

角張り度に関する Lees の視覚印象図と規則図形の形状評価

名城大学理工学部 正会員 板橋一雄

名城大学理工学部 学生員 ○森 隆・神谷圭吾

1 .はじめに 粗粒土質材料の物理的・力学的性質に影響を与える要因の一つに粒子形状が挙げられている。種々の形状評価方法が提案され用いられている。例えば、最大・最小間隙比と視覚印象図による円磨度や角張り度との関係^{1),2)}、内部摩擦角と凹凸係数 FU やフラクタル次元 FD との関係^{3),4)}が示されている。一方、著者らは、生成過程や環境が異なる5つの自然礫の粒子形状解析と均一粒度試料の最密充填実験を通して、円磨履歴や最密充填特性の相違を評価できる粒子形状パラメータは、凹凸係数 FU やフラクタル次元 FD であることを示してきた⁵⁾。また、円磨度に関する Krumbein の視覚印象図の形状解析も行ってきた⁶⁾。ここでは、角張り度に関する Lees の視覚印象図ならびに角張り度の異なる規則図形の形状解析を行ったので、報告する。

2 .種々の形状パラメータ 砂や礫の粒子形状の表現は、さほど簡単ではない。堆積学の分野で始められ、三軸径(長径・中径・短径)、球形度、細長比などが提案されてきている。さらに、Wadell は角の丸み具合に着目した円磨度の、また Lees は角の尖り具合に注目した角張り度の定義式を提案しており、Krumbein や Lees は利用しやすい視覚印象図も提案している。一方最近では、数学的な表現方法を利用し、フーリエ解析やフラクタル解析の結果も用いられてきている。

3 .形状データの作成 角張り度に関する Lees の視覚印象図には、角張り度 0~1599 の間を 100 間隔の 16 クラスに区分し、合計 110 個の図形が示されている。各クラスには、6~10 個の図形が描かれている(図-1)。また、角張り度の異なる規則図形としては、正三角形、正四角形、正五角形、正六角形、正八角形を考えた。これらの図形をデジタイザーによってパソコンにビットマップデータとして入力し、外形座標をビットマップデータとして読み取った。一図形を 400~800 点で近似した後、種々の粒子形状パラメータ(細長比 L , 球形度 S , 中心からの距離の変動係数 δ , 残差一定次数 M_i , 凹凸係数 FU , フラクタル次元 FD)を求めた。図形を近似した点数に大きな幅ができた原因は、図形の大きさの差異に加え、表面凹凸の相違も考えられる。

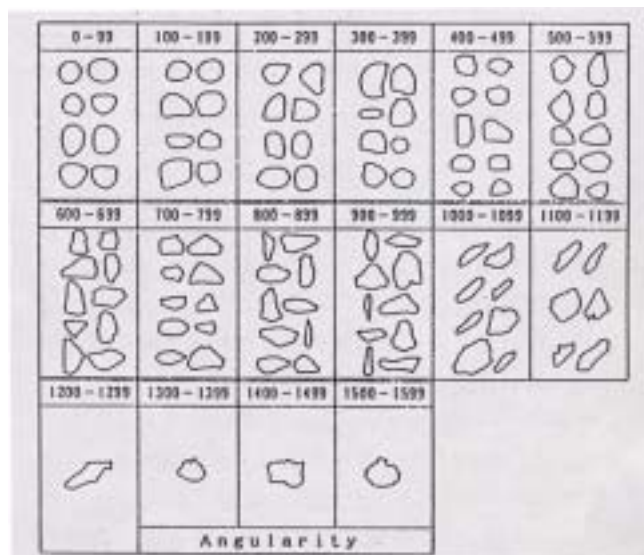


図-1 Lees が示した角張り度 Ag の視覚印象図

なお、各粒子形状パラメータは次のような定義である。細長比 L は、図形の重心で考えて、直交する二方向の長さの比が最大になる値を取った。球形度 S は同じ面積を持つ円の直径と外接する最小円の直径の比とした。中心からの距離の変動係数 δ は、図形の重心からの距離の平均値と標準偏差から求めた。残差一定次数 M_i はフーリエ近似と元の形状の差から Schwarcz・Shane の定義により、また、凹凸係数 FU は図形の面積と周長から吉村・小川の定義により計算した。フラクタル次元 FD は、一定長さの折れ線で近似する方法を用いた。なお、ここで解析する図形は、自己相似性を有していないので、セグメント長さや繰返し回数の範囲の取り方によってフラクタル次元の値が異なるので、種々の検討の結果、繰返し回数を 10~1000 の範囲に統一した。

4 .形状パラメータの比較 図-2 には、種々の粒子形状パラメータと角張り度との関係を示してある。図中には、角張り度クラス毎の平均値を●印で示してある。また、規則図形の解析結果も■印で示してある。

キーワード：粗粒土, 粒子形状, フラクタル次元, 角張り度 連絡先：名城大学理工学部建設システム工学科 (〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501, TEL.052-832-1151, E-mail itabashi@ccmfs.meijo-u.ac.jp)

全体的に見ると、どの粒子形状パラメータでも角張り度との関係には高い相関性が認められる。ただし、角張り度が同じでも、その他の形状パラメータには大きな幅が認められる。特に、角張り度が 800 以上の図形においてこの傾向は顕著になっている。これが、Lees の視覚印象図に示されている図形の特徴とも考えられる。細長比 L と角張り度 Ag との関係において、その下限の細長比はほぼ一定であり、規則図形と一致しているが、角張り度の増加と共に細長比の上限値は急激に増加している。球形度 S に関しては、細長比と逆の傾向が現われており、その上限値はほぼ一定であるが、下限値が急激

