

京都大学大学院 学生員 〇岩清水善隆
 京都大学工学部 正会員 丹羽 義次
 京都大学工学部 正会員 渡辺 英一

1. はじめに 近年の構造解析の進歩は著しく、特に弾塑性有限変位理論による鋼構造物の極限状態の挙動と極限強度の評価に関する研究は特筆すべきものである。この弾塑性有限変位理論や非線形座屈理論より、鋼構造物に存在する残留応力や幾何学的初期不整の大きさや分布が構造物の不安定現象——耐荷力に著しく影響を及ぼすことが明らかにされてきた。

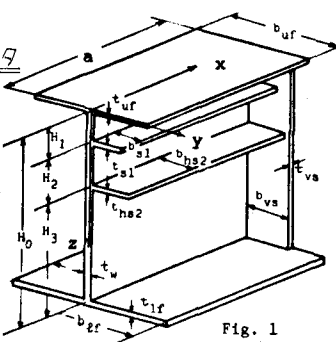
残留応力、幾何学的初期不整の存在する構造系の耐荷力を評価し合理的に設計を行なうためには二つの方法がある。一つは個々の構造物に対して弾塑性有限変位解析により確定論的に考察を加える方法であり、もう一つは統計変量である残留応力と幾何学的初期不整を調査、収集し統計処理することによりこれらの大きさ、分布を把握し、また初期不整と耐荷力を関係付ける理論式を用いて耐荷力評価を行なう確率論的な手法である。

本研究では確率論的手法を用い、鋼橋腹板系に関して特に幾何学的初期不整の既存データをもとに解析及び考察を行なった。また初期不整から耐荷力を算定するために用いられた設計パラメータに統計処理を施した。これより得られた実在鋼橋の特性についてもふれることはした。なおデータとしてJSSCのIDM委員会により収集されたデータを、また統計処理方法として主にSPSS (Statistical Package for Social Sciences)¹⁾を用いた。

2. 設計パラメータ

Fig. 1は、本研究が対象とした腹板系の詳細図を示している。

初期不整と耐荷力を関係付けるために設計パラメータを設定した。²⁾ ただし設



計パラメータは普遍的関係を見出すために無次元量でなければならない。これらの設計パラメータに統計処理を施し次のような実橋の特性を得た。第一に垂直補剛材が専らSS41で作られていること。次にFig. 2は設計パラメータにCluster分析^{3),4)}を施して得られたdendrogram³⁾を示しているが、これから腹板パネル、水平補剛材、そしてフランジの縦横比 α 、幅厚比 β は類似しているが、垂直補剛材の縦横比、幅厚比はこれらとはあまり類似していないことがわかった。

3. 初期不整と耐荷力評価 初期不整の度数分布にWeibull分布及びGamma分布をFittingさせ確率モデルを決定した。このモデルによつて示方書に示された板パネルの初期不整の制限値に対する超過確率は1%未満であるが、補剛材の水平初期不整に対する超過確率が14%から20%という高い値を示した。

次に初期不整と耐荷力を関係付ける理論式として二つの式を取り上げた。一つはChatterjeeとDowlingによる水平補剛材のねじり座屈に対する耐荷力式である。もう一つは腹板パネルの一部が水平補剛材と協働すると仮定し有効幅をもつ圧縮柱とみなした水平補剛材の圧縮耐荷力式である。ただし後者については偏心量 e として0の場合と初期不整に等しい場合の二つのケースについて解析を行なった。

まずねじり座屈に対する耐荷力式から得られた結果をみると、Imperfection sensitivity $K_{\alpha\beta} (= \sigma_u / \sigma_y)$ は平均で0.1%、最大でも2%の低下しか認められなかった。このことより、鋼橋に存在する初期不整の大きさ程度ではねじり座屈に対してほとんど影響を及ぼさないことがわかった。

圧縮耐荷力式に関する結果をみると、まず偏心量 e が0の場合Imperfection sensitivity σ_u / σ_y が平均で10.2%最大で40%減少しているのが認められた。また偏心量 e が初期不整に等しい場合は平均で17.5%、最大で60%

σ_u/σ_y の平均値, 標準偏差をそれぞれ μ_u , σ_u とした
 時の σ_u/σ_y の特性値 (μ_u , $\mu_u - \sigma_u$, $\mu_u - 2\sigma_u$, $\mu_u - 3\sigma_u$)
 として確率モデルより非超過確率 2.5%, 5%, 10% の
 σ_u/σ_y の値) を Table 1 の下表に示した。これら
 の表を比較すると μ , $\mu + \sigma$, そして超過確率 10% (ただし
 σ_u/σ_y ではそれぞれ μ_u , $\mu_u - \sigma_u$, 非超過確率 10%)
 ではほぼ一致しているのではあるが, $\mu + 2\sigma$, $\mu + 3\sigma$,
 超過確率 2.5%, 5% (ただし σ_u/σ_y では $\mu_u - 2\sigma_u$,
 $\mu_u - 3\sigma_u$, 非超過確率 2.5%, 5%) では σ_u/σ_y で規
 制した方が小さい値が出てきた。これは Fig. 3 からわか
 るように σ_u/σ_y が低くなるほど初期不整 σ_v/r^* のバラ
 ツキが大きくなる。 σ_u/σ_y で規制するということは
 バラツキのある統計変量 σ_v/r^* の最小値で規制すること
 になる。以上のことから, σ_u/σ_y で規制した方が初
 期不整 σ_v/r^* で規制したよりも厳しくなると思われる。
 なお詳細については当日発表する。