

砂質土の定圧条件における一面、単純せん断試験の強度特性の比較

大阪市立大学大学院 正 大島昭彦
同 ○学 森本和人

まえがき 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、せん断面上の応力を直接測定できるため、実用的に優れた試験法である。しかし、供試体のせん断変形はレンズ状の変形領域が生じて不均一となる。この不均一性が強度・変形特性に与える影響、それによってせん断ひずみの定義ができない問題が残っている。この問題に対して、砂質土の定圧一面せん断試験において、供試体直径 $\phi 120\text{mm}$ に対して高さ H が 40mm 以上（ ϕ/H が3以下）であれば、その変形領域は一定で、その変形領域の最大高さは $13\sim 14\text{mm}$ （高さ 40mm に対して $1/3$ ）程度となること、 $\phi 60\times H 20\text{mm}$ と $\phi 120\times H 40\text{mm}$ で供試体変形は相似となること、変形領域の最大高さでせん断ひずみ、垂直ひずみを定義すれば、単純せん断試験による応力-ひずみ関係とほぼ一致することを既に報告した¹⁾³⁾。

これまでの研究では比較的粒径が小さい試料を対象にしてきたが、変形領域は試料粒径に依存するとも考えられる。ここでは3種類の最大粒径が異なる砂質土を用いて、真の定圧条件で一面せん断試験と単純せん断試験を行い、両者の比較から、一面の不均一な変形が結果に与える影響、せん断ひずみの定義を検討した結果を報告する。

実験方法 試料は、最大粒径 0.425mm の三隅砂、 0.85mm の大和砂、 2mm の京都砂を用いた。試料の粒度を図-1に、物理性質を表-1に示した。試験は供試体寸法 $\phi 120\times H 40\text{mm}$ の多段式単純せん断試験機を用い²⁾、せん断箱部分を取り替えて一面、単純せん断試験を行った。一面では反力板側垂直応力 σ_v を、単純では加圧板側垂直応力 σ_c と σ_v 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。

供試体は最適含水比 w_{opt} の試料を締固め法によって作製した。ただし、供試体の内部変形を見るために、図-2に示すように供試体中央部に色砂柱を設置した。ガイド板を用いてパイプを設置した後、周りに試料を入れて供試体直径に等しい半円底板を持つランマー（質量 1.25kg ）で締固め、その後パイプ内に同一試料を油性インクで着色した色砂を入れ、同一密度になるように突き棒で突固めて作製した。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。

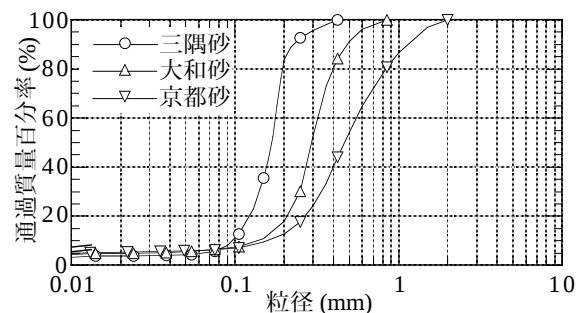


図-1 試料の粒度

表-1 試料の物理性質

試料	D_{max} (mm)	F_c (%)	U_c	ρ_s (g/cm^3)	ρ_{dmin} (g/cm^3)	ρ_{dmax} (g/cm^3)	w_{opt} (%)
三隅砂	0.425	5.8	1.8	2.67	1.28	1.52	19.0
大和砂	0.85	6.5	2.3	2.67	1.34	1.62	17.4
京都砂	2.0	6.4	3.4	2.67	1.41	1.73	14.1

