

移動架設桁による張出し架設工法における 施工性向上の取組み

高島 英一*1・辻 幸志*2・川嶋 正宏*3

移動架設桁による張出し架設工法は、1977年にわが国に技術導入がされて以来、本工法の最大の特徴である施工速度の速さや、桁下（地上）からの作業を必要としない通年施工などが評価され、施工実績も10件となった。本稿では、移動架設桁による張出し架設工法の特徴を紹介するとともに、近年施工された3工事における施工性向上の取組みを報告する。

キーワード：移動架設桁による張出し架設工法、はまゆう大橋、吉峰高架橋、長良川橋

1. はじめに

移動架設桁による張出し架設工法は、場所打ち架設工法の一類に分類され、主となる適用支間は移動作業車による張出し架設工法と同程度であるが、桁下空間が使用できないなどの制約がある場合に大きな優位性を発揮する工法である。

通常の技術開発と同様に、本工法は架橋地点における制約条件をある程度限定し、その課題を解決しようとして開発されたものである。詳細は次章で述べるが、資材や労務の運搬に際し、地上からの作業を最小限にとどめることが最大の課題であった。

1977年にヨーロッパからわが国に技術導入されて以来、工事ごとに施工機械には改良が加えられ、施工性の向上の取組みが継続的に行われてきた。本稿では、移動架設桁による張出し架設工法の一般的な特徴を解説し、また、近年施工された工事における施工性向上の取組みを3例紹介するものである。

2. 移動架設桁による張出し架設工法の特徴

2.1 概要

移動架設桁による張出し架設工法は、橋梁上部工上に設けた移動架設桁から型枠装置を懸垂し、橋脚の両側に上部工橋体を順次張出し分割施工する工法である。国内では、

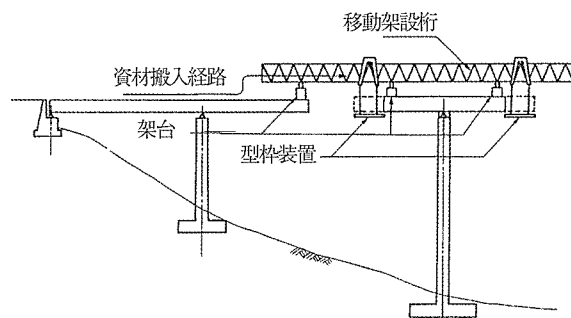


図-1 移動架設桁による張出し架設概念図

最大支間120mの施工実績を有する。

また、資材などの運搬は、すでに架設の終わった橋体と移動架設桁を経由して行えるため、深い谷や河川あるいは海上での施工において、優位性を発揮する。

2.2 工法の特徴

移動架設桁による張出し架設工法の代表的な利点を、以下に示す。

- 1) 地上からの作業をまったく必要としないため、橋脚の高さおよび桁下条件の影響を受けない。さらに、資材の運搬が既設上部工より架設桁を経由して行われるために、地上からの揚重機を必要とせず上部工の施工が可能である（図-1）。



*1 Eitichi TAKASHIMA

清水建設(株) 名古屋支店
土木部



*2 Takashi TSUJI

(株)大林組 本社 土木本部
生産技術本部



*3 Masahiro KAWASHIMA

(株)ピーエス三菱 東京支店
土木工部

- 2) 柱頭部および側径間を、橋脚の高さ・桁下条件にかかわらず、移動架設桁のみで行うことも可能である。
- 3) 支間が 60 m 程度と短い（張出しブロック数が少ない）場合は、移動架設桁による張出し架設と並行して、吊支保工による側径間施工、ブラケット式支保工による柱頭部施工を組み合わせることによって、全体工期を大幅に短縮することができる。

一方、本工法で施工する場合の留意点を、以下に示す。

- 1) 通常、本工法では上部工の片側の橋台あるいは橋脚から片押しで施工する。したがって、下部工の施工（完成）順序を考慮した上部工施工計画を行わなければならない。
- 2) 架設桁および型枠装置の組立て用地を発進側の橋台背面あるいは側径間部付近に確保しなければならない。側径間を固定式支保工により先行施工し、組立てヤードとして使用することも可能である。
- 3) 柱頭部を移動架設桁により施工する場合には、架設桁先端の支柱を橋脚上に設置するため、橋脚頂部にはその反力を十分受けられる鋼製架台を橋脚施工時に準備しておく必要がある。

