

平面線形 $R = 83\text{ m}$ を有する 3 径間連続ラーメン箱桁橋の設計・施工

(株)ピーエス三菱

正会員 ○安 紀幸

(株)ピーエス三菱

正会員 長瀬 忠良

(株)ピーエス三菱

正会員 日下 浩樹

福島県南会津建設事務所 道路課

小林 元彦

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 $R=83\text{m}$ 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収めることができた。

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. 橋梁概要

本橋の橋梁概要および平面図を図-1に、側面図を図-2に、断面図を図-3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： $R = 83.0\text{ m}$

縦断勾配：3.0 %

横断勾配：6.0 %

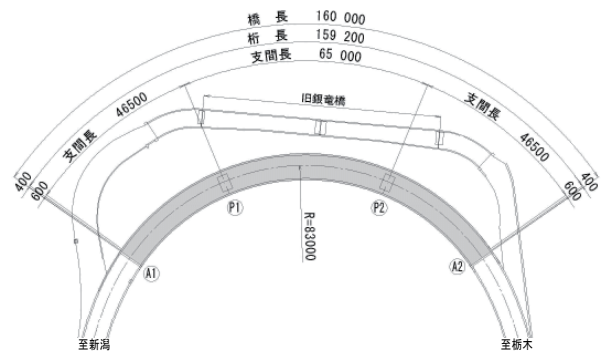


図-1 平面図

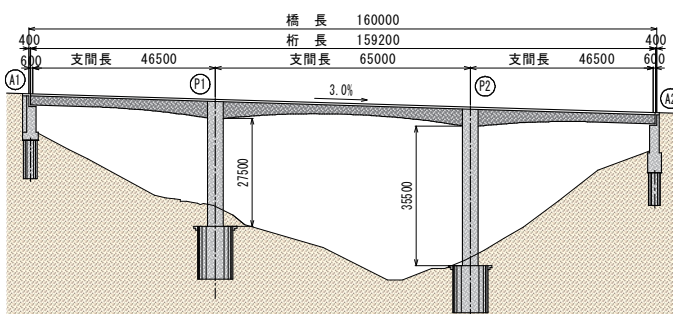


図-2 側面図

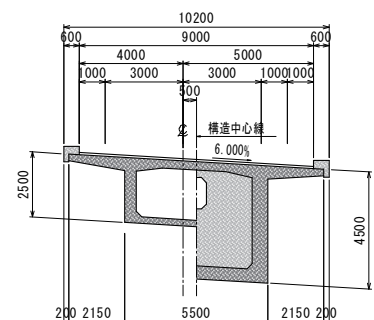


図-3 断面図

3. 施工概要

本橋は、①柱頭部、②P 1 橋脚およびP 2 橋脚の7ブロックまでの張出し施工、③側径間側8ブロックの張出し施工、④中央閉合工、⑤側径間側9ブロックの張出し施工、⑥側径間工、⑦橋面工の順に施工した。実施した施工要領図を図-4に示す。

3. 1 柱頭部施工

各橋脚は鋼管コンクリート複合断面となっており、一般的な支保工ブラケットを使用することが困難であったため、ブラケット形状を変更して定着鋼棒の配置位置を変更して施工した。

3. 2 張出し施工(写真-1)

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。また、中央閉合部付近の施工時に、P 1 橋脚およびP 2 橋脚の移動作業車が平面線形の内侧で接触することから、施工ヤードの関係によりP 2 橋脚の張出しを先行して施工した。架橋位置は冬季施工が困難なため、冬季閉鎖前に1ブロックまで張出し施工を行った。

3. 3 中央閉合工(写真-2)

中央閉合工はP 2 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、P 1 橋脚の移動作業車はP 2 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。

3. 4 側径間工

側径間工は吊支保工を使用して施工を行った。側径間工では、既設コンクリートの拘束によるひび割れの発生が懸念されたため、コンクリートに膨張材を使用し、ひび割れの抑制対策を行った。

