

岩黒島橋の製作

石井 博彦¹⁾ 芝 博敏²⁾
千歳 耕一³⁾ 中 勇治⁴⁾

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

岩黒島橋は児島～坂出ルートとして、トップを切って製作が進められ、すでに1P～2Pおよび3P～4Pの側径間については、架設もほぼ完了しており、今後、中央径間の面材架設が進められるはこびとなり、工程は順調に進行している。

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

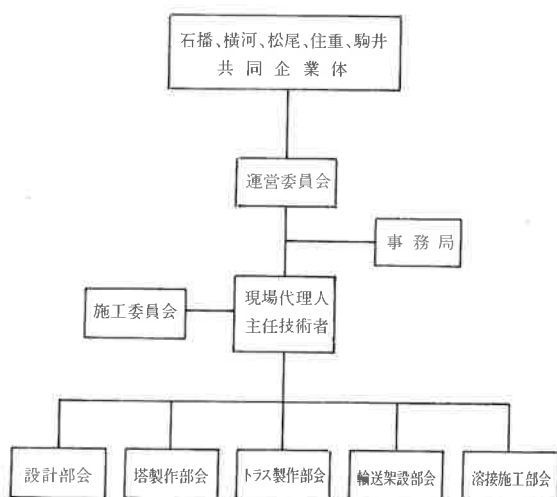


図-1 共同企業体組織図

- 1) 製造課長 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

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。

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
- 5) 立体仮組立の精度

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-2のような3セル断面で弦材長12.350m、重量45tである。(写真-1)

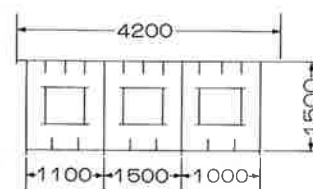


図-2 断面図



写真-1 溶接完了部材

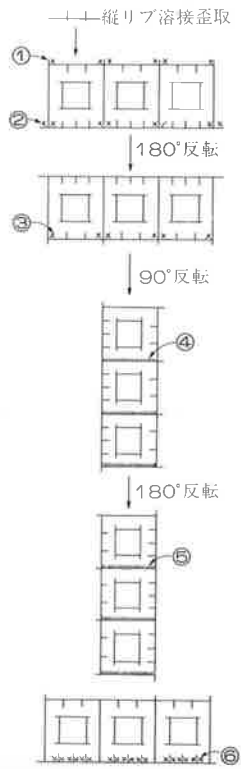


図-3 溶接順序

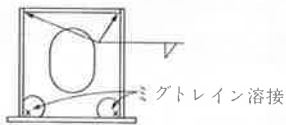


図-4 箱内面すみ肉溶接

この様な部材に一旦振れが発生したとき、押しも焼いてもどうしようもないことから、図-3に示す様な溶接順序を採った。(写真-2)

この結果振れ量は±2mm以内に納まった。また、テストケースとして、作業効率上がるように、転回数をへらし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25.000m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-4)。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2.5mの間隔で多数入り換気的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機械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



写真-2 溶接作業



写真-4 ミグトレイン溶接

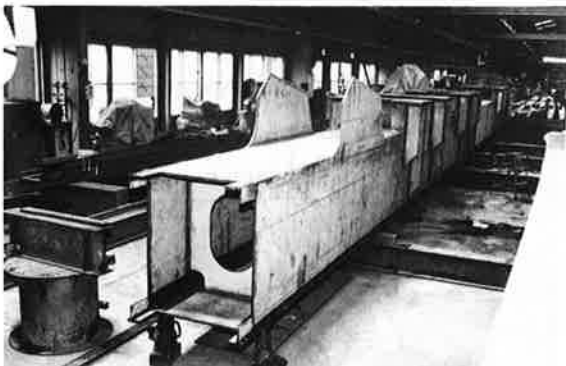


写真-3 パイロットメンバー



写真-5 溶接機受台

を加えて25,000mの実物大試験体2本作り、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本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-5 断面図



