

I-18

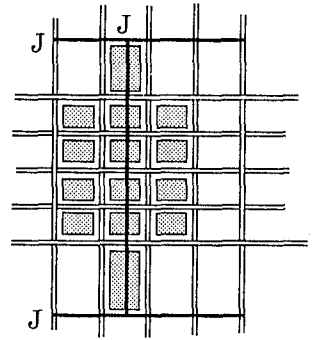
2方向圧縮補剛板の縦リブ剛度の算定法についての一考察

三菱重工業(株) 正会員 ○熊谷洋司
 東京電機大学 正会員 井浦雅司
 三菱重工業(株) 土屋美和

1.はじめに

2方向圧縮補剛板の縦リブの設計は、それぞれ1方向のみに着目し、その所要剛度を満足させるような縦リブを2方向に配置するのが一般的であるが、輸送上の制約等から、圧縮補剛板内に高力ボルト継手がある場合には、2方向にリブが配置されると、継手直角方向の縦リブしか配置できない場合が発生する。(図-1)

この場合、2方向圧縮応力下での1方向縦リブの剛度照査が必要となるが、この点に関しては未だ十分な研究がなされていないのが現状である。本報告では、まず2方向圧縮補剛板の単一パネル強度としてBSを用いた手法(文献(1))及び文献(2)の手法(道示対応)を用い、次に縦リブ所要剛度の算定として文献(2)の手法を適用し、その所要剛度の比較検討を与えるものである。



J:高力ボルト継手

図-1.2方向圧縮補剛板の継手構造

2.縦リブ所要剛度の算定

縦リブ、横リブで囲まれた単一パネルのアスペクト比が十分大きいものとし、単一パネルの長辺、短辺方向の座屈係数をそれぞれ4.0及び1.0を用いると、BS, Valsgård, Faulknerの単一パネルの耐荷力曲線は表-1に示されるとおりとなる。ここに、

- σ_x ; 縦リブ方向(長辺方向)の圧縮応力度
- σ_y ; 縦リブ直角方向(短辺方向)の圧縮応力度
- σ_Y ; 鋼の降伏応力度 E ; 鋼のヤング率
- b ; 単一パネル幅、 t ; 単一パネル板厚

一方、2方向圧縮応力作用下の縦リブ剛度の算定法に関しては文献(2)の手法が提案されており、その設計法は圧縮補剛板の等価幅厚比(R_F)と単一パネルの等価幅厚比(R_R)により規定された道路橋示方書・同解説(文献(3))にならっている。具体的には等価幅厚比を理想座屈応力のパラメータで置換したものであり、以下の設計手法においても同様な考え方が成立するものとしている。

- (1) 単一パネルの強度が降伏応力以下で定まる場合、すなわち単一パネルの限界等価幅厚比を越える場合には圧縮補剛板の理想座屈応力を単一パネルの理想座屈応力以上となるように設計する。
- (2) 単一パネルの強度が降伏応力で定まる場合、すなわち単一パネルの限界等価幅厚比以下の場合、圧縮補剛板の理想座屈応力を単一パネルでの

表-1.各基準での耐荷力相関式

	$R = \left(\sqrt{\frac{\sigma_x}{\sigma_y}} \right) \leq 0.526$ $\left\{ \begin{matrix} b/t \leq 0.500 \sqrt{\frac{E}{\sigma_y}} \\ \leq 1.000 \sqrt{\frac{E}{\sigma_y}} \end{matrix} \right.$	$0.526 \leq R \leq 1.052$ $\left\{ \begin{matrix} 0.500 \sqrt{\frac{E}{\sigma_y}} < b/t \\ \leq 1.000 \sqrt{\frac{E}{\sigma_y}} \end{matrix} \right.$	$R > 1.052$ $\left\{ \begin{matrix} b/t > 1.000 \sqrt{\frac{E}{\sigma_y}} \end{matrix} \right.$
BS	$\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_y} \right)^2 = 1$	$\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y} \right)^2 + 2.639 \left(\frac{b}{t} \right)^{1.4}$ $\frac{\sigma_y^2}{E^{0.7} \sigma_y^{1.3}} = 1$	$\frac{1}{\sigma_y^{1.3} E^{0.7}} \left(\frac{b}{t} \right)^{1.4}$ $\left\{ \sigma_x^2 + 2.639 \sigma_y^2 \right\} = 1$
Valsgård	$\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y} \right) - 0.25 \frac{\sigma_x \sigma_y}{\sigma_y^2} + \frac{\sigma_y^2}{\sigma_y^2} = 1$	$\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y} \right) - 0.4061$ $\frac{\sigma_x \sigma_y}{\sigma_y^{1.85} E^{0.35}} \left(\frac{b}{t} \right)^{0.70}$ $+ 2.639 \frac{\sigma_y^2}{\sigma_y^{1.30} E^{0.70}} \left(\frac{b}{t} \right)^{1.40}$	$\frac{\sigma_x}{\sigma_y^{0.85} E^{0.35}} \left(\frac{b}{t} \right)^{0.70}$ $- 0.4061 \frac{\sigma_x \sigma_y}{\sigma_y^{1.30} E^{0.70}}$ $\left(\frac{b}{t} \right)^{1.40} + 2.639 \cdot \frac{\sigma_y^2}{\sigma_y^{1.30} E^{0.70}} \left(\frac{b}{t} \right)^{1.40} = 1$
Faulkner	$\left(\frac{\sigma_x}{\sigma_y} \right) + \left(\frac{\sigma_y}{\sigma_y} \right)^2 = 1$	$\frac{\sigma_x}{\sigma_y} + 2.639 \frac{\sigma_y^2}{\sigma_y^{1.30} E^{0.70}}$ $\left(\frac{b}{t} \right)^{1.40} = 1$	$\frac{\sigma_x}{\sigma_y^{0.85} E^{0.35}} \left(\frac{b}{t} \right)^{0.70}$ $+ 2.639 \frac{\sigma_y^2}{\sigma_y^{1.30} E^{0.70}}$ $\left(\frac{b}{t} \right)^{1.40} = 1$

