第１章

サブマリンクリーナー（SMC）工法の概要と積算条件

１－１　サブマリンクリーナー（SMC）工法の概要

１－１－１　工法の説明

サブマリンクリーナー（SMC）工法は、水を濁らすことなく水底に堆積した土砂、浮泥又は有害物質を 2 次拡散することなく除去できる工法である。

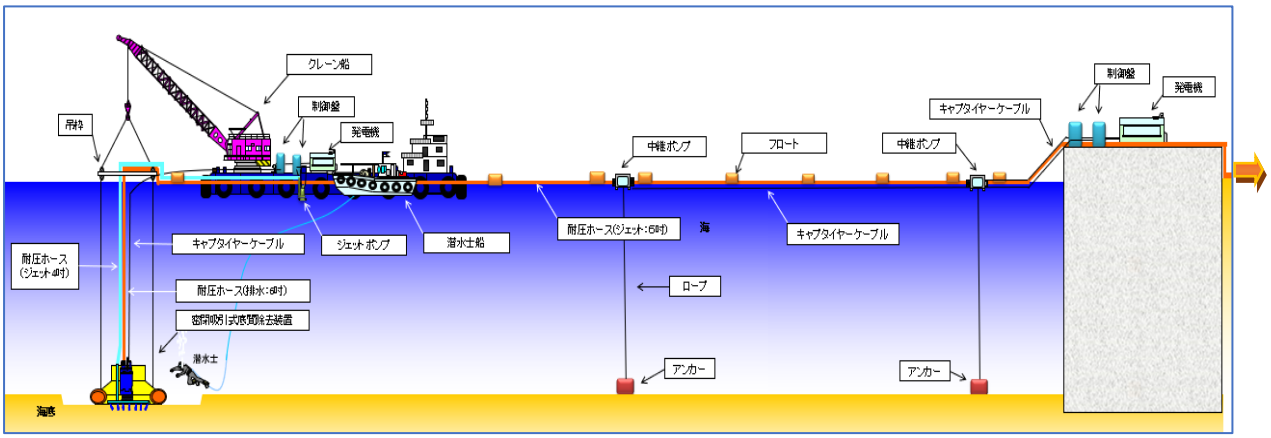
サブマリンクリーナー噴射状況

浚渫作業中の海底（水中）

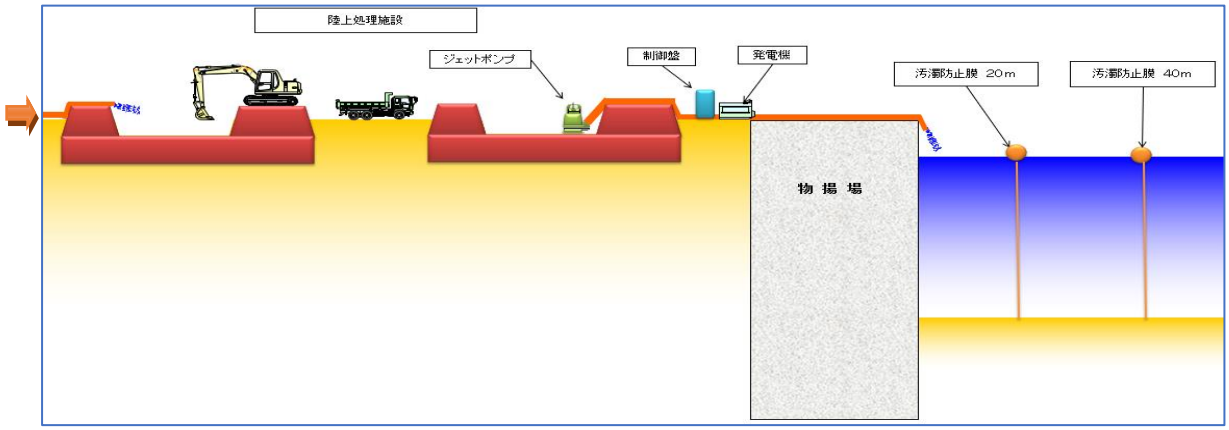
浚渫では、ポンプ浚渫の高濃度薄層浚渫の部類に入り、水底に堆積した土砂等を薄く、濃く周囲を濁らずに除去できます。

