

工事渋滞の軽減を目指した 急速施工による交差点の立体交差化工事 —小坂高架橋工事—

鈴木静夫¹・吉田智司²・末峰弘樹¹・坂本敏彦³・牛山政利⁴・高嶋 豊⁵

¹ 株式会社横河ブリッジ 橋梁工事本部 工事第二部 (〒592-8331大阪府堺市西区築港新町2-3)

² 株式会社森組 施工本部 大阪土木部 (〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町4-5-17)

³ 株式会社横河ブリッジ 橋梁生産本部 設計第二部 (〒592-8331大阪府堺市西区築港新町2-3)

⁴ 正会員 株式会社森組 施工本部 技術部 (〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町4-5-17)

⁵ 正会員 工修 株式会社横河ブリッジ 技術本部 技術研究所 (〒273-0026千葉県船橋市山野町27番地)

小坂高架橋は、愛媛県松山市の小坂交差点に建設された立体交差橋梁である。本工事では、工事に伴う交通規制によって生ずる二次渋滞などの周辺への影響を極力抑えるために、急速施工法(クイックブリッジ工法)を採用した。この工法は、上部工と基礎工の同時施工、および重量移動台車(ドーリー)による一括移動架設を用いることで急速施工を実現しており、本工事では現場交通規制12.5ヶ月という短期間で工事を終えることができた。ここでは、実施した急速施工の概要を紹介するとともに、工法の核となる2つの要素技術である、①基礎と橋脚との接合方法「鋼管ソケット接合」、②上部工の「ドーリー一括移動架設」について、さらにアプローチ部に採用した「EPS軽量盛土」について、概要および施工結果を報告する。

キーワード: 立体交差化, 急速施工, 鋼管ソケット接合, 一括移動架設, EPS

1. はじめに

国道11号と国道33号(松山環状線)が交わる小坂交差点は、松山都市圏で最も渋滞の著しい場所であったことから、抜本的な渋滞緩和対策として立体交差化が図られることとなった。小坂高架橋は小坂交差点に建設された4車線の立体交差橋梁である。

交差点における立体交差化工事では、現道の交通規制を伴うことから、現場施工の長期化による二次渋滞など、工事による周辺への影響が問題となる。

そこで、周辺への影響を極力抑えるために、急速施工法(クイックブリッジ工法)が採用された。クイックブリッジ工法^{1)~3)}では、上部工と基礎工の同時施工、および重量移動台車(以下、ドーリーと呼ぶ)による一括移動架設を用いることで急速施工を実現した。

ここでは、小坂高架橋で実施した急速施工の概要を紹介する。さらに、クイックブリッジ工法の核となる2つの技術である、基礎と橋脚との接合方法「鋼管ソケット接合」および上部工の「ドーリー一括移動架設」

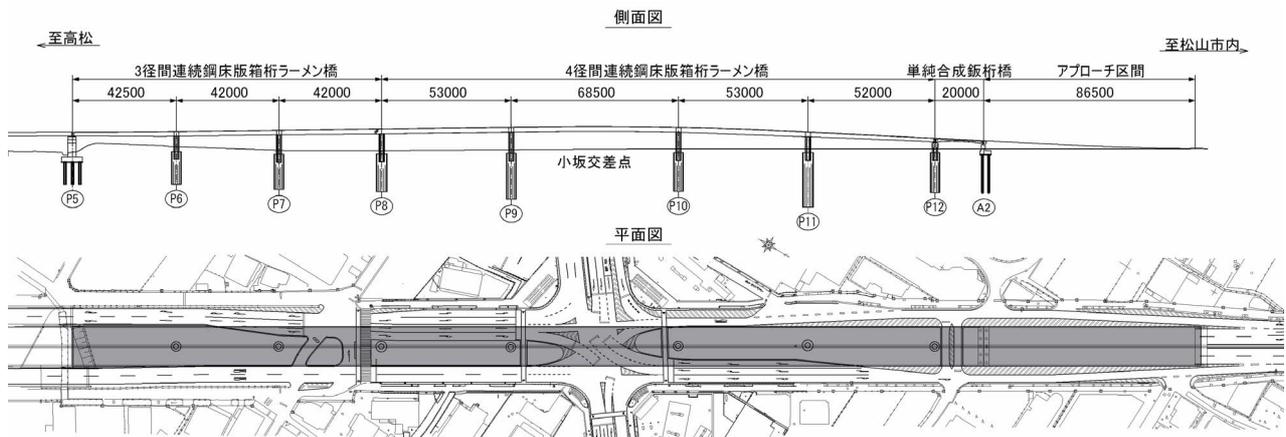


図-1 橋梁一般図 (単位: mm)

