

新綾部大橋（新丹波大橋）上部工の施工

高野叔和*
佐藤伸次**
植田卓文†
新井英雄††

はじめに

一般国道 173 号は、京阪神と京都府北部を直結する幹線道路である。本橋はその終点側の京都府綾部市で、市街地を迂回し直接一般国道 27 号に短絡するバイパス計画の一環として現在建設中である。

本橋の設計概要については、すでに、本誌の昭和 62 年 1, 2 月号で報告したが、その特徴は、一般河川由良川および JR 山陰本線を越える主橋部に橋長 240 m の 3 径間連続 PC 斜張橋を採用したことである。さらに、主桁の架設工法において河川部の張出し架設と跨線部の押し出し架設を採用しているが、全く異なる架設工法を一つの斜張橋で同時に採用しているということも本橋の大きな特徴である。

本橋は昭和 62 年 9 月に張出し施工部と押し出し施工部を閉合部（吊支保工施工部）により連結した。これにより PC 斜張橋として国内で初めて支間長 100 m を超える本格的道路橋となった。

本稿では、この PC 斜張橋（上部工）の施工について報告するものである。

1. 工事概要

本橋の一般図を図-1 に、工事概要を表-1 に示す。

2. 施工方法の概要

本橋の施工要領を図-2 に、また、施工区分と工程表をそれぞれ図-3 と表-2 に示す。

由良川を渡る部分の斜張橋部主桁は河川条件等によりディビダーク式張出し工法で、JR 山陰本線を跨ぐ部分の主桁は桁下空間や安全性を考慮して SSY 式押し出し工法で施工し、両施工部を中央で連結する方法とした。フ

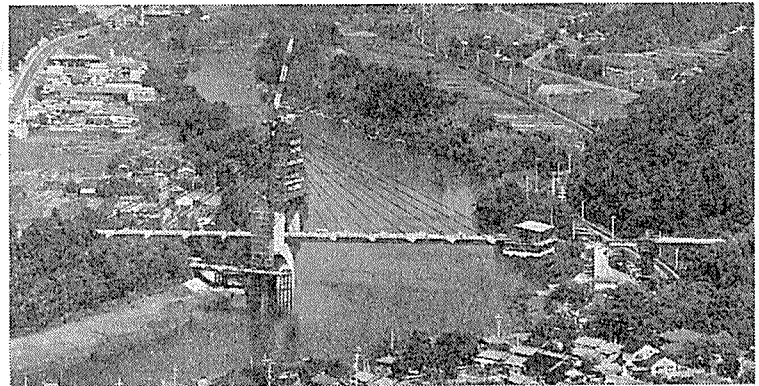


写真-1 施工中の新綾部大橋

表-1 工事概要

設計条件		
路線名	一般国道 173 号	
道路規格	第 3 種第 3 級	
設計速度	50 km/h	
橋格	1 等橋	
橋長	391.75 m (斜張橋部 240.00 m)	
構造形式	3 径間連続 PC 斜張橋 (51.5 m + 110.0 m + 77.5 m)	
幅員	9.75 m (片側歩道 2.5 m)	
設計荷重	活荷重: TL-20, 雪荷重: 100 kg/m ²	
平面線形	直線	
縦断勾配	4.2% 直線	
横断勾配	車道 1.5% 直線, 歩道 2.0% 直線	

主要数量

区分	材料	仕様	単位	数量
P C 斜 張 橋 部	主	コンクリート	$\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$	m ³ 1690
		鉄筋	SD 30	t 235
	桁	PC 鋼材	SBPR B 種 2 号 $\phi 32$, $\phi 26$ SWPR 7 B 12T12.7 SWPR 1 12 $\phi 7$	t 110
主 塔	主	コンクリート	$\sigma_{ck}=270 \text{ kg/cm}^2$	m ³ 660
		鉄筋	SD 30	t 41
	斜材	鉄骨	SS 41	t 36
		PC 鋼材	SBPR B 種 2 号 $\phi 32$	t 95

ーチング下端より 67 m の主塔（高さ 43 m）は、これを受ける SRC 造の横梁を施工した後に足場を組み上げて施工した。施工中並びに完成後において主桁を吊り支える斜材は、本橋の場合 PC 鋼棒で構成されており、主

