

# 関西新空港鋼トラス橋の製作

## FABRICATION OF THE STEEL TRUSS BRIDGE FOR THE NEW KANSAI AIRPORT



東 隆行

### SYNOPSIS

The long-spanned double-deck truss bridge (road and railway) which shall connect the New Kansai Airport to the Mainland, has a length of 3750m, 2700m of which consists of a series of 6×3-span (3×150m) continuous steel truss bridges.

Harumoto Iron Works has undertaken the construction of one of these bridges in a joint venture with 3 other companies. During the construction of this bridge, the technology and know-how accumulated throughout the years served well to obtain the good precision and high quality necessary for the construction of this kind of bridge.

### 1. はじめに

現在建設中である関西新空港は、増大する航空需要や、大阪国際空港の騒音による使用制限に対応するために、大阪湾の泉州沖約5kmに計画された空港である。この空港島と陸岸とを結ぶ唯一の連絡施設である空港連絡橋は、高速道路と鉄道を併せもつ全長3,750mの長大橋である。その連絡橋の中央部には、橋長450m支間150mの3径間連続トラス橋が6橋連なった総延長2,700mのトラス橋が建設されている。

当社は、本橋の最も陸岸側に位置する3径間連続トラス橋(P22～P25)を川田・櫻田・春本・川構の共同企業体で受注し、そのうちのNo.3ブロックを春本・川構で製作および大組立を担当した。以下に、製作および大組立における特徴を記す。

- ① 本橋は、航空法による空域制限および船舶通航のための航路空間の確保等の必要から、上段に片側3車線の道路、下段に複線の電車専用線を配したダブルデッキ・トラス橋となっており、下段に電車が通過するため、設計、製作の各段階において鋼材の疲労に対して十分に配慮した施工法を採用する必要がある。また、主構高をなるべく低くするとともに、経済性についても配慮し、道路部分の鋼床版とトラス

上弦材とを合成させた、合成鋼床版構造を採用している。

- ② 工程の短縮および通過船舶への影響をできるだけ短くする必要から、製作工場において大組立された大ブロックを、大型起重機船(以下、FCという)を用いて吊上架設する大ブロック一括架設工法を採用しているため、大組立時における大ブロックの取合部に対する精度管理が重要であった。

本文では、製作から大組立までの一連の工程のうち、大ブロックの取合部に対する精度管理要領に焦点を絞って述べる。

### 2. 構造諸元

本橋の構造一般図を図-1に、主要諸元表-1に示す。

### 3. 製作

#### 3.1 製作手順

本橋の製作手順を図-2に示す。鋼床版と主構の上弦材については、立体組立時、高所作業となり危険を伴うので、作業の安全性と円滑化を計るため、事前に平面仮組立を行い取合部の寸法確認を行った。また、他社との工区境の取合部および鋼床版のヤード溶接部の開先形状確認も行った。寸法形状の計測は、外気温と対物の温度差の小さい(冷

表-1 主要諸元

橋 格	道 路	第1種第3級相当	
	鉄 道	在来線2級線相当 (M-18)	
形 式	道路、鉄道併用3径間連続ダブルデッキトラス橋 (道路床版はトラス上弦材と合成された鋼床版)		
車線, 軌道	道 路	6車線	
	鉄 道	複線	
基 本 寸 法	支 間	149 m + 150 m + 149 m	
	主構間隔	20 m	
	主構高	17.5 m	
	道路幅員	13.5 m × 2	
線 形	パネル割	P22~P23	11,500 + 11 × 12,500
		P23~P24	12 × 12,500
		P24~P25	11 × 12,500 + 11,500
	縦断勾配	縦断勾配	1.0%
		横断勾配	2%
平面	直線		

態時) 早朝と大きい(温態時) 昼間の二回行った。(写真-1)

