

単純せん断による飽和粘性土の繰り返しせん断

愛媛大学 工学部

愛媛大学 工学部

日立造船情報システム(株)

八木 則男

久田 龍一

○小畑 智宏

1. まえがき

今回の研究の目的は、飽和粘性土地盤に、繰り返し単純せん断応力が作用した場合、繰り返し載荷時及び、繰り返し載荷直後の土の力学特性を調べるために、実験を行なった。今回の実験では、水平方向で、1方向のみの繰り返しせん断応力を与えた場合について調べた。この時の土の変形状態は、単純せん断試験における土の変形状態に非常に近いものと考えられるために、繰り返しせん断応力が作用できるように、単純せん断試験機を試作して、実験を行なった。

2. 実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。

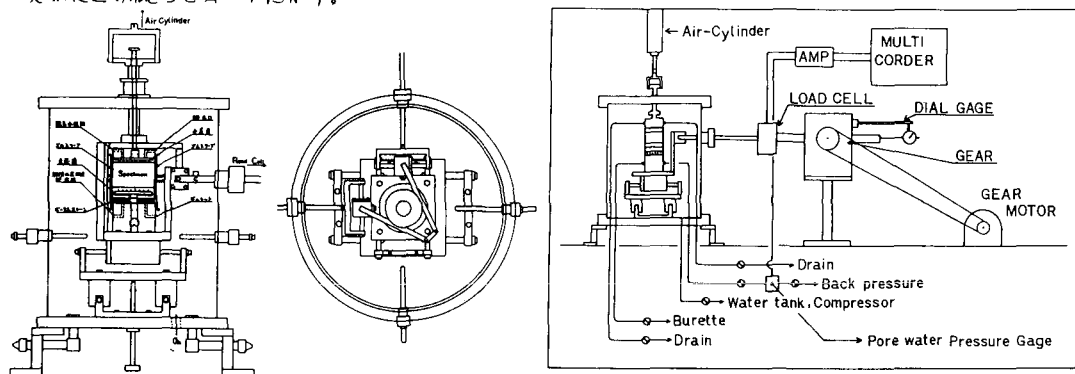


図-1 実験装置の概略図

この実験装置は、任意の K の値で、異方圧密が可能であり、排水、非排水せん断試験の両方が可能である。また水平方向で、1方向及びその方向に直角な2方向の繰り返しせん断試験が可能であるが、今回は先に述べたように1方向のみで実験を行なった。試料は通称硬部粘土と呼ばれる粘土で、液性限界以上の高含水比で、十分に繰り返し、その後、真空脱気を十分に行なつて、大型圧密容器で、先行荷重 1.2 kg/cm^2 で予備圧密した。そして、直径 5.0 cm 、高さ 2.2 cm の内柱形に成形したものを供試体とした。供試体をセットし所定の側圧、上載圧を圧密し、圧密終了後、金属蓋を約 1.5 mm 程度、供試体上下面に貫入させ、載荷時の供試体のずれも防止した。そして繰り返し非排水せん断試験を行ない、それが済み次第、残留間隙水圧を消散させずに、ただちに静的に破壊に至るまで、静的非排水せん断試験を行なった。 $C_m = 3.0 \text{ kg/cm}^2$ と統一して、 $K = 1.0, 0.5$ の2種類、そして、せん断ひずみ $\dot{\gamma} = 0.75, 1.5, 3.0, 6.0\%$ の4種とした。この時の繰り返しせん断ひずみ速度は 0.2 mm/min 、静的せん断ひずみ速度は、 0.01 mm/min とした。また繰り返し回数は最高15回とした。

3. 実験結果と考察

繰り返し載荷時の応力ひずみ特性として、図-2に、動的剛性率 G_d' と平均有効主応力 $\bar{\sigma}_m'$ の関係を示す。ここで $\bar{\sigma}_m'$ の関係を横軸にしたのは、従来の研究¹⁾より、 G_d' は $\bar{\sigma}_m'$ の関数に比例することが示されているためである。この図の $K=1.0$ の方には、同一条件下での三軸圧縮試験の結果²⁾を示しているが、単純せん断試験におい

では、動的剛性率 G_0' は、繰り返し載荷中はほぼ一定とみてよく、三軸圧縮試験のように、顕著な変化はみられない。また、 $K=1.0$ と 0.5 を比較してみると、同じせん断ひずみ振幅において、剛性率は、ほぼ等しく、平均主応力 σ_m が同じであれば、等方圧密と異方圧密の違いはなさそうである。次に繰り返し載荷時の残留間隙水圧特性として、累積する間隙水圧 U_d と繰り返し回数 N との関係を図-3に示す。またこれには、同じ条件での三軸圧縮試験結果²⁾ も示している。

