

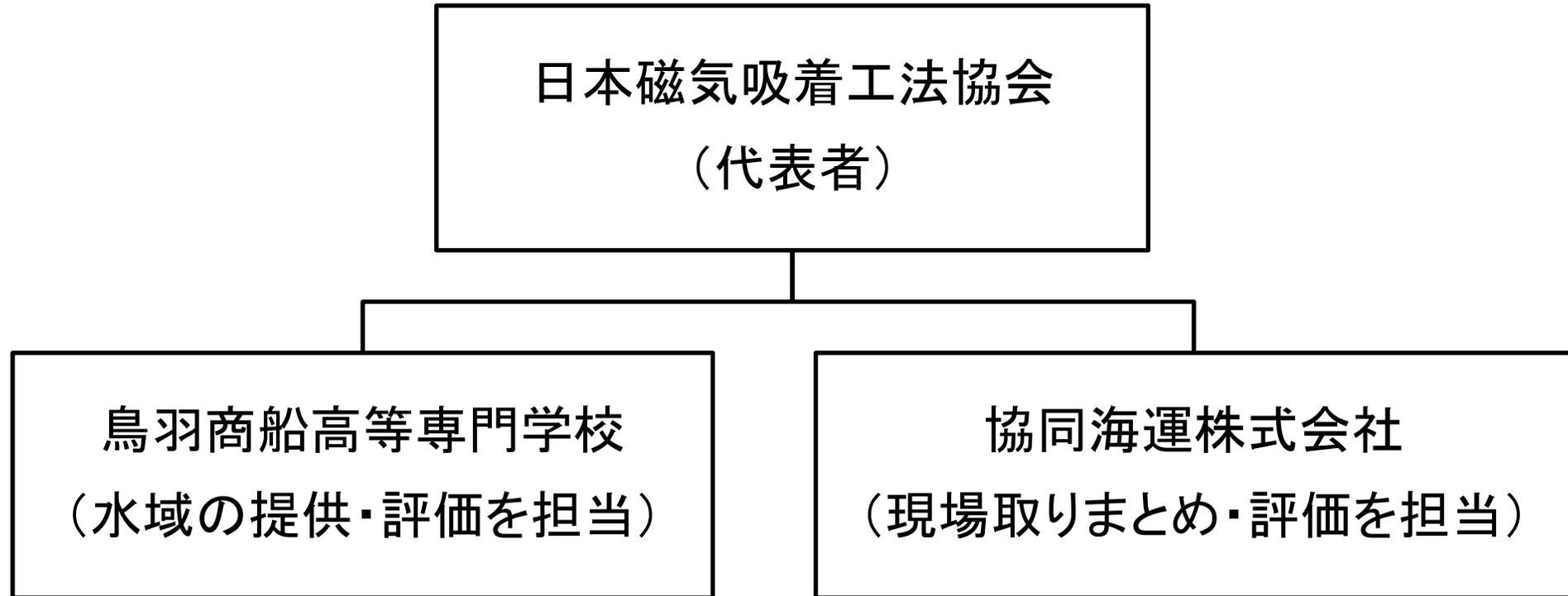
ROVを用いた 海洋構造物の腐食防止のための 研掃工程の実証

一般社団法人日本磁気吸着工法協会

鳥羽商船高等専門学校

協同海運株式会社

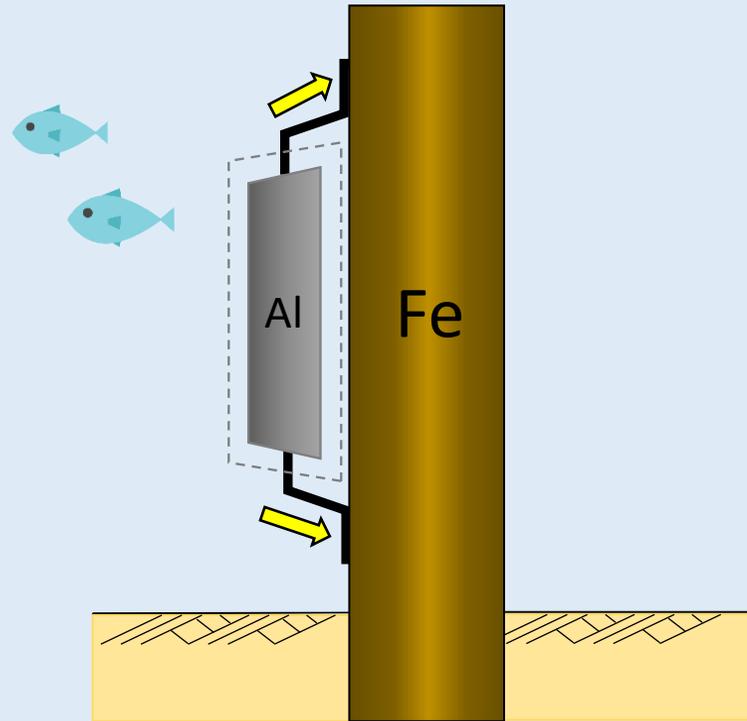
実施体制



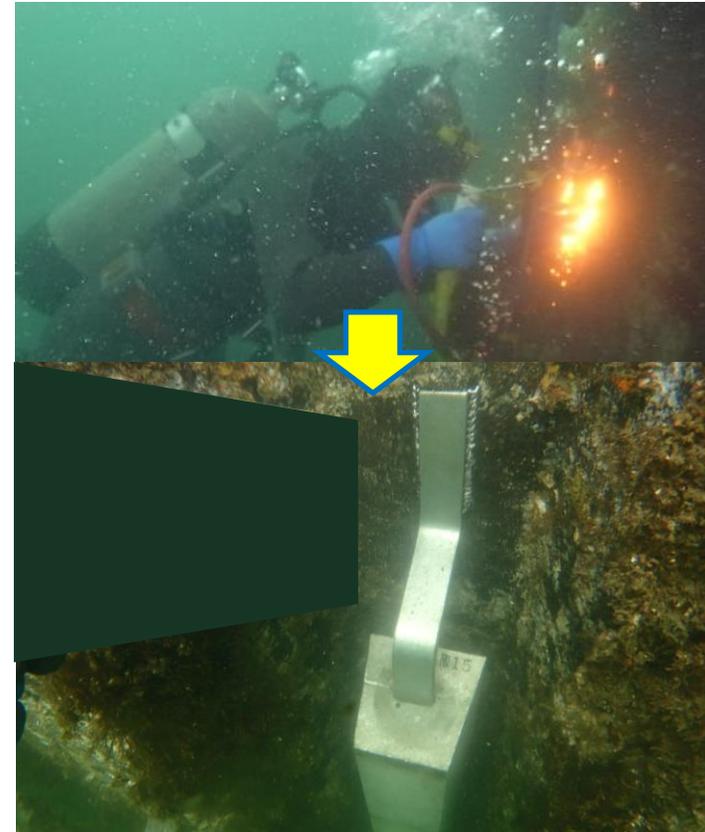
電気防食とは

海洋構造物の腐食対策

アルミ陽極が溶けて防食電流を供給



従来は水中溶接で取付

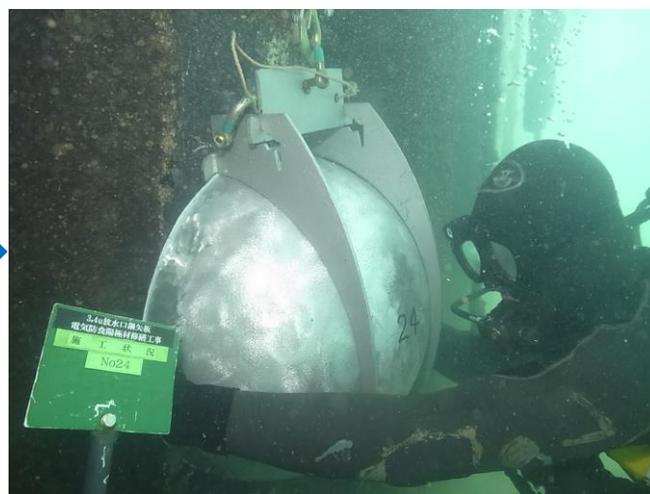


磁気吸着工法とは

本協会が開発した陽極を磁石で取り付ける工法



①ケレン



②運搬



ネオジム磁石

③吸着

