

シミュレーションによる粒状体の堆積特性の研究

東北大学工学部 学生員 ○ 伊藤健太郎

〃 正 員 佐武正雄

〃 〃 岸野佑次

1、まえがき 粒状体の堆積機構を明らかにすることは、安息角や粒度偏析などの粒状体個有の力学特性などを把握する上で重要なことであると考えられる。発表者らはシュートを流下し堆積する粒状体の基本的な性質に関して種々の実験やシミュレーション解析を行ってきたが、本文では特に堆積における偏析現象について2次元のシミュレーション解析及びシュートを用いた堆積の実験を行った結果についてまとめたものである。

2、堆積のシミュレーション解析の方法 文献1)の手法を参考にし、以下のようなアルゴリズムによって電子計算機プログラムを作成した。①粒子は数種の径をもつ2次元円形粒子とし、その形状は方眼紙に描いた際の各メッシュの重心座標の集合としてデジタル的に表現する。②各粒子の組成割合に応じた確率により粒子を選出するために乱数をプログラムに組み込む。③抽出粒子の落下位置は、図-1に示すように実験によって求めた各粒子の落下位置の分布に従うように、乱数を発生させて決める。④堆積のさせ方は、まず粒子を底面あるいは堆積の斜面に当たるまで鉛直落下させる。次に粒子が斜面に当たった場合には重心位置の判定による安定が得られるまでその面に沿って下方に移動させる。以上のような計算プログラムのフローチャートを図-2に示す。

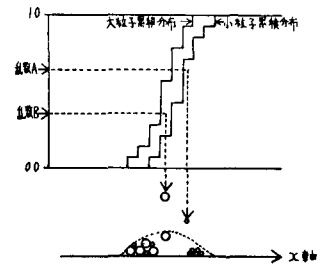


図-1

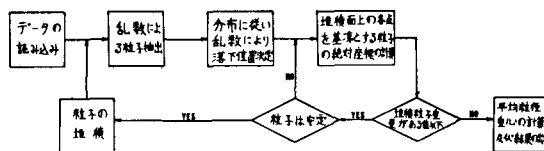


図-2

3、実験方法 実験に用いた粒子は人工軽量骨材(メサライト)であり、これを粒径4~5mm及び8~10mmの2つのグループに振り分け、これを1:4, 1:1, 4:1の3ケースに配合し、シュート角度は24°, 28°, 32°, 36°の4ケースについてそれぞれ実験を行った。用いた実験装置の概要を図-3に示す。実験手順としては、まず所定の条件で粒子をシュートより落下させ、下方の堆積装置に堆積させた。次に図-3に示すように堆積した山を横方向は①のように縦方向には②・③のように薄板を挿入し8cm×8cmのメッシュに区切り、各メッシュ毎の粒子をふるい分けることにより各粒子の重量を計測した。なお、2の③に述べた粒子の落下位置の分布を定めるための実験としては、図-3の堆積装置における横方向の板は挿入せず縦方向の板のみで仕切ったものについて上記と同様の方法により行なった。

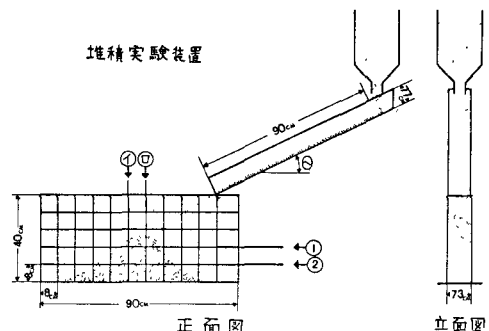


図-3

4. 実験及びシミュレーション解析の結果 先ず、シュート角 24° , 32° について各縦断面毎の平均粒径についての結果を、シミュレーションについては図-4, 6に、実験については図-5, 7に示す。なお、堆積のシミュレーション解析においては、2種類の円形粒子（径の比2:1）について粒子数が2000~3000個（大粒子換算面積で1000個分）となった時点で打切った。図-4, 6はそれぞれ、図-5, 7の実験結果に対するシミュレーション解析の結果である。また、4つの異った角度について、配合比毎に大粒子の重心と小粒子の重心の相対的な距離を求めたものが図-8である。

