

供用下における既設橋梁拡幅設計・施工

(助松 JCT (関空方面) 料金所設置)

阪神高速道路(株)建設・更新事業本部大阪建設部大阪改築事務所 宮崎 一樹
 阪神高速道路(株)建設・更新事業本部大阪建設部大阪改築事務所 辻野 博史

要 旨

平成 24 年の距離料金制度の導入により基本的には本線集約料金所が役目を終えたことから、平成 26 年度に本線集約料金所撤去が事業化され現在鋭意事業を進めているところである。一方、本線集約料金所にて料金収受が可能な入路については料金所が設置されておらず、本線集約料金所での代替収受を行っている。その為、料金収受機能がない入路については本線集約料金所撤去前に料金所設置が必要であり、事業の対象となっている 10 ヶ所の料金所新設のうち、大阪建設部では助松 JCT (関空方面)、助松 JCT (大阪方面) 及び助松入口の合併徴収、泉大津 (関空方面) 入口の 3 箇所の料金所設置工事を担当することとなった。これらの料金所設置箇所は、すべてが非常に狭隘な施工ヤードであり、特に助松 JCT (関空方面) 料金所は、重交通幹線道路である大阪府道 29 号大阪臨海線 (以下臨海線) を夜間占用しながらの工事であり、更に阪神高速道路を供用させながら施工しなければならない高難易度の工事となっている。

本稿では、現場条件・維持管理等を考えた設計上の工夫として、増し杭の配置やフーチング拡幅施工による一般道への影響を抑える形状の選定や、床版拡幅には下部工の補強量を減らすべくサブブース側は鉸桁鋼床版拡幅、メインブース側はブラケット鋼床版拡幅、維持管理を考えた鋼床版上添接版には皿形高力ボルトを採用している助松 (関空方面) 料金所の設計・施工概要について報告する。

キーワード: 料金所整備, 増し杭・増しフーチング, 橋脚補強, 上部工拡幅, 皿型高力ボルト, 床版連結

はじめに

阪神高速道路では、かつて阪神西線・東線・南線の 3 つの料金圏にて「均一料金制」を採用していたが、ETC が普及したことにより利用車がどの入口からどの出口までを利用したかの情報を得る事が可能になったことから、料金圏という考え方を無くし利用距離毎に料金収受を行う「距離別料金制」へ平成 24 年に移行した。

現在、阪神高速道路には均一料金制時代に料金



図-1 本線料金所機能移設事業対象箇所

収受を行うために必要であった本線集約料金所が設置されており、一部の現金利用車からはこの場所にて料金収受を行っている。しかし、現在利用車の90%以上はETCを使用していること、本線集約料金所を通過する際には減速する必要があり渋滞や事故の一因となっていることから、本線集約料金所の撤去が平成27年3月に事業化されたところである。

しかしながら、現在でも利用車の10%弱は現金利用車であるため、本線集約料金所を撤去するためには、集約料金所にて料金収受を行っている入路に対し料金所を新設する必要がある。本事業にて撤去対象となる集約料金所は6ヶ所あり、料金所新設が必要な入路は計10ヶ所あるが(図-1)、本稿ではその中でも既設橋梁に対して桁や橋脚梁および基礎等の拡幅・補強を実施し、料金所を設置する助松JCT(関空方面)料金所の設計・施工概要について報告する。

1. 設計概要

1-1 現場状況および料金所新設箇所検討

助松JCT(関空方面)は、堺泉北有料道路西行き方面から阪神高速4号湾岸線下りに接続し、日

当たり平均交通量は約5000台(平成27年)となっており、2レーンでの料金所整備が必要となる。また、助松JCT(関空方面)から阪神高速を利用する際、現金車からは泉大津集約料金所にて料金収受することが可能であったため、湾岸線建設当時(平成2年)に助松JCT(関空方面)には料金所を設置しなかった。しかしながら、建設当時の設計では、将来的に料金所を設置することも可能なように縦断勾配2%の区間を設けており、上部工拡幅はなされていないものの、建設当時の設計基準に基づいて拡幅後上部工重量に対する基礎工の設計及び施工がなされていた。その為、今回の設計では湾岸線建設当時に計画されていた構造をベースとして検討を進めることとした。

一方、設計を進める上での現場施工条件として路下条件を考慮する必要があった。当該施工箇所の橋脚は臨海線の中央分離帯に位置しており、増杭、増フーチング等の橋脚補強を実施する場合は、臨海線を車線規制して工事を実施する必要があるが、臨海線の日当たり交通量は約7万台と非常に多く、常時規制が協議上不可能であることから交通への影響を可能な限り少なくする設計が必要であった。このことから、臨海線の車道部にできる限り影響が少ないよう、中央分離帯を最大限活用

