

【論文・報告】

球磨川第三橋の設計と施工

Design and Construction of Third KUMAGAWA Bridge

吉 野 博*
Hiroshi YOSHINO

森 谷 久 吉**
Hisayoshi MORIYA

1. はじめに

熊本県の南部に位置し、鹿児島県との県境に近い人吉市に、日本道路公団福岡建設局発注の球磨川第三橋が計画された。日本三急流に数えられる球磨川には、九州縦貫自動車道(八代～人吉間)が三ヶ所で交差しており、その中で最も上流に位置する橋梁が本橋である。

球磨川第三橋は、橋長480mの長大橋で5径間連続PCラーメン橋と6径間連続PCラーメン橋とによって構成され、(株)白石、川田建設(株)共同企業体に、上部下部一括発注された。施工分担は下部工と上部工に分けられ、当社はPC上部工を担当した。今回は上り線のみの暫定施工でありながら、将来の下り線施工をふまえ、橋脚基礎は上り線下り線同時に施工された。(株)白石はニューマチックケーソン工法を日本に初めて導入した会社であり、5径

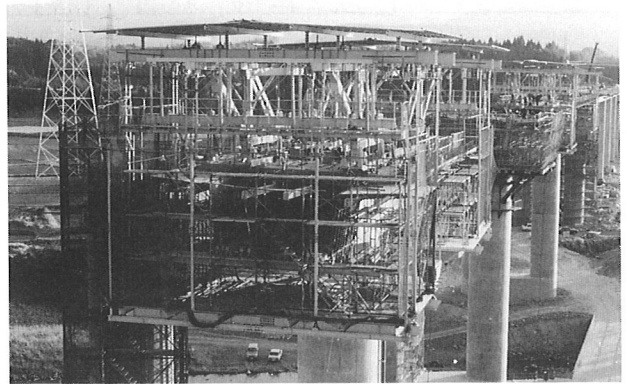


写真-1 トラベラー施工(A1より望む)

間連続PCラーメン橋部の4つの橋脚をこの工法にて施工した。

ここでは当社の施工分担であるPC上部工部分に限って、その設計と施工について報告する。

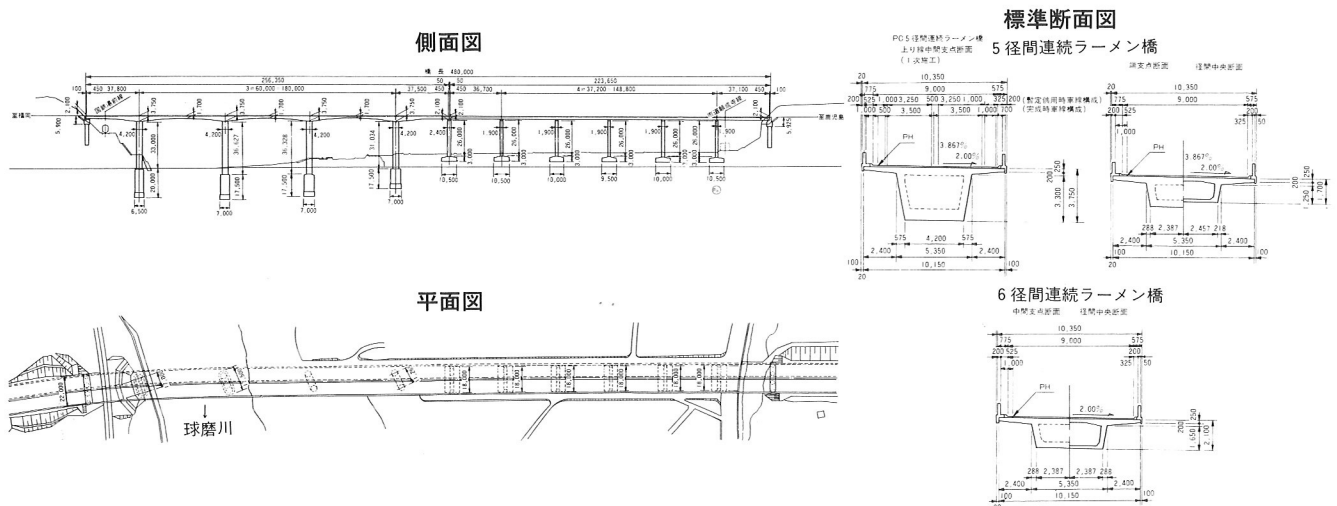


図-1 全体一般図

*川田建設(株)・東京支店工務部工務課課長 **川田建設(株)工事本部工務部工務課

本橋梁は図-1に示す様に、高橋脚(22~33m)の連続PCラーメン橋であり、5径間部で移動作業車(トラベラー)による張出し施工(写真-1)、6径間部で接地式支保工による張出し施工がおこなわれた。

本橋の設計編では、閉合順序の検討、柱頭部の接合形式、ケーブルシステムの採用とPC鋼棒定着具の開発についてふれる。施工編では、工事概要のほか工種別に柱頭部施工、トラベラー施工、吊り施工、そして上げ越し管理について説明する。6径間部の接地式支保工についても説明する。

2. 5径間連続PCラーメン橋の設計

(1) 詳細設計上の留意点

基本設計の検討と実施工程の打合わせを行い詳細設計を実施した。本橋梁の特色と制約条件を整理すると次の通りである。

- ① 橋脚高が最高37mの5径間連続PCラーメン橋である。
- ② $A_1 \sim P_3$ 間の平面線形にクロソイド曲線を含む。
- ③ 逆台形断面で、張出し長さが2.4mのPC床版である。また、桁高が変化する。
- ④ 柱頭部と橋脚の接合部はRC構造である。
- ⑤ 河川部内の橋脚ケーソンの沈下順序によって、上部工の張出し順序が変更になり、閉合時期を左右する。

以上のうち、張出しブロックの材令を決める実施工程と閉合順序の問題は、断面力の発生とたわみ量の計算に

影響するため、変更のない様に十分な打合わせをおこなった。実際に、河川内の仮橋については渇水期(10月1日より翌年5月31日まで)に棧橋の架設・撤去、 P_1 橋脚まわりの護岸工(以上下部工)、 P_1 張出し施工、 P_2 張出し施工の4つの工種が競合し、棧橋の運用がそのまま工程管理となった。

