

III-173

一面せん断強度における載荷板の拘束条件の影響

（株）フジタ 正会員 北島 明

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 岩橋 輔

1. はじめに

一面せん断試験はせん断層をあらかじめ指定する直接せん断試験の一種であることから、土の強度特性をクーロンの破壊規準式の形で求めることができ、原理的に分かりやすい。また試験機・試験方法が簡便、定圧でのせん断が容易、一次元圧密が容易などの利点を有することから直接型のせん断試験機の中でも古くから広く用いられている。しかし、豊浦砂による全国一斉試験結果¹⁾などから、そのデータにはばらつきが多く、礫質材料の強度を過大に評価する傾向にあるため、強度試験として適していないように考えられている。その主な原因として一面せん断試験装置および試験方法が基準化されていないことが挙げられる。つまり、試験装置および試験方法が基準化されればデータのばらつきも抑えられ、強度試験として十分活用される可能性がある。

一面せん断供試体における理想的な応力および変形条件は単純せん断である。北海道大学工学部土質工学講座では、単純せん断モードの実現のための試験装置および試験方法の最適化を目的として『境界応力可測型一面せん断試験装置』を新たに開発し²⁾、これまでの一連の豊浦砂の定圧排気試験からせん断面上の平均鉛直荷重の正確な測定方法、鉛直応力分布の均一性の向上のための装置の工夫およびせん断強度に及ぼす上下せん断箱の隙間の影響について一応の結論を得ている³⁻⁴⁾。

本論文ではこれらの知見をふまえて新たに実施した、在来型と改良型試験機の比較（載荷板の回転に着目して）に関する検討結果を報告する。

2. 試験

試験装置および試験方法の詳細については文献2)を参照されたい。

図-1にせん断箱の概略を示す。載荷板は載荷ピストンに剛結したタイプと、 W 1測定用のロードセル（EL1）と載荷ピストンとの間に金属球を挿入し、載荷板の自由な回転を可能にしたタイプで試験を行った。

3. 試験結果および考察

これまでの知見から結果の整理および解釈には、供試体と上せん断箱内壁との摩擦の影響がなくせん断面上の正しい平均鉛直応力に近い

$(\sigma_v)_{lower}$ を用いた。豊浦砂における載荷板のタイプを変えた試験結果の比較を表-1に示す。

図-2(a)、図-2(b)は豊浦砂の e_o 、 σ_v および H/L が同様の2つの供試体の載荷板の回転を許したものと固定したものと

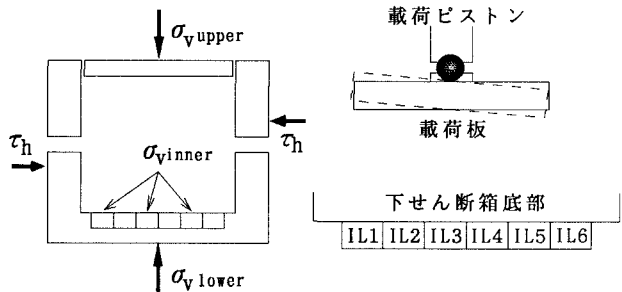


図-1 せん断箱の概略図

表-1

No	試験種類	e_o	D_r %	$(\sigma_v)_{upper}$ (kPa)	ϕ_{ds}/ν (deg.)	
					max	residual
056	定圧	0.65	88	49	39.5/13.0	32.5
065	定圧	0.64	91	49	44.3/16.8	34.8
069	定圧	0.65	88	49	40.5/13.3	N.D.
084	回転	0.68	80	49	32.7/N.D.	30.8
085	回転	0.65	88	49	34.3/N.D.	30.0
086	回転	0.65	88	49	36.0/N.D.	32.5

residual: at $\nu \approx 0$ after peak

のの定圧せん断試験について、水平変位(h)～せん断抵抗角(ϕ_{ds})～ダイレイタンシー角(ν)の関係の比較である。ここで、

$$\phi_{ds} = \tan^{-1}(\tau_h / (\sigma_v)_{lower}),$$

$$\nu = \tan^{-1}(-\Delta V / \Delta h)$$

とし、載荷ピストンの動きから求めた供試体の鉛直変位において、圧縮を正としている。

図-2(b)および表-1から、載荷板が回転可能な試験ではせん断が進むに従い載荷板が図-1の破線で示したように約4°傾いた。また、明確なピークがみられず、ピーク強度は固定するタイプの残留強度程度でしかない。なお、載荷板の回転しない試験での ϕ_{ds} の最大値は単純せん断強度に近いことが分かっている。

