

中央工學理工学部 正員 藤井 齊昭
 中央工學大学院 ○学生員 池上 徹
 本州四國連絡橋公団 正員 栗野 純孝

1. はじめに

砂地盤における浅い基礎の支持力問題については、今日までに数多くの研究が行われ、支持力機構のほぼ解明されてきている。しかしながら、これらの研究の多くは均一地盤に対するものであって、多層地盤を対象としたものは極めて少ない。一方、本村らは¹⁾ 水平な二層地盤の支持力について遠心載荷装置によるモデル実験を行ない、非常に興味深い結果を報告している。なかでも下層が剛な場合には、上部の支持層厚(H)と基礎幅(B)の比を変化させて支持力を求めると、 $H/B = 0.5$ 付近で支持力が最小値をとり、その値は均一地盤のそれよりも小さくなるというユニークな結果を得ている。

本研究では、剛な下層地盤が一方向に傾いている、いわゆる二層傾斜地盤の支持力機構を解明するため遠心載荷装置によるモデル実験を行なった。モデルは、図-1に示すように基礎中心での砂層厚と基礎幅の比を一定に保ち($H/B = 0.5$)、遠心力によりモデルの寸法効果を高めさせた。

2. 実験方法

モデル地盤は、鋼製の非常に剛な試料容器(内寸法 $50 \times 30 \times 10 \text{ cm}$)の中に、下層地盤としてあらかじめ打設してある軽量コンクリートの上に気乾状態の豊浦標準砂を詰めたものである。この上層地盤は、標準砂を 5 mm 層厚に敷き均し、相対密度 87% ($e_{\max} = 0.996$, $e_{\min} = 0.610$)に保つようにバイブレーターで締め固めて作成した。なお下層地盤との境界は特別な処置をしていない。後述の変位ベクトル図から見ても十分に粗と考えられる。この軽量コンクリートを用いて作成した剛な傾斜した下層地盤の表面は、遠心力作用方向に常に 67° (水平傾斜角 23°)の傾きをはずす対数線とした。

本実験では、基礎に働く荷重と地盤との関係を明らかにすると同時に、モデルの上層地盤内に予め 5 mm 間隔で鉛散弾を埋め込みX線撮影装置を利用して、載荷前後における地盤内の変化状態も明らかにした。

3. 実験の結果と考察

図-2はX線写真で求めたモデル地盤内の変位ベクトル図で(a)は、基礎幅の小さい場合(換算基礎幅 $B = 40 \text{ cm}$)を、(b)は基礎幅の大きい場合($B = 250 \text{ cm}$)をそれぞれ表わし、図中の破線は均一地盤におけるTerzaghiの塑性域を示したものである。両者の変位ベクトル図を比較してみると、その違いは明らかである。すなわち、基礎幅の小さいものでは変位の水平成分が大きいのに反し、基礎幅の大きいものではベクトルの鉛直成分が卓越して大

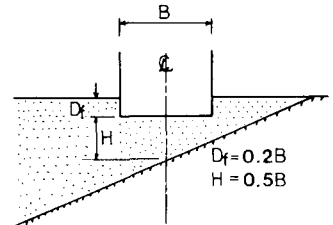
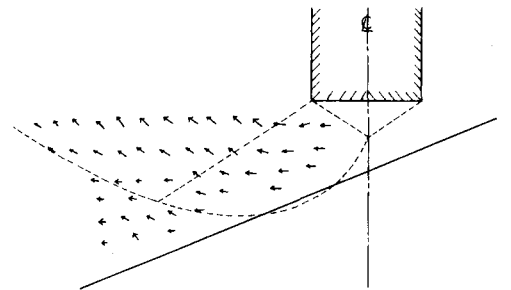
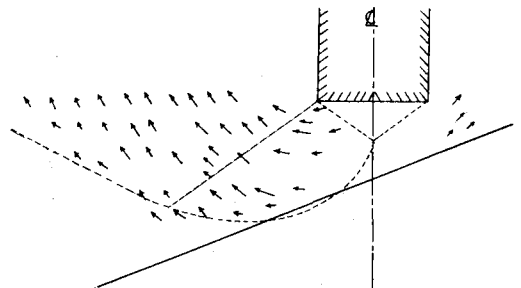


図-1 モデル地盤



(a) $B = 40 \text{ cm}$



(b) $B = 250 \text{ cm}$

図-2 変位ベクトル図

きくなる。特にランキンの受働域において、その傾向は顕著である。また、荷重沈下曲線においても、基礎幅の大小による違いが見られ、同一地盤条件であっても基礎幅の小さい場合には、典型的な全般せん断破壊を示すのに対し、基礎幅の大きい場合には、局所せん断破壊に近い形態を示している。基礎幅の違いによるこの様な傾向は、均一地盤の場合にも認められている。

