

大阪市立大学工学部
同上
同大学院(現日本工芸)

正員 高田直俊
正員 三笠正人
楠木裕二

まえがき 直接せん断試験は一面せん断形式と単純せん断形式に大別できる。従来の一面せん断試験機は機構上の不備から精度上問題があったが、三笠は改良型一面せん断試験機を開発して従来の試験機の欠点を除いた。一方、供試体に一樣な変形を与える目的で単純せん断試験機が開発された。しかし従来の金属リングやビヤ線補剛したゴム円筒型式(Kjellman型、N.G.I.型)は供試体の上下面にせん断力がか加わると図-1のような曲げ変形を生じる欠点がある。また一樣なせん断変形を与えるために剛な側板を傾ける型式(Roscoe型)があるが、側板と供試体の間に摩擦による複雑な応力状態を生じる欠点がある。これらに対して長方形や円形のせん断箱要素を重ねた積層せん断箱型式の試験機は供試体に曲げ変形を生じさせない長所があるが、これまでのものは一樣なせん断変形を生じさせる機構になっていない。そこで筆者らは従来の試験機の持つ欠点を除いた実用的な中型単純せん断試験機を試作した。

試験機 この試験機は供試体の長さ30cm、幅20cm、厚さ約12cmの積層せん断箱型式で、図-2(1)のように各せん断箱要素に45°の角度で取付けたガイドローラーとガイドがせん断箱要素を水平に保ち、かつ供試体に一樣なせん断変形を生じさせる。さらに供試体に直圧力を加える下部加圧板を最下部のせん断箱要素に固定する場合と、普通の一面せん断試験機のようにせん断箱中に自由に貫入させる場合の2通りを選ぶことができる。この試験機はせん断箱を取り換えると同一サイズの改良型一面せん断試験機となり、この場合も加圧板は普通の貫入型のほか固定型を選ぶこともできる。固定型の場合は圧密やダイレイタンスーに起因する体積収縮量を見込んだ隙間を、単純せん断ではせん断箱要素間に、一面せん断では可動箱と固定箱の間にあけておく。この型式で供試体とせん断箱要素が一体化するので、せん断箱と供試体間の摩擦は生じない。単純せん断試験機のせん断箱要素両端のローラーは貫入型の場合に機能する。

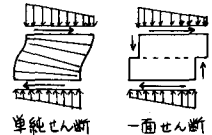


図-1 せん断変形

供試体の直圧力は油圧ジャッキとこれに直列に配置した大口径のエアシリンダーによって加える。せん断力はスクリージャッキによるひずみ制御型式であるが、初期のせん断応力の急激な増加を防ぐため、荷重計とせん断箱の間にベニヤ板片をはさみ、これが押しつぶされる過程では一樣な応力増加を生じる関係を利用した。

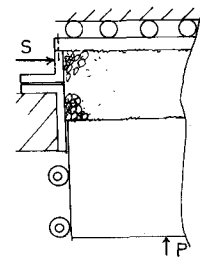


図-2(1) 一面せん断

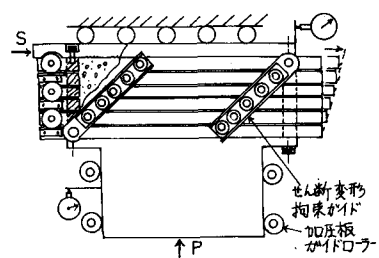


図-2(2) 単純せん断

試験材料と試験方法 試験材料は堅硬な閃緑岩碎石を図-3に示す網ふるい目の大きさによって最大粒径9.5mm、均等係数5に粒度調整したものである。試料はあらかじめロサンゼルス試験機に約10分かけて角ばりを取り、さらに長目ふるい¹⁾によって扁平な粒子を除いた。長目ふるいの目の幅Cは、図中のふるい目で区切られた粒径区分の通過ふるい目S、残留ふるい目Aに対して $C = \alpha \sqrt{S \cdot A}$ とし、

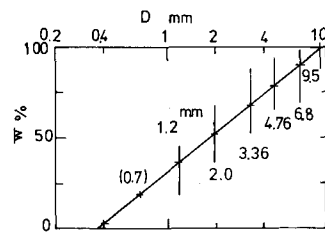


図-3 材料の粒度

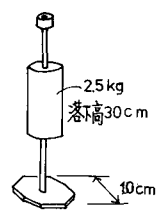


図-4 締固めランマー

α を約0.5として残留分を用いた。供試体の締固めは、材料を含水比2%に湿らせ、図-4のランマーで板を介して相対密度30%に突固めた。せん断は定圧せん断条件とした。

