

大水深捨石マウンドの高精度な築造技術

～大水深捨石投入施工管理システム～

東洋建設株式会社

◇沖合展開への対応◇

近年、港湾施設の沖合展開に伴って防波堤や護岸構造物の基礎となる捨石マウンドの施工が大水深化しています。また水産分野では、漁業資源の回復を目的とした人工海底山脈などの広域漁場整備事業が大水深にて展開されています。

東洋建設株式会社では、このような大水深海域において捨石マウンドを高い精度で効率よく築造できる「**大水深捨石投入施工管理システム**」を開発しました。本システムの特徴は、捨石投入後の堆積形状を「**個別要素法を用いた三次元固液混相流モデル**」を用いて予測することによって、施工経験のない海域においても現場条件に合わせた捨石投入の施工管理が行えることです。

◇大水深における捨石投入のこれまでの課題◇

一般に、防波堤や護岸などの捨石基礎マウンドを築造する場合、ガット船により捨石を投入後、潜水土による均し作業で計画断面に仕上げます。大水深に捨石基礎マウンドを築造する場合には、潜水作業が困難であることから底開式バージによる直接投入が多く用いられています。底開式バージの直接投入では、大量で急速に施工ができる反面、計画断面との差異が大きくなりやすいため、捨石の堆積形状を予測した投入計画に基づいて効率的な施工が重要になります。捨石の堆積形状予測には、確率論的な手法が主に用いられていますが、パラメータの設定に実測値の蓄積データを必要とするため、前例のない施工条件では予測精度が課題となります。

また、沖合でかつ大水深において波浪や潮流などの海象条件が変化するなか、決められた位置にバージを誘導し捨石を投入するためには、リアルタイムの高精度な施工管理が必要になります。

◇大水深捨石投入施工管理システムの概要◇

「**大水深捨石投入施工管理システム**」は、捨石の投入計画立案から施工管理までを網羅するトータルシステムです。本システムは、主に堆積形状予測サブシステム、投入計画支援サブシステム、施工管理サブシステムの各サブシステムから構成されます。以下にその概要を示します。

①堆積形状予測サブシステム

本システムで用いる捨石堆積形状の予測手法には、底開式バージから海中に投入された捨石が相互に衝突しながら落下していき、海底に堆積する現象を直接表現する力学モデル（**個別要素法を用いた三次元固液混相流モデル**）を用いた数値シミュレーション手法を採用しています。この手法では、水深、バージ形状、捨石の重量などの諸条件を解析条件として直接考慮できるため、経験則や蓄積データが利用できない場合でも、現場条件に合わせた捨石の堆積形状の予測が可能です。なお、東洋建設(株)は、大阪市立大学との共同研究により、本シミュレーション手法の実用化を行いました。

②投入計画支援サブシステム

投入計画支援サブシステムは、堆積形状予測サブシステムで作成した複数の堆積形状モデルを重ね合わせることで、計画断面を効率的に築造する投入計画の立案を支援するシステムです。また、実際の投入で実測した堆積形状をデータベースとして蓄積する機能も併せ持っています。

③施工管理サブシステム

本システムは、以下の施工管理サブシステムにより高精度な施工管理を可能とします。

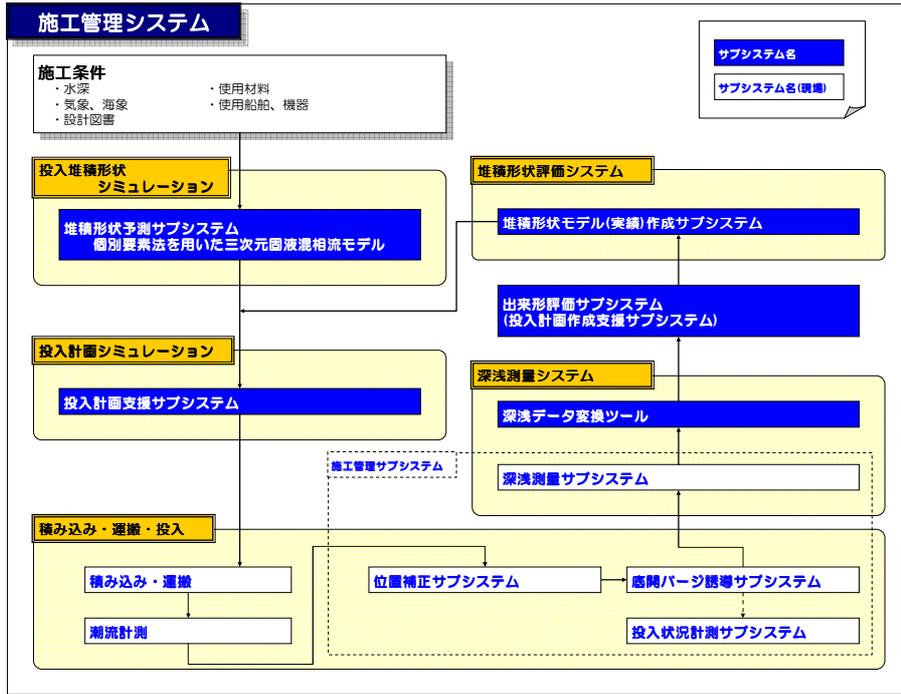
- ・投入位置補正サブシステム: 潮流による投入位置と堆積位置のずれを事前に予測し、投入位置を補正する。
- ・底開式バージ誘導サブシステム: 各作業船の位置情報を無線 LAN で共有化・可視化し、迅速で正確に誘導する。
- ・投入状況計測サブシステム: バージの軌跡や開扉の状況などを計測管理し、投入方法を検証する。
- ・深浅測量サブシステム: RTK-GPS を利用したナローマルチビームによる堆積形状の取得により、出来形管理と堆積形状を検証する。

