

## ベトナム産廃棄レンガを用いたポーラスコンクリートの強度および透水性の評価

金沢工業大学 学生会員 松井 圭吾  
 金沢工業大学 正会員 花岡 大伸  
 (株) エコシステム 正会員 高田 実

## 1. はじめに

現在、ベトナムでは、建設材料として、年間 14 億個ものレンガが生産されており、今後もその需要は高くなるとされている<sup>1)</sup>。その一方で、ベトナムの首都ハノイでは、廃棄レンガも多く含まれている建設廃棄物が 1 日に約 3000 トン発生している現状がある<sup>2)</sup>。近年では、「持続可能な開発目標(SDGs)」に対する取り組みが重要視されているなか、資源の有効活用やヒートアイランド現象、さらにはゲリラ豪雨などに対応した社会基盤の整備が望まれる。特にベトナムのような降雨の多い地域環境を踏まえると、今後の道路整備では、透水性舗装の利用が期待される。なかでも、都市の郊外では舗装がなされていない地域が多く、なるべく現地で調達できる材料で施工できるのが望ましいと考えられる。

上記の背景を踏まえ本研究では、ベトナム産レンガを用いたポーラスコンクリートを作製し、その強度および透水性を調べ、透水性舗装への有効性について評価した。

## 2. 実験概要

本研究では、ベトナム産レンガに加え、比較用として日本産レンガも実験に使用した。実験に使用した骨材を表-1 に示す。表-1 に示すとおり、ベトナム産レンガは、日本産レンガに比べて吸水率が高く圧縮強度が小さいことが分かる。ポーラスコンクリートの配合を表-2 に示す。ポーラスコンクリートの配

合は、設計空気量を 20% とし、早強ポルトランドセメントを用いた。また、強度の増加を目的として、7号砕石や混和剤(高性能 AE 減水剤)を使用したケースで実験を行った。供試体は打設 2 日後に脱型とキャッピングを行い、水温 20°C の環境で 7 日間水中養生し、圧縮強度試験と曲げ強度試験を実施した。圧縮強度試験、空隙率試験には  $\phi 100 \times 200 \text{mm}$  の供試体、曲げ強度試験には  $100 \times 100 \times 400 \text{mm}$  の供試体を作製した。空隙率試験は、注水法によって行い、透水性舗装ガイドブック 2007 を参考に 20% を目標とした。また、現場透水試験には図-1 に示す  $300 \times 300 \times 170 \text{mm}$  の舗装基盤を再現し、日本道路協会の舗装性能評価法に基づいて行った。

表-1 骨材の物性値

	日本産レンガ	ベトナム産レンガ	7号砕石
外観			
最大寸法(mm)	10	10	5
絶乾密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.00	2.23	2.36
吸水率(%)	5.90	14.4	3.09
圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	38.5	24.3	-

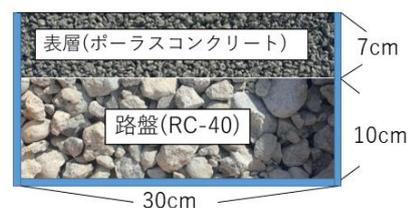


図-1 現場透水試験用の基盤

表-2 ポーラスコンクリートの配合

ケースNo.	骨材	7号砕石 質量比(%)	W/C(%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						全質量 (kg/m <sup>3</sup> )	空隙率(%)	
				W	C	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	Ad			
1	日本産レンガ	0	30	102	340	0	1262	0	0	1704	19.6	
2				102	340	0	618	752	0	1812	11.0	
3				114	380	0	592	720	0	1807	12.9	
4		50	25	95	380	0	612	745	3.8	1830	13.7	
5				30	102	340	0	618	752	3.4	1812	16.6
6	ベトナム産レンガ	0	30	102	340	1356	0	0	0	1798	20.7	
7				50	102	340	665	0	752	0	1859	12.2
8					25	95	380	658	0	745	3.8	1878

C: 早強ポルトランドセメント: 密度 3.14g/cm<sup>3</sup>、G<sub>1</sub>: ベトナム産レンガ: 密度 2.30g/cm<sup>3</sup>、G<sub>2</sub>: 日本産レンガ: 密度 2.14g/cm<sup>3</sup>、G<sub>3</sub>: 7号砕石: 密度 2.50g/cm<sup>3</sup>、Ad: 高性能 AE 減水剤

### 3. 実験結果と考察

圧縮強度  $18\text{N/mm}^2$ 、曲げ強度  $2.5\text{N/mm}^2$  を目標値として試験を行った。図-2 に空隙率と強度の関係を示す。図-2 によると、空隙率と強度には相関関係がみられ、空隙率は曲げ強度に比べて圧縮強度に及ぼす影響が大きいことが分かる。図-3、4 には全てのケースにおける圧縮強度と曲げ強度を示す。これらを見ると、レンガ 100%のケース(No.1、6)と 7号砕石を 50%混入させたケース(No.2、7)において、ともに目標強度を両方満足したケースはなかった。次に、水セメント比を 25%とし、7号砕石を 50%混入したケース(No.4、No.8)では、圧縮・曲げ強度ともに目標値を満足していることが分かる。

