

けい酸塩系表面含浸材のトレント法による効果確認に関する研究

○福岡大学大学院 学生会員 内野貴博 福岡大学 正会員 櫛原弘貴
福岡大学大学院 正会員 添田政司 福岡大学 正会員 大和竹史

1. はじめに

けい酸塩系表面含浸材は、施工が容易であることやコストパフォーマンスが良いことから、予防保全的に構造物を維持管理するための補修工法として注目されている。しかし、この材料は無色透明であり、なおかつコンクリートの空隙中の Ca_2^+ との化学反応によって C-S-H 結晶を生成するため施工評価が難しい。施工確認には、この材料のアルカリ性に着目してフェノールフタレイン溶液の変色によって評価する手法が提案されているが、一方で品質確保のための効果確認手法の確立も望まれている。そこで本研究は、この材料の改質機構に着目し、トレント法を用いて含浸材塗布前と後のコンクリートの含水率を変化させて透気係数を測定し、効果確認手法への適応性についての検討を行った。

2. 試験方法及び概要

表-1に、コンクリートの配合を示す。コンクリートは、細骨材に海砂(表乾密度 2.58kg/cm^3 、吸水率 1.11%)、粗骨材に碎石 (2.76kg/cm^3 、吸水率 0.96%) セメントに普通ポルトランドセメントを用いた。実験には $15\times 15\times 15\text{cm}$ の角柱コンクリートを作製し、28 日間の気中ならびに水中養生を経て、さらに 28 日間気中に静置した供試体を用いた。図-1 に試験工程を示す。まず、含浸材の塗布前の測定として、供試体に濡れタオルを供試体側面(4 面)に 10 分間被せて吸水させ、その乾燥過程で繰り返しトレント法によって透気係数の測定を行った。なお、トレント法の測定時に供試体の含水率を把握するため、4 点電極による抵抗値、KETT の水分計による表面水率を併せて測定している。その後、表-2 に示す物性および組成の含浸材を用いて、製品メーカーの規定に従って塗布を行った。塗布後は温度 20°C 、湿度 60% 環境に静置させながら 7、14、28 日で上記と同様の手順、方法で測定を行った。

3. 試験結果及び考察

図-2 は、気中および水中養生を行ったコンクリートの含浸材塗布前と塗布後 28 日での表面水率と透気係数の関係を示す。塗布前と後で透気係数を単純に比較しても測定時のコンクリート含水率の影響によって、明確な差は確認されないが、透気係数 $0.1\text{KT} (\times 10^{-16})$ 以下の範囲で違いが見られた。しかし、表面水率が 5% よりも大きくなる場合には、含浸材塗布前であってもトレント法の測定範囲の最低値 $0.001\text{KT} (\times 10^{-16})$ を示す場合があり、効果確認を行うことは難しいと考えられる。図-3 は、気中及び水中養生を行ったコンクリートの含浸材塗布前と塗布後 28 日での抵抗値と透気係数の関係を示す。抵抗値と透気係数の関係性によって、透気係数 $0.1\text{KT} (\times 10^{-16})$ 以下の範囲で塗布前と後で明確な差が確認され、塗布後は右側にシフトしている。

表-1 配合表

W/C (%)	s/a (%)	単位水量(kg/m^3)				スランブ (cm)	空気量 (%)
		W	C	S	G		
60	47	165	275	830	1004	8.2	4

表-2 含浸材の物性

成分 (%)		密度 (g/cm^3)	粘度 ($\text{mPa}\cdot\text{S}$)	pH
Na	si			
8.89	17.28	1.23	6.5	11.21

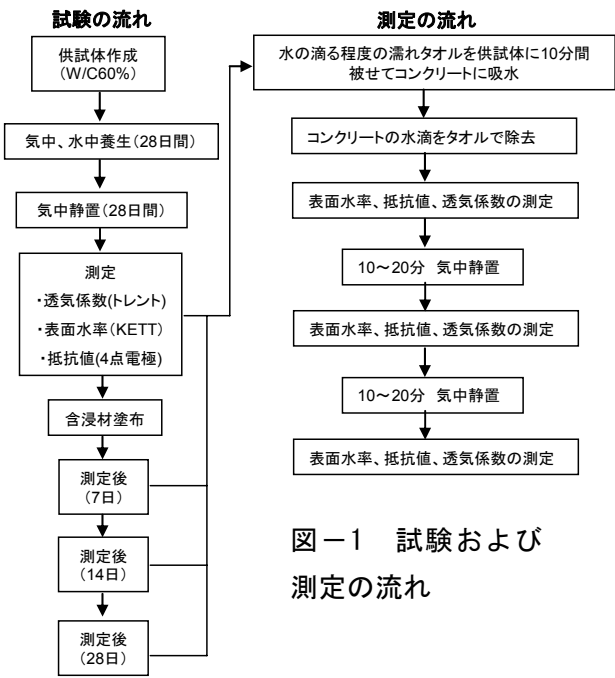


図-1 試験および測定の流れ

キーワード 表面含浸材, トレント法, 透気係数, 抵抗, 表面水率

連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学 TEL 092-871-663

これは、含浸材の塗布によるコンクリート表層の緻密化が反映したものと考えられる。透気係数に抵抗値を組み込んだ場合には、塗布前の透気係数が測定範囲の最低値 $0.001KT (\times 10^{-16})$ を示しても、抵抗値の上昇が確認されえており、効果確認は可能であることが分かった。塗布前と後で抵抗値に大きな差が確認されたことから、図-4 に、気中および水中養生を行ったコンクリートの含浸材塗布前と塗布後 28 日での抵抗値と透気係数の関係を示す。その結果、塗布後の抵抗値は、塗布前と比べて表面水率が同程度であっても大きくなることを確認された。ただし、表面水率が 4% 以下の場合には、塗布前の抵抗値が塗布後よりも大きくなる場合が確認され、測定時の条件として乾燥している場合には評価が難しいと考えられる。上記の結果を踏まえて、図-5

