

プレキャスト部材を用いた道路拡幅構造 — 大井道路改良工事 —

鈴木 喜久夫*1・山本 正孝*2・新藤 益海*3・内田 誠二郎*4

1. はじめに

一般国道 152 号は浜松市の中心部と北遠地区を結び長野県に至る幹線道路で、住民生活道路としてはもとより観光や産業の発展に重要な路線であるが、河川に沿って屈曲した狭隘な箇所が多く、早くから改良整備が望まれていた。

静岡県では、国交省で整備を進めている三遠南信道路へのアクセス機能強化を目的として、昭和 63 年度に国道 152 号および国道 473 号における高規格幹線関連道路整備事業を採択し、以降、狭隘部拡幅を優先とする改良整備を推進してきた。

浜松市天竜区佐久間町大井地区では、すでに下流側区間の延長約 200 m の橋梁形式による拡幅が完了している。これに続いて平成 17 年度からは、今回の延長 409 m に渡る拡幅整備工事に着手した。これは、浜松市を中心とした 12 市町村の合併に伴う合併支援重点道路整備事業の一環として進めているものであり、なかでも国道 152 号は、緊急整備の優先度がとくに高いものに位置づけられている。

延長 409 m の全体計画区間のうち、土工部は 60 m、重力式擁壁部は 10 m である。残りの約 8 割を占める 339 m 区間においては、グラウンドアンカーを併用した杭基礎とプレキャスト PC 部材を用いた擁壁とを融合させた新しい道路拡幅構造を採用している。

本稿では、プレキャスト部材による道路拡幅構造の設計と、初段として発注された約 100 m 区間の工事施工について報告を行う。

2. 工事概要

今回発注工事の概要を以下に示す。また施工位置図を図 - 1、計画全体一般図を図 - 2 に示す。工事範囲は全 17 ブロックに分割された拡幅構造本体のうち、下流側 5 ブロック (B - 13 ~ B - 17) にあたる約 100 m 区間である。

工事名：平成 17 年度 (国) 152 号合併支援重点道路整備事業工事

工事場所：静岡県浜松市佐久間町大井地内

発注者：静岡県天竜土木事務所

設計者：パシフィックコンサルタンツ株式会社

施工者：三井住友建設株式会社

工期：2006 年 2 月 22 日 ~ 2007 年 3 月 31 日

道路規格：第 3 種第 2 級

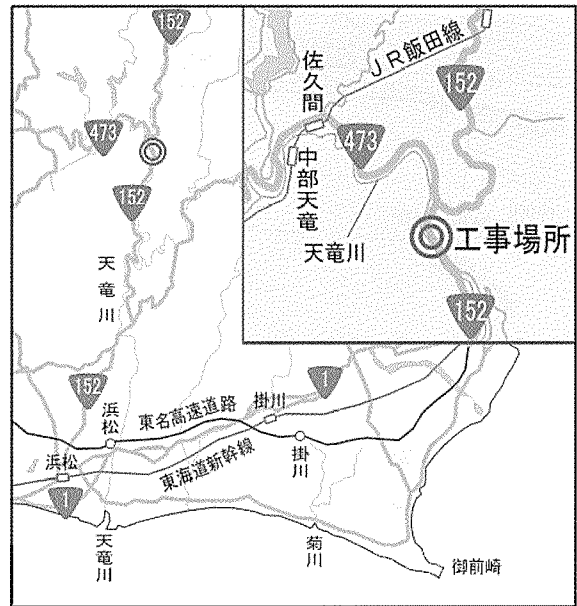


図 - 1 施工位置図



写真 - 1 現道状況

設計速度：40 km/h

有効幅員：9.00 m (1.250 + 3.250 + 3.250 + 1.250)

道路勾配：縦断 0.25 %，横断 2.0 ~ 5.0 %

構造形式：アンカー併用杭基礎 + 張出し式ラーメン擁壁

施工延長：98.750 m (構造物全長は 338.75 m)

*1 Kikuo SUZUKI：静岡県天竜土木事務所 技監 兼佐久間支所長 (現 浜松市土木部 参事)

*2 Masataka YAMAMOTO：静岡県天竜土木事務所 佐久間支所 主任 (現 浜松市天竜土木整備事務所 副技監)

