

(60) 田尻スカイブリッジ (PC斜張橋) の施工

大阪府りんくうタウン整備事務所 海田 芳博
 大阪府りんくうタウン整備事務所 辻野 文隆
 南大阪北橋梁JV工事事務所 正会員 日紫喜剛啓
 ○ 南大阪北橋梁JV工事事務所 正会員 齋藤 公生

1. はじめに

大阪府は関西国際空港の対岸部に空港の機能支援・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・南の三地区から成り、この三地区を結ぶ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は、この幹線道路上の北地区と中地区を結び、田尻漁港を跨ぐ海上橋梁である(図-1)。

田尻スカイブリッジの主橋部には、本橋が関西国際空港の真正面に位置するという立地条件や走行性・経済性・施工性・維持管理等を考慮して、りんくうタウンのランドマークとなるべく国内最大規模の2径間連続PC斜張橋を採用した(表-1)。

本橋の施工にあたっては、急速化を目指して斜材に大容量のプレハブケーブルを採用したほか、フローチングクレーン船によるフォルパウワーゲンの一括架設を行う等数々の工夫を凝らした。また、主桁張出し架設に伴って大きく変動する各部材の応力ならびに主桁のたわみの管理を、現場のパーソナルコンピューターを用いた施工管理システムにて行った。本橋は本年8月に無事開通をむかえた。ここに田尻スカイブリッジ上部工の施工報告をするものである。

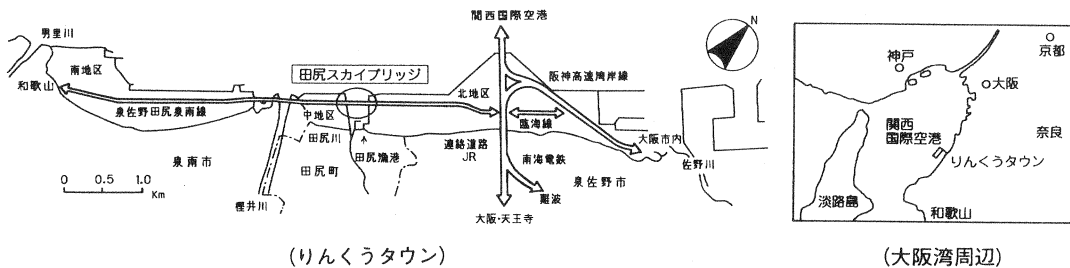


図-1 田尻スカイブリッジの位置

2. 構造概要

本橋は、支間長168.2mを有する2径間としては国内最大規模のPC斜張橋である。主桁は、斜めウェブを有する3室箱桁断面で、桁高2.5mに対し全幅が26.3mと偏平な広幅員の主桁形状である。主橋脚部に於ける主桁の支持形式は、剛結構造となっている。

主塔は、RC構造の横梁1本を有するH型形状で、その高さは橋面上より93.6mであり、PC斜張橋としては現在国内

表-1 橋梁諸元

路線名	都市計画道路 泉佐野田尻泉南線
設計速度	60 km/h
計画交通量	16,000~36,000台/日
構造形式	2径間連続PC斜張橋
支持形式	中間橋脚部 剛結ラーメン形式 端部橋脚部 橋軸方向：可動、橋軸直角方向：固定
橋長(支間割)	338.1m(2×168.2m)
幅員	全幅：26.3m(車道2×7.25m、歩道2×3.50m)
縦断勾配	5% ← → 5%
主桁	3室箱桁断面 桁高：H=2.5m
主塔	H型形状 RC構造
斜材	セミハープ型2面吊り片側15段 HiAm7ケーブル(ソグワットタイプ)
橋脚	RC構造小判型充実断面
基礎	ニューマチックケーソン基礎

最高である。主塔基部の断面寸法は4.5×5.0mで、充実長方形断面となっている。また、主塔中間に設けられる横梁も充実構造で、主塔との接合部で幅3.0m、梁高約8.0mの断面寸法を有している。

