

(23) 第一玉川橋梁の挙動計測

東日本旅客鉄道株式会社 東北工事事務所 ○ 大郷 貴之
 東日本旅客鉄道株式会社 東北工事事務所 大庭 光商
 東日本旅客鉄道株式会社 東北工事事務所 佐藤 春雄
 東日本旅客鉄道株式会社 建設工事部 正会員 津吉 毅

1. はじめに

第一玉川橋梁は田沢湖線角館・鶯野間に位置する橋長188mのコンクリート斜材を有する3径間連続のPC斜張橋である。本橋は、マルチタイプの斜張橋と桁橋の中間的なスパンの中規模橋梁に適するエクストラード橋と類似の構造形式となっている。本橋梁では主桁、斜材の複数断面で設計との整合性を確認するためにコンクリートのひずみなどの自動計測を現在まで計測間隔を適宜変化させて行っている。本論文では現在までの各種計測結果について報告する。

2. 計測概要

本橋梁の形状を図1に示す。

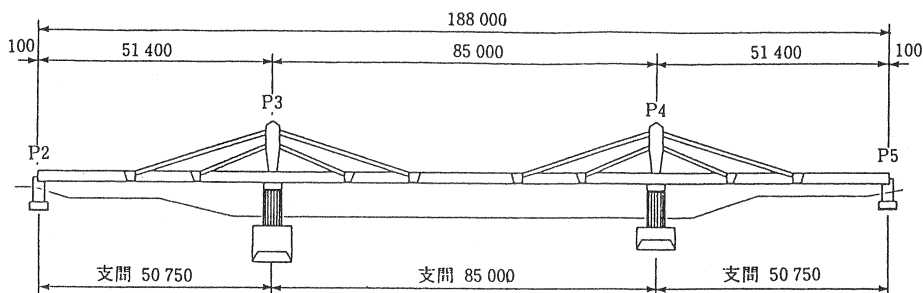


図1: 本橋梁の全体側面図

本橋梁は張出し架設工法により建設されており、その主要な施工ステップを図2に示す。図のように主桁の張出しの伸展に伴い、斜材の1次ケーブルを緊張し、張出し施工が終了すると、側径間・中央径間を併合、仮固定を開放後、主桁連結ケーブルを緊張、斜材コンクリートを打設した後斜材ケーブルを緊張することにより、構造系が完成す

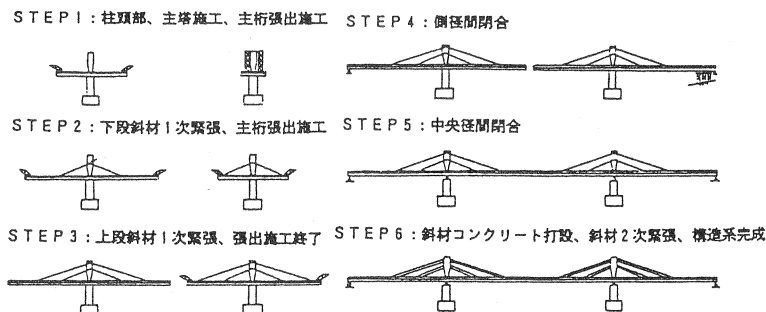


図2: 施工ステップ

る。本橋ではクリープ、乾燥収縮による不静定力の影響が大きい。そこで、クリープ、乾燥収縮による応力度変動と、応力度の時間変化率を測定し、設計計算との整合性を照査するために今回計測を実施した。計測にあたって各種計器をp3系の主桁に3断面のそれぞれ上縁、下縁に合計6ヶ所、斜材に下段斜材、上段斜材の各1断面に1ヶ所、合計2ヶ所に埋設した。計器埋設位置を図2、本橋梁のコンクリートの配合、設計基準強度を表1に示す。

