

壁高欄のプレキャスト化について ——上信越自動車道北野牧橋——

佐藤 孝*1・秩父 清二*2・木村 栄仁*3

1. はじめに

上信越自動車道は、群馬県藤岡市と新潟県上越市を結ぶ、延長 210 km の高速自動車道であり、このうち日本道路公団東京第二建設局で建設を担当した、藤岡インターチェンジから佐久インターチェンジまでの約 70 km が、平成 5 年 3 月開通した。

この道路は群馬県松井田町から、長野県佐久市にかけて、両県の県境の急峻山岳地を通過するため、この区間では多数の長大橋梁が建設されている。特に松井田 IC～軽井沢 IC 間には、PC 斜張橋をはじめ、鋼およびコンクリートのアーチ橋、さらに高橋脚の PC 橋が建設されている。

今回報告する北野牧橋もこうした橋梁群の一つであり、橋脚高が最大 51 m にもなる 5 径間 PC ラーメン橋 2 連、3 径間 PC ラーメン橋 1 連、および PC T ラーメン橋 1 連からなる橋梁群である。

本橋は、日本の三大奇勝とも言われる妙義山の西麓部で、中国の墨絵に見られるような屹立する山の谷間に位置している。このため、本橋施工用の鋼製仮栈橋が、ほぼ本橋全線に渡って、上下線間に設置された。

この鋼製仮栈橋は総鋼材重量が 2 100 トンにも及び、地形条件および冬季の気象条件等から完成に予想以上の日時を要し、本北野牧橋の完成も大幅に遅れることになった。栈橋へ至る進入路は本線以外になく、開通に当たって栈橋の撤去がクリティカルとなった。栈橋の撤去日数を短縮するため、橋梁上より複数の編成にて撤去を計画するに当たり、本橋の早期完成が必要となった。

そのための方策の一つとして、壁高欄のプレキャスト化を図った。壁高欄のプレキャスト化については、過去にも試みられているが、施工性、経済性の面で問題も多々見られる。今回、過去の形式の結果も踏まえ、本橋では極力経済的で作業性の良い形式をという観点から、

新たなプレキャスト形式を試みた。本文はその計画・設計、施工について報告するものである。

2. 壁高欄の計画・設計

現在、道路公団にて通常施工されている壁高欄は、地覆部と壁部が一体となった構造である。過去の壁高欄のプレキャスト化は、この考え方を踏襲し地覆部と壁部を一体化した形式が大部分であった。

これに対して、本橋では下記の理由から、壁部についてのみプレキャスト化することとした。

- 1) 本橋は平面曲線が $R=480$ m ないし 500 m と小さく、横断勾配も 4～6 % (路肩折れをする場合は 2 %) となっている。このため地覆部までを一体化とした構造の場合、個々のプレキャスト部材の底面形状を、床版の横断勾配に合わせて製作する必要があり、製作が繁雑になる。
- 2) 地覆部までを一体化すると、型枠形状が複雑となり、また製品重量も重くなるなど、製作、輸送等コストの上昇につながる。これに対して、壁部だけのプレキャスト化であれば、型枠の製作が容易となり、輸送の際の積卸し等、取扱い上も容易なものとなる。
- 3) 壁部のみをプレキャスト化し、地覆部を場所打ちとすることで、高欄製作時において横断勾配に対する配慮が不要となる。さらに地覆部を場所打ちとすることにより、地覆部までを一体化した構造では必

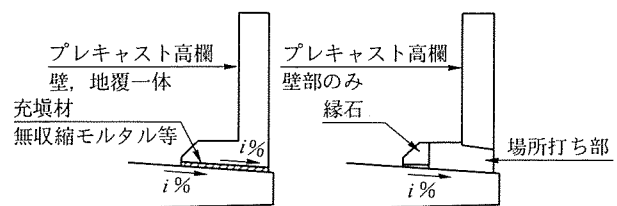


図-1

*1 Takashi SATO : 日本道路公団 東京第二建設局佐久工事事務所 構造工事長

*2 Seiji CHICHIBU : オリエンタル建設(株)・日本鋼弦コンクリート(株)共同企業体 所長 (オリエンタル建設(株))

*3 Eiji KIMURA : オリエンタル建設(株)・日本鋼弦コンクリート(株)共同企業体 副所長 (日本鋼弦コンクリート(株))

