

# 建設の機械化

1974 4

日本建設機械化協会

海の施工特集



昇降式海上作業台“盤石”

—石川島播磨重工業株式会社—



# 快晴。ゆくぞ相棒。

“足まわりが優秀だから……”“作業のスピードがちがうから……”。いま、各地で大モテのビックショベルく住友・S-40。それもそのはず、複合操作をしてもスピードは変わらない強力なエンジン。完全無給油式で“ブルなみ”の足まわり。そして掘り残しのない正確な掘削作業、加速性能に秀でたプランジャーモータを採用した旋回能力など、すべてこのクラス最高の機能と能力を備えているからです。オペレーターの手となり、足となること受けあいのこの機種、“ゆくぞ相棒”つつい、声をかけたくなるほどの働きものです。

- ▶ 深掘り……………4.44 m
- ▶ 角掘り……………3.46 m
- ▶ 掘削半径……………7.23 m
- 重量……………10.7 t
- バケット容量…0.4 m<sup>3</sup>(山積)
- 接地圧……………0.38 kg/cm<sup>2</sup>  
(500mmシュー付)

## 住友・LINK・BELT油圧式ショベル

# S-40

LS-2600J

住友重機械建機販売株式会社

### ★S-40以外の機種

新呼称	バケット容量 (山積)	
S-35	0.35 m <sup>3</sup>	(LS-2500BJ)
S-35L	0.35 m <sup>3</sup>	(LS-2500BLJ)
S-70	0.7 m <sup>3</sup>	(LS-2800AJ)



“海の施工特集”

目次

□巻頭言 海の工事	相良正次	1
海上作業台の現状	竹田正功	4
最近の作業船の現状		
ポンプ浚渫船	高山二郎	11
グラブ浚渫船	両角常美	16
クレーン船	藤井源一	21
くい打ち船	岩間昌昭	25
コンクリートプラント船	松河克洋	28
揚土作業船	松村敏明	35
パイプ敷設船	三宅淳達	40
沈埋函沈設船	岡林生伸	46

グラビヤ—沈埋函建設工事を見る

海底掘削機の現状	田中壬子也	51
水中ブルドーザの現状	佐々木保春	60
新しい海底発破工法	和田満徳	66
潜水技術の現状	清水信夫	74
□随想 インドネシアの旅	三島庸生	81

□建設機械化講座 第128回

現場フォアマンのための土木と施工法

XVII. 建設機械概説

13. 荷役機械(その1)	佐藤忠雄	85
---------------	------	----

□建設機械化研究所抄報 <No. 102>

301. 三菱 MDR-S 50 形スロープタンバ性能試験	94
302. ニッペイ RW 10 形振動ローラ性能試験	95
303. CAT 910 形車輪式トラクタショベル性能試験	97

□文献調査

文献目録紹介	広報部会 文献調査委員会	99
--------	-----------------	----

□支部だより

昭和48年度除雪機械展示実演会開催	東北支部	102
第10回除雪機械展示会開催	北海道支部	103

□統計

建設工事受注額・建設機械受注額		
建設機械卸売価格の推移	調査部会	105

行事一覧		106
------	--	-----

編集後記	(柴田・渡辺)	108
------	---------	-----

◀表紙写真説明▶

昇降式海上作業台“盤石”

石川島播磨重工業株式会社

写真は大口徑掘削機 IHI-WIRTH L-4 S による掘削作業中の昇降式海上作業台“盤石”である。

“盤石”は大水深(50 m)でも作業が可能であり、潮流や波浪があっても正確な位置決めと能率のよい作業ができる新形式の昇降式海上作業台である。船体は双胴中空形でよい航抵抗が小さく、中空開口部での作業には高い能率と安全性がある。ジャッキアップ装置は独自開発の IHI-TEETH & TEETH 方式を採用し、大容量(6,000 t)のジャッキアップ力を有し、大きな発電容量(350 kW×3、24 kW×1)と合わせて大形施工機械の搭載が可能である。空中部および水中部からなる位置決め装置は、海洋工事の泣き所であった過酷な海象・気象条件における施工地点の位置決めを精度よく迅速に行うことができ、潮待ち、天候待ちに左右されていた稼働日数を大幅にアップすることができる。

## 1974年版“日本建設機械要覧”の予約募集について

本協会は国産建設機械の実態を紹介し、かつ現場技術者が工事の実施計画をたてる際の好参考書とするため先に1950年～1971年に7回「日本建設機械要覧」(和文)を刊行して各方面より非常に好評を博しました。

最近における国産建設機械の進歩はまさに日進月歩で新機種も多数開発されており、また、1971年版はすでに絶版となりましたため各方面に大変ご迷惑をおかけ致しましたが、この度ようやく刊行の運びとなりました。

本要覧は従来から国産建設機械を広く紹介普及して建設の機械化に役立たせることを目的としており、ユーザー側委員を主として構成する審査委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産の各種機械、作業船、原動機等を選択して写真、図面のほか各種の諸元性能、特長等の技術的事項を網羅して解説を行い、わが国の建設機械の現状を明らかにし、建設技術者が工事の実施計画を立てるため建設機械の選択を行う場合は勿論のこと、建

設機械化に関係する者の絶好の便覧とすることを編集方針としています。昨年6月以降百数十名の施工技術者、機械技術者のご尽力により鋭意本要覧の編集と校正を行って参りましたが、いよいよ本年4月末に刊行の運びとなりました。

本1974年版は1971年版と同様重量軽減の意図により総頁数としては変動はなく、また、内容につきましては各機種の紹介は簡潔にし、仕様一覧表に重きを置くと共に、新機種は網羅いたしましたので、建設の機械化に関係する各位の必携書として自信をもって推奨する次第であります。

つきましては、本要覧が完成、発売するまでの期間、下記の通り割引価格にて予約募集を致しますので何卒お申込み下さるようご案内致します。なお、予約申込みは前金払いに限りますので、お含みの上お願い申し上げます。

### 記

1. 造 本 B5判 1頁2,200字2段組 総頁1,034頁 写真、図面入り 表紙特製ビニールカバー付
2. 内容目次 次頁参照
3. 予約期間 昭和49年5月15日まで  
ただし予約期間中にお払込みがない場合は刊行後の頒布価格となります。
4. 予約価格および頒布価格
  - (1) 予約価格
 

会 員	1冊	12,000円	送料実費(1部のときは500円)
非会員	1冊	13,500円	送料実費(1部のときは500円)

 ただし、①予約申込みは代金払込み月日を予約日とします。  
②団体会員、個人会員、官公庁、学校等は会員扱いとします。
  - (2) 頒布価格(刊行後)
 

会 員	1冊	13,500円	送料実費(1部のときは500円)
非会員	1冊	15,000円	送料実費(1部のときは500円)
5. 申込みと送金
  - (1) お申込みはハガキを利用し、適宜の様式で日本建設機械要覧の部数、送付先の住所、送金方法を明記し、本協会本部または各支部の事務局(本誌108頁奥付参照)へお申込み下さい。
  - (2) 送金は日本建設機械要覧代金と明記し、本協会本部または各支部の事務局へ送金するか、あるいは三菱銀行銀座支店(東京都中央区銀座8-1)または振替口座東京71122番へお払込み下さい。

## \*\*\*1974年版日本建設機械要覧目次\*\*\*

- 序 文
- 編集委員および編集顧問
- 凡 例
- まえがき
1. ブルドーザおよびスクレーバ
- 1.1 トラクタおよびブルドーザ
- 1.2 スクレーバ
2. 掘削機械
- 2.1 ショベル系掘削機
- 2.2 連続式および特殊掘削機
- 2.3 その他
3. 積込機械
- 3.1 履帯式トラクタショベル
- 3.2 車輪式トラクタショベル
- 3.3 手り積機
- 3.4 連続式積込機
4. 運搬機械
- 4.1 トラックおよびダンプトラック
- 4.2 特装自動車
- 4.3 トラックトラクタおよびトローラ
- 4.4 特装運搬車その他
- 4.5 コンベヤ
- 4.6 架空索道
- 4.7 機関車および運搬車
5. クレーンその他
- 5.1 トラッククレーン
- 5.2 ホイールクレーン
- 5.3 クローラクレーン
- 5.4 ケーブルクレーン
- 5.5 デリック・門形およびジブクレーン
- 5.6 タワークレーン
- 5.7 エレベータ・リフト
- 5.8 ホイスト・ウィンチ
6. 基礎工事用機械
- 6.1 くい打機およびくい抜機
- 6.2 大口径掘削機
- 6.3 アースオーガ
- 6.4 地下連続壁施工用機械
- 6.5 地盤改良用機械
- 6.6 グラウト機械
- 6.7 その他の機械
7. せん孔機械およびトンネル掘進機
- 7.1 ボーリングマシン
- 7.2 ミスル岩機およびブレーカ
- 7.3 ドリルジャンボ
- 7.4 クローラドリル
- 7.5 ホリズタルオーガ
- 7.6 ビットおよびロッド
- 7.7 シールド掘進機
- 7.8 立坑掘削機
- 7.9 トンネル掘進機
- 7.10 その他のトンネル用機械
8. モータグレーダおよび路盤用機械
- 8.1 モータグレーダ
- 8.2 スタビライザ
- 8.3 ベース・マーパその他
9. 締固め機械
- 9.1 ロードローラ
- 9.2 タイヤローラ
- 9.3 ダンピングローラ
- 9.4 振動コンパクタ
- 9.5 振動ローラ
- 9.6 ランマおよびタンバ
- 9.7 その他
10. 骨材生産機械
- 10.1 骨材生産プラント
- 10.2 フィーダ
- 10.3 砕石機
- 10.4 選別機
- 10.5 クラッシュングユニットおよび砂利採取機
11. コンクリート機械
- 11.1 コンクリートプラントおよびミキサ
- 11.2 トラックミキサ
- 11.3 コンクリートポンプ
- 11.4 コンクリート振動機
- 11.5 コンクリート吹付機
- 11.6 その他のコンクリート機械
12. 舗装機械
- 12.1 アスファルト舗装機械
- 12.2 コンクリート舗装機械
13. 道路維持および除雪機械
- 13.1 ロードスイーパー
- 13.2 各種清掃車
- 13.3 路面補修車およびコールドアスファルトプラント
- 13.4 ラインマーカ
- 13.5 リフト車
- 13.6 その他の維持用機械
- 13.7 ロータリ除雪車
- 13.8 その他の除雪車
14. 作業船
- 14.1 ドラグサクション浚渫船
- 14.2 非シンプ浚渫船
- 14.3 パケット浚渫船
- 14.4 ディップ浚渫船
- 14.5 グラブ浚渫船
- 14.6 起重機船
- 14.7 杭打船
- 14.8 コンクリートプラント船
- 14.9 リクレーマ船
- 14.10 土運船
- 14.11 引船
- 14.12 海洋作業台船
- 14.13 その他の作業船
15. 空気圧縮機、送風機およびポンプ
- 15.1 空気圧縮機
- 15.2 送風機
- 15.3 ポンプ
16. 原動機その他
- 16.1 内燃機関
- 16.2 流体継手 およびトルクコンバータ
- 16.3 油圧駆動装置
- 16.4 蓄電池
- 16.5 電気機器
- 16.6 発電設備
17. タイヤ、ワイヤロープおよび燃料、潤滑剤
- 17.1 建設車両用タイヤ
- 17.2 ワイヤロープ
- 17.3 燃料および潤滑剤
18. 付 録
- 18.1 建設機械関係 日本工業規格一覧表
- 18.2 建設機械化 研究所における性能試験実施機械一覧表
- 掲載会社名簿
- あとがき

## 機 関 誌 編 集 委 員 会

(順 序 不 同)

編集顧問	加藤三重次	本協会専務理事	編集委員	内田 秋雄	水資源開発公団 第一工務部機械課
・	坪 質	本協会常務理事	・	新開 節治	本州四国連絡橋公団 設計第二部設備課
・	浅井新一郎	建設省道路局企画課	・	塚原 重美	電源開発(株) 水力建設部
・	上東 広民	建設省大臣官房建設 機械課・広報部会長	・	牧 宏	日立建機(株) 技術部第二課
・	寺島 旭	八千代エンジニア リング(株)	・	布施 行雄	(株)小松製作所 社長室
・	石川 正夫	日本鉄道建設公団 青函建設局	・	中田 武	三菱重工業(株) 建設機械事業部
・	神部 節男	(株)間組常務取締役	・	武市 典文	キャタヒラー三菱(株) 西関東支社東京東支店
・	伊丹 康夫	日本国土開発(株) 専務取締役	・	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械本部販売部
・	小竹 秀雄	三菱重工業(株) 建設機械事業部	・	戸田 良一	(株)間組機材部
編集委員長	中野 俊次	建設省関東地方建設局 関東技術事務所	・	斎藤 二郎	(株)大林組 技術研究所
編集委員	吉越 治雄	建設省道路局企画課	・	大蝶 堅	東亜建設工業(株) 船舶機械部
・	西出 定雄	農林省構造改善局 建設部設計課	・	渡辺 正敏	鹿島建設(株) 土木工務部
・	合田 昌満	通商産業省資源エネル ギー庁公益事業部水力 課	・	鈴木 康一	日本鋪道(株) 技術部技術第一課
・	桜沢 昇	日本鉄道建設公団 海峡線部海峡線第一課	・	木下 秀一	大成建設(株) 機械部調達課
・	北井 良吉	日本国有鉄道 建設局線増課	・	水野 一明	(株)熊谷組 技術研究所
・	杉田 美昭	日本道路公団東京支社 建設第二部技術第一課	・	高木 三郎	清水建設(株)機械部
・	鈴木貫太郎	首都高速道路公団 第三建設部設計課	・	三浦 満雄	(株)竹中工務店 技術研究所
			・	川上 久	日本国土開発(株) 研究部

## ■ 巻頭言

## 海の工事 / 相良正次

海では陸上に比べて未知のことが多く、極端にいうと正確には何もわかっていないといってもよい。波にしても、長年数多くの研究や観測がなされているが、実体は複雑で、海底地形の起伏が激しかったり、海底こう配や地形が大きく変化している場合に、波がどのような様相を示し、また、作用する波の力はどうなるかということは、正直なところ推測の域を出られないといってもよいであろう。

海を相手の本格的調査に従事してから 10 年以上になるが、その歩みを振り返ってみても、これといって目立つような進歩はあげることが困難で、基礎的な調査研究と現場経験を積み重ねながらジワジワと実用範囲を拡げつつあるということのようである。実工事につながるエンジニアリングというものは多くの要因で構成されているので、進歩といっても牛の歩みのようであることが痛切に感ぜられ、新奇にのみ目を奪われたり、いたずらに先を急ぐことは避けなければならないと思う。

基本的研究はもちろん大切なことであるが、これが実工事になじみ、役立つまでにはさらに長い道程が必要なことを知らなければならない。たとえば高圧ハウスを利用した潜水技術にしても、これを海峡工事に応用するとすると、強い潮流の海底に高圧ハウスをどのようにして一時固定をするか、潮流と波浪と航行船舶の輻輳する海面にどのようにして母船を係留し、その安全を確保するか、ハウスを出た潜水夫が投光しても数m先さえ見えない悪視界や転流期を過ぎるとすぐ早くなる潮流、そして海中にある工事中の様々な構築物という条件下でいかにして身の安全を守るかなど、多くの問題が残されているのである。海中に円筒を沈めて行くと円筒の外縁部と円筒底と海底とのすき間の潮流は倍にもなるので、この現象も潜水夫にとっては極めて危険である。また、移動する船の位置を正確に知ろうという目的で電波機器、固定基準点、電算を組合せて使用してみたところ、試験では成功したが、本番ではしばしば大型船で電波が中断され、根本的に考え直さざるを得なくなったこともある。



昨年の春から明石海峡での詳細な地質調査を実施しているが、これも昭和 37 年に円筒式足場を使用しての海底ボーリングを始めて以来の研究と経験の結果ようやく可能になったもので、問題は海上作業足場よりもむしろ航行船舶に対する安全対策に見通しを得ることにあった。多くの専門家の数年にわたる研究によって水深が大きく、潮流が早い場所でも移動や傾斜の小さい特殊浮標の開発、船舶接触防護施設の研究試作、これを海上に固定するために重量 300t のアンカーを投錨船を係留しないで迅速に所定の場所に設置できる方法の開発とそれに必要な一切の設備の製作などが土台となってい

## ■ 巻頭言

るのである。

前にも触れたが、潮流というのは予想外にやっかいな存在である。潮流圧はものの形状や寸法によっても多少異なるが約30倍の風の力に相当するから、4ktの潮流圧は秒速60mという台風の風圧に匹敵し、これが常時東から西へ、西から東へ流れているわけであるから大変である。したがって、2ktにもなればとても潜水作業はできないことになる。波は深くなるほど影響が小さくなり、水深20m辺りで波力はゼロになるといわれているが、潮流の方は幾ら深くなってもあまり流速が減らないのでその点が仕事を困難にしている。日本海で石油掘削をしている半潜水足場が重量1万数千tという大きなものを15tのアンカー8点で海上固定しているのに対し、明石海峡でボーリング調査に使用している同じ半潜水足場は重量2,500tで300tのアンカー8点と75tのシンカー4点で強制的に半潜水係留しなければならないのも潮流のためである。話は換わるが、30倍という数字はいろいろな場面でお目にかかるような気がする。海難事故についてハインリッヒの法則というのがあり、重傷1に対して軽傷29、また事故にならないで済んだニアミスが300の比率であるという。

後で考えてみれば当り前のことなのであるが、その時点では意外なことで驚かされることがあり、このようなことは経験してみないとなかなか気がつかないものである。たとえば潜水調査船「よみうり号」でしばらく明石海峡の海底観測をしたが、急峻な海底岩に挟まれた場合とか、予想と違って潮流が早く流されるなどいろいろのことがあった。何といても最大の問題は夜間の転流期をねらっての潜水の際、航行船舶にぶっつけられないようまく潜水船を浮上させることであった。浮上予定の暗い海面を母船と警戒船とで前後を囲み、他の船が接近しないよう注意しながら潜水船を誘導浮上させるわけで、この仕事が一番神経に悪かったようである。また、転流期を選んでの作業なので、後で乗組員の体調に時差の影響が現われたようである。また、視界が悪く、局部的にしか観測できないので海底地形が複雑なほど全貌が把握できなかった。

こんなこともあった。水深50m、潮流8ktの所でボーリングをしていて、急に時化して200tほどの双胴型作業バージを沈めてしまった。これを引揚げするのに小潮の転流時を選んで潜水作業を行って半年近くかかり、費用も古バージの価格の2倍近くになった。海では手戻りが生じた場合大変な仕事になることを物語っており、建設するよりも撤去する方が困難なことがある。また完全に復旧することは不可能なケースが多いのではないと思われる。不注意で作業員が夜の海に転落しても、陸上の転落事故と違って捜索は大変な大規模なものになり、幾日も続けることになる。また鳴門海峡の水深40mの所に3点係留の中間ブイを使用した浮標を設置しており、仕事が終って撤去する際、潜水夫で係留チェーンを海底から切り離したとき急に外洋からうねりが入って危険になったので海上の浮標をやっと取りはずして帰り、翌朝再び現場に



## ■ 巻頭言

行ったが、チェンを3本付けた中間ブイがどこに流されたか姿が見えなくなってしまった。このようなものが海面すれすれに漂うことは航行船舶に危険なので捜索船を何日も出し、空からヘリコプターで捜したがついに見つからなかった。恐らく深みに入って水圧でブイがこわれて水が入り、海底に沈んだのではないかと考えられるが、海ではちょっとした差で大きい結果になり、莫大な出費を伴うことがある。

1日波で叩かれると1万回ぐらいの繰返しとなるので、海で使用する器材や構造部材では疲労強度で検討しなければならないことに留意する必要がある、しかも、海水中では腐食疲労とってさらに強度低下が激しいことになる。直径5mmのピアノ線を束ねた平行線ケーブルを固定用索として用い、海面下数mの個所が2年間でポロボロになってしまったこともある。

海の仕事は風や波に左右されるので、ある仕事が3日間である程度風波に耐えられる状態になるとすると少なくとも3日間連続して穏やかな日を予測できなければ安全に仕事ができないことになる。したがって、工法や工程を検討するには何日先まで、どの程度の確実さで、その場所の風や波の大きさを予測できるかということがきわめて重要なことになる。数年前から専門家をお願いして検討を進め、昨年春から各海峡の風波について24時間、48時間、3日の予測を試験研究的に実施しているが、局地的になるほどむずかしい問題のようであるし、柔軟な工法ということも大切である。

近頃、高度成長の転換期で価値観の変化ということがいわれるが、別の見方をすれば、人間という生物の機能そのものはほとんど変わっていないのであるから価値観自体はあまり変わらずに、価値判断をする前提条件が多様化し、長期化してきたということではないであろうか。ものを比較し、判断するのに大切なことは、どれだけの要素を前提とし、それらの要素にどのようなウェイトをつけて判断するかということである。空間は動きの活発な気体の空気であつながらいるから、発生地から相当離れた所で光化学スモッグが現われたりするが、海もまたさらに粘性も比重も大きい水であつながらいるため予想以上に広範囲に種々の影響を与え、それらを事前に的確に見通すことは困難である。変化も少しずつ徐々に現われるものに対しては順応して行くことも容易であるが、急激にくる場合は大きい問題となるので、急激な変化を与えそうなやり方は避けなければならない。また、海の場合は建設もむずかしいのであるが、維持修繕も容易ではなく、撤去作業は極めて大変で、完全復旧は不可能と考えておくべきであろう。それだけに早い者勝ち式の乱開発や乱利用は大きい悔いを後世に残す心配がある。海は船運だけのものでも漁業だけのものでもないし、資源や生産中心のものでもない。国民の共有財産だと思うから、あらかじめ各分野の利用のあり方を慎重に検討調整し、悪い副作用の現われないう自然のサイクルに対する十分な配慮が最も必要なことだと思われる。その場合に安易に陸の観念を持ち込まないようにしなければならない。

(本州四国連絡橋公団第一建設局長)

# 海上作業台の現状

竹田 勇\* 武正 功一\*\*

## 1. ま え が き

わが国における海上作業台の歴史は、ボーリングやぐら、各種工事用仮設足場などを含めればそれほど新しいものではないが、ここ数年来の海上土木工事の大形化、過酷な自然条件での作業の必要性に伴う SEP (自己昇降式作業台)、その他大形海上作業足場の導入、また最近のエネルギー事情を反映した石油・天然ガスの試掘・生産設備に対する需要増大等により海洋開発に関連した主力機種の一つとして一段と関係者の注目をあびるようになった。

海上作業台には後述のように種々の形式があるが、ここでは土木工事用 SEP を主にわが国海上作業台の現状について述べる。

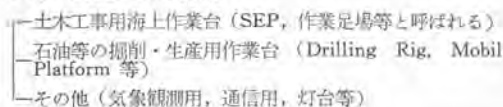
## 2. 海上作業台の分類

### (1) 形式による分類



固定式作業台と昇降装置 (ジャッキアップ) の組合せ、着底形と自己昇降形との組合せなどの例もある。

### (2) 用途による分類



\* 三井造船 (株) 本四橋プロジェクト室長補佐

\*\* 三井造船 (株) 鉄構運搬機事業部技術部課長補佐

### (3) 自己昇降形海上作業台の昇降装置による分類

自己昇降形作業台は甲板昇降形またはジャッキアップ形とも呼ばれ、石油掘削装置 (RIG) および土木工事用 SEP に採用されている昇降装置の主なものは表-1 に示すとおりである。

## 3. わが国海洋土木工事用 SEP の現状

わが国における本格的な SEP による海上土木工事は昭和 42 年の DeLong-161 (デロング社所有、三井造船建造、現在シンガポール) による東京湾・京葉シーパースくいの打ち工事 (鹿島建設施工) に端を發している。その後昭和 44 年以降の国産 SEP の建造状況は表-2 のとおりである。これらの SEP のうち、最近建造された代表的なもの、および技術的に特徴を有するものについて次に概要を記す。

### (1) KAJIMA, たまの, 盤石について

過去 5 年間で 10 基あまりの国産 SEP が建造されたが、これら 3 基は規模、形式等の点で現在のわが国における代表的な SEP といつてよいであろう。いずれも多目的用 SEP として各種海上土木工事に幅広く適用できるが、それぞれ主目的は異なるものを持っており、それが各 SEP の特徴となっているので、以下、簡単に説明する。

#### (a) KAJIMA (写真-1, 表-3 参照)

主として海洋シーパース建設などの大径くいの打ち工事を目的とし、わが国の SEP ではじめてコの字形開口部をもつ船体を採用している。このため、開口部内へジャケット等の構造物を引入てくいの打ち施工を能率よく行うことができる。そのほか、付属設備を交換して大口径掘削工事、沈埋トンネル工事、ケーソン据付工事等も行えるよう考慮されている。ただ、船体が双胴形でないために後述の二つの SEP に比べてえい航抵抗が大きいと思われるので、外洋えい航の場合など大馬力の引船を要し、また、波の打上げ等にも注意を払う必要がある。

(b) たまの

(写真-2, 表-3 参照)

大開口部と大形トラベラの組合せによって同時多点ボーリング(水中発破用)を能率的に行うことを第1の目的としている。掘削機を移動する6台のサブストラクチャがあり、水中パイプ(静水管)を連続的に昇降させるための独自のテーパーリング式ジャッキが組込まれている。トラベラの中央部には作業用機器、資材等を搭載する広いスペースがあり、SEP 上全体で海上の工場といった景観を呈している。

現在のトラベラでは作業ピッチが両側のスリット間隔で限定されるので、工事の種類によって開口部をフルに使いたい場合には単独に走行できるガーダと交換すべきであろう。双胴船タイプの採用によってえい航および位置決め操船に対する性能はよいが、SEP 浮揚時のアッパーハル底面と海面とのクリアランスは約1.5mで、開口部内でくい打ち等を行った後 SEP が移動するためには過小であり、将来多目的用途に供する場合はなんらかの考慮を払う必要がある。

(c) 盤石

(写真-3, 表-3 参照)

主目的はφ2.5m級の大口徑海底掘削工事を潮流等過酷な条件下で能率よく行うことである。外径3.6mのガイド管を3~5ktの潮流下で確実に保持および移動させるには水中わくを設けてガイド管を2点支持とする必要がある。石川島播磨重工では本四公団の児島・松島沖実験用海中鉄構(固定足場)での実績をもとに水中位置決め装置を開発したが、SEP にこのような本格的な水中わく方式を採用したのは初めてのケースであり、実稼働における結果が注目される。

表-3 KAJIMA, たまの, 盤石の主要目

	KAJIMA	たまの	盤石
船体寸法(m)	74×45×5	70×38×9(3.5/5.5)	47×35×12(6/6)
開口部寸法(m)	35×30	44×22	25.5×15
腕の径(m)×長さ(m)×本数	2.4φ×70×4	2.2φ×77×4	2.6φ×70.5×4
昇降能力(t)	5,460	4,800	6,000
最大使用水深(m)	55	55	50

表-1 各種昇降装置一覧表

	名 称	形 式	建造台数	用 途
外 国	ルトノー形 (Marathon-LeTourneau)	ラックピニオン式	48	石油・土木
	オフショア (デロング) 形 (The Offshore-DeLong)	嵌合式・摩擦式	28	*
	ベツレヘム形 (Bethlehem Steel)	嵌合式	20	石油
	IHC-Gusto 形 (IHC-Gusto)	*	5	石油・土木
	ナショナル形 (ARMCO-National)	ラックピニオン式	3	石油
国 産	ラフキン形 (Transocean-Lafkin)	*	2	*
	MHI 形 (三菱重工)	嵌合式	1	石油
	三井テーパーリング (三井造船)	摩擦式	3	土木
内 国	IHI・T&T (石川島播磨)	嵌合式	1	*
	川重-IHC-Gusto	嵌合式	4	土木
	住重-Gem Hersent (DeLong 式)	摩擦式 (建造中)	*	*
	三井-National	ラックピニオン式	4	石油
	海洋機器-ロビジオエンジニアリング	嵌合式	4	土木

(備考) 1. 石油: 石油および天然ガス掘削用  
2. 外国の建造台数は "Offshore Constructors Directory 1973" による Drilling Rig の数であり、土木用はこのほかに 10 数台程度ある。

表-2 わが国海上土木工用 SEP 一覧表 (ジャッキアップ形作業足場を含む)

建造年	名 称	所 有 者	建造メーカー	概 略 寸 法 (m×m×m)	備 考
昭和44年	か い よ り 大	海洋機器 黒運輸省第2港	川崎重工 函館ドック	42×24×3.75 62×26×4.5	くい打ち船を改造
45年	う き し ま	寄神建設	函館ドック	60×28×4.5	
46年	せ づ 通 1 号	三井造船 本四公団	三井造船 三菱重工	60×30×3 28×28×3	
47年	KAJIMA	鹿島建設	川崎重工	74×45×5	
	フレキシブロード	海洋機器	泉鋼業	24.4×12.2×2.13	
	躍通3号	本四公団	三井造船	10×6.4×1.4	同形8基
	大島大橋 P3 橋脚足場	日本道路公団	三菱重工・三井造船	42.25×32×10.1	大成・大林 J.V
48年	た ま の 盤	三井造船 石川島播磨	三井造船 石川島播磨	70×38×9(3.5/5.5) 47×35×12(6/6)	
	ミニ SEP-1001	三井造船	泉鋼業	24.4×12.2×2.13	フレキシブロード
	ホーバー SEP-1	三井造船	三井造船	25.6×17.6×1.6	
	大島大橋 P5 橋脚足場	日本道路公団	新日鉄・デロング	42.25×32×18.5	大成・大林 J.V
49年 (計画)	KAIKO SEP-A	日本海工 熊谷組	川崎重工 新日鉄・デロング	50×24×4.3	
	筑土1号	海洋機器		24.4×12.2×2.13	
	大島大橋 P4 橋脚足場	大成建設 日本道路公団	新日鉄・三井造船	42.25×32×18.5	大成・大林 J.V
50年~ (計画)	超大形 SEP	本四公団			明石海鉄用

大口徑掘削のほかに開口部と位置決め装置を利用して広範囲の種類の海上作業を行うことが可能であり、特に3.6mφの大径ガイド管を使って潜水球による海底観測などのユニークな作業を行うことができる。船体は双胴形であり、アッパーハルをカットアップしてあるので開口部である程度の高さのものを構築した後でも SEP をシフトすることができる。

(2) その他注目される SEP および工法

(a) フレキシブロード (写真-4, 表-4 参照)

わが国の SEP による海上土木工事は中・大形 SEP によって推進されてきたが、最近小形組立式 SEP フレ

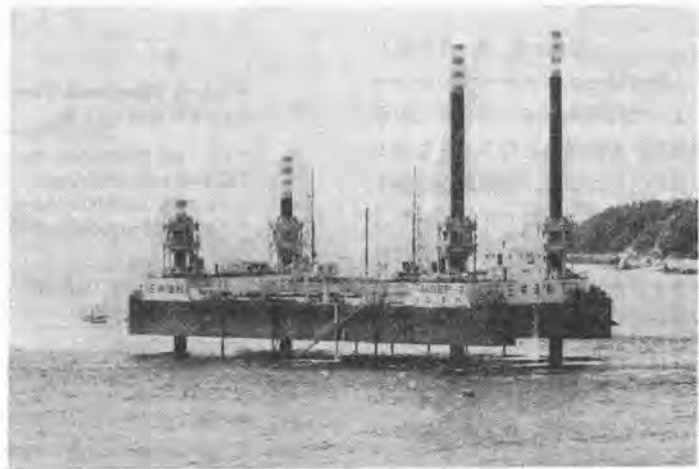
キシフロート（ミニ SEP）が相次いで建造されていることは今後の SEP による海工事の一つの方向を示すものと考えられる。

本来 SEP による作業は大規模工事に限定されるものではなく、小規模なものでも潮流、波浪等の影響を避けて安全、確実に作業を行うためにはどうしても SEP が必要となる。場所によっては中・大形 SEP の進入が困難なところもあり、また、進入できたとしても小規模な工事に中・大形 SEP を使用したのではコスト面で引合わない場合もあろう。今後、中・大形 SEP の導入がコスト面からある程度足踏みをする期間があるかも知れないが、小形 SEP に対する需要はこの間にあっても伸びるものと考えられる。

#### (b) 大島大橋橋脚建設用作業足場

(写真—5, 表—4 参照)

昭和 47 年 7 月、最大潮流が 9kt 以上という山口県大島瀬戸に大島大橋 P3 橋脚建設用作業足場が設置されたが、ジャケット式作業足場をバージと昇降装置を組合せた SEP の手法を応用してきわめて厳しい条件下で正確かつ安全に据付けすることに成功し、注目をあびた。その後、作業足場の根固め掘削、定着、3.5mφ 大口径掘削実験が行われ、大形多柱式基礎の施工法の確認を終えて昭和 48 年 12 月 P5 橋脚用作業足場が同様の方法で設置された。本誌が発行される時点では残された P4 橋脚用足場の据付も完了して多柱式ピアの建設も最盛期



写真—2 “たまの”

に入っているものと思われる。

(c) ホーパー SEP-1 (写真—6, 表—4 参照)

SEP の新しい用途の一つとして三井造船ではホーパークラフト（エアクション）の技術と組合せたホーパー SEP を開発した。これはきつ水がゼロまたは海面上に多少の突出物があっても乗り越えられるホーパークラフトの特性、すなわち、SEP 船底の周囲にゴム製のスカートを取付け、その中へ空気を吹込んで空気圧で海水面を切って浮上する原理を利用して、通常の浮揚形 SEP では進入できないところでの作業を可能にしようという試みである。浅瀬でのボーリング作業、岩礁地帯における橋脚の建設など、従来アプローチの方法がなく近づけなかった場所での作業がホーパー SEP の導入によって可能となるであろう。

## 4. 海上土木工事への SEP の導入

### (実施例と展望)

SEP をどのような海上土木工事に使用するかはその国の土木工事の技術水準、施工方法の伝統、経済事情、自然条件等の諸要因によって異なるものと思われる。次に、外国における施工例、わが国での実施例と将来予想される工事について項目をあげてみる。

#### (1) 外国における施工例

栈橋工事（くい打ち、大口径掘削を含む）

表—4 フレキシフロート、大島大橋作業足場、ホーパー SEP-1 の主要目

	フレキシフロート	大島大橋作業足場	ホーパー SEP-1
主要寸法(m)	24.4×12.2×2.13	42.25×32×10.1~18.5	25.6×17.6×1.6
脚の径(m)×長さ(m)×本数	0.9φ×33.5×4	1.8φ×32.3×4	0.5φ×32×4
昇降能力(t)	532	2,800	400
適用水深(m)	25	15~30	15



写真—1 えい航中の“KAJIMA”

橋梁下部工の施工  
 橋梁上部工（けた）の架設（仮支承）  
 沈埋トンネル工事（スクリッド、沈設）  
 水中パイプラインの敷設  
 取水塔、灯台の据付  
 防波堤の築造  
 河口堰の締切  
 海底岩掘削（水中発破用せん孔）

## （２）国内での実績

シーバースくい打ち  
 沈埋トンネル（スクリッド、沈設）  
 取水塔設置  
 橋脚用作業足場据付  
 調査ボーリング

## （３）わが国で近い将来予想される工事

海底岩掘削（水中発破用せん孔）  
 同 上（大口径掘削による海底面精密仕上げ）  
 同 上（エアリフトによるずり上げ作業）  
 海底測量、観察、検測  
 ケーソン工事用基地  
 埋設アンカー設置  
 わが国における海上土木工事への SEP 導入事例はまだその緒についたばかりといってもよく、本四連絡架橋その他の大形海上プロジェクトの本格的着工が待たれる。

## 5. SEP の技術的問題点

SEP の技術上の問題点についてはすでに種々論じられているが、最近の傾向について次の 2 点をあげることにする。

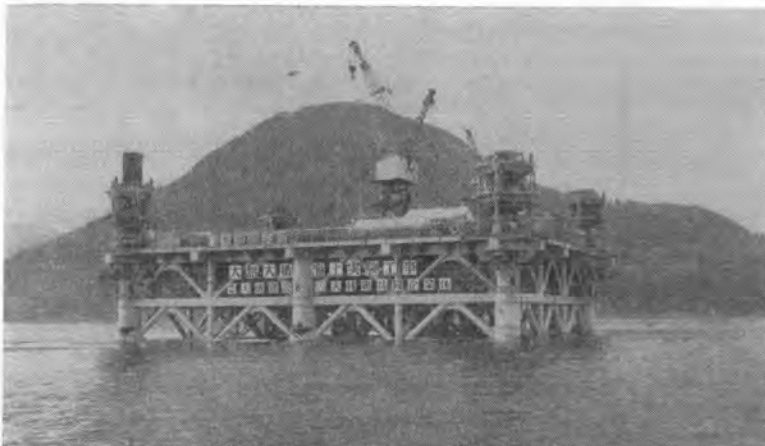


写真-5 大島大橋 P3 橋脚用作業足場

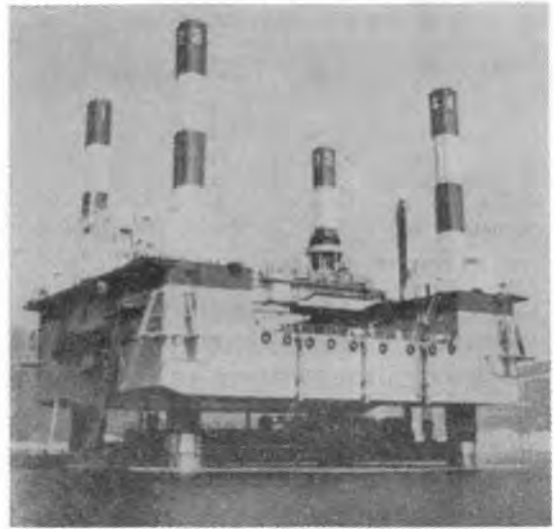


写真-3 “盤石”

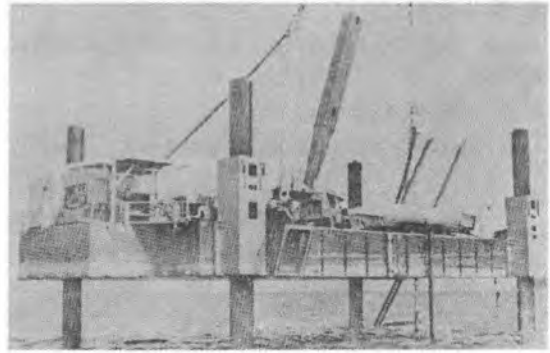


写真-4 フレキシフロート

### （１）昇降機構と脚の急速降下について

SEP の昇降機構の方式には前述のように嵌合式、摩擦把握式、ラックピニオン式等がある。海上土木工事用 SEP には前 2 者が多く用いられ、ラックピニオン式は石油掘削用 RIG では主流の地位を占めているが、土木用としては外国にわずかの例を見るにすぎない。これは主

として気象・海象条件から要求される SEP の規模および脚の形状に起因するものと考えられるが、ほぼ図-1 に示すような傾向にあるといえよう。

わが国の土木工事用 SEP は潮流条件の厳しいところで使用されることが多く、迅速かつ正確な位置決めを行うためには脚を急速に降下させ、短時間で船体（甲板）をジャッキアップする必要がある。脚の急速降下の点では円柱脚を採用した摩擦把握式は脚保持装置を急速開放して脚の自重落下

表-5 主な SEP の昇降速度と脚の急降下

SEP の名称	作業台昇降 (m/hr)	脚の昇降 (m/hr)	脚急降下 (m/hr) ○印は可
デロング 161 (F)	8	8	(○)
かいよう (M)	9	9	
せと (F)	10	10	○
盤石 (M/F)	9	18	○
たまの (F)	10	20	○
KAJIMA (M)	20	36	72 (急速降下)

(注) F:摩擦式, M:嵌合式, M/F:併用式

(急降下)を行うことが比較的簡単にできる。嵌合式においては脚の形状(角柱または円柱にラック取付), ホールド機構の点から自重落下を行わせることには困難な問題が多く, 昇降制御の切替によってはめ合い昇降作動の速度を上げる方法がとられてきたが, 最近では自重落下の必要性に対する認識が一段と高まり, 摩擦把握式の脚保持機構を併用して自重落下を行い得るような方向へ進んでいる。主な SEP の昇降速度と脚急降下の可否を表-5 に示す。

なお, 脚の急降下のメリットとしては次のものが考えられる。

- ① 位置決め精度の向上
- ② 設置時間の短縮(潮流, 風等の条件変化に対する安全性)
- ③ SEP 浮揚状態での波浪等による動揺時の脚の突上げ(海底面に着いたり離れたりする)の防止
- ④ 海底地盤への脚の打込効果(特に傾斜岩盤等において)

## (2) 水中支持わくの問題

潮流が速く, また水深が大きくなった場合, 水中作業の種類, 規模によってはガイドパイプ(静水管)を水中部においてもなんらかの方法によって保持し, 上下2点支持とする必要が生じてくる。たとえば大口徑掘削などのようにガイドパイプの径が 2~3m 以上にもなればこ



写真-6 ホーバー SEP-1

昇降装置の形式	代表的な脚の形状	SEP・RIGの規模			
		小形	中形	大形	超大形
摩擦式	円柱	〇	〇	〇	〇
嵌合式	角柱, 円柱, トラス	〇	〇	〇	〇
ラックピニオン式	トラス	〇	〇	〇	〇

図-1 昇降装置, 脚の形式と SEP, RIG の規模

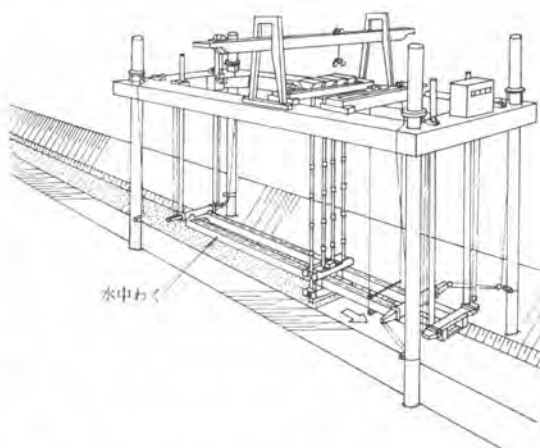


図-2 “せと”における洞海湾沈埋トンネルスクリード作業用水中わく(けた)

れを SEP 上部だけで保持することは非常に困難になる。すなわち, 片持ち支持とした場合の支持部の曲げモーメントは 1,000 t-m 以上のオーダーとなり, これを保持, 移動させる SEP 上の装置は相当大きなものが必要となる。また, そのために SEP 自体の規模(搭載能力など)も大きくなることが考えられる。

水中わくを設けてガイドパイプを2点支持とすれば下部の反力は脚下部で処理できるので, SEP 上の装置は小さくなり, ガイドパイプの変形も小さくなるので施工精度の点でも有利である。従来の中わくの例では SEP と組合せた可動式のものとして洞海湾沈埋トンネルのスクリード作業(SEP「せと」使用, 三井建設・鹿島建設

J.V の施工)におけるものがある。これはスクリード機の走行ガイド兼レベル定規として使用されたもので, 極めて精度の高い施工を可能にしたが, 潮流の比較的弱いところでの作業に適するものである(図-2 参照)。また, 本四公団の児島・松島沖実験用海中鉄構に設備されたものは位置制御付の本格的な海中掘削システムであるが, 固定式作業足場(ジャケット形)との組合せであり, SEP の場合とは若干条件が異なっている。

SEP に水中わくを組合せた場合の問題点としては,

- ① 脚の変位に対する追従性(鉛直度, 平行度等)
- ② 水中わくの取付, 取りはずし(時間

的、機能的)

- ③ SEP 小移動の際の水中わくの処理 (そのまま付けて移動する場合の操船能率、えい航抵抗など)

その他、水中装置の一般的な問題として、

- ① 故障修理、メンテナンスの問題  
② 設備費、運転費、メンテナンス費等のコスト上の問題

等があり、従来は必要度が比較的低かったこともあるが、採用されるに至らなかった。

SEP 盤石において石川島播磨重工が大形水中わく装置を採用したのは、前述児島・松島沖海中鉄構での経験と実績をもとに開発したものであり、その成果が注目されている。

## 6. 設計基準・安全基準等の整備

海上土木工事用 SEP 等に関して従来わが国にははっきりとした適用基準、規則等がなく、設計、建造にあたっては使用海域に応じたユーザの特記仕様によるほか、石油掘削用 RIG 等に準じて次のような外国船級協会の規則などによっていた。

アメリカ船級協会 (ABS) : Rules for building and classing offshore Mobile Drilling Units

アメリカ石油学会 (API) : API recommended practice for planning, designing, and constructing fixed offshore platforms

英国ロイド船級協会 (LR) : Rules for the construction and classification of mobile offshore units

ドイツロイド船級協会規則 (GL)

ノルウェー船級協会規則 (NV)

最近わが国でも日本海事協会 (NK) によって海底資源掘削船規則、作業台船規則、半潜水形海上展示船規準等が制定を目指して作成、検討されており、船舶安全法の改正等とも関連して設計、建造、運行を行う際の基準が整備されるのも近いであろう。

このほか海上作業台一般については土木学会の海洋構造物設計指針 (案)・解説があり、さらに、次にあげる各種委員会でも安全基準等を検討中である。

運輸省 : 海洋構造物安全規準作成委員会

作業船協会 : 作業船の「安全規準」に関する設計指針の調査研究委員会

造船学会 : 海洋工学委員会

建設省建築研究所 : MS (Maline Structure) 委員会

## 7. 海上作業台の今後の方向

### (1) SEP の今後の方向

SEP が今後発展する方向は多様化していくものと考

えられる。

#### (a) 超大形・多目的化

前述の KAJIMA 等 3 例に見られるように、SEP は大形化してきたが、その頂点とも考えられるのが本四公団で明石海峡基礎工事に計画している「超大形 SEP」である。これは水深 60 m、潮流 8 kt の非常に厳しい自然条件のもとで掘削作業その他の施工が可能であるように計画されているもので、SEP の規模、設備、建造費等の点において大形石油掘削 RIG に匹敵するものとなる。このような超大形 SEP は建造コストの点から、海上土木用としての需要台数は限られたものとなる。従来土木用 SEP、石油掘削用 RIG とははっきり区別されていたものが、わが国近海における石油・天然ガス関係のプロジェクトが活発化するに伴い、必要な部分的改造を加える程度で土木、石油の両方の分野で稼働し得る可能性も出てくるものと思われる。

#### (b) 小形化・専用化

フレキシフロート (ミニ SEP)、本四公団の調査ボーリング用 SEP など、小形 SEP はすでに相当数製作、使用されている。これらは平水および小水深においては中・大形 SEP に比べてレンタルコストが安く、手軽に導入し得るメリットがある。また、専用化しても限られた工事内で償却ができる点からも今後かなりの需要が期待できよう。

#### (c) エアクッションの利用

エアクッションの原理はホーパークラフトをはじめ陸上でのタンクその他重量物の移動、湿地帯、浅瀬等における作業台 (船) の進入などに利用されてきたが、さらに最近では高い風圧を利用して碎氷しながら進むことができる大形パイプレイバージ (7,000 t) の開発も進められ、その活用分野が拡大されつつある。今後、ホーパークラフトのようにエアクッションを利用し、特殊目的に使用される SEP ならびに作業台の開発が進められるであろう。

もちろん、従来の主流である中・大形 SEP も利用技術の開発と相まって広範囲の用途に使用され、発展していくことは間違いないものと思われる。

## (2) その他の作業台

### (a) 固定式作業台に対する SEP 工法

大島大橋橋脚建設用作業足場ではジャック式固定足場を SEP 的な工法によって設置したが、米国および中東の石油・ガスプロジェクトでは各種プラットフォームを SEP タイプでえい航して行き、ジャッキアップして脚をプラットフォームと海底に固定して永久構造物 (固定式プラットフォーム) とする方式が多く採用されている。今後わが国における各種エネルギー開発プロジェクト等に対してもこのような工法の採用が期待される。

### (b) 浮揚式作業台の将来

水深が大きい場所とか、あるいは作業基地、貯蔵基地等で規模が非常に大きくなった場合には浮揚式または半潜水式が有利となる。

従来、石油掘削 RIG には大形半潜水式のものが多く採用されているが、最近では公害問題に関連する用地難のため空港、発電所、化学プラント、貯油タンク等はこの種の浮揚または半潜水式の構造物を利用して海上へ設置しようという計画が検討されるようになった。これらに対しては漁業補償、海水汚染、海上交通など新たに解決すべき問題もあるが、将来の方向として有望視される分野である。

沖縄海洋博の主会場となるアクアホリスは石油掘削の技術を生かした半潜水式の構造物であるが、浮揚形プラットフォームの今後の方向を示すシンボリックなものであるといえよう。

## 8. あとがき

わが国の土木工事用 SEP を中心に海上作業台の現状を断片的に述べたが、限られた紙面のため十分に説明できなかった点も多く、これらについては末尾に掲げた参考文献に詳しく紹介されているので参照願いたい。

また、石油、ガス関係の海上作業台についてはほとんどを割愛せざるを得なかったが、最近内外向けとも各種掘削 RIG、生産用固定式プラットフォーム等の引合い、建造が活発になってきており、これらの現状についても後日追補する機会が与えられれば幸いである。

### 参 考 文 献

- 1) 有田・佐竹・黒瀬：“海上作業台”『三菱重工技報』Vol. 7, No. 7
- 2) 湯田坂：“移動自立式海上足場 (1), (2), (3)”『施工技術』第1巻第7号, 第2巻第2号, 第2巻第7号
- 3) 湯田坂：“海上足場”『施工技術』第3巻第6号
- 4) 湯田坂：“海外における海洋工事と海上足場”『土木学会誌』第58巻5号
- 5) 湯田坂：“海洋土木施工機械の開発現況と今後”『工業時事通信社第21回海洋開発専門講座』
- 6) 竹田：“SEP (自己昇降式海上作業台) の開発と今後”『工業時事通信社第21回海洋開発専門講座』
- 7) 平野・野村・三谷：“海洋土木工事用機器開発と工事上の技術的諸問題”『橋梁』1971.3
- 8) 矢村：“海洋土木工事用自揚式作業台の展望 (その1), (その2)”『橋梁』1973.1, 1973.2
- 9) 植西：“自己昇降式海上土木用作業台の現状と展望”『海洋産業研究会資料 Vol. 4, No. 8』1973.8
- 10) 牧田・糸井：“IHF-TOWS 鰐石の概要”『橋梁』1973.12
- 11) 竹田・三野・武正：“三井自揚式作業台 MSEP-2 たまの概要”『橋梁』1973.12





## 最近の作業船の現状

# ポンプ浚渫船

高山二郎\*

### 1. はじめに

四面海に囲まれたわが国では海岸線の工事が極めて多く、また、内陸においても無数の河川をかかえた地形上、水上土工機械を使用することが多い。ことに国土造成は非常に重大な意義をもって昭和30年代後半からの高度経済成長に伴っての臨海工業地域の造成、輸出入物資の増大に対処する港湾施設の増強、臨海住宅地区の開発などの埋立事業のほか、干拓、土地改良、河川、道路などの各事業に果たしてきたポンプ浚渫船（以下、ポンプ船という）の役割は極めて高く評価されている。

これらの各種事業に尽してきたポンプ船は逐年大形化され、2,000 PS から4,000 PS、6,000 PS、8,000 PS と急速に伸び、ついに10,000 PS のポンプ船が出現するようになり、その保有船の施工規模は世界最大となっている。当然のことながら、その性能、生産性も一段と向上し、浚渫深度も35 mにも達し、今後はさらに70 mから100 mにも及ぶ高深度浚渫も新たな構想のもとに研究され、斯界に寄与する時間も間もないことと考えられる。

しかし、近年に至って臨海工業地域の公害が非常にやかましくなり、環境保全ならびに整備が叫ばれるようになって公害の未然防止に焦点が絞られ、無公害の浚渫工法の開発研究も着々進められているのが現況といえよう。こうした環境下でのポンプ船の現状については専門機関誌等ですでに発表されており、また紙面の都合上からもすべてについて紹介しきれないので、特にポンプ船の作業効率を左右する運転機器、動力等の制御方式について述べてみる。

ポンプ船は、鋼製箱形のあの船体に所狭しとばかり機械、動力系が配置された機械密度の大きいプラントであり、何万 haにも及ぶ土地造成を考えても陸上機械のそれではどうも及ぶもつかない作業性を発揮し、1船の総合出力も実に数万馬力の容量のものさえ出現してき

た。しかしその反面、計画時の悪さや運転管理のあやまり、または不馴れによる出力の損失も極めて多く、大形船には特に省力化、自動化が叫ばれ、人間の感覚は組織化された自動制御に変わり、安全に、スピーディに、正確に、むだのない運転管理を施すことができるようになった。ポンプ船の終局的目的は短時間に大量の土砂を遠距離に輸送することであり、この目的を遂行するためにも効率的な自動制御は今後ますます安価に、しかも精度ある方式について研究が進められて行くであろう。

### 2. ポンプ船の制御方式

ポンプ船が大形化してくるとそれに伴い乗務員、作業員が増加してくることは当然となるが、機器制御の自動化あるいは制御方式を工夫することにより人力軽減、すなわち、省力化が実現できることは他のプラントと変わりはない。最近での大形ポンプ船に組込まれている幾多の自動制御機能の中でも主要となるのは次の項目となる。

- ① 浚渫ポンプ、スイングウィンチ、カッタの3要素による最適速度運転
- ② 土質に応じてのスイングウィンチ、カッタの最適速度運転
- ③ 排送距離に応じての浚渫ポンプの最適速度運転
- ④ スイングウィンチの自動張力制御
- ⑤ トリム、ヒールに対するラダー角度補正
- ⑥ これらを組合せた総合的な自動制御

#### (1) スイングウィンチの自動張力制御

ポンプ船の部分自動化のうちでもスイングウィンチの自動張力制御 (Auto Tension Control) は最も簡単に実現できる。一般にスイングウィンチの張力は土壌に対するカッタのくい込みに多大の影響を与えるもので、従来この張力制御は硬土質状態時にはスイングウィンチの速度を下げ、軟土質状態では速度を上げるとか、一方、浚渫ポンプの揚水能力に比例してスイング速度を変化さ

\* (株) 渡辺製鋼所設計部長

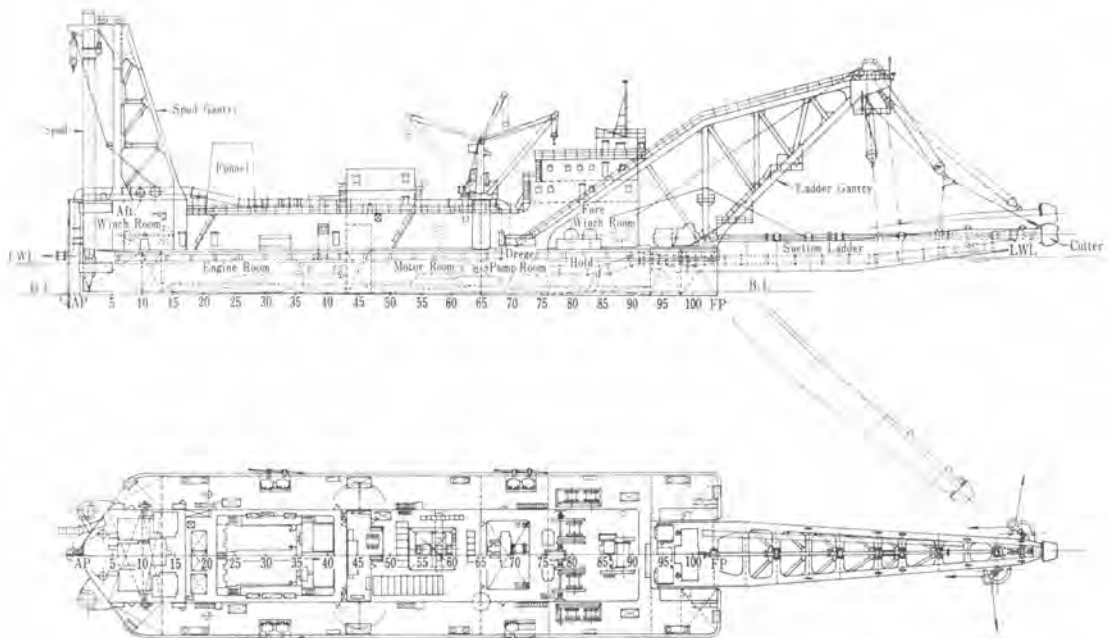


図-1 ディーゼルエレクトリックポンプ浚渫船一般縦装図(10,000 PS 級)

せる等して常に効率的な揚砂効果をあげるよう工夫していた。これらの条件を加味すると、操縦者はスイングウインチのロープ張力、カッタトルク、ポンプ吐出流量、吸入圧力等を監視しながらスイング用電動機の回転数と制動力を時々刻々制御して最大量の土砂を短時間に排送することに努めねばならない。

スイングウインチはこれらの特性を持たせるためその動力には一般に直流電動機が使用される。図-2 に示すように回転数  $n_1$  までは電機子電圧制御(トルク一定)、 $n_1$  から  $n_2$  の間は界磁制御(出力一定)が行われる。このための直流電動機は MG ワードレオナードまたは静止レオナードが使用されている。従来のスイングウインチ、すなわち、1モータ2ドラム方式では交互に巻取りまたは巻戻しとして作用するロープの張力を一定にするためには経験上、巻取り側のトルク  $T_1$  と巻戻し側のトルク  $T_2$  との間には

$$T_2 = T - T_1 + T_k$$

ただし、 $T$ : 電動機定格トルク

$T_k$ : 土質その他の条件で変化するトルク

の関係が成立し、これを図示すると図-3 のようになる(実測によると  $T_k = 0 \sim 0.3 T$  程度である)。したがっ

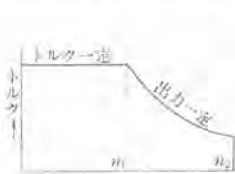


図-2

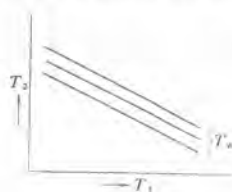


図-3

て、巻取り側ドラムに張力  $T_1$  に相当するトルクを与えると、巻戻し側のドラムにはロープ張力  $T_2$  をベクトル的に逆方向のトルクを与えるとよいことになる。この場合、 $T_1 + T_2 = T + T_k$  に比例する。この原理を応用してロープ張力を一定とする制御方式、すなわち、図-4 に示すように2ドラム2モータ方式となり、操縦の簡易化ならびに合理化を行うことができる。この場合、電動機は  $2T$  に相当する出力ではなく、 $(T + K)$  の出力で十分である。

(2) スイング速度と浚渫ポンプ、カッタとの関連

前項で記述したようにポンプ船の運転はスイングロープの張力を自動的に一定値に制御するばかりでなく、土質状態、ポンプの流量、ポンプの吸入圧力により自動的にスイングウインチ用電動機の回転数を補正することが望まれる。この場合はスイングロープの張力制御を第一条件として、それに外部条件によりスイング速度

表-1

入力要素	スイング速度
流量 { 大小	大小
吸入圧 { 大小	小大
カッタトルク { 大小	小大

を補正する方式となる。速度を補正する回路としては電動機の回転数を回転計発信器により検出し、この信号にカッタトルク、ポンプ流量、ポンプ吸入圧の信号を加減し、表-1 のように制御することになる。

(3) カッタの自動化

土質の状態によりカッタの回転数とカッタの実負荷を自動的に制御し、土質状態に応じてカッタを最適制御す

ることは重要な項目の一つであり、逐年この方式は次第に研究、実用化されつつある。図-5はこの目的を満足させる制御回路であり、土質に応じた最適回転数と最適荷重とを演算してカット回転数を自動的に制御しようとするものである。



図-5

#### (4) 浚渫ポンプの制御

ポンプ船の浚渫ポンプはそのほとんどが片吸込1段の遠心渦巻形で、一般の遠心ポンプとその特性が変わらない。すなわち、発生揚程、揚水量、軸馬力は回転数の変化により著しく性能が左右される。この特性を利用して浚渫工事の排送距離、混砂水の土質に応じた排送速度を駆動原動機の出力範囲内で運転しなければならない。浚渫ポンプを一定回転で運転するとき、排送距離が短い場合は排砂管の配管抵抗が少ないため揚水は発生揚程に匹敵するだけ吐出しようとして過大水量となり、軸馬力を必要以上に要求し、過負荷となる。

これと反対に、遠距離になれば吐出側の配管抵抗が大となるため回転によって与えられた発生揚程に適合するように揚水は流れようとし、流速が小さくなり、揚水量が減少してくる。一般の上水道用ポンプでは配管距離が不変のため比較的簡単に制御できるが、このようにポンプ船では排送距離が不定であり、しかも混砂水抵抗値も土質、混砂率によっても不定で、単に流量や圧力のみを検出による制御系ではとうてい自動化は不可能となる。現在大形ポンプ船の浚渫ポンプ用原動機は前述したようにディーゼル機関、タービン、電動機のいずれかによって駆動されているが、ポンプの特性上回転の制御は必ず行われることを必要条件とされ、たとえばディーゼル機関直結駆動においては回転に応じて出力特性はトルク一定となり、ほぼ20%程度の回転の変動率を与え、しかも過酷な負荷条件のもとで、しかも長時間この範囲の回転数のもとで運転されるため十分対応できる強度を機関に

要求される。このため浚渫ポンプ用ディーゼル機関はポンプ定格軸馬力に対し20%増の余裕出力を与えて機関を選定する。

また、スチームタービン直結(減速歯車装置を介して)駆動のものはディーゼル機関同様比較的回転の制御がしやすく、しかも定格回転数付近では回転数を多少変更しても軸馬力を一定に保持できる特性を有し、このため稼働率が高く、過酷な条件によく耐えて寿命が長い長所があり、ひろく大形ポンプ船の原動機として選定されてきた。一方、これらの機械的原動機に対して、電動機を駆動機としての長所は極めて多く、ここに記述するまでもないので割愛するが、駆動用として使用される電動機は普通3相交流電動機が多く、これら単体で回転制御を強いることはほとんどない。このため必要に応じて直流電動機を使用するか、またはこれらと組合せてクレーマ方式またはセルビュウス方式等の装置として浚渫ポンプ動力を構成する例がかなり多くなった。

ここで浚渫ポンプの一般的性能曲線図を示し、これが回転制御した場合の特性を記述してみよう。図-6は電動機出力6,000kW(8,000PS)を原動機とした実船の浚渫ポンプ性能曲線図であり、図-7をその略図として説明すると、いま浚渫ポンプの回転数 $n_1$ のときの揚程、揚水量、軸馬力をそれぞれ $H_1$ 、 $Q_1$ 、 $B_1$ とし、このとき排送距離が $L_1$ で示され、駆動原動機の出力範囲で安定した運転をしているとき、次にこのままの回転数 $n_1$ で排送距離が $L_2$ と短縮された場合を考えればポンプの揚水作業は揚程曲線( $H-Q$ カーブ)に沿って揚水量は $Q_2$ のところまで増加し、平衡を保とうとする。この場合の揚程、軸馬力はそれぞれ $H_2$ 、 $B_2$ となる。いま原動機出力が $B_1$ の点で100%近くの負荷を与えているとすれば、当然 $B_2$ は $4B_1$ だけ過負荷となり、運転を継続することはできなくなる。この場合、回転数 $n_1$ を $n_2$ と若干減じてやると特性は点線で示すように変化する。すなわち、排送距離が同じく $L_2$ であれば揚水量は $Q_3$ 、軸馬力、揚程はそれぞれ $B_3$ 、 $H_3$ となり、出力にも余裕が生じて安定した運転状態になる。

大容量の大形ポンプ船では最近タービン原動機に変わってディーゼルエレクトリック式のものも建造され、浚渫ポンプ駆動機として過酷に耐え、特性のすぐれている面から電動方式が今後も大いに発展を遂げることになる。これらの電動機の制御方式は前述したように、クレーマ方式、セルビュウス方式等が多く採用され、クレー

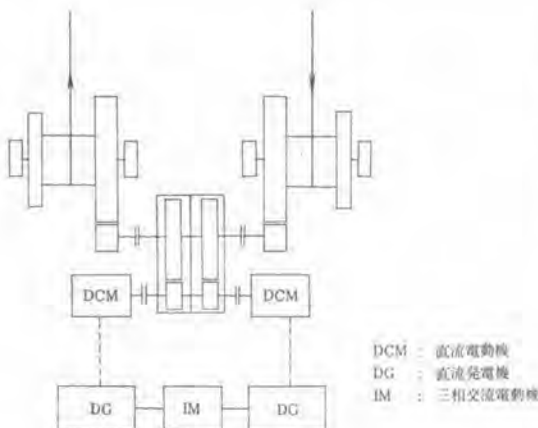


図-4 シングロープ張力制御方式構成図

DCM : 直流電動機  
DG : 直流発電機  
IM : 三相交流電動機

マ方式は交流巻線形電動機と直流電動機を軸結合し、図-8のように組合せて計画される。

交流機で回転速度を変える場合、2次抵抗の変化で行うことが普通であるが、クレーマ制御においても2次回路に抵抗として直流電動機を用い、交流機の回転を下げるために生ずる損失電力を直流機の運転に利用すれば、交流および直流の各電動機は同軸で直結しているので全機械的出力は回転の変化に関係なく同一となる。また、回転速度の変化は直流機側で界磁を変えることにより操作できる。これを数式で示すと、交流電動機の入力  $P_0$ 、出力  $P_M$ 、スリップ  $S$  とすればクレーマの機械的出力  $P_C$  は

$$P_C = P_M \text{ (交流機の出力)} + S \cdot P_0 \text{ (直流機の出力)}$$

$$P_C = P_M + SP_0 = P_0 (1-S) + SP_0 = P \text{ (入力電力)}$$

となり、その出力は速度に関係なく出力一定、すなわち、定出力特性となる。一方、セルビュウス方式では図-9のように主電動機とは別に直流電動機に交流発電機(誘導発電機)を直結して2次電力として返還する方式で、この場合、直流電動機の界磁制御により速度が制御できる。この場合、機械的出力  $P_C = P_M$  (交流機出力)

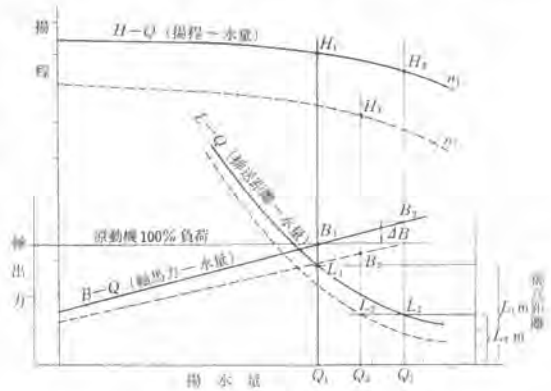


図-7 浸漉ポンプ回転制御特性説明図

$= P_0(1-S)$  となるため出力は回転数  $(1-S)$  に比例し、これは定トルク特性をもつことになる。

このように大容量の浸漉ポンプ電動機の色度制御の方式を2分類してみたが、この両者の特徴をさらに比較してポンプ船の動力方式と考へた場合の長所および短所をあげると次のようになる。

① クレーマセットは全長が長くなり、狭い船内では不適であり、大容量のものは適用が困難となる。

② 浸漉ポンプは大形となると一般に360~280 n/m で使用される場合が多く、低速機のため直流電動機の寸法、構造が大形となり、高価になる。

③ クレーマは出力一定特性のため排送距離の変化により過負荷となることはない。

④ セルビュウス方式は主機(交流電動機)と2次励磁装置とを別に設置するためスペース的な面ではクレーマ方式ほど制約を受けない。

⑤ 直流機は主機(交流電動機)と分離されるためさほど大形とならず、経済的である。

⑥ 浸漉ポンプの特性は回転数の変化により揚程は2乗、すなわち、 $H_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \cdot H_1$ 、また軸馬力は3乗特性、 $B_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \cdot B_1$  で変化するため、排送距離の短い場合、セルビュウスセットにて回転を制御すればトルク一定特性から回転変化率に比例しただけ出力が減少するにとどまり、一方、浸漉ポンプの要求負荷は3乗特性で減少するためさらに排送距離が短くなり、揚水量が増大しても動力的に過負荷になるところまで使用す

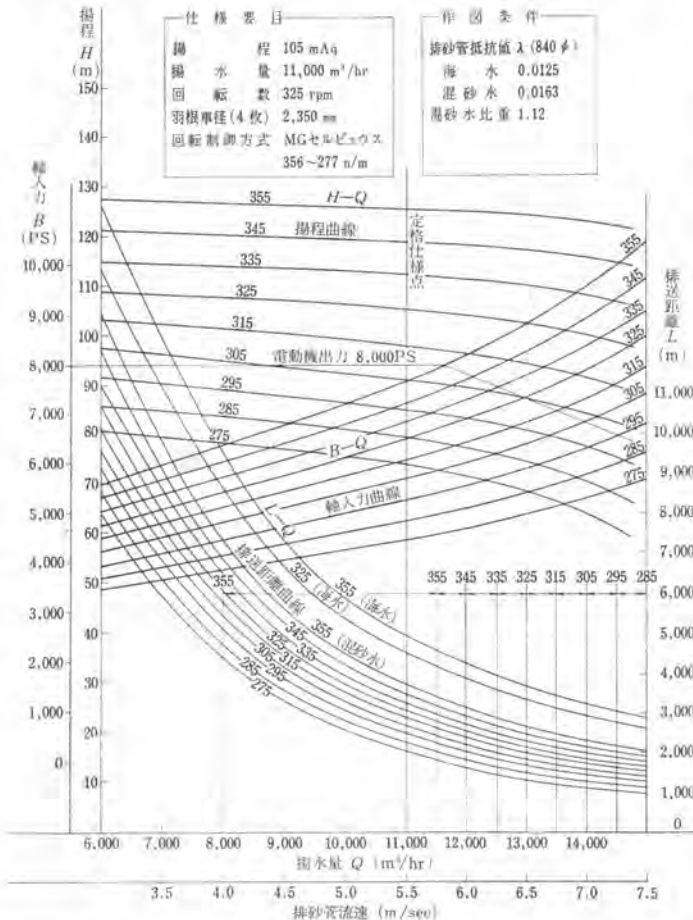


図-6 浸漉ポンプ性能曲線図

ることはあまりない（揚水量が過大になるとポンプ吸入負圧が流速の自乗に比例して増大し、やがてキャピテーション現象が発生し、揚砂効果を減少させてしまう）。すなわち、出力一杯まで揚水を行うということはず、トルク一定特性でも十分効果的の運転が期待できる。

以上のように、両者各々特徴をもってそれぞれ信頼度の高い制御が可能（回転数制御は実船では20～25%程度）が最も多い。しかし、上記比較からも判断できるように筆者はどちらかといえば液漑ポンプ用としてはセルビュウス特性で十分であり、今後もこの方式が多くなるものと思われる。

#### （5） 機関部の自動化

乗組員の負担軽減をはかるため液漑機器関係は操縦室操作盤にそれぞれ遠隔発停ならびに主要計器、警報および運転表示などを集めているが、ボイラ、タービン、ディーゼル機関、各種発電装置等の機関部の監視等は特に機関室近くに防音、防熱を完備した集中制御室を設け、主要原動機、発電装置、および機関室補機器の集中監視を行っている。運転中の定時記録、任意記録、異常記録等はこの室にデータログを装備し、監視記録およびデジタル表示を行うほか、記録用タイプライタ等が装備され、運転の完全なる監視と省力化が行われ、安全性の向上と保守点検の徹底化に寄与している。

なお、機関部の主な自動制御としては、ボイラ関係にあっては自動燃焼装置、自動給水加減装置によって燃焼油量、空気量、給水量の自動制御を行い、大幅な負荷変動に対してはバーナの使用本数を自動的に増減して追従

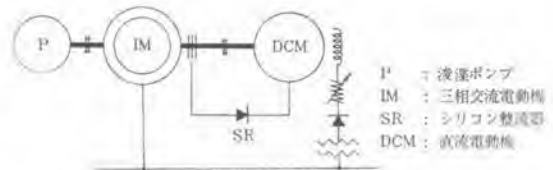
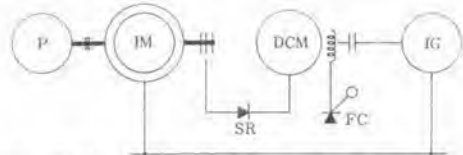


図-8 静止クレーマ方式説明図



P: 液漑ポンプ IM: 三相交流電動機 SR: シリコン整流器  
DCM: 直流電動機 IG: 誘導発電機 FC: 界磁制御装置

図-9 MGセルビュウス方式説明図

させ、常に負荷に応じた最適燃焼状態を保持できるように計画されるとき、また各機器の燃料、潤滑油および冷却水系はそれぞれ自動温度調整を行っている。また、遠隔操縦装置には関連補機器とのインターロック装置を設け、安全かつ安定した運転ができるよう計画されていることはもちろんである。そのほか、主要補機はその用途に応じて吐出圧力の低下または稼働電動機の無電圧を検出して予備機を自動的に稼働させる自動始動装置、あるいはそれぞれに圧力またはレベルによる自動発停装置、電源復帰後の自動再始動装置などを設けている船も多くなった。

このようにますます多様化するポンプ船の心臓部は自動化と省力化により簡便化される傾向にあり、コンピュータによる完全制御も決してほど遠いものではない。

#### — 図書案内 —

## 道路清掃ハンドブック

A 5判 150 頁 頒価 1 200 円 (会員 1 080 円) 送料 200 円

## 道路除雪ハンドブック

A 5判 232 頁 頒価 1 600 円 (会員 1 440 円) 送料 200 円

□申込先□ 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内  
電話 東京 (433) 1501 振替口座東京 71122 番

## 最近の作業船の現状

# グラブ浚渫船

両角常美\*

### 1. まえがき

グラブ浚渫船(以下グラブ船と略す)は明治20年にイギリスのプリストマン社より初めて輸入され、大阪港の築港工事に使用されたのが最初のものである。その後、数多く輸入され、各地の港湾で使用されたため昭和24年~25年頃まで堅缶を載せたスチーム式のプリストマンと呼ばれるグラブ船をよく見かけた。プリストマンは当時C形、D形、E形といった名称と呼ばれ、グラブ容量は大形のものでも2m<sup>3</sup>クラスであった。その後、国産化され、現在総数は約650隻ほどあるが、最近は大形のものも多く建造され、軟泥から硬土盤、岩盤に至るまで広範囲な浚渫工事に使用されている。

特に最近の港湾工事は波浪、風、潮流等の厳しい作業条件下で行う地域が多く、しかも硬土盤、岩盤浚渫、大量浚渫、高深度浚渫等の要求が多くなってきている。これに対応できる機種として最近特に大形のグラブ船が注



写真-1 超大形グラブ浚渫船 GE-1100

\* (株)神戸製鋼所建設機械本部第一販売部長

目を浴びているのが現状である。以下、その概要について述べる。

### 2. グラブ船の現状と浚渫作業

グラブ船は従来小形のもので浚渫場所は狭小でしかも小規模浚渫に使用するものであったが、運輸省が昭和27年に全国の港湾整備を目的に当時としては飛躍的に能力の大きい4m<sup>3</sup>のディーゼルエレクトリック式グラブ船を建造し、その価値が認められて以来、グラブ船の近代化と大形化が始まった。すなわち、運輸省では昭和28年~36年にかけて同形の非自航式のもの各建設局で数隻建造し、また、自航式のものも同クラスの浚渫機械を搭載したものを2隻建造した。

