

溶融亜鉛めっき橋の施工試験

鎌田幸二*
 青木 清**
 沓掛靖夫***

1. まえがき

溶融亜鉛めっきは、溶融亜鉛槽の中に鋼製部材を漬けて鉄と亜鉛の合金層を形成させ、その上に純亜鉛層を付着させることにより、防錆効果をより有効なものとし、広く使われてきた。

溶融亜鉛めっきを橋梁の防錆方法として選定する場合、種々の問題点をかかえているため、それを明らかにする必要から、原寸大の実験桁を試作した。更に、高力ボルト接合面のすべり係数を調べるためのテストピースを製作し、施工試験を行ったので、これらについて報告する。

本試験は日本道路公団発注の山賀高架橋（諸元について

ではグラビア参照）の施工に当り社内試験を行ったものである。

2. 実験概要

溶接桁を溶融亜鉛めっきした場合の問題点を挙げると次の通りである。

- 1) めっきにより桁に変形が生ずる。
- 2) 高力ボルト摩擦接合部ですべり係数が低下する。
- 3) 液体金属ぜい化による溶接部のめっき割れが生ずる。

これらの問題を解明するために実工事の施工に先だち次の2つの実験を行った。

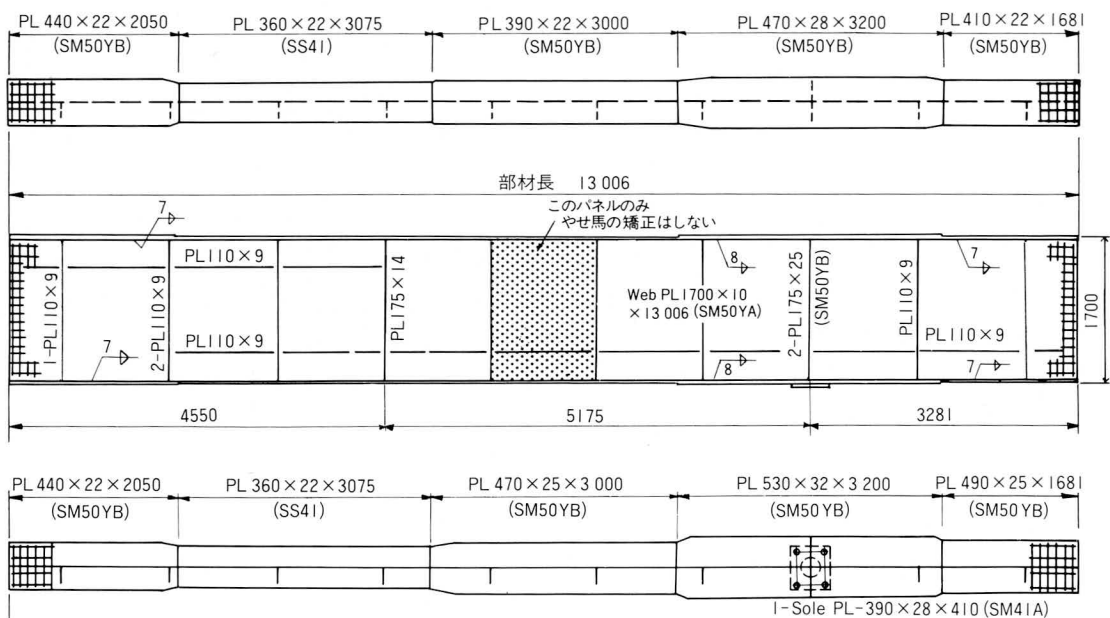


図-1 試験体

* 千葉工場製造部副部長
 ** 千葉工場製造部製造計画課長

*** 千葉工場製造部製造計画課課長補佐

3. 実験桁の溶融亜鉛めっき施工

(1) 実験の目的

原寸大の実橋の一部材を製作し、溶接桁に施す溶融亜鉛めっきの品質と施工条件の確認、及び溶接桁の製作手順と溶融亜鉛めっきによる影響を調査し、製作に反映させることを目的とした。

(2) 試験体

試験体はTYPE-1,TYPE-2の2体とした(図-1)。TYPE-1は当社の従来通りの製作方法による。TYPE-2は日本道路公団、「溶融亜鉛めっき橋設計施工指針」により製作した。

(3) 製作方法

鋼桁製作手順は下記による

(a) 部品加工

- ① 素材のひずみとりは切断後の鋼材に大きな歪がある場合にのみ、ロール通しを行う。
- ② 板継ぎ溶接は自動溶接とする。溶材はY-D×YF-15を使用し、溶接後の角変形はプレスにより矯正する。
- ③ フランジに組立前にあらかじめ逆ひずみを付ける。

