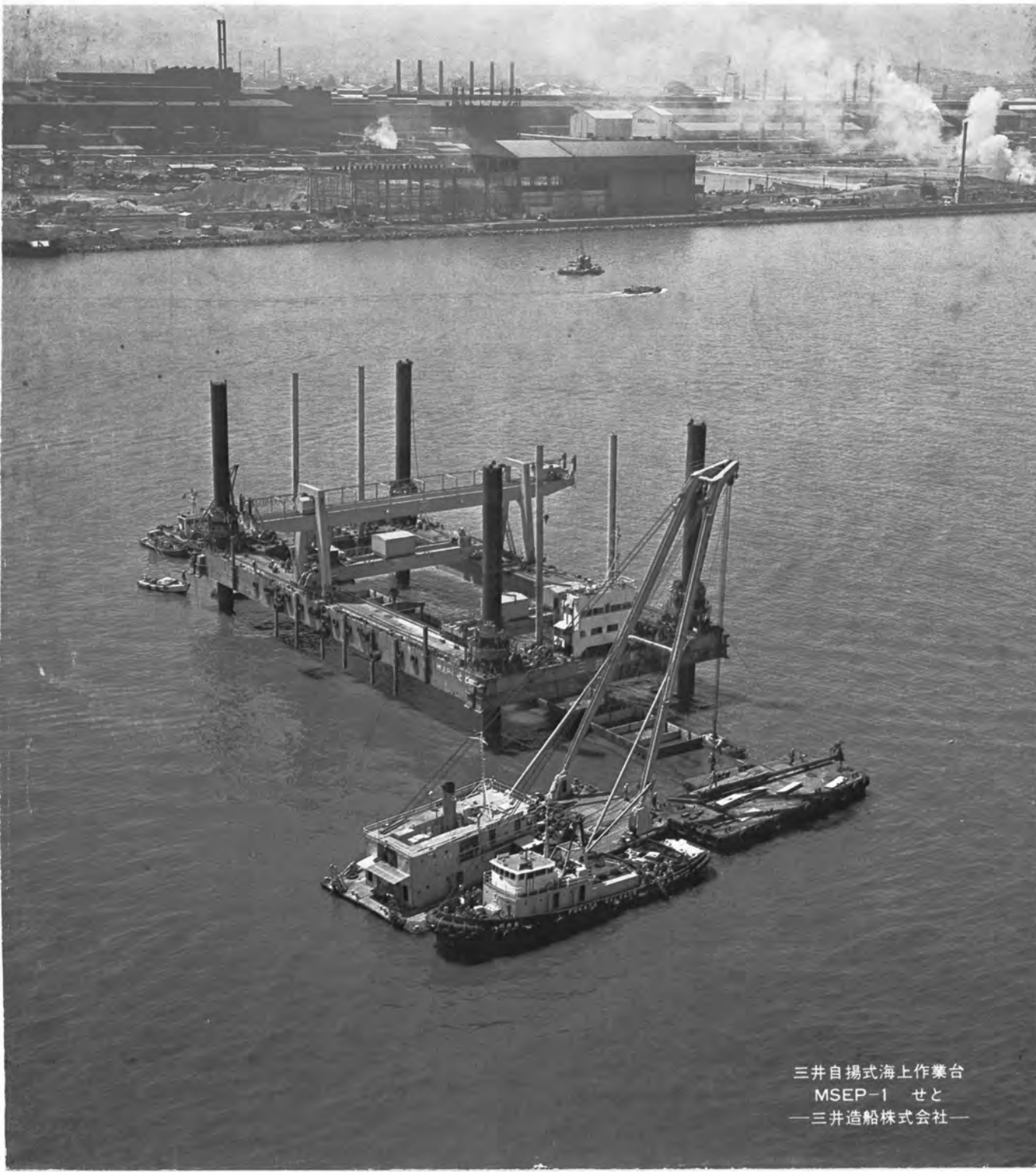


建設の機械化

1972 3

日本建設機械化協会



三井自揚式海上作業台
MSEP-1 せと
—三井造船株式会社—

OX JACKS リース



500ton

500ton~20ton
電動式、手動式 在庫多数
御引合下さい。



20ton

架設工事、嵩上工事、支持力試験、構造物実験、荷重試験に

オックス ジャッキ コンサルタント株式会社

〒104 東京都中央区新富1~2~10 電話 東京/(553) 3501 代

大規模な採掘作業に

CD-8

マイティドリル

国産初の高性能大型せん孔機

- ・口径 80mmφ~125mmφ
- ・せん孔長 30m
- ・ロッド 6m

総重量 7,500kg
空気消費量 23m³/min

新発売

CD-7 クローラドリル

安全性、機動性、使い易さが更に充実しました

総重量 4,500kg 空気消費量 15m³/min

他にCD-1, CD-2, CD-3, CD-5, CD-6と各種揃えております。



東京流機製造株式会社

本社・工場 東京都大田区南六郷1-10-14(〒144)

TEL (03) 738-5195 (代)

営業所 大阪・福岡・仙台・広島・札幌



CD-8

目次

□巻頭言 海洋開発と機械化……………木内政鋭/1
 海洋開発用作業船の動向……………石田 實/3
 海上作業台“かいよう”による海底地質調査……………松村喜美/6
 自揚式水上作業台“せと”による
 沈埋トンネル工事……………矢村家利/12
 小形潜水船“はくよう”による海底作業……………荒木浅吉/18
 津軽海峡におけるケーブル布設のための
 海底地質調査方法……………中西信彰/23
 水中ブルドーザによる浚渫工事……………吉沢平治/27
 空気中と水中における水力掘削特性の比較……………岩田尚生/31
 海図作成システムについて……………清水良次/36
 □随想 うつりかわり……………河野正吉/40
 扇島埋立工事の計画概要……………斎藤公彰/42
 鹿島港地下水低下工法による陸上掘削工事……………運輸省
 鹿島港工事事務所/52

グラビヤ—掘込港湾

名古屋港金城ふ頭のサンドドレーン工事……………大島義盛/61
 仙台空港滑走路建設工事の概要……………斎藤久光/67
 秋田港大浜地区の掘込港湾工事……………勝部弘/73
 利根川河口堰建設事業(その3)—施工実績(2)……………君塚昂/81

□建設機械化講座 第103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

2. トラクタ系建設機械(その3)……………高橋九郎/89

□研究所巡り

運輸省船舶技術研究所……………高井照治/94
 運輸省港湾技術研究所……………白浜正芳/97

□文献調査

文献目録紹介……………広報部会
 文献調査委員会/100

ニューズ……………(編集部)/104

行事一覧……………/105

編集後記……………(柴田・高木)/106

◀表紙写真説明▶

三井自揚式海上作業台
MSEP-1 せと

三井造船株式会社

本機は、海洋土木工事の増加に対処すべく当社鉄構運搬機事業部が開発した大形自揚式作業台であり、ジャッキアップ装置にテーパリング把握機構と圧力筒を組合わせたものを採用し、大荷重を楔によって把握力に変えるというユニークなものである。

なお本機は北九州洞海湾で全長1,400mの海底沈埋トンネルの布設工事に使用され、所期の性能をフルに発揮した。本工事終了後は本四連絡橋等の海洋調査に活躍することが期待されている。

主 要 目

- 作業台：長さ 60m×幅 30m×深さ 3m
- 支柱：外径 1.8m×長さ 50m×4本
- ジャッキアップ装置：三井テーパリング把握式ジャッキ4組
- 最大推力 400t×4
- トラベラ：2基
- 動力装置：三井ドイツディーゼル機関4台

日本建設機械化協会発行図書

1971年版日本建設機械要覧	B 5判	1,000頁	会 員 7,200円 非 会 員 8,000円	〒 350円
建設機械化の20年—現状と将来—	A 4判	142頁	会 員 1,000円 非 会 員 1,200円	〒 200円
ダムの工事設備	B 5判	690頁	会 員 4,000円 非 会 員 5,000円	〒 350円
オペレータハンドブックシリーズ1 エ ン ジ ン	B 5判	256頁	会 員 1,000円 非 会 員 1,200円	〒 300円
オペレータハンドブックシリーズ4 モータグレーダと締固め機械	B 5判	426頁	会 員 1,800円 非 会 員 2,200円	〒 300円
防雪工学ハンドブック	A 5判	270頁	会 員 1,300円 非 会 員 1,500円	〒 200円
場所打ちぐい施工ハンドブック	A 5判	288頁	会 員 1,350円 非 会 員 1,500円	〒 200円
ころがり軸受の使用限度判定方法	B 5判	170頁	会 員 1,260円 非 会 員 1,400円	〒 200円
建設機械の損料と経費	A 5判	220頁	会 員 850円 非 会 員 1,000円	〒 150円
岩石トンネル掘進機文献抄録集	B 5判	128頁	会 員 1,200円 非 会 員 1,500円	〒 150円
「建設の機械化」文献抄録集	B 5判	374頁	頒 価 2,500円	〒 200円
現場技術者のための「建設機械と施工法」	B 5判	346頁	頒 価 1,800円	〒 300円
自走式クレーン安全作業マニュアル	A 5判	170頁	会 員 680円 非 会 員 760円	〒 200円
建設機械の管理記録 (管理記録の必要性とその利用方法)	B 5判	60頁	頒 価 400円	〒 150円
道路清掃ハンドブック	A 5判	150頁	頒 価 1,200円	〒 200円
道路除雪ハンドブック	A 5判	232頁	頒 価 1,600円	〒 200円

昭和47年度 建設機械展示会開催予定

仙 台	主 催	本協会東北支部
	期 日	5月26日~31日(6日間)
	場 所	仙台市卸団地
東 京	主 催	本協会本部
	期 日	7月13日~20日(8日間)
	場 所	東京都中央区晴海町(国際見本市会場跡)
名 古 屋	主 催	本協会中部支部
	期 日	10 月 中
	場 所	名古屋市内

▶新刊図書ご案内

道路除雪ハンドブック (改訂版)

体裁 A5判 8ポ1段組 232頁

頒 価 1,600円 ㊦ 200円

- ▶申込先 社団法人 日本建設機械化協会
本 部 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 電話 03(433)1501
取引銀行 三菱銀行銀座支店 振替口座 東京 71122 番
北海道支部 東北支部 北陸支部 中部支部 関西支部 中国四国支部 九州支部
(各支部の住所および電話番号は本誌 106 頁の奥付を参照ください)

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	新開 節治	本州四国連絡橋公団 調査部
・	坪 質	建設省大臣官房建設機械課・広報部会長	・	塚原 重美	電源開発(株) 水力建設部
・	浅井新一郎	建設省道路局 高速国道課	・	牧 宏	日立建機(株)技術部 トラッククレーン課
・	寺島 旭	水資源開発公団 第一工務部	・	布施 行雄	(株)小松製作所 技術本部開発管理部
・	石川 正夫	日本鉄道建設公団 青函建設局	・	小竹 秀雄	三菱重工業(株) 建設機械部
・	神部 節男	(株)間組常務取締役	・	島村進之助	キャタピラー三菱(株) 西関東支社東京東支店
・	伊丹 康夫	日本国土開発(株) 常務取締役	・	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械本部販売部
編集委員長	上東 広民	建設省関東地方建設局 大宮国道工事事務所	・	高橋 勝重	(株)間組 機材部管理課
編集委員 幹 事	中野 俊次	建設省 大臣官房建設機械課	・	斎藤 二郎	(株)大林組 技術研究所
・	佐藤 和夫	建設省道路局国道二課	・	大蝶 堅	東亜港湾工業(株) 船舶機械部
編集委員	長瀬 顕	農林省 農地局建設部設計課	・	渡辺 正敏	鹿島建設(株) 土木工務部
・	柴田 吉蔵	運輸省港湾局機材課	・	鈴木 康一	日本舗道(株) 技術部技術第一課
・	合田 昌満	通商産業省 公益事業局水力課	・	木下 秀一	大成建設(株) 機械部調達課
・	桜沢 昇	日本鉄道建設公団 海峽線部海峽線第一課	・	水野 一明	(株)熊谷組 土木部土木課
・	峯本 守	日本国有鉄道 建設局線増課	・	高木 三郎	清水建設(株)機械部
・	杉田 美昭	日本道路公団 企画部企画課	・	三浦 満雄	(株)竹中工務店 技術研究所
・	鈴木貫太郎	首都高速道路公団 第三建設部設計課	・	川上 久	日本国土開発(株) 研究部
・	高橋 彰	水資源開発公団 第一工務部機械課			

□ 巻頭言

海洋開発と機械化

木内政鋭



ここ数年来海洋開発という言葉をよく聞くようになった。故ケネディ大統領が、宇宙開発の次に来るビッグプロジェクトとして海洋開発を政策的に推進して以来、世界にその波紋を拡げていった。公害問題の多い陸地から逃げて海洋空間を考えるようになったのもその理由の一つかもしれない。しかし、なんといっても海洋資源を容易にわがものとする可能性、つまり技術の発達があったからで、特に、わが国の最近の企業技術の発展は海洋開発をより現実的なものとしている。

海洋開発の対象となる空間は地球表面の70%を占め、海底および海洋にある資源は未知の大きさをもっている。波、潮汐を起こすエネルギーは無限である。海洋は平面的な利用から立体的な開発対象として意識されてきている。しかし、この空間、資源、エネルギーのいずれをとってみても、これを人類のために価値あらしめるためには機械の助けをかりなければならない。建設の機械化を目的とした本誌が、海洋問題を探り上げたことはこの意味で時宜に適したことである。

私は港湾に関係してきたものであるが、埋立工事一つをとってみても、建設機械はこの10年で過去1世紀分の発達をしたのではないかと思う。「世紀の大事業」と感嘆せしめたスエズ運河の全開削土量を、現在のわが国の浚渫船隊は半年たらずで処理する能力を保有するに至っている。昭和30年以来、日本周辺に造成された1億1,000万坪の工業用地がわが国基幹産業の場として欧米より効率の良い工場立地条件を備えていることは周知のとおりである。走りながら土砂を船腹にためて運ぶドラグサクショントラバラー船や、土砂を掘り、10km彼方まで搬送できる大形ポンプ浚渫船は10数年前までは日本で造れなかったものであるが、いまでは輸出されるほど、国際的水準に達している。水中ブルドーザーなども一昔前までは夢のお話であったものが実用化され、活躍しているのをみると、機械化こそが開発推進の原動力であることを改めて認識させられる。超大型タンカー、大形高速コンテナ船、ホーバークラフト、大水深海底からの採油等、機械化の成果は着々と実績を積みあげている。

今後、海洋開発プロジェクトは量と質の両面より新たな技術の開発を要求するようになるだろう。そこで必要な技術は海洋作業機を

めぐってシステム技術、構造、材料、情報、エネルギー等各方面にわたり、従来の観念で分けられていた土木、機械、電気などといった分け方では間に合わなくなり、専門分野間の強力な協力がないと何事もできない時代にきている。

もうひとつここで配慮せねばならぬことは開発と自然保護の調整に関することである。人類の数が増し、生活量が増大すれば必要とするエネルギーは増す。それを得るために開発という名の自然破壊が起こる。バランスのとれていた自然の中に人間が入ってゆくのであるから、これは致し方のないことであるけれども、せめて最小の破壊で所期の効果が得られるような工夫を常に配慮しなければならない。

わが日本国の海岸線延長は 2 万 7,000 km、この周辺水深 10 m の範囲は四国と同面積、水深 15 m で九州と同じくらいの範囲となる。大陸棚にいたってはいうまでもない。そして温暖な海である。海洋開発に最適の条件をわが国は備えている。建設の機械化は今後陸だけでなく、海に向かって華々しい発展をすることであろう。そのときに機械の設計や、その運用に当る方々に特にお願いしておきたいことは「開発とは何か。その結果人類は何を望むべきか」を念頭において事に処していただきたいということである。

(京浜外貿埠頭公団計画部長)

海洋開発用作業船の動向

石 田 實*

1. ま え が き

未来産業といわれている海洋開発も、いよいよ本格的な晴れの舞台の幕明けを迎えるに至っているが、本誌が海洋開発用作業船について本号でとり上げるにあたり、参考までに海洋開発の簡単な一般論的説明と、海洋開発分野に活躍する各種作業船の展望を紹介する。

2. 海洋開発の意義

海洋は昔から主として運輸、漁業などに利用されてきたが、最近、世界的に高まってきた「海洋開発」といわれているものの実態をここに簡単に紹介する。

海洋開発とは、簡単にいえば海洋を広範囲に大規模に明日への大きな夢をもって開発して利用しようということである。

また、このように海洋開発が推進されてきたのは次のような背景によるものである。

- (1) 産業の高度成長
- (2) 人口増加

現在 32 億といわれている全世界の人口は、急激に増加しつつあり、今世紀末、すなわち 30 年たらずの間に実に 60 億という倍増の値に達することが予測されている。

- (3) 技術進歩

技術の改新的長足の進歩は海洋開発を広範囲に推進できるようになりつつある。

- (4) 軍事利用
- (5) 大陸棚領有の布石

以上のような背景から海洋の開発利用が進められているが、海洋のいかなる面を開発利用しようとするのかといえば、主として資源開発、スペース利用、エネルギー利用ということになる。

3. 海洋の開発すべき分野と活躍する作業船

海洋開発といわれているもののそれを構成する各分野を簡単に類別すると次のようになる。

- ① 海底鉱物資源開発
- ② 海洋スペース利用
- ③ 水産資源開発
- ④ 海洋エネルギー、海水利用
- ⑤ 海洋観測
- ⑥ 海洋汚染防止
- ⑦ 深潜水作業技術開発

以上のような各分野についての簡単な説明と、その分野で活躍している作業船をここに紹介する。

(1) 海底鉱物資源開発

最も主要なものは石油と天然ガスであり、今後ともますます魅力ある資源として大いに開発が進められている。現在、海洋石油開発は全世界の石油産出量の 18%、天然ガスでは 6% 以上に達しているが、1980 年には石油の 30~40% が海底から産出されるに至ると予測されている。

海洋石油開発は 30 数年前メキシコ湾で試みられたが、その後、アラビア湾、アラスカのクック湾、北海、ベネゼラのマラカイボ、ソ連のカスピ海、インドネシア等、全世界にわたって開発が進められている。わが国周辺の大陸棚も 13 年前から白竜号により秋田、新潟沖で開発が進められてきた。

このような海洋石油開発には海洋石油掘削船が多数活躍しており、全世界でその隻数は 200 数 10 隻に達している。

これらの石油掘削船には種々な形式があるが、類別すると次のようになる。

(a) 台 船 形

台船の上に石油掘削装置を搭載した簡単な形式で初期のものに多く、比較的平穏な海域で使用される。

* 石川島播磨重工業(株)技術開発本部海洋開発部長

(b) 普通船形

波浪に対し船体を抵抗の少ない方向に常に保持する特別な装置をもつものが多く、また自航できるよう推進器を備えているものもある。特に深海での使用にはアンカリングが不可能となるため自動船位保持装置を装備する場合に有利な形式である。

(c) 有脚形

数本の脚を有し、これを海底に降ろしてから船体を水面上にせり上げる形式で、比較的水深の浅い海域で使用されるが、水深 90 m で使用できるものも活躍している。

(d) 着底形

船底を海底に着底させるが、作業甲板は水面上に出ている形式で、20~30 m の浅い水深で使用されている。

(e) 半没水形

船体の波浪による動揺を極力小さくするため船体の下半部を常に水面下に沈める形式で、作業甲板の下に数本の円筒形浮体を備えている。

石油および天然ガスのほかに、海底鉱物資源としては硫黄、燃黄石、石炭、錫、砂金、砂鉄等がそれぞれ専用の採取船で採掘されている。

一方、中部太平洋等 1,000~6,000 m の海底表面には多数のマンガン団塊が賦存している。これにはマンガン

のほか、銅、コバルト、ニッケルが含まれており、各国ともこれが採取、精錬などに積極的な研究が進められている。

(2) 海洋スペース利用

わが国のように国土が狭いうえに平野の少ない国では特に海洋のスペースが大いに利用されねばならない。

港湾建設の面では、従来自然環境の適した所に設けられた、いわゆる天然の良港といった場所は次第になくなり、鹿島港のような荒海の海岸を掘込んで作る掘込式港湾が多数建設されつつある。さらに湾口外に CTS を設けるなど、広範囲なスペース利用が進められている。

このような港湾建設にはポンプ浚渫船、バケット浚渫船、グラブ浚渫船、ドラグサクシオン浚渫船、ディップ浚渫船などの各種浚渫船、起重機船、砕岩船、くい打ち船等の各種作業船が活躍している。なお、これらは工事規模の大形化によりそれぞれ大形化、高性能化、新形式採用などがはかられている。

そのほか海洋スペース利用には海底貯蔵タンク、海上に設けられる発電所、工場、空港、小都市などが考えられているとともに一部はすでに実現している。また海上を横断する長大橋、沈埋トンネルといった船舶によらない海上交通網、海洋公園等のレジャー関係施設も多数建設されつつある。一方、ハーバーレーダ、船舶に設けた衝突予防レーダ等の船舶安全運航のための各種対策も実施されつつある。

(3) 水産資源開発

海底牧場といわれている培養漁業、それに必要な魚礁、空気式スクリーンなどの諸施設、諸装置の研究、新しい漁撈法の研究、新しい漁場の開発、培養漁業の一手段といえる深海栄養塩の利用がある。以上のようなものにつきそれぞれ開発が進められている。

現在年間の総漁獲高は 6,000 万 t であるが、今世紀末には人口増加により 1 億 6,000 万 t 必要になろうといわれている。これに対し種々な面で開発を進めれば 2 億 t に高め得ると推定されている。

このような水産資源開発のために多数の漁業調査船、各種の漁船が活躍し、それぞれ大形化や改良などがはかられている。

(4) 海洋エネルギー、海水の利用

海洋のもっているエネルギーはもっぱら発電に利用されている。干満差を利用した潮汐発電、波のエネルギーを利用した波力発電（航路標識ブイの発電に利用



写真-1 海洋石油掘削船“白竜号”

する等)、海水の水深による温度差を利用したプロパンガスタービンなどを使用しての発電装置などがある。一方、海水の淡水化が大いに推進され、それに関連して海水に溶存している有効物質の採取も研究されている。

(5) 海洋観測

学術的研究と海洋開発関連の各分野に従事している人々へのデータ提供を目的とするものである。

この分野では海洋、気象、漁業、海底土質などの各種調査船や潜水調査船が多数活躍している。現在わが国には約 28 隻の海洋観測船と 4 隻の潜水調査船がある。これらの所属は官庁、大学、民間などで、大部分は国の機関に属している。しかしながら、米国やソ連に比べ、その量質とも貧弱であり、今後大いに拡充がはかられねばならない。

この分野に特に注目しなければならないのはグローマーチャレンジャ号という深海底土質ボーリング船を使用している米国のディープシードリリングプロジェクトである。このプロジェクトの目的の最たるものは大陸移動説の裏付けとなる海底拡大説を実証することで、現在莫大な経費を投じ、長期間にわたって大西洋、太平洋、インド洋の深海底の土質を調査している。

(6) 海洋汚染防止

わが国のみでなく、米国でもまた北欧でも海洋汚染は大きな社会問題となり、また人類共通の大きな問題として全世界の関心を喚起し、世界的にその規制はますますきびしくなりつつある。

このため流出油の拡散防止や回収技術の研究が鋭意進められている。一方、タンカーのタンクを洗浄する世界最大のタンククリーニングバージが横浜沖で活躍しており、また陸上各地にタンカー用としての廃油処理施設が数箇所設けられている。

海洋汚染は油のみでなく、工業廃水、下水、農薬などによるものも大きな問題となっていることはいうまでも

ないことで、これらの対策にも大いに研究が進められている。

(7) 深潜水作業技術開発

海洋開発には深海での海中作業が必要なことはいうまでもないことであるが、このため潜水技術と潜水作業機器の開発が大いに進められている。

潜水は在来のヘルメット式のものでは 40 m ぐらいが限度で、次第にポンペを背負って行なうスクーパーダイビングに移行しつつあり、米国では水深 100 m 程度の作業が盛んに行なわれている。

一方、飽和潜水で長期間海中作業ができるよう海中居住が実験されているが、米国などではすでに一部実用化されている。

深潜水のテストとしては最近フランスの海洋学者クストーのグループが水深 500 m の記録を樹立した。

海中居住は米国のシーラブ III 計画で 250 m を試みたが、人身事故で現在一時中止となっているが、一方、フランスでは 500 m を近く行なう予定で計画が進められている。

潜水作業機器としては潜水作業船、水中作業車、潜水艦救難艇、それに飽和潜水ができるよう潜水船の一部に海中居住装置を設けたロックイン・ロックアウト式潜水船、また水中で完全な溶接ができるよう気体環境を部分的に形成する水中溶接函などが使用され、それぞれ改良、開発が進められている。

4. あとがき

海洋開発はその裾野が極めて広大で、各種の作業船を含め種々な分野にわたる極めて広範囲な技術の投入が必要である。

われわれ関係者としては、海洋の開発利用に明日への大きな期待をもって総力を発揮結集してあたらねばならないことを痛感する次第である。

図書案内

自走式クレーン安全作業マニュアル

A5判 9ポ 1段組 170頁

頒価 760円(会員 680円)送料 200円

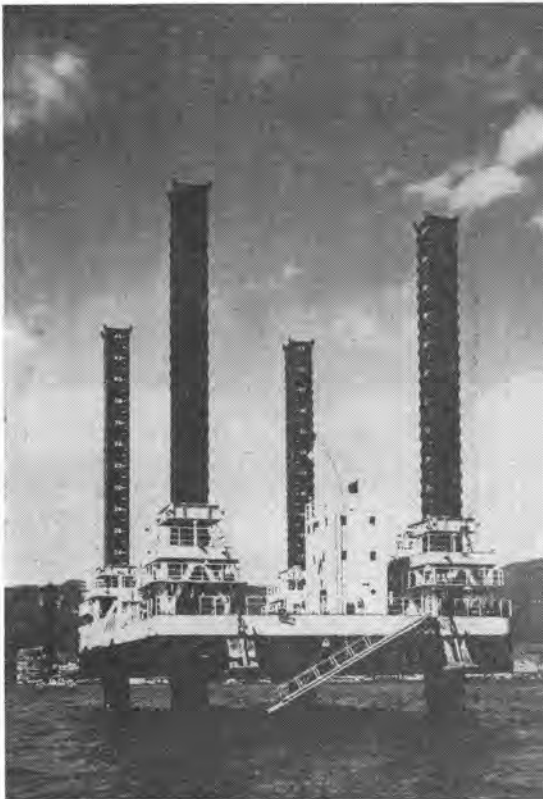
日本建設機械化協会

海上作業台“かいよう”による 海底地質調査

松 村 喜 美*

1. はじめに

海洋開発が数年前からクローズアップされているが、その最も身近な一つに大形海洋土木工事による海洋スペースの利用がある。わが国の経済成長とともに、陸上の土地の値上がり、あるいは公害問題等の理由により海上に工場を造ることもだんだん夢ではなくなってきつつある。海洋土木工事も着々と大形化の方向に向かい、近年



写真一 海上作業台“かいよう”

中には世界に類を見ない超大形海洋土木工事として本州四国連絡橋、関西空港の建設が考えられている。

これらの海洋土木工事を施工するに際し、まず必要なのは海洋作業基地である。従来、基地としては船舶やはしけ等の浮体が使われてきたが、波、風、潮流、さらに潮汐によって動揺したり、流されたり、工事精度の不十分、工事の遅延等の結果を招いている。ここに波、風、潮流、および潮汐の影響を受けない作業台として登場したのが“かいよう”である。

“かいよう”は昭和44年10月川崎重工業で完成し、住友商事、五洋建設、大成建設、および川崎重工業を株主とする海洋機器株式会社で保有、運用しているが、昭和44年12月27日から昭和45年5月9日までの間、本州四国連絡橋公団で、この作業台を利用して詳細な海底地質ボーリングが行なわれ、同時に“かいよう”の技術的検討が実施されて、香川県坂出市沙弥島沖の調査区域（水深13~20m、潮流最大2kt）で活躍したので、この機会に得られた運用性能の概要を報告する。なお、調査区域の地質は海底面下28m付近までは砂層を主体とする洪積層であり、ついで風化花崗岩、新鮮花崗岩の順となっている。

2. “かいよう”の概要と特徴

“かいよう”はプラットフォーム（ボンツーン）昇降式の海上作業台である。すなわち、プラットフォーム（ボンツーン）を工事地点までえい航し、アンカー、ワイヤで所定の位置に誘導してからレッグを海底に繰出し、海底地盤に十分貫入させた後、ボンツーンを海面上に持ち上げ、波浪や潮流に影響されない作業台をつくるものである。

“かいよう”の昇降装置にはオランダIHC社との技術提携により国産化された油圧によるかんめき式のジャッキング装置を使用している。なお、諸要目は次のとおりである。

* 川崎重工業（株）神戸造船事業部海洋機器部長

(1) 本 体

長さ 42 m × 幅 24 m × 深さ 3.75 m (中央部)
 ～3.65 m (舷側部)

(2) レ ッ グ

断面 2 m × 2 m × 長さ 53 m
 ボックス形鋼板溶接製 (高張力鋼使用)

(3) 重量および積載量

本体重量 1,780 t
 最大搭載量 750 t

(4) 付属設備

主発電機 (AC 440 V, 200 kVA) × 2, 補助発電機 (AC 220 V, 55 kVA) × 1 および 7.5 kVA, ポータブル発電機 × 1 の主要設備のほか, 操船用設備として 5 t アンカー × 4 基, アンカーウィンチ (20 t) × 4, キャブスタン (3 t) × 2 および水中ポンプ (50 m³/hr) × 1 を装備している。またレッグ昇降用の油圧ユニットとして, 高压ポンプ × 1, 低压ポンプ × 2 および駆動用電動機 (55 kW) から成る機構を各レッグに 1 組宛装備している。

居住設備としては, 宿泊 (常設ベッド) 28 名, 宿泊または仮眠最大 50 名の寢室をボンツーン内に設備しているほか, デッキハウス内に食堂, 厨房, シャワー室を設備している。

また衝突予防の保安灯, 上甲板作業の照明灯, および船舶電話も完備している。

“かいよう” は本格的に細心の注意を払って設計施工されたもので, おもな特徴は次のとおりである。

(1) 作動の確実性

“かいよう” の昇降装置は各レッグにワーキングおよびホールディングシリンドラを各一対もち, この両端をそれぞれボンツーンとワーキングおよびホールディングキャッチフレームに連結している。各キャッチフレームには水平方向に滑動できるキャッチ (かんぬき) を有し, このキャッチをレッグの歯にかみ合わせて昇降または保持を行なうので, 水, 油が付着しても絶対にすべることがない。

(2) 作動速度の安定

昇降装置は独得の設計による油圧回路を使用しているので作動が極めて安定している。また油圧ポンプは各レッグに独立して 1 組ずつあるので, 昇降中といえども水平を維持している。このことは, 他の例に見られるような先走りとか脈動がなく, また軽い方から上がってボンツーンが傾くこともない。

(3) レッグ下降量不揃い対策

海底にレッグを下降させた際, 4 本のレッグの下降量は海底傾斜と貫入量の差により不揃いとなる。“かいよう” はホールディングシリンドラに 1 ピッチのストロークをもたせて修正できるようにしている。ワーキングシリンドラは 2 ピッチのストロークをもたせてあるので, ホー

ルディングシリンドラがどこにあっても 1 ピッチずつの昇降ができる。このことによってワンマンコントロールも可能となってくる。

(4) プレローディング

“かいよう” がジャッキアップ後, 風速 60 m/sec, 波高 5.5 m の暴風と, 4 kt の潮流を受けると, 1 本のレッグにかかる最大荷重は 750 t になる。普通にジャッキアップした場合は約 400 t であるので, このままではレッグの沈下が起こって危険な傾斜を生ずる。このため, プレローディングをジャッキアップ直後に行なう。操作としては, 対角線の 2 本のレッグをワーキングおよびホールディングシリンドラを両方同時に使って海中に押込み, 750 t までの荷重をかけて地耐力をもたせる。続いて残りの対角線のレッグをプレローディングする。シリンドラ推力は最大で定格荷重 450 t の 2 倍の 900 t まで出せる。

(5) レッグガイド締付装置

レッグとボンツーンとの間には上下に動くためにすき間がある。海中にジャッキアップした後, このすき間分だけガタガタ動くことになる。

“かいよう” には特殊くさび装置でこのすき間を締付ける装置があるので, 締付け後は微動もしない。精度を要する海洋土木工事に最も適した装置といえる。

3. 運用性能

(1) えい航および係留関係

神戸市深江港から実験地である香川県坂出市沙弥島沖まで約 150 km を 4 kt, 20 時間でえい航するように計画を立てた。そのため“かいよう” のえい航用アイプレートに曳索を取付け, 1,600 HP と 1,200 HP との 2 隻の引船で前引きえい航を行なわせたが, 実際のえい航速度は平均 4.3 kt 程度の実績となった。なお, 係留時の引船として 600 HP のものを計画し, 準備した。

えい航を終わり, 実験地に到着した“かいよう” は前もって実験地を中心にして 300 m × 600 m の 4 隅に沈設されたコンクリートブロックのアンカーに係留され, 係留後直ちに海面波浪の影響を受けないようボンツーンを海面から上昇させるという作業を行なったが, 実績は作業員不慣れのこともあり, ブロック 1 基のアンカーリングに約 30 分を要し, 全係留所要時間は 3 時間 20 分であった。

(2) シフト関係

“かいよう” を使用する場合, シフトの時間を短縮することが重要なポイントとなるが, この作業を時間順に分析してみると次のとおりとなる。すなわち,

① 主発電機, 油圧ポンプの暖気運転

② アンカーウィンチを巻き, ワイヤを緊張させて“かいよう” をアンカーワイヤで固定する。

③ ジャッキング装置を運転してポンツーンを下降(速度 9 m/hr) させる。

④ ポンツーンが海面に着き、所定きつ水に達したらポンツーン浮力を利用し、レッグを引抜く。粘土シルト層の場合、引抜きするとき、レッグ先端注排水弁から放水し、引抜きを容易にさせる。

⑤ 陸上からトランシット、テルロメータを使って“かいよう”を所定位置に誘導する。誘導誤差は 20~30 cm 以内とする。

⑥ レッグを海底まで下降させ、かつポンツーンの重量を利用してブローディングを行ない、レッグの安定をよくする。

⑦ 潮の干満、波浪の影響のない高さまでポンツーンを上昇(速度 9 m/hr) させる。

シフト作業を前後 9 回にわたり行なったが、実績の所要時間は各作業について次のとおりとなった。

①項の暖気運転は最大 58 分、最小 20 分、平均 45 分であった。

②項のワイヤ緊張は最大 19 分、最小 6 分、平均 12.6 分であった。

③項のポンツーン下降は最大 65 分、最小 9 分、平均 24 分であった。

④項のレッグ引抜きは最大 52 分、最小 16 分、平均 34.3 分であった。

⑤項の誘導は最大 285 分、最小 76 分、平均 135.6 分であった。

⑥項のレッグ下降は最大 248 分、最小 100 分、平均 133.1 分であった。

⑦項のポンツーン上昇は最大 50 分、最小 16 分、平均 31.9 分であった。

結局、シフト作業全所要時間の実績は最大 563 分(9 時間 23 分)、最小 360 分(6 時間)、平均 442 分(7 時間 22 分)の数值となった。

⑤項の誘導により、位置決めを行ってから⑦項のポンツーン上昇完了、シフト作業終了のときとの位置のずれ、すなわち位置決め誤差が問題となるが、その実績は図-1 のとおりとなった。

(3) レッグの貫入、引抜きおよび洗掘関係

“かいよう”のレッグ貫入量の測定は、

① レッグにあらかじめ刻まれている 50 cm ピッチの目盛と折尺を利用して船底からレッグ先端までの長さを算定する。

② オペレート中、レッグの貫入量を測定するためマグネットとリードスイッチを組合わせ、25 cm ピッチでカウントできる測定装置を考案、取付ける。

③ 潮止り時、潜水夫による目視測定を行なう。の 3 段階を含む方法によったが、その測定結果は表-1 のとおりである。

当初心配したレッグ引抜きについての問題は、今回の工事中特に何もなかった。

レッグ着底後、その海底の洗掘現象はレッグの最下部先端から上方 5 m の高さに 8 m 長鋼管を水平にレッグに沿い 井げた状に配置し、鋼管に沿い 50 cm のピッチでここから海底までの距離(高さ)を測定した。海底地盤が堆積層(シルト、砂、砂れき)の場合、レッグの貫入量は 20 cm から 8 m までとなるが、そのときの洗掘量は 10 cm から 1 m 程度となった。



図-1 位置決め誤差

表-1 レッグ貫入量と地質の測定結果

シフト回数	レッグ貫入量 (m)		レッグ先端付近の地質		レッグ貫入量 (m)		レッグ先端付近の地質	
	No. 1	No. 3	土質	N 値	No. 2	No. 4	土質	N 値
1	3.8	2.6	粗砂	9 (4.0 m)	2.85	3.3	れき混じり中砂	19 (3.7 m)
2	2.45	1.45	粗砂	20 (5.6 m)	0.3	0.9	れき混じり粗砂	25 (5.6 m)
3	2.2	2.3	れき混じり粗砂	9 (3.7 m)	0.9	1.1	れき混じり粗砂	9 (4.1 m)
4			中砂	10 (4.5 m)	2.5	3.2	粘土質シルト	26 (3.5 m)
5			れき混じり粗砂	21 (3.0 m)	3.65	3.4	れき混じり砂質シルト	21 (6.0 m)
6	4.3	3.3	シルト混じり中砂	20 (4.5 m)	3.8	3.3	細砂	5 (3.7 m)
7	2.15	0.6	砂質シルト	45 (7.2 m)	0.2	0.25	れき混じり粗砂	19 (4.3 m)
8			砂質シルト	7 (3.9 m)	1.05	1.15	粗砂	28 (1.7 m)
9	8.0	8.0	れき混じり粗砂	11 (10.0 m)	4.4	1.05	シルト混じり細砂	19 (4.5 m)

(注) レッグ先端付近の地質 N 値欄 () 内の数値は N 値測定深度である。

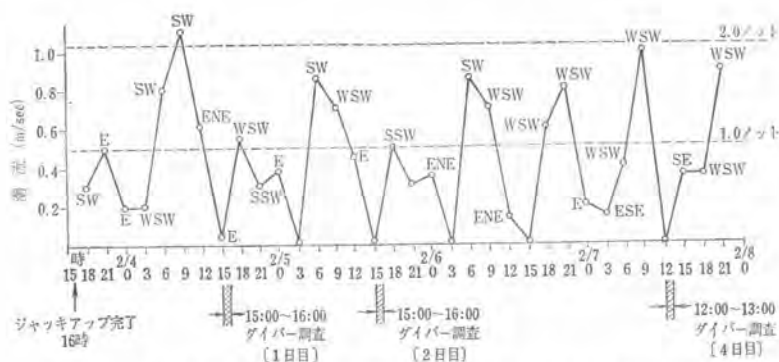


図-2 坂出 A, B 地点洗掘状況 (昭和 45 年 2 月 3 日～7 日)

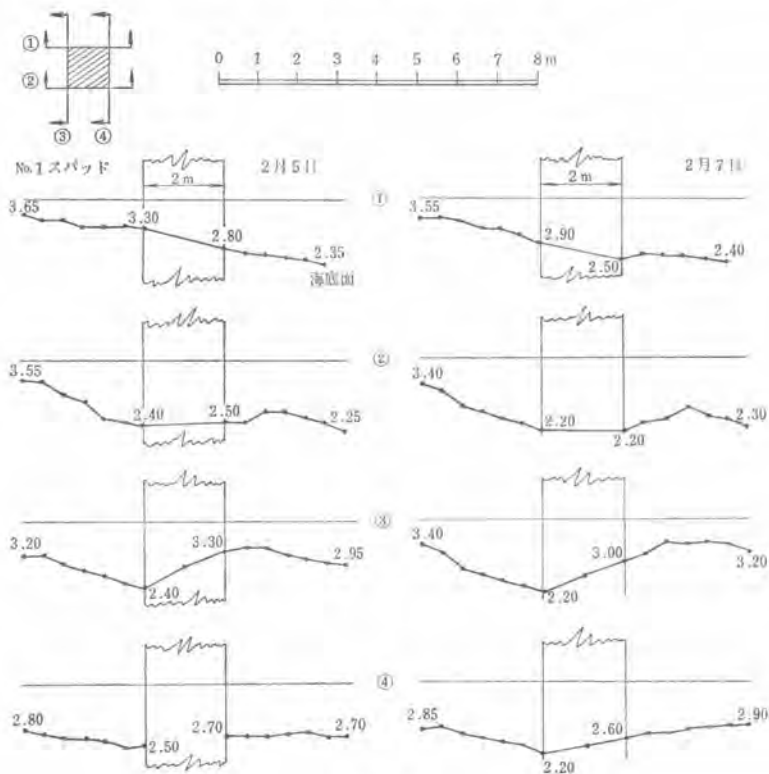


図-3

第3回シフト後の2月4日から2月7日までの潮流、風速、およびダイバー調査を行なった時点は、図-2～図-5 のとおりである。

(4) 土木作業 (ボーリング) 関係

“かいよう”の両舷側に高さ 8 m のタワー付の約 23 m² の張出しを設け、この上にボーリング機械を設置した。ボーリング機械の間隔は 25 m とした。また張出し、タワーおよびボーリング機械設置個所の詳細は図-6 のとおりである。

ガイドパイプは長さ 5 m で、13 in と 8 in の2重管となっており、各管はフランジで接続されている。各2重管の間は連絡通路となっていて、先端部で4本のノズ

ルに分かれている。

なお、設置要領は次のとおりに行なった。

① ガイドパイプの先端部をボーリング機械のウィンチを利用してボーリングタワー下につり、台上のホールダと台下の案内孔を通じて徐々に降下させ、降下後上端フランジ部にホールダをあてて次のガイドパイプを接続する。

② 先端が着底後、2重管の中空部へ海水を圧送し、さらに管を降ろしながら先端部のジェット噴流によって表層を洗掘し、洗掘した部分に管を固定する。

③ ガイドパイプの上部はボーリング台下部に設置した半円形のホールダ (油圧作動式) で締付け、固定し

た。

ボーリングのときはガイドパイプの8 in 内管内に5 in のケーシングパイプをそう入し、ボーリング機で回転掘進(平均約1 m)して外部海水の浸入を遮断した。ケーシングパイプ内の海水と泥水との置換の後は陸上ボーリングとまったく同操作となる。

なお、使用したボーリング機器は表-2のとおりである。

4. む す び

前述のとおり“かいよう”は本州四国連絡橋公団で借上げていただき、香川県坂出市沙弥島沖の調査海域で昭和44年12月27日から昭和45年5月9日までの間行動したが、行動に伴う関連諸データについて簡単に記述する。

本州四国連絡橋公団で今回の海底ボーリングに従来採

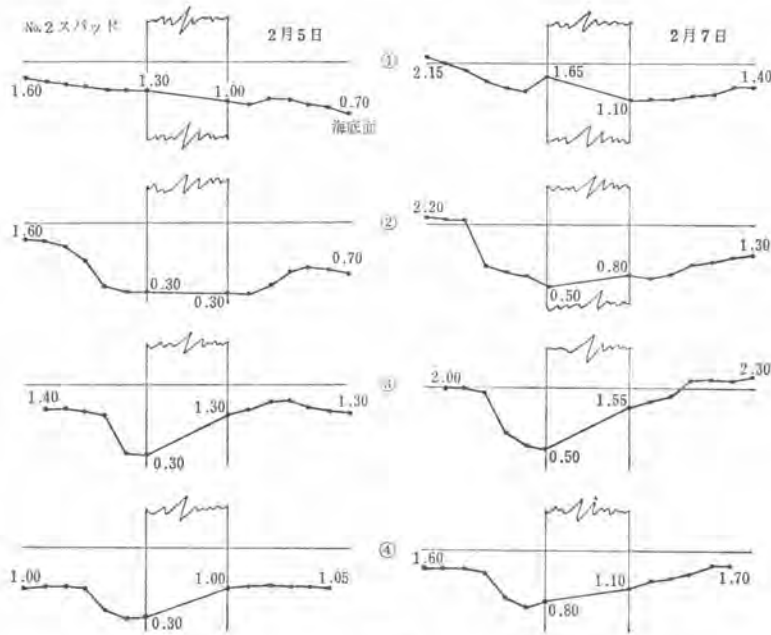


図-4

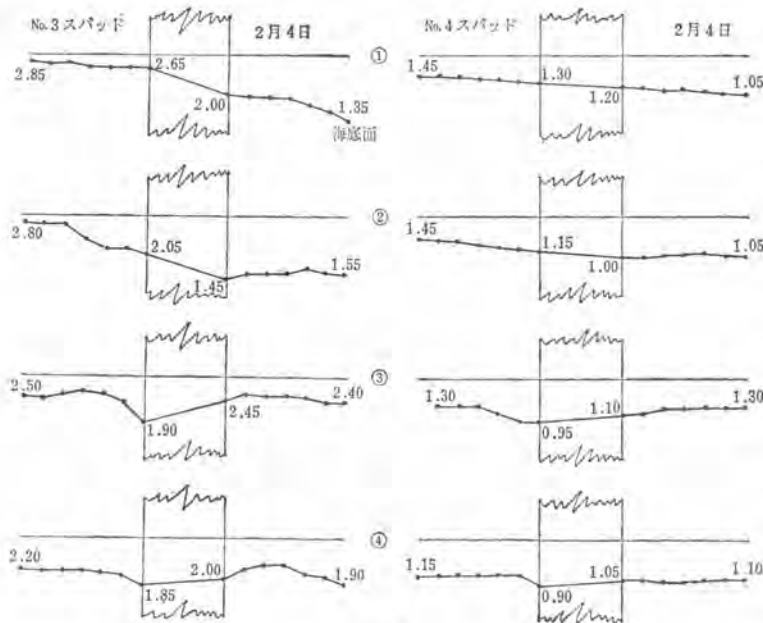


図-5

表-2 ボーリング機器一覧

機 器 名	形 式	能 力	製 造 所	数 量
ボーリング機	TFM-2A	300~400 m (油圧式)	利根ボーリング	2台
ボーリング原動機	KE-31	31 IP (ディーゼル)	三菱重工	2台
泥水ポンプ	NES-100	100m ³ /min	利根ボーリング	2台
泥水ミキサ		"	"	2台
泥水ポンプ原動機	F-10	10 IP	ヤンマー	2台
コンプレッサ		7 kg	加地製作所	1台
コンプレッサ原動機	ヤンマー NT 110	11 IP	ヤンマー	1台

用されていた円筒式（海中鉄構）および作業船式の工法に換えて“かいよう”を採用した理由は次のとおりと考えている。

- ① 海象の影響が少ないので、工期を計画に乗せ、かつ短縮することができる。
- ② “かいよう”に構築するボーリング機器数によるわけであるが、同時に2個以上のボーリングができる。
- ③ 海象（波浪、潮流等）の影響が少ない。
- ④ ボーリングの位置決めが正確かつ容易である。

今回は“かいよう”にスピンドルタイプボーリングマシン2台を搭載構築して同時に2個所のボーリング作業を行なったが、孔径 86 mm を基本とし、1本当たり平均掘進長は約 70 m、計約 1,220 m、18本のボーリング作業実績となった。

“かいよう”、円筒（海中鉄構）、作業船のそれぞれの



写真-2 掘削やぐらと掘削機

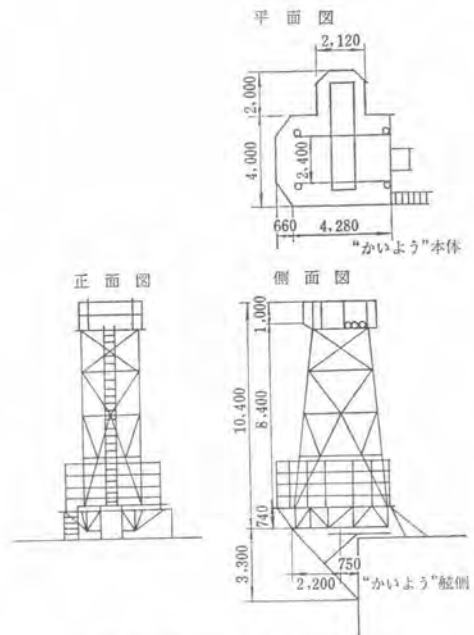


図-6 ボーリング用タワー概略図

工法を採用したときの工期、工費の比較検討結果は表-3のとおりである。

なお、本報告は“かいよう”本来の性能と、本州四国連絡橋公団と日本鉄道建設公団とで発行された本州四国連絡橋基礎工調査実験報告書の海上移動足場の機能調査をもとに、海洋機器株式会社よりの資料提供によりまとめたものであるが、不十分な記述となったことをおわび申し上げます。

“かいよう”はまだ持っているエネルギーの一部を出す機会を得ただけで、まだまだ工事経験が不足していることを痛感している。今後関係の皆さま方のご協力とご支援とを得て、広く大きい海洋の、いろいろの土木工事に使っていただき、その工事実績を積上げたいと願っておりますので、よろしくご指導のほどお願い申し上げます。

表-3 工期と工費の比較

項目	工法別	円筒（海中鉄構）	作業船	かいよう
工期		100%	45%	17.5%
工費		100%	106.4%	119.9%

自揚式水上作業台“せと”による 沈埋トンネル工事

矢 村 家 利*

1. ま え が き

官営八幡製鉄所の操業と筑豊炭の積出し以来栄えてきた北九州工業地帯の中心洞海湾の北側、若松から東へ埋立が延長され、造成された響灘工業地帯へ進出した三井鉱山コーク工業の工場建設が進められている。

ここで生産されるコークスなどを対岸で増設が進められている新日本製鉄戸畑製造所の第4高炉へ輸送する方法として、橋りょう、トンネル、沈埋トンネル、バージ輸送などの案が比較検討された結果、コークスを大量か

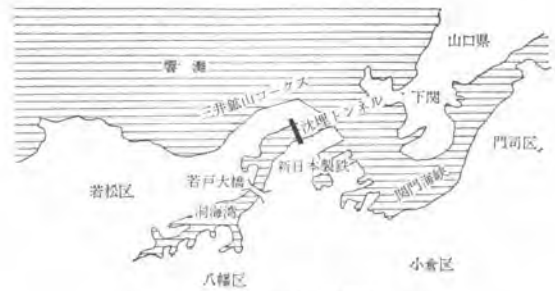


図1 トンネル位置図

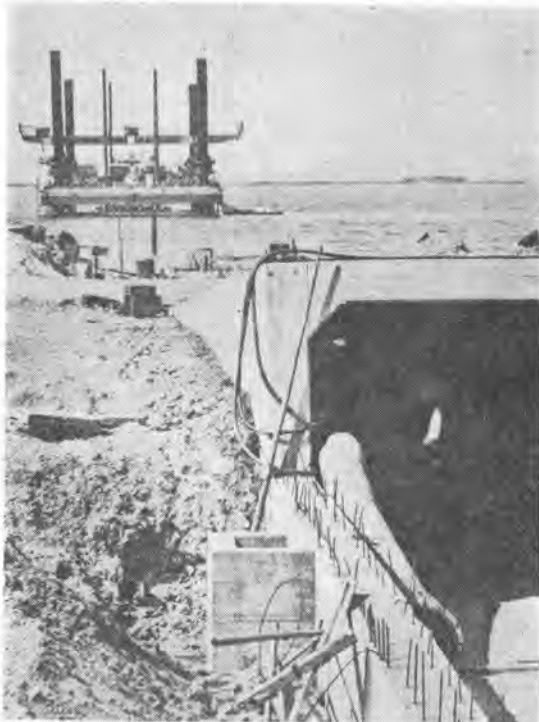


写真-1 トンネル入口より見たトンネル
中心線上の自揚式作業台

つすみやかに輸送するうえの経済性と工期の面から、沈埋トンネル内に専用ベルトコンベヤを通す方法に決定し、トンネル工事は昭和45年5月に着工された。図-1にトンネル位置図を、図-2にトンネルおよびドライドック施工地点図を、図-3に沈埋トンネル縦断面図を、図-4に沈埋トンネル設置標準横断面図を示す。

この沈埋トンネルはわが国最長のものであるが、この建設工事は欧米折中方式で施工されている。沈埋函建造は欧州方式でドライドック内で矩形断面の鉄筋コンクリート函を建造し、基礎および沈設は米国方式で基層を砕石スクリーンとし、沈設時の載荷も砕石搭載式で行なわれている。この工事の最大の特長で、従来の沈埋トンネル工事に例を見ない独自の工法は、自揚式作業台を使用してスクリーン作業と沈埋函の沈設作業とを行なったことで、80m長さの沈埋函1函当り作業台を3回移動し、スクリーン作業2回、沈設作業1回を2週間以内の短期間に施工した実績が得られており、世界に誇り得るユニークな沈埋トンネルの施工法が開発されたものといえよう。写真-1にトンネル設置線上で作業中の自揚式作業台を戸畑側トンネル入口より見たものを掲げる。

この自揚式作業台は三井造船が独自の技術で開発したMSEP-1“せと”で、この作業台については本誌昭和46年9月号に詳述したものである。

本トンネル工事の発注者、施工者などは次のとおりで

* 三井造船(株)鉄構運搬機事業部長補佐

ある。

発注者：三井鉱山コークス工業
 計画および工事管理：三井鉱山
 設計：サンコーコンサルタント
 施工：三井建設・鹿島建設共同企業体

2月6日第16号函の沈設を行ない、自揚式作業台による作業は終了する予定である。第17号函はケーソンで、護岸用大形ケーソンと同様の沈設法にゴムガasketによる静水圧接法を適用して水中ドッキングが行なわれる予定である。

2. 沈埋函の建造

沈埋函はドライドック内で2函並べ、50日のサイクルで建造された。一方、沈埋函の沈設は1函20日のサイクルで予定されたので、沈埋函の建造は沈設工の開始に先がけて進められることになり、ドライドックの建造は昭和45年7月完成、沈設工事は同年11月開始とされた。

ドライドックは図-2に示すように、新日本製鉄戸畑製造所構内堺川尻の貯炭ヤードの一部に築造された。対岸までが狭い水路に面しているため、護岸線に対して45度変位して構築され、図-5に示すように鋼矢板壁、底板鉄筋コンクリート構造で、その要目は次のとおりである。なお水門は6段の鋼角落として、三井玉野造船所で製作した。

作業部：長さ95m×幅24m×深さ8m
 水門部：長さ8m×幅15.4m×深さ8m
 掘削土量：37,000m³



図-2 トンネルおよびドライドック施工地点

コンクリート：1,100m³

鋼矢板：225t

沈埋函は巨大な鉄筋コンクリート構造物で、通常のボックスカルバートに類するものであるが、両端近くに仮の鉄筋コンクリート製隔壁を設けて水密として浮揚させ、えい航、載荷、沈設、水中ドッキングを行なうための付属品を備えている。図-6に沈埋函の断面図を、図-7に標準外形図を示す。

長さ80m、幅8.218m、高さ4.55m、使用コンクリート量1,100m³、鉄筋160kg/m³内外で、水密を確保す

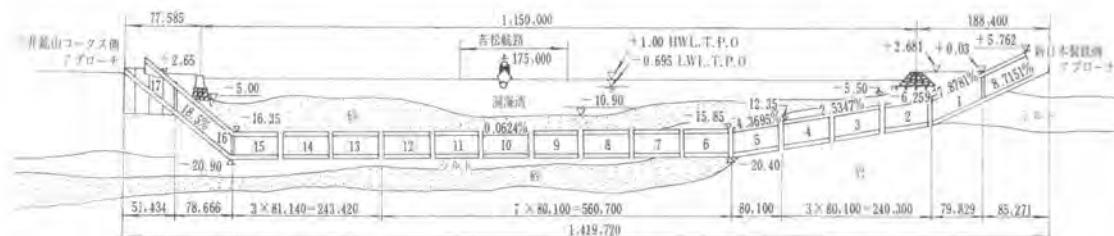


図-3 沈埋トンネル縦断面図



図-4 沈埋トンネル設置標準断面図

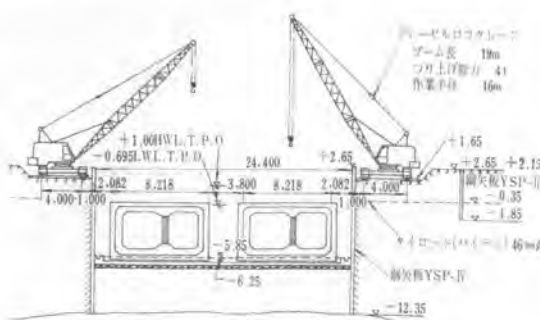


図-5 ドライドック断面図

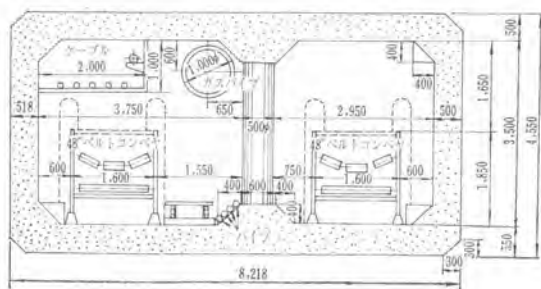


図-6 沈埋函断面図

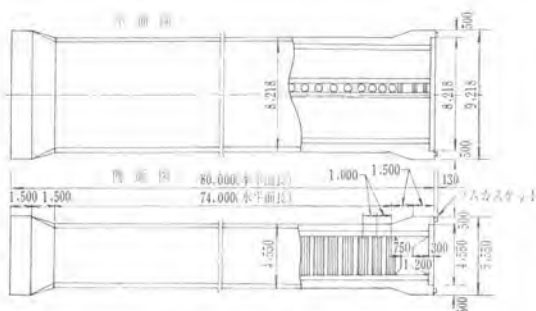


図-7 沈埋函標準外形図

るため全体を6mm厚の鋼板で被覆、溶接し、1函総重量は約3,000tである。片側の端面接合部全周にゴムガスケットとゴムの圧縮量を規制し、両軸の方向修正も行うためのストップを取付けている。

写真-2、写真-3にドライドック内で建造中の沈埋函を示す。

2函の建造が終わった後、ドックに注水して浮上させ、水門を取りはずして函を引出し、近くの水路内係留地に一時係留して養生する。函の浮揚乾舷は25~30cmである。写真-4に養生中の沈埋函を示す。

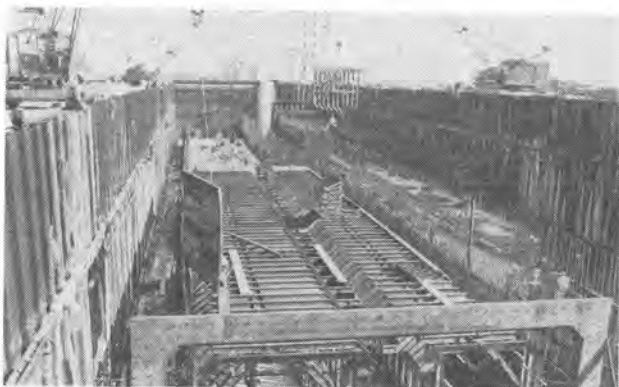


写真-2 ドライドック内で建造中の沈埋函



写真-3 ドライドック内で完成注水された沈埋函

3. トレンチ浚渫

沈埋函が据付けられる海底の土質は軟弱シルトの表層以下、砂層、れき層、砂岩となり、戸畑側では-10mで岩盤が露出し、延長300mぐらいは岩盤掘削の量を減らすためこう配が変更されている。潮流は0.5kt程度でトレンチ内はほとんど流れがなく、海水比重は1.024~1.026で深さによる比重の変化は少ない。

浚渫は軟岩部はディップ船で、土砂部はグラブ船で行なわれた。掘削断面は図-4に示すとおり、のり面こう配は土砂部で1:2.0、岩盤部で1:0.5である。掘削計画土量は55万m³である。

4. 沈埋函基層スクリード作業

自揚式作業台“せと”は昭和46年1月下旬、岡山県にある三井玉野造船所で完成され、2,400IPと2,000IPの引船2隻によりえい航され、瀬戸内海、関門海峡を経て洞海湾に到着した。写真-5にえい航中の“せと”を示す。現地ではスクリード作業用の支持支柱、水中げたなどを取付け、試運転したうえ、2月中旬から本格的な作業に入った。

トンネル沈設中心線上の海上所定位置に作業台を設置するには、引船2隻を浮揚状態の作業台の両側につなぎ、えい航するとともに、アンカー伝馬船でアンカーを4点降ろし、係留ウィンチを操



写真-4 係留地で養生中の沈埋函

作して作業台を所定位置に移動する。位置測量は、陸上より作業台の長手方向を見通して作業台上に指示するとともに、一方、既設沈埋函の測量塔からの距離を作業台上で検尺しながらウィンチを操作する。正確な位置が定められると支柱を急降下し、引続き作業台をジャッキアップする。作業台にはプレロード用に4隅のパラストタンク内に適量の海水を入れておく。揚重装置を作動し、全支柱同時にジャッキアップ操作を行なうと、支柱はまず海底地盤にめり込みながら支持力も次第に大きくなり、作業台は上昇するが、4本柱おのおの沈下量が異なるので作業台に傾斜を生ずる。これを修正するため途中各支柱単独のジャッキアップを併用して作業台をせり上げ、海面を切ってから全体の重量がかかる。作業台が所定の高さにジャッキアップされ、所定時間放置されたのち、水準差指示計の指針が一線に並ぶように揚重装置を微動し、レベル調整されると、パラストタンクの弁を開放し、パラスト水が放出され、長時間この状態で保持される。写真-1の作業台はこの状態を示す。

スクリード作業を行なう準備として、作業台の下に浮揚状態の水中げたを引込み、支持支柱と連結し、水中げた内の浮力タンクに注水し、電動ウィンチをゆるめて水中げたを降ろし、所定の海底深さ、所定のこう配にして止める。作業台中央開口部をまたいで走行するAトラベラをスクリード機の上に置き、トラベラのクレーンガーダの間よりトレミーパイプをつり下げてスクリード機上パイプと合わせ、その上にホップを合わせて並べる。写真-6に水中げた上のスクリード機を示す。

スクリード作業は、作業台の両側に碎石運搬船をつなぎ、トラベラ上をまたいで走行する門形クレーンのグラブにより碎石をつかみ取ってホップに投入する。碎石はトレミーパイプを経てスクリード機に落下する。スクリ



写真-5 瀬戸内海をえい航中の“せと”

ード機は水中げた上をゆるやかに走行し、厚さ 0.7 m、幅 9.3 m の碎石基層を長さ 37 m にわたって敷きならす。図-8、写真-7、写真-8 にスクリード作業要領を示す。

この作業が終わると作業台はジャッキダウンされて海面に浮揚し、支柱を海底より抜いて引上げ、トンネル中心線に沿って次の 37 m を敷きならすために移動し、スクリード作業がくり返される。

5. 沈埋函沈設作業

長さ 37 m のスクリード作業が2回行なわれると作業台は沈設地点の中央に移動され、ジャッキアップして待機する。沈埋函は堺川係留地より潮流の方向を見はからって警戒船の監視のもとに海上約 9 km えい航される。

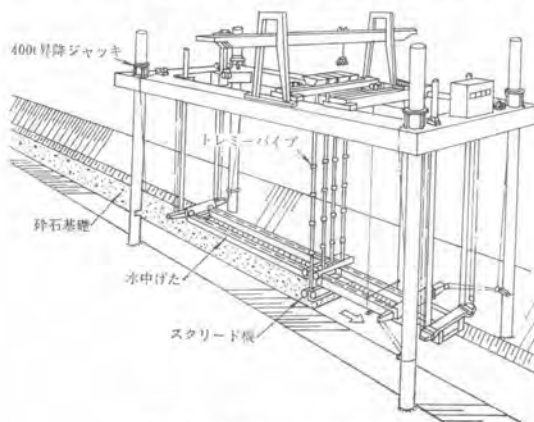


図-8 スクリード作業説明図

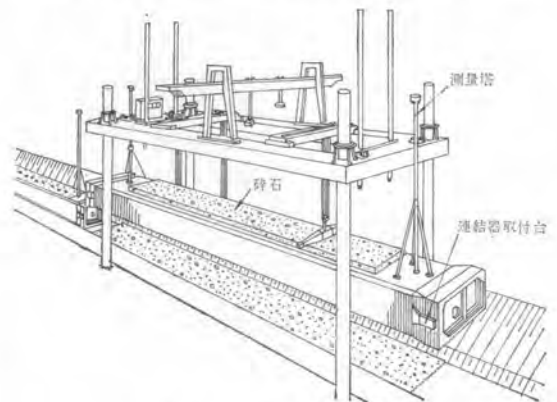


図-9 沈埋函沈設作業説明図

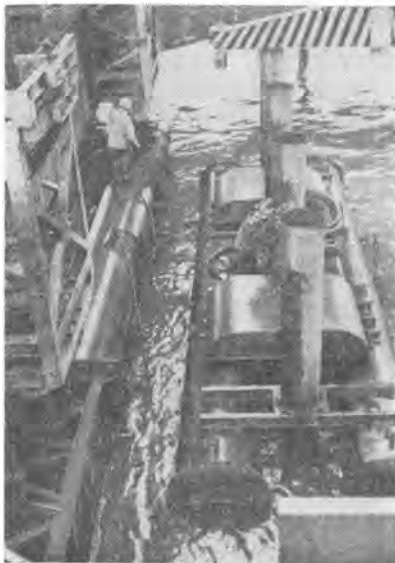
沈設地点に到着すると作業台上のウィンチにより作業台の下に引込まれる。写真—9 に引込作業中の作業台を示す。

沈埋函は A トラペラで1点, B トラペラで2点つられ, 函上の砕石ポケットに全浮力より約120 t 重い沈設荷重用粒鉄滓を加えて沈下される。写真—10 に沈下前の沈埋函を示す。沈下された沈埋函はトラペラを前後に, トラペラ上トローリーを左右に微動して必要な位置修正を行なったのち, 両両端側面2箇所連結器で既設函へ引寄せらる。

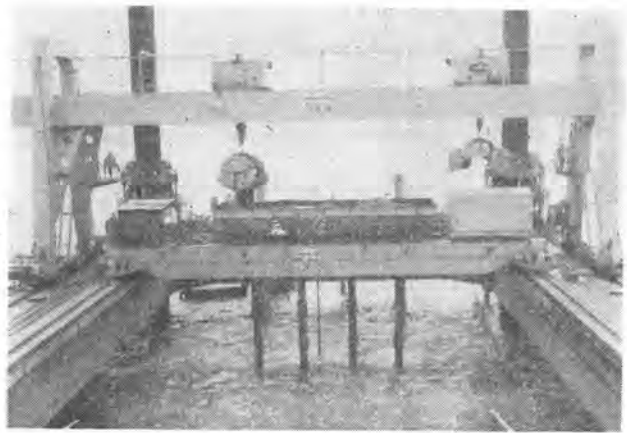
図—9 に沈埋函沈設作業要領を図示する。沈埋函の位置測量は函後端近くに測量塔を立て, 陸上からトランシットにより中心線を見通して台上に指示し, 正確に合わせている。

沈埋函の継手工法は新設函自由端に作用する水圧を利用した圧接工法で, 連結器の200 t の引張力により沈埋函継手面周囲に取付けられたゴムガasketを圧縮する。隔壁間の海水を既設函側へ排水することにより, 新設函は尾端に作用する約800 t の静水圧により既設函へ押しつけられ, この強い圧力によりゴムガasketが一層圧縮され, 十分な止水効果を発揮する。図—10, 図—11 はこの継手工法を示す説明図である。接合後沈埋函は端面鋼板を溶接し, 隔壁を解体して継手部に内側よりコンクリートを充填打設することにより, 前後の本体構造と連続する剛な構造となる。

沈埋函が据付けられた後, トレンチは埋戻される。図—4 に示すように, 沈埋函の高さの半分約2.5 m までは押え土として砕石を海上より投入し, 函天端上約3 m の計画海床面までは先に掘削した土砂で埋戻す。



写真—6 スクリード機



写真—7 スクリード作業

6. 自揚式作業台の効果と問題点

本沈埋トンネル工事に約12ヵ月稼働した自揚式作業台“せと”の本工事に及ぼした効果および問題点を次に列挙し, 反省を加えてみる。

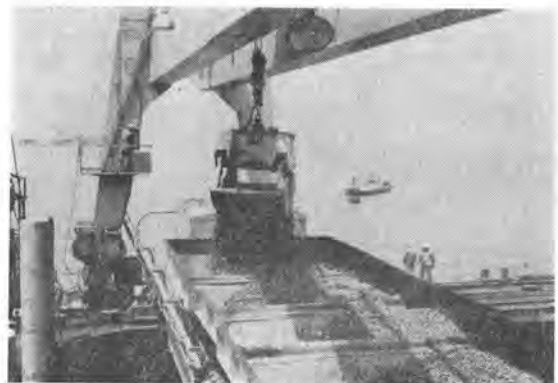
① 自揚式作業台は4本柱で水上に自立した構造物となり, 波浪を受けるのは円筒の支柱のみとなるので, 気象, 海象による作業休止がほとんどなく, 稼働日数を著しく向上することができた。冬期風波のきびしい日本海に面する地点の施工として期待以上の成果であった。風速15 m/sec 程度まで作業可能のようである。

② 作業台が海底に固定されて搭載されたクレーンが走行でき, トローリーが横行できるので正確な位置がすみやかに得られ, 中央に広大な開口部をあげた作業台が海底の広い面積を施工するのに好適なことが確認された。

③ 船舶の航路障害となる作業地点の範囲を極限でき, 大規模な付替え航路を用意することなく, 主航路を横断して作業を遂行することができた。

④ 揚重装置に支柱急降下装置が備えられているため作業台の移動, 据付がすみやかに行なうことができた。

⑤ 水準差指示計は連通管の4隅の水位を検出するも



写真—8 ホッパに投入される砕石

のであるが、この精度は十分信頼できるもので、作業台の1隅の高さを陸上より測量し、この水準計で4隅の高さを知り、それより水中げたの高さを決めて正確なスクリード下面が得られ、すみやかな準備ができた。

