

## 低含水率の軽量粗骨材を用いた軽量コンクリートの基礎物性

清水建設(株) 正会員 ○阿部 寛之

清水建設(株) 正会員 田中 博一

## 1. はじめに

プレソーキングされた軽量粗骨材と膨張材と収縮低減剤の併用効果に着目して試験した結果<sup>1)</sup>, 拘束膨張試験は標準使用量の半分の膨張材量で収縮補償用コンクリートとなり, 乾燥収縮率は普通骨材を用いるより最大で約6割減となった. 本報告では, プレキャスト製品に適用するにあたり, 低含水率の軽量粗骨材を用い, 蒸気養生した場合の膨張材と収縮低減剤の併用がコンクリートに与える影響について検討した結果を報告する.

## 2. 試験概要

## 2.1 要因と水準

要因と水準を表1に示す. コンクリートの種類は低含水率の人工軽量粗骨材を用いる軽量コンクリート1種(以下, 軽量1種)と, 比較用に普通骨材を用いる普通コンクリート(以下, 普通コン)とした. 軽量1種は膨張材量と養生方法を要因とし, 膨張材量を0, 10, 20, 30kg/m<sup>3</sup>の4水準, 養生方法を蒸気養生, 封かん養生, 水中養生の3水準とした. 蒸気養生は前置きを3時間, 昇温速度を15℃/時間, 最高温度50℃±5℃を2時間保持し, 13時間後に20℃に低下するようにした. 蒸気養生後, 材齢24時間で脱型し, 所定の養生期間まで封かん養生した. 封かん養生は温度20±2℃, 湿度60±5%の恒温恒湿室で, 水中養生は温度20±2℃の水槽で実施した.

## 2.2 使用材料, 配合, 練混ぜ

使用材料を表2に, 配合を表3に示す. 膨張材は製品用(標準使用量30kg/m<sup>3</sup>)を単位セメント量の内割で用いた. 収縮低減剤量は8kg/m<sup>3</sup>を一定とし, 単位水量の内割で用いた. なお, 低含水率品の軽量粗骨材は練混ぜ中に吸水することを考慮し, 単位水量の外割で補正水を添加した. 補正水量は軽量粗骨材の30分吸水率と吸水前の含水率の差分から算出した. 水結合材比は軽量1種を30%, 普通コンを42%とし, 細骨材率と単位水量は同じとした. 練混ぜには容量55Lの水平2軸形強制練りミキサを使用し, 粗骨材以外の材料を投入して, 3分間練り混ぜた後, 粗骨材を投入し, さらに1分間練り混ぜて排出した. 試験体は打設後24時間で脱型し, 所定の養生方法で養生した.

## 2.3 試験項目

試験項目を表4に示す. 試験項目は圧縮強度試験, 静弾性係数試験, 拘束膨張試験, 乾燥収縮率試験とした. 拘束膨張試験は円筒型枠を用いる試験方法<sup>2)</sup>により材齢7日まで計測した. 乾燥収縮率試験はJIS A 1129を参考に埋込型ひずみ計を用い, 拘束膨張試験の結果より膨張材量を20 kg/m<sup>3</sup>として実施した.

表1 要因と水準

| 配合名          | 粗骨材の種類           | 膨張材量                | 養生方法                  |
|--------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| DLG-EX0-SR8  | 人工軽量粗骨材<br>低含水率品 | 0kg/m <sup>3</sup>  | 蒸気養生<br>封かん養生<br>水中養生 |
| DLG-EX10-SR8 |                  | 10kg/m <sup>3</sup> |                       |
| DLG-EX20-SR8 |                  | 20kg/m <sup>3</sup> |                       |
| DLG-EX30-SR8 |                  | 30kg/m <sup>3</sup> |                       |
| NG-EX0-SR0   | 普通骨材             | 0kg/m <sup>3</sup>  | 水中養生                  |

