

プレキャストPC床版を用いた床版取替工事 —東北自動車道 綱木川橋—

(株) I H I インフラ建設 正会員 ○ 井野 耕志
 (株) I H I インフラ建設 吉原 直樹
 東日本高速道路(株) 林 秀和
 東日本高速道路(株) 宮越 信

1. はじめに

綱木川橋は東北自動車道仙台宮城IC～泉ICに位置する鋼2径間連続非合成鈹桁橋であり、1975年の開通から38年が経過していた（床版取替工事着手時）。今回の改良工事の対象である鉄筋コンクリート床版（以下、RC床版）は、経年劣化や大型車両の増加に加え、冬季の凍結防止剤の散布の影響で塩害劣化の進行が著しい状況にあった。1998年（平成10年）に車両の大型化対策として床版上面増厚を実施したが、舗装表面のポットホールなどの変状が多数発生し始め、舗装や床版コンクリートの補修を繰り返してきた。近年、その補修頻度が増加してきたため、抜本的な老朽化対策として、上下線の床版取替を実施した。

本橋は、近くにインターチェンジがあるため追越車線のほか、加速・減速車線を有しており、さらに約40°の斜角を有することから、取替用プレキャストプレストレストコンクリート床版（以下、PCa床版）の形状を合理的に設定する事が設計上の課題であった。施工においても、高速道路の反対車線を対面交通規制しながらの床版取替工事となることから工期短縮が要求される一方で、国道と交差するため施工時間に制約があることから、より合理的な施工計画が求められた。

本稿では、綱木川橋の床版取替工事の詳細設計および施工における課題と、その対策について報告する。

2. 床版劣化状況

写真-1は、1998年の上面増厚補強後、本工事以前に実施した舗装・床版の大規模補修時に剥離したコンクリートや浮きを除去した部分で確認された、上面増厚と既設床版の境界面での劣化状況である。さらに、床版下面には、遊離石灰を含む亀甲状のひび割れ、剥離、浮きが発生していた。



写真-1 床版コンクリートの劣化状況

3. 詳細設計

本工事の概要および橋梁緒元を表-1に、図-1に本橋の全体一般図およびPCa床版割付を示す。

3.1 設計概要

本橋では、床版は原則としてPCa床版で計画するが、伸縮装置の近傍と、PCa床版で対応が難しい桁端部の鋭角部（現場打ち施工部）はRC床版として設計した。

本橋の場合、斜角が小さいことおよび桁端部付近までPCa床版を使用していることなど設計要領¹⁾の規定のみでは設計を完結できない事項も想定された。以下、本橋における設計上の課題およびその対応について紹介する。

表-1 工事概要および橋梁緒元

項目	内容
工事名	東北自動車道 綱木川橋 床版補強工事
発注者	東日本高速道路(株) 東北支社
橋長	79.069m
有効幅員	10.530m～22.688m (上り線) 13.500m～27.475m (下り線)
斜角	36° 11' 01" (A1支承線上) 37° 59' 37" (P1支承線上) 40° 38' 24" (A2支承線上)
構造形式	鋼2径間連続非合成鈹桁橋
工期	自) 平成24年8月22日 至) 平成26年4月13日

3.2 PCa床版製作上の課題

本橋は、近接する仙台宮城ICに接続するため、平面線形が曲線である。また、幅員変化に対応するため図-1に示すように主桁間隔が変化している状況にPCa床版で対応する必要がある。

一方、PCa床版を合理的に製作し接続するという観点からは、できる限り同一の形状とすることが望ましい。また、本橋の床版取替においては、交通規制期間の短縮および品質確保の観点から現場打ち部を少なくするため、桁端部にもできる限りPCa床版を使用することが求められた。

これらの課題に対して、PCa床版のハンチ幅を大きくし、主桁間隔の変化に対応する(図-2下)形状について検討した。ハンチ幅が過大とならない範囲でPCa床版をグルーピングすることで、複数枚の床版形状を一定(張出部除く)とでき、製作コストと製作工程を圧縮できる。

