

# 斜張橋主塔の現場溶接と建込み精度

## Field Welding and Precision Control in Erecting the Main Tower of a Cable-Stayed Bridge

高橋 亘\* 岩井 政光\*\*  
Wataru TAKAHASHI Masamitsu IWAI

### Summary

High strength bolted connections of friction type combined with bearing connections are generally used to connect the main tower of a suspension or cable-stayed bridge in the field. This method has been used in numerous cases. Recently, however, the number of cases in which welded joints are used for this purpose is increasing, chiefly due to landscaping reasons.

This report concerns field welding and precision control in erecting the main tower of the Tsurumi-Tsubasabashi Bridge.

### 1. まえがき

鶴見つばさ橋では、主塔上部の単材架設部の現場継手

に現場溶接を採用した。大規模な吊橋・斜張橋の主塔現場継手方法としては、高力ボルト摩擦接合+支圧接合が一般的に用いられているところであり、施工実績も多

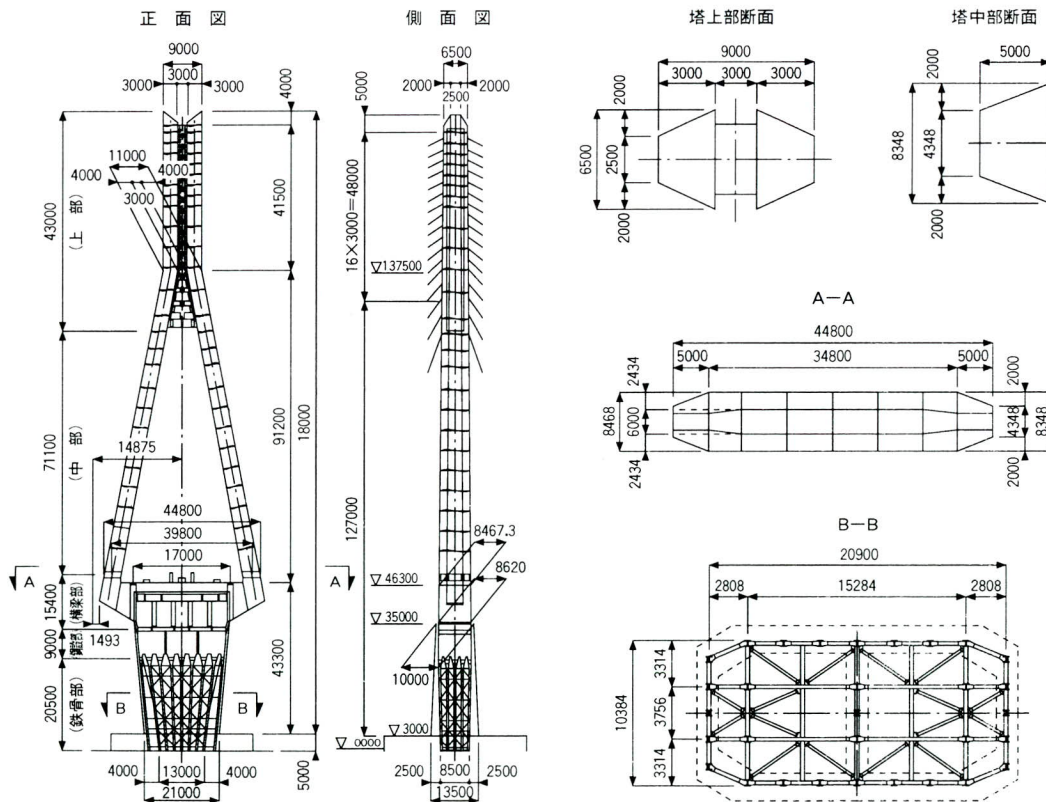


図-1 主塔一般図

\* 技術本部第一設計部次長

\*\* 宮地建設工業(株)橋梁構造事業部工事課長

い。しかしながら、鶴見つばさ橋では将来同一形式の橋梁が隣接して施工される計画であり、並列橋完成時の全体景観に配慮した結果ケーブルを一面吊りとし、主塔形状も上方を逆Y字形とし、主桁面から下方を鉄筋コンクリートを用いた一本柱としている。

主塔の継手形式が全体景観に与える影響の度合の程度は視覚的な問題であり、非常に難しいが一般論としても、できるだけ表面をきれいにと云うのが時代の要請でもあり、内外における継手形式の洗いだしと本橋への適用を前提にした場合の設計・施工上の検討を進めた結果溶接継手を採用したものである。

本文は、溶接継手を採用するに際して実施した、事前検討およびその結果を踏まえた施工手順・主塔の建込み時の施工管理について報告するものである。図-1に主塔一般図を、図-2に主塔の継手位置を示す。