⑥ 揚重装置は作業台の重量をくさびにより把握力に変える方式で、長時間保持状態で部品、配管の点検整備、取換えが自由であるため、本装置の故障による工事遅滞がなかった。

⑦ 操作室集中制御盤でワンマンコントロールで操作し、十分満足な制御ができた。揚重装置の操作は台上指揮者1人、操作員1人、各支柱監視員4人で操作されてきた。揚重装置の信頼性が高まれば指揮者と操作員の2人で十分操作できるものと思われる。

⑧ 油圧制御は電磁弁をシーケンススイッチで操作するものと操作レバーによるものと併設し、そのため油圧パワーユニットを中央に集中して長い油圧配管を通したが、電気制御で十分操作できることが確認できたので、2号機以降はパワーユニットを各支柱ごとに設け、配管を各支柱近くに限るようにする予定である。

⑨ 中央に大開口部を設けた作業台の揚降中のねじれ強度が心配で、作業台の傾斜を検知する傾斜計を各箱げた中央に設けたが、ねじれ強度が十分あることが確認されたので、このためには傾斜計は不要と思われる。

7. む す び

昨年8月5日、九州を縦断して各地に相当の被害を残

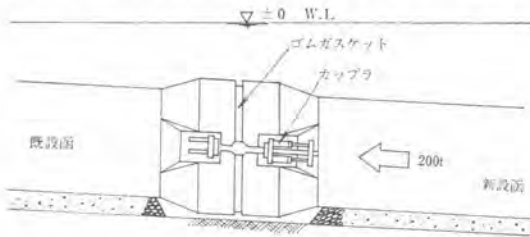


図-10 沈埋函接合要領図

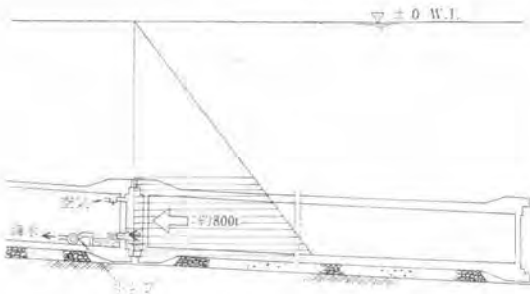


図-11 沈埋函静水圧圧接説明図

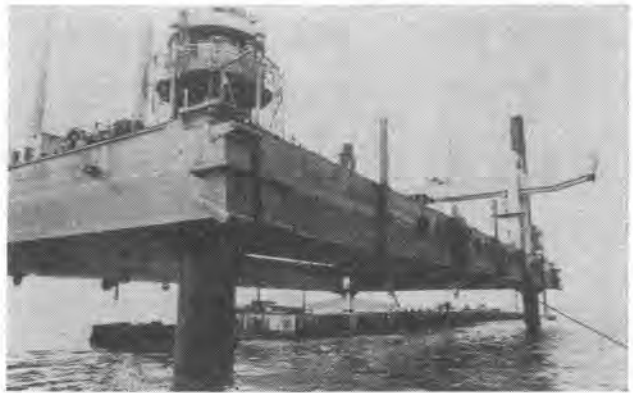


写真-9 沈埋函引込中の自揚式作業台

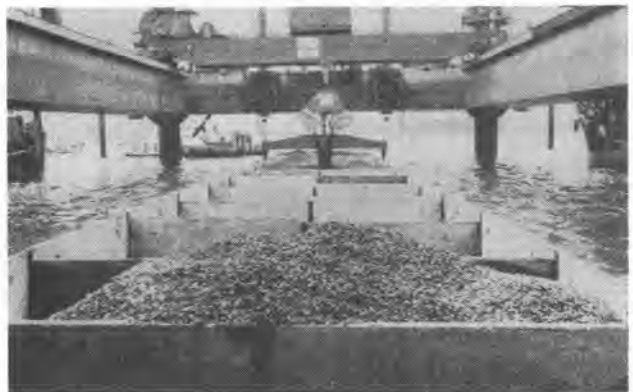


写真-10 沈下前の沈埋函

した第19号台風は洞海湾のすぐ近くを通り、“せと”はジャッキアップされた状態でこの台風を迎えたのであるが、台上の風速計で43 m/secを記録した。長時間動揺し、プレロードされた支柱のうち1本がさらに少し沈下したが、損傷は皆無であった。波浪をジャッキアップして避けようとする自揚式水上作業台の機能は十分確かめられたものといえよう。

洞海湾での作業に立会っていてときに奇異に感ぜられることは、作業台上およびその周囲に労働者の姿を見かけないことである。作業を行なっている者はすべて操作員、計測員、検査員、管理監督員で、少数の要員で手順よく作業が進捗しており、大規模な土木工事がきわめて容易に遂行されていた。筆者らが意図した沈埋トンネル工事の機械化がほぼ達成されたように思われる。

新製品の第1号機が長期間供用されて満足に稼働を続けることは通例あまり期待できないことと思う。本機が本工事で全期間十分満足な性能を発揮できたことは望外の幸運であったとともに、本作業台の整備運転を担当された三井鉱山コークス工業、三井建設・鹿島建設共同企業体各位の並々なぬご努力のおかげであった。ここに本誌上を借りて深甚の謝意を表するものである。

小形潜水船“はくよう”による海底作業

荒 木 浅 吉*

1. “はくよう”の概要

本船は、日本船舶振興会の補助を受け、日本船用機器開発協会、川崎重工業および日本海洋産業が共同で開発したもので、起工は昭和45年7月23日、着水は昭和46年3月19日、引渡しは昭和46年4月22日である。

(1) 主要要目および性能

最大使用深度	: 300 m
排水量	: 6.7 t
長さ	: 垂線間 4.7 m 全長 6.4 m
幅	: 1.6 m
きょく	: 水: 1.9 m
乗員	: 3名 (うち1名予備)
速力	: 緊急 3.75 kt 通常 2.75 kt 巡航 0.9 kt
航続力	: 0.9 kt (5 hr)
ライフサポート	: 48 hr (3名)
(2) 主要機器および装備品	
メインモータ	: 直流 10 HP×1 (左右 180° 旋回)
水平スラスト	: 直流 1/2 HP×1
垂直スラスト	: 直流 1/2 HP×2 (前後部)
主蓄電池(鉛)	: 120 V 100 AH 6 h 率 } 耐圧筒
補助蓄電池(鉛)	: 24 V 100 AH 6 h 率 } 離脱式
ソナー	: 前方 1~100 m 回避用
測深儀	: 500 m 上下切替式
水中電話	: 700 m, 8 kHz
レスポンダ	: 1,000 yd, 10 kHz, 母船のトランスポンダに対応
マニピュレータ	: 持揚重 10 kg, 50 kg でリストがはずれる (安全)
水中カメラ	: 35 mm×250 枚
照明	: 1,000 W×1 500 W×1

* 日本海洋産業(株)取締役

のぞき窓: 司令塔周囲 6個, 船体前部 8個,
150φ

2. 建造についての考え方とその能力

潜水船の運用はよい船を建造することから始まる。よい船の意味にはいろいろあるが、企業ベースの観点から“はくよう”については次の諸点が考慮された。

(1) 建造費が必要最小限で済み、サービス料金を低廉にすることができること

(2) 小形軽量であること

企業ベースでの潜水船は必然的に小形軽量とせざるを得ない。ある程度性能は制約されるが、小形軽量であることは取扱い、運搬が非常に便利となる。“はくよう”は陸上輸送および状況により航空輸送も可能である。またクレーンを使って母船に収容するので、えい航方式に比べ、母船の機動力をフルに発揮でき、安全性も高まる。また母船上で予備電池との交換ができるので潜水船の行動時間を延長したり、かなりの高速使用も可能となる。母船に収容中は潜水船の整備が容易なので故障の発生する機会は少なくなり、常に海中におく場合に比べ潜水船の寿命も延長される。これらがすべて潜水船の経済的効率を高めることに寄与する。

(3) 各種の作業に応ずる可能性を与えること

いつでも各種の作業に応ずるためには潜水船は大形とならざるを得ない。また特殊の作業目的には最初から大形でなければできないこともある。しかし大形のは政府関係機関または企業グループとして保有しなければ経済的負担に堪えられないであろう。企業ベースとしては作業能力を高めることと、小形軽量化をほかるとの矛盾を解決する方法としては作業目的に応じて装備をその都度変更する以外にない。“はくよう”はこのことを考えて予備貫通金物を4個所準備し、必要に応じて観測または作業用の機器を搭載できるようにしてある。

(4) 安定性、操縦性がよいこと

小形潜水船はワンマンコントロールを建て前とするので、運動および停止中の安定性が悪いと操縦は極めて困難となる。また操縦動作はなるべく単純で、人間の感覚にマッチしたものでなければならない。この点、“はくよう”の水中安定性は極めて良好であり、前後部の垂直スラストのバランスがよく、水平に昇降することができる。潜水船は通常斜めに潜航、浮上するのが建て前であるが、“はくよう”は垂直スラストを使って垂直に昇降するいわば水中ヘリコプタであり、崖または垂直構造物に沿って昇降したり、海底の凹所にも船の長さの3倍以上の直径があれば入り込むことも可能である。

水中旋回性能も良好で、速力 2.7 kt でメインモータを 15 度旋回したとき 180 度に約 30 秒、すなわち時計の秒針と同じ程度の回頭速度である。モータの角度 45 度のときは 180 度で約 20 秒である。水平スラストを使うときはほとんどその場で 180 度で約 1 分で回頭する。緊急停止距離は 3.75 kt のとき約 20 m で 20 秒であり、通常は 1~2 kt 程度で航行しているので 5 m 以内で停止することができ、モータの舵作業を併用すれば障害物の回避は容易である。深度変換の速度は 10 m で約 40 秒である。昇降の速度がおおむねバランスしているのは垂直スラストのプロペラ翼の植え方を通常の場合とは反対として昇降の推力の差を少なくする配慮が払われているためである。

3. 潜水船母船の機能

“はくよう”は小形なりに優れた潜水船であるが、絶対的な能力は限定され、しかも母船の支援を受けなければその能力を十分に発揮できないばかりか、ましてその能力以上の作業を達成することはできない。仮に“はくよう”の作業能力を 10 とするならば母船の支援によってこれを 15 にも 20 にもする可能性があるのである。

母船は常に潜水船の直上付近を随伴しながら潜水船を指揮し、また作業海域に近接する船舶に対して警戒を怠らず、潜水船が緊急浮上の必要があっても支障のないように処置を講じなければならない。

(1) 母船の任務

(a) 潜水船の発進、揚収および運搬

潜水船は平静な海面で作業するのが建て前であるが、往々にして天候が急変することがある。このような場合でも“はくよう”はシーリフトクレーンを使い、海上模様 5 程度でも安全迅速に母船に揚収し、急速避泊することができる。母船に収容できない航方式は低速（約 2 kt）なので回避中の危険が大きいがかりでなく、避泊してからも安心はできない。母船の機動力が高いことは作業効率をよくなり、営業上も有利なばかりでなく、緊急時の出動にも便利である。

(b) 潜水船の行動、作業の指揮

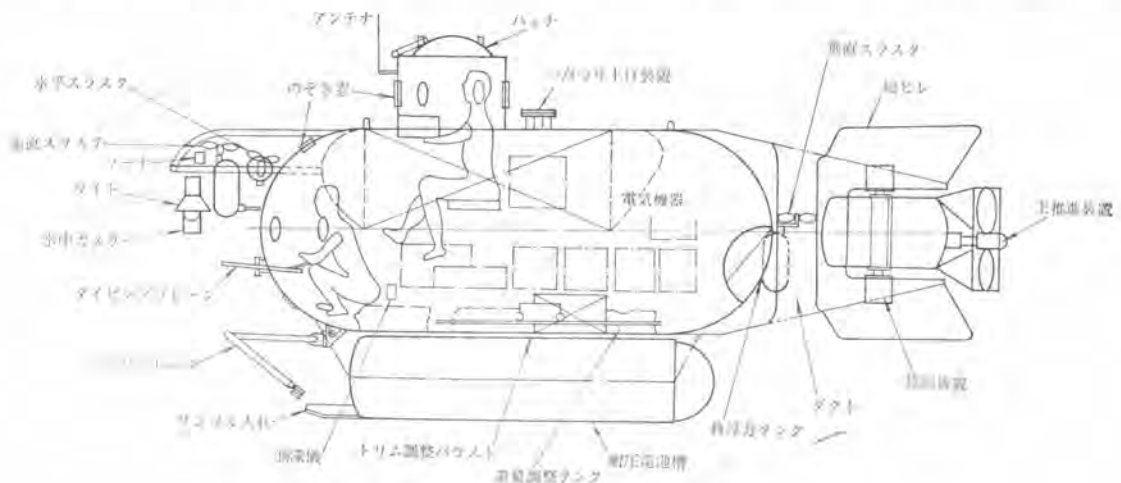
小形潜水船は大形の精巧な航海機器やセンサを搭載できないので、母船はトランスポンダ等を備えて潜水船の行動を刻々プロットして正確に目的地に誘導し、作業も細かく指示しなければならない。作業中の潜水船の速力は通常 2 kt 程度なので母船も可変ピッチプロペラまたは巡航モータ等を使用し、低速運航のできる必要がある。

(c) 潜水船動力の補給

“はくよう”の電池は約 5 時間が限度であるが、母船に揚収して予備電池と交換することにより作業時間の延伸ができる。母船上では使用済の電池の充電を行なうとともに圧縮ポンプにより気蓄器に充気する。

(d) 作業工具、調査観測機器等の交換、装備

潜水船に各種の機器を同時に搭載するには限度があるが、母船に揚収することにより作業目的に応じて各種の機器を交換装備することができる。潜水船に装備できな



図一I 小形潜水船“はくよう”全体図

い大形のものなどは直接母船から作業現場に降下して潜水船にコントロールさせることも可能である。

- (e) 潜水船要員の宿泊、給養
- (f) 作業用器材の工作、補修
- (g) 採取資料の分析、保存、整理
- (h) 陸上および他船舶との通信連絡および交通
- (i) 母船自体による観測調査および作業

水上船が単独に実施するに比べ潜水船の協力が得られるので、高度の作業を正確に行なうことができる。

- (j) その他一般支援
- (2) シーリフトクレーン

従来の船用クレーンはおもに港湾荷役用のもので長いつり上げワイヤを使うため風波のある海上では危険で実用に適さない。“はくよう”を揚収するため日本船用機器開発協会の指導のもとに開発中のシーリフトクレーンはワイヤ部分を極力短くし、波が上昇するスピードより早くワイヤを巻込んで潜水船を固定し、母船の動揺にかかわらず安全に甲板に収容するものである。現在のところクレーンの自重と甲板占有面積の大きいのが難点であるが、海上における重量物つり上げ用として利用価値が高いものと認められる。このクレーンは1点づり方式で、ワイヤをそう入した六角金物を潜水船甲板に取付けたつり上げ金物に嵌合して固定するもので、揚収作業を簡単確実に行なうことをねらいとしている。この1点づりを利用し、潜水船を母船からつり下げてテザーダサブマリンと同様に運用することも可能である。

4. 小形潜水船乗員の訓練

小形潜水船によるサービスは結局操縦の技量というソフトウェアを売ることにはかならない。潜水船を生かすも殺すもその乗員次第である。したがって小形潜水船の乗員にはすべて操縦運転および故障修理、応急処置の能力を持たせなければならない。

(1) 乗員の選抜

潜水船のパイロットは母船から離れると完全に自由に行動し、自分の判断で未知の状況に対応し、緊急の事態に際しても冷静沈着に正しい処置を講じなければならない。この点からパイロットは責任感が旺盛で安定性があると同時に機敏で創造性のある人でなければならない。

潜水船のオペレーションはチームワークが大切であり、協調性のないものは不適とされている。潜水船要員は志願者の中から選抜するのを建て前とする。経歴としては潜水艦乗員、航空機パイロット、ダイバー、あるいは海洋科学者、エンジニア等が適当である。“はくよう”の場合は海上自衛隊の潜水艦経歴 6~10 年のベテランを各術科別に選抜している。一般に選抜にあたっては潜水艦乗員適性検査(身体および心理)に準ずるテストを行なう。潜水船要員はロックアウト(または脱出訓練)

および潜水訓練(最小限スクーバ)を受けていることが必要である。

(2) 一般教育

潜水船要員には海洋物理、海洋化学、機械、電気等の基礎科学から海洋工学、海洋生物学、海洋環境、流体力学、水中音波、潜水医学(ライフサポート)、人間工学等の応用科学、また海上員としての航海、運用、海上法規等について一般教育を施さなければならない。

(3) 潜水船要員訓練基準

(a) 潜水船の構造(約2週間)

潜水船要員の教育は「Know Your Boat」から始まる。乗員の少なくとも1名は設計建造の全般にタッチさせなければならない。“はくよう”の場合は船用機器開発協会の委員会とは別に社内に委員会を設け、要求性能、スペック作成の段階から建造所たる川崎重工業との間に活発な意見を交換し、性能の向上改善に努めた。神戸には艦装員を1名派遣するとともに、その他の者も各工場における機器の製作、試験に立会い、数次にわたる模型立会いにより艦装の改善に努め、最終海上公試には総員参加して引渡しを受けた。この間、潜水船の構造および機器の取扱い整備法について十分な知識、技能を習得することができた。

(b) 整備法

当社の要員は各種機器の取扱い整備についてはすでにトップレベルの経験と能力を持っている。しかし一般には機器の取扱い整備の教育訓練に最も多くの期間を必要とする。したがって少なくとも基礎的な電気学または機械学の教育を終了したものを対象とすべきである。

(c) 操縦

操縦訓練は首席パイロットの指導のもとにおおむね次の標準によって行なわれる。この間、被教育者は最小限5回の潜航に観測員および副操縦員として発進から揚収まで参加する。この際、チェックリストの記入およびその他の手続を実際に行なわせる。

標準的な訓練項目および時間は次のとおりである。

- ① 慣熟訓練……3時間
- ② 海底平坦な所での訓練……3~4時間
- ③ 中間深度慣熟訓練……2~3時間
- ④ 海底起伏ある所での訓練……3時間
障害物回避、傾斜面航法、サンプル採取
- ⑤ 中間深度訓練……3~4時間
ホバリング(浮標索利用、±15m許容、±1m許容)
- ⑥ 写真撮影、マニピュレータ操作……3~4時間
サンプル採取、機器の設置、海底写真
- ⑦ 起伏ある海底または谷の調査……3~4時間
位置の決定、ソナー調査、精密海底調査、崖面撮影、傾斜地航走、流れの影響検討

- ⑧ 科学的調査および作業のシミュレーション……7～14 時間
 潜航回数 2～5 回、海水サンプル採取、流速計の設置、母船との協同による海底調査、搜索パターン

以上の訓練において潜航中の時間は 35 時間以上をとり、最初の慣熟訓練から操縦資格を与えられるまで個人差はあるが 2～4 カ月を要する。

5. 小形潜水船による海底作業

(1) 全 般

小形潜水船による海底作業は、これまで述べてきたように潜水船ばかりでなく、母船、乗組員、その他支援器材の総合的な能力に左右される。たとえば小形で陸上輸送のできるものは内陸の湖水でも使用することができる。しかし潜水船を使用するときは常にその限界を明確に認識していなければならない。潜水船“はくよう”についていえば、それは水深 300 m、潜航時間約 5 時間（ただし予備電池と交換すれば連続運転可能）、視界約 1.5 m、流速約 2 kt（最大速力 3.75 kt、予備電池があれば高速の持続もある程度可能）である。技術ならびに作業方法の改善によってこの限界はかなり克服される見通しはあるが、一応この能力の限度内で“はくよう”の作業能力を検討してみたい。

通常の場合、母船自体の操船関係は別として“はくよう”は潜航作業指揮者 1 名、搭乗員 2 名、プロッタ、電話員兼記録員、トランスポンダ操作員各 1 名の合計 6 名（最小限）によって運用され、発進、揚収作業の場合、この中の適宜のものがクレーンの操作等に当たる。

海底作業は海上平穏の状態で行なわれるのを建て前とし、通例午前 4 時間、午後 4 時間潜航作業を行ない、その中間において母船に収容のうえ、電池の交換、充気、乗員の交代等を行なう。水深 50 m 以上においては潜水船の海底作業に昼夜の区別はなくなるが、主として海上の保安上の問題からやむを得ざる場合は夜間作業は避けることが望ましい。

(2) 観測および写真撮影

“はくよう”は観測の視界をよくするため格別の配慮を払い、150φ ののぞき窓を司令塔周囲に 6 個、船内前部に 8 個備え、従来の国産潜水船に比べ格段と改良された。のぞき窓に使用されているメタクリル樹脂の強度は最大潜航深度の 12.6 倍の安全率をとり、通常の装備器材の試験圧力の 1.5 倍に比べて特別に注意が払われている。

“はくよう”は、現在 250 枚連続可能な 35 mm スチールカメラを船首に装備し、その近くに 1,000 W および 500 W の照明灯各 1 個を取付けている。船内からはスチールカメラ、16 ミリ以下のシネカメラ、またはテ

レビによる外部の撮影ができる。必要に応じ船外にテレビカメラを装備し、潜水船内または母船でモニターすることも可能である。

潜水船による観測および撮影の優れている点は、自分の意のままに所望の地点を観測し、その場に最も適したデータで写真を撮ることができることである。船上から観測用チャンバやテレビを降ろしても所望の地点に到達させることが困難であり、正確な場所の観測、撮影は望み難い。特に断崖や洞窟等は潜水船以外のものでは観察不可能である。

従来、水中工事の確認は潜水員まかせであったが、“はくよう”を使えば設計または監督者が自ら工事の状況を広範囲に長時間にわたって観察、指示することができる。また水産業においては栽培漁場、魚礁等の敷設状況および成果の観測、魚貝類、海藻等の生態調査には潜航時間の比較的長い潜水船が最も適している。

そのほか、ケーブル埋設機等の移動目標の観察、パイプライン敷設ルートの調査等の移動調査は潜水船でなければできない。また水中においては大きいものや遠距離のもの撮影は不可能であり、水中音波を使用してもゾナーでは小さいものの探知はむずかしいので、潜水船による搜索、観察によらなければならない場合がある。

(3) 水中作業

潜水船“はくよう”はドライサブマリンであり、マニピュレータを使って水中作業を実施する。このマニピュレータは自重 100 kg で、小形のものとしては効率がよく、電気の絶縁不良による故障の機会が多いことを考慮して動力には油圧を使用している。つり上げ能力はアームを一伸ばした状態（1.2 m）で 10 kg である。これはマニピュレータの自重が 350 kg もある“しんかい”のものと同じ能力である。

マニピュレータの作動は肩部の旋回（±30°）、腕の屈折（上腕±45°、下腕 210°）、手首の回転（180°）、指先開閉（開き 100 mm、速度 2 秒）から成っている。手の部分は目的に応じて作業に便利なものと交換することができる。手首に引抜き力 50 kg がかったときは手首部分が離脱するようにして安全をはかっている。このマニピュレータは船体前部下方に 1 本備えてあるだけなので、潜水船は海底に沈座し、船を重くして作業を行なうのが建て前であるが、軽度の作業はもちろん、水中に浮遊した状態でも可能である。

潜水船のマニピュレータ自体の作業対象の大きさ、重量には限度があり、一見単純すぎると見られやすいが、マニピュレータ用作業機器の併用、あるいは母船から降下した大形作業機をマニピュレータで行なわせることにより、相当の重量物の処理や複雑、巧妙な作業の実施も可能となる。また、“はくよう”を作業台等に組み込み、作業エレベータとして使用すれば流れの強いとこ

ろでも一定の範囲の観測，作業も可能である。要するに作業目的に応じてその機能を生かし，弱点を補う方法はいろいろ考えられるのである。

(4) 潜水船による海底作業の特性

これについてはすでに各項で触れた点もあるが，改めてここに要約する。

① 水上船から行なう作業は風波による影響を受け，長いケーブルを媒介とするため作業機器は潮に流されたりして正しい位置に降下することがむずかしいが，潜水船は所望の地点に近づき直接対象物を観察しながら正しい処置を直ちに選択することができる。

② 作業区域の全般的な環境状況を同時に観測できるので信頼性の高いデータが得られる。

③ 静粛なプラットフォームとして水中音波等の調査に適する。

④ ダイバーよりは流れに強く，長時間滞留できる。深々度になるとダイバーの作業力は低下し，かつ減圧に長時間を必要とするが，潜水船はその必要がないので作業効率が高くなる。なお，ロックアウト潜水船になると長い呼吸用ホースも不必要となり，潜水船とダイバーの特長を兼備するので作業能力を大幅に向上できるであろう。

⑤ 海底磁場測定等は距離による影響が大きいため潜水船による調査が最も適している。

(5) 各種作業別の能力

(a) 海洋調査全般

- ① 海底写真撮影
- ② 磁気，重力，地熱等の測定
- ③ STD（塩分，温度，密度）測定
- ④ 海潮流測定（特に海底付近）
- ⑤ 透明度測定
- ⑥ 海中雑音測定
- ⑦ 海水またはプランクトン採取
- ⑧ 底質，魚貝，海藻類サンプリング
- ⑨ ポリューション調査（立体的調査可能）
- ⑩ 試験測定機器，ピンガー等の設置

⑪ 水中測量（状況によりダイバーと協同）

⑫ 水上船による海底調査，作業の支援

⑬ 遺失物の捜索，揚収

(b) 海洋土木

① 工事状況の観察，指揮

② 海底ケーブル，パイプライン等のルート調査

③ 橋脚，海底構造物基礎等の精密調査

④ 水中作業機の作動監視，またはコントロール

⑤ 水中工事支援（水中工具の操作）

⑥ 海底構築物等の据付または撤収の支援

⑦ 海底ケーブル，パイプライン等埋設の支援

⑧ 水中重量物運搬，揚収または支援

⑨ 水中障害物の除去（ドリル使用または爆薬）

⑩ 綱索，ワイヤ，パイプ等の切断

(c) 海上保安

① 救難作業協力

② 沈船等捜索，揚収協力

(d) 水産業

① 魚礁，養殖漁場調査，管理

② 魚貝類，海藻等生態調査（実際の環境で長時間の観察可能）

③ 珊瑚礁調査，保全（おにひとで対策等）

④ 魚網展張状況等漁具の調査

⑤ 漁業用音波機器関係の調査

(e) 海底資源採掘

① 試掘，採掘地域の調査

② 掘削リグ等の保留状態調査

③ 海底パイプライン布設支援

④ 掘削システム定期点検，補修

⑤ ガイドワイヤ取付，交換

⑥ 掘削作業の観察

⑦ 海底資源調査

⑧ 海底資源採取装置の操作または作動観察

(f) その他

① 海底公園の調査，保守

② 水中映画，写真撮影

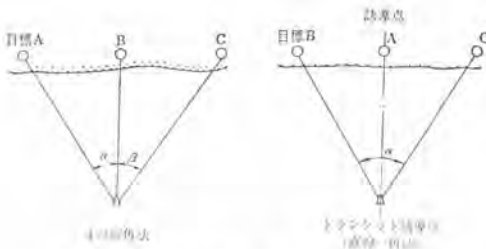


図-2 3点測角法およびトランシット誘導法

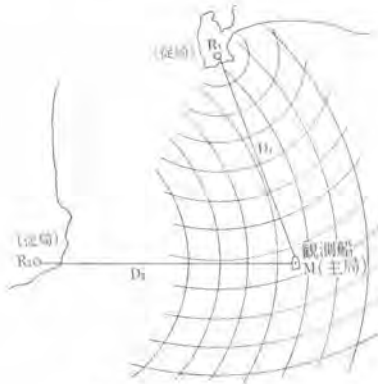


図-3 電波測位法

3点測角法は、後方交会法を利用した船位の決定方法であり、1~2分ごとに自船の位置を確認しながら予定線上を航走する。

トランシット誘導法は、あらかじめコースの予定線上に多角測量によって誘導ぐいを設置し、この点にトランシットをセットして船をヘアクロス上に誘導し、船上ではこの誘導点をほぼ中央にした左右の2目標を測角して線上にその位置をプロットする。

電波測位法は2次レーダ方式を採用して、2地点間を電波が往復するときに生ずる位相のおくれを測定してこれから距離を算出する方法で、観測する船上に主局を設置し、陸上に従局2局を配して2従局からの距離の交点を求めることによって船位を決定する方法である。

今回の調査には電波式精密船位測定装置 YM-100 (測定範囲 100 km) を用いて 1~2 分ごとに船位測定を行った。

従来、海上の精密位置測定のためにはトランシットによる光学的方法が多用されていた。しかしこの方法では測定に長時間を要することおよび気象、海象の影響を大きく受けることなどのため作業工数が多く、作業能率も低い。YM-100 は正確な位置検出のために特に設計されたもので、この装置は前述のように主局 (船上) と従局

(陸上) によって構成され、主局は各従局間の正確な直距離を自動的に測定し、デジタル表示および印字をする。測定値の分解能は 10 cm となっている。機器の操作は非常に簡単で、測定の回数は最高 1 秒間に約 1,500 回の割合となっていて、ほとんど連続的に船の正確な位置を知ることができる (表-1 参照)。

(2) 水深測量

水深測量は音響測深機 (0~160 m 2 台, 0~500 m 1 台) によって行なった。

音波の発射は連続して行なわれるので、その記録は海底断面を表示している。しかし送受波器には船のビッチング、ローリングに対しても常に直下の最短水深を記録するよう指向角を持たせてある。

本調査に用いられた音響測深機は指向角が 6 度であるので、水深 10 m で 1 m 範囲の海底部分の最浅部の水深を記録し、水深 300 m では 30 m 範囲のものを記録する。したがって凸地の地形は実際より幅広く記録し、凹地はその間が狭く記録される。また海面は常に上下動し、海水もそのときどきによって条件が違うので、これらをそのときどきの条件にあわせて補正しなければならないが、実際にはこれらの作業は非常に労力を要するので、本調査においてはすべてパーチェック法を用いた。

この方法によれば音響測深機の機械的誤差と海水の各深度による条件的補正を同時に修正することができる。

次に潮汐による海面の昇降についての補正は沿岸部調査時には自記検潮器を設置して海図基準面下の水深に補正した。

4. 音波探査

音波探査は海域における地下探査法として広く実用化されている。いままでの地震探査に比べ、エネルギーが小さく、繰返しはるかに早くできるような音源を使っている。このことは、波長の短いことと相まって構造に対する分解能が高いことを意味する。

地層で反射した音波は受信され、増幅、濾波して普通濃淡記録で表現される。反射波の位相がよく連続して認められると記録は地下断面構造を表示する。

表-1 YM-100 精密電波測位機主要諸元

測定範囲	100 km	測定モード	連続
表示 (2レンジ共)	99,999.9 m	データ出力	BCD (8, 4, 2, 1コード) 5 V
精度 (対静止物)	± (50 cm + D/10 万) 以内 D はリフラクティビティ 320 N 標準状態のときの距離	表示モード	スタンダードロジックによる サンプリングパルスに同期
分解能	10 cm	無線電話	主局・従局間 2ウェイ方式
最大測定速度	200 kt	デジタルブリタ	BCD (8, 4, 2, 1コード)
搬送周波数	主局 2,970 MHz 従局 (1) 2,925 MHz 従局 (2) 2,915 MHz	人力データ	TIME, S1, S2, GOOD 表示 (S1, S2 無し) 測深タイムマーク
空中線出力	公称 1 W (主局, 従局とも)	記録要差	-10°C ~ 50°C
アンテナ指向性	主局: 垂直 20°, 水平 360° 従局: 垂直 10°, 水平 60°	動作温度	AC 100 V (60 Hz)
		電源	MS 200 VA 以下
		消費電力	SS 100 VA 以下

本調査海域は津軽海峡を横断しているため、水深が10mから300mの間で変化するので、放電式では船速および音源出力等の調整によって全区域にわたり使用し、非常に良好な結果が得られている。一方、磁歪式では浅海部の探査に適しているので、水深50m以浅において使用した。調査船には永勝丸(68.82トン)を使用し、船位はすべて電波測位によった。

なお、探査走航距離は表-2のとおりである。

図-4に音波探査装置の設置状況を、図-5に放電式および磁歪式音波探査機の系統図を示す。

放電式：船に送信機、受信機、記録機等の本体を設置し、船尾からは電極(音波)と受波器がそれぞれ先端に付いている2本のケーブルを約80mえい航する。これは船のエンジンやスクロエーが発生する雑音を避けるためである。

磁歪式：機械本体は船に設置し、送信機と受波器は海中に1mぐらい沈めて船の左右の舷側に装着する。

図-5に示すように、両方式の機器を設置し、同時に両機器を使用したり、あるいは放電式だけ使用したりした。船の速力は2~4kt程度で、記録をとりながら直進する。

5. 底質調査

底質の採取に際してはおもに新野式ドレッジを用い、一部柱状採泥器、円筒式採泥器を用いて採泥を行なった。水深50m以浅については新野式ドレッジ(50kg形)を用い、それ以深については同形(80kg形)を用いた。

新野式ドレッジおよび円筒式採泥器は船のサイドより200~400mえい航して採取し、船位を記入、引揚げ時に測定してその中位置を採取点として採用した。

また底質の採取は沿岸部概査および精査が終了した時

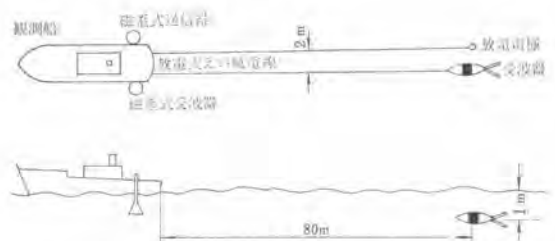


図-4 音波探査装置の設置状況

表-2 探査走航距離

	探査距離	探査機		探査距離	探査機
概査	93.9km	放電式	浅海部精査	111.4km	放電式
浅海部精査	76.9km	磁歪式	中央部精査	222.1km	"

点で水深測量および音波探査概査および一部精査結果から調査決定区域内に重点を置いて行ない、測深概査区域はその密度を粗とした。

採取船には第8和光丸(19.92トン)を使用し、採取点は71点である。

6. 水中テレビ調査

従来は海底の状況、形態などは海上での種々の調査より総合して推測したり、または潜水作業により状況調べ、写真を撮る等の方法によっていた。

しかし人が潜水することは現在ではまだ潜水深度、作業時間等に限度があり、常に危険が伴うことである。近年、テレビ、耐圧技術等の進歩により水中テレビが開発され、かなりの部門で利用されている。

本調査においても水中テレビを利用し、海底の連続的な形態を見ることができ、また音波探査の解析を助ける資料として非常に有効であった。

調査は永勝丸(68.82トン)で行ない、走航距離は約161kmに達した。調査に使用した水中テレビ装置は、図-6に示すように遠隔操作式であり、船上よりリモ-

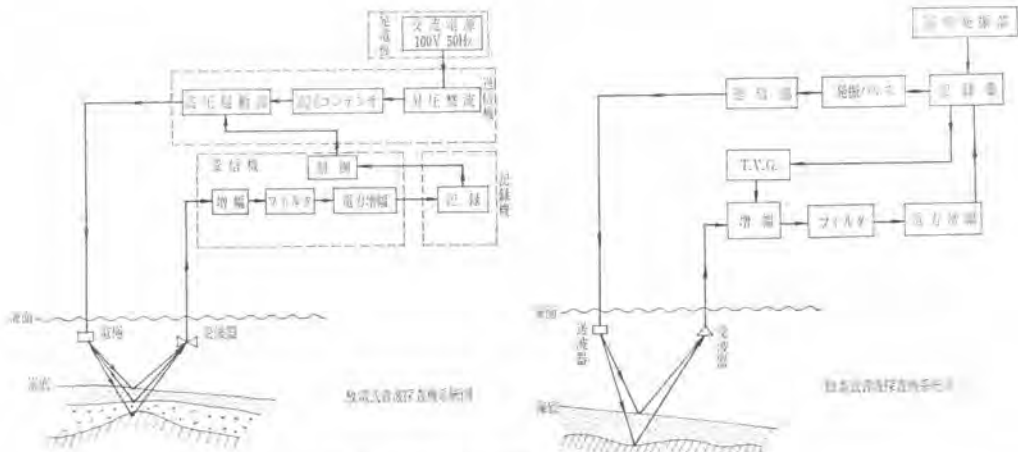


図-5 放電式および磁歪式音波探査機系統図

トコントロールにより視野を180度旋回することができ
る。また船上部はテレビ、ビデオテープレコーダ、制御
盤で構成され、ワイヤロープ、ケーブルを経由して水中
部のカメラ、ウェイト収納タンク等に連結している。調
査船の船尾より海底におろし、微航しながら（対地速度
1~2kt）海底の模様を見る。また常に画面を見ながらワ
イヤを操作して鮮明な画面を出すことが必要である。水
深300mまで潮流8ktまでの海域で調査可能である。

7. むすび

調査方法としては、ほぼ以上のように水深測量によ
って海底地形調査を音波探査による広範囲な地質構造の調
査、底質採取による浅層部の地質判定、そして水中テレ
ビ調査等による海底の状況、形態について観察が行なわ
れ、これらの調査分析の結果および総合的な判断等によ
り海底地質図が作成されることになる。

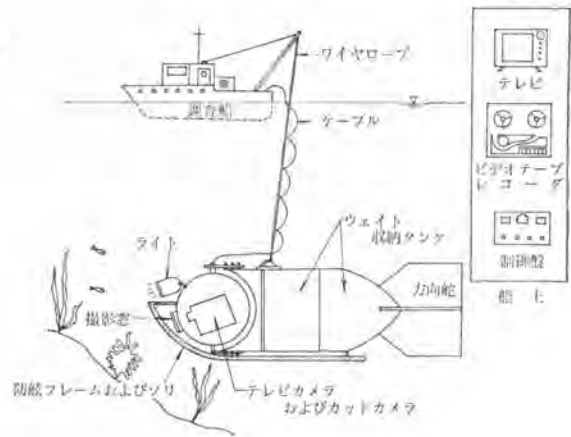


図-6 水中テレビ装置

図 書 案 内

建設機械の損料と経費

A5判 上製・ビニールカバー 220頁

頒価 会員 850円 非会員 1,000円 送料 150円

本書は、建設工事における機械損料とは何かという課題に対し、「建設工事の機械化が建設業を近代化し、合理化を進めるものであるとすれば、その近代化、合理化の一つの過程が機械経費の適正化であり、機械損料の合理的な積算方法の確立である」という考え方に基づき、損料の意義と発展の経過、基準値の内容と損料算定法の概念、補正のあり方などについて、実務家であり、理論家である委員により書かれたわが国唯一の実用的解説書である。さらに本書は実務担当者の要望に応じて、機械施工の工事計画と損料を含めた機械経費全般の具体的な積算方法についても計算例なども入れて平易に解説した総合的な参考書であるから、発注者、受注者の各管理者や実務家はもちろん、建設技術、建設経営を学ぶ学生諸君に至るまで幅広い関係者の座右の書となるものと思う。

□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

水中ブルドーザによる浚渫工事

吉 沢 平 治*
藤 瀬 健 一 郎**

1. ま え が き

浚渫工事の種類、目的は大別して次のように集約して考えられるが、港湾整備、海峡橋建設、海洋開発などの大形プロジェクトの実施とともに、ますます増加しつつある。

- ① 河川の改修
- ② 航路、泊地、船だまりの水深維持または増加
- ③ 防波堤、岩壁などの港湾構造物の基礎掘削
- ④ 海峡橋脚、沈埋トンネルなどの基礎掘削
- ⑤ 海底資源の掘削採取

浚渫工事は従来作業船（浚渫船）を使用して行なっていたが、水深、土質、海況などの面から浚渫船のみで上記の工事を施工するには非常に困難であったり、著しく作業能率が落ちる場合が多々ある。これらの作業に適應できる機械の一つとして近年水中ブルドーザ（水陸両用ブルドーザを含む）が開発され、新しい施工実績を築きつつあるが、以下、当社が開発した水中ブルドーザ（写

真一参照）が海洋土木工事、特に浚渫工事にどう適應するかを説明して参考に供したいと思う。

2. 水中ブルドーザの作業システムと特徴

(1) 作業システム

本機の作業システムは図一に示すようなものであり、おもな装置はブルドーザ本体、発電装置、操作盤、ケーブルウィンチ、ブルドーザ位置検出装置、支援船などである。図一において発電装置、操作盤、ケーブルウィンチは支援船上に設置してあるが、作業環境に応じて陸上にも設置できるようになっている。

発電装置により発電された電力をケーブル（ウィンチ）を通じて水中ブルドーザの電動機へ供給し、この動力により車両、作業機、および補機の駆動を行なう。水中ブルドーザの操縦は操作盤で監視器および計器を見ながら行なう遠隔操縦方式を採用している。

これらの操作信号はケーブルを通して伝送されている。またダイバーが直接水中ブルドーザを監視しながら操縦できるようにもなっている。水中ブルドーザの主要諸元を表一に示す。

(2) 特 徴

(a) 水中での強力な作業が可能

本機は最大作業水深 60 m までの範囲において、掘削、運土に適用することを主とするが、けん引力が特に大きいので、硬土盤以上の硬い土質について最適である。

(b) 車体構造が簡単でコンパクト

車両の動力源は船上から電力を供給される方式のため、車体構造が簡単であり、また浚渫船に比べてコンパクトで機動性が大きい。

(c) 操作が簡単で細かい仕事も可能

船上の操作盤の計器、表示器を監視しながら 2 本の操作レバーで車両の走行、作業が簡単に遠隔操縦できるので、細かい作業も能率的にできる。



写真一 水中ブルドーザ

* (株)小松製作所技術研究所第一研究室長

** (株)小松製作所技術研究所第一研究室

(d) 装置が可搬式のため設置が簡単で汎用性がある発電機、ケーブルウィンチは作業環境に応じて船上、陸上のいずれにも簡単に設置が可能であり、汎用性が高い。

(e) アタッチメント装置により作業域の拡大が可能本機は標準として排土板、リッパが装着されているが、溝掘り、砕岩機など、特殊な作業機が必要な場合は容易に装着できるようになっていて、作業領域の拡大が可能である。

3. 浚渫工事における水中ブルドーザの役割

まず最初に浚渫工事において中心的役割である浚渫船と水中ブルドーザを作業可能水深、対象土質の面で比較すると 図-2、図-3 のようになる。

次に浚渫船の欠点として以下のようなものがあげられる(浚渫船は一般的な物を対象として考えた)。

① 平坦に仕上げるのが困難である。掘跡の起伏は大体次の値ぐらいであるといわれている。

ポンプ船 約 20~50 cm
 グラブ船 約 30~60 cm
 バケット船 約 20~40 cm
 ディップ船 約 50~100 cm

② 海上条件に左右される。すなわち、常に船上から作業を行なうため波、潮流、風などに影響され、稼働率が落ちる。

③ 広い場所を占有する。すなわち大きな船体、アンカーなどで広い場所を占有するので海域をじゃまする。

④ 浚渫可能水深を広げるためには大形化する必要がある。グラブ船を除いて他の浚渫船は船体のバランスや

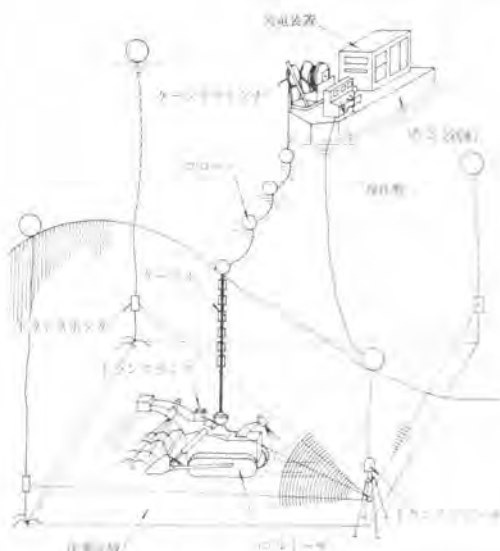


図-1 作業システム

反力の取り方の関係で、浚渫可能水深を広げるためには船体を大きくしなければならないのでコストアップになる。

⑤ 作業水深が深くなれば浚渫能率が落ちる。

以上のような浚渫船が持っていた欠点のいくつかを水中ブルドーザが解決してくれたわけだが、しかし水中ブルドーザが大幅に浚渫船にとって変わるものではない。というのは、水中ブルドーザは海底で走行するため、海底の凹凸などの土地条件が作業能率を大きく左右する。また掘削した土砂を1個所に集積することはできても、土捨て場が遠くにある場合にはどうしても作業船の力を借

表-1 水中ブルドーザ主要諸元

1. 車両形式名称	履帯式電気駆動水底作業車(4節リンク式油圧リッパ、ブレード付)	6. 電動機	金密閉内部油浸3相誘導電動機
2. 運転整備重量	陸上 約 38,500 kg 水中 約 28,000 kg	形式名称	
3. 電動機定格出力	125 kW	定格回転速度	1,775 rpm
4. 性能		定格出力	125 kW
速度	前進1速 1.6 km/hr 前進2速 3.0 km/hr 後進 1.9 km/hr	定格電圧および電流	1,100 V および 90 A
最小旋回半径	3.2 m (トラクタ単体)	周波数	60 Hz
登坂能力	30°以上(陸上にて)	起動方法	起動補償値による
最大作業水深	60 m	7. 作業装置	
最大けん引力	約 28,000 kg	土工板 形式	ストレートドーザ
接地圧	陸上 0.92 kg/cm ² 水中 0.67 kg/cm ²	操作方式	油圧式
5. 寸法		容量	6.8 m ²
全長	8,710 mm	昇降量	(地上からの履帯突起含まず) 1,330 mm
全幅	車体 3,120 mm 作業機付 3,750 mm	上昇	480 mm
全高	輸送時 2,670 mm 作業時 3,770 mm	下降	755 mm
履帯中心距離	2,140 mm	リッパ 形式	4節リンク式
接地長	2,930 mm	操作方式	油圧式
最低地上高	465 mm	ジャンプ	個数 3個 ピッチ 1,120 mm
		最大切削深さ	910 mm
		最大土質量	755 mm
		油圧ポンプ	
		形式	単車式
		最高圧力	140 kg/cm ²
		8. 塗装	耐海水性塗装

りなければならない。したがって埋立用土砂の浚渫などのように施工単価が安い物を対象とする場合コスト的に引合わないことがある。

では、浚渫工事において水中ブルドーザをどのように活用したらよいかは、一言でいえば水中ブルドーザの特徴を生かし、作業船が持っている欠点をカバーしてやることだと考えられる。

4. 水中ブルドーザの有効な作業内容

(1) 水深 30 m 以深での掘削、押土、リッピング作業

現在浚渫船の中で水深 30 m 以深の所を浚渫できるものは日本に数えるほどしかなく、またこれら作業船は非常に大形な船で、大工事でなければ使用できなかったが、その点水中ブルドーザはケーブルの長さを長くするほかはあまり水深の影響を受けることが少ないので、深いところに関しては有利である。

掘削した砂を遠距離に捨土する必要がある場合には、水中ブルドーザで 1 個所に集積して、それをグラブ船で浚渫するようにすれば能率よく作業ができる(図-4 参照)。

(2) 硬土盤、岩盤掘削

硬土盤、岩盤掘削は水中発破、ディップ船、砕岩船などで施工されるのであるが、そのうちの水中発破は漁業問題、公害問題などの点からその使用は困難になってきている。

また、ディップ船、砕岩船で施工する場合も他の浚渫作業に比べて能率が極度に落ちる。特に砕岩船(写真-2 参照)の場合は、船上から重錘を落とすか、または衝

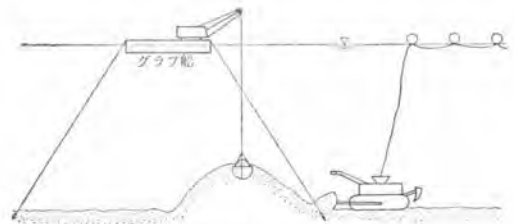


図-4 グラブ船との共同作業

撃式の砕岩機を降ろして砕岩するわけであるから、凸状の岩などがあると重錘式では岩の側面に当たってすべするため砕岩できないことがある。また、衝撃式の場合も同様、凸状の岩上にうまく砕岩機をあてることは不可能に近い。

水中ブルドーザはこういう硬い所を掘削する作業に特に向いていて、強力なけん引力を利用した硬土盤のリッピング作業や砕岩機等のアタッチメントを取付けて砕岩作業にも使用できる。特にリッピング作業は性能試験等においても良好な性能を発揮しているので硬土盤の掘削作業には最適であろう。参考までに静岡県御前崎港で行なった土丹のリッピング、押土作業の結果を示す。

条件：水深 5~10 m

50 m × 30 m の範囲で 50 m 方向にリッピング(シャック 2 本)および押土を 1 時間ずつ交互に合計 10 時間実施した。

土丹の圧縮強度：130~240 kg/cm²

時間当り作業回数：リッピング 16 回/hr

押土 17 回/hr

時間当り土工量：79.5 m³/hr

また、砕岩作業は小規模な工事を除いて水中ブルド

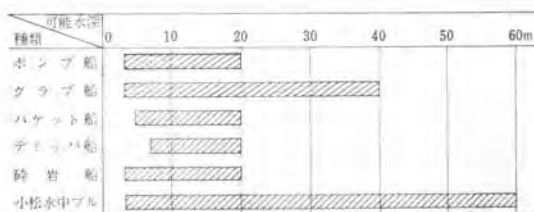
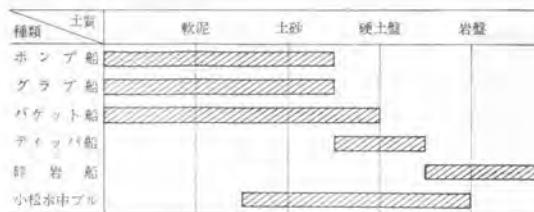


図-2 作業可能水深の比較



(注) 軟泥：水口、軟粘土

土砂：粘土、シルト、細砂、中砂、粗砂、砂利

硬土盤：堅い粘土、固まった細砂、(土岩)土丹を含む、軟岩

岩盤：硬岩

図-3 適用土質の比較



写真-2 衝撃式砕岩船

ザ単独で作業するのは困難であるが、砕岩船などが壊せない凸状の岩や掘り残した部分の砕岩を分担させるようにすれば砕岩船の能力を十分に発揮させて施工できるようになる(図-5 参照)。

(3) 海中橋脚の基礎掘削

橋脚の基礎掘削においても水中ブルドーザの使用は有効である。海峡横断橋を建設する場合、最短距離になるよう計画するのが普通である。このため潮流が早い所が多く、所によっては転流時のみしか作業できないこともある。掘削土量も多くないから、浚渫船を回航させて作業にあたらせるのは不経済なことである。その点水中ブルドーザは陸上輸送が可能で、日程、費用のうえからも有利であり、潮流に影響されることも少ない。そのうえ橋脚の基礎掘削は航路浚渫のように掘削した土砂を遠距離に捨土する必要もないから、水中ブルドーザ単独で作業が可能といえる。

(4) 地ならし作業

地ならし作業は浚渫跡ならしとケーソンや沈埋トンネルなどの構造物設置用の基礎ならしの二つに分けることができる。

ブルドーザといえば、ならし作業のイメージが強いように、この種の作業に対しても水中ブルドーザのメリットが生かせる。特に前者の場合は、浚渫船の欠点がカバーされるから、まさに理想的といえよう(図-6 参照)。後者の場合は比較的精度が要求されるので、潜水夫によって作業が行なわれているため(写真-3 参照)、もっとも機械化が望まれていた作業であるが、海底の凹凸で車体が前後に傾斜するため全面的に潜水夫にとって変わるほどの作業をやれるにはいたっていないが、底開きパーシあるいはグラブなどで投下された置換砂、敷き砂利、玉石、捨石などを水中ブルドーザで荒ならしを行なったのち、本ならしは潜水夫で行なえば潜水夫作業が少なくてすむ。



写真-3 潜水夫により施工されたケーソン設置用基礎ならし

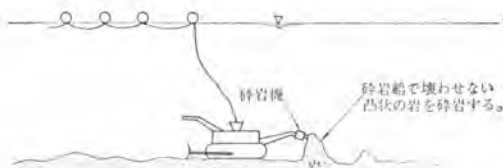


図-5 砕岩機を取付けての砕岩作業

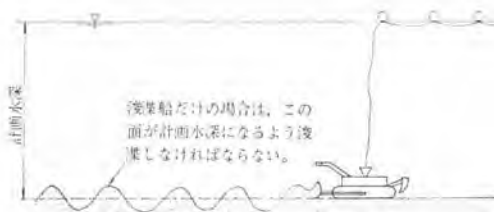


図-6 浚渫船による掘跡の地ならし作業

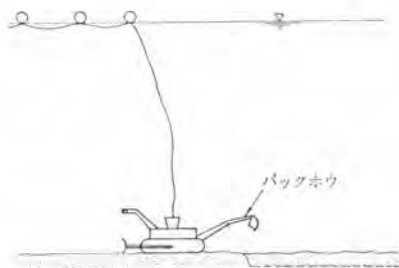


図-7 バックホウによる溝掘削

(5) 溝掘削、埋戻し

ケーブルやパイプラインを海底に布設する場合、船のアンカーや漁船の底引き漁からこれらを守るため海底に埋設する場合が多々ある。この工事はグラブ船などを使用して行なわれてきたが、こういう仕事も水中ブルドーザで行なえば余掘りが少なくてすみ、能率よく行く(図-7 参照)。

5. あとがき

以上、水中ブルドーザの浚渫工事での適応性を簡単に紹介したが、浚渫工事のほかにも、たとえば海底耕うん作業のような漁業への適用、海中作業機の搭載車、重量物のけん引車、水中観察球などを搭載して海中土木工事の地質調査車、工事の監督車としても使用することもできるなど、いろいろな使い方が開けてくると考えられるが、ユーザの要望をどんどん採り入れて海中土木工事における新しい施工機械として育てあげたいと考えている。

空気中と水中における水力掘削特性の比較

岩 田 尚 生*

1. ま え が き

水力掘削に関する研究は、当研究所における水中での水噴流掘削の研究のほかに、空気中での掘削を目的とした公害資源研究所（前資源技術試験所）における水力採炭に関連した研究、鉄道技術研究所におけるトンネルの水力掘削を目的とした研究が行なわれている。このほかに民間企業においても二、三の研究が実施されており、外国の文献も見受けられる。しかしながら、空気中および水中の土砂、土盤、岩盤の水力掘削現象に対して、広範囲に適用できる研究成果は、筆者の知る範囲では未だ見あたらない。

空気中と水中における水力掘削現象の相違は、たとえば水中工事への水力掘削の利用に際して、海底面に空気中の水噴流の状態をつくって掘削するのが得策か、あるいは水中の水噴流によって掘削した方がよいかというような計画上の基本的な問題に関係してくる。筆者は、今後当研究所で開発研究を予定している水噴流による岩盤

浸漬の研究に利用するための予備資料を得る目的で、過去の研究成果をまとめてその特性を表わす実験式を作成し、空気中と水中での水力掘削特性を比較した。

水噴流の現象面における基礎的な問題は、ほとんど解明しつくされていると考えてよいが、土盤や岩盤の破壊過程の問題が不明確なまま残されている。筆者は、これらの一般的な問題に関して本誌昭和 46 年 2 月号の「硬土盤の浸漬について」において簡単に紹介したので省略し、ここでは空気中と水中での水力掘削特性の相違によって生ずる具体的な問題を考察してみる。

2. 水力掘削に関する研究経過の概要

当研究所における水中での水力掘削の研究は、エゼクタ船“飛竜号”の建造に関連して昭和 35 年度から開始した。飛竜号は海底の軟泥層の下にある良質の砂を採取し、建設用資材として供給することを目的とする作業船である。その構造は、水噴流により軟泥層を切崩してエゼクタ装置を貫入させ、砂層に達したならば、水力掘削装置とエゼクタ装置の両方を使用して砂を採取するようになっている。この飛竜号の水力掘削装置の模型実験において、砂、砂利を切崩すときの切崩し深さ l は、ノズル直径を d 、水噴流の噴出速度を V_j とすれば、

$$l \propto (d^2 V_j^2)^{1/3} \dots \dots \dots (1)$$

の関係となり、時間当りの掘削土量はその噴流のもつ運動量から計算できることがわかった。

次に上記と同様の手法により粘土についてノズルを土面と平行に移動させてすかし溝を掘削する実験を行ない、掘削土量が噴流のもつ運動量に関係することを確かめた。

昭和 39 年度からは水力掘削を海底の



写真-1 飛竜号の水力掘削装置

* 運輸省港湾技術研究所水中施工機械主任研究官

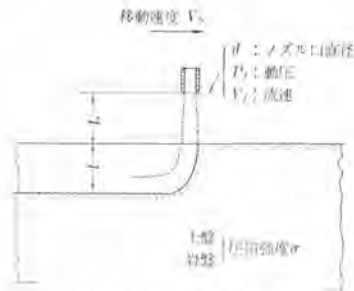


図-1 すかし溝の掘削

硬土盤や軟岩盤に適用するための研究を開始した。研究の第1段階として圧力 40 kg/cm²、流量 0.69 m³/min のポンプを用いて水噴流の基本的構造の問題、モルタルの破壊過程の問題を調べ、理論的な面から考察している。さらに同じ実験装置を用いて図-1に示すようなすかし溝を掘る実験を行ない、すかし溝の深さ *l* (cm) が次の実験式によって表わされることを見出した(藤井, 守口氏の実験式)。

$$l = (11.8 - 3.1 V_s - 0.39 L) (2 P_j / \sigma - 0.7) d^{0.7} \dots\dots\dots (2)$$

ここに、*V_s* = ノズルの移動速度 (cm/sec)
L = ノズル口からモルタル表面までの距離 (cm)
P_j = ノズル口における噴流の動圧 (kg/cm²)
 σ = モルタルの圧縮強度 (kg/cm²)
d = ノズル口直径 (cm)

であり、この実験式は 24.5 ≤ σ ≤ 76.5 (kg/cm²)、20 ≤ *P_j* ≤ 47 (kg/cm²)、0.25 ≤ *V_s* ≤ 3 (cm/sec)、0.6 ≤ *d* ≤ 2.0 (cm)、1 ≤ *L* ≤ 15 (cm) の範囲に適用できる。

一方、空気中における水力掘削の研究として、公害資源研究所の山門、横田氏は、ノズル口における動圧 *P_j* が 200~700 気圧の水噴流によってモルタルや岩石にすかし溝を掘る際の掘削深さ *l* に対し、次の実験式を得た。

$$l = \frac{K d^m}{L^m} \left(\frac{1}{V_s} \right)^n \left(\frac{P_j - P_e}{P_e} \right)^\beta \dots\dots\dots (3)$$

ここに、*P_e* = 必要破壊圧力 (kg/cm²) で、*l*, *L*, *V_s*, *P_j* はそれぞれ式(2)と同じ単位であり、実験範囲 *d* = 0.154~0.225 cm, *L* = 5~100 cm, *V_s* = 3~30 cm/sec, *P_e* = 100~700 kg/cm² において係数 *K* = 150, 指数 $\alpha = 2$, $m = 0.2$, $n = 0.4$, $\beta = 1$ である。

次に鉄道技術研究所の木下、星野氏は動圧 *P_j* が 5,000 kg/cm² までの水噴流で空気中の岩石類にすかし溝を掘削する実験を行ない、モルタルに対して次の実

験式を得ている。

$$\frac{l}{d} = (\alpha L/d + \beta) (V_j/V_s)^\gamma \{ (P_j - \sigma)/\sigma \}^\delta \dots\dots\dots (4)$$

ここに、*l*, *d*, *L*, *V_j*, *V_s*, *P_j*, σ はそれぞれ式(2)、式(3)と同じであり、動圧 *P_j* ≤ 2,000 kg/cm² の範囲で試料内弾性波伝播速度 *C_j* = 1,800 m/sec, $\sigma = 300$ kg/cm² のモルタルに対して、係数 $\alpha = -0.00283$, $\beta = 0.521$, 指数 $\gamma = 0.564$, $\delta = 0.177$ の結果を得ている。

上記の実験式(2)、式(3)、式(4)はそれぞれ実験範囲に対してのみ適用できるとされているので、同じ条件を考えて比較することはできないのであるが、いま互いに相互の実験範囲まで拡大適用できるものと仮定して計算を行なってみよう。このような比較は、われわれが今後に予定している超高圧の水噴流による岩盤浸漬の実用研究において、その効果を予測するうえで必要なものである。

計算結果の例を図-2と図-3に示す。図から掘削深さ *l* の計算値がともに空気中の現象である式(3)と式(4)の結果に何倍もの差があることがわかる。また当然予測されたことであるが、空気中と水中の掘削効果に大きな差が認められる。しかしながら、ここで注目すべきことは、空気中と水中の掘削現象について、筆者が過去に実施した二、三の断片的な比較実験結果(たとえば、本誌昭和46年2月号44ページの写真-1)における相違よりも上記の計算結果がはるかに大きいことである。また上記の計算結果は、ノズル口から盤面までの距離 *L* が小さい範囲で過大な値になる。結局それぞれの実験式は限られた狭い範囲だけにしか適用できないものであることがわかる。

今後の実用研究を進めるに際し、水力掘削における現象をもう少し広い範囲を考えて把握しておく必要があるため、過去の実験記録を再検討し、以下に述べる方法で解析を試みた。

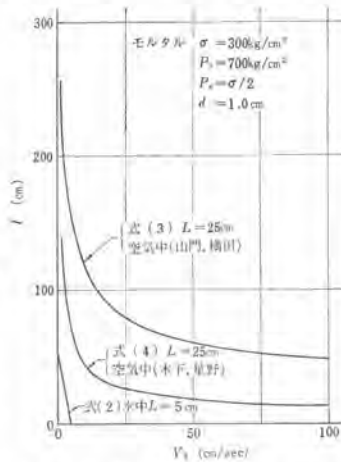


図-2 各実験式による計算値の比較

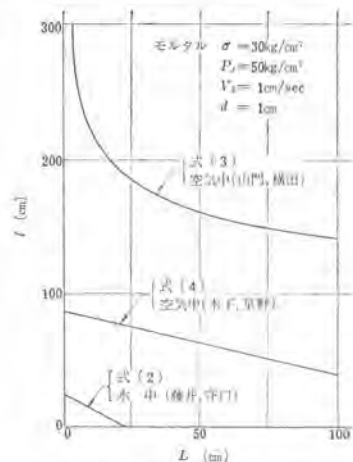


図-3 各実験式による計算値の比較

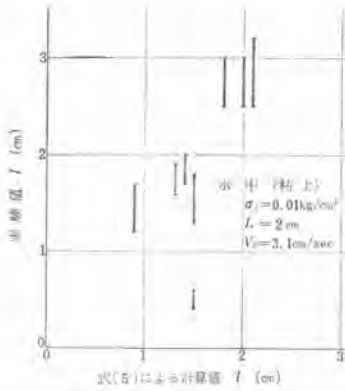


図-4 粘土の掘削深さ l の計算値と実験値の比較

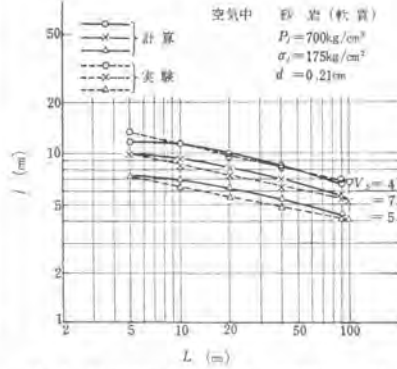


図-5 砂岩に対する計算値と実験値の比較 (実験値は山門, 横田氏による)

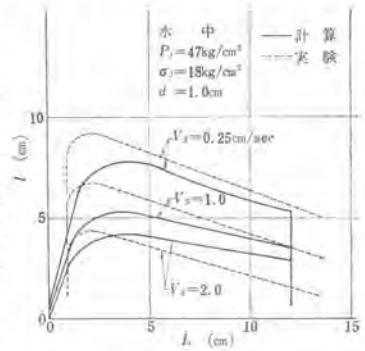


図-6 モルタル掘削の計算値と実験値の比較 (実験値は藤井, 守口氏による)

3. 広範囲に適用できる水力掘削特性を表わす実験式

それぞれ異なる実験条件下で実施された多数の記録を解析するに際し、式(1)における $(dV_j)^{2/3}$ の値を基本にし、これに他の影響要素ごとに幾つかの形の関係式を用意し、順次確かめながら付加していく方法をとった。このような一連の作業によって最終的に得られた実験式は次のような形になった。

$$l = K_1 \left[\frac{(P_j - \sigma_j)}{P_j} - \frac{1}{(K_2 + K_3 L/d)} \right]^\alpha \times \left[\frac{d^2 V_j^2}{(1 + K_4 V_s/V_j)(1 + K_5 L/d)^\alpha g} \right]^{1/3} \dots (5)$$

ここに、 l = 掘削深さ (m)

- P_j = ノズル口での噴流の動圧 (kg/cm²)
- σ_j = 水力破壊強度 (kg/cm²)
- L = ノズルから盤面までの距離 (m)
- d = ノズル口直径 (m)
- V_j = ノズル口での噴流の流速 (m/sec)
- V_s = ノズルの横移動速度 (m/sec)
- g = 重力の加速度 (m/sec²)

$K_1 \sim K_5$ および α は表-1 に示す定数である。

式(5)において、水力破壊強度 σ_j は式(3)の必要破壊圧力 P_c に相当するが、それぞれの式の形が異なるために、ややその性格が違って来る。 $(P_j - \sigma_j)/P_j$ の項は式(2)~式(4)がいずれも $(P_j - \sigma)/\sigma$ と類似な形をとっているのに対して分母が異なり、これはノズル口と盤面間の距離が近い場合の破壊効果の低下を表わす $1/(K_2 + K_3 L/d)$ の項との関連から上記の形になった。次の $1/(1 + K_4 V_s/V_j)$ の項は、ノズルの横移動速度の増加による掘削深さの減衰を表わし、 V_s/V_j の比は盤面の単

表-1 式(5)における定数

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	α
空気中	7.5	2.0	0.3	10^5	1.0	1.0
水中	15.0	2.0	1.0	10^5	1.0	3.0

位箇所へののくらの長さの水流が作用するかを示し、洗掘あるいは乱流削摩現象と結びつけて考えると、やすりや砥石で削る際の削り長さに相当するとみることが出来る。次の $1/(1 + K_5 L/d)^\alpha$ の項はノズル口と盤面間の距離が大きくなるにしたがって掘削深さが減少することを示している。

各文献の実験値と式(5)による計算値を比較した例を図-4 から 図-6 に示す。モルタルや岩石の水力破壊強度 σ_j は、各文献の実験記録から推定したが、実用面では採取試料に対して上記実験式を満足させる破壊試験を行なうか、または圧縮強度 σ や水力採炭などに見られるプロトジャコフ係数 ϕ などから求めることになる。土砂の水力破壊強度 σ_j は、軟泥に対して標準貫入試験の N 値の $1/30$ をとっており、その値はペーン試験などから求まるせん断抵抗 τ (kg/cm²) の $1/3$ に相当する。しかしながら、式(5)の実験式は、土砂の粒度の影響を含んだ形になっていないので、砂質土や砂を混入している粘土に対して過小な値になる。

すかし溝を n 回重複掘削するときの盤面からの累計掘削深さ l_n の計算は、はじめのノズルと盤面間の距離 L に順次に各回ごとの掘削深さ l_{ni} を加えて新しい距離 L にするとともに、掘削深さ l_{ni} も順次に加算して累計の掘削深さ l_n を求めていく。この際の各回ごとの掘削深さ l_{ni} と式(5)における掘削深さ l の間には次の関係がある。

$$\left. \begin{aligned} l_{ni} &= l(n+1)/2n \\ l_n &= l_{n1} + l_{n2} + \dots + l_{ni} + \dots \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (6)$$

上記の計算結果の一例を図-7 に示す。

次に式(5)、式(6)の計算において、ノズル口から盤面までの距離 L が増して噴流軸上の中心流圧 P_m が水力掘削強度 σ_j よりも小さくなったときに掘削が行われなくなるとして処理した。これは距離 L を増していくと急に破壊不能になる点が存在するという実際の現象に対し与えたもので、中心流圧 P_m を次式によって求めた。

$$\left. \begin{aligned} \text{空气中 } P_m &= 8.3 d^{0.5} \frac{P_j}{L^{0.4}} \\ \text{水中 } P_m &= P_j \left(\frac{6.5 d}{L} \right)^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

すなわち、式(5)において、 $(d^2 V_j^2)$ の積がどのぐらい大きっても $P_m < \sigma_j$ の状態では掘削できないとしたものである。これは式(5)における $(P_j - \sigma_j)/P_j$ の項の形に問題があると思われるが、現状ではこの点について結論が得られていない。

このように式(5)～式(7)の実験式を用いて軟泥から岩盤までの広範囲な水力掘削現象に対し、掘削深さの近似計算が行なえる。これを実験値と比較すると実験条件の相違により計算値がかなり片寄った値を示すこともあるが、全体的にみて満足な結果が得られていると思う。

4. 岩盤浚渫への実用化についての予測

水噴流による水中の土砂掘削はすでに各方面で利用されており、問題は少ないが、岩盤掘削への適用に際しては施工機械装置全体の構成も考慮してあらゆる角度から検討しておく必要がある。過去の研究成果から推定すると、岩石類に対して水噴流による全面掘削を行なう方法は得策でなく、水噴流ですかし溝をつくり、別の機械的な方法によってノズルの移動に追従破壊し、除去する方法がよいと考えられる。そこで水中における水力掘削と機械的な破壊方法の組み合わせの問題について二、三考察してみよう。

図-8は式(5)により空气中と水中における移動速度 V_s と掘削深さ l の関係性を比較した例である。いま掘削断面積 $l \times V_s$ の値がそのまま実作業における掘削能率に連なると考えれば移動速度 V_s が速いほど能率がよい。このようなことから、鉄道技術研究所のトンネル掘削に関連した研究では、移動速度 V_s の速い範囲での掘削特