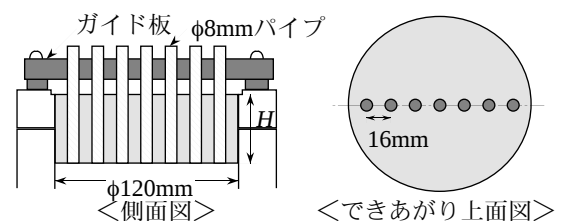


図-2 色砂柱の設置方法

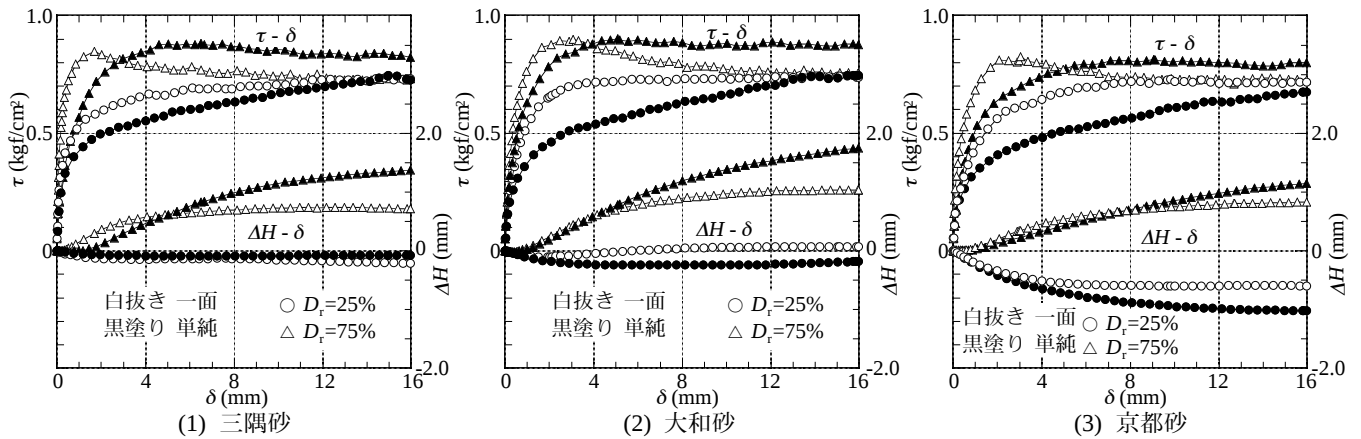
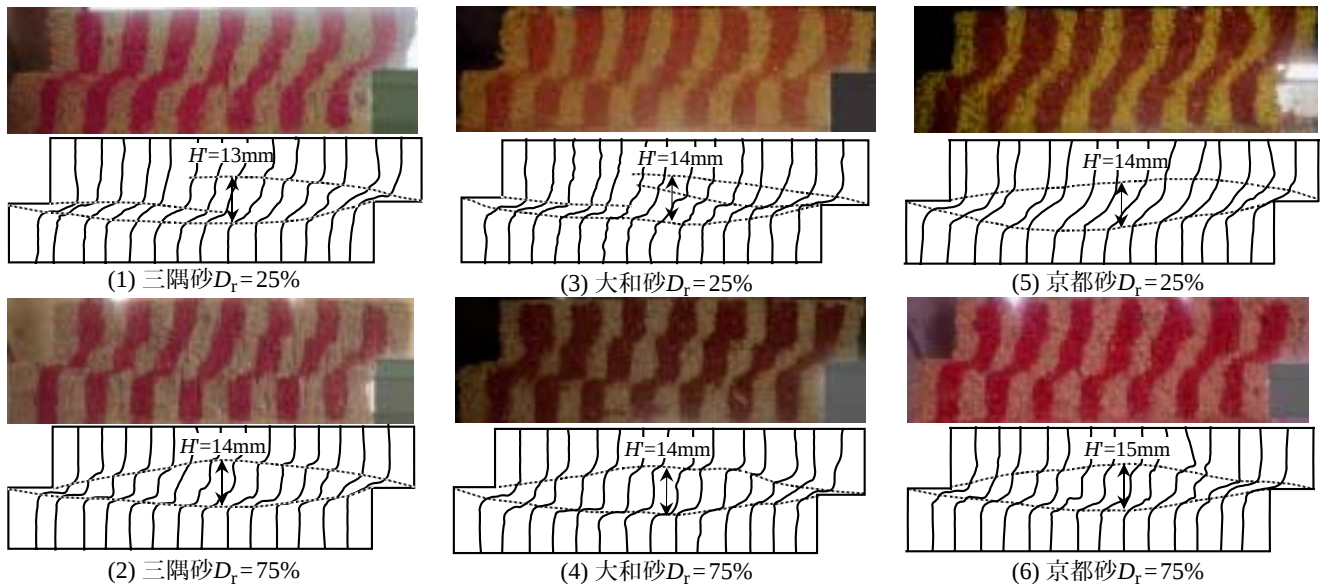
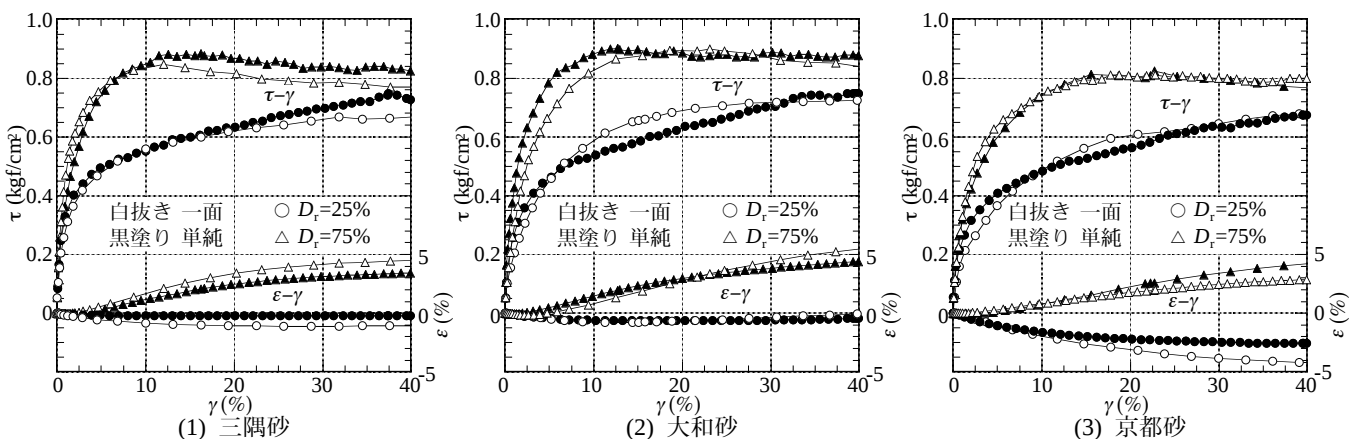
定圧一面、定圧単純せん断試験の比較 図-3に各試料毎の $\sigma_c=1\text{kgf}/\text{cm}^2$ における一面、単純の応力-変位関係を示した。各試料とも一面の方が τ の立ち上がりが急で、 $D_{rc}=25\%$ の負のダイレイタンスによる収縮量が小さく、 $D_{rc}=75\%$ の正のダイレイタンスによる膨張量が小さく現れている。しかし、 τ のピーク値は両者でほぼ一致している。

