



# 九州建設技術フォーラム 2022

Kyusyu Construction Technology Forum 2022

2022.10.11

## 遠隔操縦式水陸両用ブルドーザ

## 開発の歴史・施工事例と今後の展開について

### <目次>

1. 水陸両用ブルドーザ誕生から運用	2
2. 水陸両用ブルドーザの主要な機構	8
3. 水陸両用ブルドーザ工法の特徴	12
4. 施工事例	18
5. ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法	27
6. 水陸両用ブルドーザ遠隔操縦の見える化について	32
7. 水陸両用ブルドーザ完全オーバーホール、そして	33
8. おわりに	35

**2022年8月 NETIS登録!**

**【ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法】 QS-220011-A**



青木あすなる建設株式会社

建設技術本部 環境リニューアル事業部  
水陸無人化グループ 飯塚尚史



## 1. 水陸両用ブルドーザ誕生から運用

## 無線遠隔操縦式水陸両用ブルドーザ D155W-1 43.5t級

- ・ 最大施工水深 7 m
- ・ 無線遠隔操縦式
- ・ 施工実績 1,200 件以上
- ・ 河川、ダム、港湾、漁港  
災害地等で幅広く採用



# 1. 水陸両用ブルドーザ誕生から運用

## 国土交通省 関東地方整備局 関東技術事務所で展示

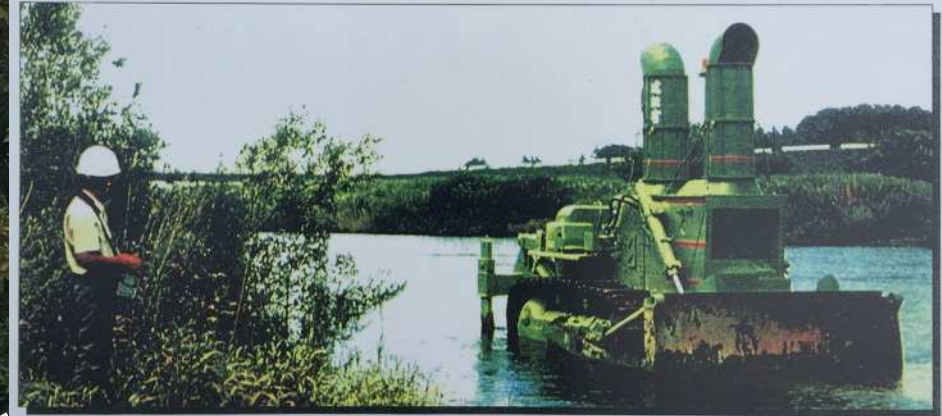
### 水陸両用ブルドーザ

機 械 名：水陸両用ブルドーザ

概 要：本機は、水密構造を採用し災害対策で必要となる水中掘削作業を実現するとともに、無線リモートコントロール装置を装備しオペレータを危険と疲労から開放したエンジン駆動型のリッパ付ブルドーザである。

開発年度：昭和43年度 関東技術事務所

特 徴：①作業水深（常用3m、最大4m）を確保するため吸排気用煙突を装備  
②オペレータの危険を回避する無線リモートコントロール装置の採用



水陸両用ブルドーザ D125-18B

国土交通省 関東地方整備局  
関東技術事務所  
ホームページより

# 1. 水陸両用ブルドーザ誕生から運用

1969年(昭和44年)