鉛直変位 Δv は載荷ピストンの上下変位をダイヤルゲージで読みとったが、載荷板が回転する場合の試験では載荷軸の変位が供試体の体積膨脹を正しく反映しない。従って、測定されたダイレイタンシー角の意味が希薄になる。このことから、表-1では載荷板が回転するタイプ(test No. 84～86)の試験結果に ν を示していない。

図-3は、下せん断箱の底面に設置した6分割のロードセルで測定した鉛直応力 $[(\sigma_v)_{inner}]$ の分布を示したものである。横軸のX=0が下せん断箱の左端でX=1が右端をそれぞれ表している(図1参照)。それぞれのピーク強度を示したときのせん断箱内の応力分布を比較してみると、回転するタイプの方が著しく非一様になっており、IL3～IL6で測定した鉛直応力はかなり低い。逆にIL1、IL2は平均鉛直応力(49 kPa)の1.5倍以上かかっており、せん断抵抗は載荷板を固定するタイプと比べて局所的かつ高い拘束圧のもとで発揮されていると考えられる。境界での鉛直応力分布から判断しても進行性破壊が生じやすくなっていることがわかる。

4. まとめ

密詰め豊浦砂供試体の定圧試験において、載荷板の回転を許した場合、明確なピークが得られず、せん断抵抗角の最大値は残留強度に近くなった。また、供試体底部での鉛直応力の分布も著しく非一様であった。

参考文献

- (1) 土のせん断試験法に関する基礎的研究, 土質工学会第2章, 1968.
- (2) 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, pp. 7～10, 1992a.
- (3) 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, pp. 567～568, 1992b.
- (4) 澁谷・三田地・北島: 豊浦砂の一面せん断強度の定量的評価に関する一考察, 第47回土木学会年次学術講演会, p. 348～349, 1992c.

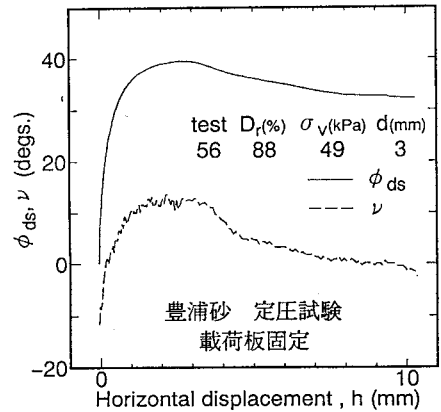


図-2(a)

せん断抵抗角とダイレイタンシー角の関係
(載荷板固定)

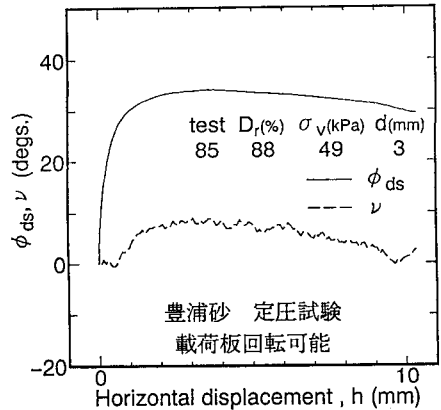


図-2(b)

せん断抵抗角とダイレイタンシー角の関係
(載荷板回転)

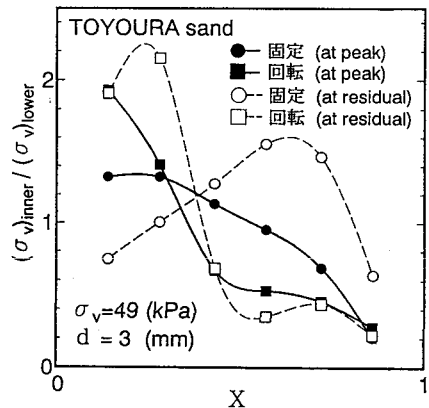


図-3 せん断箱底部での鉛直応力分布の比較