その後、なお大形化が進み、昭和39年には10m<sup>3</sup>の上総丸、昭和42年には6m<sup>3</sup>の月山丸を建造した。これらはすべてディーゼルエレクトリック式である。また一方、これに平行して民間の港湾建設業者においてもグラブ船の保有と大形化を進めた。昭和46年現在非自航式550隻、自航式100隻の計約650隻程度あるが、非自航式のものについてはその約半分は耐用年数(8年)以内のもので大部分更新され、旧式のプリストマンは港から姿を消してしまった。

また、建造されたグラブ船は昭和35年より以前ではグラブ容量は1.0m<sup>3</sup>以下であったが、昭和36年~39年には1年に30~40隻程度建造され、グラブ容量は平均2.5m<sup>3</sup>となり、昭和40年~44年には1年に40~50隻程度建造され、グラブ容量は平均4m<sup>3</sup>以上となり、昭和45年以來はグラブ容量は平均6m<sup>3</sup>以上となって数多くの大形グラブ船が建造されてきた。

大形グラブ船は浚渫能力の増大と浚渫単価の低減が可能であるほかに、従来大変困難であった硬土盤浚渫に成功したことである。これは関門海峡の航路浚渫に重量の大きいグラブバケットを使用して硬土盤、岩盤を浚渫してその威力が認められてからである。現在では硬土盤、岩盤が浚渫できると思われる巻上能力85t以上の大形

船が全国で10隻以上数えるようになった。今後の港湾工事、特に大形プロジェクトにおいては過酷な作業条件のもとで硬土盤、岩盤浚渫、大量浚渫、高深度浚渫等の要求が多くなって来るものと思われるが、これに対処することができる浚渫船として特に脚光を浴びてきた。

大形グラブ浚渫船の大きな特長は巻上荷重を増大して(従来グラブ容量4~6m<sup>3</sup>級では巻上荷重は20~30tであったが、大形船では50~100tで、最近では150tのものも建造されている)、容量に対して重いグラブバケット(自重40~80t以上のもの、最大125t)を使用することにより強力なる掘削力が得られ、従来の小形グラブでは掘れなかった硬土盤、岩盤まで掘ることができる。また、粘土、砂等の比較的軟かい土質を浚渫する場合には容量の大きいグラブバケット(10~25m<sup>3</sup>以上、最大40m<sup>3</sup>)を使用することにより大量土砂浚渫(400~1,000m<sup>3</sup>/hr以上)が可能になることである。なお、グラブ船は他の浚渫船に比べて深掘りが容易で、大形船では一般に水面下40~50mまで、大きいものは80m掘りも可能になっている。これらのすぐれた特長を生かして大形グラブ船は各地でそのすばらしい威力を発揮しているのもその一例を紹介する。

第六関門号、第八関門号、第十関門号は主として関門航路の硬土盤浚渫に従事している。第六関門号は、ウルトラヘビーのグラブ(容量WL7m<sup>3</sup>、自重62t)を使用して関門海峡の高瀬地区の航路-12m浚渫工事に従事した。土質は頁岩であったが、節理、ハヤクラックが発達していたため素掘り掘削をし、その能率は平均60m<sup>3</sup>/hr以上である。また、大瀬戸地区航路-12m浚渫工事でも同じウルトラヘビーグラブを使用して施工したが、この地区は最も潮流の早い所で最高6.0kt以上あり、土質も安山岩、玢岩で、非常に硬い岩盤の最も浚渫困難な地区であるが、砕岩船を一部併用することにより平均50m<sup>3</sup>/hr以上の能率をあげている。

第八関門号はウルトラヘビーのグラブ(容量WL9.5m<sup>3</sup>、自重85t)を使用し、備讃瀬戸-19m北航路岩盤



写真-2 浚渫作業中の大形グラブ浚渫船

浚渫工事に従事した。この工事は潮流5kt、-19mの高水深、しかも岩盤(粘板岩、安山岩)という難工事であったが、平均55m<sup>3</sup>/hr以上の実績があげられている。

次に第100京浜丸の大量土砂浚渫工事の一例であるが、香港のコンテナふ頭の建設工事で海底の軟弱地盤を浚渫し、これを6mile沖で捨土する工事に従事した。浚渫土量は2,818,000yd<sup>3</sup>、水深-26~-29ftを-45~-70ftに仕上げる工事で、本船と500m<sup>3</sup>積土運船4隻、引船2隻、揚船1隻で24時間作業を実施した。グラブはライトタイプ(容量WL11m<sup>3</sup>、自重23t)を使用し、月平均約20万m<sup>3</sup>で、最大月25.6万m<sup>3</sup>をあげている。この場合の稼働日数は1月29日で浚渫時間は594時間15分(休止時間101時間45分)、すなわち、1カ月間の浚渫時間当たり430.7m<sup>3</sup>/hrの実績をあげている。なお、休止時間はグラブ船の移動、錨打替え、ワイヤ取替え、土運船、引船待ち、機械点検等の時間である。すなわち、大形グラブ船は硬土盤浚渫にその

表-1 主なる大形グラブ浚渫船一覧表

船名	所有者	主機馬力(PS)	グラブ		浚渫深度(m)	製造年	製造所	備	考
			容量(m <sup>3</sup> )	重量(t)					
第三関門号	関門港湾建設	DE 1,500	6	42	30	昭和42年	神戸製鋼		
第六関門号	"	DE 1,500	7	63	40	45年	"		
第八関門号(GE-1100)	"	DE 2,300	10	85	50	46年	"		
第十関門号(GE-1100)	"	DE 2,300	10	85	60	47年	"		
第八西都号	三省建設	DE 1,450×2	10	90	50	47年	四国建機		
三松号	"	D 1,300×2	9.5	90	60	48年	"		
第100号京浜丸	京浜浚渫	DE 1,200	5	40	50	46年	神戸製鋼	グラブバケットライトタイプ 11m <sup>3</sup> /23t	
第125号京浜丸	"	DE 1,600	9.5	62	50	47年	"		
第1玄海号	青木組	DE 1,600×2	10	95	60	48年	東京機械		
第5東清号	富士海運	D 2,000	13.5	110	65	48年	土機商工		
第85豊松丸(GE-850)	鈴木組	DE 1,600	9.5	62	50	47年	神戸製鋼		
セリラマ	東亜建設	DE 1,600	9.5	62	50	48年	"		
三友一号(GE-1500)	三友海洋工事	DE 3,200	13	125	80	49年	"		

威力を発揮できるほか、ポンプ船による浚渫作業にも相当する大量土砂浚渫も可能である。

今後の海洋建設工事は港湾工事をはじめ海底トンネル、大架橋工事、海洋リクリエーション基地等の大規模プロジェクトの施工が要請されているが、従来、浚渫、埋立、ならびに橋梁工事等の対象とする海底地盤は比較的軟かい土質を選び、硬土盤、岩盤のある所をさけて条件のよい所を求めてきた。プロジェクトの巨大化に伴って硬土盤、岩盤の浚渫、大水深の浚渫、しかも過酷な作業環境のもとで施工する等の悪条件をさけることができなくなっている。これらの作業に挑戦するため大形グラブ船が威力を発揮しており、最近 150t づくりの超大形グラブ船が開発されたのでその概要を紹介する。

### 3. 世界最大級超大形グラブ船の概要

#### (1) 計 画

本船は硬土盤浚渫工事用として建造され、主として関門海峡で活躍している第六関門号、第八関門号、第十関門号等の実績をもとに一段とその性能の向上をはかった巻上力 150t の超大形グラブ船で、建造にあたって次の点を考慮して取りまとめられた。

##### (a) 対象土質

特に硬土盤、岩盤の掘削に重点をおいた。そのため常用巻上力 150t とし、グラブバケットは岩盤掘削時は容量 WL 13m<sup>3</sup> で自重 125t、硬土盤掘削時は容量 WL 25m<sup>3</sup> で自重 85t を取付け、その機能を十分発揮できるようにしてある。また、グラブ比重を変えて普通土砂の大量浚渫用として 40m<sup>3</sup> 程度のものも考えている。

##### (b) 最大浚渫深度

グラブ船が他の浚渫船に比べて有利な点は深度の制約を受けない点であり、現在ますます工事要請としては深



写真-4 大形グラブ浚渫船による硬土盤浚渫作業

掘りを要求されているが、本船は最大浚渫深度を水面下 80m としてある。

##### (c) 気象・海象条件

作業時の波高は 1m、平均風速は 12m/sec 以下とし、潮流は作業時 5kt、係留時 8kt までとした。したがって、耐潮流のため必要な把駐力は極めて大きくなるので揚錨機、錨鎖、錨等は十分な容量のものを設備した。また、船体寸法も十分な大きさのものにしてある。

##### (d) 作業半径

将来大量土砂浚渫を考慮して 2,000m<sup>3</sup> 積土運船程度まで積込可能なように作業半径は 20.5m としてある。

##### (e) 掘削精度

掘削精度の向上をはかるため浚渫機の巻上ドラムの回転数から検出したワイヤロープの繰出量によりあらかじめ設定した深度で自動的に浚渫できるよう自動定寸掘り制御を行い、余掘りの少ない浚渫ができるようにしてある。また、掘削状況を観察するため音波による海底の平面と断面がわかる探査装置を設けて掘削精度の向上と効率化を進めている。

##### (f) 浚渫能率

浚渫能率の向上をはかるため動力方式は直流ワードレオナード制御方式を採用し、しかもグラブに入る土砂の量に応じて水中巻上速度が自動的に変速できるようにしてサイクルタイムの短縮化をはかっている。また、グラブのつかみ効率については適正な比重と合理的な形状を従来の経験より採り入れている。

#### (2) 主要寸法および機能

##### (a) 船体部

###### (i) 主要寸法

長さ×幅×深さ：60.0m×23.0m×4.5m

計画きつ水：2.3m

###### (ii) 甲板機械

揚錨機：30/15t×8/16m/min、電動油圧式 90kW×



写真-3 大形グラブ浚渫船で浚渫した岩盤



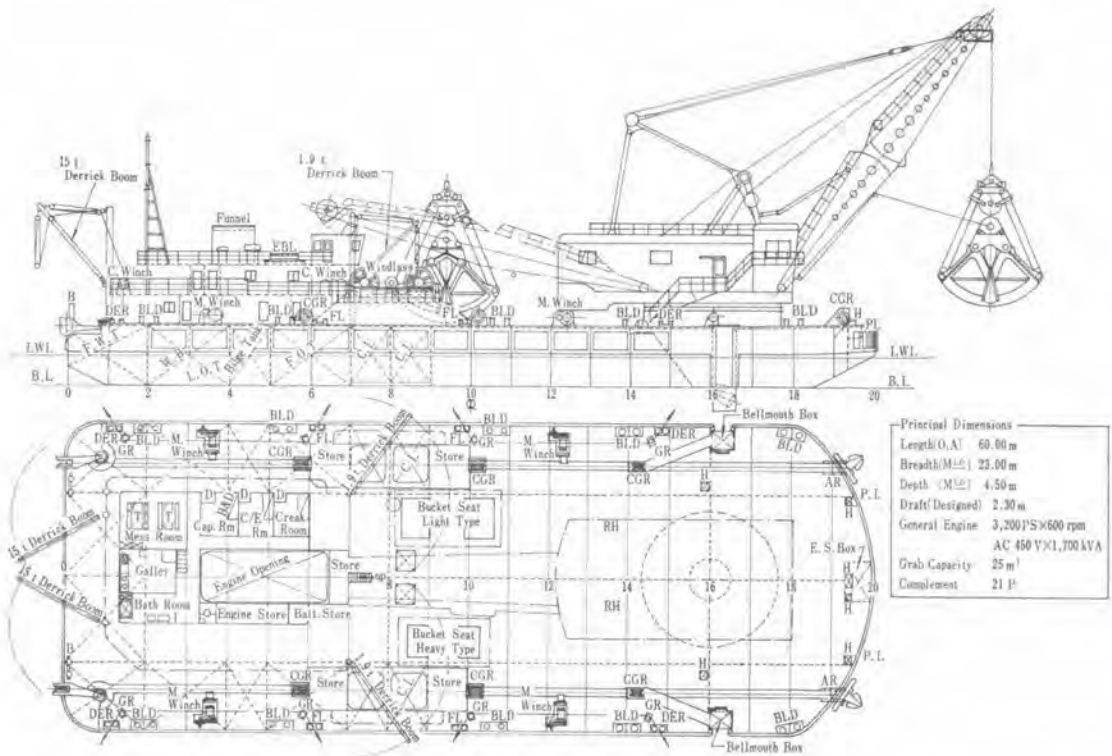


図-1 150 t 超大型グラブ浚渫船一般配置図

2, チェン 70 φ, 錨 13 t × 4 丁

係船ウィンチ: 6 t × 10 m/min × 4

(b) 浚渫機械部

巻上能力: 150 t

浚渫深度: 80 m (水面下)

作業半径: 20.5 m

巻上速度: 40~65 m/min

巻下速度: 55~60 m/min

グラブ開口速度: 60~75 m/min

グラブ閉口速度: 40~50 m/min

旋回速度: 1.3 rpm

グラブバケット: 岩盤用 13 m<sup>3</sup> (WL), 自重 125 t  
硬土盤用 25 m<sup>3</sup> (WL), 自重 85 t

(c) 機関部

主原動機: 3,200 PS × 600 rpm

主発電機: AC 445 V × 1,700 kVA

巻上・開閉用電動機: DC 440 V, 580 kW × 2

旋回用電動機: DC 160 kW × 2

俯仰用電動機: DC 100 kW

制御方式: 巻上の場合…開閉電動機・ワードレオナード制御

旋回の場合…ブーム俯仰電動機・サイリスタレオナード制御

### (3) 構造概要

#### (a) 船体

船体は単底縦肋骨構造方式で、船首部に浚渫機を取付け、その下部は円筒式にし、浚渫機の動荷重および振動に対して十分堅固な構造としてある。上甲板下は3枚の横水密隔壁によって船首倉庫、機関室、清水およびバラスト槽に仕切られている。両舷中央には電動油圧2胴式の揚錨機を設け、4本の錨鎖を操縦室より遠隔操作して船体操縦を行う。後部には船員居住区用の2階建甲板室を配置してある。また、その中央部には甲板機械の操縦室を設けてある。

#### (b) 動力伝達方式

本船はすべてディーゼルエレクトリック式であって、機関室に3,200 PSの主原動機と主発電機1,700 kVAが設置してある。浚渫機械部への電力はスリップリングを経て給電され、AC電動機(1,400 kW)を駆動し、これを串形に直結した巻上・開閉直流発電機(650 kW各1)を駆動し、DC電源を発生させ、それぞれの直流電動機を駆動するいわゆるワードレオナード法により制御する等容量2電動機式で“SCR”による自動制御を行っている。また、旋回および俯仰はSCRで直流電動機を制御するサイリスタレオナード方式により自動速度制御される。

#### (c) グラブ巻上・開閉装置

グラブの巻上・開閉動作はそれぞれ DC 580 kW の電動機により駆動される。両ドラム軸はそれぞれの電動機により油浴式 2 段減速歯車を経て駆動される。ブレーキはフレキシブルカップリング付ブレーキプーリを電動油圧押し機により制動する。

ドラムは鋼板製溝付であり、左右から 2 本のロープを巻取る構造で、グラブが最低位置にあるときでもロープがドラムに 2 巻以上残り、最高位置においても 2 重巻としないようにしてある。ロープは巻上用が IWRC 径 62 mm が 2 条、開閉用が IWRC 径 58 mm 2 条で各々 S 捻り、Z 捻りを使用し、計 4 条である。操作は運転室の 1 本の主幹制御器で行う。掘削作業においてグラブが降下するときは巻上・開閉ロープは同速度で降下させ、設定掘削深度に達すると自動的に減速停止し、つかみ動作を始める。また、設定深度に達する前にグラブが地盤に達したときはたるみ防止装置が働き、ロープがゆるまないようになっている。つかみ動作より巻上動作を始めるときは各部に急激な衝撃を与えないよう自動的に減速し、トルクを増大させ、巻上・開閉ロープを負荷バランスさせ、同一速度でグラブを巻上げるようにしてある。また安全装置として巻上げ、巻下げ、およびグラブ開口度制限器が設けてある。

#### (d) 旋回装置

旋回フレームは鋼板溶接製で、甲板上のローラパス上にあるマルチプルローラにより支持された 360° 全旋回形である。ローラパスの径は 10 m である。旋回装置は 2 組あり、それぞれ電磁ブレーキ付立形直流電動機から減速機を経て甲板上に取付けた旋回大歯車とかみ合っている旋回ピニオンを駆動して旋回させる。

#### (e) ブーム俯仰

ブームは浚渫作業の過酷な条件を考慮して形鋼、鋼板をもって箱形の堅固な構造にし、全長約 24.5 m である。ブーム俯仰は俯仰用直流電動機により電動油圧押し機を経て減速機を介してブーム俯仰ドラムを回転させ、ブームを起伏させる。制御方式は旋回と同様、直流電動機を使ったサイリスタレオナード方式で旋回機構と共通の電源装置を使用している。安全装置としては上限、下限の制限器が取付けてある。なお、休止時には制限器を開放して甲板上受台にブームおよびグラブバケットを安全におくことができるようになっている。



深浚渫、軟泥の大量浚渫等が増加するものと考えられる。施工条件の悪化、公害問題等より大形グラブ浚渫船に期待する面が多くなっていくと思われる。なお、いまままで経験しなかった難工事を施工することが今後考えられるので、将来ますます優秀な作業船の開発が必要と思われる。

## 4. あとがき

わが国港湾の整備は貨物量の増大に対し急務とされているが、石油問題により現行の第 4 次港湾整備 5 年計画に基づき昭和 49 年度はその 4 年目として整備を推進する予定のようで、浚渫工事は硬土盤、岩盤浚渫、大水

## 最近の作業船の現状

## クレーン船

藤井源一\*

## 1. はじめに

わが国の急速な産業経済の発展により工場、住宅などの臨海工業地域の造成、港湾の拡大、また設備の増強などにより作業船の種類は増大し、大形化、高性能化の一途をたどってきた。クレーン船はわが国で約1,300隻ほど稼働しているが、その98%は200t以下である。

港湾工事の防波堤または臨海造成地の岸壁などに使用するケーソンブロックは近年2,000tに及び、今後さらに大形化して2,500~3,000t級も普通になると思われる。重量物運搬および組立用として産業用重機械の大形化、船舶の巨大船化によりその機装用として使用されることも多くなった。橋梁工事も河川に建設されるものから、近年離島にかけられたり、大形船舶の舶路上に架設されることが多くなり、大形フローティングクレーンを使用して大重量物ブロックを一挙に組立、架設する工法が行われるようになった。



写真一 60t づり旋回式自航クレーン船 (石川島)

\* 住友重機械工業(株)作業船設計課長

このように、従来港湾荷役、港湾工事あるいは重量物の組立、運搬などに使用されていた100t前後のクレーン船は大形化の一途をたどり、3,000tづりクレーン船も出現するに至った。これら大形クレーン船の出現は各種の工事の施工内容を変え、工期の短縮、その経済性、そして安全性とともに各業界の寵児となった。

## 2. 各種のクレーン船

わが国において建造されたクレーン船は輸出用としては旋回自航式クレーン船が多く、国内用としては非航式固定ジブクレーン船が多い。輸出クレーン船はケーソン工事のみでなく、港湾荷役やコンクリートブロックの運搬、投石などの作業のため自航かつ旋回形式が多い。

昭和46年、石川島播磨重工業で設計、石川島造船化工機で建造された60tづり旋回式自航クレーン船は次のような仕様である(写真一参照)。

船体主要寸法(型):長さ 53.0m

×幅 21.5m×深さ 5.2m

総トン数:1,992.36t

航海速度:約6.0kt(満載状態にて)

推進用主機関:ディーゼル機関

460BHP×800/350rpm 2基

クレーン部:

定格荷重 主巻 60t, 補巻 10t

揚程 46m(水面上26m, 水面下20m)

旋回半径 最大38m, 最小12.5m

国内で建造された旋回式クレーン船は海上土木、港湾建設、造船工事などに使用され、荷重は小さいが小回りのきく作業性にその特徴がある。

また、函館ドックで建造された50t/100t旋回式クレーン船は次のような仕様である(写真二参照)。

船体主要寸法(型):長さ42m×幅22m×深さ3.8m

クレーン部:

定格荷重(旋回時) 主巻50t, 補巻30t, 1本巻5t

定格荷重	100 t (固定時)
揚程	45 m (主巻, 甲板上)
旋回半径	最大 30 m, 最小 17 m (主巻)
	最大 40 m, 最小 17 m (補巻)

クレーン荷重の大形化とともに高揚程のものが建造され、橋梁架設、港湾工事の大形ブロックの取扱作業に対処されるようになった。

昭和 49 年石川島播磨重工業で建造された 3,000 t ぶりクレーン船は次のような仕様である (写真-3 参照)。  
船体主要寸法 (型) : 長さ 107.3 m

×幅 49 m × 深さ 7.7 m

クレーン部 :

定格荷重	主巻 750 t × 4
揚程	100 m (主巻)
張出距離	41.5 m (主巻)
ジブ	2 基
ジブ作業角度	63.5° ~ 21°

また、2,000 t の大形クレーン船を改造した寄神建設の 3,000 t ぶりクレーン船の仕様は次のとおりである (写真-4 参照)。

船体主要寸法 (型) : 長さ 95 m

×幅 45 m × 深さ 6.67 m

クレーン部 :

定格荷重	主巻 750 t × 4, 補巻 150 t × 2
	補助ジブ 100 t × 2
揚程	75 m (主巻), 80 m (補巻)
	110 m (補助ジブ)
張出距離	31 m (主巻), 36 m (補巻)
	59 m (補助ジブ)

ジブ俯仰式



写真-2 50 t/100 t 旋回式クレーン船 (函館ドック)



写真-3 3,000 t ぶりクレーン船 (石川島播磨)

初期計画より 2,500 t クレーン船として住友重機械工業で昭和 47 年に建造されたものである。

大形クレーン船は荷重の増大とともに船体も大きくなり、外洋での作業に際しては風波に対しても船体に安定があり、安全な作業と稼働率の増加が期待できる。また、大形クレーン船はサルベージ作業においても従来にない威力を発揮している。すなわち、軽荷重量 2,000 t 級の沈没船を切断することなく引揚げることが可能となった。2,500 t ぶりクレーン船と姉妹船である 1,200 t ぶりクレーン船が瀬戸内海において戦艦陸奥の 1,000 t 級のブロックを海底より引上げてその威力がテレビ、新聞などに報ぜられた。また、浦賀水道で沈没した捕鯨船が大形クレーン船によりそのままつり上げられ、修理ドック内の盤木上にあたかも新造されたような形で据付けられた。

このように、従来なら廃船にされた船も簡単に引揚げられ、また、海底での沈没の処理にダイバーが難工事に従事させられたが、これらも大形クレーン船の出現によって解消された。

### 3. 2,500 t ぶり非航クレーン船 “第 25 吉田号”

2,500 t ぶりクレーン船 “第 25 吉田号” について以下詳細に説明する (写真-5 ~ 写真-8 参照)。

本船は海上作業の特殊性を考慮し、安全性について特に留意し、かつ簡素化と省力化を旨とした。船舶関係法規を基として労働省安全規則、構造規格、通産省発電設備規準に則って建造された。クレーンの運転ならびに 17 台の甲板機械の操縦はすべてジブ根本部にある操縦室で集中制御できるようになっている。

## (1) 船体部

寸法(型):長さ 94 m×幅 40 m×深さ 7.8 m

計画満載きつ水:3.73 m

乗組員:計 25 名

## (2) 機関部

## (a) 主発電機用原動機

形式:立形4サイクル単動予燃焼式トランクピストン非逆転式過給機付ディーゼル機関2台

定格出力:1,200 PS

回転数:1,200 rpm

## (b) 補助発電機用原動機

形式:立形4サイクル単動無気噴油トランクピストン非逆転式ディーゼル機関1台

定格出力:75 PS

回転数:1,800 rpm

## (3) 電気部

## (a) 主発電機

種類:3相交流自励式同期発電機2台

形式:防滴自己通風式

出力:950 kVA

電圧:450 V

電流:1,220 A

回転数:1,200 rpm

周波数:60 Hz

## (b) 補助発電機

種類:3相交流自励式同期発電機1台

形式:防滴自己通風式

出力:62.5 kVA

電圧:450 V

電流:80 A

回転数:1,800 rpm

周波数:60 Hz

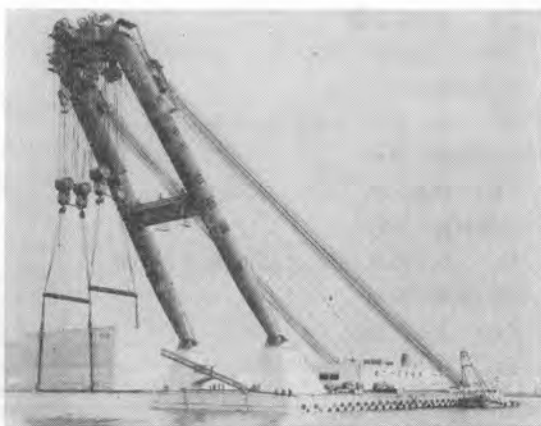


写真-5 2,500 tブリクレーン船“第25吉田号”(住友重機械)

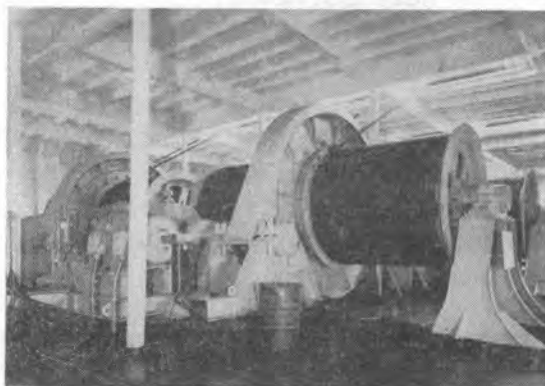


写真-6 第25吉田号の主巻上機械

## (c) 主巻上電動機

形式:全閉巻線形3相誘導式4台

出力:150 kW

定格:1時間

極数:10 P

電圧:440 V

サイクル:60 Hz

速度制御方式:直流ダイナミックブレーキ式

制動機:油圧押し上げ制動機



写真-4 3,000 tブリクレーン船(住友重機械)

## (4) 甲板機械部

操船ウィンチ:30 t×9 m/min×2台

操船ウィンチ:25 t×9 m/min×2台

操作ウィンチ:10 t×12 m/min×5台

作業用ウィンチ:5 t×30 m/min×3台

作業用ウィンチ:5 t×25 m/min×5台

油圧ポンプ:70 kg/cm<sup>2</sup>×660 l/min×2台

油圧ポンプ:70 kg/cm<sup>2</sup>×600 l/min×1台

油圧ポンプ:70 kg/cm<sup>2</sup>×540 l/min×2台

油圧ポンプ用電動機:

出力 90 kW×3台(回転数 1,160 rpm)

出力 75 kW×2台(回転数 1,160 rpm)

## (5) クレーン部

## (a) 主巻上げ

定格荷重：625 t×4

揚程：49 m (甲板上 45 m, 水面下 4 m)

張出距離：28 m

## (b) 補巻上げ

定格荷重：200 t

揚程：52 m (甲板上 48 m, 水面下 4 m)

張出距離：33 m

## (c) 主巻上速度

低速：0.8 m/min

(625 t×2 以上に対し)

高速：1.6 m/min

(625 t×2 以下に対し)

## 4. 大形旋回クレーン

海洋工事の大形化に伴い、パイプ敷設船、自己昇降式作業台 (SEP) などが新しい作業船としてわが国においても建造されるようになった。また、石油掘削のドリリングリグもわが国周辺で稼働するようになり、その作業性の要求から大形の旋回式クレーンが建造されるように

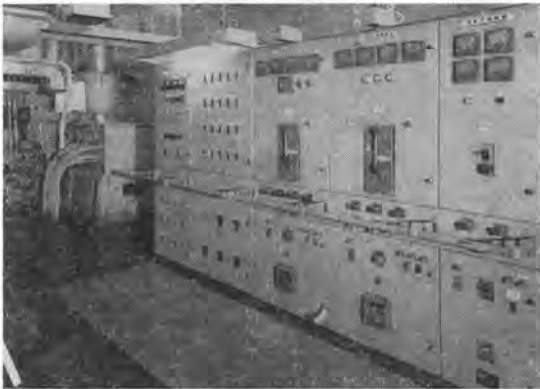


写真-7 第25吉田号の機関室主配電盤

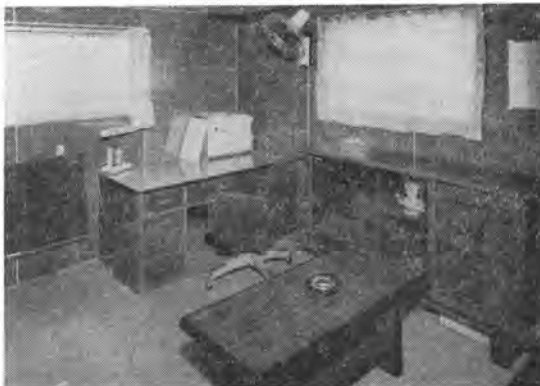


写真-8 第25吉田号の船長室

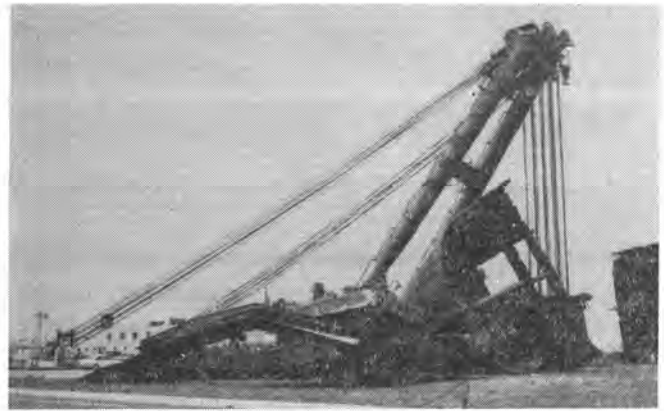


写真-9 2,500 t ぶりクレーン船による沈船引揚げ作業  
なってきた。

欧米においては早くからこの種の作業用に 500 t 以上の旋回クレーンが建造され、稼働している。今後、海上作業での規模の超大形化と沿岸より離れた海洋 (深海) での工事、風波の環境条件の悪い所などの作業とその省力化、迅速性などの要求から一層大形旋回式クレーン船が要望されると思われる。

オランダの IHC 社の旋回クレーンは大形のものとして実績が多いので一部を紹介する。なお、本機は住友重機械工業が技術提携して生産の準備をしている。

また、昭和 48 年末には石油掘削の工事用として世界最大の 2,000 t 旋回クレーンが完成した。本機は 2,000 t 時は固定で作業半径 30 m, 1,600 t 荷重時旋回可能で作業半径 30 m で揚程は約 60 m である。

そのほか、KB 形標準旋回クレーンの仕様は表-1 のとおりである。

表-1 KB 形標準旋回クレーン仕様

形 式	600/800	500/700	400/550	300/400	225/300
旋 回 固 定 時 (t)	800	700	550	400	300
同 作 業 半 径 (m)	35	33.5	32	29	27.4
旋 回 時 (t)	600	500	400	300	225
同 作 業 半 径 (m)	29	27.4	26	24.5	23
第 1 補 巻 (t)	120	120	90	90	40
第 2 補 巻 (t)	60	60	45	45	

## 5. む す び

最近のわが国において建造された旋回式および大形固定ジブクレーンの概要について述べ、あわせてオランダ IHC 社の大形旋回クレーンについて紹介し (今後国産される機種について)、クレーン船の現状と動向について述べたが、これらクレーン船の利用は港湾土木、建設業界、造船、橋梁、海洋工事会社などと関係を密にしてそれらの諸工事に最適の設計、経済性に富んだ製作がなされなければならないと思われる。

## 最近の作業船の現状

## くい打ち船

岩間昌昭\*

## 1. まえがき

船舶の大形に伴う大規模シーパースの建設工事，海上橋梁の下部工事等を厳しい気象，海象条件のもとでいかに施工すべきか各種開発が進められている。これは急速施工，省力化，高度の施工管理，および精度，建設公害の防止等の条件下で安全かつ経済的に進められなければならない。海上におけるくい打込工法の施工においてもこれらの条件が具備されなければならないことは当然である。

在来，海上におけるくい打込みの施工はディーゼルハンマを主体とする浮上式くい打ち船による施工が多く見られたが，最近の大径鋼管くい工法，ジャケット工法等の施工において多様化の傾向にある。

ハンマに関しては，ディーゼルハンマのラム重量は7,000 kg 以上の大形のものとなり，ラム重量10,000 kg 以上についてはスチームハンマ，エアハンマが使用されている。また，これらリーダガイド方式のハンマに対し



写真-1 第十大成丸による  $\phi 2,500 \times 145$  m 鋼管くいの打込み

\* 大成建設(株)機械部計画室主査

て，オフショア式ハンマによる施工も進められている現状である。

これらハンマを搭載する船体に関してはいわゆる浮上式と着定式とがある。前者には昭和47年建造された超大形くい打ち船“第十大成丸”をはじめとして各種くい打ち船があり，後者においては海洋工事作業船として建造された特殊自己昇降式海上足場“SEP KAJIMA”がある。また，オフショア形ハンマの搭載はこのハンマのもつ特殊性より特に専用船は建造されていないが，大形クレーン船との組合せ施工となるであろう。

## 2. 主なくい打ち船

最近建造された主なくい打ち船の數例を紹介すると次のようなものがある。

## (1) 第十大成丸

船体寸法：長さ44 m×幅22 m×深さ4.3 m

ハンマ：MRB-2000 形スチームハンマ

ラム重量：20,000 kg

打撃エネルギー：25,000 kg-m

最大くい径： $\phi 2,500$  mm

最大くい重量：150 t

最大くい長さ：70 m

斜くい角度：前傾35°，後傾35°

クレーン能力：200 t×14.3 m

## (2) 第1三豊丸

船体寸法：長さ40 m×幅18 m×深さ3.8 m

ハンマ：MB-70 形

ラム重量：7,200 kg

打撃エネルギー：19,500 kg-m

最大くい径： $\phi 2,000$  mm

最大くい重量：55 t

最大くい長さ：68 m

斜くい角度：前傾30°，後傾30°



写真-2 特殊自己昇降式海上足場  
SEP KAJIMA

(3) 第一大都丸

船体寸法：長さ 45 m × 幅 22 m × 深さ 4.3 m  
ハンマ：MD-70 (通常)  
K-150 (最大)

ラム重量：7,200 kg  
打撃エネルギー：19,500 kg-m  
最大くい径：φ2,500 mm  
最大くい重量：120 t  
最大くい長さ：70 m  
斜ぐい角度：前傾 30°, 後傾 30°  
クレーン能力：120 t

(4) 黒獅子1号

船体寸法：長さ 40 m × 幅 20 m × 深さ 4 m  
ハンマ：MRB-1500 形  
ラム重量：15,000 kg  
打撃エネルギー：18,750 kg-m  
最大くい径：φ2,500 mm

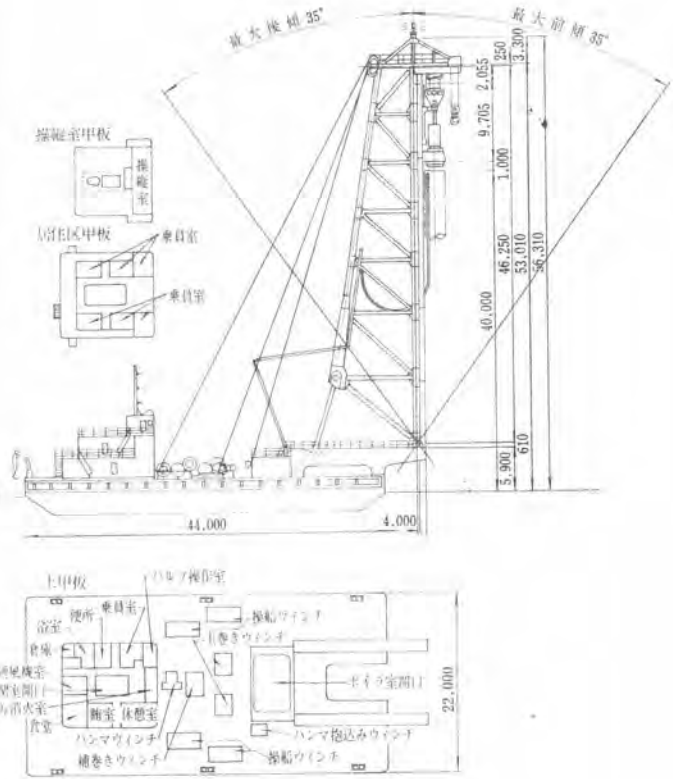


図-1 第十大成丸略図

最大くい重量：100 t  
最大くい長さ：70 m  
斜ぐい角度：前傾 35°, 後傾 35°

(5) SEP KAJIMA

全長×全幅：74 m × 45 m  
深さ：5 m (ポンツーン)  
重量：軽荷重量約 4,050 t, 満載重量約 6,400 t  
ジャッキアップ容量：船首部 1,585 t × 2 基  
船尾部 1,145 t × 2 基  
プレロード荷重：船首部 2,050 t/基  
船尾部 1,690 t/基  
くい打ち機：走行式 MRB-1500 形

表-1 各種オフショア形ハンマ

項目	形式	MRBS 500	MRBS 750	MRBS 1500	MRBS 2500	MRBS 4000	MRBS 7000	BSP 15	BSP 20	BSP 30	Vulcan 060
ラム重量 (kg)		5,000	7,500	15,000	25,000	40,000	70,000	15,250	20,000	30,000	27,270
最大ストローク (m)		1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.250	1.370	1.250	1.250	0.914
打撃エネルギー (m-kg)		6,250	9,375	18,750	31,250	50,000	87,500	20,892	25,000	37,500	24,887
打撃回数 (回/min)		50	50	40	35	35	35	50	50	50	60
蒸気消費量 (kg/hr)		1,000	1,500	3,300	5,000	8,000	14,000				
空気消費量 (m³/min)		30	45	90	150	240	420	127	141	211	255
空気圧 (kg/cm²)		7~8	7~8	7~8	7~8	7~8	7~8	7~9	7~9	7~9	9
潤滑油消費量 (l/hr)		0.7	1.05	2.1	3.25	5.6	9.5				
重量	ハンマ (kg)			26,400	44,000	73,000	138,000				
	O/S ガイドケーシング (kg)			17,500	28,000	47,000	85,000				
	アシビル (kg)			10,000	15,000	24,000	42,000				
	総重量 (kg)			53,900	87,000	144,000	265,000	16,780	24,000	34,000	58,500



シブクレーン：走行式 100 t

### 3. 大形オフショア形ハンマ

くい打ち工事が大規模、外洋化すると水深、潮流、波高等ますます厳しい自然条件のもとで経済的、技術的解決が望まれる。この解決策の一方法として主に外国で施工されている大形オフショアハンマと大形旋回クレーンに搭載したデリックバージとの施工法がある。

MENCK 社で開発された MRBS 7000 形オフショアハンマはラム重量 70,000 kg, 打撃エネルギー 87,500 kg-m, 全重量 265,000 kg に及ぶ大形のものである。このハンマの構成は、ハンマガイドとサスペンションを目的とする O/S ガイドケージ、ハンマ、ステップドアンビルからなっており、図-2 に示すようにこれが一体となって上部でサスペンションされる。

なお、比較的わが国に紹介されているオフショアハンマの要約は表-1 のとおりである。

### 4. 特殊ハンマおよび特殊工法

#### (1) 特殊ハンマ

前述したオフショアハンマは主に動力源にエアまたはスチームを用いたものであるが、最近海外で開発されたものにダブルアクティングディーゼルハンマのオフショア形がある。BSP-B 15 (ラム重量 1,500 kg, 打撃エネルギー 3,630 kg-m), BSP-B 45 (ラム重量 11,000 kg, 打撃エネルギー 10,900 kg-m) 等がこれに相当する。

また、在来と異なった媒体を用いたハンマ、油圧ハンマ等の開発が進められているという。

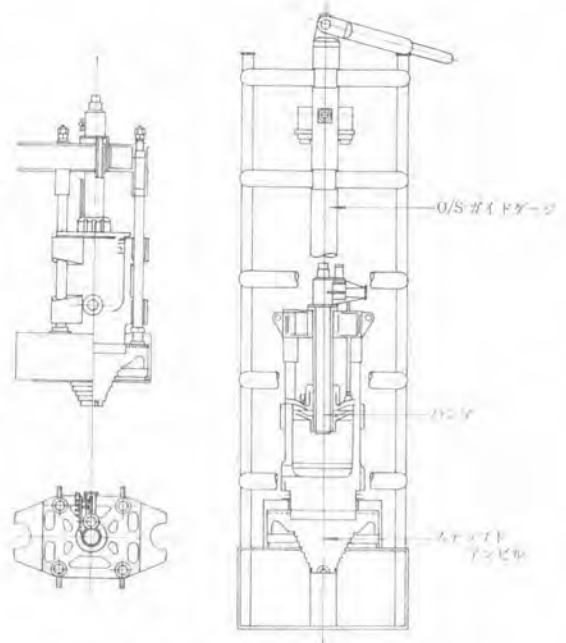


図-2 オフショア形ハンマ全体図

#### (2) 特殊工法

くい打ち船におけるくい打ち工事においても工事施工の特殊性から独自または併用の工法を行う例がある。これは施工条件において異なり、すべてのくい打ち工事にあてはまることではないが、技術的、経済的に有利であることがある。

(a) ジャケット工法：ジャケット形式を採用し、海上での作業を減少させ、工場製作による品質管理のアップと急速施工をはかっている。この工法の施工においては特殊自己昇降式海上足場、オフショア形ハンマ等が用いられる。

(b) 掘削工法：くいの根入れ、建込み後において大口径掘削機、水中掘削機で掘削する施工法および海底発破を用いる方法等、海底土質条件によっては有効の手段であることがある。

### 5. む す び

海上における鋼管くい打ち工法はくいの長大化、大口径化とともに施工ユニットの大形化の傾向にある。一方、自然条件はますます厳しくなり、くい打ち船として解決しなければならない諸問題は多い。解決の一方向づけとして、将来の広義の意味としてのくい打ち船は各工法の併用化を具備した大形くい打ち機械装置としての機能を有するものであろうと考察される。これは技術的にも経済的にも多くの困難を伴うものであるが、今後の海洋工事の発展のためにもぜひ開発が望まれる次第である。



写真-3 MENCK 社のオフショアハンマによるジャケットの鋼管くい打ち作業



写真-4 BSP ダブルアクティングハンマ

## 最近の作業船の現状

# コンクリートプラント船

松田 克洋\* 河津 公美\*\*

### 1. まえがき

国内でのコンクリートプラント船は他の作業船に比べ歴史が比較的浅く、ミキサ容量 0.7 m<sup>3</sup> 以上の本格的な大形のプラント船が建造されはじめたのは数年前からであろう。

近來、港湾土木工事が大形になり、ケーソンによる防波堤や護岸工事で、海上で大量の生コンクリート打設が要請され、在来の小形台船上に簡単な設備をしたプラント船では工期的にも容量的にも施工不可能な工事が出現してきた。また、新港の建設に伴う防波堤工事などは、外海の穏やかな短時間に能率よく多量の、しかも高品質の生コンクリートを供給せねばならず、需要に対処するため大形の自動化されたプラント船が出現している。

コンクリートプラント船に装備される生コンクリート製造設備も陸上のそれと原理構成は同一であり、ただ、海上の台船上に装備されるため対波浪性、船の傾斜、動揺、それから影響される計量精度など問題となる。最近のプラント船は諸面から技術検討され、陸上の JIS 認定プラントに匹敵する計量精度をもち、良質の生コンクリートを供給できるようになっている。現在までに建造されたおもなプラント船は表-1 のとおりである。

以下、プラント船の諸設備概要と昭和 48 年 4 月に建造された“日本海号”について紹介する。

### 2. 諸設備について

プラント船は当然のことながら浮上プラントであり、台船上に骨材、セメント、水、バッチャプラント 1 式、材料の運搬設備、生コンクリートの搬出設備などすべてを具備せねばならない。また、計画に際しては、材料の補給方法についても十分検討を加える必要がある。船の諸設備の総体配置は目的とする対象工事、施工方法、現

場環境などの諸条件でそれぞれ決めねばならない。

図-1 は日本海号の全体配置図である。以下、プラント船の一般的構成設備について最近の傾向を簡単に記述する。

#### (1) バッチャプラント

バッチャプラントの一般構造は、材料をいったん最上部に揚げ、下方へ流れるに従ってコンクリートを製造するタワー式が採用される場合が多い。図-2 はタワー式バッチャプラントの構造である。陸上プラントはすべてこの形式だが、プラント船では計量機器が高い位置になり、タワーへの風圧、船体の傾斜および振動による計量誤差を防止するためタワー式をとらないケースもある。タワー式ではこの欠点をカバーするため最近では全自動制御式、個別計量方式のパンチカードシステムが採用される。一般のパンチカード方式では計量部はブルワイヤ式およびビームスケール式が採用されているが、プラント船では船の振動、動揺対策としてロードセルを使用し、誤差が生じないように工夫している。

ロードセルは静荷重を電気抵抗に変換するもので、ブルワイヤ式やビームスケール式に比べ、機械的摩擦部分がないので計量精度が高く、実績もよい。

なお、図-3 はロードセル、パンチカード方式の計量機構である。

バッチャプラントを運転、管理する操作盤はデスク構造が用いられ、計量、混練り、放出までの一連動作が集中管理でき、そのデータ処理用として電動タイプライタが採用されている。タイプライタには普通ミキサのバッチごとの日付、時間、バッチ数および各材料の計量値が自動記録され、各材料の全合計も算出できる。

#### (2) 骨材・セメント貯蔵ビン

粗骨材、細骨材貯蔵ビンは普通船体の中央部に設け、骨材の使用過程で船体の傾斜が最少限になるよう考慮が必要である。最近では前述のように海外での工事も多くなり、従来一般的であった骨材のガット船での補給が困

\* 東亜建設工業(株) 京浜支店機械電気部

\*\* 東亜建設工業(株) 京浜支店機械電気部

難な場合もあり、1日の打設量に必要な材料を貯蔵できる貯蔵ビンまたはスペースを必要としている。このため必然的に船体も大形となり、貯蔵ビンも大容量となる。骨材、セメントの補給方法については十分現場状況を加味し、検討されねばならない。

貯蔵ビンからプラント最上部の2次貯蔵ビンへの材料移送はバケットエレベータおよびベルトコンベヤが使用されているが、輸送機の下部に骨材のもれ落ちが多量に出てその処理に思わぬ労力を費すことがあり、機械の選択に十分注意したい。最近ではリフトコンベヤの成績がよいようである。

### (3) 生コンクリート排出設備(打設設備)

ミキサで混練りされた生コンクリートは通常アジテータに排出され、ゲートで量を加減されながら送出しコンベヤまたはコンクリートポンプで打設位置へ移送される。コンベヤ方式の場合、輸送こう配による生コンクリートの分離から品質低下をまねくので注意せねばならない。

この対策としてコンベヤ基部を高くし、急こう配にならないよう計画する。また、打設移動をスムーズに行うためコンベヤの起伏と旋回装置が採用されている。コンクリートポンプは生コンクリートの品質管理、遠距離輸送の利点があげられるが、プラント船ではコストの面も考慮されてか、ベルトコンベヤを採用している場合が多いようにみられる。

### (4) その他諸設備

① プラント船も最近の人手不足から省力化が要求さ

れ、本船操作、プラント操作、骨材の輸送から生コンクリートの打設まで遠隔、自動制御が存分に取り入れられ、作業の合理化が採用されている。また集中コントロール室兼監視室を設け、すべての操作と監視がなされ、遠隔機械設備の状態、作動状況は工業テレビを利用して把握する傾向にある。

② すべての動力源はディーゼル発電による電源設備を船内に具備するのが通常である。陸上プラントに比べ、動力配線回路、操作回路、インターロック回路など複雑化するので維持管理面に留意し、十二分に自動回路を組み込む必要がある。また、微調整を要する計量電装機器は特に耐塩性、耐水性に留意すべきである。

③ プラント船は生コンクリート打設の位置移動に迅速かつ細かい操船が要求されるので、操船兼係船ウィンチの動力には速度変換が自由にできる油圧機構が採用されている。

④ ミキサは強制攪拌式が多く採用されている。最近では粗骨材の不足から砕石が利用されるケースも多く、ブレード、その他部品の摩耗もはやい。海上では他よりの生コンクリート供給が意のままにならず、ミキサの修理および整備に要する時間は土木工事に多大の影響を及ぼすので、部品の摩耗対策および部品の取替えが容易にできるよう考慮すべきである。

⑤ 作業員の安全衛生管理の立場から骨材、セメントの流動時に発生する塵埃には集塵機や換気装置を適所に設備し、作業環境の悪化を防止せねばならない。

⑥ 海洋汚染防止のため汚水タンクを設け、作業終了後のベルトコンベヤおよびミキサの洗浄水などを海面に流さないよう配慮することも重要である。

表-1 現在までに建造された主なコンクリートプラント船一覧

船名	排水トン数	船体主要寸法(m)				動力種類	主機馬力	ミキサ			製造年(昭和)	製造所
		長	幅	深	きつ水			容量(m <sup>3</sup> )	形式	能力(m <sup>3</sup> /hr)		
第12 金光丸	375.00	25.00	6.00	2.50	2.00	D	30	0.8	強制攪拌式	40.0	35年	山内造船
No.1 神昭	545.00	33.00	10.50	2.80	2.60	DE	500	1.5	〃	30.0	37年	橋本造船
第1 桑和号	910.00	40.00	13.40	3.00	2.40	〃	180	0.75	〃	40.0	38年	鞆固屋ドック
第2 桑和号	1,090.00	45.00	13.40	3.20	2.80	〃	240	0.75	〃	40.0	39年	〃
茅内海1号	490.00	26.75	12.00	2.60	2.00	D	15	0.70	傾刷式	16.0	41年	四国ドック
第1 三雄丸	570.00	27.50	14.00	2.40	1.50	〃	257	0.50	強制攪拌式	35.0	41年	呉造船
第3 やまと丸	500.00	30.00	12.00	2.70	2.00	〃	96	0.50	〃	25.0	41年	大辰造船
第1 双龍号	626.00	34.80	18.00	3.20	2.70	DE	240	0.65	〃	36.0	41年	栗原工業
第3 ミキサ船	605.00	33.78	11.80	2.74	1.52	〃	240	0.60	〃	35.0	42年	四国ドック
豊 符	1,000.00	19.40	19.40	3.00	2.50	D	85	0.75	〃	20.0	43年	石川島播磨
第2 三雄丸	500.00	24.50	14.00	2.40	1.50	〃	130	0.50	〃	35.0	43年	共栄工業
茅 光	602.70	28.00	14.00	3.00	1.50	DE	170	1.00	〃	50.0	43年	宋田造船
ミキサ船1号	540.00	36.00	10.00	3.00	1.40	〃	155	1.00	傾刷式	40.0	44年	北川鉄工
18 天神丸	1,071.00	33.00	14.00	3.00	2.50	E	200	1.00	強制攪拌式	60.0	44年	大辰造船
明 神丸	190.00	26.00	5.70	3.00	1.30	D	45	0.50	傾刷式	40.0	45年	不 明
CPB-2	890.00	30.00	12.00	2.50	1.50	DE	147	0.50	強制攪拌式	30.0	45年	安芸工業
プラント船	400.00	35.00	10.00	3.00	1.50	D	220	0.50	〃	18.0	46年	北興工業
第2 双龍号	800.00	38.00	21.00	3.60	3.10	DE	460	1.00	〃	60.0	46年	石橋工業
第3 双龍号	4,900.00	45.00	26.00	4.80	4.30	〃	300	1.75	〃	105.0	48年	〃
日本海号	3,100.00	46.00	22.00	4.00	3.10	〃	360×2	1.50	〃	90.0	48年	共栄工業
白 熊号	2,250.00	40.00	20.00	4.00	2.90	〃	760	1.50	〃	90.0	48年	〃

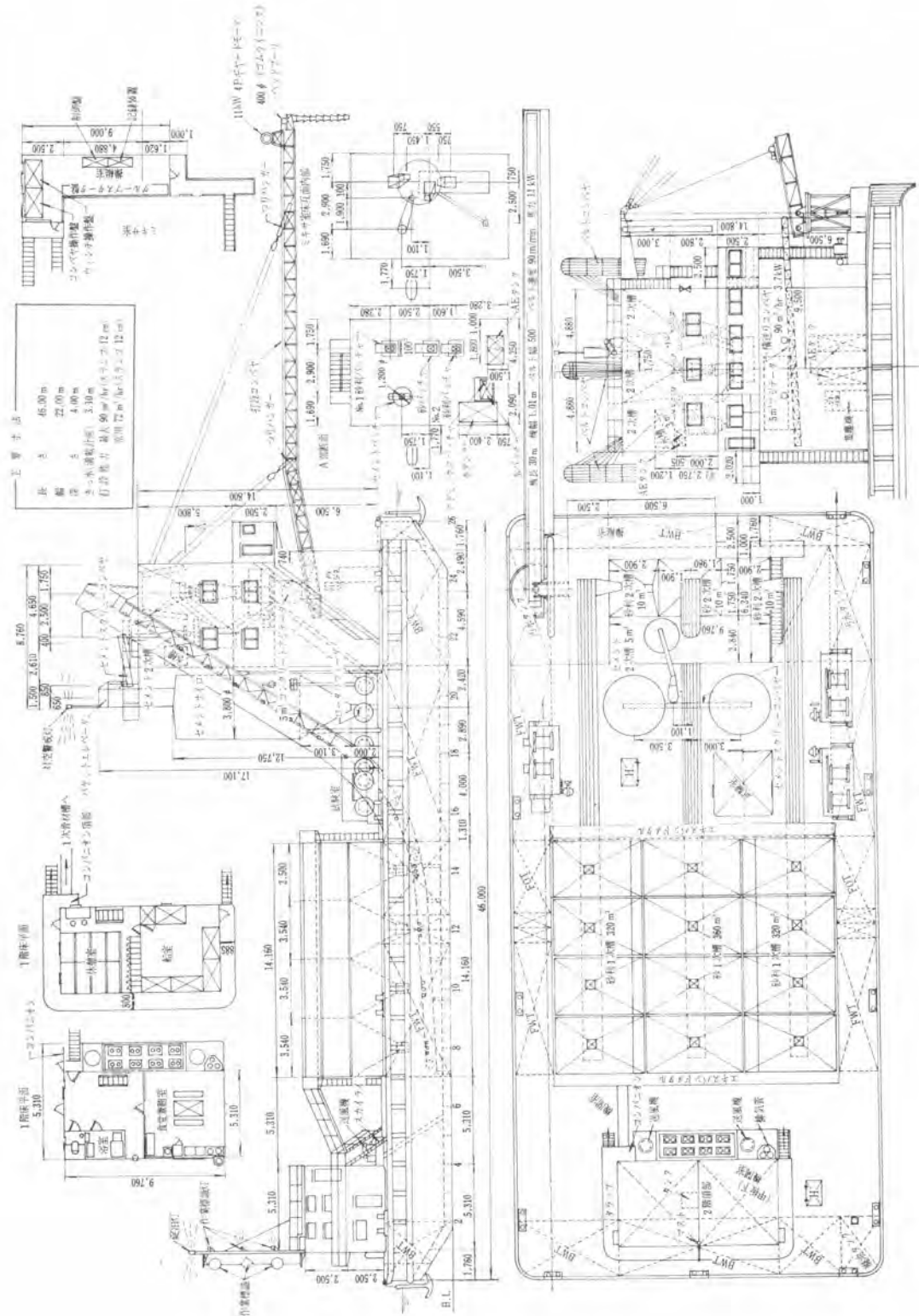


図-1 日本海号金体配置図

### 3. 日本海号の概要

昭和 48 年 4 月に完成し、酒田港、東京湾で順調に稼働中の東亜建設工業と本間組で共同所有しているコンクリートプラント船“日本海号”の概要を参考に紹介する。写真-1 は本船の全景である。

#### (1) 主要能力

コンクリート打設能力：最大 90 m<sup>3</sup>/hr, 常用 75 m<sup>3</sup>/hr  
(スランプ 12 寸)

細粗骨材貯蔵ビン容量：

砂利（両舷）4 区分×2 列 640 m<sup>3</sup>

砂（中央）4 区分×1 列 360 m<sup>3</sup>

セメントサイロ：100 t×2 基=200 t

打設コンベヤ機長：30.0 m

#### (2) 船体部

##### (a) 主要寸法

長さ：46.00 m

全幅：22.00 m

深さ：4.00 m

満載きっ水：3.10 m (計画)

##### (b) 構造概要

船体構造は鋼製箱形で単底縦肋骨方式とし、コンクリートプラント船としての特質を考慮し、船首、船尾、両舷に水、バラスト、汚水タンクなどを設け、後部に機関室と居住区を設けた。また、細粗骨材満載時の集中荷重ならびに各機械台などの荷重、振動などを考慮し、十分な強度と水密性をもたせた。

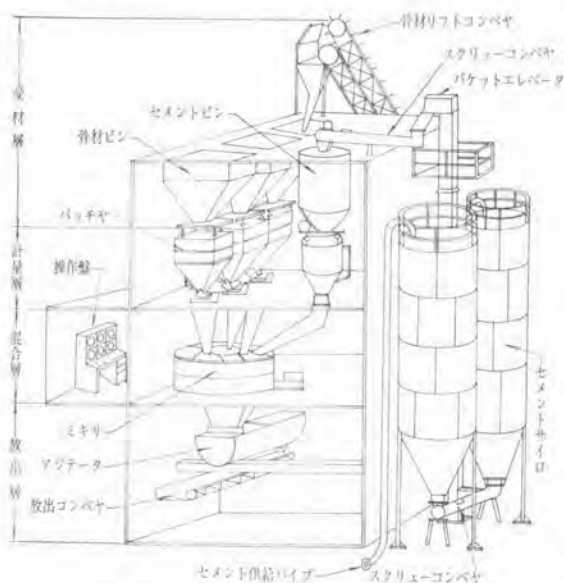


図-2 タワー式バッチャプラント構造図

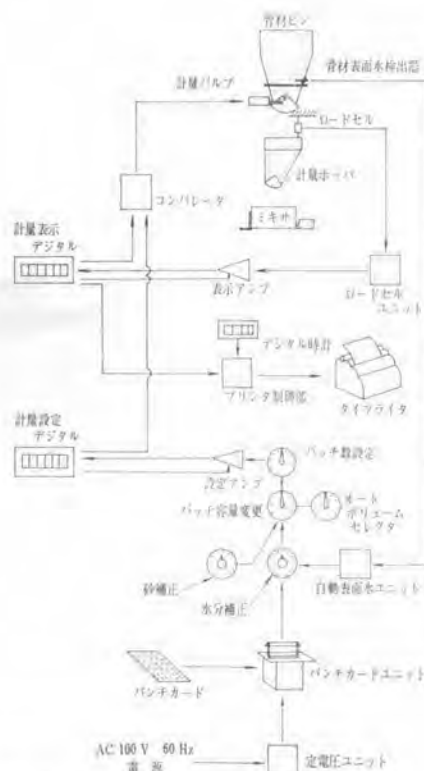


図-3 ロードセル、パンチカード方式計量機構

船首甲板にはプラント装置および操作室、船体中央部には細粗骨材貯蔵ビンが設けられ、左右両舷に砂利、その中央に砂槽があり、それぞれ 4 区画ずつになっている。セメントはプラント室後部のサイロ 2 基に収納され、打設中の骨材使用に伴う船体傾斜をできるだけ少なくするように考慮されている。また、混練り用清水タンクは左右両舷の中央付近に配置されている。

プラント室は上部から 2 次骨材槽、計量室、ミキサ室、アジテータ、横送りコンベヤが設備され、ミキサ室と同一フロアの前部に操作室を設けた。

#### (3) バッチャプラント部

製造所：石川島コーリング

形式：6D-1500-NPCS 形

能力：1.5 m<sup>3</sup>×60 バッチ/hr

##### (a) 計量器

計量精度は陸上プラントと同様セメント 1%, 骨材 2%, 水 1%, 混和剤 3% 以内である (表-2 参照)。

また、計量ダイヤルは砂利の 2 種を含み計 6 個設備さ

表-2

計量器名称	最大目盛	最小目盛	計量器名称	最大目盛	最小目盛
砂利 No. 1	2,000 kg	10 kg	セメント	750 kg	2 kg
砂利 No. 2	2,000 kg	10 kg	水	300 kg	1 kg
砂	1,500 kg	5 kg	混和剤	15 kg	0.05 kg

れている。

(b) 計量方式

計量方式：電送式ロードセル方式

制御方式：エレクトロニクスパンチカードシステム (PCS 方式)

配合設定：パンチカードによる (手動設定ボリューム付)

容量変更：6 段切替式

(c) ミキサ

形式：強制攪拌式

名称：呉イバードミキサ AE 1500 形

容量：1.5 m<sup>3</sup>

駆動電動機容量：45 kW

ゲート開閉方法：自動空気圧方式

(d) アジテータ

容量×回転数：5 m<sup>3</sup>×7~8 rpm

ゲート開閉：ピストンリンクによる4 段切替 (自動および手動操作)

(e) 記録装置

形式：東芝製横打数字式タイプライタ

記録内容：月日、時間、パッチ No., 砂重量, 砂利重量 (No. 1, No. 2), セメント重量, 水重量, 混和剤重量

(4) 材料移送設備

(a) 細粗骨材移送リフトコンベヤ (3 基)

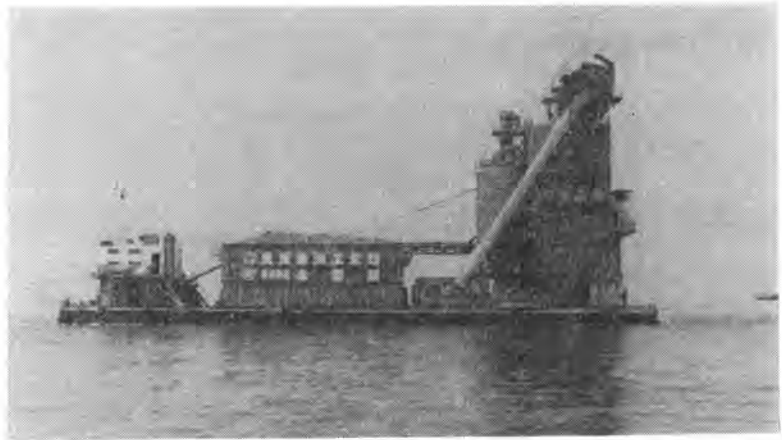


写真-1 日 未 海 号

輸送能力：50 m<sup>3</sup>/hr

上ベルト幅：450 mm

下ベルト幅：750 mm

(b) セメント移送用バケットコンベヤ (1 基)

輸送能力：40 t/hr

ベルト幅：350 mm

(c) セメントサイロ連結用スクリーコンベヤ (1 基)

輸送能力：40 t/hr

回転数：52 rpm

(d) 集塵装置

風量：30 m<sup>3</sup>/min

口径：200 mmφ

ろ過面積：30 m<sup>2</sup>

おな、図-4 に材料の移送系統図を示す。

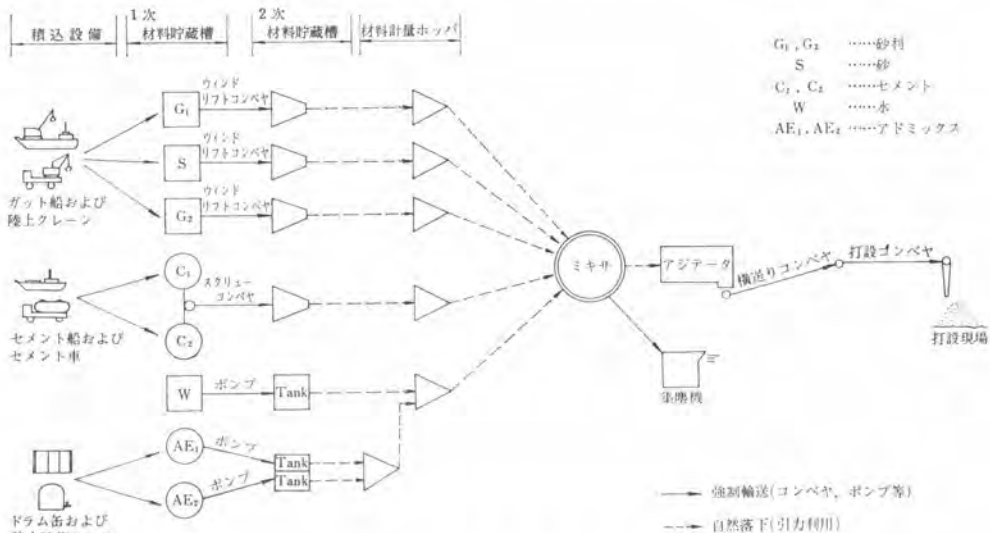


図-4 材料移送系統図

## (5) 機 関 部

機関室は船尾部甲板下、船倉内に設け、中央に主発電機、配電盤を配し、両舷にビルジ、バラストなどの各種ポンプおよび切替バルブ類を配置した。

プラント船の負荷設備はプラント部、操船機械関係、材料移送コンベヤ設備、および一般補機に大別され、生コンクリートの打設作業条件、時間当りの必要打設量などで電力需用の変化が大きい。このため本船では主発電機を2台並列運転とし、軽負荷時は発電機1台で需給でき、ランニングコストの低減をはかり、また、原動機のトラブルなどで生コンクリートプラント内、固結事態などの防止対策とした。

## (a) 発電設備

主発電機：300 kVA×225 V×60 Hz 2台

主発電機駆動用原動機：

360 PS×1,200 rpm 2台

補助発電機：30 kVA×225 V×60 Hz 1台

補助発電機駆動用原動機：

38 PS×1,800 rpm 1台

## (b) 一般補機

機関起動用空気圧縮機：

容量 28.5 m<sup>3</sup>/hr

圧力 30 kg/cm<sup>2</sup>

回転数 1,200 rpm

ウィンチ操作およびゲート開閉用空気圧縮機：

容量 2.7 m<sup>3</sup>/hr

圧力 7 kg/cm<sup>2</sup>

回転数 850 rpm

バラストポンプ：125 φ×100 m<sup>3</sup>/hr×12 m 1台

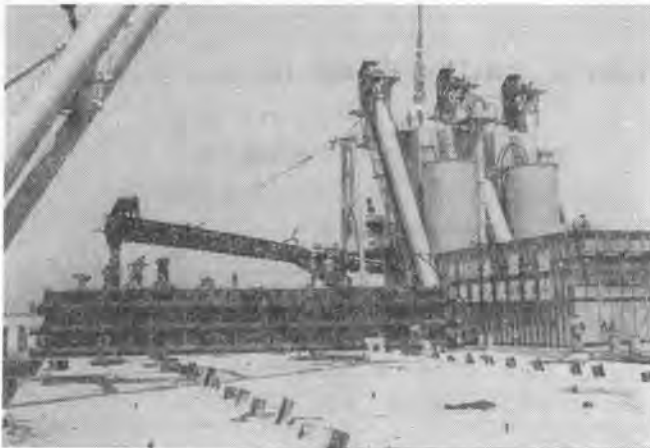
ビルジポンプ：100 φ×50 m<sup>3</sup>/hr×18 m 1台

洗浄用ポンプ：50 φ×15 m<sup>3</sup>/hr×75 m 1台

清海水ポンプ：100 φ×50 m<sup>3</sup>/hr×24 m 1台

燃料移送ポンプ：40 φ×7 m<sup>3</sup>/hr×20 m 1台

潤滑油移送ポンプ：25 φ×3 m<sup>3</sup>/hr×20 m 1台



写真—2 生コン打設中の日本海号

機関ビルジポンプ：50 φ×12 m<sup>3</sup>/hr×20 m 1台

## (c) 甲板機械

操船兼係船ウィンチ(3台)：

形 式 複胴油圧駆動ウィンチ

能 力 10 t×8 m/min

操作方式 遠隔エア操作方式

打設コンベヤ起伏用ウィンチ：

形 式 単胴電動機駆動

能 力 2 t×25 m

## (6) 配電設備

本船はコンクリートプラント船として十分な操作および機能が発揮できるよう考慮し、船舶設備規程、電気設備技術基準および JIS 船用に基づいて工事ならびに設備を行った。また、試験および検査は電気事業法に基づき、通産局の認可を受けた。

## (a) 配電方式

一般動力：AC 220 V×3相3線式

一般照明：AC 110 V×単相2線式

非常灯：DC 24 V×2線式

標識灯：DC 24 V×2線式

## (b) 給電盤

1号主発電機盤：1面

2号主発電機盤：1面

主発電機自動盤：1面

主発電機の並列運転時に自動的に発電機の負荷を分担し、並列より単独に切替える場合は自動的に負荷移行し、メインスイッチを自動的に引きはずしできる。

動力盤：2面

機関関係の補機類、空気圧縮機、通風機、ポンプなどの電力供給および起動停止ができる。

補助発電機盤：1面

110 V & 24 V 給電盤：1面

照明関係の給電盤で、110 V 停電の場合、自動的に蓄電池より 24 V が供給され、非常灯が点灯する。

集中起動器盤：10面

バッチャプラント関係の動力に給電するとともに、起動停止ができ、各機器の集中管理ができる。

## (c) 操作盤

コンベヤ操作盤：1面

各コンベヤの起動停止回路、各材料槽の満空表示、主機関の故障警報回路および各材料の自動補給回路が組込まれている。

バッチャプラント操作盤：1面

ミキサの自動計量、自動放出、自動混練り回路が組込まれている。

表-3 動力設備一覧

機 器 名	容量 (kW)	台数 (台)	機 器 名	容量 (kW)	台数 (台)	機 器 名	容量 (kW)	台数 (台)
① 操船ウィンチ用油圧ポンプ電動機	75	1	⑭ コンクリート打設コンベヤ電動機	11	1	㉞ 主機冷却海水ポンプ電動機	3.7	1
② 操縦用空気圧縮機電動機	15	1	⑮ 横送りコンベヤ電動機	3.7	1	㉟ 起動用空気圧縮機用電動機	5.5	1
③ バラストポンプ電動機	7.5	1	⑯ 打設コンベヤ上下ウィンチ電動機	11	1	㊱ ビルジポンプ電動機	5.5	1
④ 燃料移送ポンプ電動機	3.7	1	⑰ 打設コンベヤ旋回電動機	5.5	1	㊲ 通風機用電動機	3.7	2
⑤ 機関室ビルジポンプ電動機	3.7	1	⑱ セメント用清海水ポンプ電動機	7.5	1	㊳ モータサイレン	0.2	1
⑥ ミキサ電動機	45	1	⑲ 2次ロータリフィーダ電動機	2.2	1	㊴ 飲料水ポンプ電動機	0.2	1
⑦ 砂利ウィンチリフトコンベヤ電動機	11	4	⑳ 1次ロータリフィーダ電動機	1.5	2	㊵ 冷庫房装置	15	1
⑧ 砂ウィンチリフトコンベヤ電動機	11	2	㉑ ビストリシク電動機	0.4	1	㊶ 同上	5	1
⑨ サイロスクリュウコンベヤ電動機	3.7	1	㉒ アドミックスポンプ電動機	0.75	2	㊷ 電気冷接機	18	2
⑩ バケツスクリュウコンベヤ電動機	3.7	1	㉓ 集塵装置電動機	3.7	1	㊸ 電 熱 器	5	3
⑪ セメントバケツエレベータ電動機	5.5	1	㉔ バイブレータ電動機	0.4	10	㊹ 照 明	10	1式
⑫ アジテータ電動機	22	1	㉕ プラント洗浄ポンプ電動機	7.5	1			

ウィンチ操作盤：1面

操船兼係船用油圧ウィンチ3台を操作室で遠隔操作できる。

(d) 動力設備(表-3参照)

(e) 通信装置

拡声装置：15W×2台

ワイヤレススピーカ装置：1式

固定マイク：1台

移動マイク：3台

船内電話：5台

#### (7) コンクリート試験室

試験室は、細粗骨材ビンとプラント室の間に設けられ、コンクリート養生槽などの設備として次の機器が備えられている。

全自動恒温給水装置：1式

粗骨材比重試験装置：1式

スランプ試験器：1式

棒状バイブレータ：1台

その他、チャプマンフラスコ、キャッピングガラス、ストレートエッジ、標準ふるいなどがある。

#### 4. あとがき

コンクリートプラント船について現状と概要につき略述した。今後なお研究開発されるべき点も多いと思うが、拙文がプラント船の計画に多少でも参考になればまことに幸いである。

なお、日本海号の建造に関していろいろご協力いただいた共栄工業をはじめ関係各社に本誌を借りて厚くお礼申し上げます。

## 図 書 案 内

# 岩石トンネル掘進機文献抄録集

B5判 130頁 頒価 1,500円(会員 1,200円) 送料 150円

本書は岩石トンネル掘進機に関する外国文献および国内文献の中から125編を抄訳して集録したもので、掘進機の機構の紹介と工事実績の報告が多く、掘進機に関する内外の趨勢を知るためにも、またトンネル掘進機に関する入門の手引としても欠くことのできない参考書である。

□ 申込先 □ 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館  
電話東京(433)1501 振替口座 東京 71122 番



## 最近の作業船の現状

## 揚土作業船

松村敏明\* 菊池建二\*\*

## 1. まえがき

公害防止などの見地から大規模な埋立地の造成に際して従来のようなポンプ浚渫工法が採用できず、山土などを専用土運船で海上輸送し、造成地現場に直接揚土して埋立地を造成する工法がとられるようになった。埋立地以外でも護岸ケーソンの中込砂(骨材)の投入などに直接大量に用材を投入できる方法が可能になった。これら工法の施工機械として脚光をあびているのが揚土作業船(リクレーマ船)である。現在わが国で就役している大規模な揚土作業船は神揚船団(寄神建設所有、昭和48年7月完成)、第1リクレーマ船(東洋建設所有、昭和48年9月完成)と第31関門号船団(関門港湾建設所有、昭和48年7月完成)の3船団である。

揚土作業船については、揚土方法および在来土運船を活用する方法など種々の研究考案がなされており、今後ユニークな方式のものが生まれる状況にあるが、ここでは上記3船団についての現況を紹介することにする。な

お、上記3船団とも建造されてまだ日が浅く、施工実績などについての資料が入りできなかった面もあるのでご了解いただきたい。

## 2. 揚土作業船の特長

## (1) 作業目的

揚土作業船は大量に土砂を運搬できる大形土運船からできるだけ短時間に揚土し、しかも揚土した土砂をブームコンベヤ(スプレッドコンベヤ)などによりリクレーマ(埋立)できる機能を特長としている。したがって、在来工法において底開土運船で直接土砂を海上投棄し、一定水準まで埋立てたあと水面上の盛土をポンプ浚渫で行う方法や、陸上設置の揚土機械装置によって土運船より揚土し、所定の埋立地まで搬送する方法などがあるが、前者においては海上汚染、漁業資源の保護などから種々の制約を受け、問題が生じている。後者においても造成地近辺に揚土機械装置を設置する強固な岸壁を必要とし、その立地に制限を受ける。しかも所定埋立現場までの大がかりな土砂搬送散土設備を要し、相当の付帯作業を伴う。揚土作業船はこれらの在来工法の欠陥を補い、海をできるだけよごさずに作業目的を果たす有効な手段として近年使用されるようになった。

