

III-415

補強土供試体のための多能せん断試験機

九州大学 工学部 正 〇林 重徳 " 正 落合英俊
" 学 佐藤研一 " 学 吉本 淳

1. まえがき

織布、紐・網やプラスチックおよび鉄筋や金属板など異物を土中に配置・挿入して土塊の安定性を向上させる“補強土工法”に関しては、その補強のメカニズムを解明するためにも、また、合理的な設計の数値を決定するためにも、まず異物と土との相互作用特性（引抜き特性、せん断特性および圧縮特性等）を明らかにしなければならない。なかでもせん断特性を調べることは、基本的かつ最も重要なことであるが、実際の“せん断”現象と補強土供試体のせん断試験によく用いられている装置および方法にもいくつかの種類があり、2章にのべるような問題点が内在していると考える。

当研究室では、単純せん断を基本とし、若干の部品を取り付けるだけで、ゾーンせん断および一面せん断まで、数種類のパターンのせん断試験を行うことのできる補強土供試体のための多能せん断試験機を設計・試作したので、その概要と特徴を紹介する。

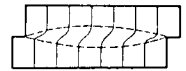


図-1. 一面せん断試験における供試体の変形

2. 補強土供試体に用いられているせん断試験装置と問題点

補強土効果を調べる試験装置としては、円柱形や立方形の供試体を用いる三軸試験機、中空捻り試験機および一面せん断試験機が用いられているが、補強材の挿入方向の影響を調べるような場合には、一面せん断試験機が最もよく使用されているようである。しかし、補強土供試体に適用した場合次のような問題点が指摘できよう。

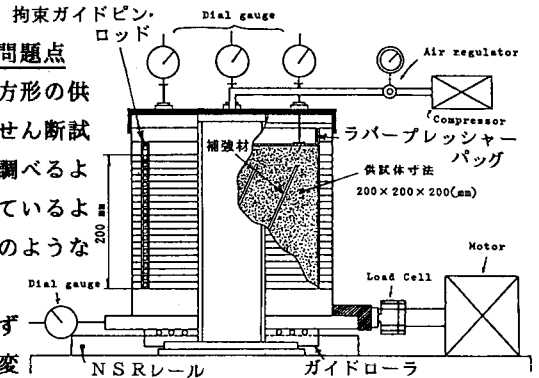


図-2. 立方体中型単純せん断試験装置の概要

①図-1にも指摘されているように供試体内部のひずみ状態はかならずしも一様ではなく、補強材は複雑な変形をして補強効果を発揮している。②棒状材料による補強土機構に関する土槽模型実験で明らかにしたように外側と内側の補強材では補強機構に果たす役割に差があるため、供試体には複数(9本以上)の補強材を配置する必要がある。③しかも、それらの補強材はすべて同じような変形状態になければならない。④また、剛な載荷板による鉛直応力は、通常の場合においても供試体内部で一様ではなく、まして補強材を配置した場合、その分布は非常に複雑なものとなる。

3. 多能せん断試験機の概要

3.1. 基本となる単純せん断試験装置

上述の問題点を解決できる試験方法として、①単純せん断を基本とし、②供試体形状は平面ひずみ試験の可能な立方体を、③また、鉛直応力の載荷はラバープレッシャーバッグによる方法を採用して設計・製作したものが、図-2に示す立方供試体中型単純せん断試験装置である。せん断箱は、厚さ10mmのアルミニウム製のせん断箱要素(内径:200x200mm)を20枚重ねて形成されている。各要素間の摩擦は図-3のように4個のフラットベアリングにより軽減され、かつ各要素は4箇のひずみ拘束ガイドピンとロッドによって一様なせん断変形を生じるように設計されている。また、200x200x200mmの供試体は、厚さ0.3mmのラテックスラバーによってシールされ、

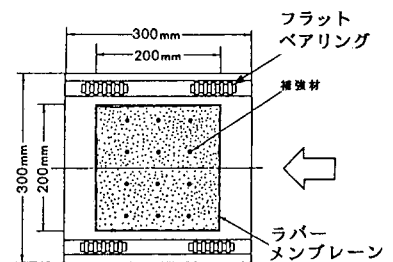


図-3. せん断箱要素とフラットベアリング

せん断箱とラバーメンブレン間にはシリコングリースを塗布して摩擦の軽減を図っている。

鉛直応力(σ_v)は供試体上部よりラバープレッシャーバッグを介して空気圧によって載荷され、せん断箱上部は剛なフレームで固定されている。せん断箱を載せた底盤はガイドローラ付きで2本のNSRレール上を滑らかに動くことができ、せん断力はせん断箱下部に電動モーターにより変位制御で負荷される。供試体の体積変化量は、排水・排気量の計測およびプレッシャーバッグの内部に接触させた3個の端子により、また、せん断ひずみ量はせん断箱下部の変位によって検出される。

