

I - A 90

プレートガーダー腹板の初期たわみ制限に関する研究

日本電子計算 正会員 松田 宏 鹿島道路 細江 隆
 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 フェロー 増田陳紀 武蔵工業大学 学生員 安藤貴代

1. はじめに：道路橋示方書では腹板の製作誤差（初期たわみ）は腹板高の $1/250$ を越えてはならないと規定されている。しかし、その値は十分な調査研究に基づくものではなく初期たわみがどの程度まで許容されるかについて国内外でもきわめて曖昧である。また、この種の問題は煩雑な複合非線形解析が要求され、かつ、実験においても供試体の制作、実験技術に高度な配慮が要求される。そのため、腹板の初期不整を取り扱った論文はいくつか見られるが^{例えは 2)}その数はあまり多くない。本研究では、プレートガーダー腹板の制作誤差が耐力に及ぼす影響を検討し、現行道示の規定をゆるめた場合の耐力低下の度合を明らかにすることを目的とする。本稿では、残留応力を無視したケースについて報告する。

2. 解析対象：支間 36m 程度の 3 径間連続プレートガーダー橋を想定して設計を行い、解析対象の断面を決定した。解析の対象区間は、桁端部、桁中央部、連続桁の中間支点上付近とする。図-1 は桁端部のせん断モデルである。初期たわみは正弦 1 半波で水平補剛材と下フランジの間のみに与えた。図-2 の桁中央部純曲げモデルでは中央の 2 パネルのみ初期たわみを与えた。たわみ形状は 1 パネルにつき正弦 1 半波で、隣接パネルと逆対象とした。また図に示すように中央 2 パネルの両側にそれぞれ $1/2$ パネルを取り付け、さらに平面保持するために剛体棒を設置した。その高さ $1/2$ の位置に弾性梁を設置し図-2 のように純曲げを載荷した。図-3 の中間支点上の複合モデルは断面、初期たわみ形状等はほぼ純曲げモデルと同じだが中間支点上なので水平補剛材は下フランジ側に配置した。支点上の設計荷重より曲げとせん断の比率を決定し図-3 のように曲げモーメントとせん断の組合せ荷重を載荷した。

3. 解析条件および使用プログラム

腹板の最大初期たわみを腹板高の $1/250, 1/150, 1/100$ とし、これら 3 種類の大きさの初期たわみが耐力へ与える影響を調べる。プログラムは汎用 FEM 解析コード ABAQUS を使用し複合非線形静的応答解析を行った。使用した要素は

4 節点曲面シェル要素 (S4R) で制御方法は弧長増分法、降伏判定は von - Mises の降伏条件を用いた。対象とした鋼材は SM490Y であり、応力-ひずみ関係はバイリニアでモデル化した。腹板の分割数は図-1 のよう

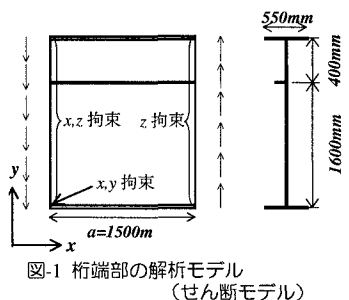


図-1 桁端部の解析モデル（せん断モデル）

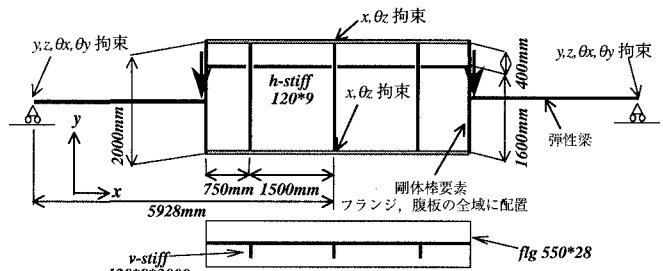


図-2 桁中央部の解析モデル（純曲げモデル）

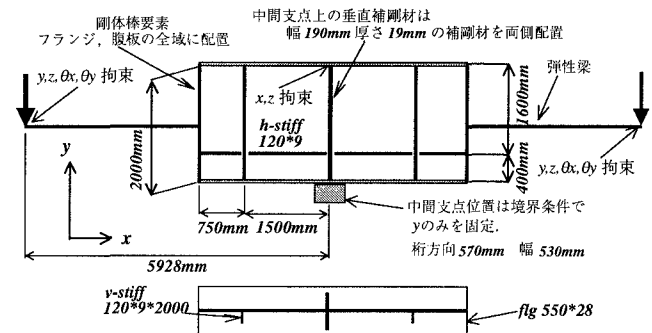


図-3 中間支点上の解析モデル（複合モデル）

Key Words : Fabrication, Design Loads, Ultimate Strength, Bi-Linear Model, Horizontal Stiffener

