

現場せん断試験装置の試作

山口大学大学院
山口大学工学部
㈱広測コンサルタント
同 上

学生会員 ○村上俊秀
正会員 山本哲朗 鈴木素之
正会員 三浦壹章 梶井 明
正会員 芋岡俊彦

1. はじめに 原位置で原粒度のまま不攪乱試料の強度定数を得るために現場せん断試験¹⁾が実施される。しかし、現場での設備や時間等の制約により試験を数多く実施することは必ずしも容易ではない。本研究では、小型かつ軽量で簡単な構造の現場せん断試験装置を作製した。本文では、試験装置と試験方法の詳細を述べるとともに、斜面土に対する実施例を報告する。

2. 試験装置 試作した現場せん断試験装置を図-1 に示し、その特徴は以下の①～⑦である。①手軽に持ち運びができ容易に組立てられるように軽量化を図っている。試験装置はステンレス製で、総質量 95kg である。②せん断箱は上部せん断箱と下部せん断箱とから成っており、上部せん断箱を固定し、下部せん断箱を可動させる二面せん断である。③下部せん断箱には、水平方向にのみ移動ができるような下部せん断箱案内軸を取り付けている。④供試体は、整形の行いやすさを考慮して、供試体の形状を直方体（縦 100mm×横 100mm×高さ 140mm）とした。⑤上部せん断箱と下部せん断箱の隙間は上せん断箱引き上げボルトを調節することにより一定に保持される機構となっている。⑥加圧板は垂直力測定用荷重計に剛結されており、せん断中も傾斜しない機構を持っている。⑦水平反力は試験装置本体で、垂直反力は4本のスクリーアンカーで受け持っている。

3. 試験現場の概況 試験現場は宇部市内の道路工事に伴う切り土斜面であり、節理面等の不連続面が縦横無尽に入っていた。表-1 に試料の初期状態と試験ケースを示している。表中の記号は、いずれも初期状態の含水比 w_0 、湿潤密度 γ_t 、乾燥密度 γ_d 、飽和度 S_r 、間隙比 e_0 である。 σ_c は圧密応力であり、 e_c は圧密終了時の間隙比である。試験時の垂直応力 σ_N は、圧密応力と同じにした。なお、試験現場の土質は蛇紋岩の風化したシルト質土であり、物理定数は表-1 の枠外に示している。

4. 試験方法 試験方法の手順を①～⑥に示す。①供試体を整形する場所を選定し、試料を切り出す（写真-1）。②供試体をせん断箱中空部よりもわずかに小さく仕上げ、供試体のまわりに豊浦砂を敷く。

表-1 試料の初期状態と試験ケース

w_0 (%)	γ_t (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	S_r (%)	e_0	σ_c (kPa)	e_c
30.5	1.504	1.084	70.7	1.470	49	1.382
22.5	1.614	1.307	59.8	1.047	98	0.908
23.0	1.503	1.195	55.8	1.242	147	1.092
25.9	1.608	1.284	57.4	1.086	196	0.940

$\rho_s=2.677\text{g/cm}^3$, $w_L=36.9\%$, $I_p=3.1\%$, $D_{50}=0.043\text{mm}$,
 $D_{\max}=6.2\text{mm}$, $F_c=65.8\%$

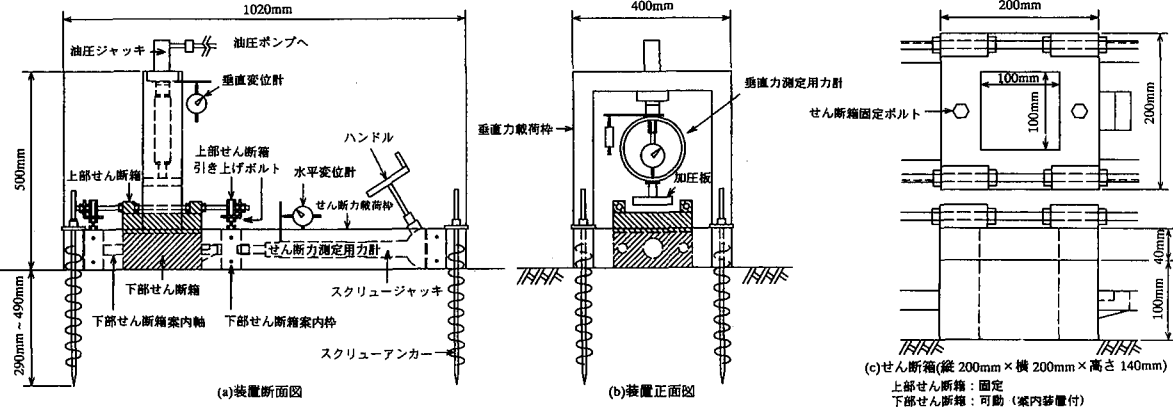


図-1 現場せん断試験装置 (1998)



