

### III-A 16 砂の一面せん断定圧試験における供試体寸法と許容粒径の関係

大阪市立大学工学部 正 大島昭彦 高田直俊  
東洋建設(株) 正 ○坂本佳理

**まえがき** 粗粒土の試験においては、試料の最大粒径に対して必要な供試体の最小寸法、あるいは供試体寸法に対して許容できる試料の最大粒径を明らかにしておく必要がある。特に一面せん断試験の供試体は剛なせん断箱と加圧板で囲まれており、変形の拘束が強いので、許容粒径を越える試料を用いると過大な強度が得られる。この問題に対する既往の研究結果は、主として供試体直径と試料の最大粒径の関係で調べられ、直径6cm、層厚2cmの標準供試体の適用限界は、最大粒径1mm、平均粒径0.6mmと報告されている<sup>1)</sup>。また供試体層厚も強度に影響するといわれているが、これは供試体とせん断箱内面の周面摩擦力の影響によるもので、せん断面上の垂直応力で強度を整理すれば、層厚の影響はほとんどないことが報告されている<sup>2)</sup>。ここでは、最大粒径の異なる4種類の砂を4通りの相似な供試体寸法で定圧せん断することによって得た供試体寸法と許容粒径の関係を報告する。

**実験方法** 用いた試料は、豊浦砂、大和川下流の川砂、京都府城陽市の川砂、大和川中流の川砂の4種類（それぞれ産地と最大粒径から、豊浦0.425、大和0.85、京都2.0、大和4.75と呼ぶ）で、粒度を図-1に、物理性質を表-1に示した。

試験条件を表-2にまとめた。試験機はせん断面上の垂直応力  $\sigma_v$  を加圧板上部で直接測定する形式<sup>3)</sup>で、同じ試験機でせん断箱を取り替えることによって供試体の[直径  $\phi$ (mm)、層厚  $H$ (mm)]を[60, 20], [90, 30], [120, 40], [150, 50] の4通りに変えた。いずれも  $\phi/H=3$  の相似形である。それぞれの供試体の[せん断変位速度(mm/min)、最終変位(mm)]は、[0.4, 8], [0.6, 12], [0.8, 16], [1.0, 20]で、[せん断変位/供試体層厚]で定義したせん断ひずみ速度とせん断ひずみが、いずれも2%/min、40%になる。供試体は乾燥状態の試料を空中落下法で所定の密度に作製し、上下せん断箱の隙間は0.5mm<sup>4)</sup>とし、下部の加圧側垂直応力一定の従来型定圧試験<sup>3)</sup>を行った。

**実験結果** 図-2, 3にそれぞれ大和0.85、京都2.0の  $D_r=75\%$ 、 $\sigma_c=1\text{kgf/cm}^2$  の供試体寸法による比較例を上述したせん断ひずみ  $\gamma$  と応力比  $\tau/\sigma_v$ 、垂直変位  $\Delta H$  の関係で示した。図-2の大和0.85の  $\tau/\sigma_v-\gamma$  関係は、供試体寸法によらずほぼ一致し、 $\tau/\sigma_v$  が最大となる  $\gamma$  もほぼ等しい。 $\Delta H-\gamma$  関係は、せん断初期には供試体寸法（層厚）が大きいものほど  $\Delta H$  は大きい傾向が見られるが、その後はほぼ一致し、 $\Delta H$  が収縮から膨張に転じる  $\gamma$  もほぼ等しい。したがって大和0.85では、供試体寸法によらず相似なせん断変形が生じているため、 $\phi 60 \times H 20$  で許容粒径の範囲にあると考えられる。これらの傾向は  $D_r=25\%$  でも、また豊浦0.425でも同じであった。

図-3の京都2.0の  $\tau/\sigma_v-\gamma$  関係は、初期の立ち上がりは一致しているが、その後は供試体寸法が小さいほど強い。また  $\tau/\sigma_v$  が最大を生じる  $\gamma$  も供試体寸法が小さいほど大きい。 $\Delta H-\gamma$  関係は、供試体によってばらつき、一定の傾向はない。したがって京都2.0では、せん断変形は相似でなく、粒径の影響がでている。少なくとも  $\phi 120 \times H 40$  以下は許容粒径の範囲にないと考えられる。これらの傾向は  $D_r=25\%$  でも、また大和4.75でも同じであった。

