

国道421号道路整備工事における<sup>さめごだに</sup>佐目子谷橋上部工工事の高精度な高さ管理

(株)ピーエス三菱大阪支店	正会員	○河中	涼一
(株)ピーエス三菱大阪支店	正会員	清水	啓史
(株)ピーエス三菱大阪支店	正会員	田中	稔大
滋賀県東近江土木事務所		奥村	浩匡

1. はじめに

国道421号は、三重県桑名市から滋賀県近江八幡市までを結ぶ約70kmの幹線道路である。佐目子谷橋は、国道421号道路整備工事において滋賀県東近江市に新設された2径間連続PCラーメン箱桁橋であり、張出し架設工法が用いられた。本工法では橋梁の高さを管理する上げ越し計画が重要である。そこで、本橋では高い精度で橋体の変位を把握することを目的に、使用するコンクリートの物性値(単位容積質量、静弾性係数、乾燥収縮度およびクリープ係数)を各試験から求めて上げ越し計算に反映した。

2. 工事概要

本橋の工事概要を以下に、橋梁全体一般図を図-1に、断面図を図-2および図-3に示す。

発注者：滋賀県東近江土木事務所

工事名：平成23年度第AK41-5号国道421号道路整備工事

構造形式：PC2径間連続ラーメン箱桁橋(張出しブロック数：18ブロック)

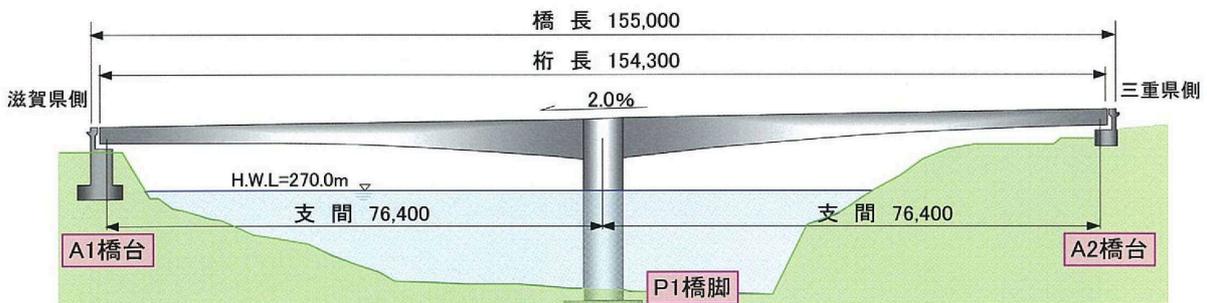


図-1 橋梁全体一般図

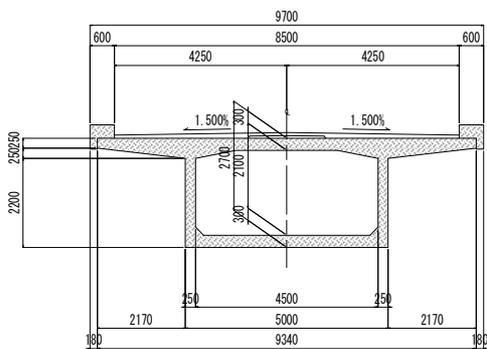


図-2 張出先端断面図

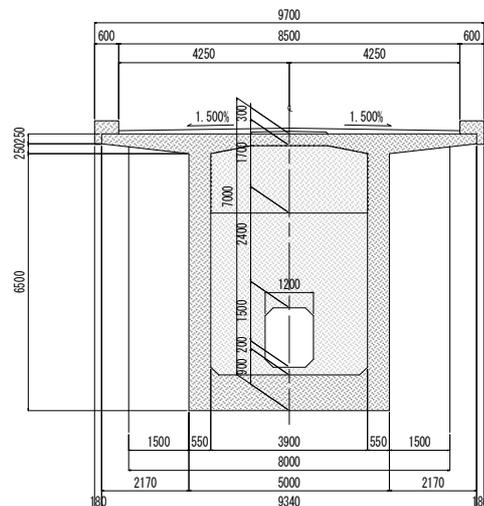


図-3 柱頭部断面図

### 3. コンクリートの物性値試験

#### 3.1 実験概要

単位容積質量試験はJIS A 1116に、静弾性係数試験はJIS A 1149に準拠して行った。

乾燥収縮試験はJIS A 1129に準拠して行った。試験に用いた供試体は縦10cm×幅10cm×長さ40cmの角柱供試体3本であり、材齢7日で乾燥を開始するまでは標準養生を行った。乾燥期間中は温度が $20 \pm 2^\circ\text{C}$ で湿度が $60 \pm 5\%$ の恒温恒湿室に保管し、ひずみの計測にはコンタクトゲージ法を用いた。

