

EE東北'25 新技術プレゼンテーション

2025年6月4日(水)

水中バックホウ スーパービッグクラブ (水陸両用バックホウ) 開発の経緯・施工事例について

NETIS 登録番号 KTK-210012-A



あおみ建設株式会社



1. 水中バックホウ開発の背景と経緯

・建設現場では労働者不足、労働環境の改善への対応として機械化施工への取組みが進められており、とりわけ陸上作業においてその進展が顕著である。しかしその一方で、港湾工事等の水中作業は、依然として潜水士による人力施工に大きく依存している。

潜水士の高齢化や手作業依存に起因する危険性から水中作業が敬遠され、潜水士確保の困難化が予想されている。また港湾工事の大規模化、大水深化等により、作業環境の過酷化も懸念されている。

・基礎捨石や被覆石の人力均し作業は、潜水士が石材を直接持って移動させたり、大きい石材は玉掛けして1つずつ移動させる必要があり、非常に重労働である。

・熟練潜水士の高齢化と後継者不足、重労働に対応する効率化・省力化などのニーズに対応すべく、機械化施工を推進する必要がある。



1. 水中バックホウ開発の背景と経緯

基礎マウンドの捨石均し作業



基礎マウンドの捨石均し作業



1. 水中バックホウ開発の背景と経緯

【水中(水陸両用)バックホウとは】

- ・陸上で多くの作業に汎用的に活用されているバックホウを、水中や水際で陸上と同等の機能、性能を発揮できる様に改造したもの。
- ・機械化施工により、大幅な作業能力の向上と、省力化と工期短縮を実現。
- ・人災(指詰め等の事故)の防止も実現。

【技術開発目標】

- ①構造・機能は極力シンプルなものとし、比較的小型・軽量・安価で高能率の作業が期待できること。
- ②通常の出来形管理基準を満足し、施工能力の飛躍的向上が図れること。
- ③安全性の確保と公害防止に十分配慮されていること。



水中バックホウ



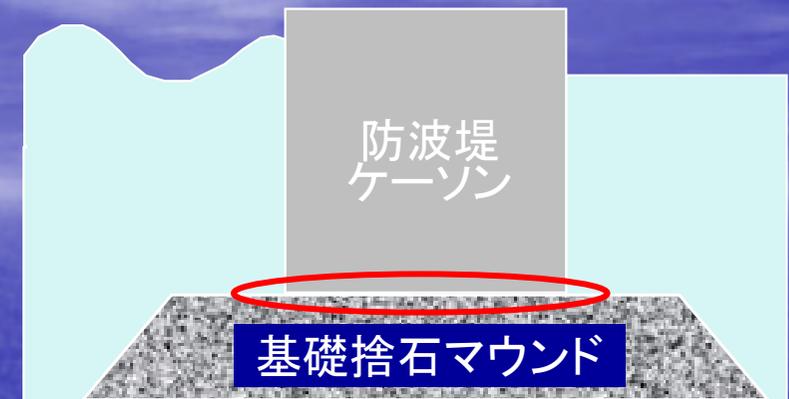
水陸両用バックホウ



2. 水中バックホウの施工手順例（基礎捨石）

- 防波堤の建設手順は、陸上や船上で製作したケーソンを曳航し、基礎マウンド上に設置する
- ケーソンの安定を確保するために、基礎マウンドは精度よく均さなければならない
- 従来、基礎の均し作業は潜水士の人力でっており、非常に重労働である

防波堤の標準断面



防波堤の施工手順の一例



基礎捨石マウンド築造

・潜水士の人力作業で
自然石(5~200Kg/個)の
高さを揃える(±5cm)



ケーソン製作

・環境の安定した陸上
で防波堤本体を製作
(プレキャスト施工)

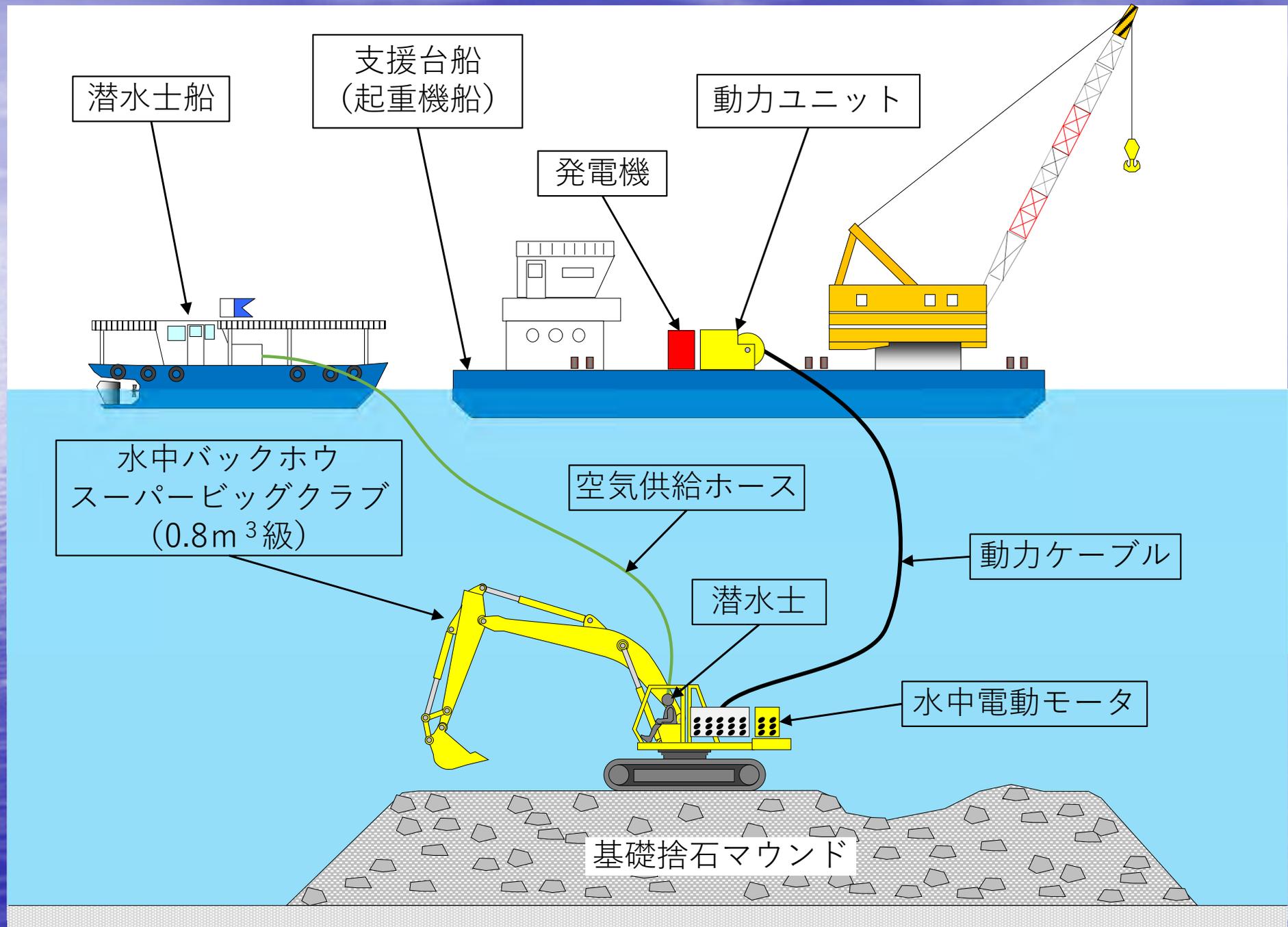


ケーソン据付

・起重機船で吊り上げ
→据付位置まで曳航
→据付



2. 水中バックホウの施工手順（主要な機構）



2. 水中バックホウの施工手順（主要な機構）



動力ケーブル



支援台船(起重機船)