斜材形式は2面吊りセミハープ型である。主桁側の斜材定着間隔は10.0mとなっており、斜材段数は片側15段である。斜材にはノングラウトタイプの工場製作斜材(HiAmアンカーケーブル)を使用している。主桁側の斜材の定着位置を、定着部の防錆を考慮して主桁ボックス内としている。このため主桁外周面に斜材定着突起が現われず、美観上優れると共に斜材の形成する面が歩車道境界に位置し、橋面上の歩行者にとっては視線が遮られず圧迫感をあたえない構造となっている(図-2)。

また、本橋は海上に建設されるため、塩害対策として構造物外周部の鉄筋のかぶり厚を70mmとしている。

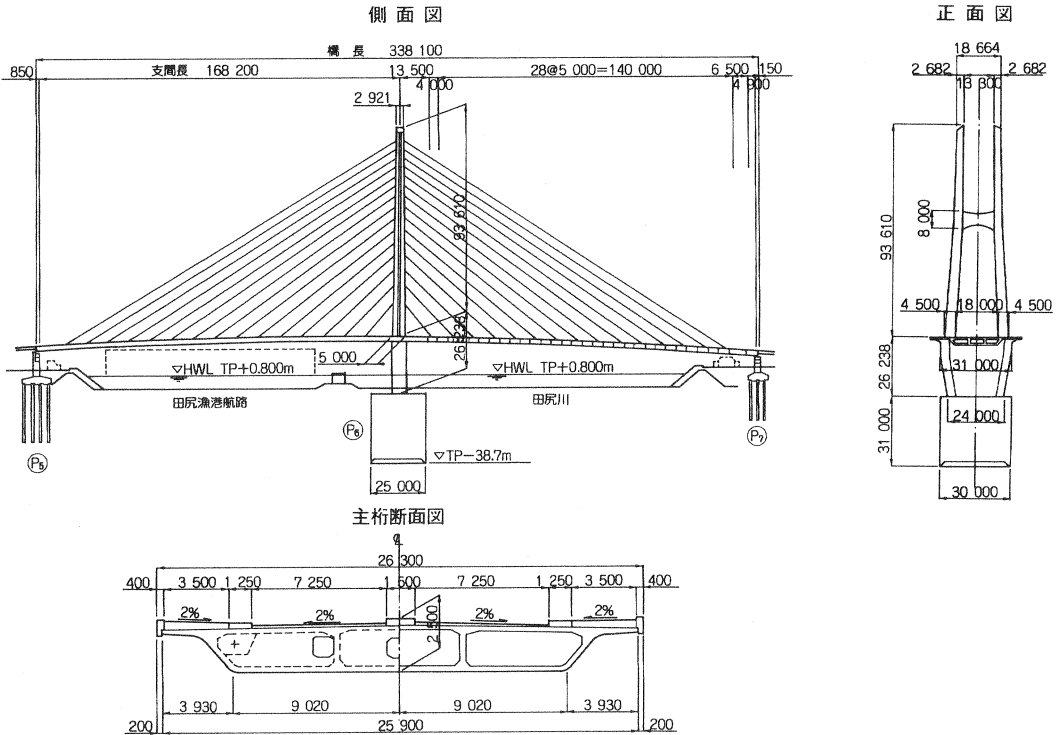


図-2 構造一般図

3. 工事概要

本橋の主要工事数量を表-2に示す。また、上部工全体の工事工程をそれぞれ表-3に示す。建設地点が海上のため、労務・資材搬入は海上輸送で行った。また、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(主桁15ブロック、主塔14ロット)コンクリートプラント船からコンクリートを供給した。

表-2 主要工事数量

種別	仕様	単位	数量	摘要	
主桁	コンクリート	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	m ³	7,614	
	鉄筋	SD345	t	1,362	
	PC鋼棒	SBPR930/1180 $\phi 32$	t	301	主方向・せん断
	PC鋼ひ線	SWPR 7B 7 $\phi 12.7$	t	66	床版
SWPR 7B 19 $\phi 12.7$		t	19	脚頂部	
SWPR 7B 12T15.2		t	48	斜材定着横桁	
主塔	コンクリート	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$	m ³	2,748	
	鉄筋	SD345	t	487	
	鉄骨	SS400	t	111	
斜材	HiAmアンカーケーブル	t	615	ソケット含む	

