

廃石こうとマグネシウム塩を有効活用した環境配慮型歩道用透水性舗装材の開発に関する実験的検討

鹿児島大学大学院 学生会員 ○松永 凌馬 鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸
 鹿児島大学大学院 正会員 武若 耕司 鹿児島大学大学院 学生会員 佐土原志奈

1. はじめに

高度経済成長期に建設された構造物が寿命を迎え、その多くが解体を余儀なくされている。これらの構造物の解体に伴い、建築廃棄物である廃石こうボードの排出量も年々増加傾向にあるが、そのリサイクル率は未だ 10%程度と低く、殆どが管理型産業廃棄物として処分されているのが現状である。著者らは、この廃石こうの有効活用方法の一つとして、南九州に広く堆積する未利用資源のシラスと混合したセメント系透水性舗装材の開発を試みており、これまでに、実験的検討から、廃石こうとセメントを併用することで透水性舗装材としての性能を満足する配合設計が可能であること、セメントと併用する場合に問題となる六価クロム溶出量に関しても酸化マグネシウムセメント（以下、MgO セメントと称す）を混合することで制御可能であること、などを報告している¹⁾²⁾。本研究では、上記の環境配慮型歩道用透水性舗装材の実用性を確認するために、これまでの成果から最適と考えられる 2 種類の配合を用いて、歩行可能な大型供試体を作製し、屋外暴露実験により実環境下での性能評価を行なった。

2. 実験概要

本実験で使用した材料を表-1 に、またその材料を用いて作製した舗装材の配合を表-2 にそれぞれ示す。固化材には、早強セメント、廃石こう、MgO セメント（ α : MgO 含有率 88%、 β : MgO 含有率 55% の二種類）を、細骨材にはシラス（絶乾状態）を使用し、それらを混合して表-2 に示す舗装材を作製した。表-2 のように、配合 A の固化材には、早強セメント、廃石こう、MgO セメント α の三種類を混合使用しており、配合 B の固化材には、MgO セメント β を単体で使用している。また、比較用として、市販されている歩道用透水性舗装材も検討に加えた。大型供試体は、150×100cm の型枠内部に作製した基礎地盤（砂利および土で構成）

の上に厚さ 4.5cm となるように敷設、散水することで作製した。散水は、敷設直後（一次散水）、敷設 1.5 時間後（二次散水）敷設翌日および、翌々日（養生散水）の計 4 回にそれぞれ表-3 に示す所定量を散布した。さらに、各配合による舗装材の性能を評価するために、小型供試体（4×4×16cm の角柱供試体および ϕ 10×4cm の円柱供試体）も作製した。小型供試体の作製方法は、基礎地盤を設置していないことを除けば大型供試体と同様である。また、小型供試体の暴露環境は、大型供試体と同様の屋外暴露に、室内暴露も加え、環境の影響についても検証を行なった。

舗装材の性能評価項目は、圧縮強度試験、透水試験、六価クロム溶出試験、保水性試験、吸水性試験とした。圧縮強度および透水係数については特に指針等の基準がないことから、実用化されている一般的な歩道用透水性舗装材の試験結果および使用性・安全性を考慮し、目標圧縮強度 3.0N/mm²、目標透水係数を 8.0×10⁻⁵cm/sec とした。また、六価クロム溶出試験は、透水試験時の透過水を採取し吸光光度計を用いたジフェニカルバジド比色法により実施した。なお、透過水の六価クロム濃度に関しては「排水基準を定める省令」により許容限度を 0.5mg/l とした。保水性試験、吸水性試験については、JIS A 5371「プレキャスト無筋コンクリート製品」に規定された試験方法に準じて行い、保水性については絶乾状態の供試体を 24 時間水浸させた後の保持水量を、吸水性については絶乾状態の供試体が 30 分間で舗装材表面から吸水する水量によりそれぞれ評価した。

表-1 使用材料

固化材	早強ポルトランドセメント: 密度 3.13g/cm ³
	廃石こう: 密度 2.49g/cm ³
	MgO セメント α : 密度 3.46g/cm ³
	MgO セメント β : 密度 3.50g/cm ³
細骨材	鹿児島県横川産シラス 密度 2.18g/cm ³ 吸水率 7.52% 微粒分量 21.25%

表-2 舗装材の配合 (1000kg あたり)

	早強セメント(kg)	MgO セメント(kg)		廃石こう(kg)	シラス(kg)
		α	β		
A	144	26	—	30	800
B	—	—	200	—	800
市販品	プレミックスの市販品のため詳細不明				

表-3 散水量

	一次散水 (kg/m ²)	二次散水 (kg/m ²)	養生散水 (2日間) (kg/m ²)
A	3.5	7.0	4.5
B	10.5	—	4.5
市販品*	20	—	—

*...市販品の規定量に準拠

キーワード 廃石こう、酸化マグネシウム、透水性舗装材、シラス、六価クロム
 連絡先 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科

3. 検討結果および考察

図-1 に屋外暴露および室内暴露供試体における圧縮強度試験結果を示す。配合 B では初期材齢において強度が低い傾向が確認されたものの、材齢 28 日では A および B の両配合において市販品を上回る強度を示し、いずれの場合も目標強度を満足した。また、市販品に比べて長期的な強度増進に優れており、特に屋外環境においてその傾向が顕著であった。

