

## 高性能鋼繊維補強コンクリートの自己収縮特性

清水建設(株)技術研究所 正会員 田中博一 正会員 栗田守朗

## 1. はじめに

プレキャスト部材接合部を合理化することを目的として、目地材料に高性能鋼繊維補強コンクリート（高流動、高強度、高じん性）の適用を検討している<sup>1)</sup>。高性能鋼繊維補強コンクリートを用いると、付着割裂強度が向上することにより、従来より継手を簡略化でき、鉄筋の重ね継手長を短くできることを実験で確認した<sup>2)</sup>。一方、高性能鋼繊維補強コンクリートは、低水セメント比であるため、自己収縮が大きくなることが懸念される。そこで、本研究では、圧縮強度 100N/mm<sup>2</sup> 以上の高性能鋼繊維補強コンクリートを対象とし、その自己収縮特性を把握するとともに、膨張材による自己収縮抑制効果について検討した。

## 2. 実験概要

セメントはシリカフェームセメント（C1、低熱ポルトランドセメントにシリカフェームをプレミックスしたもの、密度 3.08g/cm<sup>3</sup>）および早強ポルトランドセメント（C2、密度 3.14g/cm<sup>3</sup>）、膨張材はエトリンガイト - 石灰複合系の低添加型膨張材（EX、密度 3.20g/cm<sup>3</sup>）、細骨材は烏形山産砕砂（密度 2.65g/cm<sup>3</sup>）と君津産山砂（密度 2.60g/cm<sup>3</sup>）を 4:6 の割合で混合したもの、粗骨材は青梅産の硬質砂岩砕石（密度 2.67g/cm<sup>3</sup>）、鋼繊維は形状が直径 0.6 × 長さ 30mm の両端フック付結束型、混和剤はポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤を使用した。

要因と水準を表-1に、配合を表-2に示す。早強セメントは、初期材齢時の強度発現性を高めるために混入した。高性能 AE 減水剤の使用量は、練混ぜ直後のスランプフローが 600 ± 50mm となるように調整した。試験項目は圧縮強度と自己収縮ひずみとした。圧縮強度試験は、形状を φ 100 × 200mm とし、標準養生を行い材齢 1、7 および 28 日にて JIS A 1108 に準拠して実施した。自己収縮ひずみは、供試体の形状を 100 × 100 × 400mm

とし、JCI コンクリートの自己収縮研究委員会の方法<sup>3)</sup>を参考にして実施した。原点は凝結の始発時間とし、ひずみの測定は埋込み型ひずみ計を用いた。なお、自己収縮ひずみ測定用供試体の本数は各配合 2 本とし、測定値を平均した。

## 3. 結果および考察

## 3.1 圧縮強度

単位膨張材量と材齢 1、7 および 28 日における圧縮強度の関係を図-1に示す。材齢 1 日では、W/B20-H0 が W/B25-H30 および W/B-H40 と比較して圧縮強度が若干小さくなったが、材齢 7 日および 28 日では、ほぼ同等となり、材齢 28 日では、すべてのケースにおいて圧縮強度が 110N/mm<sup>2</sup> 程度となった。

表-1 要因と水準

| 要因     | 水準                         | 条件      |                 |
|--------|----------------------------|---------|-----------------|
|        |                            | W/B (%) | 早強セメント混入率 (B*%) |
| 膨張材混入量 | 0, 20, 30kg/m <sup>3</sup> | 20      | 0               |
|        | 0, 20kg/m <sup>3</sup>     | 25      | 30              |
|        | 0, 20, 30kg/m <sup>3</sup> | 25      | 40              |