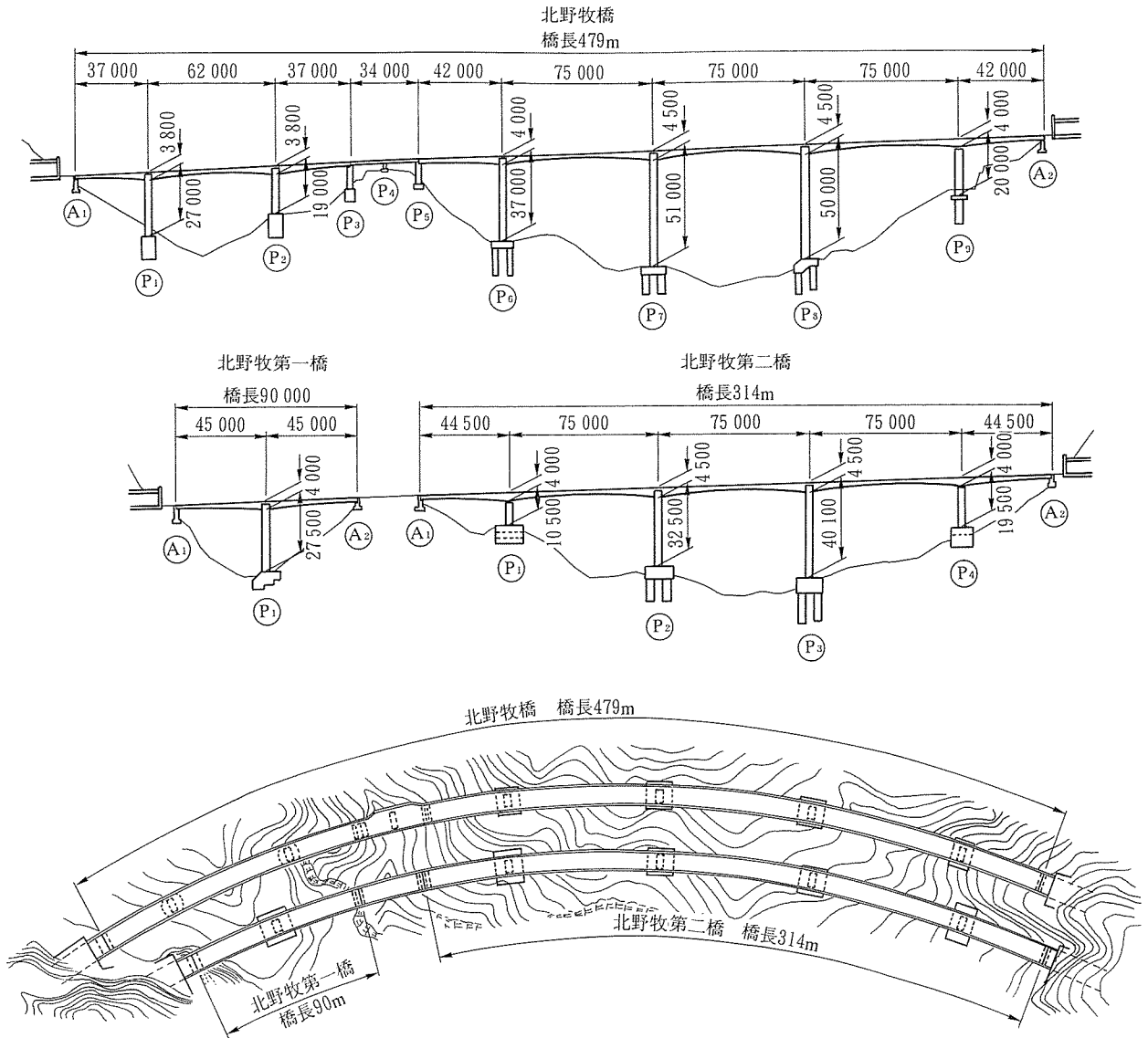


図-2 橋梁一般図

要な、橋面とプレキャスト部材の隙間に無収縮モルタル等を充填するグラウト作業が不要となる。
 設計に当たっては、高欄に作用する衝突荷重等を、高欄に埋め込んだH形鋼支柱により支持し、アンカーボルトを介して床版に応力を伝達する構造とした(図-3~5参照)。

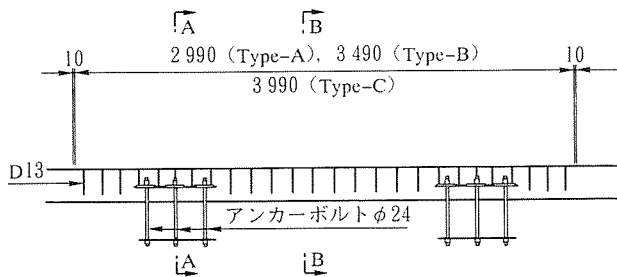


図-3 一般図(正面)

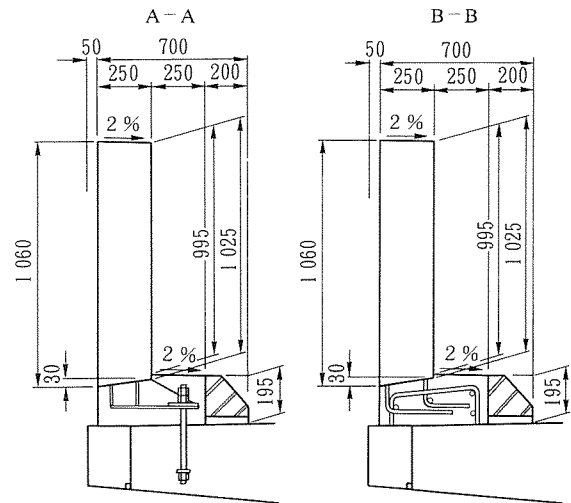


図-4 一般図(断面)

