

## V-349

## 低発熱型高流動コンクリートの収縮特性

大成建設技術研究所 正会員 横井謙二  
 大成建設技術研究所 正会員 新藤竹文  
 大成建設技術研究所 正会員 横田和直

## 1. はじめに

結合材などの粉体材料を比較的多く使用する高流動コンクリートにおいて、低発熱セメントを使用し、さらにその一部を非水硬性材料である石灰石微粉末で置換した混合粉体を用いることは水和発熱を低減する有効な手段となり得る。しかしながら、この種の混合粉体を用いた場合の硬化コンクリートの特性については不明な点が多くある。

本研究は、各種の低発熱セメントと石灰石微粉末を混合した粉体材料を用いて低発熱性を付与した高流動コンクリートを対象に、特に自己収縮や乾燥収縮などの収縮特性に着目して検討したものである。

## 2. 検討内容

## 2.1 使用材料とコンクリートの配合

使用材料を表-1に示す。結合材には3成分系低発熱セメントあるいは高ビーライト系の低熱ポルトランドセメントの2種類を、石灰石微粉末にはJIS規格の舗装用石灰石粉を使用した。また、高性能AE減水剤にはポリカルボン酸系のものを用い、分離低減剤としてグルコース系天然多糖類を使用した。

検討配合は、表-2に示す6ケースとした。本検討では、単位粉体量を $500\text{kg/m}^3$ 一定として、結合材の種類および石灰石微粉末の混合比率を要因とした。なお、各ケースごとに試験練りを行い、フレッシュ性状が同等となるように高性能AE減水剤の使用量を調整した。各々の試験値はスランプフロー:65~67cm、50cmフロー到達時間:6.3~7.4秒、充填高さ<sup>1)</sup>:35.2~36.0cm、空気量:4.0~5.8%の範囲にあり、ほぼ同等の自己充填性を有する高流動コンクリートといえる。

## 2.2 試験方法

JIS A 1129「モルタルおよびコンクリートの長さ変化試験方法」に準拠し、 $10\times 10\times 40\text{cm}$ 供試体を用いて、乾燥収縮量ならびに自己収縮量を測定した。いずれも、温度 $20^\circ\text{C}$ 、湿度60%RHの恒温恒湿環境下で実施したが、ここで、硬化収縮試験については、供試体を厚さ0.05mmのアルミ箔粘着テープで被覆し、密封状態とした。なお、供試体の長さ変化は、表-3に示す凝結試験結果をもとに、コンクリート終結後6時間で基長を行い、コンタクトゲージにより測定を行った。

表-1 使用材料

| 種類     | 名 称          | 記号  | 比重   | 特 性・主成分                                                                                        |
|--------|--------------|-----|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 結合材    | 3成分低発熱セメント   | OBF | 2.78 | 比表面積:3980 $\text{cm}^2/\text{g}$<br>普通ポルトランドセメント:<br>高炉スラグ微粉末:<br>FA/FA <sub>2</sub> =35:45:20 |
|        | 低熱ポルトランドセメント | LP  | 3.22 | 比表面積:3460 $\text{cm}^2/\text{g}$                                                               |
| 石灰石微粉末 | 舗装用石灰石粉      | LS  | 2.70 | 比表面積:3000 $\text{cm}^2/\text{g}$                                                               |
| 細骨材    | 混合砂          | S   | 2.59 | 粗粒率:2.54<br>千葉産山砂および<br>大井川産川砂                                                                 |
| 粗骨材    | 砂岩碎石         | G   | 2.65 | 粗粒率:6.65<br>実積率:60.8%<br>青梅産Gmax=20mm                                                          |
| 混和剤    | 高性能AE減水剤     | SP  | 1.05 | ポリカルボン酸エーテル系                                                                                   |
|        | 分離低減剤        | BP  | 1.44 | グルコース系天然多糖類<br>$\beta$ -1,3グルカン                                                                |

表-2 検討配合

| ケース<br>No. | 結合材<br>の種類 | W/P<br>(%) | W/C<br>(%) | s/a<br>(%) | 単位量 ( $\text{kg/m}^3$ ) |     |     |     |     |       |
|------------|------------|------------|------------|------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|
|            |            |            |            |            | 水<br>W                  | 粉体P |     | 細骨材 | 粗骨材 | 混和剤   |
|            |            |            |            |            |                         | C   | LS  | S   | G   | SP BP |
| 1-1        | OBF        | 32.0       | 40.0       | 52.0       | 160                     | 400 | 100 | 827 | 783 | 7.50  |
| 1-2        |            |            | 45.7       |            |                         | 350 | 150 | 827 | 780 | 7.00  |
| 1-3        |            |            | 53.3       |            |                         | 300 | 200 | 827 | 780 | 6.50  |
| 2-1        | LP         | 32.0       | 40.0       | 52.0       | 160                     | 400 | 100 | 855 | 807 | 8.75  |
| 2-2        |            |            | 45.7       |            |                         | 350 | 150 | 850 | 802 | 8.25  |
| 2-3        |            |            | 53.3       |            |                         | 300 | 200 | 848 | 799 | 7.50  |

