

## LRT および高速鉄道橋におけるフルスパンプレキャスト化施工 — Full-span precasting for light-rail transit and high-speed railway bridges —

著：Marco Rosignoli  
訳：会誌編集委員会海外部会\*

多くの長大橋が、高速鉄道プロジェクトのために建設された。中国の北京-天津間の113 kmの区間には100 kmもの橋梁区間(全体の88%)がある。また、北京-上海間1318 kmでは1140 km(全体の86%)、ハルピン-大連間663 kmでは全体の73%、武漢-広州間995 kmでは402 km(全体の41%)の橋梁区間が建設された。中国では、3500橋を超える高速鉄道橋が建設されており、高速鉄道施設への巨額な投資はヨーロッパ・日本・韓国・台湾でも行われている。

上部工や交通システムへの投資は、その他の構造物のコストを減少させることから、プロジェクト全体で考えると合理的になる。橋台やボックスカルバートでの盛土の崩壊によるコスト、軌道の平面的な損傷や沈下による交通の混乱、高さ的な制約に対しては長いPC橋に優位性があるが、列車によって誘発される振動の制御に対しては短い支間の橋梁に優位性がある。長い橋と短い橋の組合せは数百の支間を構成しており、投資を正当なものとするには、大きなプレキャスト部材の建設と輸送・架設のための特別な手段を提供する必要がある。高速鉄道橋のフルスパンプレキャスト化施工は、建設を加速し労力を最小限に抑え、品質を向上させ、さらには盛土と比較した場合のPC橋の競争力を高めることとなる。

最近のいくつかのLRT(Light-Rail Transit)のプロジェクトには、PC高架橋の区間が含まれている。LRTの支間は、列車による共振の制御を容易にするために短くなっている。したがって、支間の大多数はフルスパンプレキャスト化施工に向いている。多くの高速鉄道橋やいくつかのLRTは、フルスパンのPC桁を現地まで運搬し、一径間ごとに架設している。一室もしくは二室の箱桁は、軌道が2列の複線用の橋梁に非常に適している。軌道が1列の単線用U桁は騒音低減に対する優位性があり、脱線時に電車を囲い込むので環境に対して最適であり、重量が軽いため取り扱いも容易である。

フルスパンプレキャスト化施工は好条件の工場内で繰り返し高品質な打設を行うため、製作が早く、ほぼすべての気象条件で架設することができる。最大支間長は架設機材の容量に依存する。大規模なプロジェクトでこの工法が採用される場合、桁の長さや重量に合わせて架設機材を特注することが一般的である。U桁の地上運搬や完成した橋梁の床版上での運搬は、30~35mを超える支間では、架設機材の費用や床版に載荷される荷重のために採用されることはまれである。橋梁と運搬経路の最少勾配は、既設の床版上で桁を運搬する場合には重要であ

る。

### LRT 橋単線用U桁のフルスパンプレキャスト化施工

高速鉄道橋は一般的に農村環境に建設され、LRT橋は都市環境に建設される。複線用PCセグメント箱桁はLRT橋に広く使用されてきた。単線用U桁のフルスパンプレキャスト化施工は、高い品質と架設の早さから頻繁に採用されてきている。複線用U桁は一般的にプレキャストセグメントである。また、地上での輸送には重量が大きすぎるため、門型クレーンを用いたスパンバイスパン工法で架設される。

単線用U桁は、2つのウェブと下床版で構成される。軌道は、バラストか床版に直接固定することができる。ウェブの上フランジ上は乗客の避難用通路として使用することができる。ウェブと上フランジの横方向の剛性は、脱線した場合に電車を橋梁上にとどめておくのに十分である。

単線用もしくは複線用のU桁は支間30~35mで使用され、剛性の高い複線用の箱桁は単純支持で40~45mで使用される。長い支間は都市環境において橋脚や基礎を少なくできる利点があるが、列車による共振が発生することや、桁高が高くなることから、ほとんどの場合、支間は40~45mに制限される。2径間の連続桁は長い支間を有するが、架設が複雑で高価になることから、特殊な交差条件の場合にのみ使用される。

