

PC斜張橋「田尻スカイブリッジ」の施工

海田 芳博*1・辻野 文隆*2・山本 十四郎*3・日紫喜 剛啓*4・齊藤 公生*5

1. はじめに

大阪府では、関西国際空港の対岸部に、空港と地域の共存共栄、さらに空港機能の支援・補完を目的として、交流とハイアメニティーに溢れる街「りんくうタウン」の建設を進めている。「りんくうタウン」は、北・中・南の3地区に分かれており、この3地区を連絡する唯一の幹線道路として、都市計画道路泉佐野田尻泉南線が計画された。

田尻スカイブリッジ（旧称：北橋梁）は、北地区および中地区を結ぶ橋長 572 m の道路橋であり（図-1）、その主橋部にはりんくうタウンのランドマークとなるべく橋長 338.1 m の2 径間連続 PC 斜張橋が採用された（写真-1）。

本橋は、広幅員（全幅 26.3 m）な主桁と、国内最高の主塔高（93.6 m：橋面上）を誇る本格的な2面吊りPC斜張橋であり、横梁1本の優美なH形主塔、桁外面に斜材定着突起が現れない滑らかな主桁構造、大断面の脚頂部等に構造的特徴がある。また、斜材には引張強度1900 tf級の大容量工場製作型ロングラウトケーブルがPC斜張橋で初めて採用された。

