

PC2 径間連続ラーメン箱桁橋の張出架設時における高さ管理

— 国道 421 号道路 ^{さ め り} 佐目子谷橋(佐目橋) —

大阪支店	土木技術部	河中涼一
大阪支店	土木工事事務部	清水啓史
大阪支店	土木工事事務部 (九州支店駐在)	田中稔大
大阪支店	土木工事事務部	佐藤拓也

概要:佐目橋は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、高い精度で橋体の変位を制御することを目的に、使用するコンクリートの物性値を各試験から求めて上げ越し計算に反映した。

Key Words: PC 橋, 張出し架設工法, 上げ越し計画, 乾燥収縮試験, クリープ試験

1. はじめに

国道 421 号は「^{はつふうかいどう}八風街道」と呼ばれ、古来より伊勢と近江を結ぶ重要な交易ルートとして用いられてきた。

現在は三重県の桑名市を起点に、いなべ市、滋賀県東近江市を經由して近江八幡市までを結ぶ約 70km の幹線道路として利用されている。平成 23 年 3 月、県境付近の石樽(いしぐれ)トンネルが開通し、その利用者は増加の一途を辿るが当該工事区間近傍は幅員が狭く、平面線形や縦横断勾配も改善が必要な状況である。そこで、国道 421 号道路整備事業が計画され、佐目橋はその一端を担う橋梁として架橋された。

佐目橋は、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り、高い精度で橋体の変位を制御することを目的に、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、架橋位置を図-4 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(張出ブロック数：18 ブロック)

橋長：155.0m, 支間長：76.4m+76.4m, 有効幅員：8.50m



河中涼一



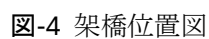
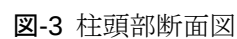
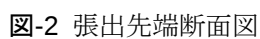
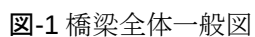
清水啓史



田中稔大



佐藤拓也



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 $60\pm 5\%$ の恒温高湿室に保管し、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 $60\pm 5\%$ の恒温高湿室に保管した。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 56.6N/mm^2 の $1/3$ である 18.9N/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 日までのもののみとした。

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、実験値 23.1kN/m^3 を得た。これに鉄筋の重量として単位容積あたり 1.5kN/m^3 を加算し、 24.6kN/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求めた値は $3.7\times 10^4\text{N/mm}^2$ となった。なお、この結果は本橋に用いるセメン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、張出施工に要する 270 日間の乾燥収縮ひずみの平均値を求めた。その結果、乾燥収縮ひずみの平均値は 331μ 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予測式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 日間の乾燥収縮ひずみの平均値は 424μ 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

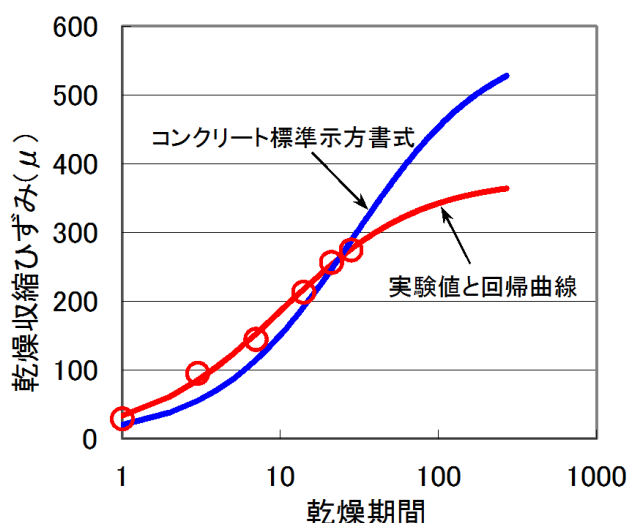


図-5 乾燥収縮試験結果と回帰値



写真-1 クリープ試験

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に一律乗じ、上げ越し計算に反映した。実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。

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¹⁾。この回帰曲線から求まる270日間のクリープ係数の平均値は0.99となった。一方、コンクリート標準示方書2012に示される予測式から算出した270日間のクリープ係数の平均値は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に一律乗じ、上げ越し計算に反映した。実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-6に示す。

