

Ⅲ－７ 締固め土のせん断強度異方性に関する実験的研究

徳島大学大学院 学 生 員○藤沢淳一

徳島大学工学部 正 会 員 望月秋利

徳島大学工学部 フェロー 山上拓男

1. はじめに

一般に盛土構造物の施工は、まきだし、敷き均し、締固めという一連の作業を繰り返すことによって行われる。この繰り返し作業により地盤の内部には層が形成され、その結果、締固め地盤の内部には強度異方性が生じるものと推測される。しかし、強度異方性に関する研究は、粘性土を対象としたものが多く、締固められた盛土地盤に対する研究はほとんどない。そこで本研究では、静的に締固めた室内モデル地盤を作成し、それを凍結させてから、角度を変えたサンプリングを行い、一面せん断試験を実施して、強度異方性を検討した。本報告は、その結果をまとめたものである。

2. 試料および締固め地盤の作成方法

試料には、ふるい機を用いて最大粒径 1.2mm に調整したまさ土を用いた。表－1 に試料の物理特性を示す。

締固め地盤の作成方法を次に示す：含水比約 16%に調整したまさ土 1kg をアルミ製の箱（内径寸法は縦 520mm、横 195mm、高さ 180mm）に偏らないように入れ、まき出厚を 1cm に調整する。その上にアルミ製の載荷板を載せ、スクリュージャッキで 3ton の荷重（ $\sigma \approx 3\text{kgf/cm}^2$ ）を加え、厚さが 5mm になるまで締固める。こうして 1 層が完成する。この作業を 30 回繰り返し、高さ 15cm、締固め度 90%の締固め地盤を作成した。

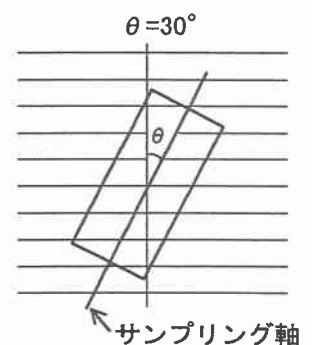
表－1 試料の物理特性

試料名	まさ土
粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.656
最大粒径 $D_{\max}$ (mm)	1.20
10%粒径 (mm)	0.002
60%粒径 (mm)	0.439
均等係数	219.5
最適含水比(%)	14.73
最大乾燥密度(g/cm ³)	1.802

3. 凍結及びサンプリング

締固め地盤からのサンプリングによる乱れは、特に粘着力が乏しいまさ土の場合、試験結果に大きな影響を与える。そこで、サンプリングによる機械的な乱れを防ぐため、作成した地盤をいったん－45℃で凍結させ、ベンチドリルを用いて凍結サンプリングを行った。凍結試料からの供試体採取には、供試体周囲の乱れを防ぐため、削粉除去のためのスリットが入っているコアドリルを低回転（500rpm）で使用した。得られた円柱状の凍結試料を岩石カッターで切断し、 $\phi 60\text{mm}$ 、 $h20\text{mm}$ の一面せん断供試体を作成した。

作成した凍結地盤に対するサンプリング角度は、鉛直軸とサンプリング軸（一面せん断試験の垂直応力作用方向）とのなす角を θ （ $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ ）（図－1 参照）と定義し、鉛直から水平まで 30° 間隔で 4 つの角度でサンプリングを行った。また、 $\theta = 30^\circ$ と $\theta = 60^\circ$ の供試体はそれぞれ、せん断中に図－2 のように供試体の向きを変えることによって主働せん断と受働せん断の 2 通りの状態が考えられる。ここで、主働せん断と受働せん断を区別するため、層とせん断面のなす角を α とし、(a) の主働状態の α にプラス、(b) の受働状態の α にマイナスの符号を付けて表すことにした。なお、 $\theta = 0^\circ$ （ $\alpha = 0^\circ$ ）と $\theta = 90^\circ$ （ $\alpha = 90^\circ$ ）の場合は、主働せん断・受働せん断の区別はない。したがって試験は、 $\alpha = 0^\circ$ 、 $\alpha = \pm 30^\circ$ 、 $\alpha = \pm 60^\circ$ 、 $\alpha = 90^\circ$ の計 6 つの供試体に対して行った。



図－1 サンプルング角度

4. 試験方法及び試験結果

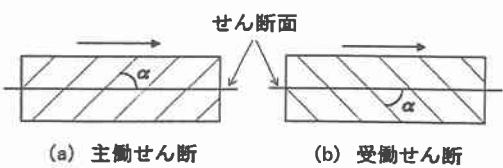
三笠式一面せん断試験機を用いて、圧密定圧せん断試験を行った。凍結供試体は作成したヒーター付きせん断箱内で融解した。表－2に試験条件を示す。