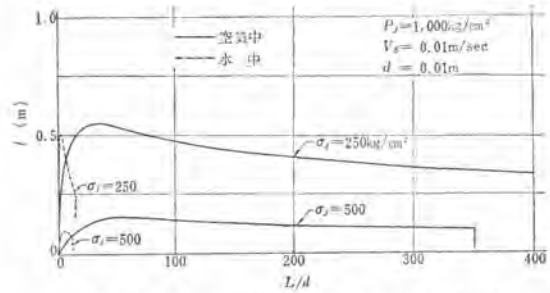


図-9 L/d と l の関係 (実験式 (5) による計算値)

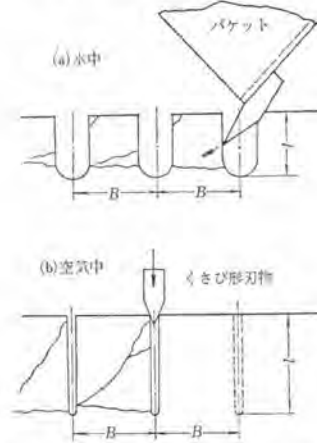


図-10 すかし溝の形状と破壊方法

性について検討されているようである。水中においては、その作業条件を考えると陸上と同じようにはいかず、自動化された装置全体の構成に影響されるので、移動速度はあまり大きくとれないと思われる。

図-9はノズル口から盤面までの距離 L とノズル口直径 d の比 L/d に対する掘削深さ l の関係を示した一例である。図から空气中と水中では、最大の掘削深さ l が得られる L/d の範囲が異なり、空气中で $L/d=20\sim50$ 、水中で $L/d=2\sim5$ の範囲において掘削深さ l が大きい。したがって、実用面で空气中と水中の掘削能力を比較するような場合には上記の比 L/d の範囲が最適となる状態について検討することが必要である。

また岩盤浚渫への実用化に際し、水中で空气中の水噴流の状態をつくって掘削するか、あるいは水中の水噴流で掘削するかの判断は、得られる掘削深さ l の値以外の他の要素によって決定されることになると思われる。たとえば、図-10のよう



図-7 n 回重複掘削するときの掘削深さ l_n (実験値は山門, 横田氏による)

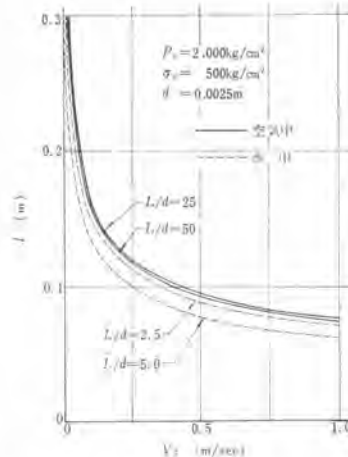


図-8 V_s と l の関係 (実験式 (5) による計算値)

なすかし溝の形状を考えると、水中の水噴流による掘削跡は掘削深さに対して溝幅が広いので、バケツでつかみ取ったり、横方向からの作用力で破壊する方法がよく、空気中の水噴流による掘削跡は溝幅が狭いからくさび形刃物を押付けて破壊する方法がよいと思われる。

水噴流による掘削跡処理の問題に関して、筆者は図-11に示すような破壊方法による効果の相違について、モルタルや岩石で模型を作り、調べている。その破壊過程などは写真-2に示す光弾性試験や有限要素法により簡単に確かめることのできる問題であろう。掘削跡を確実に処理できるようにするためにはくさび形刃物の作用により最初の破壊が行なわれてから、さらに刃物を押し込んでいく必要があった。

図-12は以上に述べた考え方に基づいて海底岩盤の水力掘削を行なう場合の時間当たり浚渫土量 $q(m^3/hr)$ を予測したものである。もちろん、できるだけ能率がよい状態での水力掘削を考えている。実用化された場合にははたしてどのような結果になるか、すべて今後の課題として残されている。

5. あとがき

以上、水力掘削に関する研究の経過とそれらの研究成

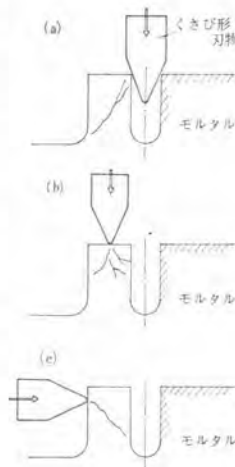


図-11 くさび形刃物の押付け方法

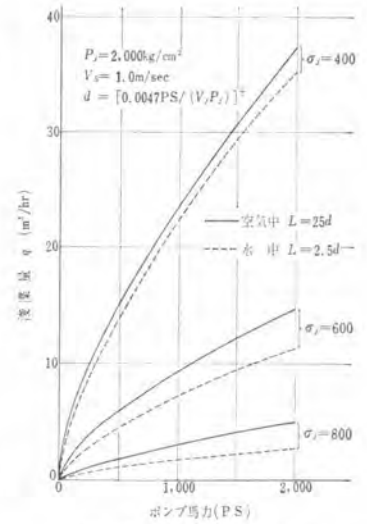


図-12 浚渫能率の予測

果から得た筆者の実験式を紹介し、今後の岩盤浚渫の研究を効果的に進めるための予測を行なった。ここに述べた内容は決して完全なものではないが、なんらかの面で参考になればと考え、報告した次第である。

なお、本文は昭和46年度港湾技術研究所講演会の「岩盤浚渫に関する研究について」を参考にしてまとめたものである。

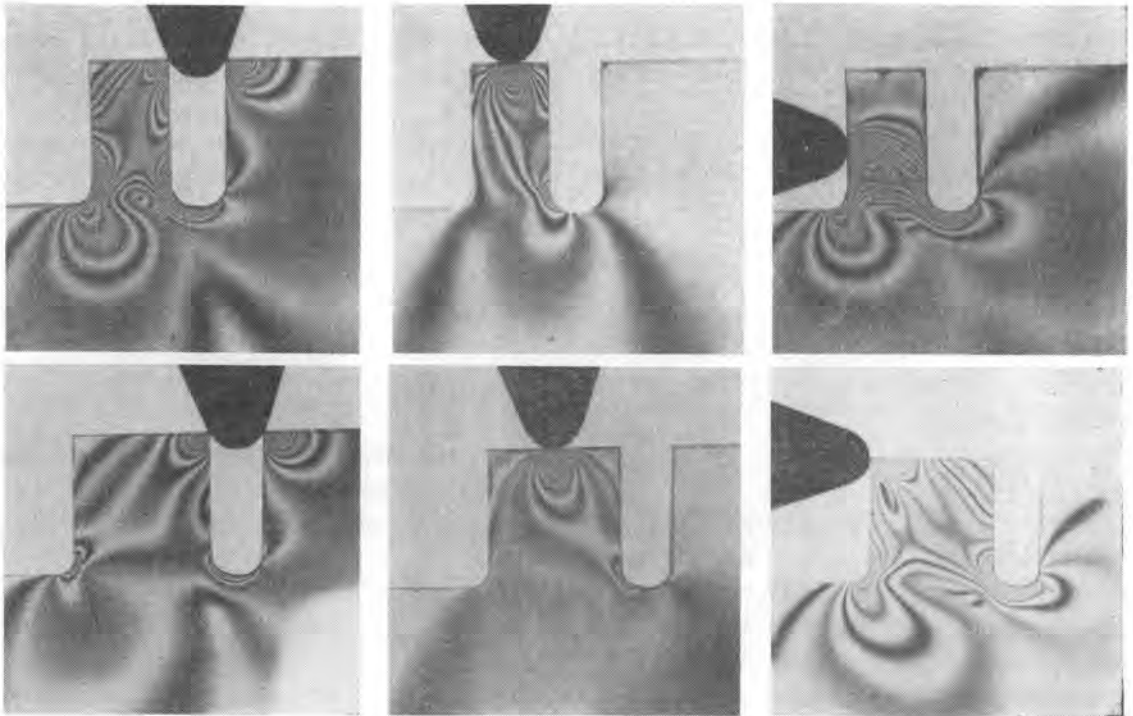


写真-2 光弾性による水力掘削跡の処理方法の実験

海図作成システムについて

清水 良次*
上田 慶之助**

1. まえがき

海洋開発の活発化に伴って海上、海中での作業が増加している。特に沿岸付近の海中構造物や港湾建設等の計画には精度のよい、能率のよい海図作成が要求されている。すなわち、精度のよい位置と水深の測定が重要となり、さらに海図を画く作業を短期間に能率よく処理する必要がある。

現在、水深の測定にはほとんどの場合音響測深機が使用されており、位置は光学式測量方法や電波式測量方法で測量されている。また、超音波式位置測量方法も開発されてきた。しかし、水深と位置の測定を個別に行なっているのは同時性、精度の点に問題が生じ、多くの時間と人手が必要となる。

そこで、このような諸問題を電子的に解決し、省力化し、さらに、海底地形測量の精度を上げ、自動化を行なうことを目的としたシステムを開発する必要が生じてきた。

船上で水深と位置の測定を精度よく行ない、デジタル値に変換したのち、磁気テープまたは紙テープでデータ収集を行ない、小形電子計算機をとり入れたデータ処理装置によって能率よく海図を作成するシステムについて概要を報告する。

2. 水深測定

海の深度を測定するにはほとんどの場合超音波を利用した音響測深機が使用されている。音響測深機は船底につり降ろされた送受波器より発射された超音波が垂直方向に水中を伝播し、水底で反射され、再び船底の送受波器で受波し、送波から受波までの所要時間を電圧破壊式記録器に深度を表わすものである。すなわち、次の式で深度を求めている。

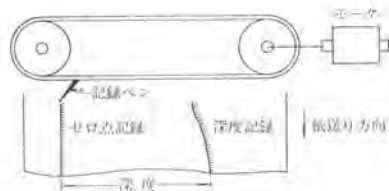


図-1 アナログ記録原理図

$$z = \frac{1}{2} ct \dots\dots\dots(1)$$

c : 水中音速 ($\approx 1,500$ m/sec)

t : 水中音波の往復の伝播時間 (sec)

音響測深機はその使用目的によって各種のものが開発されているが、沿岸測量用としては浅海測深機と掃海測深機である。

浅海測深機は港湾の浅瀬現場などの比較的浅い水深の精密測定を目的としており、測深範囲は 50 m までが対象とされている。使用超音波周波数は通常 10~400 kHz であり、使用状態ならびに精度等により決定される。

浅海測深機は式(1)の時間 t を深度に換算して表示するが、図-1 に示すように、定速度で走行する記録ペンが記録紙のゼロ目盛にきたときに送受波器から超音波パルスを送出し、海底からの反射波が受信されときの記録ペンの位置から深度を記録している。

一方、掃海測深機は浅海測深機が 1 個の送受波器で測量船の真下の 1 点の水深を測定するのに対し、図-2 のように船の進行方向についてのある幅をもって一度に広い範囲を測深するものであって、測

深原理は浅海測深機と同様である。

現在、音響測深機はアナログ記録が主であるが、海図作成を考慮してデジタル化が要求され、図-3 のように送受波器から超音波パルスが送出された瞬間に計数回路をスタートさせ、海底からの反射波を受信



図-2 掃海測深機原理図

* 沖電気工業(株) 芝浦事業所制御技術方式グループ課長

** 沖電気工業(株) 芝浦事業所制御技術方式グループ課

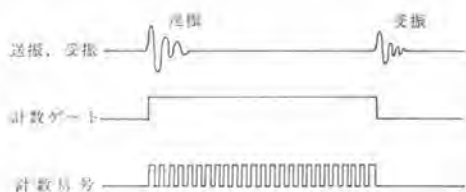


図-3 デジタル化原理説明図

し、計数回路をストップさせてその値を水深に変換してデジタルのデータを得ている。

測量は通常船によって行なわれるため送受波器のきっ水、船の動揺、そして潮位の補正が要求される。これらの補正は記録器から発信信号を受け、送受波器のきっ水の深さに相当する時間だけ遅らせて送波信号を出し、さらに潮位信号を受けてこれに相当する時間を取り、潮位ゼロの記録信号を出し、受波信号を受けて潮位ゼロからの時間を計数してさらに動揺信号との補正演算を行なって真の水深値をデジタルで出力する(図-4 参照)。

3. 位置測定

海図作成システムに利用できる船位測定装置は電波式測量方法と超音波式測量方法で代表される。

電波式測量方法には種々のものが開発されているが、その一例を示すと、陸上の基点2箇所を設置された送信局から発射する周波数で作られたある決まった一対のパターン群(パターンとしては双曲線、円弧のいずれかである)により位置を定めるもので、このラチスを横切って動く船上の受信機は送信局からの電波を受信して連続的に船の現在位置信号が表示されるものである。本装置の測量領域は最高 200 mile であり、最小精度は $\pm 1m$ である。本装置のブロック図を図-5 に示す。

超音波測量方法は海中2基点に基準点トランスポンダを各々1基ずつ固定設置し、船につり降ろされている送受波器と、それぞれの基準点との間の超音波の伝播時間の測定を行ない、船位を検出している。

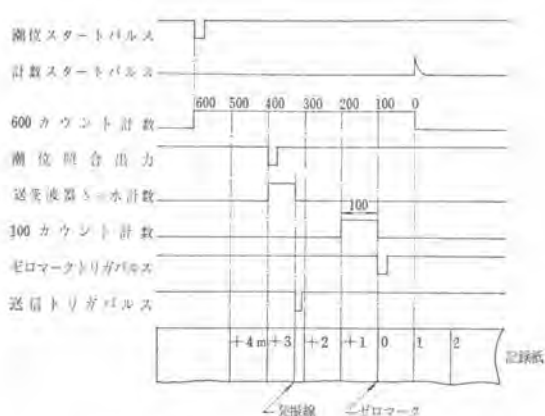


図-4 水深測定の補正原理タイムチャート

距離の測定の原理は、音響測深機と同様であり、ブロック図を図-6 に示す。すなわち、本体の制御回路から2方向の送振回路に同時に指令が発せられて電力増幅されたのち、送受波器 T_A 、 T_B の各々から超音波パルスを水中に伝播させる。伝播されてきた音波は基準点トランスポンダの送受波器 T_a 、 T_b で受波し、増幅、整形されたのち、送振回路を作動させて再び海中に超音波を発射する。船底の T_A 、 T_B でその音波を受波し、増幅、波形整形されたのち計数回路で送波から受波までの時間を計数する。この計数回路に音速修正を付加して計数值そのものが測定距離として表わされる。検出された測定距離信号は異常データを除去し、信頼のおけるデータのみ記録、表示を行なっている。本装置の測量領域は 500 m 以下で、最小精度は $\pm 10 cm$ である。

これらの船位測量装置のうちどれを採用するかは使用条件ならびに経済性により決定されるが、水深測量とは常に同期されている必要があり、同一地点の測量が行なわれなければならない。そのために音響測深機の発信信号に常に同期をとって位置データの検出ができるようにしている。

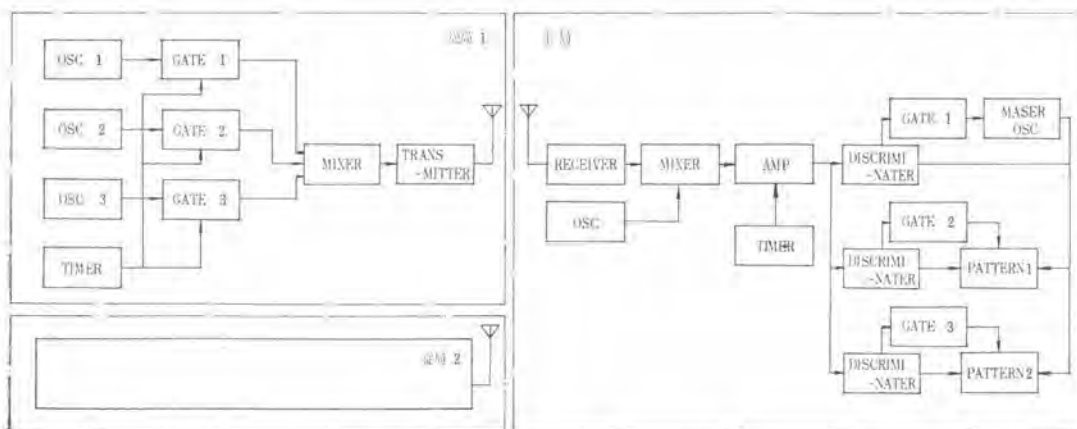


図-5 電波式船位測定装置ブロック図

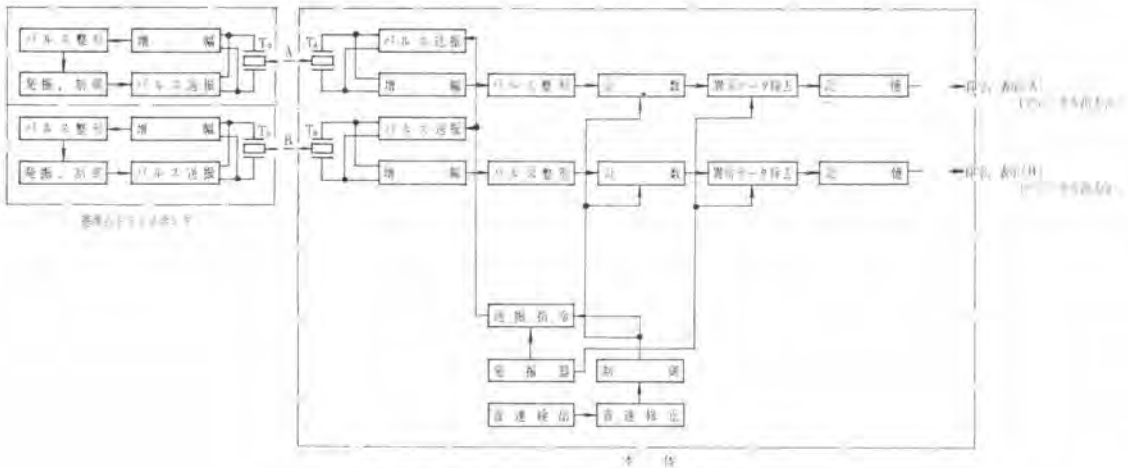


図-6 超音波式船位測定装置ブロック図

4. データ集録

測量船上での水深、位置の測量データをデータ処理する方法としてはオンラインで電子計算機に入力して処理する方法や、一度磁気テープや紙テープに集録させ、陸上の電子計算機で処理する方法、さらに船上データを無線で陸上に伝送する方法等が考えられるが、測量領域の拡大、縮小、後日のデータとの比較、そして船上機器の簡素化等の点から、船上で磁気テープ等に集録させる方法が最適である。

船上に設置されるデータ集録装置は図-7に示すように装置本体と磁気テープレコーダ(またはさん孔機)から構成され、時刻とともに水深、位置、その他必要な項目(動揺、潮位、方位等)データを所定の変換等を行なったのちバッファメモリに記憶させ、全データを整理し

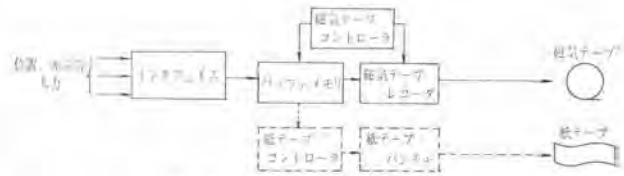


図-7 データ集録装置ブロック図

て磁気テープレコーダ等を制御しながらデータ転送を行ない、集録させている。なお磁気テープを使用するか、紙テープにするかは、環境条件、データ量、データ速度、そして経済性によって決定される。

5. データ処理

磁気テープ等に記憶された測量データは、陸上のデータ処理装置でデータ処理される。すなわち、データテープを電子計算機に書き込ませ、演算処理を行なう。演算処理によって得られた位置と水深のデータは所定のプログラムにしたがってXYプロットに作図される。そのフローチャートとブロック図を図-8、図-9に一例として示す。

図-10において、A、Bを位置測量の定点とし、その間隔 l 、測量地点 $P(x, y)$ と各定点間の距離を a, b とすると、

$$x = (a^2 + b^2 + l^2) / 2l$$

$$y = (a^2 - b^2)^{1/2}$$

から x, y を算出する。さらに斜線で示された測量領域を任意の区画 ($h \times i$ 区画) に分け、1区画に n 個の水深デ

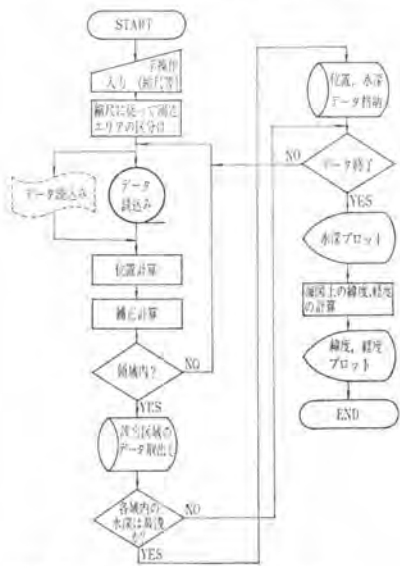


図-8 データ処理フローチャート

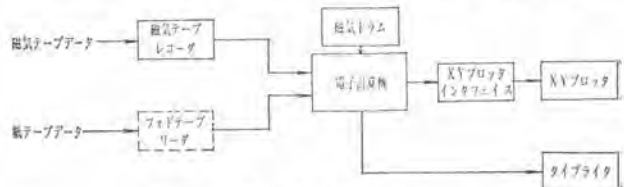


図-9 データ処理部ブロック図

ータがある場合は、その最浅値の
みを x, y に相当する場所のメモ
リに記憶させ、その記憶された水
深のデータを XY プロッタ上の
 x, y に相当する場所に自動的に
記述させ、海図を作成する。また
等深度線の記入も可能である。

6. 海図作成システム の一例

海図作成システムの基本的な例
として浅海測深機と超音波式位置
測定装置を組合わせ、船上で紙テ
ープにデータを収集させ、陸上の
データ処理装置で海図を作成する
DPI システムについて示す。

写真-1 は概観であり、図-11
はブロック図である。

DPI システムは光学測量によ
り測量された2地点に基準点トラ
ンスポンダを各々1基ずつ固定設
置し、船位測量用の2定点として
いる。船に設置されている送受波
器とその基準点との間の音波の伝
播時間の測定を行ない、船位を検
出し、一方、水深測量用送受波器
により深度を検出する。検出され
た信号は DPI 装置本体によりデ
ジタル化し、デジタル記録すると
ともに紙テープにさん孔させ、紙
テープに水深、船位をそれぞれ
4桁、5桁の数字で表わしている。
そのデータテープを電子計算機
によりデータ処理し、XYプロ
ッタにその位置を記録表示してい
るものである。本システムの主要
性能を表-1に示す。

7. あとがき

従来の測量においては、特に測
深と位置測定のタイミングのず
れによる誤差、位置計算上の誤
り、海図上へのプロットに要す
る時間、測深結果の整理に要す



写真-1 DPI システム概観

表-1 DPI システム主要性能

位置測定範囲	50~300 m	作図単位区画	1m×1m を最小単位とし、任 意に変更可能
位置測定幅	基線に垂直線の ±30° 以内	海図の大きさ	A3版(基本) (A2, A1, A0 版に変更し 可)
位置測定精度	10 cm 以内	深度別文字表示	深度別に文字の色分け可能
水深測定範囲	0.5~50 m	給船誘導装置	取付可能
水深測定精度	±1 cm	電源容量	測定点(船) AC 100 V 50/60 Hz 3 A 処理部(計算室) AC 100 V 50/60 Hz 20 A
測定回数	2回/sec (同時測定) (1回/sec, 1回/2sec も可)		
記録回数	1回/sec		
記録方式	印字記録およびさん孔テープ記録		
作図方式	距離 A, B から直角座標 XY を 演算し、その座標に対応する点に その深度を記録		

間等が問題点としてあるが、海図作成システムの採用によりこれらの諸問題を電子的に減少または省力化し、精度の高い測定結果が得られるものと考えられる。すなわち、測深と位置のタイミングのずれによる誤差は、超音波を送振させる同期信号を測深用、位置検出用に使用することにより解決し、他の省力化、能率化の問題は、一連のデータ処理システムの採用により十分解決される。

以上のように海図作成システムが実用段階に入り、今後液深現場等で活躍することを期待する。

終わりに、本システムの開発にあたってご指導、ご助言をいただいた各方々に謝意を表する次第である。

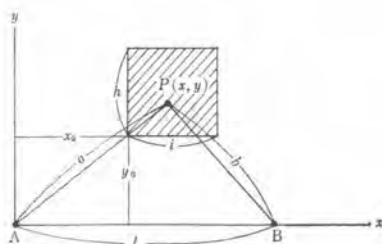


図-10 海図作成説明図

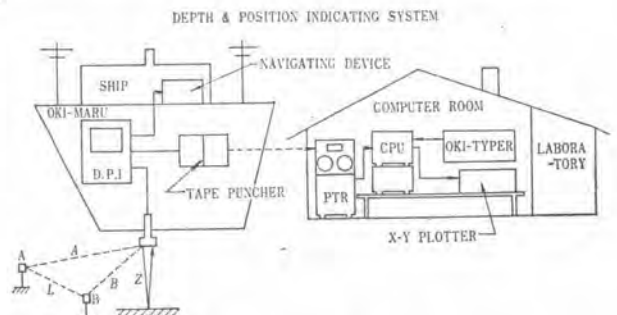


図-11 DPI システムブロック図

うつりかわり

河野正吉



絶体の富強を誇ったアメリカに衰運が兆した。高賃金による国際競争力の低下、黒人問題、失業とテロによる社会不安などが内因で、ベトナム戦争は外因と見られるが、これも煎じつめれば「驕り」という内因に由来する。実に驕るものは久しからずである。それにしても、昔アフリカから奴隷として買入れ、牛馬同様に酷使した黒人の子孫たちにアメリカがこれほど悩まされるとは、因果応報とはいいながら、変われば変わるものである。さて日本もだいたい驕って来たが、これからどう変わるだろうか。

たとえばクエートのような大産油国を考える。労働者の賃金が2倍になっても、原油の輸出価格にはあまり響かぬはずである（先頃の値上げは売手市場の身勝手）。日本は無資源国である。資源といえば人間だけだから、品物の輸出価格イコール賃金ということになる。

日本のA社が外国のB社から2億円の原材料を輸入し、これである品物造って10億円でB社に輸出すべく商談をすすめるとする。B社は原材料を提供し、これを加工させる

と同じだから、付加価格8億円だけを値段と感じ、それが安いと思えば商談は成立する。2億円の原材料には、大は発電用の石油、鉄鉱石、粘結炭から、小は帳簿用紙の原料パルプまで、一切の非国産物資を含むとすれば、8億円は人件費だけで、A社の労働者の賃金や社長の給料はもとより、税金の形で総理大臣の俸給までを含めた多くの人の賃金の集積である。巨視的に外国を一つと見做せば、「輸出価格＝賃金」の論理が成り立つ。

いまのように、毎年十数%も賃金が上がり続けたら、日本の国際競争力の低下は避けられず、しかも低下のテンポは資源国アメリカよりずっと速にちがいない（議論の混乱を避け、通貨調整の問題には触れない）。輸出が減り、外貨が底をつき、資源の輸入が困難になり、日本は貧血状態に陥いる。ここに所得政策の必要があるわけだが、組織労働者の抵抗で、とても実行は覚束ない。大多数の人間には「先の百より今の五十」の心理が潜んでいる。自由経済の国ではいよいよ壁にぶつかるまで世の中の流れは変え得ない。聞く

所によると、所得政策はオランダだけでは成功しているとか。新聞や雑誌でオランダに関する記事に注意しているが、ある人にいわせると、オランダの国民性には手織り木綿の手ざわりを思わせる質実さがあるという。われわれはこの小国（昔の先生）をもっと知りたいものと思う。

さて、迫りつつある日本の窮境を開く途は何か。もとより私にそんな知恵のあろうはずはない。いくつか頭に浮かぶでもないが、そんな判りきったことをとけなされるがおちだから、いわぬが花としよう。

* * *

柄にもなく大きな問題に取り組んで、庇理屈を並べたが、経済の専門家から、なんだ門外漢がと叱られそうだから、ここで機械屋の領分に引き下がることにしよう。私はすでに喜寿を過ぎた書齋人でしかないの、とていもイキのいい話ではできない。自然過去をふりかえるぐらいのものであるが、私は先年「私の機械遍歴」と題して本誌に寄稿し、大分昔を語りつくしたので、今度は戦後に限定して、少し建設機械の変遷に触れてみよう。

建設機械の興隆期のはじめ頃にはパワーショベルとブルドーザが両花形と見られた。前者はフロントの取替えて多数の用途に使えるとして、万能掘削機の名を冠せられた。しかるに、いまや積込機としてはトラクタショベルに座を奪われ、バックホウとしては油圧機にまったく駆逐された。起重機としても、油圧クレーンに追い越されそうで、いまは大型掘削機としてのみ生き続けるように見える。一方、ブルドーザはリッパの装備、トラクタショベルへの転用などでいよいよ隆盛。これらの変遷はすべて油圧機の発達をなせる業で、その影響は恐ろしいほどである。

バケットホイール掘削機はドイツで育ち、日本でも造られ、土量のまま

随想

とまった大土工に賞用されているが、これには思い出話がある。昭和25年頃、大阪のあるメーカーがバンキングマシンなるものを作って農林省に納め、千葉の検見川で使った。バケットホイールで河底を掘り、土をバケットラインで受けて高所に揚げ、コンベヤで岸に落とすものだったが、掘削機からバケットに落とす間に土が水で薄められ、その他種々の欠陥があって、遂にもものにならなかった。ある一つのよいものに凝り固まると、総合的配慮がおろそかになりがちで、私も同じような失敗を何度か経験した。

富山県常願寺川で2m³のタワーエキスカベータが活躍し、川岸に大きな砂利の山を築き、天下の耳目を集めた。その頃、多くの同機が川砂利の採取に用いられ、私も1台設計し、ウィンチにはじめて2重バンドクラッチを用い、その操作の軽快さが自慢で、その後の需要を期待したが、時すでに遅く、河床の低下がやかましくなり、この機械は姿を消したようである。機動性のないのが欠点で、バックホウならモグリの砂利採取もできるが、堂々とタワーを立ててはそんなわけにゆかぬ。

私は戦後5、6年、ドラッグスクレーパーを作って飯を食って来たが、世は機動性一辺倒の時代を迎え、それに川の泥さらえのような不利な条件下でも、手持ちのブルで何とか間に合わすことになり、ドラッグスクレーパーは土木工事からまったく姿を消した。しかし、元来ホワイトカラーの私が数年に亘り全国の山や川を駆け回り、数十台のウィンチのハンドルを握り、労働者としての生き甲斐を体得した経験は終世忘れない思い出である。

作業船に眼を向けよう。ドラッグサクシオンは戦後にはじめて日本で建造され、いま数隻が航路浚渫などに活躍しているが、泥船内の泥の密度

を増すためオーバフローを必要とし、泥の海上投棄と相まって、漁業に被害(少なくとも被害の口実)を与える点で、日本のような集約漁業水域での使用に困難が見えはじめた。海上投棄はやめ、泥は自己のポンプで陸上へ送るということにしてしまえば泥槽の扉が不用になり、すっきりして、却って良くなりそうに思える。ドラッグサクシオンは大陸の河港の浚渫に根強い需要があるから、日本の造船所の体得した技術は必ず生かされるだろう。

昭和26年頃、初めて4m³のグラブ船が建造された。それまでグラブ船といえば補助的な小さなものばかり思われていたので、大変な飛躍と感ぜられたが、いまでは20m³という大型船が生まれた。埋立ポンプ船も、戦前の4倍ぐらいの大きさになったが、ポンプ船はもともと大型化しやすいものだから、さして予想外とも感ぜぬが、グラブ船の大型化は驚異である。かような船はすべて民間の所有で、その存在理由を詳らかにせぬが、大深度に適し、グラブを重くすれば(15m³で63tというものもある)岩盤も掘れるし、装置が集約的で、維持、管理が容易なためかと思われる。なお、航路の邪魔をせぬため錨を用いず、スバッドで歩行する6m³のグラブ船が建造されたのは画期的なことである。

日本の作業船界のヒットはブッシュバージをついに自家薬籠中のものにしたことであろう。欧州では内陸河川での物資の輸送に昔から使われたが、静水域用と思いつまされた。だから、日本でも、はじめ神戸付近の内湾で土砂運搬に使われたが、押船とバージの連結装置に改良が積み重ねられ、いまでは9,000t積みのバージに石灰石を積んで400t、3,300馬力の船で押し、日本海の荒波を乗りきっている。むかし石炭華やかなりし頃、関門海峡では数隻の石炭船

を引船で引き、延長200mぐらいの縦列で行きかい、非常に航路の邪魔をした。そして各船には操舵手を要した。ブッシュバージでは延長は両船の長さだけバージには人手不要である。

最近、「作業船」誌に異色の広告が載った。「日本のヘドロ受けます」という書出しで、イタリアのS.I.R. S.I.で開発した浚渫機PNEUMAの広告である。これはDock & Harbour Authority 1969年1月号に紹介されたが、立型の円筒を水底に置き、ホースで円筒を大気に通ずると、水圧で筒底の吸入弁が開き、泥が筒内に押し込まれる。ついで筒に圧縮空気を送ると吸入弁は閉じ、筒頂の吐出弁が開き、別のホースを経て泥が排出される。3個の筒を束にして順繰りにこの作用を繰り返えし、連続的に泥を排送する。水底状態のままの濃い泥が送られる。グラブだと水底の泥を掻き混ぜ、つり上げ中に泥水をまき散らす。PNEUMAではかような二次公害は起こらぬ。ゴミが弁に挟まる欠点はあるが、大変旨い着想で、南欧人の天才的ひらめきを感じる。これが日本の公害ヘドロの処理にどう影響するか、興味を持って見まもりたい。

(1971.12.4 記)

(技術士・九州大学講師)

扇島埋立工事の計画概要

齋藤 彰*
石 神 公 一**

1. まえがき

最近日本の各企業は国際競争力強化の推進から設備の合理化等により生産性の向上に努力する一方、社会的要

請で公害の低減、環境整備の課題に直面している。当社は京浜工業地帯に存在する製鉄所の老朽化した鉄鋼設備を扇島新埋立地に集約更新し、高能率、無災害の新鋭製鉄所建設の計画を立案し、このほど漁業補償も円満に解決し、埋立免許も認可され、昭和46年11月初旬より埋立工事開始の運びとなった。

埋立は、川崎市と横浜市にまたがる現在の扇島地先海面約515万 m^2 （約156万坪）を約5年間で造成するもので、これに要する土砂7,000万 m^3 は周辺海域より良質砂の取得が困難なため、千葉県富津市浅間山周辺より大容量のベルトコンベヤにより海岸まで搬出し、さらに自航式または押航式土運船により海上輸送を行ない、埋立地に直接投下し、さらにポンプ式浅瀬船により2度吹きを行ない、所定の地盤に造成する計画である。

一方、設備関係の建設工事は昭和49年春より埋立と併行して着手し、同50年秋には第1期工事を完成し、同53年12月末には第2期工事を終了させる計画である。また、埋立地造成後敷地内を幅100mで東西に東京湾環状道路が建設される予定である。以下に埋立工事および土砂搬出計画について記述する（図-1参照）。

2. 埋立工事計画概要

(1) 埋立（図-2参照）

本埋立計画は、現在の扇島前面にすでに埋立権を有する神奈川県企業庁より委託施工を受けた埋立地約86万 m^2 （26万坪）と、さらに前面の当社が埋立権を取得した埋立地約430万 m^2 （130万坪）を昭和46年11月初旬より昭和51年8月末日までの約4年10カ月の歳月をかけて造成するものである。造成地の大きさは東西約3,000m、南北約1,600mで、現在の海底水深は、T.P-1.230m（川崎港工事基準面 K.P±0）より沖



図-1 扇島埋立地位置および航路図

* 日本鋼管（株）京浜製鉄所扇島建設計画室課長

** 日本鋼管（株）京浜製鉄所扇島建設計画室係長

に向かい、最深部は T.P-16.23 m (K.P-15 m) と深く、造成地盤高は T.P+3.27 m (K.P+4.5 m) で、埋立層厚は 15~20 m に及ぶ。埋立地付近の土質は現海面から 15~30 m ほどは沖積層の軟弱シルト、粘土層で $N=0\sim2$ と小さい。その下部に洪積層の砂層が存在し、上部は $N=15\sim30$ の砂質シルトで厚さ 5 m、この下部は均密な砂層となり、 $N=40\sim50$ の支持層となっている。

埋立に要する土砂 7,000 万 m^3 は大形土運船により埋立地内に運ばれ、水深 K.P-3 m 以深の所には船底の開扉により直接投下される。埋立工法はサンドマット方式を採用し、海底の軟弱土のすべり破壊を防止するよう 1 個所に集中堆積することを避け、片側より順次位置をずらして均等に投下し、薄く層状に拡散堆積するよう厳重な施工管理を実施している。水深 K.P-3 m までの直接投下完了後は、4,000 HP 級ポンプ浅瀬船で埋立地内に仮ストックを行なった土砂を再揚土し、所要の地盤まで造成する。最終護岸締切り後は埋立地外に仮ストックを行ない、最終部分を完成する予定である。

(2) 護岸

護岸は埋立地造成後の敷地の利用計画、バース計画、周辺海域等の諸条件により形式が決定される。造成地の利用計画として埋立地の東側に原料ヤードを配置し、将来 20 万 t 級の大形鉱石船の接岸を可能とする岸壁建設を予定し、西側は製品出荷岸壁として 3 万 t 級の輸出用船舶の接岸が可能な K.P-13 m の水深を有するバース、国内向けに K.P-7.5 m のバース等を配置する。南側は接岸施設はなく、防波用の護岸となっている。

護岸形式は、東側は L 形ブロックの張石護岸で、将来は前面 50 m に岸壁法線を設定して前面水深 K.P-23 m の栈橋形式の岸壁となる。西側は将来岸壁に併用する鋼管矢板式護岸であり、南側は K.P-2 m までのマウンド上にケーソンを据付け、波返し施設を併設する。護岸は基盤部の在来粘性土を床掘し、良質土砂で置換した後、盛土、張石、ケーソン工、矢板打工を施工する。

(3) 付属施設 (専用海底連絡道路および連絡橋りょう)

現在の日本鋼管敷地より新埋立地への連絡方法は、前面 700 m の京浜運河の対岸に新たに造成される東扇島ふ頭埋立地 (川崎市計画中) へは海底トンネルにより横断し、扇島新埋立地の一部を経てさらに 70 m の水路に架橋し、扇島新埋立地に至る。連絡道路の延長は 1,450 m で、そのうち運河横断区間約 700 m は沈埋トンネル方式を採用し、前後の取付道路は約 4.75% の縦断こう配とする。トンネルの断面は中央部に幅員 5 m の共同溝を設け、両側にそれぞれ有効幅員 6 m の車道 (計 4 車線) を設定し、時間当たり 800~1,000 台程度の交通量をさばく。連絡橋は主スパン 70 m の 3 径間連続鋼床版箱げた構造で、けた下空間は 15 m であり、小形船の通行を可能とし、また取付道路を含めた全延長は 753 m で、道路の有効幅員は 15 m であり、縦断こう配は 4.75% である。

3. 土砂搬出設備計画

(1) 概要

扇島埋立に使用する土砂は千葉県富津市の大佐和地区および天羽地区の一部で、富津岬より上総湊に至る海岸線より約 2 km 入った国道 127 号線に沿う浅間山以南の一带から採取される山砂を用いる。この付近一帯は雑木に覆われた標高 60 m から 200 m までの山林で、採土対象面積は 220 万 m^2 であり、この地区を A、B の 2 工区に分け、各々独立した搬出計画をたてた。

埋立に必要な山砂は約 7,000 万 m^3 であるが、跡地利用計画上から両工区合わせて 1 億 2,000 万 m^3 の採土量が予定されている。埋立工事における月間の計画必要土量は 200 万 m^3 で、これに合わせた搬出能力の設備を設置した。すなわち騒音、振動、交通等の公害、災害防止の見地から運搬は高架式ベルトコンベヤ方式を採用し、これに見合う大形重機械による採土を行なう。コンベヤ延長は A 系統 3.6 km、B 系統 3.5 km で、途中

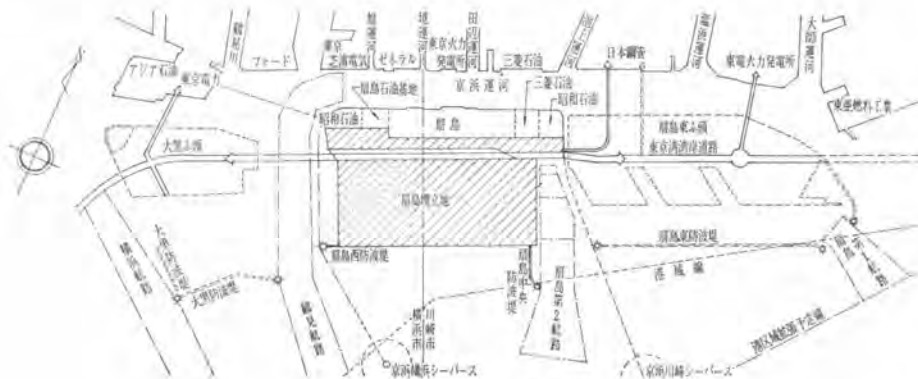


図-2 扇島埋立計画平面図

国道127号線ぎわに設置して、これより受入れコンベヤを山中に伸ばし、その先端に投入口を設け、手前より順次奥へ進み、シフトブルコンベヤを伸ばし、モータスクレーパが最も効率よく稼働できる配置とした。投入口は、A工区ではホップ式投入設備(トラップローダ)と移動式集土コンベヤを設け、B工区では走行式投入口を採用している。モータスクレーパの切削作業は機械の下り方向分力が切削の助けとなるように下り3~10%こう配で行なうよう計画した。CAT 657はプッシュブル、アタッチメントを装備し、他のトラクタ等の補助機械を使用せずに2台のモータスクレーパの連結による積込作業を行なう。また回転半径は非常に小さく、運行路線は比較的自由に選ぶことができるが、その高速性能を活かすために路線はできるだけ直線で半径の大きい線形を選び、作業能率をあげるよう計画している。

(c) 投入口

モータスクレーパで切削運搬された山砂は、トラップローダまたは投入口を通して集土コンベヤに乗り移る。A系統においては、モータスクレーパはトラップローダの上で停止して山砂を放出する(図-5参照)。山砂はグリズリ、ホップ、フィーダを径て集土コンベヤに乗り移り、ストックパイルに運搬される。B系統ではモータスクレーパは投入口上を10~15 km/hrで走行しながら山砂を放出する走行式投入口方式を採用している。投入口は図-6に示すような断面で、投入口開口部の長さは約50mである。山砂は走行けたをスクリーンとして大形の異物は取除かれ、さらにコンベヤ直上の第2のスクリーンによって落下エネルギーが弱められてコンベヤに乗る。この両投入口の機能上の相違を表-4に示す。なお、集土コンベヤに乗り移った山砂はトリップを径てストックパイルに放出される(表-5参照)。

(3) ベルトコンベヤ

(a) ストックパイル

集土コンベヤと搬出コンベヤの稼働条件の異なること、すなわち、雨天、強風等で集土作業、海上運搬のいずれかが作業を中止しても円滑な運営が行なえるように山砂の受入れと搬出を調節するストックパイルを設置した。その容量はA系統が40,000 m³、B系統が20,000 m³である。A系統においてはその構造を定めるにあた

表-4 投入口の相違点

	A 工 区	B 工 区
土工上の相違	①モータスクレーパ停止落下、補助機を使用して投下 ②造成地盤のカット段階に合わせてグリズリホップの順次下降が可能	①モータスクレーパ走行によりエッジで均等に投下
機械的な相違	①鋼製ボック振動させて落下 ②トラップローダで均一にコンベヤに転荷	①エア噴出装置の採用 ②固定定規による均一転荷 ③コンベヤ過荷重の際の警報、停止装置の装備

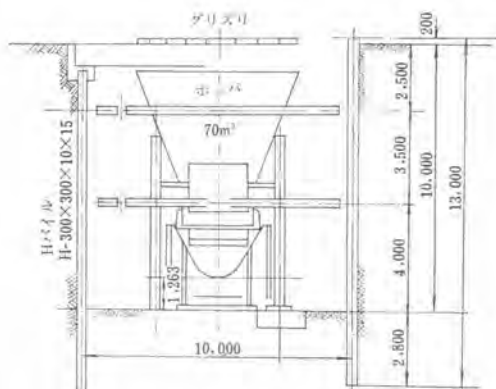


図-5 A 系統投入口

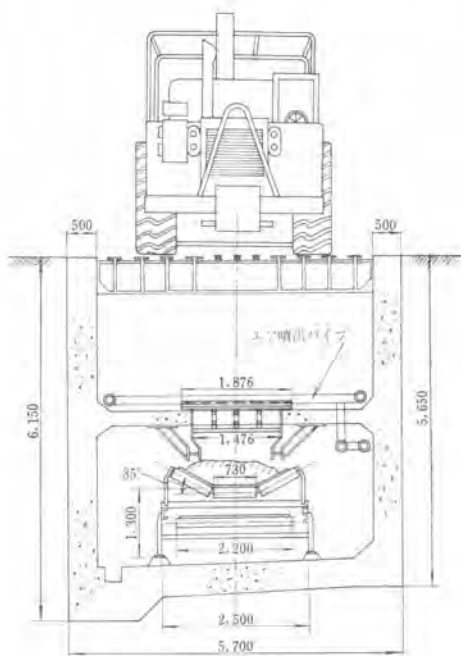


図-6 B 系統投入口

表-5 貯貯トリップ諸元

	A 系統	B 系統
能力	8,000 t/hr 5,400 m ³ /hr	8,000 t/hr 5,400 m ³ /hr
メインベルト	ベルト幅 1,800 mm	2,000 mm
	ベルト速度 310 m/min	250 m/min
走行装置	速度 18 m/min	13.5 m/min
	電動機×台 22 kW×2台	22 kW×2台
シュート	180 m	120 m
シュートおよび切替方法	固定二シュート・ダンパ切替・3.7 kW ブレーキモータ	固定二シュート・ダンパ切替・7.5 kW 油圧シリンダ
集電方法	3.7 kW ケーブルリール方式	スプリング式ケーブルリール方式
走行レール	22 kg/m×c to c 3.2 m	37 kg/m×c to c 3.1 m
電源	400 V	400 V
重量	約 60 t	約 60 t

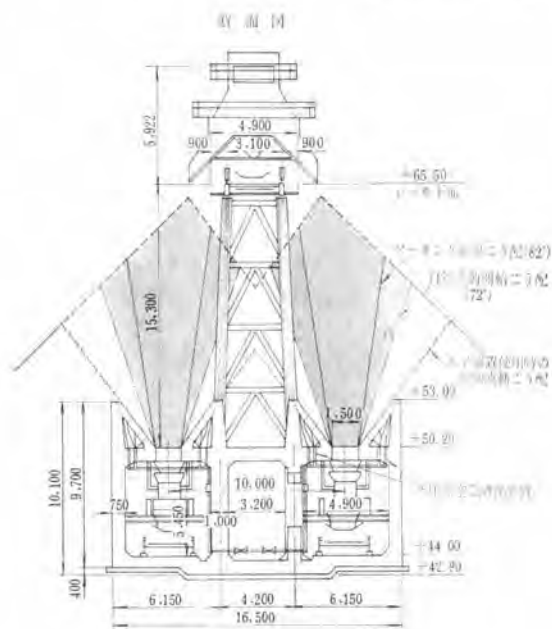
り抜出口の閉塞をできるだけなくし、万一閉塞した場合でもブルドーザにより処置ができるように考慮した。閉塞防止は開口部 (1.8m×2.5m) を大きくし、ストック高さを最大 10m 程度に押えることにより解決した (図一7 参照)。B 系統では、ストックヤードの面積を最小限にし、ストック能力を最大にするため切出しフィーダを2列に配置し、ストック高さも 14m まで可能な構造とした。閉塞防止として圧縮空気を噴出し、砂のアーチング作用をくずす方式を採用している。すなわち、この山砂での模型実験の結果、アーチング限界こう配が 82°, 自然流動こう配が 72° であることがわかり、これをエア噴出することによってくずせば、自然こう配による落下量の 2 倍の効率をあげることが可能である (図一8 参照)。

(b) 切出しフィーダ (図一9 参照)

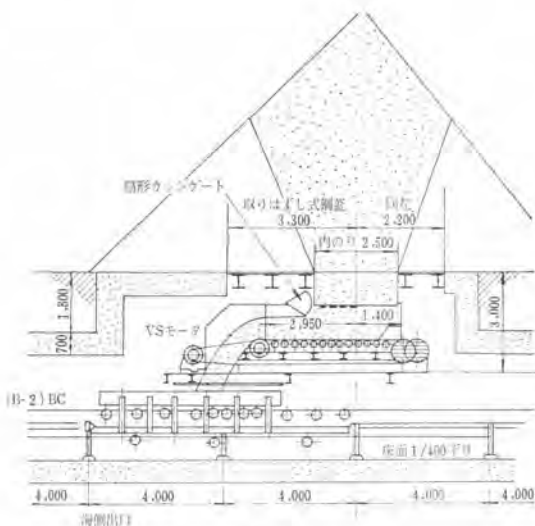
切出しベルトフィーダおよび搬出コンベヤを収納するため A, B 両系統ともボックスカルバートを建造している。A 系統ではこの中に切出しフィーダ 11 台を 1 列にして収納し、全長 200m で、B 系統は切出しフィーダ 20 台を 2 列にして全長 100m である。A 系統ではカルバート奥部に設けられた 4 台のフィーダを直通主機としてうち 3 台で 4,800 m³/hr を切出し、残りの 7 台を補助機として主機の払出し量がプリセット値に対して不足する量を自動的にコントロールし、所定量を確保する方式を採用している。B 系統では 2 本の搬出コンベヤ上に各 10 台、合計 20 台のフィーダが設置され、1 台当りの能力はそれぞれ 1,600 t/hr であり、中央制御室でストック量を勘案しながら任意に選択された 5 台のフィーダを運転することにより搬出コンベヤに 8,000 t/hr の土砂を送出す方式である。なお、フィーダの中には各列に 1 個ずつ可変容量フィーダが設置されており、搬出量の微調整を行なう。

(c) 搬出コンベヤ (図一10, 表一6 参照)

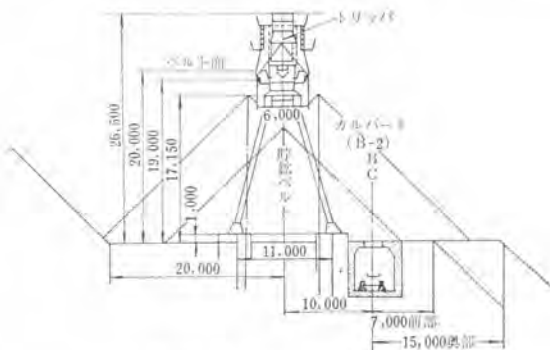
搬出コンベヤは大容量搬出の主旨から広幅、高速度のベルト設計を行なった結果、スピードは運搬土砂の飛散の限界とみられる 250~300 m/min と仮定し、搬出能力



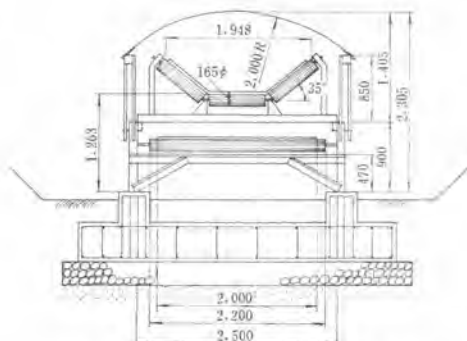
図一8 B 系統ストックパイル



図一9 A 系統ベルトフィーダ



図一7 A 系統ストックパイル



図一10 B 系統ベルトコンベヤ断面

表-6 ベルトコンベヤ諸元

(1) A 系統

機種	項目	ベルト幅 (mm)	ベルト速度 (m/min)	諸 元		容 量		電 動 機 (kW×台)	緊 張 装 置	使用ベルト	駆動位置
				水 平 長 (m)	揚 程 (m)	(m ³ /hr)	(t/hr)				
	(B-0) BC	1,800	300	1,215	15	4,800	8,160	350×4	パワー	ST 1200	テール
	(B-1) BC	1,800	300	1,764	-66	4,800	8,160	350×3	パワー	ST 1200	テール
	(B-2) BC	1,800	300	223	0	4,800	8,160	350×1	重 垂	NN 250 K	ヘッド
	ベルト 5 台 フィーダ 6 台	1,800	15~30	4.45	0	1,800	2,700	37 VS×1	ね じ	250 K	
		1,800	3~30	4.35	0	1,200	2,000	30 VS×1	ね じ	250 K	
	(貯給) BC	1,800	310	443	1	6,200	9,300	250×2	重 垂	NN 250 K	ヘッド

(2) B 系統

機種	項目	ベルト幅 (mm)	ベルト速度 (m/min)	諸 元		容 量		電 動 機 (kW×台)	緊 張 装 置	使用ベルト	駆動位置
				水 平 長 (m)	揚 程 (m)	(m ³ /hr)	(t/hr)				
	No. 1 BC	2,000	250	1,423	9	5,400	8,000	350×4	パワー	ST 1250	テール
	No. 2 BC	2,000	250	328	-17	5,400	8,000	350×1	重 垂	NF 120	テール
	No. 3 BC	2,000	250	575	-8	5,400	8,000	300×1	重 垂	ST 510	ヘッド
	No. 4 BC	2,000	250	466	2	5,400	8,000	300×2	重 垂	ST 500	ヘッド
	No. 5 BC	2,000	250	204	13	5,400	8,000	300×2	重 垂	NF 200	ヘッド
	No. 6-1 BC	2,000	250	101	0	5,400	8,000	200×1	重 垂	NF 100	ヘッド
	No. 6-2 BC	2,000	250	100	0	5,400	8,000	200×1	重 垂	NF 100	ヘッド
	ベルト 18 台 フィーダ 2 台	1,600	30	4.8	0	1,000	1,600	30×1	ね じ	NN 200	
		1,600	0~30	4.8	0	0~1,000	0~1,600	37 VS×1	ね じ	NN 200	
	No. 7 BC	2,000	250	145	8	5,400	8,000	200×2	重 垂	NF 150	ヘッド
	No. 8 BC	2,000	250	238	1	5,400	8,000	300×2	重 垂	NF 150	中間

8,000 t/hr が確保できるようベルト幅を決め、全周密閉フレーム構造とした。コンベヤルートは大容量高速の運転に際し、公害防止上の見地からなるべく民家地区を避けた場所を選定したが、土地買収上からも制約があり、A 系統では比較的直線コースが確保でき、長尺コンベヤの特徴を発揮できたが、B 系統では途中トンネル貫通部 3 箇所、屈折点 3 箇所を通るルートになった。一般部のコンベヤは地形に応じ架高を調整して平均こう配を保ったが、海岸部では最大こう配 16° の箇所も生じた。

一方、コンベヤの据付施工の面からみて特筆する所として、国道 127 号線は夜間クローラクレーンによる上架または国鉄房総西線上は 3,000 V の特高線上 3 m を送出し工法により一方から架設を完了した。B 工区の各トンネル延長は 50 m, 100 m, 145 m で地盤が良好のため順調な作業であった。据付に関しては、コンベヤルートの一部を仮道路に使用できたところはクローラクレーンにより容易にできたが、トンネル内を通り、索道によ

表-7 海上棧橋の仕様

		A 工 区	B 工 区
海上コンベヤ	延長	982 m	1,269 m
	径間	30 m	30 m
	脚構造	支柱ブロック (86 t) 31 脚	鋼管基礎 φ 609.6×9.5×2 ~3 本 45 脚上部H形鋼 にて連結
上部構造		トラス構造、ベルトコンベヤと共用	
積出し棧橋部	延長	216 m	176 m (接岸可能部分 119 m)
	幅	16 m	14.4 m
	脚	ケーソン 8 脚およびブロック支柱併用	鋼管ぐい構造 (φ 914.4× 12.7) 52 本
上部構造		鋼構造 (鋼けた H=1.5 m)	

り資材の搬入をしなければならない難行場所もあった。

(d) 海上部コンベヤおよび積出し棧橋

海岸線より積出し棧橋に至る 2 系統の海上部コンベヤは海岸で 500 m, 沖合で 900 m 離れて突出している。海上コンベヤ部では 30 m ごとに架台基礎を設置し、コンベヤフレームと共用したトラスげたを架設している。コンベヤフレームは暴風時の波浪に冠水しないよう +7.0 m の高さに設置し、風速 60 m/sec の風圧に耐える設計とした。架台基礎は海岸線に近い砂の堆積した部分では鋼管ぐいを打込んだ基礎としたが、積出し棧橋付近では海底に土丹層が直接露出しているためくい打ち基礎は施工不可能で、A 系統ではコンベヤ基礎は支柱ブロック式、棧橋部はコンクリートケーソンを用い、B 系統では鋼ぐいの埋込工法を用いた (図-11 参照)。海上部の仕様を表-7 に示す。

(e) シップローダ

棧橋先端には山砂積込用シップローダが設置され、棧橋の両側に接岸した大形土運船に 1 時間当たり約 8,000 t/hr の能力で山砂を積込む。このシップローダは棧橋平行方向に前方から 150° の間を旋回可能なブームコンベヤを両翼に持ち、ベルト上りこう配 7°、長さ 70 m で積込みを能率よく行なうことができる。船積みに必要な操作はこのローダの運転室で行ない、連続 4 船の積込量、ベルト運搬量および各船間の切出し停止時間をプリセットすることによりベルトを連続運転しながらフィーダを自動的に増減速停止させることができる。また、運転員は船積み状況に応じてローダのスピードを変え、安

全かつ迅速に船積み作業を行なうことができる。シップローダの諸元を表-8に示す(図-11参照)。

(f) 秤量機

両系統に設置されたベッケルス秤量機は搬出コンベヤ上の山砂の通過重量を連続的に計量し、累積通過量および時刻が自動的に記録され、その結果が中央制御室に表示刻印される。この秤量機の機構は単位長さのベルト上の土の重量がベルトのたわみとスピードを測定することにより電気的に加積され、自動的に計量される仕組みである。なお、稼働途上において操作盤上のツマミにより微調整が可能であり、一定期間を置いてテストチェンを用いて実量測定と照合し、定期調整を実施して精度の確保に努めている。この秤量機は秤量 600 kg で、計量能力は最大 9,900 t/hr、最小 1,600 t/hrである。

(g) 電気設備

この施設に用いる電力は東電内房線 (66 kV) より 2 回線受電し、変電所を A, B 各工区に 1 箇所ずつ設置した。電源設備は表-9に示すとおりである。配電は高压側、低压側ともにケーブル配線を主とし、シップロード等の移動用にはスリッピング付リール巻取り方式を採用している。

(h) 中央制御室

コントロールセンターは山側ストックパイル近くに設置され、内部に変電所制御盤、コンベヤ等全運搬系統の操作盤、計器盤を設置し、すべて遠隔操作による記録管理の集中化を実現し、省力化を行なっている。

4. 海上運搬

(1) 運航計画

千葉県側の積出し棧橋から扇島埋立地に至る 34 km の航路は東京湾に出入りする船舶で混雑する浦賀水道を

表-8 シップローダ諸元

		A 系統	B 系統
能 力	8,000 t/hr	8,000 t/hr	5,400 m ³ /hr
	5,400 m ³ /hr	5,400 m ³ /hr	2,000 mm
メインベロキ	ベルト幅	1,800 mm	250 m/min
	ベルト速度	300 m/min	0~10 m/min (無段変速)
走行装置	速度	0~15 m/min (無段変速)	0~10 m/min (無段変速)
	制御方式	逆並列サイリスタ方式	逆並列サイリスタ方式
	電動機×台	DC 15 kW×4 台	DC 15 kW×4 台
	走行範囲	130 m	90 m
ブームコンベヤ	ベルト幅	2,000 mm	2,200 mm
	ベルト速度	300 m/min	250 m/min
	電動機	75 kW	75 kW
	旋回能力	25 m/min (先端で) ×150°	25 m/min (先端で) ×150°
リ ー チ	旋回電動機	5.5 kW×1 台	5.5 kW×1 台
	コンベヤ本数	左右各 1 本	左右各 1 本
	リ ー チ	15.5 m	16 m
	切替シユート	移動シユート・7.5 kW ブレーキモータ	移動シユート・7.5 kW×1 台・トルクスライサ付
給油装置	手動式集中給油方式	電動式自動給油方式	
	走行レール	50 kg/m×c to c 10 m	50 kg/m×c to c 10 m
重 量	約 320 t	約 340 t	

表-9 電源設備

	A 系統	B 系統
客 量	6,000 kVA 風冷 7,000 kVA	
1 次 電 圧	66-63-70-57 kV	
2 次 電 圧	3,300 V	6,600 V
特高シ断器	空気シ断器 (シ断容量 2,500 MVA)	
高压側シ断器	真空シ断器	油入シ断器
	2,000 kVA 半調子調整用コンデンサ付	

通過するルートにあたり、その過密状態を緩和する目的で 5,000 t 級の大型土運船による大量輸送を計画し、新造船の建造を行なった。この大型土運船は A 系統では従来から実績のあるブッシュヤ式土運船を採用したが、B 系統では東京湾内における風と波、および就航能率を考慮した結果、安全性とスピードに優る自航式土運船を採用することに決定した。

運搬航路は錯綜する湾内での海難事故防止の見地からルートを検討を行なった結果、図-11に示すように往路と復路の距離が 9 km ほど違い、特に復路は久里浜沖まで南下し、入港する船舶の状況を判断して入船路を横断し、安全輸送に万全を期すコースを決定した。土運船は波高 1.5 m 以下、風速 15 m 以下の気象条件で運航するが、積出し棧橋は東京湾の湾口にあって、前面は太平洋に向かって開けているため波の高い日が多く、積込作業に支障をきたすため、棧橋の接岸区域内は波高 0.5 m 以下となるように各系統前面

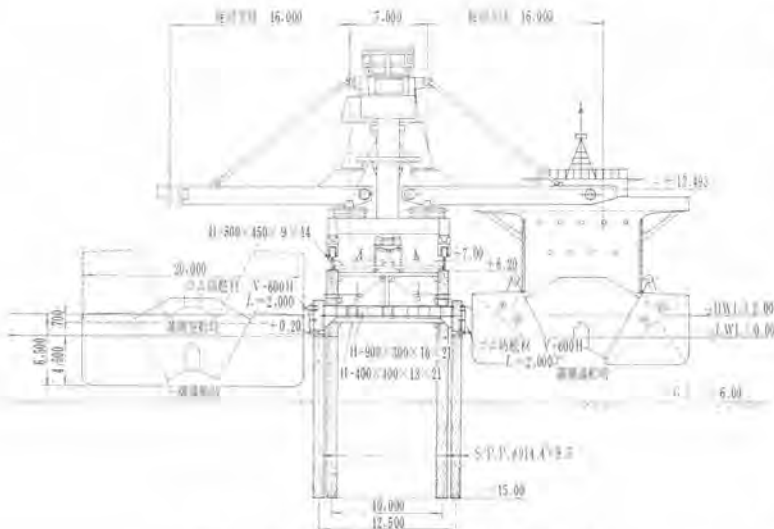


図-11 B 系統積出し棧橋およびシップローダ

表-10 運搬土量

	A 系統	B 系統
1日当り運搬量	5,000 t×9 船団× 2 航海=90,000 t	5,000 t×4 船×2 航海=40,000 t 5,000 t×4船×2.5 航海=50,000 t 90,000 t
	合計 180,000 t≈100,000 m³	
1月当り運搬量	100,000 m³×20 日=2,000,000 m³/月	

備考：1 航海当りの運搬土量は埋立土量に換算した。

にはケーソン防波堤 500 m を各々設置した。土運船は A 系統では 9 船団、B 系統では 8 船が 1 日 2~2.5 往復就航し、稼働日数は年間 240 日と想定した。

その運航サイクルタイムは図-12 に示すとおりであり、海上運搬土量は表-10 のようになる。

(2) 土運船

土運船は計画運搬土量と満船きつ水から積載土量と船形の仕様を定めた。その諸元は表-11 に示すとおりである。A 系統では棧橋の離着岸、埋立投下位置への着船等操船作業上の能率を主として考慮し、B 系統では就航能率を主体に考慮した船形となった。自航式土運船

表-11 土運船の諸元および性能

	A 系統		B 系統	
	ブッジャ	パーシ		
船全長	9 隻	9 隻	8 隻	
幅	26.5 m	87.5~90.0 m	93.3 m	
深さ	8.5 m	19.0 m	20.0 m	
きつ水	空船	3.9 m	5.1 m	6.5 m
	満船	2.8 m	1.0 m	4.5 m
ト	250 GT	5,000 WT	5,000 WT	
積載容量		3,000 m³	3,000 m³	
船機		4~5 ハッチ	5 ハッチ	
速度	2,660 PS		2,200 PS×2	
乗組員	空船	9.0 kt	11.0 kt	
	満船	6.0 kt	9.0 kt	
	15 名		15 名	

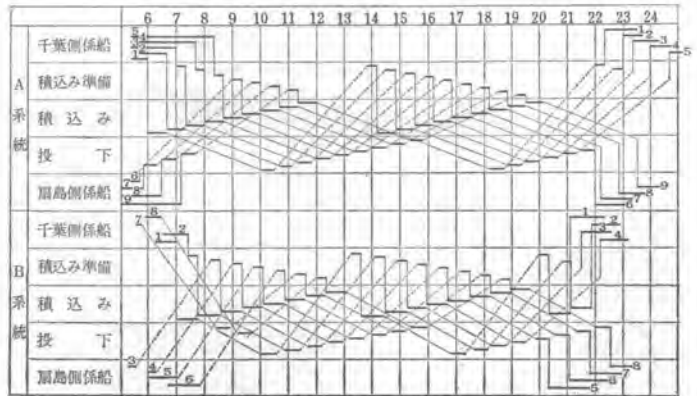


図-12 土運船運航サイクルタイム

は押航式に比べてきつ水が若干大きく、水深の浅い部分の山砂投下は不利なので積載土を二回に分けて投下し、半量投下によってきつ水を小さくしたのち、浅部に進入し、再度投下をすることができる(図-13 参照)。

(3) 運航管理

土砂の搬出作業は集土、陸上運搬、海上運搬が一体となつて行なわれるものであるが、この中でも海上運搬作業は航行中の海象、航路の他の船舶、受入れ側の状態等に左右されやすく、運航計画がくずされる条件が多い。そこで両系統ともに運航管理部門を他の作業部門と独立して設置し、日々の気象、海上交通情報を入手して伝達するとともに、関係各部門と綿密な連絡をとりながら運航管理を行なっている。

5. 防災計画および跡地利用

(1) 防災計画

宅地造成および山砂採取工事に伴い、発生する防災計画には洪水処理、砂塵の飛散防止等があるが、昭和 45 年にこの地方をおそった異常豪雨の例もあるので、洪水処理には特に綿密な検討を行なった。その基本方針として、計画区域から海に至る間の排水処理は、既存河川を

