

既設PC箱桁橋の拡幅工事における取組み —新名神高速道路 錐ヶ瀧橋—

中日本高速道路(株) 正会員 ○喜多 雄士  
 中日本高速道路(株) 森 圭右  
 (株)日本構造橋梁研究所 正会員 寺田 幸平  
 三井住友建設(株) 正会員 紙永 祐紀

キーワード：床版拡幅，高速道路，ECFストランド，UHPFRC

1. はじめに

新名神高速道路亀山西ジャンクションのフルジャンクション化に伴い，新設するジャンクション橋と接続する既設橋の錐ヶ瀧橋の床版拡幅工事を行っている。錐ヶ瀧橋は，将来の拡幅を想定して床版横締め鋼材や外ケーブルが追加配置できるように予備管が施工されていたが，建設時に想定していた方法で拡幅することは，現在では床版横締め鋼材の防錆性能に係る品質確保や外ケーブルの部品調達に課題があった。そこで，近年開発された内部充填式エポキシ樹脂被膜PC鋼より線（以下，ECFストランド）などの材料を用いて，拡幅構造を成立させた。また，拡幅にあたっては，すべり支承の追加などの付属物の対応も行った。

本稿は，錐ヶ瀧の拡幅工事における施工概要や手順，近年開発された材料を活用した床版横締めや桁内外ケーブルによる補強方法，および付属物の対応について報告するものである。

2. 錐ヶ瀧橋の工事概要

錐ヶ瀧橋の橋梁諸元を表-1に，全体平面図，断面図および側面図を図-1～3に示す。

表-1 橋梁諸元

橋梁概要	路線名	新名神高速道路
	工事箇所	三重県亀山町安坂山町地内
	橋梁名	錐ヶ瀧橋
	橋梁形式	PC連続ラーメン箱桁橋
	竣工年	平成16年
拡幅工事概要	橋長	上り線：1257m(東445m+中327m+西485m) 下り線：1303m(東375m+中500m+西428m)
	適用基準	道路橋示方書(平成14年3月)，設計要領(平成10年7月)
	工事名	安楽川橋他1橋工事
	発注者	中日本高速道路(株)名古屋支社
	適用基準	道路橋示方書(平成24年3月)，設計要領(平成27年7月)

