

異形ペーンせん断試験機による 有明粘土地盤の強度異方性の解明

佐賀大学 理工学部 正 鬼塚克忠
佐賀大学 理工学部 ○学 坂田英樹

1. まえがき

一般に自然堆積粘土の強度異方性は、堆積時における粒子配列の異方性や異方的な応力履歴に基づくもので、斜面の安定性、地盤の支持力と関連して研究が進められている。昨年より著者らは原位置ペーン試験機を用いて有明粘土の原位置強度、鋭敏性などを研究してきた¹⁾。本報告ではさらに、形状の異なる6種類のペーンを用いることによって有明粘土地盤の強度異方性について考察しようとするものである。

2. 試験装置および試験方法

ペーンせん断試験は、我が国ではあまり実施されていないが、原位置における強度異方性を明らかにするためには有効な試験である。試験に用いたペーンは図-1に示すように高さHと幅Dの比D/Hの異なる3種類の四角形ペーンと、水平面に対して α なる角度（以後せん断角度 α と呼ぶ）を有する3種類の菱形ペーンである。D/Hおよび α の値は表-1に示すとおりである。またペーンの寸法は、異方性が無いと仮定した場合、6種類のペーンに作用するトルクが等しくなることを基準として決めたものである。これら6種類のペーンを用いて佐賀市嘉瀬町の有明海に面する埋め立て地で試験を行なった。測定は1つのペーンにつき40cm程離れた3地点で、深さ1.5mから8.5mまで1m間隔で8点について行った。ペーンの高さHは土質調査法（土質工学会発行）に基づき6°/分である。ペーンせん断強度 τ_i の算定に当たっては、四角形ペーンの場合C a d l i n gの式²⁾において、ペーン端面上のせん断応力分布を表わす係数を1/3と置き、

$$M = \pi H D^2 \tau_v / 2 + \pi D^3 \tau_H / 6 \cdots \cdots (1)$$

ここで、M：ペーンを回転した時のトルクの最大値

τ_v と τ_H ：鉛直面と水平面上のせん断強度（図-2参照）

(1)において $\tau_v = \tau_H = \tau_i$ と仮定した式

$$\tau_i = 2M / \{ \pi D^2 H (1 + D/3H) \} \cdots \cdots (2)$$

を、また菱形ペーンの場合、

$$\tau_i = 6M / \pi D^2 H \cdots \cdots (3)$$

を用いた。

現場の土質構成を調べるために試料採取器を用いてなるべく乱さない状態で試料を採取した。

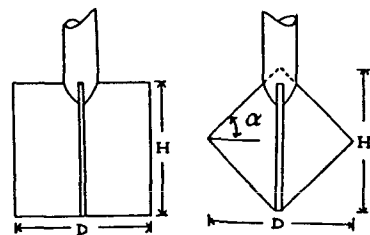


図-1 ペーンの形状

表-1 ペーンの寸法

四角形ペーン

D/Hの値 寸法	0.5	1.0	2.0
高さH (cm)	10.00	6.03	3.52
全幅D (cm)	5.00	6.03	7.04

菱形ペーン

α の値 寸法	30	45	60
高さH (cm)	6.63	9.56	13.79
全幅D (cm)	11.48	9.56	7.96

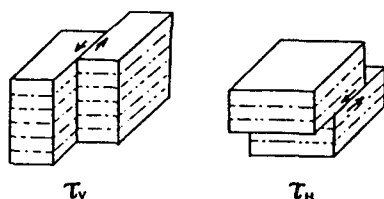


図-2 τ_v, τ_H のせん断模式図

3. 試験結果と考察

3.1 ベンセン断応力 τ と回転角 θ の関係

図-3は有明粘土地盤におけるベンセン断試験の回転角 θ とせん断応力 τ の関係を深さ1.5mについてプロットしたものである。各種ベンとともにせん断開始後すぐにピーク（ $\theta=6\sim12^\circ$ ）が現われ、その後、正方形（ $D/H=1$ ）ベンを除いて減少傾向が見られた。深さ3.5mではピークは $\theta=15\sim30^\circ$ の範囲で現われ、7.5mでは強度が大きいせいかピークの現われる範囲は $\theta=30\sim45^\circ$ であった。このように、地盤せん断強度が大きいほど、ピーク時の回転角 θ は大きくなる。以上のことにはベンの形状の違いはあまり影響しないようである。

