

令和 2 年度我が国循環産業の海外展開事業化促進業務
ベトナム国での廃レンガ・廃瓦の透水性・
保水性舗装としての再資源化事業展開可能性調査

報 告 書

令和 3 年 3 月

株式会社エコシステム

株式会社オリエンタルコンサルタンツ

はじめに

本事業では、廃棄物処理・リサイクル分野において環境省が支援を検討する我が国の循環産業の海外展開の促進に関し、ベトナム国で課題となっている建設廃棄物、特に廃レンガ・廃瓦を透水性・保水性舗装として再資源化する事業の展開可能性の調査、検討を行った。

ベトナム国では経済発展、都市の再開発により家屋の建替え需要が急増しており、そのため大量の廃レンガ・廃瓦が発生している。本調査事業では、ベトナム国を代表する首都ハノイ市とベトナム国南部のホーチミン市を主な対象に、廃レンガ・廃瓦を回収・加工の上、再資源化し、公園や工業団地、スマートシティ等での歩道や外構での舗装材として再利用する可能性に関し、文献やデータのレビュー、現地関係者とのインタビューを踏まえ事業化の可能性を検討した。また、廃レンガを入手しその性状分析を行ない、再生舗装材としての利用可能性の検証を実施した。

一連の調査、検討を踏まえ、日本、ベトナム双方の産学の参画を得てオンライン方式でのワークショップを開催し、調査で明らかになった知見の共有を行うと共に課題の深堀を行い、事業展開に向けての今後のアクションの整理、検討を行った。

Summary

Preliminary feasibility study on the development of a recycling business in the water-permeable and water-retaining pavement in Vietnam utilizing the waste bricks and roof tiles.

This Project focused on the viability of the recycling business of the waste bricks and roof tiles into the water-permeable and water-retaining pavement in view of the promotion of overseas expansion of Japan's recycling industry.

This Project mainly targeted Hanoi City and Ho Chi Minh City wherein the demand for rebuilding houses has been rapidly increasing due to economic development and urban redevelopment, which causes a large amount of waste bricks and roof tiles.

The Project collected the information and data by literature review and interview with various stakeholders on the demand of the construction waste, reuse of waste bricks and roof tiles as pavement materials on the sidewalks and exteriors in parks, industrial parks, smart cities, etc.

Preliminary analysis on the commercialization of the business was carried out as a part of the study. The properties of waste bricks were analyzed to verify their availability as recycled pavement materials.

As another component of the Project, an online workshop with the participation of industry and academia from both Japan and Vietnam was conducted to share the knowledge and the result of the studies to formulate future actions.

目次

1. 事業の目的・概要	1
1.1 事業の目的	1
1.2 事業概要	1
2. 海外展開計画案の策定	2
2.1 対象地域	2
2.2 処理対象廃棄物の種類、利用技術、導入規模	2
2.2.1 処理対象廃棄物の種類	2
2.2.2 利用技術	2
2.2.3 導入規模	3
2.3 実施体制案	3
3. 対象地域における現状調査	4
3.1 当該地域の経済、建設市場調査	4
3.2 廃レンガ・廃瓦のサプライチェーンの調査	4
3.2.1 廃レンガ・廃瓦の発生量	4
3.2.2 廃レンガ・廃瓦の処理量	5
3.2.3 廃レンガ・廃瓦の処理方法、コスト	6
3.2.4 廃レンガ・廃瓦の処理状況	7
3.2.5 廃レンガ・廃瓦の再資源化の有無、リサイクル率	7
3.3 廃棄物処理・リサイクルの制度・政策調査	8
3.3.1 廃レンガ・廃瓦の処理、リサイクルに必要な資格	8
3.3.2 廃レンガ・廃瓦の処理、リサイクルに必要な手続き、書類の整理	10
3.4 都市計画及び建設廃棄物処理計画等の概要	10
3.4.1 ハノイ市	10
3.4.2 ホーチミン市	11
3.5 舗装に関する基準	11
3.6 ベトナム国での再生舗装材の施工単価の把握	13
3.7 ベトナム国での競合製品	16
4. 廃棄物の組成、性状等の調査	17
4.1 分析する廃レンガ・廃瓦の入手	17
4.2 分析方法	18
4.3 分析結果	18
4.3.1 分析結果の概説	18
4.3.2 圧縮強度試験	18
4.3.3 曲げ強度試験	19
4.3.4 ホイルトラッキング試験	19
4.3.5 透水試験	20

4.3.6	現場透水試験	20
4.3.7	すべり抵抗値試験	20
4.3.8	保水性試験	21
4.3.9	重金属系の溶出試験	21
4.3.10	重金属系の含有量試験	22
4.3.11	定量分析試験	22
4.3.12	pH測定試験	22
5.	実現可能性の評価	23
5.1	事業の前提条件	23
5.2	販売単価	23
5.3	事業採算性評価	23
5.4	環境負荷低減効果の評価	25
5.4.1	温室効果ガス排出量の算出方法	25
5.4.2	温室効果ガス排出削減量の試算	26
5.5	社会的受容性の評価	27
5.6	民間事業者の関心の把握	29
5.7	実現可能性の評価	30
6.	海外展開計画案・事業計画の策定	32
6.1	事業の展開計画案	32
6.2	今後の取組み	33
7.	現地関係者合同ワークショップの開催	35
7.1	ワークショップの概要	35
7.2	質疑応答・講評	37
8.	現地政府・企業等との連携構築	40
8.1	現地政府機関との連携	40
8.2	現地企業等との連携	40

添付資料①：材料分析結果

添付資料②：ワークショップ発表資料（エコシステム・オリエンタルコンサルタンツ）

添付資料③：ワークショップ発表資料（ベトナム国立建設大学）

1. 事業の目的・概要

1.1 事業の目的

ベトナム社会主義共和国（以下、ベトナム国）は経済発展、都市の再開発により家屋の建替え需要が急増しており、そのため大量の廃レンガ・廃瓦等が発生している。廃レンガや廃瓦はセラミクス製品であるため分解されず最終処分場等での処理（埋立て）が必要であるが、市街地の空地などへ放置されることもあり、衛生面、危険性、景観の面で問題となっている。

我が国では2000年に建設リサイクル法が策定され、建設廃棄物の処理が進んできた。本技術は、こうした法制度もあり、国内で高まる建設廃材のリサイクルに応える形で発展してきた。本事業を通じ、廃レンガ・廃瓦を日本の先進技術により、再資源化し、強度や環境性能等に優れた舗装材として活用することで、ベトナム国の建設廃棄物の3Rの推進、快適な居住空間等の創出、地域環境改善、及び本技術に基づく舗装材などの仕様・条件などの制度構築支援を目指すことを目的とする。

1.2 事業概要

本事業は、株式会社エコシステム、株式会社オリエンタルコンサルタンツを中心に、ベトナム国のホーチミン市及びハノイ市を中心に発生する建設廃棄物のうち、廃レンガ・廃瓦を回収、加工の上、再資源化、公園の歩道等の舗装材として販売する事業である。

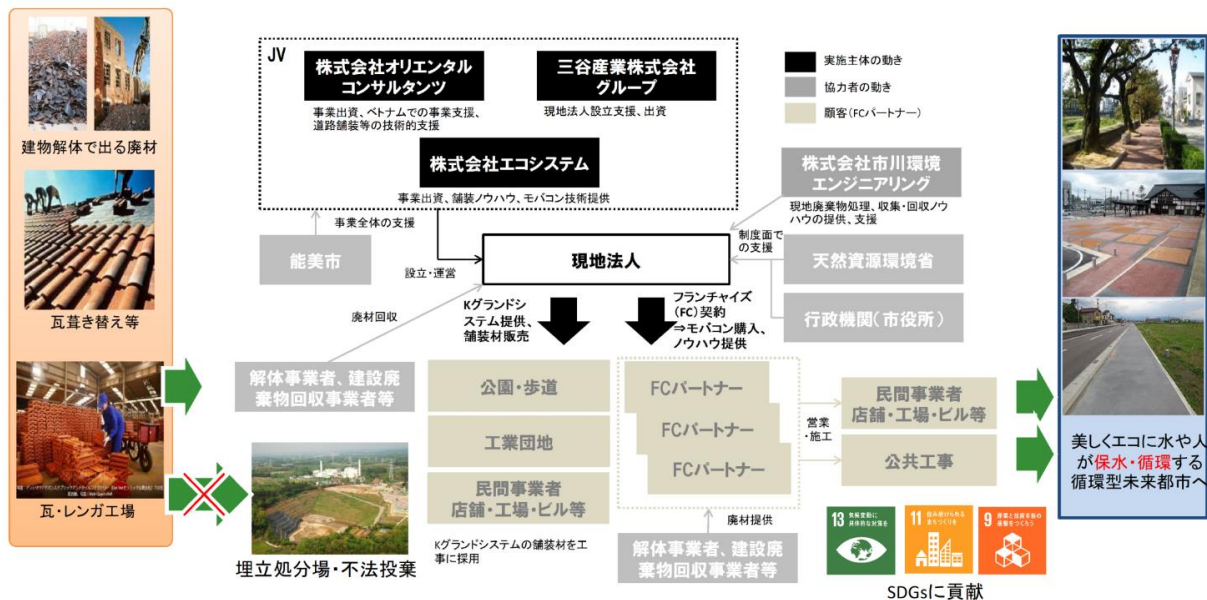


図 1-1 事業概要

2. 海外展開計画案の策定

2.1 対象地域

本調査事業では、ベトナム国を代表する首都ハノイ市とベトナム国南部のホーチミン市を対象に事業可能性の検討を行った。両都市の選定理由としては、経済発展に伴う都市の拡張、再開発により大量の建設廃棄物が発生しており、今後もこの傾向が継続される見込みであることが挙げられる。

なお、本事業の結果、事業モデルが確立した後は、ベトナム国内の他地域においても同様の事業を展開することを念頭に置く。



図 2-1 対象地域

2.2 処理対象廃棄物の種類、利用技術、導入規模

2.2.1 処理対象廃棄物の種類

処理対象廃棄物はホーチミン市及びハノイ市周辺の建設解体現場から発生する廃レンガ・廃瓦である。なお、ベトナム国の建設廃材再利用研究第一人者の埼玉大学川本教授へのヒアリングによると、ベトナム国では建設廃棄物として廃瓦は少なく、廃レンガが多いとのことである。



図 2-2 解体現場のレンガ
(埼玉大学川本教授提供)

2.2.2 利用技術

現地の建設廃棄物処理業者と連携し、建設廃棄物の廃レンガ・廃瓦を透水性・保水性・景観性に優れた舗装材として再生利用、施工する一連のシステム「K-グランドシステム」を導入する。建設処理業者等から廃レンガ・廃瓦を回収、自社又はリサイクル工場等で破碎、粒状やチップ状にする。これらを骨材として、製造（練り混ぜ）、歩道や公園の園路などの舗装材として活用する。なお、将来的には(株)エコシステムの独自開発による車載式小型生コンクリートプラント「モバコン」の投入により、施工現場で舗装材の製造を行うことを可能とし、事業に更に機動性を持たせていくことを検討する。舗装材はカラーバリエーションが豊富で、視認性が良いなど景観性にも優れ、高い透水・保水機能から、気温低下、豪雨被害の緩和など、環境面でも好影響を及ぼす。また、製造する舗装材は強度等の性能に優れ、国土交通省の NETIS 登録や石川県リサイクル認定を受けており、日本国内でも公共工事を中心に利用が普及している（石川県や東京都などの施工実績）。なお主な舗装材の名称は透水保水性舗装「K-グランド (C)」（配合により 2 種類あり）、非透水の保水性舗装材「K-グランド (C0) 瓦コンクリート」である。

