

並列・近接する PC 上部工 3 橋の同時施工

熊野尾鷲道路古川高架橋 PC 上部工事

工 藤 朗 太

本工事は、三重県南部の熊野尾鷲道路のうち、賀田 IC 直近に位置する古川高架橋において、並列・近接する PC3 径間連続ラーメン箱桁橋の上部工を 3 橋同時に施工するものである。施工にあたっては、3 橋が近接し狭い施工ヤードしか確保できないため、橋面上に定置式クレーンを設置するなどの施工ヤードの有効活用策を講じた。また、早期開通を目指し短期間で完成させるために、外ケーブルのプレファブ化、壁高欄のプレキャスト化などの工期短縮策を実施した。

キーワード：PC 上部工，張出し架設，ポテインクレーン，移動作業車，プレキャスト壁高欄，外ケーブル

1. はじめに

熊野尾鷲道路は、三重県南部に位置する尾鷲市と熊野市を結ぶ延長 18.6 km の一般国道の自動車専用道路であり、将来的には、尾鷲市内で事業推進中の熊野尾鷲道路（Ⅱ期）を介して紀勢自動車道に接続する。接続した際には、津市などの三重県主要都市および名古屋圏、大阪都市圏への自動車アクセスの飛躍的な向上が期待されるなど、三重県東紀州地域の住民の悲願とも言える高速道路である。古川高架橋は、その熊野尾

鷲道路のうち、平成 25 年 9 月 29 日に開通した三木里 IC～熊野大泊 IC 間の尾鷲市南部に設けられた賀田 IC の直近に位置し（図-1）、本線橋、A ランプ橋、D ランプ橋の 3 橋で構成される。表-1 に工事概要をまとめる。

3 橋の構造形式は、いずれも張出し架設で施工される PC3 径間連続ラーメン箱桁橋であり、本工事ではこの 3 橋を同時に構築した。図-2 の一般平面図に示すとおり、この 3 橋は互いが並列・近接しているため施工ヤードが狭く、昇降設備などの仮設備や揚重機の配置に制約があった。また、熊野尾鷲道路の早期開通を目指し、工期短縮を実現する必要があった。本稿は、これらの課題に対して実施した対策について述べるものである。



図-1 橋梁位置図

表-1 工事概要

工事名	平成 23 年度 42 号古川高架橋 PC 上部工事
発注者	国土交通省中部地方整備局
施工者	(株)安藤・間
施工場所	三重県尾鷲市賀田町
工期	平成 24 年 3 月 9 日～平成 25 年 8 月 30 日
工事内容	PC3 径間連続ラーメン箱桁橋×3 橋（図-3～5） ・橋長 本線橋 223.5 m （支間割 73.500 m + 90.000 m + 58.000 m） A ランプ橋 180.605 m （支間割 49.400 m + 80.000 m + 49.405 m） D ランプ橋 189.0 m （支間割 53.000 m + 85.000 m + 49.000 m） ・有効幅員 本線橋 9.5 m A ランプ橋, D ランプ橋 5.5 m ・架設工法 張出し架設工法

