

# 大鳴門橋の製作・輸送

石井 博彦<sup>1)</sup> 中 勇治<sup>2)</sup>  
佐々木裕之<sup>3)</sup> 本間 久夫<sup>4)</sup>

## はじめに

大鳴門橋は本州四国連絡橋公団として最初に施工した道路鉄道併用橋であり、しかも渦潮で有名な鳴門海峡をまたぐ海上に架設される長大吊橋である。そして100年の耐用年数が目標となったこと等から、本四公団では種々の実験研究が行われ、設計・施工上の方針が示されてきた。その中で特に大きな問題となったのは疲労に関する実験過程で当初予測されていなかった弦材かど継手のルート部のブローホールおよび部材表面についた傷から疲労破壊が起こり、それも想定されていた回数よりも少ない繰り返し数で亀裂が発生した事である。このため割れ感受性の高い調質高張力鋼を用いた主構弦材の施工に対しては、

- かど継手溶接部において1.5mm以上のルート部のブローホールをなくす事。

が施工上の最大の焦点となった。したがって、これらを満足させる施工方法、長大橋吊橋であるが故の部材あるいは面材精度を確保する施工方法、また大鳴門橋補剛桁を8社で分割施工するため工区境の取合を確認する手段、そして最大潮流が10ノットにもなる難所ヘタイムリーに面材を輸送する手段等が要求された。

本報告書は、一般道路橋と異なったこれらの要求品質にどの様に対応したかについての施工実績を示したものである。

## 1. 工場製作

### (1) 調質鋼を用いた弦材の加工上のポイント

実施工に先だって行った実験等により判明した加工上のポイントは、以下に示すとおりであった。

- a) かど継手溶接ルート部の内部欠陥をなくす。

- ルートギャップを0.5mm以下とする。

これは、組み合わされる材片の平坦度、落し込

みフランジの幅精度、組立精度を確保する方法がポイントとなった。

- 開先内部にごみ・錆等の異物がない事。

鋼材のプライマーの除去方法（材片の平坦度とのからみもある。）組立後本溶接までの開先内ルート部の錆等の対策がポイントとなった。

- 適正な溶接条件

仮付け溶接を再溶融する事が出来、熱間ワレを起さない溶接条件を実験により決定した。

- b) 応力直角方向の表面キズを残さない。

応力直角方向のすみ肉溶接（おもにダイヤラムの溶接）の止端部を滑らかにする事。溶接ビードの仕上げ等のグラインダーの目の方向を応力方向にする事。部材横持ち時等で部材表面に傷をつけない事などがポイントとなった。

- c) その他

- 予熱方法

ガスバーナーによる開先部の直接予熱は水滴が付き欠陥の原因にもなる。したがってヒーターによる予熱を基本とし、ガスバーナーは、板の裏側からの補助的な予熱に使用した。

- 部材の寸法精度

20mの上下弦材の長さの許容値は±2mmとなっている。これを満足させるための施工としては、後孔工法を基本とした。

以上の事が、部材を加工していくうえでのポイントとなった。それぞれのポイントに対する実施工での対応は、次項で工程の流れに従って述べる事とする。

### (2) 主構上下弦材の製作

ここでは、補剛桁主構の上下弦材の製作方法について、一般道路橋と異なっている点、すなわち、前項で述べた加工上のポイントに着目して、加工の工程に従って述べる。

1) 大阪工場製造課課長

2) 大阪工場品質管理課副課長

3) 大阪工場製造課係長

4) 大阪工場製造課係長

上下弦材の製作手順を、図-1に示す。また、これから述べる製作内容の概要を表-1に示す。

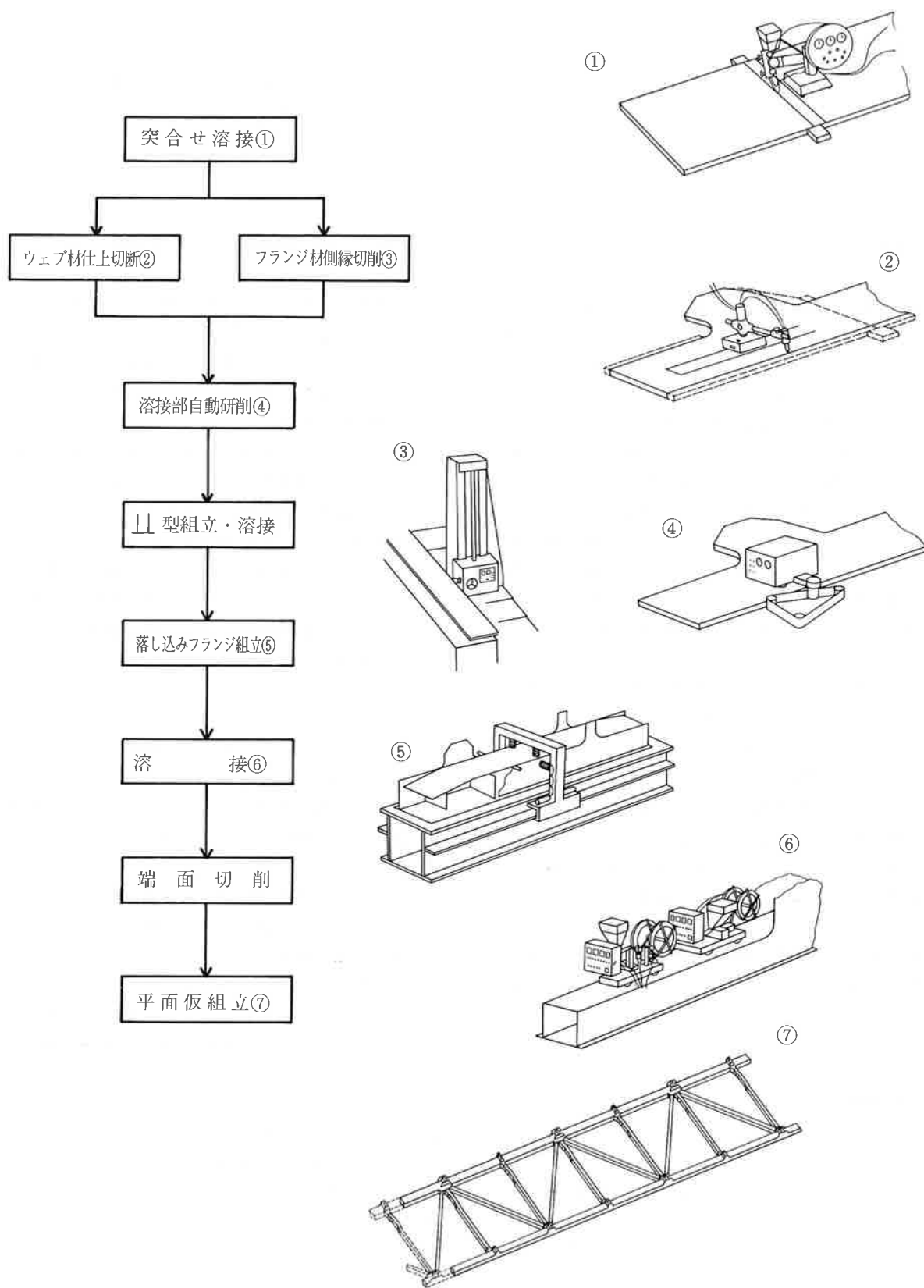
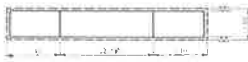
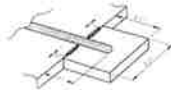
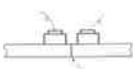
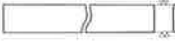

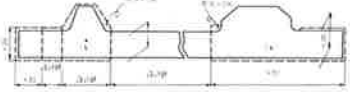


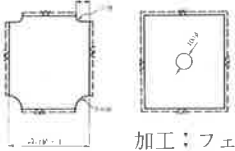


図-1 弦材の組立要領

表一 下弦材の製作(概要)