* 京都府綾部土木事務所所長

** 京都府綾部土木事務所主任

† 住友建設（株）大阪支店（新丹波大橋作業所長）

†† 住友建設（株）大阪支店（新丹波大橋作業所）

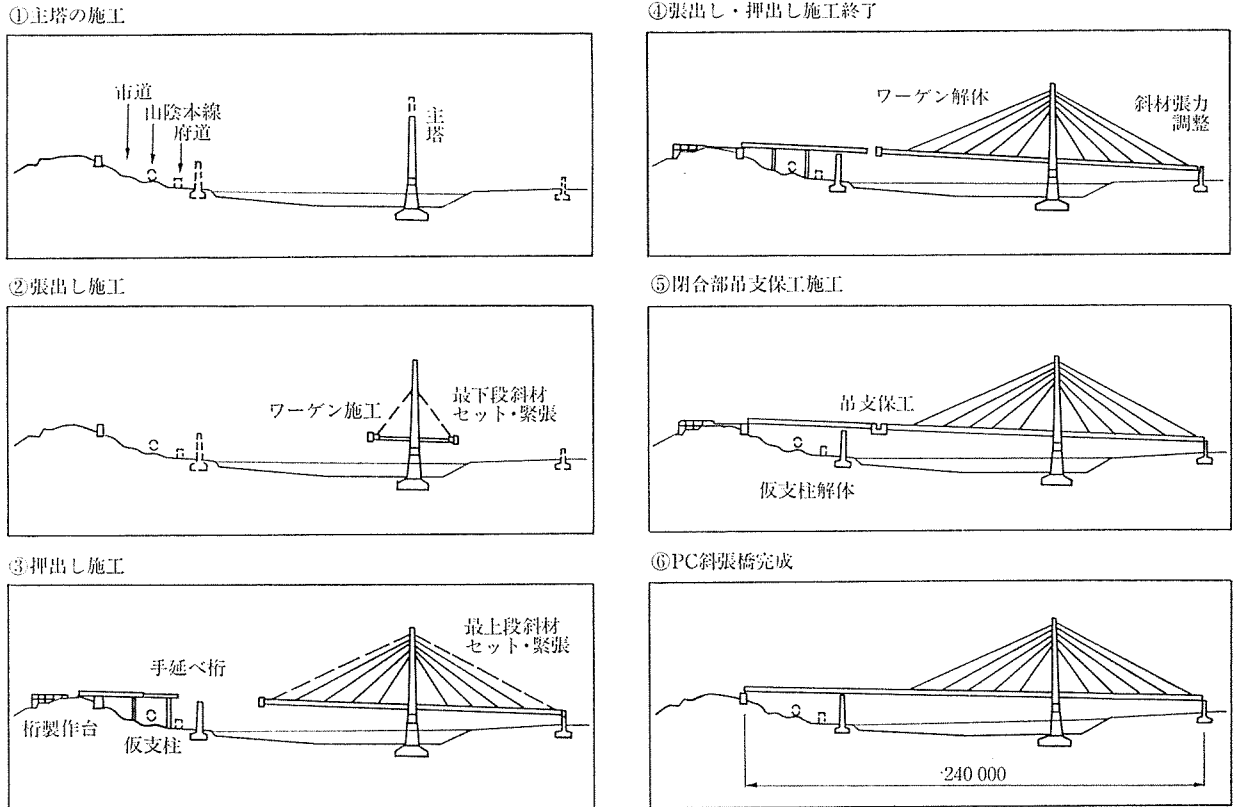


図-2 施工要領

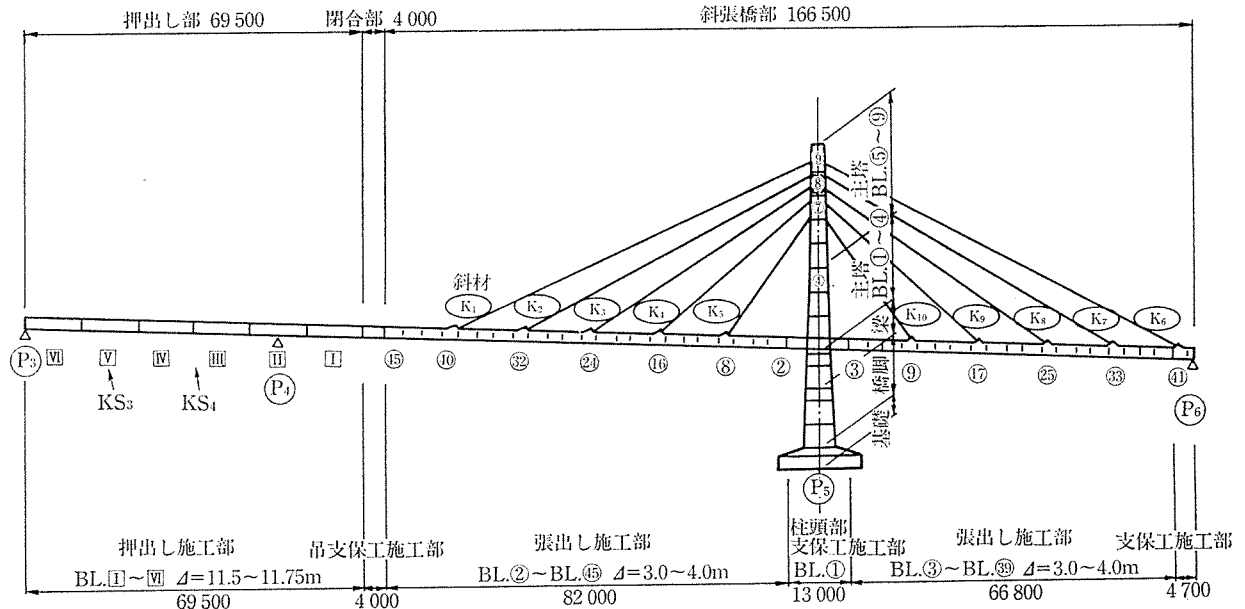


図-3 施工区分図

塔および主桁製作時にあらかじめ据え付けた埋込み部の両鋼棒間で、保護管を利用して中間空中部分を架設し緊張を行った。

主塔下端部の施工終了後施工足場を上方に移し、主塔上部と主桁を並行して施工した。主桁柱頭部施工後、ワーゲンを2基組み立て、左右同時に張出し施工を開始

した。P₅橋脚上で主桁を仮固定して回転を拘束し、張出し状態での主桁応力に対しては上床版（一部ウェブ）に配置したPC鋼棒と架設斜材のプレストレスにより補強して桁に過度の引張応力が生じないようにした。

ワーゲンによる主桁製作と斜材架設を繰り返して、P₆橋脚に到達した時点でこの部分を支保工施工し、負反力

◇工事報告◇

表-2 全体工程表

工種	年月	60年			61年			62年				63年			
		10	12	1	4	7	10	12	1	4	7	10	12	1	3
準備工		■													
基礎工		■	■												
橋脚工				■	■										
主塔工					■	■	■	■	■	■	■	■			
主桁工	斜張橋部				■	■	■	■	■	■	■	■			
	押出し部						■	■	■	■	■	■			
橋面工・振動試験ほか												■	■	■	■

鋼棒を緊張した。その後、P₃橋脚上の仮固定を解放し、さらに中央径間部を張り出した。

斜張橋部の施工進捗に合わせて P₃橋脚後方に主桁の製作ヤードを組み立て、押出し施工を開始した。山陰線の両サイドには仮支柱を設置して押出し架設中の主桁の応力を改善し、転倒を防止した。桁が所定の位置に収まった後に完成ケーブルを挿入して緊張し、仮支柱を撤去した。

両施工部の連結前に斜材の再緊張を行い、同時に斜材張力と主桁形状の調整を行った。連結後 3~4 回に分けて斜材保護管内にセメントミルクを注入し斜材鋼棒の防錆を行った。

3. 斜張橋部主塔の施工

3.1 施工方法

主塔の施工方法としてジャンピングフォーム工法と総足場施工法の 2 工法で比較を行った。前者の工法は既に幾つかのコンクリート高橋脚の施工に実績があり、安全性・施工性・経済性の点で有利なことが示されている。しかし本橋の場合、次のような点を考慮して総足場施工を行うこととした。

- ① 斜材と塔頂梁部での主塔軸の折れを回避するために大幅なフレーム構造の改造が必要であること。
- ② 主塔高さ 43m においては前者の工法の経済的メリットが特に現われないこと。
- ③ 斜材埋込み鋼棒の背面スペースに余裕がないこと。

コンクリートの打設ブロック長は標準で 5m として全体を 9 ブロックに分けた。鉄骨は標準長 10m で 4 ロットに分割し、コンクリート 2 ブロックの施工に先行して 1 ロットずつ架設を行うこととした。

主塔の施工足場は 2 段階に分けて組むこととした。第 1 段階は主桁柱頭部支保工 (H 鋼ブラケット) を利用して第 1~第 4 ブロックまでを施工し (写真-2)、続いて第 2 段階として第 3 ブロックに新たにブラケットを取り

