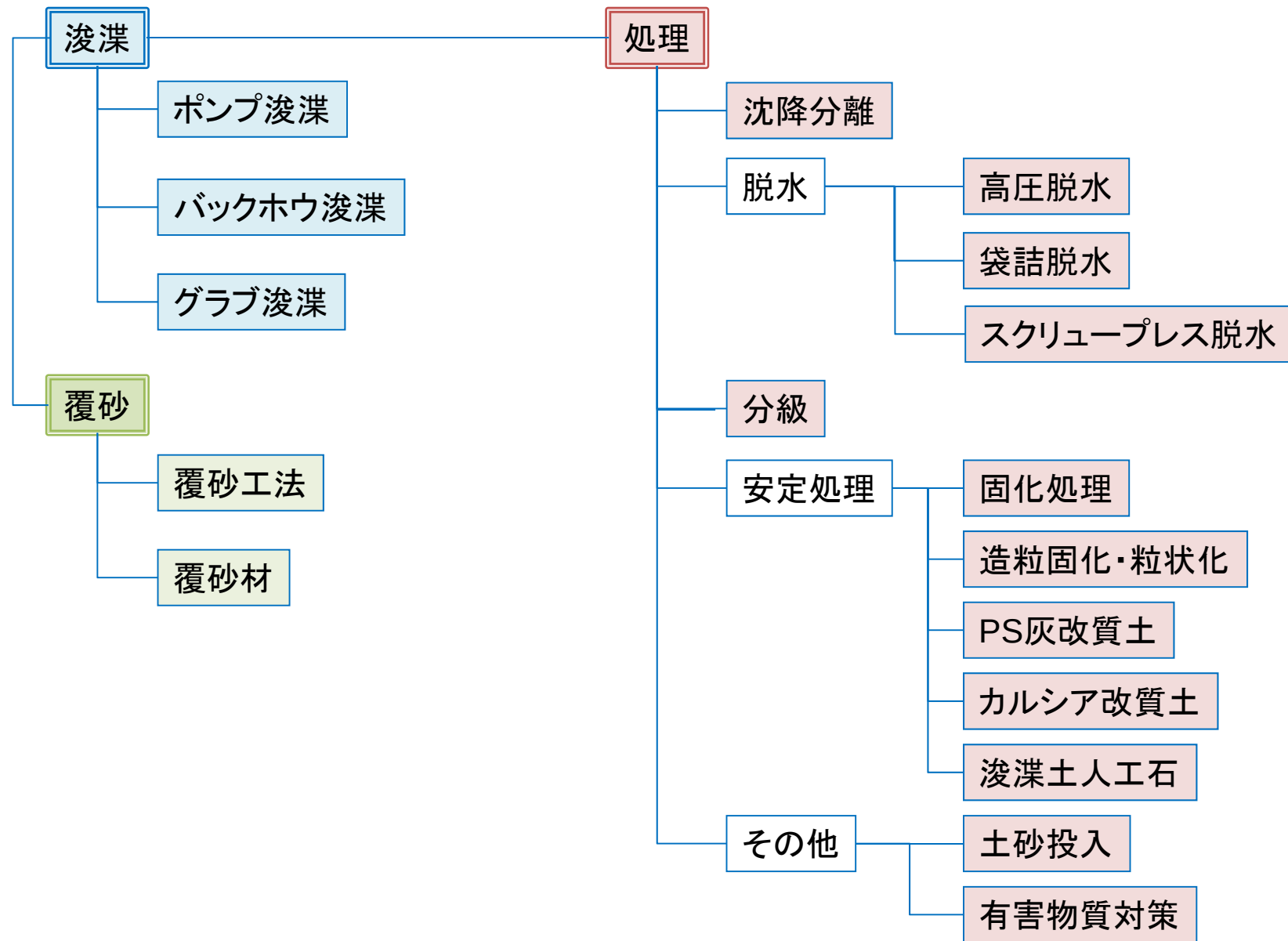


浚渫土処理・有効活用技術の概要

平成30年11月

一般社団法人漁港漁場新技術研究会

浚渫土処理・有効活用技術



ポンプ浚渫

海底地盤を掘削し、土砂を海水とともにポンプで吸い上げて排出先に送泥する工法



ポンプ浚渫船



自航式ポンプ浚渫船



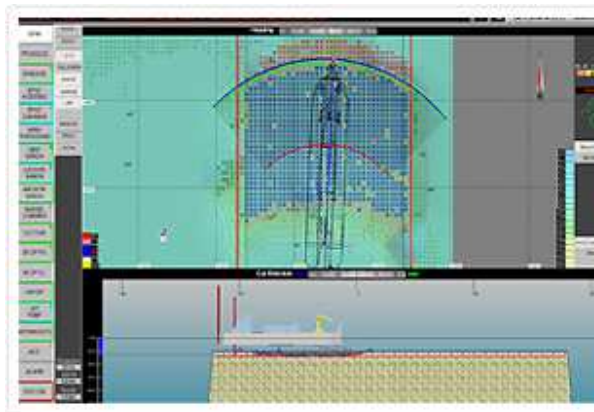
浚渫作業イメージ



カッターヘッド



施工状況



浚渫管理画面

特徴

- ・大規模な浚渫工事に適し、埋立造成等に採用される。
- ・ラダー先端に取り付たカッターで海底地盤を掘削し、海水と一緒に土砂をポンプで吸い上げ、排砂管を通じて埋立地に搬送する。
- ・長距離搬送する場合には、別の運搬船に積み変えて搬送する舷側積込式もある。

バックホウ浚渫

バックホウを搭載した船で土砂を浚渫する工法



アタッチメントの例



岩掴みバケット

岩掴みバケット



法面バケット

法面バケット



水中振動タンパ

水中振動タンパ



水中振動リッパ

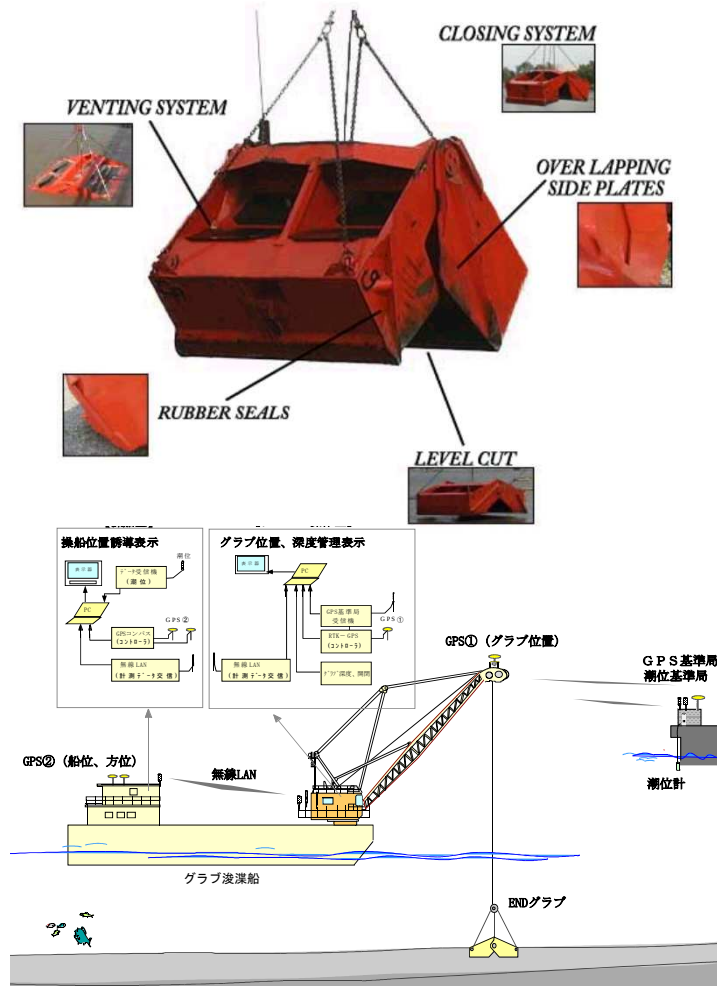
水中振動リッパ

特徴

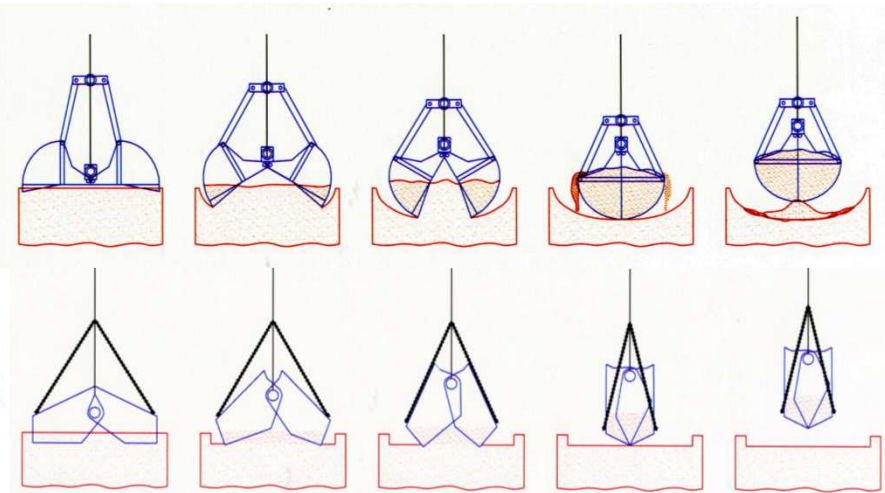
- ・河川や小規模な浚渫に適する。
- ・バックホウのアタッチメントを変更することにより、多彩な作業に使用することが可能。

