

小里城大橋上部工の設計と施工

吉村 民雄*1・安原 良一*2・猪俣 明*3・片山 登*4

1. はじめに

小里城大橋は建設省中部地方建設局が建設する小里川ダムにより水没する岐阜県 404 号線の付替道路として、またダム建設中は工事用道路として、ダムサイト下流約 1.2 km の地点にディビダーク式、片持ち張出し架設工法により建設された PC 4 径間連続ラーメン橋である。図-1 に架設位置図を示す。なお、小里川ダムは中部圏の経済の中心である名古屋市内を流れる庄内川の支川で、岐阜県瑞浪市と同県恵那郡山岡町の間を流れる小里川に建設する多目的ダム（洪水調整、流水の正常な機能の維持、発電）で、県道の付替工事の完成を待って本体着手を予定している。

本橋は昭和 63 年に下部工に着手し、平成 4 年 3 月 25 日に橋面工を除き完成している（写真-1）。

本橋の計画と施工において特筆すべき事項は、下記のとおりである。

- 1) 道路平面線形に S カーブを導入していることと、縦断勾配が 5 % の急勾配であること。
- 2) 最大支間長も $l=135$ m と国内最大規模であるが、最も高い橋脚の高さ（基礎天端から主桁下端まで）が 79.5 m で、日本一の高橋脚を有する橋梁であること。
- 3) 現道に跨がる橋梁で人々の注目をひく場所に施工したことから、イメージアップモデル工事に組み入れたこと。

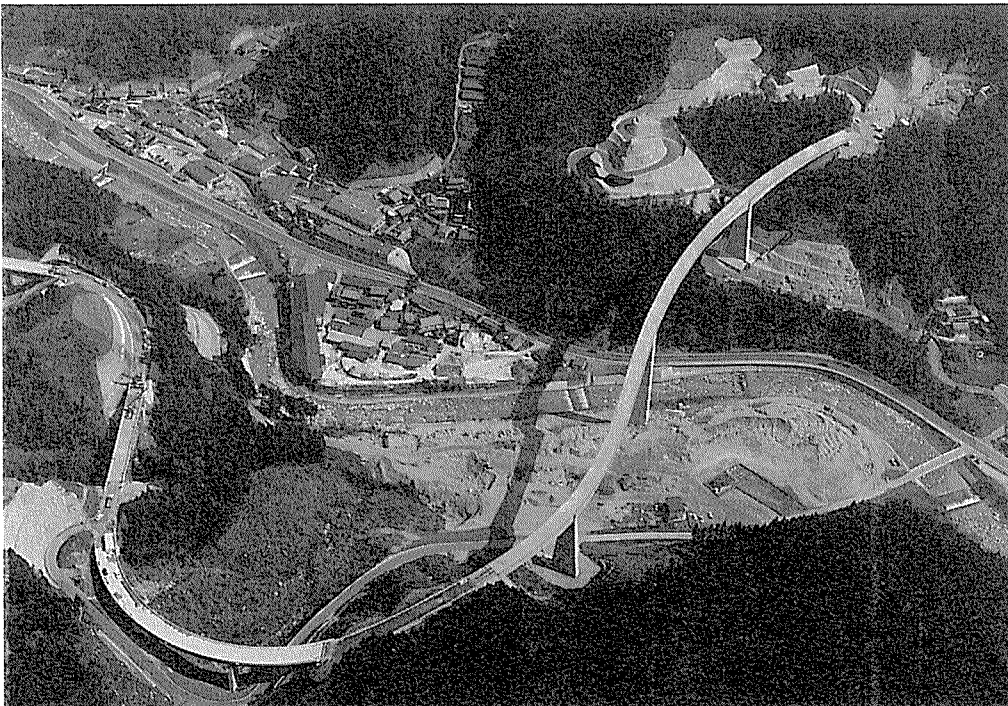


写真-1 小里城大橋全景

*1 Tamio YOSHIMURA : 建設省 中部地方建設局飯田国道工事事務所建設専門官（前：小里川ダム工事事務所工事課長）

*2 Ryoichi YASUHARA : 銭高・ピーエス特定建設工事共同企業体 所長

*3 Akira INOMATA : 銭高・ピーエス特定建設工事共同企業体 副所長

*4 Noboru KATAYAMA : 銭高・ピーエス特定建設工事共同企業体 工務主任

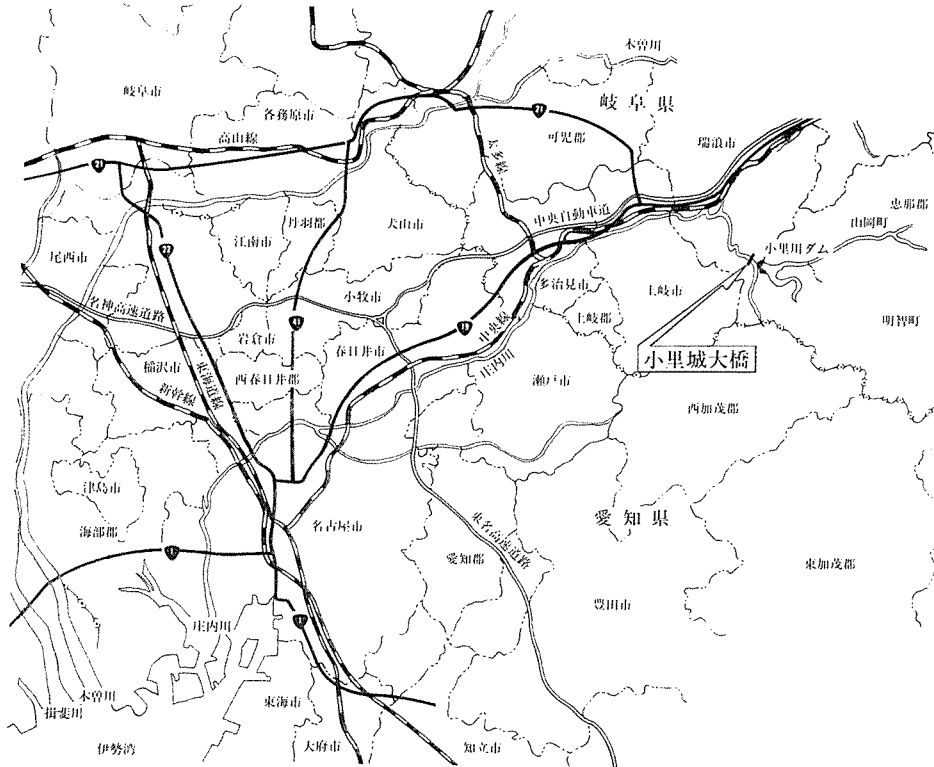


図-1 位置図

2. 設計概要

小里城大橋の全体一般図および主桁断面図を図-2 に示す。

2.1 設計条件

本橋の設計条件は次のとおりである。

道路規格：第3種4級 (V=40 km/h)

