

長支間を有する特殊橋梁のキャンバー管理に関する一考察

— 北関東自動車道 小貝川橋 —

東日本高速道路㈱ ○正会員 林 秀和 正会員 鈴木 永之
 ㈱ハルテック 非会員 重田 光則

1. はじめに

本橋は、架橋地点の制約から不等径間橋梁となり、桁連続化による走行性、経済性、耐震性の向上および維持管理費の低減の目的から、PRC桁（箱桁）と鋼桁（開断面箱桁，床版形式：合成床版）による3径間連続混合橋（30.90m+107.50m+117.75m）を採用した¹⁾（図-1,2）。鋼桁部の架設は、河川域内の架設可能期間が非出水期（平成19年11月～平成20年5月）に限定されるため、架設工期短縮を図ることを目的に、トラベラークレーン4基（上下線各2基）による上下線同時架設を実施した。

本橋は、開通区間のクリティカル工事であり、架設期間が限定されることから、鋼桁架設から床版施工時までの高さ管理が肝要であると考えられる。また、 $R=24000\text{m}$ の曲線を有する長支間の鋼開断面箱桁であるため、設計値以上の桁の回転や鉛直方向のたわみが懸念され、その変位量によっては、施工工程に影響を及ぼす可能性があった。そこで、本体工の完成前に正確な桁の挙動を解析することを目的として、通常の解析ツールである骨組解析に加え、FEM解析を用いた照査を実施した。

本稿では、FEM解析による床版高さの予想出来形から想定される出来形管理について報告する。

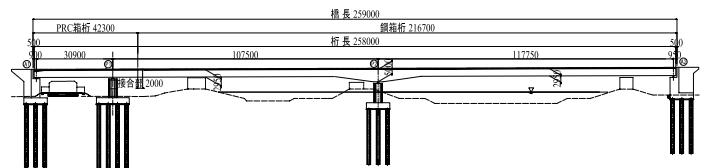


図-1 小貝川橋の側面図

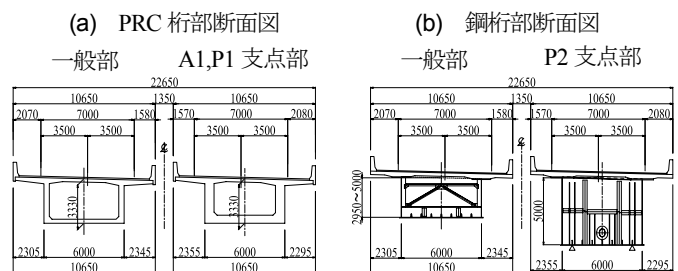


図-2 小貝川橋の断面図

2. ねじれ挙動に対する検討

鋼桁部は開断面箱桁のため、架設時に仮設上横構を設置している。詳細設計時は本部材を考慮していなかったが、架設時のねじれ挙動を検討するため、上横構を板厚換算したねじり剛度を用いて骨組解析を実施した²⁾。

ねじり剛度と平面曲率の影響を確認するため、ねじり剛度を0.5倍および2倍の場合を仮定し、左右ウェブのたわみ差を比較した。その結果、たわみ差は最大で1.9mmとなり、ねじれ剛度の大小にかかわらずたわみ差が小さいことから、本橋の平面曲率の場合、桁のねじれの影響が小さいことがわかった。また、FEM解析結果においても、同様の傾向であった。

3. 鉛直方向の挙動に対する検討

3. 1 FEM解析の実施

通常、上部工の設計では骨組構造モデルにより解析し、その断面力や変位を用いて主桁等の設計を行う。断面決定するために仮定断面を設定して解析を行い、最終的に仮定剛度と実剛度および仮定鋼重と実鋼重との差が、ある一定値以内となるように収束計算を行う。その際、解析モデルには仮定鋼重として単位長さ当たりの鋼重を全長にわたり一定で入力している。本橋は1主箱桁のため、解析モデルはフィッシュボーン（骨組モデル）で行ったが、併せて、鉛直変位の挙動をより厳密に把握するため、実橋に即した割付ブロック毎の鋼重を入力できるFEM解析を実施した。

3. 2 FEM解析との比較

解析モデルの相違が与える影響を確認するため、FEM解析と同様に骨組モデルに入力する鋼重も割付ブロック毎に重量を入力して解析した。両者を比較するため、鋼桁閉合時の鋼桁部の高さにおいて、実測値と解析結果（骨組・

キーワード：キャンバー管理，FEM解析，割付ブロック毎の鋼重を入力した骨組解析

連絡先：〒110-0014 東京都台東区北上野 1-10-14 Tel:03-5828-8723 Fax:03-5828-8194

FEM) を比較した。その結果、実測値と FEM 解析結果が概ね一致した。また、FEM 解析結果よりやや劣るが、骨組解析結果も実測値に近い値を示した。他の施工ステップにおいても同様の傾向が見られたことから、FEM 解析結果を桁の実挙動と想定して出来形管理を実施することとし、構造照査については、割付ブロック毎の鋼重を入力した骨組モデルで行った。

