

補剛された圧縮板の極限強度特性に関する研究

大阪大学工学部 正員 小松 定夫
 大阪大学工学部 正員 北田 俊行
 大阪大学大学院 学生員 竹谷 栄一

1. まえがき 本文では、まず、①計算に必要なデータ（初期たわみ、残留応力および材料の降伏点など）が与えられている22個の実験値を用いて以前に発表した圧縮補剛板の極限強度計算法^{1,2)}の精度を十分調べた上で、次に、②統計学的見地よりその計算値に補正を加えることを提案し、③その結果を利用して圧縮補剛板の設計の便に供するための若干の極限強度曲線を提示し、④その曲線を99個の実験値により検証を行ない、⑤最後に、わが国および外国の示方書の規定の基準となった強度曲線および許容応力曲線と本極限強度曲線の比較を行なっている。

2. 本法の精度の検証 (1)残留応力分布のパターン化 計算に用いた残留応力分布のパターンを図-1, 2に示す。残留応力分布は補剛材を含むパネル（図-1）および端パネル（図-2）のそれぞれの部分で自己平衡の条件を満足するものとする。 (2)初期たわみ 板パネルおよび補剛材の初期たわみは次式で与える。

$$\text{板パネル: } w_0 = \bar{w}_0 \cdot \sin(\pi X/b) \cdot \sin(\pi Y/b) \quad \text{---(1)}$$

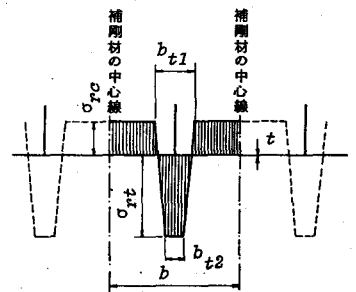
$$\text{補剛材: } w_0 = \delta \cdot \sin(\pi X/L) \quad \text{---(2)}$$

ここに b は補剛材間隔, L は補剛板長。

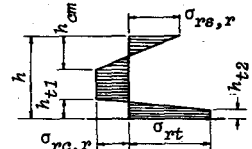
(3)実験値との比較 上記の自己平衡の残留応力分布のパターンと初期たわみ波形を用いて、小松・牛尾・北田、小松・吉川・牛尾、福本・宇佐美・岡本の、Horne-Narayananらの実験供試体のうちの22体の供試体の極限強度を本近似計算法により求め実験結果と比較した。本法による極限荷重を P_m 、実験値を P_{ex} とすると誤差の百分率 α は

$$\alpha = \frac{P_m - P_{ex}}{P_{ex}} \times 100 \quad \text{---(3)}$$

誤差 α はほぼ $\pm 10\%$ 以下



(a) 板パネル残留応力分布



(b) 補剛材の残留応力分布

図-1 各パネルごとの残留応力分布のパターン

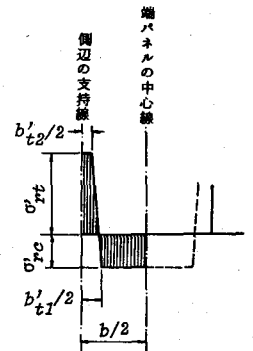


図-2 端パネルの残留応力分布のパターン

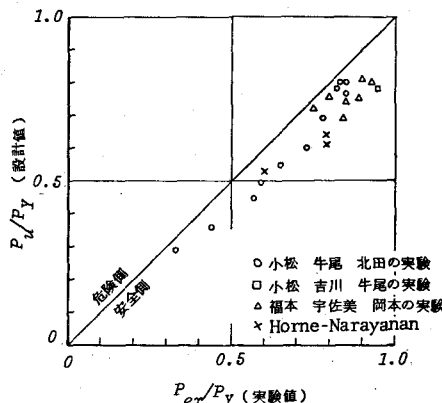


図-3 無次元設計極限強度と実験値との比較

表-1 本法による誤差

データ数 N	平均値 $\bar{\alpha}$	標準偏差 σ_{α}	$\frac{100}{100+\alpha}$
22	-3.3%	6.3%	0.91

$$\alpha = \bar{\alpha} + 2\sigma_{\alpha}$$

に収まった。誤差の平均値 $\bar{x}$, 標準偏差 σ_x は表-1 に示すとおりである。平均値 $\bar{x}$ は -3.3% と若干安全側で, 標準偏差 σ_x が 6.3% とバラツキの少ない精度のよい計算値が得られることがわかった。

