コンクリート用表面含浸材料の諸性質と中性化抑制効果

関西大学理工学研究科　学生員　○原川　卓真
関西大学環境都市工学部　正会員　鶴田　浩章

1. はじめに

表面保護工法の 1 つである、表面含浸材料は近年のコンクリート構造物の劣化の急増や、簡易な作業で劣化抑制の効果を得ることが出来ることなどから、実構造物への利用に関する検討が行われてきている。しかしこれらの含浸材料の劣化抑制効果は、まだあまり分かっていないので、今回は 2 種類の W/C を用いて 3 種類の表面含浸材料と金属に用いられている金属防錆防食溶射の合計 4 種類について劣化に対する抑制効果を調査した。けい酸塩系+シラン系はけい酸塩系とシラン系の成分を配合しており、両方の良い性質が得られると考えられており、その効果を確認し配合量について検討した。劣化に対する抑制効果を調べるための試験の内容は、表面含浸材の試験方法（案）(JSCE-K571-2005)に基づいた方法で、透水量試験、吸水率試験、透湿度試験、中性化に対する抵抗性試験を行った。

2. 実験概要

2.1 使用した含浸材料及びコンクリートの配合

使用した表面含浸材料を**表-1** に示す。今回の試験ではコンクリートを用い、コンクリートの配合は水セメント比 50%と 60%、目標スランプ 10±1cm、目標空気量を 5.0±0.5%で決定した。単位水量は W/C による違いを分かりやすいように同じにした。

試験練りの結果、決定した配合を**表-2** に示す。

表-1 使用した表面含浸材料

材料の種別	略語	主成分	塗布量(g/m²) 水セメント比50%	塗布量(g/m²) 水セメント比60%
けい酸塩系+シラン系	けい酸+シラン	けい酸カリウム	463	460
シラン系	シラン	アルキルアルコキシシラン	381	460
けい酸塩系	けい酸	けい酸ナトリウム・けい酸カリウム	370	460
低温アーク溶射	溶射	亜鉛・アルミニウム	溶射膜厚 100μ以上	溶射膜厚 100μ以上

表-2 示方配合

W/C (%)	粗骨材の最大寸法 (mm)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³) W	C	S	G	Ad1
50	20	5	46	167	334	803	983	1232
60	20	5	43	167	278	771	1065	905

Ad1: AE減水剤を使用 (g/m³)

2.2 試験体の作製方法

コンクリート試験体の作製は、表面含浸材の試験方法（案）(JSCE-K571-2005)に基づき、100 ㎜×100 ㎜×400 ㎜のコンクリートを打設後、温度 20℃、湿度 70%の恒温恒湿室で 6 日間養生し、その後試験で使用するサイズに切断し、恒温恒湿室で 28 日間気中養生した。気中養生終了 3 日前に合成樹脂で必要な個所をシールした。表面含浸材料の塗布は、製造業者の定める方法で行い、溶射は施工業者に委託した。含浸材を含浸した後、14 日間恒温恒湿室に静置して試験体とした。

2.3 試験方法

すべての試験を、表面含浸材の試験方法（案）(JSCE-K571-2005)に基づき試験した。

(1)透水量試験

JISA6909 の 7.12（透水試験 B 法）に準じて、試験体の含浸面及び原状供試体の試験面に透水試験器具を付け、恒温恒湿室（温度 20℃、湿度 70%）に静置して試験した。

(2)吸水率試験

試験体の含浸面及び原状試験体の試験面が側面になるようにして、試験体の上面が水面下 20 ㎜以上、試験体の下面が試験用容器底面から 10 ㎜程度になるようにして、温度 20±2℃の水中に浸せきして試験した。

(3)透湿度試験

試験体の試験面が水面より 10 ㎜程度高くなるように水中に 72 時間浸せきし、その後吸水面をテープで隙間がないように塞ぎ、恒温恒湿室（温度 20℃、湿度 70%）に試験面を上にして 7 日間静置して試験した。

(4)中性化に対する抵抗性試験

JIS A 1153 に準じて、温度 20℃、相対湿度 60%、二酸化炭素濃度 5%の条件下で 28 日間促進中性化試験をした。中性化深さの測定は、JIS A 1152 に準じて測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 透水量試験

試験結果を**図-1** に示す。既往の研究[1)]と同様にシラン系は

表面含浸材料、シラン系、けい酸塩系、溶射、諸性質、劣化抑制効果
大阪府吹田市山手町 3-3-35　TEL:06-6368-0899　FAX:06-6330-3770

大きな効果が確認できた。これはシラン系の材料の特徴である撥水層が形成されたからだと考えられる。そのほかの材料はシラン系ほどの効果は得られなかったが、無処理と比較すると透水抑制効果を確認することができた。

