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検討

鹿児島大学　学生会員　○酒井　美奈　　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

土木分野において幅広く使用されているセメント系固化材には、人体に有害とされる六価クロムが微量ながら含まれ、施工時に有機物を含む土壌と混合すると、セメントの水和反応が阻害され、十分に固定化されなかった六価クロムが土壌へ溶出する可能性が懸念される。一方、環境負荷の低減が期待される材料に酸化マグネシウムセメントがある。この材料は、通常のセメントと同様に水和反応により硬化するが、その主成分は海水から抽出された酸化マグネシウムであり、重金属等をほとんど含まない固化材である。一方、多孔質材料であるシラスは、吸水性及び保水性に優れている等の特性を有していることから、透水性舗装材用の細骨材として有効であることが考えられる。ここでは、固化材に酸化マグネシウムセメント、細骨材にシラスを用いた、歩道用透水性舗装材の開発を目的とした基礎的研究結果を報告する。

2. 実験概要

表 - 1　使用材料

固化材	酸化マグネシウムセメントα：密度3.46g/cm^3
	酸化マグネシウムセメントβ：密度3.46g/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　酸化マグネシウムセメントの化学組成

材料	化学成分(mass%)					
	MgO	Al_2O_3	SiO_2	CaO	Fe_2O_3	SO_3
酸化マグネシウムセメントα	96.70	0.10	0.28	1.02	0.10	1.70
酸化マグネシウムセメントβ	50.80	4.26	11.10	27.40	0.26	3.53

本実験で使用した材料を**表 - 1** に示す。固化材には、**表 - 2** に示すように化学成分の異なる 2 種類の酸化マグネシウムセメントを用いた。酸化マグネシウムセメントα（以下、MgOC-α と称す）とβ（以下、MgOC-β と称す）の主な違いは MgO 含有量であり、MgOC-α は約 97%であるのに対し、MgOC-β は 51%程度である。本研究で検討対象とした歩道用透水性舗装材(以下、舗装材と称す)は、固化材である酸化マグネシウムセメントに絶乾状態のシラスを細骨材として予め混合させたものを指す。透水性舗装材に要求される性能は、主に耐荷性能と透水性能であることから、本研究ではその性能を、圧縮強度試験、透水試験によって評価することとした。なお、試験にあたっては、強度試験用として 4×4×16cm 角柱供試体を、透水試験用としてはφ10×5cm 円柱供試体をそれぞれ使用した。これらの供試体はいずれも、舗装材を 2 層に分け型枠に敷設し、締固めを行い、表面を成型した後に散水を行うことによって作製した。散水については、まず成型直後に一次水を、その 1.5 時間後に二次水を散布して硬化させ、打設翌日から 2 日間にかけて 1 日 1 回の養生水を散布した。3 日目以降は気中養生とし、材齢 7 日および 28 日において各試験を実施した。これらの散水量を**表 - 3** に示す。なお、散水量の変化による検討を除いては、基準の散水量を用いた。また、透水試験は定水位透水試験により行うものとし、供試体上部に設置した円筒に水を満たし、時間あたりに供試体を通過する水量から透水係数を算出した。性能評価試験としての強度試験および透水試験の目標値については、現在、特に基準等がないことから、市販されている一般的な歩道用透水性舗装材の試験結果として得られた圧縮強度 3.8N/mm^2、透水係数 8.E-05cm/s とした。

表 - 3　散水量

	一次水量 (kg/m^2)	二次水量 (kg/m^2)	養生水量 (kg/m^2)
基準	3.45	6.96	9.24 (2日分)
A	6.96	3.45	
B	10.41	—	

本実験では、酸化マグネシウムセメントの種類、舗装材中の固化材の比率、一次・二次散水量の 3 要因が強度発現性、透水性に与える影響について検討を行った。なお、酸化マグネシウムセメントの種類は MgOC-α と MgOC-β の 2 水準を対象とした。また、固化材の比率は、10、15、20、25%の 4 水準、一次・二次散水量は**表 - 3** に示す 3 水準に変化させ、これらの影響の検討は、MgOC-β を用いて検討を行った。

3. 試験結果および考察

3.1 酸化マグネシウムセメントの種類による影響

図 - 1 には、MgOC-α および MgOC-β をそれぞれ使用し、その固化材の比率を 20%とした配合を用いた供試体の圧縮強度試験および透水試験の結果を示す。圧縮強度に関しては、MgOC-α を用いた方が MgOC-β に比べ強度は大きく、目標値を満足する結果が認められた。一方、透水係数については、材齢 7 日では同程度であったのに対し、28 日において

はMgOC−βの方が高くなる結果となった。この検討結果より、MgOC−αおよびMgOC−βを用いたいずれの場合においても圧縮強度、透水係数の両方の目標値を上回るものが確認されなかった。しかし、ここで実施した施工方法、散水量は、既往の研究で普通セメント系の固化材に対して最適とされたものであり、酸化マグネシウムセメントに対して、必ずしも適していない可能性もある[1)]。