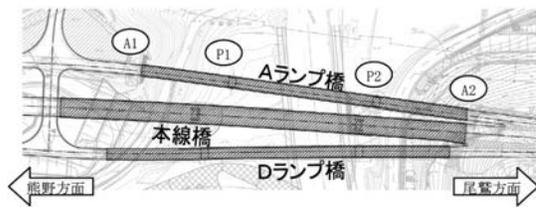


図-2 一般平面図

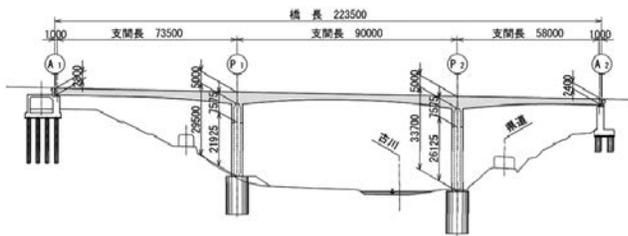


図-3 本線橋側面図

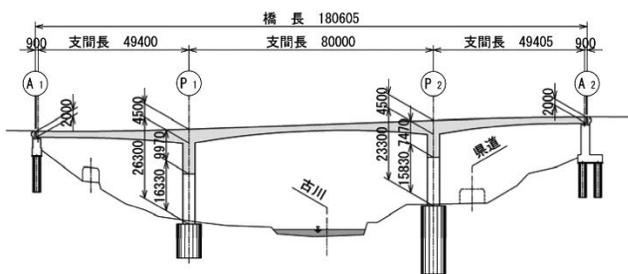


図-4 Aランプ橋側面図

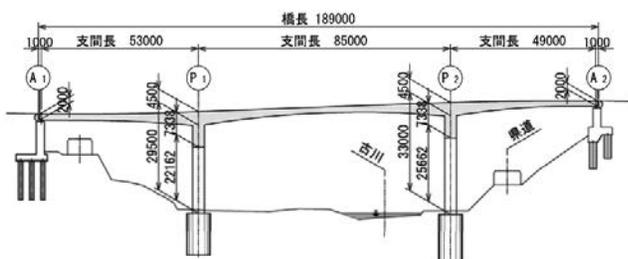


図-5 Dランプ橋側面図

2. 施工方法

本橋の施工方法は、3橋ともに移動作業車を利用した張出し架設工法である(図-3~5)。施工手順を図-6に示す(図は本線橋の例)。張出し施工のブロック数は、本線橋が12ブロック、両ランプ橋が9ブロックである。3橋を同時に施工することから、移動作業車を12台(1橋当り4台)同時に使用した。移動作業車は、主体トラスが現地での組立てを必要としない構造となっている比較的コンパクトなものを使用した。

3. 並列・近接に関する施工対策

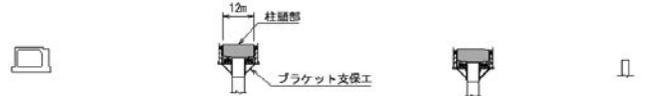
(1) 施工ヤードの有効的利用

3橋が並列・近接していることは前述の通りである

1) 脚頭部施工



2) 柱頭部施工



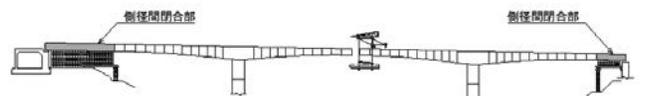
3) 移動作業車組立



4) 張出し架設



5) 側径間閉合部施工



6) 中央閉合部施工



7) 外ケーブル工、地覆壁高欄工、パラベット工

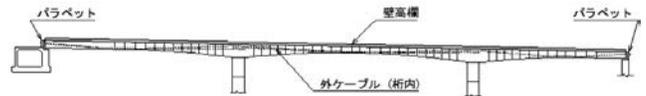


図-6 施工手順図

が、尾鷲方面側では、ランプの分岐合流点に近いので、A1橋台からA2橋台に向けて3橋が徐々に近づいており、A2橋台近傍では、互いの離隔が2m程度となる。このため、県道に接して構築された3橋のP2橋脚が並ぶエリアでは、非常に狭い施工ヤードしか確保できない。そのため、3橋を同時に施工するためには、施工ヤードを有効に利用しなければならないという課題があった。

この課題に対して、ふたつの対策を実施した。ひとつめの対策として、本線橋の橋面上に定置式のクレーンを設置した(ポテインクレーン、写真-1参照)。これにより、地上部の施工ヤードに配置するクレーンを減らすことができ、有効に施工ヤードを利用することができた。使用したポテインクレーンの性能は、重量2tまでのものであれば、22mの作業半径を確保できるものである。このため、本線橋および両側のランプ橋への、ほとんどの揚重作業をカバーすることができた。



