

PRC ランガー桁におけるクリープ変形を考慮した軌道敷設計画

東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 正会員 ○坂本 峻
 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 正会員 木村 正喜

1. はじめに

本工事は、河川改修事業の一環として、橋長約 54.6m の橋りょうを撤去し、積雪に配慮した橋長約 71.1m の開床式 PRC ランガー橋に架け替えを行う工事である(図-1)。新橋りょうは仮設構台上で製作し、夜間の非列車運行時間帯に既設橋りょう撤去から新橋りょうへと一括で架け替えを行った。ここで、橋りょう上の軌道構造は保守を考慮し、通常のパラスト軌道ではなくマクラギをコンクリートで固定した省力化軌道構造であることから、軌道敷設後の調整が容易ではない。そのため、軌道敷設前に計画上の桁の変形量を考慮し軌道高さを決定する必要があった。そこで、橋りょう構築から架け替え完了までの各施工ステップにおける桁の変形量の計画値と実績値を比較しながら最終的な桁変形量を予測した。本稿では、各施工ステップにおけるクリープの経時変化を考慮した軌道敷設計画について報告する。

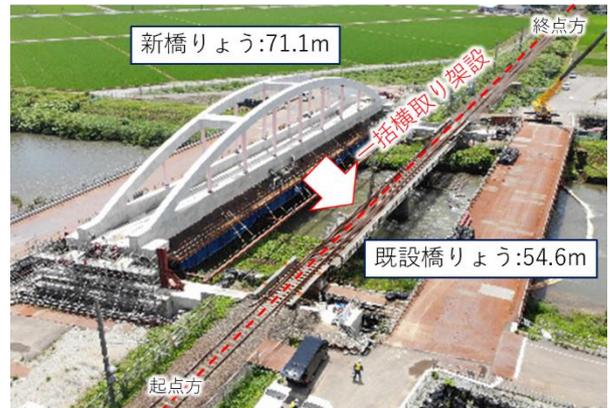


図-1 橋りょう架け替え概要図

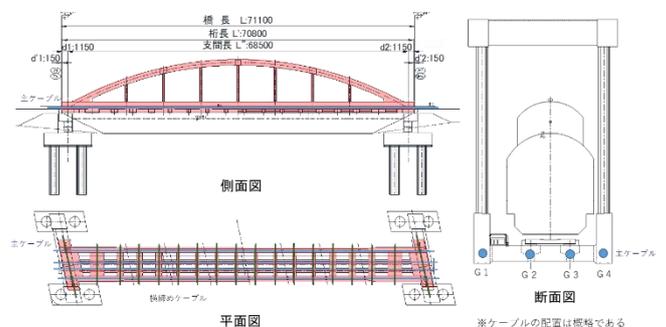


図-2 橋りょう構造図

2. 施工概要

本橋りょうの構造を図-2に示す。本橋りょうは、補剛桁 (G1, G4)・鉛直材・アーチ部材からなり、本橋りょうの補剛桁は開床式であるため、線路方向のレール受桁 (G2, G3) と線路直角方向の横桁が格子状となっている。

本橋りょうの施工順序を表-1に示す。施工順序として、補剛桁のコンクリートを打設 (STEP1) した後、レール受桁と横桁部の接合部近傍にひび割れが生じる可能性があったため、主ケーブルと横締めケーブルを2回に分けて緊張 (STEP2, STEP6) した。

各ケーブルを1次緊張 (STEP2) した後に、鉛直材・アーチ部材の打設 (STEP3, STEP4) およびケーブル緊張 (STEP5) を行い、補剛桁の各ケーブルの2次緊張 (STEP6) を実施した。その後の施工順序は表-1に示すとおりである。なお、本橋りょうの施工を実施するにあたり、支間長: 68.5m の解析モデルの各横桁部に節点を19箇所設定し、プレストレスによる変形量や桁の自重やトラフ等の各荷重およびクリープを考慮した3次元骨組解析により補剛桁(G1, G4)およびレール受桁 (G2, G3) の計画上げ越し量を算出し、桁降下後においては G2 の支間中央部で 18.0mm の上げ越し量を設定した (表-2)。

表-1 橋りょう施工順序

| | |
|--------|-------------------------|
| STEP1 | 補剛桁・レール受桁・横桁コンクリート打設 |
| STEP2 | 横締めケーブル・主ケーブル1次緊張 |
| STEP3 | 鉛直材コンクリート打設 |
| STEP4 | アーチ材コンクリート打設 |
| STEP5 | アーチ基部斜鋼棒・鉛直締めケーブル緊張 |
| STEP6 | 横締めケーブル・主ケーブル2次緊張 |
| STEP7 | 支保工解体 |
| STEP8 | 橋面工(トラフ等敷設) |
| STEP9 | 桁降下(3.1m) |
| ※ | STEP1~9までの測定値よりレールレベル決定 |
| STEP10 | 弾性パラスト軌道施工 |
| STEP11 | 桁架設完了 |

表-2 桁降下後における計画上げ越し量

| | 測点 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 支点部 | | 支間中央部 | | | | | | | | | | | | | | | 支点部 | |
| | G2-1 | G2-2 | G2-3 | G2-4 | G2-5 | G2-6 | G2-7 | G2-8 | G2-9 | G2-10 | G2-11 | G2-12 | G2-13 | G2-14 | G2-15 | G2-16 | G2-17 | G2-18 | G2-19 |
| 計画上越し量 | 1.5 | 2.8 | 4.8 | 7.1 | 9.9 | 12.8 | 15.2 | 16.9 | 17.9 | 18.0 | 17.8 | 16.9 | 15.1 | 12.7 | 9.8 | 7.0 | 4.7 | 2.8 | 1.6 |

