

建設の機械化

1971 3
日本建設機械化協会



日車—MX700形
ホイールエキスカベータ
日鶴工機株式会社

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

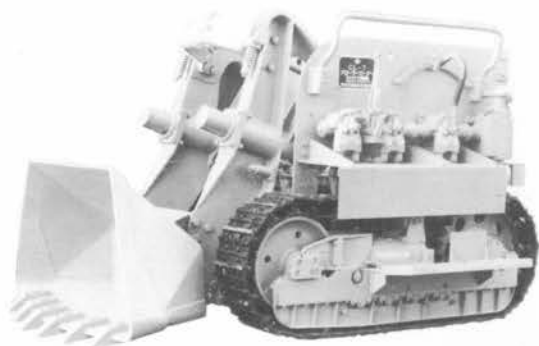
〒104 東京都中央区新富町1~2 電話 東京/(553) 3501 代

CL-7

国産最大

0.6 M³ バケット使用

クローラードンプ



総重量……………8,300kg
最大けん引力……………7,000kg
使用空気圧……………5~7kg/cm²
空気消費量……………20m³/min

— 発売中 —

SD-9

サイドダンプ

— 0.9M³バケット使用 —



東京流機製造株式会社

本社 東京都大田区南六郷1-10-14
TEL (03)738-5195(代)
営業所 大阪・福岡・仙台・広島

目次

□巻頭言

近ごろ思うこと	中岡二郎	/ 1
新鹿児島空港建設の工事計画	定野弘	/ 2
三郷放水路の工事計画	小木曾博 白石旭	/ 7
青函トンネルにおける機械掘削の現況	石川正夫	/ 17
大倉山ジャンプ競技場建設の土木工事	菊地和男	/ 27

□随想

道路造りも受難時代である	浅井新一郎	/ 30
岩石トンネル掘進機施工における岩石の工学的性質と ビットの掘削性能に関する実験的研究	加藤三重次	/ 32
今後の建設機械化に対する諸問題	富沢一浩	/ 42

グラビヤ—人工港の誕生(鹿島港の建設)

大形ホイールローダによる ロードアンドキャリ工法普及の現況	小野健	/ 49
モータスクレーパの普及に寄せて—その近況と課題—	佐藤裕俊 島川隆志 津田宏夫	/ 54
高速道路における関東ローム土工の機械化施工	津田宏夫	/ 58
建設機械の多様化傾向とアタッチメントの関連性	高橋九郎	/ 64
骨材採取に伴う濁水処理の実例	高橋馨	/ 69

□第6回トンネル工学シンポジウムより

諸外国におけるトンネルシールド機(2)	遠藤浩三 福井正憲	/ 75
---------------------	--------------	------

□建設機械化講座 第94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 1. 建設機械の基礎知識(その1)	布施行雄	/ 81
-----------------------------------	------	------

□工場めぐり

日立建機土浦工場	高橋宗彰 青木亮栄 梅二田嘉弘	/ 85
三菱重工業東京製作所相模原工場	梅二田嘉弘	/ 88

□新機種紹介

住友・リンクベルト LS-2500 AJ 形油圧ショベル	川瀬忠	/ 91
------------------------------	-----	------

□建設機械化研究所抄報

試験研究報告(No. 73)	建設機械化研究所	/ 92
----------------	----------	------

□文献調査

文献目録紹介	調査部会 文献調査委員会	/ 94
--------	-----------------	------

ニューズ	(編集部)	/ 98
------	-------	------

行事一覧		/ 99
------	--	------

編集後記	(高橋・島村)	/ 100
------	---------	-------

◀表紙写真説明▶

日車-MX 700 形
ホイールエキスカベータ

日熊工機株式会社

人口の増加と驚愕的な経済、産業の発展とともに、山をけずり、海を埋める土地造成など、土木建設工事は次第に大規模化されつつある。一方、労働者不足、工期短縮、施工単価の低減が要望されており、「掘って積み、掘って積み」という断続的な掘削積込機に代わる機械として土工量を連続的に掘削し、積込むホイールエキスカベータが注目されはじめた。

日車-MX ホイールエキスカベータは、この機種のアメリカでの先駆者であるメカニカルエキスカベータ社との技術提携を行ない、アメリカの技術にわが国の国情に合った数々の改造を加えて誕生した超大形連続掘削積込機である。工事規模に応じた機種を選択と、厳正な運搬方法、運搬機との組合わせで高効率をあげ得るよう設計された本機は、次第に大規模化されるわが国の土木建設工事に対処する機械として注目されている。

日本建設機械化協会発行図書

1971年版日本建設機械要覧	B5判	1,000頁	会 非会	員 員	7,200 8,000	円 円	〒250円
Construction Equipment in Japan, 1969	A4判	80頁	会 非会	員 員	1,000 1,200	円 円	〒150円
建設機械化の20年—現状と将来—	A4判	142頁	会 非会	員 員	1,000 1,200	円 円	〒150円
ダムの工事設備	B5判	690頁	会 非会	員 員	4,000 5,000	円 円	〒200円
オペレータハンドブックシリーズ1 エンジン	B5判	256頁	会 非会	員 員	1,000 1,200	円 円	〒200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	B5判	426頁	会 非会	員 員	1,800 2,200	円 円	〒200円
防雪工学ハンドブック	A5判	270頁	会 非会	員 員	1,300 1,500	円 円	〒150円
場所打ちぐい施工ハンドブック	A5判	288頁	会 非会	員 員	1,350 1,500	円 円	〒150円
ころがり軸受の使用限度判定方法	B5判	170頁	会 非会	員 員	1,260 1,400	円 円	〒150円
建設機械の損料と経費	A5判	220頁	会 非会	員 員	850 1,000	円 円	〒100円
建設機械損料等算定表	B5判	251頁		額 価	450円		〒150円
岩石トンネル掘進機文献抄録集	B5判	128頁	会 非会	員 員	1,200 1,500	円 円	〒100円
「建設の機械化」文献抄録集	B5判	374頁		額 価	2,500円		〒150円
建設機械の現状—昭和44年—	B5判	234頁	会 非会	員 員	800 1,000	円 円	〒100円
現場技術者のための「建設機械と施工法」	B5判	346頁		額 価	1,800円		〒200円

昭和46年度
建設機械展示会
—開催予定—

5月12日～18日	大阪市 国鉄環状線弁天町駅前	関西支部 電話 06 (941) 8845
6月4日～9日 (予定)	新潟市	北陸支部 電話 0252 (23) 1161
7月17日～26日	東京都	本部 電話 03 (433) 1501
10月15日～20日	福岡市	九州支部 電話 092 (74) 9380

個人会員会費の値上げのお願いについて

最近の諸物価の高騰は「建設の機械化」誌の作成原価を著しく増加させております。これがため去る昭和45年11月14日に開催の理事会において昭和46年度(4月以降)より下記のとおり個人会員会費(「建設の機械化」誌の1年間4月より翌年3月までの購読料)の値上げの可否について審議の結果、異議なく原案どおり値上げすることを可決いたしました。つきましては、なにとぞ事情ご了承のほどお願い申し上げます。

記

昭和46年度以降の個人会員会費

年額(前払い) 2,400円(200円×12カ月) 送料を含む

(注)「建設の機械化」誌1部の定価表示は現在は200円ですが、昭和46年4月号よりこれを250円に改め、後払いの場合にはすべて定価販売といたします。

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	塚原 重美	電源開発(株) 水力建設部
・	坪 質	建設省大臣官房建設機械課・広報部会長	・	柴田 研治	日立建機(株) サービス部
・	寺島 旭	水資源開発公団 第一工務部機械課	・	神津 勝時	(株)小松製作所 技術本部製品管理部
・	石川 正夫	日本鉄道建設公団青函トンネル調査事務所	・	小竹 秀雄	三菱重工業(株) 建設機械部
・	神部 節男	(株)間 組 機械部	・	島村進之助	キャタビラー三菱(株) 西関東支社東京東支店
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	・	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械本部設計部
編集委員 幹事	中野 俊次	建設省 大臣官房建設機械課	・	戸田 良一	(株)間 組 機械部機械課
・	佐藤 和夫	建設省道路局国道二課	・	斎藤 二郎	(株)大林組 技術研究所
編集委員	長瀬 顕	農林省 農地局建設部設計課	・	伊丹 康夫	日本国土開発(株) 研究部
・	柴田 吉蔵	運輸省港湾局機材課	・	大蝶 堅	東亜港湾工業(株) 船舶機械部
・	山田 俊英	通商産業省 公益事業局水力課	・	渡辺 正敏	鹿島建設(株) 土木工務部
・	桜沢 昇	日本鉄道建設公団 海峽線調査部青函調査課	・	鈴木 康一	日本鋪道(株) 技術部技術第一課
・	峯本 守	日本国有鉄道 建設局線増課	・	小峰和二郎	大成建設(株) 機械部調達課
・	杉田 美昭	日本道路公団 企画部企画課	・	水野 一明	(株)熊谷組 土木部土木課
・	鈴木貫太郎	首都高速道路公団 工務部第二工務課	・	高木 三郎	清水建設(株)機械部
・	高橋 彰	水資源開発公団 第一工務部機械課	・	三浦 満雄	(株)竹中工務店 技術研究所

□ 巻頭言

近ごろ思うこと

中 岡 二 郎

省力化について

3年ばかり前の春、本協会のヨーロッパ視察団に加わって各地を旅行した際、小形機械の利用、コンクリート工事での型わく、支保の改良、既製部材の結合による構造物施工の簡略化などの点で向こうの方がだいぶ先を行っているなど感じたことでした。当時、土木工事の省力化については本協会の方々も関心を持っておられ、本誌上でこのことについて報告するように要求されたことを覚えています。

20年前には機械化の必然性があるのに、機械化という言葉がまだ新しく聞えたものですが、ただいま新しい響きをもつ省力化という言葉もそのうちには当り前のことになるでしょう。しかし省力化という言葉は機械化の高度の段階を示すものですから、それだけに問題の所在のつきとめ方、その解決の仕方は簡単ではないと思われまふ。私どもは協力して省力化についても先進諸国に追いつき、追い越す実力を示したいものだと考えております。



建設機械施工技術検定について

建設機械施工技術検定制度は、「能率的な工事を施工する」、「施工の質的向上をはかる」、「機械技術者の地位を向上する」、「工事発注者の信頼を高める」といった目的を達成するために昭和35年建設省によって施行されることになり、約10年の月日が経過しました。この間多くの建設機械施工技術士が認定され、所期の目的を果たしてきたことは十分に高く評価されてよいものと考えます。

しかし建設工事の実施はもっぱら請負形式をとるようになり、建設省自体が直接機械を運営することが少なくなったこと、大手の業者のもとに下請の建設機械施工業者が育ってきたことなど、この制度ができたころとは異なった事情が生じており、技術検定そのものの必要性はますます強くなっているのに、制度を一般に浸透させる実行力は逆に弱くなっているのが実情ではないかと思われまふ。したがってこの制度を発展させるために、検定の実施の一部を民間にまかせるなどの方策を立てる時期にきているのではないのでしょうか。この点に関して本協会が積極的に働かれることが望ましいと思ひます。

施工に関する知識の体系化について

月日が経つのは早いもので、私が職を学校に移してから15年も過ぎ去ってしまいました。その間に建設事業の規模は拡大の一途をたどり、事業の内容も電力関係から道路交通関係へ、道路交通関係から都市再開発関係へと移行して、恐らく現時点ではわが国ほど盛大に建設事業を推進している国はないのではないかと思われまふ。いつの時点でも、もうたいていの工法や機械は出つくしたのではないかと考えていると、数年後には必ず新しい工法や機械が出現している次第ですから、どこで区切りをつけるといったことはできない相談ですが、ともかくこの15年の間に大きな進歩があったことは認めないわけにはまいりません。工法や機械以外にでもネットワーク手法による工程管理、電子計算機の導入など画期的な要素が加わっています。

そこでもうそろそろ新しいタイプの現場技術者に必要な知識の体系化を試み、これを大学教育で授ける必要があるのではないのでしょうか。これは私自身に課せられた問題でもあると考えております。

(武蔵工業大学教授・本協会顧問)

新鹿児島空港建設の工事計画

定 野 弘*

1. ま え が き

新鹿児島空港は鹿児島市の北西約 35 km の地点にあり、国道 10 号線および県道白石論地城線により市街地と連絡している。現在すでに空港の進入道路となる県道バイパスの工事は施工中であり、空港開港時には供用できるように整備が進められており、また九州高速自動車縦貫道路も開港時に間に合うよう計画が進められている。この縦貫道路が完成した暁には市街地と空港とが 30 分程度の所要時間で結ばれることになる。これは適当な連絡時間である。

当空港は南には桜島を望み、北から西には雄大な霧島連峰を展望することができる風光明媚な場所にあり、海拔約 270 m、東西 3 km、南北 5 km の平坦なシラス台地である。その周囲は河川に浸食された地形を呈し、高さ 50~100 m の急崖が多く、地質はその全体が火山灰質の堆積物であり、地表より黒ボク、赤ボク、灰土、およびシラスの層となっている。

2. 新空港建設の必要性

現在の国民経済の発展による生活水準の急速な向上に伴い、迅速性、快適性、便利性の要求が高まってくるのは言を待たないが、現在鴨池において供用中の鹿児島空港の現況は昭和 42 年の年間乗降客数が昭和 33 年当時の約 25 倍である。また昭和 44 年度においては 90 万人を記録している。すなわち年間の伸び率は約 43 % であり、全国平均の伸び率 30 % をはるかに上回っている。この乗降客数は、東京、大阪の両国際空港ならびに板付、千歳につぐ全国第 5 位であって、国内の幹線空港である第 2 種空港の中で第 1 位を占めている。

このような情勢の中で、年間乗降客数の増加は昭和 50 年度においては約 390 万人、昭和 55 年度には約 800 万人、昭和 60 年には約 1,300 万人と推定されている。かかる乗降客数の伸びに対して中形ジェット機の就航が必要であるが、施設面から考えても現在の鴨池空港では急増する航空需要に対処することは不可能である。この問題を解決するには対応できるよう施設を整備すればよいわけであるが、次の理由より拡張困難である。

① 鴨池空港の北側は河川、国道 225 号線および人家があり、河川、国道の付替え、さらには騒音等の手当が必要であり、南側については海面埋立となり、工費がかさむ。

② 海面埋立の場合は南港を利用する船舶の制限が必要となってくる。したがって南港の機能も減ずるわけである。

③ 進入灯、マーカ等の設置が海面となり、経費がかさみ、施工が困難である。

以上の理由より新空港の建設の必要が生じた。

3. 新空港の建設方式

国有財産特殊整理資金特別会計法を改正し、特定国有財産整備特別会計法と改称、飛行場の建築交換方式を採用することとし、国庫債務負担行為を起こして新鹿児島空港の施設全部を鹿児島県が建設し、これを国が買いとる。他方、国は鹿児島空港の供用を廃止して県に売渡すという売買方式により建設されるもので、土木工事関係についてはわが国初めての方式である。

4. 新鹿児島空港の整備計画の概要

新鹿児島空港は空港整備 5 カ年計画の方針に基づき策定された。長期的な展望から将来就航を予定される大形ジェット機にも対処できる施設とし、国内、国際線に対しては、近い将来就航を予定されている B-747 および B-727 等、および離島航路としては B-727、YS-11 の就航を予定して施設計画を建て、当面 B-727 の設計としている。なお地下埋設物ないし地下道については、将来断面の変更は非常に困難となるので、大形機に対処できる設計となっている。

(1) 飛行場の名称、所在地、標点の位置および標高
 名称：鹿児島空港

所在地：鹿児島県始良郡溝辺町麓 731 番地

標点位置：東経 130 度 43 分 13 秒

北緯 31 度 48 分 07 秒

標 高：271.6 m

(2) 滑走路の方位

真北 330 度 00 分 00 秒

(3) 空港施設の概要

* 鹿児島県新空港建設本部建設部建設課長

塑性限界：黒ボク 60~80%，赤ボク 70~90%，灰土 27~37%

地山密度：黒ボク 0.94~1.34 t/m³，赤ボク 0.99~1.35 t/m³，シラス 1.32~1.64 t/m³

一軸圧縮強度：黒ボク 0.1~0.7 kg/cm²，赤ボク 0.1~0.87 kg/cm²，灰土 0.16~0.44 kg/cm²

粘着力：黒ボク 0.1~0.6 kg/cm²，赤ボク 0.12~0.25 kg/cm²，灰土 0.2~0.9 kg/cm²

内部摩擦角：黒ボク 10~18°，赤ボク 10~13°，灰土 4~14°

N 値：黒ボク 5~6，赤ボク 2~3，灰土 2以下

以上が試験結果であるが、滑走路、誘導路の地層図は図-1のとおりである。

8. 舗装厚

テストピットの掘削を行ない、各物理、力学試験、現場 CBR、室内 CBR 試験を行なった結果、黒ボクの現場 CBR の平均は 2.8%，室内 CBR は平均 2%，赤ボクは現場 CBR 平均 2.8%，室内 CBR は平均 1% である。灰土については現場 CBR は平均 2.2%，室内 CBR は平均 1.2% であった。

この土壌の掘削を行ない、全部を良質土と置換えることも考えられるが、膨大な土工量となる。したがって赤ボク、灰土が路床土となるわけであるが、その後の試験結果ともならみあわせ、路床部が地表より 2m 以下であり、年間を通じて湿潤状態にあると思われるので、現場 CBR 値から設計 CBR を決定、2% とした。なお、せん断強度の不足する部分は置換えることにしている。

また設計条件、対象機種 B-727-200、設計 CBR 2%、反復作用回数 5,000 回以上より舗装全厚 180cm と決定した(図-2~図-4 参照)。

9. 土工計画 (図-5 参照)

設計土工量については、空港周辺の障害物件の問題があり、やむなく高盛土地区に滑走路の一部を含ませざるを得なくなった。よって高盛土地区の盛土量と路床部分のせん断強度等力学的性質を兼ね合わせ検討した結果、計画土工量は切土量 2,032,000 m³、盛土量は 2,088,000 m³ である。変化率については流用土の大部分は黒ボク、赤ボクで灰土が一部含まれる。盛土体については構造上シラスも含まれる。地山密度および締固め密度から変化率を検討したが、バラツキが多いので試験工事を行ない、検

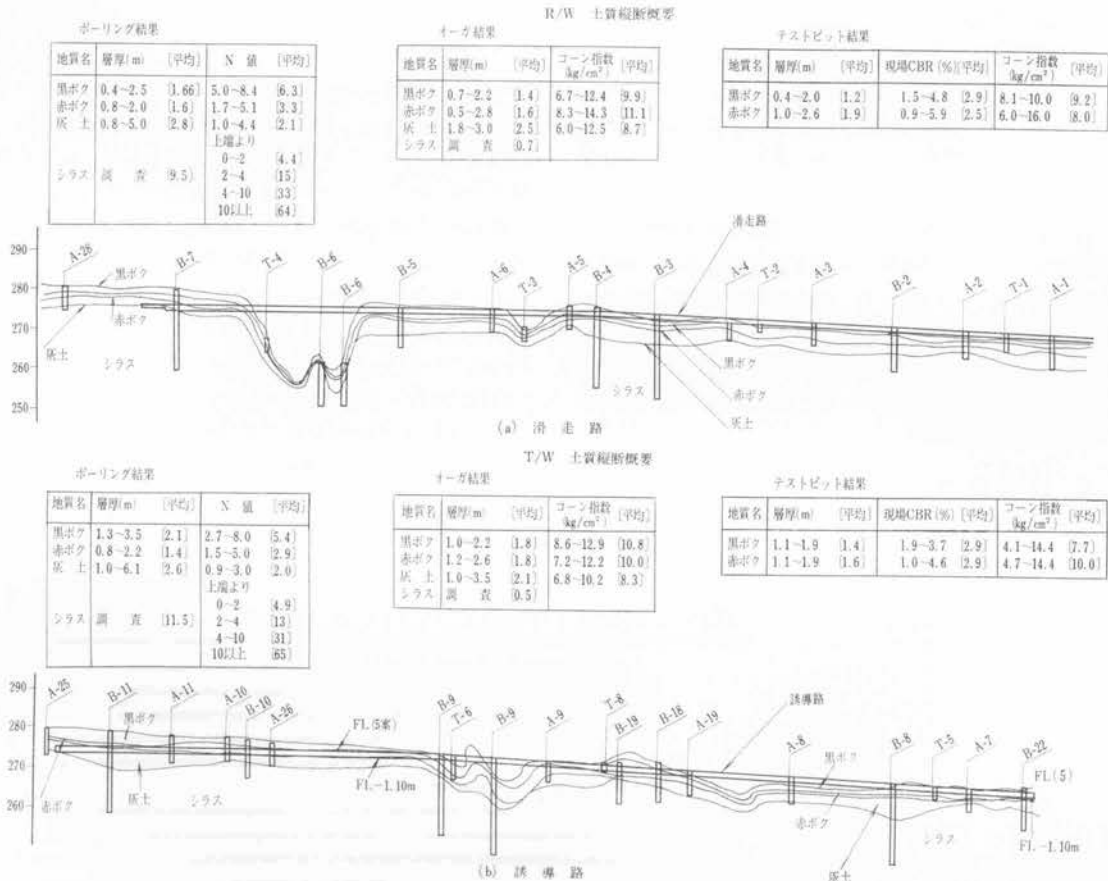


図-1 滑走路および誘導路地層図

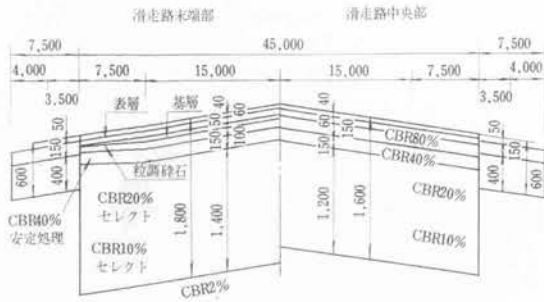


図-2 滑走路断面図

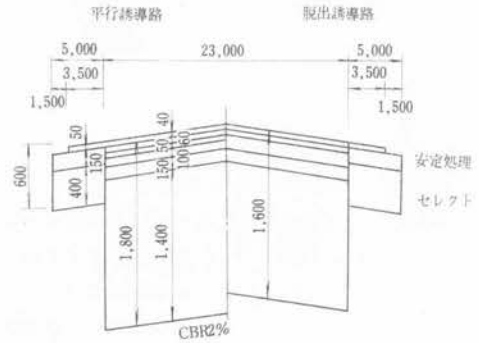


図-3 誘導路断面図

討を加えて黒ボク $L=1.36$, $C=0.81$, 赤ボク $L=1.38$, $C=0.81$, 灰土 $L=1.28$, $C=1.01$, シラス $L=1.67$, $C=1.03$ の変化率を決定した。土量の配分については 100 m のますを切って計算し、各距離ごとの土量は次のとおりである。

- 切土運搬 40 m 234,000 m³
- " 250 m 928,000 m³
- " 690 m 426,000 m³
- 新土運搬 6,000 m 500,000 m³

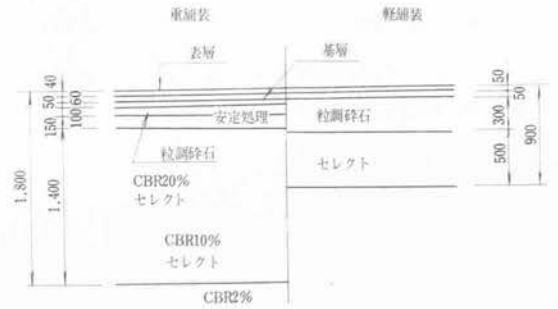


図-4 エプロン断面図

高盛土の構造は当建設工事中最も重要な工事である。最も深い谷は直高 30m, 平均延長 600 m, 幅 20 m の広域で滑走路部が約 300 m 含まれ、盛土量約 1,600,000 m³ である。現地発生土は力学試験の結果盛土体の安定を保つには強度不足である。生石灰等の安定処理を検討してみたが、非常に工費がかさむので、現地付近の良質シラスとのサンドイッチ工法を採用することにした。この盛土体は滑走路下部と堰堤部とその中間部から構成されている。

まず黒ボクとシラスのサンドイッチ工法としたときの強度常数の取り方に問題はあがるが、その中間をとった場

合完成時において 1.8 の安全率が期待できる。中間部については現地発生土で盛土をする。サンドイッチ工法にした場合の特徴としては、黒ボクの含水比が低下することにより強度が増加する。施工中のトラフィカビリティがとれる。圧密沈下のほとんどが施工中に吸収され、将来の残留沈下が少なくなる。シラスは含水比が高くなることにより強度が落ちるが飽和されることはない。盛土体の安定のためにはのり面の防護工が重要な点である。のり表面を 20 cm のゾイルセメントでおさえ、S.

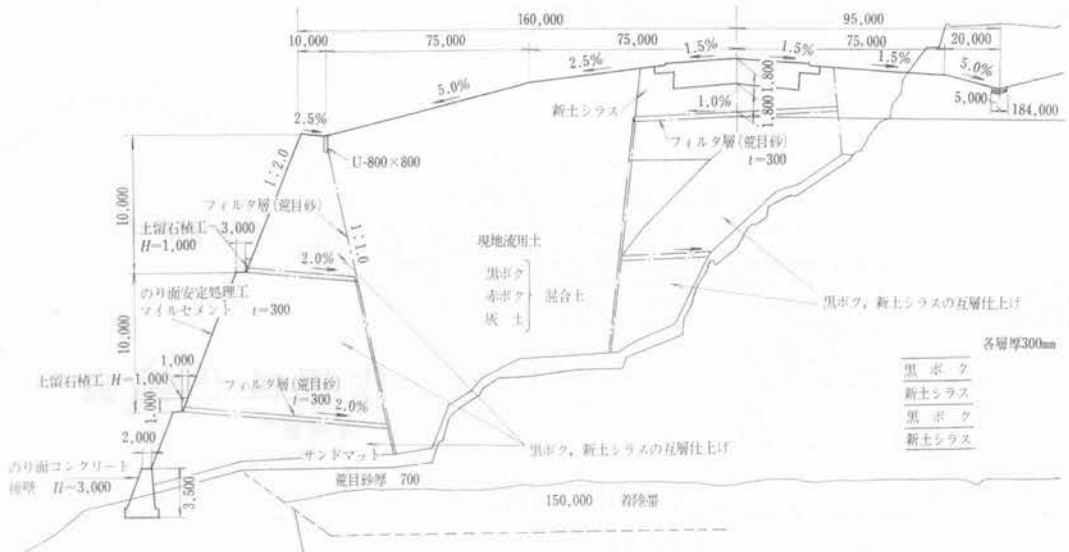


図-5 高盛土標準断面図

M式穴工法を施工して将来はその活着によりり面を防護する工法を採用した。その後、り面の観察を続けているが、一部崩壊が生じたのでさらに他の工法を検討中である。

図-5 のように排水については十分考慮し、原地盤上に 70 cm のサンドマット、10 m 間隔に 30 cm のフィルタ層、さらにサンドマットの下側とフィルタ層に盲排水溝を設けた。一般盛土部は 2~5 m で盛土完了後の圧密沈下は少なく、滑走路および誘導路部については黒ボク 1:1 とし、他の着陸帯については発生度の流用とした。

10. 構造物

地下道については、設計条件の欄で示したとおりであるが、約 3,000 m にわたり農道が切断されるため中央部に補償工事として地下道を設置し、将来就航を予測される DC-10、B-747 の機種の荷重とした。断面については図-6 のとおりであるが、滑走路、誘導路および着陸帯の横断こう配の関係から土被りが異なる。よって載荷重は土中の広がりや躯体に作用する荷重が異なってくる。つまり B-747 の場合は DC-10 に比較して総重量は大きいですが脚荷重が小さい。土被りが浅いと DC-10 の載荷重、深部は B-747 が大きくなる。このことを考慮して設計計算を行なった。着陸帯部は DC-10 の 1/3

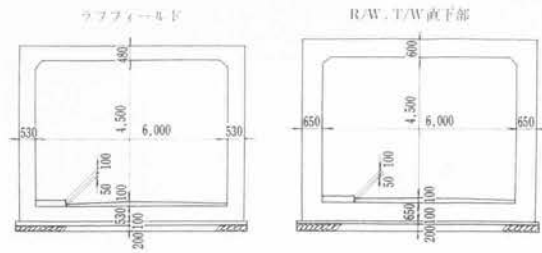


図-6 地下道(鉄筋コンクリート)断面図

である。

排水計画については、場内排水は 5 年確率雨量で 51.1 mm/hr、場外排水については 20 年確率雨量を採用し、70.8 mm/hr である。

11. あとがき

そのほか道路、駐車場等があるが、現在全体的に計画を変更中であるので省略させていただく。

昭和 45 年 3 月末より着工して現在約 2 割の工事を消化している。土工事については梅雨期をはずし、8 月の当初より本格的に工事にかかっているが、昨年は台風と異常な気象状態で例年と比べ気象条件に恵まれていなかったが、1 日の稼働時間を伸ばすことによりカバーし、当初の予定より工程は伸びている。なお、施工中の状況等については次の機会に報告したい。

図書案内

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

B5判・9ポイント 1段組 426頁

頒価会員 1,800円 非会員 2,200円 送料 200円

本書は、オペレータおよび現場技術者を対象として、モータグレーダおよび締固め機械の構造、整備、運転取扱い、施工等についてそれぞれ専門家によって多年の経験を生かし、利用しやすいように具体的に執筆されたもので、運転施工法の詳細をマスターするためには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 21 号地 1-5 機械振興会館内
電話 東京 (433) 1501 振替口座 東京 71122 番

三郷放水路の工事計画

小木曾 博* 白石 旭**

1. まえがき

中川の改修計画は昭和 38 年度より浚渫工事を主体として進めてきたが、改修工事の過程において工事の緊急施工が叫ばれた。しかし総体計画に諸々の問題があり、不可能であったため、昭和 41 年中川より江戸川に高水の一部を放流する放水路計画を骨組みとする改訂改修計画が立案され、放水路建設地点として野田、三郷、大場川の 3 案について検討し、三郷放水路案に決定したものである。

三郷放水路は治水の効果のほか水質汚濁が悪化しているため浄化対策が問題となり、江戸川の水を中川に導入する計画が具体化し、急速に実施することになったものである。現在までに土木施設および排水機場設備について種々立案計画し、検討を重ねてきたが、施工に先立ち、三郷放水路の果たす役割、土木施設計画、排水機場設備計画の概要を以下に紹介する。

2. 中川流域と三郷放水路事業計画の概要

中川水系流域は関東平野のほぼ中央埼玉県および東京都の東部に位置し、周囲を利根川、江戸川、荒川に囲ま

れている。その流域の大部分は利根川、荒川の氾濫によって形成された低湿地帯によって占められ、流域面積は約 1,000 km² である。その流域の大部分は埼玉県の草加、越谷市をはじめとする 13 市町村、最下流部の 100 km² は足立、葛飾、江戸川の東京都の 3 区を含んでいる(図-1 参照)。

中川水系河川の機能としては高水排除施設としての役目ばかりでなく、平常時においては上流部は市街地などからの雑排水および灌漑期の外周河川から取水された灌漑用水の落水を集水し、下流部では東京都内およびその周辺の都市域からの工場廃水、家庭下水を集水排除する排水幹線としての役割を果たしており、下流にいくに従って汚濁の度を増している。

中川下流部は早くから都市化が進んでおり、近年産業および人口の首都圏集中に伴ってますます過密の度を加え、都市化のスプロール現象はとどまるところを知らない。中川上流域は都心から 50 km 圏内に位置するという立地条件に恵まれながら道路、鉄道体系の不備あるいは河川整備等のおくれにより農耕地的色彩が強く残っていた。しかし最近では道路網の整備に伴う自動車交通の発達と武蔵野東線の敷設等によって農耕地が宅地、工場



図-1 中川流域図

* 建設省関東地方建設局江戸川工事事務所調査課長
機械課長

**

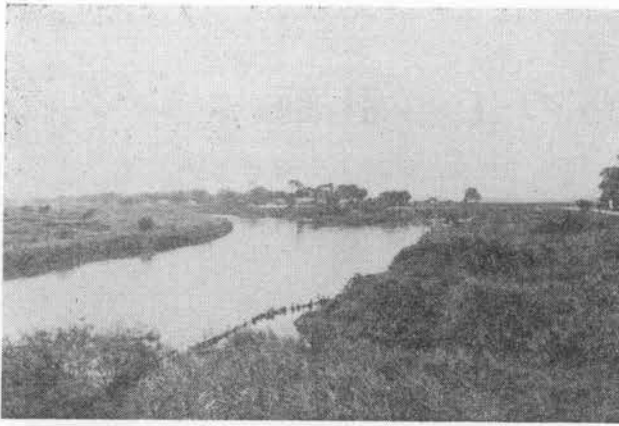


写真-1 中川上流部



写真-2 中川下流部

敷地として転用され、牧歌的な田園風景は急激にその姿を消し、都市化のテンポはきわめて著しく、住宅都市、工業都市としてその性格を一変しつつある。

このような急激な都市化のために中川流域の社会資本の立遅れが非常に表面化してきた。第一に、中川流域全域が低湿地であり、これを集流する各河川もすべて河川こう配が $1/3,000 \sim 1/10,000$ 程度の緩流河川となっていることに起因する内水、湛水被害である。以前からこの被害は大きく、大正時代から改修事業がなされてきたが、河川の流下能力の増大および内水位の低下による被害の軽減ははかりにくい状況であった。しかも最近の市街化により流域の資産は増加の一途をたどり、洪水被害は以前の田畑の被害のみにとどまらず、家屋、工場などの市街化の資産が洪水の危険にさらされている。さらに近年の地下水の吸上げに伴う地盤沈下のためその湛水期間も以前にまして長くなり、1週間以上にも及ぶこともあり、その直接、間接被害は膨大なものと考えられ、抜本的な改修事業の促進が叫ばれている。

第二に、中川流域は下流域域よりの市街化の速

度が非常に早かったので下水道整備事業の立遅れによる河川水質の汚濁が著しい。東京都の下水道計画で荒川の西側区域はかなり事業化されつつあるが、中川最下流の江戸川、葛飾、足立3区の荒川東側区域については下水道計画は存在するものの事業化はほとんどされていない。さらに埼玉県南部の草加、越谷市、八潮町などは下水道計画も十分でない現状である。このため工場ならびに一般家庭より排出される汚水により中川およびその支川である綾瀬川の水は著しく汚染され、特に綾瀬川の水質汚濁は隅田川以上といわれ、黒く濁った悪臭を発する水は公害問題として世評的となり、汚れた川的生活環境に与える影響は深刻な社会問題となっている。

以上のような中川流域の立遅れた状況に対して高水対策と水質汚濁対策の面から検討し計画されたのが三郷放水路事業である。この計画は中川が江戸川に最も接近している埼玉県三郷町地先に新水路を開削して中川の高水の一部と流域の大場川の高水をあわせて $200 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度江戸川へポンプ排水するとともに、江戸川の水が豊富なときは江戸川の水を $20 \text{ m}^3/\text{sec}$ を限度として中川へ導水し、中川の水を浄化させようとする多目的放水路計画である。

3. 三郷放水路の果たす役割

(1) 治水の効果

三郷放水路が果たす治水上の効果には次の4点が考えられる。

(a) 上流域における湛水被害の軽減

三郷放水路は中川の高水をポンプで江戸川へ排水し、中川の水位を早く低下させることによってこの流域の宿命ともいえる湛水被害を除こうとするもので、これによって中川上流域の将来の開発に大いに寄与するもので



写真-3 湛水状況

程度増加すると思われる。

つぎに家庭污水についてみると、工場廃水と同様、市街化の激しい中川下流部の人口は昭和50年時点で140万人程度であり、これによる汚濁負荷量は1人1日当り40~50gとすると日量60~70t程度と推定される。将来の家庭污水の汚濁量については、家庭用水の需要などより推定すると昭和42年を基準に考えると昭和50年で1.3倍、昭和60年で1.6倍程度になると思われる。

(b) 水質の経年変化

昭和37年より建設省は中川流域の約20地点について定期的な水質調査を行なっているが、そのうち中川、綾瀬川それぞれの代表的な地点(中川については上流の柿の木地点および三郷放水路合流後である中流の飯塚橋地点、綾瀬川については上流の手代地点と中流の加平地点)について水質汚濁の代表的指示であるB.O.D(生物化学的酸素要求量)およびC.O.D(化学的酸素要求量)の経年変化を図示すると図-5のとおりであり、その汚濁状況が顕著にあらわれており、特に綾瀬川の水質汚濁状況は驚くばかりである。

これは汚濁負荷量の増大とともに東京都および埼玉県の下水道整備計画が非常に立遅れ、ほとんど未着手の状況であることが最も大きな原因である。しかも都県の下水道計画の今後の進捗の見通しは非常に楽観を許さない状況である。このため中川の水質は将来もこのままではさらに年ごとに汚濁されてゆくと思われる。

(c) 導水による水質の浄化

中川の水質の浄化対策としては下水道整備および浄化用水の導入が考えられるが、ここでは建設省が今回行な

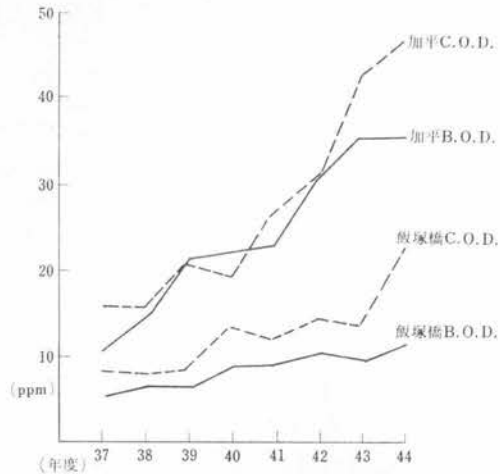


図-5 水質の経年変化図

う浄化用水の導入計画の効果について述べる。

中川の流量が少なく、水質が悪化している時期を対象に江戸川より20m³/secを最大として中川へ導水すると中川の流量は昭和29年~39年までの11年間では導水前に比べ20m³/sec以下の頻度は減少し、それ以上の流量の頻度は増加する。このため中川の水質は改善されるが、その程度は飯塚橋のB.O.Dについてみると図-7のように4ppm以下の頻度が増加し、それ以上の頻度が減少しており、浄化水導入の効果をあらわしている。

4. 土木施設計画

(1) 位置

三郷排水機場が高水排除および浄化用水導入用として200m³/secにも及ぶ大規模なものであり、排水量も過去に例のない日本最大級のものとなり、しかもこれらの施設は常に安全確実に稼働されなければならない。そのため放水路の位置については次の条件を考慮し、決定する。

- ① 良好な基礎基盤がなるべく浅い位置にあること
- ② 建設費が低廉であること
- ③ 水理技術上好ましい線形であること

などの選定条件に従って総延長2,500kmにも及ぶボーリングによる土質調査、ならびに縮尺1/40の模型実験などに基づく数年間にわたる調査検討の結果、中川左岸三郷町境木地点を呑口とし、江戸川右岸同町大膳

表-1 中川流域下流部の工場および人口

地区別	工場数			中川、綾瀬川水系へ排水する工場数			人口		
	中川流域	綾瀬川流域	計	中川水系	綾瀬川水系	計	中川流域	綾瀬川流域	計
足立区	44,120	19,720	63,840	44,120	19,720	63,840	24,000	260,000	284,000
葛飾区	53,150	23,760	76,910	53,150	23,760	76,910	326,000	146,000	472,000
江戸川区	34,550		34,550	34,550		34,550	324,000		324,000
草加市	60	740	800	60	740	800	9,000	111,000	120,000
越谷市	380	250	630	380	250	630	82,000	55,000	137,000
八潮町	220	90	310	220	90	310	23,000	9,000	32,000
吉川町	30		30	30		30	18,000		18,000
三郷町	120		120	120		120	42,000		42,000
計	132,630	44,560	177,190	132,630	44,560	177,190	848,000	581,000	1,429,000

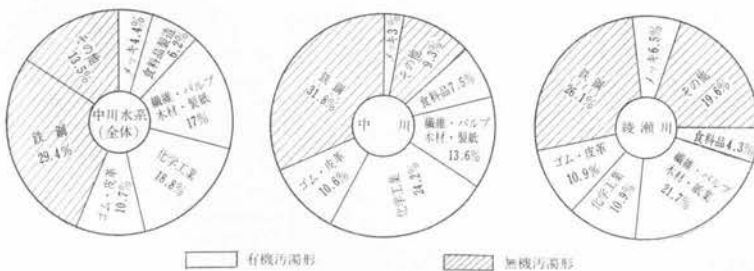


図-4 主要産業の業種別分類

地区を吐口とすることに決定した。

(2) 縦横断面

放水路の縦横断面形状については水理的有効性、のり面の安定性、経済性、維持の容易さの観点から検討した。

放水路のおもな諸元は次のとおりである。

- 延長：約 1,500 m
- 断面：台形断面
- 水路床こう配：5,000 分の 1
- 水路床幅：30 m
- 川幅：51~52 m
- 天端高：A.P+5.54 m

標準横断、縦断形は 図-9、図-10 のとおり決定した。標準横断は計画高水位まではライニングを施すとともに、両側に管理用道路との兼用も考えて側道を計画した。縦断形についてみると、高水時は江戸川の水位は中川よりもはるかに高いので江戸川側に排水機場を計画している。放流量は 200 m³/sec に決定したが、流域の都市化が進んでいるため計画高水流量の増大が十分予想される。またポンプの特性上揚程が設計点より低い場合には公称容量以上の排水能力を発揮するので、水路とポンプ設備のバランスを考えると、水路はポンプの公称容量を上回る流下能力を必要とする。

以上の理由により水路は計画放流量 200 m³/sec に余裕をみて 300 m³/sec で計画する。水路形状は水路こう配、底幅を種々計画し、治水効果、斜面の安定性、工費、ポンプ揚程、流砂の問題を比較検討して決定した。

5. 排水機場計画

ポンプ設備は洪水時 200 m³/sec を中川から江戸川へ排水し、常時は逆に最大 20 m³/sec を江戸川から中川へ導水するもので、排水用ポンプの一部を兼用ポンプとして計画する。ポンプ設備は最近の傾向として大形化し、台数を集約している。本計画でも洪水時の排水量が大きいためかなりの大容量ポンプを使用することになる。したがって設計、製作、運転上の問題点を慎重に検討し、目的を十分発揮させることが肝要である。計画に際し、次の項目を基本条件とする。

- ① 設計点の実揚程で 200 m³/sec の排水は最低とすること
- ② 低揚程時 (0-0) および押込運転が可能で起動時、運転中にキャビテーションの発生しないこと
- ③ 排水と用水を兼用させる場合、双方の設計点が離れているのでポンプ性能に無理のないこと
- ④ 冠水による災害を排除するのを目的とするので洪水時に安全、確実に運転できること

(1) 排水時設計条件

- 計画排水量 200 m³/sec
- 計画実揚程 5.72 m

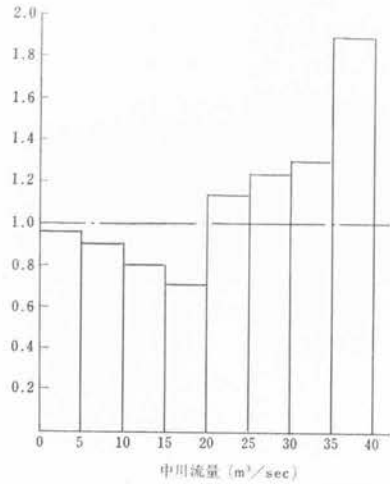


図-6 中川流量の導水前に対する導水後の頻度変化図

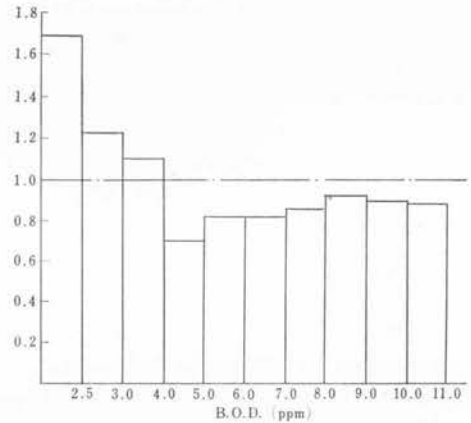


図-7 中川の導水前に対する導水後のB.O.D 頻度変化図(飯塚橋)



図-8 三郷排水路位置図

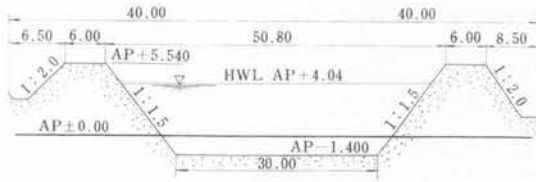


図-9 放水路標準横断面図

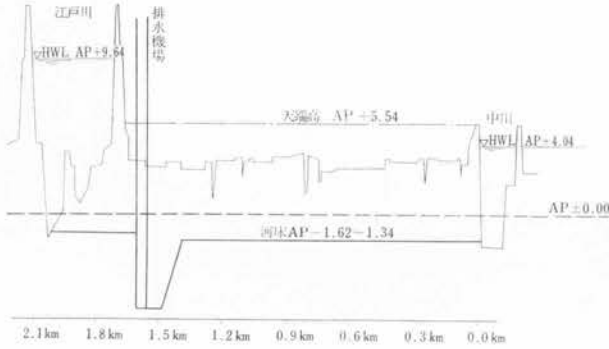


図-10 放水路縦断面図

吸込側水位	H.W.L	A.P+4.04 m
(中川)	L.W.L	A.P+1.00 m
吐出側水位	H.W.L	A.P+9.64 m
(江戸川)	既往最高	A.P+9.15 m
	平均低水位	A.P+1.79 m
最高実揚程		8.64 m
最低実揚程 (押込揚程)		1.50 m
年間使用時間		約 120 hr

計画実揚程は吸込側、吐出側の水理条件を検討し、吸込側水位 (運転始めの水位) として A.P+2.00 m、吐出側水位は既往最高水位とし、実揚程の 80% を設計点とする。なお最高実揚程の場合にも 50% 以上の排水量を得よう計画する。最低実揚程は、中川の出水が多く、江戸川の水位が低い場合を想定すると押込運転することになる。

年間使用時間は、中川流域の吉川流量が 200 m³/sec になると流域において 30 cm 以上の湛水個所が約 40% に及ぶのでポンプを運転する必要がある。このような洪水は中川流域平均 3 日雨量が約 100 mm 以上の場合に生じる。過去 65 年間で 71 回、年平均約 1 回の頻度である。したがって本設備の年間平均使用時間は 1 洪水 5 日間継続するものとしてもわずかに 120 hr 程度である。

(2) 浄化用水取水時設計条件

計画取水量	最大	20 m ³ /sec
計画実揚程		0.2 m
吸込側水位	H.W.L (満潮)	A.P+2.00 m
(江戸川)	L.W.L (干潮)	A.P+0.30 m
吐出側水位	H.W.L (満潮)	A.P+2.20 m
(中川)	L.W.L (干潮)	A.P+0.50 m

最高実揚程	0.7 m
最低実揚程 (押込運転)	0.5 m
年間使用時間	約 600 hr
ポンプは排水用を兼用させる。	

(3) ポンプ形式

本計画の設計条件より大容量、低～中揚程に適するポンプ形式としては固定翼軸流、可動翼軸流、斜流の 3 案について慎重に検討し、決定する。

(a) 固定翼軸流ポンプ

このポンプの特性から設計揚程に対して使用揚程が 130% 以上になると運転上問題がある。本計画のように河川の水位が季節的に変化し、洪水時一時的に水位が著しく変化する場合には不利である。

(b) 可動翼軸流ポンプ

このポンプは翼角操作をするため構造が複雑で価格も高くなるが、起動、運転操作に制約がない。このため吐出量の調整、出力一杯の運転、効率低下を少なくできるので有利である。

(c) 斜流ポンプ

このポンプは可動翼軸流ポンプの定出力運転特性に近く、構造も簡単で運転取扱いが容易なので有利である。

以上の点を勘案し、最高実揚程 8.64 m での運転頻度は少ないと思われるが、このような設計条件にも適するポンプの特性、吸込性能、経済性から排水用ポンプは斜流ポンプで計画する。また用排水兼用ポンプはそれぞれの計画点が非常に離れていること、取水量の調整を行なう点を考慮して可動翼軸流ポンプで計画を進める。

(4) ポンプの設置形式

設置形式は横形、立形、斜形、チューブラ形があるが、本設備では駆動原動機として排水用ポンプはディーゼル機関、用排水兼用ポンプもディーゼル機関とし (用水時の騒音公害の面を考慮し、電動機併用を検討中)、計画するため斜形、チューブラ形は不適当である。このため横形、立形について構造および経済比較を行ない、決定する。

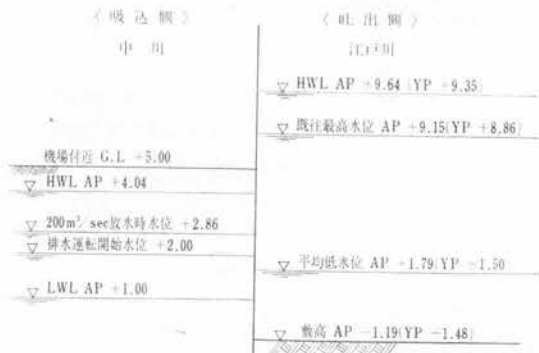


図-11 排水時水位条件

(a) 洪水に対する安全性

横形は原動機が水面下にあるので機械室の水密、洩水に対する排水設備など十分な保護が必要である。一方、立形は H.W.L より上部に設置できるので有利である。

(b) 経済性

機械設備費は横形が約 10% 程度有利であるが、機場面積が広がるため用地費、土木工事費では約 20% 程度不利となり、全工事費の比較では立形が有利である。

(c) 製作加工上の問題点

ポンプ設備のうち歯車減速装置は横形が平行軸減速機で製作実績もあり、大容量でも心配がない。しかし立形は直交軸減速機でかさ歯車減速となる。かさ歯車の製作限界は加工機械の能力により決定され、大容量については製作実績がないので横形が有利である。しかし製作限界について検討したが、伝達馬力 8,000 PS 程度まで可能である。

以上のほか、維持管理、工事の難易なども考慮し、ポンプ設置形式は立形として計画する。

(5) ポンプ容量および組合せ

ポンプ設備の設計に際し、同一計画条件で全排水量を数台のポンプに等分割する場合は全排水量が同じであれば設置台数が変わっても総機械設備費では大差がない。このため運転経費、土木工事費、用地費の低減をはかり、メーカーの製作および輸送限界、排水量の変化を検討し、台数の少ない大口径、同容量のポンプを設置するこ

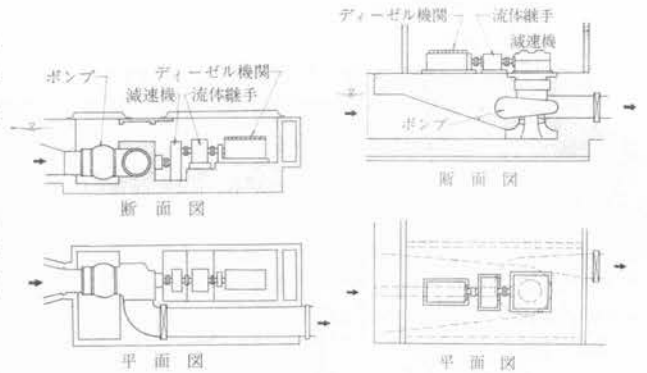


図-12 横形ポンプ配置図

図-13 立形ポンプ配置図

とが有利である。しかしポンプ台数を少なくすれば流量変化のある場合不経済な運転となり、万一故障した場合排水量が激減し、機場の目的を達し得ないことになる。本計画では流量の変動、危険分散なども十分考慮し、経済的で有効な台数を決める。なお、現在まで国内で設備された内水排除施設（口径 2,000 mm φ 以上）は表-2 のとおりである。

(a) メーカーの製作限界

(i) ポンプ本体

発電所用ポンプ水車の製作実績および鋳造設備、切削加工機械から 6,000 mm φ ぐらいまで製作可能である。

(ii) 駆動原動機

ディーゼル機関（陸用 4 サイクル）は 9,000~9,900 PS、電動機は同期電動機 6,000 kW、誘導電動機 60,000

表-2 内水排除施設の規模実績

(口径 2,000 mm φ 以上)

