

試作現場せん断試験機の性能検定 - 周面摩擦の影響 -

山口大学大学院 学員 村上俊秀

山口大学工学部 正員 山本哲朗 正員 鈴木素之

(株)広測コンサルト 正員 三浦壹章 正員 芋岡敏彦

1. はじめに 著者らは原位置において土のせん断強度を簡便に求めるために現場せん断試験機を試作し、これまでに山口県を中心として32地点で試験を実施している<sup>1)</sup>。一般に、直接型せん断試験における定圧試験の場合、せん断中の供試体の体積変化によって供試体とせん断箱の間に周面摩擦力が発生し、せん断面上の垂直応力が変化する。そのため、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、すなわち加圧板と反対側で垂直力を検出することが必須である。試作現場せん断試験機を実用化する上で、この点を踏まえた力学的な検討が必要であるが、現場でこのことを検証するのは非常に困難であるので、反力板側にロードセルを取り付けた室内模型地盤を作製し、それを用いて簡易定圧試験を実施し、強度定数に及ぼす周面摩擦力の影響を検討することにした。

2. 試験機および試験手順 図-1に模型地盤上に設置した本試験機を示す。模型地盤には加圧板側の反対側にロードセルを取りつけた反力板が埋め込まれており(図-2参照)、現場では測定不能な反力板側の垂直力を測定することができる。試料には豊浦標準砂( $D_{max}=0.425\text{ mm}$ ,  $D_{50}=0.183\text{ mm}$ ,  $F_c=2.80\%$ ,  $U_c=1.48$ ,  $\rho_s=2.343\text{ g/cm}^3$ ,  $e_{max}=0.944$ ,  $e_{min}=0.611$ )を用いている。試験手順は以下のようである。模型地盤を水平に設置し、せん断箱を設置する位置に撒き出し厚さ3.0mmの豊浦砂を敷く。下部せん断箱から順に試験機を組み立てる。せん断箱に試料を空中落下法で詰める。所定の垂直応力下で30分間圧密を行う。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までせん断する。このとき、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力を一定に保っている(簡易定圧試験)。実験では供試体作製時の相対密度 $D_{r0}$ は30%と70%の2通りとした。

3. 試験結果と考察 図-3(a),(b)に緩い砂のせん断応力 $\sim$ 垂直変位 $H\sim$ せん断変位 $D$ 関係を示す。せん断応力は単調に増加して最大値を示した後、若干減少している。また、垂直変位はせん断過程を通じて収縮側に变化している。図-4(a),(b)に密な砂の $\sim H\sim D$ 関係を示す。緩い砂の場合とは異なり、せん断応力は最大値を示した後、著しく減少している。また、垂直変位はせん断初期に収縮側に变化しているが、 $D=2\text{ mm}$ 程度で膨張側への変化に転じている。本試験機においても緩づめ、密づめの砂の典型的な挙動が得られる。

キーワード：現場せん断試験，模型実験，周面摩擦力，ダイレイタンス，強度定数，直接型せん断試験

連絡先：〒755-8611 宇部市常盤台2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 山本哲朗 (Tel: 0836-35-9438, Fax: 0836-35-9429)

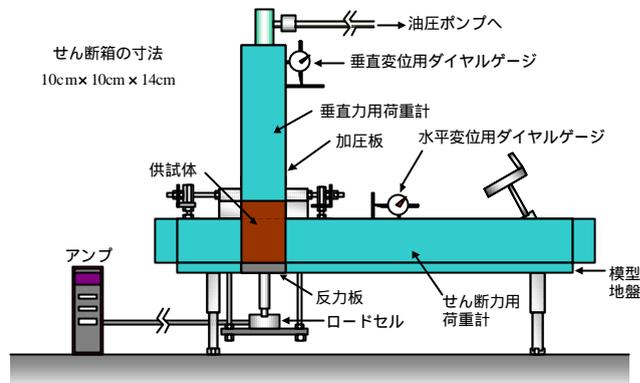


図-1 模型地盤に設置した試作現場せん断試験機 (1998)