写真一 ポテインクレーン

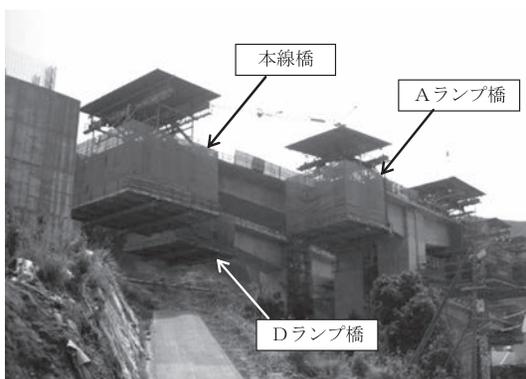
なお、ポテインクレーンの特徴として、専用のオペレータが不要であり、有資格者であればどの作業員でも操作できることも、本工事においては大いに役立った。

ふたつめの対策として、P2 橋脚の施工ヤードに接する県道の片側車線規制を必要に応じて行った。主としては、コンクリート打設時の生コン車や材料を搬入するためのトレーラー等を、片側車線規制を実施した上で県道に配置し、荷降ろしを行った。

(2) 移動作業車の使用状況

張出し架設に使用する移動作業車は、本線橋で全幅が 15 m、ランプ橋で 10.5 m と、橋の全幅よりも 4 ~ 4.5 m 大きい。一方で、P2 橋脚と A2 橋台間では 3 橋の相互の離隔が最小 2 m 程度となる。このため、P2 橋脚と A2 橋台間においては、3 橋の移動作業車が横 1 列に並んで施工することができない。したがって、ブロック数の多い本線橋を先行して張出し架設を行い、後方から両側のランプ橋の張出し施工が追いかける形で施工を行った。P2 橋脚 ~ A2 橋台間の張出し施工の状況を写真一 2 に示す。

なお、先行する本線橋の張出し架設が何らかの理由で遅れた場合には、後行する両ランプ橋も遅れることになるが、本線橋の張出し架設は順調に進捗しそのような事態は発生しなかった。

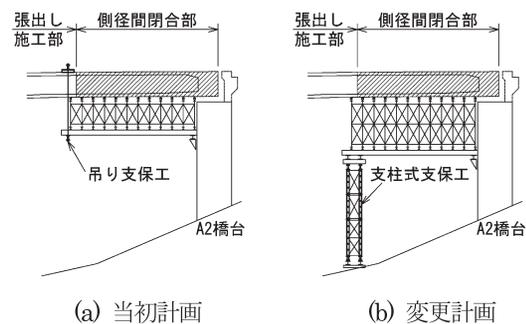


写真一 2 3 橋の移動作業車 (P2 ~ A2 間)

4. 工期短縮策

(1) 側径間支保工構造の変更

ランプ橋では、側径間閉合部の施工における支保工は吊り支保工形式で計画されていた。吊り支保工は、図一 7 (a) に示すように、張出し施工が完了しないと構築ができない構造である。これに対して、A2 橋台側においては桁下に制約がないことから、図一 7 (b) に示すような支柱式支保工に変更した。これにより、張出し施工が完了する前に一部を除いて支保工の構築が可能となり、ランプ橋において工期短縮が図られた。



図一 7 側径間支保工の変更

(2) 外ケーブルのプレファブ化

当初設計の外ケーブルは、グラウトタイプを用いることとなっていた。グラウトタイプの場合、桁内での保護管 (PE シース管) の組立て、PC 鋼より線の挿入、ケーブル全長にわたるグラウト注入など、手順が多く存在する。このため、外ケーブルをプレファブ化することで、工期短縮を図った。本工事では、アンボンドマルチケーブルを採用した。アンボンドマルチケーブルとは、防錆グリースを塗布した PC 鋼より線を個別に高密度ポリエチレンで被覆し、さらに高密度ポリエチレンで一括被覆した三重防食構造で、この状態で現場に搬入される。これを箱桁内に挿入、緊張すれば現場での作業はほぼ終了するため、保護管組立ておよびグラウト注入作業を省くことができ、工期短縮が図られた。アンボンドマルチケーブルの挿入は、専用のプルスタンドを用いて行った。

