

けい酸塩系表面含浸材を塗布した コンクリートの効果確認手法に関する研究

福岡大学 学生会員 大瀬成大 福岡大学 正会員 樋原弘貴
福岡大学 正会員 添田政司 福岡大学大学院 学生会員 松本涼 福岡大学大学院 学生会員 林亮太

1. はじめに

けい酸塩系表面含浸材（以下、含浸材）は、コンクリート中の Ca^{2+} と化学反応によって $\text{C}\cdot\text{S}\cdot\text{H}$ 結晶を生成し、緻密化させることで耐久性を向上する働きがある。しかし、この材料は無色透明であり、コンクリート同様の $\text{C}\cdot\text{S}\cdot\text{H}$ 結晶をコンクリート中に生成する為、施工や改質効果の確認を行う事が難しい。けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）には、含浸材を適用したコンクリートに対して、現場で簡便かつ合理的な方法で性能確認を行える可能性のある試験方法がいくつか紹介されているが、十分にデータが蓄積されておらず、さらに検討を進める必要がある。そこで本研究は、性能確認が行える可能性のあるトレント法および四点電極法を用いて、コンクリートの品質が測定結果に与える影響および測定値の変化率と耐久性との関係性について明らかにした。

2. 試験概要

2.1 使用材料及び供試体概要

表－1 に、コンクリートの配合を示す。セメントに普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm^3 ）、細骨材に海砂（密度 2.58g/cm^3 、吸水率 1.61% ）、粗骨材に碎石（密度 2.67g/cm^3 、吸水率 1.14% ）を使用した、 $\text{W/C}40\%$ 、 55% の $100\times100\times400\text{mm}$ の角柱コンクリートを用いた。供試体の作製後は、材齢 28 日まで水中及び気中養生をそれぞれ行った。その後、表－2 に示すけい酸塩系表面含浸材を規定に従って、コンクリートの測底面に対して塗布した後に、含浸材の化学反応による改質効果を十分に発揮させる為、温度 20°C 、湿度 60% の環境に 14 日間静置した。

表－1 実験に用いたコンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)			
		W	C	S	G
40	40	173	435	670	1040
55	46	166	300	829	1007

表－2 けい酸塩系表面含浸材の物性

含浸材	成分 (%)		密度 (g/cm^3)	粘土 ($\text{mPa}\cdot\text{S}$)	pH
	Na	Si			
A	8.89	17.28	1.23	6.5	11.21
B	5.70	10.60	1.10	4.5	11.23

2.2 試験方法

トレント法は、コンクリートの側面及び底面に対して、それぞれ 3 点ずつの計 9 点を測定し、四点電極法については、それぞれ 9 点ずつの計 27 点を測定した。その後、2 種類の含浸材を塗布した後に、塗布前と同様の手順で透気係数および抵抗値の測定を行った。なお、測定時のコンクリートの含水率は、透気係数および抵抗値に影響を及ぼすため、含水率を高周波水分計にて管理しており、いずれの供試体も塗布前の試験体と比較して $\pm 0.5\%$ の範囲で測定を行っている。その後は、コンクリートカッターを用いて、 $100\times100\times400\text{mm}$ の角柱コンクリートを四分割して、試験面以外をエポキシ樹脂で被覆し、中性化試験ならびに吸水率試験を JSCE-K572 に準拠して行った。

3. 結果及び考察

図－1、図－2 に、 $\text{W/C}55\%$ 及び 40% のコンクリートに、含浸材 A を塗布する前と塗布した後の、透気係数と表面水率の関係を示す。図－1 より、気中養生を行った供試体に含浸材 A を塗布した場合の透気係数は、含浸材塗布前と顕著な差は確認されなかったのに対し、水中養生を行った供試体の場合には、塗布前に比べて明確に低下する結果を示した。含浸材 B を塗布した場合についても、同様の傾向が得られた。図－2 より、気中養生を行った供試体は $\text{W/C}55\%$ と同様の傾向が得られた。一方、水中養生を行った供試体は、透気係数がトレント法の測定限界値付近を示した為、評価が難しい。含浸材 B を塗布した場合についても、同様の傾向が得られた。よって、トレント法を用いた透気係数の測定による含浸材の効果の確認は、比較的密なコンクリートに適しているが、透気係数が測定限界値を超える場合には、評価が難しいといえる。図－3、図－4 には、 $\text{W/C}55\%$ 及び $\text{W/C}40\%$ のコンクリートに含

浸材 A を塗布する前と塗布した後の抵抗値と表面水率の関係を示す。図-3 より、気中養生及び水中養生を行った供試体に含浸材を塗布した場合の抵抗値は、どちらも塗布前と比べて増加する傾向を示した。図-4 においても、同様の傾向が得られた。

図-5 に、塗布前と後の透気係数低下率と、無塗布に対する含浸材塗布コンクリートの中性化深さ率との関係を示す。含浸材の塗布によって透気係数が低下したものは、いずれも塗布前に比べて中性化深さが同程度もしくは抑制されている結果を示した。ただし、塗布後の透気係数が塗布前と比べて増加しているにも関わらず、中性化深さ率は低下するものも見られた。また、透気係数低下率と中性化深さ率との間に相関性は確認されなかった。なお、本試験期間では中性化があまり進行していなかったものは、今回の結果から除外している。