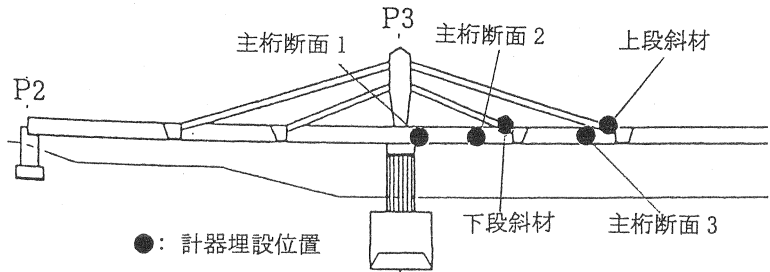


図3: 本橋梁の計器埋設位置

表1: コンクリートの配合および設計基準強度

| 箇所 | 設計基準強度 (kgf/cm ²) | 粗骨材最大寸法 (mm) | W/C(%) | s/a(%) | 単位量(kg/m ³) | | | | | |
|-------|----------------------------------|-----------------|--------|--------|-------------------------|-----|------|-----|-------|-------|
| | | | | | C | W | G | S | 混和剤1 | 混和剤2 |
| 主塔 | 400 | 25 | 35 | 33.7 | 498 | 174 | 1105 | 531 | 1.245 | |
| 主桁、斜材 | 500 | 25 | 35 | 41.7 | 438 | 153 | 1035 | 701 | | 3.635 |
| 橋脚 | 210 | 25 | 53 | 39.3 | 276 | 146 | 1126 | 719 | 0.690 | |

*1) AE減水剤 *2) 高性能AE減水剤

計測は1995年6月より各断面コンクリート打設直後から自動計測により実施している。主桁については各断面ごとに無応力計、有効応力計、コンクリートひずみ計、鉄筋計を上床版、下床版に埋設しており、斜材については上段の斜材、下段の斜材共に斜材上縁にのみ有効応力計、コンクリートひずみ計、鉄筋計を埋設している。このうち主桁断面1の計器埋設位置を図4に示す。

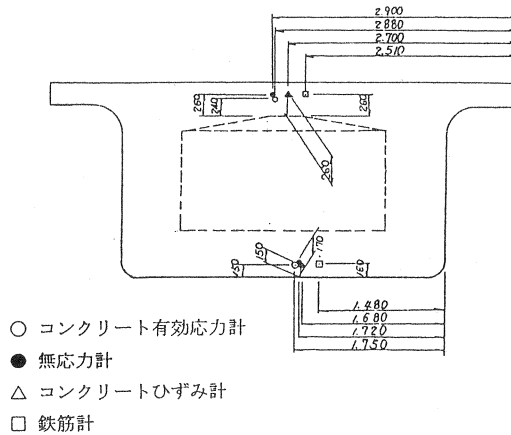


図4: 主桁断面1 計器埋設位置

3. 計測結果および考察

3.1 計測結果概要

主桁断面1、2の上縁、主桁断面3の下縁のコンクリートの各種ひずみの計測結果を図5~7に示す。コンクリートの弾性ひずみは有効応力計の測定値をコンクリートのヤング係数 E_c で除して求めた。なお $E_c=3.3 \times 10^5$ (kgf/cm²)とした。コンクリートの全ひずみはコンクリートひずみ計の測定値、乾燥収縮ひずみは無応力計の測定値である。またクリープひずみは全ひずみから弾性ひずみと乾燥収縮ひずみを差し引くことにより求めた。図中①~⑥の数字は本橋梁での主な施工ステップを表しており、実施日および各計測機器埋設位置のコンクリート打設日を表2、3に示す。ひずみ、応力共に圧縮方向を負とした。

