

# プレキャスト床版による床版取替工事について

金城 和磨<sup>1</sup>・森崎 拓也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>西日本高速道路総合サービス沖縄(株) 保全事業計画課 (〒901-2101 沖縄県浦添市西原4-41-1)

<sup>2</sup>西日本高速道路(株)九州支社 宮崎高速道路事務所 保全計画第二課 (〒880-2114 宮崎市大字富吉字釘ノ前1389-1)。

沖縄自動車道の北部区間の橋梁床版は、近年老朽化と併せて損傷の進行が加速傾向にあり、路面への損傷発生が著しくなっている状況である。そこで、劣化の著しいものについては、プレキャストPC床版への取替を2006年から順次実施してきた。<sup>1)</sup>

本稿は、塩害対策地域における床版取替工事においてエポキシ樹脂塗装を施したエンドバンド継手（SLJスラブ工法）（以下エンドバンド継手という）を採用した高速道路における工事で、床版取替延長が国内最大級となる伊芸高架橋（上り線）の工事概要について報告するものである。

キーワード コンクリート床版、継手、塩害

## 1. はじめに

沖縄自動車道（図-1）は、都市圏的那覇市と北部の名護市を結ぶ重要路線である。大別すると那覇ICから石川ICの南部区間（31.4km）と石川ICから許田ICの北部区間（25.9km）に分けられ、それぞれ供用から27年、39年が経過している。



図-1 沖縄自動車道と伊芸高架橋の位置

沖縄自動車道は高温多湿な亜熱帯地域に位置し、飛来塩分も内陸部にまで達するという厳しい腐食性環境にあり、北部区間においては建設当時に十分に脱塩処理がされていない海砂をコンクリートに使用したため、供用後数年で損傷が発生し始め、10年を経過した頃から損傷の進行が著しくなり本格的な補修の必要性が生じてきた。

本橋もこの劣化に対して部分補修や全面補修を行ってきたが、劣悪コンクリートの除去が完全には出来ず、短期間で再劣化する事象が顕著に現れ、本橋梁の耐久性に

優れた抜本的な対策の必要性が生じてきた。

補修方法については、損傷の原因が内在塩分に起因するため、床版上・下面共に大規模補修が必要であり、更に内在塩分の高いコンクリートが完全に除去されないため将来的な補修及びその他付属物等の補修も必要となることから床版取替工事を実施することになったものである。

## 2. 伊芸高架橋の概要

伊芸高架橋は、沖縄自動車道の北部区間である屋嘉IC～金武IC間に位置する、支間長42.75mの3径間連続鋼板桁橋×3連から構成された橋長387.25mの橋である。

この北部区間では、沖縄海洋博覧会の関連事業として1975年に供用開始するために施工命令からわずか2年間で建設する必要があったことから、鋼橋の床版には短期施工が可能なI形鋼格子剛性床版が用いられている。また、建設当時の沖縄は慢性的な水不足であったことから、十分な脱塩処理がされていない海砂がコンクリートの細骨材として使用されている。そのため伊芸高架橋においても、床版コンクリートの塩化物イオン濃度が、鋼材腐食発生限界といわれる $1.2\text{kg/m}^3$ を超過する最大 $3.1\text{kg/m}^3$ に達している。

伊芸高架橋の劣化状況を、写真-1に示す。床版上面には土砂化している箇所があり、これらの箇所では舗装にポットホールが生じて走行性を低下させるとともに、頻繁な補修作業を要していた。このため、塩害対策を考慮した補修が必要となった。



(a) 路面補修状況



(b) 床版上面の土砂化

写真-1 伊芸高架橋の劣化状況

### 3. 工事概要

本工事は、橋長387.25mの全区間を床版取替の対象としており、高速道路における1工事での床版取替延長としては国内最長となる。床版取替は、下り線を昼夜連続対面通行規制とし、上下1車線を供用した状態で、上り線を全幅一括で取り替える方法とした。このため、交通安全上、1日でも工期を短縮し、早期に交通解放することが目標である。

