

## 【技術ノート】

## 溶融亜鉛めっき桁の製作

## Fabrication of Plate Girder Bridges with Zinc Hot Dip Galvazings

川崎 昭行\*  
Akiyuki KAWASAKI清沢 孝吉\*\*  
Kokichi KIYOSAWA

## 1. はじめに

溶融亜鉛めっき桁は、鋼橋のメンテナンスフリーをめざして採用されるものであるが、亜鉛溶の熱(435~440℃)影響によるねじれや、歪の発生が問題であり、これをいかに抑えるかが製作者の大きなテーマである。

そのため、富山工場において、昭和61年度に製作した、日本道路公団発注の久宝寺南高架橋について、計画から、地組立までの各段階について実施した主な対策と(まだ施工の中間段階であるが)その結果が大略まとまったので、ここに報告する。また、これからのめっき桁の設計・施工にあたって、これらのデータが有効に検討・分析されて、更に技術的な向上の資料になれば幸いである。

## 2. 工事概要

工 事 名：近畿自動車道久宝寺南高架橋

(鋼上部工)工事

発 注 者：日本道路公団 大阪建設局

橋 長：934m

有効幅員：13.25m

形 式：3径間連続板桁 6連

4径間連続板桁 4連

材 質：SS41, SM41, SM50Y, SM53, SM58

桁高と腹板厚：H=1,700(t=10)

H=2,600(t=12)

H=2,800(t=12)

本工事は、橋梁本体(主桁、対傾構、横構、現場添接部)および、高力ボルト、支承、伸縮装置、検査路などの、付属物にいたるまで、全ての鋼材に溶融亜鉛めっきを施

\*川田工業(株)富山工場品質管理課係長 \*\*川田工業(株)富山工場生産技術課

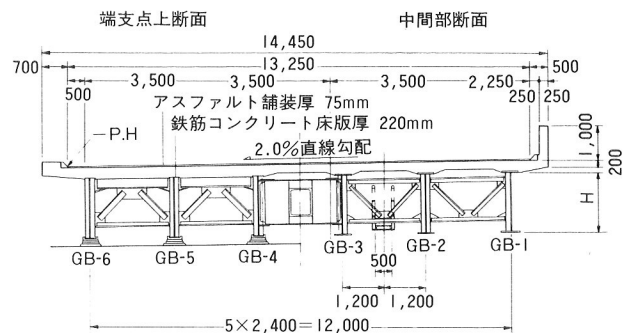


図-1 断面図

すものである。技術的な特色として、重量11ton、部材長さが最大15m、桁高が最大2.8mもある大型部材をめっきする点にある。更にめっき後の部材は組み立て(主桁2本組)および、現場添接部の摩擦接合面をブラスト処理することである。

めっき後の主桁は、2本組に組立てて現場に搬入することで、めっきによる桁のねじれに対処する。又、現場継手部は接合面をブラスト処理してF8Tによる摩擦接合継手として施工される。

## 3. 亜鉛めっきの作業工程

## (1) 亜鉛めっき槽の形状

現在での最大クラスの浴槽とその構造を図-2に示す。

## (2) 溶融亜鉛めっき標準状態

大型の板桁のめっき作業を図-3に示す。

## (3) 作業条件

表-1に主桁に関する作業条件を示す。対傾構、横構等については、めっき温度が $440 \pm 5^\circ\text{C}$ 、浸漬時間は3~5分である他は表-1と同じ条件である。

