

I-100

補剛材の偏心を考慮した大形直交異方性平板要素の剛性マトリックスの作成

大阪工業大学大学院 学生員 野村敬一
 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 石川一美

1. まえがき

筆者はすでに、4辺に任意の材端力と隅角点を含めた任意の材端変位を与えた大形の等方性平板要素の剛性マトリックスを、級数解法と選点法の併用によって作成し、多格間の平板構造の解析に有用であることを示した。今回は、鋼床板などにみられる縦リブによって偏心補剛される有梁板を、リブの偏心を考慮した直交異方性板にモデル化し、その大形平板要素の剛性マトリックスを作成した。同時に、その精度についての基本的な検証を行なった。

2. 板の基礎方程式

Pflüger らの系統を踏む直交異方性板理論にもとずき、3方向の変位 u , v , w で表示されるつり合い方程式より u , v を消去すると、 w に関する次の支配方程式が得られる。

$$\frac{\partial^8 w}{\partial x^8} + a_1 \frac{\partial^8 w}{\partial x^6 \partial y^2} + a_2 \frac{\partial^8 w}{\partial x^4 \partial y^4} + a_3 \frac{\partial^8 w}{\partial x^2 \partial y^6} + a_4 \frac{\partial^8 w}{\partial y^8} = 0$$

ここで、 $a_1 \sim a_4$ は板とリブの偏心を考慮した断面の諸定数によって得られ、リブ間で平均化された定数である。Trenks は上式を用いて面外荷重を受ける簡単な一方向無限板の問題を解いているが、本文で提示する大形の直交異方性板要素の剛性マトリックスは面外、および面内の集中外力を受け一方向無限板の解を出発点（基本解とよぶ）として作成したものである。

3. 基本解

まず、図-2に示す相対2辺単純支持の一方向無限板に面外より作用する集中荷重 P 、集中モーメント M , M' を受ける場合の解、ならびに、面内に作用する集中荷重 S , T による解を基本解（級数解）としてあたえる。次に、図-4に示すような y 方向あるいは x 方向に分布幅 d を持った線荷重 p , t_x , t_y , S_x , S_y , ならびに線モーメント m_x , m_y を受ける場合の解は、図-2の荷重による解を分布幅 d で積分することによって求める。

4. 剛性マトリックスの作成

図-3に示す4辺 (i, j, l, m) に任意の材端力（曲げモーメント M_x, M_y , 換算せん断力 V_x, V_y , 軸力 N_x, N_y , せん断力 N_{xy} ）と隅角点を含めた任意の材端変位（たわみ w , たわみ角 θ_x, θ_y , 変位 u, v ）を持つ大形の板要素の剛性マトリックスを、選点法を用い、次の手順によって作成する。すなわち、図-4に示すような相対2辺単純支持の一方向無限板に垂直に作用す

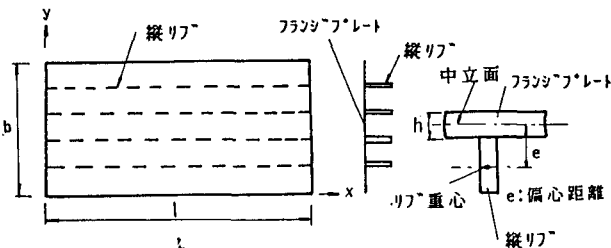


図-1 偏心補剛板

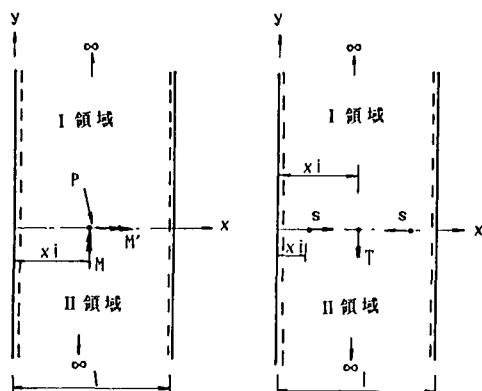


図-2 面内、面外の集中外力を受ける一方向無限板

1) 岡村, 石川, 古市: 多格間平板構造の立体解析におけるリラクセーション法の応用、年次大会、1986

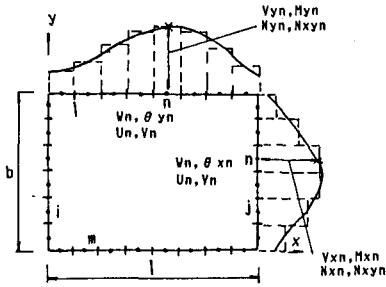


図-3

る部分線荷重 (p , p')、部分線モーメント (m_x , m_y) と面内に作用する部分線荷重 (S_x , S_y , t_x , t_y) を受けるそれぞれのモデル I、II、III、IV の板を図-3 の板に対応するように重ね合わせる。従って図-3 の板の、材端力の分布は図のように節線上で分割された小区間の選点における平均量の重ね合せによって近似され、それぞれの選点の材端変位と関係づけられる。