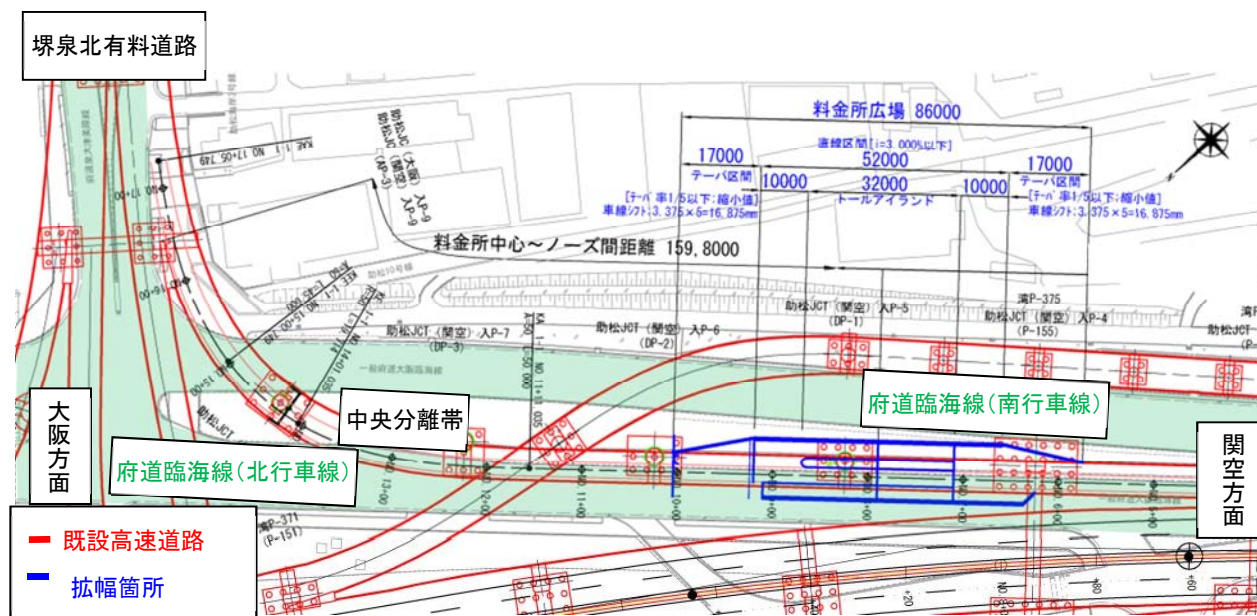


図-2 助松JCT(関空方面)料金所拡幅概要平面図

することを念頭に設計を実施した。

料金所設置および拡幅構造の最終案を図-2に示す。現況は将来拡幅を考慮した、橋脚梁が片側へ張り出した逆Lの構造となっている。建設当時の拡幅案は、同等の構造を反対側へ増設した左右対称のT型の橋脚とし、桁も同様に拡幅するものとしていた。しかしその場合、料金所メインブース側およびサブブース側、どちらのレーンへ進入する際にも、堺泉北道路から繋がる急カーブを過ぎた直後に再びハンドルを切りなおす必要があること、および当初の設置位置ではその急カーブより料金所までの距離が非常に近く、視距の確保も難しいことから走行安全性に不安が残った。そのため、拡幅構造と料金所位置を再度検討し、最終形としては料金所設置位置および桁の拡幅範囲を20m程度南側へシフトさせた。さらに、桁を片側ではなく両側拡幅する形へ、メインブース側のETC専用レーンへはカーブから直進により進入可能な形へと変更し、走行安全性の向上を行った。

先述のとおり、本施工箇所については建設時代に将来料金所の設置を考慮した設計がなされていた。図-3に拡幅形状の検討経緯を示しているが、建設当初案では既設と同等の構造を現状の逆L字状の橋脚がT字の形式となるよう片側拡幅して偏心を解消する構造としていたが、料金所位置の変更および桁の両側拡幅を行うものへと拡幅形状を変更したことにより、最終形では偏心が残る構造となる。そのため、動的解析等下部構造へ生じる偏心荷重による影響を考慮した設計を行った。

1-2 上部構造設計概要

本工事の施工対象箇所は、新設工事ではなく既設構造へ対する増設を行うものであることから、下部構造へ追加となる耐震補強等を必要最小限のものとするは工事期間の短縮や周辺への影響の観点から必須となる。