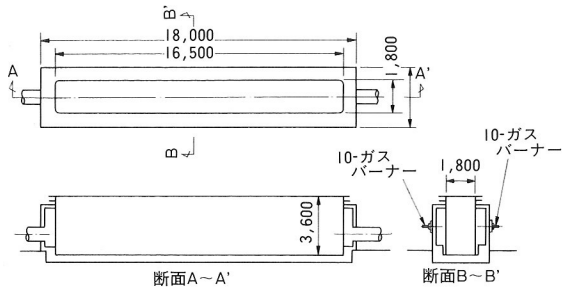


図-2 めっき槽

| 状態     | 状態図 | 操作および条件                                                                                                                                      |
|--------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 懸垂     |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>上フランジの吊金具に、チェーンをシャックルで止めて2点吊りする。</li> <li>下方にもチェーンを取付ける。</li> </ul>                                   |
| 浸漬開始   |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>約5°の角度で浸漬する。(断面の大きい方より浸漬する)</li> <li>浸漬速度は12m/分程度である。</li> <li>亜鉛浴中の温度が435～440℃であることを確認する。</li> </ul> |
| 浸漬終了   |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>2～3分間水平状態を保ち静止する。そののちに亜鉛浴中で下方に取付けたチェーンを上下して桁を断面方向に動かす。</li> <li>浸漬時間は部材厚によって違うが約5分～15分である。</li> </ul> |
| かす抜き   |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>浸漬終了し、約3分経過後残留酸化カスなどを除去する。</li> </ul>                                                                 |
| 引き上げ   |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>約15°の傾斜角をつけて先に浸漬した方向より引き上げる。</li> <li>引き上げ速度は4.5m/分～6m/分で行う。</li> </ul>                               |
| 振動(空冷) |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>冷却槽上へそのままの角度でタレ切りを行ないながら移動しすみやかに水冷する。</li> <li>冷却までの時間(空冷時間)は、100秒以内で行う。</li> </ul>                   |
| 水冷     |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>全体を水冷し静止する。</li> <li>水冷時間は約6分。</li> </ul>                                                             |

図-3 溶融亜鉛めっき標準状態図(主桁)

表-1 めっき作業条件(主桁)

| 工 程     | 条 件                | 主 桁         |
|---------|--------------------|-------------|
| 脱 脂     | アルカリ濃度             | 5～10%       |
|         | 温度                 | 70℃以上       |
|         | カセイソーダ : オルソケイ酸ソーダ | 3 : 1 (重量比) |
|         | 界面活性剤濃度            | 0.1%        |
|         | 浸漬時間               | 20～30分      |
| 酸 洗     | 塩酸濃度               | 8～15%       |
|         | 温度                 | 常温          |
|         | 鉄分                 | 80g/ℓ以下     |
|         | 酸洗抑制剤濃度            | 塩酸に対して0.3%  |
|         | 浸漬時間               | 40～50分      |
| フラックス処理 | フラックス濃度            | 28～35%      |
|         | 温度                 | 60℃以上       |
|         | 塩化亜鉛 : 塩化アンモニウム    | 1 : 3       |
|         | 鉄分                 | 5g/ℓ以下      |
|         | PH                 | 4～6         |
| め っ き   | 浸漬時間               | 5分          |
|         | 亜鉛浴組成              | 亜鉛97.5%以上   |
|         | 温度                 | 435～440℃    |
|         | 浸漬時間               | 約5分～15分     |
| 冷 却     | 冷却までの時間            | 100秒以内      |
|         | 温度                 | 60℃以上       |
|         | 浸漬時間               | 6分          |

## 4. 溶融亜鉛めっきの問題点と富山工場の製作方法

## (1) 溶融亜鉛めっき桁の特性

溶融亜鉛めっき桁は、435～440℃の高温でめっきし、ただちに水冷するので、部材のねじれ、腹板のはらみ、桁の収縮等が生じる。また、鋼材のさび進行度合や、溶接部の仕上げ、スラグ等の除去、清掃の程度が溶融亜鉛めっき桁の外観に影響する。SM50やSM50Y、SM53クラス鋼材においては、その化学成分の関係で、めっきやけが発生しやすい。これを少なくするために温度を低く(約435℃程度) また引き上げ速度を早くするような、めっき作業を行なう事があるが、この場合にはめっきのタレ切りが悪くなり、表面の仕上がり程度が良好でなくなる事が生じる。従ってこのめっきやけの主要な原因となるSi量をコントロールする方向が望ましい。

a) 溶融亜鉛めっき桁の変形において、最も著しいのは腹板のはらみとねじれである。これらの原因の大きな要因として鋼桁製作時、特に溶接時の残留応力や歪修正時の熱影響などが大きく関係すると言われている。従って鋼桁の製作方法において、各ファブリケーターはそれぞれ工夫しているようである。

図-4は橋建協で最近発表された、めっき桁の製作方法手順を示したものである。

本工事の製作にあたって、いろいろな角度から検討を行ない、図-4においては着色で示した施工方法を採用した。

また他の要因としてめっき作業工程における、桁の浸漬方法、時間等が関係しているものと考えられる。

これらの両者の要因が複雑に関係し合っており、桁のねじれや、はらみが生じるものと考えられる。

1. 原板ひずみ取り
2. 板継ぎ溶接後のひずみ取り
3. フランジの逆ひずみ取り
4. 主桁組立順序
5. 主桁溶接方法
6. 主桁溶接順序
7. 補剛材溶接方法
8. 補剛材溶接順序
9. 主桁溶接後のひずみ取り
10. 補剛材溶接後のひずみ取り
11. メッキ後のひずみ取り

