

II-175

粒状体の流動現象に関する一考察

鹿兒島大学工学部 正 員 北村 良介

1. まえがき

北村らはマルコフ・モデルと称する粒状体の力学モデルを提案し、本モデルが砂質土の圧縮、せん断、透水、圧密現象へ適用が可能であることを明らかにしてきている^{1), 2), 3), 4), 5), 6), 7), 8), 9)}。粒状体力学をより一般的に体系化するためには、粒状体の動的現象である流動現象へ適用が可能になるように本モデルをさらに発展させる必要がある¹⁰⁾。

本報告では、このような見地より粒状体の流動現象にマルコフ・モデルを適用する際の基本的な考え方と手順について述べることにする。

2. 粒状体の流動現象

図-1は、ある体積を有する粒状体が斜面上を流動していく現象を模式的に示したものである。すなわち、時刻 t_1 で図-1(a)のような状態であった粒状体は、時刻 t_2 ($t_1 < t_2$)で図-1(b)のように重心の位置が移動し、形状、体積も変化する。重心位置の移動は粒状体の平均的な流動に関連し、形状、体積の変化は流速分布等によって粒状体内に発生する応力の変化に基因するものと考えられる。今、図-1に示すように粒状体を適当なメッシュに分割する。分割された各メッシュの重心を含む要素では図-1(c)に示すような応力が生じているものと考えられる。ここに、要素とはその中に多数の粒子を含み、統計的な処理が十分有効である大きさを有しているものを意味している。図-1(c)に示す応力状態がわかれば次式で表わされる固有値問題を解くことにより、主軸の方向および主応力が求められる。

$$(\tau_{ij} - \sigma \cdot \delta_{ij}) \nu_j = 0 \quad (1)$$

ここに、 $i, j = 1, 2, 3$ 、 τ_{ij} : 図-1(c)に示された各面上の応力、 δ_{ij} : クロネッカーのデルタ、 σ : 主応力、 ν_j : 主軸と図-1(c)に示された面とのなす角の方向余弦。

(1)式を解くことにより、要素の主応力とその方向が求められると、これまでに圧縮、圧密、せん断、透水現象に適用が可能であることが明らかにされたマルコフ・モデルを用いて要素のひずみが計算され、さらには、メッシュの変形量が求められる。計算に必要な情報は、要素の応力状態、および、要素内で消費されるエネルギーである。これらの物理量は流動状態での粒状体の力学特性を反映したものであり、理論的、あるいは、実験的な研究によって明らかにされなければならない。この手法を各メッシュについて適用することにより粒状体の流動現象を表現できることになる。ただし、各メッシュでの計算をここでは独立に行なっているため、図-2に示すように、隣接するメッシュが離れたり、あるいは、重なったりすることが生じる。この問題をいかに合理的に克服するかは今後の課題である。

図-3は、本節で述べた粒状体の流動現象へマルコフ・モデルの適用手順をまとめて示したフローチャートである。

3. あとがき

本報告では、マルコフ・モデルを粒状体の流動現象に適用する際の基本的な考え方、および手順のみを示した。粒状体の流動現象については、研究の端緒についたばかりであり、本報告中には種々の問題が含まれているものと考えている。今後は図-3にもとづくコンピュータ・プログラムの開発、および、粒状体の流動実験を実施していく過程で修正を加えていきたいと考えている。

