

# 漂流軽石の回収技術に関する中間取りまとめ

令和3年11月

国土交通省 港湾局  
水産庁

# 「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、これまでに沖縄や鹿児島の港湾・漁港で実施された軽石回収に関する技術的な知見や留意点等を整理するとともに、11月中を目処に軽石回収技術の実証結果を取りまとめて、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

## 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)

## 目次

I. 漂流軽石の回収技術に関する実証結果〔海上からの回収〕	
①台船＋サンドポンプ	4
②台船＋バックホウ	11
③小型船＋人力（タモ網）	14
④小型船＋回収器具	17
⑤砂利採取運搬船	25
II. 漂流軽石の回収技術に関する実証結果〔陸上からの回収〕	
⑥バックホウ（陸上）	29
⑦クレーン及びバックホウ（陸上）	44
⑧シルトフェンス＋バックホウ（陸上）	47
⑨バックホウ及び人力の併用（陸上＋小型船）	53
⑩強力吸引車（陸上）	56
⑪人力（鋤簾、スコップ）	59

- 本資料は、これまでに実施された災害復旧等による軽石回収作業や技術実証における試行錯誤によって得られた様々な技術的知見や留意点を中間とりまとめとして集約したものであり、今後、11月末の最終取りまとめに向けて、引き続き、内容を充実させる予定である。
- 今般、広域的な軽石漂着に備えるため、段階的な情報発信を行うこととしたものであるが、これらの成果は、気象・海象や各港湾・漁港の現場環境、調達可能な資機材などの諸条件を勘案しつつ、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。

# I . 漂流軽石の回収技術に関する実証結果

〔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 <sup>3</sup> (軽石混じりの海水約78m <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> 、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 <sup>3</sup> /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

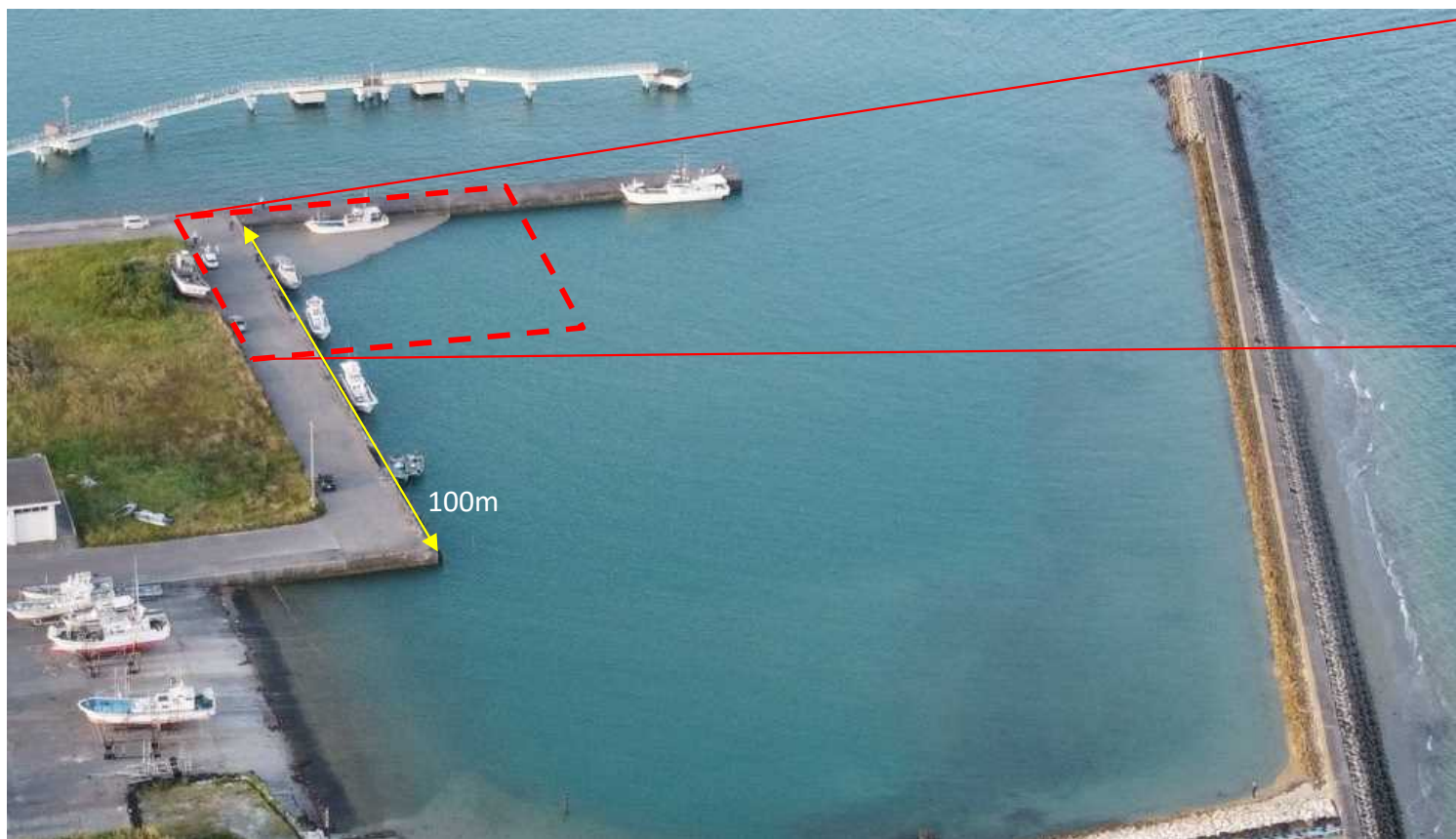
# ①台船+サンドポンプ

## 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

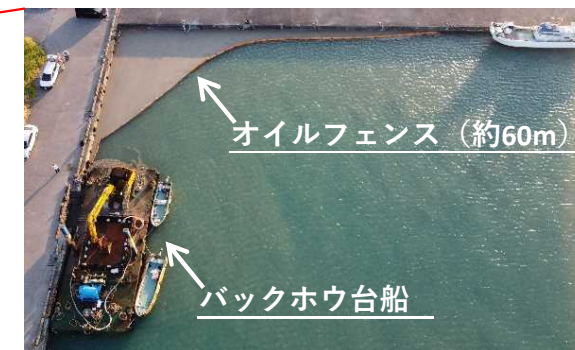
- 奥港の結果(P8参照)を参考に、吸い口を上向きにして設置。(参考写真②)
- 藻や粒径の大きな軽石がポンプの吸い口に付着するためポンプを上下に動かしながらの作業となり、空気の吸引による吐出量の低下が確認された。
- 吸い口に付着した藻がフィルターとなって軽石の吸い込み量が低下した。(参考写真④)
- 吸い口に付着した藻や軽石を10分に1回清掃する必要があった。
- コーミングの内側に設置したヤシマットは、排水速度が良好で、周囲への軽石や濁りの流出も認められなかった。

## 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)



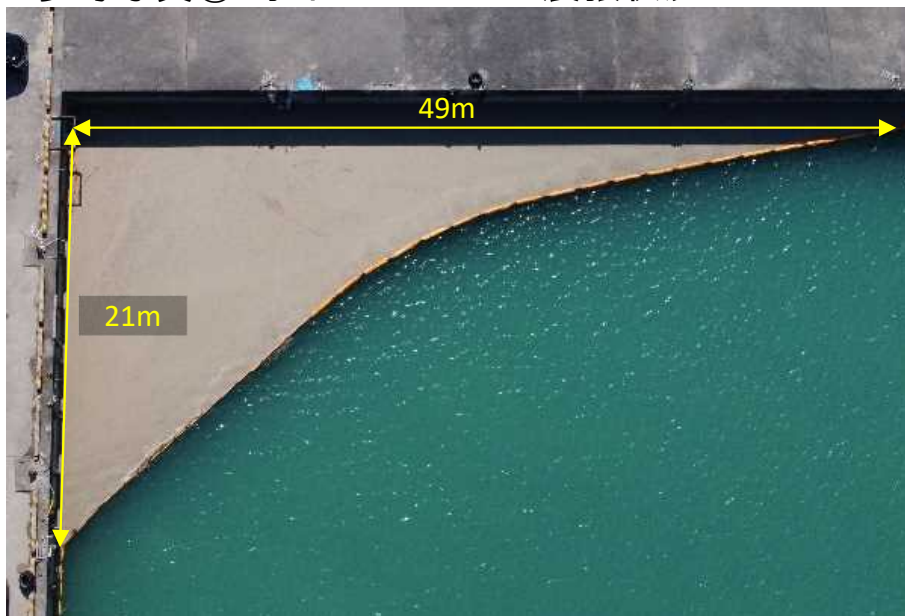
資機材配置状況



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①】曳船2隻体制による台船曳航作業の安全確保

## 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)



# 【参考②】サンドポンプの設置方法の検討

## 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 <sup>3</sup> (軽石混じりの海水約9.18m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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②】サンドポンプの設置方法の検討

## 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)

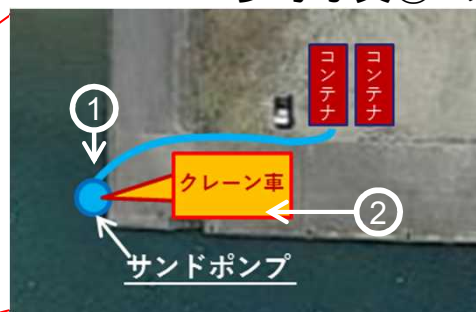
- ・排水口内側に3重にして設置：軽石流出を認めず(目視)、排水速度良好
- ・円筒形に巻いたヤシマットを排水口内に挿入：軽石流出を認めず(目視)、排水速度低下

## 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②】サンドポンプの設置方法の検討

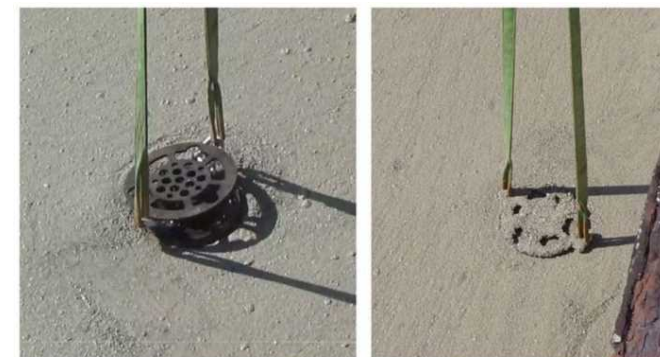
参考写真②: タンクコンテナへの海水吐出状況



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



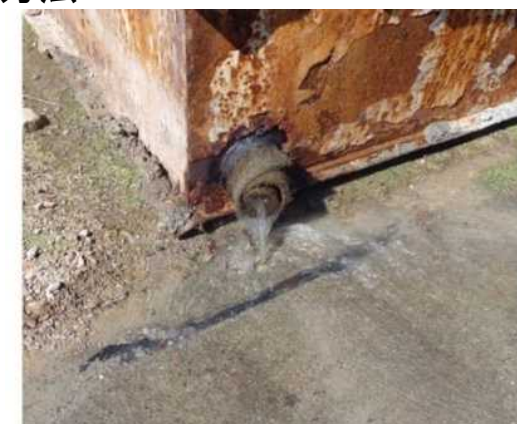
横向き設置



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 <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	4.5m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> 、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