施工においては、大断面部材のコンクリート温度応力

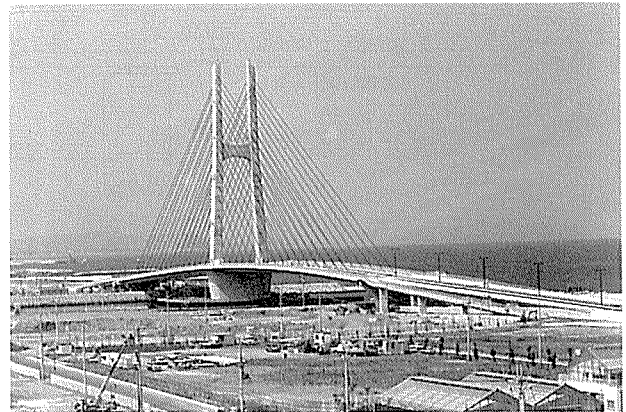


写真-1 全 景

対策、主桁の連結方法、大容量斜材の架設などに特徴があり、フォルバウワーゲンの一括架設等工程面からの工夫も種々行った。

本橋は、平成2年7月より上下部一体工事として施工し、平成6年8月に開通を迎えた。

本報告では、上記特徴的事項に関する施工法を中心に上部工の施工の概要を報告する。

2. 工事概要

本橋の工事概要を以下に示す。また、主橋部の全体一

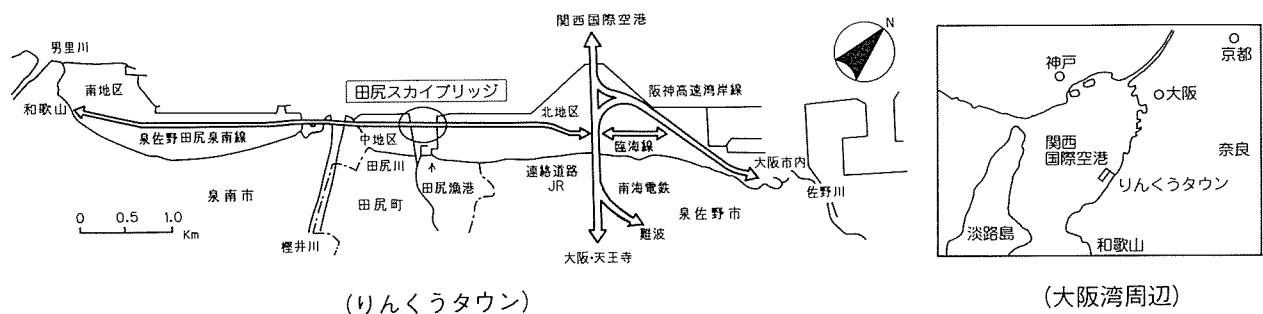


図-1 田尻スカイブリッジ位置図

*1 Yoshihiro KAIDA：大阪府 りんくうタウン整備事務所街路係長

*2 Fumitaka TSUJINO：大阪府 りんくうタウン整備事務所技師

*3 Toshiro YAMAMOTO：鹿島・大林・住友・ピー・エス・白石建設共同企業体 工事課長

*4 Yoshihiro HISHIKI：鹿島・大林・住友・ピー・エス・白石建設共同企業体 設計課長

*5 Kimio SAITO：鹿島・大林・住友・ピー・エス・白石建設共同企業体

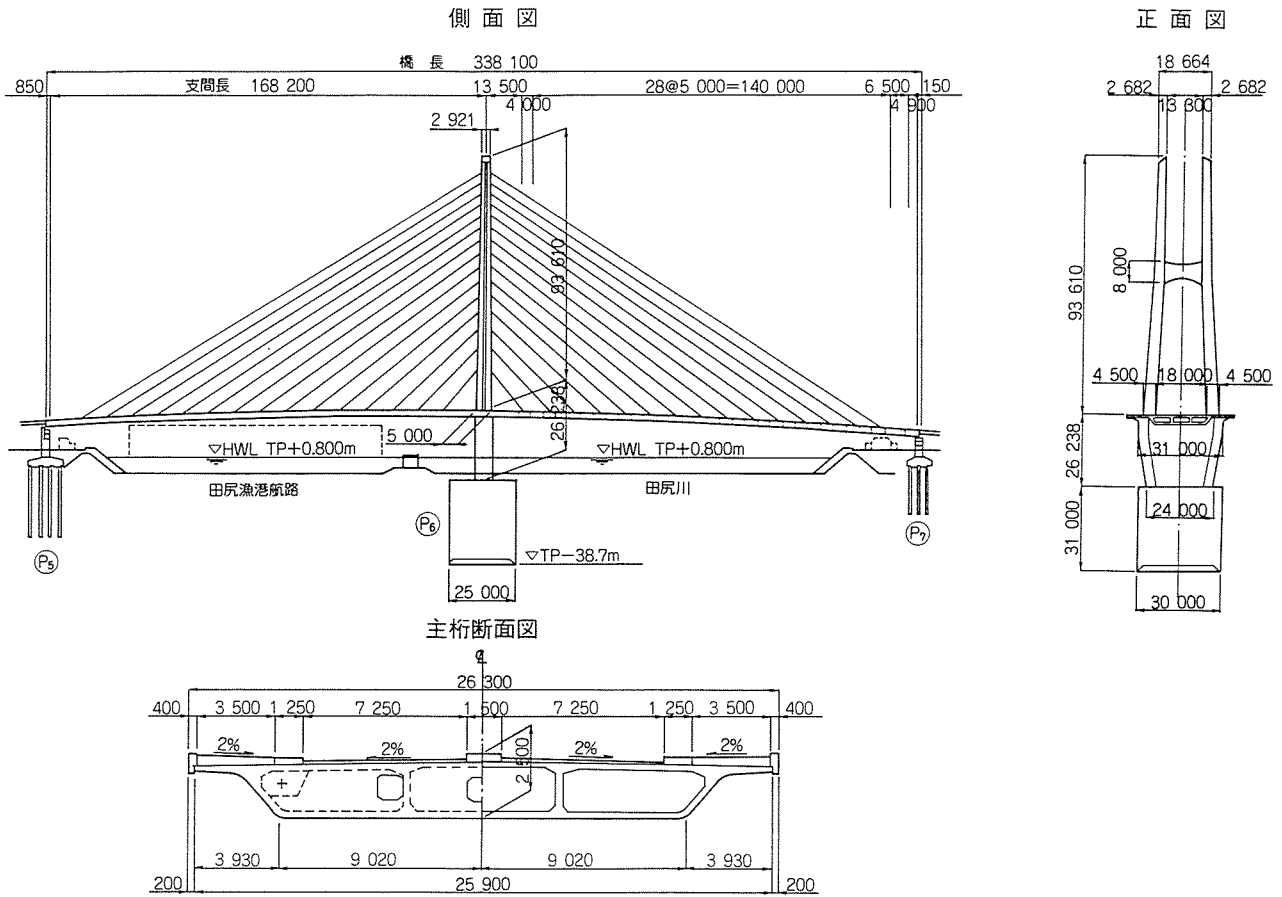


図-2 構造一般図

表-1 主要工事数量

区分	種別	仕様	単位	数量	備考	
下部	基礎	$\sigma_{ck}=240 \text{ kgf/cm}^2$, 高炉 B 種	m ³	12 227	躯体	
		$\sigma_{ck}=160 \text{ kgf/cm}^2$, 高炉 B 種	m ³	1 475	中詰め	
		$\sigma_{ck}=300 \text{ kgf/cm}^2$, 早強	m ³	370	仮壁	
	鉄筋	SD 345	t	1 380		
	掘削土量		m ³	27 525		
工	橋脚	$\sigma_{ck}=300 \text{ kgf/cm}^2$, 低発熱	m ³	4 047		
		鉄筋	SD 345	t	641	
		鉄骨	SS 400	t	237	
上部	脚頂部	$\sigma_{ck}=400 \text{ kgf/cm}^2$, 低発熱	m ³	747		
		鉄筋	SD 345	t	34	主塔・主桁分除く
	主桁	$\sigma_{ck}=400 \text{ kgf/cm}^2$, 早強	m ³	6 888		
		鉄筋	SD 345	t	1 362	
		PC 鋼棒	SBPR 930/1 180, $\phi 32$	t	301	主方向・せん断
		PC 鋼より線	SWPR 7 B, $7 \phi 12.7$	t	66	床版
			SWPR 7 B, $19 \phi 12.7$	t	19	脚頂部横締め
	工	主塔	SWPR 7 B, 12 T 15.2	t	48	斜材定着横桁
			$\sigma_{ck}=400 \text{ kgf/cm}^2$, 早強	m ³	1 802	
		$\sigma_{ck}=400 \text{ kgf/cm}^2$, 普通	m ³	999		
鉄筋		SD 345	t	461		
鉄骨		SS 400	t	111		
斜材	HiAm-SPWC	t	615	アンカー含む		

般図および主要工事数量を図-2 および表-1 に示す。

(橋脚・主塔全高; $H=119.848$ m)

企業者：大阪府企業局
 路線名：都市計画道路 泉佐野田尻泉南線
 工事名：南大阪湾岸北橋梁主橋工事
 工事場所：大阪府泉南郡田尻町地先
 橋種：プレストレストコンクリート道路橋
 道路規格：第4種第1級
 橋格：1等橋 (TL-20, TT-43)
 橋梁形式：2径間連続 PC 斜張橋
 橋長(支間割)：337.0 m (2×168.2 m)
 幅員(有効幅員)：26.3 m (車道 2×7.25 m, 歩道 2×3.5 m)

斜材：セミハープ形, 2面吊り片側 15 段
 ノングラウトタイプ Hiam ケーブル (ポリエチレン被覆)
 橋脚：RC 構造小判形中実断面 ($\sigma_{ck}=300$ kgf/cm²)
 基：ニューマチックケーソン基礎 (25×30×31 m)
 工期：平成2年7月～平成6年8月

平面線形： $R=\infty$
 勾配：縦断 5%，横断 2%
 支持形式：中間橋脚部 剛結ラーメン形式
 主桁：3室箱桁断面 (PC 構造), 桁高 $H=2.5$ m
 主塔：H 形 RC 構造 ($\sigma_{ck}=400$ kgf/cm²)
 主塔高; $H=93.61$ m

3. 施 工

上部工全体の施工順序ならびに工事工程をそれぞれ図-3, 表-2 に示す。

表-2 上部工工事工程

工 種	日 程	平成4年			平成5年							平成6年					
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8		
脚 頂 部 (2ポット)																	
主 桁 柱 頭 部																	
主桁張出部 (*ワグ) 解体																	
主桁端部・連結部 (EBL・30BL)																	
主 塔 柱 部 (21ポット)																	
横 梁 部 (2ポット)																	
斜 材 工 (*最終調整)																	
斜材付属物・主塔跡埋め																	
主塔足場解体工																	

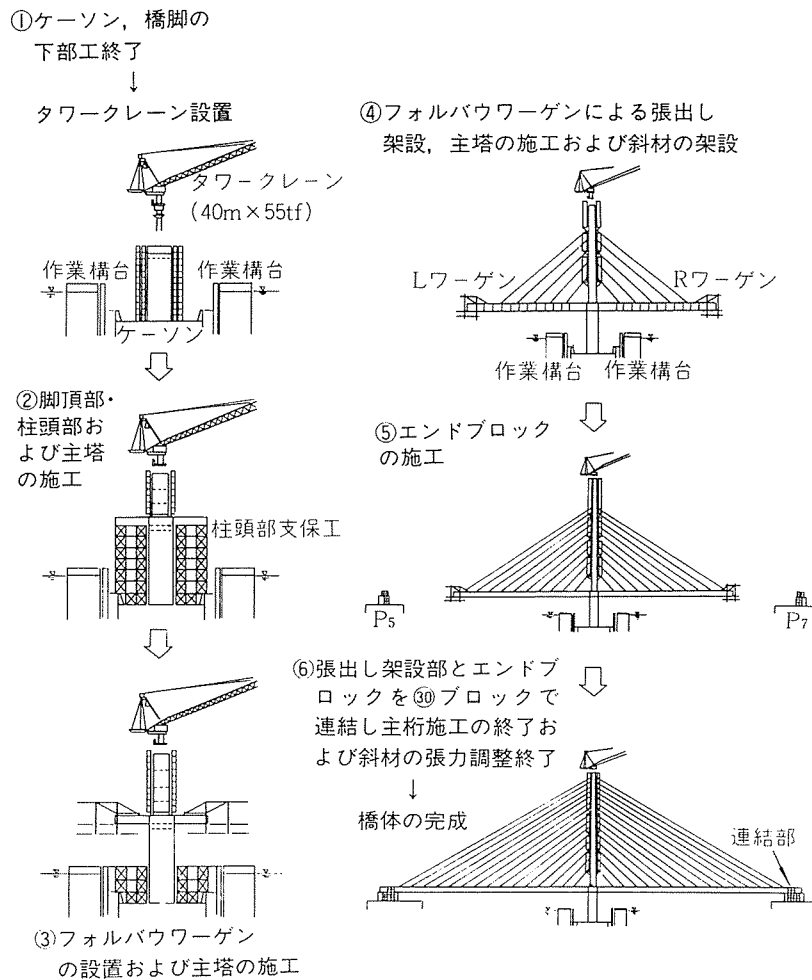


図-3 施工順序図

◇工事報告◇

本工事は、海上施工となるため、下部工で設備した栈橋や作業構台を上部工でも引き続き使用した。また、労務・資機材搬入は全て海上輸送で行った。コンクリート打設についても陸上プラントからの供給ルートが確保されるまではコンクリートプラント船（以下 CP 船と略す）からのコンクリート供給となった。

3.1 脚頂部の施工

(1) 施工概要

脚頂部は橋脚の上部にあたり、主塔および主桁と相互に剛結する箇所である。平面的には 7 m×31 m、全高 4 m の部材であり、コンクリート強度は、400 kgf/cm² である。

