

上部工を工事経路とした下部工の施工

—新名神高速道路 塩川橋—

大阪支店	土木工事部	進繁樹
大阪支店	土木工事部	田中耕一
大阪支店	土木工事部	河中涼一

概要：塩川橋・上り線および下り線の両 A2 橋台および基礎構造は、背面のトンネル側からの施工ができず、最大張出状態となった塩川橋・下り線の上部工先端から行う必要があった。よって上部工張出先端には、重機など計画外の施工荷重が載荷されることとなった。そこで、橋体の変位を三次元自動追尾システムを用いて常時計測した。また、工程短縮のために下部工基礎の杭長見直しや施工方法の変更を行った。さらに、進入路となる A1 の延長床版をプレキャスト化することで、工事車両の通行止め期間を最小限にとどめた。本報告ではこれらの対応策とその効果について報告する。

Key Words：上部工変位計測，深礎杭再設計，低振動破碎工法，Pca 延長床版

1. はじめに

本工事の工期は平成 24 年 7 月 13 日～平成 29 年 8 月 15 日であり、図-1 に示すとおり兵庫県川西市に位置し、箕面 IC(仮称)～川西 IC(仮称)間に架橋される。本工事は塩川橋・上り線および下り線が工事の対象であり、完成予想図を図-2 に示す。本橋の上り線および下り線の両 A2 橋台および基礎構造は背面のトンネル側からの施工ができず、上部工を工事経路として施工したため、これらの施工について報告する。



図-2 完成図(上:南より，下:北より)



図-1 新名神高速道路における塩川橋の架橋位置



進繁樹



田中耕一



河中涼一

2. 工事概要

本工事の名称は新名神高速道路塩川橋他1橋工事であり、西日本高速道路(株)関西支社から上下部一式の工事として発注された。本報告の対象となる下部工は、上り線 A2 橋台(逆 T 式橋台+深礎杭 $\phi 4.0\text{m}$, $L=14.0\text{m} \times 1$ 本, $L=16.0\text{m} \times 1$ 本)および下り線 A2 橋台(逆 T 式橋台+深礎杭 $\phi 4.0\text{m}$, $L=6.0\text{m} \times 1$ 本, $L=12.0\text{m} \times 1$ 本)である。また、工事経路として通行する塩川橋・下り線は、能勢電鉄、国道 173 号および一級河川塩川と交差する PRC3 径間連続ラーメン箱桁橋であり、P2 橋脚からの張出し施工長は 89.2m と、同形式の PC 橋としては国内最大級である。上り線 A2 橋台の構造一般図を図-3 に示す。

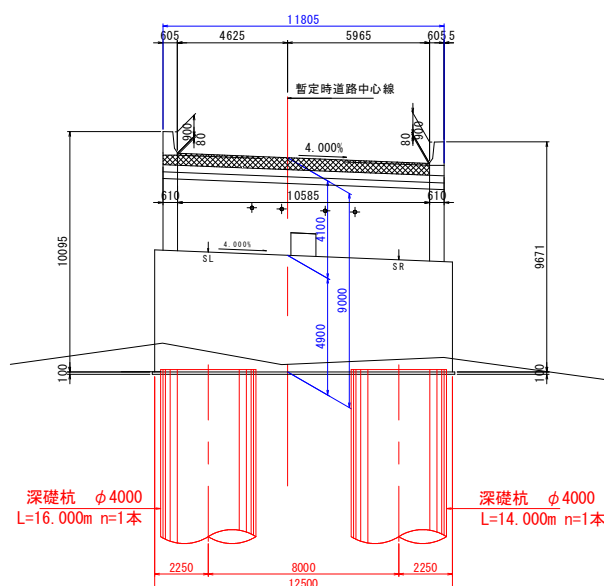


図-3 上り線 A2 橋台構造一般図 (正面図)