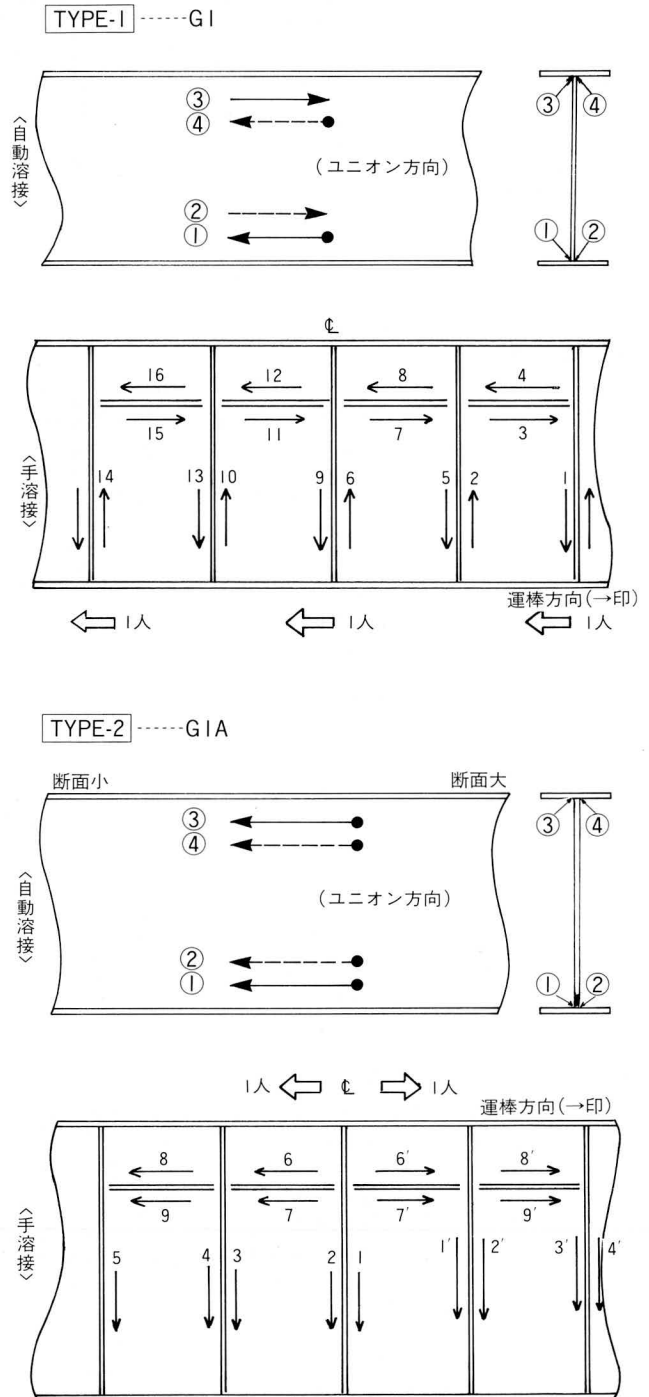
(b) 組立、溶接

- ① フランジ・ウェブを仮付け溶接により組立てる。仮付棒はTW-50を使用する。
- ② フランジ・ウェブの首溶接の隅肉は自動溶接で行う。溶材はY-D×YF-800を使用する。
補剛材・ガセットの小物は仮付け溶接後、手溶接で本溶接を行う。溶材は補剛材のコバ溶接・ベースプレートをL-55とし、その他はN-50Gとする。

③ 溶接順序は、図-2に示すようにTYPE-1とTYPE-2を変えて施工する。

(c) 仕上げ

- ① 溶接による曲がり変形、やせ馬変形等の矯正を行う方法としては加熱矯正による。



(4) めっき施工

めっき施工は次の通りとする。

(a) めっき作業手順

作業工程概要図を図-3に示す。

(b) 作業要領

- ① 素材の受入れ及び払出し
- ② 前処理の管理基準は表1～3による
- ③ めっき作業順序及び条件を図-4、表-4に示す。

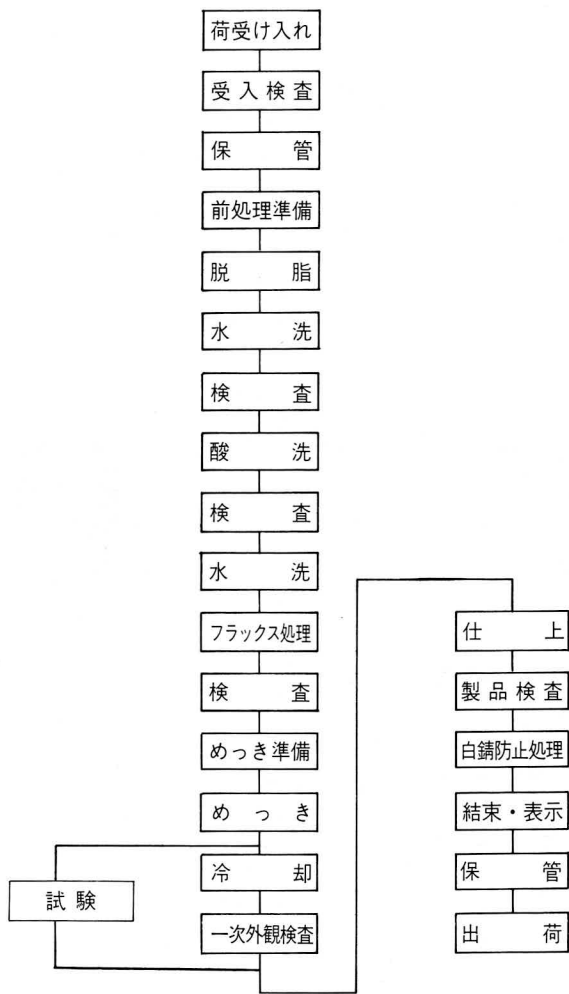


図-3 めっき作業 作業工程概要図

表-1 前処理液の更新および調整

項目 薬品名	基準値 又は頻度	更新および調整の方法
か性ソーダ	1回/6月	24時間液を静止放置後上澄液を別槽へ移送し槽底部スラッジ除去。上澄液は90℃以上加熱し油分浮上させ除去。
塩酸	鉄分濃度 130g/ℓ以上	液量の1/3を廃酸処理。残り2/3に水、塩酸を加え基準の濃度に調整する。
フラックス	P.H.3.5以下	アンモニア20%溶液を添加し、P.H.4.5～5.0に調整する。

表-2 前処理作業の基準

工程名		脱脂	酸洗	フラックス
前処理液	濃度	1回/勤務測定法で測定し基準濃度に達しない場合基準濃度に補給。	左に同じ	左に同じ
	温度	隔測温度計で常時測定しスチームバルブ開閉で基準温度に設定。	常温管理 加温しない	脱脂に同じ
品質	表面状況	処理後水はじきのないことを目視でチェックしはじきのある場合再処理。	処理後スケール残りのないことを目視でチェックしスケール残りの場合再処理。	処理後水ぬれのよいことを目視でチェックし水ぬれの悪い場合再処理。

表-3 前処理条件

工程	条件	主桁 対傾構・横構 添接板
脱脂	か性ソーダ濃度	10±5%
	温度	80±10℃
	界面活性剤濃度	0.5%
	浸漬時間	20～30分
酸洗	塩酸濃度	15±5%
	温度	常温
	鉄分	130g/ℓ以下
	酸洗抑制剤濃度	塩酸に対して0.6%
フラックス処理	浸漬時間	30～60分
	フラックス濃度	30～39%
	温度	65±10℃
	塩化亜鉛塩化アンモニウム	1:3(モル比)
	鉄分	6g/ℓ以下
	PH	3～6
	浸漬時間	1～5分