(1) 上部工拡幅構造

本料金所設置区間の既設床版はRC床版である。本来であれば、床版形式を統一することが望ましい。しかし今回の拡幅では、下部工補強を最小限に抑えること、西側拡幅部の上載荷重が料金所アイランドの死荷重のみで活荷重が作用しないこと、RC床版による拡幅を行った場合、後述の下部補強工と比較して、増杭の本数が多く必要となり施工量が多くなることから、拡幅部については鋼床版形式を採用することとした(図-4)。既設RC床版と拡幅部鋼床版との連結は、西船場JCT等での事例を参考に、連結部を縦桁により補強を行った後、既設RC床版の主筋を研り出し、その後接

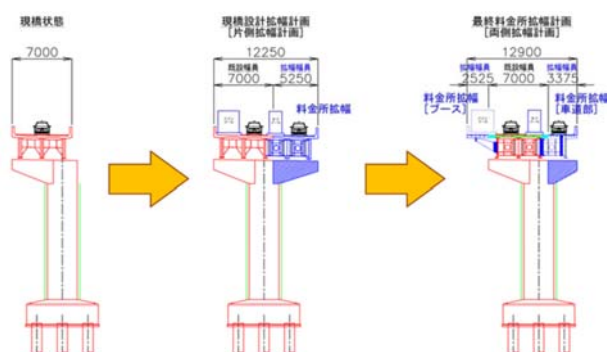


図-3 拡幅形式検討経緯

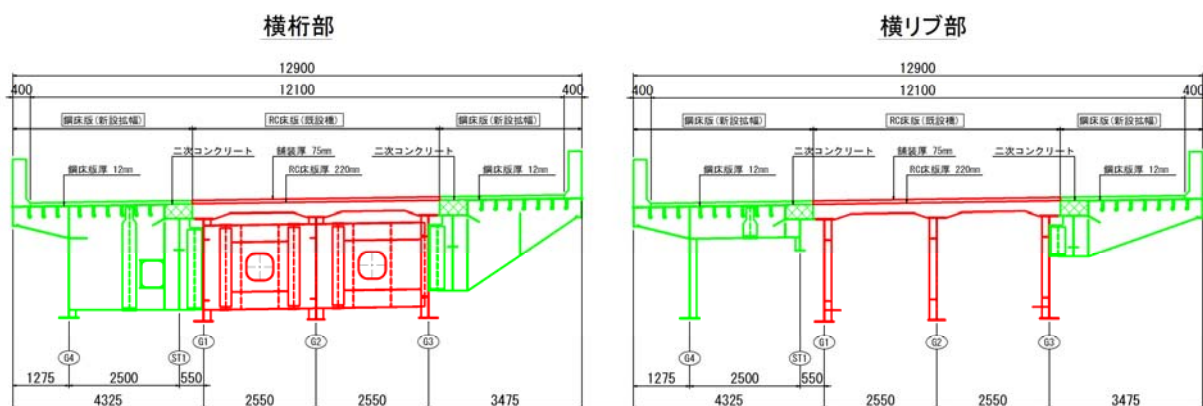


図-4 上部工拡幅構造概要

合部鉄筋をエンクローズ溶接にて接合させ、孔あき鋼板ジベル（PBL）およびスタッドジベルにて補強した接合部に二次コンクリートを打設し一体化を図る設計を採用した（図-5、図-6）。

また、既設桁と新設桁は添接版にて接合を行うが、鋼床版上面に用いる高力ボルトについては、今後の維持管理を考慮し皿型高力ボルトを採用した。（図-7）。皿型高力ボルトは、採用実績がまだ少なく平成30年10月に「皿型高力ボルト摩擦接合継手の設計・施工の手引き（阪神高速道路（株）」が制定されたばかりであり、通常の高力ボルトよりも施工精度が求められる皿型高力ボルトを供用道路の道路交通振動下で施工しなければならないことから、工場製作及び現場施工において細心の注意を払う必要がある。一方、主桁形式については、メインブース側は料金所アイランドの死荷重のみ作用することから梁拡幅の必要がないブラケット方式による拡幅を採用し、サブブース側は鋸桁形式による拡幅を行うものとした。