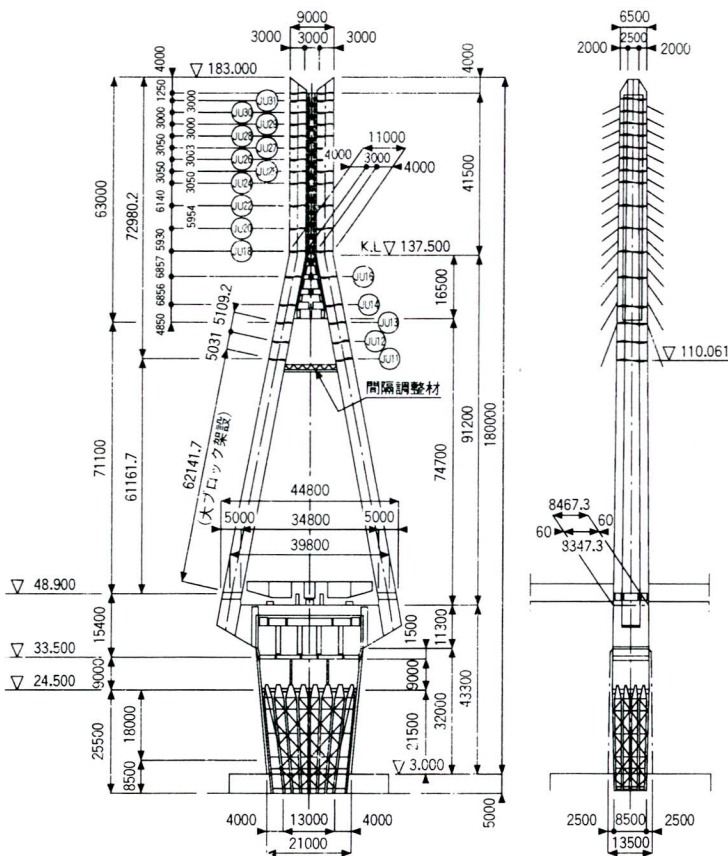


図-2 主塔の継手位置

## 2. 溶接施工試験および開先形状の選定

主塔の現場溶接では、溶接施工の工程・施工性・経済性・建込み精度などが重要な検討課題である。塔状構造物の鉛直出来上り精度については設計段階で過去の施工

実績に基づいて誤差の予測を行い、この範囲に収めることを前提に断面が構成されている。高力ボルト接合+支圧接合の場合の架設精度は基本的に部材端面の機械切削精度に支配されるのに対して、溶接接合の場合には溶接部の各種変形量が影響を与える。また、溶接変形は開先形状にも依存するから、特に開先形状の選定が重要な課題となる。そこで、開先形状による変形量の差異に着目して溶接施工試験を行い開先形状の選定をした。

### (1) 実験概要

主塔の使用板厚は50~27mmである。そこで、最大板厚に近い材料を使用して実橋で想定される3タイプの開先形状について実験を行うことにした。開先形状を表-1に、溶接方法と溶接順序を表-2に示す。なお、開先形状に応じて継手マークをレ形、K形(1)、K形(2)とする。

表-1 開先形状

	開先形状	名称	記号	設定値	許容範囲	備考
レ型		開先形状	$\theta$	$35^\circ$	$\pm 5^\circ$	
		ルートギャップ	G	6	$\pm 2$	
		ルート面	F	2	+0 -2	
		目違い	$\delta$	0	3以下	
K型(1)		開先形状	$\theta_1$ $\theta_2$	$45^\circ$	$\pm 5^\circ$	
		ルートギャップ	G	0	+2 -0	
		ルート面	F	3	+2 -0	
		目違い	$\delta$	0	3以下	
K型(2)		開先形状	$\theta_1$ $\theta_2$	$40^\circ$ $45^\circ$	$\pm 5^\circ$	
		ルートギャップ	G	0	+2 -0	
		ルート面	F	3	+2 -0	
		目違い	$\delta$	0	3以下	

表-2 溶接方法と溶接順序

	レ型	K型(1)	K型(2)
開先形状			
溶接方法及び手順	外側より 炭酸ガス片面裏波 自動溶接	①内側より 炭酸ガス半自動溶接 ②外側より 裏はつり ③外側より 炭酸ガス自動溶接	①内側より 被覆アーク溶接 ②外側より 裏はつり ③外側より 炭酸ガス自動溶接



## (2) 溶接変形の計測

溶接変形の計測は角変形量・横収縮量・縦収縮量・縦曲り量・全体縦曲り量の5項目とし、測定時期は表-3に示すように各作業段階毎に実施した。測定ポイントを図-3に測定要領を図-4に示す。

表-3 溶接変形の測定時期

開先形状	測定	測定時期	備考
レ型開先	1	組立完了後	炭酸ガス片面膜波自動溶接
	2	2辺溶接後 (Web)	
	3	全溶接後 (Fig)	
	4	添接取りはずし後	
K型開先 (2) 2:1	1	レ型開先溶接部の添接取りはずし後	内側 手溶接 外側 炭酸ガス自動溶接
	2	内側 (Web.Fig) 先溶接後,	
	3	外側 (Web) 2辺溶接後	
	4	全溶接後 (Fig) 2辺溶接後 添接取りはずし後	
K型開先 (1) 1:1	1	ガス切断 → もり返し組立後	内側 炭酸ガス半自動溶接 外側 炭酸ガス自動溶接
	2	内側 (Web.Fig) 先溶接後,	
	3	外側 (Web) 2辺溶接後	
	4	全溶接後 (Fig) 2辺溶接後 添接取りはずし後	