(2) 閉合順序

数多くのブロックが構成要素となる張出し施工は、隣接するブロックのコンクリート材令の差の問題と、閉合直前のT字型張出しを単位としたコンクリート材令の問題がある。コンクリートの材令は、クリープ、乾燥収縮の影響を計算するために必要であり、特にたわみ計算に重要となる。また、閉合直前の個々の構造系と、その閉合順序は断面力(不静定2次モーメント)の発生に大きく影響するので、閉合順序については多方面からの検討を行なった。その結果を図-2, 3に示す。

閉合順序は、 $P_3 \cdot P_2$ 橋脚上の張出しとその中央径間の閉合、 $P_1 \cdot P_4$ 橋脚上の張出しとその側径間の施工に区分し、その後に残る2ヶ所の中央径間部を閉合することに決定した。

閉合順序・側径間施工方法の比較検討結果は次のとおりである。

- ① 閉合順序による断面力の変動は、側径間施工方法に支配され、閉合順序そのものによってはほとんど生じない。
- ② 側径間施工方法による断面力の変動は、側径間側で大きく、中央径間側では影響が小さくなる。

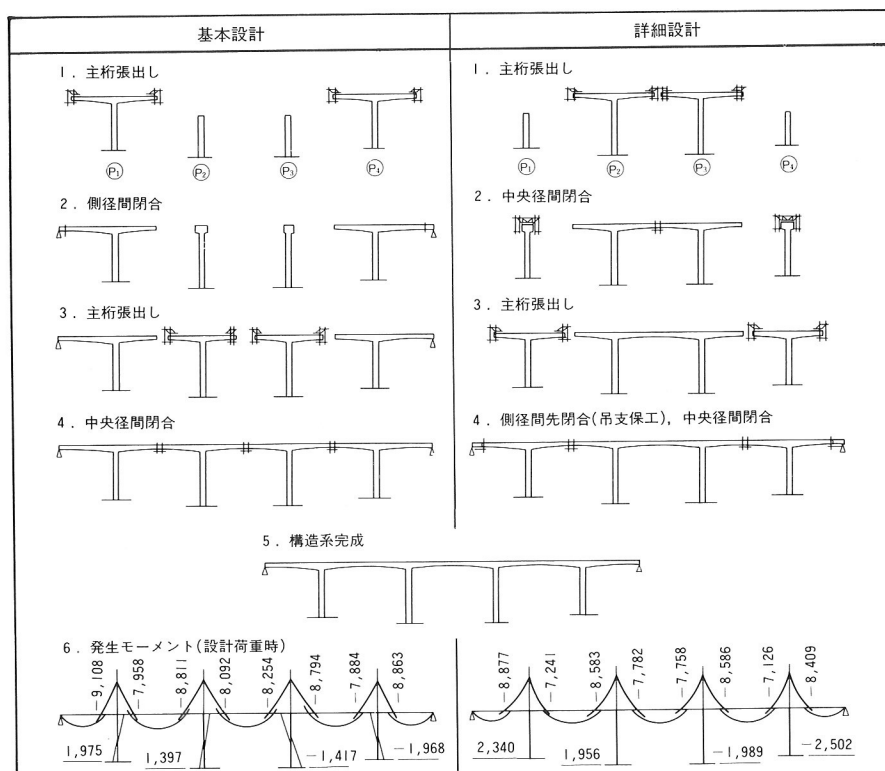
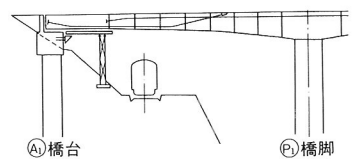


図-2 閉合順序と発生断面力

(a) 支保工施工



(b) 吊り支保工施工

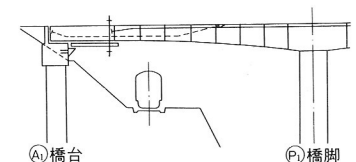


図-3 側径間の施工方法

- ③ 側径間施工方法のうち、支保工タイプは側径間の支間中央で正の曲げが、吊り支保工タイプでは柱頭部で負の曲げがそれぞれ増加して不利となる。

基本設計と詳細設計とでは、閉合順序・側径間施工方法・張出しブロック施工時のコンクリート材令などが異なり、上部工断面力のバランスが悪くなることが予想された。しかし、全体的には正の曲げが増加したため、側径間を吊り施工とした場合の方が断面に対してモーメントが少なくなったので、吊り支保工による施工方法を採用した。

(3) FCC工法の採用

主方向鋼材の変更承諾願が受理され、PC鋼棒をPCケーブルに変更した。これによって緊張材として高強度のPCケーブルを用いて行なう片持張出し施工、すなわちFCC工法(Free Cantilever Erection with Cable)の採用が可能となった。

従来のPC鋼棒を使用する工法では、カップラーの使用

によりPC鋼棒の定着・接続が自由にできるという利点がある反面、一本当りの導入力が小さく、数多くのPC鋼棒を配置する必要がある、設計面では断面内への配置上の制約、施工面では工程上の制限を受けるなどの問題点を有していた。FCC工法ではケーブルシステムを採用することにより、多種容量のケーブルおよび各種の定着具を応用できるなど、片持架設工法の設計施工のバリエーションに対応することができる。

設計上の特徴として、大容量のケーブルを使用するため鋼材本数が少なく、断面内の配置が容易であること、可撓性のあるケーブルを使用するためPC鋼材の曲げ上げ等鋼材配置の自由度が大きいために上げられる。また、施工上では、主鋼材が後挿入となるため、養生期間が有効に利用でき、かつ、PC鋼材の接続・緊張回数が少なくてすむなど工程上有利な面がある。

