

I-47

溶融亜鉛めっき処理されたプレートガーダーの曲げ耐力に関する実験的研究

榎 栗 本 鐵 工 所 正 会 員 ○ 本 田 利 幸 ・ 正 会 員 平 石 昌 親
 関 西 大 学 工 学 部 正 会 員 米 澤 博 ・ 正 会 員 堂 垣 正 博

1. まえがき 鋼橋の維持補修費とくに塗装に要する費用の軽減は年々その重要性を増している。そのなかでメンテナンス・フリーを目的とした溶融亜鉛めっき桁橋が近年採用されるようになってきた。溶融亜鉛めっき桁はめっき時の熱影響によって、桁のねじれ変形や腹板の局所的な変形が生じやすく、設計・製作上留意すべき点も少なくない。著者らは先に、溶接プレートガーダーが純曲げを受ける場合を対象に、めっき処理の有無による桁の終局強度と変形状態の相違を実験により検討した。¹⁾ここでは、めっき処理された桁の終局強度や変形状態についての資料の蓄積をはかるため、同様の実験を実施したので報告する。

2. 実験概要

(1) 試験桁 めっき処理の有無による桁の終局強度と初期たわみや残留応力の相違を明らかにするため、曲げ試験用および残留応力測定用の桁をそれぞれ2体ずつ製作した。曲げ試験用と残留応力測定用の桁はそれぞれめっき処理されたもの（以下めっき桁とよぶ）と未処理のもの（以下普通桁とよぶ）からなり、すべて同一断面である。図-1に示すように、桁はスパン6m、腹板高と板厚は780mmと6mm、フランジの幅と板厚は110mmと8mmである。桁の中央部分に長さ2mの試験対象パネルを設け、腹板の片面を60mm×6mmの鉛直補剛材2本で等間隔に補剛した。

(2) 溶融亜鉛めっき処理 桁のめっき処理は、JISH 9124によった。なお、めっき処理温度は440℃であった。

(3) 材料試験 めっき桁および普通桁の各部材要素の材料試験を実施し、表-1の結果を得た。両桁の材料特性に顕著な変化はないようである。

(4) 初期不整の測定 ◆初期たわみ：載荷試験を実施する前に、試験対象パネルのフランジおよび腹板の初期たわみをデプスゲージにより測定した。
 ◆残留応力：残留応力の測定は切断法によった。曲げ試験と同一寸法の桁に対して、一断面あたり上下フランジでそれぞれ13点、腹板で76点の板両面でのひずみを2軸ゲージによって測定した。

(5) 載荷試験 容量30tの油圧ジャッキ2基により試験桁に純曲げを作用させ、ジャッキと桁の間に設置した荷重検出用ロードセルにより、正確な荷重を記録した。変位を撓動型変位計とカセットメータで、ひずみを電気抵抗線ひずみ計で測定し、データをパソコンで収録した。

3. 実験結果

(1) 初期不整の測定結果 ◆初期たわみ：試験対象パネル内の3枚の腹板パネルにおける初期たわみは、普通桁では半波の波形を呈し、めっき桁では顕著な波形は認められなかった。その最大値はそれぞれ2.5～5mmと0.5～1.5mmであり、めっき桁の初期たわみは普通桁に比較してかなり小さかった。圧縮フランジと腹板の接合部における両桁の面外方向の初期たわみはほぼ同程度で、その分布形は普通桁ではほぼ半波、めっき桁では顕著な波形は生じなかった。◆残留応力：桁中央断面の残留応力分布を図-2に示す。その分布形はいずれの桁もよく類似しているが、めっき時の熱影響によって溶接残留応力はかなり減少した。

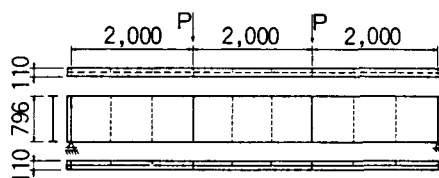


図-1

表-1

		降伏点応力 σ_y (kg/cm ²)	ヤング率 E ($\times 10^4$ kg/cm ²)	ポアソン比 ν
Flange	普通桁	2.830	2.00	0.28
	めっき桁	2.780	1.99	0.28
Web	普通桁	3.950	2.07	0.28
	めっき桁	3.280	2.01	0.28
Stiffener	普通桁	2.700	2.03	0.28
	めっき桁	2.760	2.01	0.28

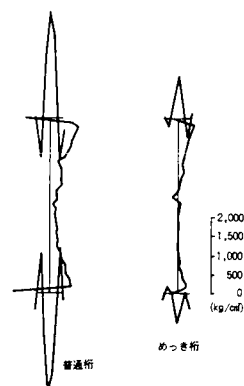
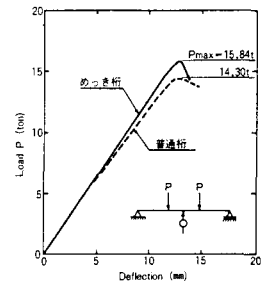


