

垂直補剛材間隔が初期たわみを有する鋸桁腹板パネルの曲げ座屈耐荷力に及ぼす影響

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

初期不整がどの程度まで許容されるかという問題について道路橋示方書¹⁾では仮組み立て時の腹板の平面度は桁高の 1/250 を超えてはならないと規定されている．しかし、この値は製作実績から定まったものと言え十分な実験的・解析的研究に基礎を置くものではなく力学的な根拠は不明確である．また、近年改定された AS4100²⁾では桁高の 1/100 および ANSI/AASHTO/AWS D1.5-96 Bridge Welding code³⁾では桁高の 1/105 と大きく制限が緩和されており、これらの規格では垂直補剛材間隔を考慮して規定値が定められている．

そこで、本研究では垂直補剛材間隔を道路橋示方書で規定されている $\alpha=0.4 \sim 1.5$ の間で変化させ、初期たわみをパラメータとして検討を行い製作上の制限を緩和しえるかどうかを初期不整が座屈耐荷力へ与える影響を明らかにすることにより検討した．また、アスペクト比が大きくなると腹板の板厚が厚くなると考えられるが、今回の検討では板厚を一定とした．

2. 解析モデルおよび境界条件

解析対象とした橋梁は支間 36m 程度の三径間連続非合成 I 桁プレートガーダー橋であり、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．解析の対象区間は曲げを支配的に受ける桁中央部とし、上下フランジおよび垂直補剛材で囲まれた 1 パネルを取り出して解析を行った．また、水平補剛材は圧縮フランジ側から 20% の位置に一段配置した．図-1 に解析モデルおよび境界条件を示す．荷重は図に示すように桁左右縁に強制変位を加えることで与え、複合非線形解析を行った．解析は汎用 FEM 解析コード DIANA を使用し、要素は 1 要素 4 節点曲面シェル要素の一次要素であり、要素は Total Lagrange によって定式化されている．降伏判定は von - Mises の降伏条件を用いた．解析対象とした鋼材は SM490Y (3600kgf/cm²) とし、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た．

初期たわみ形状は図-2 に示すような非線形座屈波形とし、アスペクト比を $\alpha=0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5$ の 5 通りとしてパラメトリックに検討を行った．また、今回の検討では残留応力は考慮していない．

3. 検討結果および考察

曲げモーメント - 最大たわみ関係を図-3 に示す．横軸は荷重載荷時の各載荷ステップにおいて、初期たわみ量も含めた腹板上の節点変位の中で最大のものを選び、腹板の板厚で除すことにより無次元化したものをプロットしている．縦軸は各載荷ステップにおける曲げモーメントを等断面プレートガーダーの降伏モーメントで除すことで無次元化している．

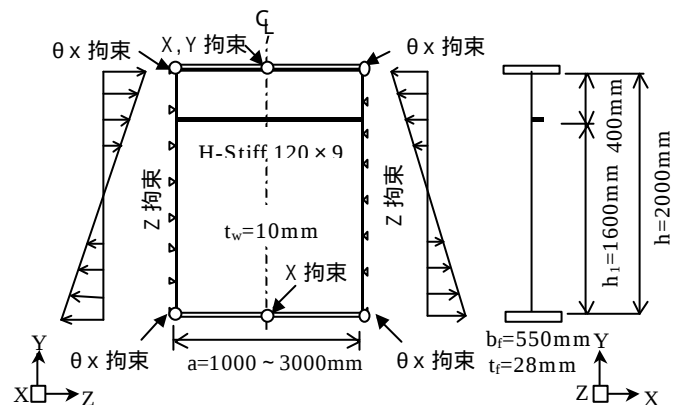


図-1 解析モデルの諸寸法および境界条件

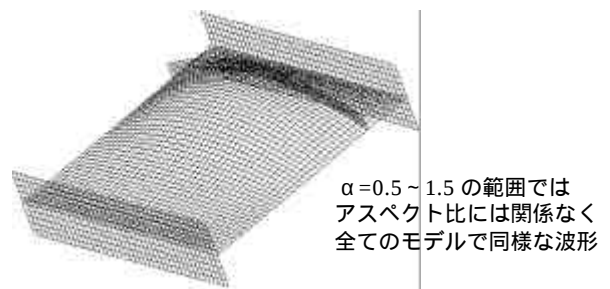


図-2 初期たわみ形状 ($\alpha=1.0$, 非線形座屈波形)

Key Words: 垂直補剛材間隔, 初期たわみ, 座屈耐荷力

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 土木工学科 先端構造工学研究室 Tel: 03-3703-3111(内線 3264)

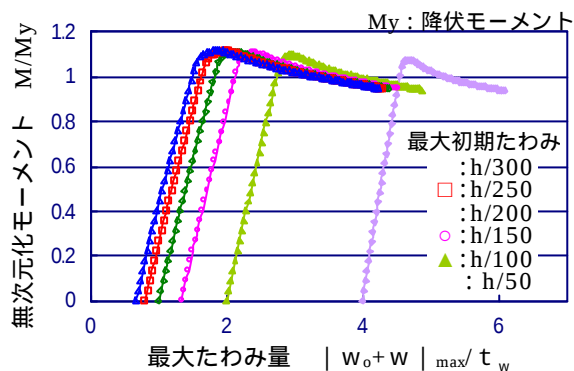


図-3 初期たわみをパラメータとした荷重-変位関係
(アスペクト比 $\alpha=1.0$)

