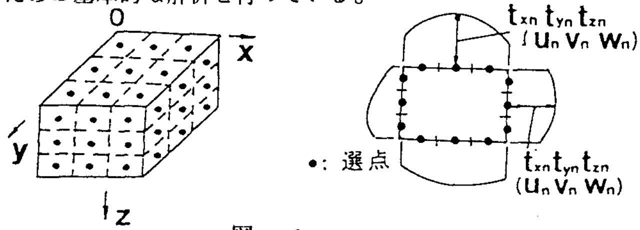
I-376　大形直方体要素を用いた多層弾性体の解析

大阪工業大学　正員　岡村　宏一　同大学院　学生員　恩知　俊一
東洋技研コンサルタント㈱　正員　石川　一美　同　　正員　古市　亨

１．まえがき：すでに、筆者らは大型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)]・今回は、提案した大型直方体要素を多層弾性体の解析に適用するための基本的な解析を行っている。

２．剛性マトリックス：図－１に示す各境界面の選点(ｎ)に任意の材端応力と材端変位を与えることの出来る剛性マトリックスを次の方法によって求める。まず、**図－２**(ａ)に示すようなｘｙ面が半無限体表面となるようなモデルを考え、ｘｙ面の各分割面に、図に示す各方向



図－１

（ｘ，ｙ，ｚ）の分布荷重（ｐｘ，ｐｙ，ｐｚ）を与え、各面の選点での変位（ｕ，ｖ，ｗ）と、応力（ｔｘ，ｔｙ，ｔｚ） との関係を求める。こららの荷重は、半無限体の表面に集中外力が作用する解(Boussinesq, Cerrutiの解)を分割面で積分して与える。次に、図(ｂ)、図(ｃ)に示すように、ｙｚ面、ｚｘ面が半無限体の表面となるようなモデルを考え、同様に各面の選点での変位と応力との関係を求める。

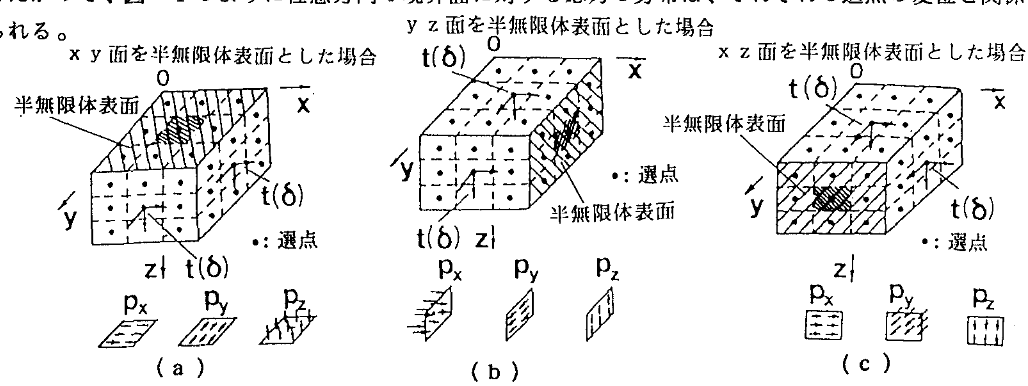
これらのモデルを重ね合わせると次式のような関係式が得られる。

$\{\mathbf{t}\}=[\mathbf{A}]\{\mathbf{p}\}$，$\{\boldsymbol{\delta}\}=[\mathbf{B}]\{\mathbf{p}\}$ －－－－－－－－－－－－－ （１）

　ここで、$\mathbf{t}$：応力のベクトル、$\boldsymbol{\delta}$：変位のベクトル、$\mathbf{p}$：外力のベクトル．

式（１）より、外力のベクトルを消去すると、３次元弾性直方体要素の剛性マトリックスが次式のように得られる。　$\{\mathbf{t}\}=[\mathbf{K}]\{\boldsymbol{\delta}\}$ －－－－－－－－－－－－－－－－－－－－－ （２）

