

## 浅い基礎の支持能力について

佐賀大学 学生員 ○吉田 政生  
 佐賀大学 S. Valliappan  
 佐賀大学 正員 古賀 勝喜

### 1. まえがき

地盤一構造物系の解析に有限要素法が数多く用いられている。有限要素法の特徴は地盤の構成、物性値を場所ごとに容易に変えられること、構造物の形状を任意にとることができることにあり、複雑な構造物の解析に適している。現在、土の構成則に関し多くの提案がなされており、弾塑性解析が一般的に行われるようになってきた。浅い基礎の支持力も弾塑性解析の終局強度として求められる。一方、簡単な形状の浅い基礎の支持能力については、テルツァギーの計算式など、多くの提案式があり、実際の計算に用いられ、ほぼ満足する結果を得ている。本研究は最も簡便な完全弾塑性解析により、浅い基礎の支持力を計算し、テルツァギー解との比較により問題点を明らかにしようとするものである。

### 2. 解析モデルおよび解析手法

図-1に本研究の基礎の概略を示す。解析に用いた地盤は横28m×12mの2次元である。地盤モデルとして軟弱な粘土地盤に近い値を用い、解析は直接基礎のフーチング（高さ1m×幅4m）、根入れ基礎のフーチング（高さ1m×幅4mおよび2m）の2種類で行い、解析においては対称性より右側半分を解析する。解析手法として完全弾塑性を用い粘着力、内部摩擦角をそれぞれ変化させ、荷重を増加させ解析を行う。

地盤モデルは21個および22個の四角形要素に分割し、アイソバラメトリック8点要素を用いた。諸係数としてコンクリートおよび粘土地盤の弾性係数を $2.1 \times 10^5 \text{ t/m}^2$ 、 $100 \text{ t/m}^2$ とし、ポアソン比を0.15、0.40とした。

荷重としては基礎の頭部に鉛直下向きに荷重増分ごとに順次載荷する。載荷にともなって変形が進行し、ある載荷状態で急速に変形が進行し、50回の繰り返し計算を行っても変位が収束しない時点を地盤の基礎に対する支持力であると考えた。境界条件は図-1～3に示すように固定した。

図-1は直接基礎 $b=2\text{m}$ で $C=0, 2, \phi=0^\circ, 10^\circ, 30^\circ$ と変化させ解析する。No. 1, 3, 7

図-2は根入れ基礎 $b=2\text{m}$ で $C=0, 2, \phi=0^\circ, 10^\circ, 30^\circ$ と変化させ解析する。No. 2, 4, 8

図-3は根入れ基礎 $b=1\text{m}$ で $C=0, 2, \phi=0^\circ, 30^\circ$ と変化させ解析する。No. 5, 6

図-2, 3は図-1の四角枠内に入るるものである。

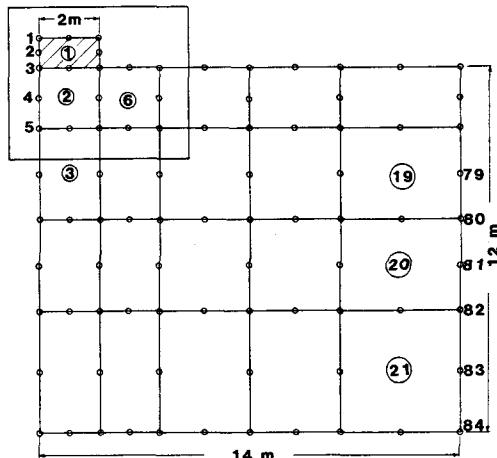


図-1 解析モデル 1

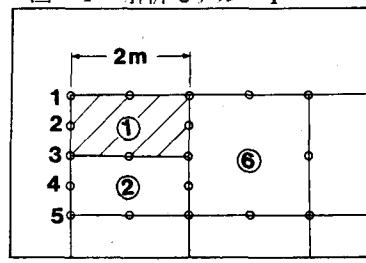


図-2 解析モデル 2

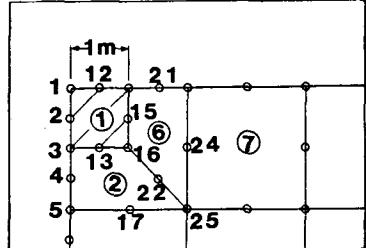


図-3 解析モデル 3

### 3. 解析結果および考察

表-1は、各々の場合における支持力の有限要素法による解析値とテルツアギーの式による計算値との比較である。計算値として次のテルツアギーの支持力公式により支持力 $q^u$ を求める。