本橋においては、ケーブルシステムの中からフレシネー工法を採用し、主方向PC鋼材としてJIS SWPR7A

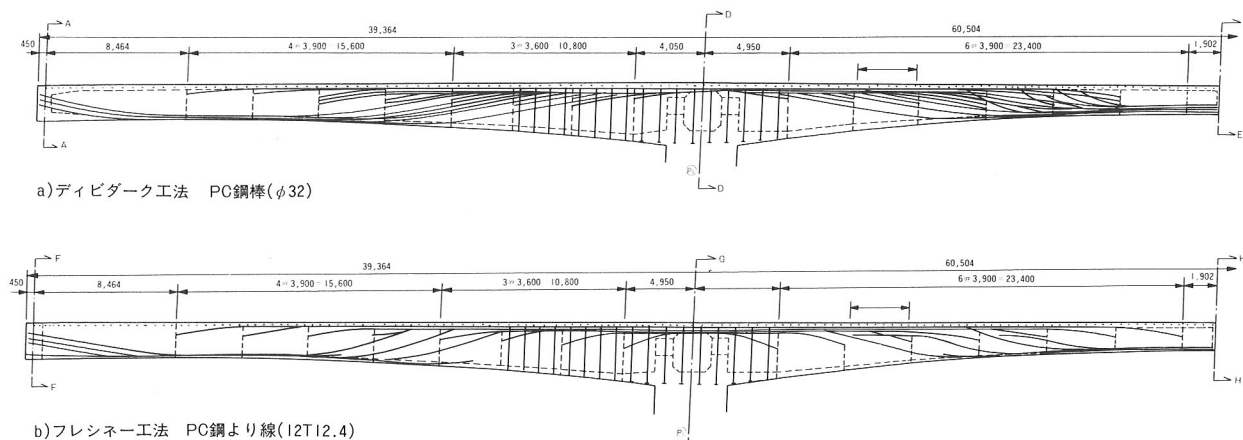


図-4 PC鋼棒とケーブルの配置図比較

表-1 コンクリートの合成応力度(設計荷重時)

(単位: kg/cm ²)		
工法	ディバーク工法	フレシネー工法
使用鋼材	PC鋼棒 JIS G3109 丸棒 A種2号	PC鋼より線 JIS G3536 PC鋼より線 7本よりA種
着目断面		
側径間中央断面 (④断面)	上縁 21.5 下縁 4.9 (20本)	19.7 7.2 (10本)
中間支点断面 (⑬断面)	上縁 1.2 (72本) 下縁 89.0	8.3 (34本) 89.7
支間中央断面 (⑭断面)	上縁 60.7 下縁 9.4 (52本)	64.7 4.1 (22本)

表-2 PC鋼材重量の比較

工法	ディバーク工法	FCC工法
主鋼材	93 t (SBPR80/105) φ32	63 t (SWPR7A) 12T12.4
床版横締材	27 t (SBPR80/105) φ32	19 t (SWPR1) 12φ7

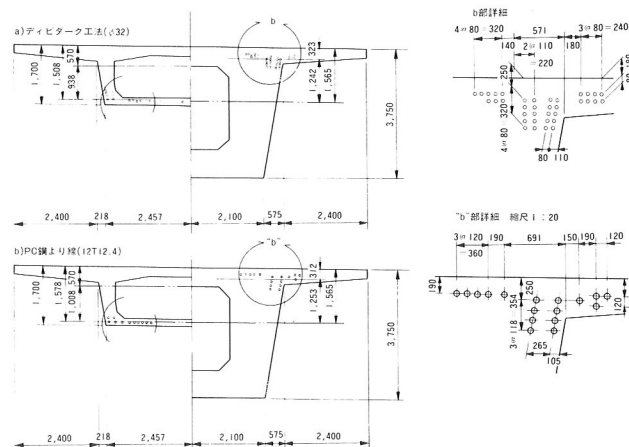


図-5 偏心距離の比較

の12T12.4を採用することにした。実際のPC鋼材の配置(側面・断面)を両工法について図-4・5に比較して示す。表-1においてコンクリートの合成応力度をみれば、コンクリートの圧縮応力度が同じ程度の場合に、配置本数は本橋の場合1/2以下である。断面配置についてみても、断面図心とケーブル図心の距離(偏心距離)は、中間支点・支間中央とも本橋の場合が有利に作用する。経済性の面では、引張強度の高いPCケーブルを使用することで鋼材量を低減できる利点がある。表-2は主方向鋼材、および床版横締材について比較したもので、いずれもPC鋼棒の場合の2/3の重量である。したがって、接続具および定着具が少なくすみ、緊張作業も少なくなる。

品質管理の面からは、ケーブルが緊張直前の挿入となるため、損傷・発錆に対する危険性が少ない。カップラーによる接続が少なく、グラウトの注入性もよく、確実なグラウトができる、という利点が上げられる。

(4) 柱頭部の接合形式

橋脚と橋体の接合部はラーメン橋の「かなめ」である。図-6に示す、中空円形断面橋脚と逆台形断面桁の接合(type 1)は過去に事例がなく、似たものとして新八幡平橋¹⁾で変形八角断面橋脚に逆台形断面桁が取り付くケース(type 2)がある。柱頭部の補強を考えるにあたり、施工実績の多い中空四角形断面橋脚と箱桁断面桁の事例^{2),3)}(type 3)を参考に、柱頭部における定性的な応力状態の把握を試みて、次のようなことが明らかとなった。

- ① 鉛直反力の分担はウェブよりも隔壁が大きい。
- ② 柱頭部横桁(隔壁)がウェブの面外変形に対して補強材として働く。
- ③ 隔壁の下部にかなりの水平引張力が生じる。

以上の3点を補強する方法として、接合部付近の下フランジ厚とウェブの部材厚を大きくとり、コンクリート応力度の分散をはかり、応力の流れが円滑になるようにした。

また、図-7に示す逆台形断面に発生すると考えられる

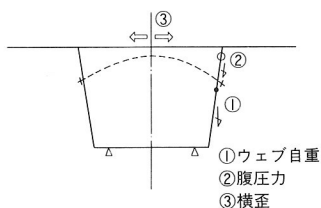


図-7 隔壁に働く力

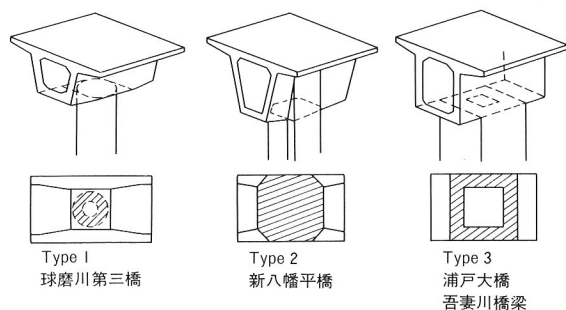


図-6 柱頭部接合形式の比較

3つの力

- ① ウェブが外側へ倒れ込もうとする力
- ② 主ケーブルの復圧力による水平分力
- ③ 主ケーブルの軸方向圧縮力による横歪

を考慮し、隔壁内にPC鋼棒φ32-8本を各柱頭部に配置し補強した。

地震時に対する柱頭部つけ根の補強に、鉛直鋼棒が使用されてきたが、本橋では柱頭部つけ根をRC構造とし、橋体への鉄筋の根入れを十分にとる様に作業孔を上方に移動した。橋脚頂部のコンクリート圧縮応力度は、円形断面の外環に集中する(特に地震作用時)ので鉛直方向プレストレスによって余分の圧縮応力度を与えるよりもRC構造とする方が良いと判断した。

