

東海大学 正員 稲田 穂

赤石 勝

金沢工業大学 〇外崎 明

1. まえがき

飽和粘性土の応力-ひずみ-時間関係について、実験的にはこれまでせん断速度の異なる非排水せん断試験、もしくは非排水クリープ試験を行いそれぞれ別の立場から研究が進められ、両試験結果の相関性についてあまり報告されていない¹⁾。そこで本研究では載荷速度の異なる等時間段階載荷形式の応力制御せん断試験と非排水クリープ試験を行い、両試験で得られる応力-ひずみ関係の類似性について検討した。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は石川県羽咋郡神子原(試料A・B)新潟県能生(試料C)の地すべり地帯より採取してきた地すべり粘土、埼玉県草加バイパス入口地下20~30mより採取した粘土(試料D)で、これらの試料の物理的性質は表-1に示したとおりである。この粘土をペースト状に十分ねかえしモールド内(予備圧密 $0.2\%/cm^2$)したの高さ $h_0=12.5cm$ 、径 $d_0=5.0cm$ の供試体を作成した。実験は圧密圧力 $1.0\%/cm^2$ で24時間等方圧密し、バックアレッシャー($1\%/cm^2$)を24時間かけたのち非排水状態でセル圧を一定に保ち等時間段階載荷の応力制御せん断試験(載荷速度 $0.1\%/min, 0.2\%/min, 0.3\%/min, 0.4\%/min, 0.6\%/min$)とクリープ試験を行なった。なお、三軸室内は Thermo circulator により水温(20 ± 1)を一定に保つようにした。また供試体のせん断変形に伴う断面積の変化に対しても応力が一定になるように荷重調整を行なった。

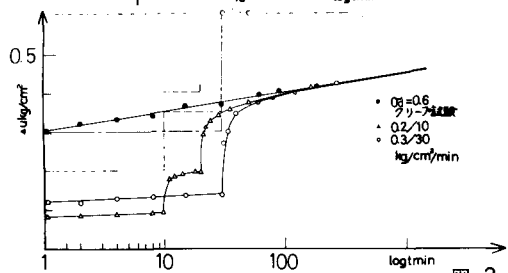
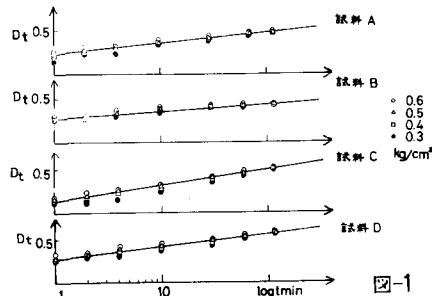
3. 実験結果および考察

各試料の非排水クリープ試験結果よりに限降伏値以下のクリープ応力 σ_c を載荷した時のダイレタンシー係数 D_t の経時変化を示したのが図-1である。ほぼいずれの試料の場合も一つの直線上に集まり、各クリープ応力によるダイレタンシー係数はクリープ応力に関係なく一つの直線に近似が可能と思われる。

図-2は試料Aについて、クリープ応力 $\sigma_c=0.6\%/cm^2$ を瞬間的に載荷した非排水クリープ試験と載荷時間間隔 $\Delta t=10min, 30min$ で2段階および3段階で所定のクリープ応力 $\sigma_c=0.6\%/cm^2$ まで載荷した時の発生水圧 Δu の経時変化を示したものである。図-2から明らかなようにそれぞれ段階的に載荷して所定の σ_c に達した後、任意時間 Δt 経過した後の発生水圧は、クリープ試験における載荷瞬間から Δt 時間経過したときに発生している水圧にほぼ等しく、水圧は時間の経過とともにクリープの水圧線に漸近している。図-3の実験は応力制御せん断試験における載荷速度 $0.1\%/min, 0.2\%/min, 0.3\%/min, 0.4\%/min, 0.6\%/min$ の各載荷速度ごとの最終時間に測定された発生水圧 Δu の経時変化を示し、一点鎖線はクリープ応力 $\sigma_c=0.3, 0.4, 0.5, 0.6\%/min$ によるクリープ試験による Δu を示したものである。このクリープ試験結果より一定クリープ時間 $t_c=1, 3, 10, 20, 60min$ をとり、図-2の関係をj

表-1

試料	比重 G _S	コンシステンシー特性			粒土組成		
		W _L	W _P	I _P	石 _{g_o}	シルト _{g_o}	粘土 _{g_o}
A	2.69	82.0	22.0	60.0	10.0	42.0	48.0
B	2.72	117.0	37.0	80.0	13.0	60.0	27.0
C	2.71	88.1	40.4	47.7	38.0	51.0	11.0
D	2.67	74.0	33.0	41.0	3.0	41.0	54.0



