

I-160 壁と一体となった長方形厚版の3次元弾性解析

大阪工業大学

正員 岡村宏一

大阪設計エンジニアリングKK

正員 ○進藤泰男

1. 概要; 格間長に対して厚さの比率が相当大的に大きい版構造は, たとえば, 地中構造物, あわいは, 大きな外力を受ける下部構造の頂, 底板などにしばしば見受けられる。版厚比が大きくなれば, 当然, 盤¹⁾としての性格が強くなり, 薄板理論では扱えなくなってくる。特に, 境界近傍の3次元的な挙動は, 通常の薄板の境界のように簡単に割り切れぬものがあり, 実情に即した解析が必要である。

既往の解析例として, E. Reissner²⁾らの厚版理論は, 平面保持の仮定を容認した薄板理論の拡張であり, また, S. Srinivas³⁾らは3次元の基礎式に従い級数解を用いて解析しているが, 境界条件に対する適応性に乏しい。

筆者の1人は, さきに, 半無限弾性体内の任意点に, 垂直, あわび水平方向の集中荷重を作用させるMindlin 第1, 第2問題の解を, 垂直, 水平, 斜め方向の有限長方形面に積分して, 弾性体内に作用させる分布力の要素を作り, (図-1参照) それらを組み合わせて弾性体内の任意の面に任意分布する調整力を与え, 半無限体のう, 所要の条件を満たす境界面を切り出す方法と, 実際問題への応用について報告した。⁴⁾

この種の解法は, すでに E. R. A. Oliveira⁵⁾によって, 穴あきシャイベの問題に試みられており, 本文は, このような手法を3次元弾性体に拡張, 応用する問題の1つとして, 厚版問題を扱ったものである。

この解法では, 弾性体の内点では *field equation* を満足する連続解を与えるられ, 境界面の条件のみが選点法によって処理される。境界の精度が良好ならば解の精度は高い。調整面は, *singularity* を回避するため, 真の境界面から幾分離して設定されるが, その距離は境界条件の精度と対応する。

図-2は, 本文の例題の1つとして扱ったもので, Boussinesq 問題として表面荷重を受けている半無限体から, 所定の正方形厚版と, 壁に相当する半無限体を一体として切り出す場合の境界面に対する調整面の配置, 調整面の分割, 選点の配置など, 境界調整の模様を示したものである。

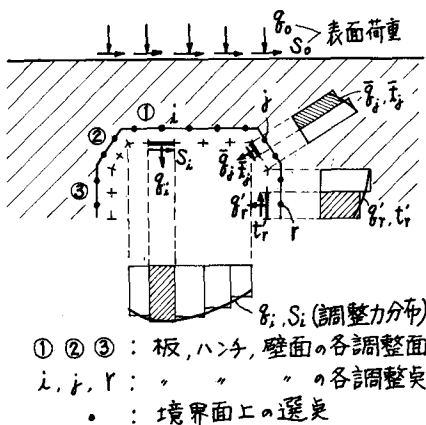
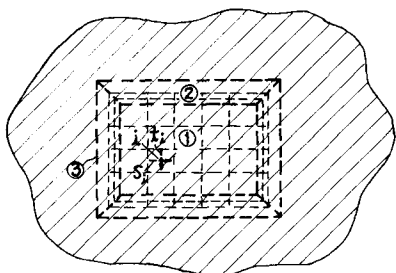
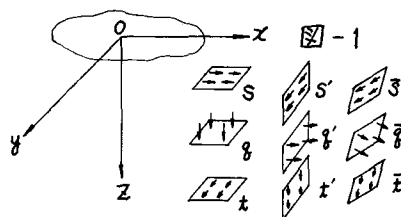


図-2

2. 計算例;

図-3に2種類の厚版の概要を示した。

Case 1は半無限体をくり抜いて、板下面、ハンチ、壁面を作り出す場合である。

Case 2は板の側面にも調整面を考えて、板の側面の変位を完全に拘束した場合である。

寸法は $h/l = 0.5$, $\delta/l = 0.1$, $a/l = 0.05$, $b/l = 0.15$ の場合である。なお調整面における有限領域の分割は図示の通りである。

