

ケイ酸塩系表面含浸材を高炉セメントを用いたコンクリートに 塗布した場合の劣化抑制効果に関する検討

福岡大学 正会員 ○樫原 弘貴
 鹿児島大学大学院 正会員 武若 耕司
 鹿児島大学大学院 学生会員 坂元 貴之
 鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸

1. はじめに

近年、耐久性向上、劣化抑制の観点から数多くの補修材料、工法が提案されている。その中の一つとして、コンクリート表面に塗布することでコンクリート表層部の品質を改善し耐久性の向上を図るケイ酸塩系表面含浸材が注目されている。この材料は、コンクリート中の Ca^{2+} および水と化学反応を起こし C-S-H 結晶を生成することで、緻密化する働きがあり、これによって劣化因子の侵入を抑制するものである。ただし、中性化が進行しているコンクリートに塗布した場合には、既に炭酸化によってコンクリート中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ あるいは Ca^{2+} が消費されているため、含浸材の適切な化学反応が行われない¹⁾。例えば、高炉スラグを使用したコンクリートに塗布した場合には、元来使用されているセメント量が少ないことから、中性化が進行しているコンクリートと同様の状況になりうる可能性は十分に考えられる。そこで本研究は、高炉セメント B 種を使用したコンクリートに含浸材を塗布した場合の中性化および塩化物イオンに対する抑制効果と、高炉スラグ使用コンクリートに対する新たな補修工法について検討を行った。

2. 高炉セメント B 種を使用したコンクリートへの適応性

2.1 実験方法および概要

実験には、表-1 に示す配合の $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の角柱コンクリートを作製し、5 日間の湿潤養生を行い、その後、気中養生を 23 日間行った。含浸材の塗布は、養生終了後に打設側面（2 面）に塗布を行っており、さらに 10 cm 幅でカットした後に、含浸材塗布面を除くその他の面をエポキシ樹脂で被覆した。供試体は、中性化環境下である東京都土木研究センター曝露場および塩害環境下である沖縄県国頭郡曝露場でそれぞれ検討を行っており、いずれの曝露環境とも試験期間を 1 年、2 年、X 年としている。今回は、曝露材齢 1 年での解体調査の結果について報告する。

表-1 供試体配合

セメント種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				AE減水剤	空気量調整剤
			W	C	S	G		
普通	55	50	168	305	890	918	250ml/C =100kg	適宜
高炉B種			165	300	891	919		

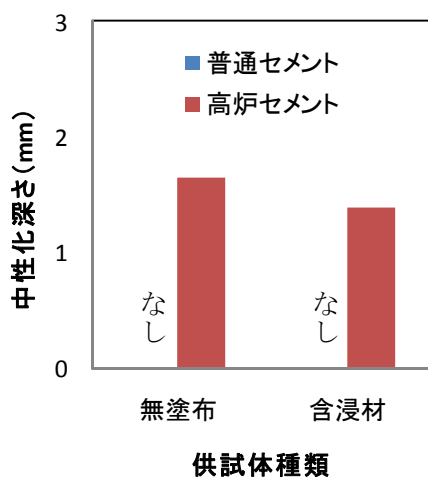


図-1 曝露 1 年時の中性化深さ

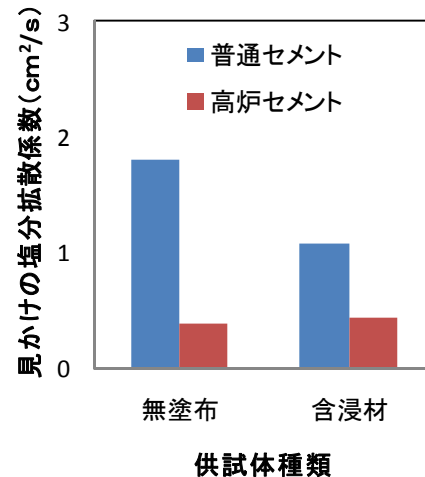


図-2 曝露 1 年時の見かけの塩分拡散係数

2.2 結果および考察

図-1 には、中性化環境下である東京都土木研究センターに曝露した供試体の中性化深さを示す。その結果、曝露材齢が 1 年と短いため普通セメントを使用したコンクリートに塗布した場合には、無塗布および含浸材塗

