

I-76 2方向より圧縮力を受ける板の耐荷力に関する研究

東京電機大学 正会員 井浦雅司
三菱重工業(株) 正会員 熊谷洋司

1. はじめに

2方向より面内力を受ける板の耐荷力については、最近、多くの研究が報告されている。北田ら[1, 2]は、実験及び数値解析を用いて、補剛板の耐荷力を検討している。勇[3]は、2方向面内圧縮力を受ける板の耐荷力曲線を簡単な計算により求める方法を提案している。また、三上ら[4]は、海外で提案されている相関曲線の妥当性を検討している。著者ら[5]も、2方向より面内力を受ける板の耐荷力について考察した。しかしながら、比較検討する実験結果が数少ないことより、実験の必要性が指摘されていた。

そこで、本報告の目的は、2方向より面内圧縮力を受ける板の耐荷力実験を行うことと同時に、板の耐荷力を推定する新たな方法を提案することである。ここで提案する方法は、従来のように相関曲線を用いるのではなく、1方向面内力を受ける板の耐荷力曲線のパラメータを若干変更するだけで、2方向面内力を受ける板の耐荷力を推定するものである。なお、2方向面内力のどちらかが引っ張り力の場合については別途報告する予定である。

2. 座屈係数

道路橋示方書では、1方向面内力を受ける板の耐荷力曲線は、 σ_{cr}/σ_Y と R_{max} の関数で与えられている。ここでは、座屈係数として4が用いられている。一方、2方向より面内圧縮力を受ける板の座屈係数を求めるとかなり複雑なものとなり、著者ら[5]は、その近似式を以下のように与えている。

(1) $\rho \leq \frac{1}{2}$ の場合

$$\alpha \leq \frac{1}{\sqrt{1-2\rho}} \text{ の時 } f_x = \frac{(1+\alpha^2)^2}{\alpha^2(1+\rho\alpha^2)}, \quad \alpha \geq \frac{1}{\sqrt{1-2\rho}} \text{ の時 } f_x = 4(1-\rho) \quad (1)$$

(2) $\rho \geq \frac{1}{2}$ の場合

$$f_x = \frac{(1+\alpha^2)^2}{\alpha^2(1+\rho\alpha^2)} \quad (2)$$

ここに、 ρ は応力比、 α はアスペクト比である。これら座屈係数の妥当性については既に議論されており、その精度は高いことが確認されている[5]。

3. 実験結果

ここでは、補剛されていない板が2方向より面内圧縮力を受ける実験結果について報告する。実験用治具の概略はFig.1に示す様なものであり、2辺は全辺を支持し、他の2辺は1mm-2mmの間隔を2ヶ所設けて、2方向からの載荷を可能にしている。なお、単純支持の条件を満たすために、V字形の溝を支持材に設けた。実験用供試体は、周辺に溶接ビードを付けて残留応力を入れており、板厚は約2.2mmから7.7mmの合計5種類を用いた。作用応力比は、 $\sigma_x : \sigma_y = (1:0), (4:1), (2:1), (1:1), (1:2), (1:4), (0:1)$ の7種類の下で、常に応力比が一定となるようにジャッキにより載荷した。なお、実験の詳細については別途報告する予定である。

本実験装置の妥当性を調べるために、まず、1方向からのみ圧縮力を受ける板の結果について、道路橋示方書に示されている実験結果との比較をFig.2に示す。横軸の R_{max} に含まれる座屈係数は、道路橋示方書では4となっているが、本報告では式(1),(2)に示す座屈係数を用いている。Fig.2より、本実験結果と道路橋示方書に示されている実験結果とは非常に良い一致をみており、本実験装置の妥当性が確認された。

4. 2方向面内圧縮力を受ける板の耐荷力評価

2方向面内圧縮力を受ける板の実験結果を整理するに当たり、以下のパラメータを導入する。

$$\sigma^* = \frac{\sigma_x^*}{\sigma_Y^*}, \quad R^* = \frac{b}{t} \sqrt{\frac{\sigma_Y^* 12(1-\nu^2)}{E \pi^2 f_x}}, \quad \text{ここに} \quad \sigma_Y^* = \frac{\sigma_Y}{\sqrt{1-\rho+\rho^3}} \quad (3)$$