橋種：プレストレストコンクリート道路橋

橋格：1等橋 (TL-20)

構造形式：PC 4径間連続ラーメン箱桁橋

橋長：420.000 m

支間：54.175 m+135.000 m+135.000 m+94.175 m

有効幅員：7.000 m

平面線形： $R_{\min}=170.000$ m

縦断勾配： $i=5\%$ (一定)

横断勾配： $i=5\%$ $\swarrow \sim \searrow 3\%$

舗装：アスファルト舗装 $t=6$ cm

衝撃係数：L荷重 $i=10/(25+L)$

T荷重 $i=20/(50+L)$

設計震度： $K_h=0.18$

雪荷重：考慮しない

温度変化： $\Delta T=\pm 15^\circ\text{C}$

2.2 上部工の設計

(1) 上部工形式および施工法の検討

本橋に対し、経済性、構造的性、施工性について検討し

た結果、下記理由等により構造形式は4径間連続ラーメン構造とし、施工はディビダーク式片持ち張出し架設工法とした。

- ① 地震時水平力が各橋脚に分散されるために耐震性に優れている。
- ② 上下部構造が一体となっているため橋脚上での支承が不要である。
- ③ 不静定構造であるため安定した構造物である。
- ④ 温度変化、乾燥収縮、クリープによって不静定力が発生するが、本橋の場合高橋脚であり、かつ橋脚の剛性を小さくすることで不静定力を極力小さくすることができる。
- ⑤ 美観的に優れている。

(2) 断面およびブロック割り

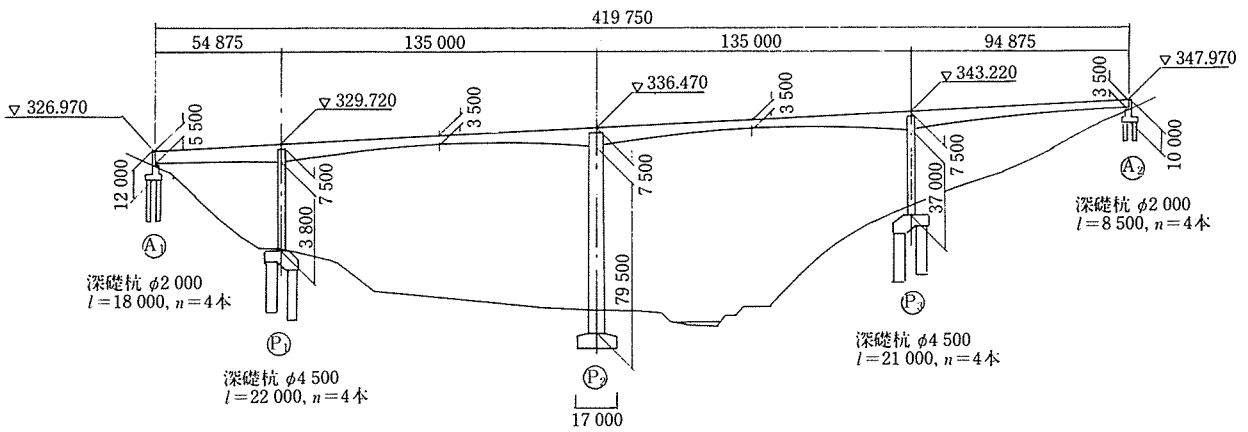
断面には一室箱桁断面を採用した。上床版は横方向にプレストレスを導入するPC構造とし、主鋼棒および横締め鋼棒の配置スペース確保のため、中間床版厚を30 cmとした。張出し床版、ウェブおよび下床版厚は所定のかぶりが確保でき、かつPC鋼棒・定着具および鉄筋の配置が可能な部材厚とした。

