

大阪工業大学
東洋技研コンサルタント K.K.
大阪工業大学

正員 岡村宏一
正員 島田 功
学生員 〇小川 清

1. まえがき; 図-1に示すような、フーチングの応力を求めることは、基礎構造の設計上必要である。従来の設計では、曲げ理論に拡張応用されているが、このようなマッシブな構造では、必ずしも妥当とはいえない。すなわち、この部分は、3次元の問題として扱われなければならないであろう。

筆者は、すでに次元の異なる構造要素を結合させる方法について報告し¹⁾、また、いわゆる“Integral method”によって、半無限体の内部に擾乱を生じさせる調整力を与え、Singularityの問題を回避しつつ、任意の境界を作り出す手法を、3次元問題に拡張する方法について報告した。²⁾ 本文ではこれらの方法を用いた、フーチングの3次元解析法について報告する。図-2に見るように、標記の構造物を、3次元体としてのフーチング(図)と、1次元構造要素としての柱(図)とに分解し、柱は短柱として処理する。3次元体としてのフーチングについては、杭に伝達される力を半無限体の表面に作用させ、フーチングの表面の境界条件を選点で成立させ、柱の部分では変位の方向性が認められるところで、短柱として処理された柱と変位(一定)を連続させる。

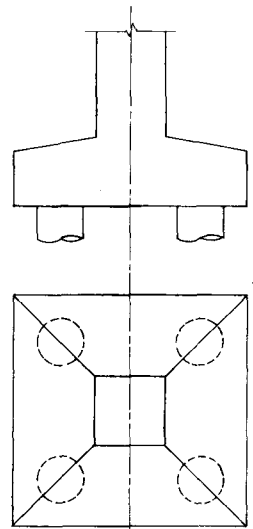


図-1

2. 解法; 3次元体としてのフーチングの解析

図-2に示すように、半無限体内に、フーチングの部分を含む調整面(①, ②, ③, ④等)を想定し、これらの調整面上に調整力の分布を与え、それらの作用によって真の境界条件を調整する。このような調整力の分布を与える基本解として、図-4に示される半無限体内の任意点に、垂直、ならびに水平方向の集中力がそれぞれ作用する Mindlin オ1, オ2問題の解を用いる。今、半無限体内に作用させる分布力の要素を、図-5に見るように、基本解をそれぞれ、垂直、水平、斜め方向の長方形面に積分して与える。それぞれ面に作用する各方向の分布力の強さを S, ϕ, S' で表わし、演算記号 $(\sigma, \tau)_1, (\sigma, \tau)_2$ はそれぞれ単位荷重に対する Mindlin オ1, オ2問題の応

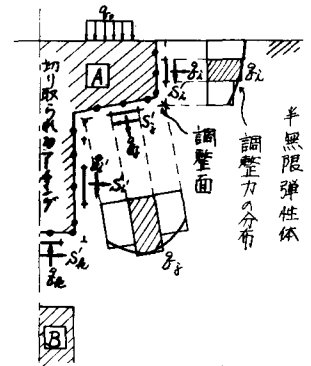
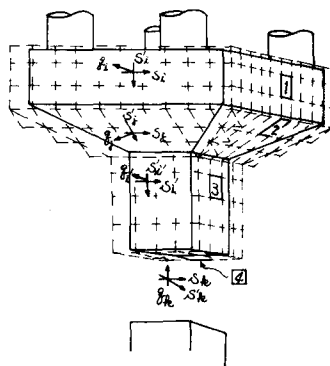


図-2

に対する Mindlin オ1, オ2問題の応

力成分である。一方、表面荷重(杭に伝達される力)は、Boussinesqの解を円積分したもので、これは特解を与えるものである。この積分は、次の二重積分によって求められる。(図-3参照)

$$\int (\bar{\sigma}, \bar{\tau}) dA_0 = 2 \int_{\theta=0}^{\pi} \int_{\rho=0}^{\rho_0} (\bar{\sigma}, \bar{\tau}) \rho d\rho d\theta$$