検討の結果、形状を統一することにもなるPCa床版の重量は形状統一前に比べ約2%増加したが、既設床版に比べると重量減となった。

3.3 設計上の課題およびその対応

3.3.1 端支点付近のねじりに対する検討

(1) 課題

本橋は、複雑な平面線形に対応するため、主桁間隔が変化する構造となっている。また、支点部では斜角 $36^{\circ} 11'$ (A1)~ $40^{\circ} 38'$ (A2)を有しており、設計荷重作用時に生じる主桁のたわみ差によって、端支点付近のねじりモーメントによる引張応力の発生が懸念された。

(2) 課題への対応

上記の技術的課題への対応として、主桁・横桁および床版をモデル化した3次元有限要素(以下、FEM)解析を実施した。支点付近の床版に活荷重によって生じる最大引張応力を確認することを目的と

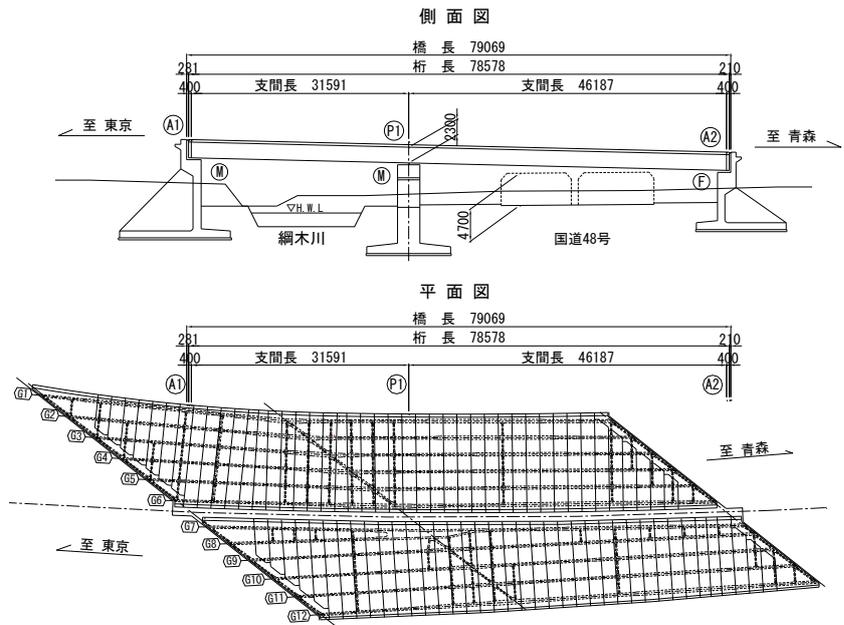


図-1 全体一般図およびPCa床版割付

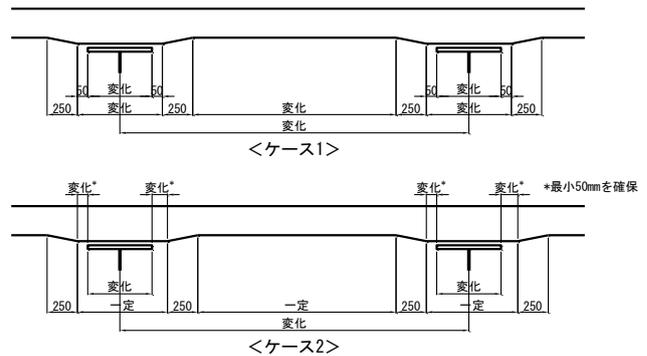


図-2 主桁間隔の変化への対応

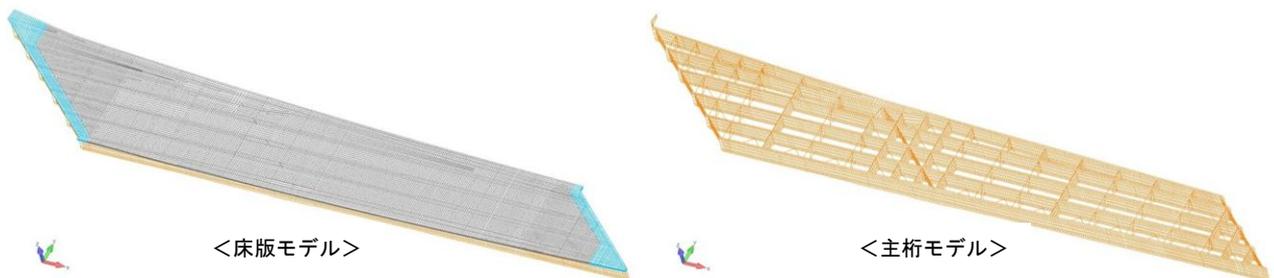


図-3 FEM解析モデル

して解析を実施した。図-3にFEM解析モデルを示す。鋼主桁と床版は、バネ接合とした。

断面内での主桁のたわみ差が最大となるよう、L荷重および連行T荷重の載荷位置を検討し、床版に生じる最大引張応力を確認した。図-4に床版に生じる最大引張応力分布図を示す。

図に示されるように、端支点付近での最大引張応力は、橋軸直角方向で0.68N/mm²および橋軸方向で0.1N/mm²以下であった。これらの結果、当初懸念されていた端支点付近の床版に生じる引張応力は、問題とならないと判断した。本橋の場合は幅員に対して主桁本数が多く、その間隔が狭いため、端部付近では大きなたわみ差は生じにくく、大きなねじりは発生しなかったと考えられる。

