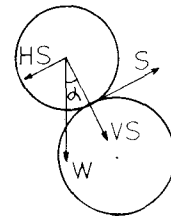


東京大学 大学院 〇学生員 平尾 壽雄
 東京大学 地震研究所 正員 伯野 元彦

1. はじめに 砂礫のような粒状体の力学的特性を把握するうえで、粒度分布あるいは粒子の特性が粒状体の構造とどのような関係にあるか、また外力により粒状体内にどのような応力が伝達されるかを知ることは有意義である。このような立場から2次元モデル(円形)について、粒度分布と粒子の配置あるいは間ギャ比の関係を考察し、さらにせん断時の粒子間力の伝達特性の考察を行なったものに、村山らの報告⁽¹⁾、あるいは佐武らの報告⁽²⁾がある。これらの報告における2次元モデルのパッキングでは、粒子の特性が考慮されていない。我々は、パッキングに粒子の比重、粘着力、粒子間摩擦角を導入することを試みた。村山らは光弾性構による実験から粒子間力の伝達特性の把握を行なっているが、我々はひとつのモデルとして、粒状体を骨組構造に置き換え伝達力の推定を試みた。以上の2点について電子計算機による計算結果を紹介し若干の考察を加える。

2. 粒子配置の決定法 電算機により2次元のパッキングを行なった。粒子は円形に限定し、乱数で発生することにより、粒度分布に対応する粒径と粒子の初期落下位置を与えた。以後の粒子の運動は重力場での動きを基本とし、粒子は、パッキング面での他の粒子との関係から、安定と判断される状態に致るまで移動させるものとした。図-1において $HS \leq S$ の条件が満足される時粒子は安定であるとし、その位置を固定した。



W : 粒子の重量
 VS : $W \cos \theta$
 HS : $W \sin \theta$
 θ : 粒子間摩擦角
 CH : 粘着力
 $S = VS \cdot \tan \theta + CH$

図-1 粒子の安定条件

$HS > S$ の場合には、さらに粒子を落下させ、 $HS \leq S$ となるか、他の2粒子あるいは壁面により安定な形で支持される位置まで移動を継続した。我々は粒子間摩擦角および粘着力を導入し、粒子の回転(HS によるモーメント)を無視することにより、 HS と S の大小関係から粒子の運動を決定したのである。表-1 *印の場合のパッキングの結果を次ページに示す。

3. 具体的なパッキング例 3種の円(直径0.04, 0.08, 0.16)を幅10のパッキング面に種々の割合いで100ヶパッキングした結果について間ギャ比を求めたものが表-1である。ここで、粘着力 CH を0とした。佐武らは、2種の円に対して間ギャ比0.22(実験値)も、村山らは4種の円に対して間ギャ比0.28を得ている。

表-1 から、我々のパッキング手法において $\theta = 0$, $CH = 0$ とした場合が、村山あるいは佐武らのパッキングと対応していると考えられるであろう。さらに、佐武らが報告しているように、間ギャ比が粒子の混合割合によらないという事実が、我々の結果に対しても言えるようである。この点に関しては、種々の粒度分布に対しさらに検討する必要がある。摩擦角の影響に関しては、間ギャ比に相違が見られるが、それ以上の検討はできなかった。

粒子数比 ϕ 0.04, 0.08, 0.16	間ギャ比	
	$\theta = 0$ 32°	$\theta = 0.4$
0:100:0	0.27	0.47
40:40:20	0.31	0.36*
20:30:50	0.27	.
10:20:70	0.27	.