「富山大橋橋脚沈下応急復旧工事」で現場に初めて投入  
この工事は後に「建設機械の遠隔操作」という点で  
**「無人化施工」最初の工事**とされている



# 1. 水陸両用ブルドーザ誕生から運用

## 1971年(昭和46年)

作業可能水深を7mに改良した

D125W-2型を開発

吸排気塔を統一し大型化した

D155W-1型を開発

## 1976年(昭和51年)

過去のデータをフィードバック

した改良型が開発され

現在に至る



# 1. 水陸両用ブルドーザ誕生から運用

メーカーから販売された水陸両用ブルドーザは  
**海外向け 14台**  
**国内向け 22台、計36台を販売**

当社は **計17台導入**  
**現在5台の水陸両用ブルドーザを**  
**保有、全国各地で稼働中**

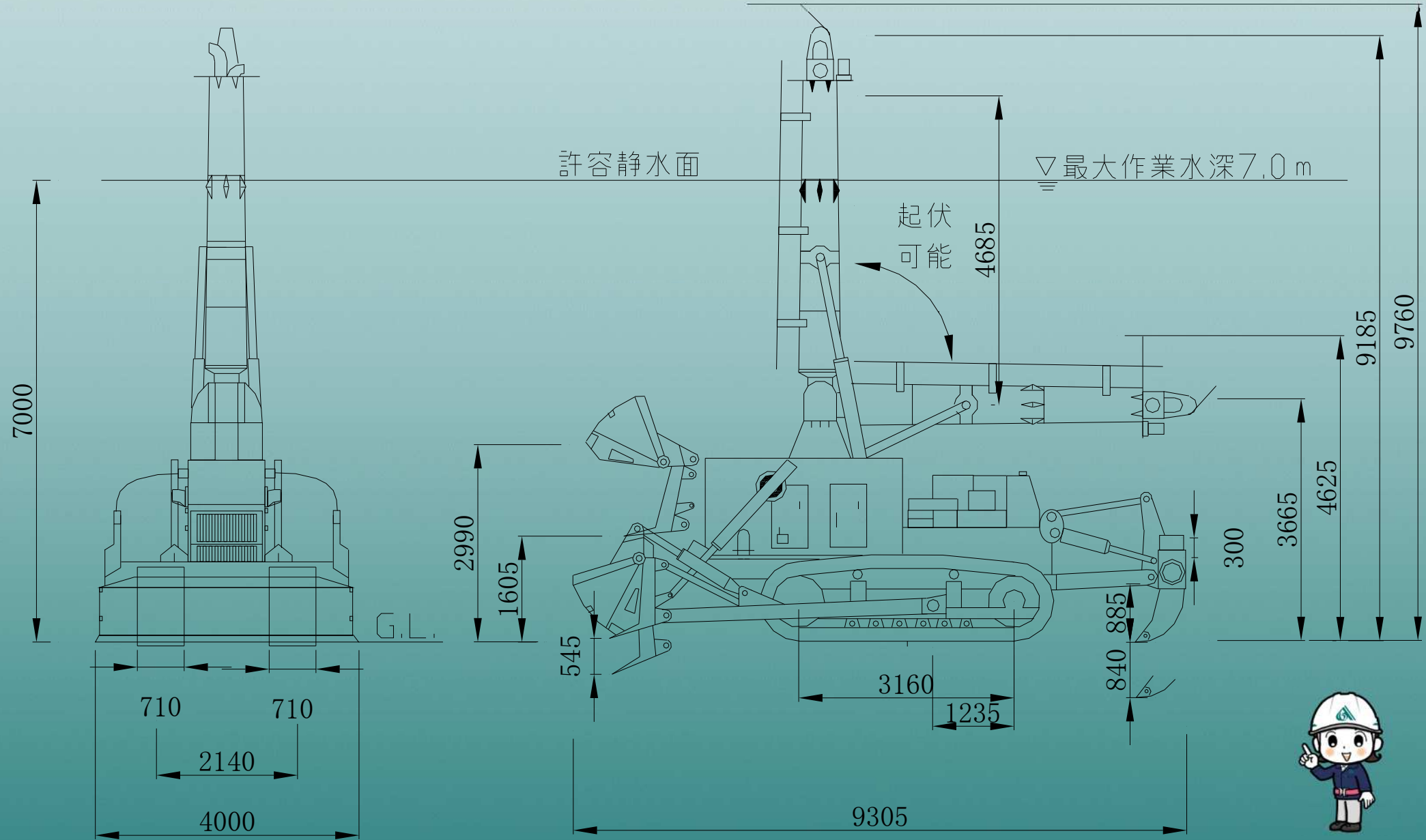


# 1. 水陸両用ブルドーザ誕生から運用

	納入年	納入先		納入年	納入先
No.1	1971年 昭和46年	小松建設(青木あすなろ建設)	No.19		ソ連
No.2	1971年 昭和46年	北陸建設業者	No.20	1981年 昭和56年	沖縄建設業者
No.3	1972年 昭和47年	小松建設(青木あすなろ建設)	No.21	1981年 昭和56年	小松建設(青木あすなろ建設)
No.4	1972年 昭和47年	小松建設(青木あすなろ建設)	No.22	1981年 昭和56年	チェコスロバキア
No.5	1972年 昭和47年	北陸建設業者	No.23	1982年 昭和57年	小松建設(青木あすなろ建設)
No.6	1972年 昭和47年	マリコン	No.24	1984年 昭和59年	小松建設(青木あすなろ建設)
No.7	1973年 昭和48年	オーストラリア	No.25		ソ連
No.8	1974年 昭和49年	小松建設(青木あすなろ建設)	No.26		ソ連
No.9	1975年 昭和50年	フィリピン	No.27	1985年 昭和60年	小松建設(青木あすなろ建設)
No.10	1975年 昭和50年	ソ連	No.28	1986年 昭和61年	パキスタン→小松建設
No.11	1976年 昭和51年	チェコスロバキア	No.29	1987年 昭和62年	チェコスロバキア
No.12		イタリア	No.30	1987年 昭和62年	ソ連
No.13	1978年 昭和53年	建設省 九州地建	No.31	1987年 昭和62年	ソ連
No.14	1978年 昭和53年	イタリア	No.32	1988年 昭和63年	小松建設(青木あすなろ建設)
No.15	1978年 昭和53年	ソ連	No.33	1992年 平成4年	小松建設(青木あすなろ建設)
No.16	1979年 昭和54年	小松建設(青木あすなろ建設)	No.34	1993年 平成5年	小松建設(青木あすなろ建設)
No.17	1979年 昭和54年	小松建設(青木あすなろ建設)	No.35	1994年 平成6年	小松建設(青木あすなろ建設)
No.18	1980年 昭和55年	小松建設(青木あすなろ建設)	No.36	1996年 平成8年	小松建設(青木あすなろ建設)

# 2.水陸両用ブルドーザの主要な機構

## 無線遠隔操縦式水陸両用ブルドーザ D155W-1 43.5t級

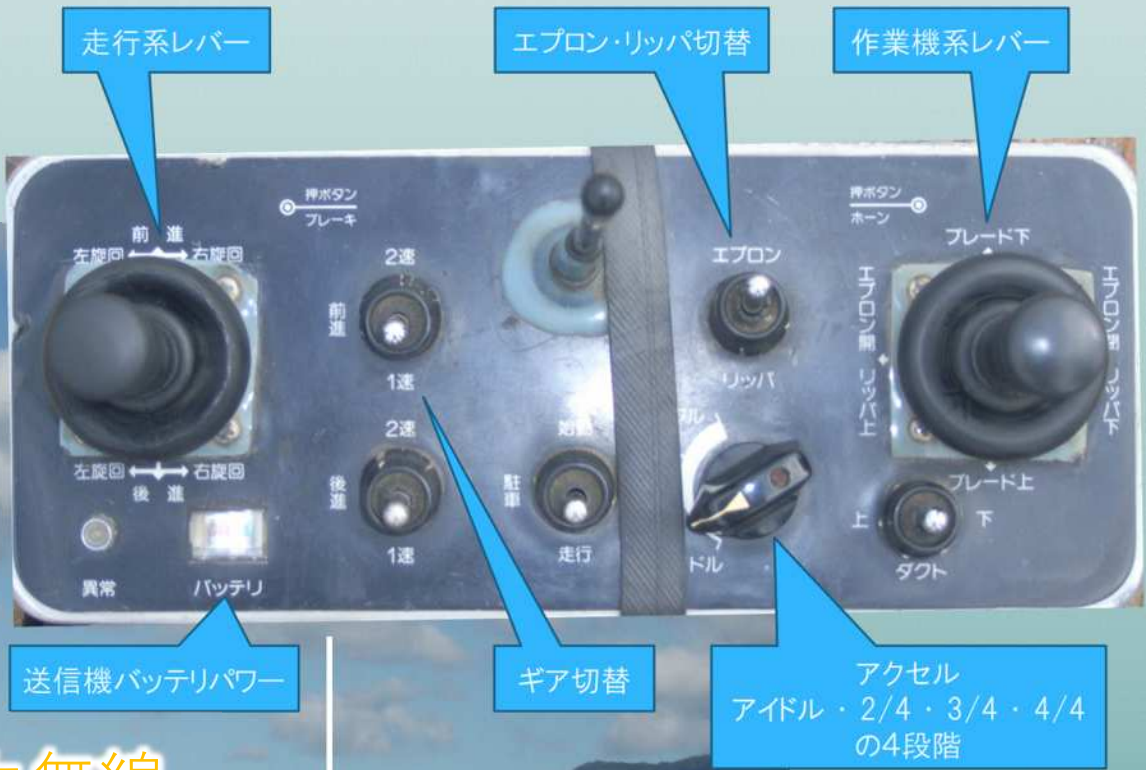




# 2.水陸両用ブルドーザの主要な機構

## 無線遠隔操縦式で 人命の安全を確保

操作系無線  
受信アンテナ



特定小電力無線

送信機



## 2.水陸両用ブルドーザの主要な機構



水中で掘削した土砂を  
かかえこみ、拡散させない  
**油圧式エプロン付ドーザ**  
(平積 $3.36\text{m}^3$ )