2.3 工法の適用範囲

移動架設桁による張出し架設工法の適用範囲について、国内の施工実績をもとに本工法の優位性と併せて紹介する。

- 1) 適応支間は 40 ~ 150 m であるが、経済的競争力をもつ適用支間は、一般的に 50 ~ 120 m とされている。
- 2) 多径間連続橋の施工に適している。大型の施工機械を使用するため、径間数（橋長）が多いほど、経済的となる。
- 3) 緩和曲線を含む曲線橋の施工も可能である。
- 4) 張出しブロックの長さを 10 m 程度にでき、橋脚両側の 1 対のブロックは実動 8 ~ 9 日間で施工可能なため、従来工法と比べ施工速度が速く工期の短縮ができる。
- 5) 地上からの作業をまったく必要としないので、河川、海上、湖、渓谷などの桁下の使用条件に制約がある場合や、高橋脚上の上部工を安全かつ確実に施工することができる（写真 - 1, 2）。
- 6) 本工法における資材と労務の運搬方法は、橋脚高さと

無関係であるため、橋脚が高いほど他工法との比較では相対的に経済的となる。高橋脚であっても、資材の揚重クレーンおよび作業員の昇降用エレベータのコスト増や、揚重や昇降のための作業能率低下はない。

- 7) 同様に、海上施工で必要とされる仮栈橋や台船が不要であり、航路障害などの問題も解消できる（写真 - 3）。
- 8) 河川上や湖上施工の場合、高水期に仮栈橋などの仮設構築物を撤去しなければならないため、渇水期だけの施工となることがある。本工法では、架橋地点下からの資材搬入を必要としないことから、橋脚が完成していれば通年施工が可能である（写真 - 4）。
- 9) 柱頭部および側径間を地上支保工や揚重機を必要とせ

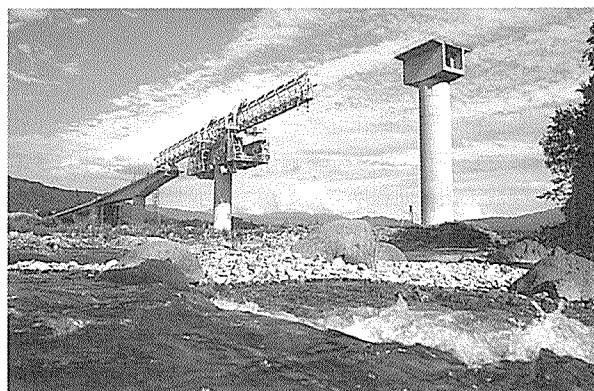


写真 - 2 河川上施工例（月野夜大橋）

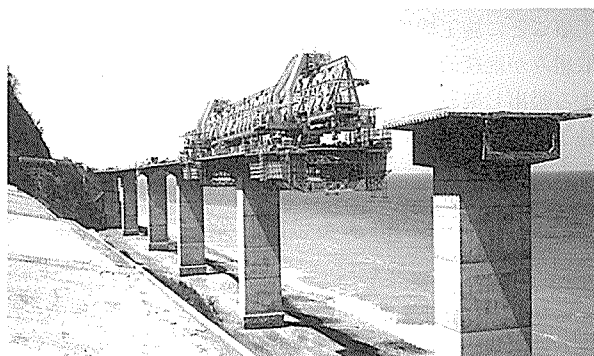


写真 - 3 海上施工例（子不知高架橋）



写真 - 1 湖上・高橋脚施工例（月山橋）



写真 - 4 河川上施工例（鳴瀬川橋りょう）

ずに施工できる。

- 10) 縦断勾配を有する橋梁の施工も可能であり、6%（月夜野大橋）の施工実績がある。
- 11) 型枠装置の改造により、桁高変化や幅員変化のある橋梁にも適用できる。
- 12) サイクル施工のため、工程管理・品質管理・安全管理が容易である。
- 13) 施工が機械化・電動化されているため省力化ができ、熟練労働者をそれほど必要としない。

