

プレキャスト PC 桁に用いる締固めを必要とする高流動コンクリートの基礎的検討

極東興和株式会社 正会員 ○松田 珠代
 極東興和株式会社 正会員 河金 甲
 極東興和株式会社 井上 芳樹

1. はじめに

プレキャスト製品製作時の生産性向上を目的に、自己充填性を有する高流動コンクリート（以下、高流動）と比較して安価に製造可能な締固めを必要とする高流動コンクリート（以下、中流動）の適用も進められている¹⁾。高流動は自己充填のため粗骨材量を減少させる必要があり、そのことがヤング係数低下や収縮量増大につながり、プレキャスト PC 桁に用いた場合にはプレストレス損失が大きくなる懸念がある。一方、締固め作業を前提とした中流動の適用により、高流動と比較して粗骨材の減少量も抑制できる。本検討では、プレキャスト PC 桁製作に用いるコンクリートを対象に、中流動の基礎的物性や収縮特性を、高流動や通常のスランプ管理するコンクリート（以下、スランプ）と比較検討した。

2. 試験概要

2.1 コンクリートの配合

試験に用いたコンクリート配合を表-1に示す。設計基準強度 50N/mm^2 のポストテンション方式のプレキャスト PC 桁に用いる配合を検討対象とした。中流動と高流動の配合は、スランプ管理する配合をベースに試験練りにより決定し、粗骨材量を文献¹⁾や実績を参考にして低減させるとともに、W/Bはセグメント分離時強度の 25N/mm^2 を材齢1日（外気温 20°C 程度）で満足するよう小さくしている。なお、中流動と高流動の配合は材料分離抵抗性を高めるため早強ポルトランドセメントの30%を高炉スラグ微粉末6000で置換した。

2.2 試験項目および試験方法

試験項目は、ヤング係数・割裂引張強度・収縮ひずみとし、供試体製作時には材料分離抵抗性を文献¹⁾で提案されている方法で評価した。円筒容器に試料を詰め、棒状バイブレータ($\phi 28$)により10秒加振し（写真-1）、上層部のコンクリート2リットルの粗骨材残存率（計画配合の粗骨材単位質量を100%として算出）を測定した。ヤング係数および割裂引張強度は $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の供試体を用いて材齢7・28日で測定した。収縮ひずみは、 $100 \times 100 \times 325\text{mm}$ の供試体を用い、ネジ切加工した $\phi 16\text{mm}$ の鋼材（拘束鋼材比2.0%）による拘束条件下でのコンクリート打込み直後からの

収縮ひずみの計測を行った（図-1、写真-2）。なお、実際の作業工程に準じて、供試体は全て材齢1日で脱型、3日まで養生マットで覆い、湿潤養生とした。

表-1 コンクリート配合

| 配合 | 目標値 | | 水結合材比 W/B (%) | 混和材置換率 (%) | 細骨材率 (s/a) (%) | 単位量(kg/m^3) | | | | 混和剤 (kg/m^3) | |
|------|---------------------------|---------------|---------------|------------|----------------|------------------------|--------|----------|-----|-------------------------|------|
| | スランプフロー (cm) | 空気量 (%) | | | | 水 | 早強セメント | 高炉スラグ微粉末 | 細骨材 | | 粗骨材 |
| | (cm) | (%) | | | | (%) | (%) | (%) | (%) | | (%) |
| スランプ | 12 ± 2.5 cm (スランプ) | 4.5 ± 1.5 | 36 | 0 | 1.0 | 153 | 425 | 0 | 694 | 1068 | 1.91 |
| 中流動 | 45 ± 7.5 cm (スランプフロー) | 4.5 ± 1.5 | 34 | 30 | 40.0 | 160 | 330 | 141 | 674 | 1019 | 3.07 |
| 高流動 | 60 ± 7.5 cm (スランプフロー) | 4.5 ± 1.5 | 34 | 30 | 47.1 | 170 | 350 | 150 | 770 | 871 | 3.50 |