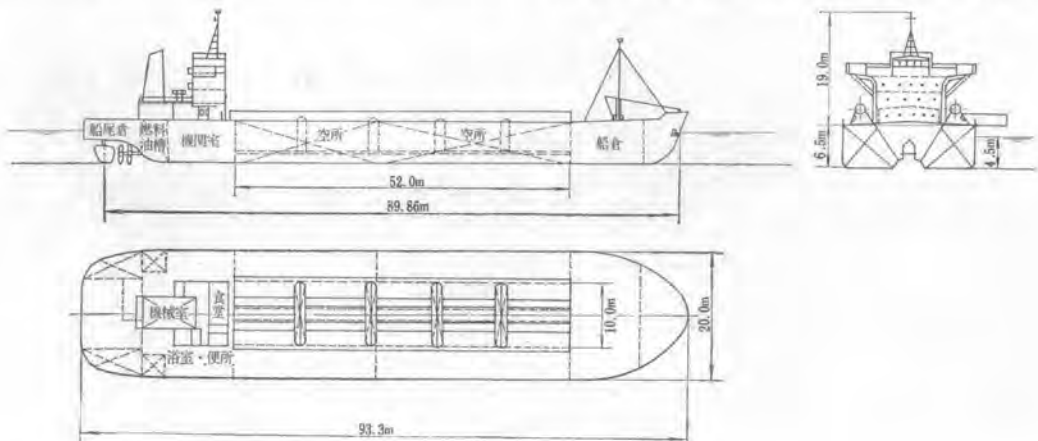
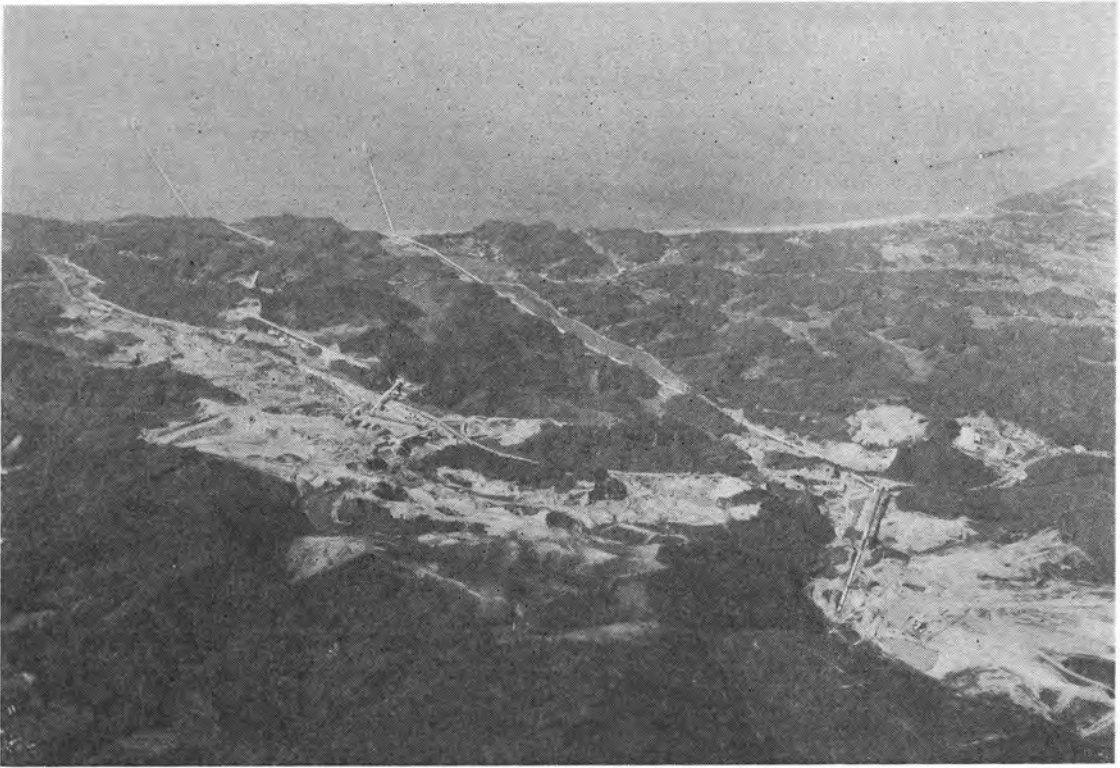
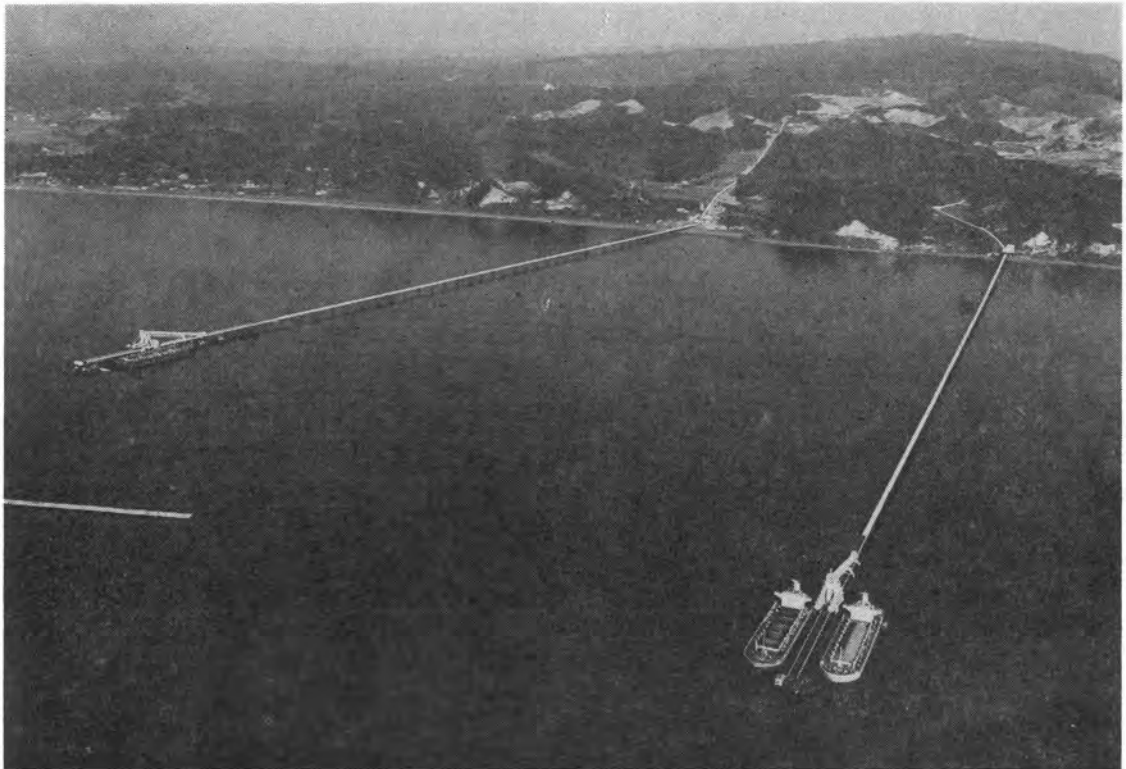


図-13 自航式土運船略図



写真一 山側より見た採土地全景



写真二 海側より見た採土地全景

改修することとし、計画洪水量を安全に流下させる方針とした。降雨強度は館山測候所の30年確率を採用し、A工区の最大洪水量 $Q=36.4 \text{ m}^3/\text{sec}$ (流域面積 $A=1.5 \text{ km}^2$)、B工区では $Q=47.6 \text{ m}^3/\text{sec}$ ($A=2.34 \text{ km}^2$) で比流量は各々 $24.3 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ 、 $20.0 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ である。河川改修の新断面はこの数値により設計した。また、採土工事中は区域内に布団籠等による沈砂池を設け、排水路への砂の流出を防止する。

(2) 跡地利用

土砂採取地は京葉工業地帯への通勤圏内にあり、土砂搬出後の跡地 225 万 m^2 は人口 $23,000$ 人収容のニュータウン建設を予定しており、土砂の有効利用と相まって一石二鳥の計画となっている。

6. あとがき

本来埋立事業は官公庁の計画による場合が大部分であるが、本計画のように一民間会社が過密の工業地帯で造成事業を達成するには幾多の難問題と直面せざるを得ない。しかし、当社は地域住民とともに健康な社会環境を実現するため厳しい環境基準に積極的に取り組み、公害防止対策の早期実現を目指している。昨今、関係各位のご協力により扇島埋立工事を開始することができたが、今後工事途上において無事故で順調に工事竣工が達成されるよう念願している。

最後に、本稿を執筆するにあたり、五洋建設および東亜港湾工業扇島事業所の方々に多大のご協力をいただき感謝する次第である。



写真-3 モータスクレーバの稼働状況



写真-4 トリッパとストックパイル

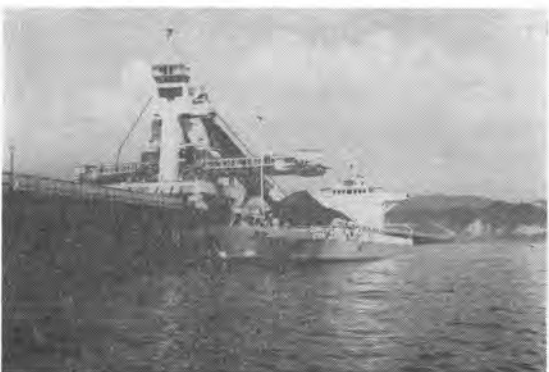


写真-5 シップローダ



写真-6 自航式土運船

鹿島港地下水低下工法による陸上掘削工事

運輸省第二港湾建設局

鹿島港工事事務所

1. 鹿島港の概要

鹿島地区開発は幾多の調査と経緯を経て昭和38年に現在の鹿島港臨海工業地帯造成計画が決定された。以来昭和38年4月鹿島港の重要港湾指定、港湾計画決定、同年7月、工業整備特別地域指定など、国および関係機関等の強力なバックアップを受けて急速に進展し、今日に至った。

計画区域は鹿島、神栖、波崎の3町にまたがり、掘込港湾を中心に約3,300万 m^2 の大規模な臨海工業地帯を造成するもので、さらに周辺に軽工業団地、住宅用地、公園などを配置し、人口30万人の光と緑に恵まれた近代的工業都市を建設しようとするものである。

港湾の現在計画の最終決定は昭和43年11月の港湾審議会において改訂計画を決定したが、その概要は図一1に示すとおりである。すなわち、南防波堤延長3,900m、北防波堤1,050mにより外港部を遮へいし、最大入港船舶を20万DWTとし、南防波堤内側にドルフォ

ン式の係留施設2バースを設けることとし、航路の幅員は540m、水深-21~-23m(-22~-24mに変更予定)で北防波堤の基部に小船だまりを設けた。

一方、内港部は中央航路、南航路、北航路と陸地へ掘込むこととし、水際線をより多く確保するため中央航路、南航路をY字形に配置している。各航路の幅員、水深は図一1のとおりであり、航路面積360万 m^2 を確保することとしている。水際線の大部分は進出企業の専用岸壁にあてられ、南北両航路の最奥地に公共岸壁を配置しているが、岸壁延長約17kmを有し、15,000DWT以上約65バース、70,000DWT以上18バースを有する世界最大級の掘込式人工港湾である。

取扱貨物および入港船舶については、昭和45年度実績は1,276万t、入港船舶は5,304隻に達し、昭和50年度の取扱貨物量は6,500万t、完成時には約1億tと推定される。

2. 工事の概要

工事の施工は、南北防波堤を当初に着手し、引続き中央航路入口部を掘込んだが、浚渫作業や被覆内外港航路に対してその遮へい効果の出た昭和43年6月中央航路入口の開削を行ない、外港部の浚渫を開始した。引続き防波堤工事、航路浚渫工事を併行し、逐次内港奥部へ掘り進んだ。鹿島港の航路浚渫土量は直轄施工分と県施工分を合計すると実に約1億2,000万 m^3 という膨大な量に達する。したがって、施工法の選択の良否および土捨場の決定の良否は工事費と工期に重大な影響を及ぼすので、施工計画の決定は重大な問題である。

全般的にみて、施工的、経済的に可能なものは掘削することとし、他は浚渫工事により掘込む計画であるが、主として内港部の中央、南北航路の砂質地盤はウェルポイント工法により地下水位を



図一1 鹿島港陸上掘削概要

低下させ、 $-6\sim-10\text{m}$ (一部 -12m) までモータスクレーパで掘削、捨土することとした。このウェルポイント工法による陸上掘削工事は昭和 44 年度から開始され、中央航路(奥部)その 1 工事~その 5 工事と、昭和 45 年度においては南航路その 1 工事、北航路その 1, その 2 工事をそれぞれに施工したものである。

本報告はそのうち昭和 45 年度施工の北航路陸上掘削その 1 工事について報告する。

本工事は北航路の土砂を現地盤(平均 $+7.5\text{m}$) から -12m の深さにモータスクレーパおよびダンプトラック方式により掘削運搬するもので、総土量 $2,248,000\text{m}^3$ のうち $1,948,000\text{m}^3$ を日本製鋼用地の仮置場まで片道 1km のストックヤードにモータスクレーパで運搬し、さらに $300,000\text{m}^3$ は片道 2km の居切西部土捨場にダンプ運搬するものである。

掘削周辺地質はボーリング資料によれば、中央航路南側に寄るにしたがってシルト層が厚みを増している傾向であり、航路の北側はほとんど砂層となっている。一方、工事区域より北航路奥地側には砂れき層が多く見られた。

3. 施工計画

(1) 施工方法

施工にあたっては、まず区域内にある抜根、焼却を行ない、次に掘削工に入る。掘削は工区全体を GL から $+4.5\text{m}$ 盤までの 1 段掘削を施工し、続いて 1 段目のウェルポイント設置盤($+2\text{m}$) まで布掘りを幅 20m に行ない、掘削と平行してウェルポイント 1 段目を設置揚水する。2 段目の掘削は $+2.0\text{m}$ 盤までとし、掘削完了とともにすぐ 2 段目のウェルポイント設置盤(-1.5m) までの布掘りに入り、以下、同様な順序で作業を続行し、所定の地盤($-10\sim-12\text{m}$) まで掘進する。

ウェルポイントの設置は 1 段、2 段、3 段、4 段とも掘削に先行した布掘りを行ない、設置揚水して完全にドライの状態掘削を完了させるようにする。詳細は 図-3 のウェルポイント計画図に示すとおりである。

ウェルポイントおよび水中ポンプ排水は掘削箇所全周囲の $+4.5\text{m}$ 地盤にビニール水路を設け、中央航路に放水する。放水口は堤体の土砂が洗掘されないように丸太で井げたを組立て、I.WL. の水面が水たたきになるよう施工し、維持する。

掘削工事においてはモータスクレーパとブッシュャブルドーザの組合わせで掘削、積込み、運搬、捨土を行なうとともに、土捨場における残土処理はブルドーザで所定の高さに整地する。運搬道路は幹線を幅員 60m 、こう配 $5\sim7\%$ とし、路面の不陸整正および砂塵による能率低下、危険防止のためモータグレーダと散水車を常備す



図-2 鹿島港陸上掘削および土捨場施工図

る。居切西部土捨場に運搬する土砂は北航路仮置場から 2 次運搬するが、積込みはトラクタショベル (988)、運搬捨土は 40t ダンプトラックで行ない、土捨場にはブルドーザを配置して所定の高さに整地する。なお、ダンプトラックの運搬路は幅員 10m を確保する。

(2) 仮設計画一般

重機による陸上掘削工事の電気設備の第 1 の目的はウェルポイント機械の駆動である。本工事は GL より -10m の工事であり、したがって、ウェルポイントは 4 段設置で計 118 組のウェルポイントポンプが必要となる。それに表面水の揚水に水中ポンプを最盛期で 150ϕ (11kW) 級が 30 台ぐらい予定された。そのほか昼夜兼行で作業を行なう関係上、照明設備の電気設備が必要である。電源は既設の当局高圧受電所から 6.6kV で現場全周に 5mm の OW 線で張りめぐらせ、要所要所に $90\sim200\text{kVA}$ の仮設変電所を組み、ウェルポイントその他の負荷駆動にあたる。

(3) 工事用道路と土捨場

掘削箇所から北航路土砂仮置場までの運搬道路の幅員(往復)はすべて 60m とし、上りこう配は $5\sim7\%$ とした。土捨場での土砂の処理方法は、最初に土捨場面積境界一杯に中央を縦断し、天端幅 60m で所定の高に盛上げ、それより両側にまき出して行く。北航路土砂仮置場から居切西部土捨場への運搬道路は幅員 10m とし、土砂の処理は土捨場手前より順次ブルドーザで押し、土砂のまき出しにつれてダンプの進入が困難になったときは切込碎石を敷きならし、進入路を造成する。これら運搬路の維持管理には常時グレーダを走行させ、また砂塵防止には散水車を配置する。

(4) 排水計画

ウェルポイント工法により地下水を低下させ、露出地盤をドライワークで直接的に重機掘削を行なうとともに、真空処理によるのり面の安定をはかることを目的と

するものである。計画では揚水量を計算により約 150 t/min と推定し、ヘッタライン 6,700 m、ウェルポイント 6,300 本、ポンプ 116 台とした。ウェルポイント 1 本当たり 10~30 l/min、計 63~189 t/min とし、ウェルポイントポンプ 1 台当たり 2.5 t/min であるが、揚程および排水損失などで 1.5 t/min、計 171 t/min とし、上段より下段に行くにしたがってウェルポイントピッチおよびポンプ台数を多くする。

なお、これまでの施工工事経験よりウェルポイントによる低下水位と掘削の関係は、自然水位と計画低下水位および透水係数に大きく左右されるが、一般的にいえることは、ヘッタレベルより 2.5 m 程度までは 5 日前後と比較的急速に低下するが、以深はかなり緩慢であり、3.0 m の降下水位を見るのに 10 日前後の日数を要するものと思われる。このことは上載荷重になっている土を掘削により取り除いて行くことも一因と思われるが、単純に解釈して、ある程度水位降下が進むとスローカーブになるのは、それだけ影響半径が拡大し、集水量が増大されたために賦存量と排水量の相関性のバランスがくずれるためであるものと推察する。

本地域の地盤構成よりみて、賦存量は無限と考慮され、長時間のポンプアップでも一定以上の排水量は減退せず、透水量を上回る排水量とすることが必要である。したがって、水位降下を急速に、かつ降下量の増大をはかるためにはウェルポイント単位当りの揚水の効果を高めるとともに、掘削深度の増大に対応して設置段数、本

数を増加させるほかに方法はないものと思われる。また真空ポンプの台数の増加時に掘削深度の増大による実用ヘッド内で揚水ポンプに引継ぐ必要がある。

今回ウェルポイントの段数を 4 段に計画したのは、前述のような状況から掘削の進行と降下速度のバランスは 3.0 m 程度が最も適当であると思われ、ウェルポイントの長さは施工条件も考えて 5.5 m (定尺物) とした。

本工事における最も大きな要素として掘削深度と地下水水位低下の時間的關係に重点をおいて計画した。また前述した揚水効果を高めるため真空ポンプを若干増すことは経済的であると判断される。本掘削工事の施工上、特に留意すべきことは、中央航路側よりの潮位による浸透水と深部に行くにしたがって水量が増大すると思われるので、これを現場観測しながら施工を注意深く進める必要がある。

(a) 排水量の算定 (Teim の式) (図-4 参照)

$$Q = \frac{1.36 K (H^2 - h^2)}{\log R/r}$$

Q: 排水量

R: 影響半径

K: 透水係数

r: 排水区域の半径距離 (井戸半径)

H: 滞水層の下端から地下水面までの距離

h: 滞水層の下端から降下水位面までの距離

(b) 仮定条件

① 透水係数を 6×10^{-4} m/min とする (地盤の土層構

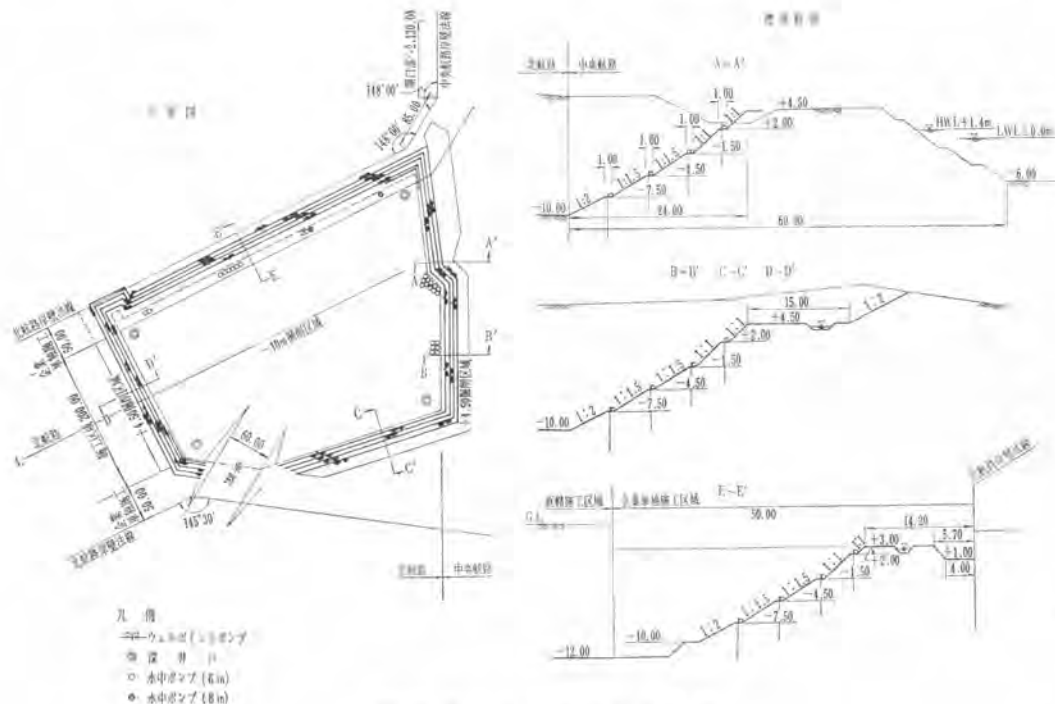


図-3 ウェルポイント計画図

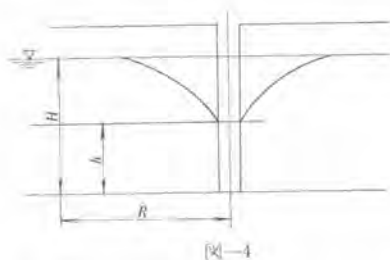


図-4

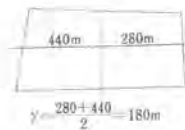


図-5

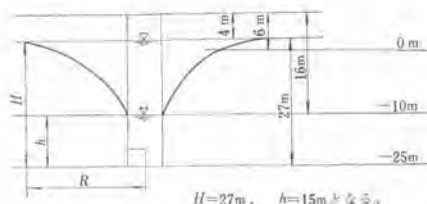


図-6

成は均一なものではないが、上部層は細砂で $K=5 \times 10^{-3}$ 程度、下部層は粗砂で、透水係数 $K=8 \times 10^{-1}$ とみなす。

② 不透水層面を -25m と仮定する（付近の土質調査から見て、 -25m 付近から粘性土層となるから、一応計算上不透水層面とみなす）。

③ 排水区域の平均半径距離は 180m とする。（図-5 参照）

④ 影響半径は 500m と仮定する。

⑤ 根伐面を -10m とすると図-6 のとおりである。

（c）算定結果

以上の仮定条件をもとに敷地内を単井戸とみなして総排水量を算定すると、前記式より

$$\begin{aligned} \text{総排水量 } Q &= \frac{1.36 \times 6.0 \times 10^{-2} \times (27^2 - 25^2)}{\log 500/180} \\ &= \frac{1.36 \times 6 \times 10^{-2} \times 1.04 \times 10^2}{2,699 - 2,255} \\ &= \frac{8.486}{0.444} = 191 \text{ m}^3/\text{min} \end{aligned}$$

しかし、算定条件から見ても明らかなように、排水区域内を巨大な単井戸として算定しているの、余分な水も加算されている。ウェルポイント工法は単井戸でなく群井戸であるから実際にはやや少ない排水となろう。したがって、平均排水量として $150 \text{ m}^3/\text{min}$ と思われる。

（5）掘削主要機械の機能と計画

掘削運搬土量 $2,248,000 \text{ m}^3$ を施工するにあたり、工期約3カ月の天候その他を考慮すると1日当りの掘削運搬土量は少なくとも平均 $35,000 \text{ m}^3$ 以上の掘削、運搬を行わなければならない。運搬距離は平均往復 $2,500 \text{ m}$ であり、この土量を工期内に完了させるためには機械の大形化とスピード化する以外にはなく、表-1 に示した機械をフルに運転してその成果を期待する。

掘削運搬にあたっては、掘削区域内にモータスクレーパーおよび押しブルを投入し、仮置場まで掘削運搬する。一方、居切西部土捨場にはホイールローダ（ホイールドーザ）とダンプトラックの組み合わせにより仮置場から2次輸送することにより工期内完成をはかるべく施工体制を確立する。

（a）モータスクレーパーによる1日当り掘削運搬計画

① モータスクレーパー (657) 4台とブルドーザ (D-500) 1台 (1組)

$$\begin{aligned} \text{1時間当り土工量} &= \frac{30 \times 0.94 \times 0.8 \times 60}{12} \\ &= 113 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{台} \\ \text{1日当り土工量} &= 113 \text{ m}^3 \times 4 \text{ 台} \times 15 \text{ hr} \\ &= 6,780 \text{ m}^3/\text{日} \end{aligned}$$

② モータスクレーパー (631) 24台とブルドーザ (D-9) 6台 (6組)

$$\begin{aligned} \text{1時間当り土工量} &= \frac{20 \times 0.94 \times 0.8 \times 60}{10} \\ &= 90 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{台} \\ \text{1日当り土工量} &= 90 \text{ m}^3 \times 24 \text{ 台} \times 15 \text{ hr} \\ &= 32,400 \text{ m}^3/\text{日} \end{aligned}$$

$$\text{①} + \text{②} = 39,180 \text{ m}^3/\text{日}$$

（b）ホイールローダおよびダンプトラックによる1日当り運搬計画

① ホイールローダ (988) 1台とダンプトラック (T P 81 級) 8台 (2組)

$$\begin{aligned} \text{1時間当り土工量} &= \frac{6 \times 0.94 \times 0.8 \times 60}{11.5} \\ &= 23 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{台} \\ \text{1日当り土工量} &= 23 \text{ m}^3 \times 16 \text{ 台} \times 10 \text{ hr} \\ &= 3,680 \text{ m}^3/\text{日} \end{aligned}$$

② ホイールローダ (977) 1台とダンプトラック (T P 81 級) 5台 (1組)

$$\text{1時間当り土工量} = \frac{6 \times 0.94 \times 0.8 \times 60}{13}$$

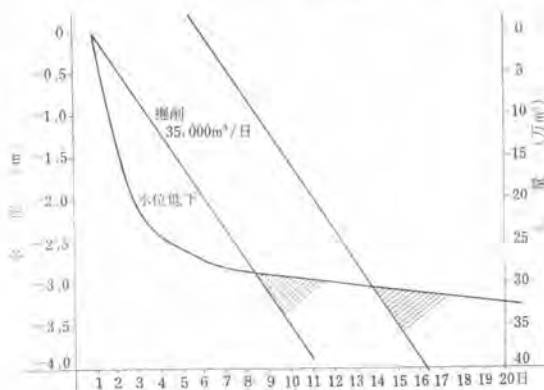


図-7 水位低下と掘削土量

=21 m³/hr/台

1日当り土工量=21 m³×5台×10 hr

=1,050 m³/日

①+②=4,730 m³/日

(注) モータスクレーバ1日実稼働時間:15 時間

ダンプトラック1日実稼働時間:10 時間

サイクルタイム:

モータスクレーバ (657) 12 min/回

モータスクレーバ (631) 10 min/回

ホイールローダ (988) 11.5 min/回

ホイールローダ (977) 13 min/回

掘削～仮置場:往復 2,000 m

仮置場～居切西部土捨場:往復 4,000 m

平均走行速度 35~45 km/hr

土量変化率:0.94

作業効率:0.8

以上の算出よりモータスクレーバによる掘削量1日平均 35,000 m³ とし、また仮置場より居切西部土捨場は平均 4,700 m³ として工期完了を計画した。そのほか工事用道路維持補修用としてモータグレーダと散水車を使用する。

4. 工事施工状況

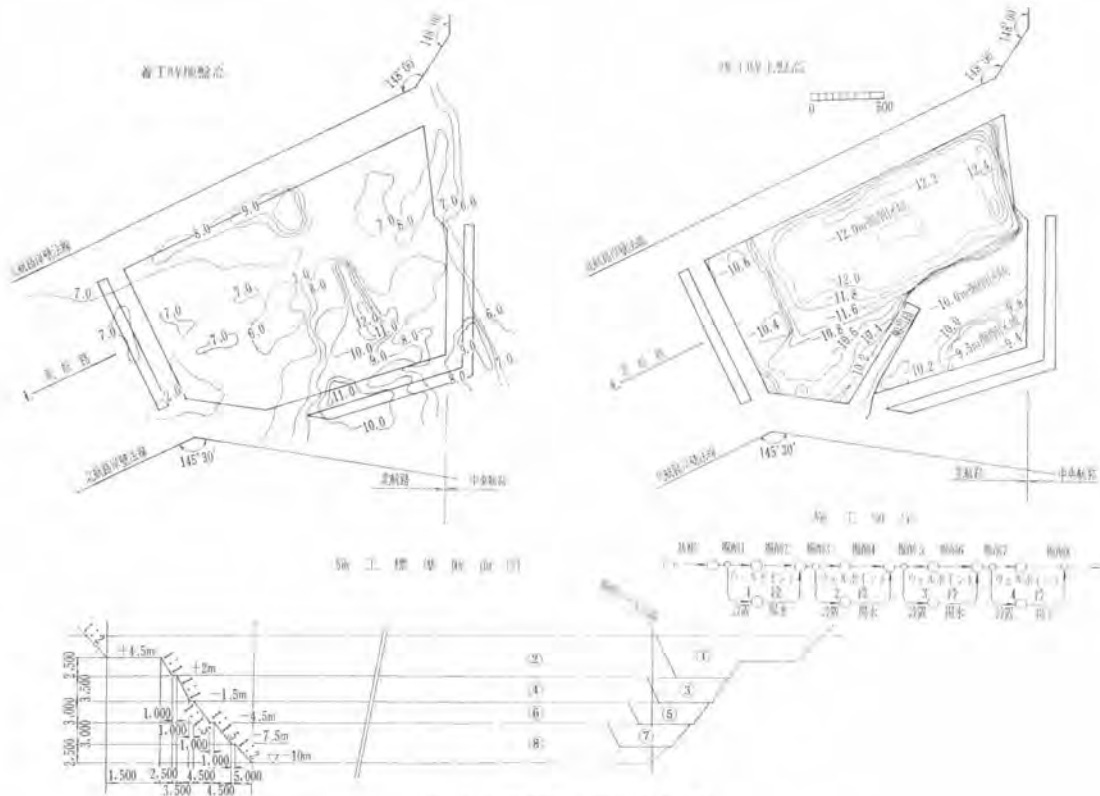
前述のとおり綿密な施工計画の基に施工を開始した。

表一 使用計画機械一覧表

工種	機 械 名	機 種	容 量 (m ³)	使 用 数 量	備 考
掘削 積込み 運搬 捨土	ホイールローダ	Cat 988	4.59	2台	仮置場～土捨場
	ホイールローダ	Cat 977	2	1台	
	ダンプトラック	TP81級	6	25台	仮置場～土捨場 掘削～仮置場
	モータスクレーバ	657B	24~33	4台	
	モータスクレーバ	631B	16~23	26台	ブ ッ シ ャ
	モータスクレーバ	621B級	11~15	1台	
	ブルドーザ	D-500		6台	
残整 土 処理地	ブルドーザ	D-8級		8台	仮 置 場 土 捨 場
	ブルドーザ	D-7級		4台	
	ホイールドーザ	834級		1.5台	
道 路 維 持	モータグレーダ	14E級		2台	
	ホイールドーザ	834級		0.5台	
	散水車	10 t 級		1台	

まず工事区域の法線測量を行ない、引続き区域内の伐採、抜根、焼却作業にかかり、この作業が完了した区域から順次表土掘削に入るとともに、仮設電気設備工事を併行した。

1段目床掘とともに仮水路を作り、ウエルポイントの段取りを実施した。1段目掘削は8月7日から開始するとともに、ウエルポイント、ディープウエル、水中ポンプの設置を行なった。ウエルポイント用のヘッダパイプ(φ150 mm)は計画どおり運搬路を除く掘削区域全周に設置するよう順次配管し、これに長さ 1.0 m、φ75 mm



図一八 北航路陸上掘削その1工事

のウェルポイントを定尺物長さ 5.5 m, φ40 mm のライザー管にジョイントし, 所定の深度までピッチ 1.2~1.5 m の間隔で打込んだ。

一方, 電力設備は幹線線路より No. 1~No. 12 のトランスステーションを設け, これより各ウェルポイントの駆動部に給電し, 各部の揚水運転を開始した。これにより区域内の揚水を早め, できるだけドライの状態で掘削作業が可能なるよう施工した。

また, 当局において支給した電力量は, 計画量 1,927,000 kWh の見込量に対し使用量は 1,400,000 kWh となっており, 計画に対する使用率は 72.6% となり, 比較的使用電力量も少なく済んでいる。

本工事については, 工期全般にわたって天候に恵まれ, 作業日数率は各月平均すると 93% 以上もあり, 降雨日数は平年と変わりなかったが, 長時間降雨日がなく, 工事の進捗をより一層高めた。またこのため砂地盤では適当に運搬路が締まり, 作業もより容易であった。

本工事において 1 日当り搬出量の最高土量は 52,000 m³ に達し, また実際稼働日数に対して平均 28,580 m³/日で, 掘削(-12 m)は 11 月 13 日完了した。本工法による陸削工事において昭和 44 年度工事, 45 年度工事を合わせて -12 m までの掘削は唯一の成果であったといえる。

本工事の掘削運搬については, 掘削区域内の進入斜路を直線に延長し, 中央航路の堤体隅角部を結んだ線を中

表-2 重機運転実績表(重機月別台数集計)

機種	月					計	作業内容
	8	9	10	11			
モータスクレーパー	657B	4	4	3		11	掘削運搬
	631B	19	21	23	15	78	"
	627	5	3	7	3	18	"
	621B	10	2	8	4	24	"
	W.B.C	3	3	2		8	"
	W.B.C ツイン	1	1	1	3	"	"
	ルターナ T.M.S	2	2	2	2	8	"
ブルドーザ	D-9	6	7	6	4	23	MSプッシャー
	D-125A	1	2	2	1	6	"
	D-8	1				1	"
	D-85A		1	1	1	3	仮置場整地
	D-60	2	2	2	1	7	"
	D-6	1				1	"
	D-5	1	1			2	"
	D-4		1			1	"
T-12-M	1	1	1	1	4	土取場作り掘削	
グレーダ	2	2	2	1	7	走路ならし	
クイックドーザ	834	1	1			2	走路ならし
	824	1	1	1		3	"
ジャベールドーザ	D-50S	1	1	1	1	4	ウェルポイント掘取り
	D-20S	1	1			2	抜根
クレーン	ゴーリング	1	1	1	2	5	ウェルポイント掘取り
	日立	1	1	1	1	4	水中ポンプ設置
コンボ	0.3 m ³	1				1	仮排水溝掘削

(注) 掘削運搬工事でダンプ運搬は除く。他に集水井施工機械がある。

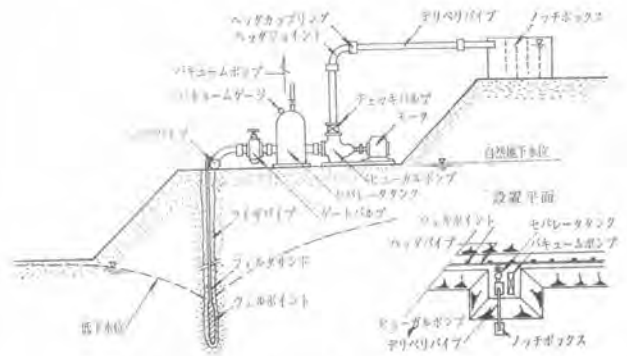


図-9 ウェルポイントポンプ設置標準断面図

心に 2 工区に分け, それぞれの区域がほぼ均等な面積となるような工区割りとし, その工区で稼働する各重機の現場内での幅転を避け, 相互の能力が低下しないよう効率的に配車し, 掘削した。また各重機の通行にあたっては, 要所要所に監視員を配置し, これにより各車の運行を適切に誘導し, 一般交通車はもちろんのこと, 工事車相互の接触による事故等発生しないように配慮した。

一方, 仮置場より居切西部に運搬捨土するダンプトラックは, やはり掘削場と同様なシステムにより数グループに分け, それぞれそれに対応した積込機械とダンプトラックの組合わせにより能率的かつ安全に運搬した。運搬開始は 9 月 14 日から始め, 1 日当り最高 12,800 m³, 1 日当り平均 6,680 m³ で, 11 月 20 日に完了した。土捨場においてもやはり誘導員を配置し, ダンプトラックの効率的捨土をはかり, 整地ならしにはブルドーザを使用して施工した。

掘削投入重機類は工期全般から見ると 10 月に最も多く投入され, 機種も各社多種多様にわたった。

工事工程はウェルポイント設置が前半の 1 段目, 2 段目については 4 日程度の遅れとなり, 後半において 14 日ぐらいの遅れとなったが, 掘削工程においては全般的に予定工程を上回る実績を上げ, しかも -12 m まで完

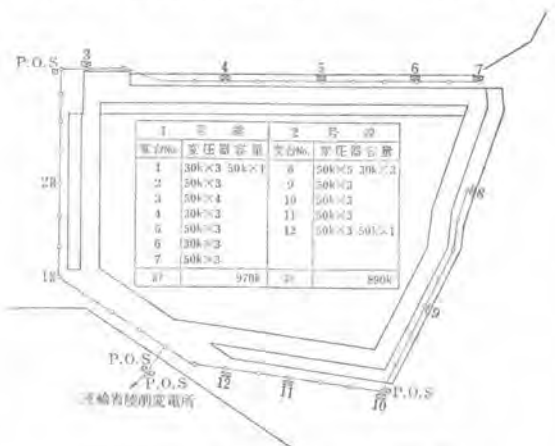


図-10 トランスステーション設置位置

表-3 重機稼働時間集計表

機 種	月	8 月		9 月		10 月		11 月		計	
		稼働時間	実作業時間	稼働時間	実作業時間	稼働時間	実作業時間	稼働時間	実作業時間	稼働時間	実作業時間
モータスクレーバ	657	664.5	584	1,309	1,140	116	105.5			2,089.5	1,829.5
	631	5,024	4,378	5,497	4,953	4,737.5	4,130	1,190	1,034	16,448.5	14,495
	627	494.5	424.5	445	389	105	91	135	116	1,180.5	1,020.5
	621	726.5	612.5	345	303	519	425	226	200.5	1,816.5	1,541
	W.B.C	51	44.5	665	575.5	219	193.5			935	813.5
	W.B.C ツイン ルターナ T.M.S	182	157	71	61.5	291	252.5	42.5	39	404.5	353
										812.5	691.5
						102	88	53	47	155	135
ブルドーザ	D-9	1,742	1,548.5	1,415.5	1,280	1,382	1,235	431	380.5	4,540	4,444
	D-125A	161	141	387.5	346.5	426	373	56.5	50.5	1,031	911
	D-8	57	55							67	55
	D-85A			168.5	149	196	175.5	60	52	424.5	376.5
	D-60	277.5	243	293	249.5	274	236.5	32	26	876.5	755
	D-6	187	165							187	165
	D-5	349.5	341	211.5	186.5					561	527.5
	D-4			47	43					47	43
	T-12-M	114	98.5	155.5	138	271.5	238	115.5	100	656.5	574.5
グレーダ	LG35	354.5	311	360.5	315	259.5	231.5	46	43	1,020.5	900.5
タイヤドーザ	834	138	119	168.5	145.5					306.5	264.5
	824	318	288.5	302.5	277.5	408	345.5			1,028.5	911.5

表-4 300,000 m³ 居切地区ダンプ運搬工事実績
作業期間：昭和45年9月14日～11月20日

(1) ダンプ実績

	8t ダンプ	10t ケンパ	計
工事期間	68日	68日	延べ136日
実運転日数	56日	55日	延べ111日
休止(雨休日)日数	12日	13日	実運転率81.6%
延べ運転台数	898台	224台	1,122台
延べ運転回数	25,189回	5,131回	30,920回
延べ作業時間	8,594 hr	2,181 hr	10,775 hr
サイクルタイム	20.47 min	22.83 min	20.99 min
運搬距離(往復)	4.0 km	4.0 km	
ダンプ積込量(地山)	9.5 m ³	13.0 m ³	
運搬量	285,018 m ³	88,738 m ³	373,756 m ³

(2) 重機実績

	稼働日数	実作業時間	備 考
積込機	Cat 950	18	177
	Cat 977 K	33	320
	TCMS	41	743
	NTK 6S	20	177
	D-60S	3	17
	エクスキャバータ MX	25	242
計		1,676	計 1,434 積込実測 1分30秒
整地ならし機	834	41	370
	Cat D-6C	35	300
	D-60A	39	386
	T-12 M	2	22
	TCM	24	218
	NTK 7	23	212
	D-50P	4	39
計		1,547	

積込実測値から算出した積込回数

ジョベル系 1,434 hr ÷ 2.5 min = 34,416 回/台

MX 242 hr ÷ 1.5 min = 9,680 回/台

計 44,096 回/台

ダンプ運搬回数に対する効率

30,920 ÷ 44,096 = 70%

整地ならし歩掛り 300,000 m³ に対し 1台当り 0.00516 hr/m²
194 m³/hr

全に掘削を完了した。しかし後述するように他工事との関連においてウェルポイントの撤去が相当追込まれ、この撤去には相当な無理もあった。特にライザーパイプ(WP付)の引抜きにはクレーンを使用して下段より順次引抜作業にかかったが、各段とも完全に引抜くために非常に苦勞した。

工事施工中においての事故については特記すべきものは発生しなかったが、10月19日停電事故があり、約3時間30分程度ウェルポイントポンプが停止し、若干の水位の上昇を見たが、工事施工には致命的なものではなかった。原因はトランスの故障であった。また中央航路側堤体下部よりパイピング現象と思われる湧水が一時的に発生したが、これも土のうを積み、極力漏水を止め、滞水した水はその周辺に釜場を作って集水し、水中ポンプを投入して排水した結果、大事には至らなかった。

ウェルポイント工法による計画掘削土量(地山)2,247,900 m³ に対し、掘削扱い土量は2,648,265 m³ となり、一方、仮置場より居切西部土捨場は運搬計画量300,000 m³ に対し、扱い土量373,756 m³ の実績となった。この結果から土量変化率は、前者は1,178、後者は1,245となる。

5. 考 察

本工事における工事管理および安全管理については特に次の点について留意すべきと考える。

(1) 地下水位の変動とのり面の安定

ウェルポイントによる揚水の結果、地下水位が低下するが、その低下状況を観測することにより透水係数の推定に誤まりがなかったかどうか、異常状態の出現の有無

等を検討し、のり面の安定を常時観測しなければならない。特に本工事は工事区域の堤体の一辺が中央航路の海面に接しているため、もしのり面が破壊されれば一大事故になる危険性を秘めているので特段の注意を払った。しかしこの心配もなく、おおむね順調に推移した。

たまたま 44 年度中央航路陸上掘削その 5 工事で施工中、現場内において異常湧水が生じ、その水位は前日に比べ約 50 cm の急上昇の現象が起き、当面、現場内での処置として湧水個所に土俵を積み、湧水の水みちを防止した。しかしこの水みちを局部的に止めることによりこの湧水現象が周囲に拡がる可能性もあり、また、のり面の崩壊が考えられたので全体に水位を上げ、水位差をなくすため表面水の排水を止め、水中ポンプを休止した事例もあった。本工事においては特に異常現象は見られなかったが、全般的に考えて、地下水による透水性、土質等による諸現象についてはなお技術的に解明されるべきであろう。

本工事の施工にあたり特に水と土との関係についてのむずかしさを改めて痛感した次第である。

(2) モータスクレーパによる作業限界

(a) モータスクレーパと施工水位

砂質土砂のモータスクレーパによる掘削については、掘削地域内に水たまり等のある場合は押しプルのエンジン高が 0.7 m 程度であり、0.3~0.5 m までは掘削できるが、それ以上になるとエンジンに水が被り、エンジンストップするためブッシュが不能となる。またモータスクレーパはエンジン高が約 1.0 m 程度あるため押しプルのように水によるエンジンストップはないが、水位が 0.5 m 以上になるとモータスクレーパのボウルに入る掘

表-5 ウェルポイントポンプと水中ポンプの能力

調査日	WP ポンプ	水中ポンプ	掘 程
9 月 11 日	1.2 m ³ /min 台	2.5 m ³ /min 台	5 m
9 月 18 日	0.9 m ³ /min 台	1.8 m ³ /min 台	6 m
10 月 2 日	1.2 m ³ /min 台	2.3 m ³ /min 台	8 m
11 月 13 日	1.2 m ³ /min 台	1.8 m ³ /min 台	14 m
	1.2 m ³ /min 台	2.1 m ³ /min 台	

表-6 ウェルポイント使用材数量

	1 段目	2 段目	3 段目	4 段目
ホッタポンプ	1,438 m	1,384 m	1,485 m	1,568 m
ウェルポイント	953 本	1,200 本	1,504 本	1,568 本
パキウムポンプ	13 台	14 台	19 台	25 台
ヒューガルポンプ	16 台	19 台	25 台	31 台

(注) スイングホースおよびライザパイプ等はウェルポイント数量と同じである。

表-7 ポンプメーカー別台数

	ヒューガルポンプ (台)			パキウムポンプ (台)	
	内 田	栗	えぼら	玉 水	栗
1 段目	6	4	6	6	7
2 段目	8	5	6	6	8
3 段目	10	8	7	7	12
4 段目	15	10	6	9	16

削土砂がその水のため流出し、積込量が計画どおり得られないので、このような状態では作業を十分検討しなければならない。

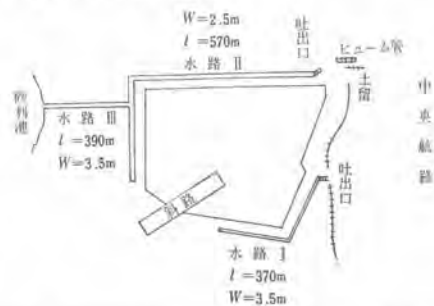
(b) モータスクレーパの登坂力

モータスクレーパの登坂力については、メーカー各社とも性能がそれぞれ違うと思われるが、本工事において最も多く使用したモータスクレーパ 631 B についてその実例を見るに、総重量約 65 t (満載時) においては約 7

表-8 -10 m 掘削後の湧水量比較および仮水路による測定結果

(1) -10 m 掘削後の湧水量比較

-10 m	当初施工計画	150 m ³ /min
	揚水排水停止後の水位上昇から	105 m ³ /min
	仮水路による測定	95 m ³ /min
-6 m	仮水路による測定	77 m ³ /min
	停電による水位上昇から	65 m ³ /min



(2) 仮水路による測定結果

	水 路 I			水 路 II			水 路 III			流 量 計
	WP ポンプ (台)	水ポンプ (台)	流 量 (m ³)	WP ポンプ (台)	水ポンプ (台)	流 量 (m ³)	WP ポンプ (台)	水ポンプ (台)	流 量 (m ³)	
9 月 9 日	9	5	10.6	7	1	13.5				24 m ³ /min
9 月 11 日	4		4.3	9	4	23.1				27 m ³ /min
9 月 18 日	1 段 4 2 段 4		7.7	1 段 9 2 段 9	5	27.4				35 m ³ /min
10 月 2 日	2 段 6 3 段 6		12.7	2 段 4 3 段 4	7	28.0	2 段 5 3 段 5	1	12.5	
11 月 13 日	海 2 段 2 3 段 2	10	23.8							77 m ³ /min
	4 段 6 海 6		31.0	10	7	20.8	9	2	28.7	
					3	7.0				95 m ³ /min

％程度が登坂力の限界と思われる。もちろん走路の状態等にも若干作用されると思われるが、鹿島港の土質（砂質）においてはこの程度が限界と見られた。

(c) モータスクレーバの運搬距離

モータスクレーバによる運搬距離はほぼ片道 300～2,500 m が適性であり、これより距離が長くなるほど能力が低下するようであるが、これは積荷とエンジンの関係からサイクルタイムと経済比較のうえで限界が決められなければならない。

(d) モータスクレーバの運搬走路

モータスクレーバの運搬走路は最低 2 車線を必要とするので、安全を見込んで 20.0 m は取らなければならない。また、走路の凹凸が連続している場合は速度はほぼ 1/3 程度低下するため、常時グレーダで整地を必要とする。ゆるいこう配での凹凸の間隔が長い場合は問題はない。これは積荷によるバウンドにより所要走行速度が得られないためである。降雨量が 1 日 30 mm 程度までは施工できるが、それ以上になると走路の路面がモータスクレーバの自重により泥土化し、作業が不可能となる。

(e) モータスクレーバによる捨土

モータスクレーバによる捨土は面積が広く、平坦地に捨土するのが最も効率が良い。また捨土厚は 1 層当り最高 0.5 m で敷きならしが可能である。

(f) モータスクレーバによる堰堤施工

モータスクレーバによる堰堤まき出し施工はモータスクレーバの旋回が後輪を軸として 180 度方向転換できることから、モータスクレーバ 657 を例にとれば、最小旋回直径が 14.6 m であるので、堰堤幅員はのりくずれ等や安全を見込んで 25.0 m 以上あれば施工可能であるが、施工延長に応じてモータスクレーバの稼働台数を制限して施工しなければならない。

(3) 電気に伴う工事事務と安全管理

本工事の主体をなすウエルポイントに要する動力源はすべて電力であるので、電気関係の事故が発生すると地下水水位の上昇、表面水の貯溜を起こし、施工管理上、事故防止上重大な支障をきたす。したがって、電気関係の事故防止に細心の注意を払い、トランス故障による停電（約 3 時間半）を除いては支障がなかった。

(4) 重機械使用による安全対策

掘削土量約 220 万 m³ を工期 3 カ月で施工するため、1 日当り掘削土量は平均 35,000 m³ 以上となり、平均運搬距離 2,500 m を運搬しなければならない。このため重機械により施工したが、狭い区域での施工であり、事故発生の危険度は高く、また、いったん事故を起こすと人命に死傷を招くので、その防止対策にも留意した。最も危険度の高いのは進入斜路であり、幅員 60 m を確保したが、最終段階においてこの幅員を 15 m に掘削して行なったところ、モータスクレーバが転落する事故が発

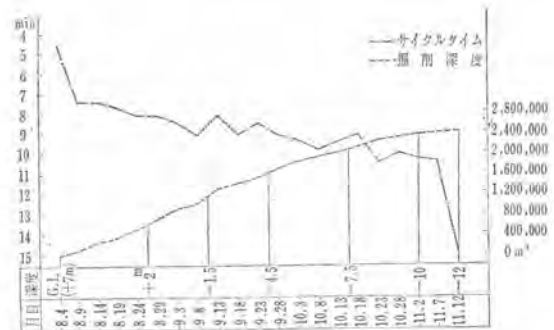


図-11 モータスクレーバ 631 B における掘削深度とサイクルタイムの関係

生した。幸い空車であり、安全用具を着用していたため奇跡的にカスリ傷で済んだ。まったく幸運だったといわざるを得ない。そのほかには事故はなかった。

(5) 一般道路と工事道路、鉄道との交差

居切西部へ土捨するためには運搬道路は国道 124 号線（鹿島～銚子）と工事途中において開通した臨海鉄道を横断する。国道 124 号線は日交通量 15,000 台程度あるため、この交差は当局により専用陸橋を架設し、一般車との事故防止と運搬能力を一定に確保するためにも立体交差とした。また臨海鉄道は 1 日 2 往復で平面交差のため踏切設備を設けた。ただし、列車運行ダイヤが設けられているものの変更運行の恐れがあるうえ、現場での見通しもありよくないので 2 名、2 交代、計 4 名の監視員を配置し、安全を期すとともに、最寄りの神栖駅～工事事務所～建設業者間の昼夜の連絡体制を整えて事故防止に万全を期したため、本工事においては事故発生は皆無であった。

(6) 関連工事との調整

本工事完了後、引続きポンプ浚渫船による -12 m 残区域の浚渫工事が施工されるため、浚渫土量と同工期が確定するので、必然的に陸削工事の工期は厳守しなければならない事情にあり、陸削完了後直ちに工事関係用機材器具の撤去が急がれた。また中央航路側の築堤の開削時期等が検討された。この結果、開削時期の決定とともに関係機材の搬出は急ピッチとなり、掘削区域内に機材の取り残し等のないよう十分配慮しなければならない。したがって築堤開削、注水等、他関連工事との工程調整は事前に十分検討し、各工事とも支障のないように工程の調整が肝要である。

6. あとがき

以上、鹿島港における地下水低下工法による陸上掘削工事について、昭和 45 年度北航路陸上掘削その 1 工事を主体として数少ない体験の中から卑見の一端を述べたが、各位のご指導とご批判をおおき、併せて各位のご参考となれば望外の幸である。



苫小牧港

掘込港湾



秋田港 ▷



◁富山新港

▽新潟東港





△ 金沢港



鹿島港 ▷

□鹿島港の陸削状況



▲ウェルポイント排水路設置状況



▲ウェルポイント布設状況



◀モータスクレーバとプッシュブル
による掘削



▲掘削完了



▶築堤切り状況

名古屋港金城ふ頭のサンドドレーン工事

大 島 義 盛*
新 妻 弘**

1. 金城ふ頭の概要

戦後産業経済の成長とともに、どこの港にもみられるように名古屋港においても臨海工業地帯の造成と各種産業の活動、港湾施設の拡充整備等極めて短時日に港湾の機能開発が行われてきた。昭和45年度の名古屋港における港湾取扱貨物量は6,814万tに達し、さらに社会資本充実施策と中部経済圏の開発等により増大する貨物量は昭和50年には9,500万tと想定されている。

港勢の急激な発展に伴い既設の港湾施設の不足狭溢は



図-1 名古屋港平面図

年ごとに深刻さを増し、これの対策として昭和39年港湾審議会において名古屋港港湾計画が審議され、計画の一環として取り上げられたのが金城ふ頭の建設である。

金城ふ頭は面積183万 m^2 で、外国貿易を主とした商港地区とし、35,000トン級岸壁2バース、50,000トン級(客船)岸壁1バース、15,000トン級岸壁24バース、7,000トン級岸壁3バース、計30バース等より成り、完成時年間取扱貨物量は660万tと計画されている。港湾施設としての上屋倉庫の建設はもとより、官公庁、銀行、商社、厚生施設、公園、国際見本市会場など、総合的、有機的に配置され、新たな貿易センターとしての活躍が期待されている。ふ頭の建設は昭和40年度より開始され、現在コンテナ専用2バース、一般ライナー4バースが完成し、供用されている(図-1、図-2参照)。

2. 岸壁構造

現在工事は昭和50年を目標とする第4次5カ年整備計画に沿って岸壁、泊地、航路の建設が実施されつつあるが、現在までに完成したもの、および設計の決定されている岸壁構造は以下の四つのタイプである。

(1) セル式岸壁(図-3参照)

延長: 1,074 m

水深: -10.5 m (コンテナ専用), -10 m

金城ふ頭の北西部に位置し、地盤は表層2~3 mは軟質な粘土、以下シルト質砂、または砂層より形成されているので、表層粘土を除去し、セル矢板の前面根入れを-13~-15 mに、後面根入れを-11~-12 mにした直径19.87 mのセル46基より構成されている。セル内外とも-10 mまでパイロコンポーザを施工し、土圧の軽減をはかっている。

(2) ケーソン式岸壁(図-4参照)

延長: 312 m

水深: -10 m

* 運輸省第五港湾建設局名古屋港工事事務所次長
** 運輸省第五港湾建設局名古屋港工事事務所工事専門官

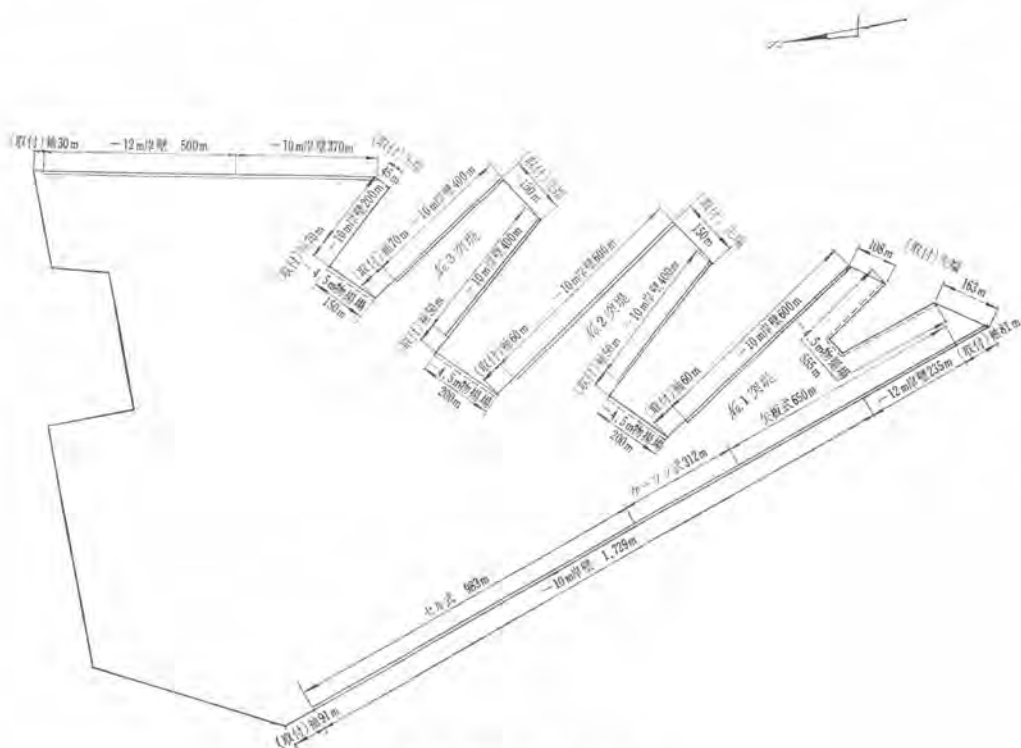


図-2 金城ふ頭計画平面図

セル式岸壁に引続いた西側岸壁の一部であり、この部分は -13 m 付近まで軟弱粘土層、以下良質な砂層となるので、この良質な砂層を基礎地盤としたケーソン岸壁を採用した。すなわち、-13 m まで床掘、-10 m まで基礎捨石、捨石上に 12 m × 11 m × 12 m のケーソン 26 函により形成されている。

(3) 矢板(一部鋼管矢板)式岸壁(図-5 参照)

金城ふ頭の主体をなす第1～第3突堤全体が鋼矢板式(-4.5～-10 m) および鋼管矢板式(-12 m) 岸壁で、現在、地盤改良と本体工事を施工中である。この部分は全般に -35 m 付近までは支持層に期待し得る良質地盤がなく、したがって -25 m までサンドドレーン工法による地盤改良を実施し、在来粘性土の圧密強度の増加をはかり、以後鋼矢板または鋼管矢板式岸壁を築造する計画である。

(4) 栈橋式岸壁(図-6 参照)

延長: 250 m

水深: -12 m

金城ふ頭の東側寄り岸壁で、この部分は -40 m 付近まで軟弱粘土層の間に 3～4 層のうすい砂層をはさむ互層より成っているので、根入れ -30 m の周面摩擦力による鋼管ぐい栈橋式を採用した。なお背面土留は矢板式で、-10 m までコンポーザを施工し、土圧軽減がはかられている。

3. サンドドレーン工事

(1) 地質および設計概要(図-7 参照)

サンドドレーンの施工区域は 1～3 突にわたる全延長で、この部分の地質は在来地盤から -36 m 付近まで軟弱な粘土層で、ほとんど $N=0$ となっている。-36 m 以深での砂れき層では $N=50$ 以上となっている。

原地盤の粘土の強度は、

$$-20 \text{ m まで } c=0.54+0.16z \text{ t/m}^2 \text{ (} z \text{ 原点 } -3.5 \text{ m)}$$

$$-20 \sim -36 \text{ m } c=2.83+0.13z \text{ t/m}^2 \text{ (} z \text{ 原点 } -20 \text{ m)}$$

となっており、矢板岸壁の成立する地盤改良後の強度は

$$-20 \text{ m まで } c=4.46+0.16z$$

$$-20 \sim 25 \text{ m } c=4.49+0.13z$$

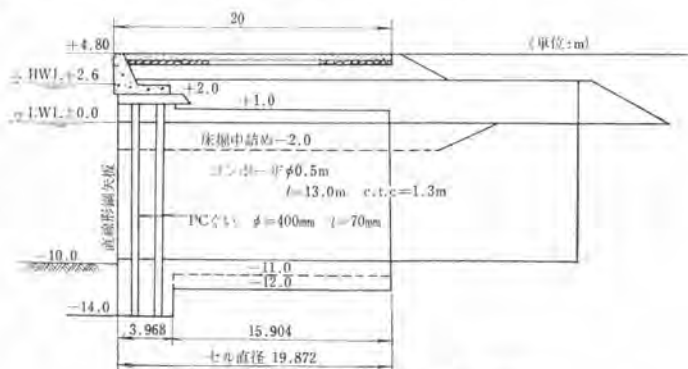


図-3 西側岸壁セル式断面図(-10 m)

-25~36 m $c=2.55+0.13z$

±の原点はそれぞれ -4.0 m 以上の必要強度を得るためにサンドドレーン工を実施することとした。サンドドレーン工を実施する場合の施工細目は表-1のとおりである(図-8参照)。

(2) 海上サンドドレーンの施工

(a) 床掘

施工区域の水深が深い場合は必要ないと思われるが、当金城ふ頭においては水深が浅く、大形くい打ち船(着竜)および砂運搬船等の作業に支障のないようにするため-4.7 m まで行なった。使用船種はポンプ船、グラブ浚渫船であるが、グラブの場合は計画よりどうしても深掘りとなる傾向であった。ポンプ船はジャイロコンパス、振幅警報器、ユースレーダ等を装置したため、出来形、工期の点からすぐれているのはいうまでもない。しかしながら土捨場等の関係からプリスマンを使用する場合は深掘りに十分注意する必要がある。

(b) 敷砂

敷砂は床掘完了後、層厚 1.2 m を 3 層(各層 40 cm)に分けて施工した。一度に散布したり、ガット船等で直接投入すると床掘底面が破壊されるからであり、次の方法により実施した。

(i) バージアンローダ船方式

バージローディング船(300 PS と 1,000 PS)で採取してバージ運搬、バージアンローダ船(220 PS)で散布したが、この方法が最も確実で精度も良好である。

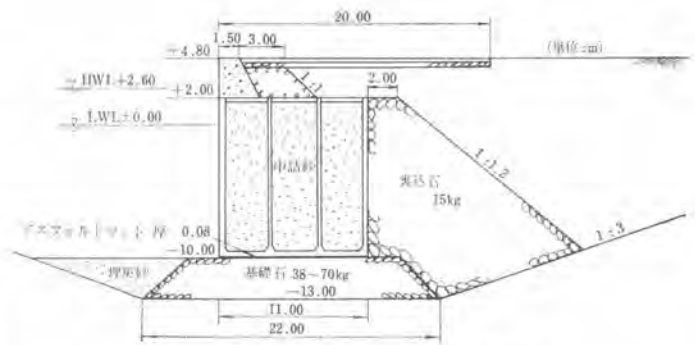


図-4 西側岸壁ケーソン式断面図 (-10 m)

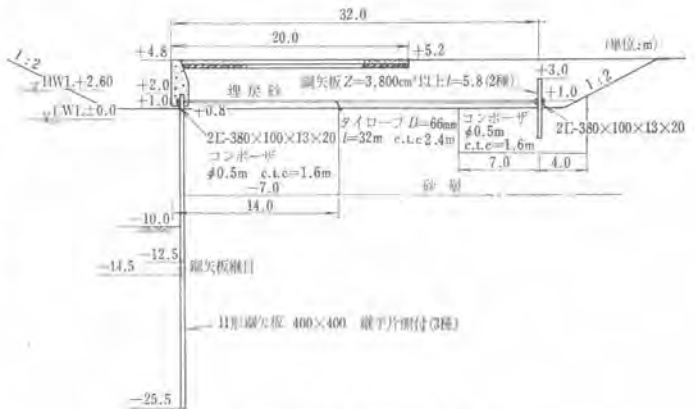


図-5 西側岸壁矢板式断面図 (-10 m)

(ii) ポンプ船方式

砂貯留場よりポンプ船で採取し、ちらし管をつけた改造ポンプ船を中継して行なう方法と、特種砂まき船を海上フロータ末端に配置したものを使用した。いずれも揚砂量の不均一、あるいは散布設備の欠スムーズ性等で、アンローダ船方式に比較して若干出来形に劣る点が

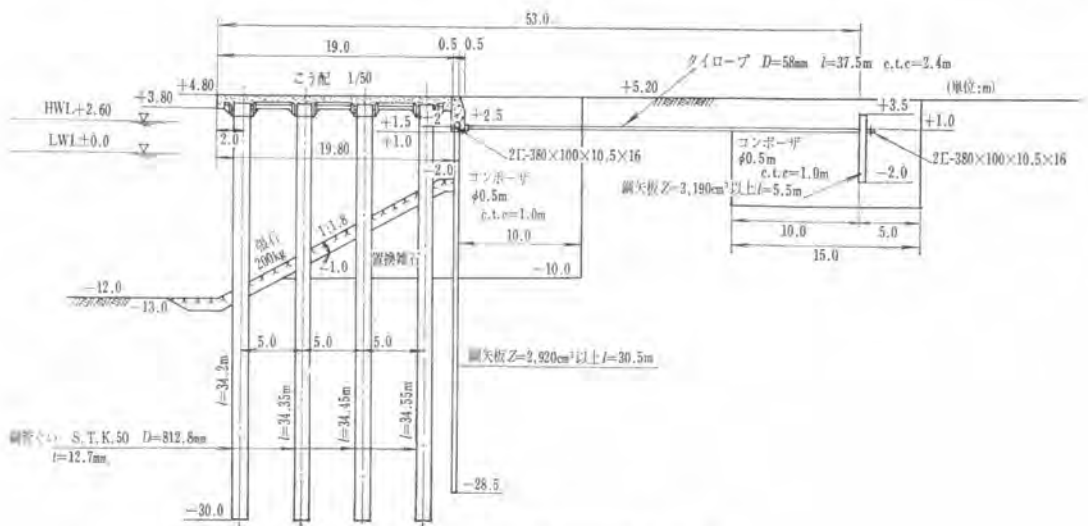


図-6 東側岸壁栈橋式断面図 (-12 m)

みられた。いずれの方式も敷砂の不陸許容は ±20 cm であるが、部分的に多少のならしを必要としたが、±30 cm 程度でもドレーン工に支障はないものと思われる。

(c) 砂ぐい

サンドドレーン船“蒼竜”(船長 68.6 m × 幅 18 m) は昭和 37 年建造され、4 やぐら装備のパイプロンマ式で、1 シフト 28 本打ちである。

(i) 打込み

砂ぐいは地盤に垂直に打たねばならない。“蒼竜”はケーシング支持点が甲板上 30 m にあり、全長 32.7 m のケーシングをやぐらのリーダに沿って打込むので本船が大きく傾いていない限り前後左右に傾斜することはない。規定深さまでの打込み、引抜きは電氣的にグラフに記録され、運転室で確認できる機構になっている。

(ii) 中詰砂

使用砂は透水性がよく、粘土の詰まらないような粒度のものでなければならない。金城ふ頭に使用した砂はテルツァギーのサンドドレーン標準粒度に合格したものとした。中詰砂量は試験打ちを行なって決定したが、ケーシング外径の太さの砂ぐいに必要な量は 4.3 m³ であるが、敷砂面に多少の盛上がりができる程度としてスキップ内の砂量を 5.4 m³ と決定した。

(iii) 引抜き

砂投入後直ちにケーシング内の圧縮空気を 5 kg/cm² 程度にして引抜きを始め、砂ぐい先端の変化を砂面ゲ-

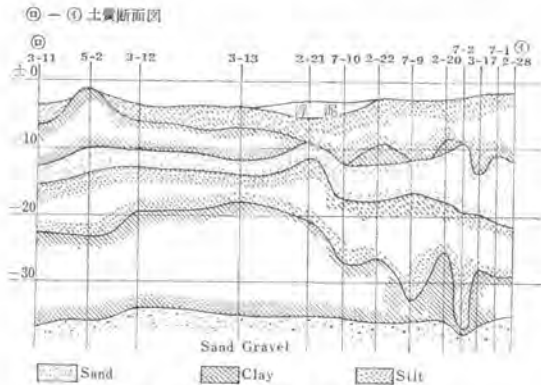
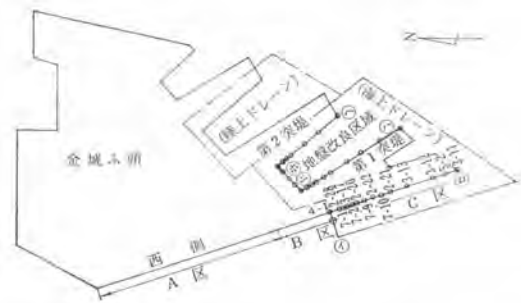


図-7 地盤改良区域地質調査図

ジにより判断しながら引抜き速度を 0~6 m/min として管内圧を加減しつつ注意深く引抜く。引抜途中で砂面が 50 cm 以上上がった場合は砂ぐいが切断されたものと判断し、不合格としてさらに 1 m ずらして打直した。しかし砂面が上昇しても上昇直後に降下すれば砂ぐいは連続しているものと考えられる。昭和 41~42 年度に“蒼竜”により実施した砂ぐい打ち実績を表-2 に示す。

(d) 載荷

砂ぐい施工後の載荷は第 1 次から第 4 次載荷まで段階ごとに施工されるが、施工は表-1 のサンドドレーン工施工細目に基づいて実施された。

表-1 サンドドレーン工施工細目

工事別	-12 m 岸壁	-10 m 岸壁	-4.5 m 岸壁	載荷時期
第 1 次載荷	荷重厚 6.5 m	6.5 m	6.5 m	床掘、敷砂、砂ぐい終了後、ただちに着手
	天端高 +3 m	+3 m	+3 m	
	天端幅 180 m	164 m	134 m	
第 2 次載荷	荷重厚 2.5 m	2.5 m	2.5 m	第 1 次載荷終了後、1 カ月おいて施工開始
	天端高 +5.5 m	+5.5 m	+5.5 m	
	天端幅 120 m	104 m	74 m	
第 3 次載荷	荷重厚 2 m	2 m	2 m	第 2 次載荷終了後、1 カ月おいて施工開始
	天端高 +7.5 m	+7.5 m	+7.5 m	
	天端幅 100 m	84 m	54 m	
第 4 次載荷	荷重厚 2.5 m	2.5 m		第 3 次載荷終了後、1 カ月おいて施工開始
	天端高 +10 m	+10 m		
	天端幅 80 m	64 m		
本体工事着手時期	第 4 次載荷終了後 1 年	第 4 次載荷終了後 1 年	第 3 次載荷終了後 1 年	
1 年後沈下量	2.74 m	2.74 m	2.29 m	

表-2 くい打ち船“蒼竜”稼働実績

区分	施工本数 (本)	稼働日数 (日)	就業時間		積要 (t/やぐら)
			稼働 (hr)	休止 (hr)	
昭和 41 年	20,804	190 (109 本/日)	1,125	897	27.3
42 年	10,658	115 (92 本/日)	682	502	23.0
合計	31,462	305 (103 本/日)	1,807	1,399	25.8

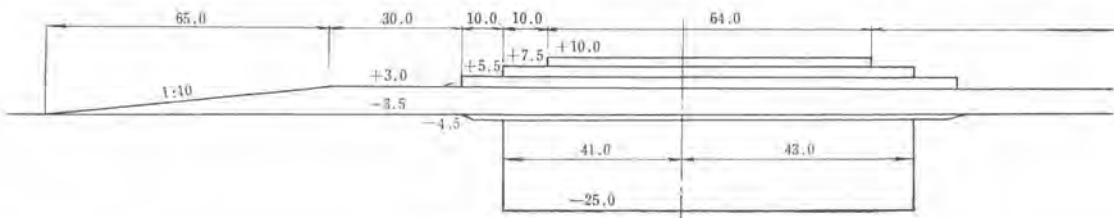


図-8 -10 m 岸壁地盤改良図

(i) 砂の採取運搬

サンドドレーン工事における工費の占める比率はなんといっても大量に使用する載荷砂であり、砂は短期間に大量に採取、運搬し、これを能率的かつ経済的に行なうよう計画する必要がある。砂の採取場所は主として伊勢湾内三重県沿岸、および知多半島先端部海域より採取し、採取船は低揚程ポンプ船（カッタ式バジローディング船 1,000 PS およびカッタレス式バジローディング船 300 PS）を使用し、各船とも両舷にバジ（650～1,000 m³ 積）を接舷積込み、押船（620 PS × 2, 150 G/T）により名古屋港まで運搬した。

