

浅水域で威力を発揮する 水陸両用ブルドーザ

ー 水陸両用ブルドーザの概要と施工事例 ー



<https://www.aaconst.co.jp>

お問い合わせ先: tech-info@aaconst.co.jp

● 担 当 部 署 土木技術本部 環境リニューアル事業部 〒108-0014 東京都港区芝4-8-2

- | | | | |
|--|-------------|-------------|-----------|
| ● 本 社 〒108-0014 東京都港区芝4-8-2 | ● 北 海 道 支 店 | ● 名 古 屋 支 店 | ● 中 国 支 店 |
| ● 東 京 土 木 本 店 〒108-0014 東京都港区芝4-8-2 | ● 東 北 支 店 | ● 北 陸 支 店 | ● 四 国 支 店 |
| ● 大 阪 土 木 本 店 〒531-0075 大阪市北区大淀南1-4-15 | ● 横 浜 支 店 | ● 神 戸 支 店 | ● 九 州 支 店 |
| ● 技 術 研 究 所 〒300-2622 茨城県つくば市要36-1 | | | |

技術資料



青木あすなろ建設

TakaMatsu Group

NETIS 登録

国土交通省新技術情報提供システム

技術名: ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法
NETIS登録番号: QS-220011-A

浅水域で威力を発揮する 水陸両用ブルドーザ

ー 水陸両用ブルドーザの概要と施工事例 ー

水域から社会を支える。



QRコードから
水陸両用ブルドーザの
動画を見ることができるよ。



浅水域で威力を発揮する水陸両用ブルドーザ

ー 水陸両用ブルドーザの概要と施工事例 ー

水陸両用ブルドーザは、浅水域を作業領域とする無線遠隔操縦式水陸両用機械である。その登場は、1969(昭和44)年、常願寺川に架かる富山大橋の橋脚部が沈下し応急復旧工事として河口部の堆積土砂を水中掘削押しし橋脚洗掘部の埋戻作業を行ったことまで遡る。

水陸両用ブルドーザは、無線遠隔操縦式でオペレータの安全が確保できることから、人の立ち入りが困難な災害復旧工事等にも使用される。また、河道掘削をはじめ、ダム堆砂除去、港湾・漁港・漁場の整備維持工事など幅広く使用されている。

これまでの施工実績は全国各地の沿岸部、河川で1,200件を超えているが、その活躍はあまり知られていない。本稿では、水陸両用ブルドーザの開発の歴史、特徴を記すとともに、これまでの施工事例を紹介する。

1. はじめに

世界最初の水陸両用ブルドーザD125-18B型は、建設省(現国土交通省)指導のもと、作業可能水深3mとして、1968(昭和43)年に(株)小松製作所により開発された(写真-1)。



写真-1 D125-18B型水陸両用ブルドーザ

1969(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され、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」最初の工事と言われている。

建設機械の遠隔操作では、1993(平成5)年に日本初

の試験フィールド制度で、雲仙普賢岳の災害復旧工事に採用された無人化施工が有名であるが、この25年前から水陸両用ブルドーザにより、無人化施工が全国各地で行われていたことになる。

当社は1971(昭和46)年に水陸両用ブルドーザ(D155W-1型)開発1号機を導入し、静岡県御前崎港浚渫工事、神奈川県相模川河川整備工事を皮切りに全国各地で実績を残し、平成8年までに計17台導入した。