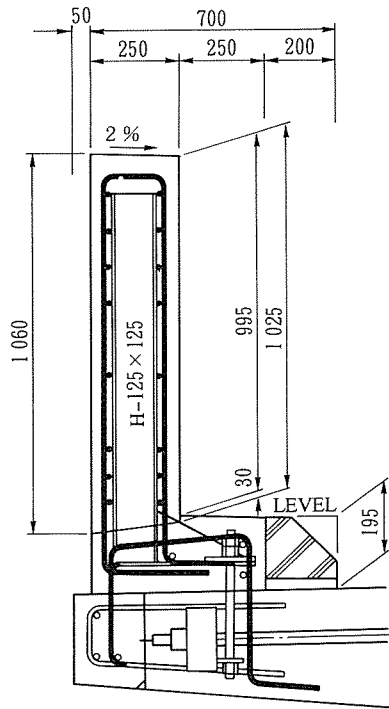


図-5 構造図

高欄の部材断面の決定は、以下の検討結果にもとづいて行った。

- 1) 高欄頂部に作用する衝突荷重 (2 tf/m) に対する支柱, アンカーボルトの検討。
- 2) 衝突荷重に対する RC 版の梁としての検討。
- 3) 風荷重に対する検討。

3. 構造

前述のとおり、本プレキャスト高欄は、H形鋼支柱を高欄内に埋め込み、アンカーボルトを介して床版に応力を伝達する支柱形式とした。

埋込み支柱は、H-125×125×6.5×9—2本をベースプレートに溶接して一体としたものを1組とし、プレキャスト高欄1枚あたり2組設置した。アンカーボルトは支柱1組あたりφ24—3本を設置し、アンカープレートにてその3本を一体としている。

高欄への衝突荷重は、基本的に支柱からアンカーボルトを介して床版へ伝達されるが、高欄の主鉄筋を地覆部へ伸ばし、床版に埋め込んだ地覆鉄筋と組み合わせて地

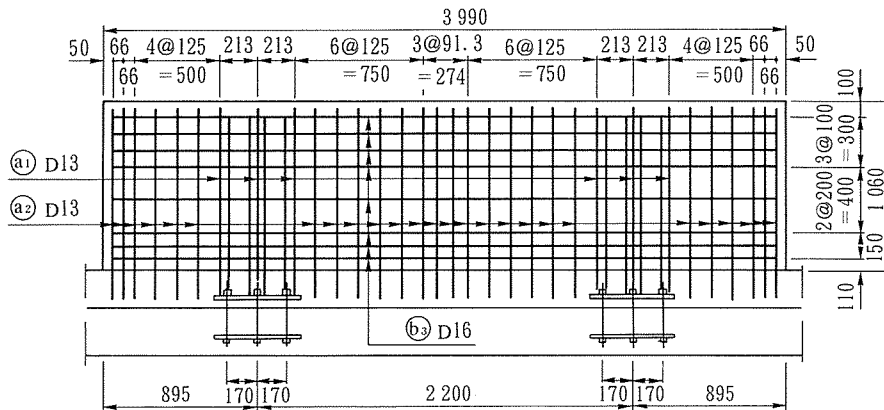


図-6 配筋図 (Type-C)

