

**一般社団法人漁港漁場新技術研究会
第10回技術報告会**

海底マウンド礁施工支援技術

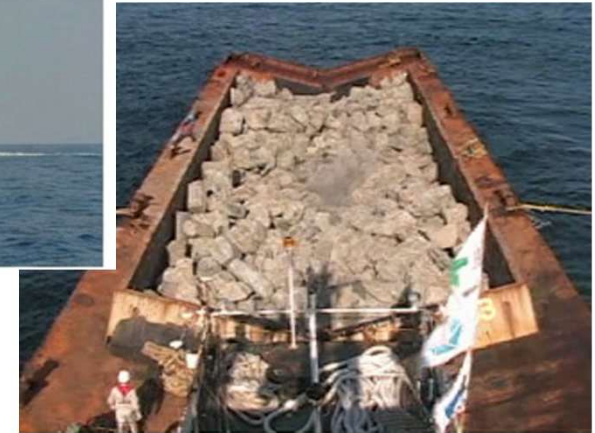
2026年2月12日

五洋建設株式会社

開発の背景： 水深増大による材料拡散の課題

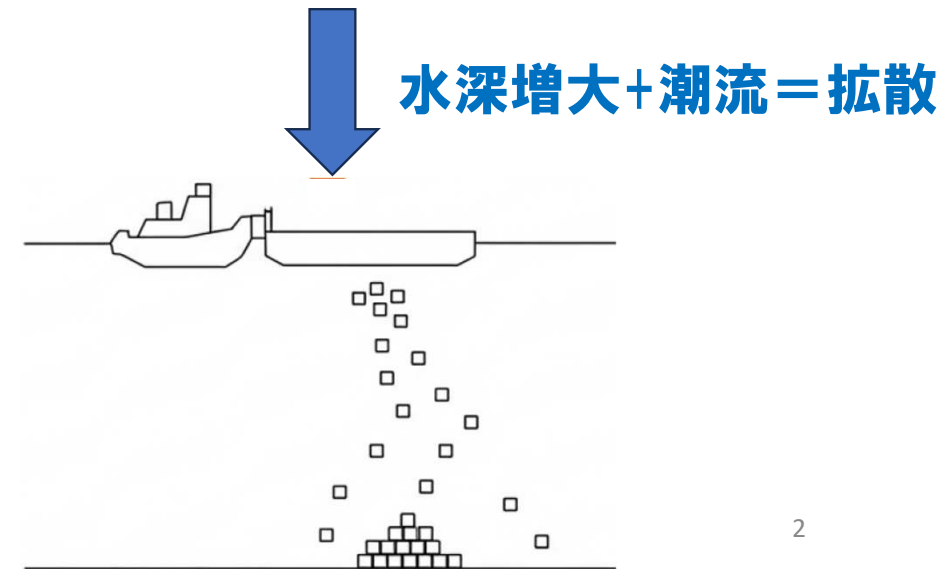
現状と課題：

沖合海域での広域的な資源回復のための、大規模な漁場整備(マウンド礁築造)では一般的に「土運船からの直投方式が用いられる」



問題点：

水深が増すにつれ、投入材料は潮流の影響を受け、落下中に大きく拡散する。その結果、目標とする堆積形状の確保が困難となる(計画通りの山が作れない)。

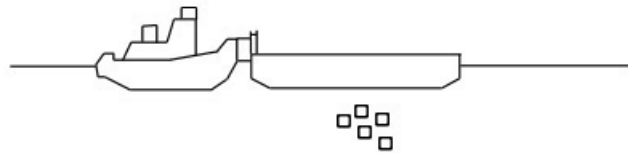


開発の2大目標： 予測技術と制御技術

目標①：予測

投入材料(ブロック・石材)や船舶ごとの体積形状を、現地の劉協と海底地形を踏まえて高精度に推定する。

