

中央大学 正員 藤井 齊 昭
 東京工業大学 正員 山口 柏 樹
 東京工業大学 正員 斎藤 邦 夫

1. まえがき

筆者らは連心載荷装置を用い相似性の高いモデル実験をもとに、均一で密な砂地盤における浅い帯基礎の支持力問題を1971年来継続的に研究してきた。¹⁾²⁾³⁾これまでの実験的研究では主に基礎に作用する全荷重と沈下量の関係、および地盤内のひずみ分布とすべり線の形状を測定することにより、浅基礎の支持力機構を調べた。今回の報告は新たに測定することが出来た基礎の接地圧分布をもとに、これまで筆者らが述べてきた支持力機構に関する見解、特に基礎底面の境界条件について検証するものである。さて、基礎の接地圧分布に関する実験的研究はこれまで数少ないが、岸田⁴⁾が加圧砂地盤タンクを用いた杭の載荷実験において、埋込み杭の先端の接地圧分布と上載荷重および沈下量との関係を明らかにしているのが注目される。一方、Graham⁵⁾は砂地盤の支持力問題における境界条件について検討を加え、Kötter式を解くことにより帯基礎の理論接地圧分布を示唆している。

2. 実験概要

実験に用いた模型基礎は幅40mm、高さ56mm、長さ100mmで、その断面形状を図-1に示す。基礎の接地圧分布を測定するため、この基礎はそれぞれ独立した6枚の工型断面をしたエレメント(焼き入れした軟鋼)から成り、その腰部中央付近の両面には4枚の半導体ゲージを貼り付けてエレメント毎にブリッジ回路を構成している。この工型鋼腹部の肉厚は2mm程で、この基礎に最大荷重30gが載荷されたとき腰部における最大ひずみ量は100μ前後になる。この様に最大ひずみ量を小さく抑えたのは基礎底面の剛性を損なわないことを意図したもので、これによる測定精度の低下をカバーするため先に述べた半導体ゲージを用いた。その上エレメント相互のまさつ抵抗を減らすため、互いに接触するフランジ部分には僅かなテーパーをつける

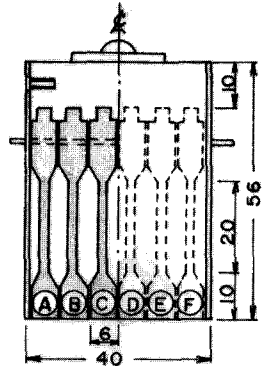


図-1 モデルフーチング

とともに、その隙間にテフロンシート($\mu=0.2$ mm)を挟んである。上記模型基礎を用いたモデル実験はこれまで筆者らが行ってきた一連の支持力実験と同様、剛な鉄料容器に標準砂を密に締固めて作ったモデル地盤($D_r=87\%$)において平面ひずみ状態で行なった。今回の実験条件はモデルに加えた連心力30g、15g および重力場(1g)の三種類、基礎の根入れ深さと幅の比 $D_f/B=0, 0.5$ の二種類、基礎底面はいずれも粗の状態であった。以下に主な実験結果を図示する。図-2はモデルに15gの連心力を与えることによって、60cm幅に相当する帯基礎が砂表面に載荷されたときの荷重強さと沈下量の関係である。図中のアルファベットで示す曲線は図-1で示した6枚のエレメント毎のデータを、破線はこの基礎に働く全荷重より求めたデータをそれぞれ示している。これらの曲線はほぼ相似形であり、いずれも明瞭な降伏点が認め

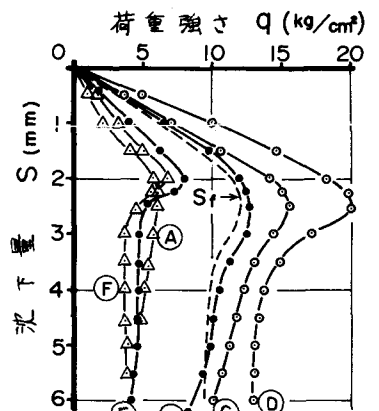


図-2 荷重-沈下曲線 ($D_f/B=0$)

られた。然し乍ら、最大荷重に達したときの沈下量に着目すると各々の曲線で幾分違いのあることが知れる。即ち、基礎中央部分では両端付近よりも大きい沈下量のところで最大荷重に到達するばかりか、基礎にかゝる全荷重が最大になる時の沈下量(S_f)以降に最大荷重が見られる。この様な傾向は表面載荷試験のすべてに認めら

