

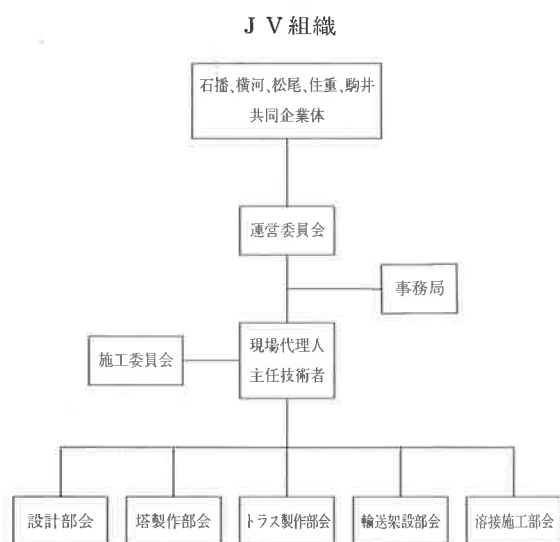
〔本 四〕 岩黒島橋の製作について

石 井 博 彦¹⁾ 芝 博 敏³⁾
千 歳 耕 一²⁾ 中 勇 治⁴⁾

岩黒島橋は児島、坂出ルートとして、最初の道路鉄道併用橋であるため、主構弦材のかど溶接施工法と鉄道部材である床トラス下弦材の断面詳細および溶接工法等に注意を払った。前者については、大鳴門施工時の研究実績等により、後者については、とくに内面溶接の施工検討から始まる一連の工法決定迄の研究実験等を行い、公団の承認、製作検討委員会の了解を得たのち、以下に示すような工法を採った。

まえがき

我々、橋梁メーカーにとっては長年の夢であった本四架橋に当社も参画し、神戸～鳴門ルートの大鳴門橋に引き続いて、児島～坂出ルートにある世界でもトップクラスの斜張橋である岩黒島橋を昭和57年2月に石播、横河、松尾、住重、駒井の5社の共同企業体で詳細設計から架設までの施工範囲を受注し、設計、製作、輸送架設、溶接施工と、それぞれの部会を構成して施工に着手した。



1. 製作の概要

岩黒島橋は3径間連続トラス道路、鉄道併用斜張橋で(図-1)、岩黒島から羽佐島に架かり、児島～坂出ルートとしてはトップを切って製作も進め、すでに架設にも着工しており、工程は順調に進んでいる。

本橋の主要諸元は表-1の通りであり、岩黒島側側径間では岩黒島に乗降するバスのバスストップが設けられるために主構上弦材は拡幅されて、3セル断面となっており(図-2)、ブロックの重量は45Tもある。また、トラス下面には防音工を設置し島民への騒音対策がなされているなど、設計での配慮のあとがうかがわれる。

製作のスタートにあたっては、公団の基準テープから鋼帯鉄を使って基準定規を作成し、製作寸法の温度変化による補正ならびに、鋼製巻尺の張力補正といったわずらわしい管理をさけ、基準定規によって5社間の統一をはかった。

表-1 主要諸元

型 式	3径間連続斜張橋(道路・鉄道併用橋)
橋 長	790m
支 間 長	185m + 420m + 185m
車 線 数	道路.....4車線
	鉄道.....新幹線複線、在来線複線
主構間隔	27.5m
主 構 高	13.9m
総 鋼 重	35,000 t

