

大阪市大	正員	鬼頭 宏明
大阪市大	"	園田 惠一郎
大阪工大	"	堀川 都志雄

1. はじめに

厚板問題の単純支持境界条件は多くの研究者によって議論されてきたが、これらの実際の構造物への適用性についての議論は少ない。本研究は、各種の単純支持境界条件がもつ特性を多次元アイソパラメトリック有限要素法を用いて検討するものである。

2. 厚板理論での単純支持境界条件

厚板理論での単純支持境界条件は2種類のもの、Kirchhoff 型単純支持 (SS-1) と完全単純支持 (SS-2) が通常採用されている。¹⁾ (Table.1)

一方、実際の構造物では、このような境界条件は見られなく、通常は支持辺を越えて張り出し部をもつものが多い。(Fig.1)

Table-1. Boundary conditions for simple support ($x=+a/2$)

Thick Plate Theory		F.E.M.
SS-1	$M_x = \phi_y = w = 0$ or $v = w = \sigma_x = 0$	Type 1, 1'
SS-2	$M_x = M_{xy} = w = 0$ or $w = \sigma_x = \tau_{xy} = 0$	Type 2, 2'

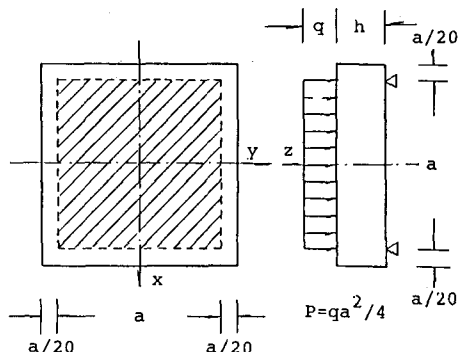


Fig-1. Simply supported thick plate under a distributed load

3. 解析モデル

周辺単純支持された正方形薄板が全面等分布荷重を受け
る場合を考える。(Fig.1) 板及び荷重の対称性を考慮して、
その1/4の領域を取り出し、3次元アイソパラメトリック要素
を用いてFig.2のように要素分割する。

前述した厚枚理論の境界条件に対処するように有限要素法での境界条件を設定する。まず、SS-1に対して支持面上の面ごの面転角が零になるように、その面ごの全2の正方向変位を拘束するように境界条件を設ける。(Fig.3(a)) また、張り出し部も考慮したもののについても同様である。(Fig.3(b)) 次に、SS-2に対しては支持面上の面ごのねじりモーメントを解放するように、その面上の正方向軸に直交する線(ここでは下端)ごの正方向変位を拘束するように境界条件を設ける。(Fig.3(c)) また、張り出し部も考慮したもののについても同様である。(Fig.3(d)) これらの4種類の境界条件を各々Type 1, 1', 2, 2' と名づける。

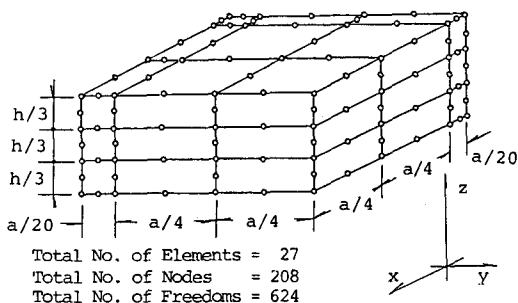


Fig-2. Element subdivision

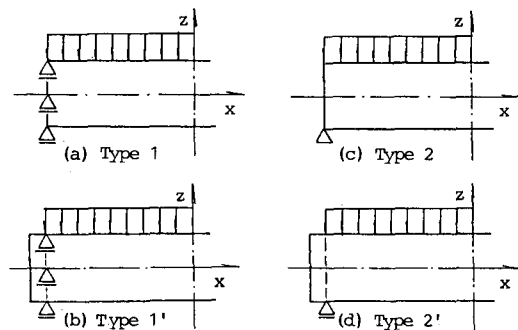


Fig-3. Various simple support conditions

4. 數值計算結果

まず、支持辺上に発生する節点反力に着目し、境界条件SS-1, SS-2 による K. Rajaiiah らの厳密解²⁾の比較を Table. 2 に示す。なお、厳密解は反力分布曲線として与えられたものと積分することにより節点位置での

集中力に換算している。

次に、支持近傍の変位をFig.4に、応力分布をFig.5に示す。実線は示した理論解はSS-1の境界条件を用いたものである³⁾。

Fig.4より、Type 2, 2'は、

支持面上面下の状況により、Type 1, 1'に対し差が生じていることが分かる。また、Fig.5よりType 1, 1'に対しType 2, 2'はその下端のみで変位を拘束しているために、その支持近傍の応力集中の影響により差が生じていることが分かる。