2.2.3 導入規模

(1) 骨材製造装置（破砕機及びその付帯設備）

建設廃棄物の廃レンガ・廃瓦を舗装材として再生利用するため、廃レンガ・廃瓦を調達し、破砕機にて用途に応じ 3mm～10mm 程度の粒状に細かく砕き、フルイにかけ骨材を製造する。破砕能力は 10～30t/時程度を想定している。その他付帯設備としては、受入ホッパー、ベルトコンベア、フルイ機、制御盤等である。

(2) 車載式生コンクリートプラント（舗装材製造装置）「モバコン」

特殊な生コン製造は大型の生コンプラントでの製造が敬遠されやすい。そこで将来的には小ロットの製造を現場で製造可能とし、機動力の高い、自社開発による車載式小型生コンプラント「モバコン」を導入する。モバコンは 300～400L/バッチ（概ね 1 時間当たり 2 m³）の生コン製造能力を想定している。これは概ね 1.5～3.0t/h の廃レンガ・廃瓦をリサイクルできる量と言える。



図 2-3 車載式小型生コンプラント「モバコン」

2.3 実施体制案

本事業の実施体制案を以下に示す。申請法人である株式会社エコシステム、株式会社オリエンタルコンサルタンツ及びベトナム国の情勢に詳しい三谷産業株式会社グループの 3 社により現地法人を立ち上げる。現地法人にて廃レンガ・廃瓦の再生利用事業を展開し、将来的には現地事業者に対し、フランチャイズ契約を結び、ベトナム国全土に事業を拡大する。

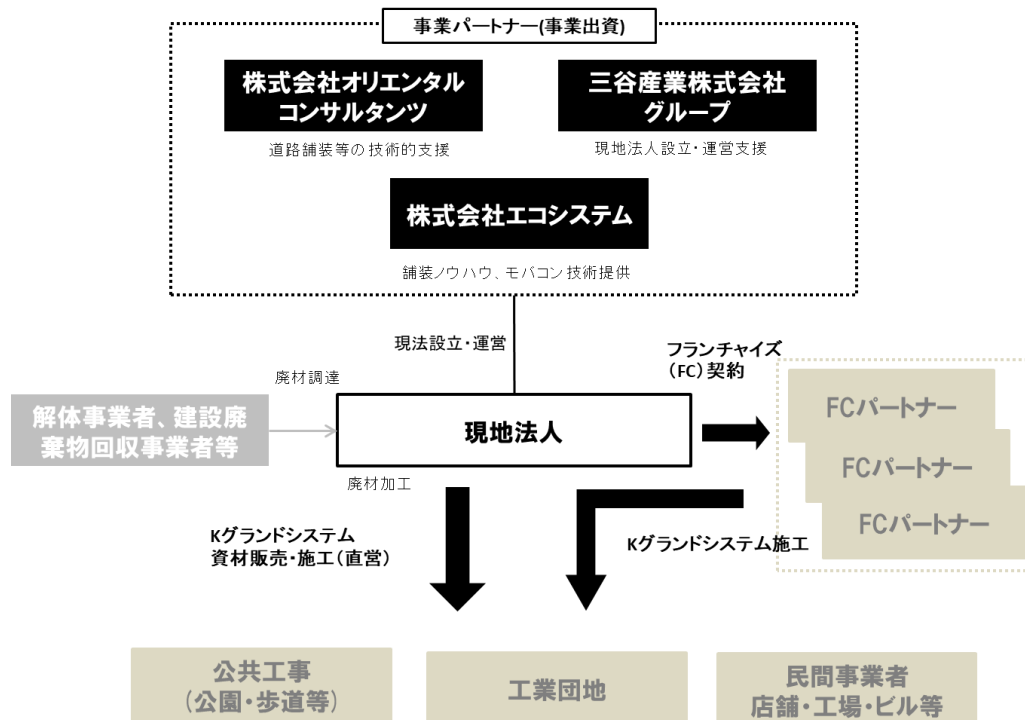


図 2-4 事業実施体制案

3. 対象地域における現状調査

3.1 当該地域の経済、建設市場調査

世界銀行の発表した報告書¹によると、2020年のベトナム国の経済成長率（GDP成長率）は+2.8%となり、東アジア・太平洋地域の新興国で最も大きな伸びを示している。また、2021年の同国の経済成長率は+6.8%と予測されており、コロナ禍においても安定的な経済成長を続けている。

なかでも、建設部門は2020年第3四半期において、+5.7%と他の産業と比較しても高い伸びを示しており、特にハノイ市やホーチミン市などの大都市では、大型商業施設や住宅、オフィスビルなど多くの建設工事が行われるなど建設ラッシュとなっている。

3.2 廃レンガ・廃瓦のサプライチェーンの調査

3.2.1 廃レンガ・廃瓦の発生量

天然資源環境省（MONRE）の報告書²によれば、全国で1日に約60,000tの都市固形廃棄物が発生しており、そのうち10～12%程度が建設廃棄物とされている。また、ベトナム国全土での建設廃棄物発生量は2010年の190万tから2015年には250万t³に達しており毎年増加が続いている。2021年2月25日のワークショップにおいてもベトナム国立建設大学から、ベトナム国の固形廃棄物は今後15年で現在の倍に達するとの発表がなされている。

なかでもハノイ市やホーチミン市などの大都市圏では特に排出量が多く、ホーチミン市やハノイ市の建設廃棄物発生量は、1日に3,000t（年間1,095,000t（3,000t×365日））と、全国平均の5倍近くとなっている。また、ベトナム国立建設大学のDung氏によると、建設廃棄物のうち約30%を廃レンガが占めているとのことから、ホーチミン市では1日に900t（3,000t×30%）の廃レンガが排出されていると推計される。

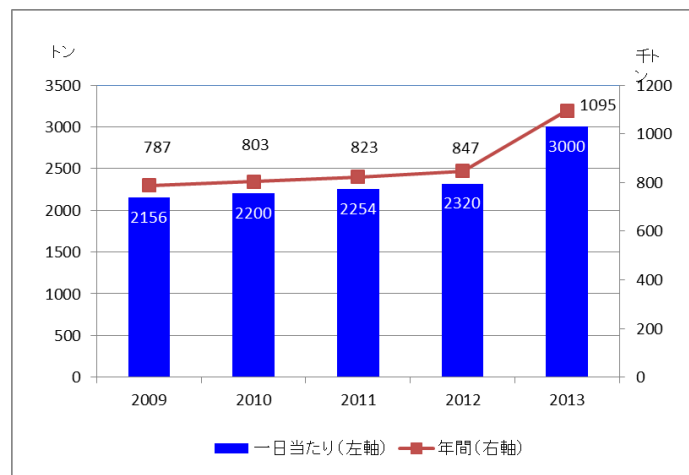


図 3-1 ホーチミン市での建設廃棄物発生量の推移

¹ 世界銀行, The World Bank In Vietnam Overview, <https://www.worldbank.org/en/country/vietnam/overview> (参照 2020-12-03)

² 天然資源環境省 (MONRE), International Journal of GEOMATE, Dec. 2018 Vol.15, Issue 52

³ N. V. Tuan, T. T. Kien, D. T. T. Huyen, T. T. V. Nga, N. H. Giang, N. T. Dung, Y. Isobe, T. Ishigaki and K. Kawamoto: Current Status of Constuction and Demolition Waste Management in Vietnam: Cahllaenges and Opportunities, Int. J. GEOMATE, Vol. 15No. 52, pp. 23-29, DOI: <https://doi.org/10.21660/2018.52.7194> (2018)

(出典) International Journal of GEOMATE, Dec. 2018 Vol.15, Issue 52 より作成

なお、ベトナム国内で発生する建設廃棄物は土砂、コンクリートやレンガなどのがれき類のほか、鉄などの金属類、プラスチック、木、紙、繊維などが含まれており、割合はレンガくずが 31%となっている。

これらは現場で分別されることなく、ほとんどが混ざり合った状態で排出され、建設廃棄物の分別や減容化・リサイクルなどの中間処理は実質的に行われていない。ワークショップにおけるベトナム国立建設大学の発表によると、建設廃棄物の再利用率は、現状 1～2%程度に留まっており、大都市に大きな負荷を与えているとのことである。

3.2.2 廃レンガ・廃瓦の処理量

独立行政法人国際協力機構（JICA）・鈴健興業株式会社の調査報告書（以下 JICA・鈴健興業調査報告書）⁴によると、ベトナム国では 2017 年に「建設廃棄物管理にかかる通達 8 号（Circular No.08/2017TT-BXD）」を発行し、その中で建設廃棄物の再利用、リサイクルの推奨を定めている。しかし、制定されたばかりで国内の各省/市に浸透しておらず、適正処理を実現するための技術や設備導入も進んでいないこともあり、効果があげられていないとのことである。また、同通達では建設廃棄物の発生量や回収量、組成、リサイクル率などを収集し、データベースを構築するとしているが、いまだ作業が進んでおらず、建設廃棄物処理の実態が把握できない状況である。そのため、具体的な処理量は把握されていない。

⁴ 独立行政法人国際協力機構（JICA）・鈴健興業株式会社，ベトナム国建設廃棄物の安全で効率的な分別・選別処理システムによる埋め立て処分量削減のための案件化調査業務完了報告書，2019 年 9 月

3.2.3 廃レンガ・廃瓦の処理方法、コスト

JICA・鈴健興業調査報告書によると以下のことが述べられており、廃レンガ・廃瓦は分別されることなく最終処分場で埋め立てられる又は建設現場などでそのまま埋め立てられていると考えられる。あるいは、民間の事業者の販売され、埋め立てられるか不法投棄されている状況であるが、行政機関もその実態をつかめていないと思われる。

(JICA・鈴健興業調査報告書より抜粋)

ベトナム国内で発生する建設廃棄物は、土砂、コンクリートやレンガなどのがれき類のほか、鉄などの金属類、プラスチック、木、紙、繊維などが含まれており、現場で分別されることなく、ほとんどが混ざり合った状態で排出される。排出された建設廃棄物は、現場で金属などの有価物が取り除かれた後、郊外の最終処分場に運ばれてそのまま埋め立てられるか、または、市街地近くの建廃集積場にいったん集められる。集積場では、その後まとめて最終処分場に運搬されるか、手作業による簡易的な選別の後、建設現場などに運ばれて埋め立てられる。

またそれ以外にも、解体現場で民間の専門業者に販売され、そのまま直接、他の建設現場に運ばれて埋め立てられるケースや、更には空き地などに不法投棄されるケースも多く、建設廃棄物処理を管轄する行政機関（建設省や地方省／市の建設局など）でも実態をつかめていない状況である。いずれにしても、建設廃棄物の分別や、減容化・リサイクルなどの中間処理は、実質的に行われていない。

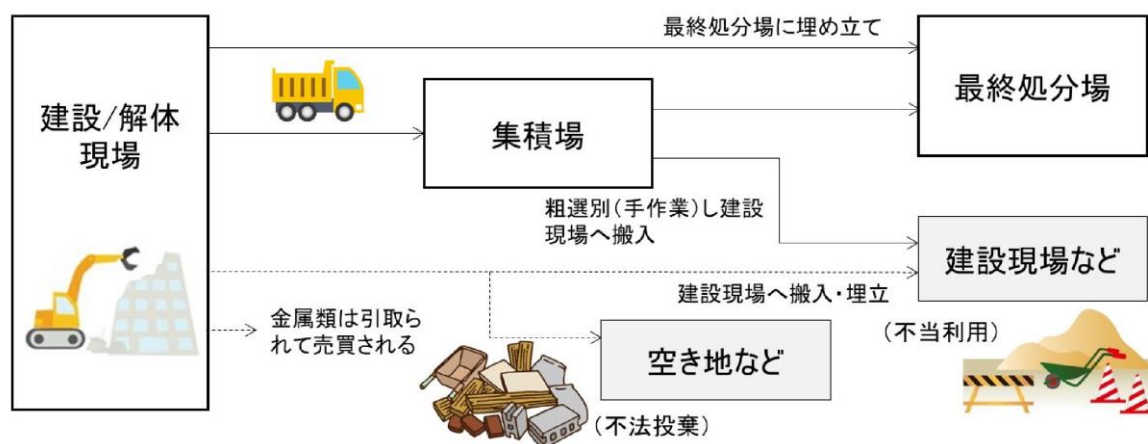


図 3-2 建設廃棄物処理のフロー

株式会社市川環境エンジニアリングへのヒアリングによると、ベトナム国での建設廃棄物の最終処分に係る費用は、日本の 1/100 程度とのことであり、そのため日本国内の処理費用を 13 円/kg⁵と仮定すると、ベトナム国では約 0.13 円/kg と推計できる。