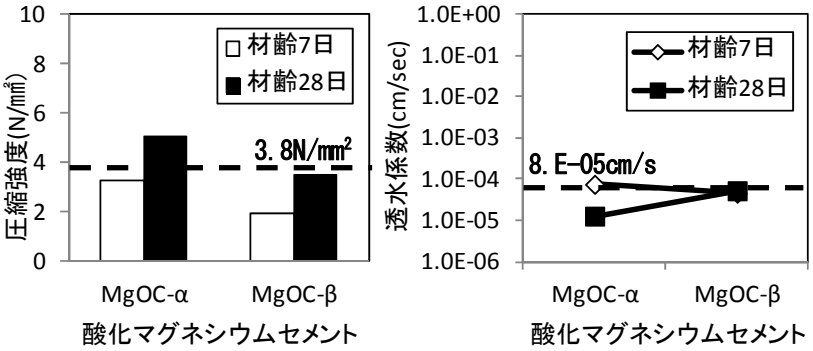

図 - 1　2 水準の酸化マグネシウムセメントの供試体の各試験結果

3.2 固化材の比率による影響

MgOC−α を用いた場合については、これまでの検討により、施工方法を変化させ、予め水と練混ぜてから打設することで圧縮強度および透水係数の目標値を満足することが確認されたが、MgO の含有率が高いことから反応性が高く、急結するような状況であり、施工性に問題があることも確認されている[2)]。そこで、MgO 含有率の低い MgOC−β を用い、固化材の比率を 10、15、20、25%に変化させた供試体における圧縮強度試験および透水試験結果を**図 - 2** に示す。固化材比率の増加に伴い、圧縮強度が増加し、透水性が低下する傾向が認められた。また、圧縮強度は、固化材比率を 25%としたもので目標値を上回り、20%としたものでは僅かに低い値を示した。一方、透水係数については、固化材比率を 15%以下とすることで目標値を上回り、20%としたものでは僅かに低い値を示した。そこで、これらの結果から、圧縮強度と透水係数の両方を満足させるためには固化材の比率を 20%とするのがよいと判断し、次に、他の要因でさらなる性能改善できるか試みることとした。

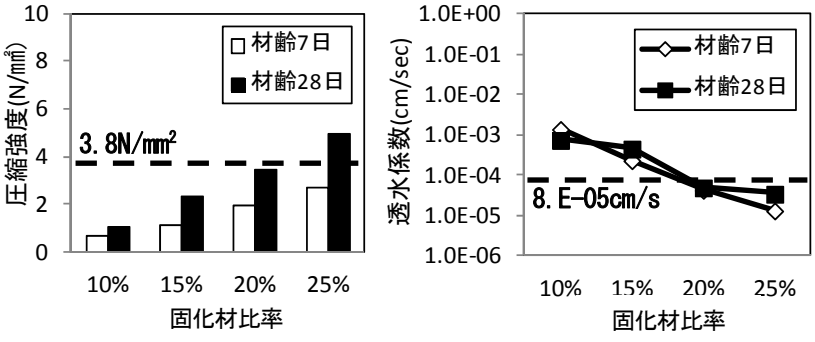

図 - 2　固化材比率を変化させた供試体の各試験結果

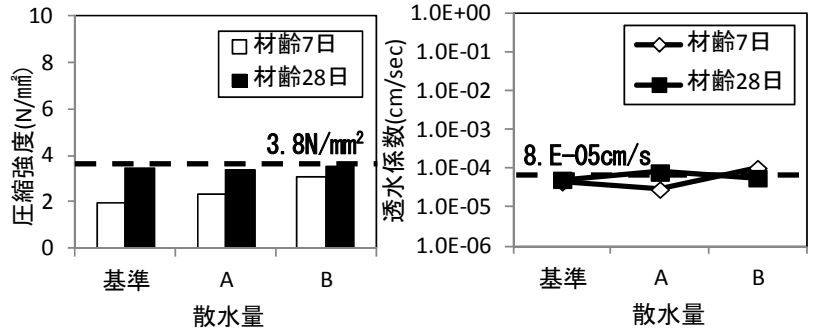

図 - 3　一次・二次散水量を変化させた供試体の各試験結果

3.3 一次・二次散水量による影響

固化材の比率を 20%とし、**表 - 3** に示す 3 水準の散水量で作製した供試体の圧縮強度試験、透水試験結果を**図 - 3** に示す。一次散水量が増加すると、材齢初期における圧縮強度が大きくなる結果となった。このことから、MgOC−β を用いた場合、基準とした散水量では、初期の反応に必要な水量の不足が考えられた。一方、透水係数に関しては、検討を行った 3 水準の間では大きな違いは確認されず、目標値と同程度か僅かに小さくなる結果であった。これらの検討結果より、MgOC−β を用いた場合は、一次散水量は初期強度に影響を与えるものの、透水係数には大きな影響は与えないと考えられた。

４．まとめ

本検討結果より、酸化マグネシウムセメントを固化材として使用した場合、圧縮強度には一次散水量と固化材の比率が、透水性には固化材の比率が寄与していることが認められ、これらを調整することで要求される性能を満足できる歩道用透水性舗装材の作製が可能であることが示唆された。

（参考文献）

1）福留祐一：廃石こうとシラスを用いた歩道用透水性舗装材の性能に関する基礎的研究，平成 22 年度土木学会西武支部研究発表会，V-040，pp.711-712，2011

2）佐土原志奈：酸化マグネシウムセメントとシラスを用いた歩道用透水性舗装材の開発に関する基礎的検討，土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集，V-367，pp.733-734，2012