

高炉セメント C 種に適用した塗膜養生剤の強度・中性化抵抗性に与える効果の把握

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○亀山 敬宏
 電気化学工業(株) 正会員 盛岡 実
 正会員 奥山 康二
 芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. 背景・目的

地球温暖化防止を考えるとセメント製造に関して CO₂ 排出量削減などの環境負荷低減が求められている。そのため、高炉セメントの中でも環境負荷低減効果が大きい高炉セメント C 種(以下, BC と記す)を利用する意義は大きい。しかし, 高炉スラグ微粉末(以下, BFS と記す)の置換率が 60~70% と高い BC は, 普通ポルトランドセメント(以下, N と記す)や高炉セメント B 種(以下, BB と記す)と比べて初期強度発現や中性化などの耐久性が劣るため, 所定の性能を得るために, 長い養生期間を要する。

養生には, 型枠存置や養生シートなどによるものがあるが, 長期期間の設置は施工上困難である。そこで, 養生期間を短縮する目的で塗膜養生剤が用いられることがある。中でも, 有機-無機複合型塗膜養生剤(以下, CP と記す)は N や BB で様々な研究が進められ, 強度や耐久性の向上などの養生効果の実績がある。しかし, BC に適用された例はなく BC における CP の養生効果は明らかにされていない。

そこで, 本研究は BC に CP を塗布した養生と塗布せずに行った様々な養生条件の圧縮強度と中性化促進試験を行い, その結果を比較し CP を塗布したときの養生期間の短縮効果を検討することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 CP の概要

本研究で用いる CP の概要を図-1 に示す。CP はアクリル系重合体に特殊粘土鉱物を複合した分散系溶液で特殊粘土鉱物が膜内で重なって配置されている。図-1 に示すように塗膜がない場合や従来の塗膜養生剤よりも物質が膜内を透過する際の移動を妨げる効果が高くなっている。そのため, CP には保湿効果や外部からの CO₂ などの有害物質が入りにくいため耐久性を向上させる効果がある。

表-1 養生条件

養生条件		材齢(日)				
		1	3	5	7	28
1 日脱型	気中	脱型				
	塗膜					
	水中					
3 日脱型	気中	脱型				
	塗膜					
	水中					
	封緘5日まで					
	封緘7日まで					
	封緘28日まで					
5 日脱型	気中	脱型				
	塗膜					
	水中					

→ 気中 → 塗膜 → 水中 → 封緘

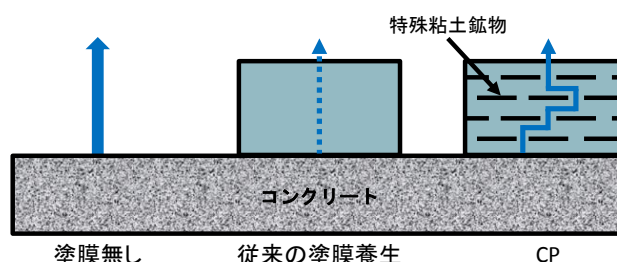


図-1 CP の概要図

2.2 試験概要

コンクリートの配合は単位水量 172kg/m³, W/C55% とし, セメントは BFS 置換率が 70% の BC を用いた。養生条件は表-1 に示す。脱型時期は 1, 3, 5 日とした。養生方法は, 気中養生(気温 20℃, RH60%), CP を規定量 150g/m² をコンクリート全断面に塗布した塗布養生, 水分を供給する水中養生, 脱型してからラップで覆う封緘養生とした。また, 封緘養生は 3 日脱型にのみ行った。

試験は JIS に従い, 圧縮強度は材齢 7, 28, 91 日に測定した。中性化促進試験は 100×100×400mm の試験体を使用し, 促進期間 1, 2, 4 週に測定した。

キーワード 高炉セメント C 種, 有機-無機複合型塗膜養生剤, 養生, 強度・耐久性

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL:03-5859-8356 Email:me13019@shibaura-it.ac.jp

3. 実験結果と考察

3.1 圧縮強度試験

図-2 に各養生条件の圧縮強度を示す。3 日脱型の塗膜養生は 5 日脱型の気中養生と同程度の圧縮強度であった。また、図-3 に 3 日脱型の塗膜養生と封緘期間を変化させた養生の圧縮強度を示す。3 日脱型の塗膜養生は 3 日脱型後の各材齢まで封緘養生した 28, 91 日強度と同程度であった。以上の結果より、3 日脱型の塗膜養生は 5 日脱型の気中養生ならびに各材齢まで封緘養生したものと同程度の養生効果があったと考えられる。

