

鋼橋腹板部の初期不整と耐荷力に関する統計学的研究

京都大学工学部 正員 丹羽義次
 京都大学工学部 正員 渡辺英一
 京都大学大学院 学生員 ○岩清水善隆

1. はじめに 鋼橋の初期不整と耐荷力の関係については、確定論的研究と確率論的研究がある。本研究は後者の立場を採り、鋼橋腹板部に関する既存データをもとに解析、考察を行った。そのデータは無次元化された設計パラメータと初期不整から成るが、本研究の目的として次のものが上げられる。(1) 設計パラメータの統計処理による実橋の特性の把握、(2) 初期不整の統計処理による示方書の初期不整の制限値に対する評価、(3) 理論式を用いて初期不整、設計パラメータから耐荷力を算定し、耐荷力の分布から許容初期不整の評価。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. 解析方法

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。

初期不整と耐荷力とを関係付ける理論式として次の2つの式を取り上げた。

I. 水平補剛材の圧縮耐荷力式

腹板部分の有効幅が水平補剛材と協調すると仮定すると圧縮柱とみなすことができる。補剛材の突出端で塑性域に達する時

の極限耐荷力は次式で与えられる。

$$\frac{\sigma_u}{\sigma_Y} = \left(1 + \frac{C_V}{r^2} \frac{1}{1 + \lambda^2 \frac{\sigma_Y}{\sigma_u}} + \frac{C_E}{r^2} \sec \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\sigma_u}{\sigma_Y}} \right)^{-1} \quad (1)$$

$$\text{ここに} \quad \lambda = \frac{a}{r} \sqrt{\frac{\sigma_Y}{\pi E}} \quad (2)$$

ただし、 C , r , ν はそれぞれ補剛材の縁端距離、同回転半径、初期不整である。また偏心量 e については、0の場合と初期不整 ν に等しい場合について解析を行った。

II. 水平補剛材のねじれ座屈耐荷力式²⁾

ChatterjeeとDawlingによれば支持辺で塑性変形する荷重をもつて極限耐荷力と定義すれば、それは次式で与えられる。

$$K_{\text{eff}} = \frac{\sigma_u}{\sigma_Y} = \frac{m_y - 1}{26r^2 m_y} + 0.658 s^2 (m_y^2 - 1) \quad (3)$$

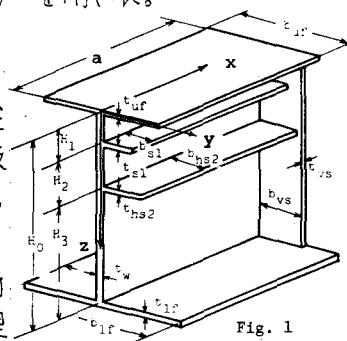
$$\left. \begin{aligned} \text{ここに} \quad & 3.849r^2 s^2 m_y^2 - \frac{1}{m_y} = 2.6r^2 + 3.849r^2 s^2 - 1 \\ & r = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_Y}{E}}, \quad s = \frac{\delta}{a} \sqrt{\frac{E}{\sigma_Y}} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

ただし、 δ は初期不整の値である。

3. 結果及び考察

初期不整の度数分布にWeibull及びGamma分布をFittingさせ確率モデルを決定した。そのモデルより板パネルの初期不整の制限値に対する超過確率はめずかだが、補剛材の水平初期不整の制限値の超過確率は高いことがわかった。

Fig. 2は、偏心量 e が0の場合の σ_u/σ_Y の度数分布を示している。これより、実在する初期不整のため σ_u/σ_Y が平均で10%強



最大で45%減少しているのが認められる。
偏心量 e が初期不整 ϵ に等しい場合はそれ
それ、20%弱、60%減少した。

Fig.3は、 σ_u/σ_y と初期不整 cv/r^2 が強い相
関をもっていることを示している。また
式(1)に用いた設計パラメータと σ_u/σ_y との
相関はあまり強くなかった。よって σ_u/σ_y
に影響を及ぼす因子として設計パラメータ
よりも初期不整の方がはるかに大きいこと
がわかったが、当然のことであろう。

