

RCプレキャスト床版の施工 (八木沢高架橋)

Constructing Bridge Slabs with Precast RC Members (Yagisawa Viaduct)

星野 実^{*1} 藤井 祐吉^{*2} 吉川 薫^{*3} 小島 英明^{*4}
 Minoru HOSINO Yuukiti FUJII Kaoru YOSHIKAWA Hideaki KOJIMA

Summary

If a list of world's longest-span bridge was drawn up, many near the top would be Japan. Miyaji Iron Works has built up an impressive record in constructing numerous large bridges in this country. This paper reviews this record, commenting on the circumstances at the time of construction, structural characteristics, materials used and other issues.

1. まえがき

平成7年2月に竣工した上信越自動車道八木沢高架橋(鋼上部工)工事において、橋梁の省力化工法の中の1テーマとして、鉄筋コンクリート継手をもつプレキャスト床版を施工したので、その採用の目的、設計の考え方、信頼性の確認試験および製作と現場施工について報告する。

鋼桁に用いるコンクリート床版の施工は、型枠、鉄筋組立およびコンクリート施工に至るまで、大部分が人力作業によっており、鋼橋の施工では最も省力化の遅れている工種である。

この床版工事の省力化をめざして、工場製作したパネルを現場にて取り付ける工法が各種提案され、実用化されつつあるが在来工法に比べて工期の短縮は計れるものの、大幅な工費の増加になることから、橋梁の新設時に本格的に採用されるには至っていない。

特に床版パネル相互の継手部が技術的に最も問題となるところで、コンクリートのプレキャスト床版では、プレストレスの導入により連結する構造が実験的に施工されている。しかしながら、前述のように床版工事費が50%以上増加してしまうばかりでなく、将来の部分補修が難しいこと、さらに鋼桁との間の固定に用いているジベルの設計法など未解決の部分も残っている。

そこで筆者らは、この継手部を場所打ちの鉄筋コンクリート継手としたRCプレキャスト床版が、工費を低減

する1つの方法であると考え、本工事への採用を提案した。プレキャスト床版施工を実施するにあたっては、継手に関する各種の実験を行い、¹⁾その安全性を確認するとともに、実物大の模型を製作し施工性の確認も合わせて行った。

本工事においては、上り線261mについてプレキャスト床版を採用し、比較のため下り線205.9mについては在来工法とした。またプレキャスト床版の特徴を生かすべく、塗装、足場、排水装置などを含めた総合的な省力化の取り組みを進めることで良好な結果を得ることができた。

ただし、現場工事費の面からは、これらの結果を総合してもなお、従来工法に比べて工費を下げるまでには至らなかった。しかしながら、プレストレスを導入するタイプの床版との比較では、大幅に床版工事費は削減できると判断できる。このことにより今後の効果的な省力化施工に対する展望を得ることができた。

2. 工事の概要

(1) 主な諸元

工事名 上信越自動車道八木沢高架橋(鋼上部工)工事
 工事期間 平成4年9月~平成7年2月
 プレキャスト床版を施工した上り線の諸元は以下の通りである。

^{*1}技術本部 工事部工事計画課課長 ^{*2}技術本部 松本工場 生産設計部生産設計課
^{*3}技術本部 工事部付課長 ^{*4}技術本部 第一設計部 設計第一課

構造形式 4径間連続非合成鋼箱桁橋
 橋長 261m
 支間 51.2+90.5+56.0+62.0m
 幅員 全幅員 10.9m
 床版 鉄筋コンクリートプレキャスト床版
 下り線は比較のため従来工法のRC床版としている。