エプロン装置  
(バケット)

シリンダー伸縮による開口の調整

進行方向

排土板 (ドーザ)

掘削土の取り込み

カッティングエッジ

## 2.水陸両用ブルドーザの主要な機構

水中作業に適応するため  
**各種安全装置を装備**

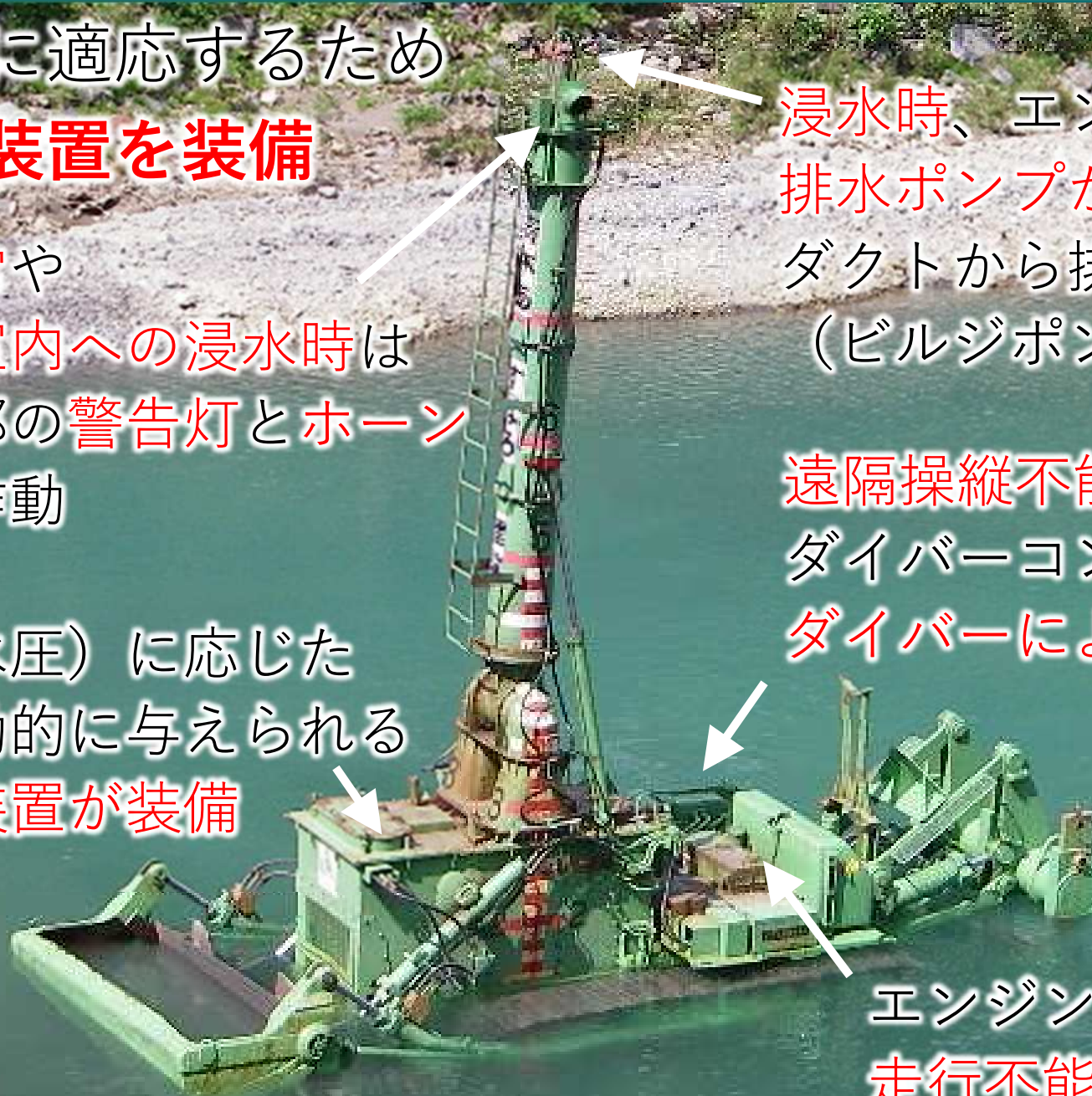
車両の異常や  
エンジン室内への浸水時は  
ダクト上部の**警告灯とホーン**  
が同時に作動