塩害対策及び工期短縮について本工事で取り組んだ内容を以下に示す。

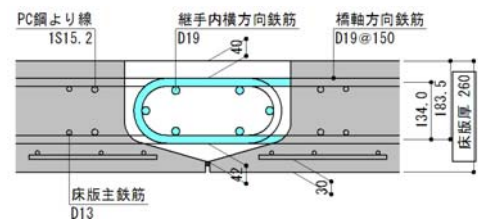
#### 3-1. エポキシ樹脂塗装エンドバンド継手の採用

床版取替は、工期短縮のためプレキャストPC床版を採用したが、本橋のI形鋼格子剛性床版の床版厚は210mmであり、下部構造の耐震性能や鋼桁の耐力などへの影響から、取替後の床版厚はできるだけ増加しないことが望ましい。一方、本橋は海岸からの距離が500mであり、塩害対策区分としてはⅡ区分<sup>※1</sup>に該当するため、標準よりかぶり厚を大きくする必要がある。

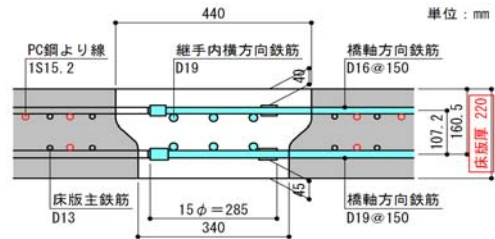
プレキャストPC床版を用いる場合、一般的なループ継手を用いた場合は、ループ継手の曲げ半径の制約(2.5φ以上)や塩害対策としての必要かぶりから床版厚は260mmとなり、既設版に比べて約25%の増加となる。これに対してエンドバンド継手を用いた場合の床版厚は220mmとなり、死荷重反力は約5%の増加であった。伊芸高架橋の設計条件にて継手構造を比較した結果を図-2、表-1に示す。

さらにループ継手を用いる場合には、継手内の橋軸直角方向鉄筋をプレキャストPC床版架設後に床版側方または鋼桁上フランジに設けた挿入空間から挿入する必要があるが(写真-2)挿入時にエポキシ樹脂塗装の損傷リスクが高く、また民地上空を利用しなければならない場合もある。一方、エンドバンド継手を用いる場合には、継手内の橋軸直角方向鉄筋をプレキャストPC床版の仮配置空間に配置した後に架設するので、エポキシ樹脂塗装の損傷リスクが低く、民地上空を利用する必要もない。

以上の優位性から、塩害対策地域である伊芸高架橋の床版取替工事では、プレキャストPC床版の接合方法にエンドバンド継手を採用した。(写真-3)<sup>2) 3)</sup>



(a) 一般的なループ継手



(b) 伊芸高架橋で採用したエンドバンド継手

図-2 プレキャストPC床版のRC接合方法の比較

表-1 継手構造の比較

| 継手構造  | ループ継手                                                                                                                                                                                        | エンドバンド継手                                                                                                                                                                                |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 施工性   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・間詰め部の床型枠の設置及び脱枠が不要。</li> <li>・あご部とループ鉄筋とが干渉するため、プレキャストPC床版の架設時には橋軸方向へスライドさせる必要がある。</li> <li>・あご部同士またはあご部とループ鉄筋とが干渉して、あご部に角欠け・破損が生じる場合がある。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・間詰め部の床型枠の設置及び脱枠が必要。</li> <li>・エンドバンド継手とプレキャストPC床版とが干渉しないため、プレキャストPC床版の架設時には橋軸方向へスライドが不要である。</li> <li>・プレキャストPC床版間の遊間が大きいため、調整が容易である。</li> </ul> |
| 疲労耐久性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・各種疲労試験により、疲労耐久性が確認されている。</li> </ul>                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・各種疲労試験により、ループ継手と同等の疲労耐久性を有している。<sup>4)</sup></li> </ul>                                                                                         |
| 工程短縮  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・プレキャストPC床版の配置間隔は、PC工場の製作ラインにより床版幅が制約されることから、2m以下となる。</li> </ul>                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・プレキャストPC床版の床版幅に対して継手鉄筋の突出長が長いことから、プレキャストPC床版の配置間隔を2mより広げることが可能となり、ループ継手よりも枚数を低減できる。</li> </ul>                                                  |