3. 上部工張出先端からの下部工施工

3.1 上部工の変位計測

塩川橋・上り線および下り線の両 A2 橋台の施工は背面の川西トンネル側から行う計画であったが、施工調整の結果、最大張出状態の下り線上部工先端から行う計画へと変更された。塩川橋・上り線 A2 橋台の深礎杭は、上下線 A2 間の斜面に設けた仮設構台上を土砂運搬車両が往復して掘削土砂を運搬し、下り線上部工先端に設置したクレーンで橋面上にこれを引き上げ、上部工を走行する土砂運搬車両に積み替えることで場外に搬出した。このように下り線上部工を工事経路とした施工に伴い、上部工先端には最大 70t 級のクレーンやコンクリートポンプ車・ミキサー車を設置するなど、当初計画には考慮されていない施工荷重が載荷されることとなった。施工時に載荷されるこれらの荷重は、主桁の施工に用いた移動架設機の重量と比較すると小さなものであり、架設時の主桁応力は許容値を超過するようなものではなかった。しかし、懸念されたのは主桁の高さ管理への影響であった。そこで下部工施工中の上部工変位を把握するために、三次元自動追尾システムを用いて常時計測を実施した。三次元自動追尾システムによる計測状況を写真-1 に、計測結果を図-4 に示す。この図より、上部工張出先端の高さは日変動や施工荷重の影響で日々上下しているものの、日照の影響がなく施工荷重が載荷されていない夜間では概ね元の高さに戻っていることが分かる。ここで、月日が経つと共に徐々に高さが下がっているのは、主桁自重によるクリープと気温低下の影響である。施工条件を考慮した解析より、想定外の施工荷重によるクリープたわみは最大で 10mm 程度と試算していたが、作業時以外は施工荷重を徐荷するなどの配慮により、主桁の目立った高さ変化は確認されなかった。



写真-1 下り線 A2 上部工の高さ計測状況

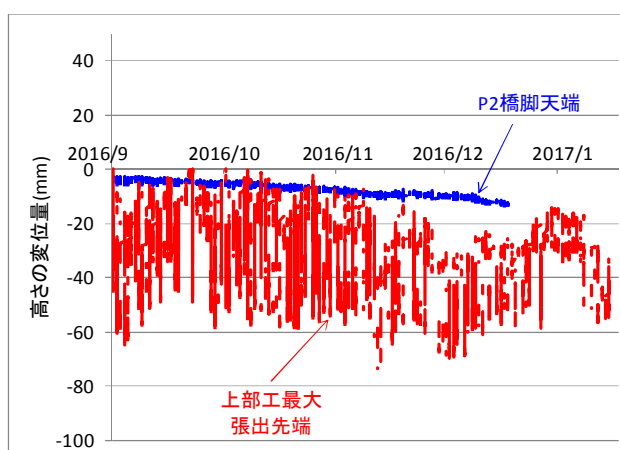


図-4 下り線 A2 上部工の高さ変化



写真-2 下部工施工における掘削土の運搬経路

3.2 深礎杭の杭長短縮

前述のとおり深礎杭の施工には、掘削土砂の運搬などに多くの時間を要する見通しとなった。下り線上部工を経由した土砂運搬経路を写真-2に示す。そこで、深礎杭の長さを変更して施工期間を短縮することを検討した。当初、深礎杭の設計に適用されていた地盤条件は、周辺地盤の試験結果から予測したものであったため、改めて深礎杭施工位置の原位置地盤試験を実施した。その結果、当初 CL 級で設計を行っていた岩級区分の地盤は、CM 級相当の硬質なものであることが判明した。また、孔壁保護には一般的にモルタルライニング工法が採用されるが、国道近接箇所上空でのモルタル飛散に対するリスク低減のため、鋼製ライナープレートを用いた土留め工法による施工に計画変更した。これらの地盤条件や施工方法の変更を反映して深礎杭の再設計を行った結果、R 側の杭長は当初設計 16.5m を 14.0m に、L 側は 18.5m を 16.0m に変更することができ、工程の短縮を可能とした。

3.3 深礎杭の掘削方法変更

各 A2 橋台の原位置地盤試験結果より、深礎杭掘削位置における地盤の硬さを表す変形係数 E0 は、CH 級にも相当する硬質なものであることが判明し、人力による掘削ではその進捗が極端に遅く工程に大きな影響を及ぼす懸念があった。しかし、深礎杭掘削位置の直下には能勢電鉄のトンネルが通過しており、通常の火薬による破碎は、その振動による影響が懸念されて使用することができない。そこで、一般的な火薬を用いた発破工法ではなく、低振動破碎工法に分類されるプラズマカプセル破碎工法を併用して掘削を行う施工を検討した。施工状況を