動力ユニット

発電機



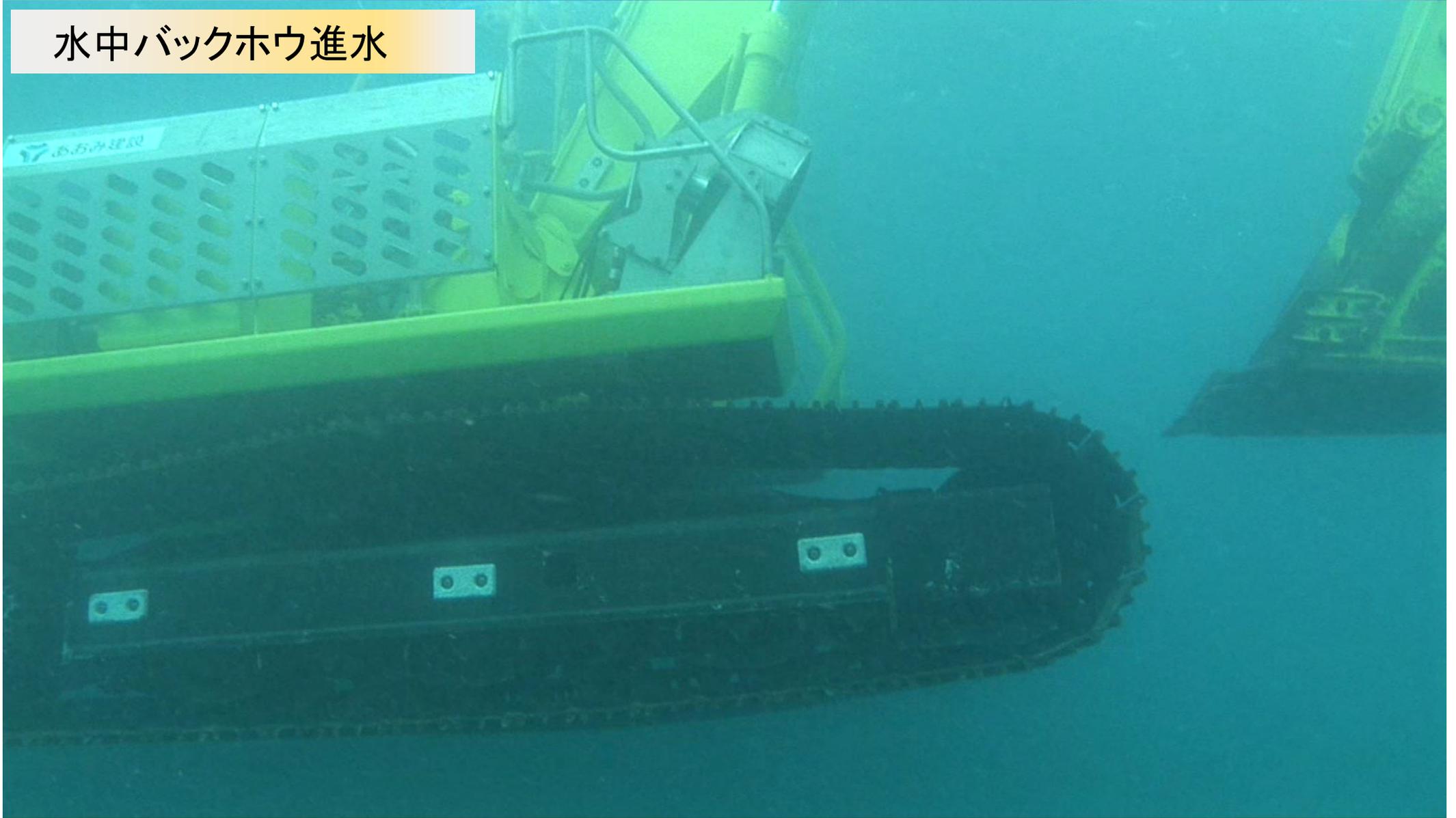
2. 水中バックホウの施工手順（基礎捨石）

水中バックホウ進水



2. 水中バックホウの施工手順（基礎捨石）

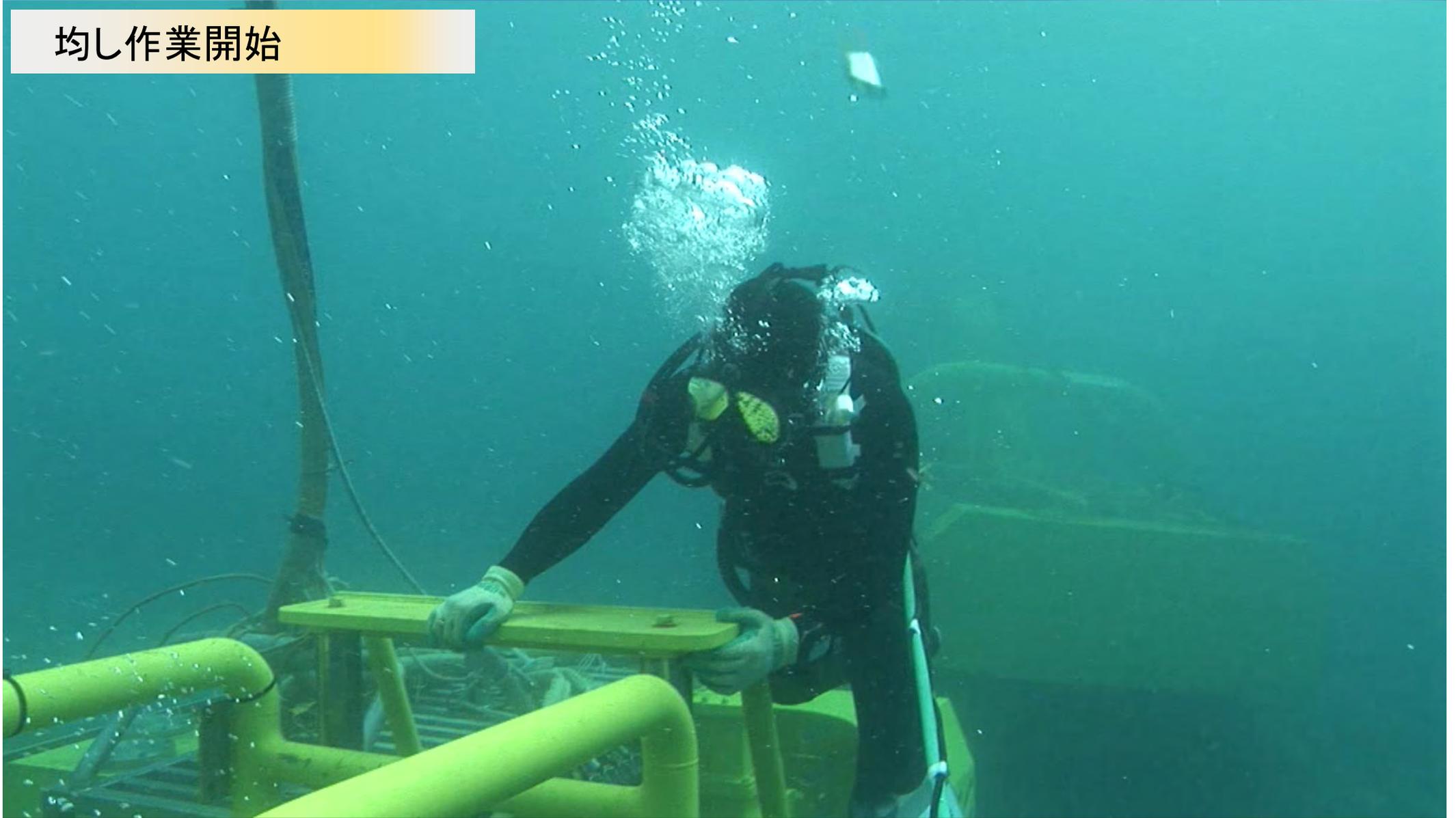
水中バックホウ進水



AOMI CONSTRUCTION CO.,LTD.