圧縮クリープ試験はJIS A 1157に準拠して行った。試験に用いた円柱供試体は、載荷用と無載荷用のそれぞれ3本である。クリープひずみを計測する供試体は同時に乾燥収縮の影響を含んでいるため、この影響を控除する目的で無載荷の供試体を用いて乾燥収縮ひずみのみを計測した。供試体は荷重を載荷する材齢7日まで標準養生を行った。計測には供試体側面にひずみゲージを取り付けて行い、供試体は温度 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ で湿度 $60 \pm 5\%$ の恒温恒湿室に保管した。載荷応力度は材齢7日における圧縮強度試験結果で得られた $56.6\text{N/mm}^2$ の1/3である $18.9\text{N/mm}^2$ とし、載荷持続期間中の応力変動の許容値は $\pm 2\%$ の範囲とした。クリープ試験の実施状況を写真-1に示す。

ただし、クリープ試験および乾燥収縮試験に用いた供試体は、施工前に実施した試験練りコンクリートより採取する必要があったことから張出し施工開始までの期間が十分ではなく、上げ越し計算に用いるデータは試験期間28日までの結果のみとした。

#### 3.2 単位容積質量および静弾性係数の試験結果

単位容積質量試験の結果、試験値 $23.1\text{kN/m}^3$ を得た。これに鉄筋の重量として単位容積あたり $1.5\text{kN/m}^3$ を加算し、 $24.6\text{kN/m}^3$ を計算に用いるコンクリートの単位容積質量とした。

静弾性係数試験の結果、割線弾性係数法から試験値 $3.7 \times 10^4\text{N/mm}^2$ を得た。ただし、この結果は本橋に用いるコンクリートが早強セメントであることを勘案し、材齢7日で求めたものである。

#### 3.3 乾燥収縮試験の結果と上げ越し計画への反映

乾燥収縮試験の実施期間が28日間と短いため、まずこの試験結果を双曲線関数で回帰した。この回帰曲線を用いて、張出し施工に要する270日間の平均乾燥収縮ひずみを求めた。その結果、平均乾燥収縮ひずみは $331\mu$ となった。これらの試験結果は実験室で得られたものであることから、コンクリート標準示方書2012に示される乾燥収縮ひずみの

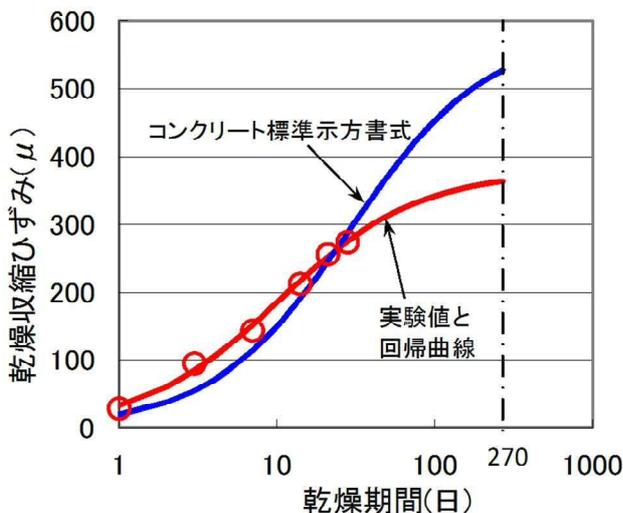


図-4 乾燥収縮試験結果と回帰値



写真-1 クリープ試験

予測式<sup>1)</sup>から得られる結果と比較することとした。コンクリート標準示方書から算出した270日間の平均乾燥収縮ひずみは424 $\mu$ となった。回帰値とコンクリート標準示方書から求まる平均ひずみの比率は $331 \div 424 = 0.78$ となることから、これを道路橋示方書で算出される乾燥収縮ひずみの値<sup>2)</sup>に一律乗じ、上げ越し計算に反映した。試験値の回帰曲線とコンクリート標準示方書から求まる予測値の比較を図-4に示す。