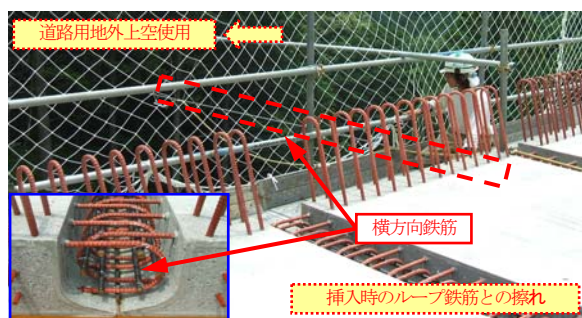


写真-2 ループ継手の横方向鉄筋挿入例

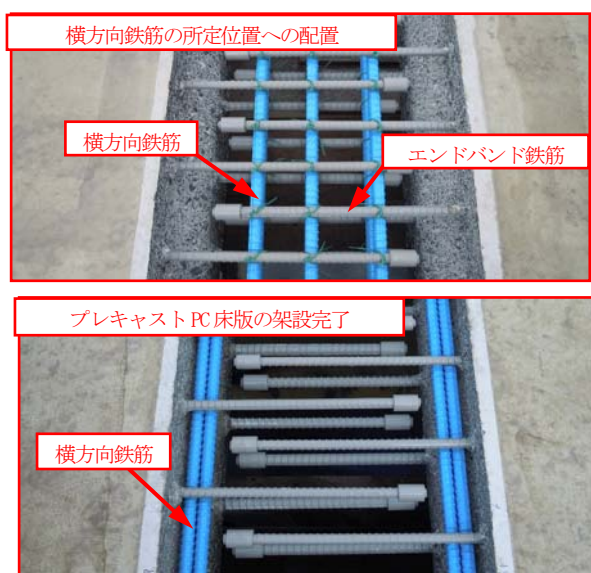


写真-3 継手内横方向鉄筋の配置状況

### 3-2. 高炉スラグ微粉末の使用

伊芸高架橋は、海岸からの距離は500mであるが、沖縄では台風などにより潮風が内陸部まで及ぶことから、海岸部以外でも飛来塩分は多くなる。<sup>1)</sup>したがって、取替後の床版の耐久性を確保するには、これら飛来塩分による塩害及び外来塩分からのアルカリ供給によるASRの促進を抑制する必要がある。

これらの課題への対処として、伊芸高架橋では、床版本体だけでなく、間詰部や壁高欄等使用する全てのコンクリートに対してセメントの50%を高炉スラグ微粉末6000に置換した。<sup>5)</sup>

図-4に、かぶり厚に対する塩化物イオン濃度の予測を示す。飛来塩分量を沖縄県の平均的な値（道路橋示方書想定）とした場合、セメント単味では初期段階から塩分濃度の増加が見られ、かぶり30mmの塩化物イオン濃度は腐食発生限界を超える。

図-5に伊芸高架橋で想定した塩化物イオン濃度の変化を予測した結果を示す。セメントに高炉スラグ微粉末を使用した場合、道路橋示方書の想定と等しい表面塩化物イオン濃度では、かぶり30mmの塩化物イオン濃度が100年経過時点で0.7程度である。

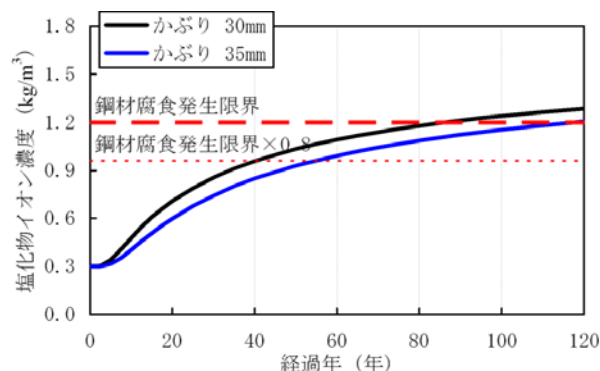


図-4 塩化物イオン濃度の予測（セメント単味）

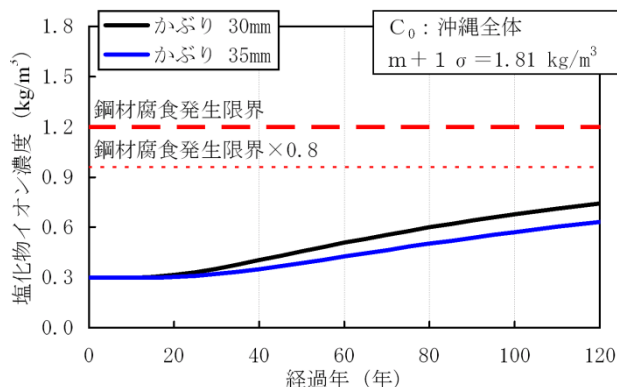


図-5 伊芸高架橋で想定した塩化物イオン濃度の予測

高炉スラグ微粉末6000を混合することで、水密性が向上し飛来塩分に対しても十分な耐久性が確保できると予測される。

### 3-3. 床版取替概要

本工事は、年末年始繁忙期とゴールデンウィーク繁忙期の間に行うことが求められたが、沖縄では4月初めに清明祭があることから、対面通行規制を3月末までに完了することを目指した。