耐荷力を比較すると、初期たわみが大きくなるにつれて低下するが、道路橋示方書で規定されている $h/250$ の場合と $h/150$ の場合を比較したときでの耐荷力の低下は 0.89% 程度であり、荷重-変位関係も初期たわみの大きさによって違いは見られなかった。また、他のアスペクト比で行った検討でも同じような傾向を示した。

図-4 に最大耐荷力時の応力等高線図と変形図を示す。これより、最大耐荷力時の変形形状は初期たわみ形状と同じでありモード変化は生じなかった。

図-5 に初期たわみが座屈耐荷力に与える影響を示す。図(a)に示したのがパラメータとしてモデルのアスペクト比を用いた場合であり、(b)に示すのがパラメータとして最大初期たわみを用いた場合の結果である。図(a)より、導入した最大初期たわみが $h/150$ 以下の場合ではアスペクト比が大きくなるにつれて最大耐荷力が小さくなっている。しかしながら、最大初期たわみが $h/100$ 以上の場合ではアスペクト比 $\alpha=1.25$ および 1.5 のケースがアスペクト比 $\alpha=0.75$ または 1.0 のケースより耐荷力が大きい値となっている。これは、図(b)に示すように初期たわみ $h/100$ および $h/50$ のケースではアスペクト比 α が 1.25 および 1.5 の場合では 0.75 または 1.0 の場合より耐荷力が高くなっている事よりも分る。また、他の大きさの初期たわみを導入した場合でも初期たわみの大きさが大きくなるにつれアスペクト比の影響が小さくなっている。また、アスペクト比の大きさによる耐荷力の違いは最も違いが大きくなった $\alpha=0.5$ の場合と $\alpha=0.75$ の場合を比較しても 1% 程度であり殆ど違いは生じておらず、この違いは初期たわみが大きくなるにつれて小さくなった。

4. まとめ

以上の検討結果より、全ての今回検討したアスペクト比のケースにおいて道路橋示方書で規定されている $h/250$ の場合と $h/150$ の場合の耐荷力を比較すると、その低下率は 1% 以下であった。これより、曲げを支配的に受ける桁中央部を想定した本研究の検討範囲では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ご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。2) SA: AS4100 Steel Structures, Standards Australia, Sydney, pp.152-153, 1998。3) AASHTO and AWS: Bridge Welding Code, ANSI/AASHTO/AWS D1.5-96, AASHTO and AWS, Washington D.C., pp. 134-135, 1996。

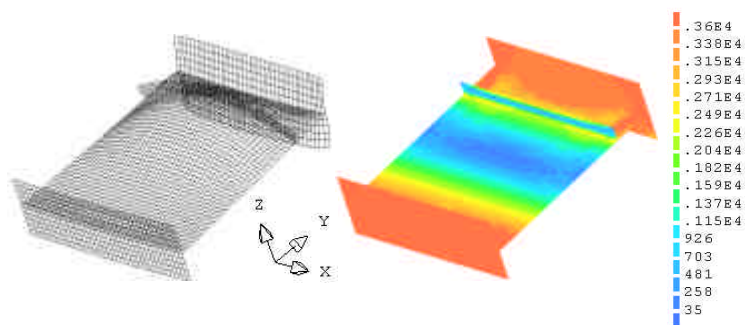
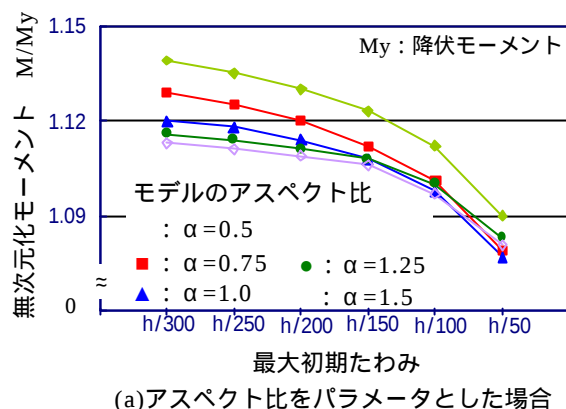
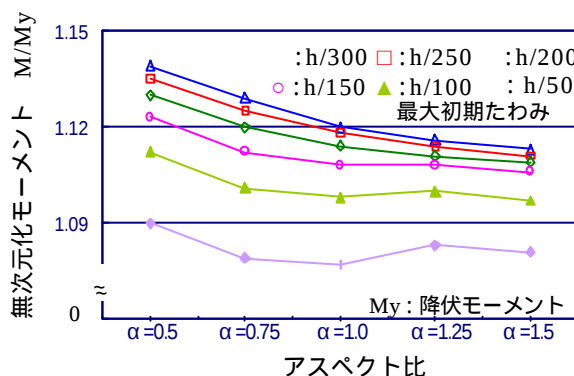


図-4 最大耐荷力時における変形図および応力等高線図
(最大初期たわみ $h/250$ ，アスペクト比 $\alpha=1.0$)



(a) アスペクト比をパラメータとした場合



(b) 最大初期たわみをパラメータとした場合

図-5 初期不整が耐荷力に与える影響