

最近の橋梁建設技術

—交差点の急速施工—

古 田 富 保

都市内における交差点の交通渋滞を解消する方策として、立体交差化工事が各地で進められている。しかし、施工時には交通規制によって二次渋滞が生じることから、規制を最小限に抑える急速施工への社会的要請が高まっている。これを解決するため、鋼橋上部工と下部工および基礎工の一体施工により、大幅に工期短縮する方法が、(社)日本橋梁建設協会の技術発表会で報告されている。原田高架橋では、上下部工一体ラーメン構造、部材のプレファブ化および地盤改良が採用され、新小岩陸橋および小坂高架橋でも、上下部一体設計施工一括発注方式で、急速施工できる技術が開発され実用化された。これら3橋を紹介する。

キーワード：交差点、鋼橋、立体交差、交通渋滞、急速施工、上下部一体、工期短縮

1. はじめに

近年、「都市再生」や「都市再創造」というキーワードのもと、都市内道路の機能向上の一環として交差点、踏切などの立体交差化による交通渋滞の解消が重点課題となっている。国土交通省の統計によると、全国に渋滞解消のため立体化が必要な交差点は、約2,000箇所を数え、踏切の立体化が必要な箇所や老朽化による架替などを合わせると、さらに増加する。

都市内における交差点の立体化は、工事期間中の交通規制による新たな渋滞の発生や、施工時の騒音・振動による周辺環境の悪化といった問題が発生するケースが多く、工事が長期化すれば周辺住民への負担も大きくなる。このため、立体交差橋の建設期間をできるだけ短縮して、交通規制による経済損失や周辺環境の悪化を低減する社会的要請が高まっている。

従来、立体交差橋の建設は、基礎および下部工の施工が完了した後に、上部工の施工を行う上下部分離施工が一般的で、これが施工期間の長期化の原因である。したがって、工期の短縮を目指すならば、基礎工・上下部の施工を一体として、並行施工などにより工程の最適化を図ることが必要となる。また、全工期の約2/3が基礎および下部工で、残りの1/3が上部工であることから、基礎および下部工に対する構造の改良や合理化を行い、施工の迅速化を可能とする技術の開発が、大幅な工期短縮実現への方策である。

(社)日本橋梁建設協会発行の「立体交差の急速施工」¹⁾では、開発のコンセプトに上下部・基礎工を含めた現

地施工の短縮と交通規制の最小化を主眼とし、建設コストの縮減、適正品質の確保、環境保全が課題としている。直近の技術発表会^{2), 3)}から施工事例を示す。

2. 原田高架橋

(1) 概要

原田高架橋は、国道11号線坂出丸亀バイパスと主要地方道高松普通寺線が交差する原田交差点周辺の渋滞緩和・交通事故の減少を目的として建設された4車線の立体交差橋である。国土交通省の工事で初めて急速施工法(UFO工法)が採用された⁴⁾(写真-1)。



写真-1 完成写真(原田高架橋)

発注者：国交省 四国地方整備局 香川河川国道
 工期：H16年1月～H16年11月
 施工場所：香川県丸亀市原田町
 構造形式：7径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋
 鋼製ラーメン式橋脚
 基礎工：鋼製直接基礎