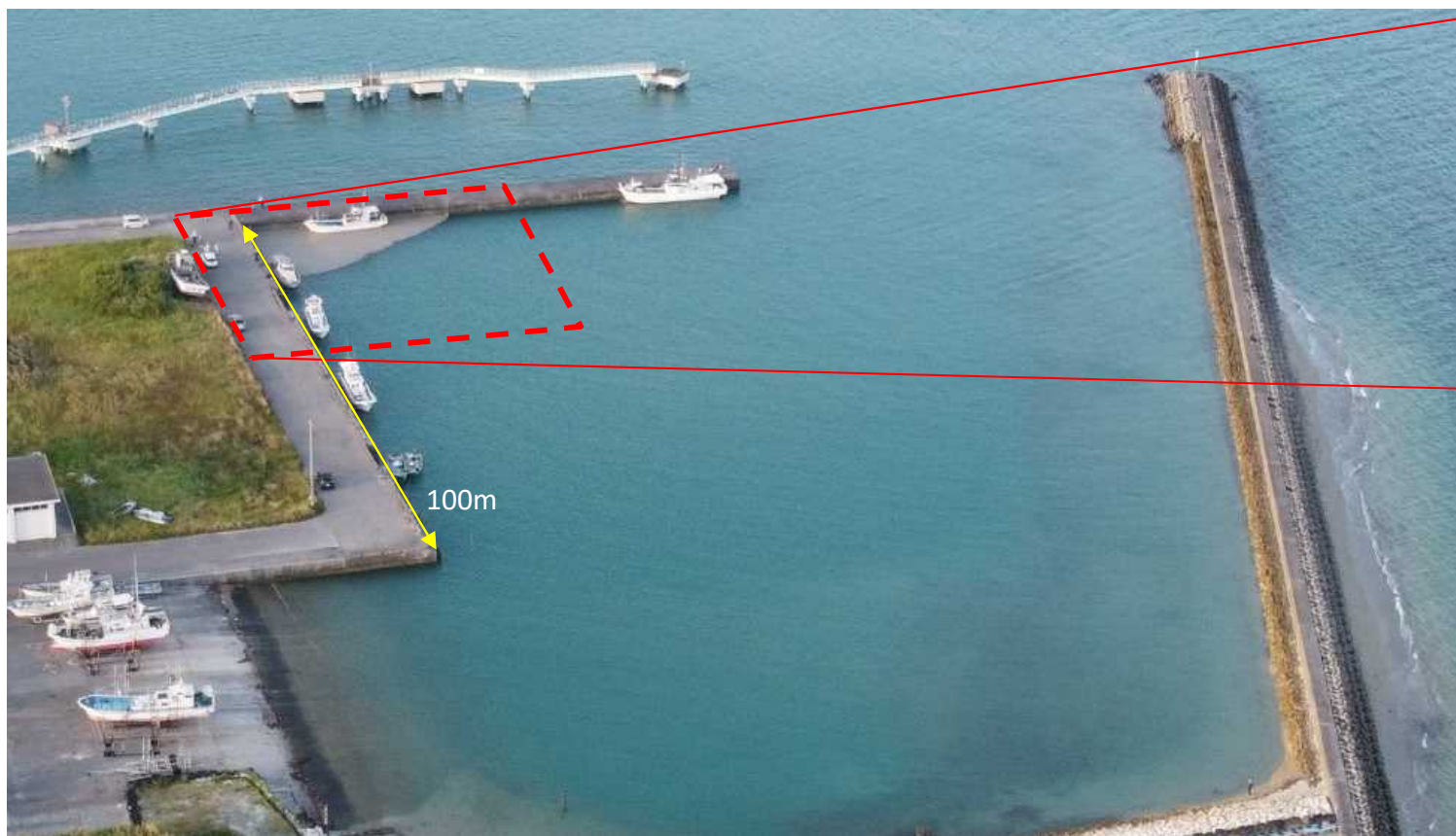
## ②台船+バックホウ

### 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

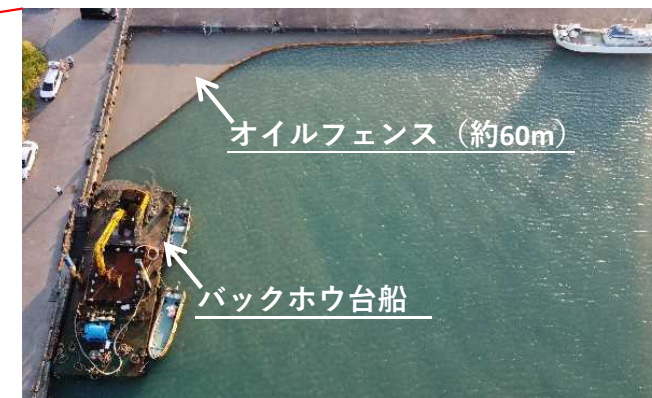
- スケルトンバケットに2mmメッシュを二重に装着することで確実に揚収することができた。
- サイクルタイムが72秒とやや長くなったがその理由は以下のとおり
  1. 軽石の層厚が薄く(5~10cm)回収時にバケットを大きくゆっくりと動かす必要がある
  2. 水切りをオイルフェンス内で実施する必要がある
  3. 軽石を台船に積み込む際、バケット内の軽石を落下させるのに時間がかかった
- オイルフェンスで台船近くに軽石を集めることで、台船を長時間動かさず効率的に回収できた。

### 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)

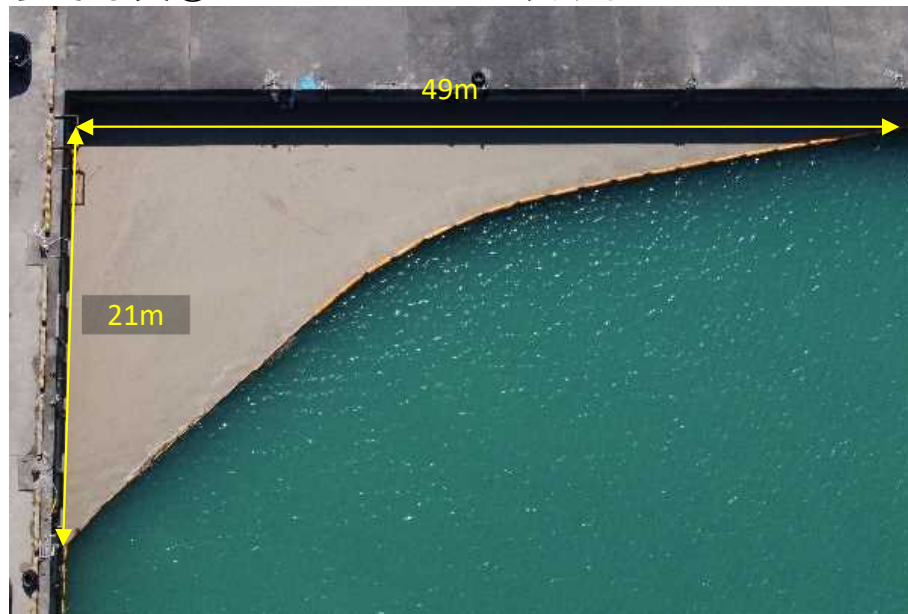


資機材配置状況



## ②台船+バックホウ

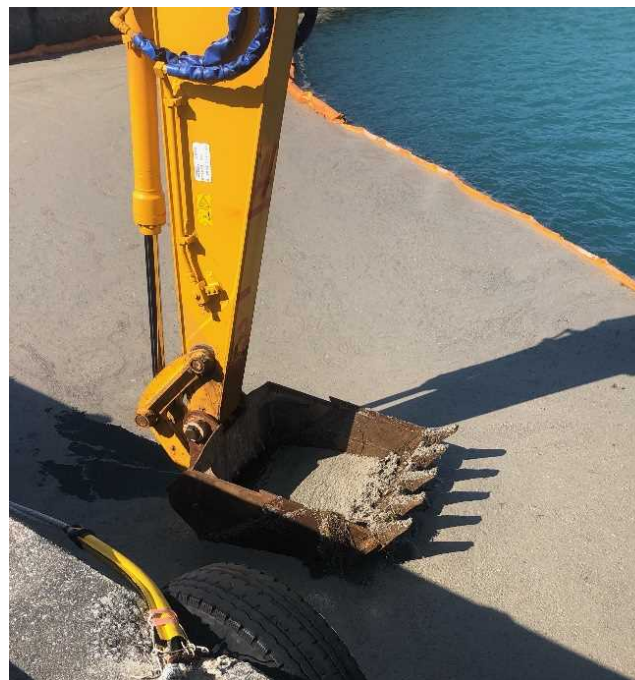
参考写真①: オイルフェンスの展張状況



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

# ③小型船＋人力（タモ網）

## 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 <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	1.3m <sup>3</sup> ／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

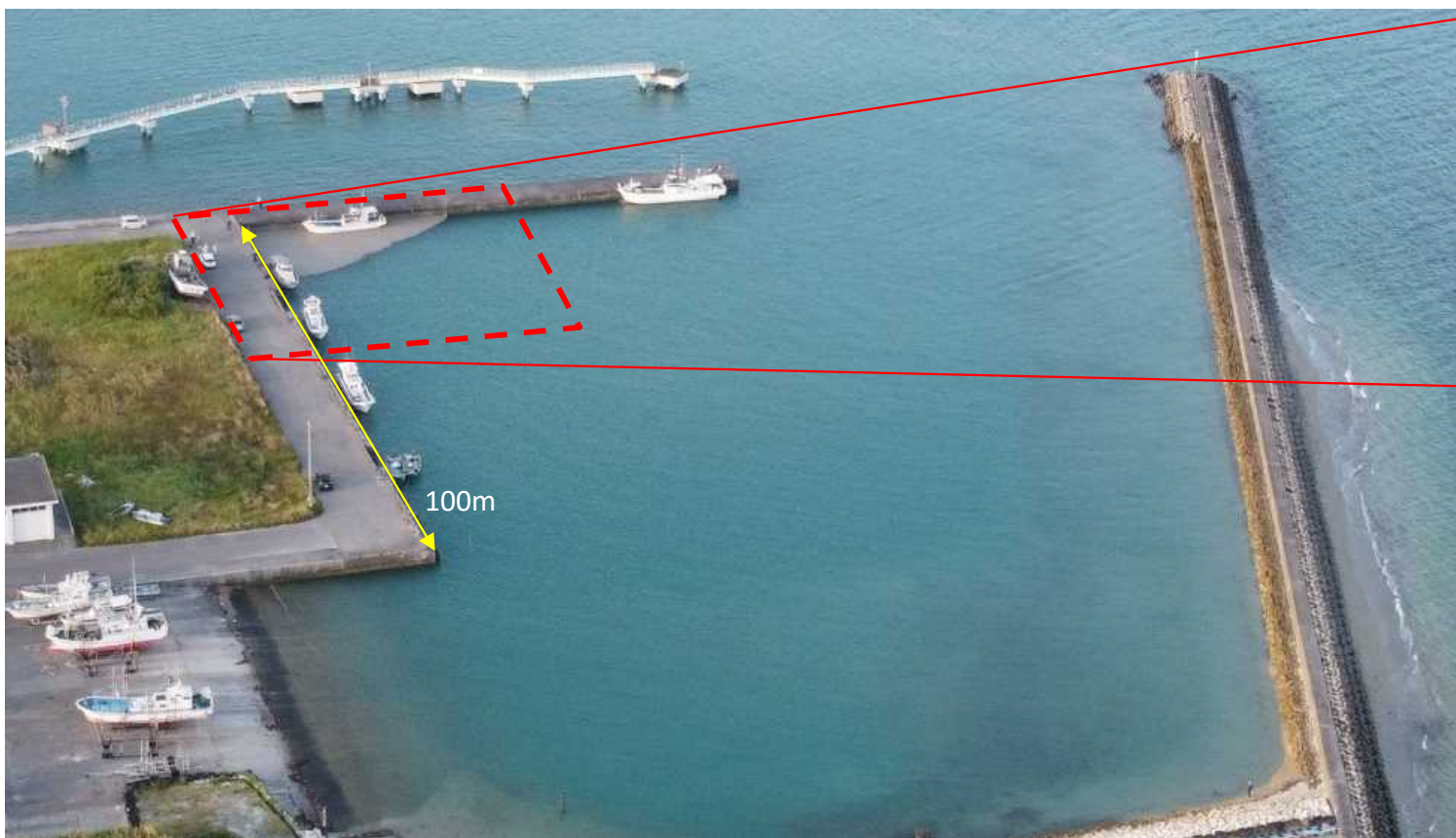
### ③小型船＋人力（タモ網）

#### 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

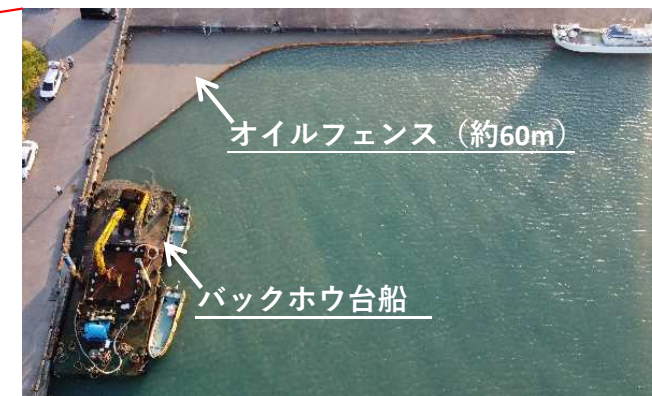
- タモ網(36cmサイズ、3mmメッシュ)を使用することで確実に揚収できた。
- 回収作業と詰め込み作業を分担することで、効率的に作業を進めることができた。ただし、不安定な体勢のため適度な休憩が必要。
- トン袋の回収に重機が必要。
- 狭いところでも作業が可能。
- バックホウを用いる場合でも、仕上げ作業には人力による作業が必要。
- バックホウによる作業と、人力による作業を併用することで効果的な回収作業が可能であった。

