

## I-78

## 溶融亜鉛めっき処理されたプレートガーダーの横倒れ座屈に関する実験的研究

関西大学工学部 正会員○堂垣正博・正会員 米澤 博  
 備前本鉄工所 正会員 平石昌親 正会員 本田利幸

1. まえがき 鋼橋の防錆法として塗装による方法が一般に広く採用されているが、半永久的な防錆効果に劣るため、建設後も塗替えや補修が定期的になされている。これに要する費用は莫大なため、塗装による保守作業や経費を軽減する目的で近年無塗装桁や溶融亜鉛めっき桁が採用されるようになってきた。溶融亜鉛めっき桁は 430～470℃の高温で熱処理されるため、処理に伴って大きな桁のねじれ変形や腹板の局部的な変形を生じ、設計・製作上に様々な問題を引き起こす。この種の桁の疲労や製作に関する研究<sup>1)・2)</sup>はすでになされているが、終局状態に至るまでの変形状態や終局強度に関する研究はほとんどなされていないようである。ここでは溶接プレートガーダーを対象に、めっきの有無による初期不整の相違や曲げを受ける場合の桁の変形状態と終局強度を実験的に明らかにする。

## 2. 実験概要

(1) 試験桁 めっき処理による桁の終局強度と初期たわみや残留応力を明らかにするため、曲げ試験用および初期不整測定用の桁をそれぞれ2体ずつ製作した。初期不整測定用と曲げ試験用の桁はそれぞれめっき処理されたものと未処理のものからなり、すべて同一断面である。図-1に示すように、桁はスパン6m、桁高0.796m、フランジの幅と板厚は13cmと8mm、腹板の高さと板厚は0.78mと6mmである。桁の中央部分に長さ2mの試験対象パネルを設け、腹板は60mm×6mmの鉛直補剛材2本で片面を等間隔に補剛した。

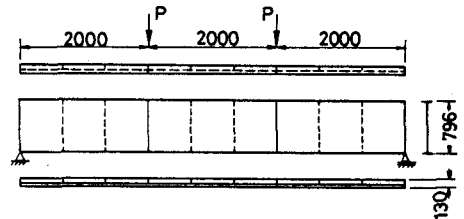


図-1

表-1

|      | 降伏点応力<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | ヤング率<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | ポアソン比 |
|------|--------------------------------|-------------------------------|-------|
| フランジ | 2,670                          | 2.15×10 <sup>4</sup>          | 0.27  |
| 腹板   | 3,040                          | 2.13×10 <sup>4</sup>          | 0.27  |
| 補剛材  | 3,380                          | 2.01×10 <sup>4</sup>          | 0.27  |

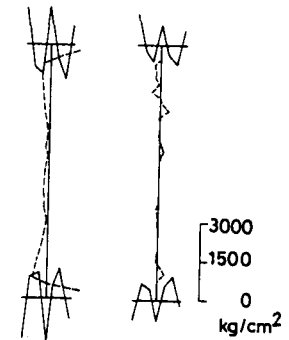
(2) 亜鉛めっき処理 亜鉛と鋼が良好な状態で密着するように、脱脂・酸洗・水洗・フラックス処理・めっき処理・冷却の順に表面処理を施した。

(3) 材料試験 部材要素の材料試験を実施し、表-1の結果を得た。

(4) 初期不整の測定 ◆初期たわみ：載荷実験を実施する前に、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：曲げ試験と同一寸法の桁に対し、切断解放法によって残留応力を測定した。一断面あたり上下フランジでそれぞれ13点、腹板で76点のひずみを2軸ゲージによって測定した。その結果は図-2のようになる。

(5) 載荷実験 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。



無めっき桁 めっき桁

図-2

## 3. 実験結果

(1) 初期不整の測定結果 ◆初期たわみ：無めっき桁とめっき桁における鉛直補剛材と上下フランジで囲まれた3つの腹板パネルの初期たわみはいずれも水平および鉛直方向に半波の波形を呈し、その最大値はそれぞれ 2.4～5.5mmと 2.5～4.9mmであり、両桁における差異はほとんどなかった。また、圧縮フランジと腹板の接合部における桁の面外方向の初期たわみは両桁ともほとんど同程度で、わずかに無めっき桁の方が大きかった。その分布形は桁軸方向に半波の波形であった。

◆残留応力：めっき処理の有無により残留応力分布は図-2のようになる。両桁ともその分布はよく類似しているが、亜鉛めっき熱処理により溶接残留応力はかなり減少することが分かる。