(1)落込フランジの製作	(1)製作寸法	 <p>実線： 仕上方法 点線： 製作方法</p>
	(3)エンドタブの取付および開先加工	 <p>開先加工： 自動アークエアー ガウジング機</p>
	(3)予熱	 <p>予熱装置： モールドヒーター 予熱温度： 仮付 100℃ ≤ 本溶接 50℃ ≤</p>
	(4)溶接	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮付溶接：手溶接(L-60、4.0φ)</li> <li>本溶接：S-SAW、T-SAW(US-49×MF38A)</li> </ul>
	(5)ビード仕上	<ul style="list-style-type: none"> <li>粗仕上：ビードフェーサー(余盛仕上高さ0.5&lt;h≤1)</li> <li>精密仕上：手動グラインダー(すり込み量±0.5、粗度50S≥)</li> </ul>
	(6)幅仕上	 <p>加工：フェーシング グマシン 精度：粗度 25S ≥ 寸法 ±0.3 通り ±2.0</p>
	(7)開先加工	 <p>切断方向 加工：自動ガス切断機 両側同時切断</p>
(2)ウェブの製作	(1)製作寸法	
	(2)~(5)落込フランジの製作に倣う	
	(6)幅仕上	<p>上図において格点“a”を定める——“a”を基準に格点“b”を定める。 (この際溶接収縮を考慮して「設計値+2」とする。)——仕上寸法に自動ガス切断</p>
(3)下フランジの製作	(1)製作寸法	
	(2)エンドタブの取付および開先加工	
	(3)~(5)落込フランジの製作に倣う	
	(6)幅仕上は実施しない	
(4)ダイヤフラムの製作	(1)製作寸法	 <p>加工：フェーシングマシン 精度：寸法 ±0.5 精度 25S ≥</p>

a) 材片の加工 (平坦度)

弦材の箱組立時のかど継手部のルートギャップ(肌スキ)には、組合せ部の材片加工段階での平坦度が問題となる。材片全体の大波については、組立時に治具を用いて圧着させる事でルートギャップの確保は可能であるが、加工上発生する凹凸も含む小波については、材片の段階で処理しておく必要がある。

材片段階での小波発生の原因については、次のようなものが考えられた。

- 鋼材自体に内在するもの。
- 切断により発生するもの。
- 突合せ溶接ビードの仕上によるもの。
- エンドタブ除去部で発生するもの。
- プライマー除去により発生するもの。

これらのうち、鋼材に内在するものについては、製鋼時の問題であり、鋼材メーカーと協議する中で、特に弦材のウェブ、フランジとなる原板を当社から明示するとともに、厳しい目標値を要求した。しかし、原板の状態ではなかった小波も、切断により内部応力が開放されて発生する事も考えられるため、管理としては、切断後において溶接部となる箇所、0.3/1,000の管理目標値を設定し、一般部材の1/1,000より厳しい精度で加工した。

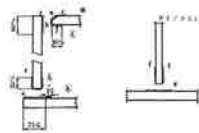
突合せ溶接部のビード仕上については、局所的なすり込み量を、一般部で0.5mm、溶接部となる箇所(表一(5)のc部、e部)を0.3mmとした。施工手順としては、この管理値をまもるために、粗仕上と最終仕上の2段階とした。粗仕上では、ビード部が、0.5~1.0mm程度残るように仕上げ、歪矯正後に、特にかど継手溶接部となる箇所について注意して最終仕上を行った。

エンドタブ除去部に発生する小波については、除去部では、仕上げによりすり込む事になり、基本的にへこむという状態になる。したがって、かど継手溶接部となる所(表一参照の事)については、二次切断、あるいは切削を行う事にした。すなわち、落とし込みフランジについては、突合せ溶接後、両側をフェーシングマシンで切削する事でエンドタブの除去の問題を解消するとともに、組立時の精度、すなわち落とし込みのための幅精度を向上させた。ウェブについては、突合せ溶接後、再野書、二次切断を行い、突合せ時の面内の角変形についても対処した。

b) プライマーの除去

溶接を行う箇所については、プライマーの除去を行った。プライマー除去の箇所は、表一(5)に示すとおりである。かど継手溶接部となる箇所については、完全な金属面を出す必要もあり、従来の手作業によるグラインダーでは、小波が発生し、ルートギャップの0.5mmが確保できないと考えられた。すなわち部材長20mにわたって、途中で止め

(5) 研削



- 加工：d——自走式グラインダー(B型)  
 a——自走式グラインダー(A型)  
 c、e、h——自走式グラインダー(A型)  
 b、f、g——手動グラインダー
- 精度：粗度——50S $\geq$   
 平担度——局部的なすり込過 $\pm 0.3/500$   
 直角度(d)——0.5 $\geq$   
 b部——粗きについては切削跡をならす程度  
 a部——ガス切断による酸化膜を除去する程度



写真-1 自走式研削機(平面用)

る事なく、同じ力でおしつけながら人力によりベルトグラインダーを操作する事は不可能である。したがって自動の研削機の開発に取り組んだ。走行速度、研削量の安定化を計るための実験を行い、種々のデータを集めるなかで、最終的に自走式研削機として、平面用(A型)、コバ面用(B型)の2機種を開発した。これにより、小波もなくなり、グラインダーの目の方向についても応力方向に統一されるとともに、作業能率についても向上させる事ができた。写真-1に、平面用自走式研削機(A型)の使用状況を示す。

c) 組立

組立時の最大のポイントは、かど継手溶接部のルートギャップを0.5mm以内におさめる事である。小波については、材片の加工段階で基本的に0.3mm以内におさめてきた。組立では、かど継手部の肌スキを0.5mm以内に圧着させる方法がポイントとなる。さらに板の大曲り、大波を部材のネジレを発生させる事なく、組立によりどの程度修正できるかもポイントとなる。ここでは、フランジ落し込み後、ウエブの両外側からジャッキによって圧着させる方法をとった。

以上のようなことから、ネジレをおさえるために一平面上で組立ができ、大波を圧着するジャッキを組み込んだ写真-2に示すような組立治具を考案した。これによると圧着用ジャッキを組み込んだ枠も簡単に移動する事ができ、作業性も非常に良好であった。

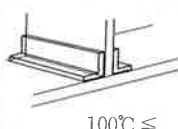
写真-2は、組立台と組立治具を用いた作業の状況である。この結果、かど継手溶接部のルートギャップも0.5mm以内におさめる事ができ、部材のネジレ等についても大きな問題が発生する事なく、良好な組立を行う事ができた。

d) シーリング溶接

ブローホール等の発生要因の1つであるルートギャップについては、すでに組立において、0.5mm以内におさめる事ができた。しかし、別の要因として、開先内ルート部のゴミ・ホコリ・錆の問題がある。組立完了後、本溶接を行うまで、予熱溶接器機のセット等の作業があり、その間に、開先内に、ゴミ・ホコリの付着、錆の発生のおそれがある。開先角度は60度であり、そのルート底部に着いた異物を除去する事は困難である。これらの問題に対処するため、仮付溶接後ただちに、仮付ビード間を同サイズの溶接で埋めるシーリング溶接を施工した。このシーリング溶接により、ルート底部に異物がつくことを防止でき、シーリングビード上につくホコリ等については、空気等をふきつける事により、たやすく取除く事ができた。

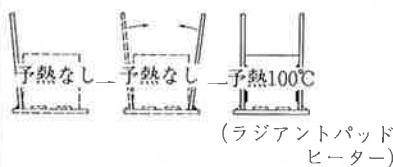
ただし、シーリング溶接は、本溶接の際、再溶融される必要がある。このため、のど厚を3mm~5mmとし、全線チェックを行った。この結果、本溶

(6) L-FLG $\times$  DIAの組立/仮付



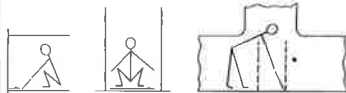
- 予熱装置：ラジアントパッドヒーター(裏面よりガスバーナーにて補助加熱)
- 溶接：MIG溶接(YM-18、0.9 $\phi$ )

(7) 組立/仮付/シーリング



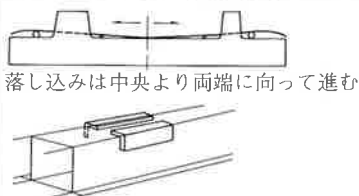
- 溶接：MIG溶接(YM-18、0.9 $\phi$ )
- 仮付溶接直後シーリング溶接を実施

(8) 中間ダイアフラムの溶接



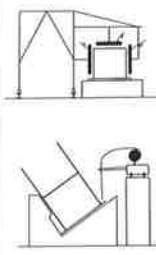
- (3回転する)(ダイアフラム2枚連続時)
- 予熱：ラジアントパッドヒーター((6)に倣う)
  - 溶接：手溶接 初層(L-55、5 $\phi$ )  
2、3層(LBF52A、5.5 $\phi$ )