写真-3 プラズマカプセル破碎施工状況

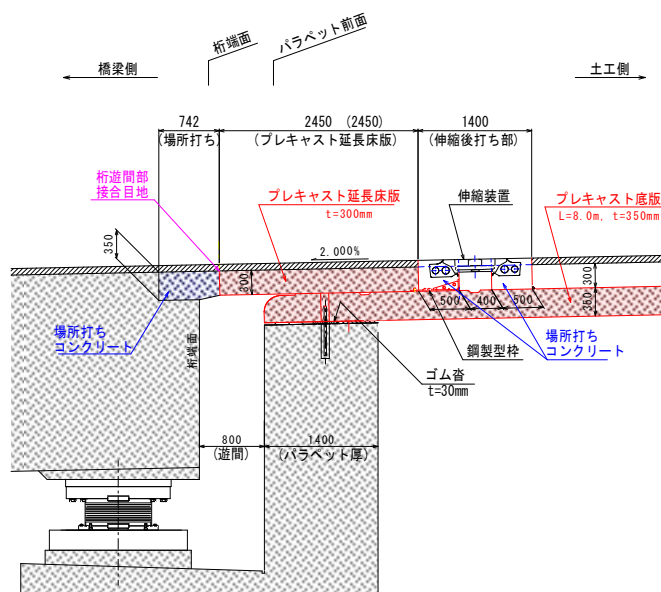


図-5 A2 側径間 施工 step 概要図

写真-3 に示す。プラズマカプセル破碎工法の適用に際しては、トンネルに伝搬する振動を事前に把握するため、き電停止後に試験発破を行い、トンネル坑内でその振動を計測した。その結果、坑内で測定された振動は 0.05kine 程度であり、常時振動測定が必要となる規制値 0.50kine を大きく下回ることが確認できた。この工法変更と前述の杭長短縮を合わせて、当初約 180 日程度と見込まれた施工を約 70 日間で施工することができた。

3.4 A1 橋台の延長床版のプレキャスト化

塩川橋・下り線の A1 橋台部には、橋梁部に連結される場所打ち方式の延長床版が設置される計画となっていた。しかし、延長床版の施工期間中は車両が進出できないため、上下線 A2 橋台および深礎杭の施工が不可能となる。そこで、この通行止め期間を短縮するために場所打ちで計画していた延長床版および底版をプレキャスト部材へ変更する再設計を行った。図-5 にプレキャスト延長床版へ変更した概要図を、架設状況を写真-4 に示す。設計においては、桁遊間上に配置されるプレキャスト延長床版と主桁側場所打ち部との接合断面が、設計荷重時にフルプレストレスとなるよう PC 鋼材の配置を計画した。ここで、PC 鋼より線を用いた場合、定着具のセットロスの影響が大きく、長さの短い延長床版には非効率である。そこで図-6 に示すように、セットロスがなく作業の容易な NAPP 工法を採用した。NAPP 鋼棒は 400kN/本のものを採用し、250mm 間隔で配置した。緊張力導入後の状況を写真-5 に示す。このプレキャスト方式への変更で、通常は 60 日程度必要である延長床版の施工を、伸縮装置の設置まで含めて 9 日間で完了することができた。

3.5 A2 橋台の切り土掘削

塩川橋・下り線 A2 橋台は、前述のとおり、下り線上部工先端から施工を行う計画へ変更した。それに先立ち、地山を 1700m³ 分掘削して本体構造の施工に取りかかる準備をする必要があったが、地形が急峻で進入路の確保すら難しい状況であった。そこで、急斜面での掘削に対応したクライミングバックホーを搬入し、施工を進めることとした。斜面の掘削状況を写真-6 に示す。

4. おわりに

本工事は急峻な地形や重要交差物など制約が多い中、路線開通までの限られた工期の中で遂行された。経済的には通常工法に比して劣るものの、設計的・施工的な改良を重ねて工期を遵守でき、施主からも高い評価を受けることができた。本工事報告が今後の同種工事の参考となれば幸いである。



写真-4 プレキャスト延長床版架設状況

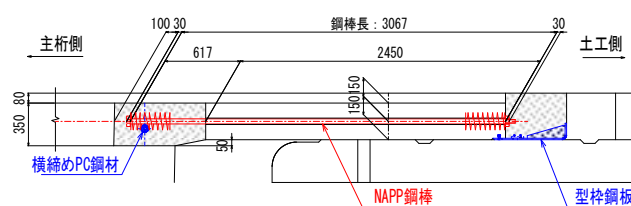


図-6 NAPP 鋼棒配置概要図



写真-5 NAPP 鋼棒緊張後の状況



写真-6 クライミングバックホーによる掘削状況