

グラブ浚渫による薄層浚渫の DEM 解析

東亜建設工業株式会社 正会員 ○松田 信彦

1. はじめに

重金属やダイオキシン類で汚染された海底土砂の除去や浚渫土砂の処分場不足から、海底表面の土砂を薄く浚渫する水平掘のグラブ浚渫技術が開発されている。水平掘は掘削軌跡が水平になるように、深度補正しながら掘削するもので現在では多くのグラブ船に普及している。図-1 はグラブ浚渫の写真である。一方、定寸掘で薄層浚渫を行うと、掘り残しができて含泥率が低下して作業効率が落ちる。また、含泥率の低下に伴って余水が増加するため濁りに対しても悪い影響を与える。このようなグラブ浚渫の特性を再現するために、本研究は個別要素法(DEM)を用いて薄層浚渫の計算を試みた。



図-1 グラブ浚渫

2. 計算方法

グラブバケットの動き: 計算に用いたグラブバケットは、図-2 のような容積が 25m^3 の大型バケットである。バケットが開いた時の長さは 8.8m で、バケットの幅(奥行方向)は 2.9m である。図中の青線と赤線はバケットをモデル化したもので、青線はバケット開時、赤線はバケット閉時の位置である。バケットには支持ロープと開閉ロープが付いており、これらのロープの制御により深度調節や開閉操作を行っている。図-3 はグラブ浚渫の掘削手順である。矢印の順序で水面からバケットを開いた状態で海底に着底。バケットを閉じて土砂を掘削する。バケットが完全に閉じてから水面へ引き上げる。掘削中に設定された停止深度で動かないのが定寸掘で、掘削深度を水平に調整するのが水平掘である。

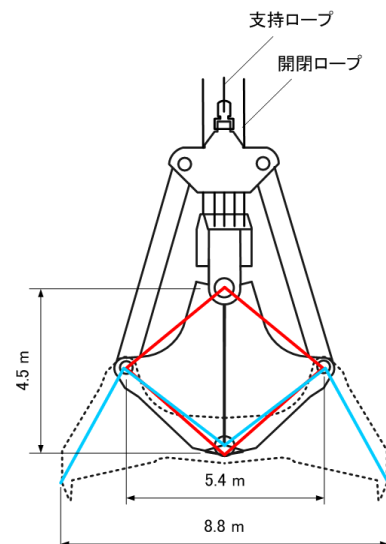


図-2 グラブバケット

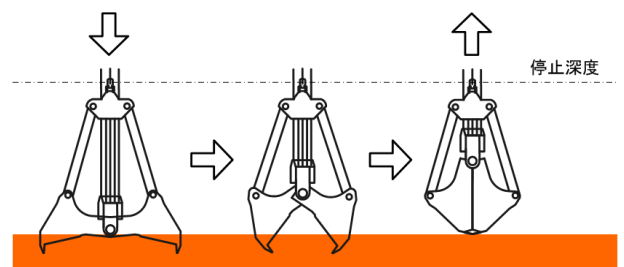


図-3 掘削手順

計算条件: 個別要素法の計算には松島亘志¹⁾が開発した2次元 DEM 公開プログラム DEMseg を使用した。計算で設定した円粒子は粒径 $100\text{--}200\text{mm}$ の範囲で 1637 個をランダムに発生させている。図-4 は円粒子の安息角の計算結果である。緑線は傾きが 21.8° の直線である。計算では水の影響を考慮していないが、平均粒径が 0.13mm の砂の水中安息角 21.8° (水を乱したとき) と同程度の安息角である²⁾。図-5 は解析モデルの初期状態である。円粒子を 3.0m の厚さで底

キーワード グラブ浚渫, 個別要素法, 定寸掘, 水平掘, 含泥率

連絡先 〒230-0035 神奈川県横浜市鶴見区安善町 1-3 技術研究開発センター TEL 045-503-3741

面に敷いている。図中の赤色波線で挟まれた範囲が層厚 0.5m の掘削範囲である。青線の示したバケットの先端を 0.5m の深度まで下げた状態から、20 秒かけてバケットを動かして掘削した。計算ケースは定寸掘と水平掘の 2 ケースで両者を比較した。

3. 計算結果

図-6 は定寸掘の計算結果である。図中の緑線はバケット先端が通った掘削軌跡である。掘削軌跡と掘削面は良く一致しており、中央部に黄色で示した山形の掘り残しが発生している。バケット内にある赤色の粒子は、掘削した土砂を表しており粒子の総面積が 2.8m^2 で、初期状態の粒子の総面積 30m^2 と体積 104.4m^3 (L12m×B2.9m×H3m) から掘削土量を計算すると、浚渫土量は 9.7m^3 で含泥率 39%であった。含泥率とは水と土砂の混合物における土砂の割合である。

