

初期不整が複合荷重を受けるプレートガーダーの耐荷力に与える影響

武蔵工業大学 学生会員 ○小池 祐輔
 武蔵工業大学 学生会員 大林 晴章
 武蔵工業大学 フェロー会員 増田 陳紀

1. はじめに

鈑桁の製作に当たって、道路橋示方書・同解説¹⁾では桁の腹板の平面度に関する許容誤差は腹板高の 1/250 を満足する水準でなければならないと定めている。しかしこの基準は製作実績から定められたものとはいえ力学的根拠が不明確であり、また諸外国の規定と比較しても厳しいものとなっている。本報告者らはこの規定を定める主要な要因は、腹板パネルの初期不整が耐荷力に及ぼす影響であると考え、桁中央部の曲げを受ける場合および桁端のせん断を受ける場合について検討を行ってきた^{2) 3)}。本研究では、中間支点部の曲げとせん断の複合荷重を受ける腹板パネルに対して初期不整が耐荷力に与える影響について検討した。

2. 解析対象・解析条件および検討したパラメータの範囲

せん断と曲げの複合荷重が支配的となる中間支点部付近に着目する。解析モデル及び諸条件を図 1 に示す。中間支点部とその両側の 2 パネルを取り出し、実際の設計荷重条件を想定してその両側に剛体棒を配したモデルで複合荷重を載荷する。剛体梁とパネルとの接合は接合部の軸方向ひずみが直線的になるよう剛体棒を配し、さらに、パネルと剛体棒の接合部に発生する応力の乱れの影響を取り除くために、着目パネルの両側にさらに 0.5 パネルずつを設けた。解析には汎用 FEM 解析コード DIANA を使用し、文献 2), 3) と同様の非線形解析を行った。要素は 1 要素 4 節点 1 節点 5 自由度のシェル要素 (Q20SH) であり、降伏判定は von-Mises の降伏条件を用いた。なお、本検討では桁高方向を Y 軸、橋軸方向を X 軸、XY 面と直交する方向を Z 軸（面外方向）とする。

荷重は、パネルの両サイドの桁高の 1/2 の位置に梁を配置し、梁の先端部に鉛直方向強制変位を与えることによって載荷する。水平補剛材は圧縮側フランジから 20% の位置に 1 段配置とした。垂直補剛材は 2 パネル両端では腹板の片面、中間支点部では両面に配置した。

拘束条件として、中間支点部位置では Y 方向変位、支点上垂直補剛材上端は X 方向変位を拘束した。また、載荷点では X 方向変位および X・Y 軸周りの回転を拘束した。曲げとせん断の比率は想定した実橋と同様に、無次元化値で 2:1 としたが、耐荷力の低下の度合いの評価は曲げによって行った。初期不整として、初期たわみ形状には非線形座屈波形（初期不整を導入せずに耐荷力解析を行った際の最大耐荷力時の面外方向変形形状）を用いた。最大初期たわみは、桁高の 1/250, 1/200, 1/150, 1/100, 1/50 および 1/∞ の 6 通

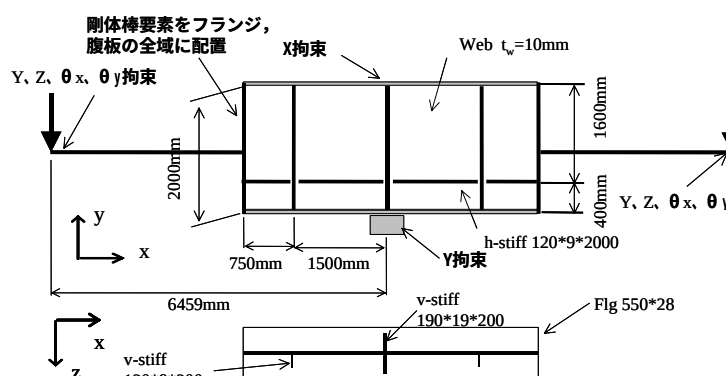


図 1 中間支点部の解析モデルおよび諸寸法

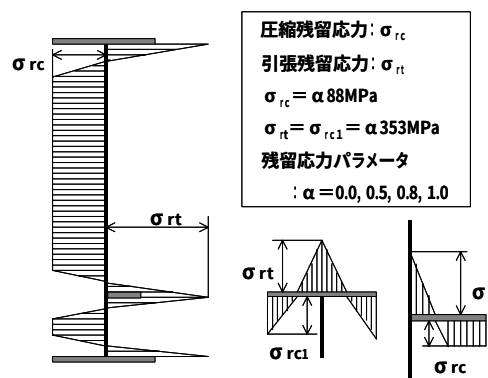


図 2 導入残留応力分布

Key words: 初期たわみ, 残留応力, 耐荷力

〒157-0068 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 都市基盤工学科先端構造工学研究室 Tel 03-3707-3111(内線 3264)

りを検討した。

図2に導入した残留応力分布形状を示す。残留応力は腹板とフランジおよび水平垂直補剛材との溶接部において最大として、橋軸方向の残留応力のみを考慮し、板厚方向には一定であると仮定した。最大残留応力値が降伏応力(353MPa)に対して1.0, 0.8, 0.5倍および0倍の4通りについて検討した。