(5) PC鋼棒用FAB定着具の開発

PC鋼棒の定着装置は、ディビダーク方式のような特殊なものを除けば、アンカープレート方式が一般的である。アンカープレート方式には、PC鋼材とアンカープレートをあらかじめ配置し、後にコンクリートを打設する先付タイプと、コンクリート打設後に定着具を装着する後付タイプがある。大きな導入力が保持できる先付タイプでは、コンクリート打設中の振動・衝撃等により、アンカープレートとPC鋼材の直角性が保持されてないことがあり、従来より傾斜定着⁴⁾が問題とされてきた。せん断用鋼棒としてPC鋼材を使用するにあたり傾斜定着の問題を解決すべく、アンカープレートとPC鋼棒が確実に直角となる新型定着具を開発した。同時に、支圧板およびナット付近のグラウト充填が完全となる改良を加えた。

a) 定着具の概要

図-8に示すようにPC鋼棒にネジ込まれたホルダーに対して、キャストイングを面接触にて固定し、ホルダーを介してPC鋼棒とキャストイングの直角性を保持する。ネジ込み長さが80mmあり、固定ボルトの装着によりキャストイングの芯とPC鋼棒芯が一致する。キャストイングにはグラウト注入孔が2つ用意されており、グラウトキャップより注入したグラウトはナット直下の溝と、キャストイング内部をくり抜いた孔を通してすみやかにシース内へ流入する。

b) 性能試験

直角に保持された新しい定着具が載荷状態で発生する定着具背面の局部応力に対して安全であることを確認し、かつ、新しい定着具がアンカープレートの直角性について十分な機能を有していることを

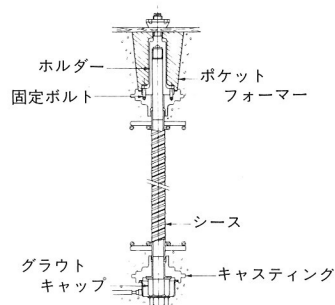


図-8 FAB定着具

検証し、あわせて、新型定着装置全般に対して、作業手順を追った施工性能の確認を行なった。

c) 実験結果

- ① 直角度の測定：直角に保持できることが、支圧板とホルダー前面との距離を測定することによって確認できた。対角線上の2点の測定値の差はmax0.25mm～min0.15mmであった。
- ② 加力試験：定着具背面は安全であることが、加力試験時のひびわれ幅の測定によって確認できた。