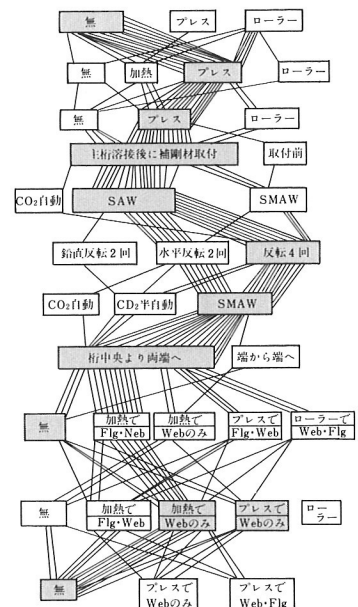


図-4 めっき桁の製作方法・手順

## (2) 製作方法

溶融亜鉛めっき桁の特性を十分に理解し、検討を加え図-4で示した施工方法をベースに、更に細部についても留意して施工した。

## a) 主桁の部材寸法

主桁の最大部材寸法は、使用する亜鉛浴の大きさにより制限を受けるため、最大部材長さ15.5m、最大桁高2.8mで設計した。

## b) 腹板の板厚

亜鉛めっき施工により主桁のねじれ変形および腹板のはらみを抑制するため、桁高1.7mでは、腹板厚10mm、桁高2.6mおよび2.8mでは、腹板厚12mmとした。(通常の場合より1mm厚い)

## c) 現場継手

現場継手部は、高力ボルトも含めて溶融亜鉛めっきとし、F8Tを用いた。これはF10Tクラスの高力ボルトをめっきした場合には、めっきによる材質の脆化により、遅れ破壊が懸念されるためである。

## d) 付属品

本工事では、支承、伸縮装置、排水装置、検査路等の付属品についても、すべて亜鉛めっきを施した。

支承については、上沓の滑り面に亜鉛めっきを施し、削り加工した後にステンレス鋼板を取付ける構造とした。

## (3) 材料

## a) 鋼材は、すべて黒皮鋼材を使用した。

b) 鋼材のSi含有量は他の元素に比べて、最もめっき皮膜厚さに影響を及ぼす元素と言われている。

その含有量と付着量およびめっきやは図-5、6に示すとおり深い関係があるので、鋼板手配時にSi量を0.30%以下に制限した。

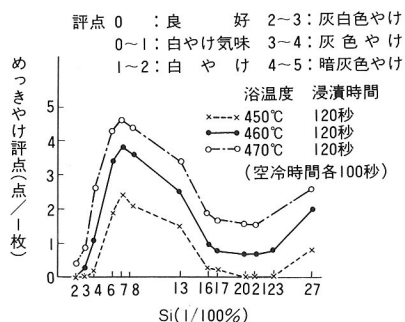


図-5 めっきやはけ評点とSi量の関係

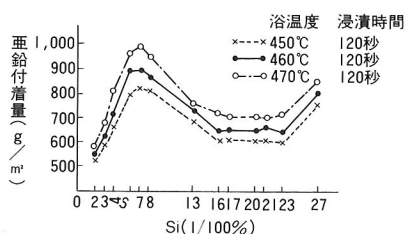


図-6 亜鉛付着量とSi量の関係

## (4) 原寸

めっきによる縮み代は、日本道路公団、大阪建設局の指針にもあるとおり、部材長で0.2mm考慮した。また、桁高方向は特に考慮しないことにした。

## (5) 罫書

部材マークのマーキングには、油性のスチールペイントを使用するのが一般的であるが、亜鉛めっきの脱脂工程で油脂類を完全に除去する必要があるため、本工事においては、水溶性のペイント(ビニレックス#30、ポスターカラー)を使用した。

## (6) 部材の加工

a) 鋼板の平面度については、一般に原板が工場に入荷した段階では、ローラーによるレベリングは行っていないのが現状である。従ってめっき桁製作についてもローラーによる原板の歪取り作業は行わなかった。

b) 切断における留意点として、部材を溶接する際の密着度を良くするために、寸法精度の管理に留意した。

また、切断作業によって部材は、熱影響を受けるが、めっき作業における部材のひずみに与える影響は、少ないものと判断して、切断後のひずみ矯正は行わなかった。

c) 孔あけ作業に特に考慮する必要はないが、孔あけ後の孔周辺の「カエリ」は、グラインダーで除去した。

## (7) 部材の組立・溶接

a) 一般の鋼桁製作における順序と変わる点はないが、フランジ逆ひずみ取りはプレスで行い、主桁の組立ては、フランジと腹板を本溶接した後に補鋼材を取付ける方法を採用した。主桁のフランジと腹板の溶接方法は、サブマージアーク溶接を採用し溶接順序は図-7に示すとおりとした。