表-4 めっき条件

項目	条件
亜鉛浴温度	436℃(設定)
浸漬速度	6.5~140m/min
浸漬角度	約3°
浸漬時間	480秒
引上速度	1.5~6.5~3.0m/min
引上長手方向角度	約2°~10°
引上幅方向角度	約8°
冷却速度	6.5~30秒
冷却角度	10~25°
冷却温度	55~60℃
冷却時間	360秒

状態	状態図	操作及びめっき条件
懸垂		上フランジの吊金具と下フランジのボルト穴を利用し、チェーンをシャックルで止めて4点吊りをする。
浸漬開始		約3°の角度で速やかに浸漬する。
浸漬終了		水平状態を保ち静止する。
浸漬終了 かす抜き		浸漬を終了し、約3分経過後上フランジ下側の残留酸化カスなどを除くためめっき槽の深さ方向に数回揺動を行う。
浸漬終了 (静止)		水平状態を保ち静止する。
引き上げ		めっき槽の長手方向、幅方向に約10°の角度をつけて引き上げを行う。タレ切りをよくするため傾斜角度(約25°)を強くする。
移動 (空冷)		冷却槽上の最終角度約25°でタレ切りを行いながら移動し速やかに水冷する。
水冷		全体を水冷し水平状態を保ち静止する。

図-4 めっき作業要領図

④ 亜鉛浴の管理

亜鉛浴に使用する亜鉛はJIS・H2107の蒸留亜鉛地金1種又はこれと同等以上の品質を有する亜鉛地金とする。補給は作業完了後浴面がかまの上面より50~150mmになる様に補給する。

亜鉛浴温度の設定はめっきに漬ける部材により

表-5 検査項目

区分	検査項目	欠陥内容
耐食性に影響をおよぼす欠陥	きず	・めっき用具とめっき面の接触によって生じた局部的にめっき層がうすくなっているもの。 (主に素材の形状、めっき操作、運搬の条件に起因する)
	不めっき	・局部的にめっき層がなく素材が露出しているもの。 (主に素材の欠陥および前処理不良に起因する)
	かすびき	・表面に亜鉛酸化物またはフラックスが著しく付着しているもの。 (主に素材の形状、めっき操作に起因する)
	変色	・保管中に薬品等の付着により皮膜が変色したものの。 (主に保管状態に起因する)
耐食性に影響のない欠陥	白さび	・雨水、湿気などにより生じるさび。 (保管状態、気温の変化と湿度に影響し、白さびによる皮膜の消耗はわずかで耐食性にはほとんど影響ない)
	やけ	・金属亜鉛の光沢がなく表面のツヤが消失しあるいは灰色を呈したものの。 はなはだしい場合は暗灰色となる。
	ざらつき	・微粒状の凹凸およびドロ付着による凹凸。
	たれ	・部分的に亜鉛が著しく付着しているもので、はなはだしい場合には取扱い中に剥れたりすることがある。
	シーム	・特徴ある線状の凹凸を生じた異常めっきである。 (主に素材の疵に起因する)
プリスター	・点状にふくれた異常めっきである。 (主に材料の表層部の性状に起因する)	

表-6 判定基準

欠陥の種類	検査項目	検査頻度	判定基準
耐食性に影響を及ぼす欠陥	不めっき	全部材	あってはならない
	きず		限度見本による
	かすびき		//
	変色		//
耐食性に影響を及ぼさない欠陥	やけ	//	//
	ざらつき		//
	たれ		//
	シーム		発注者と協議
	プリスター		//
使用上有害な欠陥	添接面接合面ボルト孔のたれかすびきざらつき	//	あってはならない

温度指示調節計にて設定する。温度の測定は熱伝材を用い電子温度記録計にて連続記録する。

亜鉛浴組成の純度は、作業中97.5%以上に保つこと、又アルミニウム量は0.01%以下とする。

⑤ 一次外観形状検査

冷却完了後治具等より取外し仕上げ工程への送り込み作業を行う。

仕上げ工程への送り込みに先立ち一次外観形状

検査及び溶融亜鉛めっき製造指図書、現品票と現品との照合及び重量の測定を行う。表-5に検査項目、表-6に判定基準を示す。

⑥ 仕上げ

めっきにより生じた外観異常部の補修を行う。

表-7に補修方法を示す。

白さび発生防止剤を散布する。

⑦ 試験

付着量試験、均一性試験、密着性試験および膜厚測定を行う。表-8、9に試験方法を示す。

表-7 補修方法

欠陥	補修方法
不めっき	ワイヤーブラシで入念にケレンを行い、高濃度亜鉛末塗料を2回以上塗布する。
たれ	表面に発生した場合は、ヤスリかけ又はサンダーをかける。添接部のボルト孔に発生した場合は丸ヤスリを用いて除去する。
ざらつき	ヤスリ又はサンダーかけ。
かさびき	同上
きず	きず表面に付着している異物をワイヤーブラシでブラッシングしたのち、高濃度亜鉛末塗料を2回以上塗布する。
変色	ワイヤーブラシ、サンダー等をかける。

表-8 試験方法

試験項目	試験方法	試験片	試験頻度	判定
付着量試験	JIS H 0401 3.2塩化アンチモン法(間接法)による	イ) 主桁 100mm×100mm×tmm t: 上下フランジウェブの板厚の薄いもの	部材10本につき1回以上又は1日1回以上とする	最低 600 g/m ² 以上
		ロ) 対傾構・横構 100mm×100mm×tmm	1日1回以上とする	
均一性試験	JIS H 0401 4.1硫酸銅試験による	イ) 主桁 100mm×100mm×tmm t: 上下フランジウェブの板厚の薄いもの	部材10本につき1回以上又は1日1回以上とする	6回操作を行って終止点にならなければ合格とする
		ロ) 対傾構・横構 100mm×100mm×tmm	1日1回以上とする	
密着性試験	JIS H 0401 6.4ハンマー試験による	イ) 主桁 100mm×100mm×tmm t: 上下フランジウェブの板厚の薄いもの	部材10本につき1回以上又は1日1回以上とする	打こん間の剝離浮き上がりがあるてはならない。
		ロ) 対傾構・横構 100mm×100mm×tmm	1日1回以上とする	