カッタレス式採取船は -25 m まで、カッタ式は -21 m まで採取可能で、前者は砂層が厚い場合、後者は薄い場合それぞれ有利のようである。

砂の採取能率は一般に次のように表わされる。

$$V = Q \rho \eta$$

V : 単位時間当り採取量
 Q : 単位時間当り揚泥水量
 ρ : 含砂率
 η : 歩止まり

土質が採砂能率に与える影響について最も重要視される要素は ρ (含砂率)……原地盤の固さ (N 値)

η (歩止まり)……土粒子の粗さ (粒径分布)

であり、特に粒子の粗い砂は効率がよく採砂できる。

次に波高と採砂能力の関係については一例によると表-3 のようになる。

一般に経験から考えられる海象と採取能率との関係は

① 波高 (風浪) 0～0.4 m の場合は 静穏で波による影響はない。

② 0.4～0.7 m の場合は波による影響を受け、スイング幅、スイングスピードに制限を受け、能率は 3 割程度減少する。

③ 0.7～0.9 m でスイング幅、スイングスピードに著しく影響を受け、能率は相当減少し、離接舷作業がやや困難となる。

④ 0.9～1.0 m でスイング不能となり、カッタ先端を浮遊させ、砂のくずれ落込みを待って採砂を行なう。揚土量は激減し、離接舷作業は困難ではあるが、不可能ではない。

表-3 波高と採砂能力

波高	時間当り揚泥水量	含砂率	時間当り揚砂量	時間当り積込量	
				650 m ³ 積形	850 m ³ 積形
0.3 m	6,900 m ³ /hr	15.40%	1,063 m ³ /hr	692 m ³ /hr	792 m ³ /hr
0.8 m	7,700 m ³ /hr	9.24%	771 m ³ /hr	501 m ³ /hr	574 m ³ /hr

表-4 ポンプ船による敷砂実績

船名	馬力 (HP)	時間当送砂量 (m ³)	運転日数 (日)	送砂距離 (m)
桑和丸	E 500	61.3	51	960～1,100
渡路丸	E 500	45.3	55	910～1,120
東川丸	D 2,100	226.5	45	1,030～1,400

⑤ 1.0 m 以上は運転不能、離接舷作業も不能で、ワイヤが切断する。

うねりに対しても風浪の場合とほとんど同様な能率減を生ずるが、0.7 m 以上のうねりになると離接舷作業が極めて困難となり、接舷ワイヤが切断することがある。

次に押船工法についての長所は、1 船団当りの輸送量の増大、輸送時間の短縮、操船性の向上、乗組員の低減といったものを持っているが、反面、押船と土運船の結合部が弱点となり、風浪時の運航に適さない欠点もっている。伊勢湾内のように遮蔽されている比較的静穏度の高い海域では稼働率も向上するが、季節風の影響を四季受ける場所、あるいは外海のうねり等の障害が常にある場所等における就航は押船機構上からの制約を受け、稼働率は相当減少するものと思われる。

(ii) 載荷 (1～4 次載荷)

各次の載荷終了後 1 カ月経過し、チェックボーリングを行ない、強度増加が設計値に達しているか否かを確認してから次段の載荷を実施した。施工は各次載荷ともポンプ船で実施したが、1 次載荷のうち、±0 m までは工事中のすべり事故防止として 2 層に分けて施工した。また 2 次載荷以上については、載荷面積が減少するので大形ポンプ船が使用できず、500 PS 級の小形ポンプ船を使用した。

(3) 陸上サンドドレーンの施工

陸上サンドドレーンは 3 突東側岸壁からで、施工区域は在来水深 -1.0～-2.0 m または +4.0 m 付近まで埋立完了となっているので、海上で施工すると膨大な床掘り量となり、陸上ドレーンを行なうこととした。

(a) 敷砂

在来地盤が -1.0～-2.0 m の海中部分については、敷砂天端高 +3.0 m、砂厚 5～4 m を規準にポンプ船により実施し、+4.0 m の埋立完了地においては +6.0 m を標準にトラックによる運搬とポンプ船による方法を併用して行なった。海中部分の施工に従事したポンプ船の実績は表-4 のとおりである。

施工にあたって特に問題とされたことは、従来 (海上ドレーン) の敷砂はグラブ船等により表面のヘドロを -4.0 m 程度除去した後に砂まき船等により慎重に 3～4 層に敷砂を行ない、在来地盤のかく乱を防止することに専念したものであるが、今回のように床掘りなしの在来地盤にポンプ船で直接吹敷する場合に、均一な層厚と表面のヘドロのクリープをいかに防止するかにある。

この対策として一般的に考えられる方法は、使用ポンプ船はなるべく小形であることと、敷砂区域内の配管をできるだけ密に布設し、1 個所に長時間溜り吹きせず、全体に平均に吹上げることである。

以上の 2 点を考慮して施工したが、2 m にも及ぶ表面ヘドロのため砂のたまり具合はどうしても排砂管の漏し

口付近に厚く沈降し、吐出砂ののり足が短くて漏し口の移動を頻繁に行なったにもかかわらず、敷砂層厚は大部分不均一なものになった。表面ヘドロの状態は大部分は側方移動で区域外に押出されたが、一部移動しきれないものがクリープを起こし、敷砂を突き破って砂の表面に盛上がってきた。この状態を復旧するには、そのままその上に砂を乗せて押えてしまう方法も考えたが、仕上がりが天端がその部分だけ高くなり、砂ぐい施工に悪影響を与えるので、クラムシェルで盛上がったヘドロを除去し、周囲の砂がヘドロの除去につれて自然にその部分に落込み、ヘドロの傷口が小さくなった時点で補給砂を上にかぶせて傷口をふさぐ方法で成功した。

(b) 砂ぐい

岸壁法線をはきんで 70 m 間は -25 m、その外側 30 m はそれぞれ -16 m までの砂ぐい長、砂ぐい間隔は 2 m の正方形で、-25 m の打込みはやぐら高 40 m の走行式特種やぐらで、それ以外のものは P & H にリードを取付けたもので施工したが、各々の実績および諸元は表-5 のとおりである。施工の順序は両タイプとも、

① やぐらを定位置に据付け、先端が 4 ピースになったケーシングを敷砂中にそう入し、管内に砂を投入しつ所定深度まで打下げる。

② 所定の砂量を管内に投入し、砂面計の垂を管内砂面上に静かに降ろす。

③ 管内に圧気しつつ、かつ砂面ゲージ(自記)をならみつつケーシングを引抜く。

以上操作は簡単であるが、砂ぐいが途中切断されないためのコツは、ケーシングを引抜く際の引抜速度と加圧の加減である。加圧量は管径、砂の粒度、引抜速度等

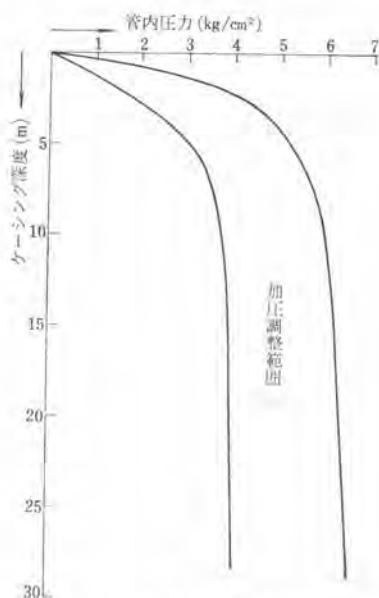


図-9 ケーシングの引抜きと加圧の関係

表-5 サンドドレーン実績

	1口当り打込 本数(本)	1本当り打込 時間(min)	パイプロ ハンマ	ケーシング長 (m)	摘要
特種やぐら	14.4	23.5	V 4 C	28	
リードタイプ	19.4	18.5	V 4 C	19	

表-6 やぐら1基に対する付属施設

品名	特種やぐらタイプ		リードタイプ	
	形 状	数 量	形 状	数 量
本 体	やぐら高 40 m	1 基	リード長 28 m	1 基
ブレード	D 30 S	2 台	D 30 S	1 台
スコブレス	17 m³/min	1 台	17 m³/min	1 台
レシーバタンク	10.5 m³	1 台	10.5 m³	1 台
支 工		3 名		1 名

特種やぐら3基、リードタイプ3基、計6基に対する共通施設

品名	形 状	数 量	摘 要
クローラクレン	35 t 付	2 台	やぐら足場移動、ドレーン用砂採取(グラブ付)
ブレード	D 85 A	2 台	砂押出し等
ダンプカー	6~8 t	2 台	
労働者		12 名	監督、機械工、電工

により異なるが、当港の場合、引抜開始時 6.5 kg/cm² とし、引抜進行に合わせて加圧を調整し、引抜き残り 5 m あたりから急激に減圧し、ゼロになるような加圧方法で砂切れのないことが立証されている(図-9 参照)。

投入砂量については、設計量(管の外径×長さ)1 に対し、投入量 1.43 (バケツ計量)、投入完了時の管内計量 1.07 となり、ケーシング打込中のパイプレーションにより管内砂が圧縮され、砂の割増量が相当な率になる。ケーシング打込中に砂を投入するか、あるいは打込完了後に投入するかの判断は施工能率と砂の割増量とのコスト比較でも決まるが、コスト面以外に打込途中の地盤に硬質層が介在する場合は、管の自重と投入砂重量とでこれを打抜かなくてはならないケースもある。現在実施中のドレーン工事の総合構成を表-6 に示す。

4. あとがき

当港では海上でのドレーン工事はすでに完了し、載荷砂の撤去も一部行ない、新たに陸上ドレーン 2 万本を施工中であり、ドレーン効果は載荷後 1 年を経て初期目的強度を得ることになっているが、実績は約 10 カ月経過で強度増加の目的を果たしている。

地盤改良工法でサンドドレーン工法はすでに普遍化されたものであるが、当港で実施したものは、大形ドレーン専用船を使用したことと、打込長 30 m に及ぶ長尺陸上ドレーンを実施中であることが特筆されよう。今後、港湾施設の開発整備は地盤、気象等の自然条件のいかんを問わずますます発展していくものと考えられ、また海水汚濁防止面(浚渫土の処理)からもサンドドレーン工法はますます実施されることが予想されるが、かかるとき、本港の経験が何かの役に立てばと思っている。

仙台空港滑走路建設工事の概要

斎藤 久 光*

1. 工事概要

発注者：運輸省第二港湾建設局

工事名：仙台空港滑走路第3工区用地造成その他工事

工期：昭和46年5月13日～昭和46年12月10日

契約金額：5億3,219万円

工事場所：宮城県名取郡岩沼町仙台空港内

工事内容：本工事は仙台空港 B 滑走路新設工事、これに交差する A 滑走路延長工事、排水暗きょ工事等を行なうものである（図-1 参照）。

2. 工事数量

(1) 用地造成

(a) 土工事

伐開：73,168 m² 置換工：25,961 m²

浮泥土撤去：4,644 m² 盛土：42,945 m²

盛土：(購入土) 214,476 m²

(b) 場周道路
路床：8,607 m² (1,510 m²)

(c) チェック道路
路床：2,028 m² (676 m) 路盤：2,028 m²
表層：1,690 m²

(d) 張芝工
野芝：50% 張 187,185 m²
衣土：1,872 m²

(e) 排水工事
土工：5,311 m³
ボックスカルバート：632 m (基礎材 1,431 m³, なら
しコンクリート 477 m³, 鉄筋 517,701 kg,
コンクリート 4,215 m³)

管きょ工：径 500 mm ヒューム管 397.3 m

マンホール：7 箇所

皿形排水路：647.3 m

U形排水路：2,284 m (現場打ち U 形 1,265 m, プレ
キャスト U 形 1,019 m)

(f) ケーブルダクト
ヒューム管：径 100 mm × 132 m

マンホール：4 箇所

(g) 場周柵
鋼管フェンス：1,488 m

門扉：3 箇所

(2) 滑走路

(a) 滑走路工

路床：30,212 m² 下層路盤：30,187 m²
上層路盤：30,139 m² 基礎：31,070 m²

表層：31,019 m²

(b) オーバーラン工

路床：2,564 m² 上層路盤：2,564 m²

表層：2,565 m²

(c) ショールダ工

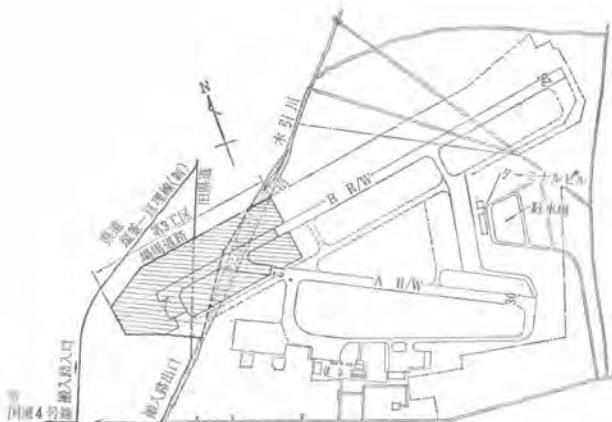


図-1 仙台空港工事区域

* 前田建設工業(株)仙台支店仙台空港作業所長

B 工区に向かって進み、また一方、6月19日より B 工区ブロック No. 12 より C 工区に向かって掘削を開始した。

その理由は、木引堀の仮締切りならびに径 700 mm の配管の完了までに工程的に無理なことで、前にも述べたように滑走路下部を早急に完成させるためと、木引堀に直接関係なく施工可能範囲ということによる。掘削にあたり完全なウェルポイントの働きによりまったくドライな状態で高効率な掘削ができた。

掘削機械の組合わせはドラグライン2台、残土を着陸帯へ流用するための運搬用ダンプ(6~8t)はドラグライン1台に対して各々2台、計4台、その他はそのままドラグラインの回転半径内に仮置き、小松 D50P 湿地用ブルドーザで着陸帯に流用土として使用した(運搬距離 30~40 m)。

(b) コンクリートの打設

全長 632 m を 33 ブロックに分け、1ブロック平均 20 m (部分的に 15 m の箇所もある)を1ブロックとしてエキスパンションジョイントがあり、連続施工が不可能なため1日に打設可能なコンクリート量は 100 m³ 以下となった。そのためほとんど毎日コンクリートの打設を行なうこととなるので(コンクリート数量 4,690 m³)、生コンクリートの手配関係を2社に指定し、運搬距離 4 km を主に、40 km を副として毎日のコンクリートの打設に備えた。コンクリートの打設には極東開発の PC 100 B (ブーム長 18 m, 有効範囲水平 15 m, パイプ径 4 in, 打設量 35~40 m³/hr)を使用した。

ここでもウェルポイントの効果が十分に発揮され、困難もなく排水処理ができ、コンクリートの打設が完了したことは幸いなことであった。参考までにウェルポイントの配置および標準断面を図-4、図-5に示す。

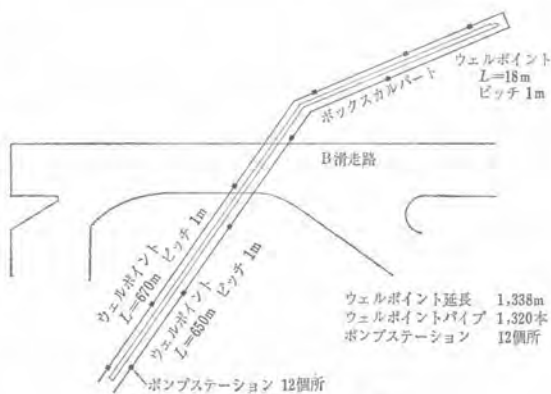


図-4 ウェルポイント配置図

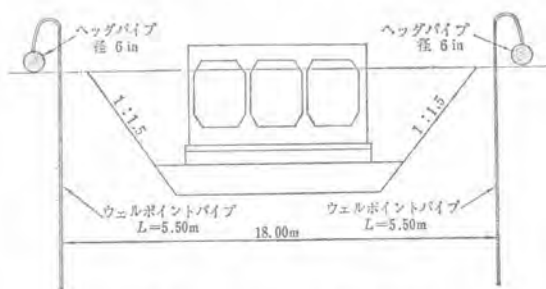


図-5 ウェルポイント標準断面図

5. 土工工事

(1) 概要

B 滑走路および A 滑走路延長部分を木引堀から遊水池上にかけて新設する。なお、木引堀から遊水池にかけてきわめて含水比の高い浮泥層が約 1 m ほど堆積しており、その下にさらに有機質シルト層があり、これを良質な盛土材と置換えることが目的である(図-6 参照)。

(2) 準備工事

現場のほとんどが湿地帯のために場内の運搬路の計画は、着陸帯への運搬には場周道路を先行盛土し、これを着陸帯の運搬路とした。また本体(滑走路)にあたる浮泥の撤去ならびに盛土材の搬入については、木引堀の旧堤防の上に幅 6 m, 延長 550 m の道路を作り、木引堀と遊水池を切離して遊水池の水を木引堀に排水し、置換工の掘削の準備を完了させた(図-6 参照)。

(3) 置換工の掘削

置換工の掘削は、概要のところでも述べたように、重機械が直接乗って作業ができないので、仮設道路の上より神戸製鋼製 0.8 m³, ブーム長 14.5 m のドラグライン1台を使用した。掘削した土砂は



写真-1 木引堀から遊水池上にかけての B 滑走路および A 滑走路延長部分

6 t ダンプ 4 台で着陸帯の流用土とした。

この場合注意したことは、ドラグラインのブームが進入転移制限に出ないようにしたことである。ドラグラインによって指定の深さの掘削盤に砂が出てきたので試験掘りを行ない、その砂層が下まで続いていたのでドーザショベル (D 50 S 小松) を直接砂層の上に入れて掘削をドラグラインよりドーザショベルに切替えた。

暗きょ工事において、ウェルポイントを使用していたため遊水池までその働きが認められ、置換工の掘削は困難もなく 6 in の水中ポンプ 1 台で排水可能なほどの湧水しかなかった。7 日間ほど 1 台のドーザショベルで掘削し、8 日目からはドーザショベル (D 50 S 小松) 2 台、ダンプトラック (日産 UD 8 t) 6 台で本格的な掘削に入った。

掘削土量 30,605 m³ を 6 月 20 日より 8 月 25 日までに掘削完了しないと盛土およびその後の舗装工事が工程的に遅れてしまうので、工程を守るためにも延べ日数 66 日間で実働日数を 75% におさえた。1 日平均約 600 m³ の掘削土量は多く、残業を余儀なくされた。残土は 8 t ダンプ 6 台で着陸帯に運搬し、距離が短いため (300~400 m) ドーザショベルの作業待ちということはなかった。また現地盤より 1.7~2.2 m 下にさがるの作業のため進入転移制限内で作業ができたことと、ウェルポイントの働きによって少ない湧水で現場の作業条件もよかったことが幸いしたと思われる。

(4) 盛 土 (購入土)

施工の条件として特に注意しなければならない事項は、盛土の締固め度については舗装部分 95% 以上、着



写真-2 ドラグラインによる掘削

陸帯にあっては 90% 以上、また盛土材の材質が修正 CBR 15% 以上という規定であるため現場付近にはなく、国道 6 号線沿いの亘理地区にかざられていた。平均運搬距離 24~26 km に 2 箇所土取場を確保し、A 地区、B 地区とした。

両地区の材質試験の成績において A 地区の方が修正 CBR も大きく、盛土材としては B 地区よりすぐれていた。材質は両地区とも花崗岩の風化真砂土であるが、B 地区の場合はシルト質の含有が多く、雨には弱い性質であり、また A 地区は風化の程度が遅いためれき分の含有が多かった。現場での施工にあたっては、両地区の土の性質から雨などに強い A 地区の盛土材を本体部 (滑走路下部) に使用することに決定した。その理由は、B 地区の盛土材は、雨が降ると 3~4 日作業の中止を余儀なくされるからである。着陸帯については B 地区の材を盛土材として使用した。盛土量 214,476 m³ の材料の確保は地元との話し合いにより解決をみたが、214,476 m³ の盛土材の運搬の手段はダンプトラックしかなく、また短期間のためにダンプトラックの確保には配慮を必要とした。

盛土の期間は、本体部 (滑走路下部) にあたる部分については 6 月 20 日より 9 月 30 日まで、着陸帯については 10 月 25 日まで、延べ日数 127 日間、損失日数を考慮して実働日数を 75% とすると 98 日間となり、1 日平均 2,200 m³ の材料の運搬をしないと盛土の工程に遅れ、舗装工事の工程上かなり大きな無理が生ずるので、盛土材の運搬には全力をあげて工程の確保に努力した。ダンプトラックで 1 日平均 2,200 m³ の盛土材の運搬 (平均距離 24~26 km) となると、かなりの土量と判断することができるとと思われる。運搬路は国道 4 号線を約 6 km 南下すると国道 6 号線の終点が国道 4 号線に接しており、6 号線に入ると



写真-3 ドラグラインで掘削し、ダンプで運搬

道幅も狭く、交通量もかなり多かった。なお、A地区より78,000 m³の盛土材を本体部に、B地区より136,500 m³の盛土材を着陸帯に運搬することとした。その理由は前にも述べたようにA地区の上の性質からである。

A地区は土取場の入口が狭く、ダンプの入口と出口は別々として一方通行とし、土取場での交通の混乱を避けた。土取場に使用した機械はD85A、D80A(リャバ付)ブルドーザ各1台、D60Sドーザショベル2台。これは積込用としたが、土取場の機械の組合わせとしてはもうひとクラス下のブルドーザ1台が必要と思われる。B地区においては、D60A、D65A、日立TS09ブルドーザ各1台、D75Sドーザショベル1台、およびペイローダ(65)1台を積込用として使用した。

B地区はA地区より土取場のスペースも広く、取り上げるほどの問題もなかった。ダンプトラックは8tをA地区に、11tをB地区に配車した。A地区よりの1日の運搬回数は平均6回、1台当りの積載量は約5 m³、工程上延べ日数は107日間あるが、損失日数を考慮して実働日数を75%とし、約80日とした。なお、1日の運搬量を約1,000 m³とし、ダンプトラックの台数を34台とした。またB地区においては1日の平均運搬回数を5回、1台当りの積載量を6 m³、延べ日数127日間、損失日数を考慮して実働日数を75%におさえて98日間、1日の運搬量を1,300~1,400 m³とし、ダンプトラックの台数を47台とした。

A、B両地区合わせて1日の延べ運搬台数は実に439台の多きを数え、運行管理には十分すぎるぐらいの注意をしてもこれでよいということにはなかったが、幸いにして1件の交通事故もなく、盛土材の運搬を工程内に完了させることができた。短期間に214,476 m³の盛土材の運搬においてその運搬の手段としてダンプトラックを使用したこと、また使用せざるを得なかったこと、工程が

表-1 使用機械一覧

機 種	台数	名 称 形 式
舗装工事用		
ロードローラ (マガダム)	1台	酒井重工 (KD 7610)
タンダム3輪ローラ	1台	" (WH 1260)
グレーダ	1台	小松製作 (GD 37-6H)
フォニッシャ	1台	パーバークリーン (SA 40)
タイヤローラ	1台	渡辺機械 (WP 15)
空港場内土工用		
湿地用ブルドーザ	2台	小松製作 (D 50 P)
"	1台	" (D 30 P)
"	1台	" (D 20 P)
"	2台	日特金属 (N 4 P)
"	1台	三菱重工 (BD 11)
タイヤローラ	1台	渡辺機械 (WP 15)
"	1台	酒井重工 (PR 4314)
グレーダ	1台	小松製作 (GD 37-51H)
ドーザショベル	1台	" (D 50 S-12)
ドロクローラ	1台	神戸製鋼 (315)
A地区上取場		
ブルドーザ	1台	小松製作 (D 85 A)-12
"	1台	" (D 80 A)-12
ドーザショベル	2台	" (D 60 S)-6
B地区上取場		
ブルドーザ	1台	CAT 三菱 (DC 6)
"	1台	日立建機 (TS 09)
ドーザショベル	1台	小松製作 (D 75 S)-2
マイクロダ	1台	" (JH 65 C)

短期間であったことと合わせ考えて、仙台空港の場合にはダンプトラックでの作業量としては限界に近いと思われる。以上の工事に使用したおもな重機械は表-1のとおりである。

6. おわりに

以上、仙台空港の全体工期に及ぼす影響の大きい第3工区の暗きょ工事と土工工事について述べたが、他の工事についてもどこおりなく完成を見ることができた。これも当局の深いご理解とご指導があればこそと深く感謝している。

住居表示変更

本協会の住居表示が昭和47年1月1日より変更しましたのでお知らせ致します。

《新住居表示》 東京都港区芝公園3丁目5番8号

《旧住居表示》 東京都港区芝公園21号地1番5号

秋田港大浜地区の掘込港湾工事

勝 部 弘*

1. はじめに

秋田港は秋田県海岸部のほぼ中央に位置し、雄物川の河口を利用して古くから発達した港である（写真—1 参照）。治水上の理由から雄物川がショートカットされるとともに、秋田港も川と分離され、旧雄物川沿いに本格的に整備されて 5,000 t クラスの港から戦後 1 万~1.5 万 t クラスの港へと逐次拡張されてきた。

秋田から船川に至る海岸はほとんど利用されていない砂丘地が主体であり、用水等の立地条件に恵まれていることもあって、秋田臨海地区の開発が策定され、現在製錬、製紙、火力発電などが立地してこれらを中心にして工業開発が進められつつある。

この秋田臨海地区開発の中核をなすのが秋田港大浜地区の掘込港湾である。従来、旧川岸沿いに細長く伸びていた秋田港もその水際線に限度がきたので、港口部右岸側に展開している砂丘地を港内側より北に掘込み、水際線を広げるとともに、掘込奥部を船まわし場をかねて広げ、未利用の保安林地帯の積極的な活用をはかるものである（図—1 参照）。

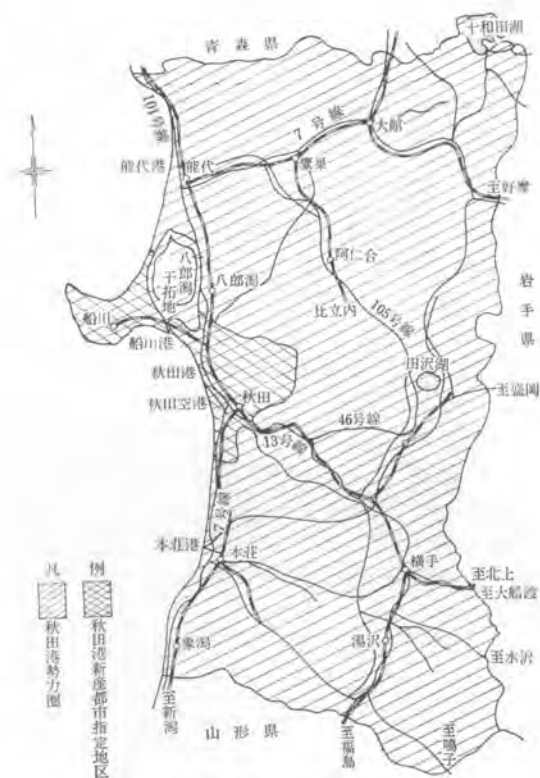
本工事の特長は 図—2 にも示すように海側の砂丘地を一定幅以上に維持しながら港内側の土砂を汀線にまき出し、順次航路を広げることになり、このため陸上部分は大型土工機械により、海中部はポンプ船を使用して施工を進めている。

2. 秋田港の整備計画

秋田港は現在 図—2 に示す計画に基づいて整備が進められている。昭和 45 年現在での秋田港のおもな係船岸は -10 m 1 バース、-9 m 1 バース、-7.5 m 6 バース、-5 m 1 バース、-7.5 m ドルフィン 3 バース、-5 m ドルフィン 5 バースであり、これによる取扱貨物量は 45 年で 2,653,000 t である。しかし取扱貨物量は近年急激に増加し、昭和 50 年では 45 年扱量の 3 倍程度が見込まれている。

これに対応して秋田港の整備計画が組まれており、まず外郭施設としては新南防 1,800 m と新北防 1,250 m で囲まれた水面に急増する油類を取扱う危険物取扱水面を設けるとともに、これで本港航路と内港の静穏度を維持するものである。

本港地区については航行安全のための航路の拡幅と貨物量増大に対処して中島および向浜にそれぞれ -10 m



図—1 秋田港勢力圏

* 運輸省第一港湾建設局秋田港工事事務所長

岸壁1バースを建設する。大浜地区については、大浜地区は掘削および浚渫土砂を海側にまき出し、最終的には-10m、幅員300mの航路を掘込むとともに、一部掘込みの入口部を-13mに浚渫し、5万tクラスの大形船に対処するものとした。貨物の増大に対しては大浜地区陸側水際線に-13m岸壁2バース、-10m岸壁4バースを計画している。

現在の施設(昭和46年末)としては、掘込みの最奥部に現在仮設として認可された原油ドルフィン-7.5m

表-1 秋田港港湾整備事業計画表(主たるもの)

施設	全体計画 (40~50)数量	昭和46年度まで 実施済数量	昭和47年度以 降残数量
南防波堤(m)	1,800	堤体実施延長 860 換算 1,122.4	換算 677.6
北防波堤(m)	1,250	堤体実施延長 586 換算 502.2	換算 747.8
消波堤(m)	1,070	0	1,070
-10~-13m航路、消地(埋没)(m ³)	2,500,000	1,644,000	856,000
-10m本港航路、消地(m ³)	1,691,000	換 1,230,000	換 461,000
-13m本港航路(m ³)	2,390,000	0	2,390,000
-10~-13m大浜航路(m ³)	6,751,000	換 4,018,000	換 2,733,000
-13m大浜岸壁(m)	540	0	540
-10m大浜岸壁(m)	740	555	185
-10m中島岸壁(m)	185	185	0
-10m向浜岸壁(m)	185	0	185

2バースと硫酸積出しドルフィン-7.5m 1バースがあり、新城川右岸には-10m岸壁1バースが完成し、使用されている。

秋田港における主たる工事の内容は表-1に示すとおりである。

3. 整備計画上の問題点

問題点としては、第1に掘込計画の法線内に2級河川の新城川が流入することからこれにより生ずる埋没土砂の対策が上げられる。これに対しては床止めを設けて河床こう配を安定させることにより埋没土砂を極力おさえることとしているが、なお、若干の埋没はまぬがれないものと考えられる。

第2に、掘込海岸砂丘前面の護岸建設のタイミングである。南北両防波堤の遮へいが十分でない時点においては護岸構造が大きなものになる。しかし、防波堤の完成を待てばこの砂丘が波により侵食されるという問題をかかえている。

第3に、大浜地区で扱う約720万m³の掘削土砂の処分の問題がある。上記の理由により前面護岸の着工はかなり遅れるので、この砂丘を守るため掘削土砂を海浜にまき出しながら施工することとしているが、必要以上に土砂をまき出すと波によりその一部が本港港口部へ舞



写真-1 着工前の全景(昭和43年4月)

戻ることが懸念される。海岸砂丘は自然に形成されていた現地の砂丘を参考に波の遡上高を調査してまき出す海浜の必要天端高を +5~6 m にとり、その必要幅はいままでの調査から 150 m 以上として施工している。

いままでに海岸砂丘保護のためにまき出した土量は約 175 万 m^3 で、今後完成までに必要な保護用の土量は約 120 万 m^3 と推定される。余った掘削土砂は昭和 44 年当初から起債で着工された新北防波堤以北の工業用地の造成地を捨場とし、その土砂の処理に利用してきた。

第 4 に、雄物川右岸の掘込法線内に防波堤工事用の作業基地があり、掘込工事の支障となったが、代替の作業基地ができるまで作業船を引入れる水路を別途設け、本工事に支障ないよう対処した。

第 5 に、旧施設の護岸および導流堤の撤去がある。これは明治以来外海の波に対し十分な遮へいがないうえ、幾多の被災を受けながら建設が進められてきたものであり、当時の記録がつまびらかでないことから構造を把握できず、工事の実施に苦勞している。

4. 大浜掘込工事の特徴

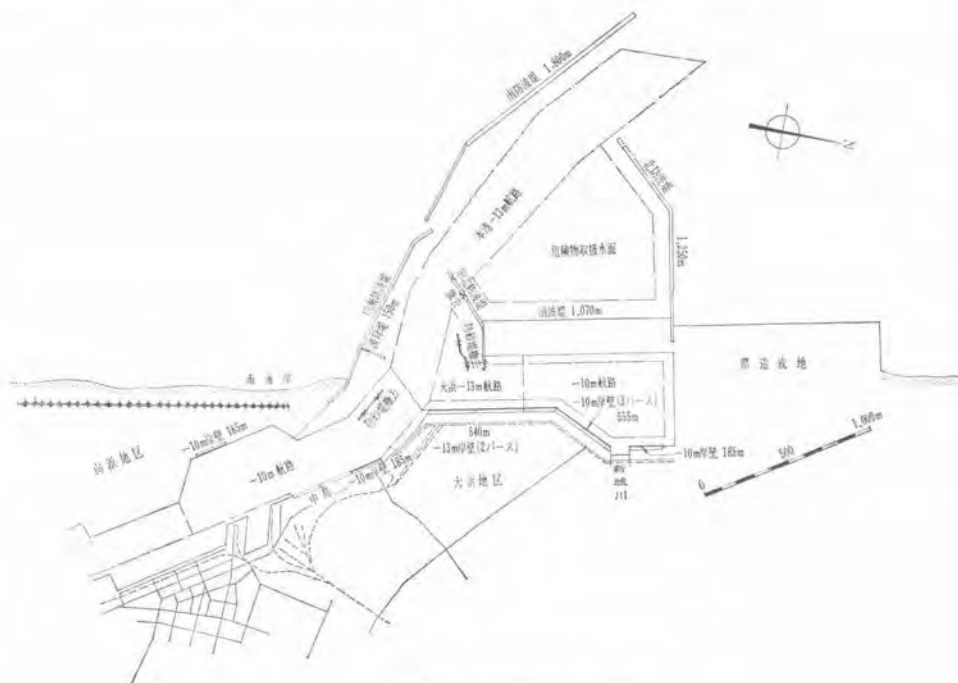
本掘込港湾計画は新潟東港、鹿島港などにみられるような本格的掘込港湾とは著しく趣きを異にしたものであ



写真—2 施工時全景（昭和 46 年 5 月）

る。通常掘込港湾は防波堤などの外廓施設を先行的に整備したうえで内陸部へ向かって航路が掘られるが、本港の掘込計画を端的にいえば、既設港湾内の未利用地を利用した港内水際線の拡幅計画だといえよう。

すなわち、図—2 に示すように、旧南北両防波堤で防護された本航路の右岸を海岸線とほぼ平行に掘込むのである。この掘込用地は海岸線より約 300 m 背後に日本石油の秋田製油所が立地しているため、鉄道敷、道路敷、ふ頭用地などの必要幅をとると、航路の海側の端は汀線より約 150 m 沖合まで達することとなった。すな



図—2 秋田港港湾整備計画図

わら、掘込計画法線としては、当時の海岸線より内陸へ航路部で約 150 m、奥部の船まわし場付近で約 450 m の距離にある地点を基線として順次海岸側に向かって拡幅を重ね、最終幅は航路部で 300 m、船まわし場で 530 m を確保したうえ、さらに掘込水路と海岸線の間には幅 200 m の帯状陸地（将来のふ頭用地予定地）を形づくる計画である。

施工の特徴としては、掘削または浚渫土砂を海岸線へ堆積して人工砂丘を作り、汀線を徐々に前進させながら掘込水路を外海の波浪から防護しつつ工事を進めなければならない点である。

以下、本地区の自然条件について述べると次のとおりである。

(1) 地 形

掘込予定地は秋田港の港口より北に伸びる高さ約 +3.0 m ~ +8.0 m の砂丘地で、飛砂防止用の植林がなされている。また港口より約 1 km 北側には掘込区域を横断して 2 級河川の新城川が流れて日本海に注いでいる。

(2) 地 質

掘込予定地一帯は新城川河口付近の砂丘地帯であり、表層 5 m 前後が砂丘砂で、それ以下が沖積層の砂、れき、粘土などとなっている。N 値は表層で 10 前後、沖積層で 10~30 程度である。

5. 施工計画

(1) 土工計画

掘込港湾の計画は新城川河口付近の砂丘地に 50,000 DWT~15,000 DWT 船舶を対象として、延長約 1,200 m、幅 300~530 m、水深 -10~-13 m、水面積 58 万 m² の航路を掘込むもので、浚渫および掘削土量は約 720 万 m³ である。各年度ごとの浚渫、掘削の実績および計画は表-2 のとおりである。

(2) 土砂処理

航路掘込予定地は工事中新南北両防波堤間にあり、外海の波に対して遮へいされていない。したがって、施工中海側砂丘地が波により破堤するのを防ぐため、航路予定箇所のもも陸側寄りから掘削し、その土砂で海岸に

防波堤代わりの築堤を行ないながら航路を逐次拡幅する方法によらざるを得なかった。このため陸上掘削の土砂はすべて海岸汀線付近にまき出し、ポンプ船により浚渫した土砂は築堤の維持および県の埋立地を土捨て場として排砂し、残りの土砂は南海岸の養浜として使用した。

(3) 施工方法

施工方法としては、地盤高 +1.0 m までを陸上掘削とし、それ以深をポンプ船で浚渫することとした。その理由としては次のとおりである。

① 陸上掘削単価が浚渫単価に比べ約 40% 低廉である。

② 陸上掘削とポンプ浚渫を併行して施工できるため工期の短縮がはかれる。

③ 陸上掘削土砂を海岸線へほぼ均一な高さに集積しながら前浜を堤防状に囲み、その囲いの中へポンプ船による浚渫土砂を排砂することによって土砂の海中への拡散を最小限におさえながら効率よく人工砂丘を形成できる。

陸上掘削と浚渫の施工区分 +1.0 m は既往最高潮位が +1.1 m であったが、通常は +0.3~+0.9 m 程度であること、およびボーリングの結果地下水位も +0.3~+0.9 m であったので +1.0 m を施工区分とした。

6. 実 績

(1) 使用機械の選定

陸上掘削に使用する機械はショベルとダンプトラックの組合せとモータスクレーバとを比較した結果、

① 作業区域は良質な砂地であり、モータスクレーバによる施工の方が仮設道路を作る手数も少なく、有利である。

② ショベル、ダンプトラックで施工を行なう場合、作業区域が狭小なため同時に多くの台数を稼働させることができず、工期が長くなる。

③ 土砂運搬距離が近い（片道 500~350 m）ため、モータスクレーバの運搬速度はダンプトラックとあまり変わらず、そのうえ築堤を行なう場合、ダンプトラック運搬では仮設道路、土捨て場ならし用ブルドーザなどの常

表-2 各年度ごとの計画浚渫、掘削土量

年度別	区 分	土 量 (m ³)	面 積 (m ²)	積 土 区 分			運搬距離 (m)	施 工 時 間	備 考
				養 浜	埋 立	築 堤			
43 年 度	陸上掘削	537,400	173,800			537.4	350	43. 7~44. 2	施工水深 -6.0 m
	浚 渫	668,400	86,500	508.7		159.7	500~1,200	43. 7~44. 3	
44 年 度	陸上掘削	106,600	40,700			106.6	500	44. 8~44. 9	施工水深 -6.0 m
	浚 渫	1,057,900	68,800	300	767.9		500~1,200	44. 4~45. 3	
45 年 度	浚 渫	1,022,200	236,500	130	652	240.2	500~1,300	45. 4~46. 3	~ -10.0 m
46 年 度	陸上掘削	273,500	63,800			273	450	46. 5~44.11	施工水深 -10.0 m
	浚 渫	423,400	46,300		250	173.4	500~1,500	46. 5~46.11	
47年度以降		3,100,000							~ -10.0~-13.0 m

時張付が必要となるが、モータスクレーパはその必要がない。

④ モータスクレーパで施工を行なう場合、騒音、砂塵などが激しいが、作業区域付近には民家はなく、工事上の公害の恐れはない。

以上のことより掘削、積込み、運搬、捨土、敷きならしの一連の作業を同一機械で連続的に行なうことのできるモータスクレーパを主要機種と決定した。

浚渫は昭和 42 年度より在港の 1,200 PS 電動ポンプ式浚渫船を使用した。

(2) 陸上掘削

モータスクレーパによる施工の能率は運搬路により大きく左右される。すなわち、運搬路の設置箇所および距離、路面状態、幅員、こう配などの適正化によりサイクルタイムの縮少をはかれば当然運搬量が増大し、それが工期の短縮となり、ひいては単価の引下げにつながるからである。

この観点より運搬路の設置は掘削施工区間 100～150 m を 1 工区とし、その両端には各々土捨場につながる運搬路(幅 4～6 m)を作り、モータスクレーパは掘削箇所→土捨場→掘削箇所と一定方向で循環できるようにし、1 工区に 2～3 台のスクレーパを同時に稼働させても積込場、捨場での待機によるロスができるだけ少なくなるよう配慮した。

また、路面は良質な砂地で、しかもほぼ平らなため、ブルドーザで不陸直しをする程度でよく、掘削 こう配も 7～10% 程度を目標にし、実際にも大体 10% 以下であった。しかし、掘削面が低くなるにつれ、部分的には 15% 程度になる箇所もでてきた。

土工はモータスクレーパを主体とし、工事量によっては補助的に被けん引式スクレーパも使用したが、両者の走行速度が違うことから同一工区では使用せず、別の工区および土捨箇所とした。掘削、積込時には掘削時間の短縮、掘削距離(積込完了距離)の短縮、積込土量の増大をはかるためプッシュブルドーザを使用した。

プッシュブルドーザを使用しない場合との比較は砂利、砂混じり土質についての実験結果では削土時間 50% 減、削土距離 45% 減、積込土量 25% 増の値となっている(「日本建設機械要覧」参照)。

本工事のような砂地においては、切土時間、削土距離はともに実験値とほぼ同じ 50% 減程度であるが、積込量は 30～40% 増となり、プッシュブル使用の差がさらに大きくなるようである。な



写真-3 モータスクレーパによる土砂運搬



写真-4 被けん引式スクレーパによる掘削
(高潮による冠水状態)

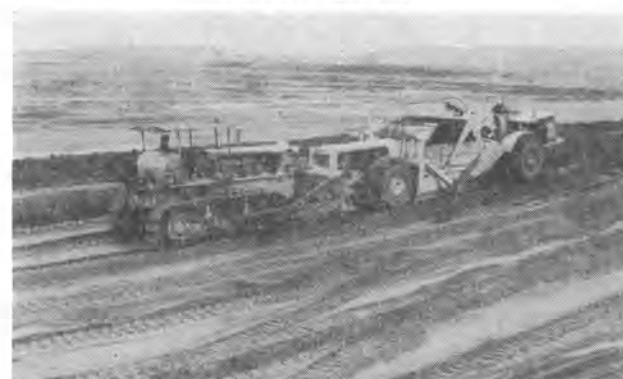


写真-5 モータスクレーパによる掘削

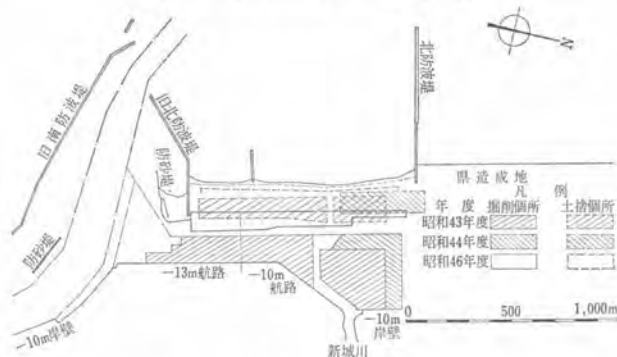


図-3 年度別陸上掘削箇所

表-3 モータスクレーパーおよび被けん引式スクレーパー実績表

年度	機 種	規 格	対象工種	総投日数 A (日)	延べ稼働 日数 B (日)	延べ稼働 回数 C (回)	運搬土量 D(m ³)	移動時間 E(hr)	稼働時間 F(hr)	作業 時間 G(hr)	整備時間 H(hr)	休止時間 I(hr)	稼働率 J(B/A)	稼働率 K(F/E)	平均運搬 距離 L(m)	サイクルタイム M(F/C)	時間当り 運搬量 N(D/F)	
43 年 度	モータスクレーパー	TS14	* * *	420	358	43,748	437,479	5,100.5	3,918.5	782.0	384.0	56	85.2	76.2	350	5.4	111.6	
	被けん引式スクレーパー	CY(D7) CY(D8)		75	73	8,292	63,017	1,072.0	879.5	119.5	73.0		97.3	82.0	350	6.4	71.7	
				95	72	6,675	56,736	1,052.0	711.0	226.0	94.0	21	75.7	67.6	350	6.4	79.8	
44 年 度	モータスクレーパー	TS14	* *	111	85	7,020	70,204	1,345.0	919.0	302.0	124.0		76.6	68.3	500	7.9	76.4	
	被けん引式スクレーパー	CY(D125) CY(D8)		51	40	3,215	27,327	582.0	406.0	130.0	46.0		78.4	69.6	400	7.6	67.3	
46 年 度	モータスクレーパー	TS24	* * * * * * * * * *	161	131	11,886	214,658	2,038.0	1,383.5	382.5	258.0	34	81.4	67.9	450	7.0	155.2	
		TS 8		46	46	3,861	23,509	533.0	453.0	43.0	46.0		100.0	85.0	450	7.0	51.9	
		WS16		40	34	2,496	30,089	461.5	321.0	100.5	40.0			85.0	69.6	450	7.7	93.7
		DS18B		19	16	911	11,661	249.5	172.0	58.5	19.0			84.2	68.9	400	11.3	67.8
		DS14B		9	7	388	2,368	122.5	66.5	47.0	9.0			77.8	54.3	400	10.3	36.6
		SR264		15	14	915	3,982	204.0	162.0	27.0	15.0			93.3	79.4	400	10.6	24.6
		SR40		25	24	1,873	5,627	395.5	245.5	35.0	25.0			99.6	80.4	400	7.9	22.9
		RS08		3	3	127	762	40.0	32.0	5.0	3.0			100.0	80.0	400	15.1	23.8

お、土捨場ならし、掘削整地およびのり面成形(1:1.5)はすべてブルドーザで行なった。

掘削は昭和43年、44年、46年の3カ年にわたって図-3のとおり実施した。これに使用したモータスクレーパーおよび被けん引式スクレーパーの稼働実績および諸元は各々表-3、表-4、表-5のとおりである。稼働率は各機種とも76~100%と割合高い値を示している。しかし、実作業時間率は68~85%であった。これは悪天候による休止時間が多かったことにもよるが、最も大きな原因は故障修理などの整備時間が多かったことである。

悪天候による休止日数は各年度とも4~6日で、これらはほとんど雨によるものであり、30mm/日以上になると作業は困難であった。

故障修理は各機種に見られたが、作業休止日数はモータスクレーパーが最も多い。これは使用したモータスクレーパーが外国製であり、しかも当地では初めての使用ということもあって稼働前に十分整備点検し、また1~1.5カ月に1回の割合で整備点検したにもかかわらず、いったん故障すれば軽い故障でも部品がなく、東京または仙台より取寄せなければならず、その間のロスが多かったためである。部品の到着待ちのため最高1週間近くかかったこともあった。

故障はおもに油圧関係で、油圧シリンダ、油圧ホイスなどの故障が多く、次いでエンジン故障とタイヤパンクであった。対策としては、損耗の激しいホース類の予備をそろえたり、修理専門の技術者を常駐させたりしたが期待したほどの効果はなかった。やはり現地における整備点検もさることながら、設備、部品、技術者等の十分そろった整備工場またはモータブールなどで整備を行なう必要があろう。また現地においても軽微な故障は修理できるよう地元修理業者を指導、育成する必要が痛感された。

サイクルタイムおよび運転時間当り運搬土量は各年度の捨土距離が異なるため比較はできないが、昭和43年についてみれば、同じ運搬距離でも300~350mになるとモータスクレーパーと被けん引式スクレーパーではサイクルタイムで2割近くの差が出ており、能率の見地から被けん引式スクレーパーの距離的な限界は300m程度と考えられる。また、昭和46年度にスクレーブドーザを使用したのが、運搬距離が300m以上になると走行速度が遅いことから、大幅に能率が低下し、途中からモータスクレーパーと交代した。

工事は5月~2月の間に行なわれた。しかし11月~3月までのいわゆる冬期間はミゾレや雪混じりの冷たい季節風が吹き荒れ、視界不良による能率低下のほかに、波しぶきが土捨場全体に飛散し、作業能率は著しく低下する。昭和43年度の実績は実作業時間率が11月~2月

表-4 使用スクレーパー類諸元

名 称	製 作 会 社	容 量 (m ³)		定格馬力 (PS)	最大登坂 能 力 (度)	走行速度 (km/hr)	付 属 機 械		摘 要
		平 積	山 積				ブッシャ	けん引	
モータスクレーパー	ユークリッド	10.7	15.3	160×2	21°	36.8	27.32 t		TS14 TMS 8 TMS 24 WS16
	三菱重工業	6.0	8.0	130×2		41.0	35 t		
	ユークリッド	18.4	24.5	432×2	32.0	40 t			
	小松製作所	11.0	16.0	210×2	60.0	35 t			
スクレーパー	小松製作所	6.1	7.7	250	30°	11.7	27 t	27 t	RS08
		12.8	18.6	300	30°	11.8	40 t	32 t	DS18B
		9.5	14.2	183		9.7	20 t	20 t	CY D7
		8.5	12.5	274		10.5	28 t	28 t	CY D8

表-5 陸上掘削使用機械一覧表(年度ごと)

機種 区分 年度	モータスクレーパー				スクレーパー				スクレープドーザ			ブルドーザ			作 業 内 容						
	名 称	重量 (t)	容量 (m ³)		名 称	重量 (t)	容量 (m ³)		名 称	容量 (m ³)	台 数	名 称	重量 (t)	台 数							
		平積	山積	台 数		平積	山積	台 数		平積											
43 年 度	TS14		11.5	14.2	2	CY D7	9.5	14.2	1				D7	20	2	けん引、ブッシャ					
													D8	28	2						
44 年 度	TS14		11.0	14.0	3	CY D12			3				D8	28	1	けん引、ブッシャ ならし、道路、ブッシャ 土捨場ならし、整地					
													D50	11	1						
													D80	17	1						
													D125	30	1						
													NTK 5	8	1						
46 年 度	TS24	77.5	18.4	20.6	4	RS09	10.5	9.2	11.5	2	SR264	6.4	3	D60	13.9	1	道路、整地				
	TS 8		8.0	12.0	2									SR 40	4.0	2		D125A	27	1	
	DS18B	32	12.8	18.6	3													D150A	32	1	
	WS16	51.5	11.0	16.0	2													D155A	27	1	ブッシャ
																		D9	40	1	ブッシャ
					D80A	21	1	整地													

では5月～10月より20～30%減となり、1日1台当り運搬土量も5月～10月(1,500m³/日)の30～40%減となっていることから、日本海側の海岸部においては4月～10月、遅くとも11月中旬までが最適の施工期間といえる。

ブッシャブルはTS-14モータスクレーパー、TS-24モータスクレーパーとも32t級ブルドーザ(いずれもパワーシフト方法)をおもに使用した。このときの積込時間は各々40～50secであり、少なくともこの程度のブッシャが必要で、これ以下になればさらに積込時間が多く

かかり、非能率である。同一機種(TS-14)を使用した場合、ブッシャブルの能率を時間当り土量よりみると、27t級は32t級、40t級に比べて運搬土量で30～33%減となっていた。32t級と40t級では時間当り運搬土量がほとんど同じことから、当現場においてはTS-24までのブッシャとしては32t級ブルドーザが最も適していると考えられる。

掘削底面(+1.0m)は雨による水だまりができて湧水はなく、また高潮により冠水したことも2～3回あったが、作業にはほとんど影響なく、ほぼ妥当な高さといえる。

陸上掘削工事は各年度とも工期内に若干の余裕をもって完了している。今後同じ条件(海岸部)の施工においてモータスクレーパーの能率をさらにアップさせるためには運搬路のほか次のようなことにも注意しなければならない。

① 施工時期を冬期間にすることは気象条件の悪化が機械に悪影響を及ぼすと同時にオペレータにも不快感や不安感を与え、能率が低下するのでさけた方がよい。

② モータスクレーパー、スクレーパー、ブルドーザなどの重機類は現地搬入前に十分整備点検して



写真-6 ポンプ船による浚渫

表-6 ポンプ船稼働実績表

年度	就業船名		A 就業日数	B 運転日数	C 休止日数	D 土量 (m³)	運転時間 (hr-min)			休憩時間 (hr-min)			休止日数内訳			時間当り揚土量 Q(D/G) (m³/hr)	稼働率 R(B/A) (%)			
	船名	規格					E 浚渫	F 排送	G 合計	H 移動・故障	I その他	J 合計	K 修理	L 運転準備	M 他工事			N その他	O 公休	P 合計
43年度	横浜丸	E1,200HP	241	135	105	553,600	1,677.12	643.34	2,320.46	163.33	779.41	943.14	36	38	0	21	10	105	238.6	56.4
	第1越後丸	DE350	222	62	160	127,800	1,107.08	33.21	1,140.29	52.35	294.56	247.31	0	0	13	147	0	160	112.1	27.9
44年度	横浜丸	E1,200	350	251	99	1,149,800	2,457.25	1,906.41	4,364.07	329.05	1,330.48	1,659.53	55	14	0	5	25	99	263.5	71.7
	第1越後丸	DE350	40	39	1	56,600	653.54	74.02	727.56	19.15	188.49	208.04	0	1	0	0	0	1	77.8	97.5
45年度	横浜丸	E1,200	327	290	37	1,113,400	4,460.35	396.41	4,857.16	549.31	1,553.13	2,102.44	10	6	3	3	15	37	229.2	88.7
	第1越後丸	DE350	18	13	5	14,000	243.46	5.56	249.42	9.30	52.48	62.18	3	1	0	1	0	5	56.1	72.2
46年度	横浜丸	E1,200	120	105	14	490,700	1,230.11	635.02	1,865.13	169.00	518.47	687.47	0	3	0	3	8	14	264.4	88.3

表-7 使用ポンプ浚渫船諸元

船名	排水トン数	船体主要寸法 (m)		動力種類		主機馬力		浚渫能力 (m³/hr)		浚渫深度 (m)	カッター馬力	備 考
		長さ	幅	深さ	口径	口径	口径	口径	口径			
横浜丸	770	36.0	11.0	3.2	E	1,200	450	400	300	17.0	50	
		22.8	8.0	2.3	DE	350	120	100	50	10.0		

おき、さらに損耗の激しい部品の子備をそろえ、整備時間の短縮をはかる。

③ プッシュブルは使用するモータスクレーバの大きさにつり合ったものを用いる。

④ 施工能率および使用する機械の維持管理の良否はオペレータの技量にかかっているため、技量の優秀な熟練した者を選ぶ。

(3) 浚 渫

浚渫工事は昭和 43 年度より開始されたが、まず既設の水制および消波護岸などの撤去 (-4.0 m まで) をグラブ船で行なったあと電動ポンプ船 (1,200 PS) とカッタレスポンプ船 (DE 350 PS) で-6.0 m まで浚渫し、昭和 45 年度より -10 m まで浚渫を行なった。ポンプ船による施工は掘込みのため外流の波の影響がほとんどなく、通年施工が可能であった。

排砂管布設はおもに置枕 および架台 (H=4.0 m) で行なったが、南海岸へ排砂する場合、航路部を横断して配管しなければならないため航路部は沈設管とし、航行船舶に支障のないようにした。

ポンプ船の稼働実績および諸元は 表-6、表-7 のとおりである。横浜丸についてみれば、昭和 43 年度の浚渫箇所は水制および波除堤の撤去跡であったため玉石、粗朶などの障害物があり、その除去に時間がかかり、時間当り揚土量は 238 m³/hr にしかなかった。昭和 45 年度は前年度までに浚渫した航路 (幅 100~350 m、水深 -6.0 m) をさらに水深 -10 m まで浚渫したが、雄物川の河床であったためか -6.0 m 以深の土質は部分的ではあったが、砂利混じり粗砂や粘土になり、極端に能率が低下した。このため結果的には稼働率が高いにもかかわらず時間当り揚土量は 229 m³/hr で 4 年間の最低に終わった。昭和 46 年は航路の拡幅 (50 m) のみで作業条件もよく、稼働率、時間当り土量ともに 4 年の最高の値を示している。現在は幅 150~400 m、水深 -10 m、延長 1,200 m の航路が完成している。

7. む す び

秋田県地方の開発計画として秋田湾に大規模港湾を中心とした一大工業地帯を形成し、わが国有数の開発拠点にしようとする秋田湾大規模工業開発基地の構想も、関係機関によって進められているところである。とりあえず本工事は小規模ながらその前哨戦として発展途上にある地方都市の現実の要望にこたえたものである。

本工事は狭少な地域を利用しての港湾作りといういわば特殊なものであるため、あえて計画、施工面について報告したものである。施工過程における資料収集には不備な点を痛感せざるを得ないが、なにぶんのご容赦をお願いする次第である。

利根川河口堰建設事業(その3)

— 施 工 実 績 (2) —

君 塚 昂*

6. 低水護岸

現場の状況は左右岸ともその大部分を本体同様セル形仮締切堤を必要とする水深であったが、工事費の節減を考えて継手を持った鋼管ぐい(鋼管矢板 $\phi 711$ mm, $L=20.50$ m)を護岸基礎位置に打込み、これをまず仮締切りに代用してドライアップしてのり覆工(コンクリートブロック張り)を施工し、その後、水中で所定ののり先高で切断し、下部はそのまま埋殺して護岸の基礎とする経済的な工法を採った。なお、切断片はセル仮締切りの洗掘防止用くい出し導流水制等に現場溶接して転用した。

また、のり覆工の基礎の不等沈下を防ぐため、上記護岸基礎とした鋼管矢板の所定高にブラケットを溶接し、その上にのり留めコンクリートを打込んでブロックのり張りのアンカーとした。さらに、鋼管矢板基礎の継手部からの背面土砂の吸出防止のため鋼管矢板背面に簡易鋼管矢板を打込み、その間にコンクリートを充填した。



写真-12 鋼管矢板仮締切り水中切断撤去直前の低水護岸工

のり張りコンクリートブロックはかみ合い形(0.50 m \times 0.50 m \times 厚 0.23 m)とし、のり面の沈下および伸縮によるクラック防止対策として隔壁を設け、伸縮目地をそう入し、のり肩保護として栗石そだ工を、また、鋼管矢板前面はそだ沈床(サンドポンプ船で規定河床に浚渫後水上施工)を施工して洗掘防止をはかった。

7. 魚 道

河口堰建設地点は利根川の感潮区域(銚子河口より上流約 80 km 区間)の下流部に位置し、好塩性魚貝類と淡水魚類が混棲し、河を遡上、降下する通過区域である。したがって、河口堰の構造、操作はその建設目的を満足するとともに水産資源の保護育成にも十分配慮し、そのために水産工学の学識経験者からなる魚道委員会を設けてその意見に基づいて設計検討を行なった。すなわち、

① 河川の固有流量が小さい場合、潮汐による水位変動の影響を受け、堰操作時に上下流は不連続な場合が生ずる。このような場合には遡上する魚類を対象にして設計し、降下する魚類は堰の順流時操作により流水に乗って通過させる。

② 魚類は水の流れに向かう性質があるから、放水管を魚道入口付近に設置して入口の所在を魚類に知らせるようにし、また、入口は縦に長くして感知幅を大きくする。

③ 遊泳深度の浅いのを好む魚類と深いのを好む魚類とがいるので、魚道入口の敷高は河床にすり付け、その他の魚道部分より広くとって遊魚場とする。なお、その遊魚場の敷高に傾斜をつけて入口に入ってくれば次第に上がるようにする。

* 水資源開発公団利根川河口堰管理所長

④ 魚道の入口は本川における魚類の通路の障害物（ゲート等）にできるだけ近づける。

⑤ 魚道内の流水は連続的かつ定常的であることが好ましいが、これらをすべて満足させるとこう配を著しくゆるやかにするため魚道の延長が極めて長大なものとなる。魚道水路内で局部的に流水の遅延があっても一定流速以下であれば魚類の遡上にさほど障害とはならないので、延長 130 m に間隔 5 m ごとに隔壁 14 個所を設置し、そのうちの上流部 7 個所をフラップゲートとして連結棒で連動式に可動させることとし、最上流端フラップゲートの天端高と上流水位との差を常に 21 ± 2 cm に維持するための自動運転用水面追従装置を設置する。

施工にあたっては、右岸側魚道

表-8 低水護岸工事使用機械一覧表

機 械 名	製作会社名	形式および規格	重量 (t)	台数	備 考
ドラグライン	日立	U 106 0.6 m ³ 積	21.4	4	
パワーショベル	石川島コーリング	305 0.6 m ³ 積	19.4	1	
タムシエル	日立	U 106 0.6 m ³ 積	22.1	2	
湿地ブルドーザ	小松	D 60	12.5	4	
ブルドーザ	＊	D 40-7	7.5	2	
バイロライバ	日本車輛	D-07	20.9	7	
クローラークレーン	＊	D-04	12.0	2	
くい打ちやぐら	新三菱重工	HF-40	29.0	1	
ディーゼルハンマ	石川島播磨重工	IDH-22	2.2	7	
＊	＊	IDH-40	4.0	1	
ダンプトラック	日産ディーゼル	6 T W 12 SD 10 t 積		8	
液 漕 船		電動 150 PS		1	
グラブ船		自航式 泥倉 120 m ³ 0.6 m ² 積		1	
クレーントラック	東邦特殊自動車	CH 501 7 t 積		1	
パイブくい打ち機	日産産業	NV-30 22 kW		2	
ディーゼル発電機	日本車輛	100 kVA		1	
直流発電機	U.S.A. ハーバート	電圧 40 V 電流 400 A		1	日立、三相誘導電動機 50 PS 付
アースオーガ	三和機材	SKCR 形 φ600 30 PS		1	機体：日本車輛 D-70
ウインチ	王子重工業	単則 11 kW	1.2	3	
＊	＊	複則 22 kW	3.0	3	
パイプロランマ	明和製作所	VR-11 形 ガリソンエンジン 3-4 PS		2	
水中ポンプ	荏 田	吐出口径 100 mm		12	
ベルトコンベヤ	三機工業	HT-70 1 kW $l=7$ m	0.25	6	
ダンプトラック	日産ディーゼル	T 80 SD 7.5 t 積		2	
ミ キ サ	中国工業	可傾式 0.17 m ³ 積	0.61	1	
パイブレータ	林製作所	棒状 45 mm		4	

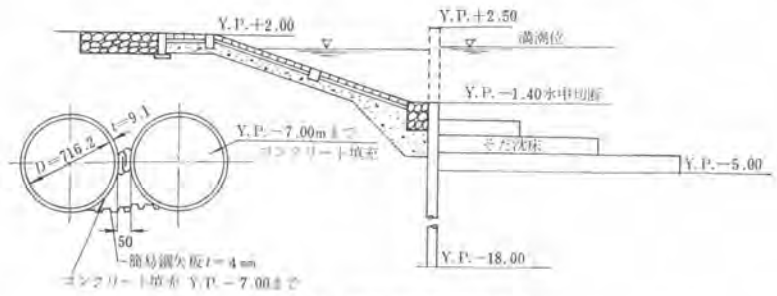


図-10 低水護岸標準断面図

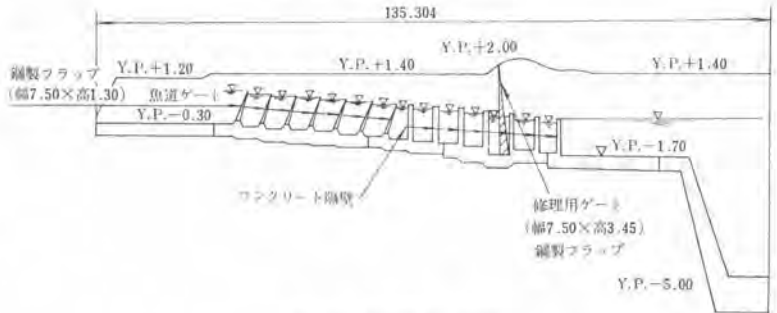


図-11 魚道断面一般図

は本体第1ブロック締切り干陸時、左岸側魚道は第4ブロック締切り干陸時に施工したが、左岸魚道施工の際、基礎ぐいの所定高まで床掘りをしたときに掘削底面以下の軟弱粘土質地盤内にすべり面が発生して塑性流動を起こして破壊、掘削底面が約 350 m² にわたってふくれ上がり、基礎ぐい（鋼管ぐい φ508 mm、長さ 15 m）のほとんどが地表面変位を起こして粘土質地盤（Y.P. -9.00 m ~ -11.50 m）の所で座屈し、再度基礎工からやり直すという手戻り工事を生じた。

8. 管理橋

管理橋は当初 2 等橋幅員 6 m で計画されていたが、

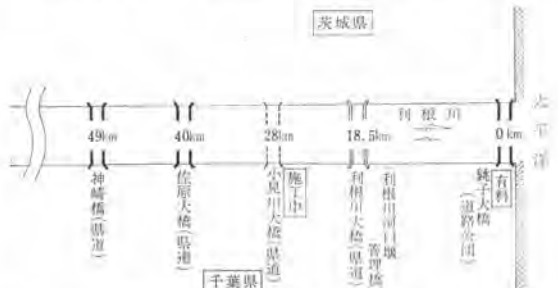


図-12 利根川下流部橋りょう位置図

表-9 魚道内を流れる流量、流速

	流量 (m ³ /sec)	流速 (m/sec)
隔壁頂越流水深 10 cm	0.38	0.84
同上(欠口部) 25 cm	0.91	1.21
溝 孔	0.08	1.40
合 計	1.37	

利根川を渡り、千葉県と茨城県を結ぶ交通の便、特に鹿島臨海工業地帯への重要な輸送路ともなるため、昭和42年12月11日に県道「須賀・息栖・東庄線」として新規路線認定された公道橋を兼ねたので、堰の保守点検あるいは歩行者の安全を考慮して1等橋有効幅員7m(うち1m歩道としてマウンドアップ)とした。

利根川本川部(利根川大橋)は、施工時点における工事用道路としての使用を考え、また、隣接する常陸川水門(昭和34年度完成、建設省直轄工事)との美観上の関連性より上路橋として利根川の計画高水位 Y.P.+3.00m に対し、けた下標高 Y.P.+6.00m とした。なお接続する常陸川水門管理橋は霞ヶ浦からの流出に対する常陸利根川計画高水位 Y.P.+2.85m を対象としてけた下標高 Y.P.+4.70m とされているため、橋面において標高差 2.30m が生じ、したがって、本川左岸端 No. 16 号~No. 18 号げたまでの3スパン間に下り縦断こう配をつけてすり付けねばならなかった。

黒部川部(黒部川大橋)は上記利根川大橋への取付道路として設計したものであるが、黒部川の流心方向と道路法線が直交せず、約70度の斜橋となり、また、河川管理上1スパンで架橋するように指示されたため、支間62mの大形橋りょうとなり、各種形式について比較検

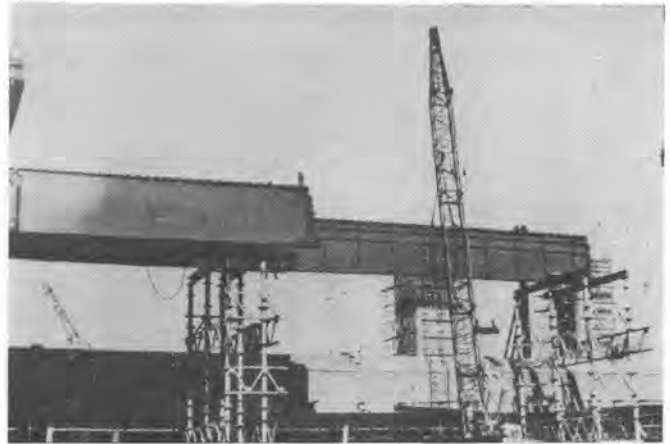


写真-14 主げた架設状況

討の結果、1セルを持つ単純活荷重合成箱げた構造とした。

橋りょう架設地点は河口に近いので海水および潮風による影響が著しいことから、使用した主要部材はすべて耐候性鋼材(SM50相当)である。

設計にあたっては次の各項のように検討した。

- ① ゲートを当管理橋からすり降りすることもあるものとして強度計算の検討をする。
- ② 主要部材には高張力鋼を経済的に使用することは差し支えない。
- ③ 海水や潮風等による鋼材の発錆予防対策を考える。
- ④ 伸縮継手はフィンガタイプとする。
- ⑤ 水門側(上流側)高欄は着脱可能かつ十分安全な構造とする。
- ⑥ 橋りょうには電気関係配線配管用のダクトおよび水道管を設置する。なお、それらの監査路を併設する。
- ⑦ 現場継手はリベット継手とする。
- ⑧ こう配変化点はけた端部として将来けたのかき上げに対して鋼げたは直線で構成し、路面の縦断曲線は床版厚で調整する。
- ⑨ 黒部川大橋(斜橋)のずれ止めは主げたの変形を防ぐためスタッドを採用する。

