

III-3 飽和粘土のくり返し荷重に対する挙動に関する一考察

東京理科大学 学生員 〇新本 克 則
建設省土木研究所 正員 佐々木 康
同 正員 谷口 栄一

1. まえがき

地震時の地盤や土構造物の安定性についてはここ数年かなりの研究がなされているが、粘性土の動的強度あるいは地震時の変形特性については不明の点が多い。ここでは不攪乱飽和粘土を用いて①粘土のくり返しせん断後のせん断特性、②粘土がくり返しせん断を受けた場合の歪の蓄積についてくり返し三軸試験を行ったので以下に報告する。

2. 試料および実験方法

表 1 試料の物理特性

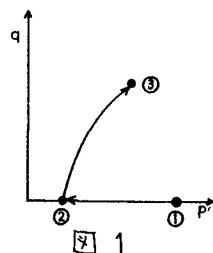
実験に用いた試料は鳥取県より採取した不攪乱飽和粘土で、その物理特性を表 1 に示す。試験機は油圧サーボ方式により軸方向にくり返し荷重を加えることのできるくり返し三軸試験装置を使用した。供試体の大きさは、直径 5cm、高さ 10cm の円柱形である。

実験	採取深さ (m)	含水比 (%)	密度 (g/cm ³)	間隙比	飽和度 (%)	比重	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数 (%)
1	2.30	5.98	1.26	1.84	87.4	2.60	94.0	44.3	49.7
	10.60	180.2	1.59	4.96	100.0	2.70	121.0	47.6	73.4
2	3.60	65.4	1.15	1.86	92.9	2.41	82.2	37.2	45.0
	11.60	364.7	1.53	8.75	100.0	2.65	132.5	51.2	86.7

実験は次の 2 種類の方法を行った。

(実験 1) くり返し荷重を受けた後のせん断特性に関する実験

くり返し荷重を受けると粘土供試体中の間隙水圧が上昇し、図 1 の応力経路図の ①→②に移るが、この過程を次の 3 種類の方法により作り出し、その後静的せん断過程 (図 1 の ②→③) 経路の比較を行った。



i) 20 回の正弦波 (1 Hz) のくり返し荷重による方法

ii) バックプレッシャーを上昇する方法

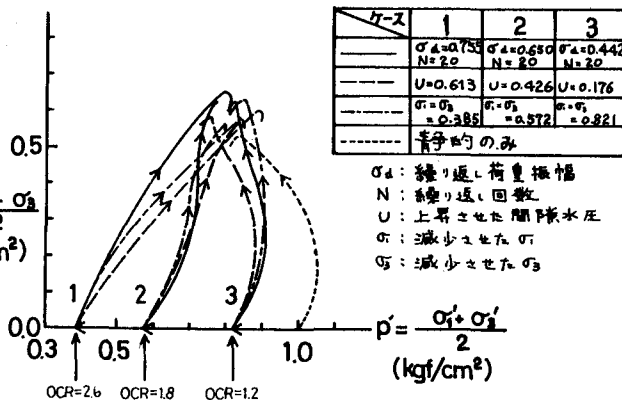
iii) 拘束圧を下げる方法

なお、試験に先立って供試体を拘束圧 1 kgf/cm² バックプレッシャー 2 kgf/cm²

で等方圧密した。i) の方法におけるくり返し載荷は非排水の応力制御である。静的載荷試験は発生間隙水圧が一定値に落ち着いた後に非排水条件で載荷速度 1%/min を行った。

(実験 2) 供試体内に初期せん断応力がある状態においてくり返し荷重が作用した場合の歪の蓄積量を調べる実験

供試体を 1 kgf/cm² の圧力で約 20 時間、の等方圧密を行った後軸荷重を上昇させ軸圧を 1.2 kgf/cm², 1.5 kgf/cm², 2.0 kgf/cm² の (側圧 = 1.0 kgf/cm²) 3 種類で 5 時間程度異方圧密を行い、圧密終了後非排水条件で周波数 1 Hz の正弦波のくり返し荷重を加え試料が破壊するまで載荷を続けた。



σ-ε	1	2	3
σ _d	σ _d =0.153	σ _d =0.650	σ _d =0.442
N	N=20	N=20	N=20
U	U=0.613	U=0.426	U=0.176
σ _v	σ _v =0.385	σ _v =0.572	σ _v =0.821
σ _h	σ _h =0.385	σ _h =0.572	σ _h =0.821

σ_d: 繰り返し荷重振幅
N: 繰り返し回数
U: 上昇させた間隙水圧
σ_v: 減少させた σ_v
σ_h: 減少させた σ_h

3. 実験結果

実験1) くり返し載荷後の静的せん断特性。

図2は上記の1)のii) iii)

