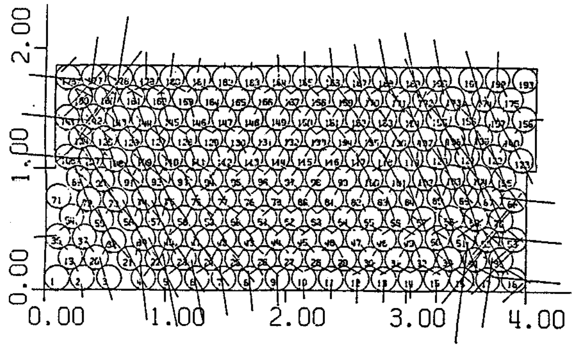
III-306　フラクタルによる粒状体の応力・変形量の評価

鳥取大学工学部　正 ○藤村 尚　正 木山 英郎
正 西村 強　正 池添 保雄

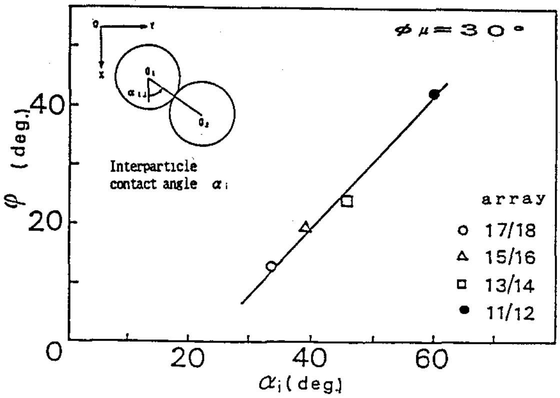
1．はじめに

砂のような粒状体を対象に、図－1に示すような一面せん断試験をモデル化し、離散剛要素法（DEM解析）によって得られたせん断強度定数 ϕ（c）が粒子配列に強く依存することをさきに報告した[1]。この関係は図－2に示すように、要素間接触角 α_i を用いて $\phi-\alpha$ の直線関係で示したものである。

本報では岩盤の割れ目特性等のは握に利用しているフラクタル次元によって、この ϕ と α の関係を検討するとともに、粒状集合体の応力・変形量の評価について考察する。



図－1　DEM解析による一面せん断試験の結果

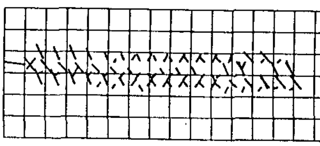


図－2　せん断抵抗角 ϕ と要素間接触角 α_i

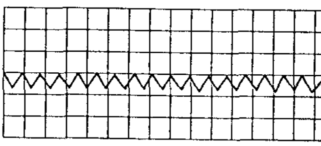
2．接触力ベクトル

図－1は、粒状体モデルの一例として粒子配列17/18、鉛直応力0.4kg/cm²、水平変位0.8mmにおけるDEM解析結果である。図中の線分は、円形要素の接触点における法線方向および接線方向の弾性スプリングによる接線力の合力をベクトル表示したものであり、線分長はベクトルの大きさを表わし、図中の要素直径分が約　75個の要素重量に相当する。

図－3(a)は、図－1における仮想せん断面を中心とした領域について接触力ベクトルを、図－3(b)は図－1における仮想せん断面をはさむ上下の粒子の移動に着目しせん断面を横切るように粒子の重心位置をのこぎり歯状に結ぶ線を描き出したものである。



(a)



(b)

図－3　カバー法（正方形）

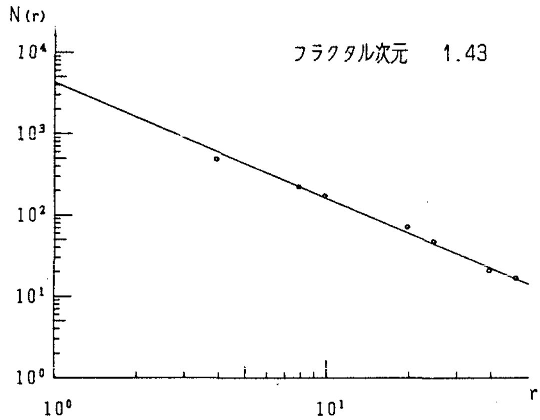
3．フラクタル次元

フラクタル次元を求める方法[2)3)]として、ここではカバー法と分布関数による2つの方法を取り挙げている。まず、カバー法ではフラクタル次元を求めようとする物体を1辺ｒの超立方体として、円ならびに正方形で覆って、その数Ｎ(r)を求める。この時Ｎ(r)とｒを両対数紙にプロットし、そこにみられる直線の傾きの絶対値をフラクタル次元とする方法である。