$\bar{\sigma}, \bar{\tau}$; Boussinesqの解

これらの積分は、特別な場合(中心下方の成分、および表面の一部の成分)を除いて、一般に困難である。しかし、 ρ についてはすべて積分可能である。したがって、 θ についての積分は、上述の特別な場合を除いて、数値積分を行った。ふたたび、図-2に

ついて、フーチングを囲む調整面のそれぞれを、有限長方形領域(i, j , 長等)によって分割する。さらに、図-5に示した方法でこれらの長方形領域のそれぞれによって等分布する調整力(q_i, S_i, S'_i)を与え、それらの作用によって、真の境界面の境界条件を調整する。すなわち、調整力は未知量である。また、有限領域の分割、Singularityを避けるために探られる調整面と境界面との距離は境界条件の精度に対応して定める。垂直面、水平面、および斜め境界の調整精度、その他については、文献2)に報告している。

いま境界面上の選点 m の自由な条件をもつものとすると、境界条件は、次のようになる。

$$\begin{aligned} (\sigma, \tau)_m = & \sum_x \left\{ q_j (\sigma, \tau)_2 dA' + S_{ij} (\sigma, \tau)_2 dA' + S'_{ij} (\sigma, \tau)_1 dA' \right\}_m + \sum_j \left\{ q_j \left\{ (\sigma, \tau)_1, (\sigma, \tau)_2 \right\} dA'' \right. \\ & + S_j (\sigma, \tau)_2 dA'' + S'_j \left\{ (\sigma, \tau)_1, (\sigma, \tau)_2 \right\} dA'' \left. \right\}_m + \sum_k \left\{ q_k (\sigma, \tau)_1 dA + S_k (\sigma, \tau)_2 dA \right. \\ & \left. + S'_k (\sigma, \tau)_2 dA \right\}_m + \left\{ q_0 (\sigma, \tau) dA_0 \right\}_m = 0 \end{aligned}$$

また、変位が一方向性を持つことが認められるフーチングの柱の部分で、変位(w)が一様となるように拘束する。

目下、図-1に示すような、鉛直荷重を受ける方形対称フーチングについて、境界面と調整面の距離等の精度について検討中であり、結果は、講演時に報告する。

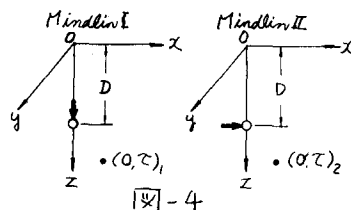
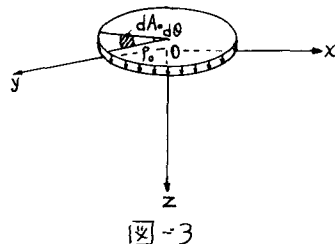


図-4

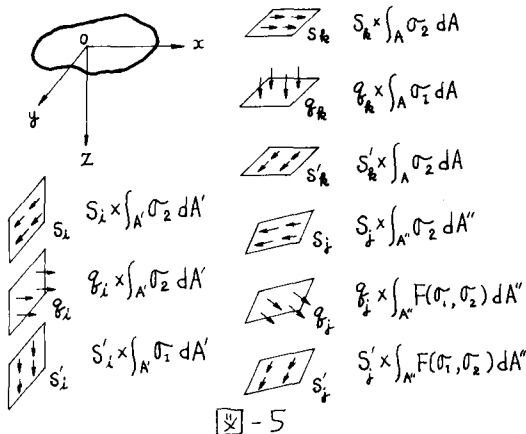


図-5

1) 岡村、島田; フラットスラブの3次元弾性解析 土木学会年次学術講演会概要 I-159S-26.10

2) 岡村、島田; 3次元問題の数値解法と其の応用 土木学会論文報告集 1972-3, Vol.199