外部圧（水圧）に応じた  
内圧が自動的に与えられる  
**差圧調整装置が装備**

浸水時、エンジン室内の  
排水ポンプが自動的に作動し  
ダクトから排水  
（ビルジポンプ）

遠隔操縦不能時  
ダイバーコントロール装置で  
ダイバーによる有線操縦可能

エンジンストールし  
走行不能となった場合  
手動で**走行ブレーキ解放**

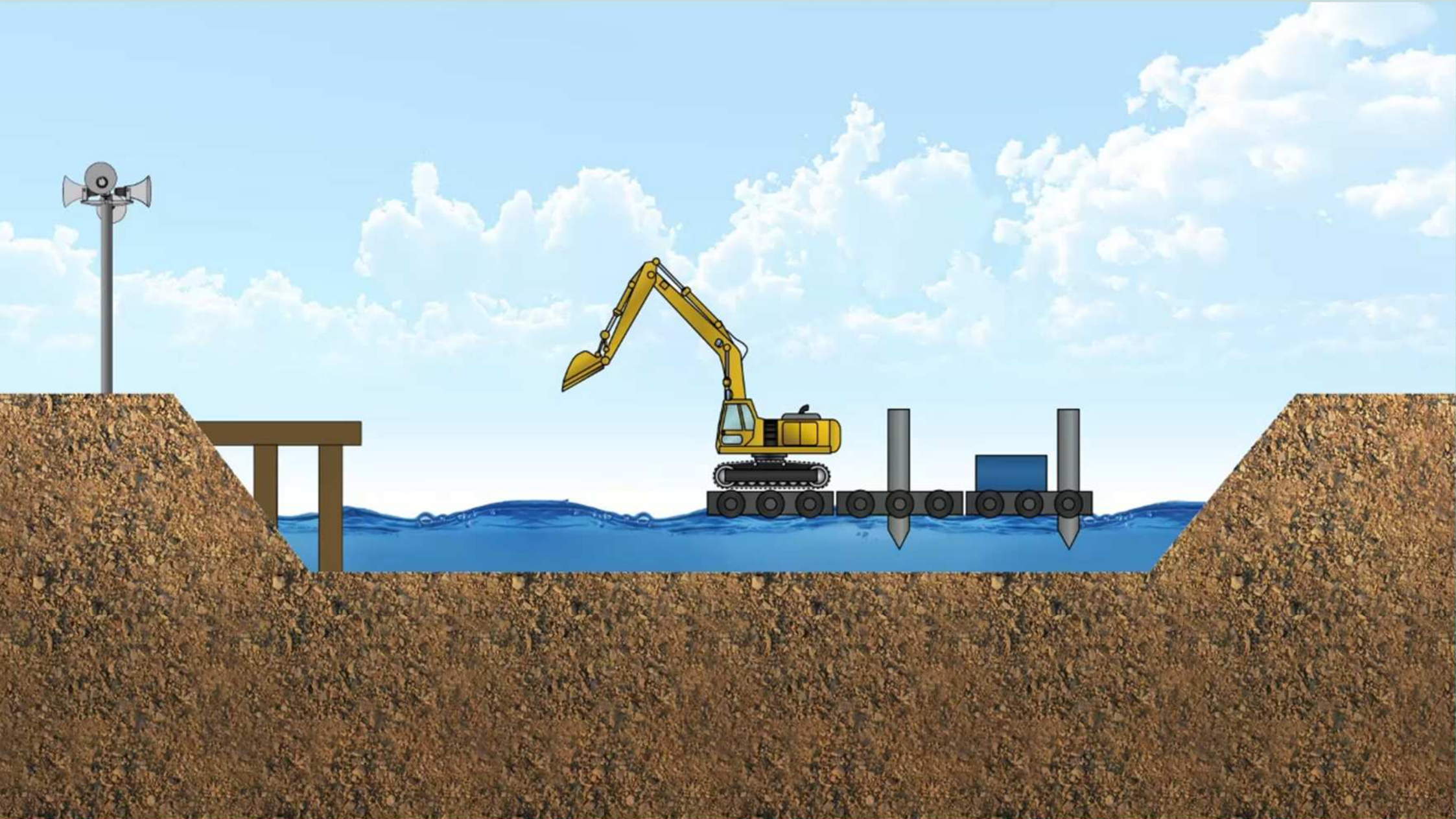


### 3. 水陸両用ブルドーザ工法の特徴

- 出水期・非出水期に限定されず**通年施工可能**  
(増水時は安全な場所へ自走で迅速退避)
- 陸上から**水深7mまで連続施工が可能**
- 作業船が施工困難な急流でも安定した施工が可能  
(**流速2m/sec程度まで施工可能**)
- **仮設不要 (仮設道路や水替工等)** で、仮設材流出リスクを回避
- 粘土・シルト等の軟弱地盤では、トラフィカビリティを確保  
できず施工できない場合もある



### 3. 水陸両用ブルドーザ工法の特徴



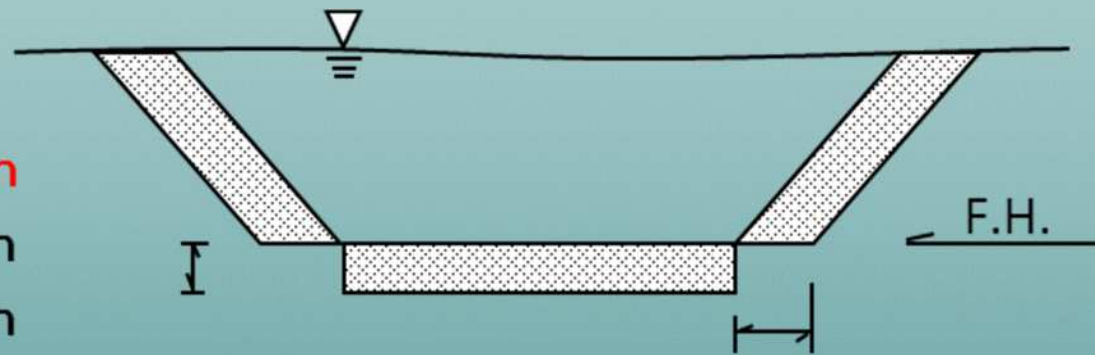
動画1分40秒

### 3. 水陸両用ブルドーザ工法の特徴

海底・河床を走行し**排土板で面的に仕上げる**ため  
 作業船での施工に比べ**掘削精度が高く**  
**余掘量・余砕量も少なく経済的**

底面部余掘幅(砂質土・レキ質土)

水陸両用ブルドーザ	20cm
グラブ浚渫船	50cm
バックホウ浚渫船	50cm
ポンプ浚渫船	20cm~100cm



法面部余掘幅(砂質土・レキ質土)

