

廃石こうと酸化マグネシウムセメントを用いた歩道用透水性舗装材の品質改善に関する検討

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 武若 耕司
 鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸 鹿児島大学 非会員 藤本 大樹

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シラスと混合したセメント系歩道用透水性舗装材の開発を試みており、これまでに、固化材に、廃石こう、早強セメント、MgO 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を可能とした¹⁾。しかし、その配合を基に、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ところ²⁾、材齢 91 日程度で乾燥収縮によるひび割れが確認されたことから、ひび割れの生じないように、品質を改善する必要があると考え、検討を行った。

2. 実験概要

本実験で使用した材料を表-1 に示す。固化材には、早強セメント、廃石こう、MgO セメントを、細骨材にはシラス（絶乾状態）を使用し、それらをあらかじめドライミックスした状態で、敷設、散水を行い、舗装材供試体を作製した。散水は、敷設直後（一次散水）、敷設 1.5 時間後（二次散水）にそれぞれ表-2 に示す所定量を散布した。配合検討においては、ドライミックス材料全体に対する固化材の比率を 20%、固化材中の廃石こうの比率を 15% にそれぞれ固定し、主に固化材中の早強セメントと MgO セメントの比率を変化させることで、乾燥収縮ひずみの低減を図った。また、養生方法を変化させ、各種性能への影響についても検討を行なった。表-2 に示すように、敷設後 2 日間、1 日 1 回 4.5kg/m² の養生散水を行なったもの「Ⅰ」、養生散水を行わず、上からシートをかぶせ水分の逸脱を防いだもの「Ⅱ」、散水およびシートともかけず、気中にて養生を行なったもの「Ⅲ」の計 3 種類とした。なお供試体名には、固化材中の比率を「早強セメント」、「MgO セメント」、「廃石こう」の順で示し、最後に養生方法を示している。敷設後 2 日間の初期養生後、脱型し、その後は全て気中養生とした。なお、屋外暴露実験においてひび割れが確認された配合は、表-2 に示す「72：13：15-Ⅰ」と同一である。

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
	MgOセメント:密度3.46g/cm ³
	廃石こう:密度2.49g/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 配合表

供試体名	ドライミックス配合(1000kgあたり)				散水量		養生方法 (敷設後2日間)
	早強セメント(kg)	MgOセメント(kg)	廃石こう(kg)	シラス(kg)	一次散水 (kg/m ²)	二次散水 (kg/m ²)	
72:13:15-Ⅰ	144	26	30	800	3.5	7.0	散水養生 (1日1回 4.5kg/m ²)
55:30:15-Ⅰ	110	60					
43:43:15-Ⅰ	85	85					
72:13:15-Ⅱ	144	26					
55:30:15-Ⅱ	110	60					シート養生
43:43:15-Ⅱ	85	85					
72:13:15-Ⅲ	144	26					気中養生
43:43:15-Ⅲ	85	85					

舗装材の性能評価項目は、圧縮強度試験、透水試験、乾燥収縮試験とした。供試体形状としては、4×4×16cm の角柱供試体（圧縮強度試験用、乾燥収縮試験用）およびφ10×4cm の円柱供試体（透水試験用）を作製した。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 8.0×10⁻⁵cm/sec とした。乾燥収縮試験はコンタクトゲージ法により実施し、脱型を終えたのちに、舗装材表面にゲージプラグを取り付け、乾燥室内（温度 20±2℃、相対湿度 60±5%）に静置し試験を開始した。また、比較用として市販の歩道用透水性舗装材についても同様の乾燥収縮試験を実施した。

3. 検討結果および考察

図-1に圧縮強度試験結果を示す。早強セメントとMgOセメントの比率について着目すると、早強セメントの比率が減少し、MgOセメントの比率を増加していくにつれて、いずれの養生条件においても圧縮強度が低下していく傾向が確認され、早強セメント量が強度に大きく寄与していることが分かる。また、養生条件の違いについて着目すると、養生散水を行なった「Ⅰ」に対し、オート養生の「Ⅱ」は材齢28日の圧縮強度が増加することが確認され、シート養生によって水分の逸脱を防ぐことで圧縮強度の増進が可能であることが確認出来た。一方、気中養生のⅢに関しては、養生散水を行なった「Ⅰ」と同程度の圧縮強度となり、散水養生のみでは強度発現への寄与が小さいことが確認出来た。

図-2に、透水試験結果を示す。早強セメント量を減らし、MgOセメント量を増加させていくことで、いずれの養生条件においても透水係数が低下していく傾向が確認された。養生条件の違いについて着目すると、「Ⅰ」と「Ⅱ」に比べ、「Ⅲ」の透水性能が向上していることが確認された。これは、気中養生により供試体内部が緻密化せず、内部空隙が確保されたためと考えられる。なお、同程度の強度である「Ⅰ」の場合、養生散水が内部空隙の目詰まりを引き起こし、その結果、透水係数が低下した可能性がある。