現在は、当社の保有する5台の水陸両用ブルドーザが国内に現存する全てである。



写真-2 D155W-1型水陸両用ブルドーザ

2. 水陸両用ブルドーザの概要

(1) 水陸両用ブルドーザ外形図・仕様

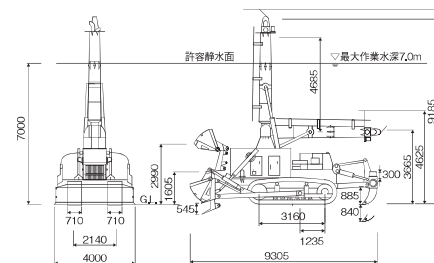


図-1 D155W-1型水陸両用ブルドーザ外形図

表-1 D155W-1型水陸両用ブルドーザ仕様一覧

作業水深(静水時)	7 m
運転整備質量(リッパ・エプロン付)	43,500 kg
陸上	27,900 kg
水中	
性能	
走行速度	前進1速 0 ~ 3.8 km/h
前進2速	0 ~ 6.5 km/h
後進1速	0 ~ 4.3 km/h
後進2速	0 ~ 7.7 km/h
最小旋回半径	3.8 m
寸法	
全長(リッパ付)	9,305 mm
全幅	4,000 mm
履帯中心距離	2,140 mm
接地長	3,160 mm
履帯幅	710 mm
接地圧(水中)	60.8kN/m ²
最低地上高	430 mm
エンジン	名 称(ディーゼル機関) コマツS6D155-4
シリンダ数・径×行程	6・115 mm×170 mm
総排気量	19,260 cc
定格出力/回転速度	198.6kw(270PS) / 2000 rpm
運転操作方式	無線遠隔操縦および有線操縦
動力伝達装置	
トルクコンバータ形式	3要素1単相
変速機形式	遊星歯車多板クラッチ式
変速段数	前進2段、後進2段
油圧装置	
最大圧力	13.4Mpa(140kgf/cm ²)
吐出量	355 l/min(2000rpmにおいて)
無線操縦装置	
制御有効距離	半径100m
周波数	429 MHz帯
ドーザ装置	
形 式	油圧式エプロン付ドーザ
幅/高さ	400 mm / 1250 mm
上昇量	1605 mm
下降量	545 mm
エプロン最大開き量	1200 mm
リッパ	
形 式	バラレログラム式油圧リッパ
シャック数/シャックピッチ	3本 / 1200 mm
最大掘削深さ	840 mm
最大上昇量	885 mm
燃料タンク容量(軽油)	610 l

(2) 水陸両用ブルドーザの特徴

水陸両用ブルドーザの特徴として下記事項が特筆される。

① 水深7mまでの浅水域で威力を発揮

作業船の航行・係留または陸上機械による作業が困難な水深7mまでの浅水域(特に碎波帯・河川感潮域)で威力を発揮(写真-3)。



写真-3 浅水域で威力を発揮

② エプロン装置

車体前部に幅4mのエプロン装置を装着した排土板(平積3.36m³)を備え、掘削した土砂を水中で抱え込むことで拡散させることなく水中掘削が可能となっている(写真-4、図-2)。



写真-4 エプロン装置を装着した排土板

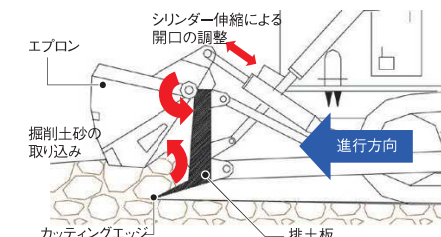


図-2 掘削押しの作業方法

③ 油圧リッパ装置

車体後部の四節リンク式（バラレログラム式）油圧リッパにより、地山弾性波速度2,100m/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（写真-5）。



写真-5 油圧リッパ装置

④ 無線遠隔操縦式

水陸両用ブルドーザは、特定小電力無線429MHz帯による遠隔操縦方式を採用している。

これは、水中作業時の水中走路視認問題や潮流、波浪のある海洋工事でのオペレータの危険を回避するためである（写真-6）。



写真-6 オペレータは機械に搭乗せずに無線遠隔操縦

⑤ 安全装置

水陸両用ブルドーザは、陸上で使用されているブルドーザを単純に水密化したものではなく、水中作業に適応するため各種安全装置が装備されている。

エンジンルーム内には、浸水防止とシール類保護のため、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されている。車両の異常時には、ダクト上部の警告灯とホーン

が同時に作動する。エンジンルーム内への浸水時には、浸水の状況に応じて警告を発し、危険水位に達すると排水ポンプが作動し、ダクト上部から排水する。

万が一、無線遠隔装置が故障し、水中で走行不能となった場合は、車体中央部に装備されたダイバーコントロール装置を使用し、ダイバーによる有線操縦を行う（図-3）。



図-3 安全装置

⑥ 排出ガス対策型建設機械およびオフロード法の対象外

国土交通省では1991（平成3）年度より排出ガス基準値を満たした建設機械を『排出ガス対策型建設機械』として指定する制度の実施、1996（平成8）年度より国土交通省直轄工事における使用原則化を行っている。

水陸両用ブルドーザD155W-1型は、以下の理由により当該基準値を満たしていないため、工法として採用する場合には監督職員との協議が必要となる。

当社が現在保有・運用している水陸両用ブルドーザD155W-1型は5台であり、国内に現存するのはこの5台のみである。最も新しい機械は1996（平成8）年4月に納入されたものであるが、メーカー側では、1991年度時点では既に本機的设计が完了していた点、販売台数が少数であった点により、排出ガス対策型建設機械対象外としている。

なお、特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（オフロード法）に対しては、2006（平成18）年9月30日以前に製作された建設機械であることから、平成18年10月1日開始の同法による排出ガス規制の対象外となっている（同法附則第2条による）。