ブロック割りは、一般型ワーゲンの最大容量 (200 tf・m) により決定し、桁高変化曲線は、美観性等を考慮してsin曲線を採用した。

(3) 主桁の設計

断面力の算出は、曲線の影響を考慮し平面および立体骨組構造解析を行った。

側面図



平面図

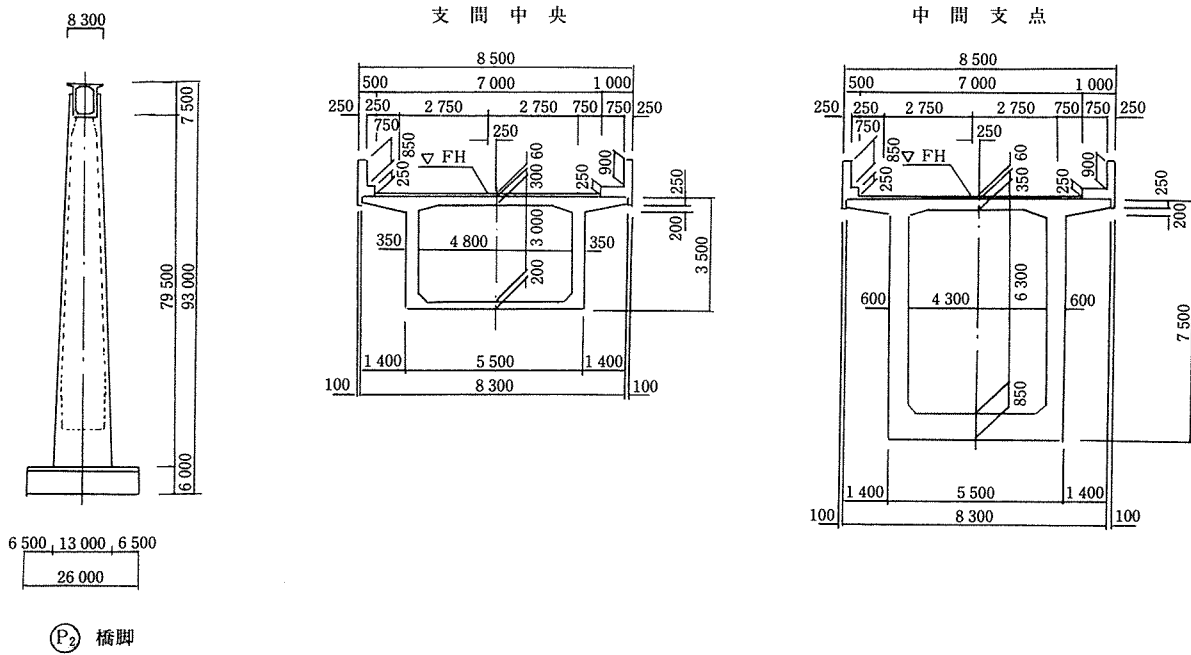
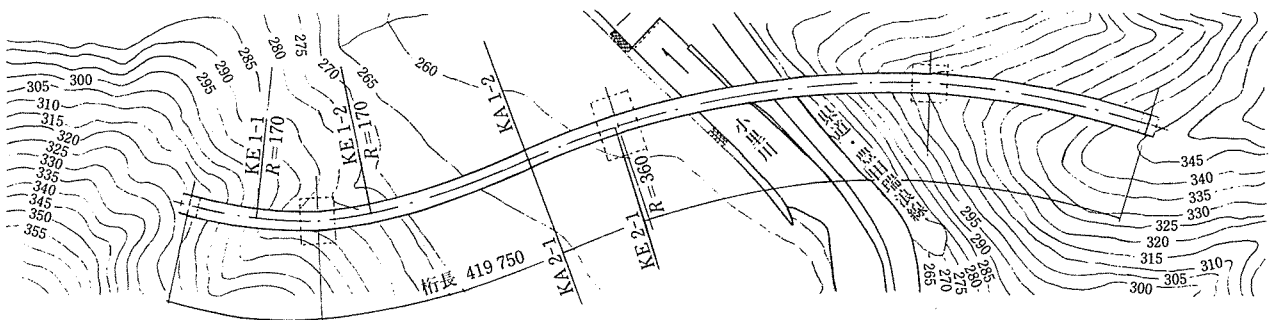
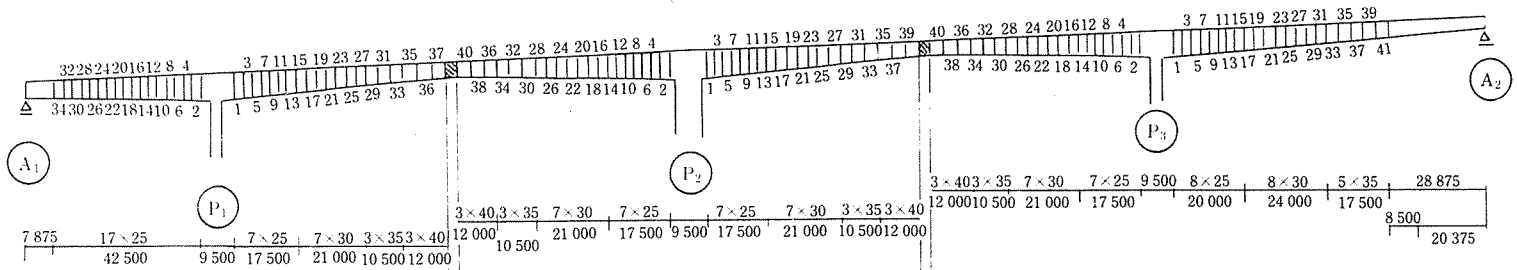