⁵ 横浜市, <https://qa.city.yokohama.lg.jp/search-detail/1433/> (参照 2020-11-25)

3.2.4 廃レンガ・廃瓦の処理状況

JICA・鈴健興業調査報告書によると以下のとおりであり、ホーチミン市では市内に2ヶ所の集積場、1ヶ所の最終処分場を有していることがわかる。

(JICA・鈴健興業調査報告書より抜粋)

ホーチミン市では、同市の都市環境公社 (CITENCO) が市内に2カ所の集積場を運営しており、建設廃棄物を受け入れている。集積場へ搬入された後は、手作業によって粗選別を行った後に、建設現場へ運搬されて埋め立てられている。

ホーチミン市では、建設現場などへ搬入されて埋め立てられるケースが多く、建設廃棄物の最終処分場は1カ所のみ (ドンタン処分場) が CITENCO によって運営されていたが、現在はやはり容量制限のために閉鎖されている。CITENCO によれば、現在、ホーチミン市クチ区にある一般廃棄物の最終処分場 (Phuoc Hiep 処分場) 内に、新たに建設廃棄物のための処分場を建設する予定であり、敷地内に約6ヘクタールの土地を確保している。すでに同市の人民委員会に建設計画を提出し、CITENCO がこの建設廃棄物専用の最終処分場の設立・運営を行うことが決定している。

また、ハノイ市では2ヶ所の建設廃棄物投棄場があり、建屋解体の場合、コントラクター (元請) から解体委託された業者の多くが無認可の収集運搬業者 (がれき類の現場買付業者含む) にがれき類の処理を委託し、認可を受けた収集運搬事業者の一部も、埋立費用を抑えるために不法投棄を行っている⁶と推測されている。

3.2.5 廃レンガ・廃瓦の再資源化の有無、リサイクル率

ベトナム国政府では「首相決定 2018 年第 491 号」⁷において、ベトナム国全土における建設廃棄物の減容化・適正処理・リサイクルを推進しており、「2025 年までに 90%を回収、うち 60%をリサイクルする」という目標を掲げている。また、2017 年には建設廃棄物管理に関する省令「Circular No.08/2017/TT-BXD:Regulation on Constuction Solid Waste Management」が制定され、建設廃棄物の適正処理・処分が義務化されている。

このように建設廃棄物を分別・リサイクルするよう規定する法律はできたものの、依然として廃棄物処理技術の評価基準や、リサイクルされる資材の品質基準/規格などは整備されていない。ベトナム国での建設廃棄物のリサイクル率は1%~2%と言われており、主に投棄や埋め立てで処理されていると言われている⁸。

一方で、建屋解体時に排出されるがれき類は現場買付により取引されており⁹、現地産廃処理事業者へのヒアリングによると、廃レンガは再利用の需要 (道路舗装など) が非常に高く、供給を上回っており、市場に出回っていないとのことであった。

⁶ 川本健, ベトナムにおける建設廃棄物の適正管理と建廃リサイクル資材を活用した環境浄化及びインフラ整備技術の開発, 廃棄物資源循環学会誌, Vol131, No. 1pp. 44-50, 2020

⁷ Decision No. 21491QD-TTg of December 17, 2009, J1 approving the national strategy for integrated management of solid waste up to 2025, with a vision to 2050

⁸ Nhuyen, H. G. (2019). Current Situation and New Regulations on Consturction and Demolition Waste Management in Vietnam. Paper presented at the 2019 International Symposium on Construction and Demolition Waste Management, Tokyo, Japan.

⁹ 川本健, ベトナムにおける建設廃棄物の適正管理と建廃リサイクル資材を活用した環境浄化及びインフラ整備技術の開発, 廃棄物資源循環学会誌, Vol131, No. 1pp. 44-50, 2020

3.3 廃棄物処理・リサイクルの制度・政策調査

3.3.1 廃レンガ・廃瓦の処理、リサイクルに必要な資格

建設廃棄物の廃棄は、排出事業者が「指定処理業者会社」もしくは「その他の最終処分場への搬入をすることができ、収集運搬手段を持った会社」と契約することで行われる。指定処理会社となる条件は、「埋め立て処分場との契約がある」と「収集運搬手段を所有している」という2点である。

「投資法（59/2005/QH11）」によると、事業主は法人の設立地の地方自治体の投資計画局に事業登録を行い、問題がなければ20営業日以内に登録が終了し、法人設立書の手交を受けることができる。その後、事業用地の確保を行い、事業計画書を作成し、環境影響評価を行ったうえで、事業実施地の政令都市・省の投資計画局に「投資提案書」を提出し、事業を開始する。ホーチミン市の場合、基本的には天然資源環境局（DONRE）からの許可を取得することができれば、100%外資企業であっても事業を行うことが可能である。

表 3-1 ベトナム国における建設廃棄物に関する制度の概要

	ベトナム国	日本
法制度	環境保護法 廃棄物とスクラップ管理に関する政府議定 建設固形廃棄物の管理に関する建設省通達8号	廃棄物の処理及び清掃に関する法律
責任の所在	プロジェクトオーナー若しくは排出事業者である元請け業者（プロジェクトオーナーとの契約がある）が自ら適正に処理	排出事業者である元請業者が自ら適正に処理
回収事業者	「埋め立て処分場との契約がある」と「収集運搬手段を所有している」指定処理会社	都道府県知事または政令市長の許可を受けた事業者が収集
資格	有害固体廃棄物に対する天然資源環境省の資格 廃棄物の運搬等は交通運輸省、各省市の資格	有害固体廃棄物に対する天然資源環境省の資格 廃棄物の運搬等は交通運輸省、各省市の資格

2021年2月9日付けで「建設資材の使用管理に関する法令」が発令された。現在背景や内容を確認中であるが、以下の内容を含んだ法令とのことである。

建設資材の使用管理に関する法令

<定義>

※建設資材とは建設物件・工事で使用される材料、製品をいう。

※鉱物資源やエネルギーを節約し、環境に優しい建設資材とは、未燃建材；原料・燃料として廃棄物を利用することにより製造される建設材；同種材より優れた省エネ性が持つ建設材など、をいう。

第2章： 建設資材の開発

第5条： 鉱物資源やエネルギーを節約し、環境に優しい建設資材の開発方針。

- ・ 国家（政府）は、組織や個人が鉱物資源やエネルギーを節約でき、環境に優しい建設資材を研究開発し、科学技術の運用または生産に投資することを奨励している。
- ・ その場合、組織や個人は、投資に関する法律・科学技術に関する法律・またはその他の関連法に基づく国家（政府）の優遇政策と投資支援を享受する。

第3章： 建設資材の品質管理または使用について

第7条： 建設資材の使用

- ・ 首相が未燃建材；鉱物資産やエネルギーを節約でき、環境に優しい建設材の使用ロードマップを定める。
- ・ 未燃建材；鉱物資産やエネルギーを節約でき、環境に優しい建設材の使用を奨励する。

第9条： 建設資材製造における廃棄物の処理や使用の管理

- ・ 原料・燃料として廃棄物を処理・利用する建設資材を製造する企業向け：
 - a/ 製造活動は建設法や環境保護法に基づく。
 - b/ 建設資材の製造は技術基準や規制と一致していること、一方で健康保護と環境保護の基準を保証する。

3.3.2 廃レンガ・廃瓦の処理、リサイクルで必要な手続き、書類の整理

株式会社市川環境エンジニアリングへのヒアリングより、ベトナム国でのリサイクル事業に必要な手続きを把握した。その結果を以下に示す。

表 3-2 事業開始に必要な諸手続き

必要な手続き	確認先機関
1. 投資ライセンスの取得	<ul style="list-style-type: none">警察署（投資ライセンス取得）税務署（登録手続き）
2. 環境影響報告書の許可	<ul style="list-style-type: none">各省の天然資源環境局
3. 建設許可	<ul style="list-style-type: none">各地域の建設局
4. 廃棄物回収・運送・処理ライセンスの取得	<ul style="list-style-type: none">各省の天然資源環境局
5. 人民委員会への説明	<ul style="list-style-type: none">各省の人民委員会

3.4 都市計画及び建設廃棄物処理計画等の概要

3.4.1 ハノイ市

ハノイ市総合都市開発計画 2020 年構想、2030 年ビジョン（2011 年公布）¹⁰によれば、インフラ及び環境保護観点からの開発目標として、緑地や公園のネットワークを構築し、緑地面積を 2015 年までに 7～8m²/人、2020 年までに 10～12m²/人を目標に掲げ、取り組みを進めている。

一方で、ハノイ首都建設マスタープラン 2030 年構想、2050 年ビジョン（2011 年公布）¹¹では緑地や公園の面積について具体的な目標値は定められていない。

また、ハノイ首都建設マスタープランを受け、ハノイ公園・緑地マスタープラン 2030 年構想、2050 ビジョン（2014 年公布）¹²が定められている。このマスタープランでは、2050 年までに、ハノイ市の緑地や公園面積を下表のように整備するという目標を立てており、開発の視点として、都市開発と緑地の比率を 3:7 にし、緑地拡大を目指すことや、都市部、地区、地域と階層に応じた都市公園拡大を目指している。

¹⁰ Decision No. 1081_QD-TTg Approve the master plan on socio-economic development of Hanoi city through 2020, with orientations toward 2030

¹¹ Decision No.1259_QD-TTg General Planning on Construction of Hanoi Capital up to 2030, with a vision toward 2050

¹² Decision No.1495_QD-UBND-Hanoi Planning on Green Plants System, Parks, Flower Gardens and Lakes of Hanoi up to 2030, with a vision toward 2050

表 3-3 ハノイ公園・緑地マスタープラン 2030 年構想、2050 ビジョンの目標値

エリア	目標面積 (ha)	投資金額 (十億ドン)
1. センターシティ	10,344	211,004
-都心部 (一部新築予定)	687	13,742
-レッドリバー北部の都市エリア	5,206	104,120
-環状 4 号線の東部の都市エリア	4,657	93,142
2. サテライトシティ	2,550	51,000
3. エコタウン	420	8,400
計	13,314	270,404

ハノイ市固形廃棄物マスタープラン(2014年)¹³が定められており、2050年を見据えて、2030年までに実施すべき取組等をまとめている。その中で建設廃棄物については、2020年までに都市部では80～100%、地方部では60～80%の収集率を目標としており、2030年までには都市部では85～100%、地方部では70～90%の収集率を目標としている。

なお、JST および JICA 技術協力支援を受けて研究代表機関である埼玉大学が行っている国際共同プロジェクトにおいて、このマスタープランの見直しを行っている。

3.4.2 ホーチミン市

ホーチミン市建設企画局提供資料によると、今後、都市部の公園開発で4,260 ha、郊外の公園開発で6,712 haの計10,972haの開発が予想されている。

ホーチミン市では2025年を目標とした固形廃棄物に関するマスタープランを作成している。ここでは80%の世帯での固形廃棄物の分別、発生する廃棄物の100%収集、処理、そのうちの80%のリサイクルなどが目標として掲げられている。¹⁴