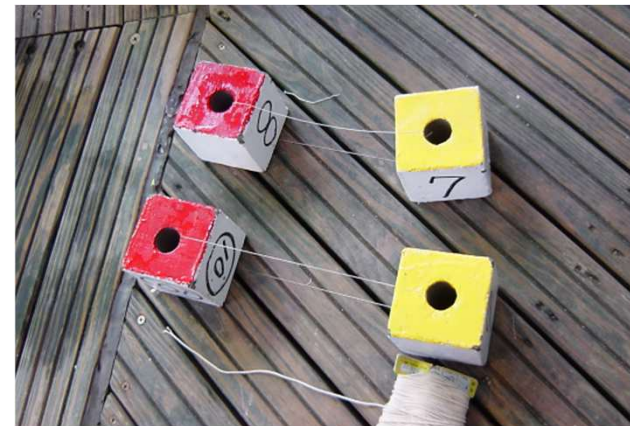
「どこに落ちるか」を事前に計算し、投入位置を補正



目標②：制御

投入時の拡散を低減させる手法を開発する。

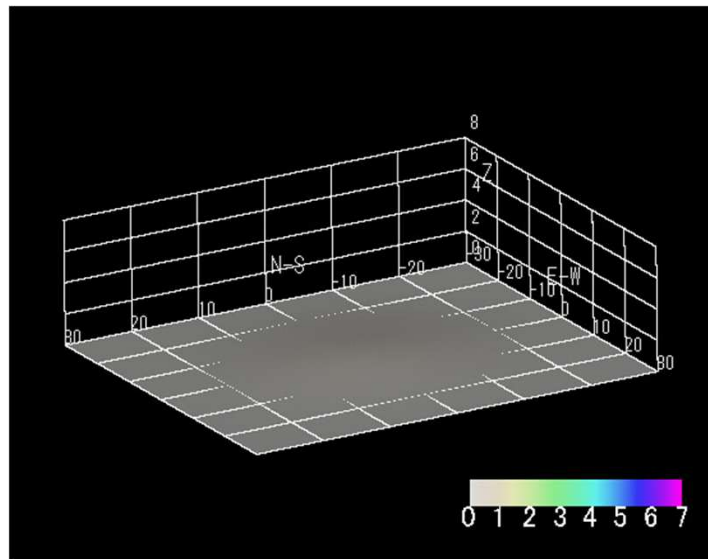
手法：分割投入、ロープ連結
シート工法、投入時間管理



目標①: 予測 拡散・堆積形状/落下挙動予測モデル

拡散・堆積形状解析

現状海底地形を基に投入後の地形を解析し、
次期堆積位置を決定する

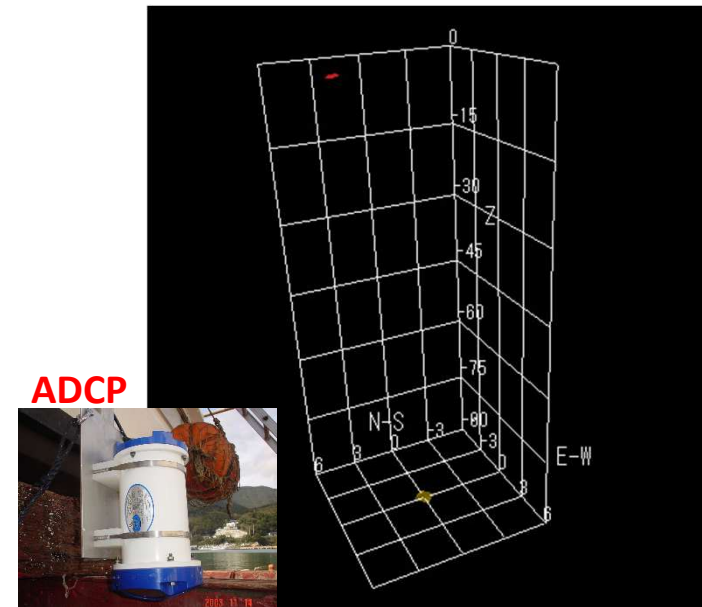


松見・岸口(1990) の手法に基づく海底面
における堆積形状を解析するモデル

$$f(x^*) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(\sigma^*)} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x^*}{\sigma^*}\right)^2\right\}$$