⑦ クレーン装着型水陸両用ブルドーザ

リッパ装置を外し、クレーン装置を取付け、10tまでの重量物の吊上げ作業が可能（図-4、表-2）。

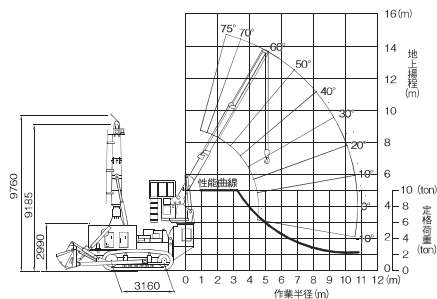


図-4 クレーン装着型水陸両用ブルドーザ作業能力図

表-2 クレーン仕様

主要諸元	
能力	定格荷重 最大 10,000kgf 作業半径 1.0～10.6m
ウィンチ	フック速度 5.0～6.8m/min 吊上げ揚程 13.4m(地上より) ワイヤーロープ φ12.6×Fi(29)B種IWRC、90m
起伏	角速度 -10°～75° 85°/26sec
伸縮	長さ 6.0m 速度 6.0m/26sec
旋回	角速度 180°強制ストッパー付 180°/10sec
安全装置	・油圧安全弁 ・過負荷防止装置 ・玉掛けワイヤー外れ止め
油圧源	ブルドーザの油圧源を利用する。 必要量—流量 140ℓ/min、 圧力 15,700kN/m ² (160kgf/cm ²)
重量	7,950kg(クレーン装置乾燥重量)

3. 水陸両用ブルドーザ工法の特徴

(1) 仮設備不要で、通年施工可能

水陸両用ブルドーザ工法では、作業船や陸上機械での施工時に必要となる仮設備（係留施設、仮設道路、水杵工等）は必要としない。水陸両用ブルドーザが河道内等に進入するための軽微な仮設斜路（幅5m、勾配1:4以下）で済むため、河川増水時の仮設材流出リスクがない。また、増水時は安全な場所に自走で退避可能である。これらのことから出水期・非出水期に限定されず通年施工が可能である。

(2) 迅速な退避が可能

係留索を使用しないため漁船など船舶の航行に支

障をきたすことなく作業が可能であり、また機動性に優れているため、現場状況の変化時（時化・増水・放流・風雨等）にも迅速に退避することが可能（写真-7）。



写真-7 漁船航行状況

(3) 出来形精度

水陸両用ブルドーザの出来形精度は、機械の構造上、基準高±200mmとする。なお養浜等の均し作業は、1:5以下の緩勾配とし、砂質土の掘削法面勾配も1:5以下とする。

(4) 出来形管理

出来形管理の基準高の規格値は、±200mmとする。なお国土交通省「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（バックホウ浚渫船）では±200mm以下となっている。

(5) 余掘り

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。また施工時、地盤を転圧するため締固め効果も期待できる（表-3、図-5）。

表-3 工種別余掘厚

（砂質土・レキ質土）	法面部	底面部
水陸両用ブルドーザ	50cm	20cm
グラブ浚渫船	400cm	50cm
バックホウ浚渫船	200cm	50cm
ポンプ浚渫船	15cm～100cm	20cm～100cm

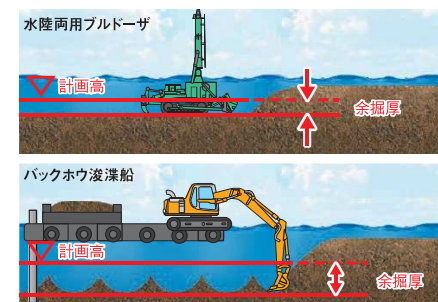


図-5 水陸両用ブルドーザとバックホウ浚渫船余掘りイメージ

(6) 運搬・組立・分解

機械は陸上輸送あるいは海上輸送が可能であるため、全国で使用可能である。運搬には低床トレーラ30t積1台、平ボデイトラック10t積2台を用いる。

組立・分解にはそれぞれ2日を要し、ラフテレーンクレーン25tを用いて行う。機械の組立スペースとして少なくとも20m×20m程度を要する(図-6)。



図-6 左:低床トレーラ等で運搬
右:組立・分解にはラフテレーンクレーンを用いる

(7) NETIS登録:

ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法

2022(令和4)年8月に、本機にマシンガイダンス機能等のICT機能を付加し、「ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法」としてNETIS登録された(NETIS登録番号:QS-220011-A)。

ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法では、ブルドーザの吸排気ダクトに360°プリズムを取り付け、これを自動追尾型トータルステーションで追尾させることで、プリズム直下の履帯接地面の位置座標(x,y,z)を



図-7 水陸両用ブルドーザに取り付けた360°プリズム(写真左上)を自動追尾するトータルステーション

表-4 施工管理基準及び規格値

工程	測定項目	規格値		測定基準
		平均値	個々の計測値	
水陸両用ブルドーザ (面管理の場合)	標準較差	0mm以下	+200mm以下	1.3次元データによる出来形管理において「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」に基づき出来形管理を面管理で実施する場合、その他本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。 2.計測は平場面とし、全ての点で設計面との標高較差を算出する。計測密度は1点/㎡(平面投影面積当たり)以上とする。

※国土交通省「土木工事施工管理基準及び規格(案)」(バックホウ浚渫船)に準拠する。

測位し、リアルタイムにコントローラに表示させることで、オペレータが施工時に確認を行うことができる(図-7)。

従前はオペレータの目視により、機体に塗装された目盛りと施工時の水位の関係性によって現在の地盤高さを認識して掘削していた。このため、荒天時やオペレータと機械の距離が離れると正確な高さや位置が判断しにくい、設計面に勾配がある場合や水位が変化する場合はその都度水位を確認する必要があるなどの課題があった。