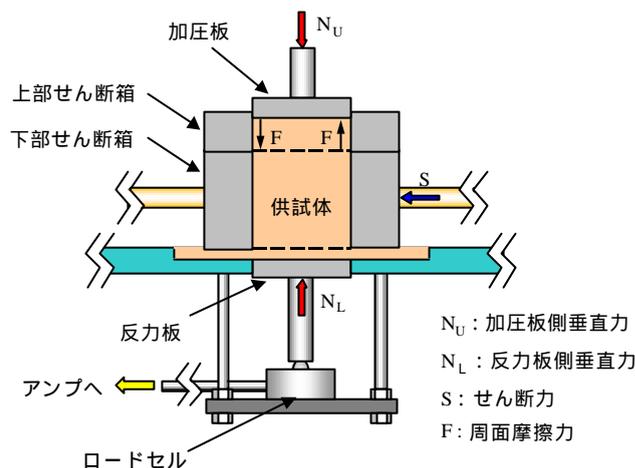


図-2 模型地盤の模式図

図-5(a)および(b)にそれぞれ緩い砂および密な砂の簡易定圧試験における応力経路を加圧板側と反力板側の垂直応力の両方について示す．ここに図中の  $(N)_{upper}$  および  $(N)_{lower}$  はそれぞれ加圧板側および反力板側の垂直応力である．両図ともせん断開始時に  $(N)_{lower}$  が  $(N)_{upper}$  よりも小さいのは圧密時とせん断箱の隙間設定時に生じた周面摩擦力に起因したものである．図-5(a)の緩い砂の場合， $(N)_{upper}$  で整理すると，内部摩擦角  $\phi_d = 31.1^\circ$  および粘着力  $c_d = 4.1 \text{ kPa}$ ， $(N)_{lower}$  で整理すると， $\phi_d = 45.0^\circ$  および  $c_d = 0 \text{ kPa}$  となる．図-5(b)の密な砂の場合， $(N)_{upper}$  で整理すると， $\phi_d = 43.2^\circ$  および  $c_d = 45.9 \text{ kPa}$ ， $(N)_{lower}$  で整理すると， $\phi_d = 35.5^\circ$  および  $c_d = 0 \text{ kPa}$  となる．せん断の進行とともに，緩い砂の場合には負のダイレイタンスを示すために， $(N)_{lower}$  は減少し，密な砂の場合には正のダイレイタンスを示すために， $(N)_{lower}$  は増加する．その結果として，加圧板側の垂直

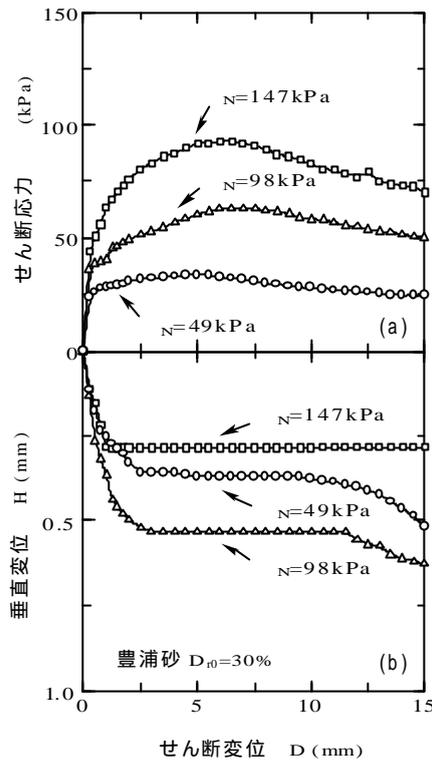


図-3 ~ H ~ D 関係 (緩い砂)

