

掘削土砂リサイクル処理機械における混合容器内土砂挙動の解析

東北大・工 高橋 弘・渡嘉敷 憲一郎・山中 勇人
株 日立建機 関野 聡・橋本 久儀

1. はじめに

近年、地価の高騰により従来は宅地建設の対象外であった軟弱地盤地に建物を建設する要望が高まり、土質改良法の需要が増大している。また水道管やライフラインの埋設作業現場などで発生する掘削土砂は、そのままでは埋め戻しに利用できず、一旦、処理工場などで乾燥処理などを施した後に埋め戻しに使用することになっている。しかしながら、実際には処理工場までの運搬コストが大きな負担となることから、運搬の途中で掘削土砂がしばしば不法投棄されており、この不法投棄された土砂が周辺環境に悪影響を及ぼすなど社会問題となりつつある。そこで、建設現場で掘削土砂に処理を施し、埋め戻しに再利用できるような掘削土砂リサイクル処理機械、すなわち土質改良機の開発に多大の期待が寄せられている。

ところで、この処理機械が行う作業は、セメントや生石灰などの添加剤と土砂とを均質に混合することであるが、この処理機械の最適設計を行う場合、機械要素や土質条件など土砂の混合に寄与すると考えられるパラメータは非常に多く、それらを全て実験によって評価・検討するのは非効率的であるばかりでなく、あまりにも非経済的である。

そこで本研究では、効率的かつ経済的な処理機械の最適設計を可能にするため、計算機上で混合容器内における土砂挙動をシミュレートできるシミュレータを開発することを目的としている。

2. シミュレーション手法

本研究では、土砂混合方式の1つであるパドルによる混合方式を採用することにし、またシミュレータの開発には、粉粒体の解析に多く用いられている個別要素法

：以下と記すを用いる。は個々の要素ごとに運動方程式をたて、要素の挙動を解析していく方法である。従って、土砂などの粉粒集合体の挙動解析に適している方法である。なお、一般にによる解析では、次元解析の場合、要素

は円板で、また次元解析の場合は球と仮定されることが多い。

で用いる要素間モデルを図1に示す。

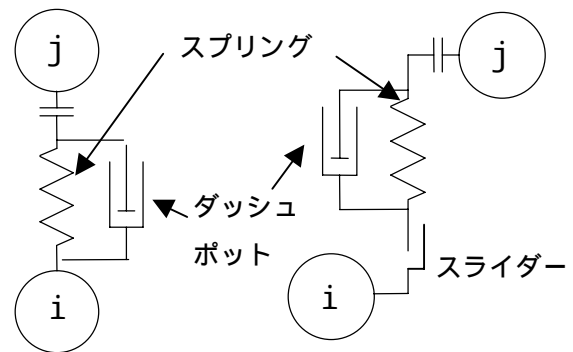


図 要素間モデル

3. シミュレーション結果

混合容器およびパドルの形状を図2に示す。またシミュレーションにおける計算条件を表1に示す。

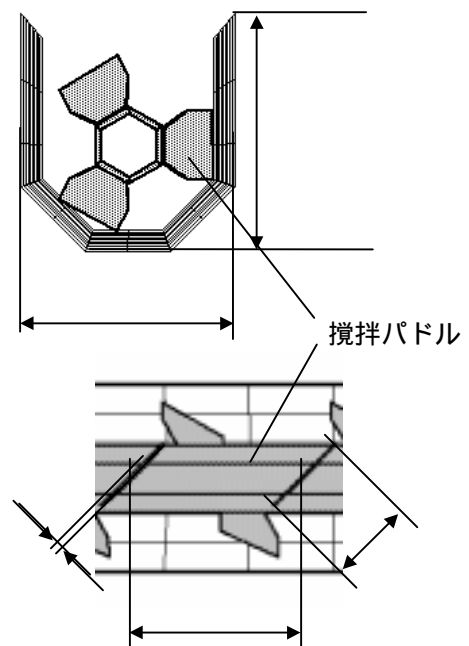


図 混合容器およびパドルの形状・寸法

表1 シミュレーション計算条件

ピッチ	120 mm
パドルの攪拌羽の傾き角	15°, 30°, 45° 60°, 75°
シャフト本数	1
パドル・シャフトの回転速度	30 rpm
土砂・添加剤粒径	10mm
粒子総数	1000個
充填率	100%
シミュレーション時間	5sec

