

軟弱地盤の基礎破壊に関する実験的研究

広島大学工学部 正員 工博 網千寿夫
建設省 正員 工修 佐々木康
広島大学大学院 学生員 〇国西光彦

§1 序 地盤の支持力に関する問題は、土質工学分野において最も重要な主題の一つと思われる。この問題に関しては、古くから種々の研究が為され、色々な条件と仮定のもとに数多くの理論解が出されている。地盤の支持力に関する現在の解析方法は、金属の塑性破壊について解かれたプラントルの公式がその基本となっている。その後、Terzaghi, Tschebotarioff, Wilson 等がそれに修正を加えたり、また新しい考え方を発表している。しかし、こういった一連の研究において、特に応力を受けた土塊の破壊がどんな形状で行われるかといった点については、不明確な点が多い(砂地盤については Jumikis 等の研究があるが、粘土地盤についてはあまりない)。本研究は、半無限に広がった粘土地盤の表面に、帯状基礎が置かれた場合の粘土塊中の破壊の形状、極限支持力、間ゲキ永圧の発生状況等について、明確な知識を得るために行われたものである。

§2 実験装置および方法 実験装置の略図を図-1に示す。試料は再圧密(0.5 kg/cm^2)された粘土で、含水比 83.6%, 液性限界 97.5%, 塑性限界 37.4% である。供試体の寸法は、幅 10cm, 長さ 152cm, 高さ 26cm の直方体で、この一つの供試体について、載荷用フーチングにより三箇所破壊試験を行った。粘土塊の変形の様相をつかむため、供試体の側面には透明のアクリライト板が当てられ、破壊箇所の粘土側表面は、載荷幅の $1/4$ の間隔で白線によって区切られる。この白線は、土塊のせん断変形と共に切断されるが、これを 1分おきに写真撮影した(図-4参照)。

粘土塊の変形については、上述の他に鉛直および水平変位の測定が行われる。鉛直方向変位は地盤表面で、水平方向変位は地盤中で行われる。間ゲキ永圧の測定は、径 5mm, 長さ 40mm のポーラスチップを予め煮沸して気泡を追い出し、これを供試体側表面から垂直に埋め込んだ。このポーラスチップをビニールチューブで零点指示計に接続する(図-1参照)。

載荷装置は図-2に示されるようなフーチング型のピストンで、載荷面がフレキシブルで等分布荷重の載荷条件を満足するよう、二段に敷き並べた外径 3mm の銅管がビニール膜を通して粘土地盤に接する。フーチングの接地圧は、載荷中にゴム袋内に発生する永圧によって測定される。載荷は、鉛直方向に、約 0.8 mm/min の速度で行われた。またフーチングに働く力は、ロードセルを用いて測定する。なお、等分布荷重の載荷条件が満足されているかどうかについては別に試験が行われたが、その結果を図-3に示す。これは容量 2 kg/cm^2 の小さな土圧計を 6個、フーチングの接地面の下に、図-3に示されるような位置に置き載荷試験を行ったものである。応力の発達状況は

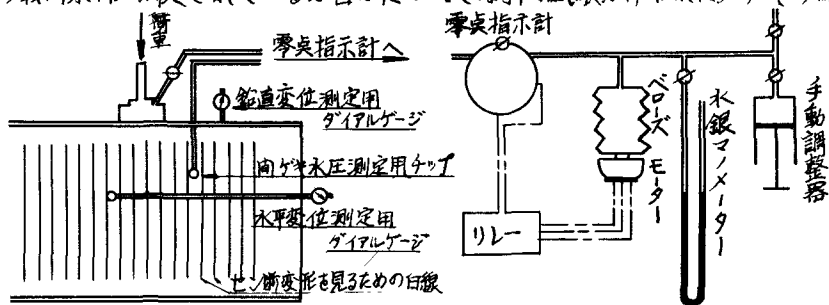


図-1 実験装置

載荷初期においてバラつきがあるが、破壊点においては、だいたい等分布載荷の条件が満足されている。

§3 結果および考察

(i) 破壊の様相 応力を受けた粘土は、最初、弾性的な変形を生じる。フーチングの沈下と共に、フーチングの接地圧は直線的に上昇し、10~15分(沈下量は9~12mm)でピークに達する。この間、間ゲキ水圧の上昇も直線的である。地盤中の水平変位および地表面の鉛直変位は、接地圧のピークに達する時間よりやや早くから、緩やかな曲線を描いて上昇し始める。これらの状況から、接地圧がピークに達した後

