

堆積廃棄物の原位置せん断強度に関する一考察

九州大学工学部 学○宮本慎太郎 九州大学大学院 正 大嶺聖 正 安福規之
産業廃棄物処理事業振興財団 山脇 敦

1.はじめに

我が国では、不法投棄場所や不適切な廃棄物処分場において、急勾配に廃棄物が盛られ崩壊のおそれがある場所が多数存在し、堆積廃棄物の斜面安定性評価方法の確立が急務となっている。既往の研究により、堆積廃棄物の強度を考える際、土質力学をベースに考えることが有効であることが分かっている。しかし、現状では、砂質地盤と多くの点で異なる堆積廃棄物の強度特性を解明するには至っていない。よって本研究では、廃棄物処分場での原位置一面せん断試験とベーンせん断試験を通して堆積廃棄物の強度特性を考察する。

2.一面せん断試験機の概要と試験方法¹⁾

供試体は幅 30cm、長さ 30cm、高さ 15cm となる。せん断は 1 mm / min で行い、ピークがでない場合は、せん断変位 35 mm でのせん断応力を最大せん断応力とする。ジャッキを用いて上箱を水平方向に移動させ、その先端にロードセルをつけてせん断応力 τ を求め、せん断箱に変位計をつけてせん断変位 δ を測る。その試験結果を用いて、強度パラメーターである、見かけの粘着力 c と内部摩擦角 ϕ を算定する。

3.上海市老港廃棄物処分場での一面せん断試験

日本の不法投棄等現場では試験が難しいため、日本で不法投棄されている廃棄物と内訳がよく似た中国の上海市老港廃棄物処分場で現場試験を行った。堆積廃棄物の湿潤密度は 0.92 g / cm^3 であった。また、今回試験を行うにあたって、地表面から深さ 1m(GL-1m)と 3m(GL-3m)を掘削し、そこで上載圧 σ をかえて一面せん断試験を行った。試験結果を図 2 に示す。図 a)は GL-1m での、図 b)は GL-3m での、せん断応力、垂直変位—せん断変位曲線となる。

図 2 より、GL-1m、3m 共に、せん断変位の増加に伴い、せん断応力が上がり続け、ピークが出ない。これは、堆積廃棄物の特性として、プラスチック類のような繊維質のものが多く含まれていることが原因で、せん断変位が、その長い繊維質の長さ以下となり、補強効果が表れた結果として、地盤が破壊されなかったことが考えられる。垂直変位とせん断変位の関係では、せん断変位の増加に伴い、廃棄物地盤が膨張し続ける結果となった。また、砂質地盤とは違い、拘束圧の大きいものほど膨張した。

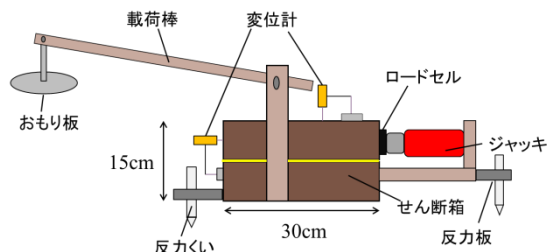


図 1 実験に使用する一面せん断試験機

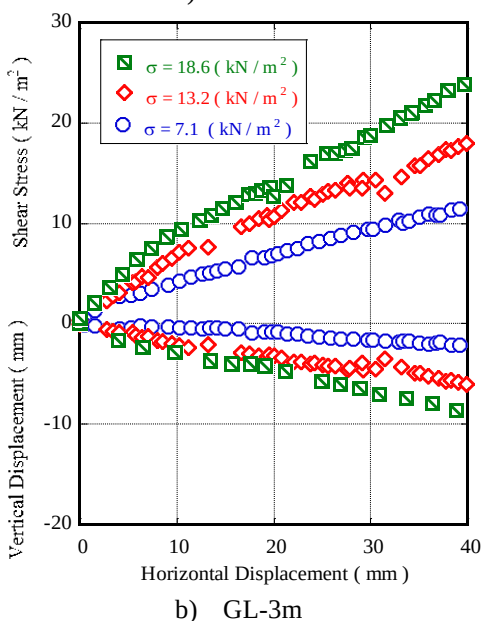
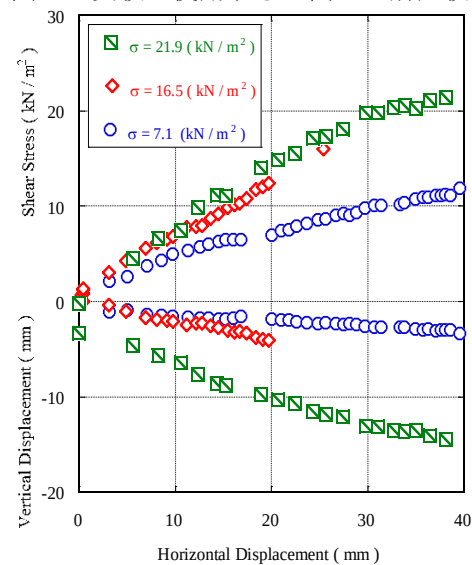


図 2 現場試験結果 せん断応力、垂直変位—せん断変位曲線

キーワード：堆積廃棄物、原位置一面せん断試験、原位置ベーンせん断試験、原位置せん断強度、破壊の異方性

連絡先：819-0395 福岡市西区元岡 744WEST2 号館 1101-2 地盤工学研究室、TEL：092-802-3378、FAX:092-803-3378

