

Ⅲ-A90

低塑性粘性土の過剰間隙水圧挙動

東電設計 正会員 王桂萱*

東京工業大学 正会員 桑野二郎** 竹村次郎**

1. まえがき

過剰間隙水圧は累積損失エネルギーと密接な関係が存在することが指摘されている^{1,2)}。累積損失エネルギーの観点から過剰間隙水圧を研究することが有効であると考えられるが、細粒分含有率、拘束圧、周波数などの影響に関してはさらに調べる必要がある。

本研究では4種類の再構成砂・粘土混合土試料に対して、微小ひずみから大変形までの過剰間隙水圧と累積損失エネルギーとの関係を考察し、細粒分含有率、拘束圧、周波数などの影響も調べた。

2. 試料ならびに実験方法

試験に用いた試料は、塑性指数が約30の川崎粘土に豊浦標準砂及びその砕砂を混ぜて人工的に作製した塑性指数が約2, 5, 10及び30の低塑性粘性土(それぞれM2, M5, M10及びM30と称する)である。供試体はスラリーから作製した。スラリーを脱気した後、モールド内で鉛直圧49kPaの下で予圧密した。M30以外の試料はどれも、整形及び三軸セルへの設置のため予圧密後に一旦凍結させた。直径50mm、高さ125mmの供試体を三軸セルにセットし飽和させた後、有効拘束圧98, 196, 392 kPaで等方圧密し、周波数0.1~1Hzで応力振幅を段階的に増加させ、各応力振幅で11サイクルの正弦波非排水繰返しせん断試験を行った。なお累積損失エネルギーに関する計算については参考文献1と2を参照されたい。

3. 過剰間隙水圧と累積損失エネルギーの関係に及ぼす要因の考察

① 細粒分含有率の影響

図1~4に示したのは初期平均有効応力が $\sigma'_{m0}=392\text{kPa}$ で、それぞれM2, M5, M10, M30の過剰間隙水圧と累積損失エネルギーの関係である。微小ひずみレベルで得られた値も表すため、横軸を対数座標にした。たて軸は各サイクルでの過剰間隙水圧の最大値と最小値の平均、横軸はそのサイクルまでの累積損失エネルギーを示したものである。図中の各点は繰返し応力振幅のみが異なる。いずれの図にも見られるように累積損失エネルギーの増大につれて過剰間隙水圧は繰返し軸応力振幅の大きさによらず単調に増加している。細粒分含有率が低い場合(M2とM5)、比較的小さな累積損失エネルギーから過剰間隙水圧は急激に増加し、緩い砂と同様に、過剰間隙水圧は初期圧密圧力(392kPa)まで上昇する。最終的に初期液状化に対応する累積損失エネルギーも小さい。これに対して細粒分含有率が高い場合(M10とM30)、過剰間隙水圧は初期圧密圧力(392kPa)まで上がらず、また最大過剰間隙水圧に対応する累積損失エネルギーも大きくなっている。これは土粒子が小さいほどその粒子回りの吸着水の相互作用による吸着力が強く現れるのでそれなりに靱性が高く、そのため、細粒分含有率が高いほど、間隙水圧の上昇に要するエネルギーが多く必要になるのではないかと想像される。

② 拘束圧の影響

図5はM30を例として異なる拘束圧での過剰間隙水圧と累積損失エネルギーの関係を示す。初期有効拘束圧の大きさによって、過剰間隙水圧値も異なるし、最大過剰間隙水圧に対する累積損失エネルギーも拘束圧によって異なる。過剰間隙水圧のモデル化を考えて、初期有効拘束圧で正規化してみた。図6はM30の例であるが、累積損失エネルギーは拘束圧に比例的に増加しておらず、拘束圧で正規化するのは適当ではないようである。

過剰間隙水圧 累積損失エネルギー 細粒分含有率 拘束圧 周波数

*東京都台東区東上野3-3-3 Tel. (03)5818-7607 Fax. (03)5818-7608

**東京都目黒区大岡山2-12-1 Tel. (03)5734-2593 Fax. (03)5734-3577

③ 周波数の影響

本研究では主に周波数0.2Hzで実験を実施したが、異なる周波数0.01, 0.1, 1 Hzでの実験も行ってみた。図7は異なった周波数の過剰間隙水圧と累積損失エネルギーの関係である。先に得られた0.2Hzの結果も併せて示している。ここに見られるように、周波数は過剰間隙水圧と累積損失エネルギーの関係にはあまり影響しないようである。

