

高炉スラグ微粉末を用いた PC 桁の収縮・クリープ特性

九州大学工学部 学生会員 松川 寿 九州大学大学院 フェロー 松下博通
 九州大学大学院 正会員 鶴田浩章 (株)安部工業所 江崎 守
 新日鐵高炉セメント(株) 正会員 前田悦孝 九州大学大学院 学生会員 坂本賢次

1. はじめに

プレストレストコンクリート構造物の高耐久化を図る上で高炉スラグ微粉末を使用することの有効性については、室内試験のレベルでは確認されている¹⁾。しかし、高炉スラグ微粉末と PC 構造物の実規模での乾燥収縮・クリープ性状を調査した例は少なくデータの蓄積が急がれている。

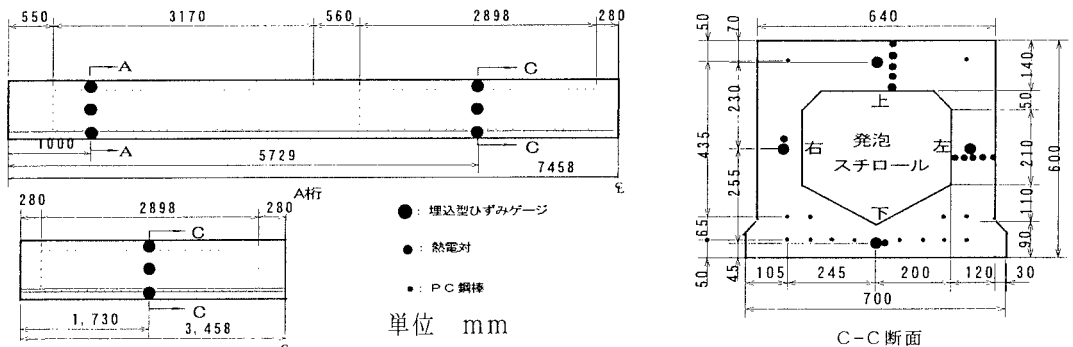
そこで、本研究では実際の橋梁に使用される桁と同一のプレテンション式 PC 桁を試験体として、従来の早強ポルトランドセメントのみを使用した場合と高炉スラグ微粉末を使用した場合で、乾燥収縮・クリープ性状の相違について検討した。また、同一材料を用いて別途製作した供試体についても乾燥収縮・クリープの測定を行い実規模の桁との比較を行った。

2. 実験概要

2. 1 使用材料と桁および供試体の形状寸法

セメントは早強ポルトランドセメント（密度 3.14g/cm^3 ）、混和材は高炉スラグ微粉末（密度 2.91g/cm^3 比表面積 $6100\text{cm}^2/\text{g}$ ）、細骨材は佐賀県佐賀郡大和町産の川砂（密度 2.55g/cm^3 、粗粒率 2.87）、粗骨材は熊本県鹿本郡鹿北町産の碎石（最大寸法 20mm 、密度 3.00g/cm^3 、粗粒率 6.57）、混和剤はポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を使用した。

試験体は、図-1 に示す形状の試験桁（乾燥収縮測定用 B 桁、クリープ測定用 A 桁）および乾燥収縮測定用とクリープ測定用の $10\times 10\times 40\text{cm}$ 角柱供試体を用いた。配合は 2 種類あり、結合材に早強ポルトランドセメントのみを使用した従来配合（ $W/C=40\%$ ）（早強単味）と早強ポルトランドセメントを高炉スラグ微粉末で 50% 置換した配合（ $W/B=35\%$ ）（スラグ混入）を用いた。



2. 2 実験方法

試験体は蒸気養生を行い打設後 18 時間で脱型し、試験桁は屋外で暴露し、角柱供試体は恒温恒湿室（ 20°C -RH60%）において保管した。試験桁および角柱供試体の収縮ひずみは埋込型ひずみ計を用い、同位置におけるコンクリートの温度は熱電対を用いて測定した。恒温恒湿室におけるクリープの測定は、鋼板と PC 鋼棒 4 本を用いてフレームを作製し、角柱供試体 2 本を直列に配置してジャッキにより持続荷重を作用させた。

3. 実験結果および考察

実験結果を表-1 および図-2、3、4、5 に示す。

本実験では、1日におけるコンクリート温度とひずみの関係をグラフに描き、その近似曲線の傾きをその日の線膨張係数とした。この手順によって得られた1週間ごとの線膨張係数の平均を、そのコンクリートの線膨張係数として実ひずみの温度補正を行った。

