

東海大学工学部 正員 稲田 信徳
金沢工業大学 正員 外崎 明

1) まえがき

本研究では載荷形式や載荷時間の変化が応力-ひずみ関係に及ぼす影響について検討することを目的としている。前報では (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ず、平均載荷速度を同一にした場合、有効応力経路はほぼ一致する。(2) 任意時間に途中で平均載荷速度を変化させた場合、応力-ひずみ関係もしくは有効応力経路はその後の載荷速度の特性に依存する。等の結果を報告した。今回は前報でデータ不足もあり、不明確であったクリープ時間の影響について実験的に調べたので得られた結果をここに報告する。

2) 試料および実験方法

実験に用いた試料は石川県の地スベリ地帯より採取したものである。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りかえしモールド内で予備圧密 (0.2 kg/cm^2) したのち高さ $h_0=12.5 \text{ cm}$ 径 $d_0=5.0 \text{ cm}$ に供試体を作成した。実験は圧密圧力 $0.5, 1.0, 1.5 \text{ kg/cm}^2$ で24時間等方圧密し、バックプレスチャー (1 kg/cm^2) を24時間かけたのち非排水状態でセル圧一定に保ち応力制御せん断試験 (載荷速度 $\dot{\sigma}_{30}=0.1/30 \text{ kg/cm}^2/\text{min}$) とクリープ試験を行なった。クリープ時間は1.3, 3.5 日と行ない、その後 $\dot{\sigma}_{30}$ の載荷速度でせん断した。なお実験中供試体の断面積の変化中でもクリープ応力 $\sigma_d = (\sigma - \sigma_3)$ が一定になるように荷重調整を行なった。

表-1

比重	インデックス特性				粒度		圧縮指数	膨脹指数	主な
Gs	W _L	W _p	I _p	砂	シルト	粘土	C _c	C _s	粘土鉱物
2.69	820	220	600	10.0	420	480	0.43	0.08	モンモリロナイト

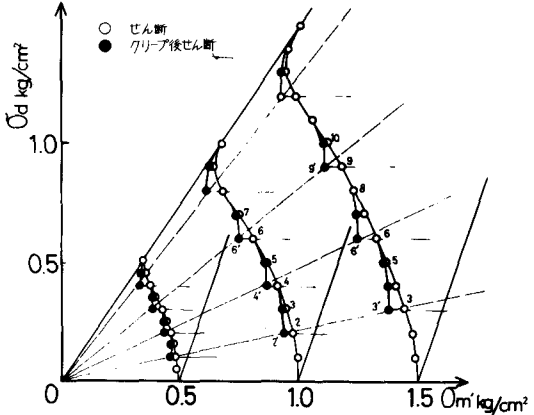


図-1(a)

3) 実験結果および考察

図-1(a)は $\dot{\sigma}_{30}$ でせん断した時とそれぞれクリープ応力 $\sigma_d / \sigma'_m = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8$ を加え1日クリープさせたのち $\dot{\sigma}_{30}$ でせん断した時の有効応力経路を示したものである。図から見ても明らかなように応力経路は等方正規圧密の場合、圧密圧力の大きさに無関係である。クリープ後のせん断の経路はクリープをしない時の $\dot{\sigma}_{30}$ の経路までほぼ垂直に進んでおり、この間ほとんどダイレイタンスが生じないことを示し、 $\dot{\sigma}_{30}$ の経路に一致したのち同一経路を通して破壊にいたっている。上限降伏値以上のクリープ応力と考えられる $\sigma_d / \sigma'_m = 0.8$ 以上の経路は負のダイレイタンスが生じ右側に進んでいる。しかし破壊はクリープしない時の $\dot{\sigma}_{30}$ のせん断と同一荷重で生じた。図-1(b)は(a)の結果のひずみ経路を示したもので、図中の番号は図-1(a)の同一番号に対応する軸ひずみを表わしたものである。せん断とクリープの場合では同じ

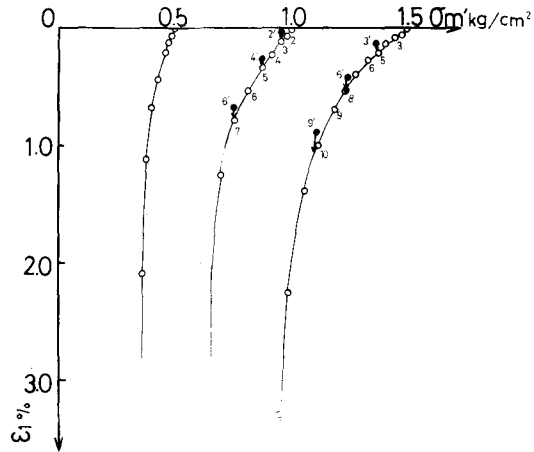


図-1(b)

