

東北大学工学部 学生員 ○ 伊藤健太郎
 同上 正員 佐武正雄
 同上 正員 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々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. 実験方法 実験に用いた粒状体材料は人工骨材×サライトであり、これを粒径8~10mmの粒子群と粒径4~5mmの粒子群とに分けて試料とし、これらを配合比α(大粒子重量/小粒子重量)=4, 1, 1/4の3種類に配合し、シュート角度は24度より36度まで変化させた。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、下位の堆積装置に堆積させる。次に薄板を挿入し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。

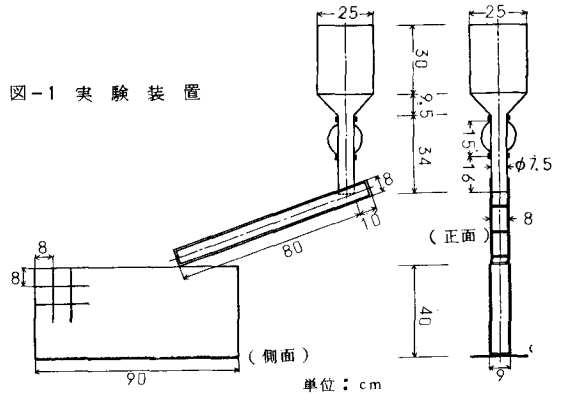


図-1 実験装置

3. 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、次のようなアルゴリズムによりシミュレーション解析プログラムを作成した。フローチャートを図-2に示す。①粒子は数種の径をもつ2次元円形粒子とし、その形状は図-3に示すように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指定した堆積領域に対応した記憶領域を設定する。ここでは2進法で「0」を空の状態「1」を空でない状態とすることにより、ワード毎にそれを構成するビット数だけ状態を記憶させることができるようにした。③各粒子の組成割合に応じた確率により粒子を選り出すために乱数をプログラムに組み込む。④抽出粒子の落下開始座標値は

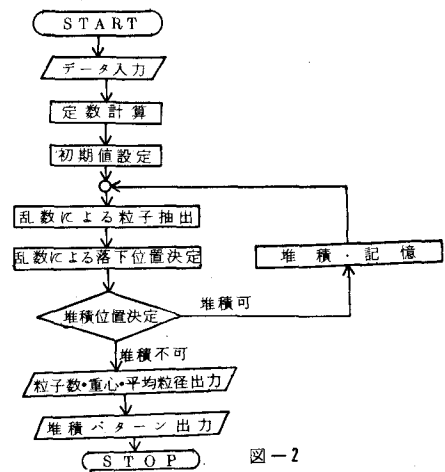


図-2

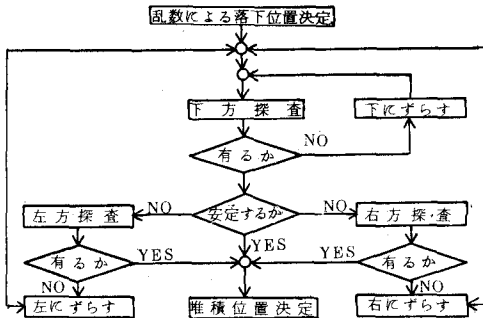


図-5 堆積位置の決定方法

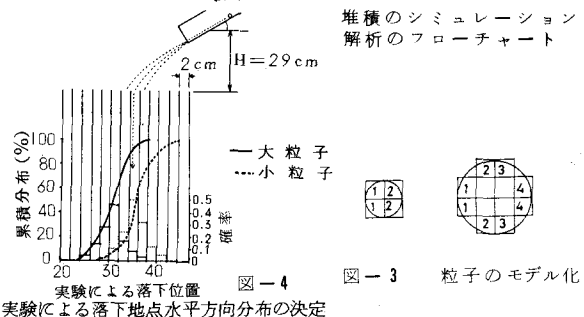


図-4 実験による落下地点水平方向分布の決定

堆積のシミュレーション解析のフローチャート

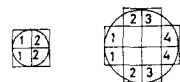


図-3 粒子のモデル化

図-5に示すように実験を行って求めた粒子の落下地点の水平方向分布に従うように乱数を発生させて決める。⑤堆積のさせ方は図-4に示すように、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、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向に移動させる。