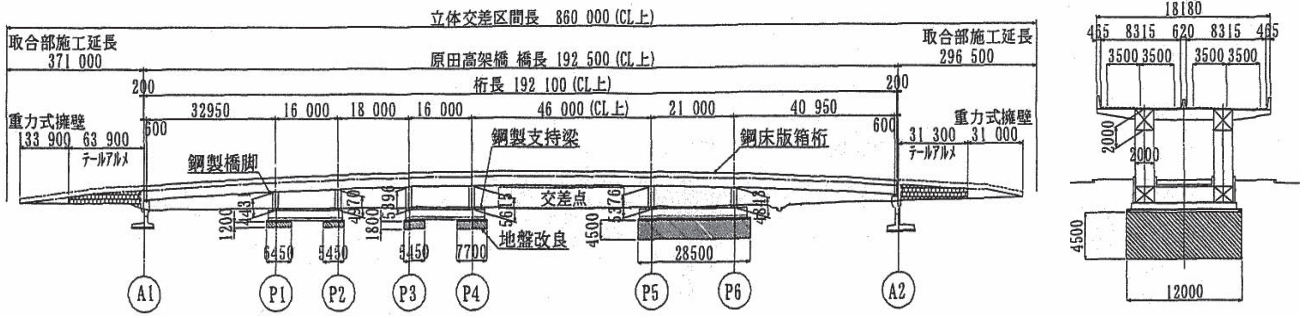


図-1 橋梁一般図 (左:側面図, 右:断面図)

橋 長 : 192.5 m, 幅 員 : 16 m
 支 間 長 : 32.95 + 16 + 18 + 16 + 46 + 21 + 40.95 m
 (図-1)

(2) 施工法の特徴

A2 橋台の施工開始から常時片側 1 車線ずつの交通規制が必要であり、二次渋滞が問題とされた。そこで、本交差点の立体化事業では、高架橋部は建設費のみでなく、工事による社会的損失も併せて考慮し、現場施工の多いコンクリート構造主体の従来工法と比較した。その結果、トータルコストで有利な「鋼製の直接基礎を有する鋼床版箱桁ラーメン橋」をトラッククレーンで架設する急速施工法「UFO 工法」を採用した。

上下部工は、プレファブ化により現場工期の短縮が図れる鋼床版箱桁と鋼製橋脚とで構成される。また、一体ラーメン構造とすることにより耐震性が向上すると共に、支承・伸縮装置が削減できるため走行性も向上し、維持管理費用も低減できる。

鋼製の上下部工により軽量化が図られ、基礎に作用する荷重が小さくなり、基礎部材にプレファブ化した鋼部材を採用することが可能となる。基礎構造は、格子状に配置した支持梁・つなぎ材とよぶ鋼部材とその下に敷いた薄厚のコンクリートフーチングから構成され、上下部工からの荷重は格子状に配置した鋼部材からフーチングを介して地盤へ効率的に分散される。上下部・基礎工のほぼ全てがプレファブ化され部材もコ

ンパクトなため、コンクリート構造を主体とした基礎に比べ大幅な工事期間の短縮と施工ヤードの縮減が可能となる (図-2)。

従来の直接基礎は、支持地盤まで掘削して、支持地盤上に据え付けるが、この方法では、掘削土が多くなり施工に時間がかかる。基礎工底面から支持地盤までの間を高架橋の荷重を支持するため必要な強度に地盤改良することにより、地盤掘削量を削減した (図-3)。

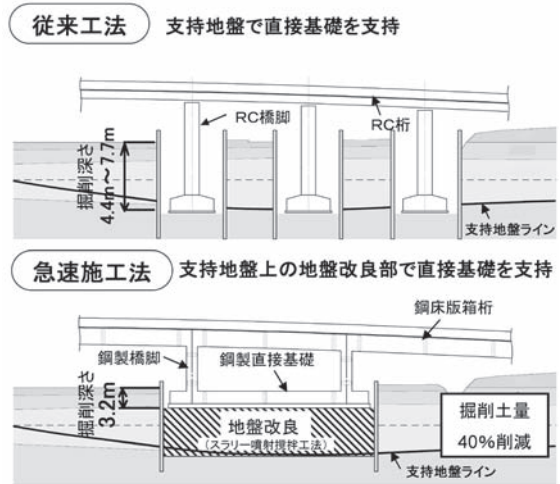


図-3 地盤改良による掘削土量の削減

限られた施工ヤードで迅速に部材を架設するため、鋼部材の架設工法は、施工ヤードを極力小さく支間毎にサイクル架設でき、取合い部 (擁壁) と並行作業できることを条件とし、実績が多く経済的で機動性の高いトラッククレーン工法を選定した (写真-2, 3)。

