

鉄筋拘束力が PC 橋のクリープ特性に与える影響

国土交通省 国土技術政策総合研究所 正会員 玉越 隆史
国土交通省 国土技術政策総合研究所 北村 岳伸
オリエンタル白石 (株) 正会員 ○吉川 卓

1. はじめに

PC 橋の定期点検において耐荷性能や耐久性に影響を及ぼすことが危惧されるひび割れが発見される場合や、供用開始後 2 年以内に実施される初回点検においても対策が必要と判断されるひび割れが発見される場合がある。PC 橋の耐久性、信頼性向上の観点から、本研究では PC 橋における持続荷重の影響に着目し、ひび割れ発生の原因と現状設計技術と関係性について調査を行っている。

一般的に PC 橋の設計において道路橋示方書では、鉄筋の影響は少ないとして考慮されていない。一方、実現象として断面に配置される鉄筋量が多い場合には、コンクリートに作用する応力を鉄筋が拘束することにより、無視できない影響が生じる可能性も考えられる。そのため鉄筋配置がクリープ挙動に与える影響を評価することを目的として、供試体による載荷実験を実施し、長期的な挙動の計測を行っている。

2. 実験概要

図-1 に示す 8 体の供試体を用いて長期的な計測を行っている。実験ケースは表-1 に示す通りであり、PC 鋼材の偏心配置、軸方向鉄筋配置をパラメータとして設定した。軸方向鉄筋比は、実橋における最小(0.5%)及び最大程度(3.4%)に設定した。最大のケースは耐震設計で鉄筋配置が決定される場合の鉄筋比を想定した。また、比較対象として鉄筋を配置しない無筋供試体を設けた。各鉄筋配置に対して無載荷の供試体を設け乾燥収縮ひずみを計測した。

供試体は、打設後 3 日目に脱型、5 日目に PC 鋼棒を緊張し持続荷重を作用させた。供試体の体積表面積比(V/S)を実橋と同程度の 150mm とするために、脱型直後に供試体の側面にアルミテープを貼付け、側面からの乾燥を防いだ。PC 鋼棒の緊張力は、設定緊張力に対する誤差が±3%以下となるよう定期的に調整を行った。計測項目は、外気温、湿度、PC 鋼棒の緊張力、コンクリート及び鉄筋ひずみとし、緊張直前から計測を開始した。コンクリートの設計基準強度は 40N/mm²、セメントの種類は早強ポルトランドセメントを使用した。表-2 にコンクリートの配合を示す。

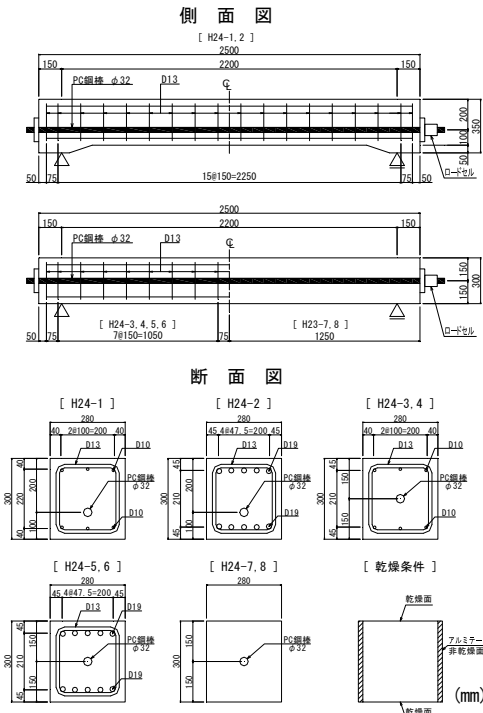


図-1 実験供試体

表-1 実験ケース

CASE	着目	緊張力 (応力度)	鉄筋配置	鉄筋比 (ρ_s)
H24-1	PC 鋼材偏心 軸筋基本ケース	569kN (上縁:0.0N/mm ² 下縁:13.3N/mm ²)	軸筋上段:D10×3本 軸筋下段:D10×3本	0.5% 0.5%
H24-2	PC 鋼材偏心 軸筋大	569kN (上縁:0.0N/mm ² 下縁:13.3N/mm ²)	軸筋上段:D19×5本 軸筋下段:D19×5本	3.4% 3.4%
H24-3	基本ケース	569kN (6.9N/mm ²)	軸筋上段:D10×3本 軸筋下段:D10×3本	0.5% 0.5%
H24-4	基本ケース (無載荷)	0kN (0N/mm ²)	軸筋上段:D10×3本 軸筋下段:D10×3本	0.5% 0.5%
H24-5	軸筋大	569kN (6.9N/mm ²)	軸筋上段:D19×5本 軸筋下段:D19×5本	3.4% 3.4%
H24-6	軸筋大 (無載荷)	0kN (0N/mm ²)	軸筋上段:D19×5本 軸筋下段:D19×5本	3.4% 3.4%
H24-7	無筋	569kN (6.9N/mm ²)	軸筋上段: — 軸筋下段: — 横筋: —	0.0% 0.0% 0.0%
H24-8	無筋 (無載荷)	0kN (0N/mm ²)	軸筋上段: — 軸筋下段: — 横筋: —	0.0% 0.0% 0.0%

H24-1～6の横方向鉄筋配置:D13ctc150 鉄筋比=0.6%

キーワード PC 橋, 持続荷重, クリープ, 鉄筋比, 鉄筋拘束力

連絡先 〒135-0061 東京都江東区豊洲 5 丁目 6-52 オリエンタル白石(株) TEL 03-6220-0637

3. 実験結果

図-2 に埋込型ひずみ計の計測値より得られたクリープ係数及び各基準類の評価手法によって算出したクリー

ープ係数の推定値を示す。クリープひずみの値は、持続荷重を作用させた供試体で得られたひずみ値（クリープひずみ+乾燥収縮ひずみ）から、同一配筋の無荷重供試体で得られた乾燥収縮ひずみを差し引くことで評価した。なお、参考として平成23年度から実施している載荷試験(W/C=40%)¹⁾の結果と比較を行っている。

