

III-175

定体積一面せん断試験における砂の変形

労働省産業安全研究所 正会員 玉手 聡

北海道大学工学部 正会員 澁谷 啓・三田地 利之

北海道大学大学院 学生員 高田 増男

1. はじめに

定体積一面せん断試験におけるせん断箱内部の供試体の変形状況については、あまりよく知られていない。本報告は、ややゆる詰めな豊浦砂の定体積一面せん断試験におけるせん断箱内の砂のひずみ分布について調べ、供試体高さが供試体境界面で測定される荷重と変位に与える影響について考察する。

2. 定体積一面せん断試験

実験に用いた試料の物理定数および試験装置とその主要な特徴は既報¹⁾に示した通りである。箱内部の砂の動きは、せん断箱の前面で水平変位 h が 0 から 10mm の間で連続的に写真撮影を行って記録している。初期間隙比 e_0 は鉛直応力 σ_v がゼロのもとで測定を行った。所定の σ_v まで供試体を一次元圧密し、供試体の鉛直変位 (v) が一定になったのを確認後、鉛直荷重荷軸を固定することにより定体積条件 ($\delta v = 0$) を確保した。せん断は、下側の箱を水平方向に一定速度 0.25mm/min で変位させて行った。

理想的な単純せん断に近い変形を実現するために、上下せん断箱間隔 d を平均粒径 D_{50} の約 20 倍である 3mm とした²⁾。上下せん断箱の内壁部分にグリースを塗った 0.2mm 厚のラテックスシートを使用した。ラテックスシート上に 5mm 角の四角形から成る格子線を描いた。

v - h 座標の二次元解析において、鉛直ひずみ ε_v と水平ひずみ ε_h は格子交点の変位から微小変形理論によって計算した。これらのひずみは圧縮を正とし、

一つの正方形要素において 4 つの三角形要素から計算されるひずみ量の平均値とした。

3. 考察

図-1 は $e_0 = 0.789$ ($D_r = 50\%$) のややゆる詰め供試体の、 τ_h/σ_v と v と h の関係である。せん断中の供試体は、上下境界面の間では定体積に維持され