4. 主桁の施工

主桁の施工は、柱頭部(0ブロック)・張出し部(1~29ブロック)・桁端部(Eブロック)・連結部(30ブロック)に分類される。脚頂部の施工に引き続

き、0ブロックを支保工にて施工し、フォルバウワーゲン組立て後に1~29ブロックを張出し施工した。29ブロック施工完了までにEブロックを支保工にて施工しておき、30ブロックにて主桁を連結した。

4-1 柱頭部の施工

フォルバウワーゲン架設までの工程短縮を図るため、柱頭部のブロック長を10mと大ブロック化して施工した。支保工は基礎頂版から立ち上げる方式とし、引き出し解体が可能なパイプ支柱式支保工(図-3)を用いた。

柱頭部施工後は支保工を上下2分割し、上半分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し解体した。下半分はフォルバウワーゲン下部作業床及び主桁型枠組立て用の構台として利用した。

4-2 張出し部の施工

1) フォルバウワーゲンの一括架設

本橋の張出し施工には、斜材定着ブロックのコンクリート打設時にワーゲンに作用する回転モーメントが900tf・mに達するため、4主桁の特殊大型ワーゲン(総重量300t)を使用した。ワーゲンの組立てに要する期間を短縮するため海上工事のメリットを生かして1,200t(大阪方)と350t(和歌山方)吊りのフローティングクレーン船を用いて予め工場にて組立てたワーゲンを一括架設した(写真-1)。

ワーゲンを上下2分割して組立てまず下部(上段踊場、型枠受梁、下段踊場等)を主桁柱頭部直下の作業構台及び柱頭部施工用の支保工下半分の上に降ろし、上

表-3 全体工事工程

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	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
脚頂部(2ロット)	[Gantt chart bars]																									
主桁柱頭部	[Gantt chart bars]																									
主桁張出部(*ワーゲン解体)	[Gantt chart bars]																									
主桁端部・連結部(EBL・30BL)	[Gantt chart bars]																									
主塔柱部(21ロット)	[Gantt chart bars]																									
横梁部(2ロット)	[Gantt chart bars]																									
斜材工(*最終調整)	[Gantt chart bars]																									
斜材付属物・主塔跡埋め	[Gantt chart bars]																									
主塔足場解体工	[Gantt chart bars]																									

