

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

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

不適正な廃棄物処理場や産業廃棄物の不法投棄場所の中には急勾配で廃棄物が盛られ崩壊の危険にある現場が多数存在する。今日では廃棄物地盤の安定性について、確立した評価方法がない状況にあるので、土質力学に基づく地盤の斜面安定性の評価方法を援用するなどして安全側の対策が行われているのが現状である。本研究では、原位置の地盤の安定性評価をより効率よく行うために、ポータブルの原位置一面せん断試験機を開発し、廃棄物地盤への適用を行う。

2.開発した原位置一面せん断試験機の説明

地山などの木の根を含む地盤の強度特性をみるために用いられている原位置一面せん断試験機¹⁾を応用して廃棄物地盤用の試験機を開発した。・供試体は縦 30cm、横 30cm、高さ 15cm、となり、廃棄物の大きさを考慮したものとなっている。・せん断は 1mm/分で行い、ピークがでない場合はせん断変位 35mm でのせん断応力を最大せん断応力とする。・荷重を載荷する時、図 1 にあるようにこの原理を用いて実荷重の 10 倍の荷重を加えることができる。反力がとれる範囲での載荷になるので、最大 20 kN/m² 程度の応力まで載荷することができる。・ジャッキを用いて上箱を変化させ、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。それより粘着力 c と内部摩擦角 ϕ を算定する。・試験機の各部にベアリングをとりつけており摩擦を低減している。・この試験機は現場で用いる上で便利なように、各部品をばらして、持ち運びができるようになっている。

・図 2 にあるように、豊浦砂で実験し、室内試験機と比較した結果、従来の標準サイズの一面せん断試験結果と非常に良い一致を示す。

3. 廃棄物処分場での現場試験

日本の廃棄物処分場では試験が難しいため、日本の不法投棄場所に廃棄物のうちわけ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。廃棄物の大まかなうちわけは図 3 のとおりとなる。廃棄物が高さ約 5m、幅約 7m、距離 20m で盛土してある場所で、廃棄物地盤の密度は 0.92g/cm³ となる。また、今回試験を行うにあたって、地表面から深さ 1m と 3m を掘削し、そこで一面せん断試験を行い、両者を比較することとした。

廃棄物処分場での原位置一面せん断試験機の様子を図 4 に示す。

4.廃棄物処分場での原位置一面せん断試験結果

上海廃棄物処分場での地表面からの深さ 1m、3m で一面せん断試験を上載圧 σ をかえて行った。まず、 τ - δ 曲線を図 5、6 に示す。図を見れば分かるように両者とも、せん断応力が上がり続け、ピークがでない結果となった。

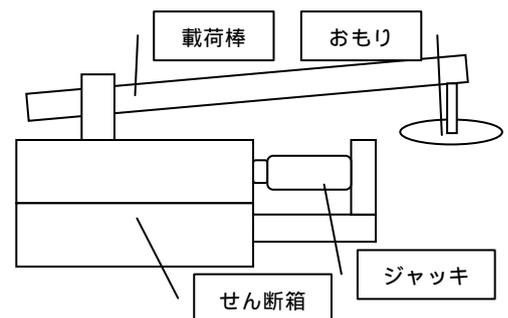


図 1 開発した一面せん断試験機

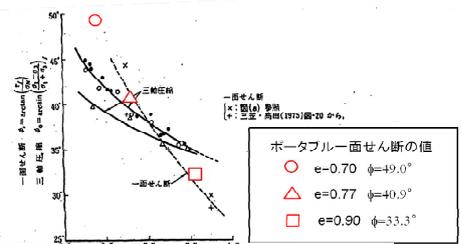


図 2 従来の室内試験結果との比較(豊浦砂)



