

波形鋼板ウェブPC橋の施工における施工機械 —東九州自動車道 前谷橋—

阿川 清隆*1・野木 茂樹*2・藤木 慶博*3

1. はじめに

前谷橋は、東九州自動車道の国分IC～末吉財部IC間の福山地区に位置する橋長163m（上り線）、160m（下り線）の2径間連続PCラーメン橋である。前谷橋の全体図および主桁標準断面図を図-1 a), b) に示す。

本橋では、PC橋の耐久性向上を図る目的から、その一手法として波形鋼板ウェブを用いた全外ケーブル工法が採用されている。また、施工方法や外ケーブル定着構造、ずれ止めなどに新たな方法を採用した。その主なものとして、

① 架設工法に仮設PC鋼材と大容量外ケーブル併用の特殊張出し架設工法を採用

② 外ケーブルの防錆方法はグラウトタイプの透明シースを採用

③ 外ケーブル定着部は軽量化のため補強鋼板を組み合わせた複合構造を採用

④ 波形鋼板高5.0m以上となる柱頭部付近については波形鋼板ウェブの座屈を防止するため、コンクリート合成ウェブを採用

⑤ 床版と波形鋼板ウェブのずれ止めには、フランスのドール橋で実績のあるアングル接合を採用

などが挙げられる。本橋の構造概要を図-2に示す。

本稿は、張出し施工を行うにあたり新規に製作した350t・m大型ワーゲンおよび波形鋼板の架設設備の概

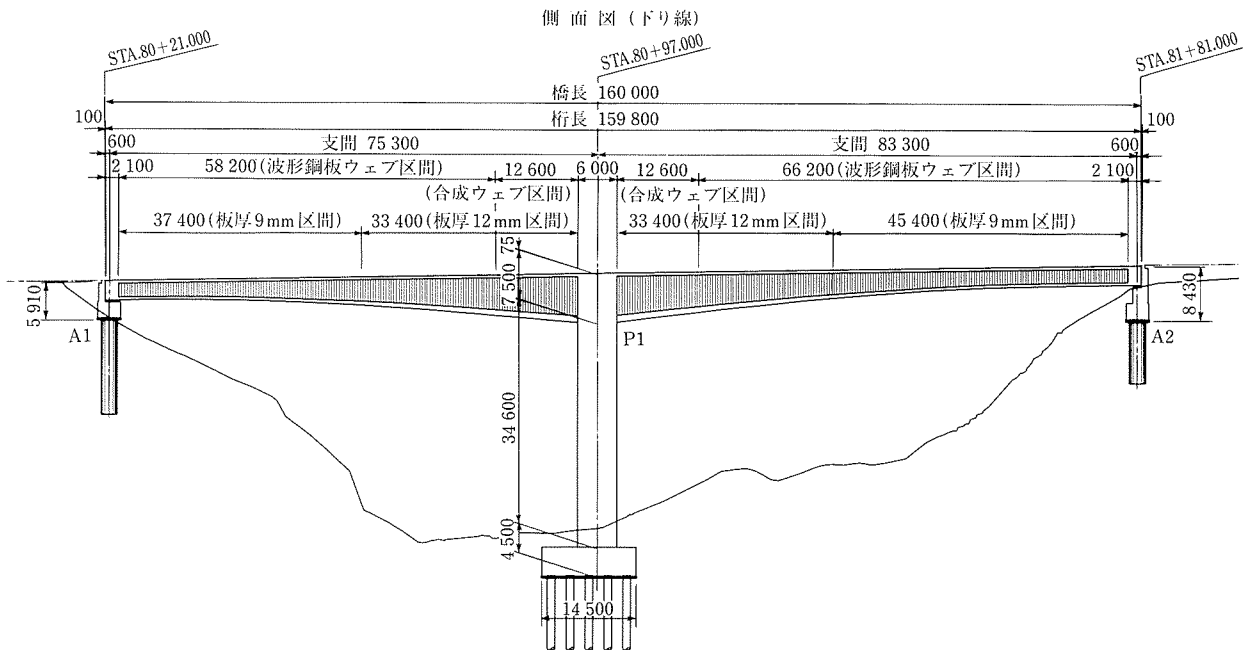


図-1 a) 全体図 (側面図)