3. はまゆう大橋の施工

3.1 工事概要

はまゆう大橋の工事概要を以下に示す。

路線名：浜松市西部放射道路

工事場所：静岡県浜松市白洲町

構造形式：PC9径間連続ラーメン箱桁橋

橋長：L = 790.0 m（左岸側 490 m を本工法で施工）

支間長：61.3 + 7@95.0 + 61.3 m

有効幅員：8.00（車道）+ 3.50（歩道）

桁高：3.5 ~ 6.5 m

横断勾配：8.0（片勾配）~ 2.0%（標準勾配）

縦断勾配：+ 2.50 ~ - 2.50%（VCL = 300 m）

張出しブロック長：10.0 m

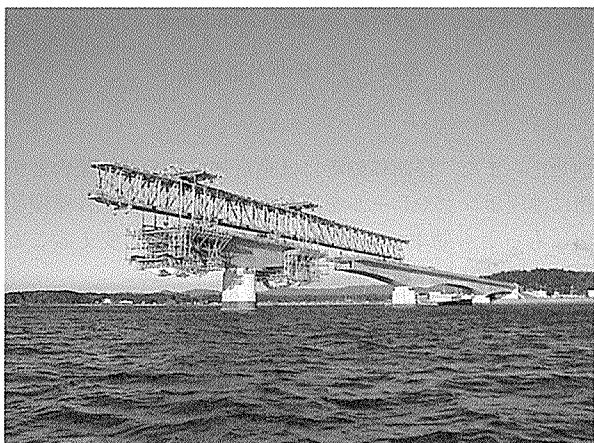


写真 - 5 はまゆう大橋移動架設桁全景

3.2 施工条件

橋梁計画地点は、豊富な水産資源の漁場であるとともに自然環境にも優れた地域にあり、周辺環境に配慮した橋梁架設計画が求められた。また、はまゆう大橋が架橋される西部放射道路は、2004年に開催された「しずおか国際園芸博覧会」のエントランスロードとしても位置づけられていた。以上の制約条件から湖面からの揚重作業を必要とせず、施工速度の速い工法として、移動架設桁による張出し架設が採用された。

移動架設桁による張出し施工を計画するにあたり、留意した条件は以下のとおりである。

- 1) 湖面を使用しない施工（周辺水域が良好な漁場）

- 2) 短い施工期間（園芸博開催までに開通）
- 3) 移動架設桁による柱頭部の施工（図 - 2）
- 4) A1 橋台背面で組立て・解体（引戻し工）

3.3 移動架設桁の改造

上述の制約条件を踏まえ、移動架設桁に以下の改造を行った。

- 1) 張出し長より長い側径間を P1 橋脚へ向けて移動架設桁が渡る際、A1 側径間部は湖面上であるため仮ベントによる仮受けができない。そこで、架設桁上縁に発生する応力度が許容値以下となるように架設桁の上弦材を補強した。

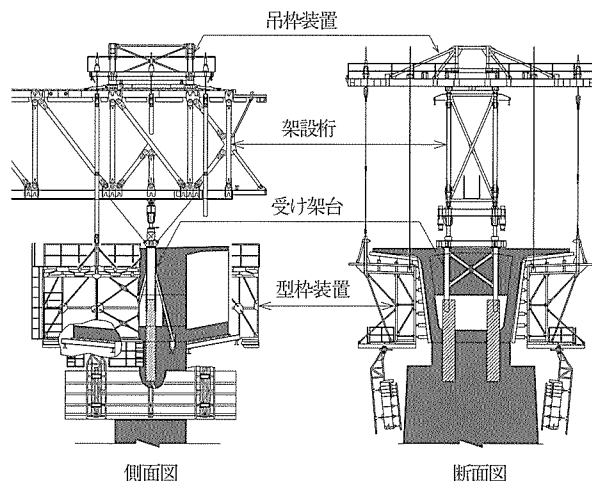


図 - 2 柱頭部施工状況

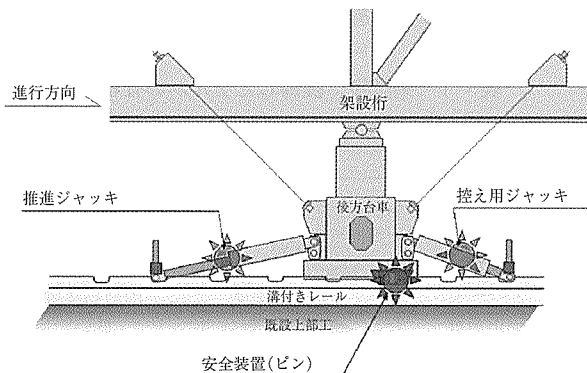


図 - 3 逸走防止機構

2) 本橋は桁高が変化する斜ウェブ箱桁断面であるため、各施工ブロックごとに下床版幅が変化する。下床版幅を調整できる機構を型枠装置に付加した。

3) 本橋は橋長中央部に向けて両岸より施工し、中央のP5-P6間で閉合する計画であった。そのため、登り勾配で順次張出し施工をしたのち、下り勾配をA1橋台部まで引き戻す必要があった。そこで、推進用ジャッキ、控え用ジャッキ、および安全ピンを使用した逸走防止装置を開発した(図-3)。