な減少を示している。また、規則図形には明確な直線関係が認められ、正三角形と正八角形は範囲の下限と上限に対応している。凹凸係数 FU は球形度 S とほぼ同様の傾向を示しており、距離の変動係数 δ 、残差一定次数 Mi 、フラクタル次元 FD については、球形度 S の場合と逆の関係を描いている。

5. まとめ 本報告では、角張り度に関する Lees の視覚印象図と角張り度が異なる規則図形の形状解析を実施し、種々の形状パラメータとの比較を実施した。その結果、種々の粒子形状パラメータと角張り度との間には、高い相関性が認められるが、角張り度の大きな範囲では、大きなばらつきの認められることが明らかになった。また、規則図形の正三角形と正八角形の値がほぼ上限と下限に対応していることも明らかになった。

参考文献 1)Youd,T.L.:Factor Controlling Maximum and Minimum Densities of Sands,ASTM STP.523, pp.98-112,1972. 2)三浦均也・松本吉英他:砂の物理的性質に及ぼす粒子形状および粒度分布の影響,北海道大学工学部研究報告 第 148 号,pp.17-31,1989. 3)吉村優治・小川正二: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/ -26,pp.99-108,1994. 4)Gori,U. and M.Mari.:The Correlation between the Fractal Dimension and Internal Friction Angle of Different Granular Materials, S & F,Vol.42,pp.17-23,2001. 5)板橋一雄・松尾稔他:均一な粗粒材料の粒子形状評価と壁効果を考慮した最密充填特性,地盤工学会論文集(投稿中). 6)神谷圭吾・板橋一雄他:種々の粒子形状パラメータによる Krumbain の視覚印象図の評価,土木学会第 56 回年次学術講演会, -A003,pp.6-7,2001.

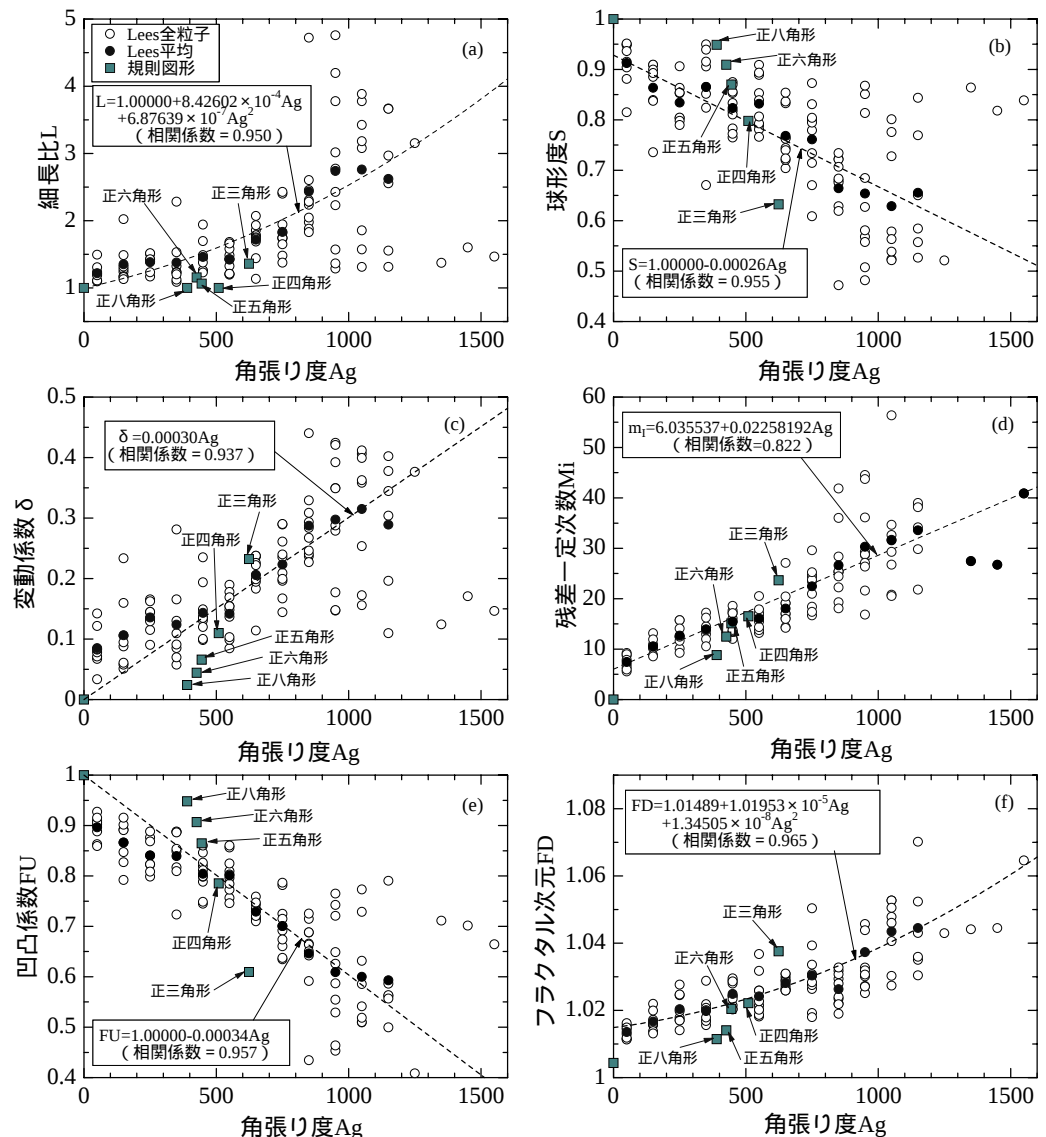


図-2 種々の粒子形状パラメータと角張り度 Ag との関係