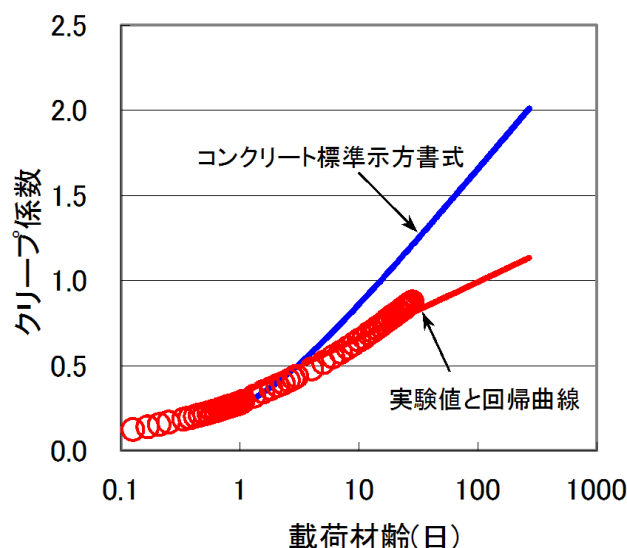


図-6 クリープ試験結果と回帰値

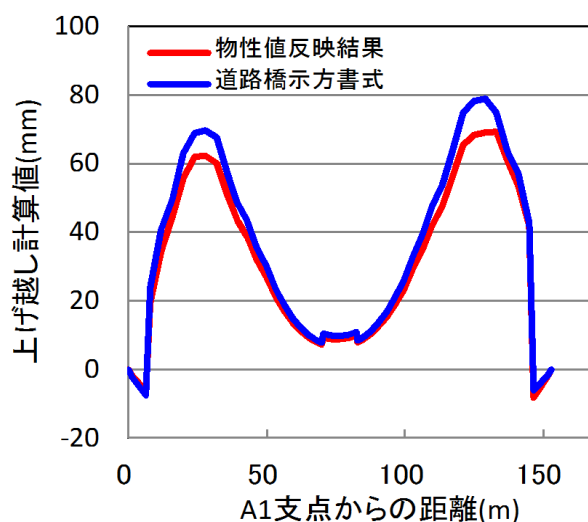


図-7 上げ越し計画値の変更

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た上げ越し量を求め、これを実施に反映した。図-7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。

5. 張出施工中の高さ管理

本橋は、最大18ブロックの張出施工を行うものであった。図-8に最大張出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、計画値と実測値がよく一致していることが分かる。ここで、図より張出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。これは側径間の閉合時において、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。

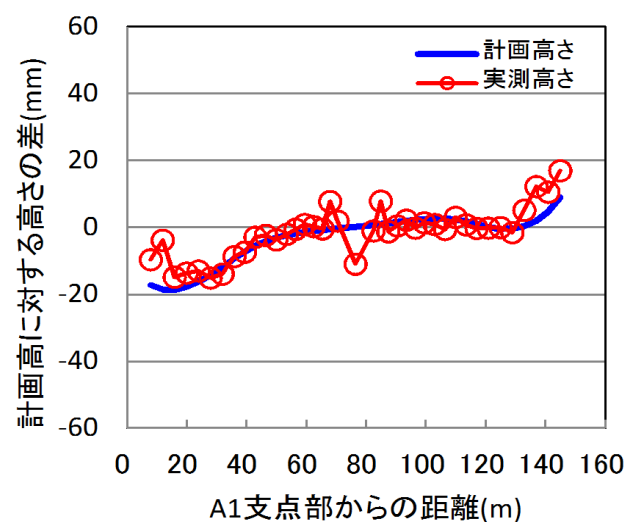


図-8 最大張出時の計画高さと実測高さ

6. クリープ係数と乾燥収縮ひずみの継続試験結果

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-9および図-10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判断した。

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。

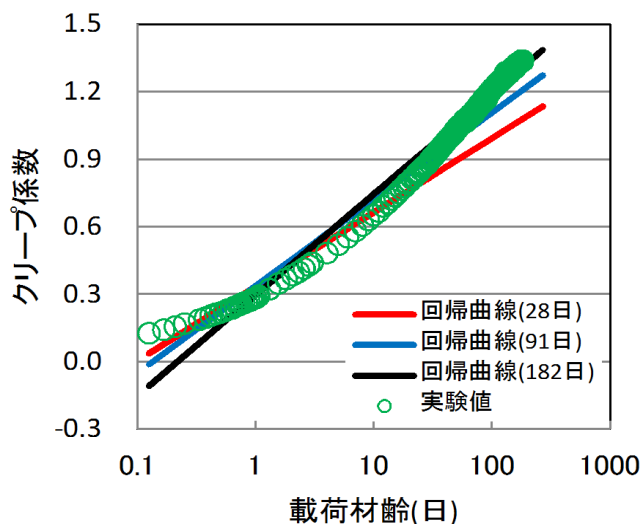


図-9 クリープ係数の継続試験結果

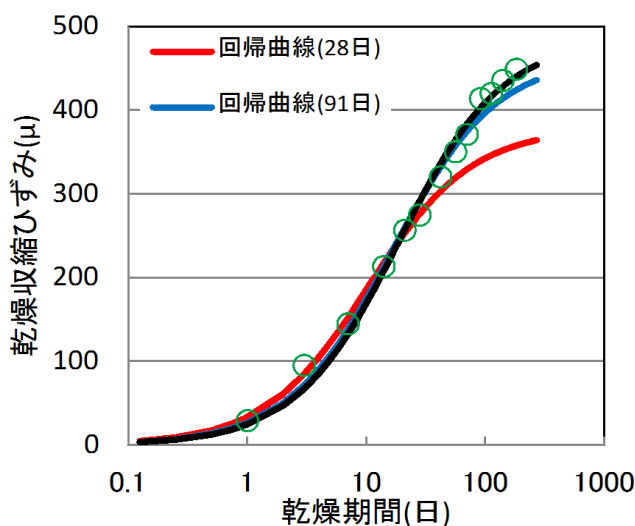


図-10 乾燥収縮の継続試験結果

参考文献

- 1) 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, 2013.3



写真-2 橋体完成状況