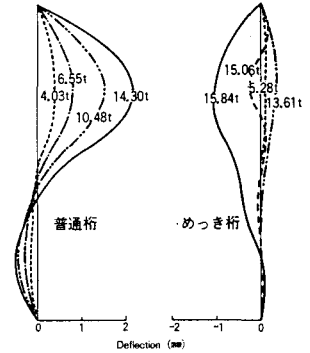
図-2

(2) 載荷試験結果 ◆桁の荷重－たわみ曲線：桁中央の荷重－たわみ曲線は図－3のようになる。両桁のたわみは、 $P=5t$ を越えたあたりから徐々に相違し、荷重とともに普通桁のたわみの増加が大きくなった。いずれの桁もほぼ同程度のたわみで横倒れ崩壊し、その最高荷重はめっき桁および普通桁に対してそれぞれ $P=15.84t$ 、 $14.30t$ であった。めっき桁の最高荷重は普通桁のそれを10%程度上回った。



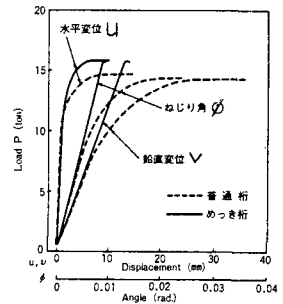
図－3

◆腹板の相対たわみ分布：桁中央断面での腹板の相対たわみ分布は図－4のようになる。ここに補剛材側へのたわみを正とした。普通桁の場合、相対たわみは初期の荷重段階から崩壊直前まで二半波の波形で変形が成長した。一方めっき桁の場合、 $P=13.61t$ 付近まではわずかに補剛材側へ変形が進行したが、 $P=14t$ をすぎたあたりから、補剛材とは逆方向にたわみが急激に反転し桁は破壊した。



図－4

◆桁の横倒れ変形：桁中央の圧縮フランジ辺での水平・鉛直変位およびねじり角と荷重の関係は図－5のようになる。普通桁の場合、 $P=5t$ あたりから桁の鉛直変位とねじり角が増加し、 $P=9t$ 付近から水平変位の増加も顕著となり、桁は大きな変形を伴い横倒れ崩壊した。めっき桁の場合、 $P=12t$ 付近まで桁の面外方向への変形はほとんど起こらず、その後急激に変位は大きくなり横倒れ崩壊した。めっき桁では崩壊直前まで桁の大きなねじりは認められなかった。両者の相違は腹板の初期たわみと残留応力に大きく影響されているものと思われる。



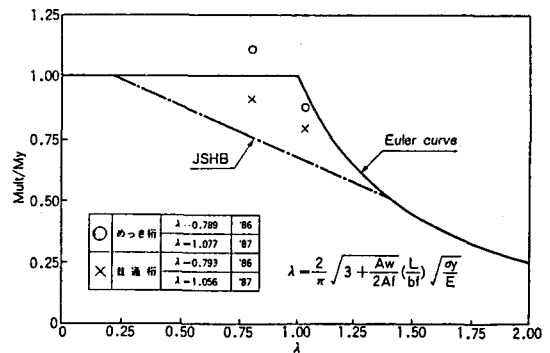
図－5

◆桁の曲げ耐力：細長比 $\lambda = 2/\pi \sqrt{3 + A_w/2A_f} (L/b_f) \sqrt{\sigma_y/E}$ と桁の曲げ耐力との関係を図－6に示す。図には前年の実験結果¹⁾も合わせて示した。 $\lambda=0.75$ および 1.0 付近のいずれの場合もめっき桁の終局強度は普通桁のそれを上回った。なお実測寸法より計算した今回の桁の降伏モーメントおよび全塑性モーメントはめっき桁と普通桁に対してそれぞれ $M_y=36.13tm$ 、 $36.72tm$ および $M_p=50.30tm$ 、 $57.22tm$ であった。また実験により得られた桁の曲げ耐力はめっき桁および普通桁に対してそれぞれ $M_{u, \epsilon} = 31.68tm$ 、 $28.60tm$ ($M_{u, \epsilon}/M_y=0.877, 0.779$) であった。

4. あとがき 溶融亜鉛めっき桁の曲げ耐力試験を実施し、その結果、めっき処理された桁の曲げ強度は未処理のそれを上回った。その原因をまとめると、①めっき桁の初期ねじれを強固な横倒れ防止枠で矯正したため、両桁の初期ねじれ量がさほど変わらなかったこと、②腹板の初期たわみ波形とその最大たわみ量に相違があったこと、③めっき時の熱影響により桁中央部の溶接残留応力がかなり減少したこと、④両桁の材料特性に大きな変化がなかったこと、などが考えられる。

今後、残留応力が桁の終局強度におよぼす影響を調べるため、腹板の初期たわみを矯正した桁に対して同種の実験を行う予定である。

参考文献 1) 堂垣・米澤・平石・本田：土木学会第41回年次学術講演会概要集，I-78, 1986-11.



図－6