

秋田大学 正 員 宮 川 勇
 " " 〇及 川 洋
 " 学生員 加 藤 誠

1 はじめに

飽和砂地盤に地震などの振動荷重が作用すると過剰間ゲキ水圧が発生し、有効応力が減少する。更にこの過剰間ゲキ水圧が上昇すれば液状化現象を起こす。これは砂のダイレタンシーに起因した間ゲキ水圧の増加に伴うじん断破壊状態への接近過程およびそれへの到達と考えられているが、動的繰返し応力状態のもとでのこの様な過剰間ゲキ水圧の増加および液状化は特に砂質材料に限った現象でなく、通常の粘性土および有機質土などにも同じと考えられる。著者らは従来より泥炭とよばれる高有機質土を対象に種々の実験的研究を行なっているが、本報告は繰返し応力を受ける高有機質土の発生間ゲキ水圧に関して2~3の考察を試みものである。

2 試料および実験方法

研究の対象とした試料は秋田県内に広く分布し通常泥炭とよばれる高有機質土で、日本統一土質分類(案)における(Mk)と称される非繊維質系泥炭であり、その物性は表-1に示す様なものである。

一連の実験において試料の均一性を得るため高含水比状態を繰返し、予圧密させたものを供試体として用いた。供試体は所定の圧力で等方圧密し、側圧一定のまま非排水状態を軸方向に正弦波・偏差応力を繰返し載荷した。圧密圧力 $\bar{\sigma}_c$ は1.0, 1.5, 2.0, kg/cm²の3段階、周波数は0.5, 1.0 Hzの2種類とし、応力の繰返し回数 N は110回とした。なお供試体は高さ8.75cm, 直径3.5cmの円筒形で、発生間ゲキ水圧の測定は供試体底端部とした。なお実験方法の詳細に関しては参考文献1)を参照されたい。

比 重 G_s	強熱減量値 I_L (%)	液性限界 L.L (%)	塑性指数 I_p
1.64	73.3	530	260

表-1 試料の物性

3 結果および考察

本実験においては応力の繰返しによる発生間ゲキ水圧を供試体底端部において測定しているが、粘性土や本実験に用いている高有機質土などでは特に静的な場合に比較して動態時には供試体内部での間ゲキ水圧の均一性が期待できず(このような非均一性が動態時間間ゲキ水圧の測定を困難にしている原因と考えられるが、静的な場合においても試料の変位速度の大きさによっては供試体内の間ゲキ水圧の均一性を期待することはできないとされている。)供試体底端部で測定したその値がなにを意味するの疑問であるが、内部の間ゲキ水圧の値を推定する一指標として重要な役割を持つものと考えられる。そこで以下に述べる間ゲキ水圧とはすべてこの様な意味を持った間ゲキ水圧であることを強調しておきたい。

さて、応力の繰返し載荷によって供試体内には過剰間ゲキ水圧 ΔU が発生し、繰返し回数 N とともに徐々に増加してゆくが ΔU と N との関係は図-1, 図-2に示す様に、 N を ΔU で割って $N/\Delta U \sim N$ の関係にプロットするとほぼ直線関係が認められた。これは上述条件の実験においては、応力の繰返しによって発生する間ゲキ水圧 ΔU は繰返し回数 N に対して双曲線的に増加することを示すものであり、

$$\Delta U = \frac{N}{a + bN} \quad (1)$$

と近似される。式中 a , b は載荷条件により定まる定数である。この様な双曲線近似の利点は $N/\Delta U \sim N$

直線の傾斜を用いてその載荷条件下における $N \rightarrow \infty$ の ΔU 即ち ΔU_{MAX} が推定されることである。すなわち

$$\Delta U_{MAX} = \Delta U_{N \rightarrow \infty} = \frac{1}{b} \quad (2)$$

となる。そこで載荷条件 $T_d (= \sigma_d/2)$ と ΔU_{MAX} との関係を調べてみると図-3 の様になった。この試料の静的非排水強度 C_u は $C_u/\bar{\sigma}_c = 0.64$ なる関係があり²⁾, $T_d/\bar{\sigma}_c > C_u/\bar{\sigma}_c$ の応力の繰返しは非常にむずかしかったのど図-3 においては $T_d/\bar{\sigma}_c > 0.64$ 以上のデータはまだ得られていないが、図に示す応力範囲内で $\Delta U_{MAX}/\bar{\sigma}_c$ すなわち $1/b\bar{\sigma}_c$ と $T_d/\bar{\sigma}_c$ はほぼ直線関係が認められた。すなわち繰返し応力 T_d とそれによる ΔU_{MAX} とはほぼ線形関係にあることになる。また同図において $\Delta U_{MAX}/\bar{\sigma}_c \sim T_d/\bar{\sigma}_c$ 直線は $T_d/\bar{\sigma}_c$ がある値以上にならないと応力の繰返しによっても間デキ水圧が発生しないことを示しているが、これは間デキ水圧の発生に關した限界応力比 $T_d/\bar{\sigma}_c$ の存在を示唆するものであろうか。

