

前置き時間の違いによる高炉スラグ微粉末配合モルタルの耐塩害性能の検証

東海大学大学院 学生会員 ○持田 和輝
 (株)デイ・シイ 正会員 二戸 信和
 (株)デイ・シイ 正会員 藤原 了
 東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

近年、日本では少子高齢化が問題視されており、建設業界も若年層の就業者の不足や技能職の後継者不足は深刻な課題である。そのため、プレキャストコンクリートの活用が注目されている。一般的にプレキャスト製品は生産性向上や早期強度向上のために、蒸気養生が施される。その際、内部構造が粗になることから耐久性が低下することが確認されている¹⁾。耐久性向上のために高炉スラグ微粉末を添加する等の対策が挙げられる。特に塩害に対しては緻密化による遮塩性能だけでなく、原因となる塩化物イオン（以下、Cl⁻）を無害化する固定化性能も確認されている²⁾。しかし、蒸気養生方法の違いにおける耐塩害の検証はまだ不明確なことが多い。本研究では養生条件の違いによる高炉スラグ微粉末の遮塩性能及び固定化性能の影響を検証した。

2. 実験概要

2. 1 使用材料

表-1、表-2 に使用材料及び配合条件をそれぞれ示す。本研究では幅広く使用される高炉セメント B 種を模擬し、置換率を 45%とした。BFS の粉末度は 3000cm²/g, 4000cm²/g, 6000cm²/g の 3 水準を使用した。AG は SO₃ 量が無添加と BFS 添加が同様になるように添加した。

2. 2 養生条件

図-1 に蒸気養生条件を示す。前置き時間は 0.5, 3.0 時間とし、それぞれ最高温度 65°C で 2 時間保持した。練上がり 24 時間後に脱型を行い、気温 20°C 湿度 60% の環境下で材齢 28 日まで気中養生を行った。

2. 3 試験項目

2. 3. 1 遮塩性能

遮塩性能の評価を目的として、モルタルの実効拡散係数を算出した。実効拡散係数の算出方法は土木学会基準 JSCE-G571 に準拠し、急速塩分浸透試験を行った。

2. 3. 2 固定化性能

固定化性能の評価を目的として、フリーデル氏塩（以下 F 塩）の生成量を測定した。測定方法は、粉碎したセメントペーストを 5%濃度の NaCl 水溶液に 1 日及び 28 日間浸漬させた。それぞれ乾燥後に、浸漬前後の F 塩と固定化の化学反応に関する Ca(OH)₂ をセメントペーストの総重量比で算出した。分析方法は X 線回折法を用いて行った。

表-1 使用材料

記号	種類	密度(g/cm ³)
N	普通ポルトランドセメント (粉末度 3200)	3.16
BFS	高炉スラグ微粉末 (粉末度 3000, 4000, 6000)	2.90
S	川砂 (山北町産)	2.69
AG	無水石膏	2.91

表-2 配合条件

水準	単位質量(kg/m ³)				
	W	N	BFS	S	AG
無添加	318	641	-	1273 (モルタル)	-
BFS 添加		350	286		12.4

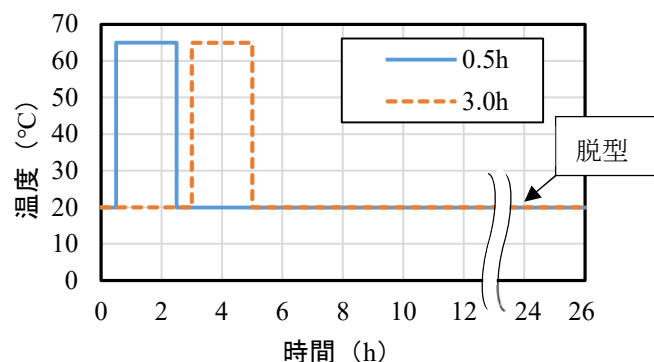


図-1 蒸気養生条件

キーワード：プレキャストコンクリート、高炉スラグ微粉末、粉末度、耐塩害、塩化物イオン、固定塩化物、
 連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4丁目 東海大学 TEL 0463-58-1211

3. 試験結果及び考察

3.1 各種条件と遮塩性能の関係

図-2 に前置き時間と遮塩性能の関係を示す。前置き時間で比較を行った場合、実効拡散係数に大きな違いは確認されなかった。しかし、前置き時間が短いほど粉末度の影響が顕著に現れることが確認された。また粉末度が高くなるほど実効拡散係数が低下し、遮塩性能が向上した。これは粉末度が高くなったことによる内部構造が緻密になったことや、水和反応が促進された影響も考えられる。