グラブ浚渫 — 薄層浚渫 (END工法)

薄層浚渫・高濃度浚渫、密閉型のため水質汚濁の低減が可能



従来型
グラブ



薄層浚渫
グラブ

特徴

- ・シンプルな動作で水平掘削が可能
- ・薄層での浚渫により余掘低減や浮泥の浚渫が可能
- ・密閉型のため浚渫時の濁りの発生を抑制可能

施工管理システム

グラブおよび作業船の平面位置を計測するGPS、グラブ深度を計測する深度計・潮位計、データをやりとりする無線LANなどから構成され、高精度な施工管理が可能。



7m³級ENDグラブ施工状況



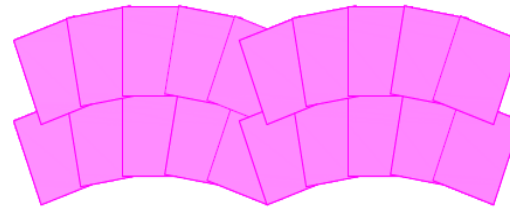
24m³級ENDグラブ

グラブ浚渫 — 薄層浚渫(ワイドグラブバケット浚渫工法)

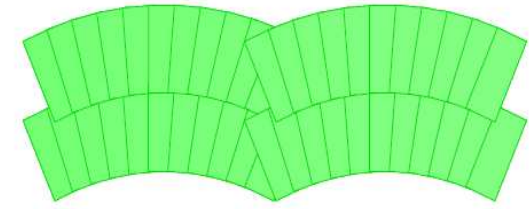
水抜き機構により余水の取り込みを最小限に抑える



仕上げ掘りの浚渫パターン（例）

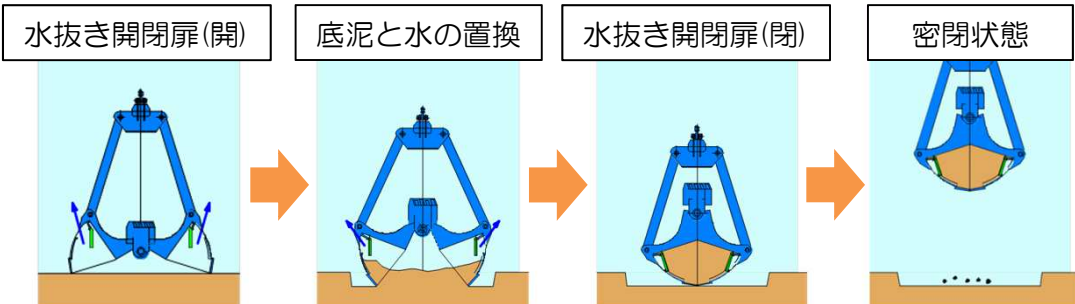


WGB
(1スイング当たり5回)



従来のバケット
(1スイング当たり11回)

水抜き機構による含泥率の向上

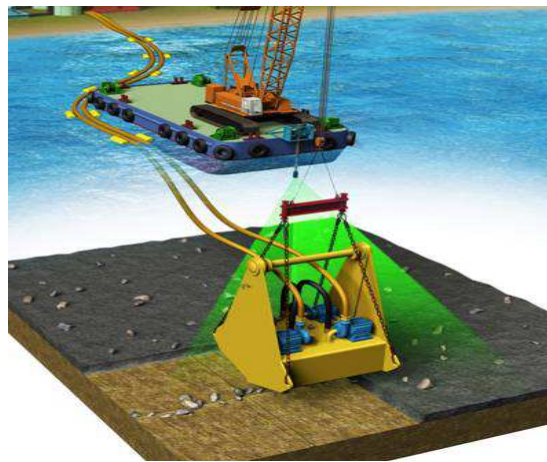


- ① 幅広バケットの機能を活かし、浚渫地盤を広く切り取ることができる（最大開口面積 37.25m^2 ）
- ② 1サイクル当たりの浚渫土量が多く、効率的な施工が可能
- ③ 専用の浚渫船を必要とせず、一般的な 23 m^3 級グラブ浚渫船に装着が可能
- ④ バケット容量が調整可能であるため、余水の取り込みを最小限に抑えることができる
- ⑤ 底泥取り込み時に水抜き開閉扉からすばやく底泥と水を置換し、含泥率を向上させる

グラブ浚渫 — 環境薄層浚渫 (SEND工法)

水底に堆積する汚染物質を、超薄層・無濁で除去できる環境薄層浚渫工法

従来のグラブ式環境浚渫工法 (END工法) に、掘削土の吸引回収機構を加えた、表層汚染の除去に特化した浚渫工法。起重機で吊り降ろしたSENDバケットで底質を掘削し、密閉されたバケット内で掘削土を攪拌してスラリー化し、バケットを水底に留めたまま水上にスラリーを移送して回収する技術。



工法イメージ図



バケット内イメージ図



小型SENDバケット(実証実験用)

特徴

- ・余掘りが少ない薄層浚渫 (厚さ15cm) が可能
- ・密閉されたバケット内で掘削土を攪拌して吸引・回収するため、汚濁が外部に漏出しない
- ・高度なスラリー管理による余水低減が可能
- ・グラブ式+バッチ吸引により異物への対応が可能
- ・優れた浚渫効率と泥水処理の低コスト化

沈降分離

浚渫土を揚土した後、細粒分を沈降させて除去する

【グラブ浚渫－空気圧送－埋立】



空気圧送後の吐出状況



埋立地の残水面の状況

【グラブ浚渫－バージアンローダー－船揚土－埋立】



バージアンローダー船での揚土状況



バージアンローダー船での埋立状況

【ポンプ浚渫－圧送－埋立の余水処理】



攪拌層への流入・PACの添加攪拌



沈殿池への放流



沈殿池



放流水

特徴

- ・土粒子の粒径が小さい程沈降に時間がかかり、大面積の沈殿池が必要となる
- ・埋立が進行して十分な面積が確保できなくなると、排水の水質が悪化する
- ・処理効率を上げるために凝集剤を使用する場合もある
- ・埋立後の地盤が軟弱な場合、利用するためには改良が必要となる

高圧脱水処理工法

高圧フィルタープレスを使用し、浚渫土の減容化しリサイクルする技術



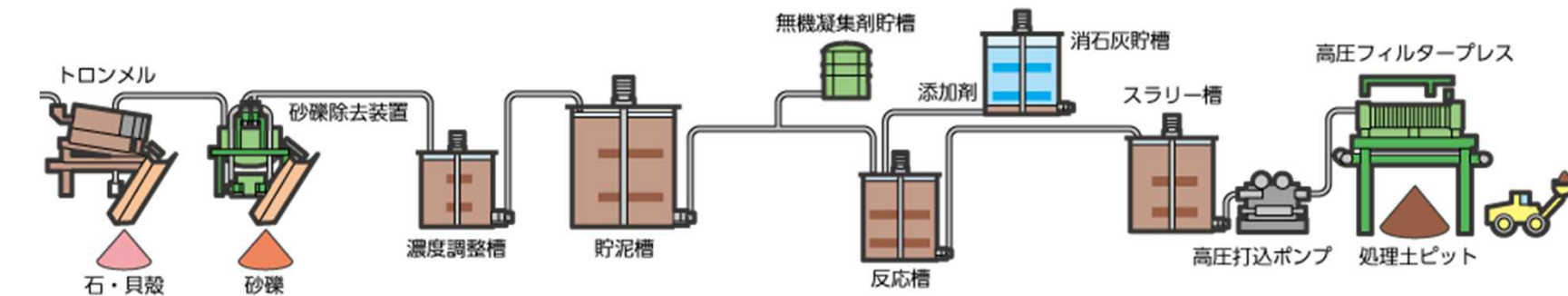
原泥



脱水処理土

特徴

- ・軟弱な浚渫土を高い圧力で脱水し、低含水比・高強度の処理土(脱水ケーキ)に改質することができる
- ・浚渫土の大幅な減容化が可能
- ・処理土は、コーン指数で 600kN/m^2 以上を確保でき、第3種建設発生土相当の土木資材等としての有効活用可能



高圧フィルタープレス

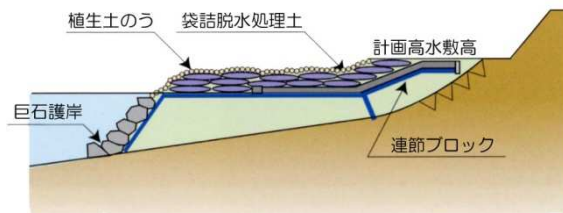


新門司沖土砂処分場での適用状況(脱水後築堤材として活用)