(R:等価幅厚比)

限界等価幅厚比での理想座屈応力以上となるように設計する。

文献(2)では、限界等価幅厚比を文献(3)にならい0.5とおいている。また、限界等価幅厚比以下の単一パネルの強度を、座屈相関曲線がフォンミーゼスの曲線の外側となるためフォンミーゼスの応力をとる代わりに無相関とした降伏応力で強度を定義している。

一方、表-1に示す強度相関式では応力比 $\rho=0(\sigma_y=0)$ の場合でのみ限界等価幅厚比Rが0.526で定義されるが $\rho \neq 0$ の場合では幅厚比の小さい場合においても非支配的な応力の存在により2方向圧縮応力下での単一パネルの強度が低下することになる。従って、非支配的な応力があれば、限界等価幅厚比が定まらず、幅厚比の小さいパネルにおいては縦リブの所要剛度が大きくなる。

表-1の中から強度相関曲線としてBS基準を選び、上記の縦リブ剛度算定法で所要剛度を算定し、併わせて文献(2)の手法で決定した縦リブ所要剛度と比較した結果を、図-2~図-5に示す。

なお、構造モデルは圧縮補剛板長3000mm、圧縮補剛板幅6@350mm=2100mmとし、板厚t、応力比 ρ 、材質をパラメーターとしている。

図-2~図-5より次のことがわかる。

- (1) $\rho=0$ では、文献(2)で定まる所要縦リブ剛度が幅厚比の小さい範囲ではBSによる所要縦リブ剛度より大きくなる。これは道示とBSとの限界等価幅厚比の違いによる。
- (2) $\rho \neq 0$ では、板厚が19mmを越えると文献(2)で定まる所要縦リブ剛度はBSで定まる所要縦リブ剛度より小さくなる。これはBSでは強度相関式上で塑性の影響が陽に考慮されずおらず限界等価幅厚比が定まらないことによる。

3. 結論

以下に結論をまとめる。

- (1) 道路橋示方書・同解説の考え方に基き2方向圧縮板の縦リブ剛度の算定法を提案した。
- (2) BSに基き所要縦リブ剛度を計算すると、等価幅厚比の小さい範囲で大きな剛度が必要となる。一方、文献(2)によると、限界等価幅厚比を考慮しているため、BSに比べて小さな剛度となる。この差異は、BS及び文献(2)の強度相関曲線の差異に起因している。今後実験等により正確な終局強度曲線を求めることが課題である。

4. 参考文献

- (1) 三上・木村・徳田；単一パネルの2軸圧縮強度の検討
土木学会第46回年次学術講演会概要集I、1991年9月
- (2) 熊谷・井浦・三浦；2軸圧縮補剛板の簡易設計法の一提案
土木学会第46回年次学術講演会概要集I、1991年9月
- (3) 道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編
社団法人 日本道路協会、1990年2月
- (4) 三上・木村・徳田；非対称断面プレートガーダーの終局強度に関する実験的研究、構造工学論文集 vol.37A、1991年3月

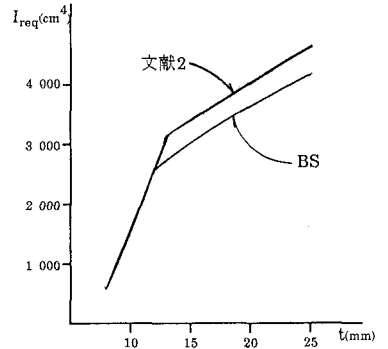


図-2. $\rho=0$ SS400

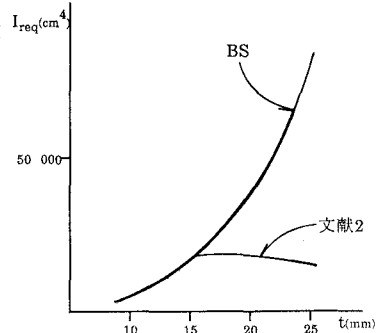


図-3. $\rho=0.4$ SS400

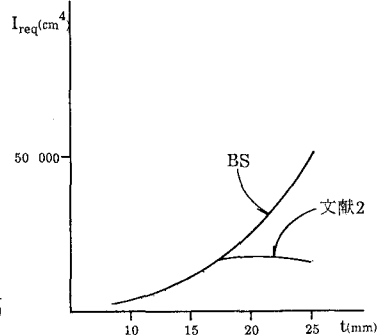


図-4. $\rho=0.2$ SM490

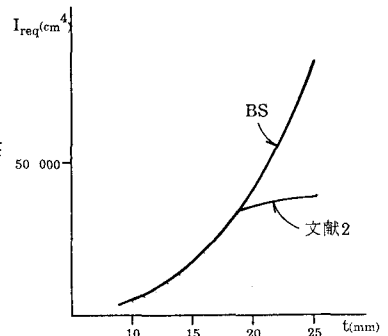


図-5. $\rho=0.4$ SM490