1) 製造課課長

2) 技術部技術課副課長

3) 製造課副課長

4) 品質管理副課長

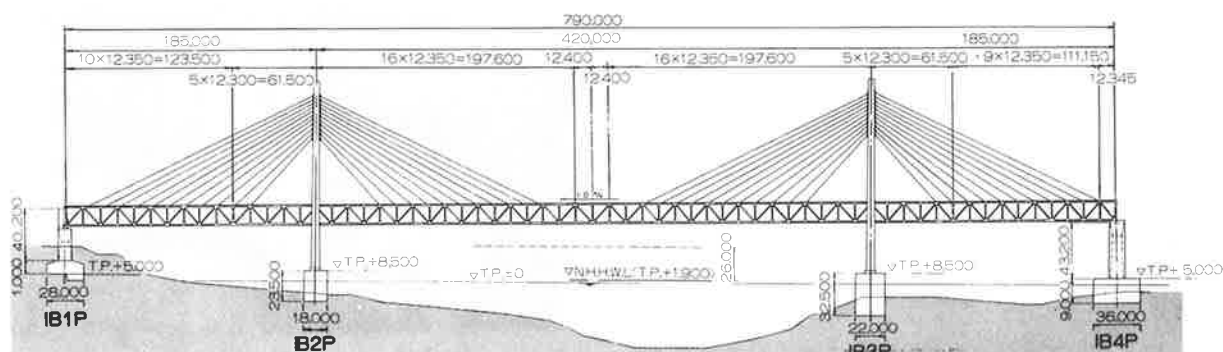


図-1 一般図

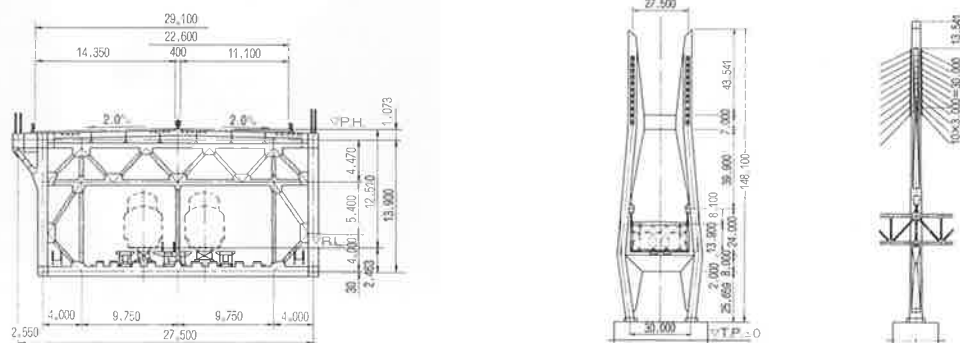


図-2 主桁及び塔断面図

本橋の製作に際して留意した点は、

- 1) 主構上弦材 3 セルの溶接振れ防止方法
- 2) 床トラス下弦材の内面溶接方法
- 3) 鋼床版の組立、溶接方法
- 4) 主構下弦材の製作要領および製作精度などである。以下これらの点を中心に製作方法を述べる。

2. 主構上弦材 3 セルの溶接振れ防止方法

その 1 工事のうち、当社の施工部は岩黒島との連絡のためのバスストップが設けられるため主構上弦材は図-3 のような 3 セルの断面で弦材長 12.350 m、重量 45 T である。(写真-1)

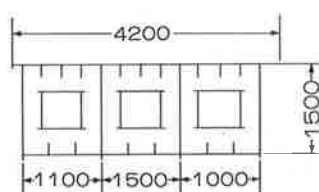


図-3 断面図

このような部材に一旦振れが発生したとき、押しても焼いてもどうしようもないことから、図-4 に示す様な溶接順序を採った。



写真-1 溶接完了部材



図-4 溶接順序



写真-2 溶接作業

この結果振れ量は $\pm 2\text{ mm}$ 以内に納まった、また、テストケースとして、作業効率が上がるように、回転数をへらして溶接順序を変えて溶接を行ったものが数台あったが、誤差に有意差はみられなかった。この結果から振れは溶接順序より組立に支配される様である。従って、その後については組立精度を十分確保した上で溶接施工にかかるように配慮して製作を進めた。

3. 床トラス下弦材の内面溶接のミグトレインによる施工

下弦材は長さが 25.000 m の長尺部材で、鉄道荷重が直接載荷され、曲げと振りを受ける疲労部材であるため、弦材の箱内面のすみ肉溶接を行う必要がある(図-5)。

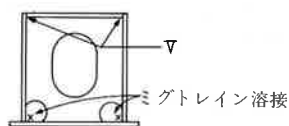


図-5

従来このような箱断面の内面すみ肉溶接をする場合は作業者が箱の内部に入って溶接するのが一般的であるが、今回の場合は弦材が長く、ダイヤフラムが約 2.5 m の間隔で多数入っており換気の面及び狭隘な場所での溶接が困難であること。さらに、予熱により箱内部が高温となること。このような悪条件下での溶接作業を避けるため、ミグトレインの採用を考えた。採用にあたっては集合ケーブルの巻き取り装置を兼ねた溶接機受台と集合ケーブル受けのコロ台車の開発、ダイヤフラムの切欠形状に工夫を加えて、 25.000 m の実物大試験体を2体作り、施工性、溶接部の品質、作業環境などのチェックを行った。その結果また、実物大試験体一体の約半分を用いて疲労試験も行った。その結果、品質、作業環境ともに良好であったのでミグトレイン採用に踏み切った。その疲労試験の結果についても設計許容応力を十分カバーできるものであった。(写真-3、4、5)

