

圧縮補剛板の耐荷力評価法に関する研究

トビー工業(株) 正員 村松 正義
 岐阜大学工学部 正員 奈良 敬
 岐阜大学工学部 正員 森脇 良一

1. まえがき 現行の道路橋示方書(以下、「道示」と呼ぶ)に基づく圧縮補剛板の設計は弾性座屈理論による必要剛比に基づいており、合理的かつ経済的設計に不利な制限を持っている。そこで、鋼種の違いと縦補剛材剛比の影響を考慮した細長比パラメータを用いて圧縮補剛板の耐荷力を評価する、合理的で設計自由度の高い評価法が提案された^{1), 2)}。すでに、極限強度を照査する研究としては文献^{3), 4)}などが挙げられるが、これらはすべて下限値を想定した評価を行ったものと考えられる。本研究では、これまでに実施されてきた多数の実験データを収集整理し、道示や解析による極限強度曲線と比較検討する。さらに、提案された耐荷力評価法を実験的立場から比較検討し、実験データと解析データから得られる圧縮補剛板の極限強度の平均値および下限値に基づく評価式について考察したので、ここに報告する。

2. 研究方法 わが国で実施された、125体の圧縮補剛板の極限強度に関する実験データをデータベースとした。また、解析結果については、弾塑性有限変位理論に基づいて得られた極限強度の近似曲線⁵⁾を利用する。その概略を以下に示す。

(1) 圧縮補剛板の極限強度曲線の統計学的評価

収集した実験データには、様々な実験方法・実験目的で実施されているために、これらに起因する強度のばらつきがあると考えられる。そこで、a) 載荷装置別、b) 縦補剛材本数別、c) 実験モデル別、の3つの項について、統計学的処理をして棄却検定を実施した。それによって得られた実験データを用いて、道示の圧縮補剛板の極限強度曲線と解析によって求められた極限強度の近似曲線とを比較する。

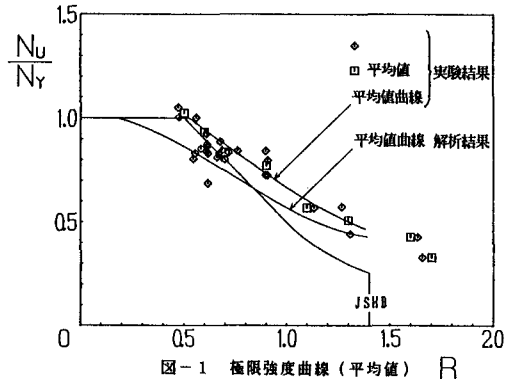


図-1 極限強度曲線(平均値) R

(2) 圧縮補剛板の耐荷力評価法の提案

柱の耐荷力曲線を利用して実験データから圧縮補剛板の極限強度について統計学的評価を行った。その結果を用いて、鋼箱桁橋の圧縮フランジのように縦補剛材本数の比較的多い補剛板の極限強度を、平均値および下限値に基づいて評価する方法を示す。

3. 極限強度曲線に関する考察

道示の極限強度曲線、縦補剛材本数3本以上の実験および解析結果より得られる極限強度の平均値曲線を図-1に示す。縦補剛材間のサブパネルの幅厚比パラメータ $R \geq 0.5$ では、道示の極限強度曲線の勾配は、実験値および解析値のそれよりも大きい。道示の限界幅厚比パラメータ $R_{cr} = 0.5$ は実験値とほぼ一致することは興味深い。極限強度の平均値曲線の勾配は実験値と解析値ではほぼ似たような傾向を示すが、極限強度の値については実験値の方が解析値より高い強度を示している。これは、本研究で用いた解析値が実橋の初期たわみの値を統計量として確率論的に求められているのに対して、実験の多くは入念に供試体を製作し初期不整量を極力小さくしているために生じた結果であると思われる。

4. 耐荷力評価法に関する考察

圧縮補剛板の耐荷力評価法は、多数の縦補剛材を有する無限連続補剛板をモデル化した多リブモデル⁵⁾を用いた弾塑性有限変位解析によって提案されたものである。その評価式を次式に示す。

$$\bar{\lambda} = \eta \cdot \frac{1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \cdot \frac{b}{r} \quad (1)$$

$$\eta = \sqrt{\frac{1}{(\sigma_u / \sigma_y)_{plate}}} \quad (2)$$

$$\bar{\lambda}^* = (2400 / \sigma_y)^{1.2} \cdot \bar{\lambda} \quad (3)$$

$$\bar{N}_u = [\sigma_u / \sigma_y \cdot A_r \cdot n_r + b \cdot t \cdot (\sigma_u / \sigma_y)_{plate}] \cdot \sigma_y \quad (4)$$

ここに、 ℓ : 横補剛材間隔、 r : 多リブモデルの断面2次半径、 A_r : 多リブモデルの断面積、 b : 縦補剛材間隔、 t : 板パネル厚、 n_r : 縦補剛材本数、 \bar{N}_u : 極限圧縮荷重、 σ_u / σ_y : 多リブモデルの極限強度で $\bar{\lambda}^*$ の関数である。圧縮板の極限強度 $(\sigma_u / \sigma_y)_{plate}$ については、すでに平均値曲線および下限値曲線とも文献6)によって解析結果と実験結果から求められており、これらを用いる。