最後に、目標強度を満足したケース(No.4、No.8)で作製した舗装基盤および現場透水試験の結果を図-5 に示す。その結果、日本産とベトナム産のレンガ差はほぼ見られず、両者とも基準値  $300\text{ml}/15$  秒を超え、透水性舗装の有効性が確認された。また、本研究では、日本産レンガとベトナム産レンガの違いによる透水性舗装への優位な差は認められなかった。最後に、図-6 には試験結果をもとに、ベトナムのハイフォンで透水舗装の施工が行われた状況を示す。

### 4. まとめ

- (1) 廃棄レンガを用いたポーラスコンクリートの空隙率と強度には相関関係が見られ、空隙率は曲げ強度よりも圧縮強度に及ぼす影響が大きいことが確認された。
- (2) 水セメント比を 25%とし、7号砕石を 50%混入した廃棄レンガポーラスコンクリートは、圧縮・曲げ強度ともに目標値( $18\text{N/mm}^2$ 、 $2.5\text{N/mm}^2$ )を満たし、現場透水試験の結果からも透水性舗装への有効性が確認された。

### 参考文献

- [1] 環境省:第4章 建廃リサイクル事業内容の提案、  
[https://www.env.go.jp/recycle/circul/venous\\_industry/pdf/env/h25/01\\_2.pdf](https://www.env.go.jp/recycle/circul/venous_industry/pdf/env/h25/01_2.pdf)(参照 2021-11-29)
- [2] 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、  
<https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/1000041436.pdf>(参照 2021-11-26)

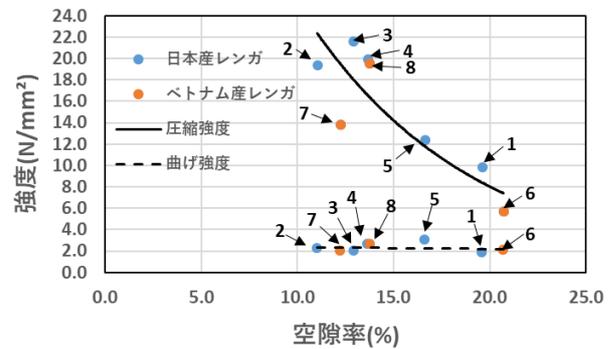


図-2 空隙率と強度の関係

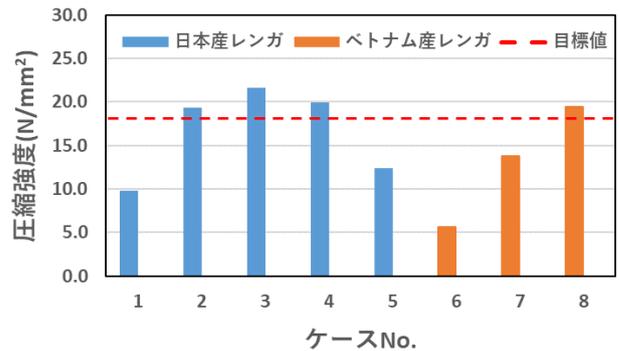


図-3 圧縮強度試験の結果

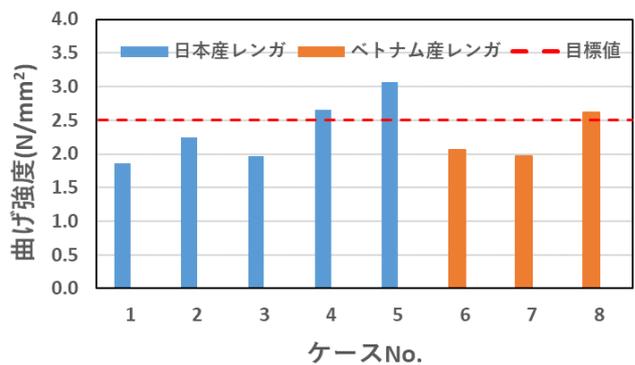


図-4 曲げ強度試験の結果

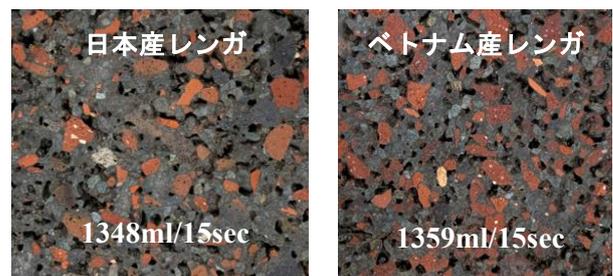


図-5 ポーラスコンクリートの基盤断面



図-6 現場透水試験の結果