#### 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)



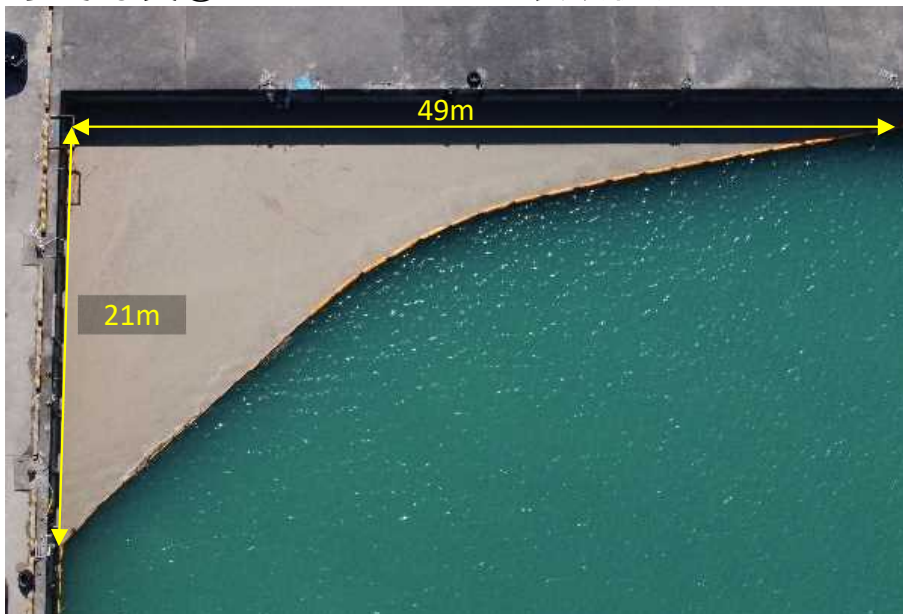
資機材配置状況





### 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



工事名 測量  
上 様 測量  
軽石回収 仲伊保漁港  
軽石開封法  
 $S = 3.14 \times 0.5 \times 0.5 = 0.785$   
 $V = 0.785 \times 0.84 = 0.65$   
 $V = 0.65 \text{ m}^3$

タモ網(φ36cm、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 <sup>3</sup> (A)② 0.3m <sup>3</sup> (A)③ 1.5m <sup>3</sup> (B)① 0.0m <sup>3</sup> (B)② 0.0m <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	(A)① 1.95m <sup>3</sup> /時 <sup>(※1)</sup> 、(A)② 0.33m <sup>3</sup> /時 <sup>(※2)</sup> 、(A)③ 2.25m <sup>3</sup> /時 <sup>(※1)</sup> 、(B)① —m <sup>3</sup> /時、(B)② —m <sup>3</sup> /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)

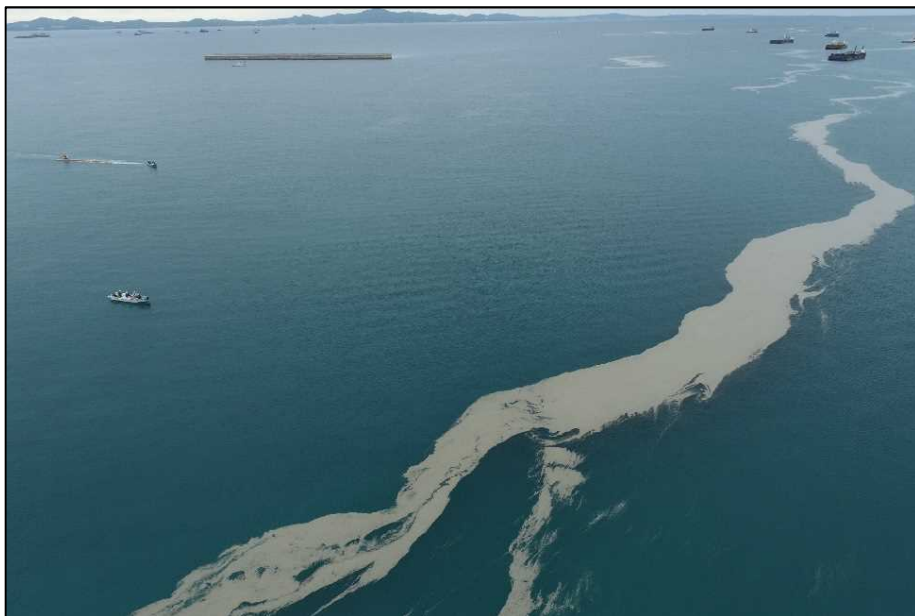
# ④小型船＋回収器具

## 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"> <li>○小型船による回収器具の牽引は容易。</li> <li>○回収中の形状維持能力は高い。</li> <li>○牽引中に回収口が海面下に潜り込むため改善が必要。</li> <li>○回収後の流出は少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> <li>○回収中の形状維持能力は高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○小型船による回収器具の牽引は容易。</li> <li>○回収中の形状維持能力は高い。</li> <li>○牽引中に回収口が海面下に潜りこむため改善が必要。</li> <li>○逆流防止構造は効果的。</li> <li>○回収後における軽石の排出方法の改善が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> <li>○牽引中にシートがめくれ上がり、軽石漏出を確認。</li> <li>○集積作業に適するが、回収作業には適さない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> <li>○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。</li> </ul>

## 5. 参考写真等

海域における軽石漂着状況（11月13日撮影）

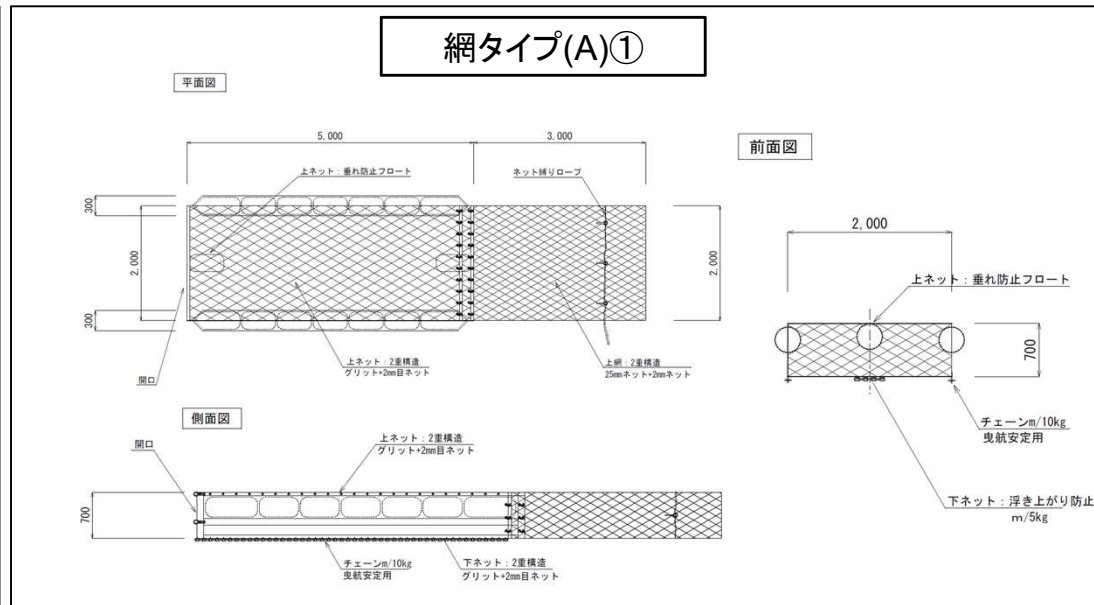
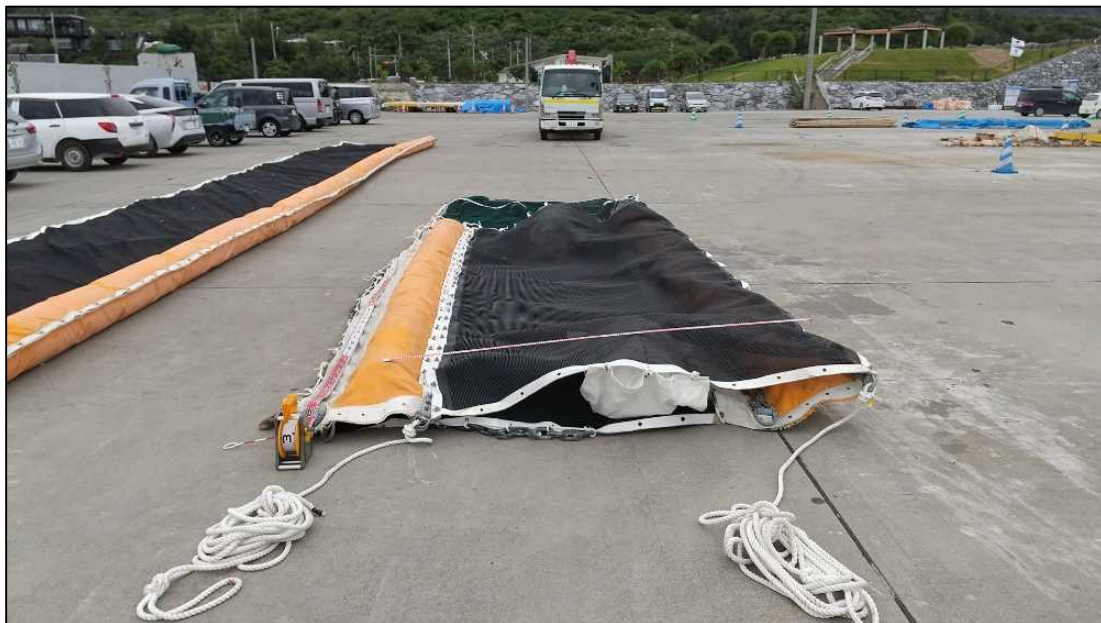


