

Ⅲ - B 392

高有機質土の非排水強度の残留有効応力およびひずみ速度依存性

秋 田 高 専 正会員 ○対馬 雅己
北大院工学研究科 フェロー 三田地 利之

1. まえがき

筆者ら¹⁾は高有機質土の等方圧密試料を用いて試料採取から一軸圧縮試験に至る過程を三軸試験機内でシミュレートして、サクシオンと強度の関係などについて調べているが、これをさらに異方圧密状態まで拡張し、応力解放後一軸圧縮試験を実施し、ひずみ速度効果による強度とサクシオンの関係からひずみ速度に対応した原位置の強度を推定する方法を検討するものである。

2. 試料および実験方法

用いた試料は、秋田市近郊から採取した不攪乱泥炭 (Pt) であって、物理的性質を表-1に示す。サンプリングチューブから押し出した試料をカッターナイフなどで慎重に上下端面のみを仕上げて、直径70mm, 長さ160mmの供試体とした。有効平均主応力 20, 40, 60, 100kPaでそれぞれ異方圧密($K=0.6$, 背圧100kPa)した後、非排水で応力解放し、セルを解体して供試体のろ紙を除去し、再セットして一軸圧縮試験 (UC試験)を行った。また、UC試験と並行して、異方圧密非排水三軸圧縮試験 (IS試験)も実施した。これらの試験におけるせん断時のひずみ速度は、1.0, 0.1, 0.01, 0.001%/minの4種類である。なお、応力解放後の供試体のサクシオン (残留有効応力)およびせん断過程における間隙水圧の測定は、セラミックディスク (AEV=210kPa)を用いて供試体下端で行った。また、全ての供試体は圧密を促進するために側面に2重のドレーンペーパーを巻くとともに、圧密の打ち切り時間は体積変化量-時間曲線に対して3t法を適用することによって決定した。

3. 実験結果及び考察

図-1は、4種類のせん断時のひずみ速度をパラメーターとして、UCおよびIS試験から得られた非排水強度 C_u を残留有効応力 σ_r' (IS試験では $\sigma_r' = \sigma_{ic}'$) で正規化した C_u/σ_r' と $OCR (= \sigma_{ic}'/\sigma_r'$: σ_{ic}' は初期異方圧密時の有効鉛直応力) との関係を示したものである。横軸の OCR は疑似過圧密比であり、供試体の乱れの程度を表す指標となる。ここでは、一軸圧縮試験前にサクシオン (残留有効応力) を測定することによって、原位置の強度を推定することを意図しているものである。そこで、三田地ら²⁾ が提案したサクシオンの測定を伴う一軸圧縮試験結果による原位置強度の推定式を異方圧密された高有機質土に適用すれば、この推定式は次のように示される。

$$C_u/\sigma_{ic}' = (C_u/\sigma_r') \cdot OCR^{-\Lambda} \quad (1)$$

ここに $\Lambda = 1 - C_s/C_c$ として、標準圧密試験による平均値の圧縮及び膨張指数 C_c, C_s を用いた。ひずみ速度をパラメーターとした図中の各実線は、1個の一軸圧縮試験の結果から得られる (C_u/σ_r') に式 (1) を適用して原位置の強度 C_u/σ_{ic}' ($OCR=1$ に対する値) が求められることを示したものである。式 (1) を適用した計算値による縦軸の切片、すなわち推定値は、それぞれのひずみ速度における原位置強度 (IS試験結果) にかかなり近似し、いずれも数%の精度で一致している。このように、圧縮指数と膨張指数が与えられ、一軸圧縮試験前に供試体のサクシオンを測定することによって残留有効応力が求まれば、図-1で示される各実線からひず

表-1 試料の物理的性質

初期含水比(%)	強熱減量(%)	分解度(%)	土粒子の密度(g/cm ³)
500~680	60~70	80~90	1.65~1.75

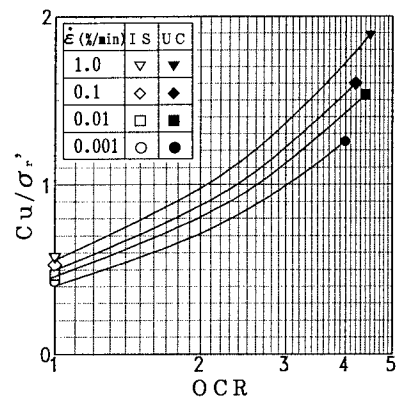


図-1 $C_u/\sigma_r' \sim OCR$ 関係

キーワード：サクシオン，ひずみ速度，高有機質土，一軸圧縮試験，有効応力
〒011-8511 秋田市飯島文京町1-1 TEL 0188-47-6073 FAX 0188-57-3191