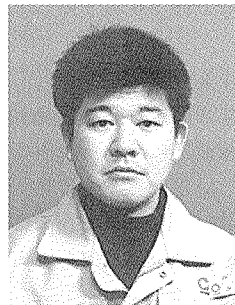
*1 Kiyotaka AGAWA

日本道路公団 九州支社
鹿児島工事事務所 所長



*2 Shigeki NOGI

オリエンタル建設(株)
福岡支店 工事部



*3 Yoshihiro FUJIKI

オリエンタル建設(株)
大阪支店 工事部

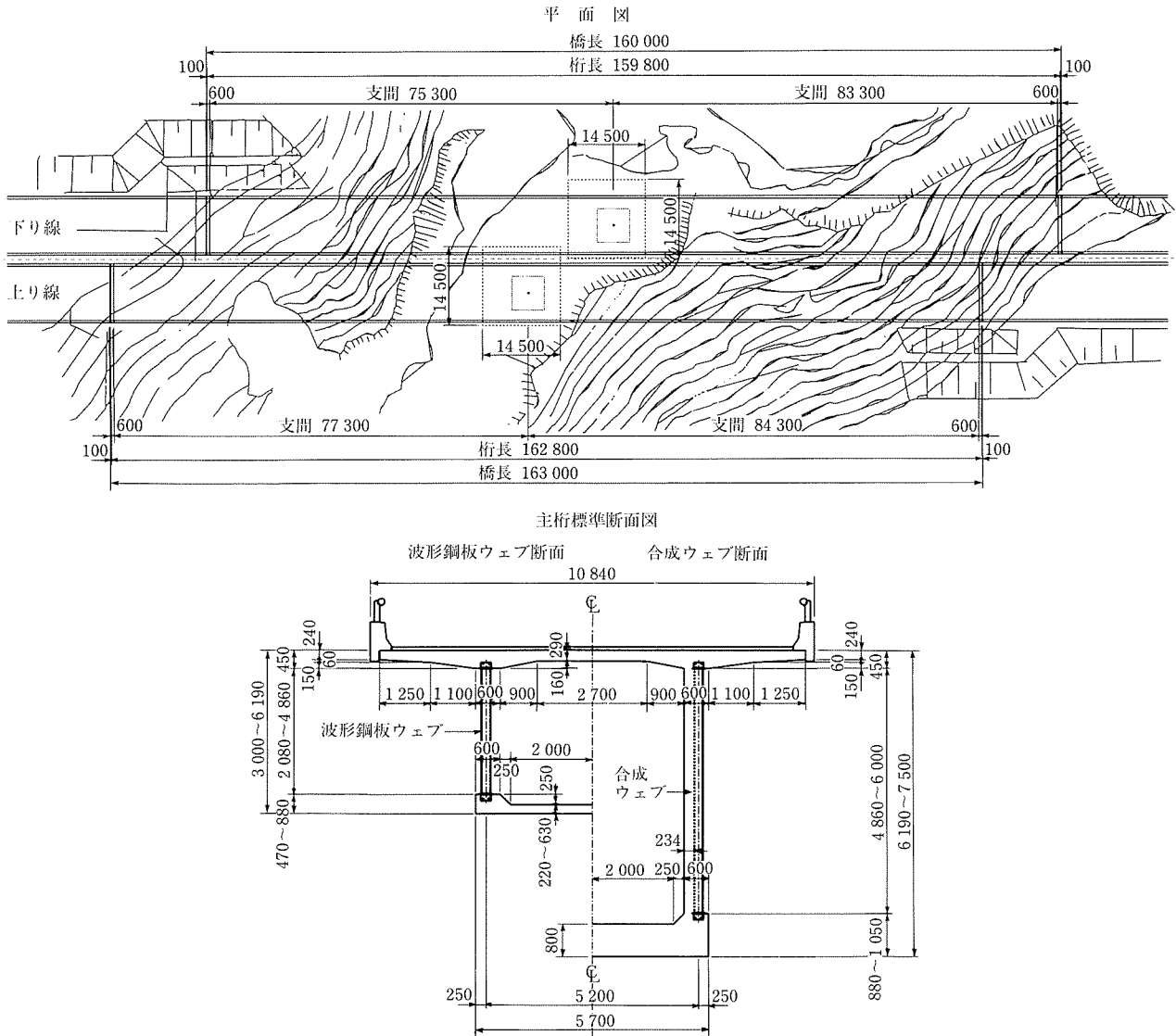


図-1 b) 全体図(平面図)・主桁標準断面図

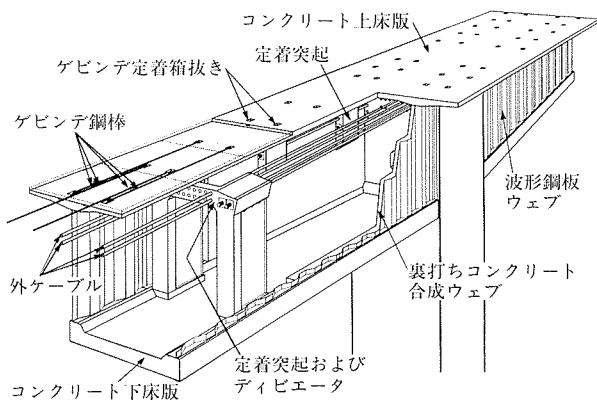


図-2 構造概要図

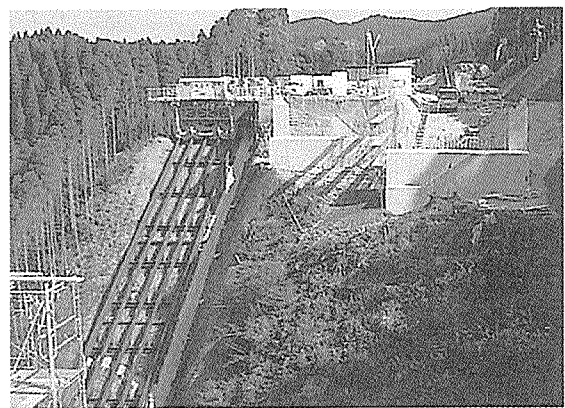


写真-1 インクライン

要, 問題点, 今後の課題等を中心とした報告である。

2. 現場概要

本橋は山間部砂防地内の急峻な谷底にP1橋脚(橋面までの高さ約40 m)が位置しており, 先行施工となる下り線の

施工は橋脚下までの資機材運搬に橋脚施工に利用したインクライン(最大積載荷重35 t)と呼ばれる傾斜面を昇降する台車(写真-1)を利用した(インクラインの往復所要時間は15分)。2次施工となる上り線の施工は主桁施工の終了した下り線上を利用して行った。

