

I-215 HT80を用いた大型トラスパイロットメンバーの試験結果について

阪神高速道路公団 正員 笹戸 松 二
、 松本 忠夫
、 水元 義久
、 〇 林 秀侃

1 まえがき

南港連絡橋は我国で最初の大量のHT80厚板材料が使用される長大橋梁である。調質高張力鋼の開発以来、数多くの構造物が製作されて来ているが、本橋のように50mmを超える極厚板のHT80材を多量に使用した工事施工例はほとんど類を見ない。

このために工事着手前からHT80、HT70材の材料自体の特性、溶接性などの検討を行ない、材料あるいは溶接性といった個々の特性についてはその安全性を確認した。

しかし実際の構造物の製作時には拘束力や残留応力、部材の変形等の及ぼす影響が考えられる。一方、架設のことから部材の全体寸法、振れ、タワミ変形等を許容差に収める必要がある。

以上のことから、本橋製作に先立って、塔基部及び下弦材の実物大モデルを製作し、実橋製作時に問題となる事項を検出し、実橋の製作方法の確立を計ることとした。

2 モデル

モデルとして塔基部と下弦材をとり上げた。塔基部は図-1に示すように南港連絡橋の中間支承上のブロックで、ベースプレートは100mm、ウェブ・フランジには75mm、70mmといった極厚のHT80材が複雑に組合わされており、溶接施工上、極めて困難な形状である。しかもキャンテイルバー架設の基点となるので高精度を要求される。一方、下弦材部は本橋のトラスを構成する部材のうち、HT80材が組合わされる代表的なものである。

上記の観点から図-2、図-3に示すような塔基部及び下弦材をモデルとした。

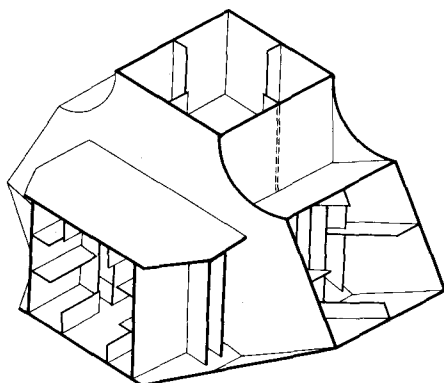


図-2

塔基部パイロットメンバー

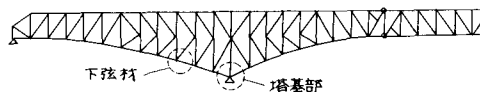


図-1

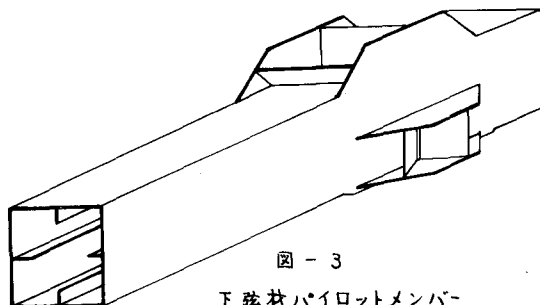


図-3

下弦材パイロットメンバー

3 測定項目

本橋はHT80材の極厚板を使用するので部材製作方法および溶接部の信頼性の確認、さらに架設上、部材ごとに高い精度が要求されることから、パイロットメンバーで次の項目に重点をおいて測定・調査を行なった。

- (1) 単材の加工精度
- (2) 組立方法・順序およびその精度
- (3) 溶接施工法（溶接方法・順序、予熱方法・温度、層間温度、およびその管理等）
- (4) 歪取り
- (5) 孔明方法および精度
- (6) 製品精度
- (7) 溶接部の性能・品質
- (8) 溶接部の検査方法
- (9) 残留応力

4 モデルの製作

パイロットメンバーの製作にあたっては、本橋の製作法にあわせて作成した「パイロットメンバー施工要領書」に準拠して行なったが、塔基部について、その組立順序・予熱方法の概略を図-4に、また溶接温度管理基準を表-1に示す。

