

面内曲げモーメントを受ける正方形板の後座屈挙動

Post Buckling Behavior of a Square Plate Subjected to Bending
Stresses Applied in the Plane of Plate

浜田 敬之介*
Keinosuke Hamada

Synopsis :

論による安定域を拡大してこのような領域において曲げモーメント M が作用した場合の後座屈域

て高張力材を使用してこそ降伏点が高いという材料特性がいかせることになろう。

後座屈域における挙動を解析しその極限耐荷力

における諸応力の挙動を Kármán の方程式によって解析する。

2.1. 基本方程式の導出³⁾

を求めようとする研究は、航空機構造の分野においてすでに1930年代よりなされている。^{1)~3)} 一方土木構造物の分野においても、近年になってプレ

Kármán によれば薄い板の大変形の方程式は次のようにしてえられる。いま板の中央面に x, y 軸、これに垂直に z 軸をとり x, y, z 方向変位を u, v, w

$$\int_{\Omega} \nabla^2 w = \int_{\Omega} h \left(\partial^2 F \partial^2 w, \partial^2 F \partial^2 w \right)$$

さて(10)式を(5)式に代入してGalerkinの方法によ

表1 Φ_{pq} の値

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} = -\frac{12M}{h^3} \left(y = \frac{b}{2} \right) + Fh^2 \left(\frac{\pi}{a} \right)^2$$

て λ を λ_r より大きい値として $\lambda=430$ まで適当に変化させてその解を求めた。この解は京都大学電子計算機KDC-IIによって、次に概略を示すような方法¹⁴⁾で求めた。(12)式は3次と1次の項よりなる特殊な型の3元3次の連立方程式である。この

このようにして $RT(1)$, $RT(2)$, $RT(3)$ を決めて A_1 の値としてはこれらの平均値として求めた。すなわち、

$$A_1 = \{RT(1) + RT(2) + RT(3)\} / 3$$

と決定できる。このようにして、荷重項を50か

方程式の解き方として他にも方法があると思われるが、ここでは次のように考えて求めた。いま $A_2/A_1 = \alpha$, $A_3/A_1 = \beta$ がわかっていたとすれば(12)式の3つの式にそれぞれ代入すれば、次のような A_1 に関する3次方程式が3個えられる。

$$U_l A_1^3 + T_l A_1 = 0 \dots\dots\dots (16)$$

ここで $l=1, 2, 3$, $U_l = U_l(\alpha, \beta)$, $T_l = T_l(\lambda, \alpha, \beta)$ である。

(16)式は容易に解けて

$$A_1 = \pm \sqrt{-T_l/U_l} \quad A_1 = 0$$

したがって $A_1 = \sqrt{-T_l/U_l}$ とすれば他の根は $A_1 = -\sqrt{-T_l/U_l}$, $A_1 = 0$ として決まる。

ら430まで適当に変化させ各荷重レベルにおける A_1, A_2, A_3, SS の値を求めて表2に示した。

表2 3元3次連立方程式の解 ($\lambda_{cr}=42.17$)

λ	A_1	$-A_2$	A_3	SS
50	0.3833	0.2335	0.0653	0.039
60	0.5755	0.3934	0.1035	0.017
70	0.7164	0.5014	0.1340	0.014
80	0.8287	0.5865	0.1611	0.009
90	0.9239	0.6395	0.1867	0.007
100	1.0140	0.7335	0.2070	0.006
110	1.0360	0.7943	0.2307	0.004
150	1.3540	1.0060	0.3048	0.001
190	1.5740	1.1730	0.3217	0.005

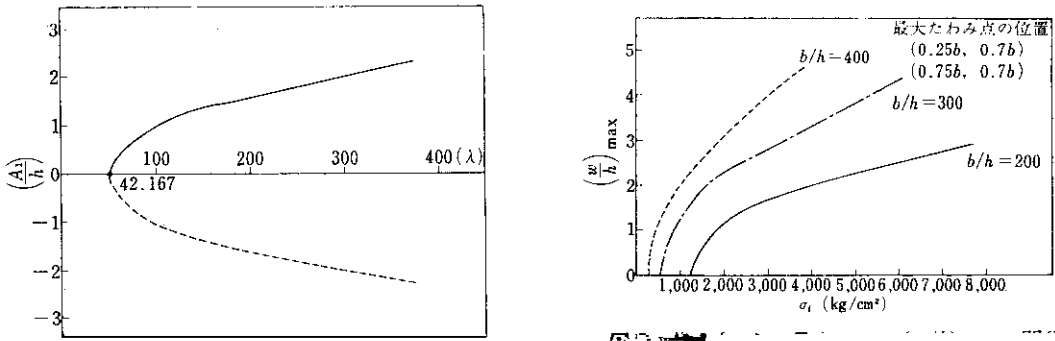
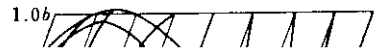
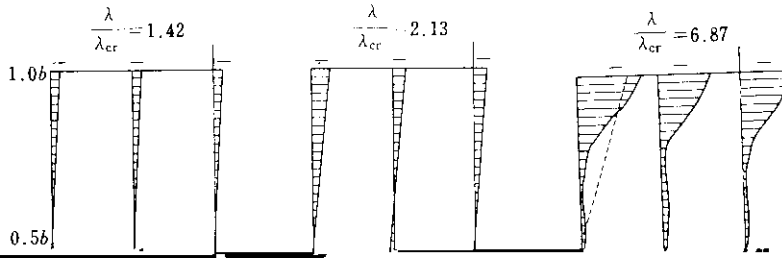