本計測では全ての有効応力計の値が1997年6月ごろから不安定な挙動を示したため、その部分につ

いては省略した。なおコンクリート打設後計器の水和反応による温度変化の影響がほぼ無くなったとき (材齢2日から5日)の値を初期値とした。

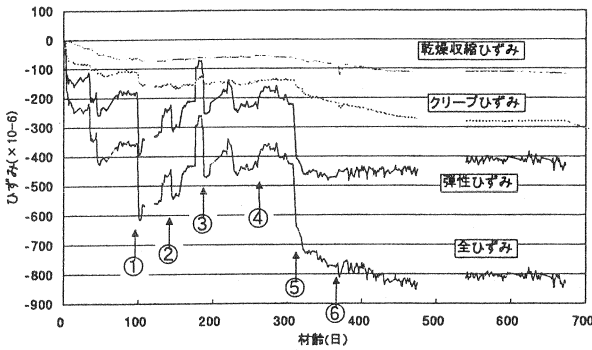


図5: 主桁断面1上縁のコンクリートひずみ経時変化

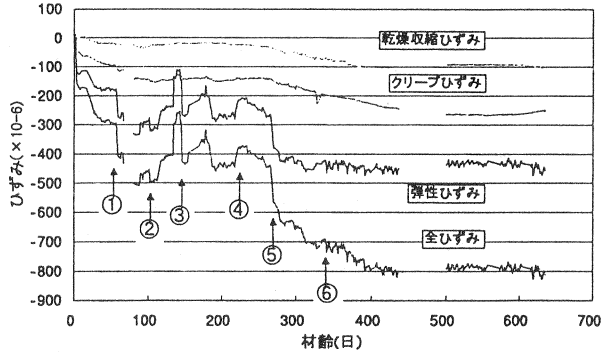


図6: 主桁断面2上縁のコンクリートひずみ経時変化

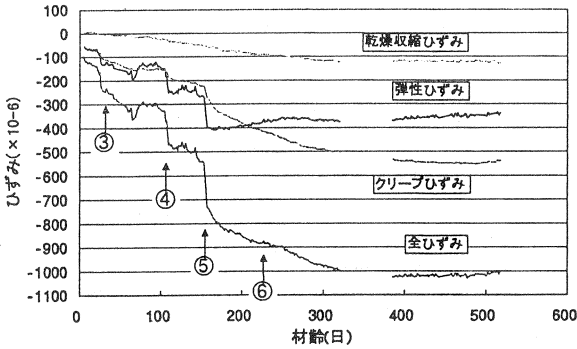


図7: 主桁断面3下縁のコンクリートひずみ経時変化

表2: 各作業実施日

| 作業日 | 実施日 |
|----------------|------------|
| ① 下段斜材1次緊張 1回目 | 1995/9/19 |
| ② 下段斜材1次緊張 2回目 | 1995/11/4 |
| ③ 上段斜材1次緊張 | 1995/12/16 |
| ④ 側径間・中央径間閉合 | 1996/3/1 |
| ⑤ 斜材2次緊張 | 1996/4/15 |
| ⑥ 版上荷重載荷 | 1996/6/29 |

表3: 各断面コンクリート打設日

| | コンクリート打設日 |
|-------|------------|
| 主桁断面1 | 1995/6/12 |
| 主桁断面2 | 1995/7/24 |
| 主桁断面3 | 1995/11/14 |
| 下段斜材 | 1996/3/26 |
| 上段斜材 | 1996/4/5 |

3.2 乾燥収縮ひずみ計測結果

主桁断面1~3の無応力計により計測される乾燥収縮ひずみの計測結果と土木学会標準示方書1)による乾燥収縮ひずみの計算結果の経時変化を図8~図10に示す。なお乾燥収縮ひずみを求める際に、温度による有効材齢の補正は行っておらず、またRH=70(%)として計算した。本橋梁は箱桁形式となっていることから、計算において必要となる体積と表面積の比を求める際、箱桁内の表面積をそのまま表面積として計算した場合による結果を計算値A、1/2倍して計算した場合による結果を計算値Bとして図に載せた。計測結果から、本橋梁において乾燥収縮ひずみは現在までのところ150 μ 程度生じ