図-4～7に各試料の摩擦角と供試体直径の関係を示した。摩擦角  $\phi_d$  は  $\tan^{-1}(\tau/\sigma_v)_{\max}$  で定義している。粒径が大きい試料ほど  $\phi_d$  は大きい傾向にある。前述したように豊浦0.425、大和0.85では供試体直径および  $D_r$  によらず  $\phi_d$  はほぼ一致している。京都2.0では供試体直径120以下で、また大和4.75ではいずれの供試体直径でも過大な  $\phi_d$  が得られている。また密度が高い方がこの傾向は強い。

供試体の許容粒径を供試体直径と試料の最大粒径の比  $\phi/D_{\max}$  で定義すれば、大和0.85で  $\phi 60$  は許容範囲といえる

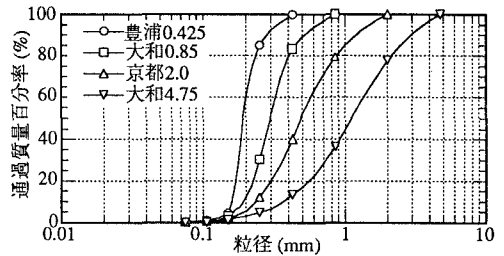


図-1 試料の粒度

表-1 試料の物理性質

試料	$D_{\max}$ (mm)	$D_{50}$ (mm)	$F_c$ (%)	$U_c$	$\rho_s$ ( $\text{g/cm}^3$ )	$\rho_{\max}$ ( $\text{g/cm}^3$ )	$\rho_{\min}$ ( $\text{g/cm}^3$ )
豊浦0.425	0.425	0.19	0	1.3	2.65	1.63	1.36
大和0.85	0.85	0.30	0	1.7	2.67	1.65	1.37
京都2.0	2.0	0.49	0	2.4	2.67	1.71	1.41
大和4.75	4.75	1.10	0	3.6	2.67	1.80	1.43

表-2 試験条件

密度 $D_r$ (%)	供試体寸法 (mm)	圧密圧力 ( $\text{kgf/cm}^2$ )
25	$\phi 60 \times H 20$	0.5
	$\phi 90 \times H 30$	1.0
	$\phi 120 \times H 40$	2.0
	$\phi 150 \times H 50$	