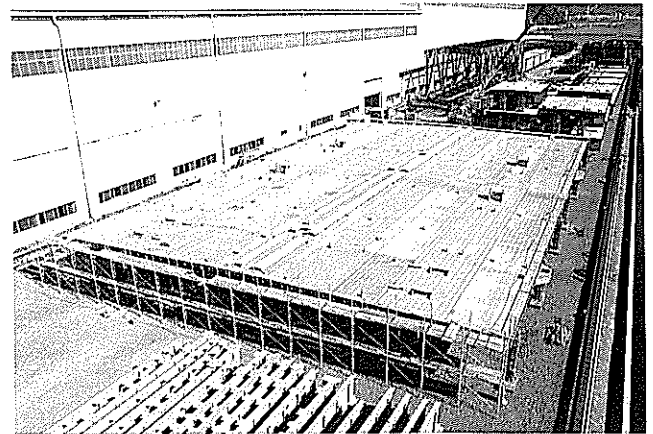


写真-1 鋼床版の仮組立全景

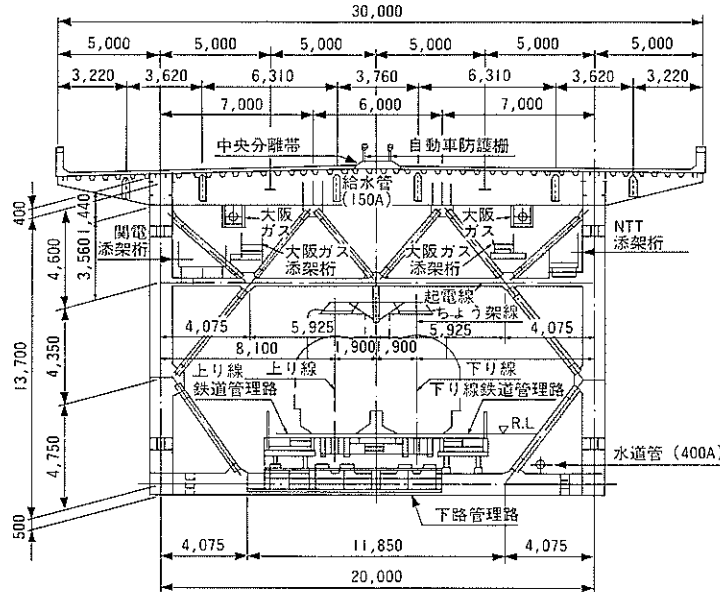
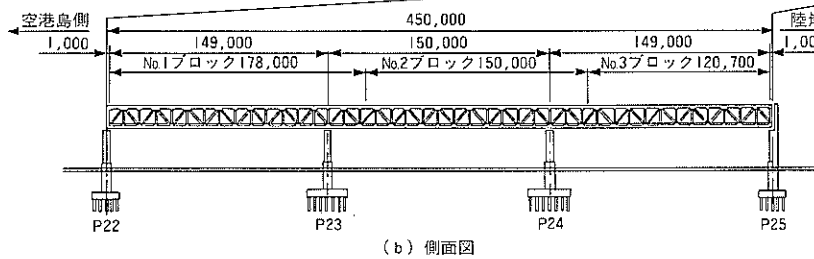
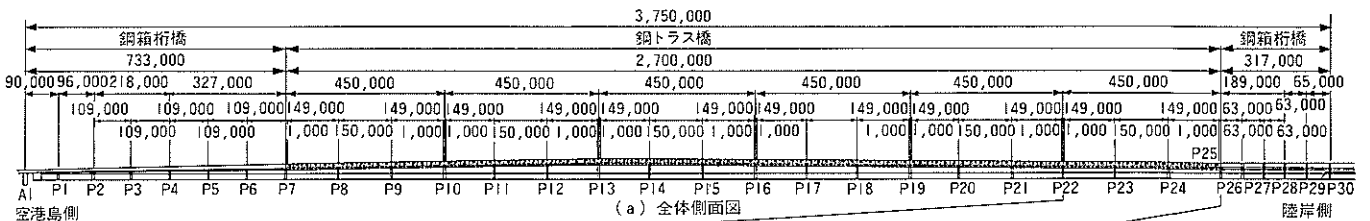


図-1 構造一般図

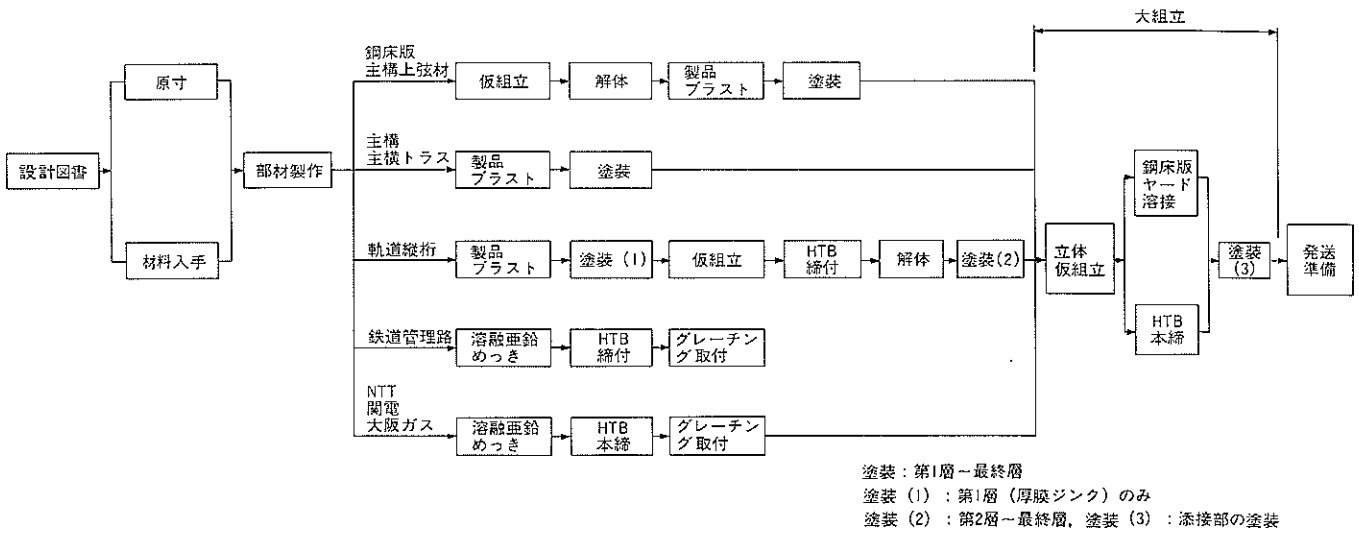


図-2 製作手順

軌道縦桁は、鋼桁直結方式のため、キャンバー、通り、支承のすきま等に対する精度管理が重要であった。このため、厚膜型無機ジンクリッチペイントを塗布して、軌道縦桁単独で仮組立を行ない精度を確認し、形状保持のため大組立場への輸送に支障のない大きさと高力ボルト（HTB）を本締した（写真-2）。