図-2 全体一般図



工期 着工 平成 2 年 3 月 21 日

完成 平成 4 年 3 月 25 日

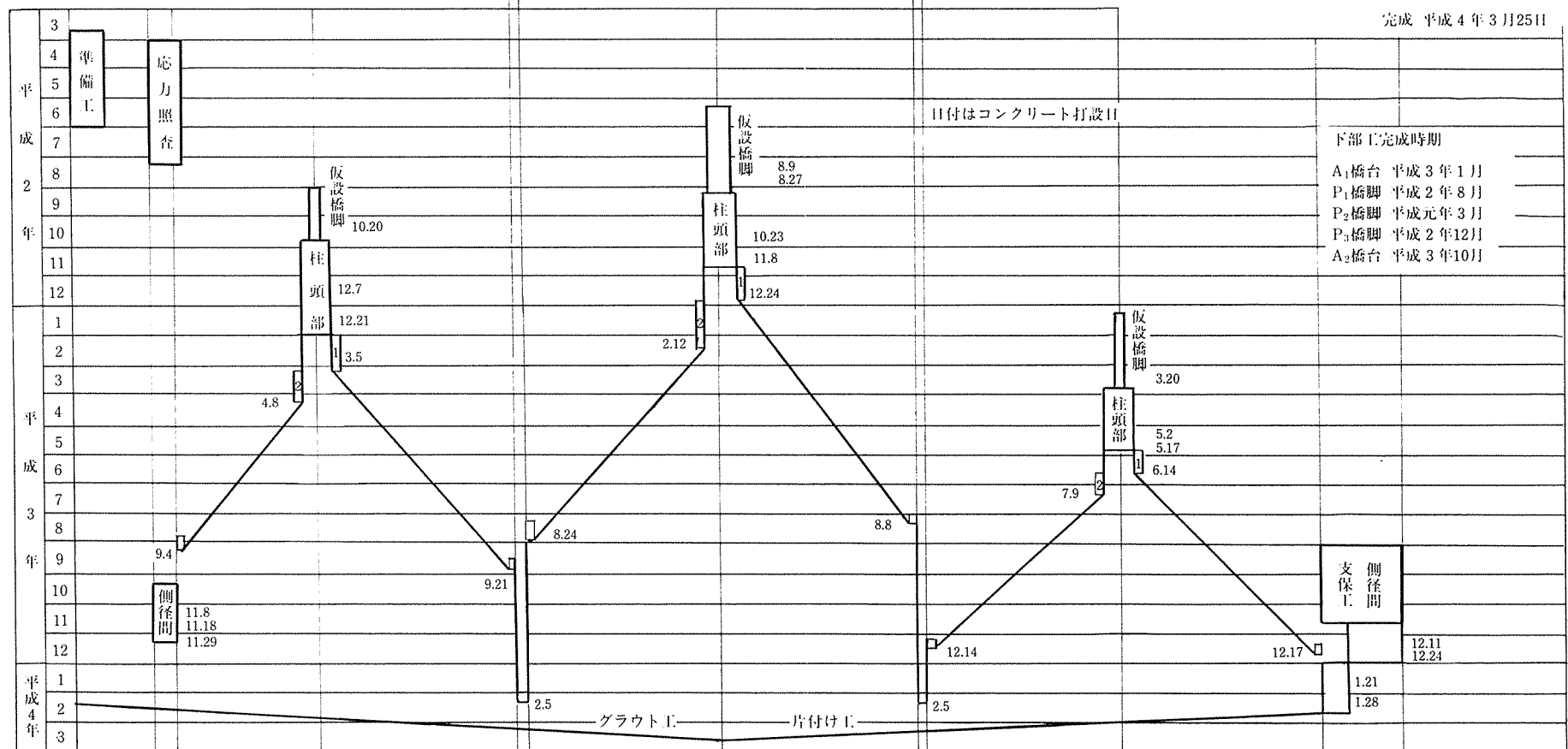


図-3 実施工程表

主鋼棒の配置は、上記の解析で算出された設計荷重用時および施工時の曲げモーメントに対して、SBPR 930/1180 φ32 mm の PC 鋼棒を配置して応力照査を行った。

また、本橋は平面曲率が小さいため、常時荷重によるねじりモーメントの影響が大きく、平均せん断応力度、斜め引張応力度の検討に際しては、その影響を考慮した。

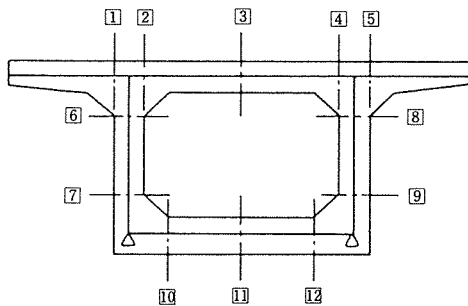
橋軸直角方向の検討については、直角方向地震による曲げ応力度と橋軸方向の曲げ応力度とを合成し、引張鉄筋の照査を行った。

(4) 床版の設計

主桁箱桁断面を下図のようにウェブ下端で単純支持された単位長さの箱形ラーメンとして解析した(図-4)。

設計断面は主桁各部材厚の変化を考慮して図-5に示す4断面とした。

上床版については橋軸方向は RC 構造、直角方向は PC 構造として PC 鋼棒 SBPR 930/1180 φ26 mm を配置した。また片持ち版端部は(活荷重曲げモーメント×2+死荷重曲げモーメント)の断面力を用いて PC 構造として設計した。



①～⑤ 上床版応力照査断面
⑥～⑨ ウェブ “
⑩～⑫ 下床版 “
図-4 箱桁解析モデル図

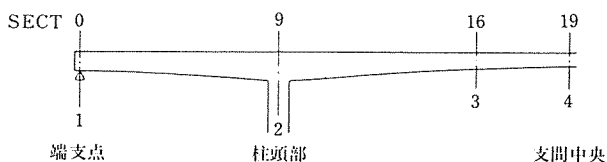


図-5 横方向検討位置図

2.3 耐震設計

本橋は高橋脚を有し、橋脚での支承条件が多点固定形式の PC 4 径間連続ラーメン箱桁橋であること、また S 字平面曲線を有する橋梁形式であること等、他にあまり例のない構造であり、設計においても耐震上の検討が大きな課題となった。4 径間連続 4 連を各々個別に集中質

点系モデルに置換し、各橋の固有周期を求め、修正震度法により設計震度を求めた。また震度法で仮定した諸条件の妥当性を検討するとともに、特に橋軸直角方向地震動に対し、各橋脚・橋台が負担する水平力が静的解析とはかなり異なった分担割合となることも予想されることから、動的解析を行い、その結果を設計に反映させた。

3. 施工概要

本橋の実施工程表および施工順序図を図-3、図-8に示す。

3.1 工事用道路

工事用道路は県道 20 号と並行する小里川左岸に A₁ 橋台、P₁・P₂ 橋脚施工のため、右岸側に P₃ 橋脚、A₂ 橋台施工のための仮設道路が設置されていたが、両岸とも地形が急峻なため縦断勾配も最急勾配 14 %、最小曲線半径 12 m と厳しい条件であった。

3.2 仮設備計画

P₂ 橋脚は、橋軸直角方向に昇降設備(杵組足場)・タワークレーンを、橋軸方向にエレベーターを設け、脚頭部施工用に既設橋脚にブラケットを設けて 2 段足場とした。P₁、P₃ 橋脚の足場は下部工施工時の一部を引き継ぎ利用し、P₂ 橋脚と同様に橋軸直角方向にタワーク