3.4 施工性向上の工夫

移動架設桁による張出し施工において、サイクル施工の速度にもっとも影響を与える要素は、資材運搬効率である。とくに柱頭部を移動架設桁で施工する場合は、資材の置き場が確保できないため、既設上部工からの資材運搬効率が施工速度に大きく影響する。そこで、はまゆう大橋における資材運搬の効率化の取組みを紹介する。

本橋で使用した架設桁には、表-1に示す2種類のテルハを装備した。定格2.8t吊テルハ(以後、2.8t吊)が4台と、定格4.9t吊テルハ(以下、4.9t吊)が4台である。巻上げ速度、走行速度ともに速い2.8t吊は、鉄筋や木製型枠などの躯体施工に必要な主要資材の運搬に使用した。一方、巻上げ速度、走行速度に劣る4.9t吊は、架設桁径間移動時の架台運搬や内型枠装置の運搬に使用した。

架設桁に設置されるテルハのレールは、一般的に架設桁の左右に配置される。過去には、大小のテルハを左右に2台ずつ配置して施工された例もある。この際問題となったのは、テルハ同士が互いに追い抜けないため、走行速度の遅い4.9t吊の能力で資材運搬能力が決定されてしまうことであった。はまゆう大橋では以下の2点の改善案を実施し、施工性の向上を図った。

- 1) 架設桁の先端および最後尾に、円形のテルハレールを設置し環状とした(写真-6)。
- 2) 架設桁の最後尾に退避線を設け、使用しないテルハの格納やテルハの並び順を変更できるようにした(写真-7)。

テルハレールを環状とし、資材運搬の流れを一方通行にすることで、資材を運搬する2.8t吊と空荷で戻ってくる2.8t吊との干渉を解消した。また、施工箇所が生じた不要資材の搬出もスムーズに行うことを可能にした。

重量物の運搬のない時期に4.9t吊をテルハの退避線に格納することにより、軽量資材の運搬効率を飛躍的に向上

表-1 架設桁に装備したテルハの仕様

	2.8t吊テルハ	4.9t吊テルハ
定格荷重	2.8t	4.9t
設置台数	4台	4台
巻上速度	速い	遅い
走行速度	速い	遅い
主用運搬物	鉄筋・木製型枠 雑資材・産廃	装置架台 内型枠装置
使用頻度	高い	低い
主用使用時	張出し架設時	架設桁移動 型枠装置移動

※) 速度・頻度は相互比較である

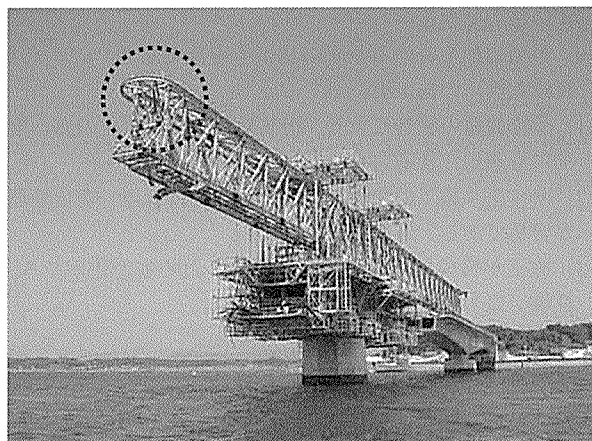


写真-6 架設桁先端部の円形テルハレール

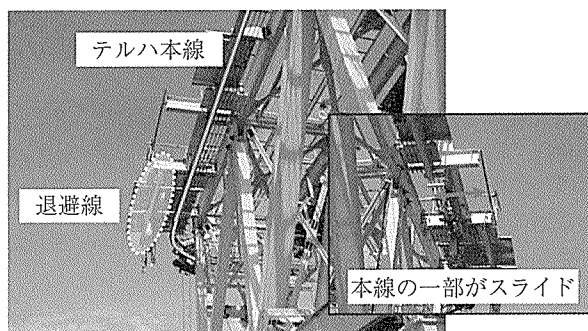


写真-7 テルハ退避線

させた。また、径間移動時には重量物である装置架台と一緒に油圧ポンプやレールを運搬する必要がある。作業開始前にもっとも効率のよいテルハ配列に並びに変えることで、径間移動の作業時間を低減した。

4. 吉峰高架橋の施工

4.1 工事概要

吉峰高架橋の工事概要を以下に示す。

工事名称：永平寺大野道路吉峰高架橋上部工事

路線名：中部縦貫自動車道永平寺大野道路

工事場所：福井県上志比村

構造形式：PC10径間連続箱桁橋

橋長：L = 443.5 m

支間長：36.6 + 2@40.0 + 5@50.0 + 45.0 + 30.1 m

有効幅員：10.3 m (3.5 m × 2車線)