表-2 配合

| No. | 記号             | W/B (%) | 早強セメント混入率 (B*%) | 膨張材量 (kg/m <sup>3</sup> ) | 空気量 (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |    |      |     |      |  |
|-----|----------------|---------|-----------------|---------------------------|---------|--------------------------|-----|-----|----|------|-----|------|--|
|     |                |         |                 |                           |         | W                        | C1  | C2  | EX | S    | G   | 鋼繊維  |  |
| 1   | W/B20-H0-EX0   | 20      | 0               | 0                         | 2.0     | 160                      | 800 | 770 | 0  | 944  | 507 | 78.5 |  |
| 2   | W/B20-H0-EX20  |         |                 | 20                        |         |                          | 780 |     | 20 |      |     |      |  |
| 3   | W/B20-H0-EX30  |         |                 | 30                        |         |                          | 770 |     | 30 |      |     |      |  |
| 4   | W/B25-H30-EX0  | 25      | 30              | 0                         | 2.0     | 160                      | 448 | 192 | 0  | 1082 | 507 | 78.5 |  |
| 5   | W/B25-H30-EX20 |         |                 | 20                        |         |                          | 428 | 192 | 20 |      |     |      |  |
| 6   | W/B25-H40-EX0  | 25      | 40              | 0                         | 2.0     | 160                      | 384 | 256 | 0  | 1085 |     |      |  |
| 7   | W/B25-H40-EX20 |         |                 | 20                        |         |                          | 364 | 256 | 20 |      |     |      |  |
| 8   | W/B25-H40-EX30 |         |                 | 30                        |         |                          | 354 | 256 | 30 |      |     |      |  |

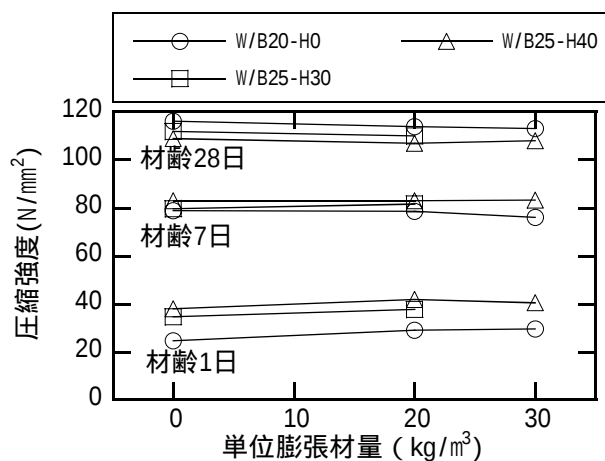


図-1 圧縮強度特性

キーワード：鋼繊維補強コンクリート、低水セメント比、自己収縮、膨張材

〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 TEL:03-3820-6970 FAX:03-3820-5959

W/B20%がW/B25%より材齢1日の圧縮強度が低くなったのは、W/B20%において目標スランプフローを得るために高性能AE減水剤の使用量が増加して凝結が遅延することに加え、W/B25%では初期強度発現を向上させるために早強セメントを混入しているためと考えられる。単位膨張材量の影響については、いずれの配合および材齢においてもほぼ同等であり、本実験の範囲では単位膨張材量が圧縮強度に及ぼす影響は小さいことが明らかとなった。

### 3.2 自己収縮ひずみ

自己収縮ひずみ測定結果を図-2および図-3に示す。W/B20%およびW/B25%いずれにおいても、膨張材を混入することにより自己収縮が低減している。経過日数28日における単位膨張材量と自己収縮ひずみの関係を図-4に示す。膨張材を用いない場合は、 $W/B20-H0 < W/B25-H30 < W/B25-H40$ の順で自己収縮が大きくなった。これは、低熱セメントは自己収縮が小さく、早強セメントは自己収縮が大きい傾向があるとされており<sup>4)</sup> W/B25%の場合では早強セメントを混入しているためと考えられる。膨張材を混入した場合には、混入量が多くなるにつれ自己収縮ひずみがほぼ直線的に低減されている。単位膨張材量  $10\text{kg/m}^3$  の増加に対する自己収縮ひずみの低減量は、W/B20-H0では約  $45 \times 10^{-6}$  であるが、W/B25-H40では約  $100 \times 10^{-6}$  であった。既往の研究<sup>5)</sup>では、膨張材を混入した低水結合材比モルタルでは、水結合材比が小さくなると膨張の発現時期は遅れて継続的に膨張する傾向があり、特に水結合材比が25%以下になるとその傾向はより顕著になるとされている。これより、水結合材比が25%程度以下では、初期においては水結合材比が小さいほど膨張量が小さくなると考えられることから、経過日数28日ではW/B20%よりW/B25%の方が膨張材による自己収縮低減効果が大きくなったと考えられる。なお、長期的な膨張挙動については今後の課題である。

