

圧縮を受ける補剛板の辺長比と必要剛比の関係について

大阪工業大学

正員 岡村宏一

東洋技研コンサルタント

正員 吉田公憲

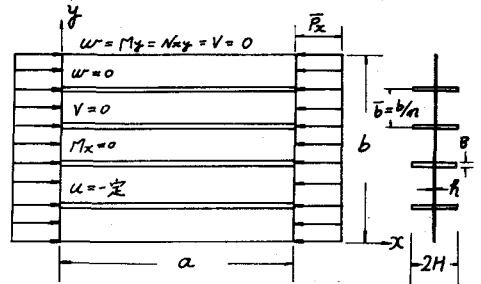
東洋技研コンサルタント

正員 石川一美

1. まえがき: 本文では, 圧縮を受ける補剛板の耐荷力に関する研究の成果を報告する。

今回は, 比較的小さな初期たわみを与えた1本から4本の補剛材を持つ板の耐荷力について, 辺長比と幅厚比を広い範囲に変化させた解析を行ない, 辺長比と幅厚比の変化に対応する補剛材の必要剛比(必要断面積比)を調べてみた。なお, 幅厚比の範囲は局部変形により耐荷力の低下が生じる比較的薄い板(幅厚比 $b/t = 40 \sim 140$)を対象にしている。また, 任意の辺長比を持つ単板の耐荷力については文献の解析値を引用した。

2. 境界条件と解析例: 図-1 に本文で扱った板の諸条件を示す。補剛材は等間隔に配置した。解析に用いた補剛材の剛比(γ)と, 断面積比(δ)および辺長比(λ)の範囲を表-1 に示す。なお, 補剛材の板厚は, すべて道路橋示方書に定める最小厚($B = t/2$)とし, 初期たわみの大きさ(w_0)は, 板厚 t の $1/10$ とする。以上の補剛板の耐荷力を弾性後座屈解析によって定め, 辺長比と幅厚比の変化に応じた補剛材の必要剛比を定めた。なお, 弾塑性解析はおこなっていないが, 文献で扱った板と同様に, 板の耐力として弾性限界応力を代用することができる。



$\bar{P}_x$: 圧縮力強度(P_x)の平均値

ポアソン比: 0.3

u, v : x, y 方向の変位

n : パネル数

降伏応力: $\sigma_y = 3200 \text{ kg/cm}^2$

初期たわみ: $w_0 = \frac{a^2}{2} \sin \frac{\pi x}{a} \sin \frac{\pi y}{b}$ 図-1

3. 解析データ: 図-2 (a)(b)(c)(d)には, 各辺長比について, 板あるいは補剛材が, 弾性限界応力に達した時の平均応力度(R)と, 降伏応力(σ_y)の比率(α)を破線で示し, その最小値を安全側に包絡したものを実線で示してある。(a)図で剛比(γ)が②, 辺長比 $\lambda = 35$ の場合における補剛材の α 値は $b/t = 53$ よりも小さい領域では x 方向に一次の座屈モード(破線)で定まり, $b/t = 53$ よりも大きい領域では高次の座屈モードを考慮した実線によって定まる。

図-3 (a)(b)(c)(d)には, 辺長比(λ) = $40 \sim 1.0$, 幅厚比(b/t) = $40 \sim 140$ の範囲で補剛材の必要剛比をグラフ化したものである。これらの図は, 図-2 より求めたもので, x 方向に高次の座屈モードを考慮した時の値に対して先の近似を用いれば, 図中1条破線以下の領域では直線で近似できる。すなわち, 1条破線以下の領域での必要剛比は, 辺長比(λ)の影響を受けないものと見なすことができる。図-4 (a)(b)(c)(d)には, 辺長比 = $40 \sim 1.0$, 幅厚比 = $40 \sim 140$ の範囲での必要断面積比が示してある。

補剛材本数	1本 ~ 4本
剛比 $\gamma = \frac{E \cdot I_s}{E \cdot I_b}$	7.0 ~ 300.0
断面積比 $\delta = \frac{F_s}{A}$	0.06 ~ 0.30
辺長比 $\lambda = a/b$	1.0 ~ 5.0

