

大阪市立大学工学部 学生員 ○森本 和人

同 正会員 大島 昭彦

研究の目的 一面せん断試験は、一次元圧密・平面ひずみ条件を自動的に満足し、土のせん断強度を直接測定できるため、実用的な試験法である。これまで問題とされていた供試体とせん断箱内面との周面摩擦力の影響や試料粒径の影響は、既に解決された。残る問題として、供試体変形の不均一性がせん断強度に与える影響が挙げられる。この問題に対して、最大粒径0.425mmの砂質土を用いた定圧一面せん断試験では供試体内にレンズ状の変形領域が生じるが、供試体直径 $\phi 120\text{mm}$ に対して高さ H が40mm以上（直径/高さが3以下）であれば、変形領域の最大高さ H' は H によらず13~14mm（ $H=40\text{mm}$ に対しては1/3程度）となり、応力-変位関係はほぼ一致すること¹⁾、変形領域の最大高さ H' でせん断ひずみ、垂直ひずみを定義すれば、その応力-ひずみ関係は単純せん断試験とほぼ一致したため、一面は単純と同等の扱いができる可能性が見出された^{1), 2)}。しかし、これが最大粒径の異なる試料、供試体直径でも成立するかどうか不明である。

そこで、本研究では最大粒径が0.85、2mmの砂質土を用いて、まず供試体寸法を $\phi 60 \times H20\text{mm}$ 、 $\phi 120 \times H40\text{mm}$ にした定圧一面せん断試験を行い、供試体寸法と強度、変形の相似性について調べた。次に同条件の単純せん断試験を行い、一面せん断試験における不均一な変形が結果に与える影響、せん断ひずみの定義の可能性を調べた。

実験方法 試料として大和砂（ $D_{\max}=0.85\text{mm}$ 、 $F_c=6.8\%$ ）、京都砂（ $D_{\max}=2\text{mm}$ 、 $F_c=5.8\%$ ）を用いた。試験は多段式単純せん断試験機を用い²⁾、一面と単純でせん断箱部分を取り替えた。一面では反力板側垂直応力 σ_U を、単純では加圧板側垂直応力 σ_L と σ_U の平均応力 σ_M をせん断中に一定に制御する真の定圧条件で行った。せん断終了時の内部変形を測定するために、図-1のように色砂柱を設置し、試験後、供試体中央部を鉛直に切り出し、色砂柱を写真撮影して変形状態を捉えた。供試体密度は圧密後の相対密度 $D_{rc}=25$ 、75%の2種類に設定した。

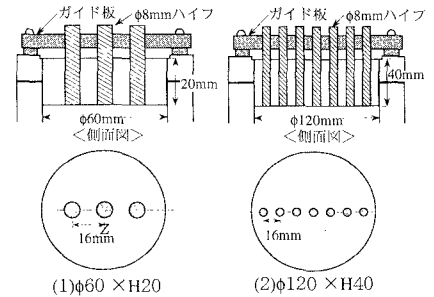
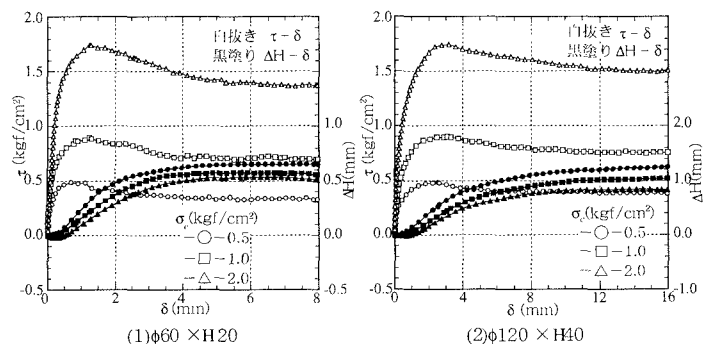
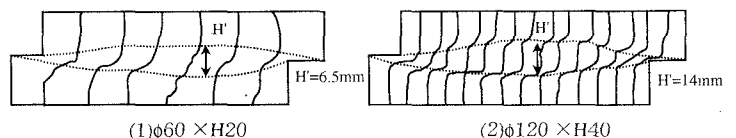


図-1 色砂層の設置方法

供試体寸法の影響 図-2に代表例として大和砂 $D_{rc}=75\%$ における試験結果を比較した。なお、供試体寸法を考慮して $\phi 60 \times H20\text{mm}$ のせん断変位 δ と垂直変位 ΔH は、 $\phi 120 \times H40\text{mm}$ の1/2のスケールで図示している。せん断応力 τ は両者でほぼ一致しており、 δ - ΔH 関係はほぼ相似となっている。

図-3に大和砂 $D_{rc}=75\%$ 、 $\sigma_c=1\text{kgf/cm}^2$ におけるせん断終了時の供試体中央断面の色砂柱境界をトレースして作製した供試体中央部の変形図を示した。図(1)、(2)ともに、変形領域は中央部にレンズ状に生じており、図中に示した変形領域の最大高さ H' は、供試体高さのほぼ1/3程度になっている。以上の傾向は $D_{rc}=25\%$ でも同じであった。

図-2 大和砂 $D_{rc}=75\%$ における応力-変位関係図-3 大和砂 $D_{rc}=75\%$ 、 $\sigma_c=1.0\text{kgf/cm}^2$ における供試体中央部の変形図

