

# 最近の施工機械

平 喜彦\*

施工の合理化、省力化を図る上で架設機械が果たす役割はきわめて大きい。しかも橋の建設では現場ごとに条件が異なるため、適切な施工方法や架設機械が橋ごとに異なる。従来から適用されてきた架設方法、架設機械であっても、新たな発想や独自の工夫によって施工の改善や建設時に付加価値を加えることも可能となる。そこで本稿では最近の施工機械の適用事例をおして、その傾向などについて考えてみる。

キーワード：架設機械、省力化、急速施工

## 1. はじめに

橋の建設では一般に現場ごとに架橋条件が異なるため、与えられた条件のなかで、コスト、工期、安全等を勘案して施工方法、施工機械が決定される。ここで、施工の合理化を図るために施工機械の果たす役割は大きく、省力化、効率化を進めるには、大なり小なり施工機械の改良、改善が欠かせない。たとえば、大規模プロジェクトではそのスケールメリットを活かして、斬新で大規模な架設機械を用いた事例がある一方、規模の小さなプロジェクトでも、架設機械に工夫を凝らしてコストの縮減と工程の短縮を図った事例が見られる。

そこで本稿では、最近の建設事例のなかから特徴あるものを取り上げ、その施工機械の傾向を考察してみることにする。なお、本タイトルは「最近の施工機械」としているが、その趣旨を「新たな発想やアイデアによって工夫を加えた最近の架設工法・架設機械」と捉えることにする。また、ここで取り上げるプレストレストコンクリート（以下、PC）橋の架設機械としては、桁橋の施工で広く用いられている移動作業車および架設ガーダー（大型移動支保工を含む）を対象とする。

## 2. 移動作業車を用いた最近の事例

移動作業車を用いた片持ち架設によるPC橋の施工は、わが国では1958年に嵐山橋が完成して以来60年が経過し、その実績は2300橋を超えている<sup>1)</sup>。場所打ち施工による片持ち架設は、その施工手順やサイクル工程自体には本質

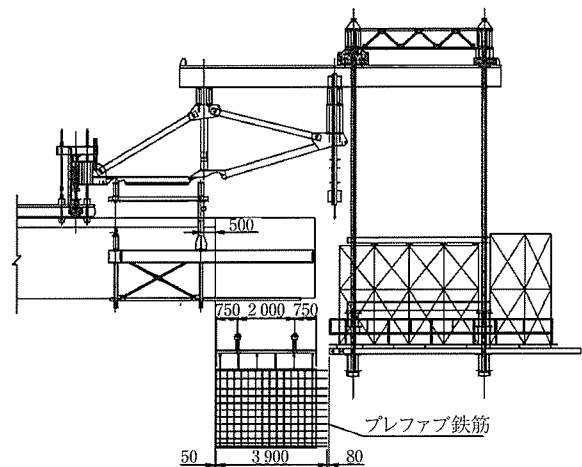


図 - 1 プレファブ鉄筋に対応した移動作業車

的に変化はなく、ある意味標準化された工法として一般に普及している。しかし、そのサイクル工程をいかに短縮するかということは永遠のテーマともいえ、これまで諸先輩方が考慮を重ね、つねに改良を加え、新しい試みが続けられている。

一方、プレキャストセグメントを用いたバランスドカンチレバー架設も近年適用事例が増えている。ここでは現場作業の省力化と工期短縮という観点からも、施工機械がさらに重要な要素を占める。

### 2.1 移動作業車を用いた片持ち架設の事例

#### (1) プレファブ鉄筋に対応した移動作業車

片持ち架設のサイクル工程を縮めるには、サイクルのなかの個々の作業の短縮を図る、もしくはクリティカルとなる作業の一部を切り離して並列に実施することで全体の短縮を図ることが考えられる。その一例として、架設ブロックの鉄筋をプレファブ化して工程短縮を図った事例がある<sup>2)</sup>。プレファブ鉄筋に対応した移動作業車を図-1に示す。ここでは、べつのヤードでプレファブ化した鉄筋かごを施工ブロック内に吊り込むために、移動作業車の後方足場を省略している。またトラス上部に梁を設置して作業台を前後にスライドできる構造とし、プレファブ鉄筋を移動作業



