

阪神高速西船場ジャンクション信濃橋渡り線の開通

～16号大阪港線東行きと1号環状線北行きがつながりました～

阪神高速道路(株)建設事業本部大阪建設部	企画課	高橋	祐史
同上	企画課	岡山	真人
同上	設計課	谷口	祥基
同上	大阪改築事務所	若槻	晃右

阪神高速西船場ジャンクション信濃橋渡り線が2020年1月29日に開通しました。これにより、16号大阪港線東行きと1号環状線北行きが直接接続し、阪神高速の道路ネットワークがますます充実しました。また、大阪港線と環状線の拡幅と、信濃橋入口の改築も併せて行い、大阪港線拡幅部については2018年5月28日に、環状線拡幅部と信濃橋入口は信濃橋渡り線と同時に2020年1月29日に開放しました。都心部の様々な制約下において、鋼管集成橋脚の構築や、供用下の橋脚梁再構築、幹線道路の夜間通行止めによる鋼桁一括架設、国内初のワッフル型UFC床版の適用などを行いました。

1. 事業概要

西船場ジャンクション（以下、西船場JCT）改築事業は、阪神高速16号大阪港線東行きと1号環状線北行きを直接接続する信濃橋渡り線の整備を行う事業です。また、大阪港線東行きの1車線増設、環状線北行きの1車線増設と信濃橋入口の改築も併せて行いました（図-1）。

これまで湾岸・神戸方面から池田・守口方面に向かうには、環状線南半分約5.5kmを周回する必要がありました（図-2）。信濃橋渡り線の開通により、この周回による時間的損失の解消や、CO₂排出量の削減による環境負荷低減といった効果があります。

2011年の事業許可・工事開始公告から、用地取得や設計、施工を進めてきました。2017年2月からは信濃橋入口を通行止めして工事を推進し、大阪港線拡幅部は2018年5月28日に、信濃橋渡り線・環状線拡幅部・信濃橋入口は2020年1月29日に供用開始しました。開通後の信濃橋渡り線の東側上空からの様子を写真-1に示します。