複線用のプレキャスト製の箱桁セグメントの移動式ガントリー架設桁によるスパンバイスパン架設に対して、単線用のU桁をフルスパンプレキャスト化して架設する施工法を比較することによりいくつかの利点があげられる。

#### • 形状と製造法の単純化：

プレキャストセグメント化された箱桁は11~13のセグメントの製造が必要だが、フルスパンプレキャスト化の場合には2つの35mのU桁を一度の工程で製造するだけでよく、形状的管理はるかに単純である。

#### • 迅速で安価な運搬と架設：

軌道のコンクリート桁の運搬は、公道を利用して一夜で運搬し、通常2台の大型クレーンで一夜につき4つのU桁(2連×2支間)の架設が可能である。ガントリーを用いたプレキャストセグメント箱桁の架設には2~3日を要する。ガントリーを用いたプレキャストセグメント箱桁の架設は直線的に連続して進める必

## ○ 海外文献 ○

要があるが、フルスパンU桁の架設は必ずしも連続的でなくとも良く、橋脚が完成した箇所から架設可能である。

しかしながら、2連の単線用U桁の施工には箱桁橋の場合と比較するとより広く高価な橋脚頭部（または橋脚梁）が必要であり、プレキャスト設備はこのような構造物のために設計される必要がある。そして地上クレーンによる架設では、橋全体にわたりアクセス可能なヤードと高さの低い橋脚が必要である。

### ・都市部での施工に適している：

U桁内部は外部から見え難く、ウェブは防音壁として機能する。また、ケーブルやシステム機器を設置することができ、乗客の避難経路としても機能する。

### ・電車が脱線した際の構造物による保護機能：

支承の橋軸直角方向間隔が広いと、タイダウン（負反力防止装置）無しに脱線時の負反力に対して抵抗できる。

### ・軌道のレベルを1.5～2.0m低くできる可能性がある

上部工の重心が低下するため、地震時の橋脚に作用する曲げモーメントを低減できるとともに、場合によってはエスカレーターに踊り場を設ける必要もなくなる。

単線用のU桁は4.5～5.0mの幅員を有し、支間長25mタイプで1500kN、支間長35mタイプで2000～2200kNの重量がある。

この規模の物を陸路で輸送する際にはトラックと後部操舵装置を使用する。

一方、複線用U桁は9～10mの幅で重量は4000～5500kNであり、陸路での輸送には幅が広すぎる。ほとんどの場合、複線用の桁は門型クレーンで荷揚げされ、タイヤ式のトロリーや門型運搬装置を用いて床板上まで運ばれる。

その一方、複線用のU桁は、マッチキャスト方式で製作されたプレキャストコンクリートセグメントで構成されており、エポキシ樹脂で接合され、オーバーヘッドガントリーにより架設される。

プレテンションおよびポストテンションとの比率の変更は、フルスパンプレキャストでも可能である。プレテンションは型枠を単純化し、耐久性を向上させ、労務とプレストレスを最小化させることができる。しかしながらプレテンションは、多くのストランドを定着するアンカーブロックと反力梁に対する投資が必要になる。

ストランドアンカーブロックは多数の製作台に跨り、製造ラインの両端に設置される（図-1）。プレテンションは、組立てラインにあるすべての桁がプレストレスングの時点において同材齢にするため、プレキャスト設備を計画的に運用する必要がある。プレキャスト桁を保管場所へリフトアップして移動するために導入されるプレテンションによる緊張力は、出荷直前に与えるポストテンションによる緊張力と合成される。これは、アンカーブロックと反力梁のコストの最小限化、および放物線形状に配置されたPC鋼材を使用することによるプレ



図-1 4主桁用の製作ライン  
(写真提供：Systra)

ストレス効率の向上のためである。

横方向に対してもプレストレスが導入されている。交換可能なシングルストランドがウェブの上側に定着されており、ウェブおよび底板の曲げ耐力、ウェブのせん断耐力、電車が脱線した際の列車防護性能を増加させる。