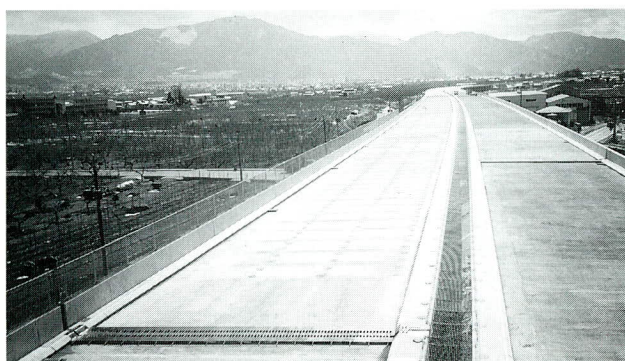


写真-1 八木沢高架橋全景

(2) 工事の特長

本工事は省力化施工の試験橋梁として、いくつかの新しい試みを採用している。主な省力化施工に関する検討事項について、以下に簡単に述べる。

1) 設計

主構造の設計は板継ぎ溶接を極力減らした合理化設計を採用した。プレキャスト床版の採用にあたっては、従来行われているフランジ厚をウェブ側に変化させるなど鋼桁の製作工数増につながる設計を行うことが多いが、本橋では箱桁の製作にしわ寄せする設計は採用していない。

この合理化設計による場合と、従来の設計法による場合の鋼重と溶接延長の比較を図-1、2に示す。

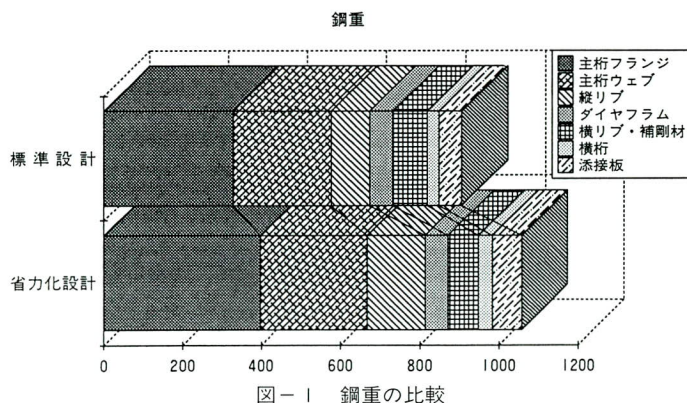


図-1 鋼重の比較

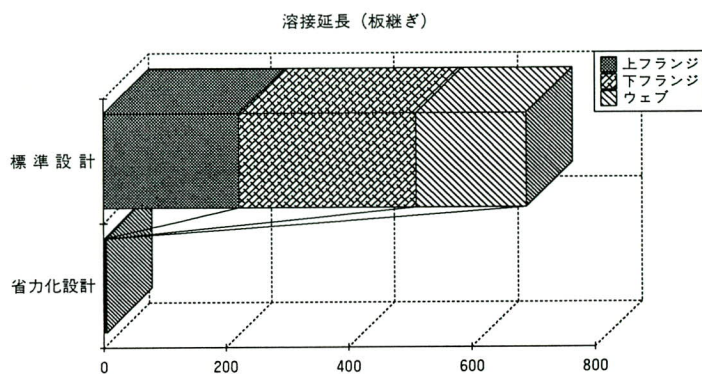


図-2 溶接延長の比較

2) 工場製作

現場での施工精度確保と製作の省力化を計る目的で、当社の開発した「連続パネル組立工法」と呼ぶ仮組立を行わない新しい製作工法を採用した。この工法の採用により精度確保と工場出荷にあわせた製作、塗装を行うことができ、現場での作業工程に無理なく対応できるなど、効果をあげることができた。詳細については本誌の別稿を参照いただきたい。²⁾

またプレキャスト床版の採用により、現場施工時に塗膜を損傷する事がほとんどないので、工場でのポリウレタン樹脂系の上塗り塗装まで完了して出荷できた。現場塗装は添接部のみであり、大幅な工程の短縮と塗装品質の向上につながった。従来工法の床版を施工した下り線は床版施工時の塗膜の損傷を考慮して、現場にて中塗り、上塗り塗装を行っている。

3) 架設

プレキャスト床版の採用により、床版下面の足場を必要としないので、試験的に河川上の中央径間を、吊り足場を架設せず移動作業足場による施工法とした。吊り足場が不要になれば、足場の組立解体に伴う危険作業が無くな