(1) 多リブモデルの極限強度曲線の考察 圧縮板の極限強度の平均値曲線を用いた $\bar{\lambda}^*$ で実験データを整理すれば、多リブモデルの極限強度曲線の平均値曲線は図-3に示すように柱の耐力曲線であるECCS-b曲線⁷⁾にはほぼ一致することがわかる。同様に下限値曲線はECCS-d曲線⁷⁾に一致することがわかった。すなわち、圧縮を受ける多リブモデルの極限強度曲線 (σ_u / σ_y) の平均値曲線および下限値曲線は次式で表される。

$$\sigma_u / \sigma_y = \begin{cases} 1.0 & (\bar{\lambda}^* \leq 0.2) \\ [1 + C(\bar{\lambda}^* - 0.2) + \bar{\lambda}^{*2} - \sqrt{1 + C(\bar{\lambda}^* - 0.2) + \bar{\lambda}^{*2}}^2 - 4\bar{\lambda}^{*2}] / 2\bar{\lambda}^{*2} & (\bar{\lambda}^* > 0.2) \end{cases} \quad (5)$$

ここで、 C は平均値で0.339、下限値は0.765である。

(2) 評価法の精度 圧縮板と多リブモデルのそれぞれの極限強度曲線を用いて、圧縮補剛板の極限強度の平均値と下限値の両者について極限強度の推定値と実験値とを比較した。その結果の一例を図-3, 4に示す。実験値が推定値より大きいもの(安全側にあるもの)は、平均値曲線の場合で全データの57.6%、下限値の場合は92.9%であった。また、幅厚比パラメータや縦補剛材剛比の影響については、図-3, 4に示すように R や n_r の値にかかわらず極限強度を精度よく推定していることがわかる。

5. 結論 多リブモデルの極限強度の平均値曲線をECCS-b曲線で、下限値曲線をECCS-d曲線で与えることによって、それぞれ圧縮補剛板の極限強度の平均値および下限値を評価することができる。また、この評価法は箱桁橋の圧縮フランジのように縦補剛材本数の多い場合($n_r \geq 3$)に精度よく極限強度を評価できる。縦補剛材本数の少ない場合($n_r = 1, 2$)は、多少安全側の評価をする。なお、詳細な考察については講演当日行う予定である。

参考文献 1) 森脇・奈良: 昭和62年度中部支部研究発表会講演概要集, 1988年3月。 2) 松永・奈良・福本: 土木学会第43回年次学術講演会講演概要集, 1988年10月。 3) 小松・北田: 土木学会論文報告集, 第302号, pp. 1~13, 1980年10月。 4) 三上・堂垣・米沢: 土木学会論文報告集, 第334号, pp. 181~184, 1983年6月。 5) 奈良・小松: 土木学会論文集, 第392号/I-9, pp. 289~296, 1988年4月。 6) 第2回鋼構造物の基本強度の統一評価に関するシンポジウム資料集, 文部省科学研究費補助金, I-5, pp. 32~44, 1988年1月。

7) ECCS: EUROCODE 3, Common Unified Code of Practice for Steel Structures, Draft, March 1983.

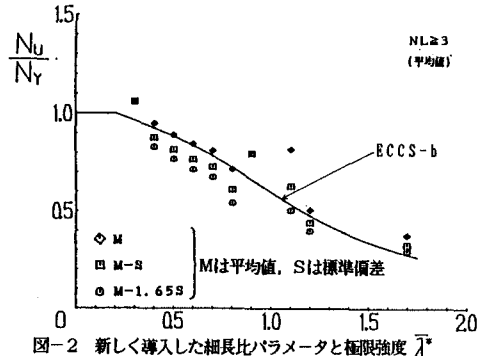


図-2 新しく導入した細長比パラメータと極限強度 $\bar{\lambda}^*$

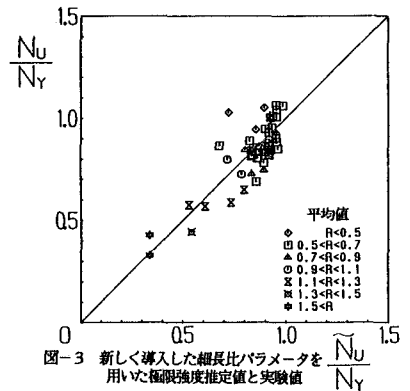


図-3 新しく導入した細長比パラメータを用いた極限強度推定値と実験値

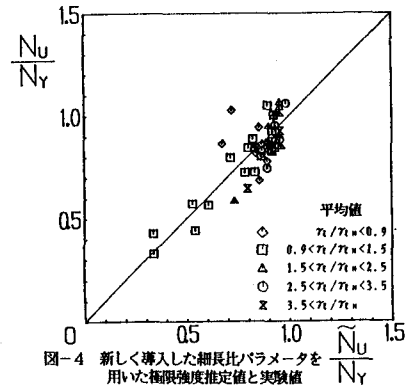


図-4 新しく導入した細長比パラメータを用いた極限強度推定値と実験値