# ④小型船＋回収器具

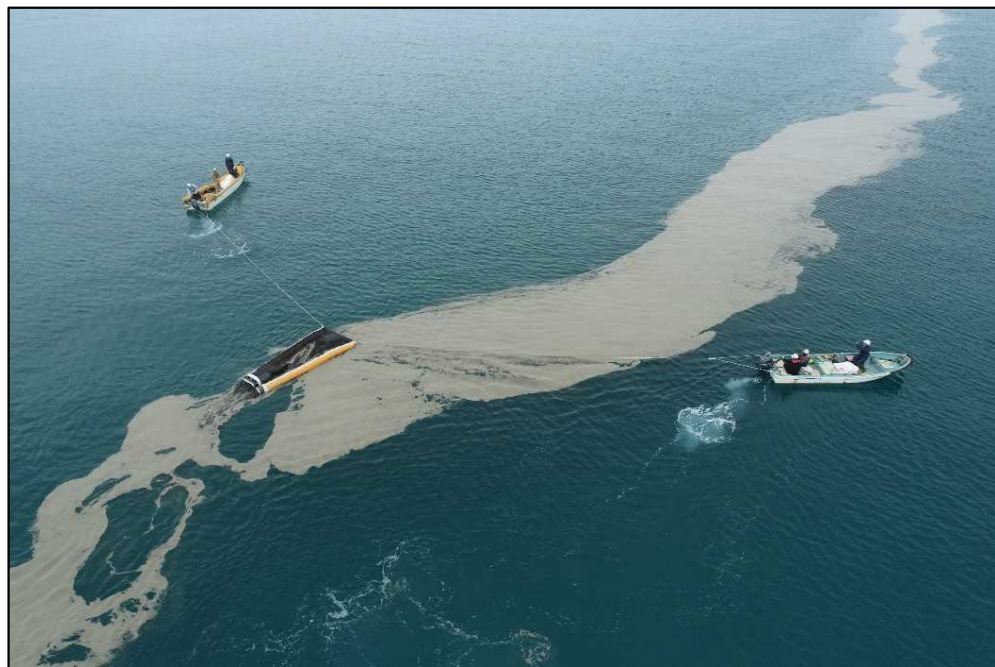
## 網タイプ(A)①

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



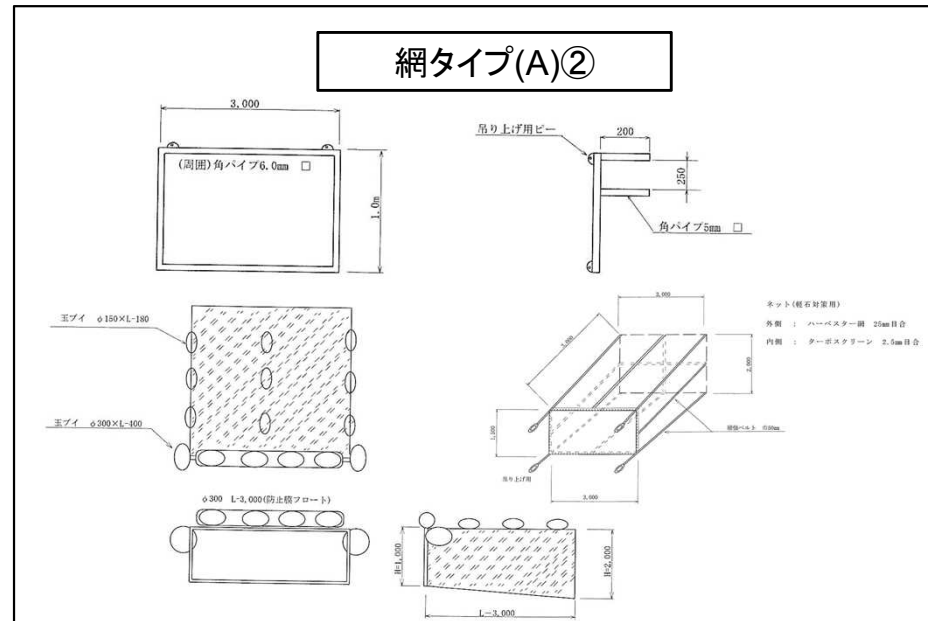
参考写真③：揚収状況



# ④小型船＋回収器具

## 網タイプ(A)②

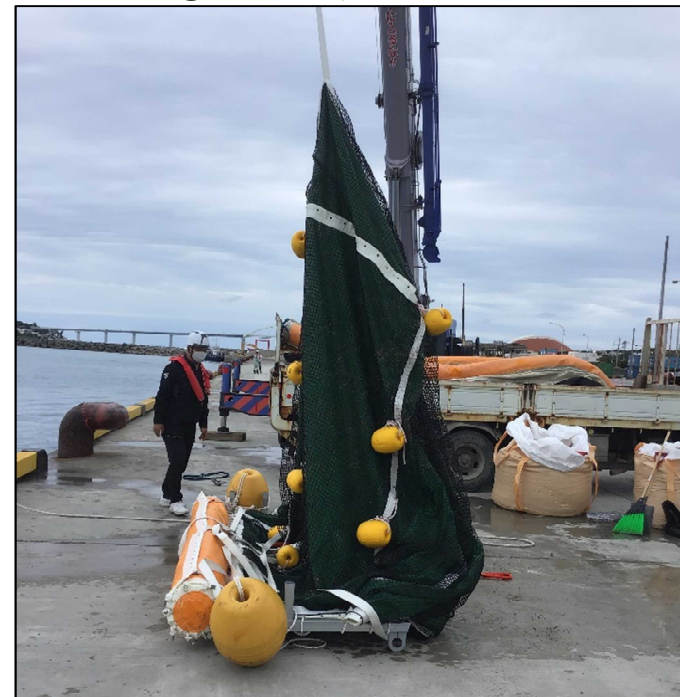
参考写真①：(A)②の現物及び図面



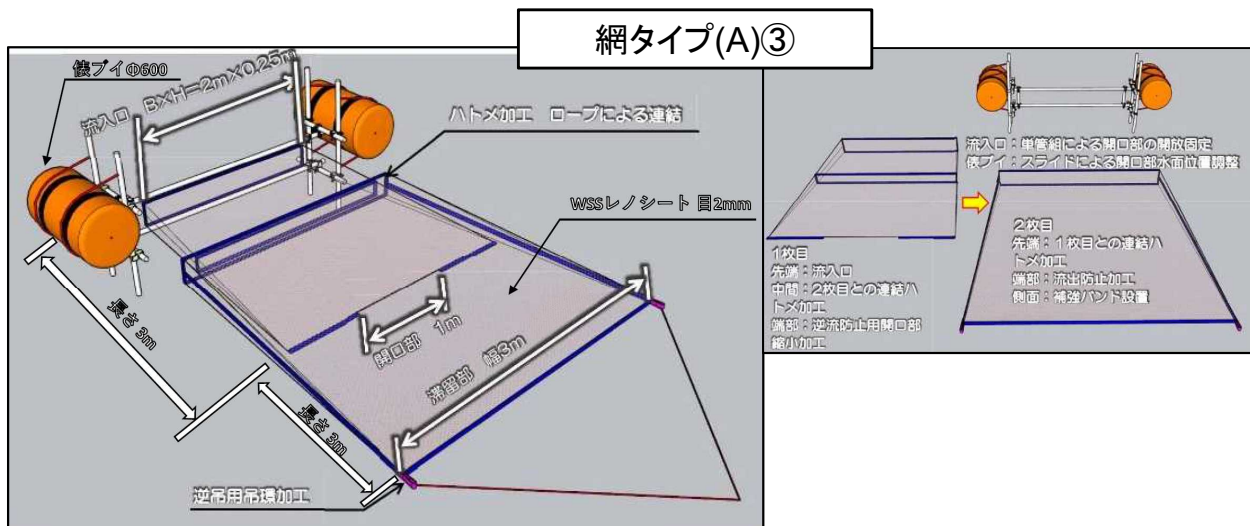
参考写真②：(A)②による回収状況



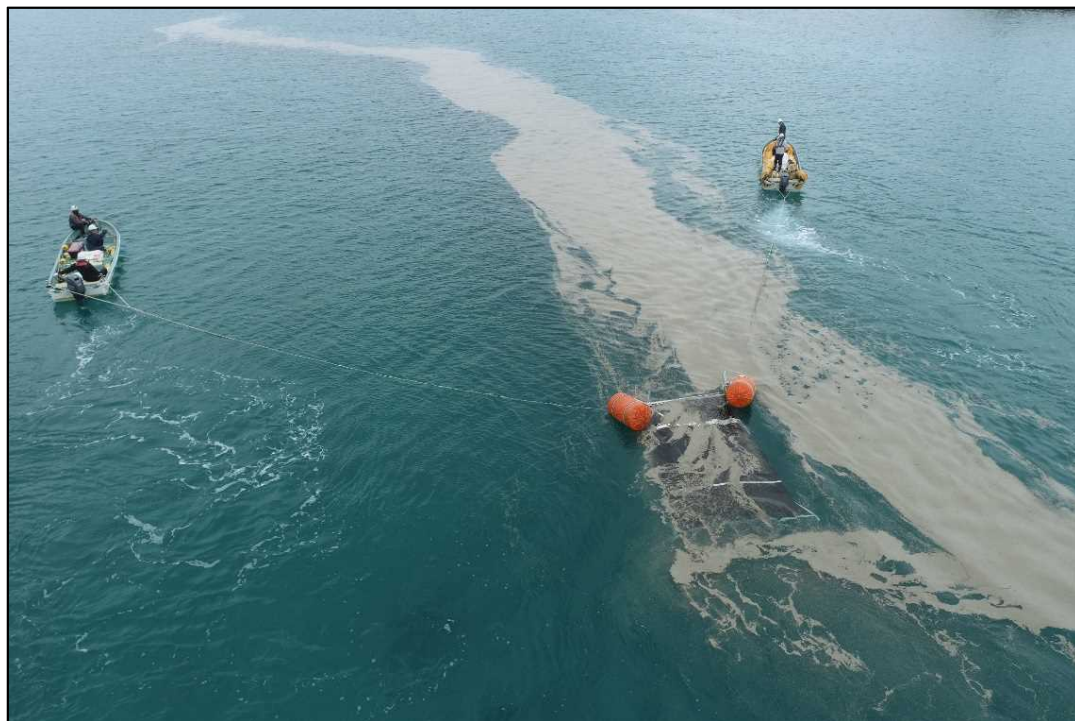
参考写真③：揚収状況



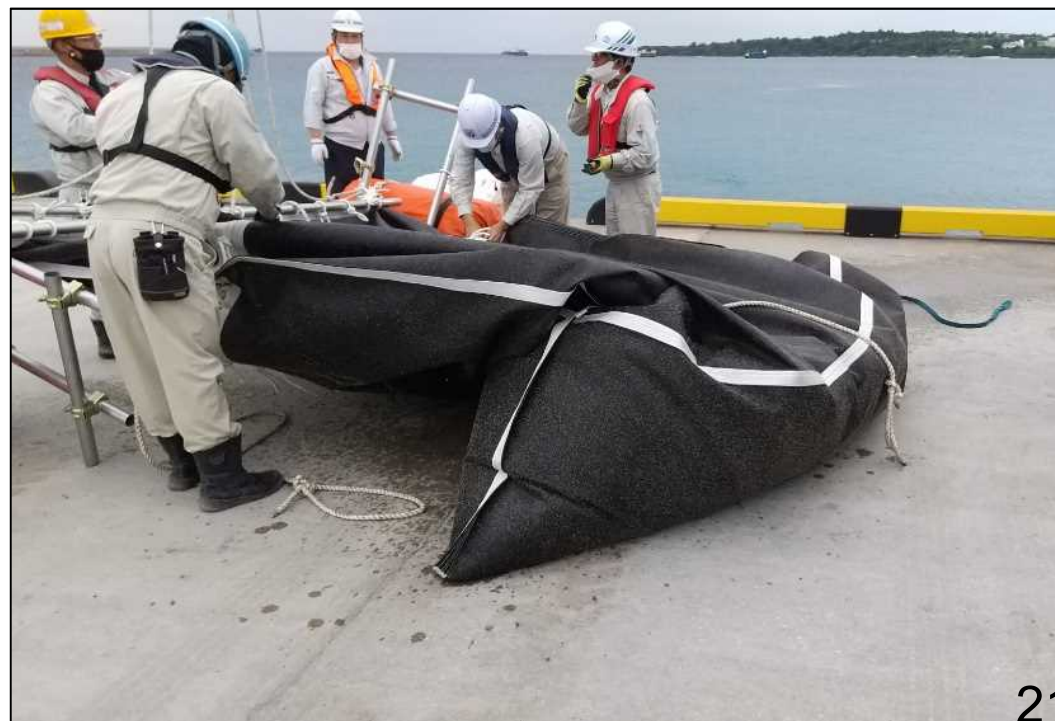
参考写真①：(A)③の現物及び図面



参考写真②：(A)③による回収状況



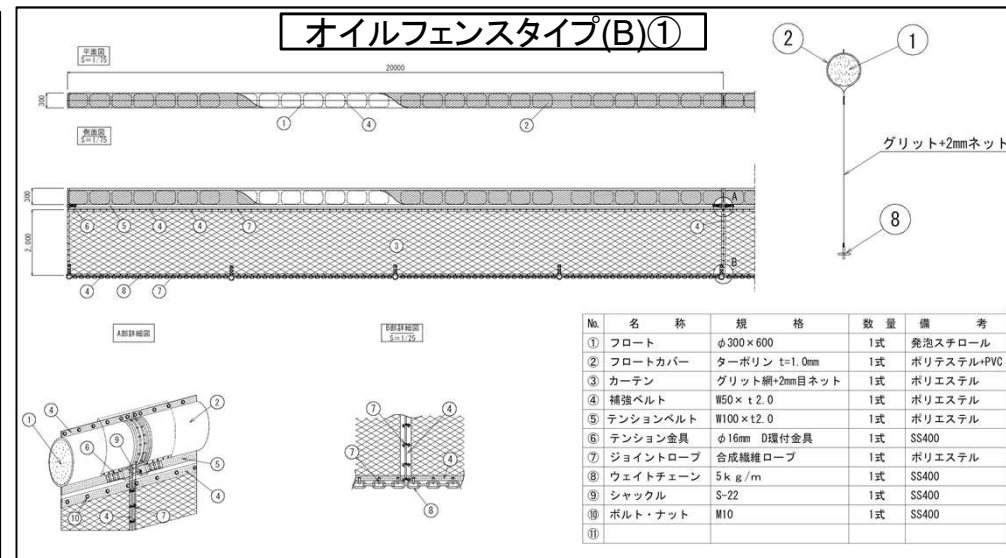
参考写真③：揚収状況



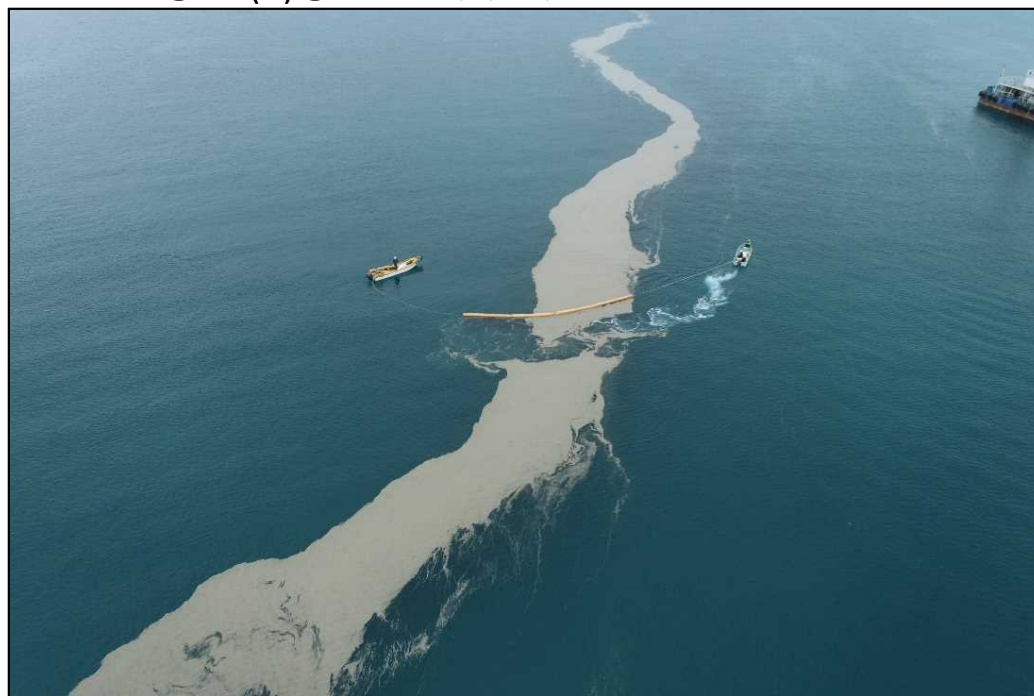
# ④小型船+回収器具

## オイルフェンスタイプ(B)①

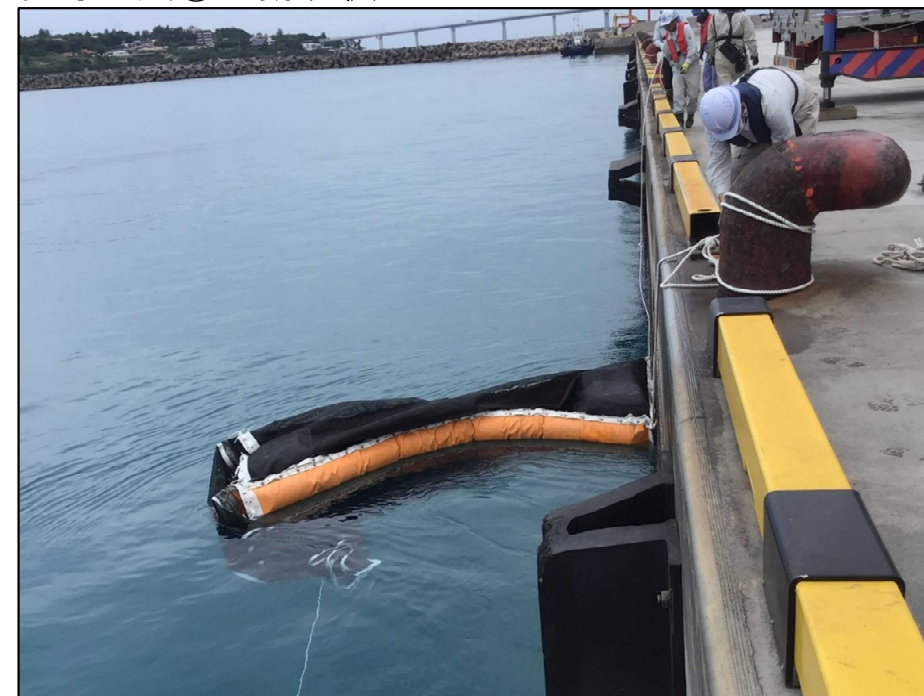
参考写真①：(B)①の現物及び図面



参考写真②：(B)①による回収状況



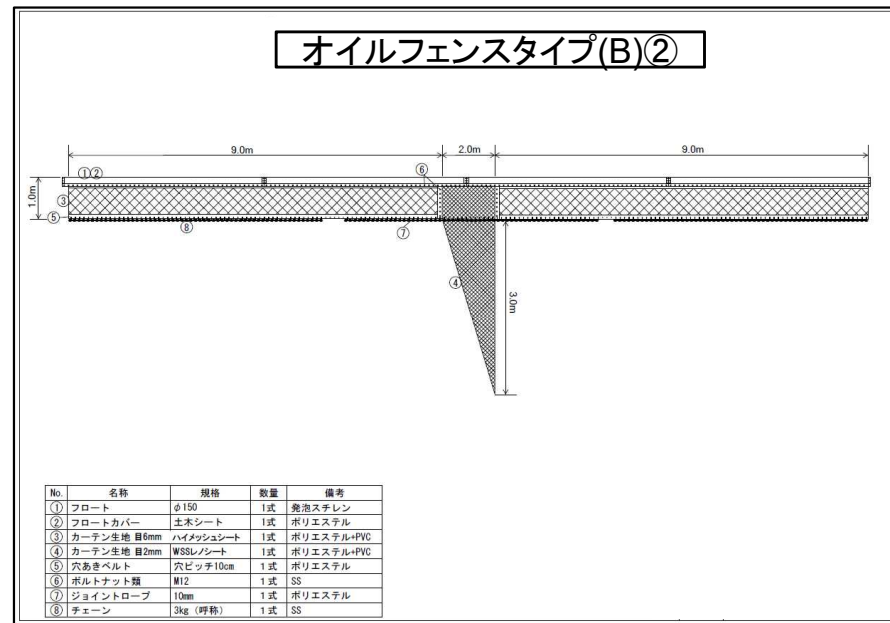
参考写真③：揚収状況



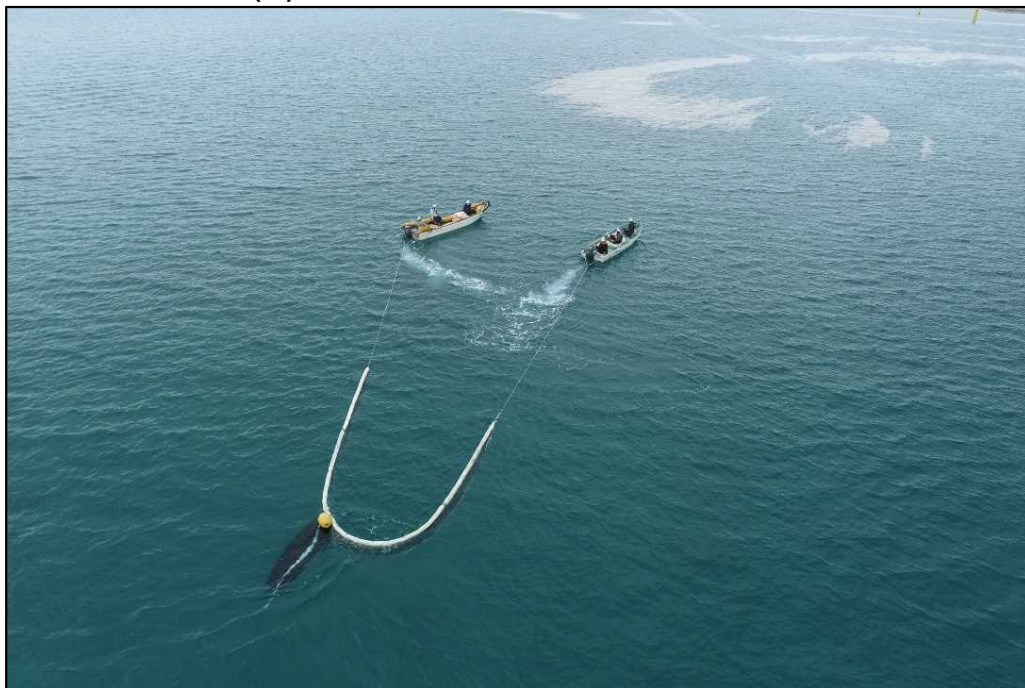
# ④小型船十回収器具

## 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

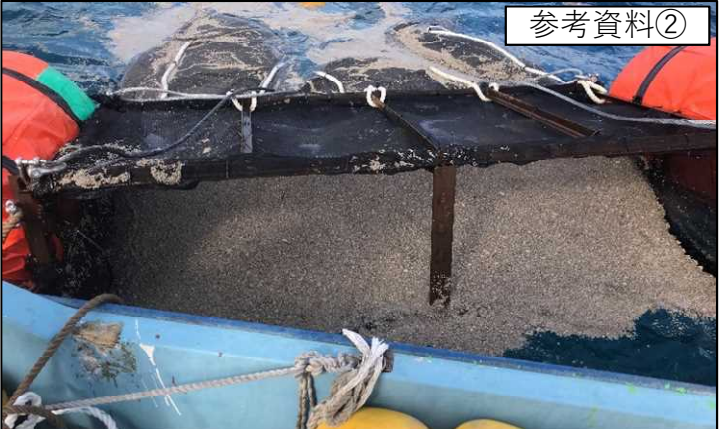
網タイプ	オイルフェンスタイプ
<p>○11/7の結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型船で箱形のカゴ(幅2m x 高さ0.5m x 奥行き1m)を牽引し漂流する軽石を回収。</li> <li>・牽引中にカゴの姿勢が安定せず、また、一旦カゴの中に回収した軽石が渦によりカゴの外へ排出されたことなどから、相当量の回収ができなかった。(参考写真①)</li> </ul>	<p>○11/7の結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・小型船でオイルフェンスを牽引し漂流する軽石を回収。</li> <li>・牽引中にフェンスの下から軽石が漏出。(参考写真③)</li> </ul>
<p>○11/10の結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・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1m<sup>3</sup>を回収。(参考写真②)</li> </ul>	<p>○11/10の結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・いずれも、牽引中に軽石の漏出を確認。(参考写真④)</li> </ul>



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	沖縄海洋資源開発(株)
作業期間	令和3年11月10日(作業時間は12分)
作業期間中の総回収量	5m <sup>3</sup> (軽石混じりの海水約1,300m <sup>3</sup> から回収された軽石の量。含泥率は0.4%) ※薄く漂着した場所での作業結果
単位あたりの回収量	25m <sup>3</sup> /時

## 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 <sup>3</sup> 、24インチ サンドポンプ(6,500m <sup>3</sup> /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。