◇本システムの適用事例◇

「**大水深捨石投入施工管理システム**」を以下の2件の工事で適用しました。

- ・長崎県発注の長崎市伊予島沖合約 8km、水深約 76m における人工海底山脈築造工事に本システムを適用し、全開式バージの直接投入による捨石の堆積形状が精度よく予測でき、計画断面通りの人工海底山脈を効率よく築造しました。
- ・国土交通省九州地方整備局発注の名瀬港沖防波堤の水深約 47m における防波堤基礎捨石マウンドの造成工事に本システムを適用し、捨石投入工の施工効率と出来形精度を向上しました。

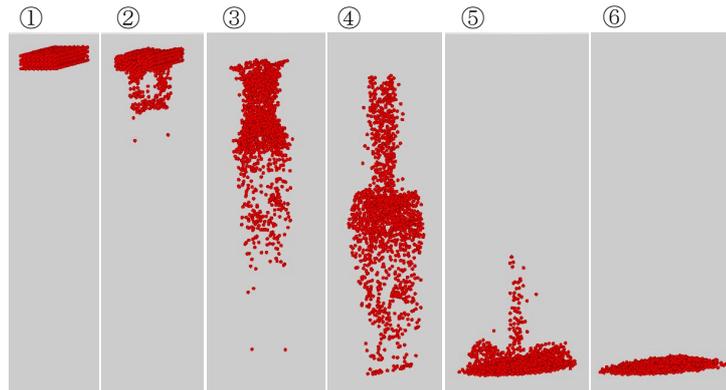
【システム概要フロー】



【個別要素法を用いた三次元固液混相流モデルによるシミュレーション】

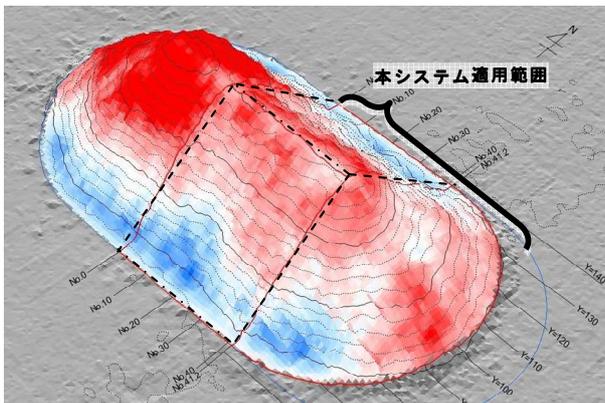


捨石投入状況



個別要素法を用いた固液混相流モデルによりシミュレーションした捨石落下の様子。この様子を動画で確認することができます。底開バージ内に捨石が搭載されている状況①からバージが開扉され、捨石が落下している様子②～④や、落下する捨石が沈降に伴って誘起された流体力の影響を受けながら拡散・沈降している様子④がわかります。また、着底した捨石が堆積する様子や、法面を捨石が転がり落ちる様子も確認できます⑤、⑥。

【適用事例】



人工海底山脈築造工事に本システムを適用した事例です。

全開式バージの直接投入による捨石の堆積形状が精度よく予測でき、計画断面通りの人工海底山脈を効率よく築造しました。

【問い合わせ先】

東洋建設株式会社

経営企画室企画部広報課長 濱田 敏弘

電話：03-6361-5461