開通後は多くのお客さまにご利用いただいております。湾岸・神戸方面から池田・守口方面への所要時間が短縮するなど、その効果を十分に発揮しています。

本稿では、当事業で採用した技術の概要等を紹介いたします。

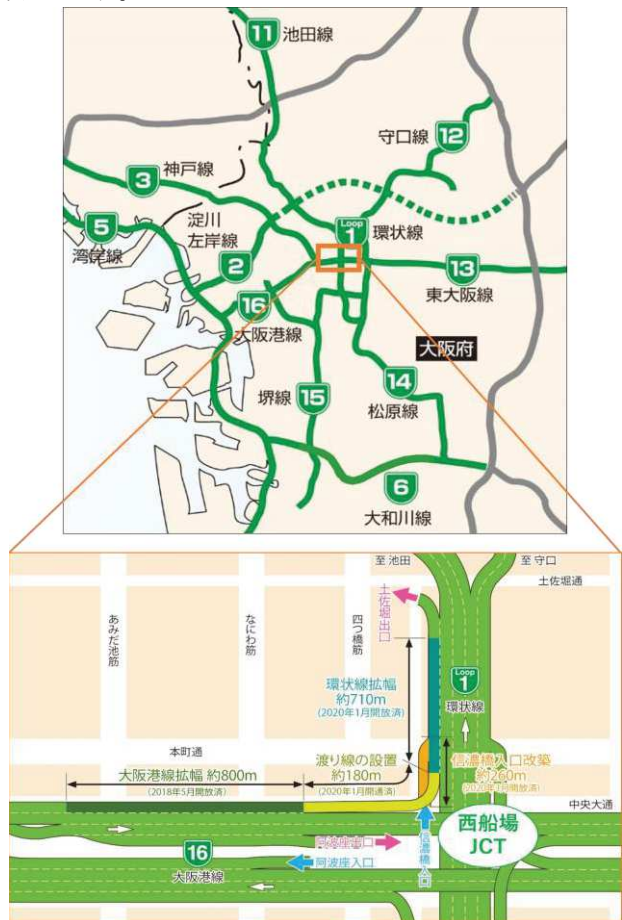


図-1 西船場 JCT 改築事業概要図



図-2 信濃橋渡り線整備前後のルート比較図

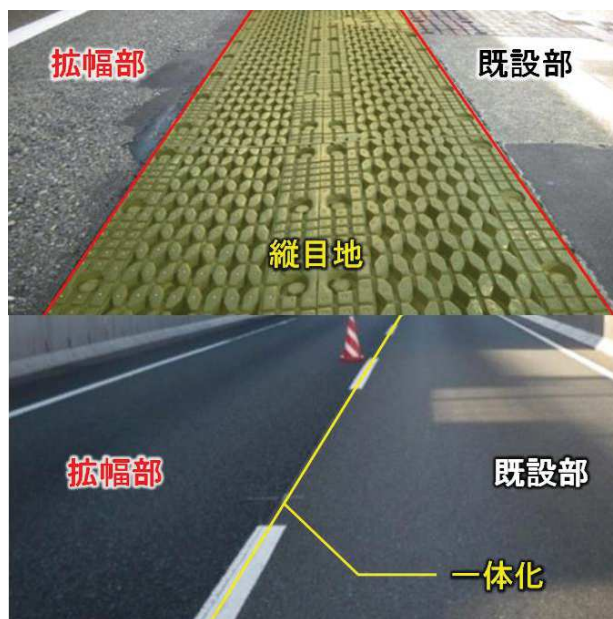


写真-2 既設部・拡幅部の接続（上：縦目地、下：一体化）

環状線の拡幅は、写真-3 のように既設橋脚の真横に新設橋脚を構築し、既設桁と新設桁の支点を一致させ接続することで縦目地を設けない構造としました。



写真-1 開通後の信濃橋渡り線の様子



写真-3 環状線拡幅部の構造

2. 西船場 JCT 改築事業で採用した技術
西船場 JCT 改築事業で採用した工法、技術等の概要を以下に紹介します。

2.1 鋼管集成橋脚の適用

従来、既設橋梁の拡幅を行う場合は、既設橋脚間に中間橋脚を設け、縦目地と呼ばれる継手を設けて既設床版との接続を行いますが、西船場 JCT 改築事業で行う大阪港線・環状線の拡幅部は、走行性や安全性、今後の維持管理性に配慮して、縦目地を設けない構造としました（写真-2）。

一方、大阪港線の拡幅は、幹線道路である中央大通上に位置し、既設橋脚の真横に新設橋脚を構築するスペースが確保できないため、既設橋脚の梁拡幅を行いました。拡幅桁と梁拡幅によって自重が増加するため、安全性の照査を行った結果、常時は許容値を満足する一方で、地震時は満足しない結果となりました。

既設橋脚の補強として、柱の巻き立てや基礎の増し杭が一般的ですが、既設橋脚は中央大通の本線と側道の上に位置し、移設困難な地下埋設物や

地下鉄函体が近接しているため、そのような補強は困難でした。

そこで、既設橋脚間に地震時水平力を分担する対震橋脚を新たに構築し、既設橋脚の負担を低減することにより、柱部や基礎の補強を不要としました。対震橋脚は、地震時の水平力を分担するとともに、地震エネルギーを吸収・制御することを目的としています。対震橋脚には、構造的、施工性、及び地震被災後の復旧性において最も優れた鋼管集成橋脚を採用しました¹⁾ (図-3)。