(3) 壁高欄のプレキャスト化

(a) プレキャスト化の概要

当初設計の壁高欄は、現場打ちで製作するものであった。この大部分をプレキャスト化することで、現場での大規模な型枠工、鉄筋工、コンクリート打設などを省力化することとした。本工事で採用したプレキャスト壁高欄の概要を図一 8 に示す。図に示すよ

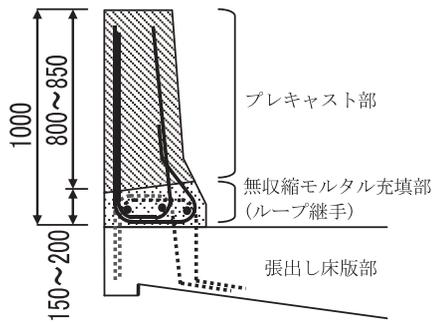


図-8 プレキャスト壁高欄の概要

うに、壁高欄の上部 80～85 cm の部分を工場製作のプレキャスト部材とし、下部 15～20 cm の部分に無収縮モルタルを充填して、張出し床版とプレキャスト部材を一体化させるものである。無収縮モルタル充填部はループ継手構造を採用し、壁高欄下端部の曲げ耐力を確保する構造とした。

なお、プレキャスト部材は、延長 4.99 m を基本とし、プレキャスト部材相互の間は、エラストイト ($t = 10 \text{ mm}$) の設置による膨張目地とした。プレキャスト部材 1 ピースの重量は約 3.5 t である。

また、本工法の採用に当っては実物大 (延長は半分の 2.5 m) の供試体を製作して静的載荷試験を行い、曲げ耐力を確認した。結果として、壁高欄下端部は、設計高欄推力に対して 6 倍以上の曲げ耐力を有しており、本構造が十分な安全性をもつことを確認できた。

(b) プレキャスト部材の製作

プレキャスト部材の製作は、すべて静岡県焼津市内の工場で行った。製作数は 218 ピース、延長では 1,090 m である。なお、壁高欄の全延長は 3 橋で 1,182 m であるが、橋梁端部の合計 92 m (1 箇所当たり平均 7.7 m) は伸縮装置との取り合いや、プレキャスト部材の延長方向の製作誤差を吸収させる関係上、現場打ち部とした。

工場での製作は、専用の鋼製型枠を 6 セット用意し、一日最大 6 ピースの製作により約 2 ヶ月間で終了した。工場製作時におけるコンクリート打設状況を写真-3 に示す。



写真-3 プレキャスト部材製作状況

(c) プレキャスト部材の搬入、間配り

プレキャスト部材の搬入は、25 t トレーラーにて行った。1 台当たり 6 ピース積載し、1 日当たり 3 台を搬入した。搬入状況を写真-4 に示す。搬入は、比較的広く県道の交通規制が不要な P1 橋脚施工ヤードにトレーラーを進入させ、70 t クローラークレーンにて橋面上に荷揚げを行った。



写真-4 プレキャスト部材搬入状況

荷揚げしたプレキャスト部材は、4 t トラックにて架設位置まで橋面上を運搬し、移動式クレーン (詳細は (d) 参照) にて仮置きを行った。この間配りは、プレキャスト部材の据付け前に全てのピースについて実施した。これにより、壁高欄の重量のほとんどを据付け前に主桁に作用させ鉛直変位を発生させることができるため、据付けにおける上越しを考慮した高さ調整を容易にすることができた。

(d) プレキャスト部材の据付け

プレキャスト部材の据付けは、橋面上に設置した移動式クレーンで行った。移動式クレーンについては、本線橋では 13 t ラフタークレーン、両ランプ橋では 4.9 t クローラークレーンを使用した。ランプ橋における据付け状況を写真-5 に示す。据付け時の位置や高さの微調整には、チェンブロックおよびレバーブロックをそれぞれ 4 台用いた。据付け要領を図-9 に示す。