桁高：2.8 m

張出しブロック長：10 m

4.2 施工条件

本工事における移動架設桁に関わる施工計画・機材計画の条件は以下のとおりであった。

- 1) 架設桁の組立てはA1橋台背面の狭隘なヤードで行う。
- 2) P8-P9径間を除く各橋脚径間は、張出しブロックで閉合する構造である。P8-P9径間は中央閉合があり、A2側径間施工後に最終ブロックとして型枠装置を用い

て閉合する。

3) 桁高が2.8mで等断面構造であり、架設桁を支える架台の設置位置が設計上かざられている。

4.3 施工手順と主な改善点

前節に示した施工条件のもとに実施した施工手順と主な改善点については以下に示すとおりである。

(1) 支保工施工部の先行施工

架設桁の組立てに先駆け、A1側径間およびP1橋脚の柱頭部を固定式支保工およびブラケット式支保工により先行施工し、組立構台の一部として利用した。

(2) 移動式架設桁の組立て

A1橋台背面の装置組立てヤードは幅・奥行きともに狭く、組立て用のクローラークレーンを架設桁側方に設置することができなかった。そこで、架設桁後方に大型クローラークレーン(150t)を設置し、架設桁の最後尾で部材を分割して組立て、順次接続し、前方に送り出すという方法を採用した(写真-8)。

移動式架設桁は、上述のA1側径間先端部に最前方のローラー架台を設置し、P1柱頭部に向けて送り出した。P1柱頭部までの径間移動距離が長かったため、前方への転倒防止策として組立てた吊枠装置を架設桁後方に設置し、カウンターウェイトとして利用した。

P1柱頭部上で先端補助支柱により架設桁を一旦支持し、ローラー架台に盛替えを行った。先端補助支柱の着定位置は柱頭部先端とし、ローラー架台を柱頭部直上に設置するのに干渉しないような手順とした。そのため、架設桁の先端部に補強を行った。ローラー架台への盛替え完了後、P1張出し1ブロック施工位置まで架設桁を前進させた(図-4)。

(3) 型枠装置の組立て

型枠装置の組立ては、P1橋脚の前後の1ブロック施工位置の直下にて架設桁の組立てと並行して実施した。径間移動を終えた架設桁の吊枠装置から懸垂される形(図-4)で、移動式架設桁の一部として機能する。

(4) 張出し部の施工

張出し部の施工は、施工長10mの柱頭部を対称に2ブロックで計画されていた。そのため、後方の第2ブロックにより、1径間が閉合される。架設桁は、この第2ブロックのコンクリート打設後、連続ケーブルを緊張することにより、次径間へ移動することが可能となる。

(5) 移動式架設桁の径間移動

径間移動の開始時には、前径間との閉合後に型枠を脱型して、型枠装置を柱頭部付近まで引き戻す。組立て時の送出しと同様に、型枠装置をカウンターウェイトに使用するためである。架設桁の送出し、先端補助支柱での仮支持、ローラー架台への盛替えは、前述のとおりである。

張出し施工中の径間移動では、型枠装置が橋脚部分を通過する必要がある。そこで、型枠装置の底版を下方左右両方に開く構造とした。径間移動では、架設桁の前進と懸垂される型枠装置の前進、後退をバランスよく行い、次径間の施工位置まで移動式架設桁を移動させた(写真-9)。