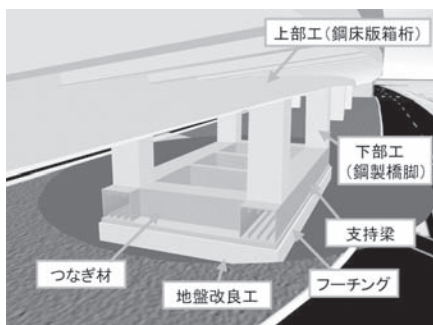


図-2 構造概要 (原田高架橋)



写真-2 下部工・基礎の架設 (鋼製橋脚)



写真-3 上部工の架設 (鋼製橋脚)

(3) 施工法の効果

本工法と、上部工を中空 PC 床版橋（側径間部）と単純合成 I 桁橋（中央径間）とし、下部・基礎工を RC 橋脚・RC フーチングを用いる従来工法と比較する。

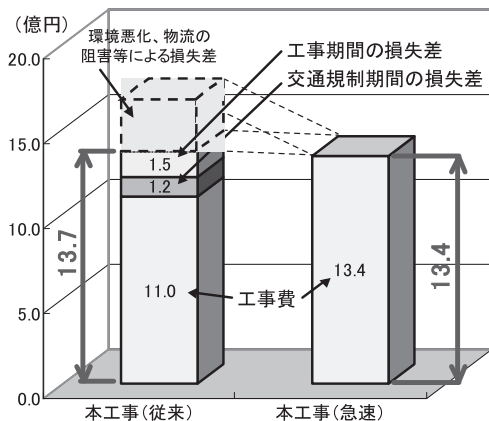
工事着手から完了まで（取合い部、下部工から舗装工、付属施設工まで）の工程では、従来工法が 25 ヶ月に対して 15 ヶ月と、約 40% の工期短縮が図れた。また、高架橋の工事期間および交通規制期間を比較すると、630 日→250 日（60%）および 315 日→185 日（40%）と大幅に短縮できた（表—1）。さらに、渋滞損出を考慮した経済効果では、図—4 のような差が生まれた。

表—1 従来工法と本施工法の工事期間・交通規制期間の比較

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
工事全体の工期	従来工法	750日(26ヶ月)																								
	急速施工法	490日(16ヶ月)																								
高架橋工事(上下部工)の工期	従来工法	630日(21ヶ月)																								
	急速施工法	250日(8.3ヶ月)																								
高架橋工事(上下部工)における交通規制	従来工法	315日(10.5ヶ月)																								
	急速施工法	185日(6.2ヶ月)																								

「蔵前橋通り」と「平和橋通り」が交差する「たつみ橋交差点」は、交通渋滞が慢性化しており、地域住民の日常生活や経済活動に大きな影響を及ぼしていた。特に、蔵前橋通りは、朝夕に激しい渋滞が発生し、路線バスの遅れや消防車などの緊急車両の交通阻害、通過交通の生活道路への進入など支障をきたしていた。

本立体化事業は、「スムーズ東京 21—拡大作戦—」の一環として計画された東京都土木事業初の上下部一体設計施工一括発注方式である。施工は、現場施工を極力少なくし、大部分を工場製作にてプレファブ化し、現場では鋼桁の主桁張出し部を折り畳む方式を採用し、施工ヤードを最小限とし、工事に伴う二次渋滞を軽減させた。交差点部の施工は、利用者の安全確保と交通影響に配慮し交通規制を最短にして、多軸式特殊台車と吊上げ装置の併用で一括架設した。延長 818 m の立体化を設計から工事完了まで 1 年余の短期間で完成した（写真—4）。