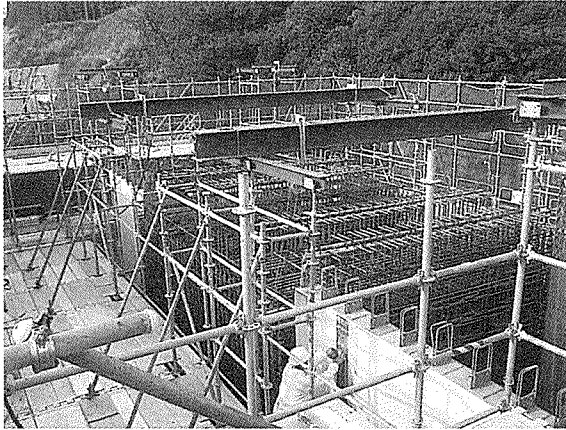


写真-2 柱頭部波形鋼板架設



写真-3 ワーゲン

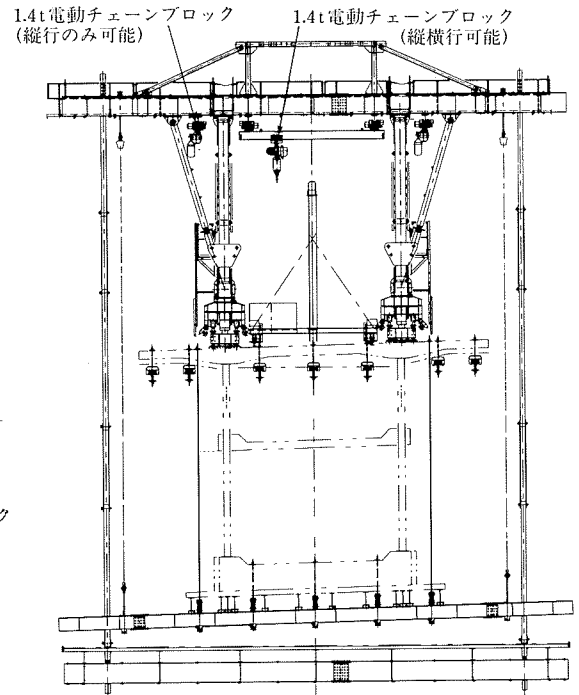
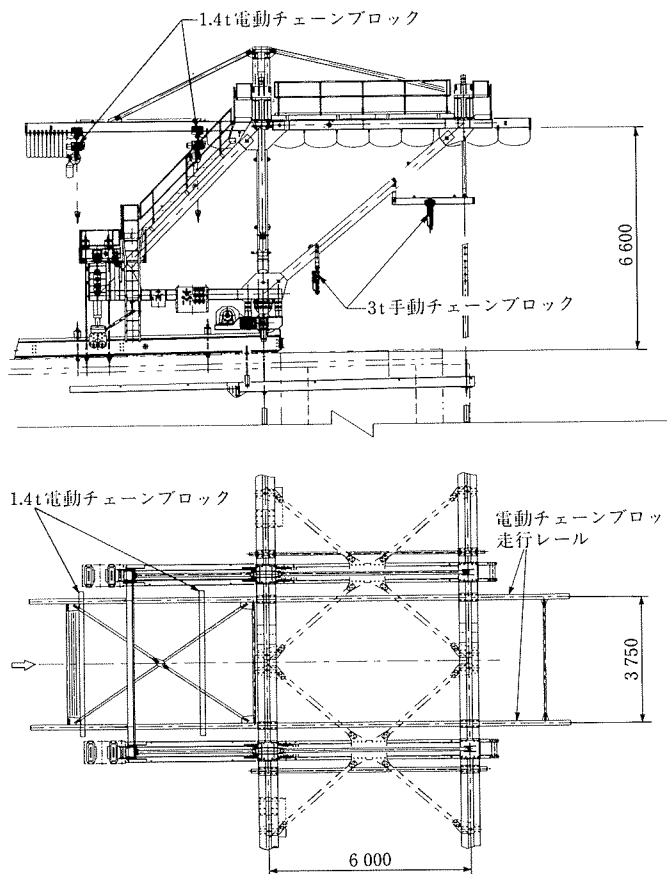


図-3 ワーゲンの構造

3. 施工機械について

3.1 柱頭部波形鋼板の架設

柱頭部はブラケット支保工により施工し、波形鋼板の架設はタワークレーンで行った。波形鋼板のセットは、張出し床版部支保工上に渡したH鋼に波形鋼板を支持させ、橋軸および高さ方向の位置決めを行った(写真-2)。また、柱頭部の鋼板は張出し施工の基準ブロックとなるため、とくに継手のボルト孔の勾配に気をつけてセットした。

コンクリートの打設は3ロットに分割して行った。打継目位置は早い段階で波形鋼板を下床版コンクリートと一体化すること、生コン車をインクラインで搬入するため1日

表-1 主要部材重量

部 材 名	重量(kg)	仕 様 等
主体トラス	6 290	
上部横梁	3 620	2-H600×200
レール	5 107	2-I450×175×13/26
メインジャッキ	620	能力 2 500kN×300ST
波形鋼板架設設備	3 878	電動チェーンブロック4台、レール

