

III-3 粒子形状の表現に用いられるラウンドネスの一評価法

八戸工業大学 学生会員○成沢昌幸
 正会員 諸戸靖史
 正会員 長谷川明

1. はじめに

土木の分野では、土や骨材として粒形をなす材料が使われる。この粒子の形状を判別する数値として、ラウンドネス、アンギュラリティ、スフェリシティなどがある。ここで述べるラウンドネスは図1に示すように、粒子を影絵的に表した図の突起部の数 n とその曲率半径 r_i と、さらにこの図に内接する最大の円の半径 R を用いてラウンドネス $= \sum r_i / (nR)$ と表されている。図2はその分類の一例である。しかし、一般にこの数値を計算することは手作業に頼っており、煩雑な作業となっている。

そこで、このラウンドネスを効率的に求めるため、パソコンを利用した方法を検討した。本文では、パソコンに入力された図形の突起部を判定する2つの方法を述べ、この方法によるラウンドネスを従来のラウンドネスと比較した。

2. 図形の分割方法

判定される図形は、イメージスキャナーを使ってパソコンに入力され、図形内の任意の点から等角度で引かれた放射線と図形周囲の外形線の交点を節点とし、これをつないだ折れ線を図形と判断した。しかし、図形内の任意点からの放射線では、同じ図形であっても図形の読み取りに違いが生まれるため、この節点を使って図心を求め、図心を基準として再び分割をし、断面2次モーメントを求め主軸から再び放射線状に分割して、粒子形状を図形データに変換した。

3. パソコンによるラウンドネスの計算法

ラウンドネスを求めるためには、図形に内接する最大の円の半径 R 、突起部の数 n とその曲率半径 r_i が必要である。以下に突起部を判定する2つの方法を述べるが、 R は、いずれの方法でも図心から分割された図形の節点までの距離の最小値とした。