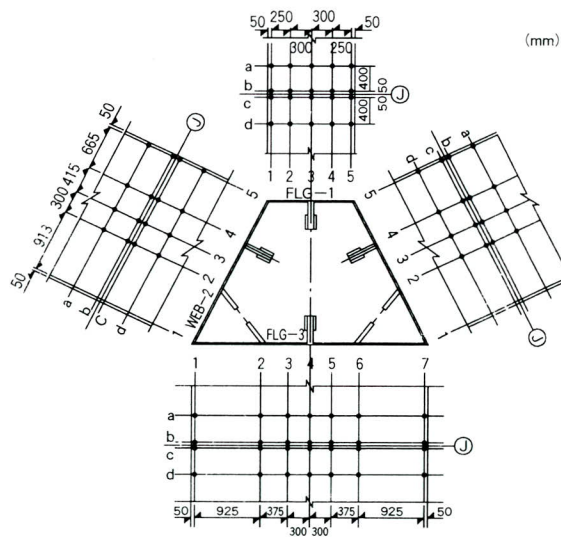


図-3 溶接変形の測定位置

## (3) 開先形状の差異による変形の分析

溶接変形の計測結果、いずれの開先を使用しても有意な差が生ずることはない。これは、当初からある程度予想されたことでもあるが、主として景観面から溶接継手採用に至った経緯を踏まえ、変形状態の最も良好なK

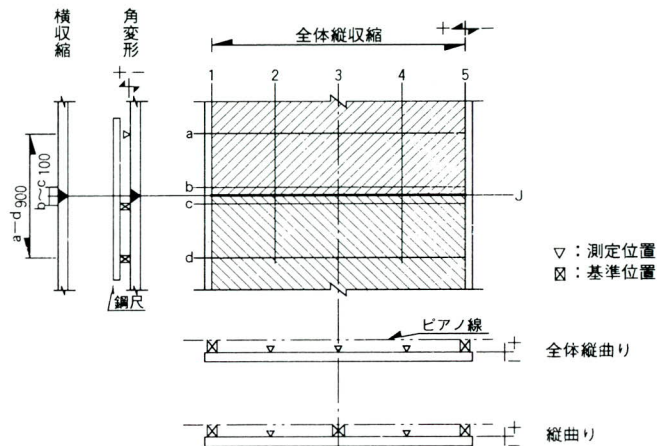
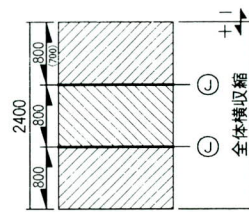


図-4 溶接変形の測定要領

形(1)を採用することにした。なお、溶接収縮・角変形の分析結果を次に示す。

### a) 溶接収縮

#### ① 横収縮 (ビード幅方向の収縮=塔柱長手方向)

局部的 (L=100mm) には、レ形=1.7mm, K形(2)=1.4mm, K形(1)=1.3mmであるが、ノギス測定 (L=900mm) では、レ形=1.4mm, K形(2)=1.0mm, K形(1)=0.8mmである。

(全体横収縮はテープ測定ゆえ測定誤差が生じていると思われるので、ノギス測定で判断する。)

\*横収縮を開先形状に応じて製作時に考慮するのがよい。

#### ② 縦収縮 (ビード長手方向の収縮=塔柱幅方向)

縦収縮は、ビード長さ=2300mmでMAX=0.5mm程度であり、且つ部材製作上ラップ状になり、これを考慮することは難しい。

### b) 角変形

#### ① 水平方向の曲り

レ形, K形(2)は大差ないが、K形(1)は先の1/2程度 (MAX=2mm) に小さくなる。

#### ② 垂直方向の曲り

レ形 (MAX=8.9mm), K形(2) (MAX=6.7mm), K形(1) (MAX=5.0mm) の順に変形量が小さくなる。

### ③ リブ間のヤセ馬

レ形, K形(2), K形(1)の順に変形量が小さくなるが、最大値でも1.4mm程度でありいずれの開先でも問題はない。

### ④ 平面度 (トランシット測定による)

①、②を合成した見方ができるが、変形量において同等の判断ができる。

\*変形量からK形(1)が最も良好で、K形(2)、レ形の順となるが、面の大きさからして数値的に差異 {レ形 (MAX=8.9mm) ~K形(1) (MAX=5.09mm)}がある と判断するかが問題である。

## 3. 溶接收縮を考慮した製作・架設の基本指針

鶴見つばさ橋の主塔上部は中セル・外セルの3セル構造であり、このうち、外セルの3辺を溶接継手としている。このため、3辺溶接1辺を高力ボルト継手とすることによる局部応力の問題・溶接に伴う収縮変形と、部材建込みの関係をどうするかという施工上の問題などが予想された。外セルに収縮変形分の伸びを考慮して製作すると、当然ながら中セルと外セルとでは組立て長さに差が生ずる。

ただし、1~2ブロックは拡大孔を使用するなどすれば取合いは可能かもしれない。いずれにしても、一括仮組立てができないと云う不都合を生ずる。1部材の中で現場溶接継手と、高力ボルト継手を併合する例として鋼床版桁などの例があり一般化している。この場合には、溶接收縮に相当する伸ばし量を製作付加キャンバーとして考慮して継手部には若干の隙間を設けている。ここで注意することは、この方法は桁橋の特性から溶接に伴う収縮変形を曲げ挙動として処理している点である。このように、溶接收縮に関しては製作・架設上幾つかの問題点があり、つぎに示すような議論を重ねた結果に基づいて施工手順を決定した。