の打設量を150 m³程度以下にすること、外ケーブルの配置等を考慮して決定した。

3.2 張出し施工

(1) ワーゲン

新規製作したワーゲンは基本的な構造は通常のワーゲン

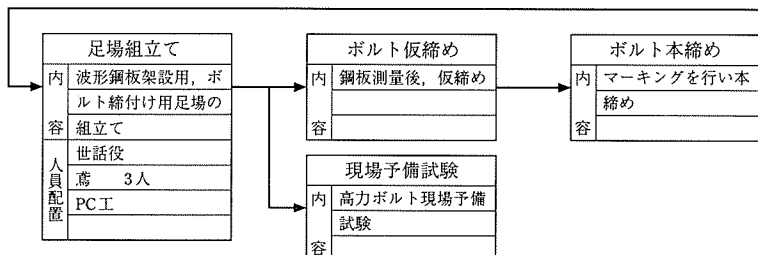
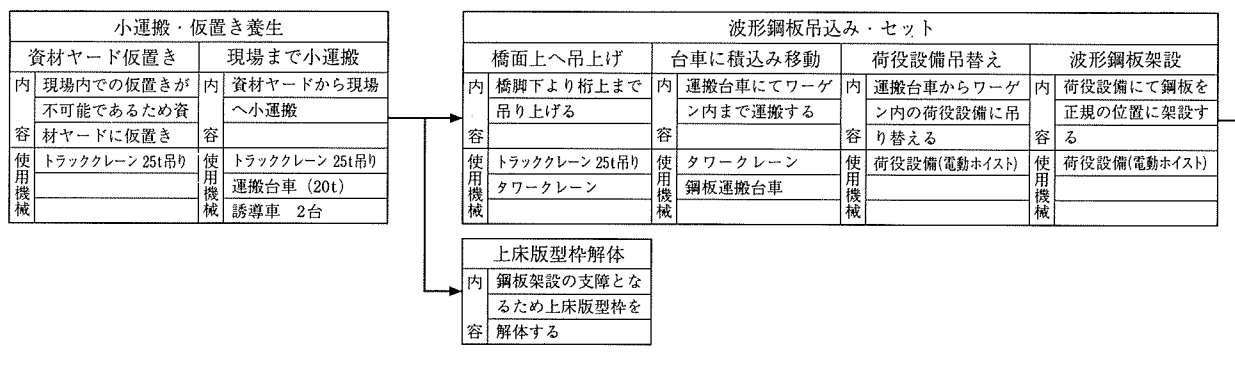


図-4 波形鋼板作業フロー

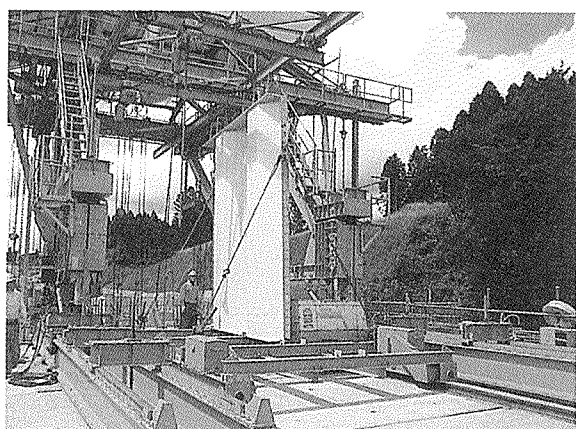


写真-4 波形鋼板運搬台車

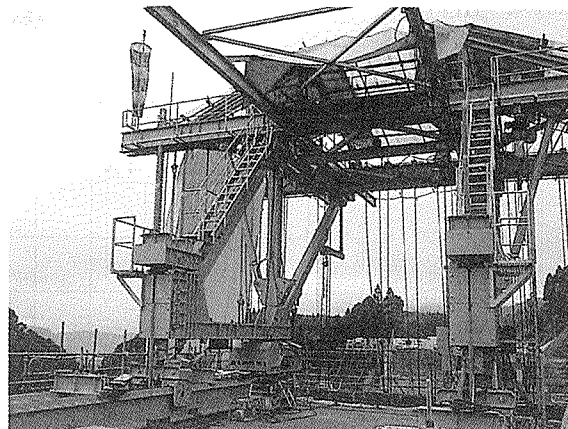


写真-5 降雨対策

ンと同様であるが、波形鋼板を立てたまま架設できるように主トラスの高さを大きくした(写真-3, 図-3)。また、トラスは組み立てたままの運搬が不可能であるため、斜材、垂直材、弦材の節点をピン構造とし分割して現地で組み立てるようにした。主要部材の重量を表-1に示す。ワーゲンの合計部材重量(足場・型枠含まず)は約90tとなった。

(2) 波形鋼板架設設備

波形鋼板の架設施工フローを図-4に示す。

柱頭部およびクレーン作業半径内の張出しブロックについては、クレーンにてワーゲン上部開口部より架設した。この際、架設に支障となるワーゲンの屋根は取外しが可能なようにした。タワークレーン作業半径外ブロックの波形鋼板は、タワークレーンにて橋面まで荷揚げした後、桁上面に設置した自走式運搬台車(積載荷重3.0t)を用いて架設ブロック位置まで運搬を行った(写真-4)。また、作業車の主トラスの高さは、波形鋼板を作業台車上に立てたまま吊り上げるのに十分な高さとした。トラス高さを大きくすることにより、上屋だけでは雨対策が不十分であったの