5. まとめ

ここで用いたアイソパラメトリック有限要素法は、境界条件と一致させた場合には、厚板理論による厳密解とほぼ同一の結果を得ることが分かった。

一方、実際の構造物で見られる境界条件の下では、変位に若干の相違が見られるが、応力はほぼ一致していることが分かった。

Table-2. Reactions along a simply supported line ($x/a=-.5, h/a=.2$)

Boundary Condition		Reaction						Error
		$y/a=$	0.0	-.125	-.25	-.375	-.5	Σ
F.E.M.	Type 1		0.0384	0.0339	0.0321	0.0135	0.0057	0.1101
	Type 1'		0.0405	0.0371	0.0343	0.0129	-.0058	0.1189
	Type 2		0.0315	0.0588	0.0233	0.0297	-.0023	0.1399
	Type 2'		0.0334	0.0617	0.0249	0.0275	-.0116	0.1359
Theory ²⁾	SS-1		0.0425	0.0403	0.0349	0.0249	0.0	0.1248
	SS-2		0.0532	0.0518	0.0452	0.0226	-.0099	0.1362

note ; Error(%)=(P-8ER₁)/P*100

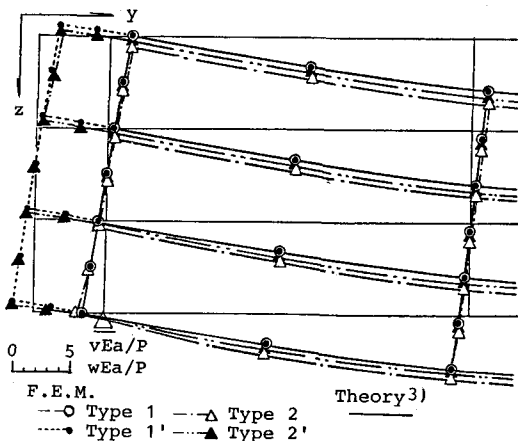


Fig-4. Deformation ($x/a=0, h/a=.2$)

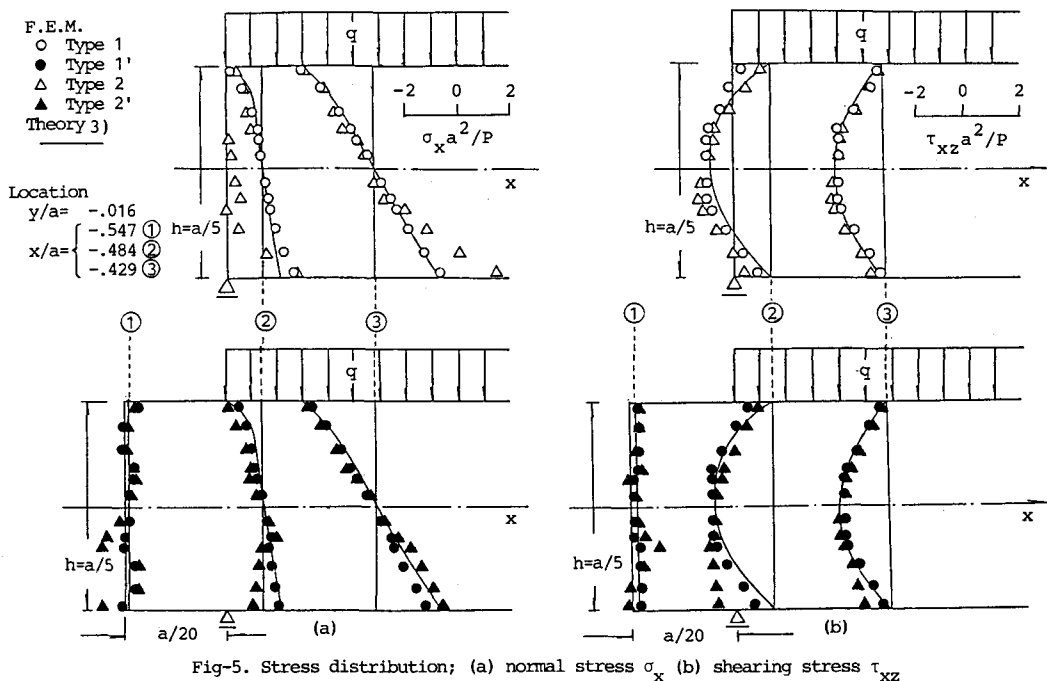


Fig-5. Stress distribution; (a) normal stress σ_x (b) shearing stress τ_{xz}

- 参考文献 1) 日置典一郎「構造力学Ⅱ」朝倉書店 2) K. Rajaiah et. al. 「A Note on the Reaction at Simply Supported Corners」 J. Appl. Mech., 45, 1978 3) T. Horikawa. et. al., Memo. Osaka City Univ. Vol 16 4) 鬼頭、園田、堀川、初58回工不関係支部研鑽会, 1985. 5