写真-5 プレキャスト部材据付け状況

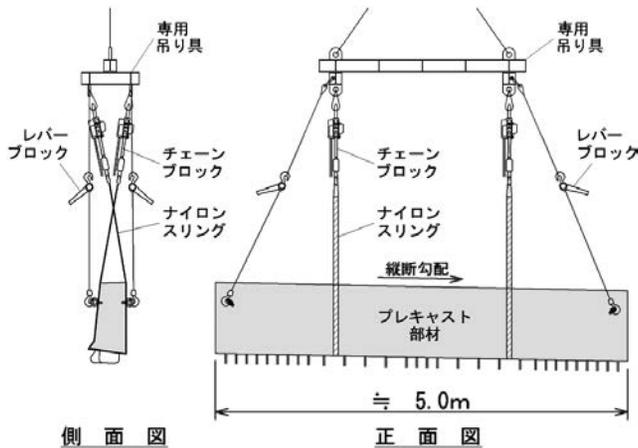


図-9 プレキャスト部材据付け要領

(e) 無収縮モルタルの充填

プレキャスト部材の据付け後、ループ継手の軸方向鉄筋を挿入し、型枠を設置した。内側の型枠には、無収縮モルタル注入用のビニールホース（ $\phi 25$ mm）を1m間隔で配置した。なお、無収縮モルタルは、コンクリートと異なり型枠のわずかな隙間からも漏出するため、型枠目地部やコンクリートに被さる部分には、隙間テープの貼付け、シリコンによるコーキング処理等を施した。

無収縮モルタルは、橋面上にプラントを設置して練り混ぜ、電動ポンプで注入し充填した。充填に当たっては、一日の施工延長30m（無収縮モルタル約 2.5 m^3 ）のうち2.5m分の型枠面板をアクリル板とし、充填状況の目視確認を行った。これにより、充填方法の妥当性について検証を実施した。

(4) 橋台パラペットの分割施工

橋台のパラペットは、外ケーブルの定着部が桁端部に存在するため、外ケーブルの施工が完了しないと着手できない。また、パラペットの構築が終了しないと、伸縮装置の設置ができないため、伸縮装置と一体となる端部の壁高欄の施工ができない。このことから、橋台のパラペット構築に関しても工期短縮を図る必要があった。一方、図-10に示すように、桁端部全面に外ケーブルの定着体が存在するものではない。したがって、外ケーブル定着体がなく、緊張作業に干渉しない範囲を先行する形で分割施工を行った。

5. おわりに

これまでに述べた様々な工期短縮策の実施により、3橋ともに平成25年7月末までに上部工を引渡すこ

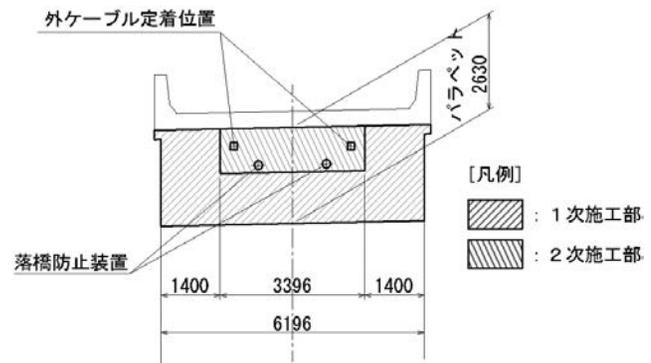


図-10 橋台パラペット分割施工



写真-6 完成写真

とができた。完成写真を写真-6に示す。

古川高架橋を含む熊野尾鷲道路は、平成25年9月29日に全線開通を果たすことができた。本工事だけではなく、他工区の高架橋工事、道路工事、舗装工事なども早期開通の実現に向けた施工上の課題を抱えていたが、お互いが協力をし、また発注者と一体となって努力と工夫を重ねた結果である。

謝辞

本工事が所定の工期内に無事故・無災害で竣工できたのも、本稿で述べた工期短縮策を積極的に採用して頂いた国土交通省中部地方整備局紀勢国道事務所の皆様をはじめ、関係各位の甚大なるご指導・ご協力の賜物である。この場を借りて御礼申し上げます。

J|C|M|A

【筆者紹介】

工藤 朗太（くどう りょうた）

（株）安藤・間

土木事業本部技術第二部橋梁グループ