ミグトレインを採用した結果は左右両方の溶接が同時に2台のミグトレインで連続溶接することができ、準備には時間はかかるが、セットしてから終了まで1時間強の作業時間で溶接することができた。また、自動溶接としての均一なビードが得られるなど品質、能率面からも好結果であった。

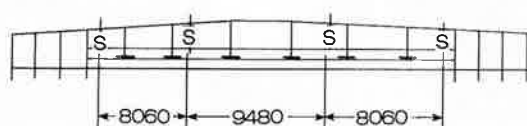


図-6

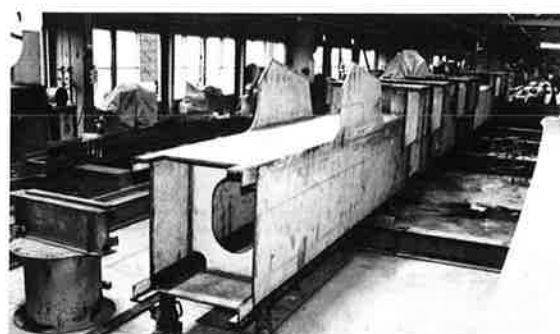


写真-3 パイロットメンバー



写真-4 ミグトレイン溶接

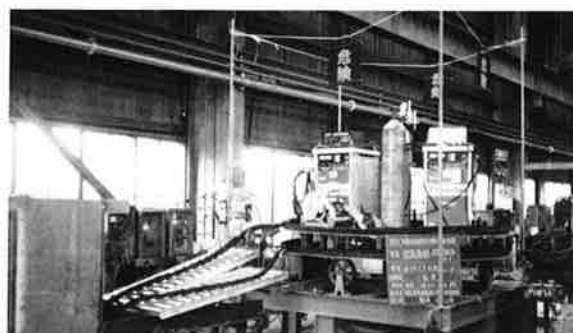


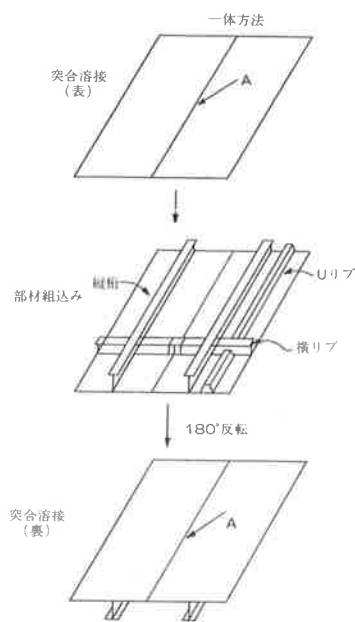
写真-5 溶接機受台

4. 鋼床版の組立、溶接方法

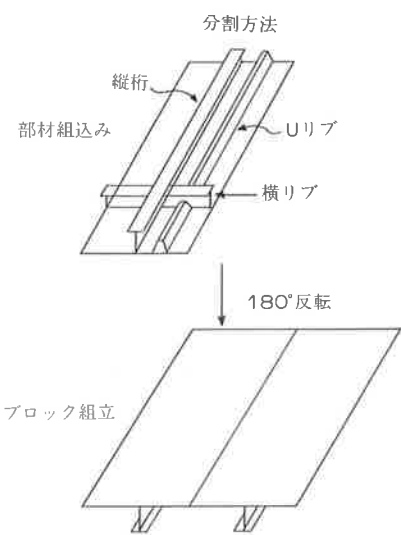
1ブロックの幅が 9.480 m と広く、デッキプレートは縦シームにより突合溶接を行う構造となっている(図-6)。その突合溶接を先にして、Uリブ、縦桁および横リブを取付ける一体方法(図-7)と、突合溶接を後にして、各々の分割されたデッキプレートにUリブ、縦桁および横リブを取付けた後に、分割ブロックを一体に組立てる分割方法(図-8)とについて比較検討し前者を採用した。(写真-6)