3. 設計極限強度の提案 いま, 本法を用いて圧縮補剛板の設計を行なう時, 設計に採用する極限荷重を P_u とする。この P_u が真の極限荷重 ($\equiv$ 実験値) P_{ex} を越える確率が P となるような誤差 x を α とする。ここでは次式により α を決定する。

$$\alpha = \bar{x} + 2 \cdot \sigma_x \quad \text{---(4)}$$

この時の被超過確率 P は 2.3% である。この α を用いると P_u は次のようになる。

$$P_u = \beta P_{gm} \quad \text{---(5)}$$

$$\beta = 100 / (100 + \alpha) \quad \text{---(6)}$$

この低減係数 β は表-1 の値を基に

$$\beta = 0.9 \quad \text{---(7)}$$

と定める。22体の供試体について, 設計値 P_u / P_Y と実験値 P_{ex} / P_Y の関係を図-3 に示す。前者は後者より十分安全側の良好な近似を与えることがわかる。

4. 設計極限強度曲線の提示 補剛材

3本, アスペクト比 1, $h/t_r = 13$, $\sigma_{rc} = \sigma_{rsr} = -0.4 \sigma_Y$, $\sigma_{rt} = \sigma_Y$, $\sigma_{rsr} = 0.6 \sigma_Y$, $\bar{m}_0/b = 1/50$, $\delta/L = 1/1000$ とした場合の極限強度曲線 (P_{gm}) と設計極限強度曲線 (P_u) を図-4, 5 に示す。図-4 は道示の最小剛比 γ_N を有する補剛板の場合で, 図-5 は DIN の最小剛比 γ^* を有する補剛板の場合である。同図には道示, DIN の設計条件をそれぞれ満足する供試体の実験結果をもプロットした。本設計極限強度曲線が多くの実験結果の下限值と与えていることがわかる。

参考文献 1) 小松・北田・宮崎: 初期不整をもつ補剛された圧縮板の極限強度解析について, 昭和5年度土木学会関西支部年次学術講演会概要集, I-50, 2) 竹谷・小松・北田: 補剛された圧縮板の極限強度に関する研究, 第31回土木学会年次学術講演会概要集, I-144

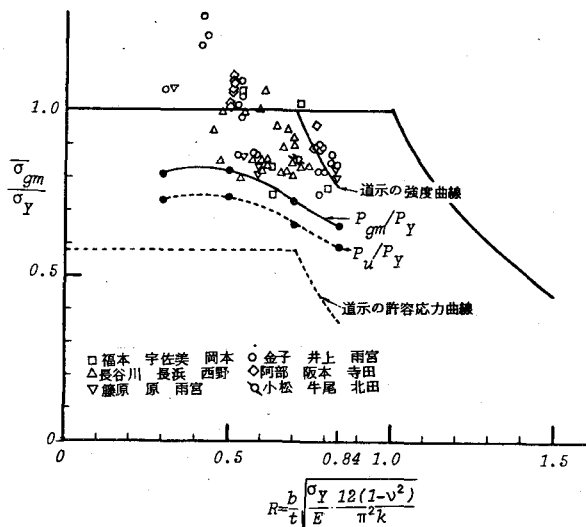


図-4 道示の最小剛比 γ_N を有する補剛板の極限強度曲線

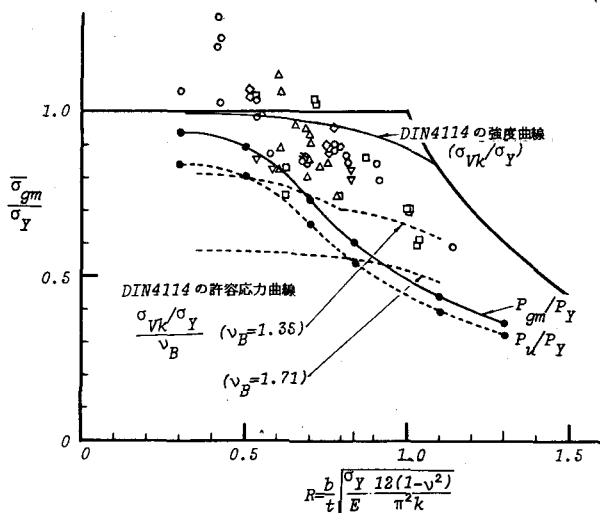


図-5 DIN の最小剛比 γ^* を有する補剛板の極限強度曲線