

一面せん断試験による汽水成粘性土の変形特性

東亜建設工業 正会員 ○西田 浩太
 東亜建設工業 正会員 平林 弘
 北海道大学大学院 正会員 田中 洋行

1. はじめに

既往の研究では日本全国の高粘性土の物理的、力学的特性に関する研究成果が数多く発表されている一方で、汽水成粘性土に関する報告は少ない。筆者らはこれまでに、北海道内の数か所の汽水成粘性土が堆積しているサイトで、原位置試験、不攪乱試料採取、室内試験を実施してきた。本文ではこれらの結果より、特に一面せん断試験 (DST) 結果に着目し、DST から求めたせん断弾性係数と、各力学試験から得られる係数及び原地盤のせん断弾性係数との比較検討を行ったので報告する。

2. 調査地および物理特性

調査を行った箇所は北海道内の江別市美原、札幌市拓北、厚真の3箇所である。これらのサイトの物理特性の詳細及び各試験結果に関しては文献1)~3)を参照されたい。

表-1に3箇所の主な物理特性と、日本の港湾地域から採取された試料の平均値(表中「海成粘土」⁴⁾を示している。今回試験を実施した汽水成粘性土は、海成粘土と比べて土粒子密度 ρ_s は小さい一方、液性限界や塑性指数は小さい傾向にある。

3. 試験方法

3.1 室内試験

今回検討に用いたのはDST及び一軸圧縮試験(UCT)結果である。DSTは原位置の有効土被り圧で圧密してせん断を行う、いわゆる再圧縮法を適用した。3t法で圧密完了を確認した後、変位速度0.25mm/minでせん断を行った。拓北は圧密途中だったため、定ひずみ速度圧密試験(CRST)より求めた圧密降伏応力の0.8倍の値を圧密圧力とした。

UCTは直径35mm、高さ80mmの供試体に対し、1%/minのひずみ速度で実施した。

3.2 原位置試験(サイスミックコーン試験)

拓北、厚真ではサイスミックコーン試験(SCPT)を実施し、原位置のせん断弾性係数 G_f を求めた。用いたSCPTは、コーン先端より1m上部に上下2箇所にレシーバが取り付けられており、受信電圧変化の時間差を利用してせん断波速度 (V_s) を測定する。 G_f は以下の式より求まる。

$$G_f = \rho_t \cdot V_s^2 \quad (1)$$

ここに、 ρ_t は土の湿潤密度である。

4. DST から求めたせん断弾性係数 G_{50}^* と各係数との比較検討

DSTからは直接せん断弾性係数 G_{50} を求めることはできないが、DSTより変形係数を求める試みがされており⁵⁾、次式により求めることにした。

$$G_{50}^* = (s_{u(DST)}/2) / \gamma^* \quad (\gamma^* = \Delta d / H_i) \quad (2)$$

ここに、

γ^* : $s_{u(DST)}/2$ までに生じたみかけのせん断ひずみ

Δd : $s_{u(DST)}/2$ までに生じたせん断変位

H_i : 圧密終了後の供試体高さ

表-1 主な物理特性(カッコ内は平均値)

	美原	拓北	厚真	海成粘土
深度(m)	11~19	11~33	7~35	
ρ_s (g/cm ³)	2.658~2.688 (2.678)	2.651~2.727 (2.685)	2.667~2.746 (2.708)	2.667
w (%)	48.9~62.1	50.4~88.4	36.0~67.1	
LL (%)	51.9~75.2 (62.5)	44.5~89.0 (72.0)	48.4~78.6 (59.2)	77.7
PL (%)	25.9~31.9 (28.7)	20.8~30.4 (24.5)	18.7~28.3 (24.0)	32.8
PI	23.5~44.7 (33.8)	23.7~63.3 (47.5)	25.2~50.3 (35.2)	44.9

キーワード 汽水成粘性土、一面せん断試験、変形特性、せん断弾性係数

連絡先 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町1-3 東亜建設工業(株) 技術研究開発センター TEL045-503-3741

図-1に G_{50}^* と DST から得られたせん断強さ $s_{u(DST)}$ の関係を示す。両者の間にはよい相関がみられ、 $G_{50}^*=125s_{u(DST)}$ なる関係が得られた。どのサイトでもばらつきは非常に小さく、傾きもほぼ等しいことがわかる。

既往の研究⁵⁾でもこれらの値に強い相関が得られており、日本の海成および陸成粘土では、 $G_{50}^*=80s_{u(DST)}$ なる関係が得られている。

図-2に G_{50}^* と UCT から得られた変形係数 (E_{50}) の関係を示す。DST と UCT ではせん断機構が異なるものの、両者の間には $G_{50}^*=1.15E_{50}$ なる相関が得られ、DST から変形係数が得られることが示唆された。

図-3に G_{50}^* と SCPT から得られた G_f の関係を示す。厚真の結果は若干ばらついているものの、両者は比例関係にあり、 $G_{50}^*=0.25G_f$ なる関係が得られた。これより、DST から原位置のせん断弾性係数を推定可能であることが分かった。