最後に、本研究は昭和60年度科研費(一般(c))の援助を受けたことを付記し、謝意を表します。

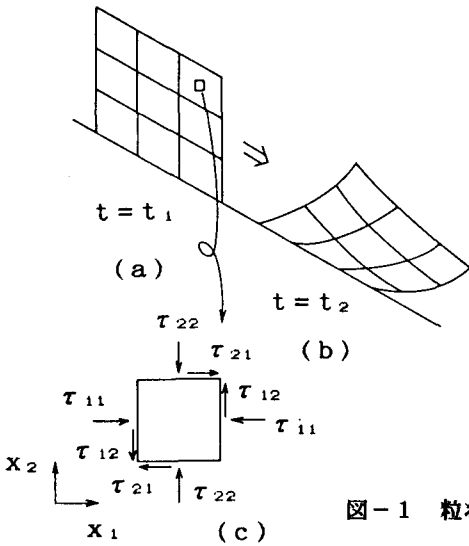


図-1 粒状体の流動現象の模式図

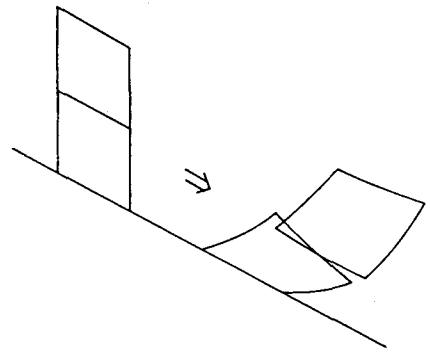


図-2 メッシュの不連続性

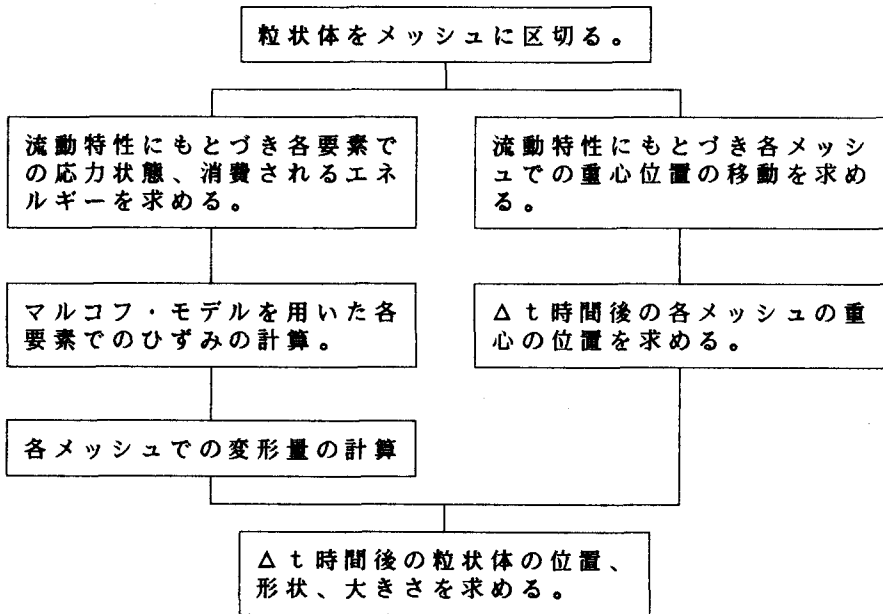


図-3 マルコフ・モデルの流動現象への適用手順

参考文献

- 1)北村、川井田 : 第19回土質工学研究発表会、 pp.291-294,1984.
- 2)北村、川井田 : 第19回土質工学研究発表会、 pp.295-296,1984.
- 3)北村、佐藤、川井田 : 第19回土質工学研究発表会、 pp.297-300,1984.
- 4)北村、宮崎 : 昭和59年度土木学会西部支部研究発表会、 pp.344-345,1985.
- 5)北村、宮崎 : 第40回土木学会年次学術講演会、 pp.553-554,1985.
- 6)北村、新地 : 第20回土質工学研究発表会、 pp.267-270,1985.
- 7)北村、新地 : 昭和60年度土木学会西部支部研究発表会、 pp.384-386,1986.
- 8)北村、新地 : 第21回土質工学研究発表会(投稿中)、 1986.
- 9)北村、新地 : 第41回土木学会年次学術講演会(投稿中)、 1986.
- 10)北村 : 第35回応用力学連合講演会、 pp.113-116,1986.