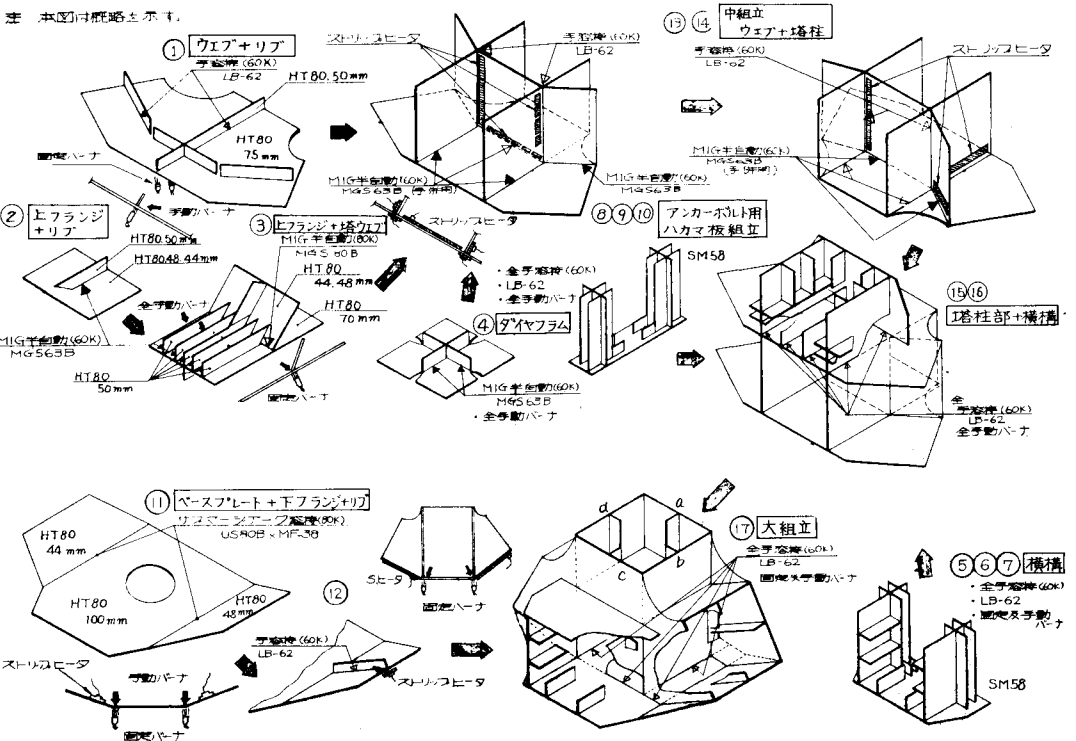


図-4

表5-1 最小予熱温度 (°C)

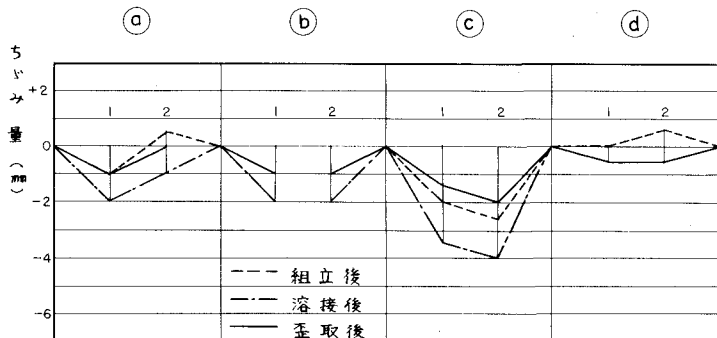
溶接法 鋼種 板厚 (mm)	本 溶 接								HT 材の 板付け溶接	
	被覆アーク 溶接		ガスシールド アーク溶接		被覆アーク 溶接		ガスシールド アーク溶接		サブマージアーク溶接	
	SM 50		SM 58		HT.70		HT.80		HT.70 HT.80	
継手	突合せすみ肉 角継手		突合せすみ肉 角継手		突合せすみ肉 角継手		突合せ すみ肉		角継手以外 角継手	
T ≤ 25	—		40		—		—		—	
25 < T ≤ 38	40		80		100		80		120	
38 < T ≤ 50	80		80		100		80		120	
T > 50	—		100		80		120		100	

1. HT70, HT80 材における 最高予熱および厚肉温度は 200°C (t ≤ 50 mm) 230°C (t > 50 mm) 以下とする (AASHO'70)
 2. * は、溶糸 18 系の「ガスバーナで軽くあぶる程度」に準じる。

