

I-614

大形直方体要素とリラクセーション法を用いた3次元弾性体の解析

大阪工業大学 正員 岡村 宏一 同大学院 学生員 出口 邦浩
 RADコンストラクション 正員 石川 一美 同 正員 古市 亨
 日立造船(株) 正員 恩知 俊一

1. まえがき: これまでに、平板構造の解析における離散化の手段として、大形の平板要素の剛性マトリックスを級数解と選点法を併用して作成し、さらにその接続に、リラクセーション法に属する分配法を用いて、各種の平板構造を解析してきた。さらに、この手法を3次元弾性体の解析に適用するために、大形直方体要素の周面に任意の材端応力と材端変位を与えることのできる剛性マトリックスを作成し、その精度についての基本的な検証を行った^{2), 3), 4)}。今回は、先に提案したリラクセーション法を3次元弾性体の解析に適用するための基本的な解析を行った。

2. 解析手法: まず、図-1に示す各境界面の選点(n)に任意の材端応力(t_x, t_y, t_z)と材端変位(u, v, w)を与えることの出来る剛性マトリックスの作成方法ならびに精度については、すでに文献2)3)で発表しているのでここでは省略する。次に、材端応力の分配は、最初に概算値として初期変位(はりの解)を導入すると、各大形直方体要素の各節面の選点には、その状態での材端力の不平衡を生ずる。そこで、図-2に示す節面jのつり合い条件、変位の適合条件を考慮し、相対する節面を固定した状態で材端力を分配し、不平衡量を修正する。この操作を順次各節面でを行い適当な収束値を得るまで反復する。

3. 計算例: 分配法を3次元弾性体の解析に適用するための基本的例題を示す。

図-3に示す解析モデルは、境界条件を両端固定、側面、下面自由、上面に全面等分布荷重(q)を作用させ、辺長

lの直方体要素をそれぞれ4, 6, 8と接続し、厚さとスパンの比を変化させたものである。直方体要素の各面の分割は等5分割とした。また、初期値の概算値として、荷重を幅方向に平均化したはりのたわみを各節面の選点に導入した。図-4は、解析モデル(a)の中央断面(A-A)中点におけるz方向の変位の収束の状況を示したもので、反復回数20回で有効数字3桁の収束を得た。表-1は、解析モデル(a)の中央断面(A-A)における垂直応力(σ_x)を2次元弾性体として計算した別解法の値と比較しているが、両者の誤差は1%以内となっている。図-5は各解析モデルの中央断面(A-A)における垂直応力(σ_x)とZ方向の変位(w)の分布を示している。また、図-6は固定された端面断面(B-B)の垂直応力(σ_x)とせん断応力(τ_{xz})の分布を示している。解析結果より、厚さに対してスパンの比が大きくなるとせん断変形の影響がなくなり、平面保持の傾向が見られはりの解に接近しており分配法による誤差の累積はみられない。