3.2 中性化促進試験

図-4 に脱型日が異なる試験体の中性化深さの経時変化を示す。いずれの結果においても塗膜養生したものは、どの養生条件より中性化抑制効果が認められた。また、1 日脱型して塗膜養生した結果と脱型 3, 5 日で塗膜養生した結果を比較すると、3, 5 日に脱型したものは 1 日脱型したものより中性化抑制効果があることが認められた。以上の結果から考察すると、コンクリートを水中養生、また封緘養生することで水和反応が進み、密実なコンクリートになる。密実なコンクリートは外部からの物質の侵入を防ぐ効果が大きくなるが、CP を塗布したコンクリート表面の塗膜剤が物質の侵入を防ぐ効果はそれ以上に大きく中性化抑制に効果があったと考えられる。また、1 日脱型のように水和反応が進んでいないコンクリートには水和反応に使用されていない水分が多くあったと考えられる。その水分により 1 日脱型したコンクリートに CP を塗布したとき、CP が希釈され CP の効果が小さくなり、中性化抑制効果が水和反応の進んだ 3, 5 日脱型の塗膜養生より小さくなったと考えられる。

4. まとめ

- 1) CP を塗布した養生はいずれの養生条件より中性化抑制効果があった。特に水和反応がある程度進んだ 3 日以降に脱型して塗布すると中性化抑制効果が大きくなる。
- 2) 圧縮強度試験の結果より、3 日脱型の塗膜養生は 5 日脱型の気中養生と長期まで封緘養生したものと同程度の効果があった。

謝辞)本研究を進めるに当たり芝浦工業大学卒業生の小倉渉君の協力を得た。ここに感謝の意を記す。

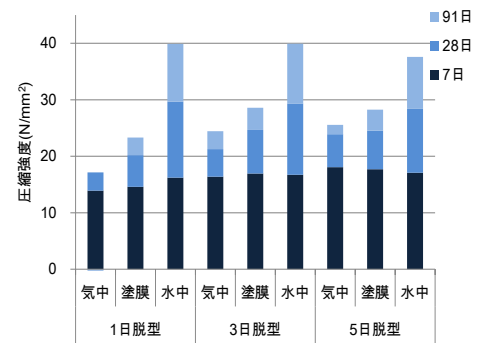


図-2 各養生条件の圧縮強度

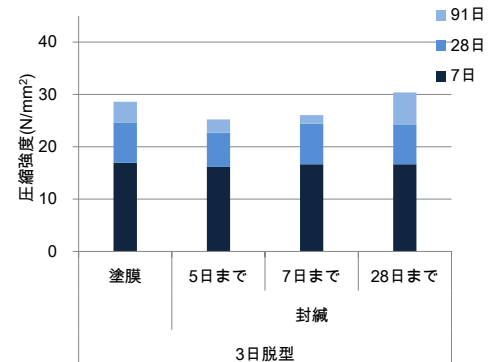


図-3 3 日脱型の塗膜養生と封緘養生の圧縮強度

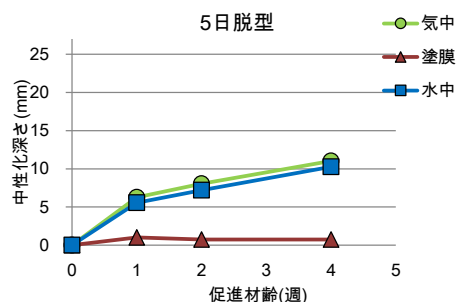
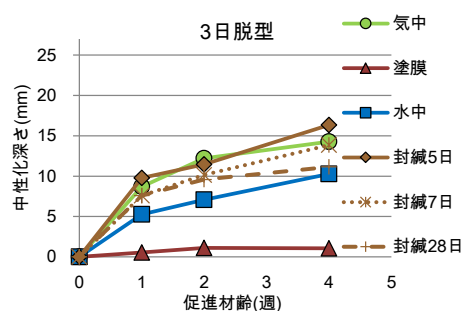
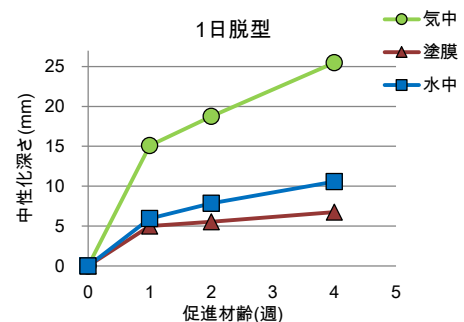


図-4 各養生条件の中性化深さ