## (2) 各船団の特長

3船団それぞれの特長があり、一概にその長短を述べることはできないが、バケットホイール方式と大形油圧グラブバケット方式の2形式に分類できる。前者の方式を採用しているのが神揚と第1リクレーマ船であり、後者が第31関門号である。図-1~図-3および写真-1~写真-3は各揚土作業船の全体配置図と全体写真である。

図-1、図-2を比較してもわかるように、揚土船神揚はバケットホイールと散土用長尺



写真-1 揚土作業船“神揚”

\* 寄神建設(株)常務取締役

\*\* 鹿島建設(株)機械部設計課

ブームコンベヤ (65m) とからなり、作業地点に係留し、専用土運船で運ばれた土砂を揚土散土する機構になっている。これに対し、第1リクレーマ船の方は自力揚土バージの形式をとり、土運船に固有のバケットホイールと 20m の散土コンベヤを装備した機動性に富んだものとなっている。油圧大形バケット方式の第31関門号の場合は 図-3、写真-3 に示すとおり土運船から大形油圧バケットでアンロードした土砂を大形エプロンフィーダでチャージし、連続的に散土用ベルトコンベヤ (45m) で揚土を行う構造になっている。いずれの揚土作業船も次に示す大きな特長を持っている。



写真-2 自力揚土バージ“第1リクレーマ船”

① 埋立現場の水ぎわ操業で順次陸側より後退しながら埋立を行う。したがって、陸上での搬送設備が不要である。また、水深の浅い所でも自由に連続的に払出しすることが可能である。

② バケットホイール式も油圧バケット式も大容量の土砂を連続的に払出しするための機構が工夫され、いずれもその目的にかなった実績を上げている。

③ 極力大形化、省力化をはかり、自動運転を取り入れている。

④ 散土揚土コンベヤが神揚の場合 65m、第1リクレーマ船が 20m、第31関門号が 45m とそれぞれ散土、投入作業に便利なようにできている。

⑤ 揚土高さは甲板より 8~10m の揚程を取り得る。

⑥ 油圧バケット式の第31関門号は硬土盤、岩盤浸漬によるれきおよび岩塊 (最大塊 500mm 以下) を処理でき、良質の材料を用材として活用させ得る利点がある。

⑦ 油圧バケット式は水中でのバケット使用が可能であるため前面投棄された土砂、れき、岩塊等も陸揚げ可

能である。

### 3. 各揚土作業船の要目および全体計画

#### (1) 要 目

各揚土作業船の要目は表-1 に示すとおりである。

#### (2) 神揚の全体計画

揚土作業船神揚は揚土装置全体を支持する台船、ブームコンベヤ、ホイールフレーム巻上装置などを備えた主構本体、土運船上を走行してバケットホイールを支持しているホイール走行フレームの3ブロックからなっている(図-1 参照)。

台船には本体走行用のレール、ピンラックおよび作業終了後格納するための旋回台が設けられている。また、後部には機関室および船員室がある。主構本体は対角の2隅に走行装置を備え、下部床面には油圧室、電気室および集電装置などがある。台船中央部はブームコンベヤ

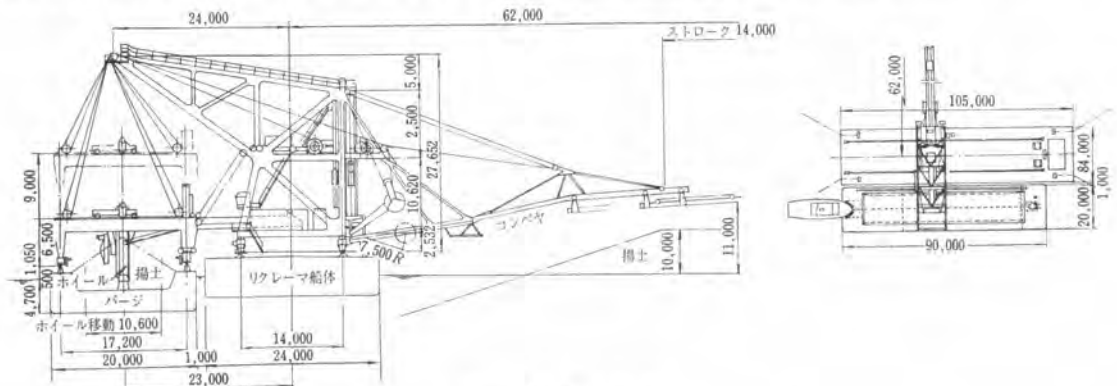


図-1 神揚概要図

が貫通しており、これをまたいでホイールコンベヤの移動シュートが走行できるようになっている。中段床面にはホイールフレーム巻上装置、コンベヤブーム俯仰装置、ホイールフレームセンタリング用の調整装置がそれぞれ設けてある。ホイールフレームは主構先端よりワイヤで懸垂されており、作業時は巻上げて土運船上を走行する構造となっている。フレームはガントリー形で、その4脚にはそれぞれ油圧駆動による走行装置が備えられ、主構本体の走行に追従運転できる構造になっている。

神揚の支援船団は押船3,200 PSと専用土運船 8,200 t 積からなり、土運船は長さ 96.7 m、幅 20.0 m、深さ 6.0 m で、バケットホイールフレームを受ける専用レールを両舷側に装備している。

(3) 第1リクレーマ船(自力揚土バージ)

の全体計画

本船はバージに揚土装置を備えた自力揚土バージ構造となっている。したがって、バージの船殻構造は鉱石運搬船と同様の二重船殻構造を採用し、すべて縦肋骨方式とした。特に留意した事項はリクレーマ作動に支障をきたさないようにするため船体撓みに留意して設計を行った。本船は前進走行と横行による掘削を行い、横行掘削、前進走行、逆方向横行掘削の一連の動作を繰返すことによって揚土作業を行う。

主要部は円形走行ガーダとその上にバケットホイールをかかえた横行フレームとによって構成されており、バケットホイールに作用する半径方向の荷重および横方向の荷重はバケットホイールの内側およびサイドに設けた各ローラによって支持される。

バケットホイールの内側には、機内コンベヤを貫通させ、その先にシュートを経て旋回可能な払出しコンベヤが装備されている。また、走行ガーダ上部先端を張出して運転室を設けるとともに、各ガーダ、フレーム、コンベヤには作業足場および歩道等を設け、保守点検、整備が容易に行えるようになっている。



写真-3 揚土作業船“第31 閘門号”

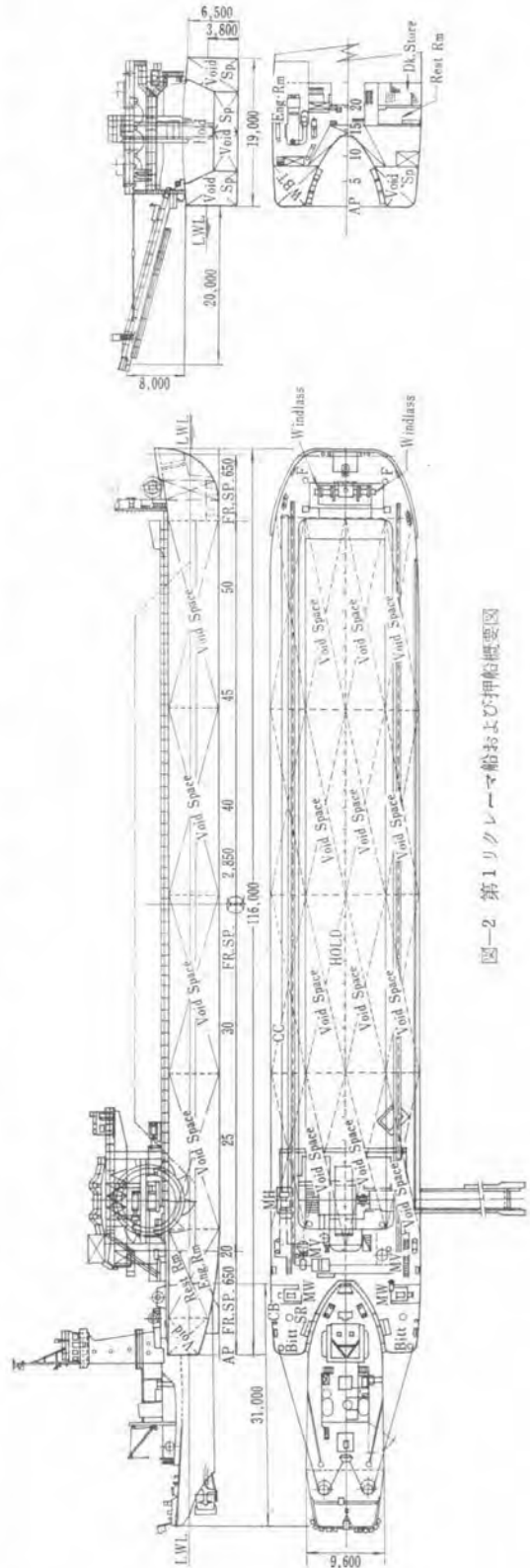


図-2 第1リクレーマ船および押船概要図

#### (4) 第 31 関門号の全体計画

本船は非自航鋼製箱形船で、土運船に積込まれた土砂、れき、岩塊等は上甲板上の可動式ガントリークレーンの先端の 20 m<sup>3</sup> 油圧式グラブパケットによりホップ、エプロンフィーダまで運ばれ、その後第 1、第 2、第 3 のベルトコンベヤを経て船尾左舷側のブームコンベヤ（スプレッドコンベヤ長さ 45 m）により水面上 10 m までの高さにばらまきながら陸揚げする構造となっている。油圧パケットは水中使用が可能であり、水面下 20 m までは前面投棄された土砂、れき、岩塊の陸揚げも可能である。ブームコンベヤからの連続まき出しはホップ、エ

プロンフィーダにより十分に能力を発揮できる構造になっている。

なお、台船の大きさから、ガントリーの走行範囲は 20 m であるから土運船は揚土中移動を要する。

### 4. 揚土作業船の稼働実績

#### (1) 第 31 関門号

第 31 関門号は現在神戸港の埋立作業に使用されており、昭和 48 年 8 月～12 月までの実績は表-2 に示すとおりである。表からも判断できるとおり、作業の馴れに

よって実働時間当り揚土量は時間の経過とともに多くなっている。対象土砂は淡路島からの山砂が主なもので、条件の良好な土質を対象としている。したがって、岩塊などの使用実績により本船の真価が問われるものと思われる。

#### (2) 神 揚

神戸港の六甲アイランドの埋立工事に使用されている本船については神戸港の埋立工事を対象として開発された機種であるから十分にその目的に合った装置がなされ、最大限の真価を発揮している。表-3 は最近 4 か月間の稼働実績を示す。

### 5. あとがき

本稿で述べた 3 船とも現在大阪湾において順調に稼働しており、当初の目的を十分に果たしている。ただ今後現在使用されている底開土運船から揚土できる方式とかの種々の工夫がなされ、大小のこの種作業船が建造され、それら作業船の数多くの実績と経済性の研究によりよりすぐれた工法が生まれることを期待してやまない。

なお、本稿の執筆にあたって貴重な資料を提供いただいた関門港湾建設と東洋建設の関係者の方々にお礼申し上げます。

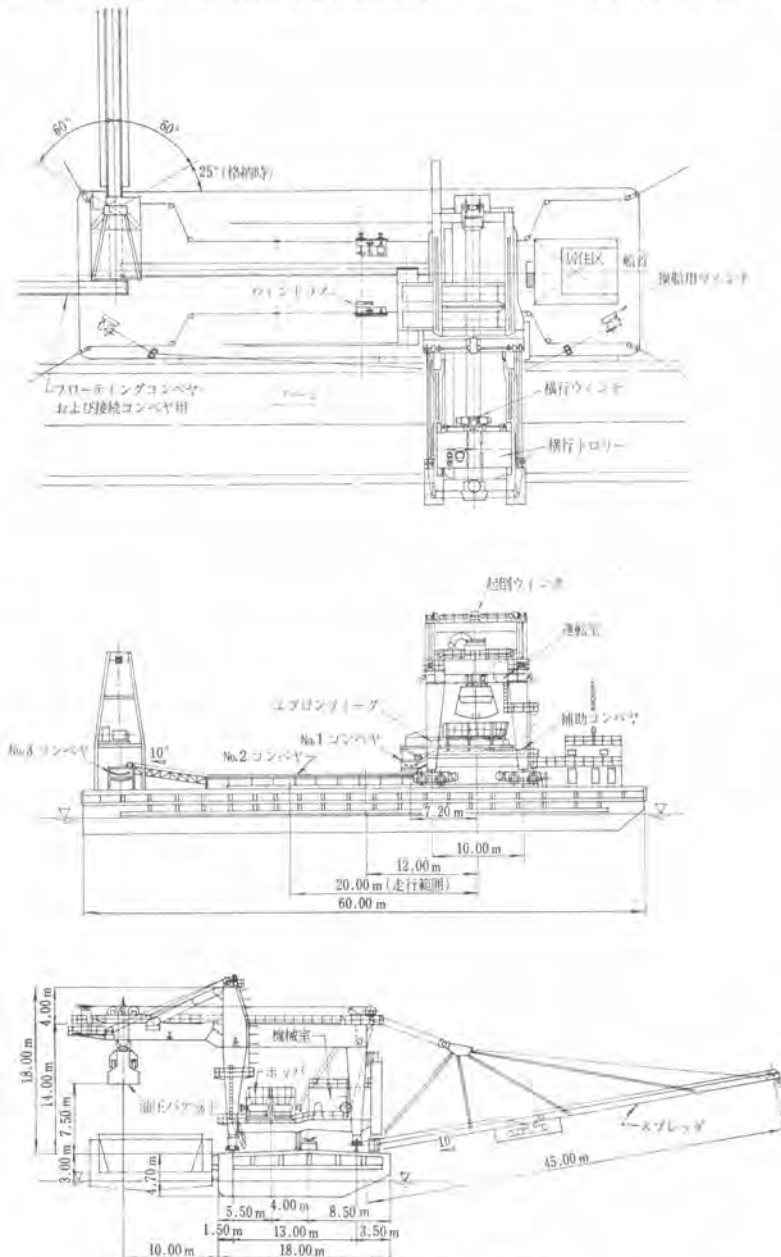


図-3 第 31 関門号概要図

表-1 各揚土作業船要目表

船形名式	神揚 バケツ ホイール 方式	第1リクレマ給 バケツ ホイール方式	第31関門号 グラフ方式	神揚	第1リクレマ給	第31関門号
(1) 船体部	台 船	自力掘土バーク	台 船	走行電動機 150 kW	走行電動機 45/22.5 kW×2台	走行電動機 35 kW×2台
全長×幅×深さ	100m×24m×5.5m	115.64m×19m ×6.5m	60m×18m ×4.7m	ホイールフレーム 巻上速度 1.8 m/min		グラフバケツ 巻上 55 t
計画満載さつ水 土 砂 倉	3.2 m	3.8 m	1.7 m	ホイールブーム揚 程 11.0 m		同上電動機 540 kW×1台
主 機 関	1,300 PS	1,600 PS	1,600 PS +1,000 PS	同上電動機 100 kW		
主 発 電 機	1,000 kVA, 3,300 V	1,200 kVA, AC 450 W	600 kW, DC 500 V, 800 kVA, AC 445 V	(4) コンベ ヤ	ホイールコンベヤ 機長 24 m ベルト幅×速度 1,400 mm ×230 m/min 電動機 75 kW	No. 1 コンベヤ 機長 7 m ベルト幅×速度 1,400 mm ×150 m/min 電動機 37 kW
甲板機械	ワンドラス 15t×9m/min 1台 操船ウィンチ 15t×30m/min 4台 土運船操船用 15t×30m/min 1台	揚揚機 20~10t 4~9m/min 係船機 10t×9m/min 2台	ワンドラス 5t×9m/min 2台 操船ウィンチ 5t×9m/min 2台	機内コンベヤ ベルト幅×速度 1,800 mm ×200 m/min 電動機 75 kW 引出しコンベヤ ベルト幅×速度 1,800 mm ×200 m/min 電動機 132 kW		No. 2 コンベヤ 機長 32 m ベルト幅×速度 1,400 mm ×150 m/min 電動機 55 kW 最大能力 1,000 m <sup>3</sup> /hr No. 3 コンベヤ 機長 7 m ベルト幅×速度 1,400 mm ×150 m/min 電動機 22 kW 最大能力 1,000 m <sup>3</sup> /hr
(2) 揚土装置	2,000 t/hr (平均) 土砂比重1.6~1.7 としてコンベヤ能 力 4,000 t/hr	3,000 t/hr (平均) 土砂比重1.6とし て	1,000 m <sup>3</sup> /hr コンベヤ能力 1,400 m <sup>3</sup> /hr	ブームコンベヤ 機長 59.9 m ベルト幅×速度 1,400 mm ×230 m/min 電動機 160 kW 最大能力 4,000 t/hr ジャットルコンベ ヤ 機長 10.5 m ベルト幅×速度 1,400 mm ×230 m/min 電動機 37 kW 最大能力 4,000 t/hr		
(3) 揚土機	バケツホイール 外径 11.0 mφ バケツ数 10 個 容量 1 個×235 m <sup>3</sup>  駆動装置 75 kW×4 台 ホイール横行 0~10 m/min 横行電動機 150 kW (本体走行と共用) ホイール走行 0~9 m/min	バケツホイール 外径 11.8 mφ バケツ数 12 個 回転数 2.8 rpm  駆動装置 200 kW×2 台 ホイール横行 10 m/min (平均) 横行電動機 30 kW×1 台 ホイール走行 10~20 m/min	油圧式グラフバケ ツ 20 m <sup>3</sup> 自重 23 t バケツ開口速度 9 sec グラフ開口速度 4.6 sec 油圧バケツ駆動 装置 75 kW×2 台 ガントリー横行 75 m/min 横行電動機 40 kW×2 台 ガントリー走行 20 m/min			

表-2 第31関門号の稼働実績(昭和48年8月~12月)

項目 月	日 数 (日)			時 間 (hr)			揚 土 量 (m <sup>3</sup> )		
	就 業	実 働	率	就 業	実 働	率	数 量	実働1日当り	実働1時間当り
48年 8月	26	21	80.8%	324.30	169.15	52.1%	93,020	4,430	551
9月	30	24	80	403.00	162.35	40.4	100,330	4,180	618
10月	31	28	90.3	427.00	203.50	47.8	146,440	5,230	718
11月	30	27	90	424.00	206.05	48.6	177,070	6,560	860
12月	29	26	89.7	413.00	175.00	42.4	154,460	5,940	883
計	146日	126日	平均 86.4%	1,991.30 hr	916.45 hr	平均 46.0%	671,320 m <sup>3</sup>	平均 5,328 m <sup>3</sup>	平均 732 m <sup>3</sup>

表-3 神揚の稼働実績(昭和48年9月~昭和49年1月)

就 業 期 間	日 数 (日)			時 間 (hr)			揚 土 量 (m <sup>3</sup> )		
	就 業	実 働	率	就 業	実 働	率	数 量	実働1日当り	実働1時間当り
9月21~10月20	30	28	93.3%	280	156.05	55%	104,474	3,731	669.5
10月21~11月20	31	30	96.8	300	301.50	100	169,980	5,666	563.8
11月21~12月20	30	26	86.7	260	190.55	73	118,735	4,567	623.1
12月21~1月20	31	25	80.6	250	185.50	74	117,509	4,700	633.5
計	122日	109日	平均 89.3%	1,090 hr	833.6 hr	平均 76.5%	510,698 m <sup>3</sup>	平均 4,685 m <sup>3</sup>	平均 612.6 m <sup>3</sup>

参 考 文 献

- 1) “作業船” 第84号 作業船協会機関誌
- 2) “船の科学”
- 3) 寄神建設社報
- 4) 関門港湾建設社報

## 最近の作業船の現状

# パイプ敷設船

三宅 淳 達\*

### 1. はじめに

流体の能率的な輸送手段としての海底パイプラインは決して新しいものではないが、本格的な海底管敷設技術および機器の発達は海底油田の開発とともに進められたといっても過言ではない。他の海底配管、たとえば海底水道給水管等は点から点の比較的小規模な直線的なまとまりをみせるのに対し、海底油田開発においては、複数の油井を海底のパイプライン網を通して一つのステーションに集め、陸上のターミナルにパイプラインで送るといふ、面でのまとまりを示す非常に大規模なシステムが必要となり、石油需要の爆発的な増大とともに敷設技術は年々急ピッチで発達してきた。

海底油田の開発は当初は陸に近い浅い所から始まったが、次第に深く、かつまた気象・海象条件の厳しい場所での作業が要求されるようになってきた。一方、これらの原油をローコストで輸送するためタンカーは年々大形化し、既在の岸壁では着岸不能となってきた。このため沖合の深い所に係船して荷役するシーバース方式が採用されるようになり、シーバースと陸上基地を結ぶための大口径管の海底パイプラインにより油の払出しおよび受入れが行われる。このシーバースも最近の公害問題、航路問題等の立地条件、気象・海象条件のよくない所へ建設せざるを得ない状況である。

以上より海底管敷設技術は、より深く、より海象条件の悪い海域に、より大径のパイプを、より速く敷設するという方向で発達し、その最大の武器として敷設船が存在する。

### 2. 敷設工法および敷設船

海底管敷設方法としては、すでに多くの文献で紹介されているように大別してえい航法と敷設船工法がある。えい航法はプレハブされた長管を海底または水面をえい

\* 新日本製鉄(株) 鉄橋開発部専門部長

航し、洋上で接合作業後沈設して完成するが、能率、作業性および海象・気象条件に対する適応性について敷設船工法に対して劣る。敷設船工法はランチングウェイと称する傾斜台を船上に設け、ウェイ上で溶接接合、X線検査、防食塗覆装を施し、海底にパイプを連続的に沈設する工法であり、この作業を能率的に行えるように考案された船が敷設船である(図-1 参照)。

敷設船にはパイプその他の資機材を荷役するためのデリッククレーンまたはクローラクレーンが1台ないし2台搭載されている。ランチングウェイ上にはパイプの芯出し作業を能率的に行うための芯出し機、移送装置が取り付けられ、溶接作業、X線作業、塗覆装を行うための設備等を適宜配置してある(図-2 参照)。

大深度の海底にパイプを安全に敷設するためタイヤまたは履帯によりパイプを上下から押え、油圧モータにより逆トルクをかけることによりパイプに張力を与える装置を採用することが一般的となってきている。最近では3基、3基と複数の張力装置を装備した敷設船も出現してきている。

船内には大形の操船ウインチが8~12台搭載され、ブリッジよりの遠隔操作によりコントロールされる。船内にはまた100人ないし200人程度の人員が快適に生活できるような完全空調の居住区が用意されている。居住区には医務室をはじめとして娯楽室、映画館、理髪室等の設備も設けられている。

現在世界中で稼働している敷設船はデリックその他との兼用船も含めて55隻(Offshore誌, 1973)であり、そのうち20隻が敷設専用船である。保有会社としてはMcDermott社が18隻、Brown & Roots社が13隻を保有し、日本では新日本製鉄および日本鋼管がそれぞれ2隻ずつ保有している。

### 3. 敷設船の変遷

レイバージは米国において発達してきた。すなわち、アメリカ合衆国南部のミシシッピー河口の湿地帯を通

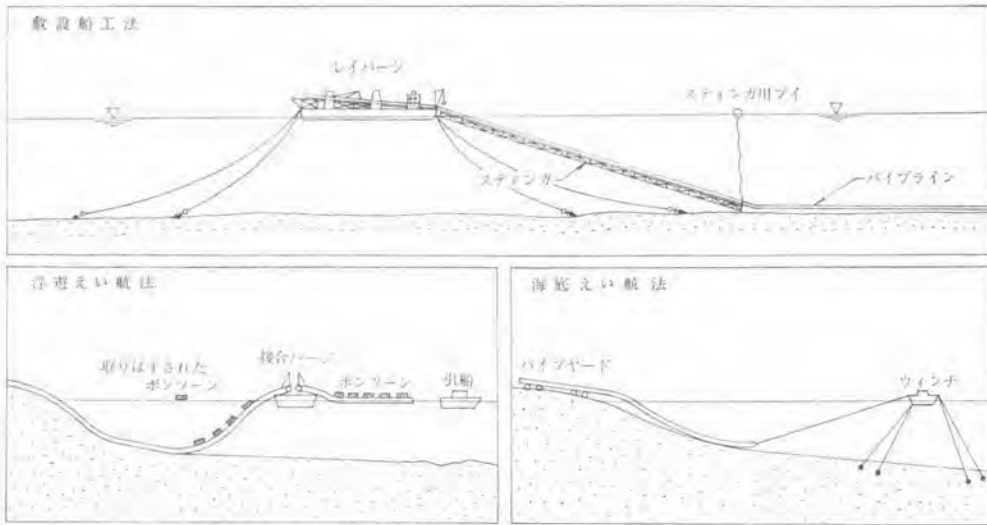


図-1 敷設工法説明図

り、さらにメキシコ湾に伸びている油田帯が敷設船の生みの親である。初期においては陸上から張出した足場により掘削、採油、輸送を行っていたが、1952年、Brown & Roots 社が Frank Motley 号と呼ぶ敷設船によって海底管敷設工事に成功し、その第一歩を踏み出したのである。

この当時の作業場所は湿地帯を切り開いたトレンチや水深の浅い比較的平穏な海域であったため波浪、潮流、風、その他の海象、気象の影響を受けず、大形のフラットバージ上にウインチ装置、パイプ移送用ローラ、および溶接設備を搭載したものが使用されていた。

敷設船による海底管敷設の利点に注目した海洋工事各社はそれぞれに独自の方法で敷設スピードのアップを検討しはじめた。この結果として長管方式から12m単管マルチステージ方式が開発され、ステージ数も3ステージから次第にふえ、7ステージが標準となった。この7ステージとは五つの溶接ステージおよび各一つのX線検査ステージとコーティングステージである。

ステージ数の増加に伴って当初の60~80mバージでは寸足らずになり、2隻連結方式や長尺バージが出現してくるのである。また、溶接法も上進法よりも数倍の能率のある高セルロース系溶接棒による下進法が採用され、溶接スピードは飛躍

的に上昇した。

1960年代の中期には敷設船の形はほぼかたまり、長さ107m、幅30m、高さ8.5~9mで7ステージのランチングウェイをもち、ジャケット設置その他を行うデリッククレーン(250~500t)をその船尾にもち、船内には100~200名の居住区をもつフラットデッキバージが多数見られるようになってきた。

60年代中期の新技術は張力装置の採用である。これは対象水深の増加に対し、安全に海底管を敷設するにあたり、張力を作用させるとパイプの見掛け剛性がアップするという理論を具体化したものであり、前述のようにタイヤ式、履帯式等各種の形式がある。この技術の採用により100mを越える海底への敷設作業も可能になった

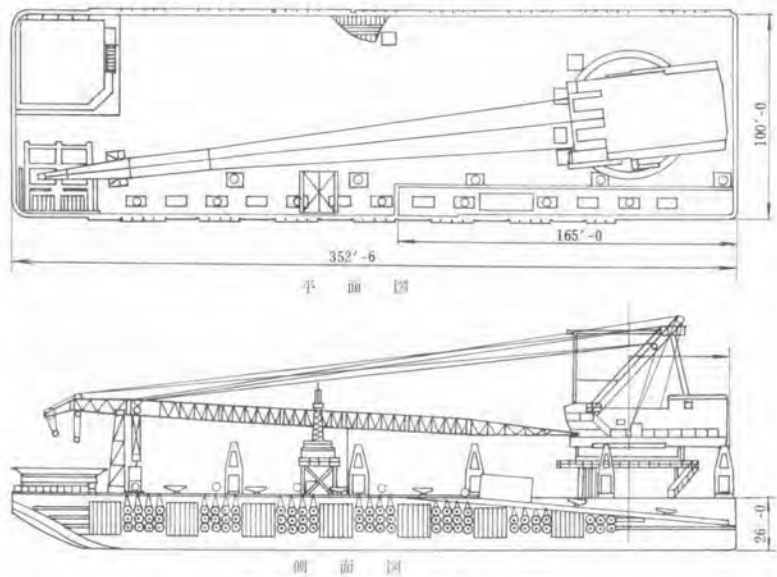


図-2 パイプ敷設船平面および側面図

のである(図-3 参照)。

70年代に入ると需要の爆発的な増大に対応するために安定した大量供給の可能な油田の開発が急がれ、次第に厳しい環境条件の油田開発が進められるようになってきた。この条件下で安定して高能率に稼働するため敷設船に対する要求も厳しくなり、耐波性の高い大形船体、高信頼性をもつ大形ウィンチ、高度に専用化された敷設作業機械を合せもつ敷設船が登場してくる。この傾向は北海、それも北緯 $60^\circ$ を越えたシェトランド島付近が開発スケジュールによって以来特に強くなり、後述のような特殊ともいふべき船体をもつ敷設船が登場してくる。

#### 4. わが国における敷設船

わが国においては石油資源に乏しく、敷設船は原油受入れ設備としてのシーパス用大径管の敷設および離島給水のための水道用小径管の敷設工事用として発達してきた。工事対象海域は湾内が主であり、船体、操船設備に対する要求がさほど厳しくないかわりに、これら両極端のパイプサイズの工事に対処するため敷設作業設備に対する要求は厳しい。当社においては小形敷設船“油島丸”から得た経験、データを基にして独自で開発した装備を搭載した“くろしお”を就航させ、国内外でその成果を発揮している。

しかし、最近のエネルギー危機への対策の一環として日本国大陸棚の開発がスケジュールにあがってくると様相は一変せざるを得ない。すなわち、北海の開発に際して発生したものと同一条件、すなわち、海象条件、大深度の二つの条件を盛り込んだ敷設船の開発が急がれるのである。

#### 5. 今後の敷設船の方向

以上のように、敷設船をとりまく環境は国内外を問わ

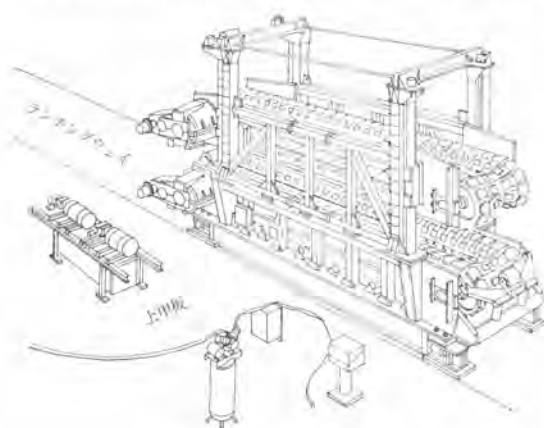


図-3 履帯式テンシ■ナ

ず一致し、新鋭の敷設船の出現が待たれているわけである。

今後の敷設船の方向について考えると、

- ① 従来形の敷設船のスケールアップ
- ② 船形船体をもつ敷設船
- ③ 半潜水式船体をもつ敷設船

の三つが考えられる。

##### (1) 従来形船体のスケールアップ

これは従来からの箱形船体のレイアウトを踏襲し、船体および機械類のディメンションをそれぞれスケールアップしたものである。この形の敷設船は従来技術の応用がきくため安定した能率的な作業が約束され、また、スケールアップによるデメリットも比較的小さく、浅海から深海までその作業に対する適応性は高い。しかし、操船にアンカーを使用するため作業水深の経済的限度が150m程度であること、および耐候性にやや欠ける面があること、機動性に乏しいこと等の従来形敷設船の内包していた問題の根本的な解決はなされていない。

この形の敷設船は、欧米においては最近 Brown & Roots 社、McDermott 社等が北海向に4隻就航させた。

##### (a) Brown & Roots (BAR 323, 324)

船体寸法：400'×100'×30'

敷設可能最大管径：外径 72"

敷設可能最大水深：600'

アンカー：10 個

張力装置：36 t 形×2 基

自動溶接装置を装備し、250 t デリッククレーンを搭載

##### (b) McDermott (LB 27, 28)

船体寸法：420'×128'×28'

敷設可能最大管径：外径 60" 以上

敷設可能最大水深：不詳

アンカー：12 個

張力装置：2 基

センタースロット式敷設船で 75 t 高脚ジブクレーンを2基搭載

##### (2) 船形船体をもつ敷設船

これは大形船のもつ耐候性に注目し、タンカーでいうならば2万トン級のタンカーに敷設設備を搭載したものと考えるとほぼ間違いはない。推進器を装備する関係上、機動性という面では抜群の性能をもつ反面、船形からの制約上、ランニングウェイ、敷設設備のレイアウトに若干の問題が発生する。すなわち、きつ水が深く、浅海での作業は不可能である。また自航船であるためブリッジその他の大形構造物が甲板上にあり、作業性もあまりよくはない。

一般にこの形の敷設船は大形デリッククレーンを搭載



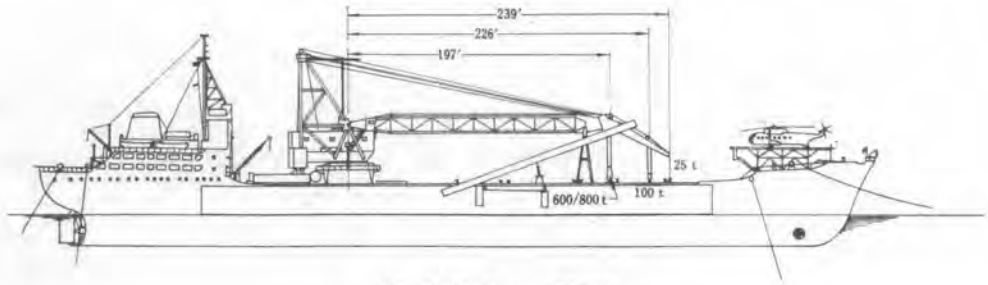


図-4 Challenger 側面図

し、敷設工事も可能なクレーン船として機能し、その機動性を利用してスポット的な作業をこなすのに最適であろう。

この形の敷設船で有名なものは Heerema 社の "Challenger" であり、1971 年には Netherland Offshore 社の "Orca" も北海で業績をあげている。また、Heerema, Netherland Offshore, E. T. P. M. および Micoperi の各社にはそれぞれこの形の敷設兼デリック船の建造計画がある。

(a) Heerema Engineering Service "Challenger"

(図-4 参照)

船体寸法: 634' × 96' × 47.5'  
 最大敷設可能管径: 中径管  
 最大敷設可能水深: 30 m 以上  
 アンカー: 4 個  
 推進器: 15,000 HP (15~18 kt)  
 スラスト: 1,000 HP

張力装置: 最大 66 t × 1 基

デリッククレーン: 600/800 st

(b) Heerema Engineering Service "Unnamed"  
 634' × 96' × 47.5' の船体に 800/1,200 st のクレーンを搭載したものである。

(c) Netherland Offshore  
 "Orca"

595' × 99' × 44' の鉱石運搬船の改造船であり、800 st のデリッククレーンを搭載している。

(d) Netherland Offshore  
 "Sept Iles"

詳細は不明であるが、660' × 87' × 45' の船体に 1,200 st 以上のクレーンを搭載する予定である。

(e) Micoperi "Unnamed"

(図-5 参照)

船体寸法: 574' × 113' × 50'

アンカー: 8 個

補助アンカー: 2 個

推進器: 16,000 HP

デリッククレーン: 1,600/2,000 st パラマウント

(f) E. T. P. M. "E. T. P. M. 1601"

(写真-1 参照)

船体寸法: 610' × 115' × 50'

最大敷設可能管径: 60"

アンカー: 8 個

推進器: 計 8,000 HP コルトノズル付, 可変ピッチ, プロペラ 2 基装備

スラスト: 1,500 HP

張力装置: 最大 90 t

デリッククレーン: 1,600/2,000 st

本船はセンタースロット式の独特のレイアウトをもつものである。

### (3) 半潜水式船体をもつ敷設船

これは掘削船の主流を占める半潜水形の船体のもつ抜群の耐候性, 安定性に着目したものである。すなわち, 開けた海域において卓越して存在する 6~9 秒周期のうねりに対し, 前項に示す敷設船はその固有周期が一致し, 作業に支障をきたすことがある。しかるに, 半潜水

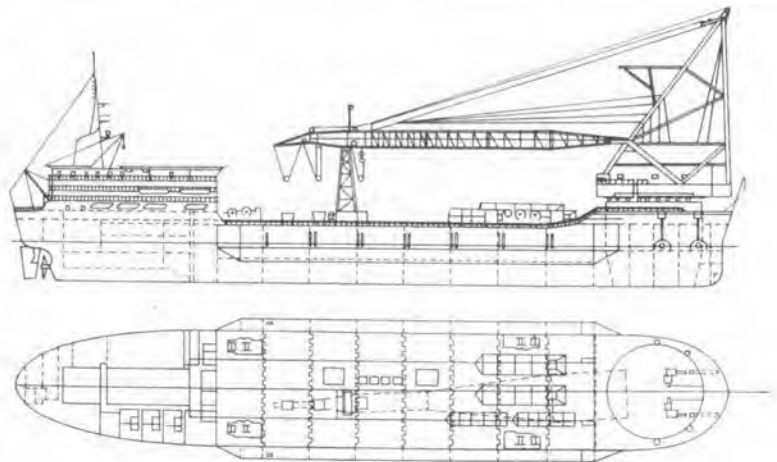


図-5 Micoperi Barge 側面および平面図

式船体の固有周期は 30~35 秒程度に設計可能であり、いわば、うねりに対して不感の船体というべき性質をもつ。

また、作業中は“カラムスタビライズ”の状態になっており、波力等の外力が作用するのはカラムのみとなり、安定性により結果を与える。船体の定位のためには従来のアンカー方式のほかにスラストのみによる方式も考えられ、この場合、船体側からみた作業対象水深は無制限ともいえる（もちろん、敷設作業の条件からくる制限は存在する）。

しかし、以上のメリットの反面、設計および加工に高度の技術が必要であること、大形船体になること等から、その建造費は従来形の 3~5 倍近いものになる。また、操船技術も前項に示した敷設船とも半潜水式掘削船とも異なるものが要求され、作業時の吐水が大きいことから作業海域の制限もうける。さらに大形デリッククレーンを搭載した場合、カラムの浮力にあまり余裕がないためつり能力に制限ができること等のデメリットも出てくる。

現在この形の敷設船としては Santa Fe International 社の Choctaw があり、同社ではさらに Choctaw II を 1974 年 1 月に就航予定としている。1974 年夏には Viking Marine Equipment 社が Viking を就航予定であ



写真-1 E. T. P. M. 1601

り、本形式の敷設船としては、このほかに Sedco 社の Sedco 400, Brown & Roots, Oceanic Contractor, Sedco 社の共有による BOSI の計画等がある。

(a) Santa Fe International “Choctaw I, II”

(図-6 参照)

船体寸法：400' × 106' × 54'

最大敷設可能管径：外径 36" (II は 56")

アンカー：8 個

張力装置：18 t 形テンション 2 基 (II は 36 t 形テンション 2 基)

デリッククレーン：500/800 st (II は装備せず)

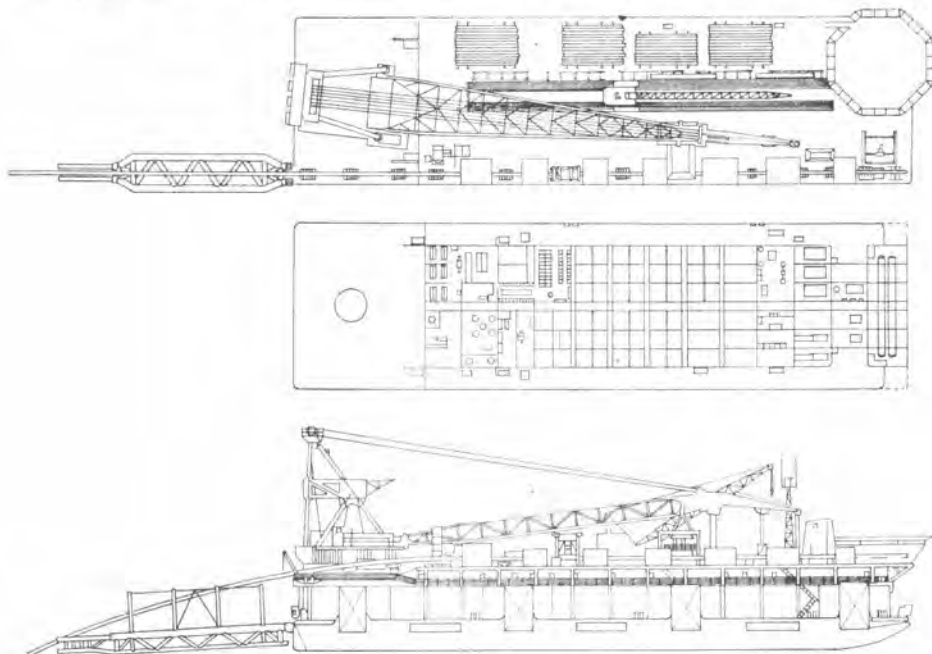


図-6 Choctaw I 平面および側面図

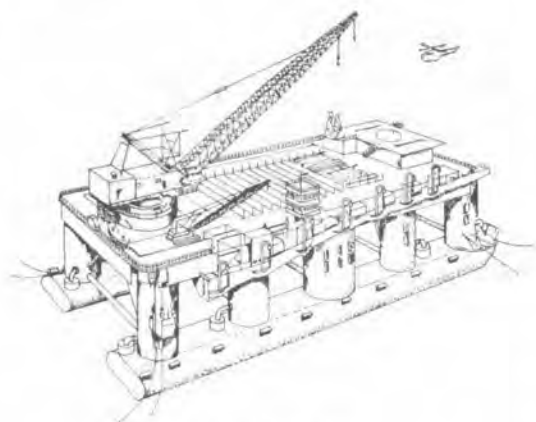


図-7 Sedco 400

## (b) Viking Marine Equipment "Viking"

詳細はいっさい不明であるが、3本のボックススラムをもつセンタースロット形の半潜式敷設船である。

## (c) Sedco "Sedco 400" (図-7 参照)

400'×162'×92'の半潜水船体と推力20tのスラスト8基を装備し、ダイナミックポジショニング装置により自動操船を可能にする。デリッククレーンとしては500/800stのものを装備する。

## (d) "BOSI"

詳細は未詳であるが、Sedco 400より幅の広い船体にデリッククレーンをオフセットして搭載し、スラストその他の採用により全天候形の敷設船として機能するといわれている。

## 6. おわりに

以上で敷設船についてその作業および変遷と現状を述べてきたが、なにぶん限られた誌面であるため十分な説明を尽せなかったことをお詫びするとともに、読者諸氏の参考までに参考、引用させていただいた文献を挙げ、むすびとしたい。

## 参 考 文 献

- 1) Ocean AGE 1971年4月号・特集"パイプライン"
- 2) 新日本製鉄カタログ"新日鉄の海底配管"
- 3) Offshore 1973年11月号"Marine Construction Report"
- 4) Offshore 1972年10月号"Man, Oil and Sea"
- 5) その他 Ocean Industry, Oil & Gas Journal, Offshore Service 等雑誌類および McDermott, Brown & Roots Annual Report

## 図 書 案 内

## 建設機械化施工の安全指針

A5判 294頁 頒価 1,500円(会員1,350円) 送料 200円

本書は「建設の機械化」誌昭和45年5月号より46年2月号に掲載された「建設機械化講座・機械化施工の安全指針」を再編集して発刊したもので、概説、修理作業、材料および作業員の防護、工所用機械とその他作業、くい打作業、揚重作業、爆破、コンクリート工事、トンネル、シールド、重機械およびその他作業、道路工事における機械運転と近接作業、パイプ布設工事、鉄道工事の14章に分けてその道の権威者により記述されたものである。また付録として、建設機械災害の発生状況、労働安全衛生法および関係政省令の規制内容、関係建設会社で制定されている安全に関する規則が掲載されている。

□申込先□ 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内  
電話 東京(433)1501 振替口座 東京71122 番

最近の作業船の現状

## 沈埋函沈設船

岡田 郁生\* 林 三伸\*\*

### 1. はじめに

沈埋工法はその数多くの利点から有力な水底トンネル工法の一つとして近來めざましい発展を遂げつつある。欧米においても今世紀後半に建設された水底トンネルの多くはこの工法によるものであり、また、わが国でも近代式のものとしては日本鉄道建設公団の京葉線羽田トンネル(多摩川, 1968年)以後、現在計画中のものも含めて多くの水底トンネルでこの工法が用いられている。

これらの沈埋工法において用いられる沈設用機器は潮流、水深、沈埋函の寸法形状、沈設荷重、航路条件、波浪、使用頻度、既存機器の転用等の条件を考慮したうえでそれぞれの場合に依り最も経済的な方式が用いられてきている。

しかし、最近の情勢としては、①双胴船による方法、②ポンツーンおよびアライメントタワーによる方法の二つが多く用いられる傾向にあるといえる。前者の最近の例としては、リムホルド(デンマーク, 1969年完成)、バート(米国, 1969年完成)、京葉線羽田(多摩川, 1969年完成)、京葉線羽田(京浜運河, 1969年完成)、モービル(米国, 1972年完成)、63rd Street(米国, 1972年完成)、衣浦港(半田, 1973年完成)、東京港第1航路(東京, 工事中)等がある。後者の例としては、E3 シェルデ(ベルギー, 1969年完成)、ハイネンオールド(オランダ, 1969年完成)、E3 エルベ(西ドイツ, 1973年完成)、日本鋼管扇島(川崎, 工事中)等がある。

このほか、③海上足場を使用した例として、パラナ・サンタフェア(アルゼンチン, 1969年完成)、香港クロスハーバー(香港, 1972年完成)、洞海湾(北九州, 1972年完成)等がある。また、④水底に打設したくいをアンカーとしてワイヤにより引降す方法を用いた例としては、IJ(オランダ, 1968年完成)、マルセイユ(フ

ランス, 1969年完成)等があり、⑤フローティングクレーンを使用した例としては、ティンダスタット(スウェーデン, 1968年完成)がある。

以上に挙げた方法のうち、①、②、③、⑥に共通していることは浮力を持った沈埋函にバラスト(沈設荷重)を加えて沈設機器により函を支えつつ所定の位置に沈設するということである。この場合、バラストとしては水、土砂、砂利、コンクリート等の材料が用いられる。また、沈設荷重として通常100~400tぐらいが目安とされている。④の方法では沈設作業中はバラストは用いず、代わりに水底アンカーよりワイヤで引降す。もし函体重量がその函の排水量より大きい場合は函にフロートをだかせて浮力をつけることがある。

ここでは主に①および②の方法に用いられた沈設装置のうち、最近国内で使用されているものを例にとって説明する。

### 2. 双胴バージによる方法

この方式は沈埋函つり下げ用のガーダで連結された2台の台船の間にエレメントを引込み、つり降し用ブロックを函体のつり金具に固定した後、バラストを沈埋函に加える。バラストにより沈埋函の水中重量が所定の値(沈設荷重)に達したことをテンションメータで確認した後、台船上のウインチを操作して水底の所定の位置に沈設するのである。この場合の函の位置調整は大きな移動を要する場合は台船を係留しているアンカーワイヤを操作して行い、微小の場合は台船から函体にとったワイヤで行う。

首都高速道路公団の東京港第1航路沈埋トンネルの沈設作業に用いられた双胴バージはこの種の作業船として国内で最も大きなものである(写真-1, 写真-2, および図-1参照)。

以下、本ブレーシングバージの概要について述べることにする。

\* 首都高速道路公団保全施設部保全企画課長

\*\* 大成建設(株)湾岸線沈埋工事共同企業体作業所長

## (1) 主要仕様

全長×幅×深さ：85 m×8 m×3.5 m

2隻の隻の中心間隔：52 m

ガーダ支間：52 m

つり点間隔：37.5 m

2本のガーダ中心間隔：55 m

満載きつ水：1.1 m

主発電機：

形式 回転界磁開放保護防滴形

容量 AC 250 kVA, 440 V,  
3φ, 1,200 rpm, 60 Hz

エンジン ディーゼル4サイクル,  
水冷, 6気筒, 308 PS/  
1,200 rpm

補助発電機：

形式 回転界磁開放保護防滴形

容量 AC 3 kVA, 100 V, 1φ,  
3,600 rpm, 60 Hz

エンジン ディーゼル4サイクル,  
1気筒, 5.5 PS/2,200  
rpm

## (2) 設計条件

潮位：AP+2.07 m～AP+0.02 m

潮流：最大 65 cm/sec, 作業時 40  
cm/sec

波高：作業時 0.2 m, 暴風時 1.5 m

波長：6 m

風速：作業時 10 m/sec, 暴風時 40 m/sec

## (3) 構造

2隻の鋼製台船を2本のボックスガーダでピン結合したもので、一方の甲板上にコントロールキャビン进行している。ガーダ上には4台の沈埋函を支える巻上ウィンチが装備され、甲板上には船体の位置決めをする係船ウィンチが8台と沈埋函の位置を調整する軸方向調整ウィンチが2台および横方向調整ウィンチ4台がそれぞれ備えられている。また、左右の船体がずれないように2隻の船体間に36 mmφ鋼索を交差して張っている。

巻上装置は各ガーダの端部に電動複胴1軸式の巻上ウィンチを設け、1個所当り16条掛けとして沈降速度0.5 m/minで沈降させる。各つり点には荷重計を取付けて荷重を遠隔表示させ、コントロールキャビンから遠隔操作を行う。沈設荷重は80 t×4点の計320 tが用いられている。

係船装置は甲板上船首尾両舷に各2台備えられたウィンチにより行う。水底に設置したアンカーワイヤにより船体を移動、係留するとともに、沈埋函の位置決めを行



写真-1 沈設作業中の沈設バージ

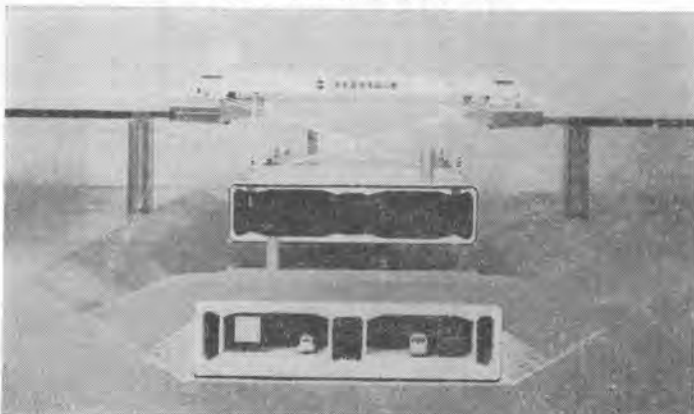


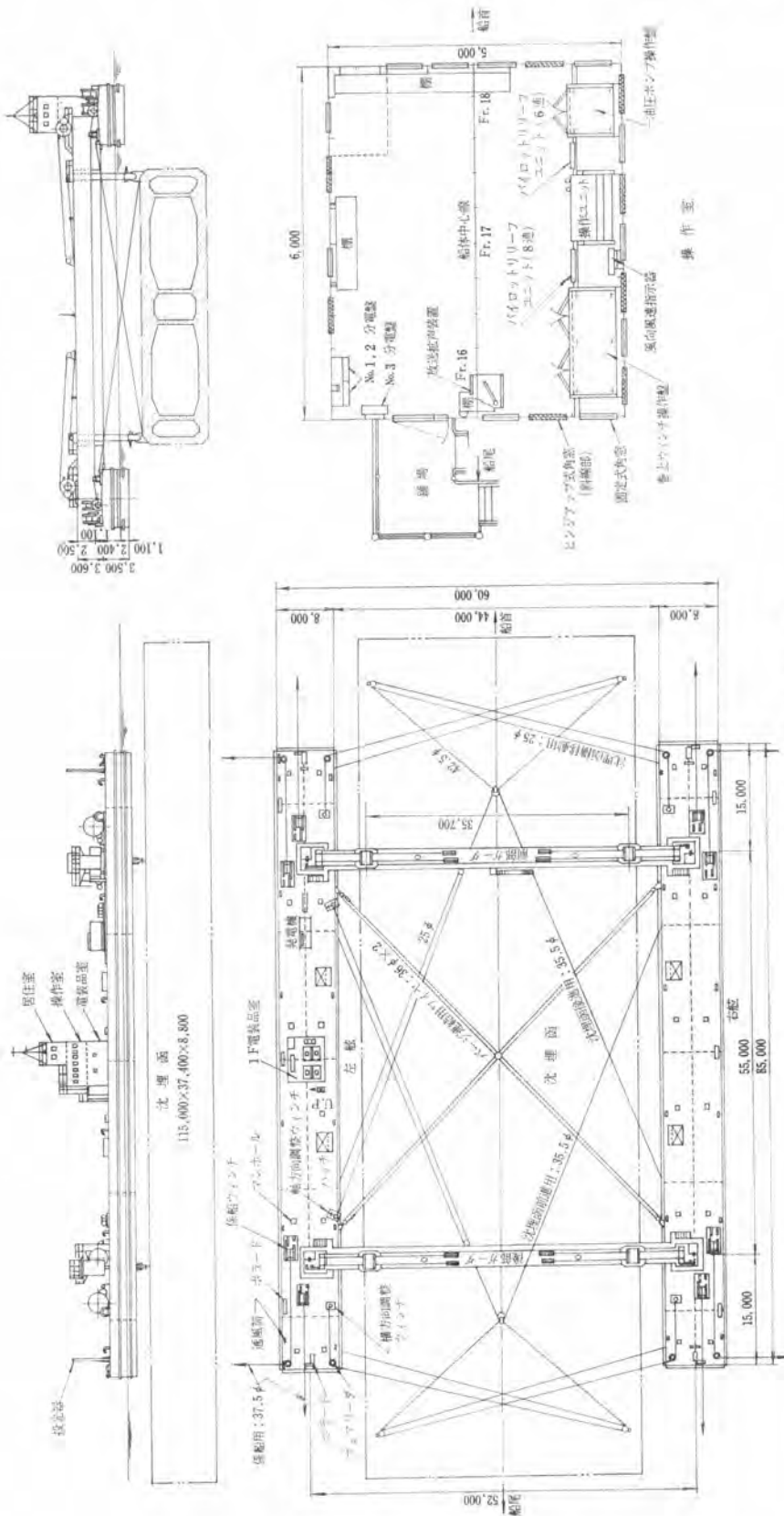
写真-2 沈設作業の模型

う。沈埋函の位置調整装置としては甲板上左舷に装備した2台の軸方向調整ウィンチおよび船首尾両舷に装備した4台の横方向調整ウィンチにより沈設の最終段階で沈埋函の位置を微動調整する。これらのウィンチ操作はいずれも油圧駆動によりコントロールキャビンから遠隔操作する。

沈設作業中は沈埋函は水中にあるためその正確な位置を求めるための位置探査装置も必要である。本バージにおいても既設函の端部に取付けた送波器から発信する音波を沈設函の端部に取付けた受波器により受け、そのデータをコントロールキャビン内に設置された沈埋函位置探査装置の盤上のインジケータにそれぞれX（横方向のずれ）、Y（高低差）、Z（両函の距離）の値が示されるようになっている。

このような双胴のブレーシングバージとしては京葉線羽田トンネル、衣浦港海底トンネルで使用したものがある。これは若干小形であること、つり点が3点であることを除けばほぼ同様の構造である。

このようなブレーシングバージによる沈設方式は沈埋函の横幅が大きくなるほど大規模となり、建造費も高くつくうえに沈設作業の最終段階に近づくにつれてバージと函体の間の操作ワイヤが直立に近い角度になるため函



図一 ブレイジングスター一般配置図

の微小な位置調整がむずかしい（特に函体形状が大形化するにつれてこの傾向が大きくなる）等の操作上の問題も出てくるため、最近では大断面の沈埋トンネル工事においては次に述べるポンツーンによる方法が一般化しつつある。

### 3. ポンツーンと アライメントタワーによる方式

この方式は、函体は簡単な構造のポンツーンにただつり下げられているだけで、その位置決めは函体と水底アンカーの間に直接係留ワイヤをとり、函体の天端面に立てた2基のアライメントタワー上のウィンチにより操作する。この方法によれば函体は直接水底アンカーにより固定されており、係留ワイヤの操作により正確な位置調整を行うことが容易である。また、特に沈設の最終段階では係留ワイヤが水平に近くなるため微小な位置調整にとって有利となる。したがって、ポンツーンはただ沈設荷重に対して十分な浮力を有していればよい。

前述の施工例でも既存の機器を転用した 경우가多く、円筒形フロートを使った例、台船を転用した例、4個のフロートを2個ずつつないで使用した例等がある。このフロートを函上に設置する方法は、函体が沈めて仮置してある場合には函の真上にフロートを係留し、バラストを除いて函を浮上させる。また、函が浮いている場合はクレーン船を用いて搭載する。アライメントタワーの搭載もクレーン船によって行う。

国内でこの方式を用いた例としては、現在工事中的日本鋼管扇島海底トンネルがある。以下、この工事に使用

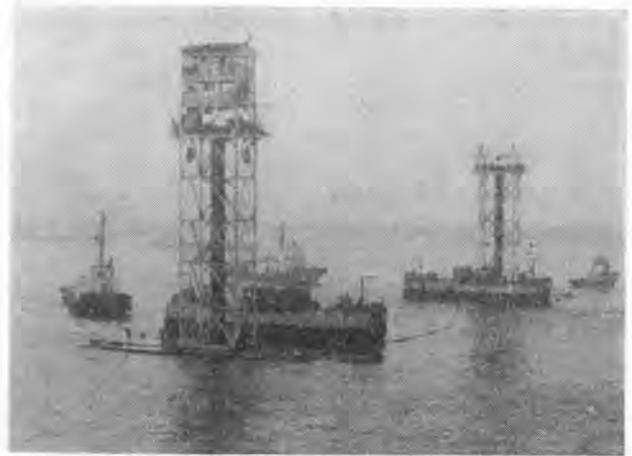


写真-3 沈設作業中のポンツーンとタワー

している装置を例にとって説明する。

沈設装置の主要部分はフロータの役目をする2隻の台船と沈設中に函の位置決め操作を行うための2基のアライメントタワー（正、副）から成っている。

フロータ（台船）の両端に張出している80t ぶりブロックが沈埋函（110m×21.7m×7.1m）の天端面に取付けられているつり金具の真上に位置するようにクレーン船によりフロータを函上に搭載する。2隻のフロータの甲板にはそれぞれ2台ずつり降し用ウィンチ（10t）が備えられており、つりブロック（8条掛）を通して函体を毎秒0.44～0.22mの速度で水底に沈設する。沈設にあたっては、あらかじめ水底に設置した4個所のアンカーから函体に係留ワイヤを張り、これを主、副アライメントタワーの上のステージにそれぞれ備えた各3台ずつのウィンチにより操作しながら沈埋函を所定の位置に沈める。その際、沈設作業のすべての指揮はステー

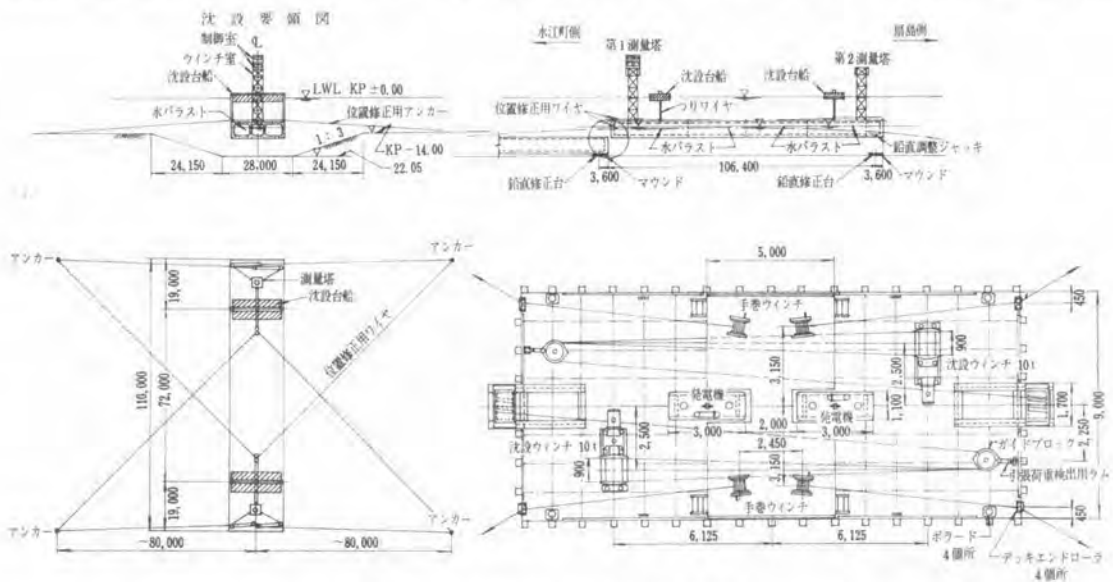


図-2 ポンツーンとタワーによる施工概要図

ジの上階の指令室より行われる。指令室の上には陸上の視準点に対して函の位置を測定したり、函体の水平度を測るための測量室が設けられている（写真—3 参照）。

### （1）主要仕様

#### （a）フロート台船（2隻）

台船寸法：9 m×19.6 m×2.5 m

つり降しウィンチ：10 t×8 条掛，2 台/隻

発電機：11/5.5 kW，4/8 P

操船ウィンチ：3 t，4 台/隻

#### （b）アライメントタワー（主副2基）

タワー寸法：4 m×5.4 m×21.8 m（ただし上載ハウスは含まない）

発電機：100 kVA，200 V，50 Hz，2 台/基

縦方向操函ウィンチ：6 t×2 本掛，1 台/基

縦方向操函電動機：5.5 kW，4 P

横方向操函ウィンチ：6 t×4 本掛，2 台/基

横方向操函電動機：5.5 kW，4 P

主タワー上載ハウス：2 間×3 間×2 階

### （2）設計条件

沈設荷重：320 t

潮流：0.5 m/sec

風速：作業時 16 m/sec，暴風時 50 m/sec

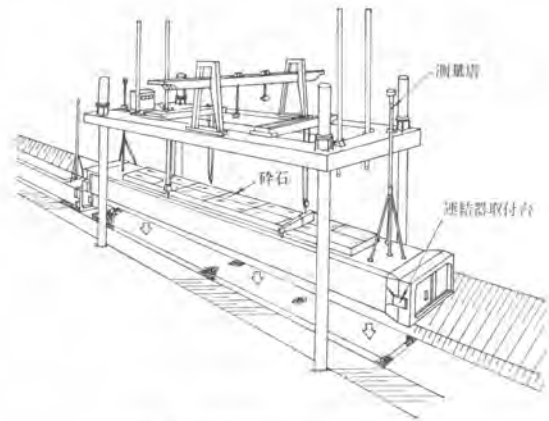
水圧：2 気圧

### （3）構造（図—2 参照）

フロート台船は 320 t/2 隻の沈設荷重をもつ沈埋函を沈設するのに十分な強度と剛性を有する鋼板構造となっている。甲板上には沈設用ウィンチ 2 台/隻と発電機 2 台/隻，操船用ウィンチ 4 台/隻，テンションメータ等を備え，4 側面上は防舷材，台船長手方向の両端には 80 t つり降しブロックを有している。内部は 4 分割で，水密隔壁を設け，それぞれ上面にマンホールを備えている。

アライメントタワーは主と副の 2 基がある。構造部分はほとんど同一であるが，主タワーは上部に 2×3 間の 2 階建プレハブを上載する構造である（指令室および測量室）。いずれも設計条件に対し十分な強度と剛性を有する鋼管，形鋼により形成される K トラス構造であり，主材は鋼管で全長をフランジにより 2 本継ぎとし，筋交はボルト接合となっている。各タワーとも上部，中部，下部に分割することができる。また，操函ウィンチの各ロープブルを測定する荷重測定器はオペレータの見やすい位置に設置してある。

アクセスシャフトは各タワーの中央に直立し，タワー最上部から函内への昇降に用いられる。2 基のアクセス



図—3 洞海湾における沈設状況図

シャフトは同一の構造であり，内部にトラップを設けてある。解体時には水中に入ることなくタワー上部でシャフト取付ボルトをはずせるようになっており，注水用バルブを下部に備えている。

このポンツーン方式のもう一つの利点は，沈設する函の形状や寸法に対しての適応性が広いことである。つまりそれぞれの装置が独立して分かれているためにほとんどの場合部分的な改造で流用でき，ただフロート台船を改造してつり点間隔を変えれば済む場合が多い。この費用は，たとえば沈設用双胴バージのつり点間隔を変える場合の費用等に比べれば軽微なものである。

以上述べた二つの方式のほか，移動式海上足場を用いた沈設方式の例について簡単に説明する。

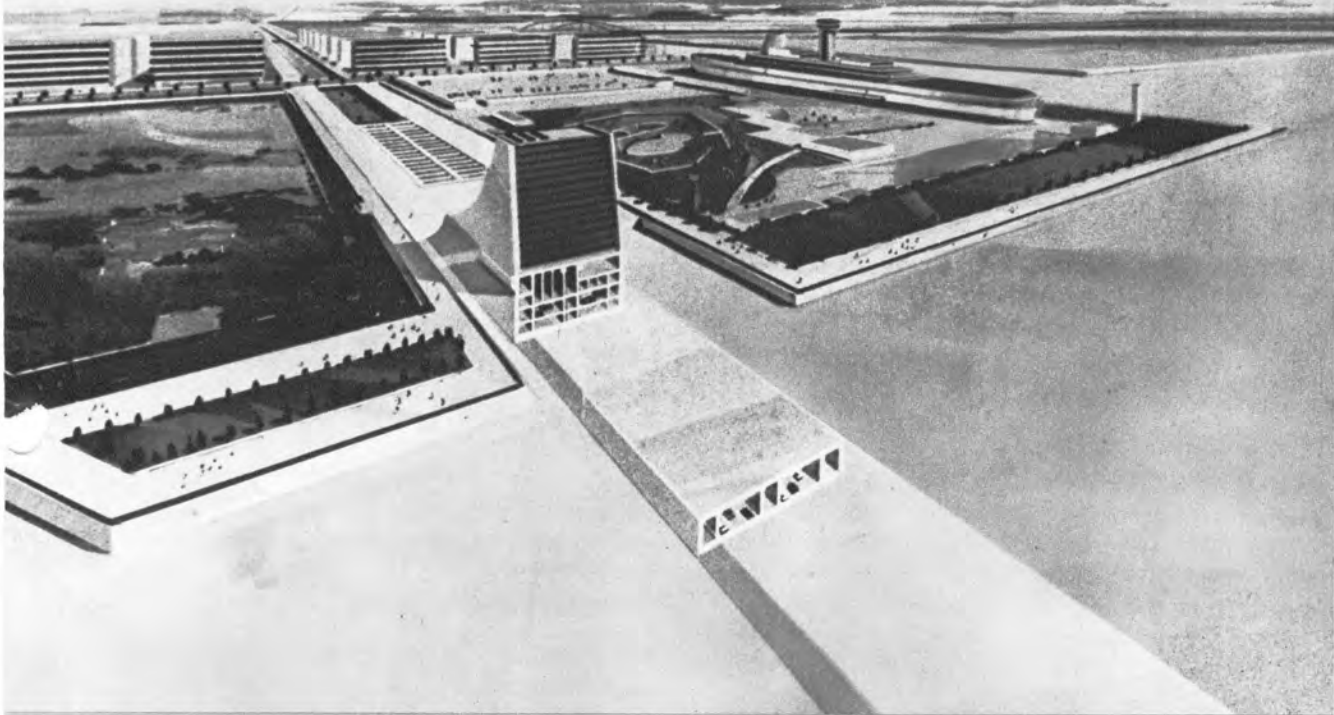
## 4. 移動式海上足場による方式

アルゼンチンのパラナ河水底トンネル（函長 65.5 m，沈埋区間全長 2,367 m，1962 年）では最大水深 30 m のトレンチに沈埋函を沈設し，流速（平均流速 1.5 m/sec）に抵抗してその位置を保つために IHI 式海上足場を用いた。この海上足場は上部ポンツーンの大きさ 38.6 m×30 m×3 m できつ水は 1.3 m である。長さ 64 m の 4 本脚で支えられるデッキ上には 10 台のウィンチ（18 HP）があり，そのうち 4 台は沈埋函のつり下げ用（単位つり荷重 50 t），残りは沈埋函の水平移動に用いられる。

このような海上足場を用いた例としては国内では洞海湾沈埋トンネルがある（図—3 参照）。海上足場の下に引入れられた沈埋函はステージ上の 80 t 走行クレーン 2 台でつり下げられ，約 120 t の沈設荷重を加えて所定の位置に沈設される。この方式は装置自体に多額の費用を要し，沈埋函の長さにある程度の制限が生じてくるが，沈埋函の規模に応じて既存の海上足場を使用すれば非常に有利な工法となり得る。

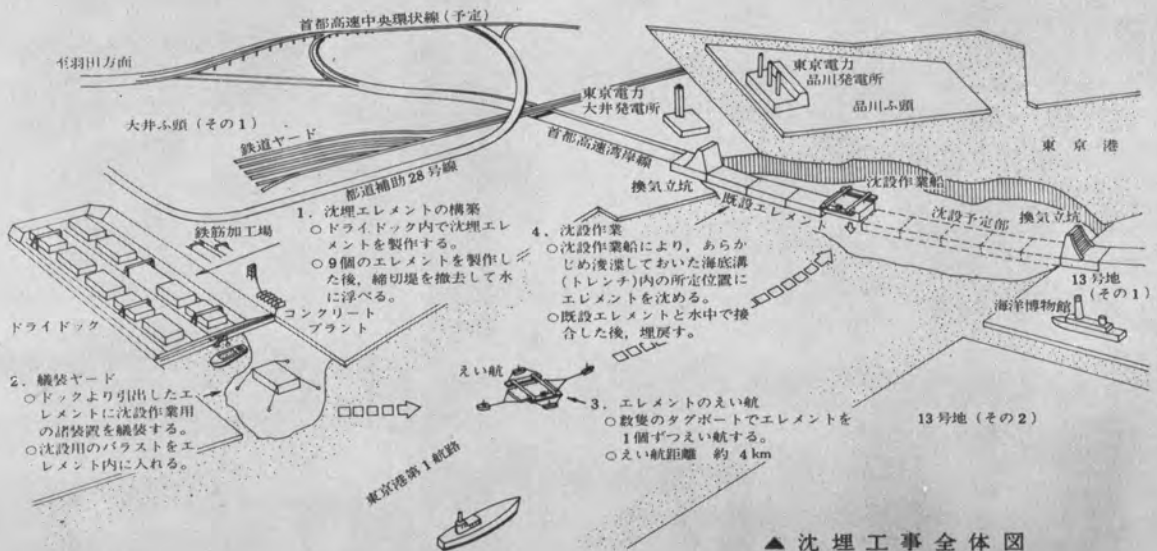


# 沈埋函建設工事を見る



首都高速湾岸線は東京湾環状道路の一部として江東区第12号埋立地を起点に大田区昭和島2丁目（京浜3区埋立地）に至る延長11.7km、往復分離6車線の都市高速道路である。この首都高速湾岸線が東京港第1航路を横断する所には延長1,035mの東京港海底トンネルの建設工事が進められている。建設工法は、あらかじめドライドック内で構築した重量約38,000tの鉄筋コンクリートブロック（エレメントとも呼ぶ）を海上に浮べて運び、所定の場所、深さに沈めて建設する沈埋工法を採用している。この工事も昭和45年5月に着工して以来順調に進み、現在9函のエレメントのうち5函までの沈設、埋戻しが終り、航路切替を行って6函目の沈設作業の準備に入っているところである。

（首都高速道路公団湾岸線建設部提供）





◀ドライドック二重締切

長さ 250m, 幅16m, 天端高AP+4.0m, V型シートパイル3,100t (1本の長さ26m)

▼路盤造成

砂層の上に $\phi 300$ ,  $l=15$ mのコンクリートパイルを5,000本打込み, その上を15cm厚の砂利で覆って敷きならし転圧した。後方に移動式側壁用型わく支保工と門型クレーン(スパン45m, 高さ15m, 張出し長さ5m, 釣り能力10t $\times$ 2)が見える。



▲ドック内の排水完了

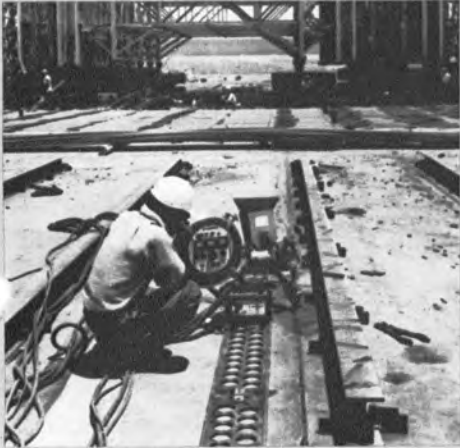
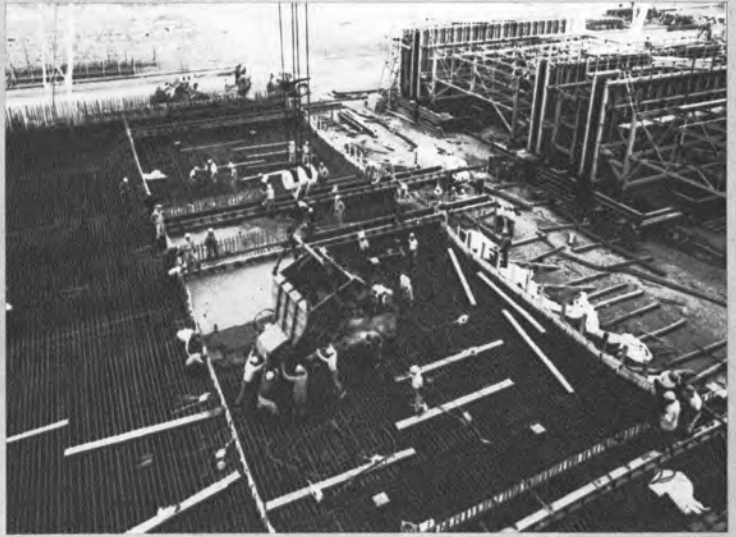
160万 $m^3$ の海水を6 $\times$ ポンプ60台で排水した。ドックの底は軟弱なヘドロで覆われている。

▼ドライドック路盤の置換え中

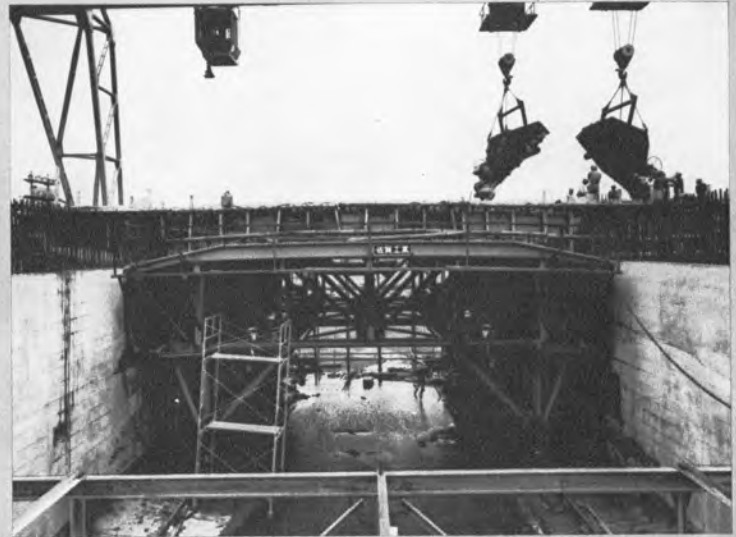
1.0~1.5m厚のヘドロを撤去して砂で置換えている。



下床版コンクリートの打設▶  
3m<sup>3</sup>の打設用バケットを門型クレーン  
でつって打設する場所まで直接運んで  
いる。1ブロックの打設量は約800m<sup>3</sup>  
(37.4m×14m)である。