*3 Masumi SHINDOU：パシフィックコンサルタンツ(株) 交通技術本部 道路構造部

*4 Seijiro UCHIDA：三井住友建設(株) 土木管理本部 PC 設計部

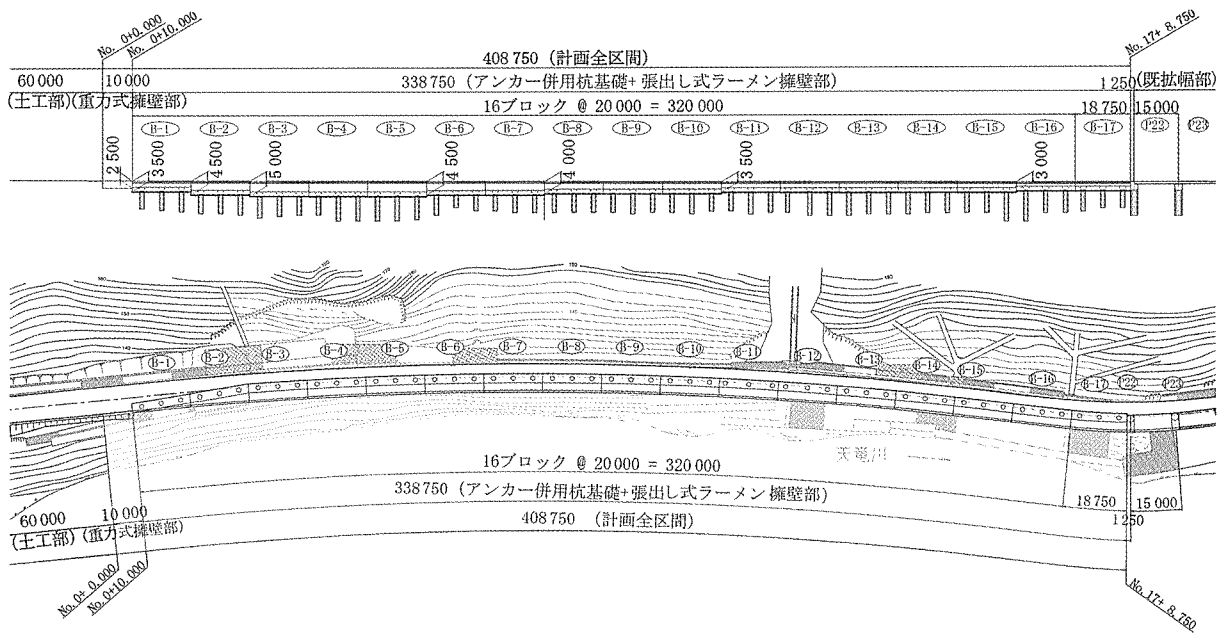


図 - 2 全体一般図

3. 設計概要

3.1 拡幅構造計画

(1) 構造選定

現況道路状況を写真 - 1 に示す。施工場所は天竜川に沿った狭隘な地点にあり、施工範囲全域にわたり現道の山側および河川側はともに急勾配の斜面である。狭隘部での道路幅員は4.5 m程度であり、路面高さは拡幅後の計画高よりも最大で3.0 m以上も低いものである。このため下流側の既拡幅施工済み部分とのすり付け区間では、幅員と縦断勾配の急激な変化をよぎなくされていた。

今回のような地形条件において幅員を拡大する場合、山側を掘削してスペースを確保するよりも、河川側へ構造物を設けて路面を拡げることが合理的である。また、計画高が数m高くなることから、擁壁としての機能も合わせもつ構造が必要となる。さらに重要路線であることから、経済

性とともに、施工工程短縮や工事中の交通規制条件などに対する優位性が求められた。最終の構造選定では、張出したコンクリート床版を有する複数の擁壁構案の中から、基礎構造も含めて総合的に検討した結果、図 - 3 に示す拡幅構造を採用した。

(2) 全体構造

延長約340 mの区間を、ブロック長さ20 mの構造単位により17ブロックに分割している。各ブロックは基本的に独立した構造である。ブロック間には20 mmの遊間があり、床版部分において埋設型の伸縮装置を設置する。

(3) 基礎構造

各ブロックのフーチングには杭径φ1500 mmの場所打ち杭が3本ずつ配置される。工程短縮のためには杭本数が少ない方が有利だが、杭径が大きすぎると使用する施工機械の汎用性が低下し実施時に悪影響を及ぼすことが懸念されたため、一般的な最大径としてφ1500 mmを選定し

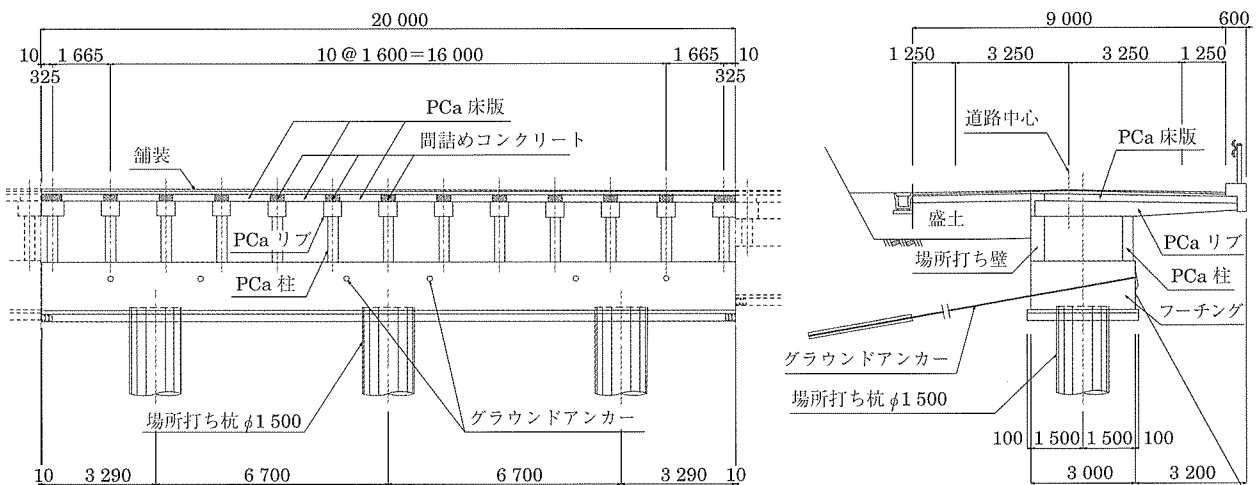


図 - 3 拡幅構造図

た。フーチングは杭頭鉄筋の定着長からその厚さが決定され、前面からグラウンドアンカーを配置する。グラウンドアンカーは河川側地盤の水平抵抗不足を補完し、杭の変形抑制と応力改善に寄与している。