線路を直結させる台座コンクリートは以下の2つの工程で施工される。基部は、主桁の養生中にプレキャスト設備において打設され、上部の調整層は、主桁架設・高さ調整後に現場にて場所打ちされる。床版には通常、横断勾配が無く雨水は橋軸方向に台座コンクリートに沿って流れ、集水されて橋脚へと排水される。

プレキャスト設備は輸送費を最小限に抑えるため、橋の近くに設置される。鉄筋籠の組立方法は多岐にわたる。鉄筋籠が製作台の中で組み立てられる際には、1ラインあたり2～6の製作台で構成され、コンクリート打設は一括して行われる。

大型の地上クレーンを使用した主桁架設は、通常6日サイクルで行われる。毎晩4つの主桁を運搬するためには通常、最大4つの製作台を有する6つの組立てラインが必要になる。1サイクルの長さは、材料と組立手順によるが、6日間よりは短く、それに応じて組立てラインの数も減少する。製造工程は、輸送・架設速度と整合性のとれたものでなければならない。

プレキャスト設備はざらりと並んだ製作台に矩形に配



置される。製造ラインの数は主桁の製造サイクルに対応し、各ラインの製作台の数は、丁度一日で運搬できる主桁の数に対応している。養生完了までの保管場所は主桁が床版上に重ねて運ばれる時のみ必要となる。陸上輸送とクレーン架設では、主桁への載荷がコンクリート打設直後にはなされず、橋脚上でも養生が可能であるため、2～3日の養生期間しか要しない。

6日間のサイクルで、1つ目の製造ラインでは夜間運搬されるU桁が置かれ、2つ目の製造ラインでは清掃し鉄筋籠の組立て準備を行い、3つ目の製造ラインでは鉄筋籠の製造と鋼材緊張を作業員が行っている。4つ目の製造ラインではコンクリート打設を行い、残りの2つの製造ラインではU桁を養生している。養生期間中にレール固定用の台座を打設するために使われることがある。

門型クレーンは、製造ライン間を幅広く移動できる。ウェブ型枠は直線状であり、棲枠は平面線形を考慮した斜角をもたせてセットし、レール固定の曲線状の配列は下床版の台座を平行移動して対応している。

U桁を保管するプラットフォームでは、運搬が遅延した場合またはU桁に欠陥があった場合、柔軟に対応している（図-2）。最適な条件下では、U桁を製作台から持ち上げ、輸送トラックに積みこむ。U桁上に他のU桁を重ねる場合には、大規模な保管場所が必要である（図-3）。

### 高速鉄道橋におけるフルスパンプレキャスト化施工

高速鉄道桁のプレキャスト設備は異なる方法で整備されている。主桁は陸上輸送やクレーン吊上げをするのにあまりにも重いので、主桁は床版に輸送され専用機械で配置されている。主桁の打設直後に、トランスポーターはその後の主桁を輸送するために新しい支間に移行しなければならない。したがって、主桁の養生時間がより長くなる。プレキャスト設備の生産性は、架設ラインの生産性に見合うように調整し、保管用プラットフォームの数は輸送に必要な養生時間に基づいて決められるがトランスポーターの種類に依存している。

門型キャリアーは2つの支間に荷重を分散している。主桁は、養生7、8日必要な場合があるかもしれない。それゆえ、各製造ラインは7～8個の保管用プラットフォームが必要となる。タイヤ式トロリーは荷重を分散しないので、主桁は多くの場合負荷に抵抗するために28日間の養生を必要とし、各製造ラインで28個の保管用プラットフォームが必要となる。3つの製造ラインは84個の保管用プラットフォームが必要となる。緊急事態や標準ではない支間のために追加したプラットフォームでは、100以上となることもあった。保管場所の寸法は積み重ねが必要不可欠となる場所がポイントとなる。

プレキャスト施設における時間の制約や大型吊上げ機の使用は、フルスパンの鉄筋治具による鉄筋籠の製造が必要になっている（図-4）。鉄筋治具は、製造ラインの効率をあげる。2つの作業エリアの異なった生産性は治



図-2 支持ブロック上の桁の保管  
(写真提供：Systra)