2. 水中バックホウの施工手順（基礎捨石）

均し作業開始



AOMI CONSTRUCTION CO.,LTD.

2. 水中バックホウの施工手順（基礎捨石）

均し作業状況



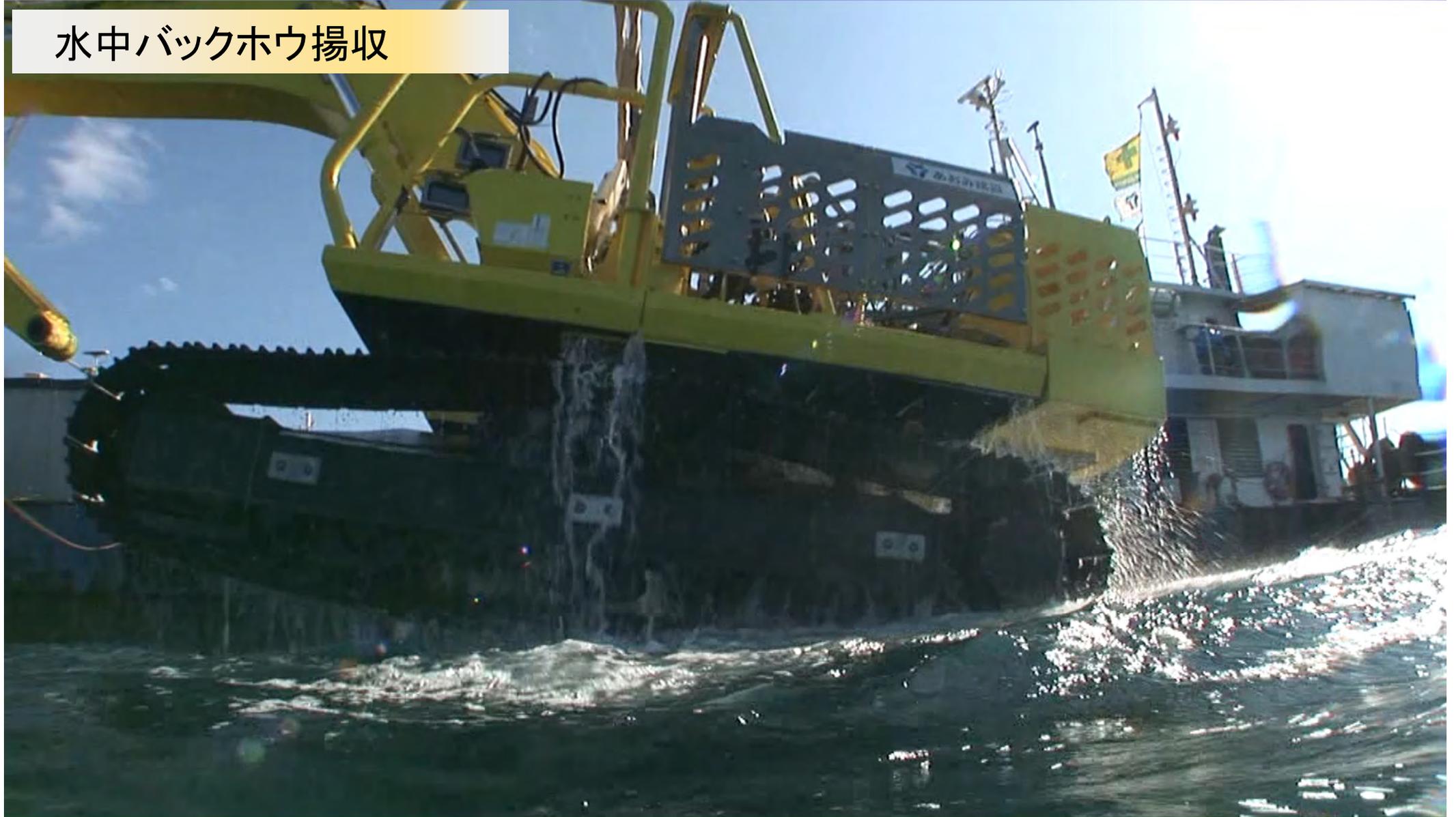
2. 水中バックホウの施工手順（基礎捨石）

均し作業状況



2. 水中バックホウの施工手順（基礎捨石）

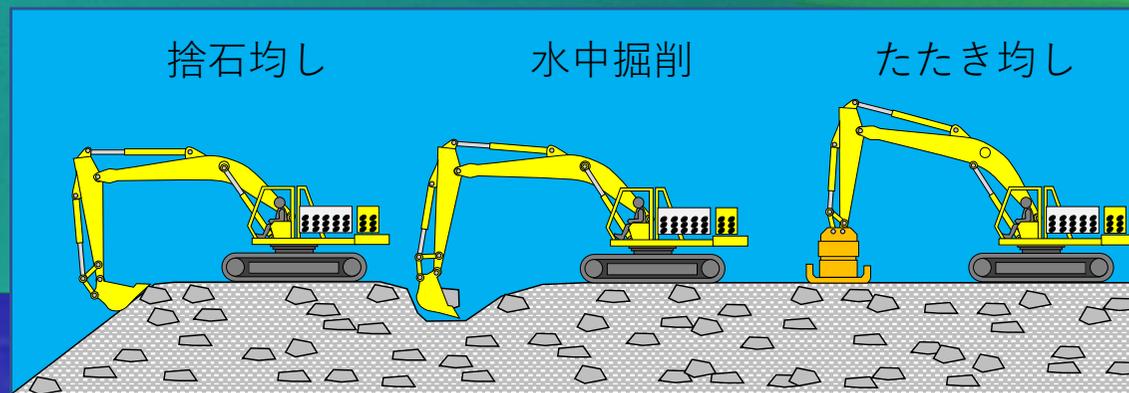
水中バックホウ揚収



AOMI CONSTRUCTION CO.,LTD.