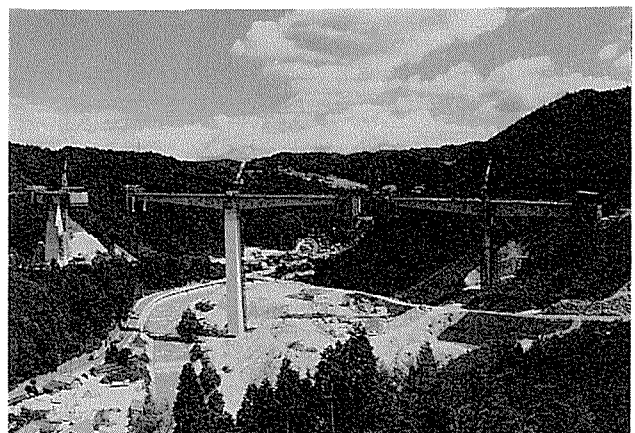


写真-2 平成 3 年 8 月ワーゲン 6 基稼働時

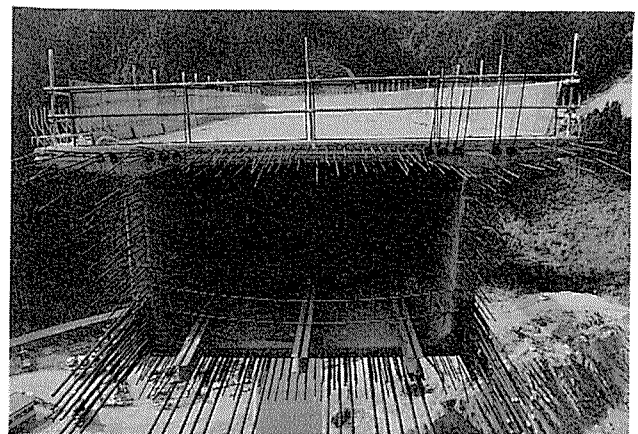


写真-3 主桁断面および鋼材配置状況

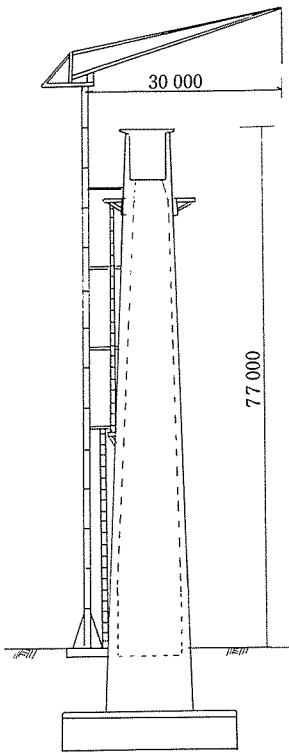
タワークレーン・エレベーター設置表

タワークレーン

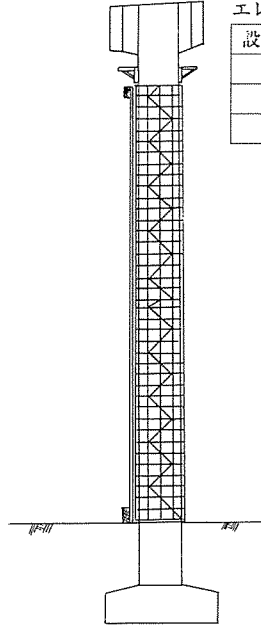
設置場所	形 式	最大吊荷重	作業半径
P ₁	OTS-2020	3.6t	20m
P ₂	OTS-2330	6.3t	30m
P ₃	OTS-4020c	4.3t	20m

エレベーター

設置場所	形 式	電 動 機	速 度	積 載 荷 重
P ₁	HCE-750S II	5.5kW 220V	15m/min	750kg(11人)
P ₂	MSE-400A	30kW 440V	30m/min	400kg(6人)
P ₃	TCE-500B	5.5kW 220V	18m/min	500kg(7人)



P₂橋脚



P₁・P₃橋脚

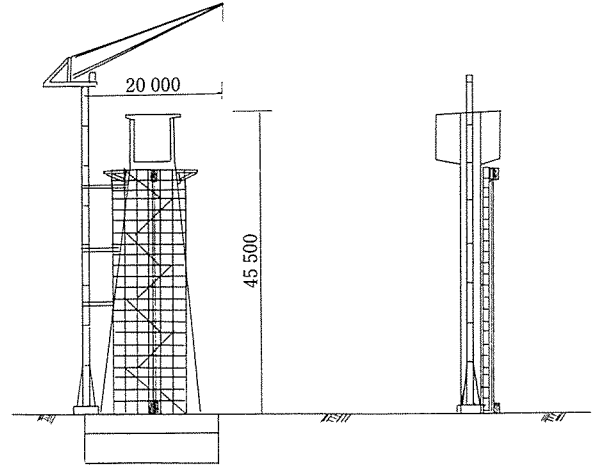


図-6 仮設備図

レーンを、橋軸方向にエレベーターを設け施工した(図-6)。動力設備は、左岸側 P₂ 橋脚付近に 75 kW、右岸側 P₃ 橋脚付近に 58 kW を高圧受電した。

給水設備は、沢水を引き各橋脚にタービンポンプを設置し橋面上へ送水したが、グラウトの練混ぜ水には、水道水を使用した。

3.3 柱頭部の施工

柱頭部の施工は、橋脚に埋め込んだフォームコネクターとゲビンデスターブ鋼棒にて H 形鋼 (300×300×10×15) のブラケット支保工を固定して、その上に枠組足場を組み立てて施工した(写真-4, 5)。なお、コンクリートを 2 回に分けて打設するため、初めに打設した躯体に仮鋼棒を配置し、支保工のたわみ等により躯体上縁に引張応力が作用しないように配慮した(図-7)。この鋼棒は 2 回目のコンクリート打設直前に緊張し、柱頭部のプレストレス導入前に解放した。