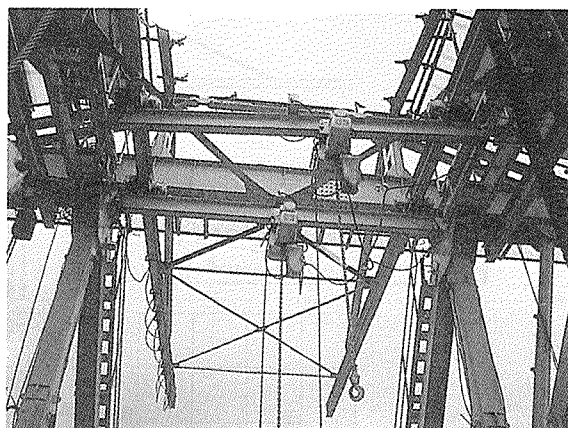


写真-6 波形鋼板架設設備

で、側面に開閉式のビニールシートで雨養生を行った(写真-5)。

ワーゲンには、高力ボルト締付けまでの微調整および仮固定のためにトラスの斜材部2カ所に3t手動チェーンブロックを取り付けた。また、波形鋼板をワーゲン後方で吊

り上げ、移動・設置できるように、トラス中央に縦横行が可能な1.4t吊り電気トロリー付き電動チェーンブロック2機とトラス外側に縦行のみ可能な電動チェーンブロックを左右1機、合計4機取り付けた(写真-6)。トラス内の電動チェーンブロックがメイントラスの斜材のためにウェブ位置まで移動できないので、外側の電動チェーンブロックにてウェブ位置に引き込む計画で設けた。現場での架設は、トラス中央の電動チェーンブロックからトラス斜材につけた手動チェーンブロックに吊り替えることでウェブ位置へ架設した(写真-7)。また鋼板架設の際、上床版の型枠が支障となるため型枠を鋼板架設後に前進できる構造としていたが、本橋では毎ブロック型枠を解体することで対処した。架設要領を図-5に示す。また、この電動チェーン

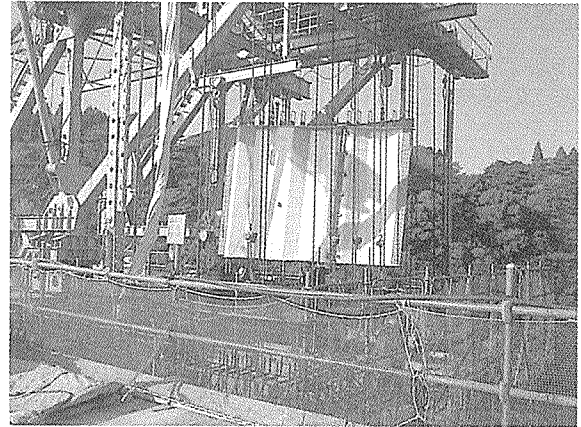
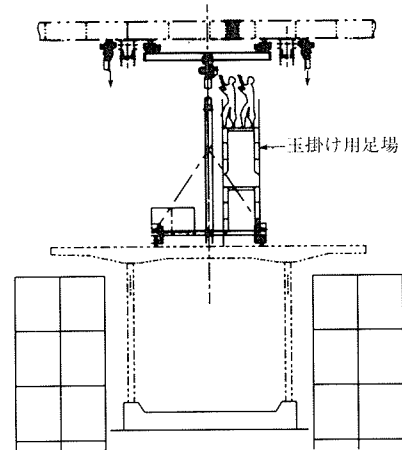
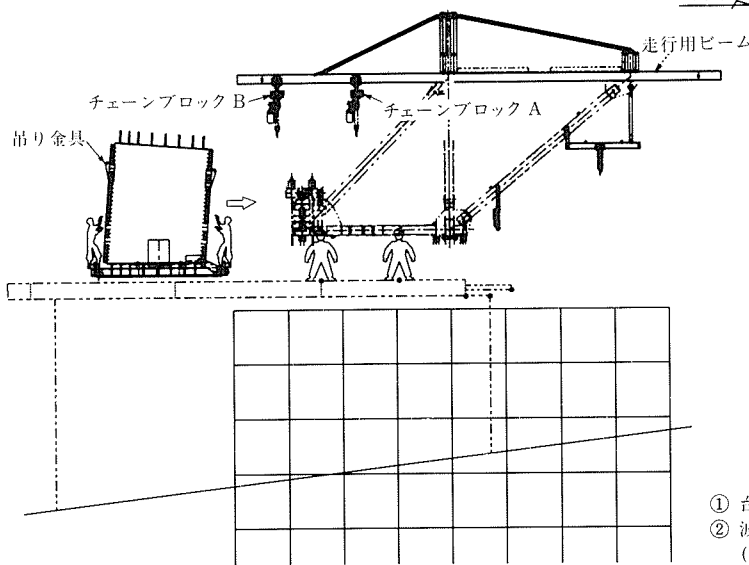


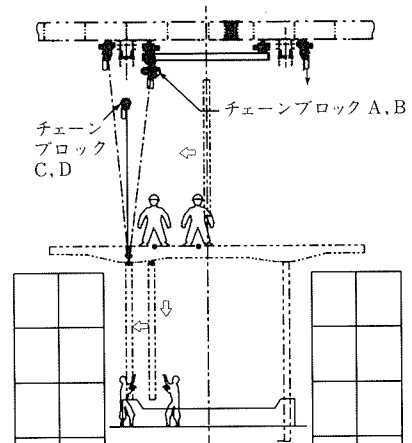
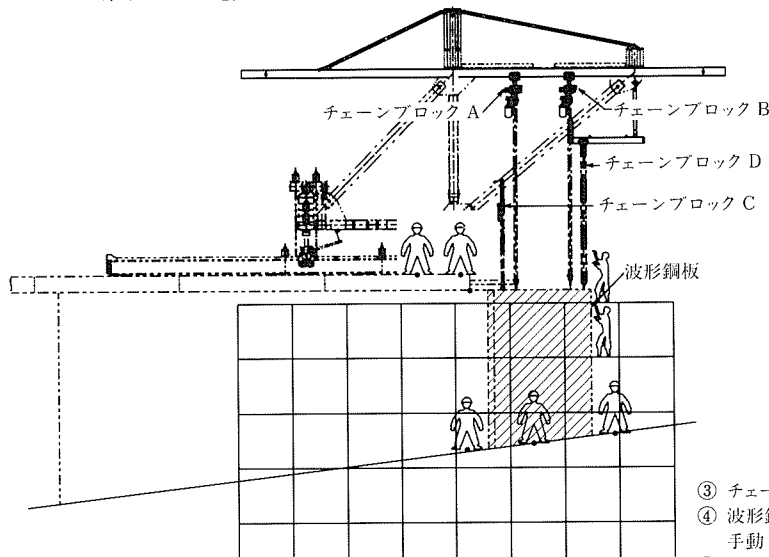
写真-7 波形鋼板架設状況

