

## 試作現場せん断試験における強度定数に関する一考察

山口大学大学院 学○村上俊秀

山口大学工学部 正 山本哲朗 正 鈴木素之

(株)広測コンサルタント 正 三浦壹章 正 芋岡敏彦

(有)ケイズラブ 正 河内義文

山口大学工学部 学 葛城裕司 (現 岡本土木(株))

1. まえがき 著者らは、試作した簡易現場せん断試験装置を用いて、異なる地質および土質からなる斜面土のせん断強度を測定してきた<sup>1)</sup>。本文では、これまでに実施した33地点の現場試験の結果と室内模型地盤を用いた予備実験結果に基づいて、本装置から得られた強度定数の妥当性について検討した。

2. 簡易現場せん断試験装置および試験方法 本試験装置の仕様は文献1)を参照されたい。試験手順を簡単に述べると、①地山を平坦にした後、試料を供試体寸法よりも大きく切り出す。②切り出した試料から供試体を整形する。③試験装置の設置場所を水平に整え、供試体周辺に豊浦砂を敷く。④供試体下部せん断箱を設置し、試験装置を順に組み立てる。⑤所定の応力下で30分間圧密を行う。⑥上下部せん断箱の隙間を1.0mm開け、せん断速度1.0mm/minでせん断変位15.0mmまで定圧せん断する。写真-1に現場での試験状況の一例を示している。

3. 現場せん断試験の適用例 現在までに山口県29地点、広島県3地点および島根県1地点の計33地点で現場せん断試験を実施している。地質は三郡変成岩に属する蛇紋岩、泥質片岩、塩基性片岩の他に、砂岩や花崗岩類などである。試料にはML、SMが多い。代表的なせん断挙動として山口県内のある地点（防府）の試験結果を図-1、2に示している。土質は花崗斑岩が風化したシルト質砂である。図-1にせん断応力 $\tau$ ～せん断変位 $D$ の関係を示している。 $\sigma_N = 49$  kPa および 98 kPa の場合の $\tau$ は明確な最大値を示し、 $\tau \cdot D$  曲線も $\sigma_N$ の大きさの順に並んでいる。一般に現場せん断試験における $\tau \cdot D$  曲線は土の種類や状態により特異な挙動を示す。図-2に垂直変位 $\Delta H$ ～せん断変位 $D$ の関係を示す。供試体が比較的均質な土質からなる場合には、いずれの供試体の挙動も似ている場合が多い。節理などの不連続面を含んでいる場合には供試体により異なる挙動を示す場合が多くみられた。図-3にせん断強度 $\tau_f$ ～垂直応力 $\sigma_N$  関係を示す。 $\tau_f$ と $\sigma_N$ の関係における実測値は一つの直線で近似できるが、見かけの粘着力が大きく得られているケースが多い。

この理由として、第一に①直接型せん断試験に特有の周面摩擦力の影響が指摘できるが、その他に供試体が②不飽和状態で、③過圧密状態であり、④高いセメンテーションを保持していたことが考えられる。図-4に現場せん断試験と一面せん断試験の双方から得られた強度定数の比較を示す。強度定数の下付き文字FおよびLはそれぞれ現場せん断試験および一面せん断試験を表している。現在までの結果から、現場せん断

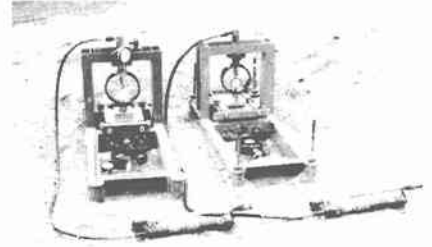


写真-1 試験装置の設置状況  
(右から1号機, 2号機)

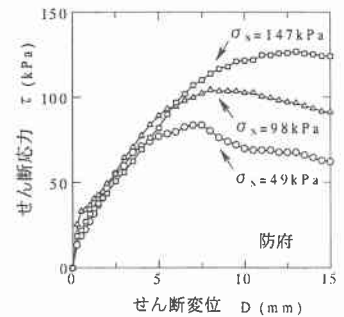


図-1 せん断応力  $\tau$  ～ せん断変位  $D$  関係

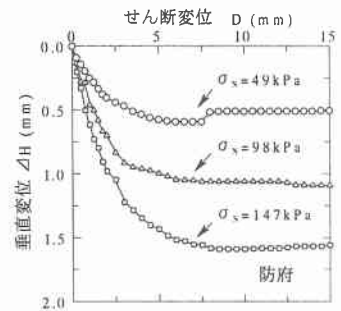


図-2 垂直変位  $\Delta H$  ～ せん断変位  $D$  関係

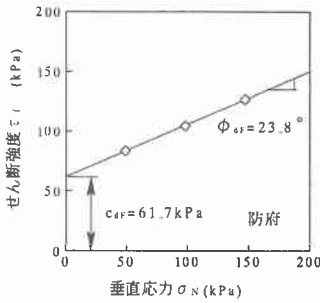


図-3 破壊線

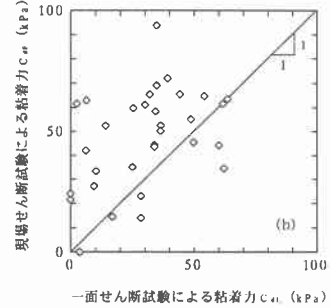
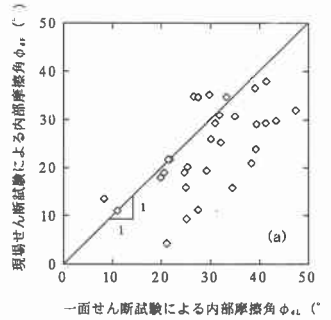