図-7 は水平掘の計算結果である。掘削軌跡と掘削面は一致しており、掘削面が水平になっている。バケット内の粒子は定寸掘よりも多く、粒子の総面積は 4.6m^2 で掘削土量を計算すると 15.9m^3 で含泥率 64%であった。この結果、両者を含泥率で比較すると水平掘は定寸掘の 1.6 倍の含泥率で掘削することができた。

4. おわりに

個別要素法を用いてグラブ浚渫の浚渫シミュレーションを行った。水平掘は定寸掘の 1.6 倍の含泥率で浚渫することができ水平掘の有効性が確認できた。このように、本手法はグラブバケットの制御や形状を変更した時に、容易に含泥率を推定できることが確認できた。今後は、実際の工事で検証データを収集して信頼性を向上させたい。

参考文献

- 1) Matsushima, T. and Saomoto, H.: Discrete Element Modeling for Irregularly-shaped Sand Grains, Proc. NUMGE2002: Numerical Methods in Geotechnical Engineering, Mestat (ed.), pp. 239-246, 2002 .
- 2) 河村三郎: 土砂水理学 1, 森北出版株式会社, pp.10-11, 1982.

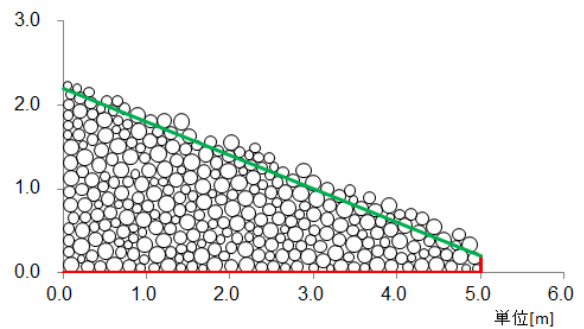


図-4 円粒子の安息角

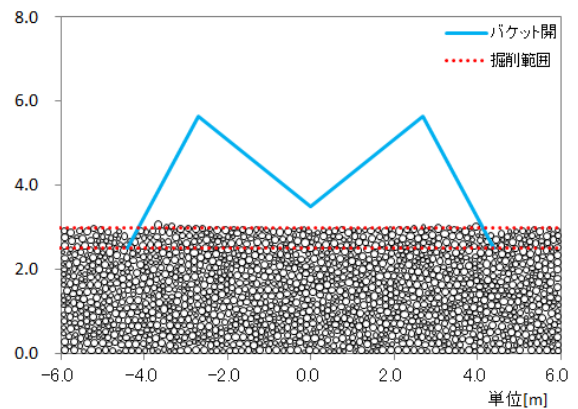


図-5 初期状態

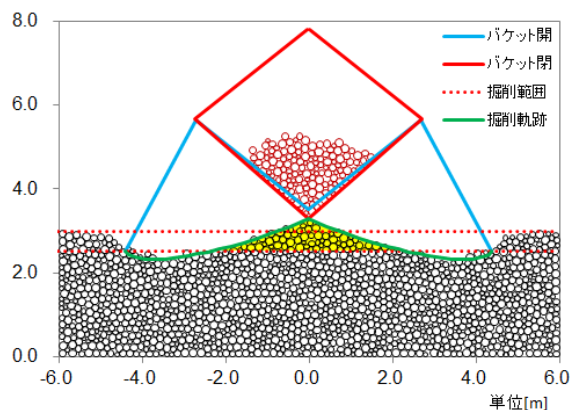


図-6 計算結果 (定寸掘)

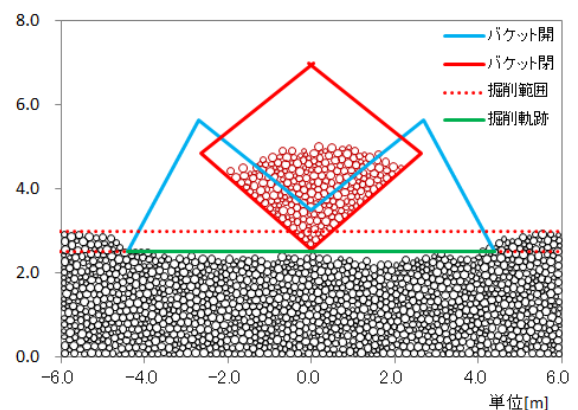


図-7 計算結果 (水平掘)