水陸両用ブルドーザ	50cm
グラブ浚渫船	400cm
バックホウ浚渫船	200cm
ポンプ浚渫船	150cm~250cm

### 3. 水陸両用ブルドーザ工法の特徴

車体後部の四節リンク式（パラレログラム式）**油圧リッパ**により

地山弾性波速度 **$V_p 2,100\text{m/sec}$** 程度までの岩盤を水中で破碎可能

水中岩盤破碎掘削は**他工法に比べ作業量が多く圧倒的に安価**



排気ダクトを倒すことにより

**空頭制限がある場所での作業が可能**

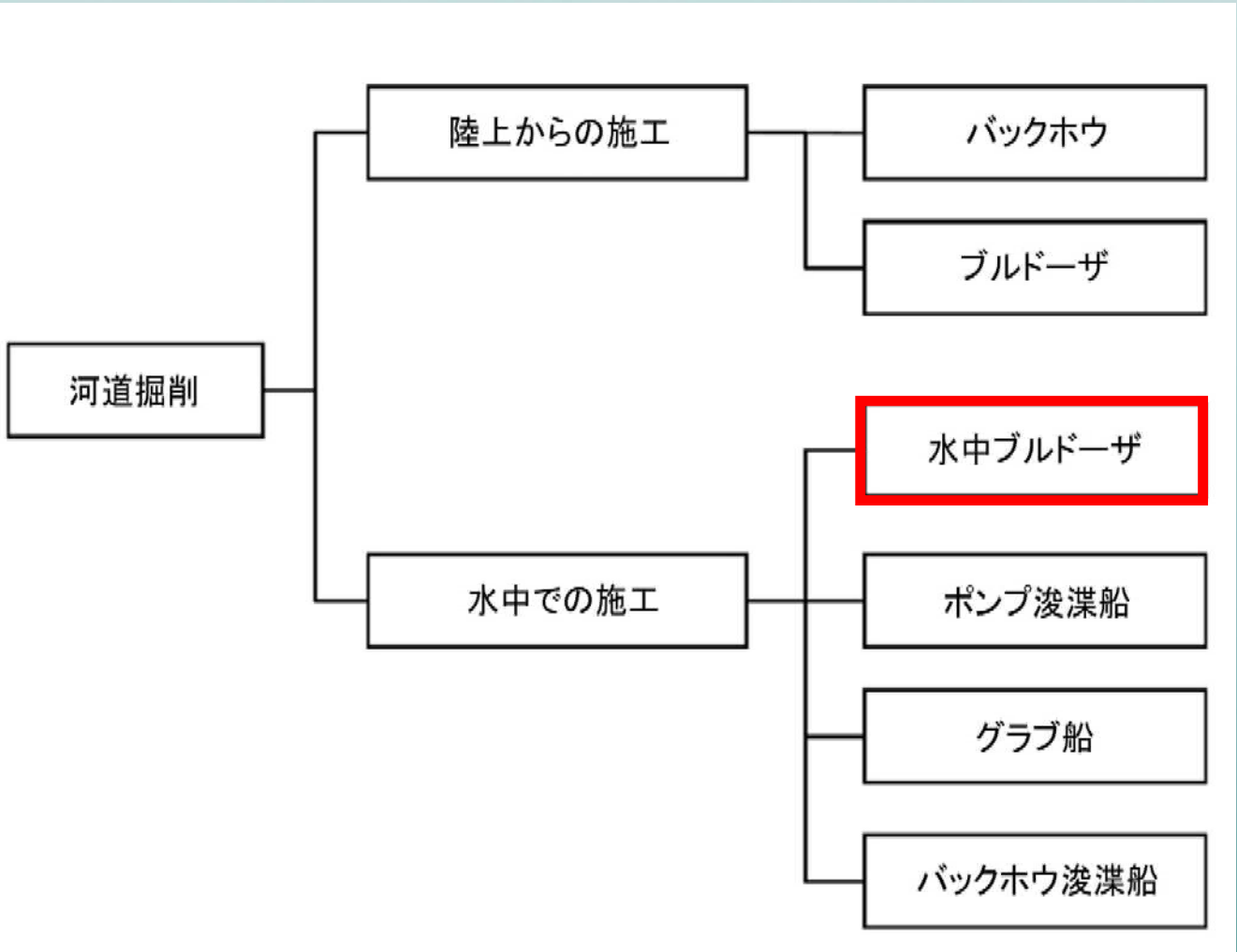






リッパ装置を取外し  
クレーン装置を取付けることで  
**クレーン作業が可能**

# 4. 施工事例（1）河道掘削



## 河道掘削の工法分類

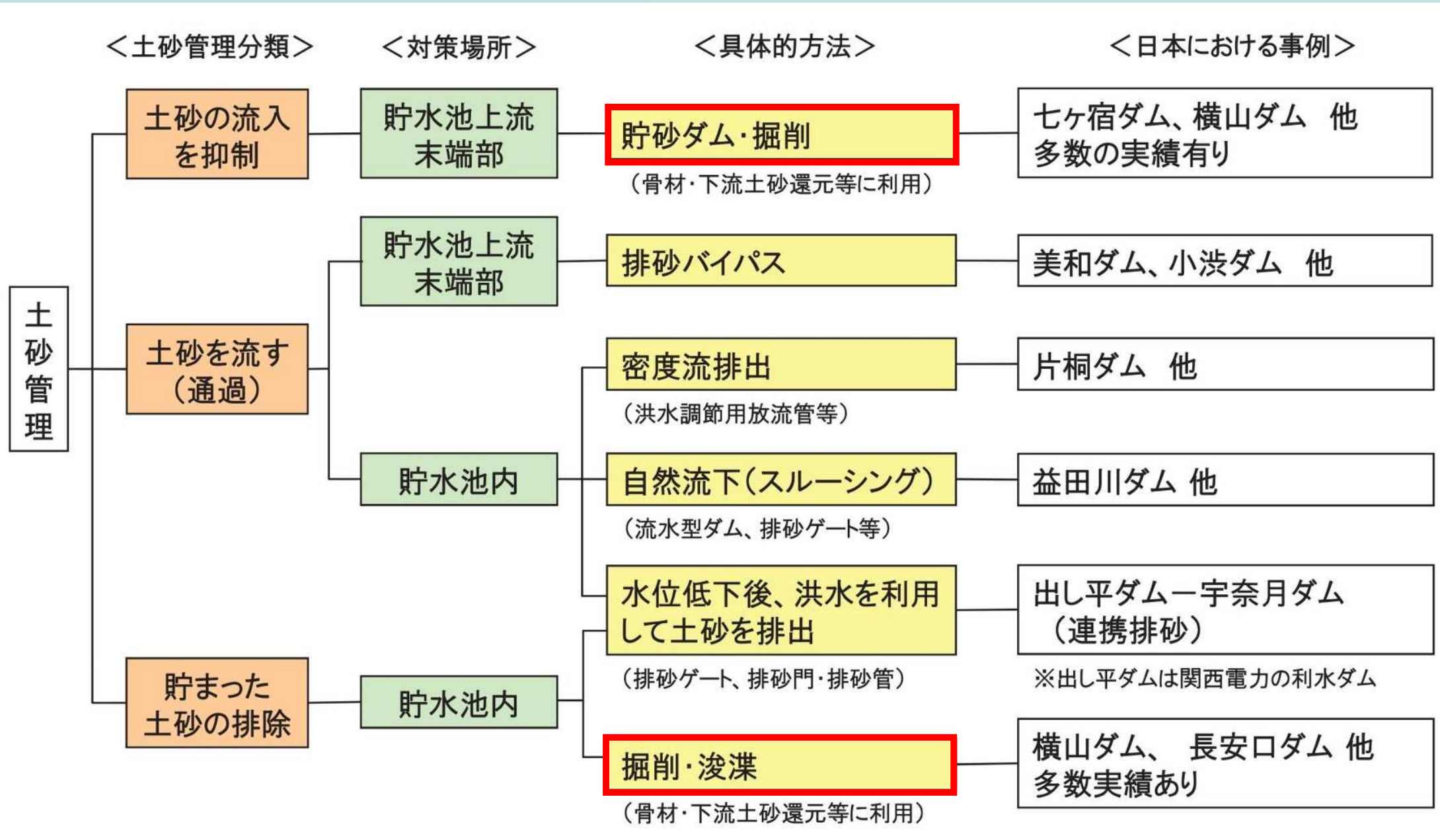