1-3 下部構造設計概要

本工事対象の橋脚は建設当時（平成2年度）の設計基準¹⁾に基づいて拡幅後上部工重量に対する基

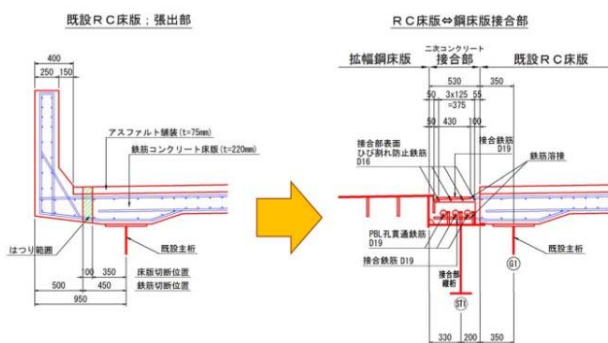


図 - 5 床板接合部概要

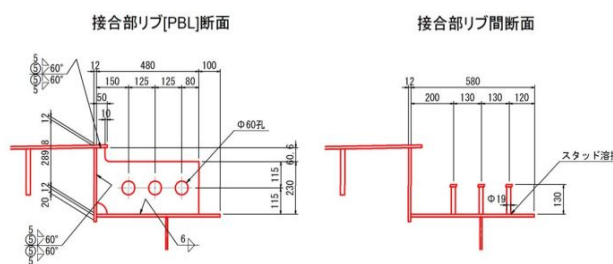


図 - 6 拡幅桁接合部ズレ止め概要

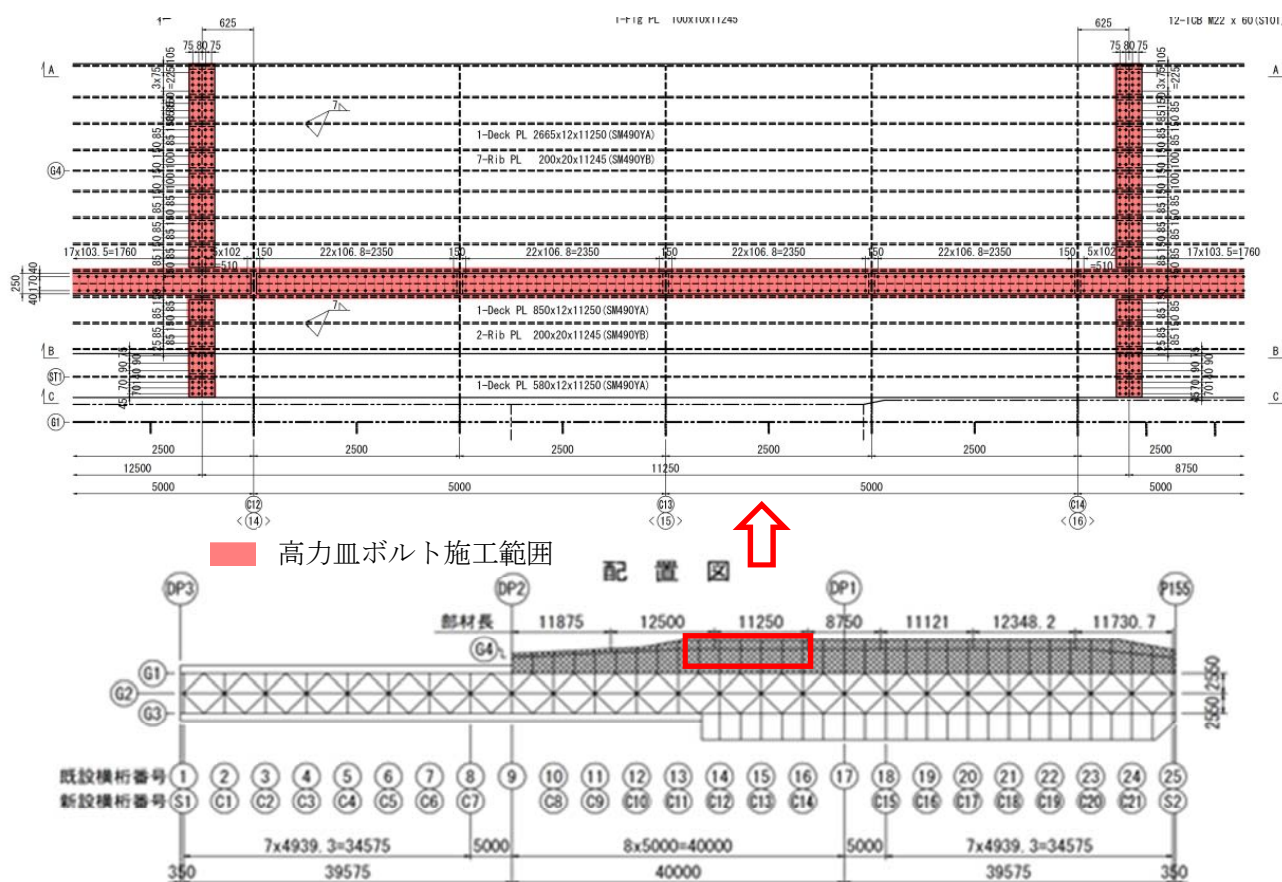


図 - 7 高力皿型高力ボルト採用箇所（代表例）

礎工の設計及び施工がなされている。また、兵庫県南部地震後には鋼板巻立て工法による橋脚補強が実施されているが、本補強は現況構造に対する耐震補強として実施されており、料金所を設置した際の重量増を考慮し拡幅後の重量に対応した耐震補強とはなっていない。その為、杭、フーチングを含めた下部構造の補強が必要となった。図-8に下部工（DP-1 橋脚）の補強概要を示す。

(1) 基礎工

