

プログラム名：タフ・ロボティクス・チャレンジ

PM名：田所 諭

プロジェクト名：フィールド評価試験・安全・シミュレーション

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 8 年 度

研究開発課題名：

機械と土壌の相互力学におけるマクロ・マイクロモデルを実装した

掘削シミュレータの開発

研究開発機関名：

横浜国立大学

研究開発責任者

尾崎 伸吾

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本研究では、建設ロボットを対象プラットフォームとし、マクロ・マイクロモデルに基づいた土壌掘削モデルの構築を行う。また、マクロ掘削モデルおよび走行システムの接触モデルをロボットシミュレータに実装することによって、土壌掘削変形を考慮したより高精度なロボットシミュレータを提供することを目指す。前年度までに個別要素法解析に基づくバケット掘削モデルを作成し、実験結果との比較を行うことでその妥当性の検証を終えている。

以上を踏まえ、当該年度は開発した個別要素法掘削モデルを用いて、ミクロな視点からの土壌掘削現象を把握するとともに、慶応大・石上グループが担当するマクロ掘削モデル構築に資する基本データのフィードバックを目指す。また、個別要素法掘削解析をバーチャルテストと位置付け、以下の汎用化に取り組む。

- ・バケットのみならず、建設ロボットに搭載予定の多指ハンドを対象とした個別要素法解析モデルを開発し、土壌ハンドリングの解析に取り組む。
- ・土壌のみならず、木材を対象とした個別要素法解析モデルを開発する。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

図1に示すように実験結果と整合性の取れた個別要素法解析を用いて、掘削時の土粒子の流動現象の詳細な把握に努めている。また、掘削力や土工量を中心とした様々な力学データをマクロモデルへとフィードバックしている。ここに、掘削軌道は一軸回転および並進に加え、オペレータによる掘削軌道をトレースしたものを採用している。

また、これまでに個別要素法バケット掘削モデルを拡張し、多指ハンドによる土壌ハンドリング解析モデルならびに木材を対象とした解析モデルの作成を終えている。現在、土壌条件や掘削軌道のバリエーションを充実させることで、実験を補間するためのバーチャルテストとしての完成を目指している。

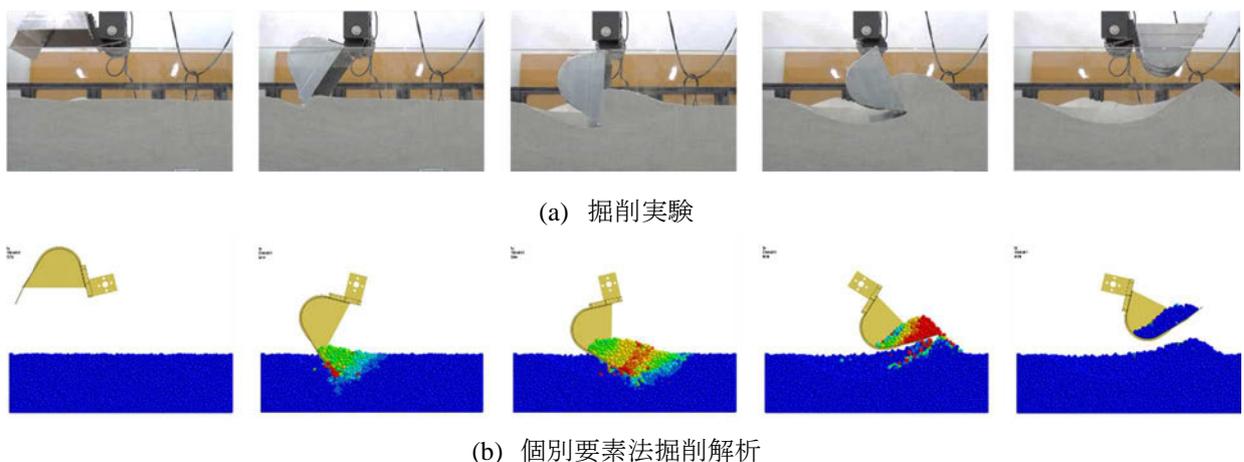


図1：個別要素法に基づく掘削解析モデルの Verification & Validation

2-2 成果

バケット掘削解析については、当初目標であった実験結果との誤差 10%以下を達成しており、掘削力や土工量の観点から、バケットの設計や制御（施工計画、高効率運用、自動掘削など）への援用が可能となった。

他方、図 2 に示すような多指ハンドによる土壌ハンドリングモデルによる解析を実施している。これより、ロボットシミュレータに実装予定のマクロモデルの開発に寄与し得る各種力学データをフィードバックできるようになった。

また、図 3 に示すような木材のハンドリング解析モデルの作成も終わっている。ここに、木材モデルには接触判定を容易にするために個別要素法を採用している。木材の各種パラメータを設定することにより、弾性変形、移動、接触のみならず、破壊挙動も表現できるようになっている。

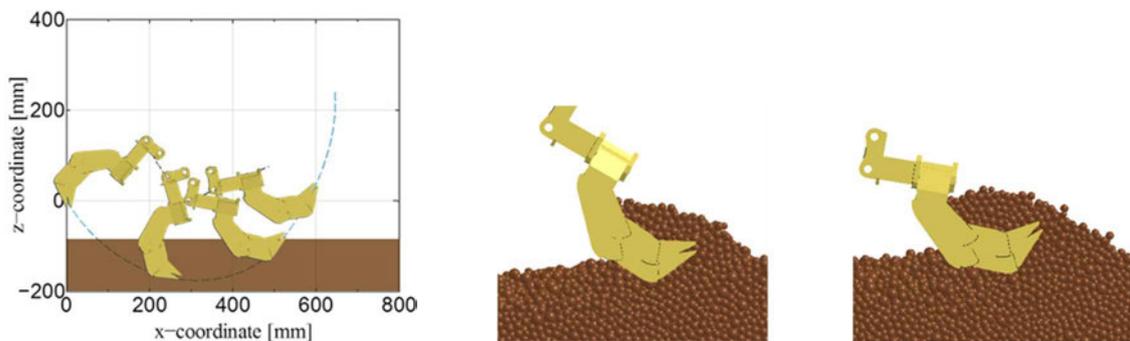


図 2：多指ハンドによる土壌ハンドリングモデルの解析例

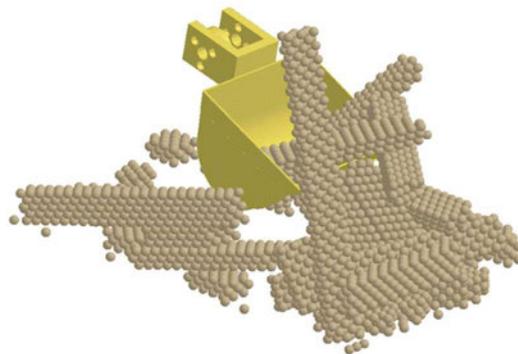


図 3：木材のハンドリングモデルの解析例

2-3 新たな課題など

特になし。

3. アウトリーチ活動報告

特になし。