写真-6 組立作業

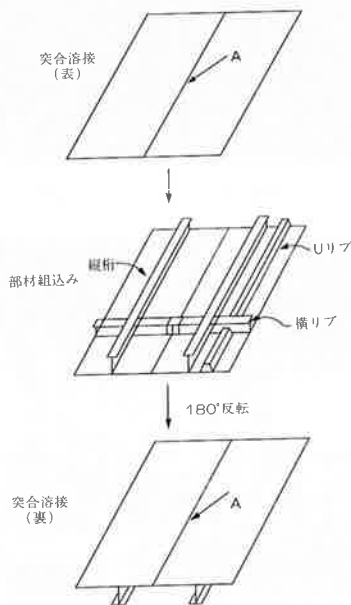


図-6 一体方法

4. 鋼床版の組立、溶接方法

1ブロックの幅が9,480m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-5) 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-6)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-7) について比較検討し前者を採用した。(写真-6、7)

表-1 組立溶接方法の比較

| | 利 点 | 欠 点 |
|------|--|--|
| 一体方法 | <ul style="list-style-type: none"> 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 組立精度が良い | <ul style="list-style-type: none"> 組立後の反転が困難 ハンドリングが難しい |
| 分割方法 | <ul style="list-style-type: none"> 反転が容易 ハンドリングが容易 | <ul style="list-style-type: none"> ブロック組立に時間がかかる 間先精度が悪い 溶接歪に差を生じて合にくい 現場突合溶接と見なされ、X線撮影枚数が増える。 |



写真-7 組立作業

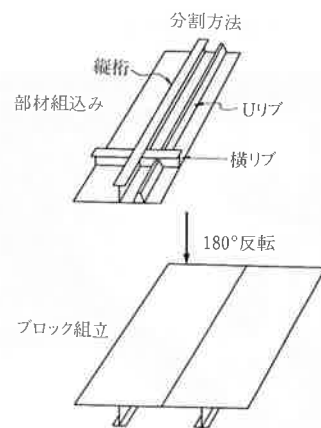


図-7 分割方法

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、フィルム総枚数376枚で、1級合格が374枚、その内1種欠陥のフィルムが15枚、2種欠陥のフィルムが5枚であった。2級に合格したフィルムは2枚で、2枚共に、1種欠陥が入っていたが規準等級に全数が図-8の通り合格した。

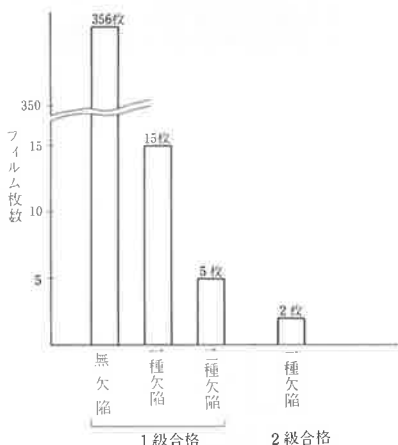


図-8 X線検査結果

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 $\sigma_r/\sigma_{faB} \geq 0.7$ あるいはリブ十字で $\sigma_r/\sigma_{faC} \geq 0.85$ の部分の特A部材と名付け $0.5 \leq \sigma_r/\sigma_{faB} \leq 0.7$ あるいは $\sigma_r/\sigma_{faC} \geq 0.6$ の部材をA部材として重点的な管理を行った。また $\sigma_r/\sigma_{faB} < 0.5$ あるいは $\sigma_r/\sigma_{faC} < 0.6$ の部材はB部材と名付け準重要部として管理した。

