

既設PC橋の壁高欄と環境施設の大規模修繕工事―中国自動車道 武庫川橋―

(株)大林組 正会員 ○寺島 洋平
西日本高速道路(株) 松居 紘輝
(株)大林組 正会員 工修 富永 高行
(株)大林組 白井 聡

1. はじめに

現在、中国自動車道宝塚 IC～神戸 JCT 間の更新工事を進めている。本工事の対象に含まれる武庫川橋～生瀬高架橋の区間においては、近接した位置に居住地があるため、環境シェルターと遮音壁によって騒音対策が図られている(図-1)。工事では、建設後約 50 年が経過して劣化・損傷の著しいこれら環境施設と壁高欄のすべてを更新することにしており、まず最初に武庫川橋の更新から着手した(写真-1)。

本稿では、施工が完了した武庫川橋下り線の環境シェルター(名称:青葉台シェルター)と壁高欄の更新工事について報告する。

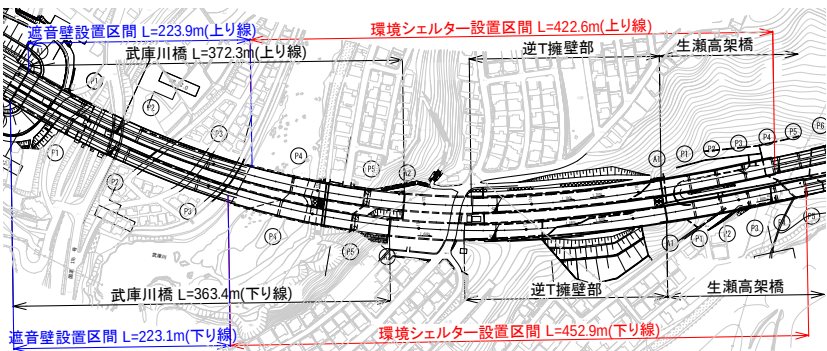


図-1 工事平面図(武庫川橋～生瀬高架橋区間)

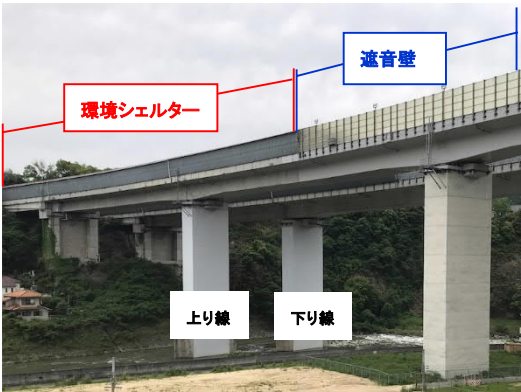


写真-1 武庫川橋の現況

2. 工事概要

工事概要を表-1に示す。工事では、武庫川橋下り線(図-2)において、直壁型壁高欄からフロリダ型壁高欄への取替えと環境シェルター(以下、環境SH)および遮音壁の取替えを行った(図-3、写真-2・3)。環境SHの取替工は、夜間車線規制内での作業を基本としたが、主構の撤去・設置についてのみ夜間通行止めのなかで行った。工事にあたっては、現地周辺環境に配慮して環境SHと遮音壁の防音設備が無い期間を短くすることが求められたため、プレキャスト壁高欄を採用することで工程短縮を図った。また環境SHについても、その撤去・設置作業において工程短縮の工夫を種々施すとともに、さらに長期耐久性の確保と維持管理の容易性に配慮した構造を新たに採用した。

表-1 工事概要(武庫川橋)

工事名称	中国自動車道(特定更新等) 宝塚IC～神戸JCT間土木構造物更新工事
発注者	西日本高速道路株式会社 関西支社
施工場所	自)兵庫県宝塚市安倉 至)兵庫県神戸市北区有野町二郎
工期	2021.3.27～2025.5.22(設計) 2024.6.1～2028.7.9(施工)
橋長	PC箱桁橋 L=341.650m(上下線とも) PCT桁橋 L=30.606m(上り線)・L=22.706m(下り線)
構造形式	A1-P5:5径間連続PC箱桁橋 P5-A2:単純ボス トンションT桁橋
支間割	A1-P5:60.000m+60.000m+70.000m+80.000m+70.000m (上下線とも) P5-A2:30.464m(上り線)・21.100m(下り線)
幅員	上り線:14.600m(有効幅員13.500m⇒13.710m) 下り線:14.600m(有効幅員13.500m⇒13.710m)
主な工種	壁高欄取替,床版防水,伸縮装置取替 環境シェルター取替,遮音壁取替