\* Yoshihiko TAIRA

三井住友建設(株) 土木本部  
土木設計部



写真 - 1 台船による鉄筋・型枠設備の曳航  
(提供：D. Tisminetzky 氏, Waiko Group)



写真 - 3 モバイル型エレクションノーズ  
(提供：山口貴志氏, ㈱大林組)



写真 - 2 鉄筋・型枠設備の一括吊込み  
(提供：D. Tisminetzky 氏, Waiko Group)

車に吊り込むための空間を確保している。この方法により従来の施工サイクルと比較して30%程度の短縮を図っている。

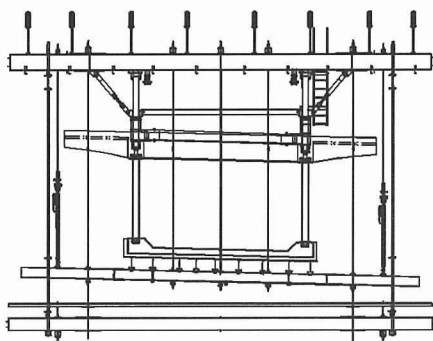
(2) 鉄筋と型枠設備の一括架設

鉄筋のプレファブ化のみならず、鉄筋と型枠設備および

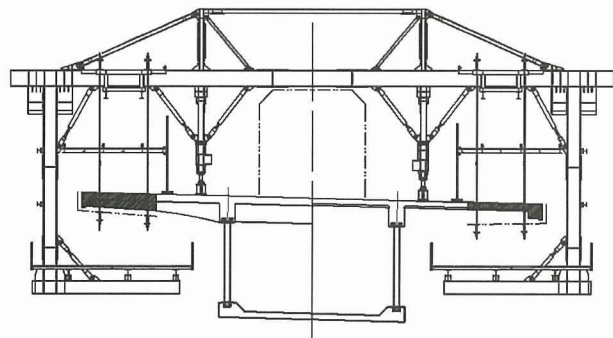
型枠の受け梁等を含めてあらかじめ組み立てて、架設地点まで運んで一括架設した事例がある。イタリアのポー川に架かる橋長400m、中央支間192mの3径間連続PC斜張橋(2006年完成)は、主桁が3室箱桁断面であり、鉄筋・型枠の組立て作業を効率よく行うために1ブロック分の鉄筋と型枠を近接する岸部にて台船上で先行して地組する方法を採用している。移動作業車の型枠と受け梁は橋面上のトラスフレームと分離されており、地組した鉄筋・型枠設備を架設直下まで台船にて曳航し、移動作業車のフレームから直接吊り上げている(写真-1, 2)。1ブロックの長さは4.5mであり、この架設方法・架設機械を用いることにより、標準ブロックを4日、斜材ブロックを5日のサイクルで施工している。

(3) モバイル型エレクションノーズ

プレキャストセグメントを用いたバランスドカンチレバー架設においても興味深い架設機械が見られる。写真-3は、3径間連続桁橋に対してプレキャストセグメントを採用し、モバイル型のエレクションノーズを用いてバランスドカンチレバー架設を行った事例である(写真-3)<sup>3)</sup>。本プロジェクトは総延長63kmの高架橋工事であり、このうち既設道路を横架する24箇所の区間に連続桁橋を採用



(コア断面片持ち架設時)



(張出し床版施工時)

図 - 2 移動作業車を用いた主桁の分割施工

している。この連続桁橋の架設においては、一部既設道路を横断する箇所でセグメントを直接吊り上げることができないため、張出し架設した橋面上の任意の位置でセグメントを吊り上げ、吊った状態で片持ち先端まで自走可能なモバイル型のエレクションノーズを開発している。これにより厳しい工期に対して急速施工を実現している。

