

Ⅲ - A274

堆積軟岩の変形係数に及ぼす試料の乱れの検討

東京大学大学院 学 松下 政史 早野 公敏

東急建設 正 松本 正士

東京大学 正 小高 猛司 龍岡 文夫

はじめに

堆積軟岩での施工では地盤内に生じるひずみが小さいため、微小～小ひずみレベルの変形特性を詳しく知る必要がある。しかし、実験に用いる供試体がサンプリングにより乱されていれば原位置地盤の変形特性を正確に把握することはできない。相模原上総層群堆積軟岩を用いて、ロータリーコアチューブサンプリング法では試料を相当乱すことを示してきた¹⁾が、新たにハンドダイレクトコアサンプリング法及び浦賀海上沖でサンプリングされた堆積軟岩試料を加え比較検討し、2つの指標を用いることにより乱れの程度の評価を行った。

実験試料と試験条件

試料は、相模原上総層群堆積軟岩(泥岩)で、原位置において手により直接機械を支えながらコアリングするハンドダイレクトコアサンプリング(HDCS)試料、原位置からブロック状に採取し室内で機械を固定してコアリングするブロックサンプリング(BS)試料、ボーリング抗を用いたロータリーコアチューブサンプリング(RCTS)試料である。東京湾口浦賀海上堆積軟岩(砂質泥岩あるいは泥質砂岩)は RCTS 試料である。これらを原位置有効上載圧で等方圧密後、供試体側面で局所変位測定装置(LDT)²⁾を用いて軸変位を微小ひずみから正確に計測しつつ非排水(CU)条件で三軸圧縮試験を行った。

実験結果と考察

図1に三軸試験結果の偏差応力 q と軸ひずみ ϵ_a の関係例を示す。初期変形係数 E_0 は $\epsilon_a \leq 0.002\%$ で求め接線変形係数 E_{tan} は応力 σ_1 にひずみ曲線の接線の勾配から求めた。図2に三軸試験から求めた初期変形係数 E_0 と、原位置弾性波探査試験(サスペンション法)から得られた変形係数 E_f との関係を示す。 E_f は等方弾性体と仮定し $E_f = 2(1 + \nu_u) \cdot G_r / (\nu_u; \text{非排水ポアソン比}, G_r; \text{せん断弾性係数})$ から求めた。サンプリング時に乱れを全く受けておらず原位置地盤を等方体であるとする $E_0 = E_f$ であると考えられる。1:1線近くに分布しているBS試料及びHDCS試料の方がRCTS試料より乱れが少ないと判断できる。しかし、BS試料及びHDCS試料でも $E_0 \geq E_f$ であるものではなく若干乱れていると考えられる。図3に、 E_{tan} を E_0 で正規化したもの(E_{tan}/E_0)が、せん断応力レベル(q/q_{max})(q_{max} ;ピーク強度)に応じて変化する様子を示す。RCTS試料は $E_{tan}/E_0 = 0.1$ 付近で一度大きく減少してから、その後回復し再び減少していく。せん断

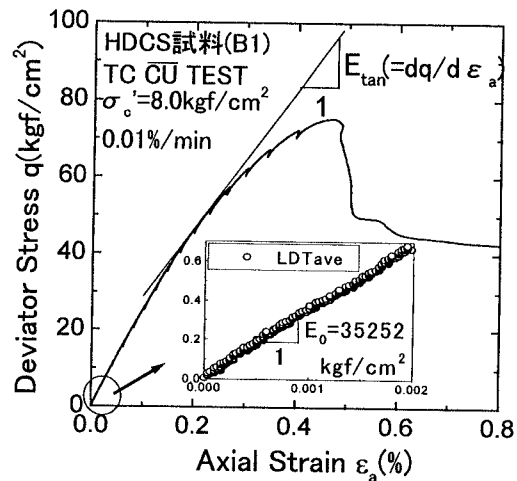


図1 三軸圧縮試験結果例

キーワード; 堆積軟岩 三軸圧縮試験 微小ひずみ変形特性 サンプリング

連絡先; 〒106 東京都港区六本木 7-22-1 TEL 03-3402-6231 FAX 03-3479-0261

〒229-11 神奈川県相模原市田名 3062-1 TEL 0427-63-9509 FAX 0427-63-9503

〒113 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL 03-3812-2111 FAX 03-5689-7268

