

厚いスラブの応力と変形

大阪工業大学 正員 岡村宏一
東洋技研コンサルタント 正員 ○島田 功

1. まえがき： 径間に対し高さの比率が大きいはり、いわゆるティアービームの問題に
ついては、すでに多くの研究者によって等方弾性体としての解析が行われ、その非平面保
持の形態を有する応力性状、またその解析結果にもとづく配筋の考慮などについて論じ
られている。一方、辺長に対して厚さの比率が大きいスラブ構造は、大形下部構造、ある
いは地下構造物の頂、底版のパネルなどにしばしば見受けられるものであるが、この種の
構造も、薄板理論によるものとは著るしく異なった3次元的な応力の性状を現れものである。
また、変形においても、せん断変形が著るしく卓越する傾向が見られ、この種のスラ
ブをラーメン等の骨組の部材に取りこんで計算する場合にも剛性評価の面での配慮が必要
であろう。ところで、薄板理論からの発展を試みたものに、E. Reissner の厚板理論があ
るが、平面保持の仮定を容認しているため議論の範囲が限られる感があり、また一般的
評価を与える得ると思われる3次元解析によるデータは、目下のところ乏しいようである。
筆者はすでに、3次元弾性問題を高精度で解析できる、1つの数値解法を発表したが、¹⁾最近
、この解法を用いて上記のスラブ構造に対し、辺長比、厚さの比率をさまざまに変化させ
た広範囲のデータを作成している。荷重として、表面に作用する全面等分布荷重、部分荷
重、体積力としての自重を考慮し、境界条件としては周面固定の場合を扱った、おもな論
点として着目しているものは、次のとおりである。

- 1) 薄板理論, Reissner 理論の適用範囲
の検討とその評価
- 2) 3次元解析にもとづく変形と応力の
特性の検討
- 3) 配筋に対する考察

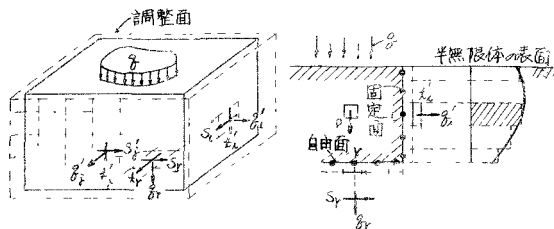


図-1

本文はその一部を報告するものである。

2. 解析手段： 解法については前論文¹⁾
を参照されたい。半無限体の表面に荷重を与え、あるいは自重を考慮しつつ、周面固定、
ならびに底面自由な3次元体を切り取る模様を図-1に示す。

3. 計算結果： 以下のデータにおいてスラブ厚を1、辺長をそれぞれ a, b とする。
ここでは $b/a = 1.0, 1.5, 2.0$ の3種類の辺長比に対し $h/a = 0.25, 0.5, 0.75$ と変化させ、上面等
分布荷重を受ける場合の結果を示した。また $b/a = 1.0, h/a = 0.5$ について自重による応力
分布も併記した。ただし、ポアソン比 $\nu = 0.2$ である。図-2は $h/a = 0.25$ の正方形スラ

1) 岡村, 島田：3次元弾性問題の1数値解法とその応用, 土木学会論文報告集

No 199, pp 33~43, 1972

ブについての境界調整面の配置と調整の精度を示したものである。図-3~7には b/a を変えた3種類のスラブについて、 h/a を変えた場合のスパン中央部および固定部分の水平応力およびせん断応力の分布を与えてある。図-8には、 $h/a=0.5$ の正方形スラブについて自重による応力分布を等分布荷重を上縁に載荷した場合と比較して示した。図-9, 10は等分布荷重を受ける $h/a=0.5$ のスラブの中央断面における主応力状態を辺長比を変え