塗装は、立体組立前に単材の状態まで最終層まで行い、立体組立後は、添接部の塗装部のみとした。

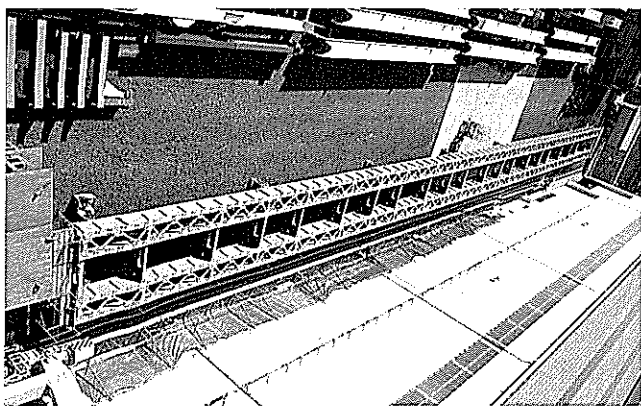
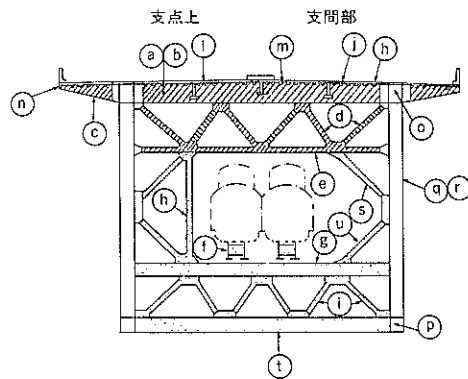


写真-2 軌道縦桁の仮組立全景



区分	部材
一般部材	①横桁 ②横リブ ③ブラケット ④横トラス上小組斜材 ⑤横トラス中弦材
疲労部材 A	⑥軌道縦桁 ⑦鉄道受梁 ⑧横トラス吊材 ⑨横トラス下小組斜材 ⑩横トラス下弦材 ⑪横トラス下斜材
疲労部材 B	⑫デッキプレート ⑬縦リブ (Uリブ, 平リブ) ⑭中縦桁 ⑮中央縦桁 ⑯側縦桁 ⑰上弦材 ⑱下弦材 ⑲垂直材 ⑳斜材 ㉑横トラス上斜材

※疲労部材に取付く一般部材の溶接は、疲労部材として取扱う

図-3 部材の区分

### 3.2 工場製作

本橋は、道路・鉄道併用橋であり、また鋼床版と主構の上弦材とが一体となった合成構造であるため、大部分の部材が疲労部材または併用部材となっている（図-3）。このため、とくに溶接に対しては慎重な配慮を加えて施工する必要があったが、本四公団「南備讃瀬戸大橋」における製作実績を生かし、十分満足し得る製品を製作することができた。