3.3.2 中間支点上の橋軸直角方向の検討

(1) 課題

一般に床版の橋軸直角方向の設計は、主桁のたわみ差が生じないことを前提に行われる。本橋は斜角がP1橋脚上で約38°あるため、活荷重が支承線を跨いで載荷された場合、支点上の主桁と隣接する主桁のたわみ差が生じる。その影響を考慮した設計方法が課題となった。

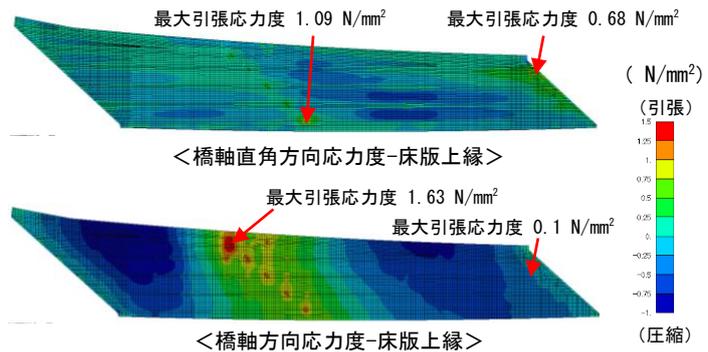


図-4 床版コンクリートの応力度

(2) 課題への対応

中間支点上の橋軸直角方向応力度が最大となるように、複数のT荷重を載荷し応力度を確認した。載荷位置、変形および応力分布を図-5に示す。この図に見られるように、中間支点到支持された桁(G10桁)とその他の桁とにたわみ差が生じ、中間支点では橋軸直角方向に大きな引張応力(1.06 N/mm²)の発生が見られた(G10桁上)。さまざまな荷重状態に対して、FEM解析結果と道路橋示方書式に曲げ引張応力を比較した結果、道路橋示方書による結果はFEM解析結果に対して十分安全側であることが確認されたことから、本橋の設計では、道路橋示方書に準じて必要なPC鋼材量を算出し配置した。

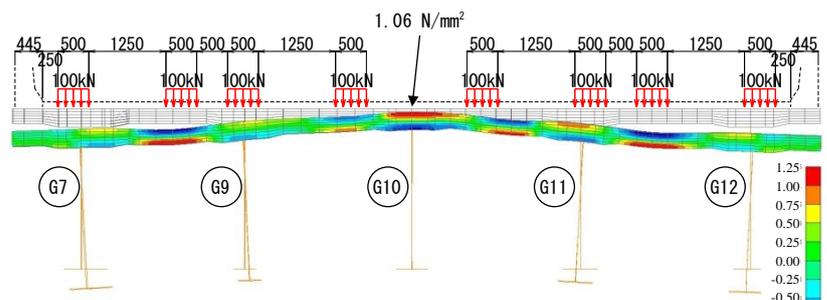


図-5 中間支点上の橋軸直角方向応力度

3.3.3 壁高欄の検討

(1) 課題

本橋の壁高欄は、交通規制期間を短縮する目的からプレキャスト部材で計画されていた。しかし、プレキャスト壁高欄は、床版との接合部の防水対策が不十分となるおそれがあること、床版へのアンカー削孔が必要となることなどの課題があった。

