

# 播但連絡道 落ヶ池橋耐震補強工事

## ASEISMIC RETROFITS OF OCHIGAIKE BRIDGE

小川 久志<sup>1)</sup> 山崎 義美<sup>2)</sup>  
 Hisashi Ogawa Yoshimi Yamazaki

### 1. まえがき

本耐震補強工事は、兵庫県播但連絡道路の福崎 IC に近接する本線橋承を鋼製支承から免震ゴム支承に取替えるものである。支承を取替える橋梁は、単純合成2主箱桁1連と単純合成8主桁桁2連で、取替える支承の総数は40基である。

現場位置図を図-1に示す。



図-1 現場位置図

### 2. 工事概要

工事名：播但連絡道路 道路維持修繕工事  
 (落ヶ池橋耐震補強工事)

発注者：兵庫県道路公社

播但連絡道路管理事務所

工事場所：兵庫県神崎郡福崎町東田原地先

工期：自平成25年7月12日

至平成26年3月20日

橋長：110.0m

橋梁形式：単純合成箱桁1連、単純合成桁桁2連

支間長：44.5m+32.5m+32.5m

全幅員：27.5m

工事内容：支承取替え 箱桁 8基、桁桁 32基 計 40基

本工事は、平成17年に国策として策定された「緊急輸送道路の橋梁耐震補強3箇年プログラム」に基づき被災時の円滑な救急・救援活動や緊急物資の輸送、および復旧活動の支援等を目的として、これに重要な役割を果たす緊急輸送道路のうち、橋梁に対する耐震補強事業の一環として行われたものである。この中でも播但連絡道路は、特に優先的に確保すべきルート of 橋梁として位置づけられている。対象工事区間の平面図を図-2に示す。

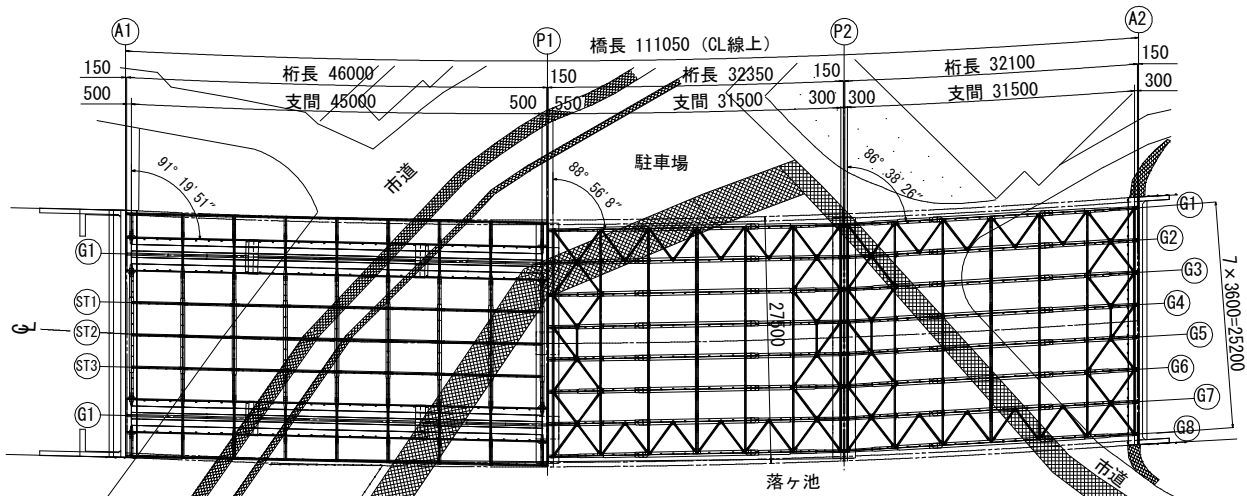


図-2 平面図

1) 技術本部 橋梁設計部 大阪設計課  
 2) 工事本部 橋梁工事部 工事1課

支承の取替えにあたっては、ジャッキアップを行うため、既設桁には補強材を、下部工には鋼製ブラケットを設置する必要があった。このうち、鋼製ブラケットの設置は、上部工と下部工を連結する既設落橋防止装置が障害となるため、一旦、落橋防止装置を撤去して鋼製ブラケットを取り付け、支承取替え完了後に落橋防止装置を復旧する必要があった。