蒸気養生や初期のコンクリートの温度変化の影響を除去し、外気温の温度変化だけに依存するコンクリートの収縮特性を調査するため、試験桁の乾燥収縮のゼロ点は2配合のコンクリート温度が落ち着いた材齢3.5日に、角柱供試体の乾燥収縮ゼロ点は最初にコンクリート温度が下がりきった材齢1.5日とした。

試験桁のクリープ全ひずみおよび角柱供試体のクリープひずみのゼロ点は、弾性変形直後とした。

3. 1 乾燥収縮

角柱供試体ではスラグ混入の方が早強単味より初期のひずみの増加量が大きくなっている。しかし、経過100日付近では同程度のひずみになった。この初期にスラグ混入の方がひずみの増加が大きくなったことには、水結合材比が早強単味より大きかったことによると考えられる。試験桁については、スラグ混入の有無にかかわらず同程度のひずみとなっている。

角柱供試体は、収縮ひずみがスラグ混入の配合、早強単味の2配合とも600μより大きくなっているが、試験桁レベルでは2配合とも道路橋示方書に示されている200μを大きく下回っている。これは、形状寸法の違いや雨による膨張、試験桁内の鉄筋による拘束によって試験桁の収縮ひずみが角柱供試体より小さくなったためと考えられる。

3. 2 クリープ

角柱供試体のクリープひずみは、乾燥収縮ひずみと同じく初期にスラグ混入が早強単味より急激に増加し、経過10日には早強単味は440μ、スラグ混入は300μであったが、その後徐々にその差を縮めながら同傾向で増加し、経過100日には早強単味は790μ、スラグ混入は680μとなった。初期の増加量の違いは、前項で述べた乾燥収縮と同じく水結合材比の違いによるものと考えられる。試験桁は全期間を通して早強単味の全ひずみの方がスラグ混入より大きくなっているが、これはスラグ混入の方が湿度による影響を受けやすいことにより湿度の変化によって膨張が生じたためと考えられる。

4. まとめ

- (1) 乾燥収縮ひずみの値として一般に設計に用いられる値より実際の桁の収縮ひずみは十分小さくなっていることから、実桁の安全度は設計の段階で考える値より大きくなっている。
- (2) 角柱供試体では2ヶ月以上経過した段階での乾燥収縮ひずみは、スラグ混入の有無による違いはない。試験桁では初期の段階からスラグ混入の有無による違いはない。
- (3) 実環境ではスラグを混入したものが混入しないものより湿度による膨張によってクリープひずみは小さくなる。

参考文献1) 日本材料学会：高炉スラグ微粉末を使用した高耐久性プレストレストコンクリート構造物の開発 1998.3

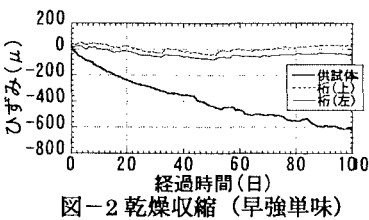


図-2 乾燥収縮（早強単味）

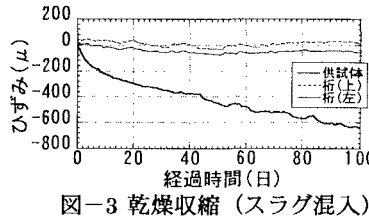


図-3 乾燥収縮（スラグ混入）

表-1 A 桁のプレストレス導入応力と弾性ひずみ

	上	中	下
導入応力 (N/mm ²)	2.7	5.4	12.2
弾性ひずみ (μ)	早強単味	168	404
	スラグ混入	167	368

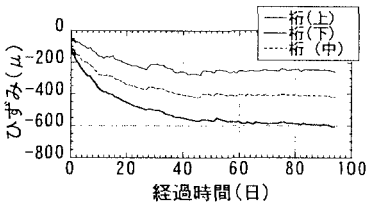


図-4 クリープ
全ひずみ（早強単味）

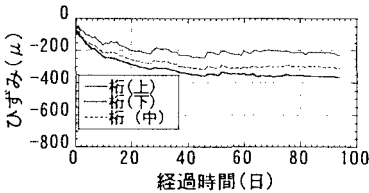


図-5 クリープ
全ひずみ（スラグ混入）