

V-329 PC箱桁の温度および伸縮量計測報告

阪神高速道路公団 正員 井阪 清
阪神高速道路公団 正員 中林 正司
阪神高速道路公団 正員 ○浜田 信彦
興和コンクリート㈱ 正員 錦木 聡

1. 目 的

PC桁の伸縮量は主として、コンクリートの温度変化・クリープ・乾燥収縮に起因するが、その構造形式・規模・支承条件・交通荷重などにより複雑に変化するものである。この種の実測データの蓄積は、伸縮装置の設計手法の改善や将来の限界状態設計法における基礎資料として重要である。

今回、阪神高速道路北神戸線で施工時を含めたPC箱桁の伸縮量を測定する機会(測定期間:約2年)を得たので、その概要を報告するものである。

2. 計測の概要

計器の配置を図-1に、構造物の形式・諸元を表-1に示す。計測データの収集は短期と長期にそれぞれ着目し、図-2のように設定した。

3. 計測結果と考察

(1) コンクリートの初期硬化温度

コンクリートの打設は、ウェブの上端を境に2リフト分割で行った。打設は第1リフトが10月初旬、第2リフトが11月初旬である。打設時のピーク温度は、コンクリート内部で70℃前後、ウェブ位置の上下表面で60℃前後、主桁断面中央の上下表面で40~50℃である。

(2) PC鋼線緊張時の桁の収縮量

設計上のPC桁の計算収縮量を算出し、実測値と比較する。ただし、コンクリートのヤング係数は、 $3.5 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ ($\sigma_{ck}=400 \text{ kgf/cm}^2$)とする。

1ケーブル緊張毎の収縮量を累計し、計測値に対応する計算収縮量を算出する。計算値と計測値は各緊張時で双方良く一致している。なお、橋脚傾斜計の変化量が非常に小さく、変位計の値をPC桁の伸縮量と考えて良いものと判断した。

(3) 外気温度とコンクリート内部温度との関係

各時期のコンクリート内部温度の分布(支間中央断面)を示したものが図-3である。

この結果より、コンクリート内部温度を代表する値は、表層以外の測点の平均値を用いるのが妥当であると考えられる。また、どの時刻のデータを用いるかについては、表層以外の測点の温度分布が1日を通じてほとんど変化しないため、どの時刻のデータの平均値でもその日のコンクリート内部温度を代表し得ると思える。ちなみに、コンクリートの主桁における温度勾配は、夏季において最大で5℃前後、その他の季節では2.5℃前後である。

一方、コンクリートの内部温度は一般に外気温度の変動に比べて極めて穏やかで、検討の結果、前3日間の外気温度の影響が累積して決定されると推定される。

(4) PC桁の線膨張係数

まず、クリープの影響に比べ温度の影響が卓越しだす時期の判定を行う。3ヶ月間を対象期間とし、スタートを1ヶ月ずつずらしながら、コンクリート内部温度と桁伸縮量の相関係数を求め、この相関係数が1に近くなるとともに、コンクリート内部温度と桁伸縮量の回帰式の定数項が安定する時期をもって、温度の影響が卓越し出した時期と判定する。

温度の影響の卓越する時期のデータよりPC桁の線膨張係数を求めると、上部測点で $\alpha=7.8 \times$

$10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，下部測点で $7.3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である。この値は、通常の設計値： $10.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ に比べ、約2割の減である。

(5) 外気温度とPC桁の伸縮量の関係

実測の伸縮量から温度変化を除いた“クリープ量”を図-4に示す。ここでいう“クリープ量”とは通常のクリープと乾燥収縮を合計したものを指す。温度変化を除去するための補正式として、

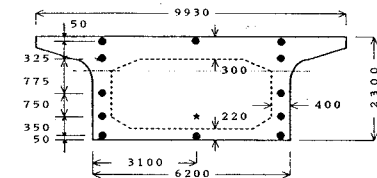
- ① コンクリート内部温度から補正する方法
- ② 外気温度から補正する方法

の2通りを考えた。持続荷重（桁自重とプレストレス）による圧縮応力は 63.4 kgf/cm^2 である。

コンクリートの材令 630日における“クリープ量”を表-2に示す。

一方、「コンクリート道路橋設計便覧（日本道路協会）」の手法に準じ、材令 630日におけるクリープ・乾燥収縮の設計値（相対湿度：70%）をそれぞれ算出すると、クリープ量は 23.2×10^{-5} ，乾燥収縮量は 5.3×10^{-5} となる。したがって、前述の“クリープ量”は、双方を合計して 28.5×10^{-5} となり、実測値の約2/3を与える。これは、小供試体を対象にした値であるため、実構造物の場合には寸法効果を考慮する必要があることを示している。

〔支間中央位置での断面〕



〔端橋脚位置での断面〕

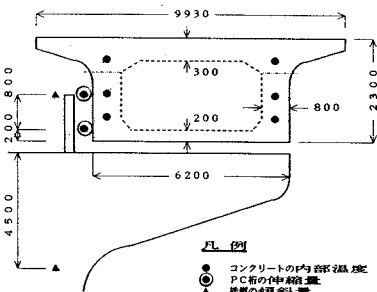


図-1 計器の配置

表-1 構造物の形式・諸元

構造形式	3径間連続PC箱桁
橋長	127.1m
スパン	37.2m + 52.7m + 37.2m
幅員	9.93m ~ 12.45m

表-2 温度変形を補正した“クリープ量”

補正方法	線膨張係数	クリープ量	クリープひずみ
コンクリート内部温度より補正	7.8×10^{-6}	51.6mm	41.3×10^{-5}
コンクリート内部温度より補正	10×10^{-6}	54.4mm	43.5×10^{-5}
外気温度より補正	7.8×10^{-6}	54.2mm	43.4×10^{-5}

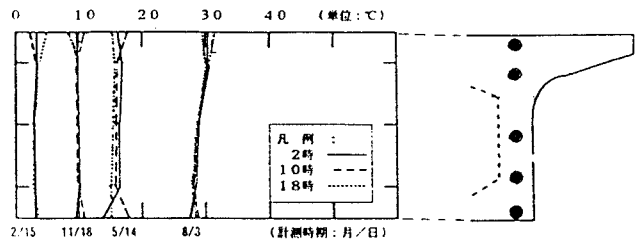


図-3 コンクリート内部温度の分布

短期データ

- ① コンクリートの初期硬化温度 1時間毎（打設後1週間）
- ② PS導入時の弾性変形 1本緊張毎（緊張2日間）
- ③ 鉄筋の視察 1本緊張毎（緊張2日間）

長期データ

- ① コンクリートの内部温度 1時間毎（毎月毎1週間）/1~3日毎
- ② PC桁の伸縮量 1時間毎（毎月毎1週間）/1~3日毎

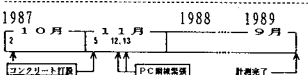
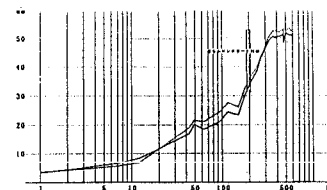


図-2 計測項目とデータの収集ピッチ

① コンクリート内部温度から補正する方法



② 外気温度から補正する方法

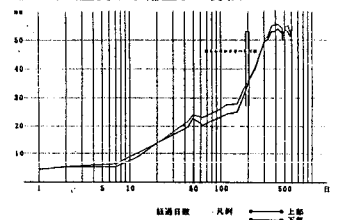


図-4 クリープ量の経時変化