

4. 高橋脚および斜張橋主塔の機械化施工

住友建設(株)：佐々木和道

1. まえがき

近年、高速道路網の山岳地への展開、および高規格道路計画における線形条件の制約から50mを超える高橋脚を有する橋梁の施工実績が増加し、今後さらにその傾向が強まろうとしている。また、着実に施工実績を伸ばしているPC斜張橋において、スパンの長大化に伴い、大規模な主塔が建設されている。

これらの構造物は経済性および美観から高さ方向に部材寸法が変化しているばかりでなく、高橋脚では中空断面を有していることが多い。また、斜張橋の主塔は、各橋梁で形状が異なり、さらに斬新さを追求してその形状は複雑化している。

このような高い構造物を安全で、効率的、高精度な施工を行うための機械化施工法が開発され、数多くの実績をあげている。

ここでは高橋脚の機械化施工法として、ジャンピングフォーム工法を、さらにPC斜張橋主塔の機械化施工法として、主塔躯体製作だけでなくそれに続く斜材の架設、緊張、張力調整作業まですべてに対応できるジャンピングステージ工法について報告する。

2. 高橋脚の機械化施工法（ジャンピングフォーム工法）

高橋脚の機械化施工法である住友式ジャンピングフォーム工法（以下ジャンプ工法と略す）は移動型枠工法のひとつで、大型パネル型枠を取付けた足場装置を、既設躯体にアンカーし油圧ジャッキで押上げる工法である。これは従来の枠組足場を必要とせず、大型パネルと足場を一体化した自動上昇装置により、高所作業を安全に効率よく行うことができる機械化施工法である。

ジャンプシステムには図-1に示すように外側用と内側用があり、中空断面の橋脚の施工にはこの両者を用いて行う。施工可能なリフト高は最大5mである。外側ジャンプは1組のフレームで型枠幅6mまで適用でき、橋脚幅により配置する組数を変えて対応する。内側ジャンプは1組で型枠幅10mまで適用可能である。装置の上昇は油圧ジャッキにより、一面のみ単独でもまた4面同時でも可能である。

外側ジャンプの固定アンカーは、既設最上段より1段下のリフトに設置されており、コンクリート強度が

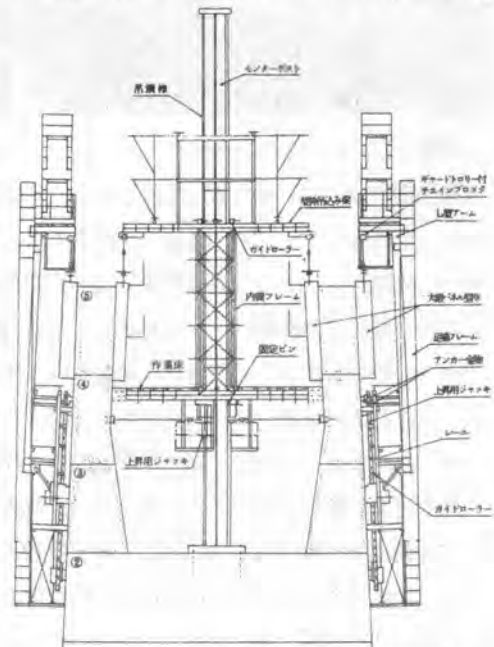


図-1 ジャンピングフォーム構造図

十分発現している部分へのアンカーのため、安全性が高い。また、本システム開発時には、アンカーの引き抜き、せん断力の耐荷試験を行い、その安全性を確認している。内側ジャンプについても、センターポストが中空橋脚の底部または隔壁に支持されており安全な構造となっている。

ジャンプシステムの重量は、橋脚の構造寸法により差があるが外側ジャンプが1フレーム当たり約11t、内側ジャンプが約30tである。

外側ジャンプは、大型パネル型枠と作業台が取り付けられた足場フレームがコンクリート壁面のアンカー金物に、キー状の金具とPC鋼棒により固定された構造である。型枠はギャードトローリ、チェーンブロックにより吊下げられており、これを前後に移動させて組立て脱型を行う。

足場フレーム中央に油圧ジャッキが固定されており、レール上下にはガイドローラーが取り付けられている。装置の上昇は、まずレールを上昇させ固定してから、足場フレームをレールをガイドにして押上げアンカー金物に固定する。図-2に上昇要領を示す。