排水機場名	河川名および位置	ポンプ諸元							管理者
		形式	口径 (mm φ)	揚程 (m)	吐出量 (m³/sec)	台数	出力	駆動方法	
長井戸沼	農業水路→利根川 左 121.9 km	立形斜流ポンプ	2,000	8.5	10	2	1,500 PS	エンジンかさ歯車掛	長井戸沼 土地改良区
三領	萬浦川→荒川 左 24.0 km	立形渦巻胴 斜流ポンプ	2,100	5.7	10	1	1,150 PS	〃	埼玉県
小名木川	旧中川→荒川 右 2.0 km	立形可動翼 軸流ポンプ	2,800	2.7 3.9	18	4	1,400 PS	〃	東京都
東川	東川→大阪湾	横形斜流ポンプ	2,100	4.05 4.6	10	4	865 PS	エンジン掛	兵庫県
印旛沼	印旛沼→利根川	立形可動翼 軸流ポンプ	2,800	2.5 (実揚程)	15.3	6	530 kW	立形電動機掛	水資源開発公団
堀川口	名古屋水道局	〃	2,800	1.75	16	3	850 PS	エンジンかさ歯車掛	名古屋市
大和田	印旛沼→排水路	立形固定翼 軸流ポンプ	2,500	5.3	15	4	1,650 PS	〃	水資源開発公団
〃	〃	立形可動翼 軸流ポンプ	3,600	5.3	30	2	2,000 kW	立形電動機掛	〃
尼ヶ崎	排水路→大阪湾	横形可動翼 軸流ポンプ	2,000	2.1	7	6	275 PS	エンジン掛	運輸省
八郎潟 (南部)	八郎潟→日本海	立形渦巻胴 斜流ポンプ	2,200	7.8	12	2	1,200 kW	立形電動機掛	農林省
〃 (北部)	〃	〃	2,200	7.93	12	2	1,220 kW	〃	〃
〃 (西部)	〃	立形固定翼 軸流ポンプ	2,500	1.85	11	1	325 kW	〃	〃
新井郷川	新井郷川→阿賀野川	〃	2,200	2.14	10.6	6	400 kW	〃	(北陸農政局)
〃	〃	立形可動翼 軸流ポンプ	2,200	3.14	10.6	3	460 kW	〃	〃
新川河口	新川→日本海	チューブラ形可動翼 軸流ポンプ	4,200	2.6	40	6	1,300 kW	横形電動機掛	〃

～80,000 kW まで製作可能である。

(iii) 継手

駆動原動機はディーゼル機関を使用するため速度変動、回転不整、ねじり振動など歯車減速機の保護のため緩衝装置として流体継手などが必要である。流体継手の伝達馬力限界は 10,000 PS まで製作可能であり、実績は船用主機用として 9,780 PS がある。そのほか船用に使用されている継手類もあるが、継手で吸収できないねじり振動は減速機でうけるので減速機が大きな設計となり、直交軸減速の場合は不利である。

(iv) 歯車減速装置

かさ歯車を含んだ減速装置の製作限界はかさ歯車歯切盤の加工能力により決定される。現在国内にある最大の歯切盤は米国グリーンソン社製の No. 91 のハイポイドゼネレータかさ歯車歯切盤で、製作できる歯車の限界は次のとおりである(図-14、図-15 参照)。

- かさ歯車で減速しない場合 8,000 PS
- かさ歯車で減速する場合 4,500 PS

本計画ではかさ歯車で減速せず、平歯車で減速する方式とする。なおポンプの所要出力が上述の限界以上また

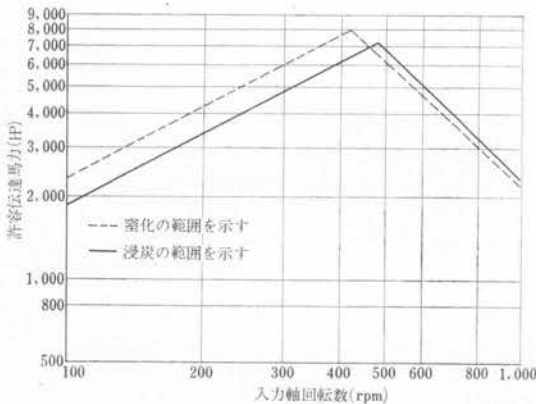


図-14 最大許容伝達力線図(かさ歯車で減速しない場合の製作可能範囲)

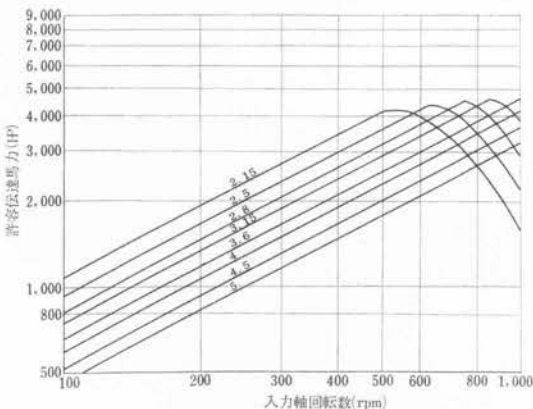


図-15 最大許容伝達力線図(かさ歯車で減速する場合の製作可能範囲)

表-3 かさ歯車減速機実績資料

	例 1	例 2
使用機械	鋼管製造設備用減速機	
伝達馬力	1,900 PS	2,850 PS
小歯車回転数	450～1,100 rpm	500～1,000 rpm
大歯車回転数	216～527 rpm	217～434 rpm
速比	1:2.087	1:2.304
は 十 歯 か さ 歯 車		
モジュール	25.4(DP=1)	28.7(DP=0.885)
ピッチ円直径	584.2×1,219.2 mm	660.4×1,521.8 mm
歯数	23×48	23×53
歯幅	280 mm	307.975 mm
圧力角	20°	20°
ねじれ角	20°	18°
材質	SNC 22×SCM 4	AISI 4340 (JIS 相当) (SNM 8)
熱処理	調質後浸炭焼入れ ×調質後フリュームハード	窒化
硬度	Hs 78 以上(歯項で) ×Hs 62 以上(歯項で)	R 15 N 85 (Hs 66)
大端部周速(最大)	33.6 m/sec	34.5 m/sec

は近い場合原動機を2台に分割する方法もある。

かさ歯車減速機の大容量のもの製作実績は約 3,000 PS までである。そのほか設計、製作上制約される数値は次のとおりである。

- 焼入れひずみを考慮した窒化可能最大値 1,600 mm
- 焼入れひずみを考慮した浸炭可能最大値 1,200 mm
- 歯切り可能最大外径 2,310 mm
- 最大コーンディスタンス 1,190 mm
- 窒化したかさ歯車の外周最大周速 34.5 m/sec
- 浸炭したかさ歯車の外周最大周速
 - 専用焼入れプレス機によるもの 30.0 m/sec
 - それ以外のもの 27.0 m/sec

歯車の曲げ強さ、摩耗強さ、かみ合い周速、精度についても十分な検討をしたが、製作上の問題はない。

(b) 輸送限界

本計画の輸送では陸路および水路輸送ともに可能である。現地での積降ろし作業(クレーン設備)を考慮すると陸路運搬による分割輸送が経済的であるが、水路輸送であれば分割の点で陸路より有利である。

(c) ポンプ容量

1台当りの最大ポンプ容量は、前項よりポンプ口径 6,000 mm φ であるが、本設計の条件より全揚程 6.4 m、口径 5,000 mm φ、所要出力 7,500 PS、吐出量 60 m³/sec まで製作可能である。本設備の建設目的が内水排除と水質浄化のため流量変化が多いので、ポンプの容量組合わせは表-4 のとおり比較検討したが、製作実績、設計上の安全面を考慮し、排水用ポンプは吐出量 50 m³/sec、用排水兼用ポンプは 20～25 m³/sec のポンプ組合わせが適当と思われる。現段階では、大場川の内水排除用として 30 m³/sec 1台、用排水兼用ポンプとして 20 m³/sec 1台、排水用ポンプ 50 m³/sec 3台の組合わせを中心にして計画を進めている。

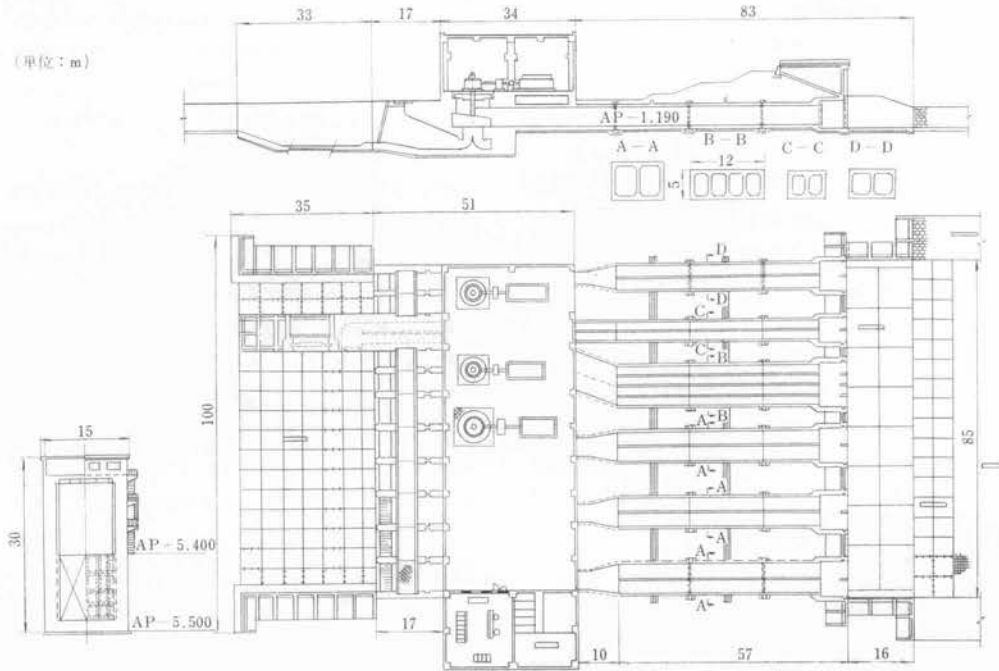


図-16 排水機場計画図

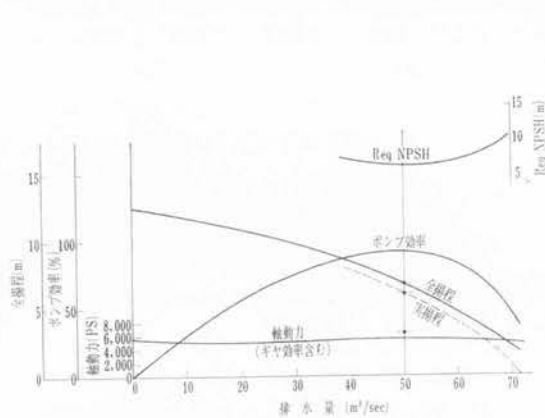


図-17 50 m³/sec 斜流ポンプ計画曲線図

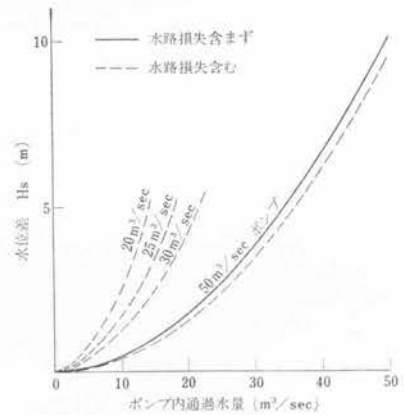


図-18 押込揚程でポンプ内を通過する水量 (ポンプ空転の場合)

表-4 ポンプ容量組合わせ比較表

計画案	A 案			B 案		C 案		D 案	
項目									
ポンプ台数の組合せ	50 m³/sec × 3	30 m³/sec × 1	20 m³/sec × 1	50 m³/sec × 3	25 m³/sec × 2	60 m³/sec × 3	20 m³/sec × 1	40 m³/sec × 4	20 m³/sec × 2
原動機出力	6,300 PS	3,800 PS	2,500 PS	6,300 PS	3,100 PS	7,500 PS	2,500 PS	5,000 PS	2,500 PS
概略口径	φ4,600 mm	φ3,600 mm	φ2,900 mm	φ4,600 mm	φ3,300 mm	φ5,000 mm	φ2,900 mm	φ4,100 mm	φ2,900 mm
吸込槽敷高	A.P-6.50	A.P-5.00	A.P-4.00	A.P-6.50	A.P-4.50	A.P-7.00	A.P-4.00	A.P-5.80	A.P-4.00
ポンプ1台の幅	18m	15m	13m	18m	14m	20m	13m	17m	13m
エンジンベットの高さ	A.P+6.50			A.P+6.50		A.P+6.80		A.P+6.30	
用排兼用水路幅	6.5m			7m		6.5m		6.5m	
機場の長さ	115.5m			116m		106.5m		127.5m	
機場の幅	27m			27m		29m		26m	
機場面積	100%			100%		99%		106%	
エンジン床下部体積	100%			101%		105%		99%	
機械設備費	100%			99.5%		97.5%		104.5%	
土木工事費	100%			98.9%		98.8%		102.5%	

(6) 計画上の問題点

(a) ポンプ内を通しての押込排水

内外水位の状況では押込水位となり、自然排水できる場合がある。このために自然排水路を設けると大容量ポンプでは機場が大きくなり、不経済であるので、ポンプ内を通して排水することを検討する。この場合、羽根車をから回しさせる方法と回転数を制御する方法が考えられる。実際には模型実験を行ない、決定しなければならないが、一般的な斜流ポンプの百分率特性より両者を比較すると次のとおりである。

(i) 羽根車をから回しさせる方法

原動機を稼働させないため運転経費は安くなるが、羽根車をから回しさせるので軸受部の注油、減速機の潤滑など単独に操作する必要がある。また羽根車の安定性から軸受方式を検討しておく必要がある。水位差による水量の変化は図-18のとおりである。

(ii) 回転数を制御する方法

押込排水を定格回転数で行なった場合、押込水位によっては過大流量となり、ポンプがキャピテーションを発生するため回転数の制御を行なう必要がある。しかし駆動原動機がディーゼル機関であるために(+)トルク側でねじり振動が発生しない回転数で制御する。この方法は原動機を駆動させるため運転経費は高くなるが、補機の操作は連動しているので取扱いが容易である。また羽根車は(+)トルク側で回されるので回転は安定する。

なお、ねじり振動、ポンプ吸込性能などより回転数を定格回転数の60%とした場合の流量は表-5のとおりである。

表-5 流 量

揚程 (%)	流 量 (%)	回 転 数 (%)
-10	+98	60
-30	+110	60

ポンプ内を通して押込排水することは既設の大容量ポンプの実績およびポンプ模型実験などを検討したが、本計画の押込揚程 1.5 m 程度ではポンプ構造上問題がな

いので排水用ポンプについては自然排水路を設けない計画とする。しかし用排水兼用ポンプは自然流下で排水される頻度が多くなることが予想されるので、大場川排水樋管を兼ねて自然排水路を設ける計画である。

(b) 用排水兼用ポンプ

排水用ポンプ(50 m³/sec)を用水時に回転数制御して使用する場合、定格回転数の約35%程度に回転数を下げることがある。さらに取水量が20~5 m³/secの範囲で変化するので回転数を調整するため不適當である。また翼角度を変える可動翼ポンプにしてもディーゼル機関負荷が定格出力の約10~20%程度の軽負荷運転状態となり、機関保守上に問題が生ずるので不適當である。このためポンプ容量を大場川の排水量30 m³/secを考慮し、兼用ポンプは20 m³/secとし、機場付近の住宅状況、発展性、使用頻度、用水時所要動力などを考慮すれば原動機を排水(機関)、用水(電動機)別にし、それぞれの設計条件に適合する回転数で運転させるのが得策である。この場合、ポンプ形式は斜流ポンプで計画する。

(c) 冷却用清水

排水機場の原動機、動力伝達装置、各軸受などの冷却に相当量の清水が消費されるため、清水の確保については事前に調査し、対策をたてるが、本機場の場合、全ポンプが運転されると300~400 m³/hr ぐらいの清水が必要である。また災害時に運転されるので一般に使用している井戸、水道による方法では問題が多いことが予想される。

このため冷却用清水は水処理装置を設け、機場吸込側より河川水を吸上げ、水処理を行なう計画である。

6. あとがき

三郷放水路工事の計画は水路、機場の土木工事、ポンプ設備について種々検討を必要とする問題が残っているが、今回は三郷放水路工事計画の概要を紹介するもので、今後施工計画が決定した機会にポンプ設備などの詳細を紹介したいと思う。

青函トンネルにおける機械掘削の現況

石川正夫*

1. 青函トンネル調査の概要

津軽海峡によって分け隔てられている本州と北海道を、海底下に掘り抜かれたトンネルによって結ぶことができれば、交通時間距離は大幅に短縮され、わが国の経済発展に及ぼす効果はきわめて大きい。

津軽海峡を連絡する現在の輸送手段には、鉄道連絡船やカーフェリーを含む船舶、および航空機が利用されているが、年々増大する輸送需要に対して輸送力が不足し、利用者便益の低下を招来している。また濃霧、波浪、強風などの荒天時には欠航が多く、輸送手段として安定、良質なものとなっていない。

青函トンネルの調査は1946年から地形、地質の調査が進められてきたが、1954年9月の台風による鉄道連絡船5隻の転覆、沈没事故は1,400名の犠牲者を出す大惨事となり、青函トンネル建設の気運は一層強められた。

津軽海峡をわたって本州と北海道を結ぶ海底トンネルのルートとしては、地形上から下北半島を経由して大間崎から汐首岬にいたる東ルートと、津軽半島を経由して竜飛崎から渡島吉岡付近にいたる西ルートが考えられる。調査の結果から海岸線間の距離では東ルートが約20kmであるのに対して、西ルートは約22kmで東ルートのほうがわずかに短い。下北半島の北側には深さ300mの細長い海谷があり、これに対して西ルートは竜

飛崎から白神岬に向いてほぼ南北方向に走る海底鞍部が認められ、最深部でも水深140mであることが判明し、陸上部のアプローチトンネルの部分を含めると水深の浅い西ルートのほうがトンネル線延長は短く、また東ルートには海底に大きな断層地形を思わせるものがあり、那須火山帯の中軸にあたっているため、火山作用の影響も予想され、東ルートは西ルートに比べて著しく不利となることから、調査は西ルートにしぼられることとなった。

海峡海底部の調査には陸上および海上からのボーリング、地震・音波・磁気探査、海底ドレッシング、海底試験錐ボーリング、潜水観察などによって海底部地形、地質構造の概要が判明し、10数本のかなり顕著な断層の存在も確認されたので、より一層精度の高い地質調査と、長大海底トンネル施工上の具体的諸問題を直接的な方法によって解明するため本州側および北海道側の両方から調査斜坑を掘り進め、斜坑坑底から海峡中央部に向かって調査水平坑を掘進する調査が進められている。

青函トンネルに関する調査報告書は、1970年5月、日本鉄道建設公団から運輸大臣に提出され、鉄道建設審議会において審議の結果、津軽海峡線を工事線とすることを適当と認める旨の答申がなされた。

わが国の鉄道網は東海道、山陽の新幹線につづいて全国新幹線鉄道網の整備計画が進められようとしているが、青函トンネルに新幹線方式の鉄道を通す計画案によれば、トンネル延長は約54.2kmとなり、ドーバー海峡トンネル計画(約52.0km)を越える世界一の規模のものとなる。

現在までに掘進してきている調査水平坑は、本トンネルの工事中および完成後の排水トンネルとして、また調査補助坑は作業坑として利用されることとなる。

2. 調査坑の掘進

調査坑の掘進は、1964年5月、北海道方吉岡の調査斜坑(延長1,210m)にはじまる。断面23m²、傾斜1/4のこの斜坑は、掘削部分の両側にそれぞれほぼ平行にさく孔された先進ボーリングによって前方の地質の確認をしながら、発破工法によって掘削された。1967年



図-1 青函トンネル位置図

* 日本鉄道建設公団青函トンネル調査事務所調査役

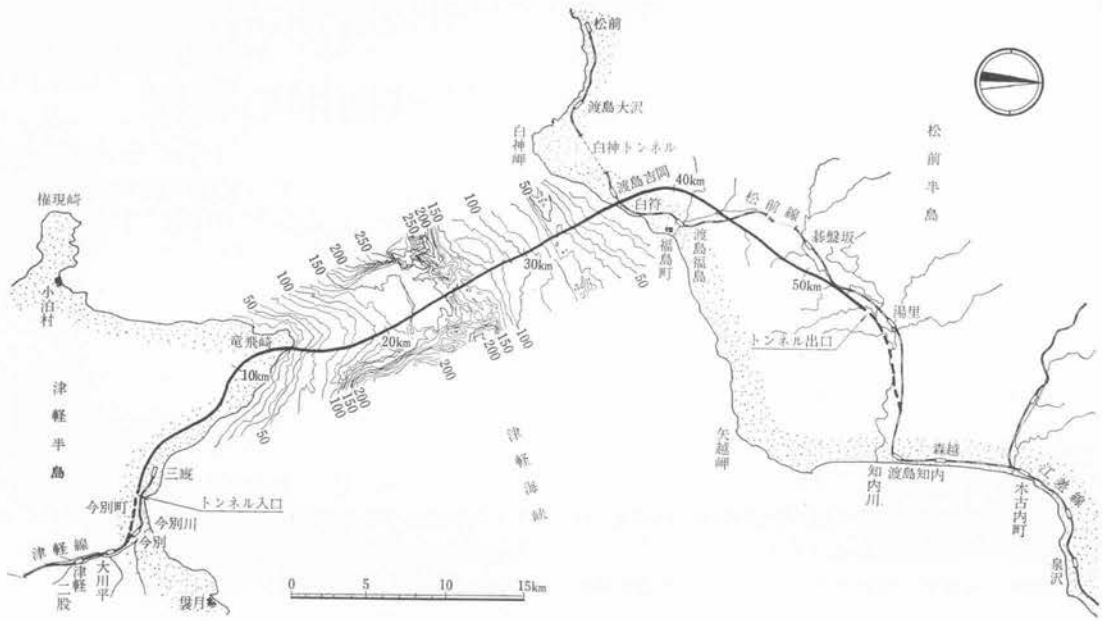


図-2 青函トンネル平面図(案)

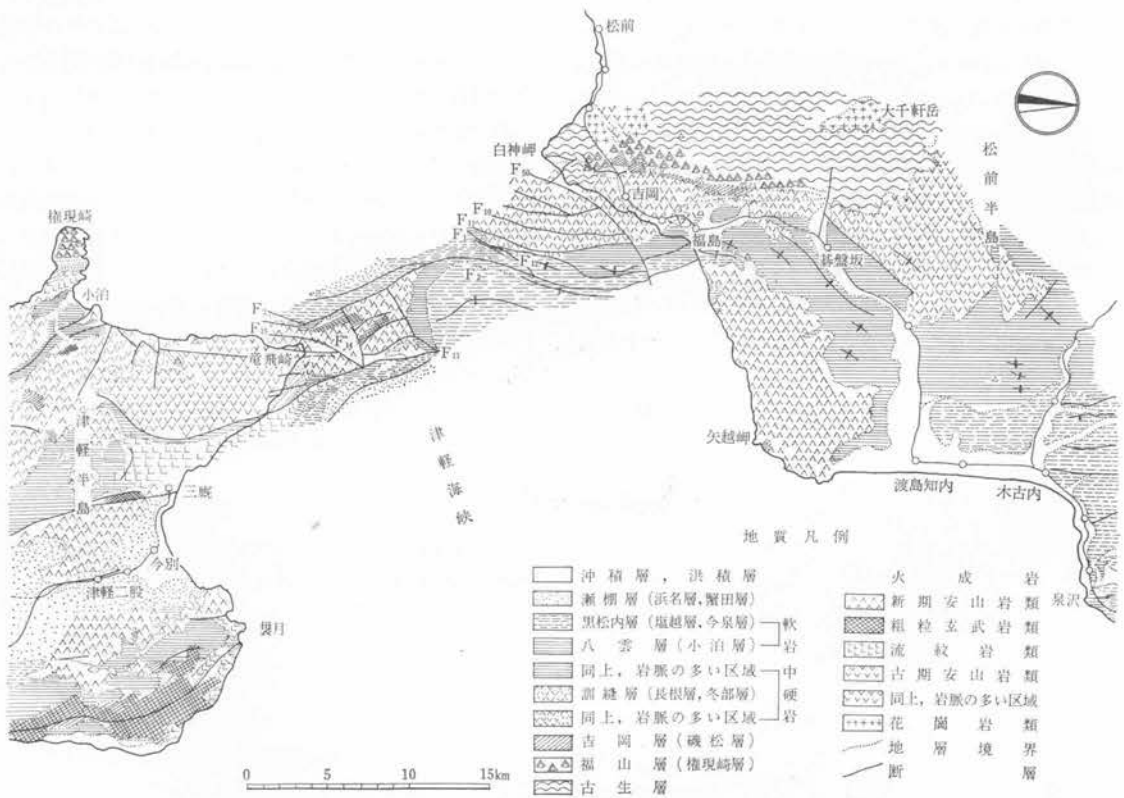
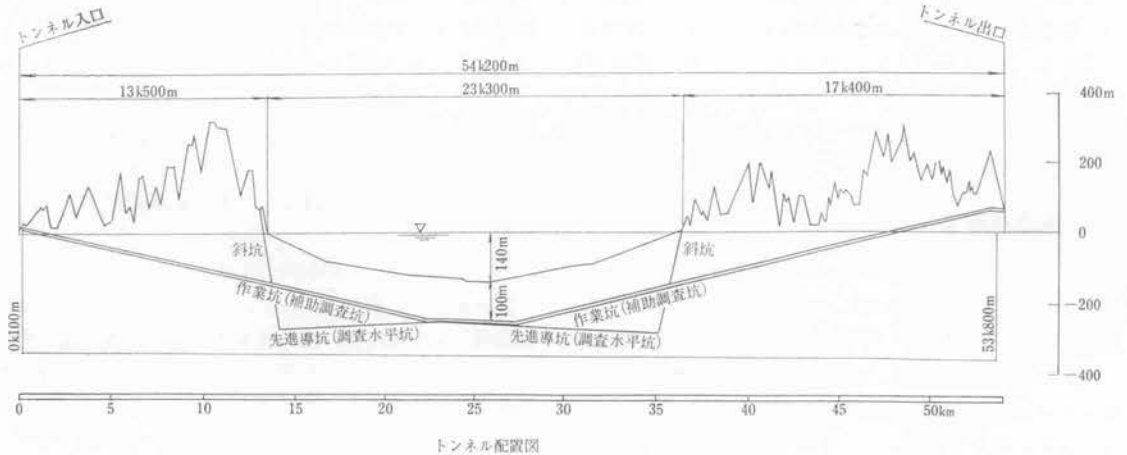


図-3 津軽海峡西口付近地質平面図



トンネル配置図

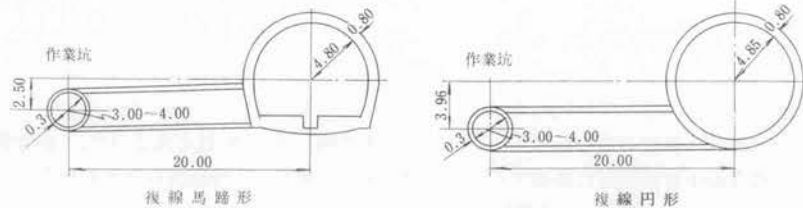


図-4 青函トンネル縦断面図(案)

3月、切羽は坑底に到達し、斜坑掘削を完了した。その先に続く調査水平坑はトンネル掘進機によって掘削を行なう計画であったので、スイスのハーベガー社製のトンネル掘進機を使用することとし、斜坑掘進中の1966年8月から翌年2月まで、斜坑坑口付近の陸上部の試験坑で、約165mの試験掘削を行なった。この掘進機はTBM736形と呼ばれるもので、掘削径3.6mである。調査斜坑の坑底設備が一部整備された1967年8月からこの736形機による調査水平坑の機械掘進を開始した。

北海道方の地質は主として凝灰岩質であり、地質の比較的良好な区間では736形機はすぐれた進行を続けたが、F-50断層部に接近するにしたがい、トンネル坑壁の肌落ちや湧水に悩まされ、はかばかしい進行が得られなかった。しかし、斜坑底基点から300m地点付近に

おいて、調査水平坑をはさんで左右に先進ボーリングの設備のための横坑を2本、すなわち半径50mの三差路に分岐した同形断面トンネルを掘進機による掘削で施工し、機械掘削の有効性を立証した。

1968年12月、736形掘進機は製作者であるハーベガー社の申し出によってその作業を終了し、改良形の836形と交換され、1969年3月より再び調査水平坑の掘進が再開された。脆弱な凝灰岩質層の肌落ちに悩まされながらF-50断層を突破し、引続いて現在はF-10断層の突破にそなえて先進ボーリング、切羽さぐりさく孔、切羽注入を繰返しながら斜坑坑底基点1,743mの地点まで掘進、切羽を進めている。

また吉岡斜坑の途中から本トンネル予定ルート付近の地質調査のため、補助調査坑の掘進が掘削径4.0mの840形機によって1970年5月より開始され、現在1,450m地点まで機械掘進によって切羽を進めている。

一方、本州方では1966年3月より発破工法によって延長1,315m、こう配1/4、断面30m²の竜飛調査斜坑の掘進を開始し、1970年1月、斜坑底到達後、引続いて坑底設備の整備と調査水平坑の掘進を行なっている。

本州方の地質は、火山岩の分布が多く、玄武岩の岩脈貫入が多く、断層、湧水も多い。したがって、斜坑掘進中に延べ47回、注入セメント量3,000t、注入グラウト量10,000m³に及ぶ止水注入を行なっている。

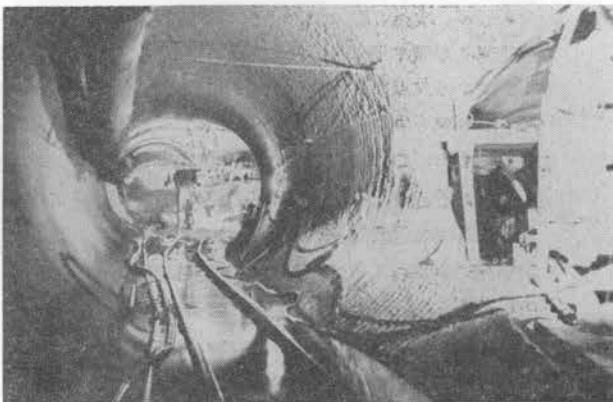


写真-1 トンネル掘進機により施工した三差路(吉岡調査水平坑)

とくに、斜坑坑口基点 1,223 m 地点の F-15 断層では、湧水圧 25 kg/cm^2 、最大湧水量 $11 \text{ m}^3/\text{min}$ の湧水帯に遭遇し、セメント 720 t 、水ガラス 350 m^3 、薬液 80 m^3 を注入、7 カ月間を費してこの断層の突破に成功し、海底トンネル施工で遭遇を予想される断層破砕帯の突破工法に重要な経験を得た。

3. 掘進機施工の問題点

青函トンネルにおいて、トンネル掘進機によって掘削したトンネル延長は 736 形、836 形、840 形を合計して 1971 年 1 月末までで 3,000 m あまりとなっているが、この間に経験した施工上の問題点としては、軟弱岩層の能率的な掘進、前方予知技術の開発、機械構造上の改良、故障対策などをあげることができる。

(1) 軟弱岩層の掘進

吉岡調査水平坑の岩層は火山堆積物が岩質化した凝灰岩、シルト岩、凝灰角れき岩などからなり、ところどころに玄武岩質安山岩の岩脈をはさみ、湧水は比較的少なく、岩圧縮強度も $100\sim 400 \text{ kg/cm}^2$ 程度のものが多く、ときに $500\sim 1,200 \text{ kg/cm}^2$ 程度の中硬質岩層に遭遇することがあるが、断層破砕帯以外はおおむね安定した良質の岩層である。しかし、圧縮強度が $200\sim 300 \text{ kg/cm}^2$ 程度の軟質岩層では岩盤圧力の作用によってトンネルの掘削による開放面は破壊されやすく、コンクリート吹付、鋼製支保工によるトンネル壁保持の処置をしないと、坑壁の肌落ち、崩落を生ずる。

坑壁の肌落ち、崩落はトンネル掘進機による掘削、ずり処理が困難となり、掘進機の推進装置の坑壁への支持が不可能となり、推進装置支持部の接触によってさらに坑壁の肌落ち、崩落を増長させることとなり、放置すれば時間の経過とともに地山の弛緩が発達し、2次、3次の大規模な崩落の誘因となる。

坑壁肌落ちの規模は岩層内の亀裂、めの発達程度、方向にもよるが、掘削径 3.6 m に対して幅約 3 m、高さ約 3 m、長さ 4~5 m 程度の三角錐状の坑壁部分が弛緩崩落することもある。

このような岩質における肌落ちをそのまま放置してお

くことはさらに危険さを増すことになるので、トンネル掘進機による掘削後なるべく早い時間に坑壁保護ないしは肌落ち抑制の処置をとらねばならない。

トンネル坑壁保護処置としてのコンクリート吹付工法は、調査斜坑掘進時から試行され、すでに $10,000 \text{ m}^2$ を越える施工経験をj得ているところから、トンネル掘進機により掘削した坑壁保護にもこの工法を基準工法として採用している。

(a) 試行 1 <切羽吹付工法>

地山がかなり安定しており、トンネル坑壁がトンネル掘進機による掘削後、掘進機本体部分が前進通過した時点で2次ベルトコンベヤ部付近でコンクリート吹付作業を行なうことが可能であれば、掘進作業とコンクリート吹付作業を同時に平行して施工できる。

しかし、F-50 断層の破砕帯区間では掘進機による地山の掘削後、できるだけ早い時期にコンクリート吹付を行なわないと肌落ちが発達して危険であるので、掘進機による1回の掘進長を $0.5\sim 1.0 \text{ m}$ 程度とし、掘削後ただちに掘進機を 1.5 m 程度後退させ、掘進機の前面切羽側に足場を組み、吹付個所の湧水処理をしたのち、吹付ホースおよびノズルを掘進機側方を通して切羽側に持ち込み、切羽および坑壁面にコンクリート吹付を行なう方法をとった。

コンクリート吹付によって肌落ちした部分の凹みを埋め、坑壁面全面に $5\sim 10 \text{ cm}$ 程度の薄い吹付コンクリート被覆を施すことにより、弛んだ岩石群をコンクリートの付着力により結合させ、地山自身がアーチ作用によってコンクリート被覆よりはるかに厚い範囲の地山に荷重を分担させることができ、また肌落ちの切欠部における応力集中をさけることができる。しかも地山内部に応力変化があった場合には、吹付コンクリート被覆面に新しい亀裂が生ずることになるので、自然のままの掘削坑壁面と違って、容易に地山の荷重状況を察知することができる。

このように、悪地質における切羽でのコンクリート吹付作業は、きわめて安全度の高い、信頼性の大きい工法であるが、吹付の際のはね返りが掘進機前部および切羽坑底部に堆積するので、これの処理にかなりの手間と時間がかかる欠点がある。また、ずりかき寄せスクレーパーや1次ベルトコンベヤ前部に固着して故障の原因にもなりやすい。この方法によれば作業能率も1日3方作業のうち純掘進時間は30分から1時間程度で、その他の作業時間は吹付段取り、吹付、跡片付などの掘削以外の諸作業に費されてしまう。また坑底部にはね返りの取り残しがあるとメインシュー部の摩擦抵抗が大きくなり、大きな推進力が必要となり、このために推進・支持部の坑壁への拡張力を大きくとらねばならず、このためかえって支持部付近の坑壁をよけいに痛めることになり、ま

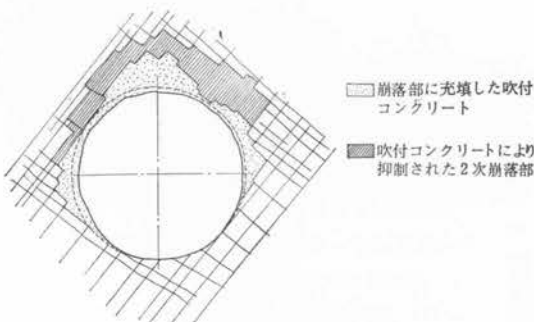


図-5 コンクリート吹付工法の効果(模式図)

た掘進方向の維持、制御にも余分な労力がかかる。

(b) 試行 2 <切羽プレート支保工>

切羽吹付工法はこのように安全かつ確実な工法であることが実証されたが、掘進機の障害が多く、かつ掘進能率はきわめて低いので、切羽吹付工法に代わるものとして、切羽で掘削直後に厚さ 9 mm、幅 200 mm、上半部 3 分割のプレート支保工を試用してみた。このプレート支保工施工は、切羽における肌落ちが比較的少ない岩層に対して試みられ、切羽吹付のように掘進機を後退させることがなく、切羽付近での錯綜した諸作業が整理され、純掘削時間も前の吹付工法の場合より大きくとれるが、掘進機の推進・支持部がプレート支保工をふまえると変形する。また軽い肌落ち程度のを防止することはできても、大きな崩落や地圧のかかる岩層では縫い返しにかえて手間がかかる欠点があった。

(c) 試行 3 <切羽H鋼埋込吹付工法>

プレート支保工に代わる次の工法として、切羽においてH形支保工を建込み、コンクリート吹付する工法を試用した。使用したH鋼は100Hで、円形断面の上半部に二つ割りH形支保工を坑壁部を掘削断面外に約15 cm程度掘込んで建込み、H鋼を埋込むようにコンクリート吹付を施すものである。H鋼の埋込み、吹付コンクリート施工は掘進機のカットドラム部を足場として行なったので、作業空間はあまり大きくないが、仮足場の組立や掘進機後退などの手戻り作業がなく、また吹付のみ、あるいはプレート支保工施工よりは格段に崩落防止効果が大きく、掘進時間率もかなり高めることができた。しかし、切羽での吹付コンクリートのはね返りの処理が容易でなく、また湧水によって流動化したはね返り材が掘進

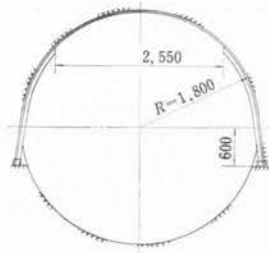


図-6 切羽プレート支保工建込図

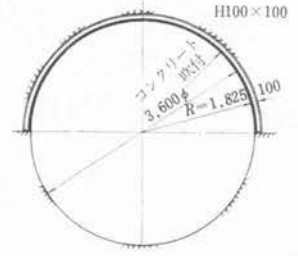


図-7 切羽H形支保工埋込吹付工法

機下側のずりかき寄せスクレーパや1次ベルトコンベヤ頭部に侵入、固着すると、ずり搬出装置の故障発生が多く、結果的には2~3 m/日程度の掘進速度しか得られなかった。

(d) 試行 4 <ルーフプロテクタ工法>

切羽におけるH形支保工の建込みや吹付コンクリートを併用した工法は、脆弱化した岩層の機械掘進には安全な工法であることが実証されたが、これらの工法では掘進速度を高めることはきわめて困難であるので、切羽部での坑壁の肌落ち、崩落を鋼板製屋根板状のルーフプロテクタによって仮りに抑え、支保工の建込みを掘進機の掘進進行に大きな支障を及ぼさないような位置である掘進機の推進支持部後方で行なう工法を試行してみた。

推進ジャッキを伸張したとき、すなわち掘削推進の終了時の支持部前端と切羽面間の距離は約 4.2 m、推進ジャッキのストロークは 1.0 m であり、推進支持部上側前端に切羽に向かって長さ約 2.5 m、開度約 82 度、有効幅約 2.4 m の鋼板製フロントルーフプロテクタを装着した。

このプロテクタによってかなりの肌落ちをルーフ部で仮受けすることが可能となり、切羽付近の作業の安全性が高くなり、支保工の建込みを切羽面から約 4 m の後方位置で処理することによって掘進と支保工建込みをある程度併行作業で施工できるように考えた。

H形鋼製支保工の形状も運搬、建込みの便利さを考えて、上部断面用 2 分割とし、脚部は坑壁をピックハンマによって掘込み、地山内に仮足付してセットすることとした。

作業に習熟するにしたがって掘進と支保工建込作業の併行施工が円滑に行なわれるようになった段階で支保工脚部の掘込みが掘進作業中に安全に行なえるよう、フロ

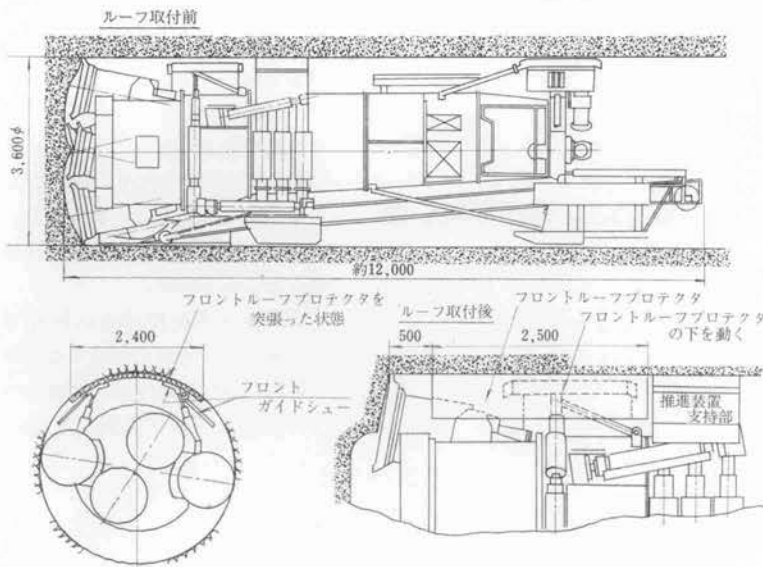


図-8 フロントルーフプロテクタ取付図

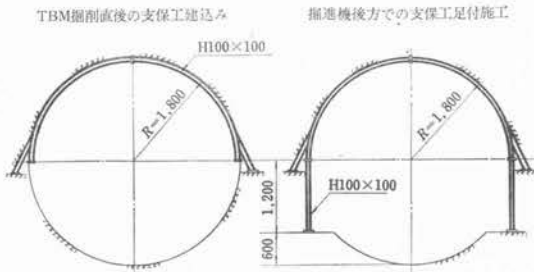


図-9 H形支保工建込工法

ントルーフプロテクタの両側に 0.5 m ピッチで幅 25 cm の鋼板をふくらんだすだれ状につり下げ、サイドプロテクタとした。このサイドプロテクタの作用によって掘進中の坑壁部にプロテクタのすき間からピックハンマで支保工脚部セットのための掘込施工が可能となった。

(e) 現在の標準掘進工法

このフロントルーフおよびサイドプロテクタの装備によってかなり脆弱化した肌落ち、崩落の多い岩層に対しても掘進と支保工建込みが併行作業できるようになったので、現在はこの掘進工法を標準工法として掘進を継続している。

この工法が軟弱岩層の掘進に成功した要因として考えられることは、プロテクタの装着によって作業の安全性と容易性が増し、作業員の掘進機作業に対する安心感、信頼感が高まったこと、これまでに経験した難行苦行を通して、問題点の把握、分析、検討が積み重ねられ、掘進機の操作や掘進関連のずり搬出、支保工建込み、軌道布設、風管延長などの諸作業にも習熟し、作業分担が明確になったこと、これによって掘進機系全般の保守点検

整備が良好になったこと、それと、それまで悪地質の連続であったのが、たまたまプロテクタを装着して掘進を開始した地点の岩質が比較的良質の岩層区間にあたり、おもしろいように掘進速度を発揮することができたことなどの諸要因が総合され、坑内温度 30~35°C、湿度 85~100% という悪い作業環境にありながら、坑内作業員全員が強い自信と旺盛な作業意欲を持つようになったことがそれ以後の連続高能率掘進の原動力になったものと考えられる。

吉岡調査水平坑における機械掘削の経過をふり返ってみると、1969 年末までは月進 35 m/月 程度であったものが、1970 年初頭からは一躍 160~180 m/月 程度に向上してきており、日進最大 22 m/日、30 日間最大掘進長 262 m の記録をあげている。

現在、斜坑途中から分岐して掘進している調査補助坑の掘進に使用している掘進径 4.0 m の 840 形機は、調査水平坑での機械掘削の施工経験を生かした改良機で、掘削開始以来 8 カ月間で 1,000 m 余を掘り進み、ほぼ順調な進行を得ている。

(2) 前方地質予知の方法

トンネル施工においては、掘進する前方の地山の地質状態がどのようになっているかをあらかじめ知っていることは施工の計画上也施工の管理上也きわめて有効である。トンネルの地質状況が、想定した掘削工法で処置できる範囲にあるものであればそれほど問題はないが、断層、破碎帯、湧水の存在、規模はトンネルの施工能率あるいは作業工程に直接関係するものであり、トンネルの地質に関する情報はできるだけ正確に早めに把握されることが望ましい。

一般の山岳トンネルであれば、かなりの大湧水に遭遇しても、水源の枯渇、あるいは湧水路の自然閉塞を期待することも可能であるが、海底下のトンネルの場合には小規模の湧水であっても、それが発展して大湧水となり、水没してしまうおそれがあるので、湧水情報については特段の神経を使うところとなる。

青函トンネルの調査坑掘進では、施工の安全性を確認するために斜坑の掘削開始以来、調査坑の左右両側に試錐作業横坑を設けて、ここから試錐孔をさく孔し、試錐孔先端は必ず掘削切羽より先進させることによって切羽より前方の地質状況をさぐり、安全をたしかめつつ切羽を進めることにし

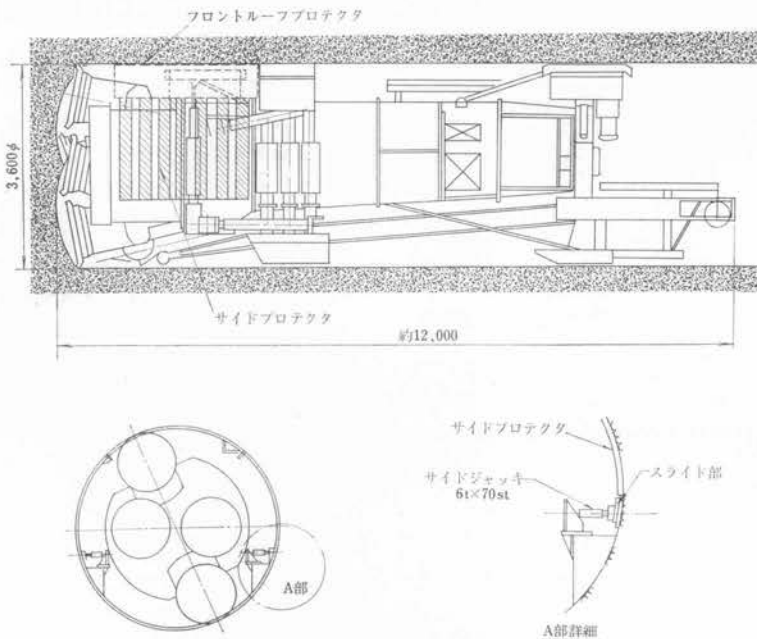


図-10 サイドプロテクタ取付図

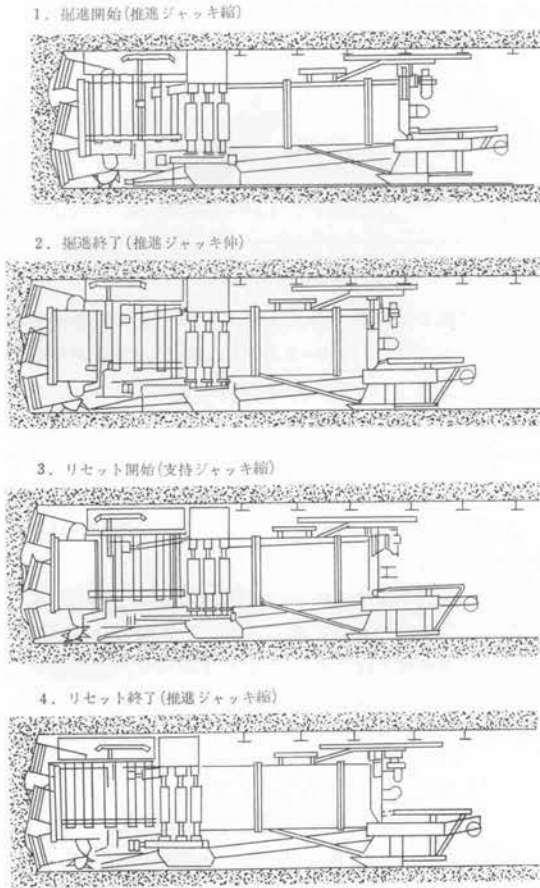


図-11 プロテクタ装着掘進工法

ている。

試錐孔長は1本 600~700 m 程度を目標に掘進ルートをはさんで最小2本の試錐孔からの地質情報によって前方の地層の状況、特に断層、破碎帯、湧水帯の有無、所在位置、傾斜走向、厚さ、湧水圧、湧水量などの諸データを把握することができる。現在までに試錐さく孔した先進ボーリングの孔長累計は吉岡方では 20 km を越えるものとなっている。

トンネル掘進機による調査坑の機械掘進が順調に進展すると、先進ボーリングの段取作業を含めたさく孔速度が問題となる。すなわち、汎用形の試錐機によれば、コアボーリングのさく孔速度はさく孔径 $N \times (\phi 76 \text{ mm})$, $B \times (\phi 60 \text{ mm})$ 級で 4~5 m/min, ノンコアボーリングで 8~20 m/min で、これに孔曲り測定や注入作業が加わるとノンコアでも 45 m/日程度である。

調査坑先端の状況としては、最先端の切羽にトンネル掘進機があり、この後方に2次、3次のベルトコンベヤ架台系が続いているので、ボーリングの作業横坑の設置位置は切羽から約 80 m 後方となる。ボーリング作業横坑の掘削と試錐機の据付に約 10 日間を要すると、この間に掘進機が 15 m/日の能率で掘進すれば、この間に切羽位置は 150 m 前方に移り、試錐作業を開始する時点では試錐機位置は切羽から 230 m 後方になり、試錐開始後約 8 日目、試錐長 270~280 m で掘進機の切羽から前方に先行することができるようになる。試錐機の試錐能力と、水平長尺さく孔の孔曲りによる前方情報の精度低下から有効試錐孔長限度を 600 m とすると、試錐ボ

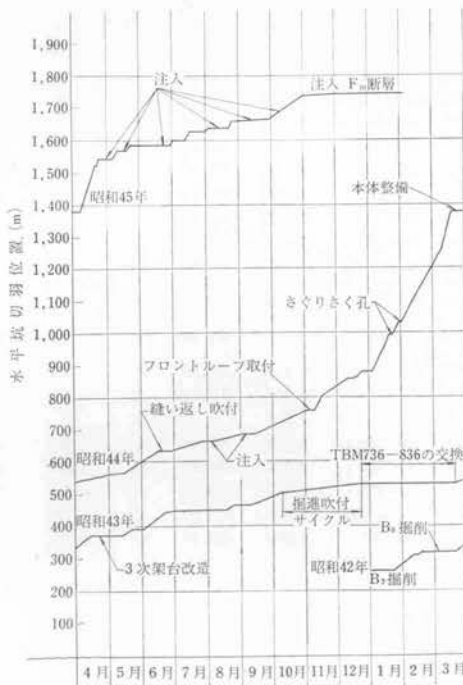


図-12 北海道側調査水平坑進行図

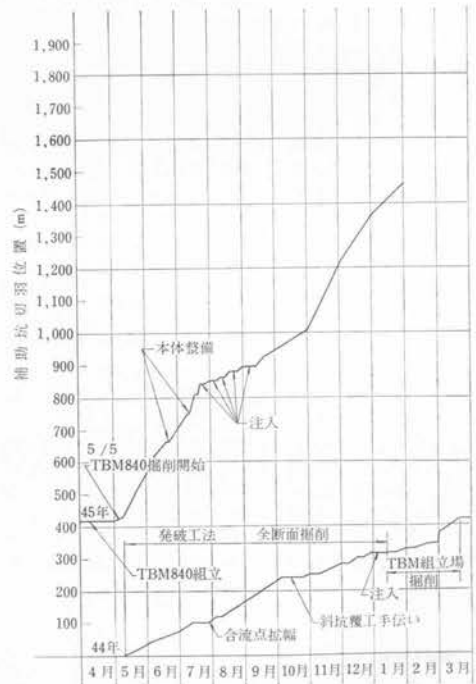


図-13 北海道側調査補助坑進行図

ーリングとしての有効先進さく孔長は 320 m 程度しか得られない。また、試錐作業中に問題個所と思われる地点に遭遇し、コアボーリングに切換えたり、湧水個所の止水注入や再さく孔を行なっている間に掘進機の切羽は先進ボーリング先端位置に追いついてしまうことがある。

