

鈑桁支間中央部腹板の耐荷力に及ぼす初期不整の影響

武蔵工業大学 学生員 ○ 鮫島祐介 日本電子計算 正会員 松田 宏
 武蔵工業大学 フェロー 増田陳紀 サクラダ 望月清彦
 バコーポレーション 和地輝雄 武蔵工業大学 正会員 白旗弘実

1. はじめに

道路橋示方書¹⁾では腹板の製作誤差(初期たわみ)は桁高の $1/250$ を超えてはならないと規定されている。しかし、この値は必ずしも明確な解析的あるいは実験的な根拠に基づくものではない。製作上の制限を緩和しえるかどうかを検討するため本研究では桁中央部を想定し、初期たわみおよび残留応力をパラメータとして耐荷力低下の度合いを解析的に明らかにすることを試みた。

2. 解析対象および解析方法

支間 36m 程度の 3 径間連続プレートガーダー橋を想定し、道路橋示方書に準じて設計を行い解析対象の断面を決定した。解析の対象区間は桁中央部とし、強制変位による純曲げを載荷した。図-1 は桁中央部の純曲げモデルであり、圧縮フランジ側から 20% の位置に水平補剛材を一段配置した。初期たわみは水平補剛材と引張り側フランジの間に正弦 1 半波形で導入した。導入する橋軸方向残留応力の分布を図-2 に示す。

腹板の最大初期たわみを桁高の $1/300, 1/250, 1/200, 1/150, 1/100$ および $1/50$ 、最大残留応力をモデル鋼材 (SM490Y) の $0.5\sigma_y$ とし、これら 6 種類の大きさの初期たわみおよび残留応力が耐荷力へ与える影響を調べた。解析は汎用 FEM 解析コード DIANA を使用した。要素は 1 要素 4 節点曲面シェル要素で、降伏判定は von - Mises の降伏条件を用いた。応力 - ひずみ関係は降伏後の勾配を $E/100$ (E : 弾性係数) としたバイリニア移動硬化モデルとし、腹板の分割数は図-1 のような 1 パネルにつき 1536 要素 (桁高方向に 48 分割、橋軸方向に 32 分割)、フランジ、水平補剛材部を含めた全体では 2341 要素である。

3. 解析結果

曲げモーメント - 最大たわみ関係を図-3, 4 に示す。図は縦軸にモーメント、横軸に最大たわみを取り、それぞれ降伏モーメントおよび腹板の板厚で除して無次元化している。

図-3 は残留応力を考慮しない場合の解析結果である。耐荷力を比較すると、初期たわみが $h/300, h/250, h/200$ では耐荷力の低下が見られず、初期たわみが $h/200$ より大きくなるに従って耐荷力が若干低下している。 $h/250$ の場合と耐荷力が最小となった $h/50$ の場合を比較したときでの耐荷力の低下は 3.6% 程度であった。

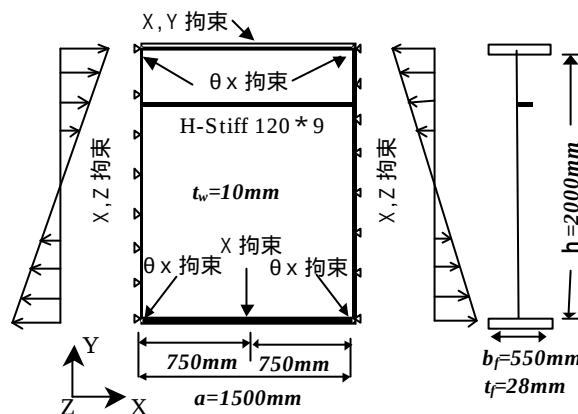


図-1 桁中央部の解析モデル

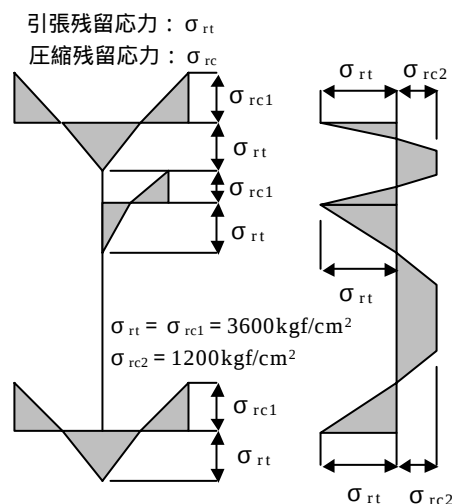


図-2 残留応力分布 (kgf/cm²)
(最大残留応力 $0.5\sigma_y$ の場合)

Key Words: 残留応力, 初期たわみ, 耐荷力

〒158-8557 世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学土木工学科構造工学研究室 TEL 03(3703)3111(内線 3264)