## 2.2 移動作業車を用いたその他の事例

### (1) 主桁の分割施工

主桁断面を先行施工する部分とあと施工する部分に分けて架設設備の軽量化を図る場合がある。断面の分割方法は、主桁形状や1ブロックの施工重量などによって異なるが、先行施工するコア断面部と後続施工する張出し床版部の両方に同じ移動作業車を適用して架設設備を省略した事例がある。

図-2は、リップ付き床版を有する波形鋼板ウェブ橋において、あと施工となる張出し床版の施工に移動作業車を用いた事例である。ここでは主桁断面をコア断面部と張出し床版の一部とに分け、コア断面を片持ち架設により先行施工して閉合した後に、片持ち架設に用いた移動作業車のフレームを転用して、あと施工となる張出し床版を構築している。張出し床版部の施工にはプレキャストリップを用い、これを介して張出し床版を移動作業車から吊る方法を採用している。片持ち架設時の主桁断面が小さいため移動作業車の軽量化が図られ、さらにその設備をあと施工部に転用するという合理的な施工が実現している。

### (2) 既設橋の拡幅

供用後に歩道部を新設するなどの理由により、既設橋の床版を拡幅する場合がある。既設橋の補修・補強では一般に、桁下の河川や既設道路などの制約から厳しい施工条件となることが多い。このため桁下を使用せずに橋面上から移動作業車を用いて拡幅した事例が見られる。写真-4の事例では、既設橋の張出し床版の片側を1.85mずつ、合計3.7mを拡幅して車道7m、歩道3mの幅員を確保している<sup>4)</sup>。施工においては従来の移動作業車を改良し、橋軸方向に10mのブロック長を標準とする分割施工を行っている。

## 3. 架設ガーダーを用いた最近の事例

架設ガーダーを用いた施工も移動作業車と同様にその歴史は古く、PC橋の架設においてもっとも広く適用されている架設工法のひとつである。架設ガーダーを用いた施工は、大きく分けると現場打ち施工とプレキャストセグメントによる施工に分けられ、現場打ち施工には、大型移動支保工による施工が1970年代から適用されている。支間を一括で現場施工して架設ガーダーを含む架設設備を次径間へと移動する工法である。型枠設備や自走装置などを組み込んでいるため改良・改善が加わる要素も多く、その架設方法を工夫した事例がみられる。

一方、架設ガーダーを用いてプレキャストセグメントを架設する施工法にスパンバイスパン架設があり、わが国では1990年代から施工されている。この工法は一般に、初期の設備投資が大がかりとなるため、ここでも架設機械の