このような場合には、安全を確認するうえで掘進機の切羽から前方に大形さく岩機によるさぐりさく孔を 40~50 m 程度行ない、異常がなければ不慮の湧水遭遇を考慮して地山のバルクヘッドを 10~20 m 程度残して 30~40 m 区間を掘進し、再びさぐりさく孔をくり返す工法をとっている。さぐりさく孔は地山の状況に応じて最低 2 本、一般には 4~8 本さく孔して前方の安全を確認するようにしている。さぐりさく孔が湧水部に遭遇すれば止水注入に切換え、再びさぐりさく孔を行なって湧水が 200 l/min 以下になるまで注入し、さぐりをくり返して行なうことにしている。

前方地質の予知は、海底トンネルの安全施工にはきわめて重要なことであるので、当面の問題点であるボーリング作業横坑の急速設置、試錐孔先端における地質情報の把握、伝達系の開発を含む長尺水平ボーリング技術の開発について現在各種の調査、試験を行なっている。長

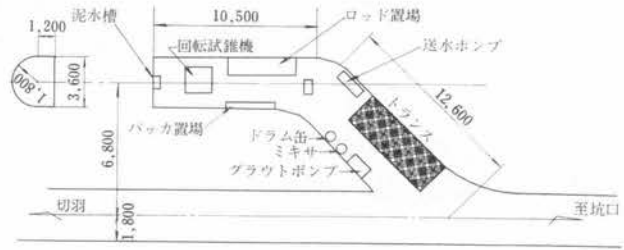


図-14 試錐作業用横坑

尺水平試錐では 1 孔のさく孔長が長いほど先進距離が大きくできるので、1,500~2,000 m 級の水平長尺試錐の実用化を目標として、先端駆動方式のエレクトロドリル、ダイナドリルの試験さく孔も試みている。竜飛坑外での実験結果ではエレクトロドリルによってさく孔径 200 mm の水平試錐孔を 20~30 m/hr の速度で掘進することができた。(水平長尺試錐については別の機会が得られれば報告したい)

(3) 海底トンネルにおける機械の故障とその対策

海底トンネルの掘進に投入されている機械設備には、トンネル掘進機をはじめ、ベルトコンベヤ、蓄電池機関車、排水ポンプ、送風機、注入ポンプ、ミキサ、コンクリート吹付機、クレーン、変電設備、修理設備など各種

表-1 吉岡方調査水平坑 TBM 836 形実績表
掘削期間：昭和44年3月19日~46年1月30日 掘削開始地点：第1水平坑 532.78 m

年度	年月	掘進長 (m)	掘削時間 (min)	断面積 (m ²)	掘削量 (m ³)	掘進速度 (m/hr)	ドラム回転数 (rph)	推進圧力 (t)	支持圧力 (t)	消費電力量 (kWh)	m 当りの消費電力量 (kWh/m)	チップ損耗数 (個)	m 当りのチップ損耗数 (個/m)	m ³ 当りのチップ損耗数 (個/m ³)
43年度	44年3月	5.25	545	10.17	53.41	0.58	7~10	60~130	420~660			0		
44年度	44年4月	22.02	1,565	10.17	224.03	0.84	9~12	50~140	460~560	8,886	403.54	1	0.045	0.004
	5月	40.73	2,310	10.17	414.39	1.06	8~15	75~115	440~560	9,394	230.63	2	0.045	0.005
	6月	34.16	1,867	10.17	388.24	1.23	8~15	80~150	440~540	7,492	219.32	1	0.039	0.002
	7月	25.28	1,434	10.17	267.37	1.10	11~14	120~150	452~600	7,703	293.11	1	0.049	0.004
	8月	20.19	1,019	10.17	205.41	1.19	10~14.5	120~150	440~592	6,530	323.42	1	0.045	0.005
	9月	21.91	1,013	10.17	229.91	1.30	7~15	100~155	440~560	5,679	259.19	27	1.230	0.110
	10月	54.50	3,391	10.17	554.48	0.96	7~13	60~130	192~360	13,128	240.88	19	0.348	0.030
	11月	83.86	4,238	10.17	853.19	1.19	7~10	80~125	200~280	14,345	171.05	8	0.095	0.009
	12月	39.32	2,157	10.17	400.04	1.09	8~12	70~145	240~280	10,463	266.09	19	0.483	0.047
	45年1月	163.00	7,370	10.17	1,658.36	1.33	8~12	75~145	220~320	23,133	141.92	19	0.116	0.011
	2月	160.41	7,012	10.17	1,632.01	1.37	8~12	75~140	200~360	22,074	137.61	19	0.118	0.011
	3月	180.42	7,425	10.17	1,834.87	1.46	8~14	60~150	180~360	24,282	134.58	43	0.238	0.020
44年度計		852.05	40,801	10.17	8,665.35	1.24	7~15	50~155	180~592	153,109	179.69	160	0.188	0.019
(累計)		857.30	41,346	10.17	8,718.74	1.23	7~15	50~155	180~660	153,109	178.59	160	0.187	0.018
45年度	45年4月	159.07	5,810	10.17	1,618.38	1.64	6~15	50~120	260~400	20,117	126.46	30	0.188	0.019
	5月	46.84	1,618	10.17	1,476.36	1.73	8~10	60~135	260~280	9,804	209.31	8	0.171	0.017
	6月	0	0	10.17						3,618		25		
	7月	35.26	1,381	10.17	358.59	1.53	8~12	50~100	280~400	4,419	125.32	20	0.567	0.056
	8月	35.02	1,527	10.17	356.15	1.37	8~12	40~140	240~280	9,943	283.92	14	0.398	0.039
	9月	19.34	815	10.17	196.69	1.42	8~12	90~130	200~280	4,451	230.14	11	0.569	0.056
	10月	52.66	2,818	10.17	535.55	1.12	6~10	97.5~120	214.5~273	10,651	202.26	41	0.779	0.077
	11月	10.00	732	10.17	101.70	0.82	6~9	105~135	468~507	6,294	629.40	17	1.700	0.167
	12月	0	0	10.17				(F-10 注入作業中)						
	46年1月	0	0	10.17				(")						
	2月	0	0	10.17										
	3月	0	0	10.17										
46年1月末日計		358.19	14,701	10.17	3,642.79	1.46	6~15	40~140	200~507	69,297	193.46	166	0.463	0.046
果 計		1,210.24	56,047	10.17	12,308.14	1.30	6~15	40~155	180~660	222,406	183.77	326	0.269	0.027

表-2 吉岡方調査補助坑 TBM 840 形掘削実績表
掘削期間：昭和 45 年 5 月 5 日～46 年 1 月 23 日 掘削開始地点：補助調査坑 420.01 m

年度	項目 年月	掘進長 (m)	掘削時間 (min)	断面積 (m ²)	掘削量 (m ³)	掘進速度 (m/hr)	ドラム 回転数 (rph)	推進圧力 (t)	支持圧力 (t)	消費電力量 (kWh)	m ³ 当り 消費電力量 (kWh/m ³)	チップ 損耗数 (個)	m ³ 当り チップ 損耗数 (個/m ³)	m ³ 当り チップ 損耗数 (個/m ³)
45年度	45年4月													
	5月	130.10	6,164	12.56	1,634.06	1.26	8~12	45~90	120~440	14,565	111.95	0		
	6月	133.01	5,489	12.56	1,670.61	1.45	7~12	45~90	200~440	13,969	105.02	0		
	7月	168.89	6,745	12.56	2,121.26	1.50	7~13	60~120	200~400	17,710	104.86	2	0.011	0.001
	8月	32.79	1,472	12.56	411.84	1.32	8~15	70~120	200~340	13,203	402.65	11	0.335	0.026
	9月	58.17	5,228	12.56	730.62	0.67	3~15	60~120	320~360	13,164	226.30	102	1.753	0.140
	10月	59.75	3,957	12.56	750.46	0.91	3~15	105~180	214~585	13,089.8	219.08	42	0.703	0.056
	11月	205.34	8,734	12.56	2,579.07	1.41	6~14	75~180	234~468	20,689.8	100.76	37	0.180	0.014
	12月	145.32	7,525	12.56	1,825.22	1.16	4~13	75~120	304~390	20,645.8	142.07	115	0.791	0.063
	46年1月	106.51	4,256	12.56	1,337.77	1.50	10~14	97.5~172.5	292.5~390			93	0.873	0.070
	46年1月末日計	1,039.99	49,565	12.56	13,062.27	1.26	3~15	45~180	120~585	127,036.4	122.15	402	0.387	0.031

のものがある。

海面下 280 m、坑口から 3 km 奥の切羽まで続く海底トンネルの坑内は、気温 30~35°C、湿度 85~100%、ある区間では多量の塩分を含んだ湧水があふれ、ある区間では視界 0 m に近い粉塵がたちこめるといふ作業環境であるので、機械類の摩耗や腐食の進行も著しく、故障とその対策は重要な課題となっている。

各機械類に共通して発生する故障休止の原因のほとんどは塩分の多い水滴と微細な岩粉の付着、堆積による電気系統の絶縁耐力の低下、油圧系統、回転・摺動部分のダストシール、オイルシールの疲労、劣化から異物の侵入による摩耗破損などが故障現象の直接的な起因となっている。

鉄鋼部材を発錆、腐食から防護するための塗装覆膜も一般市販品級のものでは驚くべき早さで劣化、剝離してしまう。ボルト、ナット類や油圧配管類なども普通の塗装仕様のものではこのため腐食、衰耗が著しく、陸上部での使用ならば半永久的な耐力のあるものも、坑内では 1~2 年でぼろぼろになる。

これらの故障要因を排除する対策としては、主要な電

気系統部分については定期的な水洗洗浄の徹底、接続部へのシリコン樹脂の塗布、封入、運転時、休止時の温度変化による呼吸作用をなくすための電熱保温、乾燥温風吹付設備の付加、あるいは絶縁耐力の点検が容易にできるよう配線構造を変更するなどの措置が必要となる。

シールについては、シール機能の強化をはかるが、取替容易な単純な構造に変更して、消耗品扱いと考えると頻りに交換することになる。塗装は強力な防錆塗装仕様に格上げしなければならないが、外注市販部品まで徹底させることは容易ではない。油圧配管類については耐圧ゴムホースに取替えたものは寿命が長くなった。

稼働率が掘削の進行に直接関係するような主要機器については、トンネル坑内に搬入する前に作業環境試験を行なって不具合な箇所を発見し、その対策処置しておくことが望ましい。

現在調査補助坑で順調に稼働を続けているトンネル掘進機は、坑内に搬入する前に試験掘削を行ない、その際 7 日間連続して 500 l/min の海水を掘進機全体に散布し、電気機器の絶縁劣化しやすい部位を調査し、あらかじめ劣化防止処置を強化しておいた。

調査水平坑で使用している掘進機は、使用後 1 年目に坑内切羽で定期点検整備を行なったが、掘進機内部に配置してある油圧ポンプ駆動用電動機の空冷ファン、ファンカバー内には微細岩粉が 5 kg も堆積していた。

潤滑油や油圧作動油についても高温、多湿の作業環境のもとではドレンの励行、フィルタの強化、劣化度の定期点検、判定など潤滑管理面でも細かい配慮が必要である。機械冷却用水は現在坑口からポンプ配管によって坑内の切羽まで送っているが、坑口で 12°C の冷却用水が斜坑底で 14°C、水平坑 1 km 地点で 17°C、1.8 km の切羽では 24°C と温度が上昇してくる。今後は冷却熱源として海水の利用も検討されることになるだろう。

4. 今後の課題

現在までに得られた青函トンネル調査工事の実績、経験から判断するならば、海底部区間約 23 km を含む総

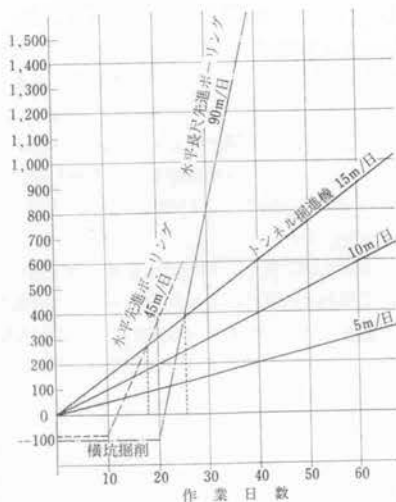


図-15 掘進切羽位置と試錐孔先端位置の関係

延長約 54 km の長大トンネルの掘進は技術的に可能である。その掘進にあたっては、海底部区間については、先進導坑および本坑に平行した作業坑を先進させ、水平ボーリングによって前方の地質状態を確認しつつ、湧水箇所に対してはセメントを主体とする注入を行なって止水し、また断層破砕帯などの地質不良箇所はこれまでの経験から開発した特殊工法により突破することができ、他の大部分の地質良好区間は、一般山岳トンネルと同様の工法により掘進することができる。

今後の技術的課題としては、掘進のより一層安全、確実な工法による掘進速度の向上、掘進の能率化がある。

より安全、確実な掘進のためには、作業計画の基礎となる施工技術的に必要な前方地質状況に対するより正確な情報把握と、判定、判断能率の向上が重要な課題とな

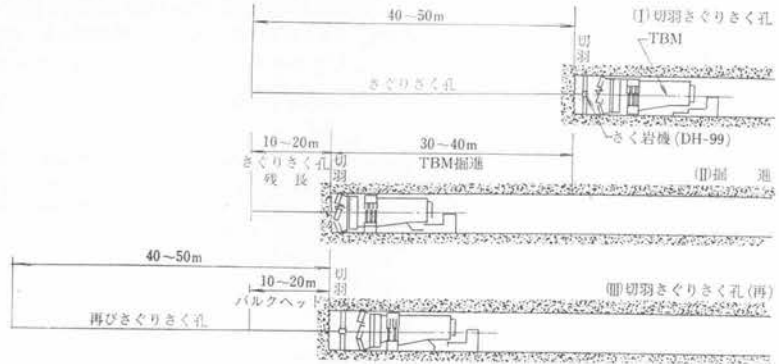


図-16 切羽からのさぐりさく孔と掘進

る。特に水平長尺ボーリングの一層の技術開発によって、確実な施工条件の早期把握と、止水のための高効率注入技術の開発、およびトンネル掘進機を含む掘進作業システムの総合的なオペレーションが並行して進められなければならない。また海底下の長大トンネルの施工では坑内作業環境の整備改善と、作業人員、材料の長距離輸送方法の開発も掘進能率向上の重要な要件となる。

お知らせ

科学技術週間について

昭和 46 年度科学技術週間は、来る 4 月 12 日(月)から 18 日(日)までと決定された。

科学技術週間は昭和 35 年 3 月 26 日の閣議了解によって科学技術の振興を図るためには一般国民の科学技術に対する理解が重要であることにかんがみ、科学技術思想の高揚を図るために設けられたもので、同週間中に科学技術に関する各種行事を集中的に行なうこととしている。

戦後におけるわが国科学技術の発展はまことにめざましく、終戦直後約 30 年遅れているといわれた欧米との技術格差を、積極的技術導入を中心すると科学技術振興努力によって次第に克服し、産業全般に技術革新をもたらし、産業構造を高度化させ、ついに国民総生産は自由世界第 2 位という今日の繁栄をもたらすに至っている。また、科学技術水準の向上は国民生活にも大きな影響を与え、医療保健技術の発達、衣食住の近代化、通信、輸送手段の発達は生活様式を変革し、国民生活を豊かにしている。また公害防止等環境保全問題の解決、情報化社会への対応も、科学技術の力をもってこそ成しうるものであり、さらに将来急増する人口をかかえ、枯渇するエネルギー、食料問題等資源問題を解決し、人類がさらに繁栄していくには、原子力平和利用、海洋開発等の科学技術こそ不可欠の力となるものである。

しかしながら、わが国の科学技術環境は厳しいものとなりつつある。わが国の技術水準が欧米のそれに近づき、わが国産業

が欧米の競争相手となるに従い、技術導入が次第に困難になってきている一方、航空機、電子計算機等の技術集約産業において、また原子力、宇宙、海洋等先端の技術において欧米、とくに米国には大きく遅れているのが現状である。この現状を克服し、将来ともわが国産業を発展させるには技術開発力の強化を図り、創造的な自主技術を開発していくことが急務である。

しかしながら、わが国の科学技術振興に対する努力は欧米に比べまだ足りないといわなければならない。科学技術研究費においては、わが国は 9,332 億円で米国の 1/9、ソ連の 1/4、英、仏、西独には 2~3 年遅れている。科学技術研究費の国民総生産に占める比率は米国 3.6%、ソ連 3.7%、英国 2.9%、仏 3.1%、西独 2.8% に比べ 1.9% と低く、政府負担は欧米の 60~70% に比してわずか 30% にすぎない。

政府においても鋭意科学技術の振興を図っているところであるが、従来の経緯にかんがみ、今後とも民間による技術開発に期待するところきわめて大きいものがある。さらに、科学技術の振興は広く国民全般の理解と関心と努力によってこそ成果が期待できるものであり、科学技術週間に各種行事に一人でも多くの国民の皆様が参加され、科学技術振興の重要性を認識されることを希望します。

このため本年度から新たに科学技術振興会議(仮称)を開催するほか、科学技術庁長官による科学技術功労者および創意工夫功労者の表彰をはじめとする各種機関による表彰事業、国、地方公共団体、特殊法人等の試験研究機関の公開、科学館、博物館等の公開、講演会、講習会、討論会、映画会、展示会、研究発表会の開催、科学技術に関する資料の公開等の行事を、広く科学技術関係機関の協力を得て行なうこととしている。

(科学技術庁振興局)

大倉山ジャンプ競技場建設の土木工事

菊 地 和 男*

1. ま え が き

この工事は 1972 年札幌冬季オリンピック大会のジャンプ競技施設として札幌市西方に位置する旧大倉山ジャンプ場に 90 m 級純ジャンプ台を新設し、これに付属する諸施設を含める建設工事である。

工事着手は昭和 44 年 4 月で、完成は昭和 45 年 11 月の 20 カ月間の工期であるが、北海道の特性上、4 カ月間の冬季工事中止期間があり、二分された工程の不利な点はあったが、工期内の完成をみる事ができたので、ここに工事の概要を記し、今後なんらかの参考になれば幸いである。

2. 工 事 概 要

- (1) 工 期 昭和 44 年 3 月 29 日～
昭和 45 年 11 月 19 日
- (2) 工 費 5 億 6,000 万円
- (3) 敷地面積 約 90,000 m²
- (4) 施 工 大成建設(株)
- (5) 競技施設本体
 - ① アプローチ(鉄筋コンクリート造り)
こう配 35°, 斜長 115 m, 落差 56.181 m, 雪厚 30 cm
 - ② ランディングバーン(仕上面 SM 式緑化穴工法)
こう配 39°, 斜長 152 m, 落差 80.473 m, 雪厚 70 cm
 - ③ ブレーキングトラック(仕上面種子吹付工法)
LEVEL 延長 165 m, 雪厚 1 m
- (6) 付属施設
 - ① 駐 車 場: 200 台駐車

- ② スタート台付属建物: 鉄筋コンクリート造り
- ③ 審 判 台: 鉄筋コンクリート造り
- ④ 競技運営本部: ロイヤルボックス(鉄筋コンクリート造り), ロイヤルボックス収容人員 500 名
- ⑤ スタンド:
 - A スタンド(スクラム式間知ブロック積み, 立見席, 収容人員 7,700 名)
 - B スタンド(コンクリート造り板張り椅子席, 収容人員 3,500 名)
 - C スタンド(種子吹付緑化工法, 立見席, 収容人員 35,000 名)

3. 仮 設

この工事は資材の運搬が工事の進捗を大きく左右するので、仮設計画には特に考慮した。

スタートハウスとブレーキングトラックとの高低差は 136.6 m あり、これの荷揚げはすべて索道とインクラインを使用した。索道は傾斜こう配 11°, 延長 287 m あり、主索は $\phi 36$ mm ワイヤで 4.5 t つり上げ可能、つり上げ高は約 45 m あり、A スタンドの上部までつり上げ運搬できるように設置した。

インクラインは A スタンドの上部より傾斜こう配 28°, 延長 170 m, 巻上能力 4.5 t で、スタートハウスまで運搬できるように設置した。

スタートハウスおよびアプローチにおける使用資材は一度索道によりつり上げられ、インクラインよりおのおのの個所に運搬され、またランディングバーンと A スタンドについては索道で行なわれ、左右の小運搬はすべて人力によって行なわれた。

索道とインクラインの総荷揚数量は索道 20,000 t, イ

表-1 工事工程表(昭和 44 年 3 月 29 日～45 年 11 月 19 日)

	44年	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	45年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		
仮設工事	■																								
土木工事		■										冬期間につき 工事中止			■										
建築工事		■										冬期間につき 工事中止			■										
砕片付整理																								■	

* 北海道開発局営繕部建築課

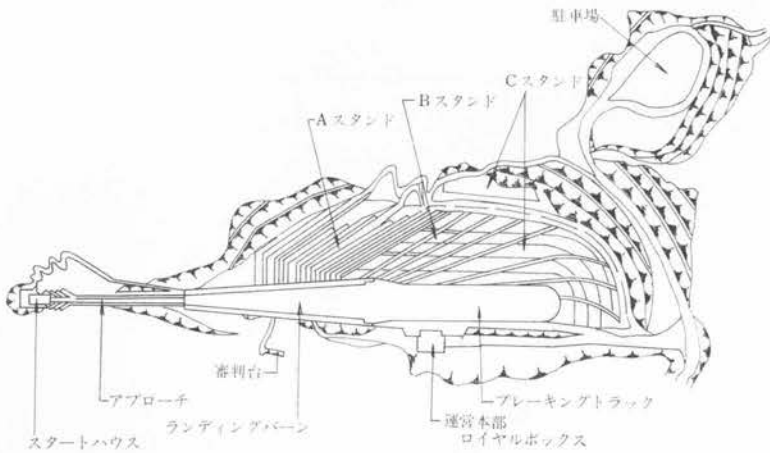


図-1 ジャンプ場平面図

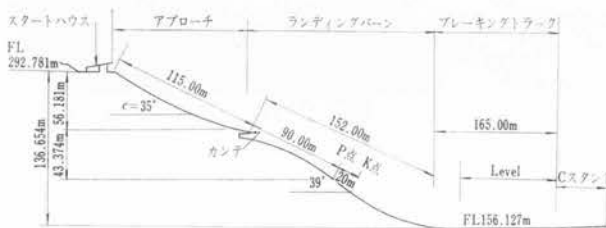


図-2 ジャンプ場断面図

ンクライン 5,000 t である。

4. 土 工

大倉山の土質は崖錐層および集塊岩で、土工指針の範囲から判断すると、軟岩岩塊または玉石混じり粘質土に区分される。土質別の掘削土量は土砂 90,000 m³、軟岩 160,000 m³ に大別される。掘削された土量は駐車場と C スタンドに流用盛土した。

この土工作业は昭和 44 年中に完成させなければ昭和 45 年の作工作业その他工事の工程に支障をきたすため、その施工にはなみなみならぬ努力がはらわれた。

掘削は、スタートハウスとアプローチには重機の運搬が不可能なため人力掘削と火薬を使用した。ランディングバーンおよび A スタンドの掘削はリッパドーザとブル

ドーザを使用した。A スタンドは、階段状でこう配が 38° あるため、ブレイキングトラック方向には重機の運転は不可能であり、ランディングバーン方向と C スタンド方向にしか掘削できず、作業能率は悪く、土質も部分的に硬岩がでた。なお、リッパドーザで荒掘削し、硬岩部分は火薬を使用し、ブルドーザで仕上げ作業をした。

ランディングバーンの掘削は、39° のこう配のために上部より徐々にまき出し、重機の足場を作りながら A スタンドよりの土量を集土し、駐車場と C スタンドにダンプ運搬した。ランディングバーンの仕上げ作業は急こう配のためブルドーザ作業は不可能であり、人力仕上げし、特にランディングバーンの両側は係員、選手の階段と排雪、排水溝(鉄筋コンクリート造り)で、その掘削はすべてピック

を使用した。

敷地境界と急こう配のため仮設道路を作ることはできず、A スタンドなどは重機を一度下段に作業を移せば上段作業に上げることはできず、一段ずつ重機作業が終わるまで次の段の作業はできなかった。また工程上、火薬使用より多少無理をして重機を使用した個所もあり、履帯の爪、起動輪の爪などを減らし、使用不能になった例もあり、重機を効率のよい状態で稼働させるには不向きな点もあった。

なお使用した重機は次のとおりである。

リッパドーザ	2台 (32t 級, 23t 級)
ブルドーザ	3台 (17t 級)
ショベルドーザ	5台 (0.6m ³ 積)
ダンプトラック	20台 (6t 車)

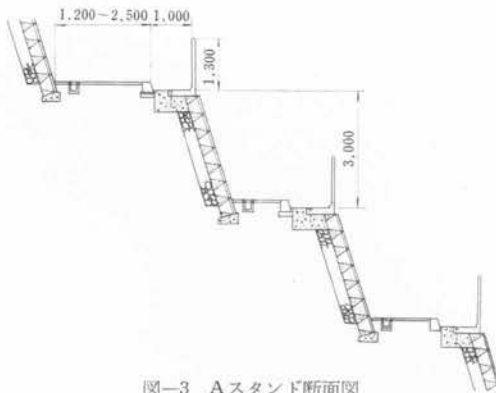


図-3 A スタンド断面図

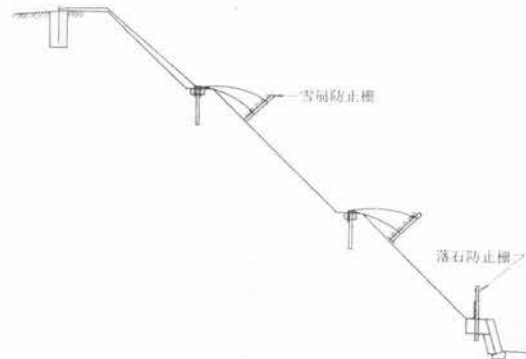


図-4 雪崩防止柵と落石防止柵

コンプレッサ 100 PS 定置式 2台
 同上配管 $\phi 15$ cm, 400 m
 使用した火薬 3号桐 8 t

Cスタンド盛土量は 193,000 m³、盛土高は 30 m あり、駐車場盛土量は 57,000 m³、盛土高は 27 m で、盛土のり面はすべて粗朶のり覆工に野芝張りとした。

切土のり面は軟岩のため試験結果 SM 式緑化穴工法を施工し、プレーキングトラックおよびCスタンドは東興式種子吹付工法を施工した。なお A スタンド上部のり面には SM 式緑化穴工法に雪崩防止柵 23 個所施工、A スタンド最上部コンクリートブロック積みで落石防止柵を施工した。

運営本部、ロイヤルボックスのり面の一部は硬岩に近い岩質のため SM 式緑化穴工法は施工できず、落石網(8# \times 5.5 mm ビニール被覆線)を使用した。緑化部分は落石防止のため高さ 1.8 m の落石防止柵を施工した。

5. スタンド

A スタンドのり面はスクラム式コンクリートブロック谷積みとし、ブロック積みの高さ約 3 m、のりこう配 1:0.3 でコンクリートブロック積みの上にプレキャストコンクリートL形手摺を据付け、手摺高 1.4 m、幅 690 mm、1 個の重量が約 300 kg である。手摺は $\phi 19$ mm、 $l 500$ mm のアンカーボルト 2 本で固定され、手摺と手摺の横継ぎは $\phi 16$ mm、 $l 350$ mm のボルトで緊結した。手摺の強度は設計条件推力 250 kg/m と示され、試験結果 350~400 kg/m 値が得られた。

A スタンドに使用したコンクリートブロック、コンクリートL形手摺、レディミクスコンクリート、骨材等はすべて索道運搬で重量制限と、あまり大量に運搬すると

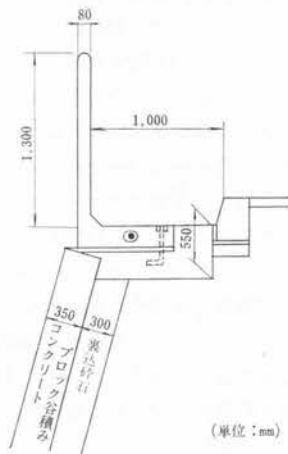


図-5 A スタンド手摺詳細図

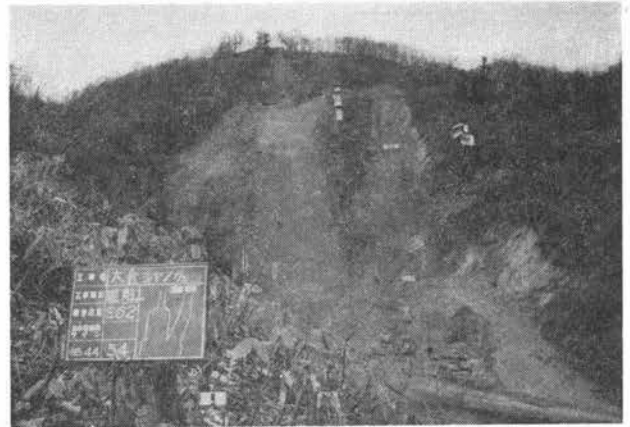


写真-1 大倉山ジャンプ競技場工事着工前



写真-2 大倉山ジャンプ競技場工事完成近し

破損し、1 回の運搬個数はコンクリートブロックで 20 個、コンクリートL形手摺で 4 枚、コンクリートで 1 m³ 程度で、索道荷降ろし場所より小運搬を行なった。手摺の据付などは 4 人 1 組で 10 枚/日であり、能率はよくなかった。

高所作業のためすべて索道にたよらなければならず、停電ともなれば作業はまったく中止しなければならない悪条件であった。B スタンド、C スタンドは比較的こう配もなだらかな個所であり、作業も平地作業と変わりなく、工程どおりであった。

6. あとがき

本工事着工後、地盤の状態が設計条件と異なることが判明し、再度地盤調査をし、大規模な設計変更を余儀なくされた。

また設計の際、A スタンド等の除雪の問題、通路の問題など、施工しながら解決しなければならず、すべて人命にかかわることなので慎重をきした。また高低差 136 m の高所作業の悪条件にもかかわらず、工事中事故者もなく、工事は無事工期内に完成し、昭和 46 年 2 月のプレオリンピックが開催されたことは関係各位のご指導、ご協力と、深く感謝の意を表します。

道路造りも受難時代である

浅井 新一郎*

自動車交通事故についてみても、アメリカでは過去10年間に170万の命が失われており、自動車によって興隆したアメリカは、いまや自動車のために亡ぶとさえ極論されており、日本にしても、自動車保有台数の伸びとともに毎年判で押したように増え続けている自動車交通事故死者の数をみれば、一見アメリカの轍をそのまま踏んで行くかのような勢いである。

このような交通戦争への絶望感から、アメリカでは各地で自動車を使わない運動がさかんであると聞く。また日本でも自動車廃止論に近い意見をしばしば聞く。先頃テレビで“うらみ重なる自動車を斧でぶちこわすショー”というのを見て一驚したが、こうした多少ヒステリックと思われるような動きも、環境を無視した自動車への安易な依存に対する警鐘と受けとれば、むしろ大いに結構なことかも知れない。

しかし、現代社会から自動車を取り上げるという議論は、まさにいうべくして不可能であり、そのいらだちは理解できるにしても、現実の問題の解決としては道路環境を無視してどんどん自動車を造って行くのと同様にこっけいである。

極論は評論家にまかせて、われわれとしては人間の知恵の所産である自動車を、より高い、より広い英知を集めて乗りこなすことを目指すべきであろう。アメリカでは無害車の実現のために1974年と1980年をタイムリミットとする無公害車実現のための法制が準備され、企業はこれに本格的に取り組んでいると聞く。また日本でも遅ればせながら昭和50年を目標とする無害車の研究開発に手をつけたようである。今日の自動車を造りあげた技術とエネルギーをもってすれば、騒音と排気ガスの問題は、早晚大きな改善が果たされるものと期待できる。

残るのは交通事故の問題である。

自動車が人の知覚と運動神経によって動かされる機械である以上、運転するものはすべてが運転中常に機能的

に完全無欠であるという前提に立たなければ、自動車事故をゼロにすることは不可能である。運転者も生身の身体として、運転中に神経のゆるみ、動揺、錯覚など、事故の第一原因につながる精神的、肉体的条件に瞬間的に落ち込むのは避けられないことであるし、そうした運転者が何1,000万と走り回る状態を考えると、交通事故はわれわれの仕事と生活の中で一般に起こり得る多くの事故がそうであるように、事故そのものを皆無とすることはむずかしい。しかし、問題は、そうした人間の通常能力を越えた不可避的な自動車交通事故よりも、実際に起

こっている自動車交通事故の数がはるかに多いのではないかということである。1970年における米国の自動車事故死者数は、例年とは逆に1,100人減少し、これは自動車の安全構造の改良と、道路標識その他道路安全施設の整備による効果と伝えられている。この“解決のある事故”の解決こそ道路を造る者に課せられたこれからの大きな技術的課題である。

ニューヨーク市郊外のラドパーンでは、そのニュータウン計画の推進にあたって、住宅地の道路計画に、従来の碁盤目街路をやめて、いわゆるラドパーンの「袋小路システム」を採用入れたが、この住宅街は40数年間にわたって「死者ゼロの街」として注目を浴びたそうである。このような事実はわれわれに大きな勇気を与えてくれる。

日本の道路には馬車時代の歴史がなかったといわれる。人々が下駄ばき、草鞋ばきで使っていた往来に、突然自動車が入り込んできて、それがやがて主人顔で走り回るようになったのが今日の道路の巨視的な実態である。いくつかの幹線の高規格道路があり、それには立派な歩道がついているものの、多くは、本来歩道であるべきものに人と車が混然と通行しているに過ぎない。道路技術的にこれから解決しなければならない問題は山積みしているといつてよい。

歩道にしてもそうである。歩道は車道にくっついてい



* 建設省道路局高速国道課長

るのが今日までの道路築造の常識であるが、これからの歩道と車道は平面的にも立体的にも分離する観点から、もっと自由奔放な工夫があってしかるべきであろう。都市の道路にしても、これからの都市の機能的、構造的革新の中にあってその先行的な役割を果たす必要があり、人口の半分が住む都市空間の美的活用についてももっと新しい視角から積極的に取り組むべきであろう。

未来の都市交通については、シティカーやデマンドバス、無人誘導車や動く歩道などの新しい交通手段の研究開発もさることながら、より現実的な問題として、自動車交通と機能化された街路とのバランスを追求するとともに、都市交通機関の総合的整備について、縄張り意識を捨てた真面目な議論から、実行可能なビジョンを早急に確立すべきである。

* * *

道路造りを進めるうえに、太く短く造るか、細く長く造るかの悩みは常につきまとう問題である。道路構造の水準をどうとるか、正しいと思った判断も振返って悔まれることが多い。交通需要に対する短期的見方と長期的見方とは必ずしも一致しないし、道路交通、道路環境に対する価値観にしても、永い間には徐々に変わるものであり、道路建設の姿勢を後世に問うことはまことにむずかしい。

道路の路側環境についても同じようなことがいえる。自動車がこれほどに増えない昔は、道路ができさえすれば、道路環境は自然の中で巧まざるに造られていくので、そのための計画や用地の確保は特に必要としなかったが、自動車交通の発達とともに沿道の土地の利用が進み、交通の場と生活の場の接触面としての路側が、いろいろな意味で新しい価値を生むことになる。今日では、路側環境の問題は、さらに交通安全対策、交通公害対策と結びついて、道路計画上の最も大きな課題となったといえよう。

いままでの道路敷に対する考え方は、交通機能を充足するために必要な最小限の用地以外は1坪たりとも取得しないのが原則であり、路側残地は一片も残さないことが用地買収の一貫した方針であった。一方、沿道の人々は人々で、道路に1mでも近づかなければ損をするとは

かりに、塀を囲らし、家を建てるために狭い路側はますます窮屈になってゆく。これがこれまでのわが国の道路に見られる特徴的な沿道風景であり、道路から離れて生活の場を守ろうとする欧米諸国の沿道形成の方向からは、大きな隔たりが感ぜられる。

このような路側の無視は、道路を造る側と沿道を利用する側の双方に責任があるわけであるが、この狭い路側をむりやり使って歩道を造らざるを得ない道路造りの現状からしても、道路を造る側としてはそろそろ路側の確保とその広範な活用について思いきった方針を出す時期にきているのではなからうか。

先頃、宮崎県を訪れたとき、南国の美しい道路が、日頃ゴミゴミした沿道風景になれた眼にまことにさわやかに映ったが、聞いてみると、知事さんご自慢の沿道修景条令の成果だという。沿道ののり面や残地が最大限に生かされて、その美しい花壇が通る者に心のゆとりを与える。このことは、車を通す機能だけを重視してきたこれまでの考え方からすれば、むしろ枝葉末節のことかも知れない。しかし、これからの道路造りの姿勢としては欠くことのできないものである。

道路はコミュニケーションの場であると同時に、コミュニティ形成の場でもある。住みよい地域社会をつくるのに、道路は沿道とともに造られるのが理想であり、土地利用の高度化している日本においては、この理想への道は、欧米のそれよりはるかに厳しいと知らなければならない。その意味からも、今日、沿道規制その他沿道環境造成につながる法制度の弱さが問題である。沿道修景条令も、その事柄は小さいにしても、現在の制度と財政の中で、道路環境の造成に向けた精一杯の努力であり、投ぜられた一石に拍手を送ると同時に、その波紋の拡がりを期待したい。

* * *

道路造りのあれこれを思いつくままに書き並べたが、どの一つをとりあげてみても、一朝一夕では片付きそうもない大問題ばかりである。しかし、小さな解決こそ大きな前進の一步であり、今日と明日を結ぶ線を見つめて、手近かな問題の是々非々を一つ一つ積み上げて行く粘っこい努力こそ肝要といえよう。

岩石トンネル掘進機施工における 岩石の工学的性質と ビットの掘削性能に関する実験的研究

加 藤 三重次*

1. ま え が き

今日まで、日本のみならず世界各国で多くのトンネルが掘削されてきた。このうち、岩石を掘削するトンネルはその大部分がさく孔、発破による工法であった。これを一般に在来工法と呼ぶが、その工程はさく孔、爆薬装填、爆破、ガス抜き、ずり出しの繰返しから成立している。

この工法では工程が断続することが大きな欠点であり、このため各工程を機械化により合理化しようという努力が各方面で行なわれてきたが、それには自ら限界が存在する。

最近では日本でも労働力が極度に不足し、特に熟練労働者の確保はむずかしく、トンネル工事のように作業環境のわるい現場ではこの傾向が著しく、このために労賃の上昇はげしく、人手を多く要する在来工法では掘削費の高騰が目立ってきている。この傾向は日本ばかりでなく、米国をはじめとする欧州諸国でもはげしく、このため工程を連続的に行なう全断面の岩石トンネル掘進機の使用によって急速施工を行ない、工期を短縮するとともに

掘削費を下げようとする試みが行なわれてきた。

岩石トンネル掘進機の歴史は 1852 年に米国マサチューセッツ州のフーザックトンネルで試用されたのが最初とされているが、本格的に製作使用されたのは米国においてさえ 10 年余にすぎない。日本においては昭和 39 年に愛媛県の住友共電の水路トンネルで使用されたのが初めてで、以来まだ 7 年にすぎないのが現状である。

これらの岩石トンネル掘進機は主として水路、鉄道、道路などのトンネル掘削に使用されてきた。その機構の特徴は、円形のカッターヘッドに数個ないし数 10 個のカッターを取付け、これを岩石面に押付けながら回転させ、岩石を掘削してゆく形式をとっている。これによって在来工法では不可能とされた連続掘削を可能とし、掘進速度を上げて工期を短縮し、その結果として工費の低減をはかろうとしている。

なお、このほかに石炭掘削の分野では追切機と呼ばれる一種のトンネル掘進機が一方で開発改良されてきた。

この種の機械は必ずしも円形断面の掘削に限られないという利点があるが、一般に軟らかい岩石以外には適用できないのが一つの欠点となっている。

上記のトンネル掘進機はいずれも在来工法では達成できない連続掘削による掘進速度の飛躍的増進と、それによる工費の低減を目的としている。しかし、トンネル掘進機が実用化してから日が浅く、実績も少ないので、必ずしもその長所を十分に発揮しているとはいえない。

現在までに開発された岩石トンネル掘進機の掘削機構、特にカッター形式は、回転式カッター（ローラカッター）と固定式カッター（バイトカッター）に大別され、回転式カッターはその刃先形状から、歯車形カッター、ボタンチップカッター、ディ

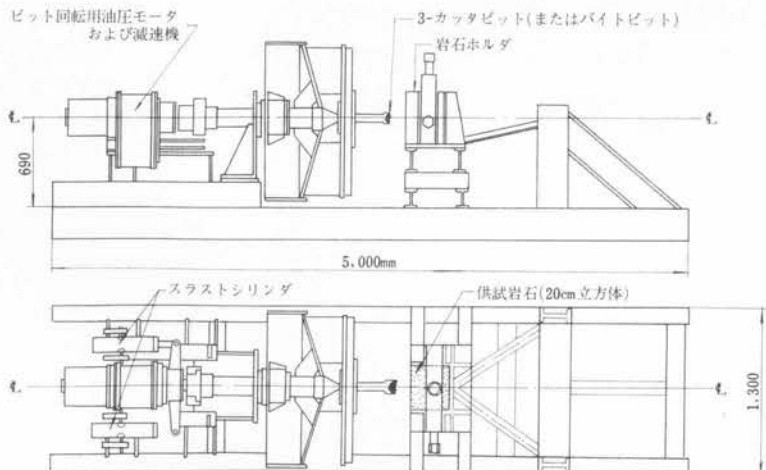


図-1 掘削実験装置

* 本協会専務理事

スカッタ（またはカーフカッタ）に分けられる。これらの各カッタがある与えられた推力、回転速度のもとである岩石を掘削する場合にはどのような掘削性能が得られ、それがどのような傾向を示すかという基本的な性質についてはまだ十分に解明されていないのが現状である。基本的な掘削機構を解明することは、従来ばく然としていた掘削機構の考え方を整理して、今後の岩石トンネル掘進機の施工技術向上に役立つものと考えられる。

このような観点から、筆者は小形ビットを用いて数多くの掘削実験を行ない、その掘削機構について整理した結果、次に述べるような事実が判明した。なお、実験に小形ビットを用いたのは実物大のカッタに比べて数多い実験回数を得られる点を主として考慮したものである。

2. 供試岩石の工学的性質

供試岩石の選定にあたって次の点を考慮した。

- ① 鉱物組織および岩石構造が均質であること
- ② 日本の岩石種類として普遍的な岩石であること
- ③ 強度の上から、一軸圧縮強度で4段階程度とし、
200 kg/cm² 前後から 2,000 kg/cm² までの範囲であること

10 種類程度の候補岩石から次の 4 種類を使用することとした。これらはいずれも石材であり、掘削実験用として 20 cm 立方体に仕上げて使用した（合計 80 個）。

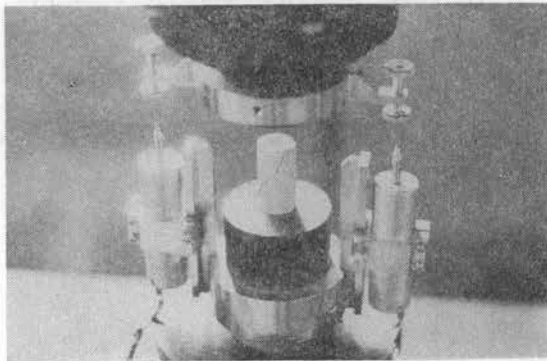


写真-1 一軸圧縮試験（中央が岩石供試体、両側にあるのは縦ひずみ測定用の差動トランス）

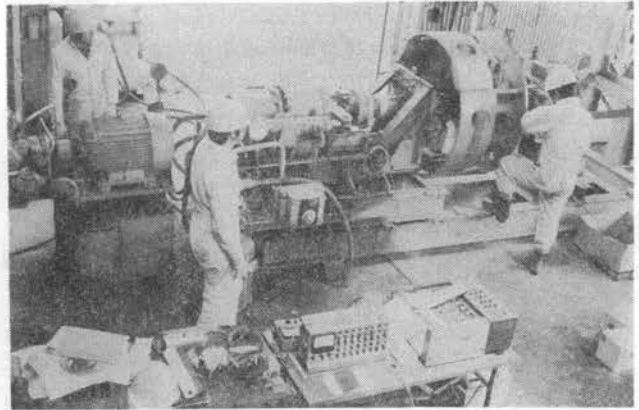


写真-2 掘削実験

- (1) 砂 岩
産地：静岡県賀茂郡河津町（河津石）
- (2) 安山岩（軟）
産地：福島県西白河郡矢吹町（三城目石）
- (3) 安山岩（硬）
産地：静岡県田方郡天城湯ヶ島町（船原石）
- (4) 花 崗 岩
産地：山梨県塩山市（塩山石）

以上の4種類の岩石について比重、一軸圧縮強度（写真-1 参照）、圧裂引張強度、ショア硬度、ヤング係数の項目について測定した結果を表-1 に示す。

3. 3-カッタビットによる掘削実験

- (1) 実験条件
 - (a) 掘削実験装置の仕様（図-1、写真-2 参照）
 - (i) ビット推進機構
 - 電動機（油圧発生装置） 22 kW
 - ビット推力 0~15 t
 - ビット推進速度 0~2.0 m/min
 - ビット推進ストローク 250 mm
 - (ii) ビット回転機構
 - ディーゼルエンジン（油圧発生装置） 105 PS, 1,800 rpm
 - ビット回転数 0~20 rpm
 - 回転トルク 最大 1,440 kg-m
 - (iii) 掘削屑り排出：エアコンプレッサによる。

表-1 岩石の工学的性質の測定結果

測定項目 岩石	比重 γ	一軸圧縮強度 S_c (kg/cm ²)			引張強度 S_t (kg/cm ²)			ぜい性度 $B_r = S_c/S_t$	ショア硬度 H_s			ヤング係数 E (kg/cm ²)		
		最大	最小	平均*	最大	最小	平均*		最大	最小	平均**	最大	最小	平均*
花崗岩	2.66	2,209	1,476	1,809	120	94	109	16.63	105.0	42.0	89.3	3.471×10^8	2.145×10^8	2.634×10^8
安山岩(硬)	2.56	1,636	997	1,397	115	88	102	13.70	84.0	32.0	69.6	1.970×10^8	1.259×10^8	1.696×10^8
安山岩(軟)	2.21	860	609	771	58	38	45	17.13	82.0	13.0	55.0	9.082×10^7	7.040×10^7	7.868×10^7
砂 岩	2.08	314	186	251	46	23	37	6.78	24.0	17.0	20.0	4.314×10^7	2.150×10^7	3.120×10^7

(注) * 同一岩石について 20 個の平均値 ** 同一岩石について 100 点の平均値

(b) 3-カッタビットの種類

- 3 S 形 (直径 3 in=76.2 mm) 軟岩用
- 3 M 形 (直径 3 in=76.2 mm) 中硬岩用
- 3 H 形 (直径 3 in=76.2 mm) 硬岩用

図-2~図-4のビット構造図からわかるように、各ビットの直径は同じであるが、歯の形状にそれぞれ特徴があり、3 S 形ビットは歯の高さが高く、目づまりをできるだけ防ぐような形となっているのに対し、3 H 形ビットは歯が低く、円周の歯の数も多く、シェルの厚みを大きくとってカッタの強度を増し、硬岩掘削に適した形状となっている。3 M 形ビットは両者の中間の形をとっている。

(c) 実験条件の組合わせ

3-カッタビットによる実験条件の組合わせは表-2のとおりである。なお、表の回転数、推力はセット値(目標)であり、実際の実験値は各条件ごとに計測した。

(2) 計測方法

(a) ビット推力

油圧シリンダの送油側に油圧測定用のピックアップを取付け、ペン書きレコーダに記録させた。

(b) ビット回転数

回転軸にマイクロスイッチを取付け、ペン書きレコーダに記録させた。

(c) 掘進速度

掘削深さ(平均 40 mm)をノギスで測定し、掘削時間は電接時計を使用して測定した。

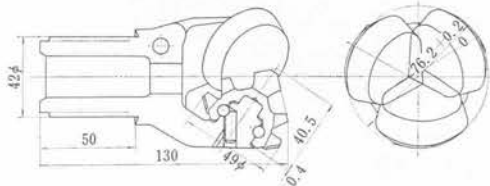


図-2 3 S 形 ビット

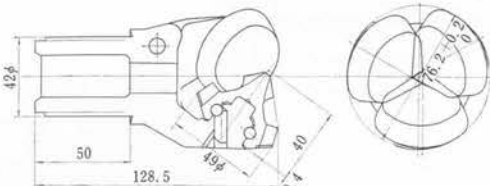


図-3 3 M 形 ビット

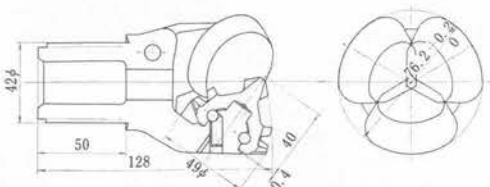


図-4 3 H 形 ビット

表-2 実験条件の組合わせ

岩 石	回転数(rpm)	ビ ッ ト	推 力 (t)
砂 岩	9, 14, 19	3-カッタビット	0.3, 0.6, 1, 2, 4
		3 S 形 3 M 形	
安 山 岩 (軟)	9, 14, 19	3 S 形	1, 2, 3, 4, 5, 6
		3 M 形	
安 山 岩 (硬)	9, 14, 19	3 S 形	1, 2, 4, 6, 8
		3 M 形	
		3 H 形	
花 崗 岩	9, 14, 19	3 M 形	2, 4, 6, 8
		3 H 形	

(d) 掘削トルク

ビットホルダにひずみゲージを貼付け、ひずみ量をペン書きレコーダに記録させた。

(e) ビット摩耗量

カッタ歯の摩耗量(ハイトロス)はノギスにより、ビット直径の摩耗量(ゲージロス)はリングゲージおよびシクネスゲージにより測定した。ベアリングの状態はガタの有無およびその程度を記録した。

(3) 実験結果

(a) 単位掘削径当りビット推力 (W/D) と

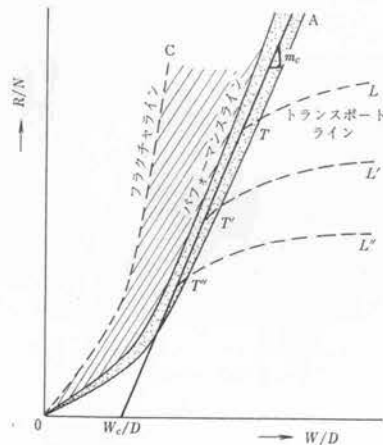
ビット1回転当り掘進長 (R/N)

この関係については、M.G. Bingham¹⁾が石油さく井のデータに基づき詳細な研究を行なっている。その考え方の基本を図-5に示す。

3-カッタビットの実験結果を図-6~図-8に示す。

パフォーマンスラインは、

$$(R/N) = a(W/D) + b \dots\dots\dots (1)$$



- (1) 0-C (Fracture line) : ビットのカッティング部分のずりの除去が完全で、まったく理想的な掘削が行なわれたとき
- (2) 0-A (Performance line) : 0-Cほどでないが、ほとんど理想的な掘削が行なわれたとき
- (3) T-L, T'-L', T''-L' (Transport lines) : ずりの除去が不完全なとき(循環水の流量、流速、比重等により異なる)

