

## 内部養生効果を指向した吸水高分子ゲルのプレキャストコンクリートへの適用

東海大学大学院 学生会員 ○加茂 貴大

東海大学 正会員 笠井 哲郎

東洋建設（株）正会員 竹中 寛

## 1. はじめに

現在のプレキャストコンクリート工場における製造では、生産性の向上のために、促進養生として常圧蒸気養生がその殆どで採用されている。この常圧蒸気養生は、一般に型枠にコンクリートを打設し所定の前置時間を取った後、蒸気の通気により緩やかに温度を上げ、最高温度を一定時間保持して行われ、その後は気中養生される。しかし、促進養生終了後、湿潤養生を行うと強度・耐久性の面でコンクリート製品の品質は向上する。このため、高耐久化を指向して促進養生終了後に水中養生が行われる場合もあるが、大掛かりな設備と費用が必要となる。本研究は、プレキャストコンクリートに内部養生剤を添加することで、促進養生終了後における気中養生期間に湿潤状態に保ち、その品質を向上させることを目的に行った。内部養生剤の有無

および後養生の各種条件が蒸気養生したコンクリートの質量変化、圧縮強度等に及ぼす影響について実験的検討を行った。

表-1 モルタルの配合条件

| 配合名    | C | W/C (%) | S/C | ゲル添加率 (%) |
|--------|---|---------|-----|-----------|
| PL     | N | 40      | 2.4 | —         |
| GC-0.1 |   |         |     | 0.1       |

表-2 コンクリートの配合

| 配合名    | Gmax (mm) | W/C (%) | s/a (%) | 単位量 (Kg/m <sup>3</sup> ) |                |                |     |      |       |       | ゲル添加量 (C×%) |
|--------|-----------|---------|---------|--------------------------|----------------|----------------|-----|------|-------|-------|-------------|
|        |           |         |         | C                        | W <sub>1</sub> | W <sub>2</sub> | S   | G    | SP    | AE助剤  |             |
| PL     | 20        | 40      | 42      | 425                      | 170            | 0              | 708 | 1019 | 2.975 | 0.009 | —           |
| GC-0.1 |           |         |         | 168.29                   | 1.71           |                |     |      |       |       | 0.1         |

表-3 試験項目

| 試験項目  | 試験方法                                                                                                                                  |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 圧縮強度  | JIS A1108「コンクリートの圧縮試験方法」に準拠。水セメント比は40%で行った。試験材齢は脱型後から3日、7日、14日の3条件で、常圧蒸気養生を行った後、気中、脱型後各1時間、1日、3日、7日水中のち気中の4条件で、各試験材齢まで後養生を行い圧縮試験を行った。 |
| 質量変化率 | 脱型時の質量を基準として、各種後養生を施した同一供試体の各材齢における質量を測定した。                                                                                           |
| 細孔径分布 | ゲルを中心に配置したモデル角柱供試体をダイヤモンドカッターで切断、供試体中心から3等分した各部分において水銀圧入法により細孔径を測定した。                                                                 |

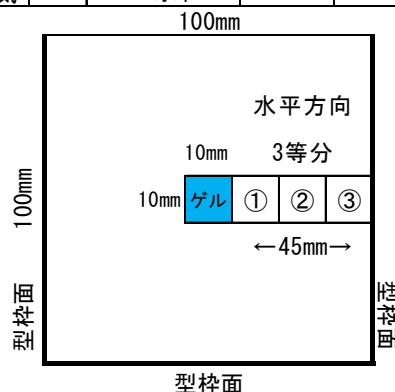
表-4 コンクリートの後養生条件

| No. | 記号    | 後養生条件      | 材齢                                 |
|-----|-------|------------|------------------------------------|
| 1   | 気中    | → → 気中 → → | 後養生材齢<br>3, 7, 14d<br>において<br>各種試験 |
| 2   | 1h水→気 | → 1h水中 →   |                                    |
| 3   | 1d水→気 | → 1d水中 →   |                                    |
| 4   | 3d水→気 | → 3d水中 →   |                                    |
| 5   | 7d水→気 | → 7d水中 →   |                                    |

び青梅産硬質砂岩採石（表乾密度 2.70g/cm<sup>3</sup>、吸水率 0.62%）を使用した。混和剤にはポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤（SP）と AE 助剤を使用した。使用ゲルは、カルボキシメチルセルロースを主成分とする吸水倍率 7.40 倍(GC)のものである。なお、ゲルの吸水倍率は絶乾状態からの水道水の吸水量を質量比で示した値である。モルタルの配合条件を表-1 に、コンクリートの配合を表-2 に示す。ゲルの添加量は 0, 0.1(C×wt%)である。また、ゲルに吸水させた水量分を練混ぜ水から差し引いた。モルタルの練混ぜはホバート型ミキサを、コンクリートではパン型強制ミキサ(100ℓ)を用いた。吸水ゲルの添加は、ゲルに飽和水量分の水を吸水させた後、練混ぜ終了の 30 秒前にミキサに打入した。

## 2.2 試験項目および方法

試験項目を表-3 に示す。常圧蒸気養生条件は、恒温恒湿槽を用いて前置時間を 3 時間(20℃、湿度 65%)、昇温速度を 20℃/h、最高温度を 65℃、最高温度保持を 3 時間(65℃、湿度 98%)、降温速度を 20℃/h とし、開始から 18 時間後に脱型した。脱型後直ちに脱型時の供試体質量と圧縮強度の測定を行った。促進養生後の後養生の材齢は、上記の材齢 18 時間を基準(18 時間を後養生の開始時間)とした。後養生条件は表-4 に示す