本稿で記述する内容に触れておく。まず、現場の状況と設計開始前に行った現場踏査の結果、次に調査結果等より明らかとなった問題点と解決策、および現場施工の状況とその結果、最後に今後の展望等を記述する。

### 3. 現場状況

本現場の特徴として中間橋脚が貯水池の中に設置されていることが挙げられる。また、既設橋梁は1973年（昭和48年）に建造、1975年に供用を開始し、工事時点で供用後38年が経過している。（写真-1）

工事を進めるにあたって現場踏査を実施した。その結果を以下に列挙する。

- ①支承周りは、鈹桁部の支承の大半が下部工天端高さと同じもしくは低く設置されていた。合わせて、下沓部分に土砂、塵埃が堆積し、下沓、およびアンカーボルトに腐食が散見された。（写真-2）
- ②鋼桁本体は、箱桁端部の内、縦断勾配が高い側の下フランジに雨水が滞留し、著しい腐食が認められた。（写真-3）
- ③塗装は、剥がれが橋梁全般で散見された。しかし、防食下地は残っているため、さびの発生は一部に点さびが発生している程度であった。



写真-1 工事区間全景

④桁端部における土砂・雨水の流入は、排水構造であった伸縮装置の樋部分に土砂が堆積し、機能が著しく低下していることが原因と思われた。

⑤先述した箱桁端部の著しい腐食箇所は、構造上、橋梁側方からの雨水の吹き込みが原因と思われた。

### 4. 問題点

現場踏査、および設計照査等で判明した問題点を以下に列挙する。

- ①取替える免震ゴム支承の高さは既設の鋼製線支承より高く現状のままでの設置は困難であった。
- ②ジャッキアップ用鋼製ブラケットの設置においては、アンカーが設置誤差をともなう後施工アンカーであるため、設置後に位置を実測して鋼製ブラケットのアンカー孔位置に反映させる必要がある。しかし、既設落橋防止装置を撤去してからの作業であることから工程上のクリティカルパスとなるため、少しでも時間短縮を行う必要があった。



写真-2 鈹桁部支承の状況



写真-3 箱桁端部の腐食状況

- ③ジャッキアップ用鋼製ブラケットの設置位置は、既設落橋防止装置と重なっているため、鋼製ブラケットのアンカーは、落橋防止装置のアンカー群の中に施工する必要がある。その後、落橋防止装置を復旧する際には、新たに追加した鋼製ブラケット用のアンカーが邪魔となるため、アンカーボルトをコンクリート面で切断し、コンクリート内に存置することとなる。しかしながら、将来的な支承交換時等に埋設したアンカーボルトが邪魔でジャッキアップが困難になることが考えられた。
- ④腐食の著しい桁桁端部の修復を行うとともに滞水を防止するための対処を講じる必要があった。

5. 問題の解決策

①本橋は橋脚が貯水池の中にあるため、貯水状態でも地震後の早期供用確保が図れるよう、橋脚の損傷を回避する目的で本工事の耐震設計では免震支承が採用されていた。よって、免震支承の使用が必須であったが、性能を満足し、高さを低く抑えられる支承は存在しなかった。そこで、図-3に示すとおり、桁下高が不足する桁端部では、桁端支承部を切り欠いて桁下高を確保し、切り欠き部には補強材を設置して免震ゴム支承への取替え施工を行った。