図－3は、 $\sigma = 1.0 \text{kgf/cm}^2$ の場合のせん断応力と変位の関係を示したものである。主働せん断では、明りょうなせん断応力のピークを示すのに対し、受働せん断では応力－変位関係がなだらかとなる。

図－4はせん断強度 (τ_f) と α の関係である。 -90° と 90° の値は、同一の結果である。 τ_f は、 $\alpha = 0^\circ$ を最小とし、 $\alpha = 90^\circ$ で最大値となる。また、同一のサンプリング角度でも、主働せん断による強度は、受働せん断によるものよりも常に大きい。

図－5は、試験結果を極座標で示したものである。サンプリング方向が鉛直方向 ($\theta = 0^\circ$) から、水平方向 ($\theta = 90^\circ$) に変化するにつれて、せん断強度は大きくなる。

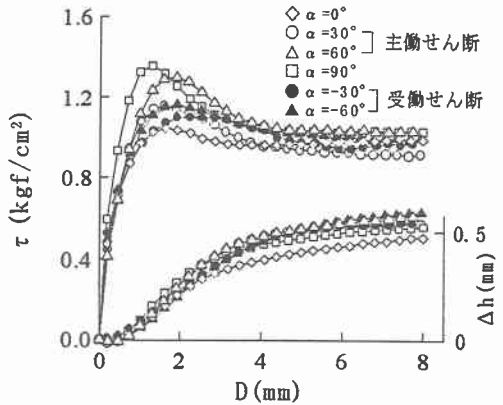
粘土の非排水強度異方性の研究¹⁾では、室内圧密粘土の場合、 $\theta = 90^\circ$ のせん断強度と $\theta = 0^\circ$ のせん断強度が等しくなり、また、 $\theta = 45^\circ$ の主働せん断強度が最も大きく、同じ角度の受働せん断強度が最も小さくなることが報告されている。しかし、図－5に示した結果は、それらの報告内容とは異なる結果を示した。粘土に比べ、塑性の低いまさ土は K_0 値が小さく、一次元圧密状態において鉛直方向に働く応力が水平方向に比べ卓越しており、また、層を有する締固め地盤では、層と層の接合面は最も弱い面となる。このことが、粘土の強度異方性の報告と本研究の結果が異なる原因になったのではないかと考えている。これについてはさらに検討を進める予定である。



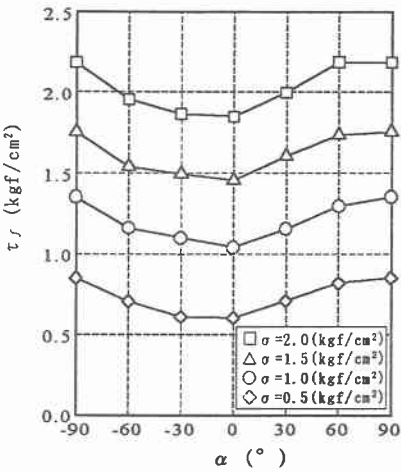
図－2 α の定義

表－2 試験条件

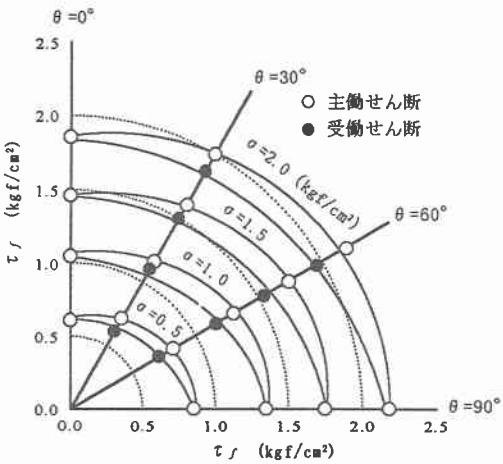
供試体寸法	$\phi 60\text{mm}, h20\text{mm}$
初期 D_c	90%
圧密圧力 σ (kgf/cm ²)	0.5、1.0、1.5、2.0
排水条件	CD
圧密時間	20分
上下せん断箱の間隙	0.3mm
せん断速度	0.25mm/min



図－3 応力－変位関係 ($\sigma = 1.0 \text{kgf/cm}^2$)



図－4 一面 CD 強度と α の関係



図－5 極座標表示の一面 CD 強度

<謝辞> 本実験に協力いただいた本学卒業生の志宇知誠氏（現建設省四国地方建設局）に謝意を表します。
<参考文献> 1) 三笠正人・高田直俊・大島昭彦：一次元圧密粘土と自然堆積粘土の非排水強度の異方性、土と基礎、Vol.32、No11、pp.25～pp.31、1984。