### 4. 大組立

大組立は、川鉄鉄構工業（株）・播磨工場の岸壁で、春本・川構の共同作業で行った。大組立のフローチャートを図-4、立体仮組立状況を写真-3、4に示す。

大組立は、一括架設時における取合を考慮して、大ブロックの取合部より端部に向けて、50t吊ジブクレーンおよび300t吊クローラークレーンにより行った。

大組立の実施工程表を表-2に示す。

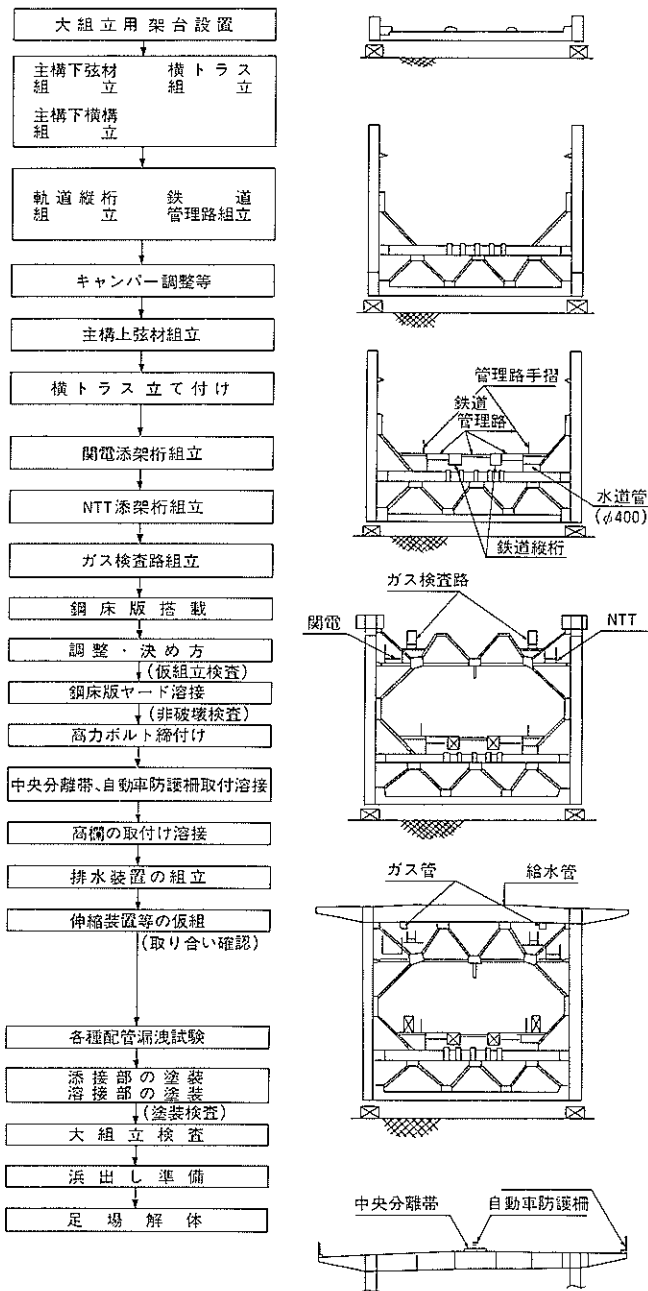


図-4 大組立フローチャート

表-2 実施工程表

工程	年月	平成 2 年							
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
準備工		<input type="checkbox"/>							
立体仮組立									
ヤード溶接									
高力ボルト本締									
塗装									
浜出し									<input type="checkbox"/>

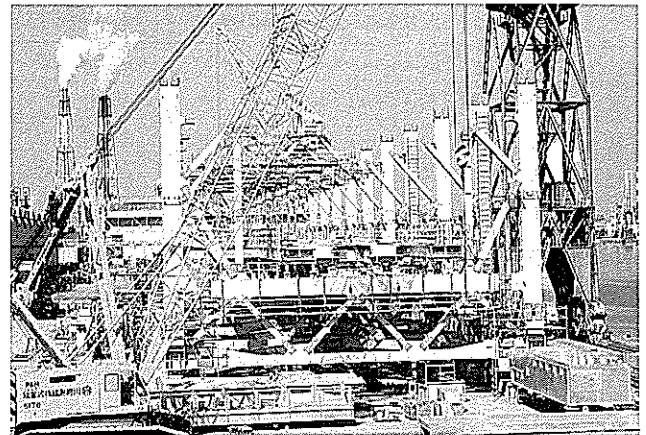


写真-3 大組立状況(1)

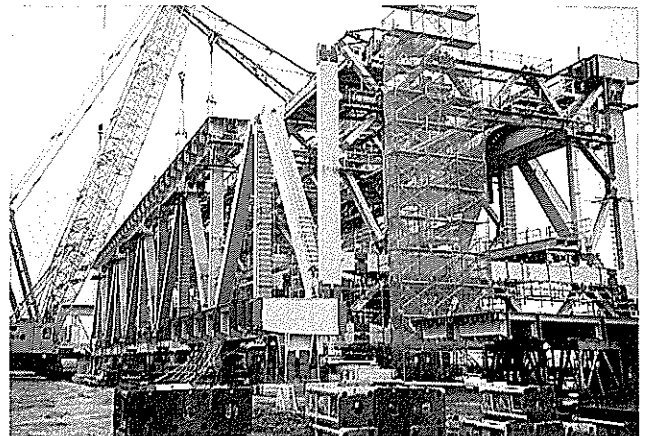


写真-4 大組立状況(2)

## 5. 大ブロックの取合要領

### 5.1 概要

本橋は、前述したように、各製作工場で大組立された大ブロックをFCで吊ったまま空中で継手の施工を行うモーメント連結法を採用している。このような架設工法を用いる場合、施工性、安全性、架設現場の地理条件等を考えると、各ブロック間の主構の取合部に対する精度管理が極めて重要となる。以下に、この管理要領について述べるものとする。

### 5.2 取合部の精度

取合部は、一般部とは別に、表-3に示す精度管理項目を設けた。目標値を設定した場合は、ブロック間の相対誤差を比較して可否を判断することにしたが、測定値は全て管理目標を満足していたので、特別な修正は生じなかった。