定圧一面、定圧単純せん断試験の比較

図-4(1)、(2)にそれぞれ大和砂、京都砂 $D_{rc}=75\%$ 、 $\sigma_c=1\text{kgf/cm}^2$ における一面、単純の応力-変位関係を比較した。両者とも一面の方が τ の立ち上がりが急で、正のダイレイタンスによる膨張量が小さく現れている。

図-5、6に同条件の一面と単純の供試体中央部の変形図を示した。一面では変形領域がレンズ状に生じ、その最大高さ H' は、最大粒径2mmの京都砂でも供試体高さのほぼ1/3程度になっている。一方、単純では全体的な変形が見られる（厳密には、左上から右下に斜めの滑りが生じている）。

先に述べた一面の方がダイレイタンスによる膨張量が小さいのは、一面の変形領域が供試体高さの1/3程度と限定されるため、また一面の方が τ の立ち上がりが急になるのは、同じ変位では単純よりも大きなせん断応力が発揮されるためと解釈できる。

そこで、一面の変形領域の最大高さ $H'=H/3$ でせん断ひずみ γ ($=3\delta/H$)、垂直ひずみ ε ($=3\Delta H/H$) で定義して（単純では $\gamma=\delta/H$ 、 $\varepsilon=\Delta H/H$ ）、応力-ひずみ関係を求め、単純と比較した結果を図-7に示す。両者とも、 $\tau-\gamma$ 関係、 $\varepsilon-\gamma$ 関係ともにほぼ一致しており、定圧条件では一面は単純と同等の扱いができる。これらの傾向は、他の σ_c 、 $D_{rc}=25\%$ でも同じであった。

結論 (1)供試体寸法 $\phi 60 \times H 20\text{mm}$ と $\phi 120 \times H 40\text{mm}$ の定圧一面せん断強度はほぼ一致し、 $\delta-\Delta H$ 関係と供試体内部変形の相似性が確認された。

(2)一面では、供試体の変形領域が中央部に限定されるため、単純に比べて同じせん断変位では τ が大きく、立ち上がりが急になり、ダイレイタンスによる変形量が小さく現れる。

(3)供試体直径と高さの比が3であれば、最大粒径2.0mmの試料の範囲内で、一面の変形領域は供試体高さの1/3程度に限定されるため、この高さでせん断ひずみ、垂直ひずみを定義すれば、定圧条件における一面と単純の応力-ひずみ関係はほぼ一致する。

参考文献 1)大島、他：砂質土の定圧一面せん断試験における供試体高さ・強度・変形特性、第35回地盤工学研究発表会、pp.825～826、2000。2)大島、他：定圧一面、単純せん断試験の供試体変形と強度特性の比較、第34回地盤工学研究発表会、pp.419～420、1999。

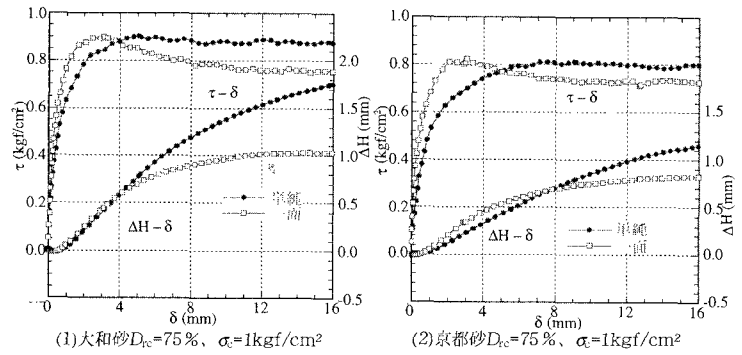


図-4 一面と単純の応力-ひずみ関係の比較

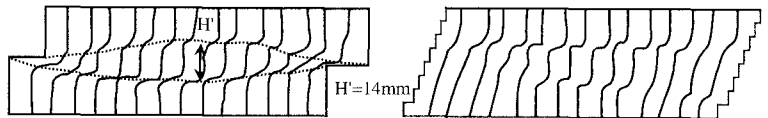


図-5 大和砂 $D_{rc}=75\%$ 、 $\sigma_c=1\text{kgf/cm}^2$ における供試体中央部の変形図

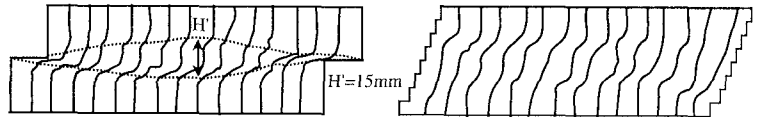


図-6 京都砂 $D_{rc}=75\%$ 、 $\sigma_c=1.0\text{kgf/cm}^2$ における供試体中央部の変形図

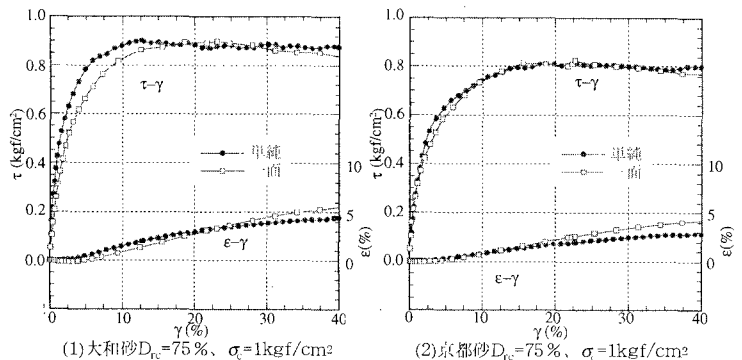


図-7 一面と単純の応力-ひずみ関係の比較