

大阪市立大学 正員 〇 堀川都志雄
大阪市立大学 正員 園田恵一郎

1. はしがき; 著者は、自由辺を有する厚板の解析に関する一計算法 即ち三次元弾性論を用いた厚板によるものを特解とし、自由辺上の境界条件を満足させるために *Reissner* 理論から誘導されるものを同次解として採用し、それらを混合することにより、自由辺を有する厚板の解を得る方法を提案した¹⁾。しかしながら、自由辺上の取扱いは、ポアソン型の境界条件を用いて自由辺上における断面力のみを 0 としたために、自由境界面上の応力は完全に 0 とはならなかった。

板の中央部に荷重が存在する場合には、自由境界面上の残留応力は、十分に小さく、工学的判断によると、上述の解析法による結果は、十分信頼出来るものと思われるが、自由辺近傍に載荷される場合には、自由境界面上の残留応力は、荷重強度に比して無視出来ない大きさとなり、このことが上述の解析法の弱点となっている。

本研究においては、上述の自由境界面上の残留応力をより減少させるために、従来の断面力より高次な断面力を 0 とする条件をポアソン型の条件に付加し、既発表の厚板の解析法¹⁾の改良を試みたものである。

2. 理論式;

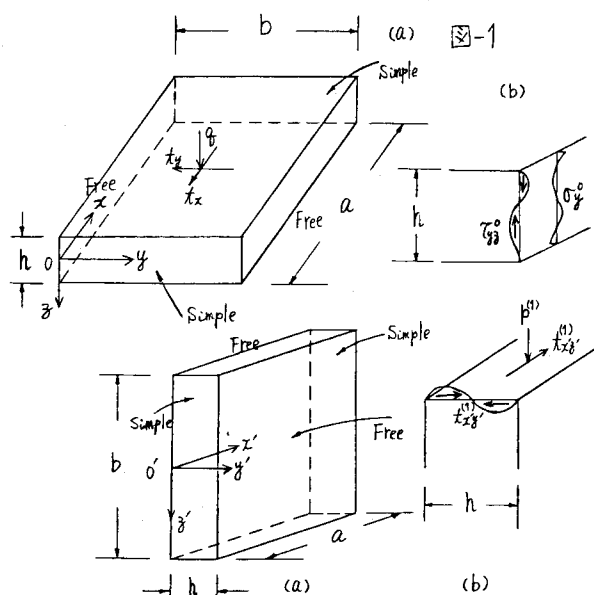


図-2

$x=0, a$ で単純支持辺, $y=0, b$ で自由辺である板(図-1(a))の上面に荷重が作用している場合の自由境界面上における残留応力を $\sigma_y^0, \tau_{yz}^0, \tau_{xy}^0$ とする(図-1(b))。

i) オ1次補正:

$x'=0, a$ で単純支持され, $y'=0, h$ で自由辺である板(図-2(a))の上下面($z'=\pm h/2$)に図-2(b)のような荷重が、作用している場合を解析し、図-1(a)の板と図-2(a)の板を90°回転したものの結果を重ね合わせる。

この荷重の強度は、次のように定義されるセン断1次モーメントなる物理量を考え、これらの物理量の和が、0 となるように決定される。

$$Q_y^1 = \int_{-h/2}^{h/2} z \cdot \tau_{yz}^{(1)} dz, \quad S_y^1 = \int_{-h/2}^{h/2} y' \cdot t_{xy}^{(1)} dy'$$

$$Q_y^1 + S_y^1 = 0 \quad \text{--- (1)}$$

ここで、図-2(b)に示されるセン断応力 $t_{xy}^{(1)}$ は、図-1(a)の板の $y=0, b$ でセン断力 $Q_y=0$ の条件を満足させるために、自己釣合状態を示す分布型である。

