

写真計測によるフーチング下の砂層の内部変位

東北大学工学部 学生員〇 畠山 亨
東北大学工学部 正 員 柳沢 栄司
東北大学工学部 佐々木 静男

1. はじめに

均一で密な砂地盤上の基礎の支持力、沈下等をモデル的に測定し、解析する研究は従来から数多くなされており、特に マーフィーによる方法、ハーメソンの用いる方法がその手段としてよく知られている。本報告は、砂粒子の変位を写真撮影によって直接測定するという手法を用いて、支持力試験におけるフーチング下の砂層の内部変位を観察し、すべり線の形状、その発達性状とせん断ひずみとの関連に関する考察を行なった結果を述べるものである。

2. 実験の概要

2.1 実験装置

実験装置の概略を図1に示す。タンクは長さ40 cm、幅、高さ30 cmであり、側壁は透明ガラス製、その他は鋼鉄製である。変位測定のための基準とするため、木製の枠に白糸で図の様に、フーチング付近は1 cm、その他は2 cmのメッシュを施したものをガラス壁にあてた。

2.2 実験方法

幅4 cm、長さ30 cmの木製フーチング(剛性基礎と考える)の上にジャッキを乗せ、任意の荷重を作用させていき、その時の沈下量を測定して写真撮影をし、それを順次繰り返して実験後、写真計測を行ない、すべり線、ひずみ分布を測定する。

2.3 試料物性

用いた試料は白石川産のもので、 $G_s = 2.62$ 、粒径 $2.0 \text{ mm} \sim 0.84 \text{ mm}$ 、 $e_{max} = 1.00$ 、 $e_{min} = 0.71$ である。本報告では、初期間隙比 $e_0 = 0.77$ 、初期相対密度 $D_r = 0.79$ のやや密詰めの状態で行った実験の結果について考察をする。

3. 実験結果 及び考察

実験で得られた応力-沈下曲線を図2に示す。図の中のA, B, C, D, Eの間でそれぞれ、A-B; 立ち上がり部、B-C; ひずみ硬化部、C-D; ひずみ硬化部、D-E; ピーク部 に対応すると考え、写真計測を行なった。

3.1 すべり線の考察

写真計測により得られたすべり線を図3～6にそれぞれ、実験でひずみ分布の図の上に示してある。破線は $R_o \sim 1.0$ の主張するザイレテンシー角、 $\psi = 22^\circ$ を用いて得られたものである。図3に示すように、この段階で既に 完全ではないがすべり線が形成されているのがわかる。太く書いてある箇所は明確なすべり線が観察できたことを示している。これより、左側よりも右側の方が大きく、特に右側の曲線の部分が発達していることがわかる。また、いくつか同じ様な条件で実験をし、写真計測を行なった結果、ほとんどの場合、砂の詰め方、荷

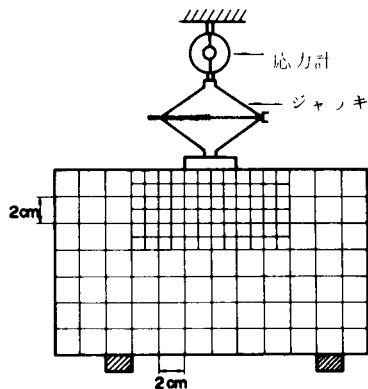


図1 実験装置

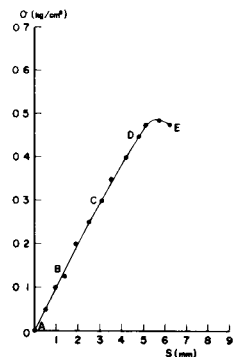


図2 応力-沈下曲線

重のかけ方による考えられるが、左右同程度にすべり線が形成されることはない。本実験の様に一方に特に発達しており、またフーチング付近では図に示す様に必ずしもフーチング端部から発生するものではなかった。図4ではA-Bで形成されたすべり線が位置はほとんど変わらず、そのまま発達していき、右側では表面まで形成されて一本の完全なすべり線が形成されている。図5ではさらに左側では延びているが、右側では先に形成された曲線の部分の下側に新しいすべり線が形成されている。図6の荷重-沈下曲線のピーク部に対応するD-Eでは、左側のすべり線はもはや発達せず、図5で新しく形成されたすべり線が発達している。この様に、載荷直後にフーチング下で発生したすべり線は次第に生長していくが、一度形成された円弧の部分の左右ともに位置が変化しないことがわかる。また、最終的に形成されたすべり線はR o s c o e の理論より求められたすべり線にほぼ近い形をしていることがわかる。

b. セン断ひずみ分布の考察

フーチング下のセン断ひずみの発生機構はフーチング端部より発生し、連続的にすべり線に沿って分布を広げていく進行性破壊であるということが図3～6からわかる。また、図3～5まではすべり線付近以外でも大きなひずみが生じているが、図6のピーク部ではすべり線に沿った部分のみがひずみ6%以上となっているが、その他は比較的小さく剛体に近い働きをしていることがわかる。P r a n d l の塑性平衡理論によると左右のすべり線の交錯する内側(図5の①)は下方へ剛体として働く領域であり、②の地域は塑性平衡状態にあり曲線は対数線曲線である。③の地域は受動圧により上方へ押し上げられ、剛体として作用するとされている。完全にすべり線を形成した図5で、①の部分はひずみがほとんど小さく、②の部分では2～20%と部分的に降伏している所もあり、③の部分では6%以下であり、このことは理論をうづめるものである。

4. おわりに

この実験により、特に次のことが考えられる。載荷に伴いすべり線は発達していくが、一度形成された円弧の部分はその位置を変えずに大きなすべりを生じさせる。従って、この最初に生じがすべり線が決定されていき、セン断ひずみの発生に大きく影響を与えていく。

参考文献

K.H. Roscoe, R.F. Arthur, R. James (1963)

「The Determination of Strains in Soils by an X-Ray Method」 Civil Engineering July

図.3 ④-⑤

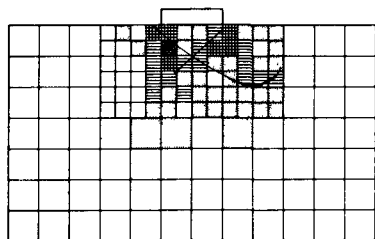


図.4 ⑤-⑥

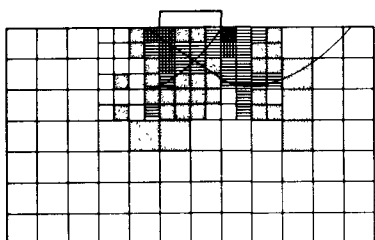


図.5 ⑥-⑦

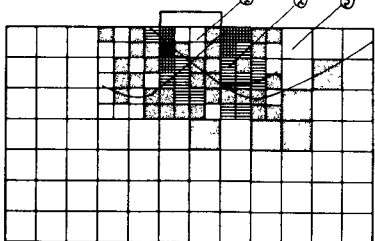


図.6 ⑦-⑧

