

名古屋高速道路公社

正員 前野 裕文

名古屋工業大学

正員 長谷川 彰夫

1. まえがき 端補剛材を持つ圧縮板要素の解析は中間補剛材のそれに比して、あまり多くなく F. Bleich⁽¹⁾, J. Scheer⁽²⁾ 等によってなされているのみでそれらも設計には十分反映されていない。本報告では有限帯板法(F.S.M)を用い端補剛材を持つ圧縮板要素の解析を行い、その結果をもとに現行の設計示方書の端補剛材の所要剛比の規定について検討した。ここで現行の示方書としては AISI 示方書⁽³⁾、軽量形鋼構造設計施工指針⁽⁴⁾を用いる。Fig. 1 に示す端補剛材の役割は、補剛材を取り付けることによって、取り付けられた板が単純支持に近い挙動を示すことを期待するもので、端補剛材を持つ板の座屈係数(K)が実用上 4.0 とみなせる場合の補剛材の剛比($\gamma = EI_s/bD$)を所要剛比と呼ぶ。

2. 現行の示方書の問題点⁽⁵⁾ 現行の AISI 示方書 によれば端補剛材の重し軸まわりの所要剛比は次式で与えられる

$$\gamma_{\min} = \frac{19.98 \sqrt{(W/t)^2 - 4000/F_y}}{(W/t)} \quad (1)$$

ここにもは板厚、W はフランジの幅、 F_y は鋼材の降伏応力(ksi)である。Fig. 2 にも示すように端補剛材の所要剛比は辺長比(d)の値に関係なく一定となる。Bleich, Scheer の結果を認めるとすれば辺長比(d)が変化してもかかわらず同じ値の剛比を用いることは辺長比(d)が大きくなるに従って周辺単純支持が期待できなくなることを示す。冷間加工部材では横補剛材を用いることはまれで辺長比が一般に比較的大きな値となることを考えると AISI 示方書において式(1)と端補剛材の所要剛比として採用しているのは、非常に危険側に剛比を採用していることになる。

3. 解析方法 Fig. 3 に示す板要素を辺長比($d=96$)面積比($\delta = A_s/bt$)、剛比($\gamma = EI_s/bD$)の無次元パラメーターを用い有限帯板法により解析した。ここで I_s は補剛材の断面 2 次モーメント、 A_s は補剛材の断面積、 $E = 2.1 \times 10^5$ kg/cm²、 $D = Et^3/12(1-\nu^2)$ 、 ν はポアソン比(=0.3)であり補剛材のねじり剛性の影響は無視した、またパラメーターの値としてはリップ付きフランジとして妥当な範囲と考えられる $0 \leq \gamma \leq 100$, $0 \leq \delta \leq 0.3$, $0 \leq d \leq 16$ を用いた。

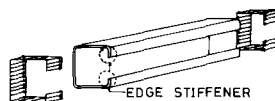


Fig. 1 リップみぞ形鋼の端補剛材

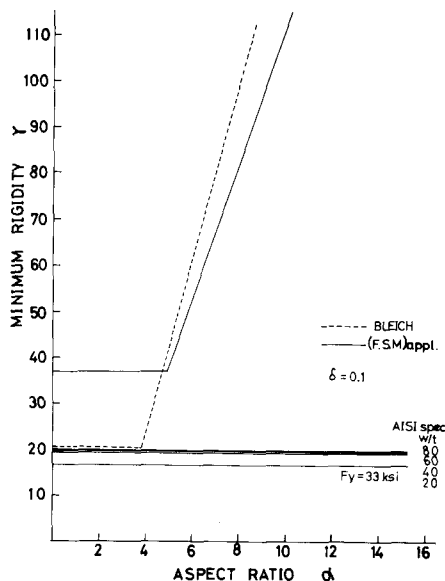


Fig. 2 辺長比と最小剛比の関係

4. 解析結果と設計への適用 Fig.4 に示すような

数値計算結果をもとに回帰分析し周辺単純支持とみなせる場合、すなわち座屈係数に4.0が期待できる場合の所要剛比(γ)、辺長比(α)、面積比(δ)の関係式を式(2)で与え、また周辺単純支持まで期待せずそれよりゆるい境界条件としての仕様の座屈係数を期待し得るための端補剛材の設計剛比と辺長比、面積比の関係式を式(3)で与えた。