* $B = t/2$ $w_0 = 0.1t$ $F = 2Hb$ $A = b \cdot t$ 表-1

1) 岡村, 吉田: 圧縮を受ける長方形鋼板の終局強度

土木学会論文報告集 No. 206, 1972

2) 岡村, 吉田: 圧縮を受けるリブ付鋼板の弾塑性座屈

土木学会第29回年次学術講演会概要

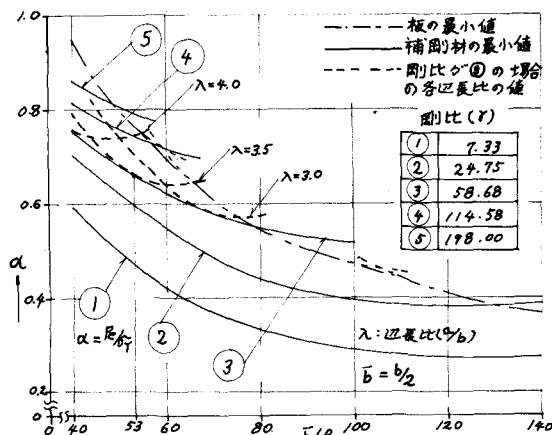


図-2(a) 補剛材1本の場合

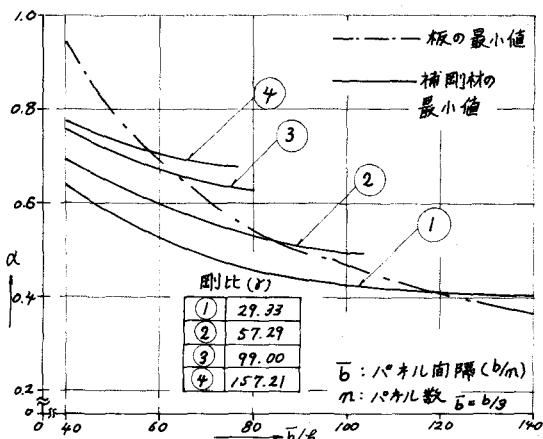


図-2(b) 補剛材2本の場合

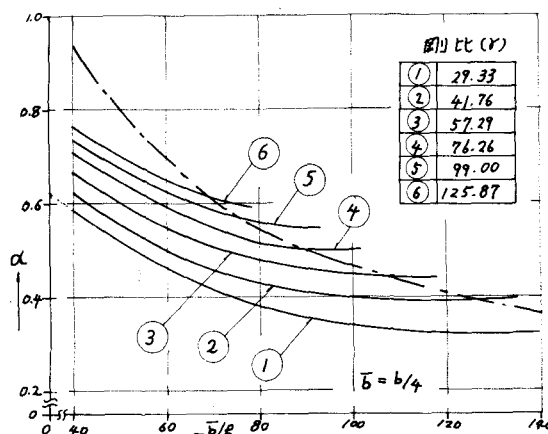


図-2(c) 補剛材3本の場合

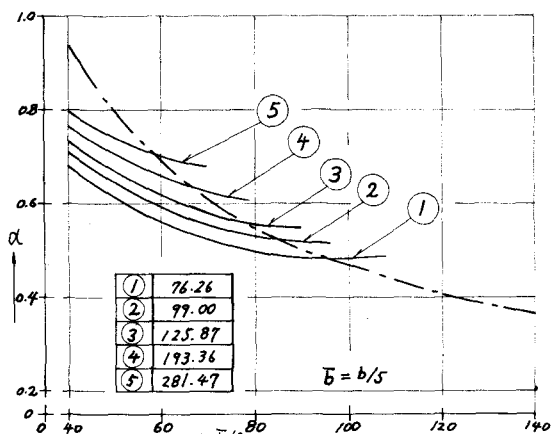


図-2(d) 補剛材4本の場合

図-5 (a)(b)(c)(d)は、各幅厚比(板)について必要断面積比(δ)との関係を示し、本解析値を直交異方性板として解析した値と比較してある。なお図中●印は、辺長比の影響を受けない領域を示したもので高次の座屈モードの値に対して図-2、図-3で仮定した近似によって与えている。なお、直交異方性板の解析値は次式によって求めた。