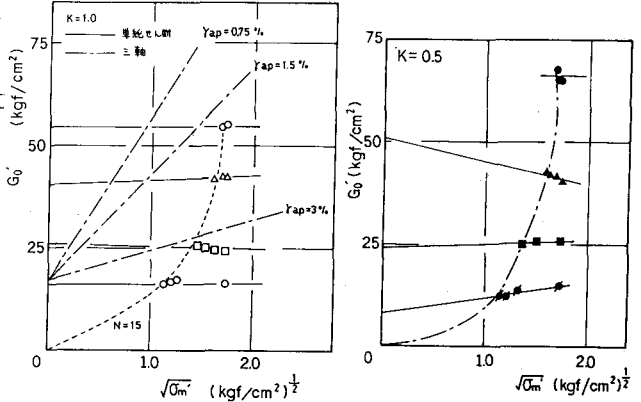


図-2 $G_0' \sim \sqrt{\sigma_m}$ の関係

この図から、繰り返し初期の水圧増分は、その後と比べて、非常に大きいことがわかる。この傾向は、単純せん断試験、三軸圧縮試験を問わず同じである。また、この発生する間隙水圧は従来の研究³⁾ より、ある程度予測ができると考えられる。この式によって図-4がかけられる。これによれば、 $K=1.0$ も $K=0.5$ もほぼ同一直線上にあり、等方圧密と異方圧密の違いはなさそうである。最後に、載荷直後のカサ特性について、 $K=1.0$ と $K=0.5$ の静的非排水せん断での破壊時における強度線を図-5に示す。

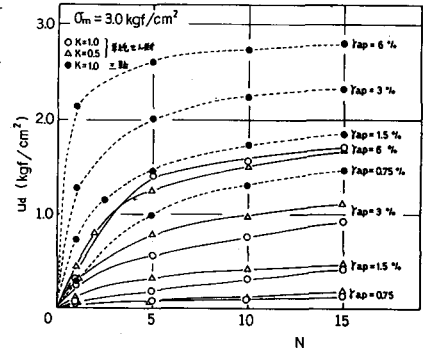


図-3 $U_d \sim N$ の関係

繰り返し回数 $N=0, 5$ は、ほぼ同一直線上にあり、内部摩擦角の減少はみられないが、 $N=10, 15$ 回になるにつれて、直線の傾きは、ゆるやかになり、内部摩擦角は減少し、強度定数は低下する傾向がみられる。また、実験種類が少ないためにはっきりとは言えないが、同じせん断ひずみ速度において、せん断ひずみ振幅が大きくなる程、内部摩擦角は減少し、強度定数は低下する傾向がみられるが、今後検討が必要である。また、この時の発生する間隙水圧は、 $K=1.0, 0.5$ 両方とも負圧が発生した。これは、繰り返し載荷によって、粘土が正規圧密状態から、過圧密状態に移行したためと考えられる。

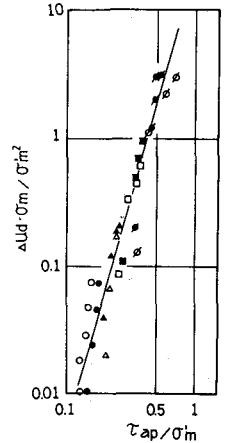


図-4 $\Delta U_d \cdot \sigma_m / \sigma_m^2 \sim \tau_{ap} / \sigma_m$ の関係

4. あとがき

今回の実験では、1方向のみの繰り返しせん断応力を与えて実験を行なったが、今後は、複数方向からの繰り返しせん断応力を与えて、種々の実験を行なっていくことが望ましいと思われる。

参考文献

- 1) Seed, H & Idriss, I.M.; Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analysis; Earthquake Eng. Research Center Report. No EERC 70-10, 1970.
- 2) 松村真一郎; 繰り返し再圧密粘土のカサ特性に関する研究, 学位論文, S.57.
- 3) 八木則男; 繰り返しせん断における強度変化と間隙水圧, 沖浦土質学会発表集, 1972.

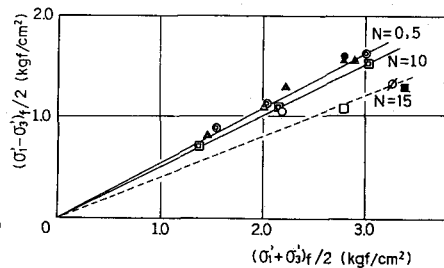


図-5 破壊時の $(\sigma_1 - \sigma_3)/2 \sim (\sigma_1 + \sigma_3)/2$ の関係