▲防水鉄板の溶接  
6mmの鉄板をHビームで歪を拘束  
しつつ自動溶接を行った。

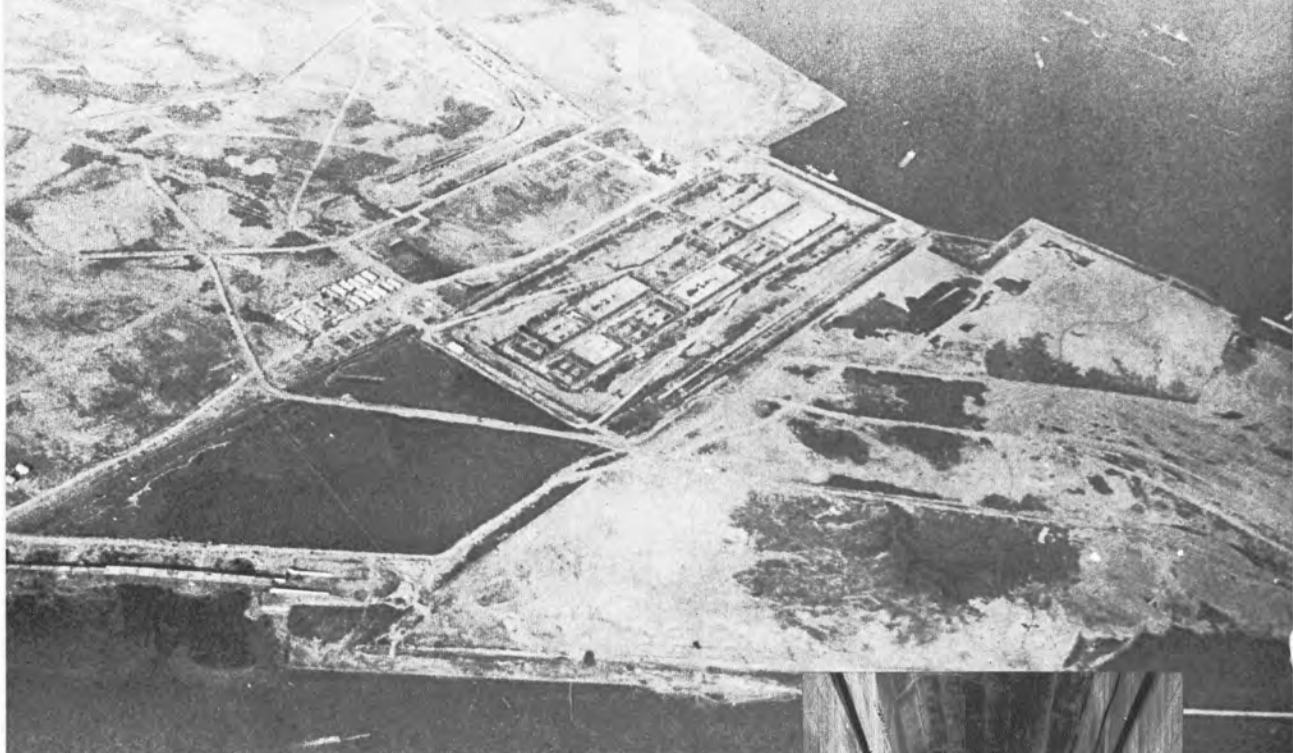


上床用移動式型わく支保工▶  
車道用、ダクト用、監査路用と各々  
になっている。レールの上を移動し、油  
圧ジャッキの上下で型わくは全体的に  
上下してセットされる。

▼エレメント製作中の全景

右上方に現地で作った生コンプラント(1,750l×2基、強制練り、全自動)が見える。





▲ドライドックの全景

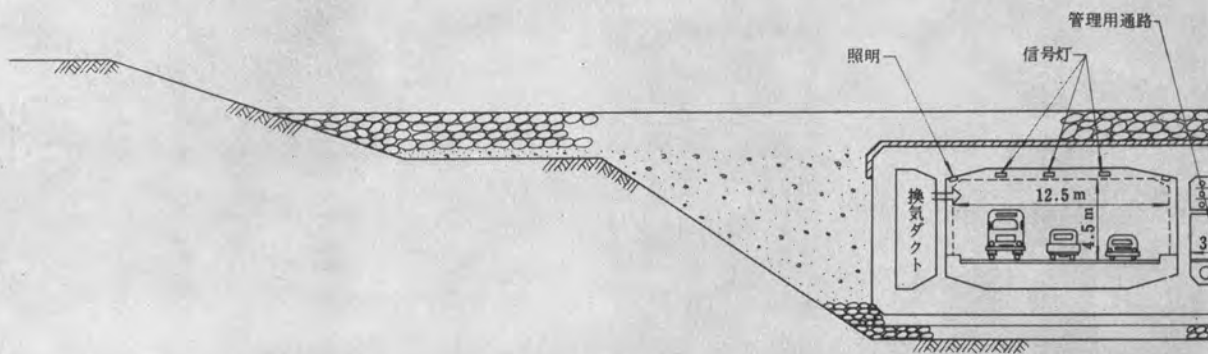
大井ふ頭その1（右側）～その2（左側）間の水路部を一時的に締切ってドックとして使用している。エレメント完成後は締切を撤去してこの部分は水路となり、両岸は岸壁となる。



▲ドック内で完成したエレメント内部（車道）



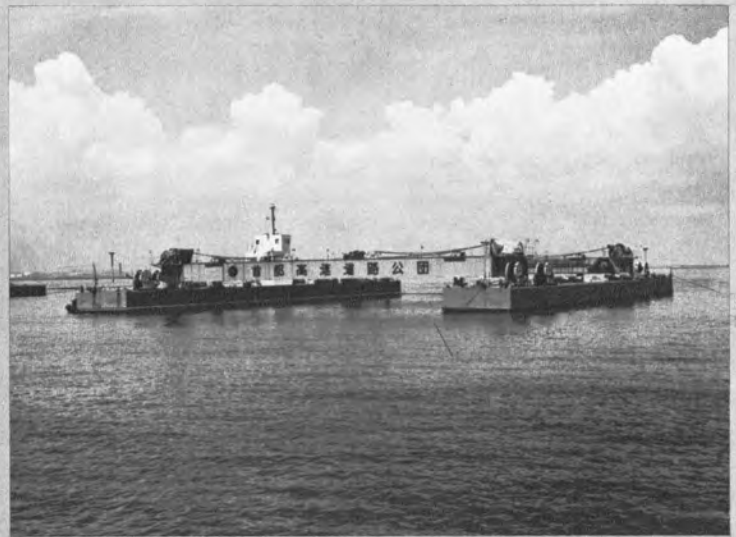
▲エレメント内部のダクト路



ドック内への注水▶  
 エレメント完成後ドック内の諸設備を  
 撤去し、ドック内に6"ポンプ30台で復  
 水した。

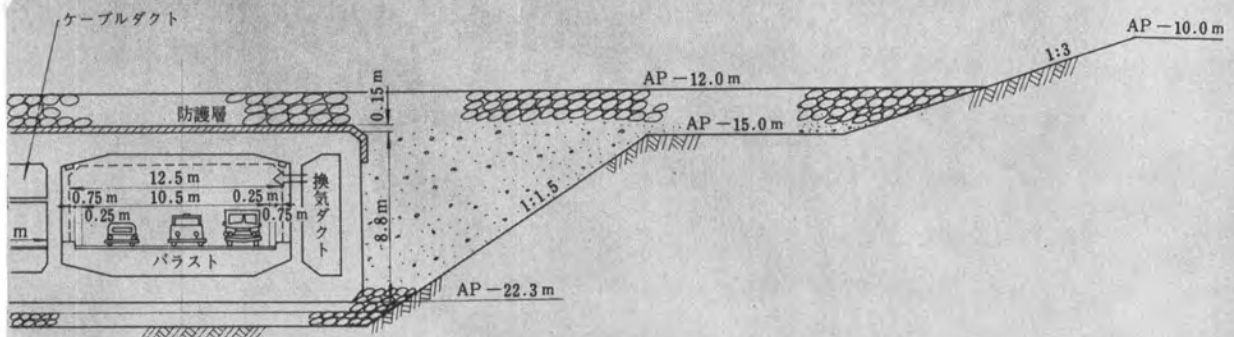


▲エレメント内部の監査部



▲ブレーシングバージ（沈設作業船）  
 沈埋函を沈設するための作業船として写真のような双  
 胴式の船を建造した。非軌式で150t×4基のつり能  
 力をもっている。

AP ±0.0



▲沈埋函横断面図



▲38,000 tのエレメントは双胴船にだかれ、4隻のタグボート(10,000HP)に引かれてドックから沈設場所までの約4 kmをえい航する。



◀引寄せ、水圧圧接のための諸設備  
既設函の最端部の諸設備で、左が仮壁、その右に引寄せジャッキも見える。

バージは8本の係留ワイヤで位置を固定され、沈埋函を4個所のウインチでつり下げながら静かに海底に沈めてゆく。▶



# 海底掘削機の現状

田中 壬子也\* 定兼 定一\*\*

## 1. まえがき

近年海洋開発が叫ばれ、本州四国連絡橋、東京湾横断、大陸棚の資源開発等、海中工事が大々的に計画されつつあるが、旧年の石油ショックによるエネルギー問題が台頭し、新幹線、道路等の大公共工事をはじめすべての産業に大きな衝撃を与えていることは真に遺憾であるが、長期的展望に立つて考えれば、わが国の海洋開発は宿命的といってもよいぐらいますますクローズアップされてくることが予想される。

海中に構造物を作るにあたってまず問題となるのは海底地盤の浚渫、砕岩、掘削である。従来海洋工事といえどそのほとんどが重錘式砕岩船、打撃式砕岩船、ポンプ船、ディップ船、グラブ船、バケット船等による比較的軟かい海底地盤の浚渫作業が主であったといえる。ここでは、これら作業船による掘削ならびに水中発破による掘

削については他にゆずるとして、硬い海底地盤に対する砕岩および掘削用の機械の現況について述べる。

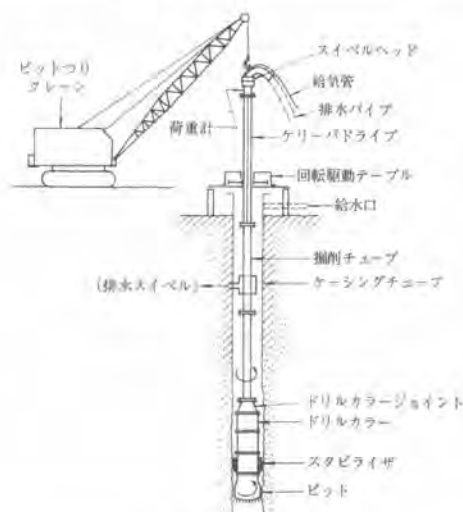
## 2. 回転式掘削機

この種の機械は石油採取用井戸の掘削機から開発されたもので、図一1に示すように岩盤掘削を行うビット、掘進の垂直性を保持するためのスタビライザ、ビットに荷重を作用させるドリルカラー、ドリルパイプ、ロータリテーブルの回転を掘削ビット系に伝えるケリーバドライブ、回転掘削ビット系のドリルストリングス重量を伝えるとともに、回転可能なジョイントとなるスイベルヘッド、排水パイプ、給気管、および掘削ビット系の全重量をつり、ビット位置を調整するクレーン等よりなり、回転するビットによって岩盤を圧砕し、切削されたずりを逆(または正)循環方式によりビット下端の吸込口よりエアリフト(またはサクションポンプ)により泥水流に乗せて孔外に排出するものである。

石油井戸では250~400mm程度のビットと125~150mm程度の掘削チューブの組合せにより1,000~4,000mの深孔の掘削を行っている。これらの深井戸ボーリングの掘削にあたって重要な点は、孔壁の安定をはかること(セメンテーション)が掘削開始の初期に必要とされ、また、深孔にあつては孔曲りとその矯正法に種々の考案が行われ、今日ではむしろ曲り掘りと称して垂直に掘り始めた井戸を次第に水平に方向変換して水平方向に井戸を掘り進めることを行っている。

回転掘削機における基本的な問題点を要約すると、まず対象となる地山の性質である。沖積層、洪積層から三期~古成層とほとんどすべての地層が対象とされている実情より、表一1のように使用するビットの構造、材質を選定しなければならない。

しかし、地山の实情はこのように分類された地山が均質、均等に存在する場合のみでなく、風化、堆積、コンセントレーション等の過程を経て掘削径の大きさぐらいの玉石混り層の場合もあるので、均質、不均質を総括し



図一1 回転式掘削機

\* (株)熊谷組技術研究所第2部長

\*\* (株)熊谷組技術研究所第2部次長

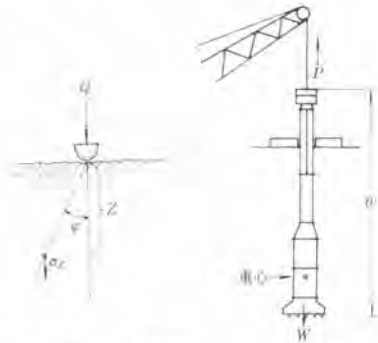


図-2 ビット荷重

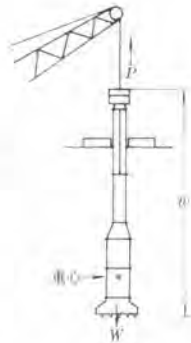


図-3

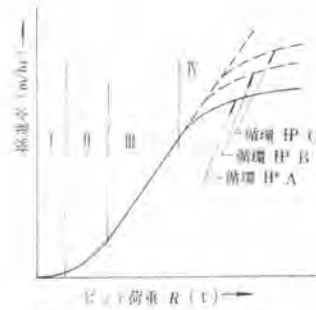


図-4 ビット荷重と掘進率

て、地山に圧碎可能な荷重をビットに与える必要がある。

このビット荷重が平面状の地山に集中荷重として作用した場合、地山中の応力はブーシネスクによれば、

$$\sigma_z = \frac{3Q}{2\pi x^2} \cdot \cos^5 \psi$$

で示されるので、たとえば、 $Q=1t$  の荷重が作用した場合、その直下  $0.5cm$  の位置では  $\sigma_z \approx 2,100 kg/cm^2$  となり、地山の強さに応じた破壊ゾーンが形成されることになる(図-2 参照)。

この破壊のチャンスは破壊ずりの排除が循環流体(泥水)によって十分行われる場合にのみビットの回転数に比例して進むこととなり、掘進の効果(掘進率といい、単位時間内のノミ下りで示す)は、ビット荷重、ビット回転数、循環泥水の排ずり力によって決定づけられている。すなわち、ビット系の全重量  $w$  よりつり荷重  $P$  を差引いた  $(w-P)=W \approx nQ$  が破砕力として作用することに留意して、その地山の  $q_u$  の数倍(実際には3~6倍)の  $\sigma_z$  が発生するように  $W$  または  $Q$  が計画されねばならない(図-3 参照)。

このような考慮のもとに行われた実験<sup>1)</sup>によれば、ビット荷重に対する掘進率の関係は図-4に示すようにビット荷重  $Q$  が小さい間は掘進率は極めてわずかで(I)、荷重の増加に対して次第に上昇を示し(II)、荷重の増加割合に比例して掘進率も大きくなるゾーン(III)に達するが、泥水循環量が一定の条件下(A)では再び掘進率の増加割合は低下を示し、これを維持するためには循環馬力の増加を行ってずりの排出能力を増大させなければならぬことが報告されている。また、 $P$  と  $W$  との間には  $W/(W+P) \approx 0.6$  が保たれるように載荷されることがさく孔の垂直性の維持、安定した操業の継続上必要とされている。

表-1 ビットの選定

地層の種類	$q_u$ の範囲 (kg/cm <sup>2</sup> )	ビットの種類
沖・洪積層	0~50	ブレード形ビット
三期層	30~500	平面車形回転ビット(合金鋼またはT.C)
中~古生層	300~2,000	ロックビット(T.Cまたはダイヤモンド)

(1) 大口径回転式掘削機に対する諸実験

このような掘削機が建設工事用として採用されるようになったのは現場造成ぐいの建造のため沖・洪積層を対象としてブレード形ビットを使用して  $0.8 \sim 1.5m\phi$  のボーリングを逆循環方式で掘削する方式が導入され(ザルツギッターのリバースサーキュレーションドリル)、国産化されることによって開幕された(日立-1962年)。この機械の導入によって新幹線(東京~新大阪間)工事をはじめ、羽田モノレール等に極めて有効に利用されたが、しかし、これらのスイベル容量は  $20t$  (S 200)~ $40t$  (S 300) で、岩盤に対する掘削機としての性能は具備されていなかった。

その後、本四架橋の要請が世論となって岩盤に対する掘削機の要求が提起され、ビルト社(L-2, L-4, L-10 S)およびヒューズ社(LDM-505等)が導入された(1968年)。ビルト機については倉敷市児島の花崗岩地帯において、ヒューズ機については徳島市鳴門の白亜紀和泉砂岩を対象として陸上実験が行われ、本州四国連絡橋公団および日本鉄道建設公団によって発表されている<sup>2)</sup>(図-5 参照)。

(a) ビルト L-4 S の実験

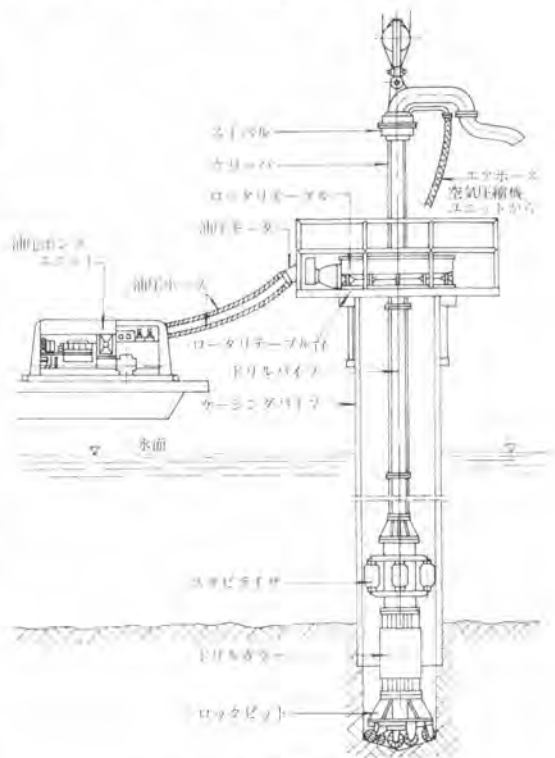


図-5 大口径回転式掘削機



(児島・陸上, 1968年)<sup>2)</sup>

実験は掘削径 1,150 mmφ の MR 形ビット (平歯車回転形) を深度 9.28~21.14 m まで, 以深では HH 形ビットを使用して行われた。エアリフトの効果は揚水量が 4 t/min を維持されたことによりドリルパイプ内流速で 2.12 m/sec 程度であること, および排出ずりの最大寸法が 30~35 mm であったことよりその沈降速度を十分に上回って揚水の含ずり率 1.12% の排ずり能力を発揮したものと考えられる。したがって, この掘削機は装置全体としてビット荷重, 回転トルク, 排ずり力の平衡がよく保たれているように観察される (図-6 参照)。

(b) ヒューズ LDM-505 の実験

(鳴門・陸上, 1968年)<sup>3)</sup>

本機は, 深孔掘りのオーソドックスな設計を脱脚して, 門構に沿って油圧機構によって上下運動するスイベルおよび駆動装置にドリルパイプを直接接続している。つり力の調整が油圧機構により微細に行い得る点がすぐれている。

掘削実験の結果は, 前実験に比較して口径も大きいのかかわらず, むしろⅢ域よりⅣ域に達していると判断されるような曲線形を示しているように観察される。ビットの損耗については, 本実験の方が大きく, 両者を比較しての判断として, ビット配置, 数の決定は計画を進めるうえで地山の性状を考えて慎重な判断を下さねばならない重要な問題点である (図-7 参照)。

両実験を通じてマッシブな地盤の場合にはその風化度に応じて掘進率が增大すること, そしてまた, それに応じた排ずり力を与えねばならないことも明白に了解されたように思われる。このように両実験はその能力, 歩掛り等を検討した画期的な実験としてその価値は高く評価されるべきものと考えられる。

(c) ヒューズ LDM-505 による面掘削実験

(児島・海上, 1971年)<sup>4)</sup>

本四公団の計画による橋梁基礎工においては相当な深さの海底において砂質岩盤に対してかなり広い範囲にわたって平面掘削を行い, 必要な地耐力の基礎底盤を造成する必要性が生じている。このような作業のためにまず岩盤の風化表層をあらかじめ打撃式砕岩機によって面掘削を行った後, すでにその実用性の確認された回転式掘削機により面掘削をラップ掘削によって行う方法につい

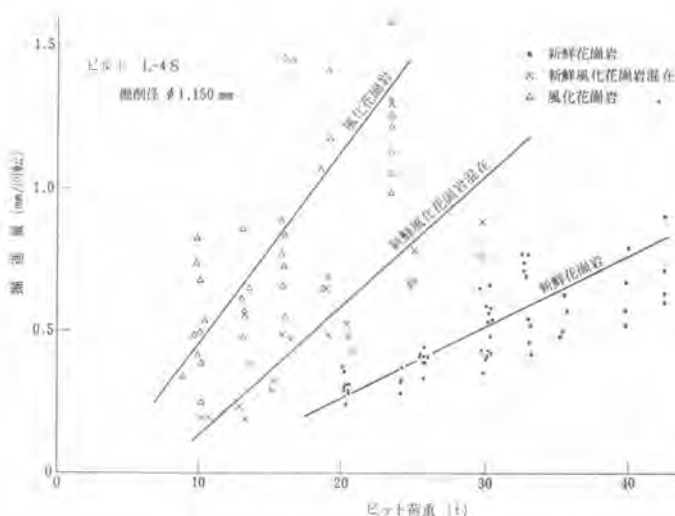


図-6 児島陸上実験 (1968年)

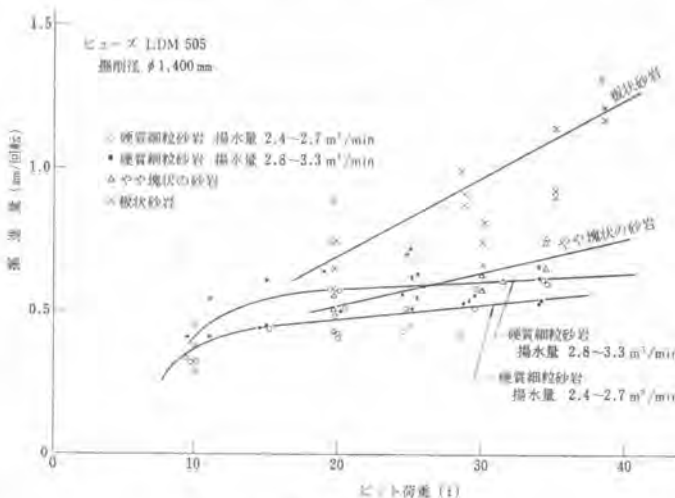


図-7 鳴門陸上実験 (1968年)

での実験を本四公団児島調査事務所によって海上足場上において行った。地質は風化花崗岩である。

この実験は, あらかじめ荒掘削された -23 m の部分で LDM-505 を約 5 m × 5 m の範囲に, 平面的に移動可能な操縦装置に装架して行われた。作業は 1,400 mmφ の単体掘削を 9 本行い, さらに中間部を 4 回掘削して面を形成させた。回転数 10~15 rpm, 荷重 5~28 t で行

われ, 平均 3~5 cm/min のノミ下りであった (図-8 参照)。

しかし, トップ 4 孔は 9 孔の掘削ではなはだしく崩壊し, 平均 36 cm を残すのみで, この部分の掘削は根固めされていないフリー端

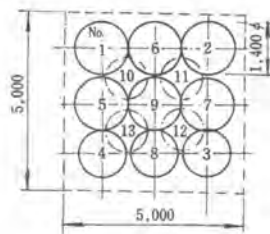


図-8

のガイドパイプのまま行われたため異常振動が生じて衝撃を感じている。第2層は深さ 5 m までを目標として行ったが、第1層の経験よりガイドパイプの固定に考案を施し、1~9 孔は平均 1 m/hr 程度の掘進率が見られた。そして、ラップ部はほとんど崩壊して海底面は平坦となった。これらの結果より考えられる期待工程は、幅 50 m × 長さ 25 m × 深さ 5 m (6,250 m<sup>3</sup>) を 1,243 本のボーリングにより掘削作業を行うとき、使用機数 5 台、作業時間 16 hr/ 日とした場合に 86 日を要するであろうと報告されている。

#### (d) ビルト L-2 S による平面掘削実験

(高倉山・陸上, 1972 年)<sup>4)</sup>

平面掘削の実験は LDM 機に続いてビルト L-2 S 機を使用して本四公団神戸調査事務所によって神戸で行われた(モルタル疑似岩盤)。この実験は前者より幾分広い規模 (6 m × 4.5 m) で陸上で行った点が異なり、パイロット付ビットおよび普通形ビットの両形について行われた。いずれの実験でもケーシングパイプによる正確な位置決めと、スタビライザによるドリルストリングスの拘束が重要であることが強く認識され、海底掘削への適用について地質、潮流、拘束法を満足する大規模な掘削システムが必要であることを強調し、実作業に臨んで予想される問題点を指摘している。

### (2) 大口径掘削機の国産化

L-4, LDM-505 の掘削実験が成果を挙げ、将来同機種の必要性が認識された時点 (1969 年) でその国産化が重工業各社によって企画された。石川島播磨重工とビルト社、三菱重工とヒューズ社の技術提携が行われ、また独自の技術開発が新日本製鉄、川崎重工等によって進められ、それぞれ実用機の製作に着手したが、それらは 1.5 mφ 級の実績より一挙に 3.6 mφ 機に挑み、1971 年に 4 機種が完成された。

これらの性能試験は、石川島 (L-10 S)、三菱 (MD-360)、川崎 (KSD-4) の 3 機については本四公団神戸調査事務所において<sup>5)</sup>、新日鉄 (BM-1) については同社光製鉄所において<sup>6)</sup> 各々施工実験が行われた。また、日本道路公団は山口県大島架橋をその基礎地盤の状態より多柱式 3.6 mφ による基本設計を決定し、その現場施工実験を新日鉄 (BM-1)、三菱 (MD-360)、川崎 (KSD-4)、石川島 (L-10 S) の 4 機について行った。

現場は深さ約 8 m、地質は花崗岩で表層 1 m 程度の

風化帯を除いて新鮮岩であるが、均質でなく、力学性状は  $300 < q_u < 1,500 \text{ kg/cm}^2$  とかなり幅がある。この実験で掘進率を大きくするための努力が実験諸要素にあらわれ、掘進率も 1.0~1.5 m/hr と驚異的な実績を各機が挙げたことはわが国の技術水準の高さを示すものとして特記されるべきである。

しかし、実用上はこのような数字を目標として考えるべきではないように思われ、ビットの経済寿命、機械の最適運転条件下で、もっと精度の高い掘削をするよう使用されることが望ましい。4 機は各々機構的な特徴を持っていて、たとえば、L-10 S では孔長が 30~50 m と深くなったとき実力が発揮されよう。MD-360 と BM-1 はともに浅孔で小回りよく利用されよう。KSD-4 は口付より硬質地山であれば垂直精度は最もよくなるよう。

### (3) 架橋地点付近の現場実験

このように大口径掘削機の実用性は諸実験を通して次第に明確となったが、実作業に臨んだ場合、その地盤には種々の条件、すなわち、堆積層の処理、玉石層の掘削方法等の未知の要素が考えられ、また、たまたま公害問題がクローズアップされ、漁業補償、自然環境保護が問題となり、海底の掘削さえ制約される状態下で無公害施工を達成するための現場実験が因の島および鳴門(大毛島および門崎)において本四公団によって行われ、下部工の工費、工期について最小限の裏付となるような資料を得た。

#### (a) 因の島における現場施工実験<sup>7)</sup>

因の島大橋 3 P 地点においては直接基礎の締切工として鋼管矢板締切工が考えられ、玉石堆積層を通して風化帯より新鮮花崗岩盤に達する地盤条件下における鋼管矢板の建込実験が行われた。実験は水深 3~10 m、潮流 3 kt の急傾斜の海岸で、SEP 上に TSR 1600 (帝石さく井) および LDM 505 (三菱) を搭載して行われた。その結果は表-2 のとおりである。

この実験では初め堆積玉石層を含めて掘削機で掘り下げるよう試みたが、ケーシングパイプの不安定と玉石の流入等で掘進が極めて困難であることが経験されたので堆積層はガット船によって岩盤と認められる層まで重量形のクラムシェル等で掘削を行った。

また、海水の汚染を防止するためエアカーテンによる遮断の実験を行い、かなりの効果が認められたと報告されている。

表-2 因の島実験概要

機 種	区 分	掘進長 (m)	掘削時間 (hr-min)	掘進速度 (m/hr)	平均ビット荷重 (t)	回 転 数 (rpm)	岩 質	弾性係数
TSR-1600	I	12.92	47-20	0.27	4.80	15	石英斑岩	$C_H, C_H \sim (C_M)$ $C_H \sim C_M$
	II	12.83	20-30	0.63	5.93	15		
	III	20.40	16-20	1.25	5.63	7~15		
LDM-505	IV	11.40	8-10	1.40	5.16	7~15	花崗岩	$C_M \sim (C_H), C_M$ $C_M \sim C_L$

(注)  $C_H$  4,000~20,000 kg/cm<sup>2</sup>,  $C_M$  1,500~7,000 kg/cm<sup>2</sup>,  $C_L$  1,000~3,000 kg/cm<sup>2</sup>

表-3 大毛島実験概要(昭和48年)

機 種	No.	作 業 期 間	純掘削時間 (hr-min)	平均掘進速度 (m/hr)	掘 進 長 (m)	ビット荷重 (t)	回転数(rpm)	ナリ管 閉塞回数	作 業 員 (人/日)
L-4	1	48.6.6~6.12 (7)	8-16	1.19 (1.26)	10.50 (2.50)		9~11(10~11)		42
	2	48.6.28~6.30(3)	6-07	1.64 (2.09)	11.31 (3.90)	16~20(16~20)	10~12(10~12)		21
	3	48.7.12~7.16(4)	7-04	1.69 (1.85)	11.64 (3.30)	12~25 (12)	13~18 (13)		28
MD-100	1	48.6.2~6.14 (8)	10-00	1.09	10.71	2~10	12~14	36	75
	2	48.6.27~7.1 (5)	7-04	1.42	11.55	3~23	14~17	8	44
	3	48.7.12~7.16(4)	6-03	2.19	11.83	6~15.5	16~17	0	30

(注) ( ) 内の数字は玉石層の実績を示す。

表-4 門崎実験概要(昭和48年)

機 種	地 質	作 業 期 間	純掘削時間 (hr-min)	平均掘進速度 (m/hr)	掘進長 (m)	ビット荷重 (t)	回転数 (rpm)	埋戻し量(m)
MD-100	{ 至石 岩盤	48.6.30~7.10 (10)	29-02	0.126	3.65	14~107(50~70)	3.5~6.0 (4~5)	2.41
		48.7.11~7.13 (3)	10-30	0.308	3.24	14~100(70~100)	5.0~6.0 (5~6)	1.37

(注) 埋戻し量は掘進長には加算していない。また、( ) 内は平均値

### (b) 大毛島における施工実験<sup>2)</sup>

鳴門(大毛島)における現場実験は大鳴門橋 5A 地点の仮橋橋の一部において施工上の資料を得るためあらかじめ設けられた海上ステーション上に移動架台を搭載して MD-100 および L-4 によって 1,000 mmφ 各 3 孔の掘削鋼管建込み、根固め実験が行われた。現場の地質は水深約 3 m で堆積砂層約 0.8 m, 玉石層約 1.6 m, その下に砂れき層が 2~3 m で基盤に達する。基盤は砂岩、頁岩とその互層よりなる。両機とも MR カッタを使用し、必要な浸水比が得られないので中間スイベルを用いてポンプ循環とした。その作業記録は表-3 のとおり報告されている。

この実験で特記される点は、建込んだケーシングチューブの周囲が陥没して外部の砂れきを吸込む現象で、これを防ぐため土のうを積込んでこれを防ぐことができた点である。掘削孔径の余掘りは平均して 100 mm ぐらいで、測定記録での孔の最大誤差は半径で +76 mm, -40 mm である。一般に地層の傾斜方向に流れる傾向を示している。

### (c) 門崎における施工実験<sup>3)</sup>

門崎側では 1A 地点の仮締切のジャケット足場の根固め作業等の施工上の資料を得ることと、2P, 3P 等における多柱基礎の現地条件、すなわち、玉石層、堆積層を有する岩盤の掘削実験を支持わく上において 3.6 mφ 回転掘削機 (MD-360) により行った(本現場では別に 1.0 mφ 重錘掘削機、3.6 mφ 重錘掘削機の実験が行われた。別項参照)。この実験は和泉砂岩層を主として掘削した。この砂岩層はほとんどいわゆる風化帯を形成することなく堆積層の玉石も新鮮岩である(表-4 参照)。

この実験で特筆されることは、転石層を掘進するにあたって、ケーシングが 0.85 m までしか追従せず、玉石の上で降下が止まり、外部よりの砂れきや玉石が内部に崩落してきたことである。そして泥水がケーシング外部に漏洩することもあった。ケーシング固定の問題は因の島でも経験されているが、本実験では玉石の大きさも 3

~3 m に及び、揺動のためビット系を破損することが予想された。順調な掘削が行われた場合には最大 0.7 m/hr の掘進を見ているが、これは頁岩層での結果で、和泉砂岩の硬さには一驚させられた。結論的にはこのような大きな転石層を通して掘削を行うためには、ケーシングパイプを固定するのになんらかの方法を案出しなければならないように思われる。

## 3. 重錘式掘削機

いわゆる Percussion Drilling はさく井技術の基本をなしているもので、わが国でも江戸時代後期より上総掘りとして発達し、温泉井戸の掘削に応用され、1,000 数 100 m に及ぶ井戸掘りが行われている。これらの技術は掘削しようとする井戸径の 10~15 倍の長さのノミを掘り管(心矢)を通して降し、ノミに上下運動を与えるワイヤを取付けてこれによりノミに単弦振動(上下動)を与え、地上にはこれと共振する振動系(カウンタウエイトまたは弓)を連結させて数秒から 10 数秒の周期の正弦振動を行わせ、ノミが最低位に達する付近で岩盤に衝撃を与えてこれを破砕する方式である。

この方式で実用に供されているものはノミ径 8"~20" 程度で、ザリ揚げ方式もノミにポケットを備えて排出する最も初歩的なものから、心矢をパイプとしてこれにエアリフトを装置したものまでいろいろある。しかし、これらの技術では衝撃力は振動系のエネルギーの数分の 1 が利用される程度であって、振動系の垂直性は常に維持され、ノミによる孔壁の破壊が発生しないように掘り進んでいる。しかし、この方式によって 1,000 mmφ の掘削を行うと考えた場合のノミの規模は 200 mmφ のノミが長さ約 2 m, 重さ 150 kg であることから、 $150 \text{ kg} \times (1.0/0.2)^2 = 18,750 \text{ kg}$  となり、かつ、ノミ長さは約 10 m に及ぶことが予想され、実用上の規模として 3 倍のカウンタウエイトを搭載したとき振動系の重量のみで 80 t にも及び、実用機的设计は極めて困難なものとなる。

しかし、落下衝撃力による破砕は非常に大きなものであって、これの利用がもし有効に発揮されればその効果は刮目されるものがあると思われる。このような観点からその利用開発が 1950 年当時よりすでに充足し、諸種の機械の試験的な開発実験が継続されてきた。

写真-1 および 写真-2 は現在重錘式掘削機として本四連絡橋下部工施工のため神戸製鋼で設計製作された最近の掘削機である（写真-1 は 3.5 mφ 級、写真-2 は 1.0 mφ 級）。

(1) 現在までの経緯

昭和 41 年頃、建設省大阪機械事務所で一文字形の重錘を試作し、これを種々の高さから自由落下させ、重錘重量、刃先の形状、落下高さ掘削量の基本的調査が行われたことに始まる<sup>10)</sup>。これらの試験をもとに昭和 40 年から 41 年にかけて口径 3.16 mφ、重量 8,000 kg の十文字形の重錘掘削機が設計され、昭和 41 年 6 月から 43 年 3 月まで淡路島の岩屋沖で海上実験が行われた<sup>10)</sup>。掘削対象地質は低固結れき岩、凝灰質泥岩、粗粒アルコーズ砂岩の互層で、れき径 50~150 mm 程度の大径のものを挟有した地質であった。平均的掘削能率および作業

表-5 掘削能率

ウェル No.	純掘削時間 (min)	重錘			掘削能率	
		回転角度 (°)	落下高 (m)	落下回数	m/hr	m <sup>3</sup> /hr
No. 1	1,825	6~15	0.5~1.5	12,063	0.32	3.0
No. 3	5,430	4.5~10	0.5~1.5	35,629	0.25	2.3

(本州四国連絡道路調査概要報告書より)

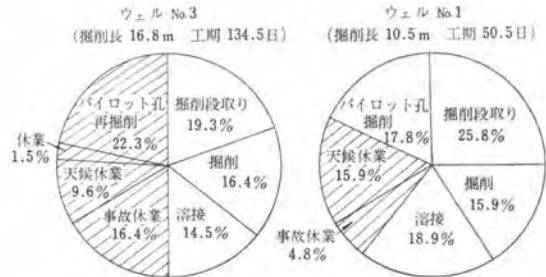


図-9 作業内容

内訳は表-5 および 図-9 のとおりであった。

その後、重錘にぎり集合用の攪拌板を付けたり、中心管先端部のガイドホール先掘り用にキリモミ形のビットを付けるなどの改良が施され、再び風化花崗岩に対する掘削実験が行われ、掘進速度約 0.2~0.25 m/hr の結果が報告されている<sup>10)</sup>。図-10 はその掘削装置の全体図

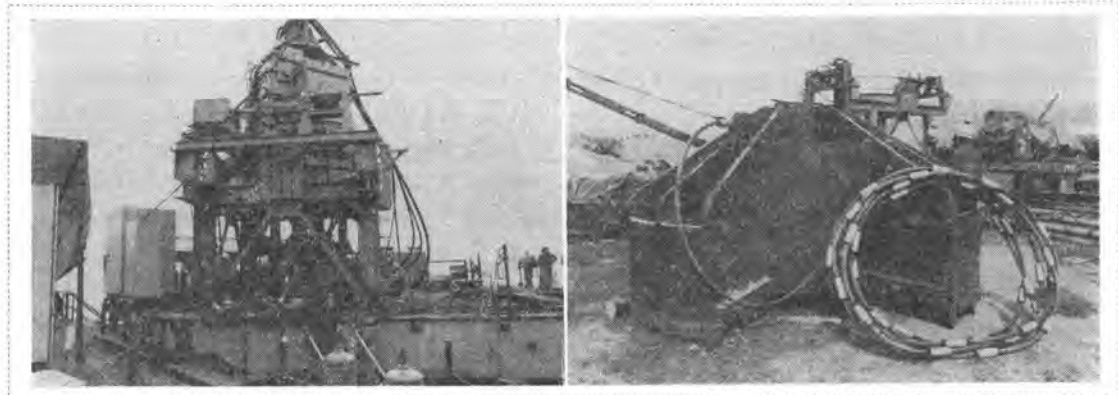


写真-1 3.5 mφ 級重錘式掘削機

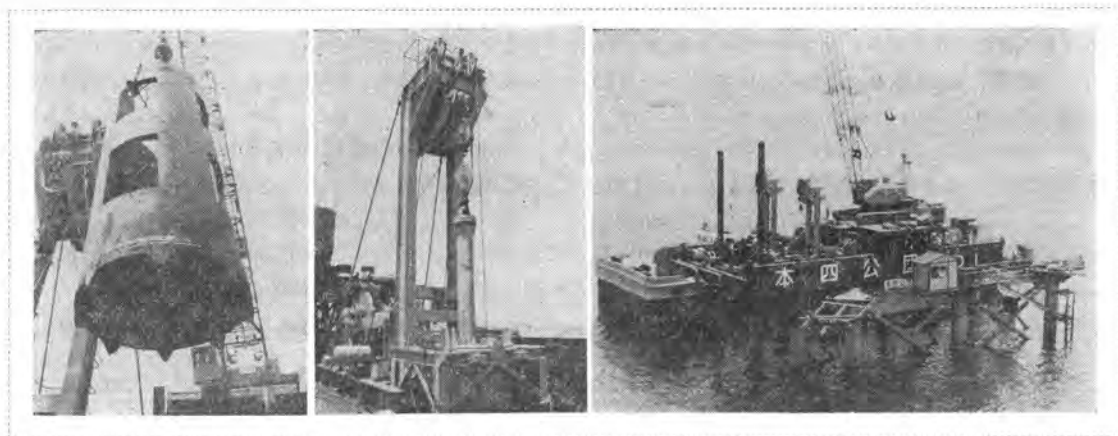


写真-2 1.0 mφ 級重錘式掘削機

表一六 重錘式掘削機主要仕様

形式	重錘式掘削機 (水中駆動形)
諸元	機重量 59.2t (水中時約 33t) 全長 48.5m (イリ管含む) 全高 6.0m 全幅 2.8mφ (滑溜部分)
重量	十文字形ハス刃付重量 13.2t 刃先角 90° 刃先線圧 20 kg/cm
性能	掘削口径 3.2mφ 対象岩強度 約 1,000 kg/cm <sup>2</sup> (一軸圧縮強度) 落錘サイクルタイム max 68sec/回 落下高さ max 1.9m (任意調整可) 回転送り角度 0~15°

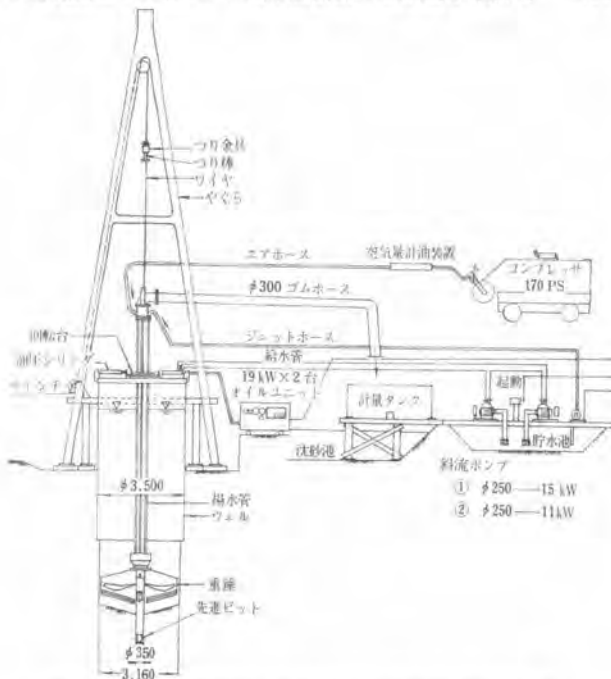
表一七 重錘諸元

区分	刃先の直徑	刃先長 (cm)	重量 (t)		線圧 (kg/cm)	
			水中	空中	水中	空中
改造前	2,800	596	10.14	11.61	17.0	19.5
改造後	3,600	600	13.32	15.00	22.0	25.0

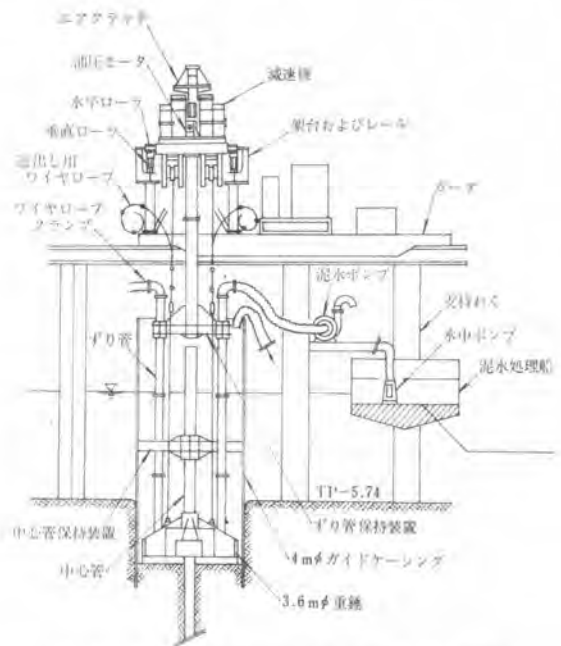
(本州四国連絡橋基礎工調査実験報告書・土木工業協会)

である。この設備規模の重錘式掘削機では掘進能力から判断して一軸圧縮強度 100~150 kg/cm<sup>2</sup> の風化花崗岩が限界のように思われた。これは重錘の単位長当りの打撃エネルギーが岩の強度に対して足りないためで、より強度の岩を掘削するためには重錘刃先の線圧を高くする必要があるように思われた。このときの重錘刃先線圧は大体 11~15 kg/cm であった。

その後、より硬い岩質 (一軸圧縮強度 1,000 kg/cm<sup>2</sup> 程度) の掘削を目的とし、表一六のような重錘重量 13.2 t、刃先線圧 20 kg/cm の水中駆動式の掘削機が設計さ



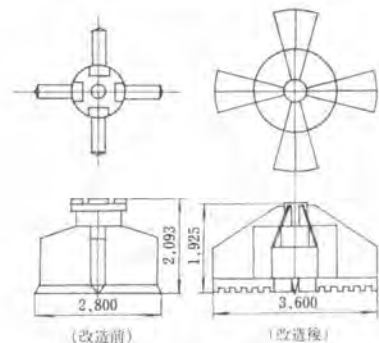
図一〇 掘削装置概要図 (本州四国連絡道路調査概要報告書)



図一〇 3.6mφ 重錘式掘削機全体概要図 (本州四国連絡橋基礎工調査実験報告書・土木工業協会)

れ、昭和 46 年 4 月から 47 年 8 月頃にかけて種々の陸上実験、海上実験が行われ、砂岩および泥岩に対して最高 0.18 m/hr、平均 0.16 m/hr (落下高 H=1.25m) および 0.14 m/hr (落下高 H=1.0m) の掘進速度が報告されている<sup>11)</sup>。しかし、実際にはウェル内側突起部に重錘があたって重錘衝撃力が有効に働いていなかったことによる掘進性能の低下が考えられる。続いて昭和 46 年 9 月から 12 月にかけて上記 3.5mφ 重錘式掘削機と一文字刃のドロップハンマを組合せた口径 10m のいわゆる重錘式拡孔掘削機が設計され、鳴門で海上試験が行われた<sup>12)</sup>。

さらに、以上の諸実験をもとにビットの形状、ざり排出機構ならびに駆動部分に対する改造が行われ、図一〇 (写真一と同一) に示すような上部駆動式の現在機種が開発され、現在に至っている。改造前後の重錘の構造ならびに



図一二 重錘構造概要

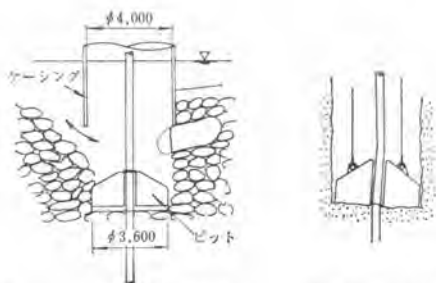


図-13 ケーシング追従状況

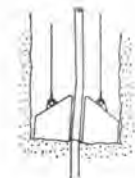


図-14 中心管曲りと重錘の関係

諸元は 図-12 および 表-7 のとおりである。

(2) 架橋地点での現場実験

昭和 48 年 2 月から 7 月にかけて鳴門架橋地点（門崎側）で玉石層ならびに和泉砂岩層に対して海上実験が行われ、表-8 の結果が報告されている<sup>9)</sup>。

上記の掘進率はあまり良好な成績とはいえないが、これは玉石層の掘進に伴って 図-13 に示すようにケーシングが追従せず、ケーシング下端刃口部の玉石、砂れき等が孔内に崩落し、孔内を埋戻したためであろう。また実験中、図-14 に示すように重錘着底時に曲げモーメントが作用し、中心管の曲りが生じ、爾後の落下時のエネルギーが中心管との摩擦によって吸収され、落下速度の低下、ひいては掘削能力の低減につながったことが考えられる。これらのことを考えると、重錘の形状についても、また、衝撃時に発生する水平力の処理についても大切な問題点のあることが反省され、その解決が望まれる。

4. 打撃式破碎機

この機械はクレーンまたは掘削機のリーダ等によって重錘の代わりにロックハンマ（インパクト）をつり下げ、圧縮空気または蒸気により打撃力をインパクト先端に取付けられたモイルポイントまたはチゼルポイントに伝達されて岩盤を破碎するもので、自然落下式の打撃力に比べて大きな打撃力を発生し、高硬度の岩盤破碎を可能ならしめている。現用機では圧縮空気圧または蒸気圧が 7 AT であることから、使用深度に応じた高压空気または蒸気が必要とされる。

代表的なものにマキナンテリーおよびデマージの砕岩

表-8 3.6mφ 重錘式掘削機実験結果

掘削層	掘進速度 (m/hr)	
	頁岩	岩体
頁岩	0.06	0.16
岩体	0.11	0.09

表-9 水中砕岩機比較表

項目	形式	VR 40 AU (デマージ)	10 BS (マキナンテリー)
打撃エネルギー (m-kg/回)		1,300	1,807
打撃数 (回/min)		138 (ただし 6 気圧時)	105
仕事量 (m-kg/sec)		3,000	3,100
作業圧 (kg/cm <sup>2</sup> )		6~7 (空気) 10 (蒸気)	7.04 (空気, 蒸気)
空気の消費量 (m <sup>3</sup> /min)		13.2 (6 気圧) (蒸気 10 気圧時 550 kg/hr)	21.23
本体重量 (kg)		4,960	4,921
総重量 (kg)		8,620	10,273
打撃用ラム重量 (kg)		910	1,359
本体全長 (mm)		3,200	2,794
本体幅 (mm)		520×530	609×609
空気供給用ホース内径 (mm)		42	63.5
排気用ホース内径 (mm)		115	101.6
作業可能水深 (m)		60	60

機がある。表-9 は海中掘削に使用されている両社の代表的機種との性能比較である。なお、表-10 は鮫子漁港の岩盤浸漬工事における砕岩船搭載の 10-B-3 形の実績である。ちなみに、同浸漬区域の地質は主として安山岩からなり、弾性波速度 1.5 km/sec 以上が全体の 70% を占め、一軸圧縮強度も平均で 1,690 kg/cm<sup>2</sup> もある硬質の岩盤であった<sup>12)</sup>。

5. おわりに

機械的な方法による海底掘削機に関する諸実験の経緯は表-11 のようにすでに約 10 年に及んで続けられてきた。回転式大口径掘削機については、3.6mφ 級までについては掘削機自体として十分実用に耐え、かつ必要能力を備えた数種の機械の開発がほぼ完成したと思われる。しかし、これらを現場に供用する場合に派生する問題としてケーシングチューブ安定化の問題、堆積表層の処理方法については、水深が深くなり、かつ潮流が速くなった場合これに対して完全かつ無公害の方法が要求されることは当然である。これについては将来検討されねばならない。

重錘式掘削機については、落錘に伴い発生する水平衝撃力の吸収に適切な方法を見出せばこれもまた実用に供

表-10 打撃式作業船の作業の実例

工事名称	回積	計画掘削岩盤量	平均深度		地盤条件		44 年度の岩盤砕岩実験					作業船		
			現在面	底盤	q <sub>u</sub>	V <sub>p</sub> (km/sec)	砕岩量	打撃本数	作業時数	打数/hr	砕岩量/打 (m <sup>3</sup> )		砕岩量/hr	
鮫子漁港第 4 次整備工事					安山岩									
-6m 泊地(内港部)	163,000	327,000	-2.57	-6.00	942~1,370	1.5~2.5	16,139	29,310	1,939	15	0.552	8.3	玄海号	
-6m 航路(外港部)	80,000	135,000	-4.23	-6.00	880~2,690	1.2~3.0	6,200	20,859	694	30.1	0.297	8.9	*	

(構築と基礎 6-10, 1972)

表-11 回転式ならびに重錘式掘削機に関する諸実験

期 間	主 費	実験場所	機 種	類 要	参考文献
昭和 41 年 6 月～43 年 10 月	建設省-土工協	淡路島岩屋沖	3.5mφ 重錘式掘削機	海上試験	(10)
昭和 43 年 3 月～43 年 8 月	鉄建公団-鉄建協	倉敷市児島	ビット L-4 S 回転式掘削機	陸上試験	(2)
昭和 43 年 6 月～43 年 8 月	鉄 建 公 団	徳島県鳴門	ヒューズ LDM-505 回転式掘削機	陸上試験	(2)
昭和 46 年 9 月～46 年 12 月	本 四 公 団	神戸市高砂	10mφ 重錘式拡孔掘削機	陸上試験	(11)
昭和 46 年 4 月～47 年 7 月	本四公団-土工協	徳島県鳴門	3.5mφ 重錘式掘削機 (水中駆動) 10mφ 重錘式拡孔掘削機	海上試験	(11)
昭和 46 年 4 月～46 年 9 月	本四公団-土工協	倉敷市児島	ヒューズ LDM-505 回転式掘削機	海上試験	(3)
昭和 46 年 9 月～46 年 11 月	新 日 鉄	光製鉄所	3.6mφ BM-1 回転式掘削機	陸上試験	(6)
昭和 46 年 9 月～47 年 8 月	本 四 公 団	神戸市田井加	IHI L-2 S 回転式掘削機 土木研究所試作の回転式掘削機 IHI L-10 S、三菱 MD-360、川崎 KSD-4 (いづれも回転式掘削機) 10mφ 重錘式拡孔掘削機	陸上試験	(4),(5)
昭和 47 年 9 月～48 年 1 月	山 形 道 路 公 団	山口県大島大橋	3.5mφ 回転式掘削機 (新日鉄 BM-1、三菱 MD-360、川崎 KSD-4、IHI L-10 S)	海上試験	(7)
昭和 47 年 10 月～48 年 7 月	本四公団-土工協	広島県因の島	1.0mφ 級回転式掘削機 (三菱ヒューズ LDM-505、帝石さく井 TSR-1600)	海上試験	(8)
昭和 48 年 2 月～48 年 8 月	本四公団-土工協	徳島県鳴門	1.0mφ 級回転式掘削機 (IHI L-4 S、三菱 MD-100)	海上試験	(9)
昭和 48 年 2 月～48 年 8 月	本四公団-土工協	兵庫県福良 (門高)	1.0mφ 級回転式掘削機 (新日鉄 ND-1)  3.5mφ 級回転式掘削機 (三菱 MD-360) 1.0mφ 級重錘式掘削機 (神戸製鋼) 3.5mφ 級重錘式掘削機 (神戸製鋼)	海上試験	(9)

し得るものとなろう。それに関連して打撃式破碎の機構にビットを装備し、これを懸垂装架して、その打撃力によりポーリングを行ういわゆる回転衝撃式ドリルが 500mmφ で石油採掘に使用され、1,000m 以上の深孔掘削に米国で使用されているが、打撃破碎の分野は将来とも極めて有力な発展資質を有しているものと思われる。

参 考 文 献

- 1) 石油技術協会「石油鉱業便覧」(1963)
- 2) 本四連絡橋基礎工調査実験報告書・併用橋 (本四公団, 鉄建公団)
- 3) 土木工業協会「本四連絡橋基礎調査実験報告その3(上)」
- 4) 松本克己: “ロータリ掘削機による面掘削実験”

- 5) 松本克己: “大口径ロータリ掘削機の陸上掘削試験” 『建設の機械化』'72.9
- 6) 福家・波多野: “大口径掘削機 BM-1 の性能試験” 『建設の機械化』'72.7
- 7) 沼田・藤田: “大島大島の掘削実験” 『建設の機械化』'73.7
- 8) 「因の島鋼管建込等実験工事報告」土木工業協会 (48.8)
- 9) 「鳴門鋼管建込等実験工事報告」土木工業協会 (48.8)
- 10) 「本州四国連絡橋道路調査概要報告書」(45.3) 建設省道路局・近畿地建
- 11) 「本州四国連絡橋基礎工調査実験鳴門海上実験報告書」土木工業協会 (47.7)
- 12) 「橋梁と基礎」Vol. 6, No. 10, 1972

図 書 案 内

# 仮設鋼矢板施工ハンドブック

A 5 判 約 460 頁 頒価 2500 円 送料 200 円

申込先  社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号機械振興会館内  
電話 東京 (433) 1501 振替口座東京 71122 番

# 水中ブルドーザの現状

佐々木 保 春\*

## 1. はじめに

昭和 43 年 10 月に日本国土開発が世界で初めて完全水没形油圧駆動方式の水中ブルドーザを鹿島港の海底に走らせ、水中ブルドーザの第一歩は踏み出された。その後、水中土木工事量の急激な増大と工事の多様化および海洋開発の進展に伴い、水中ブルドーザをはじめとする各種の新しい水中作業機械（作業時、海底に着底し、それ自身が仕事をする機械の総称）が次々と開発され、この 5 年間で 11 機種、25 台前後が製作された。これらの中にはまだ実用化を目指して海中実験中のものもあるが、すでに実際の工事で立派に活躍し、着々と実績を重ねつつあるものが多い。これら水中ブルドーザをはじめとする各種の水中作業機械には、

① これまでの海上から各種の作業機器をつり降して作業する方法に比べ、作業の主体となる機器そのものを

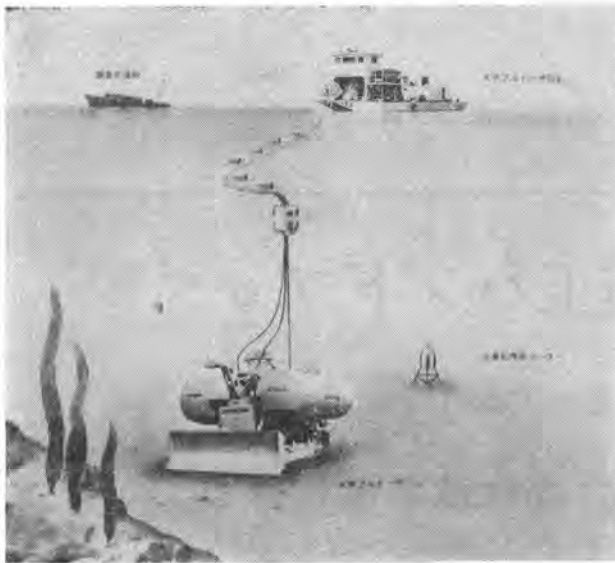


写真-1 深海形水中ブルドーザシステム概念

\* 日立建機(株)技術部第1課

海底に着底させて作業するため波浪、潮の干満などの影響が少なく、精度の高いきめ細かな作業ができる。

② 作業船が入れない浅い水域や、作業船ではとどかない深い水域での作業が可能である。

③ 海底の硬土盤掘削にも適応しやすい。

④ 潜水夫の手作業の補助またはそれに代わるものとして能率よく作業できる。

などの特長があり、従来、海工事の主体であった作業船と潜水夫の欠点、弱点を補う機械として開発されてきたように思われる。そして今後もこの種の機械の要請は水中土木工事の増大とともにますます高まり、さらに優れた新しい水中作業機械も開発され、発展してゆくものと予想される。

以下、本稿では水中ブルドーザをはじめ各種の水中作業機械の全般的な開発状況と、これらの一例として日立グループと日本国土開発が共同で開発した深海形水中ブルドーザシステム JH 360 の現状について述べ、読者の参考に供したい。

## 2. 水中作業機械の開発状況

水中作業機械をその使用可能水深から分類すると、水際から水深 7 m 前後までの浅い水域を作業対象にした浅海用と水深 50~70 m までの比較的深い水域での作業もできる深海用との二つに大別される。

### (1) 浅海用

日本国土開発が昭和 43 年に開発した水中ブルドーザがこの用途向けであり、翌 44 年には建設省および小松製作所が水陸両用ブルドーザを、また、日本国土開発、日立建機、日立製作所の 3 社が協力して浅海用水中ブルドーザを開発し、その後、表-1 に示す各種の水中作業機械が 1 社ないし数社の共同開発の形で製作された。これらは各メーカー、形式により構造機能も異なるが、大別す



ると、機械本体に内燃機関を内蔵し、シュノーケルで吸排気を行う形式のものと、船上または陸上より動力の供給を受けて作動する完全水没形のものがあるが、いずれも陸上機械をベースに水密加工や他の機械的な改造を付加して作られている。

浅海用水中作業機械はいわゆる水際などの作業船が入りにくい浅い水域を主たる作業対象にするもので、表-1 に示すフロータブル、シャローブルドーザ、水陸両用油圧ショベルなどがまさにそれである。これらは養殖漁場や海水浴場の整備、河川の改修工事などに使用されており、いままでにできにくかった機械化施工を可能ならしめている。また、表-1 でも水深 7m 前後まで作業可能な水陸両用ブルドーザや浅海形水中ブルドーザなどは漁港の浚渫や防波堤、護岸などの水中基礎工事、捨石マウンドならしなどに使用され、作業船や潜水夫による作業では期待できない高能率で質のよい作業ができるようになってきている。なお、用途、形態も異なるが、採貝用に開発された水中トラクタもある。

## (2) 深 海 用

昭和 45 年に小松製作所が 60m まで作業できる水中ブルドーザを、また、三井海洋開発、日本製鋼所が海中ロボットを、翌 46 年には日立製作所、日立建機、日本国土開発の 3 社が協力して深海形水中ブルドーザを開発し、48 年には機械振興協会が数社の協力のもとに海底土木建設作業システムを開発した(表-2 参照)。

これらは比較的水深が深いことから、いずれも船上から電力の供給を受けて作動する構造であるが、操縦方式はダイバー(オペレータ)が周囲を目視しながらコントロールする方式と、各種の電子機器などを使い、水中のあらゆる情報を船上に集めて船上からリモートコントロールする方式の 2 通りがある。いずれも高水圧、暗黒下の海底で重作業を行う機械のため、単に機械技術だけでなく、電気、電子、音響、流体、化学など広範囲な技術を必要とする一大システムである。これらはひと通りの海中実験を終え、これから実用化に入ろうとする段階のように思う。

## 3. 深海形水中ブルドーザシステム JH 360

### (1) システムの概要

深海形水中ブルドーザシステム JH 360 は写真-1 に示すように非自航母船と水中ブルドーザおよび両者をつなぐつり上げ用ワイヤロープ、送電・送信用ケーブル、エアホースならびに各種の水中暗視装置からなっている。

#### (a) 水中ブルドーザ本体

母船上から水中ケーブルを介して電気動力の供給を受



写真-2 縦横用パネル

け、水中電動機により油圧ポンプを駆動し、その油圧で油圧モータあるいは油圧シリンダを駆動して走行あるいは作業機を作動させる電気・油圧駆動方式の水中ブルドーザである。走行速度は母船上からシンクロ電機によって可変容量形ポンプの斜板角を制御することにより停止から最高 3 km/hr まで無段階に変速できる。気密部は水深 60m での水圧にも十分耐えられるよう内部から加圧して外圧とバランスさせ、気密を保っている。この水中ブルドーザは浮力タンクを備えており、海面から海底までのつり降しやつり上げには他のクレーン船などの力を借りることなく自力ででき、また、現場間の移動には母船とともに浮上えい航することができる。なお、この浮力タンクは海底地盤が軟弱な場合、接地圧の調整にも利用される。

#### (b) 母 船

非自航の鋼製箱形バージで、主発電機(300 kVA)、補助発電機(20 kVA)、空気圧縮機、水中ケーブル、エアホース、ワイヤロープ巻取りウィンチ、操縦室などのほか、操船用ウィンチ、休憩室、シャワー室など作業に必要な諸設備を備えている。

#### (c) 水中ケーブル

直径 74 mm の複合キャブタイヤケーブルで、3,300 V の動力線 3 本と低電圧の計測・制御用通信線 49 本とが同一ケーブルに収めてある。

#### (d) 操縦装置

操縦室は母船のブリッジに設けられており、すべての運転操作がここで行えるようになってきている(写真-2 参照)。水中ブルドーザを運転中よく使用する装置のうち主なものは次のとおりである。

##### (i) 水中ブルドーザ位置監視装置

ブルドーザに取付けられた送波器から超音波を放射し、あらかじめ測定された定点に設置した 2 個の受波器でこれを受信してこの間の距離を検出し、2 個の受波器

表-1 浅海用水中作業機械一覽表

名称(形式)	プロクターブルF1	シャローブルドーザ	水陸両用油圧ショベル UA 03	水陸両用ブルドーザ D155W	浅海形水中ブルドーザ システム JH160	潜水ドレック	
概 要 図							
作業水深	陸上~2m	陸上~2.5m	陸上~3m	陸上~7m	1~7m	0.8~7.0m	
システムの概要	ジュノーケルを通して吸排気を行う。内蔵する機関によって駆動されるブルドーザである。船形プロローダを有し、2.3m以深では自動である。搭乗運転	ジュノーケルを通して吸排気を行う。内蔵する機関によって駆動されるブルドーザである。プロローダを有し、深さへの沈没を予防している。搭乗運転	ジュノーケルを通して吸排気を行う。内蔵する機関によって駆動される油圧ショベルである。搭乗運転は半自動。搭乗運転と無線遠隔操縦の2方式が可能。	ジュノーケルを通して吸排気を行う。内蔵する機関によって駆動されるブルドーザである。搭乗運転と無線遠隔操縦の2方式が可能。	母船から送られてくる油圧に依りて駆動される全油圧ブルドーザである。搭乗運転と無線遠隔操縦の2方式から母船から遠隔操縦する。浮力タンクを有する。	陸上からケーブールを通して電力の供給を受け、電動油圧による浮力装置、走行装置を駆動する。操縦は昇降式のケーブル内で行う。パラストタングを有する。	
	機関(電動機)出力 車体重量(水中) 走行速度 全長 全幅 全高 水中操接地圧 作業量 竣工(台数)	110 PS 21t (±1.5m) で 10.5 t 0~10 km/hr (前後とも) 8.0 m 4.9 m 4.0 m 0.11 kg/cm <sup>2</sup> (-1.5 m) 排土板(幅 3.6 m) 1971年(1)	177 PS 37.1 t (-2.5m ± 8.0 t) 0~11 km/hr (前後とも) 8.0 m 4.9 m 4.1 m 0.22 kg/cm <sup>2</sup> (-2.5 m) 排土板(幅 3.7 m)、リッパ 1970年(4)	80 PS 16 t (10.5 t) 0~2 km/hr (前後とも) 7.7 m 2.8 m 6.1 m (ジュノーケル先端) 0.21 kg/cm <sup>2</sup> バケット容量 0.35 m <sup>3</sup> 、油圧 レーカ 1972年(1)	270 PS 48 t (27 t) (前) 0~6.6 km/hr (後) 0~7.9 km/hr 9.1 m (リッパ付) 3.8 m 9.0 m (ジュノーケル先端) 0.6 kg/cm <sup>2</sup> エプロン付排土板 3.8 m <sup>2</sup> 、リッ パ、クレーン 7.1 t 1968年(7)	160 PS 16 t (13 t) 0~3 km/hr (前後とも) 6.2 m (リッパ付) 4.3 m 3.1 m 0~0.25 kg/cm <sup>2</sup> 排土板(幅 3.4 m)、リッパ 1969年(2) 1台は国土製 1974年(1)	250 kW 55 t (35 t) 1.0~0.8 km/hr (前後とも) 12.2 m (ラダー含む) 5.2 m (スバッド含む) 12.0 m (クロー含む) 0.44~0.53 kg/cm <sup>2</sup> 浅海作業能力 100 m <sup>3</sup> /hr
所 有 者	日本国土開発	日本国土開発	建設省関東地建	建設省、小松建設工業地	日本国土開発	海洋機 器	
開発・製造者	日本国土開発	日本国土開発	建設省関東地建、日立建機	建設省関東地建、小松製作所	日立建機、日立製作所、日本国 土開発	住友重機械工業、五洋建設、住 友商事、海洋機器	

の位置を基準とした水中ブルドーザの位置を X-Y レコーダに表示記録する。この装置は 15 cm まで解読できる精度を持ち、雑音にも強いので刻々と位置が変わる水中ブルドーザの動きを正確にとらえることができ、軌跡が連続的に記録されるので水深計と組合せて使うと正確な水中測量ができる。写真-3 に X-Y レコーダと演算装置を示す。

#### (ii) 排土板前方地形監視装置

ブルドーザの前方に取付けられた超音波送受波器から超音波を放射して海底を走査し、排土板前方 6 m までの海底地形をブラウン管に表示する(写真-4 参照)。この装置はひどい濁りの中でも海底の凹凸を正しく表示でき、押土量の概略も知ることができる。また、この装置にはブルドーザが前後に傾いた場合、自動的に修正して正しく地形を表示する補正機構を備えている。

#### (iii) 水深計

検出部として圧力計形のものを使用し、施工計画水深を常に精密に監視できるようになっている。また、この装置には潮位の変化を検出し、潮位の高低に関係なく常にブルドーザが工事計画水深を施工できるような潮位補正機構を備えている。

#### (iv) その他の装置

ブルドーザがどの方向を向いているかを知るための方位計、ブルドーザのロールピッチ角を知るための傾斜計、排土板昇降計、車体および周囲の音を聴き、細かな作業状況を判断する水中聴音器など、操縦に必要な情報のほか、漏水、漏油その他の故障警報装置、漏電防止などの安全装置が設けられている。操縦

者はこれらの各装置から得られる情報により水中ブルドーザを能率よく安全に操縦することができる。

(2) 海中実験結果

深海形水中ブルドーザシステム JH 360 は昭和 46 年夏に完成以来今日まで共同研究者である日本国土開発の技術者を中心に 6 回にわたる海中実験を行ってきた。当初においては各種の計器だけを頼りに遠隔操縦するのが初めての経験であったためごつきや思わぬ故障があったが、3 回目の海中実験で本システムの実用性が確認され、乗組員も操作に自信を深めるに至った。その後、関係各方面の協力のもとに海底における砂の掘削、ならし、防波堤基礎の捨石マウンドならしなどの基礎的な海中実験を行ってきたので、その結果の一端を紹介したい。



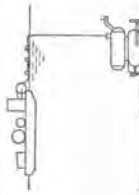
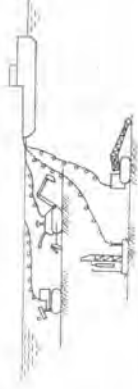
(a) 砂の掘削およびならし実験

海底の掘削・ならし作業はこれまでそのほとんどが浚渫船によって行われてきたが、最近の水中土木工事のように多様化、急速施工が進み、高度な施工技術が求められるようになると、浚渫船だけでは不十分な面が出てきた。たとえば、

- ① 精度の高いならし作業
- ② 水際などの浅い所および 30 m より深い所の浚渫作業
- ③ 硬土盤や岩盤の浚渫作業

などである。これらは水中ブルドーザに適した作業であり、まず、最も基本的な作業として砂の掘削およびならし実験を行った(写真-5 参照)。

表-2 深海用水中ブルドーザシステム

名称(形式)	海中ロボット	水中ブルドーザ	深海底水中ブルドーザシステム JH 360	海底土木建設作業システム	
概要図					
作業水深	陸上~50m	1~60m	5~60m	0~70m	
システム概要	支援船からケーブルを通して電力の供給を受け、駆動される電動ポンプが駆動力となる。ダイバーはケーブルのほかに、操縦用コントローラを有する。	支援船からケーブルを通して電力の供給を受け、駆動される電動ポンプが駆動力となる。操縦は母船上から遠隔操縦される。浮力タンクを有する。	母船上からケーブルを通して電力の供給を受け、駆動される電動ポンプが駆動力となる。操縦は母船上から遠隔操縦される。浮力タンクを有する。	支援船からケーブルを通して電力の供給を受け、駆動される電動ポンプが駆動力となる。操縦は母船上から遠隔操縦される。浮力タンクを有する。	
仕様	機関(電動機)出力	75 kW	150 kW	海中ポンピング 30.25 kW 海中ブルドーザ 125 kW 海中調査ロボット 15 kW	
	車体重量(水中)	15.2 t	38.5 t (28.0 t)	45.5 t (33.4 t)	
	走行速度	0~2.3 km/hr (前後とも)	(前) 1.6~3.0 km/hr (後) 1.9 km/hr	19.5 t (15.0 t)	(前) 3.0 km/hr (後) 1.9 km/hr
	全長	6.0 m	8.7 m (リッパ付)	6.0 m	8.1 m
	全高	2.6 m	3.8 m	5.1 m	3.8 m
作業機	水中接地圧	0.4 kg/cm <sup>2</sup> (陸上)	0~0.65 kg/cm <sup>2</sup>	0.75 kg/cm <sup>2</sup>	0.8 kg/cm <sup>2</sup>
	作業機	ユニバーサルヘッド、コンダクターガイ	排土板(幅 4.3 m)、リッパ	深掘装置 能力 40 m <sup>3</sup> /hr	バケット(0.6 m <sup>3</sup> ) アラブバケット
竣工(台数)	1970年(1)	1970年(1)	1971年(1)	1973年(1)	1973年(1)
所有者	三井海洋開発	小松製作所	日立製作所、日立建機	機橋板興協会	(プロム) 1973年(プロム)
開発・製造者	日本製鋼所	小松製作所	日立製作所、日立建機、日本国土開発	住友重機械工業他4社	小松製作所
			新潟決工所他2社		日立製作所

## (i) 概 要

昭和 47 年 7 月～8 月の間、神奈川県川崎市の新島埋立地において実施した。実験地の海底地質は 8,000 t プッシュバージにより捨込まれた千葉県浅間山産の山砂で、作業水深は 7～9 m であった。

## (ii) 結 果

折り悪しく台風に災されたり、海底地盤が予想以上に軟らかすぎてヘドロ状であったりして十分な成果を上げるまでには至らなかったが、概略次の結果を得た。

- ① 埋立砂の掘削・ならし作業は海底地盤の硬さ（地耐力）がある程度十分ないと作業できない。
- ② 砂のならし精度は  $\pm 20$  cm まで可能である。
- ③ 砂の掘削能力は運土距離 20～30 m で  $100 \text{ m}^3/\text{hr}$  ほどである。

また、このほかに硬土盤のリップングや岩盤のはつりならし、グラブ船との共同作業など、水中ブルドーザの特長を生かした作業の実験計画はあるが、十分な実績を得るまでに至っていないので今後の課題として取り組んでいきたい。

## (b) 防波堤基礎の捨石マウンドならし実験

防波堤や護岸などの基礎を形成する捨石は比較的大きなものが使用されているうえ、高いならし精度（現状  $\pm 5$  cm）が要求されることから、これまでのところほとんどが潜水夫の手作業に頼ってきた。しかし、潜水夫によるならしは水深が深くなると能率が極めて悪く、作業環境にも問題があり、そのうえ、潜水夫の絶対数の不足などから機械化施工が強く望まれている。このため関係各界で機械化の研究が続けられており、水中振動ならし機（運輸省）、水中排土板ならし機など注目すべき試みがなされている。