は、表面水率 4~5% の範囲における塗布後 28 日までの透気係数の経時変化を示す。いずれの養生条件のコンクリートにおいても塗布後から透気係数が低下していることが分かる。気中養生の場合には、含浸材塗布による透気係数の低下割合は小さいが、水中養生を行った供試体は大きい。これは、気中養生の場合には、空隙径が水中養生に比べて大きいため、例え同一量の C-S-H 結晶を空隙内に生成しても透気係数の低下にあまり反映されなかったと考えられる¹⁾。図-6 には、表面水率 4~5% の範囲における塗布後 28 日までの抵抗値の経時変化を示す。この結果、養生条件に拘らず、塗布後から材齢が経つにつれ、抵抗値が大きくなる傾向が確認された。これは、コンクリート内で含浸材の反応の進行に伴って、上昇しているものと考えられ、効果確認を行う場合には、塗布後から数週間程度の間隔を空けることが望ましいと考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) トレント法による透気係数の測定のみでは、効果確認は難しいものの、表面水率や抵抗値を組み合わせることによって、効果確認は可能である。
- 2) 透気係数と表面水率によって効果確認を行う場合には、透気係数が $0.1KT (\times 10^{-16})$ 以下、かつ表面水率 5% 以下、透気係数と抵抗値の場合には透気係数が $0.1KT (\times 10^{-16})$ 以下、表面水率と抵抗値では表面水率 4% 以上が望ましい。
- 3) 本検討で行った評価手法で含浸材の効果確認を行う場合には、塗布後からの数週間の間隔をあけることによって効果確認の評価は明確になる。

参考文献 1) 白澤直ほか：ケイ酸塩系表面含浸材塗布コンクリートの物性移動特性に関する基礎的研究，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 9 巻，pp139-144，2009

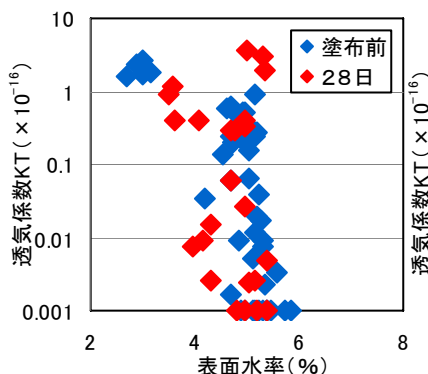


図-3 表面水率と透気係数の関係 (28 日)

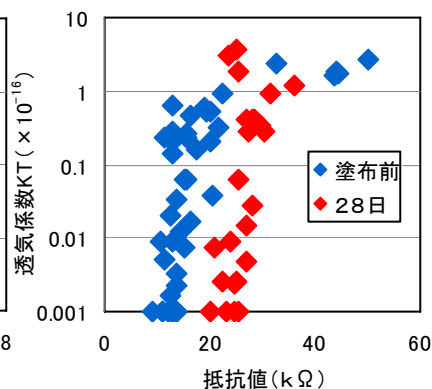


図-4 抵抗値と透気係数の関係 (28 日)

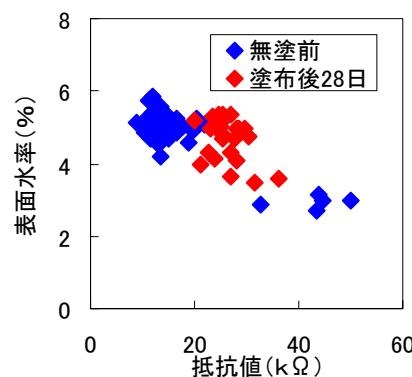


図-5 表面水率と抵抗値の関係 (28 日)

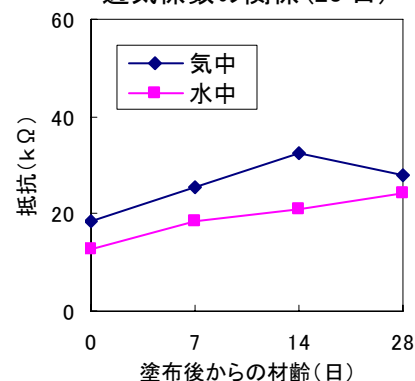


図-6 抵抗値と経時変化の関係

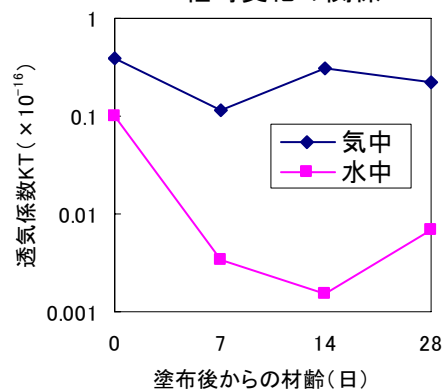


図-7 透気係数と経時変化の関係