軽石除去装置（サブマリンクリーナー工法（改良型））の開発について

（一社）全日本漁港建設協会・環境維持保全工法研究会

１．はじめに

令和３年８月に発生した「福徳岡ノ場(ふくとくおかのば)」(図-1) の海底火山の噴火 (図-2) により発生した軽石が、令和３年 10 月末には鹿児島県及び沖縄県の複数の港湾・漁港において漂流・漂着が確認された。

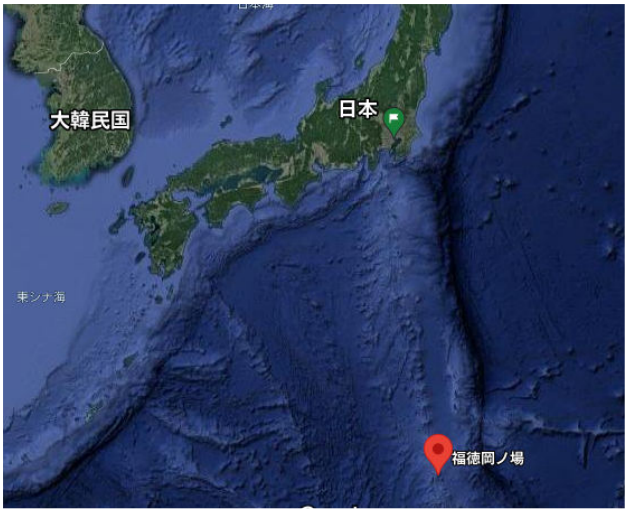

図-1　福徳岡ノ場(ふくとくおかのば)位置図

図-2　福徳岡ノ場(ふくとくおかのば)の噴火

海流等の状況によっては、本州や四国などの港湾・漁港に軽石が漂流・漂着することも想定されている。

これ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、漁業及び人流、物流への更なる支障の発生も懸念されている。

このため、(一社) 全日本漁港建設協会が事務局を務める環境維持保全工法研究会では、漁港や漁場等の水域環境の保全を図るため、軽石除去装置の研究、開発及び沖縄での実証実験を行った。

以下、これらについて報告する。

２．軽石の漂着状況と対策

１）軽石の漂着状況

令和 3 年 10 月末より鹿児島県及び沖縄県の複数の港湾・漁港に漂流・漂着した軽石は、現在に至っても港湾・漁港に漂着しており、海上の風向きにより移動している。(図-3)

図-3　軽石で埋め尽くされた羽路内海

このため、漁業者が漁船を出港することが出来ない漁港が存在し、1 月 22 日現在で 696 隻が出漁できていない。

このような状況下、港湾・漁港の管理者により適時、軽石の漂着毎に除去作業が行われており、1 月 22 日現在、沖縄においては約 20,000m3 を回収

している。

図-4　漁港の入り口にオイルフェンスを設置

また、漁港の防波堤には、軽石が漁港に流入しないようにオイルフェンスを設置しているが、漁船の出入りに支障をきたし、漁業活動に影響を与えている。(図-4)

２）軽石を除去する工法

現在施工されている工法は、10 月の軽石漂着時から試行錯誤され様々な工法により軽石を除去している。

(1)網による人力除去

軽石の回収は確実にできるが、人力による為、除去に時間がかかり、大量の軽石を除去するには適していない。

(2)バックホウのバケットによる除去

陸上に設置したバックホウのバケットにより軽石をすくい軽石を除去する。身近な機械により施工は容易に出来るメリットはあるが、バケットですくうと同時に海水も大量に入ってくる為、除去率が悪い。また、陸上からとどかない海上での回収は難しい。