### 5.3 ブロック相互間の出来形の反映

本橋では、上述の精度管理に加えて、ブロック相互の出来形を机上で検照し、取合部の精度を相互に反映することにした。

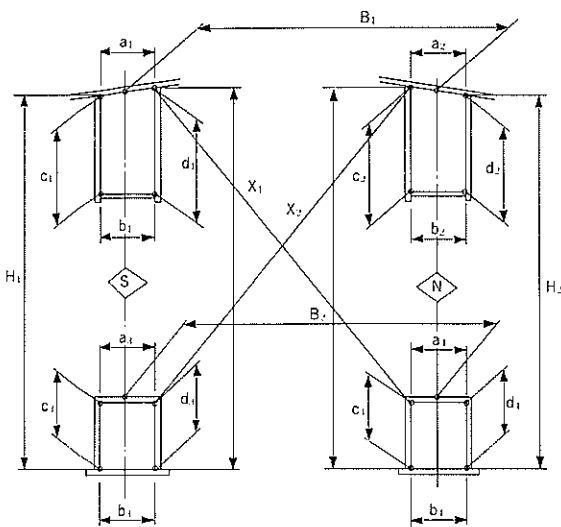
精度の反映は、先行組立ブロック(A社)から、後行組立ブロック(B社)へ出来形情報を伝達し、以下の3段階で行うことにした。

表-3 大ブロック取合部の精度 (単位: mm)

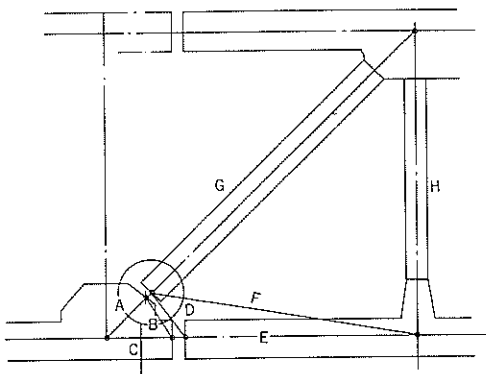
		管理目標値
①	上弦材, 下弦材, 斜材の出入り	0~-2.5
②	// 間隔	±2.0
③	鋼床版継手部の直線度	0~-2.5
④	鋼床版付縦桁, 縦リブ出入り	±2.5
⑤	// // 間隔	±2.0
⑥	// 縦桁端部の鉛直度	2.0以内
⑦	// 縦桁端面角度	±1.0
⑧	// 縦桁の桁高	±1.5
⑨	鋼床版上面のキャンパー	±2.5
⑩	上弦材, 下弦材の格点から継手までの寸法	0~-2.5
⑪	主構断面对角寸法	±6.0

(1) A社・B社との取合部分の大組立が完了した時点

A社の出来形を図-5に示す要領で計測し, B社の大組立に反映する。



(a) 断面



(b) 側面

図-5 取合部の出来形計測要領図

(2) A, B両社の大組立が完了した時点

A, B両社において図-5に示す要領で出来形を計測し, 図-6に示す要領でテンプレートフィルムに出来形を図示し, A, B両社の分を重ね合わせるることにより取合部の精度に対する最終確認を行うことにした。フィルムに図示する際の縮尺は下記のとおりとした。

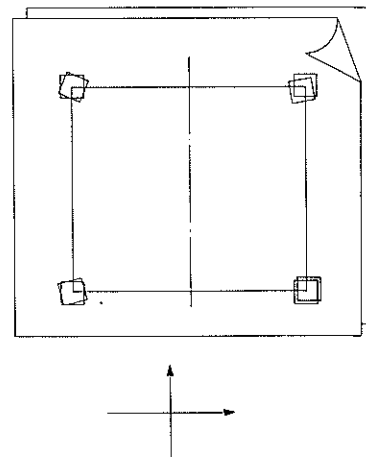
- a. 断面: 1/2
- b. 弦材間隔: 1/10
- c. 変位: 1/1

フィルム相互は, 鉛直および水平方向のみに移動させて重ね合わせるものとし, とくに, 傾きの方向が同じであることを重視した。間隔としては, 4mmまでのズレを許容した。

