

漂流軽石回収技術検討ワーキンググループ（第3回）

議事次第

1. 日 時：令和3年11月26日（金） 15：00～16：30
2. 場 所：国土交通省3号館10階 港湾局会議室
3. 開 会
4. 議 事
 - （1）港湾・漁港における軽石の漂流・漂着状況について
 - （2）漂流軽石の回収技術に関する取りまとめについて
5. 閉 会

漂流軽石回収技術検討ワーキンググループ

構成員

(順不同・敬称略)

<関係団体>

福田 功	一般社団法人 日本埋立浚渫協会 副会長兼専務理事
津田 修一	日本港湾空港建設協会連合会 専務理事
野澤 良一	一般社団法人 日本海上起重技術協会 専務理事
桐原 弘幸	全国浚渫業協会 業務運営委員会 委員長
加藤 英夫	一般社団法人 日本作業船協会 専務理事
佐川 克豊	全国ポンプ・圧送船協会 副会長
牧野 稔智	一般社団法人 全日本漁港建設協会 事務局長

<行政>

遠藤 仁彦	国土交通省 大臣官房 技術参事官
杉中 洋一	国土交通省 港湾局 技術企画課長
中原 正顕	国土交通省 港湾局 海洋・環境課長
西村 拓	国土交通省 港湾局 海岸・防災課長
松良 精三	国土交通省 九州地方整備局 副局長
坂井 功	内閣府 沖縄総合事務局 開発建設部長
横山 純	水産庁 漁港漁場整備部 整備課長
中村 隆	水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課 水産施設災害対策室長

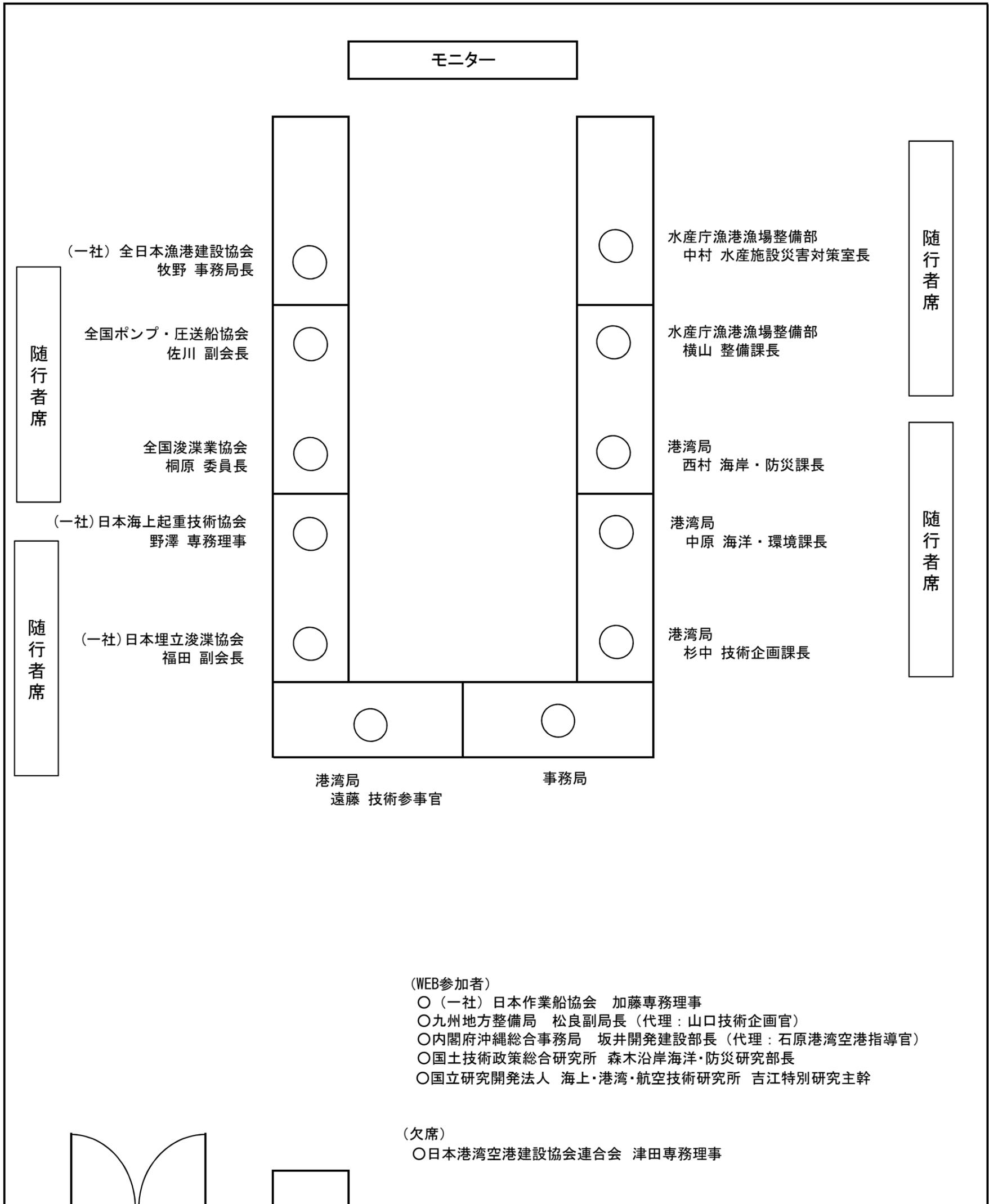
<研究所>

森木 亮	国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部長
吉江 宗生	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 特別研究主幹

漂流軽石回収技術検討ワーキンググループ(第3回) 配席図

日 時:令和3年11月26日(金) 15:00~16:30

場 所:港湾局10F会議室



【資料1】 港湾・漁港における軽石の漂流・漂着状況

令和3年11月26日

漂流軽石回収技術検討ワーキンググループ（第3回）

港湾における漂流・漂着軽石への取組み

- 11月26日7時30分までに、鹿児島県(種子島以南の島しょ部)の80港中24港、沖縄県の41港中19港、東京都(伊豆諸島)の16港中8港の計51港で軽石の漂流・漂着を確認。
- 港湾内の軽石除去について、港湾管理者が災害復旧事業等により対応中。国土交通省もTEC-FORCE派遣などを通じた各種支援を実施中。

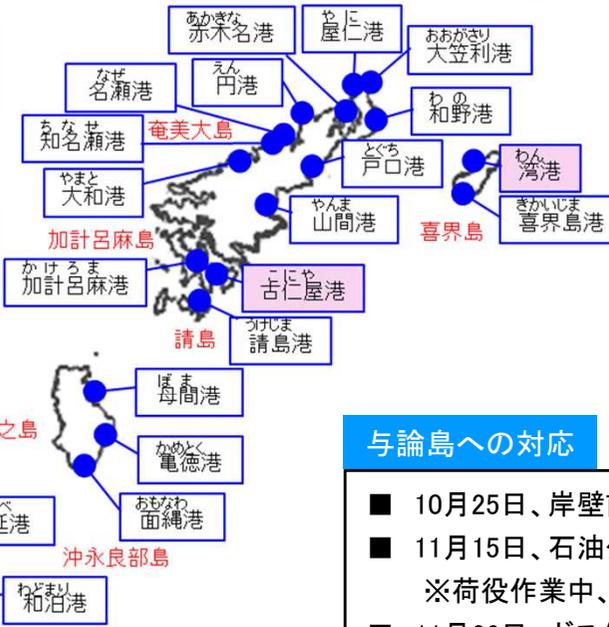
TEC-FORCE(緊急災害対策派遣隊)

- 鹿児島県、鹿児島県与論町、沖縄県等にリエゾン、被災状況調査班等23名を派遣。

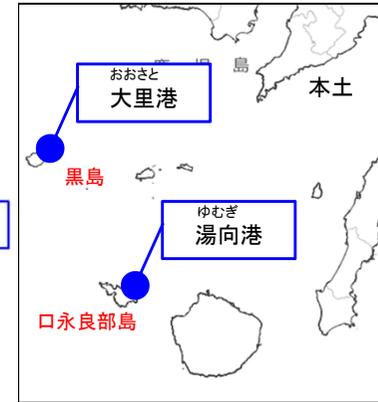
海洋環境整備船の派遣

- 東京湾への軽石接近等に備え、近畿地方整備局所属の「クリーンはりま」を東京湾に派遣。11月24日横須賀港に到着。

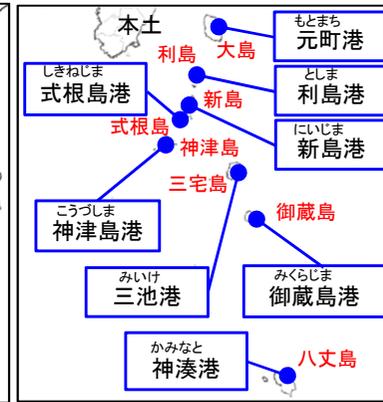
①:鹿児島県奄美群島、沖縄県



②:鹿児島県大隅諸島



③:東京都伊豆諸島



与論島への対応

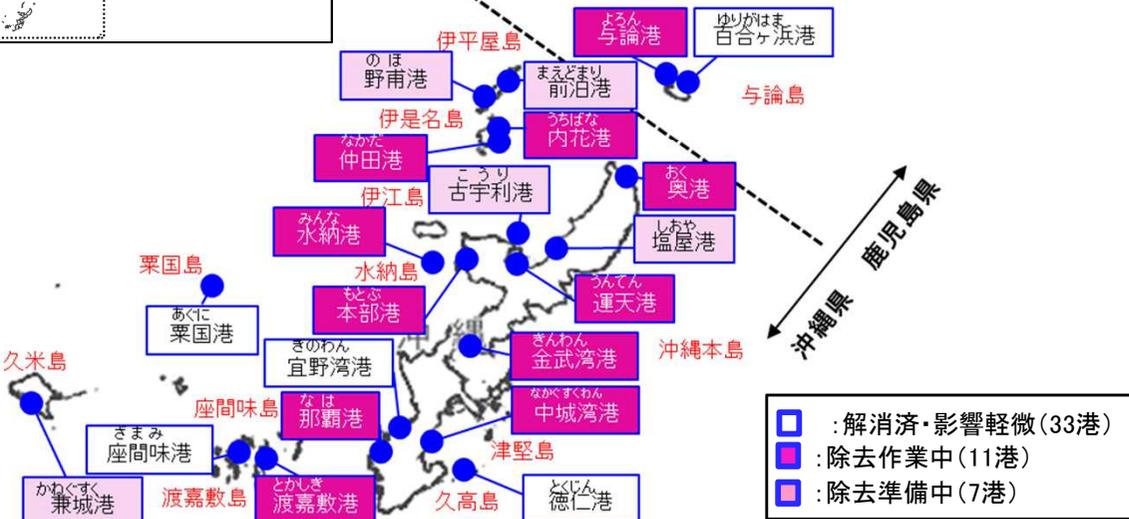
- 10月25日、岸壁前面等への軽石の滞留のため、石油タンカーの石油荷役を断念。
- 11月15日、石油タンカーが再入港し、同日中に荷役を完了。
※荷役作業中、九州地方整備局が汚濁防止膜を設置して軽石の侵入を防止。
- 11月26日、ガスタンカー入港予定。

伊豆諸島や東京湾への軽石漂着等に備えた対応

- 11月19日、東京都、神奈川県、千葉県、茨城県、静岡県の港湾管理者と連絡調整会議を開催し、軽石除去に関する支援制度の積極的な活用等を周知。
- 東京湾への軽石接近等に備え、関東地方整備局が(一社)日本埋立浚渫協会と連携し、作業船及びオイルフェンスによる軽石回収訓練等を実施。

漂流軽石回収技術の検討

- 漂流軽石の効果的な回収技術の検討を行うため、水産庁と連携し、「漂流軽石回収技術検討WG」を11月5日に設置。11月16日、中間とりまとめ公表。11月26日の第3回WGにおける議論も踏まえ、11月中目途に検討結果をとりまとめ予定。
- その一環として、17日より民間事業者等が有する技術やアイデアを募集。

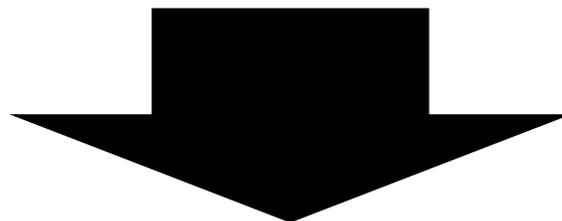


漁港における軽石の漂流・漂着状況

水産庁
11月26日7:30時点

○軽石の漂流・漂着 81港

(鹿児島県(種子島以南の島しょ部) 65港中14港
沖縄県87港中59港、東京都23港中8港)



○災害復旧事業等により対応

・解消済・影響軽微：69港

(鹿児島県14港、沖縄県47港、東京都8港)

・除去作業中：沖縄県4港(^{へんとな}辺土名漁港、^{あだ}安田漁港など)

・除去作業準備中：沖縄県8港(^{うみの}海野漁港など)

(案)

漂流軽石の回収技術に関する取りまとめ

令和3年11月

国土交通省 港湾局
水産庁

目次

1. はじめに 2

2. 漂流軽石の回収技術に関する取りまとめ

1) 海上からの回収

①台船+サンドポンプ 6
②台船+バックホウ 12
③小型船+人力(タモ網) 15
④小型船+回収器具 18
⑤砂利採取運搬船 26
⑥海面清掃船 29

2) 陸上からの回収

⑦バックホウ 34
⑧バックホウ+作業船 49
⑨バックホウとクレーンの併用 52
⑩バックホウ及び人力(小型船)の併用 55
⑪潜水士+ラフタークレーン 58
⑫汚濁防止膜+バックホウ 61
⑬汚濁防止膜+サンドポンプ 70
⑭強力吸引車 73
⑮人力(鋤簾、スコップ) 76

3. 漂流軽石の回収作業に係る留意事項

1) 汚濁防止膜を用いた港内への軽石流入防止対策 80
2) 船舶の吸水口対策 83
3) 台船の曳航体制 84

4. 参考資料

1) 沖縄県に漂着した軽石の特性等について 86
2) 軽石対策のためのオイルフェンス・シルトフェンス相談窓口 89

1. はじめに

1) 本取りまとめの背景

鹿児島県、沖縄県、東京都(伊豆諸島)の複数の港湾・漁港においては、令和3年8月に発生した海底火山「福德岡ノ場(ふくとくおかのば)」の噴火に由来するとみられる軽石の漂流・漂着が確認され、この影響により、離島航路や漁船等の船舶の航行が困難となるなど、地域の経済活動に大きな影響が生じている。また、海流等の状況によっては、他の地域の港湾・漁港における軽石漂流・漂着による被害発生も想定される。

こうした状況を踏まえ、国土交通省港湾局と水産庁が連携し、関係団体及び研究機関の協力を得て、「漂流軽石回収技術検討ワーキンググループ」を設置し、議論を重ねてきたところである。

本ワーキンググループでは、沖縄や鹿児島の港湾・漁港で実施された軽石回収の実績や国が実施した軽石回収技術の実証結果等、これまでに得られた技術的な知見や留意点等を整理し、港湾管理者や漁港管理者等に広く周知することにより、軽石対策に万全を期して頂ける環境を整えることとしたところである。

2) 本取りまとめの目的

軽石が漂流・漂着する態様は、地形、気象、海象によって千差万別であり、軽石回収にあたっては港湾等の利用状況や調達可能な資機材等の状況も勘案して臨機応変に対応する必要がある。

このため、軽石対策として、様々な回収方法について幅広い選択肢を検討し、その中からその時々状況に応じた最適な方法を選択することが出来るように準備をしておくことが肝要である。

本取りまとめは、各港湾・漁港における回収実績や国が実施した軽石回収技術の実証結果、研究機関や関係団体による検討を踏まえて、各種の回収方法や必要とする資機材、回収効率等を整理したものであり、各港湾・漁港管理者が各現場に適した回収方法を検討するための一助として活用頂くことを期待するものである。

「漂流軽石回収技術検討ワーキンググループ」の概要

背景・目的

ふくとくおかのば

- 令和3年10月末以降、鹿児島県や沖縄県等の複数の港湾・漁港において、本年8月に発生した海底火山「福徳岡ノ場」の噴火に由来するとみられる軽石の漂流・漂着が確認され、離島航路や漁船等の船舶航行が困難となるなど、地域における社会・経済活動に大きな影響が生じている。
- 海流等の状況等によっては、今後、他地域の多くの港湾・漁港で軽石による被害発生も想定されるため、広域的な対応への備えが必要。
- このため、国土交通省港湾局と水産庁が連携し、関係団体及び研究機関の協力を得て、「漂流軽石回収技術検討ワーキンググループ」を設置し、沖縄や鹿児島の港湾・漁港で実施された軽石回収の実績や国が実施した軽石回収技術の実証結果等など、これまでに得られた技術的な知見や留意点等を整理し、11月中を目処に効果的な軽石回収技術を取りまとめて、港湾管理者や漁港管理者等に速やかに情報発信する。

ワーキンググループ開催経緯

- **令和3年11月 5日(金)**
漂流軽石回収技術検討WG(第1回)：WG設置(検討スケジュール、港湾・漁港における軽石被害や現地の対応状況、検討方針等を確認)
- **令和3年11月16日(火)**
漂流軽石回収技術検討WG(第2回)：「漂流軽石の回収技術に関する中間取りまとめ(案)」の検討 → 11/16 公表、港湾管理者等に通知
- **令和3年11月26日(金)**
漂流軽石回収技術検討WG(第3回)：「漂流軽石の回収技術に関する取りまとめ(案)」の検討 → 11/30公表、港湾管理者等に通知
あわせて、民間事業者から募集した「軽石回収の技術・アイデア集」の取りまとめを実施予定

構成員

(行政機関)

遠藤 仁彦	国土交通省 大臣官房 技術参事官
杉中 洋一	国土交通省 港湾局 技術企画課長
中原 正顕	国土交通省 港湾局 海洋・環境課長
西村 拓	国土交通省 港湾局 海岸・防災課長
松良 精三	国土交通省 九州地方整備局 副局長
坂井 功	内閣府 沖縄総合事務局 開発建設部長
横山 純	水産庁 漁港漁場整備部 整備課長
中村 隆	水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課 水産施設災害対策室長

(研究機関)

森木 亮	国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部長
吉江 宗生	国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 特別研究主幹

(関係団体)

福田 功	一般社団法人 日本埋立浚渫協会 副会長兼専務理事
津田 修一	日本港湾空港建設協会連合会 専務理事
野澤 良一	一般社団法人 日本海上起重技術協会 専務理事
桐原 弘幸	全国浚渫業協会 業務運営委員会 委員長
加藤 英夫	一般社団法人 日本作業船協会 専務理事
佐川 克豊	全国ポンプ・圧送船協会 副会長
牧野 稔智	一般社団法人 全日本漁港建設協会 事務局長

(敬称略)

2. 漂流軽石の回収技術に関する取りまとめ

1) 海上からの回収

①台船＋サンドポンプ

1. 回収方法の概要

- ①オイルフェンスを利用し軽石の集積を行う。(参考写真①)
- ②集積したポイントへ台船で向かい、台船上に設置したバックホウを用いてサンドポンプを投入し軽石を吸引する。(参考写真②)
- ③台船上のコーミングに軽石混じりの海水を吐出する。(参考写真③)
- ④フィルター効果発現のため、コーミング排水口内側にヤシマットを設置する。

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	内閣府沖縄総合事務局(包括的災害協定に基づき(一社)日本埋立浚渫協会九州支部が対応)
作業期間	令和3年11月4日(作動時間60分(清掃時間含まず))
作業期間中の総回収量	0.35m ³ (軽石混じりの海水約78m ³ (推計値)として計算すると含泥率は0.45%)
単位あたりの回収量	0.29m ³ /時(10分作動・2分清掃として計算)

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ台船(スパット付)	1隻	20m x 8m x 1.8m(喫水約1.0m)、スパット2基
バックホウ ※台船上	1台	0.7m ³ 、スケルトンバケットに2mmメッシュ装着
サンドポンプ(6インチ)※台船上 サクシオンホース	1台 60m	吐出量:2m ³ /分(カタログ値)
ヤシマット ※台船上	1式	排水フィルター ※台船コーミング内に設置
オイルフェンス	60m	軽石の漂流を抑制