袋詰脱水処理工法

透水性の袋(ジオテキスタイル製)に高含水比の粘性土を詰め、
脱水促進とともに、袋の張力を利用して盛土等に有効利用する技術

大型袋施工例



植生護岸適用例



大型の建設機械が不要で、軟弱地盤上での作業が可能。流動性を呈する軟弱土に威力を発揮する。

特徴

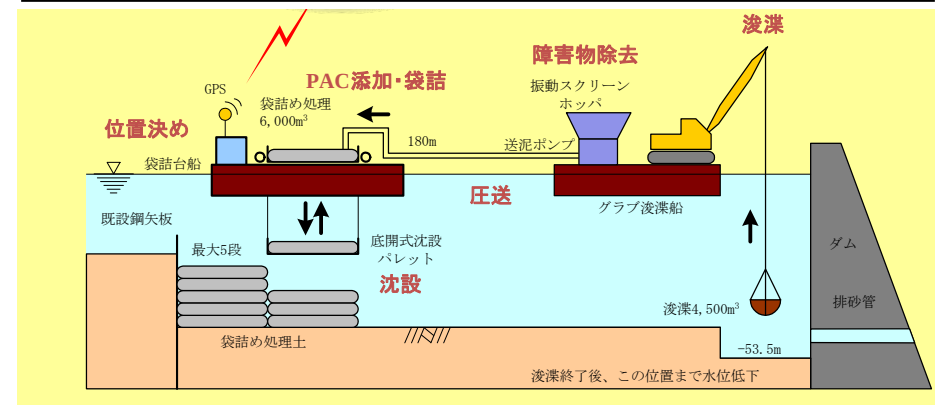
- ・軟弱な土を利用した盛土体の構築が可能
- ・袋体の大きさは任意に設定可能
- ・環境汚染物質の封じ込め、きれいな排出水

ダム排砂管前面浚渫工事

目的: 発生土処分と既設鋼矢板の補強

数量: 4,500m³(地山)

これまでに11現場で約28,000m³の建設発生土に利用



施工イメージ図



底開式パレット



袋体セット



粘性土注入

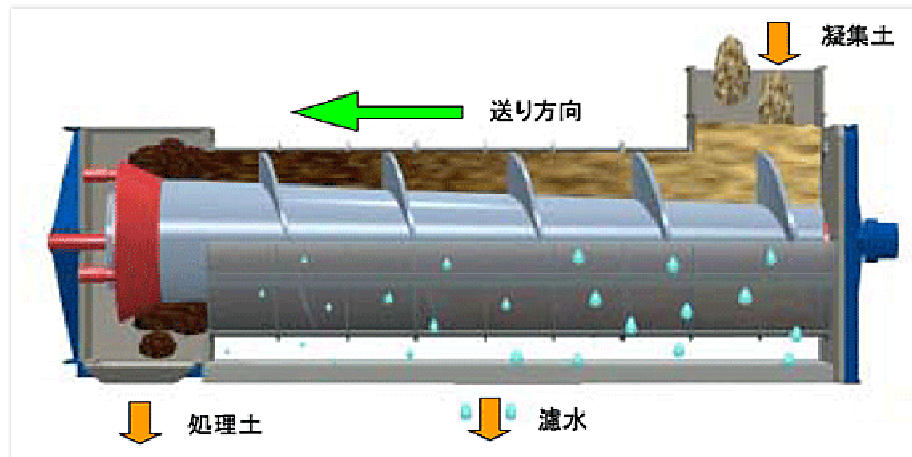
(財) 土木研究センター／技術普及／ハイレグドソイル研究コンソーシアム／
袋詰脱水処理工法

<http://www.pwrc.or.jp/fukyuu/higradesoil/fukuro.html>

スクレュープレス脱水工法

粘性土の連続脱水処理技術

食品分野や製紙廃液の処理、下水処理場などで使われる加圧絞り型脱水機を使用し、建設工事向けの脱水工法として開発した技術。



工法イメージ図

特徴

- ・脱水処理により、粘性土の減容化・リサイクルが可能
- ・浚渫土からシールド掘削土まで幅広く対応可能
- ・砂礫分に左右されずに処理が可能
- ・処理土の含水比・強度を調節可能であり、処理土が硬くなり過ぎないため、二次利用が容易



浚渫土



施設全景(15m³/h)



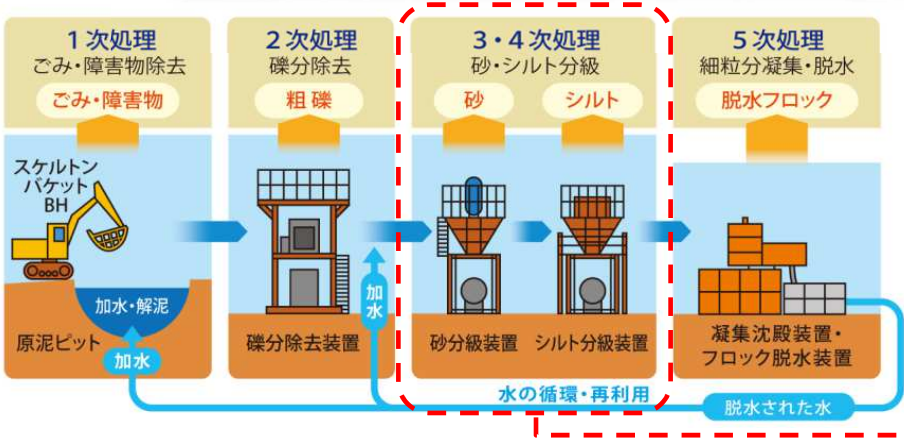
濾水排出状況



処理土の状況

分級工法(ソイルセパレータマルチ工法)

浚渫土砂の分級・減容化、及び津波堆積土砂の分級・リサイクル技術



第15回 国土技術開発賞最優秀賞受賞



- ① 砂分だけでなく、シルト分も分級可能
- ② 土砂処分量の大幅な削減、浚渫土砂の減容化が可能
- ③ 廃棄物を取り除かれた高品質な地盤材料が得られる
- ④ 分級後の砂、シルトはハンドリングに優れる
- ⑤ 余水は循環利用可能

分級工法(管路分級工法)

浚渫土砂を圧送管路途中で効率よく砂分を回収する分級技術



排砂管の中をスラリー状態で輸送される浚渫土砂を、**分級装置**内にて流速を低下させ、砂分のみが浮遊限界流速以下になることで**沈降・堆積することを利用**した分級技術。
装置内は砂分の堆積限界流速に維持されるため連続的に分級され、堆積した砂分を回収する。

特徴

- ・砂分回収率が高い
- ・分級後の細粒分も連続圧送
- ・大規模施工が可能
- ・処理設備がシンプル

浚渫分級工事

目的: 浚渫土をシルト分と砂分に分級し、それぞれを埋立材等に有効利用。

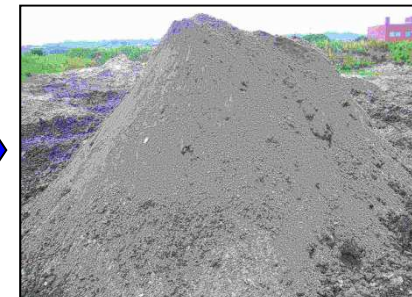
分級浚渫土量: 166,700m³



分級プラント全景



浚渫土(分級前)



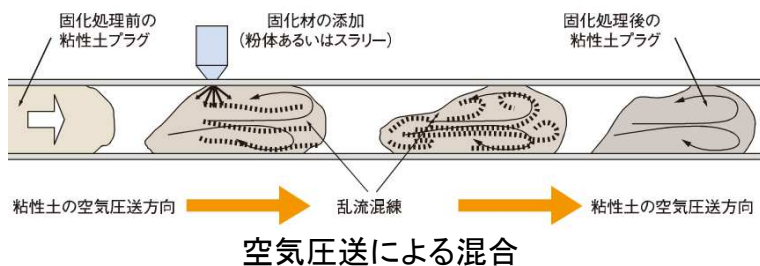
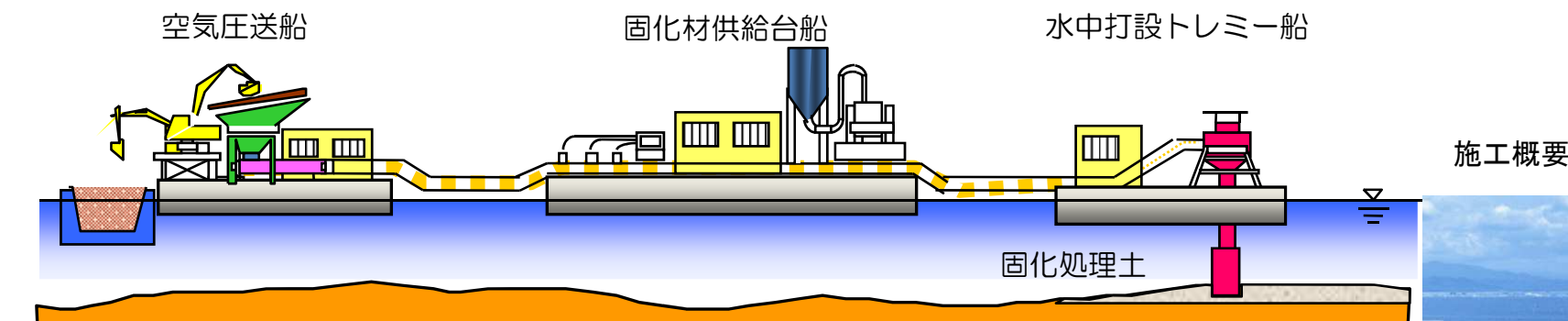
分級砂

