

表面含浸材の塗布方法（ローラー、刷毛、噴霧）による効果の違いについて

飛島建設（株）正会員 ○笠井 和弘
飛島建設（株）正会員 槇島 修

1. はじめに

コンクリートの耐久性を向上させる工法の一つに表面含浸工法があり、その施工方法はコンクリートライブラリー119「表面保護工法設計施工指針（案）」や同 137「けい酸塩系表面含浸工法設計施工指針（案）」でも触れられている。筆者は、表面含浸工法の効果を定量的に評価するために、完全非破壊で同位置で繰り返して試験ができる表層透気試験（以下、トレント法）や表面吸水試験¹⁾（以下、SWAT）を用いた実験を行ってきた²⁾。その過程で、表面含浸材（以下、含浸材）の製造メーカーが示しているカタログは、含浸材を塗布する向きに関係なく標準的な塗布量を定めているものの、標準塗布量を上向きと下向きに塗布するのではダレなどによりその効果に差があることを実験的に検証した³⁾。今回は、塗布方法の違いも表面含浸材の効果に影響を与えるのではないかと考え、既往実験の延長線上として、2種類の表面含浸材をローラー、刷毛、噴霧の3方法で製造メーカーが推奨する標準塗布量で塗布し、その効果の違いを確認するため、トレント法や SWAT でコンクリート表層部の品質を定量的に把握する実験を試みた。本論文は、その実験概要と実験結果を取りまとめ、含浸材の塗布方法がコンクリート表層品質に与える影響を報告するものである。

2. 実験概要

これまでの知見により、トレント法や SWAT の試験結果は試験体の高さ方向の影響を大きく受けることが知られており、その影響を排除するため、コンクリート（21-15-20N, W/C=64.7%）は 150mm×150mm×530mm の形状で打ち込み、側面を試験面とした（写真-1 参照）。塗布した含浸材は2種類で、特殊シラン系化合物を主成分としシリコン樹脂を含有したシラン系（以下、S系）と、けい酸ナトリウムを主成分とした反応型けい酸塩系（以下、K系）の含浸材を、＜ローラー・刷毛・噴霧＞×＜上向き・下向き＞にコンクリート材齢4週にメーカーが推奨する標準量で塗布した（写真-2 はローラーで下向き、写真-3 は刷毛で上向きに塗布している例）。その後、この試験体を起こして、塗布材齢4週、8週、12週の全3材齢で、写真-4、写真-5 に示す非破壊試験を実施した。



写真-1 試験体作製状況



写真-2 含浸材下向き塗布



写真-3 含浸材上向き塗布



写真-4 トレント法実施状況



写真-5 SWAT 実施状況

3. 実験結果

3. 1 表面水分率の経時変化

コンクリートの表層品質は、表面水分率の影響を受けるため、非破壊試験前には静電容量式の表面水分計で表面水分率を測定した。材齢を横軸に取り、縦軸を各塗布方法の表面水分率とした経時変化を図-1 に示す。コンクリートの表面水分率が落ち着くのはコンクリート材齢12週程度以降とされているが、本実験でも同じような傾向を示した。また、K系とS系を比較すると、内部の水分を吐き出し外部からの水分を受け付けられないS系の方が、表面水分率の低下が大きい傾向を示した。

キーワード 耐久性向上, 表面含浸材, 塗布方法, トレント法, 表面吸水試験
連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 TEL: 04-7198-7577

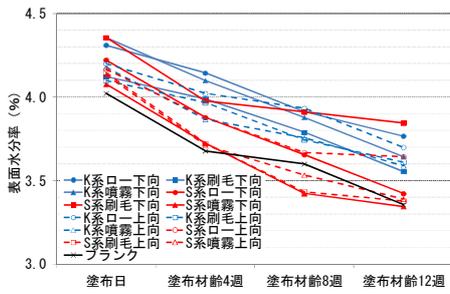


図-1 表面水分率

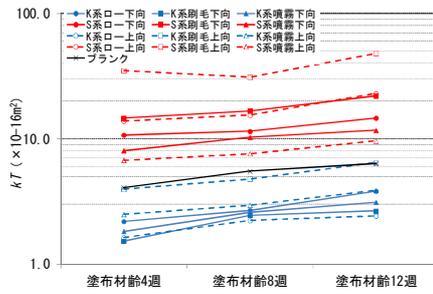


図-2 トレント法の kT

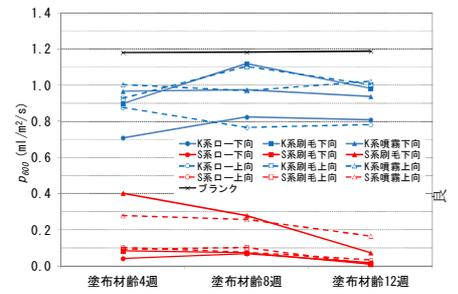


図-3 SWAT の表面吸水速度 p_{600}

3. 2 表層透気係数 kT および表面吸水速度 p_{600} の経時変化

トレント法の表層透気係数 kT , SWAT の試験開始 10 分後の表面吸水速度 p_{600} (図-4 参照) の結果をまとめて、図-2, 図-3 に示す. 全体的な傾向として, kT は K 系 > ブランク > S 系の順, p_{600} は S 系 > K 系 > ブランク の順で表層品質が優れるという結果となった. これは、既往の研究成果で得られている S 系は水性に優れる一方で二酸化炭素などの透過性は高い, K 系は表層部をち密化して空隙が少なくなり防水にもある程度の効果を示すという知見と一致している.