タワークレーンにて橋面上まで荷上げし鋼板移動台車にてワーゲン内まで運搬



- ① 台車にて波形鋼板を荷役設備下まで移動する。
- ② 波形鋼板をチェーンブロックA・Bにて2支点で吊り上げる(前方1支点、後方1支点)。

ワーゲン天井部に設けた電動チェーンブロックにてウェブ位置に架設



- ③ チェーンブロックAにて波形鋼板を取付け付近まで移動させる。
- ④ 波形鋼板取付け位置まで側方のチェーンブロックで引き寄せ、手動チェーンブロックC, Dに吊り替える。
- ⑤ 既設の波形鋼板とボルト接合を行う。
第1回目の波形鋼板のセットを完了する。

図-5 波形鋼板架設要領

ブロックは緊張ジャッキのセット、コンクリート打設時のポンプ筒先移動、下床版鉄筋の荷下ろしなど、大きな省力化になった。また自走式運搬台車も同様であった。

架設時の波形鋼板の形状保持は先端のボルト孔を利用してH-100を上下2段配置することで対処した(図-6)。本橋は鉛直ウェブであったため、形状保持は比較的容易であったが、斜めウェブの場合には仮スチフナーなどが必要になると思われる。

また、波形鋼板は重量物で大きな部材となるため、電動チェーンブロックは初速度調整装置を備えたものがよいと思われる。

(3) ワーゲンアンカーの施工

従来のコンクリートウェブのワーゲンアンカーはウェブ内のコンクリートに1m程度埋め込んで施工されるが、今回は波形鋼板のフランジがあるために埋込み長はウェブ上の床版厚(450mm)が限度となる。そのため、コンクリート打設時の引抜き力による押抜きせん断応力度よりアンカープレート寸法を決定し、補強鉄筋を配置して施工した。写真-8にワーゲンアンカーの配置状況ならびに図-7に同施工要領を示す。

また、ワーゲンアンカーは片トラスあたり2本配置するが、引抜き力が均等にかかるようにアンカー定着部を図-8に示すようにヒンジ構造とした。

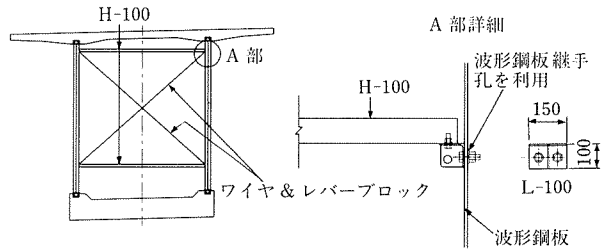


図-6 波形鋼板形状保持

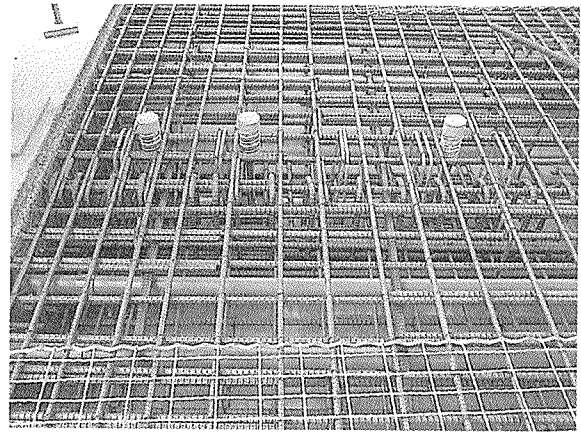
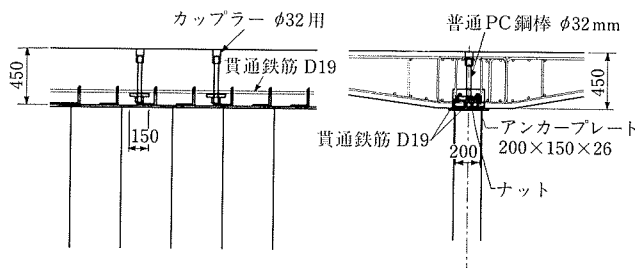
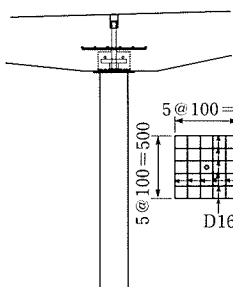


