

大阪府立工業高等専門学校 正員 ○日笠隆司

大阪大学溶接工学研究所

上田幸雄

大阪大学溶接工学研究所

村川英一

1. まえがき 鋼橋の防錆処理方法としては一般的に塗装が広く用いられているが、維持補修費の増大や塗り替え作業の安全性などの問題により、近年、めっき橋が増加している。通常一般のめっき製品に比較すると、めっき橋では溶接集成部材の断面は大であり、フランジとウェブの板厚差も大きいので、めっき処理時に鋼桁断面内の温度差が大となり、熱応力による残留変形及び残留応力が大きくなることが多い。また、めっき桁では仮組時のはらみ許容限界値 $1/250$ を便宜上 $1/150$ に緩和して適用しているので、一般の鋼桁に較べて初期たわみが大きい。このため、本文は初期不整を有する鋼桁の純曲げ弾塑性挙動を有限要素法²⁾で計算し、その耐力について考察したものである。

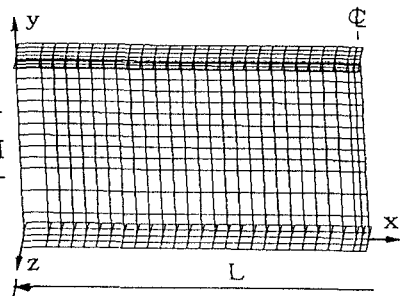
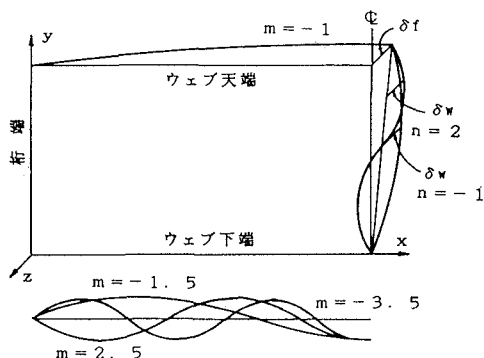


図-1 鋼桁の座標系

2. 数値計算 図-1に鋼桁の座標系とその分割の1例を示す。鋼桁は対傾構間隔 L で切り出し、それをスパン L の両端単純支持梁とする。対称条件より、 L の $1/2$ を取り出し計算する。桁端の 200mm はウェブ、フランジとも補剛し、載荷端の剛性を補う。純曲げ載荷は桁端のウェブのみに曲げモーメントに相当する x 軸方向の強制変位を与え、桁端のフランジ面内(y 軸廻り)の回転の拘束は自由とし、変位制御により計算する。鋼材は40、50キロ鋼を対象とし、降伏点応力度 $=\sigma_y$ ($1.0+1.0\times$ 相当塑性ひずみ)とし、 σ_y はJISで保証された値を用いる。初期たわみは $\sin$ の半波形を1つの単位としてモデル化し、図-2に示す。ウェブのはらみは xy 軸方向の $\sin$ 半波形



桁長方向のウェブ波形

図-2 初期たわみ波形のモデル化

の数(m, n)及びはらみの最大量 δw で示す。上フランジについても同様に、 $m, \delta f$ (桁の通り)として横たわみを与えるが、下フランジの初期横たわみは0とする。めっきによる残留応力 σ_r のモデル化は矩形分布とし、圧縮部の $\sigma_r=0.5\sigma_y$ とする(文献3,4)参照、研究データが少ないので、大きな溶接残留応力に相当するものと仮定した)。

3. 計算結果および考察 フランジの初期たわみ(桁の通り)をスパン長 L の $1/1000$ とし、鋼桁($\alpha=0.994$ 、図-7参照)に図-2の各種の初期たわみ(残留応力度 $\sigma_r=0$)を与え、純曲げ耐力を示すと図-3となる。 $1/250$ の初期たわみは $\delta w=6\text{mm}$ に、 $1/150$ は $\delta w=10\text{mm}$ に相当する。桁高方向の波形の差 $n=1.0, -2.0$ による強度の相違は最大約3%強程度($\alpha=0.326$ のとき約1%弱)であり、 $n=-2.0$ は $n=1.0$ より小さめとな