3.5 舗装に関する基準

ベトナム国の歩道・園路のコンクリート舗装厚は、全国で統一した基準はなく、各都市、地域で基準が定められており、例えばホーチミン市の場合は舗装厚10cm、ハノイ市の場合は8cmである。なお、ホーチミン市の基準は、交通運輸局のDecisio No.1762/QD-SCTVTに従うとされている。以下に日系ゼネコンへのヒアリングより把握したホーチミン市の舗装厚の基準を掲載する。

¹³ APPROVING THE MASTER PLAN ON SOLID WASTE DISPOSAL OF HANOI CAPITAL TO 2030, WITH A VISION TO 2050

¹⁴ Sai Gon Giai Phong Online, Quy hoạch xử lý chất thải rắn trên địa bàn TPHCM: Sát với thực tế, https://docs.google.com/presentation/d/1mCscqbPIPiY2U4DhM4MiCjhIFcjXvS-spCONzrDUWIA/edit#slide=id.ga3237bfa95_1_0

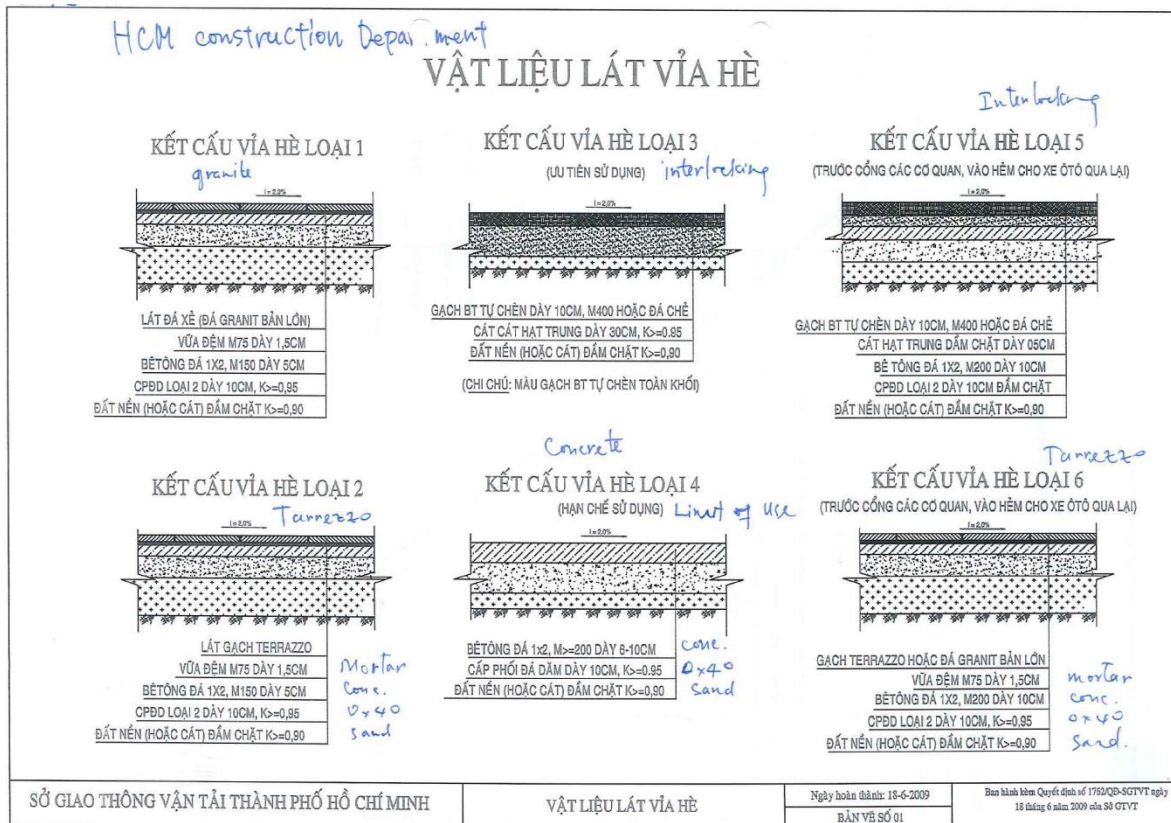


図 3-3 ホーチミン市のコンクリート舗装厚の基準

なお、ベトナム国及び日本の路盤材、舗装材の品質基準、検査基準は以下のとおりである。

表 3-4 ベトナム国及び日本の路盤材、舗装の品質規格、検査基準

	ベトナム国	日本
路盤材の品質規格	交通運輸省、建設省、各省市で定めた仕様書、技術基準	国土交通省や都道府県で定める共通仕様書、舗装設計便覧、舗装設計施工指針
路盤材の検査基準	同上	同上
舗装の品質規格	舗装厚は全国で統一した基準はなく、都市ごとに設定 (ホーチミン市：10cm、ハノイ市：8cm)	同上

舗装の検査基準	交通運輸省、建設省、各省市で 定めた仕様書、技術基準	同上
透水・保水性舗装 の品質基準	インターロッキングブロック、 緑化ブロックなどの技術基準	舗装設計施工指針、国土交通省 令第百三号・車道及び側帯の舗 装の構造の基準に関する省令

3.6 ベトナム国での再生舗装材の施工単価の把握



ベトナム国では本事業で検討中の舗装材を利用した舗装が普及していないため以下の方法により施工単価を類推した。

現地デベロッパーや日系ゼネコンへのヒアリングより、一般的なコンクリート工事や舗装工事の施工単価を参考にして、厚み 10 cm のコンクリート舗装で約 800 円/㎡～1,000 円/㎡程度と推定した。我が国の再生舗装材の施工実績では、コンクリート舗装に対し施工単価で約 130%程度となっている。これをベトナム国に適用すると 1,000 円/㎡～1,300 円/㎡となる。これらから、1,000 円/㎡台を本技術の目標施工単価と置くこととした。

他方、調査の過程でベトナム国ではインターロッキングブロック等が既に舗装に用いられていることが判明した。舗装工事の土木工事事業者の日当は、主たる技術者は 500,000 ドン（約 2,500 円）、その他の技術者は 300,000 ドン（約 1,500 円）とのことである。ここで 100 ㎡あたりの人工を主たる技術者 1.0 人工、その他の技術者 8.0 人工と仮定すると施工費用は、14,500 円（2,500 円×1.0 人工+1,500 円×8.0 人工）と推計できる。下表で最も安価な Interlocking Concrete Paver（85,000 ドン/㎡（約 425 円/㎡））を用いると、施工単価は 570 円（14,500 円÷100 ㎡+425 円/㎡）と推計できる。最も高価な 198,500 ドン/㎡（約 993 円/㎡）のものでは 1,140 円（14,500 円÷100 ㎡+993 円/㎡）となる。

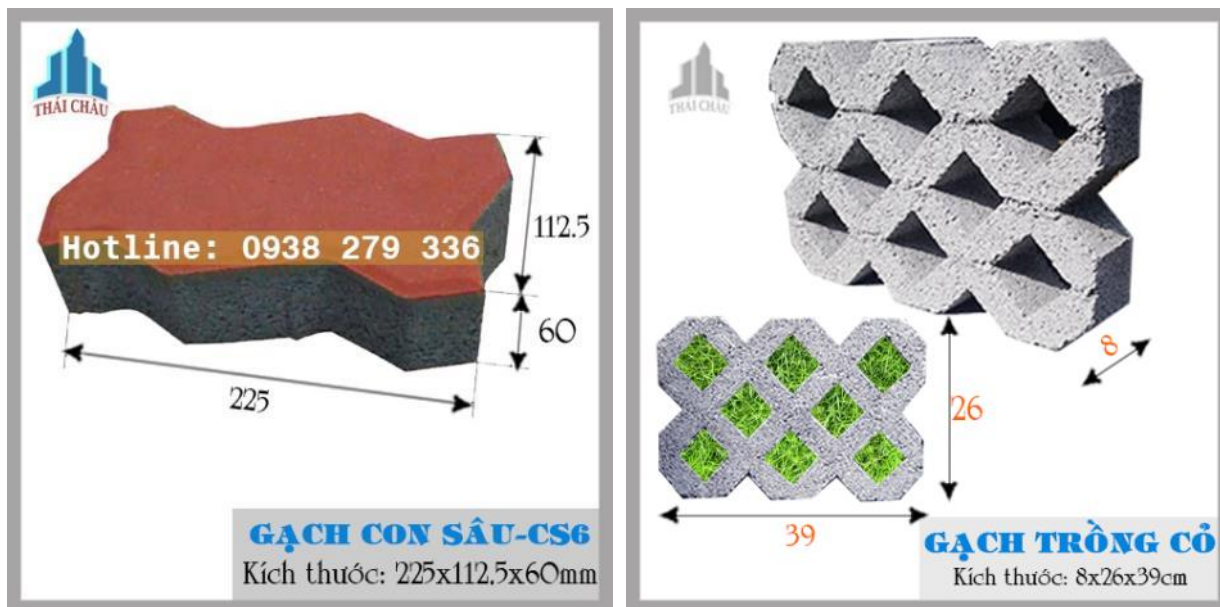
表 3-5 ベトナム国で用いられている主な舗装材

商品名	画像	単価	出典
Outdoor Terrazzo Tile		95,000 ドン/㎡	Decision No.03/2020/CBGVL-SXD of Hanoi Construction Department on September 1st, 2020
Interlocking Concrete Paver		85,000 ドン/㎡	Decision No.03/2020/CBGVL-SXD of Hanoi Construction Department on September 1st, 2020
Interlocking Concrete Paver (TB6)		192,500 ト ン/㎡	Decision No.11485/TB-SXD-VLXD of Ho Chi Minh Construction Department on October 7, 2020; Decision No.02/CBG/2020 on July 02, 2020 of Thanh Binh Brick Company
Interlocking Concrete Paver (TB16)		192,500 ト ン/㎡	Decision No.11485/TB-SXD-VLXD of Ho Chi Minh Construction Department on October 7, 2020; Decision No.02/CBG/2020 on July 02, 2020 of Thanh Binh Brick Company
Interlocking Concrete Paver (TB14)		198,500 ト ン/㎡	Decision No.11485/TB-SXD-VLXD of Ho Chi Minh Construction Department on October 7, 2020; Decision No.02/CBG/2020 on July 02, 2020 of Thanh Binh Brick Company

商品名	画像	単価	出典
Outdoor Terrazoo Tile		132,000 ト ン/㎡	Decision No. 11485/TB-SXD-VLXD of Ho Chi Minh Construction Department on October 7, 2020; Decision No. 02/CBG/2020 on July 02, 2020 of Thanh Binh Brick Company
Outdoor Terrazoo Tile		132,000 ト ン/㎡	Decision No. 11485/TB-SXD-VLXD of Ho Chi Minh Construction Department on October 7, 2020; Decision No. 02/CBG/2020 on July 02, 2020 of Thanh Binh Brick Company
Outdoor Terrazoo Tile		165,000 ト ン/㎡	Decision No. 11485/TB-SXD-VLXD of Ho Chi Minh Construction Department on October 7, 2020; Decision No. 02/CBG/2020 on July 02, 2020 of Thanh Binh Brick Company

3.7 ベトナム国での競合製品

本技術である再生舗装材は、現地道路会社へのヒアリングによると、ベトナム市場にはまだ出回っていないとのことである。また、透水・保水性舗装材の有無についてもヒアリングしたところ、インターロッキングブロックと植生用ブロックがベトナム国では主に使われており、インターロッキングブロックが保水性のある製品としてとらえられているとのことであった。