(9) 組立/仮付/シーリング



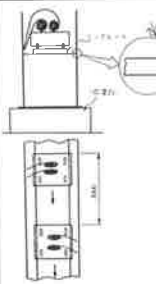
- 予熱：アルファンヒーター(ガセット部では外部よりガスバーナーによる補助加熱を実施)
- 溶接：MIG溶接(YM-18、0.9 $\phi$ )
- 両側同時施工とする。
- 仮付溶接直後シーリング溶接を実施

(10)L-FLG×WEBの溶接



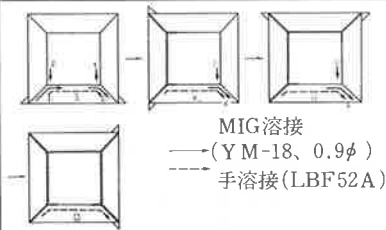
- 門型自走式遠赤外線予熱装置(溶接マニプレーターを予熱用マニプレーターに改造)
- ガセット部ガスバーナーにより補助加熱を実施する。
- 溶接：S-SAW  
(4.8φ 20×200)  
(US-49×MF38A)
- 溶接は下向スミ肉とする。

(11)U-FLG×WEBの溶接



- 溶接：T-SAW  
(L4.0φ  
T4.8φ 20×200)  
(US-49×MF38A)
- 両側を3000シフトさせて同時溶接

(12)端ダイヤフラムの溶接



- ②④⑦⑩ 立向下進溶接(MIG溶接)
- ⑤⑧⑪⑫ 手溶接にて水平姿勢
- ①③⑥⑨ MIG溶接にて水平姿勢
- 予熱は(6)に倣う

接後の溶込み線も、なめらかなもの出来た。

e) ダイヤフラムの溶接

応力直角方向にキズがあると、疲労強度をいちじるしく低下させる事になる。ダイヤフラム等部材の長手方向に直角に取り付いているものの溶接は、応力方向に直交する事になる。そのため、ビードの止端部については、滑らかになっており、アンダーカット等があつてはならない。これについては、このために開発された、止端形状改良型の溶接棒を使用した。この溶接棒については、一般の溶接棒に比して止端部以外のビード形状を滑らかにしにくい事、ダイヤフラムのように部材になってからでは確認できない事などから、公団の技量検定に合格した者のみ作業に従事することができた。

f) かど継手溶接

溶接方法、溶接条件は、実験の最大のポイントでもあった。表-2に、これまでの実験で得られたデータに基づいて、今回用いた溶接条件を示す。また、実施工でも今まで実験に従事してきた者を主体にして作業を行ったのはいうまでもない。

下弦材の落とし込みフランジのかど継手部分溶込み溶接は、タンデムサブマージアーク溶接法により、2台の溶接機で、左右の溶接線を同時に行った。作業の状況を写真-3に示す。

上弦材の落とし込みフランジのすみ肉溶接は、シングルサブマージアーク溶接機により、水平すみ肉溶接を行った。

上下弦材とも下フランジのすみ肉溶接は、シングルサブマージアーク溶接機により、弦材を45度かたむけて、下向きすみ肉溶接を行った。

g) 施工結果

角継手溶接部の検査は、本工事のために開発されてきた自動超音波探傷試験(AUT法)で行われた。また、タブテストピースとして、約1mの試験片を抜取りで部材に取り付け、破面試験も行った。自動超音波探傷試験結果、およびエンドタブ破面試験結果を表-3~5に示す。

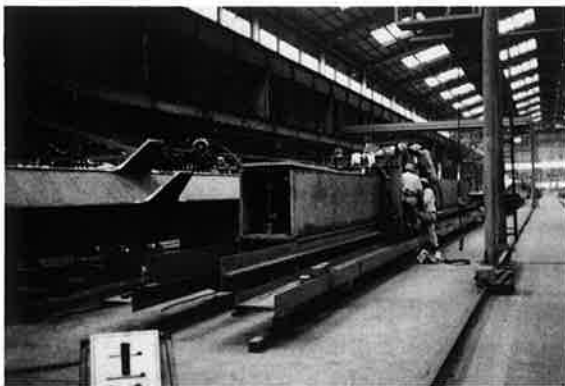


写真-2 弦材の組立状況



写真-3 かど継手溶接状況

表-2 弦材の溶接条件

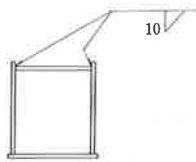
1) L形角継手溶接 (下弦材)



パス数	積層	電流 (A) ±20	電圧 (V) ±2	ワイヤ				速度 ±2	入熱量 (J/cm)	
				径	進行角	狙角	狙位置			
1	1 (L)	720	32	4.0	5	18	1	45	55	51,000
	2 (T)	620	38	4.8	-5	15	5			
2	3 (L)	650	37	4.0	5	18	2	30	45	63,600
	4 (T)	640	37	4.8	-5	15	9			

(タンデムサブマージアーク溶接) L: 先行電極 T: 後行電極

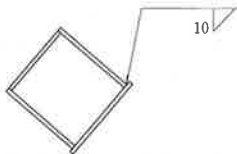
2) 水平する肉溶接 (上弦材)



パス数	積層	電流 (A) ±20	電圧 (V) ±2	ワイヤ径 (mm)	速度 (cm/min) ±2	入熱量 (J/cm)
1		720	34	4.8	60	24,500
2		490	32	4.8	62	15,200

(シングルサブマージアーク溶接)

3) 下向き肉溶接 (上、下弦材)



パス数	積層	電流 (A) ±20	電圧 (V) ±2	ワイヤ径 (mm)	速度 (cm/min) ±2	入熱量 (J/cm)
1		650	32	4.8	40	31,200

(シングルサブマージアーク溶接)

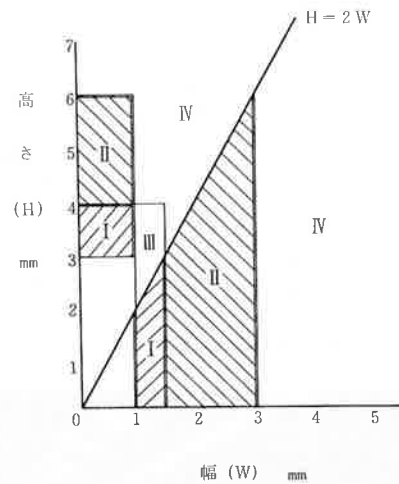
表-3 AUTの結果(ブローホール)

溶接種別	領域	発生数 (個)	溶接延長 (M)	発生率 (個/M)	手直し 個数	備考
部開分先溶溶込接	I	—	450	—	—	
	II	15	450	0.033	0	(W=2.9, 1.8, 2.1, 2.6, 2.0, 2.8, 1.9, 2.4, 1.7, 2.2, 2.8, 2.4, 2.2, 2.2, 2.8)
	III	0	450	0	0	
	IV	0	450	0	0	
すみ肉溶接	I	—	100	—	—	
	II	1	100	0.01	0	(W=2.6)
	III	0	100	0	0	
	IV	0	100	0	0	

表-4 タブテストの結果(ブローホール)

溶接種別	領域	発生数 (個)	溶接延長 (M)	発生率 (個/M)	手直し 個数	備考
部開分先溶溶込接	I	0	6	0		
	II	0	6	0		
	III	0	6	0		
	IV	0	6	0		
すみ肉溶接	I	2	6	0.33		W×H 1.0×1.0 1.0×0.5
	II	0	6	0		
	III	0	6	0		
	IV	0	6	0		

表-5 ブローホールのサイズ区分領域



(3) 部材精度

仮組、架設を考えた面材精度を確保するため表-6に示すような穿孔時期とした。部材精度については、本四基準に許容値が示されているが、この許容値の部材では仮組立、架設時に支障をきたす場合がある。したがって累積誤差の考えに基づいて表-7に示す様な管理目標値を部材長部材の曲りについて設定し精度を厳しくした。これらの事から、穿孔時期についても後孔工法が基本となった。

鋼床版は支承を介して補剛桁に搭載されるタイプである。仮組立については次章で述べる様に補剛桁への搭載は行わなかった。そのため、鋼床版の仮組立を先行し、支承位置を補剛桁の仮組立時に横トラス上弦材へ転写し、支承の位置を決定し、取合精度を確保する方法を採用した。

(4) 施工管理

大鳴門橋を製作するにあたり、すでに述べたように、多くのポイントがあり、従来的一般道路橋とは異なった施工法をとる事になった。これらの施工法を、いかにうまく実施工に反映し、管理して行くか