### (1) 無拘束溶接とする場合

主塔上部は基本的に直線部材であり曲げ変形(付加キャンバー)を伴うような施工方法は採用できず、主塔の溶接施工を自由変形状態(拘束のない状態)で行うとすると、先行建込み数は2~3段とする必要がある。このため、溶接作業工程が架設工程を支配することになる。

この場合の部材製作は

外セル部 溶接收縮量に相当する伸ばしを考慮  
中セル部 設計寸法で製作

のようにすれば良く、高力ボルトの本締め範囲を中セルに限定すること等を考えれば、継手性能上の問題はまず発生しない。ただし、溶接部の自由変形を許すことにより次ステップの架設管理・出来上がり形状などの保障は困難である。

### (2) 拘束溶接とする場合

主塔上部が直線部材であること、架設工程を勘案すると全段或いはある範囲の架設が進んだ状態で、溶接作業に着手するいわゆる拘束溶接が現実的である。

この場合の部材製作は

外セル部・中セル部とも同一キャンバーで製作する。

したがって、仮組立て時の問題も発生しない。

のようにすれば良い。この場合の問題は高力ボルトに与える影響(本締め範囲・溶接後に取替える高力ボルト位置)など事前に把握しておく必要がある。

### (3) 溶接継手と高力ボルト継手併用部の検討

鶴見つばさ橋主塔上部の継手は、3辺を現場溶接とし1辺を高力ボルト接合としている。現場溶接により各ブロックには溶接收縮が発生する。一方、部材の建込みのため、高力ボルト接合辺にも当たり面を設けていることから収縮変形に伴って、高力ボルト接合辺や両者の接点付近でどのような応力度が発生し、また、どのような変形状態になるかをFFM解析により検討した。

解析に際しては、溶接收縮量を1mm/継手と仮定し6mブロック・3mブロックの夫々3段重ねとし、部材の板厚を6mブロックの場合には $t=36\text{mm}$ 、3mブロックの場合には $t=27\text{mm}$ としてできるだけ実橋に近いものとした。(図-5)

解析結果の1例を図-6に示すが要約すると、応力集中は溶接の端部に生ずるが極めて局部的なものであった。また、溶接線上方ブロックの変形も、直上ブロックの変形が大きいが溶接收縮量1mm/継手と仮定した場合で0.5mm程度であり、その接合線の溶接作業の支障になるものではない。したがって、1部材内の併用継手の問題は高力ボルトの本締め範囲など適切に処置すれば特に問題ないといえる。

