

C-S-H系早強剤を用いた蒸気養生モルタルの強度発現性

東海大学 学生会員 ○上村 将吾
 BASF ジャパン株式会社 茅ヶ崎技術開発センター 正会員 小山 広光
 東海大学 正会員 伊達 重之

1. はじめに

プレキャストコンクリートの効率的な生産の為には初期強度増進のための蒸気養生は不可欠である。また、プレキャストコンクリート製品の更なる生産性向上の手段として、C-S-H系早強剤の使用による凝結および強度の促進は有効であり¹⁾、これまでに著者らは配合および養生条件が初期強度発現性に影響を及ぼすことを確認している²⁾。また、養生温度を上げた場合、水和反応が活性化され、初期強度は標準養生供試体強度より大きくなるが、その後の強度発現は停滞するというデメリットがあることも知られている。³⁾

本研究は、C-S-H系早強剤を用いた蒸気養生モルタルにおいて、蒸気養生条件が28日圧縮強度に及ぼす影響についてモルタルで検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

表-1および2に実験に使用した材料および配合条件を示す。本実験はモルタルにて試験を行った。早強剤を併用する場合は、強度発現性に及ぼす高性能減水剤の影響を排除するため、高性能減水剤の使用量を一定とした。

2.2 養生条件

モルタルの養生は、恒温恒湿槽を用いて温度・湿度(98%RH)を制御し、蒸気養生を模擬した。前置時間および最高温度の影響を確認するため、供試体を作製直後から20°C環境下で前置した後、予め一定温度に設定した恒温恒湿槽に供試体を移動し、所定の時間まで蒸気養生を行った(表-2参照)。

2.3 測定項目

(1) 圧縮強度試験

JIS R 5201のモルタル供試体形成用型を用いて、40mm×40mm×160mmの供試体を作製した。供試体は型枠に打設後、所定の養生を行い、任意の時間に型枠から脱型して圧縮強度を測定した。

3. 実験結果

3.1 脱型強度

表-3に6時間養生の脱型強度を示す。既往の研究からC-S-H系早強剤を添加した脱型強度は無添加に比べ上昇してことが確認されている。また、養生温度が低いほど上昇率が高くなっている(表-3参照)。

表-1 使用材料

| 材料 | 種類および物理的性質 |
|------|--|
| セメント | 早強ポルトランドセメント (密度3.14g/cm ³) |
| 細骨材 | 大井川水系陸砂 (密度2.58g/cm ³) |
| 混和剤 | 高性能減水剤 (C×0.5%) C-S-H系早強剤 (C×2.0%) |

表-2 配合, 養生条件

| パラメータ | 水準 |
|--------|------------------|
| 早強剤 | 無添加, C-S-H系早強剤 |
| W/C | 40% |
| 前置き時間 | 0.5h, 1.5h, 2.5h |
| 脱型時間 | 5h, 6h |
| 蒸気養生温度 | 45°C, 55°C, 65°C |
| 気中養生 | 28日 |

表-3 6時間脱型強度の脱型強度上昇率

| | 65°C-0.5h | 65°C-1.5h | 65°C-2.5h | 55°C-0.5h | 55°C-1.5h | 55°C-2.5h | 45°C-0.5h | 45°C-1.5h | 45°C-2.5h |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 無添加 (N/mm ²) | 44.6 | 45.2 | 41.7 | 46.5 | 38.9 | 34.6 | 22.8 | 21.1 | 23 |
| C-S-H早強剤 (N/mm ²) | 51.5 | 54 | 50.6 | 52.9 | 44.6 | 39.8 | 38.7 | 38 | 37.4 |
| 上昇率 (%) | 15.5 | 19.5 | 21.3 | 13.8 | 14.7 | 15.0 | 69.7 | 80.1 | 62.6 |