落下挙動解析

流向・流速結果を基に水中の移動を解析し、
投入位置を決定する



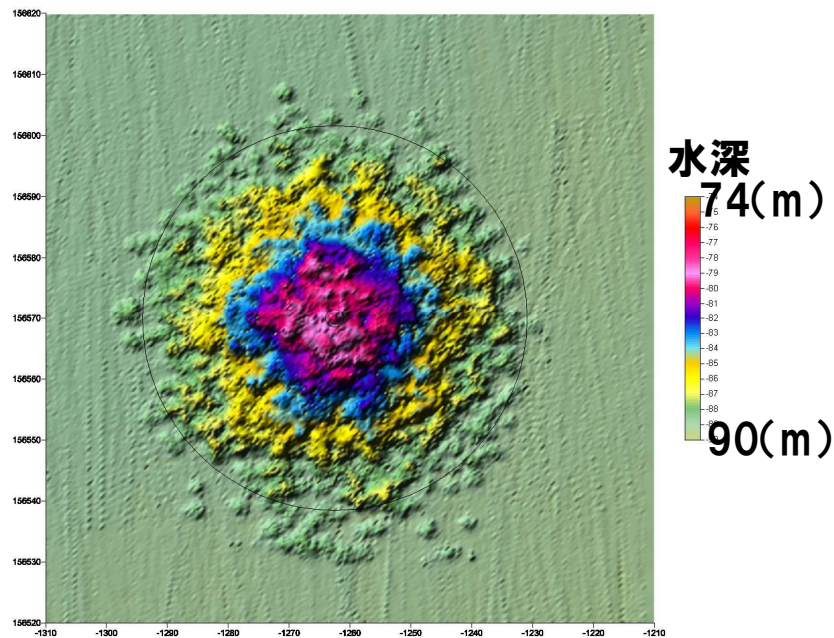
流体内を運動する物体の運動方程式

$$(M + \rho_w k_m V) \frac{d\vec{v}_b}{dt} = \frac{1}{2} \rho_w C_D A (\vec{v}_w - \vec{v}_b) |\vec{v}_w - \vec{v}_b| + (M - \rho_w V) \vec{g}$$