初期不整と耐荷力を1対1対応させるた
め、 λ としてその平均値 λ を採った。ま
た初期不整 cv/r^2 の平均、分散をそれぞれ
 μ 、 σ とする。その初期不整の特性値(μ 、 $\mu+\sigma$ 、 $\mu+2\sigma$ 、 $\mu+3\sigma$ 、そして、超過確率
25%、5%、10%の cv/r^2 の値)に対応する
 σ_u/σ_y の値とFig.2で示された σ_u/σ_y の特性
値とを比較した。これから、 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_{σ} 、 $\mu_{\sigma}-\sigma_{\sigma}$ 、非超過確率10%)
ではほぼ一致しているのだが、 $\mu+2\sigma$ 、 $\mu+3\sigma$
超過確率25%、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 が小さくなるほど
初期不整の分散が大きいことがわかった。

次にねじれ座屈に対する耐荷力式から得
られた結果をみると、 K_{su} は平均で0.1%、
最大でも2%弱の低下しか認められなかつ
た。このことより、実在する初期不整の
大きさではねじれ座屈に対してあまり影響
を及ぼさないことがわかった。Fig.4は K_{su}
と初期不整を含んでいる λ との相関を示し
ている。

さらにFig.3とFig.4との分布から、補剛材
のねじれ座屈耐荷力より、圧縮耐荷力の方
が初期不整に対して敏感であることがわか
る。なお詳細な結果は当日発表する。

参考文献

- 1) 三宅, 山本: SPSS
統計パッケージ基礎編
東洋経済新報社
- 2) Chatterjee, S &
P.J. Dowling ;
The Design of Box
Girder Compression
Flanges, Steel Plated
Structures,
Crosby Lockwood
Staples, London,
1977

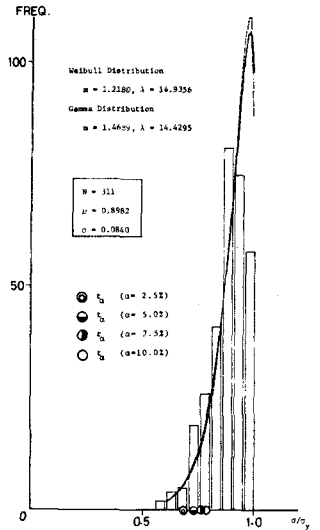


Fig. 2

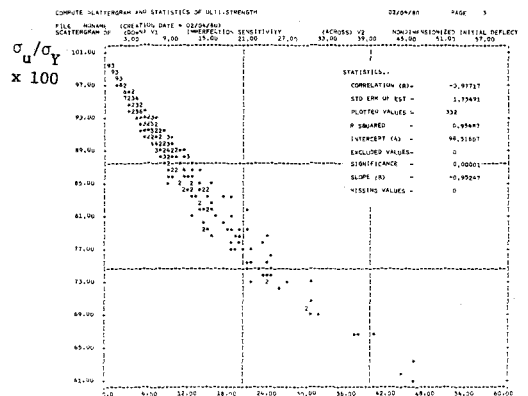


Fig. 3

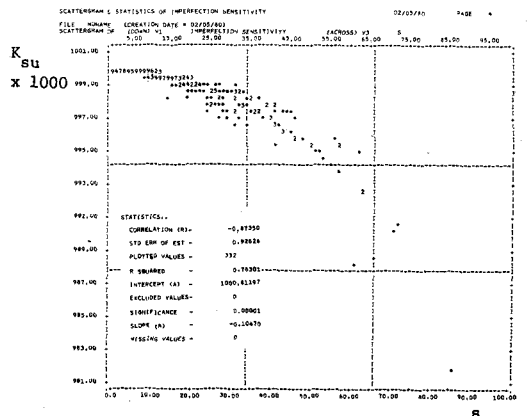


Fig. 4