写真-4 移動作業車を用いた既設橋の床版拡幅



写真-5 スパンバイスパン架設での架設ガーダーの軽量化



写真-6 U桁架設による架設ガーダーの軽量化

適切な設定が重要となる。

### 3.1 大型架設機械を用いた一括架設

多径間連続の長大橋のような大規模プロジェクトでは、架設の合理化、標準化を図るために架設に関わるすべての

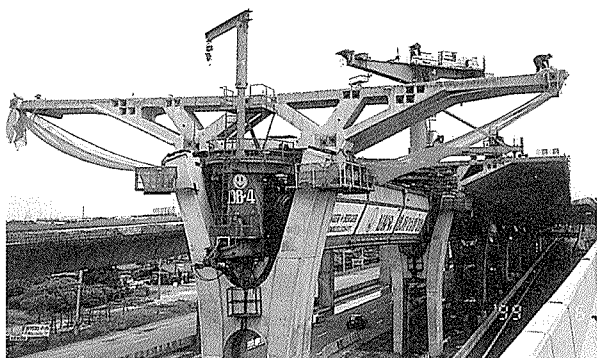


写真 - 7 架設機械の配置を考慮した橋脚形状

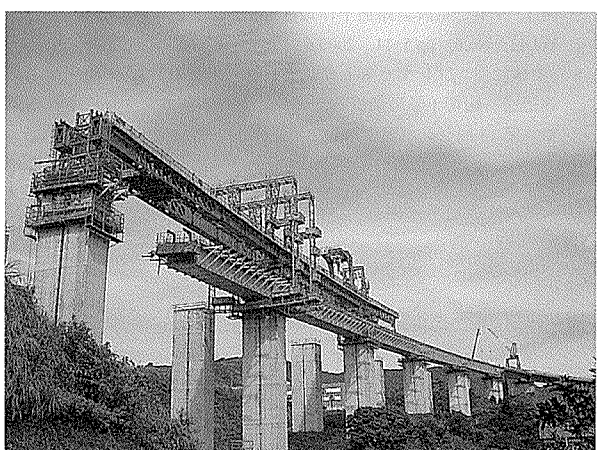


写真 - 8 周辺環境の保全に配慮した架設

機械設備、すなわち自走設備や吊上げ・降下のための設備等をすべて組み込んだ大型架設機械を用いる事例が見られる。

イタリアのピアツェンツァ高架橋<sup>5)</sup>は、橋長約5km、150径間の単純桁橋であり、架橋地点から離れた製作ヤードでプレキャスト桁を製作し、1径間全体を多軸で自走式の移動台車にて橋面上を運搬した後に架設ガーダーを用いて架設している。架設ガーダーは桁吊上げから運搬および降下のための設備、および桁自走装置を含めた構造であり、総重量は約800tである。

### 3.2 架設設備の小型化、軽量化

大型機械による支間一括架設は急速施工が可能となる反面、架設設備が大がかりとなり初期建設費が増す。そこで、架設重量を抑えることで架設機械の重量を減らし、建設コストを縮減する方法、すなわち前述の大型架設機械による施工とは逆の発想がある。たとえば、プレキャストセグメントを用いたスパンバイスパン架設において上床版をあと施工としてセグメントの軽量化を図り、架設ガーダーを軽量化した事例がある<sup>6)</sup>。ここでは、全断面のセグメントを架設した場合に比べて架設ガーダーの重量を約60%程度にまで低減している(写真-5)。

架設ガーダーをさらに軽量化した事例として、写真-6

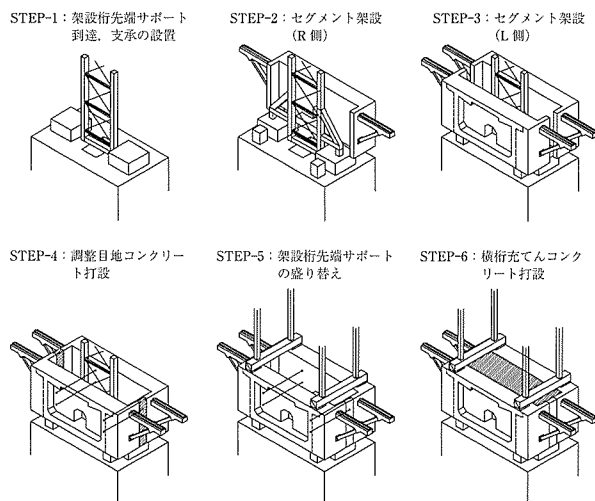


図 - 3 架設ガーダーを用いた柱頭部の構築例<sup>8)</sup>

に示す橋では、4主のU桁を採用して同じく上床版をあと施工とし、桁1本あたりの架設重量を抑えている<sup>7)</sup>。さらにここでは架設時にU桁の吊り位置を架設ガーダーの支点近傍とすることで、従来のスパンバイスパン架設の場合と比べて、架設ガーダーに作用する断面力を約17%にまで低減している。架設時の桁の重量を抑えることで架設機械の重量を抑え、省力化を図った事例である。

### 3.3 主桁・橋脚形状と架設機械の調和

デザインビルド方式のプロジェクトのように構設計画、施工計画の自由度が高い場合、主桁や橋脚の構造・形状にまで立ち返って架設計画の最適化を図ることが可能となる。すなわち架設を考慮した構造、あるいは構造の合理性を踏まえた架設機械とすることで、省力化と急速施工を実現した事例が見られる。