3. 3 完成時の床版高さの予測

本橋の完成時、つまり、壁高欄施工完了後の床版高さについて、コンクリート施工前に実施した FEM 解析結果を図-3 に示す。縦軸の 0 値は、単位長さ当たりの鋼重を一定で入力した骨組解析で求めた計画高を示している。このグラフより、床版高さが許容値を満足しないことが予想された。

この結果から、計画高の修正が必要となることが想定される。そこで、横断勾配=2.5%および舗装厚

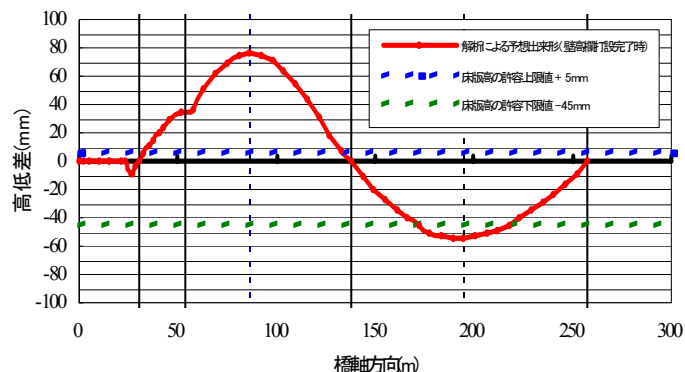


図-3 FEM 解析による壁高欄打設後の床版高さの予想出来形

=80mm を確保することを条件として、この予想出来形に対して仮想の縦断修正を実施した。縦断修正より舗装荷重が全橋（上下線合計）で約 98t 増加することが判明したが、上・下部構造の応力照査をしたところ、安全性を満足することが確認できた。よって、当該値を床版高さの出来形管理値として施工を実施した。

3. 3 完成時の床版高さの実測値と FEM 解析結果との比較

壁高欄施工完了後の床版高さについて、実測値と FEM 解析結果を示す（図-4：キャンバー値 0mm が計画高）。事前に予測した解析結果に対して、実際の床版高さはその範囲内となる結果が得られた。当初計画高に対しては、出来形の許容値を超過したことから想定どおり縦断修正を行った。その結果、全橋（上下線合計）の実際の舗装荷重増加分が約 64t となり、予想出来形に対して実施した縦断修正の舗装荷重増加分の約 65%であるため、上・下部構造の安全性は確保されていると判断した。なお、実測値がキャンバー値 0mm に近似したのは、事前に合成床版底鋼板により微調整を行ったことが影響したと考えられる。

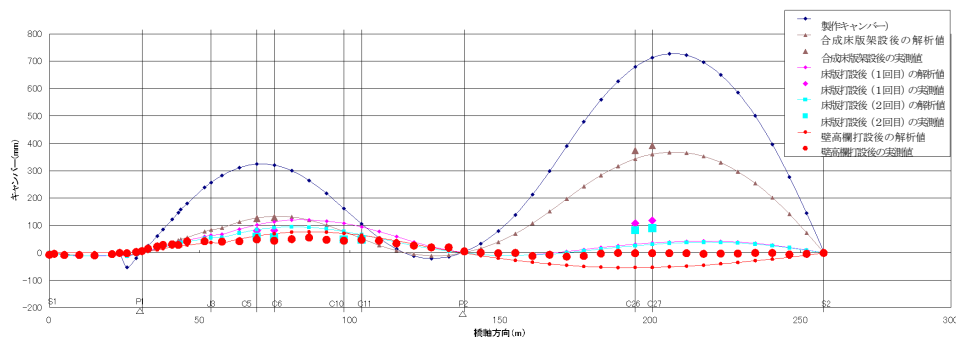


図-4 壁高欄打設後の床版高さの実測値と FEM 解析結果

4. まとめ

長支間を有する鋼桁の挙動について、完成時の床版高さの FEM 解析を行いながら施工を実施した。その結果、床版高さの許容値を超過するものの、上・下部構造の応力照査から橋梁全体の安全性を確認できたため、縦断修正により対応することとした。

床版コンクリート施工前の鋼桁架設時および床版コンクリート施工後に、本検討を実施することにより補強の必要性や工程遅延の有無を推定でき、非常に有益であった。加えて、本橋は開通区間のクリティカル工事であったため、開通時期の判断材料としても活用することができた。また、完成後の床版高さの実測値に対しても、FEM 解析および骨組解析時の解析モデルに割付ブロック毎の鋼重を入力することだけで、実測値に近い桁の挙動を示すことがわかった。

以上から、本橋のような長支間の特殊橋梁において、橋梁の高さ管理に FEM 解析を併用すること、または、割付ブロック毎の鋼重を入力した骨組解析による本体設計が有効な手段であると思慮される。

【参考文献】

- 1) 鈴木・林・豊田・重田・園部: 不等径間長を有する混合橋の設計について—北関東自動車道小貝川橋, 第 7 回複合構造の活用に関するシンポジウム (2007.11)
- 2) (社) 日本橋梁建設協会: デザインデータブック'01