図-6 に、塗布前と後の抵抗値増加率と無塗布に対する含浸材塗布コンクリートの中性化深さ率との関係を示す。含浸材の塗布によって抵抗値が増加したコンクリートは、一部の供試体を除き、中性化深さ率も低下する結果を示した。ただし、抵抗値の増加率と中性化深さ率との間に相関性は確認されなかった。これらの結果は、透気係数低下率と吸水抑制率ならびに抵抗値増加率と吸水抑制率との関係性においても同様であった。以上のことから、含浸材の塗布前と後のトレント法による透気係数および四点電極法による抵抗値の違いから、含浸材の改質効果は、確認できることが分かったが、その測定値の変化率から改質効果の程度を把握することはできなかった。

4. まとめ

- 1) トレント法による透気係数の測定によって、含浸材の効果確認を行う場合には、比較的密なコンクリートに適しているが、測定限界値を超える場合には評価が難しい。
- 2) 含浸材の塗布前と後の透気係数ならびに抵抗値変化率と改質効果の程度の間には相関性は確認されなかった。

謝辞 この研究の一部は、科学研究費補助金（基盤研究 A：研究番号 23246081、研究者代表：武若耕司）の助成を受けて行われたものである。ここに記して謝意を表する。

<参考文献> 林 亮太ら：けい酸塩系表面含浸材の施工状態評価に用いる現場試験方法に関する研究，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第 11 巻，p343 - 348，2011. 10

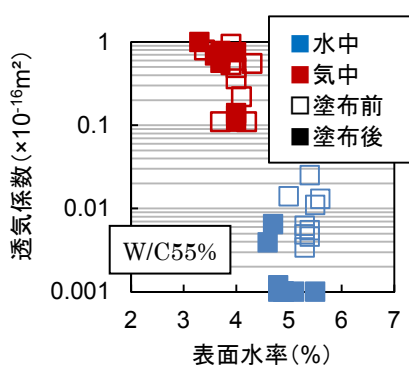


図-1 透気係数と表面水率の関係

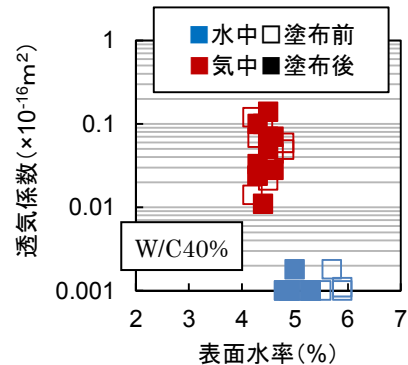


図-2 透気係数と表面水率の関係

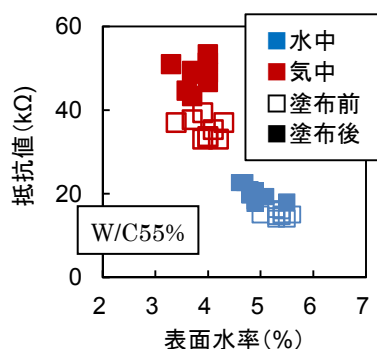


図-3 抵抗値と表面水率の関係

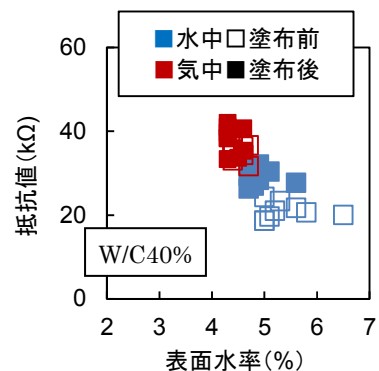


図-4 抵抗値と表面水率の関係

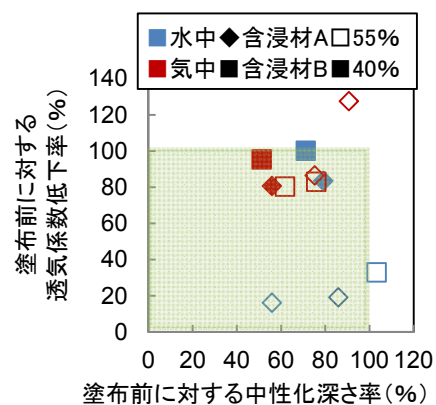


図-5 透気係数低下率と
中性化深さ率の関係

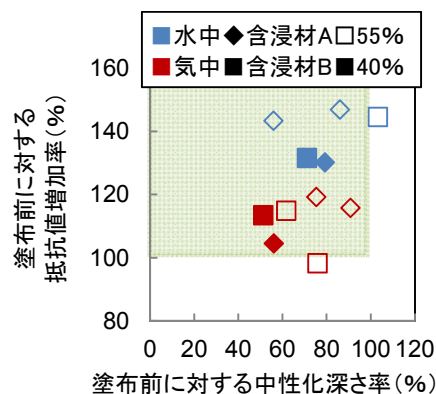


図-6 抵抗値増加率と
中性化深さ率の関係