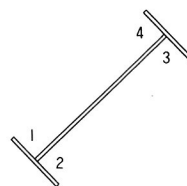


図-7 主桁の溶接順序

b) 補剛材の溶接は、主桁がI形溶接された後に組付け溶接を行った。補剛材の溶接順序は、残留応力の軽減と対称性の観点から(変形を少なくするため)出来るだけ図-8に示すような方法をとるように心掛けた。また補剛材の溶接方法は手溶接を採用した。

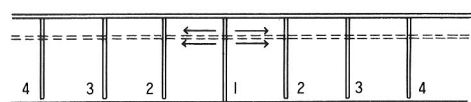


図-8 補剛材の溶接順序

## c) 溶接作業における留意点

① 溶接は完全に連続させる。

溶接線が不連続となると、その隙間からめっき後にめっき作業で使った酸や錆が発生するので、図-9のように全て全周溶接を行った。

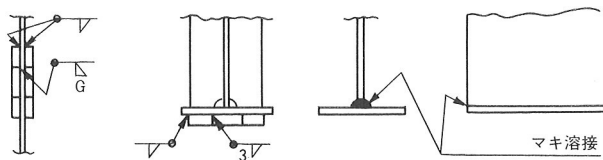


図-9 さびのにじみ出し防止

## ② 溶接端部の割れ防止対策

特に補剛材のまわし溶接部は入念に溶接し、ワレ、アンダーカット、ブローホール等を生じないように特に図-10に示すような欠陥の発生しやすい部位に注意した。

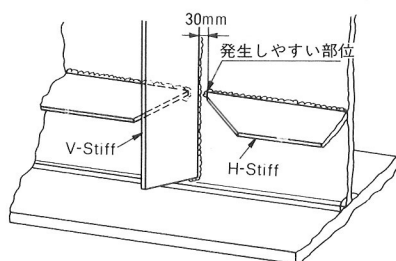


図-10 補剛材のまわし溶接部

## ③ すみ肉溶接の脚長管理

めっき作業による桁のねじれ、腹板のはらみの大きな要因となるので、すみ肉溶接脚長は過大とならぬよう心掛けた。従来の塗装桁と比較した一例を図-11に示す。

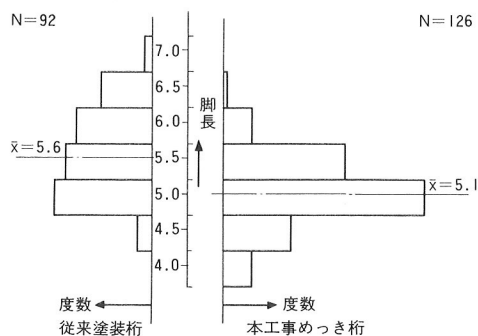


図-11 補剛材取付け溶接脚長(4 mm)

## ④ メタルタッチ部及びスカーラップ

垂直補剛材の上端などのメタルタッチ部は、まわし溶接を行いめっき後に不めっきとならないようにした。また、補剛材のスカーラップはめっき作業におけるたれ切りや垂鉛の流出などを考慮して図-12に示すような形状とした。

## ⑤ 溶接部の仕上げ・清掃

ガラス質の溶接スラグやスパッタは、めっき作業の酸洗いで除去されることがなく不めっきの原因となるためジェットタガネ、グラインダー、専用工具等を使用して

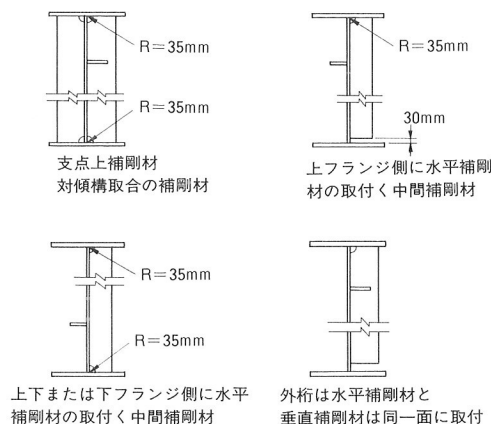


図-12 スカラップ垂鉛のたれ切り

丁寧に除去した。

## (8) 溶接後のひずみ取り

日本道路公団大阪建設局の指針では、腹板のはらみ許容値は、めっき前H/250、めっき後H/150であるが、めっき前H/250以内であっても今までのデータでは、めっき後許容値をはずれるケースもあったので、めっき前の管理目標をH/600とした、これは桁高が1,700mmの場合2.8 mm以下の管理値となる。ひずみ取りの手段は、線状加熱方式と、油圧プレスの方を採用した。その施工状況を写真1、2に示す。