写真-2 移動作業足場による作業

るばかりでなく、足場吊りチェーンやパイプの当たりによる塗膜の損傷とタッチアップの不足による錆の発生を防ぐことができ、長期防錆上からも効果が期待できる。

3. プレキャスト床版の設計

(1) 設計方針

プレキャスト床版の設計において考慮した主な事項を以下に述べる。

- ① 2主桁の箱桁橋で床版支間2.7mは変更せず、従来のRC床版の設計をそのまま用いる。床版厚は23cmである。
- ② プレキャスト床版パネルの寸法は、長さ方向に全幅員の10.9m、幅2.0m、重量約11tfとし、輸送および架設に無理のない形状とした。
- ③ パネル相互の継手は、ループ鉄筋を用いたコンクリート場所打ち構造とする。場所打ち部の間隔は32cmで、通常の鉄筋ラップ長に比べて約半分になる。この継手長は実験により信頼性を確認し決定した。(本誌の別稿による*2)。ループ内に入れる補強鉄筋の本数と太さについては、未解決なので安全をみてD16を6本配置した。
- ④ 通常場所打ち部の目地は、床版の強度上の弱点になり、型枠など床版裏面からの作業が必要である。しかしながら、本工事は箱桁橋であるため、主桁上での床版裏面での作業は不可能なため、プレキャスト床版製

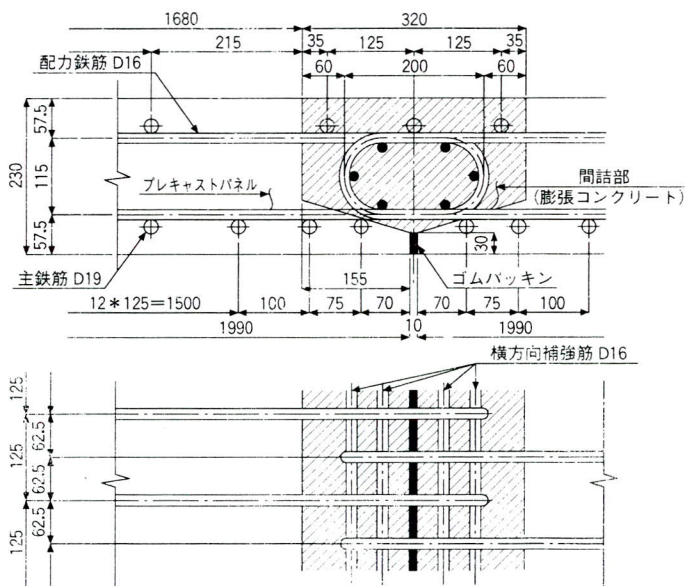


図-3 ループ鉄筋継手図

作時に図-3のような型枠兼用の張り出し部を持つ構造とした。張り出し部の先端には、止水と欠け落ち防止のため、特殊な構造のシールゴムを接着して用いる。

この構造は現場施工時に作業の能率化に対する大きな効果を生んだ。

- ⑤ 壁高欄と地覆の床版部との一体化は、将来は実現すべき課題であると思われる。このため実物大施工試験の供試体は床版部と壁高欄部を一体で製作し、問題点の抽出および対策検討を行うこととした。結果的にはコンクリート打設上の問題、保管や輸送の問題、継手の構造および最終的な外観上(特に通り)の問題に対する懸念があり、短時間での解決は困難と考え、今回は場所打ちとして施工した。
- ⑥ 中間支点付近は、パネル調整区間と考えるとともに床版に引張りが作用するので、継手部にひび割れが集中しないように、2パネル(4m)をコンクリートの場所打ち区間とした。鉄筋はパネルと同じ組立鉄筋を用いることにした。
- ⑦ 排水桝、ガードレールポスト間隔などはパネル間隔を考慮して設計した。
- ⑧ プレキャスト床版のために、鋼桁に特殊な加工を必要とする設計は行わない。従ってハンチ部の構造は、フランジの板厚と添接部をかわせる高さに床版下面高さを設定する。また横断勾配によるハンチの変化量の全てを床版で処理することにした。

