

東海大学工学部 正員 稲田 倍穂
金沢工業大学 正員 〇外崎 明

1) まえがき

飽和粘性土の応力-ひずみ-時間に関する研究において、軸差応力 σ_d - 発生水圧 Δu - 軸ひずみ ε_1 等の関係は載荷速度に大きく依存することは多くの研究者によって報告されている。本実験では、少し観点を変えて、載荷レベル、またその載荷時間(放置期間)の影響がどのように応力-ひずみ特性に変化を与えるかを調べることを目的としている。このことは、最近の工期短縮による盛土の施工やセン断変形、クリープ変形の応力履歴を受けた地盤を検討するためにも重要な問題と思われる。

2) 試料および実験方法

実験に用いた試料は、石川県津波および新潟県能生の地スベリ地帯より採取して来たものである。試料の物理的性質は表-1に示した通りである。この粘土をペースト状に十分ねかえし、モールド内で予備圧密(0.2 kg/cm^2)したの高さ $h_0 = 12.5 \text{ cm}$ 、径 $d_0 = 5.0 \text{ cm}$ に供試体を作成した。端面の摩擦を除去するためシリコンオイルをぬったテフロンシートを敷いた。セル圧 1 kg/cm^2 等方圧密し、排水はパーパドレンを巻いて、半径方向に圧密排水するようにした。供試体の飽和度は計算上では、ほぼ100%でありバックアレッシャーは用いていない。セン断中供試体に生ずる過剰間ゲキ水圧はストレインゲージタイプの間ゲキ水圧計により自記測定した。実験は図-1に示したように3種類の方法で圧密非排水セン断試験(Cu試験)を実施してその応力-ひずみ特性を比較している。(I)応力制御セン断試験A……セル圧(1 kg/cm^2)を一足に保ち、図

表-1

		NO. 1 石川県津波粘土	NO. 2 新潟県能生粘土
土粒子比重		267	269
コンシステンシー 液性	WL	535	820
	Wp	204	220
	Ip	33.1	600
粘土組成	砂少%	22.0	10.0
	ツルト%	47.0	42.0
	粘土土%	31.0	48.0
主な粘土鉱物 X線分析		イオリナイト クロアイト	モンモリロナイト

1に示したように一定荷重 0.1 kg/cm^2 を1時間保った後、荷重 0.2 kg/cm^2 に増しまた1時間載荷し、さらに破壊まで続ける。載荷速度は $\dot{\sigma} = 0.1 \text{ kg/cm}^2/60 \text{ min} = 1.67 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2/\text{min}$ であり、この試験結果を一つの基準とした。(II)クリープ後セン断試験B……たとえば、瞬間的に荷重 0.3 kg/cm^2 を加えたのち、3時間放置し、その後実験Aと同様な載荷速度でセン断する。(平均載荷速度を実験Aに合わせている。)(III)クリープ後セン断試験C……ある荷重を瞬間的に加えたのち、4日間放置(5760 min)その後実験Aと同様な載荷速度でセン断する。

3) 実験結果および考察

図-2は実験A,B,Cの各載荷荷重段階における最終値の軸ひずみ ε_1 に対する軸差応力 σ_d と発生水圧 Δu の関係を示したものである。実験A,Bの平均載荷速度を同一にした場合、軸差応力-軸ひずみの関係を比較すると上限降伏値(村山集田らの方法で決定) 0.66 kg/cm^2 以下では瞬間載荷荷重の大きさによらずほぼ同量のひずみが生じている。また実験Bのその後のセン断過程でも、ほぼ実験Aの曲線上に載っているが、破壊付近の軸差応力 $\sigma_d = 0.8 \text{ kg/cm}^2$ では実験Bの瞬間載荷荷重の大きいものほど軸ひずみは小さくなる傾向が見られた。実験Bの上限降伏値以下の載荷荷重($\sigma_d = 0.7 \text{ kg/cm}^2$)で、ひずみは実験Aの同一荷重におけるひずみに一致せずかなり大きくなっている。図中黒塗りは、実験Cの結果である。当然のことながら実験A,Bより同一載荷荷重でのひずみ量は大きくなっている。