従来の工法(水中溶接)よりも作業効率3倍向上



磁気吸着工法
《施工動画》

開発目標

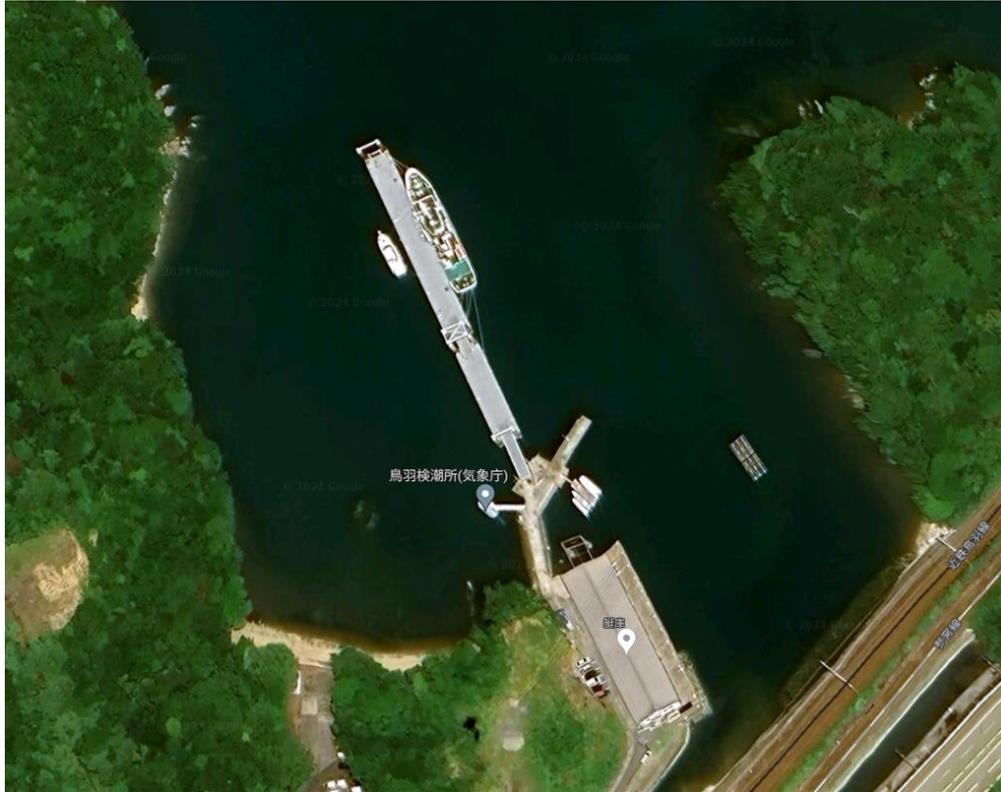
人を水中に入れず、

①ケレン ②陽極の運搬 ③取付

まで行えるROVの開発



実証水域



鳥羽商船高等専門学校（三重県鳥羽市）浮き栈橋

実験内容

実験①：ケレン工具の選定

⇒ 付着生物や錆を除去し、鋼材のメタル面を平滑に露出させることができるか

実験②：粉塵回収システムの開発

⇒ ケレンによって発生した粉塵を回収することができるか

実験③：ケレン自動機の開発

⇒ ケレン工具を自動で往復運動させ、目標とする範囲をケレンすることができるか

実験④：ケレン自動機と粉塵回収システムを実装したROVの開発

