

Ⅲ-A373

高精度デジタルサーボモーターを用いた

地すべり解析用小型自動繰り返し一面せん断試験装置の開発

岩手大学工学部 正 会 員 大河原正文
 北海道大学大学院 正 会 員 三田地利之
 岩手大学大学院 学生会員 本間 正崇
 ㈱総合土木コンサルタンツ 正 会 員 鈴木 信彦

1. はじめに

地すべり安定解析に用いる強度パラメータ (c : 見かけの粘着力, ϕ : せん断抵抗角) の妥当性は、地すべりの安定性評価に大きな影響を与える。実務では、強度パラメータを経験的解析手法である“逆算法”により決定しているのがほとんどである。しかし逆算法は、 c の値を移動土塊の厚さの $1/10$ (tf/m^2) として求めるなど多くの曖昧な点を有しており、これにより求められた強度パラメータは信頼性に欠けていると言わざるを得ない。より信頼性の高い地すべり安定解析のためには、すべり面のせん断強度特性をせん断試験により把握し、それに基づいて設計用強度パラメータを算定することが不可欠と考える。それには、すべり面のせん断強度を測定できる実用的なせん断試験装置を開発し、試験から求められたせん断強度定数を用いて設計用強度パラメータ決定するための方法¹⁾を確立することが必要となる。今回、地すべり解析用の現場持ち込み可能な小型自動繰り返し一面せん断試験装置を開発したので報告する。

2. 試験装置

開発した小型自動繰り返し一面せん断試験装置は、試験機本体とパーソナルコンピュータならびにコントロールボックス(デジタルサーボモーター用)から構成されている。図1に試験機本体の概要を示す。図に示されたとおり、本試験機は上部せん断箱固定・下部せん断箱可動型で、垂直力は上方より载荷する構造となっている。本体の寸法は、横117cm、奥行き45cm、高さ78cmで、重量は約80kgfとコンパクトで現場への持ち込みが可能である。

本試験装置は、地すべり粘土の「完全軟化強度」と「残留強度」、ならびに粘土の「膨潤圧」を測定することができる。装置の主な特徴は、①増幅器、A-D変換器、センサ用電源などの計測/制御システム部分を全てパソコンの拡張スロットに収めている、②垂直力载荷システムに高精度デジタルサーボモーターを用いている、③せん断箱と供試体せん断面との摩擦力を測定するために、小型の高剛性ロードセルをせん断箱に内蔵している、などが上げられる。デジタルサーボモーターは、垂直変位量制御分解能が計算上 $1.525 \times 10^{-7} \text{mm}$ (位置決め分解能 $8.79 \times 10^{-4} \text{度}$) と従来の「ペロラムシンター」に比べて制御精度が格段に高く、それ自体(コントロールボックス)が位置決め機能を有しているため、駆動による変位量を確認することができる。そのため、垂直変位量を知るための新たな変位計を必要とせず、試験開始時の変位計設置の手間が省ける利点を有する。また、③の小型高剛性ロードセルは、せん断箱と供試体せん断面間の摩擦力を測定するもので、本装置では、水平ロードセルに

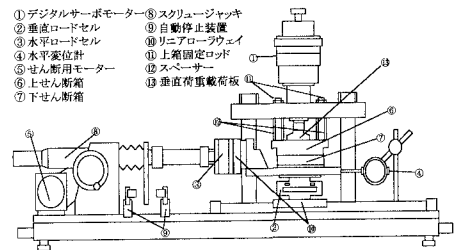


図1 試験機本体概要図

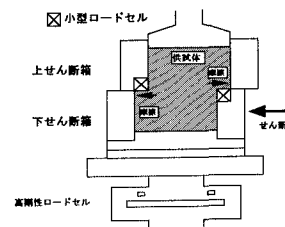


図2 せん断箱概要図

キーワード：斜面安定，試験装置，繰り返しせん断，せん断強さ，残留強さ

岩手大学工学部建設環境工学科，〒020-8551 盛岡市上田4-3-5，TEL 019-621-6445，FAX 019-621-6459

より測定された全体のせん断力（真のせん断力+せん断箱と供試体せん断面間の摩擦力）から、せん断箱内蔵の小型ロードセルにより測定された摩擦力を減じることで、より正確なせん断力を求めることができる（図2）。なお、せん断応力は、せん断力を有効せん断面積で除し、求めている。

