

プレキャスト PC 床版と壁高欄を搭載した鋼箱桁の送出し挙動計測および解析

横河ブリッジ・住友重機械工業・片山ストラテック共同企業体 ○渡部 将行
 日本道路公団 中部支社 豊田工事事務所 今泉 安雄
 横河ブリッジ・住友重機械工業・片山ストラテック共同企業体 白水 晃生

1. はじめに

本文の対象とした第二東名高速道路上郷高架橋は、第二東名自動車道豊田 JCT-豊田南 IC 間に位置し、鋼7径間連続非合成鉄桁橋および鋼8径間連続合成箱桁橋からなる。本橋の箱桁部では、鉄道や県道等を横過することから、交差する交通への影響を最小とするため、プレキャスト PC 床版(以後、床版とする)と壁高欄を前もって設置し送出す工法を採用している。支間長が最大 103.5m、送出し時の鋼重が約 3,800t におよぶことより、架設時には鋼桁、床版および高欄に作用する正負曲げモーメントが大きくなる。そこで、床版および壁高欄には、耐久性に影響のあるひび割れが生じないように、補強を目的として橋軸方向にポストテンション方式によるプレストレスを導入した¹⁾。また、送出し時には鋼桁と床版を重ね梁状態とし、せん断変形が阻害されることのないように鋼桁上にゴムシートを敷き、床版を支持することとした。ここでは、施工状況の確認を踏まえて、鋼桁、床版および高欄の橋軸方向ひずみ、床版の鋼桁に対するずれ量の計測を行い、有限要素法による解析の妥当性の検証を行った。

2. 橋梁概要

図1には、鋼8径間連続合成箱桁区間における平面図を示している。P4-P5 間において県道豊田・安城線を、また P6-P7 間において愛知環状鉄道を横過している。図中のハッチング部は先設置床版部を示している。図2には、解析および計測対象とした2主箱桁区間における断面図を示している。

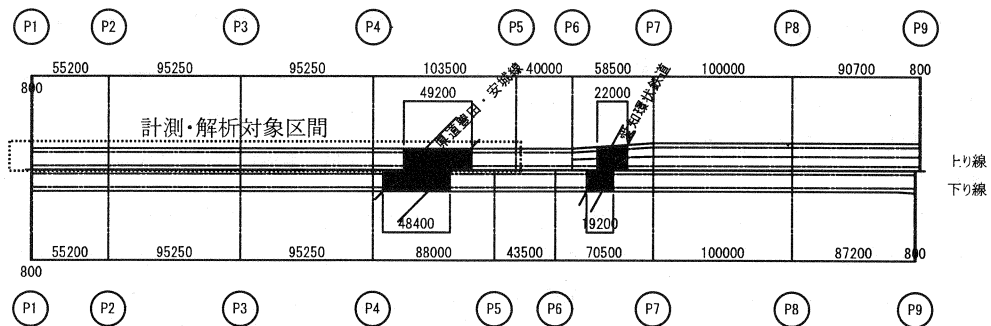


図1 平面図(鋼8径間連続合成箱桁区間)

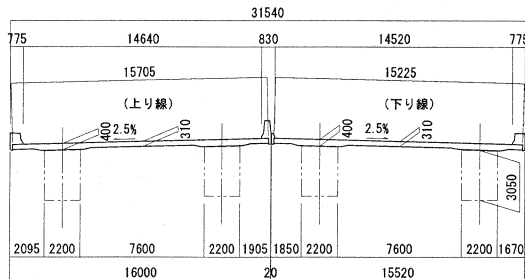


図2 断面図(2主箱桁標準部)

3. 架設概要

図3には、送出し架設フローチャートを示している。21ブロック(49.2m-1ブロック当たり約2.5m)のPCa床版を鋼桁上に敷設し、間詰め工および壁高欄工完了後、橋軸方向にPC鋼材(1S28.6)を挿入し所定の緊張力を作用させた後に送り出すこととした(写真1参照)。図4には、送出しステップの一例を示している。ここで、計測を開始した送出し長さ0m時では、床版はP3橋脚上に位置し、送出し長さ50m時では、P3-P4橋脚のほぼ中央に位置している。送出し長さ92m時では、P5橋脚に手延べ機が到達し、床版はP4橋脚上部に位置する。なお、送出し架設前に、高欄部(路肩側、中央分離帯側)には負曲げモーメントの影響と考えられるひび割れが、高欄天端より鉛直方向に発生していることを確認している。送出し前のひび割れ幅は路肩側で0.1mm、中央分離帯側で0.15mm程度であった。