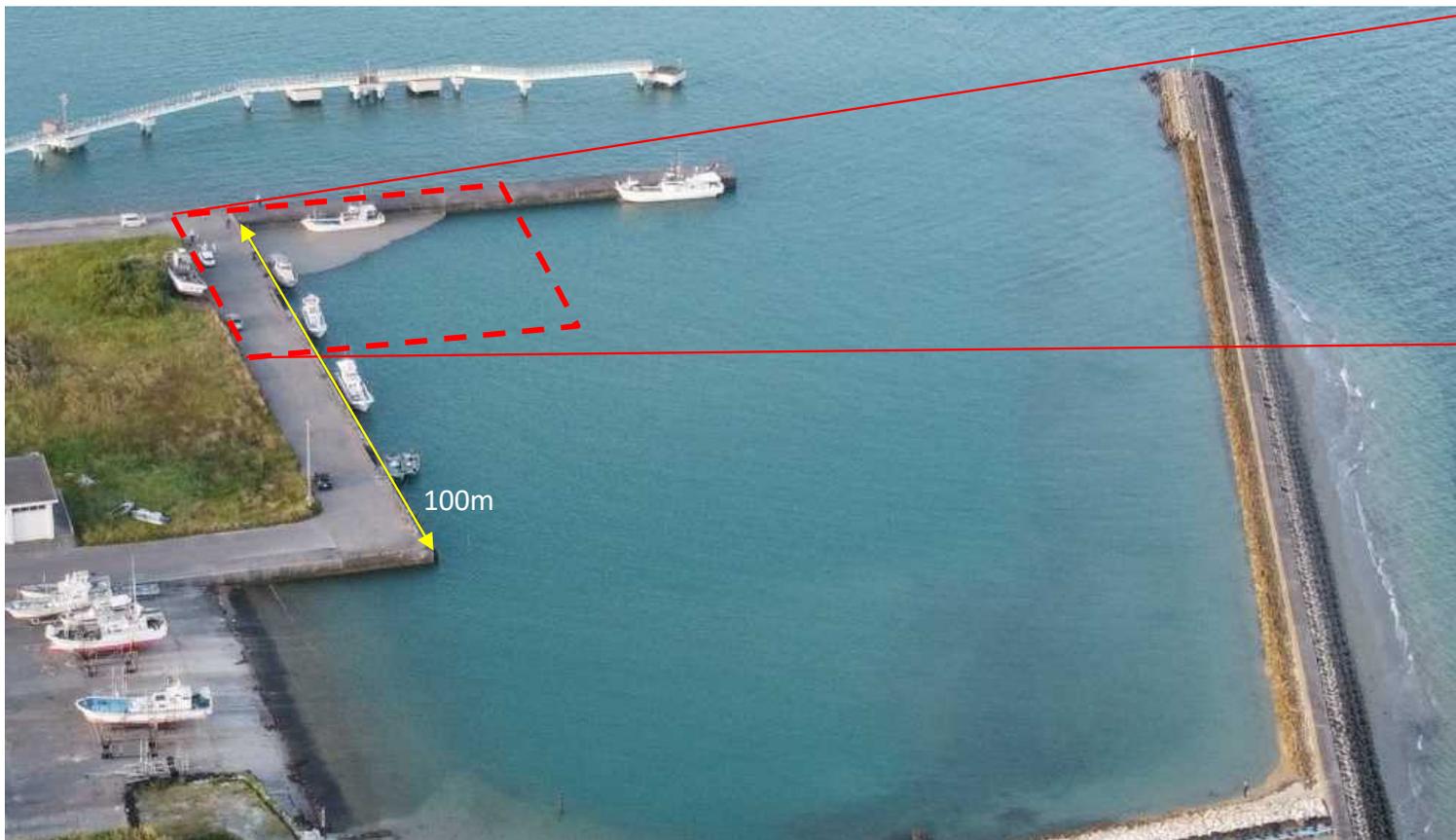
①台船＋サンドポンプ

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

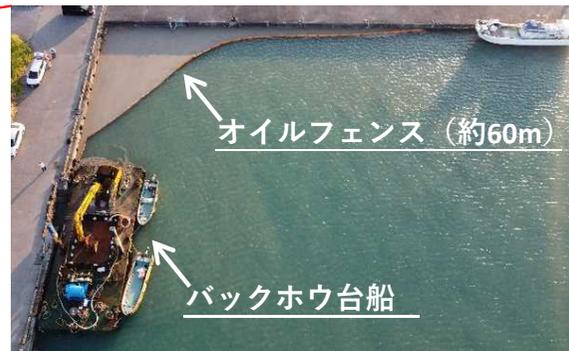
- 奥港の結果(P9「サンドポンプの設置方法の検討」参照)を参考に、吸い口を上向きにして設置。(参考写真②)
- 藻や粒径の大きな軽石がポンプの吸い口に付着するためポンプを上下に動かしながらの作業となり、空気の吸引による吐出量の低下が確認された。
- 吸い口に付着した藻がフィルターとなって軽石の吸い込み量が低下した。(参考写真④)
- 吸い口に付着した藻や軽石を10分に1回清掃する必要があった。
- コーミングの内側に設置したヤシマットは、排水速度が良好で、周囲への軽石や濁りの流出も認められなかった。

5. 参考写真等

中城湾港(仲伊保地区)軽石漂着状況(11月3日撮影)



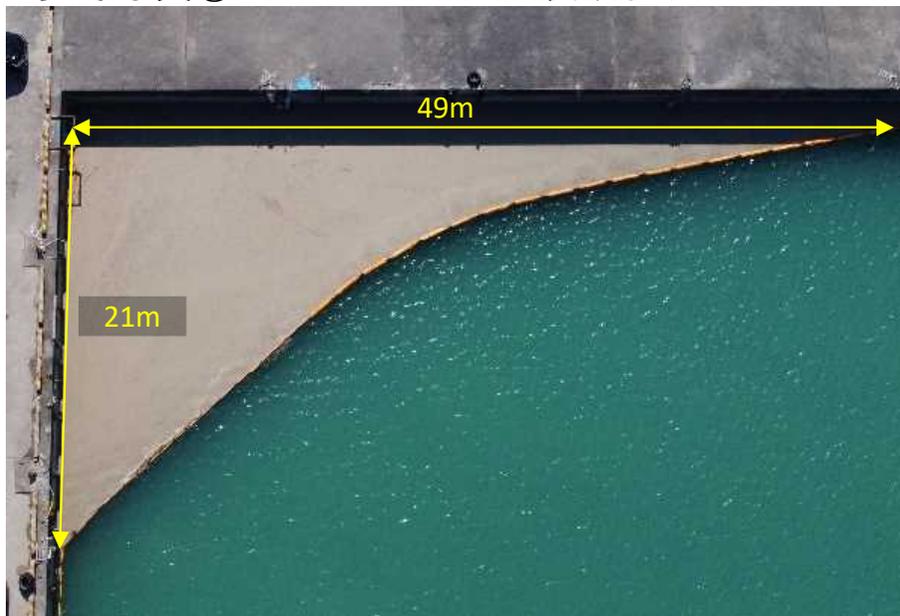
資機材配置状況



バックホウ台船
(曳船2隻体制で曳航)
※曳航時の留意事項はP7参照

①台船+サンドポンプ

参考写真①: オイルフェンスの展張状況



参考写真③: コーミングへの海水吐出状況



参考写真②: サンドポンプ操作・作動状況



参考写真④: 藻の付着状況



【参考】サンドポンプの設置方法について

1. 回収方法の概要

- ①クレーン車を用いてサンドポンプを投入し軽石を吸引する。(参考写真①)
- ②クレーン車の背後に置いたタンクコンテナに軽石混じりの海水を吐出する。(参考写真②)
- ③フィルター効果を確認するため、タンクコンテナ排水口にヤシマットを設置する。(参考写真④)

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	内閣府沖縄総合事務局(包括的災害協定に基づき(一社)日本埋立浚渫協会九州支部が対応)
作業期間	令和3年10月31日(作動時間7分)
作業期間中の総回収量	0.216m ³ (軽石混じりの海水約9.18m ³ から回収された軽石の量。含泥率は2.35%)
単位あたりの回収量	1.85m ³ /時

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
サンドポンプ(6インチ) サクシオンホース	1台 60m	吐出量:2m ³ /分(カタログ値)
発電機	1台	ポンプの電源
タンクコンテナ	2台	1.8m×1.8m×4m
ヤシマット	1式	タンクコンテナ排水口のフィルター
クレーン車	1台	ポンプ操作

【参考】サンドポンプの設置方法について

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

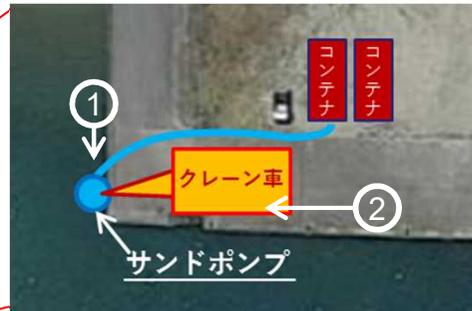
- サンドポンプの設置方法を以下の3ケース実施したところ、上向き設置が効率的に回収することができた。(参考写真③)
 - ・下向き：ホースとのバランス関係でポンプが傾き空気吸引により能力低下
 - ・横向き：空気吸引により能力低下
 - ・上向き：ポンプの吸い口を水平に保つことができ空気吸引なく効率的に回収可能
- ヤシマットの設置方法を2ケース実施したところ、排水口内側への3重設置が軽石流出を認めず、排水速度も良好であった。(参考写真④)
 - ・排水口内側に3重にして設置：軽石流出を認めず(目視)、排水速度良好
 - ・円筒形に巻いたヤシマットを排水口内に挿入：軽石流出を認めず(目視)、排水速度低下

5. 参考写真等

奥港軽石漂着状況(10月26日撮影)



参考写真①: サンドポンプ等設置状況



写真②



写真①



サンドポンプ

【参考】サンドポンプの設置方法について

参考写真②: タンクコンテナへの海水吐出状況



参考写真③: サンドポンプの設置方法



下向き設置



上向き設置



横向き設置



参考写真④: ヤシマットの設置方法



排水フィルター
(内側3重)



排水フィルター
(巻いて排水口に挿入)

②台船＋バックホウ

1. 回収方法の概要

- ①オイルフェンスを利用し軽石の集積を行う。(参考写真①)
- ②集積したポイントへ台船で向かい、スケルトンバケット(2mmメッシュ付き)を装着した台船上のバックホウで軽石を回収する。(参考写真②)
- ③台船上のコーミングに積み込む。(参考写真③)

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	内閣府沖縄総合事務局(包括的災害協定に基づき(一社)日本埋立浚渫協会九州支部が対応)
作業期間	令和3年11月4日(作業時間は120分。操作回数は100回)
作業期間中の総回収量	9.0m ³
単位あたりの回収量	4.5m ³ /時
その他参考情報	1サイクルに要する時間は約72秒

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ台船(スパット付)	1隻	20m x 8m x 1.8m (喫水約1.0m)、スパット2基
バックホウ ※台船上	1台	0.7m ³ 、スケルトンバケットに2mmメッシュ装着
オイルフェンス	60m	軽石の漂流を抑制

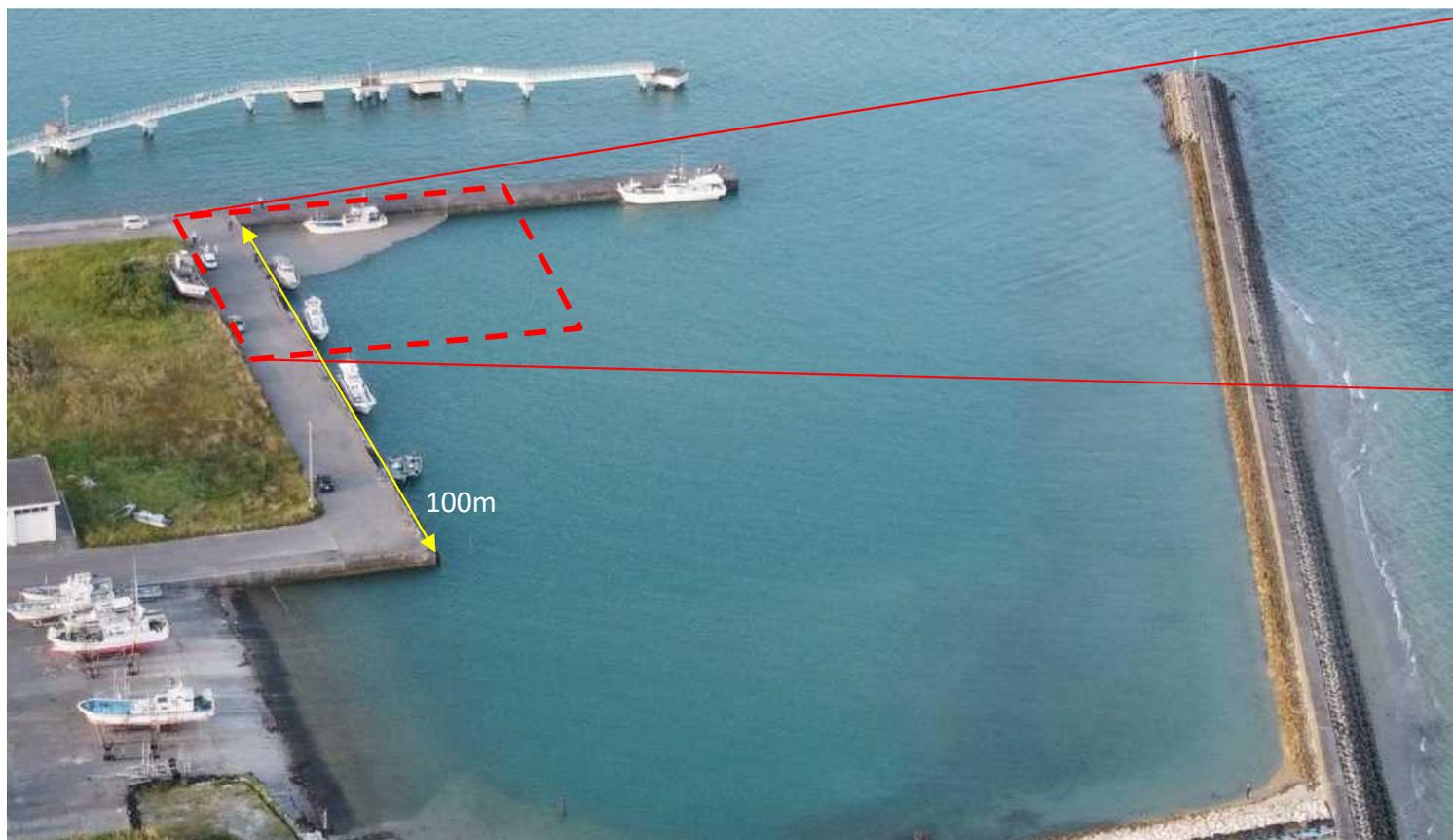
②台船+バックホウ

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- スケルトンバケットに2mmメッシュを二重に装着することで確実に揚収することができた。
- サイクルタイムが72秒とやや長くなったがその理由は以下のとおり
 1. 軽石の層厚が薄く(5~10cm)回収時にバケットを大きくゆっくりと動かす必要がある
 2. 水切りをオイルフェンス内で実施する必要がある
 3. 軽石を台船に積み込む際、バケット内の軽石を落下させるのに時間がかかった
- オイルフェンスで台船近くに軽石を集めることで、台船を長時間動かさず効率的に回収できた。

5. 参考写真等

中城湾港(仲伊保地区)軽石漂着状況(11月3日撮影)



資機材配置状況



②台船+バックホウ

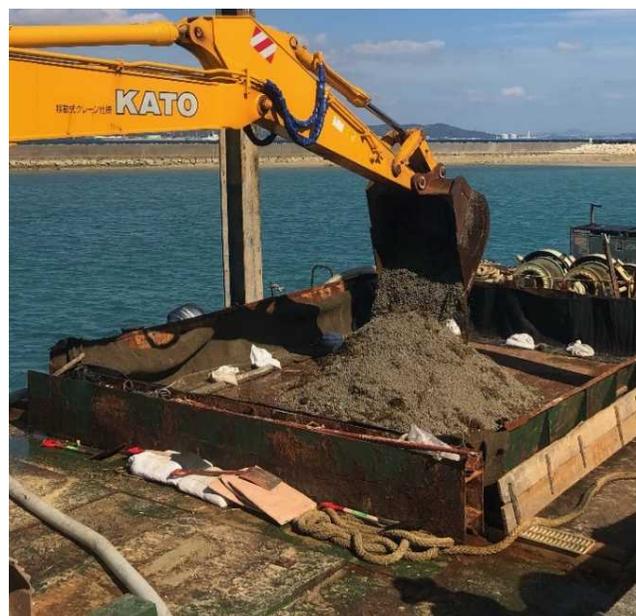
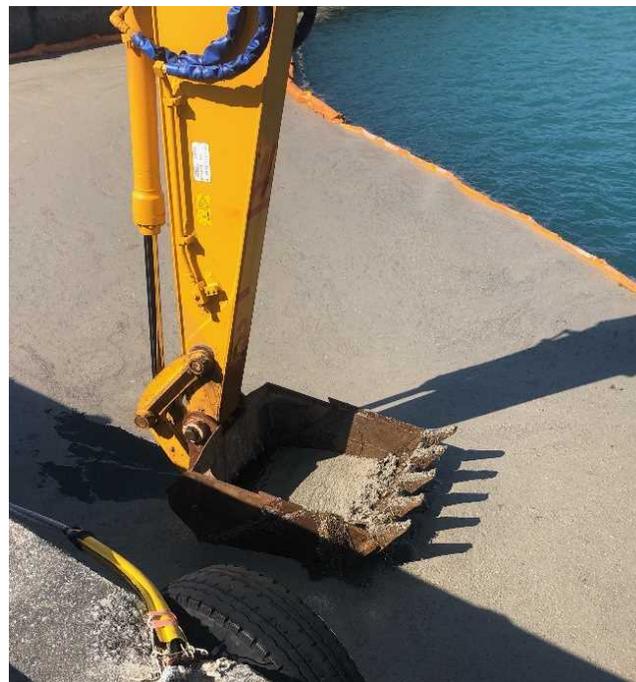
参考写真①: オイルフェンスの展張状況



参考写真②: スケルトンバケット(2mmメッシュ装着)



参考写真③: 積み込み状況



1サイクルの所要
時間は約72秒

1. 回収方法の概要

- ①オイルフェンスを利用し軽石の集積を行う。（参考写真①）
- ②小型船に作業員が乗り込み、3mmメッシュのタモ網で直接軽石を回収する。（参考写真②）
- ③小型船上のトン袋に詰め込む。
- ④トン袋をバックホウで回収する。（参考資料③）

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	内閣府沖縄総合事務局（包括的災害協定に基づき（一社）日本埋立浚渫協会九州支部が対応）
作業期間	令和3年11月4日（作業時間は30分）
作業期間中の総回収量	0.65m ³
単位あたりの回収量	1.3m ³ ／時
その他参考情報	小型船操船1名、タモ網による回収2名、トン袋詰め込み2名の計5名で実施

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ台船（スパット付）	1隻	20m x 8m x 1.8m（喫水約1.0m）、スパット2基
バックホウ ※台船上	1台	トン袋回収用
タモ網	4本	36cmサイズ、3mmメッシュ
小型船	1隻	回収作業用の小型船
オイルフェンス	60m	軽石の漂流を抑制

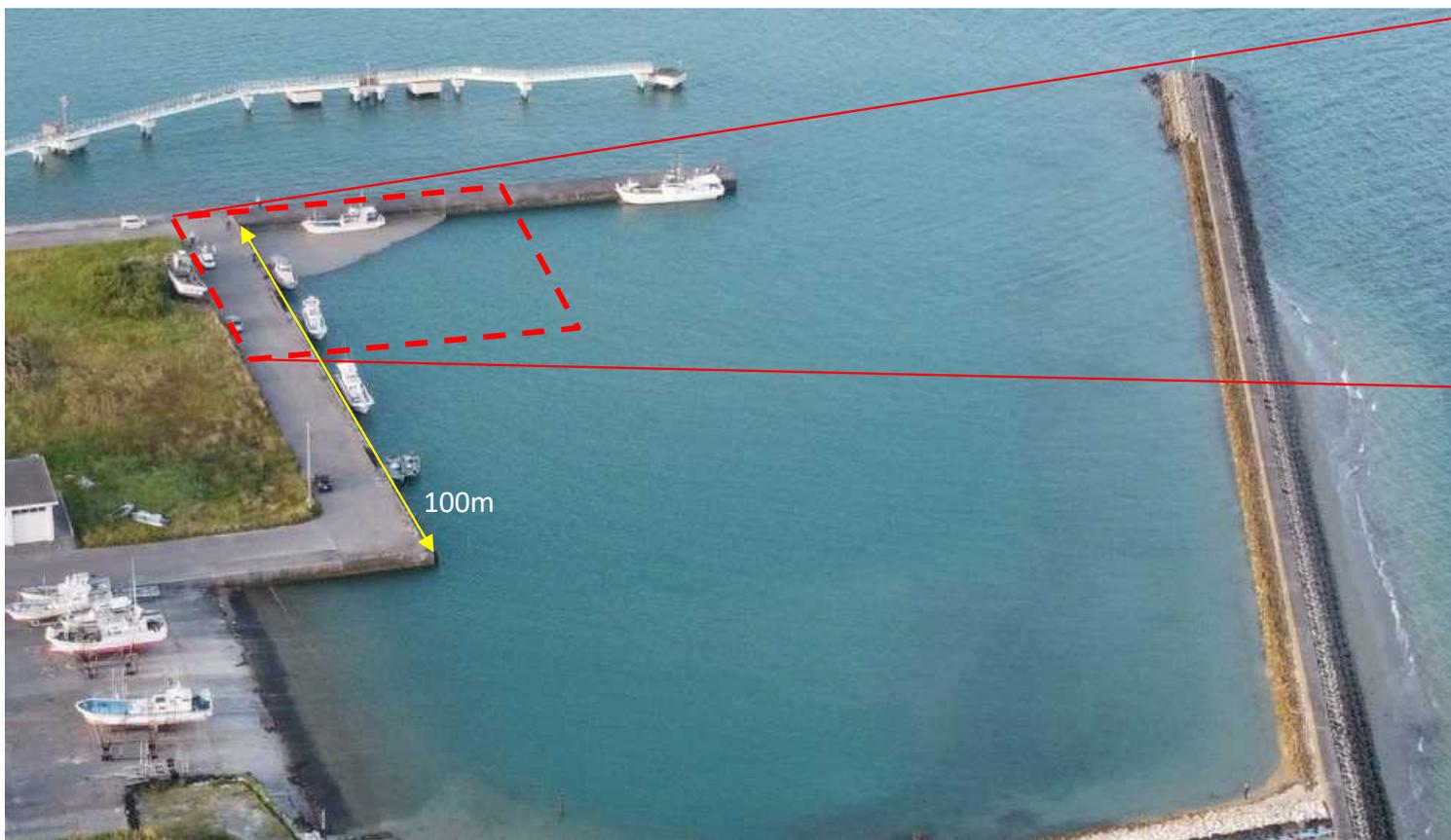
③小型船＋人力（タモ網）

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

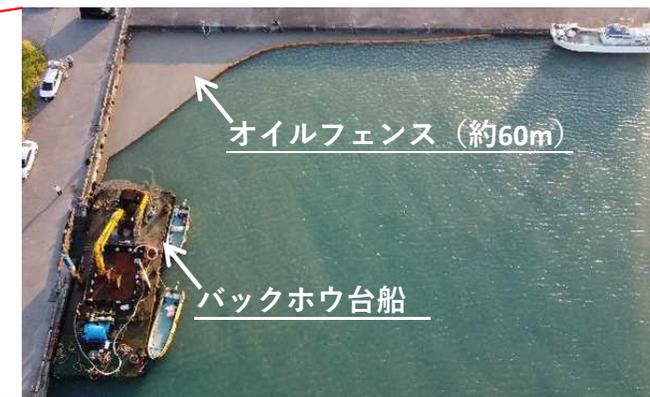
- タモ網(36cmサイズ、3mmメッシュ)を使用することで確実に揚収できた。
- 回収作業と詰め込み作業を分担することで、効率的に作業を進めることができた。ただし、不安定な体勢のため適度な休憩が必要。
- トン袋の回収に重機が必要。
- 狭いところでも作業が可能。
- バックホウを用いる場合でも、仕上げ作業には人力による作業が必要。
- バックホウによる作業と、人力による作業を併用することで効果的な回収作業が可能であった。