インターロッキングブロック

植生用ブロック（駐車場など）

図 3-4 ベトナム国での透水・保水性舗装材

4. 廃棄物の組成、性状等の調査

4.1 分析する廃レンガ・廃瓦の入手

調達した廃レンガを破砕の上供試体を作成し、日本国内の分析機関にて組成、性状に関する分析を行った。



分析対象の廃レンガ



破砕後の廃レンガ



供試体作成の様子①



供試体作成の様子②

図 4-1 分析対象の廃レンガと供試体の様子

4.2 分析方法

組成、性状分析についてベトナム国立建設大学に打診した、分析・評価試験への協力を得ることができたものの、新型コロナウイルス感染症の影響により、ベトナム国への渡航が困難であることに加え、調査期間の都合上、日本国内で分析を行うこととした。

なお、分析項目は以下の8項目である。

- ① 圧縮強度試験
- ② 曲げ強度試験
- ③ ホイルトラッキング試験
- ④ 透水試験
- ⑤ 現場透水試験
- ⑥ 滑り抵抗値試験
- ⑦ 保水性試験
- ⑧ 重金属系の溶出試験
- ⑨ 重金属系の含有量試験
- ⑩ 定量分析試験（レンガ粉砕物）
- ⑪ pH測定試験（レンガ粉砕物）

4.3 分析結果

4.3.1 分析結果の概説

上記の12の項目について分析を行った結果、概ね原料としての利用に問題がないことが明らかとなった。

一方で圧縮強度及び曲げ強度に課題が残り、歩道への適用は問題ないが、車道へ利用する際は配合や適用箇所を考慮する必要がある。

4.3.2 圧縮強度試験

圧縮強度試験の結果を以下に示す。圧縮強度試験の結果を以下に示す。レンガ100%および7号砕石入りの透水保水性コンクリート舗装材と保水性コンクリート舗装材の供試体について、材齢3日と12日（早強セメント使用）で試験を行った。何れの強度平均値も目標値（透水保水性は18.0 N/mm²、保水性は21.0 N/mm²）を下回った。

表 4-1 圧縮強度試験結果（材齢3日）

供試体の種類	供試体質量(kg)	最大荷重(kN)	圧縮強度(N/mm ²)	圧縮強度(平均値)(N/mm ²)
透水保水性コンクリート舗装材（レンガ100%）	2,543.3	38.1	4.84	5.39
	2,547.6	34.2	4.33	
	2,549.0	55.7	7.00	
透水保水性コンクリート舗装材（7号入り）	2,702.3	62.5	7.89	9.0
	2,714.6	65.7	8.28	
	2,869.1	86.9	10.90	

保水性コンクリート舗装材	3,143.5	65.7	8.28	<u>8.2</u>
	3,184.4	63.7	8.02	
	3,140.2	66.8	8.40	

表 4-2 圧縮強度試験結果（材齢 12 日）

供試体の種類	供試体質量(kg)	最大荷重(kN)	圧縮強度(N/mm ²)	圧縮強度(平均値)(N/mm ²)
透水保水性コンクリート舗装材（レンガ100%）	2,563.0	62.7	7.89	<u>7.51</u>
	2,524.6	56.9	7.13	
	2,533.7	59.8	7.51	
透水保水性コンクリート舗装材（7号入り）	2,563.0	62.7	7.89	<u>12.2</u>
	2,524.6	56.9	7.13	
	2,533.7	59.8	7.51	
保水性コンクリート舗装材	3,116.5	93.8	11.8	<u>11.3</u>
	3,093.7	82.0	10.3	
	3,114.3	93.4	11.8	

4.3.3 曲げ強度試験

曲げ強度試験の結果を以下に示す。透水保水性コンクリート舗装材（7号入り）については目標値（2.5 MPa）を下回り、保水性コンクリート舗装材については目標値（2.5MPa）を上回った。

表 4-3 曲げ強度試験結果

供試体の種類	材齢	スパン(mm)	最大荷重(kN)	曲げ強度(MPa)	平均(MPa)	破壊状況
透水保水性コンクリート舗装材（7号入り）	12日 （早強）	300	7.45	2.148	<u>2.202</u>	等曲げ部分
		300	9.01	2.682		等曲げ部分
		300	6.01	1.777		等曲げ部分
保水性コンクリート舗装材	12日 （早強）	300	12.8	3.723	<u>3.454</u>	等曲げ部分
		300	10.85	3.221		等曲げ部分
		300	11.5	3.419		等曲げ部分

4.3.4 ホイルトラッキング試験

ホイルトラッキング試験の結果を以下に示す。動的安定度に変異はなく、目標値（3000回/mm）を上回った。

表 4-4 ホイルトラッキング試験結果

供試体の種類	走行時間あたりの変形量 (mm)				圧密変形量 (mm)	動的安定度 (回/mm)	備考
	15	30	45	60			
透水保水性コンクリート舗装材 (7号入)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>変位無し</u>	動的安定度は変位が無い ため、63,000 回/mm 以上と 考えられる。
保水性コンクリート舗装材	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<u>変位無し</u>	

4.3.5 透水試験

透水試験の結果を以下に示す。透水保水性コンクリート舗装材 (7号入) を供試体として試験を行った。

表 4-5 透水試験結果

供試体の種類	水温 15℃における透水係数の推定値 (平均値) (cm/s)
透水保水性コンクリート舗装材 (7号入)	0.246

4.3.6 現場透水試験

現場透水試験の結果を以下に示す。試験の結果、以下に示すとおり歩道透水基準 (300ml/15秒) を上回った。

表 4-6 現場透水試験結果

供試体の種類	400ml 流下量 (平均値) (秒)	15秒流下量 (平均値) (ml)
透水保水性コンクリート舗装材 (7号入)	4.30	1394.8

4.3.7 すべり抵抗値試験

すべり抵抗値試験の結果を以下に示す。振り子式ポータブル・スキッドレジスタンススタによるすべり抵抗測定を実施した結果、透水保水性コンクリート舗装材 (7号入)、保水性コンクリート舗装材、薄層舗装材について基準値 (40BPN 以上) を上回った。

表 4-7 滑り抵抗値試験結果

供試体の種類	BPN 測定値 (平均値)	20℃に温度補正 した BPN 平均値
透水保水性コンクリート舗装材 (7号入)	82	80
保水性コンクリート舗装材	79	76
薄層舗装材	78	75

4.3.8 保水性試験

保水試験の結果を以下に示す。透水保水性舗装材、透水保水性舗装材（7号入）、保水性舗装材を供試体として試験を行った。東京都の保水性舗装基準である保水量（5kg/m²）を上回った。

表 4-8 保水試験結果

供試体の種類	保水量		t=10cm の保水量 (kg/m ²)	t=7cm の保水量 (kg/m ²)	t=5cm の保水量 (kg/m ²)
	g/cm ³	kg/m ³			
透水保水性コンクリート舗装材	<u>0.16</u>	<u>158.8</u>	15.9	11.1	7.9
透水保水性コンクリート舗装材 (7号入)	<u>0.17</u>	<u>165.0</u>	16.5	11.6	8.3
保水性コンクリート舗装材 刷毛	<u>0.15</u>	<u>147.5</u>	14.8	10.3	7.4
保水性コンクリート舗装材 片面研磨	<u>0.15</u>	<u>146.3</u>	14.6	10.2	7.3

4.3.9 重金属系の溶出試験

重金属系の溶出試験の結果を以下に示す。何れの重金属溶出値も基準を下回った。

表 4-9 重金属系の溶出試験結果

	単位	基準	透水保水性コンクリート舗装材	透水保水性コンクリート舗装材 (7号入)	保水性コンクリート舗装材	薄層舗装材	レンガ粉砕物
カドミウム	mg/L	0.01 以下	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満	0.001 未満
全シアン		検出されない事	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
鉛	mg/L	0.01 以下	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満
六価クロム	mg/L	0.05 以下	0.027	0.039	0.016	0.005 未満	0.007
砒素	mg/L	0.01 以下	0.005 未満	0.005 未満	0.005 未満	0.008	0.005
総水銀	mg/L	0.0005 以下	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満	0.0005 未満
アルキル水銀		検出されない事	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.
セレン	mg/L	0.01 以下	0.002 未満	0.002 未満	0.002 未満	0.002 未満	0.002 未満
フッ素	mg/L	0.8 以下	0.14	0.11	0.19	0.19	0.29
ホウ素	mg/L	1 以下	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満

4.3.10 重金属系の含有量試験

重金属系の含有量試験の結果を以下に示す。何れの重金属含有量も基準を下回った。

表 4-10 重金属系の含有量試験結果

	単位	基準	透水保水性コンクリート舗装材	透水保水性コンクリート舗装材(7号入)	保水性コンクリート舗装材	薄層舗装材	レンガ粉砕物
カドミウム及びその化合物	mg/kg	150 以下	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
六価クロム化合物	mg/kg	250 以下	2 未満	2 未満	2 未満	2 未満	2 未満
シアン化合物	mg/kg	50 以下	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
水銀及びその化合物	mg/kg	15 以下	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満
セレン及びその化合物	mg/kg	150 以下	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満	1 未満
鉛及びその化合物	mg/kg	150 以下	5	6	3	2	1 未満
砒素及びその化合物	mg/kg	150 以下	9	9	4	3	4
フッ素及びその化合物	mg/kg	4000 以下	100	110	160	100 未満	100 未満
ホウ素及びその化合物	mg/kg	4000 以下	100 未満	100 未満	100 未満	100 未満	100 未満
アルキル水銀化合物	mg/kg	-	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満	0.1 未満

4.3.11 定量分析試験

定量分析結果を以下に示す。

表 4-11 定量分析試験結果 (レンガ粉砕物)

成分名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	N ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Lg. loss
数値 (%)	72.0	13.2	4.67	0.72	0.09	2.29	1.04	0.57	2.44	0.13	2.55

4.3.12 pH 測定試験

pH 測定試験結果を以下に示す。

表 4-12 pH 測定結果

ベトナムレンガ粉砕物	6.9
------------	-----

5. 実現可能性の評価

5.1 事業の前提条件

事業の前提条件を以下に整理する。

表 5-1 事業の前提条件

項目	前提条件	
事業実施体制	3 社共同出資による現地法人設立（1～3 年は廃材の加工（破碎）は外注、4 年めより自社設備による加工を行う）	
取扱量	廃材受入量	4 年目より廃材受入スタート：20,000t/年（受入単価 130 円/t）
	砂利・砂販売	4 年目より再生砂利・砂販売：17,500t/年（販売単価 270 円/t）
	舗装施工量	1～3 年目：13,000～15,000 m ² /年、4 年目以降：17,000～m ² /年
機材	モバコン（2 年目に導入）、破碎機（4 年目に導入）	
稼働日数	200 日	
フランチャイズ数	3 年目から：2 社/年ずつ増加	

5.2 販売単価

舗装工事に関する資材、労務、工事管理のコストデータを収集し分析し、日本の歩掛りを参考に検討した結果以下の単価が得られた。3.6 に示すとおり、競合製品の価格等を考慮すると市場に受け入れられる単価としては、1,000 円台であることが想定され、今後引き続きデータの精査や歩掛りの検討等が必要である。また、廃材受入単価、再生砂利・砂販売単価については現地でのヒアリング結果に基づき設定したが、今後更なる精査が必要である。

表 5-2 販売単価

製品	K-グラント (CO)	K-グラント (C)
機能	保水性舗装	透水・保水性舗装
仕様	標準断面：厚さ 70mm 表面仕上げ：刷毛引き等 施工規模：1 日当り 500 m ² 色：標準色	標準断面：厚さ 70mm 表面仕上げ：金ゴテ押さえ 施工規模：1 日当り 300 m ² 色：標準色
単価	1,700 円/m ²	2,500 円/m ²

5.3 事業採算性評価

事業展開に必要なインシヤルコスト、ランニングコストのデータを収集し、表 5-1 に示す事業展開の前提に基づき、事業開始 7 年間の損益計算を分析した結果、以下の結果が得られている。事業開始 3 年目に営業利益が黒字化し、6 年目に当期純利益も黒字化する見通しである。