(2) 床版の設計

プレキャスト床版の断面およびパネルの一般図を図-4に示す。断面はすべて同じとし、排水桝位置のパネル

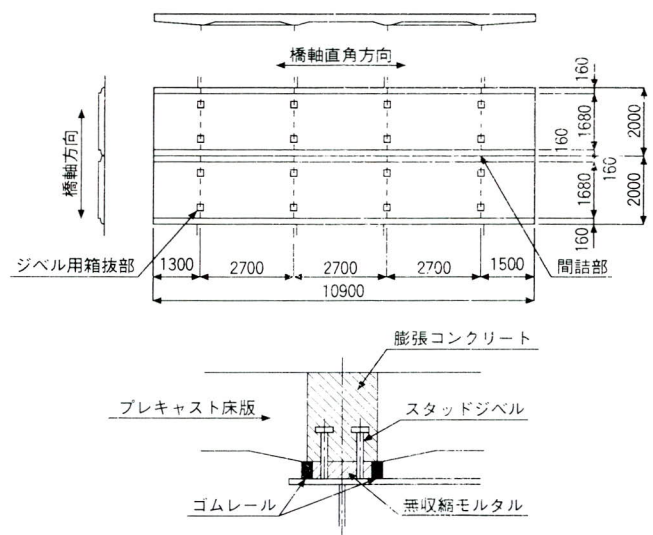


図-4 床版パネル一般図

および中間支点に近く板厚の特に厚い個所にある添接部のみプレキャスト床版下部を一部箱抜きしたパネルを製作した。

4. 実物大供試体による施工試験

(1) 試験の目的

プレキャスト床版が所定の品質で製作でき、輸送および架設時に問題が生じないかを、実物大の供試体パネルを製作し検証する。主な検討事項は以下の内容である。

- ① コンクリートのひび割れと欠け落ちの発生を調査し、発生した場合はその対策を検討する。
- ② 配筋等の詳細構造の確認を行う。
- ③ 型枠の構造と製作方法を検討する。
- ④ 吊り上げ方法（吊り金具、吊り天秤、吊り点の位置等）を検討する。
- ⑤ 乾燥収縮とねじれ等の変形量を把握し施工に反映させる。
- ⑥ トレーラーへの積み付け方法（支持、固縛）を検討する。

(2) 試験概要

RCプレキャスト床版の実物大パネルを1台製作する。これには型枠製作、配筋、コンクリート打設および養生が含まれる。

試験的に床版と壁高欄および地覆を一体としたパネルとして設計し、製作した。供試体の製作のポイントと主な測定項目を以下に示す。

- ① 配筋時に吊り金具と高さ調整用の金具を埋め込んでおく。高さはボルトに高ナットをねじ込むことで、調整が可能か調査する。供試体の一般形状と金具類の配置を図-5に示す。

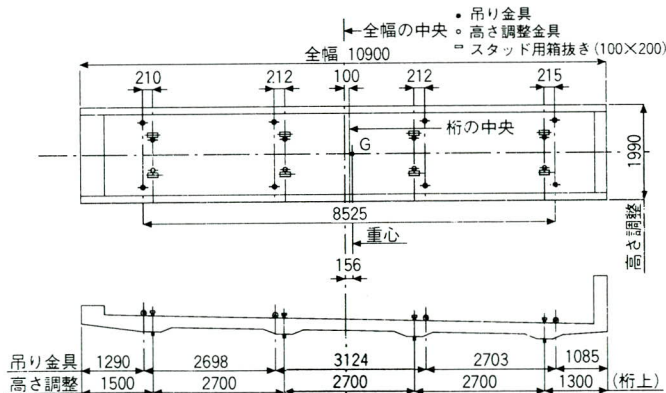


図-5 実物大供試体の一般形状と金具類の配置

- ② 脱型時間を72時間として、製作工程と型枠台数による製作サイクルを検討する。
- ③ 脱型直後にクレーンで吊り上げるために、専用の天秤を製作し使用した。吊り上げ試験により問題がなければ実施工に天秤を転用する。
- ④ コンクリートの4週強度を確認して、高さ調整金具を用いて高さ調整の施工性を調べる。
- ⑤ トレーラーに積み込んで、輸送による損傷の確認を行う。
- ⑥ 保管中の変形および収縮を測定し、ひび割れを調査する。