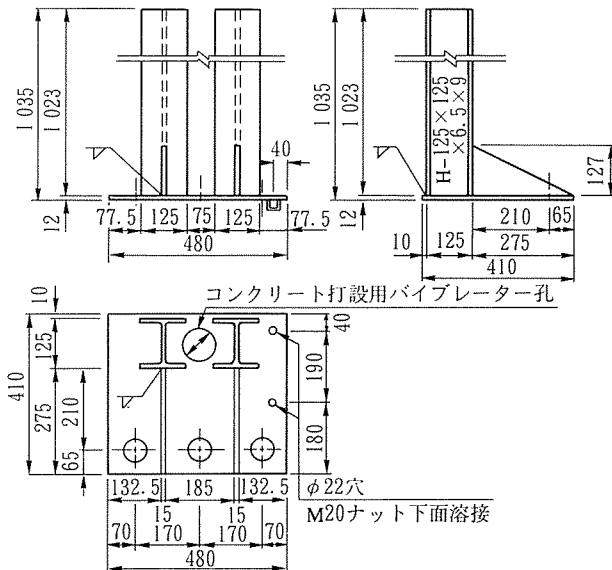


図-7 埋込み支柱

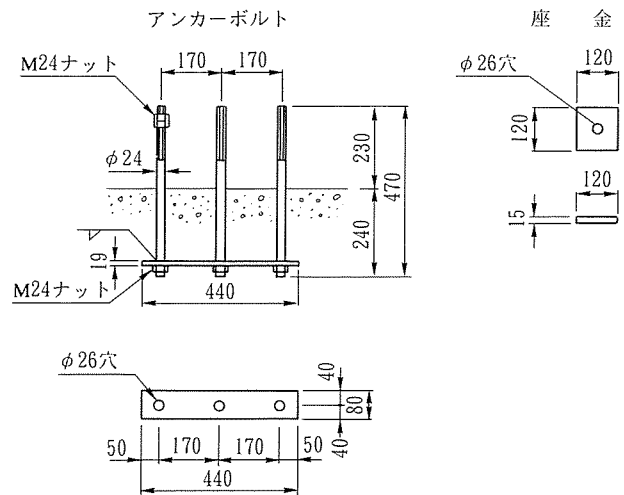


図-8 アンカー装置

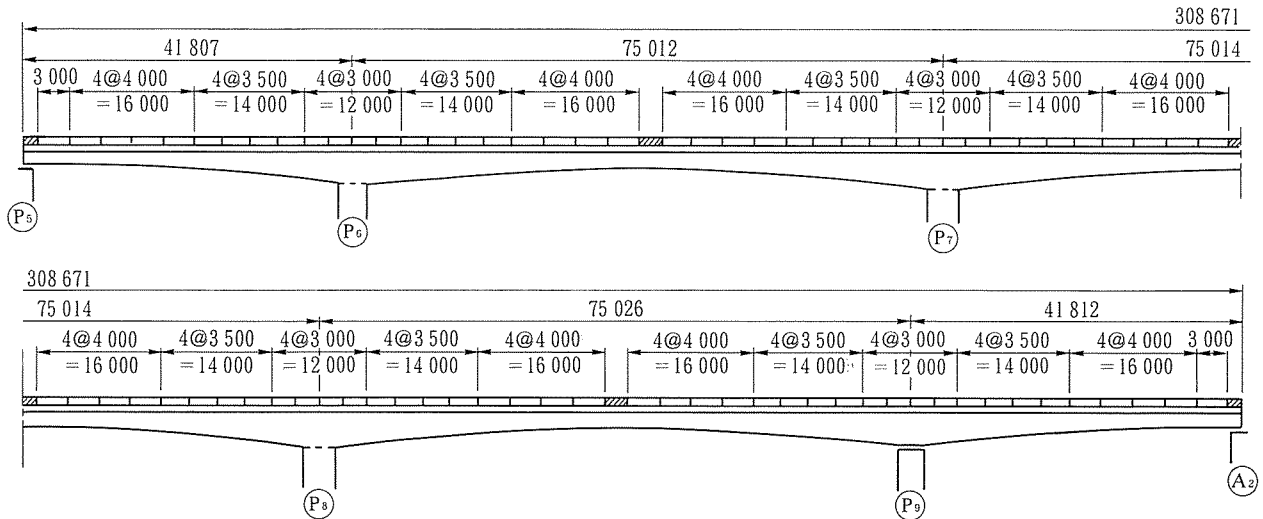


図-9 配置図（北野牧橋）

覆場所打ち部を構成することにより、高欄の耐久信頼性を高めている。またプレキャスト高欄下端は、コンクリートの充填性を良くするため30mmの勾配をつけている（図-4参照）。

プレキャスト部材長については、1種類とするのが望ましい。しかし本橋の場合、橋体工の施工がワーゲンによる張出し施工で行われ、施工長さが構造中心において、柱頭部12m、張出し施工部3.5mおよび4.0mであり、曲率半径が小さいため、床版端部左右（曲線の内側と外側）の施工長がかなり異なる。このため部材長を1種類にすると、アンカーボルト（3本一体）設置位置が橋体工施工継目位置となる箇所が生ずる。このため部材長を3種類とし、柱頭部に3.0m、3.5mの張出し施工部には3.5m、同4.0m施工部に4.0mブロックを各々配置した。閉合部および側径間端部は場所打ちとし、長さ方向の施工誤差を調整できるようにした。

