

岐阜大学 学生員 ○山田敏也
岐阜大学 正会員 藤井文夫

1. 概 要

従来の補剛板の解析は、補剛材の補剛効果の考慮方法について分類すると（文献〔7〕参照）、いわゆる「Smearing」により補剛材の均等分布を仮定し材料方程式の中で補剛効果を考慮する方法（文献〔6〕参照）と、補剛材の離散的な分布を考慮する方法の2通りの方法がある。

特に後者の方法においては変位法による場合、パネルと補剛材との間の変形の適合条件を満足させる必要があるため数学的に苦勞することがある。混合型エネルギー原理を用いて同様の問題を解こうとする場合、状態量の分布は C^0 -級の連続条件のみを満足すればよいのでこの点は問題ないが、その反面モーメント場の一部に補剛材の離散的分布による不連続性が生じることとなり、この不連続なモーメント場を表現するために工夫が必要である。本研究では、補剛材の応力場におよぼす影響を容易に考慮できる補間関数を導入した混合エネルギー法を用いて板の固有値問題の解析を行なった。この研究は、昨年度発表の文献〔1〕および〔2〕の延長発展として行なわれたものである。

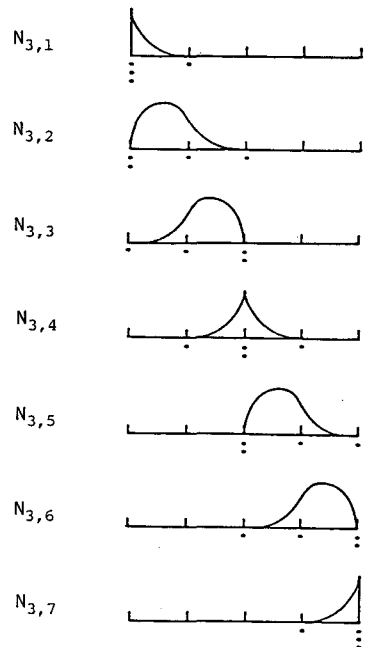
2. 解析方法

解析にあたっては、多重節点を有する不完全スプライン関数を補間関数として用いた混合型エネルギー法（スプライン混合法）を採用する。不完全スプライン関数を導入すると、その節点の多重度を適当に操作することによって非常に容易に境界条件および急変する応力場を考慮することができる。曲げモーメント、ねじりモーメントおよびたわみを独立未知量としたHellinger-Reissner汎関数に変分エネルギー原理を適用して固有方程式を導き、これを解いて固有値を求める（文献〔1〕、〔2〕参照）。問題はモーメント場の不連続性の表現であるが、これは m （階数） $=3$ のスプライン関数に対して r （多重度） $=4$ を課して4重節点を設定すれば、Point-wise definedされた座標関数が生成されるので比較的容易に解析することが可能である。

Fig-1は計算例に用いたスプライン関数を示したものである。

3. 計算例と結果

数値計算例として、振動解析について報告する。



Point-wise Defined Spline Function

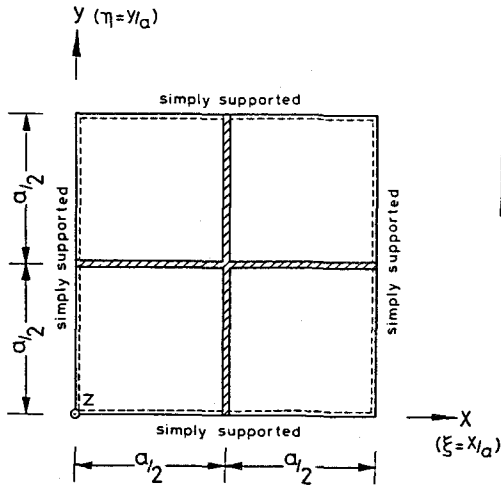


- Fig-1 -

Spline Functions

Fig-2は周辺を単純支持された正方形板の中央にそれぞれ x 方向, y 方向に補剛材を1本ずつ配した補剛板である。この補剛板について固有振動数を求めた。結果をTable-1に示す, なお, 結果は $\omega^* = \omega a^2 \sqrt{\rho t/D}$ として無次元化してある。比較解として挙げた値は, 必ずしも同じ仮定を持つ計算理論から得られたものではないが, 比較的本研究の計算結果とよく一致している。

他の計算例と考察については講演当日述べることにする。



- Table-1 -

Calculated Frequencies ω^*	53.42	80.00	90.91
Alternative [4] Solutions	54.67	78.96	90.51
	54.10	78.96	90.51

$$E = 30,000,000$$

$$\nu = 0.3$$

$$t = 0.01$$

$$a = 0.8$$

$$D = Et^3/12(1-\nu^2)$$

$$EI_m/Da = EI_n/Da = 10.0$$

$$A_m/at = A_n/at = 0.1$$

$$\omega^* = a^2 \omega \sqrt{\rho t/D}$$

- Fig-2 -

4. 付 記

本研究は, 文部省科学研究(奨励研究A)「スプライン混合法による板殻の非線形座屈安定解析」(課題番号57750379)の中で板殻の座屈解析(固有値解析)の一環として行われたことを付記しておく。

5. 参考文献

- [1] 星野字輝 藤井文夫
スプライン混合法の板の固有値問題への応用について
土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp. 6-7, 昭和57年2月, 岐阜大学にて
- [2] F. Fujii and T. Hoshino
Discrete and Non-Discrete Mixed Methods Applied to Eigenvalue Problems of Plates
J. of Sound and Vibration, April, 1983 (submitted), 英国王立音響学会
- [3] B. P. Shastry, G. Venkateswara Rao and M. N. Reddy
Stability of Stiffened Plates Using High Precision Finite Elements
Nuclear Engineering and Design, Vol. 36, pp. 91-95, 1976
- [4] B. P. Shastry and G. Venkateswara Rao
Vibrations of Thin Rectangular Plates with Arbitrarily Oriented Stiffeners
Computers & Structures, Vol. 7, pp. 627-629, Pergamon Press, 1977
- [5] T. Mizusawa, T. Kajita and M. Naruoka
Buckling of Skew Plate Structures Using B-Spline Functions
International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol. 15, pp. 87-96, 1980
- [6] E. Gienke
Einfluß der Steifen-Exzentrizität auf Biegung und Stabilität orthotroper Platten
Beiträge aus Statik und Stahlbau, Stahlbau-Verlag, S. 35-61, 1961
- [7] M. S. Troitsky
Stiffened Plates -Bending, Stability and Vibrations-
Elsevier, 1976