目標①: 予測 拡散・堆積形状/落下挙動予測モデル

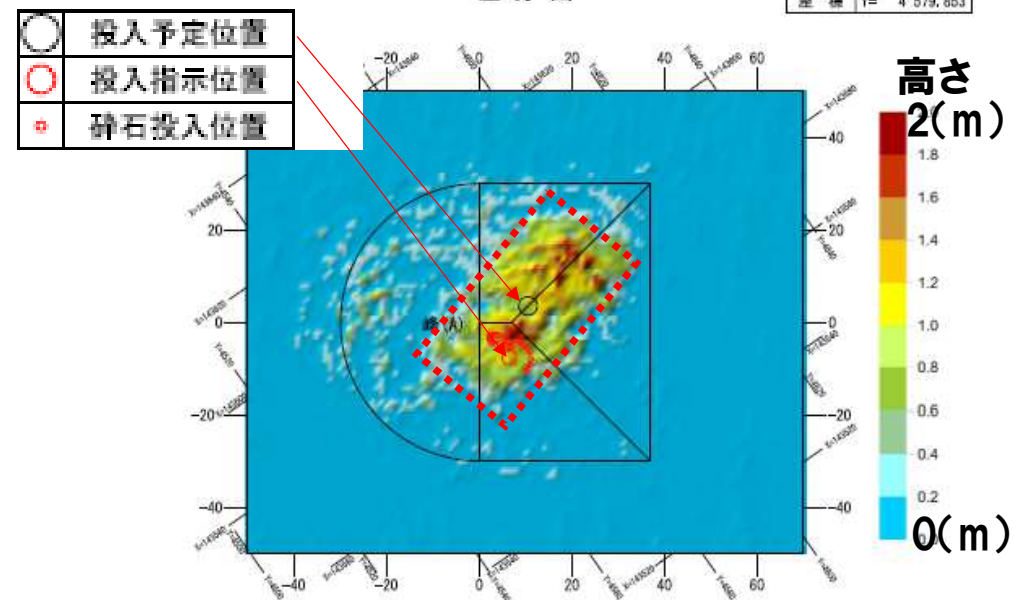
ブロックの投入

28投終了時 堆積平面図



石材の投入

1回投入 差分図
差分図

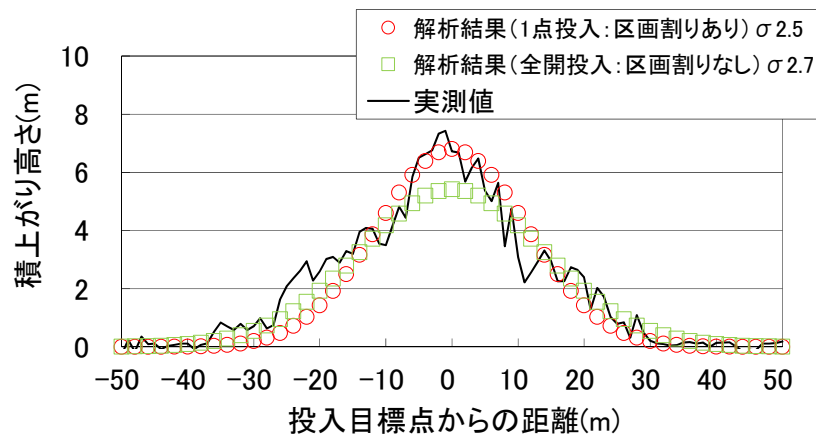


実績の堆積中心と計画中心が合致。大水深でも高精度な予測が可能。

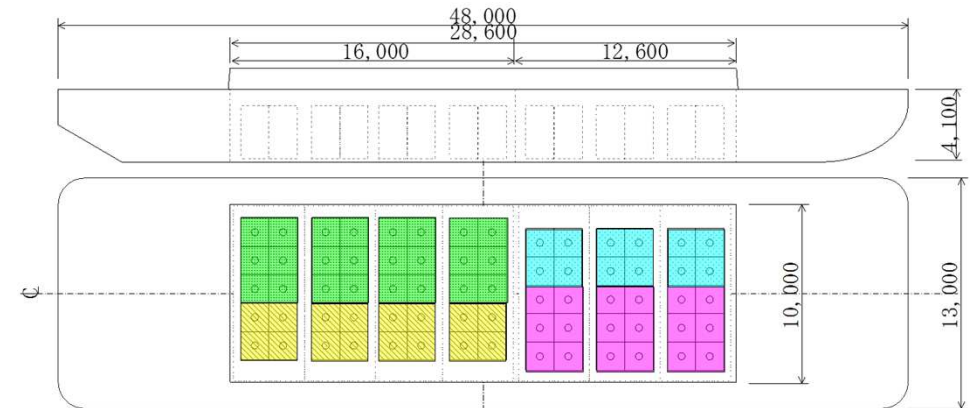
目標②:制御（ブロック） 航行しながらの分割投入

手法： 航行しながらの分割投入

土運船に積載したブロックを区画割りをし、船舶を前進させながら順次投入する。一斉投入より拡散が抑えられ、着底位置を制御する。



拡散係数 σ : 2.7 → 2.5 へ改善



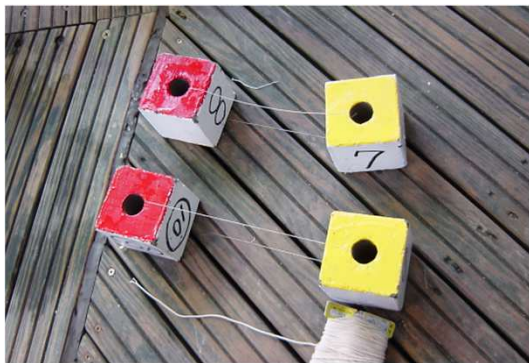
区画割りのイメージ



目標②:制御（ブロック） ロープ連結による拡散抑制

手法： ブロック同士をロープで連結

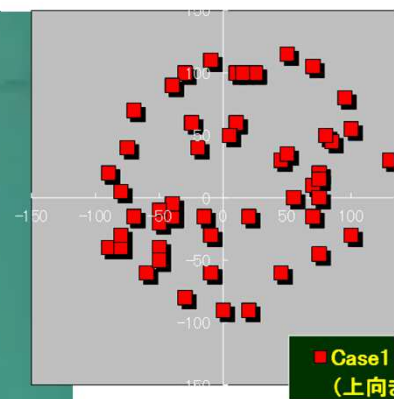
土運船に積載した複数ブロックをロープなどで連結し投入する。
単独投入時に回転しながら拡散が拡大することを抑制。



