

場所打ち PC 床版を有する閉断面箱桁橋（大井川橋）のプレストレス損失について

日本道路公団 正会員 本間 淳史*¹ 日本道路公団 宮越 信*¹
 横河ブリッジ 正会員 亀川 博文*² 村上 修司*² 春日井俊博*²

1. はじめに

第二東名高速道路大井川橋（西工事）は中間支間長 127m の長大橋梁という点と、架橋地点の制約から送出し架設工法で架設するという点を踏まえ、経済性を考慮して2主桁の閉断面箱桁を採用した。床版は経済性および耐久性から移動型枠を用いた場所打ちPC床版を採用した。本工事のように閉断面箱桁に場所打ちPC床版を採用した橋梁は我が国では例がなく、PC床版を設計するにあたって桁上の上フランジや桁間の横桁の拘束によるプレストレスの損失を評価する必要があった。そのため、筆者らは実橋をモデル化したFEM解析を実施し、床版の応力性状および有効プレストレスの損失について検討を行った。さらに、実橋の一部を取り出し、2/3スケールでモデル化した供試体を用いて場所打ちPC床版のプレストレス導入実験を実施し、FEM解析の妥当性について検証した^{1)~3)}。その結果、FEM解析でプレストレスの損失の評価が可能であることがわかり、本工事のPC床版の設計に反映させている。また、本工事のように詳細なFEM解析を行わない工事においては、プレストレスの損失の目安として桁上部は有効プレストレスに対して15%程度の損失があり、桁間の床版支間部は損失なしと考えて差し支えないこと報告している³⁾。

ここでは、実橋にてPC鋼材緊張直後のプレストレス（以下；直後プレストレス）による応力度を計測し、設計と実測のプレストレス応力度および損失率を比較検討した結果を報告する。