5. 参考写真等

中城湾港(仲伊保地区)軽石漂着状況(11月3日撮影)



資機材配置状況



③小型船+人力（タモ網）

参考写真①: オイルフェンスの展張状況



参考写真③: バックホウによるトン袋回収



参考写真②: タモ網及び回収作業の状況



トン袋



タモ網(φ 36cm、3mm)



④小型船＋回収器具

1. 回収方法の概要

○小型船で以下に示す5種類の回収器具をそれぞれ牽引し、漂流する軽石を回収する。(各タイプの参考写真参照)

(A)網タイプ	(B)オイルフェンスタイプ
① フローター＋ 網 ② フレーム ＋ 網 ③ フレーム ＋ 網(大小の網の組合せ(逆流防止構造))	① フローター ＋ メッシュシート ② フローター ＋ メッシュシート＋網

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	内閣府沖縄総合事務局(包括的災害協定に基づき(一社)日本埋立浚渫協会九州支部が対応)
作業期間	令和3年11月13日(4時間で5種類の回収器具を用いた作業をそれぞれ実施)
作業期間中の総回収量	(A)① 1.3m ³ (A)② 0.3m ³ (A)③ 1.5m ³ (B)① 0.0m ³ (B)② 0.0m ³
単位あたりの回収量	(A)① 1.95m ³ /時 ^(※1) 、(A)② 0.33m ³ /時 ^(※2) 、(A)③ 2.25m ³ /時 ^(※1) 、(B)① —m ³ /時、(B)② —m ³ /時 ※1 実績に基づき海上作業30分、揚収作業10分の1サイクル40分として計算 ※2 実績に基づき海上作業45分、揚収作業10分の1サイクル55分として計算

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
小型船	2隻+1隻(予備)	牽引作業用の小型船
35tラフタークレーン	1台	回収軽石揚収作業用
回収器具 (網タイプ)	1式	(A)① (幅 2m x 高さ0.5m x 奥行き8m) : フローター(Φ300)、網(5mm、2mm) (A)② (幅 3m x 高さ 1 m x 奥行き3m) : フローター(Φ300)、フレーム、網(25mm、2.5mm) (A)③ (幅 3m x 高さ0.25m x 奥行き3m) : 俵ブイ(Φ600)、フレーム、網(2mm)
回収器具 (オイルフェンスタイプ)		(B)① (幅20m x 高さ2m) : フローター(Φ300)、メッシュシート(5mm、2mm) (B)② (幅20m x 高さ 1 m x 奥行き4m) : フローター(Φ150)、メッシュシート(6mm)、網(2mm)

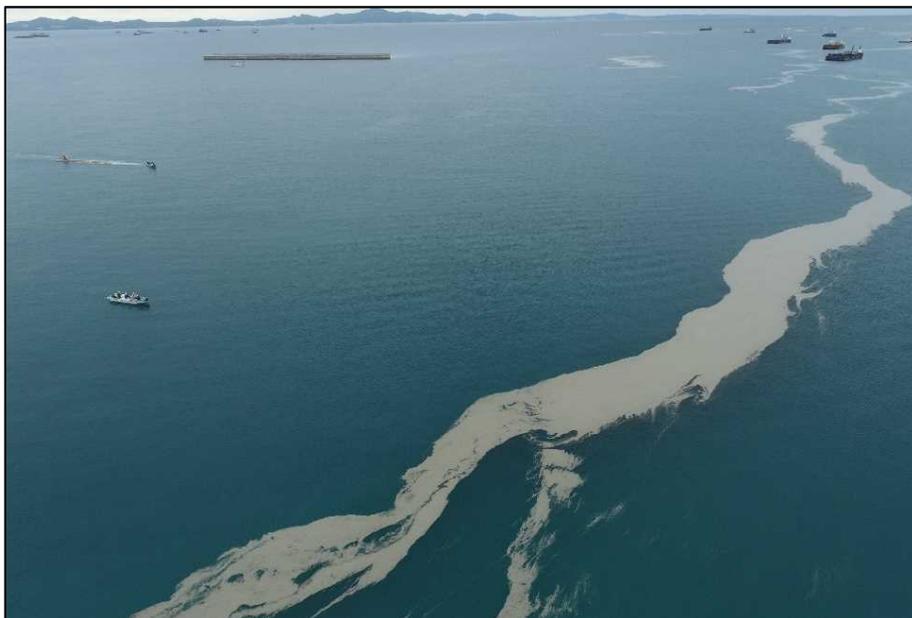
④小型船＋回収器具

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

網タイプ			オイルフェンスタイプ	
(A)①	(A)②	(A)③	(B)①	(B)②
<ul style="list-style-type: none"> ○小型船による回収器具の牽引は容易。 ○回収中の形状維持能力は高い。 ○牽引中に回収口が海面下に潜り込むため改善が必要。 ○回収後の流出は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ○小型船による回収器具の牽引は、抵抗が大きく扱いにくい。 ○回収中の形状維持能力は高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ○小型船による回収器具の牽引は容易。 ○回収中の形状維持能力は高い。 ○牽引中に回収口が海面下に潜りこむため改善が必要。 ○逆流防止構造は効果的。 ○回収後における軽石の排出方法の改善が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ○小型船による回収器具の牽引は、抵抗が大きく扱いにくい。 ○牽引中にシートがめくれ上がり、軽石漏出を確認。 ○集積作業に適するが、回収作業には適さない。 	<ul style="list-style-type: none"> ○小型船による回収器具の牽引は、抵抗が大きく扱いにくい。 ○網部分の回収中の形状維持能力は高かったが、回収効果は出なかった。

5. 参考写真等

海域における軽石漂着状況（11月13日撮影）

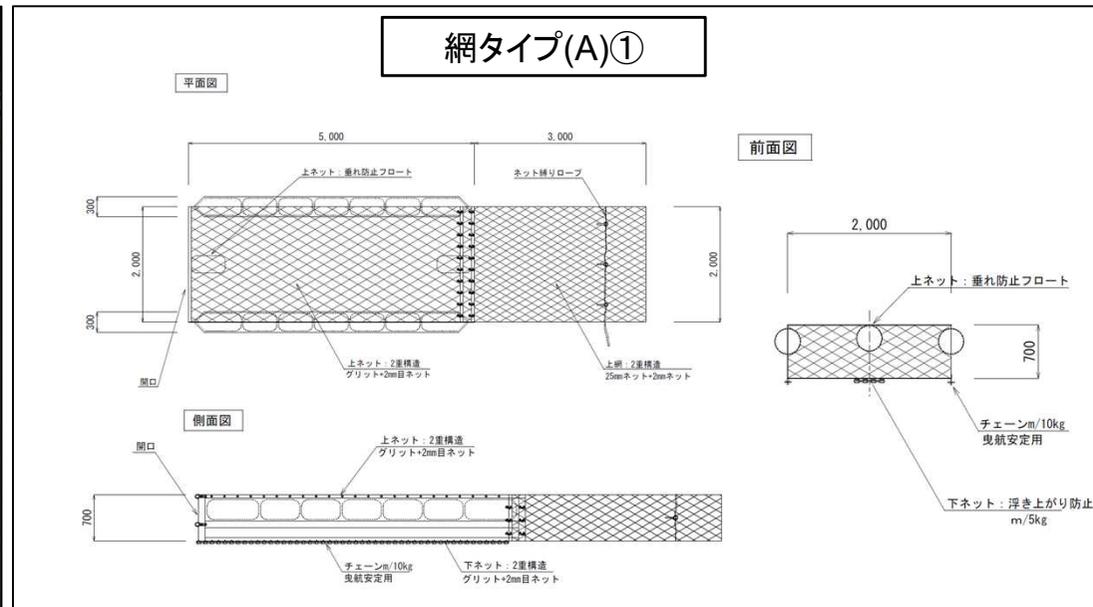
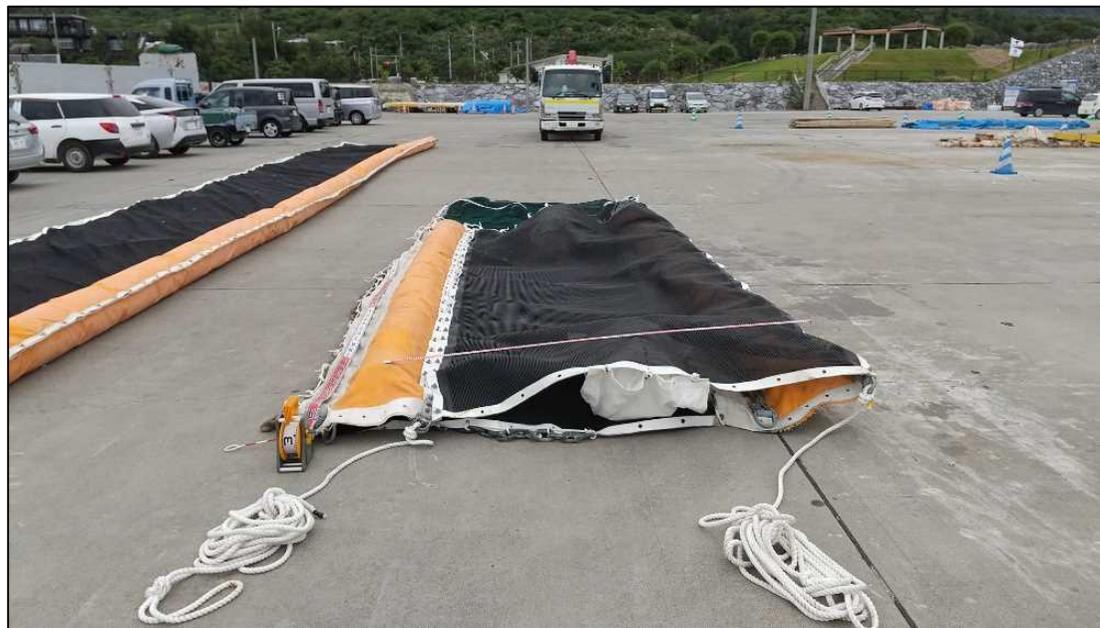