キーワード 表面含浸材、高炉セメント、中性化、塩化物イオン

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学社会デザイン工学科 TEL 092-871-6631

布供試体のいずれの場合も中性化は確認されなかった。一方の、高炉セメントを使用したコンクリートに塗布した場合には、含浸材塗布供試体の中性化深さは、無塗布よりも小さくはなっているものの、既往の研究で得られているような高い中性化に対する抑制効果は確認されなかった¹⁾。次に、図-2には、塩害環境下である沖縄県国頭郡曝露場に曝露した1年での見かけの塩化物イオン拡散係数を示す。その結果、普通セメントを使用したコンクリートに含浸材塗布した場合の見かけの塩化物イオン拡散係数は、無塗布に比べて1/2程度小さくなっているのに対し、高炉セメント使用コンクリートに塗布した場合には、無塗布および含浸材塗布供試体の間に明確な差は確認されなかった。やはり、高炉セメントの場合には、普通セメントに比べてセメントの絶対量が少なく、含浸材の反応に必要なコンクリート中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ あるいは Ca^{2+} が十分にはなかったものと考えられる。以上のことから、高炉セメントを使用したコンクリートに塗布した場合には、普通セメントに比べえると含浸材の効果が小さくなることが分かった。

3. 高炉セメント使用したコンクリートに対する施工工法

3.1 実験概要および方法

章2.2での試験結果を得て、高炉セメント使用コンクリートや中性化が進行しているコンクリートに含浸材を塗布する場合には、予めCaを付与させた後に塗布することで含浸材の効果がより発揮されるものと考えた。

実験には、高炉スラグ微粉末をセメント量に対して50%置換した水セメント比70%の配合で $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の角柱コンクリートを作製し、2.1と同様に5日間の湿潤養生を行い、その後、気中養生を23日間行った供試体を用いた。含浸材の塗布は、含浸材塗布前にCa溶液を予めコンクリートに浸透させ、その後1日間の乾燥を経て塗布を行っている。なお、今回実験に用いたCa溶液は、所定の成分濃度が1%、2%、3%と異なる3種類で検討を行った。その後、 CO_2 濃度5%、湿度60%の環境で3カ月間の中性化促進を行い、中性化深さによって本工法の有効性を検討した。

3.2 結果および考察

図-3には、中性化促進試験終了後の各種供試体の中性化深さを示す。その結果、ただ単に含浸材のみだけを塗布した場合では、無塗布との間に明確な中性化深さの差は確認されず、これまでと同様の結果を示した。やはり、Ca濃度の低いコンクリートに塗布しても効果が発揮されない可能性が改めて確認された。一方の、予めCa溶液をコンクリート中に浸透させ塗布した場合には、Ca溶液中の所定の成分濃度1%および3%の溶液においては、塗布のみと差がない結果を示しているものの、2%においては塗布のみよりも中性化深さが小さくなる結果が得られた。

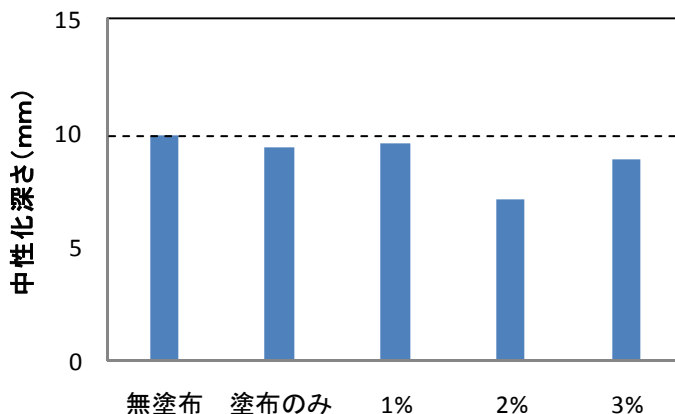


図-3 供試体種類ごとの中性化深さ

以上のことから、高炉セメントを使用したコンクリートに塗布する場合には、予めCa付与行う本工法を用いることで含浸材の効果が発揮されることが確認できた。ただし、Ca溶液の所定成分濃度が異なった場合には、中性化の抑制効果に違いが見られており、今後はCa溶液のコンクリート中への浸透性や含浸材との反応性についてさらに検討を行い、適したCa溶液を作製することで本工法がより効果の高いものになるものと考えている。

謝辞：本研究は(株)環境美建との共同研究の成果の一部について報告したものである。関係各位に深謝する次第である。

参考文献

1) 樫原 弘貴, 武若 耕司, 山口 明伸, 白澤 直: ケイ酸塩系表面含浸材の浸透特性および保護性能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8巻, pp.77-84, 2008