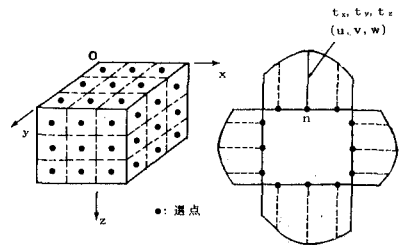


図-1

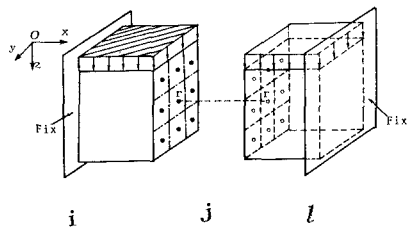


図-2

1)岡村、石川、古市: 多格間平板構造の一解法、土木学会論文集、第416号、1990、4

2)古市、岡村、石川: 3次元弾性大形直方体要素の剛性マトリックスの作成、年次大会、1990

3)恩知、岡村、石川、古市: 大形弾性直方体要素の剛性マトリックス、年次大会、1991

4)恩知、岡村、石川、古市: 大形直方体要素を用いた多層弾性体の解析、年次大会、1992

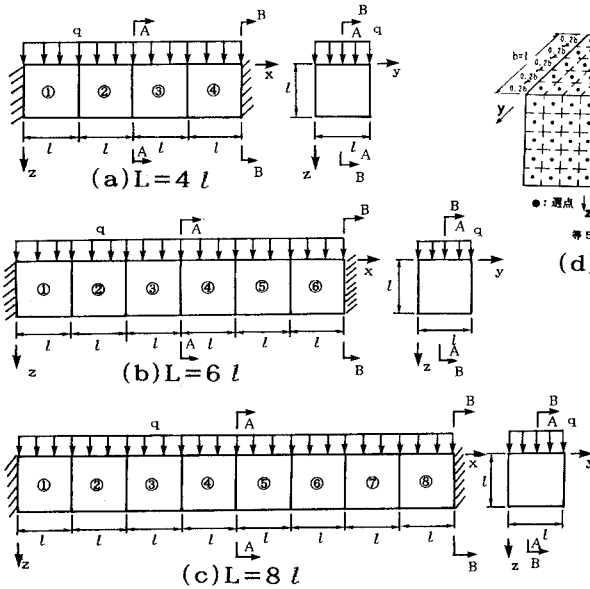
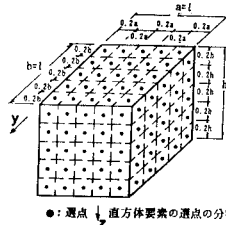


図-3 解析モデル（ポアソン比 $\nu=0$ ）



等5分割

(d) 直方体要素

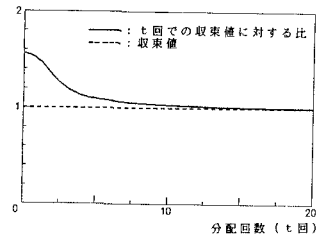
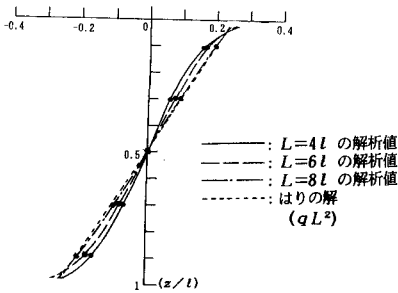


図-4 変位の収束状況
（解析モデル(a), A-A断面の中点）

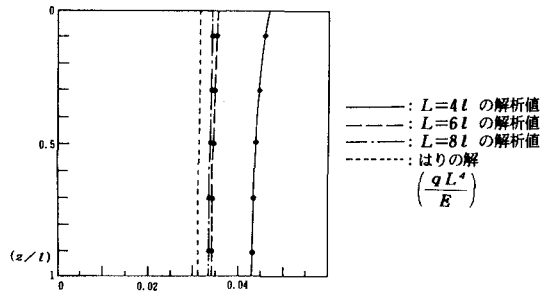
表-1 垂直応力 σ_x 解析モデルA
($L=4l$)

選点番号	本解析値	別解法 *
1	0.1683	0.1697
2	0.0663	0.0683
3	0.0051	0.0026
4	-0.0648	-0.0635
5	-0.1582	-0.1571

* 2次元弾性体の解

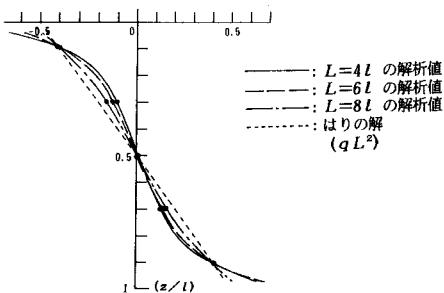


(a) 垂直応力 σ_x の分布図(A-A断面)

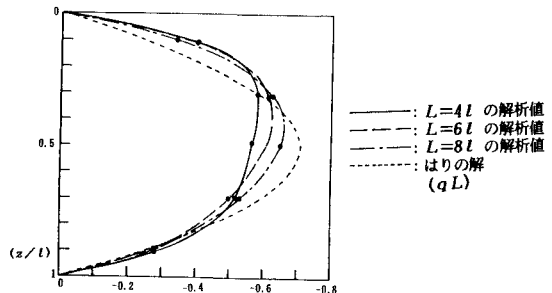


(b) 変位 w の分布図(A-A断面)

図-5



(a) 垂直応力 σ_x の分布図(B-B断面)



(b) せん断応力 τ_{xz} の分布図(B-B断面)

図-6