### (4) 主塔上部の製作

主塔上部の溶接継手と高力ボルト継手を併せ持つ部材製作については、収縮変形に対する考え方や現場工程を勘案して次のように方針を決定した。



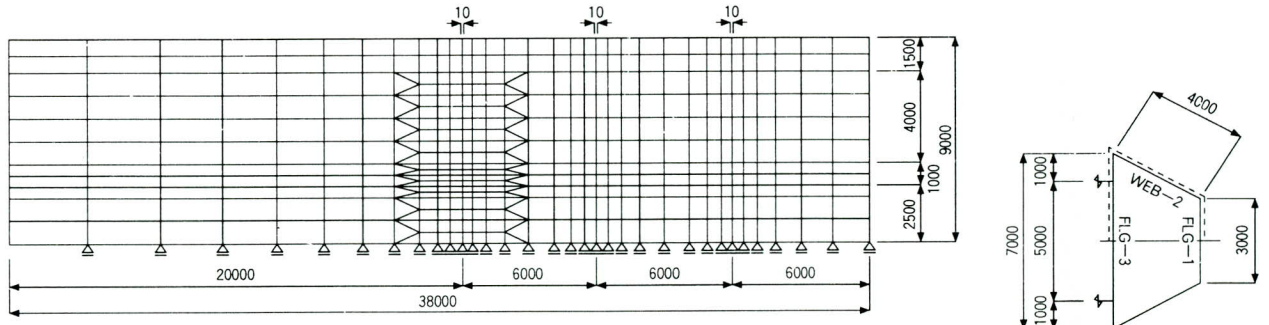


図-5 FEM 解析モデル

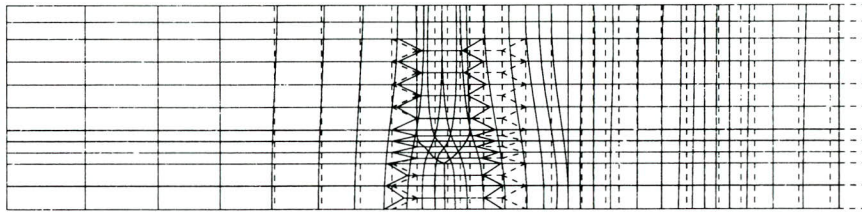


図-6 FEM 解析結果の例

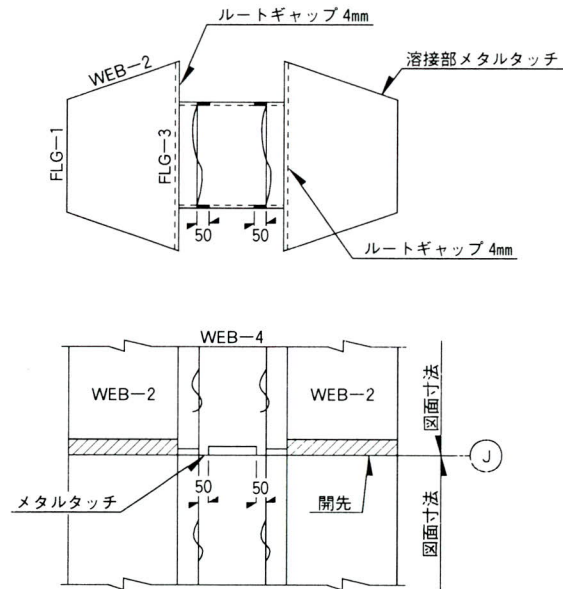


図-7 架設用メタルタッチとルートギャップ

- ① 架設順序は基本的に中セルから外セルの順とする。
- ② 部材架設を先行させてその後現場溶接作業を行う。
- ③ 製作部材長は収縮変形量を特に考慮せず図面寸法とする。

架設作業を先行させることにより、拘束を受けた状態での溶接作業となるが、その分、全体変形を軽減するこ

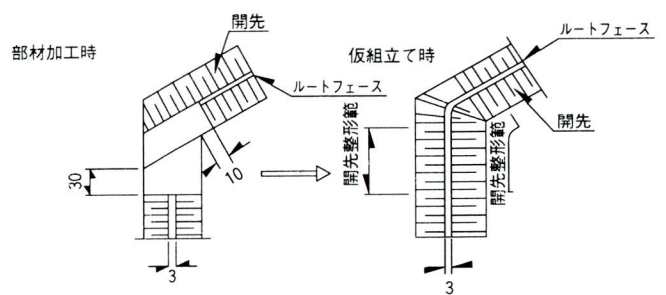


図-8 コーナー部の開先処理

とができ、また、WEB-2とFLG-3の境界部分に発生する応力も局部的なものであることがわかった。そこで、主塔上部の製作寸法として、外セル・中セル共同伸びを考慮して製作し、溶接部および高力ボルト継手部のギャップ、当り面の処置については図-7に示すように、高力ボルト継手面 (FLG-3、WEB-4) では溶接収縮変形に配慮して4mmのルートギャップを開けることとした。ただし、WEB-4の面は、架設時の建込み精度を勘案して長さ50mmのメタルタッチ部分を4箇所設けることにした。また、FLG-1とWEB-2の交差部は、部材製作時に図-8のようにメタルタッチ部分を広くとり、仮組立て後に開先面を整形することにした。

#### 4. 主塔の建込み精度

##### (1) 管理要領

主塔の建込み精度(出来形管理目標値、1/3000)を確保するため、架設途中での管理を以下の要領で行った。

##### ① 主塔上部単材架設時

単材架設後、仮 HTB の締め付け完了後に単材天端の相対高さを計測し、高さの差の大きい場合にはスペーサーによる調査を行うこととした。また、全体倒れについては単材架設3段毎に計測を行い、架設精度の確認を行った。

##### ② 溶接収縮量に対する処理

主塔の現場溶接は外セルのみであり、中セルはHTBである。このため、外セルについては溶接による継手収縮が予想される。そこで、主塔上部の単材架設では、主塔中部(全周溶接)の溶接収縮データを参考にして、主塔上部の架設時に4隅に必要な応じてスペーサーを配置

することにした。

##### (2) スペーサー調査

##### ① 単材架設後の天端相対高さの差に対する調査

単材架設後に主塔天端での相対高さの計測を行い、その差の大きい場合には中セルとの取合いも考慮して、スペーサーによる高さ調整をすることにした。表-4に端材架設後の相対高さの計測結果・スペーサーの挿入位置・数量を示す。また、主塔溶接完了後の天端の高低差は2mm以内であった。

##### ② 溶接継手部の収縮に対する調査

JU11~JU13の溶接後の収縮量の計測結果は平均1.85mmであった。そこで、上部になるにつれ板厚が50mm→27mmと薄くなることも加味して4隅のコーナーに1.2mmのスペーサーを挿入することにした。なお、挿入したスペーサーは外面からガウジング時には取り除くこととした。表-5に各溶接継手位置における収縮量の計測結果を示す。

表-4 単材架設後の相対高さ及びスペーサー挿入枚数

※スペーサー枚数は溶接収縮分も見込む

ジョイント名		1	2	3	4	5	6	7	8
JU14	相対高さ	-8	-4	-1	0	-3	-7	-8	-4
	スペーサー枚数	3	2	1	1	1	3	3	2
16	相対高さ	-8	-6	-3	0	-6	-9	-8	-4
	スペーサー枚数	3	1	1	2	2	1	3	1
18	相対高さ	-8	-2	0	-8	-3	-3	-5	-7
	スペーサー枚数	3	1	1	2	1	1	2	3
20	相対高さ	-8	-4	0	-2	-1	-4	-8	-8
	スペーサー枚数	3	2	1	1	1	2	3	3
22	相対高さ	-3	-1	-1	0	-3	0	1	-4
	スペーサー枚数	1	1	1	1	1	1	1	1
24	相対高さ	-2	-1	0	0	-3	-3	-4	-5
	スペーサー枚数	1	1	1	1	1	1	2	2
25	相対高さ	-3	0	0	-2	-4	-5	-5	-5
	スペーサー枚数	2	2	2	2	1	1	1	1
26	相対高さ	-9	-5	0	-4	-6	-4	-7	-9
	スペーサー枚数	1	1	1	1	1	1	1	1
27	相対高さ	-3	0	0	-2	-3	-1	-1	-1
	スペーサー枚数	1	1	1	1	1	1	1	1
28	相対高さ	-6	0	-3	-7	-7	-4	-5	-5
	スペーサー枚数	1	1	1	1	1	1	1	1
29	相対高さ	-1	0	0	-2	-4	-1	-2	0
	スペーサー枚数	1	1	1	1	1	1	1	1
30	相対高さ	-4	-3	-3	-4	-4	-1	-2	0
	スペーサー枚数	1	1	1	1	1	1	1	1
31	相対高さ	-8	-3	-2	0	0	-1	-6	-6
	スペーサー枚数	1	1	1	1	1	1	1	1