表 - 1 最小予熱温度

5 試験結果

パイロットメンバー試験結果の一部を以下に示す。



a ~ d については
 図 - 4 参照

図 - 5 ちぢみ量測定結果

試験片採取位置		TF-1	TF-2	UF-1	UF-23	RB-12	LF-1	LF-2	U B	L B	
構成部材	ガス+ガス	同 左	ガス+ガス	同 左	ガス+ガス + ガス+ガス	ガス+ガス	同 左	ガス+ガス	ガス+ガス	ガス+ガス	
部材種類	HT-80	“	HT-80	“	HT-80	HT-80	“	HT-80	HT-80	HT-80	
継手種類	T 継手	“	カド継手	“	突合せ継手	カド継手	“	T 継手	突合せ継手		
溶接方法	MIG 溶接 (自作用)	“	MIG 溶接 (自作用)	“	MIG 溶接	手溶接	“	MIG 溶接	SAW		
試験結果	継手引張試験	TA-1 TA-2 TC-1 TC-2	RB-1 RB-2 TB-1 TB-2	UB-1 UB-2 LB-1 LB-2	JIS Z 3121-1 (LF1, 20-30, 35, 40)						
	容器金属引張試験	TF2-1 TF2-2 UF1-1 UF1-2	LF2-1 LF2-2	JIS Z 3111 A2B							
	カド付け試験	BA-1 BA-2 UF-1	UF-2	LF1-1 LF1-2							
	衝撃試験	E-15	5.4, 4.4	7.5	9.6	6.6	7.2	11.0	JIS Z 3112-4B		
衝撃試験	容器金属	VTIS	-22. °C	-36. °C	-43. °C	-15. °C	-55. °C	<-60. °C			
	ボリ上部	VTIS	<-60. °C	<-60. °C	9.3	-45. °C	-29. °C				
衝撃試験	系動部	E-15	11.1, 14.4	10.5	10.5	14.9	8.4	5.6			
	VTIS	<-60. °C	-59. °C	<-60. °C	<-60. °C	-36. °C	-33. °C				
	VTIS	-54. °C	<-60. °C	<-60. °C	<-60. °C	-30. °C	-22. °C				

表 - 2 溶接部機械試験結果

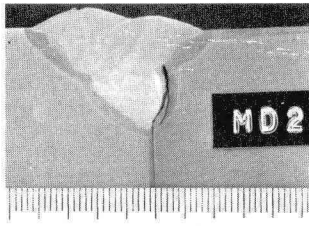


図-6

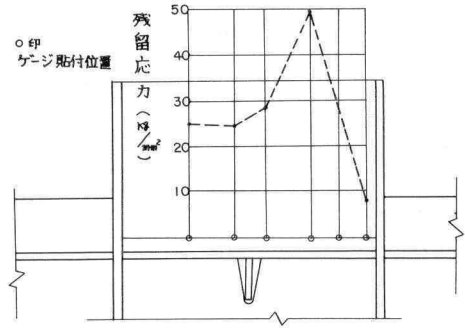


図-7 残留応力の分布

この試験によって確認されたこと、および問題となったことを列記すると、

- (1) 切断および開先加工はガスで行なったが、十分所要の精度に収めることができた。
- (2) 仮付は、仮付個所の両側100mm以上の範囲とし、開先内で温度テークにより確認後、仮付けを行なったが、塔基部・下弦材部共に手溶接であるが、使用溶接棒の違いによりワレの発生に差異が生じた。このことから予熱温度を120°Cとし測定位置を溶接線より50mm離れた所として追加小型試験を行ない、ほど満足いく結果を得たので本橋の製作は、この方法によることにした。
- (3) 仕上がり精度は、架設上問題となるようなところなく収まった。
また、単一部分材の小物部材の溶接後の曲り変形についてはプレスで歪取りを行なったが、この方法で所定の仕上がり精度に収めることが可能であることを確認した。
- (4) 孔明精度も良好な結果が得られたが、かなりの作業時間を要すること、溶接によるちぢみ量が少ないことから、原則として先孔加工をすることにした。(但し塔基部)
- (5) 溶接部の機械的性質は、塔基部のカド継手の全溶着金属の引張試験で70 kg/cm²をわずかに下回ったが降伏点は60 kg/cm²を満足しており、またカド継手としての破断強度も70 kg/cm²を満足しており良好であった。しかしスラグ巻込み、あるいはカド部のルート先端で未溶着などがあつたので溶接士の教育の徹底を計ること、またカド部の開先先端にRをつけることとした。
- (6) 残留応力は塔柱ウェブと上フランジの突合せ溶接部で、下弦材応力方向の平均応力が+30 kg/cm²/mm²程度であった。
- (7) カド溶接部の超音波探傷は、ウェブ側からの垂直探傷法により仮付部のワレは検出できたが、溶込み深さによっては底面エコーもかなり大きく現われるので、エコー高さからのみでは、ワレと判別できない場合もあつた。
横ワレは斜角探傷により行なったが、ワレは出なかった。