図—4 経済効果



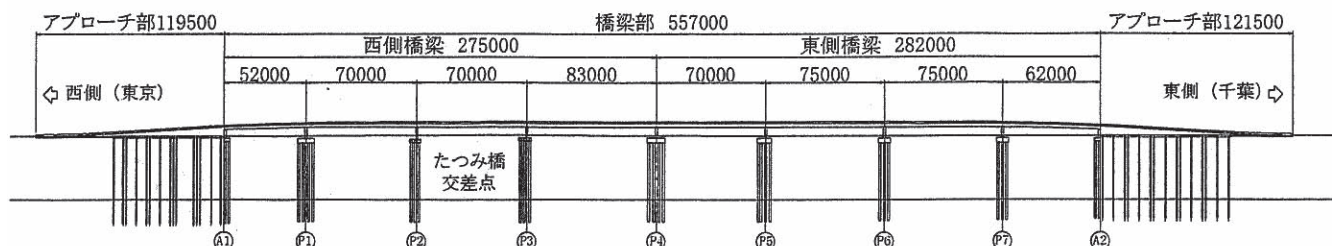
写真—4 完成写真（新小岩陸橋）

発注者：東京都 建設局
 工期：H18年10月8日～H19年10月26日
 施工場所：東京都葛飾区新小岩
 構造形式：4径間連続剛結鋼床版箱桁橋（2連）
 鋼製ラーメン式橋脚
 基礎工：鋼管杭，場所打ちコンクリート杭
 橋長：557 m，幅員：7.5 m
 支間長：52 + 70 + 70 + 83 + 70 + 75 + 75 + 62 m
 （図—5）

3. 新小岩陸橋

(1) 概要

東京都心部と千葉県を結ぶ重要な幹線道路である



図—5 橋梁側面図

(2) 施工法の特徴

基礎は、現場での施工条件、施工法を考慮し杭形式を選定した。A1, P1の場所打ちコンクリート杭にRCD（リバースサーキュレーション）工法（写真—5）、P4～P7, A2の場所打ちコンクリート杭にTBH（トップドライリバース）工法を採用した。P2, P3は、鋼管杭とし、覆工下での作業を容易とするため、油圧式全回転既製杭中掘り工法「SPACE21」（写真—6）を採用し、鋼管杭上部は、鉄筋コンクリートとの複合構造として、レベル2地震に対する耐力を確保した。鋼矢板には、油圧式圧入引抜工法を使用した。

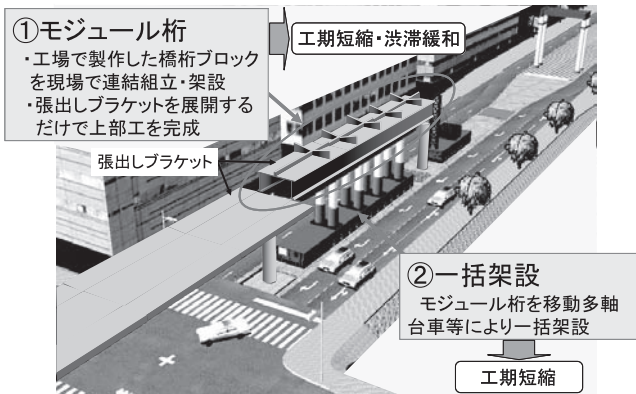


写真—5 場所打ち杭（RCD工法） 写真—6 鋼管杭（油圧式中掘り工法）

上部工は、耐久・耐震・維持管理性に配慮し、急速施工を最大限に活かせる鋼床版箱桁と鋼製橋脚を剛結したラーメン構造を採用した。一般部（P1, P4～P7）は、単柱鋼製橋脚とし、交差点部（P2, P3）では、視距確保のため歩道部に橋脚柱を設けた門型鋼製橋脚とした。門型橋脚のフーチングは、歩道部での狭隘な施工条件、輻輳した埋設物の回避および施工日数の短縮から鋼製フーチングを採用した。

架設に用いた「すいすいMOP工法」⁵⁾は、土木研究所との共同研究をもとに、開発されたモジュール桁工法、橋脚柱先行建込み工法などの要素技術で構成された急速立体交差技術である（図—6）。

モジュール桁工法は、上部工の主桁張出し部（ブラケット）を上方に折り畳むことで、現道中央部に設け



図—6 すいすいMOP工法 概要図

た狭い作業帯幅（6.4 m）での施工を可能とし、交差点部において右折車線の確保が可能となり、工程短縮も実現した。ブラケットの完成形状への展開は、交通量の少ない夜間などの時間帯に行った。