4. 計測概要

本計測は、鋼桁、床版内および高欄における橋軸方向ひずみ、床版のずれ量を把握することを目的としている。着目断面は、送出し前にP3橋脚直上に位置する断面とし、橋軸方向ひずみの測定には、ひずみゲージおよび埋込型ひずみ計を使用することとした。また鋼桁に対する床版のずれ量は、接触式変位計によりその挙動を把握することとした。高欄部ひび割れ発生位置には π 型ひずみ計を設置し、送出し中にその進展状況を計測した。図5には、計測位置図を示している。

5. 解析仮定

本解析は鋼桁および床版のひずみおよび床版変位量の実挙動を把握することを目的として行った。解析モデルは、主桁、横桁およびゴムシートを三次元梁要素、床版は三次元固体要素とした。解析は各送出し長さに対応した橋脚位置を拘束した自重解析とした。表1には各材料物性値を、図6には本解析モデル図を示している。鋼桁-床版間の梁要素の曲げ剛性(EI)はゴムシートの物性値を入力した。なお、解析は弾性解析とし有限変位による影響は考慮していない。

表1 材料物性値

	弾性係数 E (kN/mm ²)	ポアソン比 ν	単位体積重量 ρ (kN/m ³)
鋼	200	0.3	77.0
コンクリート	33	0.167	24.5

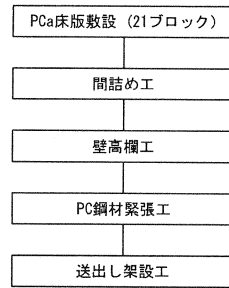


図3 送出し架設フローチャート

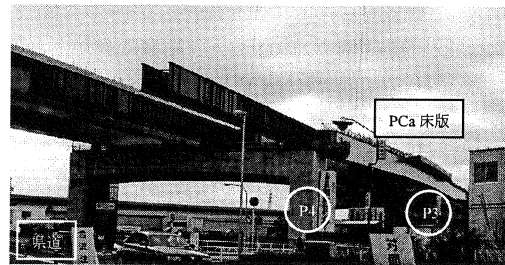


写真1 送出し架設状況

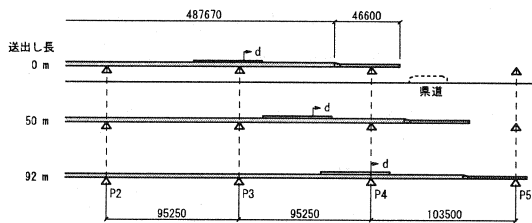
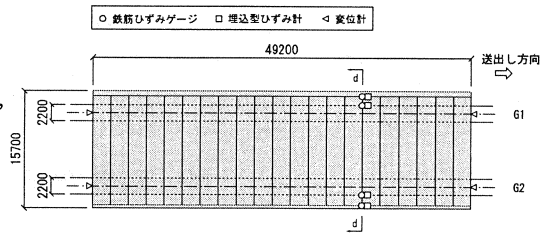
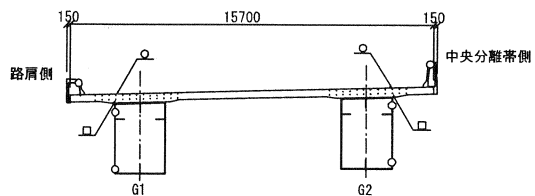