損益計算書								
事業年度	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	
売上	舗装工事	20,000	22,000	24,000	26,000	28,000	30,000	32,000
	骨材販売	0	5,000	6,500	11,600	13,100	14,600	16,100
	フランチャイズ加盟料	0	0	3,000	4,800	5,000	5,200	5,400
	ネット販売(チップ類)	100	200	500	1,000	2,000	3,500	5,000
	車載式生コンプラントサービス	100	4,306	9,980	16,678	25,800	36,200	43,000
	モバコン販売	0	0	0	25,000	25,000	25,000	25,000
	総売上	20,200	31,506	43,980	85,078	98,900	114,500	126,500
売上原価	舗装工事	14,000	15,400	16,800	16,900	18,200	19,500	19,200
	原料調達	0	2,500	3,250	4,000	4,750	5,500	6,250
	フランチャイズ営業	0	0	0	1,440	1,600	1,760	1,920
	ネット販売原価	75	150	375	750	1,500	2,625	3,750
	車載式生コンプラントサービス	75	2,278	5,341	9,205	14,310	20,140	24,050
	モバコン原価	0	0	0	20,000	20,000	20,000	20,000
	原価計	14,150	20,328	25,766	52,295	60,360	69,525	75,170
売上総利益	6,050	11,178	18,214	32,783	38,540	44,975	51,330	
管理費	給与・賞与	5,841	9,027	10,060	12,054	12,174	12,296	12,419
	広告宣伝費	300	300	300	300	300	300	300
	配達発送費	50	100	250	300	500	800	1,000
	減価償却破砕機	0	0	0	3,216	2,894	2,605	2,344
	減価償却モバコン	0	3,570	3,213	2,892	2,603	2,342	2,108
	減価償却機材				2,750	4,725	2,025	
	減価償却費(車)	500	450	405	365	328	0	0
	賃借料	1,000	1,500	1,500	8,400	8,400	8,400	8,400
	地代家賃	0	0	100	100	100	100	100
	事務用品費	200	100	100	100	100	100	100
	消耗品費	50	50	50	100	100	100	100
	水道光熱費	20	57	57	57	57	57	57
	旅費交通費	500	500	500	500	500	500	500
	事務機器リース	30	30	30	50	50	50	50
	支払い手数料							
	租税公課	100	100	100	100	100	100	100
	接待交際費	100	100	100	100	100	100	100
	保険料	200	200	200	200	200	200	200
	通信費	100	100	100	100	100	100	100
	会費及び会議費	50	50	50	50	50	50	50
	車両費	100	100	100	100	100	100	100
	退職給付費用							
	新聞図書費	50	50	50	50	50	50	50
雑費	50	50	50	50	50	50	50	
研究開発費								
管理諸費	200	200	200	200	200	200	200	
管理費計	9,441	16,634	17,515	32,133	33,781	30,625	28,428	
営業利益	-3,391	-5,456	699	650	4,759	14,350	22,902	
税引前当期純利益	-3,391	-5,456	699	650	4,759	14,350	22,902	
繰越し欠損金		-3,391	-8,847	-8,148	-7,498	-2,739	9,288	
課税所得	-3,391	-8,847	-8,148	-7,498	-2,739	11,611	32,191	
法人税(20%)						2,322	6,438	
当期純利益	-3,391	-8,847	-8,148	-7,498	-2,739	9,288	25,752	

5.4 環境負荷低減効果の評価

5.4.1 温室効果ガス排出量の算出方法

(1) 想定される事業

廃レンガを骨材として使用することでコンクリート二次製品が置換され、温室効果ガスの排出削減に貢献できる。

政府機関や民間事業者へのヒアリングより把握した将来の公園開発、工業団地開発など、本技術の適用が見込まれる開発面積から需要量と原材料の量を算定し、温室効果ガス排出削減量を算出した。

(2) 温室効果ガス排出量の算出方法

本技術の温室効果ガス排出削減量は、リサイクル製品環境負荷簡易評価ツール（EATRP ver 1.0）を使用して算出した。

本評価ツールは、環境省の廃棄物処理等科学研究費補助金 K1938「再生製品に対する環境安全評価手法のシステム規格化に基づく安全品質レベルの合理的設定手法に関する研究」をうけて、独立行政法人国立環境研究所と富山県環境科学センターの共同研究により作成されたものであり、リサイクル製品の製造事業者や行政担当者等がリサイクル製品の製造・利用に伴う環境負荷の低減効果の評価することを目的として開発されている。

本技術の温室効果ガス排出削減量

本評価ツールを用いて本技術の温室効果ガス排出削減量を評価した結果、本技術を 1t 製造利用することによる温室効果ガス排出削減量は、一般的なコンクリート二次製品に比べて 14.78kg-CO₂/t 削減されると算出された。

表 5-3 リサイクル製品環境負荷簡易評価ツール（EATRP ver 1.0）による
本技術の温室効果ガス排出削減量の算出条件と結果

項目	入力条件	内容、数値など
評価ツールの 入力条件	循環資源	廃瓦
	品目	コンクリート二次製品 ※
	代替物	細骨材としての砂、砂利
	配合率	33% ※
算出結果	温室効果ガス排出削減量	14.78kg-CO ₂ /t

(独)国立環境研究所・富山県環境科学センターEATRP ver 1.0 により算出

※品目は選択肢として一番近いものを採用。配合率は評価可能範囲の最大値を適用。

本技術を舗装材として使用する場合、本技術の比重約 2t/m³ と舗装の厚さ 0.1m から、1m² の舗装には本技術を 0.2t 使用することになり、1m² あたり 2.96kg-CO₂ の温室効果ガス排出量を削減できる。従い、1ha の舗装に本技術を使用するとコンクリート二次製品に約 30 t-CO₂ の温室効果ガス排出量の削減効果が得られる。

表 5-4 本技術の舗装材利用による温室効果ガス排出削減量

項目	内容、数値など
本技術の比重	2.0t/m ²
舗装厚さ	0.1m
本技術の温室効果ガス排出削減量	14.78kg-CO ₂ /t
本技術による舗装 1m ² の温室効果ガス排出削減量	2.96kg-CO ₂ /m ²
本技術による舗装 1ha の温室効果ガス排出削減量	29.8t-CO ₂ /ha

5.4.2 温室効果ガス排出削減量の試算

今般の一連の文献調査、ヒアリングから本技術の適用可能面積を算出した。ハノイ市では 13,314ha の緑地開発、ホーチミン市では都市部で 4,260ha、郊外で 6,712ha の合計 10,972ha の公園開発が計画されていることが確認できた。日本の公園の場合、開発面積のうち約 20%が歩道等になると考えられるため、同様の方法で本技術の適用先である歩道面積を推算するとそれぞれ、2,663ha、852ha、1,342ha となる。

また、今般ヒアリングを行った DEEP C 工業団地（ハイフォン市）や WHA 工業団地（ゲアン省）の工業団地開発ではそれぞれ 2,380ha、3,550ha の開発が見込まれている。工業団地内の歩道や駐車場に本技術が適用され、対象面積を開発面積の 10%程度と仮定した場合、それぞれ 238ha、355ha と推算した。

これらを適用可能面積と仮定し、本技術による温室効果ガス排出削減量 29.8t-CO₂/ha を当てはめ以下のとおり削減可能量を試算した。

表 5-5 計画されている事業からの試算結果

都市	対象	開発予定面積 (ha)	適用面積 (ha)	温室効果ガス排出削減量 (t-CO ₂)	出典
ハノイ市	緑地の歩道	13,314	2,663	79,357	ハノイ公園・緑地マスタープラン 2030 年構想、2050 ビジョンの目標値 ホーチミン市建設企画局提供資料
ホーチミン市都市部	公園の歩道	4,260	852	25,390	
ホーチミン市郊外	公園の歩道	6,712	1,342	39,992	

ハイフォン市	DEEPC 工業団地	2,380	238	7,092	DEEPC 工業団地面積 3,400ha のうち未開発の 70%を開発予定地と仮定
ゲアン省	WHA 工業団地	3,550	355	10,579	WHA 工業団地へのヒアリング結果より開発面積を推定

5.5 社会的受容性の評価

ホーチミン市及びベトナム国立建設大学との面談結果を以下に整理した。ホーチミン市建設企画局の副局長は本技術による廃材のリサイクルに大いに興味はあるものの、建設廃棄物の分別がまだできておらず直ぐに導入することは難しいのではないかとの意見であった。一方でベトナム国立建設大学からは本技術の透水性・保水性などの機能に高評価を得られた。

なお、ハノイ市は、面談を要望したが、面談の調整手続きに時間がかかり、本調査事業内での実施が困難であったため、今後の課題とする。

以上より、大都市であるホーチミン市より関心を得ていること、また、土木分野においてベトナム国で代表的な研究機関であるベトナム国立建設大学から高評価を得ていることから、ベトナム国での社会的受容性は高いと考えられる。特にベトナム国立建設大学と連携を深め、製品の規格等を定めることができれば、本技術の普及拡大に繋げることが可能であるとする。更に建設廃棄物の課題が大きいとされるハノイ市やホーチミン市から事業を始めることで他都市への波及効果も期待できる。

表 5-6 政府機関との面談結果

担当部局	訪問日時	面談者	内容
ベトナム国立 建設大学	2020/11/27 (WEB 会 議)	D 氏 H 氏 H 氏 L 氏 T 氏 K 氏	<ul style="list-style-type: none"> • 本案件で提案した商品は、<u>景観性があり、応用性が高い</u>と考えており、特に<u>透水性、保水性に優れるため、ハノイのヒートアイランド現象の解消</u>が期待できる。 • 材料の入手方法として、瓦・レンガ工場からの規格外品とあるが、実情は、工場で規格外品を破砕し、再製造している。そのため、主な入手方法としては、解体工事、改修工事と考えたほうがよい • EcoPark のデベロッパーの開発都市における道路、公園の場面と、製造した舗装ブロックをサイトで施工する場面、駐車場の舗装などに適用できると考える。また、強度が 21～25N を確保できるなら、3t 程度の車が通れる道の舗装も適用できるのではないか。
ホーチミン市 建設企画局	2021/1/4	H 氏 L 氏 A 氏 T 氏	<ul style="list-style-type: none"> • ベトナム国の瓦やレンガの廃材処理は、<u>まだできていない状態</u>である。建築に関するごみ分別は管理規定があるが、まだ実行できていない。(透水性舗装材が分別できれば理想的である) • 舗装用の瓦やレンガの廃材リサイクルはまだ法的規定が定められていない。その為、瓦やレンガの廃材リサイクルの効果を理解できるように、セミナーやワークショップ等の開催が望まれる。
ホーチミン市 建設局	2021/1/19	—	<ul style="list-style-type: none"> • 建設局では将来の公園の計画の詳細を把握できていない。

5.6 民間事業者の関心の把握

建設事業者や工業団地などの舗装材を利用する企業との面談結果を以下に整理した。BecamexIDC 社からは既に関心表明レターを受領しており、本技術に対して高い評価を得ている。

また、ベトナム国内で公共団地を管理する DEEP C 工業団地や WHA 工業団地からはコスト面の課題を解決できれば、環境意識の高い企業向けに工業団地内の歩道の舗装として活用は可能であるという意見であった。