2. 水中バックホウの施工手順（基礎捨石）

人力均しに対し、
7倍程度の能力向上



3. 水陸両用バックホウの主要な機構

動力ユニットを換装することで水中仕様と水陸両用仕様の使い分け

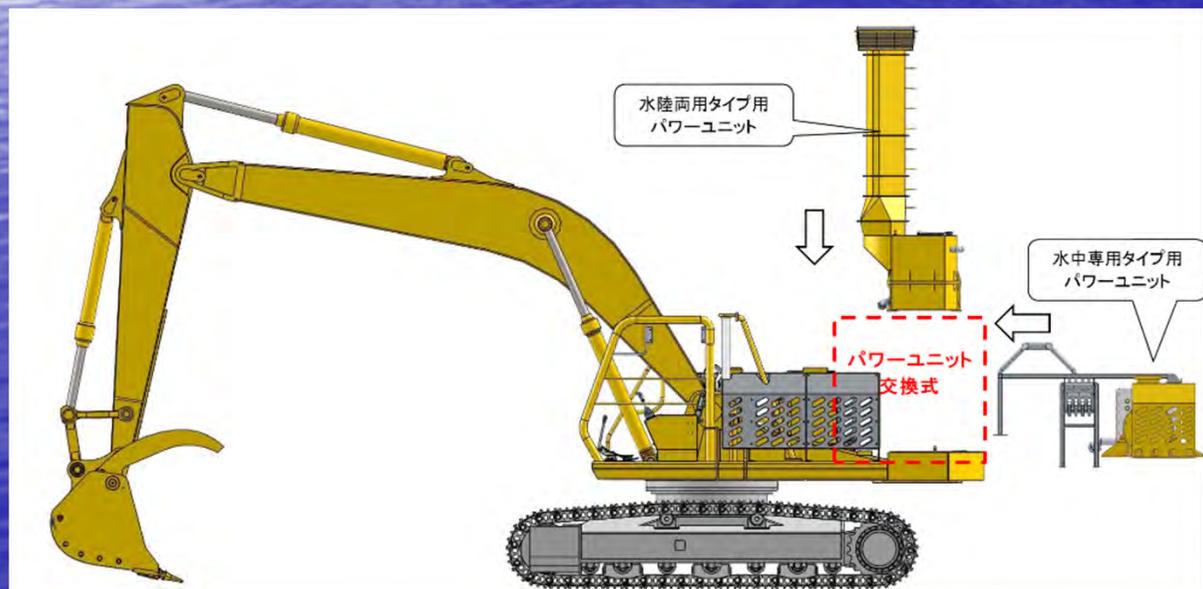


水陸両用バックホウ仕様



強制空冷用ダクト

エンジン内蔵

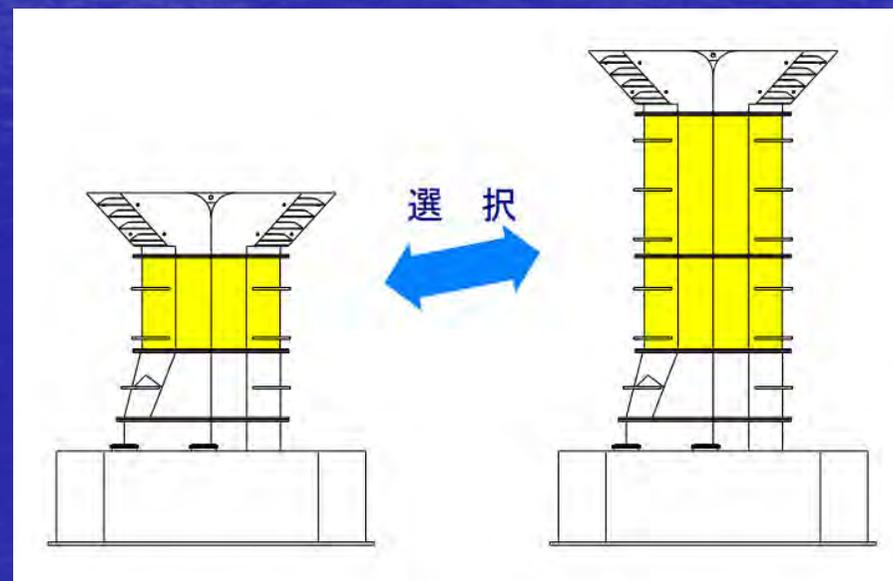
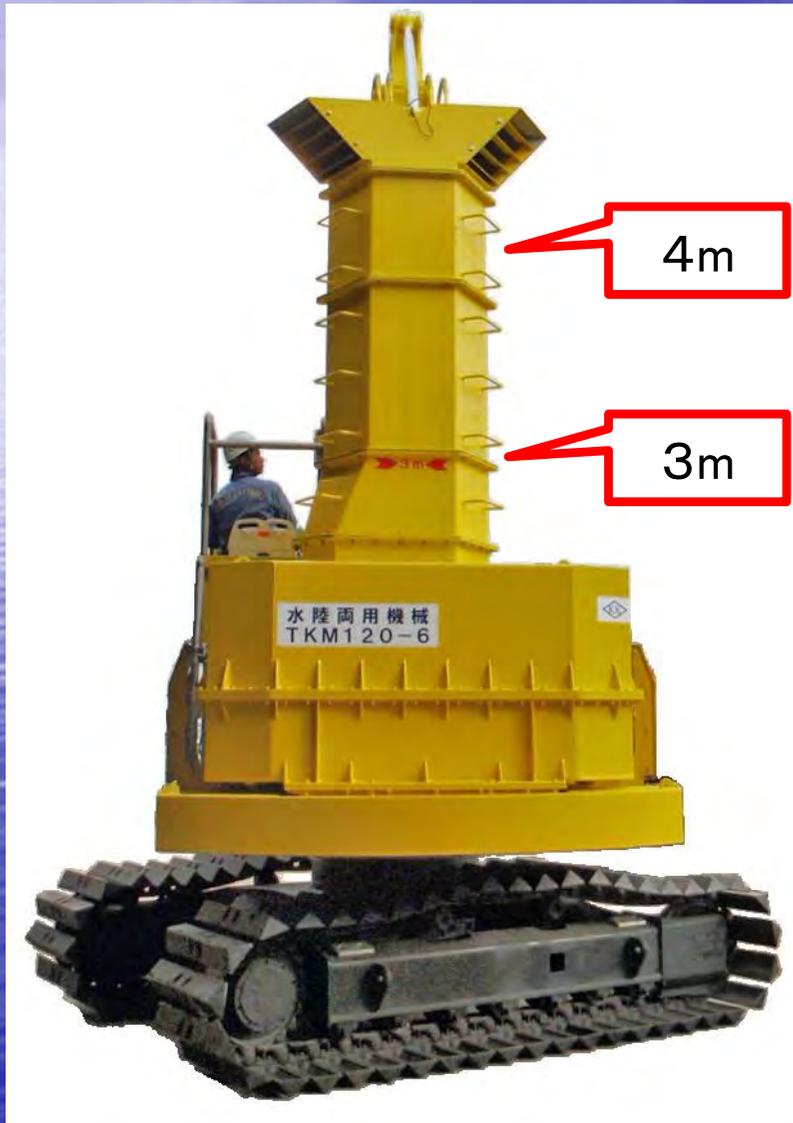