⑩ 黒部川大橋の主げた端部は箱げた内部の腐食を防ぐために密閉し、配線、配管を箱げた内に貫通させ、その保守点検用のためにマンホールを設置する。

⑪ 黒部川大橋の沓は斜橋のため鋭角部支承に負の反力が生ずる場合が考えられ、また、けたの伸縮方向とたわみによる回転方向とが一致しないため、球面ヒンジを



写真-13 据付けられた魚道隔壁フラップゲート

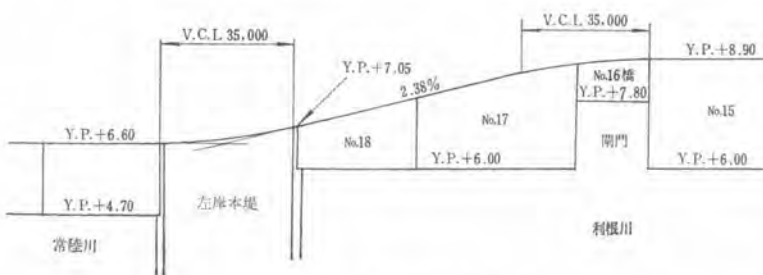


図-13 左岸3連縦断線形



写真-15 手延べ工法によるけた架設状況

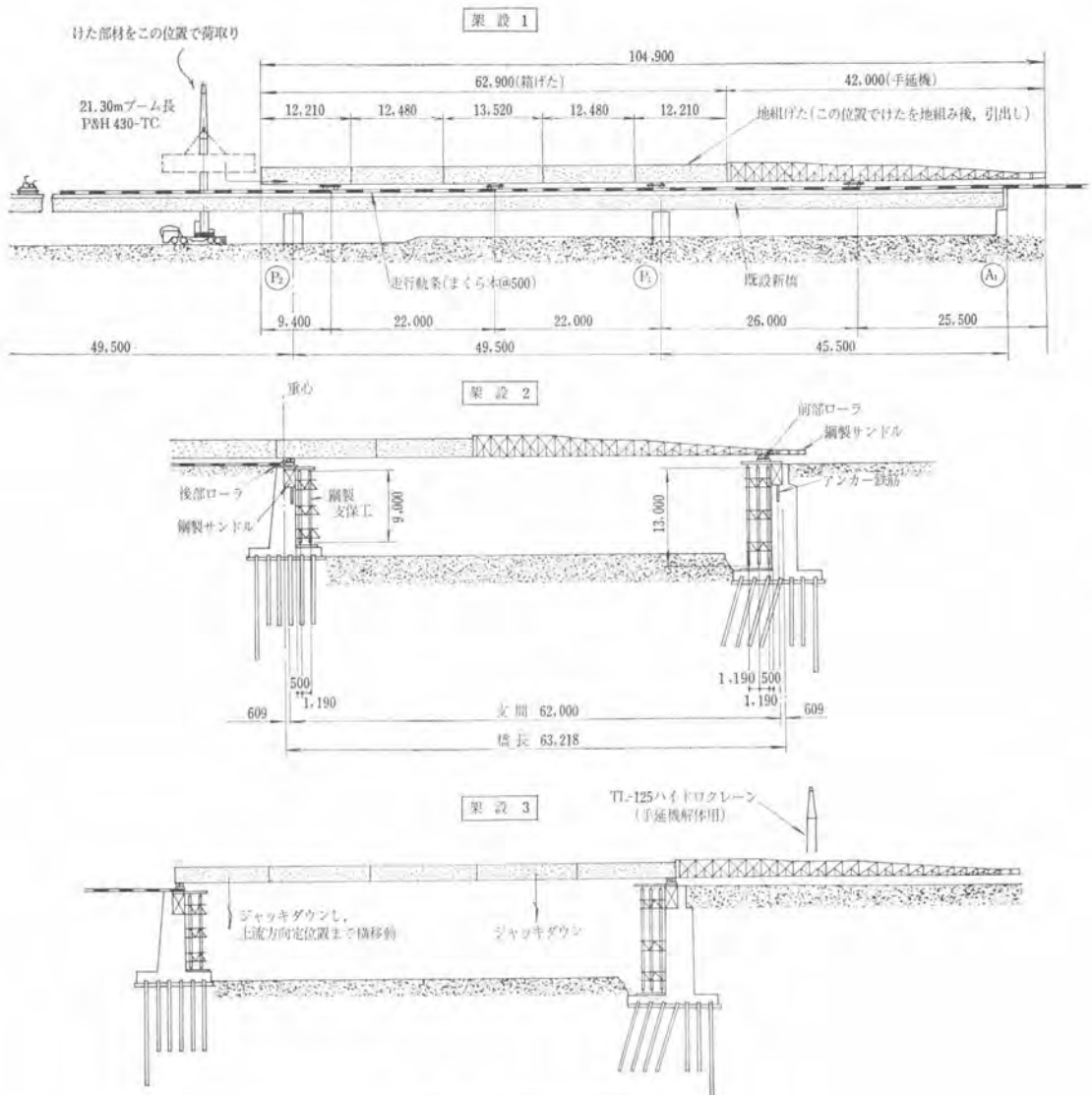


図-14 黒部川大橋架橋計画図

持つアーモローラ支承とする。

利根川大橋の施工にあたっては、すべてステージング工法を採用し、主げたはトラッククレーン (P & H 355 C-TC) で単部材ずつ堰本体床版よりつり上げて所定位置に据付け、ボルトで継手部の結合締付け後、ドリフトピンを打ち、形を保持した。架設検査後鉸接を行なったが、けた高 2.50 m のウェブに許容誤差を越える曲がり変形が起きたので、その原因と考えられるリベットの片押しとその熱による変形を防ぐため、リベットをランダムに打ち、加熱の分散をはかることによりウェブの補強よりも好結果を得た。

また、黒部川大橋の施工にあたっては、その架設方法の選定に注意し、黒部川水門改築工事の旧黒部水門撤去工、そだ沈床工および護岸工等の施工と競合するうえ、河川管理者からの治水上の工程制限があつて干陸期間が短く、ステージング設置および架設のための重機械の稼働に著しい制約が生ずるので、すでに完成している本川管理橋 (利根川大橋) の右岸端 2 スパンを利用してその橋面にレールを布設し、この上で地組みを行なった後、手延べ機を取付けて引出す手延べ工法を採用した。

9. 堰 本 体

堰柱およびその基礎工、床版、護床工等についての詳細は別の機会にゆずるとして、利根川河口堰の建設にあつて特に注意をはらった点について列記すると次のとおりである。

① 堰柱および巻上機室の形状は美観上、隣接する既

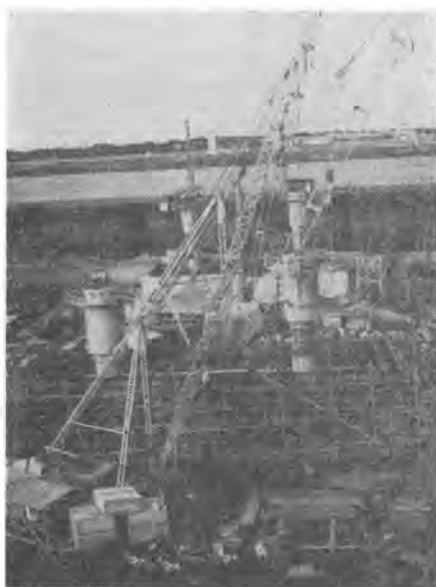


写真-16 ケーソン沈設状況

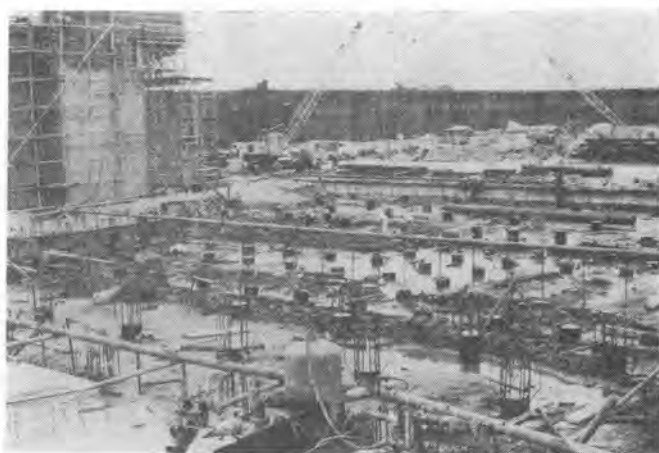


写真-17 床版基礎施工状況

設の常陸川水門とほぼ同形とする。

② 水門および閉門の基礎は建設地点の地質構成やその特性から判断し、ニューマチックケーソンおよび鋼管ぐいとし、その根入れを N 値 50 程度の沖積中位砂層 (Y.P. -12.00 m ~ -15.00 m) にとどめ、荷重を広く分布させて N 値の小さな沖積下位シルト層の圧密沈下を防ぐことに努める。

③ ケーソンの沈設にあたり、上層部の軟弱層を沈下させる過程で鋼矢板によるケーソンガイド工を設け、これが床版の止水矢板と接続して永久に埋殺しとし、止水矢板を兼ねる構造配列とする。

④ No. 1 号ケーソンの沈設をすべての工事に先立って実施し、基礎の土質状態を実際に把握して残り 12 基のケーソン施工のための参考資料とする。実際に施工した結果、理論沈下と顕著な差異が生じ、極めて有効な参考資料を得ることができた。すなわち地盤構成上 Y.P. -10.00 m ~ -11.00 m 付近より現われる粗砂層以下は、相当な被圧地下水帯となっており、実施作業気圧は Y.P. -1.50 m を基準とした理論気圧に等しいか、あるいはそれ以上の数値を示した。したがって、理論沈下図で想定した作業気圧を大きく上回った。また、周辺摩擦力は沈下始めより 2.0 t/m^2 前後となり、予想の 2~3 倍の数値となった。これらの実績を利用して No. 2 号以降のケーソンの理論沈下図を作製した結果、実績はかなりよく一致した。さらに、セル形仮締切ブロック内ではウェルポイントを布設して強制脱水を行なったので、被圧地下水もかなり低減するものと予測して理論気圧の基準点を Y.P. -7.00 m 程度に取り、その 100% を作業気圧としたが、実施結果は被圧水がほとんど低減せず、Y.P. -3.00 m を基準とする理論気圧に等しかった。

⑤ ケーソンの地耐力テストは 1 基当り 3 個所とし、試験方法についての示方書がまだ制定されていないので、50 cm 角の載荷板を使用して求めた許容支持力を

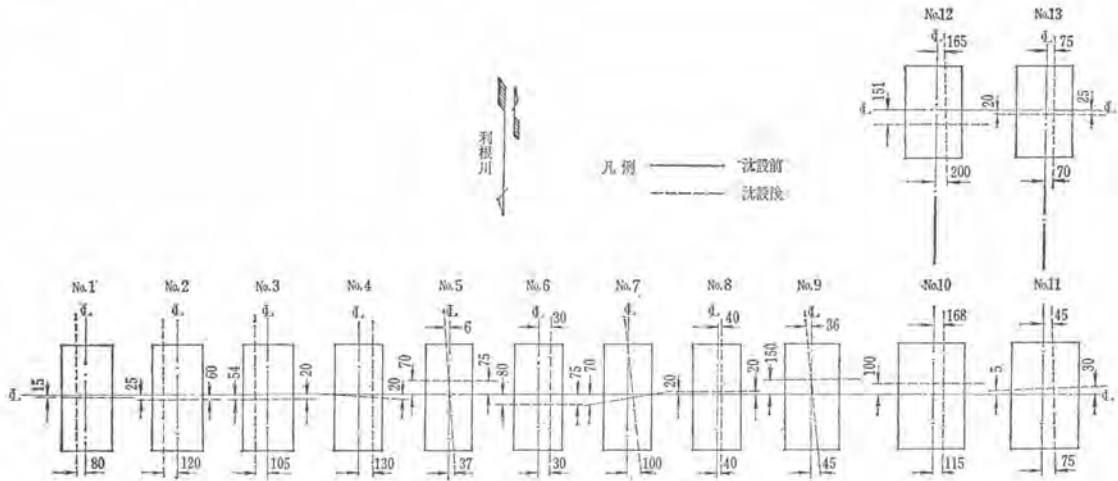


図-15 ケーソン沈設平面位置の移動結果 (単位: mm)

表-10 ケーソン仮設一覧表

名 称	昭和40年度 (1基)		昭和41年度 (2基)		昭和42年度 (2基)		昭和43年度 (4基)		昭和44年度 (4基)		用 途
	規 格	数量	規 格	数量	規 格	数量	規 格	数量	規 格	数量	
コンプレッサ	機軸定置式75kW	2基	同 左	4基	同 左	4基	同 左	10基	同 左	10基	圧搾空気用 送 気 用
パイプ	φ6 in ビクトリオ ジョイント	340m	同 左	580m	同 左	670m	同 左	1,190 m	同 左	1,300 m	
高圧ゴムホース	φ4 in	20m	同 左	50m	同 左	50m	同 左	100m	同 左	100m	掘削, コンクリート打 込用
ステップクレーン	7.5 t ブーム長 30m	1基	5 t ブーム長 40m	2基	5 t ブーム長 30m	2基	5 t ブーム長 30m	2基	5 t ブーム長 30m	4基	
〃			3 t ブーム長 19m	2基	3 t ブーム長 19m	2基	3 t ブーム長 19m	4基	3 t ブーム長 19m	4基	〃
〃							4 t ブーム長 32m	2基			〃
液削ウインチ	57形 40 kW 巻上 伏仰用	1台	59形 40 kW 巻上 伏仰用	2台	同 左	2台	同 左	2台	同 左	4台	デリック用
〃			56形 22 kW 巻上 伏仰用	2台	同 左	2台	同 左	6台	同 左	4台	〃
旋回ウインチ	59形 16 kW 旋回 用	1台	同 左	2台	同 左	2台	同 左	2台	同 左	4台	〃
〃			56形 5.5 kW 旋回 用	2台	同 左	2台	同 左	6台	同 左	4台	〃
土砂ホッパー			53形 6.5 m ³ 用	2台	同 左	3台	同 左	3台	同 左	7台	掘削, 捨土, 積込用
スペシャルシャブ	1.200m×0.450m	2台	同 左	4台	同 左	4台	同 左	8台	同 左	8台	送 気 用
エアロック	1.800m×3.450m	2台	同 左	2台	同 左	2台	同 左	8台	同 左	8台	〃
エアシャフト	1.200m×3.050m	6本	同 左	12本	同 左	16本	同 左	28本	同 左	30本	〃
〃							1.200m× 2.000m	16本			〃
ショートセグション	1.200m×0.450m	2本	同 左	4本	同 左	4本	同 左	8本	同 左	8本	〃
アースバケット	0.5 m ³ 用	4個	同 左	8個	同 左	4個	同 左	8個	同 左	7個	掘 削 用
スケータ	0.5 m ³ 用スパン 長 17 m	1基									〃
ポータブルコンプレッサ	10 m ³ /min 95 PS	1台	同 左	1台	同 左	1台	同 左	1台	同 左	1台	保 安 用
棒状パイプレタ	200 V 1 kW	4台	同 左	4台	同 左	4台	同 左	4台	同 左	4台	コンクリート打込用
コンクリートバケット	1.8 m ³	1台	1.5 m ³	2台	1.5 m ³	1台	同 左	1台	同 左	1台	〃
〃	1.0 m ³	1台	1.0 m ³	2台	1.0 m ³	1台	同 左	1台	同 左	1台	〃
ホスピタルロック	1.650m×3.400m	1台	同 左	1台	同 左	1台	同 左	1台	同 左	1台	医 療 用
作業船	10 t	1隻									シートパイル打込用
クローラクレーン			0.6 m ³ 305 LC, 225 A-LC	2台	同 左	2台	同 左	2台	同 左	2台	シートパイルおよびコ ンクリート打込用
ディーゼルハンマ	J.D.I. 1.2 t	2台	同 左	2台	同 左	1台	同 左	1台	同 左	1台	シートパイル打込用
シートパイル	U-IV l=16m	216枚									仮締切用
リングビーム	0.300×0.300× 3.140	81個									〃
ジャッキ	20 t	4台	同 左	1台	同 左	1台	同 左	1台	同 左	2台	リングビーム応力導入 および地耐力テスト用
ダンプトラック			8 t	4台	同 左	2台	同 左	2台	同 左	2台	基礎盛土および積土用
ブルドーザ			12 t	1台							基礎盛土用
自吸式ポンプ	φ6 in	4台									仮締切排水用および水 荷重用
〃	φ4 in	4台	φ4 in	1台	同 左	1台	同 左	1台	同 左	2台	〃
溶接機	13 kW 300 A	1台	同 左	1台	同 左	1台	同 左	1台	同 左	1台	刃口金物, 鉄筋溶接用
アフターウーラ					12.8 m ³ /min	4基	同 左	10基	同 左	10基	送 気 用

置いていたのに対し、新潟大震災（昭和39年）以来、地盤自体の動的不安定に起因する地盤震害が注目されてきたので、中央床版およびA床版が本体の一部あるいはこれを直接保護する重要な構造物であるにもかかわらず、実際施工にあたり堰柱基礎のケーソンの沈設に伴うエアブローのため周辺地盤が相当乱されて条件を一層悪化するため表層部の砂の流動化を考慮してY.P.-12.50mで支持されるくい頭固定の突出ぐいとして計算し、周辺の床版群は同一位相で挙動しているものとして単独床版の水平力を考えた。ただし、許容変位量は最悪の条件を考慮していることから特に制限せず、鋼管応力度も降伏点まで許容することとした。なお、中央床版部についてはゲート戸当りをなす本体の一部であるため、サンドコンパクションあるいはパイプロコンポーザで地盤の補強を図って万全を期した。

⑧ 基礎鋼管ぐいの実施にあたっては、各仮締切ブロックごとに施工前にまず試験ぐいによる打込試験および載荷試験（鉛直と水平）を実施し、許容支持力を長期60t、短期70t、許容水平力を18tとしてくい長および配置等を決定して施工した。

工事実施の段階で実施と併行してなお種々検討を加えて当初設計、計画を変更することとしたおもな事項は表-12のとおりである。

表-12 工事実施段階で変更したおもな事項

変更事項	紀 因	変 更 内 容
1. 開門の位置	魚道の機能向上のため	左岸堰軸下流側を上流側に変更
2. 導流堤を追加	上記開門位置の変更により左岸調節2段ゲート操作時に左岸に偏流を生じ、舟運に支障を与える。	No. 10号堰柱より下流に向かい、コンクリートブロック単床下流端までコンクリート壁による不透水制と鋼管ぐいによる透過水制の組合わせを設置
3. P.R.B. 工法の変更	施工の結果、ケーソン沈設の際のエアブローやパイピングの安全性に疑問が生じた。	No. 1号ケーソン施工基礎高をY.P.-6.00mから半築島に切替えた。
4. セル形仮締切りの形状変更	① 第1ブロックの施工結果、コンパクションパイプの、薬液注入等が追加施工され、現場内が錆そう ② セル基礎が洗掘されるので水制工を必要とした	① 第2ブロックからは下流側に1セル分追加拡張した。 ② 鋼管による透過水制工を仮設し、第3ブロック仮締切堤の上流側形状を突形をフラットに変更
5. 右岸低水護岸基礎工の変更	湧水が多く、Y.P.-5.00mまでの掘削が不可能となった。	コンクリートブロック造の基礎高をY.P.-2.00mに上げ、左岸と同様の鋼管矢板基礎に変更
6. セル仮締切り押し盛土を追加	第1ブロックを排水した結果、随所にパイピング現象が発生した。	セル締切堤の内側に、幅4m、高さ2m (Y.P.-5.00m)の押し盛土を追加
7. ブロック内の排水をウェルポイントに変更	置砂の締固めおよび湧水処理を必要とした。	ウェルポイントによる強制排水を行なうとともに湧水のはげしい個所に薬液注入を追加し、サンドコンパクションパイプによる地盤強化がはかった。
8. 置砂余剰上の処理	水中置砂を施工した結果、多量の余剰上生じた。	右岸低水護岸敷砂および床版上セル中置砂に転用
9. 第4ブロックの水中置砂高の変更	第3ブロック施工中、第4ブロックが洗掘されることの水理実験により予測判明した。	第4ブロックの置砂高をY.P.-7.00mからY.P.-5.00mに変更し、施工後この砂をセル中置砂に流用した。
10. 調節2段ゲートの変更	水理模型実験の結果、当初の設計推定値よりはるかに大きい上向力が発生することが判明した。	上段扉112t、下段扉97t、それぞれ重量を増し、総重量約480tとし、右岸側No.1号ゲートは工地上水中ステーションにより組立吊付を行なうこととした。なおこれに伴いNo.1と2号ケーソンの補強を行なった。
11. ケーソンの大きさ変更	No.1と2号ケーソンの沈設した結果、その資料に基づいて3号以降を再検討	No.4号ケーソンの大きさを変更
12. 水たまり長の変更	ゲート操作実験の結果、操作時に洗掘が生じることが判明	調節2段ゲート (No.1と9号) 下流75m、制水ゲート (No.2~8号) 下流30m、そだ沈床を延長
13. 開門ゲートの巻上げ速度の変更	当初計画によれば、開門通過所要時間は約45分を要するもので、これを1/3以下に短縮	パイパス方式を止め、2段変速方式とし、開室内に生じる潮流については水理模型実験によりパイパスを設置して対処
14. セル下床版の基礎ぐいの変更	セルの荷重が大きいので、ぐいが過密配置となりすぎる。	載荷試験の結果、先端閉塞鋼管ぐいを用いることにより支持力が増大し、経済的であることが判明したので変更
15. 注入コンクリートの変更	第1と第2ブロックにおいて、注入コンクリートを実施した経験から、水中コンクリートに変更した。	第3ブロックはコンクリートポンプにより水中コンクリートを打設することとした。

10. む す び

昭和40年に着工以来6年の歳月と約128億円の巨費を投じて利根川河口堰の建設工事は昭和46年6月に予定どおり竣工した。

いま当時を振り返ってみて、工事期間中に大洪水がなかったというラッキーな面があったとはいえ、苦斗の6年間であった。利根川の河口という幾多の悪条件にもかかわらず、関係官庁をはじめ多くの方々の支援と指導のもとに公団ならびに施工各社の職員が一丸となつての熱意と英知とそして血のにじむような努力がここに見事に実を結び、坂東太郎を締切ったのである。

利根川河口堰はわが国では最大規模の堰であり、画期的な工事であったわけで、ときには大胆に英断を下し、ときには細心の注意を注ぎ、新工法も数多く取り入れて大自然に対処した。そして、いまその事業目的である利根川下流部の塩害を防除するとともに、黒部川の洪水疎通能力を増大させて公利の増進と公害の除去をはかり、都市用水20m³/sec および農業用水平均2.50m³/secの確保に万全を期し、昭和46年4月1日以来電子計算機による全自動制御方式で管理操作が行なわれ、首都圏の発展のための水需要の一部になっている。本稿は工事施工の概要を記したものであるが、今後の同種工事の前進に多少なりとも役立ち得れば望外の喜びである。

建設機械化講座 第103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

2. トラクタ系建設機械 (その3)

高橋 九郎*

4. 取扱い整備

機械の所有者や使用者がその機械から多くの利益を得るかどうかは取扱いや装備について十分な配慮を払うかどうかによって決まる。

機械のメーカーは機械を正しく取扱うための必要書として運転取扱い、給油脂、調整、整備の時期や方法を示した説明書を機械に添付している。機械の管理者は必ずこれらの説明書や部品カタログを機械とともに現場に保管、整理し、不足の場合は取りそろえておき、内容を理解し、オペレータや整備員に実施させるよう心掛ける。

運転取扱い整備の説明書は、普通 10 時間整備から 2,000 時間整備までに必要な整備事項が写真または図入りで説明しており、それと同時に作業手順や安全について述べてある。

4.1 整備計画

点検、給油脂整備に必要な時間間隔は 10 時間、50 時間、100 時間、250 時間、500 時間、1,000 時間、2,000 時間ごとになっており、それぞれの時間が経過するにしたがって点検整備内容が異なってくる。したがって機械管理者は点検整備のチェックリストを作成したり、また稼働経過時間を把握するチャートや記録表を整備し、稼働時間の経過とともに発生する必要な整備事項を計画的に行なうことが必要である。

これらの計画的な整備は大きな故障を未然に防止し、機械の休車時間を最小限に食い止め、ひいては機械の生産性を向上させることができる。

機械の整備計画とともに機械にかかる経費の把握もまた重要な項目である。土工単価の見積、機械経費および修理費の低減、機械の代替時期の判定等は作業日誌や経費記録を常に行なうことによってはじめて有効に活用できる。機械の時間当り経費を正確に見積ることは非常に困難である。すなわち、作業条件、オペレータの技量、

気象条件、運営管理の状態、工期、機械の維持に対する関心その他種々の条件によって大きく影響されてくる。したがって自分自身の経験やデータを常に積上げておかなければならない。

4.2 定期整備

指定された点検整備の間隔は普通サービスマータによって決定される。毎日のサービスマータの読みによって機械を点検、給油脂、整備する時期がわかる。表-1 は装軌式ローダの給油脂整備表の一例である。

整備箇所、作業内容、給油脂の種類がサービス時間ごとに区分されている。作業内容は水や油量の点検、清掃、給油脂、沈殿物の排出、エレメントの交換、油交換、調整等であり、給油脂は指定された規格のグリース、エンジン油、ギヤ油、ハイドロリック油等の種類が記されている。

10 サービス時間整備は、普通毎日実施されるもので極めて重要である。この点検は機械の周囲をまわって点検もれのないように手順よく行なう(図-6 参照)。

4.3 不定期整備(必要に応じた)

サービスマータの読みに基づく定期整備のほかに、機械は天候、作業条件、使用法によって必要となる整備がある。

エアクリーナ、燃料フィルタ、冷却系統、フライホイールクラッチ、操向装置、ブレーキ、排土板の刃、バケットやリッパの爪、燃料噴射ポンプ装置、履帯の張り、タイヤ等がおもなものである。

エアクリーナは塵埃がひどく、乾燥した天候で作業する場合はエアクリーナの清掃を頻繁に行なう。エアクリーナの清掃が必要であるか否かはインジケータによって示される。排気色が悪くなったり、エンジンの出力が低下したときも整備をする必要がある。

エンジンが回転中に燃料系統の圧力計が要整備の位置を示したら燃料系統の整備を行なう。燃料系統のフィルタやエレメントが詰まるとエンジンの最高出力に必要な

* キャタピラー三菱(株)商品調査課長

表-1 点検・整備・給油表

サ ー ビ ス 個 所	作 業 内 容	点 検 ・ 調 整 ・ 洗 浄 ・ 交 換	シ リ ー ズ			サ ー ビ ス 所	作 業 内 容	点 検 ・ 調 整 ・ 洗 浄 ・ 交 換	シ リ ー ズ		
			1 2 1 0 4 B オ イ ル を 使 用	1 2 1 0 4 A ま た は M I L L イ ン ジ ン ・ M I L L イ ン ジ ン	3 オ イ ル の み を 使 用				3 オ イ ル の み を 使 用	3 オ イ ル の み を 使 用	
	サービス時間はサービスマータの読みで決める。						サービス時間はサービスマータの読みで決める。				
10 サービス時間						250 サービス時間					
①ディーゼルエンジンクランクケース	油面点検	×	×			②ディーゼルエンジン	オイルの交換およびフィルタエレメントの交換	D	E		
②トランスミッション	油面点検	×	×			③トランスミッション	オイルフィルタエレメントの交換			×	
③ベベルギヤステアリングクラッチ	油面点検	×	×			④トランスミッション	マグネチックストレーナの清掃	×	×		
④作動油タンク	油面点検	×		×		⑤燃料タンク	キャップの清掃			×	
⑤ラジエータ	冷却水面の点検	×	×			⑥燃料タンク	給油ノズルトレーナの清掃			×	
⑥ラジエータコア	清掃	×	×			⑦ファンベネレータベルト	張り具合の点検			×	
⑦ブレードカッチングエッジ	点検	×	×			⑧ステアリングクラッチプレーキ	点検および調整			×	
⑧パケットカッチングエッジ	点検	×	×			⑨ファンベアリング	給油				
⑨パケットツース	点検	×	×			500 サービス時間					
⑩リッパツース	点検	×	×			⑩ベベルギヤステアリングクラッチ室	オイルソールタエレメントの交換	×			
⑪プレクリーナ	点検	×	×			⑪ベベルギヤステアリングクラッチ室	オイルスクリーンの洗浄			×	
⑫バッテリー	充電率の点検	×				⑫ディーゼルエンジンクランクケース	ブリーザの洗浄			×	
⑬エアクリーナサービスインジケータ	点検	×				⑬油圧系統	オイルフィルタエレメントの交換			×	
⑭車両全般	点検	×				1,000 サービス時間					
⑮パケットボジショナチューブ	オイルカップに給油			×		⑭スプロケットハブベアリング	点検調整			E	
⑯トラックローラフレームアウトベアリング	給油			×		⑮トランスミッション	オイル交換, ブリーザ交換, サクションスクリーン交換	×		G	
⑰マルチパーパスパケットのボウルおよびシリンダベアリング	給油			×		⑯ベベルギヤステアリングクラッチ室	オイル交換, ブリーザ交換, クラッチ室の洗浄			×	F
⑱パケットコントロールリンクエッジおよびハイドロリックシリンダ	給油			×		⑳ファイナルドライブ	オイルの交換				H
⑲リッパリンクエッジおよびハイドロリックシリンダ	給油			×		㉑結線	点検	×			
㉑サイドダンプパケット	給油			×		㉒冷却系統	洗浄	×			
【注記】オーバホールしたエンジンは最初の10サービス時間で㉑を行なう。						㉓ブレッシャオーバーフローバルブ	掃除	×			
50 サービス時間						㉔ステアリングクラッチ	点検調整			×	
⑳ファイナルフェルフィルタハウジング	ハウジングからの排出	A				㉕トランスミッションコントロールシャフトベアリング	給油				×
㉑プライマリフェルフィルタ	エレメントの洗浄	B				2,000 サービス時間					
㉒ファイナルフェルフィルタエレメント	エレメントの交換	C				㉖ディーゼルエンジン	バルブクリアランスの点検	×			
㉓バッテリー	点検	×				㉗油圧系統	オイルの交換			×	
㉔油圧系統のホースおよびシリンダ	油漏れの点検	×				㉘ブレーキパダルベアリング	給油				×
㉕足回り	摩耗の点検	×				㉙ガバナコントロールベアリング	給油				×
㉖トラクタ	張り点検	×				【注記】新車またはオーバホールした機械は最初の100サービス時間と200サービス時間に㉗を行なう。					
100 サービス時間						2,000 サービス時間					
㉗ファイナルドライブ	油面の点検	×	×			㉚ディーゼルエンジン	バルブクリアランスの点検	×			
㉘ラジエータホース	点検	×				㉛油圧系統	オイルの交換			×	
㉙燃料タンク	水分, 沈殿分の排出	×				㉜ブレーキパダルベアリング	給油				×
㉚リフトキックアウト	点検および調整	×				㉝ガバナコントロールベアリング	給油				×
㉛パケットボジショナ	点検および調整	×				【注記】新車またはオーバホールした機械は最初の100サービス時間と200サービス時間に㉗を行なう。					

A : 寒冷時には10サービス時間毎に排出する。
 B : フェルプレッシャゲージがOUTの範囲を示したら早めに清掃する。
 C : プライマリフェルフィルタエレメントを洗浄してもフェルプレッシャゲージがOUTを示している時はエレメントを交換する。
 D : 燃料中の硫黄分によってオイルの交換間隔を下記のように変える。フィルタの交換間隔は変わらない。0.4%以下では250サービス時間毎。0.4~1.0%では100サービス時間毎。1.0%以上では50サービス時間毎。
 E : はこりの多い現場では50サービス時間毎に清掃する。
 F : 新車の場合は、最初の100サービス時間と200サービス時間に点検、調整を行なう。
 G : オイルが濃くなり黒くなってきたら、500サービス時間毎に交換する。
 H : 泥中やほこりの多い現場で作業する場合500サービス時間毎に交換する。

だけの燃料が流れなくなる。またエンジンの不円滑、排気色の不良の場合は燃料噴射装置の調整が必要となる場合もある。

冷却水は軟水かまたはなるべく鉱物成分を含まない水を使用するが、自然に冷却系統内に沈殿物が堆積するので必要に応じて洗浄が必要である。

フライホイールクラッチ、操向装置やブレーキ、作業装置のコントロール等は運転するにしたがってレバークやペタルの動く遊び寸法が変わってくるので、その機械に決められた寸法に調整する。

排土板の刃、バケットやリッパの爪等も摩耗するにしたがって取扱い説明書の交換時期の判定により整備交換する。

5. 足回り整備

装軌式ローダやブルドーザを運転した場合、一番激しく摩耗する箇所は足回りの関係部品である。足回り部品の摩耗は作業条件や土壌条件と直接関係があり、ローム層で使用するよりも、砂地や岩現場で使用する場合の方がどうしても寿命が短くなる。

足回りの摩耗を早めるものとして、履帯を空転させる場合がある。履帯が空転すると、けん引力を出すことができない。負荷が非常に少ないと高速運転をさせて作業を行ないがちである。速度が早いと、作業が早く終わったような錯覚を与えるが、実は速度をもっと遅くして負荷とのバランスを適当にとりながら運転しても、作業量そのものは変わらず、またこの方が足回り部品の摩耗を少なくすることができる。

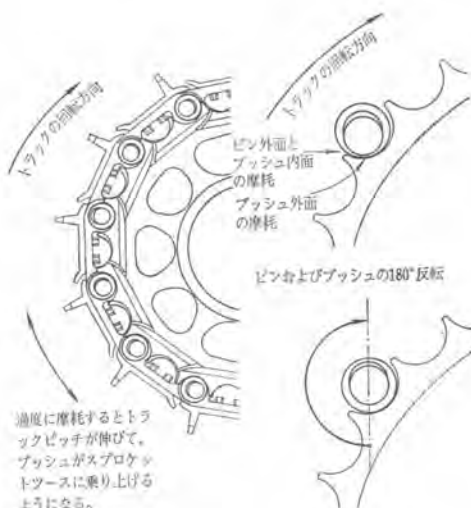


図-7 ピンおよびブッシュの摩耗と反転

シュューを選ぶ際の最も重要な要素の一つはシュューの幅である。必要以上に幅の広いシュューを採用してはいけない。シュューの幅が狭ければトラックリンクからの突出部が少ないので、他の足回り部品にかかる応力が小さく、したがって摩耗も少なくなる。シュューのグロウサが摩滅した場合には再生することができる。

履帯が張り過ぎていると走行抵抗が大きくなるので、履帯の張りをゆるめる必要がある。履帯を極度に張り過ぎたまま運転するとピンとブッシュの間に非常に高い摩擦熱が生じ、ピンとブッシュが損傷したり、またファイナルドライブにも損傷を受ける。

一方、履帯があまりゆるみ過ぎていると、旋回したときに履帯がはずれそうになる。そのまま高速運転すると履帯が波打ち現象を起こしてキャリアローラやその支持部に衝撃荷重がかかる。また後進の際にリンクがスプロケットツースに乗り上げるので、スプロケットツースやブッシュに異常摩耗を生ずる。

必要以上の幅の広いシュューを使用したりするとトラックリンクは側面方向の荷重を受ける。摩耗したトラックリンクはその表面を肉盛溶接して再生することができる。

ピンとブッシュが摩耗すると、履帯が伸び、履帯の張りを調整する必要が生ずる。ピンとブッシュの摩耗には2種類（外部と内部）ある（図-7参照）。

ピンとブッシュは全表面にわたって一様に摩耗しないので、その摩耗したピンとブッシュをプレスで抜き出し、180°反転して再使用が可能である。またピン外面およびブッシュ内面の摩耗によってピッチが伸びると、履帯とスプロケットとのピッチが狂

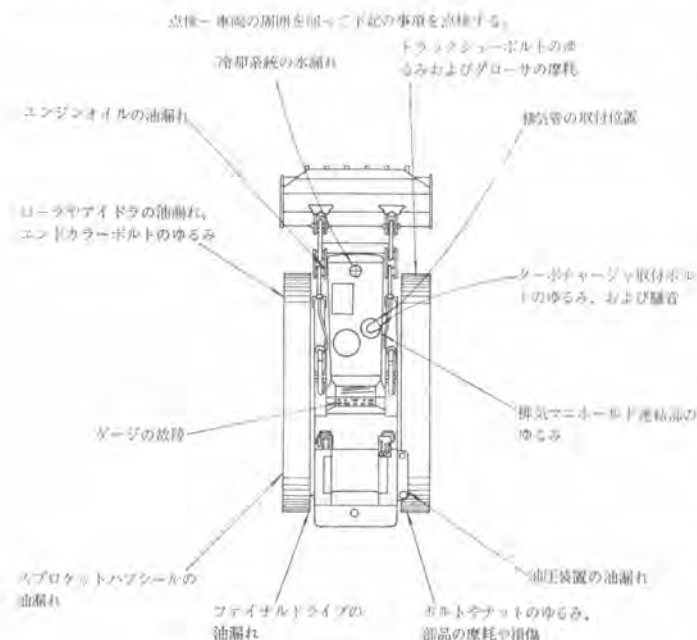


図-6 毎日点検 (10 サービス時間)

て異常かみ合いとなり、スプロケットのツースは異常摩耗を生じて騒音を発生する。

シールドトラックは足回り部品の摩耗防止に重要な役割を果たしている。またスプロケットの摩耗はそれにかかる荷重、地形、土砂の研摩性および含水量等の影響を受ける。セグメントタイプのスプロケットが摩耗した場合は、履帯を取りはずすことなく容易にリムを交換することができる。

6. タイヤの選定と表示

車輪式の機械にとって使用用途に適したタイヤの正しい選定と適正な使用管理は、作業性能に直接影響を及ぼす重要な要素である。タイヤの選定を行なう場合に最も重要なことは、トラクションと浮力に影響を及ぼす要素について理解しておかなければならない。

6.1 トラクション

車両が路面の悪条件を克服して走行するためには、トラクションの高い、すなわち粘着係数の大きいタイヤが要求される。したがって直径の大きいタイヤを使用するか、内圧を減らせば接地面積は大きくなり、トラクションは増す。

6.2 浮力

タイヤへの荷重が増加し、しかも走行する路面が軟弱である場合は、路面にめり込まないタイヤ、すなわち浮力の大きいことがタイヤの重要な要素となる。これには接地圧の低下、低空気圧およびタイヤ形状の適切な選定が望まれる。浮力を増すためには直径の大きいタイヤ、広幅タイヤか、あるいはタイヤ内圧の低いタイヤを使用すれば浮力は増加する。

6.3 トレッド

トレッドのデザインもまたけん引力（トラクション）および浮力に大きな影響を与える。一般的にはトラクションタイプのトレッドはけん引力を要求する場所で、ロックタイヤは岩盤上や過酷な摩耗性の現場で使用する。

6.4 チュープレスタイヤ

チュープレスタイヤはチューブを必要としないタイヤである。チュープレスタイヤの特長としては

- ① 釘などを拾っても急激なもれ方をしないので安全運転ができる。
- ② 空気の保持がよい。
- ③ 冷却性能がよい。
- ④ バンク修理が容易である。
- ⑤ 経済的である。

6.5 タイヤの表示

タイヤは一般に次のように表示され、概略その大きさを知ることができる。すなわち、[タイヤ幅]—[タイヤの内径]—[プライレーティング] である。たとえば 14.00—24—12 PR という表示は、タイヤの幅が約 14 in、タ

イヤの内径、すなわちリムの直径が約 24 in ということを示している（図-8 参照）。

タイヤには PR（プライレーティング）が表示してある。たとえば 14.00—24—12 PR という表示は 12プライのタイヤということであり、タイヤの強さを表わす指標である。プライ数を増せば空気圧を上げることができ、過荷重をうける作業や高速運搬作業に使われている。

6.6 バラストタイヤ

車両の重量を増すことによりけん引力が増し、それとともにタイヤのスリップが減少し、摩耗が少なくなる。またタイヤの飛びはねも少なくなる。同時に重量の増加は車両のチョッピングロード（転倒荷重）を増して積込容量を大きくする。このような点から車両に金属製のカウンタウェイトを装着するほかに、重量を増加する方法として、タイヤ内部に液体または固体のウェイトを注入し、バランスをとる方法がある。

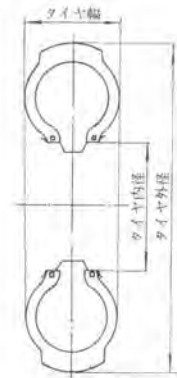


図-8 タイヤの呼称寸法

7. 運 転

運転を始める前にオペレータはその機械の操作レバー、ペダル、計器、そして作業装置の位置と操作要領を十分に確認しておかなければならない。

7.1 エンジンの始動

エンジンを始動する前にはエンジン油の量、冷却水の水位、作動油タンクの油面、変速機や操向装置室の油面、クラッチ室かトルコン室の油面、燃料の量等の点検は絶対に忘れてはならない項目である。そのほかエアクリーニングゲータ、コントロールレバー類の動きが不具合でないか、ゆるんだり、摩耗したり、または破損した部品はないか、油圧系統のホースや連結部に油もれはないか、履帯の張り具合は適正か、タイヤの空気圧や取付ナットのゆるみがないかを点検する。

7.2 始動時の操作レバーとペダル

運転席は調整して自分の体格に合わせておく。

① ブルドーザおよび装軌式ローダのコントロールの位置は、両方のブレーキペダルを踏み、ブレーキをロックしておく。また変速レバーを中立にし、トルクコンバータの場合は必ず安全レバーをロックする。コントロールレバーは中立か保持の位置にし、初めてエンジンをスタートする。エンジン始動要領および計器類の作動についてはエンジンの項を参考されたい。

② 車輪式ローダの場合は前後進レバーと変速レバーを中立にし、安全ロックをかけ、駐車ブレーキをかけ、バケット操作レバーを保持しておく。

7.3 運転操作

運転操作の方法は機械の種類や大小によって異なるので省略する。機械に添付されている運転取扱説明書にしたがって行なうことが必要であり、自己流や見よう見まねで機械を運転すると思わぬ事故を起こすので注意されたい。

7.4 停止時の操作レバーとペダル

変速レバーを中立にし、ブレーキを踏み、ロックする。トルクコンバータの場合は変速レバーをロックする。作業装置は必ず地上に下げる。エンジン停止要領についてはエンジンの項を参照されたい。

7.5 安全運転

事故の大部分は、簡単な安全上の規則を守らなかったり、注意をちょっと怠ったことが原因で発生する。次に安全上の注意事項のおもなものを列記する。

- ① エンジンを回転したまま車両を離れてはならない。
- ② 運転中は絶対に清掃、給油脂、調整を行なってはいけない。
- ③ 運転席は汚さないよう心掛け、各操作レバーやペダル類はきれいにしておく。
- ④ 足回りやけん引具はきれいにしておく。
- ⑤ 車両を離れるときは作業装置は必ず地上に降ろし、エンジンを止め、またエンジンキーははずしておく。
- ⑥ 車両に2人以上乗車してはいけない（正規の補助席が設置されている場合以外）。

⑦ 車両には正しい方法で乗降する。

⑧ エンジンを始動し、車両を動かす前には周囲に人や障害物がないかを確認する。

⑨ 坂を登るときはバケットや排土板を下げて前進で登る。坂を下るときは同じ要領で後進で降りる。

7.6 作業上の一般的注意事項

- ① 排土板の操作はすばやく、小刻みに動かすようにする。
- ② 整地作業の場合は排土板全体を使って押す。
- ③ 長い距離を押土作業する場合は、数回に分けて押し、最後に通して一度に押す。
- ④ 長い距離を押土作業する場合、2台のブルドーザを並べ、並列押土法を使うと効果的である。
- ⑤ 作業量を増すためスロットドージングを行なう。
- ⑥ 後進時は排土板をできるだけ低くしておく。
- ⑦ 次の作業に移るために後進する場合は必要以上に後進しない。
- ⑧ できる限り斜面の上から下に向かって作業する。
- ⑨ 作業現場は常にバケットでならし、平らにしておく。
- ⑩ 硬い物質を掘削積込む場合はチルトコントロールを前後に動かし、バケットの爪をゆすりながら前進し、掘削積込む。
- ⑪ バケットを地面に接近させて積込物を運搬する。
- ⑫ オーバハング（出張り）の下での作業は注意する。
- ⑬ 風を背にして作業する。

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

運輸省船舶技術研究所

高井 照治* 大 蝶 堅**



写真-1 船舶技術研究所全景

1月の中旬とは思えない暖かな午後、私達は中央線三鷹の郊外に船舶技術研究所を訪れる機会を得た。守衛所で案内を乞うと、「そのまま自動車で本部までどうぞ」との返事。あまり予備知識を持たなかった私達は、まず敷地の広さに驚かされる。約19万 m^2 （約6万坪）を有するとか。外郭的にもさすが世界に誇るわが国の造船技術を育てあげてきた研究所の偉容を感じる。

本部で来所の目的を伝え、副研究企画官の東氏の部屋に案内され、全般的な説明を伺う。

造船技術にあまりなじみの少ない私達には技術的に理解できない点も多々あったが、素人は素人なりに設備的にも研究内容的にもわが国の先端に行く大規模な研究所の風格をひしひしと感じさせる。順々説明を受けて行くうちに、予備知識の不足からとはいえ、半日程度の見聞で同研究所の概要を紹介する見学記なるものを取りまとめんとする浅はかさを痛感する。

したがって建設機械に最も関係の深いと思われる海洋開発関係にしばらく、その他は船舶技術研究所ならではの目玉商品的なものを見学をお願いし、広大な所内を案内していただいた。

以下、見たまま聞いたままを紹介する。

* 建設省関東地方建設局関東技術事務所建設専門官

** 東亜港湾工業（株）取締役船舶機械部長

沿 革

- 大正5年 逓信省船用品検査所として発足
- 昭和2年 船舶試験所へ改称
- 昭和25年 運輸技術研究所設立
- 昭和37年～38年 港湾部門を分離し、船舶技術研究所を設立
- 昭和41年 諸部門を三鷹に集結し、本部を三鷹に置く
- 昭和45年 海洋開発工学部を設置

規 模

- 定 員 300名余（うち研究職200名余）
- 予 算 約15億円
- 土 地 約188,100 m^2 （約57,000坪）

全景と建物配置は写真-1、図-1に示す。

主要研究項目

- (1) 流体力学
船舶の抵抗、推進、その他各性能に関する研究
- (2) 構造強度
船体の構造、材料、溶接などに関する研究
- (3) 船用機関

船舶用のボイラ、タービン、内燃機関や燃料に関する研究

- (4) 艦装、共通問題に関する研究
- (5) 原子力船に関する研究
- (6) 海洋開発

海洋開発のため使用される特殊構造を有する船舶とこれの関連機器に関する研究

組 織

本研究所の組織は図-2 に示すとおりである。

各部の概要

(1) 推進性能部

ここでは船舶の抵抗、推進に関する流体力学的研究を行っている。超高速船や巨大船の船形を研究するために400mのマンモス水槽がある。この水槽は断面積では世界最大と称されるもので、写真-2にみるように巨大なドーム状の建物のなかに、はるか彼方まで延々と水路が続いて壮観である。そのけん引車には東海道線の電車の駆動部をそのまま使用しているとのことであるが、全長17m、全幅20m、高さ3.8m、重量50t、最高速度15m/secとその大きさが推察されよう。データの処理はすべてコンピュータで解析される。

模型船の製作工場やプロペラなどを作る機械工場もあって、模型マニアが見たら垂涎のものであろう。話を伺うと、モータボートのスピードマニアなどがプロペラの形状などを聞きによく見学にくるそうである。

(2) 運動性能部

種々の水槽施設で模型試験と理論とにより船舶の安全性に関する流体力学的問題の研究を行っている。

ここには80m四角の大きな池のような試験水槽があ

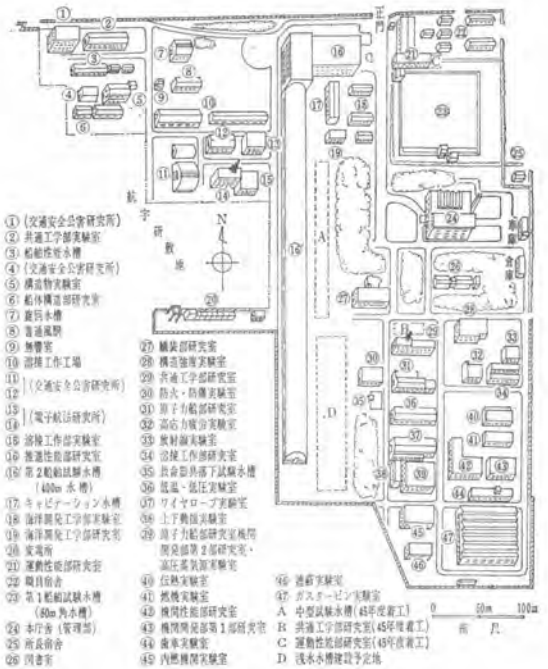


図-1 船舶技術研究所構内図

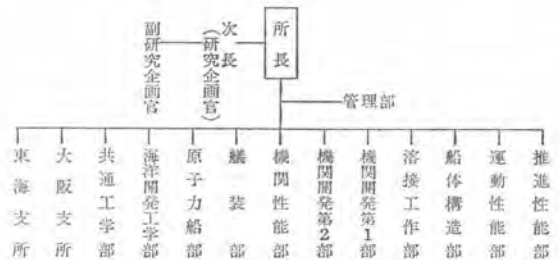


図-2 船舶技術研究所組織図

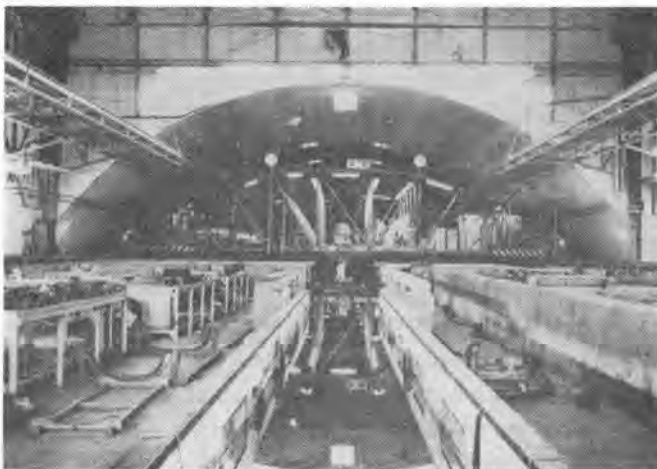


写真-2 三鷹第2船舶試験水槽(400m水槽)北端部

り、種々の波を起こしてラジコンの模型船を動かしている。いろいろな実験をやっている。広々とした水槽の中に美しい波が起き、その中をみがき上げられた大形模型船がスイスイと動く様は見ても楽しい眺めである。この性能部には別に旋回、動揺水槽や回流水槽などがある。

(3) 船体構造部

今世紀の初め頃、イギリスから買った軍艦が忽然として南の海に消えて大騒ぎになったことがあった。最近でも巨大な鉱石船が波浪の中で沈没する事故が相ついで起こって大きな問題となっている。船体構造の合理化は常に経済性と安全性の本質的に相反する要求のもとに行なわれ、研究もこの両者をいかにして最大限に満すかの線に沿って行なわれる。

船を種々の波浪の状態の中に置いて、どの

●研究所巡り

ような力がかかり、どのような構造や材料を使えば安全を確保できるかをこの船体構造部で研究している。その一番興味深い試験装置の一例は写真-3にみる波浪荷重試験装置である。たとえば西太平洋で沈んだカリフォルニア丸の船体模型を、多くの油圧ジャッキで波浪の中を航行中の立体的な複雑な荷重を再現して構造強度の試験を行なうのである。

(4) 溶接工作部

ここには最大荷重 3,000 t の低サイクル疲労試験機や 4,000 t 引張試験機がある。試験機といえば、大きいといっても一応常識的な大きさが考えられるが、この 3,000 t 疲労試験機にはまずその大きさに驚かされる(写真-4参照)。これで船体、原子炉压力容器などの鋼材、溶接部のテストが行なわれている。

(5) 機関開発部

ここではガスタービンや高性能ディーゼル機関の研究、船用原子炉の研究が行なわれている。

(6) 機関性能部、艦装部、原子炉船部、共通工学部等がそれぞれの専門分野の活発な研究を行なっている。

(7) 海洋開発工学部

沿革のところでも記したように、時代の要求に応じて昭和 45 年に新設された部門である。海洋構造物の運動性や耐震性、浮体係留の問題、海底土質の力学的特性などの研究を担当している。この部門は本誌の読者にとっても興味深い分野であろうから、少し詳しく紹介しよう。

自己昇降式作業台の波浪中における運動性能や流体力学の研究をこの部門で担当している。作業台の模型を専用の試験水槽に沈めて規則波中における動揺性能や安定性の研究が行なわれているが、はなやかな海洋開発を支

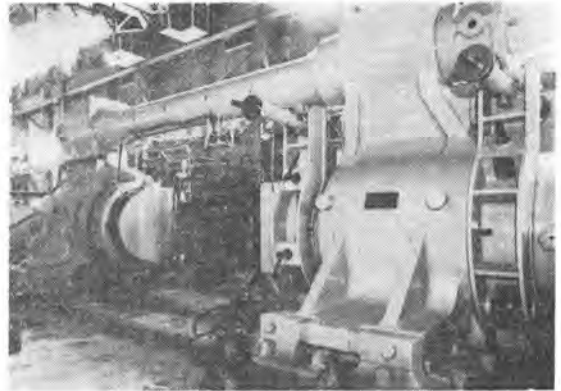


写真-4 3,000 t 低サイクル疲労試験機

える地味だが重要な研究であろう。

海上構造物を係留する方法も問題である。波浪からうける外力あるいはアンカーチェーンからの外力などの機械的な問題と係留方法の研究に特に力を入れており、係留の作業索の強度、疲労についての試験も行なっている。海上の浮飛行場など、近い将来の新しい海上構造物の諸問題を解明する分野である。

海中にいろいろの構造物を造るとき最も問題になるのは海底の土質である。全域にわたって広くボーリングしてサンプルを採ることは経費と繁雑さの点で問題であり、ことに軟弱土質の場合にサンプリングが困難なことが多い。このために簡単な超音波発射装置によって海底土質を探索する研究が行なわれている。三つの異なる周波数の音波を出して受信機に帰ってくる反射波を解析し、海底土砂の粒度と密度を判定する。粒度と密度が解れば地耐力の推定が可能である。すでに種々の実験を行なって実用の域にきているとのことである。

地震時における構造物の挙動を調べるための振動実験装置、土や構造物のすべり現象を解明するための滑動抵抗試験水槽、あるいはドルフィンに船が接岸するときの衝撃力を調査する接岸力実験装置などもある。このような基礎的な地味な研究の積み重ねがはなやかな海洋開発の成果を生み、新しい海の時代を創り出してゆくのであろう。

以上かけ足での見学で、まとまりのない、技術的内容の乏しい報告となってしまったが、多少でも理解いただければ幸いです。なお、説明、案内いただいた東副研究企画官・伊藤海洋開発工学部長、栗村計測研究室長、江川計画係長に厚くお礼申し上げます。



写真-3 波浪荷重試験装置

運輸省港湾技術研究所

白 浜 正 芳* 兩 角 常 美**



写真-1 港湾技術研究所全景

運輸省港湾技術研究所を訪問し、その研究活動の状況を紹介しますように依頼され、2月上旬に横須賀市久里浜を訪れた。当地は、1853年4隻の黒船を率いて来航し、鎖国政策を続けていた日本に開国の黎明をもたらしたペリー提督の上陸地として有名である。

同所は昭和21年に鉄道技術研究所港湾研究室として呱呱の声をあげて以来、わが国および世界の港湾技術の開発に貢献してきたもので、この20有余年の間になされた技術研究活動の歩み、および最近の研究活動の状況等について大野設計基準部長から説明していただき、所内のおもな研究施設を見学させていただいた。

研究所の沿革および組織

同所は昭和21年5月に鉄道技術研究所第7部港湾研究室として発足し、港湾局技術研究課、運輸技術研究所を経て昭和37年4月運輸省港湾技術研究所となったもので、研究所発足当時は管理、水工、構造、機械の4部であったが、昭和38年には設計基準部、昭和41年には土質部を増設して現在は6部で運営されている。

職員は約200名で、管理部門50名、研究者150名（うち大学卒60名）で、昭和46年度予算は研究費247,588千円、人件費246,874千円、研究施設整備費13,369千円、業務管理費等27,969千円、合計535,800千円の一般会計分と約1億円の特別会計分とにより成り立っている。

なお、研究所の組織は図-1のとおりである。

研究所の業務

(1) 水工部（港湾および海岸水理に関する研究）

水工部では港湾や海岸を中心とした海に関する様々な水理的問題を理論および実験等のあらゆる手段を用いて究明している。

(a) 海の波の研究

波の発達メカニズムを知り、その発達を予測し、さらに構造物の地点に到達するまでの変形を計算できるようにするため、風と波の相互作用、風波の発達、波の安定と干渉、波浪スペクトル理論の工学的応用、波浪推算法等に関する研究を実施している。

(b) 波と構造物に関する研究

波と構造物の関係を明らかにするために波の反射およ

* 建設省関東地方建設局関東技術事務所副所長

** (株)神戸製鋼所建設機械本部販売部次長

●研究所巡り

び回折、防波堤の機能および安定性、構造物に作用する波力、柱状構造物の耐波性等に関する研究を実施している。

(c) 漂砂に関する研究

漂砂によって生ずる航路の埋没、海岸侵食等の問題を解決するために、航路の埋没機構、砕波帯内での漂砂機構、海岸侵食防止工法、構造物周辺の洗掘、人工海浜の変形と維持等に関する研究および漂砂の現地観測等を実施している。

(d) 水理実験と計測

より高い精度での実験を可能にするために水理実験施設の開発、水理実験測定機器、水理計測装置の自動制御等に関する研究、および水理模型試験等を実施している。

大形水工実験場は、昭和44年度から2カ年計画で総額約3億円をもって完成したもので、代表的機能の特色は、

- ① 現地における複雑な波の再現が容易である。
- ② 波と同時に潮汐流れを発生させることができ、現地海象をより忠実に再現できる。
- ③ 操作が制御室から遠隔操作できる。
- ④ 天候に左右されず、精度の高い実験ができる。

以上のような機能をすべて備えている実験施設は世界でも数が少なく、わが国最大の規模のものである。

以上のほかに、高潮と津波の研究、河口密度流および河口侵入波の研究、流入物質の拡散に関する研究、現地における海象の観測、観測機器の開発、観測データ処理システムの開発等の研究を行なっている。

(2) 土質部(土質ならびに基礎工に関する研究)

土質部ではより合理的でしかも安全な地盤の改良法および基礎工法の開発をはかるため次のような研究を行なっている。

(a) 港湾地域における土の工学的性質の研究

地盤の支持力や安定の問題、地盤や埋立地の沈下の問題等を実験により調べている。

(b) 埋立および地盤改良の研究

軟弱地盤における埋立工法、粘土地盤に対する圧密工法、砂地盤に対する締固め工法などについて研究を行なっている。また、超軟弱地盤対策工法として石灰を用いた安定処理工法を研究しており、深層混合処理機を製作し、実用化のための研究を行なっている。

(c) 港湾施設の基礎工の研究

組ぐいの横荷重に対する挙動、くい幅およびくい間隔がくい横抵抗に及ぼす影響、壁体背後に打込まれたくいによる壁体土圧の軽減、粘土裏込による壁体土圧等に関する研究を行なっている。

(d) 滑走路などの空港土木施設の研究

空港の舗装の設計基準を作成するために、軟弱路床および路盤の挙動、コンクリート舗装のひびわれ、目地構造、アスファルト舗装の強度評価法、舗装のすべり抵抗等について研究するとともに、新しい舗装構造としてPC舗装の研究を行なっている。

(e) 港湾地域における土の調査、試験法の研究

ボーリング方法およびサンプリング方法の改良と基準化、現地観測法の検討、土質試験法の自動化および自記化等の調査、研究を実施するとともに、わが国の港湾地域の土質試験結果から土性図を作成している。

(3) 構造部(港湾施設の構造および材料の研究)

構造部では港湾構造物の新しい構造様式や設計法あるいは新しい材料や施工法を開発するために次のような調査、試験、研究を実施している。

(a) 基礎地盤の地震時安定性の研究

砂質土の流動化、砂層の振動性状、軟弱地盤内の地震動分布等に関する研究を実施している。

(b) 港湾施設等の耐震性の研究

矢板岸壁、地中構造物、くい構造、海岸堤防等の耐震



図-1 研究所の組織

性に関する研究を行なっている。

以上のテーマのほかに港湾地域の強震観測と強震記録の設計への応用研究、シーパースの耐波性、防衝工の開発等の研究、コンクリートの耐久性の研究、港湾施設の構造および応力解析、鋼材の防食に関する研究を実施している。

(4) 機材部（港湾機械に関する研究）

機材部では、岩盤浚渫、大量土砂排送、水中施工等の作業船に重点をおいて現地での実験等を行ない、性能向上のための研究、新機種の開発を推進している。

(a) 流体輸送の研究

経済的な輸送条件を究明するための管路輸送における土砂混合水の流動性状の調査、ドラッグヘッドの最適形状の開発、サンドポンプの機能改善および効率向上のための調査、浚渫用機材の摩耗等の研究を実施している。

(b) 計測機器の研究

作業海域の海底状態を適確に把握するための音響機器の開発、電気応用計測機器の開発等を行なっている。

(c) 岩盤浚渫の研究

ウォータージェットの理論解析および実験により最適切削能力が得られるノズル形状、水量、圧力等の研究や電磁波による岩盤破碎の研究を行なっている。

(d) 硬土盤浚渫の研究

砂、砂利、土の力学的性質を検討して高能率の浚渫機械の開発を行なっている。

以上のほかに大深度浚渫用エゼクタおよびエアリフト工法の研究、スバッド装置の開発、捨石のならし機の開発、施工機械および機械装置の開発、作業船の設計基準および標準設計の作成、作業船の効率向上等の研究を行なっている。

(5) 設計基準部（設計法および計算法の研究）

設計基準部では設計の合理化、効率化をはかるために次のような研究を実施するとともに、港湾技術者の研修および港湾技術資料の収集整理を行なっている。

(a) 港湾構造物の設計の自動化の研究

設計時間の短縮、設計精度の向上を目的として設計作



写真-2 大形水工実験場（東京湾の模型）

業を電子計算機および自動製図機を使って自動化するもので、L形ブロック式、矢板式、横棧橋式等の係船岸やケーソン混成防波堤の自動計算および図化のプログラムを開発している。

(b) 港湾構造物の設計法の開発の研究

合理的な設計条件の決め方、設計法の改良、および開発、標準設計の作成等の研究を行なっている。

(c) 港湾のシステム設計の研究

港湾全体の機能を分析して合理的な港湾設計を行なうためにOR、SE等の手法を導入して最適施設および運営計画の研究を行なっている。

以上のほかに電子計算機のプログラムの開発および計算の実施、情報処理システムの開発等の業務を行なっている。


(6) 受託研究および受託研修

同所では公共団体や民間からの受託研究や研修を行なっている。

(7) 安全対策について

研究所の構外で行なう実験、調査および観測については、当研究所制定の安全対策要綱に基づいた安全管理が行なわれている。

紙面の都合で同所の広範な業績と研究の概要しか紹介できなかったが、海洋開発の重要性が大きくクローズアップされている折、当研究所の果たす役割は大きく、今後ますますの発展を祈って帰途についた。


 文献調査

文献目録紹介

広報部会 文献調査委員会

Civil Engineering ASCE

1971.1~1971.6

[4月号]-1971

Crude Storage: Tanks or Caverns?

原油を地上の貯蔵タンクよりも安価な地下の洞穴に貯蔵した例

Mini Automobile-Shredding Plant for Western Michigan

自動車を粉砕するプラントとその詳細なプロセスの紹介

Soft-Ground Tunneling for Storm Sewer

数種の覆工を特徴とするトロントの新しい大口径下水管の設計・施工の紹介

Sanitary Sewer Extension Built above Ground

地上に建設された下水道の例

[5月号]-1971

Auto Race Facility

24万人と5万5,000台の車を収容できるオタワリオ自動車競技場の構造・土工等の紹介

Precast Concrete Panels Cut Cost of Apartment Complex

窓、戸等を結合したプレキャストコンクリートパネルを用いたワシントン近郊のアパートの紹介

Northfield Mountain Pumped Storage Project

世界最大の純揚水発電貯水池計画の紹介

[6月号]-1971

Novel Construction Concept for Raw-Water Intake

非常に自動化された水処理プラントの紹介

Construction Methods & Equipment

1971.1~1971.6

[1月号]-1971

Altered Trencher Works Fast in Close Quarter

トレンチャの改造機によるパイプラインの布設工事

Well-Muscled Shield Drives Long Tunnel Reach in Short Time

シールド掘進機による長大トンネルの短期施工

Time Saving Methods Boost and Coordinate Production of Huge Scraper Fleet

大形スクレーパー群による大土量の土工

Modified Paver Lays Extra Wide Runways Lanes

舗装幅員 11.25 m の改造スリッパフォーマーによる道路舗装工事

[2月号]-1971

Rocky Roadbed is Pushed Every Inch of River Canyon Route

ローザによる岩石掘削工事(路盤工事)

[3月号]-1971

Shaped Explosives Cut Reinforced concrete Piles Quickly and Efficiently

環状爆薬によるコンクリート柱の切断

Hard-to-Reach Job Yields to Three-way Approach

工事用ヘリコプタの使用例

Road Job is Keyed to Small Charges, Continuous Loading

900,000 m³ の岩石工
(本誌 1971 年 7 月号(第 257 号)に抄訳掲載)

[4月号]-1971

Sticky Clay Subsoil Resists being Worked, Eventually Yields to Winning Team of Scrapers

スクレーパーによる大量の粘土掘削

Prefabbed Caisson Sets Footings in the Dry

プレハブ式鋼製ケーソンによる橋脚基礎工事の効率的施工

Long-Legged Platform Walks into Ocean Job

長脚を備えた海上足場

Small Earthmoving Spread Keeps Big Job on Time

少数の土工機械による大土工事

[5月号]-1971

Big Wheel Outlines Trench for Backhoe Excavation

連続式溝掘機

Miners Drill, Veam, and Chisel Huge Bell Bottomed Caisson

拡底装置を備えた大口径掘削機

Vibratory Driver Sets Caissons, Paces Work

大口径ケーシングの打込みと引抜きに用いられた振動パイロドライブ

Shot-Drill Cuts Hard Rock Sockets for Column Footings

大口径ショットドリル

[6月号]-1971

Large-Scale Earthmovers Overcome Geological Problems, Slice Mountain Down to Ground Level

マンモス土工機械 (ドラグライン, ホイールエキスカベータ等) の組合わせによる大規模土工

Organized Trenching, Pipe Laying, and Backfilling Speed Sewer Installation

下水管布設工事の合理化

Crushing Plants and Carefully Located Yards Shorten Hauls and Supply Aggregate for New Road

ポータブルクラッシュプラントの設置場所の適切な選定による施工の合理化

Earthmoving Machine Combination Maintains High-Volume Cut and Fill Production

スクレーパーとエキスカベータの組合わせによる大規模土工

Roads and Road Construction

1971.1~1971.6

[1月号]-1971

Report of an Investigation to Determine the Temperature of Asphalt After Being Laid

敷きならし転圧されたアスファルトの温度を決定するための調査報告

The Eaton Socon By-Pass

イートン・ソコンバイパス
(ロンドン〜エジンバラ間の幹線道路を鉄筋入りと鉄筋なしコンクリートで交互に試験的に舗装する)

Prefabricated Suspension Bridge Cable

デンマークにおけるつり橋のプレハブ式鋼索

Laboratory Studies on the Chemical Stabilization of Laterite in Road Construction

道路の築造において紅土の化学的安定処理に関する実験室的研究

White Chippings for Surfacing

安全表層のための白色骨材

Soft Ground Arresters

柔らかい土の退避路

New Plant Equipment and Materials

(Bristowe's New Chipping Spreader, Self Loading Dumper and "Power Maker" Junior, etc.)