図-3 単線用U桁の大規模な保管場所  
(写真提供：Systra)

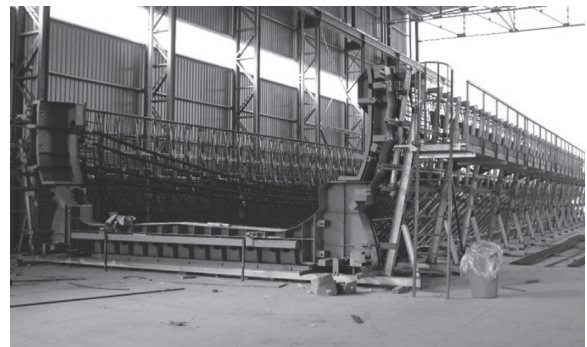


図-4 フルスパン単線用U桁に対する鉄筋籠製造のための鉄筋治具

具と製作台の数により調整することができる。

主桁は鉄筋籠の作業性を促進し、製作台内の養生時間を短縮するために多くの場合ポストテンションで設計されている。棲枠は主桁の配列に応じて鉄筋治具に取り付け、PC鋼材定着具が隔壁に取り付けられている。鉄筋籠外側の鉄筋が組立てられ、防水プラスチックシースが組立・検査され、鉄筋籠の残りの部分が組み立てられると、すべての埋込み部材は、鉄筋籠に固定される。製作台を輸送する間、鉄筋籠を軽くするためとクリティカルパスとなる作業をなくすために、鋼材は打設・養生している間にシースに挿入する。補強トラスは鉄筋籠の変形を避けるために吊上げ前に鉄筋籠に取り付けられている

(図 - 5)。

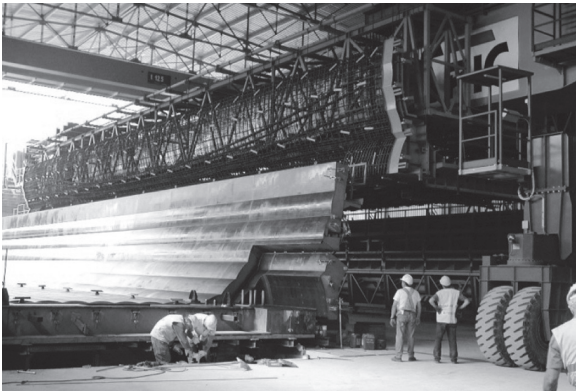


図 - 5 鉄筋籠の輸送

プレテンションおよびポストテンションの組合せも可能である。直線配置のプレテンション鋼材は、下床版に使用することができる。定着具と放物線状のシースはウェブに埋め込まれ、保管中にポストテンションされる。緊張力を導入するために、油圧ジャッキを用いている。鉄筋コンクリート反力梁とデッドアンカーブロックは非常に多くのPC鋼材の力に抵抗するため、製作台の基盤に固定されている(図 - 6)。製作台は従来の基準にしたがって設計されている。

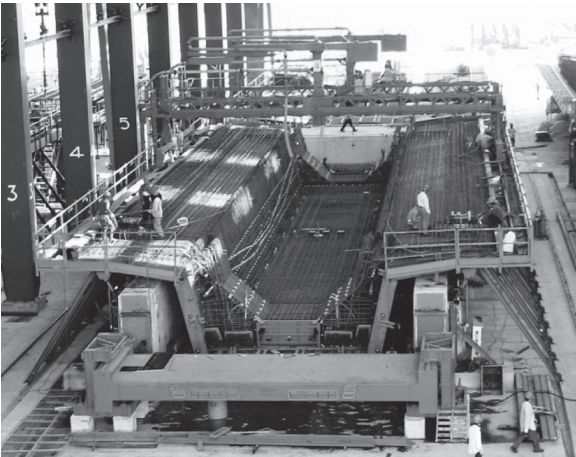


図 - 6 プレテンションとポストテンションが組み込まれた製作台 (写真提供: VSL)

