

Ⅲ-A23

異種形状の粒子を混合した粒状体の内部摩擦角

岐阜工業高等専門学校 正会員 ○吉村優治*
名古屋工業大学 正会員 松岡 元**
名古屋市 所 和美***

1. はじめに

砂のような粒状体の工学的特性は、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よって決定されると言われている¹⁾。筆者らはこれまでに、せん断中の粒子破砕が無視できる応力レベルにおいては、粒状体の内部摩擦角は粒子寸法や粒度分布にほとんど影響を受けないこと^{2), 3)}など、さらに相対密度 D_r が同程度であれば粒子形状のみから内部摩擦角の推定が可能であること⁴⁾などを報告してきた。ただし、これまでの研究では粒子形状が比較的そろった集合体を扱ってきたが、実際の自然材料は異なる形状の粒子が混じり合って構成された集合体である。

本報告では、異種形状の粒子を混合した場合について、集合体として内部摩擦角はその平均的な形状からこれまでの研究成果^{2) - 4)}などと同様に推定できるか否かを検討したものである。

2. 粒子形状を表す凹凸係数 FU ³⁾

凹凸係数 FU (the coefficient of form unevenness) は図-1に示す粒子投影断面の外周長 L 、断面積 A の形状係数 $f = A / L^2$ を円の形状係数 $f_c = 1 / (4\pi)$ で除した係数で、 $FU = f / f_c = 4\pi A / L^2$ で示され、完全球の場合に1.0であり凹凸の度合いが激しくなるほど小さくなる係数である。

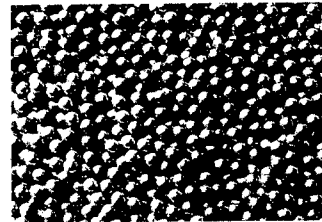
3. 検討方法およびその結果

実験に用いた試料は、写真-1に示す球 ($FU = 1.0$)、立方体 ($FU = 0.785$)、正三角錐 ($FU = 0.605$) の三種類の金属材料である。図-2に示す模式図のように上記の球、立方体、正三角錐の粒子を混合して、個数比で $FU = 0.785$ となるような試料を準備する。表-1はその配合割合を示したものであり、この4つの試料は、集合体として平均的な粒子形状はすべて $FU = 0.785$ であるが、正三角錐、立方体、球の混合個数割合は異なっている。

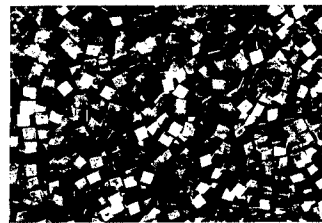
三軸圧縮試験は、ひずみ制御方式の、有効拘束圧力 $\sigma'_c \approx 98$ kPa 一定の CD 試験であり、メンブレン貫入の影響を小さくするために0.8mmの厚手のゴムスリーブを使用した。試料の e_{max} , e_{min} を測定できず、相対密度を決めることができないので、ここでは



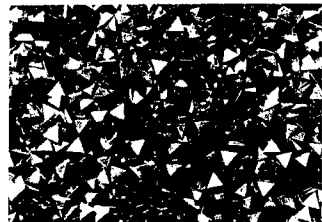
図-1 粒子の投影断面模式図



(a) 球(直径2.5mm)



(b) 立方体(正六面体:一辺2.0mm)



(c) 正三角錐(正四面体:一辺3.0mm)

写真-1 金属材料

Key Words: Grain Shape, Angle of Internal Friction, Shear Strength, Granular Material

* 岐阜工業高等専門学校 (〒501-0466 岐阜県本巣郡真正町 TEL. 058-320-1401 FAX. 058-320-1409)