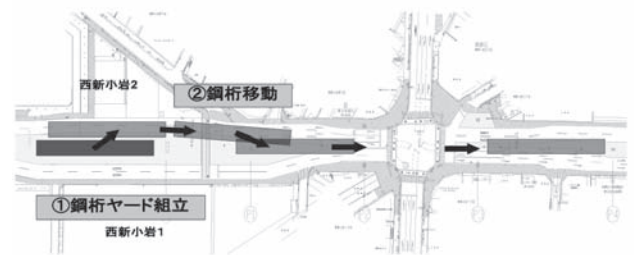
東側の橋梁上部工P4～P5, P6～A2の3径間は、現道中央部に設けた作業帯でモジュール桁工法により地組立した。先行して橋脚柱部を架設し（写真—7）、各径間の桁を作業帯内で一径間分組立する。橋脚頭部に設置した吊上げ設備で、夜間（22：00～翌朝5：00）に一括吊上げ架設した。P5～P6間は、交差点上のため大型クレーンを併用し、地組立し一括架設した（写真—8）。



写真—7 橋脚柱部架設状況

写真—8 桁地組立状況

西側の橋梁上部工A1～P4は、交差点部であり作業帯が設置できないため、A1橋台背面に組立ヤードを設けた（写真—9）。ヤードで桁一径間分の地組立した後に、図—7に示すように夜間に最小限の交通規制を行い、多軸式特殊台車で架設地点まで移動させ、橋脚頭部に設置した吊上げ設備（写真—10）により一括吊上げ工法にて架設した（写真—11）。多軸式特殊台車の上にターンテーブルを搭載し、移動時の桁の慣性や、レベル差を吸収させた。A1～P2, P4～A2間の



図—7 交差点部 鋼桁架設時交通規制図



写真—9 A1背面地組桁ヤード

写真—10 吊上げ設備

モジュール工法により一括吊上げ架設した主桁のブラケットは、吊上げ後、クレーンにて展開した。展開時は、高所作業車を併用し仮添接した。展開後に吊足場を設置し、ボルトなどの添接作業を行った（写真—12）。

アプローチ部は、U型とL型擁壁とした。U型部の床版はPCプレキャスト部材（写真—13）とし、L型部は軟弱地盤対策として、廃ガラスを再生利用して粉末化し添加剤を入れ発泡させた軽量盛土「スーパーソル」を活用し工程短縮を図った（写真—14）。



写真—11 一括吊上げ状況



写真—12 ブラケット展開状況



写真—13 アプローチ部 (U型部)



写真—14 アプローチ部 (L型部)

(3) 施工法の効果

立体化工事急速施工技术（すいすいMOP工法）の活用により、現場施工日数を通常工程より大幅に短縮させ、現場着工から109日（5.5ヶ月）という短期間で開通し、H19年10月15日に交通開放することができた（表—2）。開通後の交通量調査で、流入交通量は約7割減少し、交差点立体化の整備効果を確認している。完成後、つつみ橋交差点への流入交通量が半分以下となり、交通渋滞は解消され、ドライバーや地域住民から事業効果に対する評価の声が寄せられている。

4. 小坂高架橋

(1) 概要

小坂高架橋は、国道11号線と国道33号線松山環状線が交わる小坂交差点の立体交差橋である。クイックブリッジ工法⁶⁾の最初の実施例であり、上部工と基礎工との同時施工、および多軸式特殊台車による一括移動架設を用いて急速施工が実現された（写真—15）。

発注者：国交省 四国地方整備局 松山河川国道工 期：H17年3月17日～H19年3月30日

表—2 全体工程

種別	工種	平成18年度						平成19年度						備考	
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
立体化工事	鋼桁工場製作	鋼桁工場製作													
	準備工(作業帯設置)						▼工事説明会 H19/2初	▼つつみ交差点歩道橋撤去 H19/8下頃							
	下部工(基礎工)							下部工(基礎工)							
	上部工(鋼桁架設)										▼つつみ交差点架設 H19/8中頃				
	アプローチ工							西側アプローチ				東側アプローチ			
	橋面工(高欄・舗装)											▼立体部完成 H19/10下頃			



写真—15 完成写真 (小坂高架橋)

