

水掛かり条件が表面含浸材の補修効果に与える影響の検討

(国研) 土木研究所 正会員 ○櫻庭浩樹 古賀裕久

1. はじめに

表面含浸工法は、吸水抵抗性を向上させ、表面被覆工法と比較すると透気性を確保できる特徴を有し、コンクリートの含水率を低減できると考えられることから、凍害や ASR に対する補修工法として活用される場合もある。

表面含浸材は、表層に撥水性を付与するシラン系と、表層の微細な空隙を埋めるけい酸塩系に大別される。さらに、けい酸塩系表面含浸材は、主成分がリチウムの場合と主成分がけい酸ナトリウムやカリウムの場合がある。前者は、含浸の初期段階で主成分の一部が水酸化カルシウムと反応した後、残りの主成分が乾燥にともなって難溶性の固化物となって空隙を充填する¹⁾。後者は、主成分が水分の供給により溶解して水酸化カルシウムとの反応を繰り返すことにより、長期的に空隙を充填する¹⁾。このため、例えば、滞水が生じる部材の水平面と、雨掛かりが生じて比較的短時間で乾燥する部材の鉛直面では、表面含浸材の補修効果が異なる可能性がある。しかし、現状では、必ずしも明確ではない。

本研究では、けい酸塩系表面含浸材の補修効果について検討するため、水掛かりの条件が異なるように暴露面の方向を鉛直と水平とした試験体を製作し、屋外暴露試験を実施している。ここでは、屋外暴露の前後に実施した吸水試験の結果と、試験体の屋外での質量変化を約2年間測定した結果を報告する。

2. 吸水試験および屋外暴露試験方法

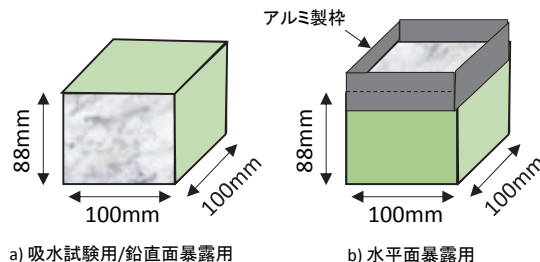
コンクリートの配合を表-1に示す。コンクリートは、水中で28日養生した。試験体の概要を図-1に示す。寸法は、100×100×88mmとした。暴露面以外はエポキシ樹脂系の表面被覆材でシールし、型枠面を表面含浸材の塗布面とした。b) 水平面暴露用試験体は、降雨時にコンクリート上面に滞水することを模擬するため、暴露面の周囲にアルミ製の枠を設けた。

試験体の種類を表-2に示す。表面含浸材には、一般に市販されている、けい酸塩系6種類およびシラン系1種類を選定した。表面含浸材の塗布後、20℃60%で28日間養生して試験に供した。試験体は、吸水試験用に各2体、屋外暴露の鉛直面用と水平面用にそれぞれ各4体製作した。

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				Air (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
	W	C	S	G		
50	165	330	828	968	4.0	45.5

※セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。



※吸水試験用は、相対する2側面を残してシール
※鉛直面および水平面暴露用は、暴露面を残してシール

図-1 試験体の概要

表-2 試験体の種類

名称	含浸材種類	塗布量 (g/m ²)
N	無塗布	—
A	けい酸ナトリウム系*	200
B		400
C		250
D	けい酸リチウム系混合型	200
E	けい酸リチウム系*	300
F		200
G	シラン系	200

※A～C 又は E と F は、主成分は同じだが異なる材料

吸水試験は、試験体の寸法と試験体数を除き、JSCE K-572（吸水率試験）に基づいて実施した。吸水試験は、暴露前と暴露202日後の2回実施した。初回の吸水試験後、暴露面を鉛直として屋外に暴露した。暴露202日後、20℃60%の屋内に約3ヶ月間静置し、含水状態を調整してから、再度吸水試験を実施した。

屋外暴露は、茨城県つくば市の土木研究所構内に試験体を設置し、2017年1月から開始した。暴露期間中は、鉛直面および水平面暴露用試験体の質量を2週間～1ヶ月おきに測定した。なお、測定前に暴露用試験体に表面水が有る場合は、これを取り除いて測定した。

3. 吸水試験および屋外暴露試験の結果と考察

暴露前後の吸水試験の結果を図-2に示す。また、表面含浸材の吸水抵抗性のグレード（吸水比に対応）

キーワード 表面含浸材、屋外暴露、補修効果、水掛かり

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 TEL:029-879-6761

もあわせて示す²⁾。吸水率は、試験体 2 体の平均値である。吸水比は、試験体の吸水率を原状試験体 (N が該当) の吸水率で除して算出した²⁾。

暴露前では、けい酸塩系の試験体は、吸水比 0.76～0.93 となり、いずれもグレード C に分類された。一方、シラン系の試験体の G は、吸水比 0.11 となり、グレード A に分類された。暴露後では、けい酸塩系の試験体で吸水比 0.88～0.97、G で吸水比 0.14 となった。吸水比は暴露前と比較して同程度以上であり、本試験条件では、暴露後の水掛かりによる吸水抵抗性の向上は認められなかった。