(6) A2側径間および最終閉合部の施工

A2側径間部は、型枠装置と吊支保工の併用により施工した。側径間閉合後、型枠装置にて最終閉合ブロックを施工した(図-5)。

(7) 移動式架設桁の解体

橋体の完成後、吊枠装置はP9橋脚付近に降下させ、その場で解体を行った。また、架設桁は橋体をA2橋台に向



写真-8 架設桁組立て状況

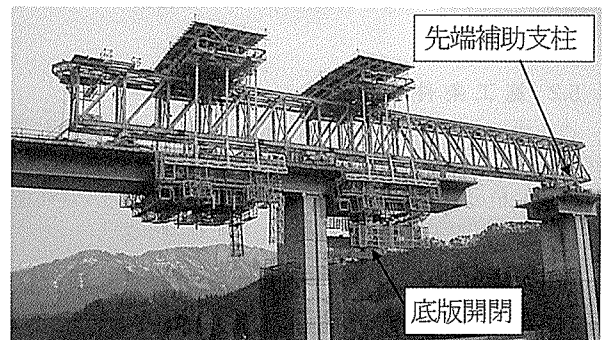


写真-9 移動架設桁の径間移動状況

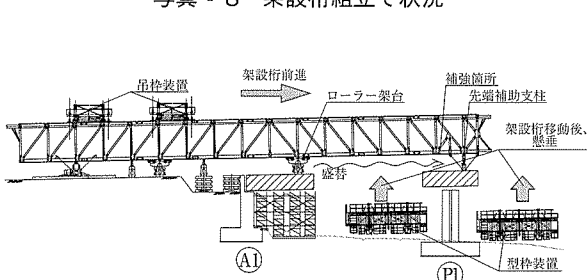


図-4 P1橋脚上への着定・型枠装置の組立て

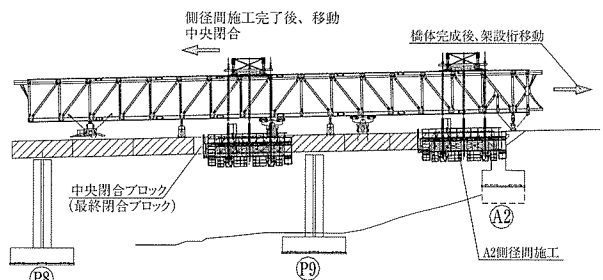


図-5 A2側径間工・閉合・装置解体

けさらに前進させ、A2橋台の背面で解体を行った（図-5）。

5. 長良川橋の施工

5.1 工事概要

長良川橋の工事概要を以下に示す。

工事名称：平成17年度東海環状 長良川橋建設工事

路線名：一般国道475号東海環状自動車道

工事場所：岐阜県美濃市志摩から笠神地内

構造形式：PC4径間連続箱桁橋（内・外回り線2連）

橋長： $L = 343.0$ m

支間長： 59.5 m + 2×111.0 m + 59.5 m

有効幅員： $25.027 \sim 24.571$ m（暫定時）

桁高： $3.5 \sim 6.5$ m

横断勾配： $0.0 \sim 3.5$ %

縦断勾配： $-1.900 \sim +1.677$ %

張出しブロック長： $7.5 \sim 10.0$ m

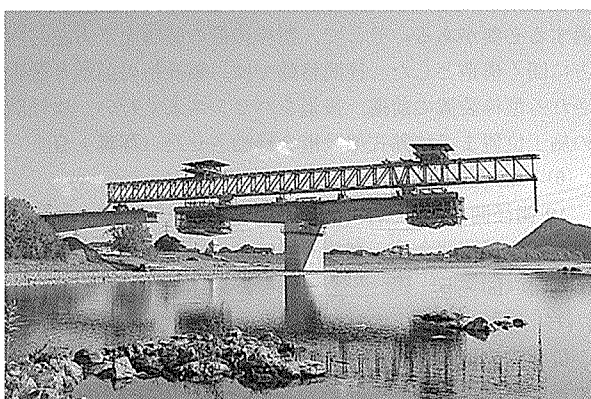


写真-10 長良川橋架設装置全景

5.2 施工条件

本工事における移動架設桁に関わる施工計画・機材計画の条件は以下のとおりであった。

- 1) 架設桁の組立ては、堤内の組立構台上で行い、堤防道路を跨ぎ、送出しを行い、P3橋脚に到達する。
- 2) 下部工が内・外回り線一体橋脚である。
- 3) 内回り線、外回り線を別べつに1室箱桁橋として施工し、それぞれの完成後に4径間のうち、3径間部分（P1～P4間）の上床版、横桁を連結して、内・外周り線を

一体化する構造である（図-6）。

5.3 移動架設桁の主な改善点と効果

前節に示した施工条件のもとに実施した、移動架設桁の主な改善点は以下のとおりである。

- 1) 架設桁組立て時の送出し作業は、堤防道路上を跨ぎ送出し作業を行う施工条件であった。P3橋脚到達までの距離と重心位置の改善を行い、より安全で安定した送出し作業を行うため、架設桁先端に手延べ桁（ $L = 22.5$ m）を配置した（写真-11、12）。
- 2) 移動式架設桁の径間移動時に吊型枠が橋脚を通過する際に、内・外周り線一体橋脚であるため、吊型枠の外枠フレームを片開き構造とした（図-7、写真-13）。
- 3) 上記の吊型枠外枠フレーム片開きの補助機能として、