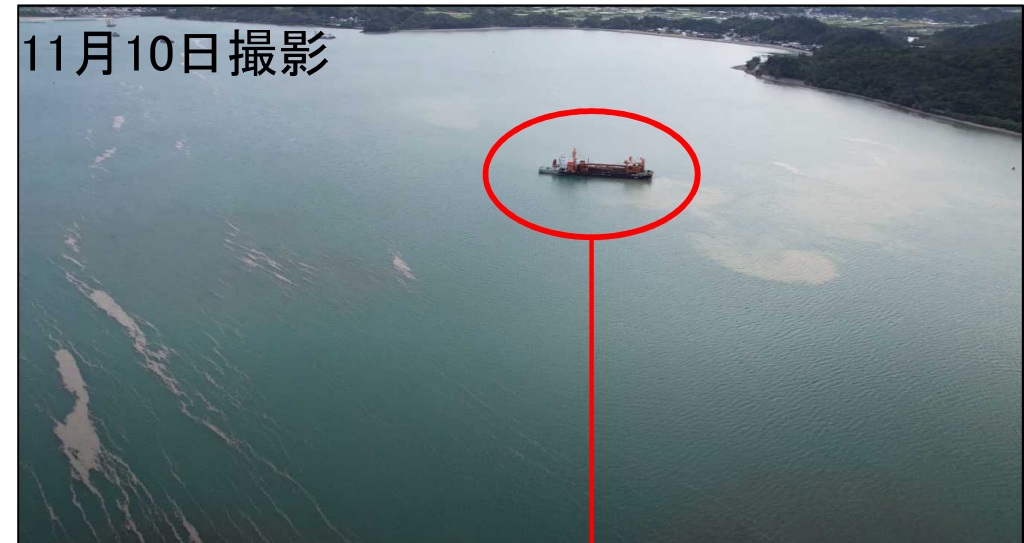
### 5. 参考写真等

#### 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

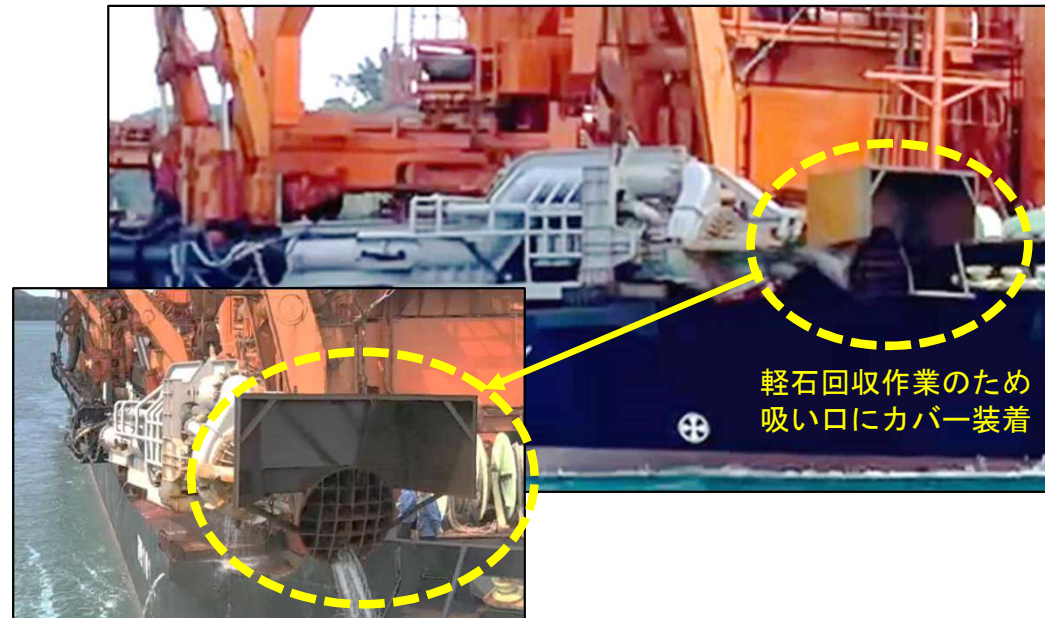


# ⑤砂利採取運搬船

参考写真①：サンドポンプによる吸引状況

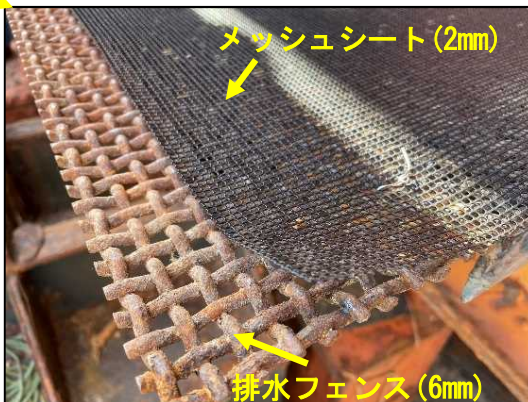


参考写真③：改良したサンドポンプの吸い口



軽石回収作業のため  
吸い口にカバー装着

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



## Ⅱ． 漂流軽石の回収技術に関する実証結果

〔陸上からの回収〕

## ⑥バックホウ（陸上）

### 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 <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	16m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> (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 <sup>3</sup> (通常バケット)
ホイールローダ	1台	回収&積込み:1.2m <sup>3</sup>
ダンプトラック	4台	10t積み

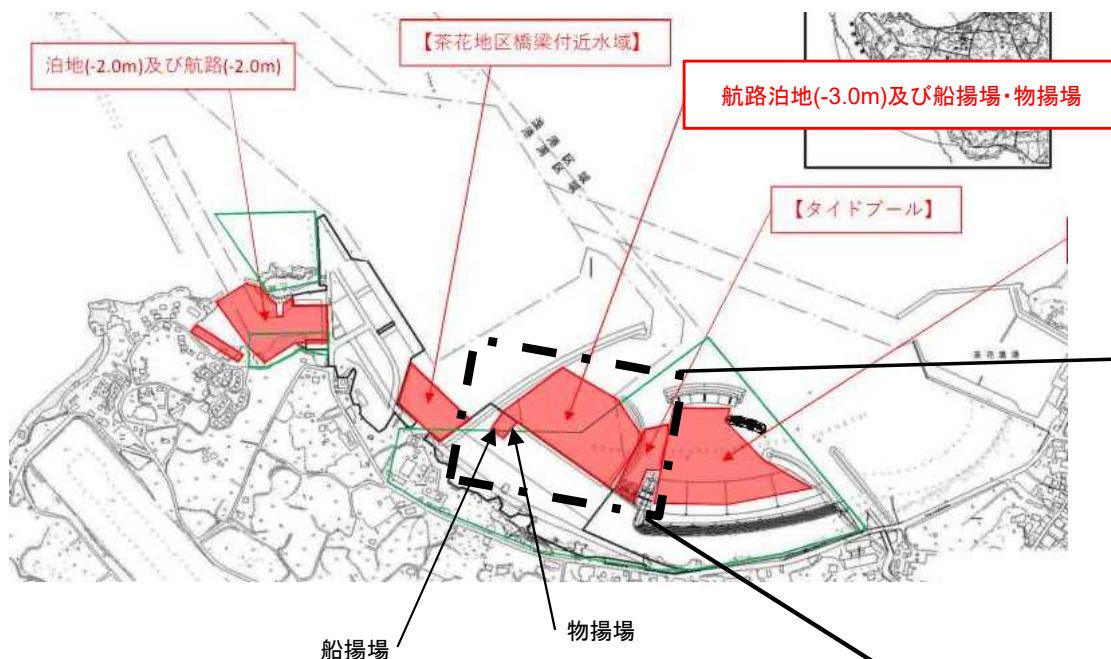
# ⑥バックホウ（陸上）

## 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)



# ⑥バックホウ（陸上）

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 <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	約6m <sup>3</sup> ／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

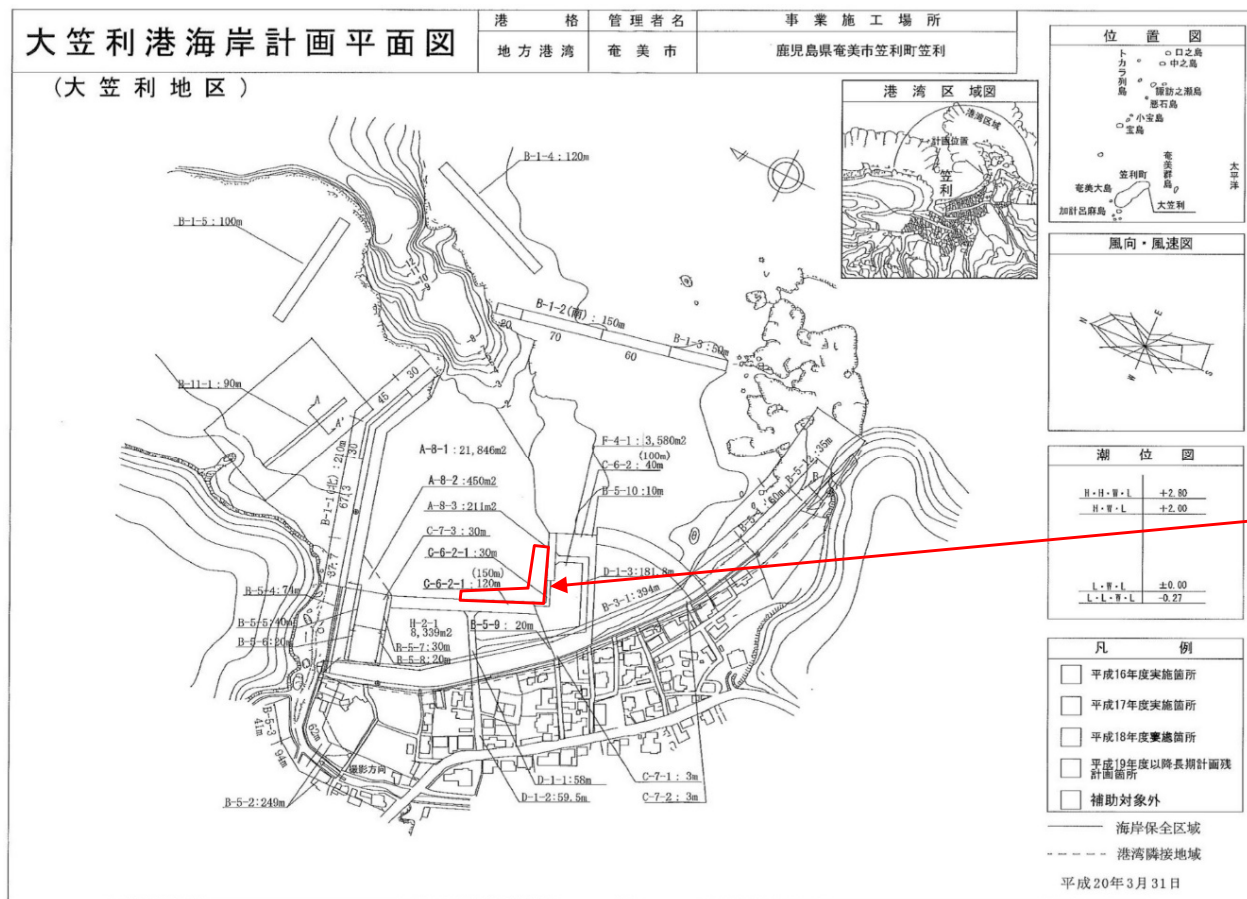
使用機材	数量	諸元・使用目的など
バックホウ	1台	0.45m <sup>3</sup> 、スケルトンバケットに2mmメッシュ装着（軽石回収用）
ダンプトラック	2台	4t積み

## 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)

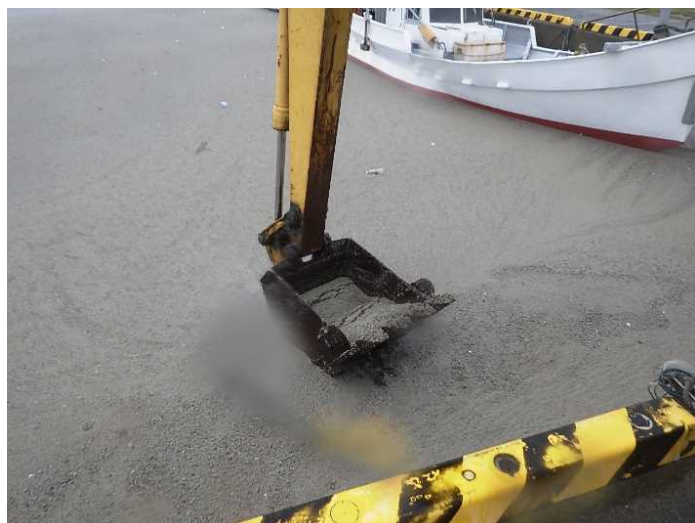


# ⑥バックホウ（陸上）

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



## ⑥バックホウ（陸上）

### 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 <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	約2m <sup>3</sup> ／時・台
その他参考情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バックホウ1台に対して人力集積作業員2名を配置。</li> <li>・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。</li> <li>・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</li> </ul>

### 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 <sup>3</sup> 、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