図-3 に屋外における試験体の質量変化を示す。質量変化量は、試験体 4 体の平均値である。質量変化量がマイナスの場合、暴露開始時よりも質量が減少し、乾燥したことを意味する。また、月平均温度もあわせて示す。

図-3 a) に暴露面を鉛直とした場合の質量変化を示す。けい酸塩系の試験体の場合、F は N に対して -2.5g 程度乾燥が進んだが、その他は N との違いが明確でなかった。一方、G は N に対して -10g 程度乾燥が進んだ。なお、暴露 216 日と 574 日に質量変化の幅が大きい。これらの期間は夏季であり、温度上昇により水分の逸散が進んだためと思われる。

今回の検討で暴露面が鉛直の条件では、けい酸塩系表面含浸材による効果が明確でなかった。この結果は、屋外暴露後（暴露面を鉛直）に吸水試験を実施し、暴露後の水掛かりによる吸水抵抗性の向上は認められなかったことと整合している（図-2）。

なお、表面含浸材の透気性に関する既往の実験では、けい酸塩系表面含浸材を塗布すると、無塗布の場合よりも透気性が低下する場合があることが報告されている¹⁾。雨掛かりが生じても滞水しにくい鉛直面では、けい酸塩系表面含浸材の塗布による吸水量の減少よりも、透気性が低下して放湿量が減少する影響の方が大きいために乾燥が進まなかった可能性もある。

図-3 b) に暴露面を水平とした場合の質量変化を示す。けい酸塩系の試験体では、B が最も乾燥している。また、図-3 a) の場合と異なり、いずれの試験体でも N に対して乾燥しており、G と比較すると顕著ではないが、吸水を抑制している効果が認められる。暴露面を水平とした場合は、図-1 のように降雨時に滞水するようにしており、鉛直とした場合と比較して暴露面に水分が供給される時間が長いと考えられ、これによってけい酸塩系表面含浸材の補修効果が改善された可能性がある。なお、けい酸塩系表面含浸材の種類の違いによる影響は、今回の実験範囲では明確でなかった。

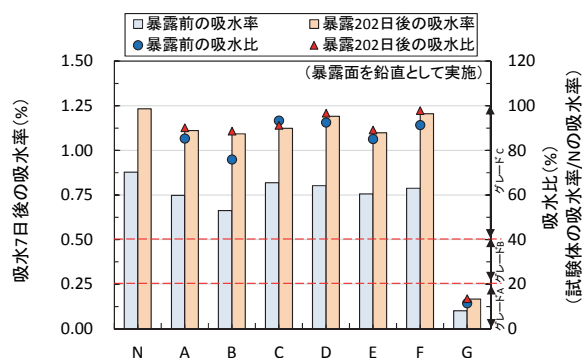
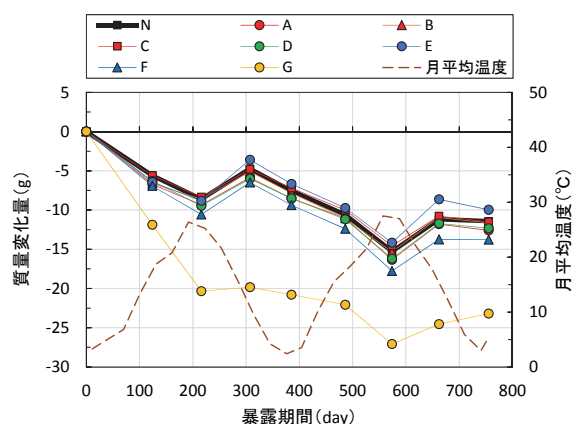
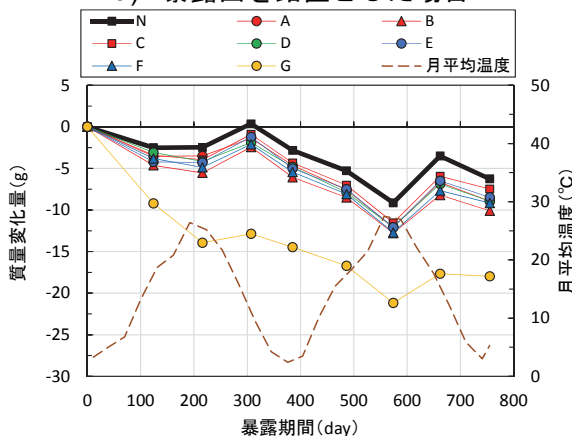


図-2 暴露前後の吸水試験の結果（暴露面を鉛直）



a) 暴露面を鉛直とした場合



b) 暴露面を水平とした場合

図-3 屋外における試験体の質量変化

4. まとめ

- 1) 暴露面を鉛直とした条件では、けい酸塩系表面含浸材による効果が明確でなかった。一方、シラン系表面含浸材では効果が認められた。
- 2) 暴露面を水平とした条件では、シラン系表面含浸材ほど顕著ではないが、けい酸塩系表面含浸材による効果が認められた。

参考文献

- 1) 土木学会：けい酸塩系表面含浸材の設計施工指針（案）、コンクリートライブラリー137、pp.11-12、pp.129-136、2012
- 2) 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、pp.55-63、pp.165-167（工種別マニュアル編）、2005