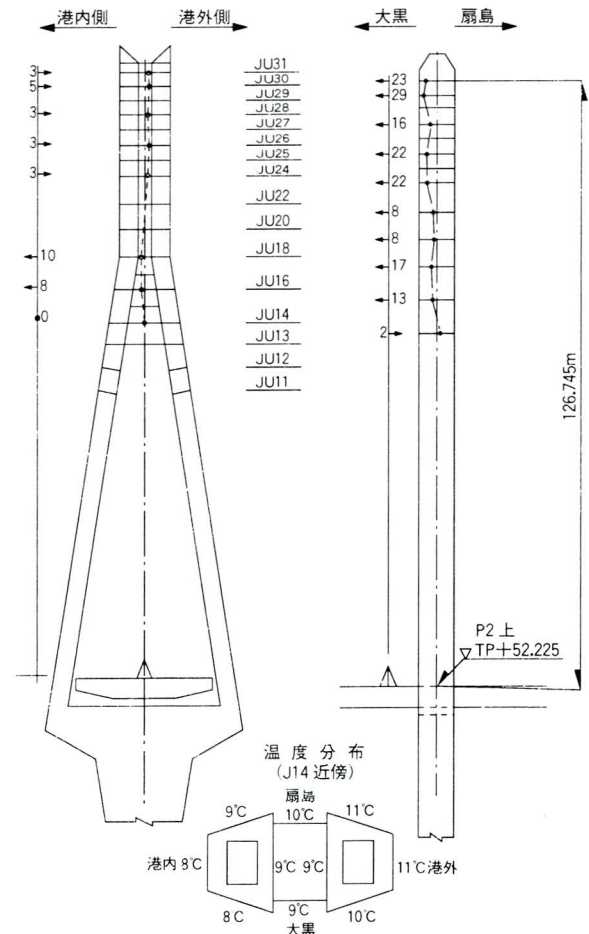


図-9 主塔出来形計測結果



表—5 現場継手溶接部の収縮差

溶接収縮量測定位置 (JU11~JU14)											溶接収縮量測定位置 (JU16~JU31)															
扇島側											扇島側															
港内側					港外側						港内側					港外側										
大黒側											大黒側															
間先形状																										
継手番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均値	継手番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均値			
JU11	L	ルートギャップ	0.0	0.0	0.0	2.1	3.0	1.1	0.7	1.7			JU24	L	ルートギャップ	2.0	2.0	1.0	0.0	0.9	0.0	0.5	1.9	1.1		
		溶接前	168.5	203.5	165.1	186.5	161.5	160.7	181.6	165.7					溶接前	121.9	131.8	139.0	138.4	139.5	144.3	143.7	155.9	144.7		
	溶接後	166.2	201.8	163.7	184.8	159.5	158.6	179.7	164.5			収縮量	1.1	1.9	2.2	2.4	3.0	2.7	2.7	2.3	2.0	2.3	2.0	2.3		
	収縮量	2.3	1.7	1.4	1.7	2.0	2.1	1.9	1.2		1.0		ルートギャップ	0.0	1.8	1.6	1.4	2.0	0.6	1.5	1.5	2.4	2.0			
t=50	R	ルートギャップ	1.8	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			t=33	R	溶接前	158.2	140.8	170.2	148.2	164.7	141.2	168.9	160.7	128.0		
		溶接後	132.2	157.7	145.1	135.3	131.6	134.6	123.3	138.0					溶接後	156.6	138.6	168.8	146.7	162.7	139.4	167.5	159.2	126.7		
	収縮量	0.7	1.3	0.7	1.4	1.1	1.5	1.4	1.1		1.1		収縮量	1.6	2.2	1.4	1.5	2.0	1.8	1.4	1.5	1.3	1.6	1.1	1.6	
	ルートギャップ	0.4	0.4	0.6	1.1	1.2	0.8	1.2	1.2				JU25	L	ルートギャップ	0.0	2.0	2.0	2.0	0.0	0.0	1.0	2.0	2.0		
溶接前	139.8	155.8	140.7	115.8	160.2	176.0	191.7	164.4			溶接前	133.8			126.4	123.0	129.6	130.7	140.3	120.7	140.6	132.2				
溶接後	138.3	154.2	139.1	114.0	158.4	174.6	189.9	162.5			収縮量	1.6		2.2	3.1	2.4	2.8	2.4	1.6	1.7	1.2	2.1				
収縮量	1.5	1.6	1.6	1.8	1.8	1.4	1.8	1.9		1.7		ルートギャップ		1.0	2.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	9.0	0.5				
t=50	R	ルートギャップ	0.6	0.6	1.8	1.0	3.0	3.0	3.0	0.0			t=33	R	溶接前	127.3	108.2	142.1	141.6	141.6	135.7	123.9	137.8	146.1		
		溶接後	136.5	152.1	154.8	140.8	134.0	156.3	165.7	156.9					溶接後	125.4	106.6	140.5	139.3	138.9	133.2	121.5	135.8	144.4		
	収縮量	1.3	1.6	2.0	2.6	1.7	2.6	3.3	2.5		2.2		収縮量	1.9	1.6	1.6	2.3	2.7	2.5	2.4	2.0	1.7	2.1	1.7	2.1	
	ルートギャップ	3.0	1.8	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.7				JU26	L	ルートギャップ	1.1	2.2	0.9	1.8	1.5	1.3	1.1	0.3	0.0		
溶接前	155.3	127.0	178.8	183.5	183.0	175.6	158.0	149.6			溶接前	149.6			149.7	133.6	131.4	157.4	144.5	133.9	151.3	143.0				
溶接後	153.1	125.0	177.1	181.3	181.2	173.4	156.4	147.3			収縮量	1.3		1.6	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	1.2	1.2	0.9				
収縮量	2.2	2.0	1.7	2.2	1.8	2.2	1.6	2.3		2.0		ルートギャップ		2.5	2.2	2.8	2.3	2.1	0.6	0.8	2.3	2.8				
t=50	R	ルートギャップ	0.5	0.6	0.3	0.0	0.0	0.5	1.5	0.0			t=33	R	溶接前	146.2	162.8	158.7	163.2	161.8	176.6	180.7	164.0	163.2		
		溶接後	156.6	170.8	170.1	161.9	163.8	185.6	139.7	175.7					溶接後	144.7	161.9	157.7	162.2	160.5	175.3	180.0	162.5	162.2		
	収縮量	2.3	2.7	2.5	2.6	1.8	2.2	2.6	1.8	2.2		2.3	収縮量	1.5	0.9	1.0	1.0	1.3	1.3	0.7	1.5	1.0	1.1	1.1		
	ルートギャップ	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0				JU27	L	ルートギャップ	0.0	0.0	0.8	2.1	2.3	0.0	2.7	1.8	2.4	
溶接前	132.1	133.8	131.9	105.4	116.3	119.9	127.2	135.7	129.3			溶接前	146.9			135.9	150.8	136.3	125.0	136.1	143.5	128.9				
溶接後	130.7	132.4	130.2	114.3	114.3	126.1	134.1	128.1			収縮量	144.1	134.6		148.5	133.4	122.6	133.3	141.7	127.9						
収縮量	1.4	1.4	1.7	2.0	2.0	1.1	1.6	1.2	1.5			ルートギャップ	1.9		1.8	0.5	0.5	1.5	0.5	1.1	0.6	1.2				
