

曲線橋における緊張時の挙動計測 — 茨木北 I C B ランプ橋 —

川田建設(株)	正会員	○小林 太之
川田建設(株)	正会員	今井 平佳
西日本高速道路(株)	正会員	山本 泰造
西日本高速道路(株)		榎原 稔基

キーワード：曲線橋，外ケーブル，緊張，挙動計測

1. はじめに

『新名神高速道路 茨木北 I C B ランプ橋』は、大阪府茨木市に位置する(図-1)平面線形の最小半径が60mと非常に小さい P R C 3 径間連続箱桁形式の曲線橋である。

本橋では、曲線橋ではあまり前例のない全外ケーブルとして主ケーブルを配置している。このため、内ケーブル配置と比べると、主ケーブルが断面図心から外れて配置されることとなり、直線橋や最大半径の大きい曲線橋に比べ過度なねじり変形(面外変形)の発生が懸念された。

そこで、事前の3次元FEM解析や、プレストレス導入中の挙動計測(主桁平面の変位計測と箱桁内の四隅のひずみ計測)を行った。

本稿は、実挙動の値と事前の解析結果に着目し、解析の有効性について報告する。



図-1 架橋位置

2. 構造形式

本橋の構造形式および一般図(図-2)を下記に示す。

設計条件

道路規格：第1級 A 規格

荷重：B 活荷重

構造形式：PRC3 径間連続箱桁橋

橋長：114.000m

桁長：113.000m

支間：36.800m+36.800m+36.800m

有効幅員：8.510~7.660m

斜角： $\theta = 90^{\circ} 00' 00''$

横断勾配：8.994% ~ 8.000%

縦断勾配：6.000% ~ 2.603%