図-5 W/D と R/N の関係

a, b は常数であり、図に示すとおりである。

R : 掘進速度 (cm/min)

N : 回転速度 (rev/min)

W : 推力 (kg)

D : 掘削直径 (cm)

図から、式(1)による実験値の相関係数 r が非常に高い値を示していることがわかる。

掘進速度は岩石の強度にほぼ反比例しているが、これは当然として、カッタの形状では3S形ビットの掘進速度が最も速く、3M形、3H形の順に遅くなる。3S形ビットの掘進速度が速い理由として、

- ① 歯先幅が狭い(とがっている)。
- ② 歯の間隔が広い。
- ③ 歯の高さが高い。
- ④ 3個の各カッタの中心軸がビット中心に対してオフセットされている。

3H形ビットの特徴はこの逆であり、3M形ビットは両者のほぼ中間の設計となっている。

①, ②, ③ は岩石への接地圧をたかめ(貫入力が大)、②, ③ は歯と歯の間の目づまりを防ぐ。④ はひねり起こし作用により掘削を促進し、これらの作用の総合によって3S形ビットの掘進速度が速くなったものであろう。

実用的にはカッタの摩耗上から硬岩に3S形のようなタイプを適用することは不利である。また、軟岩に3H形のようなタイプを使うのは掘進速度を押えることになり、意味がないことがわかる。要は岩石の強度に見合ったカッタを選ぶことが大切であり、このことは大形のカッタをもつトンネル掘進機についてもあてはまる。

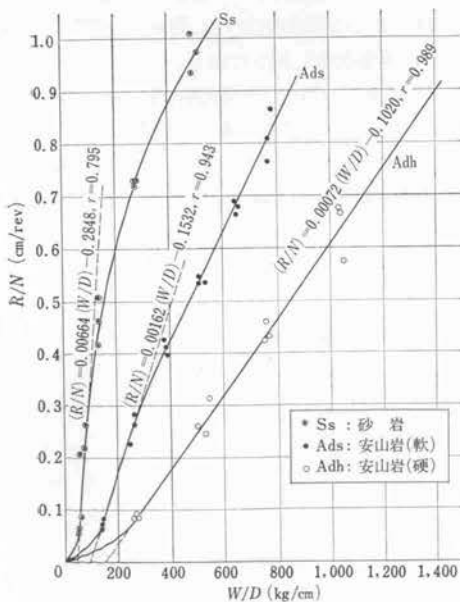


図-6 R/N と W/D の関係 (3S形ビット)

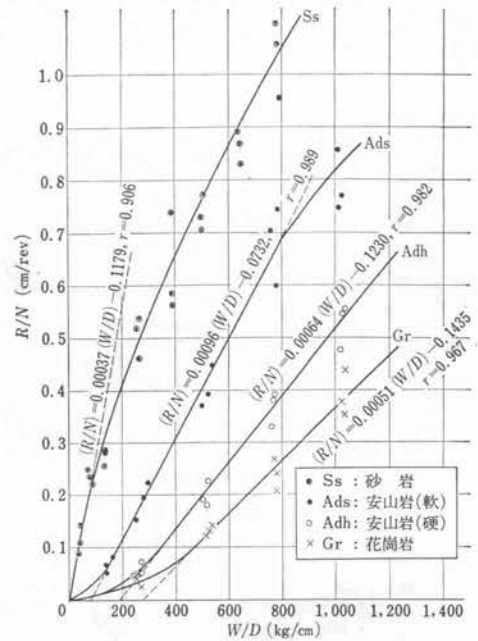


図-7 R/N と W/D の関係 (3M形ビット)

(b) ビット推力 (W) と掘削トルク (T)

この関係については、従来から Hughes 社の式²⁾があり、次のようである。

$$T = 2.961 \times 10^{-2} k W d^{1.5} D^{2.5} \text{ (kg-m)} \dots \dots \dots (2)$$

Wd : 単位口径当りビット推力 (kg/cm)

D : 掘削ビット径 (cm)

k : 地質常数 ($k = 14 \times 10^{-5} \sim 4 \times 10^{-5}$, Berea sandstone は $k = 10 \times 10^{-5}$, Grey granite は $k = 6 \times 10^{-5}$)

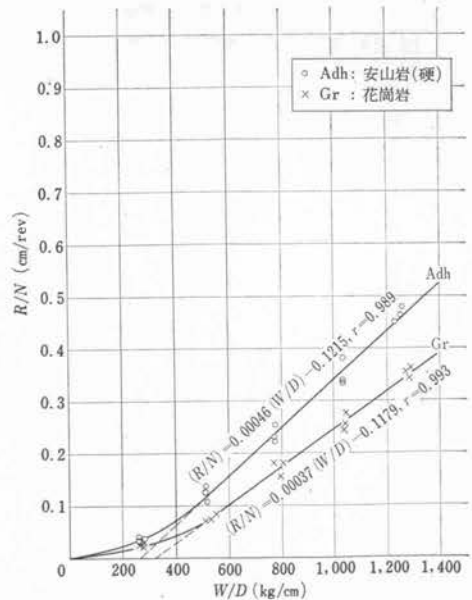


図-8 R/N と W/D の関係 (3H形ビット)

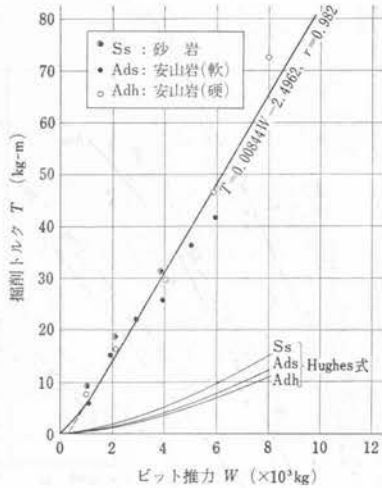


図-9 W と T の関係(3S 形ビット)

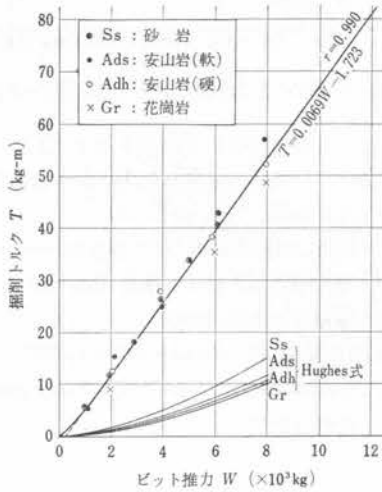


図-10 W と T の関係(3M 形ビット)

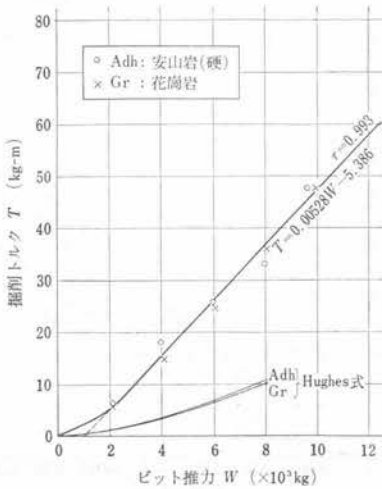


図-11 W と T の関係(3H 形ビット)

Hughes 式は直径 1.3 m 程度の中口径のビットに対
する実用式とされている。

いままでに行なったいくつかの実用掘削機、試験掘削
機の実測トルクの例と、式(2)の Hughes 式の計算値
を比較してみると、掘削径 1 m 前後の実測トルクに対
しては式(2)は比較的合っているが、それより口径が小
さくなると式(2)は実測トルクより小さく出る傾向があ
る。

今回の直径 7.62 cm の小口径ビットの実測トルクと、
式(2)の計算トルクを比較すると、図-9~図-11 から
式(2)による計算値が小さく出ていることがわかる。た
だ、今回の実験に使用したビットはきわめて小口径であ
り、ここでは一応式(2)による計算トルクの値そのもの
は別において、今回の実験結果にみられる掘削トルクの
基本的性質と式(2)とを、掘削性質から比較すると次の
ような相異がみとめられる。

① 式(2)のトルクは推力の 1.5 乗に比例するが、今
回の実験ではきわめて低推力域の部分を除いてトルクは
推力のほぼ 1 乗に比例する。

② 式(2)はカッタの形状によってトルクが相異なる
という考えをとっていないが、今回の実験結果では同じ
岩石、口径、推力のとき、掘削トルクはカッタ形状によ
る影響を受けている。カッタ形状の因子としては、歯の
高さ、歯先角、歯先幅、歯の間隔などが考えられる。

③ 式(2)は岩石の強度によって掘削トルクが異なる
が、今回の実験結果からみると、岩石の強度によるトル
クの差はほとんどない(ただ、非常に軟らかい泥岩など
の粘着性の地質を掘削する場合は別である)。

次に掘削トルクの考え方について述べる。

ローラカッタの掘削トルクの式を導くための基礎的な
考え方は、すでに英国石炭庁の Bretby 研究所が発表し
ており²⁾、大要次のとおりである。

図-12 でローラカッタの瞬間的な回転中心を 0 とす
る。A はカッタシャフト、B はカッタをあらわす。A
と B の間にはボールベアリングおよびローラベアリン
グが介在するが、その摩擦をゼロと見なす。すなわち、

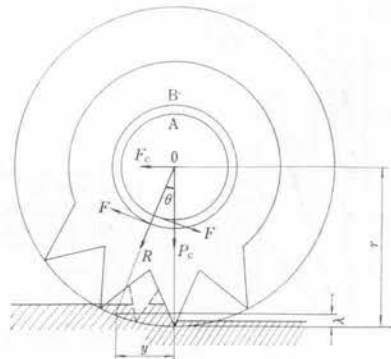


図-12 歯形ローラカッタの掘削基本図

$$F=0$$

歯に働く力のコンポーネントは図に示すとおりで、これらの力関係は合成反力 R であらわすことができる。

力のつり合いについて、

P_c : 各々のローラカッタへの推力

F_c : ロテティングヘッド(またはビット)のシャフトを中心として各々のローラカッタを回転させるのに要する力

とすれば、図から

$$F_c = R \sin \theta$$

$$P_c = R \cos \theta$$

であるから、

$$F_c = P_c \tan \theta$$

また、

$$\tan \theta = \frac{y}{r-\lambda}$$

λ は r に比べて十分に小さいから、

$$\tan \theta \approx \frac{y}{r}$$

y, r, λ については

$$y^2 = r^2 - (r-\lambda)^2 = 2r\lambda - \lambda^2 \approx 2r\lambda$$

ゆえに

$$\tan \theta = \frac{\sqrt{2r\lambda}}{r} = \sqrt{\frac{2\lambda}{r}}$$

したがって、

$$F_c = P_c \sqrt{\frac{2\lambda}{r}} \dots\dots\dots (3)$$

以上が Bretby 研究所のローラカッタに関する考え方である。

次に Bretby 研究所の考え方を発展させて、ビット全体の掘削トルクについて考察する。

図-13 でカッタ半径 r_0 、カッタ幅 $(x_{a'} - x_a)$ のカッタがビット中心 0 点のまわりを回転しながら回るとき、カッタ幅当りの推力を P_a 、カッタ幅当りの水平分力を F_a とすれば、ビットの掘削トルク T_a は

$$T_a = \int_{x_a}^{x_{a'}} F_a \cdot x dx = \int_{x_a}^{x_{a'}} P_a \sqrt{\frac{2\lambda}{r_0}} x dx \dots\dots\dots (4)$$

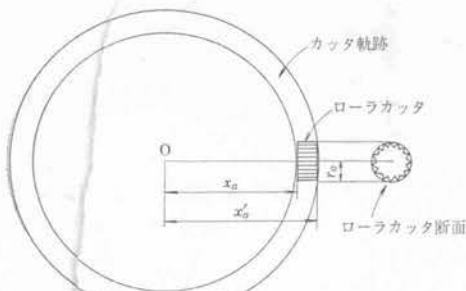


図-13 歯形ローラカッタを有するビット

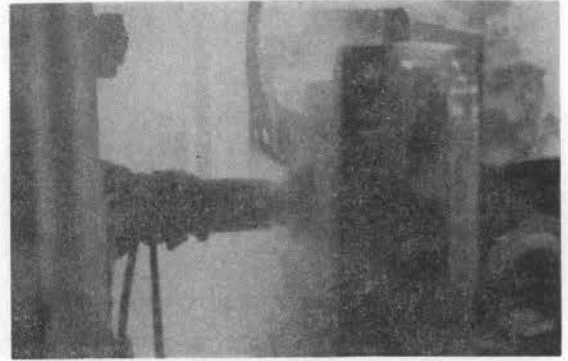


写真-3 3-カッタビットの掘削実験(ビット上方のエアノズルによりずりを吹き出している)

次に、同じビットに n 個のカッタが取付けられているものとし、ビット中心から各カッタまでの距離を $(x_1, x_1'), (x_2, x_2'), \dots, (x_n, x_n')$ 、カッタ半径を r_0 とすれば、ビット全体の掘削トルク T は、

$$T = P_a \sqrt{\frac{2\lambda}{r_0}} \int_{x_1}^{x_1'} x dx + P_a \sqrt{\frac{2\lambda}{r_0}} \int_{x_2}^{x_2'} x dx + \dots + P_a \sqrt{\frac{2\lambda}{r_0}} \int_{x_n}^{x_n'} x dx = P_a \sqrt{\frac{2\lambda}{r_0}} \left\{ \frac{1}{2} (x_1'^2 - x_1^2) + \frac{1}{2} (x_2'^2 - x_2^2) + \dots + \frac{1}{2} (x_n'^2 - x_n^2) \right\} = P_a \sqrt{\lambda} \frac{1}{\sqrt{2r_0}} \sum_{n=1}^n (x_n'^2 - x_n^2) \dots\dots\dots (5)$$

式(5)で、 λ の値はカッタの形状により異なり、またカッタ幅当りの推力によっても異なる。カッタ形状では貫入しやすい歯先(とがった歯先)をもつカッタの λ は大きく、またカッタ幅当りの推力が大きいかほど λ は大きくなる。今回の実験では 3S 形ビットで $\lambda=0.08 \sim 0.11$ cm, 3M 形で $\lambda=0.07 \sim 0.09$ cm, 3H 形で $\lambda=0.02 \sim 0.05$ cm となっている。このように λ は定数ではないが、カッタの形状さえ決まればカッタ幅当りの推力に対して定まった値をとるので、あるカッタについてカッタ幅当りの推力と λ の関係を調べておけば、実機の掘削トルクは式(5)から計算することができる。

また式(5)では、カッタ半径 r_0 が大きいほど掘削トルクは小さいことを示しており、実用の範囲内でカッタ半径を大きくすれば、ベアリングの寸法を十分大きくとれる利点も伴うので有利となる。カッタ半径を大きくすることによりカッタ重量は増加するが、カッタ幅の増加をおさえる等によりできるだけカッタ重量の軽減を考慮して、カッタ交換時の取扱いを容易にする必要がある。

なお、式(5)による掘削トルクは純トルク平均値を示すものであり、設計上はこれにバラツキの幅と機械の空転トルクを加えなければならない。

(c) ビット推力 (W) と掘削指数 (K)

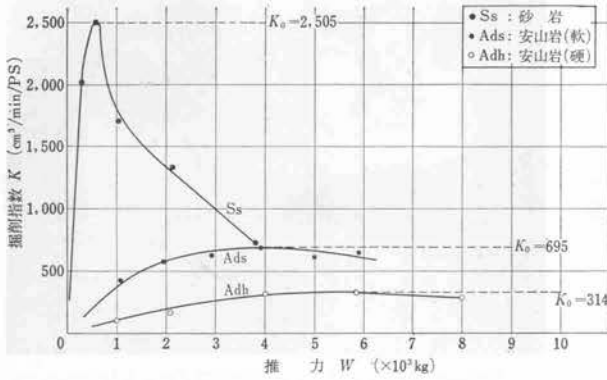


図-14 W と K の関係 (3S 形ビット)

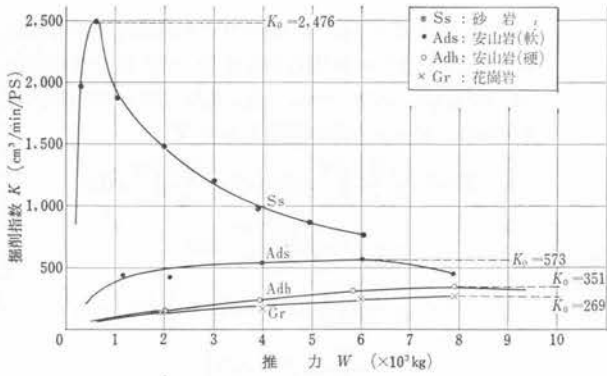


図-15 W と K の関係 (3M 形ビット)

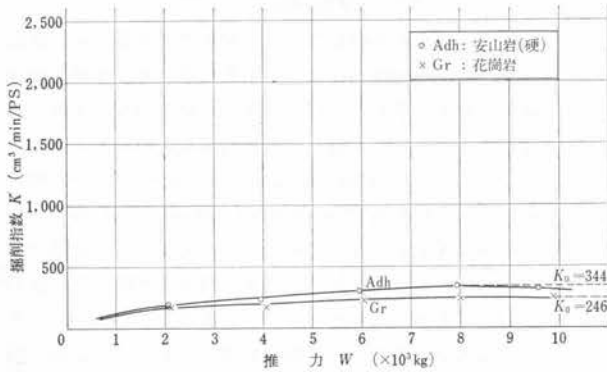


図-16 W と K の関係 (3H 形ビット)

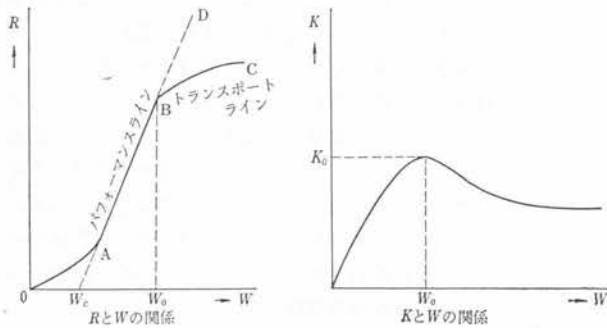


図-17 最適推力 W₀

掘削馬力 P (PS) は、

$$P = \frac{NT}{716.2}$$

N: ビット回転数 (rpm)

T: 掘削トルク (kg-m)

であるから、単位馬力、単位時間当りの掘削量をあらわす掘削指数 K (cm³/min/PS) は、

$$K = \frac{AR}{P} = AR \frac{716.2}{NT} = \frac{716.2\pi}{4} \cdot \frac{RD^2}{NT} = 5.625 \times 10^2 \cdot D^2 \cdot \left(\frac{R}{N}\right) \frac{1}{T} \dots (6)$$

A: 掘削断面積 (cm²)

R: 掘進速度 (cm/min)

D: 掘削直径 (cm)

N: 回転速度 (rpm)

T: 掘削トルク (kg-m)

式(6)により実験データを整理して、推力 W と掘削指数 K の関係をプロットすると、図-14~図-16 のようになる。図で特に砂岩の掘削指数は著しいピークを示し、安山岩(軟、硬)についても同様の傾向が認められる。K のピーク値 K₀ は最適の掘削効率を意味するものと考えられ、このときの最適推力 (W₀) によって掘削することが能率的なことを示す。この関係は図-17 のパフォーマンスラインと照合すれば一層明確となる。すなわち、図-17 に示すように、K₀ に対応する W₀ は、R と W の関係図 (R/N と W/D でも同じ) において、パフォーマンスラインの屈折点 B にほぼ相当するからである。

実際にはカッタ歯先の強度、ベアリングの強度などには限度があり、特に硬岩では理想的な推力

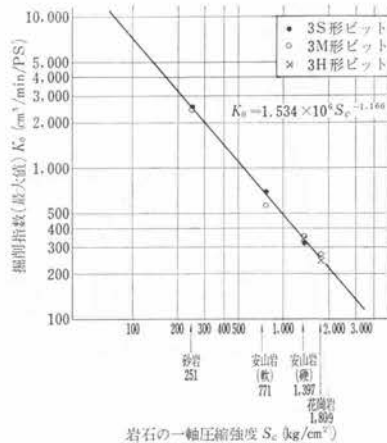


図-18 S₀ と K₀ の関係

をかけることがビットの強度の面から制限される場合もあるので注意を要する。

掘削指数のピーク値 K_0 は、岩石の一軸圧縮強度 S_c と密接な関係があり、 $S_c - K_0$ は両対数目盛で直線となることがこの実験で認められた。

図-18 で、

$$K_0 = 1.534 \times 10^6 \cdot S_c^{-1.166} \dots\dots\dots (7)$$

カッタの寸法、形式が異なると、式(7)とは式が異なるが、 $S_c - K_0$ はやはり両対数で直線関係となるものと考えられる。

なお、式(7)がビットの種類にほとんど無関係であったのは、式(6)の $K \propto \left(\frac{R}{N}\right) \cdot \frac{1}{T}$ の関係式で、3S形ビットは同じ推力に対して R/N は大きい、同時に T も大きく、3H形ビットは R/N が小さい、同時に T も小さいという特性により K の値は結果的にビットの形状による影響をうけなかったためと考えられる。

4. バイトビットによる掘削実験

(1) 実験条件

バイトビットの掘削実験装置は、さきの3-カッタビットの実験を行なったのと同じ装置を用い、ビット部分だけを交換して実験を行なった。使用岩石は3-カッタビットで用いたのと同じ岩石で、20cm立方体の花崗岩、安山岩(硬)、安山岩(軟)、砂岩を用いた。

(a) バイトビットの仕様(図-19参照)

- 掘削直径：内径 100 mm, 外径 180 mm 溝切り式
- 掘削溝幅：40 mm
- チップ幅：20 mm
- チップ厚さ：6 mm
- チップ材質：WC-Co 系超硬合金, Co含有量 7~8%, 比重 14.50~14.80
- すくい角：0°
- 逃げ角：6°

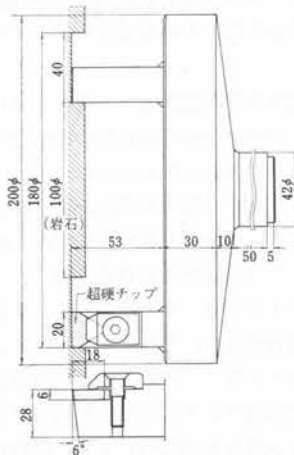


図-19 バイトカッタの取付

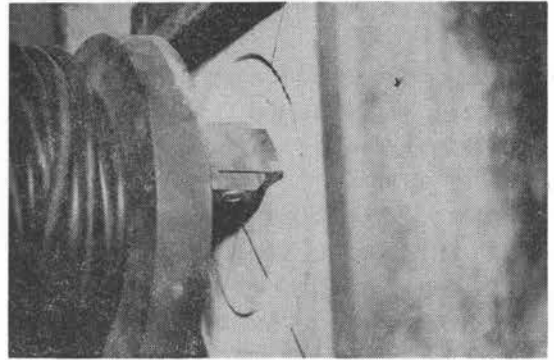


写真-4 バイトビットによる掘削実験

刃先角：84°

チップの形状、材質などについては、さきに工業技術院公害資源研究所の高岡氏⁴⁾が用いたものとはほぼ同じである。今回の実験では高岡氏の協力を得てチップ形状、材質の検討を行ない、

① チップ形状は資源研のA, B, C形のうち中間形のB形

② チップ材質は資源研のM-1~M-5のうちM-3を使用した。なお、実験に使用したチップ数は100個で、1条件ごとに新しいのと取換えた。

(b) 実験条件

バイトビットの実験条件は次のとおりである。

- 砂岩：回転数 9, 19 rpm, 推力 70~320 kg
 - 安山岩(軟)：回転数 9, 19 rpm, 推力 150~480 kg
 - 安山岩(硬)：回転数 9, 19 rpm, 推力 180~870 kg
 - 花崗岩：回転数 9, 19 rpm, 推力 260~1,450 kg
- 計測項目は、ビット推力、ビット回転数、掘進速度、掘削トルク、チップ温度、チップ摩耗量である。

(2) 実験結果

前項の条件に基づきバイトビットの掘削実験を行なった結果、次のことが確認された。

① ビット推力(W)と掘進速度(R)、またビット1回転当り掘削深さ(R/N)の関係は3-カッタビットで認められたのと同様の傾向を示す。

② 掘削トルク(T)は W , R/N , および岩石の一軸圧縮強度(S_c)に比例する。 T と R/N の関係は図-23~図-26に示す。

③ 掘削指数(K)は W との関係において、ピークを有する曲線を形成する。すなわち、3-カッタビットで認められたのと同様に、岩石の種類、ビットの種類に応じた効率的な掘削をするための最適推力が存在することを示す。

④ 被削材(岩石)のショア硬度が高くて、切削材(チップ)のショア硬度と同程度またはそれを上回るような硬度をもつときは、チップの摩耗が極端に著しくなる。

(a) ビット1回転当り掘削深さ (R/N) と
掘削トルク (T)

オシログラフに記録される掘削トルクの計測値は、

- ① ほとんど波動のないもの
- ② 波動の大きいもの

に大別できる。

① は推力 W の小さい領域にみられ、② は W が十分大きい場合にみられる。図-20 はトルク波動の大きい例で、最小トルク、平均トルク、最大トルクを示す。

バイトビットのトルク変動幅は 3-カッタビットに比べてかなり大きい。トルク波動の説明として、図-21 で、バイトチップ刃先が A から A' に進む間は、掘削深さが小さく、刃先抵抗が少ないので、トルク値は小さい。A, A', C は粉状となって細かく破碎される。刃先が A' からさらに進むとき、A', B' の点線に沿って岩石が破壊され、大きいトルク値を記録する。W が小さければ R/N が小さくなるので、刃先抵抗の変動が小さく、したがってトルク変動幅も小さくなるものと思われる。

図-23~図-26 に R/N と掘削トルクの関係を示す。トルクは図-20 の平均トルク値を使用している。

R/N と掘削トルクの関係で、R/N が極めて小さい領域(推力 W が極めて小さい)を除けば、掘削トルクは R/N に対し直線の比例関係をもっている。直線の延長が縦軸と交わる点のトルク値は、岩石の強度にほぼ比例するものと考えられる。

なお、図-21 の最大トルクについては、図-22 で F_s をチップのすくい面に作用する水平分力とし、切削面に

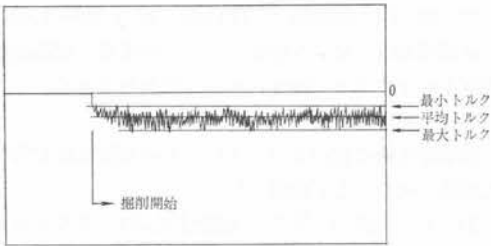


図-20 トルクの波形

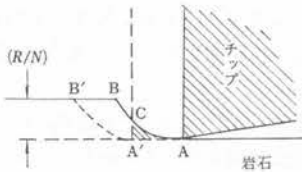


図-21 トルク波形の変動の説明

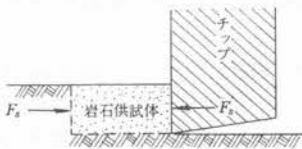


図-22 F_s の説明

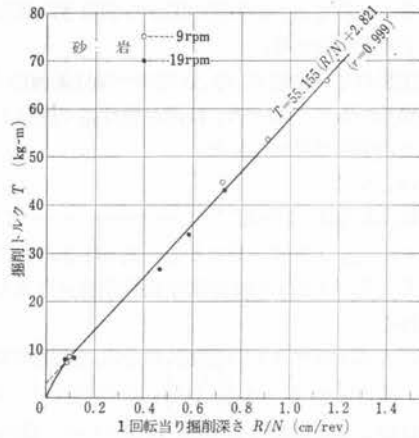


図-23 R/N と T の関係(バイトビット) 砂岩

岩石の一軸圧縮供試体をはめ込んだと仮定したときの圧縮強度値 S_c と、これとは別にチップ刃先の摩擦抵抗によって生ずる水平分力 F_f の和に回転半径 r を乗じたものであらわされるとして、

$$\begin{aligned} T &= r(F_s + F_f) \\ &= r(A \cdot S_c + \mu W) \\ &= r[b(R/N)S_c + \mu W] \end{aligned}$$

A: F_s の圧縮面積

b: チップ幅

μ : 岩石とチップの摩擦係数

により、 $\mu=0.5$ として計算したトルク値は実測最大トルクにほぼ一致するが、 μ の決め方には問題もあり、最大トルクの推定については今後の課題としたい。

5. あとがき

筆者が行なった実験研究はあらゆる種類のカッタについて行なったわけではない。しかしながら大局的にみれば、いずれのカッタも基本的にはギヤ形とバイト形に分かれるのであり、一方、試験の対象とした岩石も、前述したとおり、日本で最も普遍的で、かつ強度としても軟らかいものから硬いものまでを代表できるものをとってきた。

これらの実験研究の結果より、現在までに全断面トンネルボーリングマシンがその適用の面からやややみくもに使用されてきたきらいがあるものに対して、いささかでも掘削しようとする岩の力学的性質をあらかじめ調べることによって、少なくともいままでよりは合理的な使用方法についての指針が得られたと信じている。

特にギヤタイプのカッタでは岩によってもっとも効率のよい最適推力があり、これはパフォーマンスラインからトランスポートラインに変化する変異点とも合致することからも有意義であり、実用上も役立つものと思う。

なお、バイト形のものについても、岩のショア硬度がバイトのショア硬度を越える場合に著しく不経済になる

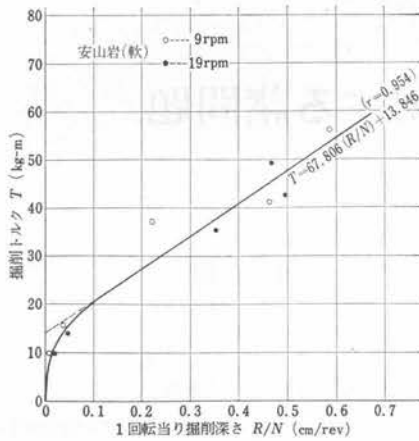


図-24 R/N と T の関係 (バイトビット) 安山岩 (軟)

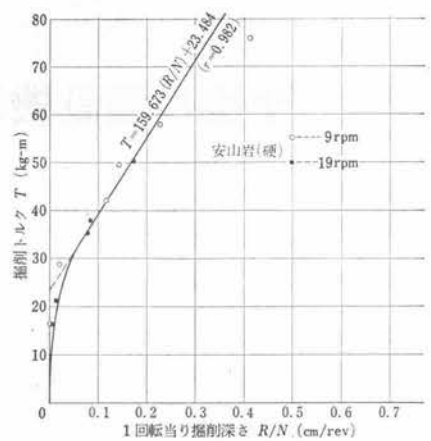


図-25 R/N と T の関係 (バイトビット) 安山岩 (硬)

ことは、バイトの形、その他のいかにかわらざいえることで、現場での役に立つものと信ずる。

最後に、これらの実験に直接たずさわって協力してくれた建設機械化研究所の三谷所長、河井主任研究員、荒川、谷藤、相川の諸君等に厚く感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) M.G. Bingham : A New Approach To Interpreting Rock Drillability, The Oil and Gas Journal, Nov. 2, 1964~Apr. 5, 1965 (No. 1~No. 21)
- 2) E.A. Morlan : Designing Large Diameter Hole Drilling Programs, World Oil, Apr., 1962 p. 133~138 ほか。
- 3) J.D. Hay, H.M. Hughes, R.W. Wrathall : The Brethby Tunnelling Machine, Civil Engineering, Paper No. 6830, May, 1965
- 4) 高岡三郎ほか : 岩石切削における超硬ビットの摩耗について, 採鉱と保安, Vol. 12, No. 4, p. 175~184

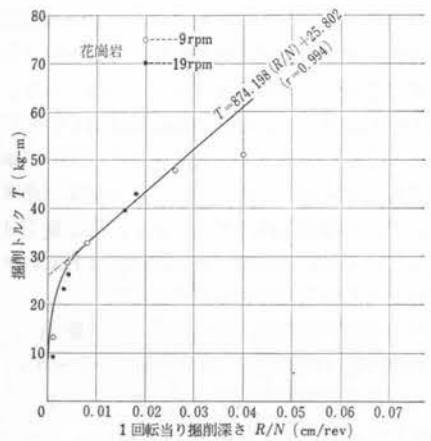


図-26 R/N と T の関係 (バイトビット) 花崗岩

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 (非会員 1,200円) 送料 100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实績の報告が多く、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 21 号地 1-5 機械振興会館
電話東京 (433) 1501 振替口座 東京 71122 番

今後の建設機械化に対する諸問題

富 沢 一 浩*

ま え が き

わが国の過去 10 年間における経済の発展は、世界の注目になるほど大きなものであり、その異状な高度成長の中での社会資本の充実「公共投資」と企業の「設備投資」は誠に膨大な工事量を生み出したのである。その工事量の増大に伴ってわが国の建設業は著しい発展を遂げ、いまや日本の一流ゼネコンにおける年間の工事施工高は世界的水準に達しており、その工事規模は急速に大形化し、その工事施工はスピード化し、その施工技术も高度化して、GNP 自由第二の大国にふさわしい成長をなし遂げたことは衆知のとおりである。

いまやわが国の建設業、特にゼネコン「総合請負業者」の年間の施工高は昭和 35 年当時の 5～8 倍に達し、1社で数百億円から数千億円に達する工事量を消化し、遠く海外に進出して国際入札に参加し、堂々と先進国の一流企業としてのぎをけずっているのである。また最近は一工事を施工するのではなく、あらゆるプラントやプロジェクトを総合的に一括して請負うというような方向に向かって着々と前進をはじめているのである。

そのような大きな発展を遂げた理由として、それを可能ならしめたいくつかの要因が考えられるが、その中で特筆すべきことは、わが国の建設機械の発達である。またその発展を可能ならしめた原動力は、工事の機械化施工の発達と建設機械の大形化とスピード化にあったと思うのである。

いま一つは、ゼネコンが工事を直接施工せず、これを各々の専門の業者に細分化して請負わせ、市場構造の変化をいち早く先取りしてきたことである。すなわち、ゼネコンは自らか直営または直轄で工事を施工することができるだけ排除して各専門のサブコンに部分切投げをすることにより、機械を購入し、維持管理し、運営して行く煩雑な仕事から解放され、設備投資を最小限に食い止めてむだを排除し、合理化を達成したのである。それだけに止まらず、この機械化施工で最も困難な技能労働者「オペレータとメカニック」の確保、育成等の労務管理

の問題からも解放されたのである。

しかしながら、そのようにしてゼネコン各社が巨大な発展を遂げ、わが国産業の中心的花形株になりつつある現状の中で、これがはたして建設業界全体の健全な姿であるかどうかということに対しては、何かアンバランスなものを感じるのである。

いまや業界はゼネコンの繁栄に対して、中小企業であるサブコンの弱体化は、衆知のようにその倒産件数は負債額 1,000 万円以上が昭和 45 年で 2,000 件を軽く突破し、その負債総額もまた 1,300 億円を突破するだろうといわれている。このような極端なアンバランスは、建設機械の製造メーカーや販売会社、商社、保険会社を未曾有のピンチに追い込んでいる。

そのように弱体化したサブコンははたして今後の技能労働者を確保できるであろうか。それを立派に養成し、訓練して今後の工事施工に課せられた安全管理がやれるのか、大形化した膨大な設備投資の責任を果たして行けるのか、その維持管理を万全にできるであろうかどうか、ということは、もはや極端な破局状況に達しているのである。このゼネコンとサブコンのアンバランス、また建設業者と建設機械のメーカーおよび販売会社のアンバランスは決して健全な状態ではない。それどころかまったく破滅寸前であるといっても過言ではないのである。

大気の汚染、水や大地の汚染などから今日公害ということが国会で論議の焦点となり、それが今日企業に対していかに大きな圧力になりつつあるかということは衆知の事実である。この公害の問題がここまで波及してくるとは企業の経営者も一般大衆も学者や批評家さえ 1 年前にはほとんど予測できなかったのである。

そのことを思えば、今日工事施工における騒音、振動、事故の続発は工事公害というような問題にさえ発展する危険性のあるもので、今後の工事施工の安全管理と人手不足に重大なる関係があることを考えなければならぬのではないのか。

また今日の業界全体のこの極端なアンバランスをどう是正し、調整して行くかという問題が今日ほど痛切に要求されているときにはないのではないかと思われる次第である。

* 日泰リース(株)取締役社長

機械の大形化と施工法の変革

わが国の土工事は機械化施工によって急速に発達してきた。経済企画庁の統計によれば、建設機械の受注は昭和40年985億円、41年1,332億円、42年1,831億円、43年2,274億円、44年3,287億円、今年は5,000億円近くになるというから、6年間で約5倍である。この中で、建設業だけで全体の54.1%を占めるというから、いかに工事施工が機械化されてきているか、また公共事業と民間の設備投資による工事が増大しているかということがわかる。

特に最近の著しい特徴は工事の大形化とスピード化である。土工事はこの10年間に工事規模がひとけた大きくなった。しかもその大形工事が非常に短期間で施工されるようになってきた。これはもちろん日本の経済発展によって大規模な公共投資、民間投資が行なわれるようになったことと、また特にわが国の企業は自己資本比率が小さいので、多額の金利負担がかかるから、いったん設備をはじめたら資金回転の効率をはからねばならぬことから工事は当然突貫が要求され、それがまた工事のスピード化に拍車をかけてくるわけである。

このような大土工が突貫で施工されることから、わが国の建設機械が逐次大形化され、馬力アップ、重量アップ、スピードアップをするようになり、またアメリカ、ヨーロッパ諸国より続々と大形建設機械が輸入されてきた。同時に最近では技術導入や技術提携が大形機械を中心に行なわれるようになってきたのである。

機械施工の工事単価も、そのようにして熾烈な過当競争の中で、思い切った機械の大形化によってとことんまで引き下げられてきたのが今日の土工事の現状である。

たとえば、4～5年前まではブルドーザも20t前後のものが中心機種であり、小松のD80、キャタピラーのD-7クラスであったのが、現在では小松のD-150、キャタピラーのD-8クラスが中心となり、さらにD-9とかD-355Aというような大形機種が採用され、それにつれてキャリオールスクレーパーも8～12yd³クラスのもの、最近では20～24yd³、最近では28yd³の大形のものになってきているのである。したがって、4～5年前に脚光をあびたメンクヤや2～3年前から進出してきたTMS8のモータスクレーパーも決して効率は悪くないのに、この大形化の攻勢に影がうすれているような現状である。

次に、最近の工事に採用され出した大形化の傾向の中で特筆すべきものはタイヤ化の進出である。大形の輸入機械の中で、モータスクレーパーとホイールローダ、ホイールバケットエキスカベータと大形ダンプトラックがある。これらの機械は大形土工のスピード化の中心的花形機種であり、これらの大形機械によってわが国の土工事

は機械化施工で国際的なものに成長してきたのではないかと思われる。

いまや大土工の本場アメリカでは建設機械の大形化に伴い、クローラ「無限軌道」からタイヤ化の方に移行しているが、このクローラトラクタはすでにスピードの限界にきているためにこれ以上いかに馬力や重量をアップしても、その衝撃によって足回りの耐久性や機体の損耗が大きくなるばかりで、大形化に伴う採算性が出てこないのである。したがって、クローラトラクタは次第にモータスクレーパーやホイールトラクタ、ホイールローダに置換えられつつあり、今後この傾向はますます大きくなって行くものと思われる。

だが、面積が広く、雨量の少ないアメリカ大陸におけるこのような傾向がはたして今後の日本の土工事やまた建設機械の方向になると思えない。

確かに現在モータスクレーパーも輸入機を合わせて300台以上が稼働し、次第に定着してゆくであろうが、日本の地質と四季の変化、それに雨量や地下湧水を考えるならば、やはりクローラトラクタはアメリカのように減少しないし、さらにクローラこそ日本において大形化され、スピード化されなければならないと思うのである。

わが国のモータスクレーパーや大形ダンプトラックもようやく各メーカーで一斉に火蓋を切ったような感じだが、それをみて痛感することは緩衝装置が輸入車より劣ることである。また車体の強度、材質などには問題がないようにみえるが、走ってみて気がつくことは、ボデーやフレームに揺みがないことである。非常に頑丈に製作されているのに、故障を続出するのはそのためではないかと思われてならない。また、わが国の業者はこのような大形機種を走行させるとき、走路やサイクルタイムに対して非常に無神経である。

アメリカではモータスクレーパーや大形ダンプの走行する現場にはそれに付随した機種（グレーダ、ローラ、タイヤドーザ、小形ブルドーザなど）、いわゆる路面整地、締固め、転圧、舗装などの機械の台数が多いという。そして各機種の接続、組み合わせ、サイクルタイムにむだがなく、流動的に効率を上げるのに対し、日本ではただがむしゃらに遮二無二押しまくっている感じである。

だが、いずれにしてもわが国の土工事は今後ますます大形化し、またスピード施工が要求されてゆくと思われるが、それには次の五つの傾向が出てくるとと思われる。

(1) ブルドーザとキャリオールの組み合わせによるスクレーパー作業や、軟弱地盤に威力を発揮するスクレーパーは決してなくならない。要はこれらのクローラのスピードをいかにして上げて行くかということと、緩衝をよくして足回りの耐久性、経済性をあげてゆくということが今後の技術開発に課せられた問題点である。それが解決されれば、さらに容量とスピードを増して行く

はずである。現在のクローラの大形機は仕事の威力は発揮するが、決して採算がよくない。このクローラにさらに技術的革新を生み出すことこそ、日本の建設機械メーカーの使命ではなからうか。それはわが国の現場にそれを必要とする条件があるからである。

(2) モータスクレーパは今後の大形土工事の中心機種として中距離(500~2,000m)の運土作業に定着してゆくと思われる。現在キャタピラーの621, 627, 631 657, ユークリッドのTH14, TH24, ワブコの33F, 国産ではTMS8, WS16などが出ているが、今後の競争で勝を占めるものは登坂力が強く、接地圧が小さいものになると思われる。それはわが国の地形(こう配)と土質(粘性ローム層)に対応できる、いわゆるすべらない、もぐらないということが最大の要求になってくる。ただ、これ以上大形化されても、それに対するタイヤの研究開発が一段と進められなければならない。いま一つ重要なことは、国産のものは車体やフレームがただ頑丈なばかりで、しわりがないということが欠陥である。同時に緩衝装置がさらに改良されねばならない。そして最後に価格である。そのような市場の要求に対して、いかに対応するかということが勝負のきめ手になると思われる。

(3) これからの大形土工事の花形は大形のダンプトラックと大形の積込機である。ドーザショベルや大形のホイールショベルとダンプ輸送の組み合わせは、工事が大形化するにつれて工事用の道路、架橋、舗装というような仮設工事に思い切ったことができるからである。そうすると、現在国産の日本車輛や石川島播磨のホイールパケットエキスカベータも今後この大形ダンプの積込機として脚光をあびてくるのではないか。なぜならば、これをコンベヤにセットするにはあまりにも容量が小さく、かつ移動によるベルトコンベヤとの接続がはん雑だからである。だが何といても今後の大形工事の花形はこの大形ダンプを中心にそれに付帯した積込機、整地敷きならし、転圧機ということである。それはわが国の地形や土質、天候からも要求されてくることである。

(4) 今日非常な勢いでアメリカの市場に出てきた機種にモータスクレーパにエレベータリングをつけたものがある。このエレベータリングモータスクレーパは今後必ずわが国の市場にも進出してくると思われる。まず、プッシュのブルドーザが要らないということ、プッシュをしないからタイヤの損傷がきわめて少なく、また機械に無理をさせないということ、サイクルタイムが早く、仕事の効率が良いということなどの長所がある。ただこの機械については、エレベータの能力と耐久性、そのほか日本の地形、地質に対応する改良と、部品の価格、それにサービスや部品供給が円滑にやれるかというような問題点がある。

(5) さらに超大形工事においては、ベルトコンベヤが脚光をあびてくるのではないか。現在神戸の須磨、明石、淡路島の土運搬におけるコンベヤの威力は衆知のことであり、これは今後鹿島港や木更津でも着々と準備が進められている。コンベヤは敷設に相当の経費を要するので、いったん設置すれば、長期に稼働できなければメリットが少ないので、やはり少なくとも2年や3年は継続する工事でなければ意味がない。またそのコンベヤにどうして乗せるか、コンベヤの先をどう運ぶかということである。シフトブルコンベヤとか、プッシュバージ、ホイールエキスカベータや大形のコールピン、それにモータスクレーパや大形ダンプ等々である。それらの移動、接続、組合わせ、サイクルタイムなどが今後の大きな研究課題になってくるのではないか。

技能労務者の確保と養成

今日わが国の建設工事は著しく機械化されてきた。だがその機械化施工の基盤であるオペレータやメカニックの状況は誠に寒心に耐えない状態である。

オペレータを必要とする建設機械は毎年数万台も市場に出てくるが、それを運転するオペレータは一体どこで養成されているのか。

新しい機械が市場に出た数だけオペレータが必要ではないにしても、現状から考えると毎年新しいオペレータが2万人ぐらいつ必要になってくる計算になる。

自動車については、今日では全国各地に自動車学校があり、毎日のように全国各地で試験が行なわれているが、建設機械に関しては正式な技能労務者の教育機関や養成機関は皆無の状態である。産業青年開発隊とか、公共の職業訓練所の一部でわずかに重機のオペレーティングを教育しているぐらいで、正規の教育機関はほとんどない。また自衛隊の特車部隊で訓練を受けた者が地方に出てからオペレータになったというようなケースも一時見られたが、これとても数の上ではまったく問題にならない。

ではそれら不足するオペレータは一体どのようにして確保されているのであろうか。それはほとんど素人がいきなり機械に乗って覚えるという乱暴なやり方である。メーカーや販売会社から機械納入のときついてくる指導員に2~3日習っただけでいきなり仕事をさせるのだから、いかに機械がよくなったからといってもたまたまのものではない。

専門業者でよほどオペレータを重要にする会社では、もちろんそのようなことが結果的に非常に大きな損失につながることを知っているし、また一つ間違えば重大な事故が発生することがわかっているから、十分に素質があり、経験の豊富なオペレータにつけて一定の期間見習をさせるが、最近はなかなかそのような辛抱をして

くれる見習生が集まらない。この求人にはどの会社も目の色を変えて奔走しているが、それが今日では容易なことではない。いま一つは、苦心して集めた見習生に相当な給与を出してようやく一人前に仕上げても、「そんな会社の苦労は関係ないよ」といわんばかりに、どんどん辞めて行ってしまうのである。自分が修業した会社より他所の会社へ行けばもっと大きな顔ができるし、また稼ぎも要求できるからである。したがって、腕のよい経験の豊富なオペレータを養成し、しかもそれをつなぎ止めるということは、容易なことではない。

かくして、わが国の建設機械の質が年々改良され、向上してゆくのに反比例して、オペレータの質は年々低下してきているのである。また、この建設機械の生産販売の台数が多くなればなるに従い、オペレータの資格のないものが機械を動かし、マナーは低下して行く一方である。

このような問題は、かつてゼネコンが非常に苦労したことであるが、今日では下請であるサブコン業者ないしは中小企業における最も大きな悩みの種である。一体なぜそのようなことになるのかという原因や理由を考えながら、はたして今後この問題をどのようにして解決してゆくべきかという技術的な対策を考えなければならない。

いまや人手不足の問題は重大な危機に直面しているのである。特に中学卒や高校卒は急激に減少してくるものと考えなければならない。わが国の人口構成は昭和31年より急激に出生率が低下している。その影響ははっきり出てくるのは昭和47年になるという。そうでなくても大学への進学率は年々増加の一途をたどり、いまや中学や高校卒は金の卵だといわれて、一流の大企業でも目の色をかえている。あと1~2年したら中小企業、中でも日本の全産業の中で一番倒産率の高い、そのうえ柄の悪い建設業のサブコンや中小企業には手の届かない求人になることは火を見るよりも明らかなことである。

だが、建設機械は高級自動車の数倍から数十倍も高価なものがほとんどである。自動車には免許制があり、資格のある者しか乗せないのに、この建設機械の運転には免許の制度はあってもいっこうにそれが重要視されず、野放しにされているのは一体どういうことなのか。

1台が数百万円も数千万円もする機械に対して、経験や技能のほとんどない者をオペレータとして乗車させることはその機械の効率を低下し、機械の寿命を半減し、故障を続発することはいうまでもない。それどころか、少しのミスがただちに重大な事故を起こし、人命を損傷することにつながっているのである。このような重大な問題がただ成り行きに任せられて、はたして建設業界の、または建設機械業界の正常な発展があり得るであろうか。

技能労務者の地位の向上

わが国においてはオペレータやメカニックの地位が低く扱われているように思う。大体近頃の日本人は学歴偏重主義になり過ぎているのではなからうか。なにがなんでも大学を出なければ一人前でないような傾向が強い。それだから進学熱はますます激しくなるばかりである。そうした傾向の中に労働を低くみるような傾向がある。

知能労働をする者が上で、肉体労働をする者が下だというような考え方が潜在的に根強くある。しかしそのようなことは封建時代の階級制度の時代ならともかく、今日においては納得の行かないことである。

今日では一つの会社でも上の者が下の者に命令を出すだけの時代ではないとさえいわれる。むしろ逆に下の方からのフィードバックをいかに的確にとらえて、上の方がそれに反応しなければならぬような時代である。

— そのような時代に仕事の上であまり上だとか下だとかこだわることはおかしなことだと思う。

— そのようなことは一種の卑屈性のあらわれである。その卑屈性が遮二無二大学へ行かせるのではないか。大学へ行くとそんなに偉くなれるのか。また大学へ行かなければそんなにだめになってしまうのか。

これは今日の教育制度にも問題があると思うが、それよりも機械を立派に使いこなしてゆく技能労務者の地位がわが国ではあまりにも低く扱われているということである。

われわれが立派であるとかないとか、あるいは偉いとか偉くないということは、その人が学問や知識が多いか少ないかということではなく、いかに自己の持ち分において責任と義務を果たしているかどうかということによって評価されねばならない。

— そのような意味で機械の技能労働者は今日の社会においてももっと重要視され、より高く評価されねばならないと思うのである。こんなにどんどん大学が増えて行く中で、そうした専門の知識や技能を修得する専門学校がどうしてできないのであろうか。社会へ出て価値ある仕事のできるような技能や知識こそ最も重要視されねばならないのではないのであろうか。

— また日本にはオペレータのユニオン（組合）もなければ、いかなる組織も存在しない。しかし今日この建設機械を運転して、あるいは修理して働いている者は20数万人に達するのである。その家族を含めれば数10万人から100万人近い人達の生活がかかっているのである。

— 大体、オペレータにそれほど困っていながら、わが国ではオペレータを少しも重要視しない。賃銀だけは高く支払っているが、オペレータという地位に少しも権威を

与えない。オペレータはただ黙って命令どおりに仕事さえしてくれたらそれでよいということで、オペレータを機械と同じようにただ利用するだけである。したがって日本のオペレータは若いときだけの仕事だというような考え方が強い。年が行っても、いつまでもオペレータをしているのは能なしだと考える。そうなれば社員より高い賃銀を取ってもオペレータはやはり社員より低い身分だということになる。そのようにオペレータを人間扱いしていない。ロボット扱いしているようなところがあるのではないか。

機械は1台が何10人～何100人分の労働力を発揮する。したがってオペレータこそ現場の第一線の立役者である。そのオペレータが自分の仕事に誇りをもてるようなシステムこそ何よりも必要ではないか。オペレータに職能専門の教育を施し、オペレータの免許に権威を与え、その地位の向上にあらゆる努力を傾注しなくてはならない。アメリカやヨーロッパではオペレータの身分や地位は決して低くない。したがって、彼らは年を取っても生涯その仕事の中で自分を向上させてゆけるのではないか。

そのためにはオペレータに本格的で基礎的な知識や技能を習得させることと、仕事の目標に参加させることである。彼らに機械の修理や運転技術と同時に、仕事の研究や施工法の研究にまで参加させることである。現場の第一線の責任を担う者として経営の目標そのものに参加させるべきである。

彼らがその日々の仕事の中からそのような目標を把握し、その目標達成への意欲「創意工夫や研究努力」を持てるようなシステムを樹立しなければならない。そのようにして、この技能労働者をもっと重要なものとして考え、扱うようにならなければ問題は解決すまい。