水中バックホウ仕様



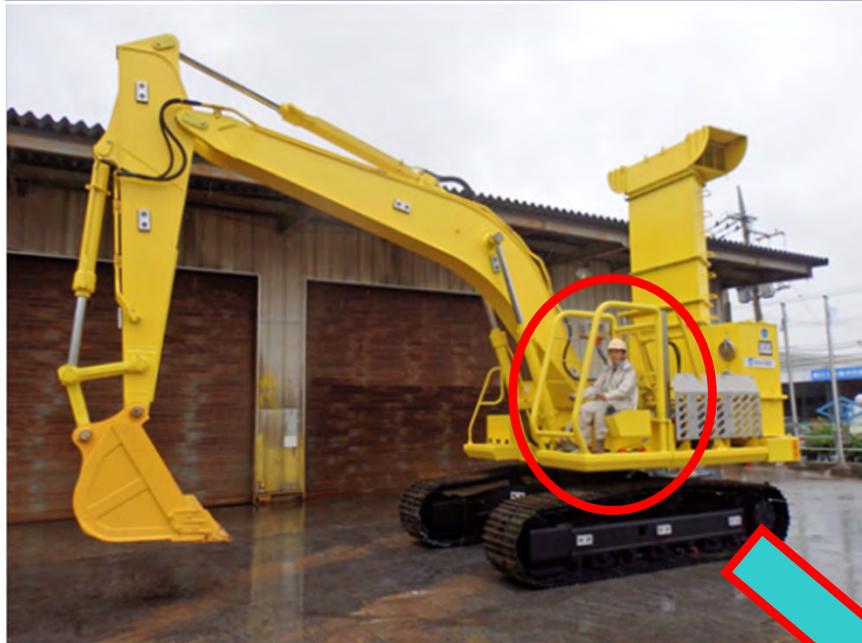
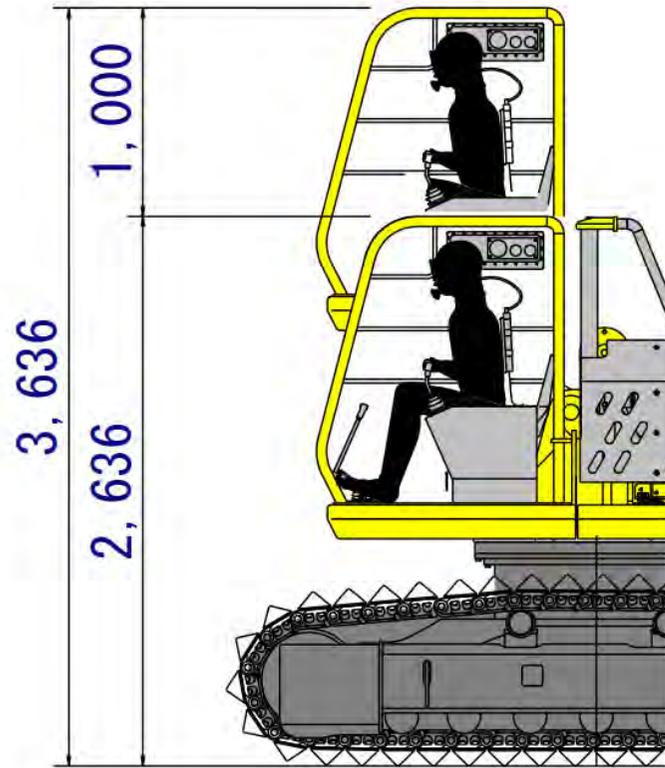
3. 水陸両用バックホウの主要な機構

強制空冷用ダクトを組み合わせることによる施工水深対応



3. 水陸両用バックホウの主要な機構

オペレーターの視界を確保するための運転席昇降装置付き

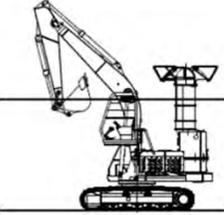
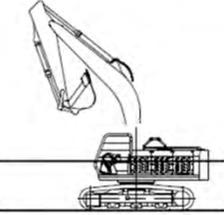


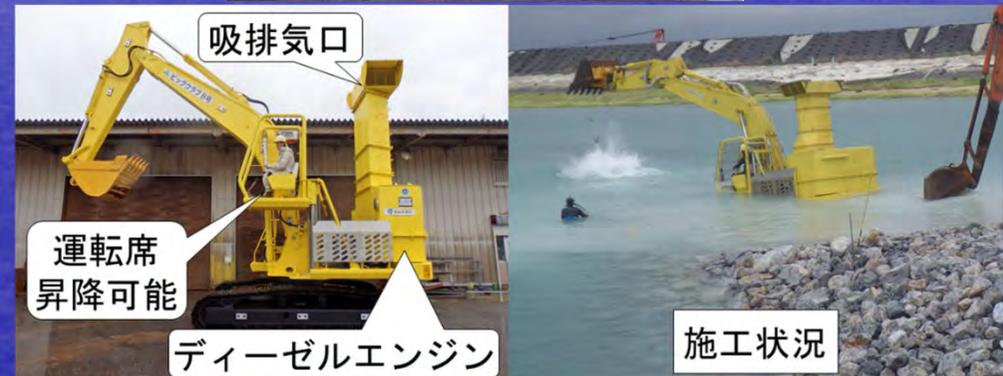
防水型運転席操作部



AOMI CONSTRUCTION CO., LTD.

4. 水中バックホウ 水陸両用仕様、仕様比較

水深別 使用バックホウの選定		
陸上バックホウ(通常型)	水陸両用バックホウ	水中バックホウ
		
適 応 水 深		
陸上～せいぜい0.5m程度 メリットとしては、運搬次第で大型化が見込め、施工能力の向上が期待できる。	陸上～-4.0m オペレータが顔を出して掘削するには、水深-2.5m以下が望ましい。	-1.8m～-50m 空中運転10分以下の制約があります。
作 業 条 件 (中 止 基 準 等)		
特になし 波浪で上部旋回体など、海水がかかるとNG	波高 0.5m以下 潮流 1knot以下 施工水深により一概ではない。	波高 0.5m以下 潮流 1knot以下 水中バックホウは、船上あるいは陸上からケーブルを這わせるので、その点も配慮が必要。



5. 水中・水陸両用バックホウの特徴

1. 陸上機と同等の性能を確保
2. 小型・軽量で小回りが利き、きめ細かな作業が可能
3. 作業能力の大幅な向上
4. 水中作業の安全性の向上
5. 大水深作業にも対応可能(水中バックホウ)
6. 陸上～水深-4.0mまで施工可能(水陸両用)
7. アタッチメントの交換により多目的作業に対応可能



多機能水中施工機械

水中バックホウ スーパービッグクラブ



AOMI CONSTRUCTION CO.,LTD.

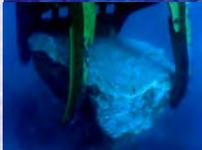
5. 水中・水陸両用バックホウの特徴

その他の用途（各種アタッチメント装着による）

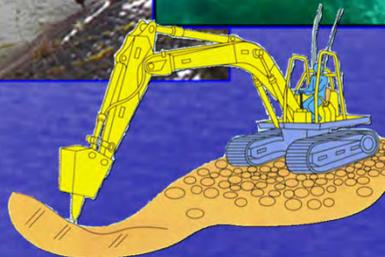
Other uses (by fitting various attachments)



海底岩盤掘削
Seabed excavation



根固めブロック据付・撤去
Installation and removal
of base compaction
blocks



ジェットリフト Jet lift
(海底ケーブル埋設)
(Laying underground
of submarine cable)



海底耕運機
Seabed cultivator



ツインヘッダ Twin header
(固結粘土の掘削)
(Excavating consolidated clay)

