

水陸両用機械による仮設備の低減

猪原 幸司・馬欠場 真樹・青木 肇

近年の工事において、環境への配慮やコスト削減の要請への対応は重大な課題となっている。その方策として新技術や機械化への期待は高まっており、発注者もこれらへの積極的な運用への対応の機運も高まっている。本報文では、稀少な特殊機械を使うことによって仮設備を低減することが可能になり、周辺環境へのインパクト低減やコスト削減に寄与してきた事例を紹介するものである。

キーワード：水陸両用ブルドーザ、ハイパワーアーム、MAB 工法、環境、コスト削減、効率施工

1. はじめに

水際線工事での施工は水替え、仮締切り等によるドライ施工がほとんどであり、水深0~7m程度までの比較的浅い水域での施工は、海上から施工する場合は作業船による潮待施工、陸域からの施工は仮設道路、仮栈橋等によるものが大多数であるといえる。

水陸両用ブルドーザによる作業は水際から浅海域までの連続作業が可能であり重機足場としての仮設材を省略することができる。仮設資材の低減はコスト面での優位性を示す他に、資源やエネルギー消費という環境対策の観点からも注目されるところである。

以下に、水陸両用ブルドーザについての説明と、この機器をベースマシンとすることで新たな作業可能としたパワーアームによる施工事例を紹介するとともに、仮設構台を省略化するために開発されたMAB (Moving Amphibious Base) 工法の説明を記す。

2. 水陸両用ブルドーザの施工事例

(1) 開発概要と施工実績

昭和43年建設省(現、国土交通省)の指導のもと、世界ではじめて作業水深3mの水陸両用ブルドーザ(D125-18B)が株式会社小松製作所により開発された。その後、水陸両用ブルドーザは作業水深7mに機能アップされたD125-Zとなり、



写真-1 エプロンによる掘削作業状況

現在は D 155 W-1 型として約 850 件の施工実績を数えるまでとなった。

この機械は、当時中心的土工機械のブルドーザを水密化することで水中作業を可能とし、浮力や抵抗等の水中条件を加味し水中作業に適するよう改良が加えられている。例えば、排土板には水中での土砂流出を防止するための、エプロン装置がありドーザショベルのバケット同様に掘削した土砂を抱え込むことができ、この作業は掘削・押土作業というよりは、むしろ掘削・運搬作業と呼ぶ方が適切かもしれない(写真-1 参照)。

同機械の操縦は、無線による遠隔操作で行われる。オペレータは陸上もしくは船上の操作位置から、目視により水面から出る排気塔の位置、傾きを把握することやエンジンの負荷音等を情報として操作施工する。この遠隔操作技術は雲仙・普賢岳や有珠山で実績のある無人化施工において機械ハードおよび施工ソフトの両面での基礎技術となっている。

(2) 機械仕様

以下に機械仕様の主なものを記す。

- 最大作業水深：7 m (静水時)
- 運転整備重量：43.5 t (陸上)
27.9 t (水中)

- 定格出力/回転速度：270 PS/2,000 rpm
- 最大牽引力：25 t
- 接地圧 (水中)：0.62 kg/cm²

(3) 作業の多様化

このような特殊機能 (水中作業等) を備えた機械の開発は、開発コストの問題と機械の稼働率の問題を抱える。小松建設工業株式会社 (以下、当社) では、この問題を解消するため作業の拡張性を目的とした多種のアタッチメントを開発した。

以下にそのひとつである、クレーンによる作業を紹介する。

- 工事名：海岸保全工事
- 工事場所：福島県相馬郡小高町井田川地域
- 工期：平成 11 年 1 月 8 日～平成 11 年 3 月 20 日
- 工事内容：離岸堤工 $L=40$ m
ブロック据付け $L=1,317$ 個

本工事は、陸域からの施工区域になる。この区域での施工は陸域からの仮設道路を構築してからの施工が一般的である。

しかし、同地区では砕波帯領域のため仮設道路の流出や作業の中止などが懸念されたが、水陸両用機械を用いることで、仮設材の大幅な軽減と不稼働日数を減らす事が可能となった(図-2、写真