さて振幅応力 T_d のレベルによって (1), (2) 式より ΔU_{MAX} の値が定まると図-4 に示した様に動態時の有効応力経路が原点に向かって左方への初動を停止する位置が定まることになる。供試体が理論的に破壊に至るためには図-4 を参照して最小限の關係式を満足しなければならない。

$$\frac{1}{b} \geq (\bar{\sigma}_c + T_d) - \frac{T_d}{\sin \bar{\phi}} \quad (3)$$

これを變形して整理すると

$$\frac{T_d}{\bar{\sigma}_c} \geq \frac{\sin \bar{\phi}}{1 - \sin \bar{\phi}} \cdot \left(1 - \frac{1}{b\bar{\sigma}_c}\right) \quad (4)$$

図-3 より

$$\frac{1}{b\bar{\sigma}_c} = \frac{\Delta U_{MAX}}{\bar{\sigma}_c} = A + B\left(\frac{T_d}{\bar{\sigma}_c}\right) \quad (5)$$

が近似的に成立すると仮定するならば (5) 式を (4) 式に代入し

$$\frac{T_d}{\bar{\sigma}_c} \geq \frac{(1-A)\sin \bar{\phi}}{B + (1-\sin \bar{\phi})} = R \quad R_2(\text{constant}) \quad (6)$$

なる關係が得られる。(6) 式は繰返し載荷によって供試体が破壊するために必要な最小限の応力比(限界応力比)の存在を示すものである。なお図-3 によれば定数 A, B は周波数の影響を受けるようなので (6) 式で定義される限界応力比は速度効果を受けることになる。

速度効果の限界応力比におよぼす影響および土質のちがいによる限界応力比の値などについては別の機会に発表したいと考えている。

4 参考文献

- 1) 宮川及川加藤 "繰返し応力を受けた高有機質土のせん断特性に関する一考察" 第11回土質工学研究発表会発表講演集 pp 363~366 1976年
- 2) 及川 "有機質土および粘性土の三軸圧縮・伸張試験結果に関する一考察" 昭和50年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要 pp 145~146 1976年

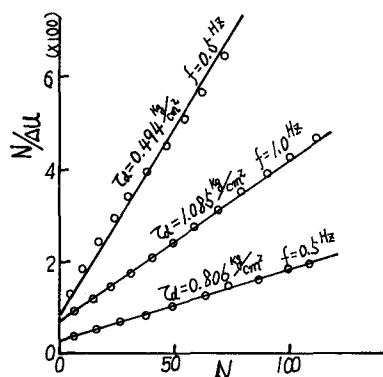


図-1 $N/\Delta U \sim N$ (カブ) ($\bar{\sigma}_c = 1.0 \text{ g/cm}^2$)

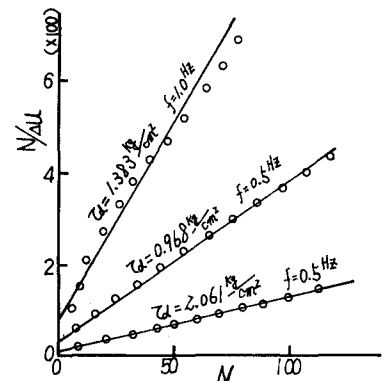


図-2 $N/\Delta U \sim N$ (カブ) ($\bar{\sigma}_c = 2.0 \text{ g/cm}^2$)

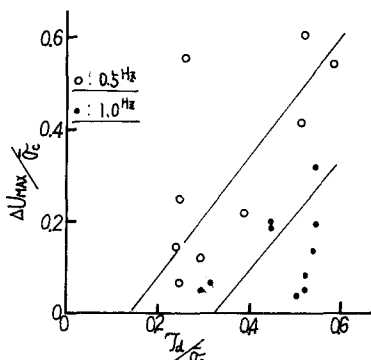


図-3 $\Delta U_{MAX}/\bar{\sigma}_c \sim T_d/\bar{\sigma}_c$ (カブ)

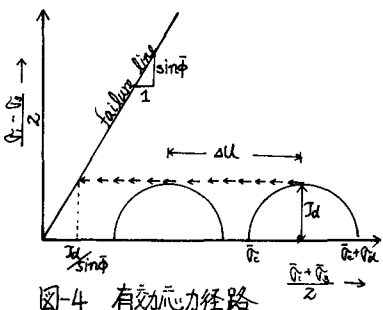


図-4 有効応力経路