内側ジャンプは、センターポストに大型パネル型枠と作業床が取り付けられた構造である。センターポスト頂部から吊下げられた油圧ジャッキに連結されているゲビンデスターブ鋼棒に反力を取らせ、装置を上昇させる。

橋脚の断面寸法が高さ方向に変化している場合に対応できるように、外側、内側ジャンプとも4辺の作業台が伸縮可能となっている。

表-1に阿木川大橋の1リフトの標準工程を示す。

ジャンピングフォーム工法の実績は、塩谷橋（建設省）H=68m、阿木川大橋（水資源開発公団）H=65m、八幡川橋（日本道路公団）H=65.8mなどがあり、春田橋（建設省）H=60.5mでも使用が予定されている。写真-1に阿木川大橋のジャンピングフォーム工法による施工状況を示す。

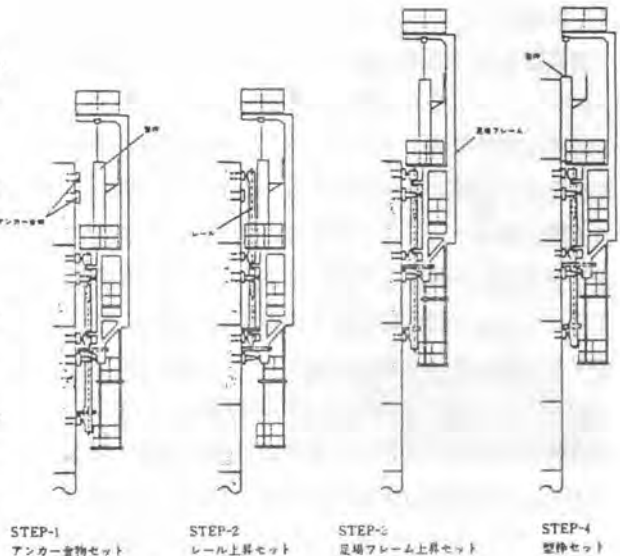


図-2 外側ジャンプ上昇要領図

工種	日数	日数												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
上昇固定														
型枠組立														
コンクリート打														
養生														
鉄筋又は鉄骨組立														
脱型														

表-1 ジャンピングフォーム標準工程



写真-1 阿木川大橋施工状況

3. 斜張橋主塔の機械化施工法（ジャンピングステージ工法）

斜張橋主塔の機械化施工法である住友式ジャンピングステージ工法は主塔躯体断面形状の変化に対応の容易な型枠構造とするために、型枠を自動上昇可能な足場と分離させた装置を用いる工法で、型枠の自由度が高いため、主塔中間部に横梁がある構造や逆Y形主塔も一体施工可能である。また、大規模な主塔になるほど橋方向剛性を確保するためにA形や逆Y形が採用される場合が増えるが、傾斜した塔柱に対して、安全性と斜張ケーブル架設をも考慮した作業性を、同時に満足させる枠組足場が困難であることから、当工法は大きなメリットを持っている。

ジャンプシステムは図-3に示すように、既設の主塔躯体に固定されたレールに、上中下3段の作業台をセットしたメインフレームが車輪を介して取付けられており、下段作業台（斜材作業台）を水平にスライドさせることができる。この機能により斜材架設後においても作業台を自由に上昇、下降させることができる。

レールは、躯体の製作に伴い上方へ継ぎ足しPC鋼棒で固定する。装置の移動は、このレールに設けたピン穴にピンを差し込み、油圧ジャッキを盛り替えることで行う。図-4にジャンプステージによる主塔の施工要領を示す。

ジャンプステージは、常にレールを介して固定されている点が前述のジャンプフォームと異なる。

表-2に志摩丸山橋（主塔高47m）の1リフトの標準工程を示す。

志摩丸山橋（三重県）は当工法をはじめて採用した斜張橋で、支間113.4mの2径間連続PC斜張橋であり、主塔はA形に準じた形状で、斜材はハーブタイプに配置されている。本橋を例にして、主塔の