写真-1 線状加熱による歪矯正



写真-2 油圧プレスによる歪矯正

## (9) その他細部の留意点

- フリーエッジの糸面取りは、電動面取り機やグラインダーを使用して1~1.5℃程行なった。
- ネジ付き部材(検測棒受けナット)のネジ部には不めっき塗料を塗布し、捨てボルトを取付けてめっきを行ない、めっき後ボルトを取りはずした。
- 吊金具は、めっき用吊金具と、架設用吊金具の両方必要であるが、めっき用の場合は端部からL/5附近に取付けた。尚、部材長9 m以下はめっき用吊金具と架設用吊金具を兼用した。
- スラブアンカーは、めっき作業を考慮して図-13に示すように10°程度曲げ上げてめっき工場へ出荷した。

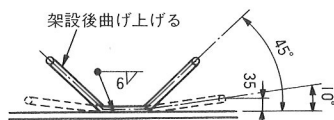


図-13 スラブアンカーの取付け

e) 部材番号は、主桁は刻印を打刻した金札を、その他の小物(対傾構・下横構・添接板)は直接部材に打刻した。

f) 写真-3に示すように主桁端部(添接部側)には山形鋼を使用したはらみ防止金具を取付けてめっきを行った。これはH=2,600mmおよびH=2,800mmの桁のみである。

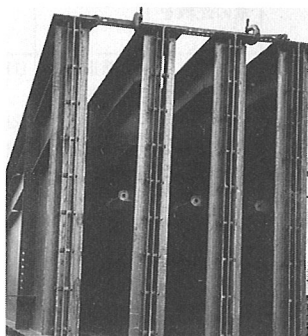


写真-3 はらみ防止金具取付

## 5. 溶融亜鉛めっき後の作業

### (1) 添接部のブラスト作業

本橋は、継手部の母材および添接板も全て亜鉛めっきを施し、現場添接部の摩擦接合面は規定のすべり係数値0.4以上を確保するため、摩擦接合面の表面粗さを80Sとなるようサンドブラストを行った。添接面の表面粗さは、標準試験片を作成して目視により照合確認した。ブラスト作業に先立ちマスキングを行うが、ブラスト面以外を痛めないようにブリキ板、シート、マグネット板等で養生し、ブラスト面の境界は添接板よりブラスト面が外へ出ないように、5mm入り込んで行い、その周辺はガムテープを二重に貼り防護した。その状態を写真-4、5に示す。

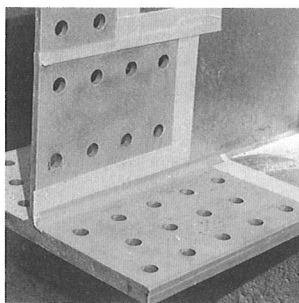


写真-4 マスキング状況

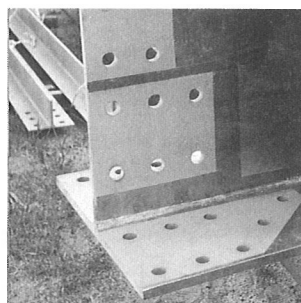


写真-5 ブラスト完了後

### (2) 部材組立作業

ブラスト作業終了後、架設の前作業として、部材組立を行った。これは桁にねじれを生じているものは単体で架設することが難しいので、2主桁ごとに地組立をしてから架設するためである。図-14及び写真-6、7に示す。

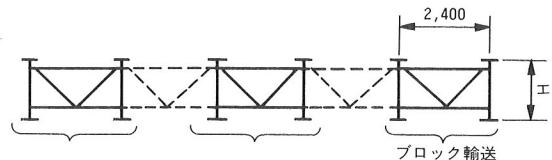


図-14 部材組立概要図

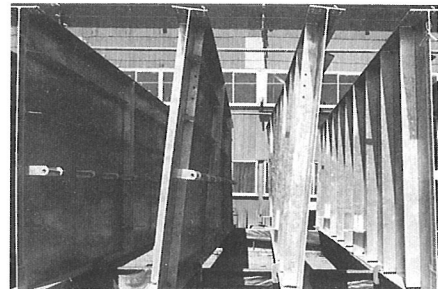


写真-6 ねじれ状況

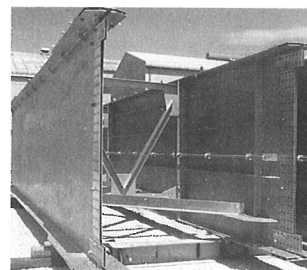


写真-7 部材組立

## 6. 結果と考察

### (1) めっき後における形状及び寸法変化

溶融亜鉛めっき後における形状と寸法変化、又歪矯正方法の相違とめっき後における変形状態の調査結果を表-2に示す。

めっき部材の形状によるねじれ、腹板のはらみの変化歪矯正方法による変化、部材寸法の変化について調査した結果により次の事がうかがわれる。

#### a) 補剛材間隔

補剛材間隔が広がるほど、腹板のはらは大きくなる傾向がうかがわれるが、データとして補剛材間隔の種別が少なかったため、詳細については不明な部分が多い。

#### b) 部材長

部材長に比例してねじれ及び腹板のはらみは増大する。データから想定して桁高の5倍程度の長さまではあまりめっきによる変化はないが、それを過ぎると変形がはげしくなるようである。