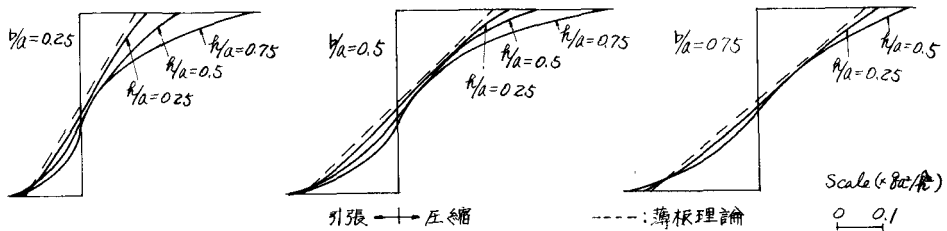
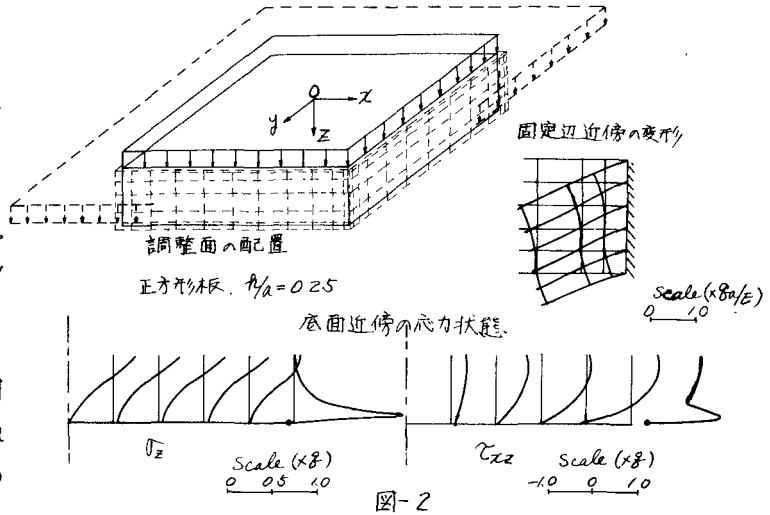


図-3 スパン中央における σ_x の分布

て示したものである。図-11はスパン中央のたわみ w を3種類の b/a に対し、 h/a を変化させた場合について、本解析による結果を、薄板理論によるものと、比較したものであって、 h/a が大きくなると薄板理論によるものとは大差を生じてくるが、変形に關する限り、E. Reissnerの理論によるものは、良好な近似を与えることがわかる。図-12は、3種類の辺長比 ($b/a=0.25, 0.5, 0.75$) に対し、 $h/a=0.25$ のスラブ中央部のたわみを上記の方法により示したものである。

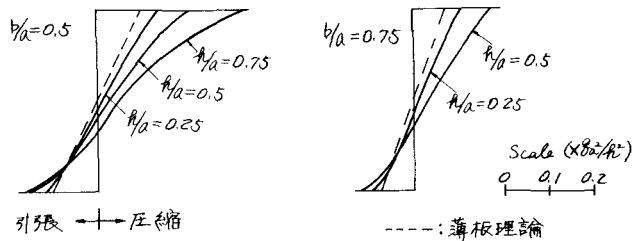


図-4 スパン中央における σ_y の分布

4. むすび： 厚さ (h) の短辺 (a) に対する比率 (h/a) が 0.2 を越えるようになると、変形は薄板理論によるものにくらべて急激な増大を示し、また応力分布についても非平面保持の性状が強くなり薄板理論は、その近似性を失っていくことがわかる。E. Reissner

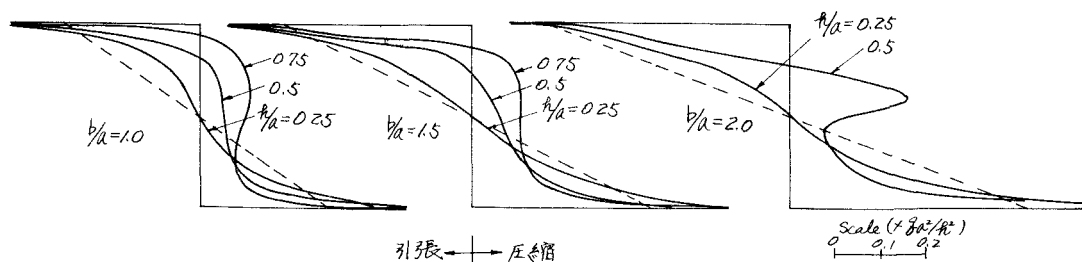


図-5 固定端における σ_x の分布 ($y=0$)