⇒ ROV自身にケレンと粉塵回収を行わせることができるか

実験⑤：ROVによる陽極の運搬と取付動作の確認

⇒ ROVに40kgの陽極を牽引させ、相手の構造物に押し当てる実験を行い、性能を評価する

実験内容

実験①：ケレン工具の選定

⇒ 付着生物や錆を除去し、鋼材のメタル面を平滑に露出させることができるか

実験②：粉塵回収システムの開発

⇒ ケレンによって発生した粉塵を回収することができるか

実験③：ケレン自動機の開発

⇒ ケレン工具を自動で往復運動させ、目標とする範囲をケレンすることができるか

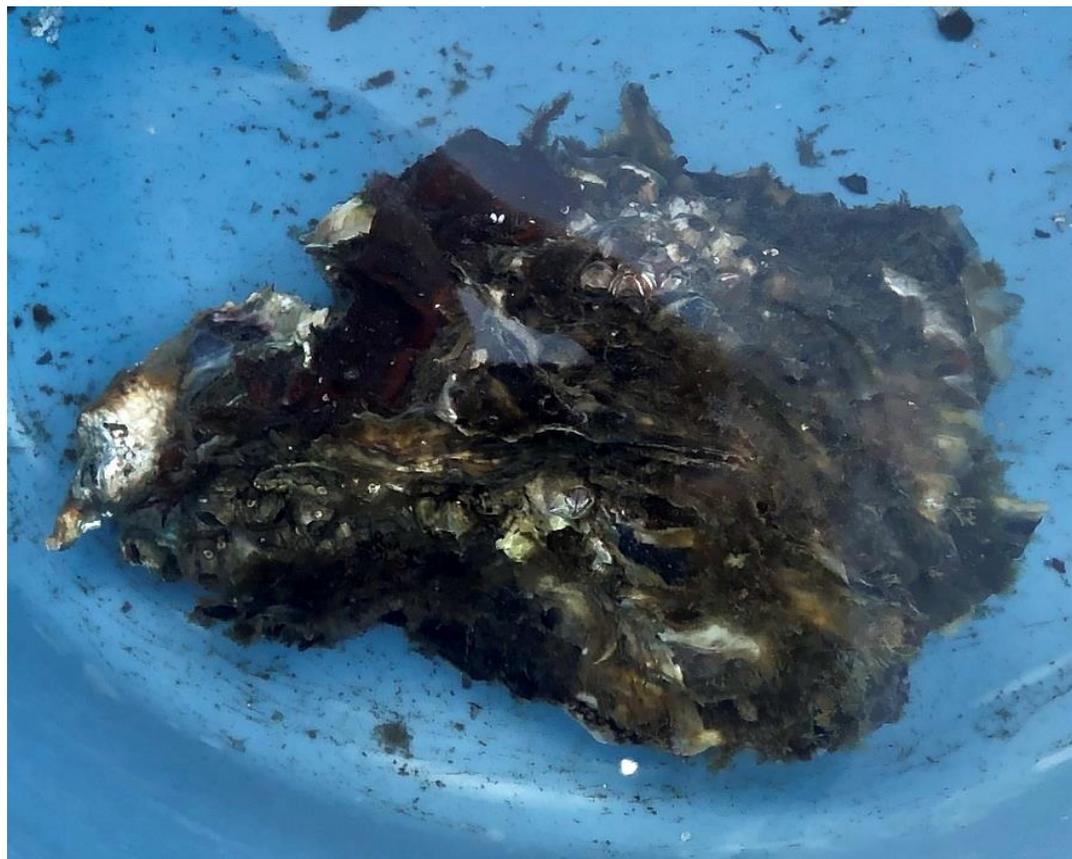
実験④：ケレン自動機と粉塵回収システムを実装したROVの開発

⇒ ROV自身にケレンと粉塵回収を行わせることができるか