写真-6 組立作業



図－7



図－8

検討結果は表－2のとおりであり、一体方法を採用して組立及び溶接を行った。

表－2 組立方法の比較

	利 点	欠 点
一体方法	・突合溶接の能率が良い ・突合溶接の品質が良い ・X線撮影枚数が少なくてよい ・組立精度が良	・組立後の反転が困難 ・ハンドリングが難しい
分割方法	・反転が容易 ・ハンドリングが容易	・ブロック組立に時間がかかる ・開先精度が悪い ・溶接歪に差を生じて合いにくい ・現場突合溶接と見なされX線撮影枚数が増える

一体方法を採用した結果、品質及び精度は予測以上に好結果であった。突合せ溶接についても表側の溶接を終え、裏側の突合せ溶接までの日数がかかったために予熱を行い溶接欠陥の発生原因とならないように努めた。その結果、X線検査結果は、すでに終わった。(その1)工事では総撮影枚数76枚の内74枚が無欠陥で1級合格、あとの2枚についても1枚が1種欠陥、もう1枚が2種欠陥が入っていたがすべて1級で合格した。

の結果通常の管理状態で施工すると弦材角溶接の疲労強度が許容応力の70%まで低下することが解った。この為に角溶接で $\sigma_r/\sigma_{fa}^B \geq 0.7$ あるいはリブ十字で $\sigma_r/\sigma_{fa}^C \geq 0.85$ の部材を特A部材と名付け $0.5 \leq \sigma_r/\sigma_{fa}^B \leq 0.7$ あるいは $\sigma_r/\sigma_{fa}^C \geq 0.6$ の部材をA部材として、重点的な管理を行った。また $\sigma_r/\sigma_{fa}^B < 0.5$ あるいは $\sigma_r/\sigma_{fa}^C < 0.6$ の部材はB部材と名付け準重点部材として管理した。製作時の検査基準を表－3に示す。

5. 主構下弦材の製作要領および製作精度

道路と鉄道の併用橋として、大きな繰返し荷重が載荷されることにより、調質高張力鋼を用いた弦材の部分溶け込み角溶接には疲労強度が特に要求される。その疲労強度がトラス格点構造の大型疲労試験

表-3 調質高張力鋼を用いた検査基準

部材分類	応力範囲 許容応力範囲	製作基準				保守	
		製作基準	検査の有無	検査項目	検査方法	検査記録	検査
特	$0.7 \leq \frac{\sigma_{fc}}{\sigma_{tc}} < 0.85$ あるいは $0.85 \leq \frac{\sigma_{fc}}{\sigma_{tc}} < 0.9$	「鋼橋等製作基準」および調質高張力鋼を用いた部材の角溶接に対する追加事項	原則として全数立会	$\phi \leq 1.5mm$ $\theta \geq 135^\circ$	角溶接全数	リブ十字溶接全数	永久保存
A	$0.5 \leq \frac{\sigma_{fc}}{\sigma_{tc}} < 0.7$ あるいは $0.6 \leq \frac{\sigma_{fc}}{\sigma_{tc}} < 0.85$		必要により	$\phi \leq 3mm$ $\theta \geq 135^\circ$	角溶接全数	リブ十字溶接全数	必要により
B	$\frac{\sigma_{fc}}{\sigma_{tc}} < 0.5$ あるいは $\frac{\sigma_{fc}}{\sigma_{tc}} < 0.6$				全数の約20%		必要により

製作にあたって、角溶接の対疲労性能を向上させることに留意し、大鳴門橋の経験を生かし、ルート間隔の精度を保つように落とし込みフランジの幅を切削仕上げすること、組立直後にシーリング溶接を行い溶接部の保護をするなどして、品質面には特に配慮を行い製作した。

1) 製作フローチャート(図-9)