主塔からの軸力によって生じる引張り力に抵抗するため、横締め PC 鋼材として SWPR 7 B SEEE F 360 が 42 本配置される。さらに、本橋の脚頂部は、主塔・脚頂部に主桁が貫通する構造となっているため、脚頂部の PC 鋼材と主塔の主筋 (D 41) や鉄骨架台、主桁の PC 鋼材・鉄筋がそれぞれ複雑に錯綜する。これらの配置およびコンクリートの打設量を考慮し、脚頂部は主桁下面位置で 2 ロットに分けて施工した (図-4)。

型枠は、脚頂部下部ロットでは鉄製型枠を用い、上部ロットでは、主桁 PC 鋼材・鉄筋が貫通することから木製型枠を用いた。また上部ロット内に設けられるマンホールには、鋼製枠を工場製作し埋込み型枠とした。

脚頂部は、上部工の施工の基準点となるため、各種 PC 鋼材・鉄筋の配置精度、出来形精度の確保のため、鉄骨を利用した受け架台 (ハルター材) を設置して施工

した。

コンクリート打設量は上下ロットそれぞれ、約 470 m³、310 m³ であった。打設は、CP 船で練り上げたコンクリートをポンプ車 2 台で 50 cm 程度の層厚で入念に施工した。

(2) 温度応力対策

脚頂部は、マッシブなコンクリート構造でありかつ施工時期が夏であったため、セメントの水和熱に起因する温度ひびわれ発生の可能性が考えられた。このため、事前に温度応力解析を行い、ひびわれの可能性や対策について検討した。

検討の結果、以下に示すように、材料や施工面での対策を行うとともに構造面での対策としてモデレートプレストレスを導入した。

- 1) 当初早強セメント ($\sigma_{ck}=400 \text{ kgf/cm}^2$) の計画であったものを低発熱高炉セメント B 種に変更し、高性能減水剤使用により単位セメント量を低減した。実施配合を表-3 に示す。
- 2) アイスフレックを用いたプレクーリングを実施し、コンクリートの練り上がり温度を想定した温度より、下部ロットについては -10℃、上部ロットについては、-5℃ とした。
- 3) 下部ロットに温度ひびわれ対策用の横締め PC 鋼材 (SBPR 930/1 180 ϕ 32) を配置した。
- 4) 上部ロットでは配置された横締め PC 鋼材 (F-360) を仮緊張することにより 4 kgf/cm² 程度のモデレートプレストレスを導入した (図-5)。

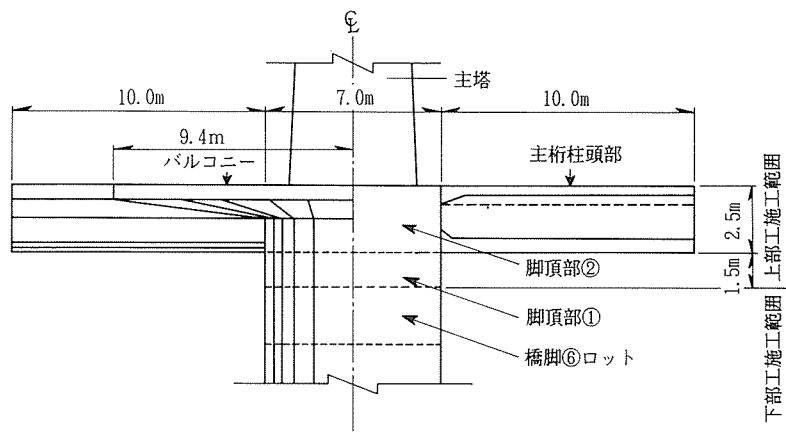


図-4 脚頂部施工区分

表-3 実施配合

コンクリートの配合							単位量 (kg/m ³)				
コンクリートの種別	セメント種別	スランプ (cm)	空気量 (%)	粗骨材最大寸法 (mm)	W/C (%)	S/a (%)	C	W	S	G	混和剤
400-10-20	低発熱高炉 B 種	10	4 ± 1	20	33.6	41.7	417	140	727	1 040	C×1.3 % 高性能減水剤 (レオビルド SP-9 R)

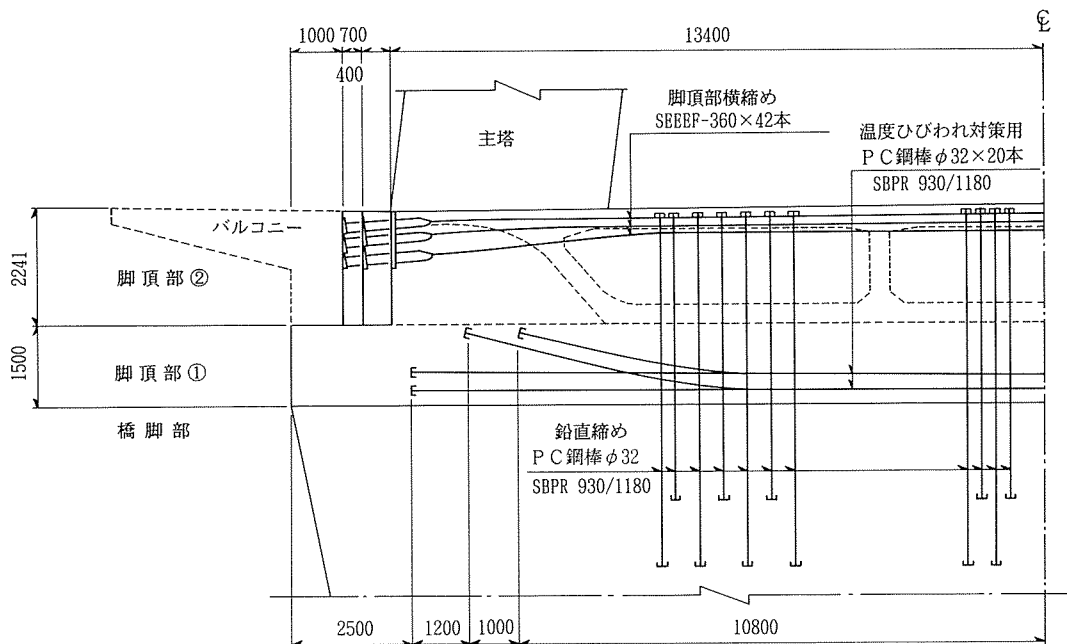


図-5 脚頂部 PC 鋼材配置

これらの対策を行った結果、下部ロットではひびわれは発生せず、上部ロットでは、開口部および表面に一部ひびわれが見られたにとどまった。

3.2 主塔の施工

(1) 概要

主塔は横梁 1 本を有する H 形 RC 構造で、その高さは橋面より 93.61 m である。柱部の断面は、基部で 5×4.5 m から頂部 3×2.7 m に変化する。内部には、斜材定着鋼管および鉄筋を保持するための鉄骨が埋設される。

施工は、主塔柱部を 21 ロットに、横梁部を 2 ロットに分割して施工した。ロット割り図を図-6 に示す。

主塔柱部は内側に傾斜しているため、主塔の応力の制約から 10 ロットまでを独立柱として施工した後ストラットを 9 ロットに設置し、油圧ジャッキによりプレロードを与えて主塔応力を改善した。横梁は、14 ロット施工した時点で施工した。

(2) 主塔柱部の施工

足場設置図を図-7 に示す。足場については、主塔の施工のみならず、①斜材の引込み・緊張作業、②検査用の昇降設備等の付属物の施工、③斜材定着部箱抜きの後処理、等の条件を考慮して枠組み足場を用いた総足場工法とした。足場架台ブラケットは、柱部の傾斜のため、基部を含めて 5 か所に設置した。