図4 送出しステップの一例



(a) 平面図



(b) d断面

図5 計測位置図

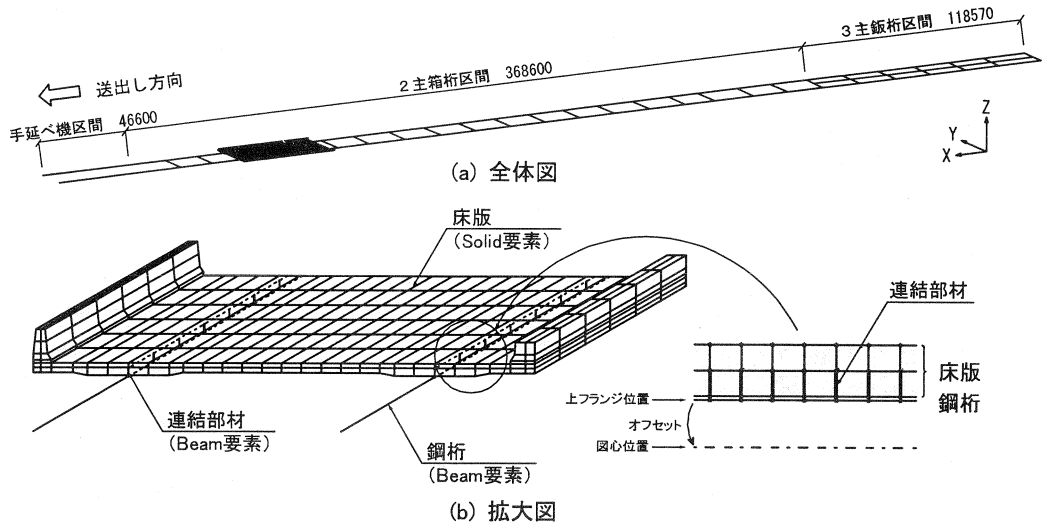


図6 解析モデル図

6. 解析結果および計測結果

図7には、鋼桁 d 断面における橋軸方向ひずみを解析結果とともに示している。図中実線が鋼桁ウェブ上方、点線がウェブ下方のひずみ値を示している。計測結果および解析結果ともに、送出し開始から上縁側では圧縮ひずみ、下縁側では引張ひずみが増大していき、送出し長 50m 時に最大ひずみに達している。送出し長約 85m 時で上下縁側のひずみが逆転していることがわかる。これは、P4 橋脚(送出し終了位置)に床版が接近することによって、正曲げ状態から負曲げ状態に移行していることと推察される。解析結果は、実測値よりも最大ひずみが若干大きくなっているが、その分布性状はほぼ同様であることがわかる。

図8には、路肩側(実線)および中央分離帯側高欄(点線)の橋軸方向ひずみ分布図を解析結果とともに示している。計測結果および解析結果ともに、路肩側よりも中央分離帯側の方がひずみ値は大きくなっている。これは、中央分離帯側高欄が全壁高欄に対して、路肩側は半壁高欄のため床版からの高さに差異があるためと考えられる。また、分布性状は鋼桁ひずみ分布(図7)とほぼ同様で、P4 橋脚に近づくにつれて負曲げモーメントの影響を受けていることがわかる。解析結果と計測結果を比較すると、両高欄ともに同様な分布を示しており、路肩側では計測値よりも若干小さめの値となっている。

図9には、鋼桁上フランジに対する床版の相対変位量を示している。実線が床版後方、点線が床版前方における変位状況を示している。図より、送出し開始後より床版は鋼桁に対してずれを発生していることがわかる。送出し長 50m 時に着目すると、床版の鋼桁上フランジに対する変位量は、床版前方で 15mm、後方で 10mm 程度となっている。これは、正曲げ状態における鋼

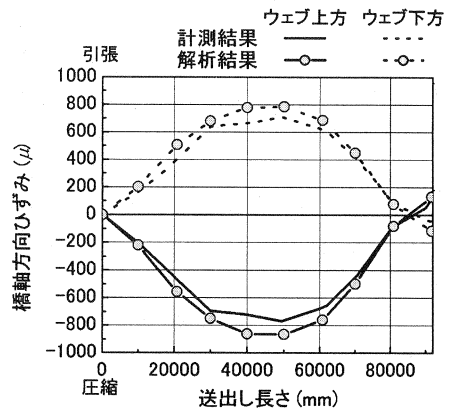


図7 鋼桁橋軸方向ひずみ

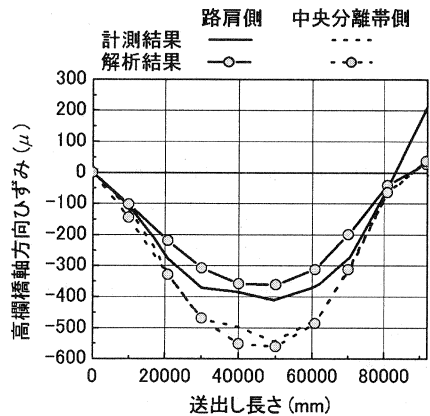


図8 高欄橋軸方向ひずみ

桁の変形に、床版は追従していないことと推察され、床版と鋼桁はそれぞれほぼ独立した変形状を示しているものと考えられる。また、解析結果と計測結果を比較すると、若干の差はあるものの本解析は、その分布性状を良く再現しているものと考えられる。