(4) 張出し式ラーメン擁壁

フーチング上には、山側の盛土を支える擁壁と河川側への道路スペース拡張の機能をもつ張出し式ラーメン擁壁を構築する。山側の場所打ちコンクリート壁はRC構造であり、直接に背面土圧を受けるとともに路面となる床版構造を支持している。河川側には床版を支持するRC構造のプレキャストコンクリート柱を配置する。床版構造は、1.6 m 間隔で配置されたプレキャストリブとこれに載るプレキャスト床版で構成されている。

場所打ち壁上のリブ後端の間は、後打ちでコンクリートを打設する。この後打ちコンクリートとリブ端に配置する鉛直PC鋼棒により、リブと場所打ち壁が接合される。またリブ直上の床版部分は間詰めコンクリートであり、これによりリブと左右のプレキャスト床版が一体化され、長さ20 mのブロックにおいて立体ラーメン構造を形成する。

リブおよびプレキャスト床版は、部材長手である道路直角方向にポストテンションPC鋼材を配置したPC構造としている。道路方向についてはすべてRC構造である。

3.2 施工手順の設定

施工時に提供される有効なヤードは山側の狭隘な範囲のみであり、ほとんどの施工は山側から行われる。プレキャスト部材の架設等も、山側にクレーンを配置して行う必要がある。また施工手順の決定によって各部材に作用する荷重が決まるため、施工性の確保とともに部材の有効利用を図るうえからも、合理的な施工手順を設定することが重要となる。図-4に全体施工順序を示す。

STEP-1：基礎杭およびフーチングおよびグラウンドアンカーを施工する。

STEP-2：山側の場所打ち壁を構築した後、背面の盛土施工を行う。盛土部はプレキャスト架設用のヤードとなり、ここにクレーンを設置して河川側のプレキャスト柱を架設する。

STEP-3：プレキャストリブを架設し、リブ後端の鉛直PC鋼棒により固定する。なおリブには架設前にPC鋼材を配置・緊張してプレストレスを与えておくことで、後に続く床版荷重に抵抗させる。

STEP-4：リブ上にプレキャスト床版を設置する。

STEP-5：リブ上の間詰めコンクリートを打設する。リブとプレキャスト床版が一体化した後に、道路直角方向の床版PC鋼材を緊張することで、リブと床版が合成した断面で後荷重に抵抗させる。

STEP-6：場所打ち壁上のリブ後端間の後打ちコンクリートを打設して立体フレームを完成させる。

STEP-7：地覆コンクリート打設および路盤施工。

STEP-8：舗装、防護柵等の橋面工を施工して完成。

3.3 設計概要

図-5に張出し式ラーメン擁壁の構造詳細を示す。

(1) 使用コンクリート

使用するコンクリート強度は、山側の場所打ち壁についてはリブ位置において鉛直PC鋼棒の配置があるため30 N/mm²とした。プレキャスト部材はすべて50 N/mm²であるが、間詰め部およびリブ後端の後打ち部については、現地調達の容易さを考慮して実績の比較的多い40 N/mm²を採用している。