5. 検証データ

図-5 (a) の解析では、部分線荷重 (1 t/m) が作用した時の基本解の検証を行なったものである。図-5 (b) にこの時のたわみ w の分布を示しているが縦リブの断面が減少すると等方性の板の解に接近している。図-6 (a) に示すモデルは、今回作成した板要素の剛性マトリックスの精度を検証するためのもので、縦リブ断面を小さくした ($A_x = 0.05h^2$) 4 パネルの板要素を接続し、板を分割しない単一板 (等方性) として計算した厳密解と比較している。その結果は、図-6 (b) に示すとおりで、等方性板に接近した結果となっていることがわかる。

なお、本研究を行なうにあたって、当時の大阪工業大学卒研究生の野中宗一郎、河野桂三君の協力を得たことを記し謝意を表わす。

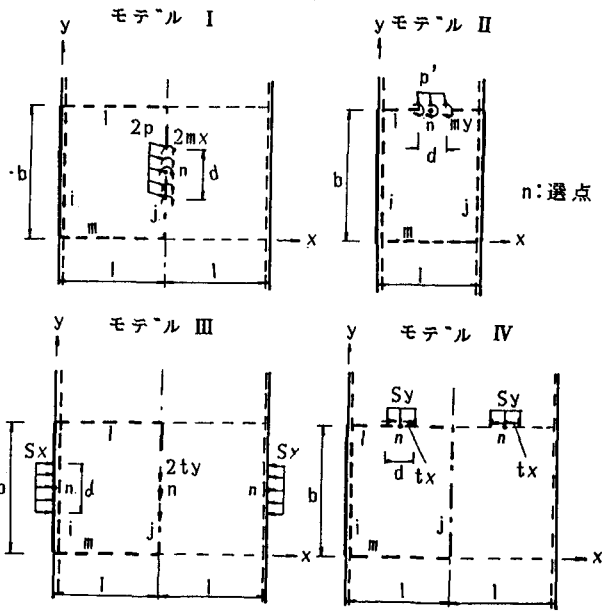


図-4

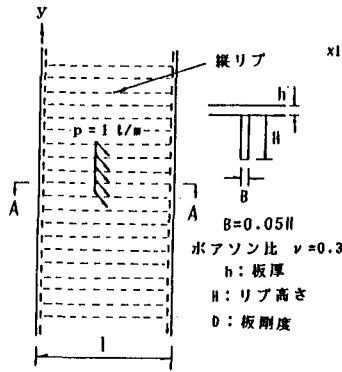


図-5 (a)

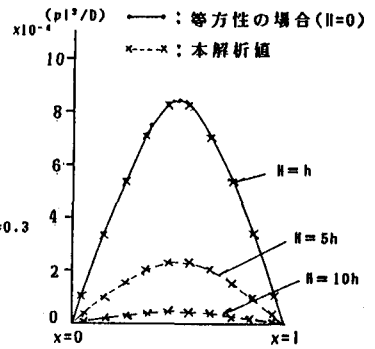


図-5 (b) たわみ w の分布 (A-A断面)

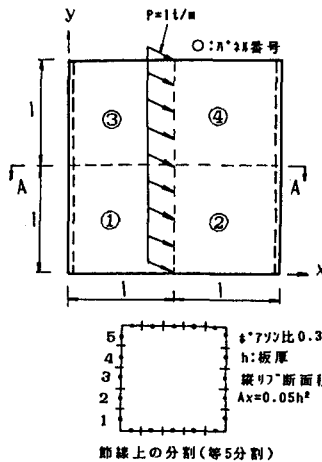


図-6 (a)

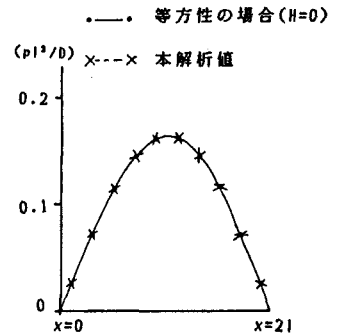


図-6 (b) たわみ w の分布 (A-A断面)