

III-243

基礎形状を変化させた浅い基礎の有限要素解析

新日本製鉄(元・名工大学生) 正会員 ○平嶋 裕
 名古屋工業大学 " 中井 照夫
 基礎地盤コンサルタンツ " 阪上 最一

基礎形状や底面の摩擦角を変化させた浅い基礎地盤の支持力解析を有限要素法を用いて行った。解析では、地盤材料の構成モデルとして材料の諸特性を評価できる移動硬化型の粘土の弾塑性モデル(kinematic t_{ij} -clay model)¹⁾を用い、基礎と地盤の間の摩擦特性を評価するために弾塑性ジョイント要素²⁾を導入している。この解析結果に基づいて、基礎形状の違いによる支持力の比較だけでなく、基礎底面の摩擦特性を含めてこれらの諸要因が支持力あるいは荷重～沈下曲線に及ぼす影響について考察した。

解析方法

深さ26m、中心からの距離26mの地盤を576個の要素に分割し、地盤材料としては藤の森粘土(パラメーターは文献¹⁾参照)を想定し、完全非排水条件下で解析を行っている。基礎は、半幅 $B/2=5\text{m}$ とし、剛性の十分大きい弾性体($E=1 \times 10^9 \text{tf/m}^2$ 、 $\nu=1/3$)と仮定している。図-1の4種類の基礎形状を考えているが、波型基礎と根入れ基礎は根入れ部分の基礎の体積がほぼ同じであり、枠付きべた基礎はべた基礎のまわりに独立な枠(深さは根入れ基礎と同じ)を埋め込んだ基礎構造となっている。地盤の初期応力は粘土の単位体積重量 $\gamma=1.8 \text{tf/m}^3$ 、静止土圧係数 $K_0=0.47$ から計算しているが、表面に 2.0tf/cm^2 の等分布応力をサーチャージしている。底面摩擦の影響は $\delta=0^\circ$ (なめらか)、 $\delta=20^\circ$ 、 $\delta=90^\circ$ (粗い)について検討している。解析に用いた地盤材料の構成モデルは、①粘土の変形・強度特性におよぼす中間主応力の影響、②負のダイレイタンス、③塑性ひずみ増分方向におよぼす応力経路の影響、④繰返し载荷や主応力軸の回転の影響つまり応力誘導異方性を考慮できる移動硬化型の弾塑性モデル(kinematic t_{ij} -clay model)¹⁾であるが、④の特性が結果に与える影響を検討するため、①～③の特性だけを考慮した等方硬化型の弾塑性モデル t_{ij} -clay model²⁾による解析も合わせて行っている。

解析結果と考察

図-2はべた基礎の荷重(q)～沈下曲線(s)の解析結果を、図-3は基礎底部付近の地盤内安全率分布(安全率 F 、 S は破壊時の応力比 X_r を各要素の応力比 X で割ったもので定義している)の解析結果を示す。図-2の破線だけが等方硬化型モデルによる解析結果であり、これ以外の本文の結果はすべて移動硬化型モデルによる結果である。図-2よりなめらかなべた基礎では、粗い場合よりも沈下量が大きく支持力も小さくなるが、ある程度底面の粗さがあれば沈下量、支持力ともほとんど変わらないことがわかる(粘土の内部摩擦角 $\phi'_{(comp.)}$ は 33.7°)。図-3の安全率分布からも $\delta=0^\circ$ の時は安全率の低い領域が基礎底部付近全体に広がるが、 $\delta=20^\circ$ 、 90° の時は共に载荷端から斜め下方にこれらの領域が発達する様子がみられ両者の間に有為な差はみられない。また、図-2より、応力誘導異方性を考慮しないモデルでは、変形は小さく支持力は過大に評価することになる。

図-4は基礎の形状を変えたときの荷重～沈下曲線の解析結果を表し、図-5～7は根入れ基礎、波型基礎および枠付きべた基礎の地盤内安全率分布の解析結果である。各図とも(a)図: $\delta=0^\circ$ 、(b)図: $\delta=20^\circ$ 、(c)図

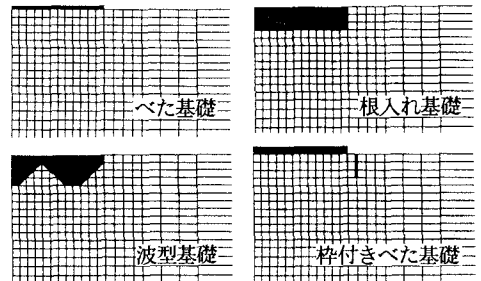


図-1 基礎形状と基礎付近の要素メッシュ

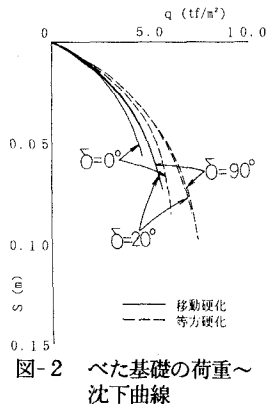


図-2 べた基礎の荷重～沈下曲線

: $\delta = 90^\circ$ の結果である。

これらの図は、べた基礎を除き、荷重～沈下曲線および地盤内安全率分布に底面摩擦はほとんど影響しないことを示している。また、図-5～7

に示すように、いずれの基礎においても破壊域や安全率の低い領域は底面摩擦の影響を受けず、載荷端から斜め下方に発達しており、基礎直下に安全率の大きい土くさびを形成していることもわかる。