t=50	R	ルートギャップ	1.5	0.5	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.3	1.9		t=27	R	溶接前	129.4	159.5	139.7	148.3	168.6	158.7	198.5	145.7	114.5		
		溶接後	143.9	158.7	178.1	155.6	143.3	145.8	146.6	145.7	138.9					溶接後	127.6	158.0	137.9	146.1	166.6	157.2	194.7	144.5	113.5	
	収縮量	2.1	0.6	1.3	1.8	1.9	1.2	1.4	1.4	1.2	1.7		収縮量	1.8	1.5	1.8	2.2	2.0	1.5	1.8	1.2	1.0	1.6			
	ルートギャップ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.4	1.7	1.1			JU28	L	ルートギャップ	1.5	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.5	2.2	2.8	
溶接前	127.9	143.5	148.8	169.6	153.5	146.7	130.6	159.4	143.0			溶接前	130.5			163.8	139.7	162.7	172.2	133.1	143.0	144.3	122.8			
溶接後	126.3	142.0	145.7	167.7	150.1	143.4	128.1	156.3	140.3			溶接後	129.4		161.9	138.1	160.8	170.4	131.5	141.9	143.3	121.7				
収縮量	1.6	1.5	3.1	1.9	3.4	3.3	2.5	3.1	2.7	2.6		収縮量	1.1		1.9	1.6	1.9	1.8	1.6	1.1	1.0	1.1	1.5			
t=30	R	ルートギャップ	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.3	0.3	1.2	0.0		t=27	R	ルートギャップ	1.7	1.7	0.4	0.0	0.7	1.5	0.0	0.0	0.0		
		溶接前	103.8	119.3	134.1	160.7	152.1	144.5	141.9	130.5	149.4					溶接前	149.7	173.3	137.5	147.1	157.9	136.6	136.1	146.8	138.7	
	溶接後	101.4	117.0	131.7	158.2	149.0	142.7	139.1	128.2	147.3			溶接後	147.9	172.0	135.9	145.7	156.4	135.5	134.4	145.5	137.2				
	収縮量	2.4	2.3	2.4	2.5	3.1	1.8	2.8	2.3	2.1	2.4		収縮量	1.8	1.3	1.6	1.4	1.5	2.1	1.7	1.3	1.5	1.6			
t=30	L	ルートギャップ	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0		t=27	L	ルートギャップ	1.5	0.5	1.2	1.7	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0		
		溶接前	132.3	153.3	146.1	137.2	129.6	142.0	130.1	132.1	126.8					溶接前	148.2	150.9	150.5	145.6	150.4	137.9	148.3	173.3	140.2	
	溶接後	130.8	151.3	144.6	135.1	127.6	140.4	128.6	129.8	125.1			溶接後	146.5	149.0	148.8	144.1	148.1	136.0	146.3	171.3	138.2				
	収縮量	1.5	2.0	1.5	2.1	2.0	1.6	1.5	2.3	1.7	1.8		収縮量	1.7	1.9	1.7	1.5	2.3	1.9	2.0	2.0	2.0	1.9			
t=30	R	ルートギャップ	1.5	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		t=27	R	ルートギャップ	0.0	0.0	0.5	0.0	1.3	0.4	0.4	0.0	1.5		
		溶接前	118.5	150.5	126.4	130.0	140.7	137.5	157.5	149.9	146.6					溶接前	159.6	162.7	142.2	142.0	135.8	133.9	142.7	156.7	146.8	
	溶接後	146.8	148.2	124.0	128.1	138.3	135.8	155.9	148.3	143.8			溶接後	157.7	159.9	139.5	139.0	132.8	131.7	141.1	154.7	145.1				
	収縮量	1.7	2.3	2.4	1.9	2.4	1.7	1.6	1.6	2.8	2.0		収縮量	1.9	2.8	2.7	3.0	3.0	2.2	1.6	2.0	1.7	2.3			
t=30	L	ルートギャップ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3			t=27	L	ルートギャップ	1.0	0.8	0.0	0.3	0.5	0.0	0.5	0.0	2.5		
		溶接前	123.1	158.3	155.4	141.1	126.3	168.6	157.5	170.4	159.2					溶接前	147.3	139.3	135.0	138.4	145.0	148.1	139.2	151.3	122.4	
	溶接後	120.7	156.0	152.8	138.2	122.9	166.1	155.4	168.3	157.7			溶接後	146.2	137.7	133.7	136.7	143.2	147.0	137.7	149.6	120.8				
	収縮量	2.4	2.3	2.6	2.9	3.4	2.5	2.1	2.1	1.5	2.4		収縮量	1.1	1.6	1.3	1.7	1.8	1.1	1.5	1.7	1.6	1.5			
t=30	R	ルートギャップ	0.0	0.0	1.1	0.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0		t=27	R	ルートギャップ	0.9	1.0	1.5	1.0	0.0	0.7	2.0	1.2	1.9		
		溶接前	120.2	157.1	155.7	144.7	143.1	157.5	165.1	159.1	155.8					溶接前	131.3	130.7	132.6	124.2	142.5	124.4	115.7	140.3	133.3	
	溶接後	148.0	154.7	153.4	141.9	139.9	154.9	163.1	157.1	154.2			溶接後	130.0	128.0	128.8</										