④小型船＋回収器具

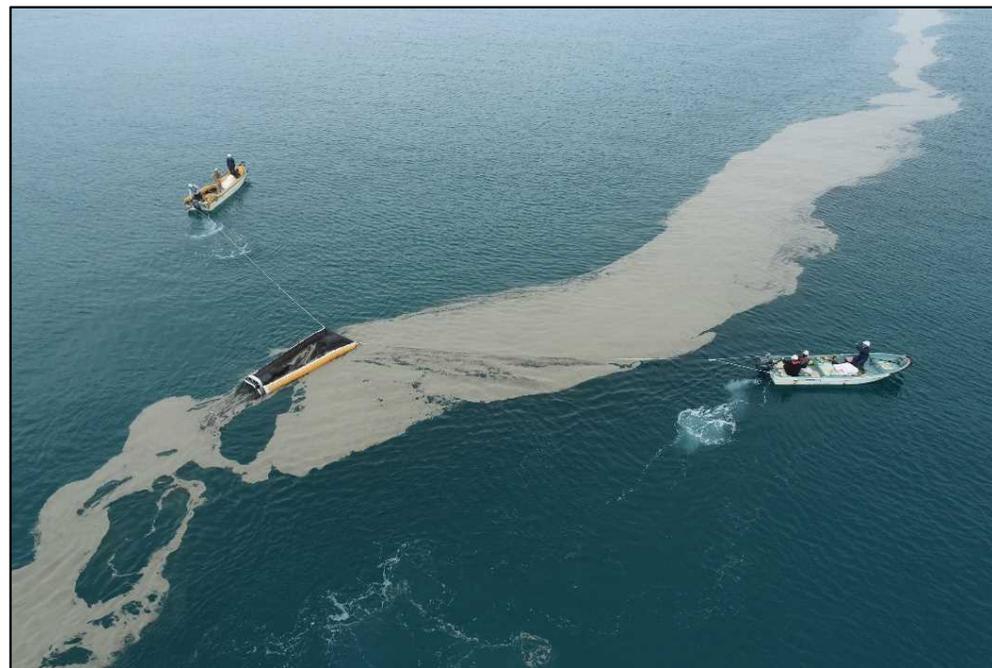
網タイプ(A)①

沖縄県 海域

参考写真①：(A)①の現物及び図面



参考写真②：(A)①による回収状況



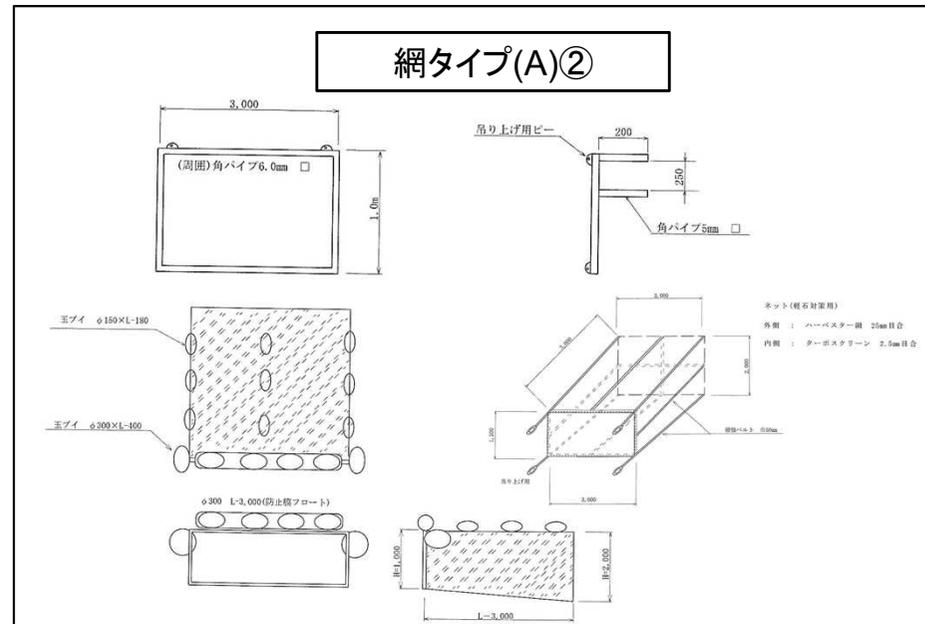
参考写真③：揚収状況



④小型船＋回収器具

網タイプ(A)②

参考写真①：(A)②の現物及び図面



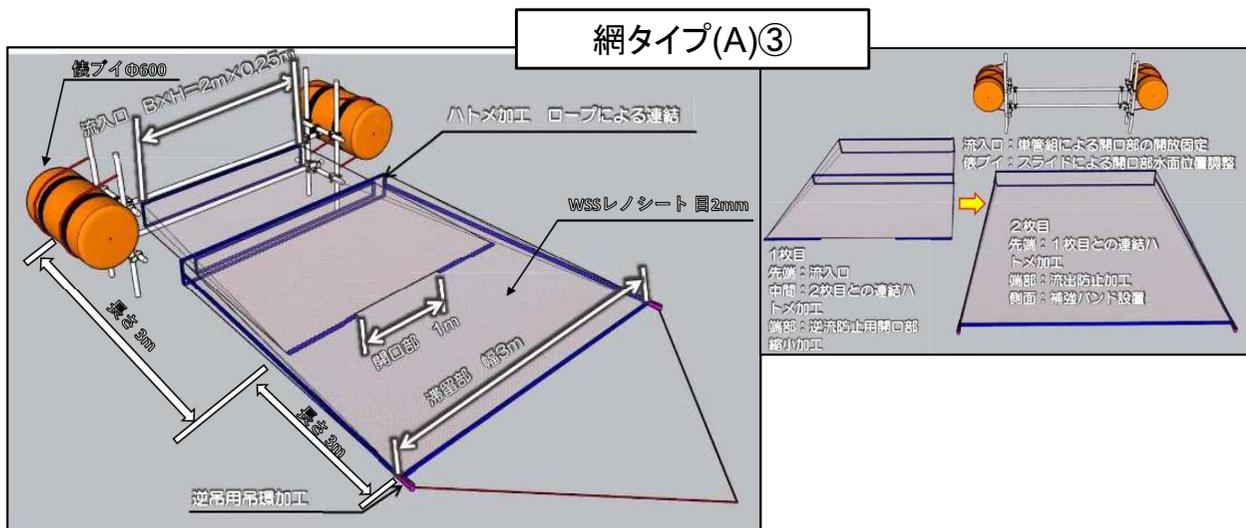
参考写真②：(A)②による回収状況



参考写真③：揚収状況



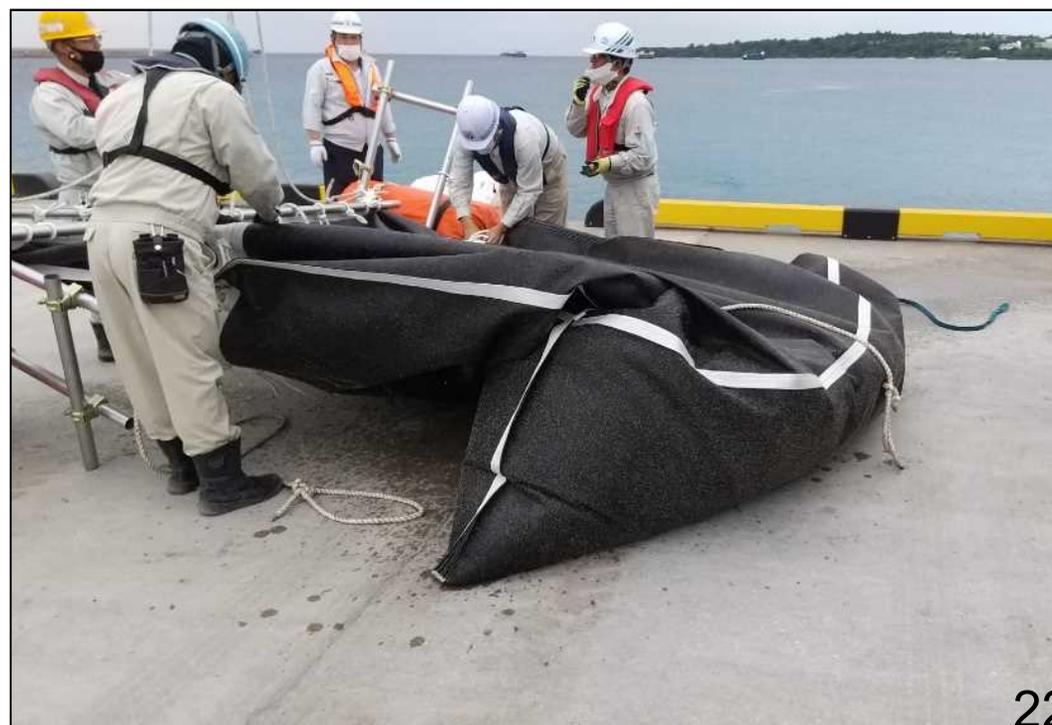
参考写真①：(A)③の現物及び図面



参考写真②：(A)③による回収状況



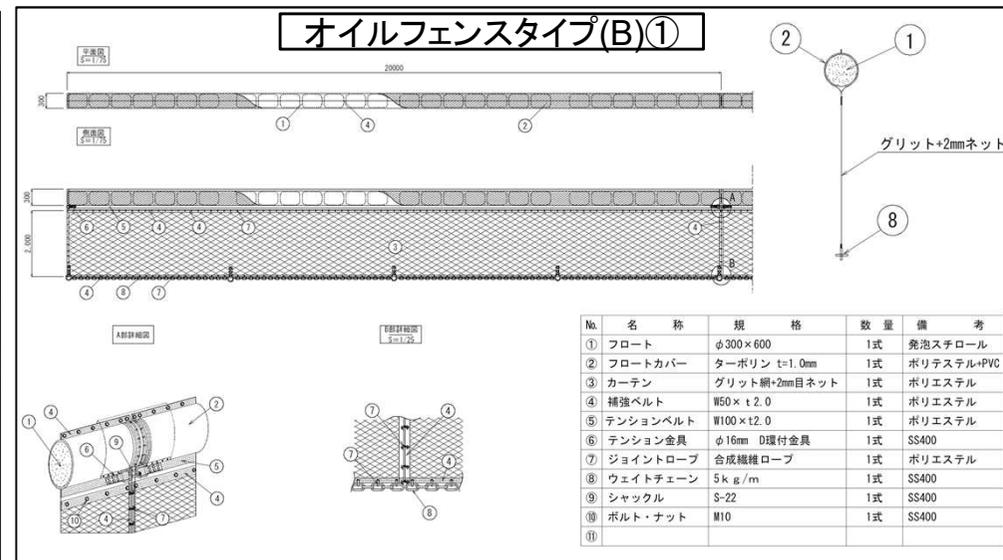
参考写真③：揚収状況



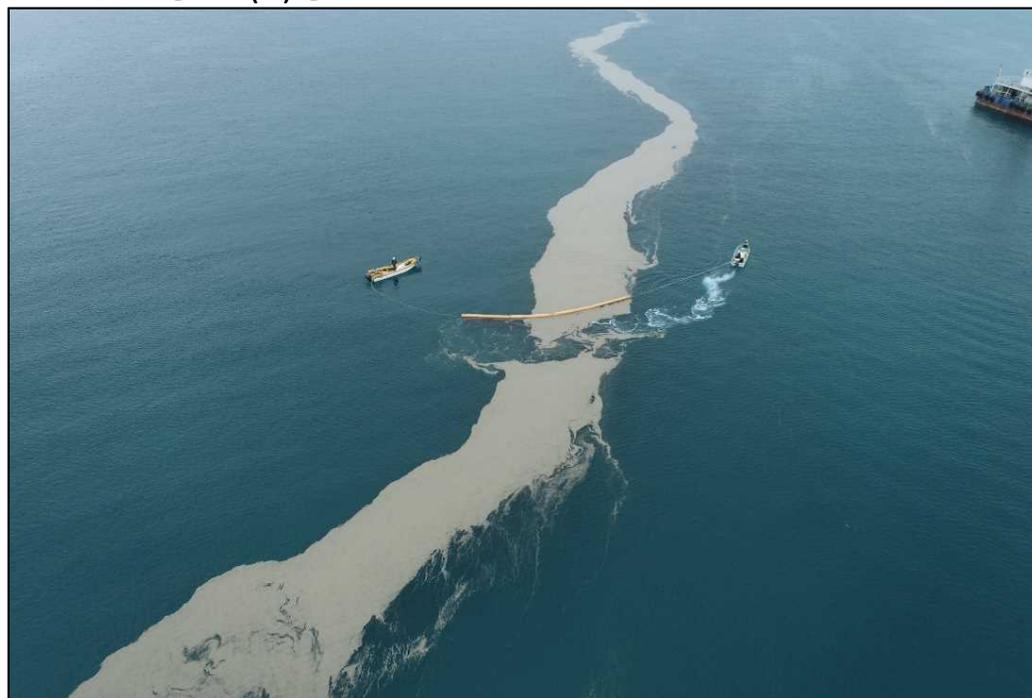
④小型船＋回収器具

オイルフェンスタイプ(B)①

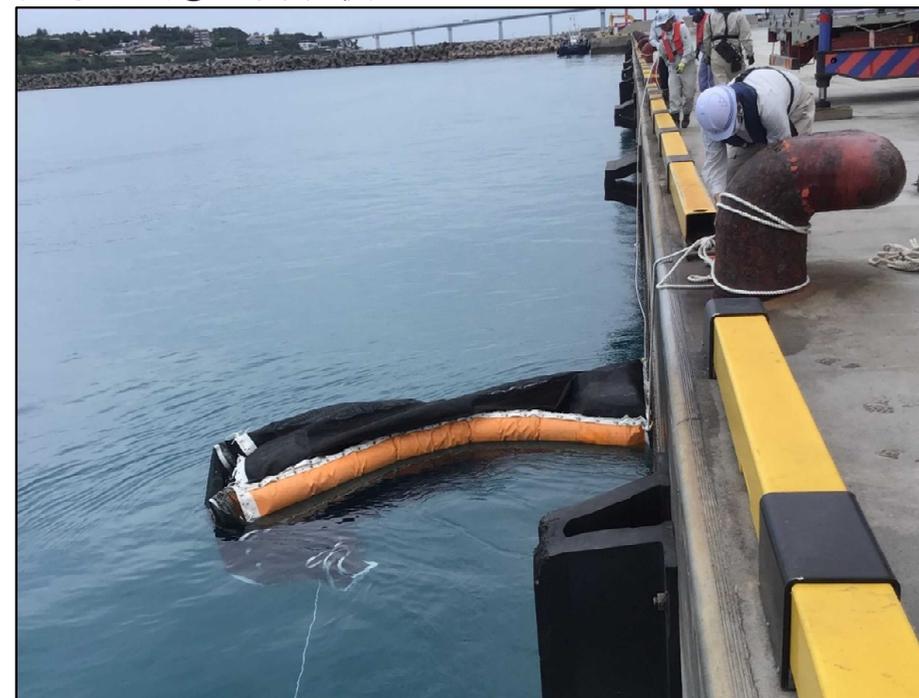
参考写真①：(B)①の現物及び図面



参考写真②：(B)①による回収状況



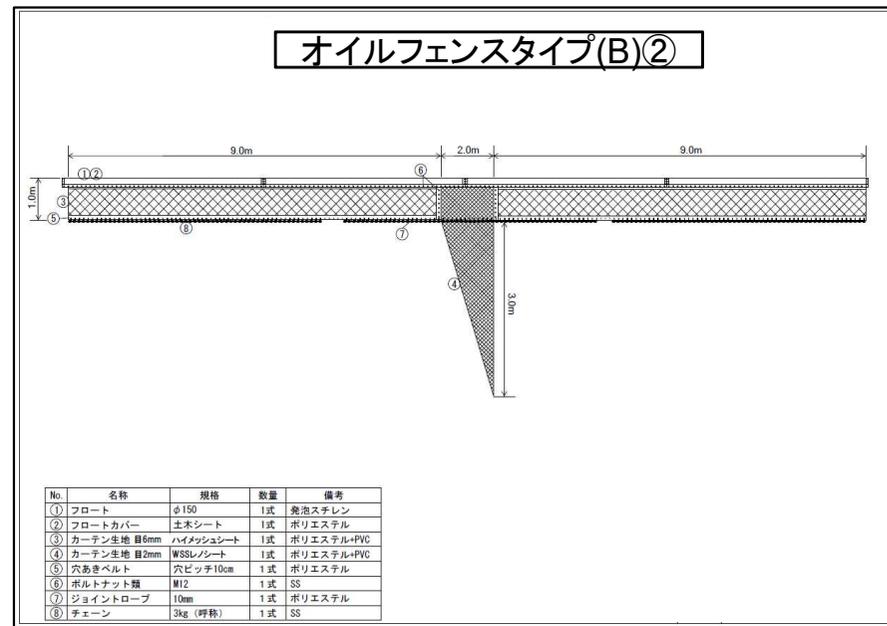
参考写真③：揚収状況



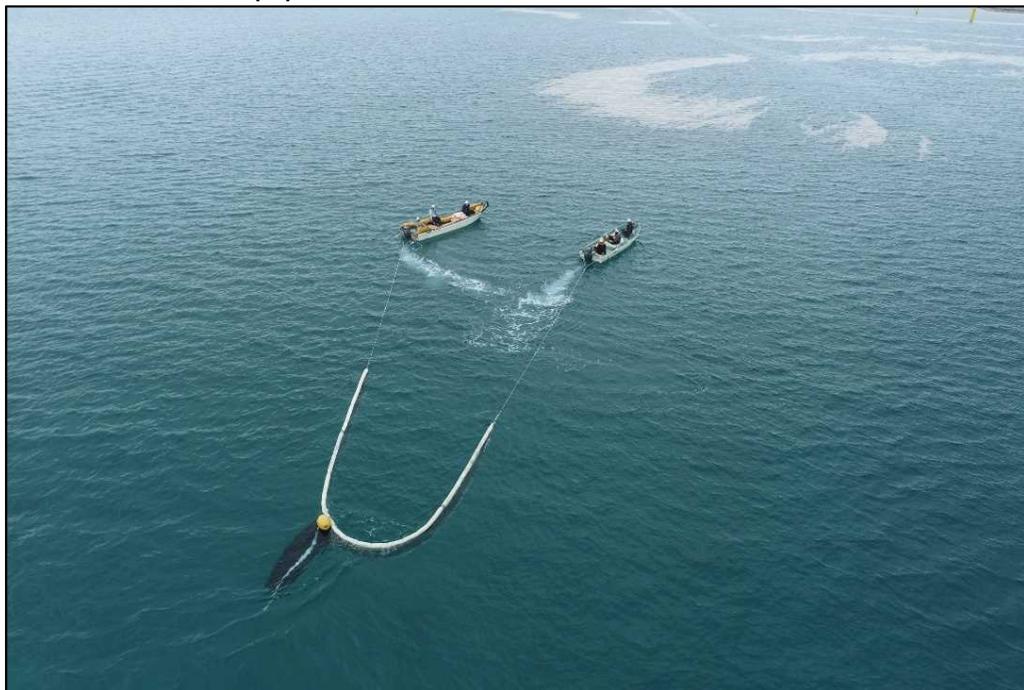
④小型船十回収器具

オイルフェンスタイプ(B)②

参考写真①：(B)②の現物及び図面



参考写真②：(B)②による回収状況



参考写真③：揚収状況



【参考】回収器具に関する改良経緯について

網タイプ	オイルフェンスタイプ
<p>○11/7の結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型船で箱形のカゴ(幅2m x 高さ0.5m x 奥行き1m)を牽引し漂流する軽石を回収。 ・牽引中にカゴの姿勢が安定せず、また、一旦カゴの中に回収した軽石が渦によりカゴの外へ排出されたことなどから、相当量の回収ができなかった。(参考写真①) 	<p>○11/7の結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型船でオイルフェンスを牽引し漂流する軽石を回収。 ・牽引中にフェンスの下から軽石が漏出。(参考写真③)
<p>○11/10の結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型船で改良カゴ(※)を牽引し漂流する軽石を回収。 ※カゴの後部を開放し2mの網を装着したもの ・改良したことで姿勢を安定させるとともに、排出を抑制することができ、約1m³を回収。(参考写真②) 	<p>○11/10の結果</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型船で改良オイルフェンス(※)を牽引し漂流する軽石を回収。 ※フローターにカーテン(50cm)及びチェーンを装着したもの、 フローターにメッシュシート(100cm)及びチェーンを装着したものの2種類 ・いずれも、牽引中に軽石の漏出を確認。(参考写真④)



参考資料①



参考資料③



参考資料②



参考資料④

⑤砂利採取運搬船

1. 回収方法の概要

- ①砂利採取運搬船に搭載されたサンドポンプを投入し軽石を吸引する。(参考写真①)
- ②砂利採取運搬船のホールドに軽石混じりの海水吐出後、海水のみを排出する。(参考写真②)
なお、軽石が排出しないよう、2mmメッシュシートを排水フェンス上に設置。(参考写真②)

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	内閣府沖縄総合事務局(包括的災害協定に基づき(一社)日本埋立浚渫協会九州支部が対応)
作業期間	令和3年11月23日～
作業期間中の総回収量	試験中
単位あたりの回収量	試験中

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
砂利採取運搬船(バージ)	1隻	72m x 18m x 6.25m(載貨量2,500m ³ 、24インチ サンドポンプ(6,500m ³ /h))
押船兼曳船	1隻	27.82m x 9m x 6.20m(出力2,100PS x 2基、ストレーナー2系統あり)

⑤砂利採取運搬船

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 奥港の結果も参考に、サンドポンプの吸い口を改良したことで効率的に吸引することができた。(参考写真③)
- メッシュシートを排水フェンス上に設置したことで、軽石の流出は抑えられたが排水速度が低下したため、コンクリートバイブレーターや手作業による排水改善策を検討。
- 作業終了時、サンドポンプ等の動力となるバージのエンジンのストレーナーに軽石が付着していることを確認。喫水調整による取水深度の調整やシルトプロテクターによるストレーナーの保護を検討(参考写真④)
- 押船については、エンジンの温度管理や2系統ストレーナーの交互清掃に係る体制構築により、トラブルが生じることなく航行することができた。
- 今回の結果や模型実験の結果を踏まえ、より効率的に回収が可能となるようサンドポンプの更なる改良に取り組む予定(サンドポンプの吸い口そのものを改良するアタッチメントを作成・装着予定)。
- 航行が難しい水深5m以下のエリアに漂着した軽石の回収方法についても検討中。

5. 参考写真等

運天港(羽地内海)軽石漂着状況

11月14日撮影



11月10日撮影



砂利採取運搬船・押船兼曳船



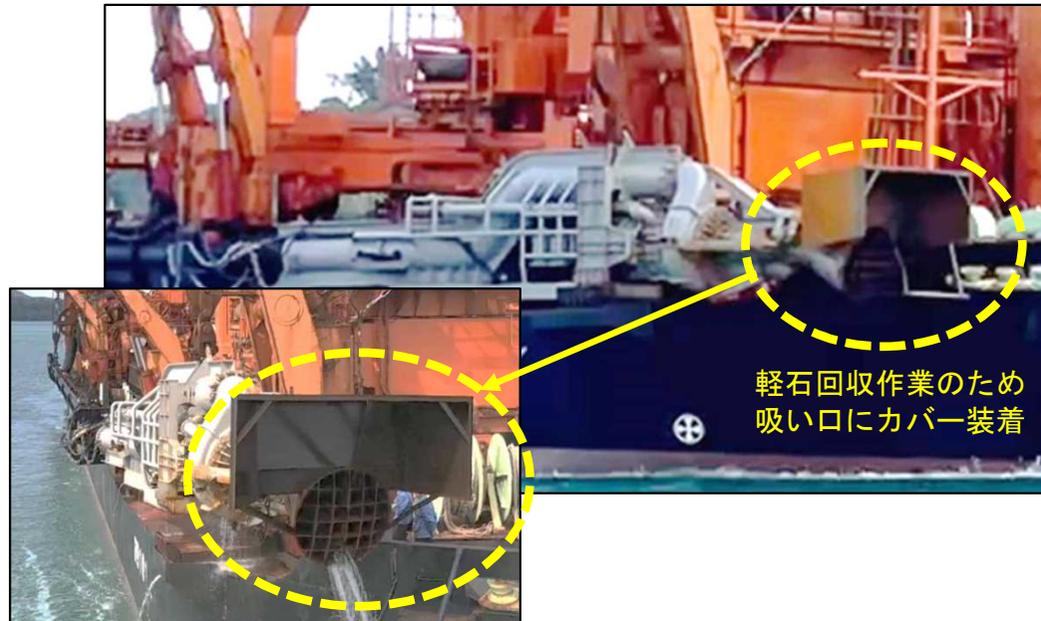
サンドポンプ

⑤砂利採取運搬船

参考写真①：サンドポンプによる吸引状況



参考写真③：改良したサンドポンプの吸い口



参考写真②：ホールド内の軽石及び海水、排水フェンス



参考写真④：ストレーナーへの軽石付着状況



⑥海面清掃船（清港丸Ⅱ）

1. 回収方法の概要

- ①海面清掃船を利用して軽石の回収を行う。
 - ②軽石漂流ポイントへ清掃船で向かい、清掃船に備え付けられたカゴを海中に下ろし軽石を回収する。
 - ③回収後はカゴを船上に上げ、陸揚げ用クレーン設置場所まで移動し軽石を陸揚げする
- ※カゴには軽石が通過しないよう市販の農業用防風ネット2mmを二重に張り付けた。

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	那覇港管理組合
作業期間	令和3年11月17日（作業時間4時間（軽石の海上での回収時間15分）※作業時間にはカゴの陸揚げ時間含む）
作業期間中の総回収量	1.2m ³
単位あたりの回収量	0.3m ³ ／時

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
海面清掃船	1隻	全長10.09m x全巾 6.40m x 深さ1.8m
陸上固定式クレーン	1台	2.9ton

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 岸壁等の陸域に漂着する前に洋上で回収することが出来る。
- 1度に回収できる量が1.2m³と少量。（カゴの面積（2.3m × 1.8m） × 深さ0.3m = 約1.2m³）
- 軽石回収後の陸揚げ作業に時間を要す。（約30分）

⑥海面清掃船（清港丸Ⅱ）

5. 参考写真等

参考写真①海面清掃船（清港丸Ⅱ）



参考写真②軽石漂着状況（R3. 11. 17）



参考写真③軽石回収中の船内の様子



参考写真④軽石回収後の船内の様子



参考写真⑤軽石回収後の揚陸の様子



⑥海面清掃船（海洋環境船「海煌^{かいこう}」）

鹿児島県 屋久島南沖

1. 実証実験の概要

- ①海洋環境船「海煌」の浮遊回収籠(スキッパー)を改良。(参考写真①)
- ②海洋環境船「海煌」の海水濾し器を改良
- ③周辺海域で海中の軽石回収を実施。(参考写真②)
- ④軽石の回収により効果を確認。(参考写真③)

2. 浮遊回収籠(スキッパー)の改良内容

- 2層構造(ステンレスネット4mm+ポリエステルネット1mm)

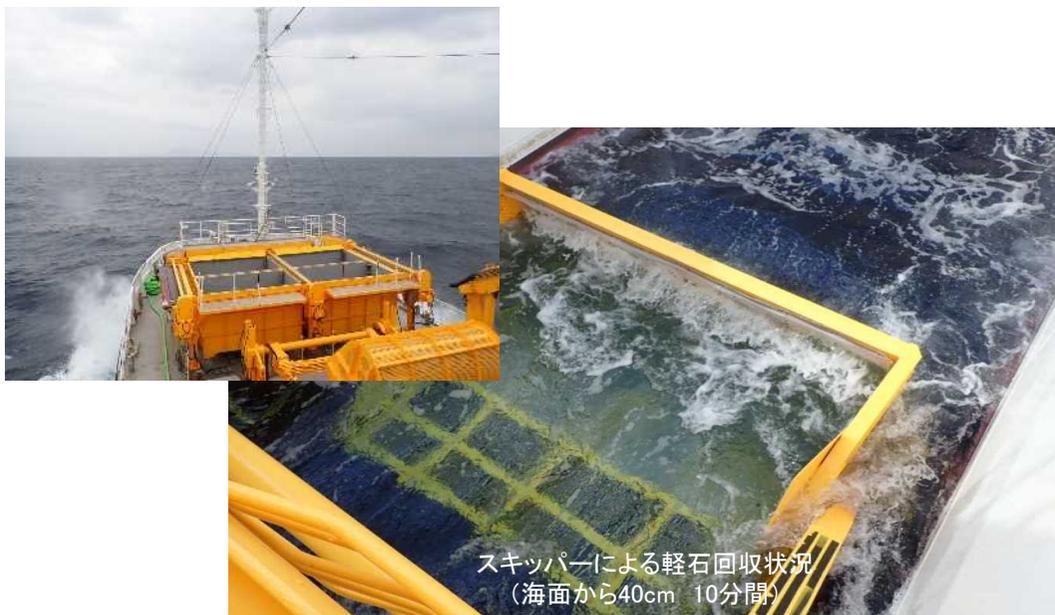
3. 実証実験の内容

- 11月17日 屋久島周辺海域で漂流軽石回収の実証実験

4. 実証実験の結果

- 浸水テストによるポリエステルネット等の剥がれ無し。
- スキッパーにより漂流軽石を少量回収。
- 海水濾し器内に軽石混入無し

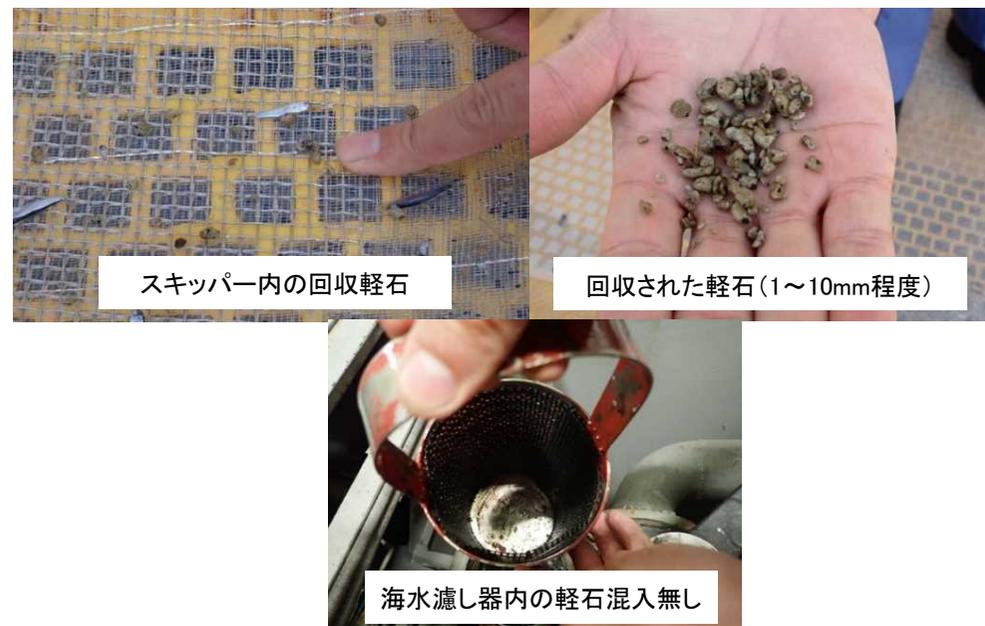
(参考写真②:海中軽石の回収状況)