固化処理土 — 管中混合固化処理工法

空気圧送船にて浚渫土砂を揚土する際に、固化材を添加・混合し埋立材として活用する

特徴

- ①既存の空気圧送船が利用できるので、大型船による大量処理が可能
- ②圧送中に固化材を直接添加するので、混練効率が高く、埋立後の地盤改良も不要



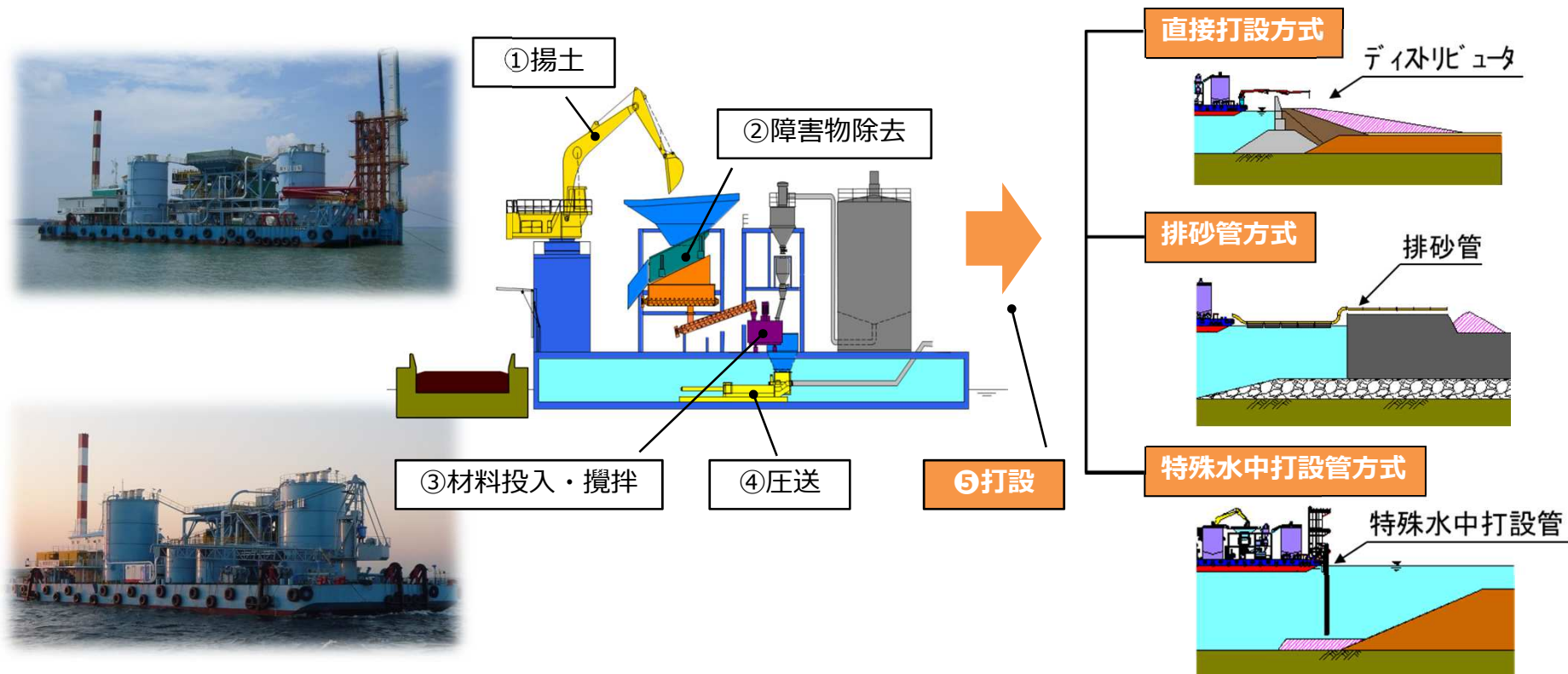
埋立、裏込め・裏埋め工事

中部国際空港、羽田空港等 施工実績多数



固化処理土 — プレミックス船工法

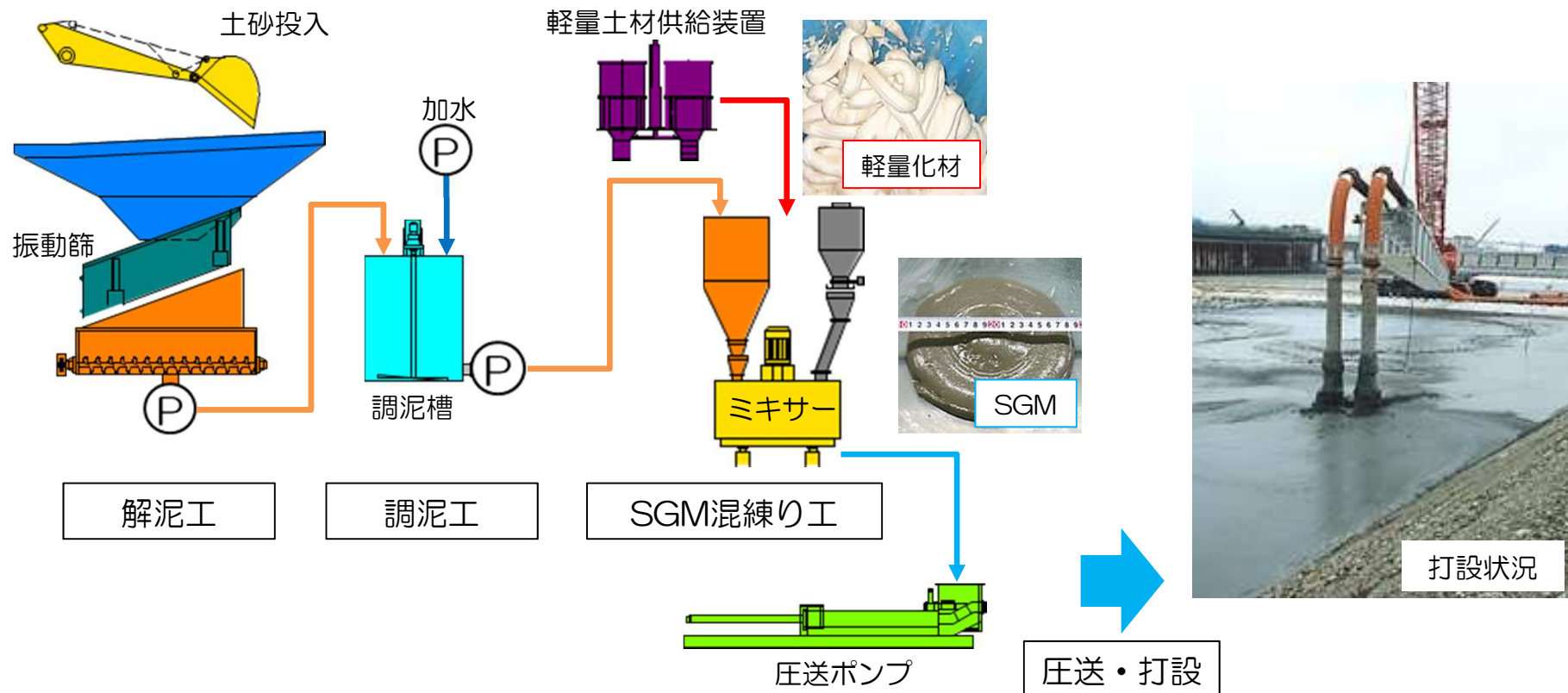
軟弱な浚渫粘性土と固化剤を攪拌混合し、埋立材等の裏込材料として使用する工法



- ① 粘性土を大量に固化処理することが可能
- ② 流動性を有し、ポンプ圧送が可能で、締め固めが必要ない
- ③ 粘性土を原料とするため、一般的な地盤材料と比較して軽量な人工地盤材料
- ④ 比較的狭いスペースでの施工が可能
- ⑤ 固化処理土の製造から打設まで1隻のプレミックス船で施工可能