図-4に各試料毎の $\sigma_c=1\text{kgf}/\text{cm}^2$ における一面の供試体中央部の変形写真とそのトレース図を示した。変形領域はレンズ状に生じ（ $D_{rc}=25\%$ ではやや不明瞭であるが）、その最大高さ H' は、各試料の $D_{rc}=25$ 、 75% とも供試体高さのほぼ $1/3$ 程度となっている。前述した一面の方がダイレイタンスによる膨張量、収縮量が小さくなるのは、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ひずみが生じ、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 $H'=H/3$ を基に、せん断ひずみを $\gamma=3\delta/H$ 、垂直ひずみを $\varepsilon=3\Delta H/H$ で定義し

Key Words: 一面せん断試験、単純せん断試験、定圧せん断、供試体変形、砂質土

〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL 06-6605-2996 FAX 06-6605-2726

図-3 一面，単純の応力－変位関係 ($\sigma_c = 1 \text{ kgf/cm}^2$)図-4 一面，単純の供試体中央部の変形図 ($\sigma_c = 1 \text{ kgf/cm}^2$)図-5 一面，単純の応力－ひずみ関係 ($\sigma_c = 1 \text{ kgf/cm}^2$)

て応力－ひずみ関係を求め，単純 ($\gamma = \delta/H$, $\varepsilon = \Delta H/H$) と比較した結果を図-5 に示す。多少のずれはあるが，各試料の $D_r = 25, 75\%$ と両者の τ - γ , ε - γ 関係はほぼ一致している。

以上から，最大粒径 2.0mm までの試料で，供試体の直径／高さ=3 の条件で，一面のせん断ひずみ，垂直ひずみは供試体高さの 1/3 で定義でき，定圧条件における一面と単純の応力－ひずみ関係は一致するといえる。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 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と強度・変形特性，第 35 回地盤工学研究発表会，pp.825～826, 2000.
- 3) 森本，他：砂質土の定圧一面，単純せん断試験における強度特性と供試体変形の比較，平成 13 年度土木学会関西支部年次学術講演会，III-16, 2001.