付け、足場材を移設して第 5~第 9 ブロックを施工した (写真-3)。この足場は斜材を架設・緊張してグラウトが終了した後に解体した。

資材の運搬には 4t 吊りの自昇式タワークレーンを使い、足場の解体時まで利用した。

傾斜した主塔が施工中の地震力に対して耐力が不足していることから、第 4 ブロック打設後この位置に水平補強材 (2×H 250) を配置して

その後の主塔曲げモーメントの増加を抑えた。この際

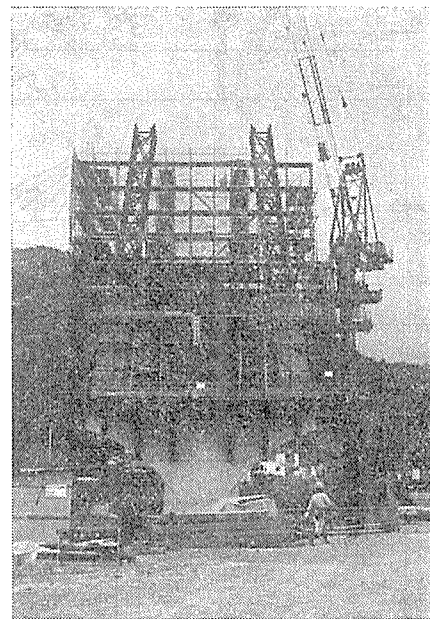


写真-2 主塔下部の施工

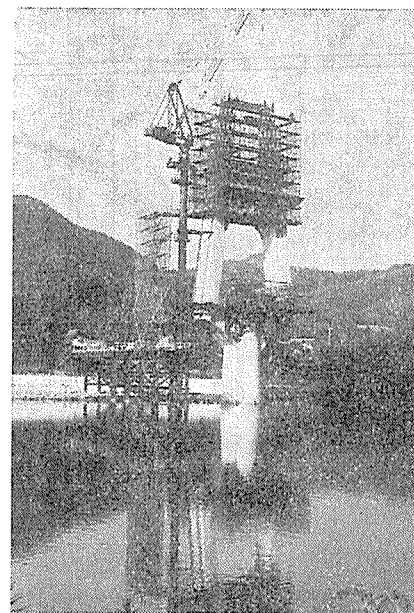


写真-3 主塔上部と主桁柱頭部の施工

SRC 構造として耐力の照査を行った。

3.2 主塔躯体の施工

主塔コンクリートは標準部で約 60 m³、梁と同時に打設する第 8 ブロックで約 100 m³ あり、足場上に配管してのポンプ打設を行った。打設の際に生じる水平力のアンバランスを抑えるために左右交互に 10 m³ ずつ打設して支保工の負担を軽減した。

型枠は形状変化に柔軟に対応できる木製型枠を使用した。鉄骨にアンカーするとともに、転倒を防止するために鋼管サポートで内側を支えた。第 8 ブロックの塔頂梁部は第 7 ブロックに鋼製ブラケットを据え付け鋼材を渡して支保工とし、また、鋼材を水平方向に固定してコンクリート重量による主塔の倒れを抑えた。

3.3 斜材定着部の施工

斜材定着部は 9~13 本の PC 鋼棒 $\phi 32$ をコンクリート中に埋め込み、突出部を溶融亜鉛メッキ鋼管とネオプレノム緩衝材で保護した構造である。左右の斜材中心が中央で交わり、鋼棒は主塔内で扇状に交錯して分散定着されている (写真-4)。

まず、鋼管の方向性を確認して固定し、この両端にスペーサを配置した。次に、あらかじめ所定半径で曲げ加工した PC 鋼棒を上方より 1 本ずつ挿入して位置決めを行い、アンカーブロックを鉄筋に固定した。ジャッキの緊張スペースを確保するために、通常のモンタージュトップをブロック背面にセットしたほか、発泡スチロールを現場加工して型枠に固定した。

3.4 景観上の配慮

斜張橋のシンボルである主塔の存在感をより際立たせるため、主塔の中央部内・外全長にわたって幅 80 cm、深さ 10 cm のコンクリート切欠きによるストライブを

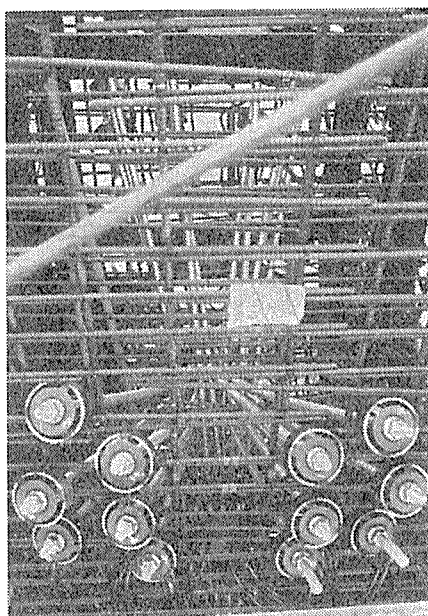


写真-4 主塔側斜材定着部

表-3 C種の塗装系

工程	使用材料	塗装条件			塗装間隔
		目標膜厚 (μ)	標準使用量 (kg/m ²)	塗装方法	
前処理	プライマー	—	0.10	エアレススプレー (はけローラー)	各10日以内の間隔は、標準とする。1日以上。
	パテ	—	0.30	へら	
中塗り	厚膜型エポキシ樹脂またはビニルエステル樹脂塗料中塗り	350	1.20	エアレススプレー	
上塗り	ポリウレタン樹脂塗料上塗り	30	0.15 (0.12)	エアレススプレー (はけ)	

道路橋の塩害対策指針 (案) より

設け、特に外側面のストライブに塗装をほどこした。完成後の塗替えが非常に困難であるため、特に塩害が問題となることはないが、長期耐用を考慮して塗装仕様として道路橋の塩害対策指針 (案) の塗装系 C 種 (表-3) を適用した。

なお、色調は斜材保護管 (黒色)、高欄 (こげ茶色) に合わせ、斜張橋の 3 要素 (主桁、主塔、斜材) を強調するために黒色とした。

4. 主桁の施工

4.1 主桁の張出し施工

4.1.1 柱頭部の施工と仮固定

主桁柱頭部 13 m は河川条件より橋脚に鋼製ブラケットを取り付けて支保工施工を行った。

施工中の橋軸方向の主桁の回転を拘束するためにコンクリートブロックを本沓の両側に設置し、橋面より PC 鋼棒を緊張して主桁と橋脚を仮固定した。P。橋脚上の主桁を施工し負反力鋼棒を緊張した後にこの仮固定を解放し、固定 BP 沓に反力を移した。

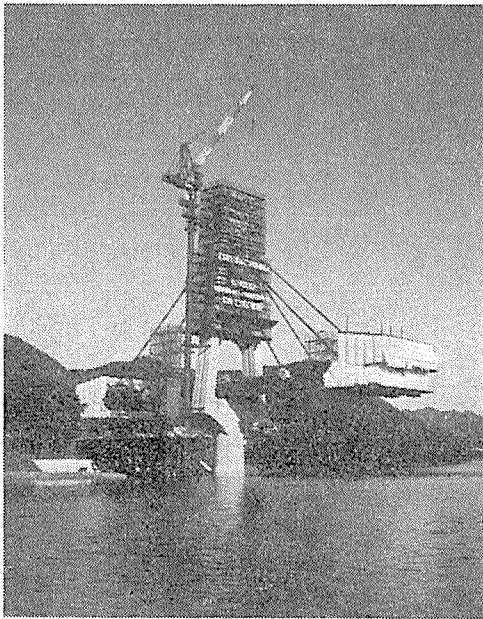
主桁の橋軸直角方向は床版横締め鋼材 (12 ϕ 7) で補強されているが、先に施工された主塔のためにこの鋼材を緊張できない部分が生じることから、柱頭部張出し床版を 4.0 m にわたって幅 1.0 m 切り欠いて緊張スペースを確保した。切欠き部は作用応力が小さい歩道側を選び、設計時鉄筋応力度が 800 kg/cm² 以下となるよう補強鉄筋を配置してひび割れの発生を抑えることとした。