浚渫時は、濁らない為、汚濁防止膜及び汚濁防止枠が必要ありません。

揚泥される土砂の量が既存の浚渫工法と比べ大幅に減容でき、大きな埋立地を必要としません。



旋回起重機船によるサブマリンクリーナー（SMC）工法



陸上処理施設（例）

１－１－２　サブマリンクリーナー（SMC）工法の表彰実績及びNETIS登録

(1) 平成21年（2009 年）3 月

第1回　水産基盤技術開発賞　優秀賞

主　催：（財）漁港漁場漁村技術研究所

（社）水産土木建設技術センター

後　援：水産庁

表彰状

水産基盤技術開発賞
優秀賞
九州大学大学院工学研究院環境都市部門　教授
神野健二殿

貴殿の開発された技術は第一回水産基盤技術開発賞の選考において優秀と認められましたのでここに表彰します

平成二十一年三月三十日

水産基盤技術開発賞選考委員会

(2) 平成23年（2011 年）7月

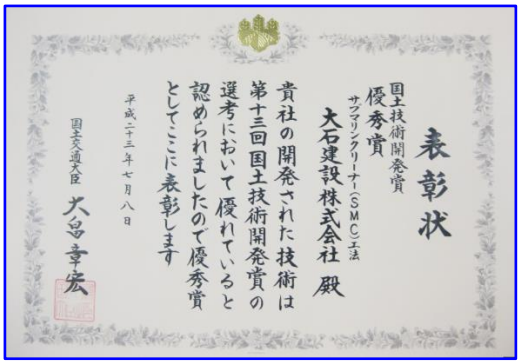
第13回　国土技術開発賞　　優秀賞

（国土交通大臣表彰）

主　催：　（財）国土技術研究センター

（財）沿岸技術研究センター

後　援：国土交通省


表彰状

国土技術開発賞
優秀賞
サブマリンクリーナー（SMC）工法
大石建設株式会社　殿

貴社の開発された技術は第十三回国土技術開発賞の選考において優れていると認められましたので優秀賞としてここに表彰します

平成二十三年七月八日

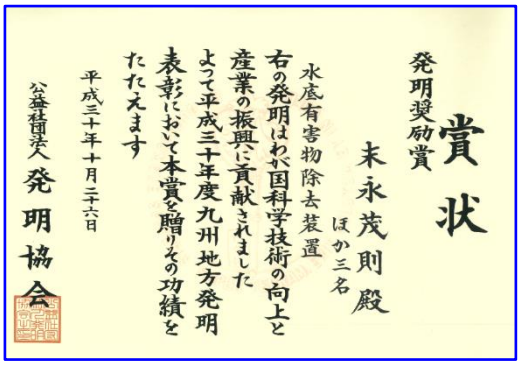
国土交通大臣　大島幸宏

(3) 平成30年（2018 年）10月

平成30年度九州地方発明表彰

発明奨励賞

主　催：　（公）発明協会


発明奨励賞

賞状

未永茂則　ほか三名　殿

水底有害物除去装置

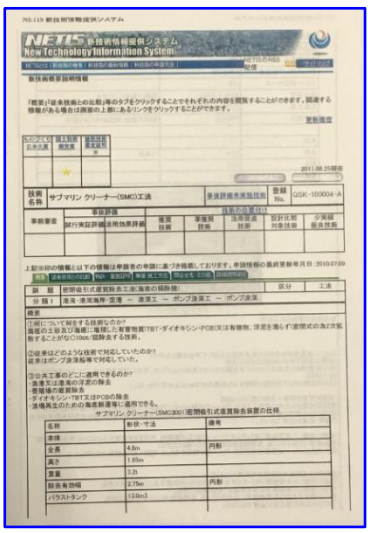
右の発明はわが国科学技術の向上と産業の振興に貢献されましたよって平成三十年度九州地方発明表彰において本賞を贈りその功績をたたえます

