

けい酸質系およびシラン系表面含浸材の基本性能の確認実験

金沢工業大学大学院 ○学生員 玉井 攻太
佐藤工業(株) 正会員 宇野 洋志城
金沢工業大学 正会員 木村 定雄

1. はじめに

高度経済成長時代に建設されたコンクリート構造物は老朽化の時期を迎え、補修、補強、更新などが必要となってきた。また、新規の構造物の建設はトータルコスト縮減の傾向が強まっており、構造物の延命化が要求されている。このようなコンクリート構造物の劣化進展の抑制、または補修を目的に表面保護工法が用いられており、表面含浸材に関する研究が数多く報告されている¹⁾。一方、これまでに報告されている表面含浸材の特性は、統一した評価方法で比較されていないため、適正にその性能を評価をすることを困難にしていた。この現状を踏まえ、2005年4月、表面保護工法設計施工指針(案)²⁾が制定された。本報告は、表面含浸材の一種であるけい酸質系材料を基本として選定し、この指針(案)に準拠して、その含浸深さ、吸水性および塗布後の外観について試験した結果について述べたものである。

2. 実験概要

2.1 表面含浸材

試験に用いた表面含浸材の主成分を表1に示す。これらの表面含浸材は、けい酸質系の材料を基本とし、これにシラン系材料を混合させ撥水効果を付与したものおよび超微粒子のけい酸ナトリウムを用いたものである。

2.2 試験方法

試験体は水セメント比(W/C)が、50、55、65%のモルタルとし、セメントと細骨材の比を3.0とした。表2は使用した材料の性質を示したものである。試験体の作製手順を図1に示す。すべての表面含浸材の設計塗布量は、1工程および2工程あわせて400g/m²とした。すなわち、塗布量は塗布面(10×10=100cm²)あたり4.0gとし、塗布作業は1.0gずつ4回とした。したがって、図1の1工程では2回分の塗布作業を行った。表面含浸材の塗布には、はけを用いた。また、塗布時のモルタルの表面水分率は2.3%~5.4%であった。なお、材齢28日におけるモルタルの圧縮強度は、W/Cが50%、55%、65%の場合で、それぞれ46.9 N/mm²、42.5 N/mm²、30.3 N/mm²であった。

試験は表面保護工法設計施工指針(案)に準拠した。表3は試験項目およびその目的を示したものである。なお、本試験に用いた材料は、けい酸質系材料であることから、その含浸材中にフルオレセインナトリウムを質量比で0.5%混入して含浸深さを測定した。

3. 試験結果および考察

表1 表面含浸材の主成分と色

含浸材	主成分	色
けい酸質系	ケイ酸ナトリウム	無色透明
けい酸質系-シラン系	ケイ酸ナトリウム、メチルトリメトキシシラン	無色透明
超微粒子けい酸質系	コロイド状ケイ酸ナトリウム	曇った白色

表2 使用材料の性質

セメント	普通ポルトランドセメント	密度=3.16g/cm ³
細骨材	石川県手取川産川砂	密度=2.57g/cm ³
		F.M=2.85
		吸水率=2.5%

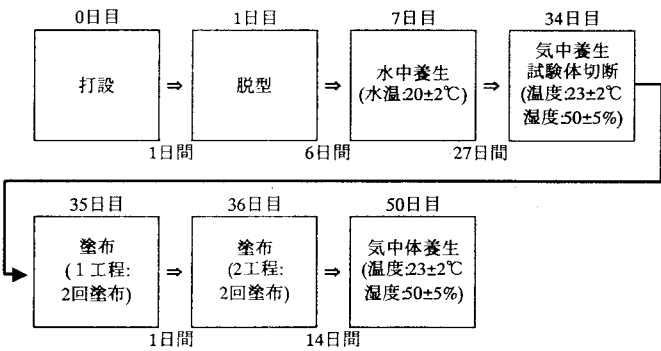


図1 試験体作製の流れ

表3 各種実験の確認項目

試験項目	試験目的	測定項目
外観観察試験	含浸によるコンクリート表面状況の変化を把握	外観変化
含浸深さ試験	表面含浸材の含浸深さの把握	含浸深さ
吸水率試験	吸水に対する抵抗性能の把握	吸水量

表面含浸材の塗布後の外観状況の一例を写真1に示す。けい酸質系、けい酸質系・シラン系および超微粒子けい酸質系のすべての表面含浸材を塗布した後の外観は、光沢および変色は認められなかった。

表面含浸材の含浸深さを図2に示す。水セメント比が大きくなると含浸深さが大きくなる傾向があり、W/Cが50%では約1.0mm、W/Cが65%では約2.0mm～2.3mmである。この傾向はすべての表面含浸材で同じである。また、超微粒子けい酸質系材料は、W/Cが65%の場合にとくに含浸深さが大きくなる。本試験は、表面含浸材の設計塗布量を従来の施工実績から 400g/m^2 と定めた。本試験では、含浸後のモルタルの表面付近の細孔は調べていないが、これらの試験結果から、とくに W/C が 65% の場合には設計塗布量を増すことにより、含浸深さがさらに大きくなることが予想される。