プレキャスト部材間の目地は10mmとし、シール等は行っていない。

床版端部の水切り部については、図-10に示すごと

く、施工性を考慮して50mmの打ち下げをなくし、幅員方向の施工誤差を調整するため、幅を50mm拡げた形状に変更した。

4. 工場製作

プレキャスト部材の製作は、PC工場にて行い、製作台は3種類の各タイプについて各々1基の、合計3基を設置した。

材料の仕様および製作数は、以下のとおりである。

材料の仕様

コンクリート	早強 $\sigma_{ck}=300 \text{ kgf/cm}^2$
鉄筋	SD 345
鋼材	SS 400

製作数

タイプ A	L=2.99 m	68 枚
タイプ B	L=3.49 m	128 枚
タイプ C	L=3.99 m	128 枚

製作は各タイプごとに1日1枚、合計1日3枚程度のサイクルで行った。

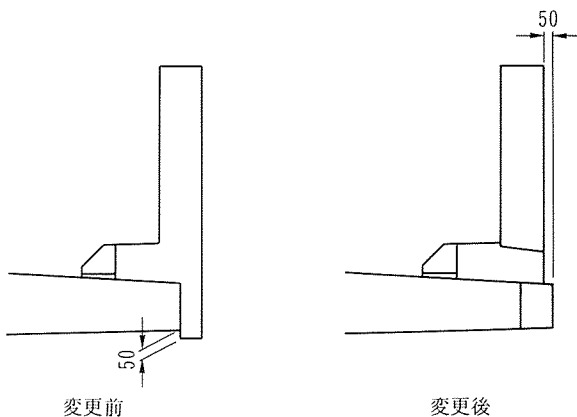


図-10 水切り部の形状変更

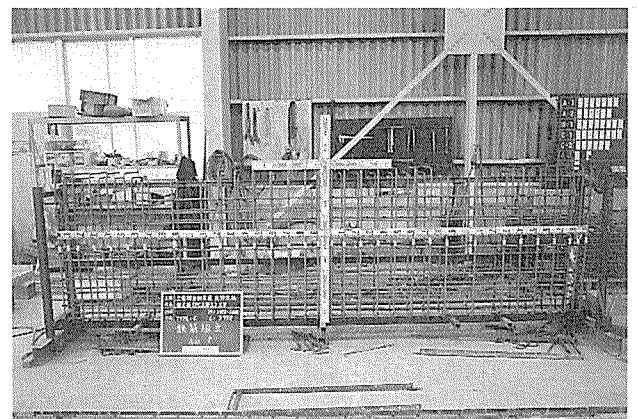


写真-1 プレキャスト部材配筋

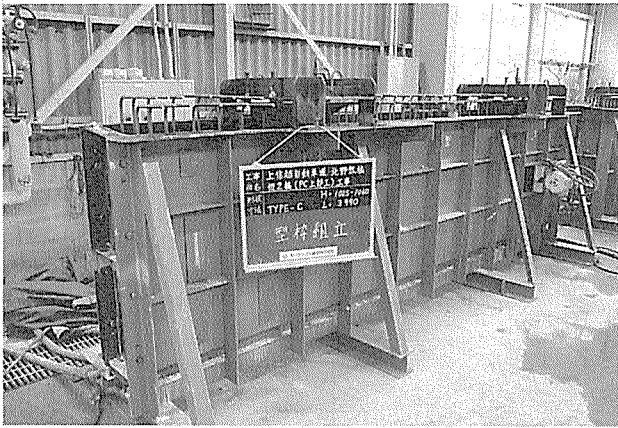


写真-2 プレキャスト部材型枠組立

プレキャスト部材は、上下を反転させた状態で製作し、コンクリートの均し面が、地覆コンクリートとの打継ぎ面となるようにした。

また、コンクリート打設前に図-11に示すように、部材吊上げ用のインサート、型枠取付け用のインサートを埋め込んでいる。

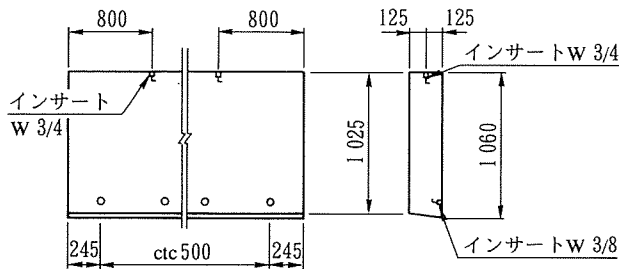


図-11 インサート図

5. 現場施工

プレキャスト高欄施工のフローチャートを図-12に示す。

5.1 アンカーボルトのセット、水切り部の施工

橋体工施工時にアンカーボルトのセットを行い、床版横締めケーブルの緊張完了後、ワーゲンの後方足場を利用して、順次水切り部の施工を行う。

5.2 縁石の据付け、橋側足場の組立

橋体工完成後、縁石の据付け、橋側足場の組立を行う。

5.3 プレキャスト部材の搬入、据付け

プレキャスト部材の現場への搬入は、工事用道路が急勾配かつ急カーブが多いため、トレーラーは使用せず、11tトラックで行った。搬入されたプレキャスト部材は、トラッククレーンを用いて、いったん床版上に仮置きした後、据付けを行った。