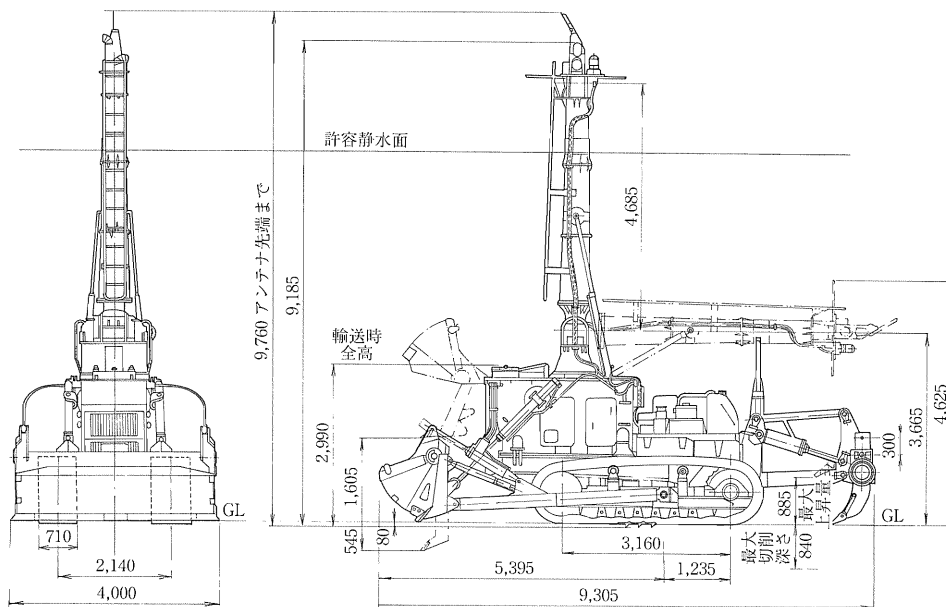


図-1 水陸ブルドーザ外観図

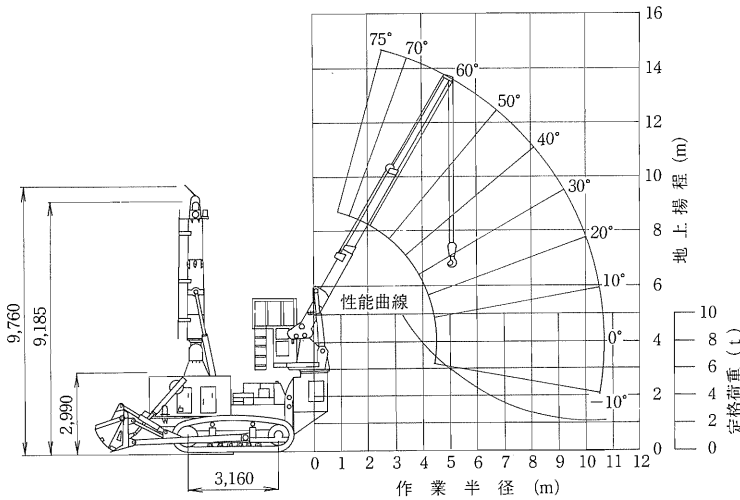


図-2 クレーン性能曲線

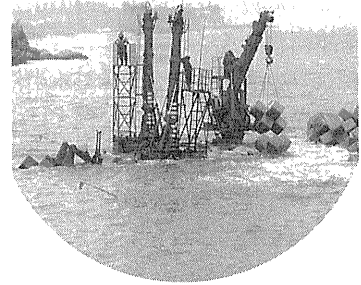


写真-2 クレーン作業状況

—2 参照)。

3. ハイパワーアームの施工例

(1) 開発経緯と開発内容

水陸両用ブルドーザの開発当時と比較して現在の土工機械の主要機種はバックホウをはじめとするショベル系機械となっている。また、これらをベースマシンとしての作業用アタッチメントは多数開発されている。