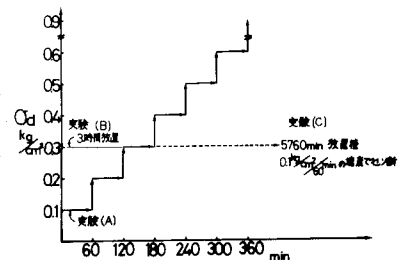


図-1

クリープ後のセリ断において、実験A,Bにくらべて各載荷荷重段階でのひずみの増分量は少ない。しかし、いずれの場合も $\dot{\sigma}=0.9 \text{ kg/cm}^2$ 載荷したのち破壊にいたった。A. CasagrandeとS.D Wilsonらは載荷時間の増加にしたがい破壊強度が低下することより、クリープ後のセリ断強度は低下すると仮定している。村山栄田らは上限降伏値より大きいクリープ応力の場合強度は低下し、上限降伏値以下では数日にして、10%程度の強度増加が期待できることを報告している。鈴木田中らは上限降伏値付近のクリープ試験を行ない上限降伏値以上の荷重によるクリープ後であってもクリープひずみが小さい場合強度増加が期待できようであると報告している。このようにクリープ履歴の強度増加については種々の報告があり、土性やミキソトロピー等の物理化学的要因やクリープ履歴を受けたことによる骨格構造の変化、また試験条件などの相違も考えられるため、さらに実験データを集め検討中である。発生水圧とひずみの関係は各載荷荷重の大きさまた上限降伏値の上下に関係なく実験A,B,Cのプロットはほぼ同一曲線上にあり、発生水圧はひずみで決まる傾向が得られている。図-3は有効応力経路および平均有効主応力 $\bar{\sigma}_m$ の経時変化を示したものである。実験A,Bの経路を見るとほぼ同一の応力経路をたどって破壊に至っている。クリープ時間を長く取った実験Cの場合、クリープ後のセリ断経路は徐々に実験A,Bの経路に隣接して行く。これだけのデータではまだはっきりしたことは言えないが、クリープ後の経路はそのセリ断速度に依存する傾向が得られた。

4) 結論 以上得られた結果を要約すると次のようになる。
 1) 上限降伏値以下の荷重では、瞬間載荷荷重の大きさにかわららず平均載荷速度を同一にした場合、ひずみ量および発生水圧はそれぞれほぼ一致する。
 2) 発生水圧は載荷荷重の大きさにかかわらずひずみで決まる傾向がある。
 3) クリープ後のセリ断において、クリープ時間を長くしてもそのセリ断速度の場合と同一強度で破壊する結果を得た。なお本報告では、No.2の試料についてふれていないが同様の結果を得ていることを付記する。また、現在載荷速度、載荷形式を変えた実験を行っているので講演時にはその結果を補足して説明したい。
 最後に日頃より御助力賜わっている本学宮北啓教授、東海大学赤石勝講師、また実験を補助した卒研生の荒木輝久、山本正樹、小泉頼宏文君に感謝します。

参考文献

1. 稲田赤石; 東海大学工学部紀要 No. 2, 1975
2. 赤井直史中蔵; 土木学会論文集 No. 225, 1974
3. A. Casagrande; Geotechnique, 1951
4. 村山栄田; 土木学会論文集, 1956
5. 鈴木田中長治川; 土木学会 27 回講演要覧専集
6. Singh, Mitchell; ASCE, 1968
7. Shibata, Karube; Proc. of 7th Int. conf. 1969
8. 栗原; 土木学会論文集 No. 202, 1972

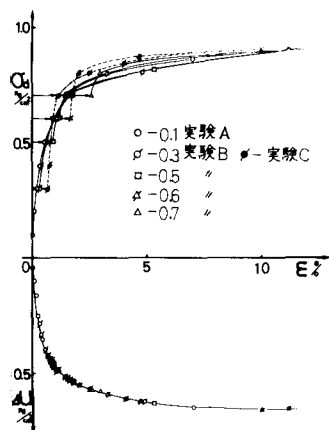


図-2

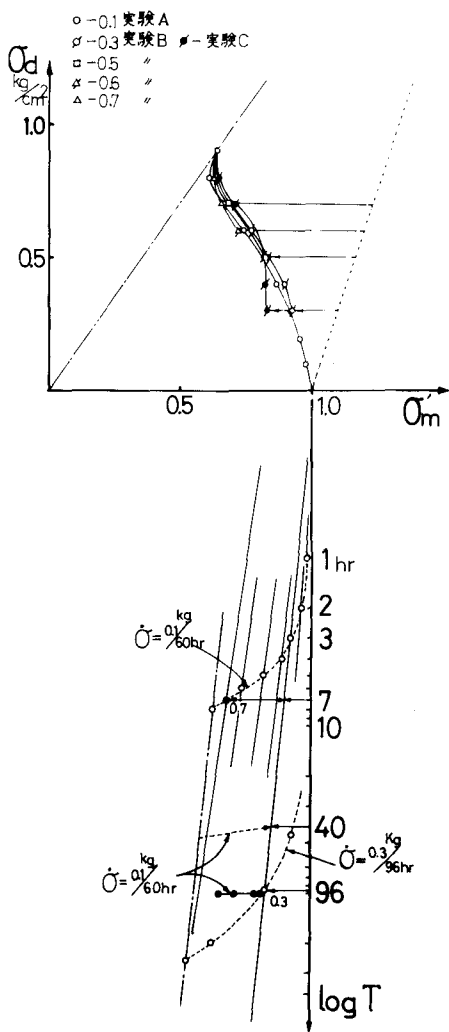


図-3