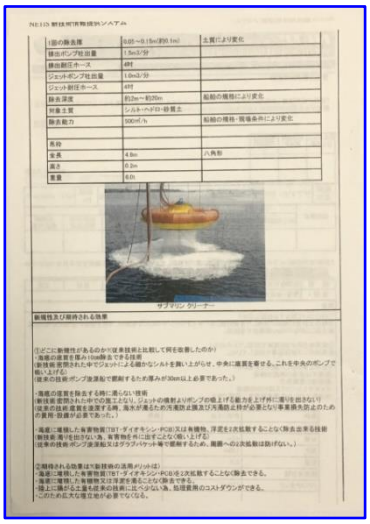
平成三十年十月二十六日

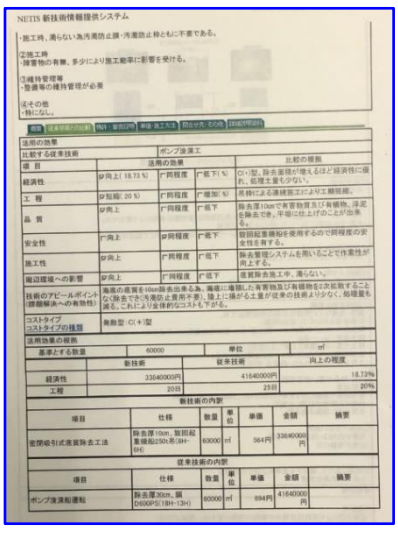
公益社団法人　発明協会

(4) 平成22年（2010 年）7月～平成27年（2015 年）6 月　5 年間

国土交通省　新技術NETIS登録　QSK-100004


NETIS 新技術情報提供システム
New Technology Information System





１－１－３　サブマリンクリーナー（SMC）工法の特徴

サブマリンクリーナー（SMC）工法の主な特徴

（1）【　10cmの薄層浚渫　】10cm～15cmという薄さで浚渫可能！（ラージクリーナー）

海底の土砂及び海底に堆積した有機物又は浮泥を10cmという必要な厚みで除去が可能です。

（2）【　濁らず施工　】養殖場の近くでも濁らずに薄層浚渫！

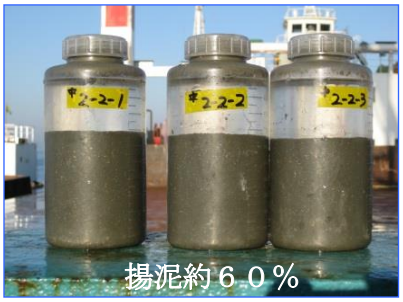
密閉式の為、既存グラブ工法と異なり濁らずに施工できる為汚濁防止膜・枠共に必要なく、また有害物等の2次拡散の心配もいりません。

（3）【　高い含泥率　】効率よく底質を揚げる事ができます！（ラージクリーナー）

海底の表泥（シルト）を海水と同時に揚泥含泥率約60％

（4）【　浚渫土砂の減容化　】処分する土砂が少なくなります！

浚渫土量が少ないため広い処分場は不必要となり総合的な費用もコストダウンできます。

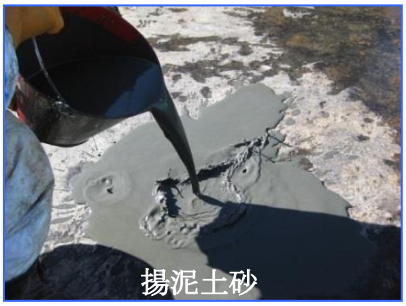


（5）【　軟弱地盤に対応　】沈み込まない！

クリーナー本体に取付けたバラストタンクの調整により軟弱地盤でも沈み込むことなく施工が可能です。

（6）【　スピード施工　】スムースな連続施工！

クレーン船で吊枠を吊下げクリーナー本体をスムースに移動させ連続施工ができます。



（7）【　耕耘効果　】海底の底質の耕耘効果があります！

海底の底質に向かってジェットを噴射するので底質の耕耘効果があります。

（8）【　海にやさしい工法　】海底に凸凹を造りません！

除去厚が薄く、連続施工なので海底で貧酸素になりやすい凸凹を造りません。

（9）【　コストダウン　】工法専用船舶では無いので、陸上輸送可能！

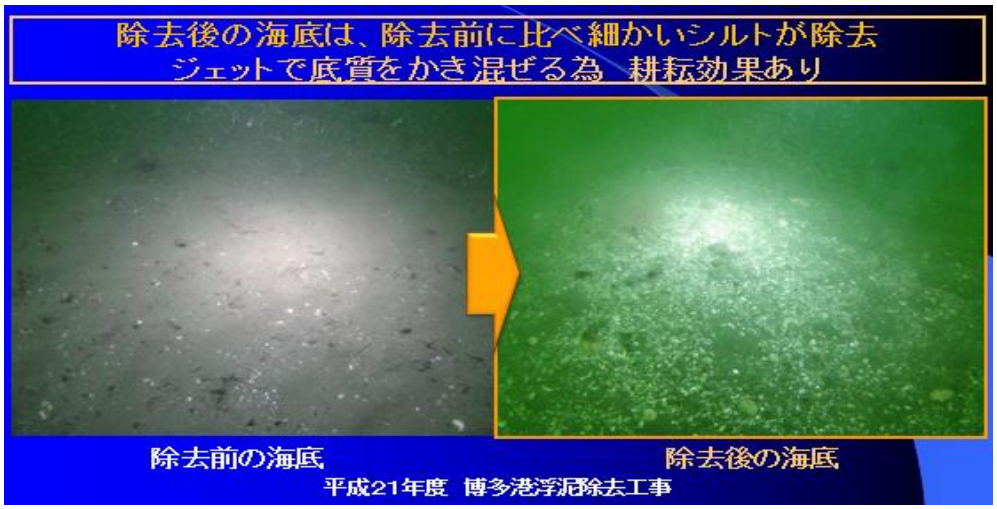
工法専用船舶ではなく、装置だけ陸上運搬できるので運搬費のコストダウンが出来ます。