#### c) 対称と非対称

表-2 めっき後における形状及び寸法の変化

| 略 図 | 形 状                                          |                                                                                                                                                                             |                     |                                                                                   |                         |                                                            | 歪 矯 正                      |                                                       | 寸法の変化                              |                                       |                            |
|-----|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
|     | 補剛材間隔                                        | 部 材 長                                                                                                                                                                       |                     | 対称, 非対称                                                                           |                         | 一般部材と中間支点部材                                                |                            | 線状加熱                                                  | プ レ ス                              | 部材長                                   | 桁 高                        |
|     |                                              |                                                                                                                                                                             |                     | 内桁(対称) 外桁(非対称)<br>                                                                |                         |                                                            |                            |                                                       |                                    |                                       |                            |
| データ | はらみ                                          | はらみ                                                                                                                                                                         | ねじれ                 | はらみ                                                                               | ねじれ                     | はらみ                                                        | ねじれ                        | はらみ                                                   | ねじれ                                | 図-24に                                 | 図-25に                      |
|     | 補剛材間隔毎の腹板のはらみ量を図-15に示す。                      | 部材長毎の腹板のはらみ量を図-16に示す。                                                                                                                                                       | 部材長とねじれの関係を図-17に示す。 | 外桁(非対称)内桁(対称)の腹板のはらみ量の比較を図-18に示す。                                                 | 外桁, 内桁のねじれ量の比較を図-19に示す。 | 中間支点材と一般材の腹板のはらみ量の比較を図-20に示す。                              | 中間支点材と一般材のねじれ量の比較を図-21に示す。 | 図-22にめっき前の歪矯正方法をプレスと加熱に分けてそのめっき後のはらみ量の比較を示す。          | 図-23にプレスと加熱により分類しためっき後のねじれ量の比較を示す。 | メッキ後の部材長の変化を示す。測定は歪矯正後行なった。           | メッキ後の桁高の変化を示す。測定は歪矯正後行なった。 |
| 結 果 | 補剛材間隔が<br>広くなるほど<br>腹板のはらみ<br>量は増す傾向<br>になる。 | (1)部材長が長くなるほど<br>ねじれ量は増大し、バラツキも大きくなる。<br>(2)桁高1,700mmについては<br>部材長が11.5m以上、<br>桁高2,600, 2,800mmについては、<br>14m以上からねじれ量が大きくなっている。<br>(3)部材長に比例して腹板<br>のはらみは増大し、バラツキも大きくなる傾向である。 |                     | (1)外桁(非対称形状)は内<br>桁(対称形状)に比較して腹板のはらみ量が大きく、そのバラツキも大きい。<br>(2)外桁の方が内桁に比較してねじれ量は大きい。 |                         | (1)中間支点材は一般材に比べて、ねじれ量が大きい。<br>(2)中間支点材は一般材に比べて、腹板のはらみが大きい。 |                            | (1)プレスと加熱矯正による腹板のはらみ量に差はない。<br>(2)プレスと加熱によるねじれ量の差はない。 |                                    | (1)部材長の変化はほとんどない。<br>(2)桁高方向に1mm程度縮む。 |                            |

