

Ⅲ-147

定体積一面せん断試験における砂の強度・変形特性

横浜国立大学大学院（学）○工藤 敏邦

横浜国立大学工学部（正） プラダン・テージ

横浜国立大学工学部（正） 今井 五郎

1. はじめに： 一面せん断試験において定体積試験は非排水試験と同じ意味があるといわれているために、地盤の短期安定問題を考える上で定体積試験の重要性は高いと思われる。しかし今までに行われている一面せん断試験の研究は砂に関しては、定圧試験のものがほとんどであり、定体積試験についての研究はほとんど行われていないのが現状である。本研究では大型の新型一面せん断試験機を用いて、3種類の砂に対して定体積一面せん断試験を行い、さらに定圧一面せん断試験の結果と比較検討した。

2. 試料及び試験方法： 試験に使用した試料は豊浦標

表-1 各砂の物理的特性

準砂、Ticino 砂および Hostun 砂の3種類であり、空中落下法で供試体を作成した。この3種類の砂の物性を表1に示す。試験は所定の鉛直応力で圧密し、その後

	e_{min}	e_{max}	D_{50}
Toyoura Sand	0.605	0.977	0.160
Ticino Sand	0.590	0.960	0.502
Hostun Sand	0.550	0.890	0.310

にせん断速度 $dh/dt=0.25\text{mm/min}$ (h ：水平変位) でせん断を行った。せん断中は供試体の定体積条件を保つため、鉛直変位が $\pm 0.005\text{mm}$ 以内に収まるように鉛直応力を制御した。まず各砂ごとに上下せん断箱間隔（以下スパーシング d ）が強度に及ぼす影響を調べ、強度が一定値を示す最適スパーシングを求めた。更にこの最適スパーシングを用いて供試体の密度及び初期鉛直応力を変化させた試験を行った。

3. 試験結果及び考察： 図1は豊浦砂についてスパーシング d を段階的に変化させて試験を行い、内部摩擦角 $\phi_{ds} = \tan^{-1}(\tau/\alpha_v)_{max}$ を d に対してプロットした図である。この図より、定圧試験においてはスパーシングが極端に小さい値での破壊時の強度は明らかに大きくなっている¹⁾のに対して、定体積試験においてはスパーシングの影響はほとんどないことが分かる。このことは定体積試験で生じるせん断層の幅は極端に薄いとして理解できよう。定体積試験では定圧試験よりも大きな鉛直応力で破壊するために、せん断層の中の粒子が破碎する可能性も高くなる。そのため破碎して細くなった粒子によってごく薄いせん断層が形成されているのであろう。平面ひずみ試験においても、拘束圧が大きくなるとせん断層が薄くなるということが報告されている³⁾。この傾向は Ticino 砂、Hostun 砂でも見られた。以上より、最適スパーシングは定圧試験と同じ値、豊浦砂では3mm、Ticino 砂では5mm、Hostun 砂では4mmで試験を行った。図2は Hostun 砂の中密供試体に対する応力経路である。この図は砂の一般的な有効応力経路と類似している。せん断初期の α_v の減少および変相点以降の増加が見られる。また図3は図2と同じケースの試験の応力比と鉛直応力の関係である。この図より鉛直応力は変化し、破壊時の鉛直応力は初期鉛直応力とは異なる値であることが分かる。この破壊時の鉛直応力の値は、供試体が密になるほど大きくなる傾向にある。図4では Hostun 砂について、破壊時の鉛直応力をパラメータに定圧、定体積試験の強度の比較を行った²⁾。この図から定圧試験と同様に定体積試験でも、鉛直応力が大きいほど強度が小さくなる鉛直応力依存性があることが分かる。この原因としては鉛直応力が大きいほどせん断層内の粒子が破碎しやすくなり、強度が低下すると考えられる。この粒子破碎の程度は鉛直応力レベルによって決まるために、強度を初期鉛直応力によって評価すると粒子破碎の影響を精度良く評価できないので、強度を評価するためには、この図のように破壊時の鉛直応力を用いて行うべきである。この図から Hostun 砂について定圧試験と定体積試験の強度はほぼ一致したといえる。これは同一密度、同一鉛直応力下での砂の粒子の状態は定圧、定体積の違いによらず同じであるということに

