

CPTの摩擦力測定スリーブの粗度が f_s に与える影響

日本海工（株） 正会員 ○谷 俊博
 （独）港湾空港技術研究所 正会員 田中 政典

1. はじめに

我が国で行われてきた地盤の評価方法は、主に、粘性土では一軸圧縮試験、それ以外の地盤では標準貫入試験が実施されてきた。しかし、これらの試験からは地層が複雑に変化する地盤において十分な情報が得られない。そこで近年、電気式静的コーン貫入試験(CPT)やダイラトメーター試験(DMT)等の原位置試験が実施されるようになってきている。地盤工学会で定められた CPT に関する基準¹⁾は先端抵抗および間隙水圧にのみ規定を設けており、周面摩擦 (f_s) に関しては、図-1 に示すように、機種の違いにより大きく値が異なったので基準化は見送られた。サウンディング基準化委員会によると、この f_s の違いは周面摩擦を測定するスリーブの材質や表面仕上げの程度、あるいは使用によって生じた傷の影響が大きいと考えられている²⁾。本報告では、一面せん断試験機を用いて、摩擦面の粗度を変えて摩擦力を測定し、CPT の摩擦力測定スリーブの粗度が f_s に与える影響について検討した。

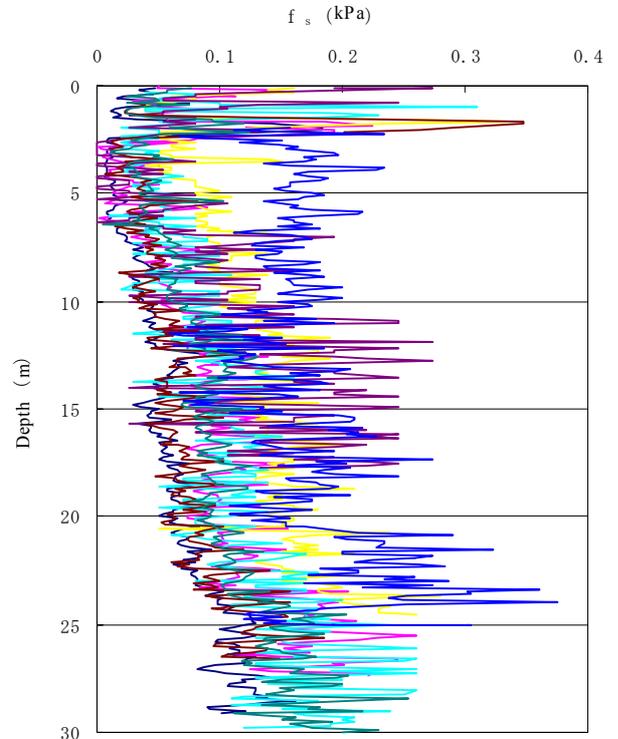


図-1 一斉試験で得られた周面摩擦

2. 実験概要

本実験では粘土の摩擦力を評価するため、佐賀有明粘土を用いて実験を行った。表-1は物理試験結果である。5.4mの試料の工学的分類は(CH)を示し、10.4mおよび15.4mは(MH)に相当する粘性土地盤である。

本実験では、深度 5.4m、10.4m および 15.4m から採取された試料を使用し、一面せん断試験を実施した。

一面せん断試験は、図-2 に示すように粗面プレートと供試体とをすべらせて、CPT の周面摩擦に相当する付着応力を測定する。今回使用した粗面プレートの粗度は $2\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ 、 $60\mu\text{m}$ の 3 種類を使用した。 $2\mu\text{m}$ は通常の CPT の f_s を測定するスリーブ表面と同じ粗度である。供試体寸法は直径 60mm、高さ 10mm である。圧密圧力は有効土かぶり圧 (σ'_{v0}) で一次圧密が終了するまで圧密した。試験条件は定体積条件とし、せん断速度は 0.25mm/min とした。