(2) 課題への対応

本橋では、上記の課題を解決するためプレキャスト壁高欄から分割施工へ変更した。壁高欄の分割施工とは、PCa床版製作時に地覆部コンクリートの一部を一体で打設し、その後工場で水切りを含む地覆全体を、現場で残りの壁高欄部分の施工を行うものである(図-6)。その結果、橋面排

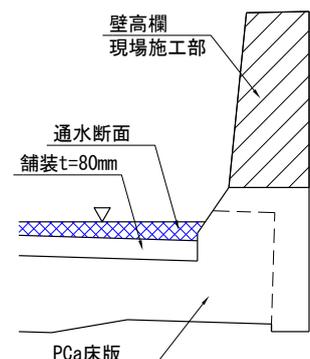


図-6 壁高欄部断面図

水が接触する位置にコンクリートの水平打継目を設けることを回避し、高い耐久性を確保することができた。

4. 施工

4.1 交通規制計画

本工事は片側車線を交通規制するため昼夜施工可能であるが、交差する国道を跨ぐため床版取替時は国道の交通規制の必要性があり、床版取替は夜間（21:00～翌6:00）のみで実施した。写真-2は上り線の床版取替時の交通規制の様子である。対面交通規制時には、中央分離帯防護として警察との協議に従い完全分離型プレキャストコンクリート防護柵を設置した。

4.2 床版の施工

(1) PCa床版架設

PCa床版の架設は、当初計画では橋台背面および橋梁下の交差道路上から500tfおよび200tfクレーンを用いて架設するものであった。しかし、交差道路には信号機、架空線、埋設管等があり、任意位置へのクレーンの設置が困難であったことから、220tfクレーン2台を用い、橋梁上で中間支点から橋台方向に順次PCa床版を架設する方法に変更した。

(2) 接合部および現場打ち床版部の施工

PCa床版の接合には、RCループ継手を採用した。接合部のコンクリートには、収縮によるひび割れ防止のため膨張コンクリートを使用した。当初計画は床版上にプレキャスト壁高欄を敷設するためのクレーンが早急に乗り入れられるよう超早強コンクリートの使用が計画されていた。しかし、壁高欄の仕様をプレキャスト壁高欄から分割施工に変更したことで、床版上へクレーンを設置する必要がなくなり、養生期間の確保が可能となったため超早強コンクリートを早強コンクリートに変更した。これにより、超早強コンクリートでは膨張材の添加が困難であったが、膨張材の使用が可能となった。また、端部の現場打ち床版部は、斜角により床版支間が標準部に比べ長くなるため、床版補強として鋼製ブラケット（写真-3）を追加配置して対処した。

5. おわりに

本工事は、平成25年7月に上り線（写真-4）、平成25年12月に下り線の床版取替が完了した。長期間にわたる高速道路の対面交通規制、交差道路との関係による工種の時間制限などの制約条件下で、過去に例のない斜角部も含めたPCa床版による床版取替を行った。工期内にて床版取替を完了することができたことは、関係各位の努力の結果であり、ご助力頂いたすべての方に感謝を申し上げたい。

本稿が、今後の床版老朽化対策工事の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 東中西日本高速道路株式会社，設計要領第二集，2012
- 2) 宮越信，奈良康平，吉原直樹，井野耕志：プレキャストPC床版（PRC）を用いた床版取替工事－東北自動車道 綱木川橋床版補強工事－，プレストレストコンクリート，vol. 56 No. 1



写真-2 対面交通規制の状況



写真-3 鋼製ブラケット配置状況



写真-4 上り線工事完了