図-3に各供試体の乾燥収縮試験結果を示す。なお、比較のため、市販の歩道用透水性舗装材の乾燥収縮試験結果も併せて示している。市販品と比較しても、屋外暴露実験においてひび割れが確認された配合「72:13:15-Ⅰ」は、乾燥収縮ひずみが -1200μ 程度と非常に大きいことが確認できる。MgOセメントの比率について

着目すると早強セメント量を減らし、MgOセメント量を増加させることで、乾燥収縮ひずみが低減できることが確認出来る。これは、早強セメント量が減少したことに加え、酸化マグネシウムの水和反応過程での膨張の影響と考えられる。また、養生条件については「Ⅰ」と「Ⅱ」の違いは確認出来ず、同程度の乾燥収縮ひずみとなり、「Ⅲ」の気中養生が、最も乾燥収縮ひずみを低減できることが確認できた。

4. まとめ

著者らが開発を試みている歩道用透水性舗装材では、早強セメントの量を減らし、その代替としてMgOセメントを用いることによって乾燥収縮ひずみの低減が可能であることが分かった。また、養生散水を行なわず、あえて気中養生とすることで乾燥収縮ひずみのさらなる低減、および透水性能の向上が可能であることが示唆された。

参考文献

- 1) 白谷有一朗ほか：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) 松永凌馬ほか：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、平成26年度土木学会第69回年次学術講演会、V-314, pp.627-628, 2014

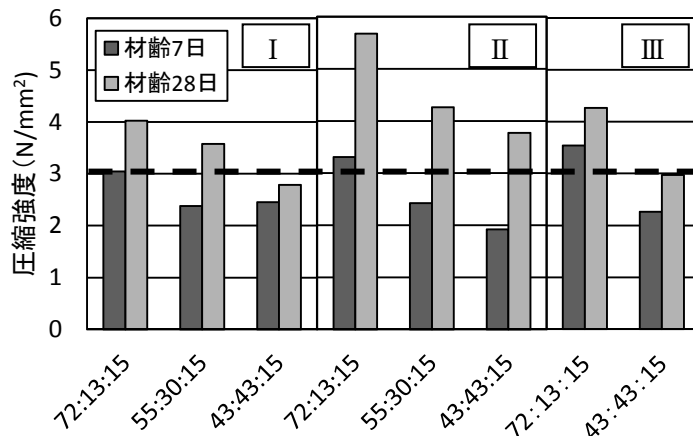


図-1 圧縮強度試験結果

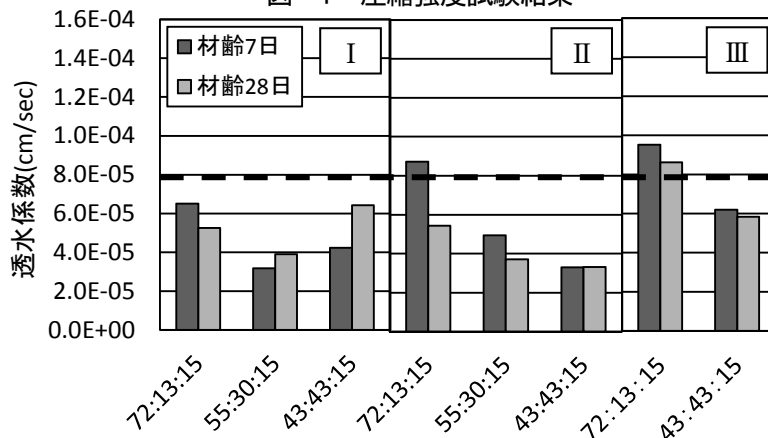


図-2 透水試験結果

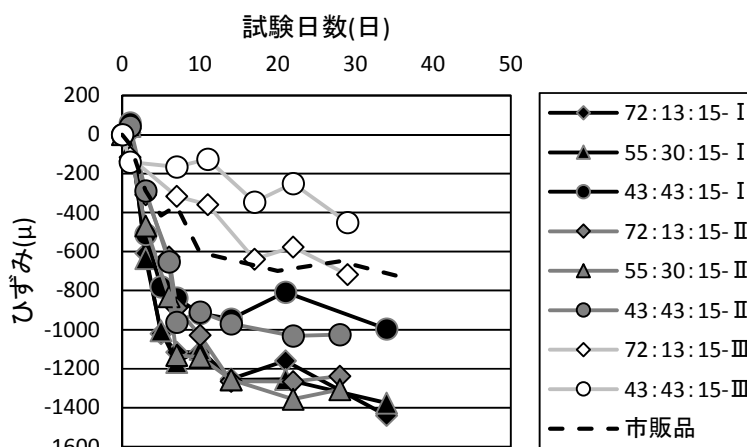


図-3 乾燥収縮試験結果