キーワード 開床式 PRC ランガー桁, クリープ変形, 省力化軌道敷設
 連絡先 〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町 1-3-1

また、軌道敷設時の軌道高さが計画上げ越し量で施工して問題ないか確認することを目的に、レール受桁(G2)の変形量に着目し、桁降下までの各施工ステップでの橋面高さを測定し、経時変化を確認した。

3. 施工結果

橋面工後および桁降下後のレール受桁（G2）支間中央部の橋面高さの測定値を表-3に示す。橋面工後では支点部より0.5mm高く、桁降下後には1.0mm低い結果であり、軌道敷設前の橋面高さは45.016mであった。橋面からレール上面までの高さは、レールやマクラギ、マクラギを支えるコンクリートの高さ等を合計した475mmを設計値としていたため、桁降下後の橋面高さに軌道高さを加算すると、仮想の軌道高さは45.491mである。しかし、桁前後の擦り付けを考慮した最終的な軌道高さを45.500mとして軌道を敷設する計画であったため、最低9mm以上上げ越す必要があり、また、軌道施工後のステップ毎の死荷重や桁架け替え完了後までの橋りょうの変位、最終的なクリープ変形を考慮する必要があった。軌道の施工概要を図-3に示す。軌道構造は、あらかじめ決定した軌道高さに軌きょうを据え付け、橋面との間にコンクリートを打設する構造であり、マクラギをコンクリートで固定する前の軌きょう施工段階の軌道高さが最終高さとなるため、この時の値が重要である。そのため、当初解析では軌道敷設による桁変形を一括で解析していたが、荷重条件が変わるため解析ステップを軌きょう施工とコンクリート打設の2つのステップに分割して再度桁変形の解析を実施した。なお、当初解析の計画施工日も実施工日に修正している。

クリープ終了時の軌道高さを45.500mとした場合の施工実績を踏まえた最終的な桁の変形量の解析結果を表-4に示す。解析結果より、軌きょう施工後からクリープ終了までの支間中央部の桁の変形量は17.6mmであった。施工実績を踏まえた解析では、各工種の計画施工日と実施工日の違いから、当初計算より橋面工の施工ステップが変わったこともあり、施工ステップ間のクリープ係数が変化し、軌道施工以降の変形量は当初計画に比べて小さい傾向となった。解析結果では、最終的な桁の変形量は17.6mmであることを示していたが、橋面工施工から桁降下までの桁変形量の実測値の経時変化は、計画値3.3mmに対して実測値1.5mmであり、経時変化量が45%程度であった。この結果を考慮し、17.6mmまで上げ越さずレールの上げ越し量を10mmとした。最終的な軌道敷設計画として、軌道高さは、橋りょうの支点部で設計値45.500mm、支間中央部では設計値より10mm高くした45.510mmとし、軌道のコンクリート部で軌道高さから橋面までの高さを調整することで、軌道が円弧状となるよう計画し、軌きょうを敷設した(図-4)。

4. まとめ

本稿では、開床式PRCランガー桁におけるクリープ変形を考慮した軌道敷設計画とその実績を報告した。当工事は桁架け替えを無事に完了し、その後の測定値は解析値と比較し小さい値を示しており、日々の列車の安全安定輸送につながっている。当工事の実績が同様な工種にご活用いただけると幸いである。

表-3 支間中央部橋面高さ実測値

| 支間中央部 | | 施工STEP | |
|-------|----------------------------|--------|----------------------------------|
| | | 橋面工後 | 桁降下後 |
| G2-10 | 測定値(m) | 48.154 | 45.016 |
| | 支点部に対する橋面高さ(mm) (支点部補正) | 0.5 | (実測値)-1.5 → -1.0 (計画値)-3.3 |

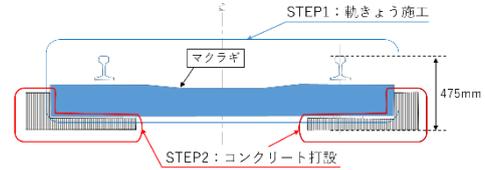


図-3 軌道施工概要図

表-4 桁降下後における桁変形量

| No. | 施工段階 | 測点 | |
|-----|------------------|------------------|--------|
| | | G2-10 | |
| 1 | 桁降下後 (軌きょう施工) | 計画RL(m) | 45.518 |
| | | クリープ終了までの変形量(mm) | 17.6 |
| 2 | 調整コン打設 | 計画RL(m) | 45.516 |
| | | クリープ終了までの変形量(mm) | 16.4 |
| 3 | 桁架設後 | 計画RL(m) | 45.516 |
| | | クリープ終了までの変形量(mm) | 15.6 |
| 4 | クリープ終了時 | 計画RL(m) | 45.500 |
| | | クリープ終了までの変形量(mm) | 0.0 |

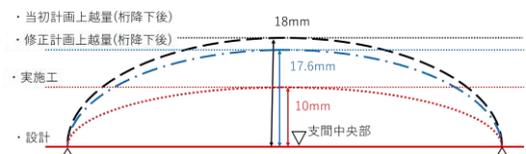


図-4 支間中央部における桁変形概要