表-1 有明粘土の物理試験結果

深度 (m)	土粒子の密度 (g/cm^3)	自然含水比 (%)	砂 (%)	シルト (%)	粘土 (%)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数
5.4	2.639	150.1	6	32	62	128.3	47.0	81.3
10.4	2.64	130.4	0	32	68	107.4	45.4	62.0
15.4	2.624	93.1	1	35	64	86.4	40.3	46.1

3. 実験結果

図-3に 10.4m から得られた試料の付着応力 (τ) と水平変位の関係を示す。通常的一面せん断試験の τ と変位の関係と比べるとピークの発生が早く、残留強度 (τ_{min} : 水平変位 5mm の時の τ) に達するまでの変位が小さい。 $2\mu\text{m}$ の粗面プレートを使用したときの τ は水平変位がおおよそ 0.3mm の時に

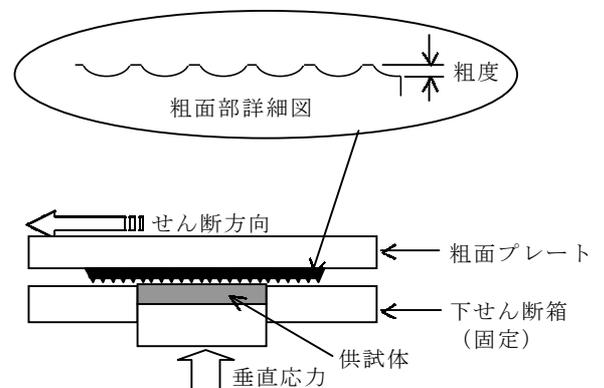


図-2 一面せん断試験機の略図

ピークになり、粗度が粗くなるにつれてピークの発生する時の水平変位は大きくなる。また、粗面プレートの粗度が粗くなるほど最大付着応力 (τ_{max}) が大きくなる傾向にあるが、 τ_{min} は粗度の粗い $60\mu m$ が最も小さくなっている。これは試料を粗度の粗い粗面プレートですべらせることによって τ_{max} 発生後、せん断面が乱されたために、低下したものと考えられる。

図-4 は縦軸に σ'_{v0} で正規化した付着応力と粗面プレートの粗度との関係を示す。 τ_{max}/σ'_{v0} は粗面プレートの粗度が $2\mu m$, $15\mu m$, $60\mu m$ と粗くなるにつれて増加する。一方、 τ_{min}/σ'_{v0} は $2\mu m$ から $15\mu m$ では増加しているが、 $60\mu m$ では低下する傾向がある。 $60\mu m$ では、せん断面の乱れの影響が表れて、粗度を大きくしても τ_{min}/σ'_{v0} は結果的には変わらない。このことから CPT の周面摩擦を測定するスリーブの粗度が異なると、 f_s に影響することがわかる。

図-5 に CPT から得られた f_s と τ との関係を示す。 τ は CPT のスリーブの粗度と同じ $2\mu m$ の例を示す。 τ_{max} , τ_{min} は深度が大きくなるにつれて増加する。 f_s も少しではあるが、深くなるにつれて増加している。 f_s および τ が、深さ方向に増加していることから σ'_{v0} で正規化し、図-6 に示す。

図-6 は f_s と τ を σ'_{v0} で正規化した関係を示す。CPT の f_s は $1.0m/min$ の速度で貫入したものである。 f_s/σ'_{v0} は正規圧密地盤であるためほぼ一定になっている。 τ/σ'_{v0} もほぼ一定の値を示している。しかし f_s/σ'_{v0} と τ/σ'_{v0} には大きな差がある。この原因として3つの要因が考えられる。CPT の貫入速度と一面せん断試験のせん断速度が異なっていること、CPT では地盤の堆積方向に対して鉛直に摩擦を測定するのに対して一面せん断試験では地盤の水平方向にせん断していること（異方性）、 f_s は先端コーンで一度乱された地盤の摩擦を測定していること。