製造ラインの鉄筋治具の数は、製作台や鉄筋治具の生産性によって決定される。標準的に、製造ラインは支間長と断面の種類によるが、日ごとに主桁を製造する場合は、3つの製作台が必要となる。鉄筋治具は4日ごとに鉄筋籠を製造する場合、4つの治具が製造ラインに必要なとなる。鉄筋治具には追加投資が必要であるが、製作台と鉄筋治具のような異なるサイクルにおいても主桁製作を柔軟にでき、型枠工、鉄筋工および緊張工の作業の重なりを最小限にできる。必要に応じて、追加の治具を取り付けることができる。

主桁に自立性をもたせたいうで保管用プラットフォーム

ムへ輸送するため、12時間から18時間の養生後に部分的なポストテンションが与えられる。プレテンションの輸送では、さらに長い養生期間が必要となる。鉄筋籠と主桁の輸送のために、製造ラインは通路により並行に分けられている。単線用のU桁の製作ラインは、直列に並んだ3つの製作台と、その製作台のレール上に設置された内型枠により形成される。製作台は、ウェブの頂部のみ手仕上げであるが、完全に囲われた構造となっている。内型枠は鉄筋籠の輸送後、製作台に運ばれる。メンテナンス空間確保のため、製造ラインの片側の空間は広がっていることがある。

単線用または複線用の箱桁では、内型枠の設置と脱型がより困難となる。内型枠設置のための橋軸方向トラス支持材の設置と脱型には、多様な油圧システムを必要とする。主桁がプレテンションではない場合は、内型枠は2つの製作台の間に保管される。それゆえそれぞれの製造ラインは2つか4つの製作台を必要とする。複線用箱桁の製作台とハンドリング設備は、プレキャストコンクリートの重量と製造の困難さのため、単線用U桁に対しより費用がかかる。しかし設備の数が単線用の半分となるため、工期と製作台と製造ラインの数を減らすことができる。

コンクリートは、地中のパイプラインを通じてバッチャープラントから製作台に圧送され、その先端は自由に動かすことができる。圧送ラインにはそれぞれ、ミキサー、アジテーター、ポンプ、パイプラインの分岐部における油圧式切換弁そして分配アームが存在する。各製作台への充填を促進させるため、圧送ラインが2つ使用されることもある。複線用の主桁にはバッチャープラントが2つ使用されるにもかかわらず、2つの製造ラインしか必要としない単線用の主桁にはバッチャープラントは1つで十分である。サイクルの短縮と質の向上のため主桁は通常、単一構造となる。

操舵装置を備えたレール付きの門型クレーンは、プレキャスト工場内の主桁の輸送に使用される。移動式クレーンは設計、操作、そしてメンテナンスがより困難となるが、操作に無比の柔軟性を与える。横断方向のトラクターと操舵装置を備えた門型クレーンにより、製作台と保管用プラットフォームへ輸送できる。またこの門型トラクターは縦断方向にも輸送できる(図 - 7)。これらのクレーンは、積み重ねられた主桁の輸送に向いており、自動操縦によりカニ走りを可能とする。しかし輸送ルートが広くなるため、保管場所としての効率は減少してしまう。旋回トラクター付の門型クレーンはプレキャスト工場内の主桁の輸送と架設に使用される(図 - 8)。

2, 3日のサイクルで主桁を製作する。製作台は3主桁の設置前に保管用プラットフォームの支持ブロックの上に仮沓が設置される。主桁の支持のためプレキャスト工場には良い地盤条件が求められる。主桁のねじれを防ぐため、製作台と保管用プラットフォームには杭基礎が必要となることがある。養生には保管場所で2日から3日間が必要となる。養生期間が足りないと、輸送のために





図 - 7 64 輪タイヤ式門型クレーンによる 9 000 kN 複線用箱桁の輸送 (写真提供: BWM)



図 - 8 旋回トラクター付門型クレーンによる保管用プラットフォームへの主桁の輸送

必要な主桁の強度が不足し作用応力が制限される。

門型キャリアーもしくはタイヤトローリーを使って、主桁は床版上に輸送される。門型キャリアーは自走式下支え式架設術を利用して主桁を配置する。それに対し、タイヤトローリーは主桁の設置に特殊ビームランチャーを必要とする。