(3) 試験結果

1) コンクリートの品質

道路公団仕様：B-1-1のコンクリート（早強）を使用した。呼び強度240kgf/cm²、スランプ8 cm。

コンクリート試験の結果は

3日強度：204kgf/cm²

28日強度：338kgf/cm²

スランプ：10.5cm

2) 床版パネルの品質

① 床版パネルの寸法測定の結果

収縮量の正確な測定はできなかったが、そりや変形は生じなかった。

② ひび割れと欠け落ちの状況

脱型時にコーナーの一部に欠け落ちが生じた。また現場継手部のコンクリート先端に1個所長さ600mm程度のひび割れが発見された。その他にはヘヤークラックなども発見されなかった。

3) 作業性

- ① 現場継ぎ手位置のコンクリート先端部はその形状からコンクリートがまわりにくい。しかし型枠の空気孔などの工夫により製作上のトラブルは生じなかった。

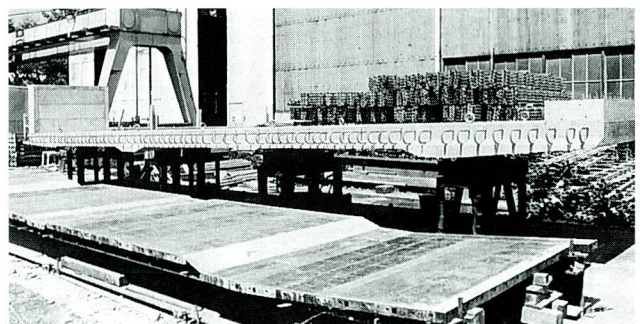


写真-3 実物大供試体

- ② 吊り上げにはアイボルトと天秤を利用したため問題は生じなかった。
- ③ 輸送にあたっては仮置きと同様に支持台を調整し、なおかつパネル端部を支持すれば問題はない。

4) 金具類について

- ① 吊り上げ用の金具の抜け落ちや周辺のコンクリートのひび割れは生じていない。
- ② 高さ調整金具としてパイプレンチを用いてボルト頭を回転させることで、パネルの高さを上下させることができた。ただしこの場合は同一ハンチ上の金具を同時に調整する必要がある。ボルト回りには異常は発見されなかった。

(4) 実物大施工試験の考察

- ① RCプレキャスト床版は計画した断面形状での製作に特に問題はない。高欄は現場打ちが望ましい。
- ② コンクリートの乾燥収縮による影響などを考慮することにより、所定の寸法精度は十分確保できる。
- ③ 現場継手部のコンクリート先端部のひび割れに対して何らかの対策が必要である。
- ④ 吊り下ろし時の衝撃や、輸送中の振動に対してコンクリートにひび割れや欠け落ちは生じなかった。ただし、高さ調整時にも言えることであるが、均等に確実に支持しないと過大な変形や応力が生じることがある。
- ⑤ 脱型時にコーナー部が欠け落ちる恐れは、丁寧なコンクリート作業と脱型時の注意深い施工により防止できるものと思われる。
- ⑥ 吊り金具、高さ調整金具および天秤は十分に用途に耐えうる。配置も今回採用したものでよいと思われる。