図 3 廃棄物地盤のうちわけ



図 4 廃棄物地盤、一面せん断試験

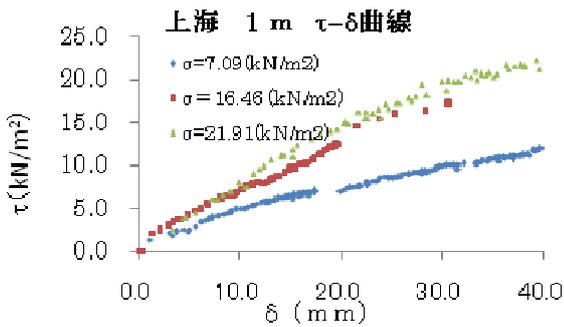


図 5(a) 廃棄物地盤のせん断応力と変位の関係 深さ 1m

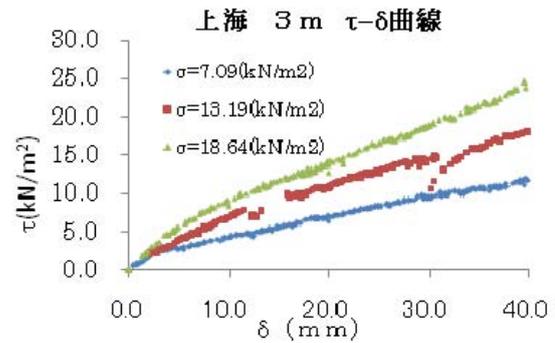


図 5(b) 深さ 3m

図 5 の結果からせん断応力のピークがでないことが分かったので、せん断変位 35mm でのせん断応力をせん断強度とし図 6 に τ_f - σ 曲線を示す。

図 6 より、地表面からの深さ 1m の粘着力 c 、内部摩擦角 ϕ を求めると $c=6.5 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi=32.5^\circ$ となる。また、地表面からの深さ 3m では、 $c=3.7 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi=43.8^\circ$ となった。この結果より、地表面からの深さが浅い方が粘着力の影響が大きく、深いほうが内部摩擦角の影響が大きいことが分かる。また、今回使用した原位置一面せん断試験機が廃棄物地盤でも応用できるということが分かった。次に、土かぶり圧を考慮すると地表面からの深さ 1m での土かぶり圧 σ は 9.03 kN/m^2 となる。よって今回の実験では $\sigma=7.09 \text{ kN/m}^2$ が過圧密状態でのせん断となり、他の 2 点 $\sigma=16.46$ 、 21.91 kN/m^2 は正規圧密状態でのせん断となる。地表面 3m での土かぶり圧 σ は 27.08 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。図 6 の結果と後で示す既往の研究からも分かるように、廃棄物地盤の過圧密と正規圧密状態での違いは現れていない。

5. 既往の研究との比較

次に既往の研究との比較のために、これまで廃棄物地盤でおこなわれた一面せん断試験の結果を図 7 に示す。図 7 はこれまで行われた室内試験と原位置試験の両方の結果をひとつにまとめたものであり、 τ_f - σ 曲線となっている。そこに今回上海の廃棄物処分場で行った原位置一面せん断試験の結果をプロットし比較した。図 7 をみればわかるように、今回の上海の処分場での結果は既往の研究結果とほとんど変わらない結果となった。これにより、廃棄物地盤の c 、 ϕ での評価は処分場による違いや廃棄物のうちわけによる違いで大きく変わらないことが分かる。

6. まとめ、今後の展望

開発したポータブル型の原位置一面せん断試験機を用いて廃棄物地盤の強度定数を求めることができた。しかしながら、廃棄物地盤ではビニールなどが水平に堆積しているため、異方性による影響が大きくなるので、今後は異方性を考慮し、強度特性を評価する方法を考えていく必要がある。

[参考文献] 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)ロックファイル材料の試験と設計強度(P58)(土木工学会) 5)Waste Management(p1553)(Zekkos,2010)[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。試験装置の作製については、九州大学技術職員・中島通夫氏の協力を得た。深く感謝します。

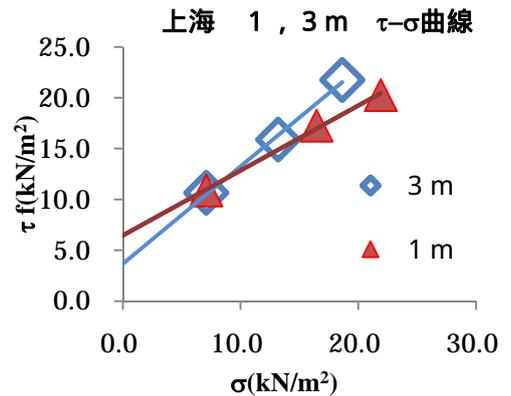


図 6 廃棄物地盤のせん断強度と垂直応力の関係

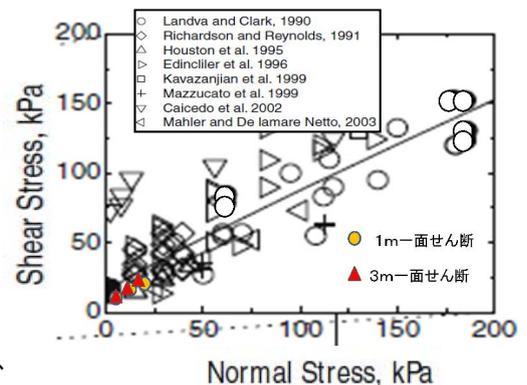


図 7 既往の研究 τ_f - σ 曲線