サブコンの地位の向上

今日サブコン、特に重機械を使用して専門の下請工事をする土工事やくい打ち工事のサブコンは極度に弱体化している。その結果、この業界は、マナーもまた最底になっている。

それをどのようにしたらもっと合理化してゆけるかというようなことはわかっていても何一つ実行できない。とにかく競争に生き残って行くためには良いも悪いもいってはおられないというようなことで次第次第に自転車操業になるか、ブローカ操業になり下がってゆく。

しかしながら、今日のように合理化され、専門細分化して企業がシステム化されてゆく時代にサブコンの合理化は専門の仕事における体質の向上と協業化による機械の効率稼働や流通しかない。

また機械の購入や設備投資はすべてサブコンの持ち分

である。したがってオペレータやメカニックの確保、養成、管理もすべてサブコンの責任になる。しかし会社が次から次へと倒産すれば、これらの技能労働者の地位は非常に不安定なものとならざるを得ない。

オペレータは若い時だけの仕事だというわが国の考え方の中に、日本のオペレータは独身の間だけしかできないというような背景がある。すなわち、オペレータは現場に寝泊りして仕事に従事しなければならない。機械は次から次へと仕事の都合で移動してゆくから、オペレータの生活はまるでジプシーのようなもので、放浪の旅人のような形になりがちである。そしてその行く先々の現場ではゼネコンの飯場の裏に小さくなって生活しなければならない。ゼネコンの監督や若い社員が肩で風を切って歩くのに、サブコンのオペレータはまるで身分の違うような扱いを受けるとしたら、たとえ金儲けとはいえ、いかにサブコンの社長や所長が誇りを持てとか、マナーをよくせよと叫んだところで素直に聞けるわけがない。自分に妻子ができればなおのことである。

このような基本的な問題を考えないで、ただ技能労働者の確保や養成、マナーなどについて論議しても何の意味もない。ただ口先でオペレータが大切だといっておだてたりしても何か空虚な感がしてならない。

あえていうならば、サブコンそれ自体の地位が向上しなければ、今後の技能労働者の確保も養成もできない。今日オペレータがあまりに不足するので、各地の刑務署において重機を購入し、受刑者にオペレーティングの教育をしているというが、そのこと自体に反対する気持は少しもないが、これではまるでオペレータという職業が社会の底辺に放り出された人間の生きる道を示唆しているような気がしてならないのである。

事実、オペレータの引抜きやオペレータの質の低下がこれ以上に進み、またそれらのオペレータを抱えるサブコンがこれ以上に弱体化して行ったならば、これからの人手不足の時代においてはまともな人間の働く場所ではなくなってくる。

今日、交通事故が頻発する中で、ダンプカーの運転手といえば、いかに低いイメージを受けるかを考えてみなければならない。それは決して彼らだけが悪いのではない。彼らはたまたま一般の路上を走っただけのことである。原因はもっと別のところにあるのではないか。次から次へとピンをはねられる。激烈なる下請企業の過当競争はもはや彼らに常識的な仕事をする感覚さえなくしてしまうのである。積載荷重が超過しようが、スピード違反になろうが、規定の信号手や交通整理のガードマンがおらなかりと、何としてもノルマがかかっているのだから、食って生くためには何をやりだすかわからないというところまで追いつめられているのである。

このようなサブコンの過当競争をどのようにしてくい

止めるか。またいかにして現場内において安全管理や災害防止を完璧にするか。いかにしてこのサブコンの地位を正常な状態に浮上させるか。

もし、それが真剣に考慮されず、そのことに対する抜本的対策がたてられなければ、今後の人手不足に対処してまともな技能労務者の確保や養成はむずかしい。オペレータは季節労務者では間に合わない。その季節労務者さえ建設業にはこなくなりつつある。サブコンはあくまでも専門業者としてその専門専門の仕事の中で合理化をはかり、技術、技能をみがき、自ら独自の経営を確立してお互いに体質の競争をすべきである。今日のようにただ事業を大きくすることや、シェアを争うことに意地張りの競争をしているべきときではない。

専門業者にとって、オペレータやメカニックこそは最も重要な問題である。そのためにはお互いに協業化をはかり、相互の機械をプールして遊休を防ぎ、かつできるだけオペレータの移動を防止しなければならない。相互に信頼のできる技能労務者の養成に力点をおいて、彼らが社会より厚い信頼と尊敬を受けられるようにすべきである。そして彼らがサブコンで働くことにいささかも卑屈を感じなくてもよいようなサブコン自体の向上を実現しなければならない。彼らが真に誇りを持てるような経営や体質にならねばならない。

今日、賃銀の上昇はいかなる企業においても最も大きな問題である。その賃銀上昇の中で最も比率の高いのが建設業である。薦、土工、大工、左官等々の賃銀は異状な状態で高騰している。仕事が汚く、汗を流して朝早くから寒さにもめげず働くことに、現代の風潮はあまりにも生甲斐を求められないような傾向が強いからである。身ぎれいで格好がよく、冷暖房のビルの中で働くことで一人前になったような錯覚を起こしているのではなかろうか。

たとえば、いかにコンピュータの時代になっても、ソフトウェアとハードウェアがあるはずである。その機械にどのような計算をさせるかという方程式を考えたり、組んだりすると、その機械を製作したり運転したりするハードウェアとはどちらが上でどちらが下ということはないはずである。

建設業のハードウェアの賃銀が異状に高騰するのはそこに人が集まらないからである。誰もやりたがらないからだんだん値上がりする。そして質は次第に低下する。ただ金だけではない。社会の底辺として扱われるようなサブコンの地位そのものに今日の社会の、また業界のあり方に大きな矛盾を感じるのである。

今日ゼネコンはそのような労務管理をほとんど下請業者に押しつけて何もしない。それどころか、ただいかにしてサブコンに安くやらせるかということにだけ腐心している。安くさえやってくれたら誰でもよいというよう

な不良ゼネコンが今日のこの惨憺たる結果を招来したといっても過言ではない。工場の街といわれる鹿島港では昨年1年で凶悪犯罪が20数件、人殺しが数件、ばくちと喧嘩と女のもめごとで、警察の特別機動隊があっても、夜は女子供どころか、大の大人さえ一人歩きができないという。

このような環境の中で、優秀なるオペレータを確保して行くということは至難のことである。

機械をこわす前に機械をこわさないオペレータをつくるのが先決である。こわしてからいかに金をかけるより、こわさない工夫や努力が無事に積極的に企業を守ることである。また、こわさない注意や運転をしてくれるオペレータほど仕事の能率はよいのである。また安全管理も向上してゆくのである。

サブコンが弱体化し、賃銀がますますはね上がり、しかもそこに集まる専門技能者の質が低下すれば、それはまた全部ゼネコンにはね返ってくる。

いま日本のゼネコンはただ目の利益を追うだけでなく、この業界の健全化のために長期的な視野で立ち上がってもらわねばならない。それにはまず第一に業界の有志が結合し、あるいはお互いに出資して、有能なる専門技能者を養成する職業訓練所や、技能専門学校を設立して先鞭を作り、また政治運動を起こしてそのような養成機関に国家からの補助を獲得していただくかねばならないと思うのである。

第二には、これからは日本においてもオペレータのユニオンを創立してゆかねばならない。今後道路事情がよくなってくれば、工事現場の中に人間性を無視した飯場生活をする必要がなくなって、通勤のバスによって、あるいはトレーラハウスによって労務者が家庭から現場の仕事に従事できるようにならねばならない時代がくる。ユニオンに電話一本で必要な機械のオペレータが得られるようなシステムこそ、今後の業界を合理化し、発展させてゆく原動力ではないか。

機械の操縦性、居住性の改善

技能労務者の確保と養成、およびその労務者とそれを直接管理しているサブコンの地位の向上についてページ数を費したので、今回はこの問題については簡単にしめくりたいと思う。操縦ということについては、現在のものにさらに複雑な機構を取り入れたりしてデリケートなことにするよりも、やはり安全確実ということを中心にすべきではないかと思われる。特にこれからの機械は次第に大形化し、スピード化して行くに違いないから、ただ空気や油圧、あるいは電気によってレバーを小さくし、ボタン式にするというようなこともあると思うが、安全と確実が無視されたら、大きな事故を引き起こすこ

とになりかねない。それよりも、もし間違っただけでレバーを入れても入らないとか事故に至らないというような安全に重点をおくべきである。

居住性の問題は真に重要である。今日自動車に対して、その居住性にどれだけの神経が使っているかを考えれば、建設重機はまったく問題にならない。自動車の数倍も数十倍も高額な機械で、しかもいったん作業につけば、早朝より夜遅くまで乗りっ放しである。特に現場は吹きさらしで、寒暑や砂ぼこりにまみれて仕事をしなければならぬ。それがただ防寒服一つでがんばらなければならないというところに、オペレータの居住性はまったく無視されているといっても過言ではない。

今後はそのような操縦室内の冷房、暖房をいかにするか、そしていかにして見通しのよい運転席を作るか、またその座席を健康的なものにするかということが機械の技術開発のうえからも販売のうえからも能率を向上させる面からも最重要に要求されてくる問題である。メーカーや商社は、この機械の購入を決定するのは一体誰であるかということについて、その最も大きな影響力をもっているのはオペレータであるということを念頭に置いていただきたい。

む す び

わが国の建設工事も大形化、スピード化されてきた。

そして先進国における大形機械も今日はほとんど導入されてはきたが、このような大形機械を稼働している現場をみれば、欧米のそれとは相当に差のあることが痛感されるのである。

それはただ遮二無二大形機を動かしているだけで、その走路に対して、または土取場、土捨場における大形機械が真の効率を上げられる段取りができていないことである。通路には凹凸があり、オペレータの身体はバンド締めにしておいても振り落とされそうなくらいである。付属機械が非常に少なく、そのために故障が多くて、アメリカのように流動的に仕事の効率を上げるというようなわけにはゆかない。

また、そのオペレータやそれを擁するサブコンの実態にしても、それと同じようなアンバランスが至るところに見られる。

ゼネコンとサブコンの関係、あるいはゼネコン自体、ただ目先のことにのみとらわれて、はたしてこのままで進めば、しばらくして自分達の足元がどうなっていくのかというようなことにも大きな不安を感じるのである。

ともあれ、そのようなアンバランスの中で遮二無二機械の大形化やスピード化が進められてゆく。いまはそのような過渡期である。しかし時代のテンポは非常に早いから、現在のこの転換期に長期的視野で時代の変化をどう先取りしてゆくかということを皆さんと一緒に考えてみたいと念願してやまない。

図 書 案 内

「建設の機械化」文献抄録集

B5判 7ポイント約374頁 頒価 2500円 送料150円

(社)日本建設機械化協会の機関誌「建設の機械化」の第1号より第190号までに掲載された記録あるいは論文等を分類・抄録し、「建設の機械化」文献抄録集として発刊しました。

申込先 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園21号地1-5 機械振興会館内
電話 東京(433)1501 振替口座 東京71122番

人工港の誕生

鹿島港の建設



鹿島灘に面した茨城県の最南端鹿島地区は、数万haに及ぶ未開発の広大な土地と、北浦、霞ヶ浦の豊富な水量を有し、さらに東京よりわずか85kmという至急距離に位置している。

これら工業立地の優位性に着目し、鹿島灘に面する砂地を利用した広大な工業用地の造成と海浜掘込方式による港湾の建設を中核として、道路、鉄道、工業用水等の関連施設を整備することにより大規模な臨海工業地帯を造成し、地域開発の拠点とすることとなったが、何はさておき、港湾建設の成否に開発計画の成否がゆだねられている。

(運輸省第二港湾建設局鹿島港工事事務所提供)



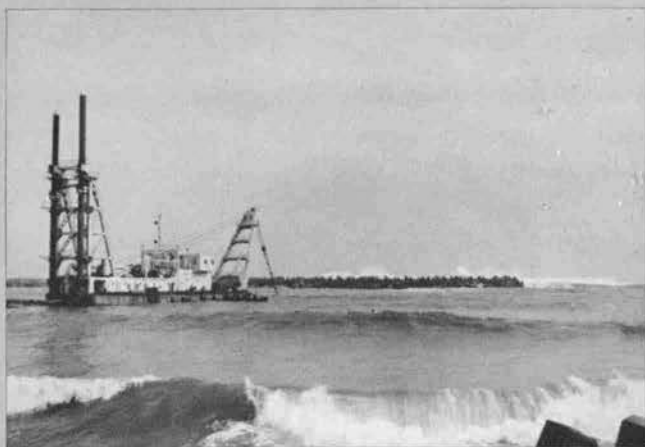
— 昭和39年 —



南防波堤の築堤

— 昭和39年 —

▼ケーソンドックの築造
— 昭和40年 —



▲富国丸（1,500HP）による進入路浚渫 — 昭和40年 —



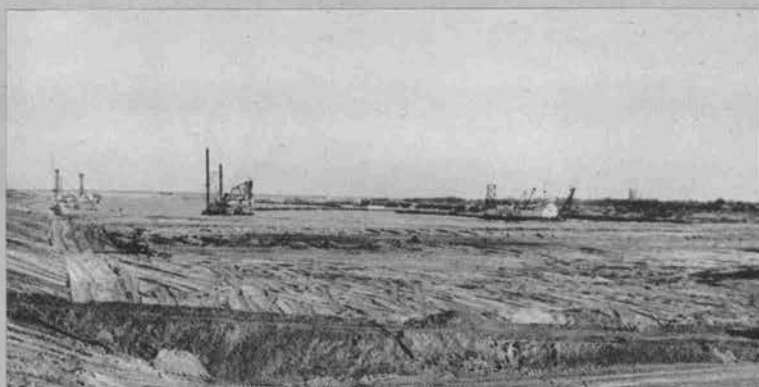
— 昭和40年 —



— 昭和41年 —



◀ パワーショベルとダンプ
による中央航路陸削
— 昭和42年 —

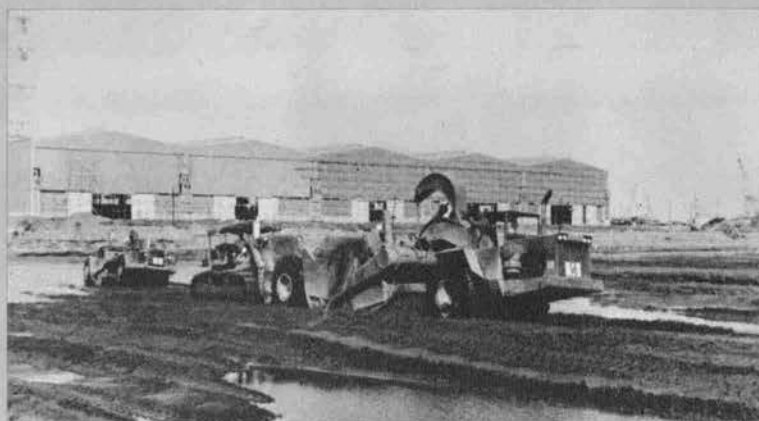


▲中央航路陸削状況 — 昭和42年 —

◀バックホウとダンプによる中央航路陸削 — 昭和42年 —



— 昭和44年 —



モータスクレーバ（上）とエレベータ
スクレーバ（左）による陸削 — 昭和45年 —



大形ホイールローダによる ロードアンドキャリ工法普及の現況

小 野 健*

1. はじめに

青海鉱山では昭和 36 年よりクローラドリルとブルドーザのコンビによる階段採掘を実施して、能率と保安面で著しい成果をあげた。当初は切羽面が押込斜面に近く、ブルドーザ工法の威力を発揮して大幅な増産を達成したが、その後、採掘の進行に伴って切羽面が育成拡大されるにつれ、運搬距離の延長と押込角度の鋭角化による排岩量の低下、ブルドーザの老朽化および故障休止率の増加等の種々なる問題が発生した。

このように採掘区域拡大による距離的方向的制約は可採鉱量や運搬量を減少し、さらにベンチダウンの準備作業とホップ外採掘量の増加となって平均実績を漸減した。こうした傾向を打開するため新しい大形重機械を導入して単一機械による多用化工法によって工程の簡略化と能力アップについて二つの方法を検討した。

大形ブルドーザによるリップ工法は、岩盤の性状によって一部発破作業を省略し、相当な実績を期待できるが、コンパクトな岩盤帯ではリップングの困難な場所も多く、しかもブルドーザのリップピリティと機械本体との強度バランス、長距離運搬機としての機動性、運搬角度等に大きな疑問があった。

この結果、東山のベンチ採掘では運搬走行のスピード化を第一とし、明場と採掘切羽との方向的影響の少ない大形ホイールローダを採用して、ロードアンドキャリによる新工法を実施した。昭和 42 年 11 月にデモを兼ねてテストし、好成績を得たので、43 年 4 月より平常稼働に移行した。当初は Cat 988 1 台を No. 2 GH 配置して、従来のブルドーザベンチを 20~130 m 間で特に長距離運搬を主体に運搬量の増大をはかった。その後 GH 3 基に Cat 988 を 4 台稼働して各切羽の特性に適應するようなロードアンドキャリ (L & C) 工法を実施している。

この工法はすでに 3 年間の経験があるが、まだ全切羽ともブルドーザベンチが完全なホイールローダ用ベンチに造成されていないので本格的な操作体制が確立されてい

ない。しかし現在までに従来の工法よりはるかに良好な実績を出しており、今後さらに運行形態の改良によって増産が可能である。L & C の基礎的なデータはすでに「建設機械」、「石灰石」、「石灰石鉱業大会」で発表済みなので、今回はおもに最近の実績を中心として、その稼働状況と新しい運搬法等を報告する。

2. 採掘現場状況

採掘ベンチ形状は各 GH によって異なるが、現状では最長 150 m、ベンチ高 6~12 m となっている。

採掘はクローラドリル 8 台 (東流製 CD 3, CD 5, CD 6, 古河製 CRD 5, CRD 6 形)、ブルドーザ 6 台 (小松 D 120, 三菱 BD 23, Cat D 7, D 20 形)、ドーザショベル 1 台 (Cat 951 形)、ホイールローダ 4 台 (Cat 988 形) を使用して月産 15~16 万 t (最高) 出鉱している。現在増強工事中であり、これが完工すれば年間 180 万 t の生産量になる見込みである。

発破はせん孔長 6~9 m (下向孔)、2~2.5 m (横孔)、孔間 2~2.5 m、最小抵抗線長 2~3 m の諸元で、それぞれの切羽、岩盤の性状に応じてパターンを決定して行っている。横向せん孔は破碎帯岩盤とトーホールであるが、大部分はベンチ高に応じた下向せん孔を行なっている。ベンチ高が各切羽によって異なるのはブルドーザの傾斜ベンチをローダ用の平滑ベンチに修正しているためである。今後はせん孔能率や保安面から 7 m を基準としたい。

発破の起砕効果や大塊発生率は岩盤の性状によって大きく変動し、岩盤がコンパクトなほど良好である。ローダの積込みは大塊率が低く、破碎岩がルーズなほど容易であるが、一時発破で完全に起砕されることが無理なので、ブルドーザのかき出しを併用したほうが能率的である。ローダの運搬方向は 360° 自由なのでどの方向にも可能であり、指向性の少ないのが特長である。実際は積込方向と走行方向が鋭角なほどサイクルタイムを短縮できる。東山ではいずれも 90~180° の範囲にある。

積込みがベンチのト一部に接近すると、根石が露出してパケット操作が困難となるので、掘削集石のためにも

* 電気化学工業 (株) 青海工場原石部原石課

表-1 年度別運搬実績

Cat 988 実績 年度	No. 1					No. 2					No. 3					No. 4				
	HM	実働時間	回/HM	回/実時	t/実時	HM	実働時間	回/HM	回/実時	t/実時	HM	実働時間	回/HM	回/実時	t/実時	HM	実働時間	回/HM	回/実時	t/実時
43年度	1,442	1,111	36.8	47.7	310	194	163	43.0	51.1	332										
44年度	1,284	880	33.8	49.2	320	625	563	43.3	48.8	317	1,030	781	34.1	44.9	292					
45年度	1,376	1,181	31.6	36.8	239	1,227	1,002	43.7	53.6	348	1,288	925	27.5	38.2	248	262	282	43.9	40.9	266

(注) HM: アブメータ(採掘および準備作業のみ) 回: 運搬回数(1回 6.5t) t: 運搬トン数 機種および年度により使用条件が異なる。

ブルドーザが必要となる。ローダをスピード運行させるには走行路面を平滑にしなければならないが、起伏のない平滑な路面を設定することは非常にむずかしい。明場付近は前方約7~10mに5度ぐらいの上りこう配をつけ、端縁に岩堤を設けてローダの墜落防止をはかり、後退のスタートをスムーズにしている。ローダの運行とクローラドリルの稼働は交錯しないようにペンチスパンを長くしている。

3. 運搬実績

重機採掘の実績は爆砕量と運搬量がバランスしていないが、実際は運搬能力がやや優越していたほうが能率的である。

L & Cの操業サイクル行程は積込み、方向変換、前進、明け、後進、方向変換の繰返しとなる。このほか作業開始前の集石と路面整理、走行中の転石整理、積込みの失敗、タイヤ付近の転石除去等が付随作業となっている。サイクルタイムを短縮して運搬量を増大するには、これらの付随作業をできるだけなくして、操業行程のリズミカルなサイクル運行をすることである。

ローダの運搬量は切羽形状(運搬方向)、発破の起砕状態、大塊率、走行路面、こう配、ブルドーザ併用の有無、オペレータの技量、天候等によってかなりの差が生ずる。これらの条件差はサイクルタイムのなかでも積込時間の変動差に現われ、他の行程への影響が比較的少ない。したがって、ローダの運行は積込みの失敗がなければ非常にスムーズなリズムに乗って運搬回数を増大することができる。

運搬距離と運搬回数の関係はほぼ直線的であり、ブルドーザに比べて距離による低下率が小さい。積込方向と

表-2 走行角度とこう配による運搬量

運搬距離 角度 行程 および実績	35 m		80 m		105 m (平均-13°)	
	90°	180°	90°	180°	前進運搬	後進運搬
積込み(sec)	23.6	19.1	18.8	19.3	22.2	19.0
前進(sec)	8.5	14.1	20.3	23.0	24.3	30.6
ダンブ(sec)	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0
後退(sec)	12.8	14.4	14.8	17.0	28.8	29.7
サイクルタイム(sec)	45.9	48.8	55.0	60.4	76.3	80.2
運搬回数(回/hr)	78	73	65	59	47	45
運搬量(t/hr)	507	475	422	383	305	292
差(%)	100	94	100	91	100	96

(注) 走行角度: 積込方向と走行方向
前後進運搬: 実車の走行方向
後進は荷こぼれなく、安定性が大きい。

走行方向が直角より小さいときにもっともむだの少ない運行ができ、角度が大きくなると方向変換の時間が長くなる。

長距離の集中運搬には同一運行路にローダを2台配車して入替運行すると効果的である。近距離運搬でも積込場と明場が広ければ、ローダ3台を並列に適当な時差をつけて集中的に稼働させることもできる。積込時のブルドーザとのコンビネーションは積込時間の短縮だけでなく、タイヤの保護、積載量の増大をも可能とする。

4. ループ運搬工法

ホイールローダによるL & C工法は走行のスピード化によって遠距離運搬の低下率を非常に小さくすることができた。運搬距離80~150m間の低下率は0.46~0.48%/mであり、1.8t/mになっている。ブルドーザの場合は20~100mの短距離でも低下率が1.1%/mの4.5t/mと大きな差がある。したがってブルドーザ工法の遠距離運搬はホイールローダの運搬にも対抗できない。

ループ工法は従来の単独運行より特に遠距離運搬で効果が大きく、切羽が狭くてせん孔作業と運搬が干渉したりするような場合、特にその個所を集中的に運搬したいときに著効がある。作業方法は2台のホイールローダを一つのループ状運行ルートに乗せて間断なく運搬する工法である。走行路は実車と空車を別ルートとし、実車の方向変換を積込場で行ない、空車を明場で行なって常に

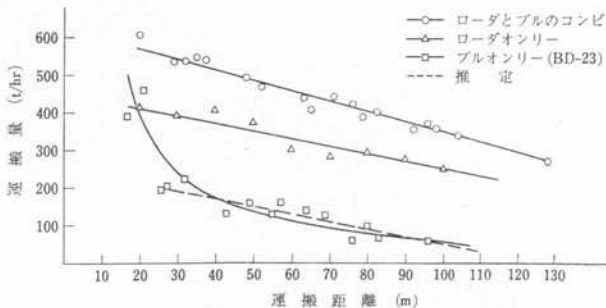


図-1 運搬距離と運搬量の関係

ローダのフロントを前方にして運行させる。

2台の位置は行程の中間にあって、相互に前車によって制約されないようにする。運行は両車で追掛け合いになるので、1台が積込みの失敗や路面整理等で遅れると、他車に速度制限(徐行)や待機時間が生ずる。このため相互に細心の注意を払い、行程各部の失敗をなくして一定のリズミカルな運行をしなければならなくなる。これは一見心理的圧迫が感じられるが、むしろ両者の競争心によって好結果が得られる。

ブルドーザのかき出しは積込みが同一個所であるから1台で済み、積込場誘導者も1名でたりる。このように、ループ工法は集中運搬により爆砕岩滞留によるせん孔待時間を短縮し、オペレータ交代要員1名、補助ブルドーザ1台を減らすことができる。しかしどちらかにミスがあると他車にも徐行、休止などの制約をおよぼし、不注意によっては接触事故の可能性もある。オペレータは非常に規則的でリズミカルな運行をするので、いったん調子の波に乗るとほとんど失敗がなくなる。

運搬実績は表-3のように両者ほとんど差がなく、2台に対し倍数的数量増加を示している。運搬量は120mより遠くなるとループ工法が単独行より多くなる。ループでは実車と空車の運行ルートが異なるので、単独行よりサイクルタイムが多少長くなるが、全体的にはむしろ逆になっている。実車と空車の走行時差は遠距離ほど大きく、単独行のほうが大きくなっている。ループ運行では100m以下になると明らかに前車のための徐行が必要となり、90mでは停車待ちとなる。したがってループ工法は120m以上の長距離運搬に有効である。

5. トリオ運搬工法

同一個所にホイールローダ3台をそれぞれ別ルートで稼働させる工法であり、貯石または爆砕岩が大量にあるときに最適である。各車の運行ルートを平行して隣接設置し、他車の運行とまったく関係ない路面を独立して走行する。前、中列の車が方向変換時に大回りすると後者路面に飛び出して後者を徐行または停車させることになるので、全車とも設定されたルートを忠実に走行しな

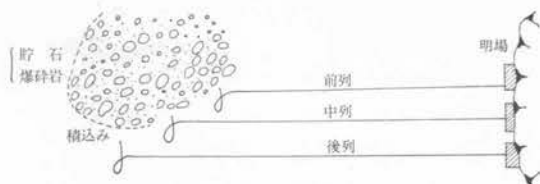


図-3 トリオ運搬工法

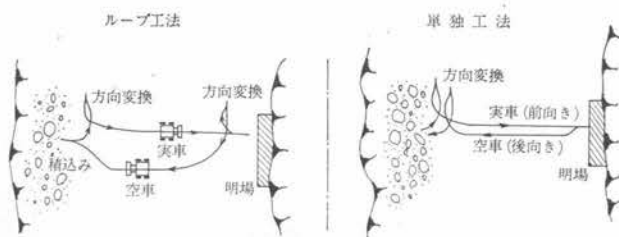


図-2 ループ工法と単独工法の比較

表-3 運搬実績比較表

内容 運搬距離(m)	2台ループ(2台平均)				単車往復			
	走行時間(sec)	サイクルタイム(sec)	運搬回数(回/hr)	運搬量(t/hr)	走行時間(sec)	サイクルタイム(sec)	運搬回数(回/hr)	運搬量(t/hr)
80	51.7	60.2	59.8	389	48.8	59.7	60.3	392
90	55.3	64.2	56.1	364	52.6	63.5	56.7	369
100	59.9	68.8	52.3	340	56.2	67.2	53.6	348
110	63.4	72.6	49.6	322	61.0	72.2	49.9	324
120	69.3	78.2	46.0	299	67.8	78.9	45.6	296
130	72.8	81.4	44.2	287	71.5	83.2	43.3	281
140	75.0	84.0	42.9	279	74.9	86.7	41.5	270
150	80.0	89.2	40.4	263	78.9	90.1	40.0	260

(注) 走行時間:前後進および方向変換
hr:実働時間

運搬量:6.5t/回
走行速度:実車2速,空車3速,変換2速,積込み1速
積込岩:大中小混合(積込みややむずかし)
路面:こり配+1°10'起伏多く,スピード出せず。
積込運搬方向:180°

ればならないので、むだな運行をしない。各車のサイクルタイムは異なるが、一定のリズムのなかで積込みを同時に行なわない運行をすると行程が非常に円滑になる。

この工法では積込みと走行方向が90°のときもっともスムーズで、180°のときは積込場で混車して接触の危険が生ずる。前中後列の運搬量にはそれぞれ約1.1~1.2倍の差が生ずる。このように3台が同時に稼働することによって一定のリズムに乗せ、行程の失敗をなくす効果が大きい。

6. ローダの稼働率

稼働率は稼働時間に対する実働時間、故障時間、点検整備待時間等によって決定されるが、作業工法上の問題を除いて、おもに故障率について検討してみた。重機械の稼働率は表-4のとおりであるが、ローダの故障率がブルドーザに比較して非常に少ない。ブルドーザの故障がおもに足回り関係に集中しているのに、ローダは一部製作上の欠陥等を除けば油圧関係に片寄っている。ブルドーザは岩盤との接地衝撃がトラックシューを通して直接本体に伝達されるが、ローダは外部からの負荷の大部分がタイヤのクッション、スリップ等によって吸収され、本体にダイレクトに伝達されないようである。

稼働時間(拘束時間)に対するブルドーザとローダの故障率は8.7%対2.8%で、ローダのほうが1/3の低率である。

7. タイヤライフ

ホイールロードの修繕費のなかでもっとも大きな役割を占めているのがタイヤ費である。タイヤライフは使用条件の差によって大幅に変動するが、当現場ではL&Cを主体としているので積込みオンリーの現場とは損耗状況がかなり相違している。タイヤの損耗は積込時のスリップ、走行路面、速度、方向変換、転石の踏込み、積込岩、積載量、タイヤの質、オペレータの技量等、多くのファクタに起因している。

タイヤの損傷にはカッティング、チッピング、ティアリング、セパレーティング、パンク、コード切れ、摩耗等の現象があるが、均一な摩耗によって更新まで使用できれば耐用時間は相当延長することが可能である。タイヤのチッピングはゴムの質、路面の粗滑、スリップの割合によるが、概して硬質のものが使いやすいようである。トレッドの摩滅は摩耗よりチッピングによるほうが早いので、カットの事故の少ない現場ならむしろゴム質を少し軟かくして耐チップ性を向上したほうが長持ちする。なお、タイヤの硬度はメーカにより差がある。

トヨ一(TY) 66(トレッド) 62(サイド)
ブリヂストン(BS) 56(") 62(")
グッドイヤー(GY) 66(") 72(")
普通、ロックタイプは66~68で、スタンダードが58~62といわれている。これは加硫剤(S)やカーボンによって影響される。カーボンの粒子が細かいほど硬くなる。当鉱山ではBSの硬度56品がもっともスムーズな摩耗をしてチッピングが少ない。しかしサイドは62でもカットしやすいのでGYの72ぐらいあったほうが耐カット性がよい。あまり硬度が高くなると沈込みのクッションが悪くなるが、いずれにしてもトレッド接地面よりサイドが軟かいのは実際的でないように思われる。

カットは岩角によって切るのが大半で、特にタイヤの側面に接触すると容易にサイドカットされやすい。カットやバスはタイヤライフを著しく短縮し、傷口が10cm以上にもなると部分修理または更新も不能になることがある。摩耗による耐用限界はアンダートレッドまでで、カットワイヤ層が部分露出しはじめたら早目に更新したほうがよい。トレッドが摩滅してから使い過ぎるとブレーカ、カーカスを損傷して更新後のライフを短縮する。

トレッドデザインはメーカにより多少の差はあるが、L3, L4はRラグで、L5がDラグになっている。L3Rラグが標準品であるが、最近ではL4(150%), L5(250%)の深溝形が使用されるようになってきている。これらの広幅タイヤは接地面が大きく、けん引力があり、耐摩耗性が大きい。摩耗更新の多い現場では深溝や超深溝形が平均ライフを延長し、割安となる。当現場でも昨年よりL4ETタイヤを使用して効果を上げている。

タイヤの損傷状況は使用条件によって差があるが、大方0.02~0.03 mm/HMの摩耗率になっている。積込場が進行方向に対し右側と左側では方向変換が反対になるのでタイヤの内外左右の摩耗傾向が異なっている。摩耗は空車のスピードのある方向変換のときに外心力のかかる外側がへりやすい。積込みと走行方向が180°なら左右同じ程度に方向変換を行えば摩耗量を一定にすることができる。積込場の路盤傾斜も偏摩耗に大いに影響がある。全体的には前輪のほうが後輪より0.008~0.01 mm/HMの早期摩耗を示している。

摩耗の大部分は機体が浮いたときの空転スリップによるものが多い。接地面の摩耗部位はタイヤ空気圧の調整によっても異なるが、実績では各車によって一定していない。トレッドの摩耗はセンター(BC)が20cmで消滅し、EF(中心部より1/3の位置)とフラットになる。摩耗曲線は使用当初のトレッドが高いときに早く、BCが摩滅すると接地面が広幅になって曲線こう配がゆるくなる。季節等の影響も明確には感じられず、夏場はリムが暖くなる程度でオーパヒートによるセパレーションもない。タイヤライフはAD(中心より2/3の位置)の摩耗量だけでは判定できず、全体がフラットに減っているときは50mm以上にも耐え、中心部が早いときは40mm以下で限界に達することもある。前後輪の1/100mm差は300時間の耐用時差となる。

深溝形はカットの少ない現場で有効であり、重量増によって掘削力が増加するが、反面、走行抵抗も増大する。岩片がトレッドにくい込んでいると走行中に中に入り込んでパンクすることがあるから、接地面の日常点検が必要である。傷口が小さいときは生ゴムを充填すると効果がある。

タイヤに水または重水を注入することは掘削力を増加するが、反面、走行抵抗を大きくし、リムやタイヤの腐

表-4 故障と修繕費

年度 内容	43 年					44 年					45 年				
	ア ワ メ ー ク (HM)	故 障 時 間	修 繕 費 (万円)	修 繕 費 (円) (HM)	修 繕 費 (円) 運搬量(t)	ア ワ メ ー ク (HM)	故 障 時 間	修 繕 費 (万円)	修 繕 費 (円) (HM)	修 繕 費 (円) 運搬量(t)	ア ワ メ ー ク (HM)	故 障 時 間	修 繕 費 (万円)	修 繕 費 (円) (HM)	修 繕 費 (円) 運搬量(t)
Cat 988															
No. 1	1,624	122	126	775.9	3.65	1,284	49	36	280.4	1.28	1,405	132	100	714.6	3.55
No. 2						625	103	21	336.0	1.18	1,227	21	97	792.2	2.79
No. 3						1,030	126	19	184.5	0.83	1,288	10	66	508.5	2.85
No. 4											262	26	9	332.1	1.16

(注) 修繕費にタイヤ費を含む。

食を早めることにもなるので一考を要する。要は走行路面を平滑にし、積込岩を完全ルーズな状態にして石片の踏込みを防止すればライフの大幅な延長が可能である。このため発破の起砕をよくし、ブルドーザの併用、タイヤ監視用ミラー、誘導者の活用、オペレータのレベルアップ等を重点的に行なっている。

オペレータの質的向上をはかるには現地における機会教育が効果があり、その都度きめ細かい指導が必要である。タイヤの更新によるライフダウンは摩耗更新の場合ほとんど問題にならない。

8. む す び

ホイールローダによる L & C 工法は稼働するその切羽形態によってもっとも大きな影響を受けるが、当現場はまだ完全に切羽の育成が終わっていないので、今後さらに効率化が可能である。この工法についてはすでに発表する機会があったが、今回は一部新工法を紹介し、合わせて旧来の方法に45年12月までの実績を掲載した。

① L & C の効率化はローダをフル稼働できる切羽形態を早期に育成してサイクル行程の円滑な運行をはかることである。

② 運搬サイクルは一定のリズミカルな走行によって各行程の失敗をなくす。

③ 運搬実績は距離による低下率が小さいので長距離運搬にも効果が大きい。

④ サイクルタイムの変動要因が大部分積込時間であるから、起砕不良や積込盤不滑整な場所はブルドーザのかき出しを併用したほうがよい。

⑤ 集中化運搬には同機種2台のループ運搬工法、3台のトリオ運搬工法等によって運搬量を倍増し、人員削減、ブルドーザの減車が可能である。

⑥ 運搬方向と積込方向は90°以下のほうがよく、角度が大きくなると方向変換に時間がかかる。90°と180°では運搬距離50m以上で約10%の低下率となる。

⑦ 積込時の合図マン(運転交代要員)のバケット状況の指示、ミラーの活用、転石の除去、路面整理等によってタイヤ保護と積載量の増加をはかる。

⑧ 発破起砕をよくし、地山剝離は完全で、大塊発生率を少なくする。

⑨ 運搬方向の指向性が少なく、可採範囲を経済距離(200m)まで拡大できるので可採鉱量を大幅に増加でき、選別採掘も可能である。

⑩ 走行路盤を設定整備する。

⑪ 明場10mぐらいを上りこう配とし、端縁に墜落防止用の築堤をすると、安全なダンプと後退走行がスムーズになる。

⑫ タイヤトレッドは積込走行条件によって偏摩耗するので適度な位置交換、方向変換の左右交替を行なう。

表-5 タイヤの破損実績 (L3 形)

タイヤ No.	メーカー	位置	交換年月	耐用時間 (HM)	摩耗率 (mm/HM)	A D 摩耗量 (mm)	状況
1	GY	FL	43年6月	495	0.043	21.5	バンク
2	GY	FR	43年9月	1,111	0.030	32.8	摩耗
3	BS	FL	43年10月	689	0.025	17.0	サイドカット
4	GY	RR	43年11月	1,464	0.029	42.3	摩耗
5	GY	RL	43年11月	1,504	0.025	39.6	摩耗
			43年平均	1,053	0.031	30.6	5本
1	TY _(R1)	FR	44年10月	1,536	0.033	50.9	摩耗
2	TY _(R1)	FL	45年6月	1,852	0.028	52.3	摩耗
13	GY	FR	45年6月	1,447	0.034	49.9	摩耗
14	GY	FL	45年8月	1,651	0.031	50.8	摩耗
6	BS	RR	45年8月	2,466	0.019	46.4	摩耗
8	GY	FL	45年10月	1,728	0.029	50.0	摩耗
7	GY	FR	45年11月	1,806	0.026	47.6	摩耗
15	GY	RR	45年11月	2,162	0.019	40.2	摩耗
16	GY	RL	45年11月	2,162	0.022	46.9	摩耗
			45年平均	1,909	0.026	48.0	8本

(注) GY: グッドイヤー, BS: ブリヂストン, TY: トーヨー
(R1): 更新1回
FL: 前左, FR: 前右, RL: 後左, RR: 後右

⑬ タイヤの摩耗が多い場合はトレッドの硬度を低くして(耐カット性は劣るが) チッピングを防止し、サイドを硬化して耐カット性を増し、トレッドは L4~L5 の溝深形がよい。

⑭ タイヤの損傷状況をチェックして使用管理を徹底し、ライフアップをはかる。

⑮ オペレータの技量は運搬実績、タイヤライフに大きな影響を及ぼす。

⑯ 運搬回数の自動記録化によって実績を管理する。

⑰ 下りこう配運搬は実車後退走行が安定性がよい。

⑱ L & C 工法では走行抵抗を増さないためタイヤ水入れやカウンタウエイトは取付けないほうがよい。

⑲ ローダはブルドーザよりはるかに稼働率がよい。

⑳ バケットの摩耗は積込みの岩質にもよるが、当現場では4,000時間無修理である。

㉑ Cat 988 はバケットの揚角度がフラットにならないので走行中こぼれやすい。

㉒ 故障部位は油圧系統の油もれが多い。

㉓ 作業上の問題点としては、1次発破だけで走行路面を平滑にするのがむずかしく、ブルドーザの併用個所が多くて単独作業が少ない。

以上、L & C 工法について年間の実績を基にしてその要素を説明したが、一応満足できる状態ではなかったが、まだ解決されない問題も残されている。この工法は他の石灰石鉱山にもかなり採用普及されてきたが、その導入方法については現場の特性に合った機械の採用と効率的な使用方法を検討すべきである。現今各鉱山とも、深部鉱床の開発、残鉱採掘に進む傾向にあり、運搬のスピード化、省力化は重要な課題であるが、今後ホイールローダの多用化工法として大いに期待できよう。

モータスクレーパの普及に寄せて

—その近況と課題—

佐藤 裕 俊*

1. わが国のモータスクレーパ

わが国のモータスクレーパの歴史はささやかである。その昔、ターナブルと呼ばれる米進駐軍下げ車両がわずかに見られたが、一般にはけん引式スクレーパがすべてであった。昭和 30 年前後に当時の新車が火力の石炭処理に輸入され、また若干の機械が建設関係で導入使用されたが、土工の主力として広く活躍するには至らなかった。その後、モータスクレーパは外国、特にアメリカの目をみはる普及にならって、わが国でも大幅に使われるであろうと常にブームを期待してきた 10 年である。それでも最近になってかなりの伸びが見られるので、その概況を紹介し、あわせてわが国で当面している課題の一端を記してみたい。

2. 最近のモータスクレーパの傾向

アメリカでは古くから土工現場の土運搬がほとんどモータスクレーパにより行なわれているのに対し、わが国では条件に恵まれた特定現場で使用されるに過ぎない。

その理由としては、

- ① 工事規模、工事面積が比較的小さい。
- ② 起伏の多い急峻な地形や用地上の制約が多い。
- ③ 軟弱な土質現場が多い。
- ④ 施工計画者や運用者の認識がたりない。
- ⑤ 投資金額が大きく、その稼働率が安定しない。

等々と自然的環境と人による原因をいろいろとあげることができる。しかし機械の進歩と土工の大形化にともなってそのいくつかが改善されてきている。

ところでモータスクレーパが活用された大形土工としては都市近郊で開発される多くの宅地造成工事、工場コンビナート用地、鹿島港などの港湾建設、アースダム築堤、高速道路、空港の新設工事などと日本の全地域にわたり、これらの大土工で工事の迅速化、工費の低減に大きな役割を果たしてきている。最近の施工土量を調べると数 10 万 m³ は普通とされ、数 100 万 m³ の規模も珍

しくなく、ときには 1 件契約が数 1,000 万 m³ を越える大工事さえある。このような施工規模の増大と発注の一括方式化がまず大形重機を導入する背景となっている。

(1) 機械構造の進歩

モータスクレーパの一般構造はすでに何回か紹介されており、省略するが、最近みられる特長は、動力装置の性能向上と操作機構が高級となっていることであろう。メーカーにより多少の差はあるが、けん引力を有効に発揮させるためタイヤのフローテーション、パワーシフト方式のトランスミッション、タイヤ空転を防ぐデフェレンシャルロックなどが一段とすぐれたものとなっている。

操縦やエプロン操作などには高級な油圧回路が十分に取り入れられ、オペレータにとって楽に敏速に操作できるようになっている。またリターダにより長い下り坂を載荷して走行しても一定速度を保ち、オーバランの心配がなく、さらに最新の新鋭車ではトラクタ部とボウル部の連結にクッションヒッチ機構がとり入れられ、機械の振動を減じ、乗心地がよく、機械と道路にかかるショックは軽減されて寿命にもよい影響をもたらしている。

(2) 国産のツインエンジンスクレーパ

三菱重工業が昭和 42 年頃から製造を始めた TMS-8 形ツインモータスクレーパは、積載容量に比若く大きく大きなタイヤを装備してフローテーションを良好にし、かつ強力な二つのエンジンで前後輪を駆動する構造のものである(写真-1 参照)。わが国のローム質粘性土の現場でもコーン指数 3~4 程度までは走行し、運搬作業が可能である。特に関東地方の敷地工事や土質が悪いといわれる成田新空港の土工等ではその作業性が期待される。

また別に小松製作所でもツインエンジンのスクレーパ WS 16 形が試作を終え、製造販売に移されている。スクレーパの国産化も本格的となったといえよう。

(3) 著しい大形化

土工機械の大形化は一般的な傾向で、特にモータスクレーパでは大形化が著しい。ブルドーザは一応 D 9 級が最大とされ、ダンプトラックもわが国ではそれほど大形車は普及しない。これに対し、最近ではボウル容量も 16 m³、18 m³、さらに 25 m³ (平積) 級と国内で使われ

* 日本国土開発(株) 研究部次長
当協会機械技術部会スクレーパ技術委員会委員長

るモータスクレーパも巨大なものになっている。Cat 657 を例にとると、ツインエンジンで計 960 HP、山積 34 m³ の容量をもち、重量空車 60 t、標準載荷時で 110 t 近い（写真—2 参照）。現在日本国土開発、山崎建設、大仁建設などで 25 台ほど導入されている。

（4）セルフローディングスクレーパ

スクレーパの掘削積込みは原則的にプッシャに依存するが、スクレーパ台数とプッシャの組合わせには過不足を生じやすく、また両者間の連係作業には技量を要し、十分な効率を上げることはかなりむずかしい。この対策の一つにセルフローディング（自力積込み）機構がある。

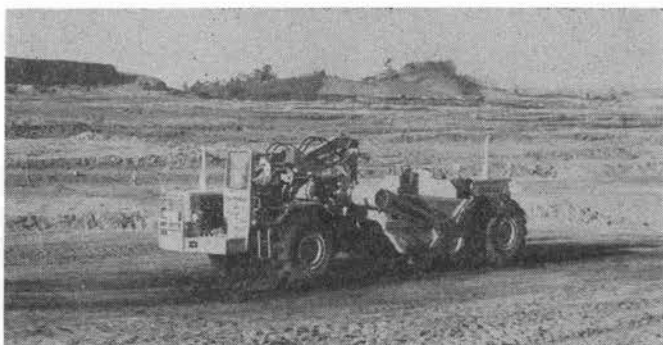
エレベータリングスクレーパはボウル前方に設けた連続バケット（エレベータ）により掘削積込みを行なう構造で、自力積込みの代表機種である。プッシャを必要としないので現場の条件に合えば相当の能率を上げうるし、現に米国では小規模な現場内でかなり使われている。単機でもよく稼働でき、比較的短距離の運搬に向いている。普通土の場合に最も能率がよく、硬土質でもある程度までは掘削可能であるが、れき、転石があるとバケットに入りたいはやむを得まい。わが国ではまだ製造されておらず、かつてルターナ社ハンコック形（平積 10 yd³）が日本国土開発で使用されたが、十分な成果は上げなかった。しかし最近になって大形ツインエンジンのワブコ BT 333 F（山積 26 m³、ツイン 950 HP）が導入され、かなりの注目を集めている（写真—3 参照）。



写真—2 Cat 657 ツインエンジンスクレーパ
(前部はプッシュプル用装置)



写真—3 ワブコ BT 333 F エレベータリングスクレーパ



写真—1 三菱 TMS-8 ツインエンジンスクレーパ

（5）プッシュプル積込方式

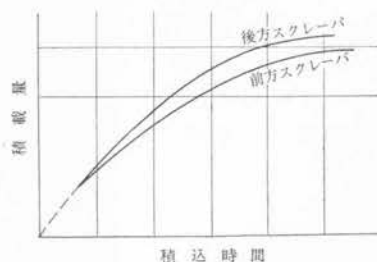
最近脚光を浴びている積込方法にプッシュプルがある。掘削積込時に 2 台のモータスクレーパを連結し、1 台が他のスクレーパをプッシュし、またはプルする方式である。スクレーパの前後部に連結用の簡便な装置があり、通常は前方スクレーパが掘削を始めると後方スクレーパが押し、満杯になるとそれが後方スクレーパを引張り、積込む。両車とも積込みが終われば連結を解き、それぞれ単独の車両として走行する。プッシャを必要とせず、巨大な車両でもほぼそれに適合したプッシャ馬力を得られるなど、モータスクレーパ施工の革新と考えられる。積込効率はかなり高く、載荷した前方スクレーパがよりけん引力を出しうるので、通常後方スクレーパの方が短時間にたくさんの土量が入る（図—1 参照）。現在日本では Cat 657、Cat 627 などがツインエンジンのプッシュプル方式として多く使われている（写真—4 参照）。

（6）国内の保有現況

前述のように、わが国では少数台ながら昔から一部の熱心なコントラクターでスクレーパ工法を採用してきた。しかしこの 2 年間にモータスクレーパ保有の層は厚くなり、専門的な業者の数が増して急速に伸びてきた。小形機は国産を、大形機は輸入に依存し、現在ではキャタピラー社の製品が多数を占めている。現有数は表—1 のように 400 台程度と推定される。

3. モータスクレーパ工法の能率向上策

運搬車両として、タイヤホイールの方が履帯構造のものとは比べ高速が得られ、有利なことは論をまたない。ま



図—1 プッシュプルによる積込性能曲線

た積込み、運搬、捨土、敷きならしが一貫してできることもスクレーパの大きな特長である。

(1) 施工計画の考え方

ところで、モータスクレーパが一般的な工法として広く普及している米国とわが国の現状では、その能率においてかなりの差があることは認めざるを得ない。わが国特有の好ましくない自然条件もあろうが、要はモータスクレーパ工法に不慣れの点がまずあげられよう。機械だけを輸入してもそれを有効に使いこなせるとは限らない。高い能力を発揮するにはそれなりの背景が必要であり、わが国のモータスクレーパ工法にはまだこれからの努力の余地とまた楽しみも残されていることになる。

モータスクレーパで施工するにはそれに見合った施工法が必要で、特に掘削と盛土区域の選定、施工順序を定めるのに走行路を重点に考えねばならない。すなわち、良好な走行路を確保するための策が必要となる。

(2) 運搬走行路の造成

いままでわが国ではけん引スクレーパやいわゆるショベルダンプによる土工が多く、施工現場内に重車両用の運搬走行路を作ることに慣れていない。モータスクレーパ工法では走路の良否で機械運用の難易、経済性、安全性などの勝負が決まる。大形モータスクレーパではそのスピード、軸重からも一般公道より強固であり、線形、こう配は合理的に余裕がなければならない。モータスクレーパの機械設計性能が十分発揮され、所定のスピードが得られることが必要で、われわれの経験からも表-2の条件が参考となろう。

走路のメンテナンスも重要な要素である。またやむを得ず粘性土質を走路とするときは、路体を強化し、また雨水の処理もできるような努力が望まれ、これらはわが国特有の課題であろう。

夜間作業に際しては照明の明るさが大切で、街路照明を原則とし、車両のヘッドライトに期待するのは能率が下がり、でき得ればさけない。

(3) 組合わせ機械

モータスクレーパのように機動性に富む重機械を運用するにはそれに関連した機械がよくマッチしていなければならない。この点はまだ運用者の認識が足りないことのひとつである。スクレーパの積込みに際し、適合した馬力のブルドーザやタイヤドーザをプッシャとして使うこと、走行路のメンテナンスにモータグレーダを常備して、運搬作業中常に路面の整備を励行することは常識となってきたが、そのほかにも高効率な機械を配備せねばならない。

表-1 ボウル容量別現有台数

シングルエンジンスクレーパ	容量 10 m ³ 16 m ³ 21 m ³	山積 (15 m ³) 級 (23 m ³) 級 (29 m ³) 級	Cat 621 他 Cat 631 他 Cat 641	約 50 台 約 100 台 約 2 台
ツインエンジンスクレーパ	容量 6 m ³ 10 m ³ 18 m ³ 25 m ³	(8 m ³) 級 (15 m ³) 級 (24 m ³) 級 (34 m ³) 級	三菱 TMS 8 Cat 627 他 テレックス TS 14 他 Cat 657 他	約 150 台 約 60 台 約 50 台 約 30 台

表-2 好ましい運搬走行路の計画条件

幅員	直線、曲線、のり面状態にもよるが、 (1方向車線) 車幅の2ないし3倍以上 (往復車線) 車幅の3ないし4倍以上
カーブこう配	車両最小回転半径の3倍以上 走行機構にもよるが、 (1軸2輪駆動) 7% 以下 (ツインエンジン) 10% 以下
路体強度 平坦度	十分なブルーフローリング(タイヤ沈下量) グレーダ仕上げ以内の精度