4.1.2 ワーゲン施工

表-4 にワーゲン張出し施工部の標準工程表を示す。斜材定着ブロックの施工前後で型枠・支保工の組立しがあり、また、斜材架設中に次のブロックの鋼材組立て作業を行う点の特徴である。

斜材定着部のない標準ブロックは同一断面であり鋼製型枠を使用し、定着ブロックでは複雑な横梁形状を考慮

◇工事報告◇



写真—5 ワーゲン施工

して木製型枠を1回使いとした。ワーゲン内での型枠の受け方も両者では自ら異なり、そのために前述のとおり型枠等の組立し作業が必要になった。

斜材の架設・緊張作業を考慮して左右のワーゲン施工を左右対称に行った。標準ブロック約 20 m³ のコンクリート打設はポンプ車1台で交互に行い、定着ブロック(約 45 m³)では主塔に作用するアンバランスモーメントを小さくするために2台のポンプ車で同時にコンクリートを打設した。

張出し施工中の主桁は、斜材の緊張前のカンチレバー状態で断面上縁の引張応力度がクリティカルとなり、これに対して、柱頭部で 60 本、標準部で 36 本の PC 鋼棒で主桁内プレストレスを与えて補強した(図—4)。標準部の PC 鋼棒は 8~10 本を1断面で緊張し、これをカップリングして連続的に配置した。完成系では不要であるが、カンチレバー状態のせん断力に対して鉛直締め PC 鋼棒 φ26 を配置した。

4.1.3 斜材定着部の施工

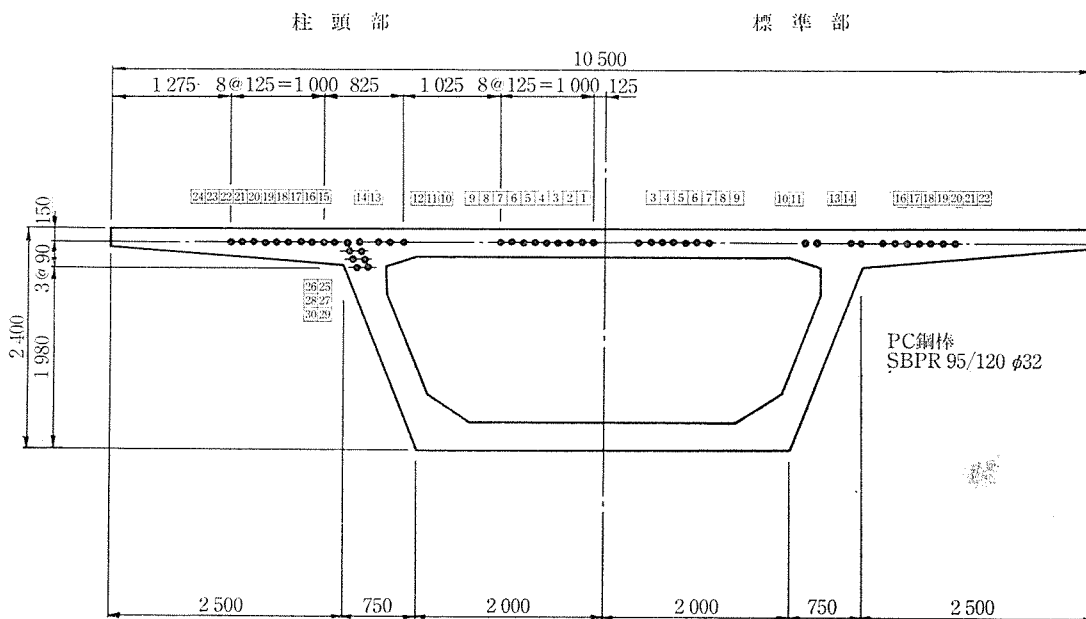
主桁側の斜材定着部を 図—5 に示す。斜材 PC 鋼棒を主桁から張り出した横桁に定着し、斜材の力を主桁にスムーズに伝えるために横締め鋼材 12 T 12.7 並びに鉛直締め鋼棒 φ26 で補強している。斜材鋼棒をコンクリート内に埋め込む構造は主塔定着部と同じである。

斜材鋼棒の据付けは、主塔側

表—4 張出し施工部の標準工程

施工ブロック	10H	20H	30H	40H	50H
標準ブロック	■	■	■	■	■
斜材定着ブロック		■	■	■	■
斜材			■	■	■
標準ブロック			■	■	■
標準ブロック		■	■	■	■

注: 10H~20H: 型枠組立含む
20H~30H: 突起, 保護管・鋼棒架設
30H~40H: 緊張
40H~50H: コンクリート打設, 緊張
10H~20H: ワーゲン移動, 型枠組立
20H~30H: 鉄筋・鋼材組立て