(2) PC鋼材配置

リブに配置されるPC鋼材は1S21.8であるが、モーメント状態にそって偏心位置を変化させている。部材製作時にはダクトのみ設けておき、鋼材を後挿入し架設前にプレス

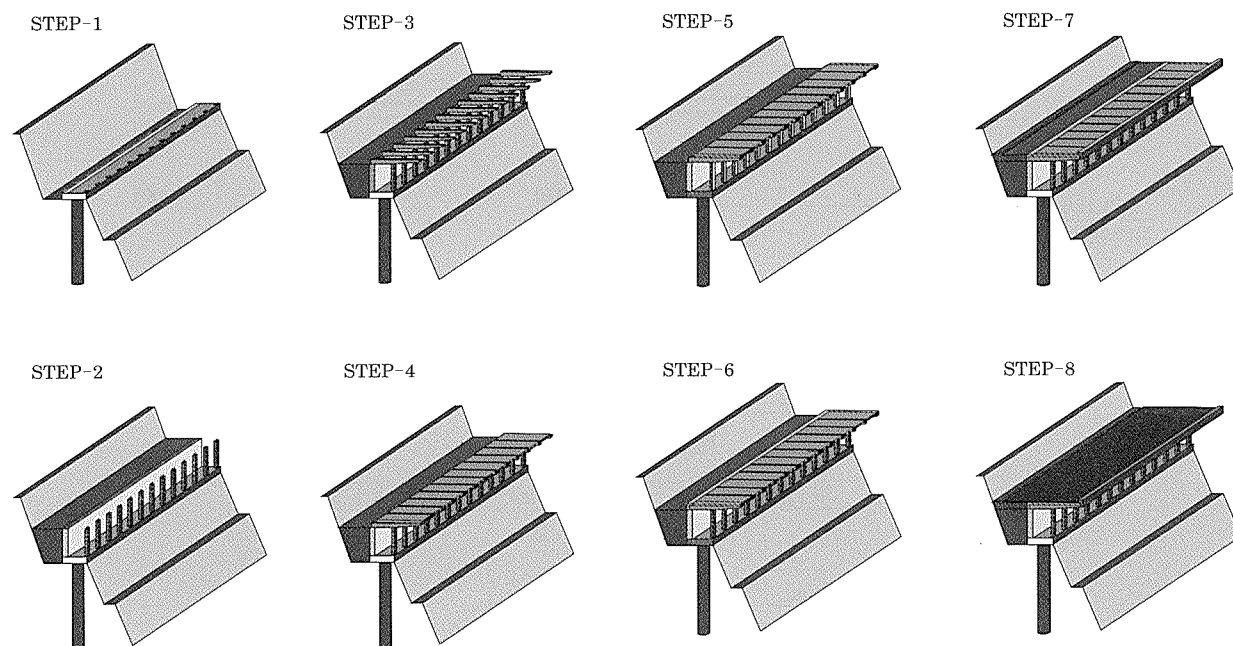


図-4 施工順序

○ 工事報告 ○

トレスを導入する。

床版の鋼材も 1S21.8 であり、プレキャスト床版部分もリブと同様に後挿入・緊張するポストテンション方式である。ただしプレストレスの導入は、間詰め部を施工してリブと床版が合成した後に実施する。標準の配置は ctc 400 であるが、ブロック端部では床版の連続性が失われるため本数が増加する。

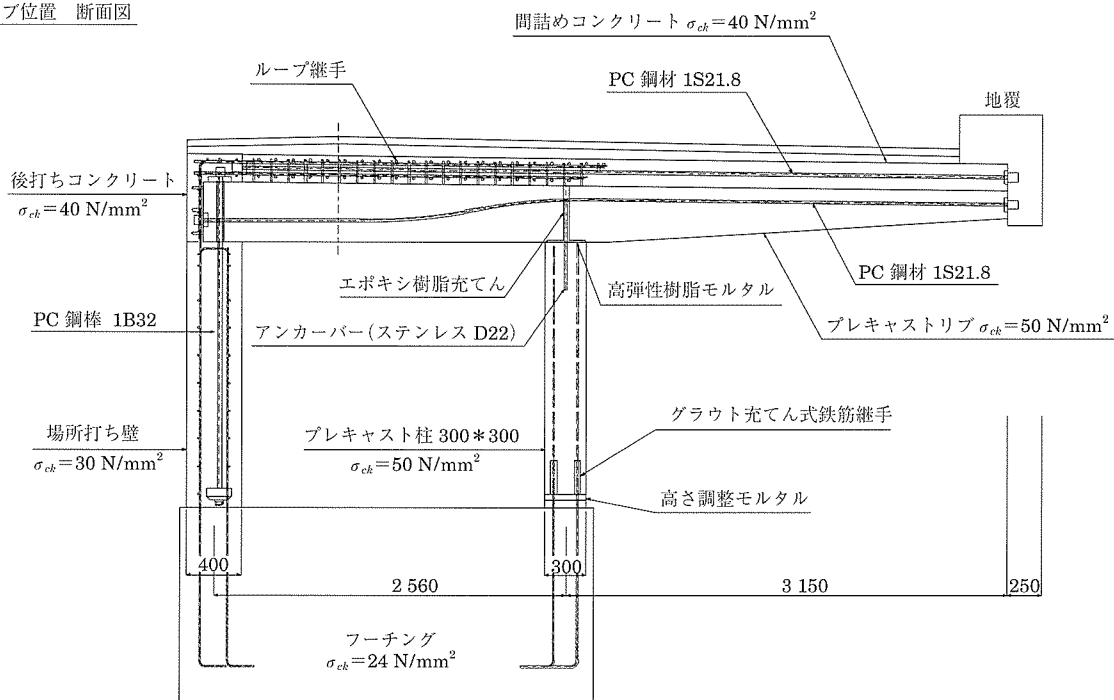
リブ後端の鉛直 PC 鋼棒は、場所打ち壁施工時に埋設配置し上端を突出させておく。下端の定着具には施工性の面

からアンカグロックを使用するが、上端はリブ上面に後付け定着となるので、プレート+ナットの組合せとした。耐久性向上のためにエポキシ樹脂を被覆した PC 鋼棒を使用し、PC グラウトとの 2 重防錆を図った。

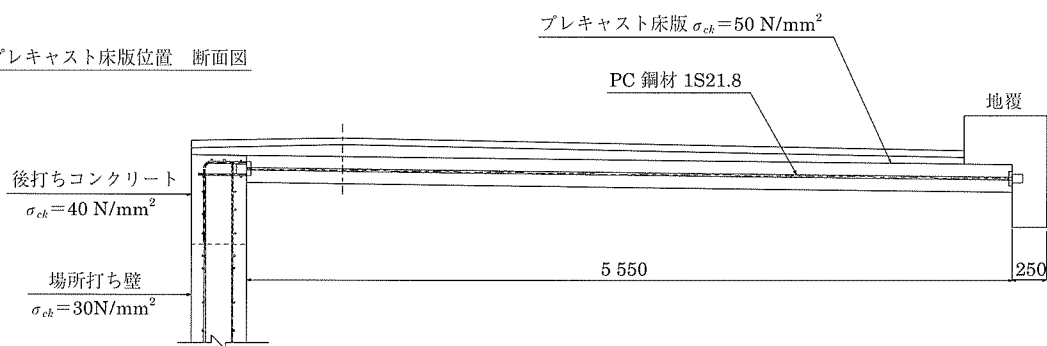
(3) 部材接合部

プレキャスト柱下端とフーチングの接合は、モルタル充てん式の鉄筋継手とした。フーチング上面より鉄筋を突出させ、プレキャスト側には接続用スリーブを内蔵させた。柱配置後、スリーブ内には高強度無収縮モルタルが充てん