(注) 1. 試験片枚数は指定による。
2. 付着量、均一性試験、密着性試験片の板厚は指定による。

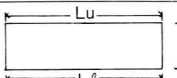

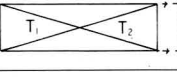
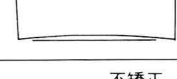
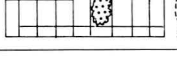
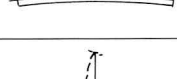
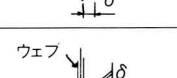
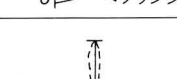
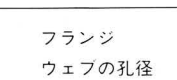
(5) 測定方法

実験桁の計測は、溶接完了後、変形の矯正後、めっき後の3回行う。測定方法は表-10による。

表-9 試験方法

測定項目	試験方法	測定箇所	頻度
膜厚測定	JIS H 0401	イ) 主桁 1部材について長て方向中央部付近の1断面を6点以上の箇所について測定する。1測点は5点測定とする。	全部材
	膜厚試験方法	ロ) 対傾構・横構等は1ヒースにつき対傾構3点・横構2点を測定する。1測点は5点測定とする。	

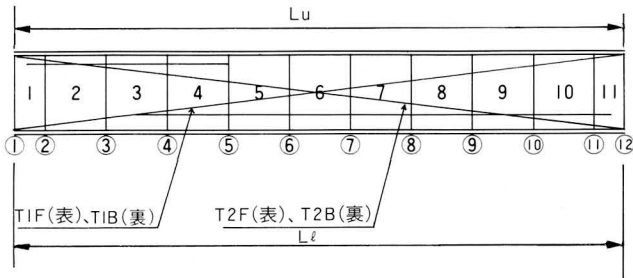
表-10 測定方法

測定項目	測定方法	備考	
桁の全長		上・下フランジ側の桁長を測定	
腹板高さ		桁の両端の高さを測定	
対角線長		桁の表面、裏面の対角長を測定	
キャンバー		各々の格点のキャンバーを測定	設計時桁中央に10mmのキャンバー付加
腹板のヤセ馬		各パネルのヤセ馬を測定	試験的に桁中央のハネルは無矯正
桁の通り		桁の両端ウェブ芯を結び曲りを測定	
桁の捻れ		桁上端と下端の差を測定	桁端1カ所を固定する
上下フランジの直角度		L尺にて左図の隙間を測定	
桁端ウェブのはらみ		両端に水糸を張り測定	
ボルト孔径	フランジウェブの孔径	ノギスにて測定	

(6) 測定結果

測定結果は表11~14による。

表 11. 測定値(1)



桁全長

	TYPE-1		TYPE-2	
	Lu	Lℓ	Lu	Lℓ
仮付後	0	0	0	0
溶接後	-2.0	-2.0	-3.0	-2.0
矯正後	-0.5	0	-3.0	-1.0
めっき後	-4.0	-2.5	0	-1.0
平均縮み量	0.310mm/m	0.194mm/m	0	0.077mm/m
全長平均縮み量	0.145mm/m			

対角長

	TYPE-1				TYPE-2			
	TIF	TIB	T2F	T2B	TIF	TIB	T2F	T2B
溶接後	0	0	0	0	0	0	0	0
矯正後	0	-6	-6	-2	-2.5	-3	0	-3
めっき後	-5	-2	+6	+1	-2	-1	+3	+3

腹板高さ

	TYPE-1		TYPE-2	
	H ₁	H ₂	H ₁	H ₂
溶接後	0	0	0	0
矯正後	-1	-2	0	0
めっき後	0	+1	0	-1
腹板平均縮み量	0.000mm/m			

腹板のヤセ馬

表-12. 測定値(2a)

	TYPE-1										
	1	2	3	4	5	6°	7	8	9	10	11
溶接後	15	10	10	15	12	15	10	8	8	10	15
矯正後	1	0	2	0	0	8	0.5	1	0	2	-3
めっき後	1	-7	16	-10	14	12	-9	-10	-10	7	3
	TYPE-2										
	1	2	3	4	5	6°	7	8	9	10	11
溶接後	10	8	10	8	8	10	7	8	8	8	10
矯正後	-1.5	-1	0.5	0.5	1.5	6	2	2.5	1	2.5	1
めっき後	1.5	-6	12	-9	9	9	7	11	-9	8	3

°印は無矯正とする

表-12. 測定値(2b)

製作反り

	TYPE-1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
規定値	±0	3	6	8	9	10	10	9	8	6	3	±0
溶接後	±0											±0
矯正後	±0	2	5	10	11	11	12	10	9	7	2	±0
めっき後	±0	0.4	2.1	4.4	6.5	6.4	6.2	6.1	4.9	3.5	3.2	±0
	TYPE-2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
規定値	±0	3	6	8	9	10	10	9	8	6	3	±0
溶接後	±0											±0
矯正後	±0	2	6	7	10	9.5	11	10	9.5	5.5	2	±0
めっき後	±0	0.5	2.4	3.4	4.8	4.2	5.1	3.9	3.8	2.0	1.0	±0

但し、めっき後は振れた状態の測定値

表-13. 測定値(3)

桁の通り

		TYPE-1											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U・Flg	矯正後	±0	0	-1	-1	-1	+1	0	0	0	+1	+1	±0
	めっき後	±0	+1	+9.5	+15	+17	+15	+13.5	+11	+6	+4	+0	±0
L・Flg	矯正後	±0	0	-1	-1.5	0	-3	-3	-5.5	-3	-3	-1	±0
	めっき後	±0	-3.5	-7	-12	-16	-13	-11.5	-6.5	-5	-1.5	-1	±0
		TYPE-2											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U・Flg	矯正後	±0	+1	+2	+3	+4	+1	+1	-1	0	+1	0	±0
	めっき後	±0	+0	+4	+4	+3	+5	+5	+6	+4	+0	+0	±0
L・Flg	矯正後	±0	0	0	-2	-6	-6	-6	-7	-5	-2.5	0	±0
	めっき後	±0	+2.5	+4	+7	+10	+10	+9	+9	+6	+4	+2	±0