写真-7は、タイ・バンコックに建設された総延長55kmのバンナ高速道路であり、プレキャストセグメントをサポートタイプの架設ガーダーで架設するスパンバイスパン架設工法が用いられている。ここでは架設ガーダーの構造・形状と主桁・橋脚の構造との取合いにまで踏み込んで構造および架設方法、架設機械が選定されている。すなわち全幅27.2mの広幅員断面に対して主桁には桁内ストラット付き箱桁断面を、橋脚にはH形の形状を採用している。架設ガーダーは、このH形橋脚に合わせたU形構造としてH形の上側中空部を通過できる構造とし、移動およびセグメントの架設がスムーズに行えるように配慮している。これらの工夫により、1径間の架設を2日サイクルで行っている。

### 3.4 自然環境への配慮

自然環境に配慮して建設時に周辺環境の負荷を低減することが近年求められている。写真-8は、急峻な地形に建設された多径間連続桁橋であり、桁下の地形に対する環境負荷を最小限にする目的で、プレキャストセグメントを用いて架設ガーダーによりバランスドカンチレバー架設を行った事例である<sup>8)</sup>。プレキャストセグメントは当該橋梁の背面にある土工区間を製作・ストックヤードとし、セグ

メントは橋面上を台車で運搬して上空から架設している。とくに本橋の特徴として架設ガーダーを用いた柱頭部の施工法があげられる。ここでは、架設ガーダーの前方脚と柱頭部構造に工夫を加えることで、図-3に示すように柱頭部の構築も橋面上から行っている。以上により桁下での作業を一切なくし、地形を一切痛めることなく上部工の施工を可能としている。

#### 4. おわりに

標準化されてきた架設工法、架設機械であっても、現場条件や規模に応じて技術者が独自のアイデアや工夫を加えて、さらなる合理化・省力化が可能となることが実例をとおしてわかる。また、与えられた条件に対してそれぞれの技術者が異なる解を見つけていることは、技術者の橋あるいは建設に対する考えや発想の違いが見てとれて興味深い。

一方、既存ストックの有効活用が重視されており、大規模な補修・補強工事を行ったり、既設橋に新たな機能を加えて付加価値を高めたりするなどの新たな需要も見込まれている。社会の要請に対応した新しい施工機械、改良・改善を加えた架設機械が出現することが今後ますます期待される。

#### 参考文献

- 1) カンチレバー技術研究会：http://www.cantilever-method.org/
- 2) 岸上，他：ワーゲン施工における鉄筋プレファブ化技術の開発と施工，プレストレストコンクリート技術協会，第10回シンポジウム論文集，pp.167-172，2000.10
- 3) 山口，他：プレキャストセグメントを用いた鉄道橋の急速バランスドカンチレバー架設，土木学会第65回年次学術講演会，VI-450，pp.899-900，2010.9
- 4) 濱田，他：PC箱桁橋の拡幅および大型支承の交換 - 東二見橋拡幅工事 -，プレストレストコンクリート，Vol.47，No.2，2005.3
- 5) Della Vedova, M., et al.: Piacenza Viaduct on the High-speed Railway Line Milano-Bologna: Innovative Solutions for Prestressed Concrete Deck Design and Construction, Proceedings of the 2nd International Congress, fib, 2006.6
- 6) 池田，他：古川高架橋の設計と施工（上），橋梁と基礎，Vol.35，No.2，pp.2-9，2001.2
- 7) 水野，他：U桁リフティング架設工法を採用したPC橋の設計・施工 - 第二京阪道路茄子作地区PC上部工工事 -，橋梁と基礎，Vol.43，No.6，pp.5-11，2009.6
- 8) 中積，他：プレキャストカンチレバー工法の計画 - 第二東名高速道路 山切1号高架橋 -，プレストレストコンクリート技術協会，第13回シンポジウム論文集，pp.393-396，2004.10

[2010年10月29日受付]



刊行物案内

## プレストレストコンクリート技士試験 講習会資料

### 平成21年度 PC 技士試験講習会

資料のほか、過去3年間の試験問題、正解および解説が掲載されています。

現金書留または郵便普通為替にてお申込みください。

(平成21年改訂)

定 価 6,000 円／送料 500 円

会員特価 5,000 円／送料 500 円

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会