リブ位置 断面図



プレキャスト床版位置 断面図



プレキャスト床版 正面図

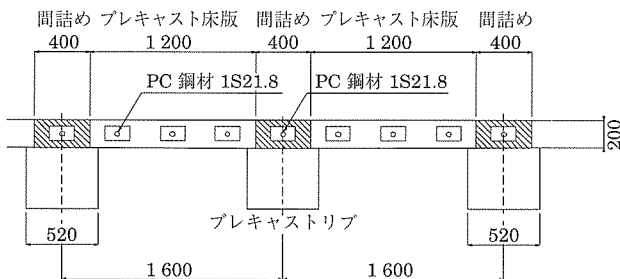


図 - 5 張出し式ラーメン擁壁構造

される。また柱下端にはフーチング天端の不陸と高さ調整のための高強度モルタルを計画した。

プレキャスト柱上端とリブの接合部はピン構造であり、橋梁の床版ストラットのピン結合部と類似の構造とした。柱からアンカーバーとしてのステンレス異形棒鋼 (D 22) を2本出し、リブ側に挿入孔を設けている。接合面には高弾性樹脂モルタルを塗布する。挿入後の孔内には一体化と防錆のためにエポキシ樹脂を充てんする。

プレキャスト床版の接合は、継手スペースの節約からループ継手とした。リブからもジベル効果としての鉄筋を出しており、床版とリブが十分に合成することを図っている。

リブ後端と場所打ち壁の接合は、鉛直 PC 鋼棒の緊張力によって張出し側荷重によるアップリフトに抵抗することを基本とした。さらにリブ間の壁の後打ち部とも鉄筋で一体化させている。

(4) 擁壁本体の設計

擁壁構造物の設計としては、道路土工擁壁工指針およびボックスカルバート工指針などを規準とすることができるが、本擁壁の床版のような土被りを考慮しない RC あるいは PC 構造の床版については規定されていないため、道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編に準拠して設計を行った。

しかしながら本擁壁の床版のように、前方柱・後方壁および水平リブに支持される版構造に対しては、設計断面力などは示されていない。そこで活荷重 (輪荷重) およびその他の荷重の影響を適切に評価するため、FEM 解析を行うこととした。解析モデル (図-6) は、床版・リブ・地覆をソリッド要素、柱をバー要素、山側の壁をシェル要素とした線形モデルである。一方、施工段階で載荷される部材自重のように構造が単純化できる状態では、骨組み構造解析などにより断面力を算出した。表-1 はリブの設計におい