足場の施工は 4 段程度の枠組み足場を大組立てした後タワークレーンで一括架設を行う方法とし、作業の効率化および安全の向上を図った。

鉄骨は、主塔施工の基準となり、斜材定着位置の精度

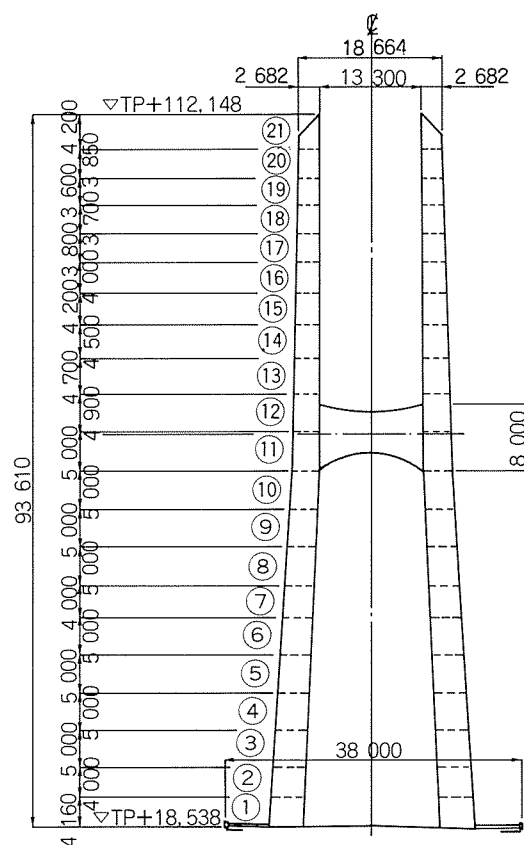
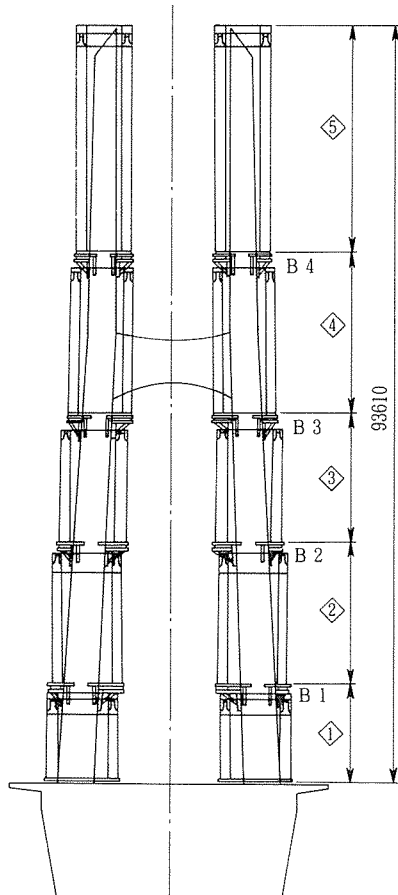


図-6 主塔ロット割り

に影響を及ぼすため、十分な剛性を有する構造とした。また、鉄骨は工場にて製作・組立てを行うとともに、斜材定着用鋼管も同時にセットし、精度の確保に留意した。

鉄骨の据付けは、左右タワークレーンの能力 (5.5 tf



④ 節足場詳細

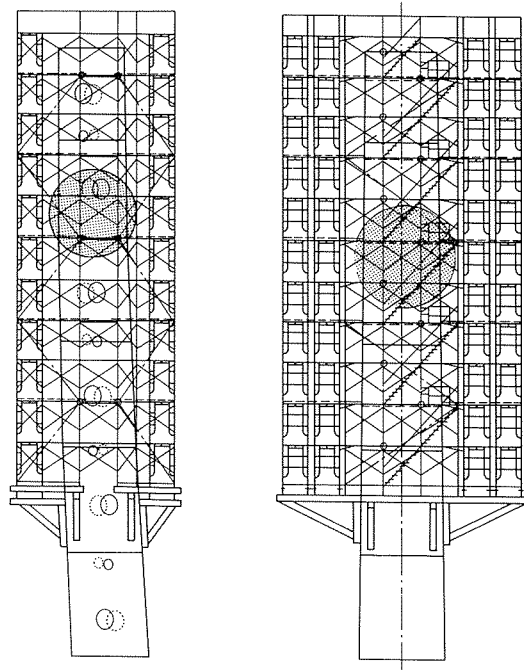


図-7 主塔足場図

×40 m) を考慮して 17 ロットに分割して行い、左右の主桁の張出し状態がバランスした際に建て込み、あらかじめ継手部に取り付けた調整用のボルトにより所定の誤差内で取り付けた (写真-2)。



写真-2 鉄骨据付け状況

主塔主鉄筋には D 41 のネジ鉄筋を使用し、継手には専用カップラーを用いた。主鉄筋の建込みに当たっては、専用の吊り治具を用いてタワークレーンで行った。

本橋主塔は断面寸法が高さとともに変化するため、型枠は断面変化に対応できる大パネルステンレス型枠構造とした。斜材定着鋼管が貫通する部分については、その部分のみ木製とした。型枠の組立は作業構台にて 1 面ごとに組み立てた大パネルをタワークレーンにて当該ロットに取り付ける方法とした (写真-3)。

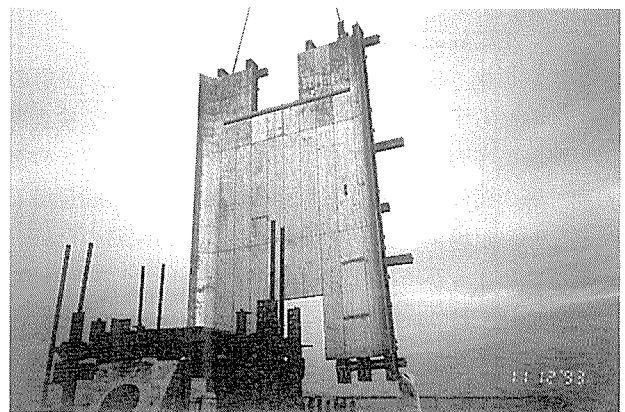


写真-3 主塔型枠

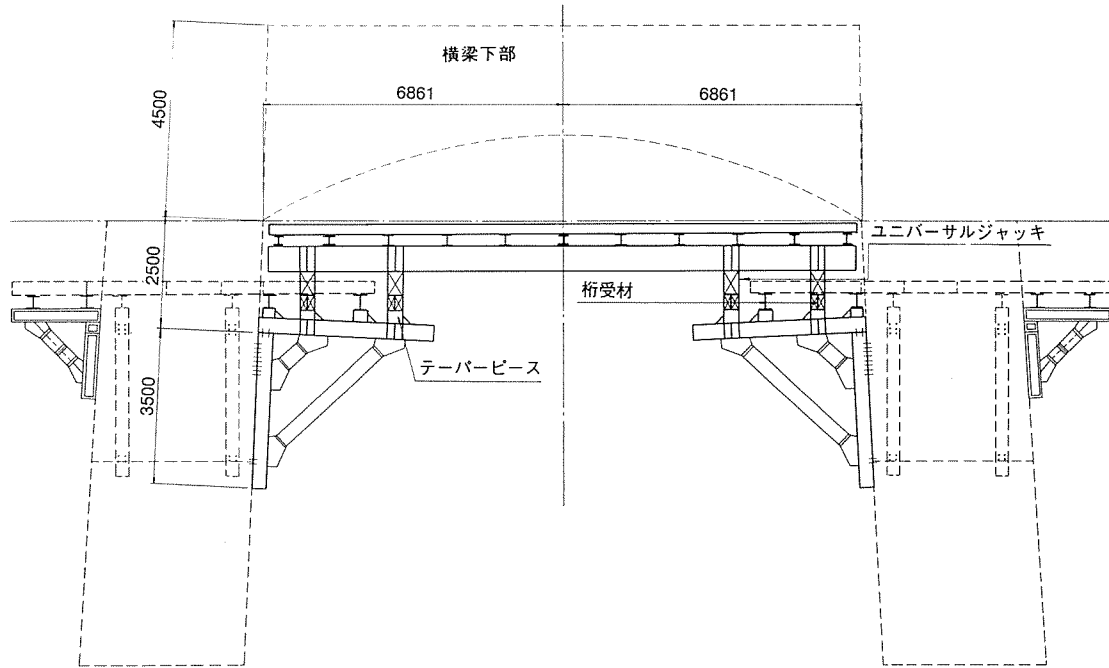


図-8 主塔横梁部支保工

コンクリートの打設は、作業構台より橋脚および両主塔の側面に5インチの高圧配管を設置してポンプ打設で行った。コンクリートは、流動化剤の添加によりスランプ値を12 cmに調整し、高圧使用のポンプ車（能力73.5 kgf/cm²）を使用して圧送した。

