複合荷重下における初期不整がプレートガーター橋の耐荷力に及ぼす影響

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

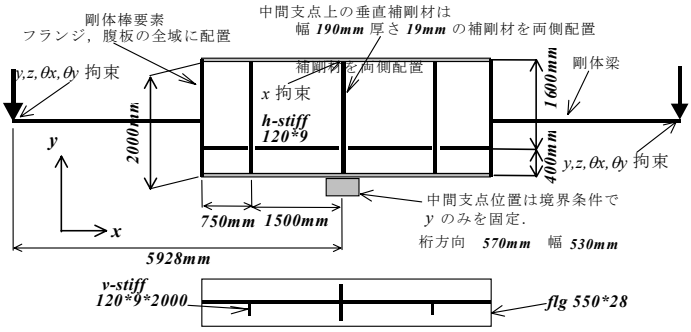
1. はじめに

わが国では自然環境条件が厳しいため公共構造物の重要性を考慮し，土木構造物，特に鋼構造の品質に関しては諸外国に比してかなり厳しい基準が適用されている． しかし，技術の進歩改善に伴い，結果として現行の規定は過大な要求となっている場合も考えられる．現行の道路橋示方書では製作誤差は桁高の 1/250 を超えてはならないと規定されている．この規定は製作実績から定まったといえ，力学的根拠が不明確である．一方，諸外国の規定を見ると BS5950－2 では 1／150，AS4100 では 1/100 と製作誤差は大きく緩和されている．そこで本研究ではプレートガーダー腹板パネルの製作精度，具体的には腹板の平面度（初期たわみ）に着目してこの問題の考察を行った．

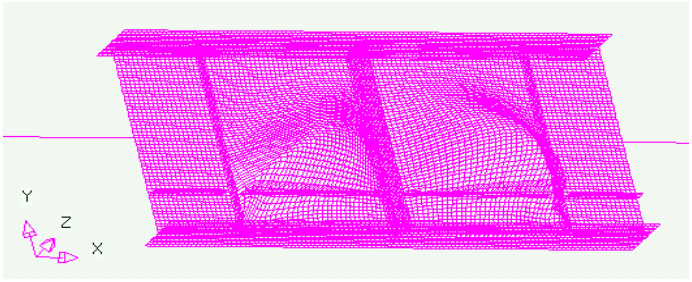
本検討では，複合荷重状態となる中間支点部に着目し，道路橋示方書[1)] の初期たわみ規定（桁高の 1/250）を緩和した場合の耐荷力低下の度合いを把握するため，最大初期たわみ量を変化させ，数値解析的にパラメトリックに検討を行った．

2. 数値解析モデルおよび境界条件

桁高２ｍ支間 36ｍ程度の３径間連続非合成プレートガーダー橋を想定し，垂直補剛材が 1.5ｍ間隔で配置されているプレートガーダーを対象とする．垂直補剛材は圧縮フランジから 20％の位置に１段配置した．また，中間支点での垂直補剛材は腹板の両面に配置した．数値解析モデルは桁の連続性を考慮するように境界条件を定めた．また，支点上の垂直補剛材の補剛効果および支点の拘束効果を把握するため，中央２パネルをモデル化した．さらに梁と剛体棒の結合で生じる剛体棒の影響を取り除くため中央２パネルの両脇に半パネルを配置した．解析対象部位は中間支点部であり，曲げとせん断の比率は設計荷重になるように 2：1 とし，載荷した．鋼材は全てＳM490Ｙ材を用いる．解析には汎用解析コード DIANA を用いた．収束判定は残差エネルギーが 0.1％以内とし，反復法はニュートン・ラプソン法を用いる．荷重制御は変位制御としている．鋼材の応力～ひずみ関係はバイリニア型モデルで第２勾配は弾性係数の 1/100 とした．硬化則は移動硬化則，降伏判定はミーゼスの降伏条件を用いた．



図－1　解析モデル



図－2　初期たわみ

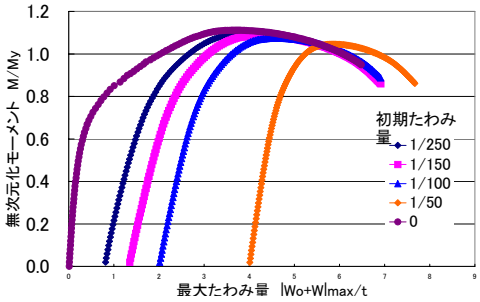
初期たわみ形状は図－2 に示すような非線形座屈波形とし，最大たわみ量を桁高の 1/250，1/150，1/100，1/50，0 の 5 通りとした．非線形座屈波形は初期不整が無い状態の解析対象の非線形座屈解析を行いそのときの最大耐荷力時のたわみ形状として求めたものである．