5. 現場施工

実物大供試体による施工試験結果をふまえて、実施工で製作するプレキャスト床版は、壁高欄と地覆を現場打ちとする形状とし、一体型による施工は今後の課題とした。

(1) プレキャスト床版の製作

RCプレキャスト床版の製作は製作設備、管理および

仮置き等の条件を検討した結果、本工事では型枠の製作から仮置き場所での保管までを、コンクリート2次製品の製作専門会社の協力を得ることとした。

1) 型枠

専用の鋼製型枠を2台製作した。この鋼製型枠は高価であるため、パネルの製作工程と現場施工工程とを十分検討した結果、1台当たり1日1パネルの製作が可能であるとの判断から、2台製作することにした。床版の設計にあたっては、すべて同一断面とし断面の異なる端部の打下ろし部は場所打ちの構造とし、いわゆる役物の型枠は製作しなかった。

2) 鉄筋の加工と組立

パネルごとに鉄筋をパネル化し、鋼製型枠に据え付けた。端部の構造が複雑でせき板の貫通鉄筋が多く、箱抜き等があるので、現場施工分より鉄筋の組立精度を向上させる必要があった。鉄筋は溶接でなく結束とした。

3) コンクリート打設

工場内の作業になるので作業性は問題ない。ただし蒸気養生を行う関係で、路面側のホーキ目を入れる時期が早くなり、鋭利なホーキ目にならない。

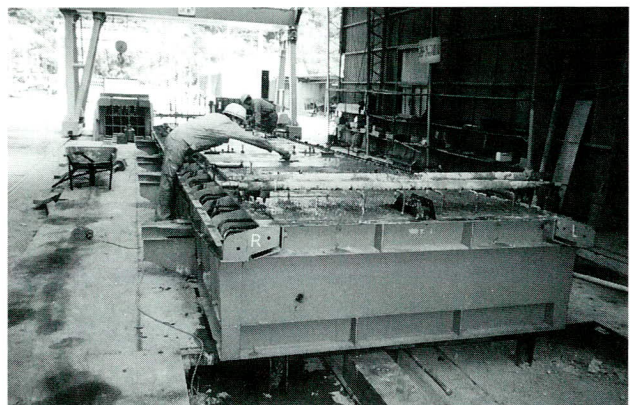


写真-4 鋼製型枠によるパネルの製作状況

4) 養生・脱型

パネルの製作サイクルを短縮するために、蒸気による初期促進養生を行った。

脱型時期の決定は、全体工程を左右するので、本工事では打設後16~17時間で脱型するものとして、コンクリート強度が型枠解体に耐えうるか否か、積算温度の検討と、試験体の圧縮強度試験によって確認して決定した。安全のためはじめての段階では、十分な養生時間を確保し製品の確認をしながら、所定の製作サイクルにもどした。脱型時のコンクリート強度の目安は以下のようになる。

本パネルの型枠解体可能な理論値・・・ 75kgf/cm²

公団管理要領による必要圧縮強度・・・ 140kgf/cm²
 打設後16時間の圧縮試験強度・・・ 163kgf/cm²
 脱型後のパネルは、直ちにクレーン等で吊り上げる必要があるため、パネル製作時に埋め込んだ吊り金具の性能試験を実施した。

パネル自重 12.0tf
 吊り点数 8 点
 1点あたりの設計荷重 3.0tf (不均等荷重考慮)

試験結果・・・8.0tf までは異常がない。10.1tf で試験体に金具の伸びが発生した。金具本体の引き抜き強度は12tf と保証されており 3tf では問題にならない。