②前述した追加鋼製ブラケットの実測反映施工手順は、鉄筋探査→削孔→アンカー定着(硬化)→アンカー位置実測→鋼製ブラケット実測反映→製作となり現場搬入までに多くの時間が必要となる。そこで、弊社が特許を保有しNETISの登録技術でもある「規格化された落橋防止装置(らくらくブラケット)登録№CB-100048-A」の付帯技術であり、アンカーの設置誤差を吸収出来る金具「コマプレート」(図-4)を用いることとした。この金具を用い鋼製ブラケットの削孔を大きく行うことで、アンカー定着時に発生する程度の誤差吸収が可能となる。これによりアンカー定着前の孔位置実測にて鋼製ブラケットの製作が可能となり、現場工程に余裕を確保することが出来た。

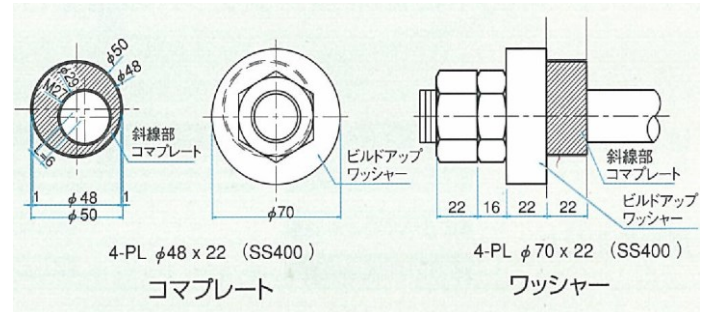


図-4 コマプレート

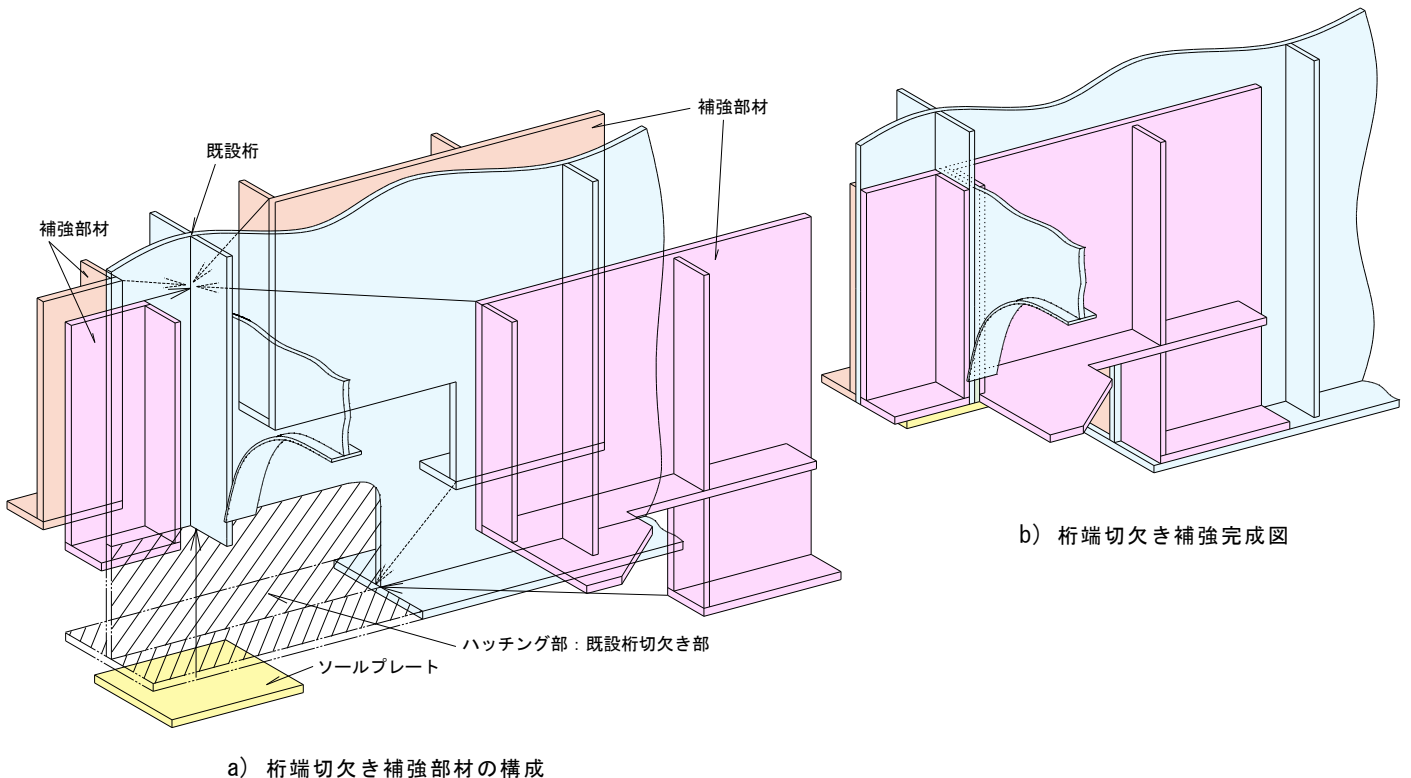


図-3 桁端切り欠き補強図

③弊社保有のNETIS登録技術である「橋梁下部工の耐震補強工法(スペースボックス)登録№ CB-100051-A」の付帯技術である、抜き取り可能な後施工アンカー「Rアンカー」(図-5)を用いることとした。しかし本工事で使用する太径アンカー(M42, M48)での使用実績が無かったため技術的検証を行うこととした。検証はせん断耐力、引き抜き耐力の他に抜き取り時間を計測した。結果として、各耐力は基準値を満足し、抜き取り時間は想定以上を要したものの、不要なものを既設構造物内に存置しないことの有益性は大きいと考え実施工に採用することとした。

④腐食による減肉が著しい腐食箇所への対処方法は、まず、母材は、部位によって2/3程度に減肉していたが支点より桁端側の下フランジであり、応力的に問題となる部材でないの当て板等の補強は行わず、さびを除去して塗装にて防錆を行うこととした。次に、原形を留めないほど腐食している添接板と高力ボルト(写真-4)は交換することとした。