せん断変位 35 mm でのせん断応力を最大せん断応力とし、図 2 より、GL-1m、3m のせん断強度—上載圧曲線を図 3 に示す。図 3 より、堆積廃棄物においても、せん断強度—上載圧関係は比例関係となり、強度パラメーターである見かけの粘着力 c と内部摩擦角 ϕ を算定できることが分かった。また、土被り圧を考慮すると、GL-1m での土かぶり圧 σ は 9.0 kN/m^2 となる。よって今回の実験では $\sigma = 7.1 \text{ kN/m}^2$ が過圧密状態でのせん断となり、他の 2 点 $\sigma = 16.5, 21.9 \text{ kN/m}^2$ は正規圧密状態でのせん断となる。GL-3m での土かぶり圧 σ は 27.1 kN/m^2 となり、3 点すべてが過圧密状態でのせん断となる。この結果からは、堆積廃棄物の過圧密と正規圧密状態での明確な違いは現れなかった。

4. 上海市老港廃棄物処分場でのベーンせん断試験

ベーンせん断試験は、図 4 のように、上部に回転ハンドルとせん断抵抗を測るロードセルがついていて、下部の 4 枚羽のベーンを地盤内で回転することで、せん断抵抗を測定する試験である。一面せん断試験に加えてベーンせん断試験を行う理由としては、ベーンの羽の規格を変化させることで、堆積廃棄物の破壊の異方性をみるためである。今回の試験ではベーンの羽の規格を表 1 のように変化した。表 1 において、 $D/H=0.5$ におけるせん断では、ベーンの羽が地盤から受ける影響が鉛直方向に強く出る。また、 $D/H=1.0$ では、鉛直、水平方向のどちらの影響も等しくなり、 $D/H=2.0$ では水平方向の影響が強く出る。これを用いて、堆積廃棄物のせん断破壊において鉛直、水平方向のどちらの異方性が強いのかを調べた²⁾。GL-1m での試験結果を図 5 に示す。

図 5 より、せん断強度に異方性が見られ、鉛直方向より、水平方向の方が強いということが分かる。しかし、既往の研究により、鉛直方向の方が強いせん断強度がでることが分かっており、今回の試験結果は予想にそぐわないものとなった。その原因としては堆積廃棄物に混在する材料を考えればベーンの規格が小さすぎたということ、回転ハンドルの回転にあわせて、地盤内のベーンの羽がきちんと回転していなかったことが挙げられる。

5. まとめ、今後の展望

今回の試験を通して、堆積廃棄物のせん断変位・せん断強度特性として、以下のことが明らかとなった。

- 1) せん断変位の増加に伴い、せん断応力が上がり続け、ピークが出ない。・せん断時、せん断変位の増加に伴い、堆積廃棄物が膨張し続ける。・砂質地盤とは違い、拘束圧の大きいものほど膨張する。
- 2) せん断強度—上載圧関係は比例関係となり、強度パラメーターを求めることができる。
- 3) 過圧密と正規圧密状態での明確な違いは現れない。

今後の展望として、堆積廃棄物の破壊の異方性を明らかにしていくと共に、含水比や密度の違いによるせん断強度への影響などを、検討していく。

(参考文献) 原位置一面せん断試験機による廃棄物地盤の強度特性の評価 土木学会西部支部 (宮本慎太郎、大嶺聖、安福規之

2011.3) 1) まさ土地盤における原位置力学試験と降雨による斜面災害の時系列特性に関する研究(p60~64)(小堀慈久, 1997)

2) 異形ベ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 土木学会西部支部 (鬼塚克忠、坂田英樹 1990.3)

[謝辞] 本研究の一部は、平成 22 年度「循環型社会形成推進科学研究費補助金」(課題番号 K22033)の支援を受けて行われた。

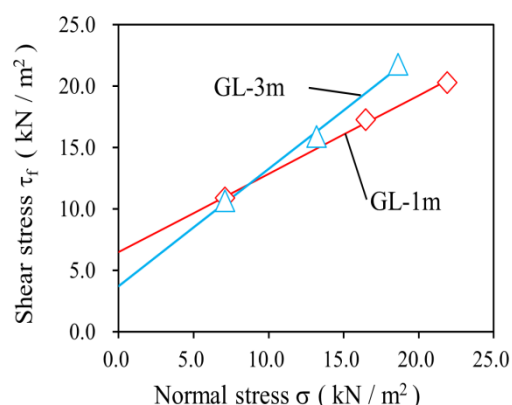


図 3 せん断強度—せん断変位曲線

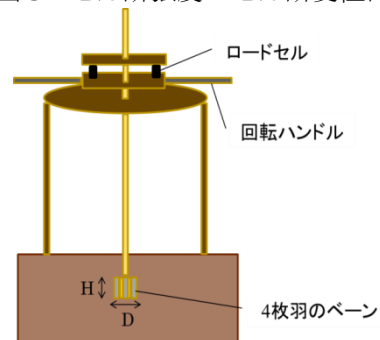


図 4 ベーンせん断試験機の概略図

表 1 ベーンの羽の規格

D/Hの値	0.50	1.00	2.00
高さ H (cm)	10.00	8.03	3.52
全幅 D (cm)	5.00	6.03	7.04

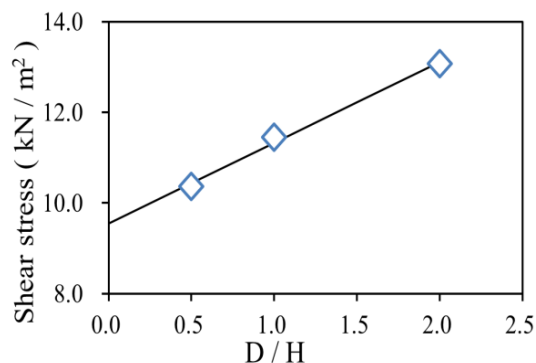


図 5 GL-1m ベーンせん断試験におけるせん断強度—D/H 曲線 異方性比較