

東京工業大学大学院 学 久野 達彦

東京工業大学工学部 正 中瀬 明男

東京工業大学工学部 正 中ノ堂裕文

## 1. まえがき

砂分60%~80%程度含む粘性土の強度特性や間げき水圧発生は、砂分を含まない粘土のそれと、大きく変わってくる事が報告されている<sup>(1)</sup>。粘性土に繰り返し載荷がなされた時の強度は、発生する間げき水圧の値に大きく影響されるので、地震時あるいはそれ以後の安全率の低下を見積るうえで、これらの値を知ることが必要である。本研究は、繰り返し荷重により粘性土に発生する間げき水圧の大きさや、その後の非排水強度と粒度との関係について、振動三軸試験機を用いて実験を行なった。

## 2. 試料および試験方法

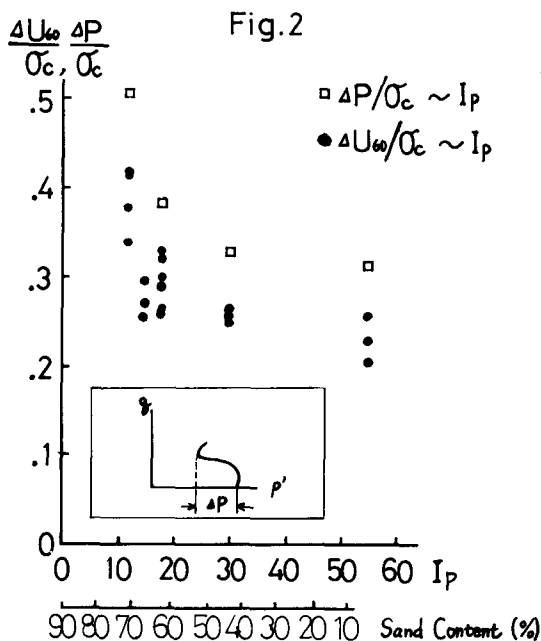
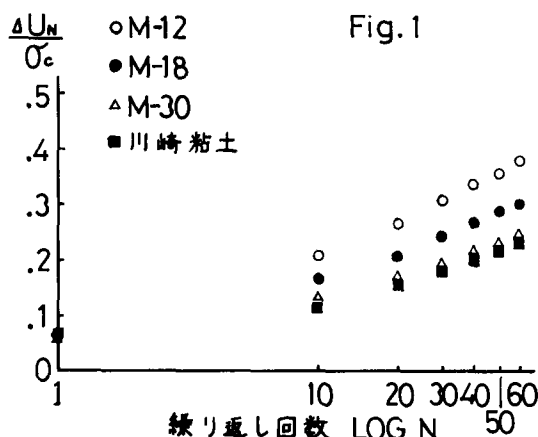
試料は、シルト分を加えて粒度調整した置浦標準砂と、川崎粘土 ( $I_p = 55$ ) を混合して作製した5種類で、その塑性指数に応じて、それぞれM-12、M-15、M-18、M-30、および川崎粘土と呼ぶことにする。

試験は、空圧式応力制御型振動三軸試験機で、軸方向荷重を変化させて、繰り返し載荷を行なう。供試体(直径50mm、高さ125mm)を、圧密圧力  $3.0 \text{ kg/cm}^2$  で等方圧密後、せん断応力振幅  $0.27 \text{ kg/cm}^2$  (M-12の  $C_u$  の約20%)、周期0.003 Hz (ひずみ速度で  $0.03 \text{ \%}/\text{min}$ )、正弦波で60回および120回の繰り返し載荷を行ない、載荷中に発生する過剰間げき水圧を測定した。繰り返し載荷終了後、側圧  $\sigma_c = 3.0 \text{ kg/cm}^2$  で再圧密させ、その後非排水せん断試験を行なった。試験では  $2.0 \text{ kg/cm}^2$  のバックプレッシャーを用いた。本試験で用いたせん断応力振幅は小さく、繰り返し載荷時に生じるひずみが約0.08%で、繰り返し載荷後の残留ひずみは認められなかった。

## 3. 試験結果

Fig. 1は、繰り返し回数 ( $N$ ) と、それまでに残留した過剰間げき水圧 ( $\Delta U_N$ ) の関係を、 $N$  を対数にとり、示したものである。 $N=10$ 以降では、 $\Delta U_N$  と  $\log N$  との間に、 $I_p$  にかかわらずほぼ直線関係が認められた。また、 $I_p$  が小さいほど、 $\Delta U_N$  が大きくなる事がわかる。

Fig. 2は、60回の繰り返し載荷後残留した間げき水圧 ( $\Delta U_{60}$ ) を圧密圧力で除したものと、 $I_p$  との関係を示したものである。 $\Delta U_{60}$  は、 $I_p$  の減少とともに増加する傾向に



あり、特に  $I_p = 12$  の試料で急激に増加していることがわかる。また、静的 CIU 試験における  $\Delta P/\sigma_c$  と  $I_p$  との関係が、 $\Delta U_{60}/\sigma_c$  と  $I_p$  との関係によく似ており、静的応力経路との相関がうかがわれる。なお、繰り返し載荷時に発生する間げき水圧の値は、ひずみ依存性であるとの報告もある<sup>(2)</sup>が、今回の試験では、前述のように、ひずみ量が小さいので、それに関する検討は行なえなかった。

つぎに Fig. 3 は、N 回繰り返し載荷後の CIU 試験による非排水強度 ( $C_{un}$ ) と、繰り返し載荷をしない時の非排水強度 ( $C_{uo}$ ) との比、 $C_{un}/C_{uo}$  と  $I_p$  との関係を求めたものである。なお、M-12 では 15% ひずみ時の  $(\sigma_1 - \sigma_3)$  を  $C_u$  とした。松井他<sup>(3)</sup>は、繰り返し載荷後の排水による間げき比の減少で、見かけ上過圧密となり、強度が増加することを報告しているが、M-12 では、その強度増加がみられた。

また Fig. 4 は、異なる繰り返し載荷をうけた後の非排水せん断試験より得られた有効応力経路の変化を、M-12 と川崎粘土について示したものである。同図の正規及び過圧密比 2 の経路は、静的三軸試験結果である。これを見ても、M-12 については、繰り返し回数の増加とともに、過圧密状態に移行する傾向が見られるが、他の試料では、Fig. 4 に示した川崎粘土と同様に、過圧密への移行は顕著ではない。

#### 4. 結論

繰り返し載荷による  $\Delta U_{60}$  は、 $I_p$  が小さいほど大きく、M-12 で急激に増加している。繰り返し載荷後の CIU 試験による非排水強度は  $I_p 18$  以上ではめだった増加がみられない。しかし  $I_p$  のより小さい M-12 では、顕著な増加がみられ、その有効応力経路も過圧密状態へ移行しているのが認められた。

#### 参考文献

- (1) 倉田他 (1961)、砂と粘土の混合土の工学的性質に関する研究。運輸技術研究所報告、vol.11、No.9
- (2) Lee, K.L. and Focht, J.A. (1975)、Strength of Clay Subjected to Cyclic Loading. "Marine Geotechnolgy", vol. No.3
- (3) 松井他 (1977)、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