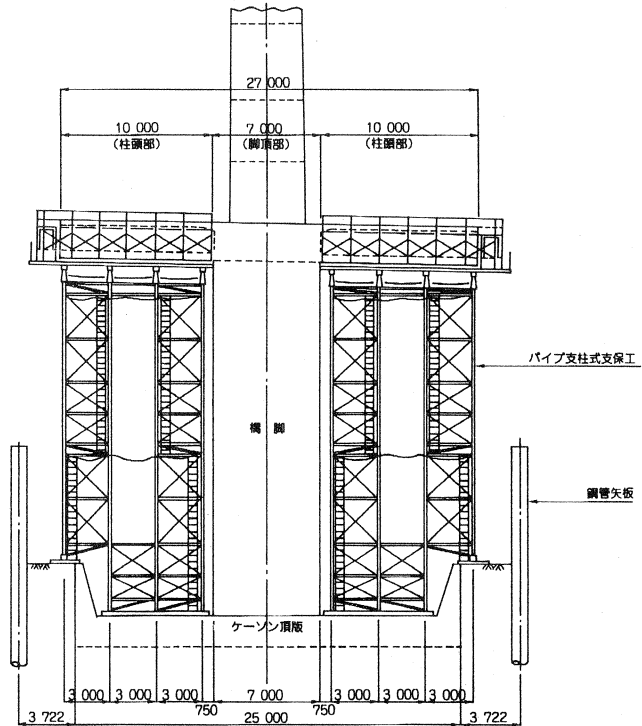


図-3 柱頭部支保工

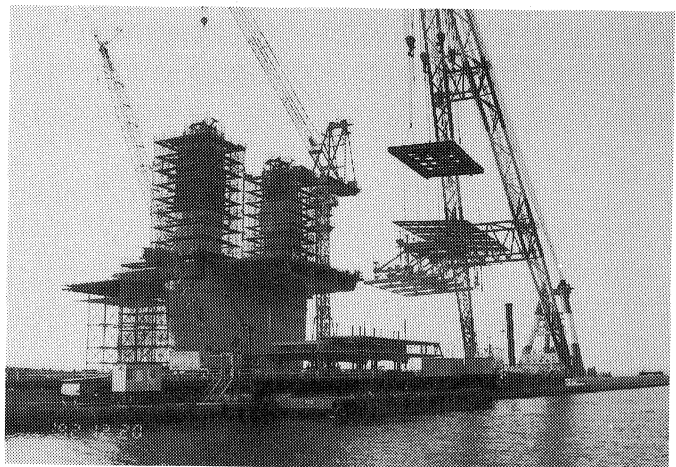


写真-1 ワーゲン一括架設状況

部(メインフレーム、レール、屋根等)を主桁柱頭部に架設した。先に仮置きした型枠受梁上に主桁外周型枠を組み立てた後に、ワーゲン下部を油圧ジャッキを用いてリフトアップし、組立てを完了した。

2) 張出し施工

張出し施工は両側合計で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1ブロック(4.0m)を除き、5.0m(2~29ブロック)である。主桁のコンクリートは、大阪方ブロックと和歌山方ブロックを交互に打設した(表-4)。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。

4-3 桁端部及び連結部の施工

29ブロックまでワーゲンの下段踊場を解体することなく張出し施工を行うために桁端部のブロック長を4.9mとし、連結部のブロック長を6.5mとした。桁端部は地上から組上げた支柱式支保工上で施工した。

連結部は、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及び主桁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(図-4)。

まず、29ブロック施工完了後、ワーゲン下段踊場を解体し、ワーゲンを前進させた。次にS-15斜材の1次緊張及びS-14斜材の2次緊張を行った。斜材緊張後は、29ブロックの横桁真下にあらかじめ設置しておいた、4本のアースアンカーを主桁上から緊張し、主桁を四角支柱に固定した。

表-4 主桁張出し標準施工サイクル

工種		日程																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
大阪方ブロック	定着	型枠組立																								
		鉄筋・PC組立																								
		コンクリート打設・養生																								
	標準	緊張・ワーゲン移動																								
		型枠組立																								
		鉄筋・PC組立																								
和歌山方ブロック	定着	コンクリート打設・養生																								
		緊張・ワーゲン移動																								
		型枠組立																								
	標準	鉄筋・PC組立																								
		コンクリート打設・養生																								
		緊張・ワーゲン移動																								
斜材架設・緊張																										

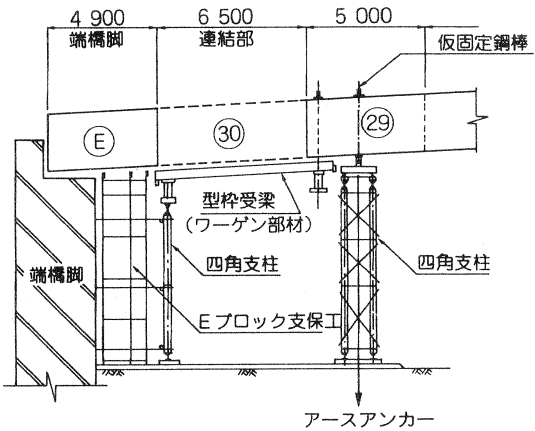


図-4 連結部支保工

5. 主塔の施工

本橋の主塔は、全体を21ロットに分割して施工した。横梁は、主塔を14ロット施工した時点で、上下2層に分けて施工した。主塔の標準施工サイクルを図-5に示す。主塔施工用の足場には主塔外周面で種々作業を同時に行えるよう、枠組み総足場を採用した。斜材定着用の鋼管を保持するための主塔鉄骨は、タワークレーンの能力(5.5tf x40m)を考慮して17分割して架設した(最大重量6.4t)。

