

Ⅲ - A9

相似粒度をなす砂の最大間隙比の粒径依存性について

(株)ウエスコ 正会員 ○越智 洋秀
同 上 正会員 藤原身江子
同 上 正会員 奥山 一典

1. はじめに

相似粒度をなす砂の最小密度試験を行った場合、「粒径が大きくなると最大間隙比が小さくなる」とした報告例^{1), 2)}がある。この粒径依存性は、粗粒材料を用いた最小密度試験においても報告されており、一つには粒子形状が粒径によって異なることに起因すると考えられている³⁾。しかし、筆者ら⁴⁾の自然砂を用いた実験では、粒子形状が粒径によってあまり変わらなくても、顕著な粒径依存性が認められた。そこで本研究では、この粒径依存性の原因を明らかにするため、①粒子形状と②粒子間摩擦に着目した実験を行った。

2. 実験用試料および実験方法

市販のガラスビーズ(G.B.)、吉井川砂、および砕石(C-40)をJISの全標準ふるいで図-1のように粒度調整したものと豊浦標準砂を実験用試料とした。

まず、(JGS T 161-1990)に従って最小密度試験を行い、各試料の最大間隙比 e_{max} を求めた。つぎに、試料毎に粒子百個分の顕微鏡写真を撮り、距離・面積計を用いて粒子形状を表す凹凸係数FU²⁾を算出した。そして、水晶ブロック面と粒子表面の摩擦を測定する装置⁵⁾を用い、試料の乾燥状態の平面摩擦角 ϕ_p を求めた。なお、平面摩擦測定装置の水晶ブロック面の粗度は一定(320メッシュ仕上げ)であるから、 ϕ_p は粒子間摩擦の指標と考えられる。以上の実験値を表-1に合わせて示す。

3. 実験結果と考察

(1) 粒子形状の影響

図-2に平均粒径 D_{50} と最大間隙比 e_{max} の関係を示す。同図より、吉井川砂、C-40およびG.B.は、程度の差こそあれ、前述の粒径依存性があることがわかる。

図-3にFUと e_{max} の関係を示す。マクロにみると

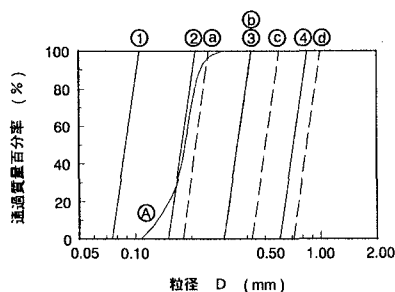
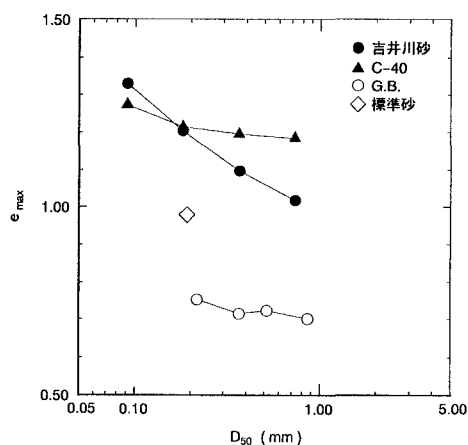


図-1 試料の粒度分布

表-1 試料の物理的性質

試料名	試料番号	G_s (kg/cm^3)	U_c	D_{50} (mm)	e_{max}	FU	ϕ_p (度)
吉井川砂	①	2.673	1.19	0.091	1.330	0.810	24.94
	②	2.660		0.181	1.204	0.818	22.61
	③	2.654		0.363	1.098	0.830	21.41
	④	2.656		0.725	1.018	0.834	18.98
C-40	①	2.623	1.19	0.091	1.273	0.777	23.65
	②	2.645		0.181	1.215	0.809	22.27
	③	2.650		0.363	1.196	0.808	21.78
	④	2.647		0.725	1.186	0.796	20.03
G.B.	①	2.484	1.48	0.215	0.755	0.975	14.44
	②	2.492		0.363	0.716	0.982	15.19
	③	2.490		0.513	0.724	0.978	15.00
	④	2.485		0.855	0.703	0.979	14.17
標準砂	①	2.638	1.48	0.190	0.963	0.792	19.20