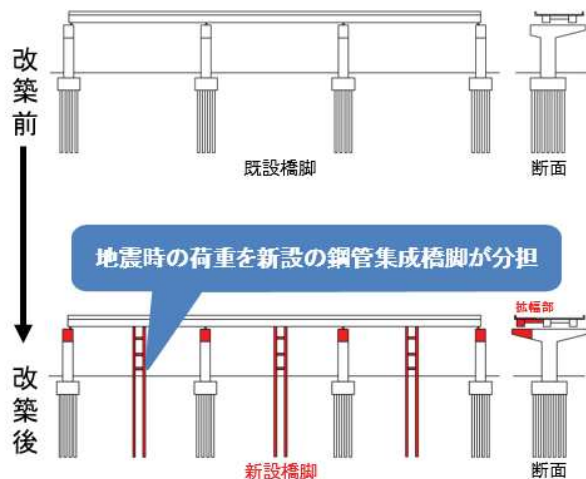


図-3 拡幅における鋼管集成橋脚の適用

鋼管集成橋脚の柱鋼管には、低コストの既製鋼管を使用し、横つなぎ材には低降伏点鋼材を用いた制振デバイス「せん断パネル」を採用した、耐震性能の高い構造としています。図-4 に示すように、地震時には、この「せん断パネル」が地震エネルギーを吸収し、ほかの部材の損傷を抑え、柱材である鋼管は地震後も使用できる状態となるように設計しています。

写真-4 に、完成後の鋼管集成橋脚を示します。

2.2 供用下の橋脚梁再構築

大阪港線の拡幅において、既設の RC 橋脚の梁を拡幅しようとしたところ、その一部に ASR (アルカリシリカ反応) 損傷によるひび割れが数多く確認され、特に損傷が著しい 4 橋脚を対象に、梁部分を撤去・再構築しました¹⁾。

橋脚梁を再構築するには、通常であれば通行止めによる工事が考えられますが、大阪港線は 1 日あたり約 5 万台のお客さまにご利用いただい

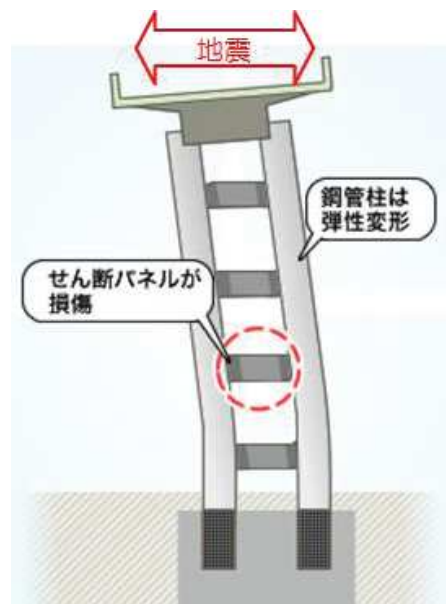


図-4 地震時の鋼管集成橋脚の挙動



写真-4 完成後の鋼管集成橋脚

り、多大な交通影響が予想されました。お客さまへの影響を最小限にするため、高速道路を供用させたまま安全に工事を行う方法を検討しました。桁を支えている橋脚の梁を取り替えるため、新たに桁を支える仮設の橋脚を既設橋脚の前後両側に設置し、桁を支えることで、既設橋脚に桁の重量がかからない状態にして、橋脚梁の取替工事を行いました。高速道路を供用させたまま橋脚の梁を再構築したのは、この工事が日本ではじめてになります。

通常は、仮設の橋脚にはベントと呼ばれる鋼材を地上に組んで桁を支える工法を採用します。しかし、本工事では長期間に渡り供用中の高速道路を支える必要があったため、想定しうる範囲内で最大規模の地震 (レベル 2 地震動) が発生しても桁が落下することがないように、既設の橋脚と同

じ深さまで杭を打ち込んだ、本設橋脚並みの仮受橋脚を設置し、安全を確保しました。

上空に桁があるという制限下で橋脚を撤去・再構築するため、仮受橋脚の構築は、上空に制限がない位置で組立てたあと桁下に引きこむという工法をとりました。また、撤去した梁は自走式荷受けジャッキで桁下外に移動させてからクレーンで吊り下ろしました。撤去・再構築の一連の流れを図-5に示します。