実験⑤：ROVによる陽極の運搬と取付動作の確認

⇒ ROVに40kgの陽極を牽引させ、相手の構造物に押し当てる実験を行い、性能を評価する

実証条件



ケレン対象施設は、牡蠣殻（マガキ）が多層状に形成した表面

実験結果



砥石ディスク

疵だらけ



ダイヤモンドカップ

疵だらけ



ジェットニードル

実験結果



牡蠣殻除去後の仕上がり面が平滑

実験結果



錆を除去し、鋼材のメタル面を露出することも可能
つまり、特殊ケレン工具一つで付着生物の除去・除錆が可能

実験内容

実験①：ケレン工具の選定

⇒ 付着生物や錆を除去し、鋼材のメタル面を平滑に露出させることができるか

実験②：粉塵回収システムの開発

⇒ ケレンによって発生した粉塵を回収することができるか

実験③：ケレン自動機の開発

⇒ ケレン工具を自動で往復運動させ、目標とする範囲をケレンすることができるか

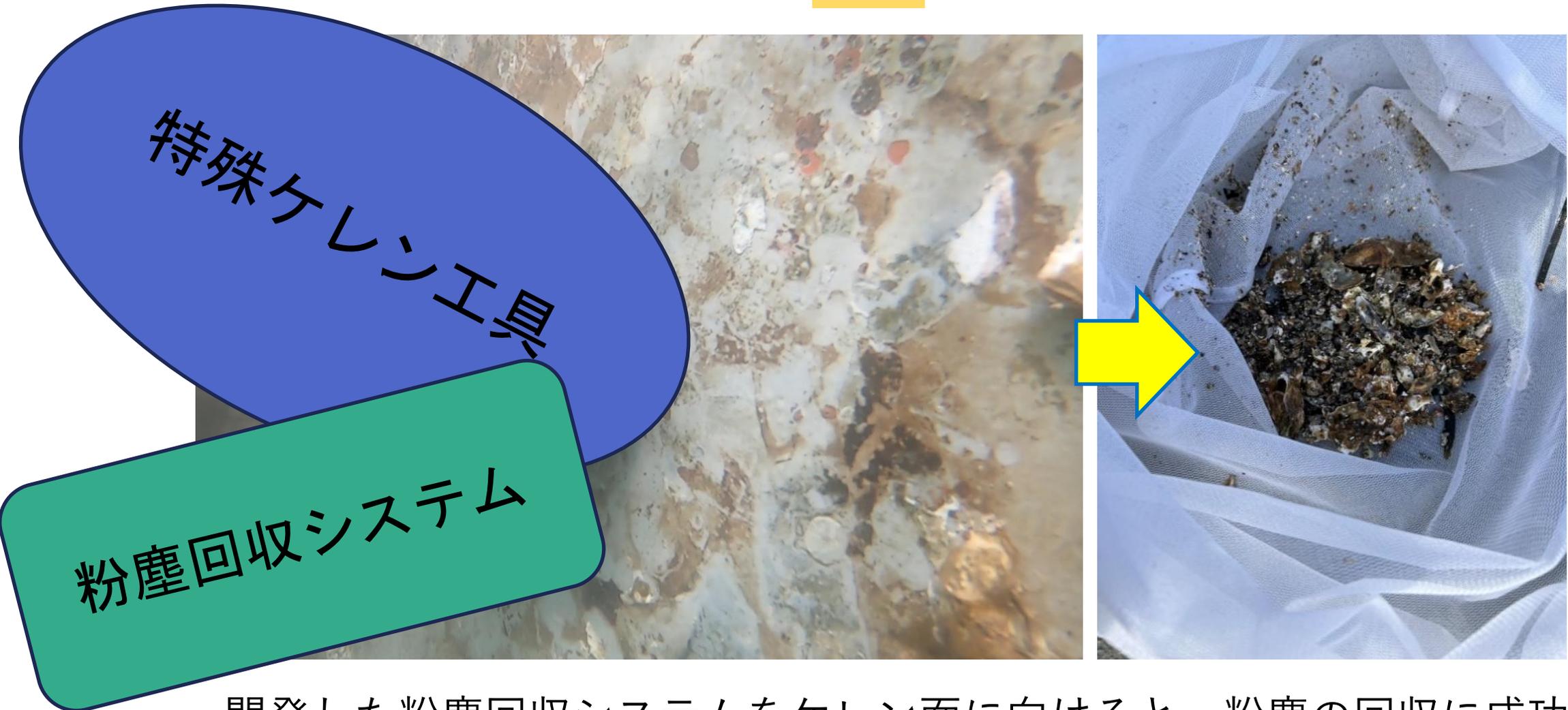
実験④：ケレン自動機と粉塵回収システムを実装したROVの開発

⇒ ROV自身にケレンと粉塵回収を行わせることができるか

実験⑤：ROVによる陽極の運搬と取付動作の確認

⇒ ROVに40kgの陽極を牽引させ、相手の構造物に押し当てる実験を行い、性能を評価する

実験結果



開発した粉塵回収システムをケレン面に向けると、粉塵の回収に成功

実験内容

実験①：ケレン工具の選定

⇒ 付着生物や錆を除去し、鋼材のメタル面を平滑に露出させることができるか

実験②：粉塵回収システムの開発

⇒ ケレンによって発生した粉塵を回収することができるか