	桁の振れ				腹板のはらみ			
	TYPE-1		TYPE-2		TYPE-1		TYPE-2	
	1	12	1	12	1	12	1	12
矯正後	±0	0	±0	0	-1	+3	+1.5	-1
めっき後	±0	+285.5	±0	-436.5	+3.6	+4.0	+4.7	+4.4

フランジの直角度

	TYPE-1				TYPE-2			
	U・Flg		L・Flg		U・Flg		L・Flg	
	1	12	1	12	1	12	1	12
矯正後	0	0	0	0	0	0	0	0
めっき後	+0.5	+1	+0.5	+0	+0	+0.5	+0	+1.0

注) 腹板のはらみ防止材をTYPE-1に取り付けた

(3) 試験項目

- (a) 引張校正試験
- (b) すべり試験

(4) 使用機器

OL型トルクレンチ
 ナットランナー
 リレー式万能材料試験機
 ストレイン・メーター
 スイッチ・ボックス

(5) 試験方法

(a) 引張校正試験

すべり試験の部材締付け時における軸力換算に使用する ϵ 値を得るため高力ボルトの引張校正試験を行う。まずW・S・Gを貼付した高力ボルトを引張試験用の器具にセットしてリレー式万能材料試験機により引張荷重を載荷し、その時のひずみ量をストレイン・メーターで測定する。載荷方法は1 tonごとに破断するまで行う。試験装置を図-7に示す。

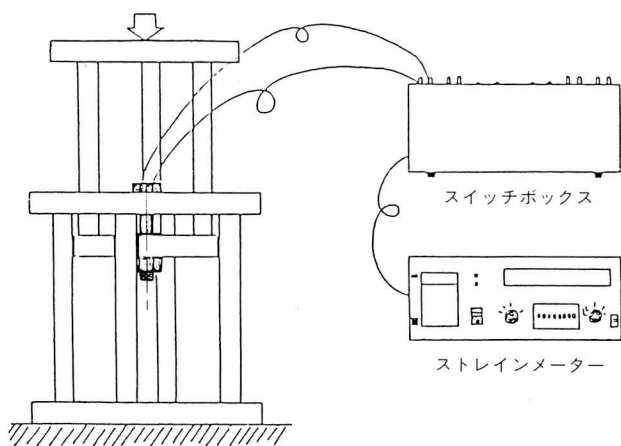


図-7. 引張校正試験

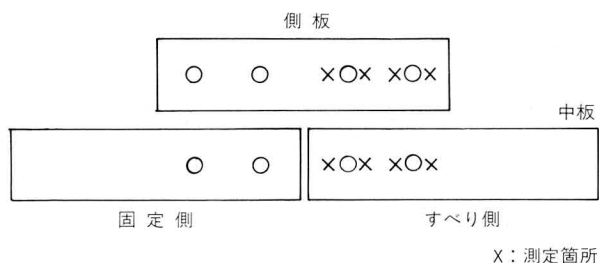


図-8. 表面粗さ測定

(b) 表面粗さ測定

すべり試験体の各サイズ、各処理毎に1体のうち、すべり側の中板、側板、各1枚を抜き取り図-8に示す位置で表面粗さを測定する。

測定方法は次の通りである。

測定器 万能表面形状測定器
 記録倍率 縦：500倍
 横：10倍
 表面粗さの表示 JIS-B-0601

表面粗さ曲線より、基準長8mmの範囲内での最大高さ(Rmax)、十点平均粗さ(Rz)を、また曲線とは別に基準長16mmの範囲内で中心平均粗さ(Ra)を求めらる。

(c) すべり試験方法

試験体を引張試験機に鉛直にセットし、荷重を除々に増加させ、すべり荷重を測定する。

すべり点の確認の方法は次の通りである。

- ① 試験体が摩擦音を発した時
 - ② 試験機の指針が急に停止し、降下した時
 - ③ ケガキ線の位置がずれた時
- (以上ダイヤルゲージ併用により確認)

(d) 試験体の組立、締付け方法

試験体は片側を可動側、他方を固定側とする。締付け方法は、QL型トルクレンチ、ナットランナーを用いて、それぞれ1次締付け、本締付けの、2度締付けにより行う。1次締付けはボルトサイズにより所定のトルク値で締付け、本締付けは、1次締付け完了後、ナット回転量120°により締付けを行う。

固定側は、すべりが生じないようにF10Tのボルトを使用し、孔の端にタッチさせ可動側と同様に締付けを行う。載荷は、締付け完了後、約1日経過後に行うこととした。又すべり試験に於けるすべり係数値の算出に用いる導入軸力は、すべり試験直前のボルト軸力とする。

(e) ボルト軸力測定

本締付け完了後、1分、3分~10分、1時間と経過毎にボルトに貼付したW・S・Gのひずみ値を測定し引張校正試験で求めた、 ϵ 値よりひずみ値を軸力に換算する。本締付け完了後のボルト軸力を「N°」各経過時間に於けるボルト軸力を「N」としてN/N°よりボルト軸力減少比を求める。

(6) 試験結果

(a) 引張校正試験結果

引張校正試験により溶融亜鉛めっき高力ボルト (F8T M22×85) のひずみ値を測定した結果ひずみ値 ϵ は $\epsilon = 130.1 / \text{ton}$ であった。