(3) 横梁の施工

横梁の支保工は、主塔本体に取り付けた鉄骨ブラケット上にH形鋼により架台を造り、その上に曲げ加工したトラス材を用いて、支保工を組み立てた(図-8)。

横梁用の支保工は下層のコンクリート重量を保持するものとし、上層のコンクリート重量は横梁下部で支持した。

横梁のコンクリート数量は上下層それぞれ128 m³、114 m³となるので、当初早強セメントで計画されたコ

ンクリートを普通セメントに変更し、さらにアイスフレックによるプレクーリングを実施して温度ひびわれを抑制した。

3.3 主桁の施工

(1) 概要

主桁は、斜めウェブを有する3室箱桁断面であり、桁高2.5 mに対し幅員26.3 mと非常に扁平な断面形状である。

施工区分としては、柱頭部支保工施工部、フォルバウワーゲンによる張出し施工、支保工施工による桁端部および連結部に分かれる(図-9)。張出し施工部は、10 mごとに斜材定着部となるため、ブロック長5 mで施工した。

工期的な制約を考慮し、柱頭部はブロック長を10 m

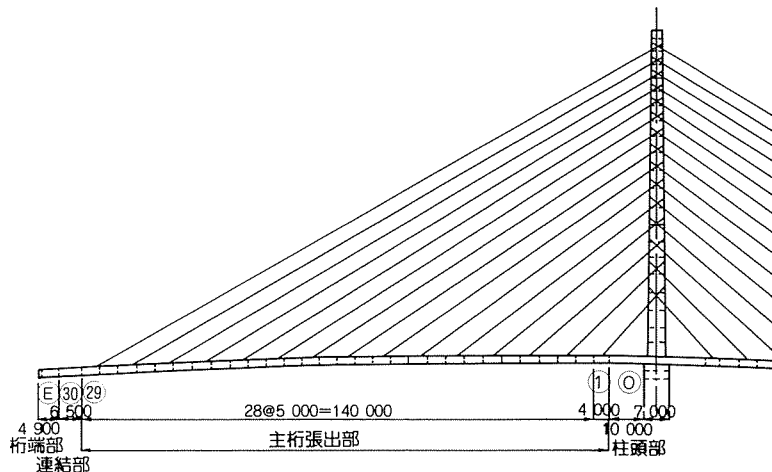


図-9 主桁施工区分

◇工事報告◇

と大ブロック化し、桁端の連結は端部ブロックを先行施工して張出し施工部を待って連結する方法とした。

主桁の外型枠は、コンクリート表面の見栄えおよび躯体精度の向上と施工性の向上を目的として、外枠形状が一定であるメリットを生かし、張出し床版まで一体化したステンレス型枠とした。

(2) 柱頭部の施工

柱頭部は、ブロック長が10 mと長い為、支保工はケーソン基礎頂版から立ち上げる方式とし、引出し解体が可能なパイプ支柱式支保工(写真-4, 図-10)を用いた。

柱頭部施工後は支保工を上下2分割し、上部を支保工中段に敷設したレールを利用して主桁下より横移動することにより解体した。下部は、フォルパウワーゲン下部作業床および主桁型枠組立て用の構台として利用した。

柱頭部のコンクリートは、上下2層に分けて打設し

た。

(3) フォルパウワーゲンの一括架設

フォルパウワーゲン(以下ワーゲンと略す)は斜材定着ブロック打設時にワーゲンへの作用モーメントが900 tf・mに達するため、4主桁の特殊大型ワーゲン(全装備重量300 t)を使用した。

ワーゲンの組立てにあたっては、通常の組立て時の工程上の問題および大型のクレーン船が使用可能な環境である利点を生かし、予め工場にて組み立てたワーゲンを1200 tfと350 tf吊りのフローティングクレーン船を用いて一括架設した(写真-5)。架設にあたってはワーゲン