ひずみ量に達するまでに発生する水圧はクリープの方が大きい。クリープ後のせん断過程で両者はほぼ同一の水圧を示し、クリープ後のせん断の経路は矢印で示したようにクリープしない $\dot{\sigma}_0$ のせん断によるひずみ経路に一致している。図-2はクリープ応力 $\sigma_d = 0.4 \text{ kg/cm}^2$ においてクリープ時間を1.3, 8, 15日として、その後 $\dot{\sigma}_0$ でせん断した時の有効応力経路を示したものである。

図中一点鎖線で示した経路はRoscoeのCamclayモデルによる理論経路である。クリープが飽和したと思われる15日間クリープで理論経路にほぼ近づいておりRoscoeの示す経路は平衡状態、すなわちひずみ速度 $\dot{\epsilon} = 0$ の応力経路と解釈される。クリープ後せん断の応力経路をみると、クリープ時間を長くした場合も図-1に示したと同様にそれぞれ $\dot{\sigma}_0$ の経路に一致したのち、同一経路をたどり破壊にいたっている。これより、クリープをしない場合の強度もクリープした場合の強度も、せん断速度が同じであればクリープの有無にかかわらず同じ強度を示すことが知られた。図-3は図-2の結果の軸ひずみ ϵ_1 に対する σ_d と発生水圧 ΔU の関係を示したものである。また、クリープをしない $\dot{\sigma}_0$ せん断の結果を鎖線で示した。クリープ時間の長いものほどひずみが大きいのは、当然であるがクリープ後のせん断特性はクリープ時間の影響によって異なっている。クリープ時間の長いものほどひずみの増分は小さく、曲線の立ち上がりは急になっている。クリープ時間によって、ひずみ硬化が異なるようであるがいずれの場合も $\dot{\sigma}_0$ のせん断による曲線に漸近している。ひずみと発生水圧の関係はクリープ時間の長いものはいくぶん水圧はせん断の場合より高めであるが、クリープ後は $\dot{\sigma}_0$ の曲線上にのっている。

4) おまけ

以上得られた結果を要約すると次のようになる。

(1) クリープをしない場合の強度も、クリープした場合の強度もせん断速度が同じであればクリープ時間または、クリープの有無にかかわらず同じ強度を示す。

(2) クリープ後のせん断特性において、クリープ時間の長いものほどひずみの初期増分は小さくなっている。

最後に日頃より御指導賜わっている本学宮北啓教授、東海大学赤石勝壽師、また実験を補助して頂いた卒研生の小真頼宏文、岡和田勲、井上森光君に感謝します。

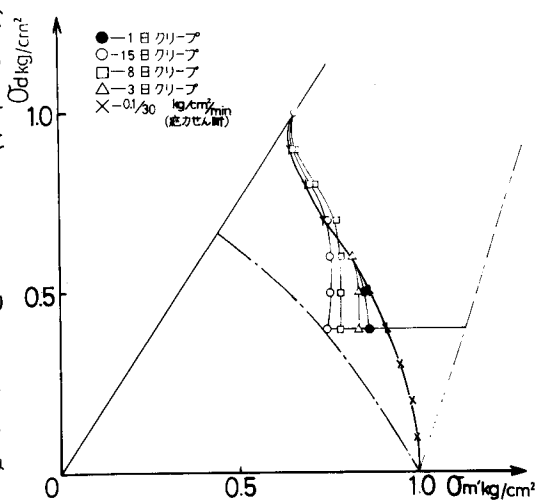


図-2

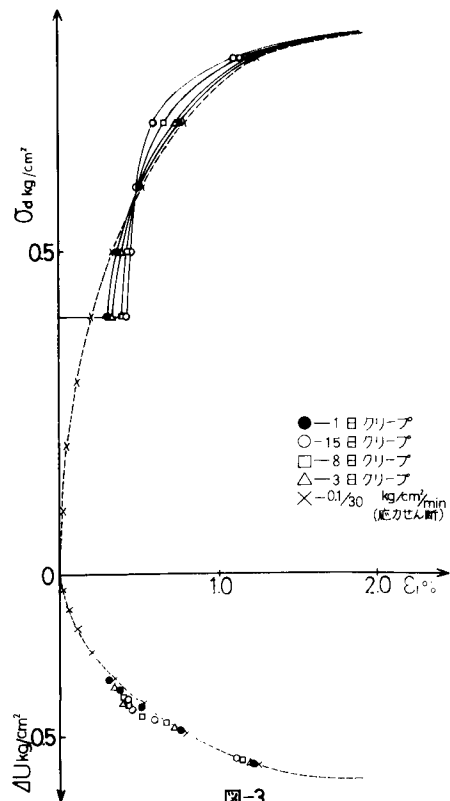


図-3

参考文献

1. 稲田・赤石; 東海大学工学部紀要 1975
2. 村山・柴田; 土木学会論文集 1956
3. 栗原; 土木学会論文集 1972
4. 稲田・外崎; 土木学会32回講演概要集 1977
5. K. Arulanada, G.K. Shen; Geotechnique 1971
6. Y.P. Vaid, R.G. Campanella; ASCE (GT) 1977