$$q^u = C Nc + q Nq + 0.5 \gamma B N_r \\ = C Nc + \gamma D Nq + 0.5 \gamma B N_r$$

$$\phi = 0^\circ \quad Nc = 5.14 \quad Nq = 1.0 \quad N_r = 0$$

$$\phi = 10^\circ \quad Nc = 8.35 \quad Nq = 2.47 \quad N_r = 0$$

$$\phi = 30^\circ \quad Nc = 30.14 \quad Nq = 18.4 \quad N_r = 22.4$$

C : 粘着力 ( $C = 0.2$ )

q : 土かぶり圧 ( $q = \gamma D$ 、D : 根入れ深さ)

$\gamma$  : 単位体積重量

B : フーチング幅

図-4は縦軸に荷重、横軸に基盤中央点直下の変位を示したものである。荷重-変位の関係を比較してみると、直接基礎より根入れ基礎の方が少し変位が大きい。また根入れ基礎でNo. 2とNo. 5を比較するとNo. 5は荷重幅がNo. 2より小さいので変位が小さくなる。

図-5は、荷重増分による各塑性領域を示したもので、塑性領域の進行具合が分かる。内部摩擦角が大きくなるにしたがって、荷重増分による塑性領域は広くなり、支持力も増大する。

有限要素法解析による支持力は、弾塑性解析許容係数が0.1以下に収束する値を用いる。その点として●で示し、この値を用いて支持力を求める(図-4参照)。テルツアギーの支持力公式による計算値と有限要素法解析値を比較するとNo. 5、No. 6以外はある程度近い値となっている。この結果により、フーチング幅が小さく応力集中していくと、近い値が得られなくなる。また、表-1より内部摩擦角が大きくなるにしたがって、荷重が地盤の広い領域まで行き渡り荷重を受け持つので支持力は大きくなる。

表-1 解析の種別及び解析結果

Case No	1	2	3	4	5	6	7	8
内部摩擦角 $\phi$ (度)	0	0	30	30	0	30	10	10
フーチング幅 b(m)	2	2	2	2	1	1	2	2
Terzaghi (t/m <sup>2</sup> )	1.028	1.028	6.028	6.028	1.028	6.028	1.67	1.67
FEM (t/m <sup>2</sup> )	1.2	1.5	6.0	7.2	2.4	9.6	2.4	2.4

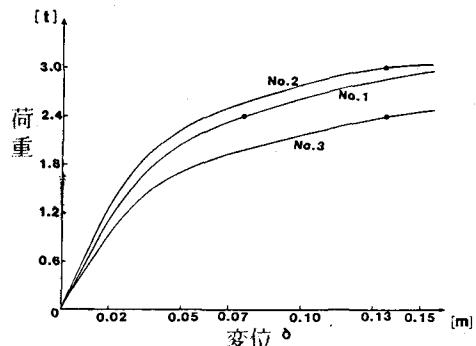
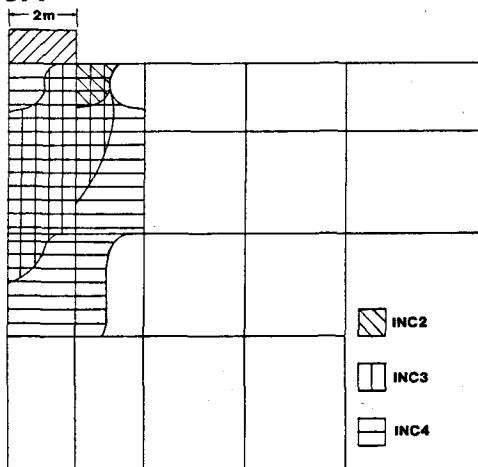


図-4 荷重-変位曲線

No.1



No.2

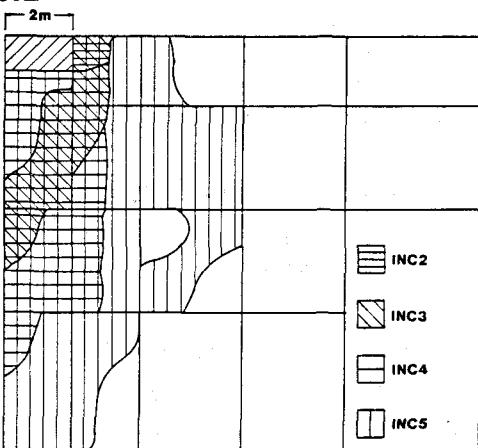


図-5 塑性領域図