新しい機械, 装置および材料
(ブリストウの新形骨材粉砕散布機, 自載式ダンパ, パワーメーカー発電機 (AC 3 形) その他)

[2月号・3月号]-1971

Bridge Deck Surfacing

橋の床版の仕上げ

Roads in Canada's Eastern Provinces

カナダ東部地方の道路

Practical Application of Research on the Mechanical Behaviour of Asphalt Mixes

アスファルト合材の機械的挙動に関する研究の実際的応用

Applications of Air Photograph Interpretation to Road Engineering in Britain

イギリスの道路技術の説明に空中写真を適用する

The Underground Routing of Urban Highways

新設市街地道路の地下路線化

(その利害得失および種々の問題点とその対策)

Road Marking in Saudi Arabia

サウジアラビアにおける道路標示線塗装

[4月号]-1971

A Performance Test for Surface Dressing Binders

表層仕上げマインダの性能テスト

Linking the M 62 and M 61 Motorways in Lancashire (Completion of the Worsley "Braided" Interchange)

ランカシャーにおける自動車道 M 62 と M 61 の連結 (ワースリーブレイドインターチェンジの完成)

The M 62 Motorway in Yorkshire

ヨークシャーにおける自動車道 M 62 (ベニン〜ロフトハウス間およびギルダースサム〜ロフトハウス間の完成)

[5月号]-1971

Roads Traffic and the Environment

(A Review of the Effects and the Evaluation)

道路と交通の環境に及ぼす影響
(その効果およびそれに対する評価に関する論評)

Derby Inner Ring Road. Rail Bridge Slid into Position

ダービー内回り環状道路 (重量 6,500 t のコンクリート製鉄道線路橋のすべり設置法)

Dualing the London-Dover Road, A 2 Through Bexley

マンタスリー経由 A 2 号線のロンドン〜ドーバー間の複々線工事

Temporary Concrete Flyover for Railway Level Crossing

鉄道線路横断仮設コンクリート橋

Foden Dump Trucks

フォーデンの各種ダンプトラック

Sed 71 (The Site Equipment Demonstration 71)

71 年度現在装置展示会

Bridge deck Water-Proofing

橋の床状の防水 (英国環境庁の認めたパーマナイト社のパーマシールド工法に用いる防水保護膜, パーマビット 60 の紹介)

Gritmatic's Saet and Grit Spreaders

Municipal Gritmatic 社の砂, 塩類散布機

New Plant, Equipment and Materials

各種の新しい設備, 装置および材料

[6月号]-1971

Soil Stabilization in the Netherlands

オランダにおける土の安定処理
(オランダにおいて広く行なわれている砂質土のセメント安定処理)

Research on Bituminous Materials

瀝青材料に関する研究
(英国道路研究所で行なわれた瀝青材料についての一連の研究報告)

The High Wycombe By-Pass M 40, Bituminous Surface Texture Experiment

ワイカムバイパス M 40 における瀝青表層実験
(ワイカムバイパス M 40 で行なわれた高速走行時に十分

なすべり抵抗を維持する各種の瀝青表層の能力比較実験)

The M5 Motorway in Gloucestershire
グロウセスターシャーの自動車道 M5

(グロウセスターシャーの自動車道 M5 の設計、土工、舗装、橋の設計、その他工事概要記録)

Roads & Streets 1971.1~1971.6

[1月号]-1971

Big 24-yd Loader Delivers 650 tph Uphill to Rock Crusher
18m³ ロードによる1時間当り 650t の岩石運搬

Concrete Paver See Good Future Markets
将来性のあるコンクリート舗装

How to Extend Crawler Undercarriage Life
いかにアンダーカレッジの寿命を延長するか

New Automated Hotmix Plant Plays any Market
新形の完全自動化合材プラント

Curb Extruder Breezed Through Big Highway
高能率な縁石舗設機

System Engineering in the Quality Assurance Programs
システム工学による品質の信頼性向上計画

[2月号]-1971

Full-width Asphalt Paving Now Means 37 1/2 ft. at a Pass
幅員 11.4m を一度に舗装するアスファルトペーバ

Compact Scrapers Highball Dirt from Narrow Ditch
掘削りを小形スクレーパーで高能率に掘削

New Uses Found for Hydraulic Backhoes
汎用性のある油圧式バックホウの使用例

Asphalt Racetrack Built to Exacting Tolerances by Single Machine
1台の機械で路盤処理からアスファルト舗設まで

(本誌 1971年7月号(第257号)に抄訳掲載)

Hotmix Storage Inside Plant Helps Costs and Quality
コストの低減と品質の向上に寄与する プラント近くの合材貯蔵庫

[3月号]-1971 経営特集号

Equipment Choice: Way to Profits
最良の機械選定による利益向上への道

How Contractors are using Computers
建設業界でのコンピュータの使用例

Good Equipment Care can be Your Best "Profit Secret"
機械整備で利益向上

Concrete Paving Contractors Diversify
コンクリート舗装の変遷

Deck Paving Methods in Research Spotlight
最近脚光をあびている橋床版舗装工法

[4月号]-1971

Asphalt Producer has Big Plans for Huge Market
膨大な需要に対処するため大形アスファルトプラントの建設

New Paver Proven Under Difficult Condition

劣悪路盤上に新形舗設機でコンクリートの精密舗装

Spill Along Belt, Screed-Augers, and Bridge, Deck Finishing
コンクリート散布ベルトコンとスクリードオーガを装備した橋床版舗設機

Precision PCC Paving Methods Help Set 16,975 ft Record
ノンストップで 5,100m コンクリート舗装

Truck Tire Costs can be Slashed
トラックタイヤの経済性について

At NAPA Convention
Asphalt Men Face Up to Pollution, Material Shortage
アスファルト舗装協会の会議にて: アスファルト業界が当面する公害や材料不足問題について

Grant Dozer Pushes "I" Project Ahead of Schedule
大形ドーザによるインターステートの建設促進

How Virginia Makes Nuclear Testing Pay
アメリカにおける RI 測定器の現状と将来性
(本誌 1971年10月号(第260号)に抄訳掲載)

New Sand Drain Technique Strengthens Weak Soils
新しいサンドドレーン工法
(本誌 1971年10月号(第260号)に抄訳掲載)

[5月号]-1971

Early Ripping Gets Rock Project Off to Running Start
早期に岩石を除去し、工事の迅速化をはかる

Special Machines and Simplified Hardware helve CRC labor Cost
メッシュインストーラと鉄筋連結クリップによるコンクリート舗装の省力化

Trench Shoring System Speed Pipeline Job
オープンカット工法によるパイプ布設の迅速化

Growing Asphalt Business is Geared to Small Plant
小形アスファルトプラントの有用性

Crushing Converts Rubble into Subface Aggregate
コンクリート破砕塊を路盤用骨材に再利用

Big Spreads Handle Adjoining Excavation Differently
スクレーパーとホイールローダによる大形掘削工事

World's Largest Belled Caisson drilled Under "Adverse Condition"
悪条件化における世界最大鐘状潜函の埋設

(本誌 1972年1月号(第263号)に抄訳掲載)

How to Link a Computer to the Hotmix Plant
合材プラント管理を電算化

Pollution Control Systems for Asphalt Plant
アスファルトプラントの大気汚染防止システム例

[6月号]-1971

Two Pavers in Echelon Place 42 ft Asphalt Roadway
2台のアスファルト舗設機を連結して幅員 12.6m を一度に舗装

What's Best Grading Plan? Computer Helps Estimators Compare
コンピュータを使用した土工計画

Pump Speeds Pour of bridge deck Concrete

コンクリートポンプを使用して橋床舗装の能率化

Surge Storage can be Profitable But Check Before You Buy
アスファルト合材貯蔵庫の有用性と購入前の考慮点

Hotmix Plant Converted to Pave Concrete Runway
アスファルトプラントをコンクリートプラントに転換
(本誌 1971 年 11 月号 (第 261 号) に抄訳掲載)

Baumaschine und Bautechnik 1971.1~1971.6

[1 月号]—1971

Die Rolle des Baubetriebes in der Hochschulbildung

—Gedanken zur Studienreform—
大学教育における建設施工管理の役割
—研究改革に対する反省—

Bauverfahren mit Folien Geweben und Vliesen aus Kunststoffen im Wasserbau

油圧を使った土木工事においてプラスチック、繊維状シートを使用した建設工法について

Scrapereinsatz in Deutschland

西ドイツにおけるスクレーパーの利用状況

Erdbauarbeiten am Elbe-Seitenkanal bei Lüneburg

リーネブルグ付近のエルベ川運河における土工

[2 月号]—1971

Industrielle Bauproduktion

Möglichkeiten, Voraussetzungen Grenzen
建設用材料の工業生産の可能性, 必要性, 限界について

Die Schlitzwandbauweise

側溝壁建設工法(スロットウォール工法)の利用例

Herstellungsmethoden und Geräteeinsatz beim U-Bahn-Bau

地下鉄建設に使用された建設機械および施工法

[3 月号]—1971

Münchens U-Bahn-Bau vor den Olympischen Spielen 1972

1972 年ミュンヘンオリンピック競技に先がけての地下鉄工事

Sicherheitstechnische Prüfung von Erdbaumaschinen

土工機械の安全施工に対する試験
(本誌 1971 年 10 月号 (第 260 号) に抄訳掲載)

[4 月号]—1971

Technik und Anwendungsgrundsätze des Rohrvortriebes

パイプジャッキ法の利用例と技術

Verfahrenstechnik im Bauwesen

水門の堰堤内に設置されたトロリー式ジブクレーン

[5 月号]—1971

Über einige Entwicklungen der Fertigteilbauweise bei Seeschiff-Kaimauern

作業船によって海岸壁を造るプレキャスト工法の発展

Erfahrungen über Ausbildung und Einsatz von wellenförmigen Spundwänden mit großer Profilhöhe bei Kaimauern in deutschen Seehäfen

非常に深いコルゲートシートパイルを設計し、使用して締切り壁を作った経験によるドイツ港湾岸壁の建設

Technik und Anwendungsgrundsätze des Rohrvortriebes

パイプジャッキ工法の適用方法と技術

Steuerstromkreise von 220 V auf Turmdrehkränen von Baustellen

建設現場におけるタワークレーンの 220 V 操作電気回路

[6 月号]—1971

Der Wiederaufbau des Hafens Puerto Montt in Chile

地震により破壊を受けた南米チリ共和国 プエルトモンテ港の改築

Technik und Anwendungsgrundsätze des Rohrvortriebes

パイプジャッキ工法の適用

Ferstörungsfreie Schichtdickenmessung zur Fertigungskontrolle im bituminösen Straßenbau

アスファルト道路工事においてアスファルト路盤舗装厚の非破壊測定法

Die Bestimmung der Parameter von Schlaggeräten für das Lösen gefrorener und harter Böden

凍結した固い地盤をゆるませるために必要な打撃力の値の決定

Verwendung von Großbohrpfählen im Wasser- und Hafenbau

ブリーメンハーフェン、ウエザー川河口の港湾工事における油圧による口径 0.9~2.5 m の大口径掘削

ニュース

コンクリートポンプ車 “NCP-750”

(株)新潟鉄工所では最大吐出量 80 m³/hr のコンクリートポンプ車を2月より発売した。

本機は米国のロイヤル社トムソン事業部と技術提携して開発されたもので、おもな特徴は次のとおりである。

① 主油圧ポンプは2連式で固定容量ペーンポンプを採用しているので小形軽量で故障が少なく、2ポンプから1ポンプへの自動切換機構を備えているので打設条件に最適なポンプ性能が得られる。

② コンクリートシリンダは全面硬質クロームメッキし、ピストンはウレタン系ゴムのダブル形で、グリース潤滑方式を採用しているので耐摩耗性にすぐれている。

③ コンクリートピストンサイクルはシリンダ内に組込まれたリードスイッチにより確実、敏速に制御され、ピストン、フラップバルブはそれぞれ単独にリバース機構をもち、ワンタッチボタンで操作できる。

本機のおもな仕様を表-1に示す。

表-1 NCP-750 主要仕様

最大吐出量	80 m ³ /hr	打設可能スランブ	5~23 cm
最大吐出圧	40 kg/cm ²	ホッパ容量	0.35 m ³
最大輸送距離	垂直 90 m	機関出力	185 PS
	水平 500 m (150 mmφ)	最小回転半径	7.7 m
輸送パイプ径	100, 125, 150 mmφ	全長×全幅×全高	8,100×2,450 ×2,850 mm
最大管材質	40 mm		

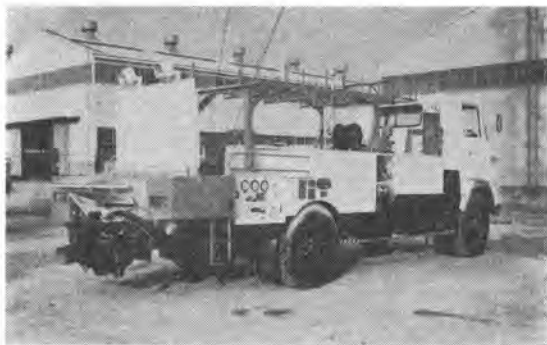


写真-1 コンクリートポンプ車 “NCP-750”

第 55 回建設機械新機種発表会 (関西支部)

当協会関西支部では昭和 47 年 1 月 27 日、(株)加藤製作所大阪支店において第 55 回建設機械新機種発表会を開催し、同社の開発による油圧式トラッククレーン用全自動過負荷防止装置の実演発表を行なった。

当日発表された新機種は、最近トラッククレーンなど



写真-2 新機種発表会風景



写真-3 全自動過負荷防止装置を付けたトラッククレーンの事故が多発している折から事故防止に対処するため開発された ACS コンピュータ付のもので、実演では同装置をつり上げ能力 36 t×4 m の油圧式トラッククレーンに装着していろいろな作業を行なった。

本機のおもな特徴は次のとおりである。

① クレーン自動停止装置 (コンピュータ内でブームの長さおよび対地角により設定された限界値 (定格総荷重) と総合モーメントから実際値が算出され、この値が限界値に達すると赤色ランプが点灯し、安全側のみの操作が可能で危険側には一切作動しなくなる) の装着により作業の安全性が大幅に増した。

② ブームにかかるつり上げ荷重とブーム重量の総合モーメントを直接検出する機構なので安全精度が高く、誤差が非常に少ない。

③ ACS コンピュータの装着により水平調整も容易に行なえ、計器運転が可能なのでオペレータの肉体的、精神的疲労が非常に少ない。

(編集部)

行 事 一 覧

(昭和47年1月1日～31日)

運 営 幹 事 会

日 時：1月28日15時～
出席者：桑垣悦夫幹事長ほか41名
議 題：①各部会の事業報告(昭和46年度上半期事業報告以降)について ②昭和47年度上半期までの主要行事の予定について ③車両制限令対策検討会の今後の進め方について ④公益法人の運営等に関し建設大臣官房長よりの通知について

■車両制限令対策検討会

日 時：1月14日14時～
出席者：桑垣悦夫幹事長ほか21名
議 題：①経過報告 ②今後の方針

広 報 部 会

■機関誌編集委員会

日 時：1月12日12時～
出席者：上東広民委員長ほか10名
議 題：①機関誌昭和47年3月号(第265号)原稿内容の検討、割付 ②同5月号(第267号)の計画

■文献調査委員会

日 時：1月27日15時～

出席者：後藤 勇、吉崎 博
議 題：機関誌4月号原稿の検討

機 械 技 術 部 会

■スクレーパー技術委員会

日 時：1月7日10時～
出席者：小岩則也委員長代理ほか5名
議 題：JIS D6504改訂(案)作成

■ダンプトラック技術委員会専用ダンプトラック分科会

日 時：1月11日14時～
出席者：沢 静男主査ほか14名
議 題：32t級専用ダンプトラックの分解検査における調査報告

■荷役機械技術委員会クレーンの安全装置分科会

日 時：1月13日14時～
出席者：沢 静男委員長ほか6名
議 題：安全装置の調査研究

■潤滑油研究委員会

日 時：1月18日10時～
出席者：今井淳之幹事ほか21名
議 題：①カタログ交換会 ②ヨーロッパの建設現場の潤滑管理

■潤滑油研究委員会第5分科会

日 時：1月18日14時～
出席者：岡田 格主査ほか14名
議 題：銘柄表の検討

■油圧機器技術委員会

日 時：1月19日14時～
出席者：大塚 堅委員長ほか29名
議 題：オペレータハンドブックシリーズ5“建設機械用油圧機器”について官側、建設業部会合同打合わせ

■建設機械用電装品・計器研究委員会計器分科会小委員会

日 時：1月19日13時～
出席者：藤井 整委員ほか2名
議 題：規格関係の再整理

■ショベル系技術委員会

日 時：1月21日13時～
出席者：富岡 直幹事ほか3名
議 題：用語の統一

■空気機械およびポンプ技術委員会ポンプ分科会

日 時：1月21日14時～
出席者：長谷川 宏委員ほか5名
議 題：工事用水中ポンプ耐久試験方法の試験結果

■舗装機械技術委員会

日 時：1月24日13時～
出席者：今田元氏委員長ほか21名
議 題：無公害アスファルトプラントの要求性能について

■トラクタ技術委員会

日 時：1月26日13時～
出席者：土屋 実委員長ほか11名

議 題：ブルドーザ掘削作業試験方法 JIS 原案作成

■基礎工事用機械技術委員会

日 時：1月27日14時～
出席者：千田昌平委員長ほか19名
議 題：昭和47年度事業計画について

施 工 技 術 部 会

■道路除雪委員会スノーシールド分科会

日 時：1月6日13時～
出席者：樋田正機幹事ほか2名
議 題：①のり面防雪施設に関する研究 ②委員会に対する資料作成のための方針

■機械施工積算方式研究委員会

日 時：1月10日12時～
出席者：内山茂樹幹事ほか21名
議 題：昭和45年度会計実地検査

■軟弱地盤処理委員会第1分科会

日 時：1月11日12時～
出席者：内山茂樹委員ほか4名
議 題：フローチャート案の検討

■機械施工積算方式研究委員会宅地造成土工計画小委員会

日 時：1月19日14時～
出席者：伊勢田哲也委員長ほか8名
議 題：宅地造成工事における機械施工(土工)に関する調査研究

■岩石トンネル機械化施工委員会トンネル建設システム分析小委員会

日 時：1月20日14時～
出席者：鎌本 守小委員長ほか7名
議 題：岩石トンネル施工調査

■橋梁工事機械化施工委員会

日 時：1月26日14時～
出席者：玉野治光委員長ほか7名
議 題：①現在まで製作および試験を行なった基礎掘削用機械について ②高倉山の実験結果

■高速道路建設単価(土工)委員会

日 時：1月27日15時～
出席者：伊丹康夫委員長ほか13名
議 題：分析調査の中間報告ならびにまとめ方法

■骨材生産委員会小委員会

日 時：1月28日12時～
出席者：塚原重美幹事ほか4名
議 題：「骨材の生産」(仮称)第7章原稿の整理

整 備 技 術 部 会

■整備技術部会小委員会

日 時：1月5日10時～
出席者：森木崇光部会長ほか10名
議 題：車両制限令対策のための輸送時分解について

■料金調査委員会

日 時：1月20日10時～

出席者：伊丹一雄委員長ほか15名

議 題：車両制限令対策のための輸送
時分解工数の調査について

■料金調査委員会

日 時：1月27日13時～

出席者：伊丹一雄委員長ほか30名

議 題：建設機械整備料金の調査につ
いて（主として機械損料部会への依頼
による調査事項の検討）

機械損料部会

■雑機委員会

日 時：1月14日13時～

出席者：長瀬 顕委員長ほか12名

議 題：①機械損料改訂作業計画説明
②調査対象機種および形状、メーカ
の検討 ③調査内容の検討 ④調査
案様式の検討

■橋梁架設用機械委員会

日 時：1月17日14時～

出席者：内山茂樹委員長ほか6名

議 題：「橋梁架設工事の積算」の編
集打合わせ

■トンネル用機械委員会

日 時：1月25日13時～

出席者：尾登数夫委員長ほか9名

議 題：①購入価格調査 ②使用実績
調査 ③消耗部品費の調査 ④機械
管理費の調査

■橋梁架設用機械委員会

日 時：1月29日10時～

出席者：内山茂樹委員長ほか6名

議 題：「橋梁架設工事の積算」の編
集打合わせ

I S O 部 会

■第3委員会

日 時：1月13日14時～

出席者：森木崇光委員長ほか7名

議 題：① ISO/TC 127/SC 3 第3回

会議開催について ②今後の運営に
ついて

■第3小委員会

日 時：1月26日14時～

出席者：山口英幸委員長ほか10名

議 題：ISO/TC 127/SC 3 会議提出
議案資料について

業 種 別 部 会

■サービス業部会

日 時：1月20日14時～

出席者：柴田敬蔵幹事長ほか8名

議 題：①昭和46年度整備工数およ
び料金の浸透化に関する検討 ②中
小企業近代化促進法に伴う措置につ
いて

■建設業部会

日 時：1月22日11時～

出席者：佐藤裕俊幹事ほか20名

議 題：建設業部会に関する諸報告と
今後の方針について

編 集 後 記



世界環境の変化に伴い、目まぐるしく、そして経済的にも酷しい毎日をお送りのことと思います。公共事業による景気浮揚が望まれるのに、四次防にからんで国会審議がストップし、“暫定予算か”という新聞記事が一寸と気にかかります。

ところで、最近海洋開発が叫ばれて、種々の施工機械、調査機器などが先行開発されています。特に、架橋、沈埋管、パイプライン布設、海上空港建設などの水中工事が実施あるいは計画され、強い関心が寄せられています。

そこで今回は開発的作業機械による水中施工と大量土工の実績を中心に、関係の方々にご執筆いただきました。公害防止などの制約を受け、厳しい作業条件下での工事は開発的な工法と機械力に待つところ大で、施工機械のめざましい進歩と発展が痛感させられます。

お忙しいところご執筆下さいました方々に厚くお礼申し上げます。

春の息吹きが感ぜられる今日この頃です。会員皆様のご自愛とご発展のほどをお祈りいたします。

(柴田・高木)

No. 265 「建設の機械化」 1972年3月号

〔定価〕1部250円
年間2,400円(前金)

昭和47年3月20日印刷 昭和47年3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

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)

北海道支部 〒060 札幌市北3条西2-6 富山会館内

東北支部 〒980 仙台市国分丁3-10-21 徳和ビル内

北陸支部 〒951 新潟市東堀通6番丁1061 中央ビル内

中部支部 〒460 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル内

関西支部 〒540 大阪市東区谷町1-50 大手前建設会館内

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 福岡市舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内

振替口座 東京71122番

取引銀行三菱銀行銀座支店

電話(0545)35-0212

電話(011)231-4428

電話(0222)22-3915

電話(0252)23-1161

電話(052)241-2394

電話(06)941-8845

8789

電話(0822)21-6841

電話(092)74-9380

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂1-3-6

碧い衝撃!



“ブルーになつたことなご改良された!!”

本体の吊上げ機構をスライド方式に改良。ガイドギブ・ガイドクランプの材質強度もアップ。確実な作動と高い安全性を保証する“信頼されるハンマ”です。

燃料ポンプは自動調整式。ラムストロークを自動調整します。だから、硬軟地盤を問わずいつも安定した力強いストロークで、効率よく打ち込みます。

水漏れは全面的に解消。下部シリンダは遠心鑄造で耐摩耗合金鑄鋼製です。溶接技術の向上で溶接はバッチリ。ムダ・ムリのない悠々設計です。



三菱ディーゼルパイルハンマ

タフなハンマです!

小形から超弩級まで、7形式揃えています。どれも、場所土質を選ばず安全・確実・効率よく打ちこなします。

小回りのきく機動力が魅力!

M-14S
G.W: 3.3t
R.W: 1.4t



タテ、ヨコ自在、耐震性抜群!

MB-22
G.W: 5.3t
R.W: 2.2t



水ももらさぬ水冷式!

M-23
G.W: 5.1t
R.W: 2.3t



高い稼働性が決め手!

M-33
G.W: 7.7t
R.W: 3.3t



横波にも磐石の強味!

MB-40
G.W: 10.9t
R.W: 4.1t



大規模工事の陰の実力者!

M-43
G.W: 10.3t
R.W: 4.3t



ジャンボパワーで世界第1位!

MB-70
G.W: 20.8t
R.W: 7.2t



三菱重工業株式会社

建設機械事業部

東京都千代田区丸の内2-5-1 千100

☎東京03(212) 3111

総販売代理店

三菱商事株式会社

建機冷機部

東京都千代田区丸の内2-6-3 千100

☎東京03(210)4633-37

販売店

東京産業(株) ☎東京(212)7611
新東亜交易(株) ☎東京(212)8411
(株)米井商店 ☎東京(561)1171

橋本興業(株) ☎東京(214)7531
新菱重機(株) ☎東京(582)3231
橋崎産業(株) ☎札幌(261)3241

四国機器(株) ☎高松(61)9111
北菱重機(株) ☎小松(21)3311
みづほ工業(株) ☎浜松(61)6171



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・各種コンベヤー・護岸用及びダム用フォーム・プレートファイダー・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 下箱引上装置(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) 41-3366~8
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



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



建設機械代理店 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
仙台営業所 仙台市国分町3丁目10番21(徳和ビル) 電話0222(21)4411
0222(22)2952直通
東京工場 東京都西多摩郡羽村町神明台4-5-12 電話0425(52)1611(代)

D-207LC-M40D型杭打機

代理店 **新東亞交易株式会社**

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 大阪市西区靉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

●取扱建設機械＝3軸ローラー、タンピングローラー、ユンボパワーショベル、アスファルトフィニッシャー、ロードローラー、アスファルトプラント、チーゼルパイルハンマー、スタビライザー、バッチャープラント、砕石プラント、コンプレッサー、他

4つの作業を

1度にできる

SuperLift

シリーズ

CH 5 ~ CT 36 トン

トラッククレーン





Seibu 高風圧サージレスファン



形 式	風量 $\frac{m^3}{min}$	送風機 全 圧 mmAq	口径 mm	回転数 rpm	電動 機 kW	周波 数 Hz
FE-5302	200	300	530	3550	15	60
FE-5713			570	2940	15	50
FE-7014	400	250	700	2960	25	50
FE-8707			870	1780	25	60

ターボブロワに匹敵する風圧!

- 風量、風圧曲線に左下りの部分がなく、サージングが起らない
- ターボブロワ・シロッコファンに比べて運搬据付が極めて容易
- 水平、垂直、斜め、どの方向にも自由に取付ができる
- 小型

機・電一体で省力化を推進する

Seibu

西部電機工業

本社・工場 福岡県古賀町 TEL古賀(09294)2-7071(大代)
営業所 東京・名古屋・大阪・広島・札幌

無事故！無災害！ 記録をグングン伸 ばしてください

計器運転 / 十自動停止 /
コンピュータ
ACS 付「安全」
トラッククレーン



■NK-360B(36t)

クレーン作業の一層の安全を確保する画期的な《安全装置》ACSコンピュータ付トラッククレーンがついに完成しました。

年々大型化する建設工事、作業のスピードアップにより、オペレーターの一寸した判断違いや誤作業、カンの狂いが貴重な物品、人身にかかる大きな事故の発生源になっています。

これらの事故を未然に防止し、最小限におさえる《安全装置》……それが一歩進んだACSコンピュータ付トラッククレーンです。

■この安全装置(コンピュータ)は、20t～75tまで装置可能です。

■ACSコンピュータ付トラッククレーンは、新幹線、国電に取付けられたATSと同じように危険が迫ったとき、未然にそれを察知し、ランプ、ブザーで警報し、さらに自動停止することにより事故を未然に防止する画期的な安全装置です。

■ACSコンピュータは、従来の安全装置と比べ安全精度は抜群に高く、誤差が非常に少なくなっています。

■ACSコンピュータ付トラッククレーンは、オペレーターの肉体的、精神的疲労を非常に少なくします。

こうして、**KATO**の技術陣が総力をあげて研究し、一歩進んだ最新技術で開発した《安全装置》ACSコンピュータ付トラッククレーンをご採用していただき無事故無災害記録をグングン持続させて下さい。



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) 東京支店 (☎471) 311(大代表)

安部本部 東京都港区芝西久保桜川町2

(☎105) (朝17番ビル) 豊(☎591) 3511(大代表)

高松営業所 (☎027) 2511311 徳島営業所 (☎079) 8210155

十津営業所 (☎042) 4217746 岡山支店 (☎086) 7131281

名古屋営業所 (☎045) 3117992 広島支店 (☎082) 4481046

静岡営業所 (☎054) 8613141 松山営業所 (☎089) 4315240

札幌支店 (☎011) 2412888 徳山営業所 (☎083) 7212426

三好支店 (☎022) 2214896 九州支店 (☎092) 1741557

松江営業所 (☎024) 3211811 小倉営業所 (☎093) 5515088

名古屋支店 (☎052) 5821560 大分営業所 (☎097) 5211450

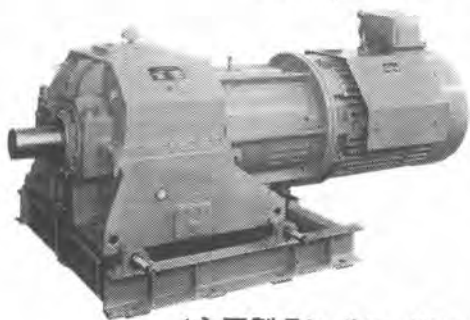
高松支店 (☎027) 8412184 徳島支店 (☎079) 21581326

大塚支店 (☎036) 11011131

標準ギヤードモータに流体継手の利点を加えた コンパクトな実用機



島津ハイドロフレックス ギヤードモータ 《減速機＋流体継手＋モータ》



- 標準形ギヤードモータに流体継手を組込んで一体としたものですから、小形軽量で取り付けが簡単です。
- 部品が標準化されているので、設備費が安くなります。
- 始動時にモータの高トルクが利用できるので、始動がきわめてスムーズに行なえます。

〈主要製品〉 ギヤードモータ・パウダフレックス ギヤードモータ・歯車減速機
歯車増速機・船用歯車減速機(西独・ローマン社提携品)



島津製作所

機械事業部

●カタログご請求・お問合せはもよりの営業所へ
東京 292-5511 / 大阪 541-9501 / 福岡 27-0331 / 名古屋 563-8111 / 広島 48-4311 / 札幌 231-8811 / 神戸 331-9661

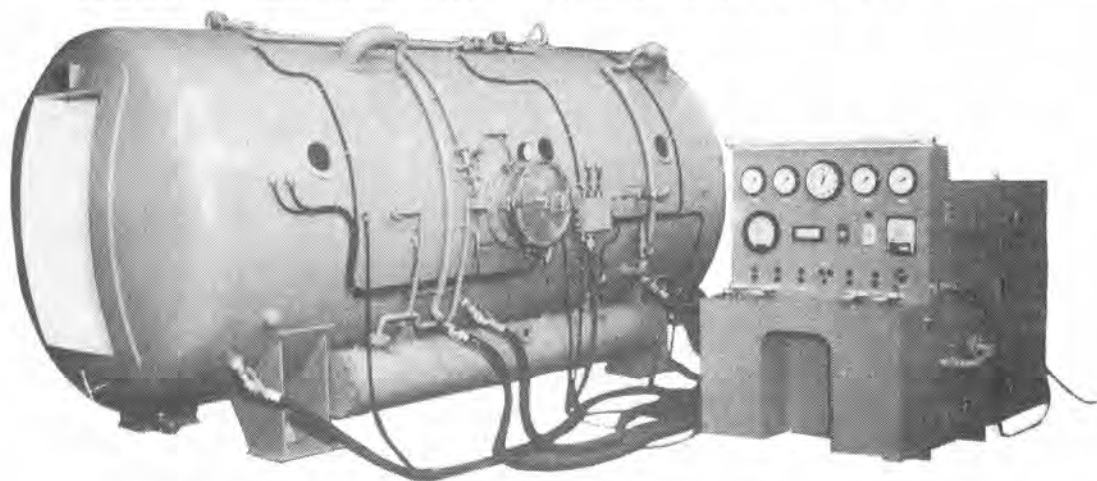
604 京都市中京区西ノ京桑原町1 (075)811-1111

東京 292-5511 / 大阪 541-9501 / 福岡 27-0331 / 名古屋 563-8111 / 広島 48-4311 / 札幌 231-8811 / 神戸 331-9661


再圧タンク

NHC-300型

本再圧タンクは高圧室内業務、潜水業務に従事する作業者の救急再圧に必要な加減圧・空気清浄装置・交話装置・消火設備・冷暖房設備その他付帯設備を有しております。高気圧障害防止規則に定められた諸規定に適合し、なお運搬・設置が簡便で操作、監視が容易に行なえます。



最高使用圧力	5 kg/cm ²
収容人員 (ベッド使用)	2名
(腰掛使用)	8~10名
大きさ	直径 2,000mm, 長さ 5,000mm,
容積	約 14.5m ³
冷暖房制御範囲 (冷房)	外気温 33℃時 - 28℃
(暖房)	外気温 10℃時 - 25℃
重量	本体及び消火水槽 約 6,400kg 制御盤及び空調ユニット 約 1,500kg

製造元  株式会社 中村鉄工所

本社及び工場 東京都江東区南砂 1-3-25 TEL (03)647-1231(代)

総発売元  湯浅金物株式会社

産業機械部 建設機械課

本店 東京都中央区日本橋大伝馬町 3-2-10 TEL (03)661-9621
支店 大阪・札幌・仙台・名古屋・広島・福岡

BULLDOZER KABUTOMUSHI

他をリードする新鋭機 BK2500SD

あらゆることにスピードアップ
が要求される時代——。

このクラスでは断然強い《カブ
トムシ》にスライド式バックホ
ーを装着しました。

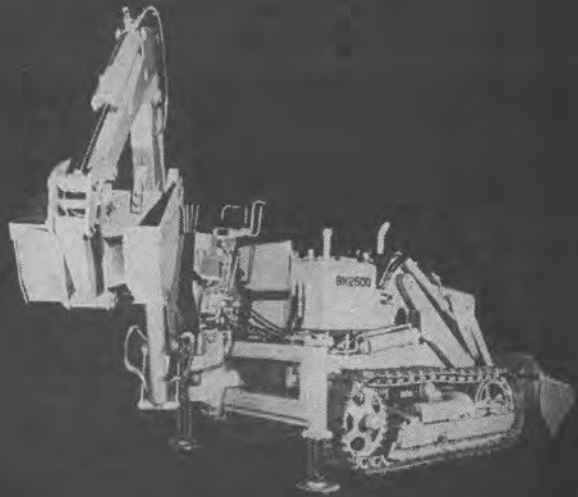
バックホーは勿論、脱着式。

アウトリガも左右独立方式を採
用し、傾斜地や凸凹地の不安定
な作業を解消させました。

路肩工事や幅広い掘削もチョッ
ト、スライドさせるだけ。


操作はオール油圧です。

これからは使う楽しさが味わえ
ます。



スライド式バックホー

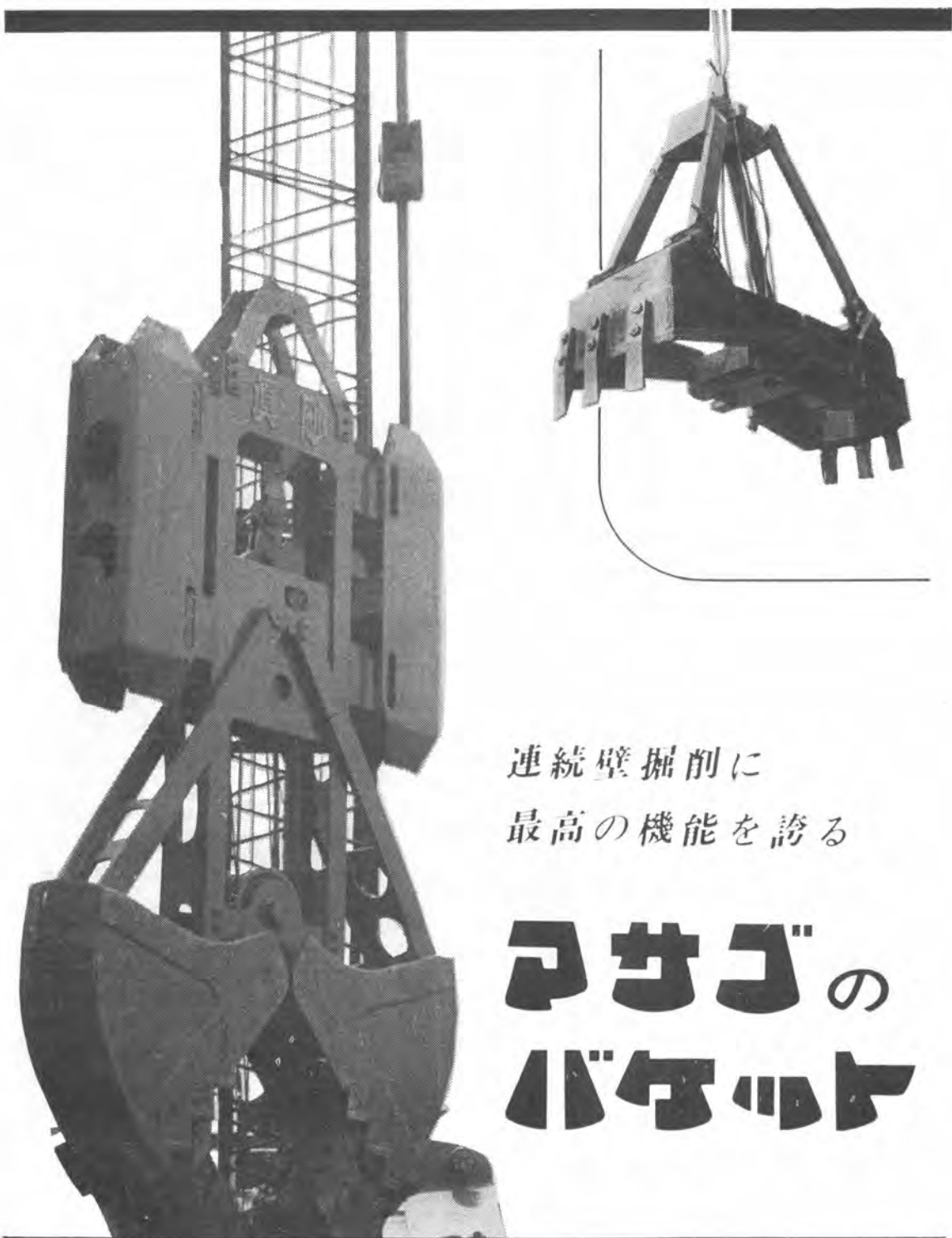
製造元  株式会社早崎鐵五所

総販売元  早崎産業機械株式会社



本社 沼津市上香貫西島町1150番地
東京営業所 東京都中央区宝町2の4(第二ぬ利産ビル)
名古屋営業所 名古屋市中区大須3の8の20(高栄ビル)
大阪営業所 大阪市西区靱本町2丁目107番地
岡山営業所 岡山市番町2丁目13番31号
仙台営業所 仙台市東4番丁45番地(角川ビル)

TEL 沼津(31) 0463大代表
TEL 東京(567)4355(代表)
TEL 名古屋(261)4649(代表)
TEL 大阪(531)2632(代表)
TEL 岡山(22) 9 3 7 2
TEL 仙台(23) 1 5 9 2



連続壁掘削に
最高の機能を誇る

かさゴの バケット



眞砂工業株式会社

本社 東京都足立区花畑町4074 TEL(03)884-1636代
大阪営業所 大阪府北区牛丸町52(日生ビル)TEL(06)371-4751代
北九州出張所 北九州市小倉区熊本町2-3-3(旭ビル)TEL(093)52-4276

OGAWA PILO CRANE

油圧クライミング装置装備!

国内最多の実績を誇るOTシリーズ


- OT-3030型 (3t×30m)
- OT-4030型 (4t×30m)
- OT-5030型 (5t×30m)
- OT-6030型 (6t×30m)
- OT-7030型 (7t×30m)
- OT-5035型 (5t×35m)
- OT-3040型 (3t×40m)
- OT-5040型 (5t×40m)
- OT-10030型 (10t×30m)



OTA-3040型
(油圧クライミング型)

新型クレーン発表会

主催 株式会社小川製作所
 期間 昭和47年3月15日～31日
 場所 株式会社小川製作所
 千葉県松戸市稔台440
 TEL(0473)62-1231(代)
 -粗品進呈-

製造元  株式会社小川製作所

本社 千葉県松戸市稔台440 電話 松戸(0473)62-代表1231

総販売元  兼松江商株式会社

東京本社 東京都中央区宝町2-5(兼松江商ビル) 建築自動車課 電話(562)7133
 大阪支社 大阪市東区淡路町5丁目33番地 建築船舶課 電話(228)3829
 名古屋支社 名古屋市中区錦1-20-19(名神ビル) 機械第3課 電話(052)(211)1311
 福岡支店 福岡市天神2-14-2(福岡証券ビル) 機械課 電話(092)(76)2931
 札幌支店 札幌市大通り西4-6-1(秋田銀行ビル) 機械課 電話(0111)(26)5631

「修理は安心して委せられる」

◆24時間サービス

部品及フィールドサービス

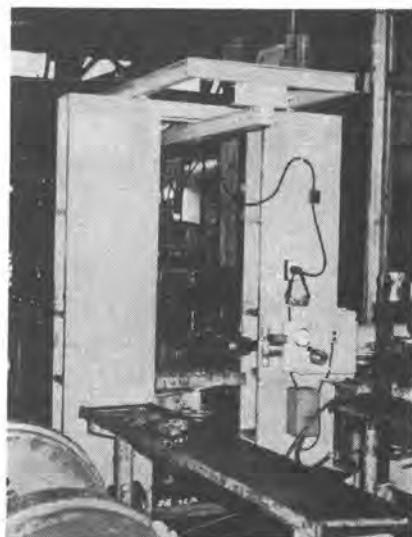
電話(03)429-2136

◆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

◆油圧機器・各種ポンプテスト装置



建設機械整備!! 建設機械特殊アタッチメント設計製作!!

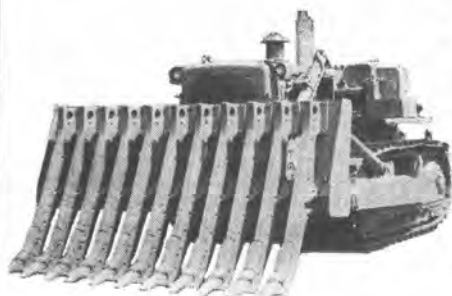
コストの低廉・優れた品質・完全アフターサービス



マルマ重車輛株式会社

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25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2-2-9番地	電話(0427)52-9211(代)	〒229
水島出張所	岡山県倉敷市中畝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17号	電話(078)706-5173	〒665
鹿島出張所	茨城県鹿島郡神栖町大字知守南部団地		〒314-02

「仕様には出ていませんが」特殊アタッチメントは マルマが引受けます。



- ◆排気処理装置(トンネル仕様)
- ◆騒音防止工事
- ◆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
- ◆バッテリー利用自動給油装置
- ◆パイプレイヤ、のり面処理装置等。



内外車輛部品株式会社

本社 東京都目黒区柿の木坂1丁目19番8号 TEL (03) 718-8291(代)
 名古屋営業所 名古屋市中区千早町5丁目9番5号 TEL(052)261-7361(代)

各種建設機械部品及整備・診断用機器・工具

FLO-tech

Hydraulic Test Units

最新式携帯用油圧装置テスト!!

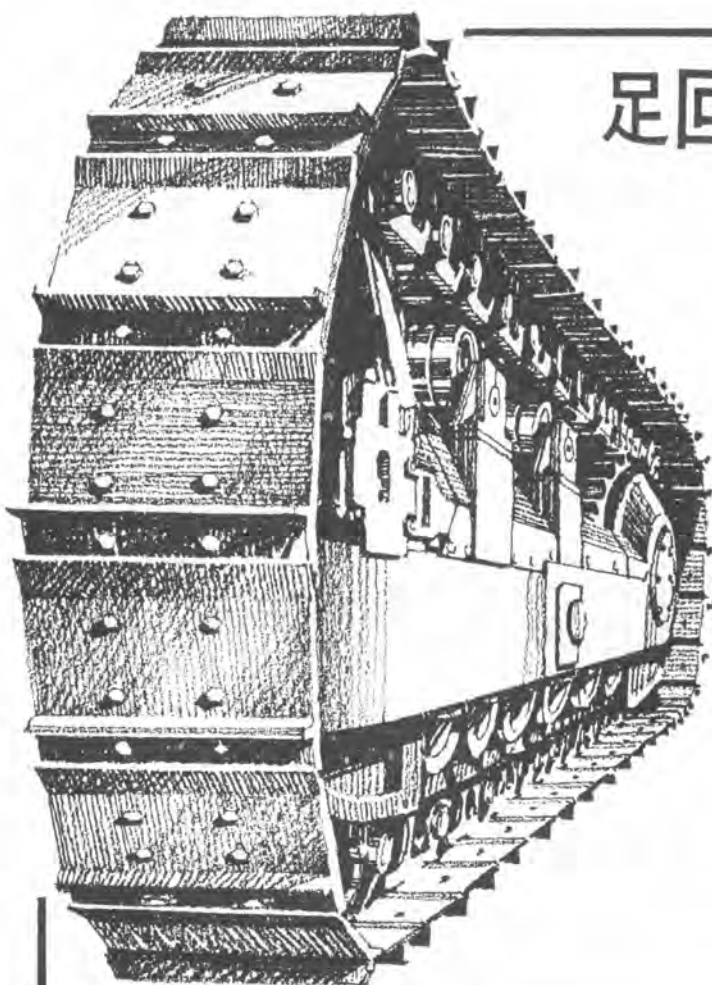


特長!!

FLO-tech ハイドロリックテストはあらゆる油圧装置の油量、油圧・油温を正確、且つ迅速に測定するために油圧テスト専門メーカーのFLO-tech社で造られている最新の高性能油圧装置テストです。取扱い易く精度の高い各種のテストは油圧装置の各部分の故障探究、保守、点検に著しい時間と経費の節約をお約束致します。

FLO-tech テスタ仕様

型式	15-3 PFM	25-3 PFM	50-3 PFM	100-3 PFM	150-3 PFM
油圧	0-5000 PSI迄	同じ	同じ	同じ	同じ
油量	1-15 GPM	2-25 GPM	3-50 GPM	5-100 GPM	7-150 GPM
油温	50°F-350°F	同じ	同じ	同じ	同じ
重量	7.25kg	7.25kg	7.5kg	10.0kg	10.0kg
寸法	L×W×H (mm) 245×185×165	L×W×H (mm) 245×185×172		L×W×H (mm) 267×178×190	



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……



湯浅金物株式会社

札幌市北三条西四丁目(日本生命ビル) 06 6271(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3-2-18 (424) 1021(代)

川原産業株式会社

愛知県西春日井郡助膳町大字熊之庄4709-7 213141

国際モータース株式会社

福岡市白鷺町7 (41) 8131(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

大阪市福島区鷺洲上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

Mr.トルクフロー
を たずねて

『リッピングと押しあげのくり返し。

だから、ワンタッチシフトの

トルクフローは最適のブルですね。』

Mr.トルクフロー訪問の第1回。経験6年のベテラン・オペレーター・脇屋勝さん(27才)を現場にお訪ねしました。製鉄所内の高炉滓(のろ)処理場に、真っ赤に溶けた“のろ”が運びこまれると、脇屋さんの運転するコマツD155Aの出勤。固まった“のろ”を深くえぐるリッピング。力強く押しあげる前進、迅速な後退。『往復運動が主体になる現場ですから。レバー1本のワンタッチで前後進、変速のできるトルクフローが、やっぱり便利です。』と、脇屋さん。オペレーターにも、エンジンにも無理をかけないトルクフローの長所が、ここでも充分に生かされているようにした。

コマツD155A(トルクフロータイプ)の主な特徴

●レバー1本で、前後進・変速が自由自在。●トルクコンバーターとトルクフロー・ミッションの組合せで大きな負荷からエンジンや車体を守る。●ブレード昇降、チルト操作。すべてモノレバー。ステアリングクラッチとブレーキは運動で。2レバー・2ペダル方式。●オペレーターの安全を守る減速ペダル。

D155A(油圧リッパ付)の主な仕様

重量=37100kg 出力=300PS

ブレード=4065×1360mm

リッパ装置=シャック個数3本

ビーム長さ2420mm / 最大切削深

さ925mm / 切削深さ2段交換可能

最大上昇量770mm

のろ
高炉滓処理場で作業する
水野工運株式会社
コマツD155Aオペレーター
脇屋 勝さん

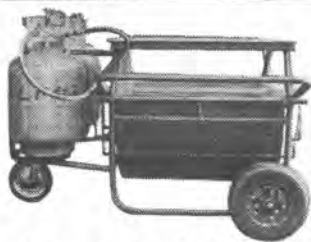


レバー1本

ワンタッチシフトのトルクフロー

小松製作所

東京都港区赤坂2-3-6 〒107 ☎03(584)7111(大代表)
北海道支社 ☎札幌011(66)1811 中部支社 ☎一宮0586(77)1131
東北支社 ☎仙台022(56)7111 近畿支社 ☎西山075(92)2101
北陸支社 ☎新潟0252(66)1951 大阪支社 ☎豊中068(64)2121
関東支社 ☎浦東0465(42)5211 四国支社 ☎高松0878(41)1181
東京支社 ☎東京03(584)7111 中国支社 ☎五日市0829(22)3111
華南支社 ☎横濱045(31)11531 九州支社 ☎福岡092(64)1311



プロパンコンテキKN-4



ロードパッチャーRP-5



プロパンバーナーPB-2

東洋の道路維持機械



TY-10全自動ラインマーカ

●仕様その他詳細は下記へお問い合わせください。



アスファルトホットロードローラHR-E



アスファルトホットローラHR-1



コテロンKT-2

道路の決定版 ジョイントヒーター!



ジョイントヒーターJH-3

従来道路舗装に於ける縦継目の施工は一般的に舗装の終了した施行車線の舗設部が冷えてから次の車線を行なういわゆるコールドジョイント施工であります。コールドジョイント施工の場合如何に入念に作業しても密着度、転圧等の点においても不十分です。アスファルトフィニッシャーにとりつけられたジョイントヒーターは、既に舗設した部分の縦および横継目を適当な温度に加熱して、新しく施行する施行車線の舗設混合物と一体化させます。この場合、混合

物の変質を防ぐため間接加熱法(赤外線バーナー)を採用しています。

全長	2,375mm
全幅	371mm
全高	200mm
重量	110kg
加熱装置	赤外線バーナー16個
加熱面積	2,320mm×250mm
熱浸透度	20mm
運営温度	140℃



株式会社 東洋内燃機工業社

本社・販売部 川崎市元木1丁目3番11号
電話 川崎 044(24)5171~3

パイナル

PC-1015吊上荷重1t



特長

■ 2t積小型トラックに架装

2t積小型トラックに簡単に架装できますので、狭い道路、混雑した道路でも持前の機動力を充分に発揮します。

■ 吊上能力1000kg

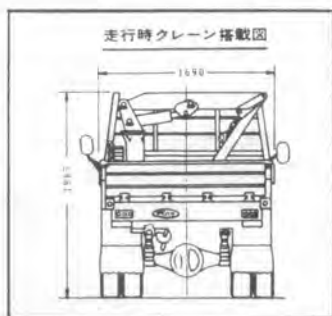
2t積トラックに架装のクレーンとしては、最もマッチした、作業半径・吊上能力を有します。

■ 広く使える荷台

クレーンはコンパクトに取付けでき、荷台をカットすることもなく、クレーンなしの場合とはほとんど変わらない広い荷台を使用できます。

■ 減トンなし

積載重量を減すことなく、架装できます。



株式会社南星工作所 南星機械販売株式会社

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	34-3033
東京支店	東京都港区西新橋1の18の14(小里会館ビル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	長野市大宇中御所岡田152	TEL(代)	85-2315
名古屋営業所	名古屋市長区石神堂町2丁目18の2(大栄ビル)	TEL(代)962-5681	富山営業所	富山市堀川町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	札幌市北三条東5丁目5(岩佐ビル)	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	広島市中広町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

特許

明和の締固め機械

バイブロ ランマ



道路・水道・ガス管
電設・盛土・埋戻
路盤砕石固め

VRA 120 (kg)
80 (#)
60 (#)

■通産大臣賞

バイブロ プレート



アスファルト舗装
表面整形

VP-110(kg)
70(#)
60(#)

ジャンプ ランマ



建築基礎
栗石搗き固め

A型100(kg)
B型 85(#)
C型 60(#)

■発明協会賞

テニコン《新製品》

のり
面
転圧

TN-40(kg)
80(#)

共同出願中
国鉄と特許



日本最初の両輪駆動振動ローラ



アスファルト舗装最適
転圧力強大・サイド転圧
スリップ少ない・登坂25°
ステアリング軽快

MVR 10型 1.0t
27型 2.7t



■カタログ進呈 全国各地に販売店有

株式会社 明和製作所

本 社 工 場	川口市青木町1-448	TEL(0482)51-4525-9	☎332
大 阪 営 業 所	大阪市城東区諏訪西3-25	TEL(06)961-0747-8	☎536
福 岡 営 業 所	福岡市上车田町21	TEL(092)41-0878-4991	☎816
名 古 屋 営 業 所	名古屋市中川区八家町3-31	TEL(052)361-5285-6	☎454



●世界主要各国特許および特許出願中

〔新製品〕

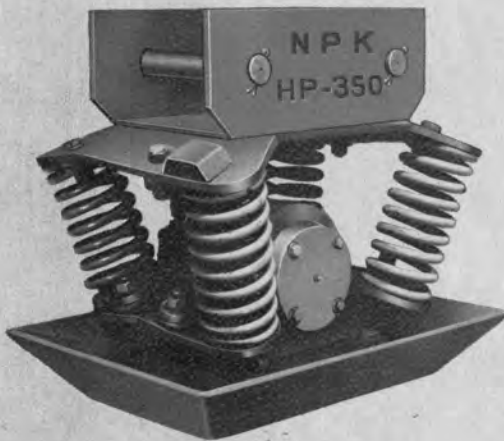
油圧式輾圧機 ← 2役 → 油圧式杭打機
振動 + 衝撃 + 加圧

ハンパック



●米国アライド社技術提携

HP-350



HP-600



日本ニューマチック工業株式会社



●世界主要各国特許および特許出願中 [新製品] ●米国アライド社技術提携

ハイバック (hy-pac)

油圧式輾圧機 ← 2段 → 油圧式杭打機
振動 + 衝撃 + 加圧 無騒音

ショーベル

ハイバック はほとんどの軸圧機構台車に取り付けられます。

NPK ハイバック の用途

- 地がため、特に傾斜面での地がために
- 電気炉の炉底の締め固めに
- 狭い溝の締め固めに
- トレンチシート、パイル、松杭の打込
- ポストホール掘削
- その他いろいろ

ハイバック はあなたのアイデア次第で各種作業に使用できます。直接的な締め固め作業さらに高度なパイル打込みポストホール掘削、狭い溝の締め固めなどに応用することができます。あなたの台車を毎日、能率よくフル稼働させることができます。



●ポストホールの掘削



●能率良くトレンチシートを打込み



●の狭い溝のつき固めができます。使用現場。ハイバック本体より巾の溝用アタッチメントをつけての

オペレーターの思いのままに締め固め、打込みが出来ます。
(上記用途の他あなたのアイデアでいろいろご使用下さい)

●仕様書

型 式	重 量 kg	全 高 mm	締 固 め 寸 法 mm	振 動 数 C / min
HP-350	350	700	608×390	2000
HP-600	600	930	685×660	1900

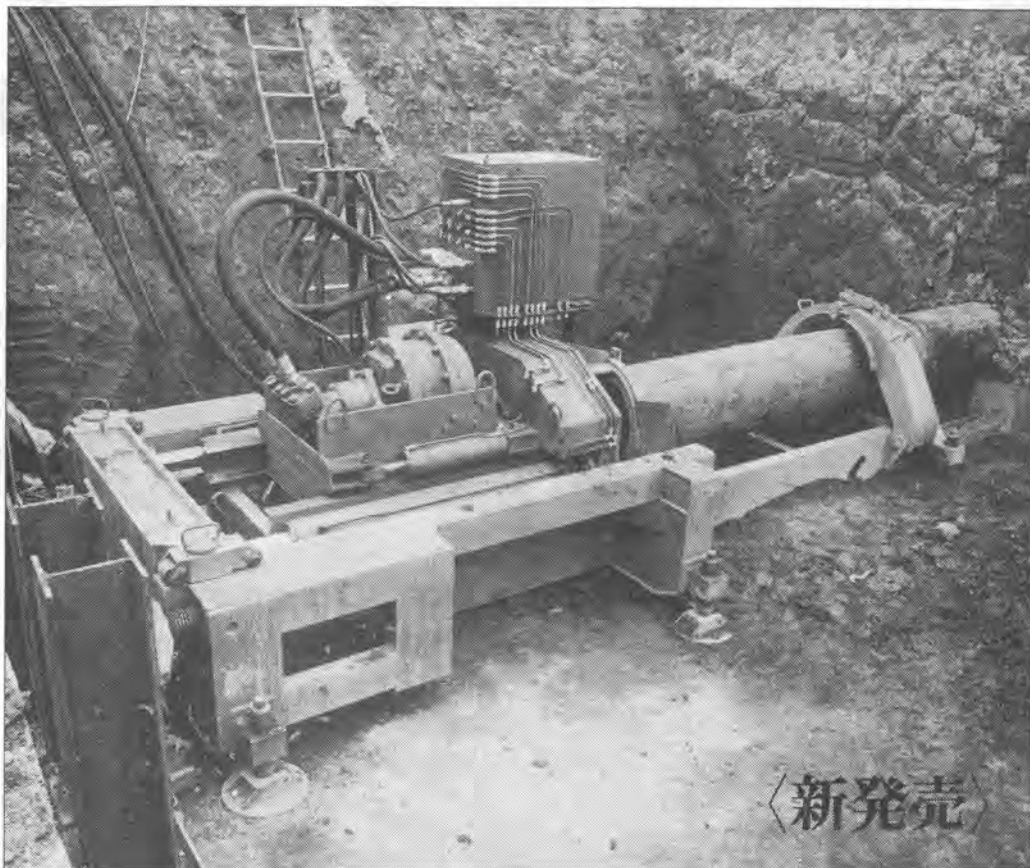
型 式	使用油圧力 kg / cm ²	ハイバック使用流量 ℓ / min	最小ポンプ吐出量 ℓ / min	起 振 力 kg
HP-350	105~140	45.5	60.5	2960
HP-600	105~140	106	125	4750



日本ニューマチック工業株式会社

本 社 工 場 大阪市東成区神路4丁目11番5号 〒537 電話(06)976-1151(代)
 第 二 工 場 東 大 阪 市 夔 江 4 7 5 番 地 〒578 電話(0729)61-0405(代)
 東 京 営 業 所 東 京 都 港 区 新 橋 6 丁 目 9 番 地 7 号 〒105 電話(03)434-6841(代)
 名 古 屋 営 業 所 名 古 屋 市 中 村 区 日 置 通 2 丁 目 11 番 地 〒450 電話(052)586-1193(代)
 福 岡 営 業 所 福 岡 市 住 吉 4 丁 目 28 番 16 号 〒812 電話(092)41-0956・0958

開削せずに鋼管を埋設できる ホリゾンガー®



下水道管、ガス管、ケーブル挿入管などの鋼管埋設は推進工法にして下さい。

三和機材が、開発した、水平ボーリングマシン・ホリゾンガーは、埋設する鋼管内にスクリーを挿入し、掘削しながら鋼管を推進、埋設します。地上構築物を損壊することなく、しかも狭い場所でも楽に作業が出来る新鋭機。

- 掘削推進方式 ●全油圧駆動方式 ●スイベル内蔵減速機方式
- 掘削調整シリンダ組込方式 ●口径調整ガイド方式 ●ワンマン操作方式
- 合理的機能設計方式の7大方式が、掘削の作業能率を大巾にアップさせます。

■主なる営業品目

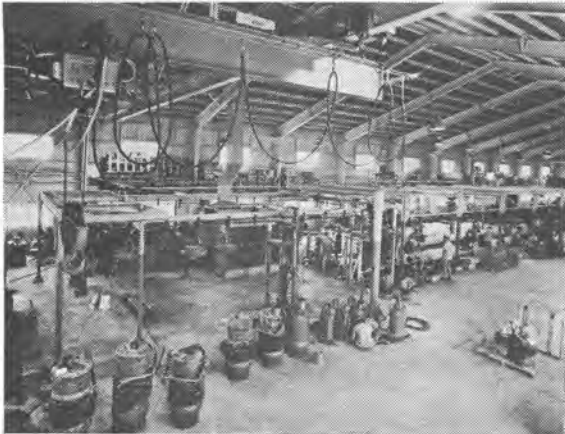
アースオーガー・ドーナツオーガー・ホリゾンガー・モルタル用パッチャープラント・テブリフト・フォークリフト
ベビークレーン・パレハンド・配合飼料用サイロプラント・各種プラント・その他土木建設及び荷役諸機械、設計製作



三和機材株式会社

本社 / ☎103 東京都中央区日本橋茅場町2-10 電話03(667)8961(大代表)
大阪営業所 / ☎541 大阪市東区北久宝寺町2-60-1 電話06(261)3771(代表)

ツルミの木中ポンプは 業界初のライン工場生産されます。



大型組立ライン

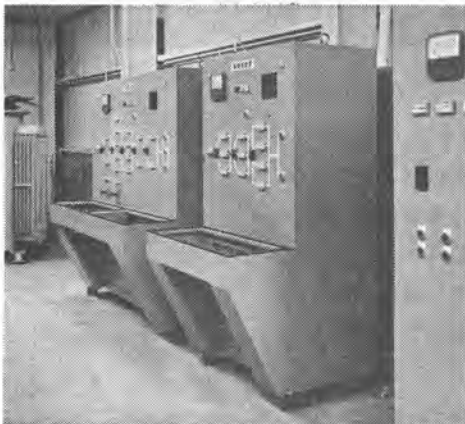
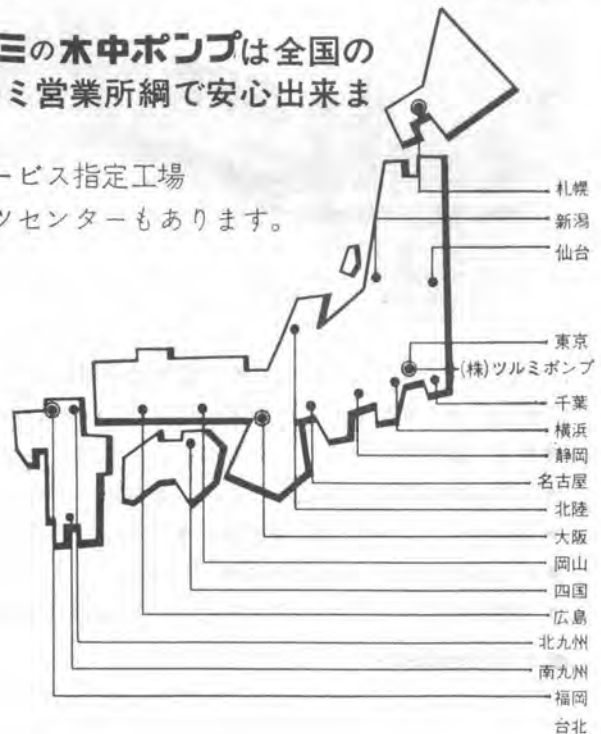


小型組立ライン

受入れ
から
出荷迄

ツルミの木中ポンプは全国の
ツルミ営業所網で安心出来ます。

又サービス指定工場
パーツセンターもあります。



試験設備



水に挑み水と斗うツルミポンプ
株式会社 鶴見製作所

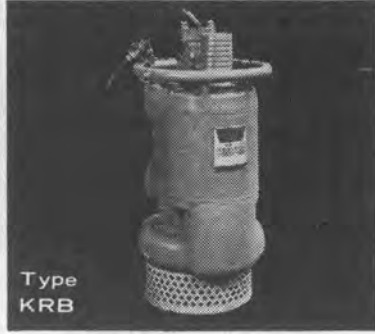
本社 大阪市城東区鶴見4丁目7-17
電話 (06)911-2351 (大代表)
工場 大阪市城東区鶴見4丁目6-4
電話 (06)911-7271 (代表)

ツルミの水中ポンプは 用途別に機種がほうふです。



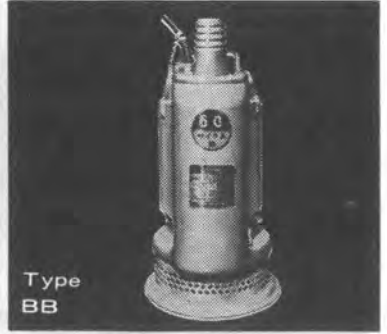
Type
KT

軽量 1.5KW~11KW
揚程 15~45m



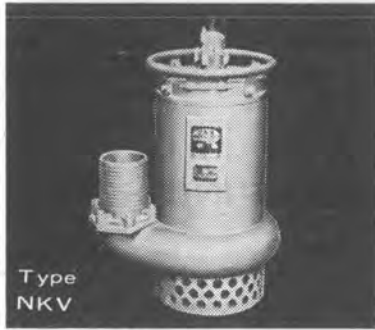
Type
KRB

0.75KW~22KW
揚程 10~33m



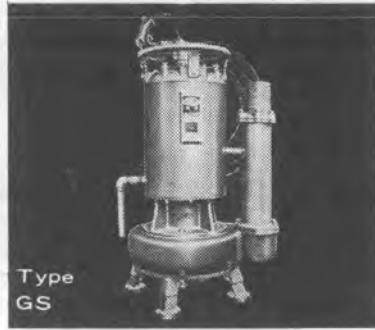
Type
BB

0.15KW~0.4KW
(型式承認取得済み)



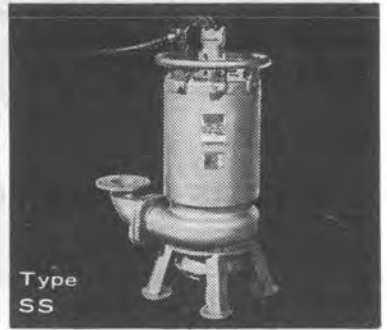
Type
NKV

2.2KW~22KW
揚程 10~33m



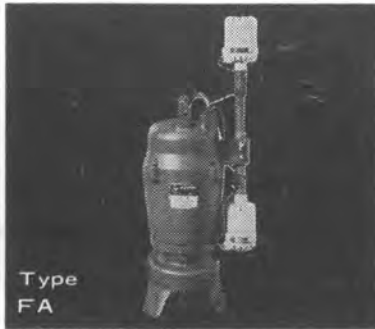
Type
GS

22KW~37KW
揚程 15~31m



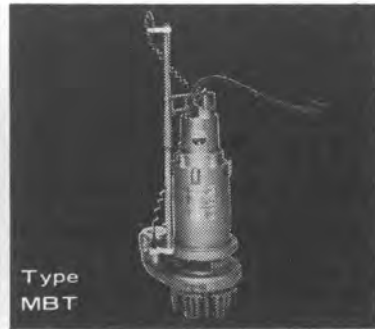
Type
SS

1.5KW~11KW
揚程 8m~16m



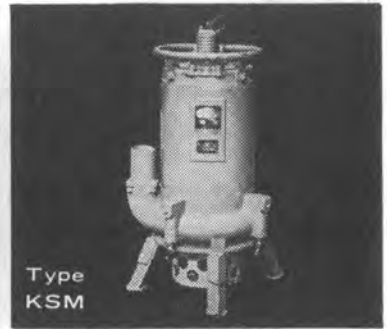
Type
FA

自動液面装置内蔵
0.15KW~0.4KW



Type
MBT

自動液面装置内蔵
0.75KW~2.2KW



Type
KSM

11KW~22KW
揚程 15~27m

※電気用品取締法により500W以下の水中ポンプは型式承認が必要です(昭和43年11月19日政令第318号)

●支店・営業所

札幌 (011)731-8385(代)
仙台 (0222)94-4107(代)
新潟 (0252)45-2371(代)
東京 (03)862-5961(代)
川口 (0482)22-4025(代)
横浜 (045)461-1721(代)

静岡 (0542)55-2943(代)
北陸 (0762)63-7891(代)
名古屋 (052)221-6486(代)
京滋 (075)821-4804(代)
神戸 (078)321-1888(代)
広島 (0822)28-4562(代)
岡山 (0862)31-2967(代)

四国 (0878)31-1896(代)
北九州 (093)92-6624(代)
福岡 (092)43-0371(代)
大分 (09752)8-6256(代)
南九州 (0992)51-7070(代)
台北 332316



BARBER-GREENE SB-110 ASPHALT FINISHER

5大特長

- 全油圧駆動の無段変速で1分間に45mまでの舗装能力
- 積載重量8トンの自動給送装置
- 基準舗装巾2,4m・最大舗装巾3,9m
- 運転席からでも助手席からでも操作できるデュール・コントロール方式
- 最小回転半径1,95mの機動力

Barber-Greene



本邦取扱店

極東貿易株式会社
建設機械部

本店 〒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) 電話 (270) 7711 (大代)
支店 札幌・仙台・名古屋・大阪・福岡
指定整備工場：マルマ重車輛株式会社
東京都田原市北原1-2-19 電話 (429) 2131

● 詳細は右記にお問い合わせ下さい。

Cedarapids

Built by
IOWA

業界に省力革命

セダラピッド BSF-2 アスファルトフィニッシャー



■ 特 徴

- 舗装幅は最高 6.0米
- 安定性にすぐれる 3点支持装置
- スクリードプールポイントの高低調整により、最低5mm厚の舗設可能
- 困難な舗設要求に応える特殊設計仕様
- 高評のDUO-MATIC電気式自動スクリードコントロール!

スロープセッティングは±13%

IOWA MANUFACTURING COMPANY

CEDAR RAPIDS

日本販売総代理店

サービス代行社

GENERAL ROAD EQUIPMENT SALES CO., LTD.

エム アンド エム サービス株式会社

東京都千代田区内神田二丁目13番地中村ビル 256-7737-8

強力な掘削力・ワイドな作業能力

黄金の腕 **KB-35R**

強力な掘削力と吊上げ力、余裕あるエンジン馬力と頑強な足まわり

泥炭地や湿地でも抜群の威力を発揮します

作業速度を2倍にするオーバードライブ方式

2本レバーで全作業がOKのユニバーサル方式など

合理的な油圧機構によって

作業能率もグーンとアップ

待望のビックパワーショベルの登場です

- バケット容量 0.35m³
- 最大掘削深さ 4,060mm
- 最大掘削半径 7,360mm
- エンジン出力 64PS 2,300rpm
- アームによる掘削力 4.5t
- ブームによる掘削力 5.7t
- シュー幅 400mm 600mm 900mm



全油圧式

ロボQ アトラス ショベル



※カタログのご請求・お問い合わせは

久保田鉄工本社 宣伝部・大阪市浪速区船出町2丁目 TEL 06(631)1121 ☎556

業界トップの実績をほこる

三井ポ-ダブルコンプレッサ

あすの国土を築く建築現場では、どこでも三井コンプレッサが活躍しています……！

●RVシリーズ

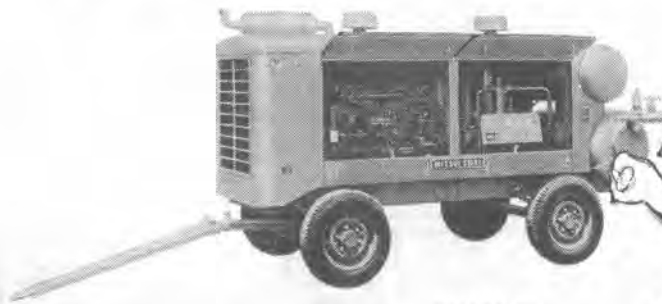
ロータリー2~25.5m³/min各機種

●RSシリーズ

スクリュ-4.8~17m³/min各機種

●VMシリーズ

電動式2~17m³/min各機種



RV105型



お問合せは

株式会社 栗林商会	室蘭	(2)	9111
三洋機械株式会社	盛岡	(23)	3401
富士工機株式会社	長野	(84)	4811
綿半鋼機株式会社	塩尻	(2)	1121
丸三開発工機株式会社	富山	(41)	3131
森長機械販売株式会社	金沢	(63)	3241
大倉商事株式会社	東京	(563)	6111
中道機械産業株式会社	東京	(352)	6111
三井物産株式会社	東京	(505)	3350
三井物産機械販売サービス株式会社	東京	(436)	2851
新東亜交易株式会社	東京	(212)	8411
福井産機販売株式会社	福井	(23)	1093
株式会社 長東商店	松阪	(2)	6634

不二商事株式会社	大阪	(313)	3161
株式会社 中道機械	大阪	(444)	1531
国際建機株式会社	大阪	(364)	7481
松本鋼機株式会社	神戸	(67)	2424
阿川機工株式会社	広島	(21)	2341
宝物産株式会社	広島	(28)	2211
高橋産業株式会社	宇部	(31)	0188
三和興業株式会社	出雲	(21)	0163
北村商事株式会社	高知	(83)	1121
三新工業株式会社	福岡	(77)	7531
田中商事株式会社	大分	(5)	1131
金剛株式会社	熊本	(55)	1161



三井精機工業株式会社

本社 東京都中央区日本橋室町3-3-7 電話東京(03)270-0511
本社分室 東京都中央区日本橋室町2-6三井第5別館4階
(産機営業部) 電話東京(03)270-4511(代) テレックス 222-2621

省力機械のNO.1 人気増々上昇中!