固化処理土 — SGM軽量土工法

浚渫土や建設発生土をリサイクル材料として有効に利用し、軽量性を付加した地盤造成工法

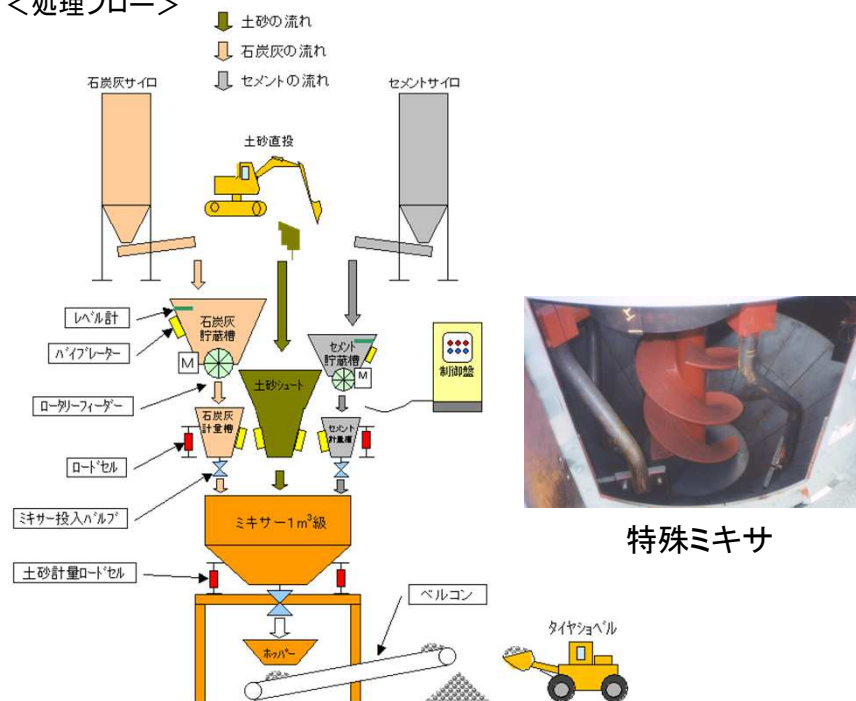


- ① 浚渫土や建設残土などをリサイクルし、地盤材料として有効活用できる
- ② 軽量化材の混合量を調節して、適切な密度に調整可能
- ③ 固化材の混合量を調節して、適切な強度に調整可能
- ④ 含水比を調整して、適度な流動性を確保できる
- ⑤ ポンプ圧送により、気中・水中に自由な形状で打設可能（締固めを省略できる）

固化処理土 — 造粒固化処理工法

浚渫土砂や建設汚泥などの高含水泥土を粒状化処理し、リサイクルする技術

＜処理フロー＞



特殊ミキサ

浚渫土や建設汚泥のような高含水泥土に、特殊ミキサを用いて固化材と石炭灰等の含水比調整材を混練し、粒状に改良する工法。
含水比調整材には、石炭灰の他に製紙灰や、吸水力のある水溶性ポリマーを用いることも可能。

特徴

- ・高含水泥土を粒状固化し、砂の代替材として利用
- ・含水比調整材として、廃棄物(石炭灰など)を有効利用
- ・特殊ミキサにより、大量急速に粒状改良が可能

浚渫土造粒固化処理工事

目的: 浚渫土と石炭灰(含水比調整材)を粒状化処理

リサイクル: 場内覆土材に利用

数量: 35,000m³(粘性土)

プラント全景



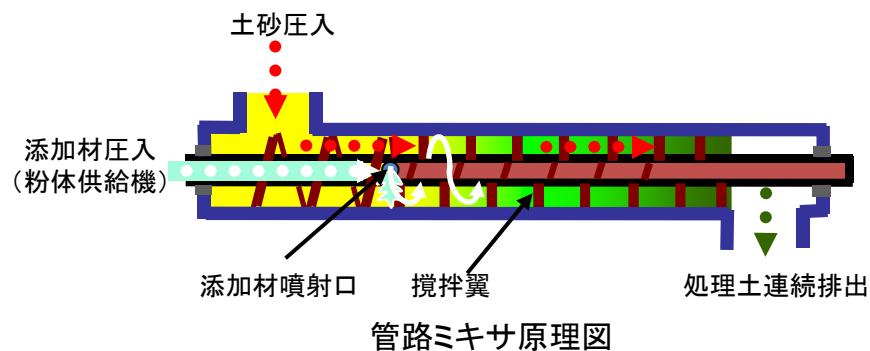
処理土排出



粒状化処理土

粒状化工法

連続式管路ミキサを利用した大規模粒状化処理工法

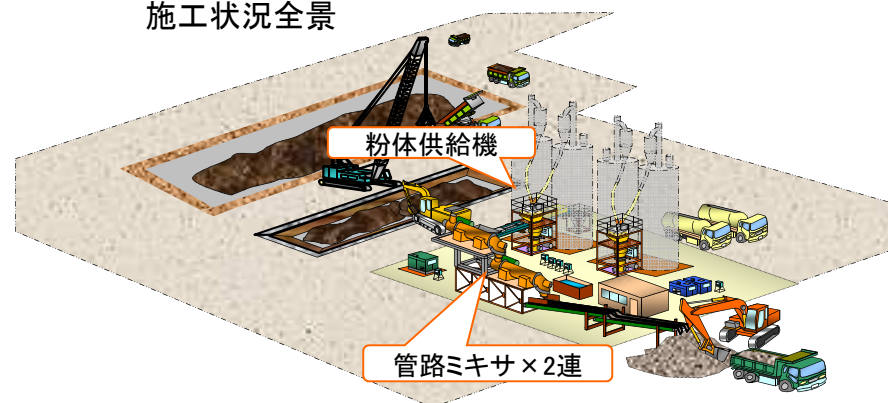


管路ミキサ※を用いて土砂に、固化材と吸水材(ポリマー)等の含水比調整材を添加・混練し、連続的に粒状改良する工法

※管路処理システム研究会が保有する技術

特徴

- ・連続混練方式のため、大規模施工が可能
- ・高含水泥土を粒状化し、砂の代替材として利用可能
- ・含水比調整材として、廃棄物を有効利用



施工概要図

PS灰等による改質土

ペーパースラッジ灰(PS灰)を基材とした吸水性土質改質材による改質技術



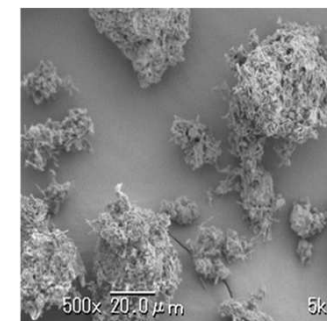
浚渫土 ワトル
(吸水性泥土改質材)



混合



改質土



ペーパースラッジ灰(多孔質)

港湾・河川・湖沼の浚渫土や軟弱土にPS灰を基材とした吸水性泥土改質材を混合することにより、ダンプ運搬や有効利用が可能となる

改質土は、駐車場の路床、埋戻材、盛土材、人工干潟の中詰材、廃棄物混じり土砂の分別・臭気低減、水辺環境の造成材等に利用することができる

特徴

- ・ 瞬時の改質効果がある
- ・ 緩やかな強度増加がある
- ・ 吸水改質なので有機質土の改質が可能
- ・ 改質土のpHは「**中性から弱アルカリ域**」
- ・ 多孔質なので「消臭効果」がある



混合状況



ダンプ運搬可能な状態に処理



駐車場路床への利用例



緩傾斜護岸への利用例

カルシア改質土

浚渫土と転炉系製鋼スラグを混合し、材料として有効活用する技術



浚渫土

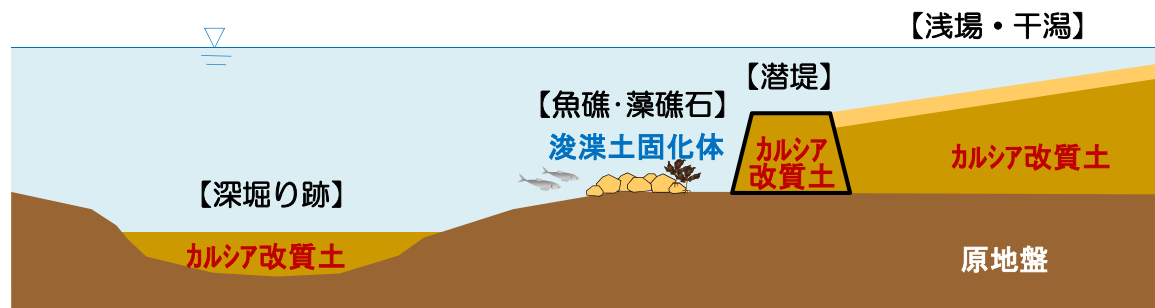
+



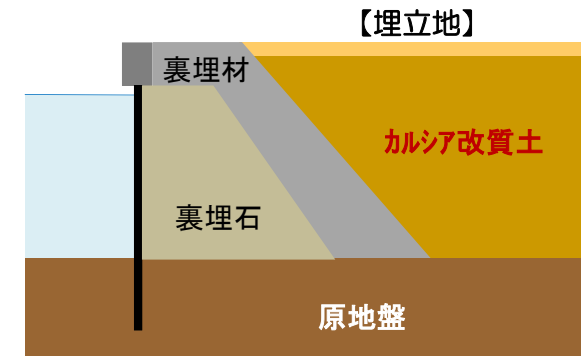
カルシア改質材
(転炉系製鋼スラグの粒度を成分調整したもの)



カルシア改質土
(左:混合直後、右:固化後)