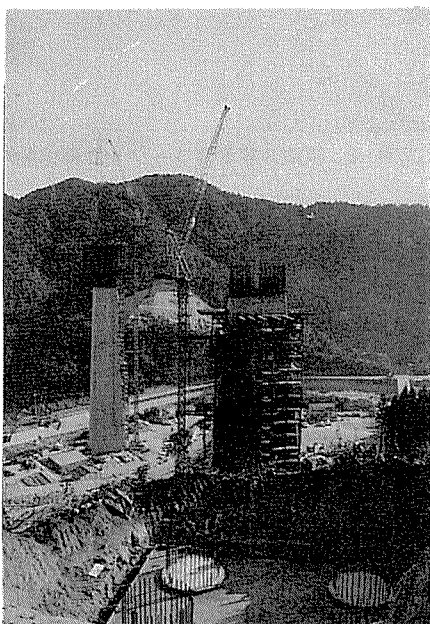


写真-4 P₁・P₂ 橋脚柱頭部施工中

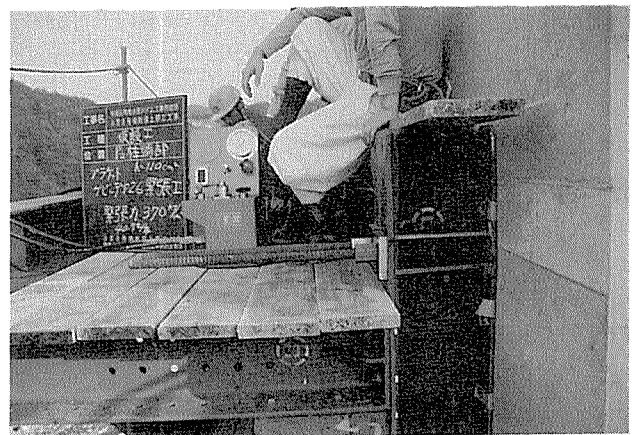


写真-5 ブラケット緊張状況

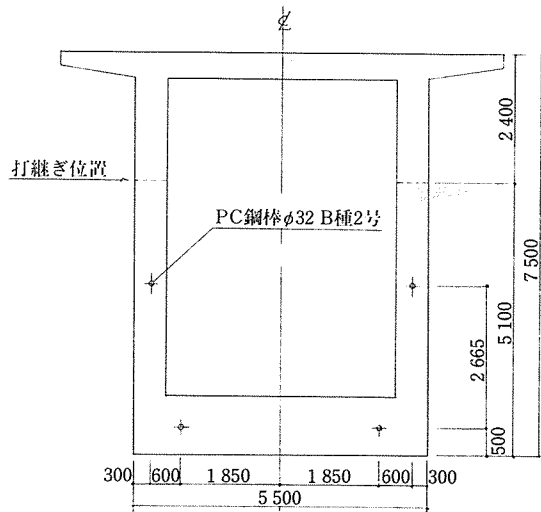


図-7 柱頭部仮締め鋼棒の配置図

3.4 張出し架設部の施工

張出し架設のブロック数は、 P_1 橋脚から 37 ブロック、 P_2 橋脚から 40 ブロック、さらに P_3 橋脚から 41 ブロックの合計 118 ブロックである。1 ブロックの施工長さは構造中心で 2.5 m~4.0 m である。

ワーゲンは、最大容量 200 tf・m のトラス型ワーゲン 4 基とプレート型ワーゲン 2 基を使用した。 $R=170$ m の曲率部となる P_1 橋脚からの張出し部ではワーゲンレールに曲げ加工 ($R=250$ m) を施した。橋面は縦断勾配 5 %、横断勾配 0~5 % と急なため、ワーゲンレール下には、ワーゲンを水平に設置するためサンドル材として堅木を使用した。

コンクリート打設はポンプ圧送とした。ポンプ車据付け位置からの高さは P_1 ・ P_3 橋脚で約 46 m、 P_2 橋脚で約 77 m で、最長水平距離は約 70 m であった。管径は P_1 ・ P_3 橋脚で 5 吋、 P_2 橋脚では 6 吋とした。また、夏期においては施工性の面から予備試験を行い、高性能減水剤としてポゾリス NP 20 を使用し良好な結果を得た。