（10）【　地域にやさしい工法　】既存の工法と比べ音が静か！

クレーン船での施工で有る為、グラブ浚渫と比べ音が静かで地域住民の方迷惑を掛けることなく施工できます。

１－１－４　サブマリンクリーナー（SMC）工法の効果

（1） 漁場の浮泥除去

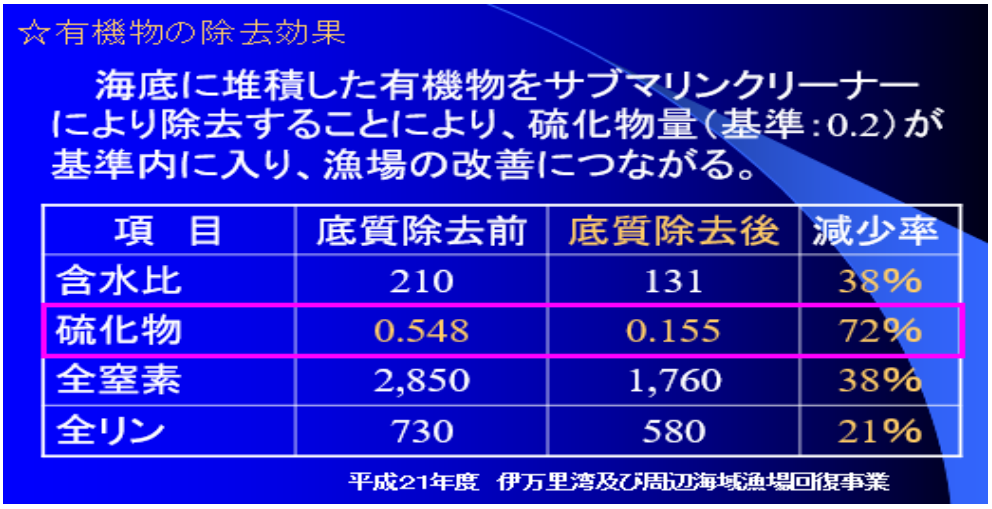


（2） 赤潮対策の土木的手法

（3） 捨石上の砂、浮泥の除去

(4) セシウム除去

(5) 硫化物等及び重金属の除去



項　目	底質除去前	底質除去後	減少率
含水比	210	131	38%
硫化物	0.548	0.155	72%
全窒素	2,850	1,760	38%
全リン	730	580	21%

(6) 地盤改良後の汚濁防止膜内の浮泥の除去

１－２　サブマリンクリーナー（SMC）工法の適応条件

サブマリンクリーナーの適応条件は下記の通りです。

(1) 土質適応範囲

表　１－２－１　バージョン別土質適応範囲

土質	サブマリンクリーナーバージョン		
	ラージクリーナー	ミドルクリーナー	スモールクリーナー
浮泥	◎	◎	◎
粘土	△	△	△
粘性土	△	△	△
砂質土	◎	◎	◎
砂	◎	◎	◎
レキ	△※1	△※1	△※2
岩	×	×	×