表一六 主要部材の孔あけ方法

部	材	名	孔明時期	孔径	孔明方法	使用機器
主	弦	材	フランジ	後孔	フル	添接板
			ウエブ	板継後	サイズ	当て孔
構	斜	材	フランジ	後孔	〃	〃
			ウエブ	先孔	〃	鋼製型板
構	垂	直	フランジ	〃	〃	〃
			ウエブ	〃	〃	〃
横	弦	材	フランジ	後孔	〃	添接板
			ウエブ	先孔	〃	当て孔
ト	弦	材	フランジ	後孔	〃	添接板
			ウエブ	先孔	〃	当て孔
ラ	斜	材	フランジ	後孔	〃	鋼製型板
			ウエブ	先孔	〃	当て孔
ス	垂	直	フランジ	〃	〃	〃
			ウエブ	〃	〃	〃
横	上	横	フランジ	〃	〃	〃
			ウエブ	〃	〃	〃
構	下	横	フランジ	〃	〃	〃
			ウエブ	〃	〃	〃
鋼	縦	桁	フランジ	〃	〃	罫書
			ウエブ	〃	〃	電気ボール盤
床	横	リ	フランジ	先孔	〃	ラジアル
			ウエブ	〃	〃	ボール盤
版	ブ	ラ	フランジ	〃	〃	〃
			ウエブ	〃	〃	〃
添	接	板	デッキ,リブ	後孔	〃	〃
			ガセット,仕口等	先孔	〃	NC
ガ	セ	ット,	仕口等	〃	〃	NC
						罫書

表一七 部材精度および計測要領

部材名	測定項目	条件	許容差	計測箇所	計測器具	報告書	管理目標値								
主	部	材	高	$H \leq 1m$	±2	端	部	コンベックス	○						
				$H > 1m$	±3										
構	フ	ラ	ン	ジ	幅	$W \leq 1m$	±2	端	部	コンベックス	○				
						$W > 1m$	±3								
構	対	角	線	長	箱断面	±3	端	部	コンベックス	○					
					断面のねじれ	箱断面						±3			
主	部	材	長	$L \leq 10m$	±2	上	下	フ	ラ	ス	テ	ー	○	±1.5	
				$L > 10m$	±3										
構	圧	縮	部	材	の	曲	り	$\gamma \leq \frac{L}{1000}$	両	端	レ	ベ	ル	○	$\frac{L}{2000}$
									中央						
構	ガ	セ	ット	角	度	$\frac{1}{1000}$	格	点	テ	ン	テ	ー	○		
板	の	平	面	度	リブ間隔	$\frac{W}{300}$	端	部	張	糸	○				
					又は腹板								間隔		

が、最大の焦点となる。当社としては、本四物件用に“製作要領”を作成するとともに、施工中には、“専任検査員”を定め施工管理を行った。

a) 製作要領

実施工に先だち整備した“製作要領”は、本工事最大の特徴である調質高張力鋼を用いた道路鉄道併用部材である上下弦材の製作を対象としてまとめたものである。ここでは、製作の流れに従ってできるだけ細かい作業にわけた。(図一 2 主構上下弦材製作フローチャート) この各々の作業毎に、規定値および管理目標値、作業手順、管理方法および検査方法を明記し、各作業員による品質のバラツキを小さくするとともに、本工事の特色、特異点を、実作業のレベルで明確になるようにした。

実製作に着手する前には、この製作要領にもとづいて、実際に加工にたずさわる作業員に教育を行い、本工事のポイント、重要性の周知徹底を行った。

b) 専任検査員

実施工中には、先に述べた“製作要領”により基本的には誰でも同じ施工ができるようにしたがさらに“専任検査員”を定めて施工管理を行った。専任検査員とは、工場管理者でもなく、作業員でもない第3者として、作業が製作要領にしたがって、正しく運用されていることをチェックするためのものである。したがって専任検査員は、1名であり、実作業には従事せず、常に加工中の部材についてまわる。作業中の疑義・問題点については、“製作要領”の範囲を超えては判断する権限を一切もたない。すなわち、専任検査員とは、製作要領の運用状況をチェックするとともに、作業上発生する疑義事項・問題点に対し、速やかに管理部門にフィードバックし、処理を行うためのシステムの一環として位置づけた。

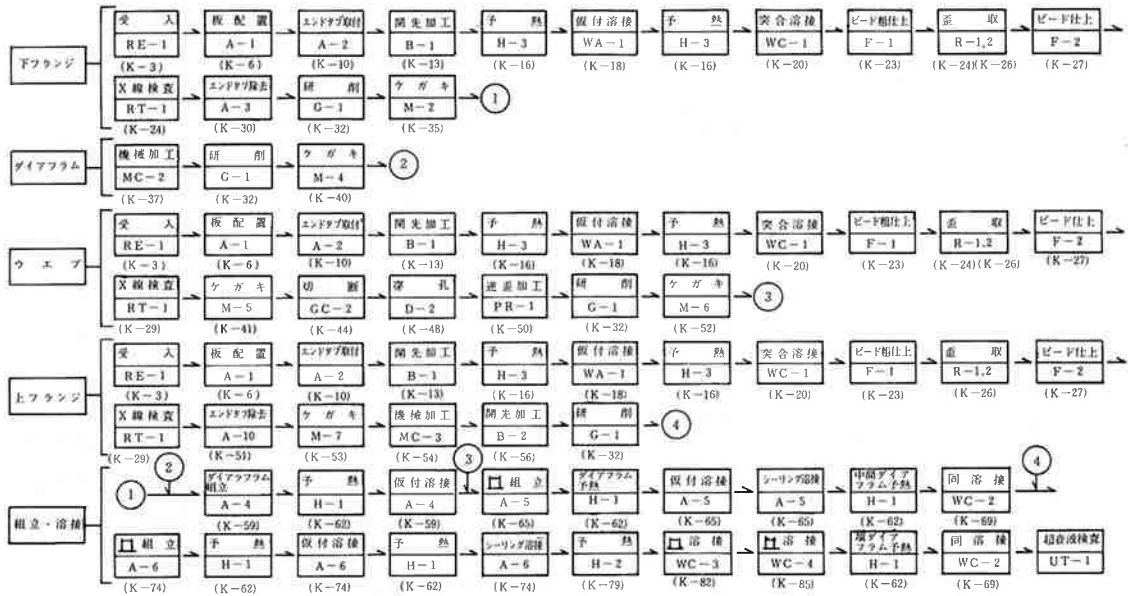
2. 仮組立

(1) 仮組立の範囲

補剛桁の仮組立は、格点117~123までの3ブロックについては立体仮組立を行い、公団管理路・検査車レール・電々添架桁・関電添架桁も同時に組み込み取合の確認を行った。残りのブロックについては、面材での平面仮組立を行い、主構については4ブロックおよび3ブロックの2回に分割した。立体仮組立、平面仮組立の状況を写真一4~7に示す。なお立体仮組立と平面仮組立に分割した取合については、1ブロックづつ重複して仮組立を行った。