車線規制を短縮し、雨天による工程遅延リスクを低減するために、以下の工夫を行った。

(1) 雨天遅延リスクを低減するために、プレキャストPC床版には、PC工場にて床版防水層のプライマー1層目を予め塗布して現場に搬入した。

(2) プレキャストPC床版の取替は、トラッククレーン2台を使用して、P4-P5径間中央から両橋台に向けて行った。（図-6）（写真-4）

また、1日当りの取替枚数は、鋼桁上フランジの腐食に対するケレン作業に時間を要したこと及び、周辺環境に配慮して夜間作業内容を制約したことから、2パーティーで10枚となった。なお、エンドバンド継手を採用することで床版厚が低減されてプレキャストPC床版1枚当たりの重量が98KN以下となったことから、セミトレーラー1台で床版2枚の運搬が可能となった。これによ

り、運搬用トレーラー台数をループ継手の場合に比べて1/2に低減でき、高速道路本線から施工ヤード内へ出入りする際に一般車へ与える影響を低減した。

(3) 壁高欄工と床版防水工とを並行作業することで、車線規制期間の短縮を図った。(写真-5)

(4) 舗装の基層に用いるSMAは床版防水システムの一部として想定していることから、その水密性を高めることが望まれている。そこで、SMAの基層打継ぎ目地を無くすため、幅員全幅を一括で施工した。(写真-6)

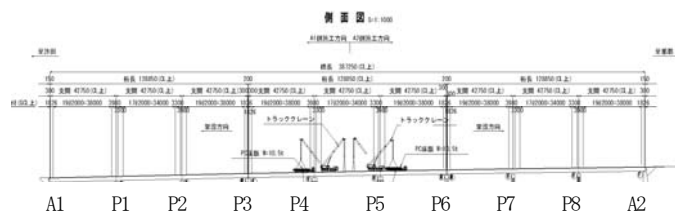


図-6 伊芸高架橋側面図とPC床版架設状況



写真-4 伊芸高架橋の周辺状況と床版取替状況



写真-5 壁高欄工・床版防水工施工状況



写真-6 SMA舗装施工状況

## 4. おわりに

本工事の昼夜連続対面通行規制は、当初80日間を予定していたが、エンドバンド継手採用等、工程短縮により70日間の短期間で国内最大級の床版取替工事を完了し、2014年3月18日に無事解除した。(写真-7)

今後も同様の工事を予定しているが、本工事で課題となった既設床版撤去後の鋼桁部(上フランジ上面)の素地調整の施工方法等を検討し、更なる工期短縮策を検討していく必要がある。



写真-7 対面通行規制切り替え完了

## 参考文献

- 1) 小川, 松田, 江口, 福永: 腐食性環境下におけるコンクリート構造物長寿命化への実践的研究, 土木構造・材料論文集, 第25号, pp. 37-46, 2009.
  - 2) 原, 二井谷, 照井, 脇坂: エポキシ樹脂塗装鉄筋による機械式定着を併用したプレキャスト床版の重ね継手, 第20回プレストレストの発展に関するシンポジウム論文集, pp. 165-170, 2011.
  - 3) 脇坂, 駒谷, 森崎, 岩渕: エポキシ樹脂塗装エンドバンド継手を用いた伊芸高架橋の床版取替え工事, 第21回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp. 259-262, 2012.
  - 4) 原, 福永, 今村, 三浦: エンドバンド継手を有するプレキャストPC床版の輪荷重走行疲労試験, プレストレストコンクリート技術協会 第19回シンポジウム論文集, pp. 165-170, 2011. 11.
  - 5) 脇坂, 今村, 宮本, 岩渕, 角本: 耐久性および施工性に配慮したコンクリート床版取替事例,
- ※1 塩害対策区分Ⅱ: 道路橋示方書・同解説Ⅰ 共通編・Ⅲコンクリート橋編. P175. 表-5.22 塩害の影響地域より