3. 解析結果

図3に最大初期たわみの大きさをパラメータとした荷重 - 変位関係を示す。最大初期たわみの増大に伴って耐荷力は低下していく事がわかる。初期たわみを導入しない場合と比較して、 $h/250$ を導入した場合約3%、 $h/50$ を導入した場合約7%耐荷力が低下した。また、図4に示した $h/250$ 導入時の変形図、応力等高線図より、荷重の載荷にともなう圧縮側のウェブと上下フランジの中央部付近の変形が大きいことが確認できる。また、塑性域も同様の位置で広がりを見せた。この傾向はいずれの場合にも共通してみられた。

図5に残留応力の大きさをパラメータとした荷重 - 変位関係を示す。最大耐荷力は最も低い $0.5\sigma_y$, $0.8\sigma_y$ のときでも $M/M_y=1.03$ となり、初期不整を導入しなかった場合の耐荷力($M/M_y=1.04$)と比較して耐荷力の低下は1.2%であった。また $0.5\sigma_y$, $0.8\sigma_y$ 時の耐荷力は等しくなり、 $1.0\sigma_y$ の場合よりも低くなったことから、耐荷力の低下の度合いは必ずしも残留応力の大きさには比例しないことがわかる。しかし、最大耐荷力時のたわみの増加量を見ると残留応力が大きくなるにつれて、その値も大きくなる事が分かる。

複合荷重を受ける中間支点部において、初期たわみあるいは残留応力によるプレートガーダーの耐荷力低下の度合いを図6に示す。

4. おわりに

本研究では残留応力と初期たわみがそれぞれ単独で存在する場合の桁の耐荷力を検討したのみであり、それが同時に存在する場合の検討は今後の課題である。

【参考文献】

- 1) 社団法人 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編，丸善，2002.3
- 2) 鮫島祐介，望月清彦，松田宏，和地輝雄，増田陳紀：垂直補剛材間隔およびフランジのねじり剛性を考慮したプレートガーダー橋腹板の曲げ座屈耐荷力に及ぼす影響，構造工学論文集，Vol.49A，pp.81-91, 2003.3
- 3) 大林晴章，増田陳紀，鮫島祐介：初期不整が鋼桁腹板パネルのせん断座屈耐荷力に及ぼす影響，第58回土木学会年次学術講演概要集，I-594, 2003.10

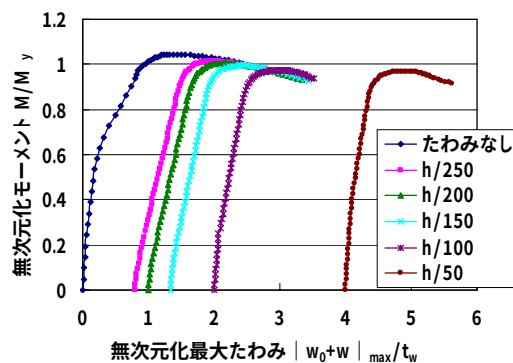


図3 初期たわみの大きさによる荷重 - 変位関係の比較

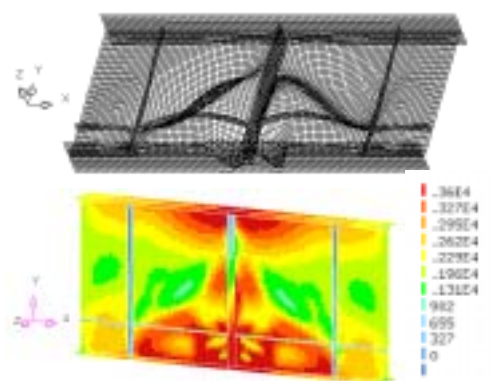


図4 最大耐荷力時の変形図，応力等高線図（ $h/250$ 導入時）

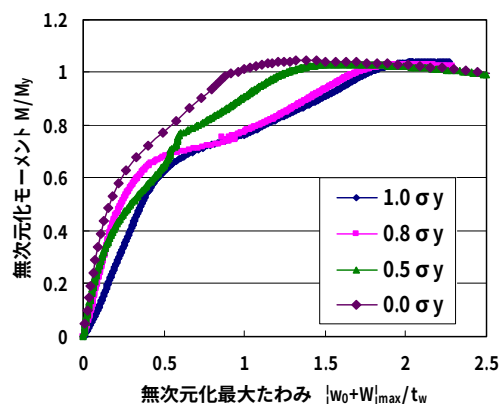
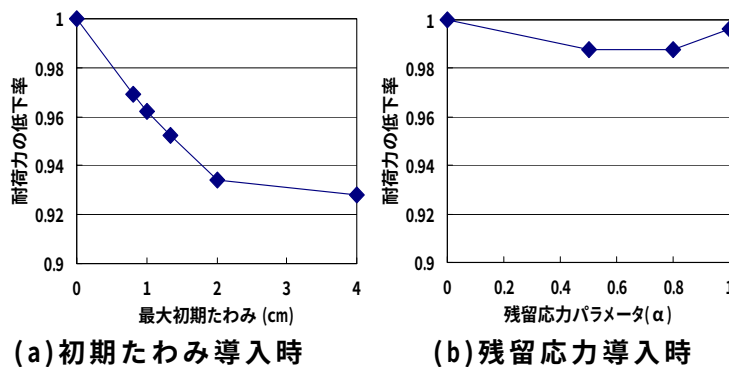


図5 残留応力の大きさによる荷重 - 変位関係の比較



(a)初期たわみ導入時 (b)残留応力導入時
図6 初期不整が桁の耐荷力に与える影響