

開床式 PRC ランガー桁のプレストレス導入に関する解析的検討

東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 ○大島 里紗
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 大塚 隆人
 東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 山本 達也

1. 概要

現在、当社管内において長大スパンかつ積雪への配慮を鑑み、図-1 のような開床式PRCランガー橋を施工中である。開床式スラブ部の断面変化の影響により応力集中が発生しやすい構造のため、本稿では、前述した橋体の PC 鋼材緊張手法を FEM により解析的検討を行った結果について報告する。

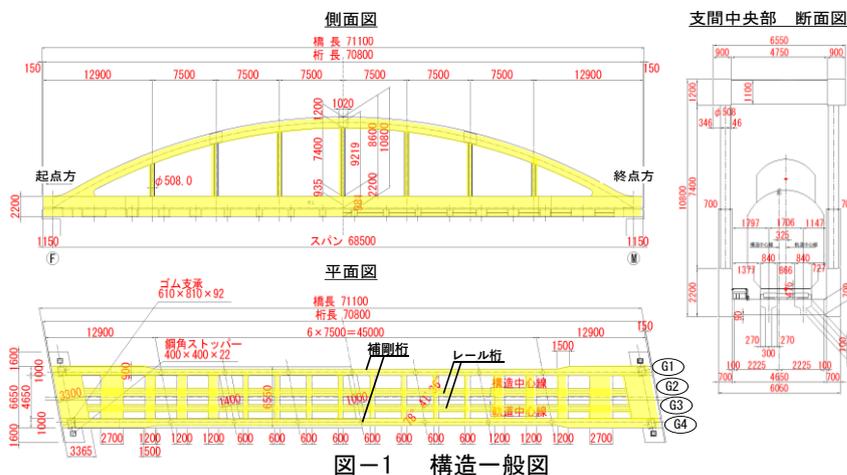


図-1 構造一般図

2. 解析概要

本橋りょうの PC 鋼材配置図を図-2 に示す。また、一般的に PRC ランガー桁は図-3 に示す施工ステップ¹⁾により施工される事が多いが、開床式スラブ

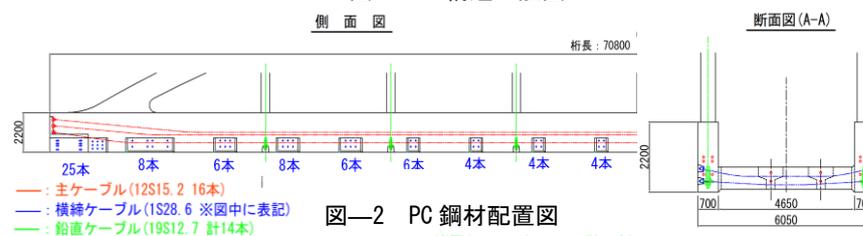


図-2 PC 鋼材配置図

では開口部付近に局所応力が発生し不具合が生じる可能性がある。そこで、前述の緊張手法を基に、本件では、図-4 のようにレール受桁に配置される主ケーブル 2 本と端支点横桁の横締ケーブル 25 本を 1 次緊張ケーブルと設定し、図-5 に示す FEM モデルにより 1 次緊張時の応力を確認する事とした。材料物性値として躯体の設計基準強度 50MPa に応じた諸元²⁾を用いた。また、荷重重としてはプレスト