これらの結果より、DST の結果を利用して、原位置の強度を求めるだけでなく、変形解析のパラメータも推定可能であることが示された。

5. まとめ

本文では汽水成粘性土に対し、従来 DST からせん断弾性係数を求めることはできないとされていたが、式(2)に示すひずみを定義することにより、せん断弾性係数 G_{50}^* の算出を試み、 $s_{u(DST)}$ 、UCT から求めた E_{50} および SCPT から求めた G_f との比較検討を行った。以下に得られた知見を示す。

- (1) G_{50}^* と各試験結果から得られた係数には相関関係がある。今回調べた汽水成粘性土では、 $G_{50}^*=125s_{u(DST)}$ 、 $G_{50}^*=1.15E_{50}$ 、 $G_{50}^*=0.25G_f$ なる関係が得られた。
- (2) これらより、DST の結果を利用して、せん断強さや強度増加率などの強度特性のみならず、変形特性のパラメータも推定可能である。

参考文献

1) 西田ら：江別市美原の原位置試験および室内試験結果，地盤工学会北海道支部技術報告集第47号，pp.145-150，2007. 2) 松山ら：札幌市拓北の原位置及び室内試験から得られた強度特性，地盤工学会北海道支部技術報告集第49号，pp.159-162，2009. 3) 服部ら：厚真の原位置及び室内試験から得られた強度特性，地盤工学会北海道支部技術報告集第51号，pp.29-32，2009. 4) 田中ら：港湾地域における土の一次性質の統計解析，港湾技研資料 No.719，1991. 5) 鈴木ら：正規圧密状態における粘度のせん断特性，直接せん断試験方法と適用に関するシンポジウム，pp.199~202，1995.

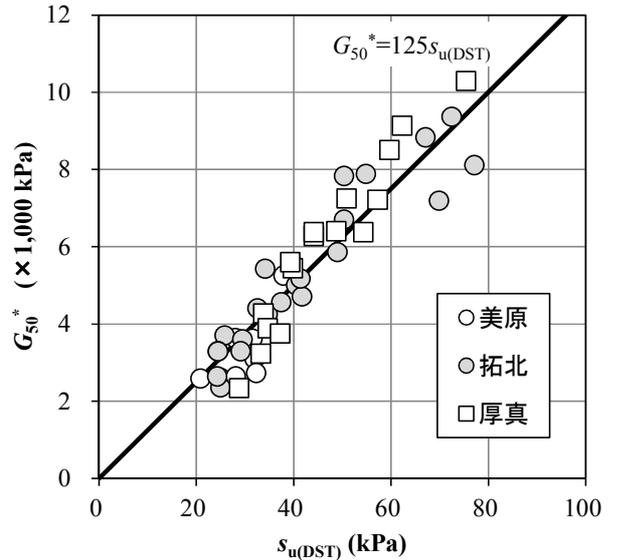


図-1 $G_{50}^* \sim s_{u(DST)}$ 関係

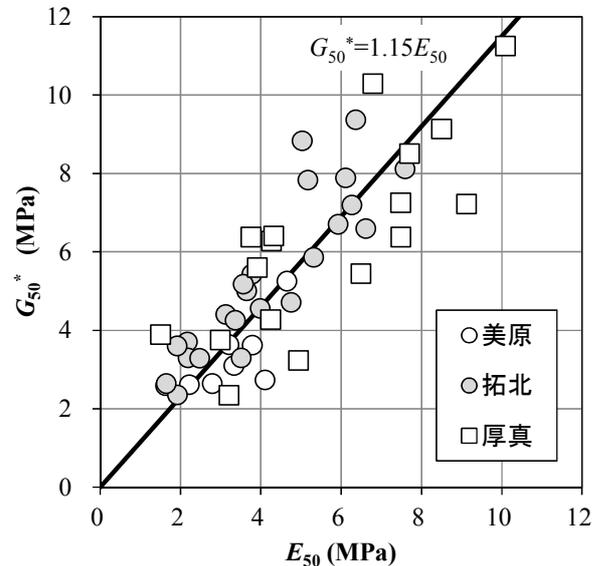


図-2 $G_{50}^* \sim E_{50}$ 関係

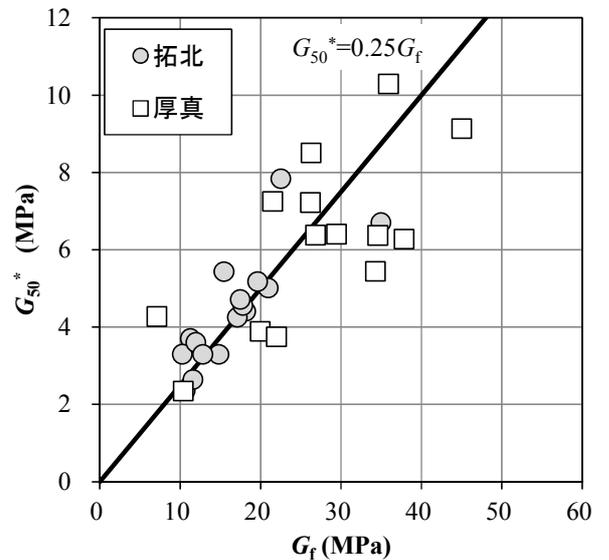


図-3 $G_{50}^* \sim G_f$ 関係