3.2 各種条件と固定化性能の関係

図-3 に浸漬前から浸漬後の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の低下量を示す。養生条件に関わらず、普通ポルトランドセメントより BFS を添加した供試体の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量が低下した。また、粉末度が高くなるほど $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量が低下する傾向が確認された。これはセメント水和物や Cl^- が $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と反応し、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量が低下した可能性が考えられる。

図-4、図-5 に浸漬 1 日及び 28 日の前置き時間と固定化量の関係を示す。浸漬日数及び養生条件に関わらず、粉末度が高くなるほど F 塩量が多くなる傾向が確認された。これは粉末度が高くなることにより、 Cl^- との反応量が多くなることで固定化量も多くなったと考えられる。

前置き時間で比較した場合浸漬 1 日において、固定化量に大きな違いは確認されなかった。しかし浸漬 28 日において、前置き時間が長いほど F 塩量が多い傾向が確認された。これは前置き時間が長いほど水和反応が促進され、長期的に水和生成物と Cl^- が反応したため、固定化量が多くなったと考えられる。

4. まとめ

本研究において以下の知見が得られた。

- 1) 遮塩性能において前置き時間の違いが及ぼす影響は確認されなかったが、粉末度が高くなるほど遮塩性能は向上する傾向を確認した。
- 2) 固定化性能において、養生条件に関わらず、粉末度が高くなるほど $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の消費量及び固定化量が多くなる傾向が確認された。また、浸漬 28 日の場合は前置き時間が長くなるほど固定化量が多い傾向が確認された。

5. 参考文献

- 1) 丸山ら：蒸気養生条件が相違するコンクリート製品の強度及び細孔構造に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 33，No. 2，2011
- 2) 竹田ら：セメントペーストの塩化物イオン浸透メカニズムに関する実験，コンクリート工学年次論文集，Vol. 33，No. 2，2011

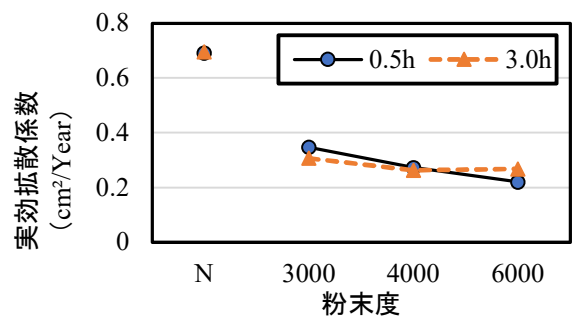


図-2 前置き時間と実効拡散の関係

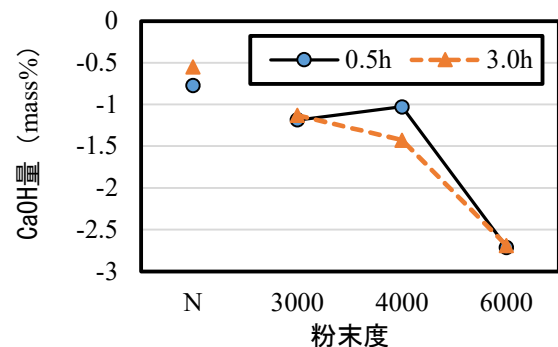


図-3 前置き時間と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量の関係

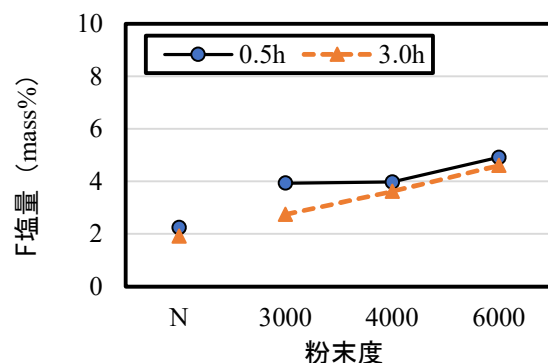


図-4 浸漬 1 日の前置き時間と固定化量の関係

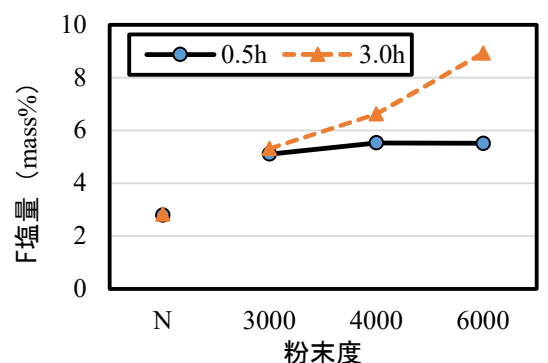


図-5 浸漬 28 日の前置き時間と固定化量の関係