写真-8 ワーゲンアンカー配置状況

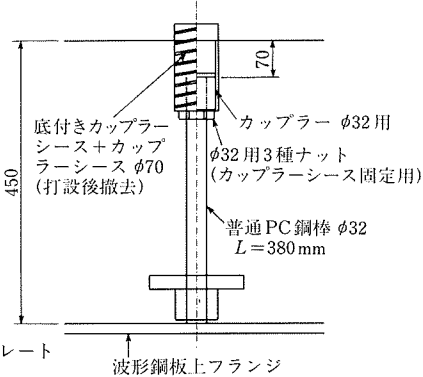
ワーゲンアンカー詳細図



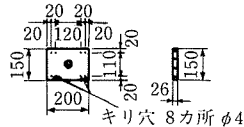
ワーゲンアンカー補強筋



ワーゲンアンカー取付け詳細

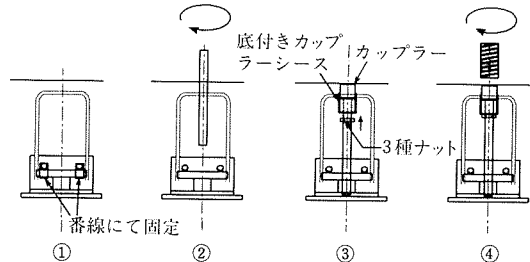


ワーゲンアンカー用プレート

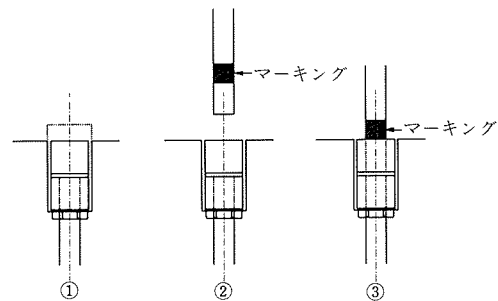


波形鋼板上フランジ

ワーゲンアンカー配置手順



- ① あらかじめプレートにナットを溶接しておき、波形鋼板フランジ上の所定位置にセットする。固定は貫通鉄筋に番線にて固定する。
- ② PC鋼棒をナットにねじ込む。
- ③ 3種ナットとカップラーで底付きカップラーシースを挟み込み固定する(カップラーをピンまでねじ込んだことを確認)。
- ④ カップラーシースを底付きカップラーシースと接続する。



- ① 床版上のシースを撤去する。
- ② 接続鋼棒にはあらかじめねじ込み量をマーキングしておく(カップラーがピンまでねじ込んでいるのを確認)。
- ③ 接続鋼棒をマーキング位置まで確実にねじ込む。

図-7 ワーゲンアンカー施工要領

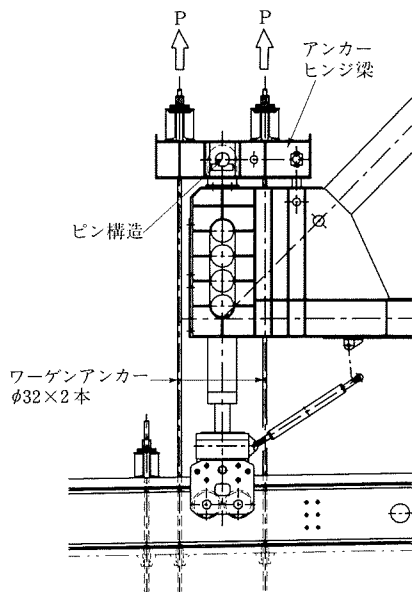


図-8 ワーゲンアンカー定着部詳細

(4) ワーゲンの横取り

下り線の張出し施工を終了し、ワーゲン解体後、上り線の柱頭部にワーゲンを組み立てるのが一般的な施工方法であるが、本工事の場合、下り線完了後速やかにインクラインを撤去しなければならないこと、また上下線の橋脚位

置が河川条件より橋軸方向に16 mずれていることから、上り線のワーゲン組立ては、下り線のA1側径間完成後、橋面上から油圧クレーンにて組み立てる計画としていた。しかし、側径間の施工に1ヵ月程度必要とし、それまでワーゲンの組立てができないことから、2機のワーゲンを上り線柱頭部の位置まで後退させ、作業床解体後、レールとトラスより上の部分をそのまま上り線柱頭部へ横取りする計画に変更した。横取りの状況を写真-9、10に、概要図を図-9に示す。

横取りするワーゲン重量は2機で80 t程度だった。手順の概略を以下に示す。

- ① 1組のレール上に2機据え付ける。
- ② トラスのメインジャッキにて横取りレール(H-400山留め材)が配置できる高さまでジャッキアップする。このとき縦横断ともに水平とする。
- ③ 山留め材および横取り装置をセットする。
- ④ 上り線の所定の位置まで横取り作業を行う。
- ⑤ ③、②の逆手順で山留め材を解体し、ジャッキダウンする。

作業台は橋脚下で地組し、足場まで組み立てた状態で20 t電動チェーンブロック4台にて吊り上げた。横取りを行ったことで、高所作業となるトラス組立てや上面材の組立てなどがなくなり、安全性が向上した。また、波形鋼板架設設備等小物の解体・組立でも省略でき、施工性の向上・省