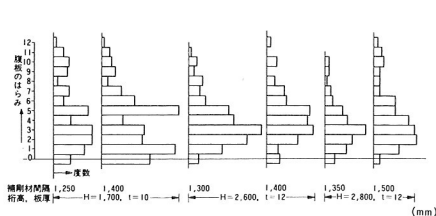


図-15 補剛材間隔と腹板のはらみ

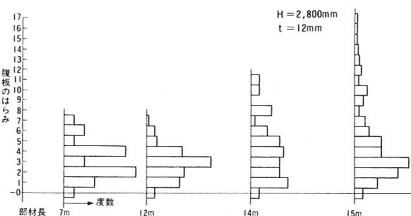


図-16 部材長と腹板のはらみ

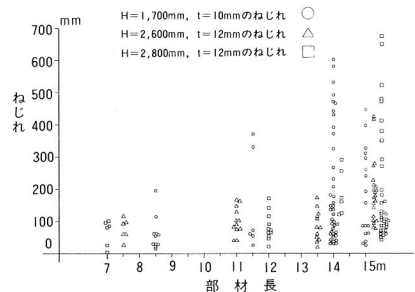


図-17 部材長とねじれ

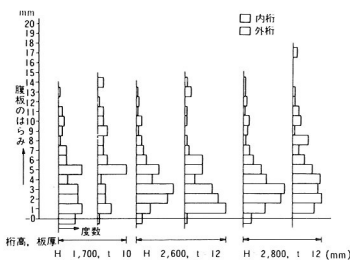
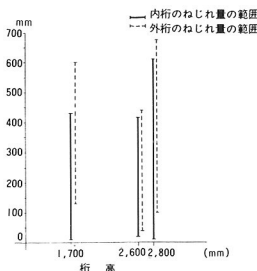
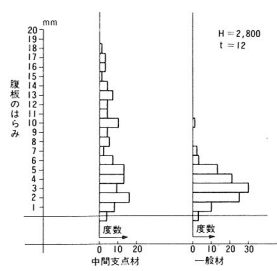
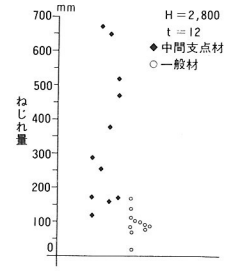
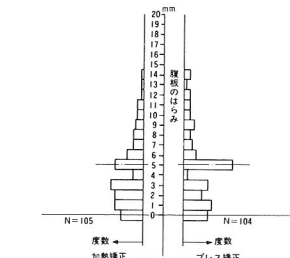
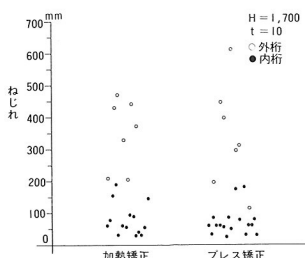
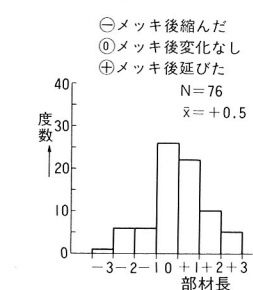
図-18 外桁と内桁  
の腹板はらみ比較図-19 外桁と内桁  
のねじれ量の比較図-20 中間支点材と  
一般材の腹板のはらみ図-21 一般材と中間  
支点材のねじれ量図-22 加熱矯正とプレス矯正  
による腹板はらみ量の比較図-23 加熱矯正とプレス矯正  
によるねじれ量の比較

図-24 部材長の変化

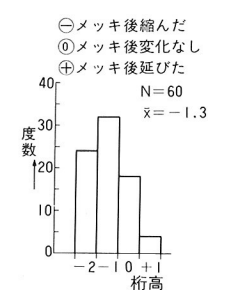


図-25 桁高の変化

内桁のように腹板を中心に補剛材を対称に取付けたものに比べて、外桁のように片側のみに補剛材を取付けたものは、ねじれ及び腹板のはらみはめっき後において、大きく現われる。

#### d) 中間支点材と一般材

中間支点を含む部材は、上下フランジ共断面変化が大きく、中間支点においては若干であるが平面角度(約1度)をもっている。それらの影響によるものと考えられるが、めっき後におけるねじれ及び腹板のはらみは、一般材に比して大きくあらわれている。

#### e) プレス矯正と加熱矯正

めっき前のはらみの矯正は桁高の600分1以内を目標とした。図-26に歪矯正前からめっき後におけるはらみ量のヒストグラムを示したが、矯正後において600分の1である約3mmのはらみは、めっき後において桁高の150分の1以内の公団許容値をきろうじて満足する程度までに変形する。一般橋梁の腹板のはらみ量の許容値(道示許容値)の桁高の250分の1である7mmをはずれるものは、10%も生ずる。又、めっき前後の腹板のはらみの変移の一例を図-27に示したが、かならずしも、矯正前後における相関はないようである。しかし、めっき前にできるだけはらみ量を少なくしておけばめっき後においても全般にはらみ量を少なくすることができるようである。