施工対象橋脚は、府道 29 号大阪臨海線に挟まれた中央分離帯内に位置しているが、基礎は一部臨海線車道部直下に位置している。現場の制約条件として臨海線を常時規制しての施工が不可能であることから、杭施工位置及びフーチングの形状をできる限り中央分離帯内に収める形状を採用した。しかしながら、最も南側に位置する DP-1 橋脚については構造計算の結果 6 本の増杭が必要と

なり、中央分離帯での配置が不可能であったため、西側の 2 本については臨海線車道部に配置した（図-9）。また、杭長については、詳細な地質調査結果から想定される支持層が既設杭先端より深い位置で確認されたため、既設杭長 27.5m（杭径 1.2m）に対し新設杭長 31.5m（杭径 1.2m）とし、既設上部構造および既設橋脚自重は既設杭にて受け持ち、新設杭には上部拡幅および橋脚補強に伴う増重量および地震時の慣性力を受け持つものとして設計した。また、既設フーチングと新設杭を一体化するため最小縁端距離 0.55m 増厚 0.75m にて増フーチングを実施するものとした。

(2) 橋脚補強工

前述のとおり、既設橋脚は兵庫県南部地震後の耐震補強工事により鋼板巻立て工法による耐震補強を行っているが、拡幅後の対応とはなっていない。その為、更なる耐震補強が必要となったが今