一方、ブルドーザは本来ならし作業に適した機能を有しており、水中ブルドーザを捨石マウンドならしに応用する考えは当初から持っていた。しかし、ブルドーザに

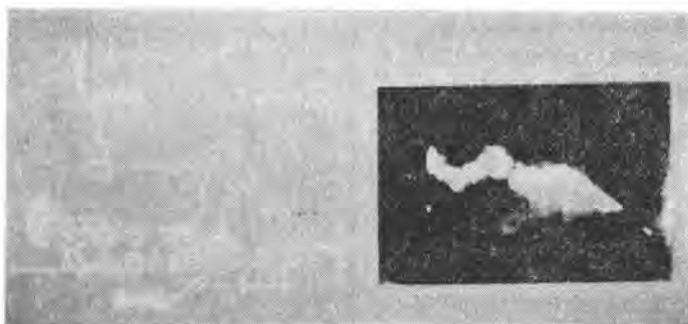


写真-4 前方監視装置

よる石のならしは陸上作業でもかなり特殊で過酷な作業であるが、海中の捨石マウンドならしはそれにもまして条件が厳しく、そのうえ高度の作業技術が要求されることから、まず、陸上における模擬実験により可能性を見きわめてから清水港および大分港の 2 個所で海中実験を行った。

## (i) 清水港における実験

## ① 概 要

昭和 48 年 4 月より 2 カ月間、静岡県清水港外において実施した。実験マウンドは幅 20 m、長さ 80 m の規模で、マウンドの天端の水深は約 11 m、海底地盤より 3 m ほどの高さに捨石が構築されていた。捨石は沼津産の安山岩で、石材の大きさは規定では 30～50 kg および 50～200 kg の 2 種類であった。捨石の投入状況は波長（山の頂と頂の距離）5 m、波高（山の頂から谷底までの高低差）2 m ほどであった。

## ② 結 果

本実験は水中ブルドーザによる捨石マウンドならしの 1 次海中実験として技術的な可能性の見通しを得ることを主眼としたため能率やならしの精度についてはさらにデータを積み上げる必要があるが、第 1 段階の実験としては予想外の好成績を挙げ得たので参考までに結果を図-1 および写真-6 に示す。ならしの精度は  $\pm 20$  cm、能力は  $60 \text{ m}^3/\text{hr}$  であった。この精度はいわゆる潜水夫による荒ならしに相当する。また、能率では潜水夫の数 10 倍の能力を持つことがわかった。したがって、現状でも最後の本ならし（精度  $\pm 5$  cm まで）を潜水夫でやれば捨石マウンドならし機械として十分実用性があるとの見通しを得た。

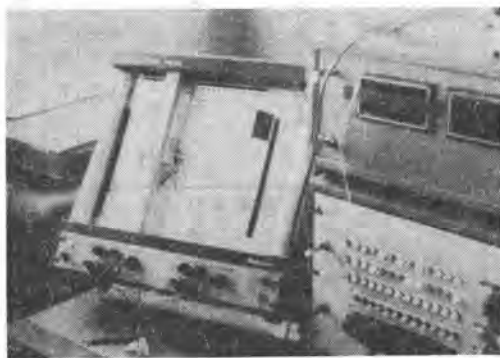


写真-3 X-Y レコーダと演算装置

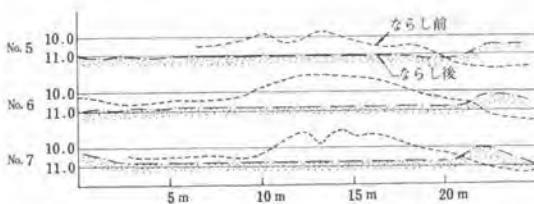


図-1 水中ブルドーザによる捨石マウンドならし跡

## (ii) 大分港における実験

## ① 概要

昭和48年9月より10月までの50日間、大分県大分港大在地区において実施した。この実験は前回清水港で得られた水中ブルドーザによる捨石マウンドならし作業の基本的な成果をもとに、より発展した段階として実際工事における施工法の研究や歩掛りを調査することに主眼をおいた。運輸省第四港湾建設局および東亜建設工業の好意により幅24.2m、長さ60mのマウンドの提供を受け、実験工事を実施したものである。本マウンドの天端水深はDL-10.0mで置換砂の海底より約5mの高さに捨石が盛り上がっている。捨石は山口県産の極めて硬質な花崗岩と閃緑岩で、石材の大きさは30~200kgとなっている。捨石の投入はガット船による捨込みが主力で、このほか、転倒船やプッシャバージによる捨込み方法が併用された。

水中ブルドーザの施工区域の初期の不陸の状況は波長8~10m、波高3~4mであった。また、捨石の量は全体的に不足ぎみで、これがならし後の施工精度に大きな影響を与える結果となった。施工方法としては、水中ブルドーザにより荒ならしを実施した後、本ならしを潜水夫で実施する方法をとった。この際、水中ブルドーザの施工基準高さは本ならしを担当する潜水夫との打合せにより工事基準面より0.5m下りのDL-10.5mとした。

## ② 結果

実験結果は-10.0~-11.0mの盤に仕上がっており、高低差4mの起伏を±50cmの盤に施工できた。しかし、今回は工期の関係および前述したように捨石量の不足などの理由から、さらに精度を上げる作業を行うことができなかったが、先に行った清水港の実験結果からも±25cmほどの精度には施工できる技術的な見通しは得ている。なお、第四港湾建設局大分港工事事務所大分工場の検査潜水担当やこの本ならしを請負った潜水夫からは、ならし面の状態は良好であるという意見をいただいている。

能率の点では施工量が少なく、今後の実績データを待つ必要があるが、大分実験では80m<sup>2</sup>/hrであった。

## 4. あとがき

水中ブルドーザをはじめ各種の水中作業機械はようやく実用化の緒についたところであり、今後さらに発展させてゆくためには機械自体として解決していかねばならない問題も多々ある。しかし、一方では本四連絡橋、苫小牧東部港、東京湾横断道路などのビッグプロジェクトをはじめ、海工事での新しい水中作業機械の要請には今

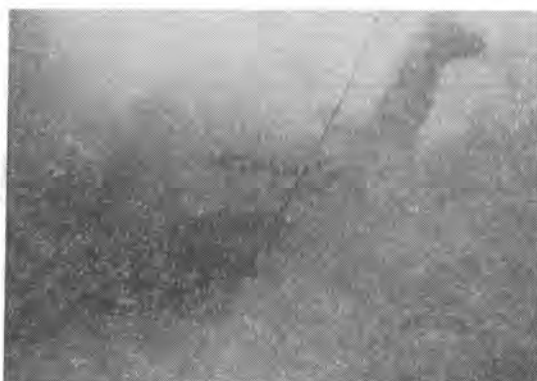


写真-5 海底で砂を掘削する水中ブルドーザ



写真-6 水中ブルドーザによる捨石マウンドならし後の状況

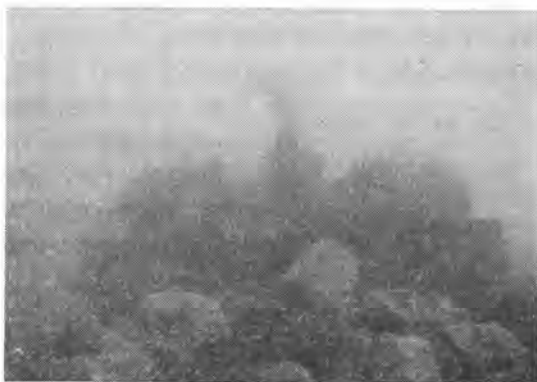


写真-7 捨石マウンドならしを行う水中ブルドーザ

後ますます強いものがうかがわれる。したがって、すべての機械がそうであったように、水中土木工事の必要性から新しい水中作業機械が生まれ、また、それにより工法も変化しつつ、相互に発達してゆくべきものと考えるので、その意味で今後発注者、ユーザの方々にも増した活発な利用をお願いするとともに、水中作業機械に見合った施工設計、工法などの検討もあわせてお願いし、水中土木工事における新しい施工機械として完成させてゆきたいと考えている。

# 新しい海底発破工法

和田 満穂\* 鈴木 明人\*\*

## 1. まえがき

海底岩盤掘削は港湾浚渫ならびに海中橋脚基礎掘削に際して難問を与えていた。岩盤掘削には陸上では発破工法が多用されており、硬岩に対しては特に有効であることが明らかになっている。本稿では海底岩盤に対する水中発破工法に関する施工方法について概述し、さらに最新の設備について説明する。

## 2. 施工方法

海底岩盤のさく孔発破による施工方法は図-1の手順図に示すように現地の自然条件を調べることで始まる。自然条件に合致させて施工方法を決定するわけである



図-1 さく孔発破工法手順図によるサイクル

が、ここで所要作業台の形式を検討する。作業台については、浮台船、有脚浮作業台、自己昇降式作業台の3種類が考えられる。この作業台を適宜選択して適切な作業効率を得られるようにする。

さく孔作業は原則として作業台上より行うが、さく孔機は二重管式さく孔機を使用し、さく孔機の移動用にはトラベラを使用する。

発破作業は通常電気発破を使用するが、ときには導爆線を使用することがある。発破後

のずり排除にはグラブ浚渫船を使用することが多く、大形グラブ浚渫船が開発されたことにより、ずり処理能力は非常に向上している。

### (1) えい航設置

さく孔用作業台の多くは非自航作業台が多く、工事予定位置まで引船によりえい航して行く。有脚作業台の場合には作業台形状が特殊であり、また、えい航抵抗も大きいので引船の能力を十分に検討する必要がある。えい航が終了すると現地での設置作業が行われる。設置作業は海象条件のよいときを選んで行われるが、特に潮流や波がある場合には注意せねばならない。工事予定地に入れた作業台にはあらかじめ打設してあったアンカーを利用して設置作業が開始される。大形作業台の設置には8~10点ぐらいのアンカーが作用され、作業台上のウィンチで巻き締めて所定位置に固定される。所定位置が陸上より目視可能な場合には位置決めはトランシットによる交会法で行われる。図-2に瀬戸内海における試験工事時のアンカー配置および測量方法を示した。本図では陸上基点 No. 12 と No. 13 より作業台上の目標点を所定の角度  $\alpha, \beta$  になるように誘導し、位置出しを行う。

### (2) OD掘削機の位置決め

所定位置に作業台設置後、さく孔作業のためにさく孔機を移動する。図-3に作業台に5台のさく孔機を配置した場合の移動方式を示した。さく孔位置は作業台上に座標を組み、トラベラによって前後左右に移動する。

### (3) さく孔

通常状態では二重管式さく孔機の外管を使用して表土層をさく孔するが、水深が深く、潮流や波浪がある場合には保護管を使用する。なお、さく孔順序を次に示す。

- ① さく孔位置への移動
- ② 台車移動水中ガイドパイプ建込み
- ③ ケーシングパイプ建込み
- ④ ケーシングさく孔

\* 大成建設(株)土木技術室技師

\*\* 大成建設(株)技術研究所土木構造室主任

- ⑤ ロッド建込み
- ⑥ ロッドさく孔, フラッシング
- ⑦ ロッド切離し
- ⑧ 火薬装填
- ⑨ ケーシングパイプ切離し
- ⑩ 水中パイプ引抜き, 切離し
- ⑪ 移動
- ⑫ 発破

また, 大形作業船のさく孔手順を 図-4 に示す。

(4) 装薬・発破

装薬は作業台上より行う。図-4 ⑦の過程で無線起爆方式について示したが, この場合は OD 機の外管を利用して外管中に薬包をつり降し, 火薬が孔底に達したところでつり降し用のロープを取りはずす。発破は導爆線方式, 電気発破方式, 無線起爆方式の各方式が使われる。

(5) 作業台移動

作業台設置位置でのさく孔, 装薬が終了すると作業台を一時退避させる。作業台退避後, 発破を行い, 発破終了後, 安全を確認して作業台を次の予定地に移動する。

(6) 浚渫作業

発破作業が進行して浚渫船の稼働できる範囲ができる と浚渫作業を開始する。浚渫船の形式としてはグラブバケット形式の船形が多く選ばれている。

3. 使用機械

(1) 作業台船

作業台船としては各種の形式のものが使用されている



写真-1 OD 機によるさく孔作業

が, ここでは自己昇降式海上作業足場 Self Elevating Platform (SEP) について説明する。

移動式の海洋土木工事専用の昇降式足場 (SEP) はわが国においてもすでにかなりの台数が建造された。この種の SEP は 1950 年代初期に初めて現われたもので, 現在では深度 30~50 m 程度における重要な海上作業足場を形成するようになった。近年国内で建造された SEP を表-1 に示したが, これらはいずれも十分な上載荷重容量を持つため海底で施工される作業を陸上方式化させるのに十分な設計が行われ, 昇降機構に関しては特に研究開発が行われた。

(2) さく孔機械

SEP に積載する発破さく孔機械は欧州で開発された OD ドリルによるさく孔法で, 二重管方式によるものであり, 外管部分とさく孔ロッド部分があり, 表土層は外管でさく孔し, 硬岩部をロッドでさく孔するものである。二重管方式によるさく孔機には各種の製品がある

が, 実際に海洋掘削に使用されている製品の仕様を表-2 に示す。

さく孔機はトラベラ上のさく孔用タワーに装架されるが, さく孔長に関係のあるタワー長は水深がある場合でもロッドのジョイントが円滑に行われるように, また, 海洋条件に合わせて設計がなされて

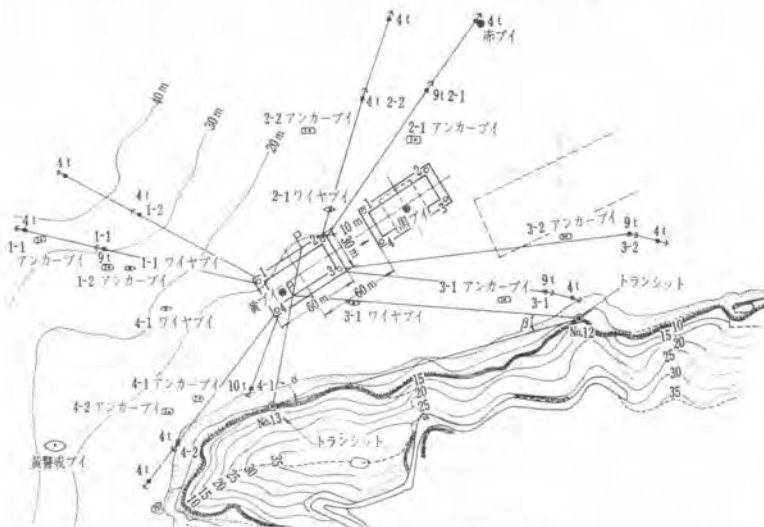


図-2 アンカー配置および位置出し方法

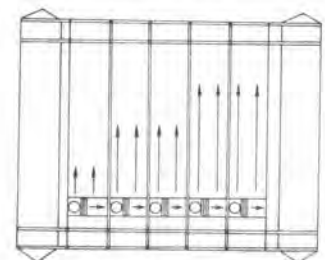


図-3 さく孔機移動図

いる。

(3) さく孔に必要な機械類

さく孔作業に必要な機械類としてはさく孔機用の原動機等があり、表-3 に示した付属機械を大形作業台に搭載した。図-5 に配管系および機械配置をフローチャートにして示す。

(4) 保護パイプおよび水中わく

海象条件の平静な地域においてのさく孔作業はさく孔機のケーシングパイプおよびロッドでさく孔を行っても十分安全確実に作業を行うことが可能である。ただし、水深が深く、潮流や波浪が大きい場合にはケーシングパイプが曲がることや危険な場合には破損することが起こる。ケーシングパイプの曲がりにより所定のさく孔間隔(1.5~2m)を保つことができなくなり、さく孔バタ-

ンに影響が生ずる。そのさく孔偏差をなくすためにはケーシングパイプおよびロッドを十分な強度を持った保護パイプまたは水中わくで保護しなければならない。

4. 火薬類および発破用機器

(1) 火薬類

火薬類はもちろん海底にあっても十分効力を発揮することが前提条件であり、次の性能が要求される。一般の膠質ダイナマイトは水圧 1 kg/cm<sup>2</sup> 以上になると爆発しなくなるが、水中発破用として耐水圧下にあっても爆発速度が低下しないもの、また、水圧下であっても殉爆性能への影響のないものでなければならない。

火工品も同様であって、電気雷管の耐水圧性および耐衝撃圧性が要求される。特に水中における発破は大薬量を1回の起爆で行うことが多いため段発電気雷管が必要

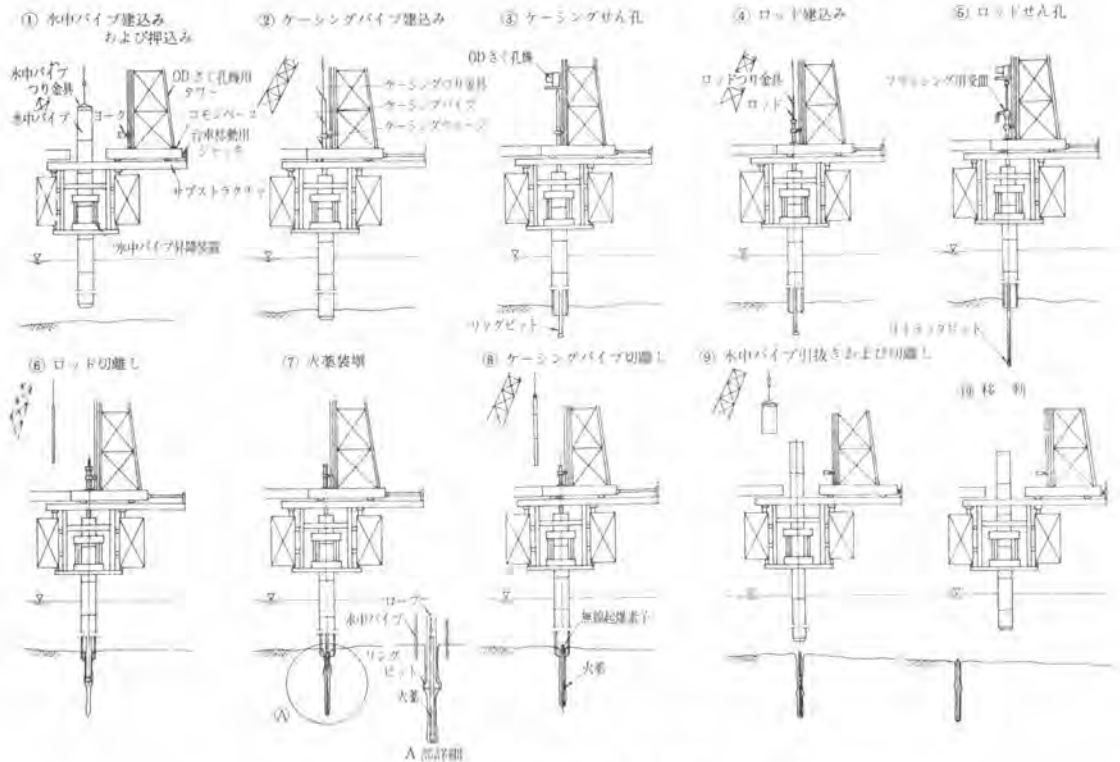


図-4 大形作業船によるさく孔手順

表-1 国内建造の工事用 SEP 一覧表

(本四公団調査部古岡次長資料)

	建造年	所有会社	建造会社	水深(m)	脚 柱	船体寸法(m)	搭載機械(総荷重量)(t)	海 洋 条 件
か い ま り	1969	海洋機器	川崎重工	30	4脚四角柱 53m	42×24×3.75	400	潮流 4.0 kt, 風速 60 m/sec, 波高 5.5 m
MSEP-1	1971	三井造船	三井造船	30	4脚円筒 40m	60×30×3.0(中央開口)	200	潮流 4.0 kt, 風速 30 m/sec, 波高 2.0 m
う き し ま	1970	寄神建設	函館ドック	60	4脚四角柱 75m	660×28×4.8	350	潮流 4.0 kt, 風速 60 m/sec, 波高 5.0 m
羅 遜 1 号	1971	本四公団	三菱重工	20	4脚円筒 32m	18×18×3	40	潮流 6.0 kt, 風速 30 m/sec, 波高 2.5 m
KAJIMA	1972	鹿島建設	川崎重工	50	4脚四角柱 70m	74×45×5 (中央開口)	1,400	潮流 7 kt, 風速 40 m/sec, 波高 2.5 m
MSEP-2	1973	三井造船	三井造船	50	4脚円筒 77m	70×38×5.5(中央開口)	1,100	潮流 2 kt, 風速 30 m/sec, 波高 2.5 m



となる。これは隣接装薬の発破による衝撃圧下でも誘爆することなく起爆されることが望ましい。現状では 10 kg/cm<sup>2</sup> の水圧下で 30 日放置してもなんら異状はない火薬ができてきた。しかし電気雷管の段発秒時の精度は水中衝撃圧力が加われば 7~8 等高度では段狂いを生ずる可能性があるため段発雷管使用には注意を要する。

表一4、表一5 に現在使用可能となった火薬類を示す。

(2) 無線起爆装置

無線起爆装置は海象条件の悪い所での結線等の作業をふき、発破の安全性を増すように考えられたものである。ここでは現在開発された 2 方式について述べる。

(a) 超音波誘導方式

起爆指令器、起爆素子 A、B からなり、起爆指令器は海上の SEP 上におかれる。第 1 の信号 (25 kHz, FM 変調波, 周波数 380 Hz) を送波器から海水中に発信すると起爆素子がコンデンサを充電する。これは 0.2 mA 電流で 5 分で完了する。第 2 の信号 (25 kHz, 400 Hz) を発信すると A 形素子がまず起爆し、この起爆による発生衝撃波を受けた B 素子が 10 kg/cm<sup>2</sup> の圧力で電流を雷管に瞬間的に流し、起爆する。信号は 3 秒以上連続時においてのみ作動する安全装置が設けられた。

(i) 起爆指令器

テレメータ搬送周波数: 25 kHz

変調周波数信号 1: 380 Hz

変調周波数信号 2: 400 Hz

指令可能距離: 1,000 m 以内

(ii) 起爆素子

寸法: 50φ×1,320

重量: 5 kg

寿命: 10 日以内

深度: 100 m 以内 (水中)

発破能力: 電気雷管 17×DC 10.2 V

(b) 電磁波誘導方式

円形電流場を貫く電磁場を利用したもので、発振部、ループアンテナ、受信器からなる。発振器で数 100 Hz ~ 数 kHz の交流電力としてループアンテナに流す。この結果電磁場が生ずる。この磁場内にアンテナコイルを

表一2 外管使用可能な岩機種一覧表

機 種 仕 様	アトラス・ゴブコ社		ビュラ社
	BBE 53	BBE 57	2 HR 100
シリンダ径 (mm)	120	120	125
ピストンストローク (mm)	65	66	85
打撃数 (回/min)	2,200	1,950	1,550
ロッド回転数 (回/min)	50	60	40
トルク (kg-m)	120	80	200
機長 (mm)	875	900	800
重量 (kg)	250	170	168
空気消費量 (m <sup>3</sup> /min)	14	12.5	13
リシグビット (mm)	92	92	95
クロスビット径 (mm)	51	51	57
推力 (t)	2.0	2.0	2.3

回転力は油圧式

表一3 さく孔付属機械一覧表

仕 様	
フィードモータ	BBM-42
せん孔機タワー	H=16 m
グレン12台車	32トナリ
コンプレッサ	17 m/min×170 PS
高圧ポンプ	吐出量 350 l/min×25 kg/cm <sup>2</sup> , 3.7 kW×4 P
水中ポンプ	吐出量 500 l/min×揚程 15 m, 3.7 kW×4 P
車台	さく孔機タワー用
同上駆動装置	180φ 空気シリンダ操作弁付
仮設ハウス	休憩用, 火薬取換所
移動用ホイスト	本船積装
その他	水タンク, ケーシングパイプ, ロッド, ビットその他

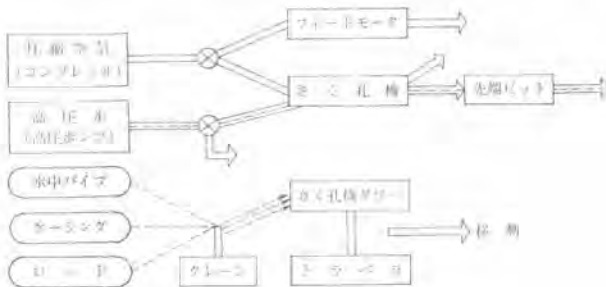
表一4 海底用爆薬一覧表

	GX-1号ダイナマイト	CX-1号ダイナマイト
比重	1.5~1.6	1.6
落錘感度	21~30 cm	60 cm
火薬力	10,200 l/kg/cm <sup>2</sup>	11,000 l/kg/cm <sup>2</sup>
爆速	6,800~7,300 m/sec	7,000~7,500 m/sec
耐水圧性	10 kg/cm <sup>2</sup> 水圧 (10 日)	10 kg/cm <sup>2</sup> 水圧 (30 日)

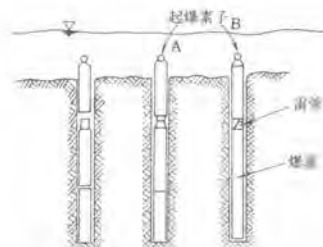
表一5 海底用電気雷管

耐水圧性	10 kg/cm <sup>2</sup> 水圧, 30 日完爆 400~500 kg/cm <sup>2</sup> 耐圧雷管
鉛板試験	10.3 mm 以上
耐静電気性	20,000 PF, 8 kV
耐熱性	60°C, 20 時間以上
管体	長さ 50 mm, 8 号
脚線	脚線径 0.6 mmφ ビニール線

持った受信器を置けばアンテナコイルは磁場の周波数に同調して交流電力を発生する。受信器は発振が停止されるまでの間に点火用コンデンサが 30 秒で充電される。



図一5 フローチャート



図一6 遠隔起爆装置図

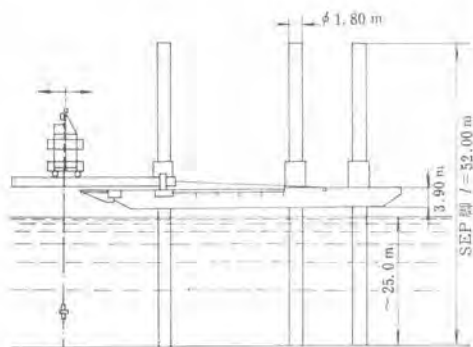


図-7 SEP Gem III (ミルフォード港)

発振停止でスイッチ起動回路が作動し、雷管に電流が流れ、起爆する。

特長は電池が内蔵されないため安全性が高く、受信器は特定周波数のみ同調する等である。すでに出力 20 kW, 550 Hz の発振器が製作された。また、ループアンテナ直径の半分の深度まで遮隔起爆が可能となった。

## 5. 海外における海底発破工法

わが国における海底発破工法も近年著しく発達してきており、後述するように最新の施工法ができ上がりつつある。ここでは海外における実施例のいくつかを抜粋して表-6に示す。また、表中のミルフォード港における作業台側面図を図-7に示した。

## 6. 海底発破工法の実施例

海底発破工法による浚渫工事の中から3例を選択して説明を行う。作業台としては浮バジ形式に比べてSEP



写真-2 簡易作業台“芙蓉号”

の方が作業性能がすぐれているので、ここでは SEP を使用した例を示す。

### (1) 浅海域用作業台

例1は三重県和具漁港において約 3,000 m<sup>3</sup> の浚渫に使用した簡易作業台で、図-8に示すようにボルト結合式の作業台である。本船の特長は、

- ① トラックによる陸送が可能である。
- ② 組立解体が各々短時間でできる。
- ③ 海岸河川での作業が可能である。

本船は有効さく孔スペースを 10 m × 3.4 m 持っており、移動台上に OD 機を置き、さく孔パターンを 2 m × 2 m とした場合には 10 孔のさく孔が可能である。

作業方法としては、陸上またはサポート船上にコンプレッサを設置してそこから耐圧ホースで送気する。高圧送水ポンプは船上にエンジン付を準備してフラッシングを行う。

表-6 海外における海底発破工法の実施例

工事名	国名	工事会社	岩質	掘削量 (万m <sup>3</sup> )	水深 (m)	干満差 (m)	潮流 (kt)	孔長 (m)	せん孔機	備考	
ミルフォード港の 航路拡幅工事	イギリス	Rook Fall Co. Ltd. Horsent Offshore Demar- ook International Ltd.	砂岩	岩 60 (全体 170)	25	6~8		4.3	BBE-5 BBE-57 (19台)	航路浚渫工事 SEP 使用 (6台装備) 1回 200 孔	
レキシオス港	ポルトガル	Sociedade de Empreita- das Moniz de Maio & vaz Guedes Ltd.	変成花崗岩	3.1	9			1.0~2.5	BBE-51 (1台)	ケーソン基礎工事1回平均 100 孔, 1.5 kg/m <sup>3</sup> (薬量)	
ブリュマウス港	ニュージー ランド	Australian Dredging and General Work Pty Ltd.	火成岩, 玉石の 沈積		11	4					
ライン河	西ドイツ	Saokingen Rhine Dee- pening Syndicate		岩 35 (全体80)				5~7	3~4.5	BBE-52 (6台)	1,400 m <sup>3</sup> /hr
アイアン水門	ルーマニア		砂, れきの沖積 層	30			10~12	2~5	BBE-51 (6台)	4 m まで 45 孔, 4~6 m 27 孔の寄発	
ハンディク造船所	トルコ	Sokulla Sezen Salvage Co.	花崗岩, 砂岩	1.1	1~7	1.0~1.5	1.6~ 2.6	1.5~9	BBE-51 (1台)	6~9 m 18 孔, 1 kg/m	
ジェノア港の 拡幅工事	イタリア	Pietro Cidonico Const	砂岩	80	5			5~10	BBE-51 (3台)	15 m/hr の能率	
リンド運河	スウェー デン	Skanska Cementgjuterlet	砂, 粘土, モレ イン質集塊岩	23				13 (max 40)	BBE-41		
ボンベイ港の 拡幅工事	インド	Joint Venture Kier- Sentec	凝灰岩	3.6	10	3.6~5.8					
アウグスト河の 航路浚渫工事	イタリア	Imprso Ing Vgo Rama Compagnia Costrazioni Generali	結晶花崗土 風化花崗岩		17~23	0.2~0.3	1.0	5.0	BBE-51 (3台)	SEP 使用 1シフト最大 105 孔	

(2) 実験工事作業台

本四連絡橋基礎工実験に使用した作業台で MSEP-1 “せと” について説明する。

表-7 に “せと” の主要目を、図-9 に平面図を示した。図において、作業台開口部上を2台のトラベラが移動しており、Aトラベラにはクローラクレーン 335-S を搭載し、Bトラベラ上に OD 機を搭載した。クローラクレーンは水中パイプのつり上げ、つり降しを行い、また、船上用品の運搬に使用した。Bトラベラ上の OD 機は水中パイプ保持用のサブストラクチャ上のコモンベースに搭載してあり、コモンベースは前後に移動できるようになっている。

水中パイプは潮流によるさく孔パイプの曲がりを防ぐために備えたものであり、作業条件を次のように設定した。すなわち、作業水深 10 m, 30 m の2種、潮流の最大流速 4 kt, 水中パイプの最大圧入力 30 t, 水中パイプの支持条件は水深 30 m 掘削時 (4 kt) 上端固定下端ピン、水深 30 m 昇降時 (2 kt) 上端固定下端自由、水深 10 m 掘削時、昇降時とも上端固定下端自由とした。この結果より水中パイプの曲げによる撓みをおさえて計算し、 $\phi=800$  mm,  $t=25$  mm の厚肉鋼管とした。サブストラクチャはこの水中パイプを保持するために設備したもので、走行可能になっている。さく孔作業はこの水中パイプ内で行うことになり、ケーシングパイプやロッドは潮流や波浪による外力を受けることなく安全に作業可能になった。

(3) 大形さく孔作業台

大水深、強潮流下での作業を前提に新しく建造された

表-7 MSEP-1 “せと” 主要仕様

主要目	項目	仕様	備考
作業台	主要寸法	長さ 60 m × 幅 30 m × 深さ 3 m	改造後
	中央開口寸法	長さ 45 m × 幅 20 m	
支柱(コラム)	寸法	外径 1.8 m × 長さ 55 m	改造後
	本数	4 本	
動力装置	ディーゼル機関発電機	F 10 L 714, 175 PS/1,800 rpm (主) 135 kVA, 1,800 rpm (補助) 33 kVA	2 台
	油圧パワーユニット	(主) ブランジャポンプ 99 IP × 2, 210 kg/cm <sup>2</sup> , 260 l/min × 2 (副) ギヤポンプ 18 IP × 2, 8.5 kg/cm <sup>2</sup> , 85 l/min × 2	2 台 ディーゼル機関により駆動
昇降装置	三井テーパーリング把持式ジャッキ	400 t 形 × 4 基, 最大揚量 12 m/hr 最大ストローク 500 mm	
係留ウィンチ	油圧モータ駆動ウィンチ (複調)	直巻能力 5 t, ロープスピード 9 m/min, ワイヤロープ 6 × 24 × 30 mmφ × 300 m	4 基
	油圧モータ駆動ウィンチ (単調)	直巻能力 15 t, 保持力 30 t, ロープスピード 10 ~ 35 m/min, ワイヤロープ 6 × 24 × 34 mmφ × 340 m	4 基 (増設分)
アンカー	4 t 鋼製アンカー	5 t ウィンチに接続	
	9 t 鋼製アンカー	15 t ウィンチに接続	
トラベラ	A トラベラ	クローラクレーン (335-S, 32 t ぶり) 搭載	トラベラスパン 21 m, 走行速度 1 m/min, トロリー (台車) 横行速度 0.5 m/min
	B トラベラ	OD 機 (BBE 51 改造形) サブストラクチャ搭載	
改造後の MSEP-1 “せと” 設計条件	作業水深 37 m において、波高 2.5 m, 潮流 5 kt, 風速 30 m/sec ただし、使用するパイプの直径、本数、支持条件等によって異なる。 台風時 (風速 60 m, 波高 3.5 ~ 5 m) には避難する。		

さく孔作業台に MSEP-2 “たまの” がある。

本作業台は三井造船と芙蓉海洋開発との設計によるものであり、試験さく孔工事が昭和 48 年本州四国連絡橋公団の手で行われ、有効な結果が得られた。図-10, 図-11 に平面図および側面図を示したが、最終的には6台のさく孔機が搭載可能であり、わが国の海洋開発に多大の貢献をなすものと考えられる。

7. あとがき

海底岩盤掘削工法についての施工法概要とシステム化された作業台についての実施例を示したが、本工法の実施にあたっては水中火薬の特性調査、さく孔パターン設計、さらに安全対策としての水中衝撃波防護工法、振動



写真-3 MSEP-1 によるさく孔作業

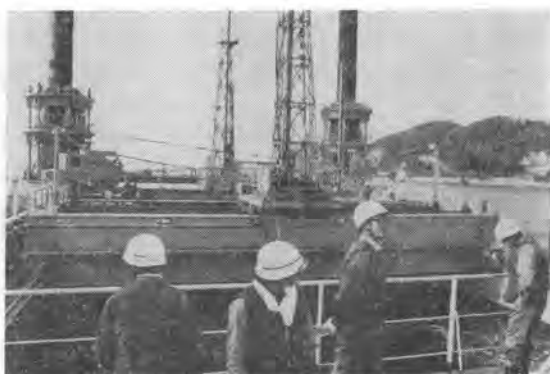


写真-4 MSEP-2 上のトラベラ OD 機タワー

制御方法についての調査研究を行い、安全確実な発破を行う必要がある。本工法の実施にあたっては多数の方々のご協力をいただいた。特に本州四国連絡橋公団、土木工業協会、安全工学協会、産業火薬会、芙蓉海洋開発に紙面を借りて厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) John J. Mayers & Others: "Handbook of Ocean and Underwater Engineering" McGraw Hill
- 2) U. Langefores and B.Kihlström 1963 "The Modern

- Technics of Rock Blasting" John Wiley & Sons Inc.
- 3) Robert H. Cole (1948) "Underwater Explosions" Doven Publications Inc.
- 4) 中尾健児・鈴木明人 (1970) 「OD 工法とその海底岩盤掘削への応用」大成建設技術研究所報告
- 5) 和田満穂 (1971) 「海底岩盤掘削と諸問題」工業火薬協会誌
- 6) 中尾健児・飯星茂 (1972) 「水中無線起爆装置に関する研究開発報告」大成建設技術研究所報
- 7) 鈴木・鈴木孝幸 (1971) 「和具漁港改修工事(浚渫工事)報告書」芙蓉海洋開発社内報

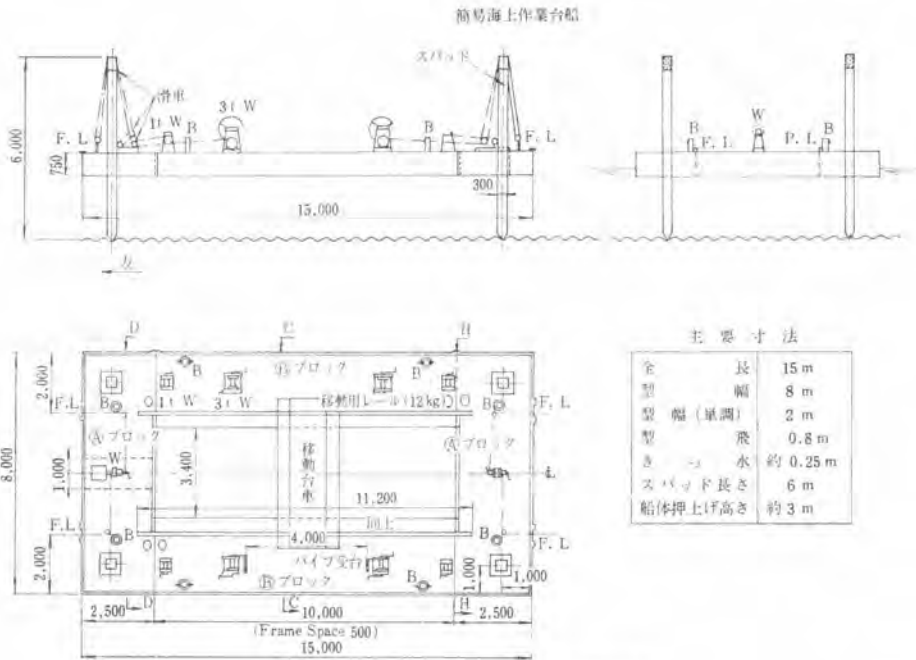


図-8 簡易さく孔作業台側面および平面図

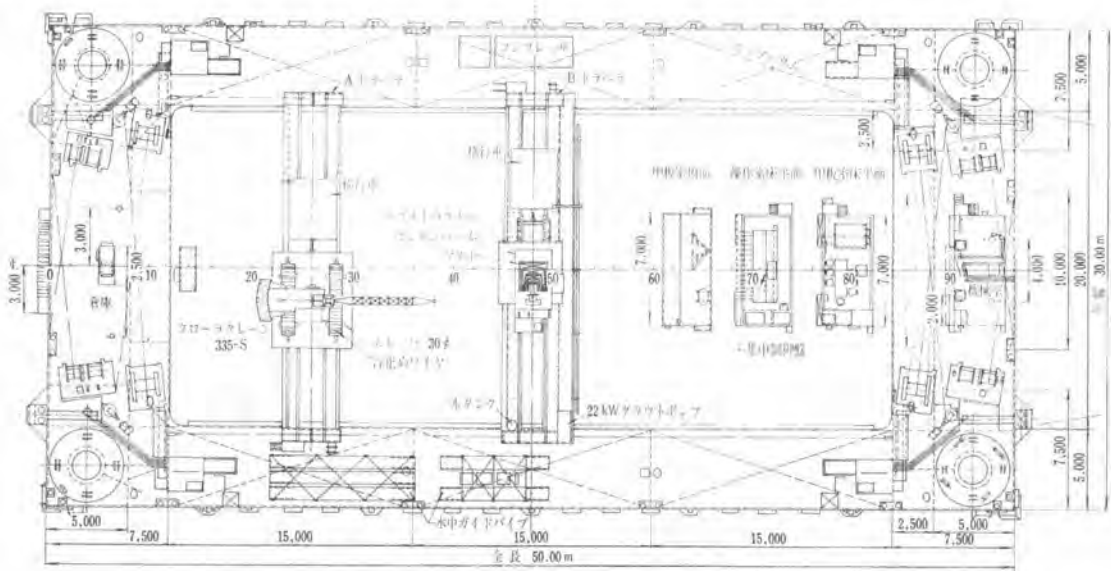


図-9 MSEP-1 "せと" 一般平面図

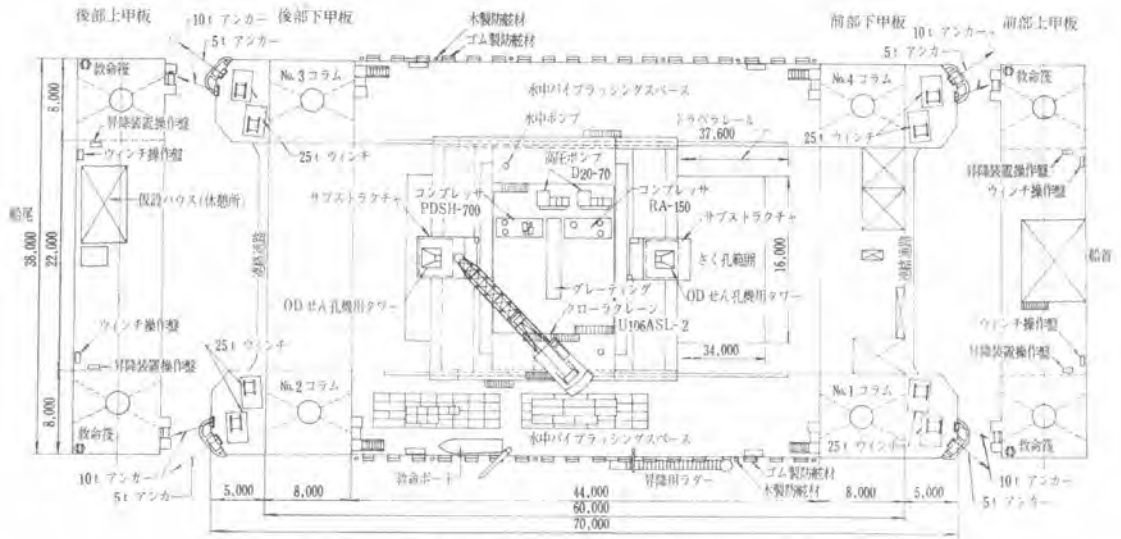


図-10 MSEP-2 “たまご” 平面図

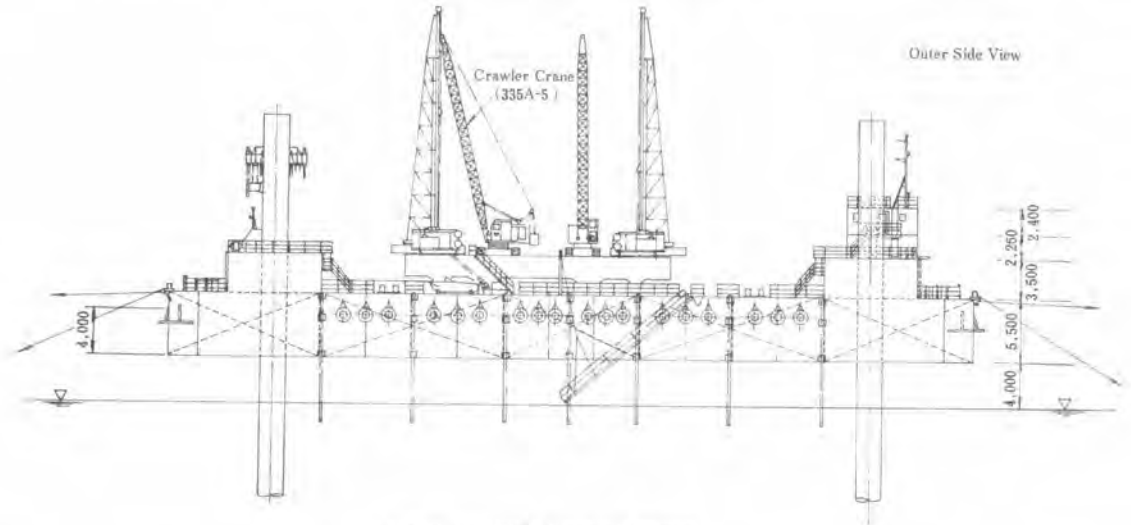


図-11 MSEP-2 “たまご” 側面図

図書案内

# 橋梁架設工事とその積算

B5判 191頁 頒価 1600円(会員 1440円) 送料 200円

申込先  社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内  
電話 東京(433)1501 振替口座東京 71122番

# 潜水技術の現状

清水 信夫\*

## 1. まえがき

近年、本四連絡架橋工事のような大規模海洋土木工事をはじめ、海底石油ガスの掘削工事や海中無線中継塔、海中展望塔、海底貯油タンク等の海洋構造物の建造ならびに設置工事が計画実施されるにつれ、それらの海洋工事に付帯する海中工事も大形化し、従来の潜水技術に加えて新たな潜水機器の開発が契機となって各種の潜水技術が研究開発されている。特に工事の規模が大きくなるにつれて作業現場が沖合になり、潜水深度、海潮流、透明度、水温等、潜水環境が厳しくなっている一方、水中での作業はその確実性、迅速性、安全性を要求されている。

海中工事に用いられている潜水技術は種々の方法があり、それぞれ特質があるので、海中作業や潜水環境に応じて適切な方法を選定することが作業効率や安全性を高めることで重要である。ここでは潜水方法および潜水機器を中心にして述べることにするが、潜水技術の主体は人間であるゆえ、潜水方法や機器等に先行した潜水医学（高圧環境生理学）上の問題を抱えており、今後とも多くの基礎研究をはじめ技術の研究開発が必要であることはいうまでもない。ここではこれらの点についてもふれることにする。

## 2. 潜水方法について

### (1) 概 要

人間が海中に入る方式には従来から発想の異なる二つの方式がある。すなわち、海中に地上の環境をそのままもってゆく方式と人間が水中の環境に順応する方式とがそれである。前者は潜水艇や潜水球のように耐水構造を有する常圧環境の乗物を利用した方式で硬式潜水と呼ばれ、今日では海洋の最深部まで到達できる“バチスカーフ”や“アルキメデス”といった世界的に有名なもの

から、わが国では“くろしお”や“しんかい”をはじめ種々の潜水作業艇が開発されている。後者は潜水深度に相当した水圧や空気圧を潜水者自身が直接受ける方式で軟式潜水と呼ばれ、一般に潜水といえは軟式潜水をさす。

軟式潜水は潜水者が海中で呼吸する呼吸ガスの種類やその供給方式の相違により種々の潜水方法や機器が開発利用されている。呼吸ガスに天然空気を用いた潜水は一般に空気潜水といわれ、水深約 50 m 前後までの潜水は海底居住のような特殊な例を除きすべてこの空気潜水である。しかし、潜水深度による圧縮空気の生理的障害は上記水深を越えるとますます著しくなるため、空気に代わりヘリウム・酸素を主体とする混合ガスを利用している。このような潜水を混合ガス潜水といっている。

これらの呼吸ガスの供給方法には海上の潜水支援船から送気ホースを通じて行う方法と潜水者自ら高圧の呼吸ガスを充填したタンクを携行する方式があり、前者を他給気潜水といい、ヘルメット潜水器やフーカ潜水器に代表される。後者は自給気式潜水といい、アクアラング等のスクーバがある。自給気式にしる他給気式にしるこれらの潜水器は混合ガスを使用しても潜水深度を大幅に延長させることは技術的に不可能に近く、ここに新たな発想として硬式潜水と軟式潜水を組合せた深海潜水システムが開発された。

そのシステムは通称ダイビングベル潜水といわれ、今日では深海潜水の代名詞となっている。通常行われる潜水は短時間潜水で潜水深度、潜水時間が増加しても半日以上になることはないが、近年各国で海底居住のような長期間にわたる潜水方法が研究されるに至り、ここに飽和潜水技術が開発され、わが国でもシートピア計画として注目されている。これら各種の潜水方法のうち、海中作業上主要なものについて以下その特質について述べることにする。

### (2) 空気潜水

天然の空気を潜水用呼吸ガスとして使用する空気潜水

\* 深田サルーベージ（株）深海開発研究班主査

は、潜水深度に相当した圧力の圧縮空気を呼吸する。このため圧縮高圧空気の呼吸による種々の生理的障害をもたらすが、潜水作業上障害となるのは、呼吸ガスの密度増加が呼吸抵抗を増加させるために生ずる肺内換気労作の増加や換気不足による体内炭酸ガスの蓄積等の呼吸障害と空気成分である窒素ガスの体内過剰呼吸に起因する麻酔作用の結果生ずる潜水中の記憶力の低下や判断の鈍化等の障害である。このような症状は潜水深度の増加に従い顕著になり、もはや目的作業の安定した遂行が不可能になるが、その深度は潜水者の体力、経験、技能の度合により個人差があるが、通常 40~60 m である。空気潜水は種々の潜水器を使用して行われているが、このうち他給気式としてはヘルメット潜水器、自給気式としては開放式スクーバ（アクアラング）による潜水方法について述べることにする。

#### (a) ヘルメット潜水法

海上の潜水支援船から送気を受けて潜水する他給気潜水の代表的なものである。現在の潜水器のうちでは最も古い歴史と伝統を有し、ひろく全世界に普及し、海中作業の各分野で使用されている。潜水による水圧の増加を潜水服およびヘルメット内へ圧縮空気を送気することで圧力的に内外圧をバランスさせるとともに、浮力を鉛錘と潜水靴でおさえ、姿勢を制御している。

#### (i) 装 備

潜水支援船に搭載した中圧コンプレッサならびに貯気タンクを空気の供給装置とし、送気ホースを通して作業深度に合せた圧縮空気を排気弁のついたヘルメット、潜水服（ドライスーツ）、鉛錘、潜水靴を装着した潜水者に送気する。送気圧および送気量は潜水深度より 1~2 気圧高く、また、毎分 40~60 l の間である。送気量が多すぎると浮力制御に手間どり、作業姿勢が安定しづらい。また少なすぎると炭酸ガス中毒の心配がある。一般に送気の間弁が潜水者の腰の部分にあり、これで潜水者が調整する。最近では自動排気バルブの付いたヘルメットも開発されている。船上には水中の潜水者と常に連絡を保ったり、潜水者の潜水装備の着脱作業を補助する連絡員が必要である。ヘルメット内には一般に市販されているインターホン用の小形スピーカーとマイクが取付けられている。潜水者は潜水用下着として厚いウール製のジャケットを上下に着ている。これは保温と外圧の緩和を目的としている。潜降、浮上、減圧停止等の動作はヘルメットおよび潜水服内の空気量を排気弁で調節しながら潜水索に沿って行う。

#### (ii) 作業性

送気ホースによって水中での行動範囲が制約されるの



写真-1 ヘルメット潜水



写真-2 アクアラング潜水

はやむを得ないことであるが、空気量に制限がないため定位置での長時間作業に向いている。サルベージ関係では沈船の海中での解体に伴う水中切断作業、土木関係では護岸工事等に従来から行われている。海中作業は一般に海底を足場とし、潜水服内に空気を入れ、浮力が得られるので、陸上作業と同じような大きさまたは範囲の重量の工具や機器を使用し得る。写真は戦艦陸奥引揚げ作業現場で撮影した付台ワイヤとシャックルの取付作業を写したものである。

海上との連絡は有線電話で密接に行われるので海上~海中間の連係作業には特に適している。湾内や河口付近の極めて透明度の悪い水中でも呼吸ガスならびに海上との連絡が密接に得られることから海中構造物内での手さぐりによる調査や作業も可能である。さらに水温が低い場合でも潜水服で水と遮断されているため水温の影響等を受けることは少ない。

しかし、海流や潮流のある所ではホースや潜水者自体が流水の抵抗を受けるため海中での姿勢制御に負担がかかり、作業能率が低下するので、潮流が強い場合は潮だるみを利用して潜水している。海潮流に対する作業限界

は 1 kt 前後といわれる。

### (iii) 保安全管理

潜水作業を安全かつ効率的に行うには潜水方法に応じた保安対策を講ずることが必要である。ヘルメット潜水では海中で呼吸する空気に制限がないことから潜水時間が一般に作業の進行状況に応じて左右され、計画的な潜水が行われにくい。このため潜水時間は計画時よりも延長されることが多く、必然的に減圧時間が長くなるが、現場での海潮流、天候等の条件で必ずしも十分な減圧時間をとれないこともあり、減圧症になりやすい。減圧症はできるだけ早期に再圧治療すれば回復が早いので、長期にわたる潜水現場では再圧治療タンクを設けるよう行政指導が行われている。また、他給気潜水ではホースが生命線であり、潜水者が最も気を使う点である。概して潜水作業現場は工事の大形化に伴い各種の作業船が輻輳するため他船のスクリューに送気ホースを切断される危険性が多いので、潜水支援船上ではこれら他船の動向を見張り、警戒を厳重にしなければならない。

ヘルメット潜水はヘルメットおよび潜水服内の空気の浮力と潜水者自身の体重、重錘、潜水靴などの重量がバランスを保っている。このバランスが破れると水圧や浮力の作用による“墜落”や“吹上げ”といわれる潜水事故が生ずる。墜落は海中の作業用足場から海底に落ちるような急速潜降の場合に起こる。この場合、増加する水圧による潜水服内の体積の減少を補うだけの送気が不足すると、潜水者が水圧を直接受け、ヘルメットで保護された頭部に全身の血液が集中し、皮下出血や眼球の突出といった重大な事故になる。

また、吹上げは墜落とは逆に送気量に対して浮上速度が早すぎたり、送気量が急に大きくなったりした場合に、過剰な浮力が潜水服内につき、潜水者自体が浮き上がることをいう。ひとたび浮き上がると圧力減少による体積膨張の結果、浮力の増加が加わり、加速的に浮力がつき、ついには潜水服が破れるまでに膨張した状態で海



写真-4 フーカ潜水器

面に吹上げられる。このとき潜水服が破れると逆に急に浮力を失い、重錘やヘルメット等の自重により頭から海中に没してしまう。吹上げは肺内空気の体積膨張による肺胞破裂の結果、空気栓塞や2次的に起こる墜落による溺死等の重大な事故となる。墜落や吹上げは潜水服内の体積の変化に起因するところから、海面に近いほど、また、落下、浮上する距離が大きいほどひどい症状を引き起こす。

### (b) スクーバ潜水法

一般にアクアラングという商品名で代表されているが、正確には開放式スクーバの一種である。水中用攻撃兵器として第2次大戦中にフランスで開発されたが、その後その機動性と簡易性が高く評価され、世界的に普及した。今日では潜水作業の各分野に進出し、ヘルメット潜水からスクーバ潜水に変わりつつある。

#### (i) 装備および装置

陸上または船上設備として高圧コンプレッサ（最高充填圧力 150 kg/cm<sup>2</sup>）があり、これによって充填された携帯用高圧タンクとそれに装着した高圧空気の減圧送気用レギュレータならびにウェットスーツ、フィン、マスク、ウェイト等により構成されている。高圧コンプレッサは空冷式と水冷式とがあるが、国産のものは水冷式である。機動性の面で空冷式の方が便利であることはいうまでもない。携帯用高圧タンクは内容積が 9 l、10 l、12 l、14 l、18 l と各種あり、これらの容器を単体もしくは2本連結して使用する。充填圧は 150 kg/cm<sup>2</sup> である。

1回の潜水可能時間は携行するタンクの容量と充填圧をもとにして、潜水者の呼吸量、潜水深度で算出される。呼吸量は一般に常圧換算で 30~60 l の範囲である。レギュレータは高圧タンクの圧力を潜水深度に相当した圧力まで2段階に分けて減圧し、ダイヤフラム機構で潜水者が吸気したときのみタンク内の空気が供給されるデマンド形が用いられている。外形上、単管式と複管式（吸気ホースと排気ホース）とがあ

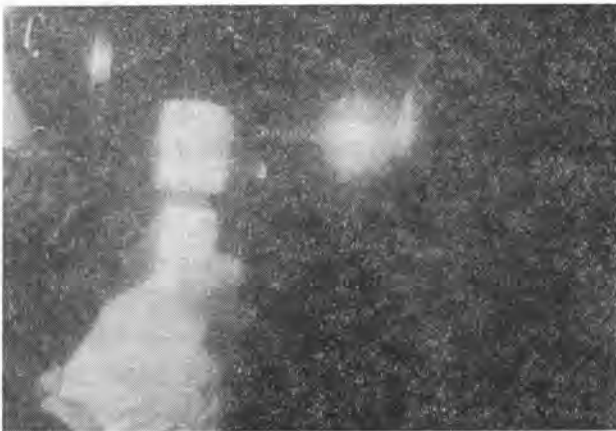


写真-3 アクアラングによる水中溶接作業



るが、潮流の早い海域では単管式の方が使用しやすい。

ウェットスーツは柔軟な独立気泡をもつネオプレンゴムを生地にして潜水者の体形に合せて作られており、身体と密着させることにより保温効果を上げる。しかし独立気泡構造のため水圧により圧縮され、潜水深度とともに薄くなり、全体的に収縮し、保温効果が減少する。マスクは潜水者の眼と鼻までを水から遮蔽した半面形と、さらに口までも遮蔽した全面形の2種があり、後者は水中電話機の装着時にもっぱら利用される。全面形を使用するときは空気の消費量も多くなり、潜水時間も短くなる傾向がある。

## (ii) 作業性

潜水中は船上の支援設備を必要としないため、どのような場所からでも潜水できる点はスクーバ潜水器の最大の利点である。また、水平および垂直的な方向の機動性に富むことから広範囲にわたる海中調査測量、捜索等の作業に利用されている。さらに装備が簡単かつ軽装なので水中写真撮影、水中TV撮影といった精密機器の操作に向いている。携帯用高圧タンクの容量が大きくなるにつれて長時間の水中作業が可能になり、水中電気切断、溶接等も行われるようになった。

海潮流のある海域での作業も流速が1.5ktまでは安定して行えるが、それ以上になるとレギュレータに接続されている吸排気ホースが振動したり、マスクが流されたりすると同時に、作業姿勢の保持が困難となる。一般に海中では無重量状態でバランスされているので、重量物の運搬は極めて困難であり、海底から海面まで潜水者自身がはこび得る重量は通常10kg以内である。それ以上の重量に対しては目標物に浮力を与えるような処置が必要であり、このために種々の装置が開発されている。現在20tまでのものを海面まで浮上運搬させるまでに至っている。

このようにスクーバ潜水では装備が簡単である反面、作業面で制約される点も多いことからそれを補う作業用機器が開発されている。水中スクータは速力3ktまで出るので利用の仕方ですらに広範囲な海底、海中の調査に使用されるし、またその推力は一種の動力源として利用可能である。また、超音波を搬送波とした無線水中電話器はスクーバ潜水による海上と海中の連係作業を可能にし、その作業域をますます拡大する傾向にある。低水温中の潜水に対しても保温効果を高めるためにスクーバ用ドライスーツや携帯用電熱形ヒータ等が開発され、現在では南極洋のような極地での潜水も報告されている。しかし、スクーバ潜水の難点は透明度の悪い海域での作業である。

湾内や河口付近をはじめ、一般沿岸海域の水中でも視程が1m以内という状況は決してめずらしくない。このような水中視程が短くなるとスクーバ本来の機能であ

る機動性が発揮できず、能率が半減する。水中視程が30cm以下の海中作業はスクーバ潜水では能率の点でもはや不可能に近いと思われる。このような海中では水中ライトの光力を増加しても海水中の懸濁物が光を散乱させるので視程を増加させるにはいられない。むしろ化学的方法で懸濁物を沈降させるような手段が必要となる。

## (iii) 保安全管理

スクーバ潜水では海中の潜水者は船上もしくは海上の作業現場から独立した存在になるため潜水者自身の自主的な判断により自己の安全性や作業の進行を制御しなければならない。一方、呼吸ガスとして圧縮空気を呼吸していることや水中視界の制限、海上との連絡がとりづらいこと等により生理的障害や情報不足が相まって確かな判断を潜水者が単独で下すことは非常にむずかしい。さらに非常事態が生じた場合には独力で脱出する以外に救助する方法がないことなどの理由により2名1組のパディ潜水が原則となって各種の作業が行われている。2名の潜水者がお互いに相手を自分の視野に入れ、異常の有無を確認しつつ作業を行う方式であり、このための水中信号法や救助技術等の基礎訓練がスクーバ潜水技術の習得時に行われている。

減圧症に対する危険性はヘルメット潜水に比較すると1回の潜水時間が短いため一般に少ないが、呼吸を行わずに急速浮上しての肺胞の破裂による空気塞栓やパディから離れて水中拘束状態になって生ずる窒息事故等が報告されている。低水温(10°C以下)では浅い潜水深度でも窒素酔いにかかりやすく、また、睡眠不足や体調の整わないときにはさらにその症状が強くなるので十分気をつける必要がある。空気量の制限から、潜水深度が増すにつれて1回の潜水時間は短くなり、必然的に1日のうちに何回か繰返し潜水を行う場合が多い。このようなときには、潜水支援船上の潜水管理者が正確に毎回の潜水時間を記録し、減圧時間を潜水者に指示しないとすれど重なる減圧症になることがあるので管理体制を潜水前に周知徹底することが必要である。

## (3) 混合ガス潜水

圧縮空気を使用した潜水は、先に述べたように呼吸障害や窒素麻酔等の障害があって潜水深度が制限されている。これらの障害を少なくし、安全確実な作業を遂行するために圧縮空気に代わり人工の潜水用呼吸ガスが開発されるに至った。圧縮空気の潜水上の問題点は窒素成分であるので窒素に代わる不活性ガスとして水素、ヘリウム、アルゴン、ネオン等が検討されたが、安全性、経済性の点から現在もっぱら使用されているのはヘリウムガスである。ヘリウムガスは軽いこと、麻酔作用が少ないこと等の点で潜水用ガスとして十分な資格をそなえてお

り、現在 200 m 以上に及ぶ大深度の潜水も可能になっている。

しかし、ヘリウムを主成分とする潜水用混合ガスはヘリウムそのものが輸入品であるため非常に高価であることや深海潜水に伴う減圧方法が空気潜水時よりも複雑で、かつ長時間を必要とする点、さらに潜水海域が沖合で波浪や海潮流の影響を受けやすい点等の理由で空気潜水とは異なった深海潜水システムが開発された。その主要な機器は S.D.C (Submersible Decompression Chamber), P.T.C (Personal Transfer Chamber) と呼ばれるダイビングベルと D.D.C (Deck Decompression Chamber) と呼ばれる潜水支援船上に搭載された減圧用タンクであり、また、潜水器は混合ガスの消費を少なくし、効率を高めるためにヘルメット式潜水器やアクアラング潜水器のような呼吸を海中へ放出する開放形に代わり、半閉鎖形や閉鎖形が開発され、用いられている。

さらに以上のような機器に加えて海底に作業基地を設け、潜水者が海中で生活するといった長時間の潜水システムも開発された。これは飽和潜水システムと呼ばれ、わが国ではユートピア計画としてすでに 30 m, 60 m で 70 時間の海底居住を行っている。混合ガス潜水は空気潜水による生理的障害を解決し、深海潜水を可能にしたが、しかし、さらに深度が深くなったり、潜水時間が長くなると新たなヘリウムガスに対する問題が生じている。

その 1 はヘリウムボイスまたはドナルドダックボイスと呼ばれる音質の変化で、潜水者との会話が著しく困難になり、作業上支障をきたすことである。その 2 はヘリウム・酸素混合ガス呼吸中または環境下での体熱損失で

ある。これは混合ガス中の主成分であるヘリウムガスの熱伝導が極めてよいために生じ、これに対処するために呼吸ガスまたは環境温度の制御が大きな問題となっている。その 3 は“高圧神経症状”と呼ばれる生理的障害で、身体ふるえを伴う精神反射の応答性の低下やめまい、はきけといった神経症状である。

混合ガスによる深海潜水システムを構成する各機器や装置はこれらの問題を解決すべく種々の対策を構ずるためシステム全体は必然的に大形化、精密化となり、これらにたずさわるオペレータや潜水者も空気潜水では考えられなかった知識、技術が必要となっている。以下、深海潜水システムを構成する主要な装置、機器について述べることにする。

#### (a) ダイビングベル

海面から潜水深度までの往復を容易ならしめるとともに、海底にあっては潜水作業の基地もしくは非常時における潜水者の退避場所としての機能を有する潜水球であり、潜水深度に相当する水圧に耐えるための外圧容器構造と潜水深度で潜水者が海中に出るために水圧とベル内部の環境圧を均圧させるための内圧構造を特徴とする。このためベル内部は加減圧を制御するコントロール装置をはじめ炭酸ガスの除去、酸素の添加等のガスコントロール装置、支援船および潜水者との連絡通信装置、潜水者へのガス供給装置等を装備している。

ダイビングベルを使用しての潜水では一般に減圧は次に述べる支援船上の D.D.C (減圧室) で行われるが、ダイビングベルでも船上で比較的長時間の減圧ができるよう暖房装置や減圧用酸素呼吸装置を有するものは S.D.C (水中減圧室) と呼ばれている。また、海底居住実験の

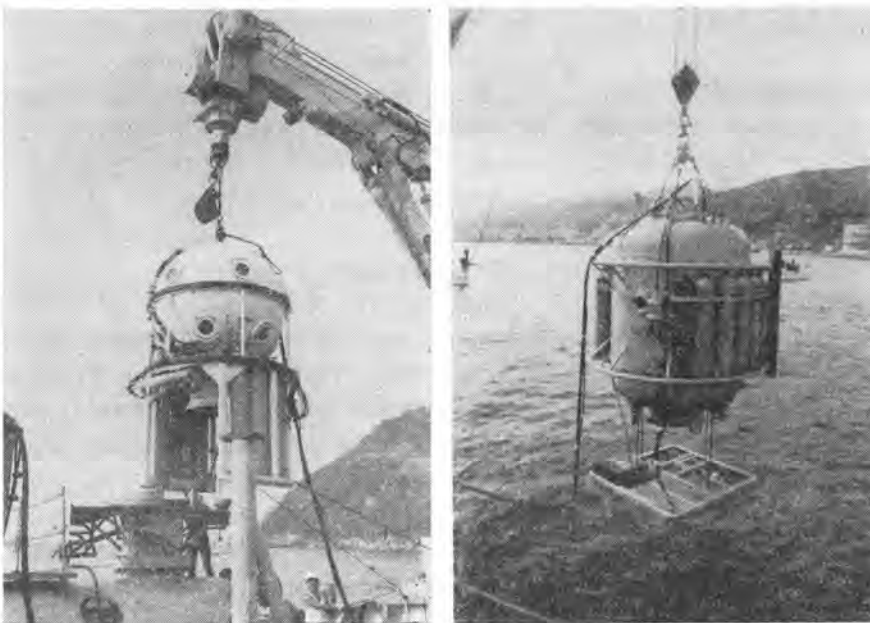


写真-5 ダイビングベルと D.D.C



写真-6 半閉鎖潜水器

ように海底に潜水者の居住用基地があり、潜水者が支援船上の D.D.C と海中基地との往復にもっぱら使用する往復移動用のものは P.T.C と呼ばれている。加減圧および潜水者が海中で呼吸する潜水用ガスや電力は支援船からそれぞれガスケーブル、電力ケーブルで供給されているが、非常用としてダイビングベル自体にも装備されている。

潜降および浮上は支援船上のクレーン装置でつり揚げ、もしくはつり下げされる。つりケーブルは支援船の波浪によるピッチングを直接に衝撃力として受けるための破断強度に対する安全率は特に大きく取って安全性について配慮してあるが、非常用としてつりケーブルの切断に対処するためにダイビングベル自体の浮力を利用して自力で浮上し得る装置を設け、さらに安全性を高めている。乗員は 2~3 名で、そのうちの 1 名がダイビングベルの内部操作を行い、残りが海中に出て潜水作業を行う。潜水作業は空気潜水の場合と内容的に大差はない。すなわち、海底観察、水中撮影、ワイヤ作業、電気溶接切断作業、水中発破作業、構造物の調査等ヘルメット潜水、アクアラング潜水で行われている各種の潜水作業が可能である。

作業能率についても同じで、潜水作業海域の海潮流の流速、透明度、水温等が大きく影響する。これらの海況要因は、深度が大きくなると表層、中層、海底と深度別に状況が異なる場合が多いので、大規模で長期にわたる作業が予想される場合には、事前に海洋調査資料を調べるか、または必要に応じて実際に海洋観測を現場で行い、作業海域の海況特性を十分に把握することが安全性や作業能率を高めるうえで重要な作業となる。

#### (b) D.D.C (Deck Decompression Chamber)

潜水技術上の大きな問題は高圧環境からいかに安全に常圧環境に復帰するかということであ

る。高圧環境から常圧環境に復帰する一連の過程を減圧といい、潜水深度と潜水時間の増加に従い、減圧に要する時間も長くなる。混合ガス潜水では潜水深度が大きいいため減圧時間は長くなると同時に、その過程が複雑になる。減圧は潜水深度と潜水時間別に計算された減圧表によって行われ、わが国では労働省の高気圧障害防止規則の中に、空気潜水については水深 60 m までの減圧表が公表されているが、混合ガスについての減圧表は各社独自のものを海外から入手している。一般に広く用いられているのはアメリカ海軍のダイビングマニュアルに記載されている He-O<sub>2</sub> 潜水用の減圧表である。

D.D.C はダイビングベルで行った深海潜水中に潜水者が呼吸を通じて吸収した He や N<sub>2</sub> 等の不活性ガス（化学的には安定しているが、生物学的には影響を及ぼす気体）の排出を行う減圧専用のチャンパーで、支援船上に配備されている。主要な機構はダイビングベルとドッキングできるようドッキングトランスを D.D.C 上部に設けてあることで、潜水者は潜水終了後、ダイビングベルからここを通じて D.D.C に入り、減圧される。その他の構造および装置は潜水病治療用再圧タンクのそれとほとんど同じである。ダイビングベルと D.D.C は一対となっており、全体的にポータブル用として小形、軽量化がはかられている。

#### (c) 深海潜水用潜水器

空気潜水で用いられている各種潜水器は原理的に潜水深度の水圧と均圧するような構造をもっているためガスの供給方法さえ解決すれば深海でも使用できる。しかし、それらの呼吸器はすべて呼気ガスを海中へ放出するいわゆる解放形と呼ばれるタイプであるため、呼吸ガスの消費量の多い深海潜水では極めて不経済である。地上と同じ呼吸回数を水深 100 m の海底で行うに要するガス量は地上の 11 倍という具合に、潜水中に呼吸するガスは潜水深度の絶対気圧の倍数で増加する。さらに混合ガスの主成分であるヘリウムガスは希ガスに属する高価

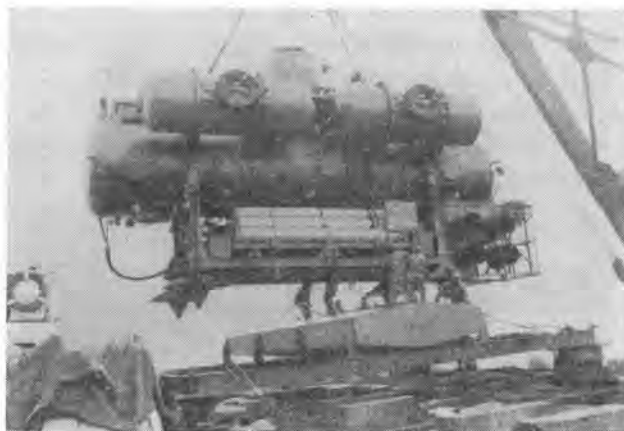


写真-7 海底作業基地

なガスであるため、潜水コストに占める呼吸ガスの割合が潜水深度に比例して高くなってゆく。このような問題を解決すべく開発された潜水器が半閉鎖回路潜水器や完全閉鎖回路潜水器である。

これらの潜水器はいずれも呼吸ガスを解放形のように直接海中に放出せず、いったん呼吸バックと呼ぶ袋に入れ、吸気の過程で呼吸中に含まれている炭酸ガスを水酸化リチウムのような化学薬剤で除去し、再び利用しようとするために必要な呼吸吸気の回路を有する水中呼吸器である。このうち半閉鎖形はオリフィスを利用した定流量放出装置を回路内にもち、これで常に吸気用ガスバックにガスを放出させ、炭酸ガスを除去した再生ガスと混合しつつ潜水者へ供給する構造をもつもので、放出用供給ガスは潜水者が携行するタイプ（自給気式）とホースを通じてダイビングベル等より行われるタイプ（他給気式）とがある。定流量装置の放出ガスで回路内圧がある値以上になると排気バルブを通じて海中へ排気される。半閉鎖形のガス消費は解放形の1/3~1/4となる。

完全閉鎖形は呼吸ガス中の炭酸ガスを除去した後の呼吸ガス中の酸素量の減少（炭酸ガスの発生量と同じ）量を酸素分圧計で感知して電磁弁を作動させ、必要酸素量を携帯用高圧酸素シリンダより回路内に放出させる機構をもつものである。エレクトロラングという商品名で当初開発され、その後、種々のものが米国よりわが国へ入ってきている。ガスの消費量は解放形に比べて極めて少なく、経済的であるが、わが国での実績はあまりなく、今後に期待される潜水器であるといえよう。

### 3. 潜水技術の問題点

海洋開発の進展に伴い潜水技術はその先行的技術として各分野から利用される機会は年々多くなると同時に安全で簡易な潜水器が開発され、潜水人口も増加し、潜水作業の専門分化も進もうとしている。しかし、一方においては潜水技術が極めて広範囲にわたる基礎科学のうえに成っていることから問題点も多い。このうち、ここでは最も基本的な問題として高圧環境にさらされた場合に起こる生理的な障害のうち、減圧の過程で生ずる減圧症について述べる。

減圧病は常圧に戻るときに体内で溶解していた窒素やヘリウムガスのような呼吸中の不活性ガスが気泡化する

ために生ずる症状で、従来から潜水病あるいは潜函病と呼ばれ、潜水者に恐れられていた。一般にベンズといわれる関節や筋肉の疼痛を主症状とするものが多いが、めまい、耳鳴り、難聴等を主症状とするメニエール形、さらに重症なものとして、脊髄性麻痺や脳卒中と似た症状を呈する脊髄形や脳形の減圧症も見られる。これらは潜水終了後、数時間以内に起こるところから急性減圧症といわれている。治療方法は疼痛のような自覚症状が出た段階で直ちに再圧治療を行えば重症にいたらず完治するケースが多いが、放置しておくとも症状が固定化したり、症状が悪化してゆく。

この急性減圧症とは別に無腐性骨壊死といわれる骨障害があり、慢性減圧症として近年注目されている。これは肩、股、膝等の関節骨の硬化や石灰化を起こし、関節炎や機能障害をもたらすもので、その成因については現在なお多くの研究者により研究中であるが、骨病変の発生傾向として潜水経験、ベンズの既歴、潜水深度等に比例している。また、いったん骨障害が起こると潜水を中止しても進行することや、減圧症を経験しなくても発生することは急性減圧症と異なり、予防方法や治療方法がないだけに問題が深い。