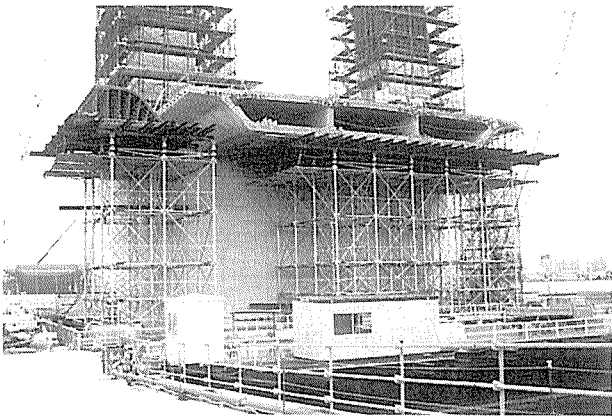


写真-4 柱頭部支保工引出し状況

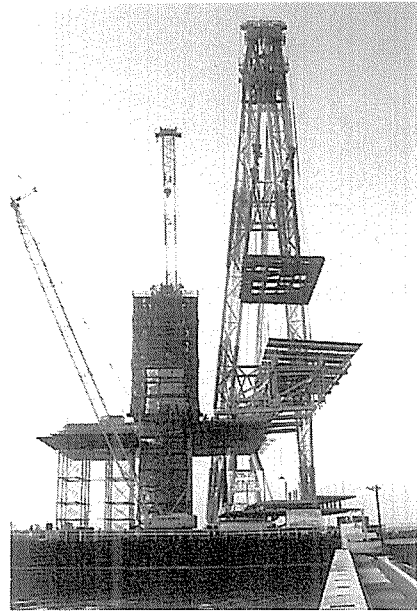


写真-5 フォルパウワーゲンの一括架設

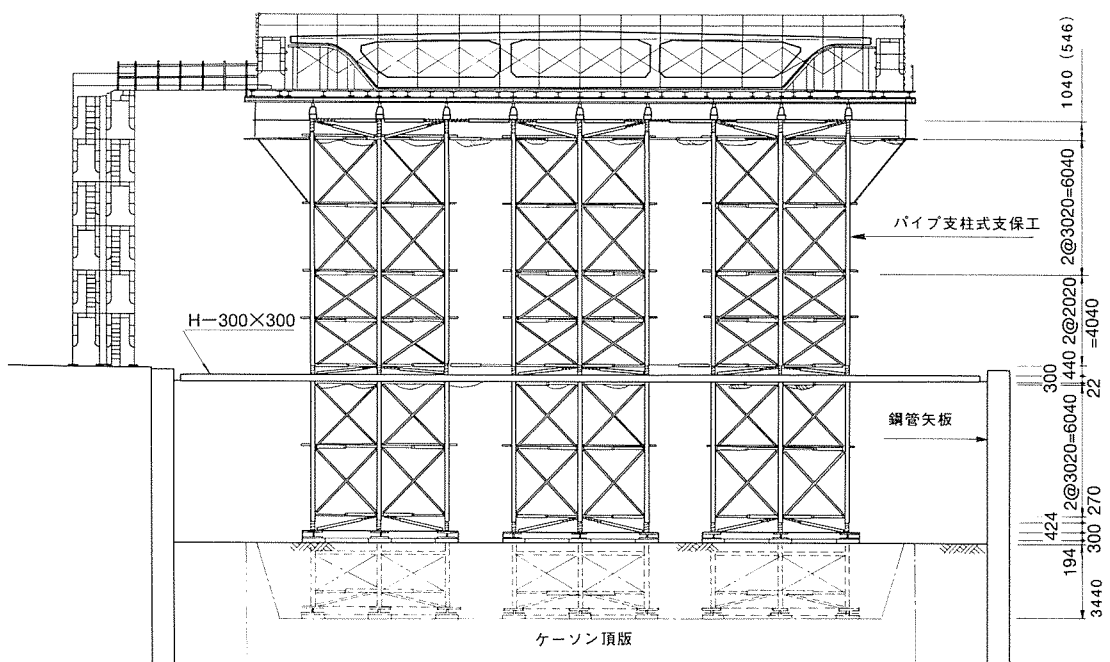


図-10 主桁柱頭部支保工

を上下2分割して組み立て、まずワーゲン下部を主桁柱頭部直下の作業構台および柱頭部施工時の支保工下部の上に降ろし、ワーゲン上部を柱頭部に架設した。ワーゲン下部は、主桁外型枠を組み立てた後に油圧ジャッキを用いてリフトアップした。

(4) 張出し施工

張出し施工部は両側合計で58ブロックから成り、斜材が定着される斜材定着ブロックと標準ブロックを交互に施工した。ブロック長は5.0m(1ブロックのみ4.0m)である。

斜材定着ブロックには、横桁があり、さらに定着部が主桁内部の斜めウェブに接続される形となるため、内枠構造は複雑となる。このため、各斜材定着ブロックごとに3次元CADを用いて展開図を作成して対応した。

また、斜材定着ブロックには、斜材定着鋼管を取り付けるが、その取付け精度の確保のため、主塔側の斜材定着鋼管の中心にトランシットを据え付ける治具を製作し、斜材のサグ、主桁のたわみ等を考慮して、主桁側の斜材定着鋼管の方向を調整した(写真-6)。

主桁のコンクリートは、左右のブロックを交互に打設した。交互打設を行うに当たっては各施工ステップでの応力解析を行い、アンバランスな張出し状態でも主桁・主塔の応力や斜材の張力が許容値以内であることを確認した。

コンクリートの打設は、橋面上に5センチ管を配管し、流動化剤にてスランプ値10cmとしたコンクリートをポンプ車で圧送して行った。斜材定着ブロック、

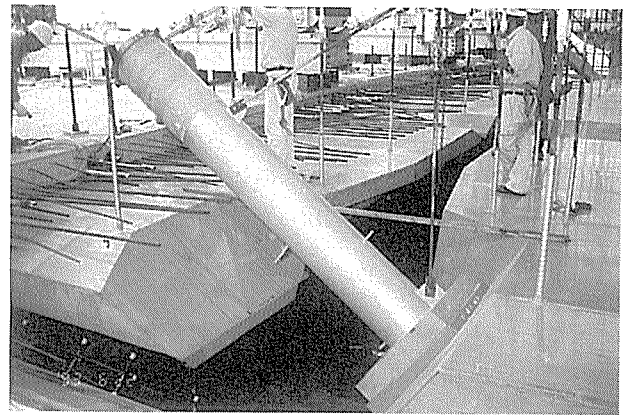


写真-6 斜材定着ブロック定着部の施工状況

標準ブロックのコンクリート数量は、それぞれ約100m³、約80m³であった。

(5) 桁端部および連結部の施工

桁端部(4.9m)は、端橋脚上に鋼製ストッパーおよび滑りゴム支承を据え付けた後に地上から組み上げた支柱式支保工上で施工した。

連結部(6.5m)は図-11に示すように一部ワーゲン部材を利用した支保工により施工した。支保工は、外周型枠に作用する荷重をワーゲン型枠受梁および主桁29ブロックを介して四角支柱へ伝達し、上床版型枠に作用する荷重をワーゲンフレーム、29ブロックを介して29ブロック側の四角支柱へ伝達する構造とした。

連結部の施工にあたっては、主桁・主塔・斜材の温度日変化によるたわみ変動並びに風による振動を防止して

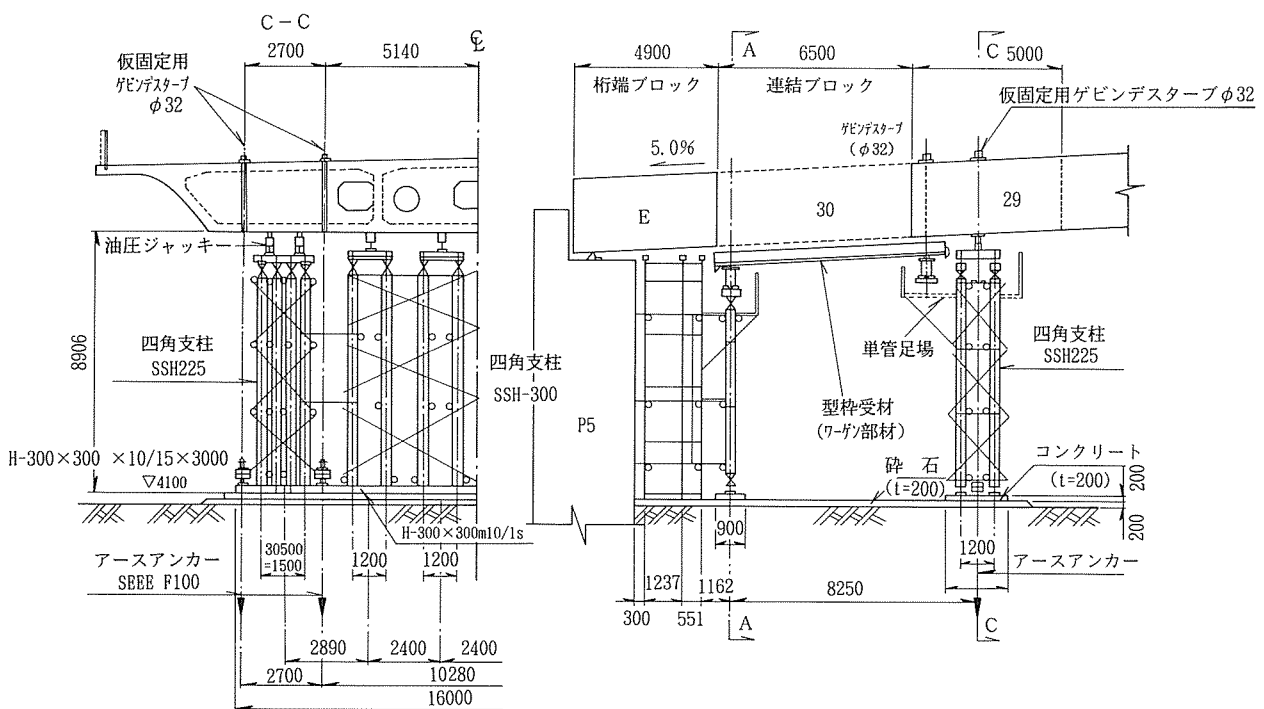


図-11 連結部支保工

◇工事報告◇

安全に施工するため、29ブロックの横桁真下にあらかじめ設置しておいたアースアンカーを用いて張出し部の主桁を四角支柱に仮固定した。29ブロック側の四角支柱には、100 tf の圧縮力を与えた。ちなみに本橋連結部施工中には実際に風速 25 m/s の強風が記録されたが、支保工・型枠等に異常はなかった。

