

等間隔に縦補剛されたアルミニウム合金板のせん断耐力

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 ○鶴見 一恵
大阪大学大学院工学研究科 正会員 大倉 一郎

1. はじめに

アルミニウム合金（以下，AL 合金と記す）は軽量で耐食性に優れるため，歩道橋および拡幅歩行者用床版に使用されるようになってきた．さらに，2011 年，道路橋用 AL 床版を用いた鋼桁橋が建設され，2015 年には津波対策用緊急仮設橋に AL 床版が採用された．このような状況で，道路橋の桁にも AL 合金材が適用されることが期待される．0.2%耐力の高い 6000 系 AL 合金材を道路橋の桁に適用するために，図 1 に示すような，等間隔に縦補剛された AL 合金桁が提案された．本研究では，等間隔に縦補剛された AL 合金板のせん断耐力を明らかにすることを研究目的とする．

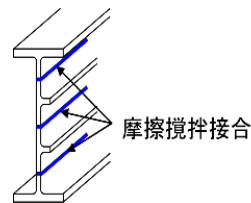


図 1 縦補剛された桁

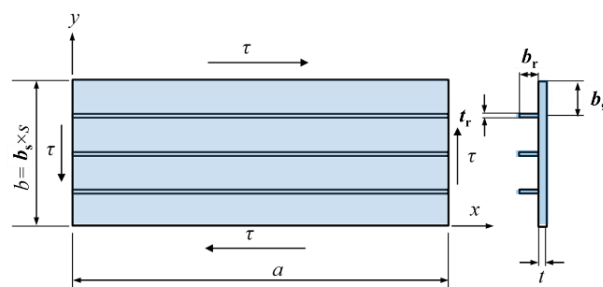


図 2 解析対象

2. 面内せん断を受ける AL 合金板の耐力

面内せん断を受ける，無補剛の長方形板の耐力は 6000 系 AL 合金に対して次式で与えられる¹⁾．

$$\frac{\tau_u}{\tau_{0.2}} = \begin{cases} 1 & (R \leq 0.6) \\ \frac{1.2}{R} - \frac{0.36}{R^2} & (0.6 < R < 1.09) \\ 0.8 \left(\frac{1.09}{R} \right)^{0.81} & (1.09 \leq R \leq 3.0) \end{cases} \quad (1)$$

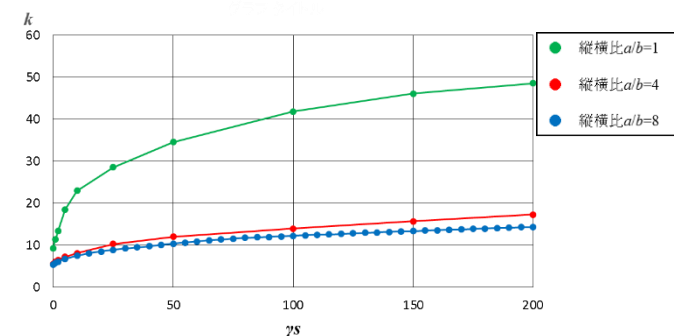
$$\tau_{0.2} = \frac{\sigma_{0.2}}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

$$R = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{12(1-\mu^2)}{k} \frac{\tau_{0.2}}{E} \frac{b}{t}} \quad (3)$$

$$k = 5.34 + \frac{4b^2}{a^2} \quad (a/b \geq 1) \quad (4)$$

ここに， τ_u ：せん断耐力， $\sigma_{0.2}$ ：0.2%耐力， $\tau_{0.2}$ ：0.2%せん断耐力， R ：幅厚比パラメータ， E ：ヤング係数 (=70GPa)， μ ：ポアソン比(=0.3)， k ：座屈係数， a ：長方形板の長さ， b ：長方形板の幅， t ：長方形板の板厚

3. 縦補剛された長方形板の座屈係数

図 3 せん断座屈係数と縦補剛材剛比 ($s=3$)

汎用有限要素解析プログラム MARC を用いて，面内せん断を受ける，縦補剛された長方形板の座屈解析を行う．解析対象を図 2 に示す．4 辺単純支持された長方形板の下辺の水平変位を拘束し，上辺に強制の水平変位を与える． $s=3$ に対する解析結果を図 3 に示す．ここで，図 2 を参照して， s は隣接する縦補剛材で区切られた板要素の総数であり，縦補剛材剛比 γ は次式で与えられる．

$$\gamma = \frac{EI_r}{Db} = \frac{4j(1-\mu^2)\beta_r^3(t_r/t)^4}{b/t} \quad (5)$$

キーワード アルミニウム合金，板，縦補剛材，せん断，耐力

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 TEL, FAX : 06-6879-7621

ここに, I_r : 一つの縦補剛材の断面二次モーメント, D : 板曲げ剛性, $\beta_r = b_r/t_r (=6.28)$: 縦補剛材の幅厚比, t_r/t : 縦補剛材と長方形板の板厚比, j : 片側補剛のとき 1, 両側補剛のとき 2.