写真-1 試料の切り出し

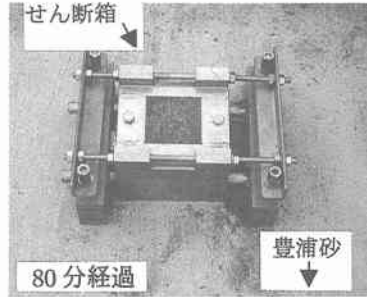


写真-2 セン断箱の設置



写真-3 装置の組立て

③供試体とせん断箱の間には土の削り屑を充填する（写真-2）。④試験装置を組立てる（写真-3）。⑤ 30 分間圧密する。⑥上下部せん断箱の隙間 1.0mm を開けて、せん断速度 1.0mm/min でせん断変位 15mm まで定圧せん断する。試験時間は、地盤の状況にもよるが、作業人員 4 人で 1 供試体あたり約 3 時間である。

5. 試験結果と考察 図-2 にせん断応力 τ ～せん断変位 D 関係を示す。 $\sigma_N=49\text{kPa}$ 、 98kPa および 147kPa の場合、 τ は D の増加に伴って増加し、 $D=7.5\sim 9\text{mm}$ のあたりで最大値を示している。しかし、 $\sigma_N=196\text{kPa}$ の場合のみ τ は $D=15\text{mm}$ においても最大値を示していない。 $\tau \sim D$ 曲線は σ_N の大きい順に並んでいる。図-3 に垂直変位 ΔH ～せん断変位 D 関係を示す。いずれも負のダイレイタンスを示している。 $\sigma_N=49\text{kPa}$ の場合のみ他の垂直応力に比べて ΔH が大きい挙動を示している。この理由は、個々の供試体内部に含まれる節理等の含まれた地盤の不均質性と考えられる。図-4 にはせん断強度 τ_f ～垂直応力 σ_N 関係を示す。また、同地点で採取した不攪乱試料の一面せん断試験の結果も示す。現場せん断試験は $c_{dF}=52.3\text{kPa}$ 、 $\phi_{dF}=20.1^\circ$ 、一面せん断試験では $c_{dL}=36.4\text{kPa}$ 、 $\phi_{dL}=25.3^\circ$ が得られている。内部摩擦角に関しては、現場せん断試験の方が室内一面せん断試験よりも 5° ほど小さく与えている。一方、粘着力に関しては両試験において明確な差異はない。

6. まとめ 本研究の結果を①～⑥に示す。①装置は小型かつ軽量であり、設置場所の確保が容易で、装置の運搬・組立て・解体の労力が少ない。②1 試料に対する試験時間は 9 時間程度（1 供試体あたり約 3 時間）である。③垂直応力は $\sigma_N=196\text{kPa}$ まで十分安定して載荷できる。④現場せん断試験装置を用いてせん断強度および強度定数を決定することができる。⑤今回の試験に限れば、現場せん断試験の方が一面せん断試験よりも内部摩擦角を小さく与えているが、粘着力に関しては明確な差異はみられない。⑥現場せん断強度は、節理等が含まれた地盤の不均質性の影響を受けたものであり、土の状態に関する因子（間隙比、含水比、飽和度等）および外的条件に関する因子（応力状態、応力履歴等）だけで決定されるものではない。

謝辞 試験現場を提供して頂いた日本道路公団の関係各位、試験装置の製作で大変お世話頂いた（有）中原鉄工所 中原 信氏に対して深甚なる謝意を表します。

参考文献 1) たとえば、高田 直俊ほか：土と基礎、Vol.29, No.8, pp.29-32, 1981.

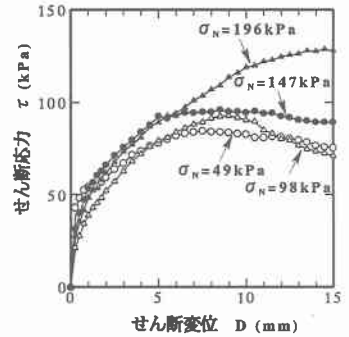


図-2 セン断応力 τ ～せん断変位 D 関係

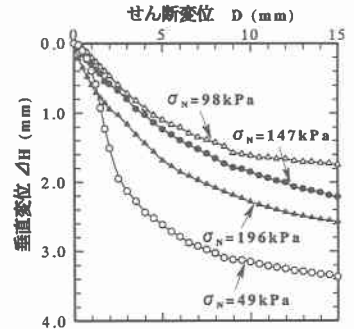


図-3 垂直変位 ΔH ～せん断変位 D 関係

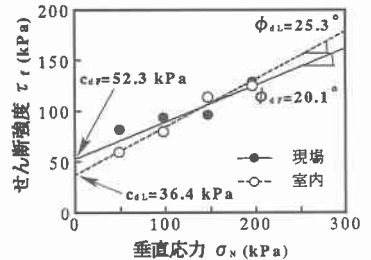


図-4 セン断強度 τ_f ～垂直応力 σ_N 関係