過去に当社では、水陸両用ブルドーザの油圧回路を使いバックホウを取付けた写真-3のアタッチメントがあった。これは、単にブルドーザ作業による掘削補助的な意味合いが強いものであった。

その後、浅海域でのバックホウの作業を可能とした水陸バックホウが開発された(写真-4参照)。

今回、当社ではより水深のある場所での、バックホウ作業を可能とするためハイパワーアームを製作した(図-3参照)。

この機械は、水陸両用ブルドーザをベースマシンとするところで前記のアタッチメントバックホウとは同様であるが、その作業コンセプトは大きく異なっている。ひとつは、多機能化するバックホウのアタッチメントを有効に使う事を目的として別途油圧ユニットを搭載し、バックホウ機能を最大限に発揮できるようにした点である。また、



写真-3 アタッチメントバックホウ



写真-4 水陸両用バックホウ

水陸両用ブルドーザ本体は主に仮設的な役割として、ハイパワーアーム作業の安定性確保のためのウエイトと運転手や作業員の作業足場と考えられる。さらに、準備作業となる走行足場等の造成が、水陸両用ブルドーザにより施工を行う事ができる。

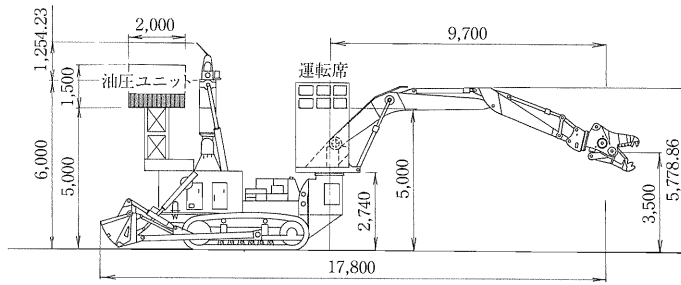


図-3 ハイパワーアーム外形図

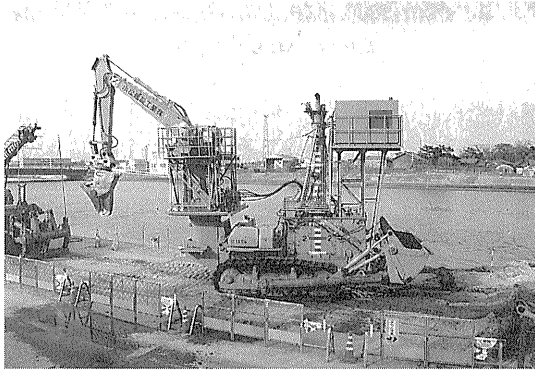


写真-5 パワーアーム全景

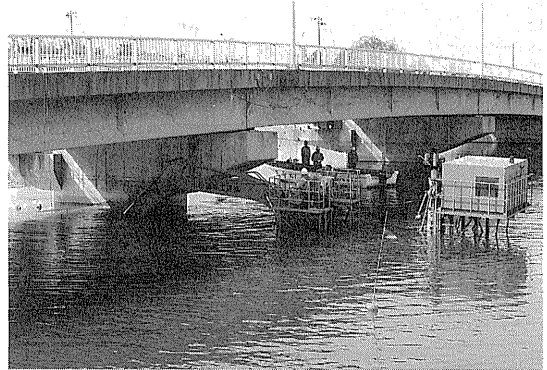


写真-6 ハイパワーアーム施工状況

つまり、本機械はブルドーザ作業とバックホウ作業を行えるため、付随する運搬費等の共通仮設費をも軽減できる効率的な機械といえる。

(2) 施工事例(写真-5, 写真-6, 図-4 参照)

- ・工事名：平成12年度 JH 上流両岸河道・城山松影橋ケーソン撤去工事

- ・工事場所：新潟県豊栄市横井
- ・工事内容：取壊し工一式
城山松影橋ケーソン撤去
止水壁取壊し一式 (81.0 m³)

