

○江口 寛¹⁾・岡安崇史・山形友佑²⁾・光岡宗司・井上英二

(九州大学大学院農学研究院,¹⁾九州大学大学院生物資源環境科学府,²⁾九州大学農学部)

【目的】

穀類、根菜類等の粒状作物の多くは、収穫機内で振動を利用して作物と夾雑物の分離・選別が行われる。選別方式は、作物と土砂・小石等を網により分離するふるい選別方式と作物と夾雑物を比重差により選別する揺動選別方式に大別される。これらの機構解明や最適設計に関する研究は従来より多方面で行われており、例えば、籾摺機の選別部等では既に実用化に至っている。一方、収穫時には、圃場内において空間的に分布している作物の状態や機体振動の影響等を受け、選別条件が時々刻々変化することが予想されるため、同機構の全容解明ひいては最適設計パラメータの同定には至っていないのが現状である。つまり、選別性能を向上させるには、これらの影響を考慮した選別装置の開発が必要である。

本研究では、収穫時の振動式選別機構の解明を行うため、まず、動的荷重条件下でのふるい選別現象への個別要素法 (DEM) の適用性を検討した。

【解析方法】

動的環境下の粒状作物の時々刻々の運動状態を表現するために、DEMを採用する。本手法は、粒状材料を多数の小粒子(要素)の集合体として捉え、各粒子に独立に与えた運動方程式を時間増分(Δt)で前進的に逐次計算することにより、個々の粒子ひいては粒子集合体の運動を追跡することが可能である。したがって、各粒子は、近接粒子との衝突や摩擦接触を繰り返しながら挙動することになる。この様子を図として表したものが図1で、粒子間の力学挙動は Voigt モデルで再現される。また、摩擦による相互作用を考慮するため、接線方向成分には摩擦スライダを挿入している。よって、各粒子の並進変位 **u**

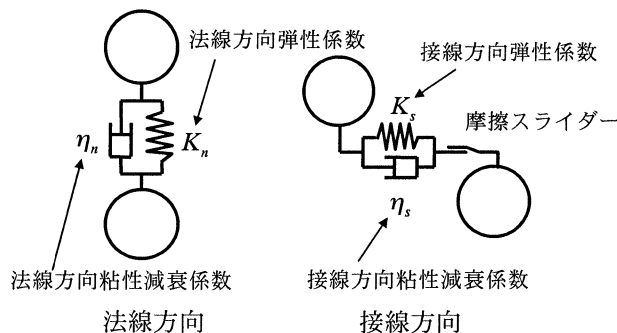


図1 Voigt モデル

と回転変位 ψ は、次式により計算される。

$$\left. \begin{aligned} m \frac{d^2 \mathbf{u}}{dt^2} + \boldsymbol{\eta} \frac{d\mathbf{u}}{dt} + \mathbf{K}\mathbf{u} &= \mathbf{0} \\ I \frac{d^2 \psi}{dt^2} + \eta r^2 \frac{d\psi}{dt} + Kr\psi &= 0 \end{aligned} \right\}$$

ここで、 m : 質量, r : 半径, I : 慣性モーメント, \mathbf{K} : バネの弾性定数, $\boldsymbol{\eta}$: ダッシュポットの粘性減衰定数をそれぞれ表す。なお、本研究では接触判定が容易な円形粒子を採用した。

【ふるい選別現象のDEMシミュレーション】

振動荷重条件下でのふるい選別部の運動は、一定間隔で配置した粒子を x および y 両方向に振動させることにより再現した。解析に用いた粒子の材料定数および振動荷重条件を表1に示す。

図2にふるい選別現象のDEMシミュレーション結果を示す。本図からも明かのように、直径の異なる2粒子集合体 ($t = 0.2s$) が、振動荷重的作用により、粒径毎に選別されている様子が表現できている。今後は、解析精度の評価や揺動選別機構への適用性も含め検討を進めて行く予定である。

表1 材料定数および振動荷重条件

密度	1000 (kg/m ³)	配置間隔	0.014 (m)
粒子半径	0.005 (m)	振幅	2.0×10 ⁻⁴ (m)
	0.01 (m)	振動数	1.7 (Hz)
ヤング率	4.0×10 ⁸ (Pa)	時間増分	3.0×10 ⁻⁷ (s)
ポアソン比	0.47	摩擦係数	0.5

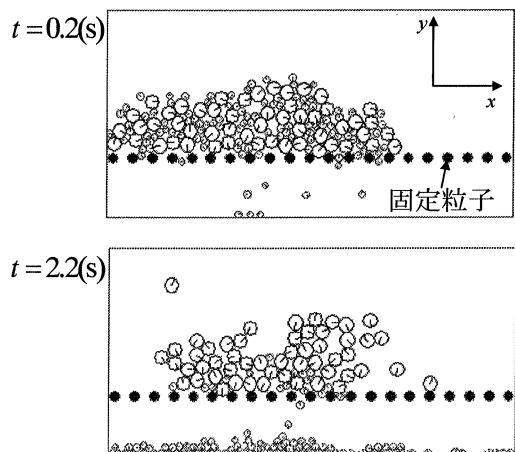


図2 ふるい選別現象のDEMシミュレーション結果