3.4 斜材の施工

(1) 概要

本橋の斜材は2面吊り両側各15段で合計60ケーブルあり、斜材長は27 m～183 mである。斜材ケーブルとしては、φ7 mm の亜鉛メッキ PC 鋼線を所定の本数集束し、その表面上に高密度ポリエチレンを被覆したノングラウトタイプの工場製作ケーブル (HiAm-SPWC ケーブル) を使用した (図-12)。斜材ケーブル1本あたりの容量は、引張り強度で $P_u=1\ 151\ \text{tf}$ ($\phi 7 \times 187$)～ $1\ 853\ \text{tf}$ ($\phi 7 \times 301$) までの8種類のケーブルを用いた。

斜材の架設は、リールに巻いた状態で搬入したケーブルを橋面上に荷揚げした後、橋面上で展開し、タワークレーンおよび橋面上クレーンで吊り上げて行った。

緊張は、主桁側に緊張スペースがないため主塔側で行った。定着方式は、緊張側、固定側とも微調整が可能なナットを用いたネジ式定着とし、調整用としてシムを併用した。

主桁定着ブロック施工後に架設し、次の標準ブロックのコンクリートを打設する前に斜材の1次緊張および前段の斜材の2次緊張を行った。主桁連結後に最終斜材緊張および調整緊張を実施し、斜材張力を最終張力に調整した。

(2) 斜材の架設

本橋の斜材は、リール径が4 m であり、最大重量は20 tf に達する。このため、揚重設備・運搬については、入念な計画を必要とした。斜材の橋面への荷揚げは、新たに構築した荷揚げ構台上に100 tf クレーンを用いていったん揚重し、荷揚げ構台上に設備した引込み台車によって橋面に搬入した (写真-7)。橋面での横持ちは、橋面の60 tf クレーンにより行った。

架設要領図を図-13 に示す。斜材の展開以降の架設の概要は、以下のとおりである。

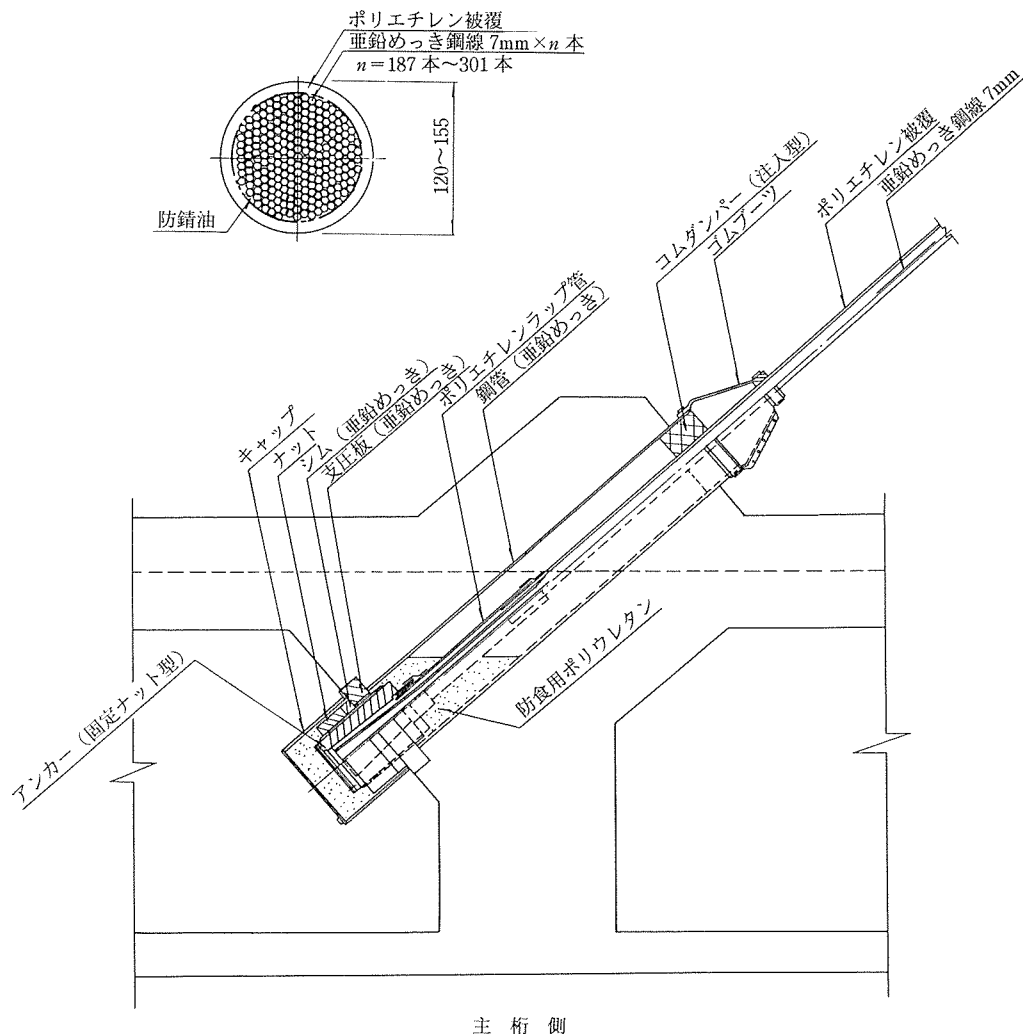


図-12 斜材システム

主塔側架設

- (a) 塔側ケーブル吊込み治具に塔側アンカーを載せる。
アンカー体にテンションロッドおよびゲビンデ、チルホールワイヤーを取り付ける。
- (b) ケーブル吊込み治具をタワークレーンで吊り上げ、ケーブル中間部を 60t トラッククレーンおよび 25t トラッククレーンで吊る。
- (c) 先端が施工足場付近に来たとき、チルホールワイヤーで水平力を取りながら引き込む。
- (d) 定着鋼管内に配置したゲビンデとテンションロッド先に取り付けたゲビンデをカップラーで接続した後、1000t ジャッキ後方の引込みジャッキでゲビンデを引き込む。
- (e) テンションロッドが 1000t ジャッキに到達した後、テンションロッドと 1000t ジャッキを用いて所定の荷重まで引き込み、架設終了とする。