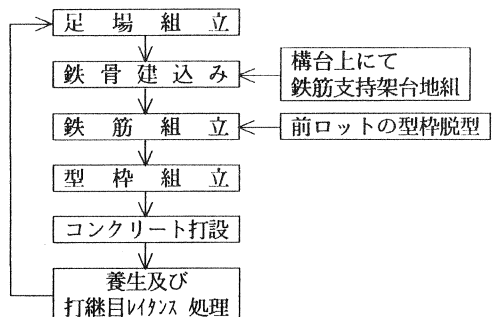


図-5 主塔標準施工サイクル

鉄骨には予め斜材定着用の鋼管を工場にて精度良く取り付け、現場に搬入した。鉄骨を精度良く据付けするため、左右の主桁の張出し状態がバランスしたときに架設を行った。また、鉄骨の継手部には、据付調整用のボルトを取り付け、これによって据付の調整を行った。主塔主鉄筋には D41のネジ鉄筋を使用した。コンクリートは、橋脚及び両主塔の側面に高圧配管を設け流動化コンクリートを高圧仕様のポンプ車(能力73.5kgf/cm²)にて圧送打設した。

6. 斜材の施工

本橋の斜材は2面吊り片側各15段で合計60本あり、斜材長は27m~183mである。各斜材は当該の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架設した斜材の1次緊張及び前段の斜材の2次緊張を行った。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。主桁連結後に最終調整緊張を実施し、斜材張力を最終張力に調整した。

6-1. 斜材の架設

本橋の斜材は、ロングラウトタイプの工場製作斜材であり、リールに巻かれた状態で現場に搬入した。斜材重量は最も重い物で20tに達するため、斜材を橋面に荷揚げする構台を設け、一端構台上に荷揚げした斜材を、引込み台車によって橋面に引込んだ。斜材は橋面に展開し、まず主桁側のソケットを定着鋼管から桁内に引込み、定着ナットを取り付けた。

次に主塔側ソケットに斜材緊張用のテンションロッド及び斜材引き込み用のゲビンデスタブを取り付け、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た。尚、このときケーブル中間のサグ取りには、60tfトラッククレーンと25tfトラッククレーンを使用し、主塔に取り付けたチルホールで水平力をとった。斜材に取り付けた引き込み用のゲビンデスタブと予め定着鋼管内に配置したゲビンデスタブ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100tfジャッキにて斜材を定着鋼管内に引き込んだ(図-6)。

テンションロッドを斜材緊張用の1,000tf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した。

6-2. 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1,000tfジャッキを使用し4ケーブル同時に行った。

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整えるために前段の斜材張力を減ずる作業である。重量3.5t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。

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

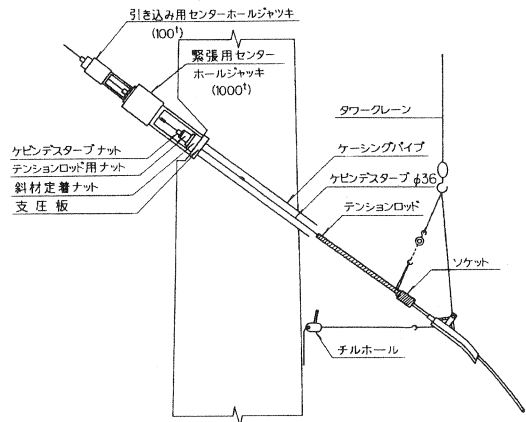


図-6 主塔側斜材引き込み要領

7. 施工管理

本橋の最大張出し長は157.5mと大きいにもかかわらず、主桁高さは2.5mと低く断面剛性が小さい。このため、主桁コンクリート打設・ワーゲン移動・斜材緊張等施工時の荷重や温度変化による主桁・主塔のたわみ変動量が非常に大きく、応力も鋭敏に変化する。