表2 使用材料

| 種類    | 仕様                                                           |
|-------|--------------------------------------------------------------|
| セメント  | 普通ポルトランドセメント, 密度3.15g/cm <sup>3</sup>                        |
| 細骨材   | 山砂, 表乾密度2.62g/cm <sup>3</sup> , 吸水率1.57%                     |
| 粗骨材   | 膨張頁岩系人工軽量粗骨材 低含水率品<br>絶乾密度1.30g/cm <sup>3</sup> , 出荷時含水率1.7% |
| 膨張材   | 硬質砂岩碎石, 表乾密度2.63g/cm <sup>3</sup> , 吸水率0.81%                 |
| 収縮低減剤 | 石灰岩系膨張材, 密度3.15 g/cm <sup>3</sup>                            |
| 混和剤   | 特殊ポリオキシアルキレングリコール                                            |
|       | ポリカルボン酸系高性能減水剤                                               |
|       | ポリオキシエチレンアルキルエーテル硫酸塩 AE 剤                                    |

表3 配合

| コンクリートの種類 | SL (cm) | Air (%) | 水結合材比 (%) | 細骨材率 (%) | 単位水量 (kg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------|---------|---------|-----------|----------|---------------------------|
| 軽量1種      | 21±1.5  | 5.0±1.5 | 30        | 40       | 150                       |
| 普通コン      | 12±2.5  | 4.5±1.5 | 42        | 40       | 150                       |

表4 試験項目

| 試験項目    | 試験方法           | 備考                                                 |
|---------|----------------|----------------------------------------------------|
| 圧縮強度試験  | JIS A 1108     | 軽量1種: 材齢14日(蒸気養生), 材齢28日(封かん養生), 普通コン: 材齢28日(水中養生) |
| 静弾性係数試験 | JIS A 1149     |                                                    |
| 拘束膨張試験  | JCI-S-009-2012 | 計測期間: 7日間<br>養生方法: 蒸気養生, 封かん養生                     |
| 乾燥収縮率試験 | JIS A 1129     | 養生期間: 7日間<br>軽量1種: 蒸気養生, 封かん養生, 水中養生, 普通コン: 水中養生   |

キーワード 軽量コンクリート, 低含水率, 軽量粗骨材, 蒸気養生, 拘束膨張, 乾燥収縮

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設(株)技術研究所 TEL03-3820-5924

### 3. 試験結果

圧縮強度試験の結果を図1に示す。軽量1種については、蒸気養生は封かん養生より圧縮強度が低下する傾向となった。蒸気養生では、膨張材量  $0\text{kg/m}^3$  と  $10\text{kg/m}^3$  の圧縮強度は同等となり、膨張材量  $20\text{kg/m}^3$  と  $30\text{kg/m}^3$  は低下した。一方、封かん養生では、膨張材量の影響はほとんど認められなかった。蒸気養生では、封かん養生より膨張量が増加したため、圧縮強度が低下したと考えられる。なお、蒸気養生では、膨張材量  $20\text{kg/m}^3$  までであれば、普通コンと圧縮強度が同等になることが明らかとなった。

静弾性係数試験の結果を図2に示す。静弾性係数は低含水率品の人工軽量粗骨材を用いると普通骨材の約  $2/3$  となり、膨張材量の影響は認められなかった。一方、蒸気養生は封かん養生より小さくなった。これは、圧縮強度が低下したためと考えられる。

拘束膨張試験の結果を図3に示す。同じ膨張材量で比較すると、蒸気養生は封かん養生よりも大きくなる傾向が認められた。材齢7日における膨張ひずみは、封かん養生では、標準使用量の膨張材量  $30\text{kg/m}^3$  で、蒸気養生では、標準使用量の約  $2/3$  の  $20\text{kg/m}^3$  で収縮補償用コンクリートの膨張ひずみの範囲( $150 \times 10^{-6}$ 以上  $250 \times 10^{-6}$ 以下)となることが明らかとなった。

乾燥収縮率試験の結果を図4に示す。乾燥期間56日における乾燥収縮率は、普通コンでは  $491 \times 10^{-6}$  に、軽量1種については、水中養生では  $302 \times 10^{-6}$  に、蒸気養生では  $240 \times 10^{-6}$  に、封かん養生では  $237 \times 10^{-6}$  となった。水中養生した軽量1種は普通コンの約4割減に、蒸気養生した軽量1種は普通コンの約5割減となった。