実験③：ケレン自動機の開発

⇒ ケレン工具を自動で往復運動させ、目標とする範囲をケレンすることができるか

実験④：ケレン自動機と粉塵回収システムを実装したROVの開発

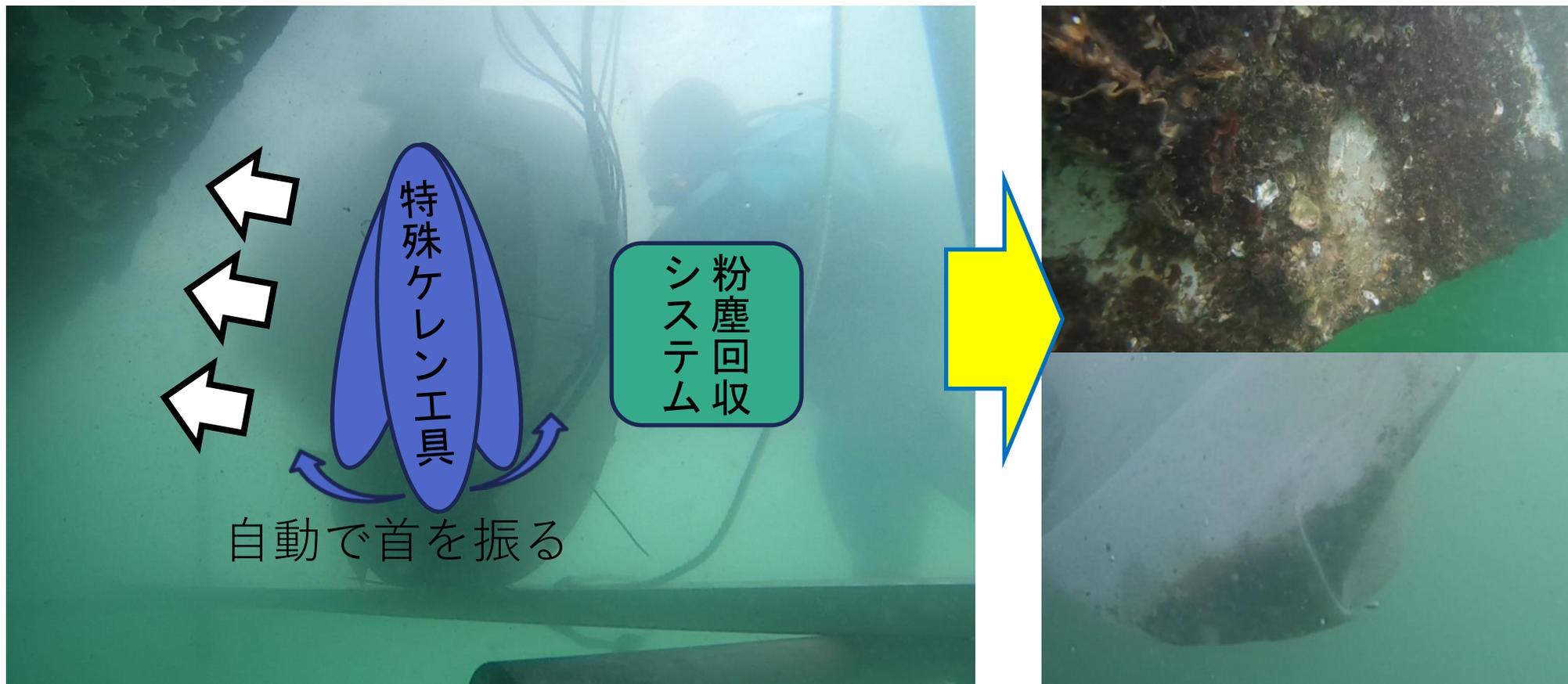
⇒ ROV自身にケレンと粉塵回収を行わせることができるか

実験⑤：ROVによる陽極の運搬と取付動作の確認

⇒ ROVに40kgの陽極を牽引させ、相手の構造物に押し当てる実験を行い、性能を評価する

実験結果

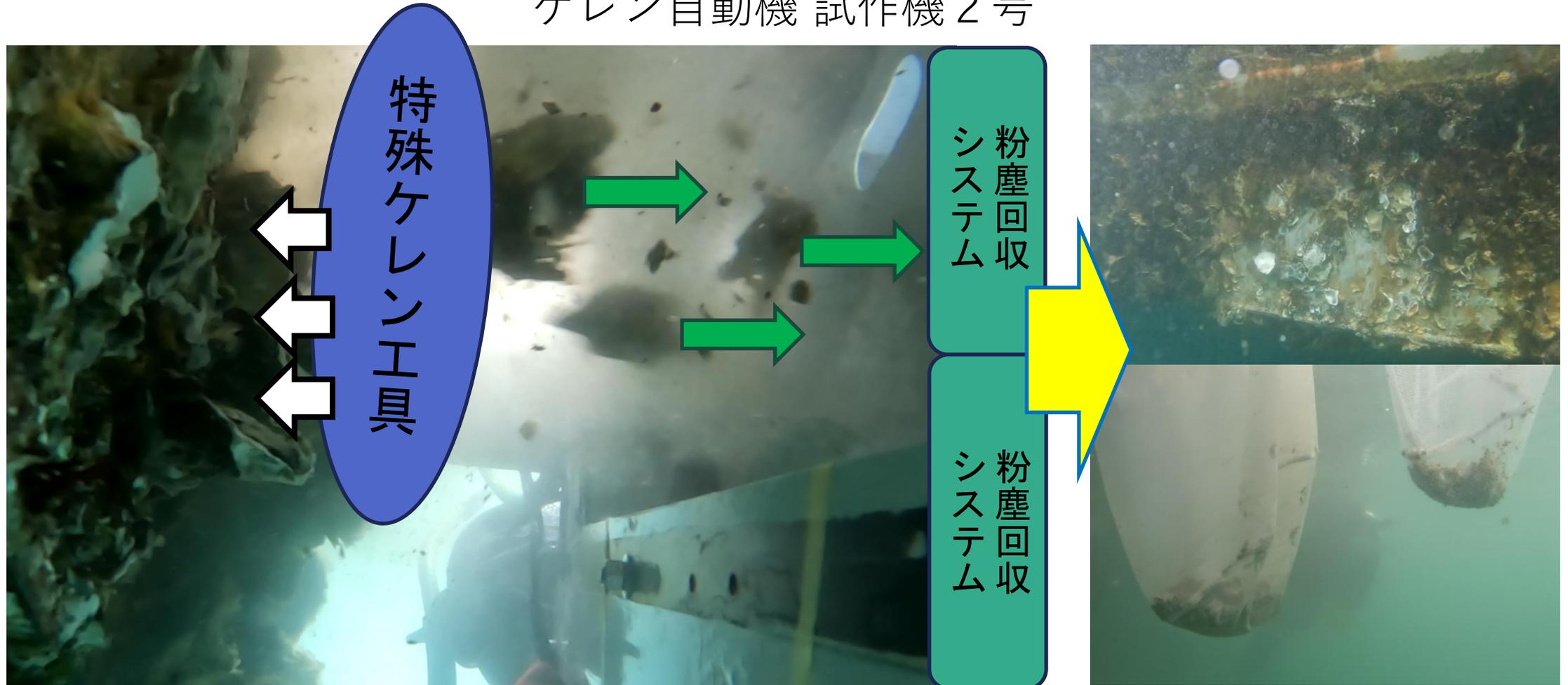
ケレン自動機 試作機 1号



約10分で直径約20cm範囲の牡蠣殻を除去でき、粉塵を回収できた
(ダイバーはスクレーパーを用いて1~2分で直径約30cm範囲を除去)