写真-1 材料分離抵抗性試験状況

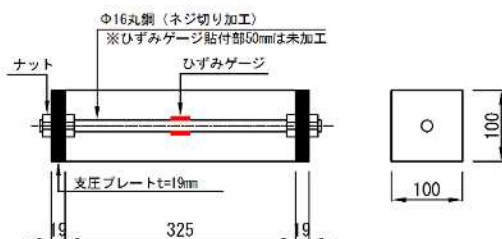


図-1 収縮ひずみ測定供試体



写真-2 収縮ひずみ計測状況

キーワード 締固めを必要とする高流動コンクリート、ヤング係数、引張強度、収縮ひずみ

連絡先 〒732-0052 広島県広島市東区光町2丁目6-31 極東興和(株) TEL 082-261-1204

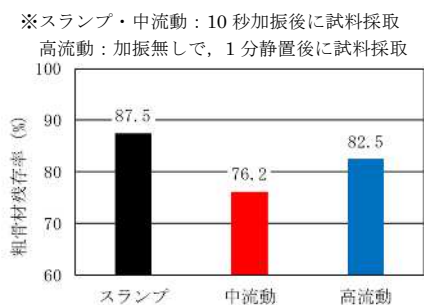


図-2 粗骨材残存率

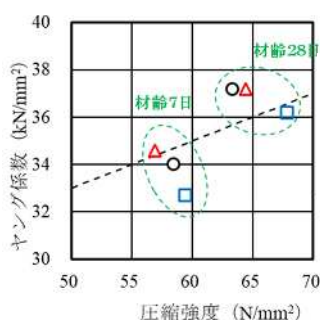


図-3 ヤング係数と圧縮強度

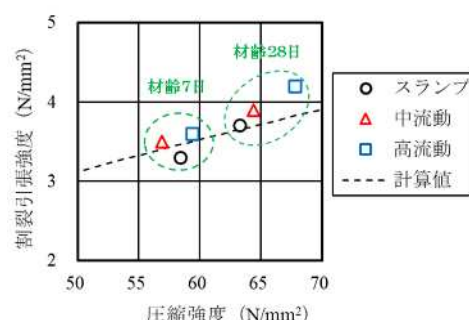


図-4 割裂引張強度と圧縮強度

3. 試験結果および考察

3.1 材料分離抵抗性

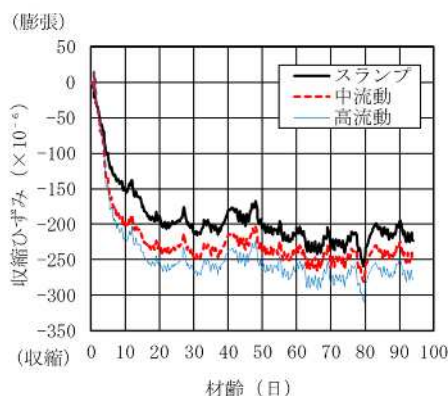
粗骨材残存率の測定結果を図-2に示す。文献1)では中流動の加振後の粗骨材残存率の許容値を70%程度(高流動の加振無しに相当)とすることが提案されている。文献1)の検討に用いたコンクリート(W/C=48.6~63.9)では残存率70%を確保できる時間は3~7秒(加振時間10秒で20~50%の残存率)に対して、図-2に示すように中流動の粗骨材残存率は10秒加振時でも70%を上回っており、加振していない高流動も粗骨材残存率は82.5%であった。よって、本検討で用いた中流動と高流動は水結合材比が小さく粉体量が大きいことから材料分離抵抗性が高いといえる。

3.2 ヤング係数及び割裂引張強度

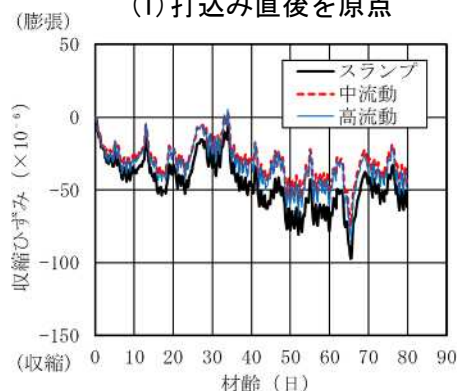
ヤング係数及び割裂引張の測定結果を図-3、図-4に示す。図中にはコンクリート標準示方書に準拠して求めた計算値も示す。図-3から高流動のヤング係数は、計算値や他のケースと比較して小さくなるのがわかる。一方、中流動のヤング係数は同一材齢の高流動と比較して大きく、スランブと同程度となっている。図-4に示した割裂引張強度においては、全ての配合で計算値と大きな差は認められなかった。

3.3 収縮ひずみ

収縮ひずみの推移を図-5に示す。打込み直後を原点とした図-5(1)をみると、スランブと比較して材齢初期から中流動と高流動の収縮ひずみは大きくなるのがわかる。これらは、高炉スラグ微粉末使用時に一般的に知られている組織が緻密になる反面、自己収縮が大きくなる影響と考えられる。一方で、高流動と比較すると中流動の収縮ひずみは抑制されている。また、乾燥収縮によるプレストレス損失への影響に着目し、一般的にポストテンション方式のPC桁にプレストレスが導入される材齢14日以降の収縮ひずみの推移(図-5(2))をみると、全ての配合で収縮ひずみは同程度であった。



(1) 打込み直後を原点



(2) 材齢14日を原点

図-5 収縮ひずみの推移

4. おわりに

プレキャストPC製品製作時において、通常のスランブ管理する配合から高流動に変更するとヤング係数は小さくなり材齢初期の収縮量が増加するものの、中流動を適用することによりそれらは緩和できることがわかった。また、中流動を適用した場合のプレストレス損失は、高流動と比較するとヤング係数が大きくなるため弾性変形による損失が抑制できるとともに、そのことによりクリープ係数が同等であるとするクリープによる損失も低減されると推測される。

参考文献

- 1) 土木学会：締固めを必要とする高流動コンクリートの配合設計・施工技術研究小委員会委員会報告書，コンクリート技術シリーズNo. 123，2020