3. 5 橋面工

舗装工について、本橋の施工位置は山間部であり積雪が多いことから一般的な舗装ではなく、ウレタン樹脂混合物を表層に充填する凍結抑制舗装による施工を行った。

凍結抑制舗装とは自動車が通過する際の荷重によりウレタン樹脂混合物が変形し氷が砕け、路面の凍結を抑制することが期待できる工法である。

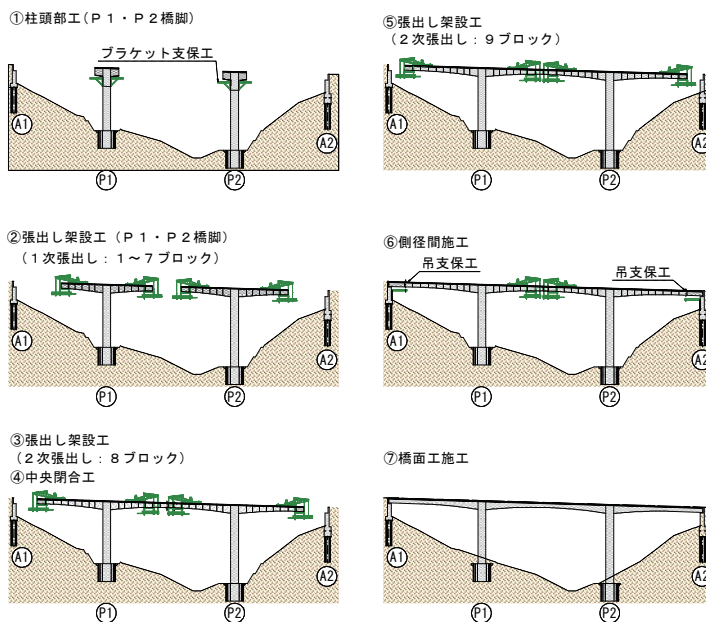


図-4 施工要領図



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-5に解析モデルの一例を示す。

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(図-6)。また、橋軸方向の倒れについては、8ブロック施工後でP1・P2橋脚が橋台側に倒れ中央閉合部が長くなることにより、鉄筋組立時の重ね継手長が不足することが予想されたため、中央閉合前に閉合部の長さを計測し鉄筋の長さを決定することで対応した。

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。

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(図-7、図-8)。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。

各施工ステップにおける主桁の3次元たわみ量を把握して張出し施工を行うことで、主桁完成時において床版基準高を規格値内に収めることができた。



図-5 解析モデル

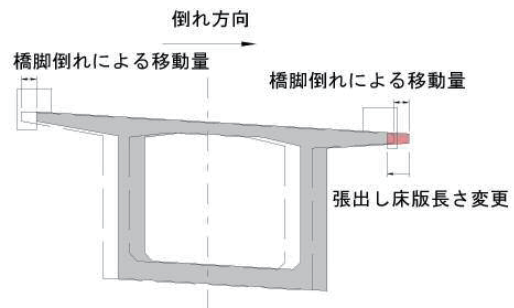


図-6 橋軸直角方向倒れ概念図



図-7 橋脚倒れによるたわみ

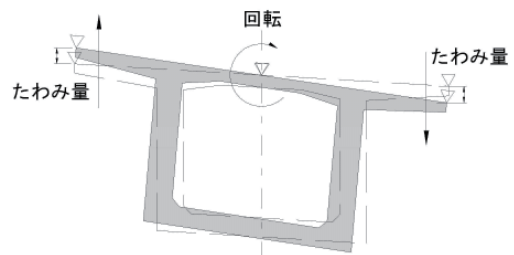


図-8 主桁のねじれによるたわみ

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、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)。



写真－3 床版養生状況

6. 平面線形を考慮した地覆の施工

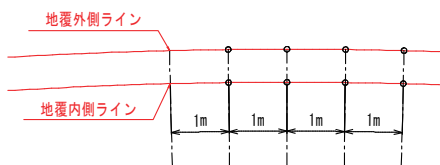
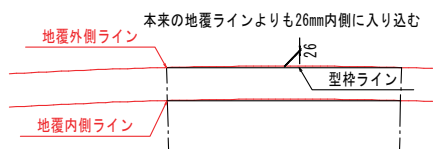
当初、地覆施工時における線形管理のポイントは橋軸方向に約4m毎に設けていたが、地覆型枠は直線で設置され曲線内側に入り込むことから、平面線形外側のかぶりが不足してしまうことが懸念された。そのため、ポイントを約1m毎に細かく設けることとした(図－9)。

その結果、地覆型枠のラインを線形ラインに近づけることができ、かぶり不足を解消することができた。

7. 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すべての管理値を規格値内に収めることができ、無事に工事を完了した。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。

最後に、本橋の施工に際して多大なご支援、ご協力を賜りました関係各位に心よりお礼申し上げます。



図－9 地覆平面図



写真－4 起点側より



写真－5 終点側より