従って、各施工時荷重や温度変化によって生じる主桁・主塔のたわみ変動量・主桁応力・斜材張力をあら

はじめ把握しておき、実際の施工状態を常にこれらと比較管理していくことが重要となる。本橋の施工にあたっては、種々の計測を行い、各施工段階ごとにこれらの実測値と設計値の比較を行った。この作業では、膨大なデータ量を迅速に処理するために「施工管理システム」を活用した。このシステムは、大型コンピューターにて計算された、単位荷重や温度変化・斜材の単位緊張量による影響線をデータベースとしてパーソナルコンピューターに蓄えておき、これを用いて実測値の補正や予測計算を行うものである(図-7)。

1) 主桁上げ越し管理

各施工段階の主桁の高さは実際にレベル測量した値を測量時の温度(全体温度・斜材温度・床版温度差)と荷重(橋面重機・型枠上の鉄筋等)の状態によって補正した。この補正値を設計値と比較し型枠セット高に反映させ、主桁に角折れを生じさせないようにセット高を決定した(図-8)。

2) 斜材調整緊張

通常の上げ越し管理とは別に主桁張出し中に2回(S-6 架設時・S-14架設時)の点検時を設け、主桁の上げ越し値が施工中の許容値内に収まるように斜材の調整緊張を行うものとした。実際の施工ではS-6 架設時にこの調整緊張を行った。斜材の調整緊張を行うにあたっては前出の施工管理システムを用いて斜材の最適調整量を求めると共に主桁の応力及び斜材の張力が許容値を満足することを確認した。

また、主桁連結後に全斜材の調整緊張を行い、主桁応力・斜材張力・主桁線形を完成時の許容値内に調整した。

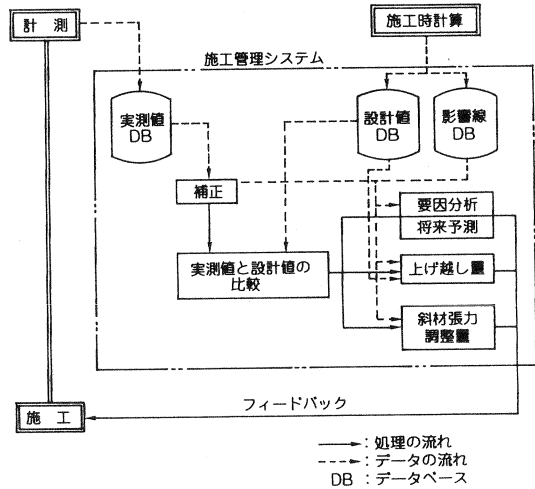


図-7 施工管理システム概念図

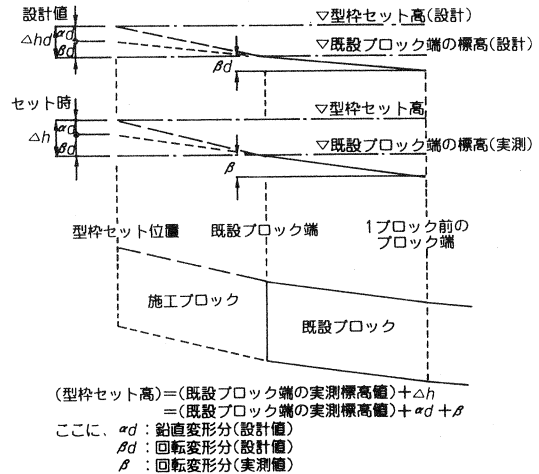


図-8 型枠セット高決定方法

8. おわりに

田尻スカイブリッジは、平成4年8月に上部工の施工を開始し、平成6年8月に無事開通を迎えた。本橋の設計・施工にあたっては、「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)の貴重なご意見・ご指導をいただいた。ここに改めて感謝の意を表するものである。