表 5-7 建設事業者との面談結果

担当部局	打合せ日	面談者	内容
BecamexIDC 社	2020/12/15	U 氏	<ul style="list-style-type: none"> 本技術に対して<u>前向き</u>にとらえており、本技術に関するベトナム国での情報提供などを得られた。
DEEP C 工業団地	2021/1/22	T 氏 T 氏	<ul style="list-style-type: none"> <u>工業団地の歩道の舗装への活用は十分考えられる。</u> 今まではコストの安さが重視され舗装材は選ばれているが、<u>単なるローコストから環境面への配慮</u>といった点も重視されるなど傾向が変わってきている。 DEEP C 工業団地は全部で 3,400ha であり、うち 20～30%は既に進出済みであるが、<u>残りの 70～80%は今後施工のため、活用の可能性はある。</u>
WHA Industrial Management Services Vietnam Co., Ltd (WHA 工業団地)	2021/1/22	T 氏	<ul style="list-style-type: none"> 従来はコストの安さ、舗装の薄さからテラコッタタイルを採用している。 <u>日系企業のように環境意識の高い企業向けに、本技術のような環境配慮舗装材が提案できると考えられる。</u> 発注者からゼネコンに対して、舗装の仕様についての指示等がない場合が多く、<u>コストの安さが最重視</u>されがちである。

5.7 実現可能性の評価

以上を踏まえ実現可能性を以下のとおり整理した。技術、価格競争力、需要、政策性、社会情勢、事業採算性、環境負荷低減効果を総合的に判断し、実現可能性は高いと考えられる。

検討事項	実現可能性 評価	状況・課題
技術	○	<ul style="list-style-type: none"> 各種舗装材としての活用において、適用先によっては強度が低いものがあるが、原則適用可能。 現状の配合だと景観舗装での歩道や広場への適用は可能。但し、車両対応にはさらなる配合試験が必要。 舗装表面だけでなく、路盤や路床と一体となった舗装構成も考えていく必要がある（SATREPS や産学官で協力）。
価格競争力	○	<ul style="list-style-type: none"> 現状、廃レンガ舗装は保水タイプ（非透水）で 1,700 円/㎡、透水タイプで 2,500 円/㎡との試算結果。他方、現地の歩道用舗装は 1,000 円/㎡を切る価格帯であり単純な価格比較では不利となる。 リサイクル・透水・保水の付加価値をいかに PR・理解してもらうかが課題。当面は公共や環境意識が高い企業（代表的企業 Apple など）・工場・工業団地への適用が妥当と考える。対象市場を睨んだ展開を考えていく必要がある。
需要・営業展開	◎	<ul style="list-style-type: none"> レンガリサイクルのニーズは、公共サイドとして建廃リサイクル率向上目標があることから非常に大きい。舗装材は工業団地からはショールーム的な施工の検討依頼あり。この施工を実現させたい。 環境負荷低減効果の PR をうつことで、民間事業者の需要も高いと考えられる。 また政府や大学、省、市への強力なネットワークを有する三谷産業（オレオグループ）の存在も大きい。ベトナム国立建設大学からはビジネスに繋がる企業の紹介も可能との言及あり。
政策性	○ (要調査)	<ul style="list-style-type: none"> ベトナム政府や大都市がリサイクル品の認定制度や補助金制度を設け、リサイクル推進をより強力にしていこうように働きかける必要がある。 環境にやさしい製品として、官民双方から象徴的に起用してもらう戦略である。 デモンストレーションなどでアピールすることで社会制度としての公共調達、環境意識の高い企業での導

		<p>入、補助金活用や法律（細則）改正など、社会実装の道につなげていく方針である。</p> <ul style="list-style-type: none"> • CTCN や GCF とのコラボレーションも検討する。
社会情勢	○△ (要調査)	<ul style="list-style-type: none"> • 既存舗装材メーカーを取り込み、ライバルではなく連携先にしていく必要がある。 • また、建設廃材に関するインフォーマルセクターがあると聞いている。この舵取りは官と協力しながら進めていく必要があると考える。 • 廃材に関するインフォーマルセクターと競合する可能性があり、事業の取り組みに関し社会配慮的も必要となる。
事業採算性	○ (継続調査)	<ul style="list-style-type: none"> • 事業シミュレーションの結果、(販売価格次第ではあるが)破砕機等を導入して事業を開始した場合でも、早期に利益が出るモデルができた。 • 実際には調査や営業展開を同時に行い、市場形成を促進することで、更に向上が可能と思われる。 • 再生砂利・砂販売も含めて事業性検討を行ったが、販売単価の設定に関しては引き続き精査が必要である。 • なお、混合廃材からプラスチック等の分離にもコストがかかる。歩道の舗装材で儲かるような事業の組みとする必要があり、廃レンガの回収体制構築と合理的なコストの設定を検討していく必要がある。
環境負荷低減効果	○	<ul style="list-style-type: none"> • 透水性、保水性効果による環境負荷低減効果あり。 • 試算の結果、本技術の活用により 1ha あたり約 30 t-CO₂ の温室効果ガス排出削減に貢献するとの結果が得られている。 • また都市の景観やヒートアイランド対策にも効果が期待できる。



実現可能性は高いと考えられる。

【総括】	
適用箇所	: 公園・緑地の園路や道路・工業団地の歩道舗装
展開先	: 公共工事、工業団地、スマートシティ、環境意識の高い企業
将来展開	: ハノイ市、ホーチミン市との都市公園、工業団地等から事業を展開、モバコンも投入し、10年程度でベトナム国全土へ拡大
事業者のメリット	: 環境配慮の PR、透水性保水性による地域環境改善、園路や歩道の景観舗装

6. 海外展開計画案・事業計画の策定

6.1 事業の展開計画案

事業開始まで大きく3つのフェーズに分けて推進する。

フェーズ1（2020年度）は本調査事業であり、ベトナム国の建設廃棄物に関する情報収集、市場調査、廃レンガ・廃瓦の性状分析を行い、実現可能性の評価を行った。また、現地政府機関や企業との関係性構築を図った。

フェーズ2（2021年度）は、今年度の調査結果を基に事業実現に向けた詳細検討及び実証開始等を行う。実証事業の可能性も検討する。

フェーズ3（2022年度～）は、実証事業を行い現地での適用可能性の検証を行う。現地法人を立ち上げ、実証事業の結果を基に、ハノイ市、ホーチミン市、工業団地等への展開を図る。ベトナム国で建設事業を行う本邦デベロッパーも含め、建設事業者等を対象にFCパートナーを拡大、事業拡大を図る。事業開始後10年程度で、ベトナム国全土で事業展開を行うことを目標とする。

表 6-1 海外展開計画案・事業計画

2020年度 フェーズ1：FS調査	2021年度 フェーズ2：詳細検討・実証 事業の検討	2022年度～ フェーズ3：国内事業展開
<ul style="list-style-type: none"> 対象地域における現状調査（市場調査、廃レンガ・廃瓦発生量、物流、制度・政策、舗装材の市場調査、コスト調査等） 	<ul style="list-style-type: none"> 今年度の調査結果を基に事業実現に向けた詳細検討及び実証事業の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 実証事業の実施 現地法人設立 破砕機、モバコンの導入 ハノイ市、ホーチミン市、工業団地等への展開を図る 10年程度でベトナム国全土での事業展開
<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物の組成、性状調査（強度試験等） 		
<ul style="list-style-type: none"> 現地政府・企業等との連携構築 		
<ul style="list-style-type: none"> 実現可能性の評価（事業採算性、環境負荷低減効果、社会的受容性等） 		
<ul style="list-style-type: none"> 海外展開計画案の見直し 		

6.2 今後の取組み

今後の課題と必要な取組みを以下に整理する。

(1) 詳細調査の実施

廃レンガ回収ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> • 大都市を対象に廃レンガ回収状況に関する詳細調査を行う。関係する事業者、回収方法、コスト、処分先の情報を収集する。 • 収集した情報に基づき廃レンガ回収ネットワーク作りに向けた基本構想を検討する。日本における廃瓦の回収、再生に関する取組み経緯を参考にベトナム国に適した方法を模索する。
廃レンガ回収事業者との連携	<ul style="list-style-type: none"> • 大都市における廃レンガ回収事業者との連携を強化し、事業展開のベース作りを行う。 • インフォーマルセクターの存在に配慮した対応を行う。
市場調査	<ul style="list-style-type: none"> • 本技術適用先に関する市場調査の深掘りを行う。対象としては、ハノイ、ホーチミンを始めとした大都市、主要工業団地、スマートシティを想定。
事業性の精査	<ul style="list-style-type: none"> • 施工単価、再生砂利・砂販売単価の設定に関しては引き続きデータ収集、分析を行い事業性検討の精度を上げていく必要がある。 • 混合廃材からの分別にかかるコストの分析。
事業パートナー/フランチャイズ候補の発掘	<ul style="list-style-type: none"> • 事業モデルの検討の深掘りを行った後、それに適したパートナー候補を洗い出し、実際の事業展開を念頭に協業打診を行う。 • 市場調査と並行し各地域における有力フランチャイズ候補の洗い出しを行う。

(2) SATREPS との連携検討

ベトナム国の仕様、基準について意見交換	<ul style="list-style-type: none"> • SATREPS にて検討済みの事項に関して情報共有をうけ、本技術のベトナム国での適用に関する基本方針の精緻化を図る。 • SATREPS に参画している埼玉大学と秘密保持契約書を締結済み。同大学を通じ埼玉県環境科学国際センター、国立環境研究所とも本件について目的を同じとするつながりが出来た。 • ワークショップにおいて、ベトナム国立建設大学にても透水性、保水性舗装を研究中との表明があった。同大学と締結済みの覚書に基づき情報交換、相互協力、共同研究を図る。
---------------------	---

性能検査、認定、普及方法について協議	<ul style="list-style-type: none"> ベトナム国における検査や認定方法に関する情報収集を進める。 現地で展開中の日系ゼネコンの協力も得て、現実に即した実効性のある方法を検討し、関係機関に提案を行う。
--------------------	---

(3) デモンストレーションの検討

狙い	<ul style="list-style-type: none"> デモンストレーションなどでアピールし、社会制度としての公共調達、環境意識の高い企業での導入、補助金活用や法律（細則）改正など、社会実装の道につなげていく。
施工場所	<ul style="list-style-type: none"> 早期導入の可能性のある工業団地の歩道・パーキング、スマートシティ・建築物外構を想定。 環境にやさしい製品として、官民双方から象徴的に起用してもらうべく、アピール効果の高い候補地を選定。
規模	<ul style="list-style-type: none"> 一か所につき 100～200 平米を前提に、可能であれば 10 か所程度のデモンストレーションを検討。
デモンストレーションの方法等	<ul style="list-style-type: none"> 適用可能な補助事業の検討。

(4) 行政機関、主要デベロッパーへの働きかけ

建設廃材活用に向けた制度構築	<ul style="list-style-type: none"> ベトナム国立建設大学や SATREPS との連携を基に建設廃棄物の再利用に関する制度構築の働きかけを行う。 日本における廃瓦の再利用の経緯を振り返り、日本の制度（不法投棄の罰則強化（法律）、リサイクル認定製品制度、補助金制度）を参考にベトナム国に適した制度の提案を行う。 CTCN や GCF の制度の活用も念頭に置く。
品質基準の策定、規準や適用スペックに関する働きかけ	<ul style="list-style-type: none"> ベトナム国立建設大学や SATREPS との連携を基に本技術に適用する品質基準、安全性評価基準の策定支援を行う。
社会実装に向けた働きかけ	<ul style="list-style-type: none"> 補助金制度や法律（細則）改正などの働きかけ。
PR 活動	<ul style="list-style-type: none"> 公共工事や環境意識の高い企業への本技術採用に向けた PR を行う。（都市計画、工業団地、スマートシティ構想） 建設廃材活用に向け、官民挙げた広報、周知活動および計画段階での PR に協力する。

7. 現地関係者合同ワークショップの開催

7.1 ワークショップの概要

(1) 概要

本事業の調査、検討結果に関して現地関係者を交えたワークショップを開催した。当初は現地に渡航の上、一連の調査、検討結果に関する全般的なワークショップと、将来本技術の採用が有望視される企業、機関との今後の展開に関する協議の場としてのワークショップの2回を実施する予定であった。