(3) A社のブロックの架設完了後

A社のブロックの架設完了後, 図-5の要領で計測可能な項目のみを計測し, 上述の要領で再度取合を確認した。

取合部の測定は, 昼間に行なうと鋼床版上の温度が80°C近くまで上昇するため, 正確な計測は無理と判断して, 全て早朝に行った。



テンプレート相互の移動は鉛直方向、水平方向のみとする。

図-6 テンプレートフィルムによる確認要領

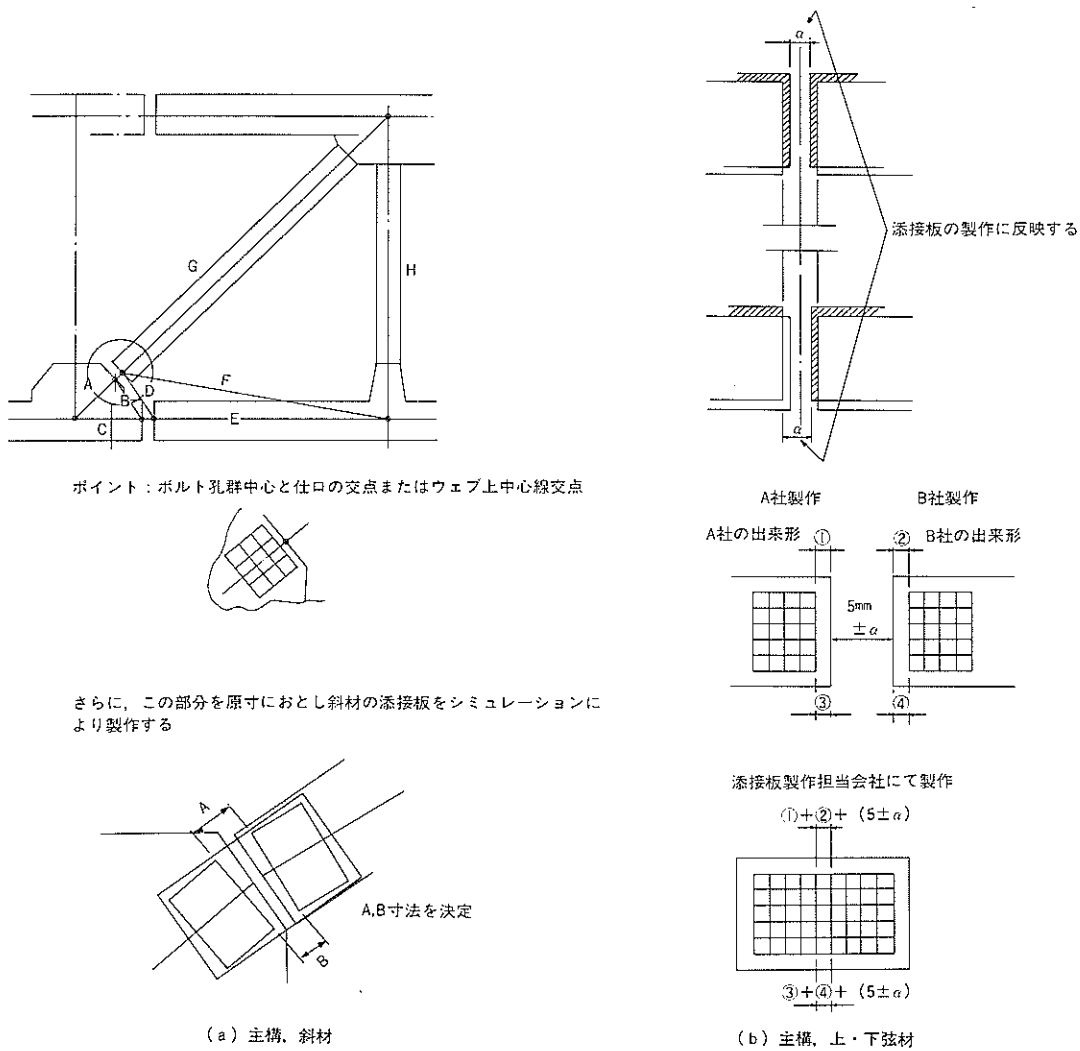


図-7 取合部の添接板の製作要領

5.4 主構の上下弦材および、斜材の継手部の添接板の製作

添接板は、A、B両社の大組立完了時に取合部の出入り量を計測し、出入り差をボルト孔の縁端距離に反映して製作することにした。要領を図-7に示す。但し、主構の上下弦材の添接板は、取合部の出入り差が2mm以内の場合、設計値で製作することにし、2mm以上の場合、縁端距離に反映して製作した。また、鋼床版の縦桁および縦リブの添接板のボルト孔は、拡大孔であるため、このような処理は行わなかった。

5.5 架設用芯の設置

製作における最終の出来形を架設時に再現するために、工場において図-8に示す要領で合わせ芯を設定した。

- ① 主構の上弦材間隔の1/2点を大ブロック両端付近(1m)に基準点として設定し、その2点間を結ぶ。
- ② 上述の中心線上で端部から1,000mm間位置から、中心線に対して直角方向に1,100mm離れた点2、2'、3、3'を設け、さらに2-2'、3-3'をそれぞれ結ぶ。合わせ芯は、雨等で消えないように、シールで養生した。

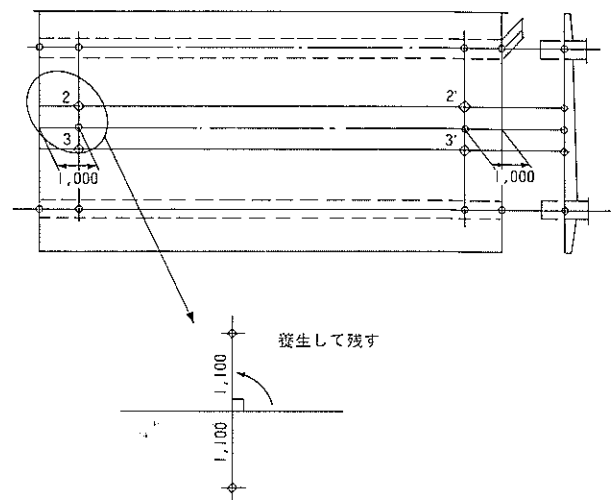


図-8 架設用合わせ芯の設置要領

### 5.6 セッティングビーム

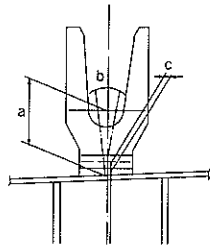
主構の上弦材とセッティングビームとの位置関係が、一括架設時の取合に大きく影響するため、下記の要領で計測し確認を行った(図-9)。

(1) 先行ブロックのビーム受台(図-9(a))