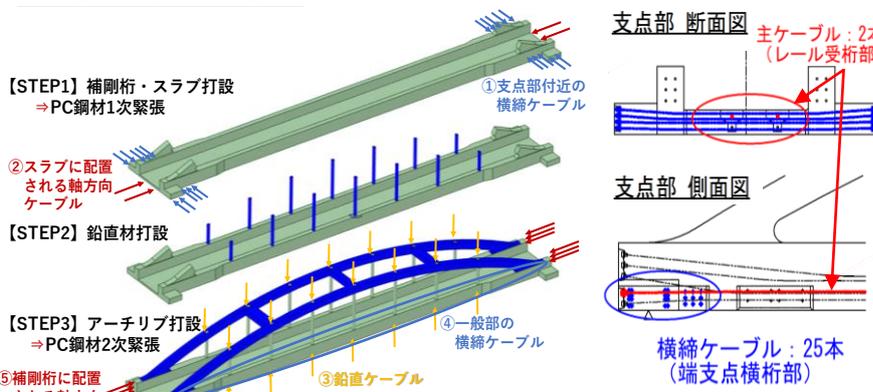


図-3 開床式ランガー橋の施工手順

図-4 1次緊張ケーブル

レスのみを考慮し、主ケーブルは導入直後プレストレス相当 (2190kN/本)、横締ケーブルは有効プレストレス相当 (480~530kN/本)の軸力を外力として荷重した。本検討では、施工時の発生応力として、躯体に配置される鉄筋量、かつ鉄筋が負担する引張応力を 140MPa 以下²⁾とする事を念頭にレール受桁に生じる引張応力を 1.8MPa 以下、横桁に生じる引張張力を 0.6MPa 以下に制御する事を目標とした。

【STEP1】補剛桁・レール受桁・横桁施工モデル

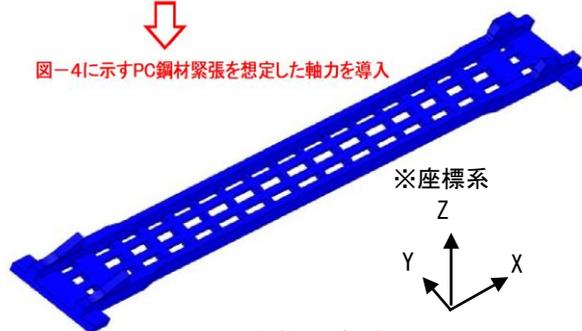


図-5 FEM 解析モデル概要図

キーワード 鉄道, PRC ランガー桁, FEM 解析

連絡先 〒980-8580 仙台市青葉区一番町一丁目 3 番 1 号 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所

3. 解析結果

解析結果を図-6 に示す。先行して端支点横桁部の横締ケーブル 25 本を先行緊張した結果、横桁とレール受桁の接合部付近の橋軸方向（以下： σ_x と記述）に 2.6MPa の引張応力が生じる。またレール受桁緊張後、1 次緊張を行わない横桁部の橋軸直角方向（以下： σ_y と記述）に 1.1MPa の引張応力が生じ、いずれも制限値を超える結果となった。

4. 1 次緊張ケーブルの再検討

3. の結果を踏まえて変更した 1 次緊張ケーブルを図-7 に示す。 σ_x を制御するため 1 次緊張時における端支点横桁の緊張本数を約半数に減らし、かつ主ケーブル緊張時に 1 次緊張を行わない横桁に生じる σ_y の制御を鑑み、全横桁において配置される PC 鋼材のうち 1/3~1/2 程度を 1 次緊張ケーブルに変更した。また、1 次緊張ケーブルの増加に伴い、構造形完成時の縁応力に大きな変動がないかを確認するため、図-8 のように施工ステップを加味した構造形完成時点の縁応力を FEM 解析により確認した。本解析においては図-5 にてプレストレスを導入した箇所以外の全 PC 鋼材緊張を想定したプレストレスと躯体自重、および橋面死荷重を考慮し、図-5 の発生応力との足し合わせを行い、かつ縁応力について詳細設計時に行った 3 次元骨組解析結果との比較を行った。

FEM 解析結果を図-9 に示す。図-6(1) にて生じていた σ_x は 0.7MPa まで改善し、図-6(2) にて 1.1MPa であった σ_y は全横桁に対して圧縮域に改善した。また、施工ステップを考慮した構造形完成時の解析結果においても 1 次緊張ケーブルの増加に伴う局所的な引張等は確認されなかった。