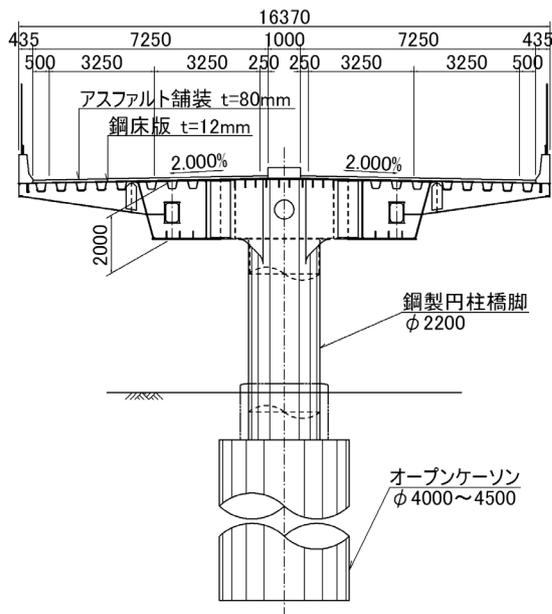


図-2 橋梁標準断面 (単位: mm)

括移動架設」について、さらにアプローチ部に採用した「EPS軽量盛土」について概要および施工結果を報告する。

2. 工事概要

橋梁一般図を図-1 に、標準断面図を図-2 に示す。橋梁諸元を以下に示す。

- 工事名: 平成16-18年度 小坂高架橋工事
- 工事場所: 愛媛県松山市枝松6丁目~小坂2丁目
- 発注者: 国土交通省 四国地方整備局 松山河川国道事務所
- 施工者: 横河・森組異工種建設工事共同企業体
- 工期: 2005年3月17日~2007年3月30日
- 橋長: 373.0m
- 総幅員: 16.37m
- 設計荷重: B活荷重
- 橋梁形式: 3径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋 (42.5+42.0+42.0m) + 4径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋 (53.0+68.5+53.0+52.0m) + 単純合成桁橋 (20.0m)
- 基礎工: 圧入式オープンケーソン (P6~P12 橋脚, 4.0~4.5m, L=13.5~22.5m), 場所打ち杭 (A2 橋台, L=16.0m)

本工事は、現道 (国道11号線) の6車線道路上に4車線 (片側2車線) の立体交差橋を施工するものである。

上部工は、景観性を考慮して上下線一体構造の連続鋼床版箱桁ラーメン構造を採用した。温度変化に

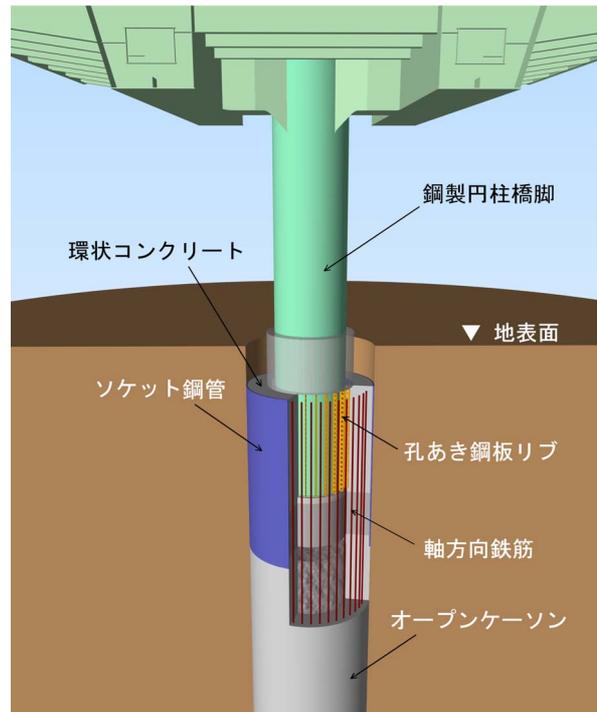


図-3 鋼管ソケット接合

よる下部工への影響を考慮し、3径間および4径間連続構造としている。ただし、アプローチ側の1径間 (P12~A2) のみ、桁下の厳しい建築限界に対処するために、桁高を抑えた単純合成桁橋とした。

