

各種劣化を受けたセメント硬化体に適用した けい酸塩系含浸材の改質効果の検討

東京理科大学
東京理科大学

学生会員 ○小久保 佑樹 菊地原 潤一
正会員 加藤 佳孝 江口 康平

1. はじめに

表面含浸工法は含浸材をコンクリートの表面に塗布することで表層を緻密化し、コンクリートの耐久性を向上する補修工法である¹⁾。近年、土木構造物の老朽化が問題となっており、劣化が進んだ構造物に含浸材を適用し、構造物の耐久性を向上することができれば維持管理の面で貢献できる。しかし劣化した構造物に含浸材を適用し、その改質効果を検討した研究は少ない。本研究では塩水浸せきおよび中性化促進試験を行い、既設構造物を模擬したモルタル供試体に含浸材を適用し、改質効果を検討した。

2. 実験方法

2.1 供試体概要および実験の流れ

表-1 にモルタルの配合を示す。供試体寸法は4×4×16cmの直方体とし、脱型後7日間水中養生し、4×16cmの打設底面に塗布し、それ以外の面はエポキシで被覆した。劣化構造物を模擬するために、塩水浸せきおよび中性化促進を行った。塗布前劣化期間は塩水浸せき98日、中性化は104日とした。劣化を判断する基準は、塩水浸せきは十分に塩化物イオンが浸透したとき、中性化は中性化深さが2~3mm程度進行したときとした。塩化物イオン浸透深さの計測方法は、供試体を割裂後、割裂面に硝酸銀溶液を噴霧し、白く発色した部分を1面につき3点ずつ計6点をノギスで計測しその平均値を算出した。中性化深さはフェノールフタレインを噴霧し、無色の領域を中性化部分として塩水浸せきと同様に計測した。その後含浸材を塗布し封かん養生を14日間行い、再劣化させた。実験ではけい酸ナトリウム表面含浸材を使用した。実験のフロー図を図-1に示す。

2.2 塩水浸せき試験

10%NaCl溶液に塗布前劣化として、3日半おきに乾湿繰返しを行い、98日間浸せきさせた。その後、硝酸銀噴霧で塩化物イオン浸透深さを計測した結

表-1 供試体の配合

配合名	単位水量(kg/m ³)				
	W/C (%)	S/C (%)	W	C	S
OPC60	60	2.5	3.22	5.36	13.4

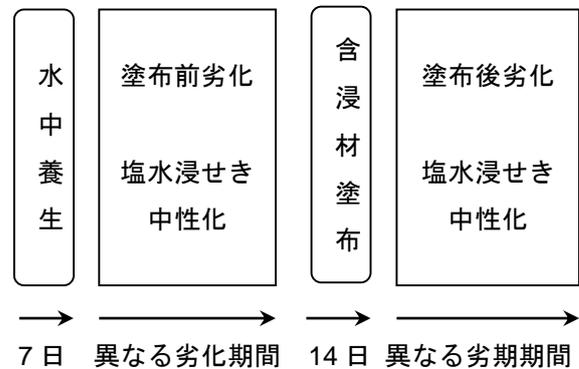


図-1 実験の流れ

果、表面からの塩化物イオン浸透深さは16.39mmであり、十分に浸透していることを確認した。その後、含浸材を塗布し、14日間封かん養生を行った。30日の塗布後劣化を経た後、硝酸銀噴霧で塩化物イオン浸透深さを計測した。

2.3 中性化促進試験

JIS A1153に基づき中性化促進環境下(環境20℃、CO₂濃度5%、湿度60%)で104日の塗布前劣化を行い、中性化深さが2.55mmに達したのを確認した。その後、含浸材を塗布し、32日の塗布後劣化を経た後、フェノールフタレイン噴霧で中性化深さを計測した。

2.4 塗布方法

劣化した構造物に含浸材を適用する場合、既にモルタルに塩分が存在していることや、中性化によって含浸材と反応するのに必要な水酸化カルシウムが消費されているため、通常塗布では改質効果が認め