の3つの方法により間

隙水圧を上昇させてそ

の後に静的せん断試験

を行った時の応力経路

を示している。上昇さ

せた間隙水圧は3種類

であるが、いずれの場

合にも3本の応力経路

はほぼ同じものとなっ

ており、最終的に σ - σ_c 平面上の

同一点に集まる傾向がみ

られる。従ってくり返し荷重

による供試体中の間隙水圧

の上昇は静的に過圧密状態

を作ることとはほぼ同じであ

ると見なせる。また図3は

軸差応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ と歪 ϵ

の関係を示しており、3種

類の方法で間隙水圧を上昇させた後の応力、歪関係

はほぼ同じような傾向をま

たっている。

実験2) くり返しせん断を受けた場合の歪の蓄積量

図4は軸差応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ が、0.2 kg/cm^2 、0.5 kg/cm^2 、

1.0 kg/cm^2 の3種類の場合のくり返し載荷による歪の蓄

積量を整理したものである。くり返し荷重振幅が小さ

い程同一歪に達するのに要する回数は少なくなっている

歪 ϵ とくり返し回数 N の関係を ϵ , m , n を定数とし

て次式で近似する。

$$\log \epsilon = \log l + m(\log N)^n \quad (1)$$

ここで、 m , n を非線形最小二乗法により求め $\sigma_c/\sigma_c(\sigma_c = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3)$

との関係を表わいたものが図5、図6、図7である。なお

歪の実験値と最小二乗法により決定した式(1)による計算値

の誤差はほとんどが1%以内に入っている。 σ_c/σ_c が増加す

れば、 m が増加する傾向を示し、 n は一定値に近しい。

図8はくり返し応力比とくり返し回数 N の関係を示している。

図中には図5の実験値を近似して(1)式に代入して求めた

σ_c/σ_c と N の関係を示されている。

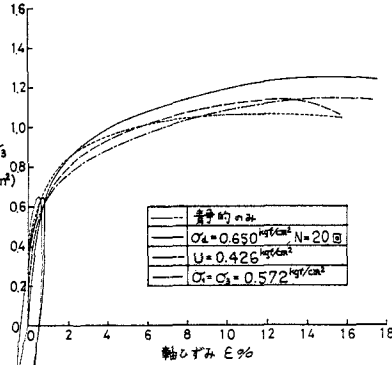


図3

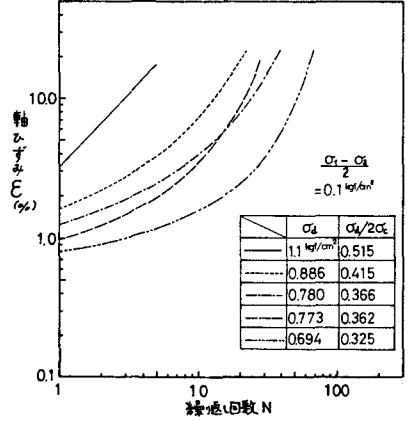


図4

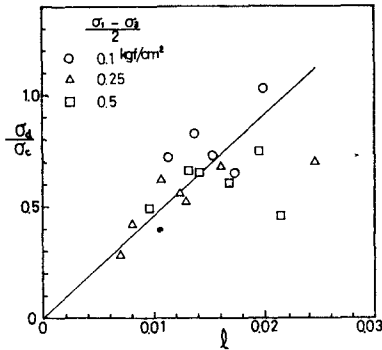


図5

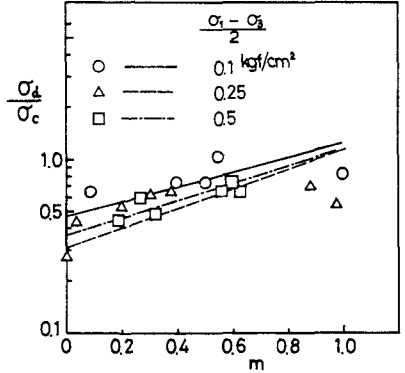


図6

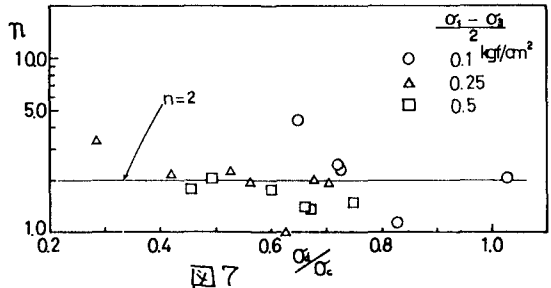


図7

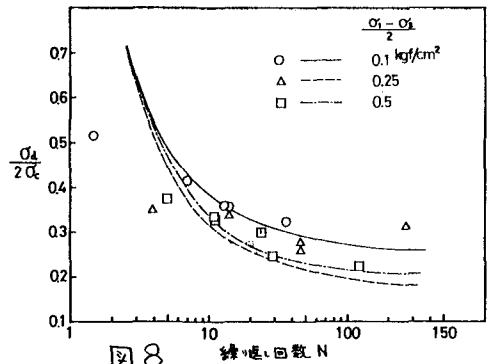


図8