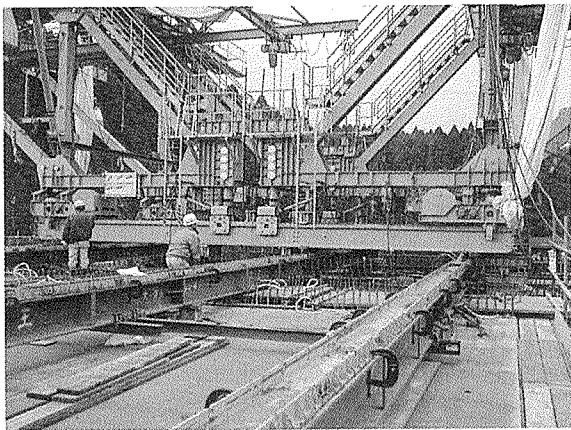


写真-9 ワーゲン横取り材

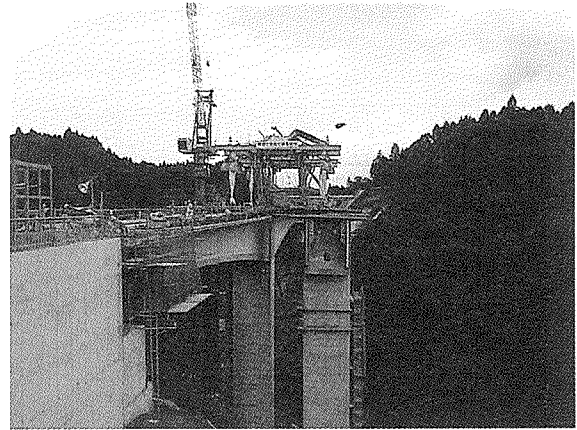


写真-10 ワーゲン横取り状況

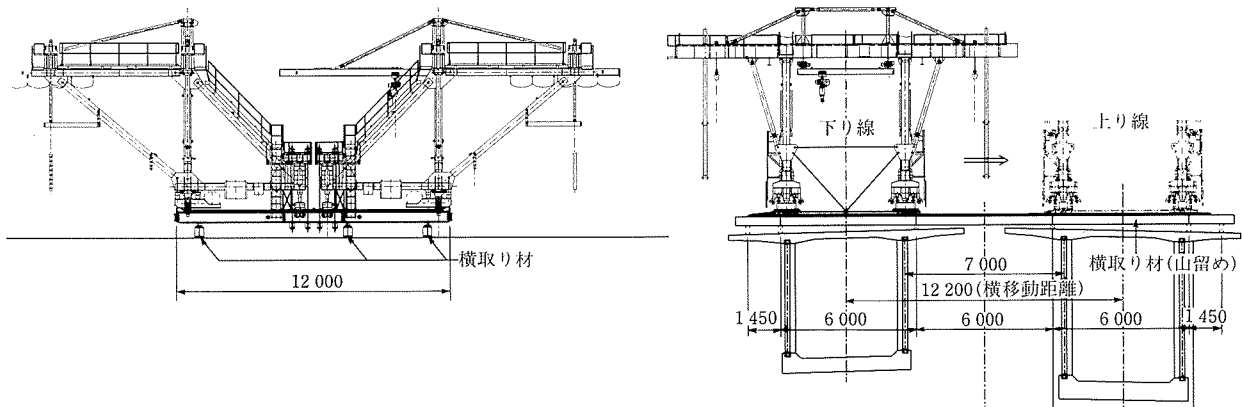


図-9 横取り概要図

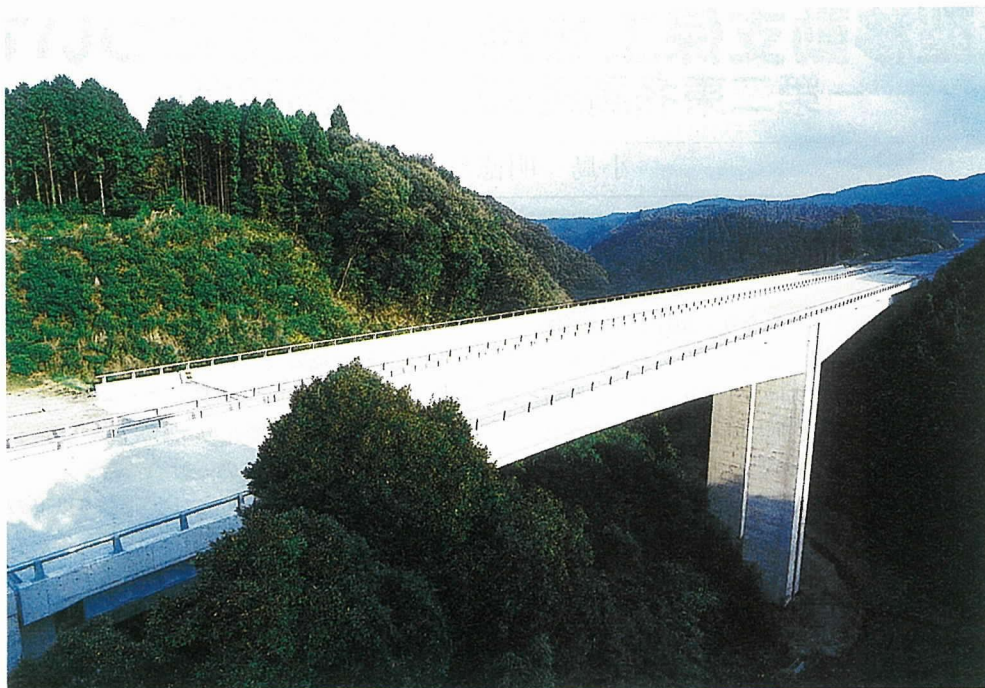


写真-11 完成

力化にも繋がった。

3.3 側径間支保工部の施工

張出し施工終了後、側径間の施工を行った。支保工の基礎はH鋼杭基礎とし、その上に四角支柱を組み立てる構造とした。波形鋼板は、柱頭部と同様に張出し床版部支保工上に渡したH鋼に波形鋼板を支持させ、橋軸および高さ方向の位置決めを行った。

コンクリートは2回に分けて打設した。下床版打設後、吊り下げているH鋼を解体し、端部横桁と上床版の鉄筋・型枠を組み立て2回目の打設を行った。

4. おわりに

本橋は平成13年10月、竣工を迎えることができた（写真-11）。

日本道路公団では現在、橋梁建設に新技術を積極的に取り入れており、それに伴って施工機械の工夫による施工性の向上は必要不可欠となっている。本稿が今後の橋梁架設機械の改良、製作に携わる方々の一介となれば幸いであり、また、多大なご指導とご協力をいただいた関係各位に感謝の意を表する次第である。

【2001年12月26日受付】