橋脚基礎は、圧入式オープンケーソンを用いた柱状体基礎、橋脚は円柱鋼製とし、箱桁と鋼桁の掛違い部となる P12 を除いたすべての橋脚を上部工との剛結構造とした。鋼製橋脚とケーソン基礎との連結部は、ケーソン上部に設置したソケット鋼管に橋脚を差し込んで、隙間にコンクリートを充填して一体化させる方法 (以下、鋼管ソケット接合と呼ぶ) とした。鋼管ソケット接合の概要を図-3 に示す。圧入式オープンケーソンおよび鋼管ソケット接合の採用により、従来の一般的な場所打ち杭やフーチングを用いる工法に比べ、施工スペースの縮小が図られ、交差点部において片側4車線を確保できた。

アプローチ部は、擁壁にウォールブロック、盛土材に EPS ブロックを採用した。EPS の採用により盛土部が軽量化され、支持杭や地盤改良が不要となり、大幅な工期の短縮が可能となった。

3. 架設要領

クイックブリッジ工法では、交差点付近の基礎工を施工中に、その後方の取付け道路部 (アプローチ) において上部工の地組立を行う。下部工の施工が完了した後、上部工をドーリーにより交差点上ま

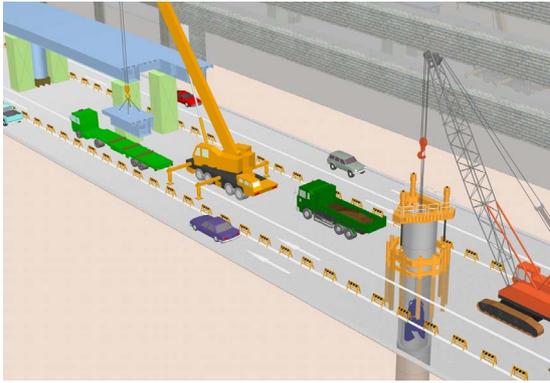