図 3 の解析結果は次式で近似される.

$$k = 5.34 + \frac{4b^2}{a^2} + c_1(\gamma s)^{c_2} \quad (6)$$

ここに, c_1 と c_2 : 定数.

式(3)の k に式(6)を用いて次式を得る.

$$R = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{12(1-\mu^2)}{5.34 + \frac{4b^2}{a^2} + c_1(\gamma s)^{c_2}}} \frac{\tau_{0.2}}{E} \frac{b}{t} \quad (7)$$

式(5)と(7)から b/t を消去して次式を得る.

$$\frac{t_r}{t} = \left\{ \frac{\pi R \sqrt{\frac{5.34 + \frac{4b^2}{a^2} + c_1(\gamma s)^{c_2}}{12(1-\mu^2)}} \frac{E}{\tau_{0.2}}}{4j(1-\mu^2)\beta_r^3 s} \right\}^{\frac{1}{4}} \gamma s \quad (8)$$

4. 縦補剛された長方形板のせん断耐力

汎用有限要素解析プログラム MARC を用いて, 面内せん断を受ける, 縦補剛された長方形板の弾塑性有限変位解析を行う. 解析対象は, 式(8)の関係を満たす, 縦補剛された A6061-T6 の長方形板である. 応力-ひずみ関係として次式を用いる.

$$\begin{cases} \varepsilon = \frac{\sigma}{E} + 0.002 \left(\frac{\sigma}{\sigma_{0.2}} \right)^n & (\sigma \leq \sigma_{0.2}) \\ \sigma = \sigma_{0.2} & (\sigma \geq \sigma_{0.2}) \end{cases} \quad (9)$$

ここに, ε : ひずみ, σ : 応力, $\sigma_{0.2} = 245 \text{ MPa}$, $n=29.1$.

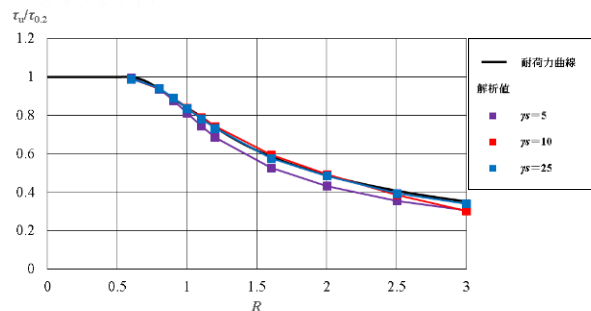
初期たわみに対して次式を仮定する.

$$w_0 = \frac{b}{250} \sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{b}\right) \quad (10)$$

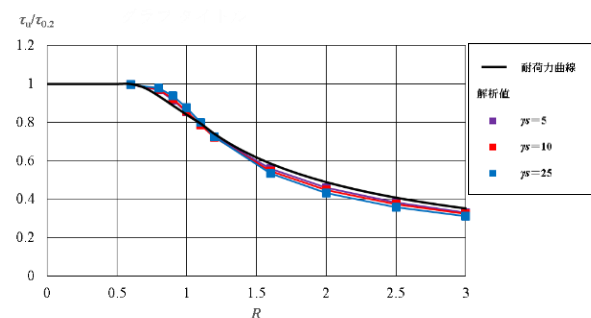
ここに, m と n : 整数.

m と n に対して座屈モード数を採用する.

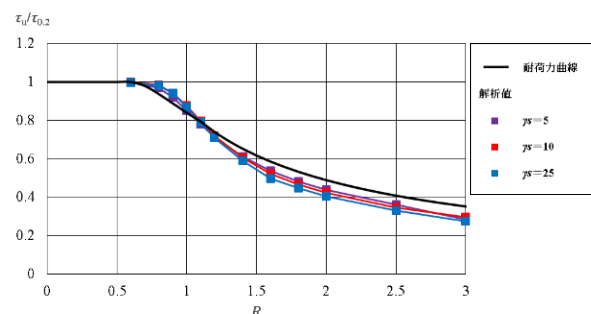
耐力力曲線と解析値の比較を図 4 に示す. 耐力力曲線は式(1)で与えられる. 解析値は式(7)で与えられる R を用いてプロットする. $a/b=1$ の場合, 解析値は耐力力曲線を下回り, その値は, γs の大小に関係付けることができない. $a/b=4$ と 8 の場合, 解析値は, R が約 1.1 以



(a) $a/b=1$



(b) $a/b=4$



(c) $a/b=8$

図 4 耐力力曲線と解析値の比較 ($s=3$)

下では耐力力曲線を上回り, その値は, γs が大きくなるに従って大きくなる. しかし, R が約 1.1 以上では, 解析値は, 耐力力曲線を下回り, その値は γs が大きくなるに従って低下する.

参考文献

1. 大倉一郎, 寺川勝大: 面内せん断を受けるアルミニウム長方形板の耐力力, 土木学会 論文集 A1, Vol.69, No.3, pp.491-504, 2013.