### 4. まとめ

- (1)蒸気養生は封かん養生より圧縮強度は低下するが、膨張材量  $20\text{kg/m}^3$  までであれば、普通コンと圧縮強度が同等になることが明らかとなった。
- (2)軽量1種の静弾性係数は普通コンの約  $2/3$  となった。
- (3)蒸気養生が膨張ひずみに与える影響は大きく、標準使用量の  $2/3$  で収縮補償用コンクリートの範囲内となった。
- (4)低含水率品の人工軽量粗骨材を用い、蒸気養生した場合の軽量コンクリートの乾燥収縮率は普通コンより約5割減となった。

### 参考文献

- 1)阿部寛之ほか：膨張材と収縮低減剤を併用した軽量コンクリートの基本特性，土木学会第72回年次学術講演会，pp.1227-1228，2017.9
- 2)辻埜真人ほか：膨張コンクリートの簡易拘束膨張試験方法，コンクリート工学年次論文集，Vol.33，No.1，pp. 437-442，2011

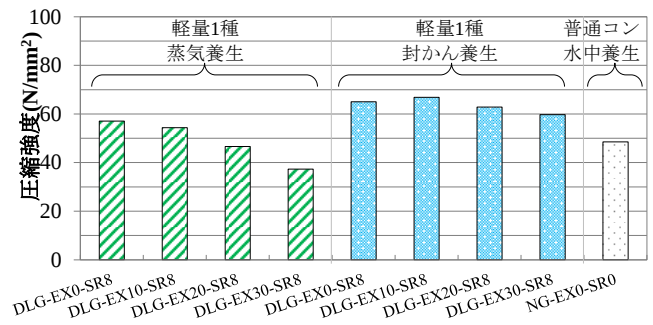


図1 圧縮強度試験結果

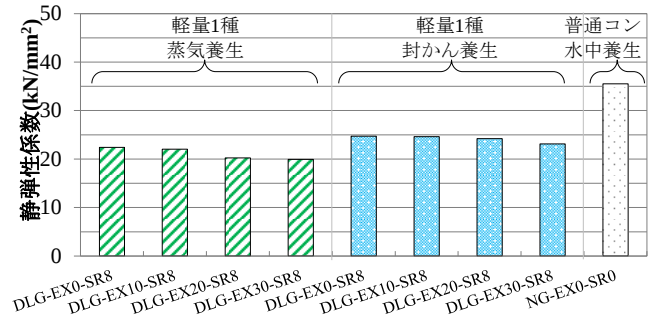


図2 静弾性係数試験結果

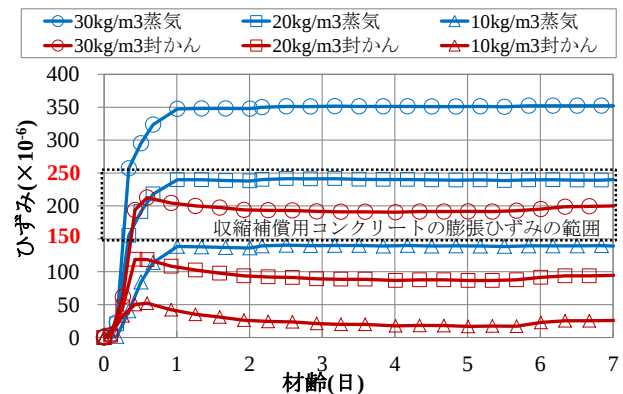


図3 拘束膨張試験結果

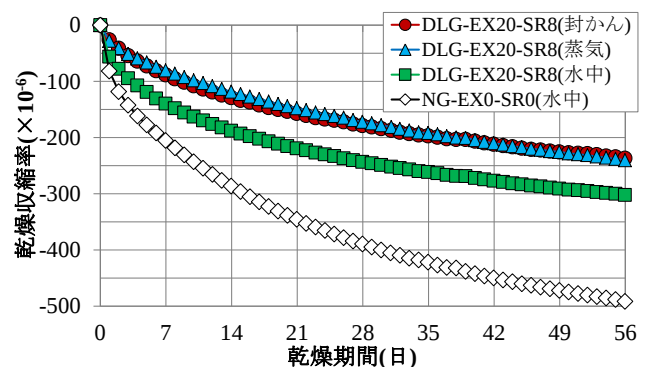


図4 乾燥収縮率試験結果