

I-96

キウス第一橋の現場溶接について

榊崎製作所 正員 宮内 博 英
 日本道路公団 高橋 昭 一
 日本道路公団 川尻 克利
 榊崎製作所 正員 林 芳 文
 榊崎製作所 箱崎 正 伊

1. はじめに

キウス第一橋は、北海道横断自動車道の千歳 I.C (仮称) に位置する 2 径間連続 PC 床版 2 主桁橋である。本橋は鋼材に耐候性鋼を用い、主桁の現場継手には重量軽減、維持管理および景観の面から全断面溶接を採用した。本橋の現場溶接施工法は、実物大試験体による溶接施工試験¹⁾ により決定した。実施工は、平成 9 年 4 月から開始し、架設工を含めて 6 月中旬までに上下線ともに施工を完了した。

最近、鋼橋ではコスト縮減の取り組みとして少本数桁橋の計画が増加している。しかし、現場溶接については施工報告が少なく、参考となる技術資料が不足していると思われる。そこで、本橋の現場溶接施工法とその施工結果の概要を報告する。

2. 橋梁概要

キウス第一橋は、上下線を有する 2 径間連続 PC 床版 2 主桁橋で、主桁フランジには LP 鋼材を、腹板には補剛材を省略できる厚板を採用し、鋼桁の合理化²⁾ を図っている。図-1 に断面図を示す。

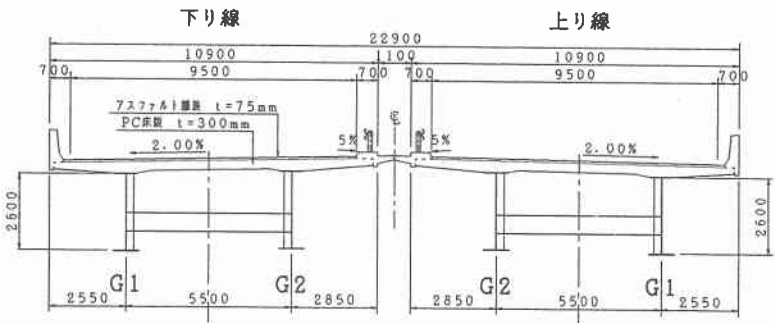


図-1 断面図

本橋の溶接施工は、桁下部に作業ヤードを確保できることから、施工性、安全性を考慮し、地組立て時のヤード溶接と架設後のペント上での溶接を併用した。架設概要を図-2 に示す。

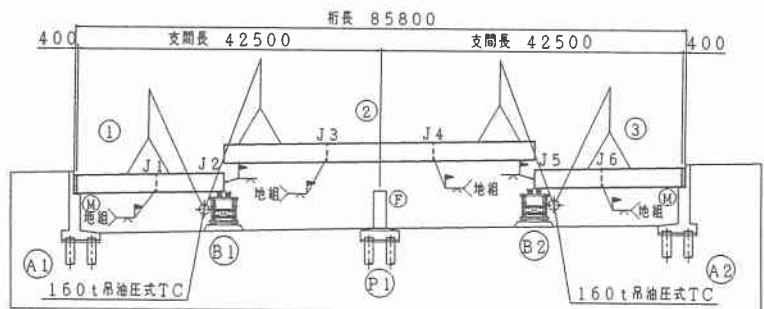


図-2 架設概要

3. 溶接施工法

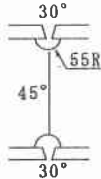
(1) 溶接条件

溶接方法は、上フランジとウェブは炭酸ガス自動溶接、下フランジはウェブの両側に溶接士を 2 名配置して、アークの受け渡しを行う炭酸ガス半自動溶接を採用した。ウェブの溶接は、溶接機のトーチ部を改良して全線、自動溶接で行った。溶接部の開先は、溶接施工能率の向上を図るため V 型 30° とした。溶接条件の詳細を表-1 に示す。

Field Welding of Kiusu Daiichi Bridge

By Hirohide MIYAUTI, Shoichi TAKAHASHI, Katutoshi KAWASHIRI, Yoshihumi HAYASHI and Masai HAKOZAKI