大和4.75の  $\phi 60 \times H 20$  は省く。

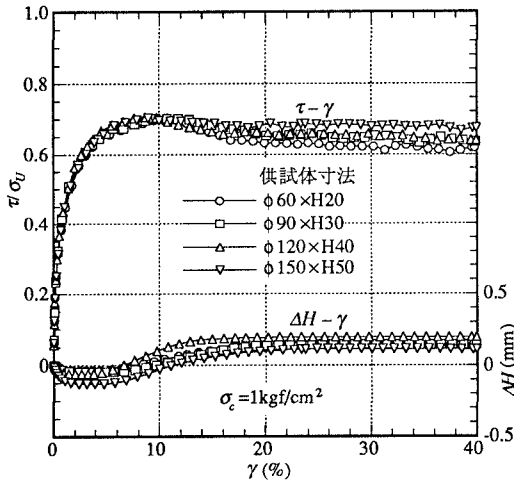


図-2 大和0.85,  $D_r=75\%$ における供試体寸法の比較

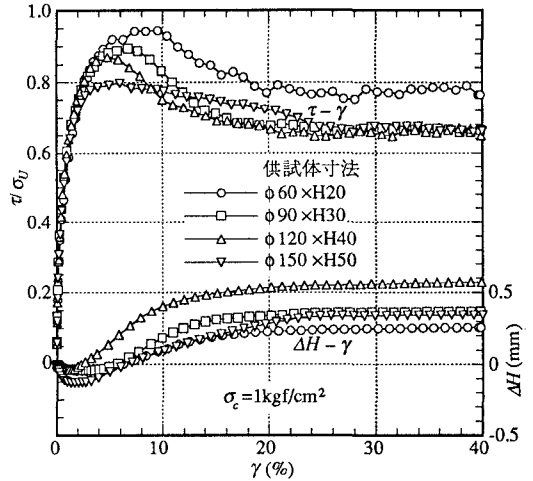


図-3 京都2.0,  $D_r=75\%$ における供試体寸法の比較

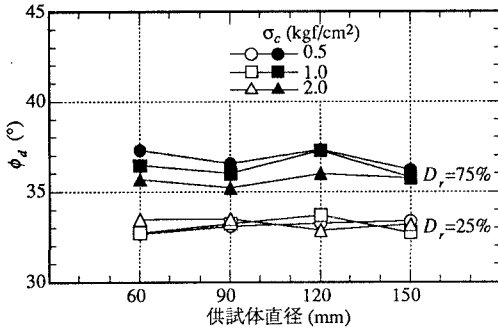


図-4 豊浦0.425の摩擦角と供試体直径の関係

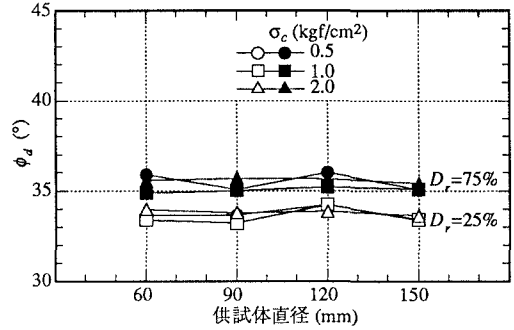


図-5 大和0.85の摩擦角と供試体直径の関係

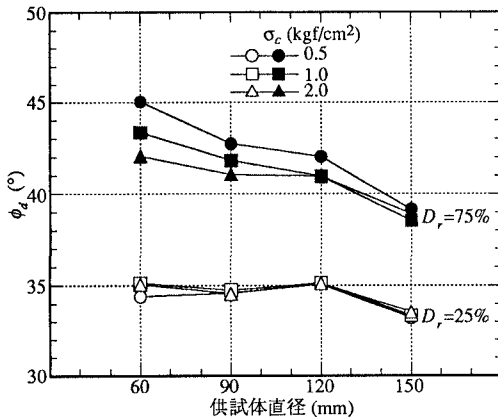


図-6 京都2.0の摩擦角と供試体直径の関係

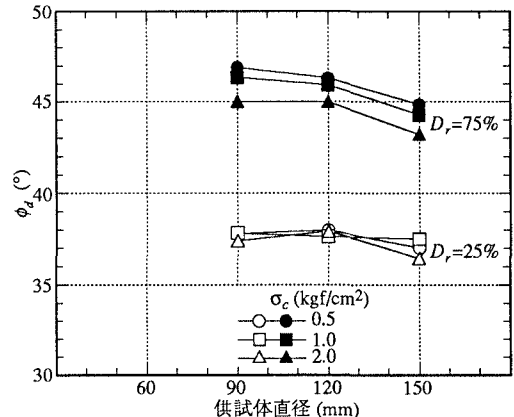


図-7 大和4.75の摩擦角と供試体直径の関係

ので、 $\phi/D_{max} \leq 70$ 。京都2.0で $\phi 120$ は不十分、 $\phi 150$ は許容範囲とすれば、 $60 < \phi/D_{max} \leq 75$ 。よって今回用いた試料の範囲では、供試体直径は試料の最大粒径の70倍（平均粒径で200~250倍）程度必要と結論づけられる。

ただし、今回用いた試料は細粒分のない粒径のそろった試料の結果であり、粒度の良い試料では上記条件がゆるくなる可能性があるが、この点については今後検討していきたい。

参考文献 1) 本郷, 他: 一面せん断試験機の自動化と適用性, 直接型せん断試験の方法と適用に関するシンポジウム, pp.135~140, 1995. 2) 高田, 他: 一面せん断定圧試験における供試体層厚の影響, 第31回地盤工学研究発表会(投稿中), 1996. 3) 大島, 他: 一面せん断従来型定圧試験と真の定圧試験の比較, 第31回地盤工学研究発表会(投稿中), 1996. 4) 大島, 他: 一面せん断定圧試験における上下せん断箱の影響, 第31回地盤工学研究発表会(投稿中), 1996.