2.3 信濃橋渡り線の鋼桁架設

西船場 JCT 改築事業では、計 19 連の桁架設を行いました。信濃橋渡り線は、そのうち最も橋長の長い、橋長 218.8m の 3 径間連続鋼床版箱桁橋の 1 連で構成され、中央の径間（支間長 98m）は幹線道路である四つ橋筋と交差します（図-6）。

当該橋梁の架設は、トラッククレーンベント工法を採用しました。固定橋脚間の桁長を地組する

ヤードが確保できないことと、隣接するビル等の制約条件によりクレーンの作業半径や吊り上げ荷重が制限されることから、四つ橋筋上空以外では、5~9m 程度の間隔でベントの設置を行いました。また、四つ橋筋上空の約 31m 間は、四つ橋筋を 1 夜間通行止めして 550t 吊りクレーンにより一括架設を行いました¹⁾。四つ橋筋上空の桁一括架設の様子を写真-5に示します。



写真-5 四つ橋筋上空における鋼桁一括架設

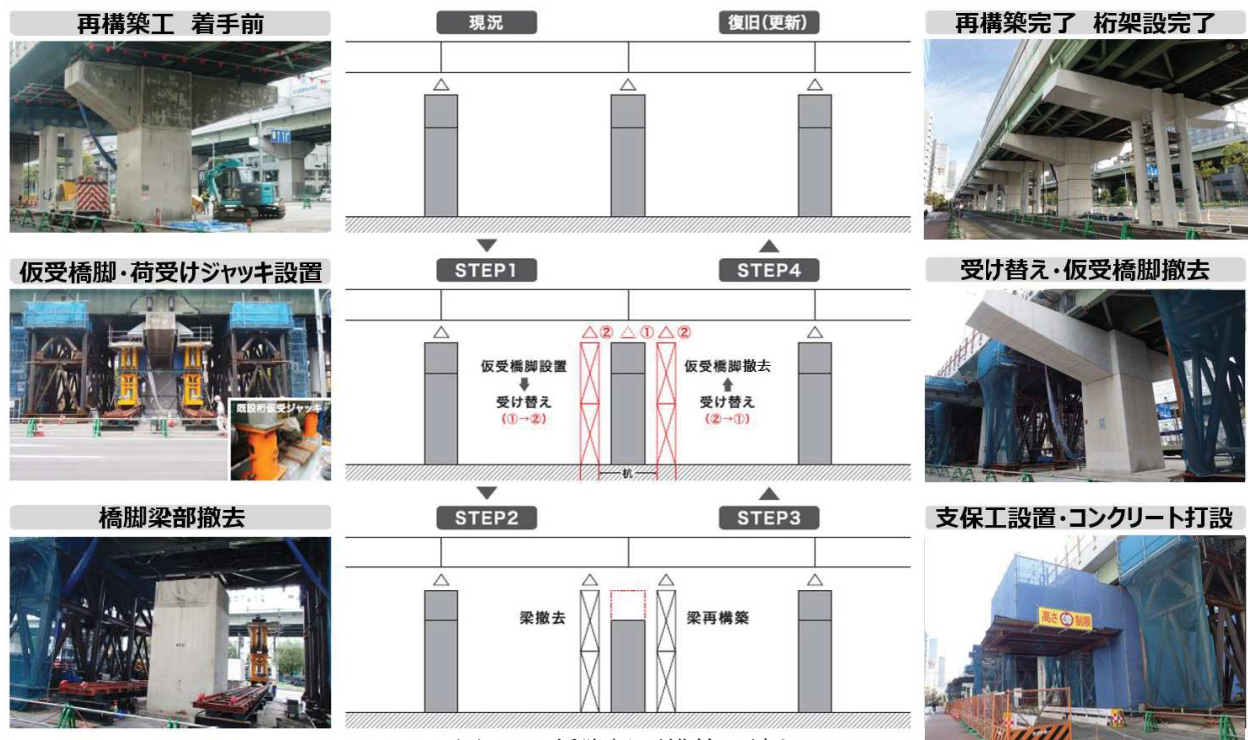


図-5 橋脚梁再構築の流れ



図-6 信濃橋渡り線を構成する 3 径間連続鋼床版箱桁橋

ベント構造は、地震が発生した際、ベントが転倒し桁が落橋するリスクがあり、平日平均の日交通量が約3.1万台である四つ橋筋上空でのトラッククレーンベント工法を安全に進めるため、この信濃橋渡り線の架設で使用するベントは、レベル2地震動にも耐えうる構造を検討し、採用しました。具体的には、ベント基礎部にH鋼梁を設置し、さらにH鋼梁を埋め込む形でコンクリート基礎を設け、荷重の分散と地震時の水平力に対する抵抗力を増加させました。また、単独のベント同士を水平資材と筋かい材にて一体化して立体ラーメン構造を採用し、既設橋脚に近接するベントに関しては既設橋脚とH鋼材にて一体化することで、水平力への抵抗を高めました。

また、桁の溶接完了までの桁の温度、ベントの傾斜量、沈下量を24時間自動計測し、異常発生時に受発注者の事務所へ自動的にアラートを送信するシステムを構築し、監視を行いました。