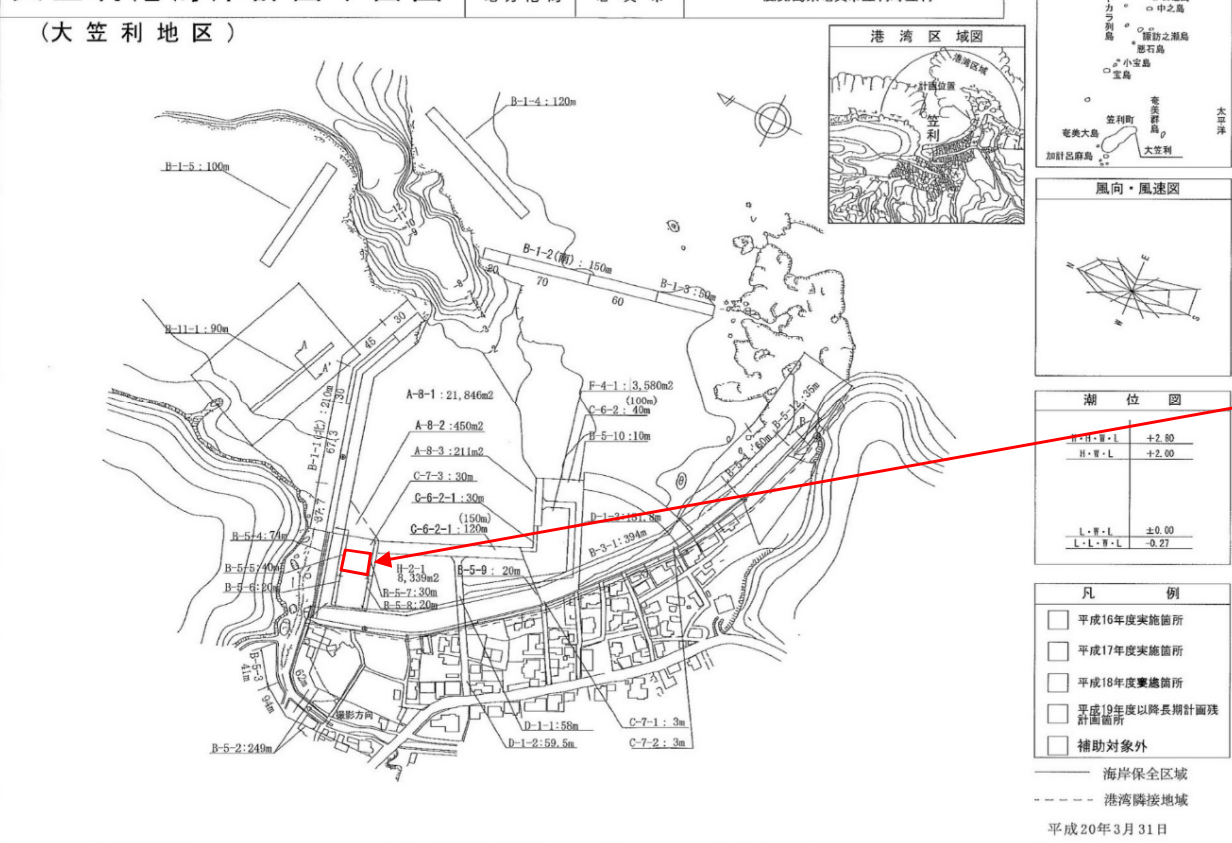
## 4. 本方式によるメリット、課題、実施にあたっての留意点等

- 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)



# ⑥バックホウ（陸上）

参考写真①: 軽石回収状況



土羽(どは)バケツ

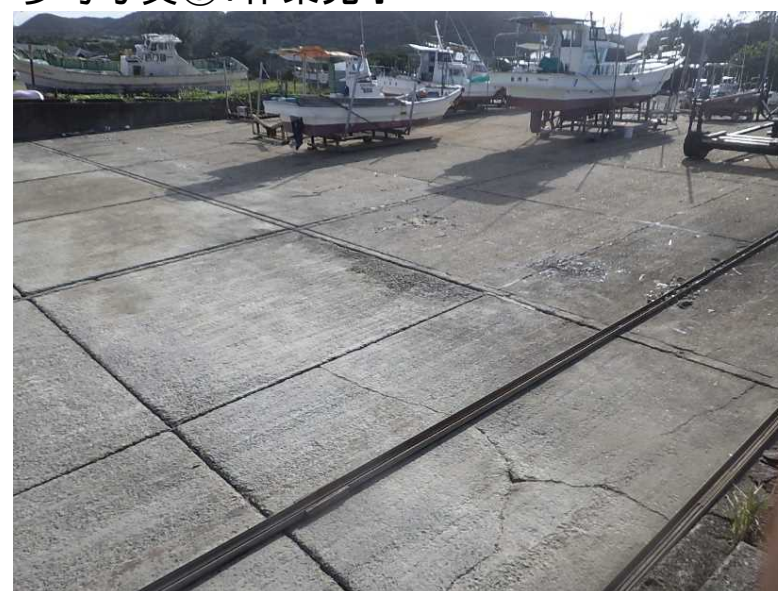


手箕(てみ)

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 <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	約1.5m <sup>3</sup> /時・台
その他参考情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>

## 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 <sup>3</sup> 、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

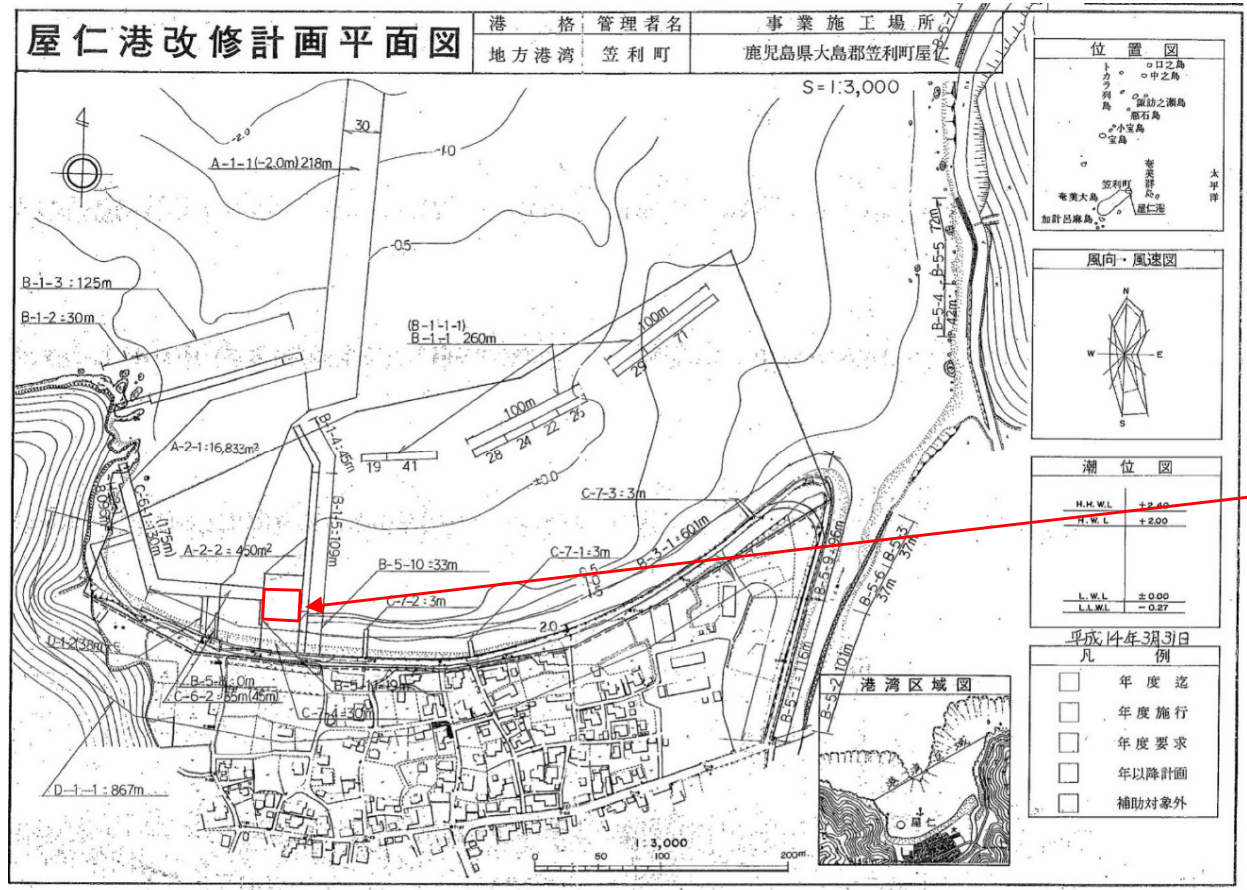
# ⑥バックホウ（陸上）

## 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)





# ⑥バックホウ（陸上）

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 <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	約1m <sup>3</sup> /時・台
その他参考情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>

## 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 <sup>3</sup> 、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

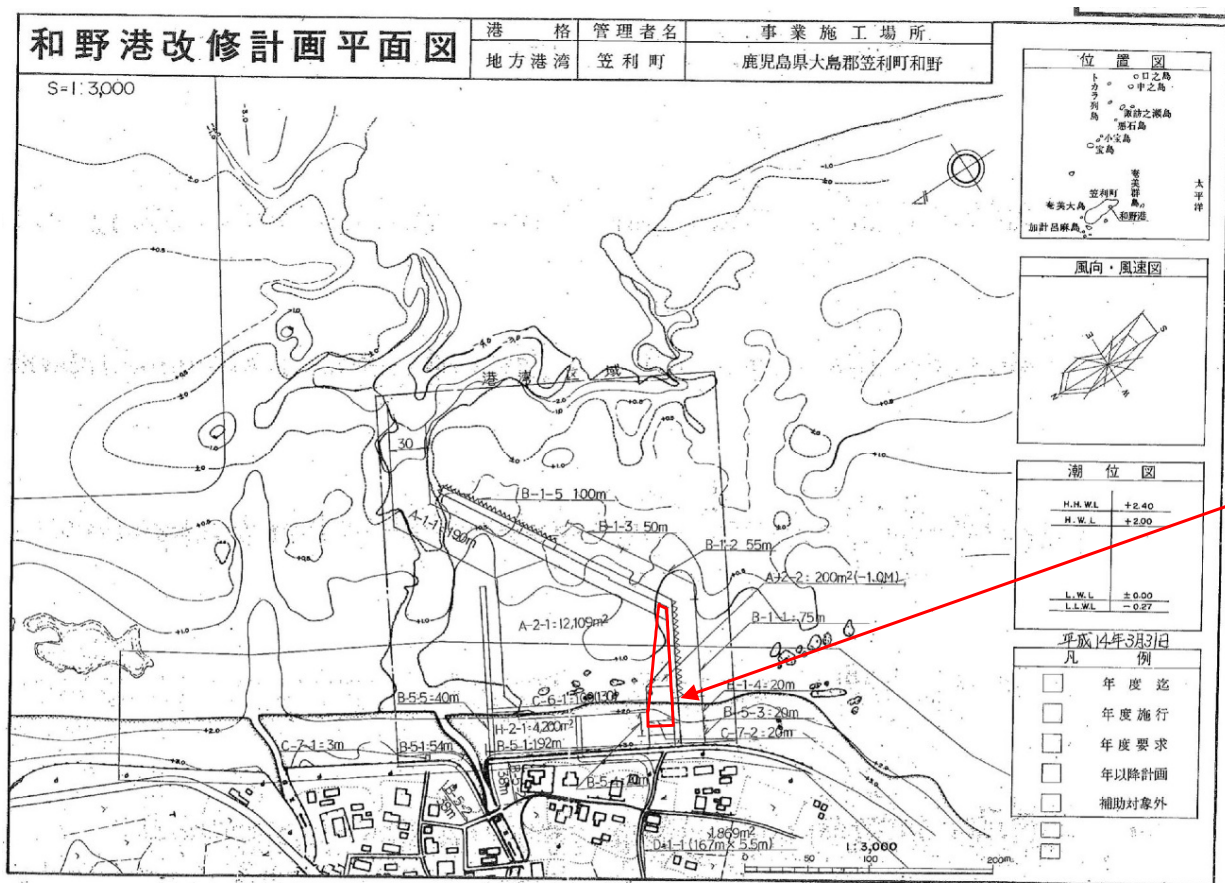
# ⑥バックホウ（陸上）

## 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

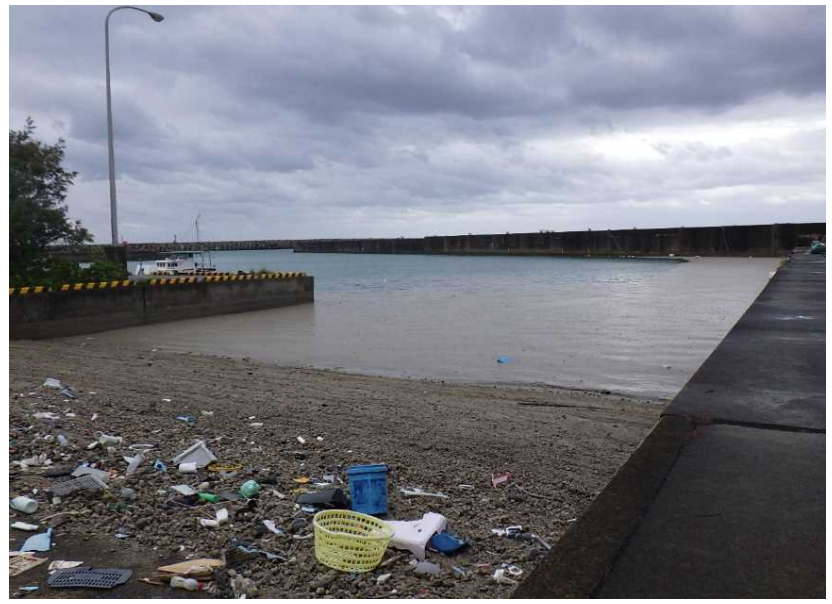
- 施工開始にあたり、漂着ゴミを人力により仕分ける作業が必要であった。
- バックホウを用いる場合でも、仕上げ作業には人力による作業が必要。
- バックホウによる作業と、人力による作業を併用することで効果的な回収作業が可能であった。
- 手箕(てみ)を使用することで、角スコップを使用する場合より効率よく集積することが出来た。
- 人力集積作業では、雪かき用のスコップがあればさらに効率よく集積することが出来るのではないか。

