

I - A87

垂直補剛材長を考慮した腹板パネルの極限せん断強度の評価法

鹿島建設(株) 正員 小倉 勉
岐阜大学工学部 正員 奈良 敬

1. まえがき

一般的な多主鉄桁橋では腹板に溶接された垂直補剛材下端部の溶接部から疲労亀裂が生じ、それが引張フランジに進展して重大な損傷になって耐久性を損なう場合が多い。そこで座屈強度のみならず疲労強度の向上の観点からも腹板の補剛設計を見直し合理的な垂直補剛材の位置について検討する必要がある。本研究では、垂直補剛材の長さを変化させたときの腹板パネルの極限せん断強度の数値解析結果¹⁾に基づいて垂直補剛材長をパラメータとする腹板の極限せん断強度の評価式の提案を行い、腹板パネルの補剛設計のための基礎資料の提示を行う。

2. 解析モデル

垂直補剛材長を考慮した腹板パネルの解析モデルを図-1に示す。数値解析に用いたパラメータは次の通りである。

- ・幅厚比パラメータ R_t : $R_t = \frac{d}{t_w} \sqrt{\frac{\tau_y}{E} \frac{12(1-\nu^2)}{\pi^2 k_t}}$ (1)
- ・垂直補剛材長のパラメータ s/d : 補剛材長さ s を腹板高 d で無次元化した s/d をパラメータとする。

3. 評価法

強度評価式の作成にあたっては、文献2)の純せん断を受ける鋼板の極限強度曲線と文献3)の平均値曲線および下限値曲線を用いることにする。この曲線に基づいて垂直補剛材長を考慮した場合の腹板の極限せん断強度と等しくなるような純せん断を受ける鋼板の幅厚比パラメータ R_t^* を求める。そして、 R_t^* を用いた強度評価式の妥当性について考察する。

(1) 等価幅厚比パラメータの推定法

式(2)で表される文献2)の極限強度曲線に数値解析により求めた極限せん断強度を代入して等価幅厚比パラメータ R_t^* を求める。また、同様に式(3)と式(4)で表される平均値曲線と下限値曲線から等価幅厚比パラメータ R_t^* を求める。

$$\bar{\tau}_{\max} / \tau_y = (0.486 / R_t^*)^{0.333}, \quad 0.486 \leq R_t^* \leq 2 \quad (2)$$

$$\bar{\tau}_{\max} / \tau_y = (0.611 / R_t^*)^{0.315}, \quad 0.611 \leq R_t^* \leq 2 \quad (3)$$

$$\bar{\tau}_{\max} / \tau_y = (0.610 / R_t^*)^{0.391}, \quad 0.610 \leq R_t^* \leq 2 \quad (4)$$

幅厚比パラメータ R_t と等価幅厚比パラメータ R_t^* の関係より、垂直補剛材長を考慮した等価幅厚比パラメータの推定値 R_t^* は次式で表すことができる。

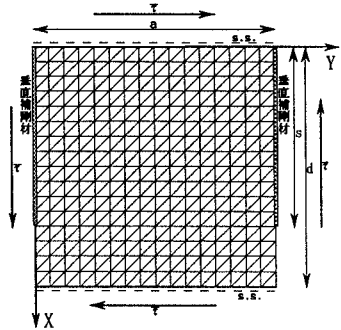
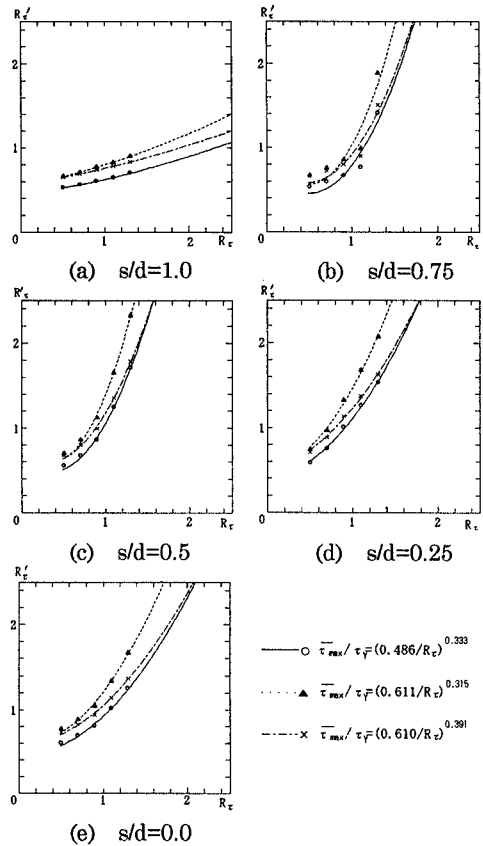


図-1 解析モデル

図-2 R_t^* と R_t の関係

キーワード (腹板, せん断, 極限強度, 設計, FEM)