5) 打継目の処理

パネルの現場継手部以外の高欄・地覆の打ち継ぎ目は、あらかじめレイタンスや弛んだ骨材等を除去する必要があるため、次のように対応した。

パネルのコンクリート打設直後に凝結遅延剤を散布しておき、脱型後直ちに当該部分を高圧水で洗浄することで、レイタンス・弛んだ骨材等を除去した。

6) 輸送

2パネルを1台のトレーラーで輸送する。ポールトレーラーでは任意の位置に支点を設けられないので、遊車と牽引車の間に架けるフレームを製作した。

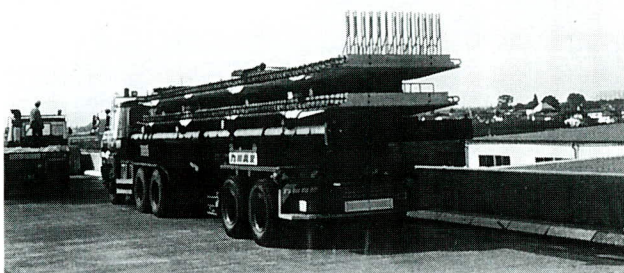


写真-5 輸送荷姿

(2) プレキャスト床版の現場据付け

プレキャスト床版の現場据付け作業フローは以下のようである。

施工にあたっての着目点について以下に略記する。

1) ここで用いているパッキング材は、パネルの支持とハンチ部に充填する無収縮モルタルの型枠として機能を持たせている。パッキング材は発泡ゴムで、フランジ上面に接着剤で固定した。パッキング材の厚さを調整する

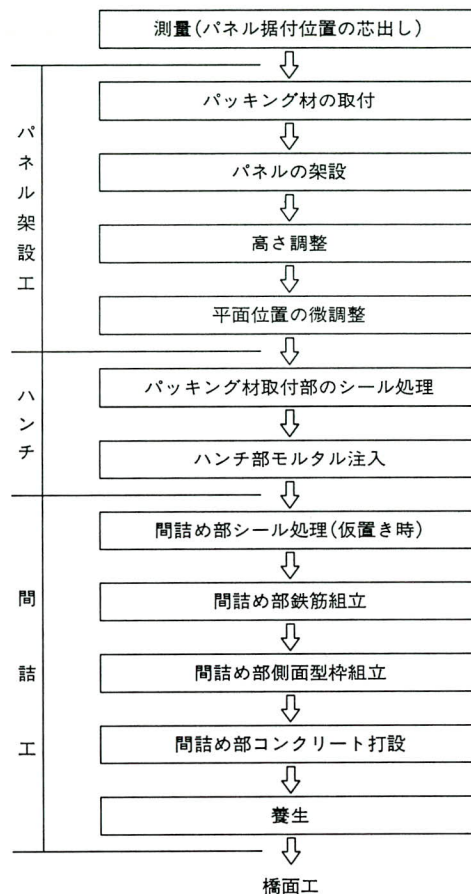


図-6 プレキャスト床版現場作業フロー

ことで、鋼桁キャンバー等の架設誤差を吸収させることも可能である。ただし微細な細工は難しいので、十分な検討が必要である。

2) パネルの架設

上り線に先行して施工した下り線の床版（現場打ち）上に100tf吊りトラッククレーンを据え付けて架設した。並行する橋梁がない場合や、桁下にクレーンヤードが得られない場合は、箱桁の架設と同規模の設備が必要になると考えられる。

今後幅員が広い場合等では1パネルの重量が20tf程度になることが予想されるので、今後は鋼桁と同一設備で架設することを検討する必要がある。

3) 高さ調整

パネル製作時に埋め込んだ高さ調整用の金具を利用して高さ調整を行った。実物大の施工試験で確認した結果、ネジ部の強度上の問題から、床版を持ち上げる方向に調整することは難しいことが判明していたので、下ろす方向のみで調整できるように、あらかじめパネルを高