### ③ 主塔の建込み精度

桁上にトランシットを据え付け、橋軸方向・橋軸直角方向の倒れの計測を行った。計測結果は橋軸方向の倒れは1/5500、橋軸直角の倒れは1/42000となり、当初仮定した予想値を十分満足する値となった。図-9に出来形計測結果を示す。

## 5. まとめ

鶴見つばさ橋の主塔上部の単材架設部の現場接合に現場溶接を採用した。海面上180mmの高所における現場溶接作業は、火力発電所などの煙突の施工例はあるが、橋梁の主塔に適用するのは初めての試みであり事前に予想

される問題点、すなわち施工の手順・開先形状・溶接方法・建込み精度などについて慎重に検討した。個々の検討内容は特別なものと云うことではないが、全体工程管理、溶接部の品質管理には万全を期したところである。溶接部の非破壊検査には、自動超音波探傷(AUT)を使用して検査の効率化に努めた。建込み精度もまずまずの結果であり、作業空間の限られた高所における足場設備・風防設備を含めた現場溶接施工の貴重な実績となった。本文が、塔状構造物の現場溶接計画・施工に際して参考になれば幸いである。

1995.8.8受付

## グラビア写真説明

### ウエストプロムナード橋

シンボルプロムナードは東京都の臨海副都心の4地区(台場、青海、有明北、有明南)を有機的に結ぶ機能を持つ、センタープロムナード、イーストプロムナード、ウエストプロムナードから構成される大規模な『アメニティ空間』です。

このうちウエストプロムナードは東京湾岸道路に分断されている台場地区と青海地区を結ぶ西の南北軸を形成しています。

ウエストプロムナード橋は橋長114mの1径間で台場地区と青海地区の公園ならびに副都心の広場を結ぶ公園施設の一部として東京湾岸道路を横断しています。鋼重約2000tの橋梁を送り出し工法で架設しましたが、これは国内でも最大級のものです。

(北村)

### 静岡県庁舎別館

兵庫県南部地震では、多数の貴い人命が失われました。同時に震災で倒壊した建築物の多さにも驚かされました。このような震災が二度と起きないことを願っていますが、震災国日本では地震を想定した防災対策をたてていかなければなりません。静岡県で建設された庁舎別館は大地震が来ても損壊する事のない建築物として、また震災が来た場合にも機能を発揮できる防災センターとして建設されました。

この建物の断面はほぼ正方形で、H形で構造解析されています。鉄骨の精度、製作の細部まで大変厳しいスペックで管理いたしました。

(泉)