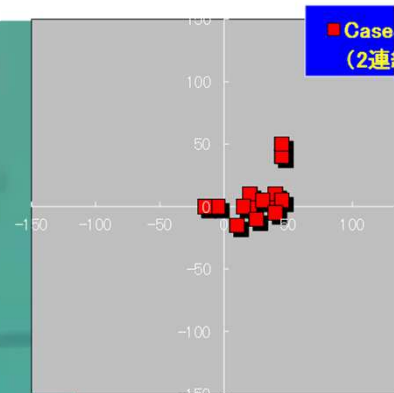
回転が抑制され拡散が縮小



個別投入



ロープ連結投入



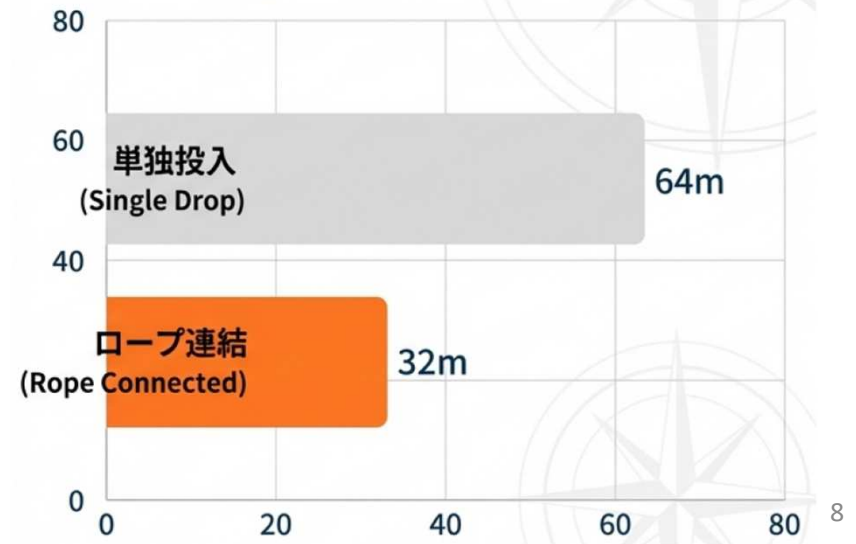
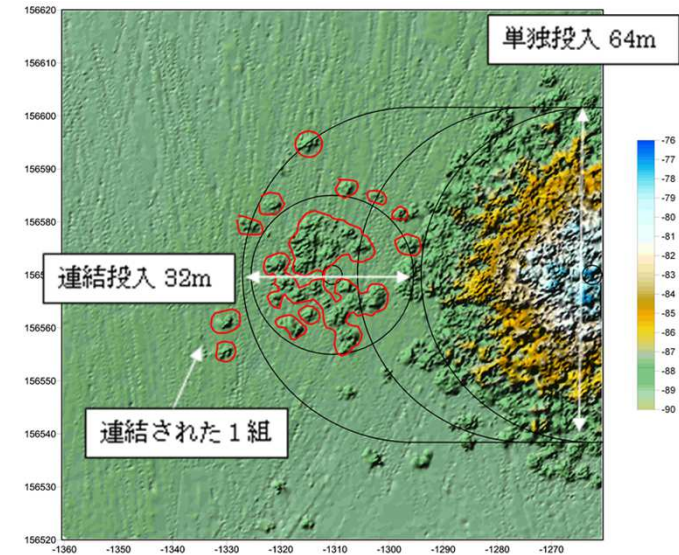
目標②:制御（ブロック） ロープ連結による拡散抑制

手法： ブロック同士をロープで連結

土運船に積載した複数ブロックをロープなどで連結し投入する。
単独投入時に回転しながら拡散が拡大することを抑制。



現地でも拡散が半分程度

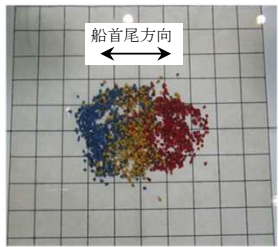
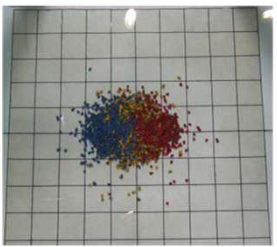