以上のこととまとめると

① 一非載荷辺がウェブで支持され、他非載荷辺に端補剛材を持つ圧縮を受ける板の端補剛材の剛比は両非載荷辺単純支持の条件を期待するためには次の値以上でなければいけない。

$$\begin{aligned}\gamma &= 36.1 + 6.0 \delta & \alpha \leq \alpha_0 & (2) \\ &= (28.39\delta + 12.77)\alpha - (44.83\delta + 31.36) & \alpha \geq \alpha_0 \\ \alpha_0 &= 5.03 - 3.97\delta\end{aligned}$$

ただし補剛材の剛比は $\gamma_{\max}$ を越えてはならない

② ①の計算で補剛材の剛比が $\gamma_{\max}$ を越える場合は中間補剛材などの取り付けにより辺長比(α)の値を小さくするか、期待すべき座屈係数を目的に応じて小さくとり、次の式によって端補剛材の剛比を求める。

$$\begin{aligned}\gamma &= (-0.06 + 0.32K - 0.51\delta + 1.17K\delta)\alpha^2 \\ &\quad + (0.79 - 0.43K)\alpha + (-10.98 + 4.45K + 28.06\delta - 9.50K\delta) & (3)\end{aligned}$$

③ 端補剛材の剛比を計算する場合の所要断面2次モーメントは端補剛材と板の接触面に関する値とする。

①、②、③は端補剛材の実用設計上の立場から提案したものである。ここで $\gamma_{\max}$ は冷間加工溝型断面のように一枚の板を用いて成形するとき端補剛材のリップとしての機能、外観、経済上の理由から設けられる設計剛比の上限値である。

参考文献

1. F.Bleich; Buckling Strength of Metal Structures, McGraw-Hill, 1952
2. J.Scheer; Stabilität der dreiseitig gestützten Rechteckplatte, Der Stahlbau, 1959
3. American Iron and Steel Institute, Specification for the design of Cold-Formed Steel Structural Members, 1968.
4. 軽量形鋼構造設計施工指針・同解説, 日本建築学会, 1974
5. A.Hasegawa and N.C.Lind; Design of Cold-Formed Steel Stiffened Elements, Stability of Steel Structures, 1977
6. 長谷川・太田・面野; 補剛された板要素の座屈強度に関する一考察, 土木学会論文報告集, 第232号, 1974

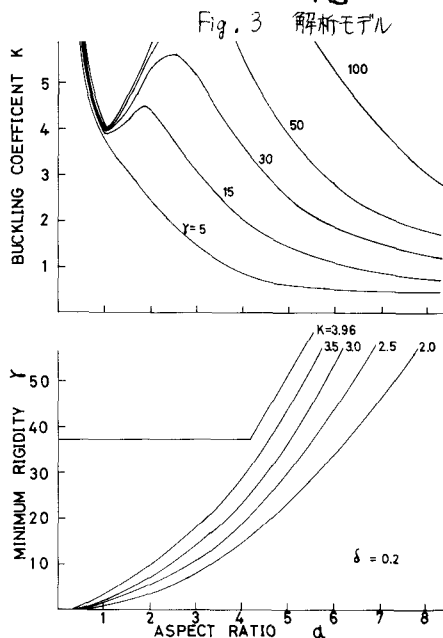
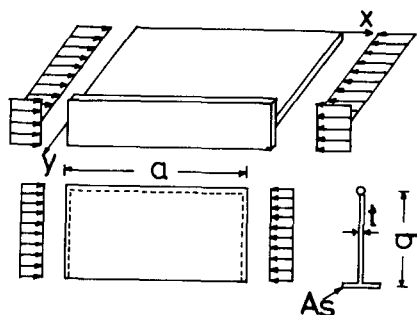


Fig.4 辺長比、座屈係数と最小剛比の関係