出典；「河川構造物設計要領 中部地整 河川部 第2編河川編 第5章河道掘削」

## 4. 施工事例（1）河道掘削





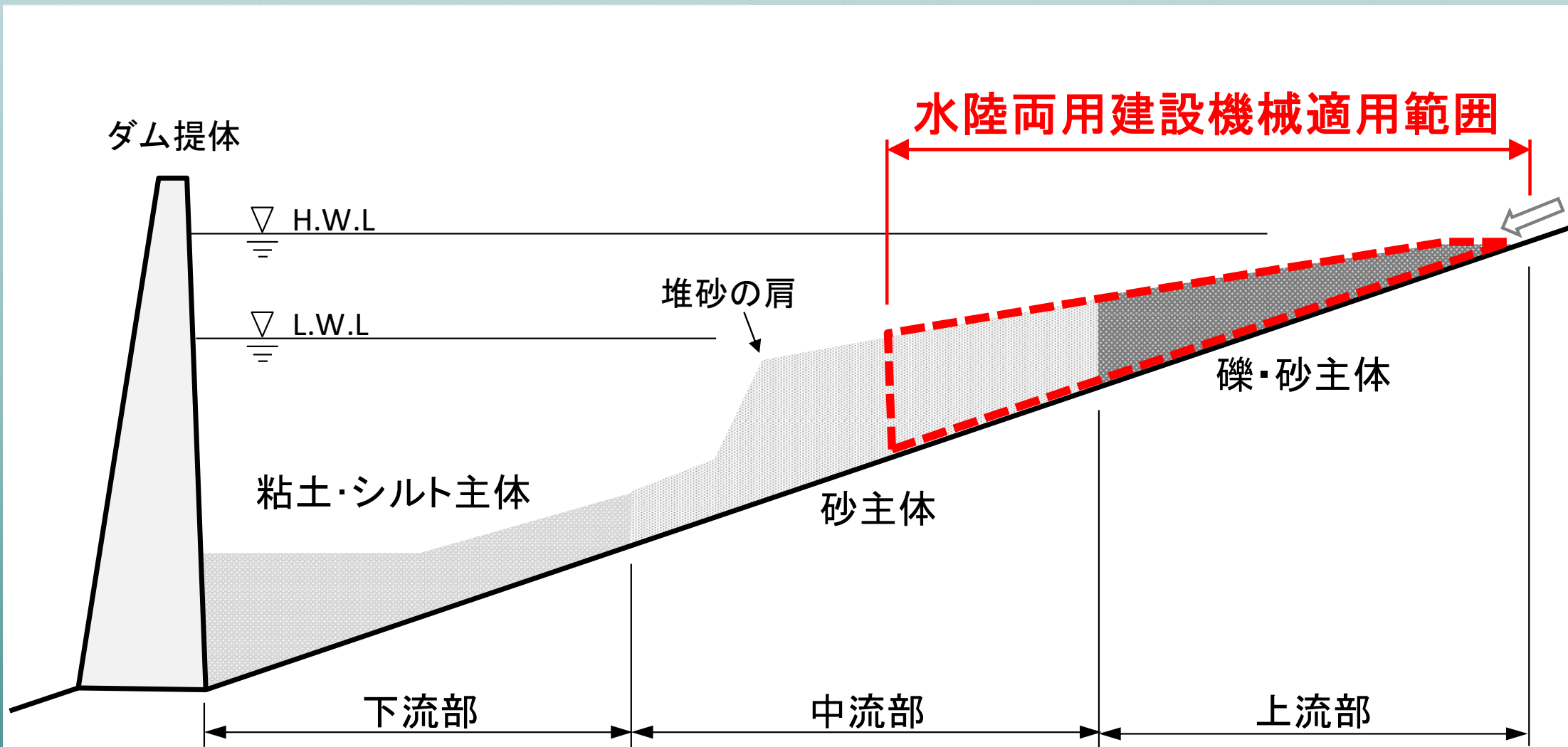
# 4. 施工事例 (3) ダム堆砂対策



出典；主なダム堆砂対策「国土交通省 水管理・国土保全局HP」

## 4. 施工事例 (3) ダム堆砂対策

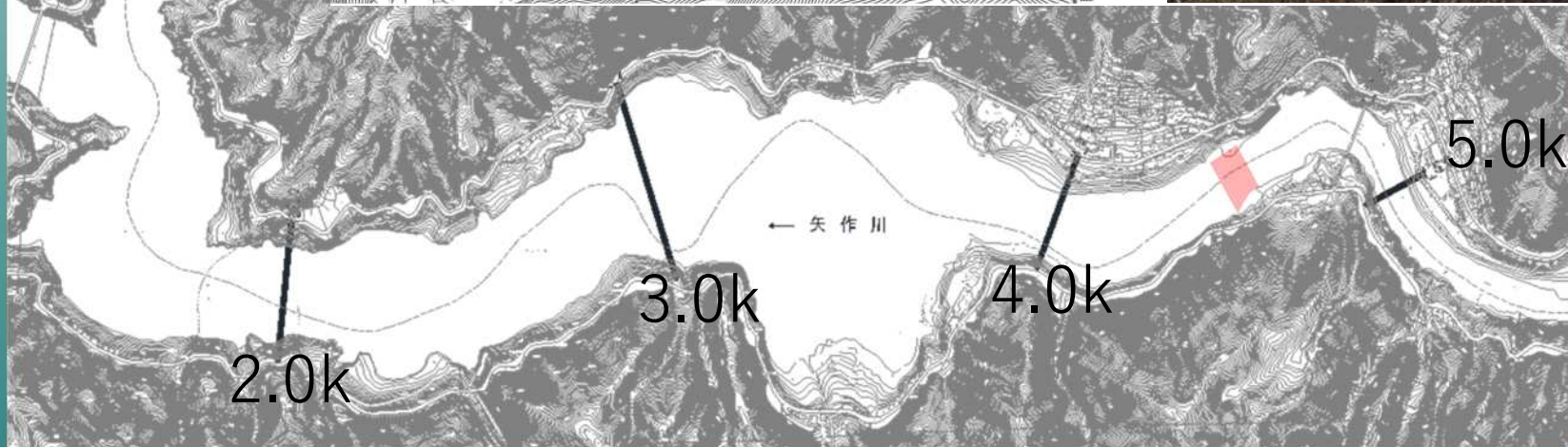
## 水陸両用ブルドーザの適用範囲



## 4. 施工事例 (3) ダム堆砂対策

### 矢作ダム貯水池掘削工事

発注者：中部地方整備局 矢作ダム管理所 数量：15,400m<sup>3</sup> (令和2年度)