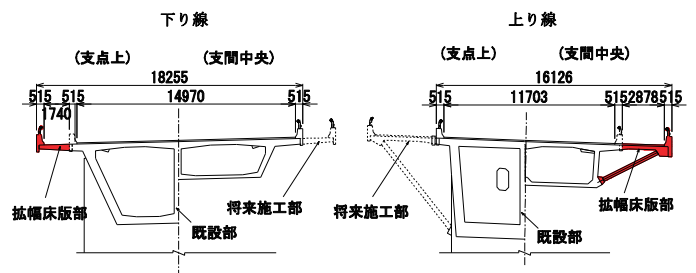


図-1 断面図

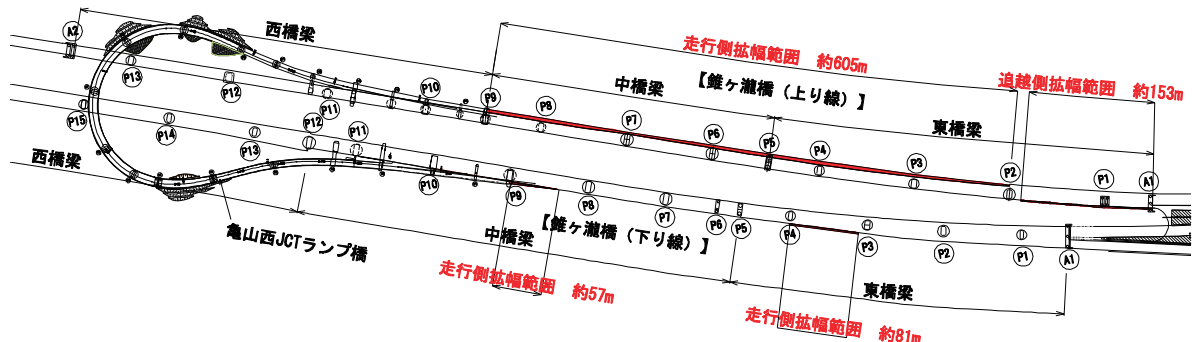


図-2 全体平面図

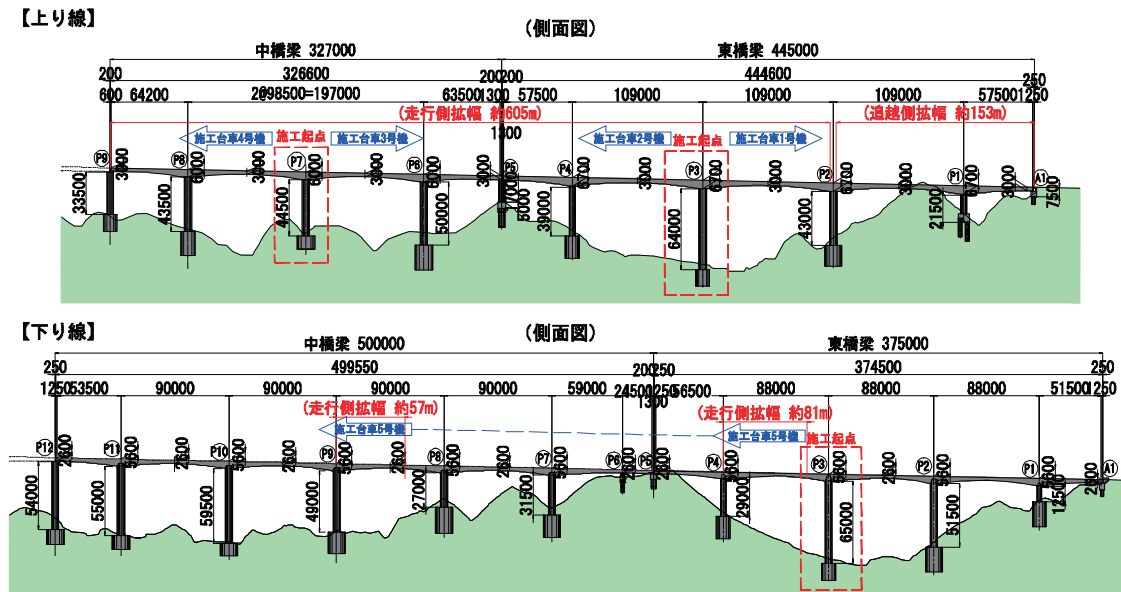


図-3 側面図

### 3. 施工方法

#### 3.1 床版拡幅施工方法概要

日平均交通量4.9万台の重交通路線における工事となるため、供用2車線を確保した中で施工を行う必要があった。そのため、追越車線および路肩幅員を縮小して道路を切り回した上で、上り線では写真-1で示すように幅約1.8mの狭小な施工ヤード内での施工となった。橋面上に重機を配置できないため、専用の壁高欄撤去台車と床版拡幅台車を製作し、図-3で示す各施工起点から1ブロックあたり7mの片押しで拡幅を行った。



写真-1 床版拡幅台車施工状況 (上り線)

#### 3.2 床版拡幅施工手順

床版拡幅の施工手順を図-4、詳細図を図-5に示す。

STEP1の壁高欄撤去は、ワイヤソーを用いて長さ3mのブロックに切断した壁高欄を、写真-2で示す壁高欄撤去台車で吊り上げたのち、フォークリフトで橋面上運搬し、橋梁下に設置したクローラークレーンを使用して撤去した。

STEP2の既設床版の撤去は、マイクロクラック発生防止やPC鋼材定着プレート付近での研りとなるため、ウォータージェット工法にて行った。床版上面の研りは、既設床版横締めプレストレスの影響範囲となることから、既設部と拡幅部の鉄筋接続に必要最小限のはつりとするため、はつり深さを制御可能なコリジョンジェット工法を採用した。施工に先立ち、模擬試験体による確認試験を行った結果、床版横締め周辺のはつり発生は見られず、施工時の安全性および既設構造物の健全性を確認した。

STEP4, 7-2は、拡幅床版をストラットで支持する上り線のみが対象となり、床版拡幅台車に取り付けられたチェンブロックを用いてプレキャスト製のストラットを所定の位置まで建て込み、架台で仮固定して設置した。ストラット受台の施工は、床版拡幅台車の足場上で作業を行った。



図-4 床版拡幅の施工手順

STEP5の既設床版上面鉄筋と拡幅床版鉄筋の接続は、**図-4**で示すように、エンクローズド溶接にて行った。エンクローズド溶接は、裏当て材が小型な工法（新NT工法、厚さ4.5mm）を採用することで、既設鉄筋の曲げ上げ・曲げ下しを避け、鉄筋の引張強度や疲労特性の低下を防止した。