写真-11 架設桁組立て状況



写真-12 送出し施工状況

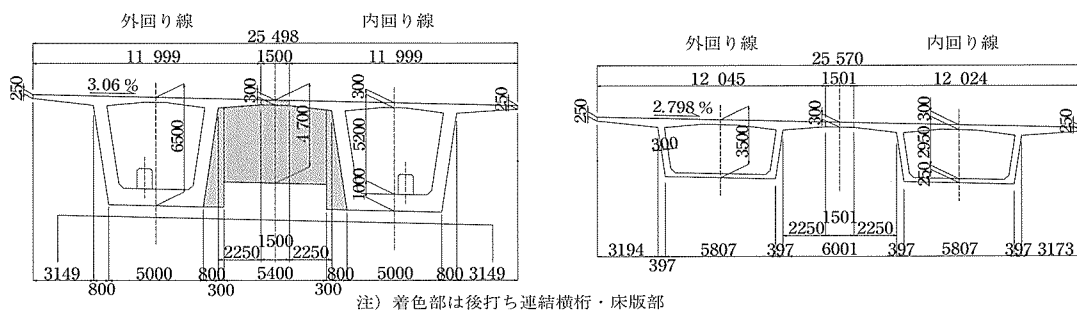


図-6 主桁断面図

橋脚通過時の下部工への接触防止と外回り線施工時の遊間調整用を行うために、底枠フレームと上部横梁に油圧ジャッキによるスライド機能を設けた(図-7)。

4) 同様に吊型枠片開きに対応するため、外枠フレームの補強、回転防止としてガイドフレームを設置した(図-7, 写真-13)。

施工条件による移動架設術の改善効果としては、先端に手延べ桁を配置することで、組立構台内に重心位置を確保したうえで、より安定かつ安全な送出し作業が実施できた。外枠フレームの片開き方法については、ガイドフレームの採用、スライド機能が大きな効力を発揮し、吊型枠装

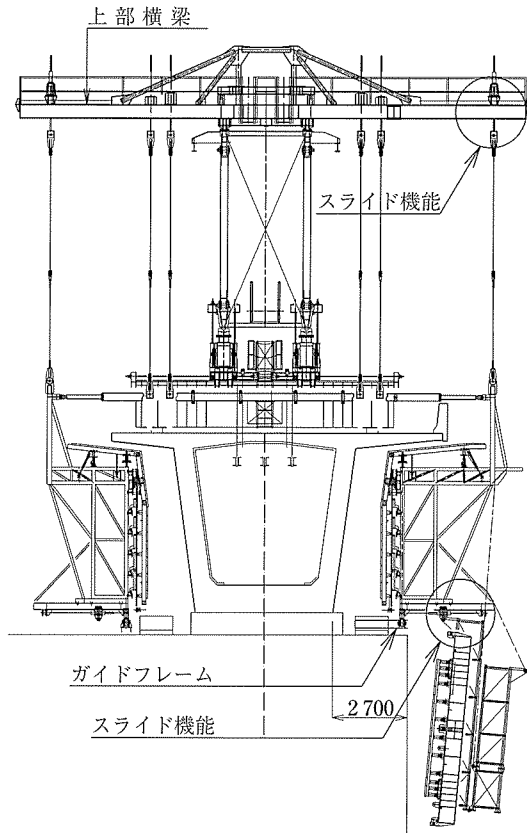


図-7 橋脚通過時 開閉状況



写真-13 橋脚通過時 開閉状況

置の片開き構造による橋脚通過, 内・外回り線分離施工を可能とした(写真-14)。

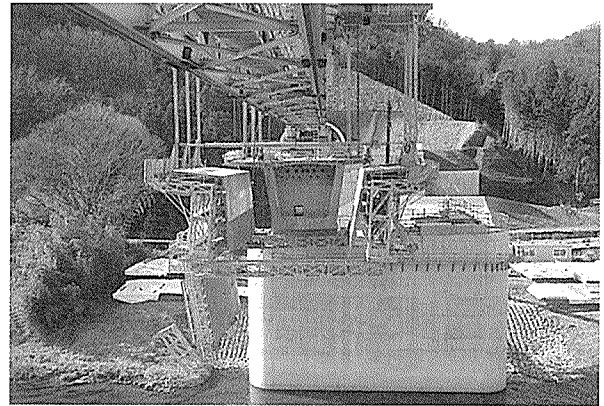


写真-14 底枠フレーム 開閉状況

5.4 柱頭部の施工方法

移動架設術による柱頭部の施工は、設置した吊型枠装置により施工することが可能である。しかし、本工事では、下部工が内・外回り線一体橋脚であり、吊型枠装置1基での施工が困難であったため、以下の施工方法を採用した。