の厚板理論による σ_x の応力分布については同様の事が云えぬが、ただ、歪エネルギーの積分の意味を持つ変形については、良好な近似を与える結果となっていることは注目すべきことである。 h/a が大きくなると、スラブの表面附近で応力が増大する傾向がめ

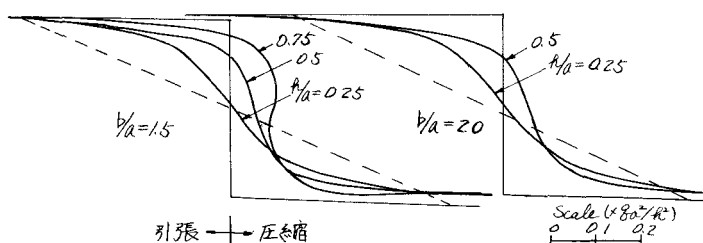


図-6 固定端における σ_y の分布 ($x=0$)

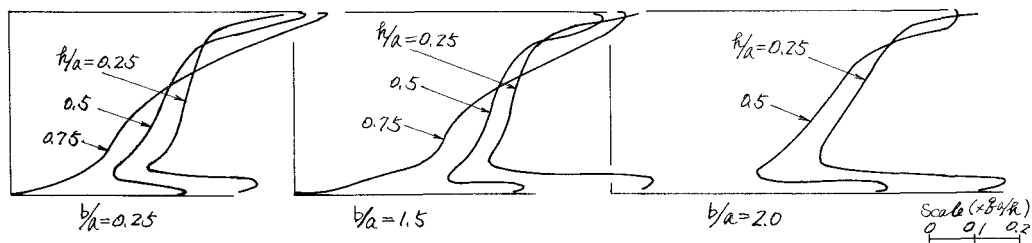


図-7 固定端における τ_{xz} の分布

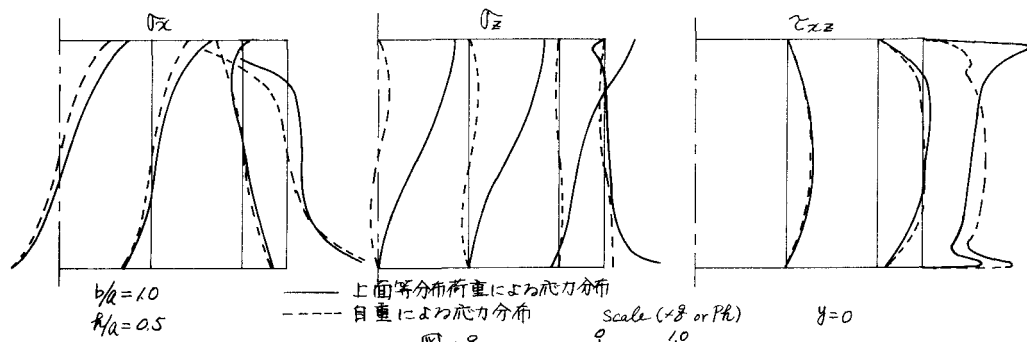


図-8

り、解析結果にもとづき、その部分の全応力に抵抗できる主鉄筋配置が必要となる。また、

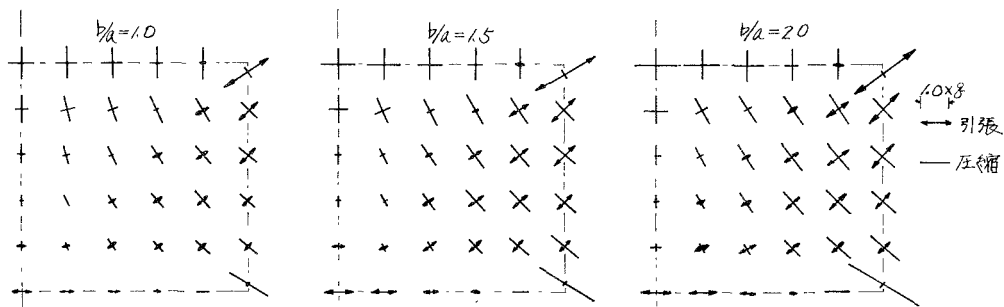


図-9 主応力図 ($k/a=0.5, \gamma=0$)