目標②:制御（石材）投入時間管理による拡散制御

手法：投入時間管理

- 土運船開口速度を調整し、石材を一気に落とさず時間をかけて落とす。
- 投入時間を長くすることで水中の乱れを抑制し、拡散が減少

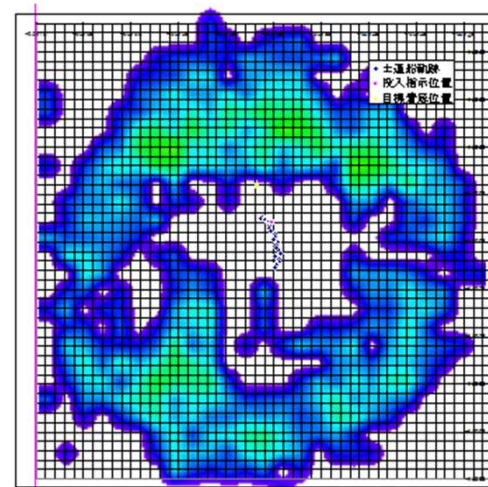


	投入時間 3 秒	投入時間 8 秒
水深 50cm		

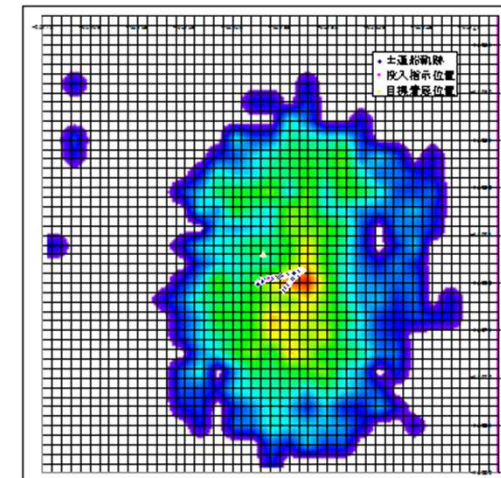
1/100室内実験

1回投入 差分図

投入時間30秒



投入時間80秒

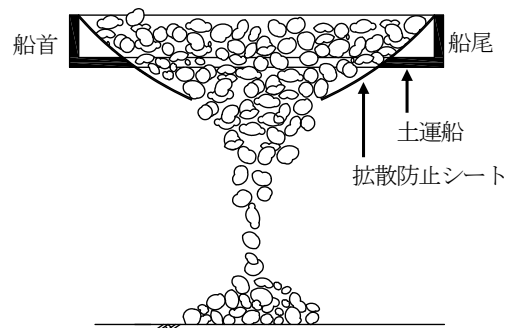


現地でも拡散が低減

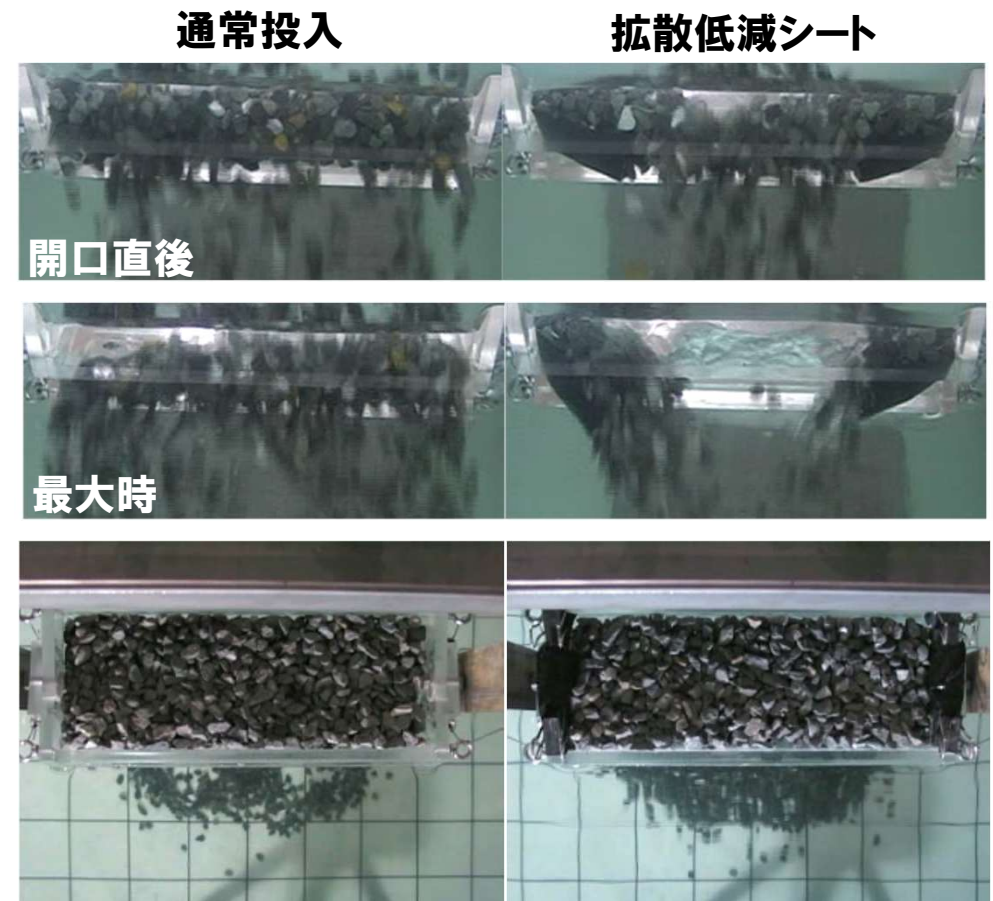
目標②:制御（石材） 拡散低減シートによる拡散制御

手法： 拡散防止シート

- 土運船開口部にシートを設置し、実質的な開口幅を狭める。
- 拡散防止シート: 船倉幅・長さの50%



拡散低減シート概念



1/100室内実験

目標②:制御（石材） 拡散低減シートによる拡散制御

