

III-12

粒度分布の異なる礫質土の強度特性

日本大学大学院工学研究科 学生員○横山 雄三

日本大学工学部土木工学科 正会員 森 芳信

1. はじめに

土の力学的性質に影響を与える要因は、土粒子の材質、粒度組成、粒子形状などの一次性質、あるいは密度、含水量、骨組構造などの二次性質に分けられる。本文では、これら要因のうち粒度組成に着目し、大型一面せん断試験装置を用いて、異なる粒度分布に調整した試料を対象にせん断試験を行い、その強度特性について検討した。

2. 試料・試験方法

試料は、福島県南会津郡下郷町大字音字背戸ノ原地区の段丘堆積層から採取した礫質土を用いた。試料の物理的性質を表-1に示す。これを水洗いし、粒子表面に付着した細粒分を洗い流した。その後、水洗いしたものを乾燥させ、含水比を一定にし、ふるい分けによって50%粒径が同一で異なる粒度分布をもつ3つの試料を作成した。試料の粒径加積曲線を図-1に、試験条件を表-2に示す。次に、この試料の9.5~19.0mm、19.0mm~26.5mm、26.5~37.5mmの粒径範囲における粒子形状の性質を調べた。粒子形状の評価は、細長率、扁平率、球形度、円磨度、角張り度の5種類の定量化方法を用いた。なお、細長率はZinggの定義、球形度はWadellの定義によって求め、円磨度、角張り度は、それぞれKrumbein, Leesの作成した視覚印象図によって求めている^{2~4}。また、粒径の代表値は粒径範囲の平均値とした。図-2には、粒子形状を定量化した値と粒径の関係の一例を示す。この結果から、各粒径範囲における細長率は、ほぼ同じ値で同様のばらつきをもっていることが認められる。また、他の粒子形状を定量化した値と粒径の関係も同様の結果が得られた。したがって、今回の試料について、細長率、扁平率、球形度、円磨度、角張り度によって粒子形状を表現すると、各粒径範囲における粒子形状の違いは認められない。つまり、粒径による粒子形状の違いはないと考えられる。

試験は、まず試料を直径30cmのせん断箱に、高さ30cmに締固めて供試体を作成した。供試体は、供試体作成時の乾燥密度が同一になることを目標に作成した。次いで、垂直応力を49kPa、98kPa、196kPaの3段階に変化させて圧縮した。圧縮終了時は3t法で決定した。そして、垂直応力を一定に保ったまま、せん断変位速度1.5mm/minでせん断を行った。

表-1 試料の物理的性質

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.678
液性限界 w_L (%)	22.70
塑性限界 w_p (%)	NP

表-2 試験条件

最大粒径 D_{max} (mm)	均等係数 U_c	曲率係数 U_c'	50%粒径 D_{50} (mm)
9.5	1.63	0.968	3.45
19.0	3.52	0.881	
37.5	7.00	0.756	

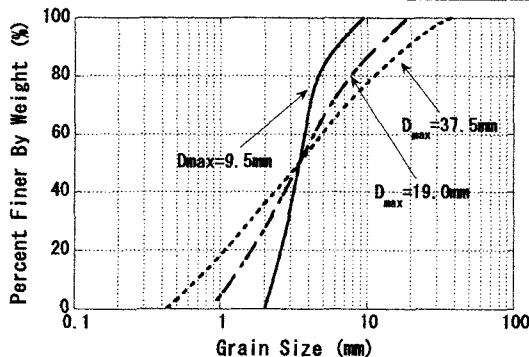


図-1 試料の粒径加積曲線

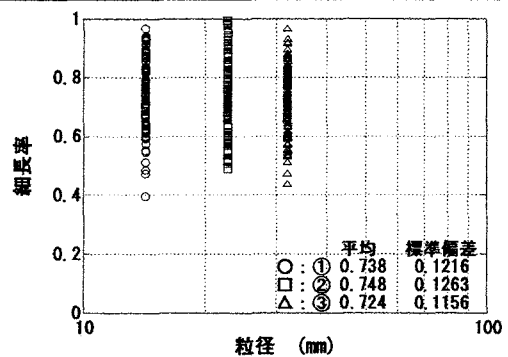


図-2 粒子形状を定量化した値と粒径の関係

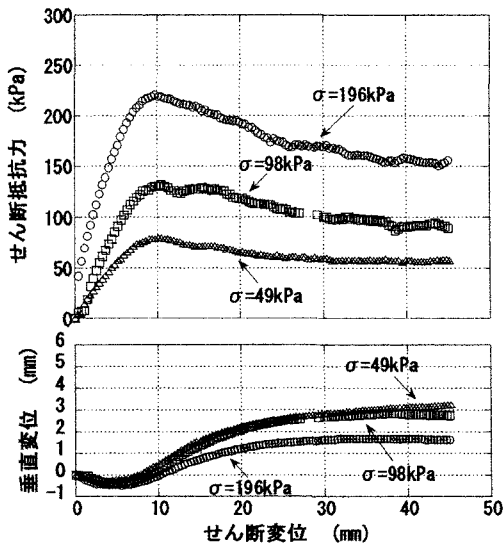


図-3 大型一面せん断試験結果の一例($D_{max}=19.0\text{mm}$)

