

飽和粘性土の繰返しせん断後の圧密による間げき比変化

京都大学工学部 正 員 大西 有三
 京都大学大学院 学生員 山中 義之
 京都大学大学院 学生員 ○ 小西 真治

1. まえがき

繰返し載荷およびそれによって発生する過剰間げき水圧の消散まで一つのステップとし、このステップを繰返すことにより、生じる間げき比変化、あるいはステップ完了後圧密した時の圧密曲線について考察を考へ、繰返しせん断が粘土の圧密特性に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法

実験に用いた試料は深草粘土であり、その物理特性は $G_s = 2.71$, $LL = 45.5\%$, $PL = 22.4\%$, $PI = 23.1\%$, 砂分 = 12%, シルト分 = 64%, 粘土分 = 24%, $\lambda = 0.0900$, $K = 0.0113$ である。試験装置についてはすでに報告しているので省略する。まず、 $\varepsilon_{max} = 0.36\%$, $\dot{\varepsilon} = 0.36\%/min$ なるみずみ制御で非排水繰返しせん断を行い、せん断終了後初期等方圧まで応力状態をもどし、排水によって蓄積過剰間げき水圧を消散させた。その後このステップを繰返すか、あるいは有効拘束圧を増加させて圧密曲線を得た。各ステップでの繰返しせん断回数は同一の試料の試験に対しては同じである。

3. 実験結果

繰返しせん断後の圧密の様子は図-2,3 のようになる。ステップの途中および完了後の圧密曲線は、過圧密粘土の再圧密曲線(図-1)と同様、上にふくれた曲線となるが、傾きは大きくなる。従来より非排水せん断時の弾性体積ひずみは膨潤曲線に沿って増加し、それと逆符号の塑性ひずみが発生していると考えられている。今回、繰返しせん断後の過剰間げき水圧の消散時の圧密曲線の傾きを λ' 、それと等しい圧力間での膨潤曲線の傾きを λ'' と

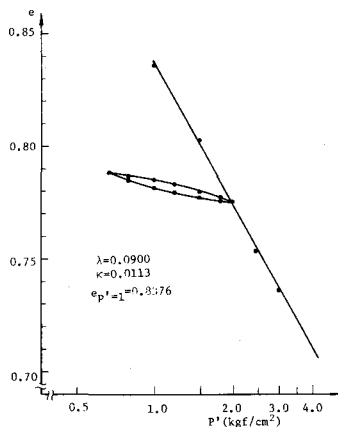


図-1. 等方圧密膨潤曲線

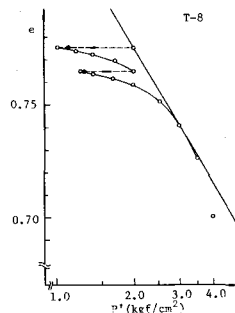


図-2 繰返しせん断後の圧密の様子

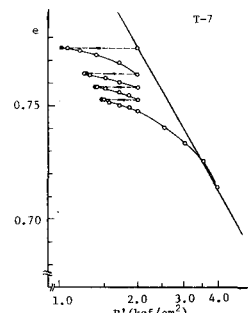


図-3 繰返しせん断後の圧密の様子

すると、上述の考へ方では $\lambda' = K'$ でなければならぬ。しかし、表-1に示すように λ' の方がわずかに大きくなり、繰り返しせん断中に塑性ひずみ以外に何らかの変化、たとえば異方性の出現、内部構造の変化などがあっているものと考えられる。 λ' は1回目に比べて2回目以後のステップでは小さくなっている。これはステップを繰り返すことにより、粘土の圧縮性が小さくなっていることを示している。

ステップ完了後有効拘束圧を 2.0 kgf/cm^2 以上にしたときの圧縮曲線は、正規圧縮曲線にほぼこのような挙動を示した。 λ' (表-1)は、最終ステップでの過剰間げき水圧消散開始点と圧縮曲線が正規圧縮曲線に接する点と結んだ直線の傾きで、 K よりもかなり大きくなっている。初期の正規圧縮曲線が保持されるとするなら、繰り返しせん断・圧密履歴によって、粘土の圧密特性は、正規圧密領域では影響を受けず過圧密領域では影響を受けると考えられる。さらに有効拘束圧を増加させて行くと、図-2のように圧縮曲線が再び正規圧縮曲線より間げき比が小さくなる傾向がみられた。しかしこの実験は供試体と長時間圧力下におくため、圧密時間のとり方、クリープ、空気の混入などの諸影響により圧縮曲線も変化するものと考えられ、今後より綿密な実験を行うことが必要である。今後は、圧縮曲線と正規圧縮曲線の接点と同じ状態の点から膨潤させた過圧密粘土を用いて、繰り返しせん断・圧密の影響を調べようと考えている。