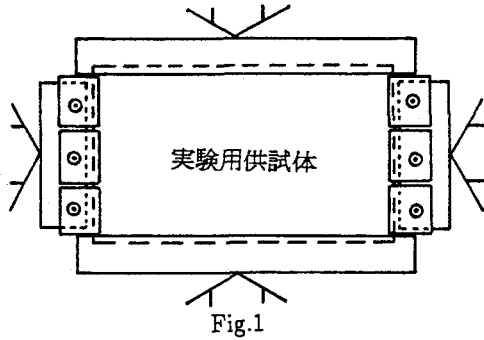


Fig.1

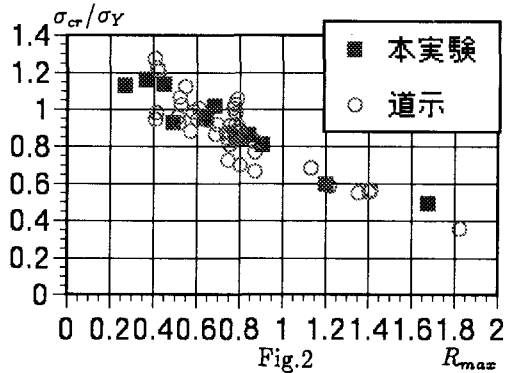


Fig.2

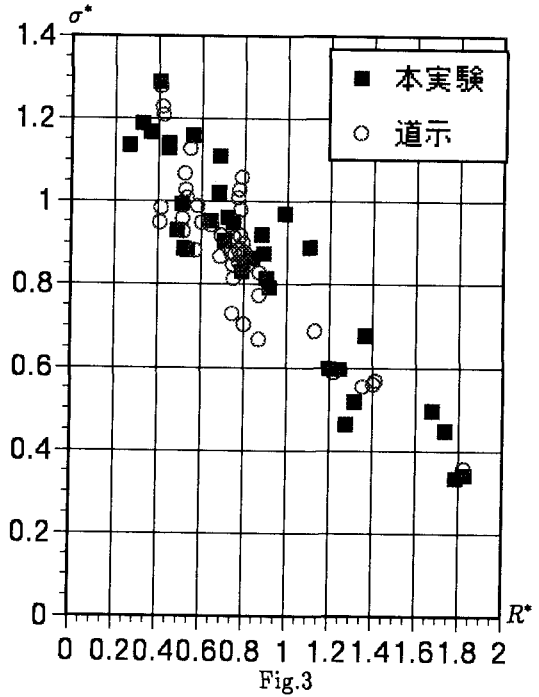


Fig.3

なお、1方向からのみ圧縮力を受ける場合は $\rho = 0$ となり、上記のパラメータは座屈係数の定義を除き、道路橋示方書に示されている基準耐力力曲線のパラメータと一致する。本実験結果を、縦軸に σ^* を、横軸に R^* をとり整理したものをFig.3に示す。図中には、道路橋示方書に示されている実験結果も比較のためにプロットしてある。Fig.3より、本実験結果と道路橋示方書に示されている実験結果との間には有意な差異は認められない。ここで強調したいことは、道路橋示方書に示されている実験結果は、1方向からのみ圧縮力を受けているのに対し、本実験結果の大部分は2方向から圧縮力を受けていることである。すなわち、2方向から圧縮力を受ける板の場合も、1方向からのみ圧縮力を受ける板の場合も、ここで提案しているパラメータ σ^* 、 R^* を用いる限り全く同一の評価式を用いて耐力力を算定できることがわかる。なお、用いる評価式としては、道路橋示方書に示されている基準耐力力曲線とするか、あるいは実験結果の平均値をとるような耐力力曲線などが考えられる。

5. おわりに

本報告で提案しているパラメータ σ^* 、 R^* を用いる限り、2方向から圧縮力を受ける板の場合も、1方向からのみ圧縮力を受ける板の場合も、全く同一の評価式を用いて耐力力を算定できることが確認された。

6. 参考文献

- [1] 北田、他：2方向面内力を受ける補剛板の極限強度に関する実験的研究、土木学会論文集、No. 437 / I-17, 79-88, 1991.
- [2] Kitada, T. Nakai, H. and Furuta, T. : Ultimate strength and interaction curve of stiffened plates subjected to biaxial in-plane forces, Proc. of JSCE, No.437/I-17, 19-28, 1991.
- [3] 勇：2方向面内圧縮力を受ける鋼矩形板の耐力力推定のための新しいアプローチ、構造工学論文集, Vol.37A, 219-228, 1991.
- [4] 三上、木村、徳田：単一パネルの2軸圧縮強度の検討、土木学会学術講演会、平成3年.
- [5] 熊谷、井浦、吉田：二軸応力を受ける一方向に補剛された圧縮補剛板の設計法に関する研究、構造工学論文集, Vol.39A, 143-152, 1993.