(3)砂採取船等大型船による除去

作業船が大型の為、外港での作業は機械も大きく大量に軽石と海水を取り込むことができるが、水深が浅い漁港内での作業はできない。

以上のことから、港湾・漁港における泊地等の水深の浅い海域で漂流する軽石が厚い場所において効率よく軽石を除去出来る装置の開発が必要である。

３．軽石の除去

１）漂流軽石の特徴

軽石は、海上の風により移動する為、昨日漂着した軽石が翌日には無くなるという現象も見られる。

漁港内に漂着した軽石は、防波堤により遮られ一度港内に入ると風向きが変わっても全て港外へ出て行かない。

軽石の厚みは、風に押し付けられることにより厚くなり、厚いところで 30ｃｍから 50ｃｍ、港外では、軽石が拡散し数センチとなる。

軽石の除去効率を上げるためには、厚みをもって漂流する漁港内等の吹き溜まりで除去するのが良いと思われる。

軽石の存在は、海面の他、中層に漂うものや海底に浮泥のように堆積するものもある。

このため、軽石を除去するにあたり、浮いている軽石が船舶の冷却水の取り込み口を塞ぎエンジンが故障する場合や、海面の軽石を除去後、漁船のスクリューにより海底の軽石が舞い上がり、船舶のエンジンに影響を与えることも考えられる。

軽石の除去をポンプを用いて行う方法が最も効率的と考えられるが、軽石の特徴を考慮した上で工法を検討する必要がある。

２）軽石除去工法(ポンプ)

(1)軽石を効率よく回収する基本方法

軽石は浮いているため、水中ポンプを海面に設置しても海水を大量に上げ軽石の除去率は、かなり悪い。除去率を上げるため、水中ポンプを海面ギリギリまで上げるとポンプが空気を吸ってしま

い海水も上げることが出来ない。

このため、一度、浮いている軽石を１ヶ所に集めて、海水を足しながらポンプで吸い上げる方法を採用することとした。

(2)室内実験による検証

国立大学法人長崎大学の室内水槽にて室内実験を行った。軽石の代わりに細かく砕いた発泡体を使用し、発泡体の基本的な流れ及び水流の発生を検証した。(図-5)

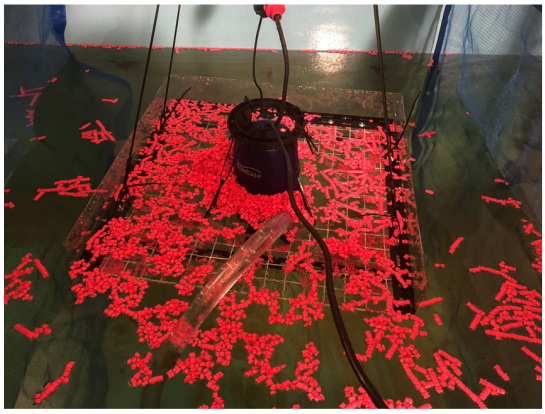

図-5　室内実験

次に、実際に沖縄で回収した軽石を使用し、模型実験により軽石の除去率を数量化した。(図-6)

図-6　軽石による模型実験

(3)実験を踏まえた軽石除去装置の設計

これらの実験を踏まえ、サブマリンクリーナー（ＳＭＣ）工法(図-7)を改良し、軽石除去装置を開発することとした。

サブマリンクリーナー（ＳＭＣ）工法とは、海底の土砂及び浮泥を濁らず（密閉式の為２次拡散することがなく）底質の表面から 10 ㎝除去することができる新技術で薄層浚渫や底質改善に用いられる。

サブマリンクリーナー工法は、密閉吸引式薄層浚渫で海底の底質を表層から厚み約 25 ㎝をジェットでかき混ぜ、本体内に舞い上がった細かいシルトだけをサンドポンプで吸い上げて、底質を厚み約 10 ㎝除去することができる。

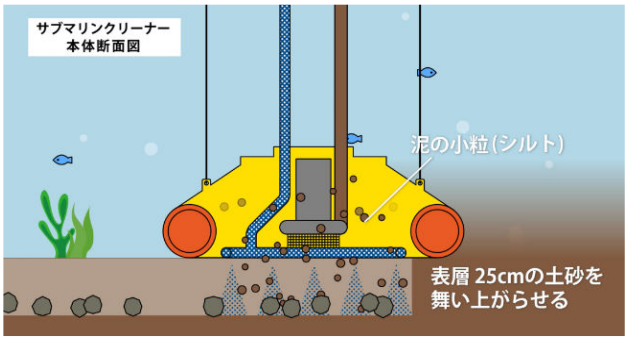

図-7　海底の浮泥を除去するｻﾌﾞﾏﾘﾝｸﾘｰﾅｰ工法

軽石除去装置の基本的な形のイメージとしては、海上の軽石を効率的にすくい取る形の「ちりとり」とした。(図-8)