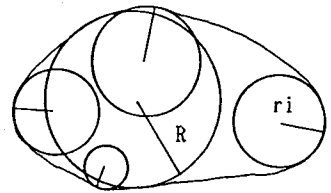


図1 ラウンドネス

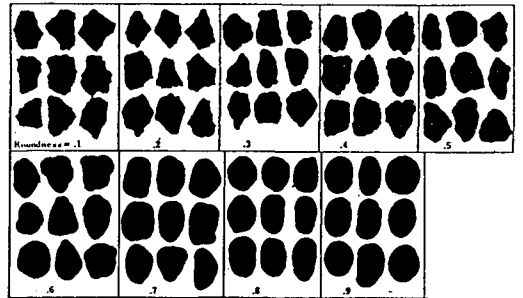


図2 ラウンドネスの分類（参考文献から）

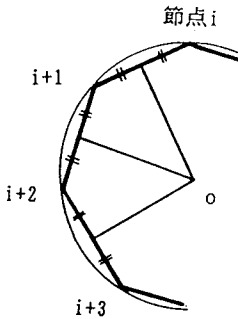


図3 判定①：円の場合

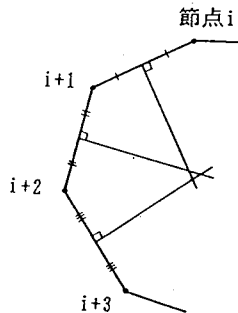


図4 判定①：円に近い場合

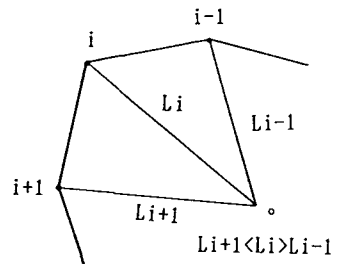


図5 判定②

3. 1 突起部の判定①

図2に示すように、突起部が円で近似されるときには、分割された図形の3つの辺から図形の内側への垂直2等分線は1点で交わる。しかし、突起部が円でないときには、図3のように交点は1つにならず、3本の直線を作る3角形が生まれる。そこで、この面積が図形の全面積の一定割合以下であるなら、その3角形の図心を突起部に内接する円の中心と判断した。ここでは、種々の図形のこの三角形の面積の割合を調べ、図形の0.2%以内の時突起部と判定した。また、同じ突起部でありながら、重複して内接円と判定しないようにした。ラウンドネスがすでに求められている図2の0.1から0.9までの計81個の図形を用いて、図形の分割数を64としてラウンドネスの計算を行った。その結果を図6に示す。図の横軸は、図2に示される従来のラウンドネスで、縦軸が、パソコンから求めたラウンドネスである。実線は、従来のラウンドネスとパソコンから求めたラウンドネスが等しい関係を示す。この図によれば、ラウンドネスの違いを明確にし、概ね、良好な判定結果となった。

3. 2 突起部の判定②

次に、図5に示すように分割された図形の節点までの距離を求め、その距離が前の距離より長く、次の距離よりも長い場合、すなわち図心から図形の節点までの距離の極大値のある場合、そこに突起部があると考えその節点の前後の辺からの垂直2等分線2本の交点を突起部に内接する円の中心とした。図2の図形を用いて、図形の分割数を32とし、この方法によってラウンドネスの計算を行った。その結果を図7に示す。図の中の一部には、計算されたラウンドネスの大小関係が逆になっているのがみられるが、全体的にはラウンドネスを識別しているようにみられる。

4. おわりに

本研究では、ラウンドネスの測定方法の効率化のためにパソコンを使う方法を考案し、その評価のために従来の方法との比較を行った。ラウンドネスの評価方法としては、形のスペクトルを利用する方法もあるが、ここでは上記のような簡単な方法を考案し、検討した。図6、7を見ると、実線と計算値は、ラウンドネスが0.5付近では互いに一致しているが、これ以外では差が見られる。これは、ラウンドネスが小さく凹凸が激しいので突起部を細かく判定できず、一方ラウンドネスの大きい丸みのある形状に対しては、同じ突起部を重複して計算していることが影響しているように思われる。今後は、本法の改良とともにアンギュラリティなどの他の形状を評価する数値の効率的な測定方法を検討したい。

<参考文献>1) 最上武雄編
: 土質力学、技報堂、849-904、1969

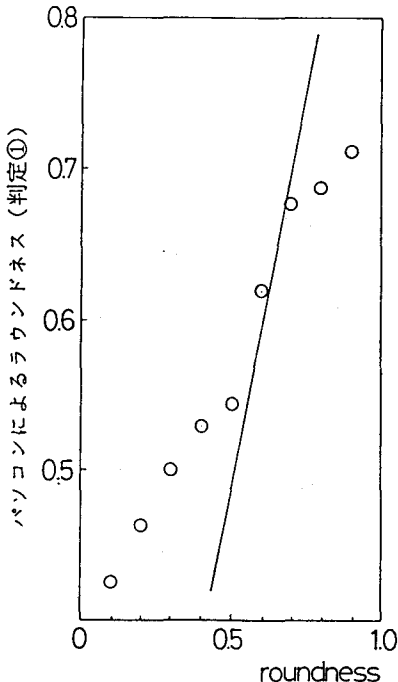


図6 パソコンによるラウンドネス (判定①)

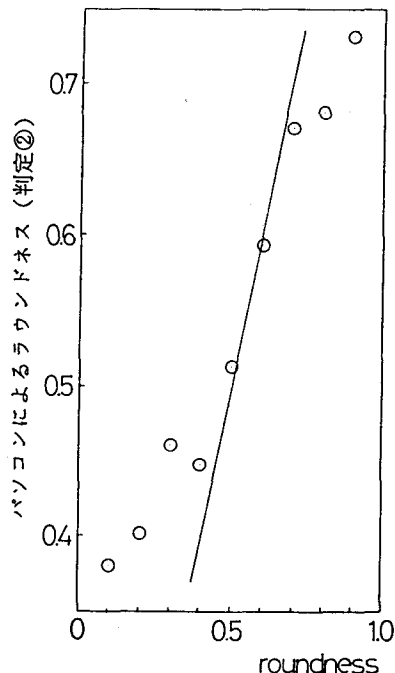


図7 パソコンによるラウンドネス (判定②)