図-4 上部工地組立と基礎工の同時施工



図-5 ドローリによる一括移動架設

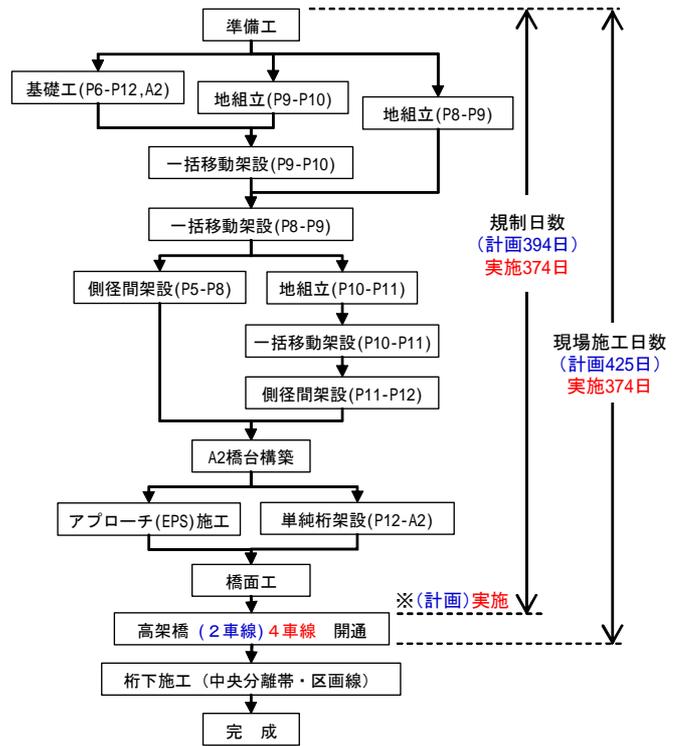


図-6 現場施工フロー

規制日数
(計画394日)
実施374日

現場施工日数
(計画425日)
実施374日

※(計画)実施

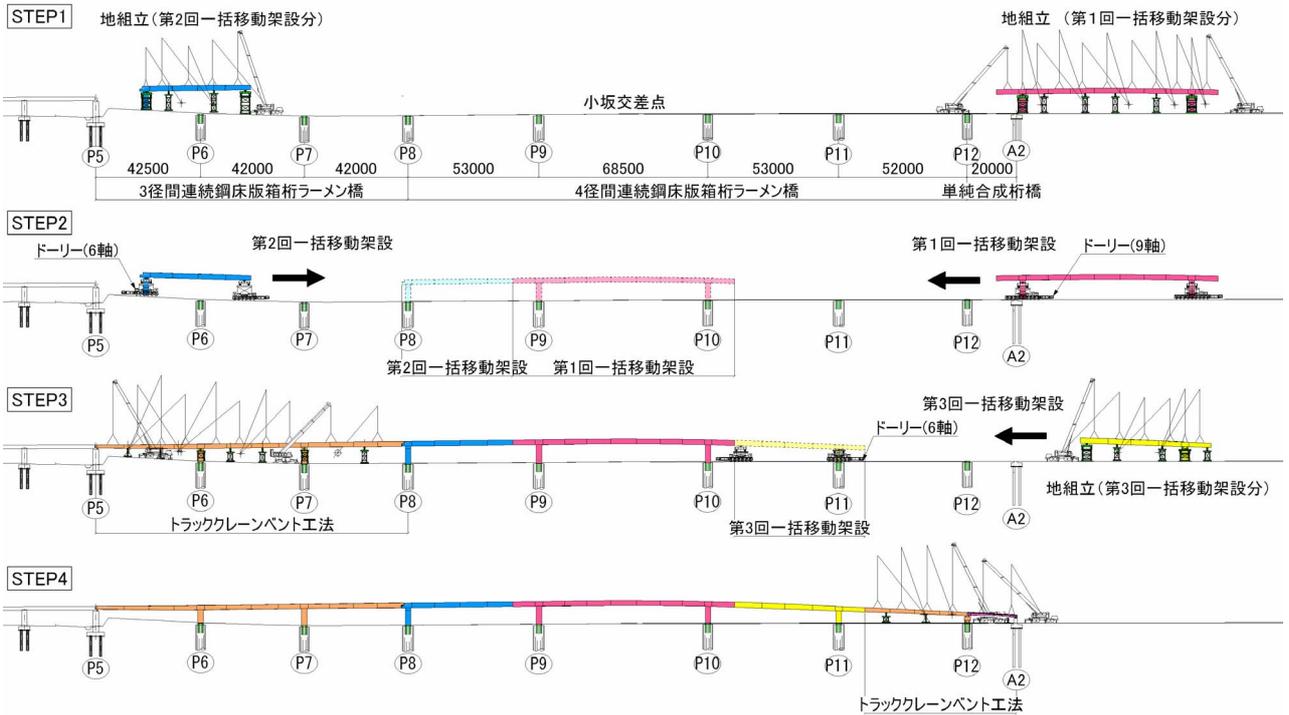


図-7 小坂高架橋の上部工架設要領

で一括移動させ、所定の基礎位置に据え付ける。工法の概念図を図-4 および図-5 に示す。

施工計画に際して、施工期間中の現道の交通規制として以下の条件を満足するように計画した。

- ・ 施工中は、上下線各2車線（着工前各3車線）の現道交通を確保する。

- ・ 交差点部は、昼間片側4車線（着工前5車線。右折レーン2車線），夜間2車線を確保する。
- ・ 交差点部の夜間全面通行止めは、1夜間とする。
- ・ 鋼床版の張出し部の架設などで、75°俯角に対する離隔が確保できない場合には、夜間に部分的な1車線規制にて作業を行う。