STEP6の床版横締め配置やSTEP9のグラウト充填は、本稿4に記す。

STEP7-1, 10の床版や壁高欄のコンクリート打設は、橋梁下のクローラークレーンを用いて施工起点に荷揚げしたコンクリートバケットをフォークリフトで施工台車の後方まで運搬し、施工台車の吊装置に吊り替えて施工箇所まで移動させて行った。

STEP8の既設床版上面の復旧は、既設床版コンクリートとの一体化を図るための静弾性係数や耐久性を示す中性化抵抗性などの照査項目<sup>1)</sup>に適合したポリマーセメント系断面修復材を用いた。

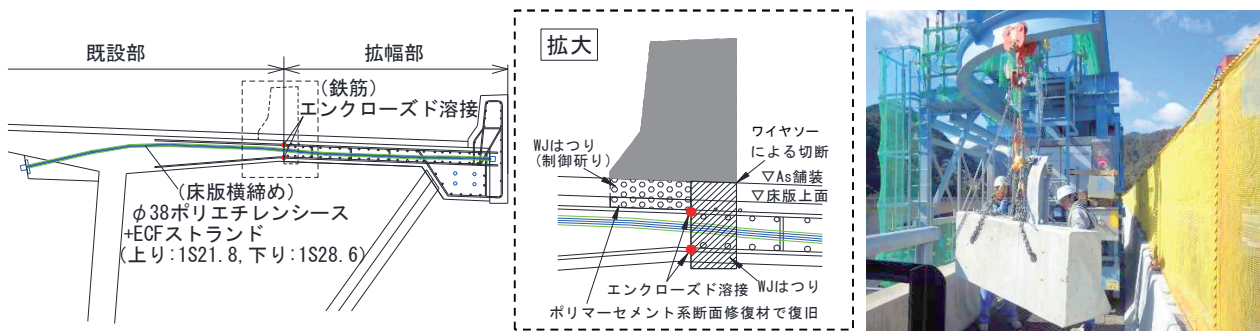


図-5 床版拡幅部詳細図

写真-2 壁高欄撤去状況

#### 4. 床版横締めによる補強方法

上り線の既設床版には床版横締めを追加配置するために、**図-5**に示すとおり、裸線のシングルストランド1S21.8用の内径38mmのポリエチレンシース（以下PEシース）が約1.0m間隔で配置されていた。近年では、グラウト充填不良による防錆上の懸念のため、プレグラウト鋼材を用いることが一般的である。しかし、プレグラウト鋼材1S21.8の外径は36mmであり、PEシース内径に対して余裕がないため、PEシース内へのPC鋼材挿入が困難となることや、グラウト充填不良により床版との一体化が図れないことおよびPC鋼材の防錆性能が低下するといった施工および品質上の問題が懸念された。

そこで、公称径が21.8mmのECFストランド（外径23.0mm）を採用することで、PEシースに適合したPC鋼材径となるため、これらの施工および品質上の問題を解決した。また、PEシース+セメントグラウト+防食PC鋼材による多重防食機構となり、防錆性能が向上した。一方で、ECFストランドは、エポキシ樹脂被覆の影響によって緊張時のセット量が12mmと大きくなる上、床版横締めの全長は7.0m程度と短いため、セットロスによる緊張力の減少が大きくなり、有効緊張力が裸線に対して70%程度となり緊張力が不足する問題が生じた。そのため、セットロスによる緊張力低下を抑えるために、定着体にセット量を補正することができるナット式グリップを併用することで、必要な緊張力を確保した。

片持ち張出しで拡幅する下り線については、さらに太径の公称径が28.6mmのECFストランド（外径29.8mm）を使用し、ナット式グリップを併用した。公称径28.6mmのECFストランドを使用するのは今回が初めてであったことから、NEXCO構造物施工管理要領<sup>1)</sup>で定める各種試験を実施し、性能に問題がないことを確認した。また、内径38mmのシースに対する空隙率が不足することから、グラウト材は超低粘性のものを使用した。

#### 5. 外ケーブルによる補強方法

本橋の既設横桁には外ケーブルを追加配置するために、透明シース内に裸線を配置してグラウトする仕様の定着体が埋設されていた。しかし、この定着体に対応した透明シースの製造が現在では中止されており、埋設された定着体を使用できなかった。そのため、**図-6**で示すように既設横桁に埋設さ