図-4に各Caseについての中央断面の変形分布を示した。Case 1は、厚版は半無限体と連続しているが、剛度の小さい薄板の場合と異なり固定効果が失われ、周辺の外側でかなりの変形が生ずる。この状態は、図-5、Case 1の σ_x の応力分布にも現われ、周辺近傍の表面に引張応力が発生していない。

図-4のCase 2は、側面を完全拘束したときの中央断面の変形を示すが、その最大値は、周辺固定板として計算した最大たわみの3.5倍程度となり、せん断変形が卓越している。

図-5のCase 2では、周辺付近に引張力が発生している。

応力分布は全般に非平面保持の傾向を示し、特に、周辺近傍で著しい。

境界調整の精度については、調整応力の大きい厚版下面の直応力は、調整によって1~2%に消滅した。

- 1) E. Reissner "The effect of transverse shear deformation on the bending of elastic plates" Appl. Mechanics June, 1945
- 2) D. Frederick "Thick rectangular plates on an elastic foundation" A.S.C.E, Paper No. 2898
- 3) S. Srinivas "Flexure of simply supported thick homogeneous and laminated rectangular plates" Z.A.M.M., 49 (1969) Heft 8
- 4) 岡村 "3次元弾性非軸対称問題の1解法" 昭和46年度関西支部 講演概要 1971, 5
- 5) Oliveira E.R.A "Plane stress analysis by a general integral method" Proc. of A.S.C.E, E.M.I, 1968,

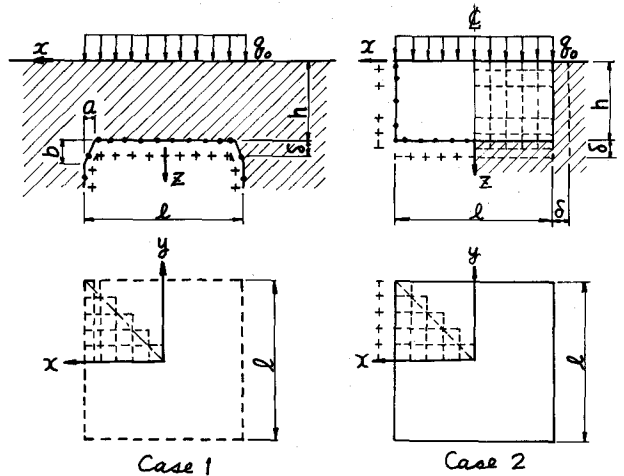


図-3 計算例諸元

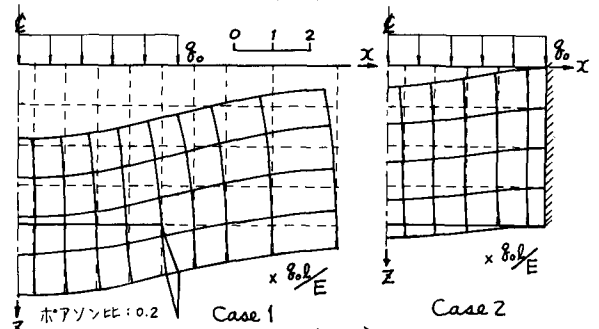


図-4 x-z平面内の変形図

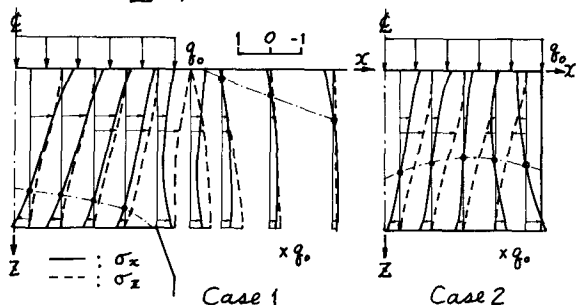


図-5 x-z平面内の σ_x, σ_z 分布図