鋼床版については、4径間連続桁構造のため各連毎に仮組立を行い、自動車防護柵、オープングレーチングを搭載し取合の確認を行った。

図一 3 に立体仮組立および平面仮組立の範囲を示す。



( ) 内は製作要領各ページを示す。

図-2 主構上、下弦材製作フローチャート

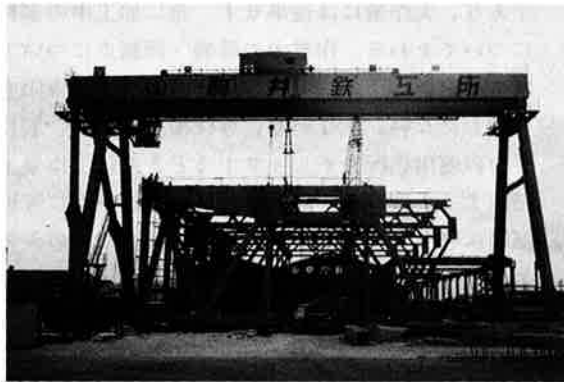


写真-4 立体仮組立



写真-5 主構平面仮組立

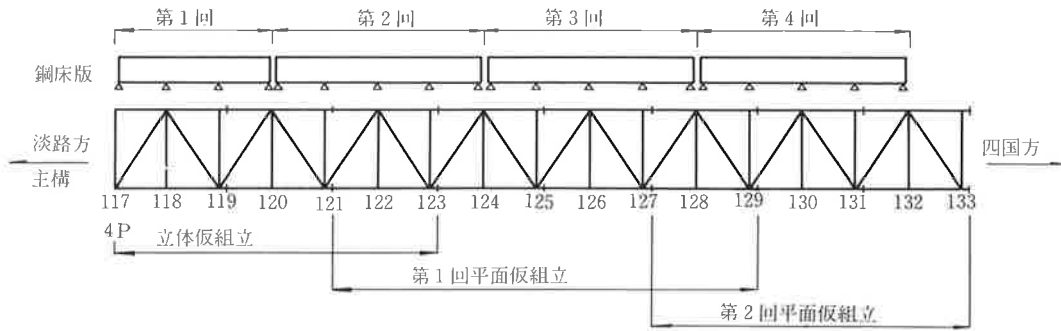


写真-6 横トラス平面仮組立



写真-7 鋼床版仮組立





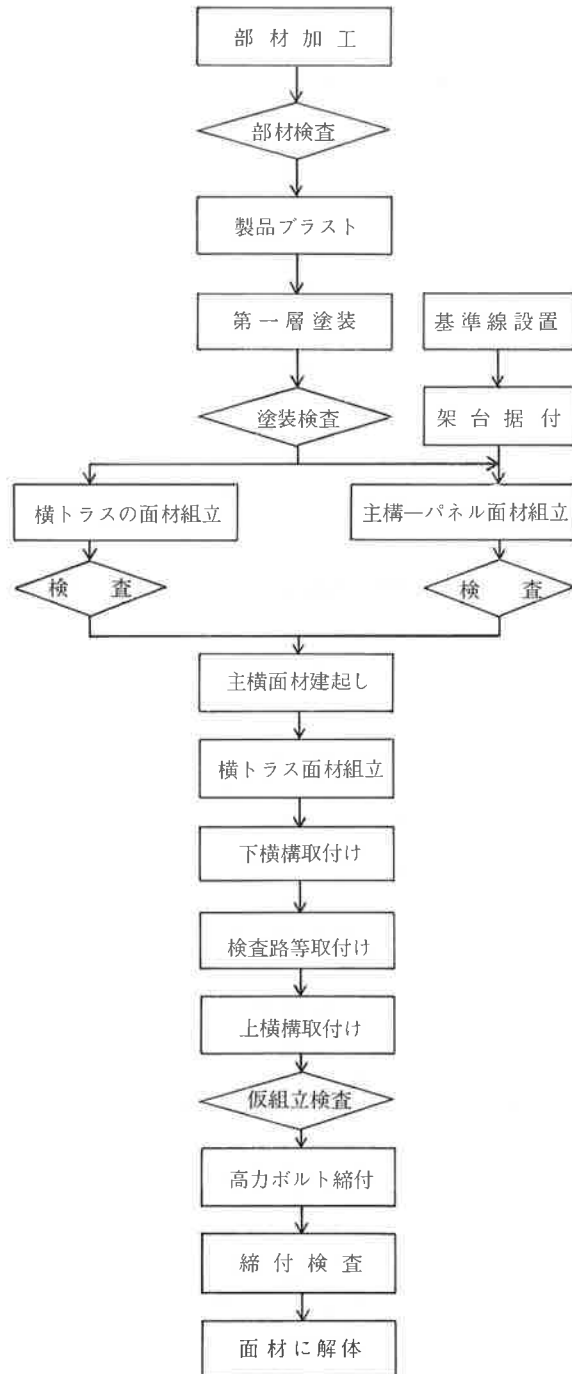
図一 3 立体仮組立と平面仮組立の範囲

(2) 仮組立要領

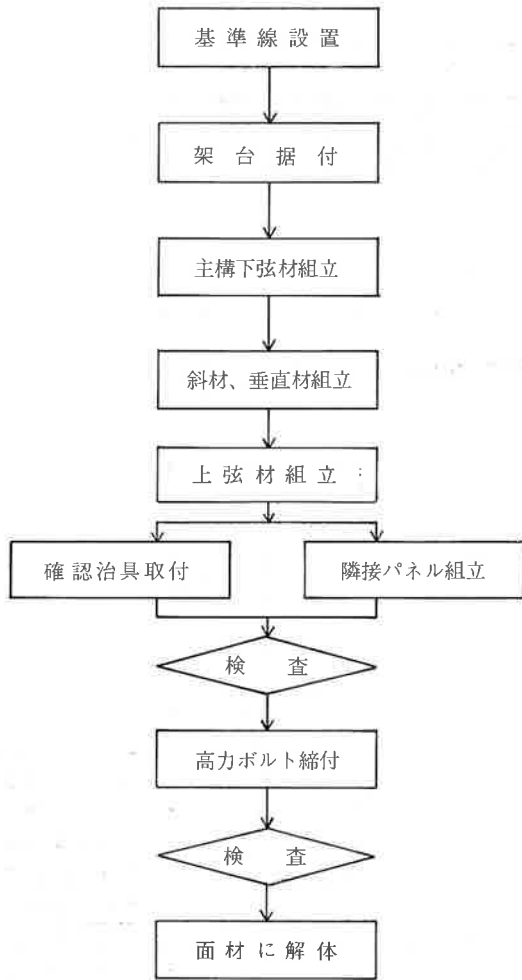
本工事の架設は面材単位であるため当社では仮組立後、高力ボルト締を行って解体した。そのため仮組立前に二次素地調整する必要があり、仮組作業では、塗膜の損傷、仮組治具からのもらい錆等が課題となった。以下に実施工での対策を示す。

- 部材の運搬にはナイロンスリングを用いる。
- 面組部材では重量の関係で毛布で養生しワイヤーロープを用いた。
- 仮置時および仮組時の支点部ではゴム緩衝材とビニールシートを用いた。
- 部材上を歩行する際は靴カバーを履くとともに立体仮組立の上弦材上面にはビニールクロスを敷いた。
- 仮ボルト、ドリフトピンは溶融亜鉛メッキしたものを用いた。また、ハンマー等も溶融亜鉛メッキしたものを用いその他の工具についても古毛布、ビニールシートで着生し直接塗膜に当たらない様にした。
- 緊結用鉄線、足場材についても、ビニール被膜または亜鉛メッキしたものを用いた。

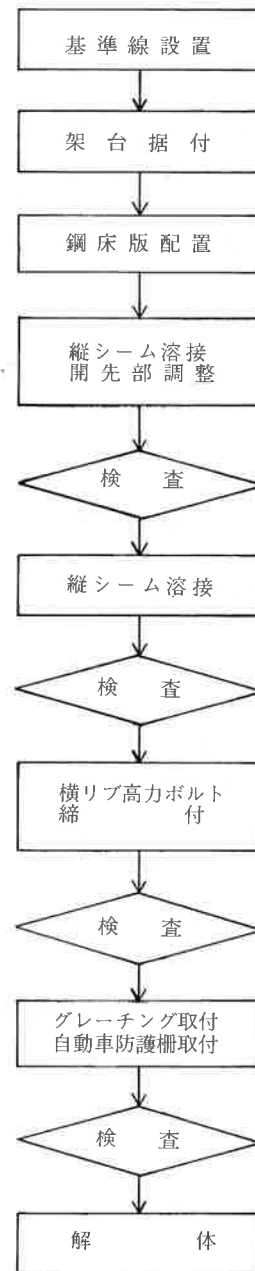
立体仮組立、平面仮組立、鋼床版の仮組立のフローチャートを図一 4～7 に示す。



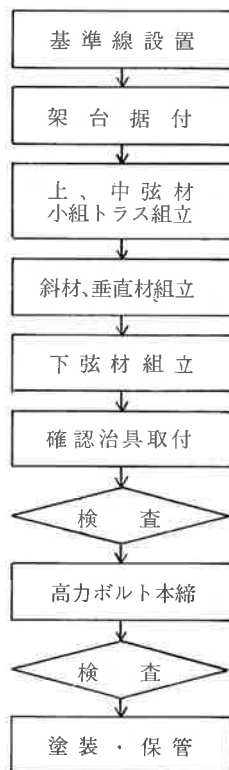
図一 4 主構立体仮組立フローチャート



図一五 主構平面仮組立フローチャート



図一七 鋼床版の仮組立フローチャート



図一六 横トラス平面組立フローチャート

(3) 取合部の確認

補剛桁の仮組立は立体と平面とに分けて行った事は前項で述べたが、平面仮組立では主構と、横トラスの取合確認ができないという問題がある。また主構についても自社内では重複して仮組立を行ったもの他社間との取合確認ができない。

a) 主構と横トラスの取合確認

平面仮組立では、主構と横トラスは直接取合の確認ができない。製作の項で述べた様に部材精度で管理目標値を決め取合に支障のないようにしたが、さらに写真-8,9に示すような取合確認治具を作成した。これにより相互の取合仕口の寸法精度および添接部のボルト孔の状態を同時に確認できる様にした。

b) 他社工区境の取合確認

他社との工区境については、自社内と同様に、1ブロック転送する事で、直接取合の確認を行った。

(4) 仮組立結果

表-8および9に、主構および鋼床版の仮組立精度基準を示す。

仮組立時の寸法計測結果を図-8~24に示す。

本工事では先に述べた様に立体仮組立と平面仮組立を行ったが、どちらも許容値、管理目標値を満足した。また取合確認治具による確認も問題はなかった。実際に行われた架設工事においても取合部は満足できるものであり、不具合は起らなかった。これ