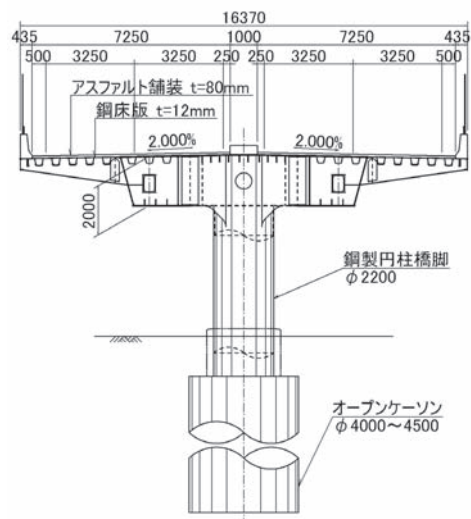
施工場所：愛媛県松山市枝松～小坂

橋梁形式：3径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋 (①)、
4径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋 (②)、
単純合成床版橋 (③)

基礎工：圧入式オープンケーソン、場所打ち杭

橋長：373m、幅員：15.5m (図—8)

支間長：41.85 + 42 + 39.85m (①：P5～P8)、
53 + 68.5 + 53 + 51.35m (②：P8～P12)、
19.2m (③：P12～A2) (図—9)



図—8 標準断面図 (単位: mm)

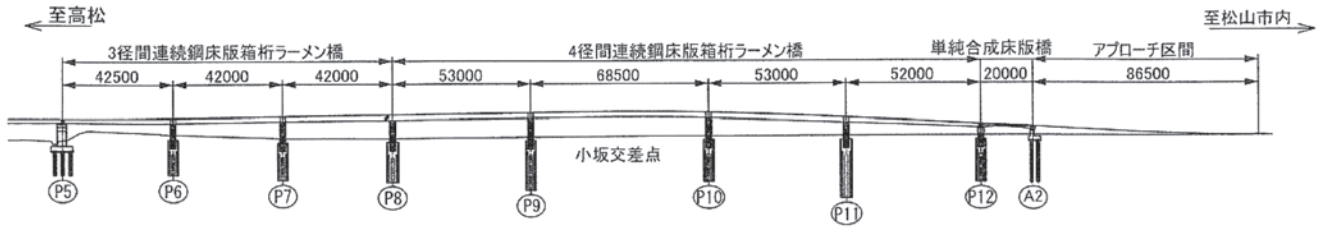


図-9 構造一般図

(2) 施工法の特徴

鋼製橋脚と基礎（圧入式オープンケーソン）との接合部には、橋脚と基礎とをフーチング・アンカーフレーム等を介さずに直接連結する鋼管ソケット接合方式「クイックピアジョイント」を採用した。圧入式オープンケーソンと鋼管ソケット接合の採用により、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を図ることができる（図-10）。

鋼製橋脚が設置される P6～P12 は、基礎を狭い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、基礎と鋼製橋脚の接合部に鋼管ソケット接合を採用した。鋼管ソケット接合は、鋼製橋脚をケーソン基礎の上部に設置した鋼管の中に差し込み、隙間にコンクリートを充填し接合する（写真-16、17）。

この方式は、鉄道関連の構造物では標準的な接合法として多くの実績があるが、道路橋での採用は少なく、

大規模構造物では初である。これらにより、低騒音・低振動で基礎が施工でき、交差点部における昼間片側4車線確保という条件をクリアした。

主桁は、3径間と4径間連続の鋼床版箱桁に鋼製脚を剛結したラーメン構造とした。橋脚基部には、一括移動時のジャッキダウン量を小さくし、架設速度および安全性を向上させるため現場溶接継手を採用した。

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（アプローチ区間など）において上部工の地組立を行う（写真-18）。