また、効率よく回収する動作イメージとしては、「鍋の灰汁を取る」作業とした。(図-9)

図-8「ちりとり」

図-9「鍋の灰汁取り」

軽石除去装置は、製作コストの削減のため、サブマリンクリーナー工法で使用しているラージクリーナーの半分を使用することとし、そこに軽石の流入口及び両側にフロートを設置した。水中ポンプにて吸い上げるため、軽石の粒径を ５ｃｍ以

下とし、粒径 5cm を超える軽石とゴミがポンプに詰まらないよう流入口に網を設けた。(図-10)

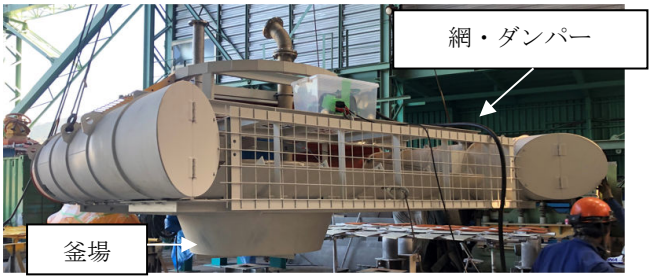

図-10　軽石除去装置

また、軽石を効率よく装置内に流入させるよう軽石の厚みに合わせるダンパーも流入口に設置した。(図-10)

最終的には、装置内に溜まった軽石を水中ポンプで陸上へ吸い上げる為、ポンプが吸い上げやすいように釜場を設置した。

釜場においては、装置内で軽石が海水に浮いた状態になり軽石の下の海水だけが吸引される可能性があった為、ポンプ上部より釜場に向けて海水をジェット噴射させ、ポンプを中心に渦を作り、軽石の除去率が向上するようにした。(図-10)

４．沖縄での軽石除去装置の実証実験

１）実証実験場所

実証実験場所は、沖縄県名護市の仲尾次漁港内で羽地漁業協同組合協力のもと令和 4 年 1 月 13 日に実施した。(図-11)

図-11　沖縄県北部名護市仲尾次漁港

仲尾次漁港は、羽地内海に位置する閉鎖的な海域のため、羽地内海に軽石が流入すると風向きが変わっても羽地内海よりなかなか外に出て行かない。(図-12)

図-12　羽地内海の仲尾次漁港

しかし、軽石は、風向きにより仲尾次漁港に出入りを繰り返ししていた。(図-13)

図-13　仲尾次漁港

２）実証実験の実施

仲尾次漁港内のヤードにて軽石除去装置を組み立て、ラフテレーンクレーンにて吊上げて海上に浮かべた状態で設置した。(図-14)

図-14　軽石が浮いている海上に浮かんだ軽石除去装置

軽石除去装置を稼働させ、軽石の厚みに合わせてダンパーを調整しながら軽石を装置内に回収し、ポンプにて陸上のタンクへ軽石を揚げた。(図-15)

図-15　軽石を陸上へ揚げた軽石

３）実証実験結果

実証実験を行って陸上へ揚げた軽石の計量を行った。(図-16)

図-16　軽石の計量

実証実験を行った結果、軽石を 1.29m3/分を陸上に揚げた。(表-1)

所要時間	除去数量	含石率
1 分	1.29m3	43%
1 時間	77.4m3	
1 日（6 時間）	464.4m3	

表-1　軽石除去実績

通常、ポンプ浚渫における含泥率は、配管の閉塞があるため、30%が限界となる。

今回の実証実験の結果としては、含石率（海水中の軽石の割合）が 43%とポンプ浚渫の限界を超える良い結果が得られた。

５．今後の課題

「福徳岡ノ場(ふくとくおかのば)」の海底火山の噴火による軽石は、未だ沖縄県周辺海域で確認されてる。また、今後、トンガ諸島の海底火山の噴火などによる軽石の発生も考えられる。

このため、今後も災害復旧事業等による軽石の除去を実施しながら検証を行い、さらなる除去効率の向上や陸上に揚げた軽石の活用方法の検討が必要となる。

参考文献

(1) 環境維持保全工法研究会ホームページ
https://kankyoiji.jp/

(2) 漂流軽石回収に関する技術・アイデア集（国土交通省）