実験結果

ケレン自動機 試作機 2号



改良①首振り運動のパワーを強化→約10分で直径約30cm範囲をケレンできた

改良②粉塵回収システムを2基に増設→粉塵回収量も2倍に増えた

実験内容

実験①：ケレン工具の選定

⇒ 付着生物や錆を除去し、鋼材のメタル面を平滑に露出させることができるか

実験②：粉塵回収システムの開発

⇒ ケレンによって発生した粉塵を回収することができるか

実験③：ケレン自動機の開発

⇒ ケレン工具を自動で往復運動させ、目標とする範囲をケレンすることができるか

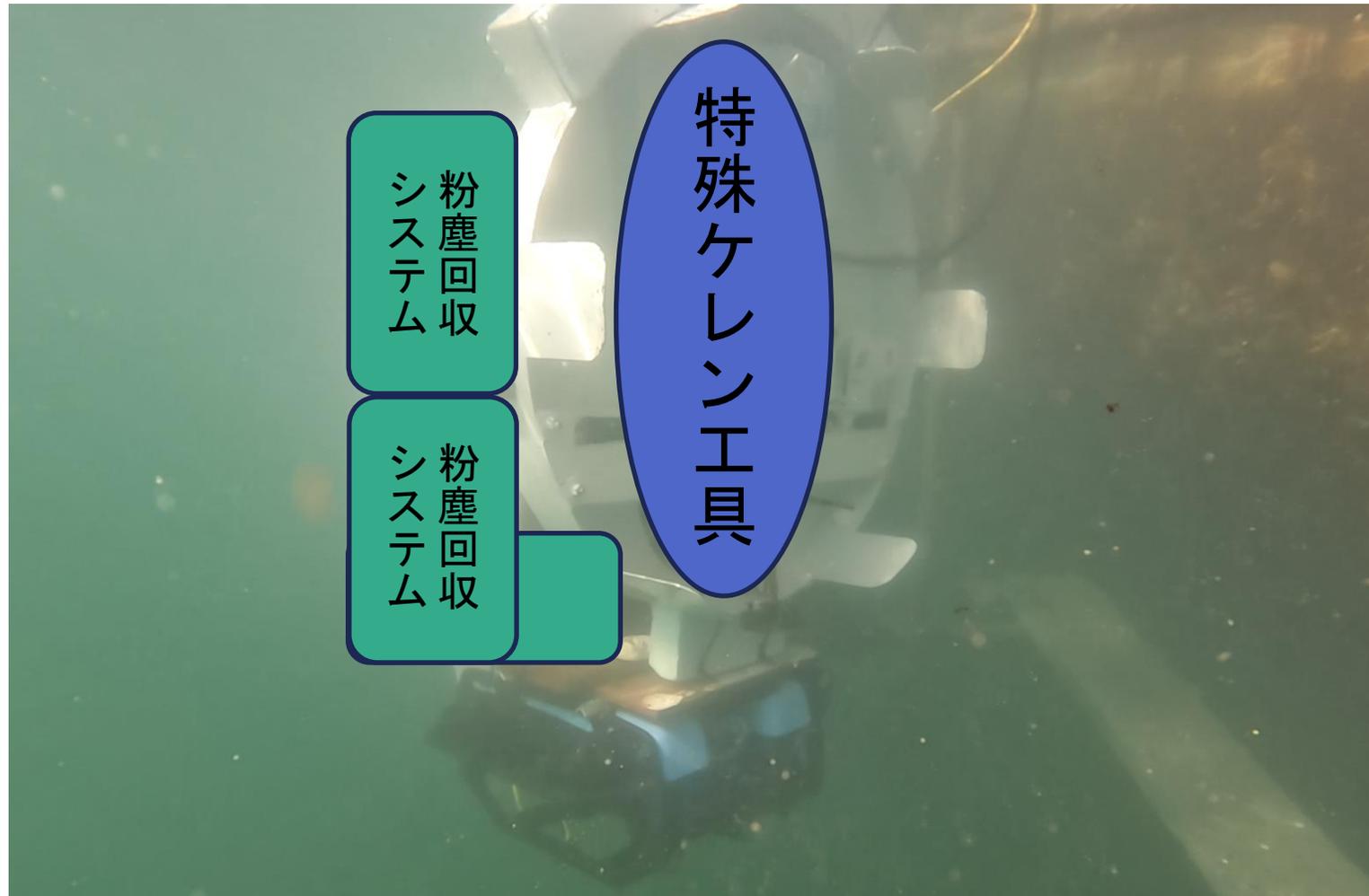
実験④：ケレン自動機と粉塵回収システムを実装したROVの開発

⇒ ROV自身にケレンと粉塵回収を行わせることができるか

実験⑤：ROVによる陽極の運搬と取付動作の確認

⇒ ROVに40kgの陽極を牽引させ、相手の構造物に押し当てる実験を行い、性能を評価する

実験結果



中性浮力で浮遊させることには成功したが、ROVのバッテリーが切れてケレンさせる実験は断念

実験内容

実験①：ケレン工具の選定

⇒ 付着生物や錆を除去し、鋼材のメタル面を平滑に露出させることができるか

実験②：粉塵回収システムの開発

⇒ ケレンによって発生した粉塵を回収することができるか

実験③：ケレン自動機の開発

⇒ ケレン工具を自動で往復運動させ、目標とする範囲をケレンすることができるか

実験④：ケレン自動機と粉塵回収システムを実装したROVの開発

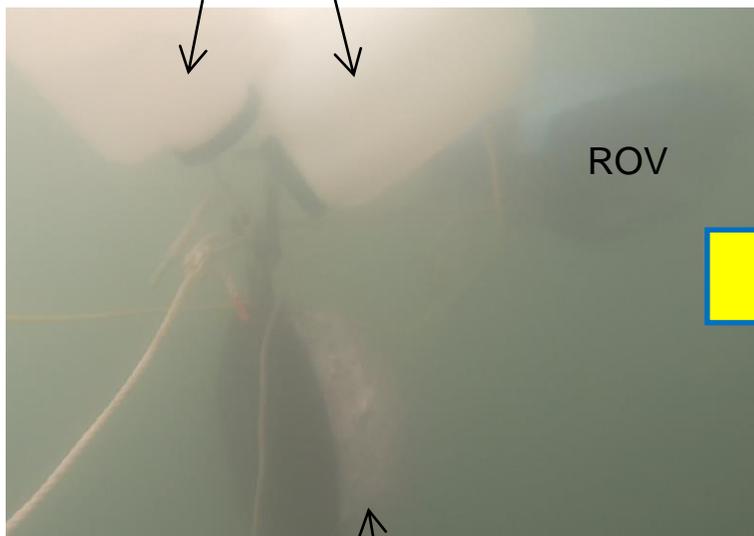
⇒ ROV自身にケレンと粉塵回収を行わせることができるか