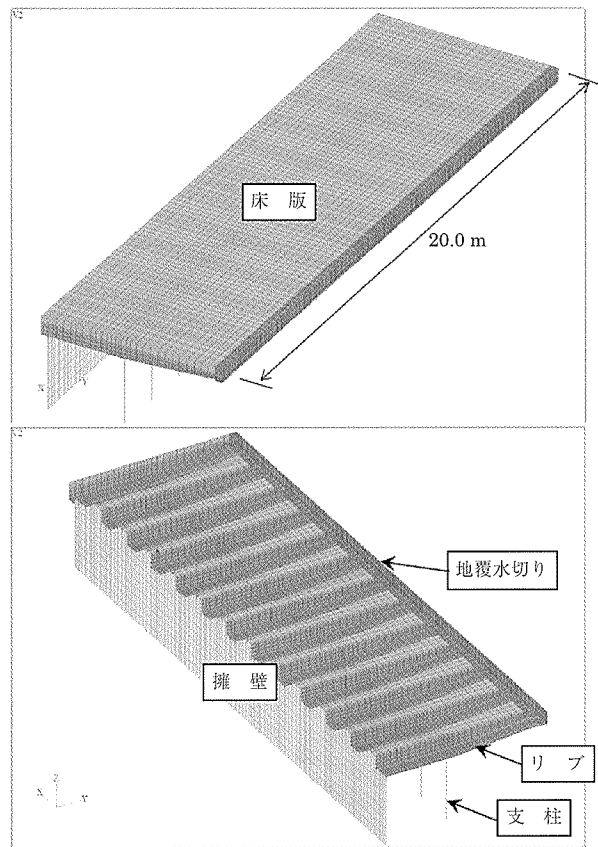


図-6 3次元 FEM 解析モデル

て使用した解析手法を示す。

FEM 解析モデルによる活荷重の解析で考慮した輪荷重の載荷パターンを図-7に示す。道路直角方向については、張出し部および中央部にもっとも厳しい応力状態を発生さ

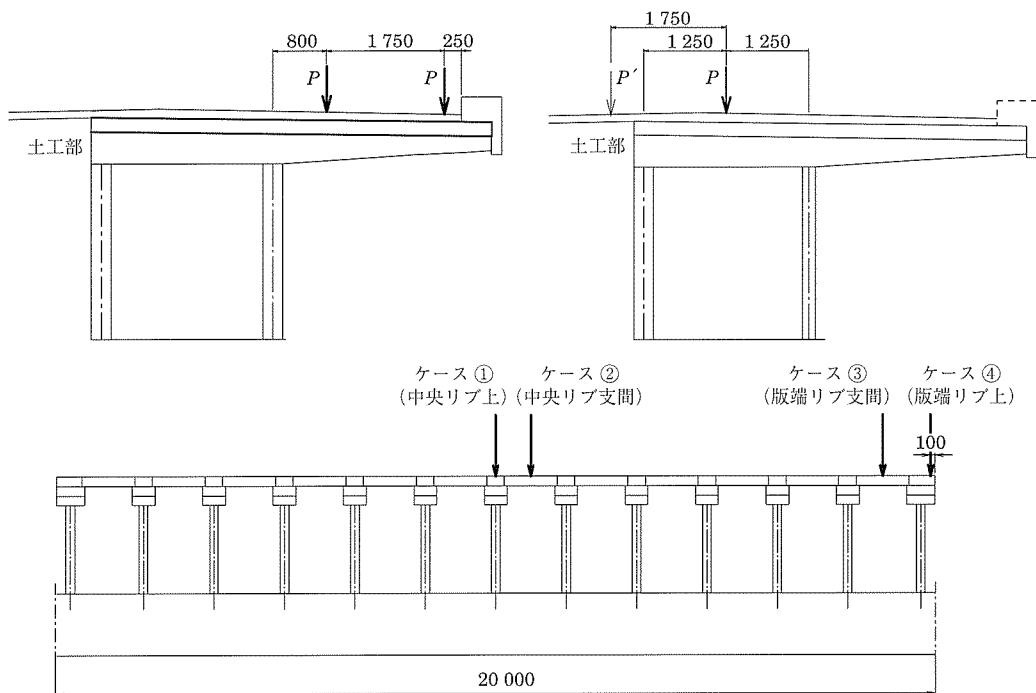


図-7 輪荷重載荷パターン

表 - 1 リブ設計における解析手法

状態	主な荷重	FEM 解析	骨組み解析
施工時	リブ・床版自重	—	○
	リブ鋼材プレストレス	—	○
	作業荷重	—	○
完成時	床版鋼材プレストレス	○	—
	橋面荷重	○	—
	活荷重	○	—

せると考えられる 2 ケースを採用した。車両進行方向については、20 m のブロックの端部および中央部におけるリブ直上と床版中央部の 4 ケースとした。これらを組み合わせた 8 ケースを全載荷ケースとして検討を行っている。なお活荷重に対する衝撃係数は、道路土工カルバート工指針に準拠して 0.3 (一定) とした。

図 - 8 はブロック端のリブ直上位置 (ケース④) において、張出し床版に輪荷重を載荷した場合の解析結果のうち道路直角方向応力分布を示したものである。

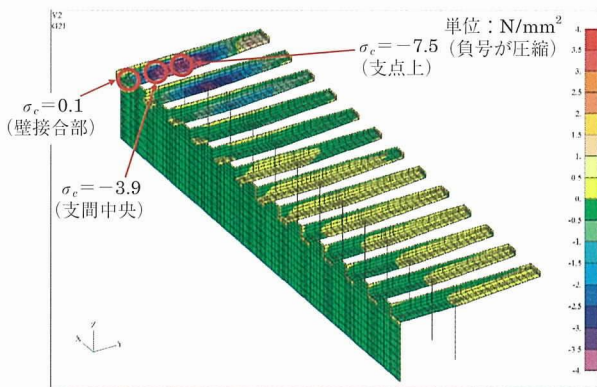


図 - 8 応力解析結果例

4. 施工概要

4.1 迂回路栈橋と施工ヤード

写真 - 2 に施工全景を示す。改良工事中における交通確保のために、擁壁本体工と合わせて迂回路用栈橋の施工が

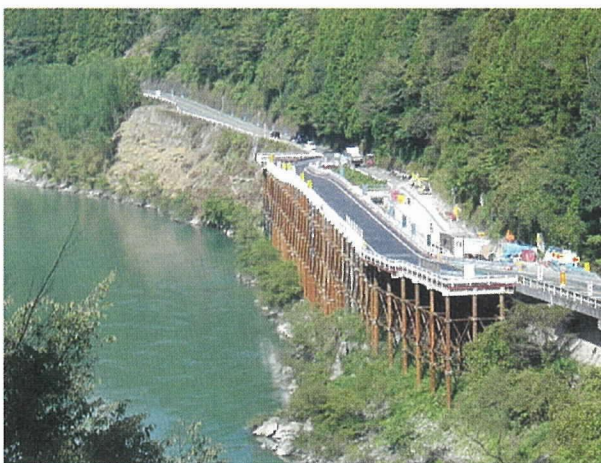


写真 - 2 全体施工状況

行われている。栈橋は迂回路として使用され、本体工は山側の狭隘なスペースからの施工である。

図 - 9 は施工時状況を示した横断面図である。栈橋では対面通行が可能のように 6 m 幅員が確保されているが、対照的に山側の施工ヤードは 4 m 弱の幅しか確保できないため、細かな施工手順や資材搬入計画などが必要とされた。