表－１ 溶 接 条 件

対 象	鋼 種 (板厚)	溶接方法 (姿勢)	溶接材料 (ワイヤ径)	パ ス 数	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	入 熱 量 (KJ/cm)	開先角度・ スカーフ 形状
上フランジ	SMA490CW (35)	自動 GMAW (下向き)	YM-55W (1.2 ϕ)	1	260	28	11～12	40	
	SMA490BW (24)			2~7	300	34	12～21	29～51	
				1	260	28	11～12	40	
				2~4	300	34	12～20	31～51	
下フランジ	SMA490BW (29)	半自動GMAW (下向き)	YM-55W (1.2 ϕ)	1	260	28	11～12	40	
	2~6			300	35	12～20	32～53		
ウ ェ ブ	SMA490BW (20), (20, 22)	自動 GMAW (立向き)	SF-50W (1.2 ϕ)	1	170	23	5	47	
				2~3	210	25	7～ 8	41	

GMAW：ガスシールドアーク溶接 自動溶接機：PICOMAX-2

使用鋼材は、溶接施工性に十分配慮した予熱低減型寒冷地仕様のTMC P鋼を用い、溶接前の予熱はウォームアップ程度にとどめた。この鋼材の性能を表－２に示す。

これらの溶接施工条件を決定した詳細については、文献[1]を参照されたい。

表－２ 鋼材の性能 (台形型 L P 鋼板)

材 質	板厚 mm	化学成分 (%)										位	降伏点	引張強さ	伸び	衝撃試験
												置	N/mm ²		%	0℃ J
	24	C	Si	Mn	Cu	Ni	Cr	Nb	Ceq	Pcm	TC	428	529	26	340	
SMA490CW	24	0.08	0.36	1.35	0.32	0.23	0.49	0.018	0.42	0.20	MC	413	506	38	319	

(2) 溶接施工

溶接順序は上フランジ、下フランジ、ウェブの順とし、継手部の橋軸方向溶接收縮量は1継手 3 mm を見込んだ。溶接收縮による付加キャンパーは考慮していない。

溶接施工では、溶接品質を確保するため、施工前の作業標準を明確にし、施工段階でも各層間でビード形状の手入れを入念に行い、溶接の完全を期すように十分な溶接管理を行った。

風防設備は作業環境と安全衛生に配慮して、十分な作業スペースを確保できるよう2枚の主桁全体を覆う形状とした。

ベント上での溶接となる継手 J 2 と J 5 の近傍には、溶接変形防止とともに架設精度の確保のため仮設の上横構を設置した。

写真－１に風防設備、写真－２にウェブの溶接施工状況を示す。



写真－１ 風防設備



写真－２ ウェブの溶接状況

4. 溶接収縮

(1) 継手部の溶接収縮

継手部の溶接収縮の測定は、下り線の8箇所を実施した。標点間隔は溶接線をはさんで 200 mm とし、測定にはノギスを使用した。

測定した位置を図-3に、測定結果を表-3に示す。

1断面あたりの平均収縮量は 2.2 mm であった。この値は文献[1]で実施した溶接施工試験¹⁾での平均収縮量より 0.5 mm 小さい。この差異は、施工試験でのウェブの収縮量が 3.4 mm であることから、施工試験と実施工でのウェブの拘束力の違いによるものと考えられる。

ウェブの収縮量がフランジより大きいのは、先に溶接したフランジの収縮量が加算されたためとされている。ウェブの面外変形量は、上下線の全溶接継手位置で測定した。変形量は許容値 10.4 mm に対して、最大値が 4.0 mm、平均値が 1.9 mm であった。良好な部材精度と言える。



図-3 測定位置

表-3 溶接収縮量 (mm)

測定箇所	板厚(mm)	最小値	最大値	平均値
上フランジ	35	1.0	2.6	1.7
	24	0.9	2.1	1.5
ウェブ	上下部 20	1.3	3.2	2.7
	中央部 20	2.5	3.4	
下フランジ	29	0.8	2.8	1.6
断面平均				2.2

(2) 溶接によるキャンバー変化

現場溶接完了後のフリーキャンバーの測定結果を図-4に示す。この図から、ベント上での溶接継手 J 2, J 5 付近で、やや下がりぎみの傾向がみられるが、溶接による主桁全体のキャンバーへの影響は読みとれない。

