我々が市場に参入することは望ましくなく、その場合、価格競争に突入することや政治的圧力を加えてくることも想定される。また、その他未参入のメーカーがベトナム市場へ参入することも考えられる。特に粗悪なコピー品を販売するメーカーが出てくるリスクも考えられるため、ベトナム国内における特許取得も検討する。

日本では様々なメーカーが健全な市場状況下で競争している。我々は価格だけではなく、製品の多様性や設計・調査におけるきめ細かなサービス提供などで勝負し、将来的には HPF 工法、PM 工法以外の製品ラインナップを提供し、顧客の信頼を勝ち取っていく所存である。

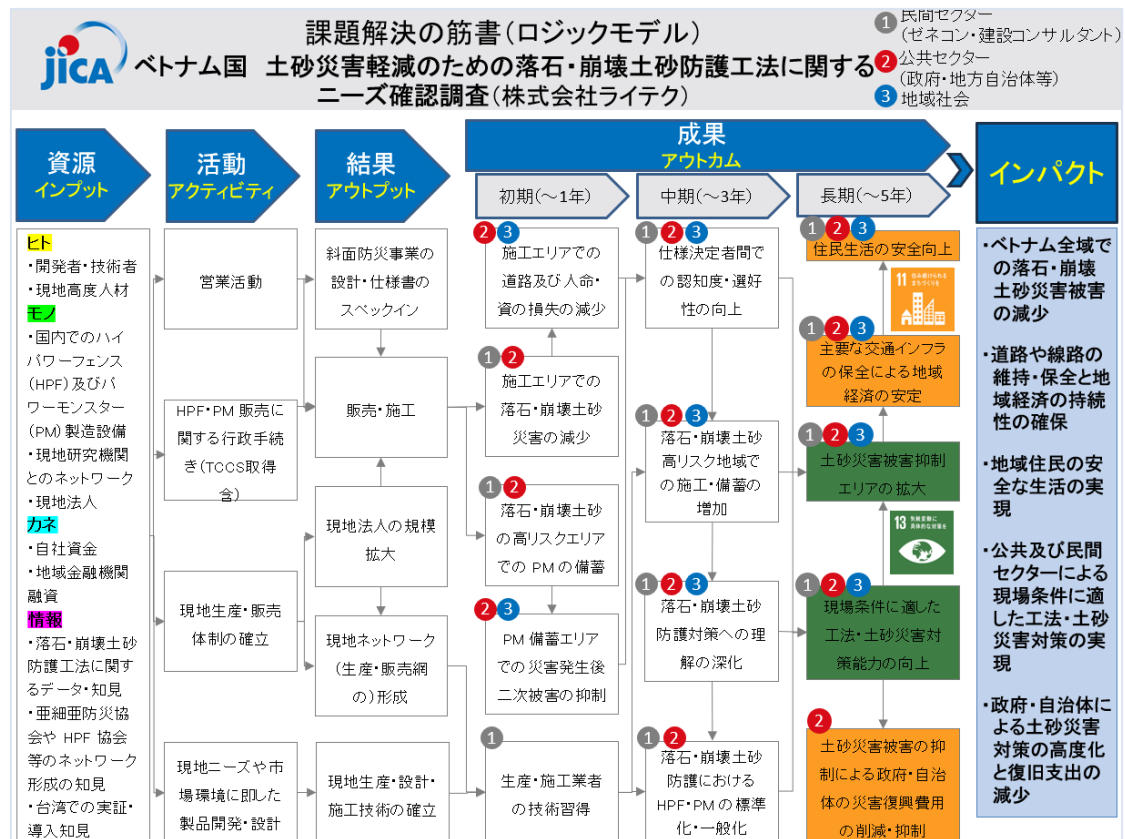
II. ロジックモデル

事業目標：ベトナム国の斜面災害の軽減と持続可能な社会インフラの構築に貢献する。

表 II-1 HPF 工法・PM 工法のベトナム導入に関わる裨益

裨益者	裨益の種類	裨益者の種類	ロジックモデル上の表現
設計を行う建設コンサルタント 施工を行うゼネコン 製造を行うサプライヤー	直接	集団	民間セクター
斜面災害地域を管轄する政府 および地方自治体	直接	集団	公共セクター
斜面災害地域で生活または 経済活動する個人・コミュニティ	直接	個人・集団	地域社会

出典) JICA 調査団作成



出典) JICA 調査団作成

図 II-1 HPF 工法・PM 工法の導入に係るロジックモデル