図-2(a)は、H23 供試体のクリープ係数を示しており、軸方向鉄筋比が大きな供試体のクリープ係数が小さな値となっている。なお、載荷後320日付近(9月中旬)を境にクリープ係数が急増している。図-2(b)は、H23とH24の同一鉄筋配置の供試体のクリープ係数を比較して示している。H24 供試体の方がH23 供試体と比較してクリープ係数が若干大きな値となっているが、現時点では明確な差は生じていない。図-2(c)は、プレストレスを偏心させた供試体のクリープ係数であり、鉄筋の拘束力の影響により軸方向鉄筋比が大きな供試体のクリープ係数が小さな値となっている。図-2(d)は、軸方向鉄筋比が3.4%、0.5%及び無筋供試体のクリープ係数を比較しており、軸方向鉄筋比が0.5%の場合には無筋供試体とほぼ同等のクリープ係数となっている。図-2(e)は、軸方向鉄筋のひずみから算出した鉄筋拘束力（鉄筋に作用する軸力）を示しており、クリープの進行とともに鉄筋拘束力が増加して傾向となっている。図-2(f)は、図-2(d)から図-2(e)の鉄筋拘束力の影響を控除して算出したクリープ係数を示しており、鉄筋配置の違いによらずほぼ同程度のクリープ係数を評価している。

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スラン (cm)	空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)					
					水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	
15	8.0	4.5	43.0	50.0	157	365	890	921	減水剤 3.10	AE 剤 3.65

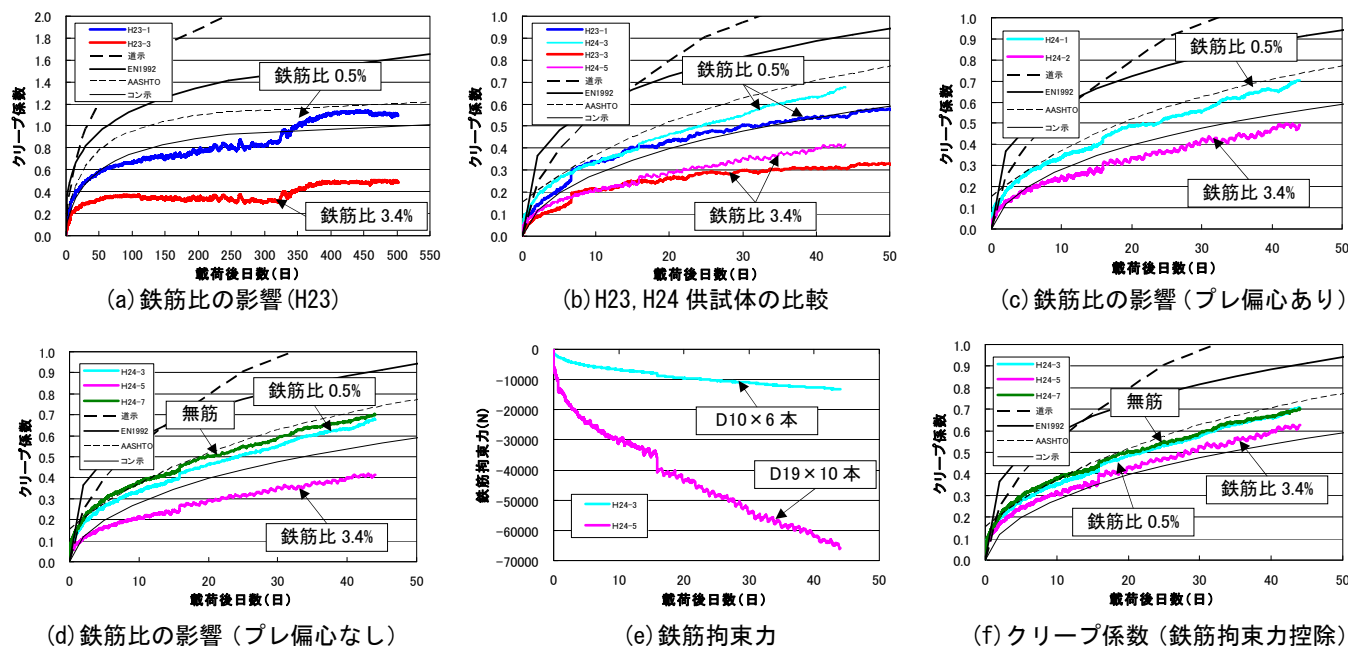


図-2 クリープ係数の比較

4. まとめ

軸方向鉄筋配置の違いにより、クリープ変形に明確に差異が生じることが確認された。原因は、鉄筋によるクリープ変形の拘束と考えられる。なお、本実験の範囲では、軸方向鉄筋比が0.5%の場合、無筋供試体とほぼ同等のクリープ変形であった。鉄筋比に応じて鉄筋拘束力の影響を適切に考慮した設計を行うことで、実際の応力状態やクリープ変形の影響をより正確に評価でき、設計の合理化やひび割れ等の不具合の発生リスクの減少につながられるものと考えられる。

参考文献

- 1) 玉越, 北村, 横井, 吉川: 鉄筋配置等がPC橋のクリープ特性に与える影響に関する研究, 土木学会第67回年次学術講演会, V-497, pp. 993-994, 2012. 9.