対策としては、定期的な健康診断を慎重に行い、症部の早期発見に努め、極力症状の進行を遅らすことであるが、なによりも重要なことは減圧表に基づく減圧時間を最低時間として十二分に減圧を行うことであり、そのためにも十分信頼のおける減圧表を確立する必要がある。

### 4. おわりに

潜水技術は混合ガス潜水のような深海潜水になると、特別な教育訓練を重ねた専門潜水士によらねばならないが、アクアラング潜水のような簡易で応用性に富む潜水法は各分野の専門技術者にとって有用な技術となり、いわゆるエンジニアダイバーを生み、広く普及するであろう。また、潜水深度や潜水時間はより深く、より長くを目標に研究開発が進み、大陸棚の資源開発の先兵となることも間近い。また、潜水者に代わり、大陸棚以上の深度では作業用潜水艇が利用されることになる。このため飽和潜水や大深度潜水、さらに作業用潜水艇についても潜水技術上重要な位置を占めるわけであるが、これらについては他の機会にゆずることとする。

## 随想

## インドネシアの旅 / 三島庸生

抜けるように青い南国の空。そびえたつココナツ（椰子）の木立。青みどろによどみ走る街中の運河の数々。汗にまみれた粗衣をまとう裸足の子供達。

ジャカルタのイメージといえば私達の頭にまず浮んでくる印象のこまごまは以上であろう。たしかにジャカルタのある面はそれであり、他の面でははるかに隔たった“近代”がそこにある。

市の中心部にそそり立つ“近代”の技術を空間に押し上げて誇示したようなホテルインドネシアの姿。前面の大通りのモダンなロータリのたたずまい。それをとりまくオフィスの群に見られる個性あふれる建築美。冒頭のイメージとは正反対のもう一つの面はこの辺りから始まる。

確かにインドネシアは変わった。数年前私が初めて訪れた折は街を行く自動車もわれわれの常識となっている“車検寿命”をはるかに越えたポンコツの洪水といえた。数年の間にその大部分はトヨタを筆頭とする日本車またはベンツで代表される高級車に置換えられ、新しいペイントに映える南国の陽光が空間をうずめる近代ビルのモザイクと美しい絵画を描き出すのだ。

ちぐはぐな点もある。目抜きの大通りでさえ、一時のスコールでたちまち錆色の泥水の溢れる池と化する。みせかけだけの美しさとはうらはらに、ほとんど手をつけていない下水工事の貧しさなのだ。

日航の経営するプレジデントホテルをはじめとする幾つかの高級ホテル、インドネシア国営銀行、ファーストナショナルシティバンク、日本の建設会社の建てた超高層ウイスマヌサンタラビル、さてはブルタミナ石油会社等々、軒を連ねる大建築物の前では、まさに破れシャツをまとった半裸の労働者の群れが昔ながらのスコップ、つるはしをふるい、モッコを担いでせせと“歩道づくり”に励んでいる。彼等の日当はここ数年に倍増したとはいえ、現在でも日本円にして200円にも満たない。この日当で“産児制限”という言葉さえも知らぬ彼等は無限に増える子供達や妻、両親を養わねばならぬのである。



ジャカルタ周辺には幾つかの新興高級住宅街がつくられ、インドネシアの高級官吏、富豪、それにアメリカ人、日本人のような外国人の家々が立ち並んでいる。田園調布や成城学園を何倍にも広げたような壮大なスケール。各個に思い思いの趣向をこらしたデザインの美しい家屋とその庭園。白、青、赤。原色を基調にした鮮やかなペイント。こぼれるばかりの緑の樹木を彩る常夏の国を象徴するフレイムツリー、プーゲンビアの花々のむせかえる香り。初めて見る日本人の眼にはこれがおとぎの国のたたずまいかと映る。

だが、住宅街の終りにはまったく板切れを継ぎ合せたといえるだけの掘立小屋があり、赤茶けた無数の洗濯物がひらめき、これも数

## 随想

では負けないほど多くの半裸の子供達やおかみさんの姿があふれている。

道端の埃にうずもれた屋台からは異様なヤシ油の香りが立上り、一杯10円ほどの、赤、青のインクをといたようなどぎつい色の砂糖水が並べられている。

すでに数多くの旅行者に語り尽された事実ではあるが、ジャカルタはこういう頂上と底辺、富と貧困、原色と埃が交錯してでき上がった人口600万といわれる不協和の一大社会なのだ。

\*                     \*                     \*

インドネシアは新しい国造りに忙しい。その代表的なものが食糧増産のための灌漑工事であり、すべての産業の基幹となる道路建設である。加えてこの2~3年ジャカルタ等の大都市を中心とする建築ブームもめざましい。このほか、元来の資源開発、港湾設備造成等の数多くのプロジェクトもあり、広大な国土には数多くの建設機械を必要とする。

問題は資金である。かつて容共のスカルノ政権の元では資金の手当はつかず、開発は遅れ、一般庶民の生活は悲惨という表現を越えていた。現スハルト政権は外資導入に努め、国民生活は安定向上し、インフレは一応収束した。カリマンタン、スマトラ等では木材開発用に多数のブルドーザがうなりを上げて動きまわり、ジャワ、スマトラでは開発工事用のクレーン、掘削機がせわしく仕事に励み、セレベス、スマトラ等の鉱山では大型掘削機が見渡す限りの露天掘りの現場をかけ巡っている。

インドネシアの主要資源である木材、錫、ニッケル等はこれらの機械によって伐り出され、掘り出され、その多くは日本に送られる。私達日本人がどれだけこれらの資源で潤されているかは繰り返し言及するまでもあるまい。

灌漑工事も盛んである。なにしろ1億国民の糧を賄えるだけの増産が相言葉になっており、上は政府首脳から、片田舎の一農民に至るまで常にこの言葉に励まされて仕事に精を出す。

掘削機は中部ジャワの限りなく広がった褐色の水田地帯で働く。照りつける太陽の下で汗だくで励む労働者、それを遠まきにしてこれまた汗だくで機械の仕事ぶりを終日あきもせず見守り続ける土地の女、子供達。彼等の眼には掘削機がアラーの神の全能を象徴するエネルギーの炎として映るのである。

日暮、彼等が帰る草葺の小屋には小さなアルコールランプが部屋の壁にゆらめき、手づかみで味わうジャワ風の野菜カレーの厚ぼったい香りが待っている。

道路工事の要は橋造りである。オランダは国内開発に見合う道路と物の輸送に耐える堅固な橋を造ることに力を入れなかったのが、現在何よりこの問題解決がインドネシアの課題となっている。中世紀式のオンボロ橋を近代的なアーチを描く鋼鉄の橋に架替えるための工事が各所で行われている。この指導には日本をはじめとし、アメリカ、オランダ、オーストラリア等のコンサルタントが当たっている。最近では韓国、台

## 随想

湾、シンガポール等のコンサルタント、あるいは地元の建設会社はその任に当ることもふえてきている。

ともあれ、日本製の真新しいクレーンを使った近代工法は急ピッチに繰り広げられ、工事は進展する。それを取り囲んでひねもす眺める農民の子供、老人達の姿は相変わらずといったところ……。

\* \* \*

数多くの現地の人が与えてくれた親切は忘れられない。生まれて初めて薄暗いジャカルタのケマヨラン空港のロビーに降り立った私は途方にくれていた。時計は午後10時をまわっている。半ばあやしげな英語、半ばは現地語で私の荷物をチェックした税関吏はその後一語も言葉をかけてくれぬ。何人かいた乗客の日本人はそれぞれ出迎えの人達と挨拶を交し、ほっとした表情で連れ去られていった。私の友人の姿はどこにもない。薄暗いロビーの隅々まで、目を細めてすかし見てみたが、それらしい影もない。褐色の顔に白眼をむき出しにして私をひと睨みしてせわしげに空港ポータが走り去る。「困った。困った」と思わず日本語のつぶやきが口をついて出る。「どうしましたか」。明瞭な、しかし優しい日本語がそれに答えてくれた。

ふり返った私の眼に五十がらみの小柄なインドネシア人の女性の姿が入ってきた。日本なら二十歳代の娘さんが着そうな赤味をおびた花模様のブラウス、日本製の白いプラスチックのバック。さっき飛行機の中で二言三言言葉を交えた婦人だ。

「ジャカルタにいらっしゃるのですか。」

「はい、何しろ初めてなもので……。」

「大変ですね。私、若い時分に東京の荻窪におりました。あなたは東京ですか。」

「立川の近所です。そうですか。やはり日本語がお達者ですね。」

「いいえ、でも随分忘れまして。」

ほのかに浮かべたほほえみが、優しい、しかも鮮やかな印象を与えた。それだけであったのに彼女は困り果てた私をみて自宅に連れ、ジャカルタでの初めての夜の宿を提供してくれたのである。

迎えの車は同年配の旦那様が運転していた。頭髪は半ば白く、穏やかな笑みを浮かべた頬の辺りには、50年の年輪が刻まれているような人柄であった。旦那様はほとんど日本語はわからない。しかし数少ない現地語の言葉のやりとりの中に十分な歓迎の意をこめて話してくれた。

私はシンガポール、マレーシアでの短い海軍生活を経験しており、ほんの少しマレー語を知っているつもりだ。インドネシア語はマレー語とほとんど同じだと聞いていた。この通り過ぎりの異国人にこれだけの好意を示してくれる夫妻へのお礼のつもりで私は幾つかのたどたどしいマレー単語を並べた。通じるのもあり、判らぬのもあったようだが、とにかく夫妻は声をあげて笑ってくれた。

## 随想

ジャカルタ郊外の住宅地は静かであった。電力不足の夜は暗い。しかし暗さの中に浮き出た白亜のヨーロッパ風のすまいは、私の考えていたそれよりはるかに素晴らしかった。薄い電灯の光に照し出された芝生の庭園には夜目にも鮮やかにブーゲンビリア、カンナ、サルビアその他名も知らぬ南国の花がひっそりと咲いていた。

奥様はせわしげに2人の女中さんを指揮して闖入客の馳走の準備にとりかかる。その間、旦那様は広いロビーの片隅におかれた黒檀製の飾り棚の前のソファを私に勧めめる。忙しげに部屋の反対側にあるサンヨーの扇風機を傍に運んできて私をもてなしてくれる。旦那様はあまりうまくない英語で私にいろいろと尋ねる。これがまた通じるときもあり、不得要領で最後はお互いにニヤニヤする。それを気遣って奥様がときどきキッチンからよく通じる声であれこれ日本語での質問をされる。

夜は楽しかった。ネシア風のカレー、鳥の唐揚げ、白魚のフライ、辛い漬物、それぞれに心のこもった異国の味であった。ネシアの人はほとんど酒を呑まない。しかし、私はカバンから友人のために持ってきた日本酒のビンを取り出し、夫妻にすすめた。奥様は日本酒の説明を現地語で細々ときかせ、旦那様は日本風に大ききうなずきながら何回か小さなグラスにおかわりをされた。

最後の私の驚きは、トイレに案内されて日本風のすわり便所の便器を発見したときであった。やはりアジアは一つか。

\*                     \*                     \*

バイタリティ、後進性、不協和、資源、親切心、ずいぶんお題目を並べてきたが、要するにインドネシアは未完成の大国であり、その将来は日本のそれとは比べものにならぬほど広漠とした可能性に満ちているといえよう。開発は緒についたばかりとはいえ、すでに莫大な投資を必要とし、素晴らしい市場を提供してくれている。時間はかかる。金はある。しかしそれ以上の無限の期待がある。信頼される日本企業の協力が現地の人々の幸せにつながり、かつ、日本人自身にも利益をもたらすことは間違いない。

（日本海洋土木（株）取締役社長）



## 現場フォアマンのための土木と施工法

## XVII. 建設機械概説

## 13. 荷役機械(その1)

佐藤 忠 雄\*

## 1. ま え が き

建設機械は未曾有の公共投資の伸び、民間施設の拡充などに伴い、各種建設工事の増大によって著しい発展が見られ、昭和30年以來ダム、トンネル、道路、鉄道、港湾、原子力ならびに水力発電、高層建築等の建設要請によってその発展普及にはめざましいものがある。今後は世情の諸要因から考えて種々相当むずかしい問題もあり、建設機械に及ぼす影響も大きいと思われるが、しかし、何はともあれ、物価、労働事情、特に建設資材ならびに労賃の高騰、熟練労働者の不足により好むと好まざるを問わず建設工事の省力化、機械化が望まれるところ



写真-1 超高層ビル工事で使用中のタワークレーン (K-350H)

\* 鹿島建設(株) 建築本部機材部機械課長

である。したがって、新技術、新工法の開発によるところはもちろん、少なくとも在来工法の改良、改善に対応すべく、そのニーズにそった建設機械の改良、開発が必要であるわけで、建設工事の構造物の質、施工精度の向上とともに、工事速度を上げ、経費の節減をはかるべく工事の合理化、省力化のため建設公害、施工の安全性を含めて建設工事への機械力の導入が必要であり、不可欠となってきている。

荷役については、古代ピラミッドの遺跡から超高層建築物に至るまで人類の文化発展の歴史には物の運搬と揚重作業が連綿として積み重ねられており、建設工事は物の運搬に始まり、物の荷役運搬をもって終るといっても過言ではないであろう。

建設工事において荷役運搬のための揚重運搬荷役機械は主役であり、工事工程上の動脈でもあるわけで、土砂、石材、セメント(コンクリート)、鋼材、木材、その他各種資材、材料の搬入、搬出が整然と規則正しく計画されたとおり移動、運搬荷役することができるかどうかは建設工事が大形プロジェクトによるものであればあるほどその影響は多大であり、また、建設の質も速度も荷役運搬の方法とその機械によるところが多いわけである。したがって、工事の計画施工にあたっては、工事工程環境によって生ずるあらゆる揚重荷役運搬作業の条件を整理し、その作業をシステム化し、荷役の方法、手段を十分検討し、むだの少ない無理のない形で実施する必要がある、工事の計画施工に携わる建設技術者はこれらの揚重運搬荷役機械の特性を常に理解するとともに、その進展に注意を払う必要がある。

揚重運搬荷役作業は材料を垂直に揚げ下げする動作(垂直揚重作業)と水平に移動する動作(水平運搬作業)であり、同時に、それぞれの作業動作における積込み、積卸し、荷さばきの作業である。建設工事においてこれらの作業は、一般的にまず工事現場への材料の搬入、搬出は船、貨車、車両(トラック、トレーラ)等によって

おり、工事現場内における材料の移動荷役は各種の巻上機、クレーン、エレベータ、リフトならびにコンベヤ等が利用されている。写真-1、写真-2 は超高層ビル工事に使用されているクライミング式の大形タワークレーン K-350 H (400 t-m) とギヤ駆動式の人荷兼用エレベータ (1 t, 40 m/min) である。

私は土木についてはあまり熟知していないので、建築工事に伴う荷役機械を中心に、特に最近利用度の多いクレーン類、リフト、エレベータ類について述べることにする。

## 2. クレーン

建設工事に利用されているクレーン類は最近クレーン性能の向上が追求され、各種クレーン制御、安全装置の導入などにより安全性、操作性の向上とともに、クレーンのインチング性能、クレーンのサイクルタイムの短縮と高能率化されたものが供給供用されるようになってきている。元来、クレーン類は比較的容易に建材を任意な場所に最少空間を利用して上下、垂直に、また、水平に移動、運搬できるので、建設工事においてはなくてはならないものであり、作業の合理化、省力化のためますますその利用は活発である。なお、現在建設工事に利用されている主なクレーン類を表-1 に示す。

移動式のクレーンは自由な走行移動が可能で、移動性がよく、ブーム方式のものやタワークレーン方式のものがあり、構造物への接近作業が可能である。クレーン車はアウトリガを、クローラクレーンはクローラ伸縮装置を装備し、つり上げ能力、安定度の増加がなされている。また、油圧式のものも広く用いられており、ブームの伸縮俯仰、旋回、巻上げが油圧化されている。いまのところこの移動式クレーンのつり上げ能力の最高は 250

表-1 建設工事に使用される主なクレーン

クレーン類	主なる用途	
タワークレーン	クライミング式大形タワークレーン等	高層建築工事の鉄骨建方作業、揚重荷役作業に利用される。
	固定式、走行式汎用タワークレーン等	一般建築工事等の揚重荷役作業に広く利用される。
	小形簡易タワークレーン等	建築工事等の上下運搬、揚重あるいは荷役作業のセカンドクレーンとして利用される。
ジブクレーン	起伏式、水平式小形ジブクレーン等	
デリック	ガイドリック、三脚デリック等	一般的に土木建築工事の仮設材荷さばき作業に利用される。
カントリクレーン	橋形クレーン、天井クレーン等	主にコンクリートプレハブ工場の PC 版製作荷役ならびに建方作業等に利用される。
ケーブルクレーン	固定式ケーブルクレーン、移動式ケーブルクレーン等	土ダム工事のコンクリート打設および荷役作業に主として利用される。
移動式クレーン	クローラクレーン、トラッククレーン、クレーン車(レック-), ホイールクレーン、鉄道クレーン、浮きクレーン等	土木建築工事の揚重、荷役、建方作業その他一般作業に広く利用される。



写真-2 高層ビル工事で使用中の人荷兼用エレベータ (SCANDO-1 形)

t 程度である。

ケーブルクレーンはエンジンタワー、テールタワーの両支柱間に渡したワイヤロープを軌道とし、これにトロリーを横行ロープによって走行させるもので、つり上げ能力は 25 t 程度が最高である。

なお、タワークレーン、ジブクレーン、デリック、橋形クレーン等については後述する。

能力的に見て、クレーン類の小形のもの是一般の雑荷役運搬用のつり上げ能力を 3 t 未満に押えたものが多く、設置、撤去に便利ようになってきており、軽量で取扱いが簡単になっている。大形のクレーンについては、それぞれの作業目的に応じた形式、能力のものがあり、その組立、設置、解体、撤去、運搬等にはいろいろな環境条件を考慮し、十分な計画に基づいて実施利用することが必要である。また、これらの中には各種制御装置を備えたものもあって、その機能維持、取扱い操作等には綿密な運用管理を要する。

クレーン類の総合性能は操作性、安定性、巻上スピードのアップ等年々向上し、ますます高能率、高性能化されており、常に新しいデータのもとに改良、改善されており、施工面からもクレーン類の効率的運用を検討してむだなく使用したいものである。

### 2.1 タワークレーン

タワークレーンは主に欧州において中高層ビル建築用として開発され、わが国では 1960 年頃から鉄骨建方作業用として使用されはじめ、これまでの運転員の技量にたよる、また、安全装置の具備もむずかしいガイドリック、スチフレグデリックに変わり、年々その活用分野を拡大して初期の超高層ビル工事では合理的、高能率的特長を遺憾なく発揮し、好成績を上げ、現在では中高層ビル工事のみならず、大規模工場工事、臨海建設工事等あらゆる工事に鉄骨建方作業、量産住宅の組立作業、総

合荷役作業と多角的に使用されるようになってきている。特に最近の大形超高層ビル工事ではより以上の高性能化を求め、巻上スピード、つり上げ能力、運転の操作性、運転室の居住性の向上をもはかった高性能大形タワークレーンを生み出している。この高性能化への要求は、従来一般的だった巻上機の動力源である交流モータを直流モータに変えさせた。これによりクレーンの生命の一つである巻上下速度、インチング特性が一段と向上している。このように高能率化されたクレーンの出現は新しい施工分野への開拓とともに、より一層の施工量の拡大、拡充を成すものと思われる。

2.1.1 種類

タワークレーンには設置する方式によって固定式のものゝと走行式の2種類がある。固定式のタワークレーンはタワーマスト下部をクレーン基礎台の上に固定する形式のもので、主として建築構造物内に設置され、使用される場合が多い。わが国のタワークレーンはこの方式のものが比較的多く、一般的である。走行式のタワークレーンはタワー下部に走行装置を装備し、レール上を走行する形式のもので、近時、プレハブ住宅工事等に利用されている。

タワークレーンのブーム形式にはハンマヘッド形（T形）、逆L形、ジブ起伏形、あるいは起伏水平兼用形等があり、つり上げ用フックもブーム先端ぶりのもの、



写真-3 施工中の走行式ジブ起伏形タワークレーン

トロリー使用の水平移動ぶりのもの、また、両者兼用のものなどがある。写真-3、図-1は走行式ジブ起伏形のタワークレーンであり、写真-4、図-2は固定式水平ジブトロリー形式のハンマヘッド形タワークレーンである。写真-5、図-3は固定式ジブ起伏水平トロリー形式のスネーク形タワークレーンで、マストを除いて走行装置を装備すると走行式のジブクレーンとしても使用できるクレーンでもある。

クライミング機

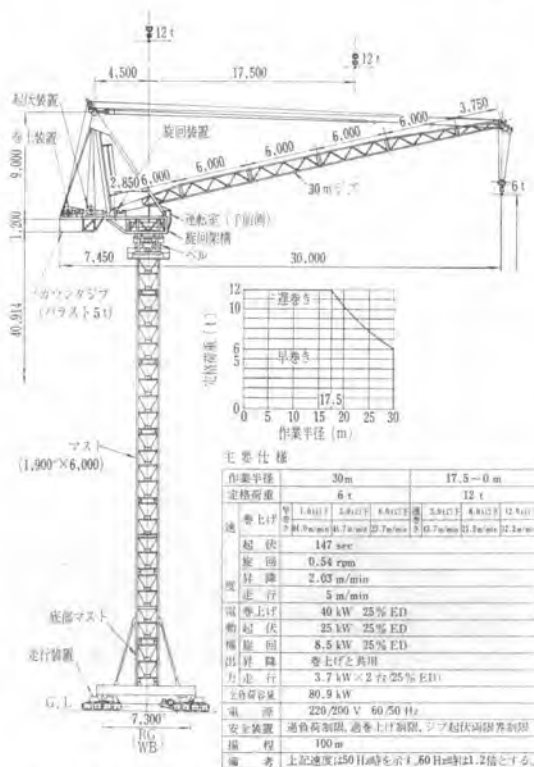


図-1 走行式ジブ起伏形タワークレーン（JCC 180形）

能のあるクライミング式タワークレーンは建物の高さに応じて自由昇降を行い、そのマストの高さを調整することができる。その方法にはマストクライミング、クレーンクライミング、ベル（旋回体）クライミング等がある。また、クライミングをワイヤロープによって行う方式のものゝと、油圧を利用した油圧シリンダによる方式のものがある。最近では安全性、作業性の面から油圧クライミングのものが増えてきている。ベルクライミング方式のものは超高層ビル工事に使用されるタワークレーンが主であり、2分割セルフクライミング方式タワークレーンと呼ばれ、タワーマスト部分とベル旋回機構、ブーム等の部分とに分割され、それぞれ交互にクライミングする特徴のあるものであり、クライミング時の重量を分割軽減して効率のよい安全性の高いクライミングをする方式である。なお、タワークレーンの各種クライミング方式の比較を 図-4 に示す。

2.1.2 性能および仕様

クレーンの能力は巻上荷重と作業半径の荷重モーメントで呼称される。一般的に大形クレーンは150 t-m以上、中形クレーンは50~150 t-m、小形クレーンは20~50 t-m、簡易形クレーンは20 t-m以下に分類される。なお、国産の建築用一般的汎用タワークレーンの主なものの仕様を表-2に示す。

2.1.3 巻上機械装置

巻上装置は電動機、減速機、ブレーキ機構、巻胴等が

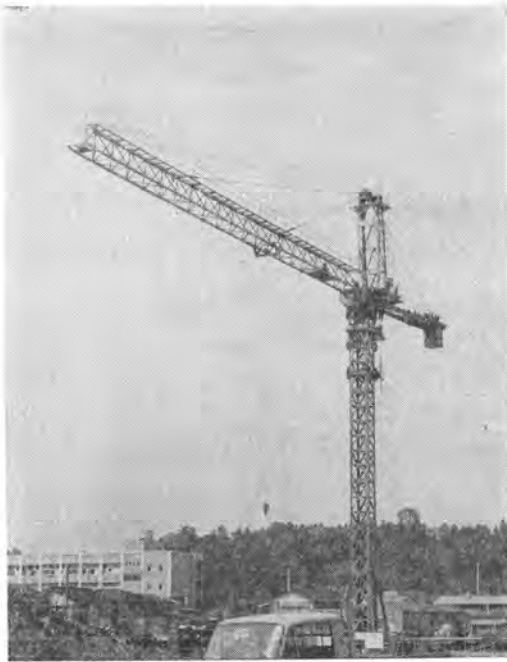


写真-4 固定式T形タワークレーン (OTH-2030 形)

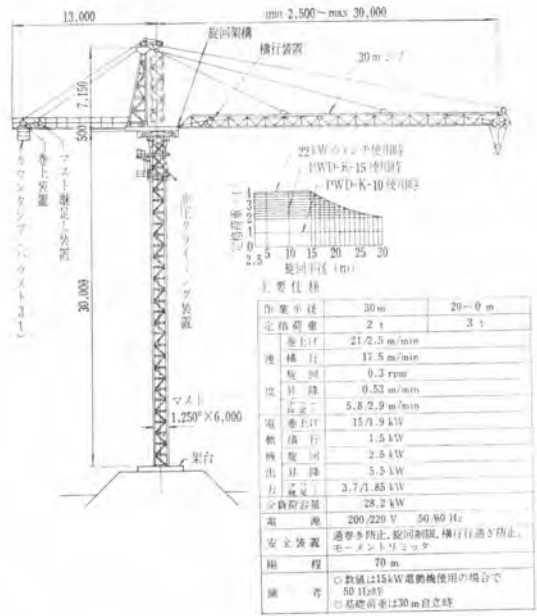


図-2 固定式T形ローリ方式タワークレーン (OTH-2030 形)

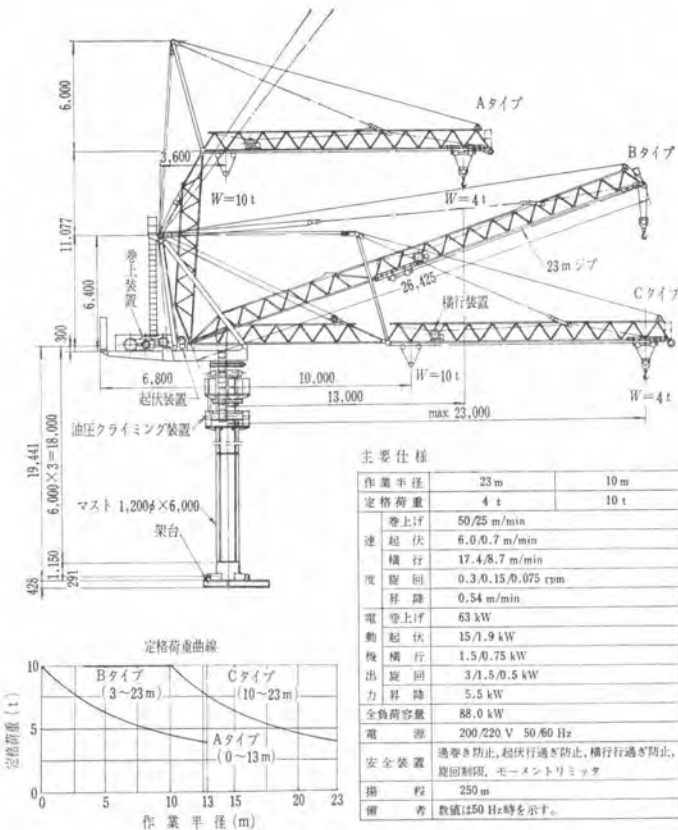


図-3 ジブスネーク形タワークレーン (K-100 形)



写真-5 施工中のジブスネーク形タワークレーン (K-100 形)

それぞれ直結された構造のもので、巻胴は一般に溝付胴が多く採用されている。タワークレーンでは特に施工性能を上げるため作業時における衝撃荷重の原因となる急速地切り、急停止等を避け、また、イン칭作業を容易にするため巻上げ、起伏等の巻上機には速度制御機構が設けられ、中でも巻上機に用いられる電動機には速度

特性が極めてよく、クレーンには理想的な直流方式の直巻形電動機による直流回生制動制御方式、また、現在多くのクレーンに採用されている交流方式による巻線形電動機のスラストおよび過流ブレーキ等の制御方式とかご形電動機の極数変換制御方式とがある。これらにより起動、停止時の速度コントロールを円滑にし、作業能率の

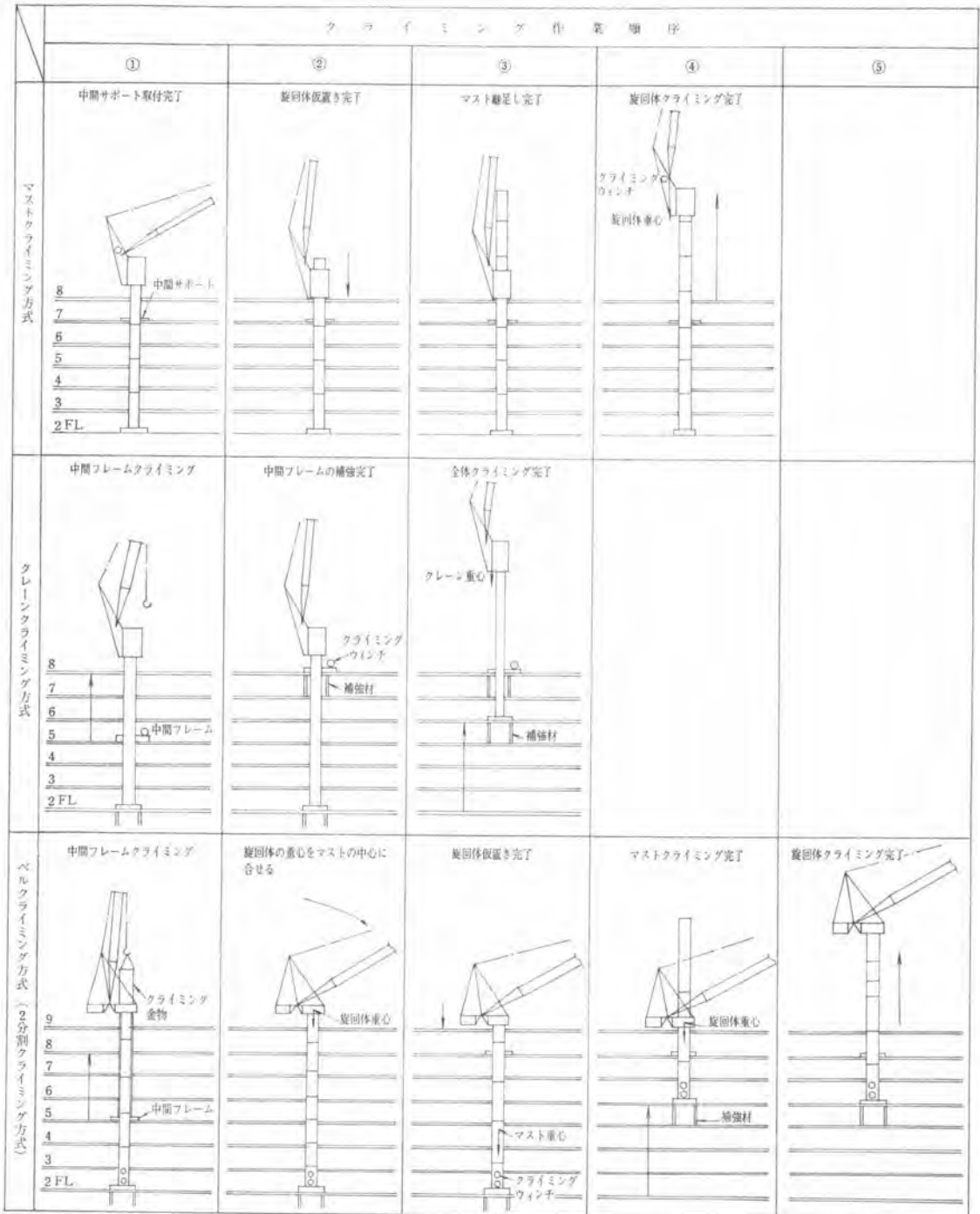


図-4 タワークレーンクライミング方式比較

表-2 国産主要タワ-

種 類	形								
	大				小			三井三浦	
	石川島播磨重工業				川 製 作 所			製 作 所	
製 作 会 社	JCC-180	K-200 H	K-350 H	JCC-600	OT 6030	S-7222-16 A	OTA 10030	MTC-180	
形 式	走 行	固 定	固 定	固 定	固 定	走 行	固 定	走 行	
ア 形 式	起 伏	起 伏	起 伏	起 伏	起 伏	水 平	起 伏	水 平	
作 業 半 径 (m)	30~0 35~0 40~0	15~3 32~15	22~2 35~22	35~0	30~0	55.2~3.35	30~0	16~0 30~16	
巻 上 荷 重 (t)	12~6 11~45 10~3	15 16~6	18以下 18~12	40~15	12~6	16~2.5	16~10	6 12~6	
荷 重 モーメント (t-m)	180	200	300	600	180	220	300	180	
揚 程 (m)	95	250	250	100	100	75	200	60	
標準マスト自立高さ (m)	33.7	24	24	35	24	30	24	150	
速 度	巻 上 げ (m/min)	83 44	80~25 130~42	80~25 130~42	18.7 5	20 10	60 10	20 10	15 37.5
	引 込 み (m/min)	16.7	16.7	16.7	10.8	12	42	15	30
	旋 回 (rpm)	0.54	0.48	0.48	0.25	0.4	0.7	0.4	0.6
電 機 動 機	走 行 (m/min)	5					21	9	
	ク ラ イ ミ ン グ [m/min]	0.9	0.33	0.33	0.83	0.5	0.5	0.5	1.2
	巻 上 げ (kW)	40	90	110	50	30	40+15	55	40
機 械	引 込 み (kW)	25	33	33	33	15	6.75	33	6.3
	旋 回 (kW)	8.5	8.5	13	8.5	5	6.75	7.5	4
	走 行 (kW)	3.7×2					2.8×4		1.5
ク ラ イ ミ ン グ (kW)	40	22	22	50	30	3.5	55		
水 平 引 込 装 置	有	有	有	有	有	有	有	有	
電 氣 的 操 作 方 式	間 接	間 接	間 接	間 接	間 接	間 接	間 接	間 接	
ク ラ イ ミ ン グ 方 式	ワイヤクラ イミミング	油圧クワイ イミミング	油圧クワイ イミミング	ワイヤクラ イミミング	ワイヤクラ イミミング	ワイヤクラ イミミング	ワイヤクラ イミミング	油圧クワイ イミミング	
	マスト上部 巻足し	2分割クワイ イミミング	2分割クワイ イミミング	マスト上部 巻足し	マスト上部 巻足し	マスト上部 巻足し	マスト上部 巻足し	外マスト利 用形	

(注) 上記速度は 50 Hz 時を示す。

向上がはかられている。なお、国産各社が採用している速度制御装置を表-3に示す。

2.1.4 安全装置等

建築用タワークレーンで一番望まれることは安全装置を完備することである。誤操作がかりにあっても、安全装置が確実に作動し、安心して作業ができるものでなければならない。理想的なタワークレーンの操作は揚重作業が見やすい位置からできること、すなわち、“眼下運転”である。したがって、大形クレーンの場合はクレーン本体に運転室を取付けたものが多い。中形以下のクレーンではクレーン本体に運転室を取付けるスペースが十分とれないことなどで、比較的近接した位置で操作できる有線によるリモートコントロール方式の操作の簡易なものが多く、一般的である。

わが国におけるタワークレーンは主に電気を動力としており、したがって、電気的接点の開閉により巻過防止、過荷重制限が行われている。

(1) 主な安全装置をあげると、

① 過巻上下制限装置

② 起伏行過防止装置：つりフックの巻上げ下げ、ブームの起伏が危険位置に達する前にリミックが働き、巻上機能を停止させる機構である（巻上げならびに起伏装置に対する過巻防止装置は法規上定められている）。

③ 過荷重制限装置：荷重と作業半径の積に相当したモーメントによって作動する機構のもので、各作業半径

に対し、規定以上の荷重が働くと警報と同時に巻上機能が停止する（過荷重制限について昭和48年4月より法規上追加規定された）。

④ 非常停止装置：非常緊急時に操作されるもので、押ボタン、レバーにより巻上げ、起伏、旋回等の各操作回路を遮断する装置である。

⑤ 旋回警報遮断装置

⑥ 接近警報遮断装置

⑦ クライミング落下防止装置

などであり、そのほかに付属安全機器として、

⑧ 風速記録警報遮断装置

⑨ 避雷針および誘導線避雷灯

⑩ 通信およびテレビ監視装置

などがある。さらに

⑪ 稼働記録装置

⑫ 電波障害対応装置

等についても検討されている。

クライミング式の大形タワークレーンにあっては、自動制御装置も複雑なものとなり、安全装置も各種装備されている。しかしながら、自動制御はいったん故障を起こすと想像以上の大事故に結びつく場合もあり、それらの安全装置は安定性、制御性、信頼性の高いものでなければならない。写真-6、図-5は最近開発され使用されている巻上機構に直流制御方式を採用したクライミング式大形タワークレーン（K-350 H、K-200 H）の運転

クレーン仕様

中				形				小			
石川島播磨重工業		小川製作所		北井製作所		日立建機		越原鉄工所		小川製作所	
JCC-80	JCC-100	OTS 3020 C	OTH 2030 C	K 100	S 5100-10 A	KCT-2030	C-60	KRC-2515	OTS 1015 C	KCT-102	
固定 起 伏 15~3 20~0 25~1 8~6 8~4 5~3 80 70 18 45 22.5 15 0.8 0.25 40 8.5 2.5 5.5 有 間 接 ワイヤクラ イミング マスト上部 離足し	固定 起 伏 20~0 25~0 30~1 8~5 8~3.5 6~2 100 70 18 45 22.5 15 0.55 0.25 40 8.5 2.5 5.5 有 間 接 ワイヤクラ イミング マスト上部 離足し	走 行 起 伏 15~3 20~3 25~3 8~4.6 8~3 4~1.7 60 100 18 22 11 8 0.4 0.54 25 10 2.5 5.5 有 間 接 ワイヤクラ イミング マスト上部 離足し	走 行 水 平 30~0 4~2 60 70 30 21 2.5 17.5 0.3 6 0.5 15 1.9 1.5 2.5 2.2x2 5.5 有 間 接 油圧クライ ミング マスト上部 離足し	固 定 兼 用 23 10 4 10 250 50 25 7.1 0.3 5.5 有 間 接 油圧クライ ミング マスト上部 離足し	走 行 水 平 47.5~33.6 10~19 120 190 30 50 10 10 40 0.8 0.5 2.5+7.5 3.75 3.75 5.5 有 間 接 ワイヤクラ イミング マスト上部 離足し	固 定 水 平 30~2 2.0 18 15 15 0.16 7.5 1.5 3.7 7.5 有 間 接 油圧クライ ミング 外マスト利 用形 マスト上部 離足し	固 定 起 伏 17 3.5 60 8.9 18 21.6 2.57 8.5 0.31 0.6 15 1.9 7.5 2.2 15 有 間 接 ワイヤクラ イミング マスト上部 離足し	固 定 起 伏 15~4 2.5 37.5 50 18 10 1.8 0.21 7.5 7.5 2.2 1.5 有 間 接 油圧クライ ミング マスト上部 離足し	固 定 起 伏 15 10 1.0 1.5 15 50 12 20.5 6.67 0.4 0.5 7.5 2.5 0.75 7.5 有 間 接 油圧クライ ミング マスト上部 離足し	固 定 水 平 20~2 1.0 20 50 18 15 15 6.67 0.25 0.4 5.5 0.75 2.2 7.5 有 間 接 油圧クライ ミング 外マスト利 用形	

表-3 速度制御装置例

製造者	石 川 島		小 川			越 原	北 井
形 式	JCC-180	K-350 H	OTH-2030	OT-6030	S6181-10A	KRC-2015	KCT-1025
巻 上 げ	スラスタ制御 交流電磁ブレーキ	直流制御(回生制 動) スラスタ制御 交流電磁ブレーキ	親子ウィンチ制御 乾式多板ブレーキ	V S 制 御 交流電磁ブレーキ	親子ウィンチ } 極数変換 } 制御 交流電磁ブレーキ	交流単板ブレーキ	乾式多板ブレーキ
引込み	起伏形	スラスタ制御 交流電磁ブレーキ		C F 制 御 交流電磁ブレーキ		交流単板ブレーキ	
	トロリ 一形		直流単板ブレーキ		極数変換制御 交流単板ブレーキ		乾式多板ブレーキ
旋 回	足踏式油圧ブレ ーキ	E C 制 御 スラスタブレーキ	交流電磁ブレーキ	交流電磁ブレーキ	2 モ ー タ 制 御 交流単板ブレーキ	乾式多板ブレーキ	乾式多板ブレーキ

室内を示したものであるが、従来の運転室のイメージは一新され、ゆったりとしたスペースに各種の安全装置と計器類が集中化され、操作性のよい安全設計となっている。

直流電動機方式のタワークレーンは従来の交流電動機方式に比べ幅広い速度制限がノッチレスコントロールにより無段階に可能であり、軽負荷時は早く、重負荷時は遅くといった速度特性を有しており、作業能率は極めて高く、特に重負荷時のインテグレーション性能がすぐれている。このように操作性と機能の向上はそのままオペレータの能力開発、精神的疲労の低減、高所作業への適応にプラスとなり、作業効率の向上とともに安全性をより一層高めるものである。なお、最近のこれら大形クレーン

に採用されている通信およびテレビ監視装置について紹介する。

(2) 通信装置は従来建築工事現場においてオペレータと玉掛者との相互連絡がかけ声、身ぶり、手ぶり、旗などにより行われていたのを両者の離隔が大きくなり、また、見えなくなったなど諸事情によってやむなく有線もしくは無線方式により考え出されたものである。有線によるものは回路構成および取扱いが簡単で、価格的に安い反面、仮設的なものだけに切断の恐れ、玉掛者の移動に伴う配線の取扱いに難点がある。無線方式は高価であり、外来電波との混触、無線法による制限、特に建築物が中間しゃへいになることは非常に不利である。したがって、玉掛者側のみワイヤレスとした有線・無線併用



写真-6 タワークレーン (K-350 H) の運転室内

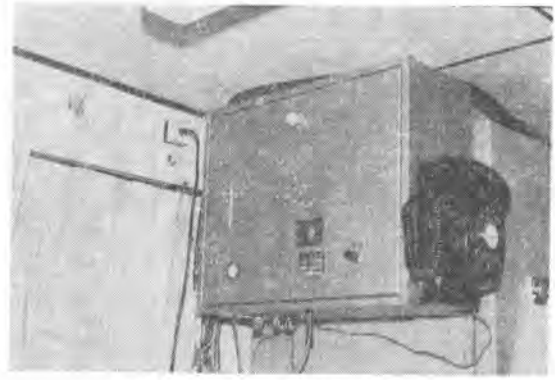


写真-7 通信ボックス (運転室内)

方式のものが利用されている。図-6 に通信機器の構成図 (有線・無線併用方式) を、写真-7、写真-8 に通信ボックス (運転室内) と信号函を示す。

(3) テレビ監視装置はタワークレーンのブーム先端の踊場よりカメラおよび電動ズームレンズを内蔵した特殊カメラケースをつり下げ、運転室内よりこの制御ボックスを操作してフックや地上の作業状態をモニターの映像画面で遠隔監視するものである。図-7 はテレビ監視装置の構成である。カメラはブーム角度が変わっても常に地面に垂直に向くようにつり下げ装置となっており、絶えずフックを把握できる機構となっている。

2.1.5 選択について

タワークレーンの選択にあたっては、クレーンの性能、特性ならびに設置する場所の適否等、クレーン設置による工事の施工性、安全性、経済性等について十分検討し、最適な機種を選定しなければならない。第1条件として、主体となる揚重物 (鉄骨の支柱、はり等) の最大単位重量とその作業半径、揚重高さである。もちろん機械の重量、架台形状、組立、クライミング、解体の方

法等にも計画検討を加え、かつまた、揚重物の品質ならびに施工管理の面から揚重速度、微動作等の操作性を考慮し、選定する。

第2次的には、その他の荷揚げ作業にも十分に活用をはかり、基礎地業時の土の搬出、山留材、型わく材、鉄筋コンクリート等の運搬にも使用し、さらに上層部コンクリート打設にも使用する等、稼働期間を増大し、運搬荷役物の重量、傾度、経路等を考慮し、作業密度を高め得る設置場所の選定をする。その他周囲の条件、また、工事の規模、工期、作業量、構造物の特質等その内容により固定式か走行式か、および台数等を合せて検討決定する。

2.1.6 組立、解体について

(1) 基礎

タワークレーンを設置する場合、設置場所の条件に適した基礎を決めるが、クレーンの能力使用条件などにより計算される引抜き、圧縮、水平力に十分耐え得る基礎の構造が必要であり、その方法には次のようなものがある。

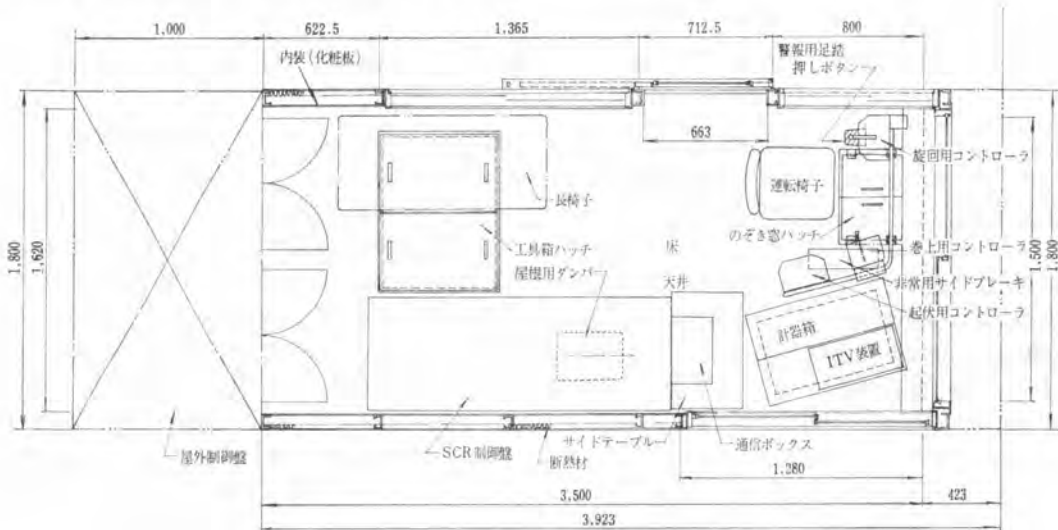


図-5 タワークレーン運転室平面図 (K-350 H, K-200 H)



- ① H形鋼, I形鋼材等を支持ぐいとした専用構台を構築する。
- ② コンクリートぐい(既成ぐい,あるいは場所打ぐい)を支持ぐいとした構台を構築する。
- ③ 建物の基礎はり,耐圧スラブ等を利用して構築する。
- ④ 建物の中間階のはりをを利用して構築する。

(2) 組立

タワークレーンの建方要領図ならびに取扱説明書によって十分検討をし,基礎台上に垂直に確実に据付ける設置場所の条件によっては建方用のクレーンの準備が必要であり,組立にあたっては次のようなことにも注意したい。

- ① 作業主任者を選任し,組立指導にあたらせる。
- ② ワイヤロープの状態,各部の調整,特に安全装置の調整は正確に時間をかけて行い,確認する。
- ③ マストの高さを標準高さ(自立高さ)以上に延長する場合は所定の位置にワイヤロープまたは鋼材等で控えを取り,転倒を防止する。

(3) 解体

タワークレーンは重量,形状が大きいため慎重に解体方法を計画し,実施する。解体には次の方法があるが,タワークレーンの設置場所の条件をよく検討し,適切な方法を選定する。

- ① ジブクレーン等による屋上解体:解体用ジブクレーン等をタワークレーンで屋上に設置し,タワークレーンを解体する方法で,ジブクレーンはタワークレーンの解体後,仕上材等の揚重に使用される。
- ② 屋外自力降下:建物外に設置された場合,自力により逆クライミングを繰返し,降下する方法で,マストを順次つり出し,地上でクレーン本体を解体する。

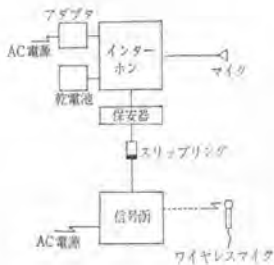


図-6 通信機構成図  
(有線・無線併用方式)



写真-8 信号箱

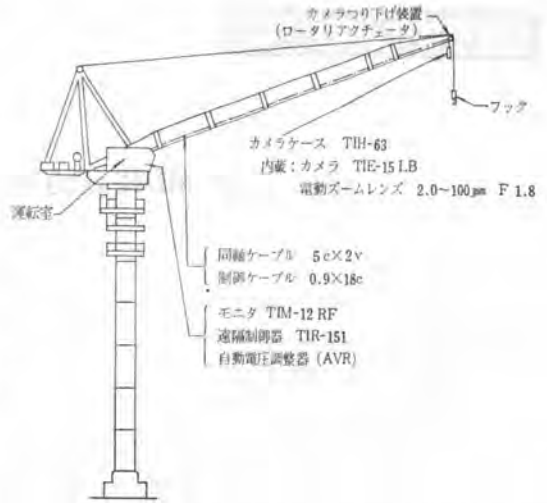


図-7 タワークレーン用テレビ監視装置構成図

- ③ 屋内自力降下:ジブクレーン等の屋上設置も困難な場合,建物内を自力で逆クライミングにより降下し,躯体鉄骨等を利用して解体する方法で,解体部材の建物外への引出しに手間がかかり,クレーン本体と建物等が接触しないような考慮が必要である。

2.1.7 使用上の注意

タワークレーンの使用中は定期的に安全装置の作動確認を行うことと次のことに注意することが必要である。

- ① 基礎の浮上り沈下には特に注意し,レベルの測定を定期的に行い,異常の有無を確認する。
- ② 基礎部分の根切りを行う場合はクレーンの運転を停止し,根切りと同時に必要な補強を行う。また,クライミング時の建物中間はりにもその都度必要な補強を検討する。
- ③ 使用中のマストを他の目的には使用しない。
- ④ クレーンのつり上げ能力以上のつり上げ,特に横引き,くい抜き作業等は絶対にしない。
- ⑤ オペレータと玉掛者との信号合図は統一し,確実な連絡方法とする。
- ⑥ 夜間作業に必要な照明は十分に作る。
- ⑦ 付近に鉄道,高圧電線路,一般通路等がある場合は安全に必要な処置をとる。
- ⑧ 各種安全装置の完備されたクレーンであっても安全装置以前の機械的な安全率の問題がある。取扱い管理上注意が必要で,特に作業前後(始業,日常)の点検,月例点検など,安全点検を確実にする。

### 301. 三笠 MDR-S 50 形スロープタンパ性能試験

- (1) 試験期間 昭和48年7月2日～7月16日
- (2) 構造形式 斜面専用振動ローラ
- (3) 主要諸元 (表-301.1 参照)
- (4) 締固め性能

コンクリート製のテストピット (幅 2.5 m, 深さ 0.6 m, 長さ 20 m) 内に試験用土をまき厚 30 cm で敷きならし、これを初期転圧ローラにより 8 回締固めを行った後、試験車を通過させて乾燥密度、支持力 (CBR) および試験用土表面の沈下量を測定した。試験用土には砂

63%, シルト 27%, 粘土 10% からなる砂質ロームを用いた。また、試験は含水比および転圧回数を変えて行った。試験条件を表-301.2 に示す。

図-301.1 は含水比の変化に対する乾燥密度の変化を通過回数ごとに示したものである。図中、 $P_0, P_2$  等は通過前、2 回通過後等の値を示す。なお、 $P_{1a}$  下層とは表面から 15 cm における測定値である。また、この図には試験用土の JIS A 1210 による締固め曲線、最大乾燥密度 ( $\tau_{dmax}$ )、最適含水比 ( $w_{opt}$ )、締固め度 90% の乾燥密度 ( $90\% \tau_{dmax}$ )、飽和度 ( $S_r$ ) および空気間げき率 ( $V_a$ ) 曲線を示してあるので、締固め度判断の際の参考とされたい。

図-301.2 は乾燥密度が通過回数により変化する状態を含水比ごとに示したものである。同様に、含水比と支持力の関係を図-301.3 に、通過回数と表面沈下量の関係を図-301.4 に、通過回数と支持力の関係を図-301.5 にそれぞれ示す。

(5) 斜面の締固め試験

図-301.6, 図-301.7 に 28 度のこう配上における締固め試験の結果を示す。試験用土は平坦地締固め試験時と同様で、含水比は 10.5% である。

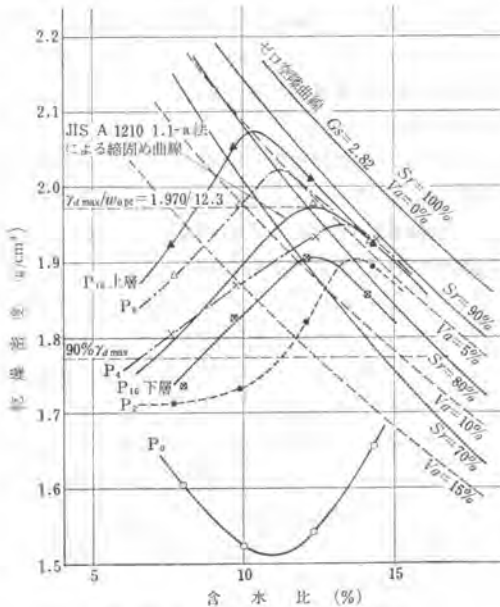


図-301.1 乾燥密度と含水比の関係

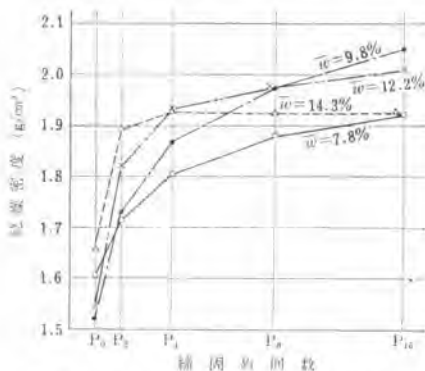


図-301.2 乾燥密度と締固め回数の関係

表-301.1 主要諸元

項目	単位	仕様値	測定値	備考
車両重量	kg	600		付加重量なし、オペレータ含まず 作動油含まず 20m×4本
パワーユニット重量	kg	340		
オイルホース重量	kg	56		
全長	mm	2,325		
全幅	mm	785		
全高	mm	1,145		
ローラ直径	mm	352		
ローラ幅	mm	600		
転圧盤幅	mm	240		
転圧盤長	mm	600		
走行速度	km/hr	0~0.6		前後進とも
最大作業こう配	度	約 45		
起振機回転速度	rpm	0~1,300		
遠心力(最大)	kg	1,300		

表-301.2 試験条件

土質	まき厚 (cm)	含水比 (%)	試験時車両重量 (kg)	通過速度 (km/hr)	通過回数 (回)
砂質ローム	30	乾燥側 7.8, 9.8 最適含水比 12.2 湿潤側 14.3	600	0.4	2,4,8,16

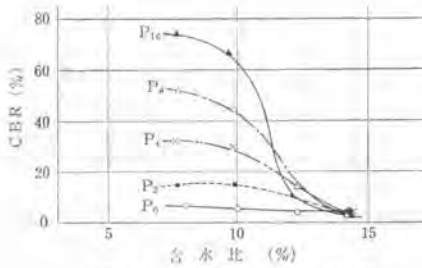


図-301.3 CBR と含水比の関係

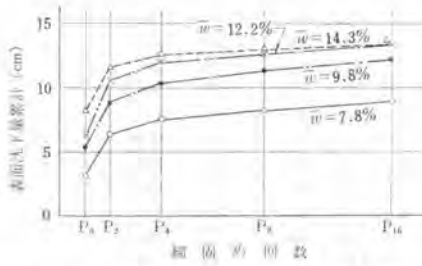


図-301.4 表面沈下量と締固め回数

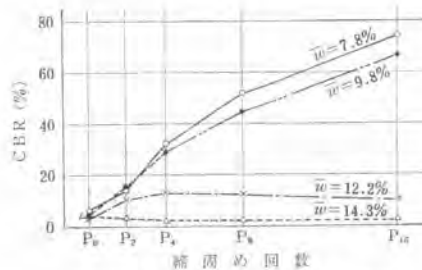


図-301.5 CBR と締固め回数

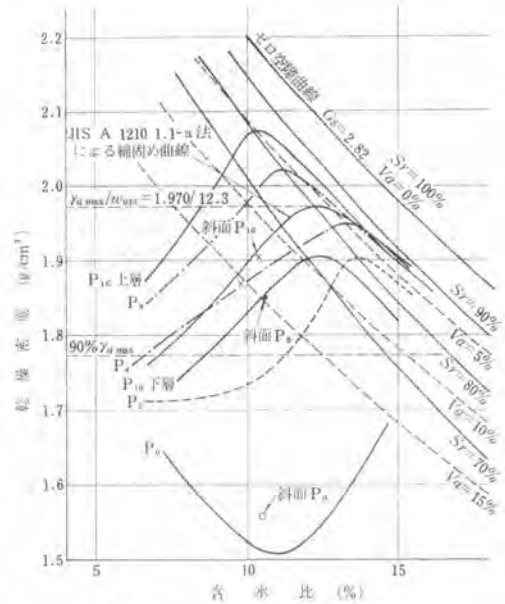


図-301.6 乾燥密度と含水比の関係

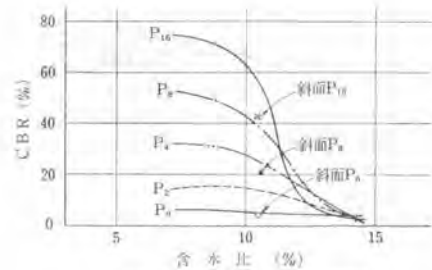


図-301.7 CBR と含水比の関係

### 302. ニッペイ RW 10 形振動ローラ性能試験

- (1) 試験期間 昭和 48 年 9 月 10 日～10 月 11 日
- (2) 構造形式 油圧駆動自動走式振動ローラ
- (3) 主要諸元 (表-302.1 参照)
- (4) 走行性能 (表-302.2 参照)
- (5) 締固め性能

コンクリート製のテストピット (幅 2.5 m, 深さ 0.6 m, 長さ 20 m) 内に試験用土をまき厚 30 cm で敷きならし、これを初期転圧ローラにより 8 回締固めを行った後、試験車を通過させて乾燥密度、支持力 (CBR) および試験用土表面の沈下量を測定した。試験用土には砂 65.5%, シルト 26%, 粘土 8.5% からなる砂質ロームを用いた。また、試験は含水比および転圧回数を変えて行った。試験条件を表-302.3 に示す。

図-302.1 は、含水比の変化に対する乾燥密度の変化

を通過回数ごとに示したものである。図中、 $P_0, P_2$  等は通過前、2 回通過後等の値を示す。なお、 $P_{16}$  下層とは表面から 15 cm における測定値である。また、この図には試験用土の JIS A 1210 による締固め曲線、最大乾燥密度 ( $r_{d \max}$ ), 最適含水比 ( $w_{opt}$ ), 締固め度 90% の乾燥密度 ( $90\% r_{d \max}$ ), 飽和度 ( $S_r$ ) および空気間けき率 ( $V_a$ ) 曲線を示してあるので、締固め度判断の際の参考とされたい。

図-302.2 は乾燥密度が通過回数により変化する状態を含水比ごとに示したものである。同様に、含水比と支持力の関係を図-302.3 に、通過回数と表面沈下量の関係を図-302.4 に、通過回数と支持力の関係を図-302.5 にそれぞれ示す。

表-302.1 主要諸元

項目	単位	仕様値	測定値	備考
車両重量	kg	1,370	1,357	付加重量なし、オペレータ含まず
前軸荷重	kg	610	606	線圧 7.2 kg/cm
後軸荷重	kg	760	751	線圧 8.9 kg/cm
水平重心位置	mm		308	前軸中心より後方
重心高さ	mm		482	
最大車両重量	kg	1,450	1,435	バラスト(水)積、オペレータ含まず
前軸荷重	kg	640	638	線圧 7.6 kg/cm
後軸荷重	kg	810	797	線圧 9.5 kg/cm
水平重心位置	mm		307	前軸中心より後方
重心高さ	mm		506	
全長	mm	2,540	2,557	
全幅	mm	1,120	1,131	
全高	mm	1,220	1,202	
前軸直径	mm	508	508	
前輪幅	mm	840	840	
後輪直径	mm	508	508	
後輪幅	mm	840	840	
軸距	mm	690	690	
最低地上高	mm	129	127	
締固め幅	mm	840	840	
散水タンク容量	l	80	78	
起振機回転速度	rpm	3,300	3,105	機関 2,300 rpm
作業時騒音	ホンA		92	オペレータ耳もと
	ホンA		76	車両中心より側方 15 m, 地上 1.2 m

表-302.2 走行性能

項目	変速段	前進		後進		備考
		仕様値	測定値	仕様値	測定値	
平地最高速度 (km/hr)	低速	0~1.8	1.72	0~1.8	1.72	土道
	高速	0~3.0	2.77	0~3.0	2.78	
	低速		1.70		1.65	起振機運転
10°20'坂路登坂速度 (km/hr)	低速		1.58		1.48	土道
	低速		1.44		1.18	作業時(起振機運転)
	高速		2.45		2.31	
最小回転半径 (m)	低速	19.2	23.4	19.2	22.2	右回り, 外側車輪
	低速	19.2	22.6	19.2	23.4	左回り, 外側車輪
	低速		23.6		22.3	右回り, 車両最外側
	低速		22.7		23.6	左回り, 車両最外側

表-302.3 試験条件

土質	まき厚 (cm)	含水比 (%)	試験時車両重量 (kg)	通過速度 (km/hr)	通過回数 (回)
砂質土	30	乾燥側 7.2, 9.1 最適含水比 12.2 湿潤側 14.2	1,435	1.5~1.7	2, 4, 8, 16

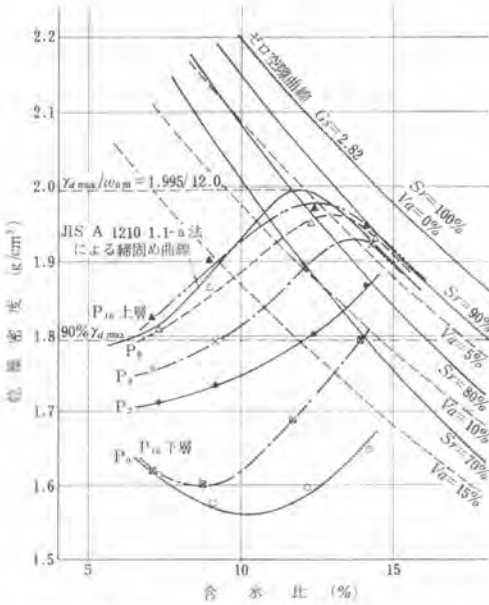


図-302.1 乾燥密度と含水比の関係

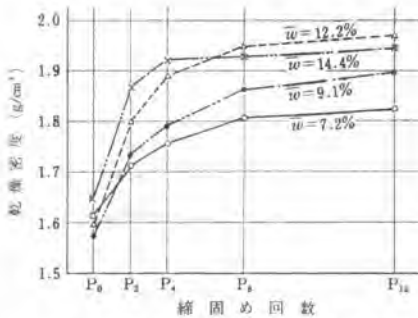


図-302.2 乾燥密度と締固め回数の関係

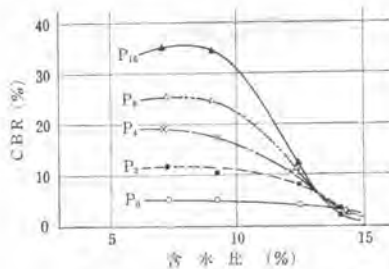


図-302.3 CBR と含水比の関係

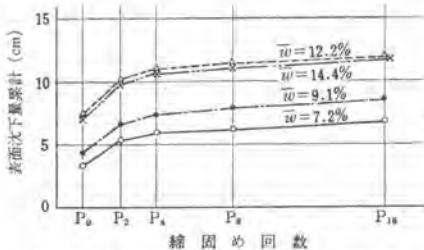


図-302.4 表面沈下量と締固め回数の関係

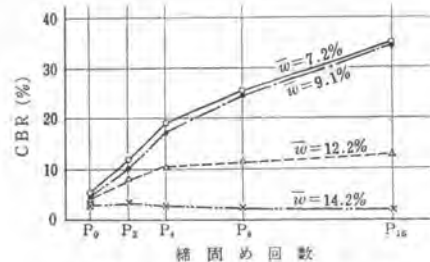


図-302.5 CBR と締固め回数の関係

### 303. CAT 910 形車輪式トラクタショベル性能試験

- (1) 試験期間 昭和 48 年 10 月 22 日～11 月 16 日
- (2) 構造形式 トルコン、パワーシフト、アーティキュレーテッド、フロントエンド
- (3) 機関性能

主要性能の仕様値と実測値の比較を表-303.1 に示す。なお、修正値は計算により標準大気状態へ実測値を修正したものである。図-303.1 に試験結果から作成した性能曲線を示す。

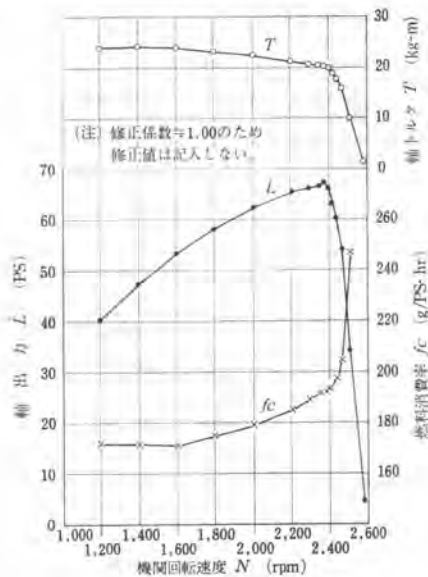


図-303.1 機関性能曲線図

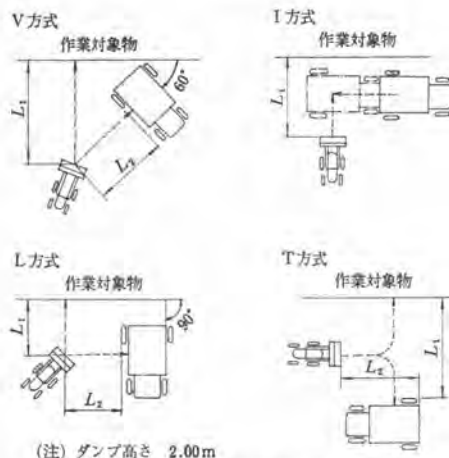


図-303.2 積込作業試験車両配置図

- (4) 騒音レベル (表-303.2 参照)
- (5) 主要諸元および位置性能 (表-303.3 参照)
- (6) 走行・けん引性能 (表-303.4 参照)
- (7) 作業性能 (表-303.5 参照)

試験の方法は、試験車とダンプトラックの相対位置を図-303.2 に示す 4 種について、作業対象物をすくい込み、ダンプトラックに積込む作業を 1 台のダンプトラックが満載になるまで行って作業能力を測定するものである。試験場内は平坦で、作業対象物は砂質ローム土、4 号碎石および発破をかけてくずした原石 (最大粒径 300 mm, 土砂を含む) の 3 種を試験前にブルドーザなどで盛上げておく。使用したダンプトラックは 7.5 t 積、荷台内法寸法 2.20 m × 3.80 m, 荷台上縁地上高 2.0 m であった。

なお、この試験の目的はトラクタショベルの 1 回当り

表-303.1 機関性能

機関形式名称: キャタピラー 3204  
シリンダ数-径×行程: 4-114 mm × 127 mm  
総排気量: 5.2 l 圧縮比: 17.5

	定格出力 PS (rpm)	最大トルク kg-m (rpm)	燃料消費率 (g/PS-hr)	最高回転 速度 (rpm)	最低回転 速度 (rpm)
仕様値	66 (2,400)	24.5 (1,600)	200		
実測値	65.9 (2,400)	24.2 (1,400)	193	2,577	910
修正値	66.0	24.4	193		

表-303.2 騒音レベル

測定条件	マイクロホン位置	騒音 (ホンA)	備考
車両停止	オペレータの耳もと	95	機関回転
機関最高回転	15 m 左方, 地上 1.2 m	82	2,540 rpm
作業中	同上	82	
テストコース	オペレータの耳もと	95	走行速度
走行中	15 m 左方, 地上 1.2 m	80	23.3 km/hr

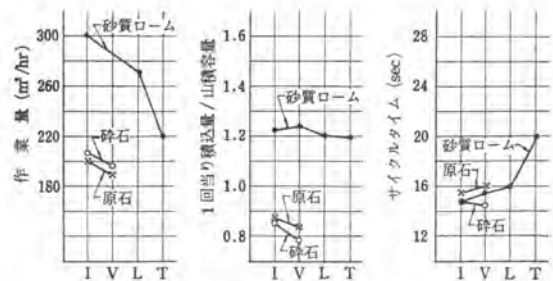


図-303.3 作業方式別作業性能

表-303.3 主要諸元および定置性能

項 目	単 位	仕様値	実測値	備 考
全 装 備 重 量	kg	6,440	6,320	オペレータ含まず
水 平 重 心 位 置	mm		1,279	前輪中心より後方
重 心 高 さ	mm		950	
接 地 圧	kg/cm <sup>2</sup>		4.6(2.2)	( )内はみるけの接地圧
全 長	mm	5,670	5,652	
全 幅	mm	2,145	2,150	バケット外幅
全 高 (バケット地上)	mm	2,210	2,211	輸送状態
全 高 (バケット上昇)	mm	4,075	4,087	
最 低 地 上 高	mm	390	387	
バケットヒンジピッチ高	mm	3,065	3,030	
ダンピングクリヤランス	mm	2,320	2,314	45° 前傾
ダンピングリーチ	mm	885	888	同 上
バケット後傾角	度	40	39	地 上
バケット前傾角	度	45	47	最高位置
掘 削 深 さ	mm	290	270	10° 前傾
バケット容量 (平 積)	m <sup>3</sup>		0.81	
バケット容量 (山 積)	m <sup>3</sup>	1.0	0.97	
転倒荷重* (直進姿勢)	kg		4,300	} 常用荷重 2,150 kg の2倍以上であることが望ましい
転倒荷重 (右旋回時)	kg		3,800	
転倒荷重 (左旋回時)	kg		3,800	
バケット上昇時間	sec	6.2	6.7	
バケット下降時間	sec	3.1	3.7	無負荷
バケットダンプ時間	sec	2.4	2.3	同上
最高持上げ荷重	kg		2,870	
最大掘起し力	kg		3,750	バケット刃先にて

\* 車両に転倒状態を起こさせるバケット内荷重で、転倒状態とは後輪が地面から離れる状態をいう。

積込量およびサイクルタイムについての最大値を知ること、この試験の結果を実際の作業に直ちに適用はできない。

なお、作業方式別の性能比較を図-303.3 に示す。

表-303.4 走行・けん引性能

速度段	前 進		後 進		備 考
	仕様値	実測値	仕様値	実測値	
平地最高速度 (km/hr)	1 速	0~6.4	6.4	0~10.7	10.7
	2 速	0~11.5	11.5		
	3 速	0~24.1	23.1		
20 度 坂 路 登 坂 速 度 (km/hr)	1 速		3.8		3.2
	2 速		2.7		
	3 速		ストール		
最小回転半径 (m)	右回り	5.1	5.26	5.1	バケット最外側 最外輪中心 バケット最外側 最外輪中心
	右回り	4.6	4.71	4.6	
	左回り	5.1	5.25	5.1	
	左回り	4.6	4.67	4.6	
最大けん引力 (kg)	1 速	6,450	6,300		
	2 速		3,570		
	3 速		1,630		
ブレーキ性能	測定初速度	19.8 km/hr における制動距離 (m)			2.25~2.28
	指定初速度	20 km/hr への補正制動距離 (m)			2.28
	ブレーキ効率				0.69

表-303.5 作 業 性 能

作業方式	作業対象物	区 分	作業時間 (sec)	平均サイクルタイム (sec)	積 込 量			作 業 量	
					(t)	(m <sup>3</sup> )	1 回当り積込量 (m <sup>3</sup> )	(t/hr)	(m <sup>3</sup> /hr)
V	砂 質 ローム土	縦 平 均	46.0~48.7	15.3~16.2 15.7	5.51~5.67	3.62~3.83	1.21~1.28 1.24	396~444 422	268~300 285
		縦 平 均	42.1~45.3	14.0~15.1 14.4	3.44~3.59	2.29~2.39	0.76~0.80 0.78	285~302 294	190~201 196
	原 石	縦 平 均	47.2~48.2	15.7~16.1 15.9	4.48~4.65	2.48~2.57	0.83~0.86 0.84	338~347 342	187~192 189
I	砂 質 ローム土	縦 平 均	43.5~45.7	14.5~15.2 14.8	5.20~5.56	3.51~3.76	1.17~1.25 1.22	430~450 439	291~304 297
		縦 平 均	43.7~45.6	14.6~15.2 14.8	3.79~3.83	2.53~2.55	0.84~0.85 0.85	302~315 309	202~210 206
	原 石	縦 平 均	46.3~47.3	15.4~15.8 15.6	4.69~4.77	2.59~2.64	0.86~0.88 0.87	357~371 363	197~205 200
L	砂 質 ローム土	縦 平 均	47.6~49.0	15.9~16.3 16.0	5.30~5.39	3.58~3.64	1.19~1.21 1.20	389~408 399	263~276 270
T	砂 質 ローム土	縦 平 均	58.5~59.6	19.5~19.9 19.7	5.18~5.42	3.50~3.66	1.17~1.22 1.19	316~327 322	214~221 218

## 文 献 目 録 紹 介

広 報 部 会  
文 献 調 査 委 員 会

Civil Engineering ASCE  
1973.1~1973.6

## [1 月号]—1973

Computer Use on an Environmental Engineering Project  
環境工学におけるコンピュータの利用について

Structural Failure from the Human Side

構造工学者から見た構造物の破壊現象について

Weather Modification: Report Card

米国防空軍気象部の気象対策分野は濃霧の消散、降雨の増大、ハリケーンを和らげる等の分野である。これらに関する報告

## [2 月号]—1973

Use of Computer Graphics

土木工学各分野における自動図化の利用について

Remote Sensing for Water Resources

遠隔操作による水資源の発見開発法について

Construction: Gap between Intent and Performance

構造物設計者から見た計画と完成物の間のギャップについて

## [3 月号]—1973

the National Environmental Policy Act of 1969 and the Engineering Curriculum

1969年の全国環境対策の政策とそれに工学が果たすべき課題について

Underwater Bridge Inspection

過去の記録によると橋梁の破壊は基礎の原因によるものが多く報告されている。特に水中の橋梁基礎の検査法について述べた報告

Preview of Offshore Technology Conference

海上工事技術会議の抄録

## [4 月号]—1973

Participatory Planning for Boston Metro-Area Transportation

都市の要求が二つのボストン地区超高速道路プロジェクトの仕事を休止させた。それに対する新計画についての報告

Pavement Crushed, Reused to Strengthen Runway Base

舗装改修工事で旧舗装材料を路盤に再利用する工事例の報告

Like to Cut Cost of Repaving Roads 25%?