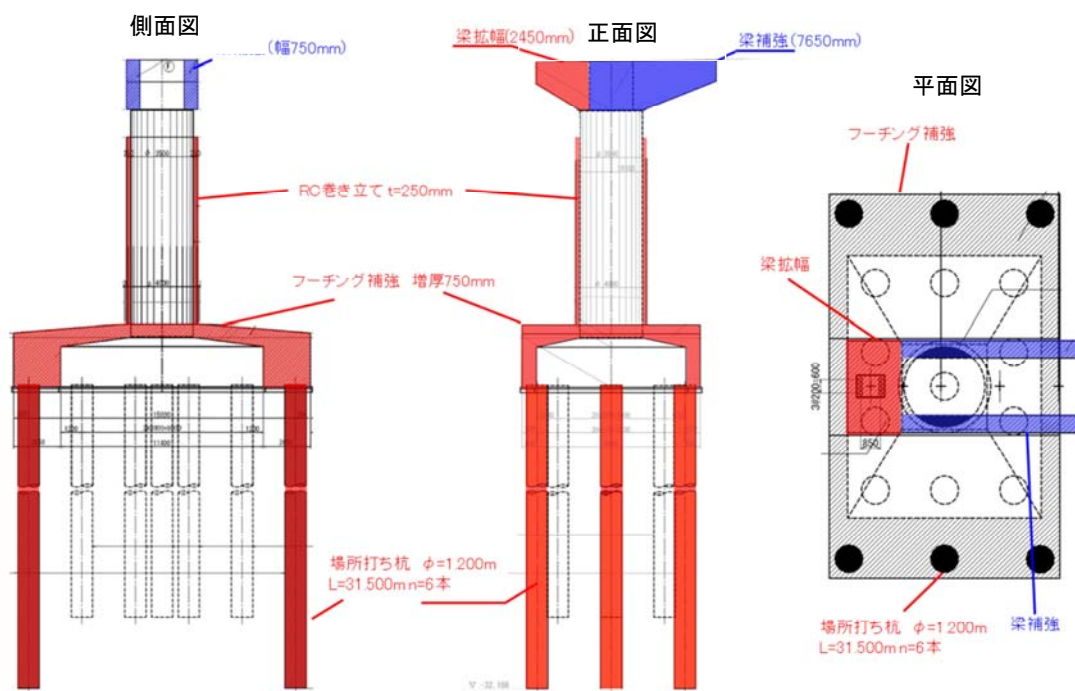


図-8 下部構造補強概要図（DP-1 橋脚）

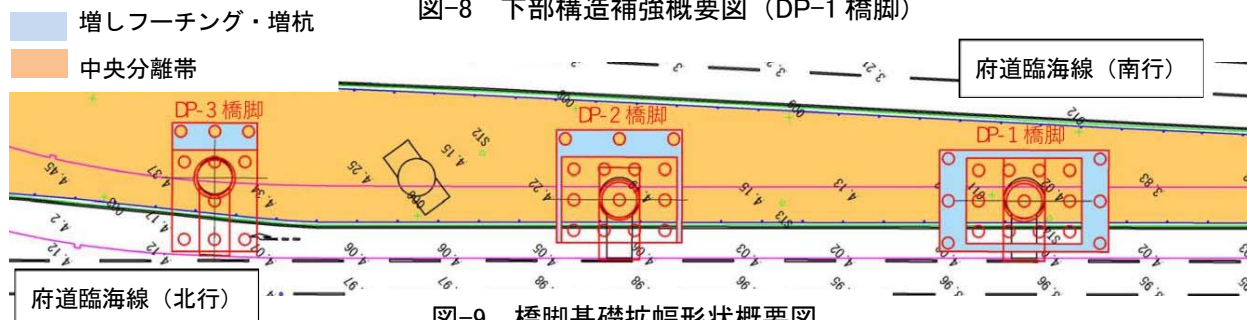


図-9 橋脚基礎拡幅形状概要図

回は RC 巻立て補強を鋼板巻き立て補強の上面から施工することとした。しかしながら、当該構造の適用事例がなかったため既往の室内実験結果²⁾を参考に補強鋼板と RC 巻立て補強コンクリートを滑らせる設計を行った。その為、既存の補強鋼板部塗装を存置したまま RC 巻立て補強を実施するものとした。

(3) 梁拡幅工

橋脚梁については東側鋼桁拡幅部の DP-1, DP-2 橋脚が対象となる。構造は現況の逆 L 型から東側のみ拡幅した T 型に変更となるが、拡幅部の主筋を既設梁部と一体化する必要があるため、梁全体を橋軸方向に $80 \times 2 = 160\text{cm}$ 、橋軸直角方向に 245cm 拡幅する (図-10, 図-11)。また橋軸方向については既設梁部に鉄筋 (D16) をあと施工アンカーにて差し込み (図-12)、橋軸直角方向については主筋 D35 を既設部分の主筋とエンクローズ溶接を実施し一体化する構造 (図-13) とした。

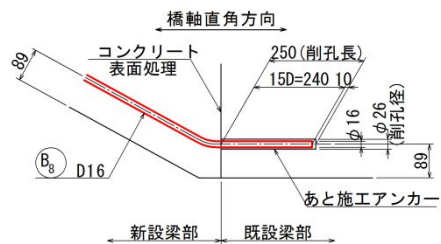


図-12 下面鉄筋定着詳細図

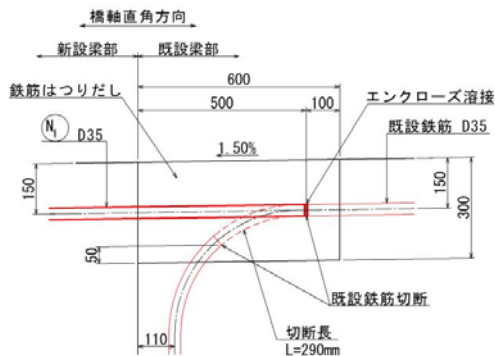


図-13 a 部詳細図 (図-12 内)