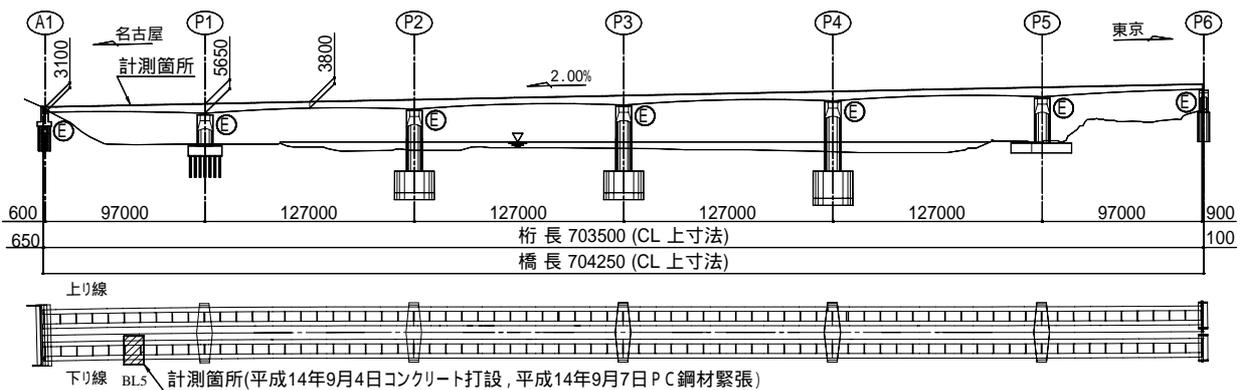


図 - 1 計測位置の概要図

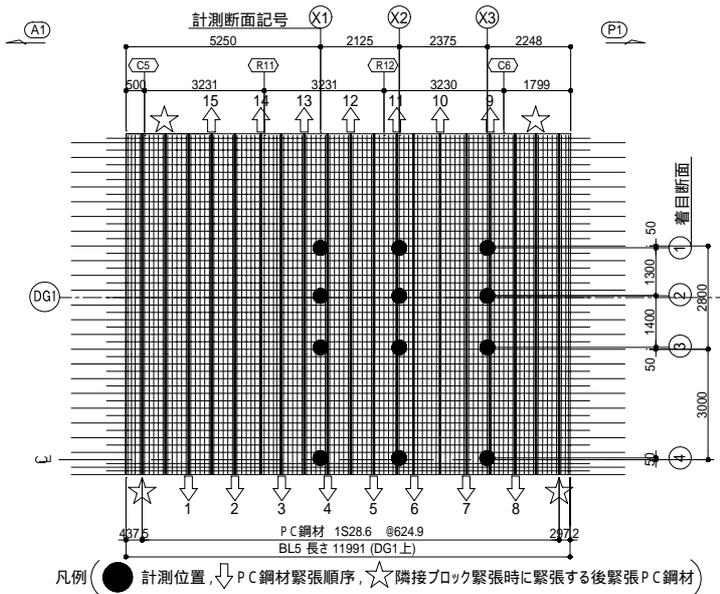


図 - 2 計測位置の平面図

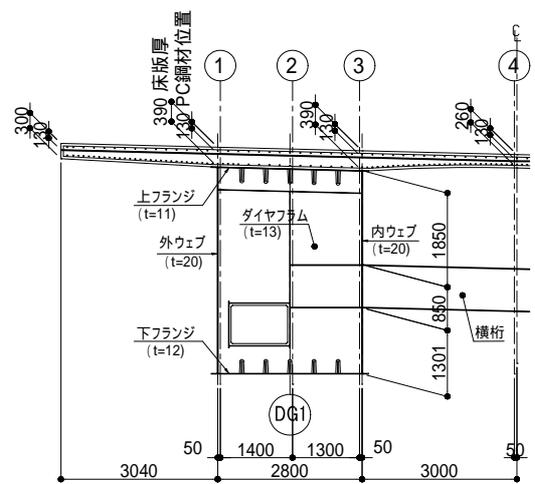


図 - 3 ダイアフラム部の断面図

keywords：場所打ち，PC床版，FEM解析，プレストレス損失，閉断面箱桁，大井川橋

連絡先： *1〒420-0804 静岡県静岡市竜南 1-26-20 TEL 054-248-7201 FAX 054-248-5660
 *2〒273-0026 千葉県船橋市山野町 27 番地 TEL 047-435-6161 FAX 047-435-6160

2. 計測概要

計測位置の概要図を図-1に示す。計測ブロックは最初にコンクリート打設を行う下り線のブロック5とした。PC床版の設計諸元を表-1, 計測位置の平面図を図-2に示す。計測箇所は主桁の断面構成の変化に着目し、一般部(X1), 横リブ部(X2), ダイアフラム部(X3)の3断面とした。参考にダイアフラム部の断面図を図-3に示す。各断面にはそれぞれ、外ウェブ部(断面), 主桁中心部(断面), 内ウェブ部(断面), 床版支間部(断面)位置の上下主鉄筋にひずみゲージを設置した。ひずみゲージは1本の鉄筋に2枚設置し、鉄筋の両側面に1枚ずつ設置した。PC鋼材の緊張はコンクリート打設後から3日目で行った。

表-1 PC床版の設計諸元

コンクリート	早強コンクリート 設計基準強度 $c_k = 40\text{N/mm}^2$
PC鋼材	1S28.6 @650mmピッチ
プレストレス力	初期プレストレス力: $P_o = 1038\text{kN/m}$ 直後プレストレス力: $P_t = 999\text{kN/m}$ 有効プレストレス力: $P_e = 904\text{kN/m}$

表-2 直後プレストレス応力度および損失率

断面番号	(外ウェブ部)	(主桁中心部)	(内ウェブ部)	(床版支間部)
一般部 (X1)				
横リブ部 (X2)				
ダイアフラム部 (X3)				

(注1) 実測の応力度を実線、設計の応力度を破線で示す。また、実測の応力値を四角で囲う。
 (注2) 損失率 gpは以下の式にて算出する。ここで、プレストレス導入値: $N_p = (u + 1) / 2 \times X_{Hsl}$ [N/mm]
 $gp = (1 - N_p / P_e) \times 100$ [%] 直後プレストレス力: $P_t = 999$ [N/mm]
 (u: 上線応力度 [N/mm²], l: 下線応力度 [N/mm²], Hsl: 床版厚 [mm])

3. 直後プレストレス応力度と損失率

設計と実測のプレストレス応力度および損失率の比較表を表-2に示す。設計のプレストレス応力度(以下;設計応力度)はFEM解析をベースに算出した値である。実測のプレストレス応力度(以下;実測応力度)

は鉄筋のひずみ値に試験で求めたコンクリート材齢3日時の静弾性係数 $3.22 \times 10^4 \text{N/mm}^2$ を乗じた応力度から床版上下縁の応力度に直線補間した値である。

設計応力度と実測応力度を比較すると一般部(X1)と横リブ部(X2)は概ね合致しているが、ダイアフラム部(X3)は実測応力度が小さく設計応力度を下回っている。これはダイアフラム部(X3)の位置が隣接ブロックのPC鋼材緊張時に緊張する後緊張PC鋼材2本(図-2参照)に近く、設計で考えているプレストレス応力度が完全に導入されていないためと考えられる。

損失率をみるとダイアフラム部(X3)以外は実測の損失率がマイナスの値で損失がない結果となっている。これは現場緊張管理において、設計プレストレスを下回らないようPC鋼材の伸び量を設計伸び量に対して2%程度多めにしている影響などが考えられる。部位に着目すると損失率は一般部<横リブ部<<ダイアフラム部の順で大きくなり、この傾向は設計、実測とも同じである。ダイアフラム部は完全にプレストレスが導入されていない状態ではあるが主桁上の、断面の実測損失率 gp は10%以上あり、他の部位に比べプレストレスに対する抵抗が大きいことがわかる。

4. おわりに

設計と実測のプレストレス応力度について比較検討した結果、応力度は概ね合致しており設計の妥当性が確認できた。ダイアフラム部は完全にプレストレスが導入されていない状態で今回の報告では最終の応力度および損失率を紹介できなかったが、隣接ブロックのPC鋼材緊張後の計測を考慮して改めて別の機会で紹介したいと考えている。また、今後はクリープや乾燥収縮などの影響を考慮した有効プレストレスに対する応力度および損失率も検討していく予定である。

参考文献

- 1) 亀川ら：場所打ちPC床版を有する閉断面箱桁橋の床版応力性状について、横河ブリッジグループ技報, 2001.1
- 2) 春日井ら：場所打ちPC床版を有する閉断面箱桁橋(大井川橋)の床版応力性状, 土木学会第56回年次講演会概要集, 平成13年9月
- 3) 本間ら：鋼箱桁橋における場所打ちPC床版の応力性状に関する研究, 構造工学論文集 Vol.49A, 2003.3