この載荷ステップを繰り返すに従って、発生過剰間げき水圧は減少してゆくが、これを結んだ包絡線はほぼ直線となった(図-4)。この結果は、同様の実験と応力制御で行った松井²⁾の報告と一致する。各テストでの直線の傾き λ' は、表-1に示すように、概してほぼ等しい値となった。この直線と $p' = 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ との交点は、ダイレイタンシーがなくなる限界間げき比 e_c と考えられる。初期の正規圧縮曲線が保持されるとして、この e_c で示される点の過圧密比を計算したものが表-1のO.C.R.に示されている。従来、ダイレイタンシーがほぼ0となる過圧密比は2程度とされているが、今回の試験ではそれよりも小さな値となった。繰り返しせん断・圧密履歴により、粘土のダイレイタンシー特性が変化したと考えるか、あるいは正規圧縮曲線が変化したと考えられるもので、非常に興味深い結果である。

最後に、この研究を行うにあたり、熱心に御指導下さった京都大学工学部 赤井若一教授に深く感謝します。

参考文献

- 1) 赤井若一、大西有三、北健二、山中義之：「粘性土の繰り返しせん断時の挙動に関する実験的研究」, 材料, 第28巻, 第314号, pp. 1109~1115, 1979
- 2) 松井保, 小原秀夫, 伊藤富雄：「飽和粘土の力学的特性に及ぼす動的応力履歴の影響」, 土木学会論文報告集, 第257号, pp. 41~51, 1977

Test	N	λ'	λ''	λ'''	λ^*	e_c	O.C.R.
T-1-1	2	0.0178	0.0093	—	—	—	—
	3	0.0143	0.0087	—	—	—	—
	4	0.0138	0.0083	—	0.0577	0.7350	1.56
	5	0.0131	0.0081	—	—	—	—
	6	0.0136	0.0080	—	—	—	—
	6	0.0139	0.0078	—	—	—	—
T-2-1	50	0.0183	0.0094	—	—	—	—
T-3-1	2	0.0158	0.0095	—	—	—	—
	2	0.0128	0.0088	—	—	—	—
T-4-1	2	0.0174	0.0094	—	—	—	—
	2	0.0141	0.0086	—	—	—	—
	3	0.0118	0.0083	—	—	—	—
T-5-1	2	0.0168	0.0091	—	—	—	—
	2	0.0142	0.0086	—	0.0614	0.7348	1.57
	3	0.0158	0.0082	—	—	—	—
	4	0.0154	0.0082	—	—	—	—
T-6-1	2	0.0172	0.0089	—	—	—	—
	2	0.0162	0.0084	—	—	—	—
	3	0.0137	0.0081	—	0.0625	0.7408	1.47
	4	0.0119	0.0081	—	—	—	—
	5	0.0144	0.0078	—	—	—	—
T-7-1	2	0.0163	0.0090	—	—	—	—
	2	0.0121	0.0085	—	0.0711	0.7319	1.62
	3	0.0150	0.0083	—	—	—	—
	4	0.0170	0.0081	0.0325	—	—	—
T-8-1	2	0.0174	0.0092	—	—	—	—
	2	0.0121	0.0086	0.0282	—	—	—
T-9-1	120	0.0200	0.0090	0.0257	—	—	—

表-1 $\lambda', K', \lambda'', \lambda^*$ の値

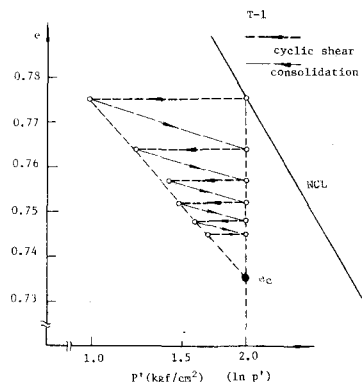


図-4 ステップの繰り返しによる間げき比の減少