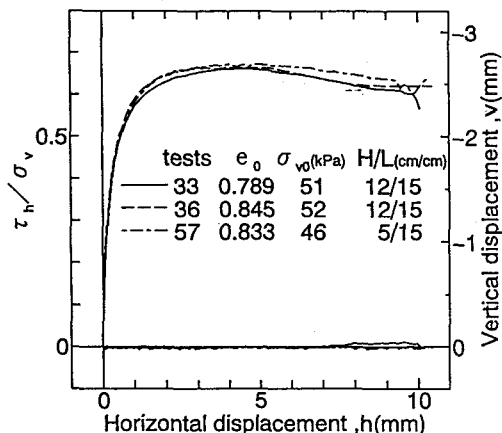


図-1 定体積試験での応力比～水平変位関係の比較

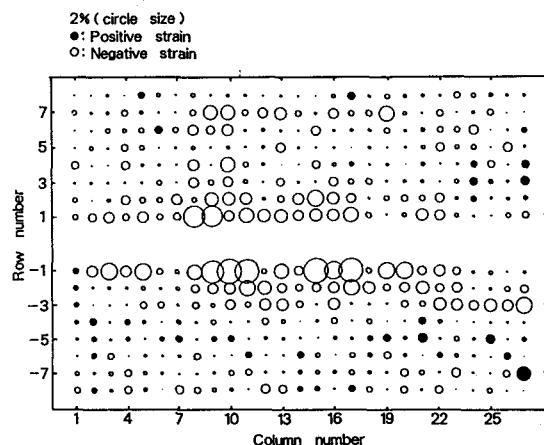


図-2 体積ひずみ ($\varepsilon_v + \varepsilon_h$) の分布

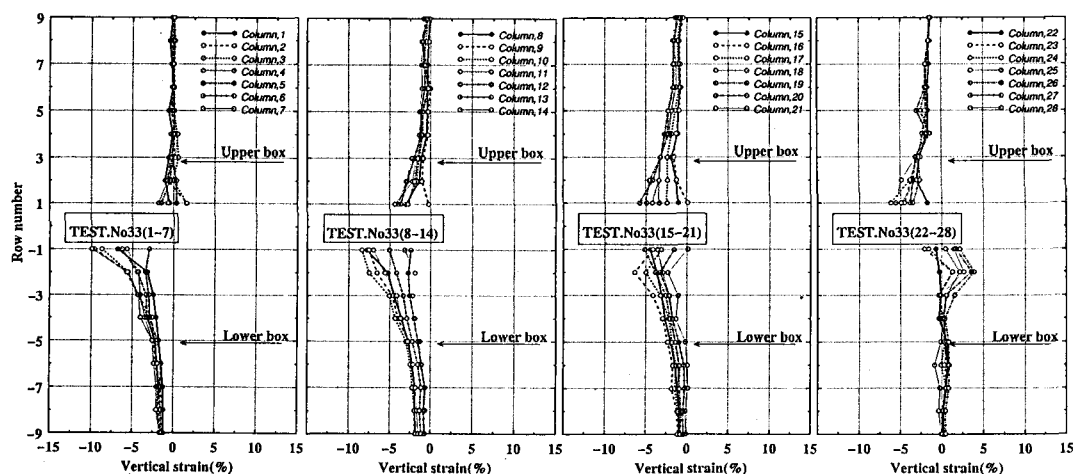


図-3 平均累積鉛直ひずみの分布

ていることがわかる。応力比は水平変位 h が約 3mm でピークとなり、ピーク以降は緩やかに減少している。また、供試体の高さが 12cm と 5cm の場合の試験結果(試験 36 と 57) は類似している。

$h=0$ から 10mm における体積ひずみ

$\varepsilon_h + \varepsilon_v$ の分布を図-2に示す。圧縮を黒丸、膨張を白丸で表している。変形解析に用いた格子要素は図中の行と列の組み合わせによって表される。膨張している部分が上箱と下箱のせん断面に隣接した薄い水平な部分に層状に見られた。この厚さは約 2cm である。また、上せん断箱内の土の上側半分と下せん断箱内の下側半分には、せん断中に大きな変形は生じていないことがわかる。

平均累積鉛直ひずみ分布の解析結果を図-3に示す。鉛直ひずみ ε_v の平均累積ひずみ $\bar{\varepsilon}_v$ は下式から計算した。

$$\bar{\varepsilon}_v = \frac{\sum_{j=1}^m \varepsilon_{vj}}{m} \quad (1)$$

(1) 式中の m は図-2に示した行の数である。せん断面から上下せん断箱のそれぞれ上端、下端方向に $\bar{\varepsilon}_v$ を算出した。図-3において、上箱と下箱のせん断面に近い部分で鉛直方向のひずみが発生しているが、その範囲はおよそせん断層境界から約 2cm までであることが

わかる。このことから、せん断面から 2cm 以上離れた位置に境界が存在する限り、供試体境界面で測定する荷重と変位の関係は、境界の位置にほとんど影響されないと考えられる(図-1参照)。

結論

上下せん断箱のすき間を 3mm (一定) とした豊浦砂の定体積一面せん断試験において、せん断面から鉛直方向に約 2cm の部分にのみ変形が生じていることがわかった。供試体の高さを 12cm と 5cm に変えて試験した結果、供試体境界面で測定した荷重と変位の関係は類似していた。

参考文献: 1) 澁谷・三田地・北島: 境界応力可測型一面せん断試験装置の試作, 第 27 回土質工学研究発表会, pp7-10。2) 北島・澁谷・三田地: 砂の一面せん断強度に及ぼす上下せん断箱間隔の影響, 第 27 回土質工学研究発表会, pp567-568。3) 玉手・澁谷・三田地: 一面せん断試験における砂の変形挙動の観察, 第 29 回土質工学研究発表会。4) Pradhan, T. B. S., Tatuoka, F. & Horii, N. 1988. Strength and deformation characteristics of sand in torsional simple shear. *Soils and Foundations*, 23-3:131-148.