製作時の検査基準を表-2に示す。

表-2 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 | | | | 保 守 | |
|------|---|------------------------------------|-----------|--|---------|----------|--------------|
| | | 検査基準 | 検査項目 | 検査方法 | 検査記録 | 検査 | |
| 特A | $0.7 \leq \frac{\sigma_r}{\sigma_{faB}}$ あるいは $0.85 \leq \frac{\sigma_r}{\sigma_{faC}}$ | 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 | 欠陥の有無 許容方法 | 目視検査 | リブ十字溶接全般 | 水久保 必要により |
| | | | 必要により | $\phi \leq 1.5mm$ $\theta \geq 135^\circ$ | 角溶接全般 | リブ十字溶接全般 | |
| A | $0.5 \leq \frac{\sigma_r}{\sigma_{faB}} < 0.7$ あるいは $0.6 \leq \frac{\sigma_r}{\sigma_{faC}} < 0.85$ | 必要により | 必要により | $\phi \leq 3mm$ $\theta \geq 135^\circ$ | 全数 | リブ十字溶接全般 | 必要により |
| | | | | 全数の約20% | | | |
| B | $\frac{\sigma_r}{\sigma_{faB}} < 0.5$ あるいは $\frac{\sigma_r}{\sigma_{faC}} < 0.6$ | 必要により | 必要により | | 全数の約20% | 必要により | 必要により |
| | | | | | | | |

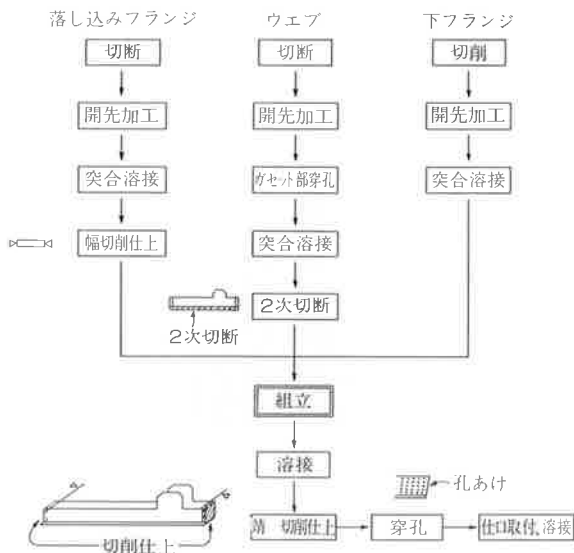


図-9 下弦材製作のフローチャート

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し込みフランジの幅を切削仕上げることで、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して製作した。

