

けい酸塩系表面含浸材とカルシウム付与材の塗布量の違いが コンクリートの改質効果に及ぼす影響

福岡大学大学院 学生会員 ○山田浩嗣 福岡大学大学院 学生会員 阿部稜
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 正会員 村上哲

1. はじめに

近年、既設構造物の維持管理や予防保全を目的として、使用される材料の一つとしてけい酸塩系表面含浸材があるが、この材料はCaとの反応を前提としているため、中性化が進行している場合や、高炉セメントなど混和剤を使用したコンクリートに対しては改質効果が得られ難い可能性がある¹⁾。そこで、改質効果が得られ難いコンクリートに対して、含浸材を塗布する前にカルシウム付与材を付与し、人工的に空隙内にC-S-H系結晶を生成させる手法の検討が進められている²⁾。表面含浸材とカルシウム付与材の塗布量に応じて、コンクリート中に生成される結晶が多くなるため、改質効果の向上が期待されるが、その点については明らかにされていない。そこで本研究では、けい酸塩系表面含浸材とCa付与材の塗布量の違いがコンクリートの品質改善に及ぼす影響について検討を行った。

2. 実験概要

使用材料：実験に用いたけい酸塩系表面含浸材は、けい酸Naを主成分とするもので、pH12以上の高アルカリ材料であり、密度1.2g/cm³程度の液体である。一方のカルシウム付与材は、生コンプラントから排出される回収水にNaOHや亜硝酸等の添加材や反応遅延剤を加えて4000ppm以上のCaイオン濃度にし、pH12.0以上のものを用いた。

コンクリート配合及び含浸材の塗布方法：高炉セメントB種(略号BB)を用いた、W/B55%のφ10×20cmの円柱コンクリート供試体を作製した。28日間の水中養生後は、高さ10cm位置でカットして、試験面(カット面)以外の周布には、アルミテープで被覆を行った。その後は、1日間の湿度60%の環境に静置させて、Ca付与材と表面含浸材の塗布を行った。塗布方法は、温度20℃湿度60%の環境下で、Ca付与材を試験面に刷毛で塗布し、1日間の乾燥を設けた後、表面含浸材も同様の方法で同量塗布した。その後、1日1回の散水処理を3回行った。また、塗布量は、両者共に規定量として0.05g/cm²を塗布した(略号AH)もの、規定量の1.5倍(略号AH×1.5)、2倍(略号AH×2)をそれぞれ塗布した。また、比較用としてカルシウム付与材を塗布せず、規定量の表面含浸材のみ(略号A)を塗布したものも設けた。

試験方法：含浸深さ試験は、JSCE K-572に準拠して、深さごとにLi, Na, Kのイオン量の総和から算出し、無塗布供試体の130%よりも増加している範囲を含浸深さとした。中性化促進試験は、CO₂濃度5±0.2%、湿度60±5%、温度20±2℃の環境下で28, 56, 91日の3期間で中性化促進を行った後に、万能試験機により供試体を割裂し、フェノールフタレイン溶液の散布により呈色しなかった範囲を中性化域とした。ノギスにて等間隔で5点測定し、平均したものを中性化深さとした。塩水浸漬試験は、JSCE-G572に準拠して91日間の塩水浸漬試験を行った。浸漬終了後は、1cmごとにモルタルの粉体を採取して、JIS-A 1154に準拠して電位差滴定装置により、全塩化物イオン量を測定した。また、併せてJCI-SC4に準拠して可溶性塩化物イオン量についても深さごとに測定した。細孔分布の測定は、塗布面から深さ1cm位置までの試験片を採取して、水銀圧入法により測定を行った。

3. 実験結果及び考察

図-1には各種供試体の含浸深さを示す。含浸材(A)の含浸深さは、4.2mm程度であったのに対し、Ca付与材を併用した(AH)は、6.5mm程度となり、Ca付与材を併用することで含浸材の浸透深さが増加することが分かった。この点については、詳細な知見を持ち合わせていないが、Ca付与材の粘性が低いことから含浸材よりもコンクリート内部に浸透していたと予想される。反応性を示すCa付与材が予めコンクリート内に浸透していたことによ

けい酸塩系表面含浸材, カルシウム付与材, 含浸深さ, 中性化, 塩化物イオン

連絡先: 福岡県福岡市城南区七隈8丁目19番地1号 福岡大学 TEL 092-871-6631

り、含浸材 (A) が Ca 付与材と反応する為にコンクリート内部に深く浸透したものである。さらに、両者の塗布量を増加させた AH×1.5, AH×2 では、それぞれ 7.5mm, 15mm 程度と塗布量に応じて含浸深さが増加する結果となった。これは、塗布量が増加したことで、より内部に浸透したものと考えられる。

図 - 2 には、各種供試体の中性化速度係数を示す。無塗布の中性化速度係数は 25mm/year であったのに対し、含浸材 (A) では、19mm/year であった。一方の AH では、17mm/year と中性化に対する効果が含浸材 (A) よりも向上する結果を示した。さらに、従来の含浸材では、塗布量を増加させても改質効果の大きな改善にはつながらなかったのに対し³⁾、カルシウム付与材を用いることで、塗布量の増加に伴って、含浸深さが増加するに従って、中性化抑制効果も向上することが確認された。