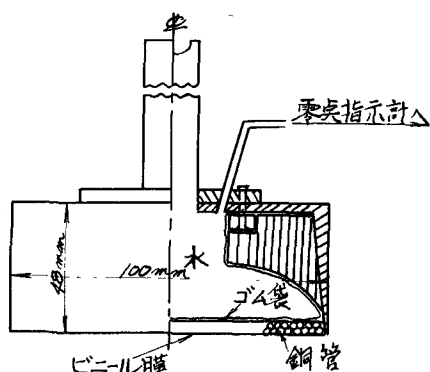


図-2 載荷用ピストン

、粘土塊がすでに塑性状態に入ることが知られる。水平変位については、表面近くではその値は小さく、その最終値は、もっと深い位置にある最大水平変位量に比べてかなり小さく、水平方向変位の分布は一様でない。

載荷終了後の粘土のセン断形状を写真にとったものが図-4であり、これを模写すると図-5のようになる。以上を総合すると次のような説明ができる。

フーチングの沈下と共に、この底面にはクサビ型の、フーチングと共に沈下する部分が形成される。この部分がフーチングと一体に沈下していくと、その横に接する部分が、図-5に示すように水平方向に押しやられるようである。このため、地表面の盛り上がりは、フーチングの周辺部が最も顕著である。

(ii) 間ゲキ水圧 間ゲキ水圧-時間曲線は、接地圧-時間曲線に類似したものとしてないものがある。間ゲキ水圧-時間曲線が、土塊が塑性状態に入ってからなお上昇していくものは、主に載荷中心の鉛直下方で測定されたものである。これは、次のように説明される。

載荷フーチングが、その下に発生したクサビ型土塊と共に沈下し続けると、やがて粘土は破壊を生じ、この破壊した部分は塑性領域となり、もはや荷重を受け持たなくなる。このため、クサビ型土塊の直下では、特に応力集中が起こり間ゲキ水圧は上昇していくものと思われる。

なお、載荷後10分の間ゲキ水圧の分布を図-6に示す。

§4 まとめ 本実験において、載荷時の不手ぎわから、応力に関しての定量的なデータが得られなかったのは大きな誤算であった。それで、現在、上述と同様の実験を続けている。しかし本実験に

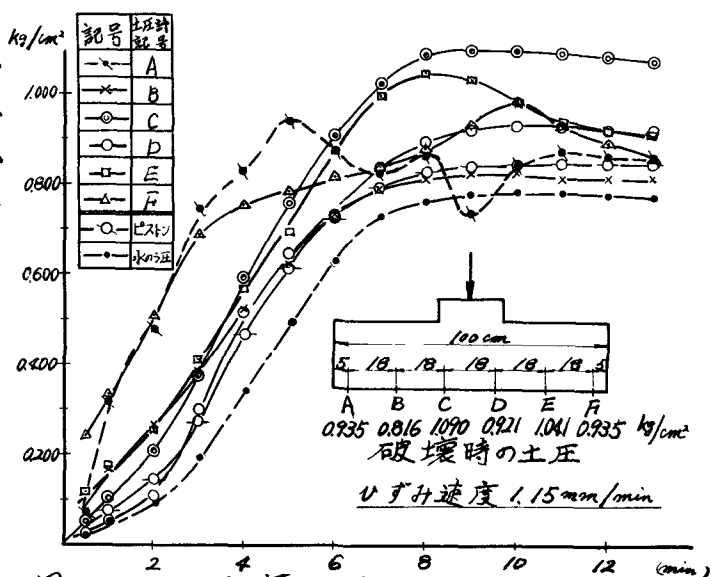


図-3 フーチングの接地面における土圧分布曲線

共に沈下する部分が形成される。この部分がフーチングと一体に沈下していくと、その横に接する部分が、図-5に示すように水平方向に押しやられるようである。このため、地表面の盛り上がりは、フーチングの周辺部が最も顕著である。