滞水への対処は、下フランジ上に断面修復材でかさ上げして水勾配を設け桁端へ排水することとした。断面修復材は、樹脂系材料の使用を想定したが、将来的には材料劣化にともなう接着切れ・剥離が生じ、雨水の浸入により鋼板が腐食することが考えられた。そこで、弊社と「アロンアルファ」で有名な東亜合成㈱とで共同開発した技術である「アロンブルコート」(図-6)の応用を検討した。本材料は、本来、コンクリートの劣化抑制や剥落防止のためにコンクリート表面に塗布して被覆するもので、特長としては、接着性、

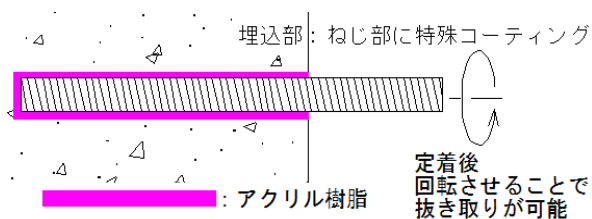


図-5 Rアンカー



写真-4 箱桁端部の添接部の腐食状況

コンクリートのひび割れなどへの追従性、高い防水性能などが挙げられる。コンクリート以外への接着性を調査した結果、塗装された鋼板への接着性にも優れることが確認出来たため、鋼板の上に樹脂系の断面修復材でかさ上げを施工し、断面修復材とその周囲の表面に「アロンブルコート」を施工して表面被覆を行い水の浸入を防ぐこととした。これにより、経年でかさ上げ材に剥離や割れが生じても表面被覆により水の浸入は防止出来ると考えた。

## 6. 現場施工

問題解決策に関する施工について重点的に記述する。

### ①桁端切り欠き補強、および支承受替え

桁端切り欠き補強の施工は狭い作業空間での施工となることや支点付近の部材が比較的多い箇所を補強することから製作性や誤差吸収が必要であると判断した。そこで、現場、架設計画、設計、施工協力業者の担当者間で入念な検討を行った。具体的には、作業を手順ごとに分類し、その作業ごとに最適な補強部材への要求事項を抽出した。抽出した内容の一部を列挙する。