3. 実験および実験結果

3.1 試料および実験方法

今回、せん断面と供試体せん断面間の摩擦力ならびにせん断変位との関係を明らかにすることを目的に、一面せん断試験を行った。実験に用いた試料は、岩手県一関市舞川地区より採取した地すべり粘土である。この粘土を100kPaで予圧密し、作製されたスラリー状試料を用いて圧密定体積試験を行った。試験は、圧密圧力を200kPaに設定して3t法により圧密終了を判定し、せん断を開始した。供試体は、辺長が6cm、高さが2cmの立方供試体である。せん断速度は0.17mm/minとし、せん断箱隙間は0.2mm、水平変位量は6mmとした。

3.2 実験結果

せん断試験より得られたせん断応力-水平変位関係を図3に、せん断箱と供試体せん断面間の摩擦力-水平変位関係を図4に示す。図より、せん断応力は水平変位1.5～2mm付近にかけてピーク状態を呈している。せん断箱と供試体せん断面間の摩擦力（上下ロードセルの値）は、水平変位0.5mm付近までは急激に増加し、その後収束する傾向を示している。なお、水平変位6mm（せん断面積減少率10%）のときのせん断力に占める摩擦力の割合は19.6%（上下の平均値）であった。

図5は、水平ロードセルにより測定された全体のせん断応力から、せん断箱内蔵の小型ロードセルにより測定された摩擦力（応力）を減じた値を示している。図3に示した全体のせん断応力に比べて、ピークは不明瞭になっている。

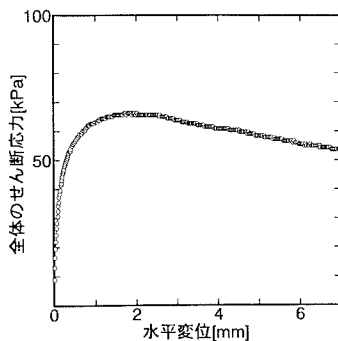


図3 全体のせん断応力-水平変位の関係

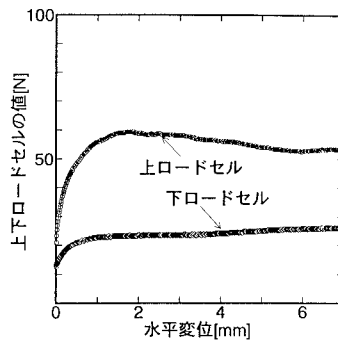


図4 上下ロードセルの値-水平変位の関係

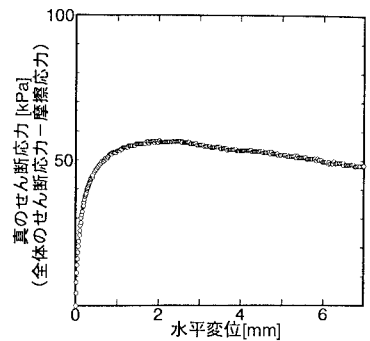


図5 真のせん断応力-水平変位の関係

4. まとめ

- (1) 開発した小型自動繰り返し一面せん断試験装置は、計測/制御システム部分がパソコンの拡張スロットにまわっているなど装置全体がコンパクトで、現場への持ち込みが可能である。
- (2) 本試験装置は、垂直力の載荷システムにデジタルサーボモーターを用いており、従来のペロラムシリンダーに比べてその制御精度が格段に高くなっている。
- (3) 本試験装置は、せん断箱に小型の高剛性ロードセルが内蔵されており、せん断箱と供試体せん断面間の摩擦力を測定することで、より正確なせん断力の測定が可能になっている。
- (4) 地すべり粘土（正規圧密）の圧密定体積試験の結果、せん断箱と供試体せん断面間の摩擦力は、せん断に伴い急激に増加するが、その後収束する傾向を示している。

<参考文献>

- 1) 佐野彰・三田地利之・大河原正文：地すべり安定解析用強度パラメータの決定方法，地すべり，vol. 33, No. 3, pp. 1-7, 1996.