れたが、根入れのある基礎ではみられなかった。なお図-2において、各エレメントが負担している荷重の総和は同一段階において別途測定された全載荷重(破線)より10%弱小さいことが知れた。図-3は基礎に作用する全荷重が最大になったときの沈下量 S_f を中心にして、荷重-沈下の関係がほぼ直線的であるような初期の沈下 $S_f/2$ の時点、および残留荷重状態とみなせる $2 \cdot S_f$ の時点における基礎の接地圧分布を表わしたものである。図-3(a)は $D_f/B = 0$ を、(b)は $D_f/B = 0.5$ における接地圧分布でこれらはいずれも平均荷重との比で表わしてある。これより接地圧分布の形状は表面載荷のときに典型的な凸形分布となるもの、 $D_f/B = 0.5$ の場合にはほぼ平坦な分布となり、これはSchultze⁶⁾が実際のピヤ等の深基礎で確かめたこととも一致する。なお、これらの分布形状は載荷初期から残留状態までほとんど変らないことが注目されよう。

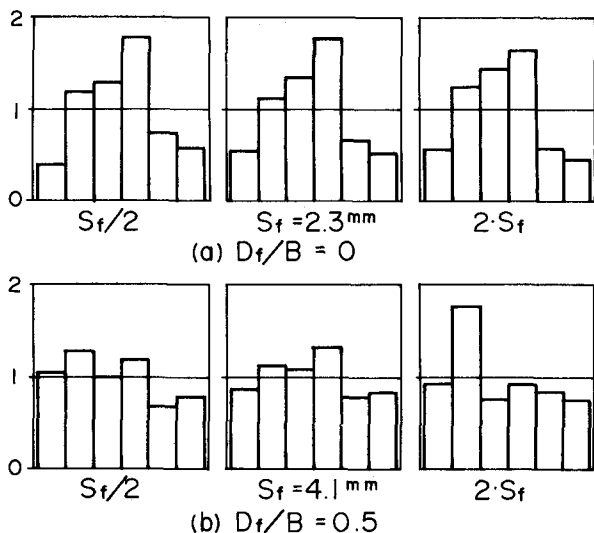


図-3 基礎の接地圧分布

3. 実験結果の考察

筆者らが行なったこれまでの報告で、密な砂地盤にある浅い帯基礎に載荷重を漸次加えていくとき、それとともに地盤内のせん断ひずみが基礎の直下付近から左右に逐次発達していくことを明らかにした。上記観測より基礎の接地圧分布形状も載荷にともなって当然変化するものと予想されたが、図-3に示すように接地圧分布のパターンは載荷初期から殆ど変わらなかった。このことは筆者らが先に示唆したように²⁾、基礎底面に接した部分で剛性クサビが載荷直後に形成されるためと考えられる。一方、図-4は $D_f/B = 0.5$ における最大荷重時の接地圧分である。図中の破線はChen²⁾の提言に従い基礎底面の粗さ角を $\rho = 10^\circ$ および 20° にしたとき、Kötter解より求めた接地圧をそれぞれ表わしている。これより基礎の周縁部と中央部における接地圧の大きさの比は実測値で1.3~1.5倍であるのに反し、解析上は3.0倍以上にもなることが知れる。従って実際の現象面からみると、基礎底面の粗さ角を知り塑性理論における特性曲線にもとづいてすべり線網を基礎底面まで組み上げるGraham, Chenらの考え方は妥当性に欠けていると言える。なお表面載荷の接地圧分布が凸型を呈するのは先の報告で明らかにしたように、基礎周縁部では拘束力が殆んど作用しないため基礎の沈下にもなって周縁部の砂粒子が水平方向に動き、底面の中央寄りに剛性クサビが形成されるためであろう。本実験で明らかのように基礎幅の $1/2$ 程の僅かな根入れでも基礎周縁部の拘束力が有効に作用し、安定した剛性クサビが形成されるものと考えられる。

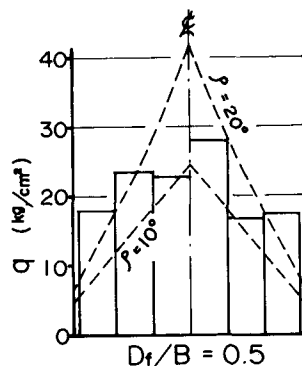


図-4 接地圧分布の比較

参考文献

1) 山口・木村・藤井・1975・土学会論文報告集 No. 233

2) 山口・木村・藤井・1977・第11回土質工学研究発表会

3) 山口・木村・藤井・1977・Proc. 9th I.C.S.M.F.E. Vol. 1

4) 岸田・高野・安富・1974・第9回土質工学研究発表会

5) Graham and Stuart・1971・ASCE, Vol. 97, No. SM11

6) Schultze・1961・Proc. 5th I.C.S.M.F.E., Vol. 1

7) Chen・1973・ASCE, Vol. 99, No. SM 6