- ・補強部材の接合方法について現場溶接は作業空間、および溶接姿勢の問題等から困難である。よって、全て高力ボルトによる接合とした。
- ・ソールプレートは、分割すると平面精度の確保が難しいため1枚の鋼板とした。
- ・補強部材のボルト孔は、全て工場で削孔すると現場で削孔した孔と合わせるのに時間を必要とするため、

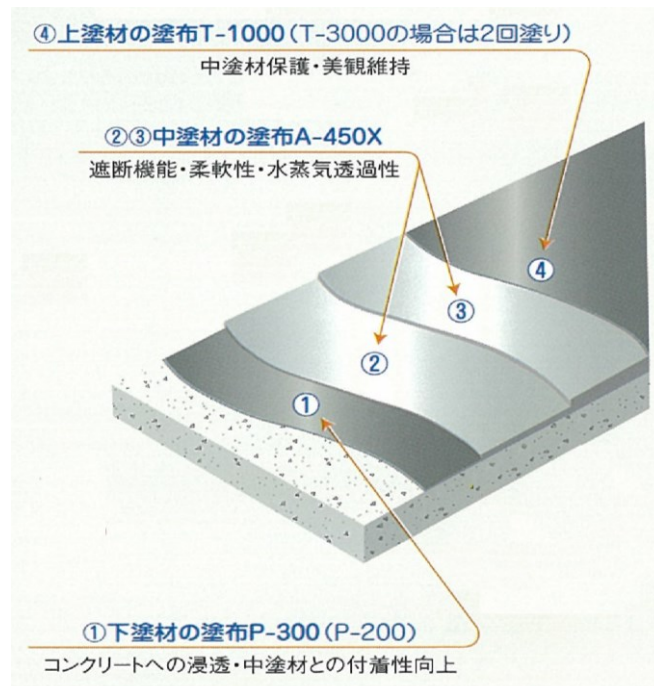


図-6 アロンブルコート

一部の孔は、現場で削孔とした。これは作業が円滑に進むことに加え、精度も確保出来ると判断したためである。

上記などの要求事項に合致した構造を立案した。

現場作業は、事前の検討で作業の詳細までのシミュレーションを行い、現場に即した補強構造としたことで、安全、かつ工程どおりに精度良く作業を完了させることが出来た。完成後の桁端部を写真-5に示す。



写真-5 桁端部の作業完了状況

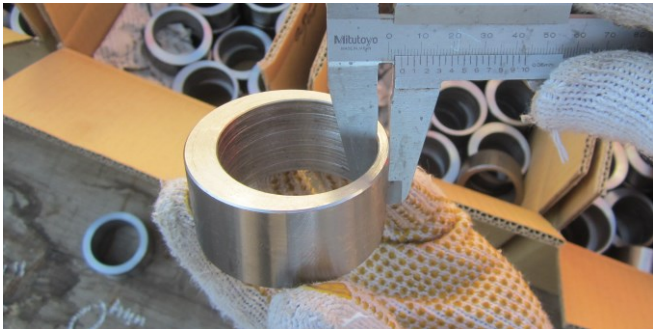


写真-6 コマプレート



写真-7 コマプレート挿入状況

### ②ジャッキアップ用鋼製ブラケットの施工

後施工アンカーの現場実測反映を削孔位置に対し行ったが、「コマプレート」を用いることで円滑に鋼製ブラケットの設置を完了させることが出来た(写真-6, 7)。また、鋼製ブラケットの現場搬入を1橋脚ごとに1週間程度早めることが出来たため、工程に余裕を確保するとともに重複作業が無くなり、1日あたりの最大現場従事人数を削減し、作業の安全性を向上させることが出来た。