図3 (A_1/h) と (λ) の関係





と λ の関係を図 9 に示した。 σ_{Mmax} の生じる点は点 $(0.25b, 1.0b)$ であり図 9 から明らかなように σ_{Mmax} と λ の関係は 2 直線よりなっている。始めの直線は応用荷重に達す

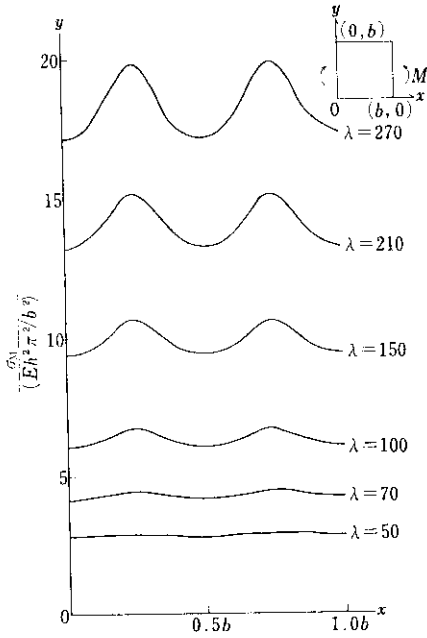
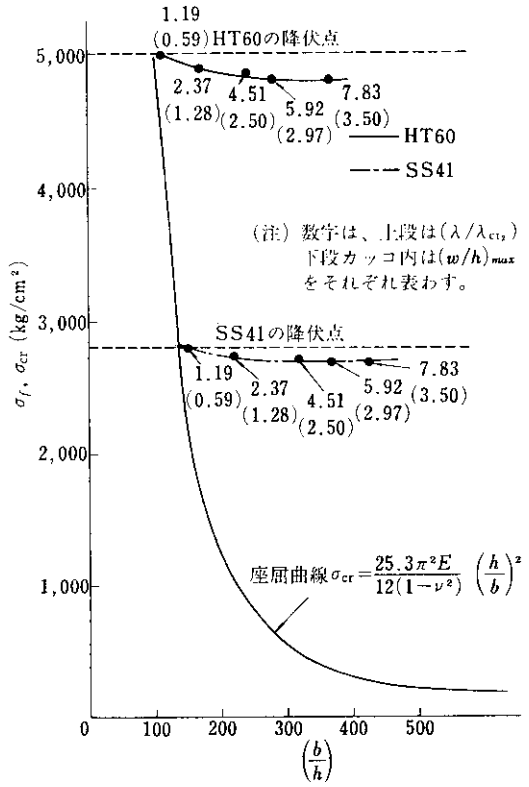


図10 $y=b$ にそつ σ_M の分布

3.3.3 膜板の細長比 (b/h) と極限耐荷力

として極限耐荷力として板の中央面における



(注) 数字は、上段は (λ/λ_{cr})
下段カッコ内は $(w/h)_{max}$
をそれぞれ表わす。

座屈曲線 $\sigma_{cr} = \frac{25.3\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{h}{b}\right)^2$

受ける側においても直線になっていることである。

る破壊時点でのたわみは塑性変形を受けて大きくなったと考えられる。なお弾性域ではずっと小さい値でとらえ、両側から7.の実験値と計算値の比

較は時間の制約やはっきりした実験データもなく

小西教授および白石助教授のもとに、国内留学中 がある。
に両先生の御指導によりまとめたものの一節であ

参 考 文 献

- 1) S. Levv : NACA Report. (1942). 737.
- 2) J. M. Coan : J. Appl. Mechanics, (1951), 73
- 3) M. Yamaki : J. Appl. Mechanics (1959) 26 - (1960) 27
- 4) K. Basler and B. Thürlimann : Proc. of A. S. C. E., ST6, (1961)