み速度に対応した原位置の強度を推定できることになる。

図-2は、三田地ら²⁾が提案した粘性土の原位置強度の簡便推定法を異方圧密された高有機質土について適用したもので、UCおよびIS試験の結果から求まる Cu/σ_r' とOCRの関係を両対数グラフ上にプロットしている。この図には一例として、2種類のひずみ速度1.0, 0.001%/minで実施した結果を示した。また、表-2は簡便推定法を各ひずみ速度毎に適用した原位置強度の推定値について表示したものである。図-2および表-2から分かるように、乱れの程度が異なる一軸圧縮試験結果(UC試験)から得られた4点の実測値に近似する直線を引き、これを延長した縦軸の交点(推定値)とIS試験結果による乱れを受けない強度 Cu/σ_{ic}' (実測値)との差は、ひずみ速度1.0~0.01%/minの範囲では6~10%であり、ひずみ速度0.001%/minでは推定値は実測値の原位置強度とほぼ一致する。また、 Cu/σ_{ic}' の実測値は、若干ばらつくが、ひずみ速度10倍の変化に対して約10%の強度変化を生じることが分かる。このことから、有効土被り圧が既知で乱れの程度の異なる2個以上の供試体についてサクシオンを測定して残留有効応力が求まれば、せん断時のひずみ速度(10%/log₁₀cycle)に対応した原位置の強度が推定できることになる。

図-3は、図-2に示した簡便推定法を適用して得られた Cu/σ_r' とOCR関係を基に、各有効鉛直圧密応力毎の $qu/2$ 値の補正例を示したものである。 $qu/2$ の補正方法は、①まず、図-2の Cu/σ_r' とOCRの関係からOCR=1に対応する直線の切片、すなわち原位置の Cu/σ_{ic}' の値を求める。②次に、この Cu/σ_{ic}' の値に有効鉛直圧密応力 σ_{ic}' を乗ずることによって原位置の $Cu=qu/2$ が推定され、補正値を得ることになる。図中の記号として、○印は補正前の $qu/2$ であり、補正後の値が●印として示されている。なお、△印は異方圧密非排水三軸圧縮試験(IS試験)から得られたCu値である。図から分るように、各ひずみ速度に対応した補正前の $qu/2$ 値は補正後、一部の有効鉛直圧密応力の場合を除き、原位置の強度、すなわちIS試験のCuに近似していることが明らかとなり、図-2に示す簡便推定法を用いた $qu/2$ 値の補正法が実用化される可能性があるものと期待される。

〈参考文献〉

- 1) 対馬 雅己, 三田地 利之: サクシオンの測定を伴う高有機質土の一軸強度に及ぼすひずみ速度の影響, 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, pp.338-339, 1996.
- 2) 三田地 利之, 工藤 豊: 一軸圧縮試験結果に基づく原位置強度の推定法, 土と基礎, Vol.42, No.4, pp.15-20, 1994.

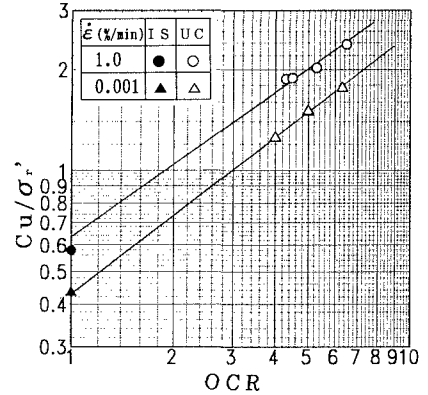
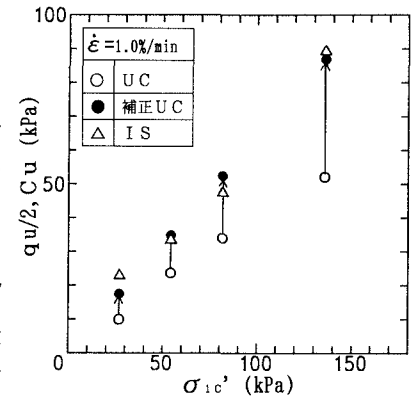


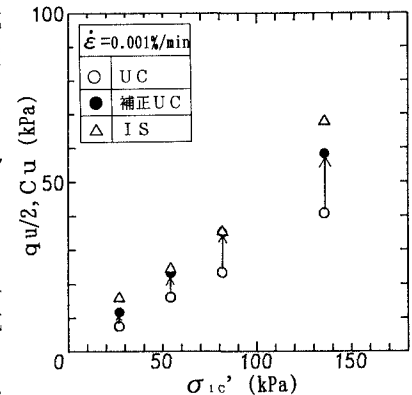
図-2 原位置強度の簡便推定法

表-2 各ひずみ速度に対応した原位置強度の簡便推定法の結果一覧

ひずみ速度 $\dot{\epsilon}$ (%/min)	IS試験結果 Cu/σ_{ic}'	ひずみ速度効果 ($\dot{\epsilon}=1\%/min$ を基準)	Cu/σ_{ic}' の予測値 (図-2の方法による)
1.0	0.580	1.00	0.640
0.1	0.530	0.91	0.580
0.01	0.470	0.81	0.500
0.001	0.433	0.75	0.430



(a) $\dot{\epsilon}=1.0\%/min$ の場合



(b) $\dot{\epsilon}=0.001\%/min$ の場合

図-3 $qu/2$ 値の補正例