(参考写真①:浮遊回収籠(スキッパー)の改良)

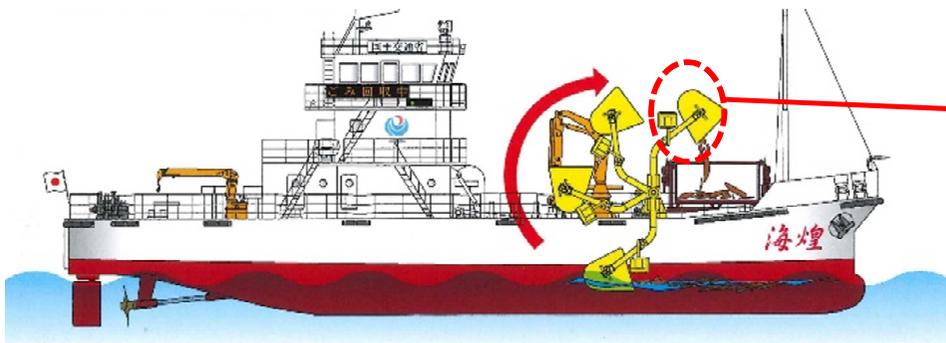


(参考写真③:実証実験の結果)



⑥海面清掃船（海洋環境船「海煌」）

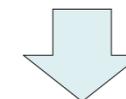
鹿児島県 屋久島南沖



スキッパー（網目の大きさ20mm）
（通常の浮遊ゴミ回収時の様子）

スキッパーの改造
（目の細かなネット（1.0mm、4.3mm）を装着）

改造前



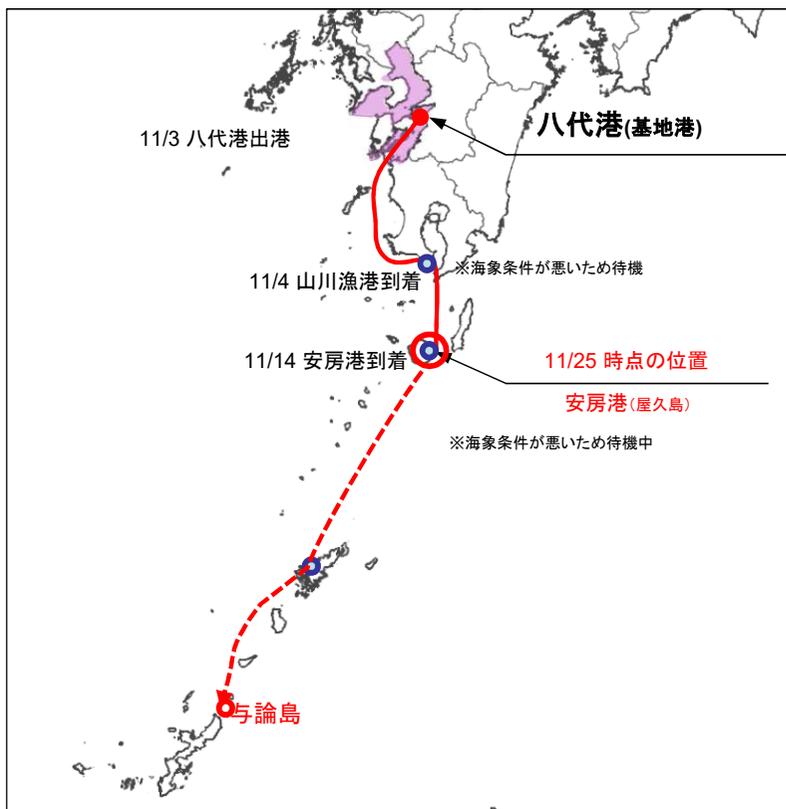
改造後



拡大図



■「海煌」の派遣



(※) 海洋環境整備船は、静穏な閉鎖性海域での活動を前提とした設計・構造であるため、外洋での航行や回収作業は、気象・海象条件により不可能な場合がある。

2. 漂流軽石の回収技術に関する取りまとめ

2) 陸上からの回収

⑦バックホウ

1. 回収方法の概要

- ①物揚場からバックホウで、海上の軽石を回収。(参考写真①)
- ②船揚場への打ち上げられた軽石をホイールローダで集積。(参考写真②)
- ③バックホウ及びホイールローダでダンプトラックへ積込み、仮置き場へ運搬(参考写真③)

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	鹿児島県(災害協定に基づき鹿児島県建設業協会奄美支部が対応)
作業期間	令和3年10月30日～令和3年11月11日(45時間程度)
作業期間中の総回収量	2,160m ³
単位あたりの回収量	16m ³ /時・台
その他参考情報	なし

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ	3台	回収:0.8m ³ (スケルトンバケット・5mmネットを取付)(軽石回収用)
バックホウ	1台	積込み:0.8m ³ (通常バケット)
ホイールローダ	1台	回収&積込み:1.2m ³
ダンプトラック	4台	10t積み

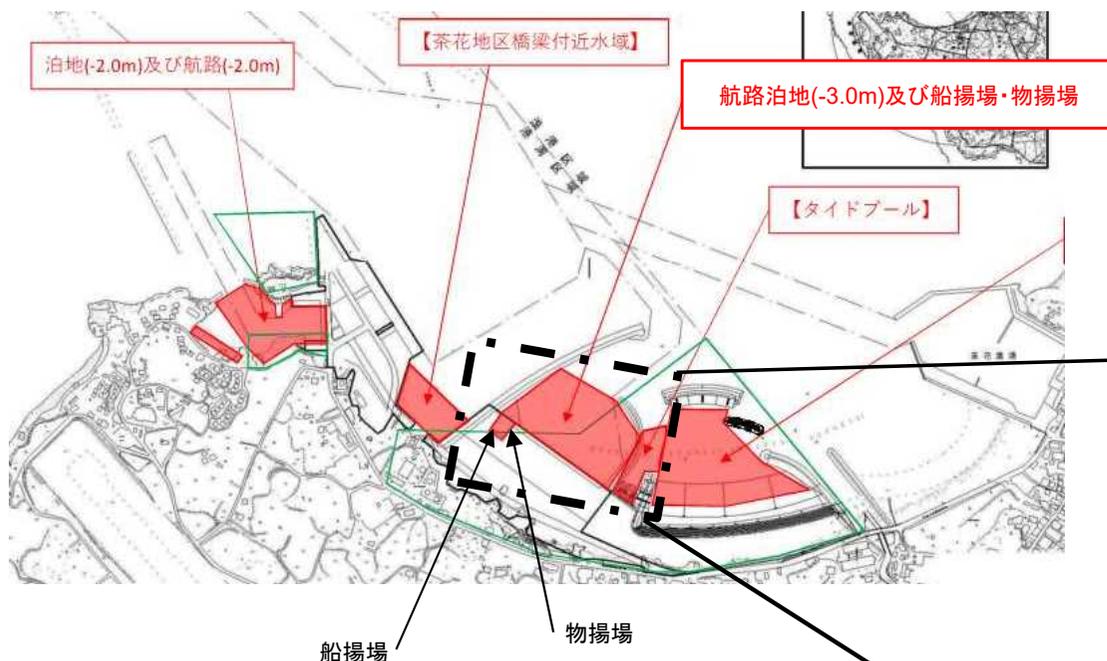
⑦バックホウ

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 船揚場及び物揚場から作業しており、風・波により、作業効率の変動する。
- 船揚場への面的に打ち上げられた状態での撤去作業はホイールローダでの作業が集積効率が良い。
- 海上からの回収はバケットの目を細かくするため、5mmネットを取り付け実施。

5. 参考写真等

与論港(茶花地区)平面図



漂着状況(10月27日撮影)



撤去状況(11月5日撮影)



⑦バックホウ

参考写真①: 海上部の回収状況



バックホウによる回収

参考写真③: 積み込み状況



ダンプトラックへ積み込み

参考写真②: 船揚場(陸上部)の回収状況



ホイールローダにより掻き集め



集積箇所へ



1. 回収方法の概要

- ①バックホウにスケルトンバケット(2mmメッシュ付き)を装着し軽石を回収する。(参考写真①)
- ②ダンプトラックへ直接積み込み。(参考写真②)

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	施工業者によるボランティア作業
作業期間	令和3年10月25日 (7時間程度)
作業期間中の総回収量	約40m ³
単位あたりの回収量	約6 m ³ /時・台
その他参考情報	大笠利港にて災害復旧工事を施工中の施工業者からの申し出により、地域貢献活動として実施

3. 主な使用機材

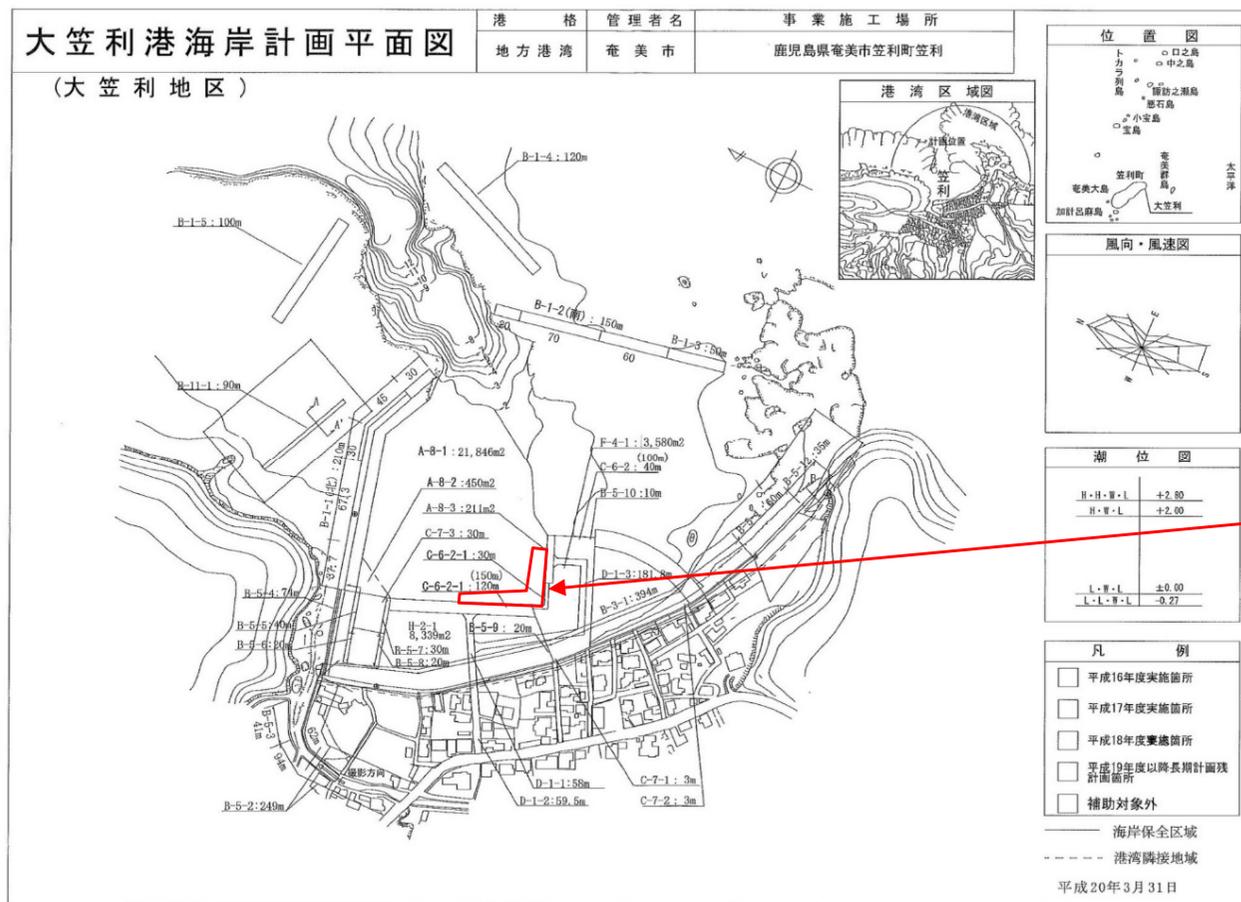
使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ	1台	0.45m ³ 、スケルトンバケットに2mmメッシュ装着(軽石回収用)
ダンプトラック	2台	4t積み

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

○スケルトンバケットに2mmメッシュを装着することにより、細かい軽石も確実に回収することができた。

5. 参考写真等

大笠利港 軽石漂着位置図



大笠利港 軽石漂着状況(10月19日撮影)

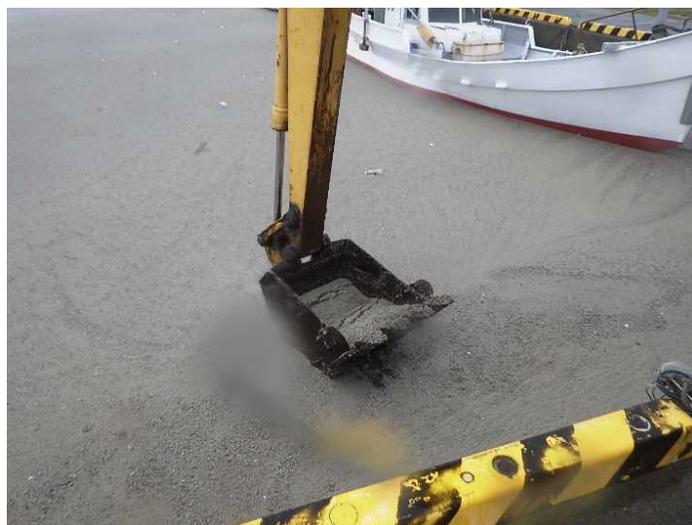


⑦バックホウ

軽石回収状況



参考写真①: スケルトンバケット(2mmメッシュ装着)



参考写真②: 4tダンプトラックへ直接積込



1. 回収方法の概要

- ①バックホウに土羽(どは)バケットを装着し、軽石を集積・回収する。(参考写真①)
- ②バックホウで集積できない細かい軽石は人力による手箕(てみ)やほうきでの集積作業も併用する。(参考写真①・②)

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	施工業者によるボランティア作業
作業期間	令和3年10月25日（7時間程度）
作業期間中の総回収量	約15m ³
単位あたりの回収量	約2m ³ ／時・台
その他参考情報	<ul style="list-style-type: none"> ・バックホウ1台に対して人力集積作業員2名を配置。 ・積込待機中はダンプトラック運転手1名も人力集積作業を補助。 ・大笠利港にて災害復旧工事を施工中の施工業者からの申し出により、地域貢献活動として実施

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ	1台	0.28m ³ 、土羽(どは)バケット（軽石集積・回収用）
ダンプトラック	1台	2t積み

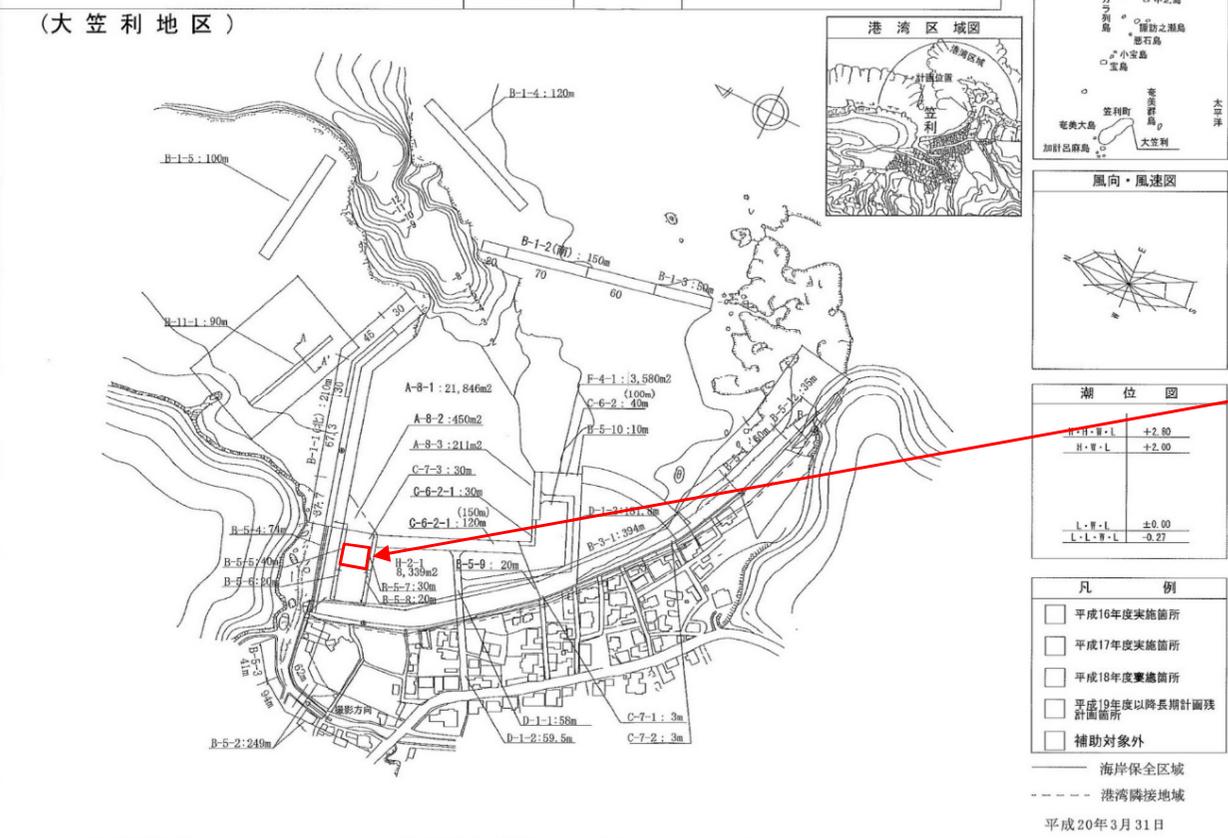
4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- バックホウを用いる場合でも、仕上げ作業には人力による作業が必要。
- バックホウによる作業と、人力による作業を併用することで効果的な回収作業が可能であった。
- 手箕(てみ)を使用することで、角スコップを使用する場合より効率よく集積することが出来たが体勢が悪く、体への負担が大きい。
- 人力集積作業では、雪かき用のスコップがあればさらに効率よく集積することが出来るのではないか。

5. 参考写真等

大笠利港 軽石漂着位置図

大笠利港海岸計画平面図



大笠利港 軽石漂着状況(10月19日撮影)



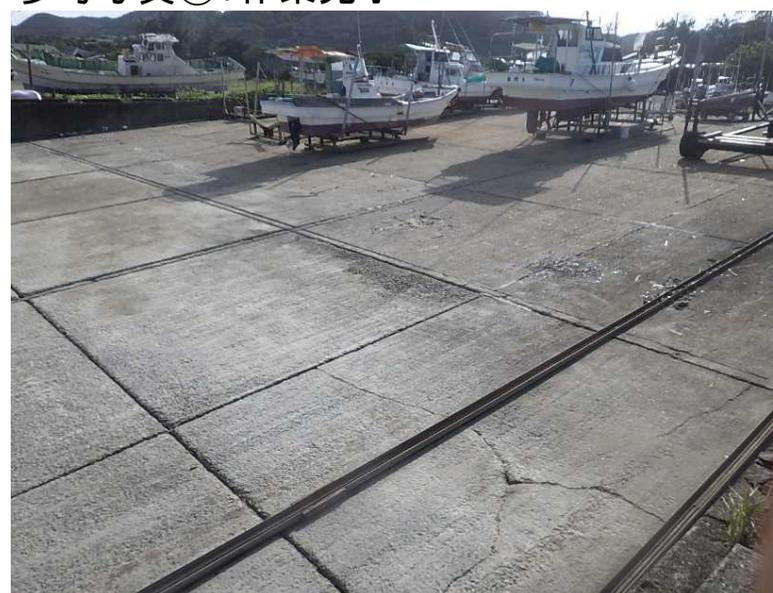
参考写真①: 軽石回収状況



参考写真②: 軽石回収状況



参考写真③: 作業完了



1. 回収方法の概要

- ①バックホウに土羽(どは)バケットを装着し, 集積・軽石を回収する。(参考写真①)
- ②ダンプトラックへ直接積み込み。(参考写真②)
- ③バックホウで集積できない細かい軽石は人力による手箕(てみ)やほうきでの集積作業も併用する。

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	奄美市笠利総合支所建設課
作業期間	令和3年10月23日～10月25日(21時間程度)
作業期間中の総回収量	約70m ³
単位あたりの回収量	約1.5m ³ /時・台
その他参考情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ダンプトラック運転手2名が積込待機中に人力集積作業を実施。 ・市単費で重機を借り上げ、地域の建設会社に作業を依頼して実施。