図-3は、均一地盤での載荷試験において、基礎底面直下に見られる変位ベクトルの水平成分と鉛直成分の比を相対密度⁽²⁾とともに示したもので、Case-Iは $D_r = 87 \sim 97\%$ 、Case-IIは $D_r = 74 \sim 82\%$ 、Case-IIIは $D_r = 48 \sim 61\%$ に相当している。この図からわかる様に、それぞれ程度の差はあるものの、均一な砂地盤においてはその地盤の密度に係らず基礎幅の増加に伴いベクトルの鉛直成分が卓越してくる。つまり地盤の圧縮性が高まっていくことがわかる。

図-4はDe Beerの提案に従って求めた支持力係数 N_{rg} ($= q_u / 0.5 \times B$) と基礎幅 B の無次元量 $\gamma B / E_q$ ($E_q = 1.0 \text{ g/cm}^2$) の関係を示したものである。この図から取り入れの有無に係らず基礎幅が増加してゆく初期の段階 ($B \leq 1.5 \text{ m}$) では、支持力係数 N_{rg} の減少を見ることが出来る。この傾向は、均一な砂地盤について、山口ら⁽⁴⁾が明らかにしてきた基礎の寸法効果現象と同様のものである。均一地盤では、基礎幅の増加にともない N_{rg} はさらに減少を続け、ある値に漸近する様な傾向にあることが報告されている。しかしながら本実験では、基礎幅が小さくなる ($B \geq 2 \text{ m}$) と N_{rg} が再び増加する傾向がはっきり認められる。これは明らかに剛性下層地盤の存在に起因していると考えられる。

すなわち、同じ密度地盤であっても基礎幅が大きくなると地盤の圧縮性の高まることを図-3で示したが、このことと剛性下層地盤が存在する場合の密着に關係している。また図-5は本モデル実験の荷重沈下曲線より地盤反力係数を求めたものであるが、やはり図-4の支持力係数と同様に基礎幅が大きくなると k 値の増加が認められた。

以上の結果を考察してみると、本実験の場合、基礎底面から約 $B/2$ の深さのところに極めて剛性傾斜地盤が存在しているため、鉛直方向の圧縮変形量が大きく拘束される。したがって基礎幅の小さいうちでは、図-2(a)で見られる様に比較的剛塑性に近い破壊形態をとるが、基礎幅の増加に伴い基礎底面直下の土が著しい圧縮応力を受けるようになる。そして遂には基礎底面と剛性下層地盤に接する部分の土が塑性化して、横方向に押し出されるような破壊形態をとるものと考えられる。基礎幅の増加による破壊形態の推移をこのように考えると先に示した変位ベクトル図の相違や図-4で示した N_{rg} の値が増加する現象も全て首肯されるようになる。

〈参考文献〉(1) 本村山田・日下部・村田(1978)第13回土工学会研究発表会 (2) 本村・藤井・斎藤・日下部(1982)土木学会論文報告集 No. 319 (3) De Beer's Bearing Capacity and Settlement of Shallow Foundations on Sand (4) 山口・本村・藤井(1975)土木学会論文報告集 No. 233

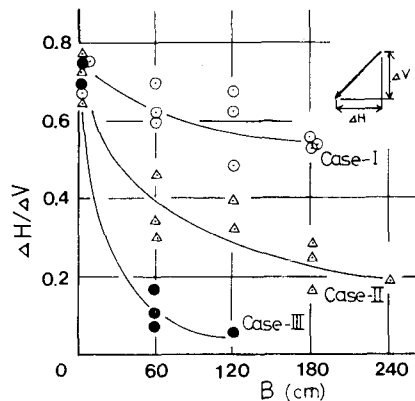


図-3 Bと $\Delta H/\Delta V$ の関係

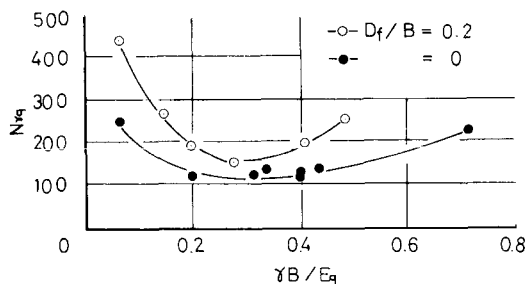


図-4 N_{rg} と $\gamma B/E_q$ の関係

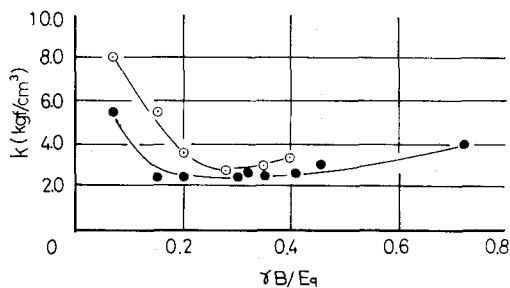


図-5 k 値と $\gamma B/E_q$ の関係