キーワード 壁高欄取替え,プレキャスト壁高欄,環境施設,PC橋

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 橋梁技術部 TEL070-1002-4967

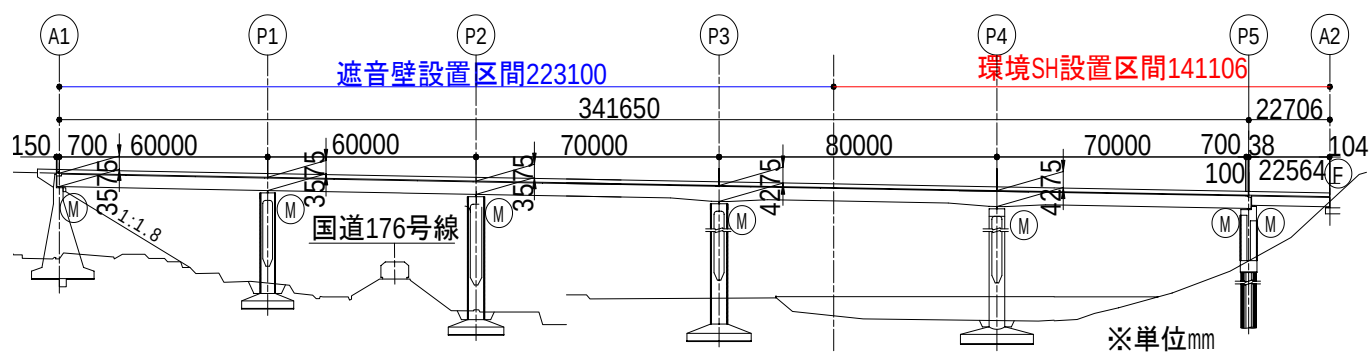


図-2 武庫川橋一般図(下り線)

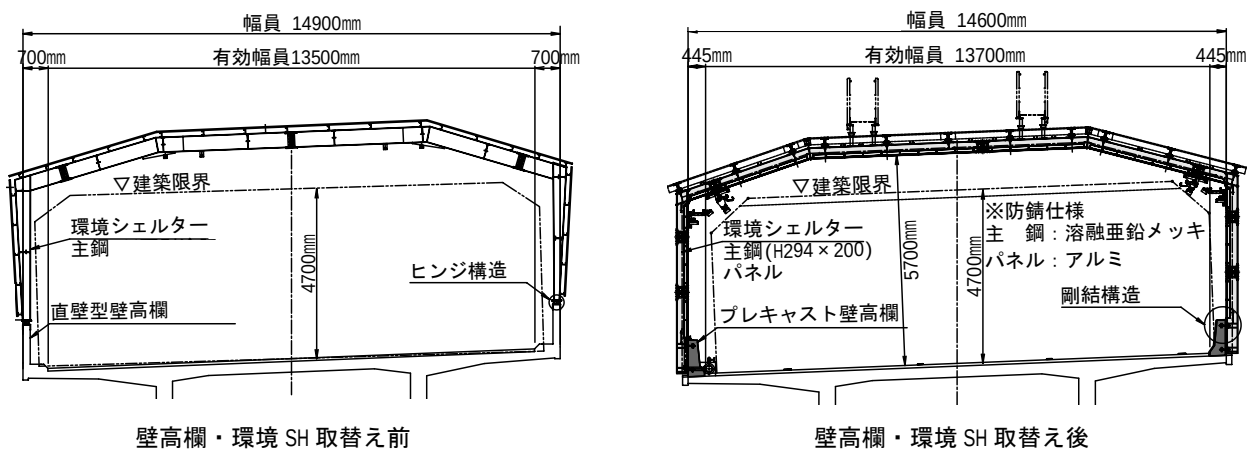


図-3 壁高欄・環境 SH 断面図



写真-2 既設壁高欄の劣化状況

写真-3 環境 SH・遮音壁

3. プレキャスト壁高欄の設計・施工上の課題

プレキャスト壁高欄（以下、PCa 壁高欄）の設計・施工上の課題を以下に示す。

【課題 1】PCa 壁高欄のアンカー仕様は、通常、車両の衝突荷重にて決定されるが、今回は環境 SH の荷重も付加されるため、それを考慮した新たな仕様を決定する必要があった。

【課題 2】本工事では、既設 PC 床版に PCa 壁高欄を取り付けるため、そのアンカー構造の検討と床版横締め PC 鋼棒と干渉しないアンカー位置を考慮した壁高欄の躯体設計が必要となった。また、壁高欄の製作・設置における施工性と経済性を向上させるため、躯体の形状寸法の統一化も求められた。