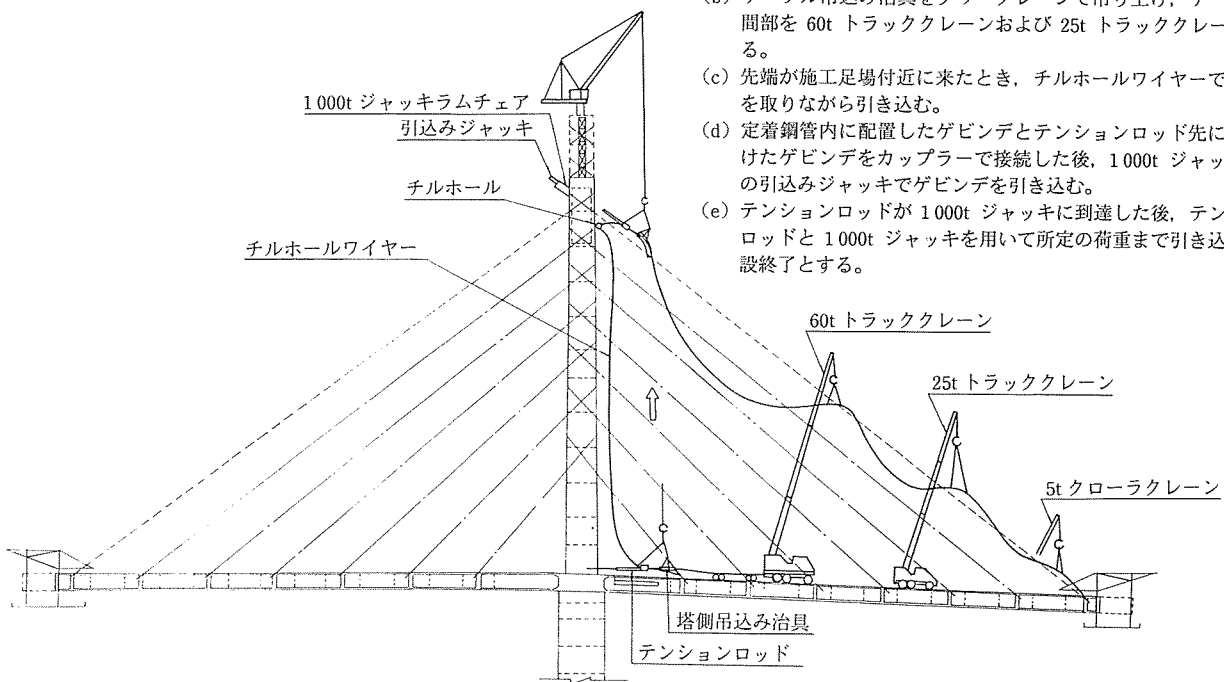


図-13 斜材架設要領



写真-7 荷揚げ構台

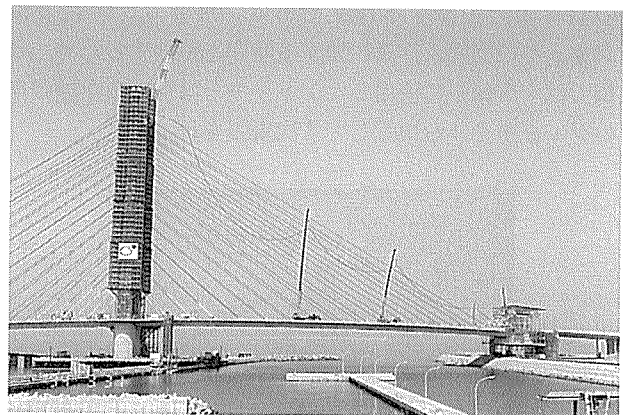


写真-8 斜材ケーブル架設状況

- 1) 斜材製作長と主塔側と主桁側のアンカープレート間実測距離に基づき主桁側の突出量を算定する。
- 2) 斜材ケーブルをアンリーラーおよび展開台車を用いて橋面上に展開する。
- 3) 主桁側のソケットを 5 tf クローラクレーンを用いて定着鋼管から桁内に引き込み、予め算定した

突出量を確保して定着ナットを取り付ける。

- 4) 次に主塔側ソケットに斜材緊張用のテンションロッドおよび斜材引込み用のゲビンDESTAUBを取り付け、主塔側定着端をタワークレーンにて定着鋼管位置まで吊り上げる。なお、このときケーブル中間のサグ取りには、60 tf トラッククレーンと 25 tf トラッククレーンを使用し、水平力は、主塔に取り付けたチルホールでとる (写真-8)。
- 5) 斜材に取り付けた引込み用のゲビンDESTAUBと予め定着鋼管内に配置したゲビンDESTAUBとをカップラーにて連結し、斜材緊張用のジャッキ後方に取り付けた斜材架設用の 100 tf ジャッキにて斜

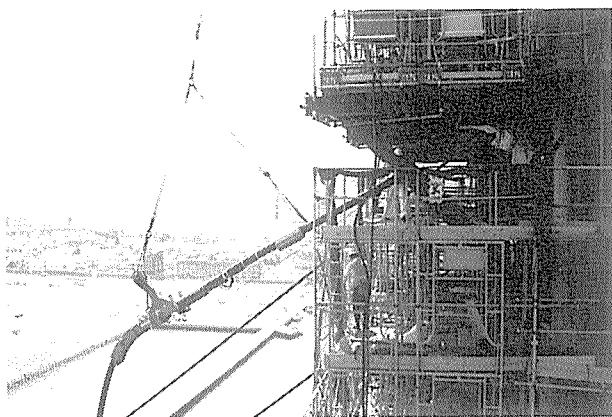


写真-9 主塔側引込み状況

材の定着鋼管内に引き込む。テンションロッドを斜材緊張用の1000tfジャッキまで引き込み、斜材に約50tfの張力を与えて各斜材の架設作業を終了する(写真-9)。

(3) 斜材の1次・2次緊張

各段4本の斜材架設が終了した後に斜材の1次緊張作業を主塔側に取り付けた斜材緊張用の1000tfジャッキを使用し4ケーブル同時に行った(写真-10)。

1次緊張終了後に、前段斜材の2次緊張作業を行った。2次緊張とは主桁の応力状態を調整するために前段の斜材張力を減ずる作業である。重量3.5tfに及ぶジャッキの盛替え作業に要する時間を短縮するため、本橋では1次緊張に使用したジャッキとは別に2次緊張用のジャッキを4台用意して2次緊張を行った。

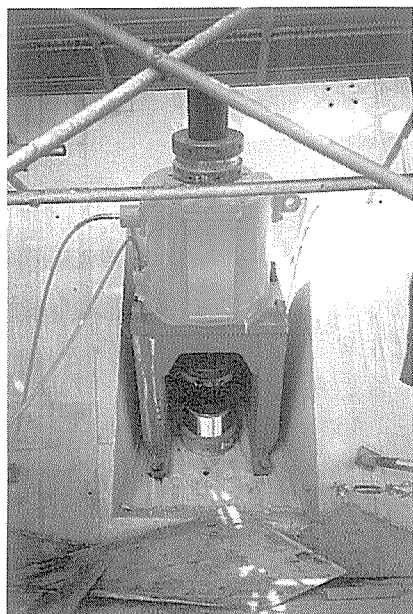


写真-10 斜材緊張状況(1000tジャッキ)



写真-11 ゴムシールバッグ

斜材の緊張管理は、電動油圧ポンプに取り付けたデジタルメーターを使用し圧力管理を行った。

(5) 斜材定着部の防錆

本橋では、斜材システムとしての耐久性のため、斜材定着部の防錆処理をアンカーキャップ内と定着鋼管内にポリウレタン系の防錆材を注入することで行った。

主塔側定着鋼管内の防錆材の注入にあたっては、新たに開発したゴムシールバッグを予めケーブルに取り付けておき、これに注水することにより定着鋼管内で膨張させ防錆材の注入範囲をアンカー体の必要範囲に限定することができた(写真-11)。

4. あとがき

本橋上部工は、平成4年8月より脚頂部の施工を始めたが、資機材の搬入が海上輸送であり、コンクリートの供給が途中までCP船によっていたため、天候に左右されることが多かった。このため、工程の確保のためワゲン全体の冬期養生を行うなどの種々の対策を講じ、関西国際空港開港前の平成6年8月に無事開通することができた。

本報告では、本橋の特徴的な事項について施工の概要を報告した。本報告が同種工事の参考になれば幸いである。

最後に本橋の設計・施工にあたり貴重なご意見・ご指導をいただいた「南大阪湾岸北橋梁(仮称)技術検討委員会」(委員長：岡田 清 京都大学名誉教授)の委員はじめ、関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 海田, 辻野, 安井, 日紫喜, 斎藤: 田尻スカイブリッジ上部工の設計と施工, 橋梁と基礎, 1994. 9. 10

【1994年9月3日受付】