適用場所イメージ



浚渫土とカルシア改質材を体積比7:3程度で混合し、干潟・浅場造成材、潜堤材、深堀埋戻材、埋立材等に利用する技術

特徴

- ・ 軟弱な浚渫土の強度増進効果
- ・ 投入時の濁りの発生抑制効果
- ・ 管中混合、リクレーマ船からの落下混合、バックホウ混合等での施工が可能



リクレーマ船を用いた混合



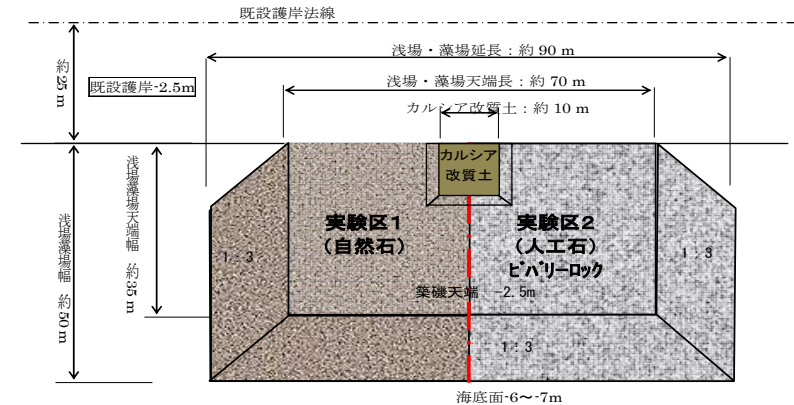
埋立状況

カルシア改質土による浅場造成

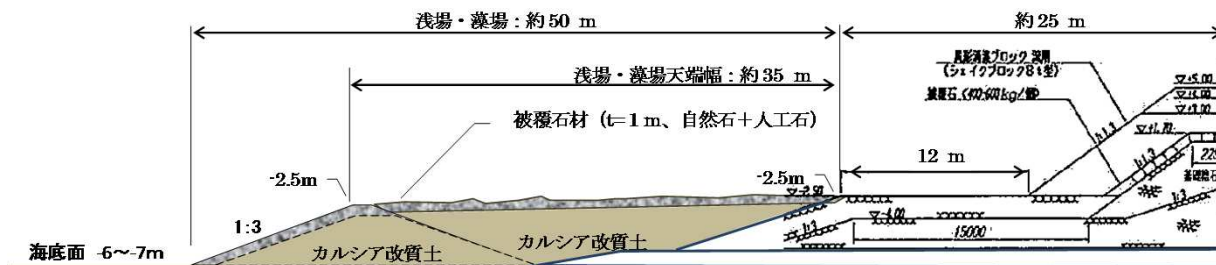
浅場造成実験工事例



施工状況

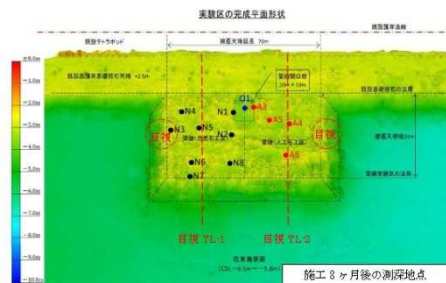


平面図



断面図

- ・浚渫土 : 7,200m³
- ・カルシア改質土 : 10,100m³
- ・被覆石 (天然・人工石) : 4,000m³



生物回復状況

浚渫土人工石

浚渫土・製鋼スラグ・高炉スラグ微粉末等を混合し、漁礁・藻礁、潜堤等として利用する技術



浚渫土人工石



水中投入後の状況



適用場所イメージ

浚渫土(体積比40%程度)と製鋼スラグ、高炉スラグを混合し、漁礁・藻礁、潜堤材、捨石マウンド材、護岸の裏込材等に利用する技術

特徴

- ・ 浚渫土を有効活用して準硬石相当 ($9.8\text{N}/\text{mm}^2$ 以上) の強度発現が可能
- ・ 任意のサイズ的人工石が作成可能
- ・ 配合により、強度増加や軽量化が可能
- ・ ミキサ混合やバックホウ混合での施工可能



ミキサ混合



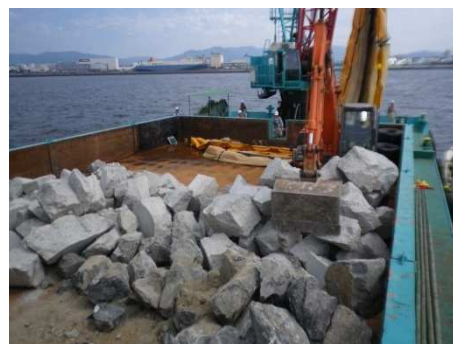
型枠内打設



ブレーカーでの破碎



破碎後の浚渫土人工石



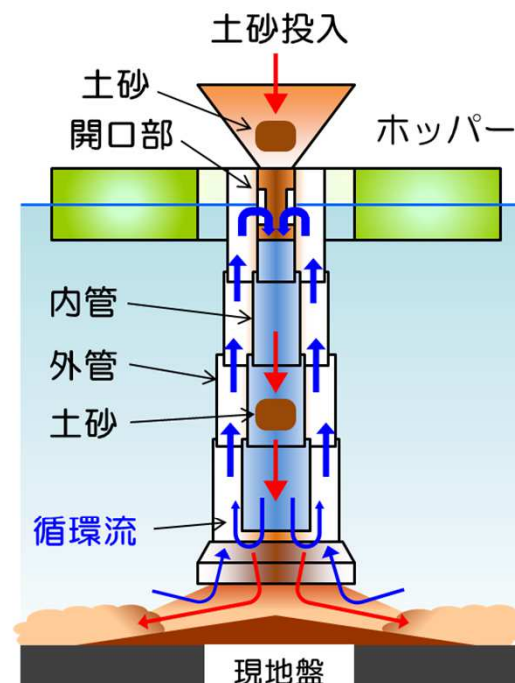
運搬



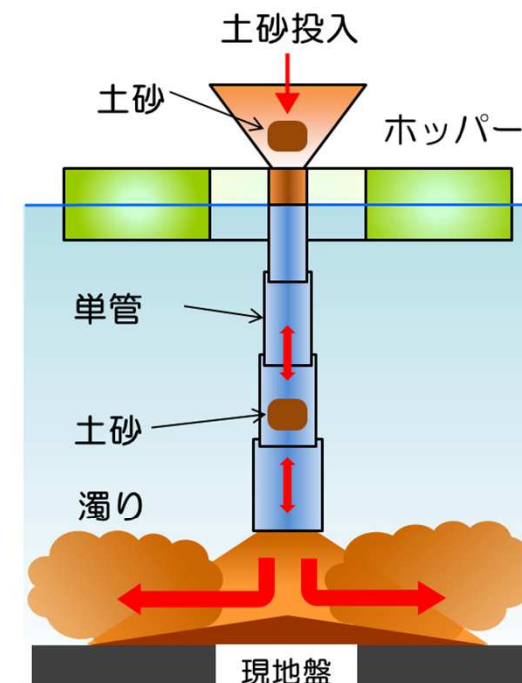
海域投入

その他 ― 土砂投入工法(二重管トレミー工法)

覆砂工事・浅場造成工事で土砂投入に伴う濁りの発生を大幅に低減させる工法



「循環流型二重管トレミー工法」模式図

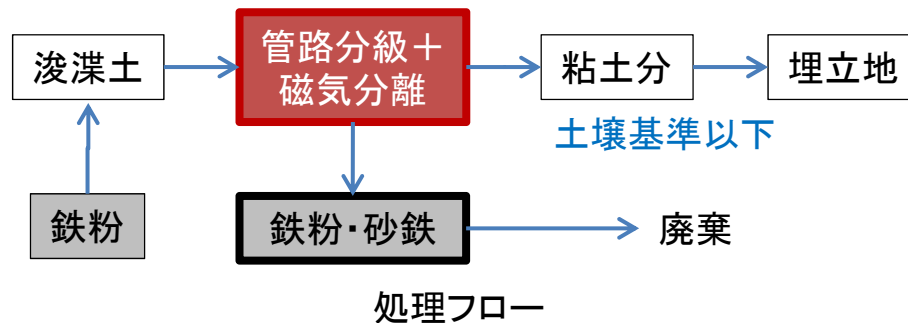


従来工法模式図

- ① 循環流によって濁りの一部を管内に貯溜させ、トレミー管下端から流出する濁りを低減できる
- ② 内管を外管で囲むことにより、水面及び水中での濁りの発生を防ぐことができる
- ③ 土砂の落下速度を制御することにより、濁りの巻き上げを抑制できる
- ④ 土砂落下のエネルギーだけで循環流を発生させる
- ⑤ 循環流によって開口部から外管水が流入するため、土砂による閉塞が生じない

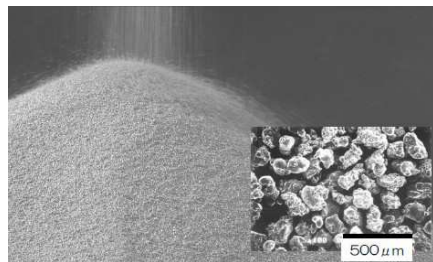
その他 ― 有害物質対策(鉄粉による砒素除去技術)

浚渫土に鉄粉を添加・混合し、鉄粉に砒素を吸着させた後、鉄粉を回収することにより、砒素を除去する技術



特徴

- ・比重分離と磁気分離を組み合わせたシステムにより、泥水・浚渫土の処理が可能。
- ・実験により98%以上の鉄粉回収が可能であることを確認。
- ・砒素溶出量 0.01 mg/L以下への処理が可能。



特殊鉄粉



管路分級装置(375m³/h級)



管路分級装置(100～125m³/h級)



鉄粉添加・混合状況(ベントナイト泥水での実験)