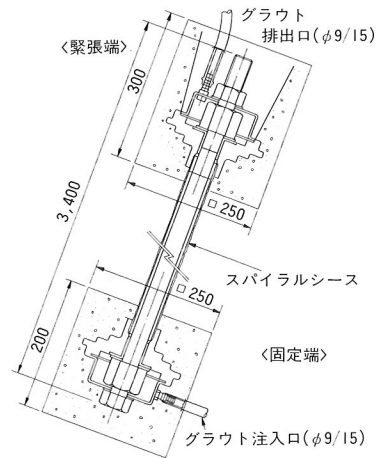


図-9 グラウト試験

- ③ グラウト試験：グラウト注入口(図-9)からの注入により緊張端のナット下端にまで完全にグラウトができた。

以上の結果により、球磨川第三橋のPC鋼棒定着具として、FAB定着具を採用した。

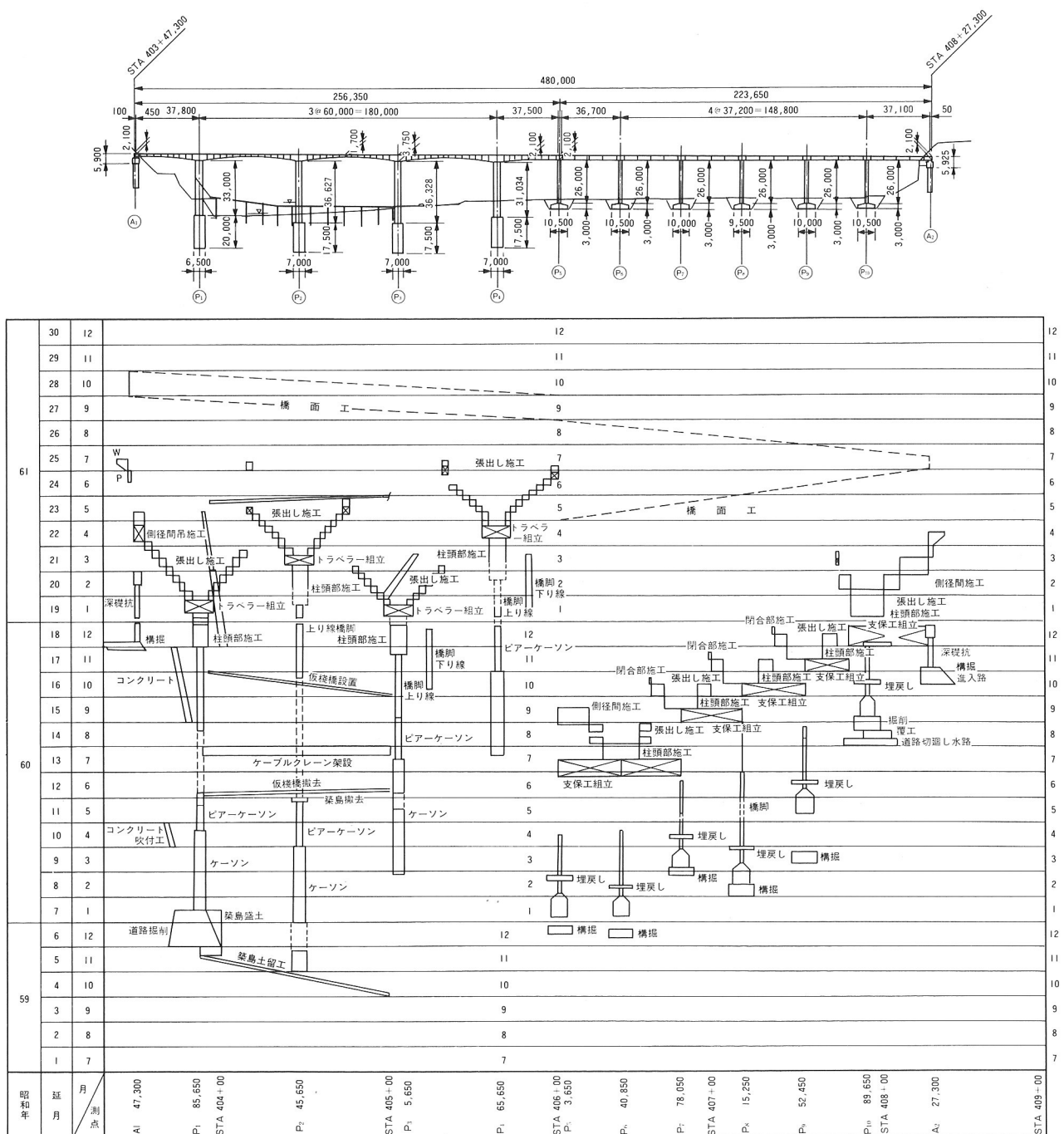


図-10 実施工程

表-3 主要材料

材	料	単位	5 径間連続PCラーメン橋	6 径間連続PCラーメン橋	合 計	備 考
コンクリート	$\sigma_{ck}=240\text{kg/cm}^2$	m ³	164.0	143.3	307.3	地覆, 高欄
	$\sigma_{ck}=350\text{kg/cm}^2$	m ³	—	1,373.6	1,373.6	橋体(6 径間)
	$\sigma_{ck}=400\text{kg/cm}^2$	m ³	1,901.4	—	1,901.4	橋体(5 径間)
鉄 筋	SD30	Ton	245.96	199.29	445.24	
P C 鋼 材	12T12.4	kg	62,732.2	42,803.2	105,535.4	主鋼材
	12 ϕ 7	kg	19,545.7	16,711.4	36,257.1	床版横締
	ϕ 26	kg	2,091.9	1,610.3	3,702.2	鉛直鋼棒
	ϕ 26/ ϕ 32	kg	—/1,268.8	426.3/236.8	426.3/1,505.6	横桁横締
型 枠	P ₁	m ²	1,673.1	5,892.2	7,565.3	場所打部
	P ₂	m ²	5,461.1	—	5,461.1	張出し部
沓	BP沓	kg	1,877.8	2,853.2	4,731.0	

3. 上部工の施工

(1) 工事概要

人吉インターから鹿児島・えびの方面へ2 km, 球磨川に架かる当橋梁は, 橋長480mのうち河川部が5径間連続PCラーメン橋, 陸上部が6径間連続PCラーメン橋である。主要材料は表-3に示すとおりである。

工 事 名 : 九州自動車道 球磨川第三橋工事

路 線 名 : 九州縦貫自動車道 鹿児島・宮崎線

工事箇所 : 熊本県人吉市願成寺町岩清水～七地町天道ヶ尾

工事区間 : STA.401+60.0～STA.408+27.3

橋 格 : 一等橋(TL-20, TT-43)

構造形式 : 5径間連続PCラーメン箱桁橋(等断面)

フレシネー工法, ケーソン基礎

6径間連続PCラーメン箱桁橋(等断面)

フレシネー工法, 直接基礎

橋 長 : 479.580m(255.930+223.650)

支 間 : 38.916+60.504+60.007+60.296+35.157
36.700+4@37.200+37.100

有効幅員 : (上り線のみ)9.0m [全幅10.35m]

勾 配 : 縦断 0.5% 横断 2.0%～3.867%

平面線形 : A=350 直線

工 期 : 昭和59年7月～昭和61年12月

5径間連続PCラーメン橋の実施工程(図-10)の最重点工種は仮橋施工とトラベラー施工であった。

10月の仮橋の着手で, P₂橋脚のケーソンがはじまった。P₁橋脚は築島に手まどり翌年1月から沈下開始となり, 第1渴水期はP₁・P₂ともピアケーソンの沈下完了までとなった。P₁については, もたれ擁壁, 護岸工, 上部工と工種が第2渴水期に集中するため, 橋脚部の立ち上がりを先行すべく, 8月より索道を設置し, もたれ擁壁と橋脚の施工をすすめた。P₃橋脚は直接基礎がケーソンに変更になって3月より着手, 送電線(九州電力)の迂回・作業と併行して作業を行ない, 11月末に上り線が上部工へ引渡しとなった。上部工への引渡しは続いて12月中旬にP₁が, 翌年3月にP₂, 4月にP₄となった。トラベラー

は4基使用し, P₃からP₁へ, P₂からP₄へ運用した。トラベラー施工は, P₃の1月にはじまりP₄の6月までの6ヶ月間であった。

(2) 柱頭部施工

柱頭部はブラケット支保工によって施工した。資材の吊り上げには油圧式トラッククレーンを使用した。施工手順は次のとおりである。

- ① 吊り足場の地組
- ② 吊り足場の吊り込み(写真-1)
- ③ PC鋼棒の挿入と山留ブラケットの取付(写真-2)
- ④ 支保工材(H鋼)配置と安全防護工
- ⑤ ビティ支保工, アサガオ建て込み
- ⑥ 底板・側型枠の組立
- ⑦ 配筋・PCケーブル工, 内型枠組立
- ⑧ コンクリート打設・養生
- ⑨ 緊張(鉛直鋼棒, 床版横締, 主ケーブル)
- ⑩ 型枠脱型
- ⑪ 支保工材, 山留ブラケットの解体(写真-4)
- ⑫ PC鋼棒の引抜き, 後埋め
- ⑬ 吊り足場のおろし

吊り足場は, レッカーによる一括振り込みを行なった。下部工施工時にあらかじめ埋込んだVP管にPC鋼棒(ϕ 26)を通し, 山留材によって組み立てられた張出しブラケットを放射状に固定した。PC鋼棒は二回に分けて緊張し, 円形中空橋脚にバランスよくプレストレスがはいる様に配慮した。



写真-2 吊り足場のセット(P₃)

写真-3 柱頭部ブラケットの取付(P₃)写真-4 柱頭部支保工の解体(P₄)

吊り足場設置とPC鋼棒の緊張による張出しブラケットの固定は、ねらいどおり時間短縮に効を奏し、②～④に要した日数は3日であった。また、解体時の⑪～⑬については、トラベラー組立が⑩を待ってはじまるため、トラベラーの組立を最優先とし、上下作業とならない範囲で取り組んだ。