※1 排水ポンプの能力によるが、標準装備で粒径5cmまで浚渫可

※2 排水ポンプの能力によるが、標準装備で粒径0.5cmまで浚渫可

(2) 配管距離と揚程

排水耐圧管は、標準装備のポンプを使用した場合、基本的に配管距離150m毎に中間ポンプを設置必要がある。

現場の状況によるが配管距離 150m 毎に中間ポンプを設置することにより1，000m の配管も可能である。

揚程は、使用する排水ポンプの製品能力にして従う。

配管長が長くなるに従い、配管摩擦により排水能力が低下するので注意する必要がある。

中継ポンプ

揚泥状況

１－３　サブマリンクリーナー　バージョン

１－３－１　全バージョン

サブマリンクリーナー（SMC）工法の装置は、3つのバージョンがあります。

各々、施工内容、施工条件によって用途が異なります。

(1)全バージョン標準仕様

表　１－３－１　バージョン別標準仕様

		ラージクリーナー （大規模・海用）	ミドルクリーナー （中規模・河川用）コンテナ	スモールクリーナー （小規模・溜池用）
適　　用		赤潮ﾌﾟﾗﾝｸﾄﾝのｼｽﾄ除去 浮泥の除去 海底に堆積した重金属 （表層より25cm撹拌し10cm除去）	湖・河川・ダム・ため池の 堆積物の除去 汚濁防止膜で堆積した土砂の除去 （掘削用）	福島第一原発事故由来の セシウムの除去 堆積物除去 （表層10cm用）
施工条件	１日の施工時間	6 時間	6 時間	6 時間
	施工水深	1～40 m	0.5～40 m	0.2～20 m
能力	１日の施工面積	3,000 ㎡	1,000 ㎡	100 ㎡
	１日の浚渫土体積	300 m3	100 m3	20 m3
	1時間の揚泥水体積	90 m3	90 m3	30 m3
	1回の除去厚	0～150 mm	0～300 mm	0～150 mm
	１日の泥水量	540 m3	1,080 m3	180 m3
本　体	全長（L）八角形	4,500 mm	2,200 mm	1,350 mm
	高さ（H）	1,300 mm	1,300 mm	1,110 mm
	重量	3.5 t	1.80 t	0.3 t
	バラストタンク	3.4 m3	1.8 m3	0.3 m3
	ジェット	120.0 孔	64.0 孔	22.0 孔
	除去有効幅（φ）	2,750 mm	1,100 mm	650 mm
	排出ポンプ吐出量	1.5 m3/分	3 m3/分	0.5 m3/分
	耐圧ホース	4 吋	4 吋	3 吋
	ジェットポンプ吐出量	1.0 m3/分	1.0 m3/分	0.3 m3/分
	耐圧ホース	4 吋	4 吋	2 吋
	吊ワイヤー	16 mm	13 mm	13 mm
吊　枠	全長（八角形）	4,800 mm	3,600 mm	1,500 mm
	高さ	200 mm	300 mm	100 mm
	重量	6.0 t	1.3 t	0.6 t
組合せ船舶				
		旋回起重機船（標準：250t吊）	標準：潜水士船	専用台船又は潜水士船

(2) サブマリンクリーナーの基本的な構造

(3) 船舶・機械組合せ

表 1－3－2 バージョン別船舶・機械組合せ

	海上作業			陸上作業
	旋回起重機船 クレーン付台船	専用船 （潜水士船級）	専用台船	クローラークレーン ラフターレーン
ラージクリーナー	○（基本250t吊）	×	×	○
ミドルクリーナー	○	○	○	○
スモールクリーナー	○	○	○	○