** 名古屋工業大学 (〒466-0061 名古屋市中区昭和区御器所町 TEL&FAX. 052-735-5483)

*** 名古屋市 (〒460-0001 名古屋市中区三の丸3-1-1)

試験時にできる限り緩詰め～密詰め密度となるよう供試体を作成した。

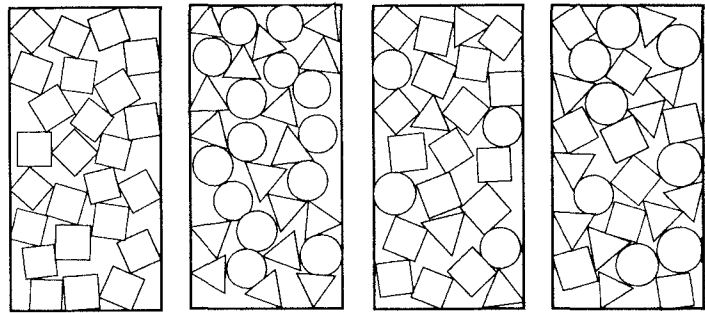
図-3はその試験結果であり、表-2はこれらの緩詰め、中密、密詰め状態における ϕ_d を一覧にしたものである。これらから明らかなように、 $FU=0.785$ である立方体、ブレンドA、B、C試料の内部摩擦角 ϕ_d にはほとんど差が見られない。したがって、異種形状の粒子が混じり合っている、集合体としての平均的な形状が等しい試料の内部摩擦角はほぼ等しくなるといえる。

4. おわりに

本研究により、自然材料のように異なる形状の粒子が混じり合って構成された集合体の内部摩擦角も、筆者らのこれまでの研究成果^{2)～4)}と同様に集合体粒子の平均的な形状から推定できることが明らかになった。今後は、粒子形状の異なる種々の粒状材料に関してデータを蓄積し、具体的に粒子形状のみから内部摩擦角を推定する方法を提案したいと考えている。

なお、本研究の一部は平成9年度前田記念工学振興財団研究助成金および科学研究費補助金（課題名「粒子構造に基づいた内部摩擦角の推定法に関する研究」）により行ったものであり、ここに記して感謝の意を表します。

参考文献：1)三笠：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)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)吉村：砂のような粒状体の粒子形状と一次性質，二次性質に関する研究，長岡技術科学大学学位論文，1994. 3. 4)吉村・松岡：粒子形状に基づいた粒状体の内部摩擦角の推定法（第3報），第52回年次学術講演会概要集（III），pp. 50～51, 1997. 9.



(a) 立方体 (b) ブレンドA (c) ブレンドB (d) ブレンドC

図-2 混合材料の模式図

表-1 試料の配合割合

試料名	個数割合 (%)			FU平均値	FU標準偏差
	正三角錐	立方体	球		
立方体	0.0	100.0	0.0	0.785	0.0000
ブレンドA	54.4	0.0	45.6	0.785	0.1967
ブレンドB	13.6	75.0	11.4	0.785	0.0984
ブレンドC	36.3	33.3	30.4	0.785	0.1606

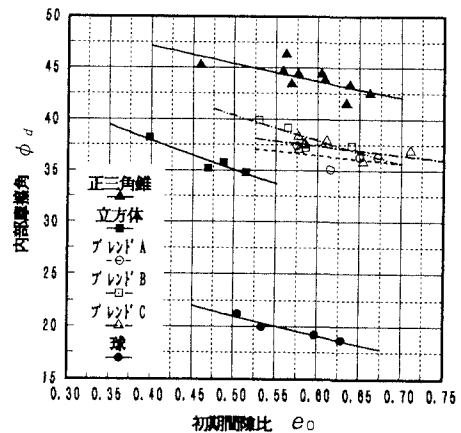


図-3 内部摩擦角 ϕ_d と初期間隙比 e_o の関係

表-2 内部摩擦角 ϕ_d の一覧表（FU標準偏差の影響）

試料名	FU標準偏差	ϕ_d (°)		
		ゆる詰め	中密	密詰め
立方体	0.0000	34.5°	36.5°	38.0°
ブレンドA	0.1967	36.0°	36.5°	37.0°
ブレンドB	0.0984	37.0°	38.0°	39.5°
ブレンドC	0.1606	36.5°	37.0°	37.5°