コニバツク®

日本CB-40

●スコップがわりにお使い下さい!

- 水道配管工事 ■浄化槽設備工事 ■造園工事 ■その他一般土木工事
■電気ガス設備工事 ■住宅基礎工事 ■農業用排水工事



- 1.5～2t車で運搬できます
- 最少回転半径1.6mの小回り性能
- ダンプ高さは2.6m ダンプに土砂を積み込めます

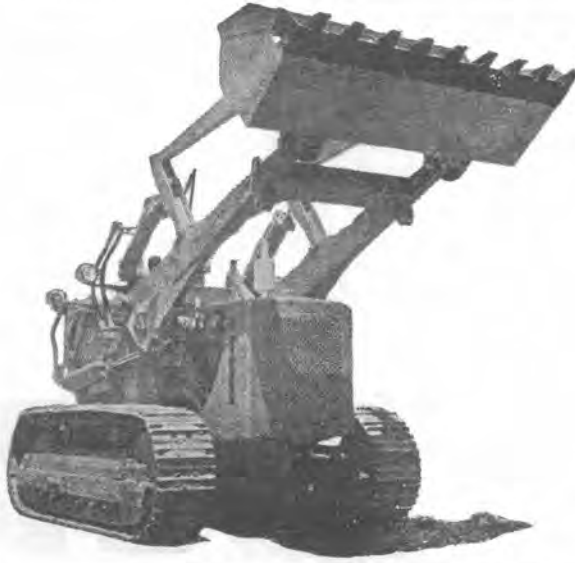
本 体 重 量：1200kg
全 長：3700mm
機 関 出 力：14ps
リーチクリアランス：3850mm
バケットローテーション：160度
作業時リガー巾：1800mm
走行時リガー巾：1000mm
排 土 板 巾：1000mm

(お問い合わせ・カタログ請求大歓迎)



株式会社 東洋社

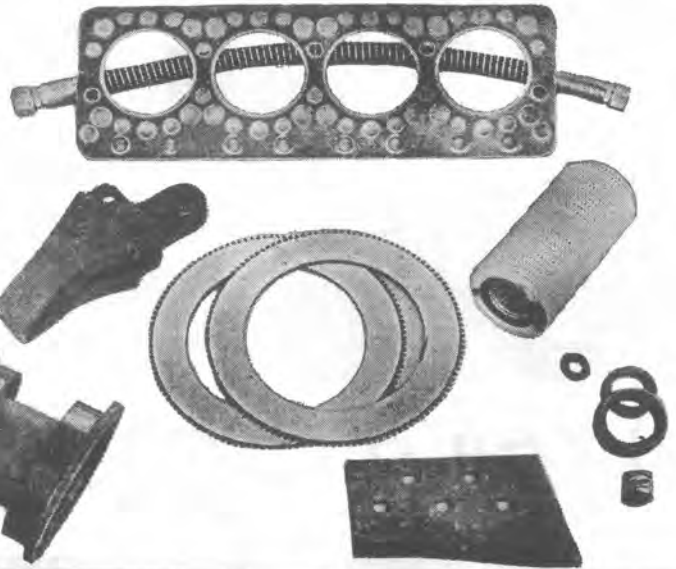
〒571 大阪府門真市常称寺町16-55 TEL 大和田(0720)81-8181(大代)
大 阪(06)908-2461(代)



中古車なら
良い機械が
なんでもそろう
フタミ広島屋へ
どうぞ!



建設機械の
部品なら
なんでもそろう
フタミ広島屋へ
どうぞ!



中古建設機械並重車輛販売

油谷重工株式会社 | 株式会社小松製作所

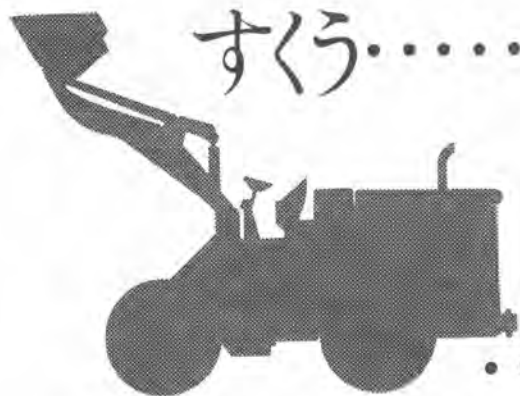
パワーショベル ブルドーザ 各種部分品

株式会社 フタミ広島屋

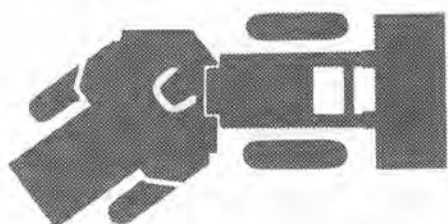
本社工場 守口市大日東町181番地
電話大阪(991)2636-5748-5589(992)4276
東京支店 東京都文京区湯島2丁目31の21号
電話 東京(813)9041-3

大阪支店 大阪市福島区上福島南3丁目98番地
電話 ベアリング部 大阪(451)1551-4
部 品 部 大阪(458)4031-6

すくう……………



……………スイツと曲がる



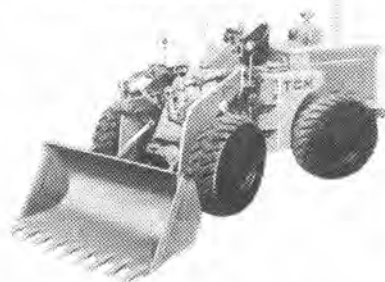
サツと放出……………



サイクルタイムの短かさが自慢です。

作業時の走行速度がはやく、加速がスムーズ。すばやいブームの上昇、下降…こうした作業性のよさに加えて、小回りのきくアーティキュレート式、さらには正確、スピーディに積みみできる自動コントロール方式のバケットを採用するなど…TCMトラクタショベル75ⅢAにはサイクルタイムを短縮して稼働効率を

高めるバイタリティが満ち満ちています。とにかく“稼げる”機械です。



省力化のシンボル

TCM

東洋運搬機

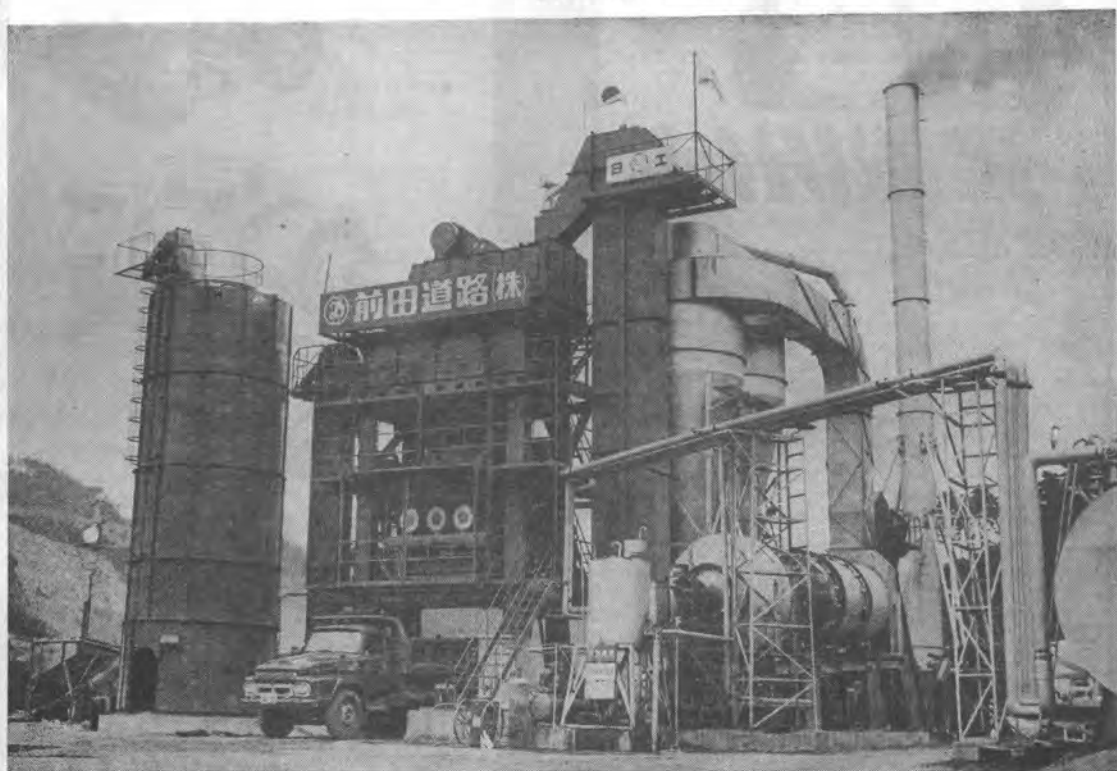
本社 大阪府大阪市西区京町堀2-118 (44)915111
販売事業部 千105 東京都港区西新橋1-15-5 (59)817111

●カタログその他の資料をご希望の
がたは上記販売事業部まで。

TCMトラクタ ショベル75ⅢA

アスファルトプラントは

日工の **NAP** シリーズから
— 日工は皆様に性能を売り
信頼を買います —



型式NAP-1202AZVW ミキサー-2,000kg 能力150T/H



日工株式会社

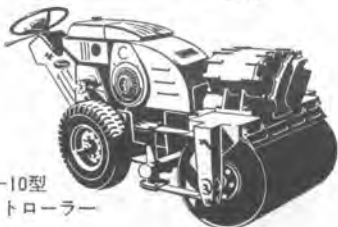
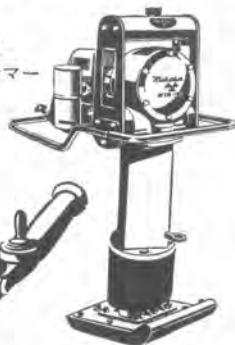
本社及び工場 兵庫県明石市大久保町江井ヶ島1013 TEL 07894 (6) 2121(代)
営業所 大阪 (538) 1771 東京 (293) 7521
札幌 (23) 0441 仙台 (24) 1133
名古屋 (582) 3916 広島 (21) 7423
福岡 (53) 0238 オペレーター研修センター明石工場内
東京工場 千葉県野田市上三ヶ尾259の1 TEL (22) 3595

Mikasa

三笠 建設機械



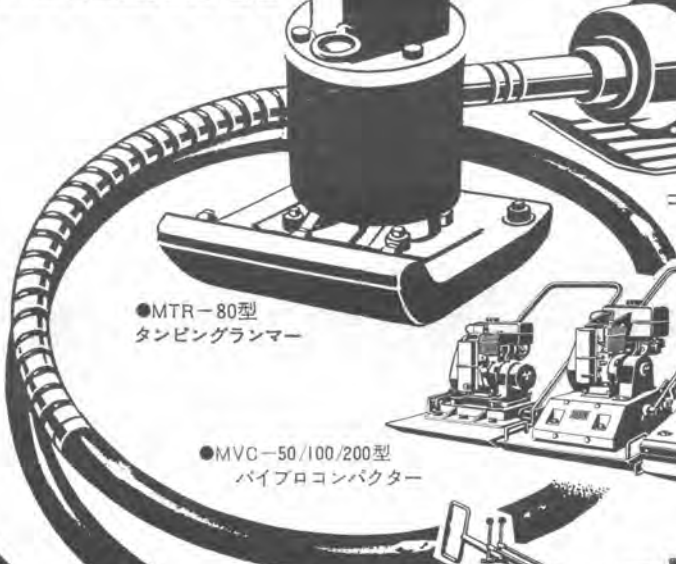
●MTR-120型
タンピングランマー



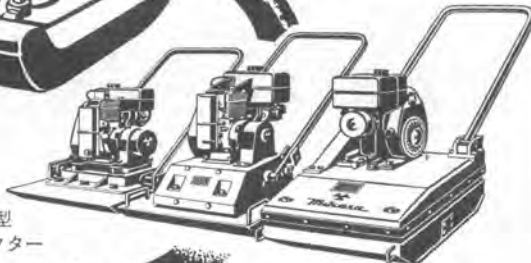
●MRV-10型
インパクトローラー



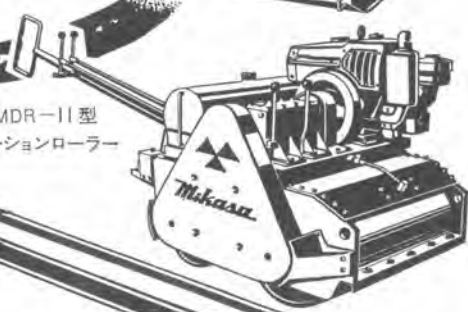
●MVI-GM型
コンクリートバイブレーター



●MTR-80型
タンピングランマー



●MVC-50/100/200型
パイプコンパクター



●MDR-II型
ダブルバイブレーションローラー

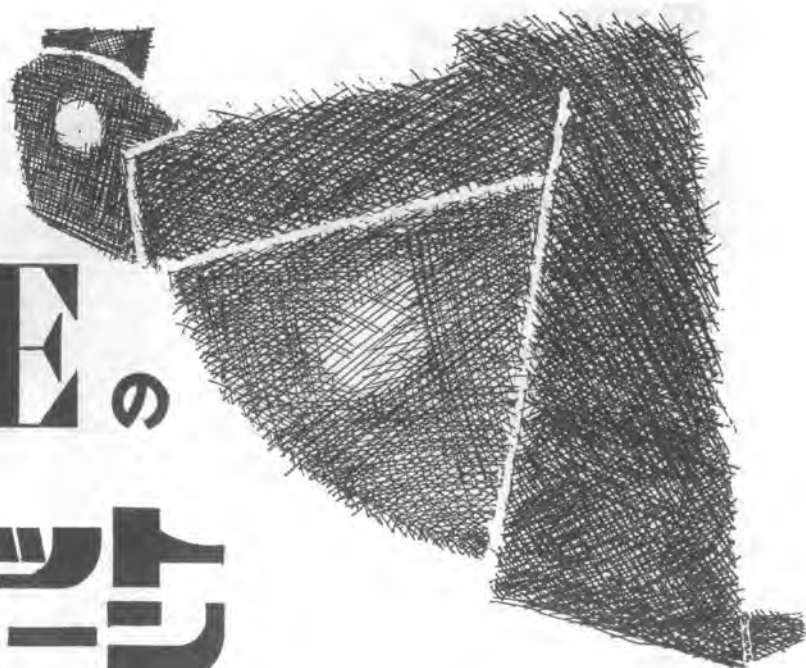


特殊建設機械メーカー

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)
T E X 222-4607 郵便番号 101
札幌出張所 札幌市大通西8-2 (ヒキタビル)
電話 札幌011 (251) 2890番
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 T E L 06(541)9631(代)



MITEの バケツト



株式会社

亦木荷役機械工務所

千葉県松戸市上本郷536 電話 松戸(0473)62-9131(代)

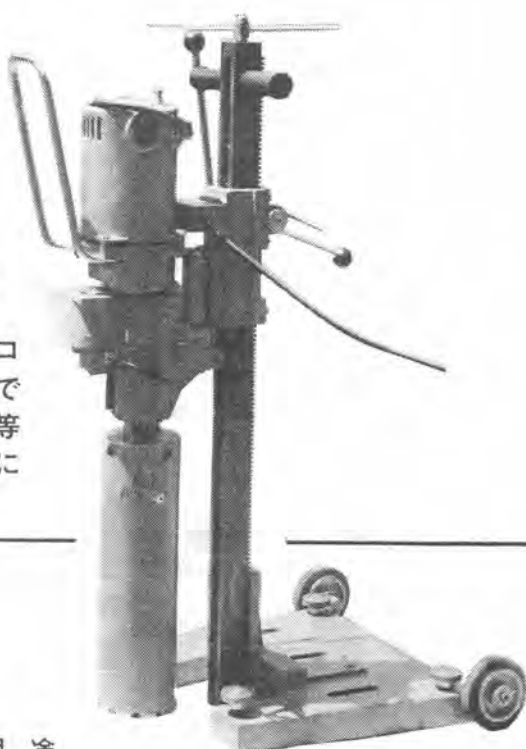
理研ダイヤの



ポータブル コアマシン

モデル RDP-1

理研ダイヤの技術陣が誇るポータブルコアマシンは、小型軽量で携帯便利にできております。1人で水平孔、垂直孔等どんな場所でも操作でき、スピーディに孔明けまたはコア採取ができます。

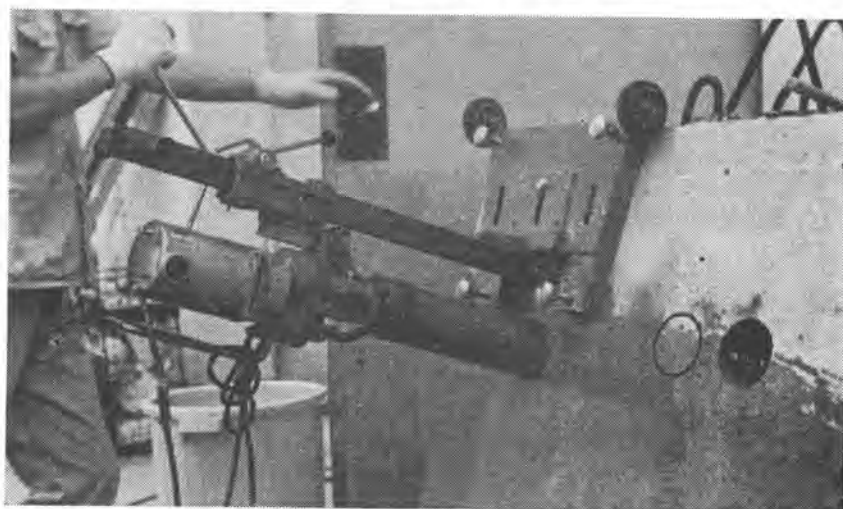


■仕様

大 き さ：700×500×950mm
上下移動距離：450mm
穿 孔 径：100φ
穿 孔 深 さ：300mm(継足パイプ可)
電 圧：100V単相
馬 力：1.7HP
回 転 数：700R・P・M
冷 却 装 置：水ポンプ2.5ℓ/min
重 量：45kg

■用途

- 道路、ダム、トンネル等の孔明けまたはコア採取
- ビル等のパイピング用孔明け
- ブロック等のコア採取
- カーボン等のコア採取
- 石材の孔明け
- 電気ドリルとして鉄板等の孔明け



理研ダイヤモンド工業株式会社

東京都荒川区荒川1-53-2
TEL 東京(代表)(802)3471~5番

ポイント
8点強化で稼ぎがアップ
CAT977Lローダ

新発売



●CAT977Lローダ仕様

重量	20,100 kg
フライホイール出力	193ps/1,950rpm
バケット容量	2.1 m ³
ダンピングクリアランス	2.975%
ダンピングリーチ	1.410%
履帯中心距離	1.930%
接地長	2.770%
全長	5.855%
全幅(バケット幅)	2.490%
全高(シート上端まで)	2.510%
速度段	前後進 3段
前進	0~9.3km/h
後進	0~11.3km/h
トランスミッション	プラネタリ式 パワーシフトトランスミッション
ステアリング	ペダル式

CATERPILLAR

977Kから977Lへ最も過酷な現場を基準にモデルチェンジ

1	エンジン：193psに馬力をアップ。重作業にも余裕十分です。	5	終減速装置：ファイナルドライブギアを強化。ピッチングに対する強度も10倍に。
2	バケット：容量を2.1m ³ にアップ。各部を強化。岩場での使用にも十分耐えます。	6	燃料タンク：容量を386ℓにアップ。10時間連続作業にも余裕十分。
3	バケットツース：3本ボルト式に改良。ゆるみや折損に対する強度も向上。	7	キャリアローラ：ローダフレーム取付式に変更。泥の堆積が減少しました。
4	冷却装置：トルクコンバータのオイルクーラを空冷式に変え、エンジン系統から分離。	8	シュー：トリプルグロウサシューに、オプションとしてダブルグロウサシューを準備。

東関東支社 ☎19(0471)31-1151
西関東支社 ☎八王子(0426)42-1111
北陸支社 ☎新潟(0252)66-9171

東海支社 ☎安城(0566)7-8411
近畿支社 ☎淡木(0726)43-1121
中国支社 ☎瀬野川(08289)2-2151

【特約販売店】

北海道建設機械販売 ☎札幌(011)881-2321
東北建設機械販売 ☎岩沼(022312)3111

四国建設機械販売 ☎松山(0899)72-1481
九州建設機械販売 ☎二日市(09292)2-6661

ブルのことなら

キャタピラー 三菱株式会社

本社・工場 神奈川県相模原市田名3700〒229 ☎(0427)52-1121

直納輸出部 東京都千代田区霞ヶ間3-6-14(三久ビル) 〒100 ☎(03)581-6351

敏速コンビ D&D ディガー ドーザ



ヤンマーディガー ヤンマーハンドドーザ

YB600形

HD-800形

コンビで使えば…なお速い!

掘るヤンマーディガーに、埋めるヤンマーハンドドーザがあれば、まさにオニに金棒。配管作業、宅地造成作業などエネルギーに、ドンドンかたづけていきます。

このたのもしい〈ヤンマーディガー〉〈ヤンマーハンドドーザ〉コンビは、どちらも超小形。狭い住宅街などでも自由自在に動きまわり、実に敏速に働きます。〈掘る〉〈埋める〉作業ならこのD&Dコンビにすべておまかせください。タフで便利です。



ヤンマーディーゼル株式会社

(本社) 大阪府北区茶屋町6-2

郵便番号530

(支店) 札幌・仙台・東京・金沢・名古屋・高松・広島・福岡

抜群の作業性能 小型ならではの融通性

高能率作業で採算アップを推進!

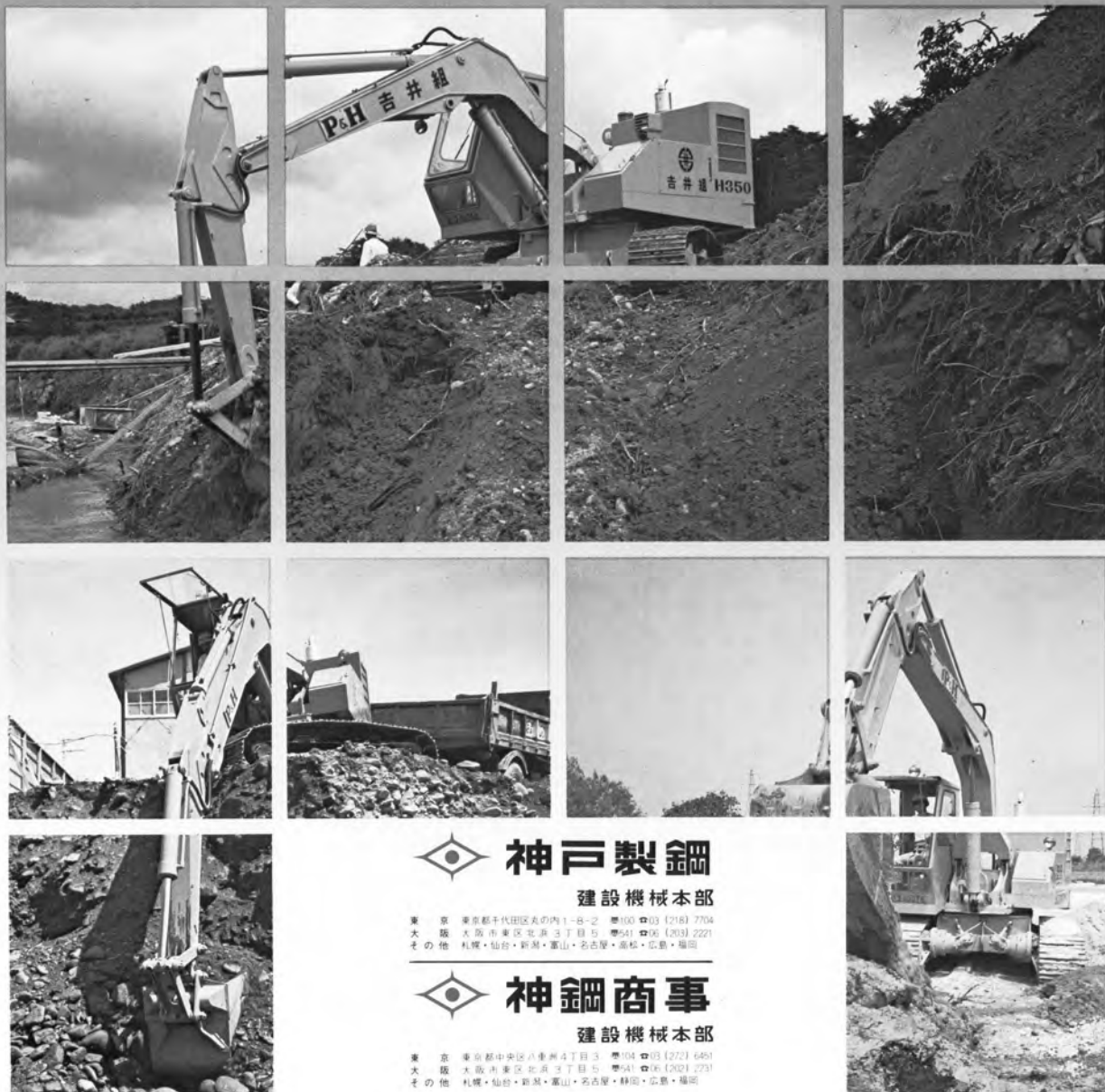
	H350	H350L
バケット容量	0.35m ³	0.35m ³
接地圧	0.37kg/cm ² (500mmシュー付)	0.26kg/cm ² (700mmシュー付)
総重量	9.0ト	9.5ト

コンパクトで強力な機構を誇る **P&H** 油圧ショベル。抜群の作業性能、軽快で容易な運転操作など、狭い現場でも自由自在。小型ながらも高能率に作業がすすめられます。しかも、無類のタフさで、整備もきわめて簡単。安全性・経済性とも、他機の追従を許しません。あなたのお仕事の合理化、省力化に、ぜひお役立てください。

P&H

油圧ショベル

H350/H350L



◆ 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) 7704
大阪 大阪市東区北浜3丁目5 ☎641 ☎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

東京 東京都中央区八重洲4丁目3 ☎104 ☎03 (272) 6481
大阪 大阪市東区北浜3丁目5 ☎641 ☎06 (202) 2731
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・福岡

※カタログの用紙がこさいです。ご請求ください。

たくましいパワー 小回りのきく機動性

作業能率の飛躍的な向上を実現!

	545H	645	745
バケット容量	1.6~2.3m ³	2.1~2.7m ³	2.7~3.4m ³
常用荷重	3.6ト	4.1ト	5.5ト
最小回転半径	4.3 m	4.55 m	5.16 m
総重量	約10.3ト	約12.2ト	約18.2ト

国産唯一の全90度屈折を実現した ▲ ホイールローダ!
 小回りのきく機動性は日本の工事事情にピッタリ。そのほか、作業性・安全性・耐久性など、総合力でも他機を断然リードしています。砕石をはじめ、土砂の積込み、運搬、砂利の採取に縦横無尽の働きをする ▲ のホイールローダで、能率向上、採算向上を、ぜひおはかりください。



全90°アーティキュレート式

ホイールローダ

545H/645/745



◆ 神戸製鋼

建設機械本部

東京 東京都千代田区美の内1-8-2 電話 03 (2181) 7704
 大阪 大阪市東区北浜3丁目5 電話 041 (201) 2221
 その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・浜松・広島・福岡

◆ 神鋼商事

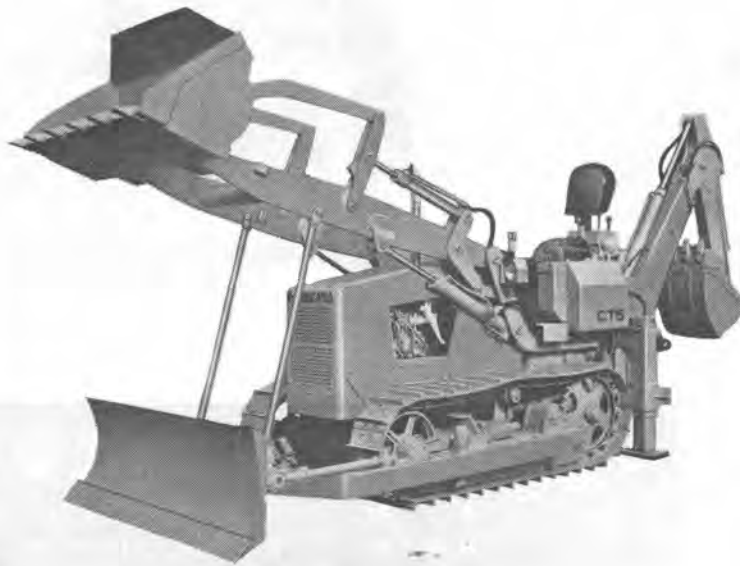
建設機械本部

東京 東京都中央区八重洲4丁目3 電話 03 (212) 6451
 大阪 大阪市東区北浜3丁目5 電話 041 (201) 2221
 その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・浜松・広島・福岡

★カタログの掲載がございます。ご連絡ください。

“とにかく仕事はかどるね。頼もしい奴さ”

現場で好評！ 掘削・積込機の新鋭機



古河の
ショベル
バックホウ **CT5** 《新発売》

●仕様

全 装 備 重 量	3,900kg(S)	定 格 回 転 速 度	2,400rpm
全 長	3,655mm(S)	バ ケ ッ ト 容 量	0.5m ³ (S)
全 幅	1,500mm(S)	バ ケ ッ ト 容 量	0.14m ³ (BH)
全 高	2,080mm(S)	最 大 掘 削 深 さ	3,300mm(BH)
定 格 出 力	42PS	ブ レ ード(幅×高)	2,000mm×630mm

△ 古河鉱業
機械事業部

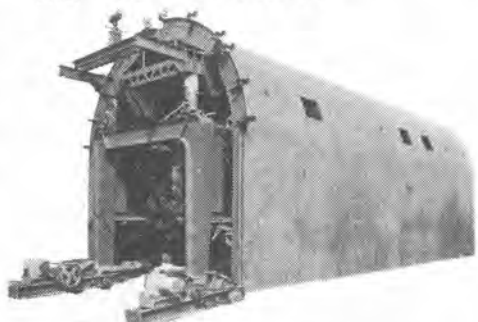
FURUKAWA MINING CO., LTD. MACHINERY DIVISION
本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 の 内 2 丁 目 6 番 1 号

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)51-3264 札 幌(011)261-5686
建機販売・サービスセンター 田 無(0424)73-2641-6

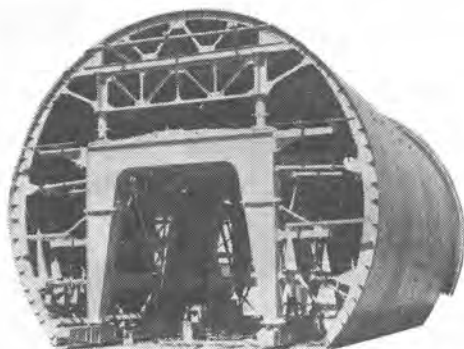
山陽新幹線に輝く実績をもつトンネル建設機械メーカー

PAT 32529, 32926, 26661, 39445, 13222, 4277, 24893

韓国・インドネシアに輸出



導水路トンネル用全断面スチールフォーム



新幹線全断面スチールフォーム

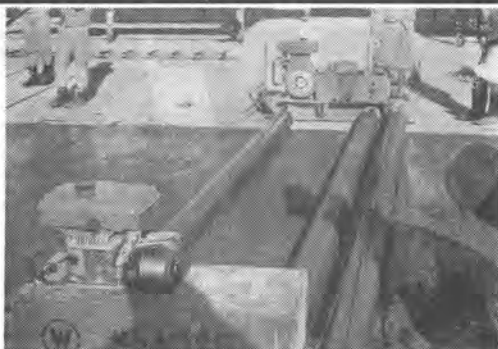
営業品目

- スチールフォーム ●バラセントル
- スライドセントル ●スキップカー
- トレンローダー ●ダム用ライトゲージ
- プレートフィダー ●ケーブルクレーン
- チップラー ●認可工場
- スロープフォーム ●その他建設機械一般



岐阜輸送機株式会社

本社 岐阜市光明町三丁目四番地
岐阜工場 TEL 0582(51)-2541-4



コンクリート
ローラ・フィニッシャー
舗装幅 3 m ~ 12 m

用途

道路、空港、倉庫、工場等、

コンクリートスクリートマシン TYPEKTK

用途

高速道路の床版工事、トンネル舗装工事、
橋渠床版工事、工場、倉庫の床等、



有限会社 **キタカ製作所**

東京都大田区大森西 2-22-2 TEL (764) 0028(代)

GEAR-PUMP

ギヤーポンプ。

高性能・高品質



型式	回転数 (rpm)	最高圧力 (kg/cm ²)		吐出量 (/min) at 1500 rpm					
				50kg/cm ²		100kg/cm ²		140kg/cm ²	
				時	速	吐出量	モーター 入力 (KW)	吐出量	モーター 入力 (KW)
GOP1-006	500-3,000	140	125	8.6	0.88	8.3	1.6	8.0	2.2
GOP2-010	500-3,000	170	140	14.8	1.5	14.4	2.8	14.2	3.9
GOP3-016	500-3,000	170	140	23.5	2.4	22.8	4.5	22.1	6.0
GOP3-025	"	"	"	36.7	3.7	36.0	7.1	35.25	9.6
GOP4-030	500-2,000	140	125	44.5	4.5	43.2	8.5	41.4	11.3
GOP4-040	"	"	"	58.8	6.0	57.6	11.3	54.0	14.7
GOP4-048	"	"	"	69.8	7.1	67.7	13.3	64.1	17.5

 自動車機器(株)

東京都渋谷区代々木2丁目10番12号
電話 東京(379) 2 2 1 1 (大代表)

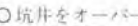
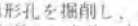

基礎工事に用大口径掘削工法

ビル基礎工事、橋脚基礎工事、地下鉄発進堅坑工事、HB式連続壁

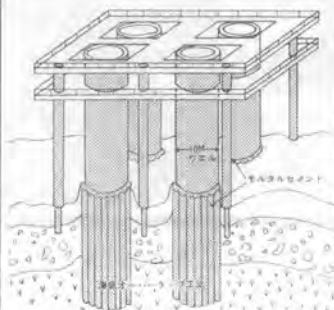
弊社は地下数千米の石油、ガスを掘削採取する帝国石油(株)の技術を活用して弊社独特の工法を開発し、更に土木用掘削機を駆使して、市広い作業及び地質条件に適応した工事を行ない、皆様のご期待に応じております。

掘削機械 帝石式リバースサーキュレーション掘削機。アースオーガー掘削機。アースドリル掘削機。エルゼ式掘削機。H・Bバケット。

工法名称

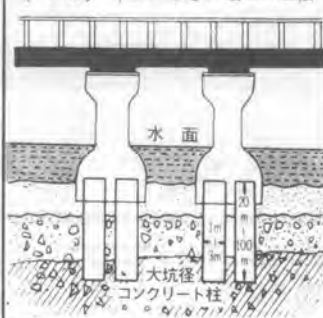
- (1) OL工法(Over Lap)  坑井をオーバーラップして掘削することにより地下連続壁を構築する工法。
 - (2) HB工法  バケットで溝形孔を掘削し、これを連結することにより地下連続壁を構築する。
 - (3) JW工法(Jet Wall)  地下コンクリート柱間に孔を掘り、この孔を水圧ジェットで横に掘りモルタルを詰めて地下連続壁を作る工法。
 - (4) BCD工法(Bird Cage Drilling) 玉石層および硬盤を掘削する工法。
 - (5) DRD工法(Dual Rotator Drilling) 鋼管を挿入しながら垂直又は斜孔を掘削する工法。
 - (6) OSDT工法(Off Shore Deep Trench) 海底地盤に直径10-15mの基礎孔を掘削する工法。
- 実際にはこれらの工法を作業条件に応じ組合わせて実施いたします。

OSDT(海底オーバーラップ)工法

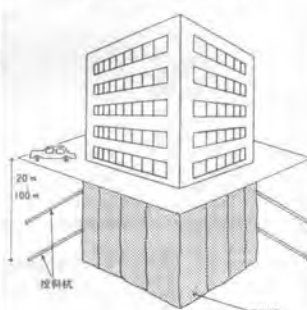


橋脚基礎工事

リバースサーキュレーション 及 BCD工法



ビル基礎工事

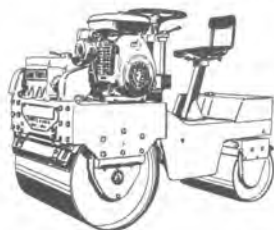


帝石鑿井工業株式会社

本社 東京都渋谷区幡ヶ谷一丁目三十一番一〇
電話 大代表(四六)二二三一 直通(四六)三四一七

※GAIAはギリシャ語で「大地の女神」

定価68万円



サイズは小型 パワーは大型

- とにかく安い
- 操作のしやすさは抜群
- 小型トラックに乗るサイズ

小で大をかねる 振動ローラー

ガイア

GAIA



タイキョク

大旭建機 株式
会社

川口・東京・大阪・福岡・仙台・札幌
(代) 0482(52)1981

抜群の性能を誇る

S.T.WIDE-TYPE SCRAPER

回送が可能な唯一のブレーキ付スクレーパー

トラクターのパワーアップに即応した
容量の大型化

(S.T 16.16W 17.22.27CM型)



株式
会社

田中製作所

大阪市港区三先2丁目20番62号
TEL(06)572-9241 (代) 552



各種 クレーンショベル アタッチメント

製作・改造・修理

特殊長尺深堀用 タグライン

- クレーンブーム
- 杭打リレーダ
- クラム・ドラ・バケット

※在庫豊富

三栄アタッチメント工業株式会社

本社 東京都江戸川区江戸川1-33-4
電話 (670) 1270・1240 番 132
工場 東京都江東区深川有明町5-9

ライカ電潜 工事用 各種 水中ポンプ

関東総代理店

株式会社 酒井吉之助商店

東京都渋谷区千駄ヶ谷5-32 (03) 352-4321 代表

関西総代理店

阪野興業株式会社

大阪市東区京橋3丁目68 (06) 941-0206 代表

製造元

ライカ電潜株式会社

本社・工場 洲本市物部3丁目3-4 (07992)2-4407代表
大阪事務所 東大阪市岩田町5丁目2-43 (0729)61-1081代表
大阪工場



ライカ電潜株式会社

International Patent and Trademark Law

瀧野特許事務所

所長 法学博士・弁理士 瀧野文三
副所長 弁理士 瀧野秀雄
建設担当 一級土木施工管理技士 山口朔生
その他 電気、電子、機械、化学、法律部門

東京都千代田区内幸町2-1-1飯野ビル103・105号室
電話 東京(502)3171~5
(585)1802~3(分室)
テレックス 222局5192 TAKINO TOK

サンエイ

エースカッターDC-5型

特許・意匠登録出願中

アスファルト道路
コンクリート道路
深さ8センチまで
切れます。



ヒューム管・铸铁管

切れる 切れる
1時間 50m保証

新発売

U字溝・大口径ヒューム管



発売元
三栄産業株式会社

東京都渋谷区渋谷1-14-15森ビル150 TEL407-2519・3765

砕石ダスト分級装置

キンキ
AS スラント

PAT申請中

正確なカットサイズで
微粉の大量篩分けができる

エアスクリーン

- 特長 ■ 適確なカットサイズで
- 微粉の大量分級
 - 粉じん・騒音・振動がない
 - 操作簡単・集中制御可
 - 維持費低廉・網の取替容易
 - 集じん・除じん回収ができる

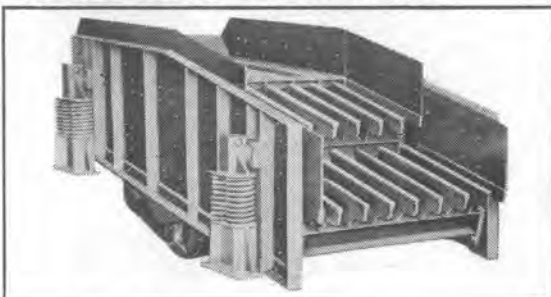
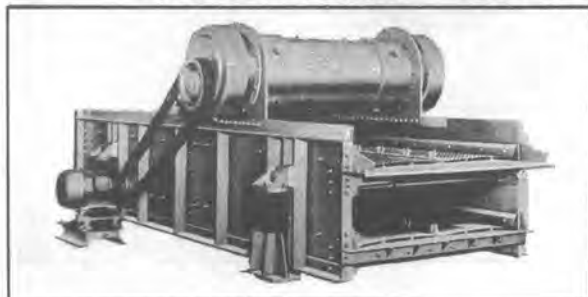
応用分野

砕石ダスト・砂・土石・鉱業・窯業
鑄物砂・化学工業・肥料飼料

テスト応・詳細AS係までお問合せ下さい。
カタログ呈(誌名記入)



最高の実績・最大の性能を誇る振動篩



■ NLH型振動篩

- 中・小粒の篩分・洗滌・脱水・粉授に最適
- 水平据付・直線振動
 - 強大な加振力・倍加する処理量
 - 著しくすぐれた篩分効率
 - サイズ 2'×6'~7'×20'

■ KR型振動篩

KR-X型=グリズリー型(スカルピンタイプ)
KR-H型=大・中塊篩分用(リップフロー)

■ KIBインパクトブレーカー

■ KPF-G型振動グリズリー

フィーダー

原石の泥土除去・破砕機への定量供給に最適

- 大きい振巾・目詰り皆無
- 無段変速による適量供給
- グリズリーの開き目可変1本づつ取替可能
- 3'×10'~6'×16' 傾斜据付 直線振動

■ KPF-P型振動グリズリー

フィーダー(パン型フィーダー)

3'×10'~6'×16'

通産省指定合理化モデル工場



株式会社 **キンキ**
近畿工業株式会社

本社営業所
大阪市東区浪速橋2-5-5 東栄ビル 06 | 231-9736(代)
東京営業所
東京都中央区八重洲3-1 大文保ビル 03 | 273-6057(代)
加古川営業所
兵庫県加古川市平岡町一色1-0-5 0794 | 35-(551)代

千葉工業のバケツ



岩石掘り用ポリツブ形バケツ

営業品目

1. 各種専用のグラブバケツ
2. 掘削・浚渫用クラムシェルバケツ
3. 単索バケツ
4. 土木・建設工事専用機械設備
5. 各種起重機



Chiba

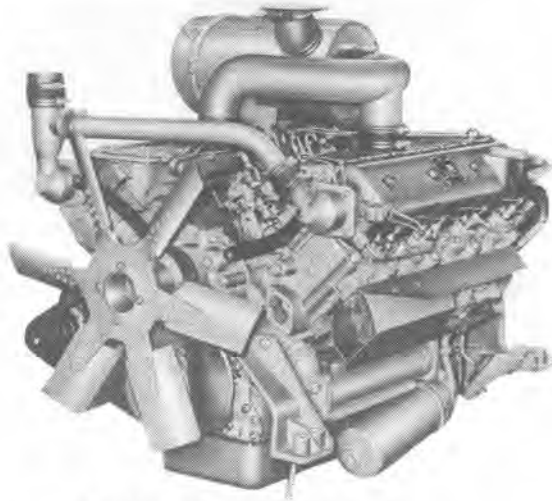
千葉工業株式会社

千葉県松戸市串崎新田189番地
電話 松戸0473 (87) 4082・4083・4528

建設現場にて活躍するクラムシェルバケツ



三菱産業用エンジン



三菱ディーゼルエンジン 8 DC20・V型8気筒188ps/2000rpm

取扱機種 メイキエンジン0.6~11PS
 かつらエンジン4~14PS

KE35	16ps/2400rpm	KE65	64.5ps/2600rpm
KE31	40ps/2400rpm	4 DR50	57 ps/3000rpm
AD100	19ps/3000rpm	6 DR50	83.5ps/2800rpm
SDT100	21 ps/2700rpm	6 DS50	86 ps/2500rpm
SDT130	25ps/2600rpm	6 DB10	115ps/1800rpm
4 DQ	43ps/3000rpm	6 DC20	140ps/2000rpm
DH21	200ps/2000rpm	8 DC20	188ps/2000rpm
DH24	300ps/2000rpm	8 DC60	215ps/2000rpm
12DH20	370ps/1800rpm	12DS20	280ps/2000rpm
12DH20TA	660ps/1800rpm	KE44	30ps/4200rpm
6 DE10	230ps/1400rpm	4 G 3 - 3	37.5ps/3200rpm
6 DE10TA	420ps/1600rpm	JH4	42ps/2400rpm
12DE20	500ps/1600rpm	ME24P	12ps/3600rpm
12DE20TA	840ps/1600rpm		



三菱重工業株式会社
三菱自動車工業株式会社

特約総販売店

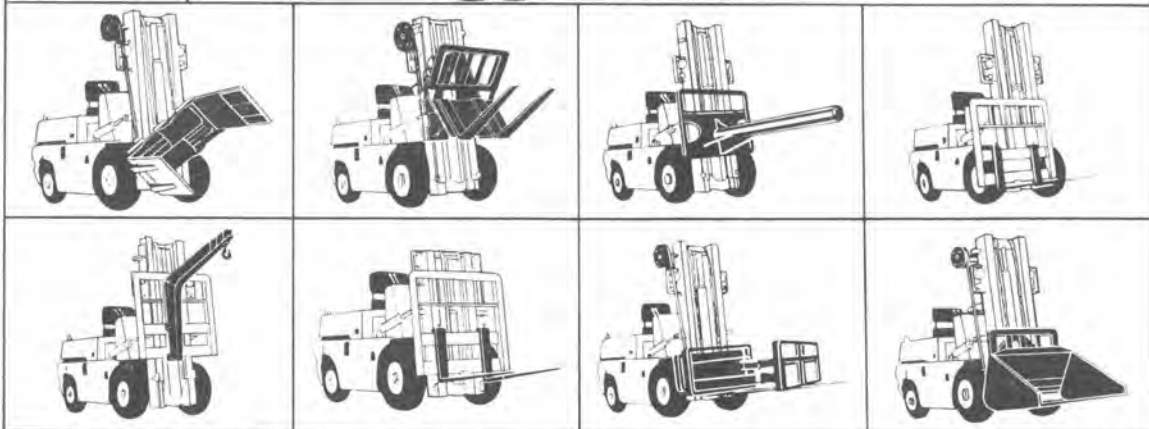
東京爰和自動車株式会社 産業機械部

〒151 東京都渋谷区富ヶ谷 2-20-9 電話 03(466)1 2 8 1 (代)

10の省力論より三菱1台の解決策



あなたの
積荷専用車が
選べます



三菱なら、作業内容にピッタリな
アタッチメントが豊富に揃っています

バラもの、円筒物など積荷が多様化するなかにおいて、荷役能率をあげるには、あなたの積荷に最も適したアタッチメントをご採用になるのがいちばん。三菱フォークリフトなら、高性能な本体に加え、たくさんのアタッチメントが揃っていますから、あなたの荷姿に応じた機種が必ず選べます。もちろんどれをとってもくふそう販売・サービス網によるクイックサービスがついていますから、ご購入後も安心です。

三菱フォークリフト

三菱フォークリフトシリーズ8機種16タイプ

1.35ton・1.5ton・2ton
2.5ton・3ton・3.5ton

とりあつかいは

《くふそう》

全販売・サービス網

三菱自動車販売株式会社
三菱重工業株式会社

バッチャーフ。テント



コンピューターによる 生コン製造設備の総合管理

(出荷管理・在庫管理・自動設定)

《営業品目》

本式バッチャプラント	セメントサイロ
簡易バッチャプラント	振動ローラ
バッチャスケール	砕石プラント
強制攪拌ミキサ	コンベヤプラント

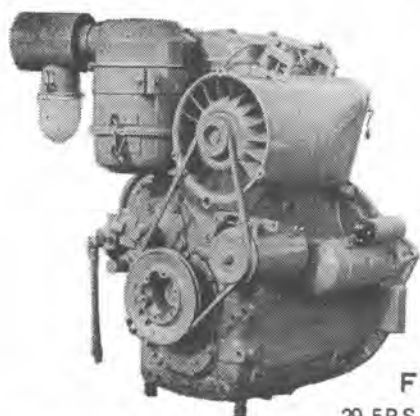
KYC光洋機械工業株式会社

本社 大阪市北区南同心町1丁目31番地 TEL大阪(358) 3521(大代表)

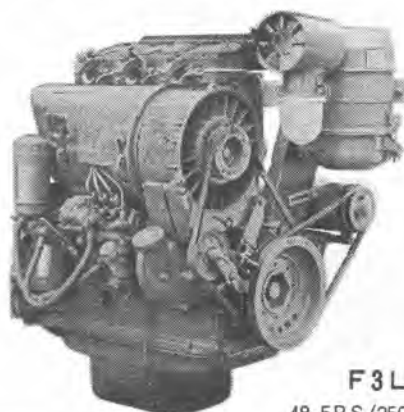
大阪支店	TEL 06 (358) 3 5 2 1	札幌営業所	TEL 011(261)5171~8
東京支店	TEL 03 (294)1281~8	鹿児島営業所	TEL 0992(26)1650~2
福岡支店	TEL 092 (43)6461~4	岡山営業所	TEL 0862(53)0 8 9 5
仙台支店	TEL 0222(25)4441~5	富山・盛岡・新潟	
名古屋営業所	TEL 052(262)0251~4		
広島営業所	TEL 0822(43)2261~7	大阪工場	TEL 0720(21)2261~9

MITSUBI-DEUTZ

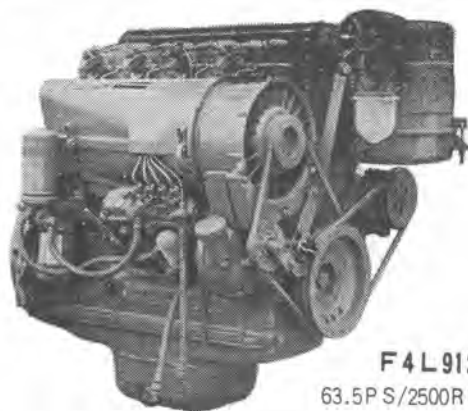
F/L912シリーズ 空冷・ディーゼル・エンジン



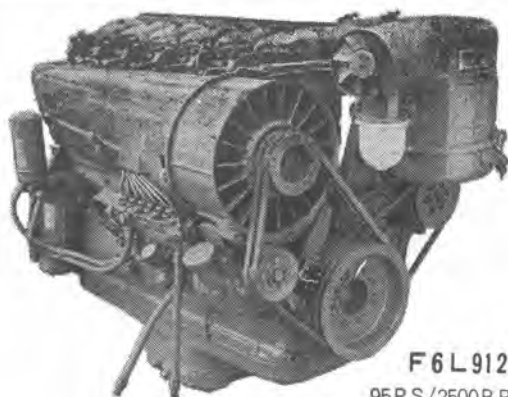
F2L912型
29.5PS/2300RPM



F3L912型
48.5PS/2500RPM



F4L912型
63.5PS/2500RPM



F6L912型
95PS/2500RPM

空冷ディーゼルの**MITSUBI-DEUTZ**が
自信をもってお薦めする**最新型-F/L912シリーズ**
これぞ、空冷・ディーゼル・エンジンの決定版!!



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 大阪市西区江戸堀北通り1-18 (小谷ビル) 電話 大阪 (443) 6765 (代表)

小形全輪駆動・振動ローラー

ベストセラーVRD形



(その他)

2.5tonの歴史を誇る

VRT-2.4AE形

法面専用締固機

VRSA形

トレーラー形締固機

VRKA形



(総重量 760kg)

DAIHATSU

ダイハツディーゼル株式会社

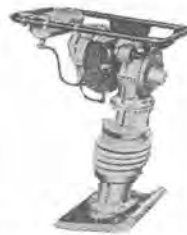
本社 大阪市大淀区大淀町中1丁目1番地の17
〒531 電話(大代表)大阪(06) 451-2551

本社工場	電話(大代)06(451) 2551	名古屋営業所	電話(代)052(321) 6431
守山工場	電話(代)07758(2) 3737	高松営業所	電話(代)0878(81) 4121
東京営業所	電話(大代)03(279) 0811	福岡営業所	電話(代)092(41) 8431
札幌営業所	電話(代)011(231) 7246	下関駐在所	電話(代)0832(66) 6108
仙台営業所	電話 0222(27) 1674	ロンドン事務所	T E L : 01-588-5995

BS-50KJ型



BS-60Y型



BS-100Y型



BVPN-50型



BVPN-1000型



BS-50



BVPN-75型



DVPN-75型



DVU-1500型



BHF-25K型



本 社
大阪営業所
仙台出張所

東 京 都 大 田 区 南 蒲 田 二 一 六 一 五
TEL(〇三)七三二一四 七 七 八
大 阪 市 東 住 吉 区 中 野 町 二 三 六
TEL(〇六)七〇四一四 九 〇 二 一 四
宮 城 県 仙 台 市 鉦 町 三 一 一 二 〇
TEL(〇二二)五七 一 五 四 四 内

日本ワッカー 株式会社

日本に於いて10年
世界に於いては122年の伝統と技術

日本ワッカー



NIPPEI

パワーアップで杭打抜き能力 大幅に増強!!
完全省力化のニューモデル登場

ワンタッチで遠隔操作できる自動リモコン・ペンダントを装備

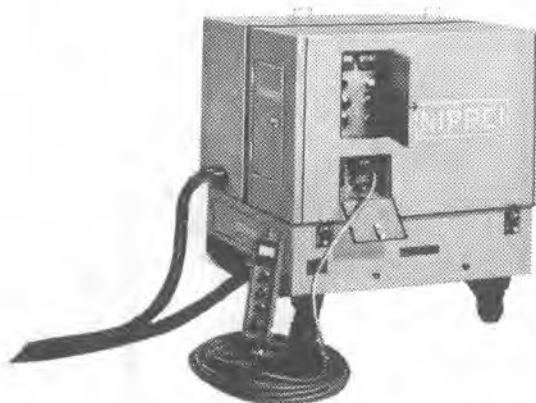
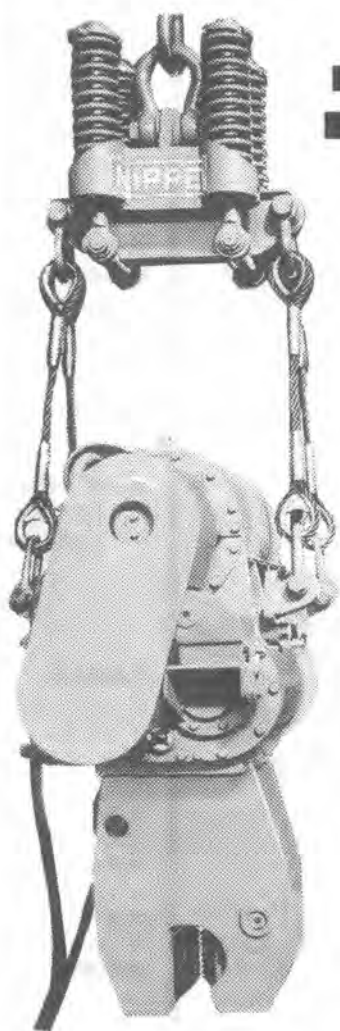
無騒音振動杭打抜き機

ニッペイバイブ

高周波スーパー形

NVA-60S

- | | |
|----------|-----------------|
| ■スーパータイプ | ■モーメント可変式 |
| NVA-10S | NVC-100 |
| NVA-20S | ■強力打込倍力装置 |
| NVA-40S | DB-80(NVA-80S用) |
| NVA-60S | ■パイプローガータイプ |
| NVA-80S | NVD-75-M |
| | NVD-100-M |



日平産業株式会社

本社 東京都港区浜松町2-4-1(世界貿易センタービル) 電話03(435)4701(代)・4711(産業機械課直通)
横浜工場 横浜市金沢区堀口1-2-0 電話045(781)2111(大代表)
大阪営業所 大阪市東区南本町4-47(イトウビル) 電話06(252)8481(代表)
名古屋営業所 名古屋市千代田区広小路西通3-9(信泉ビル) 電話052(581)9321~3
広島営業所 広島市八丁堀15-10(セントラルビル) 電話0822(28)0558
出張所 札幌 011(261)0331・仙台 0222(21)5151・小山 02852(2)3742
富山 0764(32)7137・福岡 092(77)3131

実績と技術を誇る特殊電機……!

タンパー Y-80型

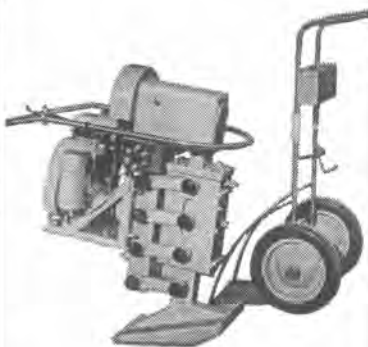
本邦唯一、
ゴム共振採用

特殊衝撃方式の為故障少
なく耐久力が大である。

- 突固め能力が強力である
- 前進登坂力が強力である
- 注油の必要がない

■用途

路床・路盤・アスコン等の輪圧
埋設工事後の輾圧 法面・法肩
路肩等法面の輾圧 盛土・栗石
の突固めその他狭隘場所の輾圧
締固め



軽便高性能 トクデン ポンプ



ビットクデン パイプローラー



原動機はエ
ンジンでも、
モーターで
もO・K

特長

- 原動機はエンジン、モーターいずれも使用出来る。
- 小型軽便で持運びは一人で出来る
- 取扱操作は極めて容易。
- 呼び水等は一切不要。
- 故障少なく耐久度大。
- 土砂混入のよごれ水でも容易に大量揚水出来る。
- 原動機は一切の部品、工具を使わないでパイプローラーに完全兼用出来る。

吐出口径 2吋 3吋
揚程 (最大)

22m 14m

揚水量 (最大)

480^ℓ/min

1100^ℓ/min

営業品目

コンクリート・ロ
ード・フィニッ
シャー 各種コンク
リートパイプロー
ラー
(エンジン式・空
気式・電気式)
フィニッシング
スクリード・振動
モーター・その他
振動機械



特殊電機工業株式会社

本 社	〒161 東京都新宿区中落合3丁目6番9号	電話東 京	03(951)0161~5
浦和工場	〒336 浦和市大字田島字横沼2025番地	電話浦 和	和0488(62)5321~3
大阪出張所	〒550 大阪市西区九条南通3丁目29番地	電話大 阪	06(581)2576
九州出張所	〒816 福岡市南区区内青木真砂町793番地	電話福 岡	092(41)1324
名古屋出張所	〒457 名古屋市中区汐田町3丁目21番地	電話名 古 屋	052(822)4066
仙台出張所	〒983 仙台市大行院丁1番地	電話仙 台	0222(57)3860
北海道駐在	〒060 札幌市北一条東8丁目1番地	電話札 幌	011(241)8101



建設機械もユケンの油圧機器が活躍しています。



建設機械用電磁切換弁



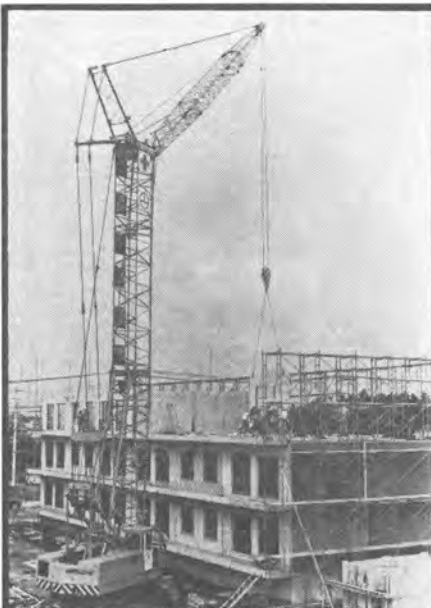
車輻用シリンダ

複合切換弁

油圧の総合メーカー YUKEN
では建設機械向油圧装置の
充実を図るため、従来の電
磁切換弁、複合切換弁、車
輻用シリンダ、FV・PVR
ポンプに加え高圧、低廉な
アキシナルプランジャ可変
容量ポンプの開発も進め、
近く発売の予定です。

油研工業

本社工場：神奈川県藤沢市宮前1番地
TEL. 0466 (23) 2 1 1 1
本社分室：東京都港区芝大門1-4-8(第2松啓ビル)
車輛営業課 TEL. 03 (432) 2 1 1 1



プレハブ建築に

建築用

タワークレーン

つり上荷重……………9t

最大タワー長さ+ジブ長さ

……………35.5m+19m

いろいろな現場で活躍する日立KH150

油圧駆動式の威力をまざまざと！



造船に

クローラクレーン

つり上荷重……………40t

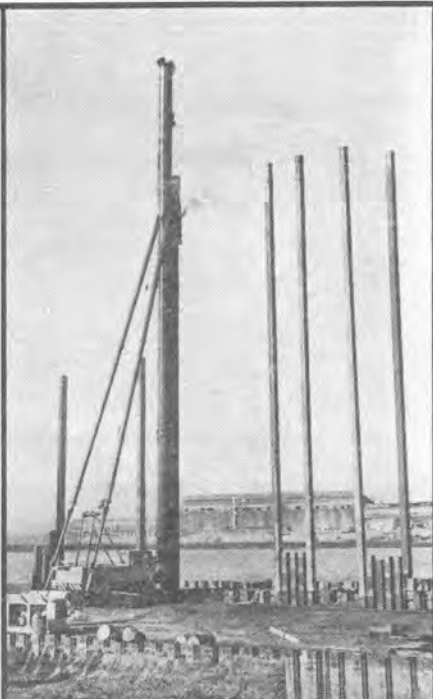
最大ブーム長さ……………52m

(ジブ含む)

走行、巻上、旋回、ブーム俯仰をすべて油圧モータで駆動する画期的なクローラクレーン<KH150>。一般建築・地下鉄工事、プレハブ建築、造船…などいろいろな作業に油圧式の威力を存分に発揮、工期の短縮に、工費の節減に大きく貢献しています。あなたも日立の自信作<KH150>をぜひ一度ご検討ください。

KH150

日立油圧式クローラクレーン



護岸工事に

直結式

パイルドライバ

最大ハンマ形式……………40形

最大リーダ長さ……………30m



地下鉄工事に

リーダ回転式

パイルドライバ

最大ハンマ形式……………32形

最大オーガ形式……………60H形

最大リーダ長さ……………27m



日立建機株式會社

東京都千代田区内神田1-2-10号 〒101

TEL (03) 293-3611(代)



ローラ印

トラックローラー

多年の経験	⇔	最新の技術
責任ある材質	⇔	最高の品質
低廉な価格	⇔	豊富な在庫



■オリジナル製作機種

各種ブルドーザー、ショベル、アスファルトフィニッシャー等のクローラーローラー、スプロケット、フロントアイドラなど足廻り部品のオリジナル製作については各メーカーより御信頼をいただいております是非台数の多小にかかわらず製作については御相談下さい。

■一般市販品

トラックローラー、キャリアローラー、フロントアイドラ、スプロケット、及びその関連部品、その他ツース、エンドビット等内外各車種を取りそろえております。

〈ローラ印 下転輪 / 上転輪 / 製造元〉

株式会社 建設部品

東京都江東区大島5丁目42番3号 電話 (683)3571(代)~4 (683)1922

HL 8
新発売

ランドメイト

HL 5
姉妹機

0.8 m³・4輪駆動・車体屈折式回転半径 4.5m・重量 4.5トン

全国各地で活躍している好評の“HL 5 ランドメイト”の兄貴分あらゆる土木、建設工事でお役にたち、生産性の向上、経費の節減、省力化に貢献します。

着脱容易なバックホー 0.17m³、掘削深さ3.5m・リーチ5m・積込み高さ3m・掘削力 4,500kg・全装備重量6トン。



人間と技術の調和に挑む
M 三井造船
東京都中央区築地5-6-4
電話 03(543)3111

営業所 大阪・札幌・仙台・名古屋・高松・広島・福岡

掘る力・よい車体

選ぶ時代に選ばれる！

0.8 m³ 車体屈折式
4輪駆動の4.5トン

新発売！

取扱店 ● 三井物産機械販売サービス(株) ● 中道機械産業(株) ● 中道機械(株) ● 株中道機械4社の本社、営業所、出張所へどうぞ。

3月号PR目次

— C —

千葉工業(株)……………後付40

— D —

ダイハツディーゼル(株)……………後付45

— F —

(株)フタミ広島屋……………後付25

古河鋳業(株)……………〃 33

— G —

岐阜輸送機(株)……………後付34

— H —

早崎産業機械(株)……………後付 7

日立建機(株)……………〃 50

— J —

重車輛工業(株)……………後付 1

自動車機器(株)……………〃 35

— K —

(株)加藤製作所……………後付 4

兼松江商(株)……………〃 9

(株)小松製作所……………〃 13

極東貿易(株)……………〃 20

久保田鉄工(株)……………〃 22

キャタピラー三菱(株)……………〃 31

(有)キタカ製作所……………〃 34

(株)キンキ……………〃 39

光洋機械工業(株)……………〃 43

(株)建設部品……………〃 51

— M —

マイカイ貿易(株)……………表紙 3

真砂工業(株)……………後付 8

マルマ重車輛(株)……………〃 10

(株)明和製作所……………〃 16

三井精機工業(株)……………〃 23

三笠産業(株)……………〃 28

(株)亦木荷役機械工務所……………〃 29

三菱自動車販売(株)……………〃 42

三井・ドイツ・ディーゼル・エンジン(株)……………〃 44

三井造船(株)……………後付52

三菱重工業(株)……………綴 込

— N —

内外車輛部品(株)	後付11
南星機械販売(株)	〃 15
日工(株)	〃 27
日本ワッカー(株)	〃 46
日平産業(株)	〃 47
日本ニューマチック工業(株)	綴 込

— O —

オックスジャッキコンサルタント(株)	表紙 2
--------------------------	------

— R —

理研ダイヤモンド工業(株)	後付30
ライカ電潜(株)	〃 37

— S —

住友重機械建機販売(株)	表紙 3
佐賀工業(株)	後付 1
新東亜交易(株)	〃 2
西部電機工業(株)	〃 3
(株)島津製作所	〃 5
三和機材(株)	〃 17
三栄アタッチメント工業(株)	〃 37
三栄産業(株)	〃 38
神鋼商事(株)	綴 込

— T —

東京流機製造(株)	表紙 2
東洋工業(株)	〃 4
(株)東洋内燃機工業社	後付14
(株)鶴見製作所	〃 18・19
(株)東洋社	〃 24
東洋運搬機(株)	〃 26
帝石鑿井工業(株)	〃 35
大旭建機(株)	〃 36
(株)田中製作所	〃 36
滝野特許事務所	〃 38
東京菱和自動車(株)	〃 41
特殊電機工業(株)	〃 48

— Y —

湯浅金物(株)	後付 6
ヤンマーディーゼル(株)	〃 32
油研工業(株)	〃 49

— Z —

ゼネラルロードイクイブメント・セールス	後付21
---------------------------	------



強力なパワーを秘めたエンジン。新しい土のにおいが生まれる——住友・リンクベルト油圧式ショベルは、そのたくましい掘削力、完全無給油式の足まわりで、ズバ抜けた作業能率を発揮。企業の採算向上は、住友・リンクベルト油圧式ショベルでおはかりください。

- LS-2500AJ=重量9.9t
バケット容量0.35m³ / 接地圧0.38~0.28kg/cm²
- LS-2500ALJ=重量11.6t
バケット容量0.35m³ / 接地圧0.25~0.21kg/cm²
- 湿地用ショベル ●三角シューの取付も可能
- LS-2800J=重量17.0t
バケット容量0.6m³ / 接地圧0.48~0.30kg/cm²

住友 LINK-BELT 油圧式 ショベル

住友重機械建機販売株式会社 ■本社 / 大阪市東区北浜5丁目22番地(新住友ビル2号館) TEL大阪(06)203-2321(大代表)

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-200	BW-75
自重	7,000kg	850kg
転圧	32トン	10トン
出力	空冷ディーゼル56ps	空冷ディーゼル9ps
ロール径×巾	800×950-4	500×750-2
速度	1.0, 2.0, 3.0km/h	1.5km/h
登坂力	25° (1:2.2)	25° (1:2.2)
作業能力	1,500-4,500m ² /h	1,125m ² /h



マイカイ貿易株式会社

東京本社 東京都千代田区麹町3-7 ☎263-0281(大代)
 大阪支店 大阪市大淀区大淀町南1-9 ☎452-1712
 福岡支店 福岡市博多東1-1-33(博多近代ビル) ☎43-1454
 北海道出張所 札幌市大通り東7-12 ☎241-2061
 大館出張所 秋田県大館市豊町4-48 ☎2-1667

h.o.s. さくがき



TYB20 コンクリートブレイカー

TYB30D コンクリートブレイカー

強力な 破砕力!

TYB20 TYB30D コンクリートブレイカー

少ない圧気消費量で強力な破砕力を発揮。強じんな特殊鋼製で長時間の使用に軽く耐える。振動がグッと少なく疲労度がちがう。などすべての面で作業能率の向上にすばらしい効果を発揮する高性能ブレイカーです。



発売元

Ⓐ 東洋さく岩機販売株式会社

東京本店	東京都中央区日本橋江戸橋3-6	TEL 272-1711
大阪支店	大阪市東区南船場5-5	TEL 252-3231
名古屋支店	名古屋市北区南1丁目3-4(栄ビル)	TEL 231-7491
福岡支店	福岡市南区2丁目9-25(わこうビル)	TEL 76-3492
札幌支店	札幌市南二条西1丁目137番地	TEL 24-6451
仙台支店	仙台市中央2丁目7-3(丸川ビル)	TEL 22-9546
鹿児島支店	鹿児島市中央1丁目3-4-11(中華ビル)	TEL 66-6137
広島支店	広島市東区3丁目3-17	TEL 82-7261

製造元 ㊦ 東洋工業株式会社

「建設の機械化」

定価 一部 二五〇円

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5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) 362-6 5 1 5