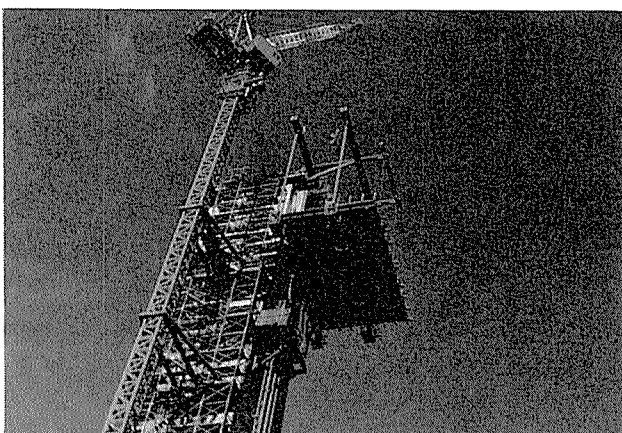


写真-6 P_2 橋脚ワーゲン組立状況

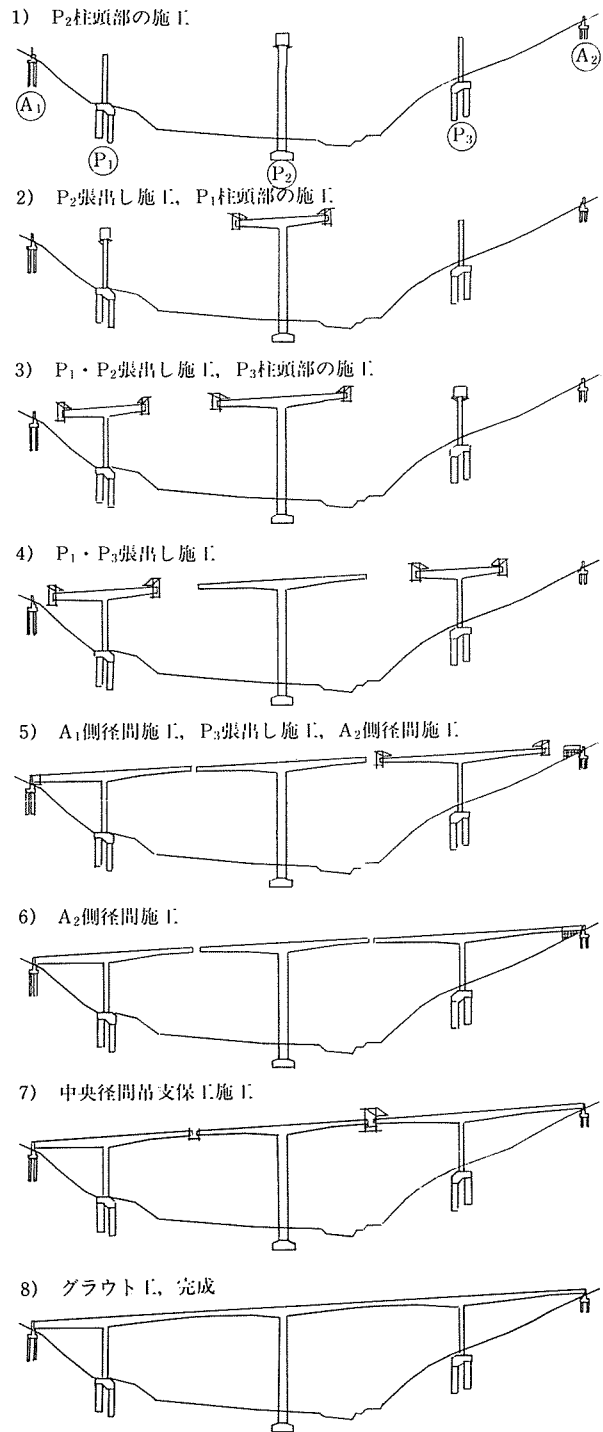


図-8 施工順序図

本橋は曲線橋であるので、線形計算より PC 鋼棒の継手計画表をあらかじめ作成し、計画表に基づき鋼棒長さを決定し接続した。

3.5 側径間閉合部の施工

A_1 側径間閉合部の施工は吊支保工で行った。 A_2 側径間閉合部はブロック割の関係で約 29 m あり、張出し架設部の完了後を待って施工するのでは工程上厳しいので、20.4 m と 8.5 m に分割して施工した(図-10)。張出し架設の最終ブロック施工前に 20.4 m 部分を完了し

◇工事報告◇

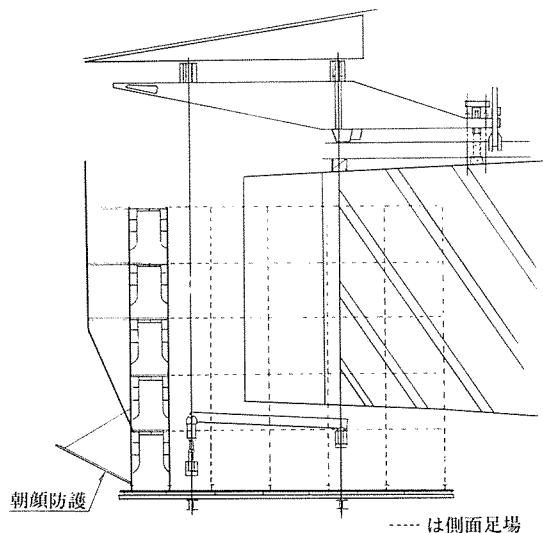


図-9 ワーゲン足場朝顔防護図

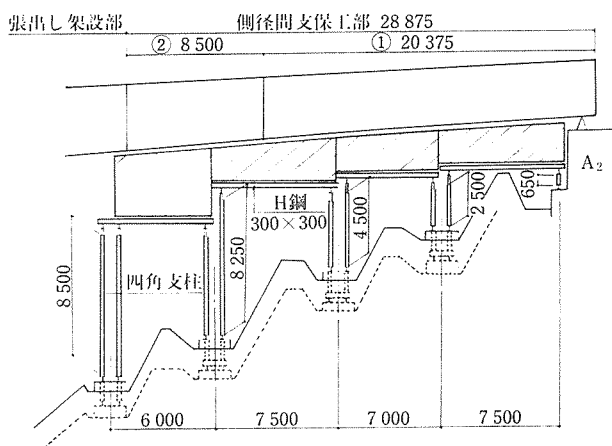


図-10 A₂ 側径間支保工図

ておき、ワーゲンの後退後直ちに 8.5 m 部分の施工を行った。この方法を採用したことにより、約 1 か月の工程短縮が図れた。

3.6 中央径間吊支保工の施工

P₁・P₂ 橋脚連結部の施工は P₁ 奇数ブロック施工のワーゲンの作業床を使用し、ワーゲン部材を既設橋体にゲビンデ鋼棒にて吊り下げ、必要な設備を設置した後ワーゲンを後退させ施工した。

P₂・P₃ 橋脚連結部の施工は P₃ 偶数ブロック施工のワーゲンを使用し施工し、中央連結部完了後後退解体した。

3.7 県道上の安全対策

本橋梁の P₂～P₃ 橋脚間が県道上での張出し施工となることから、道路管理者および公安委員会と協議を重ね、次のような安全対策を実施した。

- ① ワーゲン移動時の安全対策として、レールアンカーを密に入れ後輪部逸走防止とし、さらにワーゲン後方部と橋面上とにワイヤーを張り移動とともに緩めていく二重管理とした。