本シミュレーションでは、次元解析を考えなければならないので要素の形状は球とした。要素の直径は、要素数を個とし、秒間混合を行った場合の土砂の挙動をシミュレートした。計算区間は、図に示すようにピッチ、の範囲であり、この条件における充填率は約%である。ここで、「充填率は攪拌羽の通過する領域を攪拌軸伸長方向に投影した面積」に対する「混合容器内に充填した要素断面積」の割合として定義した。

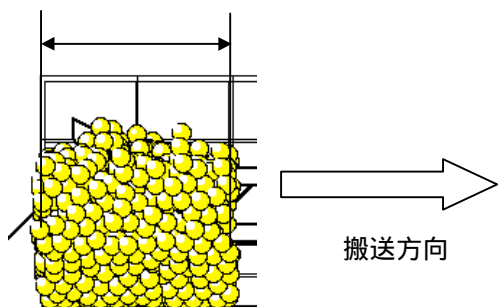


図 計算区間

パラメータとして、パドルの攪拌羽の傾き角度を変化させ、混合装置の性能を評価した。今回は、のクロック周波数のマシンで計算を行ったが、表1に示した条件で秒間の混合過程をシミュレートするのに約時間を要した。従って、添加剤の混合度に対する定量評価は次回の検討項目とし、今回は処理量の定量評価を行った。処理量は図に示すように境界を越えて境界にループした要素の数をカウントし、その数に要素個の体積を乗ずることにより求めた。

パドルの攪拌羽の傾き角度と処理量との関係を図に示す。この図より、度付近で処

理量はピークを示すことが分かる。

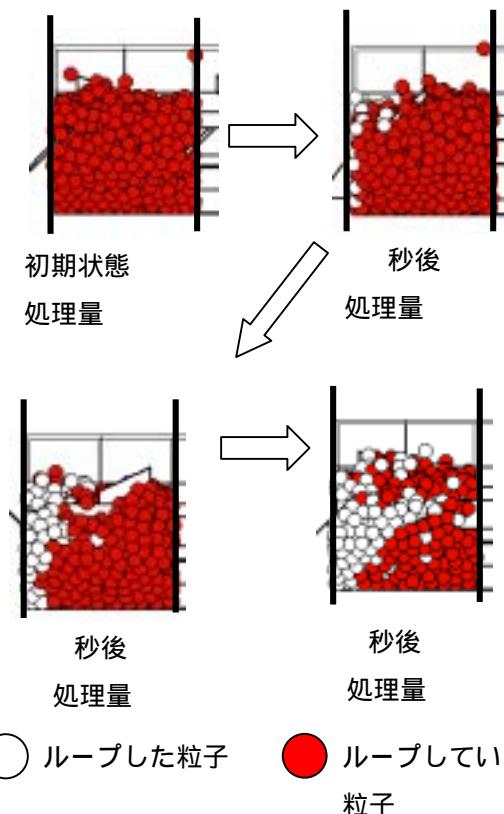


図 処理量の算出方法

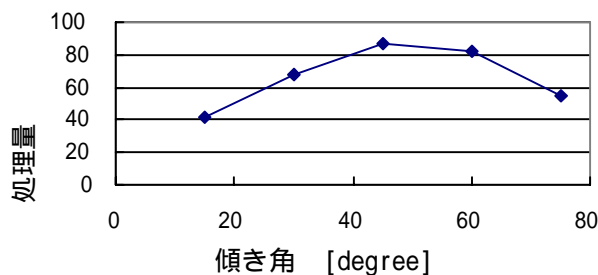


図 攪拌羽の角度と処理量との関係

4. むすび

を用いた掘削土砂リサイクル処理機械における混合容器内の土砂挙動を数値解析するためのシミュレータを開発し、パドルの攪拌羽の傾き角度をパラメータとしたシミュレーションを行った。その結果、度付近で最大の処理量が得られることが確かめられた。

今後は、計算時間を削減する手法を開発し、混合時間の長いシミュレーションを行うとともに、パドルを軸とした容器を考え、シミュレーションを行う予定である。