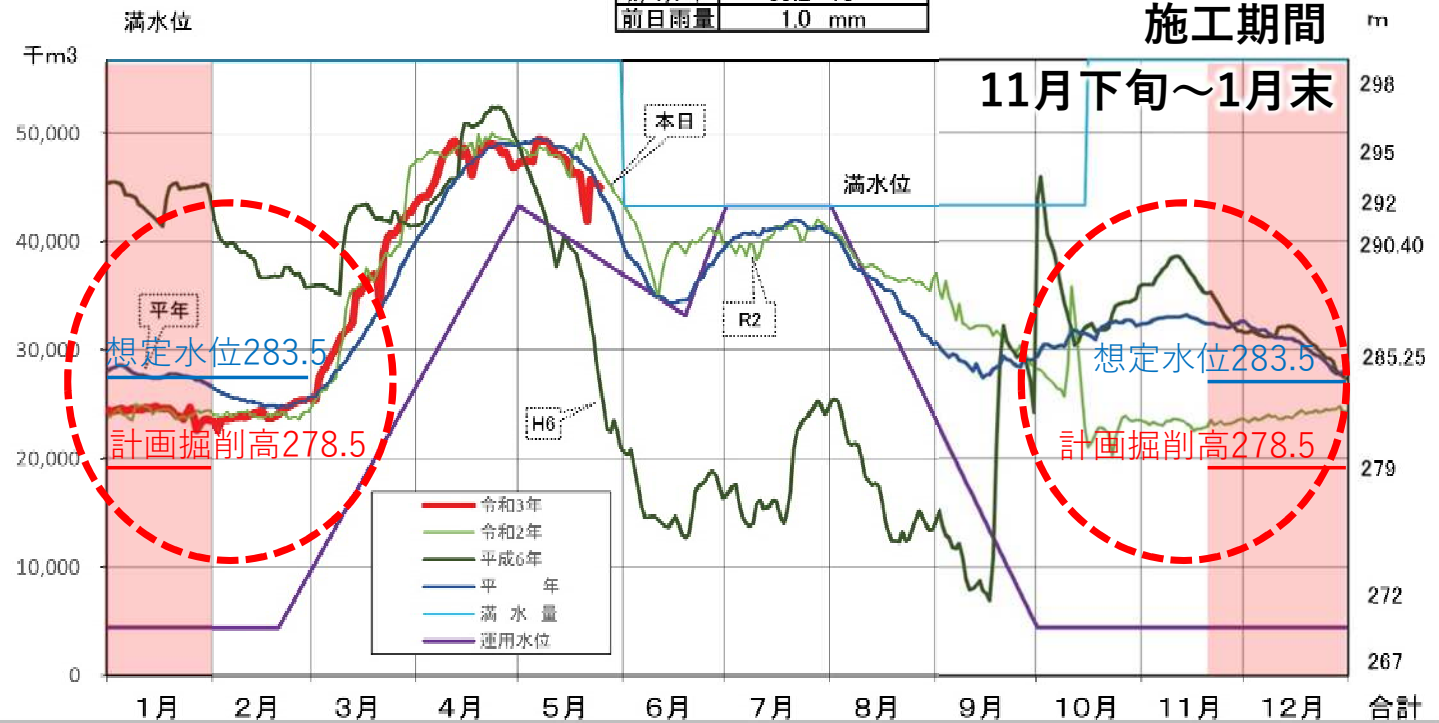
# 4. 施工事例 (3) ダム堆砂対策

## 矢作ダム貯水量図

令和3年5月25日火曜日午前9時現在

矢作ダム	
貯水位	293.16 m
貯水量	45,000 千m <sup>3</sup>
前日流入	54.94 m <sup>3</sup> /s
前日放流	59.49 m <sup>3</sup> /s
貯水率	69.2 %
前日雨量	1.0 mm

明治用水頭首工	
取水量	13.00 m <sup>3</sup> /s
農水	11.36 m <sup>3</sup> /s
工水	1.64 m <sup>3</sup> /s
放流量	85.20 m <sup>3</sup> /s



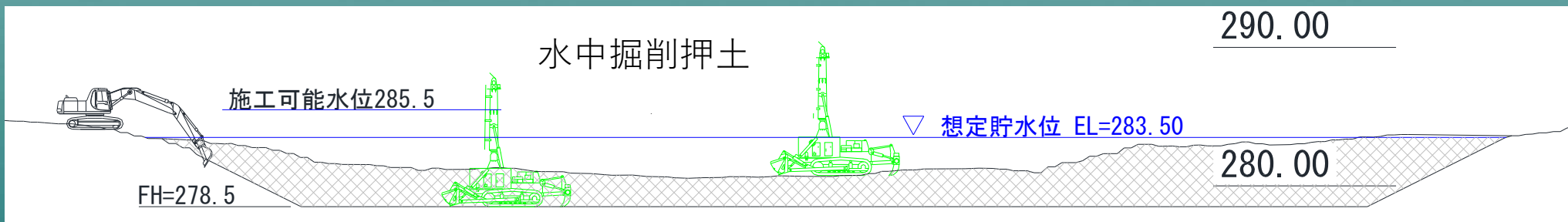
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
R3雨量	48	46	237	189	274								794
平年	55	77	139	164	183	252	284	229	280	163	91	57	1,973
H6(参考)	51	40	73	96	109	107	178	118	390	81	35	27	1,305

※単位はmm、平年雨量はS47~R2までの平均

「中部地整 矢作ダム管理所HP」より抜粋、加筆



2020年12月7日撮影  
EL.282.5m程度





# 4. 施工事例 (3) ダム堆砂対策

## 矢作ダム貯水池掘削工事



## 災害復旧 (熊本地震)



# 5. ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法NETIS登録 QS-220011-A



この測点の計画河床高さは、  
TP-2.5mだから  
現況の地盤高さはTP-1.0m  
(水位TP+1.0m-水深2.0m)



**あと1.5m掘削が必要！**



水深2.0m

掘削範囲は  
浮標等で明示



水位：TP+1.0m



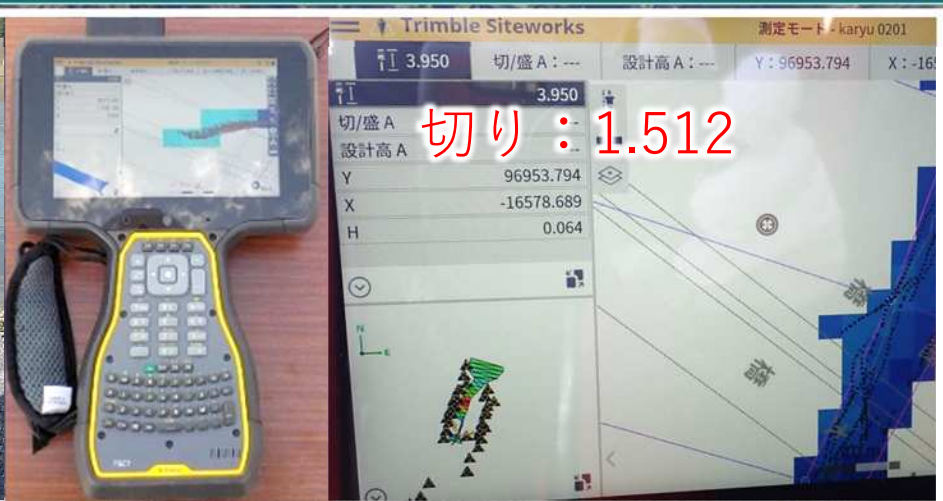
## 5. ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法NETIS登録 QS-220011-A



- ・ 荒天時や施工箇所が**遠距離**になると**正確な高さや位置が判断でない**
- ・ 設計面に勾配がある場合や**水位が変化**すると、**その都度、水位確認**
- ・ 施工箇所が**広範囲**になると、施工の進捗状況が水中のため確認できず、**未施工部が発生**



