

法政大学

正員 大地 羊三

伊藤忠電子計算サービス部

武田 洋

〇 渡辺 隆 久

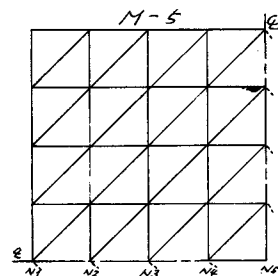
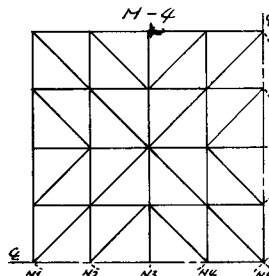
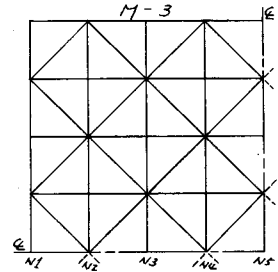
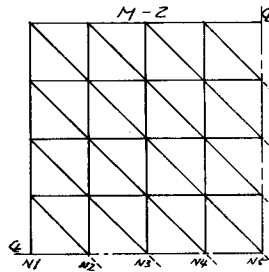
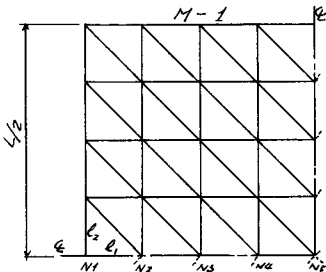
1 緒言

近年電子計算機の大型化、高速化に伴い構造解析の分野における有限要素法の応用は目まぐるしい。有限要素法の発展の様子を振り返った場合、初期の段階では電子計算機も有効な手段として各問題に対して有限要素法が適用できるかどうか模索された。次の段階として電子計算機の能力を駆使し問題を解くことに努力が集中された比較的良好の結果が得られるようになった。またこの方法を広く実際の工学分野に適用するソフトウェアプログラムとして開発された代表的なものに $TRUDL^{(1)}$, $ADINA^{(2)}$ などの汎用プログラムがある。しかし現状では解の収束性にかなりの疑問は、またあまりなされたりないものもある。また実際面に応用しやすくするためには連続体も有限個の要素からなる数学的モデルを模型化した場合に於ける解の動向というものを調べておく必要があると思われる。本報告では隣接する要素間の境界変位と適合させる要素 (compatible model)⁽³⁾ を用いた模型化による結果の動向について経験的に考察してみた。

2 解析例

1) 分割様式を変えた場合

板厚一定、等方性である正方形板と直角三角形要素を用いて図-1のように5種類の模型化をした。



計算は板全体について行なったが図-1には平板(両辺等分板)の1/4のモデルを示した。なお M-2 以外のモデルは中心線に対して対称である。

∴ L 辺長 ($L = 20.0$), 板厚 ($T = 1.0$),
ポアソン比 ($\nu = 0.3$), $D = 1.0$, 荷重 ($P = 1.0$), と1集中荷重 P は $N5$ に載荷した。

図-1 模型化モデル

表-1 に於ける結果は上記条件の正方形平板を周辺固定した場合の「たわみ係数 ($\alpha = wD/PL^2$)」および級数

解⁶⁾との“誤差”を示したものである。

表-2は同じ条件の正方形板を
周辺単純支持(右場合)の“たわみ係
数”および“級数解⁶⁾”との“誤差”を示し
た。

2) 辺長比を変えた場合

周辺をハ等分したM-1のモデル
を用いた単純支持(直角三角形要
素)の辺長比(l_2/l_1)を変えた場合
に“たわみ”および“級数解⁶⁾”
との“誤差”を表-3に示した。

この場合には中心変位値と比較し
“-”符号は計算結果が級数解より
小さいことを示している。

3 考 察

H. Ramstad⁶⁾は精度に影響
を及ぼす要因に以下を述べている
が表-1, 表-2におけるM-1, M-2
の結果の精度が大體逆に出ている。

これはRound-off ErrorおよびTruncation Error
などの影響はほぼ同時に条件の下にあることを考えられるから
導出した境界条件による影響が比較的大きく出ているように
思われる。模型化したM-1, M-2の境界条件を、変えても共

通していることは、M-1は中心近傍では級数解に近づく傾向を示すがM-2はほとんどの傾向は逆である
。これは中心近傍の数学的モデルと板の基礎偏微分方程式との適合性が推察できると思われるが、
現段階では明確な形でこれを表わすことができなかった。表-3では辺長比を変えた場合の結果の
変化を調べたが比較的大きくなるに従って誤差は変化しているがこの範囲の比較では実際応用上の
問題を提起するにいたらなかった。

(参考文献)

- 1) R.D. Logcher, J.J. Connor "The Structural Design Language Engineering User's Manual" Vol. 2, Additional Design and Analysis Facilities, 1ed, 1969, MIT
- 2) 武田 須田 岡田 アサヒカ 他 "日本鋼構造協会, STAN-14-70
- 3) O.C. Zienkiewicz, K.W. Shuon "The Finite Element Method" McGraw-Hill, 1967
- 4) Dana Young "Clamped Rectangular Plates with a Central Concentrated Load" J. App. Mech., Vol. 6, 1939/4-11
- 5) Timoshenko, Woinowsky-Krieger "Theory of Plates and Shells" McGraw-Hill 2ed.
- 6) H. Ramstad "Convergence and Numerical Accuracy with Special Reference to Plate Bending" Finite Element Method in Stress Analysis, TAPIR, 1969

表-1 周辺固定正方形板のたわみ係数および誤差

モデル \ 解法	たわみ係数				誤 差 (%)			
	N2	N3	N4	N5	N2	N3	N4	N5
M-1	0.00082	0.00257	0.00457	0.00571	6.49	2.05	3.86	1.96
M-2	0.00079	0.00252	0.00457	0.00582	2.59	2.83	3.86	4.26
級数解 ⁶⁾	0.00077	0.00247	0.00440	0.00560				

表-2 周辺単純支持正方形板のたわみ係数および誤差

モデル \ 解法	たわみ係数				誤 差 (%)			
	N2	N3	N4	N5	N2	N3	N4	N5
M-1	0.00373	0.00724	0.01022	0.01162	1.62	1.53	1.32	0.31
M-2	0.00373	0.00726	0.01028	0.01188	1.62	1.73	1.97	2.40
M-3	0.00385	0.00757	0.01063	0.01198	4.85	6.11	5.38	7.61
M-4	0.00376	0.00738	0.01034	0.01175	2.41	3.41	2.55	1.27
M-5	0.00379	0.00740	0.01057	0.01222	3.13	3.79	4.79	7.04
級数解 ⁶⁾	0.00367	0.00713	0.01008	0.01160				

表-3 辺長比を変えた場合のたわみと誤差

l_2/l_1 \ 解法	1.0	1.2	1.6	2.0
級数解 ⁶⁾	18,560	21,648	25,120	26,416
たわみ	18,617	21,737	25,086	26,289
誤差 (%)	0.31	0.21	-0.14	-0.48