3. 主な使用機材

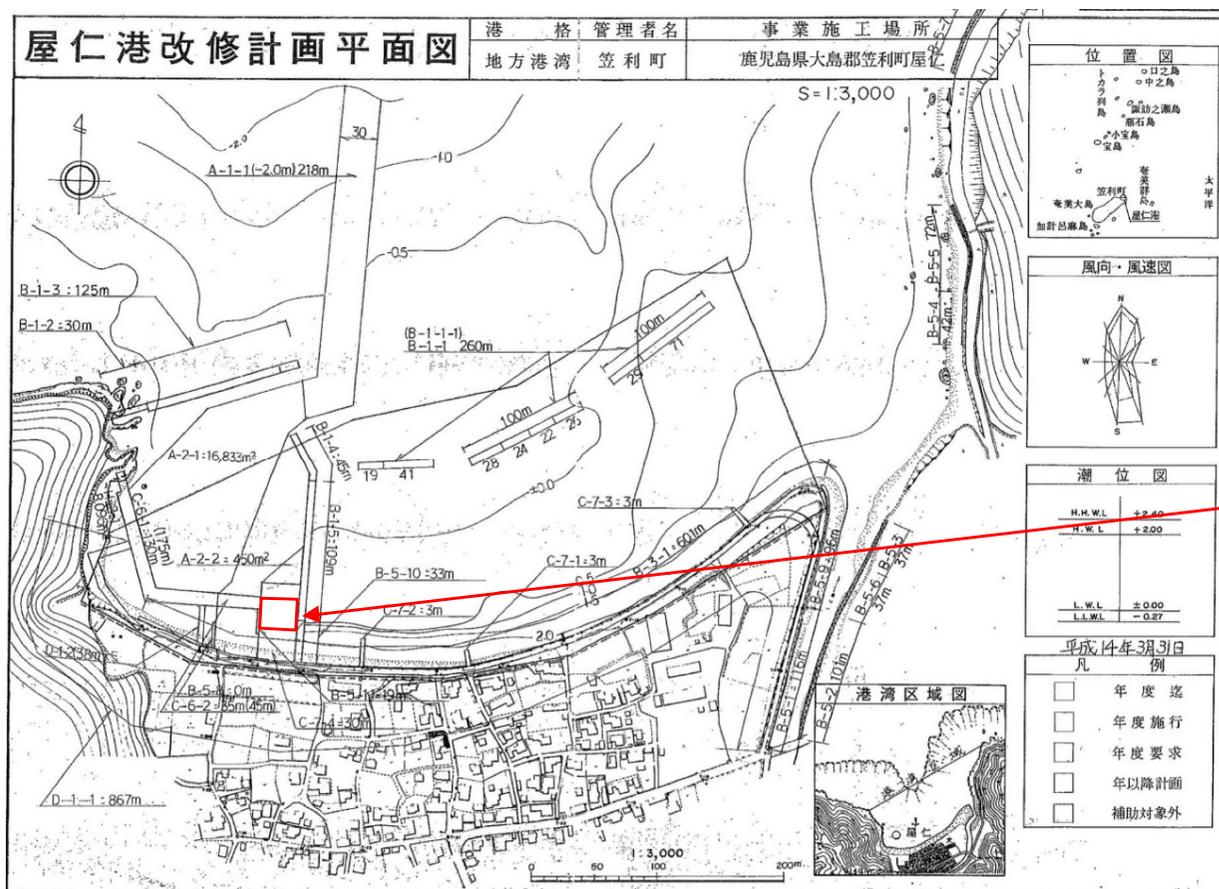
使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ	2台	0.28m ³ 、土羽(どは)バケット × 2台 (軽石集積・回収用)
ダンプトラック	2台	4t積み、2t積み

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- バックホウを用いる場合でも、仕上げ作業には人力による作業が必要。
- バックホウによる作業と、人力による作業を併用することで効果的な回収作業が可能であった。
- 手箕(てみ)を使用することで、角スコップを使用する場合より効率よく集積することが出来たが体勢が悪く、体への負担が大きい。
- 人力集積作業では、雪かき用のスコップがあればさらに効率よく集積することが出来るのではないか。

5. 参考写真等

屋仁港 軽石漂着位置図



屋仁港船揚場 軽石漂着状況(10月22日撮影)



参考写真①: 軽石回収状況



参考写真②: 軽石回収状況



参考写真③: 作業完了



1. 回収方法の概要

- ①バックホウに土羽(どは)バケットを装着し、集積・軽石を回収する。(参考写真①)
- ②人力により漂着ゴミを仕分け作業。(参考写真②)
- ③バックホウで集積できない細かい軽石は人力による手箕(てみ)やほうきでの集積作業も併用する。

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	奄美市笠利総合支所建設課
作業期間	令和3年10月23日～10月25日(21時間程度)
作業期間中の総回収量	約20m ³
単位あたりの回収量	約1m ³ /時・台
その他参考情報	<ul style="list-style-type: none">・ダンプトラック運転手1名が積込待機中に漂着物仕分け作業及び人力集積作業を実施。・市単費で重機を借り上げ、地域の建設会社に作業を依頼して実施。

3. 主な使用機材

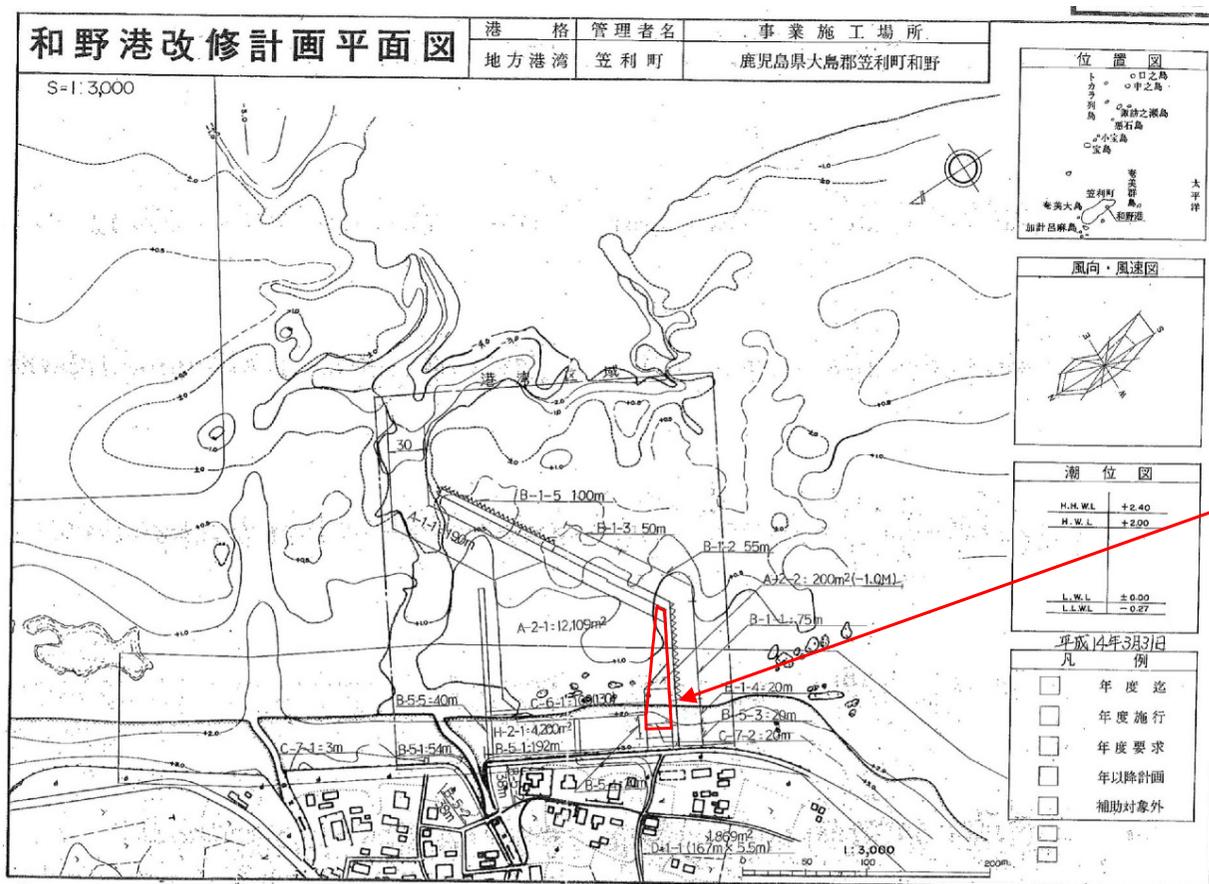
使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ	1台	0.28m ³ 、土羽(どは)バケット(軽石集積・回収用)
ダンプトラック	1台	4t積み

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 施工開始にあたり、漂着ゴミを人力により仕分ける作業が必要であった。
- バックホウを用いる場合でも、仕上げ作業には人力による作業が必要。
- バックホウによる作業と、人力による作業を併用することで効果的な回収作業が可能であった。
- 手箕(てみ)を使用することで、角スコップを使用する場合より効率よく集積することが出来た。
- 人力集積作業では、雪かき用のスコップがあればさらに効率よく集積することが出来るのではないか。

5. 参考写真等

和野港 軽石漂着位置図



和野港 軽石漂着状況(10月22日撮影)



参考写真①: 軽石回収状況



参考写真②: 漂着ゴミ仕分作業



参考写真③: 作業完了



⑧バックホウ＋作業船

1. 回収方法の概要

- ①バックホウにスケルトンバケット(メッシュ付)を装着し、岸壁上より海面の軽石を回収。
- ②回収時に海面上で散らばる軽石を、作業船のスクリューを用いて1箇所に集積させる。
- ③回収した軽石は、直接ダンプトラックへ積込み。
- ④ダンプトラックで港内のヤードへ運搬。

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	那覇港管理組合(包括的災害協定に基づき、沖縄県港湾空港建設協会へ要請し、(株)國場組が対応)
作業期間	令和3年11月23日(作動時間3時間(ヤードへの運搬時間含む))
作業期間中の総回収量	10m ³
単位あたりの回収量	3.3m ³ /時

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ	1台	0.7m ³
作業船	1台	軽石集積用
ダンプトラック	1台	10t

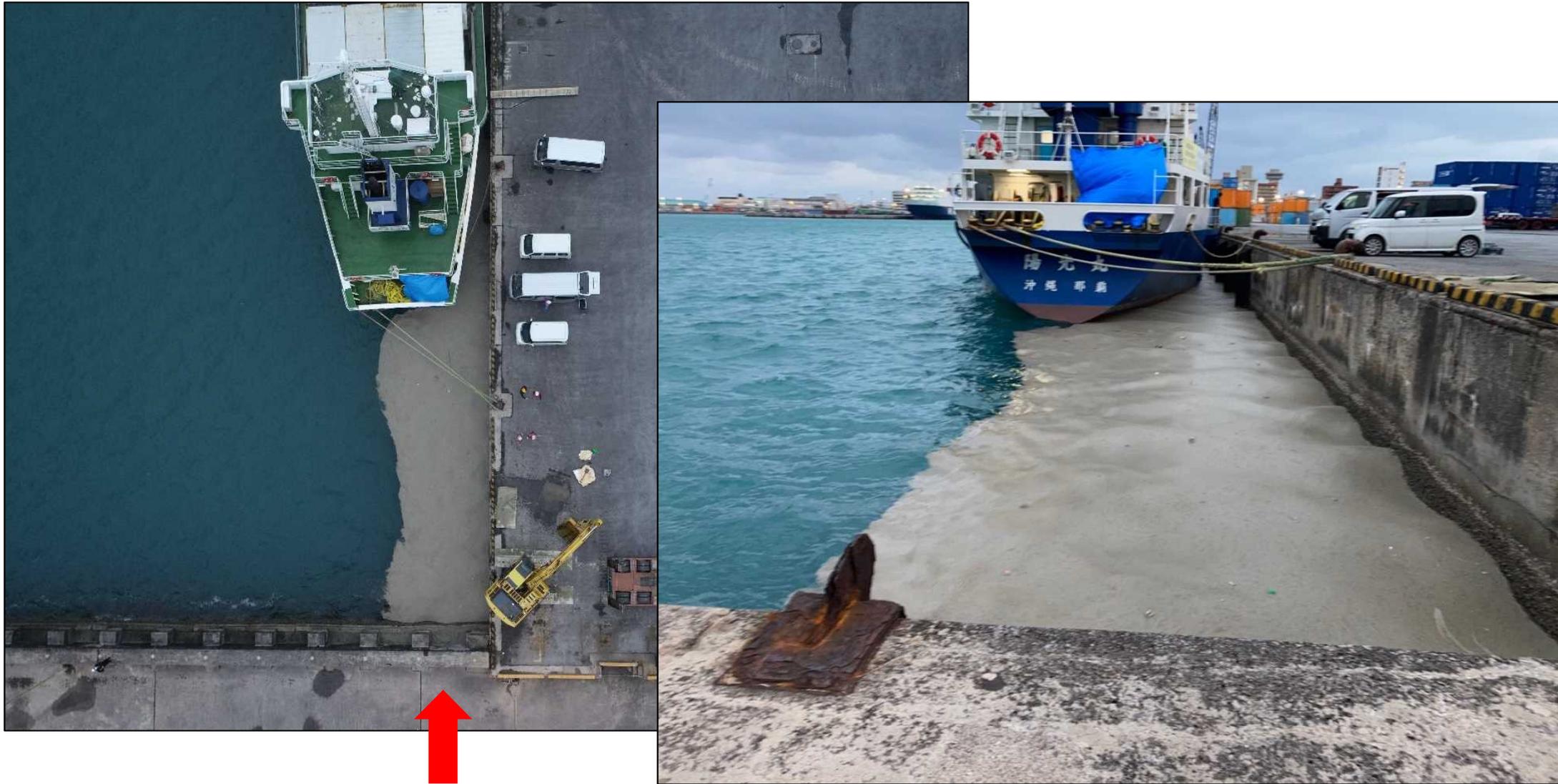
4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 船舶と岸壁の間の軽石はバックホウで回収出来ないため、作業船のスクリューや船からホースを使用した放水により、軽石を岸壁の角へ集積させた。
- 軽石が集まるスピードが速いため、効果的な回収作業が可能であった。
- 岸壁の隅では効果的な方法だが、隅以外の場所では軽石が集積しないため、オイルフェンス等を使用し集積させるなどの工夫が必要。

⑧バックホウ+作業船

5. 参考写真等

那覇港(新港ふ頭地区)軽石漂着状況(11月23日撮影)



⑧バックホウ+作業船

作業船を使用した回収状況



⑨バックホウとクレーンの併用

1. 回収方法の概要

- (1)クレーンを用いた方法
 - ①防風ネットを流用し作成した網(網目幅2mm)を取り付けたクレーン(5t吊)で岸壁から回収を行う。(参考写真①-1、①-2)
 - ②陸揚げした軽石はホイールローダーを用いて用地まで運搬し、仮置きする。(参考写真②)
- (2)バックホウを用いた方法
 - ①スケルトンバケット(5mmメッシュ付き)を装着したバックホウで岸壁から回収を行う。(参考写真③)
 - ②回収した軽石は直接ダンプトラックに積み込み、岸壁背後にある用地まで運搬し、仮置きする。

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	鹿児島県
作業期間	令和3年10月19日～21日(仮置き土は今後搬出予定)
作業期間中の総回収量	200m ³ (クレーン:120m ³ 、バックホウ:80m ³)
単位あたりの回収量	クレーン:12m ³ /時、バックホウ:8m ³ /時

3. 主な使用機材

※機材の数量は1日当たりの数量

(1)クレーンを用いた方法

使用機材	数量	諸元・使用目的など
ラフテレーンクレーン(5t吊)	1台	防風ネットを流用し作成した(4m×2m、網目幅2mm)の網装着
ホイールローダー(1.2m ³ 積)	1台	クレーンで陸揚げした軽石の運搬に使用

(2)バックホウを用いた方法

使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ(0.45m ³)	1台	5mm幅メッシュ付きスケルトンバケット装着
ダンプトラック(4t)	1台	バックホウで陸揚げした軽石の運搬に使用

⑨バックホウとクレーンの併用

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 実施にあたって当該漁港は、潮の干満及び風向等自然条件により、軽石が泊地の隅部へ集まりやすい環境であり、回収すると再度同じ箇所に集まることから、オイルフェンス等で集積を行わずとも、同じ箇所で作業を行うことが可能であった。
- バックホウを用いた回収作業は満潮時を狙い実施した。
- クレーン作業によるメリット、デメリット
 - ・メリット : バックホウ作業に比べて1回当たりの回収量が多い。(約1m³/回)
潮位に関わらず作業が可能。
 - ・デメリット: クレーンのオペレーター以外に補助作業員(2名)やホイールローダーのオペレーターが必要なため多くの人員が必要。
- バックホウ作業によるメリット、デメリット
 - ・メリット : 回収と積込みが1台で作業出来るためバックホウのオペレーターだけで作業が可能。
 - ・デメリット: クレーン作業に比べて1回当たりの回収量は少なくなる。(約0.3m³/回)
潮位差が大きくなるとアームが届かなくなるため作業が不可能となる。

5. 参考写真等

早町漁港(鹿児島県大島郡喜界町)軽石漂着状況



除去作業前(R3.10.19)

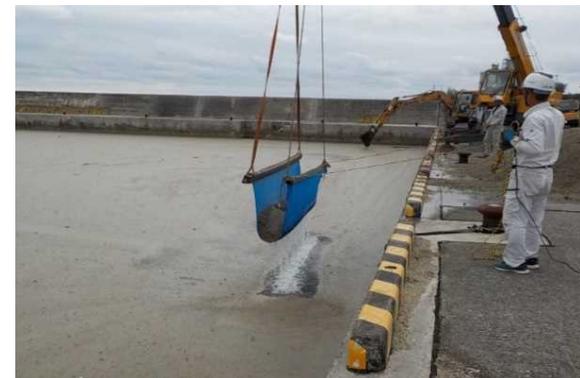


参考写真①-1: 防風ネットから作成した網



⑨バックホウとクレーンの併用

参考写真①-2:クレーンによる回収の状況



参考写真②:クレーンで陸揚げ後、ホイールローダーで運搬する様子



参考写真③:バックホウによる回収の状況



スケルトンバケット(5mmメッシュ装着)



⑩バックホウ及び人力（小型船）の併用

1. 回収方法の概要

- ① 港口に汚濁防止膜を設置し、港内への軽石流入を抑える。
- ② 定期船の出入港に影響のない箇所へオイルフェンスにより軽石を集約する。（参考写真①）
- ③ 小型船に作業員が乗り込みタモ網で軽石を回収＋岸壁上からバックホウ（スケルトンバケット）により軽石を回収。（参考写真②③）

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	沖縄県（包括的災害協定に基づき沖縄県建設業協会が対応）
作業期間	令和3年10月31日～11月10日一時完了（以後地元ボランティアで一部作業継続）
作業期間中の総回収量	大型土のう袋808体（11月10日時点）（地元ボランティア作業分含む）
単位あたりの回収量	不明（汚濁防止膜の展張作業や定期船の出入港を優先した啓開作業を行っているため）

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
台船	1隻	1500t積 資材・重機運搬
汚濁防止膜・オイルフェンス	500m	港内への軽石流入防止（汚濁防止膜300m）、港内軽石集約（オイルフェンス200m）
小型船	2～5隻	オイルフェンス設置・軽石人力撤去
バックホウ	2台	0.4m ³ 、0.7m ³ 軽石陸揚げ

