

平面線形 R=83m を有する 3 径間連続ラーメン箱桁橋の設計・施工

東京土木支店 土木工部 (東北支店駐在) 長瀬忠良
 東京土木支店 土木工部 (東北支店駐在) 高木正博
 東京土木支店 土木技術部 (東北支店駐在) 日下浩樹
 東京土木支店 土木工部 (東北支店駐在) 安紀幸

1. はじめに

本橋は、福島県南会津郡南会津町滝原地内に位置し、一般国道 352 号の「銀竜橋」の架替え事業の一環として架設される、橋長 160.0m、全幅員 10.2m の PC3 径間連続ラーメン箱桁橋である。本橋の特徴は、平面線形が $R=83m$ と小さく、加えて縦断勾配 3% や横断勾配 6% と線形条件が複雑な構造であり、曲率半径が小さい影響により、構造物が 3 次元で変位するため、たわみ管理が課題の 1 つとなった。

本橋の施工にあたり、各施工段階の 3 次元のたわみ量を全体 FEM 解析により把握し、たわみ計画値に反映させた。その結果、実施工ではすべての管理値を規格値内に納めることができた。

本報告は、施工にともなう計画および設計・施工方法を報告するものである。

2. 工事概要

本橋の橋梁概要および平面図を図-1 に示す。

発注者：福島県

工事名：市町村合併支援道路整備工事(PC 上部工)

工期：(自)平成 24 年 12 月 25 日

(至)平成 26 年 12 月 19 日

構造形式：PC3 径間連続ラーメン箱桁橋

橋長：160.0 m

支間長：46.5 + 65.0 + 46.5 m

有効幅員：9.0 m

平面線形： $R = 83.0 m$

縦断勾配：3.0 %

横断勾配：6.0 %

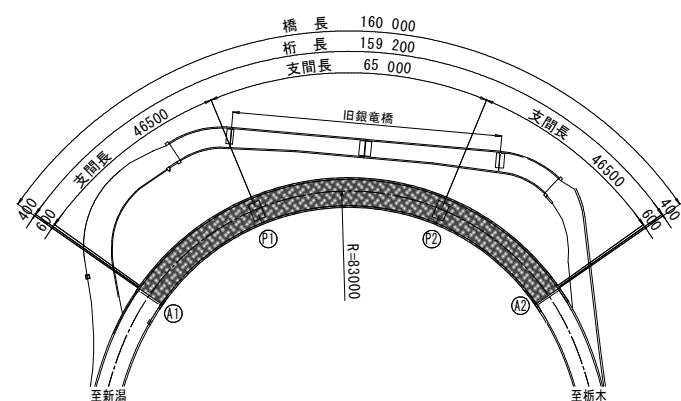


図-1 平面図

3. 施工概要

本橋は、柱頭部→P1 橋脚および P2 橋脚の 7 ブロックまでの張出し施工→側径間側 8 ブロックの張出し施工→中央閉合工→側径間側 9 ブロックの張出し施工→側径間工→橋面工の順に施工した。実施した施工要領図を図-2 に示す。

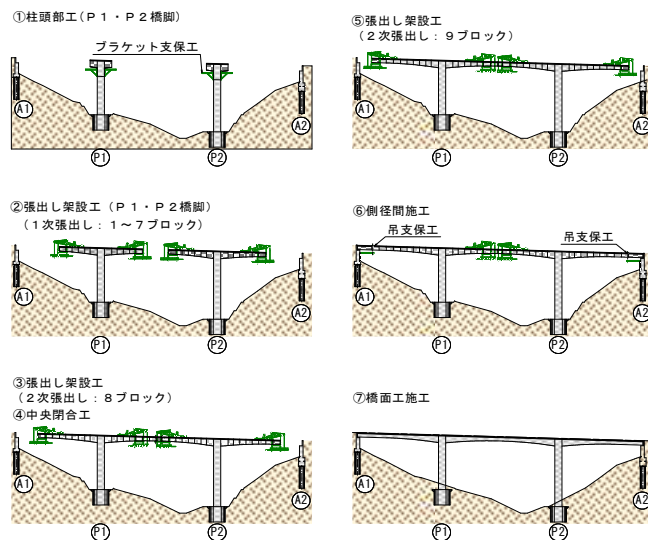


図-2 施工要領図

3.1 張出し施工

張出し施工時の移動作業車用のレールは、移動の際の施工性を考慮して、平面線形に合わせて曲げ加工したものを使用した。中央閉合部付近の施工時に、P1 橋脚および P2 橋脚の移動作業車が平面線形の内側で接触することから、施工ヤードの関係により P2 橋脚の張出しを先行して施工した。張出し施工状況を写真-1 に示す。

3.2 中央閉合工

中央閉合工は P2 橋脚の移動作業車を使用して施工した。側径間側の片側張出し施工により発生するアンバランスモーメント低減のため、中央閉合部の移動作業車を施工完了まで残しておく必要があったため、写真-2 に示すように P1 橋脚の移動作業車は P2 橋脚の移動作業車と接触しない位置まで後退させて施工した。