図—4 張出し施工時の主桁内 PC 鋼材の配置

◇工事報告◇

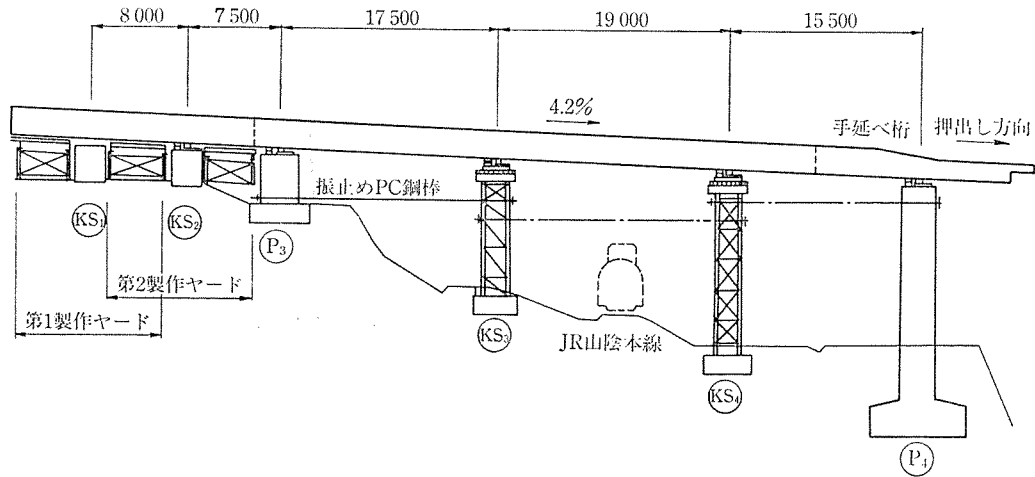


図-7 押し出し施工部の仮設備

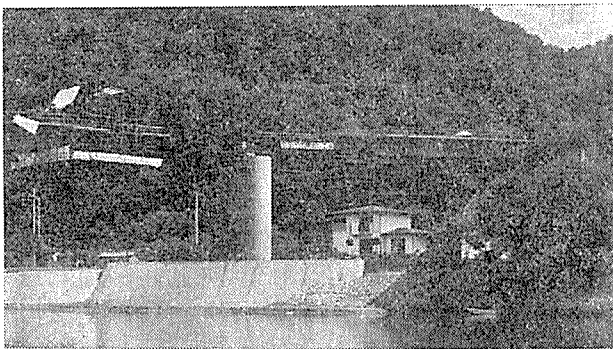


写真-6 SSY 式押し出し施工

出し装置を設置した。

図中製作ヤードを第1, 第2に分けてあるのは, 手延べ桁先端を1日の押し出し作業でKS3 からKS4 に移動させるためである。主桁6ブロックのうち最初の第1, 第2ブロックを第1製作ヤード上で製作し, 手延べ桁が山陰線を跨いでKS4 を越えた後, 残りの4ブロックを第2製作ヤードで製作した。

P₃ からP₄ 橋脚にかけて橋脚・仮支柱間を振止めPC鋼棒で連結した。仮支柱の転倒安全性は設計上充分であったが, 山陰線を越えるための万全の処置としてこれを設置したものである。

長さ18mの手延べ桁は3ロットに分けて製作ヤード上で組み立て, コンクリートとの接合部は突き合わせ型として40本のPC鋼棒を緊張した。手延べ桁の各ロットがP₄橋脚を越えた位置で順次解体を行った。

4.2.2 主桁の押し出し施工と反力管理

製作を終えた主桁は, PC鋼材を緊張した後, 押し出し装置により前方に押し出す。SSY式押し出し工法では主桁の推進力は各支柱上の水平押し出し装置が負担し, 47cmのストロークで桁を移動させ, 鉛直ジャッキで桁を上方に上げて後方に戻す。一連の押し出し作業サイクルを図-8に示す。

SSY式押し出し工法

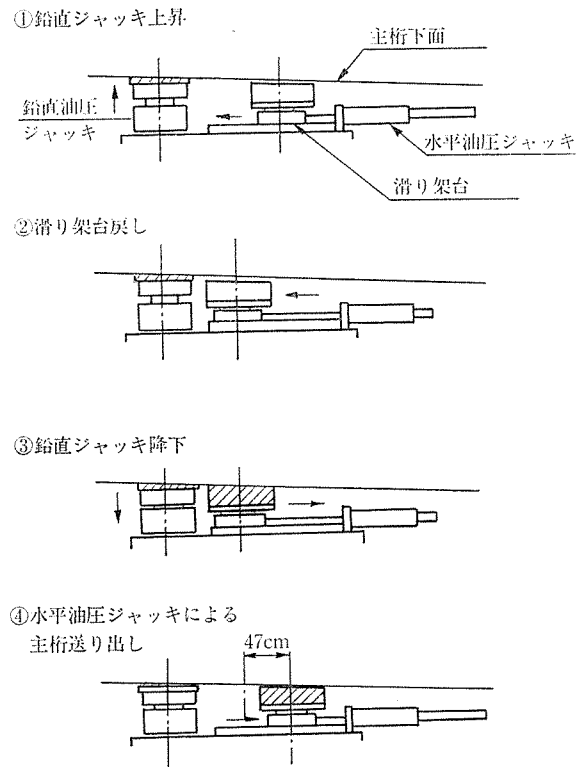


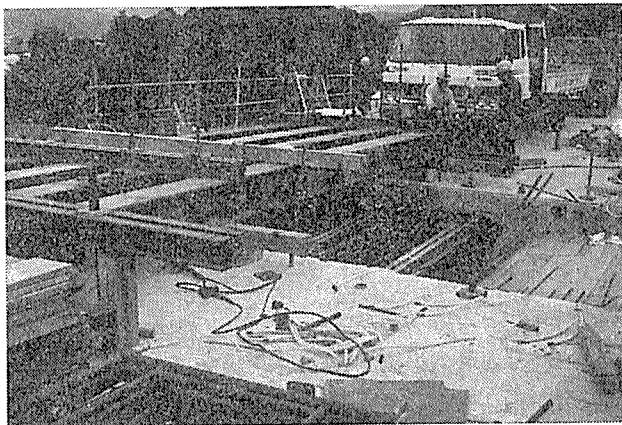
図-8 押し出しサイクル

押し出し架設中の主桁応力は, 桁形状の誤差等による支点反力変動のために設計上の値と異なる場合が生じ得る。そこで, マイコン制御の自動反力管理システムにより, 各支点の反力を押し出しサイクル毎に計測して設計値と比較し, 支点反力のプレート調整を行い, 主桁に不利な応力が作用しないように管理を行った。

4.3 主桁の連結

張出し施工部と押し出し施工部の主桁を中央4m区間で吊支保工によって連結した(写真-7)。

両施工部の先端では, コンクリートの打設荷重並びに



写真一七 閉合部の施工

日中の部材温度変化により変位と角度の相対差が生じ、コンクリートの性状と出来形に悪影響を及ぼすことが懸念された。相対変位量はコンクリート打設時の計算値が60mmであり、また、温度変化によって最大70mmが実測されており、この変位差を抑えるために2つの処置を講じた。

ひとつは、両部材を中間部材（H形鋼）であらかじめ緊結する方法である。これによりコンクリート打設前後の相対変位は20mmに減少した。もうひとつの方法は、橋面上に散水する方策である。散水により主桁上下面の温度差がほぼ無くなるために、本橋の場合、温度変化の影響のかなりの部分を除去することができた。

さらに、打設翌日に応力レベル 5 kg/cm^2 程度のプレストレスを与えて初期のクラック発生を防止した。

5. 斜材の架設と張力・形状管理

5.1 斜材の構成

斜材構成図を図一9に示す。

斜材にはPC鋼棒（SBPR 95/120, $\phi 32$ ）を用いた。保護管は硬質ポリエチレン管（ $\phi 200 \sim 250$, $t 8.5 \sim 9.5 \text{ mm}$ ）とし、内部をセメントミルクで充填する構造である。