連絡先 (〒501-11 岐阜市柳戸1-1 TEL 058-293-2405 FAX 058-293-2425)

$$R_t^* = f(R_t, s/d) \quad (5)$$

ここで $f(R_t, s/d)$ は、幅厚比パラメータ及び垂直補剛材長の関数であり次式のように R_t の2次式とする。

$$f(R_t, s/d) = a_0 + a_1 \cdot R_t + a_2 \cdot R_t^2 \quad (6)$$

$$a_i = b_{0i} + b_{1i} \cdot s/d + b_{2i} \cdot (s/d)^2 \quad (7)$$

s/d の値別に幅厚比パラメータ R_t と等価幅厚比パラメータ R_t' の関係を2次式で表現した結果を図-2に示す。

(2) 極限せん断強度の推定法

最小二乗法より式(6)と式(7)を求めることにより、等価幅厚比パラメータの推定値 R_t^* ならびに垂直補剛材長を考慮したときの極限強度の推定値 $(\bar{\tau}_{max}/\tau_y)^*$ は次式を用いて計算する。

(a) 文献2)提案されている最大初期たわみ量が $d/150$ のときの極限強度曲線を用いた場合

$$(\bar{\tau}_{max}/\tau_y)^* = (0.486/R_t^*)^{0.333}, \quad 0.486 \leq R_t^* \leq 2 \quad (8)$$

$$R_t^* = (0.265 + 4.034(s/d) - 4.074(s/d)^2) R_t^2 + (0.306 - 4.246(s/d) + 3.779(s/d)^2) R_t + 0.380 + 0.894(s/d) - 0.749(s/d)^2 \quad (9)$$

(b) 文献3)で提案されている極限強度の平均値曲線を用いた場合

$$(\bar{\tau}_{max}/\tau_y)^* = (0.611/R_t^*)^{0.315}, \quad 0.611 \leq R_t^* \leq 2 \quad (10)$$

$$R_t^* = (0.496 + 1.329(s/d) - 1.134(s/d)^2) R_t^2 + (0.389 - 6.166(s/d) + 5.550(s/d)^2) R_t + 0.387 + 5.789(s/d) - 5.870(s/d)^2 \quad (11)$$

(c) 文献3)で提案されている極限強度の下限值曲線を用いた場合

$$(\bar{\tau}_{max}/\tau_y)^* = (0.610/R_t^*)^{0.391}, \quad 0.610 \leq R_t^* \leq 2 \quad (12)$$

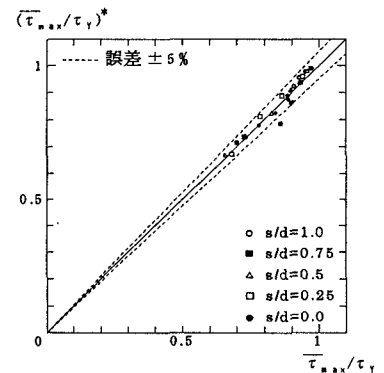
$$R_t^* = (0.224 + 3.621(s/d) - 3.621(s/d)^2) R_t^2 + (0.360 - 3.691(s/d) + 3.180(s/d)^2) R_t + 0.494 + 0.725(s/d) - 0.573(s/d)^2 \quad (13)$$

上述の極限せん断強度推定法により求めた極限せん断強度の推定値 $(\bar{\tau}_{max}/\tau_y)^*$ と数値解析による極限せん断強度 $\bar{\tau}_{max}/\tau_y$ を比較した結果を図-3に示す。これらの図より式(8)～式(13)で示される推定式は $s/d=0.75$ の場合の一例を除きいずれも誤差が $\pm 5\%$ 以内に収まっていることがわかる。また、誤差が $\pm 5\%$ からはずれた $s/d=0.75$ の場合でも誤差は -9% であり安全側に極限強度を評価している。これより本研究で示した垂直補剛材長を考慮した腹板の極限せん断強度の評価式で極限せん断強度は有用性の高いものと判断される。

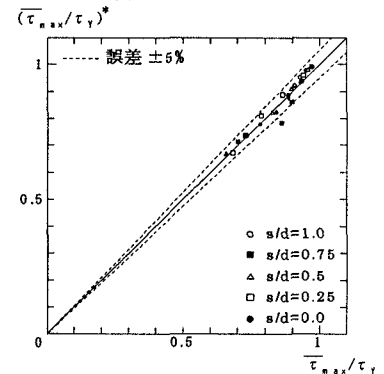
4. あとがき

本研究において等価幅厚比パラメータを提案した。そして、この等価幅厚比パラメータを用いて垂直補剛材長を考慮した場合の極限せん断強度の推定式を求めた。

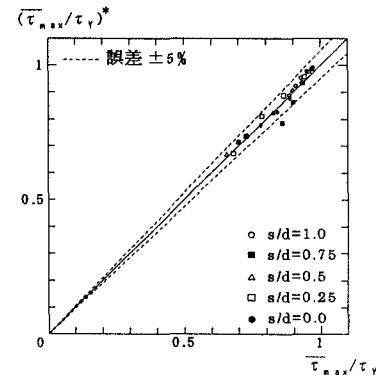
参考文献 1) 奈良 敬・小倉 勉：垂直補剛材長を考慮した純せん断を受ける腹板パネルの極限強度，鋼構造年次論文報告集，第3巻，pp.321-328，1995年11月。2) 奈良 敬・出口恭司・福本勝士：純せん断応力を受ける鋼板の極限強度に関する研究，土木学会論文集，第392号/I-9，pp.265-271，1988年4月。3) Nara, S and Fukumoto, Y.: Étude statique de la résistance ultime des plaques en acier sollicitées dans leur plan, Construction Métallique, n°3, pp.15-24, 1991.



(a) $w_{0,max}=d/150$



(b) 平均値曲線



(c) 下限値曲線

図-3 推定値と解析結果との比較