写真-1 張出し施工状況

写真-2 中央閉合工施工前

4. 張出し架設中の主桁の挙動

本橋は曲線橋であることから、平面線形の影響により主桁に「橋脚の倒れによる水平変位とたわみ」と「主桁のねじれによるたわみ」が生じる事が懸念された。そのため施工ステップを考慮した3次元FEM解析により、施工状態に伴う橋脚の倒れ量とねじり量を把握し、出来形管理とたわみ管理に反映させた。図-3に解析モデルの一例を示す。

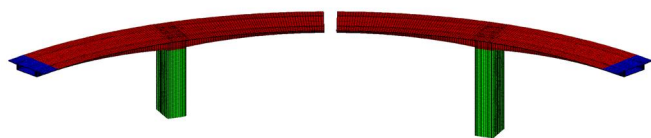


図-3 解析モデル

4.1 出来形管理について

3次元FEM解析の結果より、橋脚中心部で上部工構造軸線の法線方向(曲線内側)に最大で約40mm倒れると予想された。橋軸直角方向の倒れに対しては、地覆施工時の外縁かぶりを確保するために図-4に示すように、曲線内側の張出し床版の長さを変更し対応することとした。橋軸直角方向・橋軸方向ともに、各ブロック施工前に基準となる橋脚中心の座標値を測定し、倒れ量を把握することで、張り出す方向を修正しながらブロック施工を行った。その結果、アンバランスとなる側径間の8ブロック施工時に橋脚は計算値とほぼ一致する倒れを生じた。中央閉合時については構造中心のずれをなくし施工することができ、橋面工施工時には地覆外縁のかぶりを確保して施工することができた。

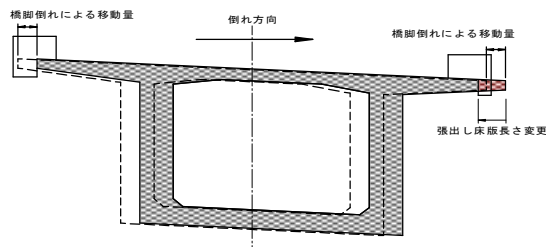


図-4 橋軸直角方向倒れ概念図

4.2 たわみ管理について

3次元FEM解析の結果より、上記に考慮した橋脚の倒れのほかに、張出し施工が進むにつれ、図-5・図-6に示すように、主桁のねじれが生じることによる左右の張出し床版先端にたわみ差が生じると予想された。対策として各施工ステップ(コンクリート打設、架設ケーブル緊張および移動作業車移動後)においてたわみ量の測定を主桁構造中心と張出し床版先端とすることで、橋脚の倒れによるたわみと主桁のねじれによるたわみを考慮したたわみ管理を行った。

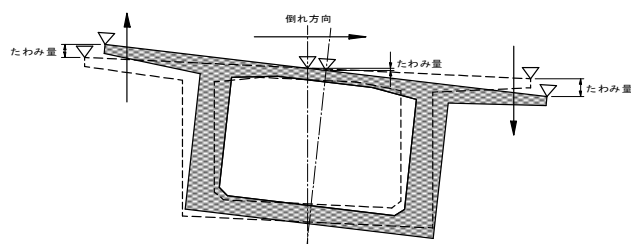


図-5 橋脚倒れによるたわみ

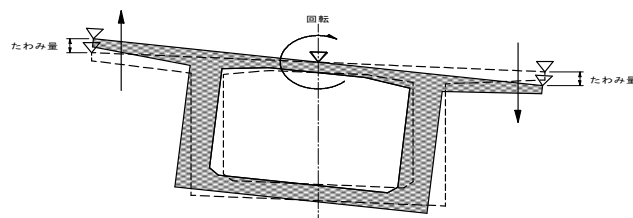


図-6 主桁のねじれによるたわみ

5. 温度変化による主桁の挙動

本橋の側径間施工時は夏季に行ったため、日照による気温変化がコンクリート躯体の温度に影響し、たわみを生じることが懸念された。日光が当たる上床版と当たらない下床版の温度差により主桁がたわみ、早朝と日中での張出し施工先端の床版基準高は大きく変化することが実測により確認できた。側径間コンクリート打設中はこの影響を受けるため、解析により温度変化によるたわみ量を算出し、たわみ管理に反映した。さらにコンクリート打設中のたわみを抑えるために、写真-3に示すように、上床版上面を散水養生することにより躯体の温度変化を軽減するように努めた。



写真-3 床版養生状況

6. おわりに

本工事は、2014(平成26)年12月に竣工を迎えた(写真-4、写真-5)。小さい曲率半径を有する張出し施工であったが、平面線形の影響を考慮した施工を行ったことにより、大きな問題が発生することなく計画高および構造線形を規格値内に納めることができた。本報告が今後の小さい曲率半径を有する張出し施工の参考となれば幸いである。



写真-4 起点側より

写真-5 終点側より

Key Words: 張出し施工, 平面線形, たわみ管理, 3次元FEM解析



長瀬忠良



高木正博



日下浩樹



安紀幸