図-2 D_{50} と e_{max} の関係

Key Words : 砂, 最大間隙比, 粒径, 粒子形状, 粒子間摩擦

連絡先: 〒700 岡山市島田本町2-5-35 TEL086-254-2460 FAX086-254-2573

FUが大きくなると e_{max} は小さくなる傾向があり、粒子形状が e_{max} に影響を及ぼすと言えよう。しかし、データのバラツキはかなりあり、とくに吉井川砂は他の試料に比べるとFUの変動分に対して e_{max} の変動分が著しく大きく、粒子形状だけでは図-2の e_{max} の粒径依存性は説明できない。

（2）粒子間摩擦の影響

図-4に $\tan \phi_p$ と e_{max} の関係を示すが、非常に良い直線関係が認められ、図-2の e_{max} の粒径依存性は、 ϕ_p が粒径によって異なることに起因すると言えよう。図-5に e_{max} に影響を及ぼす材料特性因子を示す。実験用試料は非粘性材かつ相似粒度であるので吸着イオンと粒度分布以外の材料特性因子、すなわち①粒子の材質、②超微視的な表面構造および③粒子形状が e_{max} に影響を及ぼすと考えられる。これらの材料特性因子は ϕ_p のそれでもあるので、 $\tan \phi_p$ と e_{max} が強い相関を示すと思われる。

4. おわりに.

本研究の結果、相似粒度をなす砂の最大間隙比の粒径依存性は、粒子形状だけではなく、粒子の材質および超微視的な表面構造などの最大間隙比への影響度合いが粒径ごとに異なることに起因すると考えられた。また、この粒径依存性は平面摩擦角（粒子間摩擦）によって直接的に説明できることが分かった。

参考文献

- 1) 立元 勉：砂質土の粒度粒形などが最大・最小間隙比におよぼす影響について、砂の相対密度と工学的性質に関するシンポジウム発表論文集，土質工学会，pp. 71-78, 1981.
- 2) 吉村，小川：粒状体の間隙比およびせん断特性に及ぼす一次性質の影響，土木学会論文集，No. 487/Ⅲ-26, pp. 99-108, 1994, 3.
- 3) 粗粒材料の現場締固め編集委員会：粗粒材料の現場締固め，土質工学会，pp. 83, 1990.
- 4) 藤原，奥山，井上：砂の最大・最小密度試験の適用範囲の拡大について，土木学会第50回年次学術講演会概要集，第3部(A)，pp. 30-31, 1995.
- 5) 越智，岡田，奥山：平面摩擦角の粒径依存性について，第32回地盤工学研究発表会，投稿中，1997.

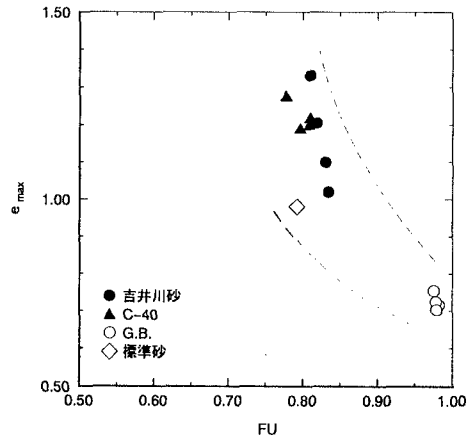


図-3 FUと e_{max} の関係

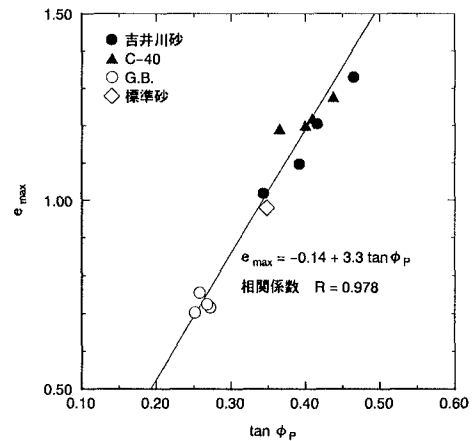


図-4 $\tan \phi_p$ と e_{max} の関係

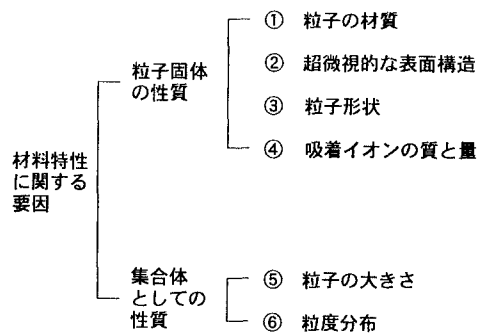


図-5 材料特性因子