4. MAB (Moving Amphibious Base) 工法

(1) 概要

一般的な河川工事の仮設足場としては、河川内にH型钢を打設し支柱とした仮設構台による作業がある。この施工法では、支柱打設時や構台架設時に振動や騒音発生する場合も少なくない。また、使用する鋼材も大量になり、運搬車両による周辺環境に及ぼす影響を検討しなければならない。さらに、通常この仮設構台は工事期間の大部分存地されるため大雨等出水時には、河積阻害による不可抗力も懸念される。

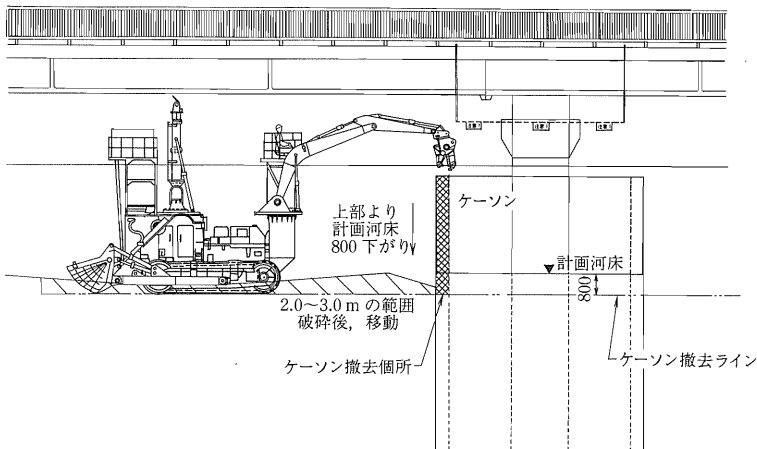


図-4 作業形態図

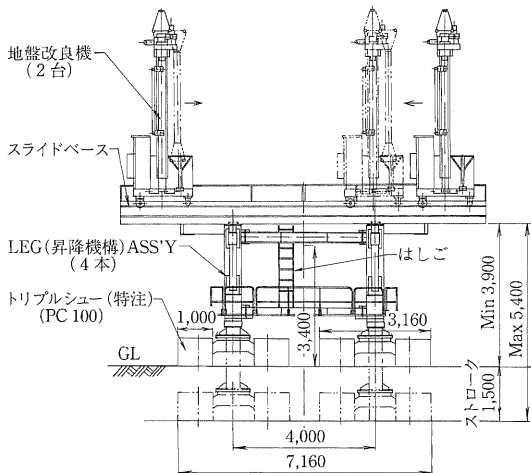


図-5 MAB 正面図

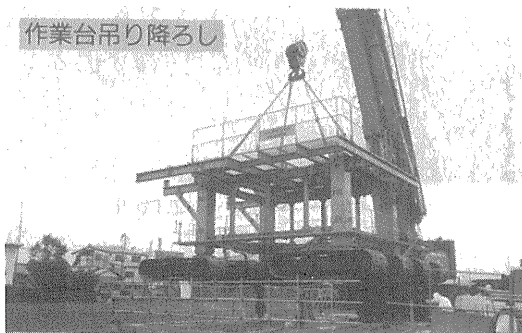


写真-7 作業台吊り降ろし状況

上記仮設構台の問題点を解消させるため自走可能な移動栈橋を製作し、これをMAB (Moving Amphibious Base) と名づけた。以下にその仕様を紹介する (図-5, 写真-7 参照)。

(2) MAB の仕様

- 重 量：40 t
- 最大積載重量：20 t
- 全 長：9,400×7,100 mm
- 全 高：5,900 mm (脚最小短縮時)
～7,400 mm (脚最大伸長時)
- デッキ面積：6,600×7,000 mm
- 接 地 圧：0.32 kg/cm²
- 出 力：135 ps
- 最大作業水深：5m
- そ の 他：緊急時引上げ可能
使用機械 160 t クレーンにて
約 1 日