旧舗装破砕機械の性能および材料再利用の有益性について述べた施工例の報告

## [5 月号]—1973

Are More Women Needed in Engineering?

ソ連では技術者の3分の1は女性であり、米国では0.7%にすぎない。なぜそうなのか?

National Water Commission Reports

全国水資源委員会の報告

## [6 月号]—1973

Pennsylvania Tries Mastic Asphalt Pavement

ペンシルベニアで施工された新乳香アスファルトコンクリート工事例の報告。この新しい無気泡性物質は耐久性がよく、経済的である。

Ludington Pumped-Storage Project Wins 1973 Outstanding CE Achievement Award



## 文 献 調 査

ミシガン湖の東岸に位置するこの発電所は電力のオフ時には幅 1 mile, 長さ 2 mile の人造貯水湖に水をポンプアップし、ピーク時に再びミシガン湖に落水させる。この人造湖の堤体は砂質土で築造され、浸透水対策のため内側はアスファルトサンドウィッチを用いている。これらの施工についての工事例報告

## Construction Methods &amp; Equipment

1973.1~1973.6

## [1月号]—1973

Newest Dimension of Modern Blasting

新しい次元の爆破破砕

## [2月号]—1973

Modified Excavators and Slipform Pavers Set Blistering Pace

台形断面掘削機とスリップフォームペーパの組合せにより高効率な水路工事ができた。

Shield-Protected Tunneling Machine Drives Sewer under City Streets

シールド機械で街路下の下水掘削

## [3月号]—1973

Slipform Paver Places High-Speed Railbed

イギリス鉄道研究所で開発された鉄道床版打設機械によるコンクリート打設

Rock Mole Finishes Bore in a Flourish of Records

ニューメキシコで天候、湿気、軟弱層等の悪条件下でトンネル掘削機により非常に硬い岩や泥岩の掘削で新記録を出した。

## [4月号]—1973

Push-Pull Scrapers Team with Rippers to Slash Job Schedule

カリフォルニア州における施工例であるが、高さ 60 m の堤防の切りくずし作業にリッパドーザによるブッシュブルスクレーパチームを編成し、36 万 m<sup>3</sup> の玉石混りの土砂をくずし、かつそれを敷きならした。それに要した工期は 6 週間たらずであった。

Special Jacks Lift Bridge Spans at Texas Dam

テキサスダムにかかるハイウェイ道路橋のけたのかさ上げ作業にダムの両岸にまたがる移動式ジャッキ作業台を用いて遂行した。

## [5月号]—1973

Trucks on Tap Keep Asphalt Flowing over Desert

アリゾナの砂漠道路にアスファルトを舗装した施工例であるが、アスファルトの運搬、まき出しに 30 t のボトムダンブトレーラをタンデムに使用し、1 往復 29 km を運搬走行した。これにより延長 16 km, 幅員 9 m の舗装が 8 時間作業の 3 日で完成した。

Short Cuts and Special Pump Simplify Wall Job

ロサンゼルス郊外のアパート建設工事に、厚さ 20 cm の垂直コンクリート壁を片型わくくにコンクリートを吹付けて打設した。コンクリートはスランブ 2 cm で特殊ポンプでノズルに圧送し、ここから圧縮空気とともに噴射される。この工法の採用により工期、工費が短縮された。

## [6月号]—1973

Prestressing Jacks Set Underwater Pipeline Precisely on

Line

カリフォルニアの工場廃水排水管敷設工事にプレテンションジャッキ（コンクリートに予圧を与える装置）9 セットを用いて直径 1.2 m, 延長 360 m, 重さ 1,750 t の鋼管を配列精度 ±6 cm で水底に敷設した。

Precast Bridge Sections Hook, Tip, and Lock in Place

イントラコースタル湾水道にかけるプレキャストコンクリート橋のボックスセクションを、特殊なつり上げ装置と位置決め装置により簡単に、しかも正確に取付け、橋を完成した。工期、工費の節減はきわめて大きい。

## Highway &amp; Road Construction

1973.4~1973.6

## [4月号]—1973

Urban Highway Construction, Part I: Planning

市街地道路建設 第1章 計画

Portable Pier for MVEE's MGB

(MVEE: Military Vehicles and Engineering Establishment)

(MGB: Medium Girder Bridge)

英国軍用車両技術協会の仮設橋用の可搬式橋脚

South Eastern England—Extensive Highway Works under Construction and in Prospect

英国南東部（工事中および計画中の延長する道路工事）

South Eastern England—Some Suppliers of Road Materials and Plant Hirers

英国南東部（道路建設資材の供給会社とプラントのリース会社）

Steel Box Girder Bridges

鉄製箱形のけたを採用した橋

## [5月号]—1973

Urban Highway Construction, Part II: Design

市街地道路建設 第2章 設計

Comparing International Road Accident Deaths

世界の交通事故死者数の比較

Design Problems of Motorway Interchanges

インターチェンジの設計に関する諸問題

Highway Maintenance

道路維持関連機器

Traffic Guidance and Lighting

交通標識と道路照明について

## [6月号]—1973

the Awfulness of Concrete Road Construction

コンクリート舗装道路建設のむずかしさ

Concrete Roads—Development of New Technique

コンクリート舗装道路—新工法の発達

Concrete Roads—Maintenance and Repair

コンクリート舗装道路—維持と修理

New Epoxide Binder

新しいエポキシ樹脂製バインダ

New Tokyo International Airport—Topography and Soil Play Important Part in Construction

新東京国際空港（建設における重要課題である地形と土質について）



## Roads & Streets 1973.1~1973.6

[2月号]-1973

Safety Box Doubles as Sheet Pile Template in Soft Ground  
軟弱地盤へのシートパイルを打込む際にセーフティボックスをテンプレートとして用いる。

[5月号]-1973

Back Hoe Attachment Cuts Exact Trench Countour  
トレンチをバックホウで掘る場合に正確な形状に仕上げるためのアタッチメント

Infrared Thermometer Helps Make Better Asphalt Pavement

赤外線温度計を用いると離れた地点でアスファルトの温度がわかるので、通常わかりにくい所での温度をすぐ知ることができるため質のよい舗装ができる。

Automatic Equipment Quickly Resurfaces Crasher Roll Shells

岩石破砕機のいたんだロール面を自動的に修理する機械

[6月号]-1973

Dig Deep Trench Downtown with Precision Blasting  
市街地において発破によるトレンチ掘削を行う場合、危険をさけるため正確に作業のできる工法をとった。

Combined Draglines Big Trucks to Excavate Pond

沼地をドラグラインと大形ダンプにより掘削する。

Tunnel in Alluvial Soil Makes Fast Advance at Low Cost

トンネルボーリングマシンを紹介

## Baumaschine und Bautechnik 1973.1~1973.6

[1月号]-1973

Rückwärtige Verankerungen für Baugrubenumschließungen  
ビル建設用ピットにおける土留用アンカーおよび打込みボルトの概要

Ein Iteratives Rechenverfahren und seine Anwendungsmöglichkeiten bei der Terminberechnung im Baukastennetzplanprogramm BKN

BKN ネットワークプログラムによる施工計画に使用した計算方法

Selbstregelnde Pumpen als Antrieb für Hydro-Bagger und-Lader

油圧ブルドーザおよびショベルの駆動用油圧ポンプ

Stand der Sprenglochbohrtechnik in der Industrie der Steine und Erden und in der Bauindustrie

ドリル工法の概況

[3月号]-1973

Über das Anlaufen einer Großbaustelle im Ausland unter Besonderer Berücksichtigung des Geräteeinsatzes

海外における大形プロジェクト工事に使用された建設機械

Kosten und Leistungsrechnung im Erdbau

土工における利潤の解析

Bohrpfahlgründungen unter der Wasseroberfläche bei größeren Bauobjekten

大形水底基礎ぐいのプロジェクト工事

[4月号]-1973

Die Förderung durch Rohrleitungen—eine Rationelle Fördermethode im Bauwesen

パイプラインコンベヤー土木建設における経済的な輸送方法

Radlader für die Erdbewegung

土工作業におけるトラクタショベル(車輪式)

Über das Anlaufen einer Großbaustelle im Ausland unter Besonderer Berücksichtigung des Geräteeinsatzes

海外における大形プロジェクト工事に使われた建設機械

[5月号]-1973

Erddruckmessungen an einem hohen Brückenwiderlager  
大形橋梁の橋脚における土圧測定法について

Anwendung und Einbau von Asphaltbeton im Wasserbau  
油圧技術、機械を利用したアスファルト舗装工事

Analyse des Dilemmas der Ablaufplanung in der Bauproduktion

建築工事における施工計画の解析

Rationelle Einbaumethode bei großen Gußasphaltdeckenlosen

新しく開発されたアスファルトフィニッシャー

(本誌昭和49年1月号に抄訳掲載)

[6月号]-1973

Die Felsanker des Pumpspeicherwerkes Waldeck II

地下機械場の工事に使用したプレストレスアンカーについて

Erfolgreicher Scrapereinsatz—Kriterien, Kräfte, Einsatztechnische und Wirtschaftlichkeitsbereiche

スクレーパの効果的使用法—基準、出力、操作および有効範囲

Qualitätssteuerung und Forschung unter einem Dach

ラテンダンのレディーミックストコンクリート試験所

(委員：岡崎治義)

## ▶支部だより

## 昭和 48 年度除雪機械展示実演会開催

## —東北支部—

本協会本部、東北支部の共催による昭和 48 年度除雪機械展示実演会は建設省、日本国有鉄道、青森県、青森市の後援のもとに 1 月 23 日、24 日の 2 日間にわたり青森市石江字宮田の国鉄グラウンドにおいて開催された。

今冬の東北地方は全般的に雪が多く、特に青森、秋

田、山形各県の地方においては大雪に見舞われ、開催地の青森市においても早くも 12 月に大雪があり、12 月の降雪としては 40 年ぶりというほどで、一時石油危機感の影響もあってこの展示会の開催も心配されたが、関係者の理解と協力によりなんとか開催の運びとなり、実施されることになった。

初日の 1 月 23 日 10 時、折りからの風雪の中、会場正門前に集まった多数の参観者のもとに、本協会の非常務理事の挨拶に続いて建設省東北地方建設局の木谷道路部長、青森県の附田土木部次長の祝辞があり、引続き会場正門に張られた紅白のテープに非常務理事、河上支部

長、木谷道路部長、金子青森工事事務所長、附田土木部次長がハサミを入れ、火花打上げとともに一同万雷の拍手のうちに展示会は開催された。

今年は全国的に雪が多かったせいか前回(46年度)に比べ参観者の出足が鈍く感ぜられたが、北は北海道から南は山口県まで官公庁をはじめ地方公共団体などの関係者が多数参加され、2 日間にわたりその数約 1,800 名を記録した。

参観者は開会当初からの風雪にもかかわらず最新鋭除雪機械や実演する機械の性能を終始熱心に見聞していた。実演は、特にロータリ除雪車について 2 日間それぞれ 10 時半から行われたが、会場の積雪深は 1 m 近くもあって、最近になく雪が豊富で思う存分実演ができ、それぞれの機械の性能や特長を披露し、その威力をいかんなく発揮して参観者の目を引いていた。

今年の実演機械は 16 社で 40 機種を数えたが、今冬の大雪にタイミングよろしきを得て比較的例年より大形除雪機械や小形除雪機械(歩道用除雪機)が多く見受けられ、今後の除雪機械の方向を示しているものといえよう。

また、2 日目の 24 日 9 時半から青森市民会館において建設省主催による除雪研究会が開催され、その聴講者約 600 名を数え、盛況のうちに終了した。なお、研究会の演題および講演者は次のとおりである。

出品機械一覧

会社名	機械名	規 格
いすゞ自動車	除雪トラック	4×4, 215 PS, キャブオーバー形ワンウェイブラウ付
岩手富士産業	ロータリ除雪車	CT-12 HSR
ウエスタン自動車	雪上車 ウニモグトラクタ除雪機 トラックスター	8人乗 406形 94 PS, PTO プロワ S3, スノーブロー MF 3 付 A 0072 25 PS
川崎重工業	除雪ドーザ ロータリ除雪車	KLD 6 形 104 PS アンダリングブラウ付 KLD 6 形+NRT 4 形 (104+110) PS
日本除雪機製作所	ロータリ除雪車 ロータリ除雪車	HTR-301 (137+272) PS MR-120 110 PS
キャタピラー三菱	スノーローダ スノーローダ スノーローダ スノーローダ 除雪ドーザ 除雪グレーダ 除雪グレーダ	CAT 910 66 PS, アンダリングブラウ付 CAT 931 63 PS CAT 930 102 PS, サイドダンプ付 三菱 BS 3 D 35 PS CAT D 3 63 PS 三菱 LG 2 115 PS 三菱 LG 3 125 PS
小松製作所	除雪グレーダ 除雪グレーダ 除雪グレーダ スノーローダ 除雪ドーザ スノーローダ	GD 22 65 PS, Vブラウ付 GD 31 110 PS, Vブラウ付 GD 37 125 PS, Vブラウ付 JH 30 B 65 PS, バケット付 JH 63 102 PS, アンダリングブラウ付 D 20 S 35 PS, バケット付
白石工機	ファームスノーローダ ファームスノーローダ	SD-3 14 PS, ロータリ式歩道除雪車 SD-4 10 PS, ロータリ式歩道除雪車
東洋運搬機	ロータリ除雪車 除雪ドーザ 除雪ドーザ スノーローダ スノーローダ スノーローダ	R 500 B 500 PS 180 S III 142 PS, アンダリングブラウ付 75 III 104 PS, アンダリングブラウ付 45 形 83 PS STD 10 形 44 PS ボブキャット M 600 24.3 PS
新潟鉄工所	ロータリ除雪車 ロータリ除雪車	NR 651 S 260 PS NHR 11 133 PS
日本地下水開発	消雪ノズルセット	NSK-U 付風水中モータポンプ操作盤
日産ディーゼル販売	除雪トラック	TF 30 GD 220 PS, ワンウェイブラウ付
日野自動車販売	除雪トラック	ZH 100 190 PS, ワンウェイブラウ付
吉河工業	スノーローダ ロータリ除雪車	FL 140 96 PS, サイドダンプバケット付 FL 60, 39 PS
三井造船	スノーローダ 除雪ドーザ	HL 8 44.5 PS, ヨンドメイトバケット付 HL 5 28.5 PS, ヨンドメイトVブラウ付
三菱自動車販売	除雪トラック	W 81 D 200 PS, ワンウェイブラウ付



風雪の中、参観者でにぎわう会場（東北）



実演中の歩道除雪用小形ロータリ除雪車（手前右）（東北）



実演中の大形ロータリ除雪車（東北）

## 除雪研究会次第

開会挨拶……………建設省大臣官房建設機械課	田中康之
挨拶……………建設省東北地方建設局	木谷 正
高速域における除雪トラックの研究……………	
……………北海道開発局	山口芳宏
ロータリ除雪車の高速化に関する研究……………	
……………建設省東北地方建設局	大沼清寿
路面圧雪および凍結除去に関する研究……………	
……………建設省北陸地方建設局	後藤浩平

## 第 10 回除雪機械展示会開催

## — 北海道支部 —

本協会北海道支部主催の第 10 回除雪機械展示会は、省力化用小形建設機械展示会も併せて 1 月 31 日から 2 月 2 日までの 3 日間、札幌市中央区中島公園広場で開催された。

参加会社は 15 社、大形、中形、小形のロータリ系、グレーダ系、トラック系、ショベル系、トラクタ系の各種除雪車、雪上車、小形ショベルローダ、工専用モノレール、タイヤチェーン、ジェットヒータ、油脂注入器等合せて約 60 点の出品に、札幌市の技術陣が開発した歩道用除雪車が特別出品された。

初日の 31 日は午前 9 時 30 分花火を合図に関係者一同が会場の本部前に集合して開会式を挙行、大杉副支部長の挨拶について大杉副支部長、森北海道開発局次長が会場正門に張られた紅白のテープにハサミを入れて一同入場開会式を終り、10 時から大形機械実演場、小形機械実演場に分かれてそれぞれ実演を始めた。

今回の展示会は深刻なモノ不足、石油危機が原因してか、参加会社はこれまでの 20 社代を下回り、したがって出品機種も少なく、機械そのものは全体として外観的变化はないが、使用結果からして材質の改良による強度アップ、機構の単純化による操作性の向上をはかっている傾向にあり、4 車線道路等道路改良の進捗に伴い、要求されている除雪の高速化および精度向上を目的とする高速大形除雪車の出品、また社会的要望に対応した歩道用除雪を主目的として小形化、小回りのきく小形除雪車（ブレード式、ロータリ式、バケット式）の出品が多かったこと、さらには省力化機械として初めての、運搬道路もできるだけ少なくし、環境破壊防止も兼ねた工業用モノレールの出品などが特長といえよう。

会期中の 3 日間は連日快晴温暖に恵まれ、見学者は道内各地から個人、団体合せて約 4,100 名もあり、熱心に見学していた。

## 出品会社名および出品機種（五十音順）

- (1) 池田齒車製作所  
IK 式雪上車
- (2) 川崎重工業札幌営業所  
KLD 6 (ロータリ除雪機付)  
KLD 6 (アングリングブラウ付)  
KLD 80 Z
- (3) 久保田農機製作所  
サッポロ除雪機 K 20 新形  
サッポロ除雪機 SS 1500

## ▶支部だより

- (4) 栗林商会商事事業本部札幌支店  
TCM トラクタショベル 75 III AN  
TCM トラクタショベル 75 III  
TCM 歩道除雪機 STD 10  
TCM 歩道除雪機ボブキャットローダ
- (5) 小松製作所北海道支社  
D 10 A  
D 21 A (Vブラウ付)  
JH 63 (アングリングブラウ付)  
JH 65 C (ロータリ付)  
GD 22 (Vブラウ付)  
GD 37-6 H (Vブラウ付)  
GD 40
- (6) 神戸製鋼所札幌営業所  
神戸 545 H 形ロータリ除雪車  
神戸 645 形ホイールローダ
- (7) 札幌ふそう部品販売  
ユニローダ 1740
- (8) 白石工機  
ファームスノーローダ SD-D  
ファームスノーローダ SD-3  
ファームスノーローダ SD-4  
ファームスノーローダ SR-3  
ファームスノーローダ SL-2  
ファームスノーローダ SL-1  
ファームポータ P-5  
ファームポータ P-7
- (9) 日鉄鉱業北海道支店  
工事用モノレール
- (10) 日本除雪機製作所  
ロータリ除雪車 HTR-301 形  
ロータリ除雪車 MR-120 形
- (11) 北海道建設機械販売  
三菱モータグレーダ Vブラウ付 LG 3  
三菱モータグレーダ ハイブレード付 LG 2  
三菱トラクタショベル スライド式サイドダンプ BS 3  
CAT ホイールローダアングリングブラウ付 910  
CAT トラックタイプローダ 931  
CAT ブルドーザウィンチ付 D 3
- (12) 北海道三菱ふそう自動車販売  
除雪トラック W 101 改 (参考出品)



大杉副支部長，森北海道開発局次長による  
テープカット（北海道）



大形除雪機の実演（北海道）



小形除雪機の実演（北海道）

- (13) マスヤナギ  
ミニリユープ (グリース注入器) K-6  
スーパーリユープ (グリース注入器) K-2  
ポリウムポンプ J-2  
ザーレンオイル 10 W 40  
ザーレングリース
- (14) ヤナセ札幌支店  
ユニモグ 421 スノーカッタ  
ユニモグ 406 楔形除雪機  
ユニモグ 406 PTO プロア S 3  
雪上車  
タイヤチェーン  
小形除雪機スノーバップ  
小形除雪機スノースロウ 88  
小形除雪機スノースロウ 11-16  
マスターヒータ
- (15) 和同産業岩見沢営業所  
S 10 C 形除雪機 C 形  
S 7 形除雪機 K 形  
スノースクリュー WHP 00  
F 80 排土板

<特別出品>

札幌市  
歩道除雪車

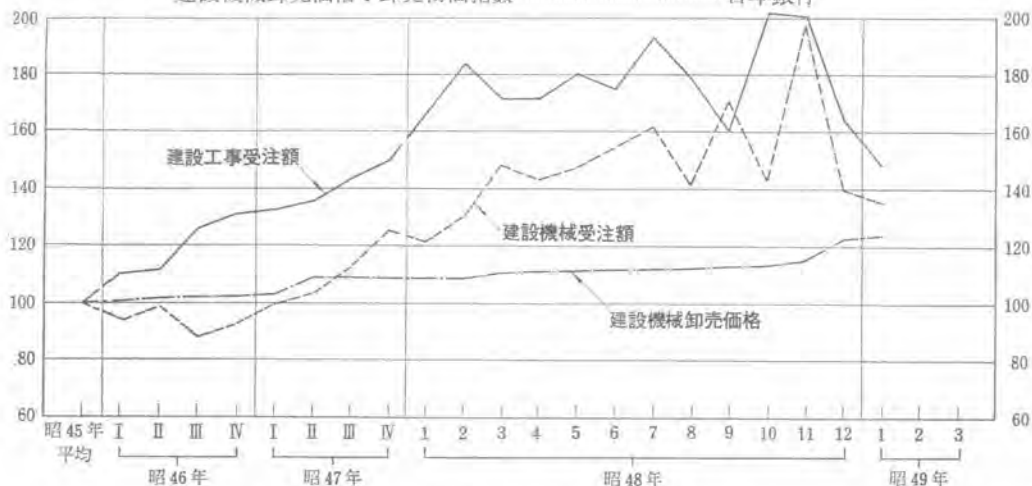
### 建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

指数基準：昭和45年平均=100

建設工事受注額：大手43社受注額（季節調整済）……建設省

建設機械受注額：機械受注統計（機種別）……経済企画庁

建設機械卸売価格：卸売物価指数……日本銀行



建設工事受注（第1次43社分）（受注高）——季節調整済

（単位：百万円）

昭和年月	総計	受注者別				工事種別			未開化工事高	施工高
		民間		官公庁	建築	土木				
		計	製造業					非製造業		
47年9月	429,445	229,201	61,050	168,967	191,891	226,713	197,377	3,459,854	364,942	
10月	422,263	229,711	55,768	175,719	162,537	232,708	171,732	3,479,469	366,766	
11月	433,110	243,484	65,921	174,716	165,169	263,371	152,121	3,538,018	352,263	
12月	437,341	248,045	67,756	180,366	169,601	260,839	161,156	3,628,478	364,868	
48年1月	480,830	288,272	73,174	216,238	181,441	269,900	189,882	3,733,914	395,664	
2月	530,397	315,949	80,782	228,629	203,782	290,932	233,556	3,874,749	384,236	
3月	495,960	277,410	54,734	224,656	192,143	264,031	217,063	4,003,106	419,741	
4月	494,691	308,645	84,252	222,359	165,786	321,999	168,993	4,037,146	382,005	
5月	516,693	338,039	84,407	252,199	147,312	308,110	194,580	4,099,176	423,730	
6月	503,129	339,075	82,908	253,087	139,090	310,785	170,141	4,214,766	447,373	
7月	554,036	358,493	100,101	259,211	170,019	355,332	172,483	4,323,839	477,042	
8月	512,966	374,711	112,463	261,514	134,064	328,259	169,460	4,367,046	461,975	
9月	460,836	313,433	85,156	229,611	145,998	271,595	187,831	4,317,618	490,805	
10月	579,001	325,345	105,291	224,300	203,695	371,167	200,329	4,371,381	463,462	
11月	574,392	323,168	188,185	230,532	222,417	325,098	231,547	4,570,416	494,667	
12月	474,084	277,885	87,625	192,963	157,647	267,843	187,744	4,602,052	477,569	
49年1月	425,425	261,063	—	—	145,273	—	—	—	—	

49年1月は速報値

#### 建設機械受注実績

（単位：億円）

昭和年月	45年	46年	47年	48年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	49年1月
建設機械	3,720	3,489	4,101	377	404	459	447	452	480	503	442	532	444	613	433	420

#### 建設機械卸売価格指数

昭和年月	46年平均	47年平均	48年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	49年1月
建設機械(6品目)	102.3	106.9	108.1	108.4	110.9	111.0	111.5	111.9	112.1	112.0	113.3	113.4	116.3	123.1	124.7
掘削機(1品目)	102.8	110.3	112.7	112.7	112.7	113.6	115.3	115.3	115.3	115.3	117.8	117.8	118.9	125.6	131.3
トラクタ(1品目)	102.3	108.1	109.2	109.6	113.9	113.9	113.9	113.9	113.9	113.9	113.9	113.9	117.9	126.1	126.1

注 1. 昭和46年, 47年は1月~3月, 4月~6月, 7月~9月, 10月~12月の月平均値で示した。

注 2. 建設工事受注額において大手43社のシェアは約24~26%である。

注 3. 建設機械卸売価格は6品目(4機種, 輸出入を含む)につき加重平均した指数である。

# 行 事 一 覧

昭和49年2月1日～2月28日

## 運 営 幹 事 会

日 時：2月22日（金）15時～  
出席者：桑垣悦夫幹事長ほか27名  
議 題：①昭和49年度建設機械展示会について ②昭和49年度各部会、専門部会の運営方針について

## 創 立 25 周年記念式典 実行委員会小委員会

日 時：2月1日（金）14時～  
出席者：坪 質常務理事ほか8名  
議 題：①創立25周年記念式典における感謝状の贈呈候補者（団体会員および役員等の個人）の選考について ②職員（本部、建設機械化研究所および支部）表彰候補者の選考について ③上記の感謝状、表彰状および記念品について

## 創 立 25 周年記念式典 実行委員会

日 時：2月19日（火）14時～  
出席者：柏 忠二委員長ほか19名  
議 題：①創立25周年記念式典および祝賀パーティの実施要領について ②感謝状の贈呈および表彰候補

者の選考基準について ③感謝状の贈呈者（団体会員および役員等）の選考について ④職員表彰の選考について ⑤感謝状および表彰状の内容について ⑥記念式典および祝賀パーティの案内先について ⑦記念式典および祝賀パーティの予算について

## 広 報 部 会

### ■イホープカ大会写真展示会打合せ会

日 時：2月6日（水）14時～  
出席者：坪 質常務理事ほか12名  
議 題：イホープカ大会写真展示会について

### ■機関誌編集委員会

日 時：2月8日（金）12時～  
出席者：中野俊次委員長ほか13名  
議 題：①機関誌昭和49年4月号（第290号）原稿内容の検討、割付 ②機関誌昭和49年6月号（第292号）の計画

### ■イホープカ大会写真展示会打合せ会

日 時：2月19日（火）12時～  
出席者：坪 質常務理事ほか15名  
議 題：イホープカ大会写真展示会について

### ■建設機械要覧編集委員会

日 時：2月22日（金）13時～  
出席者：白石 旭委員長ほか8名  
議 題：第2章“掘削機械”の校正

### ■建設機械要覧編集委員会

日 時：2月26日（火）13時～  
出席者：倉田保造委員長ほか5名  
議 題：第9章“舗道の機械”の校正

### ■イホープカ大会写真展示会打合せ会

日 時：2月27日（水）10時～  
出席者：坪 質常務理事ほか14名  
議 題：イホープカ大会写真展示会について

### ■建設機械要覧編集委員会

日 時：2月28日（木）10時～  
出席者：秋沢 尚幹事ほか7名  
議 題：第3章“積込機械”の校正

### ■文献調査委員会

日 時：2月28日（木）15時～  
出席者：岡崎治義委員ほか1名  
議 題：機関誌昭和49年5月号の原稿について

## 機 械 技 術 部 会

### ■ダンプトラック技術委員会小委員会

日 時：2月1日（金）14時～  
出席者：柳田亮栄委員長ほか5名  
議 題：①昭和48年度事業報告について ②昭和49年度事業計画について

## ■潤滑油研究委員会

日 時：2月5日(火)13時半～  
出席者：今井澤之幹事ほか14名  
議 題：①第1, 第2分科会の再審議  
②第3, 第4分科会の修正等審議  
③昭和48年度事業報告について  
④昭和49年度事業計画について

## ■基礎工専用機械技術委員会

日 時：2月5日(火)14時～  
出席者：千田昌平委員長ほか9名  
議 題：クレーンブームの安全性に関する実験計画について

## ■コンクリート機械技術委員会

日 時：2月6日(水)14時～  
出席者：深井久男委員長ほか6名  
議 題：調査表の整理方法と分担区分について

## ■油圧機器委員会オペレータハンドブック分科会

日 時：2月7日(水)10時～  
出席者：大塚 堅委員長ほか4名  
議 題：油圧機器オペレータハンドブックの再審議

## ■グレーダ技術委員会幹事会

日 時：2月13日(月)14時～  
出席者：内田保之委員長ほか2名  
議 題：アンケートの原案作成

## ■ショベル系技術委員会第2分科会幹事会

日 時：2月13日(水)13時～  
出席者：大塚正二分科会長ほか2名  
議 題：①測定法の進め方について  
②外国の騒音の実態の文献収集について  
③今後の進め方について

## ■建設機械用電装品計器研究委員会計器分科会

日 時：2月14日(木)13時半～  
出席者：岩崎 賢委員長ほか8名  
議 題：①昭和48年度事業報告について  
②昭和49年度事業計画について

## ■ディーゼル機関技術委員会

日 時：2月15日(金)10時～  
出席者：東 孝行委員長ほか27名  
議 題：①ISO部会よりの委託事項の審議  
②機関排気の実態調査とその処理方法の研究

## ■基礎工専用機械技術委員会

日 時：2月21日(木)14時～  
出席者：千田昌平委員長ほか21名  
議 題：既製ぐい用機械ハンドブックの作成準備

## ■建設機械用電装品計器研究委員会電装品分科会

日 時：2月26日(火)13時～  
出席者：岩崎 賢委員長ほか7名  
議 題：①昭和48年度事業報告につ

いて ②昭和49年度事業計画について

## ■潤滑油研究委員会第1, 第2合同分科会

日 時：2月26日(火)9時～  
出席者：原 晃三幹事ほか7名  
議 題：第1分科会と第2分科会の文章見直しならびに両分科会のむすびつきについて

## ■油圧機器委員会オペレータハンドブック分科会

日 時：2月27日(水)10時～  
出席者：大塚 堅委員長ほか5名  
議 題：油圧機器オペレータハンドブックの再審議

## ■グレーダ技術委員会

日 時：2月27日(水)14時～  
出席者：内田保之委員長ほか14名  
議 題：アンケートの原案検討

## ■コンクリート機械技術委員会小委員会

日 時：2月27日(水)14時～  
出席者：深井久男委員長ほか9名  
議 題：調査表の第1次整理結果の検討と第2次整理方針について

## ■ショベル系技術委員会第2分科会

日 時：2月27日(水)14時～  
出席者：内田秋雄委員長ほか12名  
議 題：①騒音測定法の作成について  
②メーカーの騒音測定の実験について

## 施工技術部会

## ■橋梁工事機械化施工委員会基礎工法分科会

日 時：2月15日(金)14時～  
出席者：東 盛之幹事ほか7名  
議 題：最近の基礎工法の現状について

## ■橋梁工事機械化施工委員会架設工法分科会

日 時：2月25日(月)13時半～  
出席者：玉野治光委員長ほか5名  
議 題：橋梁架設の手引書のチェックリストについて

## 整備技術部会

## ■技術委員会幹事会

日 時：2月5日(火)15時～  
出席者：二宮嘉弘委員長ほか3名  
議 題：整備基準の作成について

## ■税制委員会小委員会

日 時：2月8日(金)13時～  
出席者：森木基裕委員長ほか4名  
議 題：建設機械整備用機械の耐用年数について

## ■制度委員会小委員会

日 時：2月12日(火)9時半～  
出席者：柴田敬蔵委員長ほか5名

議 題：建設機械整備士検定制度の打合せ

## ■制度委員会小委員会

日 時：2月21日(木)10時半～  
出席者：柴田敬蔵委員長ほか5名  
議 題：建設機械整備士検定制度の基準作成

## ■部品工具委員会

日 時：2月26日(火)10時～  
出席者：奥 敦委員長ほか7名  
議 題：インパクトレンチ、ソケットレンチのピンとローリングについて

## ■技術委員会マニュアル分科会

日 時：2月27日(水)14時～  
出席者：二宮嘉弘委員長ほか9名  
議 題：整備基準の編集について

## ■制度委員会小委員会

日 時：2月28日(木)10時半～  
出席者：柴田敬蔵委員長ほか5名  
議 題：建設機械整備士検定制度の基準作成

## ■料金調査委員会

日 時：2月28日(木)14時～  
出席者：伊丹一雄委員長ほか17名  
議 題：①工数, 料金表の見直し ②機種追加について

## 調 査 部 会

## ■調査部会説明会

日 時：2月8日(金)14時半～  
参加者：85名  
講 師：高良康一郎  
演 題：「建設関連統計と最近の動向」

## ■調査部会

日 時：2月20日(水)14時～  
出席者：江見正民幹事長ほか8名  
議 題：①機関誌掲載原稿の作成について  
②建設工事の機械化の指標について

## 機 械 損 料 部 会

## ■鋼製仮設材委員会

日 時：2月7日(木)14時～  
出席者：田崎正一委員長ほか19名  
議 題：鋼製仮設材損料の改正について

## ■ダム工専用機械委員会

日 時：2月8日(金)13時～  
出席者：内田秋雄委員長ほか16名  
議 題：ダム工専用機械損料の改正について

## ■作業船委員会

日 時：2月26日(火)14時～  
出席者：西村俊之委員長ほか17名  
議 題：作業船損料の改正について

## ■トンネル用機械委員会

日 時：2月28日(木)15時～

出席者：浅香正賢委員ほか 3 名  
議 題：トンネル用機械損料の改正について

## ISO 部 会

### ■第 3 委員会第 4 小委員会

日 時：2月19日(火) 14時～  
出席者：森本崇光委員長ほか 6 名  
議 題：アベイラビリティ ISO 原案に対する日本意見の調整について

## 専 門 部 会

### ■安全対策委員会ヘッドガード小委員会 トラクタ分科会幹事会

日 時：2月7日(木) 14時～  
出席者：狩野幸司幹事ほか 9 名  
議 題：トラクタヘッドガードのまとめ

■安全対策委員会ヘッドガード小委員会  
パワーショベル分科会  
日 時：2月8日(金) 14時～  
出席者：今井秀吉幹事ほか 25 名  
議 題：パワーショベルヘッドガードのまとめ

■安全対策委員会ヘッドガード小委員会  
トラクタ分科会幹事会  
日 時：2月13日(水) 13時～  
出席者：狩野幸司幹事ほか 10 名  
議 題：トラクタヘッドガードのまとめ

### ■東京湾横断道路施工計画委員会湾岸実験分科会

日 時：2月14日(木) 12時～  
出席者：三谷 健分科会長ほか 19 名  
議 題：基礎実験の報告ならびに検討

### ■建設公害対策委員会小委員会ワーキン

### グループ委員会

日 時：2月15日(金) 10時～  
出席者：佐藤多喜彦幹事ほか 16 名  
議 題：工事公害実態調査のとりまとめ

### ■安全対策委員会ヘッドガード小委員会 パワーショベル分科会幹事会

日 時：2月21日(木) 14時～  
出席者：今井秀吉幹事ほか 8 名  
議 題：パワーショベルヘッドガードのまとめ

## 業 種 別 部 会

### ■製造業部会幹事会

日 時：2月4日(月) 13時～  
出席者：山本房生部会長ほか 27 名  
議 題：昭和 49 年度建設機械展示会について

昨春秋、いわゆる石油ショックとして建設界をも大きくゆるがせた激しい嵐もやや静まりをみせ、いくらか落着きを取り戻した今日この頃です。不況には強いと思われた建設企業も、物資の不足と異常高騰にはまったくの無力ぶりを示しましたが、これを契機としてより堅固な基礎固めができるとなれば、70年代の建設も着実に進展することは間違いなように思われます。

海洋開発という大きなニーズにかかわる建設技術の役割についても地道な進展をみせ、特に本年度では世紀の大事業である本州四国連絡橋が着工されようとしています。ここに

至るまでには発注者、コンサルタン、建設業者、機器メーカーなど、わが国の建設技術陣のひたむきな創意苦心と、かくれた協力結集があったと思われます。このような意味で海の施工特集を企画し、各分野における技術水準の現状をまとめることとしました。

いつもながら多忙中にも本誌のためにご協力をいただく執筆者の方々に対し心から感謝いたしますと共に、今後の相変わらぬご支援のほどお願いいたします。なお、今月号から当協会の調査部会報告として建設関連統計を掲載することになりました。ご活用下さい。(柴田・渡辺)

## 編 集 後 記



No. 290 「建設の機械化」 1974年4月号

〔定価〕1部 300円  
年間3,000円(前金)

昭和49年4月20日印刷 昭和49年4月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 最上武雄 印刷人 大沼正吉

発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105

東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内 電話(03)433-1501

振替口座東京71122番

建設機械化研究所 〒417 静岡県富士市大淵3154(吉原郵便局区内) 電話(0545)35-0212

取引銀行三菱銀行銀座支店

北海道支部 〒060 札幌市中央区北3条西2-6 富山会館内 電話(011)231-4428

電話(0223)22-3915

東北支部 〒980 仙台市国分丁3-10-21 徳和ビル内 電話(0252)23-1161

電話(052)241-2394

北陸支部 〒951 新潟市東堀前通6番丁1061 中央ビル内 電話(06)941-8845

電話(0822)21-6841

中部支部 〒460 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル内 電話(092)741-9380

関西支部 〒540 大阪市東区谷町1-50 大手前建設会館内

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂1-3-6

中国四国支部 〒730 広島市八丁堀12-22 築地ビル内

九州支部 〒810 福岡市中央区舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内





## 国外及び新幹線工事で大活躍 サガのスチールフォーム

### 〔営業品目〕

スチールフォーム・スライディングセントルフォームセントル・鋼製支保工・パネル・各種コンベヤ・護岸用及びダム用フォーム・プレートフィッター・ずりびん・クレーン・シールド工事用機器・各種プラント・橋梁・鋼製プール・その他鉄骨製缶工事設計製作

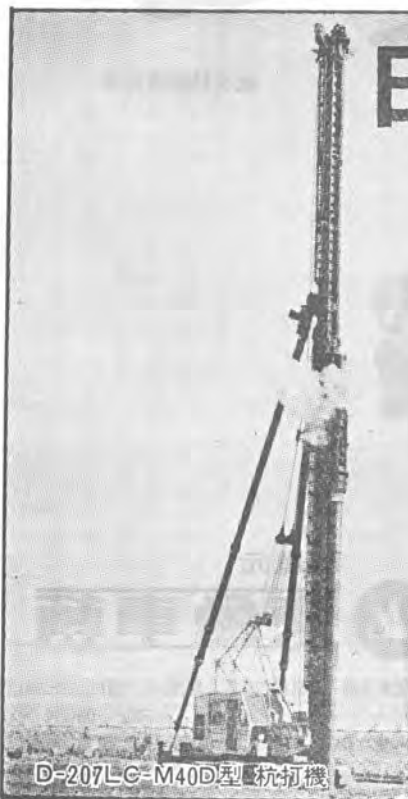
山陽新幹線トンネル工事各社納入  
上部半断面打設用スチールフォーム  
L: 15,000 自走装置付  
特許 下葎引上装置(他社では製作出来ません)



# 佐賀工業株式会社

本社・工場 富山県高岡市荻布 209 TEL 0766-23-1500 (代)

東京事務所・工場 埼玉県鴻巣市箕田字二本木3838  
TEL(0485)96-3366~8  
大阪事務所・工場 大阪市北区源蔵町10  
TEL(06)362-8495~6  
仙台事務所・工場 宮城県岩沼市桑原町4-9-12  
TEL(022312)4316(代)  
4317・2301  
沼田事務所・工場 群馬県沼田市薄根町3475  
TEL(0278)3-3471  
青森事務所・工場 青森県青森市新城字福田57  
TEL(0177)88-4640



# 日本車輛の 建設機械

三点支持杭打機  
万能掘削機  
スクレープドーザー  
トラッククレーン  
トレイラー  
ディーゼル発電機



## 建設機械 重車輛工業株式会社

本社 東京都中央区銀座1-20-9 電話(535)7301(代)-5

東京工場 東京都西多摩郡羽村町神明台4-5-12 電話0425(54)1611(代)

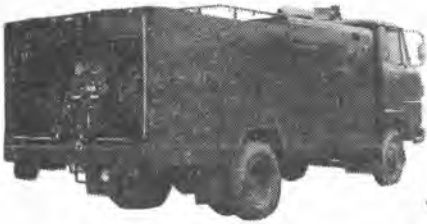
D-207LC-M40D型 杭打機



小型スイパー



サイドローダー



ジェットフラッシャー  
(高压下水洗浄車)

# 美



航空路面清掃車



バキュームローダー  
(汚泥吸排処理車)

代理店

**新東亜 交易 株式会社**

建設機械部第二課

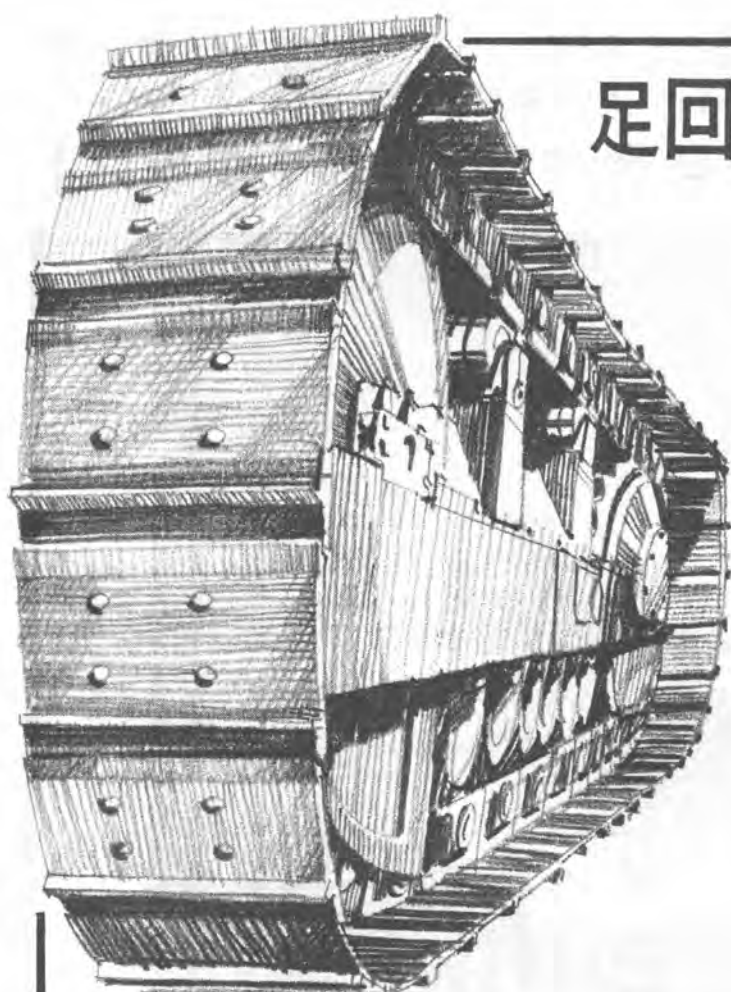
本店 東京都千代田区丸の内3-3-1(新東京ビル5階) TEL 東京(212)8411大代  
 大阪支店 大阪市西区靱1-102(辰巳ビル6-7階) TEL 大阪(444)1431大代  
 名古屋支店 名古屋市中村区広井町3-88(大名古屋ビル7階) TEL 名古屋(561)3511代  
 宇都宮支店 宇都宮市小幡2-2-12 TEL 宇都宮(2)2765-2656  
 支店所在地 仙台・静岡・岡山・広島・福岡・北九州・鹿児島・長崎

製造元



**東急車輛**

東京営業本部 東京都中央区八重洲5-7(八重洲三井ビル6階)  
 TEL 03(272)7051  
 本社・横浜工場 横浜市金沢区釜利谷町1番地  
 TEL 045(701)5151



# 足回りの専門家!

クローラー足廻り関係の  
設計製作について  
ご相談下さい……………  
アフターサービスも  
万全です……

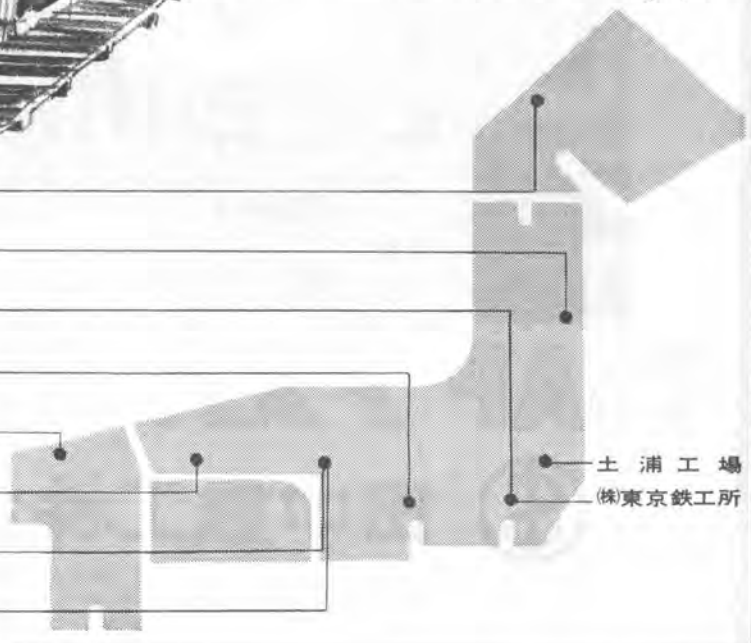
## 〈営業品目〉

- ・小松・キャタピラー三菱
- ・日特・日立
- ・リング・ピン・ブッシュ・シュー
- ・ラグ その他足廻り部品

トラック・リンクは  
トキロンへ……



- 東日興産株式会社  
札幌市豊平区平丘 8 (881)5050(代)
- 中外機工株式会社  
仙台市本材木町 4 6 (57) 7541 (代)
- 東日興産株式会社  
東京都世田谷区野沢2-2-18 (424) 1021 (代)
- 川原産業株式会社  
愛知県西春日井郡師勝町大字熊之庄4709-7 Q113141
- 川原産業株式会社  
北九州市小倉区大門町2-3-3 (58) 3651(代)
- 中吉自動車株式会社  
広島市西観音町 9-5 (32) 3325 (代)
- 辰己屋興業株式会社  
大阪市福島区藤州上1の92 (458) 5212 (代)
- 川原産業株式会社  
大阪市浪速区幸町4-1 (561) 0555(代)



土浦工場  
(株)東京鉄工所

TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

# TOKIRON

株式会社 東京鉄工所  
東京都大田区仲池上1-22-9  
(752)3211(大代) テレックス 246-6098  
土浦工場・茨城県土浦市北神立町1番10号

# 省力化と公害対策に貢献する!!

## TANAKA の全自動アスファルトプラント



# TSAP アスファルトプラント



## 田中鉄工株式会社

本社	福岡県福岡市中央区春吉2-15-12(興和ビル)	☎ 092-712-1321(代)
東京営業本部	東京都中央区日本橋本町4-1	☎ 03-241-4266(代)
札幌営業所	北海道札幌市南区4条2丁目	☎ 011-811-2007(代)
名古屋営業所	名古屋市東区東新道町2-1-1	☎ 052-931-1323(代)
大阪営業所	大阪府吹田市垂水町3-7-3	☎ 06-385-8216(代)
福山営業所	広島県福山市沖野上町7-171	☎ 0849-22-6116(代)
九州営業所	佐賀県三養基郡基山町629の7	☎ 0942-92-3121(代)
仙台出張所	仙台市小田原町8-7-14	☎ 0222-61-6037(代)
鹿児島出張所	鹿児島市宇宿町1-10-10	☎ 0992-55-5686(代)
工場	九州工場・東京工場	

日本で世界で独自の技術でリードするエアマン



# エアマン

ポータブルディーゼル発電機

ポータブルコンプレッサー



10KVA～200KVA



2.0m<sup>3</sup>/min～34m<sup>3</sup>/min

## 北越工業株式会社

東京支社 ● 東京都千代田区神田駿河台2-1 (近江兄弟社ビル) ● TEL (03) 293-3351 (大代)  
 大阪支社 ● 大阪府摂津市大字一津屋1 2 3 5-1 ● TEL (06) 383-3631 (代)  
 本社・工場 ● 新潟県西蒲原郡分水町地藏堂 ● TEL 分水 (025697) 3 2 0 1 (代)  
 営業所 ● 札幌、盛岡、仙台、高崎、松本、横浜、静岡、名古屋、金沢、岡山、広島、高松、  
 福岡、大分、鹿児島

# ロードヒーター RH-140



アスファルト舗装道路のハギ取り工事を目的としてつくられました。  
プロパンガスによる赤外線発生装置を有する路面加熱器です。  
従来のブレイカー等によるハギ取りに代わるものです。



## 赤外線方式 ハギ取工法の10大特長

- 1 無騒音です。  
二人のささやきも邪魔しません。
- 2 無振動です。  
沿道の人々はやすらかな夢をみえています。
- 3 安全です。  
「みどり十字」を目標に設計してあります。
- 4 路床を破壊しません。  
橋、高架床も安心です。
- 5 均一なハギ取が出来ます。  
トラガりはやりません。
- 6 薄層舗装もハギ取が出来ます。  
名人のうでをもっています。
- 7 応用範囲が広いです。  
ジョイントの加熱、手直し修正、乾燥にもつかえます。
- 8 他の施工法に較べて  
取扱いが簡単です。  
だれでも安心してつかえます。
- 9 経済的です。  
ムダなお金はつかわせません。
- 10 メンテナンスフリーです。  
故障のもとになる複雑な機構はあえては  
ずしてあります。



株式会社 東洋内燃機工業社

本社・販売部 〒210 神奈川県川崎市川崎区元木1-3-11  
TEL.044(244)5171 テレックス No3842-205

# 足腰の強い、ショベルが各地 の現場で **デッカク** 活躍!!



## HD-1100G

〈全油圧式〉ショベル

**KATO** のHD型ショベル“G”シリーズ (HD-350G, 450G, 750G, 1100G) は、各地の現場で活躍し、稼ぎまくっております。

- 足腰が強く、安定した作業ができる!
  - 運転がラク、使いやすい!
  - 力が強く、作業処理がはやい!
- と、はやくも好評をいただいております。



- 定格出力……146PS / 1,800r.p.m
- バケット容量……0.45～1.2m<sup>3</sup>  
(標準1.0m<sup>3</sup>)
- 最大掘削深さ……6.72m  
(エクステンション付)……8.22m
- 全装備重量……23.5t

今日の対話を明日の技術へ

# KATO

## 株式会社 加藤製作所

本社 / 東京都品川区東大井1の9の37  
(☎140) ☎(471)8111(大代表)  
営業本部 / 東京都港区芝西久保桜川町2  
(☎105) (第17森ビル) ☎(591)5111(大代表)

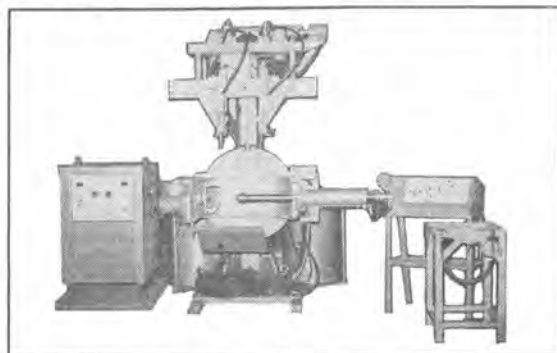
# 整備工場設備機器専門メーカーのマルマ

## ◇足廻り自動肉盛溶接機

米国ウルフ社と技術提携国産化成功  
トラックリンク自動溶接機、ローラ、  
アイドラ自動溶接機等

## ◇足廻り再生設備

ローラ、アイドラ分解組立プレス  
トラックリンク巻き装置  
シューボルト分解組立スタンド  
トラックリンクプレス等



## ◇エンジン及油圧装置整備機器・テスト

エンジン整備ポジション      油圧ポンプ同シリンダテストスタンド

## ◇整備工場コンサルタント業務

整備工場設備のレイアウト      規模に応じた設備計画等  
特に海外へ進出の土木工事のサービス工場に御利用下さい。



# マルマ重車輜株式会社

本社・東京工場	東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号	電話(03)429-2131(大代) 加入電信242-2367	〒156
名古屋工場	愛知県小牧市小針町中市場2-5番地	電話(0568)77-3311(代) 加入電信4485-988	〒485
相模原工場	神奈川県相模原市大沼2-2-09番地	電話(0427)52-9211(代) 加入電信2872-356	〒229
水島出張所	岡山県倉敷市中筋2-2-1	電話(0864)55-7559	〒712
神戸出張所	兵庫県神戸市垂水区高丸7丁目7番17号	電話(078)706-5322	〒655
鹿島出張所	茨城県鹿嶋市神栖町大字知守南部団地	電話(02999)6-0566	〒314-02

## 整備は安心して任せられるマルマへ

### ◆24時間サービス

部品及フィールドサービス

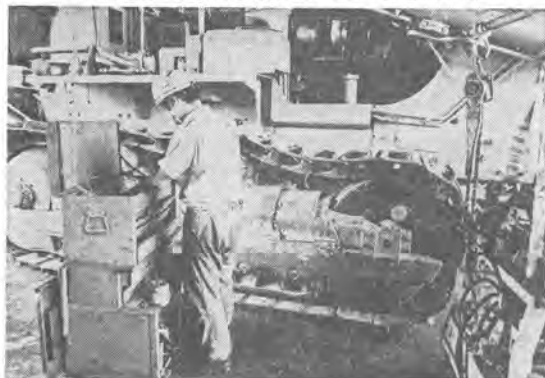
### ◆M.U.S(マルマユニットサービス)

ユニット交換即日サービス

### ◆道路舗装機械・プラント専門整備

## 建設機械用特殊アタッチメントは

マルマが引受ます。



### ◆排気処理装置(トンネル仕様)

### ◆騒音防止工事(サイレンサ)

### ◆森林用ガード、雪用キャブ安全プロテクタ

### ◆ロックヒルダム用ロックレーキ・転圧ローラ等

### ◆パイプレイヤ、のり面処理装置等

### ◆運転管理、報告にオペレーショングラフ





# 内外機器株式会社

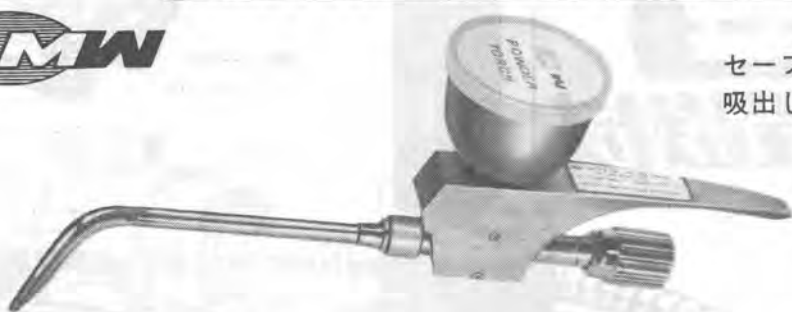
本社 東京都世田谷区桜3丁目11番12号  
名古屋営業所 名古屋市中区千早町5丁目9番5号

電話03-425-4331(代表)  
電話052-261-7361(代表)

加入電信242-3716 千156  
加入電信442-2478 千460

## 各種米国製機械器具・薬材・及整備用機械工具 粉末溶接トーチ用アタッチメント

新製品!! 合金粉末の吹きつけと溶接が単一操作で  
簡単に手軽に出来る「粉末溶接用アタッチメント」



セーフティホッパー  
吸出し装置つき

### ●合金粉末スプレートーチによる応用例(射出チップ各種あり)

#### 1. 鋼鉄の修繕

鋼鉄の修繕にはきわめて効果の高い手法で、ニッケルの高い強度とトーチ溶接法による均一加熱の長所とかスプレー溶接によってうまく結びつき、数えきれないほどの応用効果を生み出しています。アーク溶接法に見られる部分的に不均一な硬度とか、ひび割れは防止でき、ブロンズ溶接にくらべてそれほどの高熱を必要とせず、より短時間で手軽に溶接できます。

#### 2. シャフトの肉盛り

シャフトの肉盛りをひすみなしにおこなうには、スプレー法を採用するのが得策です。スプレー法では平均して加熱でき、むらなく予熱をあたえます。溶融がすみずみまでゆきわたるようにゆくりとシャフトを回転させます。冷却もむらなくおこなえます。

#### 3. 防蝕溶着

0.13ミリから0.25ミリ以上までの厚みで表面に気泡のない溶着ができます。軟鋼の下地を0.13ミリアンダーサイズに機械加工をし、加工性がよく耐蝕性もあるMW#21あるいはMW#41の合金粉末を0.25ミリの厚みまでスプレー溶着します。最後に規定の寸法まで仕上げ加工をほどこします。

#### 4. 表面硬化肉盛り

0.13ミリ以上お望みの厚さまでスプレー溶着します。スプレー量は毎時3.6キログラムまで上げ実際にこのチップは下げないほうがよいでしょう。エッジや溝ものでも焼穴をあけずに表面硬化ができます。耐摩耗度の要求されるさまざまな用途にそれぞれ適した合金粉末が得られます。

#### 5. ステンレスへのはんだづけ

特に薄いステンレスとさまざまな厚みをもった切片との接合に最適です。焼き穴をあける心配もなく、溶着部分には、銅、カドミウム、亜鉛、銀などを残さない色合わせもこまかくできます。銀ろうによる溶接にくらべてコストは安く、溶着部にゆやがたるので食品工業などで喜ばれています。

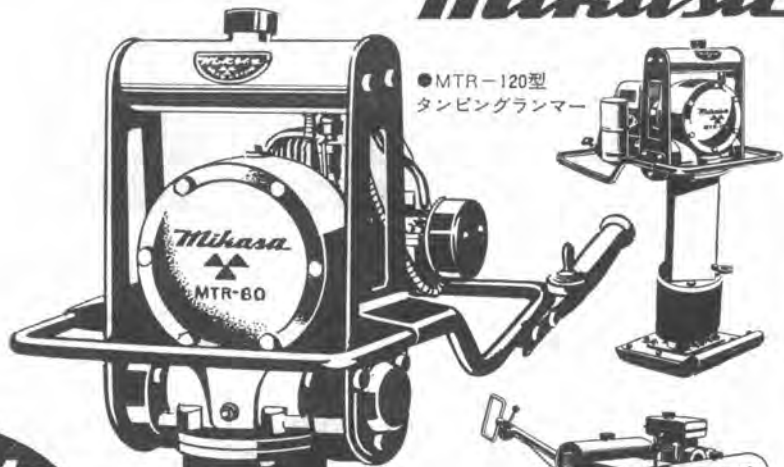
#### 6. 彫金

不可能とされていた多くの用途に道を開くもので、色合いとか風格に無限のバラエティを与えます。MW合金粉末トーチの新設計製品によって金属化塗装(不溶性の表面塗装)もできます。新しい粉末射出チップは工業用に設計されたものですが、工芸家たちにとっても必要かへからざるほどの微妙なコントロールができます。

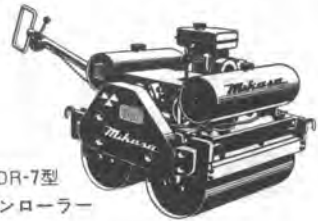
注) 合金粉末は用途に応じ銅、ニッケル、を母材としたもの又はタンダステン、カーバイドの微粒粉を混ぜたもの又は機械加工の容易なものがあります。(ラチェターのコア、各種シャフト、歯車、羽根車、バルブ、肉盛り溶接) (詳細は当社へ御連絡下さい、必要に応じ実演を兼ねて参上致します)

# Mikasa

## 三笠 建設機械



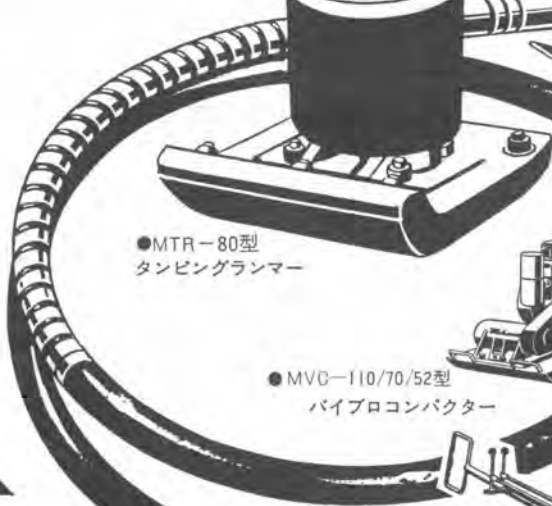
●MTR-120型  
タンピングランマー



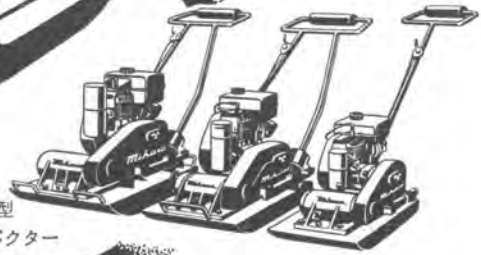
●MDR-7型  
セブローラー



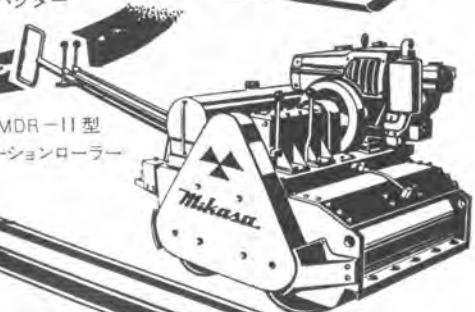
●MVI-GM型  
コンクリートバイブレーター



●MTR-80型  
タンピングランマー



●MVC-110/70/52型  
バイブロコンパクター



●MDR-11型  
ダブルバイブレーションローラー



特殊建設機械メーカー

## 三笠産業

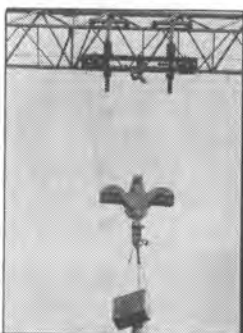
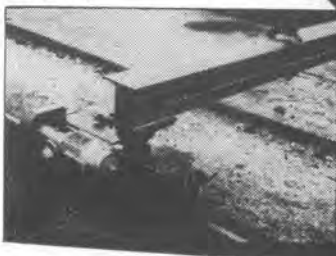
本社 東京都千代田区猿樂町1-4-3  
電話 (03) 292-1411 (大代表)  
TELEX 222-4607 郵便番号 101  
札幌出張所 札幌市中央区大通西8-2(ヒキタビル)  
電話 札幌011 (251) 2890番  
仙台出張所 仙台市本町1-10-12(Sビル)  
電話 仙台0222(61)6361~2  
工場 群馬県館林市/埼玉県春日部市

西部総発売元 三笠建設機械株式会社 大阪市西区立売堀北通4-70 TEL.06(541)9631(代)

# 自立高さ国産機最高

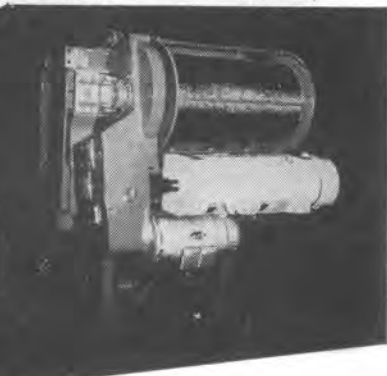
フック下59メートル

- 走行トラックには、高質ベアリングが組み込まれ、スムーズなカーブ走行ができます。



- 掛数変換が、運転室内の操作ですばやく、簡単にできます。

- 巻上ウインチは、微速度から高速度まで幅広いスピードが出せます。(2m/min～68m/min)



## OGAWA PINGON CRANE



- 運転室は、インナーマストに完全に入り込み（スライド可能）、また旋回装置は非常にめらかです。



フランス、パンゴン社との  
技術提携クレーン!!

ヨーロッパでは、プレハブ業界から  
絶大な信頼を受けております。



お問合せは



株式会社小川製作所

本社・工場 千葉県松戸市榎台4-4-0 〒271 ☎0473(62)1231(代)

総代理店



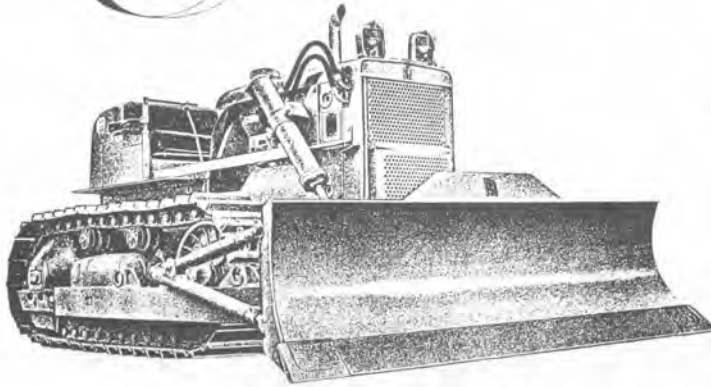
兼松江商株式会社

東京本社 東京都中央区宝町2-5 〒100-91

重機輸送機部建設機械第一課 ☎03(562)7127(直)

国産  
外車

# ブルドーザ・サ・ビスパーツ



- リンク・ローラー
- メタリックプレート
- スプロケットリム
- ブロンズブッシュ
- ベローズ・高圧ホース
- カッティングエッジ
- 特殊ボルト
- エンジンパーツ

重機部品  
総合商社



## 東日興産株式会社

本社 東京都世田谷区野沢3-2-18 電話 東京(424)1021(代表)  
 福岡営業所 福岡市博多区板付4丁目12番5号 電話 福岡(59)8432(代表)  
 札幌営業所 札幌市豊平区平岡8 電話 札幌(881)5050(代表)  
 仙台営業所 仙台市宮千代1丁目32番11号 電話 仙台(94)5196(代表)

## 油圧スクレーパー 強く大きな堀削力

STH.22CM  
STH.25CM



- 特長
- ワイドタイヤの採用により、接地圧が非常に低く、軟弱地でも作業が可能です。
- STH.独自の堀削角度により堀削性能はバツグン、堀削深さはこのクラス最高です。したがって急勾配でのブレーキ効果もバツグンです。どんな難所でも安全に運転できます。
- ボディは特殊耐磨耗鋼を使用しているため、堅牢で耐久性はバツグンです。
- 回転半径が小さく、狭い場所でも充分に力を発揮します。



株式会社

## 田中製作所

〒552 大阪市港区三先2-20-62  
TEL (06)572-9241代

# 三井グループの

# 建設機械

## 三井機販

### 日本ウェイン ストリートスイーパー-NW945

作業速度：2.5～24Km/h  
最高速度：88km/h



6トントラックシャーシに架装した画期的な四輪ブラシ式道路スイーパーで、高速性と強力ガッターブラシによってどんな悪条件の清掃も難くこなします。



## 三井物産機械販売サービス株式会社

本社 東京都港区西新橋2丁目2番1号 第3東洋海事ビル TEL (436)2851(大代表)

札幌営業所 011-271-3151  
仙台営業所 0222-86-0432  
新潟営業所 0252-47-8381  
東京第一営業所 03-436-2851

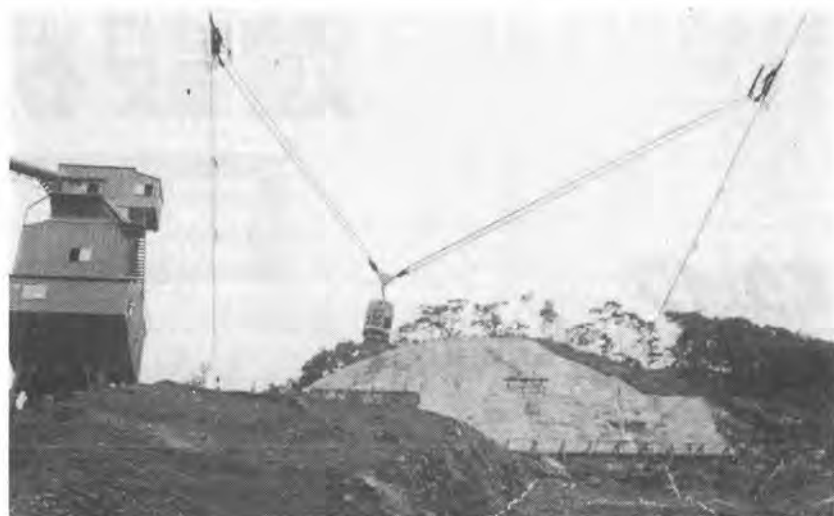
東京第二営業所 03-436-2851  
設備機械営業所 03-436-2851  
湘南営業所 045-681-6521  
名古屋営業所 052-623-5311

大阪営業所 0726-43-6631  
広島営業所 0822-47-2441  
福岡営業所 092-431-6761  
那覇出張所 0988-68-3131

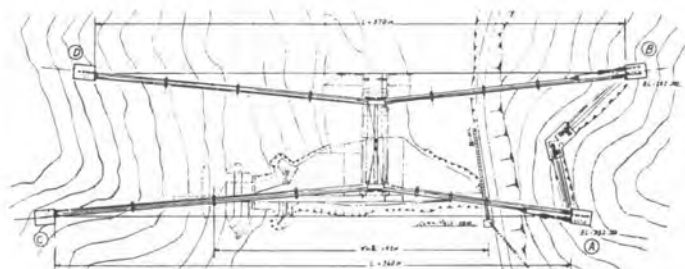
# 南星の複線式ケーブルクレーン

特許出願中

画  
期  
的  
!!



様似川ダム（大林組、岩倉組）矢別ダム（西松建設）駒ヶ岳ダム（フジタ工業）



- ★ 主索2本の間何処からでも積卸しが可能で広範囲に打設が出来る。
- ★ 主索2本は長さが相違しても、高さの差があっても可能で、地形に制約されずに設計が容易である。又地盤の切削が必要でない。
- ★ 遠隔コントロール装置により操作が容易で、渦流ブレーキ制御方式で速度制御が円滑である。



株式会社 南星

本社工場	熊本市十禅寺町4の4	TEL (代) 52-8191	宇都宮駐在所	宇都宮市今泉町3016	TEL 61-8088
東京支店	東京都港区西新橋1の18の14(小理会館ビル2階)	TEL (代) 504-0831	盛岡営業所	盛岡市開運橋通り3番41号	TEL (代) 24-5231
大阪営業所	大阪市大淀区本庄中通3丁目9番地	TEL (代) 372-7371	長野営業所	長野市大字中御所岡田152	TEL (代) 85-2315
名古屋営業所	名古屋市東区石神堂町2丁目18の2(大栄ビル)	TEL (代) 962-5681	宮崎営業所	宮崎市堀川町54の6	TEL (代) 24-6441
仙台営業所	仙台市本町2丁目9番15号	TEL (代) 27-2455	新潟出張所	新潟市東万代町4番9号	TEL (代) 45-5585
札幌営業所	札幌市北16条東17丁目	TEL (代) 781-1611	大分出張所	大分市中島西2丁目1-41	TEL 4-2785
広島営業所	広島市中区中町2丁目17番18号	TEL (代) 32-1285	甲府出張所	甲府市千塚町2111	TEL 22-5725
熊本営業所	熊本市十禅寺町9の1	TEL (代) 52-8191	富山出張所	富山市大泉一区東部1139	TEL 21-3295

MOSA

# エンジンウェルダー

間違えないで下さい……  
発電機ではありません。

■ 定格電流：170A (4.0%)

■ 寸法：500×240×390mm

総重量 **25kg**



技術革命は日進月歩です。  
エンジンウェルダー1台  
をトラックで運ぶ時代では  
ありません。  
軽、乗用車でさっそうと  
現場へ!!