4. 実験及びシミュレーション解析の結果 前節④

に述べた落下開始座標値を求めるために行った実験結果を図-6の実線で示す。この図には、各々の実験データをシミュレートした解析における初期座標値の頻度分布も破線で示した。シミュレーション解析は図-3に示したような2種類の粒子モデルを用い、堆積させた粒子数は2,000~3,000個(大粒子換算面積で1,000個分)である。図-7にシュート角度が24度の解析結果の例を示す。図-8は解析に対応した実験結果の例である。縦軸は水平方向8cm毎に分割されたブロックにおける平均粒径を示す。また、4つの異なる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-9である。この図で縦軸のeは、大小粒子の重心位置の水平距離を堆積させた山の平均的な高さで除したものであり、横軸は大粒子の配合率である。

5. 考察 初期座標値の頻度分布を表わしている図-6では、実験データは良くシミュレートされていることがわかる。図-7、図-8は単一の解析や実験より求められた結果であり、定量的な比較を行なうことは困難であるが、シュート放出口より離れるに従って平均粒径が大きくなっている傾向などの定性的な類似点が認められる。図-9では、シミュレーションの解析が若干大きめの値を示していることや、大小粒子の配合率による変化が小さいことなど、シミュレーション解析と実験の一致しない点もみられる。これは、解析が円形粒子のみを用いた2次元的なシミュレーションであることも起因していると思われる。

6. あとがき 今後、より一般的なシミュレーション解析を行うために、さらに粒子形状の精度の良いモデル化や、堆積位置の決定法などについても工夫して進めてゆきたいと思っている。本研究を行なうに当たり、川崎製鉄(株)技術研究所の協力を得たことを付記し、感謝する次第である。

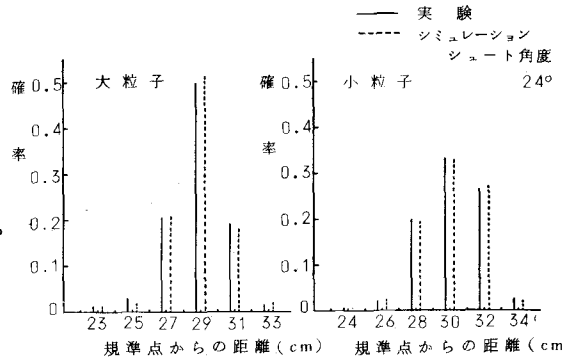


図-6 落下開始座標値の水平方向分布

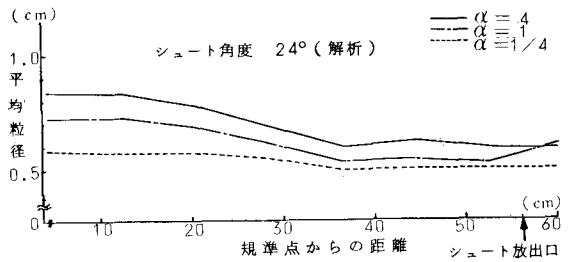


図-7 平均粒径の分布

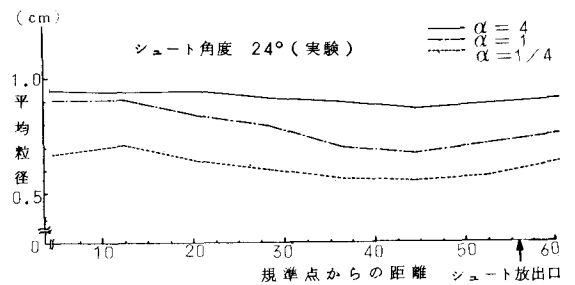


図-8 平均粒径の分布

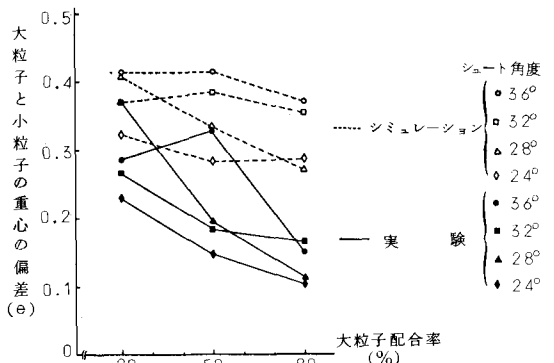


図-9 大粒子配合率によるeの変化

参考文献) 佐武正雄・岸野拓次・村井貞規：電子計算機によるバックギ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演概要(1971)