

## 使用骨材の違いが即時脱型コンクリートの充填性と硬化特性に及ぼす影響

福岡大学 学生員 鹿江 史浩 千葉工業大学 正会員 橋本 紳一郎 東海大学 正会員 伊達 重之  
 (株)ヤマウ 正会員 山本 康雄 (株)ヤマウ 正会員 小嶺 啓藏 西松建設(株) 正会員 日高 翔太

## 1.はじめに

近年、施工現場では、工期短縮やコスト削減などからプレキャスト製品の適用機会が増加している。その中でも即時脱型コンクリート製品は、加圧振動締固めを行うことで即時脱型できるため短期間で大量に製造可能である。しかし、即時脱型コンクリートは製造時においてゼロスランプの状態であるため、従来のようなスランプ試験、空気量試験ではコンシステンシーを適切に評価できない。そのため、配合のバランスにより、偶各部の欠け、設計基準強度を満足できないことや即時脱型コンクリート製品の表層部に現れる白華現象が問題となっている。これらに対して、著者ら<sup>1)</sup>は河川用環境保全積ブロックの即時脱型コンクリート製品を対象とし、充填性と圧縮強度、白華抑制効果、美観性の関係をフレッシュ性状及び硬化後の特性により検討した。その結果、充填性や圧縮強度、白華抑制効果、美観性の要求性能を満たす配合とその際の充填率の指標も示した。しかし、これらの検討は充填性その他の要求性能との関係を明らかにするため、単一材料で検討しているため、使用材料の影響までは検討できていない。そこで、本研究では、使用材料の中でも細骨材の種類や粒度の違いが即時脱型コンクリート製品の充填性やその他の性状に与える影響を検討した。

## 2. 実験概要

## 2.1 使用材料とコンクリート配合

表-1 に使用材料、表-2 にコンクリート配合を示す。単位水量を  $100\text{kg/m}^3$  で一定とし、細骨材率を 65% に設定した。骨材の粒度分布を図-1 に示す。物理的性質及び粒度の異なる細骨材を用いた計 6 配合で検討した。配合 No.1 (S1 及び S3 を使用)、No.2 (S1 及び S2 を使用) では海砂及び砕砂の単位細骨材量の比を 4:6、No.3 (S1 及び S2 を使用) では 3:7 とし粒度の調整を行った。今回、対象としたのは河川護岸用ブロックであり、材齢 14 日における設計基準強度は  $21\text{N/mm}^2$  以上と定められている。

## 2.2 試験項目及び試験方法

即時脱型コンクリート製品の製造過程を模擬した試験装置を用いて供試体を作製した。試験条件に関しては、振動と同時に荷重をかけることができ、荷重条件を 0.01、0.05Mpa の 2 水準とし振動時間を 30 秒と定めた。

フレッシュ性状試験の手順は、3kg の試料を鋼製型枠に投入後、荷重を付与すると同時に振動締固めを行った。その後、沈下深さを測定することにより充填率を算出した。

表-1 使用材料

| 記号             | 使用材料           | 物理的性質                                                    |
|----------------|----------------|----------------------------------------------------------|
| W              | 地下水            | 密度 $1.0\text{g/cm}^3$                                    |
| C              | 普通ポルトランドセメント   | 密度 $3.16\text{g/cm}^3$                                   |
| S1             | 海砂             | 表乾密度 $2.58\text{g/cm}^3$ , FM:2.42, 実積率 63.8%, 吸水率 0.50% |
| S2             | 砕砂             | 表乾密度 $2.69\text{g/cm}^3$ , FM:3.50, 実積率 65.2%, 吸水率 2.63% |
| S3             | 砕砂             | 表乾密度 $2.59\text{g/cm}^3$ , FM:2.36, 実積率 64.8%, 吸水率 1.60% |
| S4             | 山砂             | 表乾密度 $2.56\text{g/cm}^3$ , FM:2.74, 実積率 62.3%, 吸水率 2.0%  |
| S1:S3<br>(4:6) | 海砂:砕砂          | 表乾密度 $2.58\text{g/cm}^3$ , FM:2.42, 実積率 64.0%, 吸水率 1.79% |
| S1:S2<br>(4:6) | 海砂:砕砂          | 表乾密度 $2.68\text{g/cm}^3$ , FM:2.87, 実積率 64.0%, 吸水率 1.85% |
| S1:S2<br>(3:7) | 海砂:砕砂          | 表乾密度 $2.67\text{g/cm}^3$ , FM:3.02, 実積率 64.2%, 吸水率 1.68% |
| G1             | 砕石 1505        | 表乾密度 $2.69\text{g/cm}^3$ , 実積率 60.7%, 吸水率 1.35%          |
| G2             | 砕石 1305        | 表乾密度 $2.81\text{g/cm}^3$ , 実積率 59.2%, 吸水率 1.12%          |
| Ad             | 即時脱型コンクリート用混和剤 | 主成分:非イオン系界面活性剤, 密度 $1.01\text{g/cm}^3$                   |