の発生水圧を推定したのを破線で示した。発生水圧は載荷速度の速い時、多少高く求められるが、載荷速度がおそくなるにつれてほとんど差がなくなり、60 min 載荷ではほぼ一致する結果を得た。図-4は図-3と同様にして描いた軸ひずみ ε と時間の関係である。図によると、フリー試験より推定した値は多少大きめにでているが、類似の曲線となりほぼ一致している。また、軸差応力とひずみの関係を示したのが図-5でせん断試験の応力ひずみ曲線にフリー試験から求めた曲線がよく一致しており、両試験の相関性が認められた。図-6(a)は載荷速度 $\dot{\sigma}$, 0.1/10, 0.1/60, 0.1/1440 kg/cm²/min, で行なった非排水せん断試験の応力経路を示したものである。破線は図-1で求めたクリープ試験のタイレタンシー係数より一定クリープ時間 $t_c = 1, 10, 60, 1440$ min の応力経路を求めたものである。載荷速度の速い場合の経路は曲線となっておりフリーから求めた経路から少しずれているが載荷速度のおそい1440 min 載荷で両経路はほとんど一致している。図-6(a)のせん断試験から求めた破壊線とフリー試験から求めた破壊線の経路との交点が示す主応力差 $\sigma_1 - \sigma_3$ を

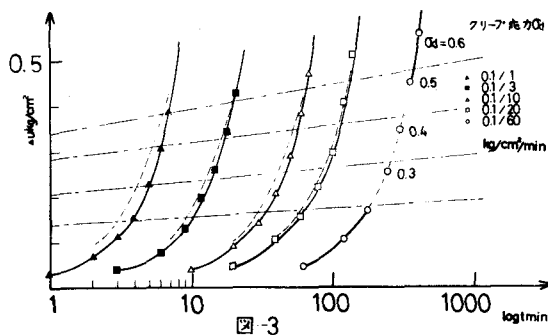


図-3

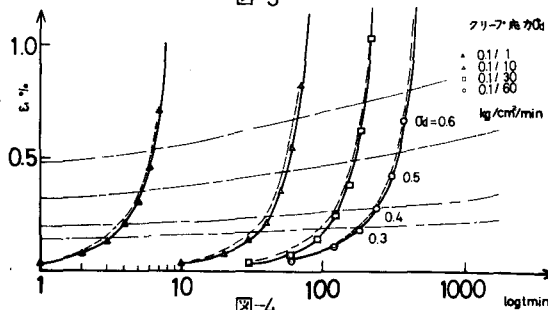


図-4

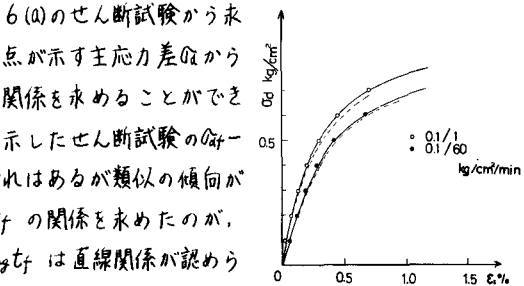


図-5

い1440 min 載荷で両経路はほとんど一致している。図-6(a)のせん断試験から求めた破壊線とフリー試験から求めた破壊線の経路との交点が示す主応力差 $\sigma_1 - \sigma_3$ を図-6(b)に一点鎖線で示す破壊応力 σ_d と破壊時間 t_d の関係を求めることができる。この σ_d と $\log t_d$ の関係はほぼ直線に近く、実線で示したせん断試験の $\sigma_d - \log t_d$ 関係と比較して載荷速度のはやい場合には多少のずれはあるが類似の傾向が得られている。同様な方法で他の試料について $\sigma_d - \log t_d$ の関係を求めたのが、図-7である。図より明らかなように各試料とも $\sigma_d - \log t_d$ は直線関係が認められ、またフリー試験より求めた線ともほぼ一致している。

4 むすび

得られた結果を要約すると次のようになる。1) 非排水フリー試験において、タイレタンシー係数は各試料ともフリー応力に関係なく一つの直線で近似が可能である。2) 等時間段階載荷せん断試験において各載荷重での最終時間 at に測定された σ_d および ε_d は同じ載荷重による非排水フリー試験での載荷瞬間から at 時間経過したと示す σ_d と ε_d にそれぞれほぼ一致し、両試験の相関性が認められた。3) 各試料ともそれぞれの載荷速度がおそくなるにつれて破壊応力は破壊時間の対数に比例して減少し、またフリー試験より求めた結果ともほぼ一致する。最後に日頃より御指導賜わっている本学宮北 啓教授また実験を補助して頂いた卒研生の伊藤正彦、石川正弘、坂本光隆君に深謝します。

参考文献

- 1) 栗原; 土木学会論文集, 1972.
- 2) 稲田赤石; 東海大学研究紀要, 1977.
- 3) 稲田赤石; 工質工学研究発表会, 1977.
- 4) 稲田赤石; 東海大学研究紀要, 1977.
- 5) Y. P. Vaid, R. G. Campanella, ASCE (GT) 1977.

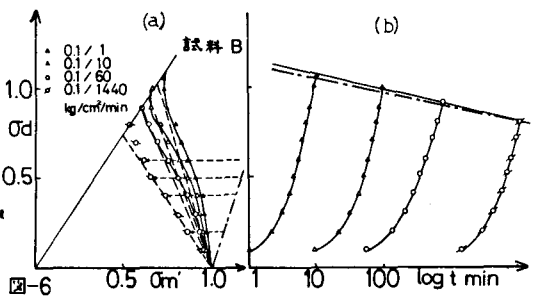


図-6

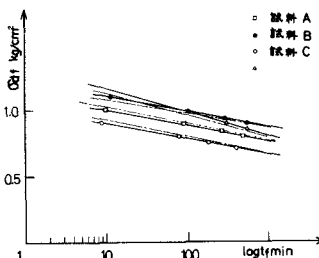


図-7