柱頭部作業のうち、配筋、特にスターラップの建て込みと横桁の配筋に時間がかかった。桁高3.75mのスターラップ筋を逆台形断面に合わせて、角度をもたせて組み立てるためと、円形状に立ち上がるD51・D32の橋脚鉄筋が、直線を基本とする横桁筋を阻害したためである。スターラップでは高さ保持に対する配慮が、またフープ筋等のために実配置できない鉄筋にはすみやかに加工形状を変更することが大切である。コンクリート打設時には、柱頭部横桁の開孔部が浮き型枠となって固定されているため、コンクリートの打ち上げ時間と分配に注意した。

(3) トラベラー施工

ブロック長9m(P₁, P₄の場合)の柱頭部上で移動作業車(トラベラー)を組立てなければならないので、双子型トラベラーを使用した。この双子型トラベラーは第1ブロックを張出した後に、2つに分離し個々の作業車として両方向に張出することができる(写真-5)

トラベラーによる張出し施工の基本的な考え方は、図-11・12に示すように主構の後方を、橋体に埋込まれたアンカーによって固定し、前方のコンクリート荷重によって転倒しようとする力に抵抗させるものである。この時のコンクリート荷重は前方の吊り材を介して主構に

伝えられる。吊り材にはこのほかに型枠重量、作業足場荷重も作用する。コンクリートの養生後、主ケーブルの緊張によってブロックが緊結できると、トラベラーはレール上を前進し、新しいブロックが施工できる様に所定の位置にセットされる。移動方法は、車輪またはテフロン板によるが、使用トラベラーはテフロン板タイプであった。レールの方向を線形方向に一致させれば、360°移動可能なテフロン板は容易に所定の位置にセットできた。

トラベラーの移動を完了すれば、アップリフトをおさえる埋込みアンカーに固定し(写真-6)トラベラーが転倒しないことを確認しなければならない。

型枠は吊り材に

ぶらさがっている写真-5 双子型トラベラーの組立(P₁)

だけであるので、強風時にはセットが困難であり、必要以上の時間を要した。

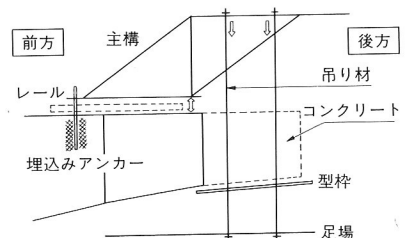
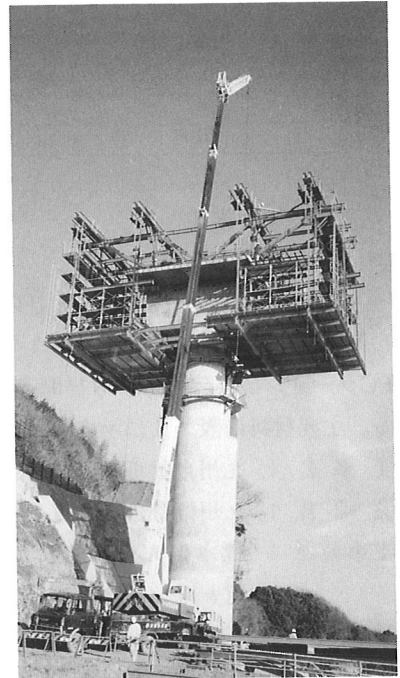


図-11 トラベラーのつり合い

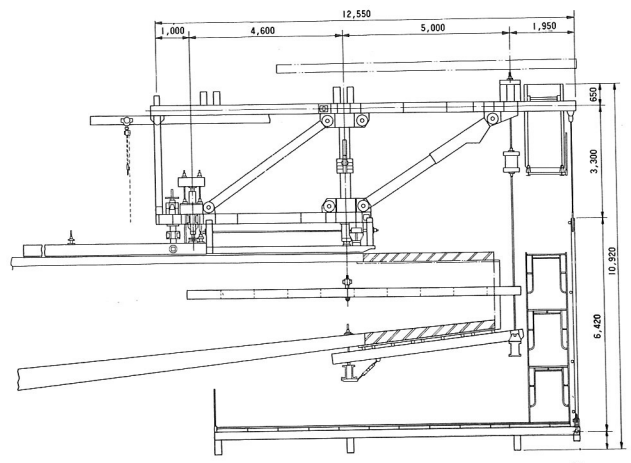


図-12 トラベラー

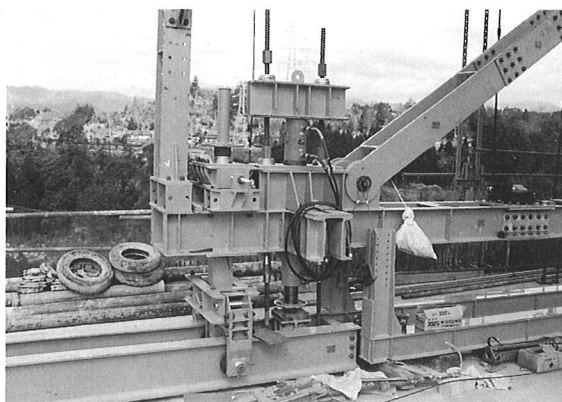


写真-6 トラベラーの後方アンカー

トラベラーによる作業工程は7日サイクルである。

第一日目 主ケーブルの緊張、脱型、トラベラー移動

第二日目 型枠セット、下床版、スターラップ配筋

第三日目 シース組立、内型枠組立

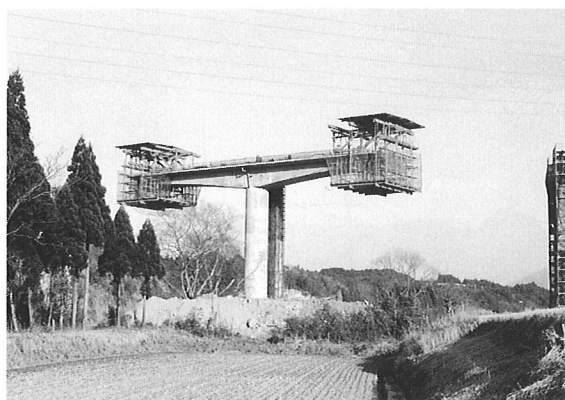
第四日目 上床版配筋、コンクリート打設準備

第五日目 コンクリート打設、養生

第六日目 養生

第七日目 (鉛直鋼棒)、床版横締の緊張

対称施工(同時張出し)であるため、7.8m/週、となった。

写真-7 張出し施工中(P₃)