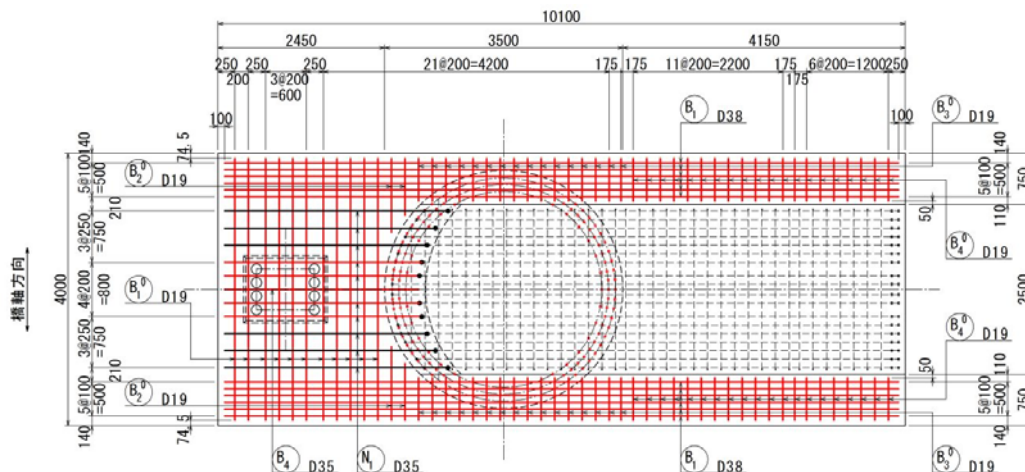


図-10 下部構造補強概要図 (DP-1 橋脚)

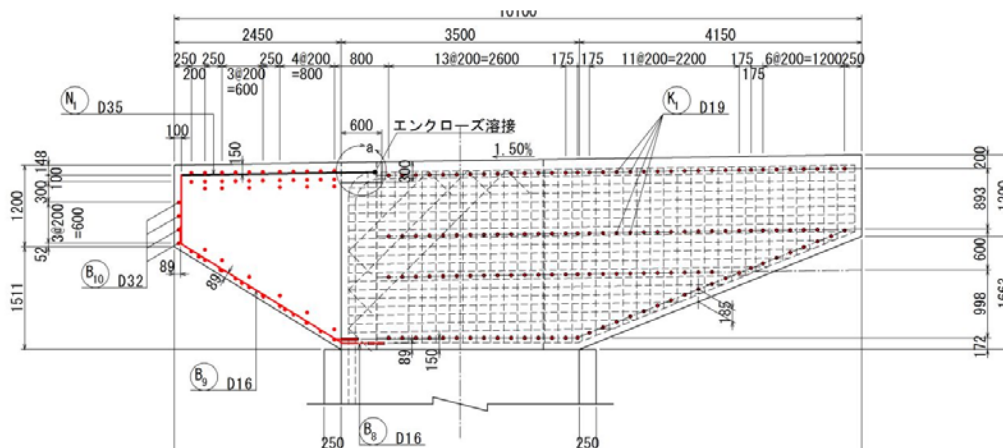


図-11 下部構造補強概要図 (DP-1 橋脚)

2. 施工概要

2-1 下部工

当該現場は、主に臨海線の中央分離帯部に位置しており、増杭、増フーチング等の橋脚補強を実施する場合は、大阪臨海線を車線規制して工事を実施する必要がある。常時規制が協議上不可能であることから車線部の施工では覆工板での夜間作業を実施している。また昼間作業時においても中央分離帯内の非常に狭隘なスペースであるため、接触防止センサー付のクレーンの採用等事故防止に努めながら施工を進めている。

また、先述のとおり橋脚補強工については塗装を残した既設鋼板の上に RC 巻き立てを行うといった特殊な補強方法を採用した。そのため、部材厚が薄いことに伴う乾燥収縮や、供用下での打設による振動に起因するひび割れが生じることが懸念された。これらの事から、橋脚巻き立て Co の打設においてはひび割れ防止を目的に有機繊維補強による巻き立て補強を採用した（写真-1、写真-2）。

2-2 上部工

上部工事については現在下部工事へ影響がない工種に関しては施工を進めており、下部工事が完了次第本格的な施工に移ってゆく。

最も南側の橋脚となる P-155 橋脚については、支承の新設が必要となるためブラケットによる拡幅を実施。P-155 橋脚は鋼製のラーメン橋脚であるため、拡幅ブラケットは鋼製とし、高力ボルトにて結合させるものとした。

また、鋼桁上面部分の既設桁との接合部分の添接板に用いられる皿型高力ボルトに関しては、普通高力ボルトでは孔ズレの誤差は 4.5mm であるのに対し皿型高力ボルトは半分の 2.25mm しか許容しないことや、皿角度の許容値についても $0 \sim +3^\circ$ 、孔は $0 \sim +2^\circ$ と施工および製作時の管理値が非常に厳しいものとなっている（図-14）。加えて、今回は既設への増設工事であることや本線供用下での施工となることから、高力皿ボルトの管