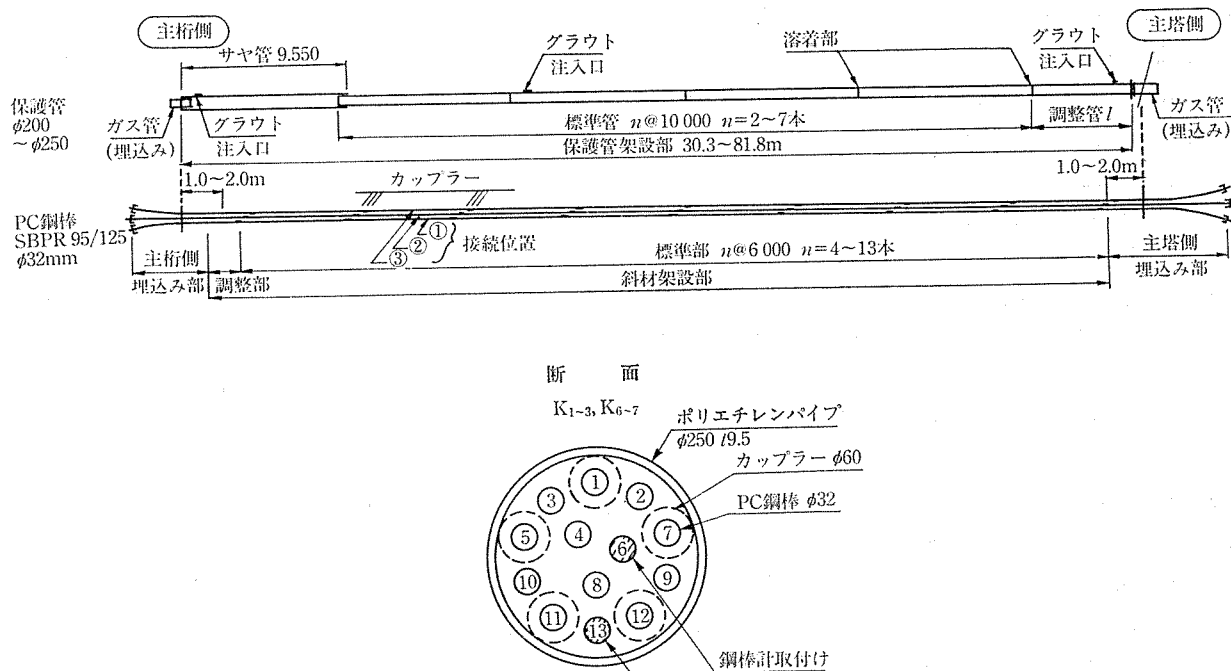
ひとつの斜材は9~13本のPC鋼棒で構成され、それぞれのPC鋼棒は、主桁並びに主塔側に埋め込まれてコンクリート面より1.0~2.0m突出した埋込み部（定着部）と、両者間を結ぶ架設部とに分けられる。架設部の標準鋼棒長は施工性を考慮して6.0mとし、主桁側に長さ調整部を受けた。埋込み部ではそれぞれの鋼棒定着端の定着間隔を確保するために、扇状に分散してアンカーグロウケに定着されている。

保護管は、埋込み部境界面の剛性変化点を保護するために鋼管を配置し、中間部をPE管で結合した。鋼管には曲げ応力を緩衝するためにネオプレンゴムのダンパーを設けた。PE管は標準長10mのものを現場で溶着し、さらに主桁側には鋼棒架設作業を行うためにサヤ管を設けてスライド構造とした。

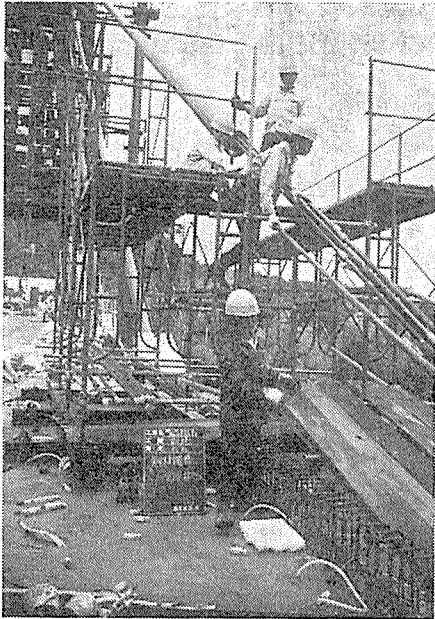
充填材のセメントミルクは、ブリージング抑制混和剤（コンバックス 208 T）を用いることによりウォータレンズ等の発生を抑えて、防錆効果が充分期待できるものとした。

5.2 架設方法

PC鋼棒 $\phi 32$ は他の斜材材料と比較して剛性が大き



図一9 鋼材構成



写真—8 斜材の接続

く、施工足場を高く組むことなしに斜材架設を行うためには特殊な工夫が要求された。本橋では、過去の施工実績と比較して安全性・作業性・経済性で勝ることから US (Upward Sliding) 工法を採用することとした。

US 工法は、あらかじめ吊り上げた保護管を通して、主桁上より PC 鋼棒を接続しながら主塔方向に引き上げるといった単純な原理に基づく斜材架設方法である。

まず、準備作業として保護管 (PE 管) を橋面上で接合する。200°C の熱板で接合面を溶融し、手動ポンプで加圧養生して融着する方法 (バット溶着工法) である。この管内にワイヤーロープを通して架設斜材位置まで吊り上げ、水平力を与えて適当なサグ量にセットした。

次に、橋面上の作業足場上で PC 鋼棒を接続して順次主塔方向に引き上げる (写真—8)。所定位置まで引き上げた後、主桁側、次に主塔側の埋込み部の鋼棒と接続してこの鋼棒を緊張した。

緊張された PC 鋼棒は管内を上方に移動するために、次の鋼棒の引上げスペースが確保され、よりスムーズな架設作業を行うことができた。また、主塔に作用する力をバランスさせるために、4本の斜材を同時に緊張することとした。

9~13本の PC 鋼棒の架設・緊張が終了した後、サヤ管を下げて保護管を所定の位置におさめた。

5.3 架設のための実験

本橋の斜材架設に用いた US 工法は過去の実績がなく、架設上の問題点がいくつか懸念された。PC 鋼棒のカップラー形状を特殊な砲弾形として引上げを容易にするなどの工夫を施したほか、いくつかの実験を行って架設上の問題点を解決した。

(1) 鋼棒の引上げ実験

保護管の径は 200~250 mm であり、基本的な問題は管内に 9~13 本の $\phi 32$ mm PC 鋼棒 (カップラー $\phi 60$) をすべて架設でき得るかどうかという点であった。そこで、長さ 14 m、径比 1/2.5 の実験台を現場に製作し、PC 鋼棒引上げ実験を行った。この結果、全鋼棒が引上げ可能であること、緊張によって PC 鋼棒の断面内の位置関係が保持され、また鋼棒どうしよれが回避されること、等が明らかとなった。

(2) 保護管内損傷試験

保護管内をカップラーが引きずられて管が損傷を受け、管の耐圧能力が低下することが懸念されたため、夏の気温の高い日を選んで相当重量の鋼棒とカップラーを 150 回程度管内を往復させた後、1 m 長に切断して耐圧試験を行った。管の摩擦面は光沢を増したが傷には至らず、溶着バリを削る程度であり、また、水圧試験では無傷の管と同程度の変形性能を示し、 10 kg/cm^2 の管圧でも十分耐えた。