実験⑤：ROVによる陽極の運搬と取付動作の確認

⇒ ROVに40kgの陽極を牽引させ、相手の構造物に押し当てる実験を行い、性能を評価する

実験結果

浮力(ポリタンク)



半球型アルミ陽極40kg

①陽極を中性浮力にする



②ROVでも運搬できた



③押し付けることもできた

費用対効果

陽極130個を磁気吸着工法で取り付ける工事（6日間）

項目	潜水士のみによる工事				ケレン用ROVと潜水士による工事			
	数	単位	単価	金額	数	単位	単価	金額
潜水指揮	6	工	¥50,000	¥300,000	3	工	¥50,000	¥150,000
潜水士	24	工	¥50,000	¥1,200,000	12	工	¥50,000	¥600,000
潜水補助	6	工	¥35,000	¥210,000	3	工	¥35,000	¥105,000
潜水機材経費	6	日	¥90,000	¥540,000	3	日	¥90,000	¥270,000
ROVレンタル 費(オペ付)					3	日	¥420,000	¥1,260,000
合計	1	式		¥2,250,000	1	式		¥2,385,000

※材料費・現場管理費・一般管理費・諸費は両工事条件とも同額と仮定
※両条件とも6日間工事と仮定 ※上記試算はあくまで現時点でのイメージ

ROVを導入した方が総額¥135,000増となるが、需要としては大いに見込めるものと考える。

今後について

今後の主な開発目標

- ①ケレン自動機の作業効率向上
- ②ケレン自動機を実装したROVによるケレン
- ③ROVによる陽極の運搬・取付



人を水中に入れずに電気防食工事を行える
ROVの実用化



ご清聴ありがとうございました。