3.2. 多能せん断試験機によるせん断のパターン

本せん断試験装置は、せん断要素を部分的に拘束するフレームを取り付けることにより、図-4に示すような数種類のパターンのせん断試験を行うことができる。図-5に、上・下部拘束単純せん断(ゾーンせん断)試験の装置概要を示す。

4. 砂のせん断試験結果

ここでは、試験装置の検定のために行った砂のせん断試験結果の例を示す。供試体は、気乾状態の豊浦標準砂を用いて、多重ふるいを用いた空中落下法により作成し、平均相対密度 D_r は約82%の比較的密な状態とした。せん断試験は、1mm/minの変位速度で、最大変位量30mmまで実施した。

図-6および図-7に、それぞれ単純せん断試験および下半部拘束単純せん断試験の結果(応力～ひずみ曲線)を示す。なお、せん断ひずみ(γ)は、供試体の単純せん断変形を生じる高さに対する供試体下部の変位量の比(%)である。

また、これら2種類の試験結果の $\gamma=15\%$ におけるせん断応力(τ)と鉛直応力(σ_v)の関係を比較すると、両者はほぼ一致しているが、両直線はいずれも明らかに原点を通らず比較的大きな見掛けの粘着力($c=0.14\sim0.15$ kgf/cm²)を持ち、また、せん断抵抗角($\phi=30^\circ\sim32^\circ$)も密詰めの豊浦砂の強度定数としては、かなり小さ目である。次に、下半部拘束単純せん断試験の $\gamma=30\%$ における結果から得られる強度定数は、 $c=0.12$ kgf/cm²および $\phi=41^\circ$ となり、別途立方供試体(5.6×5.6×5.6cm)についての平面ひずみ三軸試験により求めた結果($c=0.11$ kgf/cm², $\phi=43.7^\circ$)にかなり近似した値である。

5. あとがき

簡単な拘束フレームを取り付けることにより、一様なひずみ場の単純せん断から不連続なひずみ場の単純せん断および一面せん断まで、数種類のせん断試験を実施することが出来る多能せん断試験装置を紹介した。砂に関する2種類の試験結果より、せん断ひずみを30%程度まで変位させれば通常の三軸試験や一面せん断試験と同じ強度試験が十分可能である。本試験装置は、補強土供試体の各種せん断試験に有効であると考えられる。

謝辞：本研究には、道路公団福岡建設局の委託研究の一部として実施された。記して、関係各位に感謝の意を表します。

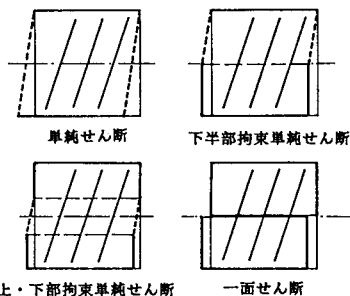


図-4. 多能せん断試験機によるせん断パターン

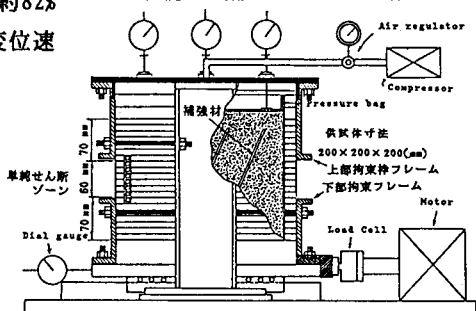


図-5. 上・下部拘束単純せん断試験機の概要

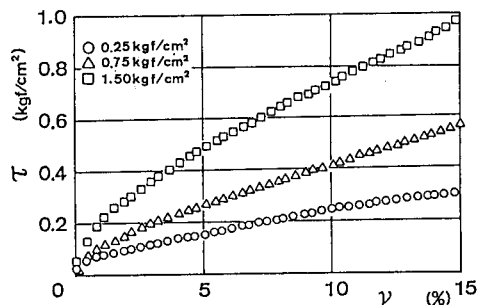


図-6. 砂の単純せん断試験結果

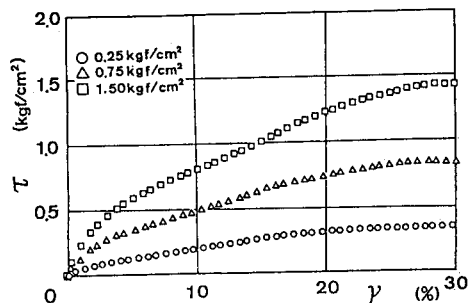


図-7. 砂の下半部拘束単純せん断試験結果