走行路面が乾燥するような場合は常に散水車を常備し、路面を最適な状態に保つのが一つの大きな技術とされ、米国などでは深く研究がなされている。日本においても散水車の必要な事例は多い。盛土地域でまき出した捨土ならしにクローラ式ブルドーザを用いると動作がにぶく、モータスクレーパのスピードとはマッチしない。捨土処理に適合したタイヤドーザ、しかも大容量の機械が必須となる。転圧用の機械も当然強力かつスピードなものが必要で、一般にはホイールトラクタけん引のコンパクタが使われる。残念ながらわが国ではこれらの大形機種が製作され、または使われるに至っていない。

(4) 運転技量とサイクルタイム

モータスクレーパをただこがすだけならば一応の知識で操作し得るであろう。しかしこれを本格的に使いこなすには高度の技術と経験が要求される。

モータスクレーパ工法は必ず何台かのグループからなり、関連機械も多い。各オペレータが自己の車両の能率をあげると同時に他の機械の能率も最高にあげ得るように動くことはかなりむずかしく、その辺の技術レベルはまだアメリカとは大きく開いているようにみえる。スクレーパの運転技量はもちろん、プッシャの動き、プッ

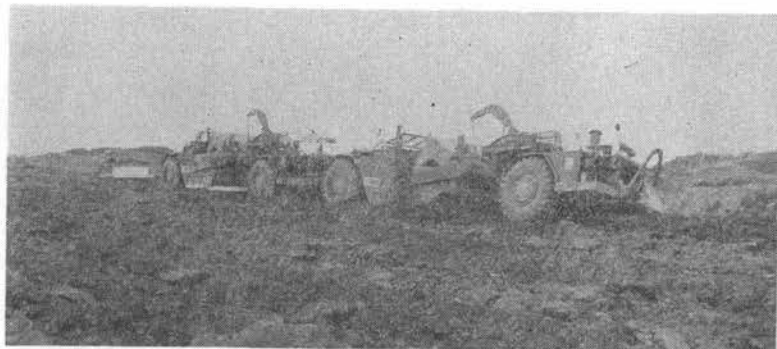


写真-4 2台1組のプッシュブル積込作業

ュブル方式の連係、グレーダならし、捨土地域の一連の作業など、いずれも簡単なものではない。

サイクルタイム計測による時間研究はその意味で推奨される。計時精度や測定項目など詳しいテクニックは省略するが、数多くのタイムを測り整理すると、同じ施工条件のもとでも当然バラツキがあり（図-2 参照）、このうち非効率な事例を細かく分析してゆけば改善の方向を見出すことができよう。そして多くの理由が重なりあってサイクルタイムが伸びることを知り得るであろう。

(5) タイヤの重要さ

タイヤの性能および寿命は工事全体の効率と経済性に大きく影響する。参考に 25 m³ 級のモータスクレーパではタイヤサイズも 37.5-39 と巨大となり、国産でも 260 余万円、1 台当り 1,000 万円を越える価格となる。その寿命が短いとタイヤ費だけで極めて大きな経費を占めることとなる。路面状態の改善、運転操作の熟練が要請されるゆえんである。

タイヤの基本的な要件は重量輸送能力、カット・打撲などへの抵抗力、内部発生熱に対する抵抗力、有効けん引力の発生、軟弱地盤におけるフローテーションがあげられる。タイヤそのものの設計製造技術はかなり進んでおり、タイヤの選定、維持管理もそれに見合うものでなければならぬ。タイヤは使用条件に合わせてそれぞれ設計し、製作されるべきもので、たとえばトレッドのゴム質成分、耐熱のためのスチール織込構造などである。またタイヤパターン選定（ロック用、トラクション用など）も厳密にし、同時に耐熱限度を越えないように施工条件とマッチさせることが必要とされる。

この耐熱限度を知るために TKPH（トン・キロ・パーアワー）RATING があり、

$TKPH = \text{平均タイヤ荷重} \times \text{平均作業速度}$

で示され、たとえば 33.25-35 形タイヤ（16 m³ 級用）で TKPH 値はスタンダード 328、ラジアルスチール 773 と差がある。この推奨されているタイヤの TKPH 値より作業条件が上回る場合はタイヤ荷重または作業速度のいずれか一方、あるいは両方を減らし、タイヤに無理をさせないように配慮せねばならない。

4. 運用上の課題

(1) 運搬と移動性

モータスクレーパはタイヤ構造なので移動性はよいはずだが、最近では機械が大形化しているため現場から他の現場への運搬と移動が大きな問題となってきている。特にわが国のように道路が十分整えられていないと道路交通法規の制約を受けて路上運行が制限される。現実の交通渋滞をみるとやむを得ないと思うが、いちいち分解し、組立てる不経済さを避けるため、少なくとも米国なりに陸上輸送を容認するよう当局者に望むものである。

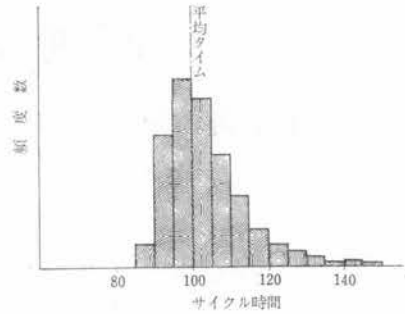


図-2 サイクルタイムのバラツキ例

(2) 騒音公害

わが国の土工現場はどんな僻地でも人家があり、機械運用上で騒音や振動を心配する向きが多い。このような背景から、われわれも幾つかの現場で騒音の測定研究を行なっているが、モータスクレーパの騒音は他の建設機械に比べて特に心配する必要はないようである。横浜市のある宅地造成の例では、

測定機種：Cat 657 B エンジン 558 IP+406 IP

測定値：最大出力で稼働中、音源より 30 m 離れてほぼ 80 ホン

なおこの地の暗騒音はすでに 65 ホンに達していた。

(3) 安全対策

モータスクレーパが上述したとおりに本格的な能率をあげ、車速も上がってくると事故防止のための対策が重要となる。運行計画や機械整備、運転者の心がまえなどいづれかにわずかな安易さがあっても大事につながる恐れがある。ものが大きいだけに、たとえば道路運行標識の一つにまでも細心の注意が必要され、今後の関係者の研究が望まれる。

(4) 稼働率の向上

モータスクレーパの購入投資金額は他の汎用土工機械に比べて大きく、その稼働率、ひいては投資効率の向上は機械運用上の根本問題である。しかしこれに関連する事項はあまりに論点が多く、今回は割愛し、別のテーマとしたい。それにしてもいままでも述べたように現場における施工が能率をあげ得ることが大前提で、またそれは手のとどくことであるのは確かと思われる。

5. むすび

モータスクレーパは常にブームの到来を期待されている機種の一つである。メーカーには特にその感が強いであろう。しかし施工規模の拡大、走行性、施工性の向上、運用者の理解がまず第一であって、いずれも関係者の着実な努力により改善される性質のものである。土工で大形化、タイヤ化の方向は疑いなく、わが国に適した機械、工法の開発と相まってスクレーパ工法もさらに普及してゆくことを信ずるものである。

高速道路における 関東ローム土工の機械化施工

鮫島利隆* 津川宏志**
田中武夫***

1. まえがき

含水比がきわめて高く、こねかえずことにより極端にその強度が低下する主として赤褐色の関東地方に分布する関東ロームに、高速道路として本格的に取り組んだのは第三京浜道路の「神隠試験盛土工事」およびこれに伴う一連の試験工事である。この試験盛土工事は第三京浜道路全線にわたって分布する関東ローム機械化土工の方向を定める工事であるとともに、将来の東名高速道路のローム土工の指針となるべく試験盛土として建設省をはじめ、当時の道路関係者の期待をになった試験工事であった。

その後、東名高速道路および中央高速道路においてもそれぞれその地域の特色を加味した試験工事が引続き行なわれ、関東ロームの盛土材としての適用性の検討や機械化施工対策が一步一步進められていった（表-1参照）。

わが国では関東ロームに似た性質をもつ火山灰質粘性

土が全国各地にみられ、7,600 km の新規高速道路建設にあたっては当然各地でこれらの土を処理しながら建設を進めなければならない。すでに九州道の熊本地方や東北道の福島付近では第三京浜、東名、中央高速道路の経験を生かして灰土による本線盛土工事や白河試験盛土工事が実施されている。

日本道路公団では、これまで行なわれた関東ロームを中心とした火山灰質粘性土に関する試験盛土や本工事における設計施工の貴重な実績から得られた成果を総合的に収集整理して、ロームの工学的性質を総合的に把握するとともに、新規高速道路における関東ロームと似たような性質をもつ火山灰土の設計施工上の参考とするために、財団法人高速道路調査会に委託して「火山灰質粘性土に関する研究資料集—昭和45年2月—財団法人高速道路調査会土工分科会関東ローム調査研究会」を編集したので、この資料集の中から関東ローム土工の機械化施工に関すると思われる項を抜粋して以下に紹介する。

表-1 関東ローム等に関する試験盛土工事一覧表

試験盛土名	施工時期	土工量 (m ³)	試験盛土の特徴	摘 要
横浜新道	昭和32年5月 ～32年7月	約 2,500	①転圧効果および転圧機種の選定 ②コンクリート舗装の路床、路盤の決定	短距離土工 軟弱地盤対策工も検討
神 隠 (第三京浜)	" 38年1月 ～38年12月	約 16,000	①盛土の転圧方法および施工管理 ②土の変化係数	長距離土工 主として軟弱地盤を対象とした試験盛土
厚 木 (東京京浜)	" 39年1月 ～40年1月	約 81,000	①搬入路の検討 ②含水比コントロールの方法	短、中、長距離土工
愛 鷹 (東名静岡)	" 39年2月 ～40年1月	約 67,400	①高盛土の安定および圧縮沈下 ②施工機械のトラフィカビリティ	短、中距離土工
川 崎 (東京京浜)	" 39年2月 ～39年12月	約 33,600	①施工機械のトラフィカビリティ ②路床および関東ロームの安定処理	短、中距離土工
八王子 (中央道)	" 39年3月 ～40年3月	約 66,800	①施工機械のトラフィカビリティ ②盛土の安定および圧縮沈下	短、中、長距離土工
愛 甲 (東京京浜)	" 40年11月 ～41年7月	約 5,100	①転圧試験 ②土の変化係数	長距離土工 軟弱地盤対策工を目的とした試験盛土
川 崎 (東京京浜)	" 41年2月 ～41年5月	約 700	①大形ドライヤによる関東ロームの強制乾燥 ②乾燥ロームの安定処理	路床および路盤材を対象とした。 添加材：消石灰、生石灰、高炉セメント
大 和 (東京京浜)	" 42年6月 ～42年10月	約 10,000	①強制乾燥による石灰安定処理 ②施工性の調査	上記川崎の結果に続く本施工 対象：路床、添加材：生石灰
清 瀬 (東京川越)	" 43年4月 ～43年8月	約 14,300	①関東ロームの生石灰による安定処理 ②安定処理の施工性の調査	混合法、スタビライザ 生石灰パイルの打込み
植 木 (九州道熊本)	" 43年5月 ～44年2月	約 100,000	①灰土における施工機械のトラフィカビリティ ②盛土の安定	灰土の消石灰、生石灰、カーバイト残さいによる安定処理も検討している。
鹿 沼 (東北道)	" 44年8月 ～44年10月	約 6,000	①鹿沼土を含む混合土におけるトラフィカビリティ ②鹿沼土単体における施工機械のトラフィカビリティ	

* 日本道路公団技術部技術第一課
** " 高速道路東京建設局
*** " 建設第二部第五課

2. 施工機械とトラフィカビリティ

機械化土工においては、機械に係する経費がその主体を占めることは論を待たない。特に東名高速道路などの大土工では土工単価の構成は機械関係費 60~80%，労務費+材料費 10~15%，諸経費 15~20% といった率になっており、機械経費の占める割合は非常に高くなっている。したがって火山灰質粘性土のように、トラフィカビリティの低い土を扱う場合の機械計画は、現場の土性と機械の稼働率を十分考慮のうえ立案しなければならない。

関東ロームや灰土のように機械によるこね返しによって著しく強度の低下する材料では、施工機械のトラフィカビリティ確保対策の良悪が施工能率に大きく影響してくる。施工機械のトラフィカビリティ判定の方法としては、コーンペネトロメータによるコーン指数 (q_c) がもっぱら使用されている。このコーン指数と施工機械のトラフィカビリティの関係については、関東ロームや愛鷹ロームなどの施工実績からおよそ表-2 に示すとおりといわれている。

3. 施工機械の組合わせ

日本道路公団で行なった熊本県の植木試験盛土（灰土の盛土に関する試験工事）の結果から、湿地ブルドーザの走行回数とコーン指数の関係を見ると 図-1 に示すとおりである。

同図から、走行回数の増加による土の強度低下は超湿地ブルドーザの方がはるかに少なく、低接地圧機械の有利性がうかがわれる。このように高含水比粘性土の施工にあたっては、できるだけ土を乱さないような施工計画をたて、これに見合った機械を選定することが必要である。

火山灰質粘性土を対象とした場合の施工機械を工種別に分類すると 表-3 のとおりである。

この表から掘削・敷きならし作業における機械施工のパターンをドーザ方式、スクレーパ方式、ショベル・ダンプ方式に分けて画くと 図-2 のとおりである。

ドーザ方式は短距離運搬の場合で、条件のよい現場では盛土地点まで普通ブルドーザで搬土する。条件の悪い

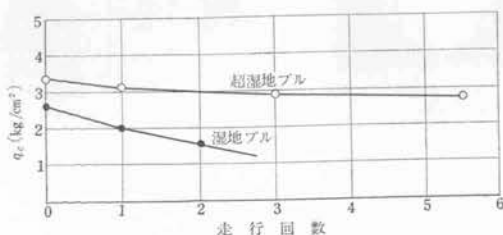


図-1 湿地ブルドーザの走行回数と q_c の変化

表-2 施工機械のトラフィカビリティと q_c の最小値の関係

	q_c (kg/cm ²)	摘 要
超湿地ブルドーザ	1.5 ~ 2	
湿地ブルドーザ	2 ~ 4	
クローラダンプ	2 ~ 4	湿地ブルドーザけん引
バケットドーザ	3 ~ 4	湿地タイプ
普通ブルドーザ	4 ~ 7	
スクレーパドーザ(4m ²)	4 ~ 5	湿地タイプ
ツインモータスクレーパ	4 ~ 5	自走式
被けん引式スクレーパ(6m ²)	4 ~ 5	湿地ブルドーザけん引
被けん引式スクレーパ	7 ~ 10	普通ブルドーザけん引
モータスクレーパ	10 以上	
ダンプトラック	10 以上	

(注) q_c は同一わだち箇所を 2~4 回通行できるものを示した。

表-3 火山灰質粘性土用の施工機械

工種	機 械	摘 要
掘削	ブルドーザ	①ブルドーザでは普通形が多い。
	ショベル	②バックホウ、ドラグラインは、土取場内工事用道路の築造頻度や維持補修が少ない。
掘削運搬	バケットドーザ	①バケットドーザの経済搬土距離は 170 ~ 180m 程度が限度である。
	キャリオールスクレーパ	
運搬	ブルドーザ	①湿地ブルが多い。 ②ダンプトラックの場合は搬路が必要
	ダンプトラック	
敷きならし	ブルドーザ	①ブルドーザでは湿地形が多い。 ②グレーダを使用できる場合は少ない。
	グレーダ	
締固め	ブルドーザ	①バイブレーションローラはのり面転圧用として使用されることが多い。 ②タイヤローラは被けん引式が多い。 ③ブルドーザは湿地形が多い。
	タイヤローラ	
	バイブレーションローラ	

現場では切盛境まで普通ブルドーザで搬土し、盛土上は湿地ブルドーザで搬土を行なう。

スクレーパ方式は中距離運搬の場合で、条件のよい現場ではキャリオールスクレーパを使用するが、普通スクレーパドーザの使用が有利である。キャリオールスクレーパを使用できるのは、土質条件や季節のよい場合や搬路を設けた場合、あるいは切盛境から湿地ブルドーザで 2 次搬土するなど、条件つきの場合がほとんどである。

ショベル・ダンプ方式は長距離運搬の場合で、切土部、盛土部とも搬路を設け、敷きならし作業を湿地ブルで行なう。

4. 関東ローム土工に使用された施工機械

高速道路調査会関東ローム専門委員会が東名高速道路、中央高速道路など関東ローム地帯の土工工事を行なっている作業所のうち、全施工土量中に占める関東ロームの比率が 80% 以上の 41 作業所について、機械の選定および稼働率、トラフィカビリティの確保と対策ならびに品質管理上の問題点などについて昭和 42 年に実態調査を行なった。41 作業所の土工工事の概要は 表-4 に示すとおりで、その土工総延長は 76 km、土量は 1,770 万 m³ である。

この調査結果から、関東ローム土工用として使用された機種とその選定率を搬土距離別に集計して要約すると次のとおりである(図-3参照)。

(1) 短距離土工

短距離土工用としての施工機械の選定は、ブルワークがほとんどで、普通ブル、湿地ブルとも80%以上の選定率である。ブルドーザの種類としては、一般に18t以下の普通ブルと11~13tの湿地ブルが多く使用されており、作業目的別に地山上の作業は普通ブル、盛土上の作業は湿地ブルを使用する傾向が強い。

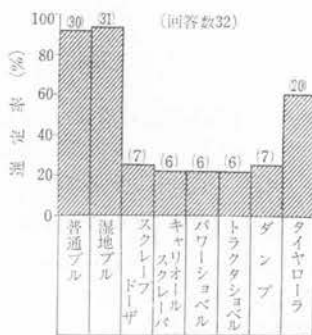
この傾向は地山における関東ロームが比較的硬い($q_c > 10 \sim 20 \text{ kg/cm}^2$)のに対して、盛土上のロームは掘削、搬土中にこね返されるために大幅に強度低下をきたすためである(選定率は調査全作業所数に占めるその機械を使用した作業所数の割合を百分率で表したものである)。

(2) 中距離土工

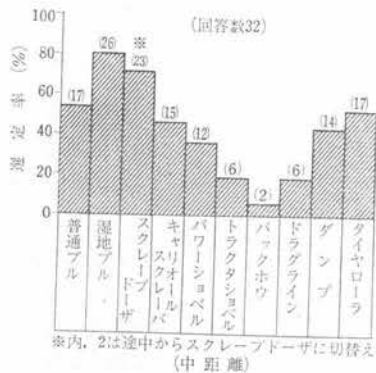
湿地ブル80%, キャリオールスクレーパ70%, 以下普通ブル、スクレープドーザ、ショベル・ダンプの順であるが、この中でスクレーパ方式、ショベル・ダンプ方式(40%)がかなり高率となっている。キャリオールスクレーパは接地圧が比較的高く、盛土面での方向転換の際にロームを著しくこね返す傾向が強い等のため条件つきで採用している現場が大半を占め、使用にあたっては、搬路を設けた場合、土質のよい場合、夏場ではば気乾燥が可能な場合など、施工条件の良好な場合のみ採用したと思われる。

表-4 工事概要

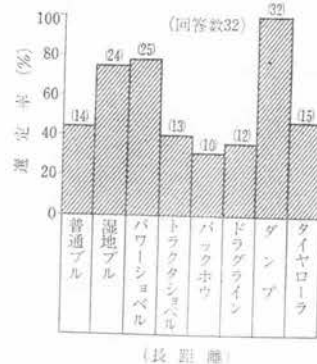
項目	道路名	東名	中央	京葉	小田原厚木	合計
作業所数		19	16	5	1	41
土工延長(m)		44,241	23,035	4,118	3,700	75,091
1社平均土工延長(m)		2,328	1,440	824	3,700	1,832
工期		24ヵ月	22ヵ月	22ヵ月	23ヵ月	23ヵ月
平均盛土高(m)		10.3	14.4	4.8	7.0	11.2
平均切土高(m)		11.6	17.7	6.3	10.0	10.5
土量(千 m^3)		11,256	5,932	599	291	18,079
1社平均土量(千 m^3)		592	370	120	291	440



()内の数は回答社数を表す
(短距離)



※内、2は途中からスクレープドーザに切替え
(中距離)



(長距離)

図-3 距離別施工機械の選定率

掘削法	土質条件				備考
	掘削	搬	土	敷きならし	
ドーザ方式	良	普通ブルドーザ	湿地ブルドーザ	湿地ブルドーザ	切盛境から2次搬土
	中	普通ブルドーザ	湿地ブルドーザ	湿地ブルドーザ	
	悪	湿地ブルドーザ	超湿地ブルドーザ	湿地ブルドーザ	
スクレーパ方式	良	キャリオールスクレーパ	湿地ブルドーザ	湿地ブルドーザ	切土部に掘削必要、切盛境から2次搬土
	悪	スクレープドーザ	湿地ブルドーザ	湿地ブルドーザ	
ショベルダンプ方式	良	パワーショベル	ダンプトラック	湿地ブルドーザ	切土部・盛土部ともに掘削が必要
	悪	バックホウ	ダンプトラック	湿地ブルドーザ	

図-2 火山灰質粘性土の代表的な施工方法

ショベル・ダンプ方式の場合、搬路を設けた場合、大きな横断構造物や国道などがあってスクレーパを使用できない場合などが考えられる。スクレープドーザはキャリオールスクレーパに代わるものとして開発されたもので、接地圧が低いこと、排土したあと盛土上で方向転換せずに直線的に後退できること、ブルドーザのように掘削した土を運搬中にこね返さないことなどの特長を生かして約50%の選定率を示している。

(3) 長距離搬土

図-3に示すとおりショベル・ダンプ方式を100%採用しており、掘削作業としてはパワーショベルがもっとも多いが、バックホウ、ドラッグラインなど後退式の掘削機も30~40%の作業所で使用されている。

後退式掘削機の利点としては、土取場内工事用道路の築造頻度や維持補修が少ないこと、現道がある場合はそれを利用できるため機械の稼働率やトラフィックビリティ

が良好であることなどの点があげられる。なお図に示すブルドーザは土取場における補助ブルとして使用されたものである。

(4) 締固め機械

関東ロームの締固めは湿地ブルによる場合がもっとも多く、したがって、敷きならし作業と締固め作業の区別は一般にはっきりしない。

調査結果では締固め機種として普通ブル、湿地ブル、タイヤローラなどが使用され、ロームの土性と手持ち機械に応じて1種または2種以上の機種が選定されている。しかしタイヤローラは一般に被けん引式で、しかも土質が良好な場合のみ使用されたと考えてよい。

5. 掘削および運搬

関東ロームあるいはそれに類似する土の掘削運搬はことに盛土部におけるトラフィカビリティの悪さから小形機械、低接地圧機械を使用したり、特別な搬路を設けるなど、その施工法に特徴がある。

表一2に施工機械のトラフィカビリティと q_c の関係が示してあるが、関東ローム地山では $q_c > 10$ のことが多く、運搬機械のスリップといった点を除けば問題はないが、盛土上では $q_c < 5$ といったことが多く、実際上湿地ブルドーザの使用が主体となってくる。

しかしながら、関東ローム土工におけるトラフィカビリティは機械の種類と機械の運転および運用技術(土のかく乱)、施工段取り、施工面積、ばっ気、施工季節(含水比の低下)、土質の相互関係によってかなりかわるものであり、また切土部に良質土があればそれを運搬路に盛るといったことによりトラフィカビリティを得ることもあり、機種の選定も大切であるが、施工技術による差は大きい。

機械化施工における道路土工の掘削運搬方法について距離別に分類し、関東ロームの施工実績を考慮しつつ主として施工機械の機種を中心に簡単に述べると次のとおりである。

(1) ドーザ方式

ドーザ方式は短距離土工としてもっとも能率的であり、運搬距離約70mぐらまでの切盛土工に多く用いられ、地形的には切盛境の斜面に使用されるのが一般的である。またスクレーパ方式やショベル・ダンプ方式についても盛土の初期には使用されることが多い。

ブルワークにおいて一般に使用されているのは普通ブル18tクラス(接地圧0.5~0.7kg/cm²)、湿地ブル11~13tクラス(接地圧0.24~0.28kg/cm²)である。またことに軟弱な盛土面には超湿地ブル(接地圧0.2kg/cm²以下)が使用される。登坂限界こう配は普通ブル、湿地ブルともに地山では1:1.5~2.0が多い。

関東ロームの一部には地山においても極めてトラフィ

カビリティの悪いものがあり、東名、中央高速道路工事に於いて、地山でも湿地ブル施工が困難であったものが20%に達している。地山の $q_c > 20$ の場合は普通ブル、 $q_c < 10$ の場合には湿地ブルが使用される。また地山の湧水の多いところ、冬期の連続同一個所掘削、押土距離が30mを越えたときなどには湿地ブルが使用されている。

ブルワークの一種としてバケットドーザワークがある。これはブルの排土板によるこね返し作用をとり除くため排土板部分で土をかかえて走行するようにしたものである。汎用性と作業機械重心が前部に集中し、軟弱地では前にのめるような傾向があり、問題点をもっている。

(2) スクレーパ方式

スクレーパ方式は搬土距離70~300mのときに使用される。また専用搬路が設けられる場合は400mぐらまで経済的である。この搬土距離は関東ローム地形ではかなり多く、また起伏がはげしく、切盛間距離が短いときは本方式は能率的である。

スクレーパ作業の実績では地山におけるトラフィカビリティは補助ブルを使用して $q_c = 7$ 程度まで確保されているようである。ことにトラクタけん引式スクレーパの場合、横すべりや輪だち、掘削面の削り残しの土などによる凹凸によって能率が落ちるが、補助ブルで整地することによって作業が可能になる。

一方、盛土上においては、スクレーパは盛土内に直接進入することになるので、そのトラフィカビリティが問題となる。一般的にトラクタけん引式スクレーパは良質の関東ロームか、ばっ気速度がはやい夏場などでないと同一場所で連続的に盛ることはできない。その他の場合には広い施工面積をもってばっ気を促すか(切土、盛土個所とも1個所当り2~3日)、トラフィカビリティの得られるような現場発生材などによって走路を確保する必要がある。スクレーパドーザの場合はクロラ式のため土のかく乱が少なく、方向転換の必要もないため、冬場でも極端に軟弱な関東ロームでないかぎり施工可能である。

関東ロームの施工実績ではトラクタけん引式スクレーパは6m³クラスが多く使用されている。トラフィカビリティの悪い場合には4m³クラスのもの、トラフィカビリティのよい場合には8~12m³のものも用いられることがある。けん引するトラクタは関東ロームの施工実績では13~14t湿地ブルタイプのものが用いられるのが普通である。8~12m³のものではスタンダードタイプに限定されるので、先に述べたように作業条件のよい場合にのみ使用できる。

スクレーパドーザは6.4m³(積荷時接地圧0.72kg/cm²)、4.0m³(積荷時接地圧0.46kg/cm²)が使われる

標準シューでは接地圧が $0.1\sim 0.2\text{ kg/cm}^2$ 大きくなる。関東ロームの施工においては湿地タイプが多く使用される。

スクレープドーザ作業は土のかく乱が少ないため関東ローム施工には極めて適した機械と考えられる。特徴は方向転換の必要がなく、またバックしながら排土することができ、1個所当りの通過回数を適切におさえれば、盛土は良好な状態が保たれる。切土においてはトラクタけん引式スクレープと同様の注意が必要である。盛土内で1回通過当りのわだちが深くなるような状態では、スクレープドーザもキャリオールスクレープと同様の処理が必要である。

冬場においては、キャリオールスクレープの使用が困難となることも多いが、スクレープドーザでうまくゆく場合がある。一般のモータスクレープは関東ローム施工には使えないが、ワイドベースのツインエンジンモータスクレープは関東ロームの宅造などに使われている。前後エンジンの駆動によって軟弱地でも運転可能である。積込みにおいてはキャリオールスクレープ同様、こう配10%以上ではプッシャが必要である。なお搬路はよく整備されていなければならない。クローラダンプは試作使用されたが、トラフィカビリティは極めてよかった。

(3) ショベル・ダンプ方式

ショベル・ダンプ方式は搬土距離 300 m 以上のとき能率的に使用される。しかし搬土距離が短くても土のかく乱がはなはだしく、ショベル・ダンプ方式によらざるを得ない場合、あるいは横断構造物など施工段取りの関係からこの方式を使わざるを得ないことがある。

ショベル・ダンプ方式ではダンプトラック走路が確保できることが前提条件である。走路こう配は積荷 8 % 以下、空荷 12 % 以下であることが必要である。

掘削、積込機械としてはバックホウ、ドラグラインおよびパワーショベルが主要機械で、一般にはディップ容量 0.6 m^3 のものが使用される。

パワーショベル・ダンプ工法ではショベルが掘り進むと併行してダンプ進入のための搬路を確保しなければならないときがある。湧水や雨水、切りくずした土などにより、掘削積込場が悪化する場合もあるので、地山の状態によってはバックホウ掘削による方がよい場合がある。なおパワーショベルではのり面付近の掘削はうまくなく、ブルドーザなどの併用が必要である。

バックホウ・ダンプ工法は関東ローム施工法として最もすぐれていると思われる。サイクルタイムはパワーショベルに比べると悪いが、降雨や湧水の影響は少ない。

ドラグライン・ダンプ工法もバックホウ・ダンプ工法と同様のすぐれた点がある。バックホウおよびドラグライン工法においてはあらかじめダンプトラックの走路を作っておくことができる。一般に工事用道路は工事場内

に作られる場合が多いが、道路掘削を片側半分ずつ行なえば現場運用上都合がよい。

6. 切土のり面の施工

関東ロームなどの切土施工は一般的に機械掘削されているが、切土のり面付近については美観上からのり面整形に重点をおき、人力施工になりがちである。しかし近年の人手不足からこれまで種々の工法が試みられてきたが、いまだ完全な機械ができていない現況である。しかし関東ロームは土質的には機械施工が容易な部類に入るのであろう。現在行なわれているのり面付近の施工法と今後研究されるであろうと思われる工法の一例を示す。

(1) ブルドーザによる方法

一般にのり面付近の荒仕上げはブルドーザ (D8 クラス) 施工が普通であるが、取り残しが多く、人力整形にたよるのが実態である。日本道路公団の九州高速道路の植木地区でブルドーザにサイドカッタをつけてのり切り施工を行なったが、いましばし実用化には時間が必要と思われる。欧米でもグレーダのサイドカッタ工法などがあるが、決定的な機械とされていない。

(2) ドラグラインなどによる方法

のり面付近については熟練したオペレータと優秀な機械誘導員が必要であり、注意して掘削をし、切りすぎないようにしなければならない。やはりこの方法でも最終的には人力による整形が必要である。

7. 盛土のり面の施工

一般的に関東ロームなどの土質は、一度完成されたのり面については非常に堅固で、路体内の水の調節が処理されていれば崩壊を起こす危険性は最も少ない土といえる。しかし関東ロームによく似た灰土や鹿沼土などについては別に考慮する必要がある。また関東ロームなどの高含水比粘性土は土羽土を設けないでのり面締固めを行なって植生によって保護することが多い。

しかし高含水比粘性土の中でも灰土などでは植生の活着が必ずしも十分にいかないものもあり、土羽土が必要といわれている。また高含水比粘性土の盛土では路床部に粗粒材を使用することが多いので、その部分では土羽土を設ける形式の施工をせざるを得ない場合がある。そこでのり面の施工を考える場合、次の二通りの形式になるであろうと思われる。

(1) 土羽土を設けない形式

この形式はのり面部を盛土本体の一部と考えて機械仕上げを主に施工する方法であり、盛土全幅を1層転圧し、1～3層立上るごとに横断方向にのり面転圧を行なう場合が一般的である。

この場合、のり面転圧には湿地ブルドーザ、振動締固め機械、普通ブルドーザ、ブルドーザけん引タイヤロー

表-5 高含水比粘性土に適した施工機械一覧表

	製作会社	形式(呼称)	全装備重量(kg)	全長(mm)	全幅(mm)	全高(mm)	履帯中心距離(mm)	接地長(mm)	履板幅(mm)	接地圧(kg/cm ²)	登板能力(度)	懸加方式	最低地上高(mm)	土板工幅(mm)	土工高(mm)	バケットまたはボウル容量(m ³)
アングラード	小松	D 50 P	11,500	4,920	3,200	2,520	1,900	2,595	800	0.28	30	半硬式前板は動式	300	3,200	900	
	〃	D 60 P	15,700	5,230	4,130		2,400	3,100	1,110	0.23	30		390			
	キャクピラ	Cat D4	9,100	4,411	3,045	1,786	1,778	2,222	762	0.26	30	イコライザバー式	429	3,045	840	
	〃	Cat D6B	12,550	5,156	3,511	1,926	2,057	2,635	864	0.27	30	〃	414	3,511	968	
	日特金属	NTK-4 湿地	8,100 7,600	3,750 3,930	2,940	2,370	1,650	2,100	762	0.25 0.24	30	イコライザバー	280	2,940	800	
	〃	NTK-4 超湿地	7,700	3,930	4,490	2,370	2,420	2,100	1,520	0.26	30	〃	280	4,490	500	
	〃	NTK-5 湿地	9,000	3,950 4,110	3,100	2,360	1,650	2,260	762	0.26	30	〃	340	3,100	880	
	〃	NTK-5 超湿地	9,700	4,290	3,550	1,980	1,940	2,600	1,050	0.165	30	〃	340	3,550	880	
	〃	NTK-6 湿地	14,500	5,230 5,200	3,780	2,720	2,110	2,985	860	0.28	30	半硬式板ばね	300	3,780	1,000	
	古河鋳業	CD3 湿地	3,500	3,100	2,380	2,100	1,480	1,575	600	0.185	30	揺動式	350	2,380	550	
三菱重工	BD7-S 湿地	8,300	4,065	3,074	2,467	1,800	2,200	760	0.25	30	半硬式板ばね	365	3,074	750		
〃	BD11-S 湿地	13,000	4,805	3,590	2,715	2,050	2,520	920	0.28	30	〃	385	3,590	900		
バケツザ	日特金属	NTK-6 湿地	15,200	5,950	3,640	2,220	2,110	2,985	860	0.30	30	イコライザバー	300	3,400	940	2.0
	〃	NTK-4 湿地	8,700	4,600	2,990	1,860	1,650	2,100	762	0.27	30	〃	310	2,930	830	1.0
スクレープドーザ	日本車輛	SR 40	16,800	4,865 5,250	3,130 3,480	3,200	2,530	3,050	600 700	0.43 0.35	30	緩衝式	255	3,480	1,230	4.0
	〃	SR 264	21,200	5,510 5,930	3,130 3,500	3,494	2,630	3,300	500 650	0.67 0.52	30					6.4
ツインモータースクレープ	三菱重工	TMS-8	17,170	10,220	2,885	3,060					20					
ドラグライン	石川島	205LP	19,660		本体 2,440	本体 3,015	2,540		915	0.273			255			0.6
	日本車輛	NQ-500	17,500		〃 6,115	〃 3,917	3,870		1,800	0.10			1,040			0.4
クローラダンプトレーラ	小松	RC-06	5,000	4,410	3,020	1,880	2,160	1,800	820	0.18		揺動式	430			4.5

ラ等種々使用されている。この場合、のりこう配が1:1.8以上であればのり面を昇降できるが、一般的にはほとんど湿地ブルドーザが使用されている。

(2) 土羽土を設ける形式

この形式の施工はフロッグランマ、振動コンパクタ、小形振動ローラなどを使用して水平締固めが行なわれ、のり面丁張りに合わせてのり面の整形がきれいに施工でき、植生などの施工もしやすい長所もあるが、締固めについては小形機械しか使用できないこと、締固めエネルギーが逃げやすいことなどから十分な締固めは期待できない。また土羽土の厚さが薄いと盛土本体との密着が悪く、弱点となる恐れがあり、施工上注意が必要である。

8. 関東ロームに適した機械

関東ロームなどの高含水比火山灰質粘性土の性質には次のような特徴がある。

① トラフィカビリティが悪いため接地圧の低い機械が要求される。

② 地山のトラフィカビリティは乱されない限りよいため、機械選定上地山をできるだけ乱さない機械を使用することが望ましい。

以上のような特徴があるが、これらの土を使用して切盛土工および捨土工に適したと思われる機械を表-5に示す。

建設機械の多様化傾向と アタッチメントの関連性

高橋 九郎*

1. まえがき

毎年増大する工事量は、大形土木工事の出現と相まって工期の短縮化が要求され、ひいては人的資源、技術者の不足というバックグラウンドは建設工事の機械化傾向をこの数年間に変えつつある。その一つの見方は、建設機械の大形化と小形化の傾向であり、最近よく論議されているが、マーケットの要求はさらに深刻であり、人手不足と、複雑な、そして高度な作業内容、取扱材料の拡大などにより建設機械はマテリアル・ハンドリング・マシンとして多様化、多目的使用に複雑化している。したがって今日建設機械と名の付く数100種類の機械がそれぞれの特長ある性能を持ち、スーパーマーケットの商品のようにバラエティを競い、あらゆる作業に使用されている。

ここでは筆者が関係するブルドーザを主体として、建設機械の多目的使用とでもいうべき傾向について述べてみる。

2. 需要傾向と稼働率

図-1は最近のブルドーザと装軌式ローダのクラス別の出荷実績であり、需要傾向をみることができる。小形機械10t以下の伸びは著しい。輸入車両についてはこの図に含まれていないので、これを含めると20t以上は約3倍の数値であろう。10tないし20t級はここ数

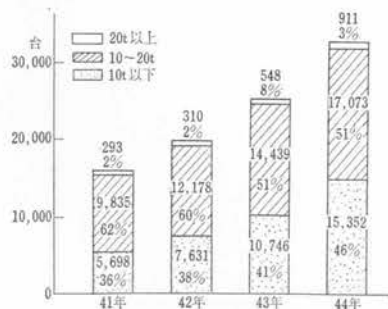


図-1 ブルドーザおよびローダ出荷実績 (通産統計による)

年横ばいではあるが、全需要数からみて絶対数は依然として多い。

機械を専門化し、いままで以上に能率化しようとする動きは、大形化を促進し、一方人手不足の解消手段として小形機械の需要増加傾向が生じてきているが、その背景としての深刻な省力化は、機械を何とかして人力の代わりに作業させようとする切実な動きがある。したがって機械を大形化し、単能的な能率向上として使う反面、中形や小形には別の面で、多目的に使用しようとする、強いていえば採算を別としてでも、あれにもそしてこれにも使用できる機械を求めていると思われる。

機械の年間稼働時間はその機械がどれだけよく働かかをみることができるが、一般的には大形機械ほど年間稼働時間は多く、小形機械に移行するほど稼働時間は少ない。しかし中小形機械になるほど稼働時間は少ないが、従事する作業内容は種類が多いのも事実である。

大形機械は投資額も大きく、償却費も大きいのと、能率的に使用するうえで必然的に稼働時間を多くするよう使われるが、一方、中小形機械はインシャルプライスが低いというよりも、いままで人間が行っていた仕事を人手が不足しているという理由で、機械で作業をこなしていかなければならないということである。これはすでに能率とか採算という限界を考えておられない事態に追込まれているとみたい。

同時に、この中小形機械になればなるほどたくさんの種類のアタッチメントを装着し、少しでも人力にとって代わる作業にふり向けて使用されている。それが採算投資額に見合ったコスト低減に絶対必要であるかどうかというよりも、仕事そのものに便利であるから、またある特定な時期に必要なであるという考え方によってアタッチメントが購入されている。一番よい例は、小形機械に装着されているバックホウは全台数の約30%が販売されている。しかしその中の何%がバックホウを主体とした作業を行なっているかは疑問である。われわれはバックホウが本体から取りはずされて雨ざらしになっているのをよく見かける。

* キヤタビラー三菱(株)商品調査課長

3. マーケット

機械の使用場所または販売された業種は非常に多岐多様である。ブルドーザや装軌式ローダが単に建設業界のみに販売されているのではなく、あらゆる産業分野に使用されている。

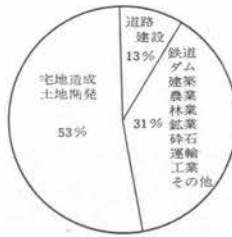


図-2 ブルドーザおよび装軌式ローダのマーケット

図-2 は 44 年度にわが社の機械のうちブルドーザと装軌式ローダが販売されたマーケットの分類である。53%が宅地造成や土地開発と呼ばれるマーケットであり、31%があらゆる業界に販売されている。鉄道、ダム、建築から農業、林業、鉱業、砕石、運輸、そして一般産業等に納入されている。数年前には考えられなかった金魚屋とか造園業、そして魚の処理にさえもブルドーザやローダが使われている時代である。

建設機械が土木建築工事用としてのみでなく、一般産業分野や運搬の手段として取扱材料を処理するマテリアル・ハンドリング・マシンとして使われていることを示している。歴史的には日本の建設機械としてのブルドーザは戦後米軍の機械化土木工事用として用いられたのが初めてであり、その後建設工事の発展とともに主流をなしてきたが、その機械の本来の特性を考えれば、機械が処理する材料であるところの土や岩石が一般産業上のマテリアルを処理するに不思議はない。木材、パルプ、鉱石、肥料、餌料、化学材料等、扱う材料は多方面にわたっている。

また図-2に示している宅地開発の工事内容は、土をただ単に何 m³ 移動するというだけでなく、石積み、のり面処理、コンクリート打設、溝掘り、締固め、そして現場内の材料運搬やけん引というあらゆる内容を含んでいる。大形機械で大規模な宅地造成工事が行なわれて工期を短縮している反面、このような工事は比例して増加する。大形モータスクレーバが宅地造成工事に使われはじめたのはこの 2~3 年のことである。これによって大土量を短期間に処理することはできたが、全工事範囲に

占めるモータスクレーバの割合は約 50% であろうとさえいわれている。あとの 50% は人力によるものと、大形機械ではできない、しかも人力にたよれない作業を中小形機械がこなしているとみてよいだろう。

4. 購入層

機械を購入する顧客層については、表-1 に示す実態が興味ある問題である。これは 43 年度における 5t ないし 20t 級のブルドーザと装軌式ローダの保有台数と登録業者数である。個人専業および資本金 500 万円以下の業者数は全体の 82% を占めており、機械の保有台数も 57% である。しかしこの中にはブルドーザを必要としない職種も含んではいくが、1 業者当りの平均保有台数は 0.74 台以下であり、機械 1 台か 2 台のみを保有する業者がいかに多いかが推定される。

5. 機械に要求されるものは……

多目的に機械が使用されるということは、異なった作業の種類や用途に応じてアタッチメントを装着して作業を行なうということとは別に、もう一つは 1 台の機械でアタッチメントを装着するのではなく、標準仕様そのままで幾つかの作業をこなすことを意味している。これはややもすると機械の使用方法が間違っているという言葉で簡単に片づけられている。

一般に、メーカーまたは販売店が供給している販売標準仕様というモデルは、普遍的な作業条件を想定し、顧客の好みをもとにした仕様であるが、日本では販売されている機械の大部分がこの販売標準仕様そのままである。オプション部品を用意しても、なかなかオプションを取入れた機械が客先に納入される傾向は少ない。自動車の購入にみられるように、これは国民性なのかも知れない。ようやく最近は岩石バケットや広幅タイヤなどに注文がみられるようになったが、その例はまだ少ない。

しかし、購入された販売標準仕様の機械はオールマイティとして現場で各種作業に使用される。その一番よい例は装軌式ローダであろう。

積込機としてデザインされたローダが積込専用機として使用される反面、排土作業用としてバケットを地上においてブルドーザとして使われている。特に小規模な現場ほど多い。残土の処理や埋土などはダンプトラックとの組み合わせにより積込みとブルドーザ作業を併用している。ローダの発売当時はバケットを上げた状態でブルドーザのブレードを本体に装着したまったく奇妙な排土板付ローダが人気を呼んだことがあった。結局はこの排土板アタッチメントの多くは雨ざらしの運命をたどり、最近はこのような排土板付ローダが販売されることが少なくなった。そのかわりローダのバケットは強化され、バケットで排土作業が行なわれている。したがってローダ

表-1 資本金別業者数と保有台数
(5~20t ブルドーザおよび装軌式ローダ)

	業者数	(%)	保有台数	(%)	1業者当りの 平均保有台数
個人専業	15,199	44	6,776	23	0.45
会社・資本金別					
500万円以下	13,284	38	9,846	34	0.74
500~5,000万円	5,717	16	9,674	33	1.69
5,000万円 ~1億円	219	1	650	2	2.97
1億円以上	249	1	2,294	8	9.21
計	34,668	100	29,240	100	0.84

(昭和 43 年・建設工事施工統計調査報告より)

は数年前に比べ接地長は長くなり、バランスを移動し、エンジン馬力や重量が増加してブルドーザ的になった。そして外国ではみられない異高シューが標準仕様である。ロード本来の特性である機動性とかマニュアルビリティはあまり重要性を持っていないようである。

また、ロードはそのバケット機構がもつ長いリーチとダンピンググリバランスを生かして地上より数m高い場所の切崩しやクレーンとして重量物のつり上げ運搬作業にも積極的に使われている。

建設機械が単能的にそして万能的に使われるために当然起こってくる使用者側からの機械に要求する性能は千差万別である。1時間に何 m^3 の土量进行处理するかが問題となる機械の種類やサイズが重要なファクタとなっている反面、顧客の要求する作業ができるかできないか、またはいろいろな種類の作業を1台の機械でこなせるかどうかの方が重要な機械性能となってくる。

機械に要求される生産性または性能というものを数量的な見方からいえば、終局的には単位時間にどのぐらいの仕事を遂行することができるかということであろう。したがって、この生産性に対して機械に要求されるおもなファクタは機械のもつキャパシティの増加、スピード化、運転容易化、そして稼働性などであろう。これらの要求を満たすために機械は大型化し、馬力アップされ、バケット容量や排土板が大きくなり、パワーシフトや車

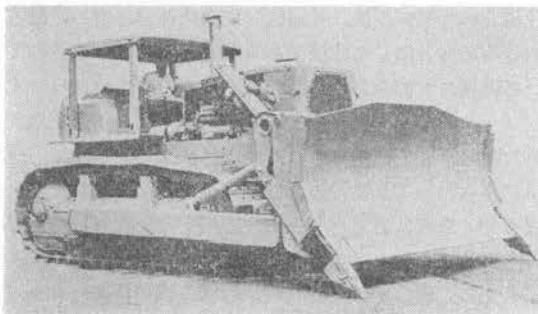


写真-1 リップドーザ

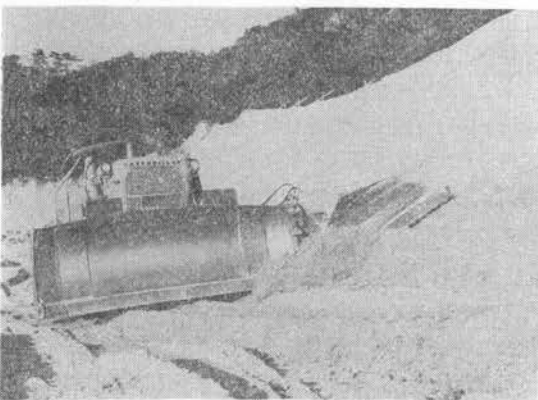


写真-2 サイドスローバ

輪式と改良開発されてきている。しかし別の観点から機械に要求されることは、なんとかして1台の機械で何種類かの作業ができないかということである。いままで土砂の積込作業を行ってきたが、積込作業が終わったら残土の敷きならしを行ない、次には石積み石材を運搬し、溝掘りを行なって配管作業も行ないたい。

これは機械の経済的使用面から当然起こってくる問題であるが、今日では人手の問題がさらに多種類のちょっとした作業を要求する。このちょっとした作業がくせ者であり、稼働率の低い中小形の機械ほどこの種の多目的な性能が要求され、アタッチメントの装着比率も多い傾向をもっている。

6. ブルドーザのアタッチメントと多目的使用

土を運搬する機械で最もポピュラーなブルドーザが使用目的や現場条件によってアタッチメントを装着し、種々使い分けると同時に、作業範囲を拡大している例は多い。大形ブルドーザの90%はリップ付であり、いままで発破を行っていた岩やブレードで処理が困難であった硬土を大形リップで処理している。しかし能力的には大形リップに及ばないが、そのサイズなりに舗装路面の破砕や硬質土を破砕するための中形や小形のリップは以外に販売されていない。10t以下ではゼロに等しく、リップよりバックホウ付である。

排土板については、当初ほとんどがアングルドーザ付であったが、大形ブルドーザはアングルドーザの多目的性能よりストレートドーザによる排土能力向上に重きがおかれるようになった。またストレートドーザには油圧シリンダによるチルト装置が付けられ、掘削作業をしやすくしている。しかし中形や小形では依然としてアングルドーザの多用性の要求は根強い。

排土板を利用して、各種作業条件や対象材料に見合った作業を行なおうとする試みは、いろいろなアタッチメントを生み出している。ブレードの両端に油圧シリンダで調整できるリップシャンクを装着し、硬い土質をリップのように破砕し、ブレードで排土できるリップドーザはまったく新しい試みである(写真-1参照)。ブレードの片側に扇形の補助ブレードを装着して、角度を油圧シリンダによって変え、のり面を切削するサイドスローバはこの1~2年の間に出現してきた(写真-2参照)。

ブレードによって押土作業のみでなく材料のかき寄せ作業を行なわせる装置はツーウェイドーザとか、トリミングドーザと呼ばれている(写真-3参照)。またバケットドーザと呼ばれる一種のバケットと排土板を兼ねたドーザもあり、この押したり引寄せたりする装置はすでに10数年の歴史をもっている。対象材料が主として土でない鉱石やコークスやチップなどであり、船内荷役用として多い。当初は2~3t級のものが、最近の輸入原料の

増加による超大形の専用船の出現によって 20t 級のものまでが要求されるようになった。

軽量材料を処理するための大形ブレード、Uブレードや特殊ブレードは、一般産業マーケットのプラントシステム内の運搬専用機としての利用度が高い。チップ処理、石炭ヤード、鉱石、肥料、餌料、そして非鉄金属材料などの処理にはその材料に応じたブレードがデザインされ、装着されている。

湿地ブルドーザが同クラスのブルドーザの中で占める割合は 60% 以上である。現在は 16t 級のものまでであるが、将来はさらに大形の湿地ブルドーザが出現する可能性もある。湿地ブルドーザは当初湿地における作業が可能であるために開発されたものであったが、いまではまったく普通の土木工事に湿地ブルドーザが使用されている。湿地という言葉を削除した方が適切である。軟弱地の作業や盛土作業には欠かせない機械であり、雨天後に早く作業に復帰できる利点は日本の気象条件と土質にマッチして全天候に近い状況で使用されている。さらに軟弱地盤での作業用としては接地圧を 0.2 kg/cm^2 以下まで下げた超湿地ブルドーザが販売されている。顧客の中にはこの湿地ブルドーザの排土板をアングルブレードとし、チルトシリンダ付のものまで要求し、作業範囲の拡大を試みているものもある。

キャリアオールスクレーパ用としてウィンチを搭載したブルドーザは依然として需要は多い。最近ではオプションとして特殊の広幅シューを装着して接地圧を下げたり、バランスをよくしてけん引力を増すためにフロントカウンタウェイトを付けたりしている。次にはキャリアオールスクレーパ用として当然適切な走行スピードをもつオプションのトランスミッションの開発が必要であろう。

営林用としてのブルドーザはアタッチメントが豊富に要求される。レーキやウィンチ付はもちろんのこと、最近ではブレードの下端の片側を舌のように前に出し、刃を付けた木材切断用のクリアリングブレードが使われはじめている（写真-4 参照）。

農業用としてのブルドーザは後方に農業用のアタッチメントを装着できるようパワーテイクオフや 3 点ヒッチを取付けている。まだ日本では車速を農業用としてオプションのトランスミッションを装着するまでにはなっていない。