1) 柱頭部施工用受け梁台車を設置した(図-8, 写真-15)。



写真-15 柱頭部施工時 吊型枠状況

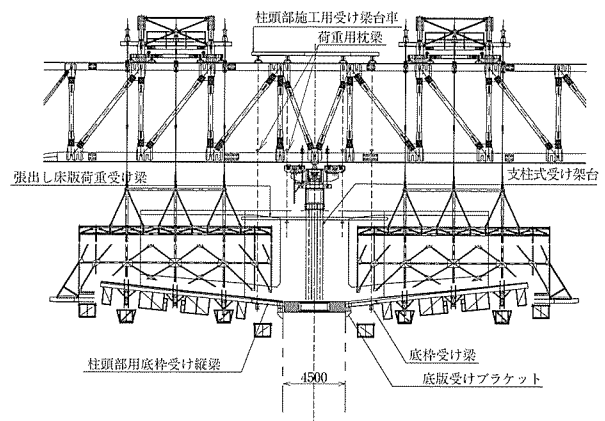


図-8 柱頭部型枠支保工 側面図

2) 移動架設桁重量と柱頭部のコンクリート自重は、橋脚に設置した支柱式受け架台で支持した。ただし、渇水期に施工可能な柱頭部については、ブラケット式支保工により先行施工した。

3) 移動架設桁の吊型枠設備 2 基と柱頭部施工用に配置した受け梁を使用して施工した。

柱頭部施工用に別途吊装置を設置することで、移動架設桁の吊型枠設備の改造を最小限に抑さえることができた。

6. おわりに

移動架設桁による張出し架設工法は、従来工法では困難とされる制約条件下での工事で、その施工速度の速さと品質の良さが高い評価を受けてきた。本稿で紹介した例を含め、施工条件に応じた施工機械の改造や施工標準の改善により、さらなる施工性の向上の可能性を秘めた工法であると考えられる。本稿が、類似工事において施工性向上の取り組みの参考としていただければ幸いである。

最後に、移動架設桁による張出し架設工法により、10月より施工されている橋梁工事を紹介する。場所は岐阜県木曾川にかかる PC10 径間連続フィンバック橋「(仮称)各務原大橋」である(図 - 9)。道路橋では珍しいフィンバック形式であり、半楕円形の 2 室箱桁断面、歩道部にはプレキャスト製リブと PC 板という意匠性に富んだ構造形式が採用されている(図 - 10)。日本を代表する一級河川である木曾川で、本工法の特徴である通年施工により、平成 24 年度の完成を目指している。

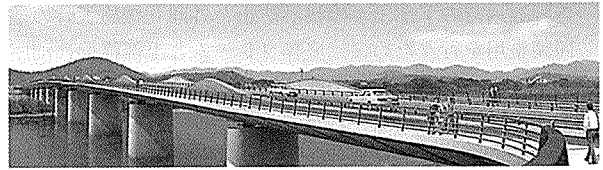


図 - 9 (仮称) 各務原大橋完成予想図

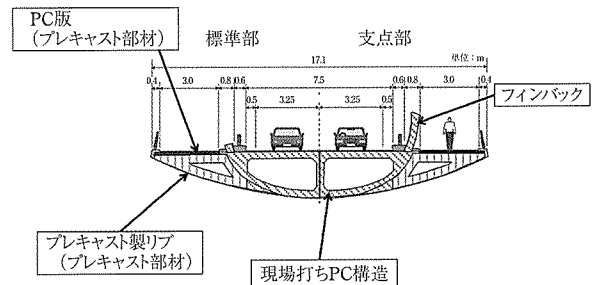
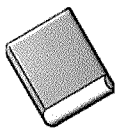


図 - 10 (仮称) 各務原大橋断面図

参考文献

- 1) P&Z 協会：P&Z 工法「設計・施工の手引き」, 2010
- 2) 建設図書：橋梁と基礎「浜名湖新橋の設計と施工」, (株)建設図書, 橋梁と基礎 Vol.43, No.5, 2005
- 3) 長谷川強, 川嶋正宏, 花井睦征：長良川橋(一般国道 473 号東海環状自動車道)の施工, (株)建設図書, 橋梁と基礎 Vol.43, pp.2 ~ 11, 2009-7
- 4) 杉下維章, 川嶋正宏, 岡林秀勝, 片岡智宏：P&Z 工法による PC4 径間連続箱桁橋の施工, (社)プレストレストコンクリート技術協会, プレストレストコンクリート Vol.52, No.1, pp.39 ~ 45, 2010

【2010 年 9 月 12 日受付】



刊行物案内

コンクリート構造診断技術

コンクリート構造診断技術講習会テキスト

2010 年 5 月

定 価 7,500 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