平面線形：A1-P1間 R=60m, P1-A2間 R=75m

施工方法：固定支保工による場所打ち工法

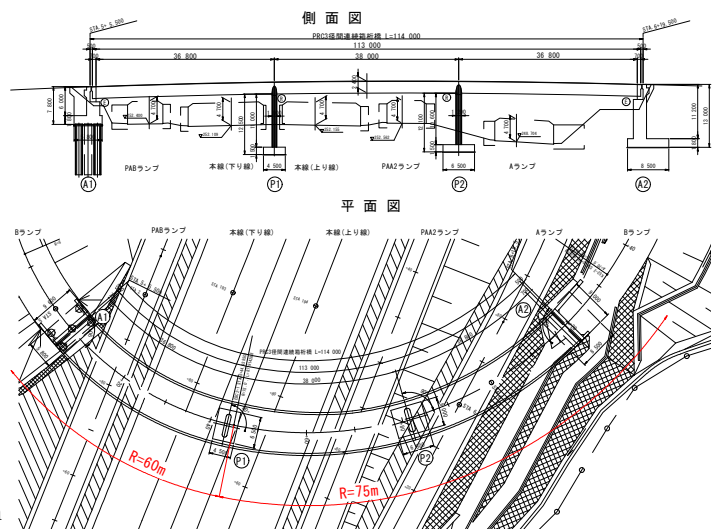


図-2 橋梁一般図

2. PC鋼材配置

本橋のPC鋼材配置図を図-3に示す。

使用したPC鋼材は、SWPR7BL 19S15.2重鉛メッキマルチケーブルである。

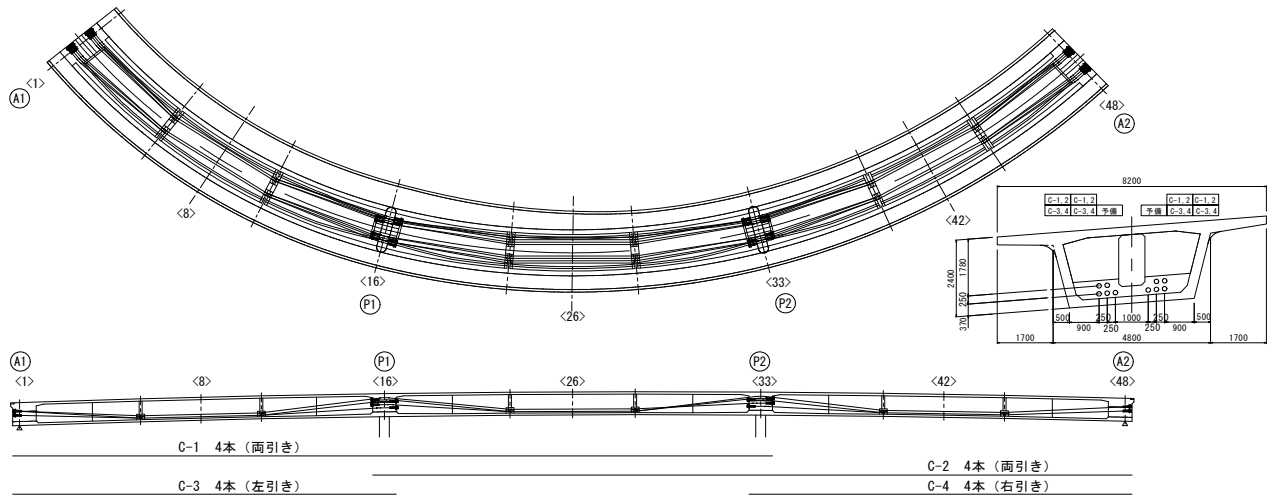


図-3 PC鋼材配置図

3. PC鋼材の緊張

緊張作業は、側枠を解体し、底板型枠が支保工上にある状態で行った。緊張作業時は、異常な変形などによる不具合が発生しないか、緊張1本ごとの主桁の挙動を確認しながら行った。PC鋼材の緊張順序（施工ステップ）を図-4に示す。

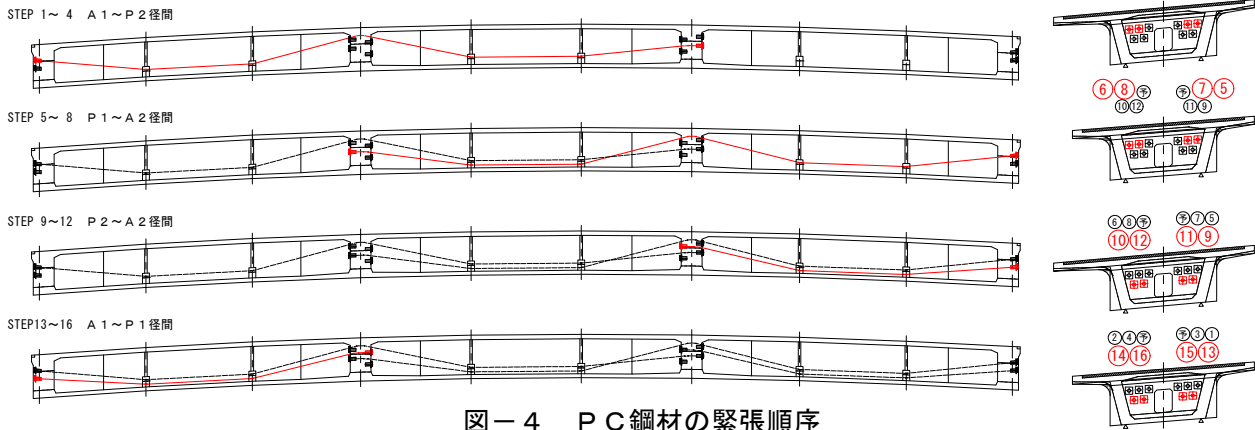


図-4 PC鋼材の緊張順序

4. 挙動の確認

挙動の計測は、ケーブル緊張ごとに支点部、支間中央部の張出し床版先端の変位量および最小半径R=60mとなるA1-P1径間支間中央の箱桁内部ウェブ上下端のひずみを計測（図-5）することとし、挙動の確認方法は以下の方法により行うこととした。

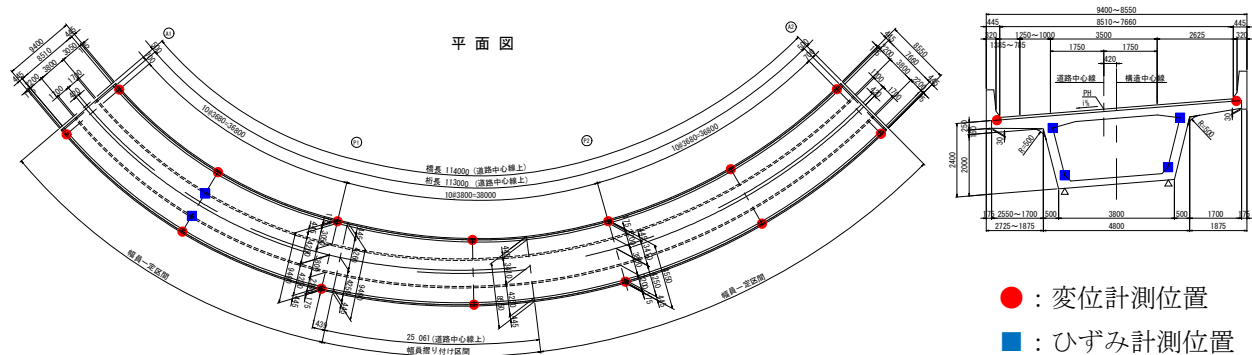


図-5 計測位置図

- : 変位計測位置
- : ひずみ計測位置

4.1 事前解析

試験練りより得たコンクリートの物性値を使用して、3次元モデル(図-6)を作成し、3次元FEM解析を行い、各施工ステップごと(緊張1本ごと)の主桁自重およびプレストレスによる変形量を算出した(算出結果は上げ越し計画に反映)。