### 3. 試験結果と考察

#### 3.1 自己収縮特性

図-1に各ケースの自己収縮量を示す。高ビーライト系低発熱ポルトランドセメントを主体とする配合No.2-1～2-3は、3成分系低発熱セメントを主体とする配合No.1-1～1-3よりも自己収縮量が少なく、その差は経過材齢3ヶ月時点で120 $\mu$ 程度であった。また、結合材の種類によらず、石灰石微粉末の置換量の増加に伴い、自己収縮量が少なくなる傾向が認められ、結合材の一部を石灰石微粉末で置換することは、自己収縮量を低減する上で有効であると考察される。

#### 3.2 乾燥収縮特性

図-2に各ケースの乾燥収縮量を示す。3成分系低発熱セメントを主体とする配合では、石灰石微粉末の置換量と乾燥収縮量との相関は特に認められず、経過材齢3ヶ月時点で550～700 $\mu$ の範囲であった。一方、低発熱ポルトランドセメントを主体とする配合では、石灰石微粉末の置換量が多くなるに伴い、乾燥収縮量は増加する傾向にあるが、その差は僅かであり、経過材齢3ヶ月時点の収縮量は650 $\mu$ 程度であった。いずれも単位水量を一定としているため、石灰石微粉末の置換量の増加により水結合材比は増大することになるが、本試験結果によれば、石灰石微粉末の置換量と乾燥収縮量には特に相関は認められず、石灰石微粉末の置換率が40%程度の範囲であれば、乾燥収縮量は単位水量に支配されるものと考察される。

経過材齢3ヶ月時点における乾燥収縮量に対する自己収縮量の比と石灰石微粉末量との関係を図-3に示す。3成分系低発熱セメントを主体とする配合では、石灰石微粉末の置換量に関わらず、乾燥収縮量に対する自己収縮量の比率は45%程度であり、また、低熱ポルトランドセメントを主体とする配合では、25%程度であった。このことから、石灰石微粉末の置換量によって、乾燥収縮量および自己収縮量の絶対値は異なるが、乾燥収縮量と自己収縮量との比率については、各結合材ごとにほぼ同等と考えられる。

#### 4. まとめ

本研究の結果、以下の知見を得た。

- (1)自己収縮量は、結合材の一部を石灰石微粉末で置換することにより低減できる。
- (2)乾燥収縮量は、石灰石微粉末の置換率が40%程度の範囲内であれば、その置換量に依存しない。
- (3)乾燥収縮に対する自己収縮の比率は、石灰石微粉末の置換量によらず、3成分系で40%程度、高ビーライト系で25%程度である。

#### 参考文献

- 1)坂本淳ほか：超流動コンクリートのワーカビリティ評価手法に関する研究、コンクリートの製造システムに関するシンポジウム論文集、pp.55-60、1992.5

表-3 凝結試験結果

| ケースNo. | 凝結時間(時間:分) |       |
|--------|------------|-------|
|        | 始発         | 終結    |
| 1-1    | 10:13      | 13:56 |
| 1-2    | 9:40       | 13:45 |
| 1-3    | 8:38       | 13:07 |
| 2-1    | 8:14       | 10:38 |
| 2-2    | 7:54       | 10:27 |
| 2-3    | 6:44       | 9:18  |

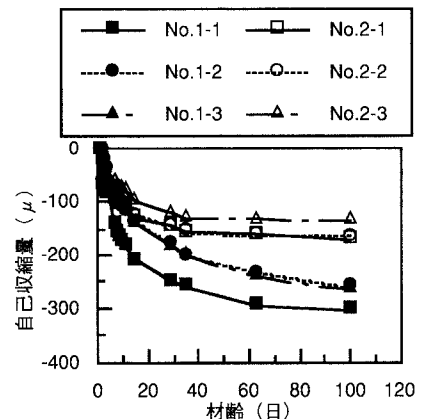


図-1 自己収縮測定結果

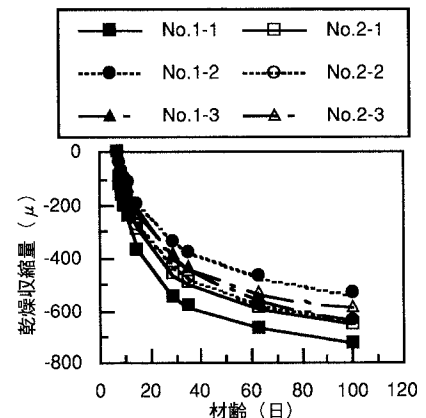


図-2 乾燥収縮測定結果

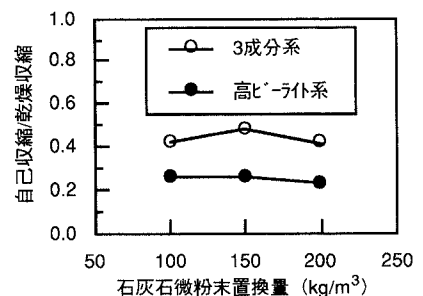


図-3 硬化収縮と乾燥収縮の比率