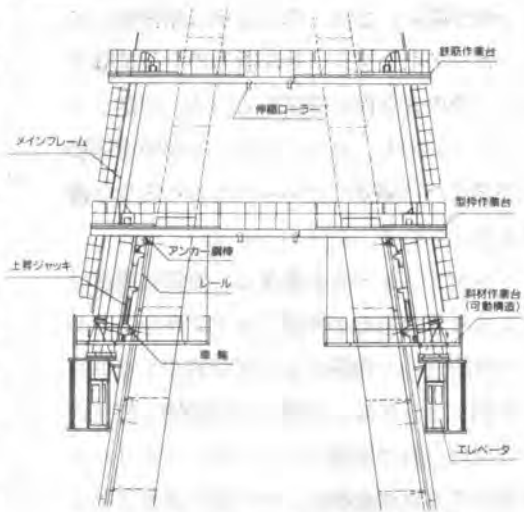


図-3 ジャンピングステージ構造図

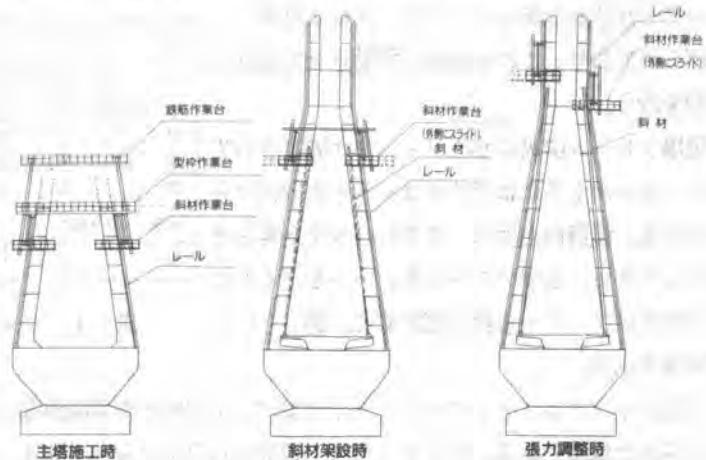


図-4 主塔施工要領図

工種	日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ジャンプ上昇												
鉄骨組立												
定着体据付												
鉄筋組立												
型枠組立												
コンクリート打設												
養生												

表-2 ジャンピングステージ標準工程

施工について述べる。

主塔躯体の製作は高さ47mの主塔を斜材定着体の配置にあわせて、標準リフト高4mの12リフトに分離して施工した。

主塔内に配置される鉄骨は、あらかじめ地上で2リフト分を地組みし、斜材定着体を組み込んで、タワークレーンで建て込んだ。主塔途中にある左右をつなぐ横梁は、主塔躯体と一体施工した。

コンクリート打設はポンプ車を使用し、配管圧送した。圧送管はジャンプステージのレールに組み込んで配置した。

フォルパワーゲンによる主桁の張出し施工と同時に行う斜張ケーブルの架設は、プレハブケーブルを、主塔側はタワークレーンで吊り上げ、ジャンプステージの斜材作業台でチルホール、レバーブロックで定着体に引き込み、主桁側はタワークレーンで中吊りしてチルホール、ウインチで引きながら、センターホールジャッキで定着体に引き込んだ。

主塔側のケーブル挿入作業はジャンプステージ斜材作業台上で行ったが、張力が導入されるに従い大きく変化するケーブル角度に対して、足場材の制約もなく施工性は良好であった。

ジャンピングステージ工法を初めて採用して施工された志摩丸山橋は平成元年3月完成し、一般供用を開始している(写真-3)。

ジャンピングステージ工法の実績は、志摩丸山橋H=47mと、ミュンヘン大橋(札幌市)H=53.6m、東光大橋(北海道)H=40mがあり、さらに春田橋(建設省)H=52mでも使用を予定している。

4. あとがき

本文では高橋脚および斜張橋主塔の機械化施工法であるジャンプ工法の概要について述べた。

今後、交通ネットワークの整備および構造物におけるデザインの重要性の認識から、より大規模で、高く、さらに複雑な形式を有する構造物が計画されていくことが予想される。これに対して施工面では、より高い品質、安全性、経済性が要求されている。しかし現実には公共投資の増加に伴う工事量の拡大と深刻な労働者不足が建設業界において懸念されており、現在こそ機械化施工適用の拡大が切望されている。橋梁工事についても例外ではなく、特に高い構造物においては機械化施工の効果は大きく、機械化される可能性も高いので、今回紹介した施工法が、今後の機械化施工の発展に何らかの参考になることを期待している。最後に、当工法の開発、採用、実施にあたり、多大なご努力、ご協力を頂いた関係各位に対し厚くお礼申し上げます。



写真-2 志摩丸山橋施工状況



写真-3 志摩丸山橋完成写真