プレキャスト部材の据付けは、下記の手順にて行う。

1) 部材に埋め込まれた吊上げ用インサートアンカー

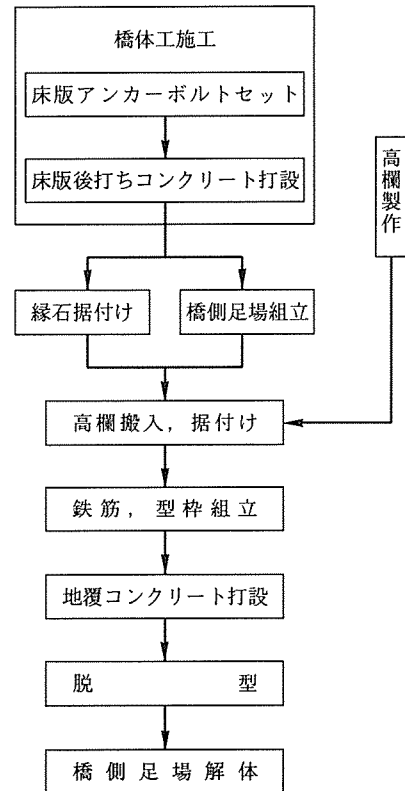


図-12 施工フロー

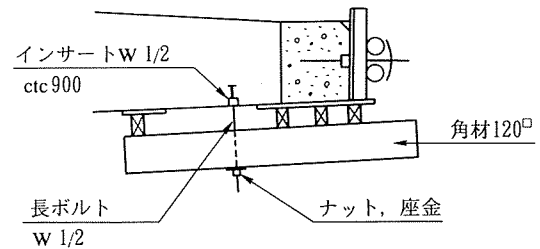


図-13 水切り部 施工図

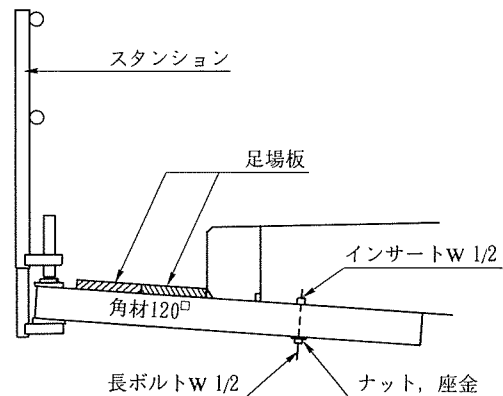


図-14 橋側足場

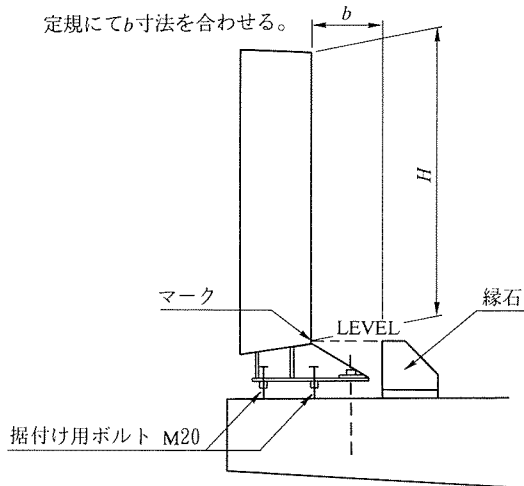
に、吊り金具を取り付けて、部材を吊り上げる。

- 2) 埋込み支柱ベースプレートに、据付け用ボルト (M 20×150) を取り付ける。
- 3) 床版に埋め込んだアンカーボルトと、埋込み支柱

◇工事報告◇

ベースプレートのアンカーボルト穴を合わせて、部材を据付け位置に取りおろす。

- 4) 転倒防止のため、アンカーボルトに座金、ナットを仮セットする。
- 5) 縁石を基準にして、部材の位置、高さを、正規の



H寸法の設計値を高欄にマークし、縁石天端から水平器にて高欄高さを合わせる。

図-15 据付け要領図



写真-3 プレキャスト部材据付け

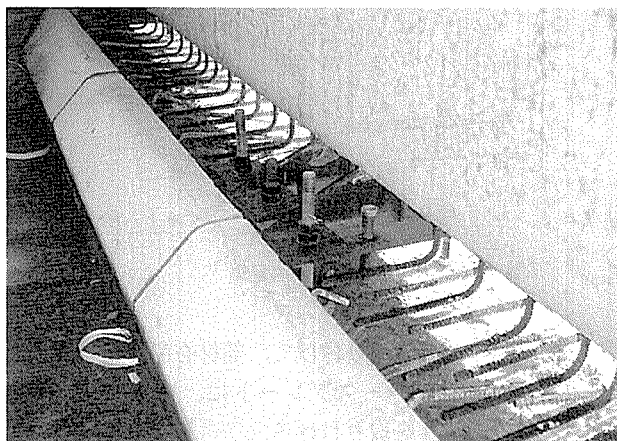


写真-4 アンカー部