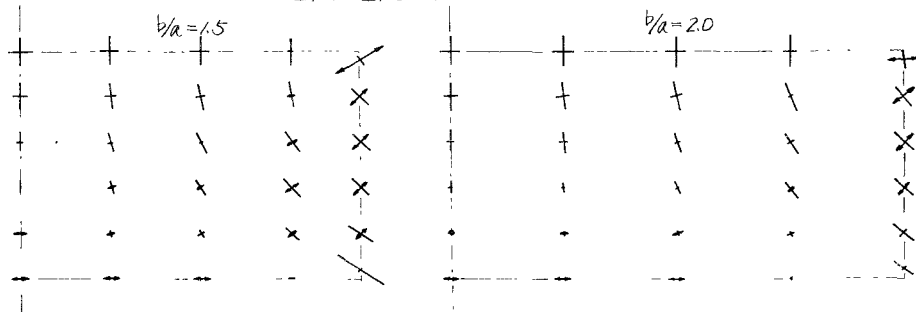


図-10 主応力図 ($k/a=0.5, \gamma=0$)

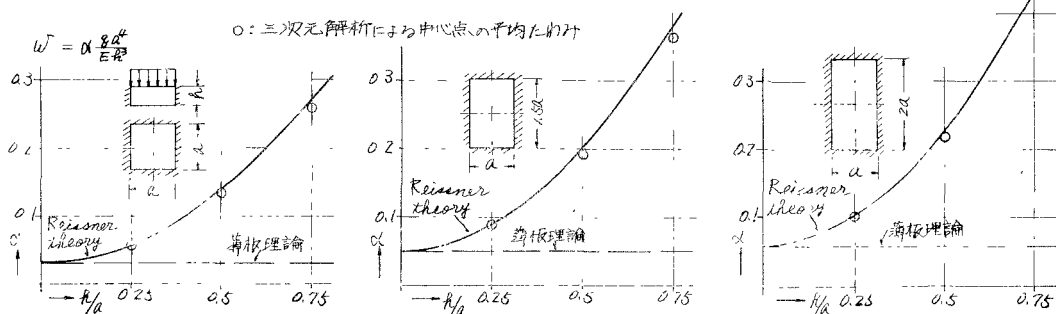
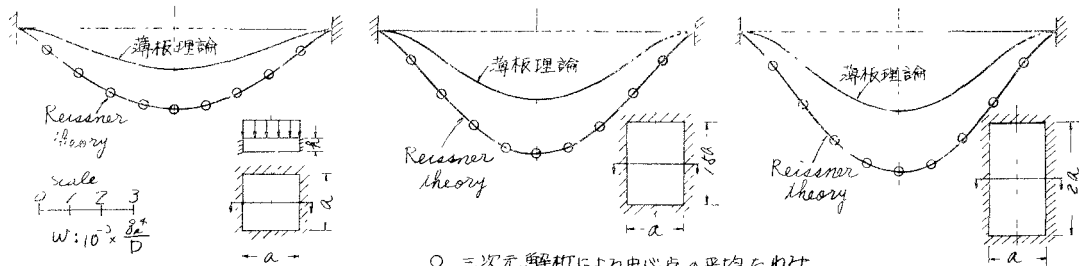


図-11



○ 三次元解析による中心点の平均たわみ

図-12 中央断面のたわみ ($k/a=0.25$)

全般的に均質性を持たせするため壁配筋に準じた配筋が必要と思われる。厚さが大々になると自重も無視できない要素となるが、薄板理論のように等分布荷重で扱うと応力分布に差異を生ずるので注意を要する。現在、主応力状態などを含めて配筋の方法については、検討中であり、いずれデータを補足し、総括した形で報告するつもりである。