施工精度については、許容値 (±27.5 mm) を十分満足しており、計画時のキャンバーに関する考え方は妥当であったと考えられる。

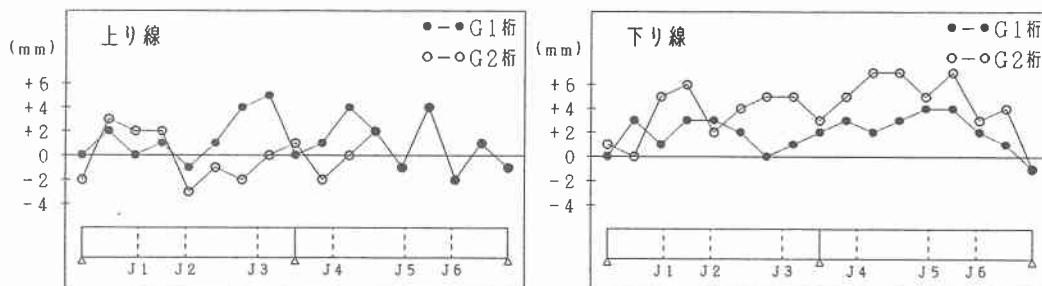


図-4 フリーキャンバーの測定値

5. 非破壊検査

(1) 非破壊検査方法の選定

本橋の溶接部は主桁部材であることから、非破壊検査方法の選定には作業性、安全性とともに信頼性、記録性が重要な要素となる。そこで、溶接施工試験¹⁾の結果をふまえ、現場施工着手前に、3 mm 程度の人工欠陥を付与した供試体 (板厚 19、25、30、35 mm) を用いて超音波自動探傷試験 (AUT) と放射線探傷試験 (RT) の溶接欠陥検出能力特性に関する比較検討を行い、AUTで 3 mm の欠陥を確実に検出できることを確認した。

本橋の非破壊検査は、これらの検討結果に基づき、AUT (L/2 検出レベル) により全溶接線を検査し、欠陥エコーが生じた箇所はRTにより再検査することとした。

また、最初の施工となる下り線のG 1、G 2桁の継手J 1は、全線RTにより検査し、AUTの検査結果と比較した。

(2) 検査結果

AUTでの検査状況を写真－3に、検査結果を表－4に示す。AUTにより全溶接線を検査した結果、欠陥と判定された箇所は2箇所である。そのうち1箇所はRTで欠陥を確認できなかった。

下り線の継手で実施したAUTとRTの検査結果の比較では、AUTとRTで等級結果はほぼ同じであるが、AUTは小さな単独のブローホールを検出しづらいと言える。

本橋の溶接部は、非破壊検査の合否判定基準（2級以上）を満足しているので、全箇所合格と判定した。



写真－3 AUT検査状況

表－4 非破壊検査結果

溶接位置		検査		AUT		RT	
				欠陥指示	等級	欠陥位置	等級
下り線 G 1 J1	上フランジ			無	1	無	1
	ウェブ	上端部		無	1	無	1
		中央部		有	1	BH:1	1
		下端部		無	1	BH:3	2
	下フランジ			無	1	無	1
下り線 G 2 J1	上フランジ			無	1	無	1
	ウェブ	上端部		無	1	BH:2	1
		中央部		無	1	無	1
		下端部		無	1	無	1
	下フランジ			無	1	BH:2	1
上り線 G 1 J3	上フランジ			有	1	無	1

BH:ブローホール

6. おわりに

キウス第一橋の現場溶接は、十分な事前検討に基づいた施工により、要求品質を満足することができたと考えている。現場溶接は、継手の応力伝達や維持管理面および鋼材料の減少などのメリットも多く、溶接技術の進歩により安定した品質が期待できることから、今後、少数主桁橋で積極的に採用されるものと思われる。本報告が、これらの現場溶接の施工に参考になれば幸いである。

尚、本橋の現地工事は、鋼桁の現場溶接のあとに移動型枠工を用いた床版の施工を行い、予定通り平成9年11月に完了した。最後に、本工事に対して、終始適切な御指導を賜った日本道路公団千歳工事事務所の方々に感謝する次第です。

【参考文献】

(1) 宮内・高橋・川尻・林・進藤：耐候性2主桁橋の現場溶接施工法に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集、第53号(A)、pp.246-251、1997.2

(2) 宮内・高橋・林・川尻・塚島：PC床版2主桁橋「キウス第一橋」の設計、土木学会第52回年次学術講演会講演概要集、I-A307、pp.612-613、1997.9