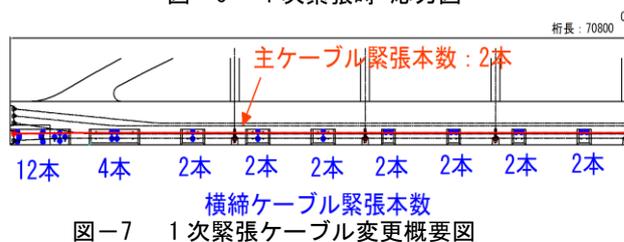
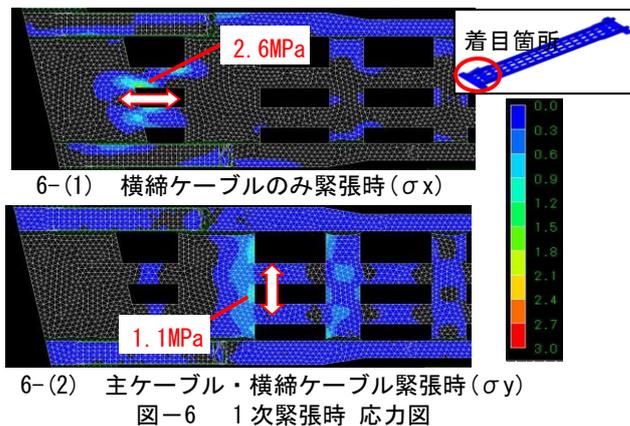
骨組解析結果との比較は表-1 の通りであり、詳細設計時の断面決定箇所である支間中央付近の σ_x は補剛桁下縁において 1.0MPa 導入圧縮力が増加する結果となった。アーチリブがなく、躯体の断面積が小さい状態で 1 次緊張ケーブルの定着を行ったことにより、プレストレスによる導入圧縮力が増加したためであると考えられる。

5. まとめ

本件では開床式 PRC ランガーにおける PC 鋼材の緊張ステップを FEM 解析により検討を行った。本検討範囲において、1 次緊張時に全横桁について 1/3~1/2 本程度の PC 鋼材を緊張する手法が適切であることを確認した。

【参考文献】

- 1)池田ら：営業線近接 PC ランガー橋の施工－南多摩 PC2，宮地技報， pp.60-65，図巻頭 pp.1，2014。
- 2)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物），2004。



【STEP2】鉛直材・アーチリブ施工モデル

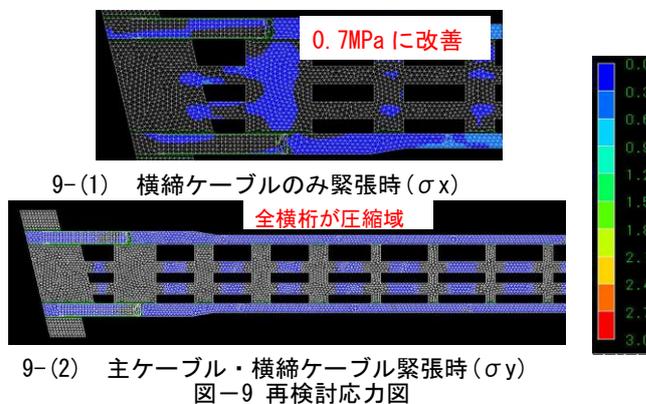
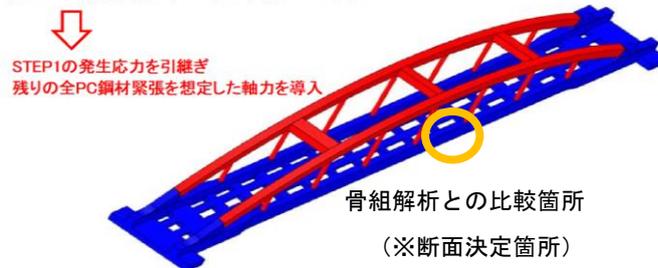


表-1 縁応力に関する骨組解析との比較

(単位: MPa)

3次元骨組解析		FEM解析	
上縁	下縁	上縁	下縁
-5.1	-1.9	-4.0	-2.9

(符号-: 圧縮)