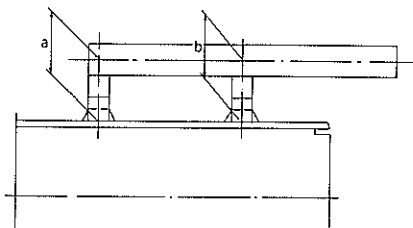
- ① 鋼床版上面と受台底面までの高さを計測し設計寸法に調整する。
- ② 上弦材の中心と受台の中心との相対関係を計測し中心を一致させる。

(2) 後行ブロックのビーム

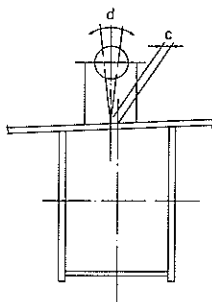
- ① ビーム取合部の高さを計測し、上弦材と平行であることを確認する。(図-9(b))
- ② 上弦材の中心とビームの中心との相対関係を計測し中心に一致させる。(図-9(c))



(a) ビーム受台の計測位置



(b) ビームの取付高さの計測位置



(c) ビーム中心の計測位置

図-9 セッティングビームの計測位置

### 5.7 形状保持材

大組立時および架設時の形状保持のために形状保持材を設けた。図-10にセッティングピン、図-11に仮設備の詳細を示す。

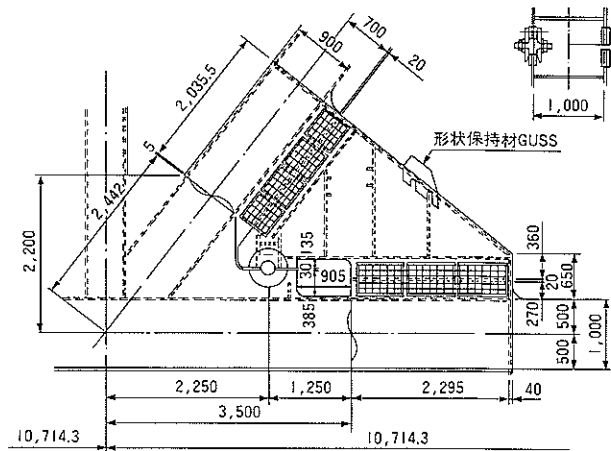


図-10 セッティングピン

### 5.8 取合部要領の結果およびまとめ

取合部の精度は、全ての項目において管理目標値の範囲内に入った。図-12には、テンプレートフィルムを重ね合わせた結果を示す。誤差を示す数字は、測定値より算出したものであり、架設時の調整を行うことにより、誤差は均等に配分されるものと判断した。

主構の上弦材および北側の添接板は、取合部の出入り差が2 mm以上となったため、ボルト孔の縁端距離に反映して製作し、その他の添接板は、取合部の出入り差が2 mm以内に入ったので設計値で製作した。

架設は、平成2年8月5日に、4,100 t吊F・Cで早朝より行った。継手部の連結は、熱影響による変形を避けるため、夜間に行い、翌朝無事完了した。今回の方法で、大ブロックの取合要領については、とくに問題のないことを確認したが、鋼床版の現場溶接の開先形状および鋼床版の縦桁および縦リブの取合については若干の不備があったので、今後、これらの点に関し鋭意検討を加えていきたい。

### 6. 浜出し

浜出しは、平成2年8月2日、快晴の中、4,100吊FCを使用して16,000 t DBに搭載して完了した。

浜出し要領図を図-13に、浜出し状況を写真-5に示す。

### 7. あとがき

本工事は、昭和62年12月に、関西国際空港(株)より、川田・櫻田・春本・川構建設工事共同企業体で受注し、平成3年4月無事故、無災害で完了することができた。この場を借りて関係各位の方々に深くお礼を申し上げます。

とくに関西国際空港(株)の関係各位をはじめとして、大組立を共同作業で行った川鉄鉄構工業(株)、播磨工場の皆様方には、多大な御指導、御協力をいただき、ここに深く感謝の意を表します。

(工期：昭和62年12月7日～平成3年4月28日)