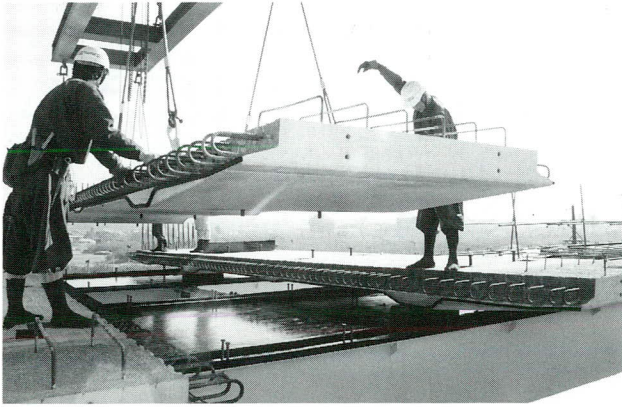


写真-6 RCプレキャスト床版の架設状況

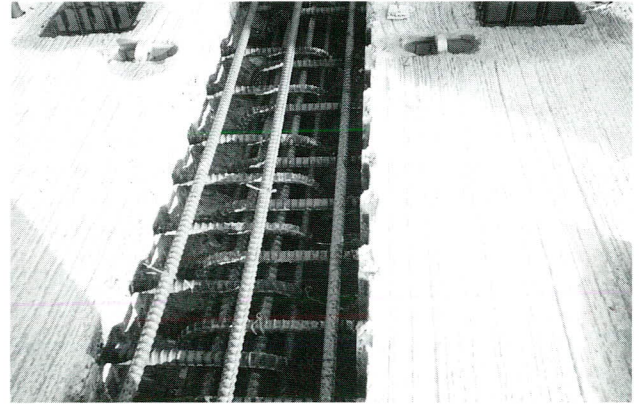


写真-7 間詰め部の鉄筋組立

めに据え付け調整した。

4) 平面位置の微調整

パネルをパッキング材表面で滑らせる方法を考えていたが、パッキング材の変形が大きく、損傷の恐れがあるため事実上微調整は難しい。クレーンで吊り上げ介助しながら滑らせる方法で、微調整を行った。

クレーンで吊り降ろす際にできるだけ正確に据え付けることが肝要である。

5) ハンチ部モルタル注入

モルタルはセメント系無収縮モルタル、注入方式は自然流下式（位置水頭による）、また充填の確認は目視による流出の確認により施工した。

なお、箱桁の内側は目視による流出の確認が困難であるため、あらかじめパッキング材の幅を大きいものにしておき、モルタル注入後はファイバースコープを介して流出の点検を行った。

6) 床版パネル継手部のシール方法

この部分のシール処理は、型枠の機能とパネルの荷扱い時の緩衝材としての機能を持たせている。材質はハンチ部のパッキング材と同種の材料を用い、張り出し床版部に接着剤で貼り付ける構造とした。これらの作業は仮置き場で出荷直前に行った。

7) パネル間ループ鉄筋継手内補強鉄筋の施工

パネルの両端に突出しているループ鉄筋の内側に補強鉄筋を差し込む作業である。作業自体は単純で簡単な作業であるが、近接して構造物がある場合や朝顔足場等の障害物がある場合などは、難しい作業になる。分割してループ鉄筋内にセットしておく等の処置が必要である。

8) 間詰め部のコンクリート打設

使用したコンクリートは公団規格のA-1-1に膨張剤を添加したもので、下り線床版上からポンプ車にて打設

した。すべて橋上作業なので、パネルが足場となり、安全で良好な施工結果が得られた。

養生は一般的なシート養生を行った。

6. あとがき

本工事は平成4年9月1日に着手し、途中90日間の工事一時中止を経て、平成7年2月17日に竣工した。開通は平成7年11月30日である。

RC継手を持つプレキャスト床版をはじめ、箱桁の連続パネル組立工法による仮組立を行わない製作方法の実施など、いくつかの省力化工法を当社として初めて採用した工事となった。

鋼橋の工事費の低減を意図した省力化の試みであったが、結果から見れば必ずしも工事単価の低減にならなかった工種もある。しかしながら、鋼橋新時代への試金石となったものと自負している。

工事にあたり、日本道路公団名古屋建設局、同長野工事事務所をはじめとして、JVを構成した㈱サクラダ、プレキャスト床版の製作を担当した昭和コンクリート工業㈱ほか数多くの企業と多数の関係者の経験・英知・努力によって省力化工法への取り組みがなされたことを報告し、誌上を借りて深謝するものである。

〈参考文献〉

- 1) 佐藤徹，清水功雄，高橋秀幸：RCプレキャスト床版の耐荷力および耐久性試験，宮地技報No.11，1995.12.
- 2) 小塚毅，森下統一，小出勝雄他：連続組立工法を用いた箱桁の仮組立省略システム，宮地技報No.11，1995.12.

1995.10.9 受付