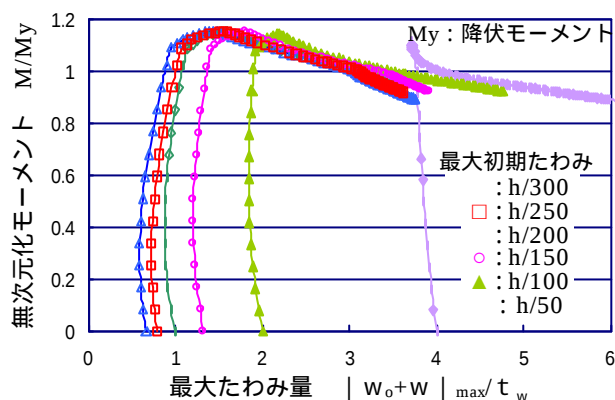


図-3 初期たわみをパラメータとした荷重-たわみ関係

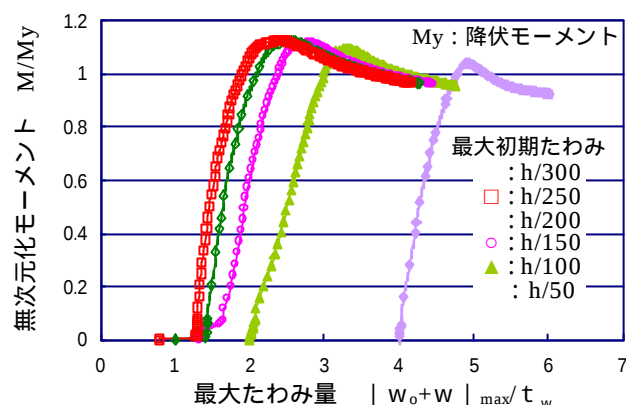


図-4 残留応力も考慮した荷重-たわみ関係

図-4 は最大残留応力を $0.5\sigma_y$ とした場合の解析結果である。残留応力を考慮しない場合と同様に耐荷力を比較すると、耐荷力低下の傾向は図-3 の場合と同様であった。ここで $h/300$ の場合については計算が収束しなかったため、結果は記していない。耐荷力が最大となった $h/250$ の場合と最小となった $h/50$ の場合を比較すると、耐荷力の低下は 7.8% 程度であった。

また、初期たわみ $h/250$, $h/200$, $h/150$ では残留応力の影響が顕著に表れ、荷重載荷直後に面外方向へ大きく変形している。

図-5 に最大耐力時の応力等高線図を示す。残留応力を考慮した場合は、水平補剛材配置位置付近で残留応力を考慮しない場合に比べて応力が低くなっている領域が大きくなっているが、塑性域の分布は両方とも同じような分布となっている。

以上の結果より、初期不整が耐荷力に及ぼす影響は図-6 のようにまとめられる。

4. まとめ

道路橋示方書で規定されている初期たわみ $h/250$ を基準にとると、残留応力を考慮しない場合では、初期たわみが大きくなるにつれて耐荷力が徐々に低下するが、初期たわみ $h/150$ の場合では殆ど低下はみられなかった。同様に残留応力を考慮した場合でも初期たわみ $h/150$ の場合では低下率は 1% 程度であった。また、今回検討を行なった 6 種類全ての初期たわみにおいて、残留応力を考慮した場合としない場合の耐荷力を比較すると、初期たわみが大きくなるにつれて耐荷力の低下率が大きくなり、初期たわみ $h/150$ の場合では低下率は 3% 程度であった。結局、本研究の対象範囲では、残留応力の影響は殆ど見られず、現行道路橋示方書の規定を $h/150$ まで緩和しても耐荷力の低下は高々 1% 程度であるといえる。

謝辞

本研究は、鋼橋技術研究会設計部会の WG 活動の一環として行われたものです。記して関係者の方々の御協力に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 鋼橋編，丸善，1996.12.

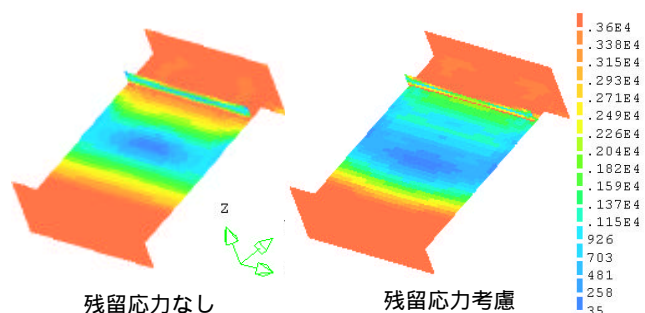


図-5 最大耐力時における Mises の応力等高線図および変形図
(最大初期たわみ $h/250$ の場合)

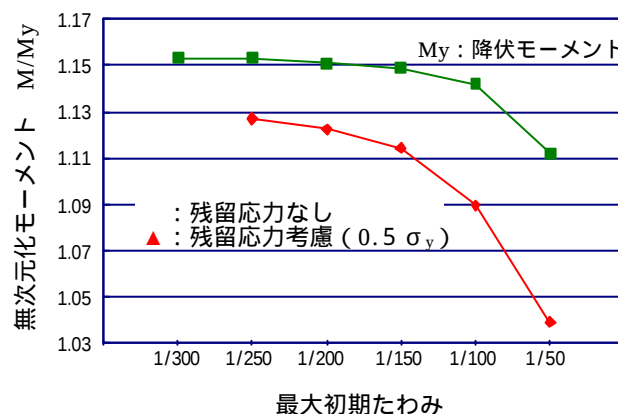


図-6 初期不整が耐荷力に及ぼす影響