また試験に於ける測定グラフを 図-9 に示す。

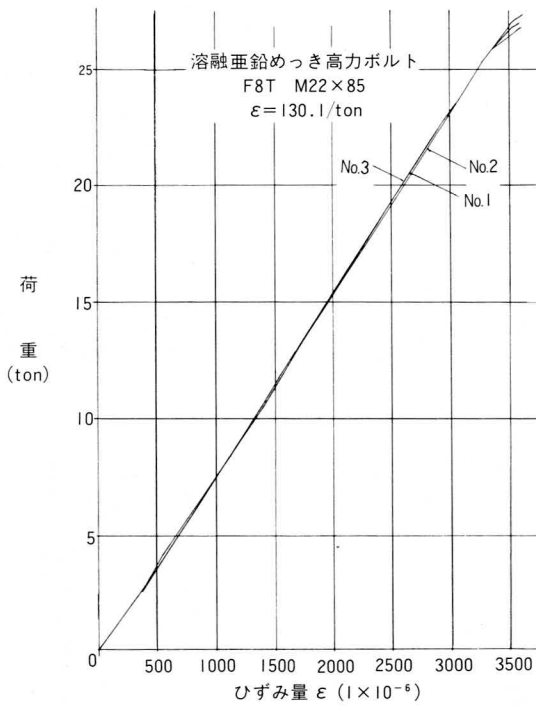


図-9. 引張校正試験

表-17. 試験体表面粗さ測定結果

	TYPE-1						TYPE-2					
	中板			側板			中板			側板		
	Rmax	Rz	Ra	Rmax	Rz	Ra	Rmax	Rz	Ra	Rmax	Rz	Ra
溶融亜鉛めっき後フラスト	94	77.0	12.1	111	93.0	15.3	62	49.8	8.5	75	54.6	10.5
	105	87.6	12.9	110	101.4	14.9	95	68.8	8.0	87	68.6	9.9
	87	71.2	13.0	116	100.8	17.6	89	64.8	7.6	80	63.6	10.3
	111	88.4	13.6	116	109.4	16.5	60	46.4	7.1	101	73.0	9.0
平均	99.3	81.1	12.8	113.3	101.2	16.1	76.5	57.5	7.8	85.8	65.0	9.9

(b) 表面粗さ測定結果

すべり試験体の表面粗さを測定した結果を表-17に示す。又表面粗さ測定結果は 図-10 に示す。

(c) ボルト軸力測定結果 (軸力減少比)

締付け完了後から約1日間にわたりボルト軸力を測定した。その結果を 図-11 に示す。

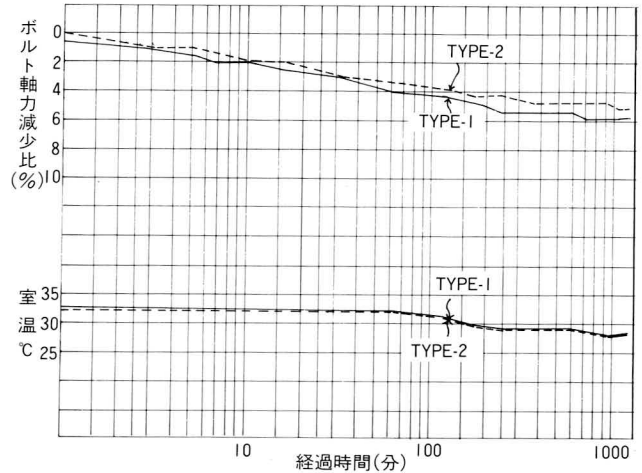
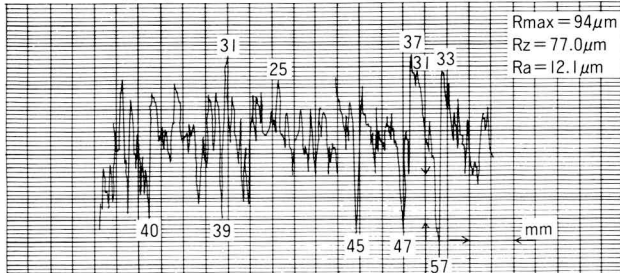


図-11. ボルトのリラクゼーション

表-18. 試験体表面粗さ測定結果

	TYPE-1					
	中板			側板		
	Rmax	Rz	Ra	Rmax	Rz	Ra
溶融亜鉛めっき後フラスト	94	77.0	12.1	111	93.0	15.3
	105	87.6	12.4	110	101.4	14.9
	87	71.2	13.0	116	100.8	17.6
	111	88.4	13.6	116	109.4	16.5
平均	99.3	81.1	12.8	113.3	101.2	16.1
	TYPE-2					
	中板			側板		
	Rmax	Rz	Ra	Rmax	Rz	Ra
溶融亜鉛めっき後フラスト	62	49.8	8.5	75	54.6	10.5
	95	68.8	8.0	87	68.6	9.9
	89	64.8	7.6	80	63.6	10.3
	60	46.4	7.1	101	73.0	9.0
平均	76.5	57.5	7.8	85.8	65.0	9.9

TYPE-1 M22 (中板)



TYPE-1 M22 (側板)

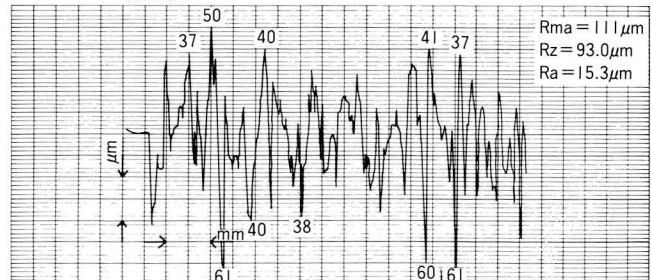


図-10. 表面粗さ測定結果 (一部)

(d) すべり試験結果

すべり試験の測定値より、ダイヤルゲージのよみと荷重の関係を「荷重～変位曲線」として図-12に示す。

また、合わせて「すべり試験成績表」を表-19に示す。

更にすべり試験中のボルト軸力の低下状況を図-13に示す。

写真-1、2はTYPE-1、TYPE-2のすべり試験後の摩擦面状況である。

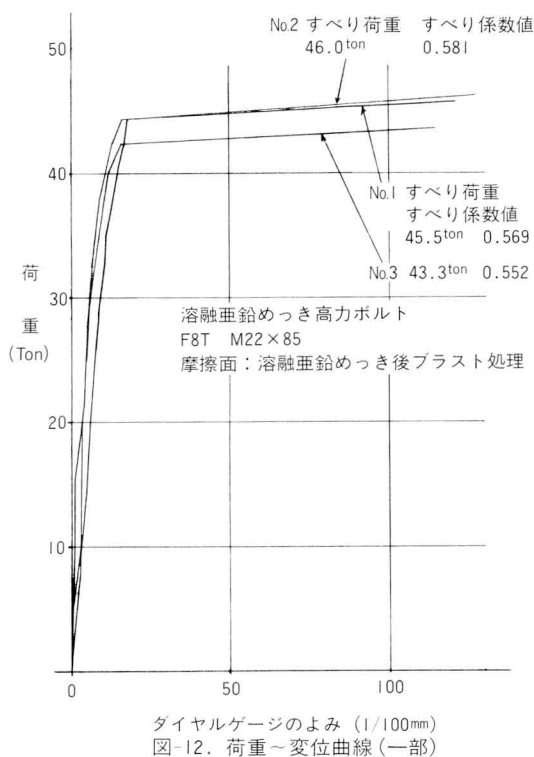


表-19. すべり試験成績表

	No.	TYPE-1		TYPE-2	
		すべり荷重	すべり係数值	すべり荷重	すべり係数值
溶融亜鉛めっき後 プラスト処理	1	45.5	0.569	43.5	0.532
	2	46.0	0.581	43.2	0.532
	3	43.3	0.552	45.6	0.574
	平均	44.9	0.567	44.1	0.546