解析条件	
試験練り物性値:	緊張時のヤング係数
PC鋼材:	線部材に断面積とプレストレスを与えてモデル化
鉛直支持箇所:	支承位置と橋脚下端 (支保工はモデル化していない)

4.2 計測

プレストレス導入中は、施工ステップごと(緊張1本ごと)のねじり変形(面外変形)を把握するために3方向(橋軸(X)・橋軸直角(Y)・鉛直(Z))の変位量および、プレストレスの導入を確認するために橋軸方向ひずみを計測した。

- ・変位は、張出し床版先端に設置したプリズムを光波測定器による自動追尾計測とした。
- ・ひずみは、箱桁内部に設置した表面ゲージにより計測した。

(写真-1)

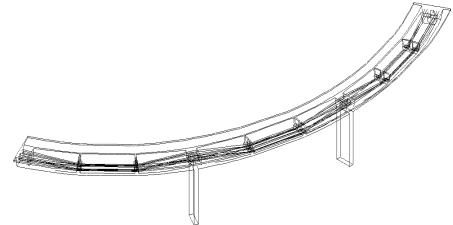


図-6 3次元FEM解析

4.3 挙動の判定

各施工ステップごとに得られる主桁の変位やひずみを事前解析結果と比較することで、主桁の挙動の安全性(良否)を判定した。

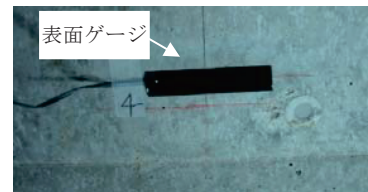


写真-1 ひずみ計測状況

5. 結果確認

5.1 変位について

各径間支間中央の解析値と計測値を比較した変位グラフを図-7に示す。

なお、初期の鉛直変位(Z)に大きな差が生じているのは、自重によるたわみを支持する支保工を解析でモデル化していないためと思われる。

- (1) 解析値, 計測値ともに各ステップ間の変位量は, 最大で 5mm 程度であった。
- (2) 最終ステップ後の鉛直方向, 橋軸方向変位は, ほぼ解析通りの値であった。また, 13~16 ステップにて, 橋軸直角方向変位にやや誤差が生じたのは, 自重によるたわみ量と全 16 本のプレストレスによるそり量にほとんど差異がほとんどなく, 型枠支保工に拘束されたためと考えられる。
- (3) 解析値と計測値の差は, コンクリートの試験練り時の物性値と実構造物の物性値の差によるものと考えられる。

橋軸方向: X(A2側+), 橋軸直角方向: Y(R内側+), 鉛直方向: Z(上方+)