3.2 吸水率試験

試験結果を**図-2** に示す。この試験もまたシラン系に大きな効果が確認できた。けい酸塩系の材料は C-S-H 系の結晶をコンクリート細孔内部に形成し、含浸部分の水密性を向上させる[2]効果があるといわれているが、今回の試験ではあまり確認できなかった。溶射は金属の膜を表面に施工しているので、効果が大きいと考えていたが、それほどの効果は確認できなかった。これはコンクリート表面の空隙の存在により、施工にむらができていたからだと考えられる。

3.3 透湿度試験

試験結果を**図-3**に示す。少し結果にばらつきが出てしまったが、シラン系は他の材料と比べると少し透湿量が少なくなった。シラン系は成膜せずに細孔を埋めることがないため、コンクリートが本来有する呼吸性を損なうことがない [2]とされているが、それほどの違いは確認できなかった。

3.4 中性化に対する抵抗性試験

試験結果を**図-4** に示す。溶射を施工した場合は、中性化を大きく抑制した結果となった。けい酸塩系で 50%、60%で大きく差が出たのは、塗布量の差だと考えられる。他の材料も無処理と比較すると、中性化を抑制していることがわかる。

4. まとめ

今回の試験で、表面含浸材料それぞれの効果の特徴がわかり、また材料を用いることで無処理と比較すると効果があるということを確認できた。塗布量の違いはあるが、W/C の変化による効果の変化は今回の試験ではあまり見られなかった。シラン系はどの試験においても効果を発揮しており、特に水に対する抵抗性が高いことがわかった。けい酸+シランはけい酸塩系をベースにシラン系の成分を少し混合しているのだが、各試験結果よりそのことによる、劣化抑制効果への良い効果は確認できなかった。溶射は中性化を抑制することを目的にしているが、透水に対する抵抗性もあることがわかった。これは金属の膜が表面に形成されることによるものと考えられる。表面含浸材料にはそれぞれ特徴があることがわかり、実構造物に用いる際には目的に応じた材料の選択が必要になると考えられる。

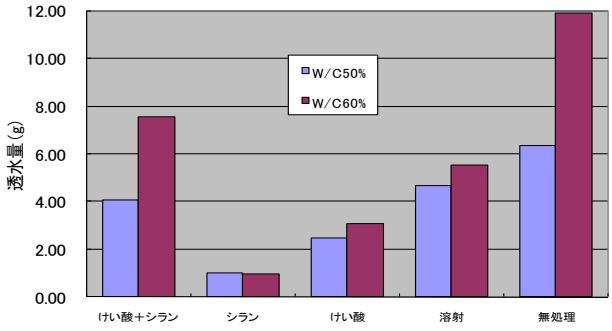

図-1 透水量試験結果

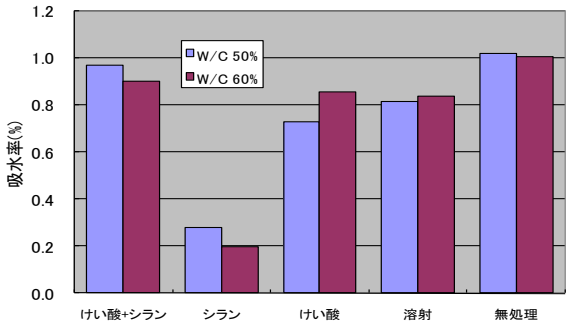

図-2 吸水率試験結果

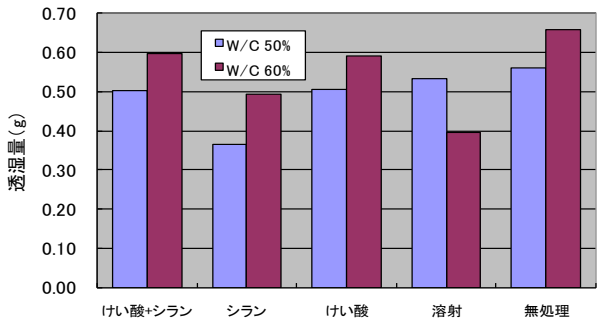

図-3 透湿量試験結果

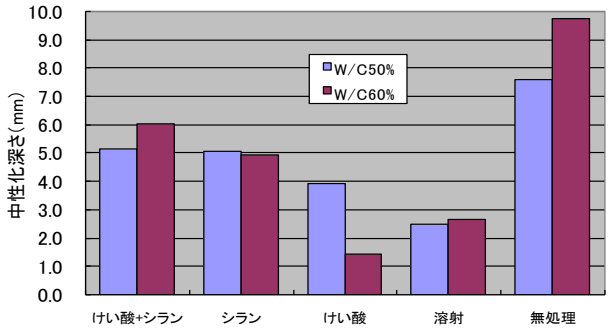

図-4 中性化に対する抵抗性試験結果

参考文献

1) 田中博一:表面含侵材によるコンクリートの透水抑制効果に関する研究、清水建設研究報告、86、pp.1-8、2007

2) 土木学会コンクリート委員会、表面保護工法研究小委員会：表面保護工法　設計施工指針(案)　[工種別マニュアル編]、土木学会、pp.145-152、2005