キーワード プレキャストコンクリート, 蒸気養生, C-S-H系早強剤, 圧縮強度

〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 Tel:0463-58-1211

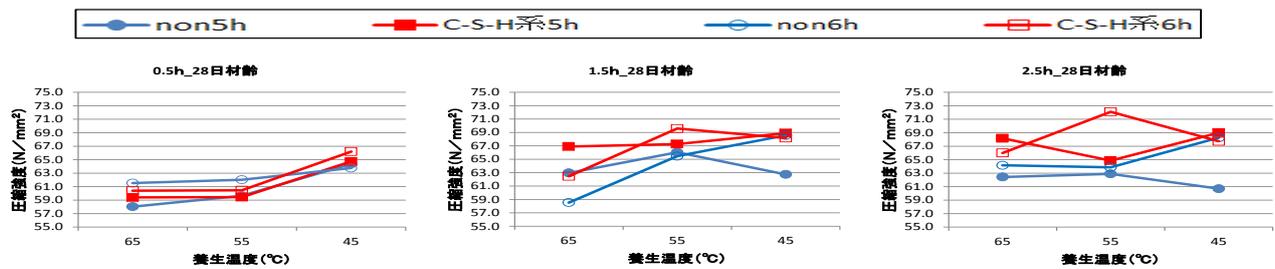


図-1 養生温度と圧縮強度

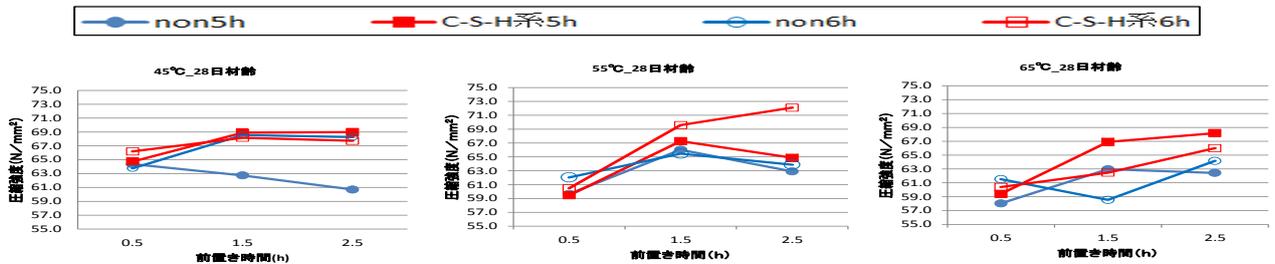


図-2 前置き時間と圧縮強度の関係

3. 2C-S-H系早強剤が28日強度に及ぼす蒸気養生温度の影響

図-1 蒸気養生温度と28日圧縮強度の関係を示す。これまでの知見と同様に蒸気養生温度が低いほど圧縮強度は高くなる傾向になっている。また、いずれの蒸気養生温度でも、C-S-H系早強剤を添加したモルタルは、無添加に比べ圧縮強度が高くなっている(図-1参照)。養生温度を上げた場合、水和反応が活性化され、初期強度は標準養生供試体強度より大きくなるが、その後の強度発現は停滞するというデメリットがあることも知られている。³⁾しかし、C-S-H系早強剤を添加することにより、無添加に比べ28日圧縮強度が促進されていることが確認できた。

3.3 C-S-H系早強剤が28日強度に及ぼす前置き時間の影響

図-2に前置き時間と圧縮強度の関係を示す。どの前置き時間でもC-S-H系早強剤を添加したモルタルは、無添加に比べ圧縮強度が高くなっていることが確認できた。また、C-S-H系早強剤を添加時において、1.5h以上前置き時間を置くことにより、養生温度65°Cおよび55°Cは、45°Cの前置き時間0.5hと同等28日圧縮強度を得ることを確認できた(図-2参照)。

4. まとめ

- (1) C-S-H系早強剤を添加した脱型強度は、無添加に比べ養生温度が低いほど上昇率が高くなっている。
- (2) C-S-H系早強剤を添加時において、1.5h以上前置き時間を置くことにより、養生温度65°Cおよび55°Cは、45°Cの前置き時間0.5hと同等の28日圧縮強度を得ることを確認できた。
- (3) いずれの蒸気養生温度においてもC-S-H系早強剤を添加することにより、初期強度および28日圧縮強度においても圧縮強度が促進されていることが確認できた。

参考文献

- 1) 井元晴丈ほか：C-S-H系早強剤を用いたコンクリートの初期硬化性状とブリ-ディング抑制効果，コンクリート工学年次論文集，Vol.36，No.1，pp.2248-2253，2014.7
- 2) 小山広光ほか：C-S-H系早強剤を用いたプレキャストコンクリートの初期強度発現性に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.1，pp.331-336，2015.7
- 3) 小田部裕一：コンクリート品質予測・施工管理支援に向けた水和反応・強度発現モデルの開発，生産研究，57巻，2号，pp37-44，2005