したがって、波型基礎（コマ型基礎も対応すると考えられる）、枠付きべた基礎とも、根入れ基礎と同じメカニズムで沈下量が小さくまた支持力が増加していると考えられる。すなわち、波型基礎では波型のくぼみの部分を含めた根入れ基礎と考えられ、枠付きべた基礎は枠で囲んだ部分が基礎の根入れと同じ効果を持つとみなすことができる。また、これらの基礎の

解析結果が底面摩擦の影響をほとんど受けていないことと考え合わせると、これらの支持力増加のメカニズムは基礎下部の地盤の側方への流動をおさえるというよりは、根入れ効果で説明可能と思われる。

参考文献

- 1) Nakai & Hoshikawa (1991): Proc. 7th IACMOG, Vol.1, 655-660.
- 2) Nakai (1985): S & F, Vol.25(3), 98-112.
- 3) Nakai & Matsuoka (1986): S & F, Vol.26(3), 81-98.

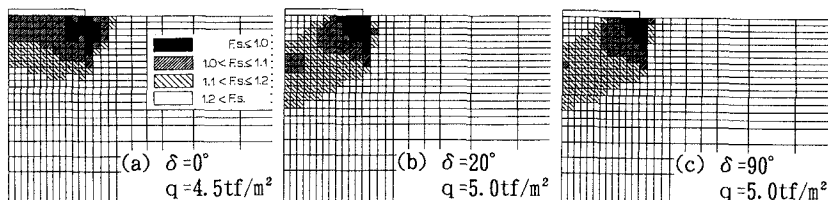


図-3 べた基礎の地盤内安全率分布

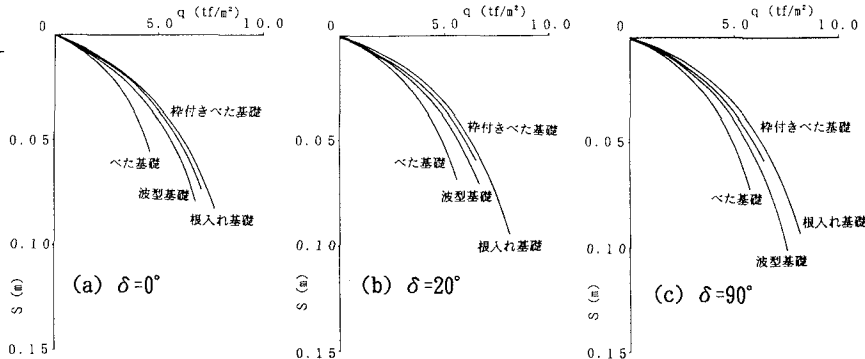


図-4 荷重～沈下曲線

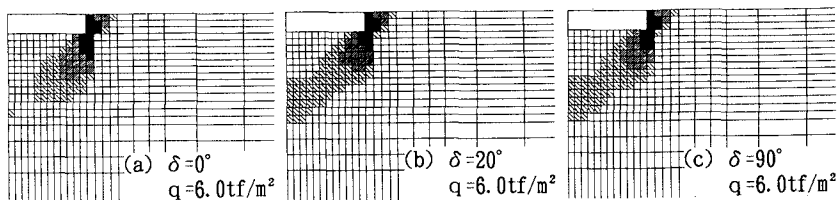


図-5 根入れ基礎の地盤内安全率分布

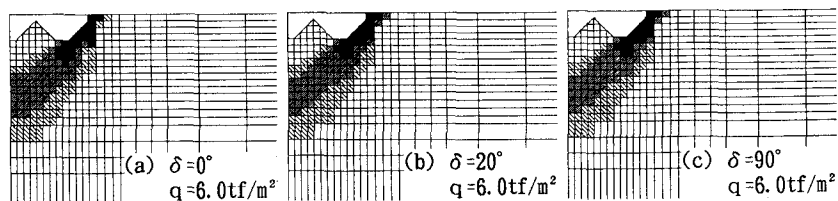


図-6 波型基礎の地盤内安全率分布

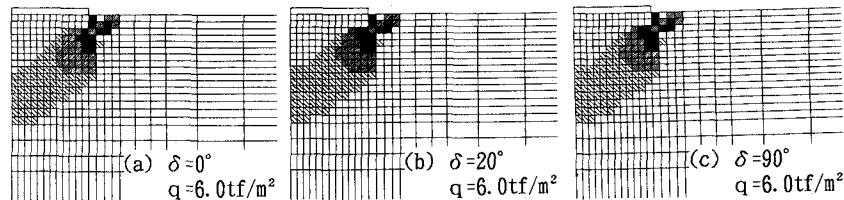


図-7 枠付きべた基礎の地盤内安全率分布