これらの課題を解決するため、ICT施工対応化を行った。ICT施工では、施工履歴データによる出来形管理が可能となっており、国土交通省「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」(第5編 河川浚渫編 第4章 施工履歴データ)に準拠している。しかし同要領記載の事前キャリブレーション方法は陸上バックホウを想定した記載となっている。そこで、本工法では、同第2編 土工編のICTブルドーザの実施手順に準拠して実施している。なお、水陸両用ブルドーザにはIMUや傾斜計を取り付けていないため、360°プリズム直下の履帯接地面の1点での管理となる(図-8)。

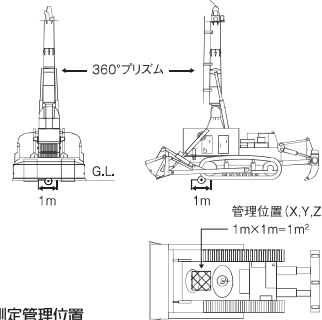


図-8 測定管理位置

ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法の施工管理基準及び規格値は表-4の通りとする。

4. 作業条件

(1) トラフィカビリティ

水陸両用ブルドーザD155W-1型43.5t級のトラフィカビリティは、砂質土でN値5～7程度以上を1安とする(表-5)。

ただし、N値が5以下のルーズな砂質土であっても重機の走行による締固め効果により作業可能となる場合もある(要現地調査)。

表-5 建設機械の走行に必要なコーン指数

建設機械の種類	コーン指数 qc (kN/m ²)	接地圧 (kN/m ²)	支持力 N値 (経験値含む)
水陸両用ブルドーザ	440以上	60.8	5～7程度

※上記表中の接地圧は水中(3m)での数値(気中:95.1kN/m²)

建設機械の種類 (汎用機)	コーン指数 qc (kN/m ²)	接地圧 (kN/m ²)	支持力 N値 (経験値含む)
超湿地ブルドーザ	200以上	15～23	3
湿地ブルドーザ	300以上	22～43	5
普通ブルドーザ (15t級程度)	500以上	50～60	8
普通ブルドーザ (21t級程度)	700以上	60～100	11
スクレーパー (超湿地帯)	600以上	41～56	27
	400以上	27	
被けん引式スクレーパー(小型)	700以上	130～140	
自走式スクレーパー(小型)	1,000以上	400～450	
ダンプトラック	1,200以上	350～550	

※上記表は、(社)日本道路協会 平成21年度版 道路土木要綱(解表5-4による)

(2) 作業限界流速

作業限界流速は、水深3mまでは2.0m/sec程度、水深3m～7mまでは1.5m/sec程度までとする(写真-8)。



写真-8 流速2.0m/sまで対応可能

(3) 作業限界波高

海域における限界波高は、有義波高1.0m程度までとする。

(4) 作業限界高

吸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(写真-9)。

吸排気ダクトを倒しての作業限界高さは、地盤から5.0mまでである。ただしこの時の作業可能水深は2.5m程度までとする。



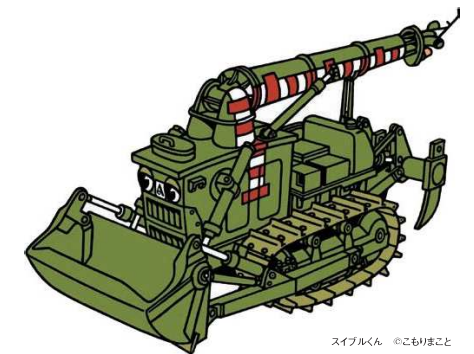
写真-9 橋梁下部の作業状況

(5) 制御有効距離

オペレータと機械までの制御有効距離は、見通可能な条件で100m以内とする。ただし制御有効距離内であっても、施工条件によりオペレータの運転足場が必要な場合もある。

(6) 登坂能力

荷を掛けていない状態では23度(1:2.4)程度、土砂を満載した状態では1:5程度までとする。



スライプくん ©こもりまこと

5. 機械損料

水陸両用ブルドーザD155W-1型43.5t級の機械損料は、水陸両用ブルドーザ機械損料算定表(表-6)のとおりとする。なお、当損料は、社団法人日本建設機械化協会「平成21年度版建設機械等損料表」に準拠し、年間標準時間、日数を改定している。