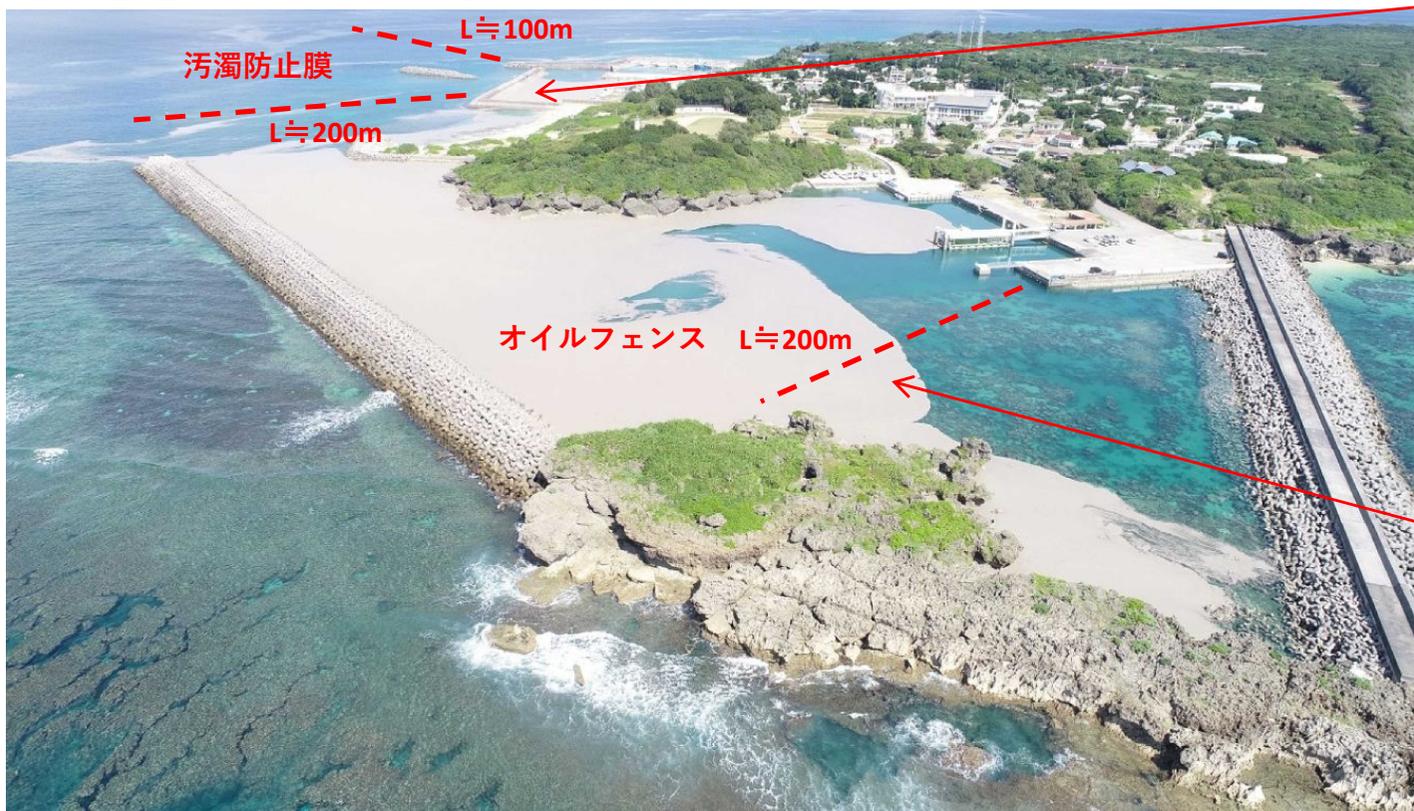
⑩バックホウ及び人力（小型船）の併用

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 定期航路確保を優先し軽石撤去作業を行っている。
- オイルフェンスにて定期航路に支障のない場所へ軽石集約を行っており、航路付近に広がりがある状態では、限られたスペースの岸壁からのバックホウ回収と海上からの揚程作業が干渉して作業能率が悪いため、小型船からの人力撤去が主作業となっており、作業員の負担が非常に大きい。
- 航路付近への影響が少なくなり、岸壁付近への集約が可能となった状況では、岸壁からのバックホウ回収として効率が向上した。
- その他、地元有志等のボランティアの協力を得ながら定期航路確保に取り組んでいる状況。

5. 参考写真等

徳仁港軽石漂着状況(10月30日撮影)



汚濁防止膜設置状況(港口側)



オイルフェンス設置
軽石集約状況(港内)

⑩バックホウ及び人力（小型船）の併用

参考写真①: オイルフェンスの展張状況



参考写真③: バックホウによる回収状況



参考写真②: タモ網による人力回収状況



参考写真④: 回収した軽石の仮置き状況



⑪潜水士＋ラフタークレーン

沖縄県 那覇港(浦添ふ頭地区)

1. 回収方法の概要

- ①潜水士が海上で軽石をトン袋へ集積し、ラフタークレーン(25t吊)で陸上に揚げ、現場内へ一時仮置き。
- ②一時仮置きしたトン袋をユニック車で、港内のヤードへ運搬。

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	那覇港管理組合(包括的災害協定に基づき、沖縄県港湾空港建設協会へ要請し、(株)國場組が対応)
作業期間	令和3年11月17日(作動時間5.5時間(現場内仮置きのため、運搬時間含まない))
作業時間中の総回収量	トン袋65袋(42.25m ³) ※0.65m ³ /袋で計算(11月17日)
単位あたりの回収量	7.7m ³ /時

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
潜水士	8名	集積、トン袋詰め
普通作業員	3名	トン袋の設置補助
ラフタークレーン	1台	25t吊、トン袋を吊上げ・仮置き

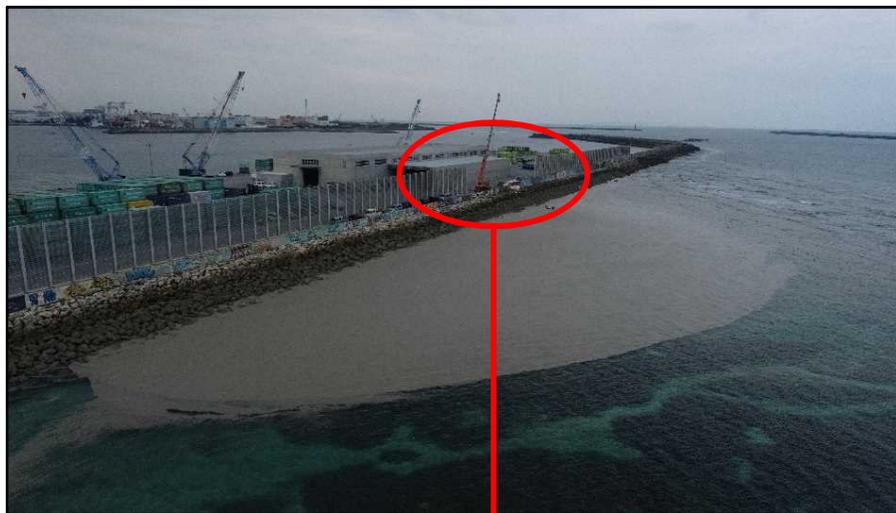
4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 軽石回収場所は、浦添ふ頭北側のリーフ上。
- 干潮時は、軽石がリーフ内の岩の隙間に入り込むため、回収が困難。
- 満潮時は、軽石がトン袋に集積する際に流れやすいため、回収困難。
- 干潮時・満潮時を外した時間帯で軽石回収を行った。
- 人力作業のため、潜水士の疲労等も考慮する必要があり、作業人数を要する。

⑪潜水士+ラフタークレーン

5. 参考写真等

那覇港(浦添ふ頭地区)軽石漂着状況(11月17日撮影)



①潜水士による軽石集積



③ユニック車によるトン袋運搬



②クレーンによるトン袋仮置き



④ヤードに仮置き

作業状況

⑪潜水士+ラフタークレーン

作業風景



⑫汚濁防止膜(※) + バックホウ

(※)オイルフェンスを含む。以下⑫において同じ。

1. 回収方法の概要

- ①-1 水域部はスケルトンバケット(2mmメッシュ付き)を装着したバックホウで岸壁から回収を行う。(参考写真①)
- ①-2 船揚場は汚濁防止膜で軽石を寄せ集め、スケルトンバケット(2mmメッシュ付き)を装着した小型バックホウで回収を行う。(参考写真②)
- ②バックホウを用いて回収した軽石はダンプトラックに積み込み、仮置きヤードまで運搬し、仮置きする。(参考写真③)
- ③漁港内用地に一時仮置きした軽石は、水切りを行い土砂処分場へ運搬した

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	鹿児島県
作業期間	回収:令和3年10月21日～22日、運搬・処分:令和3年11月1日～2日
作業期間中の総回収量	200m ³
単位あたりの回収量	約12m ³ /時

3. 主な使用機材

※機材の数量は1日当たりの数量

使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ(0.8m ³)	1台	2mm幅メッシュ付きスケルトンバケット装着、岸壁で使用
バックホウ(0.13m ³)	3台	2mm幅メッシュ付きスケルトンバケット装着、船揚場で使用
バックホウ(0.45m ³)	1台	運搬・処分時に使用
ダンプトラック(4t)	2~3台	岸壁で陸揚げした軽石の運搬に使用
ダンプトラック(2t)	1~2台	船揚場で陸揚げした軽石の運搬に使用
ダンプトラック(10t)	5台	運搬・処分時に使用
汚濁防止膜	20m	船揚場の軽石集積に使用

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- スケルトンバケットは、現場で使用した網目2mmの物が軽石もよくすくえ、水切りもよかったので、効率が良かった。
- 当該漁港は風向きが海から陸の方向であったためバックホウですくった後に岸壁の方に軽石がよってきたので効率よく作業ができた。
- 運搬の際は軽石が飛散する恐れがあったため、シートを軽石の上に敷設した。
- 船揚場での作業の際は、小型バックホウでの作業であったため、軽石を汚濁防止膜で寄せる必要があり人力での作業が多く効率が悪かった。
- 漁師の方との連携不足で、風により岸壁に集まって来るはずの軽石が係留中の漁船に軽石が引っかかり、作業に支障をきたした。

5. 参考写真等

あまみしかさりちょう

宇宿漁港(鹿児島県奄美市笠利町)軽石漂着状況



係留中の漁船に軽石が引っかかる様子



仮置き場の状況



参考写真①: 岸壁での回収の状況



スケルトンバケット(2mmメッシュ装着)



参考写真②: 船揚場での回収の状況



参考写真③: 船揚場での積込の状況



⑫汚濁防止膜＋バックホウ

(※他1漁港で同様に実施)

1. 回収方法の概要

- ① 港口に汚濁防止膜を設置し、新たな軽石の侵入を防止する。(参考写真①-1、①-2)
- ② 港内に浮遊している軽石は汚濁防止膜で船揚場に寄せ集める。(参考写真②-1、②-2)
- ③ スケルトンバケット(網目幅1cmのメッシュを2重にした網付き)を装着したバックホウで船揚場から回収。(参考写真③)
- ④ 回収した軽石はバックホウでダンプトラックに積み込み仮置きヤードへ運搬する。

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	沖縄県
作業期間	令和3年10月29日～(作業継続中)
作業期間中の総回収量	約820m ³
単位あたりの回収量	約11m ³ /時間(※港内の風の影響や軽石の厚みにより変動する)

3. 主な使用機材

※機材の数量は1日当たりの数量

使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ(0.7m ³)	3台	0.7m ³ 回収用(スケルトンバケットに1cmメッシュ2重に装着)、積込用、仮置き場整形用
ラフテレーンクレーン(25t吊)	1台	汚濁防止膜進水用
ダンプトラック(4t)	2台	仮置き場までの運搬用
汚濁防止膜	200m	港口での軽石侵入防止対策
汚濁防止膜	100m	港内軽石集積用
船外機船	1隻	汚濁防止膜の海上運搬、港内軽石集積作業で使用

⑫汚濁防止膜＋バックホウ

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- スケルトンバケットにメッシュを装着することで確実に回収することができた。
- 軽石の層が厚い場合は効率よく回収できるが、薄くなると風の影響を受けやすくなり港内に広く拡散し、集積・回収作業の効率が下がる。
- 消波工の隙間から港内に侵入する軽石を防ぐため、汚濁防止膜を二重に設置した。
- 被覆工及び消波工の隙間に堆積している軽石は、干満により出入りがあるため、大潮の満潮時を狙って、撤去する必要がある。
- 検討した事項
 - ・現地調達ができ、汎用性の高い物としてモズク収穫用のポンプでの回収も試みたが、効率よく軽石を回収できなかった。特に軽石の厚みが薄い箇所ではポンプでは非効率だった。
 - ・また、他地区ではモズク収穫用のポンプを使用したことで、ポンプが故障した事例もあった。

5. 参考写真等

くがみぐんくがみそん 辺土名漁港(沖縄県国頭郡国頭村)軽石漂着状況



⑫汚濁防止膜＋バックホウ

参考写真①-1:クレーンによる汚濁防止膜の進水



参考写真①-2:港口における侵入防止対策



参考写真②-1:船外機船による汚濁防止膜の運搬



参考写真②-2:汚濁防止膜での軽石の集積



参考写真③:スケルトンバケット(メッシュ装着)



⑫汚濁防止膜＋バックホウ

沖縄県 那覇港(那覇北マリーナ)

1. 回収方法の概要

- ①マリーナ内へ押し寄せてくる軽石をオイルフェンスと岸壁の間に集積し、バックホウにて回収。
- ②回収した軽石は、直接ダンプトラックへ積込み。
- ③ダンプトラックで港内のヤードへ運搬。

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	那覇港管理組合(包括的災害協定に基づき、沖縄県港湾空港建設協会へ要請し、(株)國場組が対応)
作業期間	令和3年11月24日(作動時間5時間(前日に漁組が回収した分の運搬時間含む))
作業期間中の総回収量	7.5m ³
単位あたりの回収量	1.5m ³ /時

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ	1台	0.7m ³
オイルフェンス	60m	20m×3スパン
ダンプトラック	1台	10t

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 前日11/23(火)には、マリーナ内へ軽石が漂着したため、漁組がたも網による人力回収を行った。また、マリーナ内へのその後の軽石の漂着を防ぐため、那覇港管理組合所有のオイルフェンスを貸出し、当日に漁組が設置。
- 翌11/24(水)には、マリーナ内への軽石の漂着はなく、オイルフェンスと岸壁沿いに集積した軽石をバックホウにて回収。バックホウで回収しきれない軽石についてはたも網で回収。

⑫汚濁防止膜＋バックホウ

5. 参考写真等

那覇港(那覇北マリーナ)軽石漂着状況(11月23日撮影)



マリーナ内への侵入を防止するため、開口部にオイルフェンスを展張。

展張後はマリーナ外に集積した個所にてバックホウを用いて回収

那覇港(那覇北マリーナ)軽石漂着状況(11月24日撮影)



11月23日にマリーナ内に漂着したため人力で回収



たも網を使用した回収状況

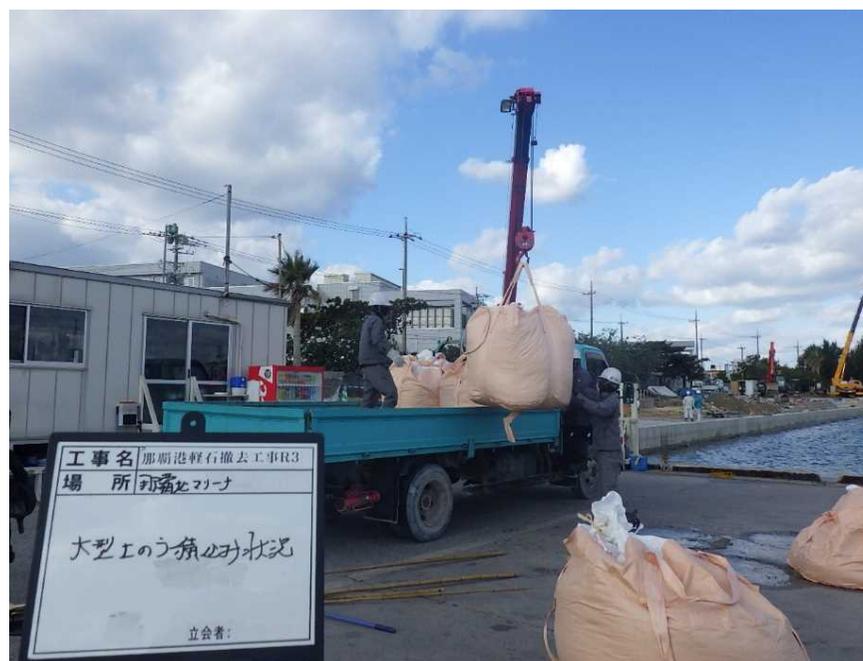
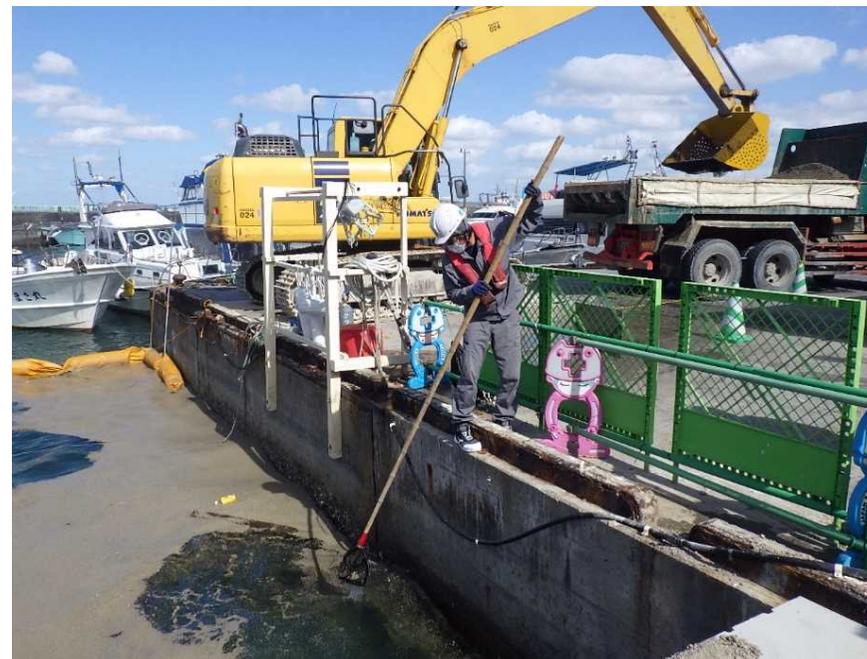


オイルフェンス

⑫汚濁防止膜+バックホウ

沖縄県 那覇港(那覇北マリーナ)

バックホウ+オイルフェンスによる回収状況



1. 回収方法の概要

- ①岸壁前面に汚濁防止膜を設置し、タンカーの接岸に備える。(参考写真①)
 - ②タンカー接岸後、汚濁防止膜を展張。(参考写真②)
 - ③陸上からサンドポンプを設置し、汚濁防止膜内の軽石を除去。(参考写真③-1、③-2)
- ※11/26にガスタンカーが入港予定のため、この結果については今後取り纏めを行う。

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	国土交通省九州地方整備局
作業期間	令和3年11月15日

3. 主な使用機材

※機材の数量は1日当たりの数量

使用機材	数量	諸元・使用目的など
サンドポンプ	1台	6インチ(6m ³ /分) 軽石回収用
ラフテレーンクレーン(15t吊)	1台	サンドポンプ用
ラフテレーンクレーン(50t吊)	1台	汚濁防止膜用・サンドポンプ用
クレーン付き台船(150t吊)	1隻	汚濁防止膜アンカー設置用
着火船(430PS)	1隻	汚濁防止膜開閉用
汚濁防止膜	160m	係留船舶周辺への軽石侵入防止対策

⑬汚濁防止膜＋サンドポンプ

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 荷役中船舶の給水口への吸引抑制を目的として、水中部の軽石を除去した。
- 汚濁防止膜で船舶を囲むため、周囲からの軽石の侵入を防止できる。
- 汚濁防止膜内の軽石をサンドポンプで除去するため、規模に応じたサンドポンプ規格と稼働時間が必要となる。
- 船舶の入港に備えて事前準備が必要なため、気象条件に左右される。(風・波の状況によっては、前日までの汚濁防止膜設置ができない。)

5. 参考写真等

与論港(茶花地区)平面図



漂着状況(11月12日撮影)

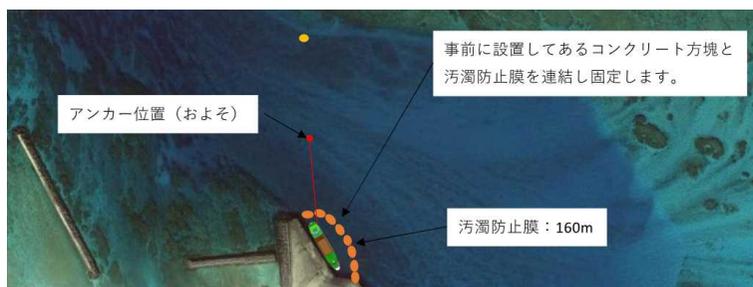


漂着状況(11月7日撮影)



⑬汚濁防止膜＋サンドポンプ

タンカー入港時の流れ



参考写真①:
ラフタークレーンによる汚濁防止膜設置状況



参考写真②: 汚濁防止膜展張状況



参考写真③-1: サンドポンプ設置状況



参考写真③-2: サンドポンプ軽石除去状況



1. 回収方法の概要

- ①吸引口の手元作業員、及び吸引口付近に軽石を集める作業を行う作業員を適切に配置する。(参考写真①②)
- ②強力吸引車により、軽石を海水ごと吸引する。
- ③強力吸引車を移動する。(※ここでは、L=100m程度)
- ④海水及び軽石を排出する。(参考写真③)

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	沖縄県
作業期間	令和3年11月2日(実験として実施)
作業期間中の総回収量	不明
単位あたりの回収量	4.0m ³ 程度/時(50~60分で1サイクル) (1サイクルで軽石混じりの海水約8m ³ から回収された軽石の量。よって含泥率は50%程度)

3. 主な使用機材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
強力吸引車	1台	GV11-W700C、レシーバタンク実容量9.1m ³ 、最大積載量8,500kg、理論風量75m ³ /min (以上、カタログ値)

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 細かい粒子も海水と共に回収でき、ポンプを伸ばせば、バックホウが入れない浅瀬の現場でも施工可能である。
- 作業員がトンボ等で吸水口へ収集し、吸込口の手元作業員が吸込口を横向きにして一定に保ちながら、手で引き寄せる。作業員の足が着く場所に限られる。
- 空気の吸引による吐出量の低下、軽石の厚みが薄い箇所での回収率の低下が見られる。なお、空気が多いと吸引ができず、陸地のものは回収できない。
- バックホウでの回収と比較し、単価が高くなる。

5. 参考写真等

奥港 軽石漂着状況(11月2日撮影)