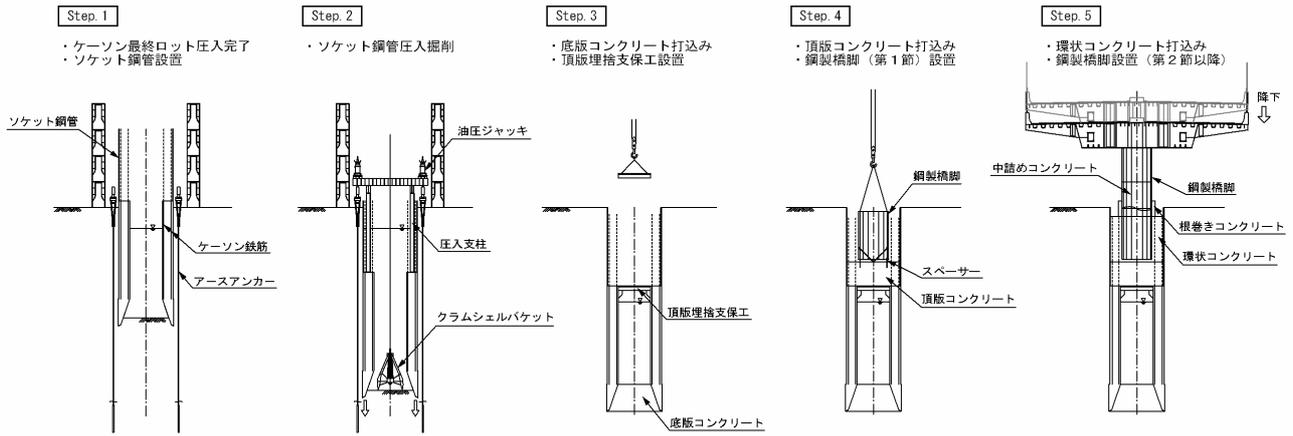


図-8 鋼管ソケット接合の施工要領

上部工の現場施工フローを図-6に、架設要領を図-7にそれぞれ示す。交差点部を含む3径間の鋼桁および鋼製橋脚を、ドーリーによる一括移動で3回に分けて架設した。その後、残りの部分をトラッククレーンベント工法で両側径間に向かって架設し、引き続きA2側のアプローチ部分をEPS軽量盛土にて施工した。

4. 圧入式オープンケーソンおよび鋼管ソケット接合の施工

鋼製橋脚が設置されるP6～P12は、基礎を狭小な施工ヤードで施工が可能な圧入式オープンケーソンとした(写真-1)。また、基礎と鋼製橋脚の接合部に鋼管ソケット接合(図-3)を採用した。これらの工法の採用により、低騒音・低振動で基礎の施工が行えたとともに、交差点部における昼間片側4車線確保という施工条件をクリアすることができた。

鋼管ソケット接合は、鋼製円柱橋脚をケーソン基礎の上部に設置した鋼管(以下、ソケット鋼管と呼ぶ)の中に差し込み、その隙間にコンクリートを充填し(以下、環状コンクリートと呼ぶ)結合するもので、従来の一般的な接合で用いられるフーチング・アンカーフレームを省略することにより、作業占有帯の縮小と工期の短縮、および工費の削減が期待できる構造である。鋼管ソケット接合は、鉄道関連の構造物では標準的な接合法のひとつとして多くの採用実績があるが⁴⁾、道路橋での採用実績はわずかで、本工事のような大規模構造物での採用は初めてである。鋼管ソケット接合の施工要領を図-8に示す。

オープンケーソンの最終ロットの上面が地表面から1m程度の高さとなるまで圧入した後、ケーソン



写真-1 オープンケーソンの圧入掘削



写真-2 ソケット鋼管の設置



写真-3 橋脚第1節設置

付近で地組立し現場溶接を終えたソケット鋼管を、油圧クレーンによりケーソン上に設置する（図-8(Step-1), 写真-2）。ケーソンとソケット鋼管を一体化させて所定の深さまで圧入掘削する（図-8(Step-2)）。その後、ケーソンの底版コンクリート、頂版コンクリートを施工し、頂版コンクリート上に鋼製橋脚の基部（第1節）を設置する（図-8(Step-4), 写真-3）。鋼製橋脚とソケット鋼管の隙間を充填する環状コンクリートの打込みを行い、ケーソン基礎と橋脚とを一体化させた（図-8(Step-5), 写真-4）。

本橋では、現道交通の確保のため、基礎工の寸法を必要最小限（4.0～4.5m）に抑えた。さらに、上部工と基礎工が一体化する構造であることから、オープンケーソンの偏心量（施工誤差）を±25mm以内に収める必要があった。これは、通常のケーソンの規格値（±300mm）の1/10以下という非常に高い精度を要求するものであったが、日々の入念な精度管理の積み重ねにより、7基全てのケーソン基礎で管理目標値以内での施工を達成することができた。また、全7基のケーソンに対し、4組の圧入・掘削設備を転用しながら施工を行ったが、狭隘なヤード内（写真-5）でソケット鋼管や上部工の地組立作業との干渉といった難題をクリアしながら、着工から完了（最後の基礎の環状コンクリート打込み）まで約3.5ヶ月という短期間で基礎の施工を終えることができた。

5. ドーリーによる一括移動架設

本橋で支間が最長となる交差点上のP9～P10径間（支間長68.5m）およびその両側径間（P8～P9およびP10～P11、共に支間長53.0m）の3径間について、前述の交通規制の条件（交差点部で昼間片側4車線確保）を満足させるため、あらかじめ側径間（アプローチ部など）で橋桁と橋脚を地組立し、それぞれの径間ごとに計3回のドーリーによる一括移動架設を実施した（図-7）。