(3) 保護管吊上げ実験

橋面上の保護管を吊り上げる際、管は自重により半径 R で湾曲する。この自然曲げ半径 R_g と屈服最小半径 R_{\min} を求めるために、 $\phi 250$ mm の PE 管 32 m (4×8 m) を現場内で吊上げ試験した。その結果、 $R_g = 50 \phi$ 、 $R_{\min} = 15 \phi$ となり、吊上げ時の管の曲率は十分安全である ($S_f = 3$) ことがわかった。なお、強制屈服した管の屈服箇所には亀裂が入ることなく、若干凹みを生じる程度であった。

5.4 斜材の緊張

架設時の斜材の緊張は、張力導入手順を 2 段階に分けて行うこととした。

第 1 段階として接続した PC 鋼棒を緊張し (仮緊張)、第 2 段階ではすべての PC 鋼棒を仮緊張した後にあらたにひと回り緊張を行って、設計張力を導入する (本緊張)。仮緊張終了時の PC 鋼棒張力を一律設計値の 90% とし、残り 10% を本緊張で導入する。このように段階的に張力を導入したのは次の理由によるものである。

- ① PC 鋼棒の許容張力 (架設時 25% 増)。架設順の早い鋼棒は遅い鋼棒の緊張により張力が減少する。このため一部の斜材では上記の 90% が上限となる。
- ② 張力のバラツキが収れんする。
- ③ 仮緊張を 1 本の鋼棒の架設毎に行うため、昼間でも緊張を行う必要があり、温度変化等の複雑な条件が生じる。これに対して、本緊張は緊張作業の繰返しとなるので、温度差の少ない朝方に集中的に行うことができる。

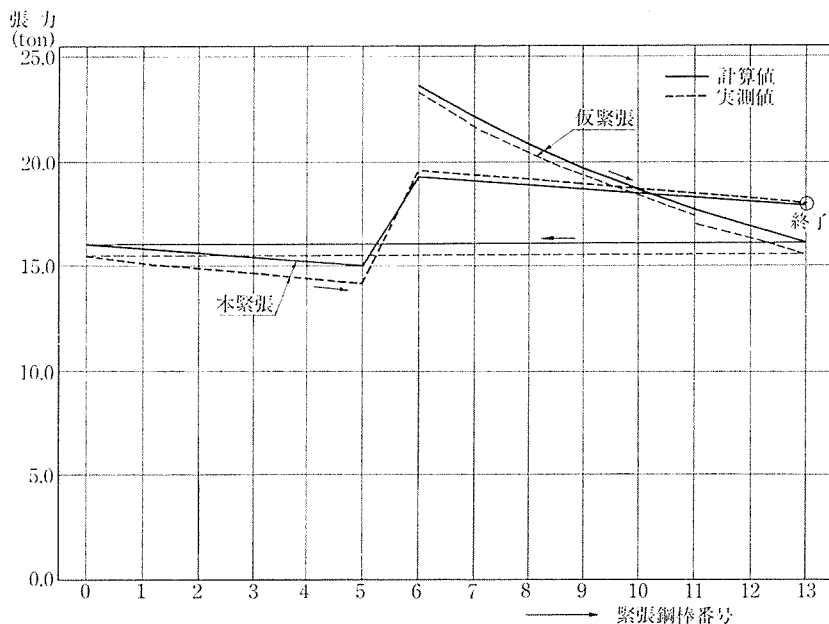


図-10 K。斜材下流 No. 6 鋼棒の張力変化

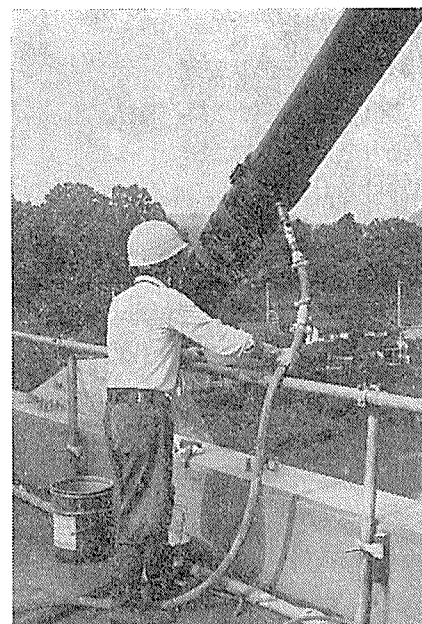


写真-9 斜材のグラウト注入

④ 緊張ジャッキが軽量で作業性が良い。
 仮緊張時の導入張力量は、斜材剛性 (PC 鋼棒本数) が徐々に変化するために鋼棒毎に異なる。
 緊張された同一斜材内の鋼棒が各ステップ毎に一律の張力となるよう、多元の連立方程式を解いて導入量を計算した。本緊張時の減少比率は一様となる。

鋼棒緊張時の張力変化の様子を 図-10 に示す。この図は 1 本 (No. 6) の鋼棒張力に着目したもので、横軸は緊張した鋼棒の番号を示す。No. 6 鋼棒には引張較正を行った鋼棒計が取り付けられており、同一斜材内にさらに 1 本、合計 2 本の鋼棒計によって鋼棒張力の平均値とバラツキ具合を推定することができる。また、鋼棒計により架設後の張力変化状況をリアルタイムに把握することができるため、すべての斜材にこれを取り付けてマイコンで管理した。このシステムを 図-11 に示す。

緊張力の管理はジャッキ背面に据えたダイナモメータで行い、いったん所定値まで達した後にポンプ圧を減・再加圧して、導入力を慎重に確認した。

5.5 グラウト

斜材のグラウト作業にあたって次の項目に注意して施工を行った。

- ① 斜材定着部で PC 鋼棒が分散していること。
 - ② 保護管 (PE 管) の耐圧能力が小さく、また、過大な変形を生じさせないこと。
 - ③ 注入口からの漏出を防ぐこと。
 - ④ 混和剤により流動性の低下したセメントミルクを確実に注入すること。
- ①と②から、1 本の斜材を 3~4 回に分けてグラウト注入することとした。主桁側定着部は PC 鋼棒 1 本ずつ

