

飽和粘土の変形・強度特性に及ぼす繰返し载荷の影響について

大阪大学工学部 正 員 松 井 保
 大阪大学工学部 正 員 阿 部 信 晴
 大阪大学大学院 学生員 ○ 徳 田 進 一
 近畿日本鉄道株式会社 浦 崎 敏 幸

1. はじめに

一般に、飽和粘土は、非排水繰返し载荷を受ける事により、その変形・強度特性に劣化を来す。特に、変形特性に関して、その劣化の著しいことは、すでに報告済みである¹⁾。

今回は、この様な飽和粘土の、繰返し载荷による変形・強度劣化特性を解明するため、一連の繰返し三軸試験を行ったので、その結果及び考察について報告する。

2. 試験概要

試験概要については、既に報告している²⁾。表1に示すような外荷重条件の下、非排水繰返し载荷試験を行い、その後、静的せん断を行って、力学諸量の劣化について検討した。

表 1 繰返し外荷重条件

ed(x)	f (llz)	N	ed(x)	f (llz)	N
0.05	0.5	100	3.0	0.5	100
0.1	0.5	100	4.0	0.5	100
0.3	0.5	100	0.1	1.0	200
0.4	0.5	100	0.2	0.5	200
0.5	0.5	100	0.3	0.33	200
0.7	0.5	100	0.5	0.2	200
1.0	0.5	100	0.7	0.14	200
2.0	0.5	100	1.0	0.1	200

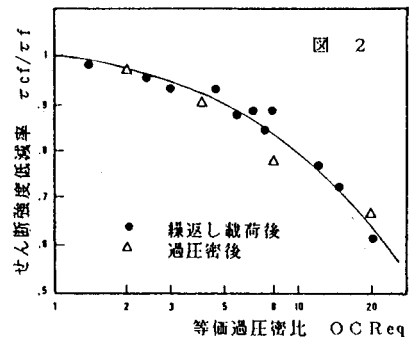
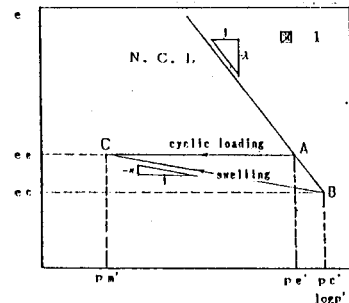
3. 試験結果及び考察

図1に示すように、正規圧密状態の粘土が、図中C点の過圧密状態に至る過程としては、A-Cの繰返し载荷履歴及び、B-Cの過圧密履歴が考えられる。そして、この点Cにおける飽和粘土の力学特性を、両履歴について比較することにより、繰返し効果による影響が明らかになると考えられる。

図2に、両履歴についてのせん断強度低減率を等価過圧密比OCReqで整理した。明らかに、せん断強度の低減率は、応力履歴によらず、有効応力によって一意的に決定出来そうである。

次に、変形係数の低減率について比較を行ったのが図3である。先ほどのせん断強度とは異なり、繰返し载荷履歴を受けた変形係数の方が、過圧密履歴によるものより低減が著しい。つまり、乱れの効果が、変形劣化特性において反映されるからであると思われる。そこで、繰返し载荷後の変形係数の低減率を、次のように劣化指数Dと定義し、繰返し载荷による乱れの効果について検討する。

$$D = [E_{50} / (E_{50})_0] \text{ cy} \quad (1)$$



内部構造の乱れを支配する影響因子としては、供試体に与えられるひずみ履歴が考えられる。そこで、この劣化指数Dを、繰返し载荷中のひずみ振幅 ϵ_d で整理したのが、図4である。この結果は、 $N=100$, 200 におけるものであり、繰返し回数と共により大きく低下するものであると考えられる。よって、繰返し回数との関係を知ることが出来れば、この劣化指数Dは、汎用性のあるものとなる。

一般に、繰返し載中の動的変形係数は、繰返し回数との両対数関係において、線形関係があると言われている³⁾。そこで、この関係が繰返し载荷後の変形特性についても成り立つものと仮定すると、劣化指数Dは次のように定式化できる。

$$D = (N + 1)^{-T} \quad (2)$$

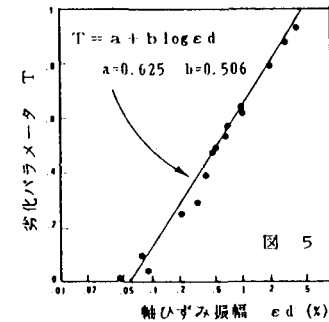
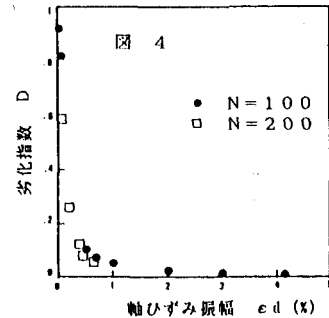
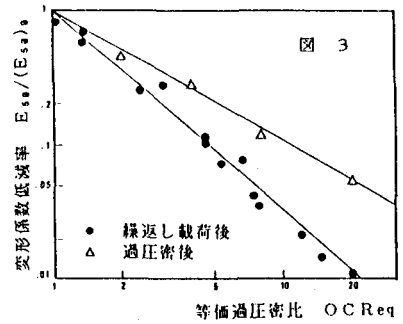
ここで、Tは繰返し劣化の進行を支配するパラメータで、ひずみ振幅の関数であると考えられる。図5に、今回の試験結果から算出される劣化パラメータTを、ひずみ振幅との関係で示した。明らかに、片対数軸上で線形関係がみられ、Tはひずみ振幅の関数として、次のように決定できる。

$$T = a \log \epsilon_d + b \quad a=0.625 \quad b=0.506 \quad (3)$$

また、 $T=0$ となる限界のひずみ振幅は、繰返し効果の及ばない弾性限界を示すものであると考えられる。ここでは、 $(\epsilon_d)_l = 0.058\%$

以上、簡単にではあるが、繰返し载荷によって劣化する飽和粘土の変形・強度特性について検討をした。その結果、繰返し载荷後のせん断強度に関しては、有効応力によって、過圧密粘土の強度特性と対応性を持つが、変形係数に関しては、単に有効応力だけで説明できず、乱れの影響が顕著に現れることが知られた。そして、その乱れを、ひずみ履歴から定量的に評価する方法を提案した。結局、繰返し载荷による発生間隙水圧の予測とひずみ履歴が得られるならば、繰返し载荷直後の変形・強度が分かり、安定解析に組み込むことが出来ると考えられる。

今後、この様な立場から、系統的な評価を進めていく予定である。



- 参考文献 1) Matsui T. and Abe N. "Behavior of Clay on Cyclic Stress-Strain history" Proc. 10th ICSMFE, Stockholm, Vol. 3 pp. 261-264, 1981 2) 松井保、阿部信晴、浦崎敏幸: "飽和粘土の繰返し载荷による劣化特性について" 土木学会、第41回年次学術講演会、pp. 21-22, 1986 3) Idriss, I. M., Dobry, R. and Singh, R. D. "Nonlinear Behavior of Soft Clay during Cyclic loading" Proc. ASCE, Vol. 105, No. GT10, 1978