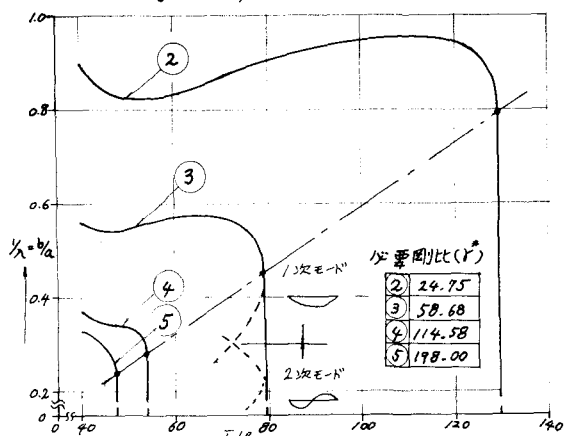


図-3(a) 補剛材1本の場合

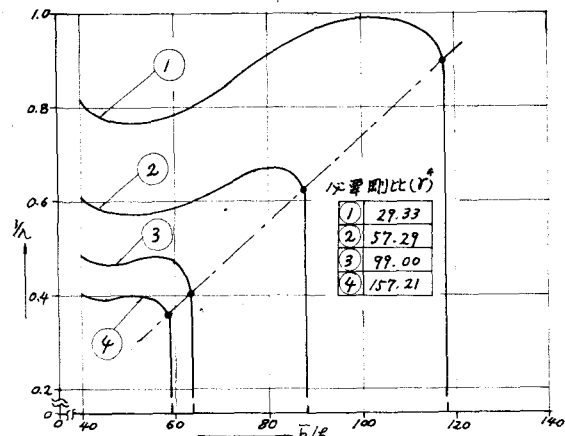


図-3(b) 補剛材2本の場合

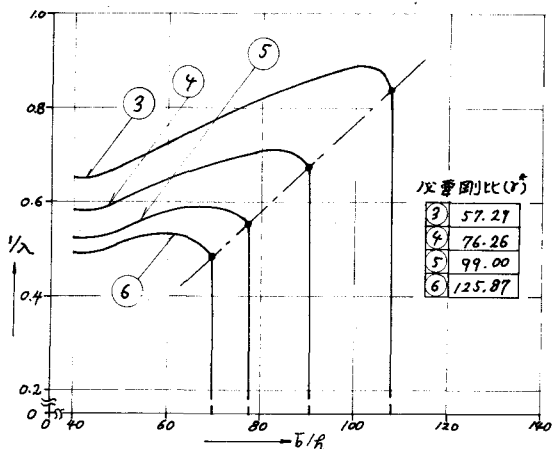


図-3(c) 補剛材3本の場合

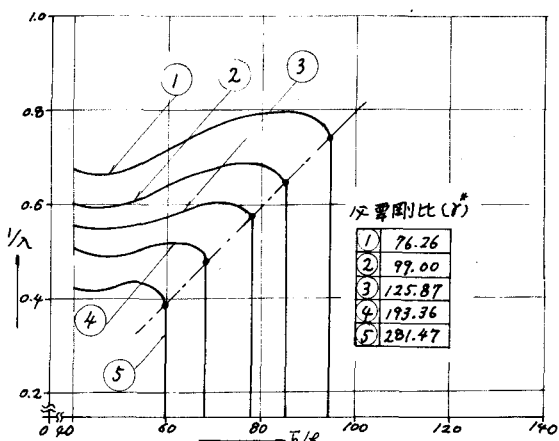


図-3(d) 補剛材4本の場合

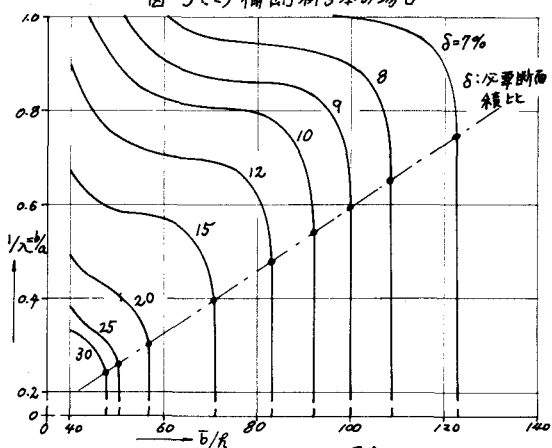


図-4(a) 補剛材1本の場合

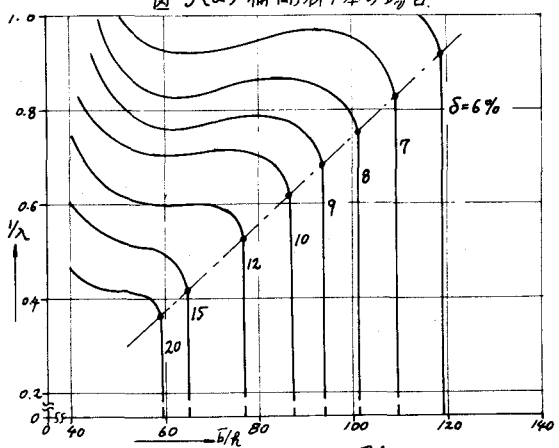


図-4(b) 補剛材2本の場合

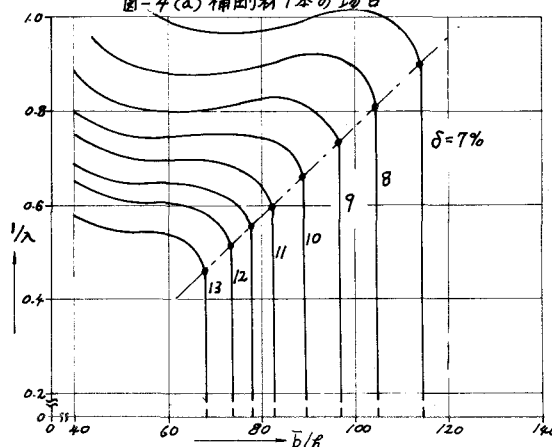


図-4(c) 補剛材3本の場合

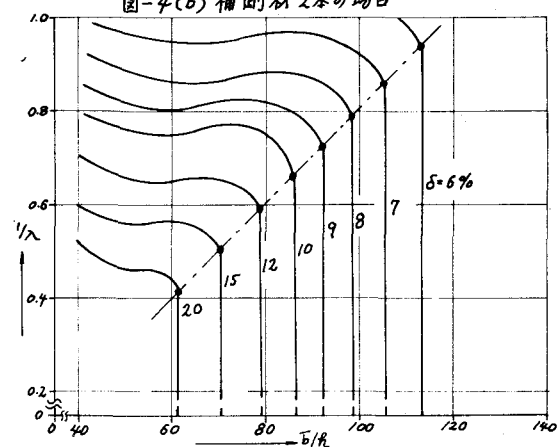


図-4(d) 補剛材4本の場合

$$\gamma = 4n\lambda^2(1+n\delta) - \frac{1}{n}(\lambda^2+1)^2 \quad \text{-----} \quad \lambda \leq \sqrt{2n^2(1+n\delta)-1}$$

$$\gamma = \frac{1}{n} [2n^2(1+n\delta) - 1]^2 - 1 \quad \text{-----} \quad \lambda > \sqrt{2n^2(1+n\delta)-1}$$

ただし $\gamma = 22n(b/R)\delta^2$
 n : パネル数

以上は、x方向には高次の座屈モード、y方向には1次の座屈モードを考慮した解析データである。次に、y方向の高次座屈に対して考察を加える。補剛材4本の板における座屈パターンは、表-2に示した4種類の形が考えられる。そこで、近似的に、仮定(1)につい