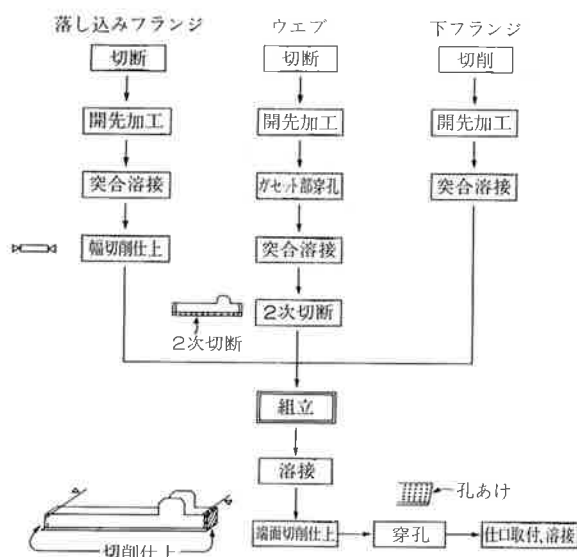
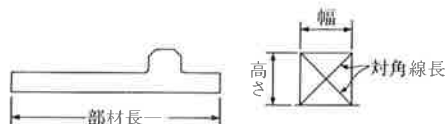


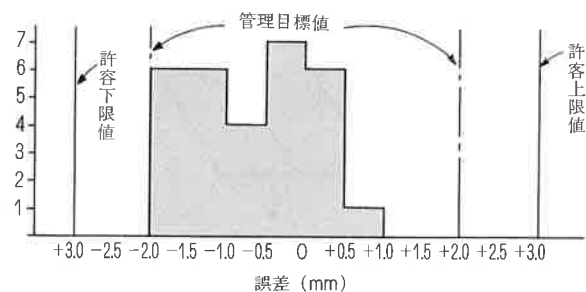
図-9 下弦材製作フローチャート

2.) 寸法精度

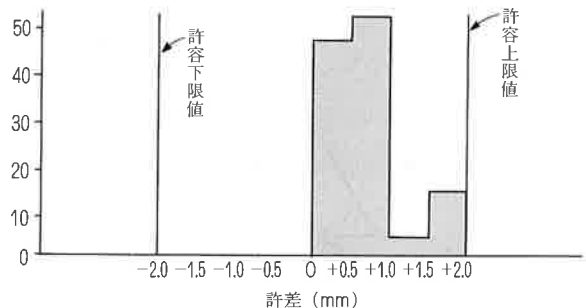
部材長、箱断面の幅、高さ及び対角線長の誤差はすべて $\pm 2mm$ 以内におさまっており、誤差分布(図-10)に見られるような精度であった。



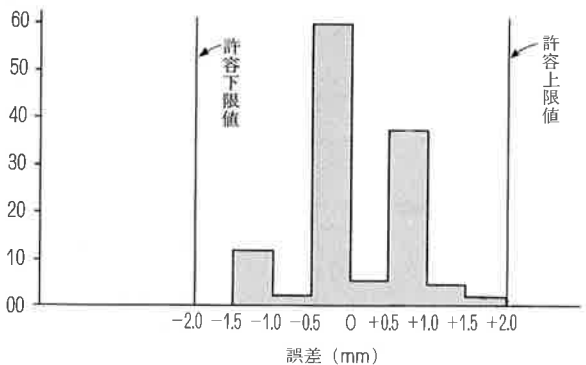
(1)部材長



(2)幅



(3)高さ



(4)対角線長

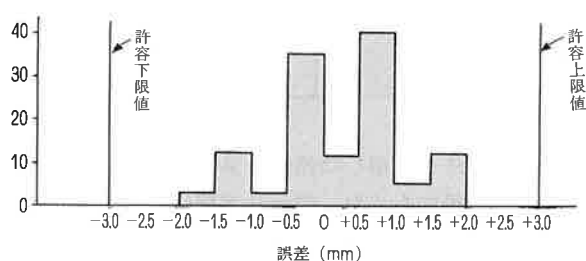


図-10 下弦材寸法精度

6. あとがき

岩黒島橋はまえがきで述べたように、当社としては初めての本格的な大型の斜張橋であり、また、鉄道載荷の本四物件であるということ、製作を担当するスタッフ、実際に製作に当たった作業員共に気を使った工事であったが、幸い第1回目の立体仮組立も無事に終り、今後は残った鋼床版、付属物の製作に全力を投入して取組んでいきたい。この岩黒島橋での貴重な経験を生かし、今後の本四橋製作にあたりと共に、さらに一段と飛躍を図っていきたい。