Key words: 初期たわみ，耐荷力，製作精度

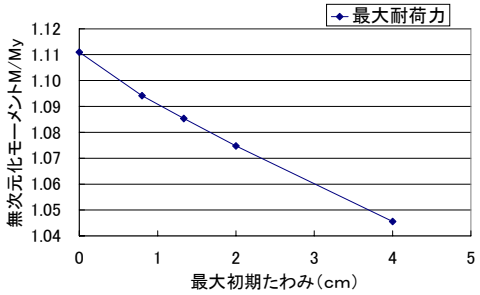
〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学　都市基盤工学科　先端構造工学研究室　Tel 03-3707-3111 (内線　3264)

3. 検討結果および考察

図－3 に無次元化モーメント～最大たわみ関係を示す．無次元化モーメントは強制変位により算出された反力に中間支点部からの距離をかけて求めた中間支点のモーメントを降伏曲げモーメント $1.34*10^8$ で除して求めた．最大たわみ量は初期たわみに付加たわみを足して板厚 1cm で除したものである．最大耐荷力は初期たわみが無い場合が一番大きくなった．検討した全てのケースにおいて，無次元化モーメントが 0.6 付近までは線形に増加している．考慮する最大たわみ量が大きいと付加たわみが小さくなることがわかる．最大耐荷力は，初期たわみが無い場合では無次元化モーメントは約 1.11 であり，h/50（h：桁高）の場合，無次元化モーメントは約１.05 となった．最大耐荷力後の挙動は全ての初期たわみで低下している．初期たわみを考慮していない場合，考慮している場合と比較すると荷重－変位関係の挙動が異なっていることが分かる．これは初期たわみを考慮する方は非線形座屈波形を考慮しているため変形モードが安定しているが初期たわみを考えないときは無次元化モーメントが 0.8 付近から変形量が大きくなったためと考えられる．

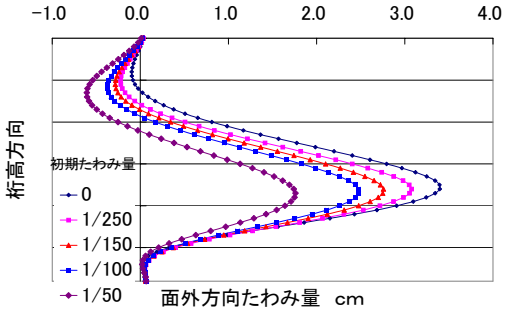


図－３無次元化モーメント～最大たわみ関係



図－4 初期不整が座屈耐荷力に及ぼす影響

図－4 に初期不整が座屈耐荷力に及ぼす影響を示す．横軸に初期たわみ量をパラメーターにとり，縦軸に無次元化モーメントをとる．初期たわみ無しの場合を基準として考えると道路橋示方書の規定である h/250（h：桁高）では約 1.7%の耐荷力の低下となっている．また，1/150 の場合，約 2.3%の耐荷力の低下で，1/100 の場合，約 3.3%の耐荷力の低下となり，一番耐荷力の小さかった 1/50 の場合でも低下率は約６％となった．また，1/150，1/100 は 1/250 に対して低下率はそれぞれ約 1%，2%となった．本検討の範囲ではほぼ線形に耐荷力が低下していることが分かる．



図－5 最大耐荷力時の面外方向たわみ量

図－５に最大耐荷力の時の面外方向たわみ量を示す．初期たわみがない場合が最も変形量が大きくなっていて約 3.4ｃｍたわんでいる．初期たわみが大きいほど面外方向のたわみ量は小さくなった．これは桁の下の方が逆の方向にたわんで全体でみるとたわみ量の絶対値が小さくなるためと考えられる．最大耐荷力との関係を見ると桁のたわみが桁上方は負の方向にたわんでいる．図－４と比較して考えると負の方向にたわむ量が大きくなると最大耐荷力が小さくなっている事がわかる．

４．まとめ

以上の検討結果より負方向のたわみが大きくなると耐荷力が低下することがわかった．しかし，今回の検討範囲では道路橋示方書の現行の規定を 1/250 から 1/150 まで緩和した場合でも，複合荷重下での耐荷力の低下は約１％である．また，初期たわみがない場合と比較しても低下率は約 2.3%程度であり，製作制度が最大耐荷力に与える影響を定量的に示すことができた．

備考：発表当日には残留応力を考慮した結果を発表する予定である．

【参考文献】１）日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋偏，丸善，2002　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合成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，２００３