張出し施工の調査・計画時点での障害物に、交差する送電線がある。組みばらしの際のレッカー作業に限らず、移動中のトラベラーに誘導電流を発生させるなど、危険をとまなうので、電力会社との打合せ・連絡が重要である。

(4) 吊り支保工

詳細設計の検討に従い中央閉合部・側径間とも吊り支保工タイプで施工した。吊り支保工では荷重の一部を橋体に分担させるので、張出し先端部の鉛直変位と水平変位が打設荷重によって変化する。そのため鉛直変位は高さ管理の時点であらかじめ調整する必要がある。また、水平変位は型枠(特に沓まわり底板)に悪い影響を与えるので吊り支保工材でその移動を拘束することが大切である。

吊り支保工材を橋体下端に10tonの張力(2本のPC鋼棒で各5ton)で締めつけ、目違いを防止した。これは支保工梁を拘束し、水平移動防止にも効果があった。

P₁~P₂間の吊り支保工の解体は仮橋を利用することができず、橋面上よりの作業となった。レッカー

写真-8 吊り支保工の解体(P₂~P₁間)

2台の相吊りで、

枕梁を水面まで一度おろし、もりかえて橋面へ引き上げる撤去方法を採用した。

(5) 上げ越し管理

カンチレバー工法が採用された5径間部の上げ越し計算は、PCカンチレバー橋設計施工プログラム⁵⁾により行った。プログラムでは次の事項を考慮して上げ越し計算が行なわれるが、コンクリート打設時のトラベラー自体の変形量や型枠の沈下量については現場で決定することにした。

- ① 桁の自重による変形(橋面工も含む)
- ② トラベラー、作業荷重による変形
- ③ プレストレスによる変形
- ④ プレストレスの減少による変形
- ⑤ クリープ・乾燥収縮による変形
- ⑥ 構造系の変化による変形

これらの大型電算機による計算値は、詳細設計完了時にマイクロコンピュータのデータとしてフロッピーディスクに収納され、計算値と実測値の比較が容易にできるようになっている。

現場における上げ越し管理の精度向上のため、最初のP₃張出し施工時に、トラベラーと型枠の変形量および、コンクリート打設前・打設中・打設後、プレストレス導入前後、トラベラー移動前後における各標高を計測し、さらに朝昼夕の時間的な変化を追跡した結果をもとに、図-13のフローチャートに示すように、上げ越し計算値の修正の有無を判定した。標高および橋体変形の計測にはレベルとトランシットを用いたが、他にTVカメラを用いる計測⁶⁾についても試みた。

現場実測値と計算値との比較検討の結果、コンクリート打設における片側ブロック打設終了後のアンバランスモーメント作用時の橋脚の回転変形が計算値よりも大き

かったことから、マイクロコンピュータを用い、実挙動に合致する橋脚の剛性を逆算し、その値によってたわみ計算値および上げ越し量の修正を行なった。桁の剛性については、その計算仮定値が若干高い結果となったが、そのまま用いることとした。このように、大型計算機で算出された上げ越し量を実橋に適合するよう修正し、上げ越し管理を行った。

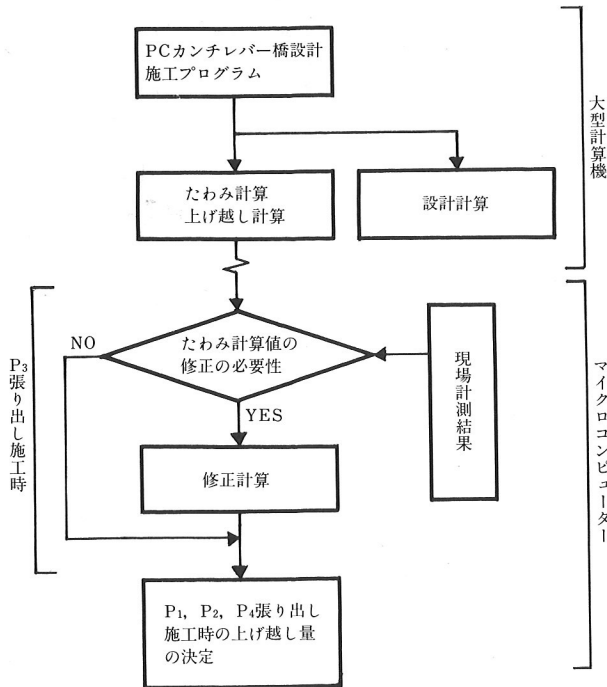


図-13 上げ越し量決定のフローチャート

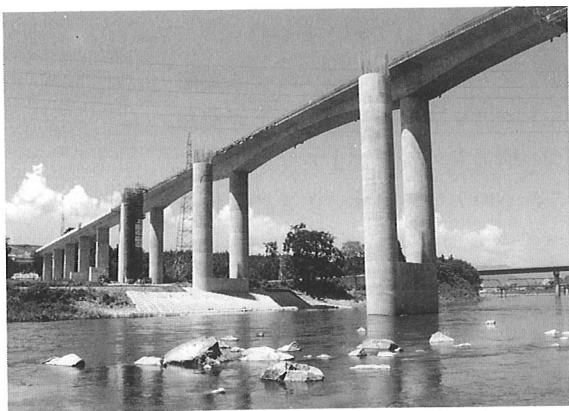


写真-9 橋体工完了(P1護岸より望む)

(6) 6 径間連続PCラーメン橋の施工

6 径間部230mは稲作耕作地であり、A₂橋台付近および市道との交差の2箇所を除けば、比較的平坦で支保工施工には好都合であった。この地帯は埋蔵文化財があり掘削調査中であり、6 径間部耕作地についても着工前に調査がおこなわれた。

地上から底板までの高さが平均21mということで、支保工の主要材料としてNT支柱を使用した。NT支柱は梁



写真-10 NT支柱による支保工施工

用パネル4枚を1組として柱となるように構成したものであり、ここでは、16m(4 @ 4m)、18m(2m+4 @ 4m)の2種類を使用した。標準パネルとして4mと2mがあり、すべての部材の接合はピンとボルトで構成されている。1径間6本の支柱を組み上げるのに、搬入から組立完了(頭部ピースと斜材取付)まで、7日間であった。NT支柱は3径間分用意し(写真-10)、それぞれ2回の転用をはかった。支保工梁としてH400を使用し、NT支柱上の枕梁に固定(シャコ万使用)した。このH型鋼に安全防護工をほどこしビティ枠を組み立て、底板高さの微調整を行なった。