したがって、図－１のように任意方向の境界面に対する応力の分布は、それぞれの選点の変位と関係づけられる。

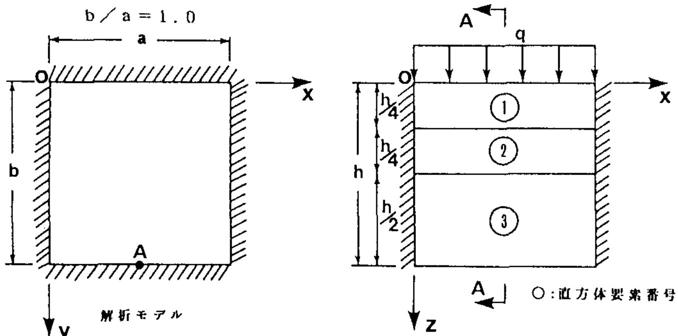


図－２

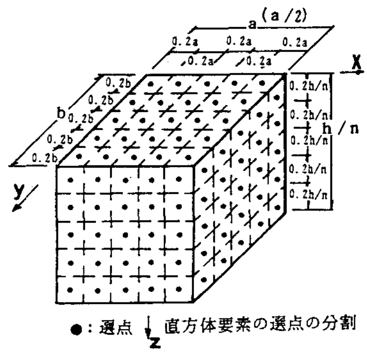
４．計算例：ここでは、大形直方体要素を多層弾性体の解析に適用するための基本的な例題を示す。図－３に示す解析モデルは、直接剛性法を用いて辺長比(b/a)が1.0で厚さの異なる直方体要素を３層に接続

1)島田功,岡村宏一:厚い長方形スラブの応力と変形,土木学会論文集第233号,1975.1
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

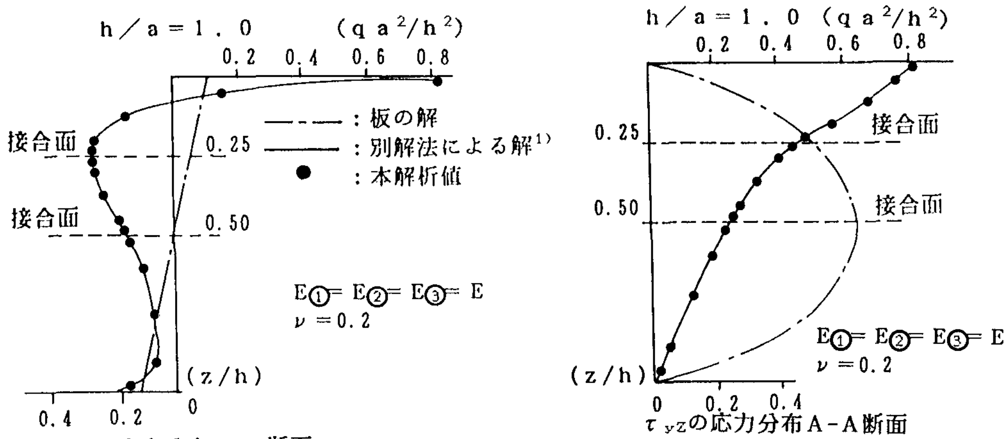
し、上面に全面等分布荷重(q)を満載させ、下面自由、他の4面に固定の条件を与えている。また、図−4に示すものは各要素の分割数である。図−5には、辺長比(b/a)を1.0，スラブ厚比(h/a)を1.0とした時の応力σ_yおよびτ_{yz}分布を別解法1)による結果と比較しているが、両者の値は良く一致している。図−6に示すモデルは2層系のモデルで上層のEを下層のEの1/5,1/10としたものである。図−7には、中心点のσ_xの分布を、Eを一定とした場合の別解法との比較とともに示した。



図−3



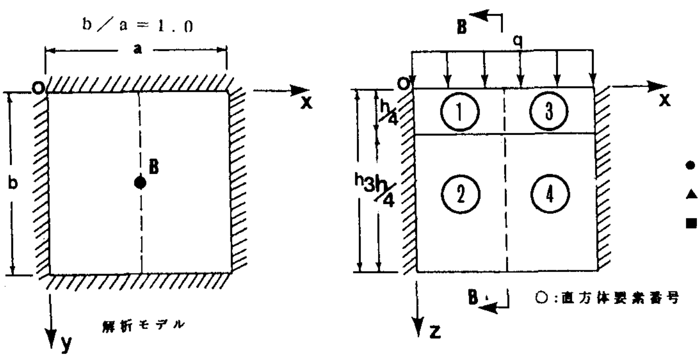
図−4



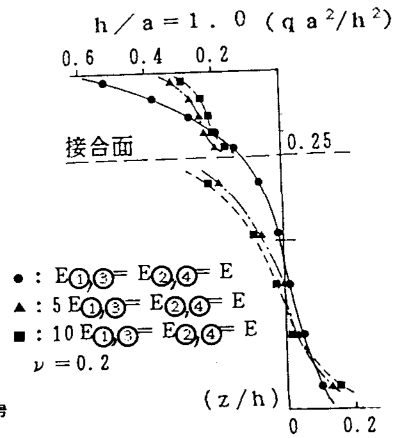
σyの応力分布A−A断面

τyzの応力分布A−A断面

図−5



図−6



σxの応力分布B−B断面

図−7