### ③抜き取り可能な後施工アンカーの施工

事前の太径アンカーボルトの実験で抜き取り作業に時間を要することが分かっていた。抜き取り作業は、通常のボルトを抜くようにボルトを回転させて行う。当初、検証実験と同様に人力で抜き取りを行うことを考えていたが、高トルクの電動工具を用いて行うこととした。その結果、抜き取り時間が半分程度に短縮され、切断で行う場合と同程度の作業工数で作業を完了させることが出来た。Rアンカー本体、施工状況、および抜き取ったアンカーボルトを写真-8~13に示す。



写真-8 Rアンカー本体



写真-9 樹脂注入状況



写真-10 Rアンカー挿入状況



写真-11 Rアンカー定着完了状況

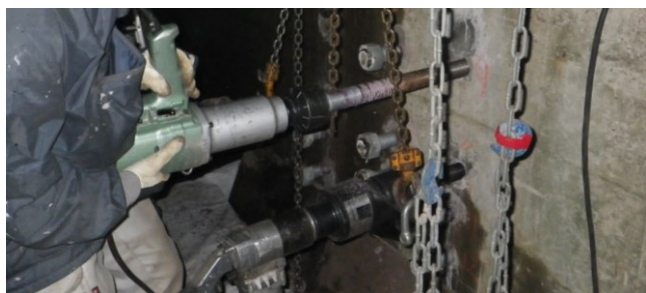


写真-12 抜き取り状況



写真-13 抜き取り後のRアンカー

また、本工事では行わなかったが、抜き取ったアンカーボルトを再度「R アンカー」として利用出来れば、現場内での転用が可能となり工費が縮減出来る。抜き取れるという利点を生かした新たな可能性が期待でき今後の検討課題である。

#### ④著しい腐食箇所の修復

今回、コンクリートの表面保護工を鋼板の腐食補修に応用したが、その効果は今後の観察で明らかにしたい。施工完了状況を写真-14に示す。



写真-14 箱桁端部の修復完了状況

## 7. おわりに

既設橋梁の耐震設計において、支承の免震化が最適の選択肢となる場合でも支承の寸法的要因から断念していることがあることが想像される。これに対して本工事では既設橋梁の桁端部を切り欠くという方策を実施した。切り欠き部の詳細構造は、設計手法も含めて過去の英知により確立している。他方、下部工天端の高さを上鉄筋以下に低くすることは、下部工改造中において一時的に下部工が構造として成立しない状況を生み出すため、供用下においての選択は十分な検討が必要となる。本工事では施工した方策が、今後の既設橋の耐震補強設計の選択肢の幅を広げるものと期待している。また、既設橋の補強工事において、設計段階で事前に作業従事者の考えまで掘り下げる重要性を再認識した。今回、弊社の保有技術を最大限に活用して効果を上げた。今後も実践的で実用的な技術の確立・応用を進めていく。

最後に、本工事の施工に当たりご指導いただいた兵庫県道路公社播但連絡道路管理事務所の皆様、ならびに本工事に従事した協力業者の方々に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 吉岡夏樹, 三輪浩二, 中本啓介, 藤間誠司: アクリル樹脂を用いた接着系あと施工アンカーボルトの性能確認試験, 土木学会第 68 回年次学術講演会, CS3-022, pp.43-44, 2013.9
- 2) 三輪浩二, 藤間誠司: 抜き取り可能なアンカーボルトの施工について, 平成 26 年度近畿地方整備局研究発表会論文集, 新技術・新工法部門: No.16, 2014.9
- 3) 高瀬和男, 三輪浩二, 松井 勲, 谷川 伸: アクリルゴムを用いたコンクリート表面保護工法の開発, 駒井ハルテック技報 Vol.1, pp42-45, 2011
- 4) 鮫島能章, 林 裕也, 高瀬和男, 三輪浩二: アクリルゴムを用いたコンクリート表面保護工法(アロンブルコート Z-X, Z-Y工法)の紹介(2), 駒井ハルテック技報 Vol.2, pp32-33, 2012

## 弊社商品紹介

(株)駒井ハルテック ホームページ

<http://www.komaihaltec.co.jp/>