写真-18 上部工と基礎の同時施工

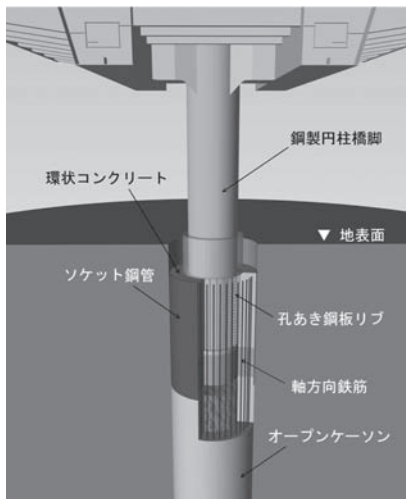


図-10 鋼管ソケット接合部 概要図

基礎の施工が完了した後、上部工を多軸式特殊台車により交差点上まで一括移動させ、所定の基礎位置に据え付ける。交差点部を含む3径間の鋼桁および鋼製橋脚を、多軸式特殊台車による一括移動で3回に分けて架設した。その後、残り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、A2側のアプローチ部分を施工した（写真-19）。

一括移動架設の最大規模は、交差点上に設置する1回目（P9～P10径間）である。地組立により、舗装を除く工程（現場溶接、高力ボルト本締め、現場塗装、壁高欄等の付属物の取付けおよび足場の撤去）を完了させる（写真-20）。橋桁（長さ90m、幅16m、重さ8,000kN）を、1夜間の交通規制の時間内（22:00～翌朝6:00）に、多軸式特殊台車で交差点上まで約160m移動させ、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-21）。

その後、4台の多軸式特殊台車上にセットされた油



写真-16 鋼管ソケットの設置

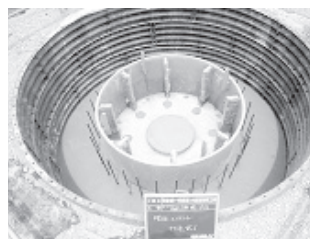


写真-17 環状コンクリート打設



写真一十九 上部工の地組立



写真二十 地組立完了状況



写真二十一 交差点の夜間一括架設の状況

圧式ユニットジャッキ（最大ストローク 2.2 m, 昇降能力 2,500 kN）により所定の高さまで降下させた（写真一 22）。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微調整を行った後、橋脚基部を連結した。アプローチは、大型重機もいらず工期が短縮できる EPS 軽量盛土を用いた（写真一 23）。



写真二十二 ジャッキダウン



写真二十三 EPS 軽量盛土

(3) 施工法の効果

本橋は、クイックブリッジ工法を採用し、現場交通

規制 12.5 ヶ月という短期間で終えた。工事は、トラブルもなく順調に進み、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 車線の交通開放ができた。

5. おわりに

会員各社の創意工夫により、早期の供用開始や交通環境の改善など所期の目的を達成した事例を紹介した。現時点においても急速施工技術に対する開発意欲は旺盛であり、競いながら工夫を加え、継続的な技術革新に活動を行っている。本報告が、今後の都市内交差点の立体交差事業の発展に寄与できれば幸いである。

最後に、資料を提供いただいた日立造船鉄構・川田工業、三菱重工鉄構エンジニアリング・戸田建設、横河ブリッジ・森組の各JVの皆様に感謝の意を表する。

J C M A

《参考文献》

- 1) (社)日本橋梁建設協会：立体交差の急速施工。(2004.11)
- 2) (社)日本橋梁建設協会：H17 年度技術発表会、橋建協小冊子、pp.7-19、(2005.10)
- 3) (社)日本橋梁建設協会：H20 年度技術発表会、橋建協小冊子、pp.2-1-2-9、(2008.10)
- 4) 山田、豊崎、竹内、美島、田原、石山：原田高架橋の設計と施工、橋梁と基礎、Vol.39、No.9、pp.5-13、(2005.9)
- 5) 神宮、大波、栗原、北嶋、浅野、小林：立体交差急速施工技術「すいすい MOP 工法」上部工施工試験、土木学会第 59 回年次学術講演概要集、IV-155、(2004.9)
- 6) 佐々木、小田：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)

【筆者紹介】

古田 富保（ふるた とみやす）
 (社)日本橋梁建設協会 技術委員会
 架設小委員会 委員
 (株)横河ブリッジ
 取締役橋梁工事本部副本部長
 安全技術部長（工学博士）