(4) 全バージョン共通の特徴

① 水を濁らずに浚渫が出来る。（汚濁防止膜及び汚濁防止枠が不要）

水底にサブマリンクリーナーの本体をお椀で蓋をするようにセットし、ジェットで底質の表層をかき混ぜます、濁った泥を本体中央のポンプで吸い上げます。

この時、本体外部より内側に向かって水流が発生しますので、浚渫作業中でも周りの水は濁らず、潜水士により目視しながら作業が出来ます。

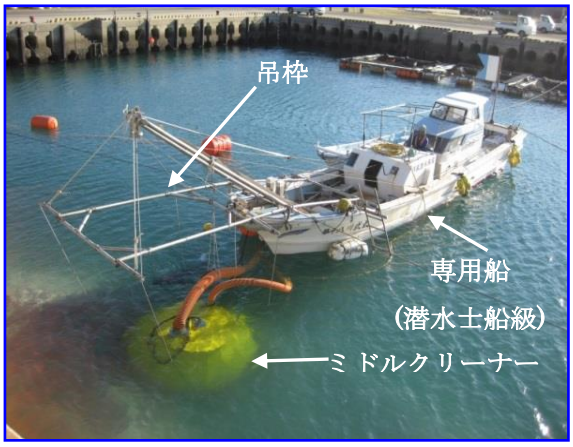
浚渫作業中の海底（水中）

汚濁防止膜は不要！

② 吊枠とセット

作業効率を向上のためサブマリンクリーナー本体の上に吊枠を取付けワイヤーロープで繋ぎます。
吊枠の作用により、本体が海底で連続施工ができ、作業効率が上がります。

ラージクリーナー組立状況



ミドルクリーナー組立状況

③ 軟弱地盤にも対応できるバラストタンク

サブマリンクリーナー本体にバラストタンクが装備されている為、軟弱地盤での施工の場合、バラストタンクの空気を調節して自重を軽くできます。

また、バラストタンクにより水中での本体重量を軽くでき本体の移動を容易にしています。

ラージクリーナー	24分割	ミドルクリーナー	16分割	スモールクリーナー	8分割

ラージクリーナー　24 分割

ミドルクリーナー　16 分割

④ 全国どこでも陸上輸送できます。

全バージョン共に本体を分割してコンテナに載せて陸上トラック輸送が出来ます。

専用船ではない為、運送費のコストダウンが出来ます。(20t車で運搬する場合は特車許可が必要)

ラージ・ミドルクリーナー運搬状況

吊枠・ホース等運搬状況

１－３－２ ラージクリーナー 【海底の掃除機】 【薄層高濃度浚渫】

ラージクリーナーは、底質の表層から約 25cm（底質により異なる）ジェット噴射により底質をかき混ぜて、細かい泥、浮泥を本体のポンプで吸い上げます。この時、出来形として底質を約 10cm（実績より）除去できます。

（1）特徴

① 海底の土砂及び海底に堆積した有機物又は浮泥を10cmという必要な厚みで除去が可能です。

② 施工的には、吸い上げた泥水は、見かけの含泥率約 60％の割合で揚泥出来ます。

（2）実績及び効果

① 平成21年度（2009 年） 伊万里湾及び周辺海域漁場回復事業

発注者 国土交通省 建設業と地域の元気回復助成事業

5,000 ㎡（覆砂 2,500 ㎡ 厚さ 20cm） 浮泥除去 厚さ 10cm 効果：1-1-3 （5）参照

② 平成21年度（2009 年） 博多港浮泥除去工事

発注者 国土交通省 九州地方整備局 博多港湾・空港整備事務所

80,000 ㎡（200m×200m×2 ヵ所） 浮泥除去 厚さ 10cm 効果：1-1-3 （1）参照

③ 平成23年度（2011 年） 赤潮対策底質改善実証工事

発注者 鹿児島県 商工労働水産部 漁港漁場課

45,000 ㎡（23,000 ㎡＋22,000 ㎡） プランクトンのシスト除去 厚さ 10cm 効果：1-1-3 （2）参照

④ 平成30年度（2018 年） 中央防波堤外側外貿コンテナふ頭（−16m）航路・泊地しゅんせつ工事

発注者 東京都 港湾局 東京港建設局

供用開始前の岸壁前面の捨石上及び泊地水深確保の為、浮泥の除去（海図補正測量用浚渫）

（3）適用

③ 海底の表層に堆積した浮泥、硫化物、重金属、プランクトンのシスト等の除去

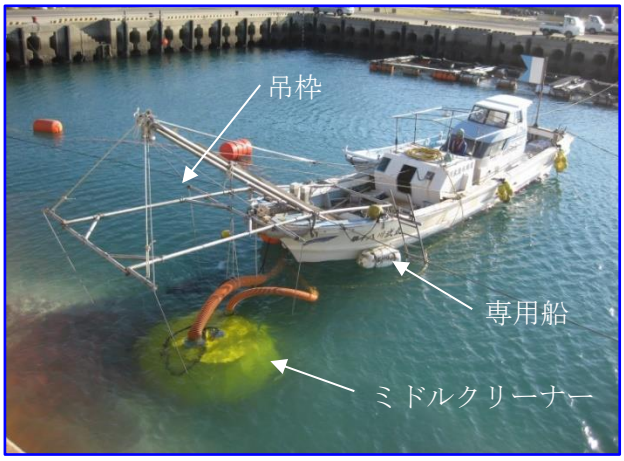
④ 閉鎖性海域等の大規模な海底の底質除去に適応

⑤ 施工船舶は、旋回起重機船（250t吊）を基本として3，000㎡/日の施工が可能である。

１－３－３ ミドルクリーナー 【海底の掃除機】 【薄層高濃度浚渫】 【浚渫】

ミドルクリーナーは、ラージクリーナー同様に底質の表層から 25cmかき混ぜて約 10cm除去できます。

また、ジェット構造がニ内側と外側の二重構造になっていますので、普通の浚渫も可能で、水底に本体を設置して稼働させると本体が沈み込んでいきます。



(1)特徴

① **ラージクリーナーのコンパクトタイプでジェット、排水能力はラージクリーナーと同等で砂、細かい土砂の浚渫に最適です。**

② **岸壁、物揚場等の前面の捨石上で石を乱すことなく浚渫が可能です。効果:1-1-3 (3)参照**

③ **海上保安部へ提出する岸壁の海図補正測量用浚渫に適しています。**

(2)実績及び効果

① **平成25年度(2013 年)小茂田港自然災害防止工事(浚渫工)** 専用船(潜水士船級)

