

Ⅲ - A44

粘性土のせん断弾性係数と一軸圧縮強度の関係について

北海道大学工学部	正 会 員	工 藤	豊
北海道大学大学院		山 添	誠 隆
同 上		萩 野	俊 寛
北海道大学工学部	フェロー	三田地	利 之
同 上	正 会 員	澁 谷	啓

1. まえがき

筆者らはこれまで、供試体の残留有効応力と一軸圧縮強度から原位置強度を推定する方法及び残留有効応力測定時のせん断弾性係数を含めた、微小ひずみにおけるせん断弾性係数の定式化について検討してきた^{1)~3)}。本報告では、ベンダーエレメント試験から求めたせん断弾性係数と一軸圧縮強度との関係について残留有効応力を媒介にし検討した。

2. せん断弾性係数と一軸圧縮強度の関連性

著者らの研究²⁾によれば、ベンダーエレメント試験(BET)から求められるせん断弾性係数 G_{max} は、Jamiołkowskiの提案⁴⁾する式において間隙比関数 $f(e)=e^{-1.5}$ として

$$G_{max} = a \cdot e^{-1.5} \cdot \sigma_v'^n \cdot \sigma_h'^n \quad \dots\dots\dots(1)$$

と表すことができる。ここに a , n は材料および実験定数、 σ_v' , σ_h' は鉛直および水平有効応力である。

残留有効応力測定時は等方応力状態にあるので、残留有効応力を σ_r' とすると

$$(G_{max})_r / e_r^{-1.5} = a \cdot \sigma_r'^{2n} \quad \dots\dots\dots(2)$$

となる。またBE試験前の残留有効応力状態における σ_r' と圧密降伏応力 σ_{vy}' との比を擬似OCRとして OCR_{BET} とすれば、 $\sigma_r' = \sigma_{vy}' / OCR_{BET}$

これを(2)式に代入して

$$(G_{max})_r / e_r^{-1.5} = a \cdot \sigma_{vy}'^{2n} / OCR_{BET}^{2n} \quad \dots\dots\dots(3)$$

一軸圧縮試験前の供試体の残留有効応力 σ_r' と非排水強度 c_{ur} の間には過去の研究¹⁾より

$$c_{ur} / \sigma_r' = (c_u / \sigma_{vy}')^{1/\Lambda} \quad OCR_{UC}^{1/\Lambda}$$

であるので、

$$OCR_{UC} = (c_{ur} / \sigma_r' \cdot \sigma_{vy}' / c_u)^{1/\Lambda} \quad \dots\dots\dots(4)$$

ここで、 $\sigma_r' = \sigma_r' = \sigma_r'$ と仮定すれば $OCR_{BET} = OCR_{UC}$

となるから、 $e_r = e_r$ として(4)式を(3)式に代入すると

$$(G_{max})_r / e_r^{-1.5} = a \cdot (c_{ur} / \sigma_r')^\beta \quad \dots\dots\dots(5)$$

ここに、 $\alpha = a \cdot \sigma_{vy}'^{2n} \cdot (c_u / \sigma_{vy}')^{2n/\Lambda}$, $\beta = -2n/\Lambda$

となり、図-1に示すように両対数紙上で $(G_{max})_r / e_r^{-1.5}$ を縦軸に、 c_{ur} / σ_r' を横軸にとれば切片 $\ln a$ 、傾き β の直線を得る。