このオ1次補正の意味は、本来三次元弾性学の立場からみると、 $\sigma_y, \tau_{yz}, \tau_{xy}$ は同等であるにもかかわらず、従来の理論における境界条件によると、 σ_y, τ_{xy} は合応力 M_y, N_y, M_{xy}, N_{xy} の2つの式で拘束されるが、 τ_{yz} は合応力 Q_y のみの式であるから、モーメントと同等の物理量を導入することにより、 τ_{yz} にも同様な拘束を付加しようとするものである。

1) 倉田・堀川「*Reissner* 理論の改良について」オ29回年次学術講演会。

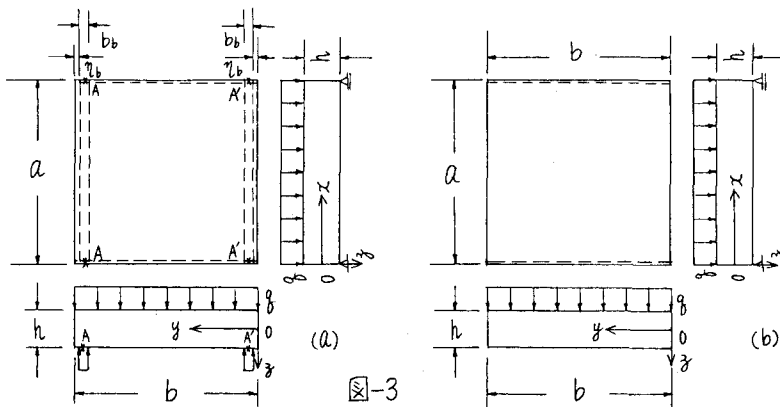
ii) オ2次以降の補正：

前段階までの残留応力に対応するそれぞれの荷重を図-2(a)の上下面 ($z = \pm b/2$) に作用させる。いま、 n 次補正を考えると、オ $(n-1)$ 次モーメントまでが0であるようなものとし、荷重強度は、オ1次補正と同様に、次に示される物理量を打消すように決定される。

$$\begin{aligned} M_y^n &= \int_{-b/2}^{b/2} z^n \sigma_y^0 \cdot dz, & M_{xy}^n &= \int_{-b/2}^{b/2} z^n \tau_{xy}^0 \cdot dz, & Q_y^n &= \int_{-b/2}^{b/2} z^n \tau_{yz}^0 \cdot dz & (\text{図-1 (b)}) \\ D_{y,z}^n &= \int_{-b/2}^{b/2} y^n \cdot p^{(i)} \cdot dy', & T_{y,z}^n &= \int_{-b/2}^{b/2} y^n \cdot t_{xz}^{(i)} \cdot dy', & S_{y,z}^n &= \int_{-b/2}^{b/2} y^n \cdot t_{yz}^{(i)} \cdot dy' & (\text{図-2 (b)}) \\ M_y^n + D_{y,n}^n + \sum_{j=1}^{n-1} D_{y,z}^j &= 0, & M_{xy}^n + T_{y,n}^n + \sum_{j=1}^{n-1} T_{y,z}^j &= 0, & Q_y^n + S_{y,n}^n + \sum_{j=1}^{n-1} S_{y,z}^j &= 0 & \text{--- (2)} \end{aligned}$$

ここで、 $D_{y,z}^n, T_{y,z}^n, S_{y,z}^n$ は $p^{(i)}, t_{xz}^{(i)}, t_{yz}^{(i)}$ のオ n 次補正荷重によるそれぞれのオ n 次モーメントである。

3. 数値計算例； 本稿では、オ1次補正のみをほどこしたものを図-4に示す。 図-3における諸元を示すと。



i) Case-I (図-3(a))

$b/a=1.0, h/a=0.1, b/b/a=0.01$
 $\eta/a=0.01$, なお点 A, A' ($z = \pm h/2$ の面に作用している荷重の中心線) における変位 w は0であるとする。

ii) Case-II (図-3(b))

$b/a=1.0, h/a=0.1$
 である。

4. あとがき； 自由境界面上の残留応力はオ1次補正においてかなり改良されたと思われる。