れた定着体の外側に超高性能繊維補強セメント系複合材料（以下、UHPFRC）を用いた定着体を構築して対応した。UHPFRCを用いることで小型化，軽量化することができ，既設外ケーブルと干渉しなくなったほか，定着体の桁内運搬や設置の施工性が向上した。また，定着体を新たに構築したことで，ECFストランドが使用可能となり，グラウト注入作業が省略でき，外ケーブルの施工性も向上した。

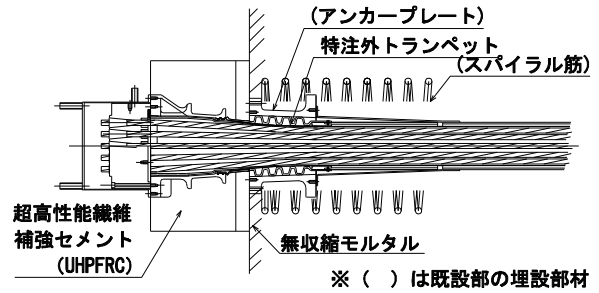


図-6 UHPFRC 定着体概要図

UHPFRCを用いた定着体は過去に横桁を箱抜された箇所において採用された事例<sup>2)</sup>はあるが，既設の定着体の外側に使用するのは今回が初めてであったことから，挙動確認のために土木学会基準<sup>3)</sup>に準じた実物大試験を行い，定着体としての性能を満足していることを確認した。

## 6. 付属物の対応

拡幅に伴って付属物で対応した内容について下記に示す。

### 6.1 支承

拡幅に伴う荷重増加に伴い。圧縮応力度や負反力の照査が満足しなかったため，図-7で示すように分担する水平荷重が小さく，支承寸法を最小限にできるすべり支承を追加した。車線規制時の活荷重の偏載荷によってすべり支承に負反力が発生しないよう，ベースプレート下に設置したフラットジャッキで加圧してから支承を構築することで，追加支承が確実に荷重分担するようにした。

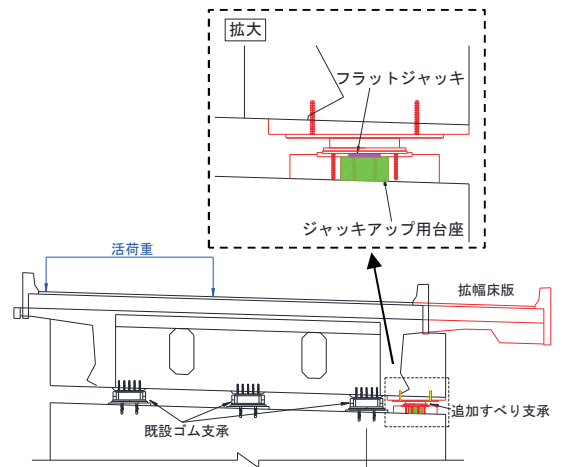


図-7 すべり支承設置方法

### 6.2 伸縮装置

拡幅に伴う幅員増加に対し，既設と同じ仕様のフィンガージョイントを接続した。新旧伸縮装置の間に5mmの隙間を設け，弾性シール材を充填することで相対変位に追随できるようにした。

### 6.3 排水装置

既設部の柵を撤去し床版拡幅部に柵を新設した。拡幅に伴って，集水面積が増えることから，排水計算を行い柵間隔，桁内の横引き管の径に問題ないことを確認した。

### 6.4 落橋防止構造

拡幅に伴う荷重増加に伴い，上部構造間を連結する既設のPCケーブルによる落橋防止構造の設計耐力が不足したため，既設橋建設時に設置されていた落橋防止ケーブルの追加設置孔を利用してPCケーブルによる落橋防止構造を追加設置した。

## 7. おわりに

将来拡幅を想定して建設された錐ヶ瀧橋を拡幅するにあたって，近年開発された太径のECFストランド，UHPFRC定着体，床版補修用のポリマーセメント系断面修復材などを採用することで，拡幅構造を成立させたほか，耐久性や施工性に配慮した拡幅工事を行うことができた。本稿が将来拡幅を想定した新設橋梁の設計や既設橋の拡幅工事の参考になることを期待する。

参考文献 1) 中日本高速道路株式会社：構造物施工管理要領，2017.7 2) 石井ほか：超高強度繊維補強コンクリートを用いた外ケーブル定着体の適用，第19回PCシンポジウム，2010.10  
3) 土木学会：2010年制定 コンクリート標準示方書[基準編]，2010.11