地組立は、工事占有帯の中での作業可能な橋脚、橋桁および中鋼床版は昼間に油圧トラッククレーンにて架設し（写真-6）、75°俯角に対する離隔が確保できない鋼床版の張出し部は、夜間に部分的な1車線規制を行い架設した（写真-7）。

上部工と基礎が一体化するラーメン構造であることから、それぞれの径間の鋼桁に1箇所ずつ調整ブロックを設け、調整ブロックの添接板を後製作とす



写真-4 環状コンクリート打込み完了



写真-5 狭隘なヤード内での上部工と基礎の同時施工



写真-6 上部工の地組立



写真-7 鋼床版張出し部の夜間架設

ることで、上部工の製作誤差（仮組立時）および基礎の設置誤差に対応した。

地組立した上部工は、舗装工を除く全ての工程（現場溶接、高力ボルト本締めおよび現場塗装、壁高欄等の付属物取付、足場の撤去）を完了した状態で一括移動架設した（写真-8）。

一括移動の規模（重量、部材長、移動距離）が最大であったのは、小坂交差点上に橋桁を設置する1回目の架設（P9～P10径間）であった。施工要領を図-9に示す。移動した橋桁は長さ約90m、幅約16m、重さ約800tであり、交差点上まで約160m移動した。6軸車と3軸車を連結した計9軸のドーリー（最大積載量3750kN）を4台使用し、前方の2台および後方の2台はそれぞれ通信ケーブルを連結し連動制御を行い、前後のドーリーの走行中の連絡は無線により行った。移動は時速1km程度のゆっくりとした速度で行い、途中段階での調整も含め移動開始から約1時間半で交差点上の所定の位置に到達した（写真-9）。その後、4台のドーリー上にセットされた油圧式ユニットジャッキ（最大ストローク2.2m、昇降能力2500kN）をジャッキダウンすることで橋桁を所定の高さまで降下させ（写真-10）、あらかじめ橋脚の連結位置に設けた調整装置を用いて油圧ジャッキによる最終微調整を行った後、橋脚基部を連結した（写真-11）。連結は橋脚内部に設けたエレクションピースによる高力ボルト接合により行った。高力ボルトの本締め完了後に、ドーリー解放（ジャッキダウン）、ドーリー上の鋼桁受け架台の解体、ドーリー回送（写真-12）の順で作業を行った。このエレクションピースのボルトおよび添接板は、後日、橋脚連結部の現場溶接が完了した後に撤去した。



写真-8 地組立完了（ドーリーで支持）

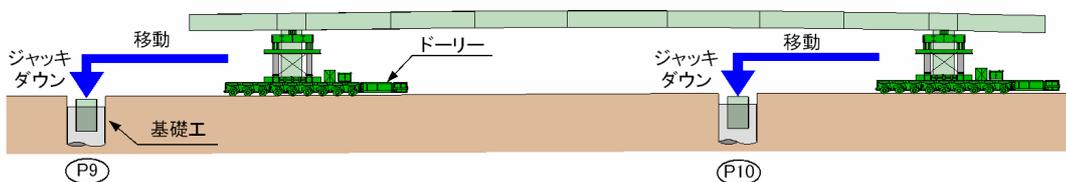


写真-9 ドーリーによる一括移動架設



写真-10 ジャッキダウン

側面図



断面図

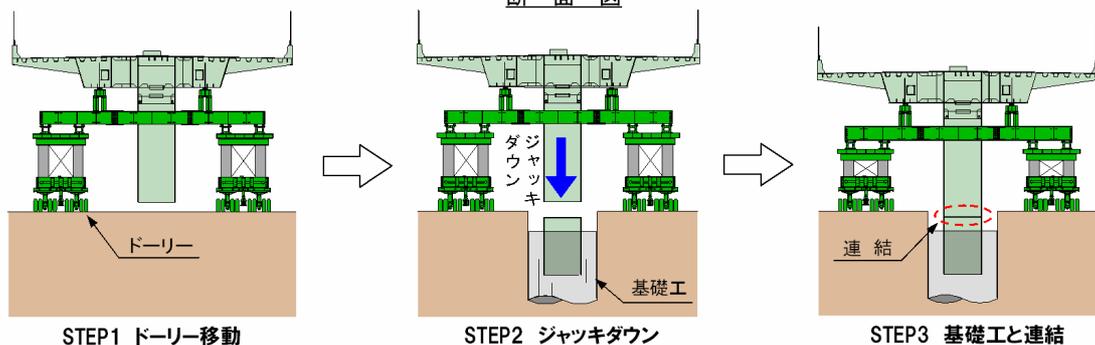


図-9 ドーリー一括移動の施工要領（P9～P10，交差点上）

表-1 ドーリーによる夜間一括移動架設のタイムスケジュール (P9～P10, 交差点上)