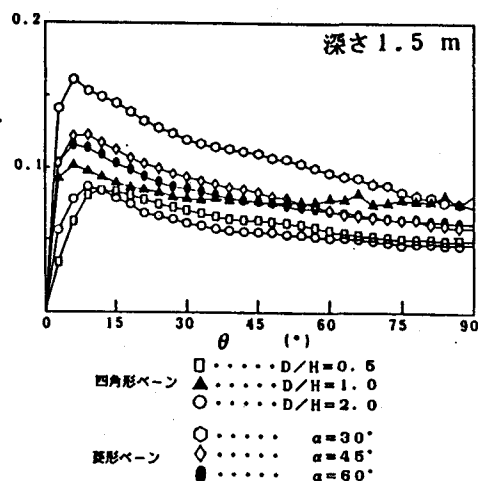


図-3 ベンせん断応力 τ と回転角 θ の関係

形状の異なる6種類のベンを用いて試験を行なった結果、図-4に示すように、せん断角度 α とせん断強度 τ_i の間に直線関係が得られた。ここでは一例として深さ8.5mのデータを示した。 $\alpha=0^\circ$ および $\alpha=90^\circ$ の値は次のようにして求めた。式（1）を

$$2M/\pi D^2 H = \{\tau_H (D/H) / 3\} + \tau_v \quad \dots (4)$$

と変形し、図-5のように縦軸に $2M/\pi D^2 H$ 、横軸に D/H をとる。 D/H の異なる3種類の四角形ベンを用いて得られた値をプロットし、これらの点を直線で結ぶことにより、その直線の傾きから τ_H 、切片から τ_v を求め、これらを $\alpha=0^\circ$ と $\alpha=90^\circ$ における τ_i とした。また、 $\alpha=30^\circ$ 、 45° 、 60° のせん断強度はそれぞれ式（3）より直接求めた。このため間接的に求めた $\alpha=0^\circ$ 、 90° の値は他のものより多くの誤差を含んでいるものと思われる。一般にせん断角度 α が小さくなるにつれ、せん断強度 τ_i が大きくなる傾向が見られた。直線関係より強度異方性を求めると $\tau_v/\tau_H=0.3\sim0.6$ の値であり、深さ方向については、特定の傾向は得られなかった。4.5m付近のみは砂分の混入があるためデータにはばらつきがみられた。これは堆積構造が粘土と砂では異なり、異方性も異なるためだと思われる。

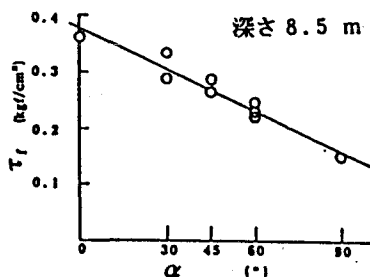


図-4 せん断角度 α とせん断強度 τ_i の関係

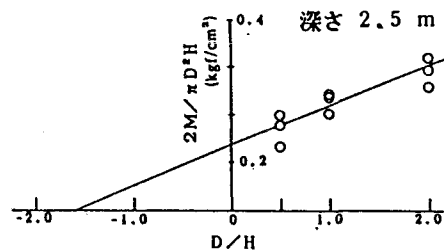


図-5 $2M/\pi D^2 H$ と D/H の関係

4. むすび

超軟弱有明粘土地盤の原位置せん断強度異方性の発現機構に関しては未だ不明の点が多い。今後もデータの集積に努めたい。最後に、原位置試験のための場所を提供していただいたフジタ工業株式会社、および御協力いただいた本学助手吉武茂樹氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Taesiri Y., Onitsuka K. and Takatsuka A. (1989): Comparative study on undrained shear strength and sensitivity of Ariake clay, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.402~403.
- 2) 柴田 徹 (1977): 粘土のベンせん断強度に関する研究, 土木学会論文集, No.138, pp.39~48.