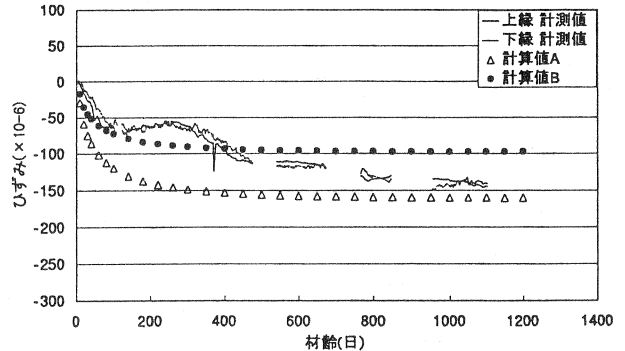


図8: 主桁断面1の乾燥収縮ひずみ

ていることが分かる。また、上縁よりも下縁の方が乾燥収縮ひずみ量が大きくなっていった。

現在の乾燥収縮ひずみ量は主桁1では計算値A、主桁3では計算値Bと合っているが、その経時変化曲線にはずれがある。

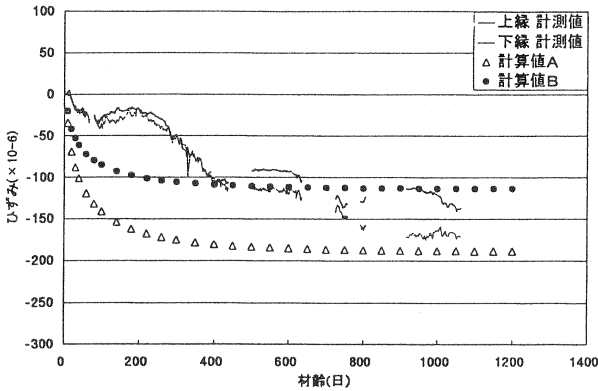


図9: 主桁断面2の乾燥収縮ひずみ

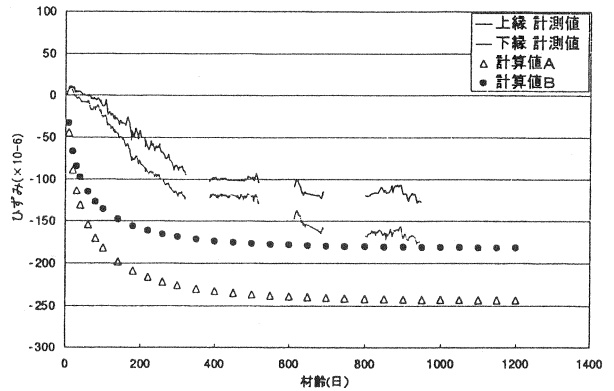


図10: 主桁断面3の乾燥収縮ひずみ

3.3 有効応力計測結果

次に主桁断面1~3、上段斜材、下段斜材の有効応力の計測結果と設計での計算結果を図12~16に示す。設計においてクリープ、乾燥収縮による不静定力は、構造系完成直後から発生するものとして断面力を計算した。この場合、各部材の材齢が異なるため、コンクリートの材齢を本橋梁にお

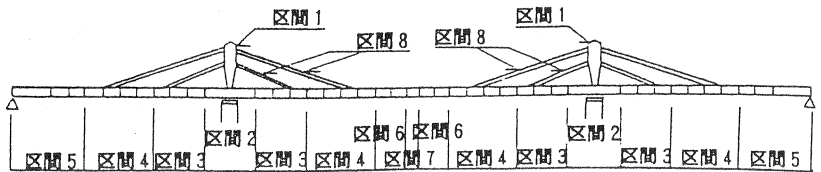


図11: コンクリート材齢の区間割

表4: 不静定力算出用の乾燥収縮ひずみおよびクリープ係数

| 区間番号 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 (上段斜材) | 8 (下段斜材) |
|------------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|----------|----------|
| 乾燥収縮ひずみ (×10 ⁻⁶) | P3系 | 130 | 130 | 140 | 150 | 160 | 160 | 170 | 186 | 179 |
| | p4系 | 130 | 130 | 140 | 150 | 160 | 160 | 170 | 188 | 181 |
| クリープ係数 | P3系 | 1.3 | 1.33 | 1.44 | 1.54 | 1.64 | 1.65 | 1.83 | 2.19 | 1.98 |
| | p4系 | 1.34 | 1.37 | 1.5 | 1.63 | 1.74 | 1.75 | 1.83 | 2.24 | 2.03 |

* 構造系完成時以降の残余量を示す。

いて図11のように8ブロックに分けて計算を行った。不静定力算出にあたって使用した乾燥収縮ひずみ、クリープ係数は表4のとおりである。計算にあたって使用した計測結果と計算値は概ね一致しているが、主桁上縁では全体的に斜材を2次緊張する前で計算値

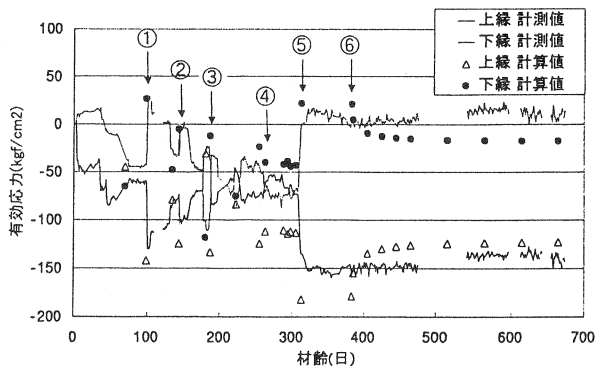


図12: 主桁断面1のコンクリート有効応力

が計測値を上回っている。また斜材の2次プレストレスの導入による応力の変化量は斜材に関しては計算値の7割程度であり、また主桁3も計算値とややかけ離れているが、主桁1、2に関してはほぼ計算値どおりであった。