図-4 現場せん断試験と一面せん断試験による強度定数の比較

試験の方が一面せん断試験よりも内部摩擦角を小さく、粘着力を大きく与えている。

#### 4. 室内模型地盤での予備試験結果

周面摩擦力を考慮してせん断面に実際に作用する垂直応力を把握するためには、供試体がせん断箱に対して相対的な変位を生じさせない位置で垂直荷重を検出する必要がある。そこで、反力板側に荷重計を埋めこんだ模型地盤を作製し、本装置から得られる強度定数に及ぼす周面摩擦力の影響を検討した。供試体のダイレイタンスに伴う周面摩擦力の発生機構を図-5に模式的に示す。周面摩擦力は供試体が膨張する場合には鉛直下向きに、収縮する場合には鉛直上向きに生じる。これより、反力板側の垂直応力  $(\sigma_N)_{lower}$  は加圧板側の垂直応力  $(\sigma_N)_{upper}$  に比べ、供試体が膨張する場合には大きく、収縮する場合には小さく与えられる。今回は緩めめ（相対密度  $D_r=30\%$ ）の豊浦砂を用いてこの試験を行った。実際の現場せん断試験を想定して、せん断中は加圧板側の垂直荷重を一定に保っている。図-6(a)および(b)にそれぞれ  $(\sigma_N)_{upper}$  および  $(\sigma_N)_{lower}$  で整理したベクトルカーブを示す。図-6(a)の  $(\sigma_N)_{upper}$  で整理した強度定数は  $\phi_d=31.1^\circ$  および  $c_d=4.1 \text{ kPa}$  であるのに対して、図-6(b)の  $(\sigma_N)_{lower}$  で整理したものは  $\phi_d=45.0^\circ$  および  $c_d=0 \text{ kPa}$  となり、周面摩擦力の影響を考慮すれば、内部摩擦角は大きく、粘着力は小さく修正されるようである。加圧板側の垂直応力から求めた強度定数は周面摩擦力の影響を受けるので、強度定数の決定には注意が必要である。

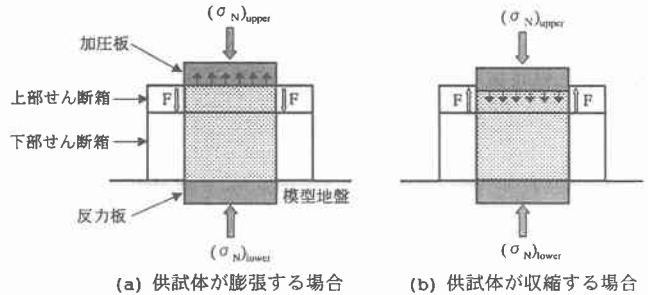


図-5 ダイレイタンスによる周面摩擦力の変化（模式図）

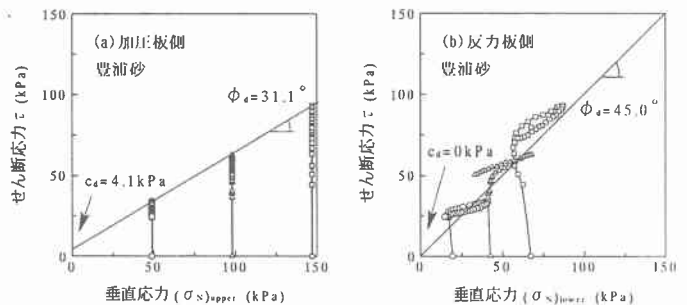


図-6 応力経路

に保っている。図-6(a)および(b)にそれぞれ  $(\sigma_N)_{upper}$  および  $(\sigma_N)_{lower}$  で整理したベクトルカーブを示す。図-6(a)の  $(\sigma_N)_{upper}$  で整理した強度定数は  $\phi_d=31.1^\circ$  および  $c_d=4.1 \text{ kPa}$  であるのに対して、図-6(b)の  $(\sigma_N)_{lower}$  で整理したものは  $\phi_d=45.0^\circ$  および  $c_d=0 \text{ kPa}$  となり、周面摩擦力の影響を考慮すれば、内部摩擦角は大きく、粘着力は小さく修正されるようである。加圧板側の垂直応力から求めた強度定数は周面摩擦力の影響を受けるので、強度定数の決定には注意が必要である。

5. まとめ 本研究で得られた結論は以下のとおりである。①簡易現場せん断試験装置により種々の土の強度定数を決定することができる。②現場せん断試験は一面せん断試験よりも内部摩擦角を小さく、粘着力を大きく与える。③現場せん断試験結果はダイレイタンスに起因した周面摩擦力の影響を受ける。

【参考文献】1) 山本哲朗ほか：試作した簡易現場せん断試験装置による土のせん断強度測定，第34回地盤工学会研究発表会講演概要集，pp.689-670，1999。