図-2 には、屋外暴露および室内暴露供試体での透水試験結果を示す。配合 A および B についてみると、いずれの試験環境においても、初期材齢では概ね目標値を満足する透水性能を有していたが、材齢の経過に伴い透水係数が低下する傾向が認められた。これは、材齢の経過に伴い、固化材の水和反応が進み供試体内部が緻密化したことが考えられる。また、配合 B を用いた材齢 28 日経過後の屋外暴露供試体において、室内暴露供試体と比較しても大幅に透水係数が低下する状況が認められた。これは、屋外暴露環境における、塵あるいは粉じん等の影響により内部空隙が目詰まりを起こした可能性が考えられる。今後、材齢 1 年まで継続的に検討し、長期的な傾向を確認していく予定である。

図-3 に、透水試験にて採取した透過水の六価クロム溶出試験結果を示す。配合 B および市販品において溶出量は基準値を下回り、特に、配合 B の供試体においては殆ど溶出されなかった。一方、配合 A の供試体では、六価クロム濃度は高くなる傾向が認められた。特に、屋外暴露し、材齢 7 日時点で採取した透過水においては、六価クロム濃度許容限度である 0.5mg/l を上回った。これは、廃石こうの影響で早強セメントの六価クロム固定化能力が低下したことが原因と考えられる。ただし、材齢の経過に伴って溶出量は大幅に低下し、材齢 14 日の時点で基準値を下回ることが確認出来た。

図-4、5 の保水性および吸水性試験結果から、配合 A が高い保水性と吸水性を有しており、透水性舗装材としての基本性能に加えて、気化熱によるヒートアイランド現象の緩和効果等にも期待できることが示唆された。

4. まとめ

実環境下での性能評価を行なった結果、本研究で新たに開発した舗装材は、市販品以上の性能を有しており、環境配慮型歩道用透水性舗装材としての実用化が可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) 白谷侑一郎ほか：シラスと廃石こうを用いた歩道用透水性舗装材の適応性に関する基礎的研究、平成 24 年度土木学会西部支部研究発表会、V-16, pp.721-722, 2013
- 2) 酒井美奈ほか：酸化マグネシウムとシラスを用いた歩道用透水性舗装材の開発に関する施工方法の検討、土木学会第 68 回年次学術講演会 V-619, pp.1237-1238, 2013

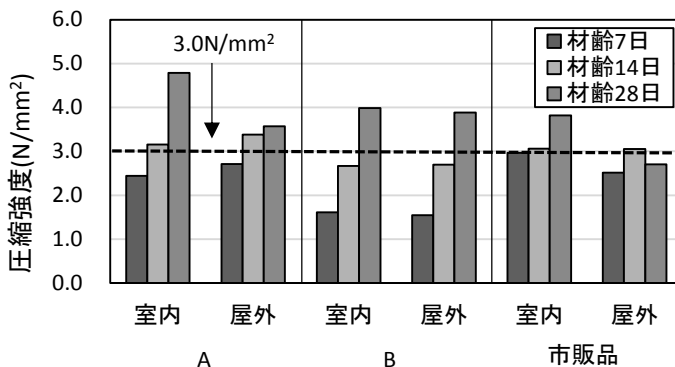


図-1 圧縮強度試験結果

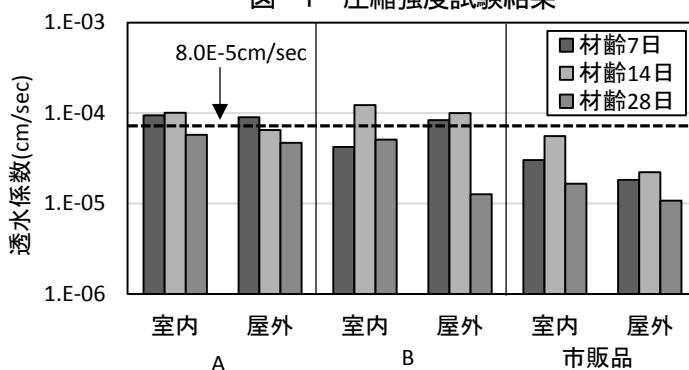


図-2 透水試験結果

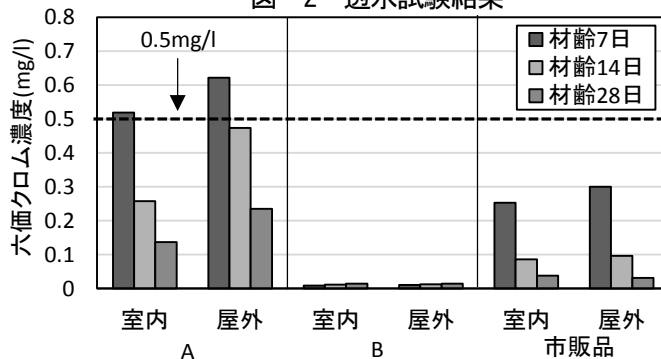


図-3 六価クロム溶出試験結果

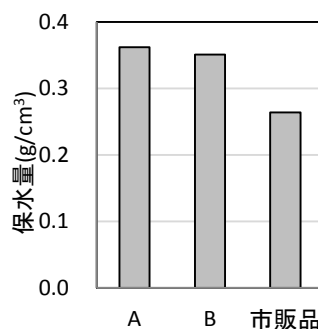


図-4 保水性試験結果

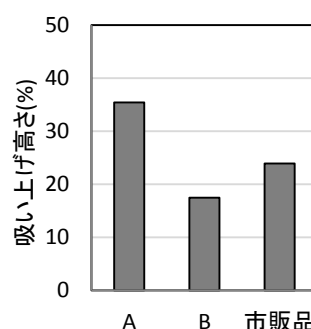


図-5 吸水性試験結果