られないことが想定される。そのため、通常塗布の他に塗布量を規定量の2倍塗布する場合、通常より高濃度の含浸材（濃度 1.5 倍）を塗布する場合、水酸化カルシウムを補助材として併用する場合（図中では CH 材と表記）を検討した。塗布量 2 倍は塗布量の増加により緻密な含浸層を形成することを、濃度 1.5 倍は緻密な含浸層の形成や濃度勾配による含浸を、水酸化カルシウム溶液は含浸材の反応促進を目的とし含浸材を規定量塗布した後に仕上げの段階で水酸化カルシウム溶液を塗布した。表-2 に塗布方法をまとめたものを示す。

3. 実験結果

3.1 塩水浸せき試験

図-2 に塗布後再劣化を行った後に硝酸銀噴霧し塩化物イオン浸透深さを計測した結果を示す。通常塗布以外は無塗布に比べて塩化物イオン浸透深さが抑制されている。施工方法によっては、含浸材を塗布することで効果が得られる。特に塗布量 2 倍と濃度 1.5 倍の含浸材はより改質効果があることが確認できた。通常塗布は、表面に発生したあばた中に含浸材が入り込むなどによって、含浸材の浸透量にばらつきが生じたものと考えられる。通常塗布以外の塗布方法でも同じことがいえるが、適用量が少ない場合にばらつきの影響は顕著に生じ、塗布量が 2 倍および濃度が 1.5 倍の場合は、改質効果を発揮するために必要な含浸材が供給されやすくなる。すなわち、浸透量のばらつきは生じるが、改質効果のばらつきは小さくなると考えられる。CH 材では、水酸化カルシウムの添加による反応促進の効果により、通常塗布に比べて改質効果が得られることが分かった。

3.2 中性化促進試験

図-3 に塗布後再劣化を行った後の中性化深さを示す。けい酸塩系表面含浸材はコンクリート中の水酸化カルシウムと反応する。中性化では、二酸化炭素が侵入し水酸化カルシウムを消費するため、水酸化カルシウムを添加する場合を除いて改質効果が低下することが予想された。しかし実験結果では、無塗布に比べて含浸材を塗布したものは 40% 程度中性化深さが抑制されている。最も改質効果があると期待していた CH 材を加えたものは他と比べて明確な

表-2 塗布パターン

塗布パターン	濃度 (倍)	塗布量 (g/m ²)	補助材
通常塗布	1.0	120	無
塗布量 2 倍	1.0	240	無
濃度 1.5 倍	1.5	120	無
補助材併用	1.0	120	有

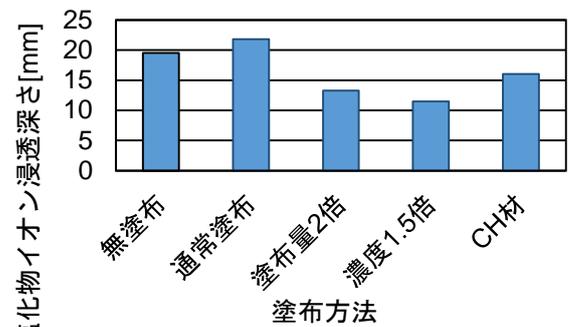


図-2 塩化物イオン浸透深さ

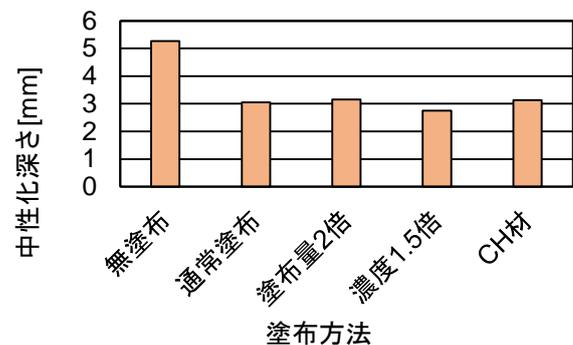


図-3 中性化深さ

効果はなかった。含浸材を塗布した時点での平均中性化深さは 2.55mm であり、それより深く含浸材が浸透し未中性化領域の水酸化カルシウムと反応し改質効果が発揮されたと考えられる。

4. まとめ

- (1) 塩化物イオン浸透深さは通常塗布以外は改質効果が認められた。
- (2) 中性化深さは全ての塗布方法で改質効果が認められた。

参考文献

- 1) けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案), 土木学会, コンクリートライブラリー137, 2012.7.