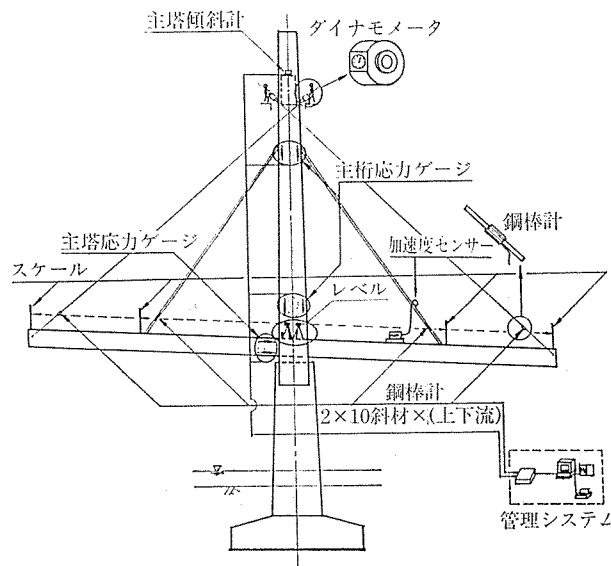


図-11 計測および管理システム

注入し、主塔側定着部は各々の鋼棒のアンカーグロツケ位置に排出口を設け、主塔前面の注入口より注入した。中間部は 2 回に分け、高所での排出確認と注入作業を高所作業車により行った。

③より、注入ノズルを金具で固定し、また、グラウトが下方に回って管圧を上げないように、注入口の下側をバンドで 3 段締め付けた (写真-9)。

④より、長さ 50 m、内径 25 mm の高圧ホースを使用し、またグラウトポンプの最大能力を 35 kg/cm² とした。ホースを含めた注入口までの圧力ロスは流量にもよるが 5~10 kg/cm² であり、最大ポンプ圧は主塔定着部で 20 kg/cm² 程度であった。ホースの長さが短いことからグラウトプラントをトラック上に設置し移動可能とし

た。

5.6 張力と形状管理

主桁および斜材の PC 鋼材緊張力を管理することによって部材応力を管理し、また、型枠セット高さの調整によって出来形形状を管理する点で、従来の PC 桁橋と同様の管理目標において施工管理を行った。これに対して、PC 斜張橋では、斜材張力その他の荷重が応力や形状に鋭敏に影響すること、構造系が複雑で高次の内的不静定構造であること、施工中の斜材張力調整が可能であること等の要因から、実際の現場管理がより複雑なものとなる。したがって、本橋の場合、これらの管理をより体系的に行う必要性が生じた。

そのため、斜材張力、温度、応力等の計測データを集中的に制御し、構造計算のデータベースに基づいた数値処理を短時間でを行い、現場技術者の管理上の判断材料をリアルタイムに提示し得る情報化施工システムを、マイクロコンピューターを用いて開発した。また、張力調整時に必要な、形状、張力等の許容誤差条件下での最適張力調整量の算出を行うために、[クリープの影響を考慮した調整仕事量最小規準]に基づいた最適化手法を導入した。

図-12 に部材温度の経時変化状況の一例を示す。この図から構造物が部材間温度差の影響を受けにくい時間帯は、本橋の場合、朝9時頃と夜中の零時頃であることがわかる。このため、斜材の本緊張並びに型枠セット高さを決める仮ベンチの測量を朝9時前後に行った。

斜材張力の導入と桁形状変化については、最大で約30 cm の鉛直変位が生じるため、当初形状誤差の発生を懸念していたが、構造物の応答補正を行う必要性は生じなかった。斜材張力については最大で7% の誤差が生じ、主桁形状については中央径間側が一様に低目になっていたが、閉合前の斜材張力調整により両者を同時に修正した。張力誤差は主桁応力に余裕のある主塔側（内側）の斜材に生じ、また、形状誤差は張力調整範囲内で修正可能であることが予測されたため、特に途中段階での調整を行わず、張力調整機能を有効に利用した。

勿論、張力調整によって修正可能な形状は滑らかなものに限られ、また張力条件と相反するものは修正不可能であるために、要因分析を行ってこれらの誤差を排除す

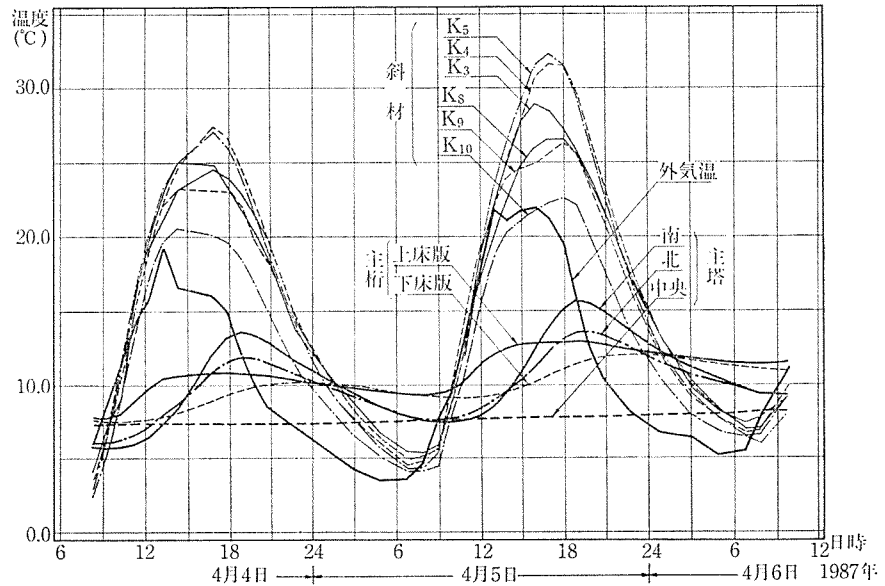


図-12 温度の経時変化

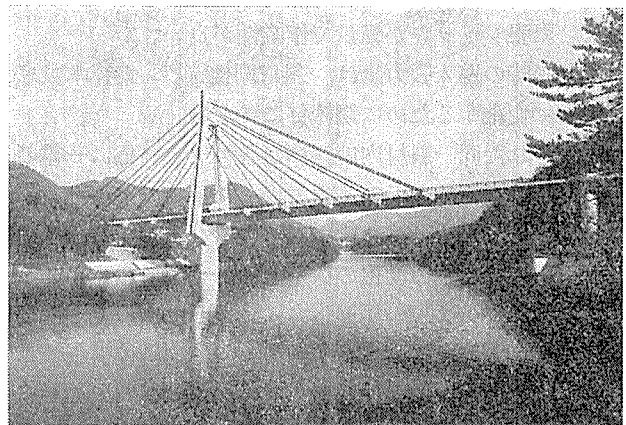


写真-10 完成後の新綾部大橋

るよう管理を行った。

なお、張力調整作業は最適解に基づき10斜材中5斜材について行った。

おわりに

本稿では新綾部大橋（新丹波大橋）の PC 斜張橋部の施工について述べた。本橋の施工における最大の意義は PC 斜張橋において国内で初めて支間長が 100 m を超えたことから、さらに大規模な PC 斜張橋を類似の方法で施工できることを実証した点にあると思われる。本橋の施工を契機に我が国においても続々と長大 PC 斜張橋の建設が進むと考えられるが、本稿が少しでも参考になれば幸いである。

最後に本橋の設計、施工にあたり適切な御指導を頂いた新丹波大橋研究委員会の方々および建設省の関係各位に深く感謝の意を表します。

【昭和 62 年 12 月 4 日受付】