このように一面せん断試験によって CPT の f_s の評価を試みたが、傾向はあるものの、良い一致は見られなかった。今後は速度による影響や、間隙水圧の発生が f_s に与える影響等をさらに検討する必要がある。

4. まとめ

今回の実験によって CPT の f_s を測定するスリーブの粗度が異なると、 f_s の値に影響することがわかった。

参考文献

- 1) 地盤工学会：地盤調査法，PP.233-241，1995.
- 2) サウンディング基準化委員会、電気式静的コーン貫入試験 WG：電気式静的コーン貫入試験の基準案と一斉試験の結果，第28回土質工学研究発表講演集，PP.289-292，1993.

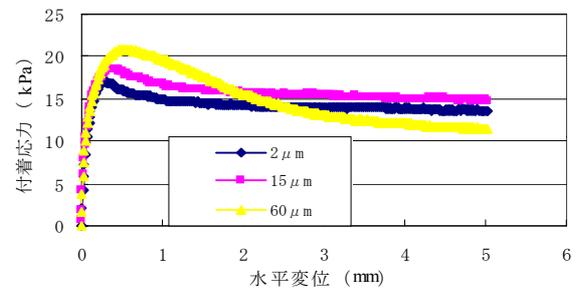


図-3 付着応力と変位の関係 (10.4m)

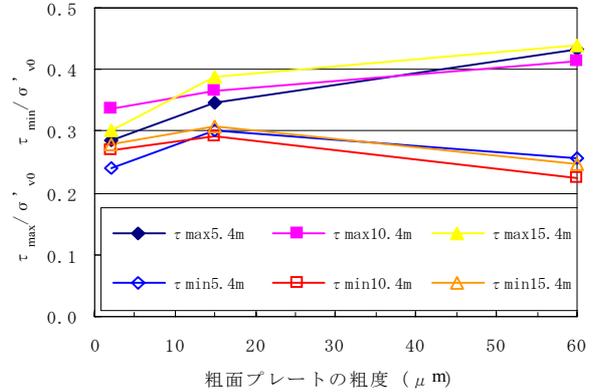


図-4 粗面プレートの粗度と τ/σ'_{v0} の関係

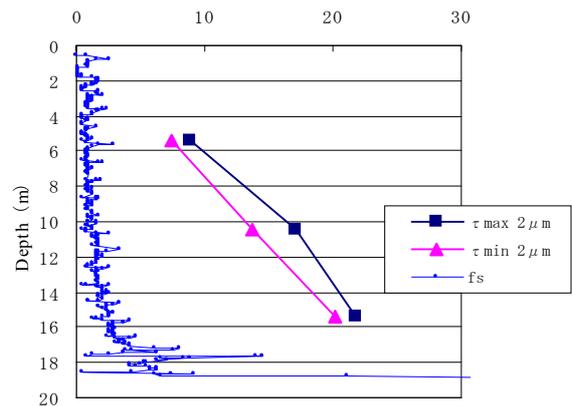


図-5 f_s と付着応力の関係

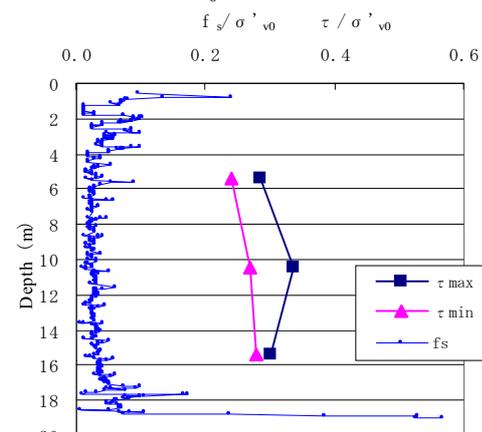


図-6 正規化した f_s と付着応力の関係