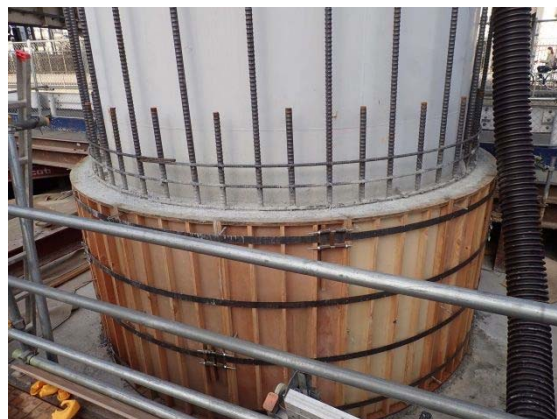


写真-1 巻き立て補強打設時状況



写真-2 有機繊維補強 Co 近景

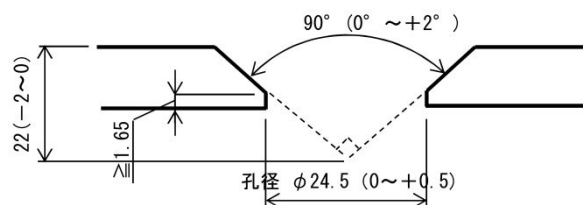


図-14 皿型高力ボルト孔加工精度

理値を満足するためにはクリアしなければならない課題が多い。現在、実施工時に孔精度を確保するため、新設桁については添接部の片側を仮組立時に仮添接版から当てもみにより削孔し、既設桁についても同様に現場にて仮添接版を用いて当てもみにより削孔をした後、孔位置確認後本設添接版を作成し取り換えるといった手法を検討しているところであるが、皿型高力ボルトについては既設構造物に対し供用下での施工事例が乏しく、施工条件や課題点については今後十分に検討する必要がある。

3. まとめおよび今後の課題

- 上部構造の重量増を最小限のものとするために鋼床板構造および上載荷重の小さい西側拡幅においてはブラケット構造による拡幅を採用。
- 下部構造については工事実施時に近接する臨海線への影響を抑えるために増し杭およびフーチングが中央分離帯内へ最大限収まるよう設計。
- 橋脚柱補強においては既設鋼板巻き立ての塗装を残した上から、ひび割れ対策として有機繊維補強 Co による巻き立てを採用。
- 今後の維持管理性を考慮し既設桁と拡幅桁の路面側となる添接部においては皿型高力ボルトを採用。
- 皿型高力ボルトについて、削孔精度を確保するために仮添接板を用いた施工を検討している。しかし本施工は新設構造ではなく既設構造への増設であること、また供用下での施工となることから施工品質や各基準を満足するためには実

施工においてクリアしなければならない点が多く、施工時にも入念な検査および記録を行う必要がある。

本工事箇所は交通量の多い一般道に挟まれ、夜間規制を行いながら狭隘な施工ヤードにて工事を進めている。今般既設構造物の劣化が進行していることが懸念されており、今後このような狭隘な箇所での補修・補強工事が増えてくることが思慮されるが、本工事での設計および施工手法が参考になれば幸いである。

謝辞： 本稿の作成にあたって、設計および施工内容に関してご意見を頂いた関係者の方々へ感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，2012. 3pp. 213-222, 1965.
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所：既設橋の耐震補強設計に関する技術資料，2012. 11

DESIGN AND CONSTRUCTION OF WIDTH EXPANSION OF AN EXISTING BRIDGE IN SERVICE (INSTALLATION OF THE SUKEMATSU JUNCTION (FOR KANSAI INTERNATIONAL AIRPORT) TOLLGATE)

Kazuki MIYAZAKI and Hiroshi TSUJINO

Distance-based pricing was introduced in 2012, and removal of the no longer used central tollgates from the traffic lanes started in 2014. This requires installation of new tollgates at entrances for the sections where tolls had been collected at those central tollgates. The Osaka Construction Department is responsible for three sites: the Sukematsu Junction for Kansai International Airport (KIX); the Sukematsu Entrance/Junction for Osaka; and, the Izumiotsu Entrance for KIX. Area available for a yard was very limited at all sites, especially at the KIX-bound Sukematsu Junction where work needed to be carried out by occupying the major heavy-traffic Osaka Seaside Road (Prefectural Road #29) during nights while keeping the Hanshin Expressway open to traffic. This paper summarizes the design and construction of the tollgate at the KIX-bound Sukematsu Junction, including shape and material considerations.

宮崎 一樹



阪神高速道路株式会社建設・更新事業本部

大阪建設部 大阪改築事務所

Kazuki Miyazaki

辻野 博史



阪神高速道路株式会社建設・更新事業本部

大阪建設部 大阪改築事務所

Hiroshi Tsujino