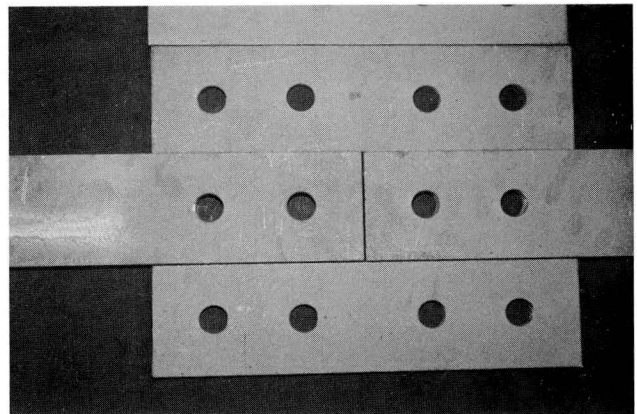


写真-2 TYPE-1

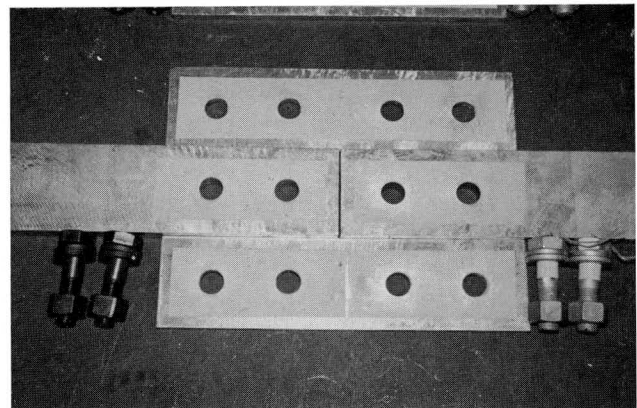


写真-3 TYPE-2

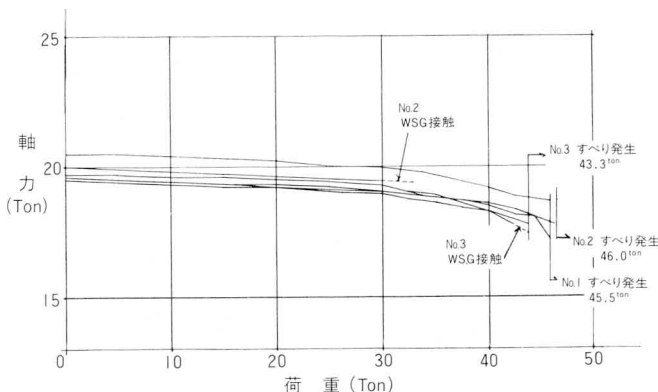


図-13. すべり試験中のボルト軸力低下状況 (一部)

(7) 結果のまとめ

試験結果はTYPE-1、TYPE-2ともすべり係数值は $\mu=0.4$ 以上であり満足した。

表面粗さは中板、側板ともに目標値は80s以上で満足していた。導入ボルト軸力は1次締付けをQL形トルクレンチを用いて3.8～4.9tonが導入され、1次締付けを起点としてナット回転量120°で本締付けを行ったところボルト軸力はN=20.2～22.0tonが導入された。これらは所要のボルト軸力 (F8T、M22の設計ボルト軸力16.5ton) を満足した。

すべり試験はボルト締付け完了後、約24時間後に行われるため軸力に低下が見られる。(リラクゼーション)

従って24時間経過後のボルト軸力をみたところ、 $N = 19.5 \sim 20.8 \text{ ton}$ が測定され、締付完了時に比し、最大約7%の低下があった。この低下率は従来より行われてきた溶融亜鉛めっき部材摩擦接合によるすべり試験で報告されてきたもの³⁾と同等であり試験としては満足であった。従って表面粗さは80s以上であればすべり係数は満足出来ることが確認できた。

5. 液体金属ぜい化

液体金属ぜい化については、軽視されがちであるが重要な問題であり、鋼橋の寿命、供用後のトラブルを生ずることのないよう応力集中部、特にすみ肉、廻し溶接部止端の応力集中に留意することが大切である。

特に、鋼板は耐ラミネーション材の使用が望ましい。この項については後日別の機会を得て御報告したい。

6. 溶融亜鉛めっき橋の製作上の留意点

(1) 使用鋼材について

鋼材には種々な含有元素があり、その中でめっきに影響を及ぼすのは珪素Siである。この珪素は脱酸材として添加され、約2%迄は延性をそれ程変えることなく強度を高める役目を果たし、それ以上になるともろくなるが反面耐熱性を増加させる。橋梁ではSM41材で0.35%以下、SM50材で0.55%以下、SMA50材で0.75%以下に規定された珪素が入っており、このSiがめっき処理中に亜鉛と著しい反応を起こす。即ち亜鉛の付着量が増大する。従ってめっき槽の温度、浸漬時間及び冷却迄の時間を調整する必要がある。又部材に占める材質は色々と異なるが、めっき条件は高材質に合わせて設定しなければならない。それはめっき焼けを防ぐためである。めっき焼けはめっき作業条件、操作によって防止出来るが鋼材の材質に左右されることが大きい。又めっきそのものについても変形、歪、縮み等を考えると低材質で板厚の厚い方が望ましい。

(2) 原寸時について

(a) 桁長については、めっきによる収縮量をm当り0.1~0.15mmを付加する。

(b) 桁高についてはm当り0.5mmを収縮量とし付加する。

(c) キャンバーはめっきによる影響は無視して製作しても問題はない。(キャンバーは桁の歪量によって異なり、一概に定量的に決めることは困難であり、部材が収縮することによって生ずる反りは無視しても許容値に納まる量である。)