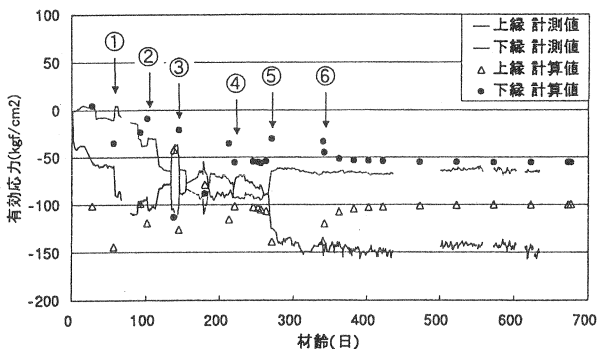


図13: 主桁断面2のコンクリート有効応力

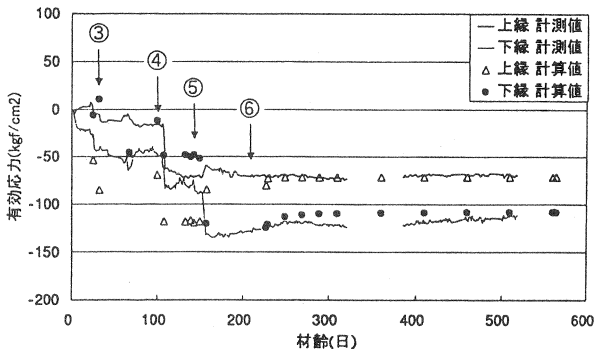


図14: 主桁断面3のコンクリート有効応力

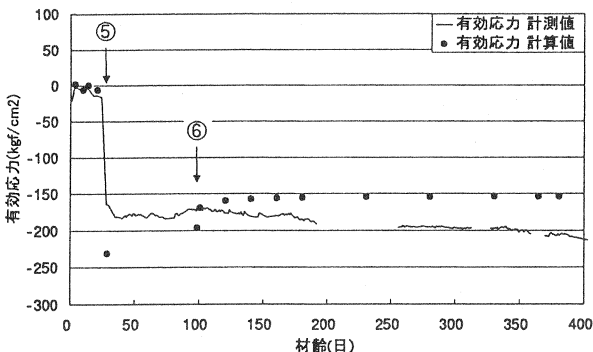


図15: 下段斜材のコンクリート有効応力

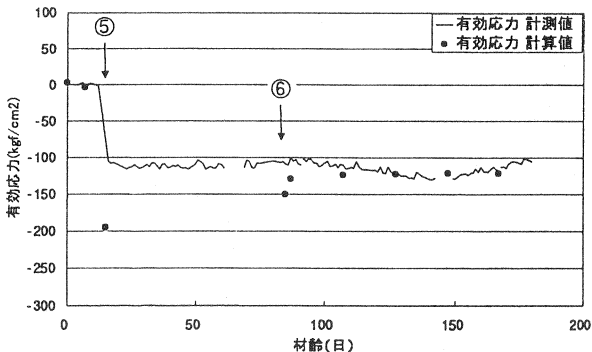


図16: 上段斜材のコンクリート有効応力

3.4 クリープひずみの検討

次に主桁断面1~3のクリープひずみの経時変化を図17~19に示す。また、クリープ係数経時変化を図20~22に示す。クリープ係数は構造系完成以降のみを対象とし、各時点でのクリープひずみから弾

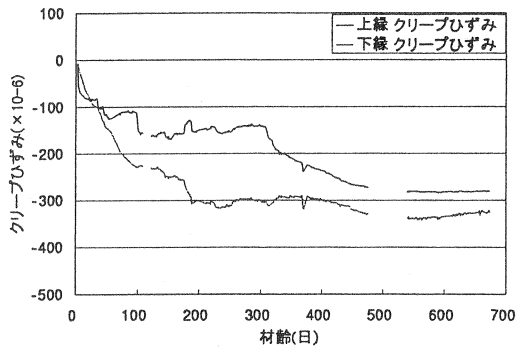


図17: 主桁断面1のクリープひずみの経時変化

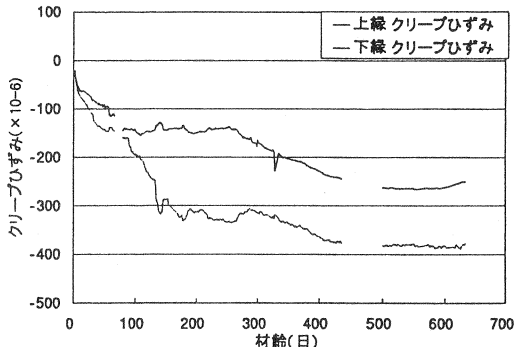


図18: 主桁断面2のクリープひずみの経時変化

性ひずみを除することにより求めた。水平軸の経過日数は構造系完成時を0とした。構造系完成時の主桁断面1、2、3の材齢はそれぞれ310、268、155日である。クリープ係数を見ると大体0.2~0.9程度