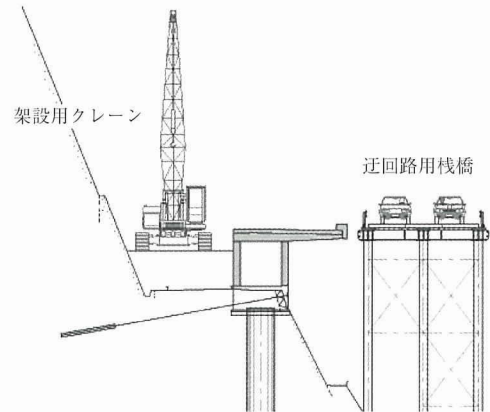


図 - 9 施工状況横断面図

4.2 プレキャスト柱の架設

プレキャスト柱は 300 × 300 の正方形断面を有しており、今回施工の範囲では最大 270 kgf 程度 (1 本) の重量があった。柱の建込み精度が、後に続くプレキャストリブおよび床版の架設に影響を及ぼすため、平面位置と高さの管理が非常に重要である。溝形鋼材を利用した固定治具を製作し、配置精度の確保と下端高強度モルタル硬化までの固定に利用した (写真 - 3)。



写真 - 3 プレキャスト柱の架設

4.3 プレキャストリブの架設

プレキャストリブは架設の前にプレストレスを導入しておく必要があったが、狭隘な作業ヤードでは緊張作業能率が悪いので、PC 緊張は製作 PC 工場で行い現地では搬入後にそのまま架設作業に移った。

リブ長さは約 5.5 m あり、リブ後端の場所打ち壁側の据置き高さが重要である。また隣り合うリブには PC 床版が

またがるため、互いの設置角度にずれがあるとリブとPC版にがたつきを生じるおそれがあった。施工管理では、支点となる柱・壁位置での高さとともに、リブ先端高さを測量管理して据付け精度の確保に努めた。

リブ重量は3.5tf程度であり、架設には25t吊りクレーンを使用した。山側ヤード内ではクレーンのアウトリガを張り出すことができないため、フーチング上に鋼製山留部材を井桁に組んだ架台を設けて、アウトリガの張出し長さを確保した。

また後に続く張出し部分での作業には吊り足場が必要であるため、あらかじめ吊りチェーンを仕込んだ状態で架設を行っている（写真-4）。

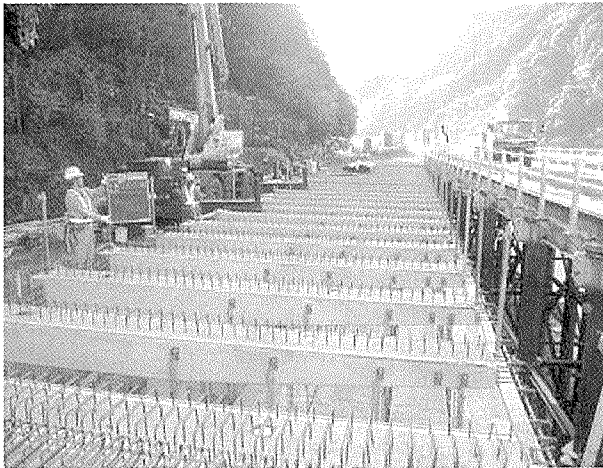


写真-4 プレキャストリブの架設

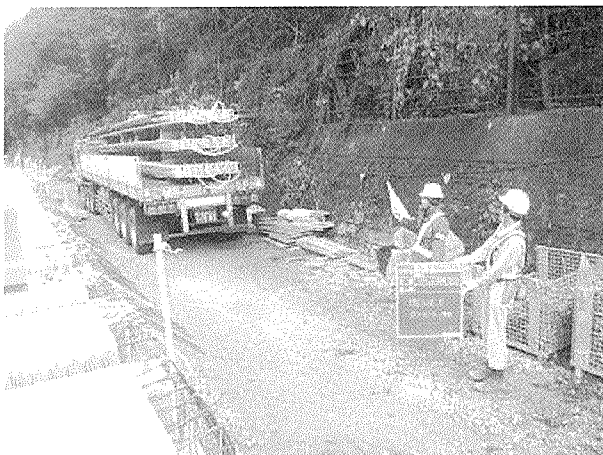


写真-5 プレキャスト部材の搬入

4.4 プレキャスト床版の架設

リブ上へのプレキャスト床版の配置は、PC合成桁工法におけるPC桁上へのPC板配置と同様である。今回はリブの淵にジョイントフィラーを設置し、フィラーの内側にその厚さ分の無収縮モルタルを先に流し貯めた。その後、速やかにプレキャスト床版を架設し、無収縮モルタルが湧きあふれることを確認した。