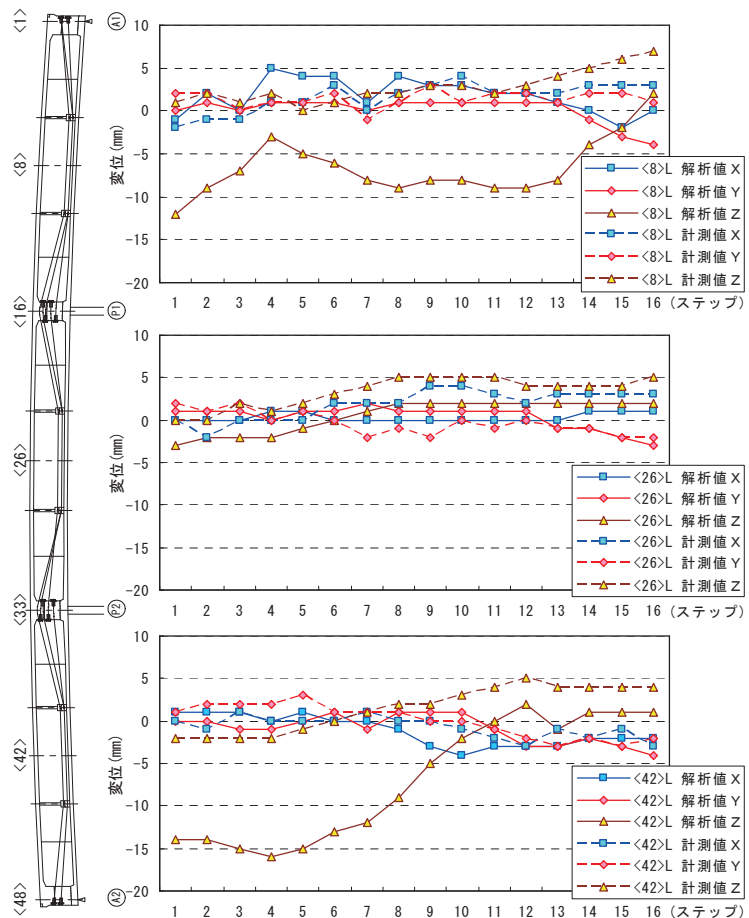


図-7 変位比較グラフ

5.2 ひずみについて

解析値と計測値を比較したひずみ比較グラフを図-8に示す。

測点①は、ステップ5で何らかの要因でずれが生じ、緊張完了時までそのずれが残ることになった。しかし、ステップ5以外では他の測点と同様の挙動を示していることから、解析値と計測値のひずみは、緊張完了時(ステップ16)において、ほぼ同等の値と考えられる。

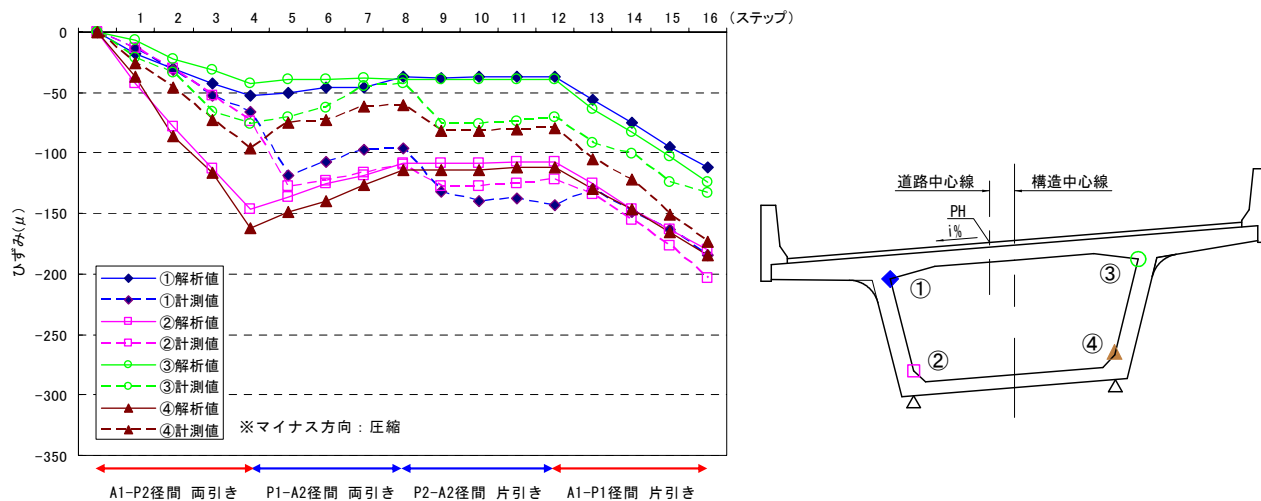


図-8 ひずみ比較グラフ



写真-2 橋体工完了後全景



写真-3 緊張後桁内部

6. まとめ

- (1) 本橋は、曲線橋ではあまり前例のない全外ケーブル構造であったが、緊張完了後の定着部や偏角部周辺のコンクリートにひび割れの発生は見受けられなかった。(写真-2, 3)
- (2) 主桁平面の変位計測結果より、最終ステップにおいて大きな変位が測定されなかったことから、主桁に過度なねじり変形(面外変形)が生じていないことを確認できた。
- (3) 計測結果と事前解析の比較より、外ケーブル緊張による変位、ひずみともに、実挙動と解析結果が近似することを確認できた。
- (4) 全外ケーブル配置とした平面線形半径の小さい曲線橋の設計手段として、3次元FEM解析を用いることは有効である。ただし、3次元FEM解析では、支保工に支持されている自重がプレストレスによって自立するまでの挙動を再現することが難しいので、鉛直方向のステップ初期における施工時の評価には注意が必要である。

今後、供用後の挙動を定期的に確認する計画が考えられている。今回の外ケーブル緊張時における挙動確認の結果が、維持管理の一つの指標になれば幸いである。

最後に、本工事の施工ならびに本稿執筆にあたり、多大なご指導ご協力を賜った関係各位の皆様に感謝の意を表します。