又、矯正方法のプレス、加熱のいずれの方法によってもめっき後の変形にあまり差はないようである。

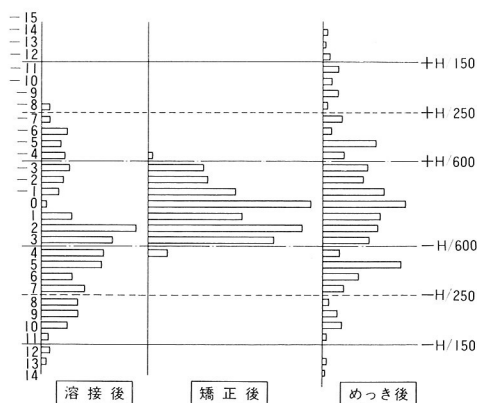


図-26 めっき前後の腹板のはらみ

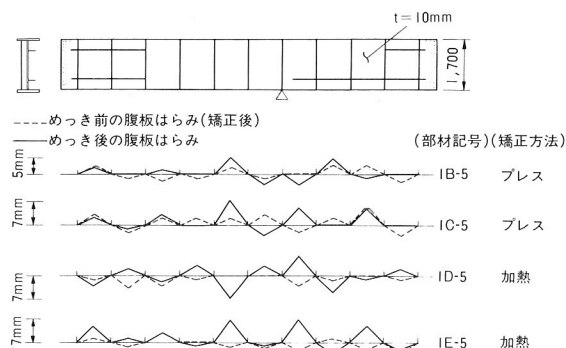


図-27 めっき前後の腹板のはらみ量の変移

#### f) 寸法の変化

従来からめっきにより部材は縮むように言われているが、データでは部材長はほとんど変化しなく、桁高のみ1mm程度縮む。従がって製作においてめっきによる縮み代は考慮しなくても良いものと思われる。

#### (2) めっき作業と変形及び外観

めっき作業において部材がめっき浴槽いっぱいであったり、形状が複雑なものは、亜鉛浴中でよう動するので、突出したガセット等が変形したり、浴槽を傷める場合がある。又めっきによるねじれは亜鉛浴に浸漬した瞬間にほとんど変形が生じ、ワレが発生する場合もほとんど亜鉛浴中で生ずるようである。これらはデータの浸漬時間の長いものに生ずるケースが多いようであるが、まだ不明な点が多い。浸漬時間は部材寸法と最大板厚によって調整されており、これらの一例を参考に表-3に示す。一般材に比較して中間支点部の部材はソールプレートの厚み分だけ浸漬時間を長くとしている。外観について桁高の高いものは浴槽の下の部分のドロスが比較的付着し易く、又引上げ時間が長くなる為に水冷までの時間も延長され、やけが発生し易い。このようなことから桁高1,700mmに比べて桁高2,600, 2,800mmは比較的外観が悪く感じられた。今後の設計とめっき施工の両面からの検討課題である。

表-3 めっき浸漬時間

| 桁番    | 長さ*    | 下部フランジ厚* |    | ソールプレート厚* | 浸漬時間   | 黒重量     |
|-------|--------|----------|----|-----------|--------|---------|
| 1G1-1 | 8,351  | 22       | 16 | 23        | 7分30秒  | 2,578kg |
| 1G2-1 | 8,377  | 22       | 14 | 23        | 7分00秒  | 2,279   |
| 1G3-1 | 8,403  | 19       | 12 | 23        | 7分00秒  | 2,113   |
| 1G4-1 | 8,428  | 19       | 12 | 23        | 7分00秒  | 2,116   |
| 1G5-1 | 8,454  | 22       | 14 | 23        | 7分00秒  | 2,318   |
| 1G6-1 | 8,480  | 25       | 19 | 23        | 7分30秒  | 2,806   |
| 1G1-2 | 14,783 | 22       |    |           | 5分30秒  | 4,608   |
| 1G2-2 | 14,783 | 22       |    |           | 5分30秒  | 3,979   |
| 1G3-2 | 14,783 | 19       |    |           | 5分00秒  | 3,640   |
| 1G4-2 | 14,783 | 19       |    |           | 5分00秒  | 3,647   |
| 1G5-2 | 14,783 | 22       |    |           | 5分30秒  | 4,013   |
| 1G6-2 | 14,783 | 25       |    |           | 5分30秒  | 4,942   |
| 1G1-3 | 14,634 |          | 28 | 30        | 10分00秒 | 4,602   |
| 1G2-3 | 14,685 |          | 22 | 25        | 8分00秒  | 3,971   |
| 1G3-3 | 14,736 |          | 22 | 25        | 8分00秒  | 3,796   |
| 1G4-3 | 14,788 |          | 22 | 25        | 8分00秒  | 3,798   |
| 1G5-3 | 14,839 |          | 22 | 25        | 8分00秒  | 4,016   |
| 1G6-3 | 14,890 |          | 30 | 30        | 10分00秒 | 5,011   |

\* 印は単位(mm)

#### 7. むすび

11月現在では工場製作100%, めっき施工85%, 架設60%が完了済みであり当初心配された問題点は、ほとんど発生していない事から、今回検討して実施した施工方法で対応できる事がわかったが、更に今後も、製作コストの低減およびより良い亜鉛めっき桁の製作の研究に努めていきたい。また、これからのめっき桁の設計・施工にあたって、これらのデータが有効に検討・分析されて、更に技術向上の資料になれば幸いである。