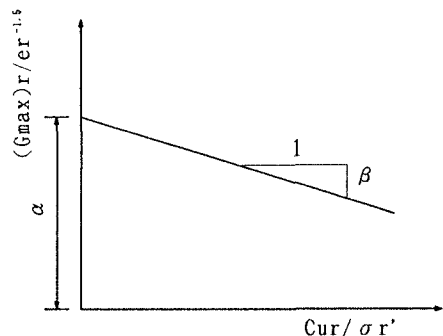


図-1 せん断弾性係数と
一軸圧縮強度の関係

3. 実験および実験結果

本実験で用いた試料は有明粘土で、運輸省港湾技術研究所地盤調査研究室が採取した試料を提供して頂い

ベンダーエレメント試験、せん断弾性係数、一軸圧縮強度、残留有効応力、粘性土

〒060 札幌市北区北13条西8丁目 TEL 011-706-6194 FAX 011-726-2296

たものであり、図-2に示すUC9604～UC9610については同一試料を分割して残留有効応力の測定を伴うB E試験に加えて一軸圧縮試験³⁾を行っている。

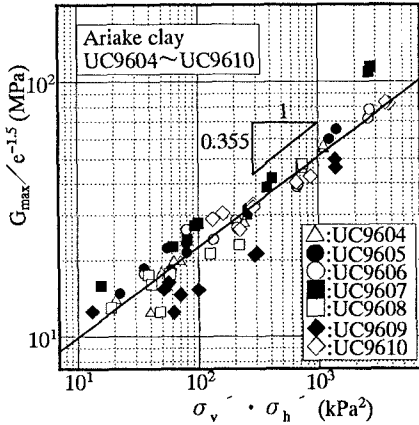


図-2 正規化した G_{max} と $\sigma_v \cdot \sigma_h$ 関係

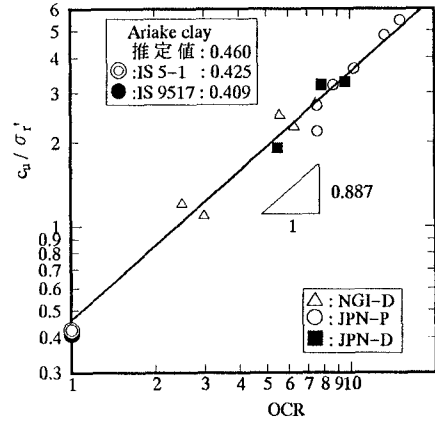


図-3 簡便法による原位置強度の推定

図-2は $f(e)=e^{-1.5}$ とB E試験から求められた G_{max} を $f(e)$ で正規化し、 $\sigma_v \cdot \sigma_h$ に対して両対数紙上にプロットしたものであり、多少のばらつきはあるが一本の直線上にあるとみることが出来る。

図-3は一軸圧縮強度 q_u の $1/2$ ($=c_u$)を残留有効応力 $\sigma_v' (=u_s)$ で正規化した c_u/σ_v' と擬似過圧密比OCRとの関係を両対数紙上で示したものであり、図中の直線のOCR = 1での縦軸切片は原位置の正規圧密状態での c_u/σ_v' の推定値となる。

図-4は $(G_{max})_r/e_r^{-1.5}$ と c_{ur}/σ_r' との関係を両対数紙上に示したものであり、計算値($\times$ 印)は式(5)に図-2から外挿値で求めた $a=4.381$ 、 $n=0.355$ および図-3から求めた $c_u/\sigma_v'=0.460$ 、 $\Lambda=0.887$ を代入して求めたものである。この実験結果は先の理論をよく反映したものとなっている。

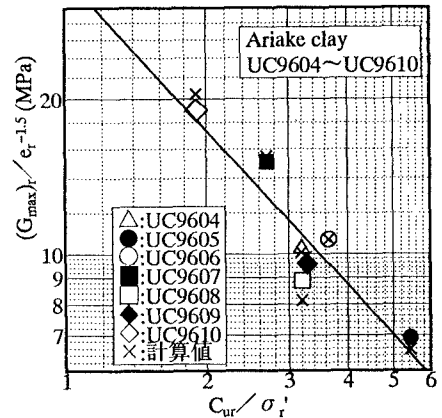


図-4 セン断弾性係数と一軸圧縮強度の関係

4. 結 論

B E試験および一軸圧縮試験前で供試体が同一の残留有効応力をもつ場合、残留有効応力によって正規化された非排水強度、初期間隙比および残留有効応力測定時のせん断弾性係数は

$$(G_{max})_r/e_r^{-1.5} = \alpha \cdot (c_{ur}/\sigma_r')^{-2n/\Lambda} \quad \text{で表すことができる。}$$

〈参考文献〉

- 1) 三田地ら：サクションと一軸圧縮強度に基づく粘土の非排水強度推定法，土木学会論文集，No. 541/Ⅲ-35，pp. 147-157，1996。
- 2) 荻野ら：各種室内試験によるDrammen Clayの特性その2，第31回地盤工学研究発表会講演集，pp. 839-840，1997。
- 3) 工藤ら：粘性土の一軸圧縮強度とせん断弾性係数に及ぼす応力履歴の影響，第32回地盤工学研究発表会講演集，1997。
- 4) Jamiolkowski et al: Remarks on the stiffness at small strains of six Italian clays, Prefailure Deformation of Geomaterials, Balkema, Vol. 2, pp. 817-836, 1994。