6. 作業能力

作業能力の算定は、「道路土工施工指針」等で提案されているブルドーザの作業能力算定式に準拠し、

水中作業での作業効率(E)を乗じて算定する。詳細は「水陸両用工法積算マニュアル」による。

以下に、土質・押土距離による標準的な運転1日当りの掘削作業量を示す(表-7)。

7. 運転単価

水陸両用ブルドーザD155W-1型43.5t級の1日当りの運転単価は、次表のとおりとする(表-8)。詳細は「水陸両用工法積算マニュアル」による。

表-6 水陸両用ブルドーザ機械損料算定表

分類 コード	規 格		(1) 基礎 価額 (千円)	(2) 標準 使用 年数 (年)	年 間 費 率			(6) 維持 修理 費率 (%)	(7) 年間 管理 費率 (%)	(7) 残存率 (%)	運転1時間当り		供用1日当り		参 考					備考
	諸元	機関出力 kW(PS)			機械質量 (t)	(3) 運転 時間 (時間)	(4) 運転 日数 (日)				(5) 供用 日数 (日)	(8) 損料率 (×10 ⁻⁴)	(9) 損料 (円)	(10) 損料率 (×10 ⁻⁴)	(11) 損料 (円)	(12) 損料率 (×10 ⁻⁴)	(13) 損料 (円)	(14) 損料率 (×10 ⁻⁴)	(15) 損料 (円)	
水陸両用 ブルドーザ D155W-1 無線遠隔操 縦式(リッパ 付)	作業水深 7m 43t D155W-1 無線遠隔操 縦式(429H・ 5t級)	199 (270)	陸上 43.5 水中 27.9	102,000	11	490	83	158	105	9.0	13.0	276	28,200 35,300	820	83,600	540	55,100 62,300	1,674	171,000	61%±h 岩石補正 25%

*注) 社団法人日本建設機械化協会「平成21年度版建設機械等損料表」に準ずる
*注) 岩石土工作業に使用する場合、作業条件が通常のなめ機械各部の磨耗の激化によって維持管理費も増加するため、機械損料のうち変動費に属する運転1時間当たり損料を25%割増する
*注) ICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法(「NETIS QS-220011-A」)を導入する場合は、別途見積りとする

表-7 1日当り掘削作業量

土質	砂・砂質土	レキ質土	玉石混土	リッパによる粉砕岩		リッパ以外の粉砕岩	
				軟岩I	軟岩II	中硬岩	硬岩
1サイクル当り土量q (m³)	2.80	2.80	2.80	2.58	2.24	2.10	2.04
作業効率							
押土距離m	E=0.50	E=0.38	E=0.30	E=0.30	E=0.30	E=0.20	E=0.20
20	375.2	285.6	225.4	207.7	180.0	112.7	109.2
30	311.5	237.2	187.0	172.3	149.9	93.2	90.9
40	266.7	202.4	159.9	147.5	128.0	79.7	77.9
50	232.5	177.0	139.8	128.6	111.5	69.6	67.9
60	206.5	156.9	123.9	114.5	99.1	62.0	60.2
70	185.9	141.0	111.5	102.7	89.1	55.5	54.3
80	168.7	128.0	100.9	93.2	80.8	50.7	49.0
90	154.6	117.4	92.6	85.6	74.3	46.6	44.8
100	142.2	108.0	85.6	78.5	68.4	42.5	41.3

(標準運転時間 T=5.9 (hr/日))

表-8 1日当り運転単価

名称・規格	細別	単位	数量	単価	金額	摘要
特殊操縦士		人	1.00	38,000	38,000	遠隔操縦オペレータ
潜水士	×2名	人	0.12			公共労務単価
潜水連絡員	×1名	人	0.06			公共労務単価
燃料費(軽油)		ℓ	359.90			
水陸両用ブルドーザ損料	D155W-1 43.5t級	h	5.90			機械損料算定表 運転1時間当り換
ICT建設機械経費加算額		円/日	1.00	13,000	13,000	ICT施工の場合、加算する
諸雑費	まるめ	式	1.00			
計						
1日当り						

8. 水陸両用ブルドーザとバックホウ組立台船の比較

現場条件を同一と仮定して、水陸両用ブルドーザとバックホウ組立台船の工程及び費用を比較すると下記のとおりととなる。

現場条件: 河道掘削を想定

土量20,000m³(L200m×W100m×t1m)、水深3m程度、砂質土、供用係数1.36

(1) 工程

掘削工は、両工法とも日当たり作業量は同じ261m³/日で約105日(実働日数77日)となるが、水陸両用ブルドーザ工法では、仮設工等に必要な日数分短縮でき、約31%の短縮となる(図-9)。

バックホウ組立台船は、仮設船着き場設置撤去で約38日間(実働日数27日)、組立解体・艀装解除で約

18日間(実働日数11日)程度かかり、仮設工で約2ヵ月程度を要する。

一方、水陸両用ブルドーザは、組立解体で約6日間(実働日数4日)、河川内への進入は、斜路(幅5m程度、勾配1:4以下)があれば1日定で進入可能である。

(2) 概算費用

(直接工事費+共通仮設費(積上げ分))

概算費用は、バックホウ組立台船に比べ水陸両用ブルドーザは、約57%の縮減となる(図-10)。

バックホウ組立台船は、仮設船着き場設置撤去費、組立解体・艀装費で約9,500千円程度、直接工事費は、76,000千円程度(約3,800円/m³×20,000m³)となり、合計85,500千円程度となる。