### 3.4 圧縮クリープ係数試験の結果と上げ越し計画への反映

乾燥収縮試験同様、圧縮クリープ試験も実施期間が28日間と短いため、まずこの試験結果を対数関数で回帰した<sup>3)</sup>。この回帰曲線から求まる270日間の平均クリープ係数は0.99となった。一方、コンクリート標準示方書2012に示される予測式<sup>1)</sup>から算出した270日間の平均クリープ係数は1.65となった。回帰値とコンクリート標準示方書から求まる平均値の比率は $0.99 \div 1.65 = 0.60$ となることから、これを道路橋示方書で算出されるクリープ係数<sup>2)</sup>に一律乗じ、上げ越し計算に反映した。試験値の回帰曲線とコンクリート標準示方書から求まる予測値の比較を図-5に示す。

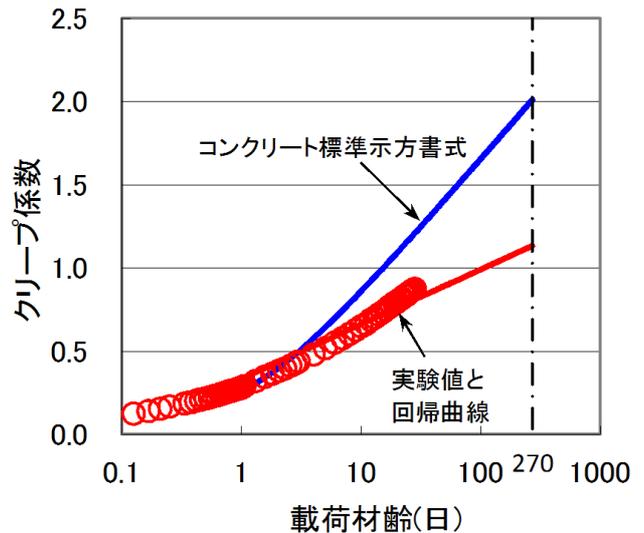


図-5 クリープ試験結果と回帰値

### 4. 上げ越し計画値の修正

コンクリートの物性値を反映して、張出し施工期間における上げ越し量を求めた。図-6に道路橋示方書に示される諸数値を用いた場合に求まる上げ越し曲線と、本工事で求めたコンクリートの物性値を反映した場合の上げ越し曲線の比較を示す。

この図より、コンクリートの物性値を反映した上げ越し曲線の方が、道路橋示方書から求めた値よりも最大で約10mm程度小さくなるのが分かる。

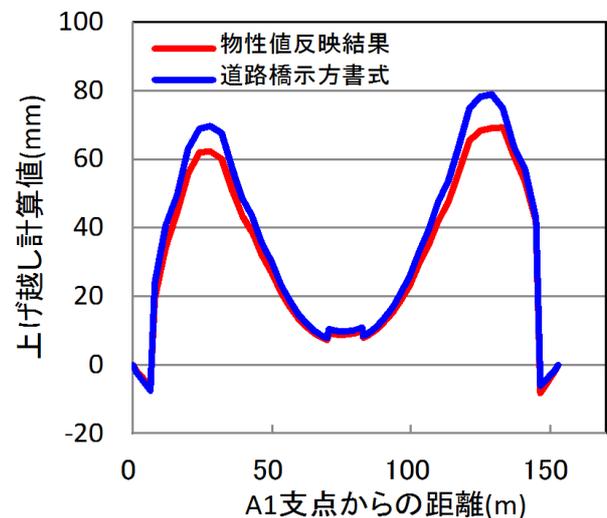


図-6 上げ越し計画値の変更

### 5. 張出し施工中の高さ管理

本橋は、最大18ブロックの張出し施工を行うものであった。図-7に最大張出し時における上げ越し量を考慮した計画値と、橋体高さの実測値の比較を示す。この図から明らかなように、計画値と実測値が概ね一致していることが分かる。一方で、張出し先端側において橋体の高さが計画値より若干高めに推移していることが分かる。これは側径間閉合時に