位置にセットする。高さ調整は据付けボルトの出を調整して行う。

- 6) 仮セットしたアンカーボルトのナットを締め付け、吊り金具を取り外す。

5.4 鉄筋の組立、型枠の組立

プレキャスト部材据付け後、地覆部の配筋を行い、型枠の組立を行う。

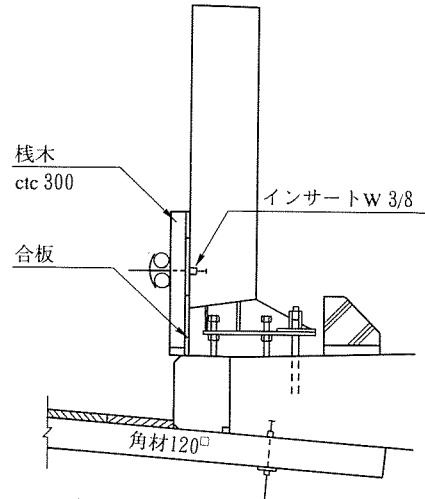


図-16 型枠組立図

5.5 コンクリート打設

コンクリートは普通セメント、240-8-25を使用し、流動化剤等は使用していない。プレキャスト部材下面、ベースプレート下面に、空隙が残るのを防ぐため、バイブレーターは太径のものと細径のものを併用し、コンクリートが完全に充填されるよう、細心の注意を払い締めを行った。

5.6 脱型、橋側足場の解体

脱型後、橋側足場を解体して完成となる。なお、今回の工事では、高欄部材と地覆コンクリートとの打継ぎ部からの雨水の浸入を防止する目的で、幅 10 cm の塗膜防水を行った。

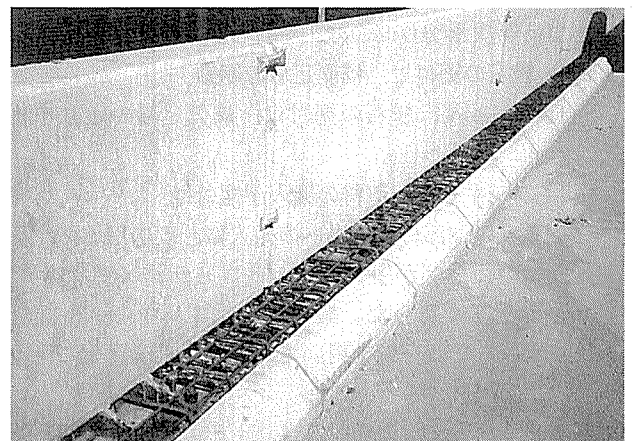


写真-5 地覆配筋

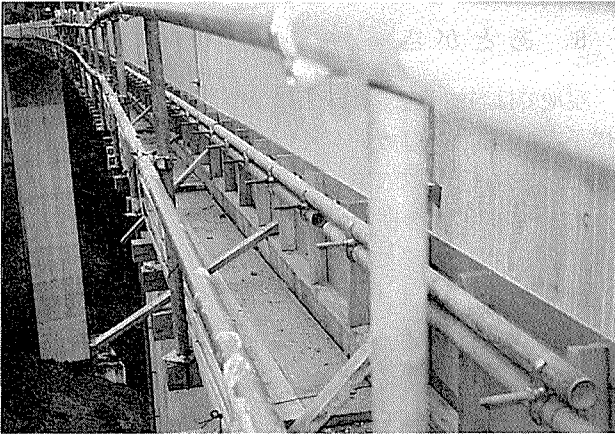


写真-6 型枠組立

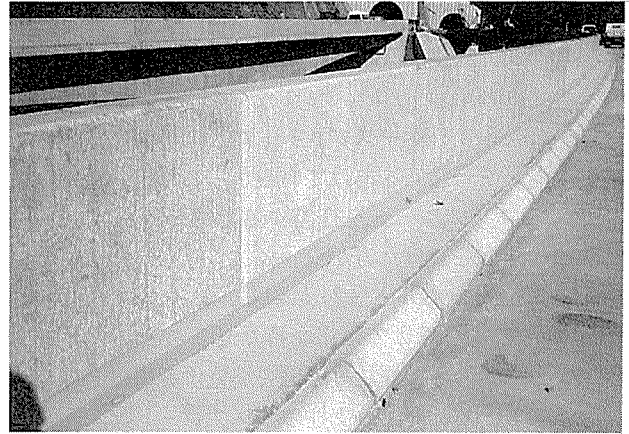


写真-8 完成 (内側)

