

施工時における多径間連続 PC 箱桁橋の支承変位計測とその検討

(株)大林組
(株)大林組

正会員
正会員

○早川 智浩
古賀 裕史

中日本高速道路(株) 正会員
橋場 幸彦

1. はじめに

近年、橋梁構造物をより長く使用するために、維持管理技術が注目されている。橋梁構造物は特に橋梁付属物といわれる支承、伸縮装置など桁の伸縮や地震時移動に伴う可動箇所、損傷や劣化が生じやすい。本報告では、多径間連続 PC 箱桁橋の支承変位に着目して、現状構築可能なモニタリングシステムで施工中の支承変位を計測するとともに、桁に使用したコンクリートのクリープ試験を実施して、試験結果を考慮した変位と比較した。

2. 対象橋梁概要

対象とした橋梁は、新名神高速道路 菰野第一高架橋の上り線であり、橋梁諸元を表-1、外観図を図-1に示す。施工方法は、固定支保工施工と片持ち張出架設を併用して構築した。図-1に施工順序を丸番号で示し、打設日を記載した。なお、コンクリート配合は、固定支保工区間は、P3-4(N)($f_{ck}=36\text{N/mm}^2$ 、普通ポルトランドセメント)、片持ち張出架設、吊支保工区間は、P2-4($f_{ck}=40\text{N/mm}^2$ 、早強ポルトランドセメント)である。変位計測箇所は、計測に必要な電源確保可能で、桁伸縮量が大きいP1橋脚で計測した。

3. 支承変位計測概要

P1橋脚の設計移動量は、P2側への移動量をマイナスとすると、構造物完成時(桁完成)：-9mm、クリープ終了時(∞日)：-66mm、完成後の温度変化時(±15℃)：±25mm、レベル2地震時：433mm(片側最大)であった。なお、P1橋脚は構造物完成後に支承のひずみ調整(ポストスライド)を実施するため、設計通り変形が進行すれば、クリープ終了時では0mmとなる予定である。

変位計は、表-2に示す選定表から、P1橋脚のレベル2地震時の移動量に対応でき、費用の安価な巻込み型変位計を選択したが、計測期間中のレベル2地震の発生確率は低く、巻込み型変位計の温度変化による誤差も考えられたことから、高感度変位計も併用し、合わせて外気温や桁温度も計測した。変位計、温度計測概要図を図-2に示す。計測システムは、測定器をモバイルルーターに接続して、サーバー経由で測定値がWEB上にアップされる仕組みである。計測期間は、P1橋脚部の桁完成後(外ケーブル緊張後)からポストスライド前までの5/15～8/22(99日間)とした。

表-1 橋梁諸元

橋梁名	新名神高速道路 菰野第一高架橋(上り線)
構造形式	PC9 径間連続箱桁橋
橋長	483.5m
支間長	(A1)47.6m+50.0m+50.0m+50.0m+43.5m +64.0m+85.0m+47.0m+43.6m(A2)
有効幅員	9.760m
架設工法	固定式支保工施工+片持ち張出架設

表-2 変位計の選定

変位計	分解能 (最小単位)	測定範囲	費用	判定
高感度変位計	0.01mm	0～0.1m×	○	×
巻込み型変位計	0.2mm	0～2m○	○	○
レーザー変位計	0.4mm	0.05～65m○	△	△