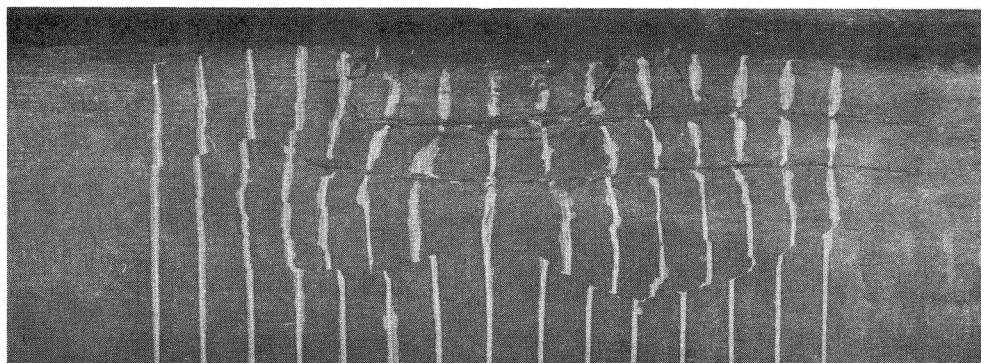


図-4 載荷終了後の粘土塊の破壊状態。

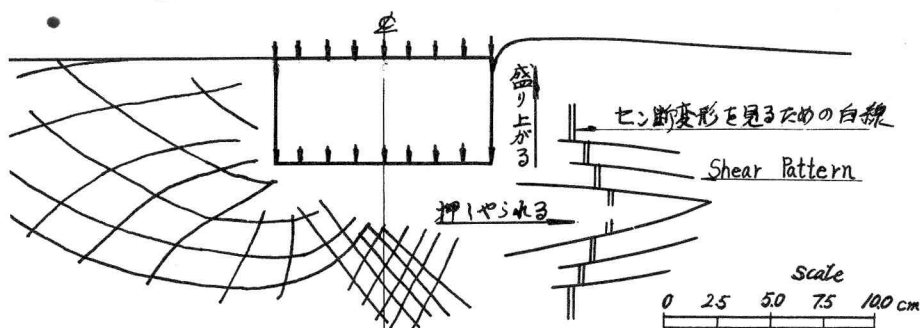
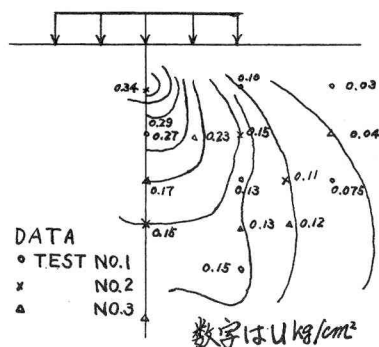


図-5 文り Crack から推定される Shear Pattern

において、次に述べる二点が明らかにされたことは、非常に意義深いものであった。

(i) 半無限に広がった粘土地盤の表面に、帯状基礎が置かれた場合の土塊の破壊は、図-5の右半分に示されるような形で行われる。したがって、従来行われてきたような、円弧すべりを想定しての Counter Surcharge の置き方(抵抗モーメントを大きくするため、予想されるすべり面の先端に Counter Surcharge を置く)には疑向がある。むしろ、根固めのように、フーチングの側近に置いたほうが効果的ではないかと思われる。Counter Surcharge の位置と極限支持力との関係については、さらに実験を行う予定である。

(ii) 間げき水圧の測定は、予想されるすべり面で測定するよりは、フーチングの下に発生する主働のサビの直下で行ったほうが効果的と思われる。何故なら、この点においては、破壊に際して応力集中が起こり、間げき水圧が上昇するからである。



Time = 10 min
図-6 間げき水圧(u) の分布

網干, 石井, 佐々木; 三軸試験における間げき水圧の挙動に関する実験的研究 (オハ回土木学会中部講演会概要 1965)

参考文献 Jumikis, A.R: Mechanics of Soils

佐々木 康 ; せん断変形をうける飽和粘土の間げき水圧の特性に関する研究 (広島大学修士論文) P70以後, 1966.