2.4 ワッフル型 UFC 床版の適用

信濃橋入口の橋梁は、信濃橋渡り線及び環状線拡幅部の干渉を避けるため、その一部を撤去し、西側に隣接する街路の方向に振り直す形で再構築しました。そのうち、本町通と交差する径間においては、ワッフル型 UFC 床版を適用しました²⁾。ワッフル型 UFC 床版を道路橋に適用するのは国内初の事例です。ワッフル型 UFC 床版を適用した橋梁の側面図と断面図を図-7に示します。

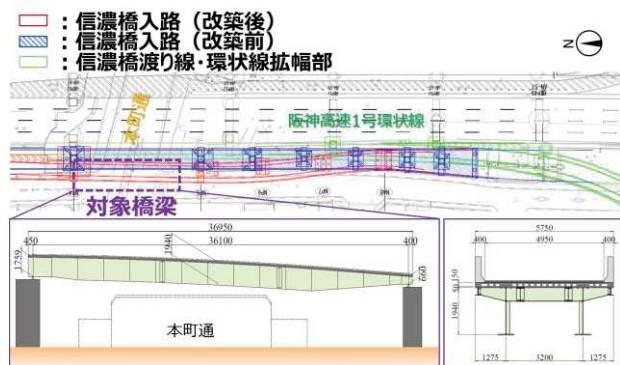


図-7 ワッフル型 UFC 床版を適用した橋梁の側面図・断面図

ワッフル型 UFC 床版とは、材料に超高強度繊維補強コンクリート（UFC：Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete）を使用し、耐疲労性に優れ、

鋼床版と同程度までの軽量化が期待できるプレキャスト PC 床版であり、阪神高速道路㈱と鹿島建設㈱が共同研究を行い開発しました。この床版は、スラブと橋軸・橋軸直角方向のリブで構成し、平板状の床版下面に四角錐台状のくぼみを設けたような形状となるため、軽量化を図ることができます。2方向のリブ内に PC 鋼材を配置し、それぞれプレテンション方式でプレストレスを導入します。その概要を図-8に示します。

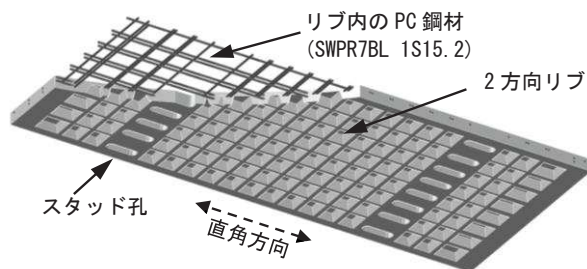


図-8 ワッフル型 UFC 床版概要（下面より）

本橋に採用したワッフル型 UFC 床版は、長さ2.45m、幅5.75m、厚さ150mm、重さ約3.6tのプレキャスト床版パネルを計15枚で構成しました。架設の際は4車線の本町通を2車線規制し、計15枚のパネルを、60tラフタークレーンを用いて2夜間（1日目6パネル、2日目9パネル）で架設しました。架設の様子を写真-6に示します。