写真-8 主構側取合確認

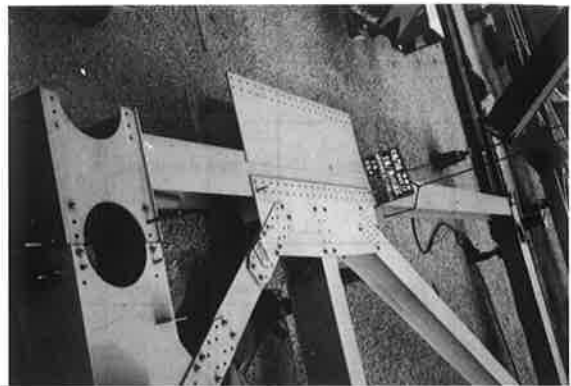


写真-9 横トラス側取合確認

は、管理目標値の設定、取合確認治具および施工法が適切であった結果であろう。

表-8 立体仮組立，平面仮組立精度および計測要領

測定項目	許 容 差			摘 要	計 測 箇 所	計 測 器 具	記 録 様 式		備 考																		
	基 準	条 件	実 績 値 (mm)				報 告 書	シ ート 類																			
桁 間 長	$\pm 2 \times N$	$N = 6$	$\pm 12.0$	部分組立	各主構トラス	50,100Mスチールテープ バネ秤	記	シ																			
ブ ロ ッ ク 長	$N$ : 假組ハネ枚数	$N = 8$	$\pm 16.0$																								
主 構 中 心 間 隔	$\pm 0.5(B-5)$ B: 設計主構 中心間隔	$B = 34.0$	$\pm 14.5$	隣接ハネとの差は 5mm以下	桁端および格点位置	同 上	記	シ																			
主 構 高 さ	$\pm 0.5H$ H: 設計高さ	$H = 12.5$	$\pm 6.2$	隣接ハネとの差は 5mm以下	同 上	同 上	記	シ																			
主 構 の 鉛 直 度	$\pm H/1000$ H: 主構高さ	$H = 12.5$	$\pm 12.5$		同 上	同 上	記	シ																			
対 角 線 長 (平面) (断面)	$\pm 0.5(B-5)$ H: トラス幅	$B = 34.0$	$\pm 14.5$	断面については相対公差 で評価する。	端 格 点	50,100Mスチールテープ バネ秤	記	シ																			
そ り	$40 < L \leq 80$		$-5 \sim +15$	隣接する格点とのそりの 差は 5mm以下	格点かど	レベル	記	シ																			
	$80 < L \leq 200$	L: 假組立長	$-5 \sim +25$																								
通 り	$40 < L \leq 80$		15	隣接する格点での通りの 差は 5mm以下	各主構トラス	レベル、トランシット ピアノ線、曲尺	記	シ																			
	$80 < L \leq 200$		25																								
現場締部の寸き間			設計寸法±3		全 箇 所	スキ間ゲージ、コンパックス			○																		
ボルト孔の精度	厚板接合	<table border="1"> <tr> <td>ボルト径</td> <td>M22</td> <td>M24</td> <td>M27</td> <td>M30</td> <td>貫通/停止率</td> </tr> <tr> <td>貫通ゲージ(mm)</td> <td>21.0</td> <td>23.0</td> <td>25.0</td> <td>28.0</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>停止ゲージ(mm)</td> <td>25.0</td> <td>29.0</td> <td>31.0</td> <td>34.0</td> <td>80%以上</td> </tr> </table>		ボルト径	M22	M24	M27	M30	貫通/停止率	貫通ゲージ(mm)	21.0	23.0	25.0	28.0	100%	停止ゲージ(mm)	25.0	29.0	31.0	34.0	80%以上		全 箇 所	貫通・停止ゲージ			○
		ボルト径	M22	M24	M27	M30	貫通/停止率																				
貫通ゲージ(mm)	21.0	23.0	25.0	28.0	100%																						
停止ゲージ(mm)	25.0	29.0	31.0	34.0	80%以上																						
主構平面出入り (含立体側面)	管理目標値 $\Delta \pm 5$	上弦材 下弦材								(注記) ○スチールテープはテー フ合せ済のもの ○コンパックスJIS1級品																	
主構対角線長の差 (含立体側面)	管理目標値 5	相対公差で評価する。																									
横トラス上の 下番取付間隔	管理目標値 $\pm 2$ (片面車線全幅で±3)																										

表-9 鋼床版の仮組立精度および計測要領

検査項目	許容差		計測箇所	計測器具	記録様式	
	基準・条件	実数値			報告書	シート類
デッキプレート	全長	2×N (mm)	全桁	50, 100M	○	
	ブロック長 (N/パネル数)			スチールテープ パネ秤		
デッキプレート	全幅	±10	端部	同上	○	
	桁高	H≤2m ±4		コンベックス		
デッキプレート	対角線長の差	10	各連端 支点間	50, 100M スチールテープ パネ秤	○	
	縦間隔	±(4+0.5(B-2)) ±5 B:設計中心間隔 (3.5m) 管理目標値 ±3(片側車線全幅で±5)		格点間 および 端部		
桁通り	鉛直度	4	端部	下げ振り 曲尺	○	
	そり	±5		各支点 レベル		
現場継手	ルート間隔		ブロックご との両端	テーパゲージ または定規	○	
	目違い			同上		
ボルト孔の精度	(主構と同じ)		全数	貫通, 停止ゲージ	○	

準拠基準：鋼橋等製作基準・同解説（本四公団）

平面对角線長（上弦材側） 許容値 ±16.7  
断面对角線長（117,122） 許容値 ±14.7  
側面对角線長 太平洋側（ ） 許容値 ±9  
瀬戸内海側（ < ）