一方、水陸両用ブルドーザは、組立解体費が約830千円、直接工事費は、35,400千円程度(約1,770円/m³×20,000m³)となり、合計36,230千円程度となる。

図-9 工程比較

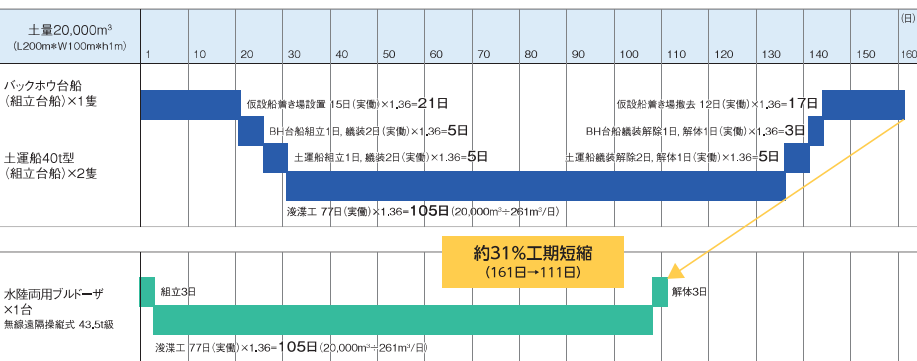
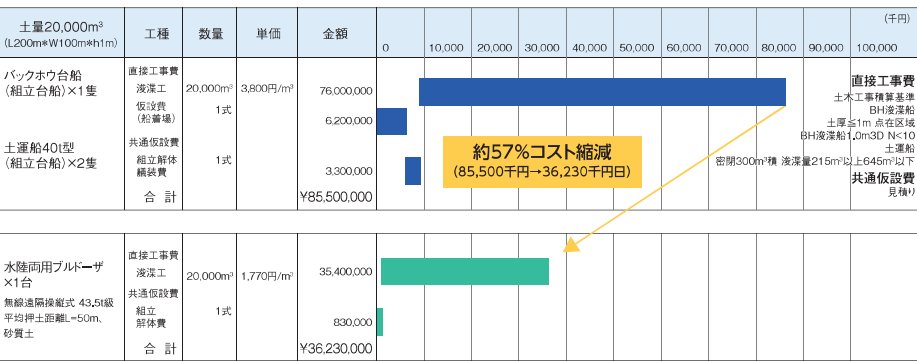


図-10 概算金額比較



9. 施工事例

(1) 庄内川河道掘削工事

庄内川は中部圏最大の都市である名古屋市の中心部を流下する一級河川である。2000(平成12)年9月東海豪雨は観測史上最大の洪水となり、浸水面積約105km²、浸水家屋約34,100棟(うち床上浸水約15,800棟)であった。

本工事は、庄内川の8k900mより上流部において、洪水時の流下断面を確保し、河川水位を低下させることを目的としたものである。計画面までの水深は約3mであり、作業船や陸上機械による掘削よりも効率的に施工できることから、水陸両用ブルドーザ工法が採用された。本工事では、水陸両用ブルドーザで土砂を左岸側に掘削押土し、それを陸上バックホウで揚土した(8k900m～上流部)(写真-10、図-11)。

発注者：国土交通省中部地方整備局

庄内川河川事務所

工事名：令和3年度庄内川日比津地区

河道掘削工事 他

数量：約50万m³



写真-10 掘削状況(庄内川)

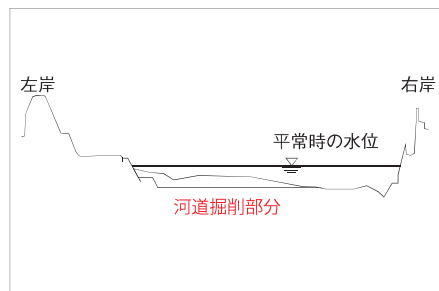


図-11 河道掘削工事のイメージ図

(2) 只見川災害復旧落橋回収工事

2011(平成23)年7月、新潟県中越地方、下越地方、福島会津地方の3地域で発生した集中豪雨は、福島県会津地方を中心に流れる只見川流域に甚大な被害をもたらした。また只見川に架かる橋は、西部橋をはじめ6橋が落橋、5橋が被災した。

国土交通省北陸地方整備局は、落橋した西部橋を撤去する工事を価格と品質で総合的に優れた調達を目指す「高度技術提案型(Ⅲ型)」で発注した。

当該施工箇所は、流速が速く、河床の障害物も想定されるため作業船での施工は困難で、地山が岩盤であることから仮設棧橋による施工は不経済と考えられた。これらの施工上の問題は、水陸両用ブルドーザの多様な機能を駆使することで解決した(写真-11、12)。

発注者：国土交通省北陸地方整備局

工事名：町道土倉・西部線西部橋

災害復旧落橋回収工事

数量：旧橋撤去工1式

(下路式ランガー橋L=121m、鋼材210t、床版、舗装版等)