販売するほどに自信を深める商品と成りました。〔保証付実施〕

※テスト御希望の方は、お申込み下さい。

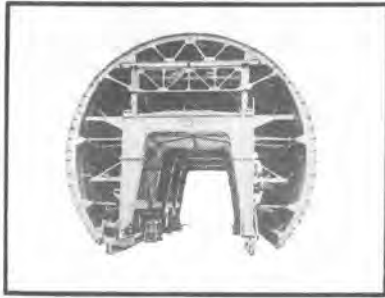


**日本建機工業株式会社**

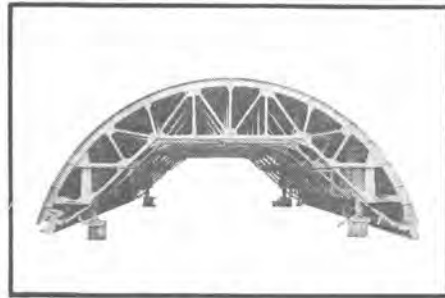
本社 東京都新宿区余丁町109 高木ビル  
〒162 電話 東京 03(351)8115(代表)  
大阪営業所 大阪市浪速区楼川1-1067 吉田ビル1F  
〒556 電話 大阪 06(562)4644番

広島営業所 広島市十日市町1丁目1-31 竹末ビル内  
〒733 電話 広島 0822(91)5425番  
福岡営業所 福岡市博多区博多駅前4-36-24 さくらビル  
〒812 電話 福岡 092(45)4011-2番  
名古屋営業所 名古屋市千種区弦月町1-22  
〒464 電話 名古屋 052(722)2827番

## 岐阜工業の新幹線スチールフォーム



新幹線全断面スチールフォーム



新幹線上半スチールフォーム

山陽、東北、上越新幹線、青函トンネル スチール フォーム

### 営業品目

- スチールフォーム
- スライドセントル
- トレンローダー
- プレートフィダー
- チップラー
- ドリルジャンボ
- パラセントル
- スキップカー
- ダム用ライトゲージ
- 門型クレーン
- 天井走行クレーン
- コンベヤー
- ゲート
- その他建設機械一般

(特許) ヒンデプレートタイプ下猫フォーム取付



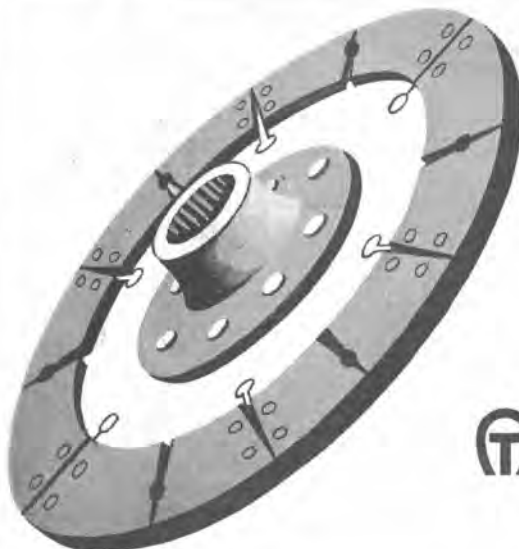
## 岐阜工業株式会社

本社 岐阜県本巣郡真正町十四条344番地  
 本社工場 TEL <0583> 24-6111~6  
 仙台工場 仙台市六丁目御蔵谷地東1の1  
 TEL <0222> 92-0940, 94-5350

# VELVETOUCH®

クラッチフェーシング  
 プレーキライニング  
 には

# トヨカロイ



## 《焼結合金摩擦材》

- 長い寿命
- 円滑、確実な作用
- 安定した特性
- 維持費低廉

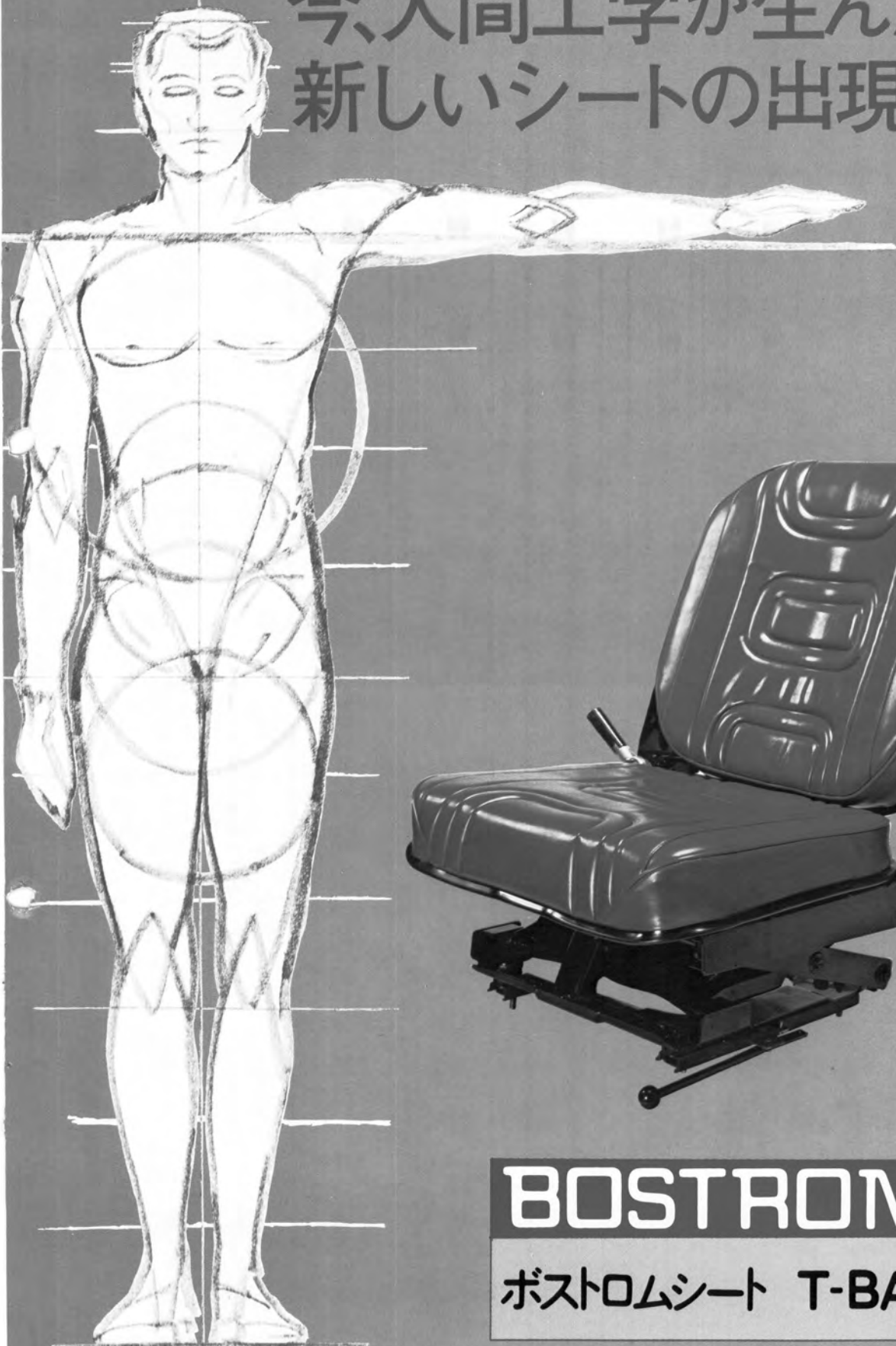
当社は、焼結合金摩擦材料 (Velvetouch) のトップメーカーであるTHE S.K.WELLMAN CORP. の技術導入により、更に世界水準を行く製品 (トヨカロイ) として好評を博して居ります。

## 東洋カーボン株式会社

本社 東京都中央区日本橋2-10-1 TEL (271)7321(代表)  
 大阪営業所 TEL (312)1131 / 名古屋営業所 TEL (211)5401  
 福岡営業所 TEL (28)7187 / 工場・茅ヶ崎・山梨・滋賀



今、人間工学が生んだ  
新しいシートの出現!



**BOSTROM**

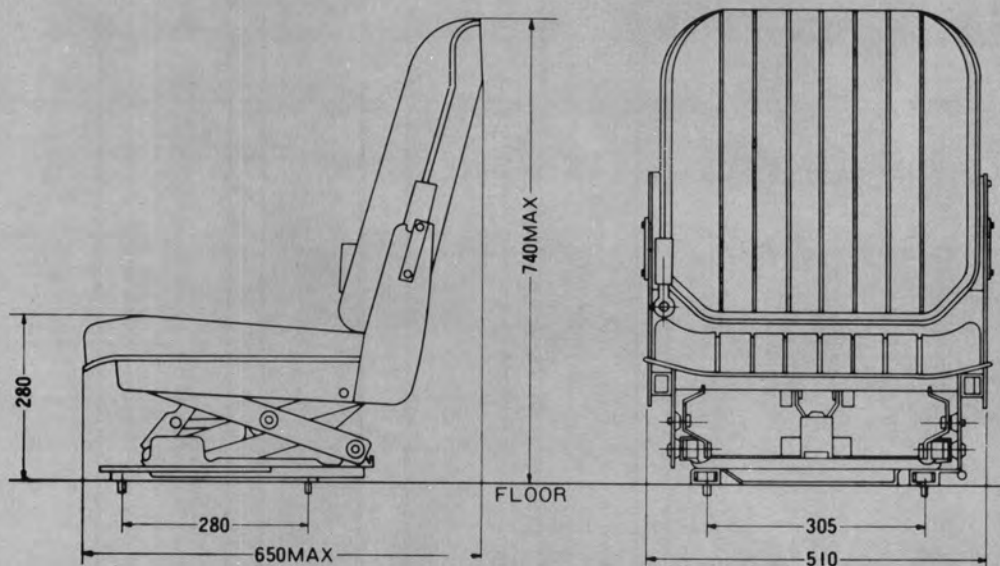
ボストロムシート T-BAR

吉報

## T-BAR型シートの特長

- ★トーションバーとショックアブソーバーとの組合せにより振動やショックを柔げます。
- ★最適な乗り心地を得るための体重調節(55kg~120kg)が簡単に出来ます。
- ★バッククッションはワンタッチで2段階に調節出来、使用しない時は前に倒しておけます。
- ★スライドレールはピッチ20mmで前後5段階に調節出来ます。
- ★サスペンションストロークは100mmあります。
- ★トーションバーを使用し、リンクはX型パンタグラフ方式となっているため発進、停止時に沈み込み、浮き上がりがなく保守が簡単です。

適用車輛：ブルドーザー・シャベル  
・ホイールローダー等振動の激しい車輛



オペレーターにとって  
これ程うれしい知らせは他にありません



日揮工業株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目1番3号A1Uビル15F  
電話 03-212-7371 (大代) 千100

昔の人は  
苦勞しました



現代は  
トーマンに  
お任せ下さい

トンネル工事の歴史を変える。

**トーマン**はトンネル工事用機械のシリーズ化・システム化を計っています。

トーマンのトンネル機械は、工事の省力化、スピードアップにお役に立つことはもちろんのこと、最近とみに問題化しております公害問題に焦点をあてています。

#### シリーズ化

◎トーマン・ウエストファリア式ブレード・シールドは、従来の考え方を変えた画期的なシールド工法用機械です。

トンネル工事用と無騒音・無振動のオープン・ビット工法用の2種類があります。



このほか、ウエストファリア式水平・垂直ずり出し装置、ヒューム管専用のサンキ式バッテリー車、硬岩・軟岩用各種トンネル掘削機、工事現場・シールド工法用セグメント清掃用強制バキューム装置などのシステム化ができました。

さらに、推進管工法付帯設備、トンネル工事用付帯設備等の設計・製作も行なっております。併せてご用命下さい。

#### システム化

◎スウェーデン ヘグランド式シャトル・トレインは、従来のずり出し機構を根本から改める高能率のすばらしい機械です。



このほか、在来シールド工法、ウエストファリア式推進管工法、モンタベール式全油圧せん孔工法などのシリーズ化を行ないました。

技術コンサルタント

株式会社 **イセキ エンジニアリング**  
東京都千代田区麴町4丁目1番地 新井ビル 102  
TEL (03) 264-8670 (代)

**トーマン** 建機車輛部 開発課  
東京都千代田区内幸町2-1-1 飯野ビル 100  
TEL (03) 506-3579-81



# M2A 油圧モータ

エッチ・ピー・アイ・社製  
U.S.A.

# HYDRAULIC hpi<sup>®</sup> MOTORS

ワイドレンジな性能で  
無限に広がる、広範囲な用途！  
苛酷な条件で絶大なる耐久力！

- 高速 7500rpm 以上！
  - 低速 20rpm でもスムーズ！
  - 高温 83°C まで！
  - 低温 -40°C ！
  - 高压 210kg/cm<sup>2</sup> 使用可能！
- 圧力 連続定格 2,000psi (140kg/cm<sup>2</sup>)  
ピーク 3,000psi (210kg/cm<sup>2</sup>)

◎米国“HYDRAULIC PRODUCTS INCORPORATED”製油圧モータは、油圧業界では考えられなかった苛酷な条件の下で安定した性能と、絶大なる耐久力を保証致します。M2A・シリーズ油圧モータは、既に米国に於ては、数多くの実績をもつユニークな存在の優秀製品であります。



今回、日本に於ては、NOPグループが製造提携を前提とした販売を担当致す事になりました。よろしく御愛用の程お願い申し上げます。尚、“GEROTOR”で有名なアメリカマサチューセッツ州ウオルサムにある“W.H.NICHOLS CO.”とこの“HYDRAULIC PRODUCTS INCORPORATED”は、姉妹会社である事をつけ加えさせていただきます。

製品コード	70kg/cm <sup>2</sup> 理論トルク値 kg-m	理論吐出量 cm <sup>3</sup> /rev	ローター巾 (mm)	ポート NPTF	速度
042	0.776	6.882	6.35	1"	75-7500 R P M
085	1.552	13.955	12.70	1"	50-5000 R P M
127	2.328	20.811	19.05	1"	40-4000 R P M
169	3.992	27.694	25.4	1"	36-3600 R P M
254	4.647	41.622	38.1	1 1/4"	30-3000 R P M
339	6.198	55.551	50.8	1 1/2"	20-2000 R P M

### NEW OUTSTANDING PRODUCTS.

製造元 日本オイルポンプ製造株式会社  
日本ジーローター株式会社  
販売元 オイルポンプ販売株式会社

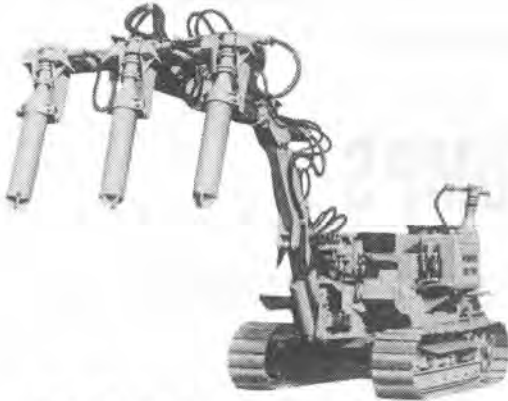


東京都品川区上大崎2-15-18 TEL 442-7231

# Hayashi VIBRATORS

長い伝統

最新の技術

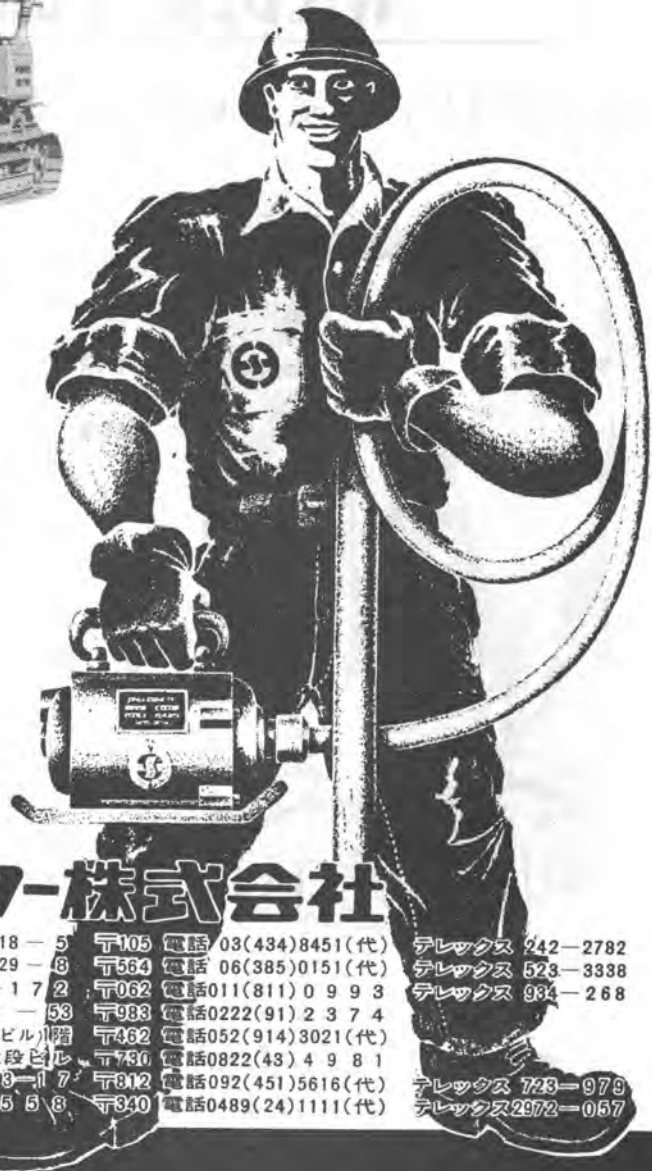


ダム用省カバイブレーター

VB-3M型



凡ゆるコンクリート  
施工に即応する  
電気式・空気式・エンジン式  
各種バイブレーター



## 林バイブレーター株式会社

本社及東京支店	東京都港区浜松町1-18-5	〒105 電話 03(434)8451(代)	テレックス 242-2782
大阪支店	大阪府吹田市江の木町29-8	〒564 電話 06(385)0151(代)	テレックス 523-3338
札幌出張所	札幌市豊平区平岸3条5-17-2	〒062 電話 011(811)0993	テレックス 934-268
仙台出張所	仙台市原町1-3-53	〒983 電話 0222(91)2374	
名古屋出張所	名古屋市北区深田町3-60 白竜ビル4階	〒462 電話 052(914)3021(代)	
広島出張所	広島市南千田東町1-8 大段ビル	〒730 電話 0822(43)4981	
九州出張所	福岡市博多区美野島3-13-17	〒912 電話 092(451)5616(代)	テレックス 723-979
工場	埼玉県草加市稻荷町1558	〒340 電話 0489(24)1111(代)	テレックス 2972-057

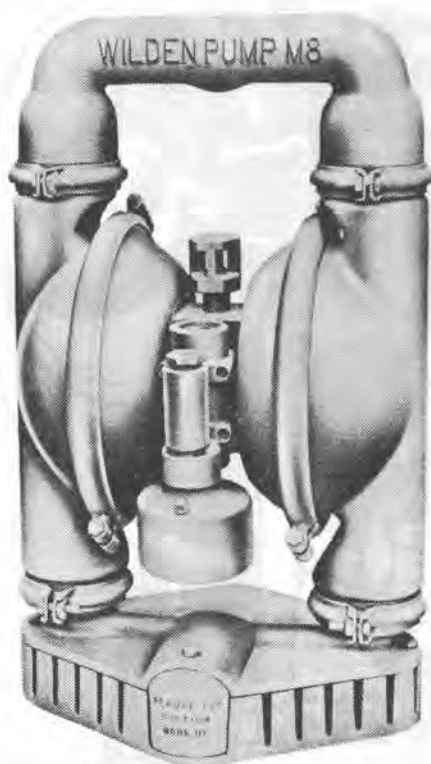
# ほんのわずかのコンプレッサ空気さえあれば。

腐食せず、ポータブル式で耐久力バツグンのダブルダイヤフラムポンプが  
流れるものなら、砂の混有率9割のものでも汲みあげます

ウイルデン          ポンプ

## WILDEN PUMPS

抗内切羽からの浸水漏水による汚泥処理に最適です。



セメント、砂、小石、コンクリート接着剤、添加剤、ラテックス  
坑内排水、あらゆるビット排水、タンカー廃油、廃水、土木建設工  
事、護岸工事、下水道工事、ダム工事、スラリー、スラッジ等  
1台のポンプが、水中どぶづけ、セルフプライミング、固定配管の  
いずれにも共用できます。

本体材質／アルミ合金、アルミ合金樹脂コート、鋳鉄、ステンレス  
(接液部)

弾性材質／ネオプレン、ブナN(最高39℃)、バイトン(最高149℃)

### M 8 型

### M 15 型

寸 法(mm)	666×400×308	832×508×406
重 量(kg)	32.7	54.4
揚 程(m)	最高67.1	最高67.1
サクシオン(m)	6	6
口 径	2"	3"
水 量	0~493 l/分	0~833 l/分

- ドライ運転無制限OK、破損しません。
- 入力空気だけで吐出量自由可変。
- 無公害、防爆措置不要、最小維持費用。
- 静かな運転音。マフラーもあります。
- 洗浄時のダイヤフラム交換容易。
- 全部品タッタ40個。可動部は4個だけ。



## ジャパン マシナリー株式会社

本社／東京都中央区銀座8-5-6 ☎03(573)5261  
支店／大阪06(312)6591・名古屋052(201)6971・広島0822(21)8871  
営業所／福岡092(45)6738・金沢0762(33)3775

≡≡≡ ホイールカッター式 ≡≡≡

# 小形 浚せつ船

標準吐出径 150, 200, 250, 300, 350 mm



- 分解して陸搬できる
- 浚せつ圧送能力は絶大
- 周辺の水を濁さない
- 砂・砂利の採取
- ダムの堆砂さらえ
- 港湾のヘドロ除去
- 河川の水底掘削

カタログ説明書贈呈最寄現場ご案内

株式会社 **ウオターマン**

〒542 大阪市南区鰻谷東之町32

TEL. 06-252-0241

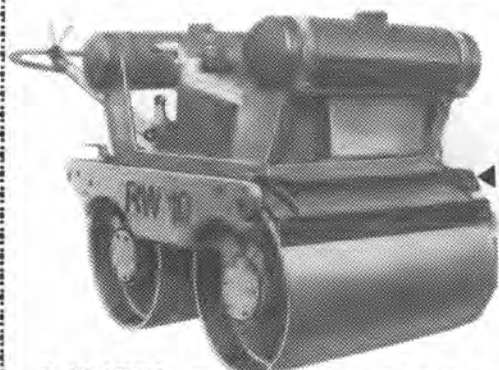
**NIPPEI**

# ニッペイの振動ローラ・振動くい打機

〈本格派〉

## 油圧振動ローラ……RWシリーズ

西独ボン・ケラ社技術提携品



MODEL RW 10

**特長**

- すぐれた転圧力と機動性
- 強力な油圧駆動システム
- ユニークな油圧ステアリング

**仕様**

形式	RW8 ハンドガイ ド式	RW10 ステアリン グ式	RW20 乗車式
重量 kg	800	1,450	2,500
エンジン 出力 PS	8	12	20
走行 速度 km/h	0~2.4	0~3.0	0~3.0
ローラ巾mm	650	840	1,100

全輪振動  
全輪駆動

## ニッペイバイブロローラ

高周波形  
リモ・コン式

## ニッペイバイブロ

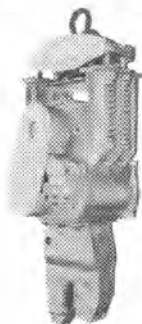
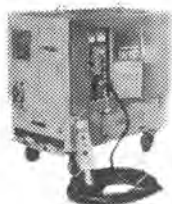
**特長**

- 大きな打込み、引抜き力
- 頑丈で強い耐振構造
- 安全で容易な操作装置

〈防音形〉

## 振動パイルドライバ……SSシリーズ

MODEL  
NVC-80SS▶



**仕様**

形式	N V A				N V C	
	10SS	20SS	40SS	60SS	80SS	100SS
出力kW	7.5	15	30	45	60	75
モーメント kg・cm	400	800	1,500	2,200	2,400 ~4,100	2,700 ~4,900
起振力 t	6.4	12.8	24.1	1,950	27~50	30~63
重量 kg	880	1,200	1,950	3,250	4,400	5,200



**日平産業株式会社**

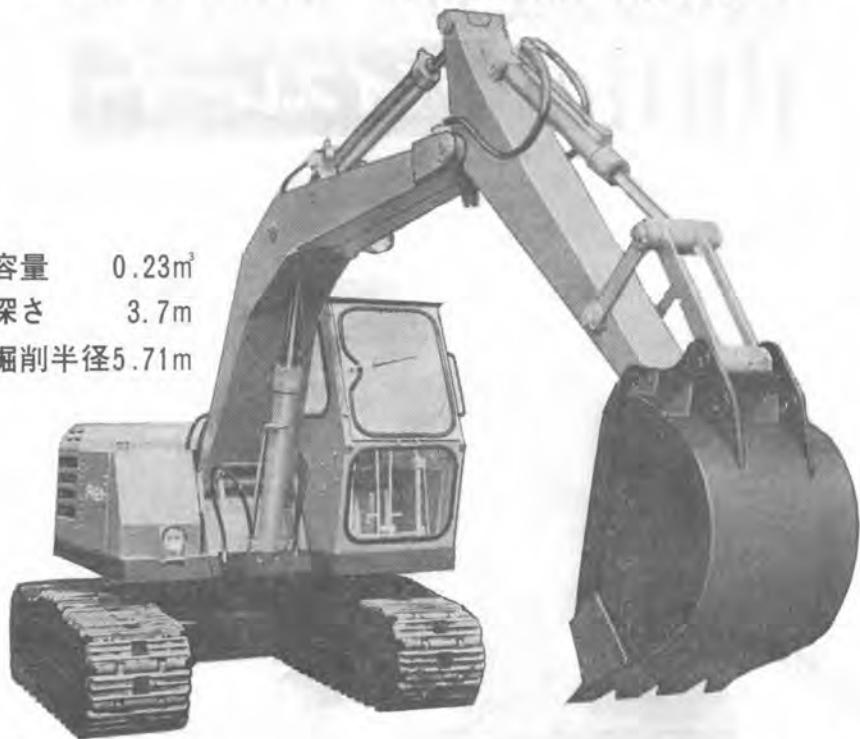
本社：東京都港区浜松町2-4-1 千105 電話(03)435-4711

営業所：札幌(011)281-5025 大阪(06)252-8481  
 仙台(022)766-2716 広島(0822)28-0558  
 小山(0285)22-3742 高松(0878)62-2151  
 名古屋(052)581-9321 福岡(092)771-3131  
 富山(0764)32-7137



# 機動性に経済性をプラスした全油圧式掘削機!!

- バケット容量 0.23m<sup>3</sup>
- 最大掘削深さ 3.7m
- 最大床面掘削半径5.71m



## 古河の パワーショベル FH2A

### 〈特長〉

- せまい場所での作業が容易
- 運搬に便利
- 接地圧が低い
- 掘削力が強力でサイクルタイムが短い
- シューの張力調整が簡単
- 居住性が快適
- 運転操作が簡単
- 最底地上高さが大きい
- ラグ付シューで、足回りは無給油式
- 高精度フィルタの採用
- 完全密封式のオイルタンク
- 各油圧回路に安全弁使用
- 寒冷地でもエンジン始動が確実で、作業開始までの時間が極めて短い

 **古河鋳業**  
FURUKAWA CO., LTD.

本社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

東京(03) 212-6551 福岡(092) 74-2261  
大阪(06) 344-2531 名古屋(052) 561-4586  
岡山(0862) 79-2325 金沢(0762) 61-1591  
広島(0822) 21-8921 仙台(0222) 21-3531  
高松(0878) 51-1111 札幌(011) 261-5686  
建機販売・サービスセンター 田無(0424) 73-2641

# コンクリート打込工事に 抜群の威力を発揮する 山田の **バイブレーター**



## 営業品目

各種コンクリート振動機  
チャックハンマー振動杭打機  
コンクリート製品連続製造設備  
振動モーター  
コールドファイダー  
コンクリート製品用各種型枠



各種コンクリートバイブレーター製造発売元

**山田機械工業株式会社**

本社 東京都北区赤羽南1丁目7番2号

電話 東京(902)4-1111(代)

戸田工場 埼玉県戸田市新曽南1-11-5

電話 東(0484)425059・5060番

# 切羽の環境を改善する、 高能率クローラジャンボ!

古河の2ブーム・クローラジャンボは、国鉄幹線トンネル工事用に開発された高能率機。最大20°という登坂性能で、各種斜坑やアクセストンネル掘さくに現在活躍しています。さく岩機は強力・消音・消霧形として定評のあるD95ドリフタを搭載し切羽の環境を改善。ワンマン2ドリル操作機構とエクステンションブームの採用で、能率アップと省力化を約束。強カスケジュールも楽々こなす画期的な新鋭機です。

## 〈そのほかのすぐれた特長〉

- 油圧モータを電動にしたので、エヤ・モータに比較し走行時、ブーム操作時非常に静か。
- 機体幅が狭いので狭い切羽でも機動性発揮、切羽によっては2台並列稼動可能。
- レール式ジャンボに比較し急勾配斜坑でも高能率さく孔可能。
- ドリフタの保守に完ぺきな自動強制給油方式の採用。

## ■トンネルエースの主な仕様

全重量	6,500kg
全幅	2,030mm
走行速度	1.2km/h
登坂角度	常用18° 最大20°
電動機	22kw×4P(200V)
水平さく孔範囲	高さ4.4×幅5.3m

## ■D95ドリフタの主な仕様

機体重量	90kg
シリンダ径	95mm
ピストンストローク	90mm
空気消費量	6.4m <sup>3</sup> /min
打撃数	1,500BPM

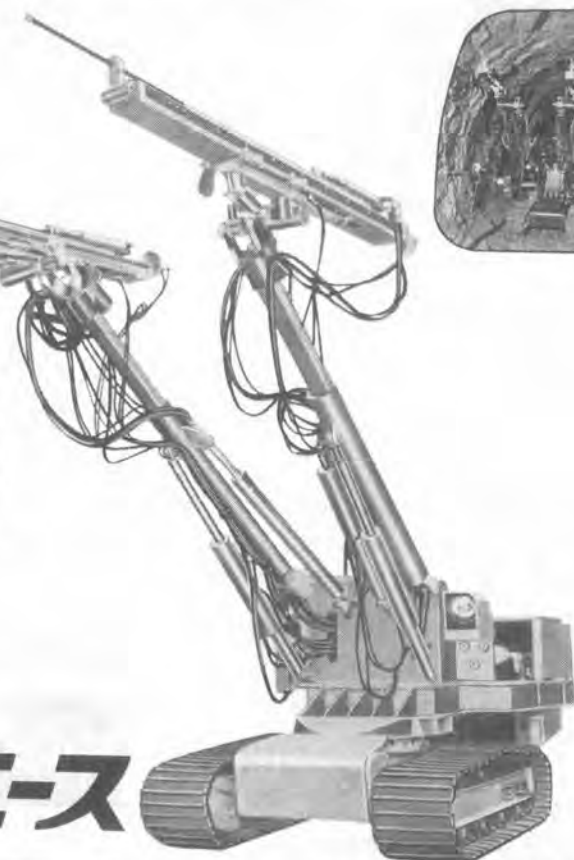


工事の能率アップ

**up**

〈2ブーム〉

**トンネルエース**



**古河さく岩機販売株式会社**

●詳しいお問合せ、カタログのご請求は右記本社又は営業所へ

本社/東京都千代田区丸の内2の6の1(古河総合ビル)☎03(212)6551(大代)  
札幌☎011(871)1251 大館☎01864(2)1766 仙台☎0222(21)5541  
名古屋☎052(741)1761 大阪☎06(344)9362 高松☎0878(51)8695  
広島☎0822(32)7729 福岡☎092(56)6487 高崎☎0273(23)2532

西独が世界に誇る強力メカニズム

# スチールコアードリル



スチールコアードリルはチェーンソーメーカーとして世界的シェアを誇る西独アンドレアスチール社が、コアボーリング用として開発したポータブルな機械です。

スチールカットクイック、スチールチェーンと同様にダイヤフラム式キャブレターが組込まれておりますので従来の固定式のものとは異なり切削角度が自由に持ち運びも非常に便利です。陶管、ヒューム管等の穴あけから鉦山、炭鉦、ダム工事の現場まで非常に使用範囲の広い機械です。

## 特長

- 小型、軽量の為持ち運びが簡単です。
- ダイヤフラム式キャブレターが、組込まれて居りますので、どのような角度で使用してもエンジンは停止しません。
- スチール専用タンクが用意されて居りますので、水の供給も簡便です。
- コアビットは1インチ～12インチまで用意されて居ります。

## エンジン仕様

エンジン型式	2サイクル単気筒
排気量	58cc
無負荷最高回転数	8500rpm
減速比	1/9
キャブレター型式	ティロットソンHL型
燃料タンク容量	750cc
燃料	混合ガソリン 25:1 (使用50時間まで20:1)
重量 (コアビットを除く)	14kg



輸入元

スチールジャパン株式会社

本社 東京都渋谷区笹塚2丁目26番2号 ☎377-8427  
 大阪 大阪市淀川区本庄中通3丁目9番地(三陽ビル) ☎371-4363  
 熊本 熊本市新町2-4-14(三和ビル) ☎54-6457  
 札幌 札幌市北六条西6丁目2-1(山崎ビル) ☎741-0511  
 仙台 仙台市上杉1-8-13 勾当台パレス6階 ☎61-7058

# 明和

# 振動ローラ

両輪・駆動・振動

## ハンドローラ

上下回転式ハンドル  
MVH-5型0.5t

(特許出願中)



ステアリング軽快(パワーステアリング)  
サイド転圧可能  
MVR-25型2.5t  
MVR-11型1.1t



## バイプロプレート

アスファルト舗装  
表面整形

VP-110kg  
VP-70kg  
VP-60kg



## バイプロランマ

道路・水道・瓦斯管  
電設・盛土・埋戻し  
VRA-120kg  
VRA-80kg  
VRA-60kg



## スロープコンパクタ

《新製品》

道路肩のり面転圧機

SC-1 150kg

(特許出願中)



(カタログ進呈)

株式会社

# 明和製作所

川口市青木1丁目18-2

本社・工場 Tel. (0482)代表(51)4525-9 〒332

大阪営業所 Tel. (06) 961-0747-8 〒536

福岡営業所 Tel. (092) 41-0878・4991 〒812

名古屋営業所 Tel. (052)361-5285-6 〒454

仙台営業所 Tel. (0222)56-4232・57-1446 〒983

札幌営業所 Tel. (011)822-0064 〒062



# 隧道掘穿の礫運搬、鉍石運搬には—— “シャトルカー”

## 特長

- 礫トロの入れ替えによるタイムロスもなく大量の礫を連続積込出来ますので、ローダー又は掘進機的能力をフルに発揮でき最も能率的です。
- 一発破分の礫を一回に積切りますのでチェリーピッカー、スライドポイント、カーシフター等の坑内設備や隧道の余堀の要もなく、又土捨場に於けるチップラー及転倒装置等も不要となり極めて経済的です。
- エヤーモーター或は電動モーター駆動によるワンマンコントロールで積込、排出が出来、運転操作は非常に簡単です。
- 切羽に於ける礫トロの入れ替えが不要の為、坑内の交通管理が容易です。
- 特に小断面隧道に於ける礫出しには、理想的な礫運搬機です。

## 種類及び仕様

機種	6 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	12 m <sup>3</sup>	15 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>	24 m <sup>3</sup>
全高 %	1,450	1,450	1,450	1,700	1,800	1,810
全長 %	13,200	13,450	14,550	14,650	21,000	21,600
全巾 %	1,215	1,450	1,550	1,600	1,500	1,730
重量 t	7.5	10.0	12.0	15.0	20.0	23.0

(最少回転半径は40mRを標準とする。)

## 営業品目

- プレスクリート
- トレンローダー
- ロータリーコンクリートポンプ
- フィーダー
- 抗打機、穿孔機
- 電気集塵機

# 丸矢工業株式会社

本社／大阪市福島区海老江中1-38(平松ビル) TEL 06(453)0521-5  
 営業所／東京・広島・仙台 工場／姫路 サービスセンター／東京

# KOBEの建設機械

## 凜々しい 油圧ショベル タイプ

H350 / H350L

R904 / R907



	H350	H350L	R904	R907
標準バケット容量(m <sup>3</sup> )	0.35	0.35	0.45(山積)	0.7(山積)
最大掘削深さ(m)	4.2	4.1	4.35	6.3
エンジン(PS・rpm)	三菱 541 65/1,800	サンマー 541 62/1,800	三菱 541 65/1,800	サンマー 541 62/1,800
			79/1,800	90/2,000
全重量(t)	9.0	9.5	10.5	18.0

KOBEの油圧ショベルは4タイプ。すべての機種がノーペダル、操作は2本のレバーでOK。落着ける運転室とワイドな視界。地面に吸着する理想的安定性。掘削力・作業量は各クラスとも最大です。いますべての現場で待たれている油圧ショベルの4タイプ。困難な作業も余裕をもって処理します。

●くわしくはカタログをご覧ください。

**神戸製鋼**  
建設機械本部

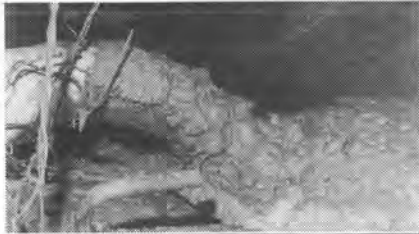
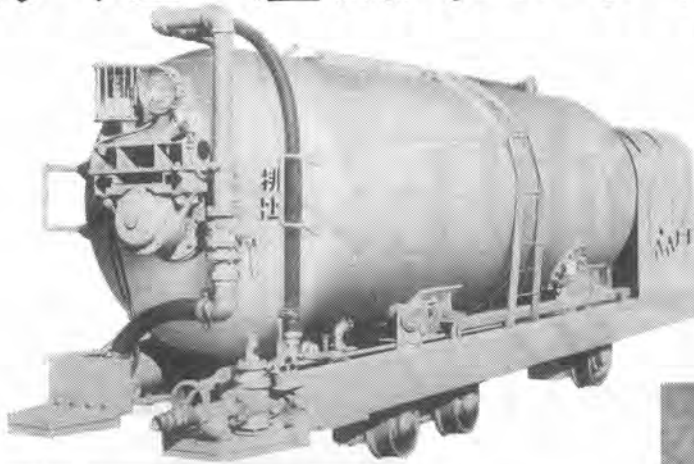
東京 東京都千代田区丸の内1-8-2 ☎100 ☎03 (218) 7741  
大阪 大阪市東区北浜3丁目5 ☎541 ☎06 (203) 2221  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡

**神鋼商事**  
建設機械本部

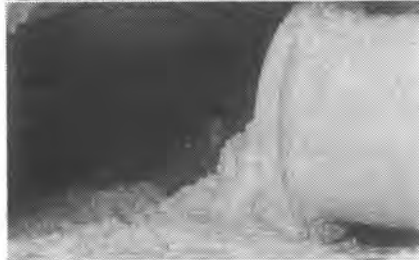
本社 大阪市東区北浜3丁目5 ☎541 ☎06 (202) 2231  
東京 東京都中央区八重洲4丁目3 ☎104 ☎03 (272) 6451  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・静岡・高松・広島・福岡

トンネル工事に活躍する柴田の建設機械

# スクリー圧気式コンクリートポンプ



●アーチ内コンクリート打設に於ける連続吐出状況



●側壁コンクリート打設最後のせめの状況



●側壁コンクリート打設に於ける連続および適量吐出状況

## ■特長

- ①連続圧送……………可能
- ②ノージョック(エア)……………コンクリート分離皆無
- ③空気消費量……………従来の1/2
- ④圧送量の増減……………自由
- ⑤圧送、停止の反復作業……………自由
- ⑥グラウト打設……………可能
- ⑦吐出量……………3～4分
- ⑧ドラム固定……………危険度少い

## ■機種

1.5M<sup>3</sup>、2.0M<sup>3</sup>、3.0M<sup>3</sup>、4.5M<sup>3</sup>、6.0M<sup>3</sup>、  
固定型、走行時混練型、自走式

## ■営業品目

ムカデコンベヤ	ローラーコンベヤ
ジェットコンベヤ	クライマーコンベヤ
トンネルアジテーターカー	スクリーコンベヤ
バケットコンベヤ	各種フィーダー
ベルトコンベヤ	其他土木建設機械
フローコンベヤ	荷役運搬機械
スラットコンベヤ	設計・製作



株式会社

# 柴田建機研究所

本社・工場 埼玉県川口市飯塚町2丁目50番地 電話(0482)(51)7270(代)～3

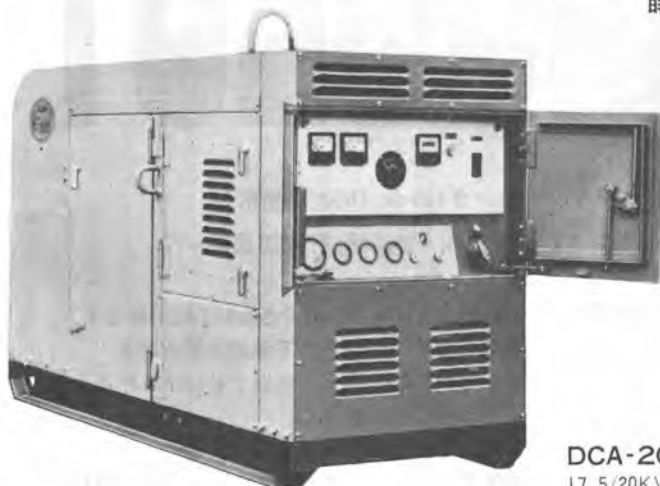
## ■総代理店

三井物産機械販売サービス株式会社

東京都港区西新橋2～23～1 TEL (436)2851



# 工事現場の騒音が 周囲の人たちの 迷惑になっていませんか。



時代の要求にマッチした新製品です。

うるさくて話もできない……赤ちゃんが  
おびえて寝なくなってしまった……こ  
んな意見をよく耳にします。工事現  
場の機械の音はあたりの人たちに  
たいへん迷惑をかけているよう  
です。そこでより静かな、よ  
り小型で強力な、より耐久  
性とんだ発電機を、と長年  
研究して開発されたのがデンヨ  
ー防音型エンジン発電機です。独  
自の防音技術をあますことなくとり  
入れた防音型エンジン発電機の決定版  
と自負しております。

DCA-20SS

17.5/20KVA・200/220V・50/60Hz・いすゞC221ディーゼル

そのおもな特長

1

### ① 超低騒音

夜間工事や住宅地での工  
事のように騒音を出せな  
い場所で真価を発揮する  
防音タイプで、耳ざわり  
な騒音を出しません。

2

### ② お求め易い価格

防音タイプとしてはロー  
コストになっていますか  
ら、気軽に購入、使用し  
ていただけます。

3

### ③ 機種が豊富

3 KVAから200KVAまで豊  
富に機種がそろっていま  
すから作業にあわせて選  
択していただけます。

4

### ④ 完全なアフターサービス

国内50カ所をこえるサー  
ビス網によりアフターサ  
ービスが行きとどいてい  
ますから、どこでも安心  
してご使用になれます。

NEW **デンヨー株式会社**

本社/東京都中野区上高田4-2-2 〒164 ☎(386) 2176 (代)  
札幌/仙台/新潟/東京/静岡/名古屋/金沢/京都/大阪  
広島/高松/福岡

サイレント  
資料請求券  
パワー

豊かな明日をつくる三菱建設機械



# THE BIGGEST

でっかく新登場——ザ・ビッグスト

圧送力/垂直140 m・水平650 m (Bシリンダ180mmφ150 A管使用)

大容量/最大90 m<sup>3</sup>/h (Aシリンダ215 mmφ150 A管使用) 行程容量95 m<sup>3</sup>/h

●1台で3役——シリンダ交換で長距離打設・超高所打設・大容量打設の使い分けができる  
必要に応じてBシリンダ (オプション) と交換することにより、高吐出圧ポンプになります。シリンダ取替えはサービス工場で簡単にできます。

●新記録、最高圧送油圧210kg/cm<sup>2</sup>  
しかも、油圧ポンプは可変容量方式を採用していますから、吐出圧量が自由に選べ、エン

ジン出力も有効に活用できるので経済的です。

●独自のオイルクーラで油温上昇を防止  
油温は常に50℃以下、油温上昇による圧送力低下は全くありません。

●輸送管は常時75 m分搭載できる  
車体重心を低くしてありますから、パイプ積みおろしがラク。走行安定性も優れています。

●バルブ機構にカセット方式を採用

## 超大形機 三菱-シュベック、コンクリートポンプ車 タイヤクリート120

三菱重工業株式会社建設機械事業部一般建設機械課  
東京都千代田区丸の内2-5-1 ☎東京03(212)3111

総販売代理店三菱商事株式会社建設機械部第二課  
東京都千代田区丸の内2-6-3 ☎東京03(210)4634.39

お問い合わせは下記の販売店へ

東京産業機☎東京(03)212-7611 新菱重機機☎東京(03)583-6181  
新東亜貿易機☎東京(03)212-8411 格崎産業機☎札幌(011)261-3241  
機米井商店☎東京(03)561-1171 四国機器機☎高松(0878)33-9111  
ツバコ機機☎東京(03)433-0181 北菱重機機☎小松(0761)21-3311

みづほ工業機☎浜松(0534)61-6171 中吉自動車機☎広島(0822)32-3325  
西日本重機機☎福岡(092)271-2128 新菱新潟重機機☎豊栄(02538)6-3711

菱重機機☎姫路(0792)36-4911 北関東建機機☎宇都宮(0286)22-1951  
菱機機☎七北田(02237)2-2845 牧港自動車機☎那覇(0988)68-4175

# Yutani-Poclaim

油圧式  
掘削機

# ユタニ・ポクレン

長い経験と  
研究をふまえ  
小は四・四から  
大は二九・五まで  
造った数シリーズ

現場から現場へ  
疾走するタイヤ式  
荒場や湿地を  
物ともしない  
クローラ式

百種を超える  
多様な  
アタッチメントで

掘り  
掬い  
掴み  
打ち  
吊り

ユタニ・ポクレンは  
黙々と働きます  
油谷は  
シヨベルの専業メーカ  
責任と誇りをもって  
一品一品  
真心こめ作ります



## 主要要目

▲中型機の決定版 Y S 450

	YS1000	GC140	LC80S	LY80	TC600	YS450	TCS	TY45	FCS	10A	
標準バケット容量	m <sup>3</sup>	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6	0.45	0.4	0.3	0.35	0.15
走行速度	km/h	2.7	3.2, 0.93	2.5	27.0	2.5	2.2	2.0	16.5	2.0	27.3
最大登坂能力	%	58	50	50	55	50	60	50	30	45	36
総重量	kg	29,500	23,500	15,100	14,800	15,000	12,000	12,830	10,220	9,572	4,400
ポンプ油圧力	kg/cm <sup>2</sup>	210	300	300	300	最高300	250	300	270	330	150
エンジン出力	PS/rp	140/2000	140/2000	88/2000	88/2000	83/2000	83/2000	75/2000	47.5/2000	48.5/2300	32/2500
最大掘削深さ	mm	7,100	6,250	5,100	4,800	4,500	4,250	4,000	3,640	3,740	2,200

**YUTANI** 油谷重工株式会社

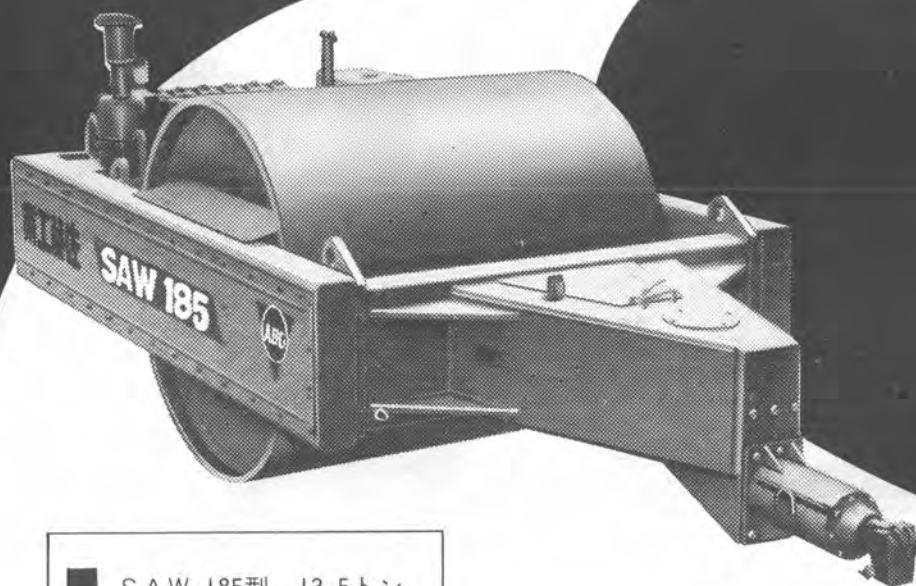
総代理店  
**丸紅株式会社**

本社 東京都港区新橋2-1-3 〒105 TEL 03-502-2351(代)  
広島製作所 広島市祇園町南下安500 〒73-01 TEL 08287-4-1111(代)

大型ダム建設に活躍する

西独 **ABG** 社

振動ローラー



- SAW 185型 13.5トン
- MAW 172型 6.3トン
- A W 165型 3.3トン

豊富な実績：電源開発大津岐ダムにて使用されて以来深山ダム、新高野ダム、多々良木ダム、高瀬ダム等多数の大型揚水発電所の建設工事に使用されています。

●詳細は下記にお問い合わせ下さい。

本邦取扱店

**極東貿易株式会社**

建設機械第1部第1課

本社 〒100-91 東京都千代田区大手町2の2の1(新大手町ビル7階)  
☎03(244)3812

支店 札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡

指定整備工場：(株)東洋内燃機工業社  
川崎市高津区長尾東高根738 ☎044(86)8171

**TEREX**

**GM**

驚異的なコストダウン!

**TEREX**

ダンプトラック / ローダー



TEREX R-35 リヤ・ダンプ  
積載重量 32Ton

TEREX 72-81 ローダー  
バケット容量 7m<sup>3</sup>

本邦取扱店 **極東貿易株式会社** 建設機械第一部

本社 東京都千代田区大手町2-2-1 新大手町ビル7階 電話(244)3812  
支店・営業所 札幌・室蘭・釜石・仙台・千葉・沼津・名古屋・知多・大阪  
・石山・堺・広畑・水島・福岡・八幡・岩国・大牟田

# 最大舗装巾12mの画期的新製品



北陸縦貫道丸岡工事

BARBER-GREENE

SA-190型

ASPHALT  
FINISHER



## 卓越した特徴

■全油圧駆動による円滑な無段変速

■独特のPave-Commandによる

全自動運転方式の採用

●詳細は右記にお問い合わせ下さい。

Barber-Greene 

本邦取扱店

極東貿易株式会社

建設機械第1部第2課

本店〒100-91 東京都千代区大手町2-2-11 新大手町ビル7階 ☎03(244)-3809

支店 札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡

指定整備工場：マルマ重車株式会社

東京都世田谷区桜ヶ丘1-2-19 ☎03(429)-2131

# クリタ MCBオートマチック 大型ブレーカー

- 強大な破砕力
- 幅広い用途
- 容易な運転
- 抜群の耐久力

MCB大型ブレーカーは、当社の多年に亘るサク岩機の製作から修得した技術・経験より生れたもので、慎重なテストにより改造を重ね既に多くの利用者各位より好評を博しています。

## 標準仕様

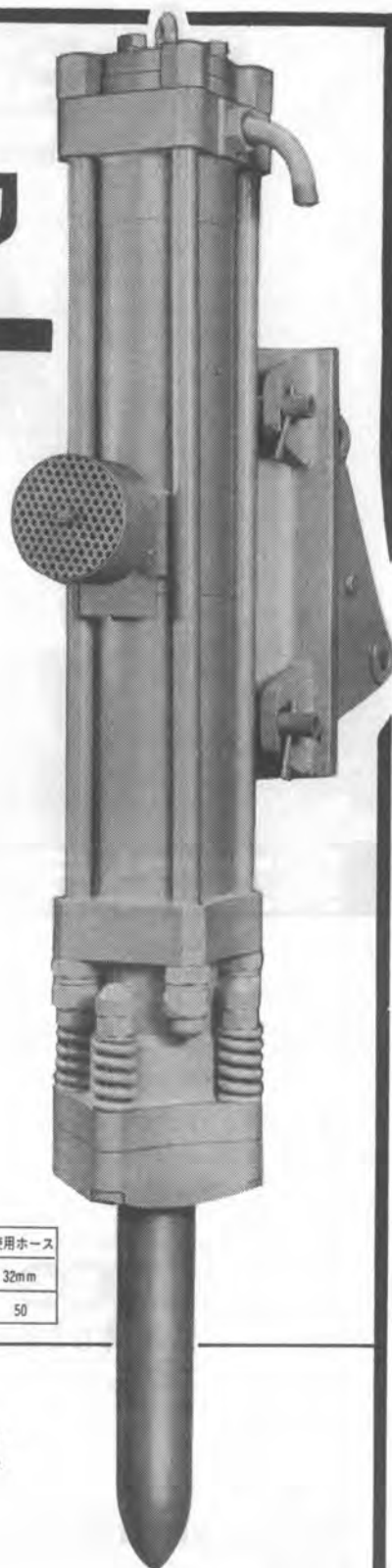
種類	重量	シリンダー径	ストローク	ピストン 径	全長	空気消費量	使用のみ	使用ホース
MCB-120	380kg	120mm	305mm	37kg	1,650mm	7~10m <sup>3</sup> /min	100mmφ	32mm
MCB-180	1,100	180	420	90	2,000	15~17	136	50



## 栗田鑿岩機株式会社

東京都墨田区錦糸4の16の17

電話 625-3331 代表



# 大きなクボタ



## 実力アトラス

〈使いやすさ〉と〈ねばり強さ〉で定評あるクボタアトラスショベル。バケット容量0.3m<sup>3</sup>~0.7m<sup>3</sup>までいづれも重点主義で鍛えあげたとびっきりのスコップたち。その実力、底知れぬパワーと場所を選ばぬたくましさをデッカクお役立てください。

### 重点シリーズ



ワイドに働くすごい腕

**掘削重点**

**KB-40RH**

- 標準バケット容量 0.4m<sup>3</sup>
- 最大掘削半径 7,220mm
- エンジン出力 60PS

どんな湿地にもひるまない

**脚力重点**

**KB-40RM**

- 標準バケット容量 0.4m<sup>3</sup>
- 最大掘削半径 7,220mm
- エンジン出力 64PS

疲れ少ない快適作業

**人間重点**

**KB-70R**

- 標準バケット容量 0.7m<sup>3</sup>
- 最大掘削半径 8,600mm
- エンジン出力 89PS

強力な四輪駆動ダブルタイヤ

**機動力重点**

**KB-30F**

- 標準バケット容量 0.3m<sup>3</sup>
- 最大掘削半径 6,600mm
- エンジン出力 44.5PS  
(空冷3気筒)

## クボタアトラスショベル



### 久保田鉄工株式会社

本社 大阪府浪速区船出町2丁目 ☎06(631)1121 ㊟666  
 東京本社 東京都中央区日本橋室町3の3 ☎03(279)2111 ㊟103  
 札幌支店 福岡市博多区博多駅前3-2-8 ☎092(45)1121 ㊟812  
 北海道支店 札幌市中央区北三条西3丁目104 ☎011(73)8931 ㊟000

名古屋支店 名古屋市中村区米屋町2番地67 ☎052(563)1511 ㊟450  
 仙台支店 仙台市本町2丁目15番11号 ☎0222(25)8151 ㊟980  
 広島支店 広島市基町5番44号 ☎0822(21)0901 ㊟730  
 高松営業所 高松市東井町2番1号 ☎0878(33)5311 ㊟760

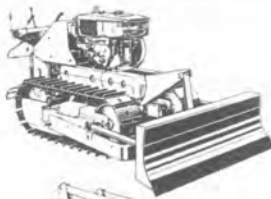


# 小さなクボタ



## 強力な根性ブル

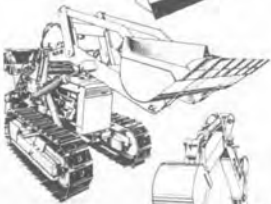
強力＝小形＝軽量……あらゆる用途に高性能を発揮するクボタブルベットの。掘るバックホー、積み込むショベル、押すドーザ、小さいながらも強力な根性ブル。現場からの要望に十分こたえるたのもしさです。



排土・削土にすばらしい働き

### ドーザ **KD-1**

- 最大1.2トンというスバ抜けたけん引力
- カム式爪クラッチの採用でその場旋回が自在
- すぐれた走行安定性と、強じんな足まわりが自慢



積み込み作業の省力化

### ショベル **KD-S1**

- 4トンドンプに10分で積み込みOK、ダンプ高さ1.6m、最大リーチ0.63m。
- バケット操作は1本のレバーでワンタッチ
- その場旋回自在、強じんな足まわりが自慢。

掘削・埋戻し…1台2役

### バックホー **KBH-1**

- 最大掘削深さ2.2m、バケット容量0.06m<sup>3</sup>。
- 大形排土板を装備し、排土は左右自在。旋回角度は170度。
- 4トントラックへの積み込み作業が可能。



## クボタブルベット

●サービスステーション

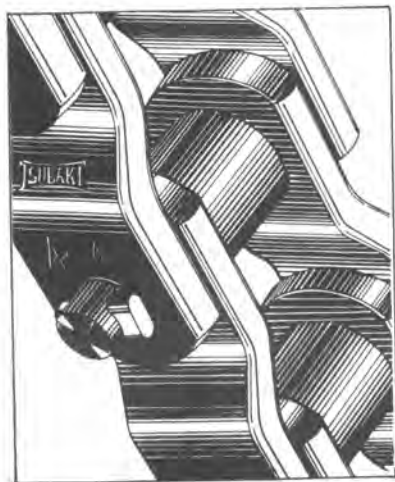
岩見沢・北海道岩見沢市中幌向町171番地	☎01262(6)2301	☎069-03
名取・宮城県名取市田高字原182番地の1	☎0238(2)5555-0536	☎981-12
新潟・新潟市上所島字上所一番	☎0252(45)1261	☎950
浦和・浦和市西磁字桜田1228番地	☎0488(62)1121	☎336
戸水・水戸市千波町海道付1954の1	☎0292(41)3141	☎310
水東部・千葉県柏市大青田八両野719番地の1	☎0471(31)4111	☎277
長野・長野市中御所舞台737番地	☎0262(28)1211	☎380

富山・富山県射水郡小杉町手崎字前田160番地	☎07665(5)3580	☎939-03
富山・富山県石川郡野市町増泉町26番地	☎0762(41)7121	☎920
岡山・岡山市下石井2丁目1番1号	☎0862(23)9281	☎700
子米子市米原569番地	☎08592(33)5011	☎683
高松・高松市藤塚1丁目1番23号	☎0878(31)8171	☎760
福岡・福岡市東区大字下和白字涌池開	☎092(966)3161-4306	☎811-02
大分・大分市大字新貝夏目ヶ原	☎09752(8)0624	☎870
熊本・熊本県下益城郡富合町大字廻江846-1	☎0963(57)6181	☎861-41



# 信頼の足跡。

苛酷な大荷重伝動にも、つばきの経験と技術が活躍しています。



チェーンの専門メーカーとして58年。その豊富な経験と実績、すぐれた技術から生まれた〈つばき重荷重用ローラチェーン〉は、土木・建設機械の伝動部で活躍する強力タイプです。品質は、世界的な権威をもつAPI(アメリカ石油協会)認定で実証済み。衝撃、疲労、摩耗に強く、種類も豊富です。



## 椿本チェーン

本社 / 大阪市城東区鶴見4丁目13番地

### ●各地営業所

東京(274)6411	仙台(25)8291	千葉(54)6124
大宮(65)3611	松本(33)9027	横浜(311)7321
静岡(54)7491	名古屋(571)8181	浜松(53)7526
四日市(52)3171	大原(313)3131	富山(41)3011
京都(901)3391	堺(21)1096	神戸(251)0551
姫路(82)1995	岡山(23)4457	高松(21)1348
広島(21)2165	福山(24)4100	徳山(21)8134
福岡(441)9071	札幌(261)6501	

# 重荷重用ローラチェーン

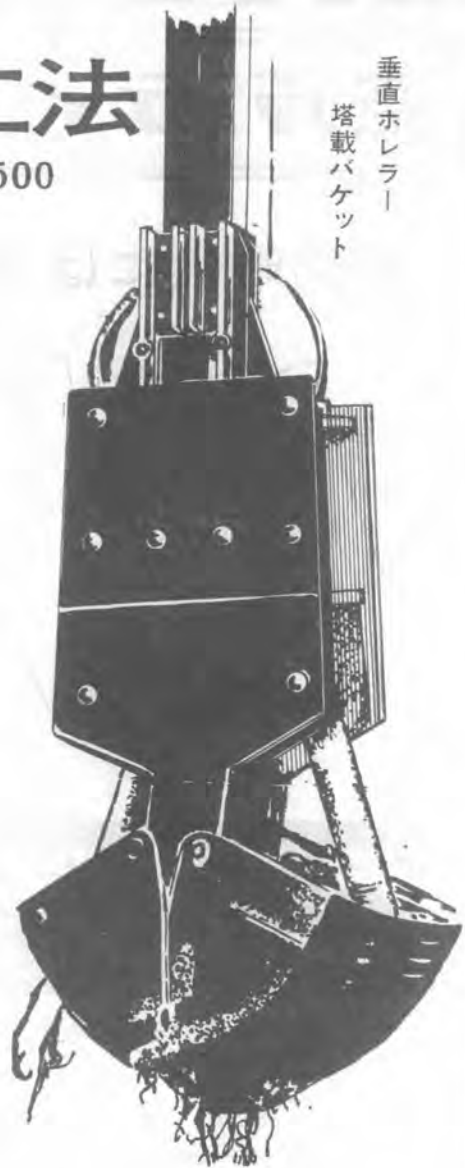
資料のご請求は会社名ご記入のラステル係へ

# 静かなMDB工法 地下連続壁工法

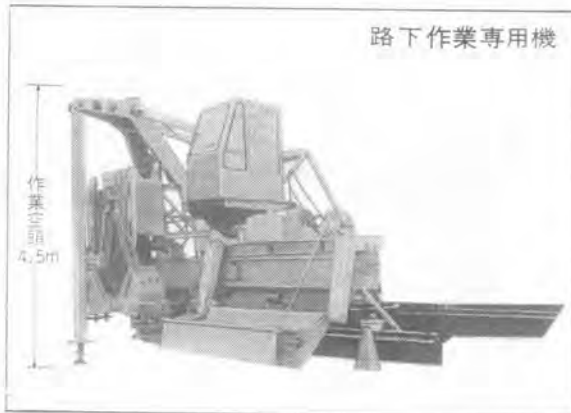
定点・省力化掘削機MDB-1500

- 新型排土装置（ダンプカー直積み型）の開発により定点掘削ができます。
- 定点掘削によりオペレーターの垂直掘削に個人差はありません。
- クラムシエルの底は丸型であり角型のインターロッキングを必要と致しません。……エレメントにスライムがたまりません。止水性は大です。
- トレンチバー・バケット機または超大型バケットをロープ2本掛にしスピードをころさず一本掛にて10まで静かに巻上げ可能なウインチをセットし遠隔操作も出来ます。

垂直ホレラー  
塔載バケット



路下作業専用機



特殊地下掘削・計画・積算方法・資料の御用命は下記へ

——マサゴ 連続壁グループ——



## 真砂工業株式会社

本社 東京都足立区花畑町4-0-7-4 電話(03)884-1636(代)  
 東京営業所 千101 東京都千代田区内神田1-9-12(第二興亜ビル) 電話(03)293-8841  
 大阪営業所 千530 大阪府北区牛丸町5-2 (日生ビル) 電話(06)371-4751(代)  
 北九州営業所 千802 北九州市小倉区熊本町2-3-3 (旭ビル) 電話(093)521-4276

# MITSUBI-DEUTZ

## 空冷・ディーゼル・エンジン

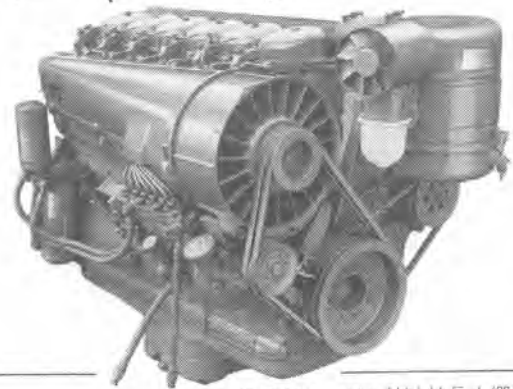
節約時代にはうってつけ!

# 燃料をくわない

# クワな空冷

### F/L912 シリーズ

全負荷時燃料消費率  
158~165gr/psH



#### 空冷エンジンの推奨

私と空冷エンジンの出会いは25年前ディーゼルエンジンと燃料噴射装置の専門修理工場として発足した時にさかのぼる。戦時中、戦車潜水艦等に使用され、軍事秘密扱をうけて一部の限られた人を除き一般にあまり知られていなかったのが今日の普及が夢のような。その為工場開設当初は苦勞の連続で文献も少く噴射ポンプの油量調整は自作の手廻しの手でメツリンターに流れ込む油量を調整した。それでもユーザーから好評をうけた。こんな話は今、誰も信じないだろう。たまたま廃兵器の95式97式戦車の空冷エンジンの再製を多量に依頼され毎日分解整備をつづけたが一番の誇りはワゴンの発する騒音だった。しかし他に良いものもなく廃兵器で安く再製出来るので定置動力としてひろく使用された。10年前三井ドイツから大阪地区のサービスの話があり我が意を得たりと躊躇なく協力出来たのは空冷エンジンに多くの実績と貴重な体験をもって居ったからだ。あれから10年空冷エンジンと共に歩み、サービスに努めて来たが近ごろはいろいろな機種に搭載され真価を益々発揮し誠にうれしいことだ。我が社の進む道を誤らなかつたと自負している。技術家揃いの三井ドイツが信頼されるエンジン造りに研鑽を重ね、一段と前進されることを祈り、我々の使命を自覚し更に努力することを誓い推奨の言葉とする。

三興ディーゼル(株)社長小郷平八殿



## 三井・ドイツ・ディーゼル・エンジン株式会社



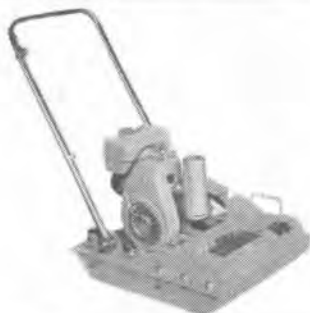
本社 東京都港区新橋4-24-8 (第2東洋海事ビル) 電話 東京(433)1666(代表)  
大阪営業所 大阪市東淀川区南中島町3-277 電話 大阪(302)6393(代表)

どれを選んでも特技の持ち主です。



**MEIHO** リトルジャンボ LJ-80型

耐久力と作動の手軽さは他に類をみません。メイホーの傑作です。



**MEIHO** ロードメイト RM-80A型

始動・運転操作が容易にできるため、仕上作業には最適です。シカも故障率が低く防震効果も完璧です。



**MEIHO** パイルカッター MPC-1型

小型軽量のため、移動が容易でシリンダーラム前進、後退切換レバーがついているので手元で全操作ができます。



**MEIHO** セルプラポンプ ME型

耐海水性にすぐれ、構造簡単・超小型高性能ですので取扱いが容易です。

**MEIHO**

建設機械の総合商社

**WAKITA**



株式会社 **ワキタ**

昭和49年3月1日社名変更

旧社名 脇田機械工業株式会社

大阪支店 〒550 大阪市西区本田町2丁目15番地の9

TEL.06(581)3441番(大代表)

東京支店 〒103 東京都中央区日本橋兜町2丁目38番地

TEL.03(668)0821番(大代表)

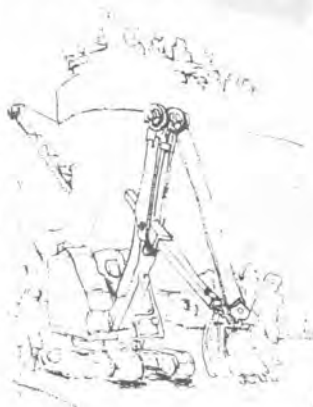
大阪・東京・仙台・郡山・名古屋・金沢・明石・岡山・広島

徳山・高松・松山・九州・枚方・守口・浦安

安定した性能 信頼される技術

# 桜川のU-pump

土木建築工事・工場の設備用をはじめ、あらゆる揚排水作業に使用される桜川のU-pumpは、性能・経済性・取り扱いの簡単さを考慮して設計された、安心してご使用していただける水中ポンプです。



U-254SH

U-484A

☆水中ポンプのパイオニア☆

株式会社 桜川ポンプ製作所

本社・工場 大阪府茨木市安威1225番地 0726(43) 6 4 3 1  
上尾工場 埼玉県上尾市陣屋1005番地 0487(71) 0 4 8 1

札幌011(821)3355  
新潟0252(44)1943  
横浜045(441)6526  
大阪0726(43)6431  
広島0822(92)3666  
福岡092(771)8071

仙台0222(42)2241  
東京03(861)2971  
名古屋052(733)1377  
高松0878(33)0231  
北九州093(581)9692  
鹿児島0992(22)0806

## 4月号PR目次

### — D —

デンヨー(株).....後付31

### — F —

古河鋳業(株).....後付23

古河さく岩機販売(株).....〃 25

### — G —

岐阜工業(株).....後付16

### — H —

日立建機(株).....表紙 4

北越工業(株).....後付 5

林バイブレーター(株).....〃 19

### — J —

重車輛工業(株).....後付 1

ジャパン・マシナリー(株).....〃 20

### — K —

(株)加藤製作所.....後付 7

(株)神戸製鋼所.....〃 29

極東貿易(株).....〃 34・35・36

栗田鑿岩機(株).....〃 37

久保田鉄工(株).....〃 38・39

### — M —

三井造船(株).....表紙 3

マイカイ貿易(株).....〃 3

マルマ重車輛(株).....後付 8

三笠産業(株).....〃 10

三井物産機械販売サービス(株).....〃 13

(株)明和製作所.....〃 27

丸矢工業(株).....〃 28

三菱重工業(株).....〃 32

真砂工業(株).....〃 41

三井・ドイツ・ディーゼル・エンジン(株) ..... # 42

— N —

内外機器(株) .....後付 9  
(株) 南星 ..... # 14  
日本建機工業(株) ..... # 15  
日平産業(株) ..... # 22  
日揮ユニバーサル(株) .....綴 込

— O —

(株) 小川製作所 .....後付11  
オイルポンプ販売(株) ..... # 18

— S —

住友重機械建機販売(株) .....表紙 2  
佐賀工業(株) .....後付 1  
新東亜交易(株) ..... # 2  
スチールジャパン(株) ..... # 26  
(株) 柴田建機研究所 ..... # 30  
(株) 桜川ポンプ製作所 ..... # 44

— T —

(株) 東京鉄工所 .....後付 3  
田中鉄工(株) ..... # 4  
(株) 東洋内燃機工業社 ..... # 6  
東日興産(株) ..... # 12  
(株) 田中製作所 ..... # 12  
東洋カーボン(株) ..... # 16  
(株) トーメン ..... # 17  
(株) 椿本チェーン製作所 ..... # 40

— Y —

山田機械工業(株) .....後付24  
油谷重工(株) ..... # 33

— W —

(株) ウオターマン .....後付21  
(株) ワキタ ..... # 43



# 働きざかり **HL8/HL5** モテざかり



4輪駆動、車体屈折式などに加えて、次々に新しい技術を注入してきた三井の自信シリーズ。抜群の機動性と働きっぷりでどんな工事にも大活躍。用途に応じてお選びください。



## 三井ランドメイトシリーズ

HL 5標準型	HL5バックホー付	HL8標準型	HL8バックホー付
バケット 0.5m <sup>3</sup>	バックホー0.1m <sup>3</sup>	バケット 0.8m <sup>3</sup>	バックホー0.17m <sup>3</sup>
重量 3.1ton	全備重量 4 ton	重量 4.6ton	全備重量 6ton



人間と技術の調和に挑む

## 三井造船

建設機械事業部

〒104 東京都中央区築地5-6-4 電話03(544)3757・3761

お問合せは 最寄りの代理店、もしくは当社営業所にお気軽どうぞ

- 取扱店 三井物産機械販売サービス㈱・中道機械産業㈱・中道機械㈱・南中道機械・ツバコー重機販売㈱5社の本社・営業所・出張所
- 営業所・出張所 札幌011(261)0036・仙台022(27)1486・東京03(544)3761・新潟0252(47)8914・名古屋052(582)0145・大阪06(443)1491・高松0878(33)4111・広島0822(48)0311・福岡092(28)3111
- その他の営業品目 モータグレーダ・ロードメンテナ・スクレーパー・ディーゼルクローラドリル・クローラドリル・ロッカーショベル・エクスカーパー・サイドタンブローダ

# BOMAG (西独) 全輪 駆動 振動 ローラー

軟弱土、砂質土に挑戦するBOMAG  
これは?と思う土質なら御連絡下さい



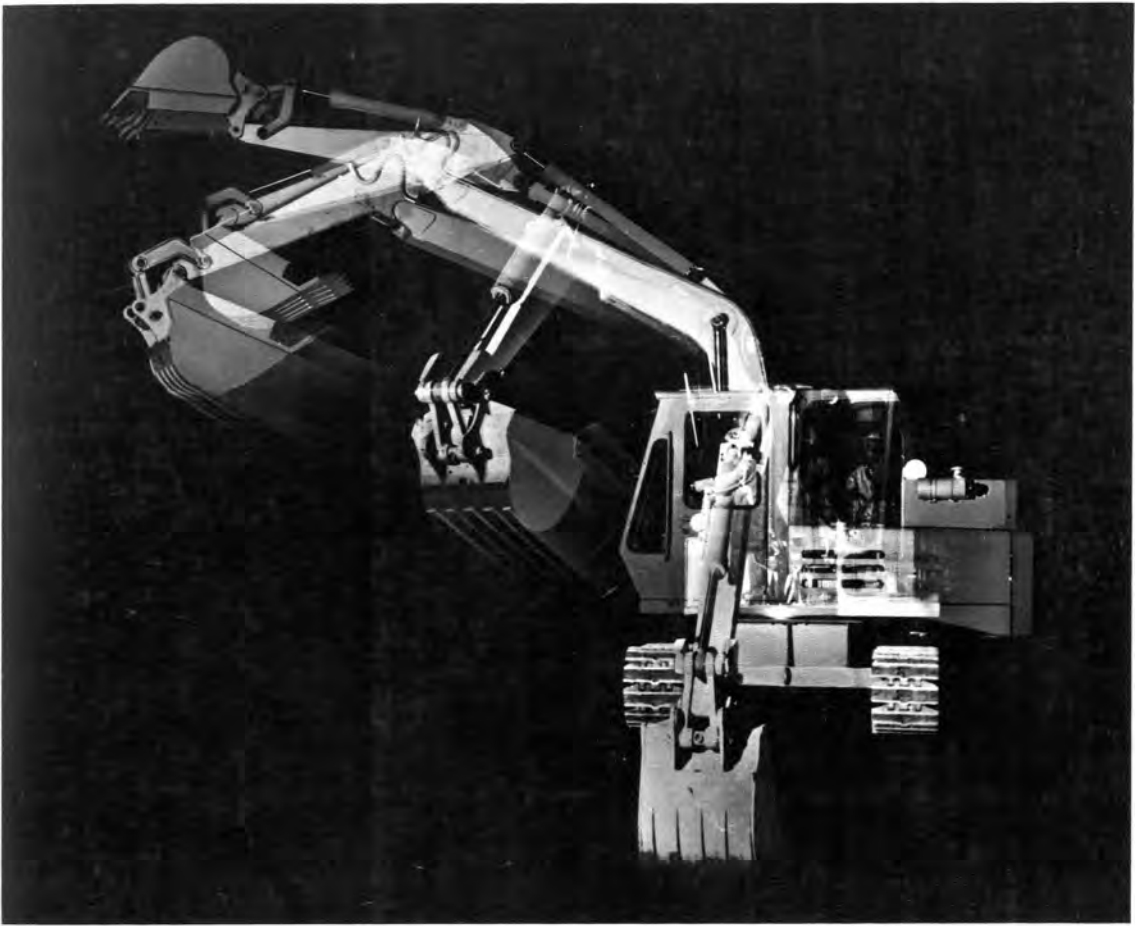
### 仕様

	BW-75S	BW-200
自重	950kg	8,000kg
転 任	10トン	32トン
出 力	空冷ディーゼル8.5ps	空冷ディーゼル56ps
ロール径×巾	480×750-2	800×950-4
速 度	1.6, 2.8km/h	1.0, 2.0, 3.0 km/h
登 坂 力	25° (1:2.2)	25° (1:2.2)
作業能力	1,200-2,100m <sup>2</sup> /h	1,500-4,500m <sup>2</sup> /h



## マイカイ貿易株式会社

本 社: 東京都千代田区麹町3丁目7番地 電話03(263)0281(大代表)  
 大阪支店: 大阪市大淀区大淀町南1-9 電話06(452)1712(直通)  
 福岡支店: 福岡市博多区博多駅東1-33(博多近代ビル) 電話092(43)6287  
 北海道出張所: 札幌市中央区大通り東7-12 電話011(241)2006  
 大館出張所: 秋田県大館市豊町4-48 電話01864(2)1667



# 敏速活躍

すばやく、スムーズな動きができます。

掘削機械は馬力はもちろんのことですが、同時に、すばやくスムーズな動きも大切なポイントです。土木工事をより能率的にすすめるためには、オペレータの意のままにムダがなく、敏速な動きのできる機械が必要です。ショベルづくりに定評ある日立では、いち早くここにポイントを合わせ設計を重ねてきました。それは、パケ

ットの動きにムダがなく能率的な複合動作ができる滑らかな操作。また、本体をスピーディに旋回するダイナミックな動き。これに加え、細かな作業も人間の手のように行なう精巧さ。これら、密度の高い設計が、力プラス合理的な動きができる理想のショベルを実現。大きな掘削量をもたらしました。



## 日立油圧ショベル



### 日立建機株式会社

東京都千代田区内神田1-2-10 〒101  
日立羽衣別館 ☎東京03-293-3611(代)

本誌への広告は

■一手取扱いの 株式会社 共栄通信社  
本社 〒104 東京都中央区銀座8の2の1 (新田ビル) TEL 東京(03)572-3381(代)・3386(代)  
大阪支社 〒530 大阪府北区富田町27 笹屋ビル3階 TEL 大阪(06)362-6515

「建設の機械化」

定価 一部 三〇〇円