## 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)



# ⑥バックホウ（陸上）

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



# ⑦クレーン及びバックホウ（陸上）

## 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 <sup>3</sup> (クレーン:120m <sup>3</sup> 、バックホウ:80m <sup>3</sup> )
単位あたりの回収量	クレーン:12m <sup>3</sup> /時、バックホウ:8m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> )	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

# ⑦クレーン及びバックホウ（陸上）

## 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1m<sup>3</sup>/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0.3m<sup>3</sup>/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)

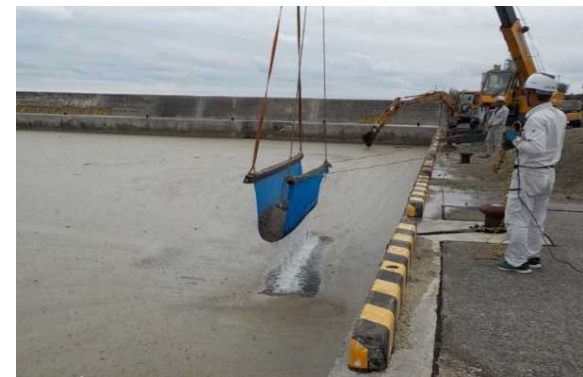


参考写真①-1: 防風ネットから作成した網



# ⑦クレーン及びバックホウ（陸上）

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)



# ⑧シルトフェンス+バックホウ（陸上）

（※他1漁港で同様に実施）

## 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 船揚場はシルトフェンスで軽石を寄せ集め、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 <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	約12m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> )	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
シルトフェンス	20m	船揚場の軽石集積に使用



# ⑧シルトフェンス+バックホウ（陸上）

## 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

- スケルトンバケツは、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、軽石をシルトフェンス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



# ⑧シルトフェンス+バックホウ（陸上）

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



## ⑧シルトフェンス+バックホウ（陸上）

（※他1漁港で同様に実施）

## 1. 回収方法の概要

- ① 港口にシルトフェンスを設置し、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シルトフェンス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 <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	約11m <sup>3</sup> ／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 <sup>3</sup> )	3台	0.7m <sup>3</sup> 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	シルトフェンス進水用
ダンプトラック(4t)	2台	仮置き場までの運搬用
シルトフェンス	200m	港口での軽石侵入防止対策
シルトフェンス	100m	港内軽石集積用
船外機船	1隻	シルトフェンスの海上運搬、港内軽石集積作業で使用

## ⑧シルトフェンス+バックホウ（陸上）

### 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、シルトフェンスを二重に設置した。
- 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

#### くにかみぐんくにかみそん 辺土名漁港（沖縄県国頭郡国頭村）軽石漂着状況

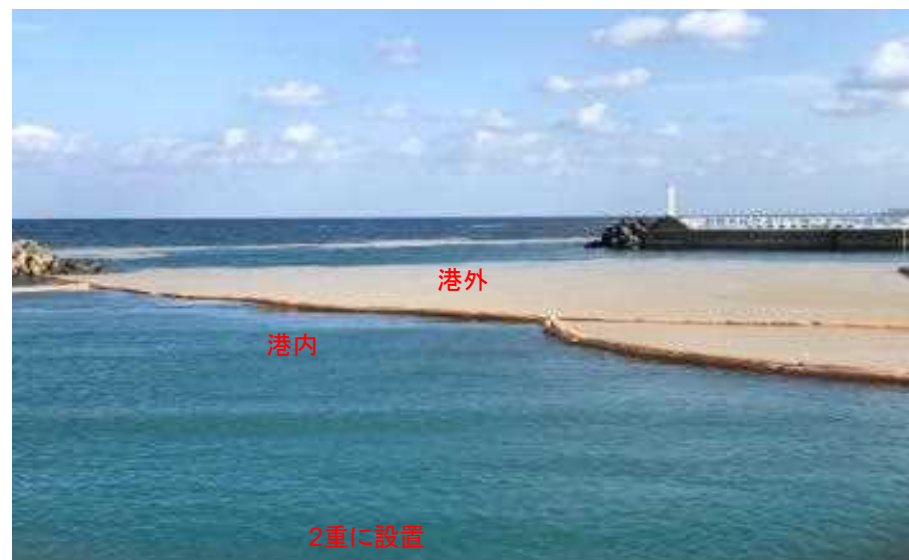


# ⑧シルトフェンス+バックホウ（陸上）

参考写真①-1: クレーンによるシルトフェンスの進水



参考写真①-2: 港口における侵入防止対策



参考写真②-1: 船外機船によるシルトフェンスの運搬



参考写真②-2: シルトフェンスでの軽石の集積



参考写真③: スケルトンバケット(メッシュ装着)



# ⑨バックホウ及び人力の併用（陸上＋小型船）

## 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 <sup>3</sup> 、0.7m <sup>3</sup> 軽石陸揚げ

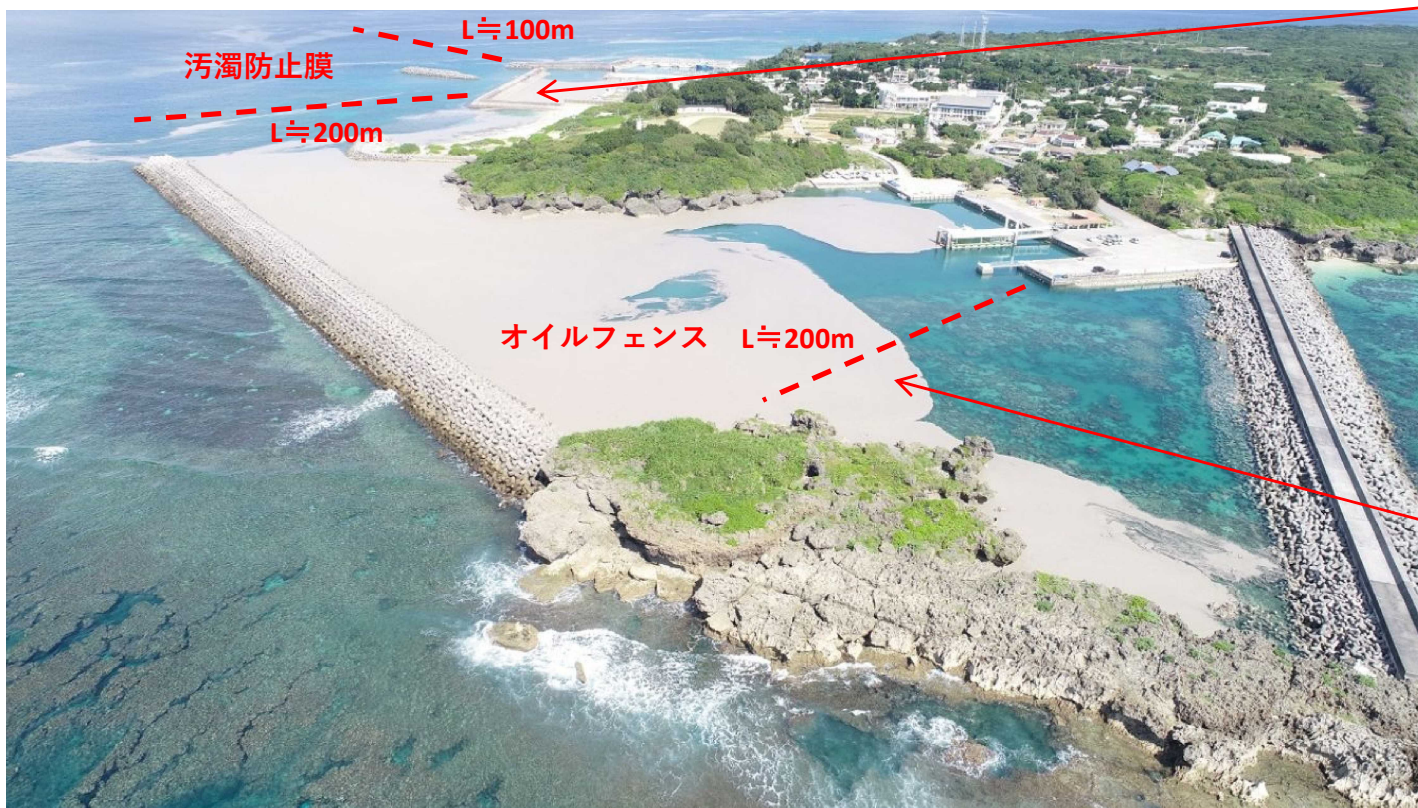
# ⑨バックホウ及び人力の併用（陸上＋小型船）

## 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

- 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)

# ⑨バックホウ及び人力の併用（陸上＋小型船）

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





## 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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> 、最大積載量8,500kg、理論風量75m <sup>3</sup> /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



# ⑩強力吸引車（陸上）

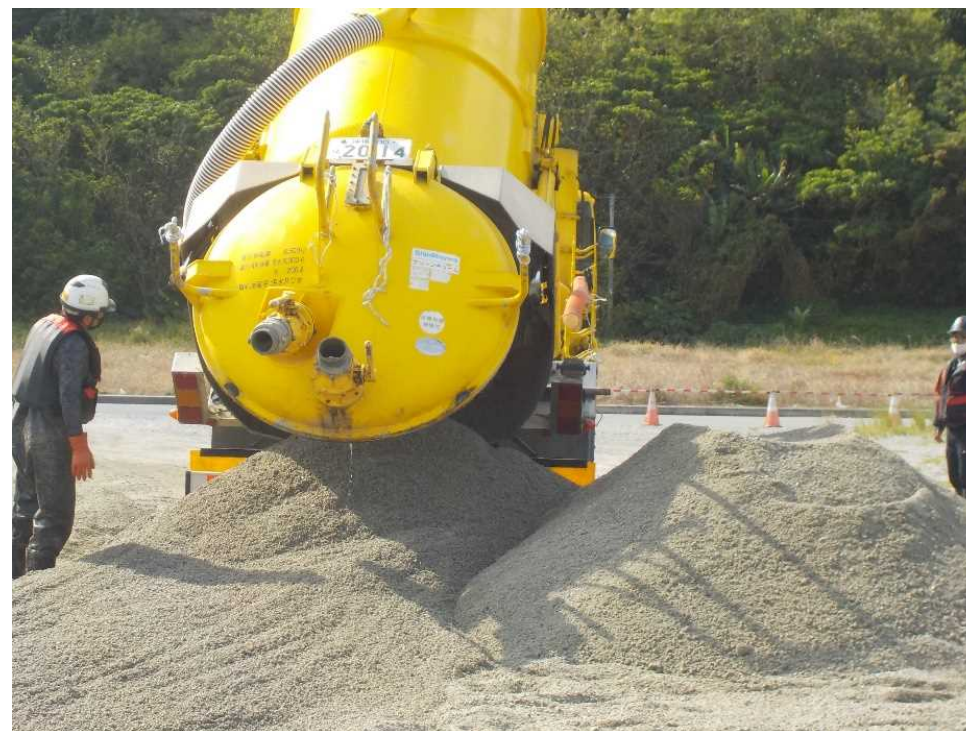
参考写真①: 収集状況



参考写真②: 収集状況



参考写真③: 軽石排出状況



# ⑪ 人力（<sup>じょれん</sup>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 <sup>3</sup>
単位あたりの回収量	0.2m <sup>3</sup> /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

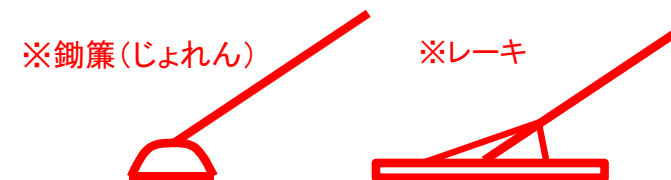
# ⑪ 人力（<sup>じょれん</sup>鋤簾、スコップ）

## 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

