

九州大学工学部 正員 内田 一郎
正員 村田 重之
永 露 巖

1. まえがき

これまでの土質力学の理論体系は地盤を(1)均質等方性で(2)完全弾性体(あるいは完全剛塑性体)とみなすという二つの大きな仮定のもとに組立てられてきた。しかし現実の地盤はこのような仮定で簡単に割切れない複雑な挙動を示し、土工学的に研究する者に多くの難しい問題を投げかけている。このような点にかしがお最近の研究には土の非線形性を考慮した弾塑性解析とか、土の異方性などを取扱ったものが見うけられるようになってきた。土の非線形性の問題に関してはFEMなどの解析手法の発展によって土の応力とひずみの関係が統一的に表わすことが出来るようになれば、完全弾性体という仮定など置くことなく解析が可能となってくると思われる。

土の異方性の問題に関しては実験上の精度の問題と、現実的にまだそれほど切実な問題となっていないことなどから研究の報告も少く、断片的で体系的にまとめられたものはまだない。土の理論が実際と合わないことは以前から指摘されているが、それは理論を組立てる時の仮定に無理があったのではないかと考えられる。等方性という仮定も粘土地盤の堆積過程や粒子の形状などを考えると異方性の現われ可能性は十分にあり、事実そのような報告もある。土の異方性と実際の設計や算に組込む必要があるのかどうかについては今後の実験データの集積を待たないといえないうが、その判断のためにも異方性に関する種々の力学特性を明らかにして行く必要は十分にあると考える。

以上の観点から連日の一軸圧縮クリープ試験を行い、粘土の変形に及ぼす異方性の影響を調べてみた。

2. 実験方法

試料は佐賀市内の地下3~4mの沖積層より直径10cm高さ30cmの塩ビパイプで採取した乱さない正規圧密粘土(以後有明粘土と称する)を使用した。試料の保管は冷暗所の水層内に自然地盤と同じ向きで静置した。粘土の自然含水比 $w=140\%$ 、比重 $G_s=2.56$ 、液性限界 $WL=99\%$ 、塑性指数 $Ip=56$ 、 5μ 以下の粘土分 54% 、初期間隙率 $e_0=3.61$ 、一軸圧縮強度 $q_u=0.20\text{ kg/cm}^2$ 、圧密降伏応力 $p_y=0.33\text{ kg/cm}^2$ である。供試体は直径3.5cm、高17.0cmのもので、図-1のような四種類の切出し角度($\beta=0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$)を採用した。試験装置は三軸圧縮試験機を使用した。今回の実験では三軸室と水とを満たしてはいるが側圧はかけておらず「非排水の一軸圧縮クリープ試験」である。クリープ荷重には一軸強度を基準にとりその50~100%を載荷している。試験中の三軸室の水温は10~20℃であった。

3. 実験結果

図-2は試料から鉛直方向($\beta=90^\circ$)に切出した供試体に各種のクリープ荷重を載荷し、時間のひずみと時間の関係を表す対数グラフを整理したものである。図中の

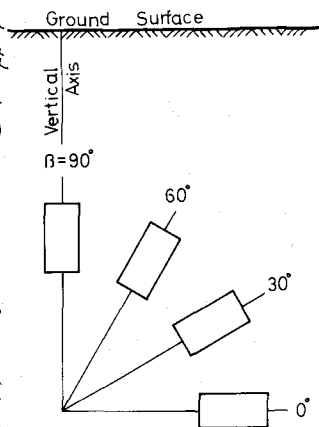


図-1 試料の切出し図

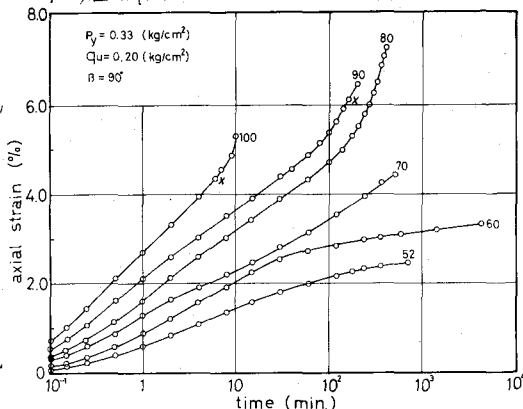


図-2 ひずみ～時間曲線

数字は載荷重の大きさを一軸強度の何パーセントかを示し、X印は試験中供試体にハッキリとすべり線が現れるのが確認された時点を示している。この図からフリー荷重の60と70%の間で境として曲線の形状が変化していることがわかる。つまり70%以上の荷重では供試体はある時間の後にすべり線が現れ、フリー破壊に至る傾向がある。これに対し60%以下の荷重では変形は荷重に応じたある一定値と収束し安定な状態に至る傾向を示している。このことはすでに上図の限界値という言葉でも示されているように一般的な事実のようであり、ここではそのことが示されていると言える。

図-3, 4, 5, 6は載荷重一定で供試体の切出し角度を变化させた場合のひずみと時間の関係を示したものである。これらの図にある程度共通していることは、まずオーに $\beta = 90^\circ$ の曲線より $\beta = 0^\circ$ の曲線の方が下側に位置しているということである。つまり鉛直方向への変位の方が水平方向への変位より大きいということになる。この説明としては冲積粘土層が水平な層となし、堆積して形成されたものとするれば理解し易い。つまり図-7のような堆積層の線を入れてみるとこの事実がある程度うなずけるのではないかと思う。オーとしては $\beta = 30^\circ$ の曲線が非常に興味ある事実を示しているのではないかと考えている。つまり図-3, 4ではいわゆる限界値以下の荷重であるにもかかわらず $\beta = 30^\circ$ の供試体ではすべり線の発生が認められておりフリー破壊に至っていると思われる事実と、図-5, 6における $\beta = 30^\circ$ の変形が一番速く、載荷後10分でもいずれも最大のひずみ量を示していることである。これも図-7との関連からみるとすべり線の方角と堆積層の線が一致していることから納得がいきそうである。こうしてみると冲積粘土においては堆積層がひとつの弱線となる可能性があり、異方性の問題もあるとしかいえないようである。更に研究を続けて行きたい。

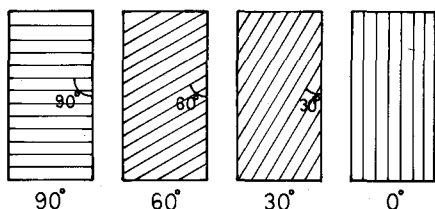


図-7 供試体内の堆積層線