ブルドーザの後方に油圧のクレーンを装着したものはパイプの搬送や敷設や重量物のつり上げ作業に便利であり、トラック搭載の油圧クレーンからのヒントである。

7. 装軌式ローダの

アタッチメントと多目的使用

先に説明したように、装軌式ローダの使用範囲は非常

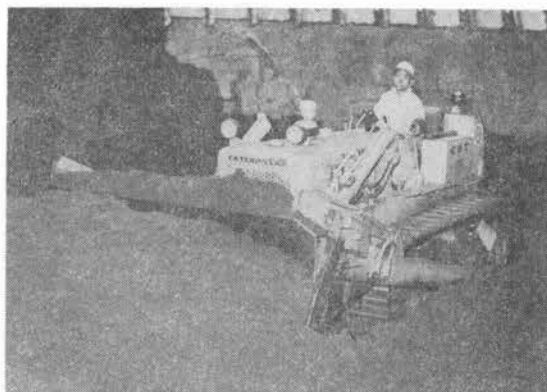


写真-3 ツーウェイドーザ



写真-4 クリアリングブレード

に多く、多目的に使用され得る性能をそなえているといえよう。したがって販売された台数はブルドーザよりはるかに多い。積込み、運搬、溝掘り、つり上げ、掘削などなんでもこなそうとすればできる機械である。

バックホウの装着率はブルドーザと同じく小形になるほど多くなっている。リッパの装着はブルドーザに比べて極めて低い。リッパを使うよりは、よく舗装面をバケットの爪先で引っかけてローダ本体の重量をかけ、はがしているのを見かける。

バケット容量を販売標準仕様より増加するよう、バケットをかさ上げしている傾向はけっこう多い。販売標準仕様と岩石用のヘビーデューティのバケットを使い分けることも次第に多くはなったが、しかし取扱材料の比重に基づいて適正なバケット容量を選定するようなことはあまり行なわれない。したがって、一つのバケットで土も岩も砂も碎石も処理されるので、販売標準仕様のバケットは数年前に比べてとてつもなく強化されている。一般産業で一定した材料を取扱う場合はその取扱材料に合わせた大形または小形のバケットがあらかじめ装着されている。チップ用のバケットは販売標準仕様のバケット容量の 2 倍以上はある。

バケットの形状を変え、作業条件や材料に合わせているものもあり、レーキバケットやスケルトンバケットの

ようにバケットを櫛状にしたり穴を明けたりして材料をバケットで選別している。

片サイドダンプバケットや両サイドダンプバケットは狭い場所で機械をあまり動かさないうち作業を行なうには最も適したバケットであろう。両サイドダンプバケットのローダが、山陽新幹線のトンネル工事で数10台近く稼働しているのはその利点を物語っている(写真-5参照)。

木材運搬用としてのフォークはクランプ付やタイン間隔を調整できるランバーフォーク等材料に合わせて種類が多い。また特殊な材料の運搬用としてバケットを取りはずし、特別な運搬用のアタッチメントを装着したものもあり、それぞれの材料に合わせて工夫されている。

バケットは100%が爪付である。積込作業としてのみでなく、掘削力を必要とするからである。また装軌式ローダの履帯がブルドーザのような異高シューであるためけん引力も大きく、掘削性能を与えている。しかし、クラッシュプラントでクラッシュ後の碎石の積込用としても爪付のバケットが用いられているのは、何がゆえに高価な爪を摩耗させているのかしばしば理解に苦しむほどである。

バケットの爪は掘削力を要求するために装着するが、2分割式の鋭利なチップタイプのものより1体式の幾分掘削力が劣る爪が好まれるのは、耐摩耗性に重点がおか



写真-5 両サイドダンプバケット

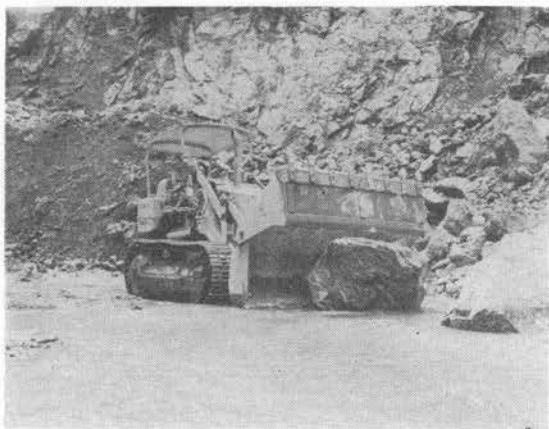


写真-6 マルチパーパスバケット

れているためらしい。

バケットを排土用ブルドーザ、スクレーパ用かき寄せ、積込用、そして物をつかむ用途として多目的に使えるようデザインされたマルチパーパスバケットは特に興味をもたれる。

このバケットはボウル部分とブルドーザ部分の2部分からできており、ボウル部分の動きによってバケットの底が開いたり閉じたりする。このためバケットの底を閉じた場合は通常のバケットと同じく掘削、積込みなどの働きを行ない、開いた場合は排土作業や整地作業ができる。またスクレーパ作業や物をつかんだりもできる。一つのバケットでこのような多様性をもっているアタッチメントでありながら、案外使用されていないのはいったいなぜであろうか(写真-6参照)。

これが私の最終的な多様性とアタッチメントの疑問と解答であるかも知れない。

8. まとめ

主としてブルドーザと装軌式ローダを中心として、多様化の傾向の何であるかを考えてみた。数100種類に及ぶ建設機械のそれぞれが、あるいは単一作業、組合わせ作業、または数種類の作業を行なうために特長づけられ、生産販売されている。最近よくいわれる省力化やコストダウンの方法がややもすると大形化や単能的な機械の印象を濃くしているが、その反面、ポピュラーな1台の機械をいかに使いこなすかという問題に対処していくかを強く感じている次第である。人手不足が深刻になればなるほどこのようなパーサティリティに対する研究が必要とされるであろう。

骨材採取に伴う濁水処理の実例

高 橋 馨*

1. ま え が き

近年建設工事の著しい伸長に伴って骨材需要は増大の一途をたどり、これとともに骨材源も主力の天然骨材（川砂利）が次第に枯渇し、人工骨材（碎石）への依存度が高まってきている。こうした事情を反映して、各地で碎石プラントの新設が相ついでいるが、その操業（採取、ふるい分け洗浄等）に伴う廃水（濁水）の処理が河川の水質汚濁と関連して問題となる場合が多いようである。特に最近公害防止対策として各種の規制が定められたことによって、この種の濁水の合理的な処理工法の確立が望まれてきている。

本稿ではこうした実情にかんがみ、釜房ダム建設工事において採用した機械処理工法の実例とその実績を紹介し、参考に供したい。

2. 濁水処理の必要性と在来工法

ダム工事では堤体コンクリートそのほかに必要な骨材源を原石山に求め、クラッシングプラントを設置して所要の各種骨材を製造することが多い。その際、骨材のふるい分け洗浄、細骨材の分級などに多量の水（骨材 1 t/hr

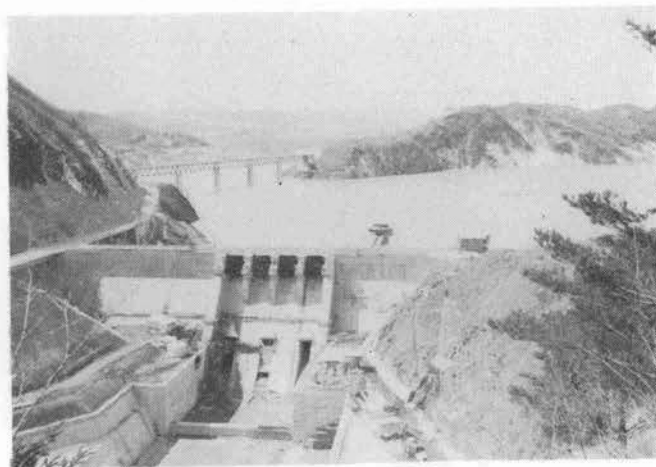
当り 2 m³/hr 程度）が使われ、原石に付着混入した泥土や破砕過程で生じた石粉等がダストとして洗い流されるので廃水は極度の濁水となる。山奥のダムなどではこの濁水をそのまま河川へ放流する例が少なくなかったが、その場合、下流の魚族資源や発電所に悪影響をおよぼすこととなり、補償問題が起きてくる。しかし、上水道水源や工場用水があるような場合には単なる補償では解決されず、濁水を浄化して放流するなどの対策、すなわち濁水処理が必要となる。

そこで従来は大きな沈砂池を設けて泥土等の懸濁固形物を沈殿させたうえで放流する方法が一般に行なわれているが、十分な浄水効果をあげることはむずかしいようである。

3. 機械処理工法採用の経緯

釜房ダムの場合、クラッシングプラントの公称能力は 80 t/hr で、計画では製造過程で合計 7 t/hr のダストが発生し、これが 200 m³/hr の水によって洗い流されるものとした。すなわち、濁度 35,000 ppm（水 1 l 中に 35 g の固形物を含んだ状態）の濁水が毎時 200 m³ 発生することになる。

ところで、釜房ダムは仙台市の西方 25 km、名取川右支川碓石川筋に位置する重力式コンクリートダムで、建設省直轄工事として建設省東北地方建設局が昭和 42 年 6 月に着工して昭和 45 年 6 月に完成された。堤体積は約 100,000 m³ で比較的小規模であるが、総貯水容量は 45,300,000 m³ もあり、洪水調節のほか上水道、発電、工業用水、灌漑に利用される多目的ダムである（写真—1 参照）。下流部には漁業権、上水道取水口、発電所などがあり、本流の名取川は仙台市の南部を貫流して仙台市およびその近郊の市民生活と密接している、いわゆる都市河川であり、水質汚濁が公害問題として重視されている折から、工事による濁水をそのまま放流することは許されない情勢であった。このため工事の計画当初からその処理工法を仮設備計画の一環と



写真—1 完成した釜房ダム

*（現）建設省東北地方建設局道路部機械課
（元） “ ” “ ” 釜房ダム工事事務所

して重点的に検討することとした。

初めはやはり沈砂池方式を検討したが、浄水効果や用地確保の面で難点があることがわかった。同じころ、水資源開発公園の下久保ダムでも沈砂池方式を実施していたが、いろいろな問題があり、濁水の一部を機械処理することが試みられていた。そこで、釜房ダムでも新しい工法として機械処理方式について独自の立場で検討を行なうこととした。その結果、機械処理方式は沈砂池方式に比べて浄水効果はるかにすぐれており、設備の敷地や土捨場も地形的に好都合で、経済性の面でもほぼ同等であるとの結論を得た。

たまたま昭和41年4月1日から「宮城県公害防止条例」が施行され、名取川の場合、第2種水域(名取橋より上流)では放流水の濁度は70ppm以下に規制されることになったが、機械処理方式によればこのようなシビアな規制にも十分対処できるという見通しを予備実験の結果から得ることができた。このような濁水の全面的機械処理工法の採用はダム工事では初めての試みであり、故障時の工事への影響などの点で多少不安もあったが、この問題に前向きに対処しようという関係者の熱意によって実施が決定された。

4. 設備および処理工程の概要

機械処理にも各種の方式が考えられるが、設備の主体となる機械装置は従来主として鉱山や浄水場で使われているものを応用している。釜房ダムの場合も機械処理方式として数案を慎重に比較検討し、その結果図-1および表-1に示すような設備、処理工法を採用することにした。以下、この図と表によって処理工法の概要を説明

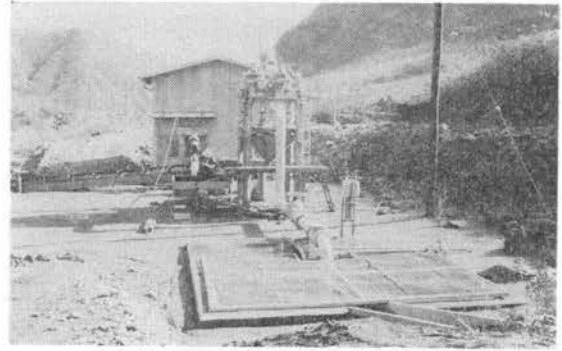


写真-2 原水槽とサンドセパレータ
(後方の建屋は薬注室)

する。

プラントにおける濁水(原水と呼ばれる)の発生形態には三つの系統があり、これらが合流して濁水処理設備の原水槽に流入する。原水はまずポンプによってサンドセパレータ(一種の液体サイクロン)に送られて含有固形物のうち比較的粒径の大きいものが除去され、被除去物(サンドセパレータ排砂と呼ばれ、濃厚なパルプ状を呈する)はベルトコンベヤで土捨場へ運ばれる。一方、サンドセパレータで除去されない微粒子を多量に含んだ原水(サンドセパレータ処理水と呼ばれる)は3種類の薬品を注入、攪拌のうえ沈殿池(ジェット式高速凝集沈殿池)に送られ、落差により生じる水流と薬品の作用によって固形物を凝集状態(フロックと呼ばれる)にして沈殿させることにより清澄な上澄水となり、上部から放流される。沈殿池の底部に沈殿、堆積した固形物(汚泥と呼ばれる)は逐次引出され、濃縮槽に導入して濃縮のうえ真空脱水機(ベルトフィルタ)によって脱水されて

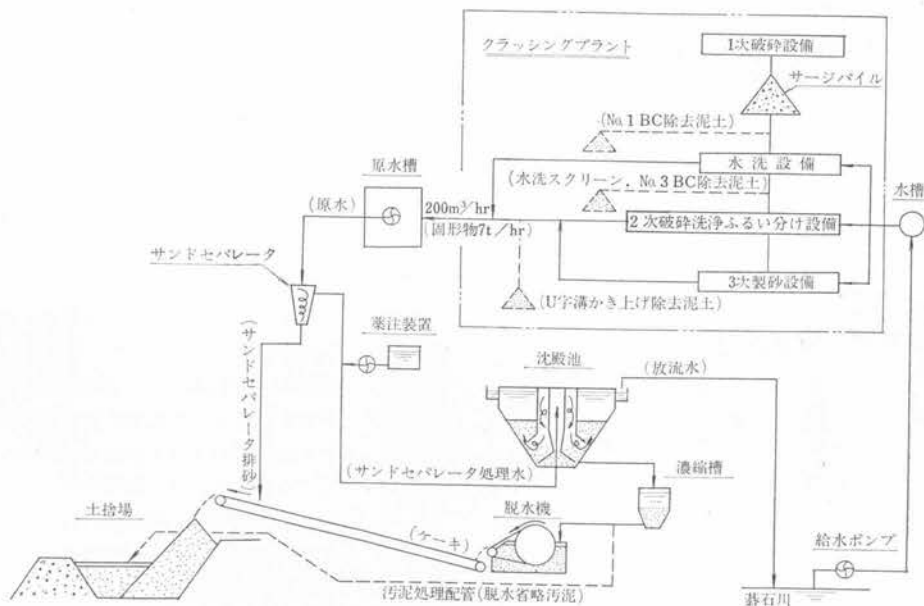


図-1 濁水処理設備および工程説明図

ケーキとなり、ベルトコンベヤで土捨場へ運ばれる(写真-2~写真-4 参照)。

以上の工程はすべて機械装置によって自動的に行なわれるもので、これが全面的な機械処理工法と称するゆえんでもある。

5. 運転実績

(1) 運転状況の推移と処理工程上の対策

本設備の運転系統は原水ポンプから沈殿池までと、濃縮槽から脱水機までの二つの系列に分けられ、それぞれの運転時間は原水ポンプと脱水機によって代表される。昭和43年5月から本運転に入ったが、堤体コンクリー

トの打設の進捗に伴って、クラッシングプラントとこれに従属する本設備の運転状況も逐次変化する(図-2 参照)。図から明らかなように、月間の打設量が増加するにつれて本設備の運転時間も多くなるが、反面、その過程で処理工程における計画と実際の齟齬が判明し、設備機器の一部に能力や容量の不足をきたすようになった。

とりわけ問題となり、その対策に苦心したのはサンドセパレータの除去率が計画より大幅に下回ったことである。計画では予備実験の結果から除去率を90%(つまり原水中の含有固形物の9割が除去される)と見込んだが、実際の平均除去率は40~50%にとどまり、いろいろな面から改善を試みたが一向に効果がなかった。このため

表-1 設備機械一覧表

区分	名称	規格	数量	摘要
原水供給受入装置	原水揚水ポンプ	口径 200 mm, 30 kW	1台	空気圧縮機 1.5 kW 1台付属
	原水流量計	オリフィスマノメータ 250 m ³ /hr	1基	
	サンドセパレータ	三協工業 ROF507S 形	1基	
薬品溶解注入 攪拌装置	硫酸バンド溶解槽	鋼板製 0.8 m×1.25 m×1.5 m	1組	2槽1組
	攪拌機	電動機直結立形 0.2 kW	2台	
	注入ポンプ	定量注入ペローズポンプ 0.2 kW	1台	
	高分子剤溶解槽	鋼板製 0.8 m×0.8 m×1.5 m	1組	2槽1組
	攪拌機	電動機直結立形 0.2 kW	2台	
	注入ポンプ	定量注入ダイヤフラムポンプ 0.2 kW	1台	
	石灰注入機	乾式自動石灰注入機 0.4 kW	1台	パイプレータ 0.5 kW 1台付
	ホッパー	1 m×1.4 m×1.3 m	1基	
	溶解槽	0.8 m×0.55 m×0.7 m	1組	
	攪拌機	電動機直結立形 0.1 kW	1台	
攪拌槽用攪拌機	電動機直結立形 2.2 kW	1台		
凝集沈殿装置	ジェット式高速凝集沈殿池	鋼板製外径 10.2 m 高 5.5 m	1基	排汚弁一式付属 空気圧縮機 3.7 kW 1台付属
	汚泥濃縮槽	外径 2.2 m 高 3.2 m	2基	
	汚泥供給ポンプ	口径 80 mm, 3.7 kW	1台	
脱水装置	真空脱水機	石垣機工 IDF-10 10 m ²	1台	
	真空ポンプ	口径 100 mm, 22 kW	1台	
	濾液分離槽	円筒立形直径 0.9 m	1基	
	濾液ポンプ	口径 50 mm, 2.2 kW	1台	
	返送ポンプ	口径 80 mm, 7.5 kW	1台	
固形物運搬装置	スクリーコンベヤ	口径 250 mm, ホッパ付 7.5 kW	1台	バケットコンベヤの代替機
	ベルトコンベヤ	350 mm, 機長 44.5 m, 2.2 kW	1台	
		350 mm, 39.5 m, 2.2 kW	1台	
		350 mm, 5.0 m, 1.5 kW	1台	
		350 mm, 22.5 m, 2.2 kW	1台	

(注) 設備の全体設計および施工は東浄水機械工業(株)が行なった。

沈殿池に流入する固形物量が計画よりはるかに多くなったが、沈殿池にたまった汚泥の引出量は脱水機の処理能力(計画能力 5 t/hr)によって限定されるので、ブロックゾーン(ブロックと上澄水との界面)が上昇しやすくなり、沈殿池の機能維持が困難になってきた。

その対策として、プラントの発生ダストをなるべく原水中に流失する前の段階で除去して本設備に送られる固形物量の低減をはかることにし、プラントのベルトコンベヤや水洗スクリーンに簡単な泥土除去装置を設けた。また、原水の水路(U字溝)にせき板を設け、その上流側に堆積した泥土を人力によりかき上げて除去するようにした(図-1 参照)。

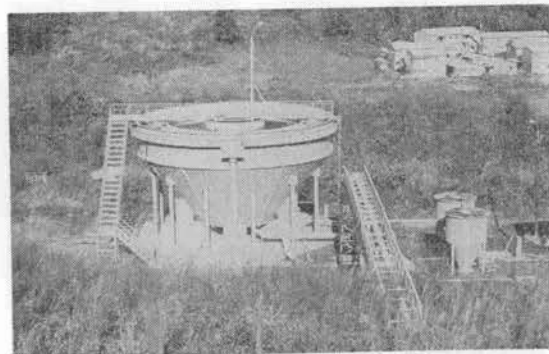


写真-3 ジェット式高速凝集沈殿池
(右側は汚泥濃縮槽)

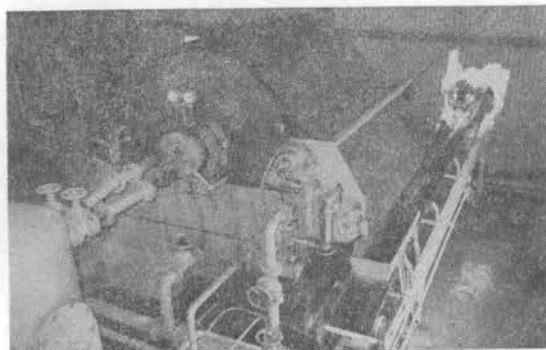


写真-4 真空脱水機—ベルトフィルタ
(手前は濾液槽)

これらの効用によってしばらくは切抜けることができたが、43年9月から打設最盛期に入り、プラントの運転時間（したがって発生ダスト量）も一段と増加するにつれて前述の対策のみでは不十分となり、新たな対策を迫られるに至った。プラント側ではすでに可能な対策を施したので、このうえは本設備自体として打開策を講じる必要がある。検討の結果、脱水機を昼夜フル運転するとともに、なおかつ脱水機で処理しきれない汚泥（脱水機原液）については脱水を省略し、別に処理配管を設けて土捨場へ送ることにした（図-1参照）。これによって沈殿池の機能維持が容易となり、処理工程上のネックが解消された。

ではなぜサンドセパレータの除去率が計画を大幅に下回ったのか。そのおもな原因は、予備実験で用いた原水と実際の原水の性状（濁度、含有固形物の粒度分布等）の相違によるものと考えられる。予備実験では実際の原水が得られないためロッドミルによる砕砂を利用して濁度35,000 ppmの原水を作り、試験に供したが、実際の原水の濁度は図-3のように平均48,500 ppmで計画よりずっと高くなっている。また計画では原石中に泥土の混入がほとんどないものと想定したが、実際にはかなり混入したため原水中の含有固形物はサンドセパレータでは除去できない微粒子が多くなった。恐らくこれらが原因して除去率が低下したものと推定される。このような誤算は計画の際、サンドセパレータの性能（除去特性）が原水の性状によって大きく左右されることに対する配慮の不足によるもので、この点きわめて遺憾であったと反省している。

(2) 改造および修理

2年間の運転期間中、特に大きな故障はなかったが、運転開始後、間もなくバケットコンベヤに不具合を生じ、改造を行なった。サンドセパレータから排砂槽に放

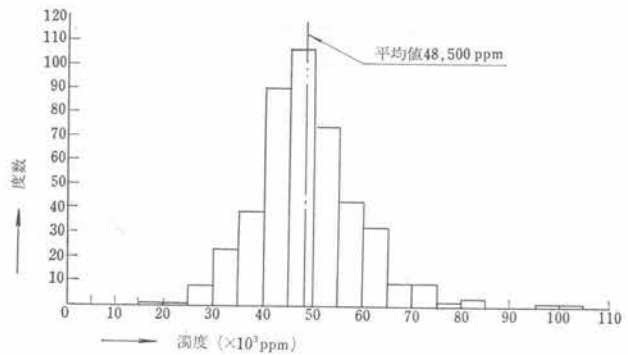


図-3 原水濁度度数分布図

出された排砂はバケットコンベヤによってかき上げられ、ベルトコンベヤに積込まれるが、その濃度と粒度構成がもたらす強い粘着性のためバケットが反転されても放出されない状態であった。対策としてバケットの形状、水抜孔の改造を試みたが、効果がなかった。また、排砂槽内の排砂を放置しておくとして自然に圧密されて硬くなり、バケット駆動用のベルトがスリップし、かき上げ不能となった。このため適当な代替機械と交換することを検討し、結局、一種のスクリーコンベヤを採用したが、その結果は良好で、以後は支障なく処理できた。

修理費のおもな内訳はベルトコンベヤの補修費、サンドセパレータのサイクロン本体部の摩損による交換費、原水ポンプその他の水中ポンプ類の修理費などである。水中ポンプ類は微粒子を多量に含んだ原水やスラリー状の汚泥を扱うためシールやパッキンの損耗とこれに伴うモータ部の焼損、ランナーの摩耗等の故障が多かった。

(3) 薬品使用量

薬品は凝集剤にもっとも一般的な硫酸バンドを用い、凝集補助剤として消石灰 (pH 調整用) と高分子剤 (凝集沈降促進剤) を添加した。薬品の使用量 (注入量) 実績は原水量に対する平均注入率で表わすと、硫酸バンド

230 ppm (計画では 200 ppm)、消石灰 210 ppm (計画では 100 ppm)、高分子剤 1.0 ppm (計画に同じ) である。硫酸バンド、消石灰の注入率が計画より多くなったのは前述のように原水濁度が計画値の約 1.4 倍も高くなったためである。なお高分子剤はクリフロックのほかハイモロック、コーナフロックなどの銘柄を使用した。その効果はほぼ同等であった。

6. 各種試験実績

プラントから排出される原水は原石の状況その他の条件によって

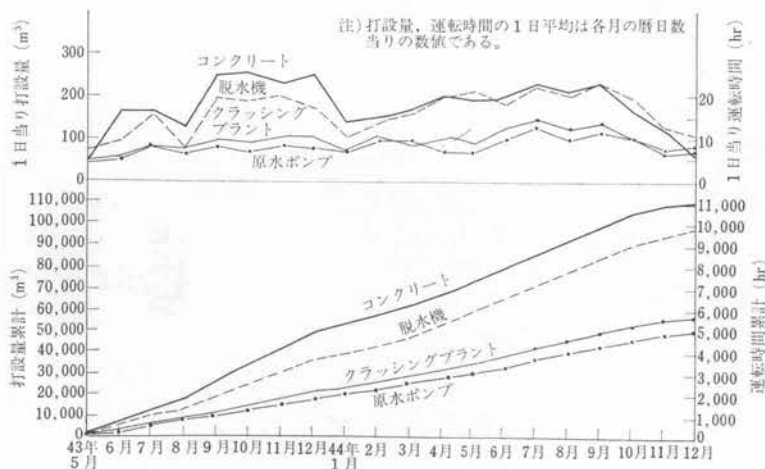


図-2 コンクリート打設量と運転時間の推移

その性状が日々刻々変化するので、これに対応して適正な運営管理を期するには原水、サンドセパレータ処理水、放流水などについて常時試験を行なうことが必要である。このため現場に試験室を設け、所定の要領による各種試験を毎日午前、午後に各1回実施するようにした。試験項目は多岐にわたっているが、ここではその主要なものについて結果を要約して述べる。

(1) 原水

濁度の試験実績は図-3のとおりである。かなり範囲が広いが、大体 35,000~65,000 ppm の間で変動している。全体の平均値は 48,500 ppm で計画値 (35,000 ppm) より 13,500 ppm も高くなっている。このような濁度の上昇はプラントにおける発生ダスト量の増加によるほかスクリーン等の給水量が諸般の事情でかなり減少したことによるものである。

含有固形物の粒度分布 (全体平均値) は図-4 のとおりである。計画値と比較するとほぼ似通った傾向を示しているが、サンドセパレータの除去率に影響する微粒分 (0.037 mm 以下) については不明である。

(2) サンドセパレータ処理水

濁度の平均値は 29,000 ppm で計画値 (2,200 ppm) の 13 倍にもなっている。これに関連してサンドセパレータの除去率も計画値 (94%) を大幅に下回って平均値 40% に低下している。これらの原因とその影響については前述 5 章の (1) で述べたとおりで、処理工程に大きな誤算を招くことになった。

(3) サンドセパレータ排砂

排砂の濃度平均値は 52.8%, 含有固形物量で表わすと平均値は 852 g/l である。含有固形物の粒度分布は図-4 のとおりで、原水のそれと比較すると砂に相当する 0.053 mm 以上の比率が大きいく、サンドセパレータでは粒径の大きなものが除去されていることを示している。

(4) 放流水

沈殿池をオーバーフローした放流水は側溝を経て碁石

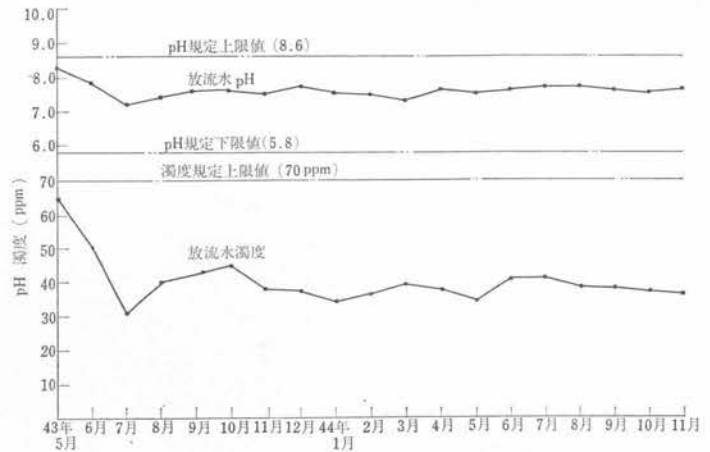


図-5 放流水濁度および pH 月別平均値

川に流入する。放流水の水質はいわば本設備の使命であるが、碁石川の場合、問題となるのは濁度と pH なので本設備ではこれらを主体として水質を管理した。

濁度および pH の実績 (月別平均値) は図-5 のとおりで、ともに規定値 (宮城県公害防止条例に準拠) を完全に満足している。また、放流水が河川におよぼす影響を調べるため、ダムの上流 7 地点を選び、河況調査 (水温、濁度、pH、COD 等) をほぼ 10 日ごとに行なったが、放流水による影響のないことが明らかとなった。このように、設備の使命である放流水については十分所期の目的を果たすことができた。

(5) 脱水機原液

濃度の平均値は 14.1%, 含有固形物量で表わすと平均値は 161.3 g/l である。脱水機の吸着効率のうえからはもう少し濃度の高いことが望ましいが、沈殿池に流入する固形物量が多いので、濃縮槽において十分な濃縮時間が与えられず、このようになった。

(6) 脱水機ケーキ

ケーキの含水率平均値は 38.4%, 乾燥重量に換算した処理量の平均値は 0.45 t/hr で計画値 (0.42 t/hr) をやや上回っている。なお、脱水機原液の濃度が低い (前項参照) と濾布に対する吸着が悪く、ケーキ厚さも 3 mm 以下となって剝離しにくいので、これを改善するため消石灰を少量 (含有固形物量に対して 1~2%) 添加し、好結果を得た。

7. 発生ダスト量および固形物処理内訳

クラッシングプラントで発生したダスト量と、それが原水中に流失してどのように処理されたか検討してみる。プラント (サージパイル以降) の発生ダスト量は別途算定した結果、合計約 30,000 t である。このうち約 6,000 t は原水前の段階で先に述べた泥土除去装置等によって除去されているので、この分を差引いた約 24,000

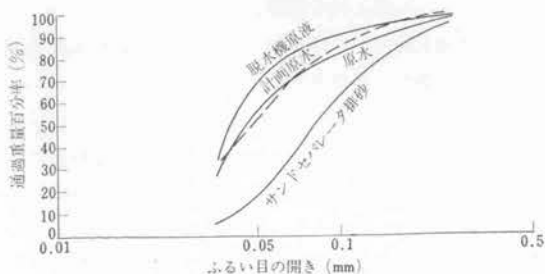


図-4 含有固形物粒度分布図

tが原水中の固形物となって本設備に送られたことになる(図-1参照)。

この固形物は本設備において三つの形態で処理されるが、その内訳は別途算定の結果、次のようになった。

固形物	①	サンドセパレータ排砂	14,300 t	
		沈殿池汚泥	②脱水機ケーキ	4,800 t
			③脱水省略汚泥	6,900 t

これらの合計は26,000 tとなり、前述のプラントの発生ダスト量から求めた固形物量より2,000 tほど少ないが、おおよそ一致している。

8. 土捨場

土捨場は工事用道路と基礎掘削のずりで盛土した築堤で囲まれたプール状のもので、このなかに前述の処理形態の異なる固形物を一緒に収容した。サンドセパレータ排砂と脱水機ケーキは混じった状態でベルトコンベヤから放出され、次第に山を作ってゆく。脱水省略汚泥は流動性があり、捨てた当座は泥沼ようになるが、やがて上澄水ができ、水分が浸透、蒸発し、次第に減少して硬化する。なお、築堤の内側のり面にはむしろを張り、その上に土羽打ちして汚泥が漏洩しないようにした。

機械処理工法を採用する場合、土捨場の容量を検討しておく必要がある。また、次項で述べるように脱水処理費は高くつくので、大きな土捨場を作れる場合には脱水を省略して工費の節減をはかることが得策と考えられる。このような計画の参考とするため捨土の容積について調べてみた。捨土直後において固形物量1 t(乾燥重量)をそのなかに含有するに要する容積は、サンドセパレータ排砂では約1.1 m³、脱水機ケーキでは約0.9 m³、脱水省略汚泥では約6.2 m³である。これらは日数の経過とともに硬化し、圧密されて最終的には湿潤密度1.8~2.0 t/m³になることが判明した。なお、脱水省略汚泥は24時間後には容積の約60~80%が上澄水となり、残り40~20%が濃縮汚泥となる。

9. 処理工費

濁水処理に要する工費は非生産的なものであり、そのまま骨材の製造単価に加算されるので、合理的な設備と処理工法の採用により極力、低減をはかることが重要な課題であろう。

本設備の場合、工事終了時までの設備償却費(土木工事費を含む)は約3,500万円、運転経費は約2,200万円である。これらを合わせた処理工費を単価になおすとコンクリート1 m³当り約570円、製品骨材1 t当りでは約270円になるが、その大半は償却費である。これは釜房ダムの場合、コンクリート量が少ないため償却費が割高になったものであるが、単価としては必ずしも高くないようである。

ところで、いま述べた工費(単価)は放流水という目的に要した費用であるが、別な見方をすればその手段としての固形物の処理に要した費用である。このような見地から、それぞれの固形物の処理工費(単価)を検討すると次のようになる。

固形物	①	サンドセパレータ排砂	1 t当り約930円	
		沈殿池汚泥	②脱水機ケーキ	約5,950円
			③脱水省略汚泥	約2,190円

②と③にはともに薬注費用が含まれており、両者の差は脱水処理費である。このように脱水処理費はきわめて高価につくことを示している。

10. 今後の濁水処理工法についての提言

釜房ダムにおける経験、実績等から今後の濁水処理工法について、主として工費低減の見地から提言すると、

① プラントで発生したダストはなるべく原水前の段階で有効に除去する工夫をすべきである。

② 原水中に流出した固形物はなるべく薬注せずに除去すべきであり、その点でサンドセパレータも有効であるが、原水の水路(側溝)の途中にピットを設けて沈殿池の役割をさせ、沈殿、堆積した固形物を機械力でうまく処理できればかなり有利と思われる。

③ 濃縮槽は一種の脱水装置でもあり、濃縮時間が長いほど有利であるから、容量の大きいものを設けて有効に使用すべきである。

④ 脱水機による脱水処理はきわめて高価であるから、土捨場の事情(ポケット容量、工事終了後の処置など)が許すなら脱水処理を省略することを提唱する。

このほか、設備機械についての要望としては水中サンドポンプのシール部の耐久性向上、低廉で能率のよい脱水機の開発などがあげられる。また、安価でより効果的な凝集剤の出現も望まれる。

11. あとがき

以上、釜房ダムで採用、実施した濁水処理工法について概要を述べたが、以下にその成果を要約する。

① 平均48,500 ppmの高濁度の原水を70 ppm以下として放流し、所期の目的を果たした。

② 各種試験を継続実施したことにより変化の多い各種試料および処理工程の実態を把握できた。

③ 処理工費について実績を得たことにより工費低減に対する手がかりができた。

④ 運転経験といろいろな問題点に対処したことによってより合理的な処理工法についての指針をもち得た。

今後、この種の機械処理工法の採用が多くなることが予想され、また処理工法や設備機械の研究、改良も進められていると聞きおよんでいる。こうしたすう勢のもとで本稿が多少とも役立てば幸いである。

が、1時間当りの掘進速度は7.5mにも達している。6台のラジアル式オイルモータが用いられており、カッタヘッドのトルクは69t・m以上であった。当初の機械(トンネルボーリングマシン)は推進時にトンネル壁からのジャッキ反力を取るために機械の上下側部はビームで補強されていた。同種の機械がシールドスキンを取付けて使用される場合には推進反力は、トンネル覆工か、あるいはシールド後方のスラストリングのいずれかで取られる。

また、カルウェルド社は揺動式アームを備えたカッタヘッド形シールドも開発しており、サンフランシスコでの圧気使用の含水砂層地盤の掘削にこのタイプのシールド(直径5.4m)が使用された(写真-1参照)。

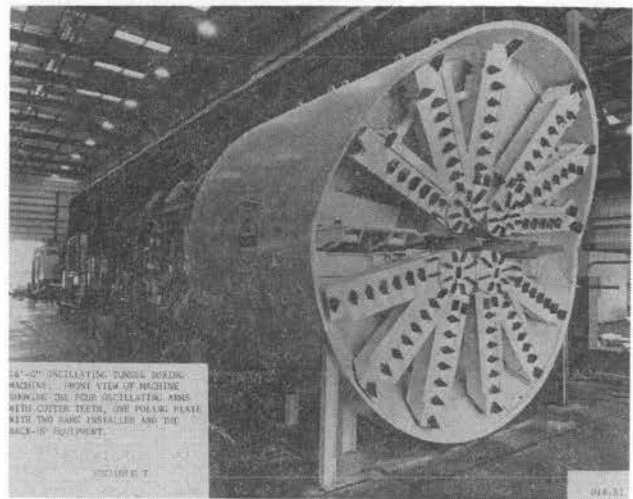


写真-1 5.48m径の揺動式カッタヘッドを有するカルウェルドシールド

写真に示されるように、このシールドは3本1組の揺動アームを4組備えており、これらのアームはかき取り掘削の場合、菱形のティースカッタと交換することも可能である。ずりはインバートからコンベヤで積出され、シールド上方にある切羽側に傾斜したアームは切羽の安定のため崩壊土砂面を鉛直に対して25°の傾斜に保つのに役立たせられる。揺動アームの背後はさらに切羽面の安定確保のため隔壁で仕切られている。機械の重量は125tで、8基のモータにより得られるトルクは138t・mである。最大掘進速度は1日31.5m、1週間で108mであった。過去2年間に使用された他の5基のシールドはバックホウを装備したオープンタイプのシールドである。

このシールドは本来排水処理した固結砂層の掘削に使用するため開発したものであるが、ある併列トンネルでは混合地山でも使用されたことがあり、また、軟弱かつ風化した岩の掘削でもバックホウが有効に機能を発揮している。これらバックホウタイプのシールドの最大掘進速度は、カッタヘッドタイプのシールドに比べて劣っているが、その機構が単純であることから有利な面が多く、工事区間全体にわたっての掘進効率に逆により大きいのが通例である。

もう一方の軟弱地盤掘削用シールドでの主要メーカーはメムコである。メムコの製作した最初のシールドはバックホウタイプであったが、この機械はCarley V. Porterトンネルで不良地盤掘削のために初めて使用された。若干のトラブルがあってバックホウは施工業者により撤去されたが、シールドは引続いて使用された。

南カリフォルニアにおける一連の水路トンネルの施工では、これと同種の機械が効果的に使用されているが、このシールドは大きなバケットを装備した直径7.8mの機械で短長だが、重量のあるバケットブームは油圧ジャッキで上下左右に動かすことができ、また、コンベヤベ

ルトへの積出しのためにシールド内で前後に揺動することも可能である。バックホウは通常の上下運動はできないが、その代わりバケット(1.3m³)はピストンピン運動が可能で、掘削のため、またはバケット底の破碎歯の作動のためにブーム軸のまわりに回転できるようになっている。推力は最大544.3tまでバケットに加えることができる。頂部には1.5mだけクラウンを地山中に伸長貫入し得る油圧式ボーリングプレートが装備されており、これにより不良地盤の補助的防護を行なうこともできる。

このシールドではトラブルもなく、機械が正常に運転される場合は1.2mごとに推進が行なわれ、各推進の直後に覆工が行なわれる。地盤は不良で種々の沖積層や軟弱な砂層からなっていたが、掘進速度は1日24時間で60.6mに達し、4.0kmにわたって1日平均33.9mの掘進速度が確保されたが、これは不良地盤にあっては信じ難い掘進速度である。

他のメムコの機械の3台がサンフランシスコ湾岸鉄道建設に使用された。この3台はすべて同じ設計で両方向に回転するヘッドを装備し、前面密閉形である(写真-2参照)。

ヘッドにある三つの大きな作業窓は7.6cmまで開閉できるが、これらの窓は油圧ジャッキの作動により前方向へヒンジ作用で開閉される。このため、これらの窓が中心軸のまわりにあたかも回転するかのように見える。四つ目の窓はシールド中心側がヒンジでとめられているが、全開できるようになっており、切羽部分に入るのに用いられる。窓の縁にはカッタが取り付けられているが、これにより地盤のかき取り切削が行なわれ、またそのずりをシールド内のベルトコンベヤに排土することができるようになっている。

これらの機械は、すべて直径約5.5m、最大トルク

345.7t・m, 1分間の最大回転数4回で, 粘土および砂のいずれの層でも使用されている。最大掘進速度はカルウェドの揺動式シールドと同程度で, 最大1日31.7mである。これらのシールドは3施工業者により各6.4kmを越えるトンネル施工にそれぞれ効果的に使用されている。

このように, まだ広く利用されるに至っていない新しい掘削技術を進んで採用する果敢な施工業者は賞賛されてしかるべきであろう。新技術を試行する熱意を有し, かつ実際の現場経験を通して改良を加えて行くことにより, はじめてシールド機械の開発は促進されるものといえるからである。

3. 手掘り式シールドとの比較

メカニカルシールドはある短い時間に限っていえば相当急速な掘削が可能であり, 現にいくつかのトンネルでは在来の手掘り式よりより短い工期で工事を完了させている。また, 同じシールドもトンネルによってはもちろん現場条件に適さず失敗した例もある。このような場合は掘進作業の断続する状態が長期間続いて, ついにはトンネル掘進機を引出し, 代わって在来方式でトンネルを完成しているようである。

このように, メカニカルシールドが信頼性に欠けるように見えても, このことは単に機械自体の問題だけではすまされないものがある。機械は本来人間ほど適応性を持つものではないから, 設計上予想し得なかった地層に遭遇した場合には作業不可能となることは当然なことであろう。

アメリカの最近の例でも, 精巧を窮めたメカニカルシールドが圧密地盤中に介在する Seam (9.1mの薄層)のため6週間にわたって停止したが, この場合でも在来の手掘りを用いていれば2~3日でこの状態を脱却できただろうと思われる。またメカニカルシールドも広く実用されるに至っていない初期の段階では, 機械的な欠陥

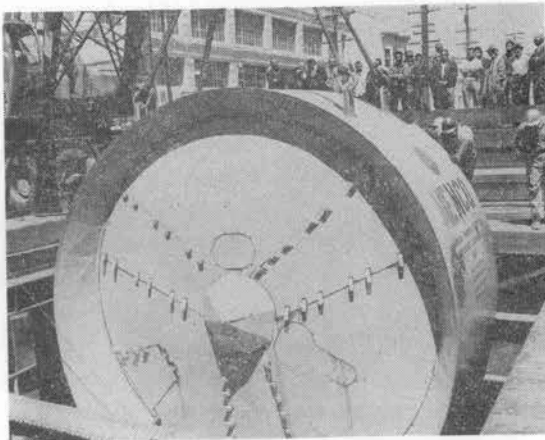


写真-2 掘進準備のために立坑から搬入中の5.48m径メムコシールド(サンフランシスコ)

に悩まされるということもあろう。

大部分の機械はこのような困難を経てトンネルを完成してきているが, 往々にして施工業者の資金, 忍耐, あるいは工期などの限界を越えるような場合には在来のドリルやシュートによる方法がとられている。このような場合, 単純なオープンタイプの機械の方が精巧なメカニカルシールドよりもより効果的といえよう。もちろんメカニカルシールドも種々の地盤に対しかなりの適応性を持つものであるが……。

メカニカルシールドでは稼働時間が50%以下となることがしばしばであるが, これはその他の問題として処理, 土留などの周辺機能が不適切なことも相当原因しているように思われる。しかし, 最良のコンディションのもとでも70%を上回る稼働は不可能であろう。

手掘り式シールドと比較すると, 軟弱地盤用メカニカルシールドの方に硬地盤用メカニカルシールドよりもさらに多くの難点があるのが普通である。これは, 土質条件よりはむしろ機械自体の欠陥に起因するともいえるもので, 非常に精巧なシールドが本来の機能の一部しか発揮できない状態にある。油圧ホースの油もれやギヤホイールの損傷などは機械システムによく起こることであるが, このようなことでさえ機械は1時間長ければ数日間停止してしまうものである。

手掘り式シールドの場合, 大部分の部品は容易に取替えられるので, さほど運転能率を低下することはない。最近, アメリカで砂地盤中の直径5.5mのトンネルが手掘り式シールドで1日平均15.2mの速度で施工された例があるが, この場合, 機械は100%の効率を発揮している。同じ地盤でメカニカルシールドも使用されたが, それらが最初に使用されたときは前述のような能率は上げておらず, 1週の平均45.7mにとどまっている。しかし2回目に使用されたときはほぼ手掘り式シールドの速度と同程度になっているが, このことは引続き使用される場合には掘進速度がさらに増大する可能性のあることを示すものであろう。

メカニカルシールドのもう一つの難点は, 新たに機械を製作する場合, 相当長時間を要することで, アメリカでも製作には9カ月を要するのが通例となっている。これは施工業者にとり工期のうえで非常に圧迫となっており, また, このことが手掘り式の場合と比較してメカニカルシールドを当初から不利な立場に立たせているともいえる。

この遅れの主な原因は, 機械が個々の工事にバラバラに顧客の注文に応じて製作されていることにある。現在のトンネルもトンネル相互間に若干の相違点を有しており, このことが機械製作上種々の異なる能力を要求することになっているようだ。しかし, トンネルのサイズが多少とも標準化されるならば, この問題の解決に相当役

立つことであろう。機械メーカーは径の変化および土質の変化の双方にある程度対応できる機械を製作してきてはいるが、とにかく、より多くの機械が使用されるにつれて既使用機械のマーケットが形成されるであろうし、それによって当初機械購入に必要とされた時間も短縮されることと思われる。

一つトンネルをいかなる方法で施工するかを決定するにあたっては、手掘式に対しメカニカルシールドの経済的利点について詳細な計量的検討を行なうべきである。前述したように、メカニカルシールドの掘進速度はまだ手掘方式と比較して常に(少なくとも当初は)大きいといえるまでには至っていない。

一方、機械操作上の省力化については、比較的容易に実現できるであろう。アメリカでは直径7.6m以上のシールドの場合、その製作に約3億6,000万円を要しており、メカニカルシールドが経済的に有利とされるためには、切羽部分に要する人員を5人以上減らす必要があるといわれている。アメリカでは作業員の1時間当りの賃金は約2,200円であるが、さらにこれに間接費と特別給与約1,440円が加わるものとすれば5人1時間で18,000円、通常の状態ならば1週120時間では216万円が節約されることになる。アメリカの施工業者達がメカニカルシールドに固執するのもこの点にあるものと思われる。

4. メカニカルシールドの将来の見通し

ソーン氏は「現在解決すべき第一の問題は、トンネル機械の信頼性を高めることである。筆者の経験からすると、大部分の機械が貧弱に設計されているように思われ、馬力も部品の強度も土質条件に見合うよう十分に設計されていない。後日馬力アップするようなことになると、もともと強度の不十分なギヤ、ベアリング、シャフト、キーウェイなどの部品の状態はさらに悪化することになる。

これらの問題を解決する方法の一つは、シャキヤやピンなどを組込んでおき、過大負荷が加わった場合、これらがこわれるようにしておくことである。また、もう一つの方法は、負荷に抵抗できるよう部品を初めから強化することであろう」と述べている。後者の方法では、必然的に機械の重量は増加するので、さらにその分だけ動力を増さなければならないことになる。また、モータからカッタヘッドに動力を伝達する部材については、その材質あるいは伝達法自体を変える必要もでてくるだろう。

現在これらの問題点の解決のための研究がアメリカの機械メーカーの手で進められつつあり、ゴム製の大きなショック吸収材、自動カッタ給油装置、その他駆動シャフトの後方にシアプレートなどを組み込み、すでに試用段階にある。

岩石掘削の場合と異なり、土砂地盤掘削ではメカニカ

ルホイールに代わり得る方法としての具体的提案はほとんどみられない。アメリカで今後最も開発される見込みのあるものとして、切羽の掘削に浚渫の技法を応用したシールドがあるが、これまでバキュームポンプ方式、プロペラ(またはスクリュウ)方式、バケット方式など種々の機種が提案されている。これらはすべて地下水中にはスラリーの場合に利用される方法で、泥の排出にはポンプ方式がとられるものである。

この考え方の利点は、低動力で運転できること、掘進速度が高まる可能性があること、いかなる深度でも作業できることや、また地下水下にあるという条件を有効に利点として利用できることなどに求められよう。

ソーン氏は、このほかトンネルボーリングマシンの開発すべき諸点につき多くを論じているが、この稿では割愛した。

5. トンネル掘進のシステム化とそれらの問題点

トンネル機械を現場調査、建設計画、設計、諸規程、施工(ずり出し、支保工、ライニング)、施工環境などのすべてを網羅するシステムの一部(サブシステム)としてとらえることが強調されている。

メカニカルシールドの最大メリットは、各サイクルに分断されていた在来の掘削作業を連続的な流れ作業として系統的に一体化し得る可能性を有することにある。このメリットを発揮させるにはトンネル機械の能力に対応した他の一連のサブシステムの系統的開発が同時にはかられなければならない。アメリカ合衆国運輸省は、ここ数年来、地下工事に關する掘削、ずり処理、基礎的調査、トンネル施工工程などの系統的分析に關する基準の設定を目的として、当該研究に対する大幅な資金的援助を行なっている。

サブシステムとして、とりわけ根幹的なものは、トンネルの建設される地山の土質調査であろう。既述のように予想し得なかった危険な地盤に遭遇すれば、多くの機械が使用不可能となるのは当然であろうし、もしトンネル施工開始前にそのような状況を確実に把握していたならば、施工業者はそれに適合したメカニカルシールドを製作したのである。また、それが現在の技術をもってしては不可能というのであれば、在来の手掘式掘削法を採用していたであろうことが想像される。

ソーン氏は、現在の調査技術による測定結果を工學目的に利用しようとする場合、土砂地盤もしかることながら、岩石となれば、あまりにも不正確すぎると述べている。たとえば、さく孔写真撮影を兼ねたコアボーリング法も、断層、堆積面や、地質的に不連続な点の位置を発見するには利用されようが、これらの物理的不連続の広がりや連続性の測定には未だ十分といえる状態には至っていない。したがって、トンネルや深いシャフトの地質調査となれば経済的問題もからんでくるため、詳細な地

質図の作製はまったく不可能となる。

同様に、現在の地下水調査の技術についても工学的見地からして決して適当なものとはいえず、トンネル内への地下水の流入量の推定計算などは、必要な浸水対策を決めるにもまた処理に要する経費を求めるにも不精密すぎるといわざるを得ない。水脈の発見のための技術もあるにはあるが、満足なもの一つもないといってよい。

また調査された土がどう挙動するかを評価することも地質調査における重要な側面である。土砂の軟硬はシールドにどんなタイプのカッタを使用するか、またその寿命がどのくらいかを決定する主要なファクタとなるためアメリカでは数種の方法でテストされているが、硬度に対する機械の仕事量を予測する方法については未だ十分満足のゆくものはない。

また、カッタでトンネルが通過する地山の実際のブロックを切削するテストも要領を得ないものである。他の物理的特性についてのテストも精密であるとはいえ、方法自体からする限度があり、したがって、トンネル掘削時における地山の実際の挙動を予測する方法ということになると現在のところ実用に耐え得るものは皆無といってよい。

ずりや資材の運搬システムは、それが適切に行なわれなかったり、中断されるような場合は、き細なことでも掘削サイクルを乱してしまうので、どのような掘削システムがとられるにしても、重要なサブシステムである。一般にトンネル内にはずりの貯蔵のためのスペースはほとんどないので、このことを考慮すれば運搬施設はトンネル機械の最大掘削量を処理できるものとしなければならないと思われる。