写真-6 UFC 床版パネルの架設

仮に一般的なプレキャスト PC 床版を採用した場合、120t級の大型クレーンを用い、本町通を全線通行止めした架設となります。

架設完了後は、床版パネルと鋼桁の一体化、パネル同士の橋軸方向連続化を目的として、間詰モルタルを打設しました。間詰材には、UFCに準ず

る高強度繊維補強モルタルを用いました。また、間詰材の強度発現確認後、各床版間に配置したPC鋼棒を床版のくぼみに収まる専用のテンショナで緊張し、接合部に圧縮力を導入しました。UFC床版施工完了後の様子を写真-7に示します。



写真-7 UFC床版施工完了後の状況

3. 信濃橋渡り線の交通安全対策

信濃橋渡り線は、最急縦断勾配 - 6.6%、最小曲率半径 50mの線形での整備となりました。すなわち、急カーブの下り坂であり、速度超過による接触事故等の発生が予見され、交通安全対策について交通管理者と協議し、対策を実施しました。

まず、カーブ進入前に十分速度を落としていただく必要があることから、カーブに差し掛かる手前の部分に速度減速路面標示を設置しました。これは、図-9に示すように、矢羽型マークを徐々に間隔を縮めて設置することで、同じ速度で走行していても速度の超過を感じていただき、速度を落としていただくことを狙っています。

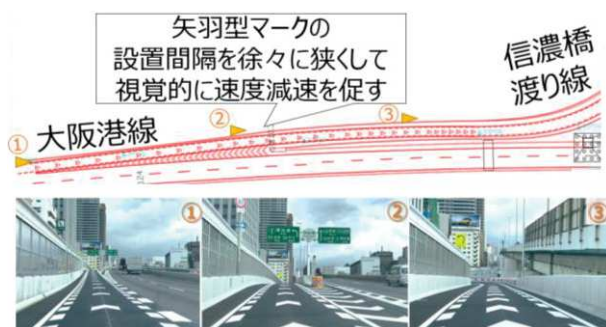


図-9 速度路面標示設置平面図

カーブ部では、確実なカーブ認識と視線誘導を目的として、高欄上に点滅灯、高欄壁面に視線誘導標示の設置を行いました。さらに、高欄壁面に長板状のミラーも設置しました。このミラーにより、カーブ後の滞留車のテールランプが反射して

後続車に届きます。カーブ後に滞留が発生している場合、カーブに差し掛かる運転手に事前に認知していただき、追突事故を防止することを狙っています。以上のカーブ部安全対策の内容を写真-8に示します。



写真-8 信濃橋渡り線カーブ部の交通安全対策

4. 開通記念イベントの実施

西船場 JCT 改築事業を進める中で、地元住民やお客さまに長期間にわたりご理解とご協力をいただきました。開通の期待感を醸成し、ご協力に対する感謝をお伝えし、開通後には安全にご利用いただくため、2020年1月26日、開通前の渡り線を歩いていただける開通記念イベントを実施しました(写真-9)。



写真-9 開通記念イベントの様子

5. おわりに

西船場 JCT 改築事業は 2011 年の工事開始公告から、地元住民の皆さまをはじめ関係機関のご理解とご協力に支えられながら進めて参りました。おかげで無事、全線開通することができました。最後になりましたが、ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 特集:大阪都心環状線のバイパス 西船場ジャンクション, 橋梁と基礎, 2019-2
- 2) ワッフル型 UFC 床版の実適用, 橋梁と基礎, 2020-2