4. まとめ

- ① 土のエネルギー吸収能力は土の細粒分含有率により異なる。細粒分が少ない土では、破壊までの累積損失エネルギーが小さく、最大過剰間隙水圧は初期平均有効応力近くまで上がる。細粒分含有率の増大につれて、エネルギー吸収能力は高くなり、最大過剰間隙水圧は塑性指数が高い場合初期圧密応力まで上がらなくなる。
- ② 過剰間隙水圧と累積損失エネルギーの間には密接な関係が繰り返し応力振幅によらず成り立ち、拘束圧が大きいほど最大過剰間隙水圧に対応する累積損失エネルギーは大きい。拘束圧そのもので正規化するのは適当ではない。
- ③ 過剰間隙水圧と累積損失エネルギーの関係は0.01～1Hzの範囲では周波数の影響はあまり見られなかった。

5. 参考文献

- 1) 王桂萱、桑野二郎、神田政幸、竹村次朗、廣岡明彦（1996）：初期せん断を受けた低塑性粘性土の非排水繰り返しせん断挙動、第31回地盤工学研究発表会。
- 2) 王桂萱、桑野二郎、神田政幸、竹村次朗（1996）：初期せん断を受けた低塑性粘性土の間隙水圧と残留変形のモデル化、土木学会第51回年次学術講演会講演概要集。

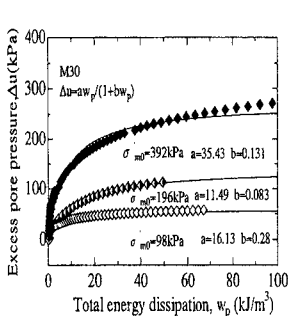


Fig. 2. Excess pore pressure versus total energy dissipation w_p

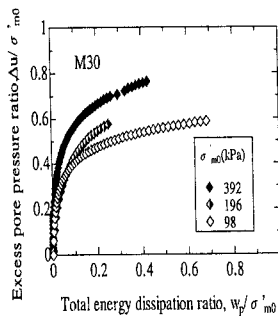


Fig. 3. Normalized relationship between $\Delta u / \sigma'_{m0}$ and w_p / σ'_{m0}

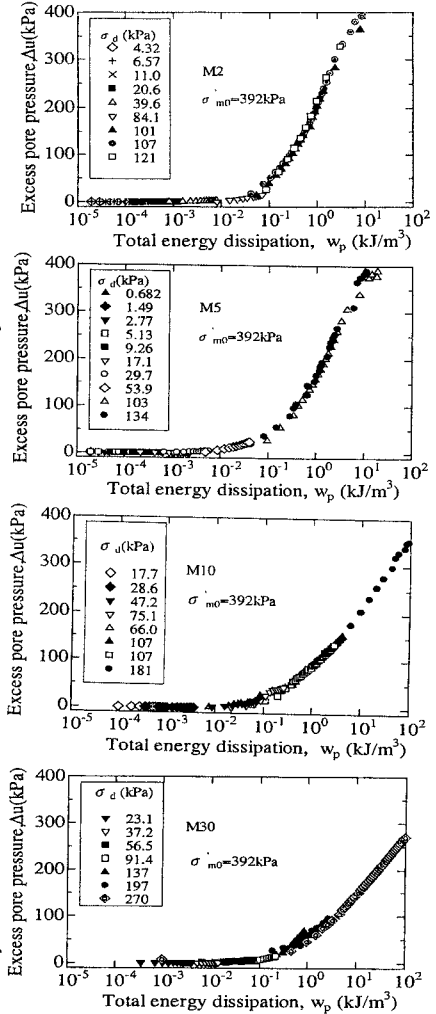


Fig. 1. Relationship between Δu and w_p

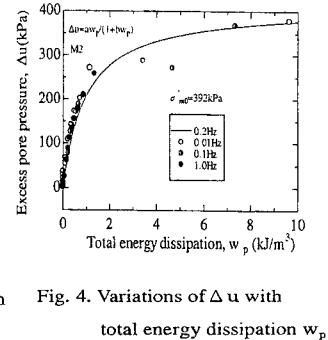


Fig. 4. Variations of Δu with total energy dissipation w_p

謝辞

本研究の実験を行うに当たり、基礎地盤Cの土谷尚氏、中島敬祐氏のご協力を得た。謝意を表する。