【課題 3】既設橋の橋面高さを計測したところ、各径間の中央部で設計値よりも垂れ下がっており、P4-P5 径間においては設計値との差異が最大 170mm あった（建設当時の資料より、本橋の張出し施工時に 13 か月間の工事の一時中止があり、中央連結までのコンクリートの平均材齢が 2 年以上となり、その間のクリープ変形が原因であると推測される）。このため、壁高欄の嵩上げが必要となるが、標準仕様の PCa 壁高欄では壁高欄下のモルタル厚が 200mm 程度と厚くなり、これにひび割れが生じることで PCa 壁高欄接合部の耐荷・耐久性の低下が懸念された。

4. プレキャスト壁高欄の設計・施工時の対策

PCa 壁高欄には、EMC 壁高欄を採用した。EMC 壁高欄は、床版との固定ならびにプレキャスト部材同士の連結に専用ボルトを使用して設置を行う。現場作業を最小限にすることでスピーディーな施工が可能になることに加え、劣化や損傷が万一発生した場合でも、容易に部材を交換できる特長を有する。

前項で述べた各課題に対して採用した対策を以下に示す。

【対策 1】環境 SH の荷重には自重と雪荷重を考慮し、これに衝突荷重を組み合わせた条件により PCa 壁高欄の設計を行った。設計においては、壁高欄および既設床版コンクリートの押抜きせん断と壁高欄アンカーボルトの引張・せん断耐力について照査した。その結果にもとづき、コンクリートの設計圧縮強度を標準仕様の $40\text{N}/\text{mm}^2$ から $50\text{N}/\text{mm}^2$ に変更し、かつ壁高欄のアンカー径を標準の M20 から最大で M27 にランクアップした。

【対策 2】壁高欄のアンカーは、既設床版を貫通させて設置し、床版の下面に定着する構造とした（図-5）。アンカーの耐久性確保のため、アンカーボルト・プレートとアンカー部カバー外面には、亜鉛とエポキシの複合めっきによる防錆処理を施し、カバー内は無収縮モルタルを充填した（写真-4）。また、アンカーの設置位置については、床版横締め PC 鋼棒との干渉を避けるため、鋼棒の位置を電磁波レーダー法にて詳細に探査し、その結果をもとに位置決定した。さらに、壁高欄の割付け方法を工夫することで、躯体の形状寸法の統一化を図った。これにより、全体の 8 割程度を標準型枠とすることができ、型枠の製作コスト削減と組み替え作業の省力化が可能になった。

【対策 3】橋面高さの実測結果より PCa 壁高欄の設置箇所ごとの嵩上げ高さを算出し、それをもとに壁高欄本体の高さおよびモルタル厚（ひび割れを抑制するため 80mm 以下に制限）を決定し、部材製作に反映した（図-6、写真-5）。嵩上げ量については、3 種類にグルーピング（40mm ずつ調整）し、壁高欄の形状タイプ数を可能な限り削減することで製作の更なる生産性向上を図った。

以上の対策により、PCa 壁高欄の設置作業の効率が向上し、延長 148m の施工を 20 日で完了（約 7m/日）でき、場所打ち壁高欄の施工（約 1m/日、養生期間含む）と比べて大幅な工程短縮を実現できた。