資機材配置状況



作業員配置状況



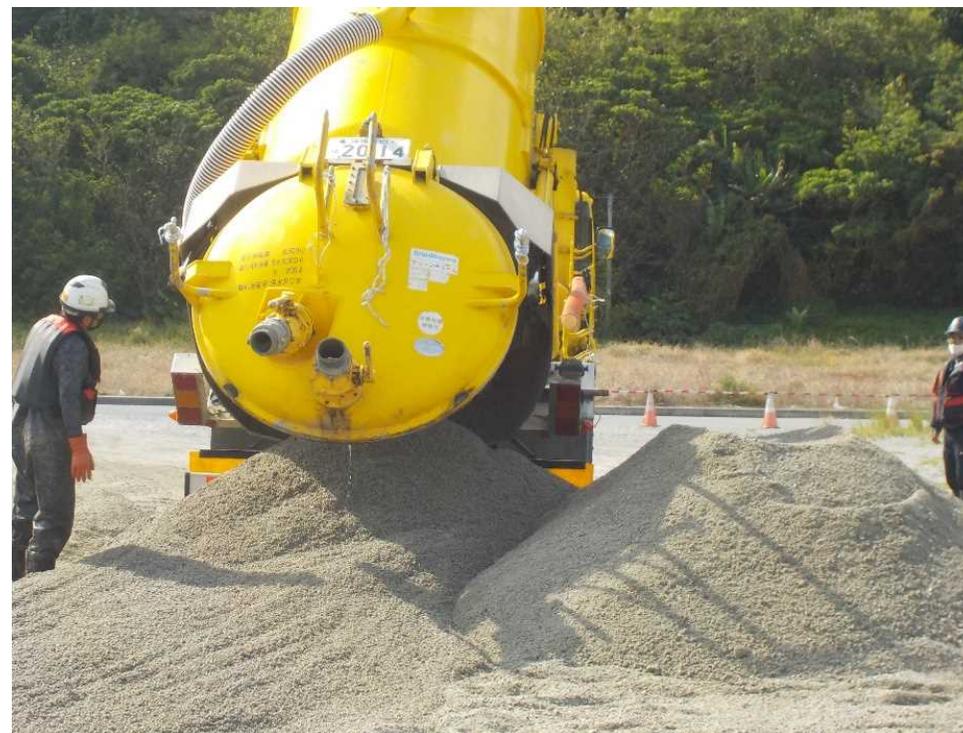
参考写真①: 収集状況



参考写真②: 収集状況



参考写真③: 軽石排出状況



⑮ 人力（^{じょれん}鋤簾、スコップ）

1. 回収方法の概要

- ① 土木課職員による人力作業。
- ② 鋤簾（じょれん）、スコップにより集積。
- ③ スコップで土嚢へ袋詰め（普通土嚢：17袋）
- ④ 一時仮置きしていたが、条件を付して譲与

2. 作業期間及び回収量等

実施主体	鹿児島県奄美市建設部土木課
作業期間	令和3年10月25日(1時間程度)
作業期間中の総回収量	約0.2m ³
単位あたりの回収量	0.2m ³ /時
その他参考情報	3名で作業。1名が集積、2名で袋詰め、スコップや鋤簾（じょれん）等の手具のみを使用

3. 主な使用機材及び資材

使用機材	数量	諸元・使用目的など
スコップ(角型)	2	集積・袋詰め
鋤簾(じょれん)	1	集積
土嚢袋	17袋	集積

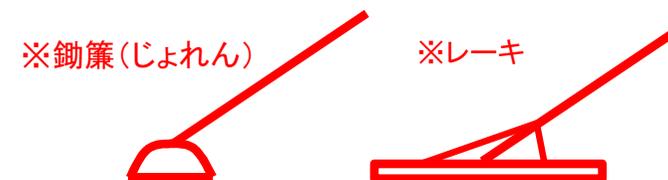
⑮ 人力（^{じょれん}鋤簾、スコップ）

4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 少量であれば、巡回と同時に回収まで即応可能。
- 漂着基面が滑面である場合には回収がスムーズに進む。
- 陸上作業となるので、眼前の水域に浮遊している軽石は漂着が予測される場合でも回収不可能。
- 足場が傾斜していることや、滑り転倒にも注意をする必要がある。
- 多量であれば作業に係る労務や、回収に要する日数も増加する。
- バックホウを用いる場合でも、仕上げ作業には人力による作業が必要。
- スコップ(角型)のみでも作業可であるが、集積に関しては鋤簾(じょれん)、袋詰めはスコップと使い分けをしたほうがよい。
(スコップでの集積は鋤簾(じょれん)での作業より腰を折っての作業となるため、作業者への負担が大きい。)
- 集積については舗装工事で使用する、レーキのようなものを使用したほうが効率的と考える。(条件:漂着厚さが薄く、基面が滑面の場合)

5. 参考写真等

知名瀬港 軽石漂着位置（写真は整備直後の空撮）



知名瀬港 軽石漂着状況（10月25日撮影）



参考写真①：漂着確認(回収作業前)



参考写真②：作業経過



参考写真③：回収後の仮置状況



3. 漂流軽石の回収作業に係る留意事項

1) 汚濁防止膜を用いた港内への軽石流入防止対策

軽石流入リスクの検討

○港口部を有する港湾は、港内に軽石が滞留し、船舶利用に支障が出るリスクが高い。

リスク回避の方策

○港口部に汚濁防止膜やオイルフェンスを展張し、軽石の侵入を防止する。

神津島港のオイルフェンス設置状況



那覇港(那覇北マリーナ)のオイルフェンス設置状況



(参考)本町港

突堤形式の港湾は、軽石が港内に滞留し、船舶利用に支障が出るリスクが低い



参考:オイルフェンス

- 海洋の油汚染を防止するための浮体式フェンス

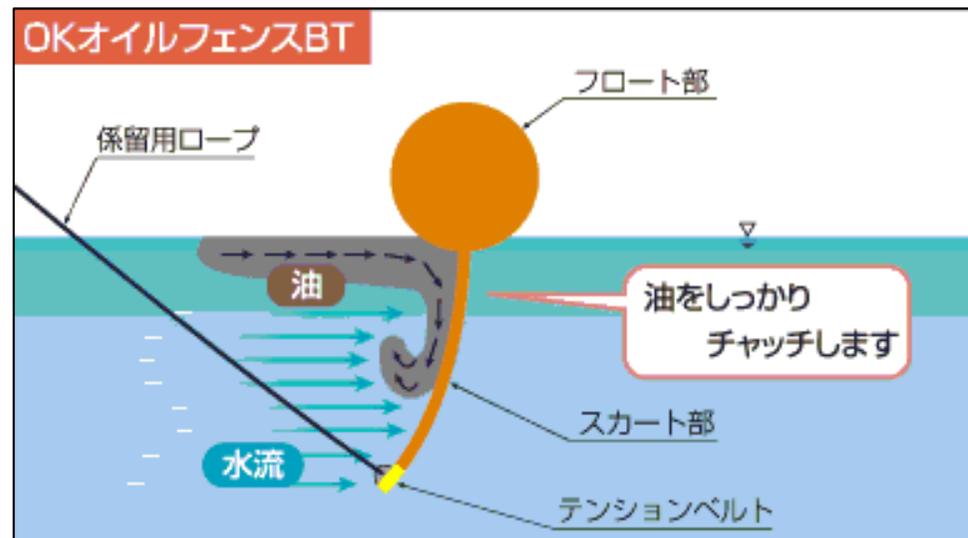


【参考】オイルフェンスの概要

○オイルフェンス：海洋の油汚染を防止するための浮体式フェンス



【オイルフェンスの構造イメージ】



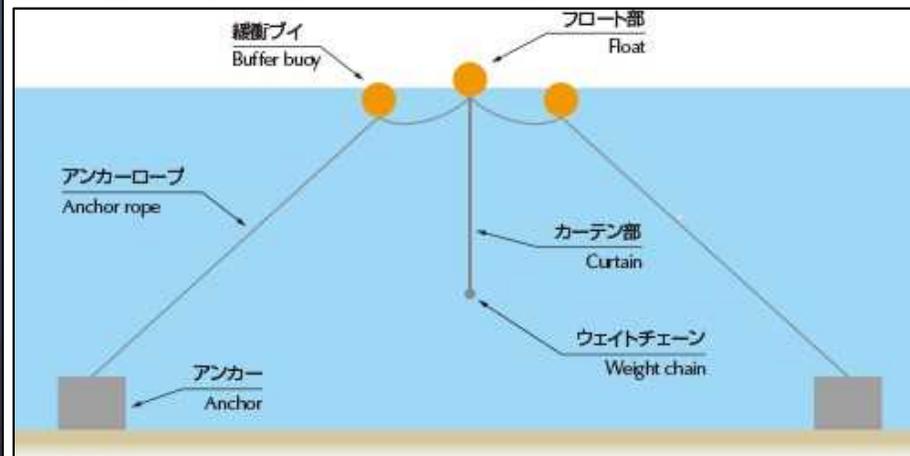
【前田工織株式会社HPより引用】

【参考】汚濁防止膜の概要

○汚濁防止膜：工事で発生する汚濁の拡散を防止するための浮体式フェンス



【汚濁防止膜の構造イメージ】



2) 船舶の吸水口対策

軽石漂流海域におけるリスク

○軽石混じりの海水が海水冷却システムに入り込み、目詰まりを起こした結果エンジン不調(オーバーヒート)に陥る。

リスク回避の方策(国が所有する海洋環境整備船における事例)

- フィルター機能のある「ゴミ取り格子」や「海水こし器のストレーナー」に対して、より目の細かな網を取り付ける改良を実施
- 航行時に定期的にフィルターの状況を確認し、目詰まりが確認できれば速やかな清掃を実施(※)

※軽石漂流海域での本格的な実証を行っていないため、フィルターの点検頻度は、軽石の漂流状況に応じて、今後適切に設定する必要がある。

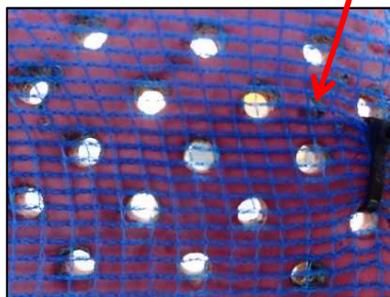
「ゴミ取り格子」の対策

「海煌(かいこう)」の事例



ゴミ取り格子(Φ10mm)に、5mmメッシュの網を貼り付け。

拡大写真



「海水こし器のストレーナー」の対策

「海煌(かいこう)」の事例



海水こし器のストレーナー(Φ4mm)の内側に、Φ2mmの網(黒色)を貼り付け。



拡大写真

「クリーンはりま」の事例



海水こし器のストレーナー(Φ2mm)の内側に、1mm目の網(ワイヤーメッシュ)を貼り付け。



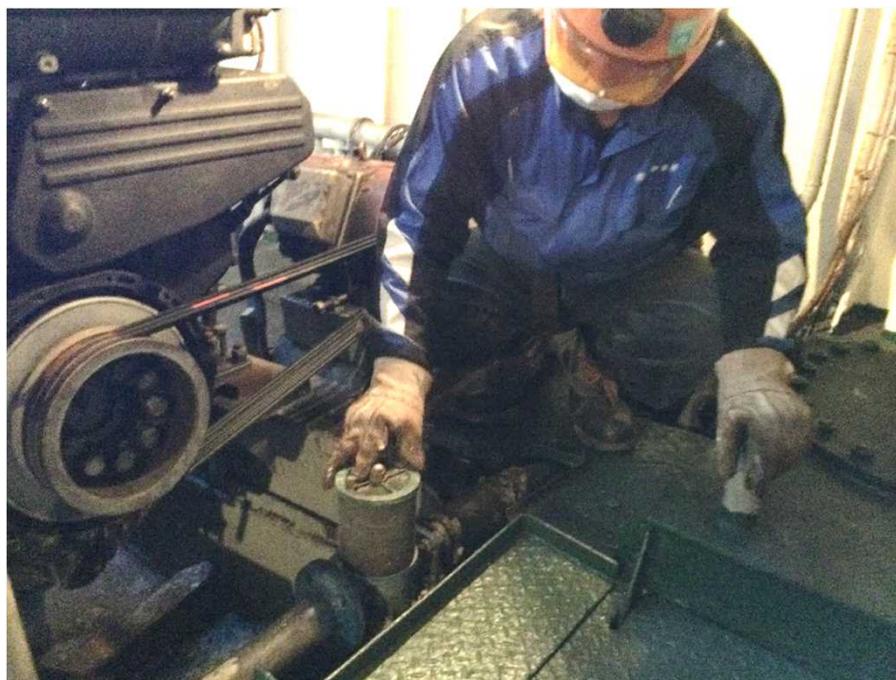
3) 台船の曳航体勢について

台船曳航時のリスク

○軽石回収作業現場に向けて台船を曳航する際、軽石が漂流する海域を航行することとなるため台船を曳航する曳船が軽石の影響を受けて航行不能となるおそれがある。

リスク回避の方策(例)

○台船1隻に対して曳船を2隻用意し、一方の曳船が曳航している間に一方の曳船を被曳航(エンジン停止)状態として、洋上での海水フィルターの清掃作業を実施し、適宜交代する体制を確保することで、曳航作業の安全を確保する。



被曳航中の海水フィルター清掃作業手順等確認状況



曳船2隻体制による曳航作業(被曳航中の曳船は台船に固縛)

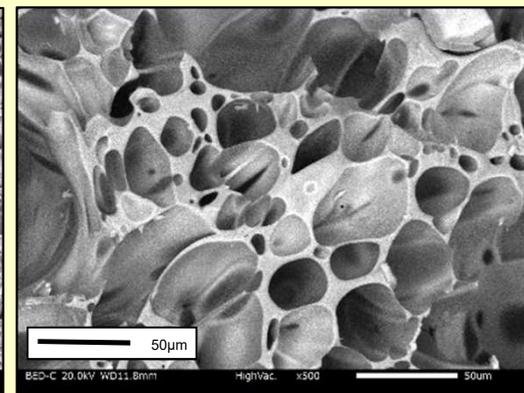
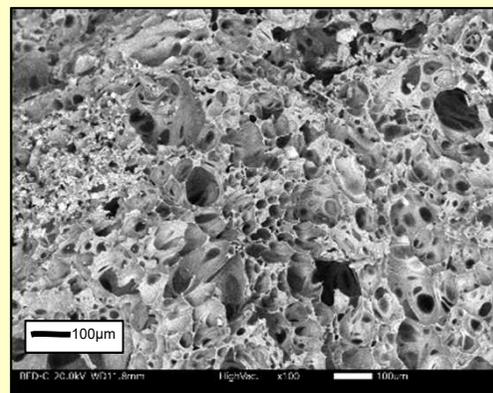
4. 參考資料

1) 沖縄県に漂着した軽石の特性等について

① 外観



拡大



- 30mm～1 mm程度

- 大きな空隙は1-2 mm程度
- 全体的に数10μm程度の小さな空隙

② 特徴

- 海岸部では風や浪に伴い漂流の後、防波堤付け根部や入り江に滞留
 - 港湾では、港奥に漂着し滞留
 - 軽石の粒径は5cm～数mm程度
 - 海面の軽石の層厚は5cm程度
- ただし、表層より下の海中にも軽石が散在



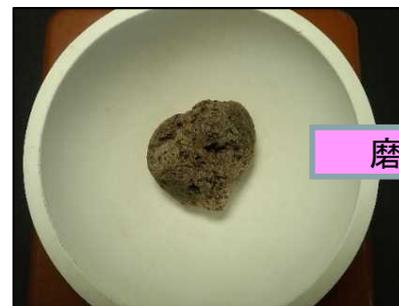
• 表層直下の様子



• 水深約-2mの様子



- 軽石内部には水分を含んでおり磨り潰すと水分が出てくる。



磨り潰し



(国立研究開発法人港湾空港技術研究所構造新技術グループ調べ)

1) 沖縄県に漂着した軽石の特性等について

③軽石の物性データ

1. 軽石:11月採取分量

ビニール袋 3袋 10.34kg+10.00kg+10.98kg 風袋込み

2. 3分級

5mm以下:17.11kg 5~20mm:12.69kg 20mm以上:0.78kg

3. 骨材試験結果

細骨材の種類	絶乾密度 (g/cm ³)	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)	粒度分布 (通過質量百分率%)						粗粒率
						25mm	20mm	15mm	10mm	5mm	2.5mm	
20~5mm	0.67	0.81	20.70	0.41	61.1	100	100	95	68	0	0	6.32

細骨材の種類	絶乾密度 (g/cm ³)	表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)	粒度分布 (通過質量百分率%)								粗粒率
						10mm	5mm	2.5mm	1.2mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.075mm	
5mm以下	0.72	0.92	28.80	0.43	59.5	100	100	48	12	5	4	3	2	4.28

※表乾の作成はJIS A1109によった。

(国立研究開発法人港湾空港技術研究所構造新技術グループ調べ)

1) 沖縄県に漂着した軽石の特性等について

④ 軽石の成分分析データ (沖縄県環境部調べ)

< 沖縄県環境部の発表内容(令和3年11月17日) >

○ 沖縄本島内の3箇所(国頭村(辺土名漁港)、読谷村(長浜海岸)、八重瀬町(港川漁港))に漂着している軽石について、県衛生環境研究所が土壌溶出量基準及び含有量基準に係る分析を行った。

○ 分析項目は以下の9項目。

【測定項目】

カドミウム及びその化合物、六価クロム化合物、シアン化合物、水銀及びその化合物、セレン及びその化合物、鉛及びその化合物、砒素及びその化合物、ふっ素及びその化合物、ほう素及びその化合物

※その他の項目(揮発性有機化合物や農薬等)については、軽石の生成過程を考慮し、分析を行っていない。

○ 分析の結果は別添のとおりであり、上記の9項目について土壌環境基準を満足している。

○ このことから、漂着した軽石の有効利用に際しての環境安全性に問題はないと考えられる。

○ なお、漂着した軽石は海水の塩分を含むため、利用にあたっては十分に洗浄するなど塩分の影響を考慮する必要がある。

○ また、土木建築資材や農業用資材等としての利用の可否について検討する際の基礎データとするため、今回の分析結果を関係部局へ提供したい。

(出展: 沖縄県ホームページ)

沖縄県に漂着した軽石の分析結果について

■ 採取場所: 国頭村(辺土名漁港)、読谷村(長浜海岸)、八重瀬町(港川漁港)

■ 分析機関: 沖縄県衛生環境研究所

	土壌溶出量基準 基準値	溶出試験結果		
		国頭村 (辺土名漁港)	読谷村 (長浜海岸)	八重瀬町 (港川漁港)
カドミウム及びその化合物	0.003以下	<0.0003	<0.0003	<0.0003
六価クロム化合物	0.05以下	<0.02 ^{注1)}	<0.02 ^{注1)}	<0.02 ^{注1)}
シアン化合物	検出されないこと	不検出 (<0.1)	不検出 (<0.1)	不検出 (<0.1)
水銀及びその化合物	水銀が0.0005以下、かつ、アルキル水銀が検出されないこと	<0.0005	<0.0005	<0.0005
セレン及びその化合物	0.01以下	<0.002	<0.002	<0.002
鉛及びその化合物	0.01以下	<0.002	<0.002	<0.002
砒素及びその化合物	0.01以下	<0.002	<0.002	0.003
ふっ素及びその化合物	0.8以下	<0.08	<0.08	<0.08
ほう素及びその化合物	1以下	0.1	0.1	<0.1
単位:		(mg/L)		

	土壌含有量基準 基準値	含有試験結果		
		国頭村 (辺土名漁港)	読谷村 (長浜海岸)	八重瀬町 (港川漁港)
カドミウム及びその化合物	45以下	<0.45	<0.45	<0.45
六価クロム化合物	250以下	<2.5 ^{注1)}	<2.5 ^{注1)}	<2.5 ^{注1)}
シアン化合物	50以下 (遊離シアンとして)	不検出 (<2.5)	不検出 (<2.5)	不検出 (<2.5)
水銀及びその化合物	15以下	<0.15	<0.15	<0.15
セレン及びその化合物	150以下	<1.5	<1.5	<1.5
鉛及びその化合物	150以下	<1.5	<1.5	<1.5
砒素及びその化合物	150以下	<1.5	<1.5	<1.5
ふっ素及びその化合物	4000以下	<40	<40	<40
ほう素及びその化合物	4000以下	<40	<40	<40
単位:		(mg/kg)		

注1) 総クロムとして測定した結果

※分析に供した軽石の粒径(5~10mm)

2)「軽石対策のためのオイルフェンス・シルトフェンス相談窓口」の設置

- 宮古島等において、港湾管理者や漁港管理者が軽石の港内侵入防止対策として使用するオイルフェンスやシルトフェンスが不足しており、今後の更なる需給逼迫の可能性。
- このため、港湾局からフェンスメーカー7社が加盟する「一般社団法人ウォーターフロント協会」に協力を要請。
- 同協会のホームページにおいて、11月26日(金)より、「軽石対策のためのオイルフェンス・シルトフェンス相談窓口」を設置し、オイルフェンス・シルトフェンスの調達に関する相談等の受け付けを開始。

一般社団法人 ウォーターフロント協会 ホームページ
「軽石対策のためのオイルフェンス・シルトフェンス相談窓口」

URL: <https://www.waterfront.or.jp/>

メール: wf@waterfront.or.jp



ニュース

一覧を見る

ニュース欄に掲載

専用バナーを掲載

軽石対策相談窓口

メールマガジン配信はこちら

ウォーターフロントに関する各種情報

2021/09/13/ お知らせ

みなとオアシスSea級グルメ全国大会in境港開催中

2021/05/10/ お知らせ

第31回定時総会（小規模開催）のお知らせ

2021/04/15/ お知らせ

第31回定時総会開催のお知らせ

2020/11/05/ お知らせ

第4回ウォーターフロント研究会のご案内

事業内容

みなとまちづくり

リンク集

港湾関係や海外情報などのリンク集