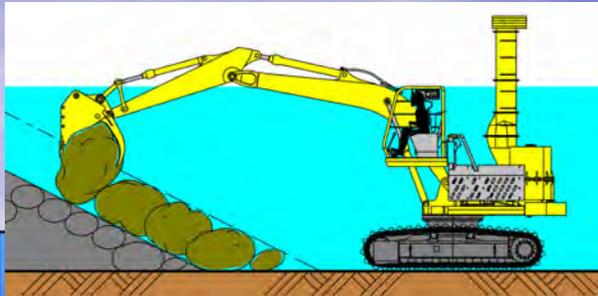


成長したアサリ
Growth of
Japanese littleneck
clam

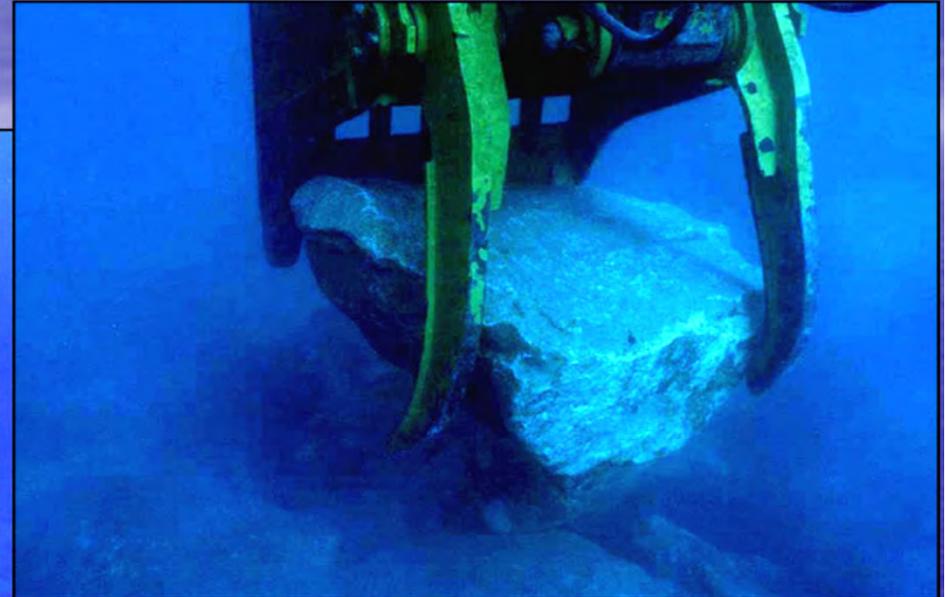
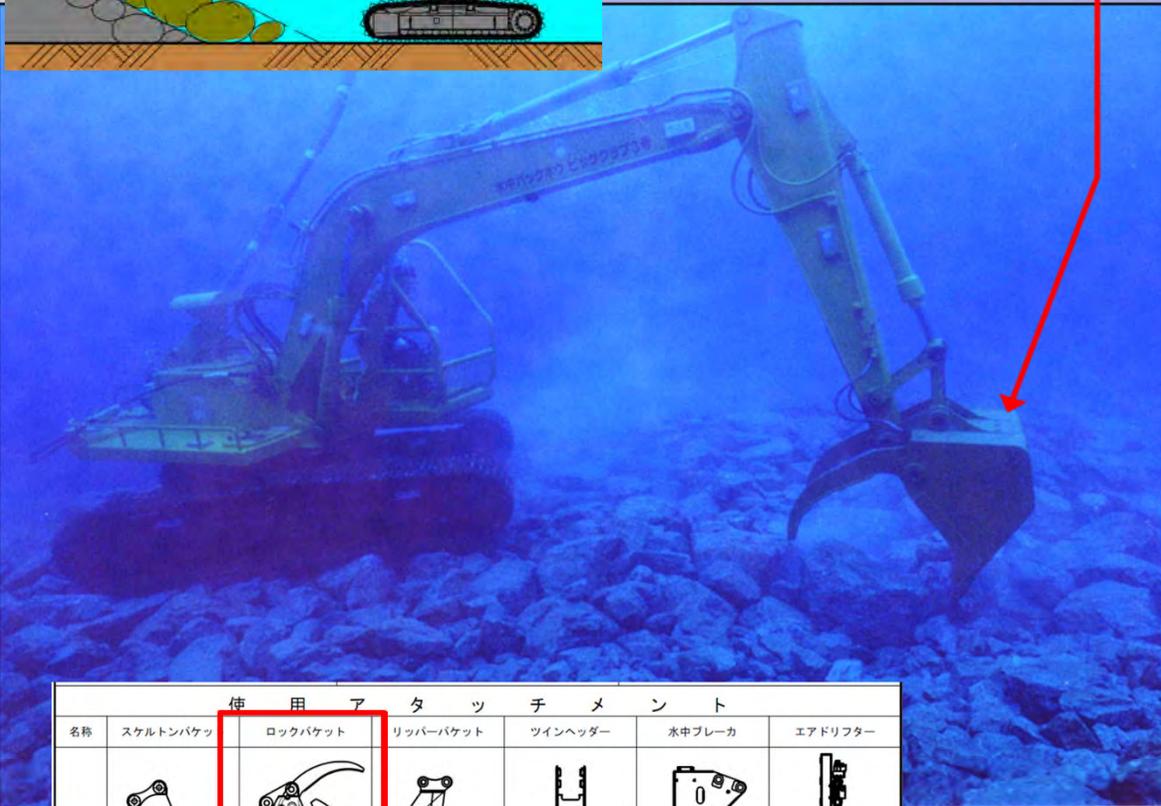


5. 水中・水陸両用バックホウの特徴

被覆石均し



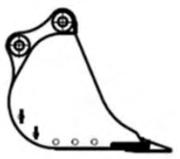
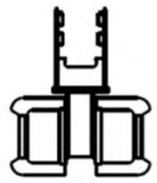
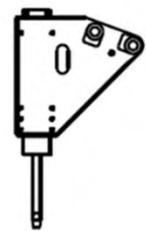
被覆バケット



使用アタッチメント						
名称	スケルトンバケット	ロックバケット	リッパーバケット	ツインヘッダー	水中ブレーカ	エアドリフター
作業	硬混じり粘性土の掘削	硬混じり粘性土の掘削	筋掘り、試掘用	硬岩の切削作業	硬岩の破砕作業	硬岩のさく孔作業
一軸圧縮強度	—	—	$\sigma_c \leq 200\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c = 50 \sim 500\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c = 300 \sim 700\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c \geq 500\text{kg/cm}^2$
特徴	硬質土、岩塊玉石の掘削・均し作業に使用	硬質土、岩塊玉石の掘削・転置使用 特に径の大きな玉石がある際に有効	全ルートの試掘りや筋掘り、岩の引きこしに有効	インパクトブレーカで破砕した後の整形	高強度の岩の露出部の破砕	前述のアタッチメントで破砕出来なかった所をさく孔して、その後油圧静的破砕の機械で破砕する。



5. 水中・水陸両用バックホウの特徴

使用アタッチメント						
名称	スケルトンバケット	ロックバケット	リッパーバケット	ツインヘッダー	水中ブレーカ	エアドリフター
						
作業	礫混じり粘性土の掘削	礫混じり粘性土の掘削	筋掘り、試掘用	硬岩の切削作業	硬岩の破碎作業	硬岩の
一軸圧縮強度 →			$\sigma_c \leq 200\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c = 50 \sim 500\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c = 300 \sim 700\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c \geq$
特徴	礫質土、岩塊玉石の掘削・均し作業に使用	礫質土、岩塊玉石の掘削・転置使用 特に径の大きな玉石がある際に有効	全ルートを試掘や筋掘り、岩の引きこしに有効	インパクトブレーカで破碎した後の整形	高強度の岩の露出部の破碎	前述のトで破碎 折をさく 後油圧静 で破碎す