発注者 長崎県 対馬振興局 河港課 砂 650m3 陸上処理 人口海水浴場へ砂を戻す

② **平成25年度(2013 年) 主要地方道大瀬戸西彼線道路改良工事(浚渫工)** 専用船(潜水士船級)

発注者 長崎県 県北振興局 道路建設第一課 土砂 450m3 汚濁防止膜で堆積した土砂の浚渫

③ **平成26年度(2014 年)玉ノ浦港海岸自然災害防止工事** 専用船(潜水士船級)

発注者 長崎県 五島振興局 河港課砂 917m3 陸上処理 人口海水浴場へ砂を戻す

④ **平成29年度(2018 年) 中城湾港(泡瀬地区)浚渫工事** 旋回起重機船 100t吊

発注者 沖縄県 中部土木事務所 3,000m3 地盤改良後の二次浚渫

⑤ **平成29年度(2018 年) 中城湾港(泡瀬地区)浚渫工事(H29-3)** ガット船 1,000m3 積

発注者 沖縄県 中部土木事務所 3,000m3 地盤改良後の二次浚渫

(2) 適用

① 大きな作業船の入らない漁港での施工が可能です。

② 移動した砂を戻すのに最適

③ 施工船舶は、専用船(潜水士船級)を基本として100m3/日の施工が可能である。

④ 水深が深い場合は、専用船(潜水士船級)ではなく旋回起重機船にて施工を行う。

１－３－４　スモールクリーナー　【浚渫】【小規模:ため池等】

スモールクリーナーは、大型の船舶、機械の使用が困難な農業用ため池等に適しています。ミドルクリーナーより能力は落ちますので能力に合わせた施工計画が必要となります。

ため池の水底の表層に堆積した福島第一検視力発電所由来のセシウムを88%除去が可能です。

(1)特徴

① スモールクリーナーは、2tトラックによる運搬が可能です。

② 排水ポンプを上下することにより、揚泥する土砂の大きさを変化させることが出ます。

(2)実績及び効果

① 平成24年度(2012 年)セシウム汚染底泥除去システム検証実験 (実証実験)