### タイヤトローリーとビームランチャー

特殊なタイヤトローリーは、工事用道路と床版を通して、ランチャーの後方端部へ主桁を輸送する。タイヤトローリーは 6 000 から 9 000 kN の積載荷重を持つ。また機械により施工スピードが大きく異なる。

タイヤトローリーの主軸のどちらか一方には、カンチレバーが備えられている。また 360° 回転可能なダブルタイヤ式のため、垂直旋回が可能となる。長いカンチレバーは水平方向の安定性を向上させる。また床版上の輸送時には、床版の曲げを小さくするため、床版のウェブ上に車輪を置くようにする。操舵装置が車輪をコントロールすることにより、各車輪の荷重は等しくなる。そして橋梁上を自動運転する間、位置センサーにより床版のウェブ上に車輪を置き続けることができる。

桁受はトローリーの主桁の全長に渡って多軸駆動式連接台車上に設置される。桁受はウェブの直下の主桁を支持

する。これにより 3 次元的な回転が可能になる。なぜならば主桁輸送の間、桁受がヒンジのように働くからである (図 - 9)。2 つのブロックが輸送の間、主桁の前端を支えることにより、主桁のねじれを抑える。



図 - 9 タイヤトローリーによる 4 000 kN 単線用箱桁の輸送 (写真提供: BWM)

いくつかのビームランチャーの形状が試されたが、結果はいつも不十分であった。中央部に支持が無い、2.3 スパン型 (通常の 2.3 倍にあたる径間) のランチャーは、長く、費用が高く、操作が複雑となる。中央部に支持がある 2 主桁用 2.3 スパン型のランチャーは 2 つの単線用箱桁の輸送に使用される。しかし高速鉄道の中ではこのタイプの上部構造はあまり出てこない (図 - 10)。



図 - 10 2 主桁用 2.3 スパン型ランチャーによる 32.7 m、4 000 kN 単線用箱桁の架設 (写真提供: BWM)

伸縮式のランチャーは後方の架設術と、前進のための前方 1.2 スパン型の下支え式架設術により構成される。この下支え式架設術は架設スパン前方の橋脚とその隣の橋脚とで支持される。架設術先端は前進中下支え式架設術上で支持され、主桁設置時には脚頭部の前半分で支持される。架設術は後方を架設済み主桁上に設置される台形 C フレームにより支持され、新たに設置する主桁がその間を通過できるようになっている。

架設術は前方ノーズ部で横梁により連結される二つの

箱桁から構成される。架設桁の後ろ先端は後方Cフレームから一部張出しており、そこで主桁運搬トローリー車から降ろす際に利用する二つのウインチ台車を格納している。後方プラットフォームは後方張出部で箱桁同士を連結している（図 - 11）。スパン中央連結部、Cフレームおよび後方張出部をウインチ台車が通過できるように補強フレームが設計されている。後方Cフレームにより組立時のねじれ剛性を高めている。主部材はすべて箱型断面であり、ブレース補強したI桁が採用されているのは前方ノーズ部だけである。



図 - 11 伸縮式ランチャーによる 32.7 m, 9 000 kN 複線用箱桁の架設 (写真提供: BWM)

架設桁の前進後に下支え式架設桁の位置調整を行えるよう、前方ノーズには補助桁吊装置が格納されている。2スパン自走式下支え式架設桁を採用すれば、メインフレームの前方ノーズを省略することも可能である（図 - 12）。さらには後方Cフレームに折り畳み式の脚が装着されている場合、主桁運搬用トローリー車をマイナーチェンジすることで、架設桁と下支え式架設桁の再配置に利用可能となる。橋梁完成時には下支え式架設桁はトローリー車に載せられ、架設桁は下支え式架設桁上に重ねられ、後方Cフレームは後退し折りたたまれる（図 - 13）。



図 - 12 2スパン下支え式架設桁型ランチャーによる 32.7 m, 9 000 kN 複線用箱桁の架設 (写真提供: BWM)