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



写真-8 部材長の測定



写真-9 対角線長測定

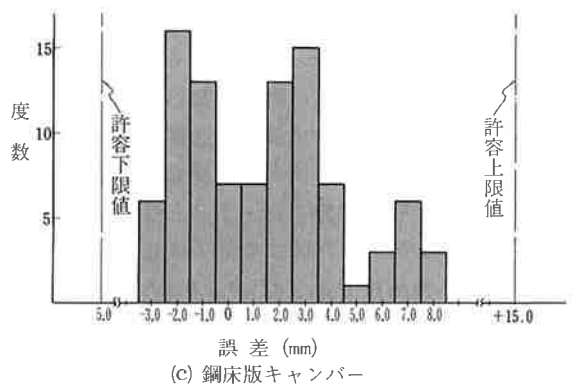
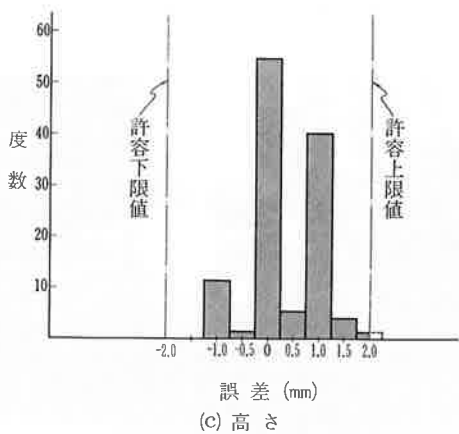
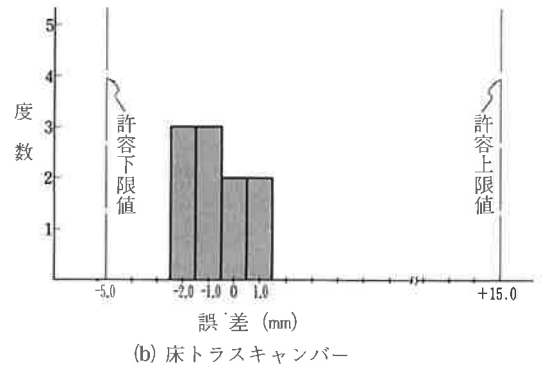
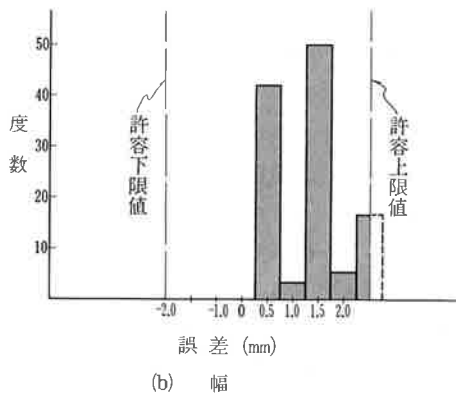
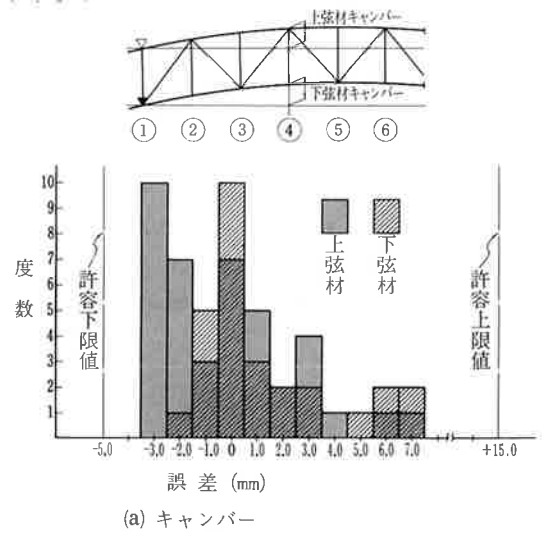
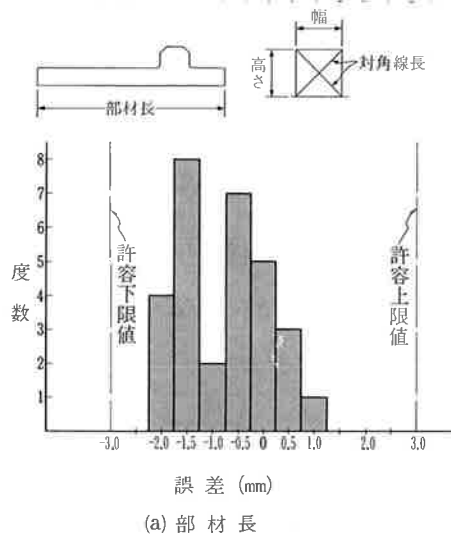


図-11(1) 仮組立寸法精度

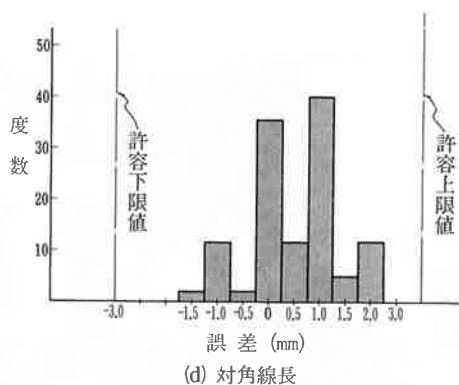


図-10 下弦材寸法精度

6. 立体仮組立の精度

立体仮組立は4パネル以上を一度に仮組立を行うことになっており、分割仮組立をする場合および企業体間の境界部分については、部材を転送して相互の立体仮組立の精度を確認した。その誤差分布は図-11に示すような結果であった。