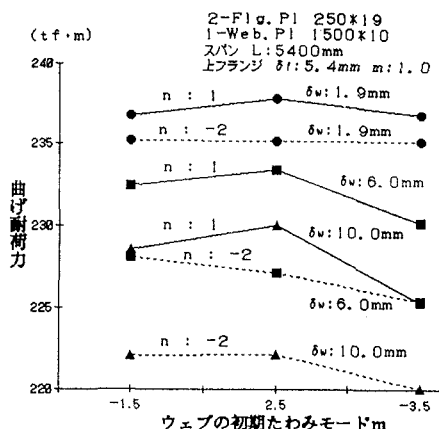


図-3 初期たわみ波形と曲げ耐力

る。しかし、 $n=-2.0$ の波形が生じる可能性は少ないので、 $n=1.0$ とし、 $\delta w=6\text{mm}$ と 10mm を比較すると、その差は2%程度（ $\alpha=0.326$ のとき1%以下）であり、ウェブのはらみを1/150に緩和したときの強度に与える影響は小さい。図-4は、 $n=1.0$ とし、曲げ耐力と桁の通り δf の関係を示したもので、ほぼ直線で表されている。通り δf が曲げ耐力に与える影響ははらみ δw より大きい。しかし、桁の通りが支間の1/1000程度以内であればその影響は小さい。図-5は桁中央断面のフランジの垂直たわみ、横たわみ及びウェブのはらみと曲げモーメントの関係を示したものである。初期不整の増加により、横方向の剛性が大きく低下していることが分かる。図-6は各種の α に対する垂直たわみについて示したものである。図-7は各種の鋼桁の計算値を鋼道路橋の示方書の基準強度上にプロットしたものである。■印は水平補剛材、垂直補剛材を有し、ウェブのはらみ1/250、桁の通り1/1000、フランジ圧縮残留応力度は $0.3\sigma_y$ の矩形分布として計算したものである。○印は初期たわみのみ、▲、●印は初期たわみと残留応力の両者、そのうち●印（めっき桁を想定）はウェブのはらみ1/150、桁の通り1/500、フランジ圧縮残留応力度は $0.5\sigma_y$ としたものである。

4. 結び 初期不整のある鋼桁の純曲げ弾塑性挙動を有限要素法で計算し、以下のことを明らかにした。

- 1) 塗装桁と比較すると、めっき桁の純曲げ耐力は一般的に低めとなる。
- 2) めっき橋のはらみ（ウェブの初期たわみ）許容限界基準適用の鋼桁の純曲げ耐力が鋼道路橋示方書の基準強度を下回る可能性は少ない。

なお、めっき桁の残留応力度に関する研究は殆どされていないため、残留応力度データが不十分であるので、さらに今後検討する必要がある。

参考文献

- 1) 日本橋梁建設協会：溶融亜鉛めっき橋設計・施工マニュアル、PP44～49、1990。
- 2) 日笠、上田、村川：構造工学論文集、Vol. 39A、PP 63～70、1993。
- 3) 金沢、山下、家沢：巴組鉄工所技報No. 1、PP1～20、1988。
- 4) 伊藤、千歳：駒井技報No. 6、PP41～27、1987。

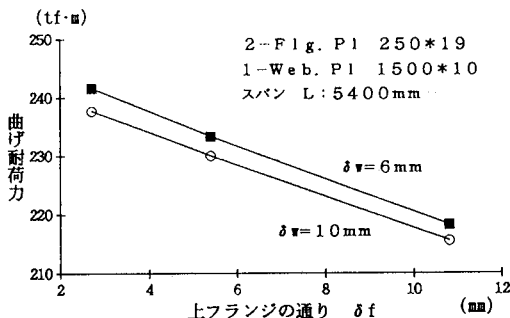


図-4 上フランジの通りと曲げ耐力

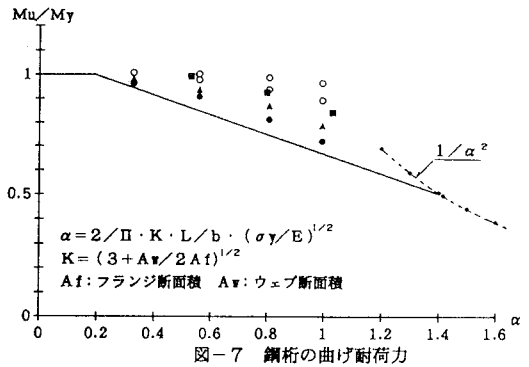


図-7 鋼桁の曲げ耐力

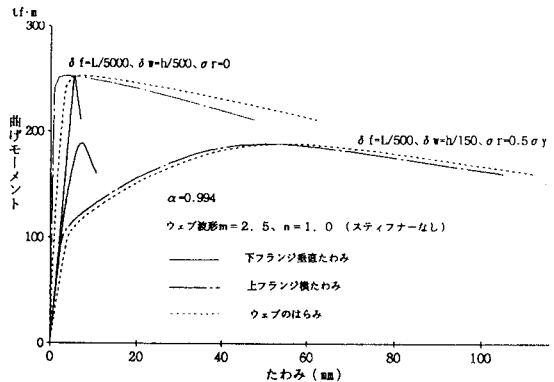


図-5 桁中央断面の変位挙動

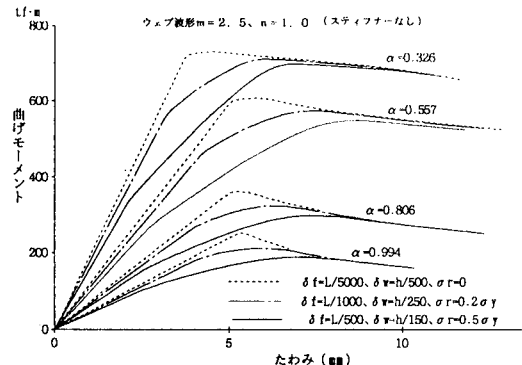


図-6 桁中央断面下フランジの垂直変位挙動