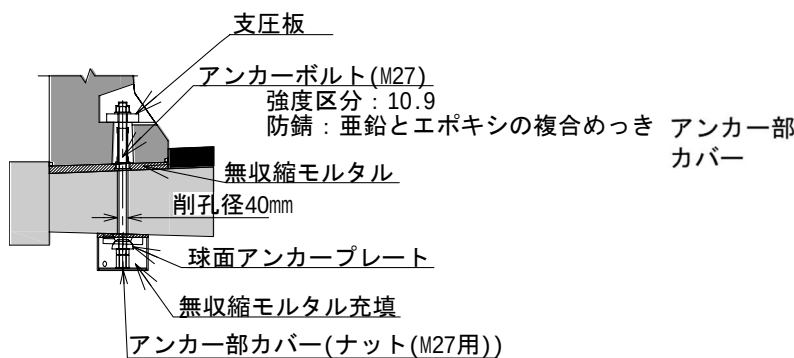


図-5 貫通アンカー概要図



写真-4 貫通アンカー取付状況

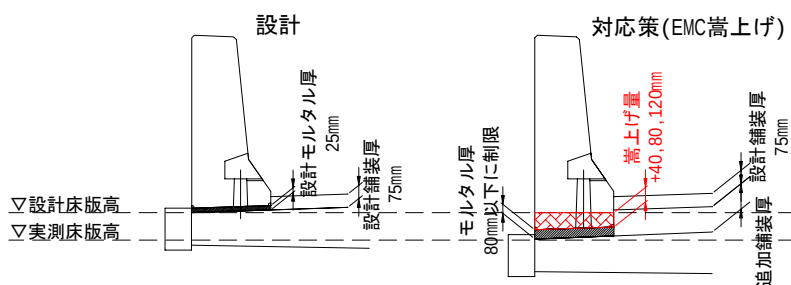


図-6 EMC 壁高欄設置断面図

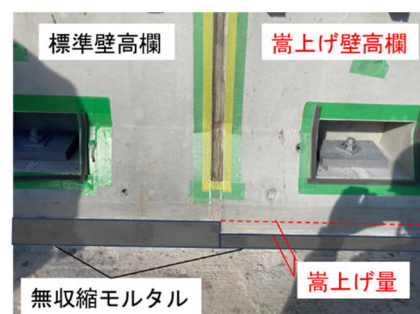


写真-5 嵩上げ壁高欄の据付け状況

5. 環境 SH の設計・施工上の課題

環境 SH の設計・施工上の課題を以下に示す。

【課題 1】現況の環境 SH の支柱は、壁高欄天端上のヒンジ支承を用いて設置されていた。そのため、環境 SH からの雨水流入にくわえ、冬期の凍結防止剤散布の影響によって壁高欄の劣化ならびに環境 SH の主構と支承部の腐食が進んでいた（写真-6）。とくに支承部の腐食進行は、ヒンジの機能不全の原因になるため、維持管理上の問題になっていた。このため、これら部材の耐久性向上を目的とした環境 SH の構造変更が必要となった。



写真-6 支承部の発錆状況

【課題 2】現況の環境 SH は写真-7 に示すとおりであり、外周面の点検は、ロープアクセスによる特殊作業員の目視となってしまう、安全面や作業効率において問題があった。また、吸音板は支柱の H 鋼フランジ内側への落し込み構造となっているため、吸音板を交換する場合には、交換する箇所より上部の吸音板を一旦抜き取る必要があり、保全面の課題もあった（写真-8）。このため、環境 SH の保全・維持管理性向上を目的とした構造変更が必要となった。



写真-7 環境 SH の現況（屋根部）

【課題 3】現況の環境 SH の支柱はヒンジ支承上に設置されているため、幅員方向に分割して主構を撤去することができない。また、環境 SH の上空に特別高圧電線があり、クレーンによる撤去・設置ができない箇所もあった。そのため当初は、多軸特殊台車による一括撤去・設置方法が計画されていたが、台車の組立・解体ヤードの確保や 1 夜間あたりの作業サイクルの確保などについて多くの課題があった。このため、所定の夜間通行止め期間内に確実に環境 SH を撤去・設置できる新たな施工方法を立案する必要がある。



写真-8 吸音板設置状況（現況）

【課題 4】環境 SH の設置は、中分側および路肩側の PCa 壁高欄と環境 SH 支柱を片側ずつ設置した後、中央部の主構を架設する順序で行う。このため、先行設置した部材に主構を結合させるには、先行部材の設置誤差を最小限に抑えけるとともに、その誤差を吸収できる設置方法を立案する必要がある。

6. 環境 SH の設計・施工時の対策

前項で述べた各課題に対して採用した対策を以下に示す。

【対策 1】環境 SH の支柱の取付構造を現況の壁高欄天端でのヒンジ結合から、壁高欄背面での剛結合に変更した（図-7）。これにより、腐食に起因するヒンジ構造の機能不全発生を無くするとともに、雨水や凍結防止剤の影響による壁高欄と環境 SH 主構の劣化を抑制し、長期耐久性を向上できる。また、吸音板にアルミ材を使用し腐食を防止するとともに、不燃性材とすることで万一の火災発生時の有毒ガス発生や延焼リスクの低減を図った。

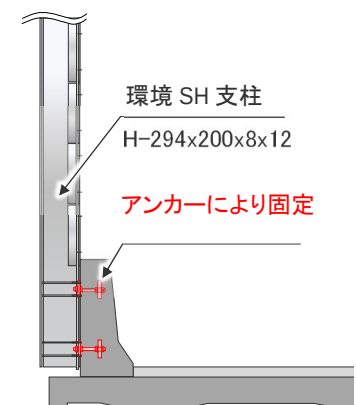


図-7 環境 SH 支柱の取付概要図

【対策 2】新たな点検通路として、壁高欄の背面側通路（外部点検通路）と屋根部点検通路を配置した（図-8）。これら点検通路を利用することで、環境 SH 外周に安全にアクセスでき、目視点検も容易に行えるため、維持管理性が大幅に向上する。また、吸音板の取付方法を支柱前面でのボルト固定に変更するとともに、支柱の外装板を省略することで点検箇所の削減を図った。