写真-11 落橋した西部橋



写真-12 落橋回収状況

(3) 小本川河道掘削工事

2016(平成28)年8月の台風10号による洪水は、二級河川小本川流域に甚大な被害をもたらした。

本工事で施工した小本・中島地区は、水深が2～3m程度で陸上機械では施工できず、また浚渫船でも施工困難なことから水陸両用ブルドーザ工法が採用された。

また、この工事から試験的にICT施工対応の水陸両用ブルドーザ工法を採用した(写真-13、14)。

発注者：岩手県岩泉地区合同庁舎

沿岸広域振興局・岩泉土木センター

工事名：二級河川小本川筋卒郡地区ほか

河川激甚災害特別緊急工事 他

数量：約4.7万m³



写真-13 掘削状況(小本川)



写真-14 ICT施工状況

(4) 下久保ダム堆砂除去工事

下久保ダムは、一級河川利根川水系神流川中流部に位置し、治水・利水および水力発電を行う、独立行政法人水資源機構が管理する多目的ダムである。2019(令和元)年の東日本台風(台風19号)では、大量の土砂が流入し、堆砂率は112%となった。

本工事では、水位の高い6月まではグラブ浚渫船で浚渫し、水位の低い7月からは、陸上機械で掘削する計画であった。

陸上掘削は、出水期間中の施工であり、通常の陸上機械による掘削だけでは計画掘削土量を確保できない可能性があったため、水位が上昇しても施工可能であり、急な増水時にも迅速に退避でき、また仮設走路の流出リスクの少ない水陸両用ブルドーザ、水陸両用バックホウおよび水陸両用クローラダンプを導入し、堆砂除去を実施した(写真-15、16)。

発注者：水資源機構下久保ダム管理所

工事名：下久保ダム堆砂除去工事

数量：約13万m³(水陸機械掘削 約1.5万m³)



写真-15 掘削状況(下久保ダム)



写真-16 掘削状況(下久保ダム)

(5) 矢作ダム堆砂除去工事

矢作ダムは矢作川の治水と愛知県西三河地域への利水および水力発電を担う特定多目的ダムであり、建設後50年以上が経過している。

2000(平成12)年の東海豪雨では、大量の土砂が一度に貯水池内に流入し、堆砂によるダム機能の低下等が発生した。

本工事は、矢作ダム貯水地内の堆砂を除去し、貯水能力の回復を図ることを目的としたものである。これまで渇水期に陸上機械による堆砂除去を継続して実施していたが、陸上機械では掘削可能な範囲に限界があり、また、作業船による水中掘削も日々の貯水位変化から作業水深の確保が困難なことから、その進捗は芳しくなかった。

そこで、水深7mまで水中掘削でき、ダム貯水位の変化にも柔軟に対応可能な工法として、水陸両用ブルドーザ工法が2020(令和2)年より採用された。本工事では、水陸両用ブルドーザで土砂を岸に掘削押しし、それを陸上バックホウで揚土した。これにより、陸上機械や作業船で施工できない広い範囲での施工が可能となった(写真-17,18)。

発注者:国土交通省中部地方整備局

矢作ダム管理所

工事名:令和3年度矢作ダム貯水池掘削工事 他

数量:約3.9万m³



写真-17 掘削状況(矢作ダム)



写真-18 掘削状況(矢作ダム)

(6) みやざき臨海公園サンビーチ浚渫工事

みやざき臨海公園(サンマリーナ宮崎・サンビーチ一ツ葉)は、「宮崎・日南海岸リゾート構想」の一環として2001(平成13)年7月に整備された宮崎県内唯一の人工ビーチである。

サンビーチ一ツ葉の南ビーチは、海水浴場として多くの人が訪れているが、毎年ビーチ内に砂が過剰に堆積し、遊泳可能な範囲が狭くなっていた。

宮崎県中部港湾事務所は、堆積した土砂を掘削し、ビーチ特有の勾配に精度よく造成可能な水陸両用ブルドーザ工法を採用し、2018(平成30)年より海水浴が引き続きできるよう、継続的にビーチの掘削を実施している(写真-19,20)。

発注者:宮崎県中部港湾事務所

工事名:令和4年度県単維持第21-1-4号

みやざき臨海公園サンビーチ一ツ葉

南ビーチ水中掘削工事 他

数量:約4.6万m³



写真-19 掘削状況(宮崎サンビーチ)



写真-20 掘削状況(宮崎サンビーチ)

(7) 雲出古川高潮堤防整備工事

雲出川は三重県を流れる一級河川で、河口部で雲出古川を分派して伊勢湾に注ぐ。

本工事は、高潮堤防の施工に必要となる仮設道路の設置に伴い、河口部の河積(河道断面積)の確保を目的として河道掘削を行ったものである。潮汐変化にも柔軟に対応できる工法として水陸両用ブルドーザ工法で施工した。