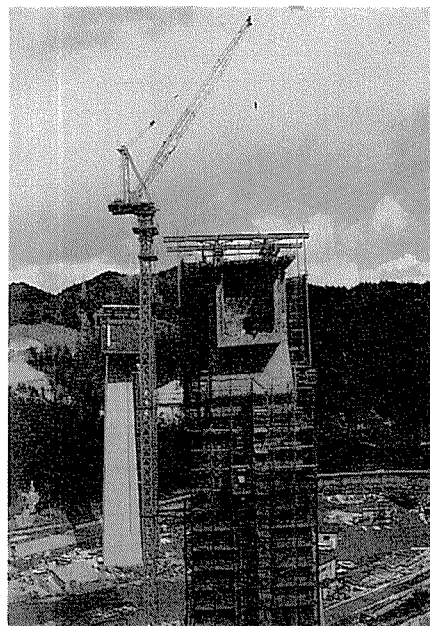


写真-7 P₁ 橋脚から P₂ 橋脚方向を望む

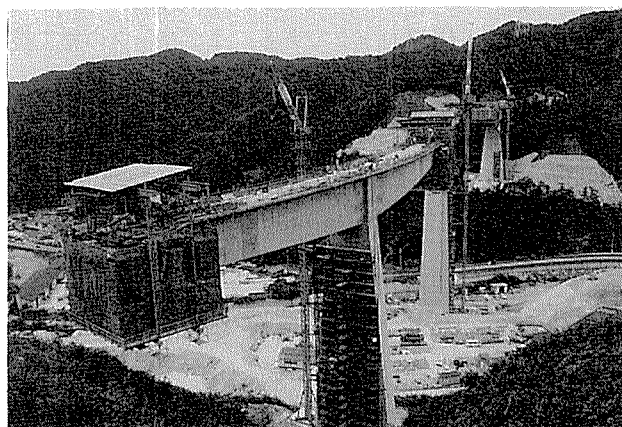


写真-8 平成 3 年 8 月ワーゲン 6 基稼働時

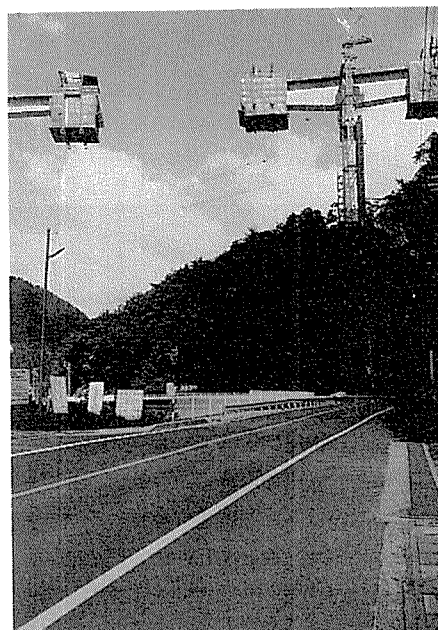


写真-9 県道上ワーゲン施工 (朝顔養生)

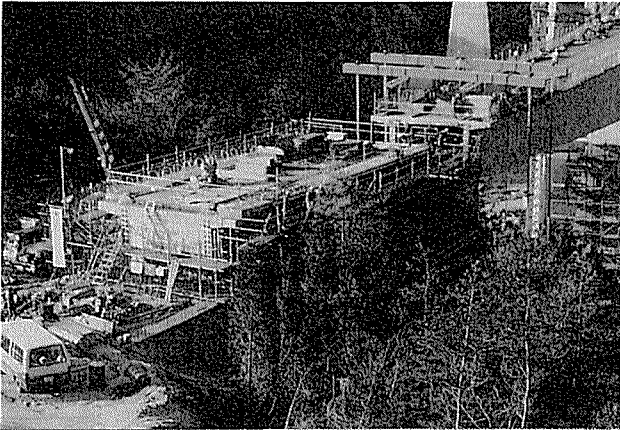
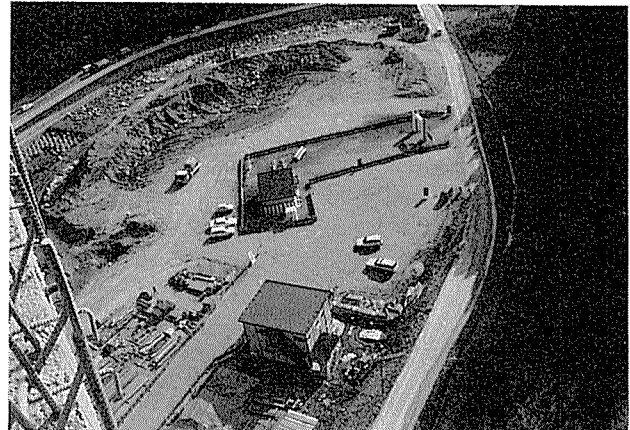
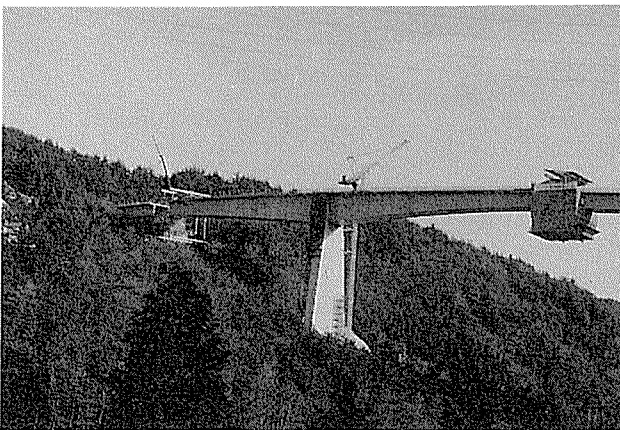
写真-10 A₂側径間1回目施工中

写真-12 インフォメーションセンター全景

写真-11 A₂側径間1回目完了

- ② ワーゲン移動時の作業責任者と道路保安責任者との連絡を密にし、交通に支障をきたさない体制でワーゲン移動作業を実施した。
- ③ 飛来落下防止対策として、ワーゲン前方には朝顔防護を設置し(図-9)、またワーゲン全体を安全ネットと防煙シートにより二重に覆い、飛来落下の完全防止に努めた。
- ④ 中央連結部の施工のため、ワーゲン前方足場解体作業時は、安全を最優先として作業手順の作業員へ

の徹底を図り、また道路保安責任者との連絡を徹底し安全確保に努めた。

4. イメージアップモデル工事への採択

本橋梁が県道を跨いで民家連たん部に位置する長大橋であり、人目につき易く、施工方法もこの地域では特殊であることから、ダム事業の一環として小里城大橋をイメージアップモデル工事に採択し、インフォメーションセンターと、見学ヤードの設置、現場事務所のグレードアップ等を行い、現在までに多数の見学者を迎えて本事業および建設現場への理解を得ている。

5. おわりに

小里城大橋は、橋面工を残して完成し、緑深い峡谷にコンクリート橋特有の優美な姿が眺望できるようになり人々の注目を浴びるようになった。本橋が地元で親しまれ誇りを持って語りつがれ、ダム完成が地域活性化の礎となることを願うものである。

最後に、本橋の設計・施工にあたって御協力頂いた関係各位に対し深く感謝する次第である。

【1992年5月15日受付】