となっている。

主桁断面1下縁のクリープ係数は弾性ひずみの値が小さく、数値が安定していないことより省略した。

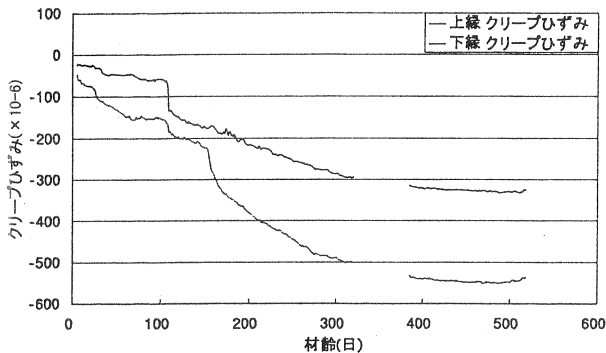


図 19: 主桁断面3のクリープひずみの経時変化

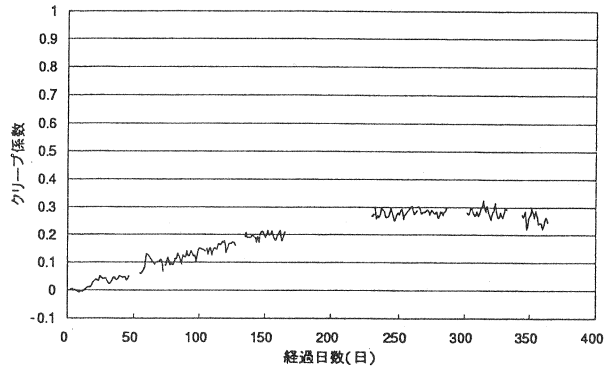


図 20: 主桁断面1上縁のクリープ係数経時変化

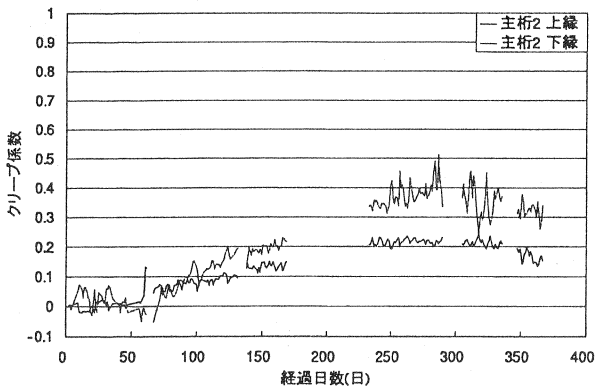


図 21: 主桁断面2のクリープ係数経時変化

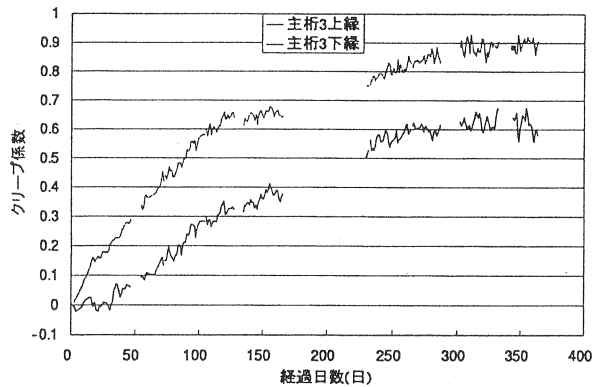


図 22: 主桁断面3のクリープ係数経時変化

4. まとめ

今回の計測から以下のことが分かった。

- (1) 本橋梁では材齢1000~1200日ぐらいで 150μ 程度の乾燥収縮ひずみが生じており、RH=70(%)とした場合の計算値と合うものの、途中の経時変化曲線は計算値とずれている。
- (2) 主桁、斜材共に有効応力の計測値と計算値は概ね一致している。
- (3) 構造系完成後のクリープ係数は0.2~0.9程度であった。

参考文献

- 1) [平成8年制定]コンクリート標準示方書[設計編];土木学会、平成8年3月
- 2) 津吉、大庭、小林、菅原、石橋:第一玉川橋梁の上部工の設計、SED、No.4、1995年5月
- 3) 渡部、津吉、太田、佐藤:第一玉川橋梁の施工、プレストレストコンクリート、Vol.39、No.3、May、1997
- 4) 津吉、菅原、大庭、石橋:第一玉川橋梁の設計、プレストレストコンクリート、Vol.38、No.3、May、1996