# 5. ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法NETIS登録 QS-220011-A



自動追尾型  
トータルステーション



自動追尾



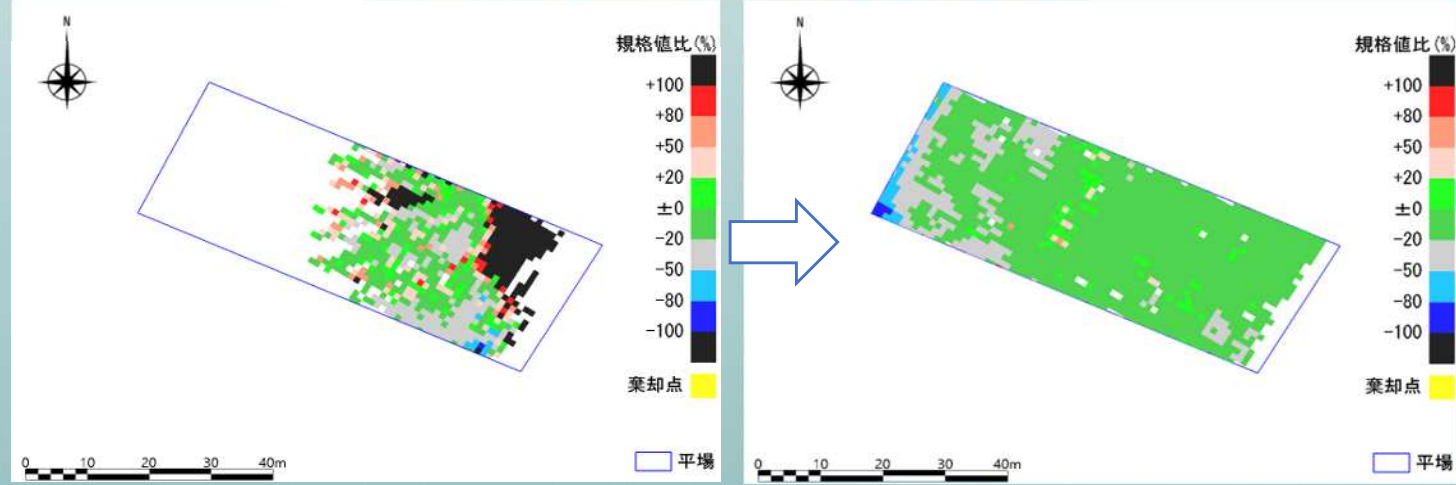
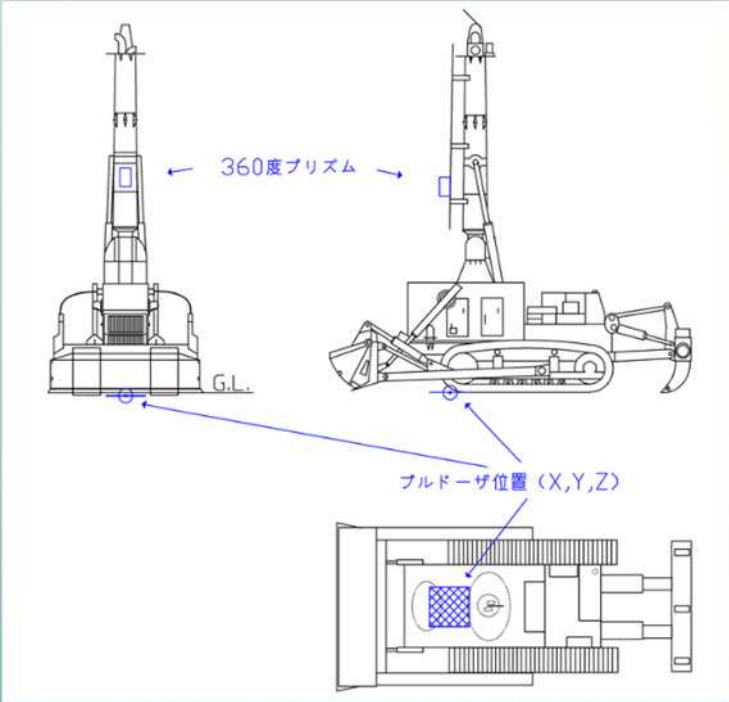
360度プリズム

オペレータはコントローラに表示された水陸ブルの位置 (x、y、z) と計画高さまでの掘削高さを確認し  
**マシンガイダンス掘削**

# 5. ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法NETIS登録 QS-220011-A

## 施工履歴データによる施工管理

日々の進捗を面的に管理



様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種	河道掘削工	工区	B
測点	No.0+681.500~No.0+706.500	合否判定結果	合格

360度プリズム直下の履帯接地面の位置を管理

測定項目		規格値	判定
平場 標高較差	平均値	-162mm	+0mm以下 合格
	最大値(差)	11mm	-200~200mm 合格
	最小値(差)	-184mm	-200~200mm 合格
	データ数	2,607	1点㎡以上 (2,582点以上) 合格
	評価面積	2,581.3㎡	
	棄却点数	0	0.3%以内 (7点以下) 合格
平均値			
最大値(差)			
最小値(差)			
データ数			
評価面積			
棄却点数			

平場のばらつき	80%以内の割合	98.90%	規格値の±80%以内のデータ数	2,578
	50%以内の割合	72.50%	規格値の±50%以内のデータ数	1,900

# 5. ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法NETIS登録 QS-220011-A



動画27秒

## 6. 水陸両用ブルドーザ遠隔操縦の見える化について



動画45秒



7. 水陸両用ブルドーザ完全オーバーホール、そして  
現在保有する5台の水陸両用ブルドーザのうち  
4台を完全オーバーホールを実施



## 7. 水陸両用ブルドーザ完全オーバーホール、そして



そうだし、ぼくは  
みんなとこゝろでも  
こゝじがで"きるんたし！

東日本大震災を  
きっかけに  
息をふきかえした  
あるブルドーザの  
ものがたり

「東日本大震災をきっかけに  
息をふきかえしたある  
ブルドーザのものがたり」

名取川閑上大橋災害復旧





# 九州建設技術フォーラム 2022

Kyusyu Construction Technology Forum 2022

## 遠隔操縦式水陸両用ブルドーザ

開発の歴史・施工事例と今後の展開について

# ご清聴ありがとうございました

NETISサイト [ <https://www.netis.mlit.go.jp/netis/> ]で検索



水陸両用ブルドーザ  
特設ページ



YouTube  
チャンネル



水陸両用ブルドーザ

検索

ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法  
**QS-220011-A**



青木あすなる建設株式会社

建設技術本部 環境リニューアル事業部  
水陸無人化グループ 飯塚尚史