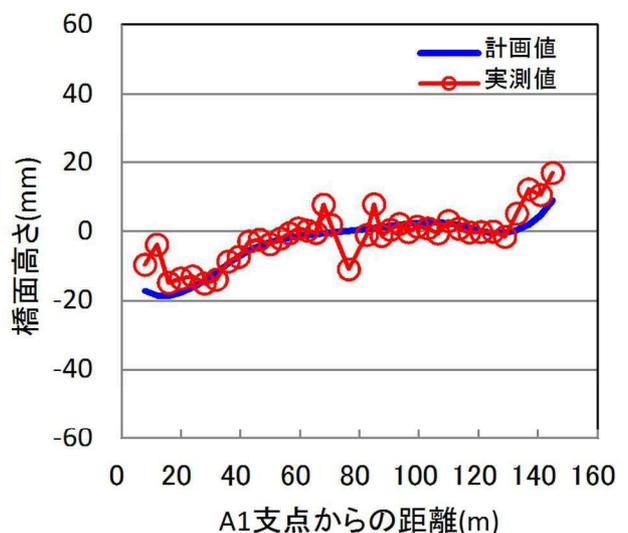


図-7 最大張出し時の計画値と実測値

において、外気温や日照の影響で橋体の高さが日々変化することを鑑み、カウンターウェイトによる高さ調整のために調整しろを設けた結果である。

6. クリープ係数と乾燥収縮度の継続試験結果

前述のとおり、本工事における上げ越し計画に用いた圧縮クリープ試験および乾燥収縮試験の結果は、試験期間28日までのものであった。ただし、施工が進むと同時に試験データが蓄積されたため、施工途中で最新の試験結果を用いて初期に設定した回帰式の妥当性について検証を行った。試験期間28日以降、91日と182日における圧縮クリープ試験および乾燥収縮試験の結果とその回帰曲線を、それぞれ図-8および図-9に示す。その結果、試験期間が長いほど、回帰値は当初設定した結果よりも大きなものとなり、182日においてはクリープ係数の平均値の比率は0.71、乾燥収縮ひずみの平均値の比率は0.92となった。しかし、その差が大きなものではないことや、施工中に随時計測した橋体の挙動が当初想定したクリープと乾燥収縮から求まる上げ越し計算とよく合致していたため、上げ越し計画値の変更は行わずに施工を進めることとした。

7. おわりに

PC橋の上部工に用いるコンクリートの物性値を試験によって求め、これらを上げ越し計算に反映することで精度の高い高さ管理を実現することができた。

本工事の施工にあたり、ご指導、ご協力頂いた関係各位に深く感謝の意を表します。また、本報告が今後の同種工事の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1)土木学会:2012年制定コンクリート標準示方書 設計編, pp.105-108, 2013年3月
- 2)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 I 共通編, pp.36-44, 2012年3月
- 3)土木学会:2012年制定コンクリート標準示方書 改訂資料, p.70, 2013年3月

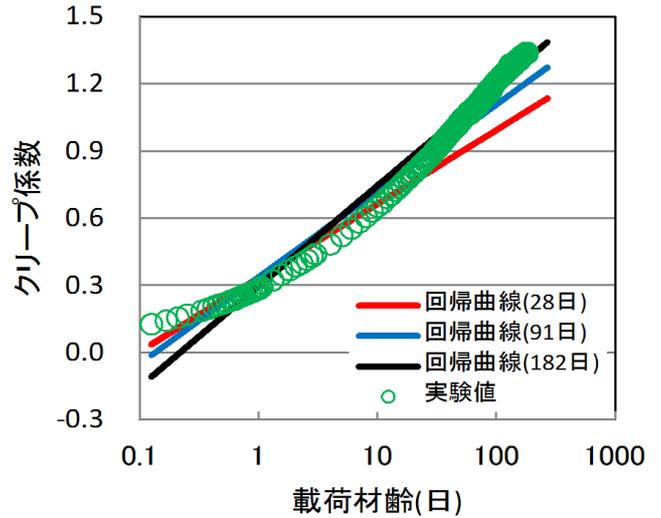


図-8 クリープ係数の継続試験結果

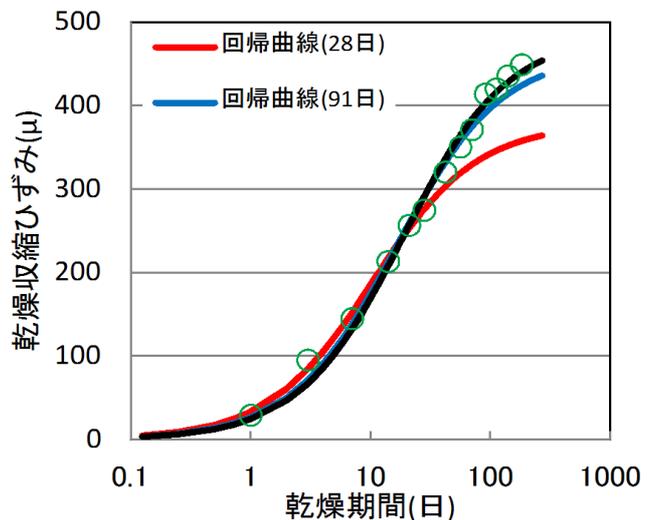


図-9 乾燥収縮の継続試験結果



写真-2 完成写真