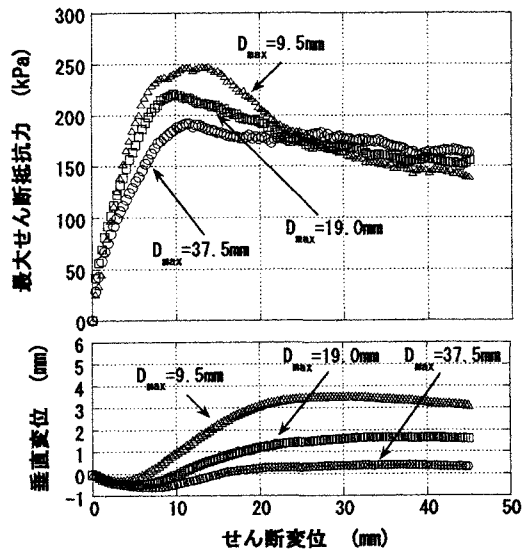


図-4 各最大粒径の τ , h - D 関係 ($\sigma=196\text{kPa}$)

3. 試験結果・考察

試験結果の一例として、 $D_{max}=19.0\text{mm}$ のときのせん断抵抗力 τ 、せん断変位 D 、垂直変位 h の関係を図-3 に示した。図-4 には、 $\sigma=196\text{kPa}$ のときの各最大粒径の τ , h - D の関係を示した。最大粒径が小さくなるにしたがって、ダイレイタンスーは顕著になり、見掛けの強度が増加している。これは、他の垂直応力の場合でも、同様の結果が得られた。また、図-5 は、 $\sigma=196\text{kPa}$ のときの各最大粒径の最大せん断抵抗力 τ_{max} 、およびダイレイタンスーをエネルギー補正したせん断抵抗力 τ_r と均等係数の関係を示したものである。なお、エネルギー補正は、Gibson の補正式を用いた⁵⁾。

τ_{max} と均等係数の関係では、均等係数が小さくなるにしたがって、 τ_{max} は大きくなっている。しかし、エネルギー補正した τ_r は、均等係数の増減に関係なく、ほぼ同じ値をとっている。これらのことから、粒径の幅が狭くなる、つまり、粒子が均一になることで、せん断過程で粒子の乗り上げなどのダイレイタンスー効果が大きくなり、粒子間の摩擦力の増加に伴って、見掛けの強度が増加することが考えられる。

なお、本研究は平成15年度の日本大学学術研究助成金、および文部科学省学術フロンティア事業の援助を受けた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 三笠正人：土の工学的性質の分類表とその意義，土と基礎，Vol.12，No.4，pp.17～24，1964.
- 2) 公文富士夫・立石雅昭編：新版・砕屑物の研究法(地学双書 29)，地学団体研究会，pp.101～146，1998.
- 3) 最上武雄：土質力学，技報堂，pp.893～1036，1969.
- 4) 土質工学会編：粒状体の力学，土質工学会，pp.53～120，1993.
- 5) Gibson, R.E.: Experimental Determination of the True Cohesion and True Angle of internal Friction in Clays, Proc. 3rd Int. Conf. SMFE, Vol. 1, pp.126～130, 1953.

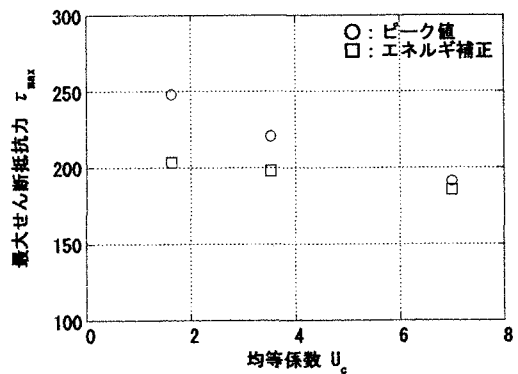


図-5 τ_{max} , τ_r と均等係数の関係 ($\sigma=196\text{kPa}$)