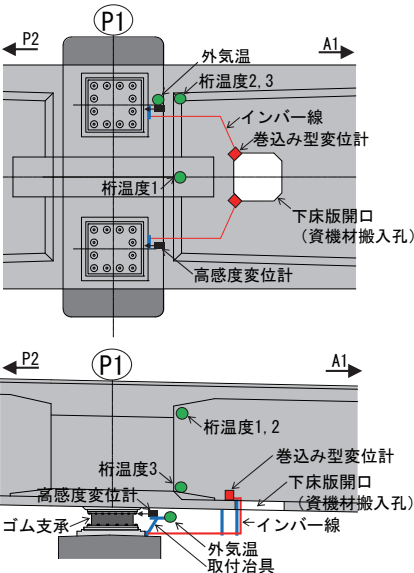


図-2 変位計、温度計測概要図

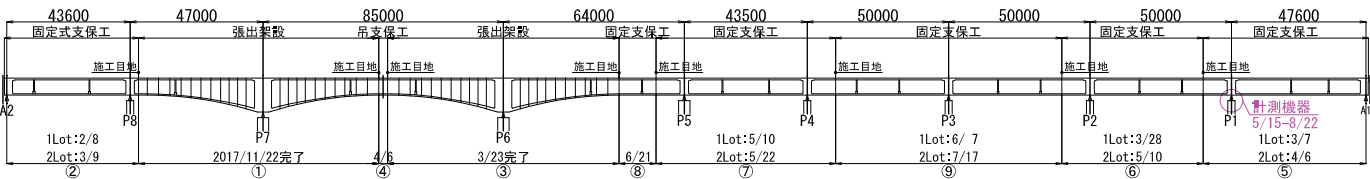


図-1 外観図および施工順序と打設日

キーワード： モニタリング、支承変位、PC 箱桁橋、クリープ係数、乾燥収縮
連絡先： 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL 03-5769-1306 FAX 03-5769-1976

4. コンクリートクリープ試験概要と結果

コンクリートクリープ試験は、圧縮クリープ試験方法 (JIS A 1157:2010) に準拠して行った。載荷開始材齢は JIS では材齢 28 日であるが、実際のプレストレスの導入材齢を考慮して、P3-4(N) では材齢 15 日、P2-4 では材齢 3 日とした。試験期間は材齢 6 カ月とし、乾燥収縮ひずみは、無載荷試験体で計測した。

図-3 にクリープひずみの経時変化を、図-4 に乾燥収縮ひずみの経時変化を示す。合わせて、道路橋示方書・同解説¹⁾ (以下、道示) とコンクリート標準示方書²⁾ (以下、コン示) の計算値と比較して示す。試験終了時のクリープ係数では、P3-4(N)、P2-4 の実測値は道示の 1.01 倍、0.70 倍、コン示の 1.19 倍、0.81 倍、試験終了時の乾燥収縮ひずみでは、P3-4(N)、P2-4 の実測値は道示の 1.93 倍、1.15 倍、コン示の 0.94 倍、0.77 倍であり、コン示の方が比較的精度良く推定できていることが確認できた。

5. 計測結果

外気温と桁温度の計測結果を図-5 に示す。桁温度は、外気温の日平均温度に追従する形で上昇、下降を繰り返すが、日温度差にはあまり影響を受けず、外気温の日温度差平均が 5.6℃ に対して、桁温度 3 の日温度差平均は 1.3℃ であった。

支承変位の計測結果を図-6 に示す。合わせて、構造系変化日や PC 鋼材(外ケーブル)の緊張日も記載した。

高感度変位計と巻込み型変位計の測定結果は、支承の左右で平均化後、日平均でプロットした。巻込み型変位計の測定値の温度補正などはしていないが、高感度変位計とはほぼ同値となっており、現状の計測方法で十分な精度があることが確認できた。

支承計測値は、7/17 以前はほぼ変わらず、7/17 以後急激に P2 側へ変化している。これについては、前半(5/15～7/17)と後半(7/17～8/22)に分けて説明する。前半の構造系は A1-P2 間の約 110m であり、不動点はその桁の半分とすれば P1 橋脚近傍となり、桁のクリープや収縮が進行してもその影響は小さい。一方、後半の構造系は、P2-P4 間を構築することで全橋が一体化し、P1 橋脚近傍にあった不動点が P5 橋脚付近まで移動して、その不動点から P1 橋脚までの距離(約 190m)のクリープ・乾燥収縮による変位が生じたためと考えられる。また、設計変位は、道示のクリープ係数、乾燥収縮を基にクリープ試験を鑑みて表-3 の 2 ケースで算出した。その結果、クリープ試験値を考慮したケース 2 の方が計測値により近い結果となった。