3. 3 施工方法による表層透気係数 kT および表面吸水速度 p_{600} の差異

図-5~図-7 に、塗布材齢 4 週の場合の SWAT 試験結果の一例として、試験前後の水位差 Δh , 上述の p_{600} , 図-4 に示す直線の勾配 n を施工方法別にまとめたグラフを示す. Δh や p_{600} の図では、K 系, S 系とも、ローラー > 刷毛 > 噴霧の順に表層品質が優れていることがわかる. 次に、 n はコンクリート表層部から奥行き方向の性質を示しているとされるが (n が大きければ急激に吸水が収束しているから良, n が小さければだらだらと長く吸水が続いているから劣), n の図でも、K 系, S 系ともローラー > 刷毛 > 噴霧の順に奥行き方向に含浸材の効果が高いことが確認できる. 施工方法によりこのような差異が現れるのは、ローラーの場合は塗布の際に人力による押し付ける力が働くために含浸材がより深く含浸しやすいのに対し、噴霧ではそのような押し付け力がなく、刷毛による施工ではこの中間的な押し付け力が作用しているためと考えられる. 今回は、室内で塗布を行ったためにこの程度の差であったが、屋外での噴霧による施工では風による材料逸散が考えられるため、ローラー施工と同じ塗布量ではより一層効果に違いが出るのが予想される. なお、下向き施工と上向き施工を比較した場合、コンクリート表層品質は下向き > 上向きの順に優れることは、これまでの実験で得られた結果と同様な結果が得られた.

4. まとめ

本実験により、以下の知見を得た.

○含浸材は、施工方法や施工の向きによってその効果には差があり、施工方法ではローラー > 刷毛 > 噴霧、施工の向きでは下向き > 上向きの順で効果が高い. 含浸材の効果は母材の品質にも左右されるため定量化が難しいが、施工の際にはこのような傾向を理解しておく必要がある.

[謝辞] 供試体の作製方法, SWAT のデータ取得, 評価方法などについては、横浜国立大学細田暁准教授, 香川高等専門学校林和彦准教授にご指導をいただいた. 紙面を借りて、謝意を表す.

参考文献

- 1) 林和彦, 細田暁: 表面吸水試験によるコンクリート構造物の表層品質の評価方法に関する基礎的研究, 土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造), Vol.69, No.1, pp82~97, 2013.
- 2) 笠井和弘, 寺澤正人: 表面吸水試験による表面含浸工法の効果の確認, 土木学会年次講演会 2013, V-150
- 3) 笠井和弘, 槇島修: 表面含浸材の塗布方向による効果の違いについて, 土木学会年次講演会 2015, V-213

3. 2 表層透気係数 kT および表面吸水速度 p_{600} の経時変化

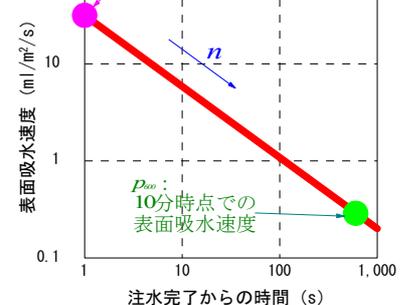


図-4 SWAT で得られるデータ

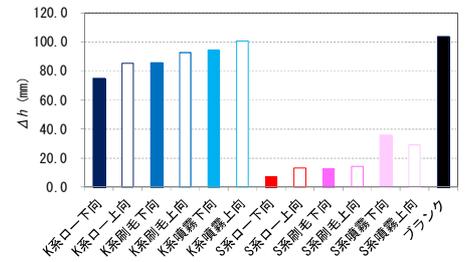


図-5 塗布材齢 4 週の Δh

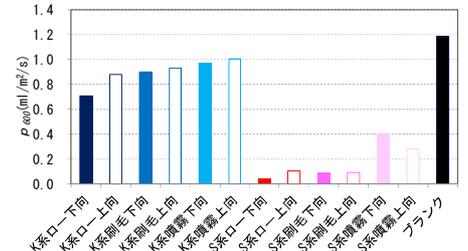


図-6 塗布材齢 4 週の p_{600}

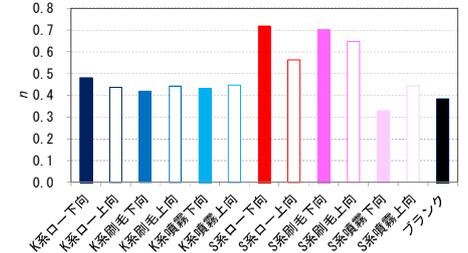


図-7 塗布材齢 4 週の n