### 4. まとめ

本研究の範囲で得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 単位膨張材量が圧縮強度に及ぼす影響は小さい。
- (2) 膨張材を用いない場合は、早強セメントを混入することによって自己収縮は大きくなる。
- (3) 膨張材による自己収縮低減効果は、水結合材比20%より25%の場合の方が大きい。

参考文献：1) 田中博一ほか：高性能鋼繊維補強コンクリートの初期強度発現性，土木学会第58回年次学術講演会，V-220，pp.439-440，2003，2) 吉武謙二ほか：高強度鋼繊維補強材料で接合されたプレキャストコンクリートのはりの曲げ挙動，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.3，pp.859-864，2001，3) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの自己収縮研究委員会報告書，pp.51-54，2002，4) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの自己収縮研究委員会報告書，pp.105-107，2002，5) 盛岡実ほか：膨張材を混和した低水結合材比モルタルの膨張挙動，「膨張コンクリートによる構造物の高機能化/高耐久化」に関するシンポジウム，日本コンクリート工学協会，pp.103-108，2003.9

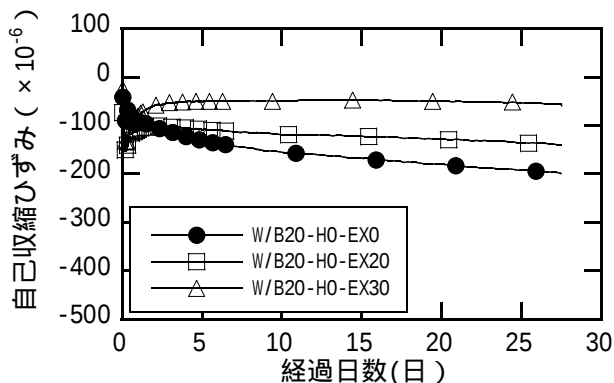


図-2 自己収縮ひずみ (W/B:20%)

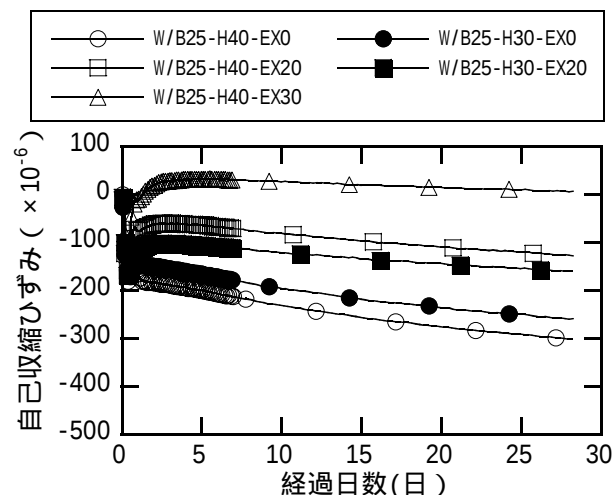


図-3 自己収縮ひずみ (W/B:25%)

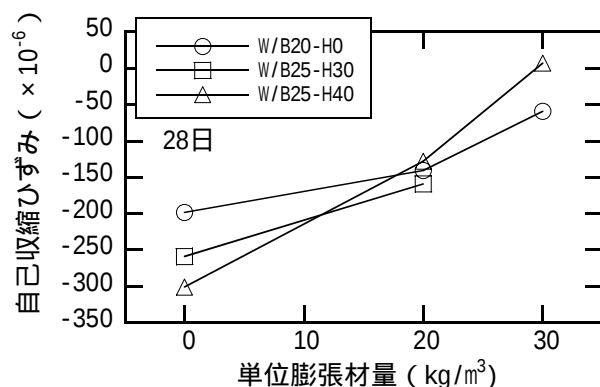


図-4 単位膨張材量と自己収縮ひずみの関係