6. おわりに

施工中の多径間 PC 連続箱桁橋の支承変位を約 100 日間計測して、採用した巻込み型変位計の精度は問題ないことを確認した。クリープ試験結果を加味した設計値は、より計測値に近づく結果となった。

参考文献 1) 道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート編, 2012.3 2) 2017 年制定コンクリート標準示方書 設計編, 2018.3

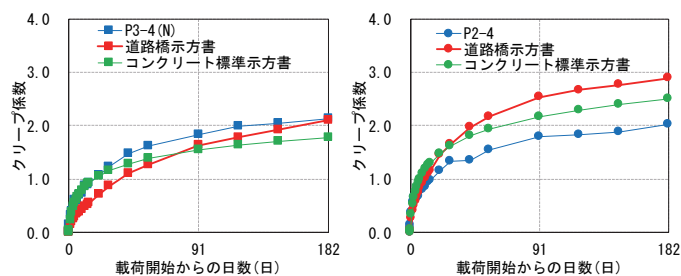


図-3 クリープ係数の経時変化

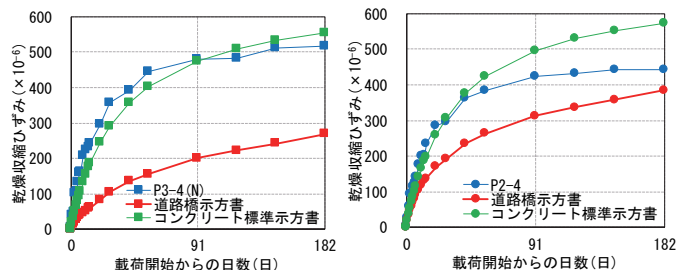


図-4 乾燥収縮ひずみの経時変化

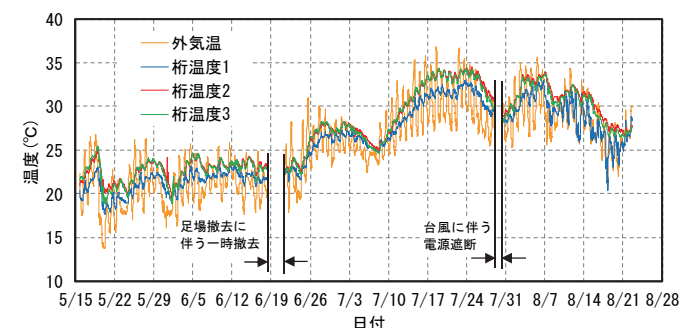


図-5 温度の計測結果

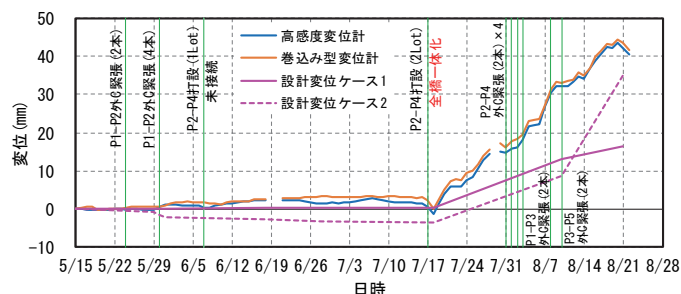


図-6 支承変位の計測結果(+値:P2 側、-値:A1 側)

表-3 検討条件(道示を基準として)

項目	P3-4(N)		P2-4	
	クリープ係数	乾燥収縮	クリープ係数	乾燥収縮
ケース 1	1.0 ϕ	1.00 ϵ_{cs}	1.0 ϕ	1.00 ϵ_{cs}
ケース 2	1.0 ϕ	2.00 ϵ_{cs}	0.7 ϕ	1.15 ϵ_{cs}