主桁を吊上げるために二つのウインチ台車が架設桁に設置される。ウインチ台車は架設桁に広く荷重を分散させるようになっている。それゆえ、主桁吊上げ前でもそ



図 - 13 タイヤトローリーによる架設桁と下支え式架設桁の再配置 (写真提供: BWM)

の大きなウインチ台車を格納できるように、架設桁の後方張出し部が長めに作られている。架設桁に発生する負の曲げモーメント低減と転倒防止のために、ウインチ台車は後方Cフレームの位置にて主桁を吊り上げることとしている。

架設桁同士は互いに十分な間隔を確保しており、安定性の向上と後方Cフレームでの橋軸直角曲げの低減を図っている。ウインチ台車上のクレーン基礎梁は長くは重たく、さらには移動台車、巻き上げ設備、吊上げワイヤーやリフティングビームなども重量が大きい。ウインチ台車の軽量化と補強フレーム部でのクリアランス確保のため、吊上げウインチは架設桁の後方プラットフォームに設置されることが多い。架設桁上の台車は油圧モーターもしくは牽引設備によって動かされ、吊上げロープにより引っ張られる力に対抗する。

密閉型空冷式工業用発電機が、開ループの大流量油圧システムを司る2軸変位ポンプの動力となり、多くの機能を同時並行的に作動させることを可能にしている。前進時に下支え式架設桁にかかる荷重を低減し、かつ横方向の風荷重への抵抗性を高めるための後方Cフレームにおける支持反力を大きくするために、油圧ユニットと流体タンクを架設桁の後方プラットフォームに設置している。後方Cフレームの移動台車には油圧前進モーターが設置されることで牽引力を強化し、後方プラットフォームでのメイン油圧システムとの連結を単純化している。

架設桁の前方支持脚は、前進中は下支え式架設桁上に転がり、主桁設置時には進行方向の脚頭部上面部分で支持される。下支え式架設桁の位置調整と取り外しには、ストロークの長い複動式シリンダーが使用される。この下支え式架設桁は箱断面であり、密に配置される隔壁によりねじれとゆがみを制御する。短いタイプの1.2スパン型と長いタイプの2スパン型の下支え式架設桁は使い分けが可能である。

短いタイプの下支え式架設桁は自走式ではないため、架設桁によって位置調整が行われる必要がある。架設桁の前進後、前方のウインチ台車は下支え式架設桁後方を吊り上げ、前方ノーズ上を移動する補助桁吊り装置が下支え式架設桁をスパン中央で吊り上げ、それら2カ所吊



られた状態で下支え式架設桁を次のスパンに運搬し、架設桁下のスペースが空いたところに新しい主桁を設置する。

短いタイプの下支え式架設桁は二つの支持フレームを有する。後方フレームは前進時に架設桁から伝達される橋軸方向荷重に抵抗するために下支え式架設桁に結合され、前方の吊フレームは下支え式架設桁に沿ってスライドする機構をもち、スパン長に合せた位置調整を可能にしている。

長いタイプの下支え式架設桁は前進時の転倒は考えにくく、牽引設備もしくは油圧モーターによって前進する。3つの脚上ベントによって前進中の下支え式架設桁は支持され、多輪駆動式連接台車によって作動させられる。脚上ベントは下支え式架設桁から吊り下げられており、電動式車輪装置によって位置調整されるため、地上からのクレーン作業が不要である。

(以下次号に続く。)

*This article was first issued in PCI (Precast/Prestressed Concrete Institute) Journal, Spring 2014, Volume 59, Number 2, page 49-61*

\*：会誌編集委員会海外部会委員

秋山 博 (株) 銭高組

横田 剛 (株) ピーエス三菱

三浦 廣高 (株) 鹿島建設

田原 徹也 (株) 首都高速道路

田中 慎也 (株) IHI インフラ建設

【2015年11月30日受付】



図書案内

## National Report of Japan on Prestressed Concrete Structures

— The Fourth International *fib* Congress 2014, Mumbai, India —

2014年1月

頒布価格：定 価 6,000 円／送料 300 円 (CD版含む)

：会員特価 5,000 円／送料 300 円 (CD版含む)

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会