写真-6にリブ直上の間詰め部におけるプレキャスト床



写真-6 床版間詰め部（リブ上）

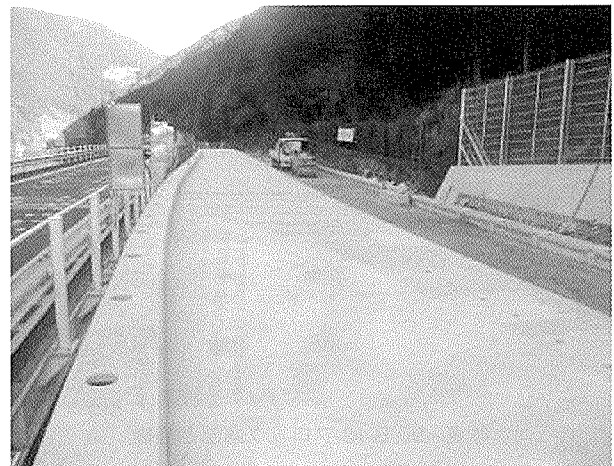


写真-7 床版構造の完成

版のループ継手の状況を示す。隣り合う床版の出来形精度および架設精度が良好である必要があるが、左右のループ鉄筋位置は40mm程度ずらした配筋とした結果、架設作業は良好に進捗した。

4.5 プレキャスト部材の架設サイクル

プレキャスト部材使用の大きな理由のひとつは、現場施工工程の短縮にある。今回工事の全5ブロックにおけるプレキャスト数量は、柱とリブが64本ずつ、床版が59枚であった。

架設順序は柱→リブ→床版の順番に、まとめて5ブロック分を架設していった。施工の実績では、各部材ともすべての部材を架設まで5～6日を費やし、プレキャスト全体の架設に要した日数は実働16日であった。

5. 暫定供用

完成状況を写真-8を示す。今回施工はB13～B17の5ブロックのみであるため、B13位置において張出し床版部分から迂回路栈橋への渡り部を設けて、迂回路用栈橋による暫定の供用がなされている。写真-9にB13ブロック端部状況、写真-10に現在の全体状況を示す。

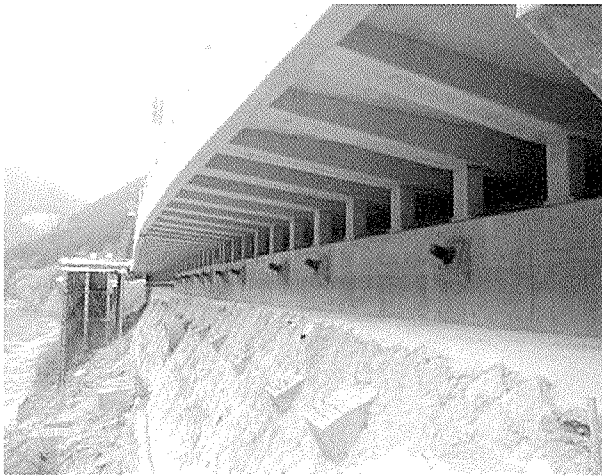


写真 - 8 完成



写真 - 9 B13 ブロック端部と栈橋

6. おわりに

今回の工事では全体計画のうちの本体工約 100 m 区間の拡幅が完了した。現在は、残り部分の施工に必要な迂回路栈橋もすでに構築済みであり、完成部から栈橋に乗り入れて交通を確保している状況である。2007 年 4 月以降は、政

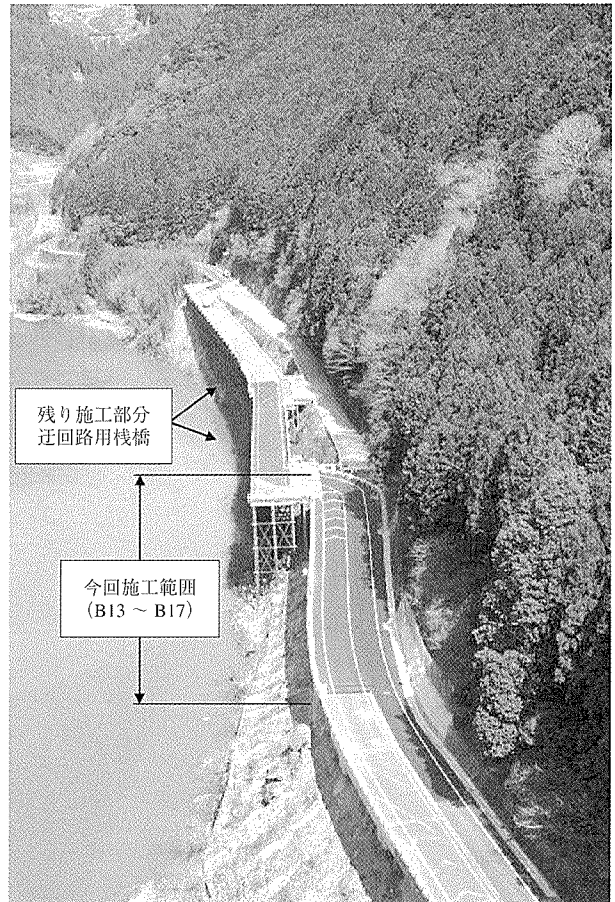


写真 - 10 全体状況 (2007 年 3 月現在)

令市になった浜松市が県から事業を引継ぎ、施工することになっている。

日本国内には、類似の立地条件にある狭隘な道路が非常に多く存在しているものと考えられる。今回の拡幅構造の事例が、そうした同種の道路における拡幅整備事業の参考となれば幸いである。

最後に、本工事の設計・施工において多大な貢献をいただいたすべての関係各位に感謝の意を表します。

【2007 年 4 月 27 日受付】