しかしながら、コロナ禍にて渡航が制限されたためオンライン形式でのワークショップに変更し、以下の内容にて実施したものである。主催者以外の参加者も30名を数え、日本、ベトナム国の産学から積極的な参加を得て成功裏に実施することができた。参加組織の概要は以下のとおりである。

	所属（参加人数）
民間	デベロッパー・建設会社・建設コンサルタント・廃棄物リサイクル会社等4社（5）、その他（4）
学術	ベトナム国立建設大学（8）、ダナン国立大学（1）、ミエンチュン大学（1）、国立環境研究所（2）、埼玉大学（3）、京都大学（1）、横浜国立大学（1）、埼玉県環境科学国際センター（1）、（一財）先端建設技術センター（1）
JETRO/JICA	JETRO（1）、JICA（1）

(2) アジェンダ

日時：2021年2月25日（木） 15時～18時（日本時間）
1. オープニング ・グエン・ホアン・ザン博士（ベトナム国立建設大学副学長、SATREPSプロジェクトマネージャー）
2. 基調講演「ベトナム国の建設廃材の利用状況」 ・グエムル・ハー・タン博士（ベトナム国立建設大学 国際協力局副室長）
3. 調査結果報告（(株)エコシステム） ・提案技術の紹介 ・調査結果の報告 ・質疑応答
4. 講評 ・川本健 博士（埼玉大学大学院理工学研究科 教授、ベトナム国立建設大学 客員教授：SATREPSプロジェクトマネージャー）
クロージング

(3) 参加者

	組織/団体名	参加者氏名
主催者	株式会社エコシステム	高田実
	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	鈴木基文
	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	藤井雅規
	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	佐藤祐司
	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	グエンタンティン
	AureoleExpert Integrators Inc.	米澤寛之
民間企業・ その他	BecamexIDC 社	U 氏
	平岩建設(株)	T 氏
	Masuo recycle inc	M 氏
	WORKLOUNGE 03	T 氏
	WORKLOUNGE 03	T 氏
	その他	T 氏
	その他	Sonth_CTN
	その他	T 氏
	その他	K 氏
JETRO/JICA	JETRO	H 氏
	独立行政法人国際協力機構 (JICA)	O 氏
学術	ベトナム国立建設大学	M 氏
	ベトナム国立建設大学	H 氏
	ベトナム国立建設大学	D 氏
	ベトナム国立建設大学	K 氏
	ベトナム国立建設大学	D 氏
	ベトナム国立建設大学	T 氏
	ベトナム国立建設大学	P 氏
	ベトナム国立建設大学	T 氏
	ダナン国立大学	T 氏
	ミエンチュン大学	Q 氏
	埼玉大学	川本健
	埼玉大学	K 氏
	埼玉大学	M 氏
	京都大学	K 氏
	横浜国立大学	B 氏
	国立環境研究所	H 氏
	国立環境研究所	I 氏
	埼玉県環境科学国際センター	I 氏
	(一財) 先端建設技術センター	T 氏

その他	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	T氏
	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	O氏
	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	I氏
	株式会社オリエンタルコンサルタンツ	N氏

7.2 質疑応答・講評

(1) 質疑応答

ワークショップ参加者からは、主に K-グラウンドの強度、品質、適用基準、再生材の安全性評価といった本技術に関するものから、廃レンガの回収に関する課題、また表面排水や再生材の再々利用といった多岐に渡る質問やコメントが寄せられた。主な質疑応答・コメントの内容は以下のとおりである。

質問事項・コメント	回答
<p><u>K-グラウンドの強度</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ベトナム国では歩道を車両やバイクが走行することがある。強度は車両走行に耐えられるものか？コンクリートと同等の強度があるのか？(ベトナム国立建設大学) 工業団地内の歩道は車両の乗り入れはなく、十分適用可能だと思う。(ベトナム国立建設大学) 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的なコンクリートに比べると強度はやや弱い。従い車両走行には不安がある。今後、ベトナム国の環境にあった配合比率を検討して行きたい。一方、塗料のように塗布する製品（K-グラウンドコート）には対摩耗性がある。(エコシステム)
<p><u>品質</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ベトナム国立建設大学でも保水性、透水性舗装の検討を行っているところである。プレゼンテーションを拝見するに、都市の歩道への適用は慎重に考える必要があるが、公園の歩道や工業団地には適切な技術と感じた。(ベトナム国立建設大学) 混廃からの廃レンガ回収については、寧ろ受け側の品質という観点で考え処理方法を決めていくということもできる。目標とする品質をどこに置くか設定し、品質にランク付けすることでも良いのではないか。(京都大学) 	<ul style="list-style-type: none"> 日本においては道路に関する基準はあるが、公園内の歩道等の基準は定められていない。現状、18ニュートンを設定して施工している。ベトナム国の圧縮強度や曲げ管理の基準を確認し、今後日本の例も参考にしながらベトナム国に適した基準を検討して行きたい。(エコシステム)

<p><u>適用基準</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • K-グランドシステムの適用基準はあるのか？(ベトナム国立建設大学) 	<ul style="list-style-type: none"> • 施工箇所の要求に応じて日本国内で適用される各基準に従い骨材の比率を調整している。強度を高めるためにバージンの骨材(7号砕石)を投入するような場合もある。(エコシステム)
<p><u>再生材の安全性評価</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • どの基準を適用するかで対応が大きく異なってくるので今後慎重に検討必要と考える。(川本教授) 	<ul style="list-style-type: none"> • 拝聴 (エコシステム)
<p><u>廃レンガ回収</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ビンズン省では建て替え時の廃レンガは埋戻して基礎替わりに使っている例を散見する。このような状況で廃レンガの回収ができるものかどうか？(Becamex) • 目標施工単価(1,000円台)に関して、混廃の建設廃材から分別コスト等を考えて達成可能か？(川本教授) 	<ul style="list-style-type: none"> • ビンズン省は比較的地盤が弱いということもあるのではないかと。ハノイは地盤が固いということもあり、一部埋戻しもあるが多くは搬出されている。(ベトナム国立建設大学) • ビンズン省には集合住宅がそれ程ないが、ハノイ、ホーチミン、ハイフォン、ダナンといった都市では築50年以上の集合住宅が多く、建て替え需要が多い。建設廃棄物の20%~30%は廃レンガと見られる。(ベトナム国立建設大学) • 目標1,000円台の達成に際し、混廃からの廃レンガ回収から対応するのは難しいと考えている。但し、日本の廃瓦の例をとると、以前は建設廃材と一緒にたになっていたが、徐々に分別が進み回収が容易になってきたという歴史がある。(エコシステム) • K-グランドシステムは日本においても他の舗装材に比して安くはないが、環境性能の付加価値を評価してもらっている。日本では補助金制度があり、官民挙げて対応してきた経緯がある。リサイクル品に関しては官の後押しは必要と考えている。(エコシステム)
<p><u>表面排水</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 道路の舗装の観点からは、透水性にすることによる地盤のゆるみを考慮することが必要であり、道路の排水構造も考えた適用を行う必要がある。(川本教授) 	<ul style="list-style-type: none"> • 透水性により路盤を痛める可能性があることは承知している。舗装の下層の路盤も透水性にする必要や、地盤が粘土質の場合には適用難しい。ベトナム国の状況に応じ、今後検討が必要と考えている。(エコシステム)
<p><u>再生材の再々利用</u></p>	

<ul style="list-style-type: none"> 再々利用についてはどうか？(京都大学) 	<ul style="list-style-type: none"> 日本においては B 級品の RC 材として使われている。(エコシステム)
---	--

(2) 講評

ベトナム国の建設廃棄物の取り扱いに関する研究プロジェクトのリーダーである埼玉大学の川本教授に全体を通して講評をいただいた。要点は以下のとおりである。

- 短い期間の調査、検討で多くの情報を入手し、材料の分析まで対応を行い今後の方向性も出せたことは評価できる。また、本ワークショップにてベトナム国の建設廃棄物の状況を発表してもらったベトナム国立建設大学には感謝する。このように建設廃棄物の排出原単位を見出し、定量的な報告が行われたのは今回初めてである。
- ベトナム国では廃レンガは実際相当量出ると考えている。都市部ではすき込みでは間に合わず処理が必要。他方、廃レンガの回収については如何に戦略的に集めるかが鍵であり、インフォーマルセクターの存在もあり、官とも協力していく必要がある。
- K-グラン드의技術紹介には感謝する。製造技術、施工技術そのものは既に確立されていると考えて良いのではないか。勝見教授のアドバイスにあったように、品質のランクを設定して柔軟に対応することも必要と考える。
- 施工ということについては、表面排水、地下排水といった全体を考えて設計、施工を行う必要がある。特にベトナム国の排水口は詰まっていることも多く、維持管理も考えた対応も必要であろう。
- ベトナム国では眼に見える形で進めていくのが肝要であり、早い段階で施工事例を作っていくことを検討して欲しい。
- 民間だけで対応していくのは難しいと思うので、産、官、学の連携が必要と考える。また、ベトナム国の人民委員会とも連携が必要であろう。
- ベトナム国もパリ協定への対応から、今後温暖化対策を強化していくと考える。その観点から本技術は、グリーンビルディングやグリーンインフラという観点で打ち出しに行けるのではないか。日本のビジョンをアピールする場を作れば行ければ良い。

ワークショップ参加の様子



8. 現地政府・企業等との連携構築

8.1 現地政府機関との連携

現地政府機関として、ホーチミン市人民委員会建設企画局、建設局と面談を行い、技術を提案、ホーチミン市建設企画局からは技術への関心表明を得られた。引き続きホーチミン市やハノイ市など現地政府機関への働きかけの継続が必要である。

また、ベトナム国立建設大学と面談を行い、提案技術への高い関心を得ることができ、今後の取り組みに関する覚書（MOU）の締結等、良好な関係を築くことができた。

加えて、埼玉大学との面談より、ベトナム国立建設大学と埼玉大学の共同研究プロジェクト（SATREPS）との連携の可能性も得られた。

SATREPS は 2017 年度から 2023 年度までの期間の研究プロジェクトであり、以下を研究課題としている。この研究プロジェクトではベトナム国の建設廃棄物の取り扱いに関するガイドラインの策定やリサイクル材の規格、基準作り、ビジネスモデルの検討などを行っており、SATREPS と連携することで、本技術を基にした規格、基準作り、ビジネスモデル構築の可能性が広がり、本技術のビジネスの実現可能性が増すことが考えられる。

建設廃棄物の適正管理とリサイクルを推進！ 新たな技術開発も！

ベトナムをはじめとするアジア都市域では開発にともなう建設廃棄物の発生量が急増している。本研究では、ベトナムにおける建設廃棄物の適正管理とリサイクルを推進するため、建廃取扱いガイドラインやリサイクル資材の品質基準を整備し、リサイクル資材を活用した技術開発（水質浄化や透水性路盤）を進める。さらに、リサイクル推進のための戦略的ビジネスモデルを提案し、現地での試験的事業によりその有効性を検証する。

ベトナム国家戦略達成を可能とする資源循環システムの構築へ

建設廃棄物の適正管理とリサイクルのための資源循環システムの基盤がハノイ市で構築されるとともに、開発された技術やビジネスモデルが実際の事業に適用されることを通じて、ベトナム国家戦略の 2025 年数値目標である建廃リサイクル率 50%達成に貢献することを目指す。

出典 JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業 SATREPS ベトナムプロジェクト
ホームページ

8.2 現地企業等との連携

現地パートナー法人として現地ゼネコンの Becamex IDC 社、工業団地を管理する DEEP C 工業団地、WHA 工業団地と面談を実施した。Becamex IDC 社からは既に本技術に対して関心表明レターを受領している。また、DEEP C 工業団地、WHA 工業団地からも本技術に対して関心を得ることができ、特に DEEP C 工業団地からはデモンストレーションの実施について打診を受けている。