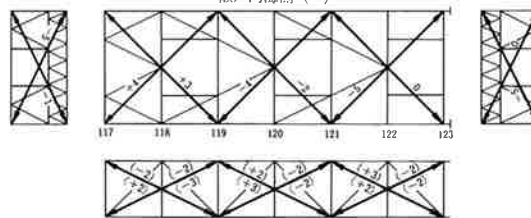


図-13 立体仮組立の対角線長

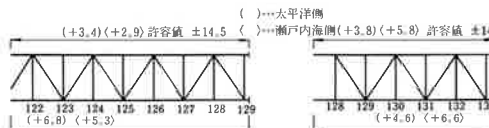


図-14 平面仮組立（主構）のブロック長

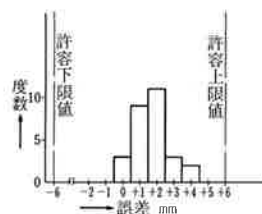


図-15 平面仮組立（主構）の高さ 格点122～133

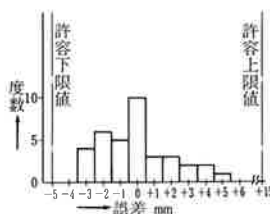


図-16 平面仮組立（主構）の製作キャンバー 格点122～133

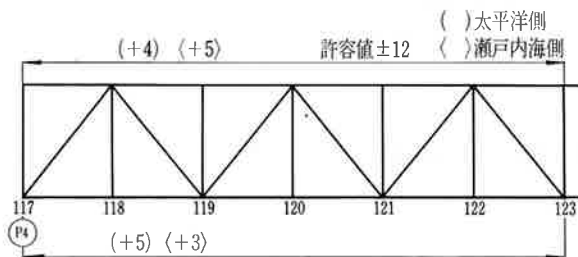


図-8 立体仮組立のブロック長

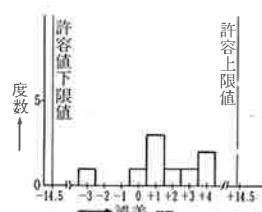


図-17 平面仮組立（主横トラス）の上弦材の長さ 格点122～133

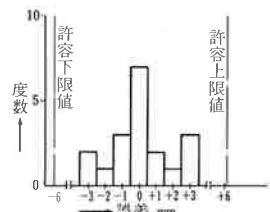


図-18 平面仮組立（主横トラス）の高さ 格点122～133

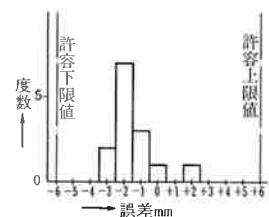


図-9 立体仮組立の主構高さ

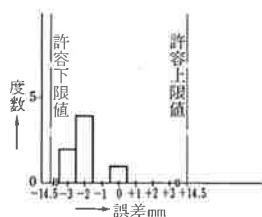


図-10 立体仮組立の上弦材中心間隔

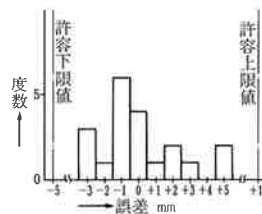


図-19 平面仮組立（主横トラス）の上弦材中心の製作キャンバー 格点124～133

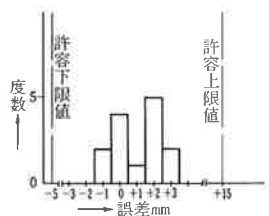


図-11 立体仮組立の製作キャンバー（主構）

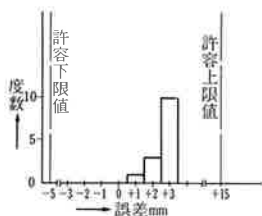


図-12 立体仮組立の製作キャンバー（主横トラス）

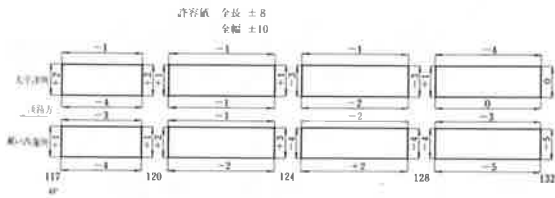


図-20 鋼床版仮組立の全長と全幅

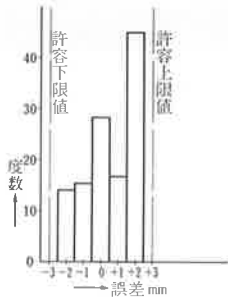


図-21 鋼床版仮組立の縦桁支間長 格点117~132

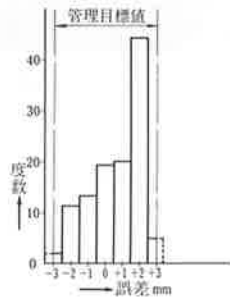


図-22 鋼床版仮組立の縦桁中心間隔 格点117~132

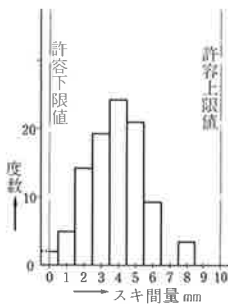


図-23 鋼床版仮組立のルートギャップ 格点117~132

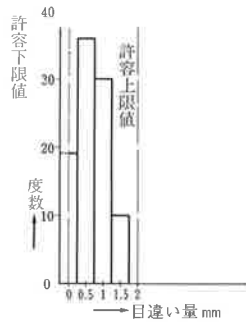


図-24 鋼床版仮組立の目違い量 格点117~132

### 3. 輸送

架設現場(水切足場4P)は、うず潮で有名な、鳴門海峡の西よりで、東は淡路島、西は鳴門市大毛島、南は大平洋(紀伊水道)、北は瀬戸内海(播磨灘)に位置する瀬戸内海国立公園に有り、引潮(瀬戸内海から大平洋に流れる)時には、水切足場すぐ東側に、うず潮が出来、春秋の大潮時にはうず潮も直径20mにも達するものが数多く出来、潮流も10ノット(秒速5m)にも達する海上交通の難所である。

したがって、施工に当っては、事前検討を充分に行い、図-25に示すフローチャートに基づき輸送作業を実施した。

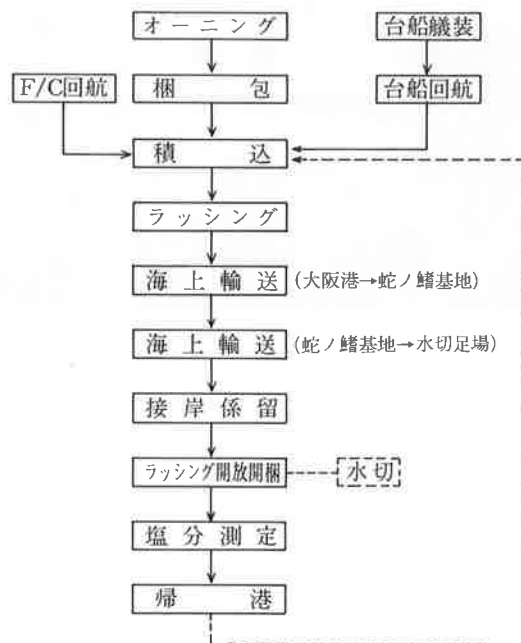


図-25 輸送フローチャート

#### (1) オーニング

輸送途上で添接部への塩分付着、錆発生を防止するため梱包作業時オーニングを行った。その結果、開梱時の塩分はほとんどが10mg/m<sup>2</sup>で、最高でも50mg/m<sup>2</sup>であった。

図-26にオーニングを行った位置図を、またその一例を写真-10に示す。

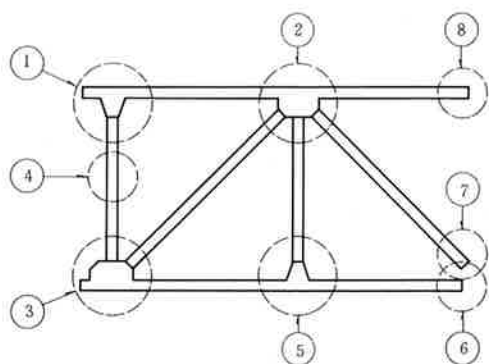


図-26 オーニング位置図



写真-12 積付状況

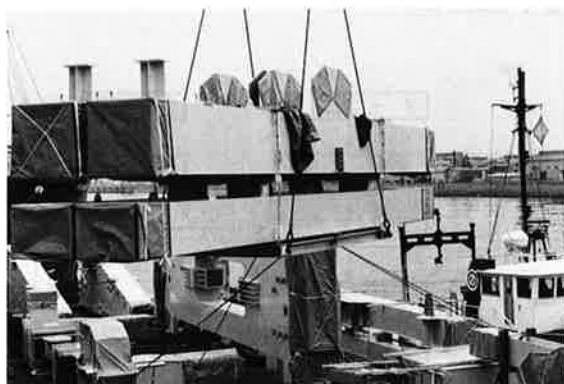


写真-10 オーニング状況

(2) 台船艤装および積付

1 回当りの輸送量は、主構2面、横トラス2面、鋼床版2面、その他付属物であり、また水切位置の関係上立て積みとした。

台船の航行時の安定も検討し3,000t台船(60×30×3.5m)を使用した。

写真-11に台船艤装、写真-12に積付状況を示す。

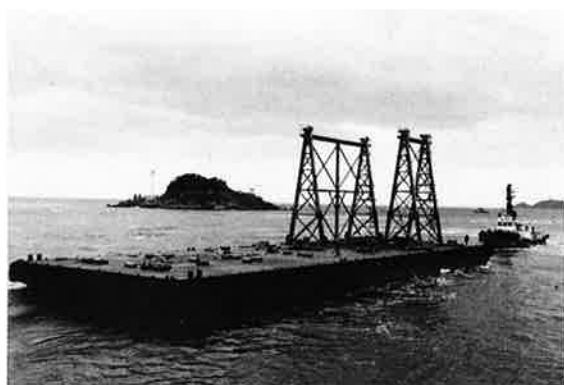


写真-11 台船艤装状況

(3) 海上輸送

a) 輸送ルート

輸送ルートは、大阪港→友ヶ島水道→福良港蛇ノ鰭基地(仮泊)→現場4Pである。

大阪港から蛇ノ鰭基地までの55海里を約10時間(大阪港朝6時出航し16時基地着)で曳航した。

中継地の蛇ノ鰭基地は、船泊作業者の休養、安全教育、船団の再編成、接岸方法の確認等、また緊急時の避難港として設定した。

翌日蛇ノ鰭基地より、水切足場4Pへ曳航した。

図-27に大阪より蛇ノ鰭基地までの航路図、図-28に蛇ノ鰭基地より4Pまでの航路図を示す。A, B, C, Dは作業船運行基準点を示す。

b) 船団構成

船団構成は大阪より中継地までの一般航路では、図-29の船団構成、中継地の蛇ノ鰭基地から現地までの作業水域では、図-30の船団構成とした。

c) 運行中止条件

台船航行の安全のため、運行中止条件を設定した。

表-10に運行中止条件を示す。

表-10 運行中止条件

風速 (平均風速)	大阪港→蛇ノ鰭	蛇ノ鰭→4P
	10m/s以上	10m/s以上
波高 (有義波)	外海 1.5m以上	1.0m以上
	内海 1.0m以上	
視程	1.0マイル以下	1.0マイル以下