起因すると思われる。ここで定圧試験では試験中に供試体の密度が変化するが、最大で3%程度であり比較に影響はないと判断した。豊浦砂の密詰め供試体で定体積試験の強度が定圧試験の強度より 2° 程度大きく出たが、他の砂においては両試験の強度はほぼ一致した。

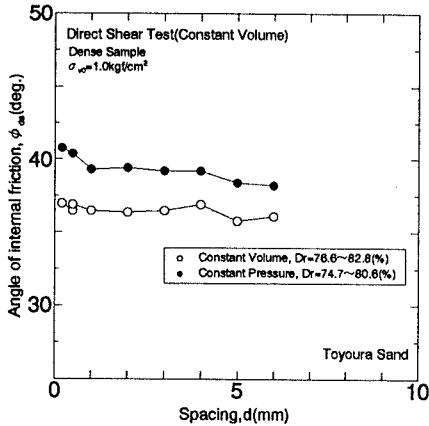


図-1 強度に及ぼすスペーシングの影響

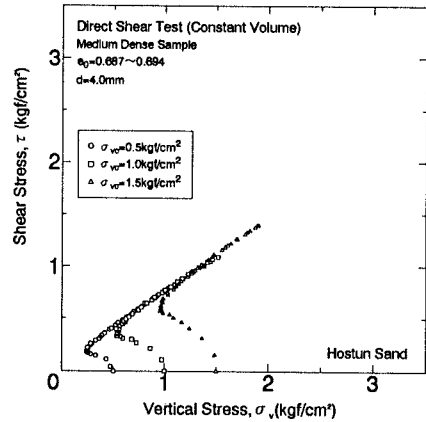


図-2 せん断応力-鉛直応力関係

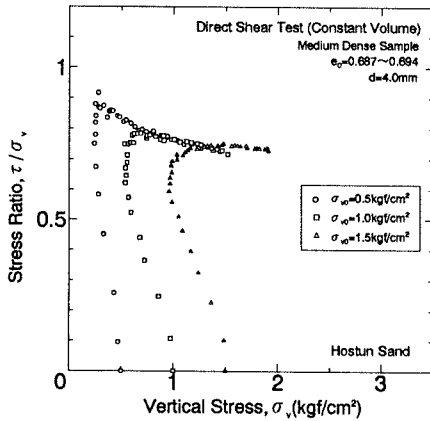


図-3 応力比-鉛直応力関係

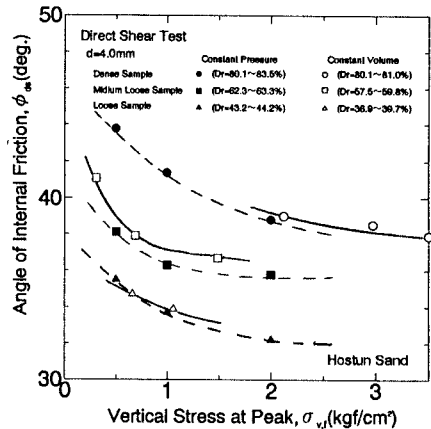


図-4 定圧・定体積試験の強度の比較

4. 結論：本研究の結論を以下に述べる。

- ① 定体積一面せん断試験の強度に及ぼすスペーシングの影響はほとんどなかった。
- ② 砂の種類、密度に関らず定体積一面せん断試験の強度には鉛直応力依存性が認められた。
- ③ 定体積一面せん断試験と定圧一面せん断試験の強度は初期密度が等しく、破壊時の鉛直応力が等しい場合にのみほぼ一致する。

〈参考文献〉1) 藤谷ら(1993)：一面せん断試験における砂の強度・変形特性、土木学会第48回年次学術講演会概要集、pp882-883。2) 中丸ら(1994)：種々の砂の一面せん断試験における強度・変形特性、土木学会第49回年次学術講演会概要集、pp342-343。3) プラダンら(1994)：砂の平面ひずみ試験における Shear Band の特徴、第29回土質工学研究発表会講演集、pp467-470。