岩盤破碎状況

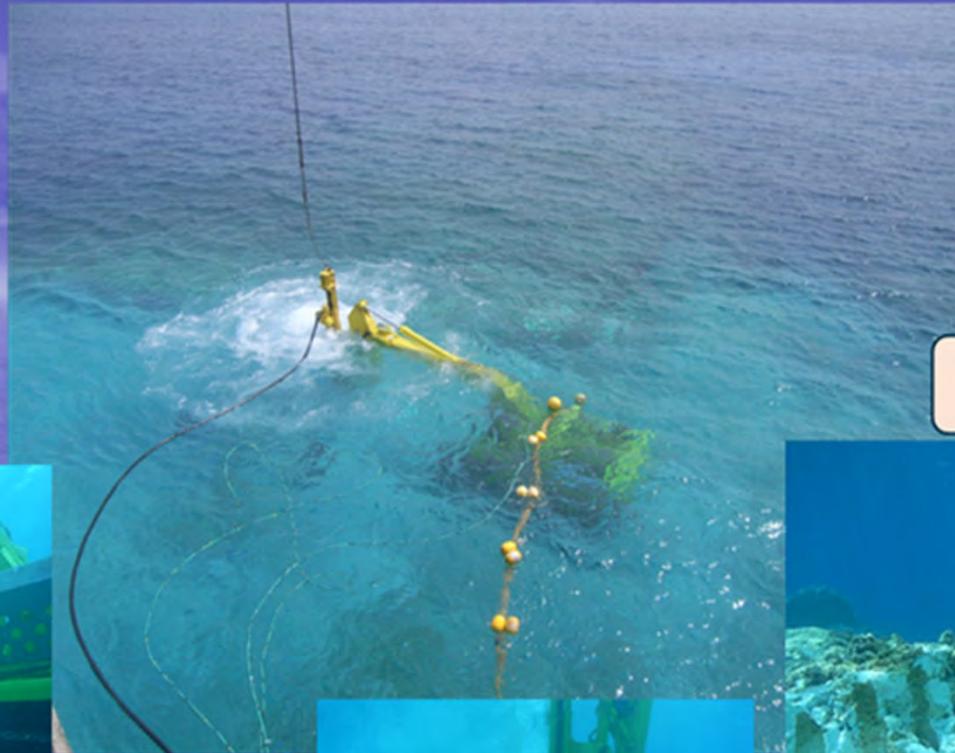
水中ブレーカ



5. 水中・水陸両用バックホウの特徴

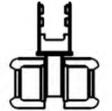
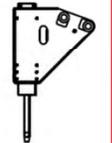
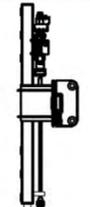
硬質岩盤の掘削に対する施工提案

施工状況写真



岩盤縁切り部

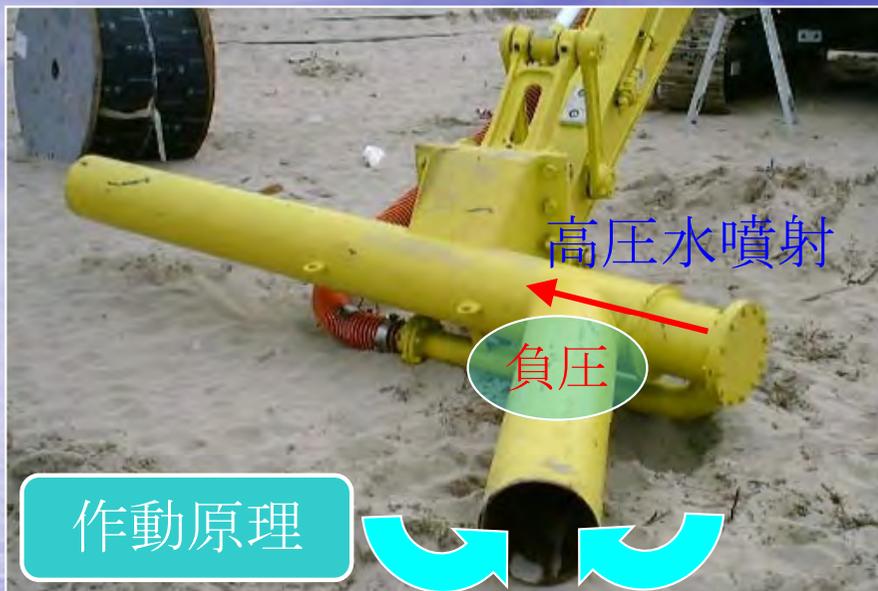


使用アタッチメント						
名称	スケルトンバケット	ロックバケット	リッパーバケット	ツインヘッダー	水中ブレーカ	エアドリフター
						
作業	硬混じり粘性土の掘削	硬混じり粘性土の掘削	筋掘り、試掘用	硬岩の切削作業	硬岩の破砕作業	硬岩のさく孔作業
一軸圧縮強度	→	→	$\sigma_c \leq 200\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c = 50 \sim 500\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c = 300 \sim 700\text{kg/cm}^2$	$\sigma_c \geq 500\text{kg/cm}^2$
特徴	硬質土、岩塊玉石の掘削・均し作業に使用	硬質土、岩塊玉石の掘削・転置使用 特に径の大きな玉石がある際に有効	全ルートでの試掘や筋掘り、岩の引きこしに有効	インパクトブレーカで破砕した後の整形	高強度の岩の露出部の破砕	前述のアタッチメントで破砕出来なかった所をさく孔して、その後油圧静的破砕の機械で破砕する。