作業内容	時刻										
	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	
交通規制		規制準備	規制中								規制解除
ドーリー移動(L=160m)		■	■								
位置調整～ジャッキダウン			■	■	■						
P9橋脚 ジャッキ調整～ボルト締め					■	■	■				
P9ドーリー解放(ジャッキダウン)								■			
P9桁受架台(梁)解体, 搬出								■	■	■	
P10仕口調整					■	■					
P10橋脚 ボルト締め						■	■				
P10ドーリー解放(ジャッキダウン)								■			
P10桁受架台(梁)解体, 搬出								■	■	■	
ドーリー回送										■	

P9～P10径間の夜間一括移動架設のタイムスケジュールを表-1に示す。一括移動架設の一連の作業は、予定していた交差点の1夜間交通規制(22:00規制開始～翌朝6:00規制解除)の時間内で予定どおり完了することができた。

6. EPS軽量盛土によるアプローチ部の施工

A2橋台背面および盛土はEPSブロックによる軽量盛土、アプローチ区間の壁面にはウォールブロックを採用した。ウォールブロックはEPSブロックと軽量モルタルによる壁面材が一体となった構造であり、積み上げるだけで壁面を構成出来るため、従来のH型鋼支柱による壁面やコンクリート構造物による擁壁の施工が不要で、工期短縮が可能となった。

EPS軽量盛土の施工には大型重機を必要としないため、振動・騒音の発生が無く周辺環境への影響もない。また、A2橋台表面および地覆・壁高欄にはウォールブロックと同形状(高さ500mm×幅1000mm)の残存型枠を採用し、景観性を考慮した構造とした。

EPS軽量盛土の施工状況を写真-14、写真-15に示す。

7. おわりに

小坂高架橋では、急速施工法の採用により現場交通規制12.5ヶ月という短期間で工事を終えることができた(写真-16、写真-17)。工事は大きなトラブルもなく順調に進んだので、当初入札時に提案した現場施工日数より約1.5ヶ月早く高架橋4車線の交



写真-11 橋脚基部の連結部



写真-12 ドーリー回送



写真-13 一括移動架設直後の小坂交差点



写真-14 EPS軽量盛土の施工(1)



写真-15 EPS軽量盛土の施工(2)



写真-16 完成した小坂高架橋



写真-17 完成したアプローチ



写真-18 小坂交差点と供用開始した高架橋

通開放を行うことができた(写真-18)。また、小坂交差点上の交通規制は、入札時の条件では最大3日間可能であったのに対し、一括移動架設時の1夜間のみの規制とすることができた。

工期について別途試算を行った結果、従来工法(条件：基礎工にフーチングおよびアンカーフレームを用いる。上部工はトラッククレーンベントおよび送り出し架設)で施工を行った場合に比べ約10ヶ月の工期短縮となった。

本橋の設計・施工にあたり、多大なご指導、助言を賜りました、国土交通省四国地方整備局、松山河川国道事務所、愛媛大学工学部環境建設工学科、国土技術政策研究所ならびに独立行政法人土木研究所の方々をはじめ、関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 尾下里治, 亀尾啓男: YS クイックブリッジ工法の特徴と課題, 建設機械, Vol.39, No.7, pp.5-9, 2003.7
- 2) 古田富保, 増子康之, 高嶋豊: YS クイックブリッジ工法の開発, 土木技術, Vol.59, No.4, pp.93-97, 2004.4
- 3) 佐々木保隆, 小田章治: YS クイックブリッジ工法の開発, 建設機械, Vol.41, No.12, pp.44-47, 2005.12
- 4) たとえば, 小林, 野澤, 東樹, 小熊: CFT 柱を用いた既設鉄道近接駅部高架橋の施工～つくばエクスプレス北千住駅～, コンクリート工学, Vol.41, No.6, pp.49-54, 2003.6