表-1 間ギャ比

4. 粒状体内の応力分布の推定 表-1の
 *印の場合について応力の分布を推定した結
 果が図-2, 図-3である。図に示すように、
 粒状体の構造を骨組構造でおき換え、
 で示した荷重を加えた時の内部応力を、モ
 トリクス法により計等したものである。応力は
 大きさに比例した線分及び矢印で表わしてあ
 る。このような計等から、せん断時の応力分
 布が非常にかたよっていることが認められる。
 実際の粒状体の内部には、引張り力は存在し
 ないであろうが、一骨組構造の性質から、
 -----で示したように、各所で引張り力が表
 われた。これは、引張り力の分布を調べれば、
 粒子の移動し易い部分との対応がつくことと
 示すものと思われる。図-3におけるモー
 メントの分布は、せん断面の存在を推測させる
 ものとして興味深い。

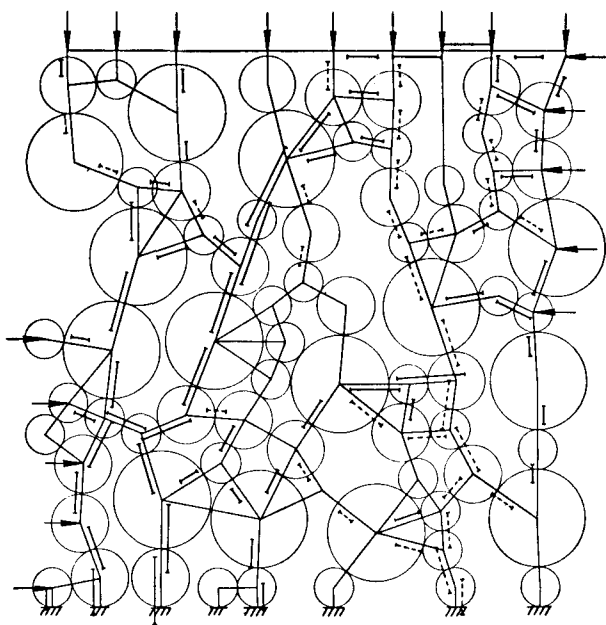


図-2 骨組構造モデル内の軸力分布図

——— 圧縮応力 - - - - - 引張応力
 ————— 節点荷重

5. 考察 パッキングに粘着力、粒子間摩
 サッ角を導入することにより、表-1, 図-
 2, 図-3に見られるように、粒状体の構造
 が村山あるいは佐武らの行ったパッキング
 と若干の相違をみせている。アークアクショ
 ンの効果も、我々のパッキング方法によりあ
 る程度検討できていると考えている。間ギャ
 比、内部応力の推定は、種々の粒度分布の場合に
 ついて多数のパッキングを行なうことにより
 かなりの実が解明されるのではないかと思う。
 しかし、今後の課題として、粒子の安定条
 件の改良、粒子形状の影響の評価、あるいは
 静的な骨組構造の応力解析をどのようにして
 粒子の運動と結びつけるかという事などが残
 されている。今後これらの実の解明の努力を
 したい。

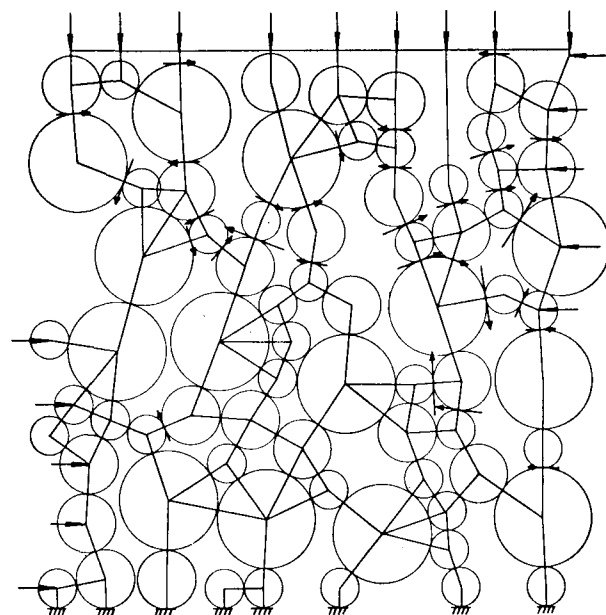


図-3 骨組構造モデル内のせん断力分布図

————— せん断力 ————— 節点荷重

- (1) 村山翔郎, 松岡元: 粒状体のせん断現象の微視的考察 土木学会第24回学術講演会講演集(1969)
- (2) 佐武正雄, 岸野佑次, 村山貞規: 電子計算機によるパッキングのシミュレーションについて 東北支部技術研究発表会講演概要(1971)