表-2 コンクリート配合

| 配合 | W/C<br>(%) | s/a<br>(%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |      |      |     |    |    |      |           |
|----|------------|------------|-------------------------|-----|------|------|-----|----|----|------|-----------|
|    |            |            | W                       | C   | S1   | S2   | S3  | S4 | G1 | G2   | Ad<br>(%) |
| 1  | 30         | 65         | 100                     | 333 | 533  | -    | 802 | -  | -  | 781  | C×0.2     |
| 2  |            |            |                         |     | 533  | 839  | 748 |    | -  |      |           |
| 3  |            |            |                         |     | 400  | 979  |     |    |    |      |           |
| 4  |            |            |                         |     | -    | 1399 |     |    |    | -    |           |
| 5  |            |            |                         |     | 1332 | -    |     |    |    | -    |           |
| 6  |            |            |                         |     | -    | -    |     |    |    | 1322 |           |

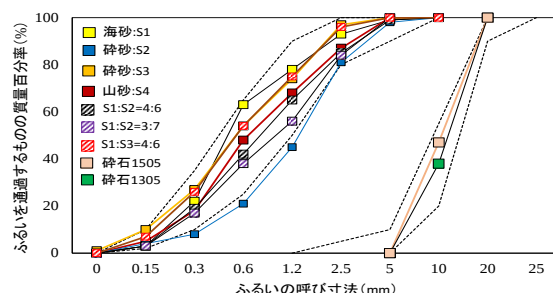


図-1 骨材の粒度分布

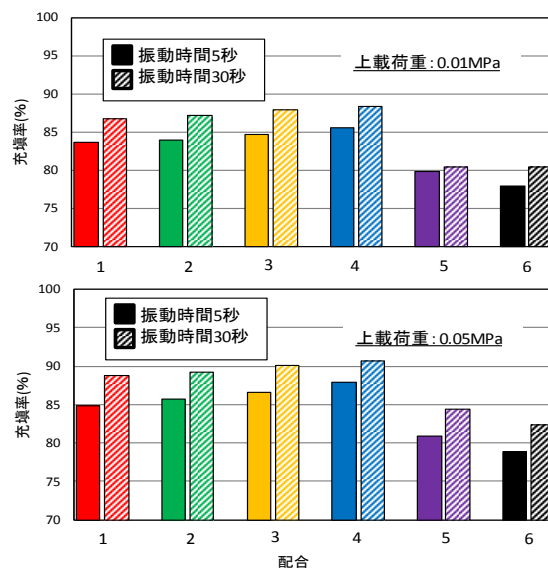


図-2 使用骨材の違いと充填率の関係

キーワード 即時脱型コンクリート製品、細骨材、充填性、白華現象、圧縮強度、表面性状

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 創造工学部 都市環境工学科 TEL 047-475-2111

円柱供試体の作製は、試料を所定量、鋼製型枠に1層詰めで投入後、上載荷重を与えるのと同時に振動締め固めを行い作製した。圧縮強度試験では、養生方法を気中養生、養生期間を14日間と定めた。充填率は、供試体の単位容積質量を測定し、その値を示方配合より算出した理論上の単位体積重量で除して求めた。白華促進試験は既往の研究<sup>1)</sup>を参考に円柱供試体  $\phi 100 \times 20\text{mm}$  を用いて試験を行った。白華促進試験を行うための供試体の養生期間を1週及び2週とし、所定の養生期間まで恒温室内にて気中養生(気温:  $20^\circ\text{C}$ 、湿度:  $60\%$ )を行った。

### 3. 結果及び考察

図-2に使用骨材の違いと充填率の関係を示す。上載荷重と振動時間に関わらず、配合 No.5, 6 の充填率は配合 No.1~4 の充填率に比べて、低い傾向を示しており、使用する骨材条件により充填率は大きく異なることを確認した。このことから、細骨材の実積率の影響が大きいことを示し、また、粗粒率が高くなるにつれ充填率が増加する傾向を確認した。図-3に圧縮強度試験結果と充填率の関係を示す。配合 No.5, 6 は配合 No.1~4 の結果に比べて低く、充填率の影響を大きく受けた結果となった。特に、配合 No.5, 6 は材齢14日における設計基準強度を満たさなかった。この結果に対し、配合 No.1~4 の4配合は、設計基準強度を満足した。また、充填率が高くなるに従い、圧縮強度も増加する傾向を示した。このことから、充填率86%以上を確保することで、目標強度を満たすことができる。この結果は既往の研究結果<sup>1)</sup>と同様であった。