図3は吸水率の試験結果を示したものである。すべての含浸材は、それらを塗布することにより、無塗布に比べて吸水率が小さくなる。また、図3中に示したように、けい酸質系を基本とする含浸材を塗布することにより、本試験に用いた細骨材の吸水率は2.5%よりも小さな吸水率となる。

表4は無塗布に対して各含浸材料を塗布したことによる吸水率の低減の割合を示したものである。けい酸質系材料およびけい酸質・シラン系材料では、W/Cの大きさにかかわらず、吸水率が約20～40%低減する。超微粒子けい酸質系材料では、吸水率の低減効果が顕著に認められ、その値は50～70%となっている。

以上の結果から、けい酸質系材料を基本とする表面含浸材では、その成分を改善したり、設計塗布量を変更することで含浸深さおよび吸水率が異なることがわかる。とくに本試験で用いたけい酸質系材料はコロイダルシリカの大きさが $5\mu\text{m}$ であり、これを 7nm に改善することにより吸水率が低減される。

参考文献

- 例えば、宇野、市野：表面改質材による遮塩性の改善効果に関する考察，土木学会第60回年次学術講演会，V-216，2005.9
- 土木学会：表面保護工法 設計施工指針(案)，コンクリートライブラリー119，2005.4

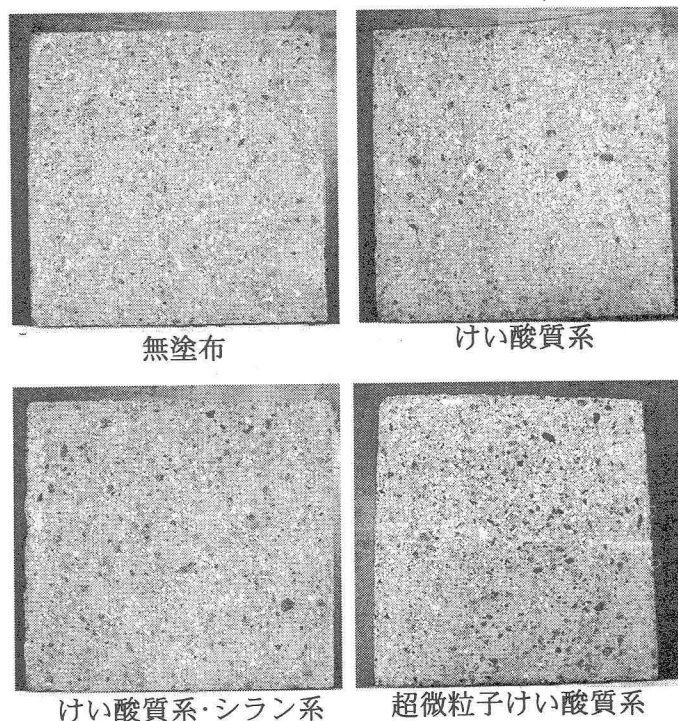


写真1 含浸による外観状況

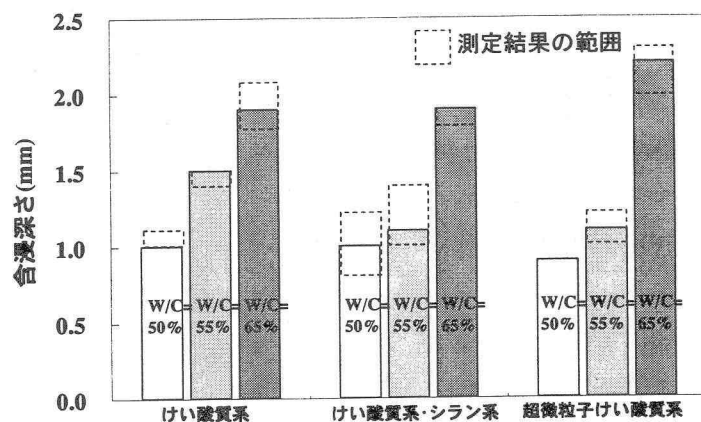


図2 含浸深さ

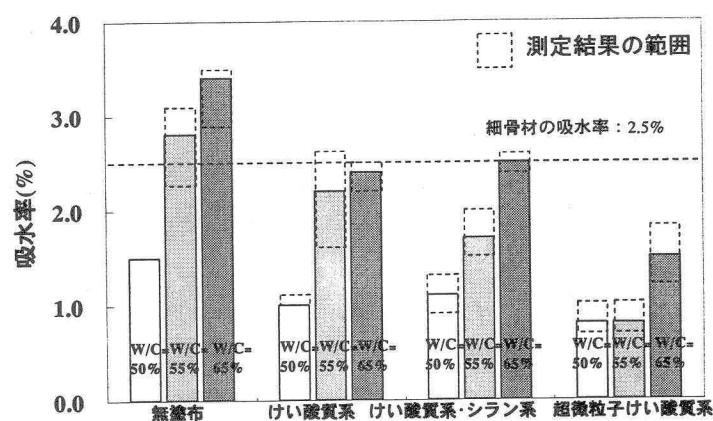


図3 吸水率

表4 無塗布に対する吸水率の低減率

表面含浸材	W/C=50%	W/C=55%	W/C=65%
けい酸質系	30%	20%	30%
けい酸質系・シラン系	30%	40%	30%
超微粒子けい酸質系	50%	70%	60%