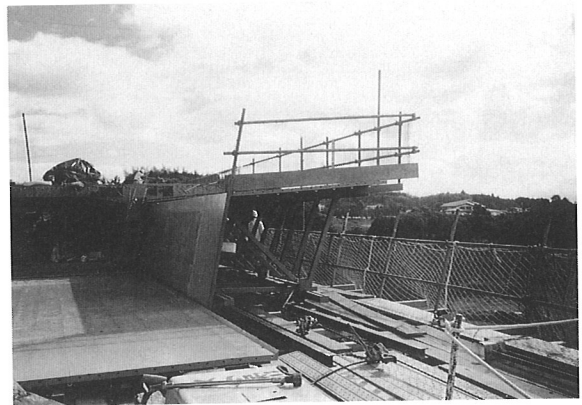


写真-11 移動式側型枠

等断面箱桁であり、一回の施工延長が平均18mであったので、鋼製型枠を特注した。この型枠は1ブロックを9mとし、上流側・下流側にそれぞれ2基、合計4基準備した。この型枠フレームはテフロン板によってレール(H型鋼)上を移動し、装備したジャッキ(ビティ用ジャッキ相当品)で所定の高さに据付ける。フレームの移動には3tonチルホールを用い、橋軸直角方向の横取りにはレバーブロックを使用した。施工サイクルが14日であったため、コーティング加工したメタルフォームを使用した。塗装面が脱型時に剥れるというトラブルが発生し、現場内で大がかりな再塗装を行なった。コンクリート・剥離材・コーティング加工・メタルフォームの四つの要素が影響

し合っのトラブルとのことであつたが、明確な原因究明はできなかった。メタルフォームの防錆塗装について、今後現場サイドでも研究する必要がある。

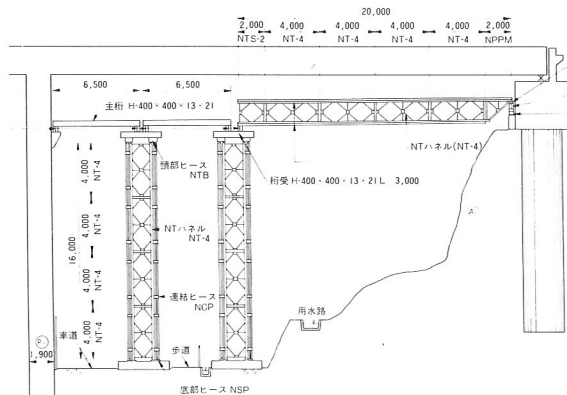


図-14 P₁₀-A₂間支保工図(NT梁)

A₂橋台前面の法面が、発掘調査未了ということで、仮支柱の建て込みが許されなかった。そのため、A₂橋台から市道上のNT支柱までのスパン20mに、NT梁を用いた。20mのNT梁は一本当り5tonとなり、市道近接の架設には十分注意を払った。このNT梁の解体には、橋軸直角方向にレール(I型钢)を2本準備し、ギヤ・トロリーによってNT梁を吊った状態で横取りした。桁下に余裕がない場合には効果があると思われる。

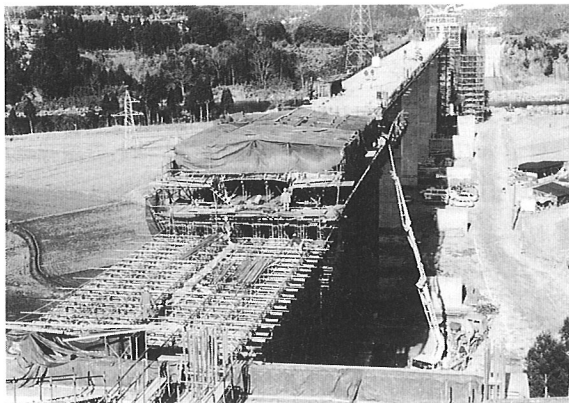


写真-12 P₁₀柱頭部のコンクリート打設状況

橋体コンクリートは、ポンプ車のブームにパイプの補助をつけて橋面まで導き打設した。橋面仕上げにはきびしい条件が出され、全面シート養生によって「風・雨・日照」からコンクリートを保護した。

4. あとがき

当工事で特記される事項をあらためて整理すると次のとおりである。

- ① 上部・下部を一つの共同企業体が受注し施工した。
- ② 10月から翌年5月までの渇水期施工という制約の中で、ニューマチックケーソン2基と、P₁・P₂の張出し

施工およびもたれ擁壁・護岸工を消化した。

- ③ 上部工のPC鋼材を、PC鋼棒からPC鋼より線に変え、ケーブルによる張出し施工を行なった。

- ④ PC鋼棒用定着具を新しく開発し、従来の性能に加えてグラウトの充填が確実にできるものを使用した。

- ⑤ 高さが20m前後の場所打ち支保工にNT支柱を用いて施工性の向上、工程短縮に十分な成果が上がった。

以上の5点のうち上部工に限った3点についてみても、実に多方面の方々の協力と努力があつて、当工事の竣工を迎えることができた。上り線だけの暫定施工であつたことが、いかにも残念であるが、この仕事で得たものを次に結実させることを誓って、いたらなかった部分の反省をしたい。最後に日本道路公団の方々、(株)白石・川田建設(株)共同企業体の各氏の暖かいご協力に感謝するしだいである。

参考文献

- 1) 野崎収和ほか：東北自動車道新八幡平橋の計画，橋梁，Vol.17，No.2，1981.
- 2) 御子柴光春ほか：浦戸大橋の設計について，プレストレストコンクリート，Vol.13，No.5，1971.
- 3) 吉田裕ほか：有限要素法による箱型断面ラーメン橋柱頭部の応力解析，東工大土木工学科研究報告，No.18，1975.
- 4) PC鋼材について：コンクリートライブラリー，第41号，1975.
- 5) 森本ほか：FCC工法によるPC橋梁の設計支援システム，川田技報，Vol.6，1987.
- 6) 北島・越後：TVカメラとマイコンを利用した標高計測システムに関する一考察，川田技報，Vol.3，1983.