(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。図から分かるように、両桁のたわみは15tあたりまでよく一致しているが、これを越えるあたりから徐々に相違し、無めっき桁の方がたわみの増加が著しくなった。いずれの桁とも曲げねじれ座屈で崩壊し、その最高荷重はめっき桁、無めっき桁に対しそれぞれ $P=21.33t$ 、 $17.58t$ となった。当初の予想に反し、めっき桁の方が強くなった。

◆腹板の相対たわみ：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。無めっき桁の相対たわみは初期の荷重段階から荷重とともに成長し、崩壊時には板厚の約1.3倍程度となった。一方、めっき桁では $P=16.24t$ 付近まではほとんど変位せず、その後徐々に増加し、崩壊時には無めっき桁と同様、かなり大きな局部変形を伴って桁は破壊した。両者の相違は腹板の初期たわみに大きく左右されているように思われる。

◆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。無めっき桁の場合、荷重の初期段階から桁の面外方向への変形とねじれが生じ、桁は横倒れにより崩壊したことが分かる。一方、めっき桁では $P=16t$ 付近まで桁の面外への変形はほとんど起こらず、無めっき桁の最高荷重を過ぎたあたりから徐々に変形が大きくなり、横倒れ崩壊した。

◆桁の膜ひずみ分布：桁中央断面での軸方向膜ひずみ分布は図-6のようになる。めっき桁のひずみ分布は桁の崩壊時までほぼ直線的に分布しており、腹板の局部変形による圧縮側領域での応力欠損はほとんど起こらなかった。一方、無めっき桁では桁が崩壊に近づくに従って腹板の応力欠損が生じ、腹板の板曲げ作用がかなり働いているようである。

4. あとがき 溶融亜鉛めっき桁は高温の熱処理によってかなりの初期変形、特に桁のねじれが顕著であったにもかかわらず、その曲げ耐荷力は未処理の桁のそれを上回った。その原因として、①初期ねじれを強固な横倒れ防止枠で矯正したため、試験対象パネルの初期ねじれ量がめっき桁と無めっき桁でさほど変わらなかったこと、②腹板の初期たわみはいずれもほぼ同量であったが、その最大箇所が無めっき桁では圧縮領域に、めっき桁では腹板の引張領域に存在したため、めっき桁ではそれが強度上有利に作用したこと、③熱処理により溶接残留応力がかなり減少したこと、④熱によって材料特性が変化したこと、などが考えられる。しかし、今回の実験だけでは試験体の数が極めて少なく、総合的に結論づけることは困難である。したがって、今後この種の実験を継続し、より詳細に研究したい。

参考文献 1) 御子柴・市川・窪田・野村：土木学会誌，Vol. 64, No.11, pp.34-40, 1979. 2) 日笠：土木学会第40回年次学術講演会講演概要集，I-45, 1985-9.

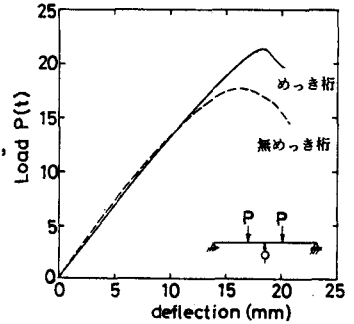


図-3

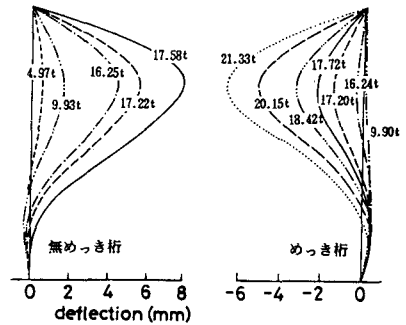


図-4

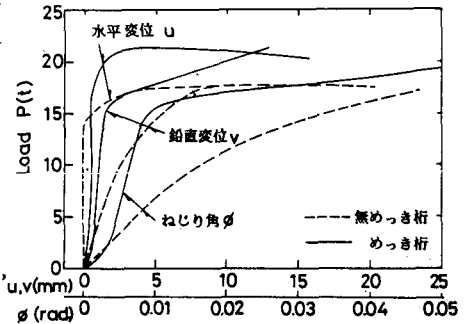


図-5

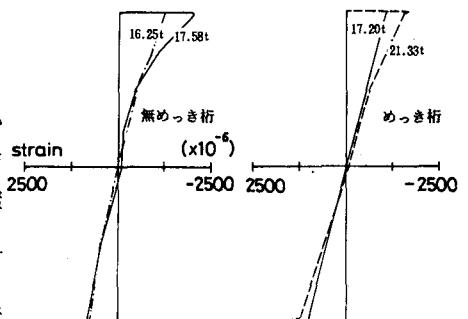


図-6