水陸両用ブルドーザ工法では、掘削箇所から土砂集積箇所までの押土距離が長くなると施工効率が悪くなる。そこで本工事では、水陸両用ブルドーザの補助機械として、水陸両用バックホウ、水陸両用クローラダンプを導入した。河道内に土砂集積箇所を任意に設け、そこまで水陸両用ブルドーザで掘削押しを行い、土砂集積箇所では水陸両用バックホウで水陸両用クローラダンプに土砂を積み込み、陸上バックホウが構える岸まで運土した。これにより迅速かつ安価での作業を可能とした(写真-21)。

発注者:国土交通省中部地方整備局

三重河川国道事務所

工事名:令和3年度雲出古川高潮堤防整備工事

数量:約5,000m³



写真-21 掘削状況(雲出古川)

10. おわりに

当社は、1971(昭和46)年より50年余りの間、水陸両用ブルドーザが得意とする浅水域という特異性のある施工領域で、約1,200件の施工実績を積んできた。水陸両用ブルドーザは、近年全国各地で発生している集中豪雨災害や地震・火山活動に伴う土砂災害など、今後も必要不可欠な建設機械であると考えている。

一方で、オペレータの後継者育成という課題も抱えている。水陸両用ブルドーザの操作は、陸上建設機械とは異なり、機体の大部分が水中に没した状態で吸排気ダクトとエンジン負荷音などを頼りに陸上から遠隔操縦を行う。このため、操縦には相当な熟練を要する。今後、オペレータの高齢化・後継者不足が想定されることから、熟練オペレータの操作ノウハウを見える化し、後継者育成につなげていく必要があると考えている。

施工ノウハウとともに、機械のメンテナンス技術も含めて、諸先輩方から受け継がれた技術を継承、発展させ、政府が推進している国土強靱化、流域治水プロジェクト等に貢献できるよう努めていきたい。

参考文献

- (1) 土木施工 2023年4月号
細見耕一・飯塚尚史・小笠原司：
浅水域で威力を発揮する水陸両用ブルドーザ
- (2) 電力土木 令和3年9月号
飯塚尚史・小笠原司・馬欠場真樹：ダム堆砂対策における
水陸両用建設機械の適用性・No.415,2021.9
- (3) 建設機械施工 令和2年8月号
飯塚尚史・小笠原司・馬欠場真樹：水陸両用建設機械を
活用した河川工事事例報告・Vol.72, No.8, 2020
- (4) 電力土木 令和元年9月号
ICT施工と水陸両用建設機械を活用した
副ダム堆砂除去工事の報告・No.403, 2019.9
- (5) 建設機械 平成31年6月号
ICT施工と水陸両用建設機械を活用した
副ダム堆砂除去工事の報告・652, Vol.55, No.6
- (6) 油空圧技術 平成26年6月号
浅水域で威力を発揮する水陸両用ブルドーザ、
662, Vol.53, No.6
- (7) 建設機械施工 平成25年8月号
水陸両用ブルドーザによる災害復旧工事事例報告、
Vol.65, No.9, 2013
- (8) 電力土木 平成24年11月号
水陸両用ブルドーザによる災害復旧工事事例報告、
No.362, 80-84, 2012
- (9) 建設機械 平成24年2月号
浅水域で威力を発揮する水陸両用ブルドーザ、
No.564, 35-40, 2012
- (10) 北陸の建設技術 平成23年7月号
水陸両用ブルドーザの変遷と活躍・No.241, 17-22, 2011
- (11) 建設機械 平成21年8月号
水陸両用ブルドーザの変遷と活躍、
No.534, 55-59, 2009
- (12) 建設の施工企画 平成20年8月号
無線操縦式水陸両用ブルドーザの活用状況、
No.702, 71-76, 2008
- (13) 建設の施工企画 平成18年11月号
- (14) 建設機械 平成17年3月号
- (15) 建設機械 平成15年3月号
- (16) 建設機械 平成14年1月号
- (17) 建設の機械化 平成13年11月号
- (18) 建設機械 平成12年6月号

青木あすなろ建設技術資料紹介

当社の水陸両用機械工法は、1,200件以上の施工実績を有しています。

その概要と施工事例をこちらから、ご覧いただけます。



水陸両用機械工法
施工事例



無人化
施工技術



水陸両用バックホウ・
水陸両用クローラダンプ



特設ページでは、水陸両用ブルドーザの機能や特徴、施工事例を動画で見ることができます。

URL: <https://www.aaconst.co.jp/suibull/>



URL・QRコードを読み取ると
水陸両用ブルドーザについて
知ることができるよ。



動画はYouTubeにアップロードされている動画が再生されます。

YouTubeチャンネル名: 青木あすなろ建設公式チャンネル



水陸両用
ブルドーザの
活躍は絵本にも
なってるよ!

書籍名: のっぽのスイブル155
著者名: こもりまこと
出版社: 偕成社



特設サイト内の実績を拡大すると、地図上で施工実績を見ることができます。



地図を拡大すると地区ごとに表示できます。

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

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

水陸両用ブルドーザ