セシウム汚染底質除去　農協用ため池　660m2　厚さ 10cm　除去率88%

(3)適用

① 2t車ぐらいしか入らないため池等に対応。

② 陸上養殖場の底質除去に最適

③ 施工船舶は、専用台船を基本として20m3/日の施工が可能である。

１－３－５　標準施工組合せフロー図

標準的なサブマリンクリーナーのバージョンと船団及び陸上処理の組合せを下記に示す。

表　１－３－３　バージョン別フロー図

１－４ 積算条件

１－４－１ 適用工事とバージョン選定

(1) 適用工事

サブマリンクリーナー（SMC）工法の適用工事は以下の通りである。

① 港湾、漁港

岸壁・物揚場・泊地

浮泥の除去、維持浚渫、堆砂除去

岸壁前面の捨石上の浮泥・汚泥除去

地盤改良後の浮泥除去、汚濁防止膜内の浮泥の除去

② 環境改善

ヘドロ・重金属・セシウムの除去

赤潮のプランクトンのシスト（休眠細胞）の除去

養殖場の下の汚泥除去

③ 海岸整備

海浜砂の浄化

堆砂の除去移動

④ 河川整備

河道維持浚渫

⑤ 干拓整備

調整池内の浮泥・汚泥除去

アオコの休眠細胞の除去

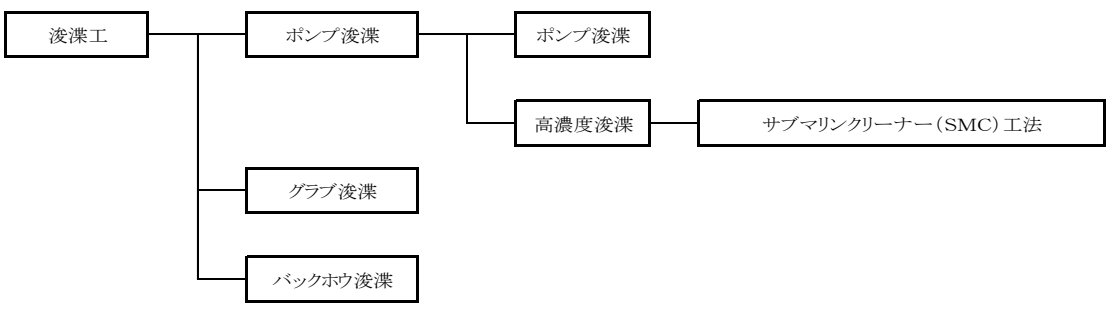
⑥ 湖沼、ダム、ため池

維持浚渫、堆砂除去

養殖場の下の汚泥除去

⑦ その他

(2)積算ツリー



１－４－２　工期の設定

サブマリンクリーナー（SMC）工法の工期は、以下の要素を勘案して設定する。

(1) 準備工

工事施工前に施工計画を立て、人員・船舶・機械の手配、地域住民・官庁等の協議を行い、約１ヵ月を要する。

(2) 機材運搬（搬入）共通仮設費

サブマリンクリーナー本体・吊枠及び耐圧管等をトレーラーに基地である長崎市より積込み現場まで運搬する。

(3) 耐圧管及びフロートの設置

施工に必要な長さの耐圧管の接続を行い、水上部分には 5m毎にフロートを取付ける。

陸上でラフテレーンクレーンを使用して組み立てを行い、水上は、潜水士船を併用して設置する。

(4) サブマリンクリーナー設置

① サブマリンクリーナー（SMC）工法の本体と吊枠をラフテレーンクレーンにて組立てる。

② 耐圧管の接続、及び本体と吊枠、耐圧管の設置を行い、次に発電機及びキャプタイヤケーブルの接続を行い、試験噴射を行う。

(5) サブマリンクリーナー作業日数

サブマリンクリーナー（SMC）工法での運転日数は、設計数量を日当り作業数量で除した値になる。

運転日数　＝　設計数量　÷　日当り作業数量

(6) 耐圧管及びフロートの撤去

設置と同様に耐圧管及びフロートの解体を行う。

(7) サブマリンクリーナー撤去

設置と同様に耐圧管、キャプタイヤケーブルの解体及び本体・吊枠の解体を行う。

(8) 機材運搬（搬出）共通仮設費

サブマリンクリーナー本体・吊枠及び耐圧管等をトレーラーに現場より基地である諫早市まで運搬する。

(9) 後片付け

使用船舶の回航及び陸上処理施設の撤去等の後片付けを行う。

(10) 工期の設定

上記の要素を現場条件に照らし合わせて工期日数を算定する。

また、休日及び作業中止日などを考慮する必要がある。

１－４－３ 使用船舶等の供用日数の設定

(1) 損料の算定

使用船舶等の損料は、原則として下記の最新の書籍を基本とする。

公益法人　日本港湾協会　「船舶および機械器具等の損料算定基準」(通称:赤本の付属書籍)

(2) 供用係数(港湾・漁港工事のみ採用)

供用係数については、原則として下記の最新の書籍を基本とする。

公益法人　日本港湾協会　「港湾土木請負工事積算基準」(通称:赤本)

各港湾の係数ランクごとの船舶供用係数(α)を使用する。

１－４－４ 標準運転時間の設定と作業休止条件

船舶機械の1日当たりの運転時間は、各現場の条件応じて定める。

基本的には、下記の表に定めた時間とする。

(1)標準運転時間

表 １－４－１ 標準運転時間

施工船舶	規格	標準運転時間	就業時間
旋回起重機船	250t吊	6h	8h
引　船	1000PS	2h	8h
専用船(潜水士船改良)	5t吊	6h	8h
サブマリンクリーナー本体	各種	6h	8h
吊　枠	各種	6h	8h

運転時間については、原則として下記の最新の書籍を基本とする。

公益法人　日本港湾協会　「港湾土木請負工事積算基準」(通称:赤本)

(2)気象・海象条件による作業中止

表 １－４－２ 標準作業中止基準

自然条件	作業中止基準
警　報	強風・波浪・高潮・大雨・洪水・濃霧・海上風注意報以上の発令時
風　速	平均風速　10m/s　以上
波　高	波　　高　1.5m　　以上
視　界	視　　界　1.0km　　未満
震　度	震度4以上　の地震発生時
津　波	津波注意報・警報発令時

各現場の作業中止基準及び現場条件を検討の上、安全を優先し作業の中止を決定する。