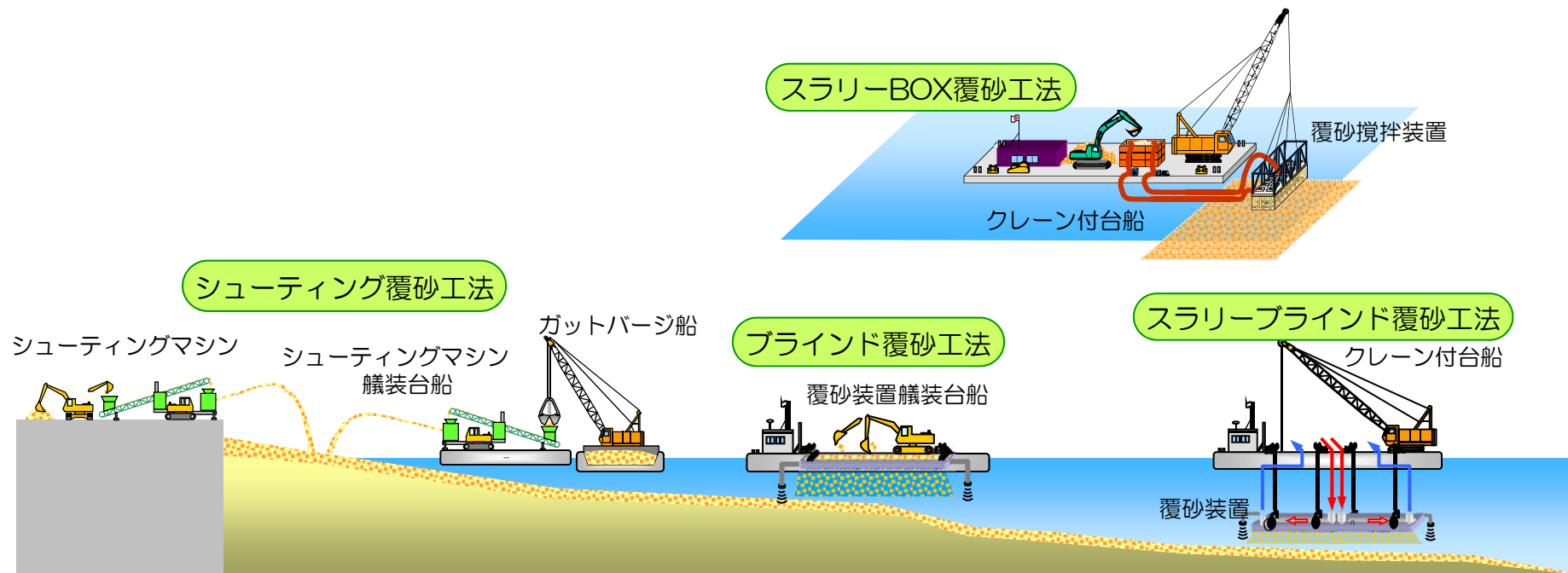


鉄粉の比重分離実験状況



マグネットセパレーターでの鉄粉回収

覆砂工法 ― 工法一覧



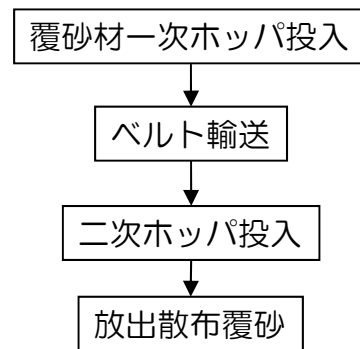
適用場所イメージ図

工法別用途・適用範囲

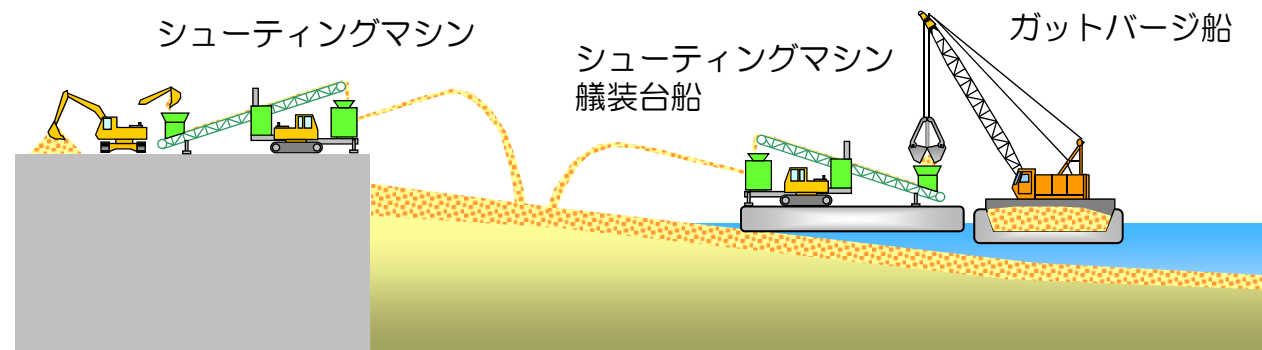
薄層覆砂技術	適用範囲		利用用途				工法概要
	施工水深	最小覆砂厚	干潟造成	浅場造成	水産資源 生息場改善	汚染底質 対策	
シューティング覆砂工法	1m以浅	30cm	●	●	●		2枚のベルト間に挟まれた覆砂材をベルトの回転力にて放出散布する覆砂技術
ブラインド覆砂工法	1～5m	10cm	●	●	●	●	箱形覆砂装置底面に取り付けたブラインド開閉により覆砂する技術
スラリーブラインド覆砂工法	5m以深	20cm		●	●	●	ブラインド装置を水底近くまで吊り下げて、覆砂材をスラリー充填し覆砂する技術
スラリーBOX覆砂工法	1m以深	20cm	●	●	●		通常の覆砂に加えて、現地底質と覆砂材を攪拌混合できる覆砂技術

覆砂工法 – シューティング覆砂工法

薄層かつ高精度な覆砂が可能な施工技術



施工フロー



施工イメージ

陸上部あるいは沿岸域の潮間帯部などの軟弱地盤上に、**シューティングマシン**により遠方から覆砂材を薄層で**放出散布**する工法。
放出角度の調整により、散布距離は3.0～30m程度の間で自在に調整ができる。

特徴

- ・覆砂材を扇状に放出散布するため、原地盤を乱さずに施工できる
- ・沈下板等による目視確認で覆砂厚管理ができるため、精度の良い覆砂が可能
- ・施工機械が小型であるため、自由に移動して効率よい作業が可能



シューティングマシン

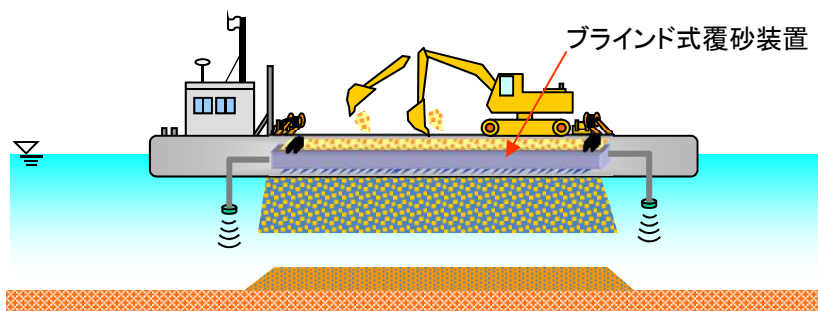


放出散布状況

覆砂工法 — 薄層覆砂

薄層かつ均一な覆砂が可能な施工技術

ブラインド覆砂工法



工法イメージ



砂充填・均し状況



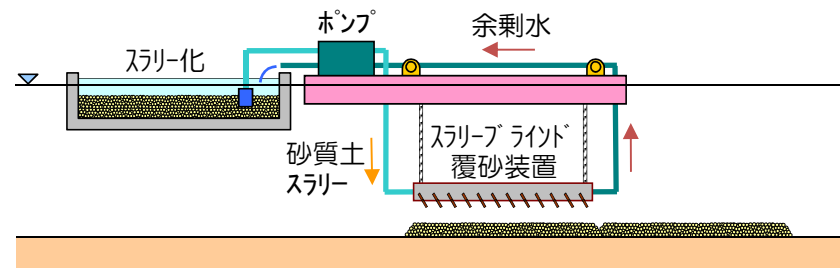
覆砂状況(ブラインド開)

台船に装備した**ブラインド式覆砂装置**に砂を入れ、所定の厚さに均した後に**ブラインドを開き**、砂を**一定の厚さで面状に**海底へ落下させる工法。

特徴

- ・薄層かつ均一な覆砂が可能
- ・台船を使用するため、比較的浅海域での作業が可能
- ・覆砂材を面状で落下させることにより、在来地盤をほとんど乱さないため、汚濁発生の抑制が可能