写真-8 MAB 施工状況



写真-9 仮設栈橋施工例

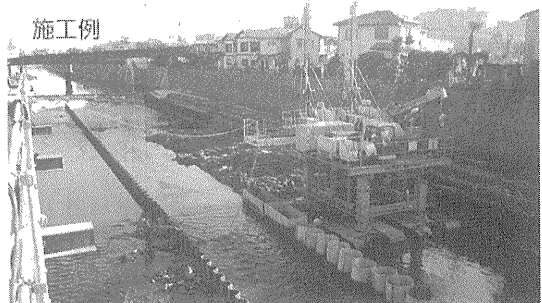


写真-10 MAB 施工例

(3) 使用実績

- 工 事 名：総合治水対策特定河川工事
- 河 川 名：2 級河川 柏尾川
- 工事場所：神奈川県鎌倉市岡本地先
- 工 期：平成 10 年 12 月 14 日～平成 11 年
12 月 31 日
- 工事内容：工事延長 80.8 m
地盤改良工 1,710 本 (S-JMM φ=1.2 m, L=3.0)

工事の概要を以下に記す。

本工事は 2 級河川である柏尾川の総合治水対策

として現況河床を掘下げるための護岸補強として地盤改良を行うものであった。地盤改良はS-JMM工法を採用した。

S-JMMは高圧ジェット攪拌による攪拌効果に攪拌翼による機械的攪拌を加え大口径の改良体を造成するセメント系軟弱地盤改良工法である。設備としては、セメントサイロ、水槽、ミキサをはじめとするプラント設備と改良機本体と資材の荷降ろしを行うクレーンからなる(写真—8, 写真—9, 写真—10参照)。

これらの設備のうちMABには、発電機、改良機本体、クレーンを搭載した(図—4参照)。

この都市河川での仮設の設計段階では、仮設道路案、仮設栈橋案、MAB案があった。

これら3案のうちもっともコストが低かったのは、仮設道路による案であった。河川内に土砂を搬入し、ブルドーザで締固めて仮設の道路を造成する。施工河川は渇水期でもしばしば増水する。増水による仮設道路が流失は、手間がかかる作業となる。総合的にはコストや工期が不確定となることから検討対象から外された。

次に仮設栈橋(写真—9参照)とMABの比較工法比較がなされた。まず工期であるが、仮設栈橋の構築には約2カ月を要する。

MAB工法でも、MABを吊降ろす仮設栈橋を必要とするが規模が小さいため、約0.5カ月で構築可能であった。仮設工事費については、栈橋構築費用約6,000万円に対し28%の削減の約4,300万円程度であったため、MAB工法が採択された。

MAB工法の利点はそれだけではなく、仮設栈橋構築に伴う、騒音・振動や資材搬入に伴う車両台数が大幅に軽減することができた。

5. おわりに

特殊機械による施工は、過去、機械台数が少な

いため調達に難しい、施工実績が少ない等の理由により敬遠される傾向にあった。そのため、特殊工法は限られた地域、発注者で採用がなされてきた。

しかし、情報化の進展や特殊機械の本来持つ機能が最大限に発揮できた場合は、コストや工期のみならず、環境面での寄与は多大である。

近年、建設産業を取巻く環境の変化のなかで、コスト削減の要請や受注制度の改善により発注者が、積極的に新技術を活用する機運が高まっていることは請負業者としては歓迎すべきことである。

小松建設工業も、これら特殊機械の施工技術を蓄積し、効率的な施工機械に対する情報を発信することで、効率的で環境に配慮した社会資本整備作りに貢献したいと考える。

J C M A

【筆者紹介】

猪原 幸司 (いはら こうじ)
小松建設工業株式会社
環境関連工事部
技術営業課長



馬欠場 真樹 (うまかけば まさき)
小松建設工業株式会社
環境事業本部
海洋土木部
部長代理



青木 肇 (あおき はじめ)
小松建設工業株式会社
環境事業本部
海洋土木部
技術営業課
課長代理