初期の急激な落ち込みは、供試体にサンプリング時に生じたマイクロクラックの存在が考えられる。これは載荷初期に閉じていたのが開いたと考えられるマイクロクラックが、 q の増加とともに再び閉じ、その後剛性が回復したからだと考えられる。BS 試料及び HDCS 試料においても $E_{tan}/E_0=0.1$ 付近まで急激に減少しており若干乱れていると考えられる。図2及び図3の関係を定量化するため乱れを示す指標として、 $I_{d1}(=1-E_0/E_f)$ と $I_{d2}(=1-E_{tan}/E_0)$ (ただし $q/q_{max}=0.1$ の時)を導入する。図4は I_{d1} と I_{d2} の関係である。0に近づく程乱れは小さく、1に近づく程乱れは大きいといえる。相模原上総層群堆積軟岩試料と浦賀海上堆積軟岩試料の RCTS 試料は、 I_{d1}, I_{d2} 共に BS 試料及び HDCS 試料より大きく、またほぼ同様の傾向を示しており、この指標は粒径に関係なく乱れの程度を表せるといえる。 $I_{d1} < 0.3$ では、 I_{d1} の方が I_{d2} よりも試料の乱れを表すindexとしてはより適切である。 I_{d2} は、 $I_{d1}=0.0$ でも $q/q_{max}=0.1$ までのせん断によるダメージで $I_{d2} > 0.0$ になり得るからである。一方 I_{d1} が 0.3より大きくなると、 I_{d2} も試料の乱れのindexとして妥当であることが分かる。

結論

サンプリングにより試料が乱れると変形係数は大きく変化し、サンプリング時の乱れの影響が顕著に現れる。サンプリングによる試料の乱れの程度を表す指標として、 $I_{d1}=1-E_0/E_f$ 、 $I_{d2}=1-(E_{tan}/E_0)_{q/q_{max}=0.1}$ を導入した。これを用いることにより試料の乱れの程度を適切に把握する事ができた。すなわち試料が乱れているほど、微小ひずみで弾性変形に対するヤング率 E_0 は原位置での測定値 E_f より減少し、 $q/q_{max}=0.1$ のときの E_{tan}/E_0 が小さくなる。従って、 I_{d1} と I_{d2} が下がる。またハンドダイレクトコアサンプリング法とブロックサンプリング法においても地盤掘削時に地盤を、またサンプリング時に試料を若干乱す。しかし、ロータリーコアチューブサンプリング法による試料の乱れが一番大きい。通常得られるサンプリング試料は RCTS 試料であり、乱れの影響を十分念頭に置いておくことが重要である。

参考文献 1)小高ら(1996);堆積軟岩の変形係数に及ぼすサンプリング時の乱れの影響,土木学会第51回年次学術講演集,pp.686-687 2)Goto et al.(1991);A simple gauge for local stain measurements in the laboratory, Soils and foundations, Vol31, No.1, pp.169-180

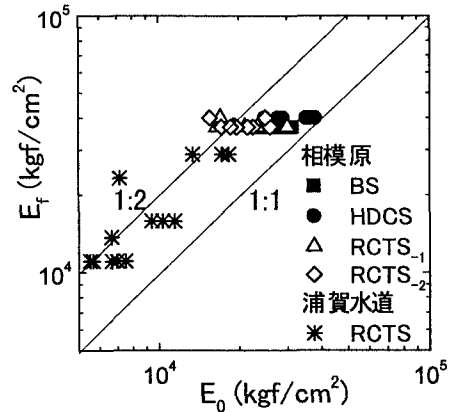


図2 E_0 と E_f との関係

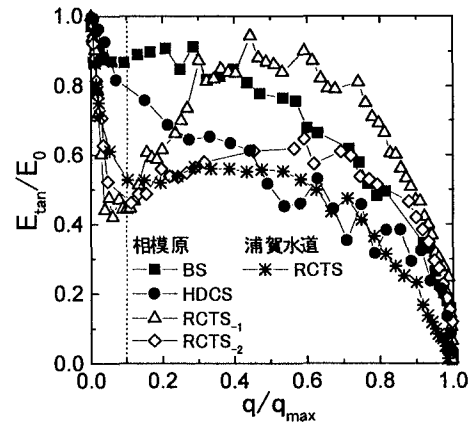


図3 せん断に伴う変形係数の変化

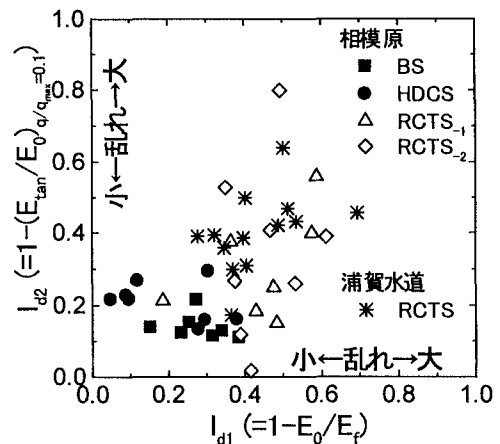


図4 乱れの相関性