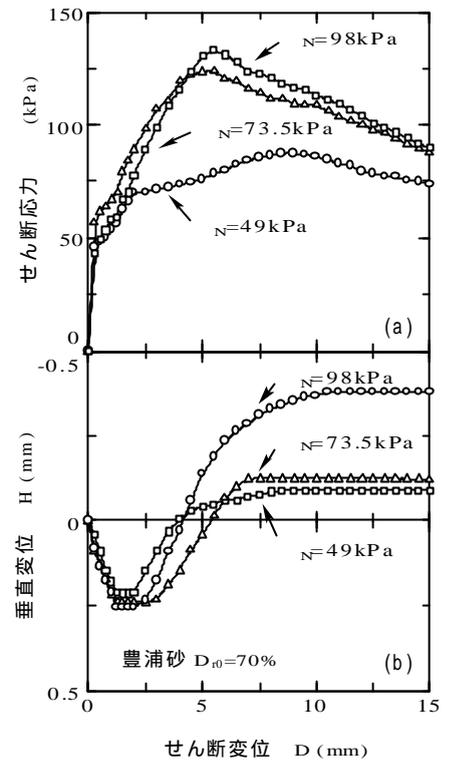


図-4 ~ H ~ D 関係 (密な砂)

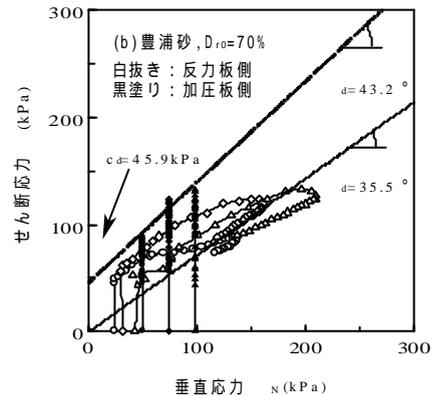
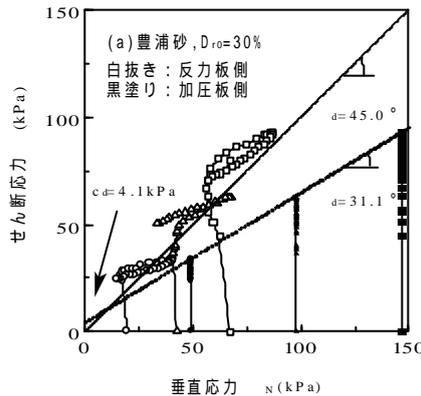


図-5 簡易定圧試験における応力経路

応力で求めた強度定数は，反力板側の垂直応力から得られる値よりも，緩い砂の場合には， $\phi_d$  が小さく，密な砂の場合には  $\phi_d$  が大きくなり，また粘着力  $c_d$  は両方の場合とも大きくなっている．この実験事実は文献 2) の一面せん断試験結果で詳しく述べられており，本試験機においてもほぼ同様な結果が得られている．しかし，本試験機は二面せん断形式であるので，ダイレイタンスもその分大きく，周面摩擦力が強度定数に及ぼす影響も大きくなったと考えられる．

4. まとめ 試作した現場せん断試験機においても，簡易定圧試験から得られた強度定数は周面摩擦力の影響を受けるため，この点を考慮して強度定数を評価する必要がある．この点を克服するために簡易定体積試験の実施も検討している．

【謝辞】試験機の製作でお世話頂いた(有)中原鉄工所 中原 信氏，試験の実施で多大なご助力を頂いた当研究室の学生諸氏に対して深甚なる謝意を表します．

【参考文献】1) 山本哲朗，鈴木素之，村上俊秀，三浦壹章，芋岡敏彦：試作現場せん断試験機による斜面土のせん断強度測定，地盤と建設，Vol.17，No.1，pp.27～33，1999．2) 地盤工学会編：新規制定地盤工学会基準・同解説 (1997年度版) 土の圧密定圧一面せん断試験方法，p.35，1997．