図10には、両高欄におけるひび割れ幅の推移状況を示している。なお、送出し長さ 0m 時におけるひび割れ幅初期値を送出し開始前に測定したクラックゲージによる値(路肩側:0.1mm, 中央分離帯側:0.15mm)として整理している。図より、送出し開始より、両高欄部に発生したひび割れは徐々に閉じていき、送出し長さ 50m に最小値を示し、その後は、逆に開く傾向となっている。これは、図7および図8に示した鋼桁および高欄橋軸方向ひずみ分布に対応した性状を呈しており、鋼桁、床版の自重による曲げモーメントの影響を大きく受けていることがわかる。なお、高欄部ひび割れ幅は、許容ひび割れ幅(0.005c = 0.35mm)以下であることを確認している。

図11-(a)および(b)には、送出し長さ 50m および 92m 時点における断面ひずみ分布を示している。○印が計測結果、△印で塗りつぶし領域が解析結果を示している。(a) 図より、送出し長さ 50m 時点に着目すると、鋼桁下縁に引張ひずみ、上縁に圧縮ひずみが発生していることより、正曲げ状態であることと判断できる。また、床版橋軸方向ひずみについても同様な傾向があることがわかる。一方、(b) 図に示す送出し長さ 92m 時点に着目すると、鋼桁下縁には圧縮ひずみ、上縁には引張ひずみが発生していることより、負曲げ状態に移行していると判断できる。床版ひずみに関しては、上下端鉄筋において圧縮ひずみが発生しているが、その分布は鋼桁の場合と同様である。両図より、鋼桁および床版のひずみ分布はそれぞれ独立した分布性状を示していることより、実挙動は重ね梁状態であることと判断できる。また、解析結果は実挙動を良く再現していることがわかる。

7. まとめ

以上の結果より、

- ・ 鋼桁に壁高欄と床版を搭載して送出し施工を行った場合、PC 鋼材による補強を適切に行えば、解析どおり問題ないことを確認することが出来た。
- ・ 本解析手法によれば、鋼桁とPCa 床版との重ね梁状態を比較的良く再現でき、鋼桁、床版、高欄のひずみ状況および鋼桁に対する床版のずれ量も把握することが出来る。

ことが明らかになった。

参考文献

1) 河村, 今泉, 畔柳, 白水 : 送り出し架設を行うPC床版の設計(第二東名高速道路上郷高架橋), 第12回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp469~472, 2003.10

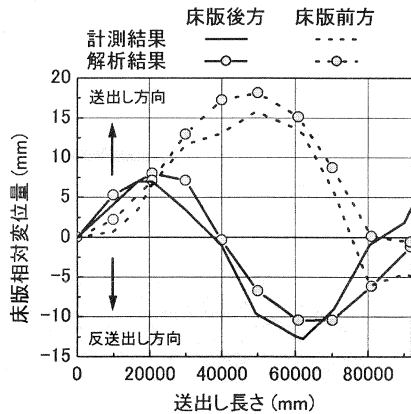


図9 床版相対変位量

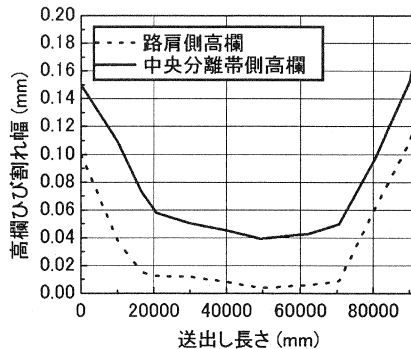


図10 高欄ひび割れ幅

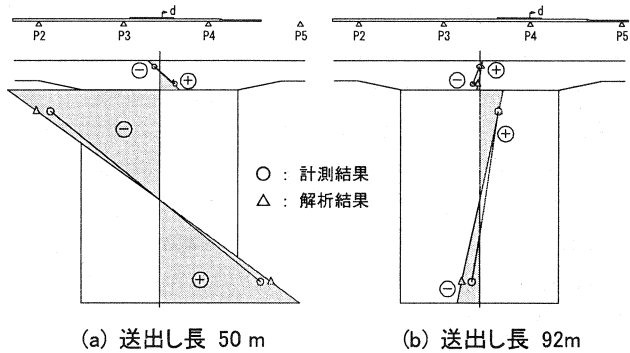


図11 断面ひずみ分布