5. 考察 計算結果、実験結果ともにシュートから離れるに従い平均粒径は大きくなる傾向がある。この点については、計算値は実験値と定性的には合っていると思われる。シュートに最も近い部分、すなわち右端では計算値、実験値ともに大きくなる傾向がある。これは、堆積の“すそ”部分ではふるい分けやこすりにより小さい粒子よりも大きな粒子の多くなる粒度偏析が起こるものと思われる。また、図-8の大粒子の重心位置と小粒子の重心位置の相対的な距離については定量的にはかなりの差異が見られるが、定性的な傾向としては合っているように思われる。特に大粒子の配合率が小さくなるに従い、偏析は大きくなる傾向は計算、実験ともに共通している。

6. あとがき 本文においては、実験およびシミュレーション解析を通して粒状体の堆積特性についての考察を行った。実験および解析結果よりある程度の定性的な一致をみたが、より一般的なシミュレーション解析を行なうためには、今後、粒子の安定条件の改良より複雑な粒子形状の導入、粒子の運動による効果に対する配慮などが必要であると考えられる。

最後に本論文を作成するに当たって、実験等に協力してくれました本学学生 小林俊彦君に感謝致します。本研究の一部は昭和54年度文部省科学研究費（課題番号465161）の補助を受けて行なったものであることを付記する。

参考文献 1) 佐武正雄
岸野佑次 村井貞規：電
計算機によるパッキング
シミュレーションについ
て 東北支部技術研究発
表会議要旨（1971）

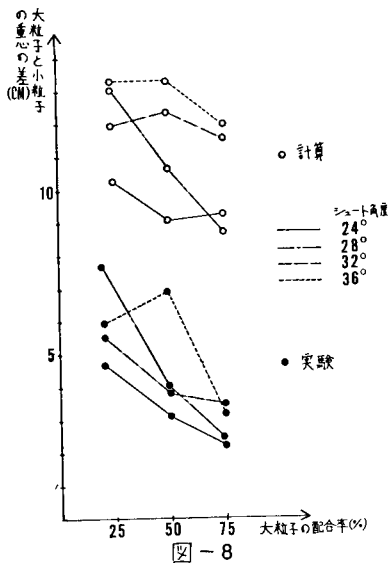


図-8

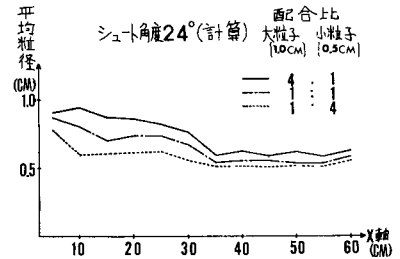


図-4

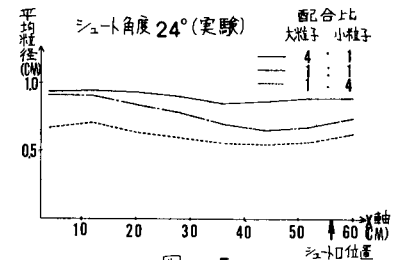


図-5

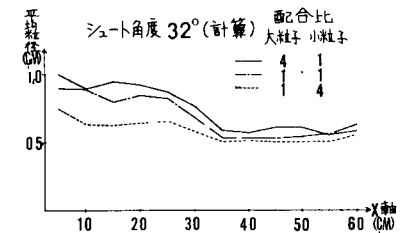


図-6

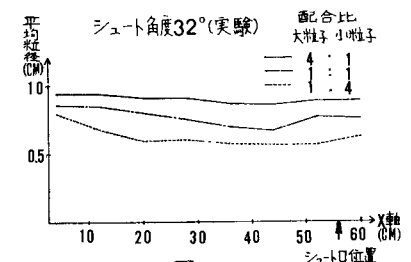


図-7