(d) ボルトの孔径についてはめっき付着により孔径は0.3mm程度つまるが、フランジ、ウェブによっても異なる。又、孔のバリを取らないでめっきすると、そこにめっきが付着し、さらに孔径がつまるため、孔さらいは必要である。

(3) 製作について

(a) 鋼板に記載するペイントは水性系を使用する。油性系は不めっきの原因となる。

(b) 逆ひずみは、部材の位置によって異なるが、概して1~2mm程度であるため、従来通りの標準逆ひずみ量をつけて製作する。施工はプレス加工とする。

(c) 部材の端部溶接処理は、隅肉のまわし溶接が確実に出来るようにウェブ端をカットして施工した(図-14)。

またガセット、ステフナーはまわし溶接をその途中で切ることなく完全に行うこととし、溶接割れが生ずることを防いだ。

(d) めっきのタレ切り、即ちめっき槽から桁等を吊り上げる時、めっきの切れがよくなるように鋼材の切断箇所、外面に出る個所の面取り加工を行う。

(e) 腹板のヤセ馬については腹板高、腹板厚、水平補剛材の段数、垂直補剛材の間隔等の条件によって大幅に異なるが、めっき前に加熱矯正、プレス矯正することにより、めっき後のヤセ馬は十分許容値内に納めることが出来る。但しめっき前の矯正は、ゼロを目標にする。ま

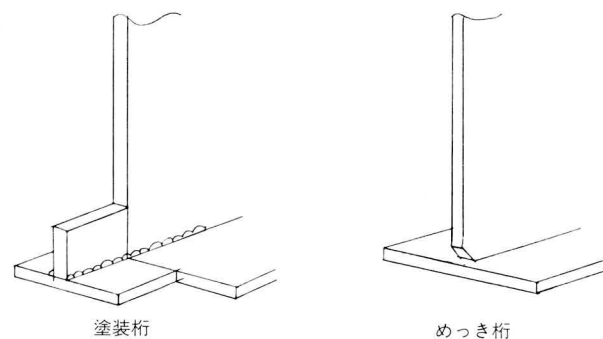


図-14 部材の端部処理

ためつき作業による事前の予熱、浴温、浸漬時間にも影響があるという結果が報告されていることから、めつき施工条件にも留意する必要がある。

(f) 桁端部ウェブのはらみは、端部近くに垂直補剛材があるためはらみ防止材は不要であると判断した。補剛材のない場合、桁高が $H_w=2000\text{mm}$ を越える時は、はらみ防止材を取付ける。

(g) ソールプレートの、孔の個所は空気が留まるため、一連の前処理でも不完全となり、いわゆる密閉部になっている為、めつき槽に入れる時も勾配をもたせているが完全にはめつきが付着しない。しかしこの個所はグラインダーで錆を落としておけば薬品処理が多少不備でもめつき処理は実用上十分であろう。

(h) バカ棒用のナット溶接は、実験の結果めつき施工後めつきされたナットを三点溶接にて処理するのが一番問題が少ないことが判明したためこの方法によった。

(i) 溶接のピット、溶接われ等を十分注意し、手直しをしておくことが大切であり、めつき施工の段階の酸洗

中、この個所に水素が付着していると、めつき槽内で爆発が生じ、溶接われが他に波及してしまい大きな欠陥となることに充分注意しなければならない。

7. あとがき

本実験は、溶融亜鉛めつき桁の橋梁工事として当社にとっても貴重な施工であり、計画通りの結果と、一応の目安となるものを把握出来ました。実験にあたり、日本道路公団大阪建設局大阪工事事務所並びに新星鋼業㈱、神鋼ボルト㈱の御協力に感謝致します。

＜参考文献＞

- 1) 日本道路公団大阪建設局；溶融亜鉛めつき橋設計・施工指針；昭和59年7月
- 2) 日本道路公団；溶融亜鉛めつき鋼板桁橋設計施工示方書
- 3) 社団法人日本橋梁建設協会；鋼板桁の溶融亜鉛めつき

グラビア写真説明

平和橋

本橋は長野県善光寺平の南端、更埴市の千曲川に架る。市の中央部を北流する千曲川により市域は二分し、都市機能の一体化が狙われていた。既存橋梁では交通量の増加に対処出来ず、特に通勤時間帯では慢性的な交通渋滞を起したので、橋梁の整備が必要であった。昭和48年より架橋計画が進められ昭和60年7月に完成をみた。地域幹線道路網として千曲川沿岸ベルト地帯が有機的に連絡し合い、新しい時代に対応すべく策定されたテクノハイランド構想の善光寺バレー圏域の玄関口として、地域産業の発展が期待されている橋である。架橋地点は交通の要衝であり、古くは「向八幡渡し」と呼ばれ、人々は小船で往来していた。昭和に入り木橋が架けられたが、流失を繰り返す三日橋と呼ばれていた。今や昔日の面影をとどめない、平和を祈願して命名され、立派な永久橋が誕生した。

ホンダビル

本田技研工業の本社ビルである。情報化技術の進歩にともない、近年、情報処理・通信のサービスを提供できる、オフィスビルが目ざされている。オフィスを「思考の場」とすることを目的とし、事務所作業機能の向上が計られOAシステムの導入がされている。さらに、防災設備、空調設備、照明設備等において、人間工学的な見地から見直され、高度化されている。又、社会的責任、経済性から、省資源、省エネルギーの計られたビルである。写真は高層棟で鉄骨造であり、外部仕上げにアルミ成型板フッ素樹脂焼付塗装の外壁が使用されている。技術的には高層棟と、低層棟とは、地上部で振動性状が異なるため、エキスパンションジョイントを設けて構造上別棟としている。

横浜新都市センタービル

港、ヨコハマの陸の表玄関、横浜駅東口に、東洋一のショッピングセンターが、オープンした。

本件は、鋼材使用量、25,000t強の大型工事であるが、今世紀末を目指して、桜木町に至る数十ヘクタールの地域に、巨大ビル群を構築しようとする「みなと未来21」計画の第一段である。

現場は、地盤が大変悪く、杭真柱が移動する等、土圧による変形が著しく、工場及び現場共、その対応に苦慮したものである。