【供試体断面】

図-1 モデル供試体の細孔径分布測定位置

キーワード 吸水高分子ゲル、常圧蒸気養生、内部養生、細孔径分布

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 TEL. 0463-58-1211 FAX. 0463-50-2045

ように、脱型後に試験材齢まで気中養生したものおよび脱型後に水を1時間～7日施した後、試験材齢まで気中養生とした5条件である。なお、この水中養生は20℃水中、気中養生は20℃、湿度65%の条件である。細孔径分布の測定用試

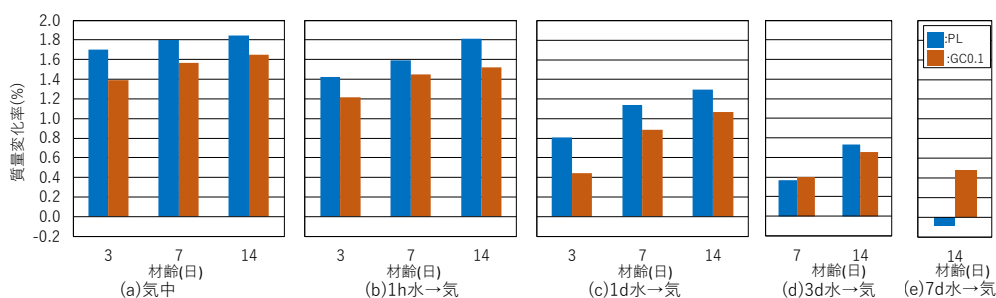


図-2 質量変化率

料は、図-1に示すように、1辺が100mmの立方体の中心に寸法10×10×10mmの飽和水量分の水を吸水させたゲルを配置したモルタル供試体を作成し、これを前述の常圧蒸気養生条件で養生し、後養生を気中とし材齢7日に図に示す①～③の位置でダイヤモンドカッターをもちいて、約10×10×10mmに切り出し作製した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 質量変化率

図-2は、促進養生後から各種後養生した供試体の質量変化を示したものである。後養生が気中の場合(図(a))では、ゲル添加の有無に拘わらず材齢と共に質量が減少し乾燥が進行するが、どの材齢においてもゲルを添加したものの方が、質量減少率は小さくなった。この傾向は、後養生が1h水中後気中(図(b))および1d水中後気中(図(c))の場合も同様となっている。これらのことから、ゲルを添加することで、常圧蒸気養生終了後の供試体内部の保水性を向上させることができるものと考えられる。

#### 3.2 圧縮強度特性

図-3は、プレーンコンクリート(図中のPL)とゲルを0.1(C×%)添加したコンクリート(図中のGC-0.1)に関し、促進養生終了後からの各種後養生条件における各材齢のコンクリートの圧縮強度の結果を示したものである。図より、PLとGC-0.1に関し同一後養生条件で比較すると、脱型直後も含め14日までの全ての材齢において、ゲルを添加したコンクリートであるGC-0.1の方が1～3割程度圧縮強度が大きくなった。これは3.1で述べたように、ゲルの添加により後養生期間に供試体内部の保水性が向上し、セメントの水和が促進されたためであると推察される。

#### 3.4 モデル供試体による内部養生効果の評価

図-4は、図-1に示した中央のゲルから①～③の位置のモルタル試料(GC①～GC③)の細孔径分布を示したものである。なお、PL①は中央にゲルのないプレーンモルタルの①の位置の試料の結果である。図より、中央のゲルにより近いGC①とGC②の場合、ゲルから遠い位置のGC③およびPL①の場合より細孔径0.1μm近傍の細孔量が少なく、細孔径0.01μm近傍の細孔量が多くなっている。これらの結果は、常圧蒸気養生を行った場合でもゲル近傍の硬化体組織がより緻密になったことを示すものである。これは本研究で用いた吸水高分子ゲルの内部養生効果により、セメントの水和が促進されたためであると推察される。

### 4. まとめ

- (1) 吸水高分子ゲルを添加したコンクリートは、常圧蒸気養生後の後養生を1時間および1日とする条件では、質量変化率が小さくなり、プレーンコンクリートに比べ1～3割程度圧縮強度が大きくなった。
- (2) モデル供試体の試験結果から、吸水ゲルにより硬化体の組織がより緻密となり、内部養生効果が現れたものと推察される。

**参考文献：**1) 徳良介ほか：吸水高分子ゲルを添加したモルタル・コンクリートの内部養生に関する基礎研究，コンクリート工学年次論文集，Vol39，No.1，pp.397-402，2017

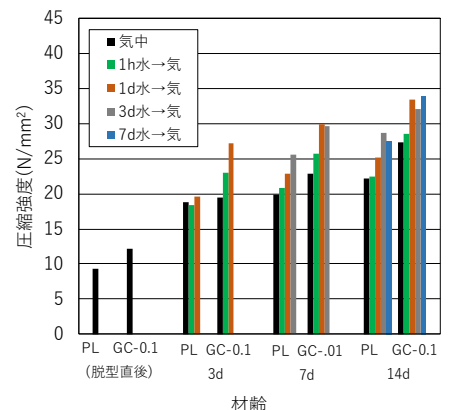


図-3 圧縮強度

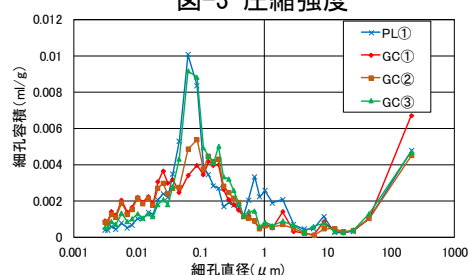


図-4 細孔径分布