図-4に養生期間の違いと白華発生率の関係、図-5に浸漬4週目の質量増加率と充填率の関係を示す。養生期間に関わらず、配合 No.5, 6 は配合 No.1~4 に比べ白華発生率が高く、浸漬1週目以降でその差は顕著に表れた。養生期間の違いでは、養生1週目に比べ、養生2週目の場合は全白華付着供試体の質量増加率が低くなった。これは、養生期間が長くなることでコンクリートの内部構造が緻密化し、浸漬時の上面からの逸散水量が減少したためだと考えられる。白華発生率と充填率に関しては、養生期間に関わらず、充填率が高くなるに従い、白華発生率は低くなる傾向を示した。また、充填率86%を基準とした場合、配合 No.3 は配合 No.6 に比べて全白華付着供試体の質量増加率を半分程度まで低減できることを確認した。

### 4. まとめ

使用する骨材条件によって即時脱型コンクリートの充填率は大きく異なり、実積率が低い細骨材を用いた場合において充填率や強度の低下がみられた。しかし、細骨材の種類や物理的性質の大きく異なる細骨材を用いた場合でも、充填率を86%以上確保することによって目標強度、曲げ強度や表面性状を満たし、白華抑制効果を満足することができる。

### 5. 参考文献

- 1) 日高翔太, 橋本紳一郎, 山本康雄, 山下龍二, 即時脱型コンクリート製品の配合に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, 2017

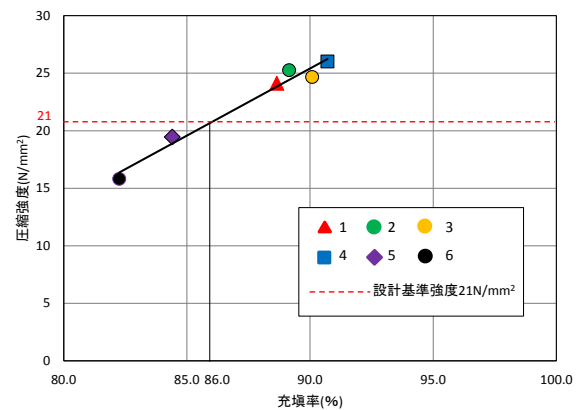


図-3 圧縮強度試験結果と充填率の関係

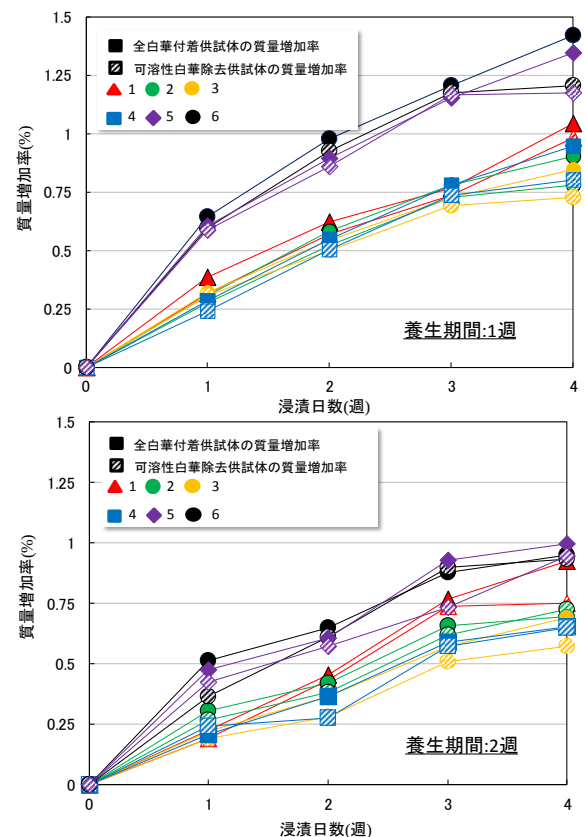


図-4 養生期間の違いと白華促進試験結果

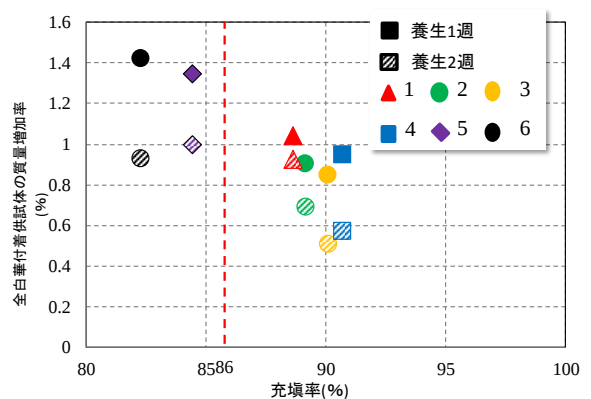


図-5 浸漬4週目の質量増加率と充填率の関係