【対策3】撤去では多軸特殊台車採用時の諸問題を解決する代替工法として、ジャッキシステム搭載のトレーラー2台使用したダブルトレーラーリフトアップ工法(図-9)を採用した。これにより、台車の組立・解体ヤードが不要となり、かつ車両の入退場時間も短縮され、1夜間あたりの実働時間をより多く確保することが可能になった。さらに、夜間通行止め期間を短縮するため、既設支柱の内・外装板の先行撤去および新設支柱と一部主構の先行設置を行った(ともに、車線規制内で実施)。また、施工シミュレーション「GEN-VIR」を採用し、3次元CGを用いたバーチャル空間において撤去工を再現して作業手順を事前に確認し、作業の改善を種々行うことで実作業の効率化を図った(図-10)。以上の対策により、武庫川橋下り線の夜間通行止め期間を全体で17日で終わることができた(撤去工8日+設置工9日)。

【対策4】PCa壁高欄の据付けにおいては、環境SHの出来形精度を確保するため、傾き ± 0.5 度、高さ ± 5 mm以内で管理した。また環境SHの支柱設置では、中分側と路肩側の支柱の取り合いを専用治具により事前確認することで、両支柱間のズレ発生を防止した(写真-9)。設置誤差の吸収は、支柱の長孔(水平方向の位置調整用)と添接部の拡大孔(鉛直方向の位置調整用)により対応した。

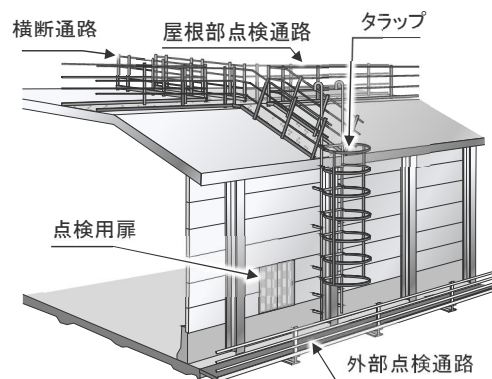


図-8 点検通路



図-10 3次元CGを用いた施工シミュレーション

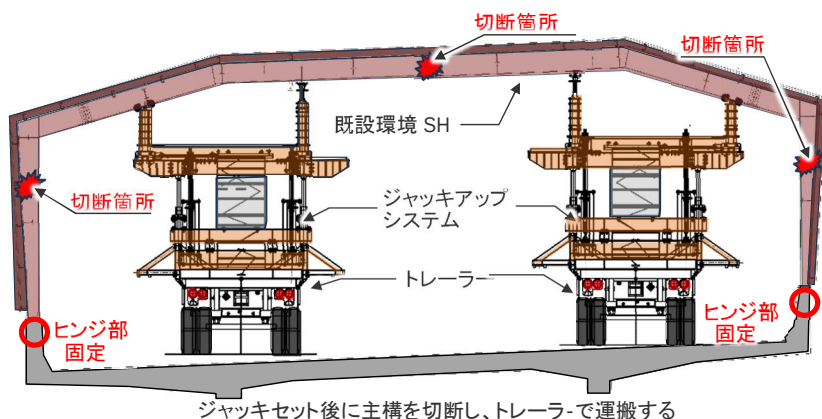
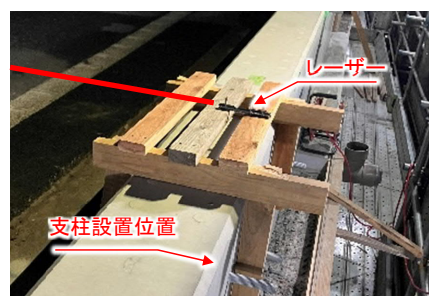


図-9 ダブルトレーラーリフトアップ工法(環境SH撤去時)



支柱設置位置に専用治具を取り付、レーザーにより対面側との取り合いを測定する

写真-9 専用治具

7. まとめ

既設PC橋における大規模修繕工事の中から、壁高欄と特殊な環境施設の取替え工を紹介した。今後、武庫川橋下り線の施工で行った種々の改善内容を、本橋以降の更新工事にも反映して更なる効率化を図っていく。本工事が今後の類似工事の参考になれば幸いである。