〒158-0087 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 4 号館 TEL 03-3707-3111 (内線 3264) FAX 03-5707-2224

な1パネルにつき1536要素，全体では図-1で2336要素，図-2は7954要素，図-3は8678要素である。

4. 解析結果

(i) 桁端部におけるせん断荷重：せん断力-最大たわみ関係を図-4に示す。縦軸はせん断力を降伏せん断力で除して無次元化したものである。耐荷力を比較すると，3種類の初期たわみの中で耐荷力が最大であったのは初期たわみ $h/250$ のケースでありそれに対して最小であった $h/100$ のケースで耐荷力の低下は約1.04%程度であった。図-7に最大耐荷力時の Mises 応力コンターマップを示す。腹板のせん断破壊により，桁は耐力を失うが，初期たわみの影響はあまり受けていない。

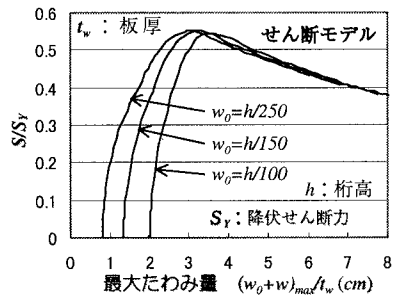


図-4 初期たわみが耐力に与える影響

(ii) 桁中央部における純曲げ荷重：無次元化モーメント-最大たわみ関係を図-5に示す。図-5において，初期たわみ $h/250$ のケースに対して $h/100$ のケースで耐荷力の低下率は約0.72%程度であった。図-7に最大耐荷力時の Mises 応力コンターマップを示す。桁はフランジから降伏がはじまり，その後腹板に塑性が進展し破壊に至るため， $h/100$ 程度の初期たわみはほとんど耐力に影響していない。

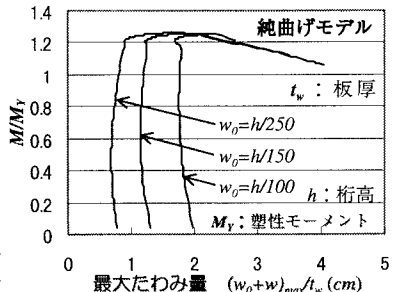


図-5 初期たわみが耐力に与える影響

(iii) 中間支点上における曲げとせん断の複合荷重：図-6では実線が曲げであり，破線はせん断を表す。このケースでは曲げ，せん断共に耐荷力以降の挙動に一度最大たわみが小さくなる傾向が見られる。図-7の複合載荷を示すコンターマップで領域(a)付近でまず最大たわみ量となる点が現れ最大耐荷力を超えると領域(b)付近に最大たわみの位置が移動することが確認された。最終的な変形モードは支点上の垂直補剛材を節とする逆対称なモードとなる。

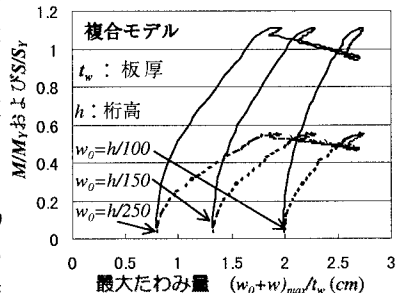


図-6 初期たわみが耐力に与える影響

5. まとめ

それぞれのケースについて解析し，各解析対象の初期たわみ $h/250$ のケースと $h/100$ のケースで耐荷力の比較を行った結果，耐荷力の低下は最も大きい場合でも1.04%程度でほとんど初期たわみの影響は見られなかった。またこれらの解析対象以外に水平補剛材なしの場合で1パネルおよび2パネル純曲げ等の解析対象でも解析を行ったが同じような結果が得られた。

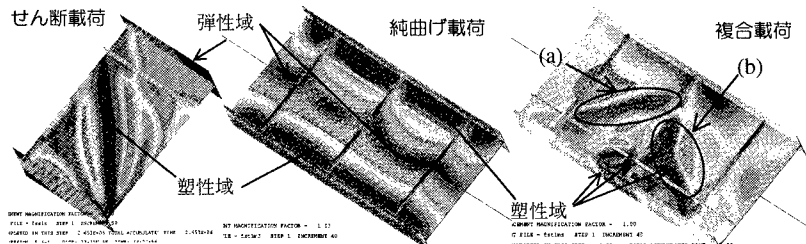


図-7 各ケースの最大耐荷力における Mises 応力コンターマップ

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ご協力に謝意を表します。また，解析の実施に際して多大の協力を頂きました武蔵工業大学大学院生（現横河ブリッジ）の渡邊秀貴君に厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 座屈設計ガイドライン，土木学会鋼構造委員会，1987.10.
- 2) 小松定夫・森脇良一・藤野真之：初期不整を考慮したプレートガーダーの強度設計に関する研究，土木学会論文報告集，第272号，1978.