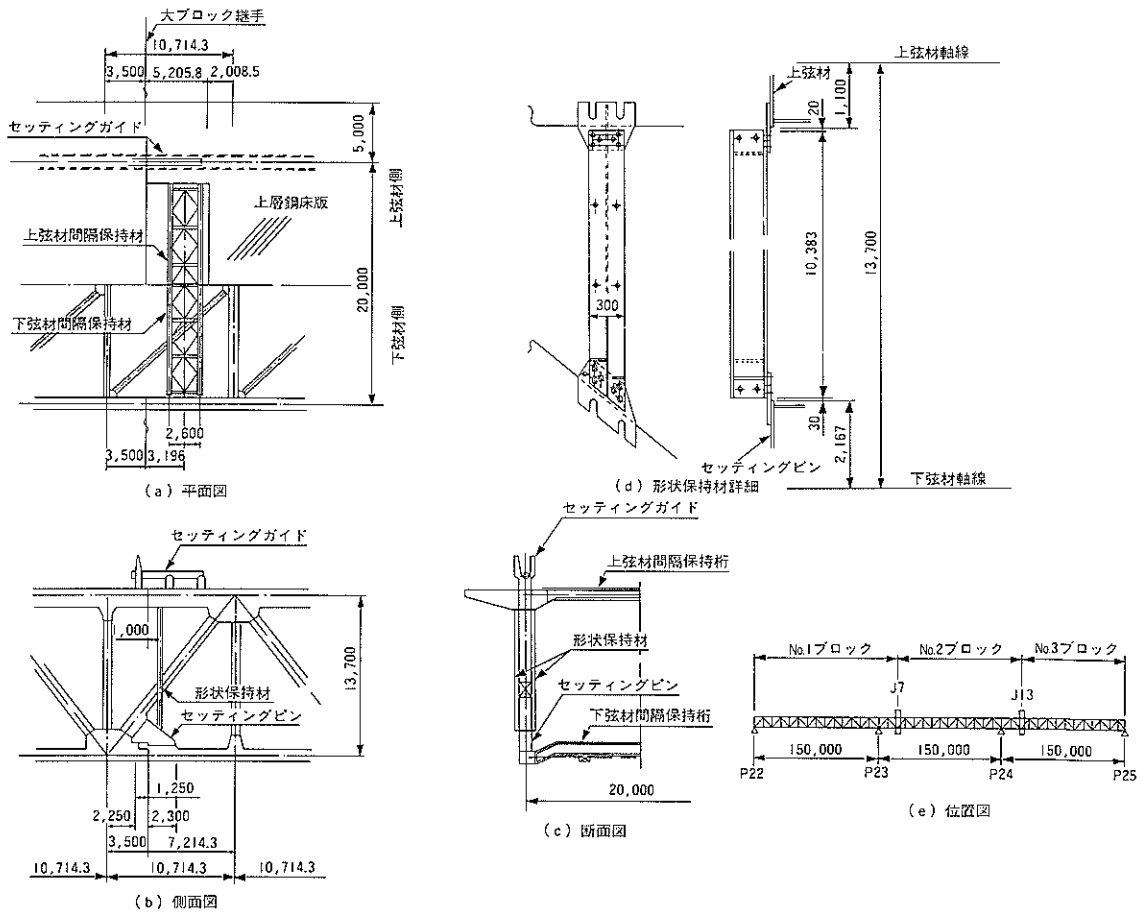


図-11 形状保持材

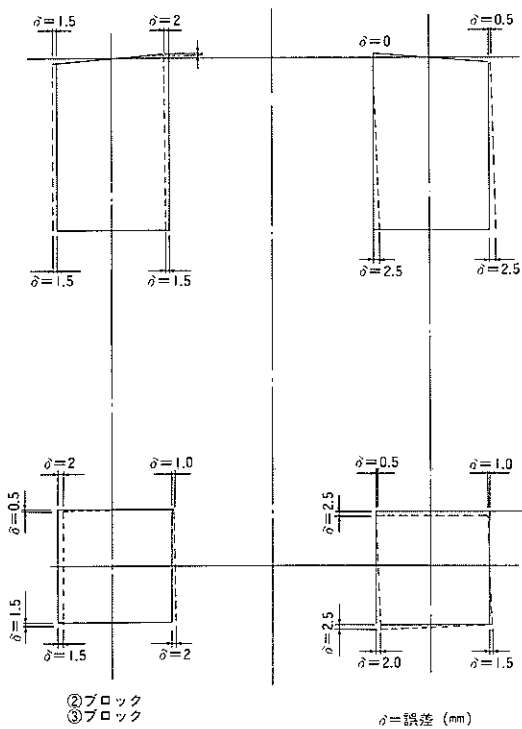


図-12 取合部の出来形

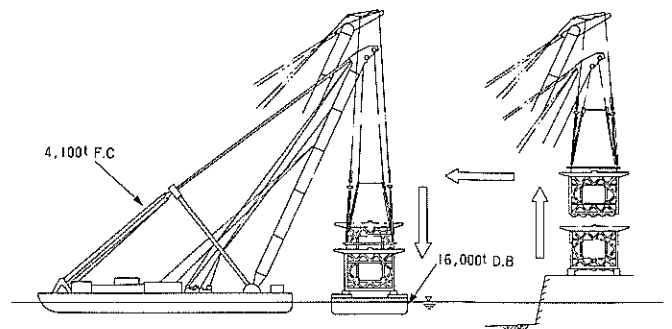


図-13 浜出し要領図

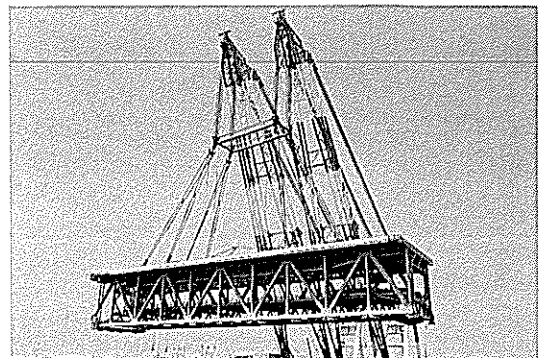


写真-5 浜出し状況