カバー法の一例として、接触力ベクトルを取り出した図形を正方形で覆ったものを図－3(a)に併せて示し、フラクタル次元を図－4のよ

うにして求めた。

次に分布関数によるフラクタル次元の求め方は、様々な大きさｒの物体よりも大きいものの存在確率N(r)を求める。このN(r)とｒを両対数紙にプロットし、そこにみられる直線の傾きの絶対値をフラクタル次元とする方法である。分布関数による方法の一例として、先の接触力ベクトルのフラクタル次元を図－５のようにして求めた。なお、図中の直線域として存在確率20～70％の区間を採っているが、フラクタル次元の値は、どの区間を採用するかによって大きく影響を受けることからさらなる検討が必要である。

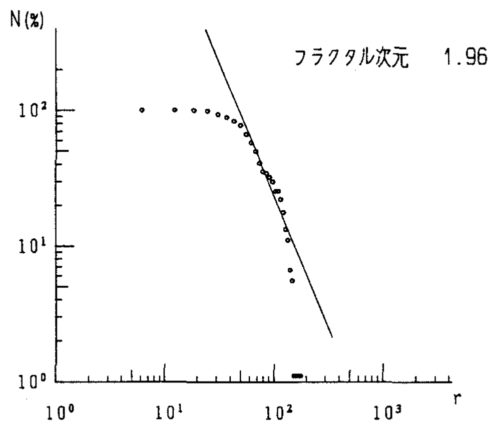


図－４　Ｎ（ｒ）－ｒの関係（カバー法）

４．フラクタルによる接触力ベクトル

種々の粒子配列をもつ粒状集合体のせん断モデルにおいてＤＥＭ解析で得られたせん断抵抗角ϕとカバー法による接触力ベクトルのフラクタル次元の関係について調べたのが図－６である。図のように、フラクタル次元の値とϕ（や要素間接触角α_i）には必ずしも良好な関係はみられなかった。

次に粒状体のせん断時における粒子の移動を調べるために、図－３(b)のような粒子を結ぶのこぎり歯形状を線分（円）によるカバー法によって求めたフラクタル次元の値と要素間接触角α_iとの関係を図－７に示す。図にみられるように、粒子配列を決定するα_iによってフラクタル次元が異なりα_iが大きくなると１に近づく。



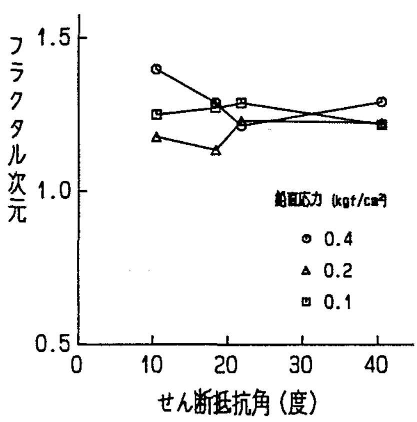
図－５　Ｎ－ｒの関係（分布関数）

参考文献

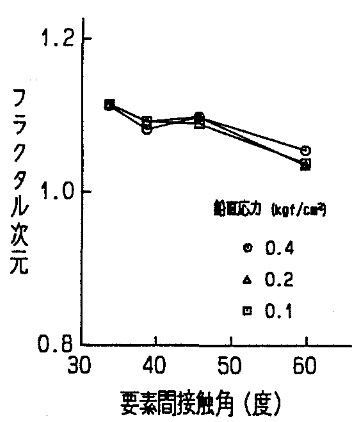
1) 木山・藤村・西村：せん断モデルを用いた離散剛要素法の材料定数の検討，土木学会論文集，第382，1987

2) 高安秀樹：フラクタル，朝倉書店，1986

3) 松下　貢：かたちと科学，朝倉書店，1987



図－６　フラクタル次元と せん断抵抗角（カバー法）



図－７　フラクタル次元と 要素間接触角（カバー法）