5. 水中・水陸両用バックホウの特徴

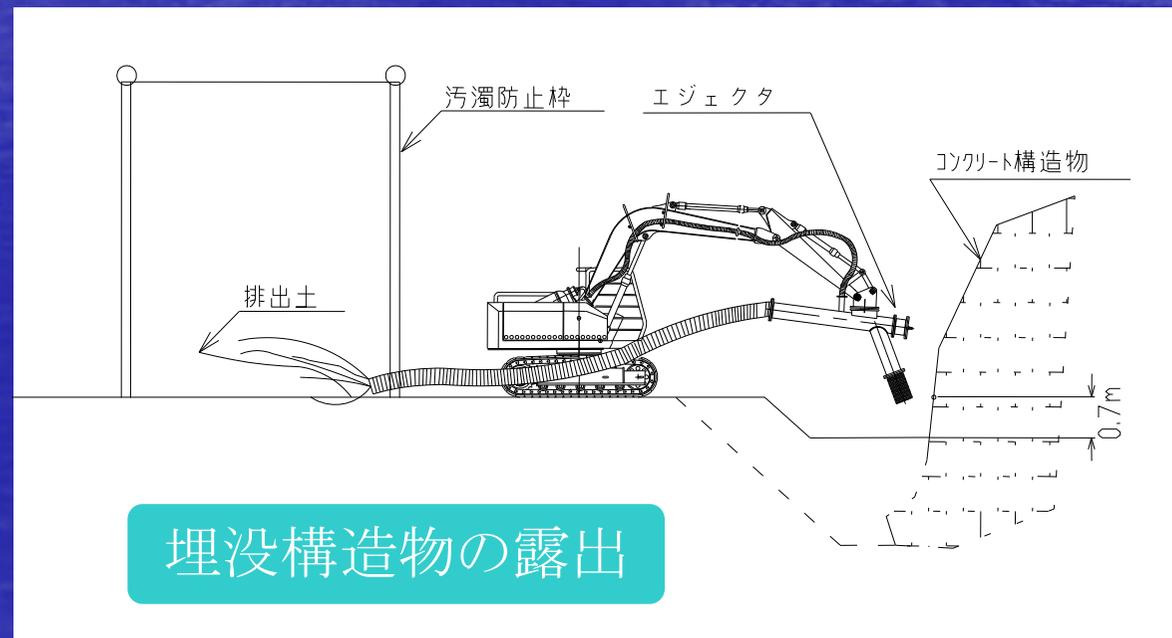
<ジェットリフト>



主な使用例

- ・海底掘削
- ・海底ケーブル、管路の埋設
- ・埋没構造物の露出

※砂質海底地盤に適用される



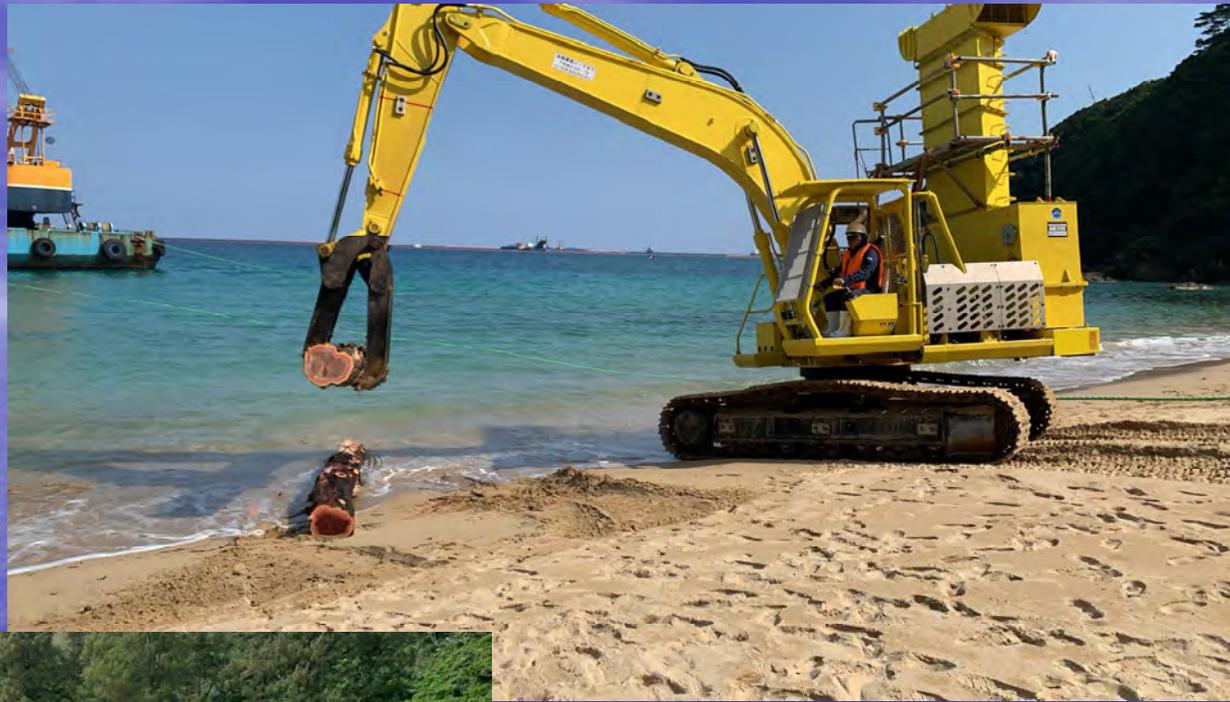
5. 水中・水陸両用バックホウの特徴

<サンドポンプ>



5. 水中・水陸両用バックホウの特徴

＜掴み機＞



5. 水中・水陸両用バックホウの特徴



タンパー



スケルトンバケット



ツインヘッド

<ツインヘッド>



6. 水陸両用バックホウの施工事例

(1) 河道内堆積土砂掘削工事の概要(周辺住宅地での施工例)

・工事内容: 河床掘削工事(水陸両用キャリアダンプによる土砂運搬)



6. 水陸両用バックホウの施工事例

(2) 橋梁下の河床掘削工事の概要



6. 水陸両用バックホウの施工事例

(3) 消波ブロック撤去の概要



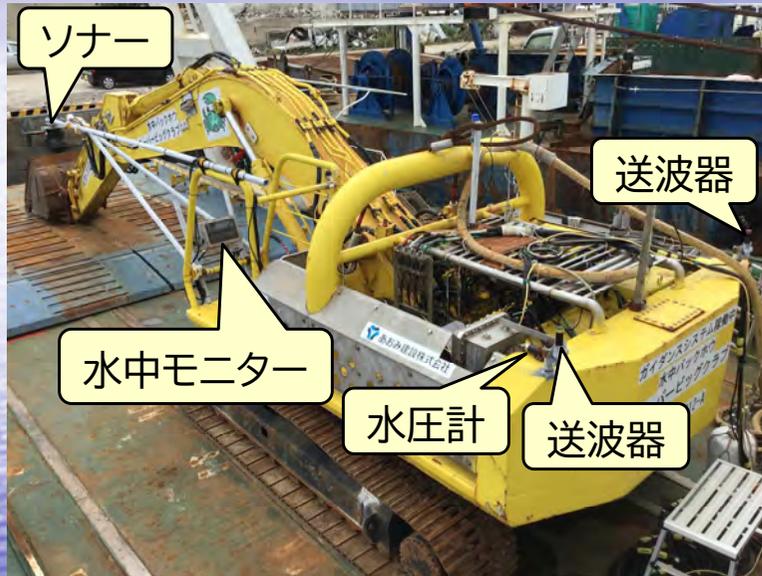
6. 水陸両用バックホウの施工事例

(4) ボックスカルバート基礎水中転圧の概要



7. 水中バックホウのICT活用技術等の取組み

水中バックホウのICT基礎工



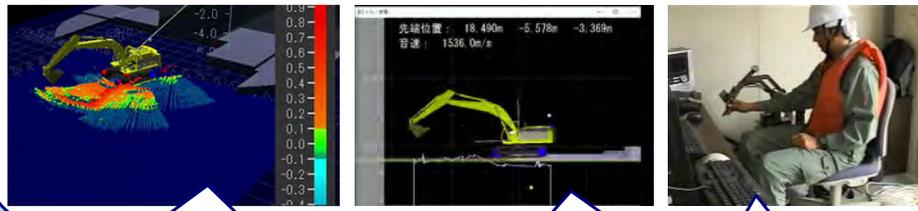
多種のセンサーを取り付け、
水中バックホウの状態をモニタリング



8. 今後の展開

水中バックホウの将来像

遠隔操縦室内



ソナーで計測した現在の地形を表示

マシンガイダンスシステム画面

操縦席

遠隔操縦室

水中バックホウ支援船

データ送信

防波堤本体

信号増幅

超音波信号

水中バックホウ

受波器

ソナーで
施工前後の地形を計測

送波器

潜水時間に左右されず、水中バックホウの能力を最大限に発揮するため、船の上から遠隔で操縦する技術を開発し、水中作業の無人化を目指します。



8. 今後の展開

船上からの遠隔操縦実験



水中作業の無人化施工技術の開発を進め、
生産性の更なる向上に
取り組んでいきます。





あおみ建設は、
水中バックホウ「スーパービッグクラブ」で
捨石均し作業を機械化し、
水中作業の効率化を実現しました。

ガイダンスシステム稼働
水中バックホウ
スーパービッグクラブ
KTK-210012-A



AOMI CONSTRUCTION CO.,LTD.

潜水士が操縦(現状)

今後も水中作業の
安全性向上、施工効率化を進め、
社会に貢献していきたい
と考えています。



AOMI CONSTRUCTION CO.,LTD.



あおみ建設株式会社

海・空・地球の3つの「あお」を守り、育てて、輝ける未来へ