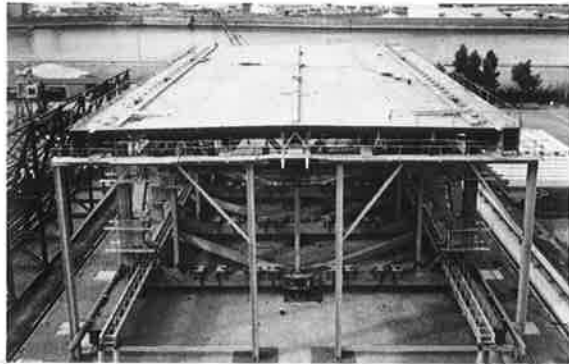
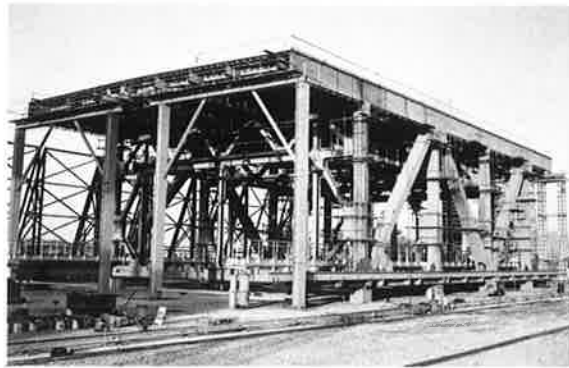
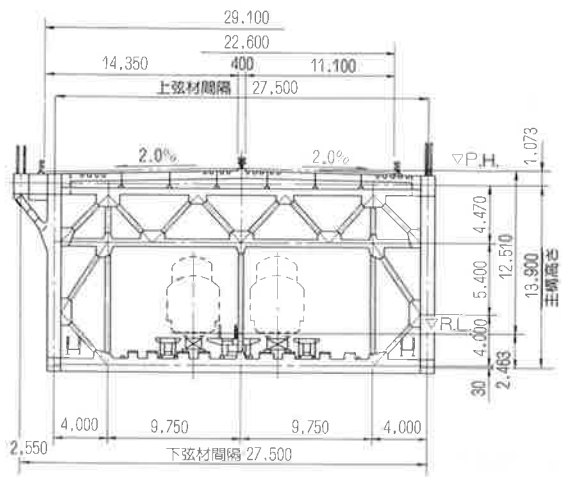
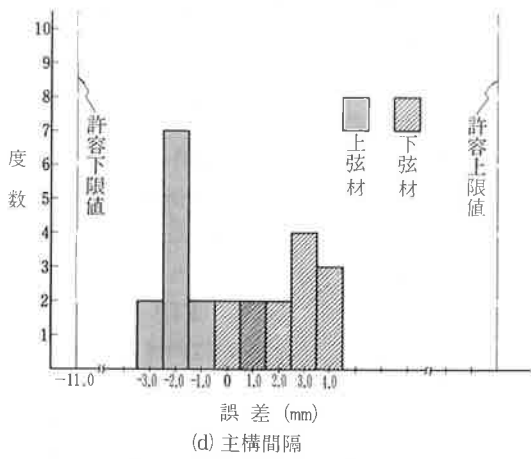
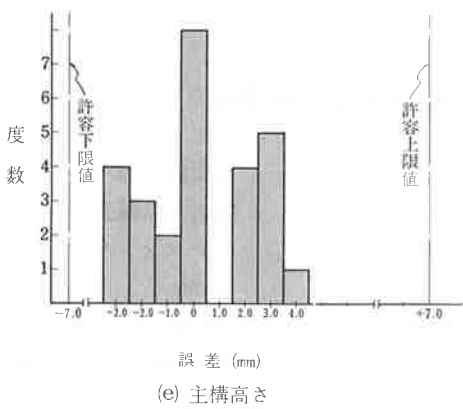


写真-10 立体仮組立



(d) 主構間隔



(e) 主構高さ

図-11(2) 仮組立寸法精度

あとがき

岩黒島橋は、当社としては初めての本格的な大型斜張橋であり、また、鉄道载荷の本四物件であるということで、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細心の注意をはらった工事であったが、3回の立体仮組立および塗装までの工場製作を終了することができた。この岩黒島橋での貴重な経験を生かし、さらに一段と飛躍を図っていきたい。