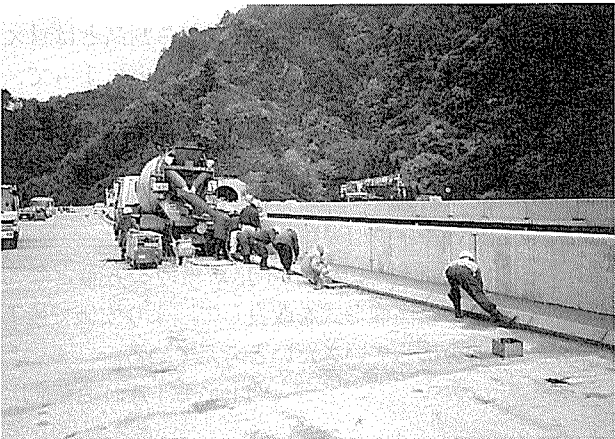


写真-7 コンクリート打設

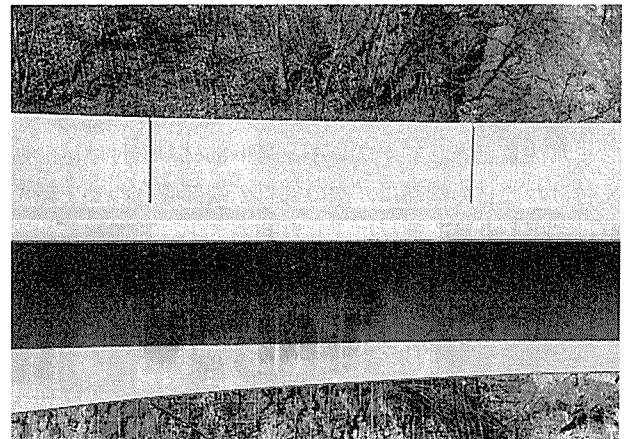


写真-9 完成 (外側)

表-1 工程 (北野牧橋 P₅~A₂)

工種	日数			
	0	10	20	30
据付け工	12日			
配金工		10日		
型枠, Con打ち			14日	

Type-A 36枚 }
 Type-B 64枚 } プレキャスト高欄延長 588m
 Type-C 64枚 }
 ※ 据付けは2編成にて行った。

6. 工 程

北野牧橋 5 径間 (P₅~A₂) における実績を表-1 に示す。

作業編成を増強することにより、全体工程をより一層短縮することが可能である。

7. 今後への課題

今回新タイプの高欄を計画するにあたり、設計、施工上細心の注意を払ったつもりであった。しかし実際に施工を行った結果、いくつかの改善が必要と思われる箇所



写真-10 完成 (全景)

があり、この点について以下に述べる。

- 1) 埋込み支柱ベースプレートに厚さ 12 mm の鋼板を使用しているが、リブプレート溶接時にひずみが生じた。このため、厚さ 15 mm 以上の鋼板を用いた方がよい。
- 2) 埋込み支柱ベースプレートに、高さ調整用ボルトを取り付けるため、φ22 の穴をあけ、M 20 ナットを溶接したが、ナット溶接時に芯がずれて、ボルト

◇工事報告◇

が入りにくいケースが多数あった。このため、溶接時の施工誤差を考慮し、この穴径を $\phi 26$ 以上とした方が良い。

- 3) 埋込み支柱ベースプレートに、工場製作時のバイブレーター用穴をあけているが、これと同様に現場にてコンクリートを打設するための、バイブレーター用穴を設けた方が良い。
- 4) アンカーボルト $\phi 24$ に対し、ベースプレートに $\phi 60$ の穴を設けて余裕を持たせることにより、アンカーボルトの埋込み誤差を調整する構造としている。しかし、埋込み支柱のリブプレートと、外側のアンカーボルトとの距離が短すぎて、外側のアンカーボルトがリブプレート側にずれると、座金がリブプレートにぶつかるケースが多々あった。このため、アンカーボルトのピッチ、ベースプレート幅をもう少し大きくした方が良い。

また注意点として、プレキャスト部材の据付けは、据え付けた部材の端部に、次の部材の端部を合わせて据え付けていくため、部材によじれがあると、その誤差が逐次累積していく。このため、工場での製作時に、部材のよじれに対して細心の注意を払う必要がある。

なお地覆を場所打ちとすることで、高欄外への照明受台等の設置に対して、容易に対応できることを付け加えておく。

8. あとがき

現地では当初予想した以上に工事進捗が図れ、結果的に予定工程より約1か月早く仮栈橋の撤去工事に着手できた。また、直線でできたプレキャスト部材を、 $R=480$ mないし500 mの曲線半径の区間にあてはめるため、高欄が折れて見えることも危惧されたが、現地ではそうした現象は見られず、危惧は杞憂に終わった。高欄そのものも工場製作の利点が十分に発揮され、非常に精度良く、良好な表面性状が確保されており、見た目にも美しい出来栄となっている。

工費的には、通常工法で施工されている現場打ちの壁高欄と比較すると、約2~3倍程度割高になっているが、その施工速度を考慮するとあながち割高とは言えず、今後同種の高欄を大量に使用することによって、もっと安価になり得る可能性がある。

本工事で採用したプレキャスト高欄形式は、従来のものに比べ施工の容易さ、経済性の両面において優れたものと自負している。

今後予想される熟練労働者不足対策の一方策としても、今回採用した高欄形式を改良して、より安価で施工性に優れたものにしていきたいと考えている。

【1993年1月11日受付】

◀刊行物案内▶

第 2 回 プレストレストコンクリートの 発展に関するシンポジウム 論 文 集

(平成3年11月)

本書は、平成3年11月に奈良で開催された標記シンポジウムの講演論文集です。

頒布価格：6 000 円（送料 450 円）

体 裁：B 5 判，箱入り

内 容：特別講演 2 編（10 頁），講演論文集 72 編（350 頁）