現地シート取付状況

手法： 拡散防止シート

- 土運船開口部にシートを設置し、実質的な開口幅を狭める。
- 拡散防止シート: 船倉幅・長さの50%

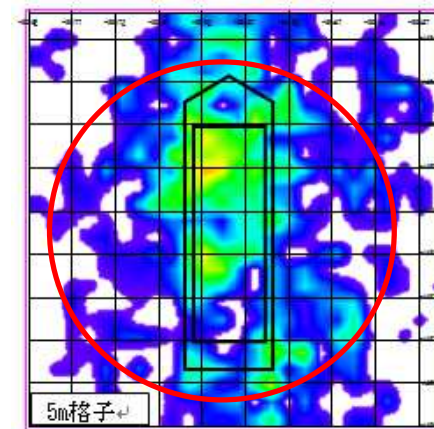


現地拡散低減シート設置状況

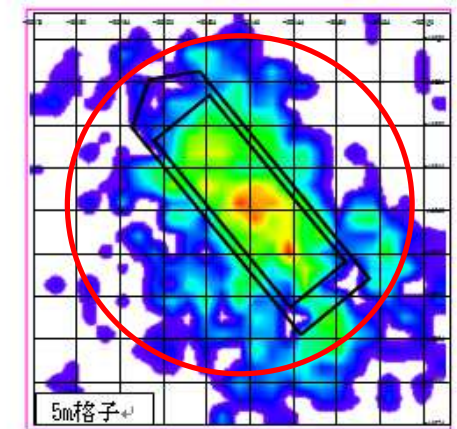


通常投入

拡散低減シート投入



(1) シートなしの拡散状況



(2) シートありの拡散状況

5m格子
0.0 0.4 0.8 1.2 1.6 2.0 堆積高さ (m)

シート設置方向への拡散を制御し、狙った位置へのピンポイント堆積を実現

まとめと今後の展望




予測技術の確立

- 流況と海底地盤を考慮した落下挙動解析モデルを構築。
- シミュレーションと実測値の高い整合性を確認（ブロック・石材）。



拡散制御技術の実証

- ブロック：分割投入、ロープ連結により拡散幅を大幅低減。
- 石材：投入時間管理（80秒）、拡散低減シート（幅50%）の有効性を確認。



大水深・急潮流下における、高精度な人工マウンド礁築造が可能に。