(公団基準による)

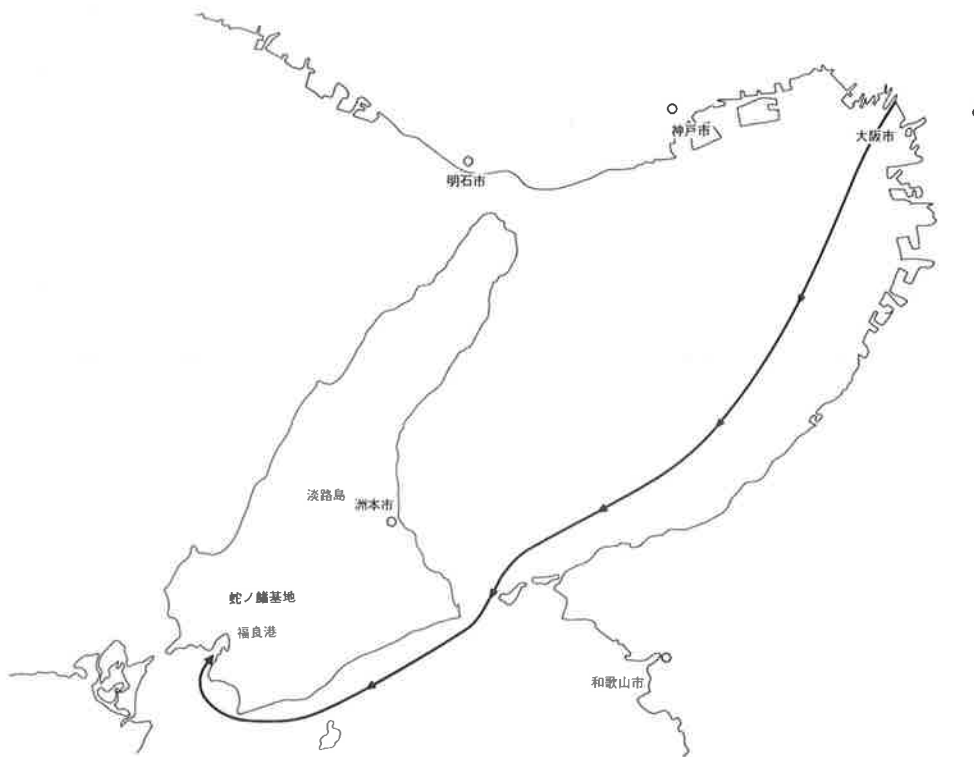


図-27 輸送径路(大阪→蛇の鱭基地)

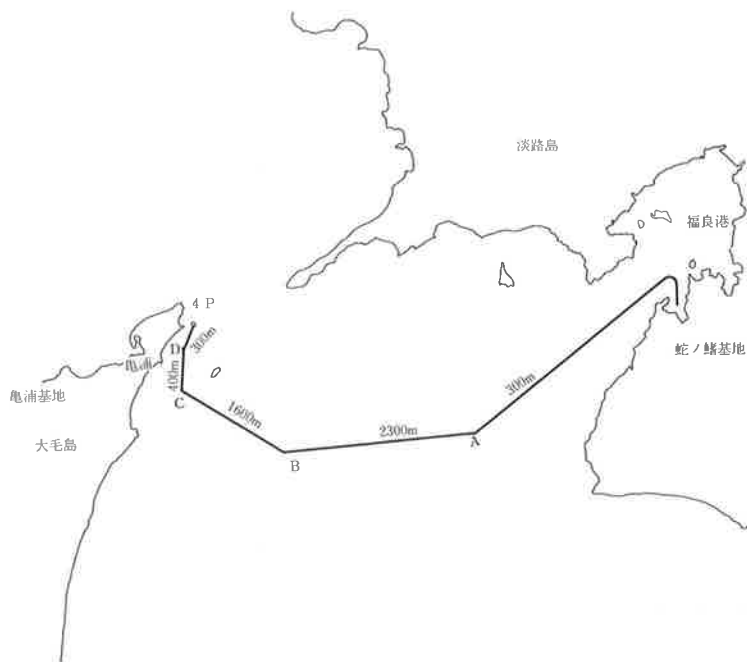


図-28 輸送径路(蛇の鱭基地→4P)

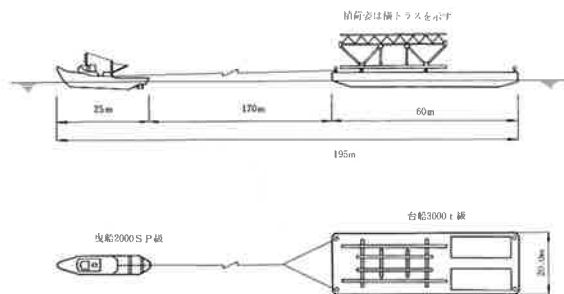


図-29 一般航路での船団構成

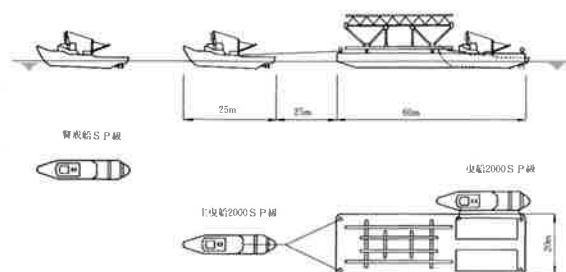


図-30 現場での船団構成

(4) 接岸要領

4P海上足場への接岸は、北流から、南流への転流時(憩流時)に行い、係留は主曳船と補助曳船により操船を行った。

接岸要領を図-31に示す。

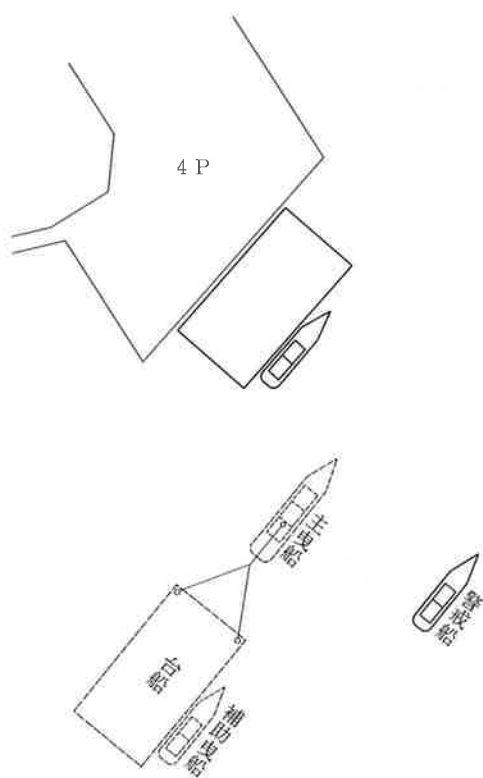


図-31 接岸要領

おわりに

駒井鉄工所を含む8社で補剛桁の製作を行った大鳴門橋は、昭和60年春には、鳴門海峡にその勇姿を表わし、開通をむかえた。昭和56年12月に製作を着手して以来、数多くの問題を解決しながらの施工であった。本州四国連絡橋公団としても、駒井鉄工所としても初めての道路鉄道併用の長大吊橋であったが、大きな支障もなく施工できた事は、今後の同様な橋梁を施工する際の道しるべとなった。