一例として図 - 3 には、AH および AH×1.5 を塗布した場合の細孔径分布を示す。塗布量に応じて、含浸深さが増加する以外にも 50~70nm での細孔容積が減少する結果から同一深さにおける細孔容積量の減少を確認できた。

図 - 4 には、各種供試体の全塩化物イオン量分布を示す。全塩化物イオンの侵入に対しては、カルシウム付与材を併用し、さらに塗布量を増加させても十分な抑制効果は確認されなかった。ただし、図 - 5 に示す鉄筋腐食の発生に直接影響を及ぼすとされる可溶性塩化物イオン量分布についてみると、塗布量を規定量の 1.5~2 倍とした場合には、無塗布の約 15~20% 程度までに抑制されていることが確認された。カルシウム付与材と含浸材による反応生成物に侵入した塩化物イオンの一部が固定化されたものと考えられた。

このように、カルシウム付与材を併用したけい酸塩系表面含浸材は、改質効果が低下する混和剤を用いたコンクリートに対しても含浸材による確実な改質効果が期待できるものと考えられる。また、塗布量に応じた性能の向上も図れることから、今後、有効な方法の一つになり得ると思われた。

4. まとめ

- 1) 含浸材の含浸深さは、カルシウム付与材との併用および塗布量に応じて大きくなることが確認された。
- 2) カルシウム付与材を用いることで、塗布量の増加に伴って、中性化抑制効果も向上することが確認された。
- 3) 全塩化物イオンに対する抑制効果は、併用や塗布量に関わらず確認されなかったが、可溶性塩化物イオンに対しては、併用することで抑制効果を確認できた。
- 4) 併用において塗布量を増加させた場合には、含浸深さが増加する以外にも同一深さにおける細孔容積量が減少していることが確認された。

参考文献

- 1) 坂元貴之, 武若耕司, 山口明伸, 中村慎: 塗布時のコンクリート材齢の違いが表面含浸材の塩害抑制効果に及ぼす影響について, 土木学会西部支部研究発表会, pp.719-720, 2011
- 2) 金堀雄伍, 樋原弘貴, 添田政司, 久保田崇嗣, 阿部稜: けい酸塩系表面含浸材に併用する反応促進材の違いがコンクリートの品質改善に与える影響, アップグレード論文報告集, 第 16 巻, pp.529-534, 2016.10
- 3) 樋原弘貴: コンクリート用表面含浸材の材料特性と劣化抑制効果に関する基礎的研究, 学位論文博士 (工学) 2010

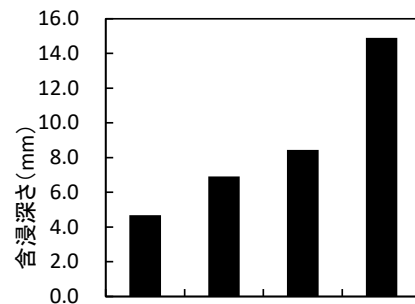


図 - 1 含浸深さの測定結果

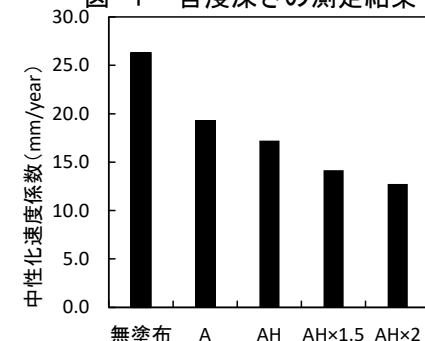


図 - 2 中性化速度係数

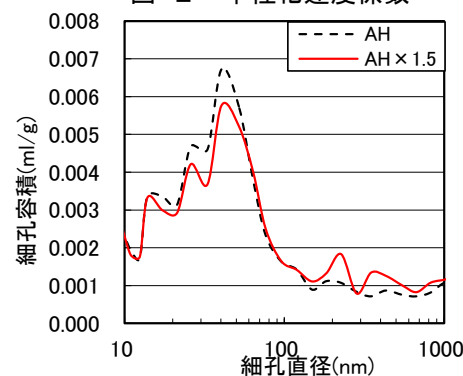


図 - 3 細孔径分布

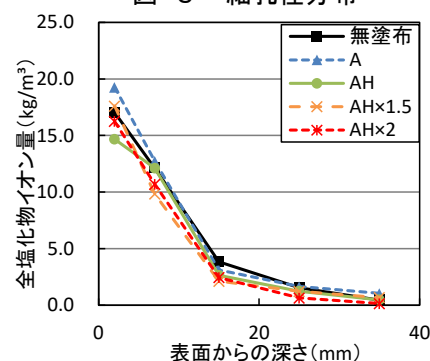


図 - 4 全塩化物イオン量

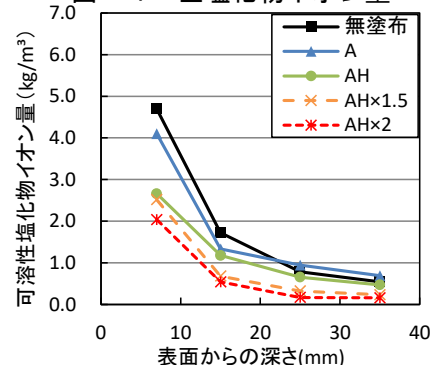


図 - 5 可溶性塩化物イオン量