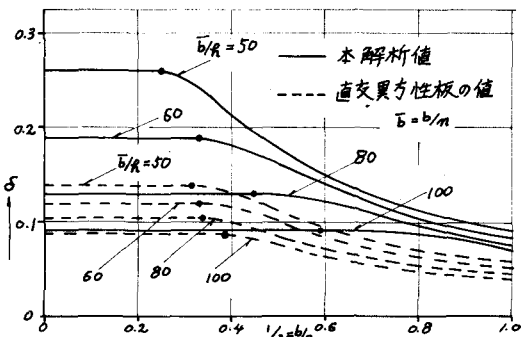


図-5(a) 補剛材1本の場合

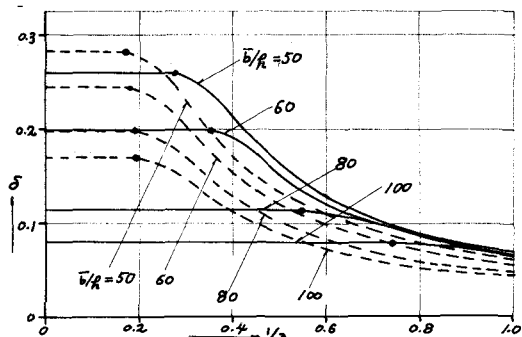


図-5(b) 補剛材2本の場合

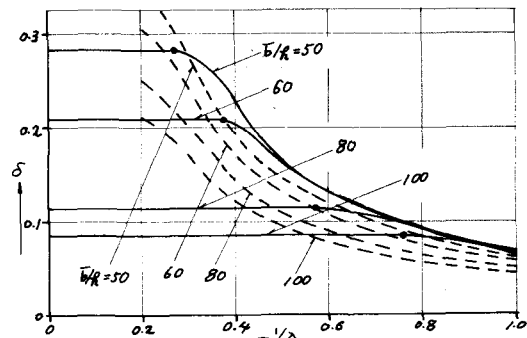


図-5(c) 補剛材4本の場合

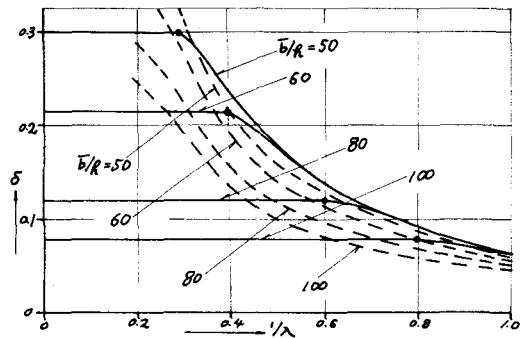


図-5(d) 補剛材4本の場合

ては補剛材3本の板の1次モードを、仮定(2)については補剛材2本の板の1次モードを、仮定(3)については補剛材1本の板の1次モードを代用して、補剛材4本の板について高次の座屈モードを考慮した必要断面積比と辺長比(λ)の関係を求めてみた。図-6には、補剛材4本、 $b/r=50$ の板について、各種座屈パターンにおける必要断面積比が示して

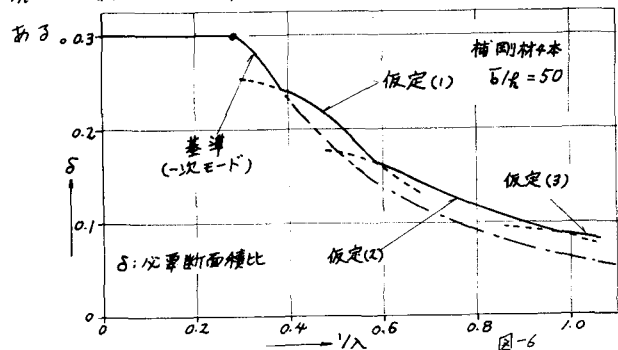


図-6

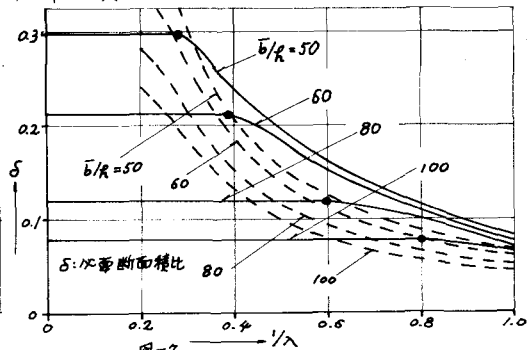


図-7

図-7には、各幅厚比(b/r)について図-6で示した必要断面積比を安全側に近似した値を示した。

4. あとがき: 解析結果(図-5)が示すように、本解析値と直交異方性板として解析した値とを比較すると、比較の厚い板($b/r=50$)では、補剛材1本の場合にはかなりの差があり、複数本になると両者は接近してくる。これは補剛材1本の板を直交異方性板と見なしたことが生じた差であると思われる。また、薄い板についてみると全体的にかなりの差が認められるが、この場合は後座屈の影響による差であると思われる。一方、図-6より、 $\lambda=1.0$ 付近についてみると、高次モードの値は、1次モードの値よりも高くなっており、辺長比の小さい領域では高次モードの考慮が必要になると思われる。