試験結果 図-5 (1), (2)に加圧板貫入、固定型別に一面と単純試験結果の比較を、図-6 (1), (2)に一面、単純せん断別に加圧板貫入型と固定型の試験結果の比較を示した。まず単純せん断と一面せん断を比較すると、①応力-変位の立上りこう配は一面せん断の方が大きい、②一面せん断はせん断応力に明確なピークが現われるが単純せん断ではピークが現われない、③一面せん断の方が単純せん断よりも強くであるが、変位が大きくなると両者のせん断応力は一致する、④単純せん断の方がダイレイタンスによる体積変化が顕著にでる。単純せん断は供試体全厚にわたって一様に変形するので、最大せん断抵抗に達する変位が一面せん断よりも大きく、また同じ理由で体積変化も大きく現われる。

次に加圧板固定型と貫入型を比較すると、両者は図-5の一面、単純せん断方式の違いほど著しい差はないが、ダイレイタンスの現われ方によって強度の出方が果なっている。すなわち一面、単純せん断とも体積変化が膨張側に向う $\sigma = 20, 40 \text{ tf/m}^2$ の場合は貫入型の方が強く、 $\sigma = 60 \text{ tf/m}^2$ の収縮側の場合は固定型の方が強い。この違いは供試体とせん断箱間の側面摩擦に起因すると考えられ、膨張側は側面摩擦のために拘束圧が増えるために強く、収縮側は拘束圧が減るので弱くなると解釈される。

図-7に4つのCaseの τ - σ 関係をまとめ、図中の表には ϕ, C_d を書き入れた。 τ - σ 関係はいずれも直線的である。一面せん断方式は単純せん断方式よりも強く、貫入型は固定型よりも ϕ は小さいが C_d が大きい。

従来的一面せん断方式、すなわち貫入型的一面せん断は、最も理想的なせん断変形と考えられる固定型の単純せん断よりも ϕ は 1.4° 小さいが、 C_d は5.8%大きい。図-7には参考として三軸CD試験の結果を書き入れた。供試体の大きさは直径15cm、高さ30cmである。締固めは直接せん断の場合と同じで、図-4のランマーで同じ締固め仕事を与えた。 τ - σ 関係は原点を通り、 ϕ は 40° で直接せん断の場合とはほぼ同じである。

文献

- 1) 三波他, 土粒子形状の1試験法, 第24回年次学術講演会講演概要集 土木学会, II-6, P.17~20.

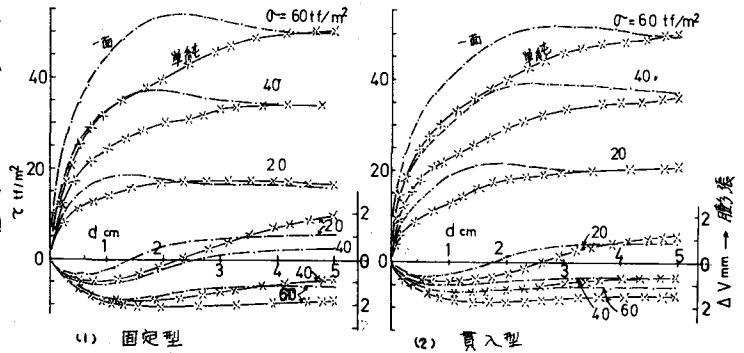


図-5 一面、単純せん断の比較

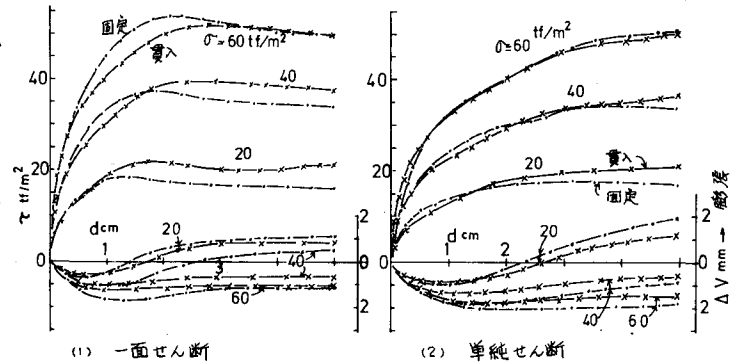


図-6 貫入、固定型の比較

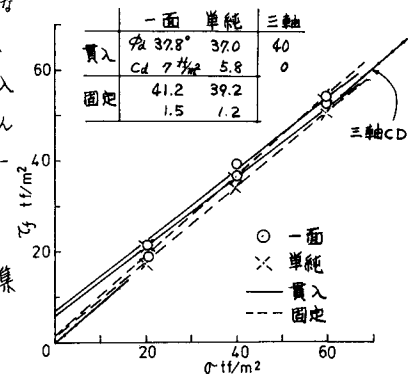


図-7 τ - σ 関係の比較