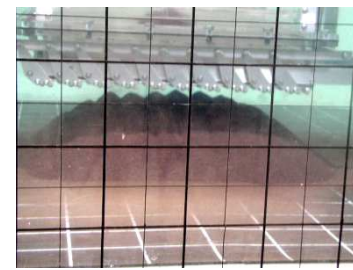
スラリーブラインド覆砂工法



工法イメージ



覆砂状況



覆砂出来形

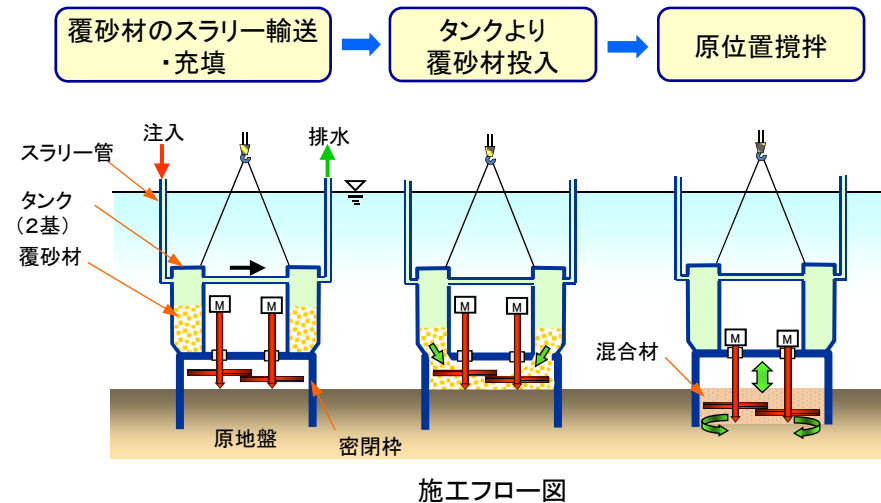
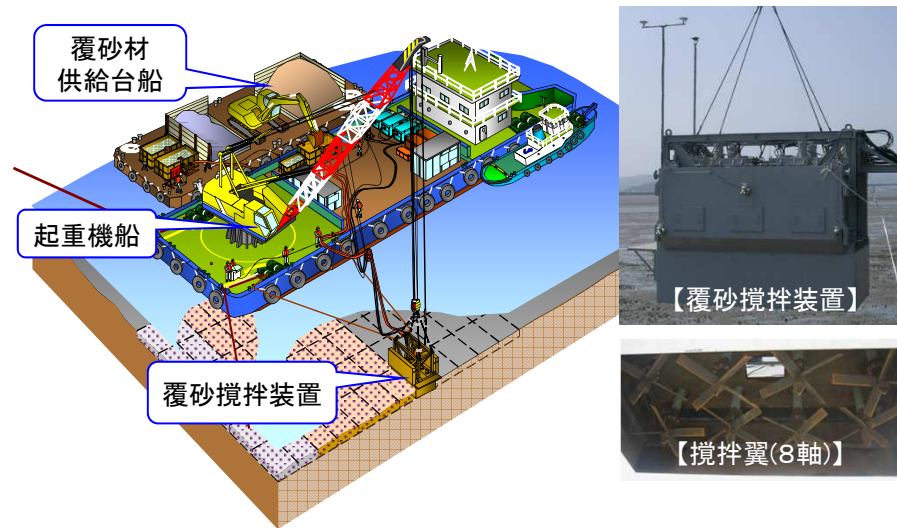
ブラインド覆砂工法と、砂のスラリー充填技術とを融合することにより、水深の深い場所でも薄層かつ高精度での覆砂施工を可能とした覆砂技術。

特徴

- ・砂を容器内で所定の厚さで堆積した後落下させるため、覆砂厚が均一で不陸なく仕上がる
- ・水底の近くから砂が面状に軟着底するため、底質の巻上げによる汚濁発生を抑制できる

覆砂工法 – 底質改善(スラリーBOX覆砂工法)

現地底質と覆砂材等を原位置混合する底質環境改善技術



特徴

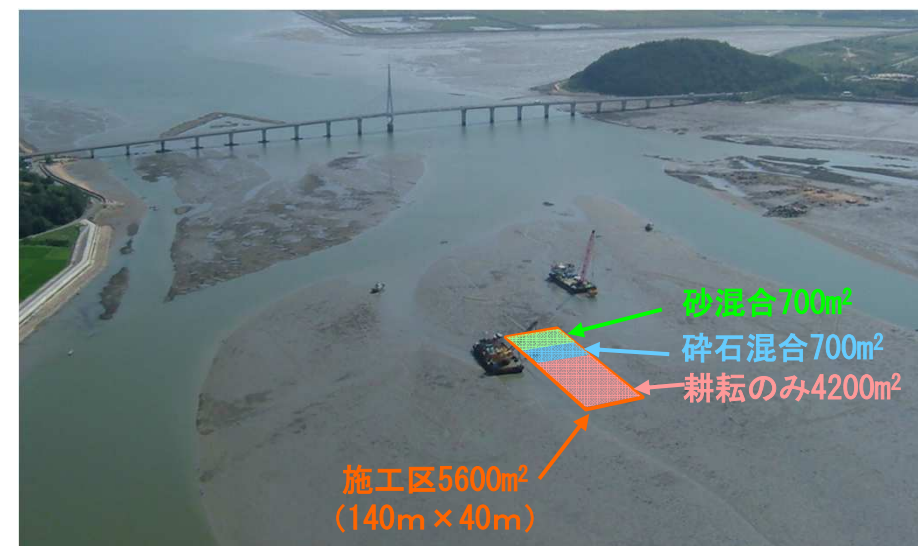
- ・多様な底質改善が可能
- ・現地底質の粒度調整が可能
- ・施工時の汚濁発生を抑制

河口干潟再生工事

改良面積 : 5600m²
改良層厚 : 50cm

工事のポイント

- 1) 干潟生物の生息環境改善、生物多様性向上が目的
- 2) 底質の耕耘、底質と砂の混合、底質と碎石の混合の3種類の改良を実施



覆砂材 — 機能性材料での覆砂

Hiビーズによる底質改善

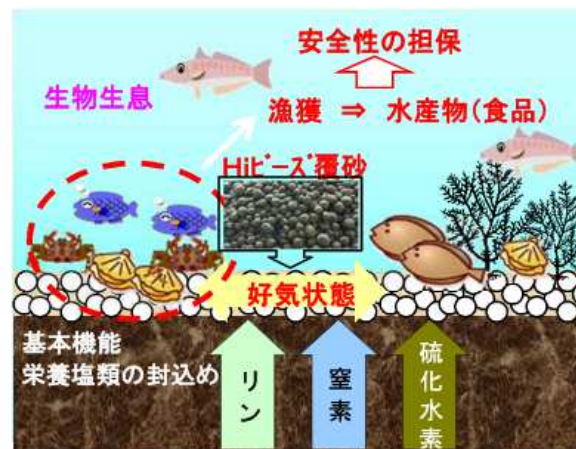
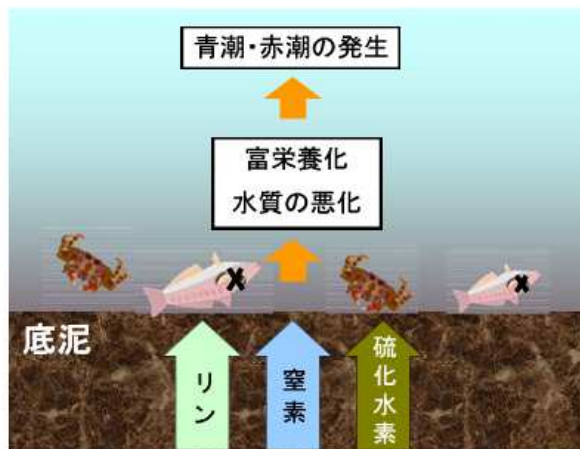
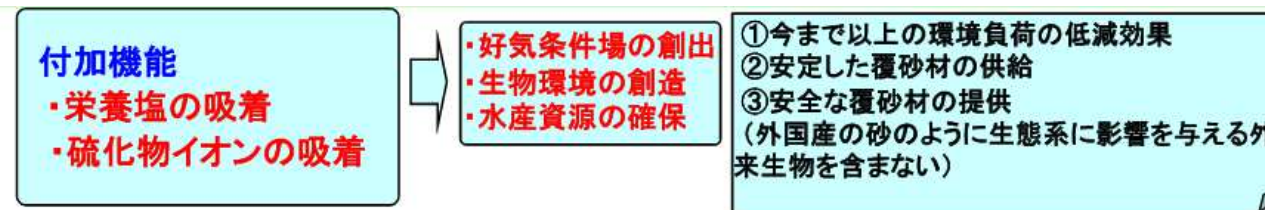
Hiビーズは、石炭灰(フライアッシュ)を造粒・固化した材料であり、覆砂材等の環境改善材、地盤改良材として活用されている。

粒径は10～20mm、10N/mm²程度の強度を持った材料であり、多孔質で砂に比べて軽量。覆砂材として使用することにより、溶出抑制機能、生物生息環境改善、有機粘土浄化を期待することができる。

NETIS (SKK-120002-A)に登録され、島根県の「しまねグリーン製品」に認定されている。



Hiビーズ



覆砂施工状況



覆砂状況

覆砂材 — 機能性材料での覆砂

マリンストーンによる底質改善

マリンストーンは、転炉系製鋼スラグから作られ、底質から溶出する硫化物イオンやりんイオンを化学的に吸着する性質を持ち、底質や水質を長期間にわたって改善する。

天然石と比較して密度が大きいいため、潮流や波浪に対する安定性に優れ、底生生物の着生基盤としても利用できる。

福山港内港での底質改善材として敷設する実海域試験により、硫化水素の発生抑制や底生生物の生息が確認されている。



マリンストーン



マリンストーン®施工エリアで観察された生物

スピオの棲管が着生



製鋼スラグ・泥間隙水中の溶存硫化物濃度