現在トンネル内では軌条、けん引車、トロを用いる方式が標準的運搬形式として用いられている。この運搬システムとして土砂を積出す手段が種々あるが、アメリカでも最も普通なのはベルトコンベヤで、そのほかフロントエンド方式やオーバショット方式のロードも多用されている。特に市街地においてはトンネル入口は立坑となるため、クレーンかまたはエレベータが使用されるが、様式の異なる運搬方式間でのずりの取り継ぎは運搬システム上の問題点となるもので、ずり搬出の能率を全体的に低下させる要因となる。ずり搬出設備はまた木材、鋼材、セグメント、導管類、ケーブル、レール、補助機器のための作業員の搬入など、他の目的にも使用されるので、これを単にずり搬出の目的のみから設計するべきではないだろう。

このように運搬する資材がまちまちであるのも掘進能率を落とす一因となる。しかし、このような現在の運搬システムもトンネル掘進が普通の機械を用いての平均的速度で行なわれる場合にはまだ問題は少ないといえるが、今後出現する新しい改良機械の最大掘進能力に応ず

るにはまだ不十分である。

このように、機械の開発もそれと同時に運搬システムの開発が進められなければ意味はない。アメリカでもベルトコンベヤはますます広く用いられるようになっていくし、またその信頼度も高まっている。けん引車やずり運搬車も改善されており、またずり処理が安全かつ容易に行なえるよう自動エレベータも実用されている。そのほか自走式大形ずり運搬車のようなものも試用されているが、これら運搬設備も現在なお故障、脱線、低速性などにより、掘進機の能率向上を妨げる要因となっているように思われる。

シールド内のセグメント組立作業は、アメリカにおいても世界各国と同様で、シールドやその他付属機械にエレクタを装備することによりセグメント組立作業は非常に迅速化されたが、手間のかかる覆工セグメントのボルト締め作業は相変わらず工事進行の妨げとなっている。このような絶えず繰返しの起こる作業の方法自体の改善もシールドの開発と並行して考えられなければならないものである。

薬液注入や凍結工法による地盤の改良が行なわれるようになり、トンネル施工法は大いに改善されたが、これらの地盤安定処理は、施工に時間がかかるため、突然不良地盤が現われるような場合の応急処理方法としては不適當で、アメリカでは現在のところ不安定な地盤のあることがわかっており、あらかじめ強化しておく必要のあるような場合に主として用いられる。

トンネル内における測量はこれまでは1週1回程度、保守の行なわれる際同時に行なわれてきたが、これも時間と労力を要する作業である。機械掘削が行なわれ、掘進速度が飛躍的に高まってきた現在、それに伴って頻繁に行なわれるようになれば、掘進作業に支障をきたすのみならず、測量自体にも誤りを生ずることが多くなっていく。ライトボックスと反射鏡が使用され、時間的余裕がとれるようになったとはいえ、この方法にも測定上の誤りが起きやすく、シールドが極めて短時間のうちに基線から大きくそれてしまうというような欠点がある。

これに比べて、レーザー測量法は、目盛を読むだけで直ちに長距離を測定できるのでアメリカでも機械の進行方向を調整するための最善の手段と考えられているが、これは現在われわれの使用している機械の掘削能力を上回る唯一のものであろう。

また一方、施工環境の管理面よりなるサブシステム、すなわち、それ自体が有害であったり、または施工能率を低下させるような掘削作業に対する支障要因を、その頻度、または程度において軽減しなければならない問題がある。これら支障要因は汚染要因(ほこり、ガス、汚水)、感覚的要因(温度、騒音、照明、圧気)、地盤の崩壊や事故などにグループ分けされるであろう。

メカニカルシールドの開発がすすみ、掘進速度が増大するに伴い、このようなトンネル作業に対する危険も比例して増大してくるが、それら支障要因の抑制にかなるシステムをとるかは、今後のメカニカルシールド開発の重要な要件となろう。現在アメリカでは換気装置の使用はもちろんのこと、精巧なガス探知機の取付などが行なわれているが、これらは有毒ガスの発生が心配される場所では確かに有効な手法である。

また、ほとんどのシールドに集塵装置が装備されており、圧気の人体に与える悪影響を軽減するためには、圧気内作業時間に厳しい制限を与えたり、圧気区間を狭く制限するなどの措置がとられている。このほか、安全増進のためのキャンペーン、電気設備や消化施設の頻繁な検査、安全服の着用の励行などによる事故防止対策などはいままでもなく、これらの手段によって減少する事故の数ももちろん少なくないであろう。

しかし、他方では新たなトンネル技術の開発により絶えず未解決の問題が生成されるということを常に銘記すべきである。

6. おわりに

以上のようにメカニカルシールドの改良はその周辺システムの技術の改善と密接に関連したものである。これらの点について、最後にゾーン氏の講演内容から、アメリカ産業界における最近の開発方向について一瞥し、この稿を終えることにしたい。

「現在地質についての情報は遠隔探知技術、コアボーリング、地球物理学的測定法、岩や土の工学的分類における標準化などにより正確なものが経済的に得られるようになってきている。遠隔探知技術として最も有望視されるのは航空機によるものであろう。カラー写真撮影、赤外線図の作成、レーダによる投視等は建設敷地の選択、地形や地質上問題ある地点の発見などに有効な方法となるであろうが、しかし、いずれもさらに信頼性の高められる必要がある。石油産業の分野でも多くの垂直ボーリング技術が開発されているが、それらのうち、幾つかは建設工事用のコアボーリングに応用できるであろう。コアボーリングについてはおもにコアサンプルを採取した位置、深度の測定値の精度、ドリル作業のための経費の節減の点について改善をはかる必要がある。ウォータジェット式さく孔機や、連続コアさく孔機は将来地質調査工事に大いに利用されることになろう。

諸種の改善策のうち、理論的にみて最も容易なのは土自体およびその物理的性質の標準的な分類を行なうことであるが、これを行なうだけでも地質の正確な表現が可能となり、このために時間を浪費するようなことはなくなるだろう。アメリカでは現在この点に関し多くの大学、委員会の場で研究が進められており、近いうちに体系的なものが出されよう。

ずり搬出設備は掘削方法の進歩と密接に関連させて改良されねばならないが、今後運搬設備の形式は掘進機が掘削した土の粘度や岩石片の寸法などにより決定されるようになろう。現在のベルトコンベヤはさらに改良されて曲線状に作動するものも作ることができよう。軌条施設の操作が自動化できるならば、より大きな岩石片を運搬することも可能となろう。水圧を加えたパイプラインは新しい運搬手段として将来を有望視されているが、これは特に土または岩石片が小さいならば岩も含めてこれらを液流方式で掘削する場合に使用されることになる。現在送気管は固形ずりの搬出用としても利用されているが、これはいまのところ摩擦損失が大きいとか、圧送力が不足していることなどからくる限界がある。要するに、既存の方法の改善を含めて新しい材料運搬技術の研究分野は極めて広いものといえるであろう。

また、現在掘進機直後で即座に現場打ちコンクリート覆工を形成する方法が可能かどうかの試験も繰返されている。実現すればこの方法は岩、軟弱地盤のいずれの場合にも利用できるであろう。

蒸気養生、添加剤などによるコンクリート強度の促進手段についても共通課題として広くその研究が進められており、また薬液注入剤については、それを一時的な地山の自立を促したり、予期し得なかった湧水を阻止する手段として使用するためにさらに研究が進められつつある。

一方、新たな掘削方法の開発に伴い、新たな環境保全の問題を招来しているが、現在この問題に対処すべく環境保全機能をも持ち合わせたトンネル掘進機が幾つか試作されつつあることは幸いである。また機械前部のみを圧気するだけで済むシールド(限定圧気方式)やシールド前面と切羽との間に水や泥水を填充して掘削を行なうシールド(泥水加圧方式)も開発されているが、これらもまたトンネル施工に従事する人々の安全を守るために工夫されたものであるといえよう。

現場フォアマンのための土木と施工法

XVII. 建設機械概説

1. 建設機械の基礎知識 (その1)

布施 行 雄*

1. 建設機械の特徴

建設機械とは、建設工事をより早く、より安く、そしてより安全確実に仕上げるための機械であり、一般に人力の数倍ないし数万倍の作業能力を有している。したがって、建設機械を有効に使用すれば、工期の短縮、ひいては工費の削減をはかれるばかりでなく、人力では不可能な堅い土地の掘削、あるいは重量物の長距離運搬などが可能になり、さらに整地、締固め、および建築材料の混合などの各種施工の質を均一化し、向上させることができる。

他方、建設機械はその管理が人間管理に比較して容易であり、また最近特に重要視されている省力化、工事の安全化にも利するところが大きい。

しかし、人力の代わりに建設機械を使用するためには機械の購入費、修理費、整備施設費などの資本と経費およびオペレータ、管理技術者などの養成と確保が必要であり、機械の施工能力と工事量がつり合わない機械、設備、人員が遊休し、かえって工事費が増加する結果になるので、建設機械を使用するに際しては、工事に適合した機械の選定とむだのない合理的な運営と管理が必要である。

建設工事は一般に土木工事と建築工事とに大別できるが、これらはいずれも土地を掘削、盛土し、それをベースに各種の建築材料を用いて構造物を作ることであり、その工事の内容は道路、鉄道、港湾、河川、護岸、発電、上下水道、工業用水、土地造成など、交通、国土保全、防災、利水、廃水、都市建設、その他の多岐にわたっている。またその処理する材料も、土をはじめコンクリート、鋼材、石材、木材などと非常に種類が多いが、たとえば、土だけでも岩石、れき、砂利、砂質土、粘性土、粘土と多種の性質のものがあり、さらにそれらは風、雨、海水などの自然の影響と土のこね返しなどの人的影響を受け、多種多様に変化するもので、物理的性質

(大きさ、比重、硬度、靱性など)、および化学的性質(塩性、酸性、硫化性など)の面からいえば処理材はほとんど無限の範囲にわたっているといえる。

他方、工事の大部分はオーダーメイドで、かつその場所が固定しないこと、およびおもに屋外にあることが他の作業と異なるところであり、したがって、それに使用される建設機械においては一般の機械で重視される能力、容量以外に、

耐久性: 大形の岩塊、路面の凹凸などによる衝撃荷重、硬度の高いグレンによる摩耗、塩などの含有物による腐食に耐える強度、耐摩耗性、耐触性を有しているか。

運転性: 危険な場所でも安全に運転できるか。また取扱いが容易で、かつ簡単に運搬できるか。

整備性: 山間、僻地でも容易に整備、点検、修理ができるか。

汎用性: 各種の作業、土地および気象条件に適合できる汎用性を有しているか。

などの性能も重要視されるので、建設機械は一般に次の各点にも留意して設計、製作されている。

1.1 耐久性

① 各部分は衝撃荷重に耐え得る余裕のある強度で作られている。

② 必要箇所には熱処理した特殊鋼など、特に耐摩耗性のある材料が使用されている。

③ あらゆる気象条件に対応できるよう、耐熱、耐寒、耐水性など、耐候性のある鉄および非鉄金属が用いられている。

1.2 運転性

① レバー、ペダル、照明、計器類、および運転席が人間工学的に適切な位置に配置されている。

② 居住性をよくし、オペレータの疲労を少なくするため騒音、振動、動揺などを軽減する各種の機構が採用されている。

③ 突発的な事故に対する各種の安全装置(フールプ

* (株)小松製作所第一技術センター開発総括課長

ループ機構を含む)が設けられており、また、機械からの視界および脱出性についても十分な考慮がはらわれている。

④ 大形の機械は簡単に分解できるようにして、容易に運搬できる構造になっている。

1.3 整備性

① 故障による機械の休止時間を最少限にとどめるため、各装置をユニット交換できる構造にするなど、修理を容易にするための各種の工夫が施されている。

② 各整備点検必要箇所を適切な位置に配置し、かつ整備、調整、給脂間隔(デイリー、ウィークリー、マンスリー)の別、およびその要領を明確にして機械の保守管理が確実に行なえるよう配慮されている。

③ メーカーとしては部品の補給体制を確立するとともに、常にサービス員の質の向上に努める必要がある。

1.4 汎用性

① 強制潤滑装置を設けるなどして不整地ないしは傾斜地でも支障なく稼働できる構造になっている。

② 各装置および計器類はシール、パッキンなどによって気密性をもたせ、またエンジン吸気口などの必要な個所に防塵装置を設けるなどして、悪環境下でも使用できるよう考慮されている。

③ 各種の作業に対してそれぞれに適したアタッチメントおよびオプション部品を準備する必要がある。

2. 力、トルク、馬力、および効率

2.1 力、トルク、および馬力

一般に機械の能力は「重量いくらのものを何時間にどれだけの距離動かせるか」によって判定される。たとえば、あるブルドーザが一度に多量の土を押せたとしても、大きな押土能力があるとは断定できないわけで、短い時間に押土してこそはじめてそのブルドーザが大きな押土能力を有しているといえるのである。いい換えると、ブルドーザの押土力と押土速さとの二つの要素によって真の能力が判定できるのであり、このように、力だけでなく、速さを含めて考えた能力を動力といっている。

また、力と動力とは、

$$\text{動力} = \text{力} \times \text{速さ}$$

という関係にあり、通常力は kg、速さは m/sec(毎秒当りメートル)で表わされるので、動力は kg×m/sec という単位になる。さらに、動力の単位としては馬力が用いられ、メートル法では 75 kg・m/sec を 1 馬力とし、これを PS という記号で表わしている。

なお、PS のほかにフートポンド法では IP、電動機などでは kW(キロワット)を動力の単位として使用しているが、それぞれの関係は次のとおりである。

$$1 \text{ PS} = 75 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{sec} = 0.7355 \text{ kW}$$

$$1 \text{ IP} = 550 \text{ ft} \cdot \text{lb}/\text{sec} = 0.746 \text{ kW}$$

1 馬力とは 75 kg の力で 1 秒間に 1 m 動かすときに必要な能力であるが、機械ではこのように力が直線的に作用する場合だけでなく、軸、歯車などのように物体をねじることによって力を伝達する場合が多く、これらのねじる力(回転力)をトルクと呼び、kg・m という単位でその大きさを表わしている。

たとえば、いまある軸に半径 R m の円板を取付け、その周辺部の接線方向に P kg の力を与えたとき、軸はトルクを受けるが、その大きさは $P \text{ kg} \times R \text{ m} = P \cdot R \text{ kg} \cdot \text{m}$ で表わされる。

この場合、軸の 1 分間当りの回転数を N rpm、トルクの大きさを $T \text{ kg} \cdot \text{m}$ とすると、半径 R の点での速さは $2\pi R \times N/60$ m/sec となり、力は $T/R \text{ kg}$ となるが、先に述べたように「動力 = 力 × 速さ」という関係にあるので、その動力は次のようにして計算することができる。

$$\begin{aligned} \text{動力} &= \text{力} \times \text{速さ} = \frac{T}{R} \times \frac{2\pi RN}{60} \\ &= \frac{2\pi NT}{60} \text{ (kg} \cdot \text{m}/\text{sec)} \end{aligned}$$

さらにこれを PS で表わすとすれば、 $1 \text{ PS} = 75 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{sec}$ であるので

$$\text{動力} = \frac{1}{75} \cdot \frac{2\pi NT}{60} = \frac{NT}{716.2} \text{ (PS)}$$

となる。

2.2 建設機械で用いられる出力

以上は一般論であるが、エンジンなどがどれだけの動力を出せるかを示すときは「出力」で表示する。

さらに、建設機械においてはその出力の表示に数種類あって、それぞれ違った意味を持っており、ディーゼルエンジンについては「定格出力」、車両については「けん引出力」などがある。

2.2.1 エンジンの定格出力

「原動機」の項参照

2.2.2 けん引出力

トラクタなどのけん引具(ドーバ)で計測される出力で、

けん引出力 = けん引力 × 車速
で表わされ、次式で計算される。

$$D = \frac{Fv}{75}$$

D : けん引出力 (PS)

F : けん引力 (kg)

v : 車速 (m/sec)

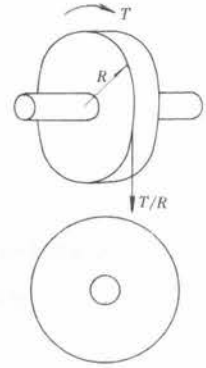


図-1 トルクと接線力

2.3 効 率

厳密に効率といえばその機械へ供給された燃料あるいは電気エネルギーと、仕事をするために必要な正味のエネルギーの比になるが、建設機械の場合は一般にエンジン、モータなどの原動機および作業機などの効率は省略し、原動機のアウトプット出力（エンジン定格出力など）と機械のアウトプット出力（リムプル、けん引出力など）との比を効率として採用している場合が多い。

たとえば、エンジン出力から動力伝達部分の摩擦損失と、車両自身の走行抵抗による動力損失を減じた、機械が外部に出す有効な出力であるけん引出力（前述のように機械のドローバで計測される出力）の最大値とエンジンの定格出力との割合を%で表わした値をけん引効率と称し、この値が大きいほど効率のよい車としているのがその例である。

なお、エンジン、作業機などの効率を含めた機械の全効率は単位燃料、単位時間、およびサイクル当りなどの土工量によって概略的に知ることができる。

3. 建設機械用原動機

建設機械用原動機としてはディーゼルエンジン、ガソリンエンジン、電動機などがあるが、可搬形ポンプ、ハンドドーザなど小形機械の一部にガソリンエンジンが、またタワークレーン、コンベヤ、クラッシャなど定置式機械に電動機が使用されているほか、他のほとんどの建設機械には電気配線など機械の運行を阻害する付属品を必要としない、燃料費が安いなどの理由によってディーゼルエンジンが用いられている。以下、ディーゼルエンジンを主にその概要を説明する。

3.1 建設機械用ディーゼルエンジンの特徴

建設機械用ディーゼルエンジンは、その性格上、次の各点に留意して設計、製作されている。

① 激しい負荷変動状態で連続して運転され、また大きな振動、動揺、衝撃荷重が加わる場合が多いので運動部分は耐摩耗性を、また各部分は強度および耐振性を十分考慮した構造とする。

② 寒冷地、僻地で使用される場合が多いので、低温始動性および整備性について十分考慮する必要がある。特に低温始動性は重要な問題であり、たとえば、おもに寒冷地で使用するものはスタータおよびダイナモの容量を大きくするなどの処置のほか、必要に応じてさらにオイルパンヒータ、始動エンジンなどの補助装置を付属させる。

③ 砂塵地はもちろん、一般の建設工事現場も塵埃が多いので、各部のフィルタ、クリーナ、およびブリーザは高性能、かつ大容量のものでなければならない。そのため最近ろ紙式エアクリーナにサイクロン式プリクリーナを併用して過効率を上げ、容量を増した形式のもの

が多くなってきている。また、雨中あるいは河川で作業する場合もあるので、スタータ、ダイナモなど電装品は防塵密閉形にすべきであり、さらに用途によってはエンジン本体も水密構造にする。

④ 不整地ないしは傾斜地で使用される場合が多いので、特殊形状オイルパン、補助オイルポンプを採用するなどして機械が傾斜しても支障なく動かせるよう考慮されている。

3.2 建設機械用エンジンの性能

3.2.1 回転速度と出力

エンジンの最高回転速度は燃焼形式、吸入効率特性、摺動部のすべり速度、往復および回転質量のバランスなどによって限定され、現在のところ平均ピストン速度11~13 m/sec、最大平均有効圧力8~9 kg/cm²が限界とされているが、建設機械のうち、最高回転、最大出力付近で使われる機会の多いブルドーザ用エンジンなどでは上記数値よりかなり下回った値に制限しており、ピストン速度8~9 m/sec、最大平均有効圧力6.5~7.5 kg/cm²程度となっている。しかし、建設機械の大形化に伴うエンジンの高出力化、および昨今使用される機会が多くなった流体伝導装置が比較的高速において効率が高いという特性を持っている関係上、エンジンの高速度化の必要性が高まり、新材料、新表面処理技術の採用、多気筒化、ショートストローク化、弁機構の軽量化、潤滑油ポンプの大容量化などによって最高回転速度の増大が積極的に進められており、300馬力級の大形エンジンでも2,500 rpm程度まで高速化することが可能となってきている。

なお、当初空気の薄い高地の馬力低下防止に開発された過給機も、最近ではエンジンの高出力化に使用されるようになり、特に大形エンジンでは過給機の使用が普通となっている。

3.2.2 特 性

建設機械用エンジンは負荷が変動してもある程度回転速度を一定に保つ機能を有していなければならない、そのため建設機械用エンジンには通常ガバナが装着されている。

エンジンの回転速度は負荷の大小と燃料の噴射量によって決まるが、ガバナは、この負荷の変動に伴う回転速度の変化をフライホイールウェイトの遠心力（メカカル式）、または吸入負圧（ニューマチック式）によって噴射量加減ラックの移動に置換え、ピニオンを介してプランジャを回し、燃料の噴射量を加減して回転速度の変動をおさえる機構のもので、エンジンの最高、最低回転速度だけでなく、その中間の任意の回転速度でもその回転速度をほぼ一定に保つ機能を持っている。この形式のガバナをオールスピードガバナといい、このほか最高、最低回転速度だけを規制するマキシマムミニマムガバナ（おもに自動車用エンジンに使用される）、および

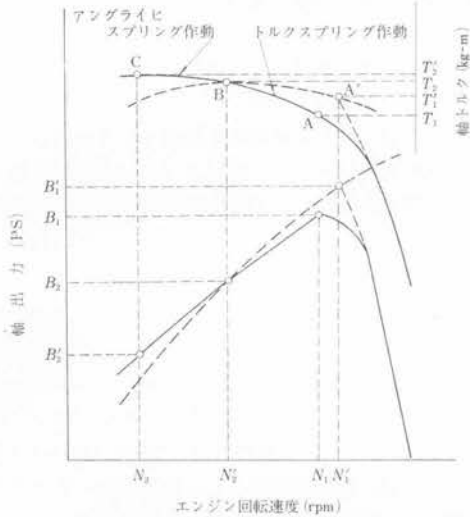


図-2 トルクスプリングおよびアングライヒスプリングの効果

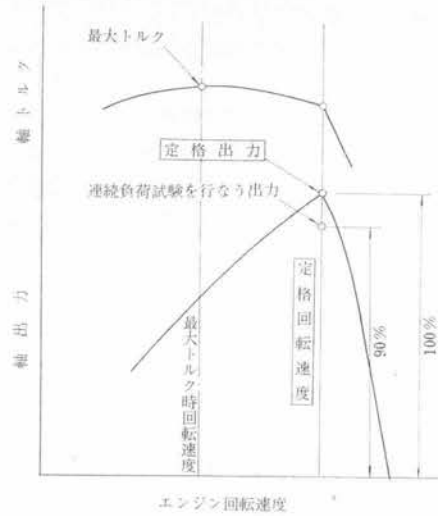


図-3 エンジン性能曲線
(わく内の用語は JIS で規定されている)

決められた回転速度だけを規制するコンスタントガバナがある。

また、ガバナのなかにはエンジンストップするまでの時間を長くして、オペレータにクラッチ操作または高速操作など適当な処置をとる時間的余裕を与え、ひいてはエンジンストップを防止する機能を有しているものもある。この機能は高速域での噴射量加減ラックの動きを制限し、そのトルクを押えるトルクスプリングと、トルクスプリングほど常用されてはいないが、低速域で噴射量を増してそのトルクを増加させるアングライヒスプリングによるものであり、図-2 はその効果を示したものである。

図-2 の実線はトルクおよびアングライヒスプリングを使用したとき、破線は使用しないときのエンジンの性能曲線であるが、この図から、通常作業時状態の A 点からエンジンストップしやすくなる B 点へ移行するよりも、トルクおよびアングライヒスプリングによってトルクの増加率および回転速度が修正された(大きくなった) C 点に移行する方がより長い時間を必要とすることがわかる。

A から B または C へのトルクの増加率はトルクライズと呼ばれ、10% 以上とする必要があるといわれているが、最近では 20~30% あるいはそれ以上のエンジンも数多く見受けられるようになった。なお、最大トルクと定格トルクとの比をトルクの弾性値、定格回転速度と最大トルク時回転速度(これらの用語については次項で説明する)との比を回転速度の弾性値、さらにトルクの弾性値と回転速度の弾性値との積をエンジンの弾性値と呼

び、エンジンのねばり強さを示す値として使用されることもある。なお、それぞれの関係を式で示せば次のようになる。

$$e_t = T_2/T_1$$

$$e_r = N_1/N_2$$

$$E = e_t \times e_r = \frac{T_2}{T_1} \times \frac{N_1}{N_2}$$

$$\text{トルクライズ} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\%$$

e_t : エンジントルクの弾性値

e_r : エンジン回転速度の弾性値

E : エンジンの弾性値

T_1 : 定格トルク (kg・m)

T_2 : 最大トルク (kg・m)

N_1 : 定格回転速度 (rpm)

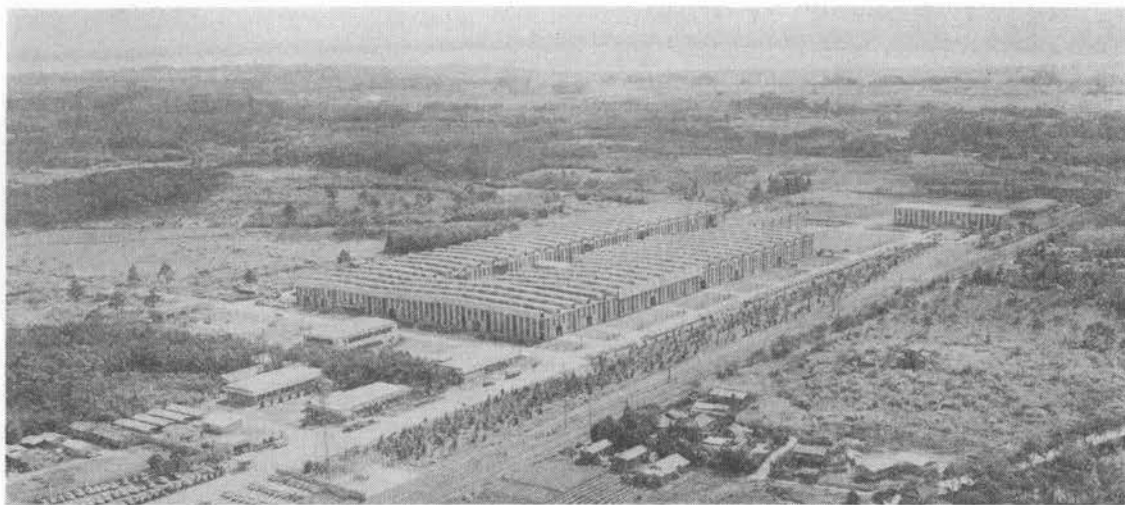
N_2 : 最大トルク時回転速度 (rpm)

3.2.3 用語, その他

燃料調整レバーを一杯に引いたときの作業時負荷曲線における最大出力を定格出力、また定格出力時の回転速度を定格固定速度といい(この二つの用語は JIS で規定されている)、ディーゼルエンジンの性能試験時、定格出力で 1 時間、また、定格出力の 90% 出力で 10 時間連続負荷試験を行ない、エンジンが仕様を満足しているか、あるいは連続運転が可能かどうか確認する(図-3 参照)。

定格出力は一般に排気色の悪化、排気温度の異常上昇、あるいは過給機のオーバランなどが起こらない範囲内で選ばれるが、酷暑時、高地使用時などの性能低下を考慮して、ある程度余裕をもたせる必要がある。

■工場めぐり



近くに霞ヶ浦を望む工場全景

日立建機 土浦工場

高橋 彰* 青木 宗光**

師走のあわたしさがそろそろ街角に漂い出した昨年12月22日、本記事の取材を目的に日立建機土浦工場へ出かけた。

上野駅から常磐線急行で1時間ちょっとで土浦に到着。つぎの神立駅かんだつのほうが近いのだが、急行は停車しないので土浦駅からタクシーに乗って工場へ15分ぐらい。琵琶湖に次いで（八郎潟が干拓されて）広い霞ヶ浦の南東で、筑波山を望む国道6号線との間のきれいな松林に囲われた平坦な場所に位置している。

敷地面積 53 万 m² の広さは現在 4 万 m² の工場建屋面積を4倍に拡張してもなお余りあり、昭和41年にできた新しい工場施設が松林の緑に調和し、工場における厳しい生産活動を静かに包んで自然の環境に溶け込んでいる。

小ざっぱりした応接間に通されて工場の技術課長さんにいろいろと詳細にわたって説明をいただいた。工場の主要生産機械はつぎのとおりで、油圧操作によるトラクタシリーズを主体にして油圧式 UH06 も足立工場より引継いで一手に生産されている。生産機種は T 12 ブルドーザ (12t 級)、T 12 M 湿地ブルドーザ (14t 級)、T 20 ブルドーザ (19t 級)、T 20 B ブルドーザ (21t

級)、T 20 BR (無線ブルドーザ)、JD 350 クローラローダ (4t 級、米国ディア社との技術提携) 等で、各機種合わせて月産 150 台 (10 億円) の成果を挙げているとのことである。

製缶工場

午前の説明をもとに工場の生産現場を案内された。工場前の舗装された製品置場に勢揃いした完成車の景観は自動車工場の完成車の威容と同じく、日立の生産力を物語るようで、説明によると、船待ち中であって、輸出は生産高の約 15% を占め、東南アジアをはじめカナダ、ブラジル、オーストラリア、その他欧州諸国などに及んでいるという。

工場の外観は、重機械を生産しているものとは緑遠くカラフルであり、トラクタ専用工場としてレイアウトされた新設工場である。

最初に製缶工場へ案内された。トラクタの車体用の鋼板類の素材が加工手順に仕分けされていて、数台の自動ガス切断機が多少照度を下げていると思われる作業場で稼働し、ハンマ作業やシャーリング機などの騒音のなかの一般生産工場とはほど違い静かな作業環境であった。

自動ガス切断機が能率向上と人工節減のために採用されているのは当然として、材料のむだの排除にも貢献し

* 水資源開発公団第一工務部機械課

** (株) 間組大宮工場長

ているのがみられた。

車体各フレームの溶接はすべてジグを採用しているの
で、溶接後のひずみ直しなどのあと処理工程は省略され
て機械加工工程へと進む。研究された溶接技術が駆使さ
れているようにみた。説明によると、溶接後は一つ一つ
寸法測定をしないのが原則であるとのことであった。

組立ライン

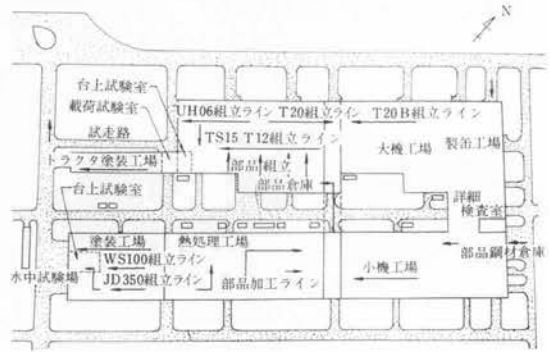
当然のことながら、コンベヤ方式をとって、ただ
コンベヤの代わりにレール上に台車を使用し、工程ごと
に移動する方法である。工程に合わせて供給する部品は
運搬工数の節減と重量物の運搬距離の短縮のため各工程
の場所近くで加工を行ない、それらをさらにアッセンブ
リにして供給できる配置になっている。

組立作業の合理化で目立たないものとして、ボルト、
ナットなど小さい部品の供給は、各部品別に納めたスチ
ール製の小箱を用い、自由にファイリングができるよう
になっていて、作業場の近くに配置されている。

なお、重量があり、複雑な加工度の高いミッションケ
ース、ファイナルケースまでが組立ラインに沿って設置
された数値制御(NC)工作機械で加工されている。部
品、材料の運搬には主として天井走行クレーン、組立に
は工場建屋の柱に取付けられたウォールクレーンが使用
され、物の移動にクレーンがよくレイアウトされている。
工数の節約と運搬の合理化のあらわれである。

以上はトラクタの生産ラインで、UH06油圧ショベル
は別途のラインで行なわれている。ここではコンベヤ
方式でなく、単体ごとの組立であり、トラクタ同様に中
間組立されたアッセンブリをセットしていく。コンベヤ
方式と異なり、従業員の作業は多能工的なものとなる。

生産の合理化についていろいろ研究されていることは
理解されたが、筆者らは工場の外観や環境に比べて場内
の照明、色彩、空調、塵埃防止などの施設に何となくも



土浦工場配置図

のたりなさを感じた。これらの施設は作業者の心理の面
にも何らかの関係することが考えられ、もうひとつ工夫が
あってもよいのではなかろうか。

部品工場・熱処理工場

ここは小機工場と呼称され、大機工場と呼称されてい
る製缶工場、組立工場と異なり、各種工作機械と各種の
専用熱処理機械が設置されている。

各種の素材はすべて外部より仕入れられ、鋳造品、鍛
造品、電製品などは日立系列の亀有工場、足立工場、そ
他系列会社よりのもの、トラクタのシュールと板金加工
品は他社よりのものということであった。

工作機械の作業は1人で幾台かを掛け持ちしているも
のがあり、ここでも工数の節減に努力している。建設機
械の耐久性にもっとも重要な焼入れなどの熱処理はすべ
て当工場の管理にあり、外注製品のトラクタのシュールの
熱処理もここで行なっている。熱処理のための電流、処
理時間などはあらかじめセットすることにより自動的に
作動し、作業員の個人差を防ぐよう設備されている。

生産される部品の品質はトラクタやショベルの信頼性
につながる。部品の品質維持のため各種工作機械、ジグ
類、工具類の管理が必要となってくる。そのため
この小機工場にかなりのスペースを与えている。

試験・検査・その他

この土浦工場の品質管理は、すべての作業員が
定められた作業基準を守り、各自で再チェックす
る方式になっている。これはことさらに新しいも
のではないが、組立ラインでは特別に調整を要す
部分のみ測定器を使用する。その他は測定を行
なっていない。

工場配置図にある台上試験室は完成車にけん引
力を与えてのアイドリングをする装置になってい
る。けん引力はトラクタシュールが塗油された鉄板
上を滑動することによって打ち消されている。屋
外での実負荷試験を行わないのを原則としてい



組立ライン(手前が部品箱)

るとのことである。ユーザにとっては何か不安を感じるが、この工場での試験、検査の考え方は、機械を構成する各材料の検査から始まり、加工、組立の各工程でそれぞれ信頼度の高いものを作ることに徹底することである。

試験装置としてほかに屋外試験場、水中試験場、載荷試験室、エンジンを大気中にさらす耐久試験場などがあり、目新しいものとしては総合実験室がある。目下その内容を充実中で、油圧系統の試験台、エンジンの試験台、車体フレームの試験台など案内され、2~3年後に完備するとのことである。ここでは基礎研究というよりも実験室と名付けるように、すでにあるものの試験、または実験を行なうとの説明を受けた。これらの試験設備は機械の大形化、専用化、省力化、安全化、無公害化を目指すメーカーの意欲が感じられる。

以上で工場を一巡、その間、従業員の方々はわれわれの行動に頓着なく生産に励んでおられた。工場内には“安全第一”とか“生産性向上運動”とか“ZD運動”などの張紙、看板など1枚もなく、工場内が淡々としている空気がかえって異様に感じられた。技術課長さんの説明では、すでに無災害100万時間を3回重ねられ、生産関係では“PAC”(パフォーマンス・アナリスチック・コントロール)という能率向上運動を実施中で、年間5%の向上をみたとのことである。

厚生施設

広い工場を一巡し終えるころ、工場の作業も終わりに近く、冬至の陽光は西に傾いていた。中学校卒業者のための教育施設を案内され、労働力不足はどこも同じで、せっかくのこの施設が近く不用になるのではないかの



工作機械工場および熱処理工場

ことであった。場内には食堂、浴場が完備され、また立派な売店が用意されている。工場より少し離れて独歩寮、家族持ち社宅が数100人の従業員の憩いの場所として施設されている。

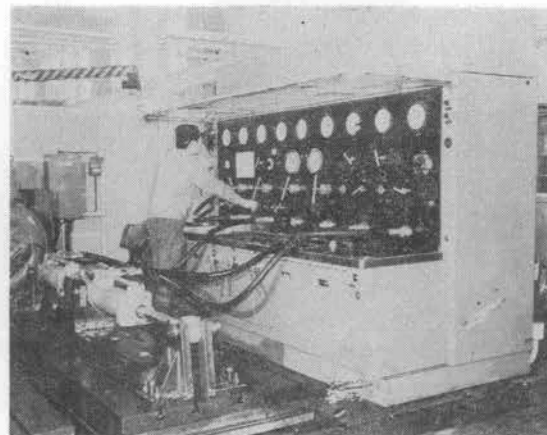
取材を終えて——東京と違って田舎ともなると乗物の便が悪く、したがってマイカー通勤者が多いそうで、始業時間も電車の時刻に合わせて7時45分と早い、終業は午後4時30分。終業となると内部施設の立派な浴場で1日の汗と油を洗い流して家路へ急ぐ人や、神立駅付近にも生命の洗濯場があって、18時荒目(?)のサービスに明日への昂然の気を養う人も多いか……。

足立工場は夜8時以降の残業と日曜、祭日の就業は禁じられているようで、そういった環境にあること自体いかにわれわれの生活が自然から遠のいていることか。

筑波山と霞ヶ浦に囲まれ、松林から新鮮な酸素をたっぷり与えられて働ける土浦工場の方々は、さぞ長生きされることだろうとうらやましく感じつつ、工場探訪の帰路についた。

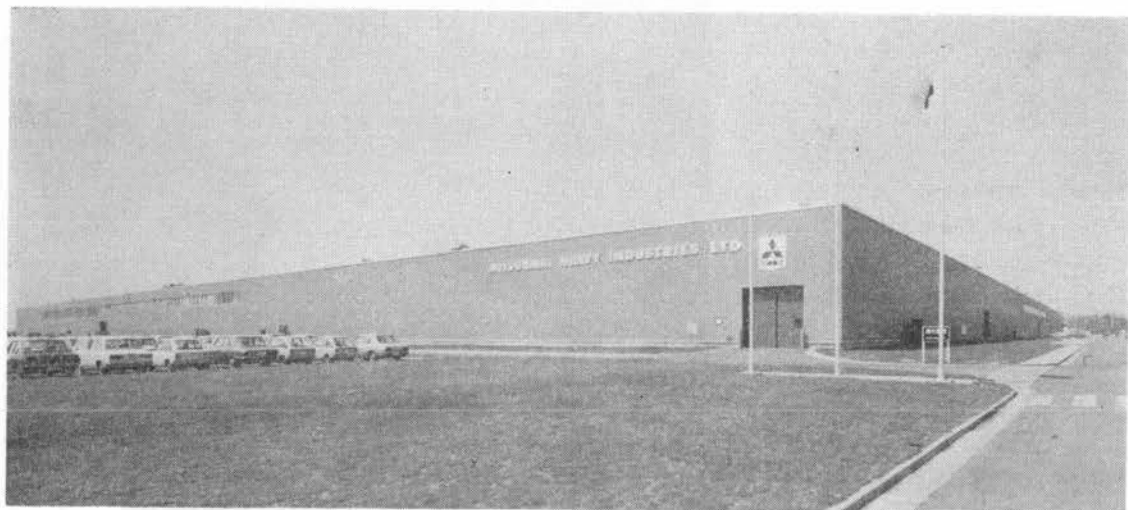


高周波焼入装置の一部



総合実験室(油圧試験機)

■工場めぐり



三菱重工業東京製作所相模原工場

梅田亮栄* 二宮嘉弘**

東京、横浜から約40分、神奈川県北部相模平野の北半を占める相模原市は、土地の起伏のほとんどない南東に向かってゆるい傾斜をもつ台地で、水田や山林が少なく、大半が畑地という自然条件を生かして工場誘致を活発に行なっており、すでに一大内陸工業地帯を形成しつつある。

私達が訪れた三菱重工業東京製作所相模原工場は、この相模原の真ただ中、田名工業団地にキャタピラー三菱本社工場と隣合わせてその威容を誇っている。田園風景のひろがりに遠く霊峯大山を望み、春来たりなば周囲は一面緑一色となるであろうこの風景は、スモッグの中に息苦しく煤ぼけて建つ従来の工場に対するイメージとはなはだしく違っている。

開障越しに眺める工場は窓が一つもなく、倉庫のような感じで、ひどくもの静かなのに気がつく。しかし来意を告げて応接室に案内されたとき、いい知れぬ活気が漂っているのを感じた。

私達は入口でまずこんなふうにして近代工場のイメージを印象づけられた。続いて工場内の施設、機械のレイアウト、運搬方式などつづきに見学するほどに、新しい工場建設の思想と方式はかくのごときかと驚く。詳細は

後述によりだんだんわかっていただけと思うが、立地条件、工場のレイアウト、内容など、いずれも近代工場のモデルとして先進的であることをまず述べておく。

工場敷地 366,550 m² のこの新工場は、昭和43年10月に現在の丸子工場の展開をはかるべく計画されたもので、その第1期工事を完了し、昨年4月から操業を始め、現在小形ブルドーザ、トラクタショベル、モータグレーダ、農用トラクタ、小形ディーゼル機関を生産しており、さらに本年4月の第2工場の操業開始を目指し、活発な工事が進められている。

施設の紹介に入る前に工場計画の基本方針について触れておく必要がある。それは従来の企業の利益追求を第一義とした姿勢を脱却し、そこに人間性回復の哲学が盛り込まれており、かつメーカー志向形から顧客志向形の経営方針が基底をなしているからである。なにはともあれ建設担当のスタッフの説明によってその要点を示そう。

- (1) 高度の生産性をもつ
- (2) 将来の拡張が容易なこと
- (3) 製造方式、製品計画の変更即到応できること
- (4) 人間中心の働きやすい環境をもつ
- (5) 地域社会との共存、公害の絶無を期す
- (6) 市場に通ずる見学者歓迎の姿勢を示す

おおよそ以上の6項目に要約できると思うが、この理

* 建設省関東地方建設局道路部機械課長

** 鹿島建設(株)大和工作所長

想とも思える各項目が実際にどのような形となって建物、機械施設、管理体制などの面で表現されているか、限られた紙面でこの膨大な施設の詳細を伝えることはできないが、以下代表的なものについて簡単に紹介する。

工場建築

工場の配置は図-2 にみるように非常にさっぱりしている。従来の工場レイアウトは機能別に1棟ずつ建家を造り、それを製品の流れに合うよう配置したものが多い。従来のレイアウトを仮に分散形と名付ければ、この工場はワンフロア形でもいえるように、直接生産に関係する機能を同一床面に取め、しかも直接生産に関係のない施設をすべて2階として、見学通路とともに建物内周壁に配している。すなわち、すべてのアクティビティが一つにまとめられている。工場建家の大きさは216m×288mで約72,000m²の床面積と、まことに広大である。人工照明と機械空調で環境を整えるため窓は皆無といってよいほど少なく、変電設備、空調機器を屋上においているため平屋である。

見学通路に出てまず工場内の空気がきれいで暖かいことに気がつく。これは屋上の空調機でフィルタを通した新鮮な外気を熱交換器で温め、ダクトで各所に吹き出させているためで、夏は熱交換器で冷され、除湿された冷風が送られるとのことであった。排気は屋上に設けたルーファンで行なわれるが、排出量を送気量より少なくして工場内の気圧を外部よりわずかに上げ、ほこりの進入を防止する仕組みになっている。窓なしの効果と相まって工場内の空気中のほこりは0.1mmg/m³と驚くべき数字を聞かされた。

照明についても一言つけ加えなくてはならない。照明は全部蛍光灯であるが、輝度の低いスリット付の特殊照明器具を用いているため、工場内全体が柔らかい光にまつまており、明るさも十分で、天井反射を行なうため

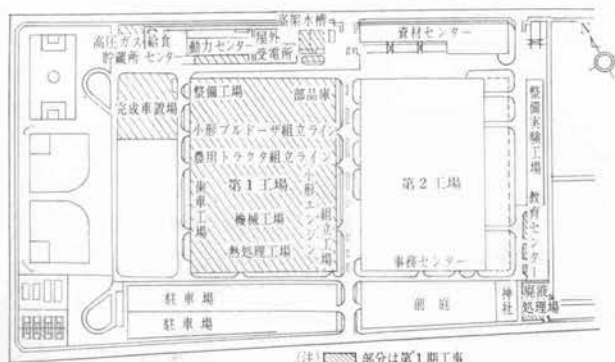


図-2 相模原工場配置図

暗い重苦しい感じは一つもなく、床のカラークリートの緑色がまことに美しく感じられた。すばらしい作業環境である。

見学通路には所要所に案内放送設備があり、見学者がボタンを押すと若い女性の要領のよい説明を聞くことができる。工場が単に物を作る所という観念から、顧客に見てもらおうという姿勢を示したもので、同時に案内人の節約、説明の徹底を期したものであろう。

通路はつり中2階のため、眼前にパイプ組みのきわめて頑丈そうな建屋トラスが目につく。この間を空調用ダクト、動力センターからの各種パイプライン、電力線用バスダクトが走っている。これらの必要個所への配分は工作機械用の動力線も含めてすべて垂下式で、床下の埋設物を避けてレイアウトの変更の容易さを狙っている。

さらに天井クレーンのレールもトラスにつり下げ、またどうしても必要な柱は床との固定をジェットアンカー方式によるなど、ワンフロアの効用を最大限に生かす工夫をしているのはみごとである。

生産設備

生産設備は工場の生命であり、そのレイアウト、諸機械には特に関心がもたれたが、機械はすべて丸子工場からの移設とのことで、特に目新しいものは気がつかなかったが、詳しく報告する紙面がないので特に目についたもの二、三を上げてみよう。

まず徹底して搬送システムの合理化を考えていることであろう。組立ラインのコンベヤ化はもちろん、ラインの移り変わりや方向変換まで、種々なトラバースコンベヤを用いている。熱処理場での浸炭、高周波焼入れ、焼もどしが一連のバンコンベヤで自動化されており、エンジン組立ラインと、ベンチ室への搬入、搬出の流れは自動扉を通してトロリーコンベヤで自動的に行なわれ、ストック棚ではカード1枚で自動的にストック場所の指定から出入れまで行なっていた。最もおもしろかったのは部品運搬用の無人電車である。要求した現場と部品庫の間を部品や空パレットを積んで床に埋込まれた導線に誘



図-1 相模原工場位置図

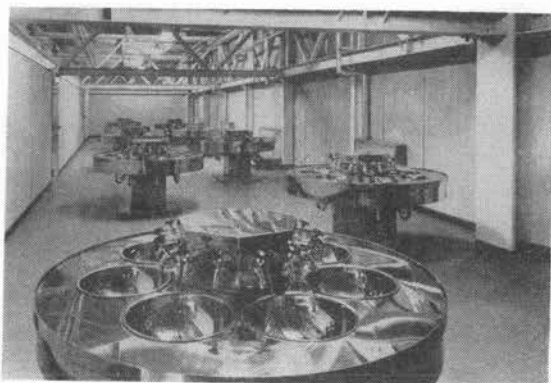
導され、道草も食わずに赤色ランプを回転しながらピーポーと警音を発して走る姿は愉快であり、まったく珍しい方式である。エンジン組立ではマーシャリング方式を用いていたが、部品の仕分けは中2階で行なわれ、ラインまではトローリコンベヤで運ばれていた。溶接作業は回転ジグを用いて下向き溶接に統一され、また NC (数値制御) 自動溶接、NC 自動ガス切断など興味を引いた。また切削油の集中管理、工具研磨室の中央吸塵方式などは珍しいシステムといえるのではなかろうか。

生産管理と品質管理

主として質問に答えていただいた内容が主となるが、現在は生産計画に基づくデータを機械にインプットしてやると必要な伝票が一括プリントされる仕組みであるが、これからはコンピュータに現場においた端末機からデータをフィードバックさせるリアルタイム管理システムを考えており、伝票の作成と同時に正確な在庫管理も行なうソフトウェアを研究中とのことであった。品質管理については、自主検査と監査検査によっており、特に自主検査のチェック表には製作ミス防止する効果的な工夫が行なわれており、そのシステムは国際品質会議で発表され、賞賛されたとのことである。自主検査とはあまり近代的な感じを受けないが、監理システムの多くはもともと異民族の集いで個人意識の強い欧米で発達したものであるから、これを日本人向きにアレンジし、しかもとかく単調になりやすい最近の生産方式の中での人間回復を狙った一つの方法といえるのかも知れない。

福利厚生施設

能率を上げると同時に稼働率を向上させてこそ高い生



No. 1 工場中2階洗面所

産性が得られるとの基本方針がこの厚生施設にも十分うかがうことができる。一度工場へ入ったら終業まですべての用事が工場内で済まされるようロッカールーム、手洗所、シャワー室、食堂、売店など必要な施設はすべて中2階に完備されている。

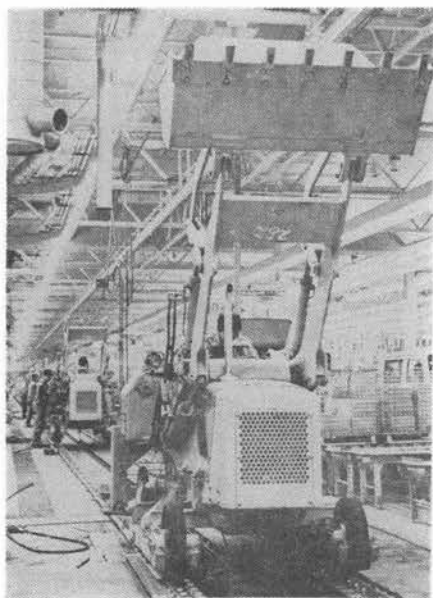
その施設はどれをみても機能を追求した生産設備に比べ人間的に感じのよいものであり、たとえば数100人は優に収容されそうな二つの大食堂はサロン風で、バックミュージックが流れ、ブルー、ライトグリーン、オレンジ、イエローオーカのカラフルなしゃれた椅子が白いテーブルとともに落ちついた中にはなやかさをそえていたなど印象的であった。

この食堂だけは例外で、窓があるのもおもしろい。屋外駐車場は600台収容でき、テニスコート面、サッカー場、野球場、バレーもできるとなれば至れり尽せり、人間中心主義の工場管理という旗印は達成されたともてよいうだ。

公害対策

公害の絶滅については、すでに3年前の工場建設計画時から考えられており、カドミウム、シアンはほかの無害な金属に代え、いっさい使用していない。汚水の処理は雨水、化学排水、生活排水を系統別に分けてチェックを容易にし、総合排液処理場で規制値を確認のち排出する。塗装はボンプレス塗装ブース内で行ない、塗料末の大気排出はゼロ、煤煙は良質燃料を使用し、煙突も35mとかなり高い。エンジン排気音は周囲の道路で55ホン以下、用水吸上げによる地下水の低下のないことは周囲の農家の井戸の水位を測定して確認済みと、その対策も十分と見受けられ、この誠意に対し地元から非常に好感をもたれているとのことである。

見学をおえて基本方針の6項目と省力化の実現に対し並々なぬ努力がうかがわれ、さすがは日本の代表的企業として信頼に足る心強さを感じると同時に、今後の重工業のあり方の一つの方向を示すものとして非常に教えられるものがあつた。



建設機械組立ライン

[新機種紹介]

住友・リンクベルト LS-2500 AJ 形油圧ショベル

川 瀬 忠*

本機は昭和 44 年 5 月市販開始以来好評を博してきた「住友・リンクベルト LS-2500 J」をモデルチェンジし、一段と性能を高めたものである。

本機のおもな改造点は次のとおりである。

① 走行駆動はモータ直結式を採用（土砂のかみ込みがなく、保守、点検も簡単）

② 上下ローラ、テイクアップローラ、およびドライブスプロケットのすべてにフローティングシールを採用（足回りの完全無給油化など）

このほかにも「住友・リンクベルト LS-2500 AJ」は独自のユニークな特徴をもっており、その概要は次のとおりである。

① このクラス最大の 80 馬力エンジンを搭載しており、フルロードで複合操作をしてもスピードが落ちず、サイクルタイムが短い。

② 走行スピードは高低 2 段変速ができるので機動性に富み、作業能率が上がる。また走行速度（3.6 km/hr）はこのクラス最高である。

③ 58%（30 度）と登坂能力が大きく、また走行力が強力なので不整地や泥ねい地での走行も容易である。

④ ブーム俯仰速度の 2 段変速ができ、サイクルタイムの短縮ができる。

⑤ 4.35 m と掘削深さが大きく、また 2 m の角掘りもできる。

⑥ 走行駆動装置はモータをドライブスプロケットに直結した、いわゆるダイレクトドライブであり、土砂のかみ込みがなく、チェーンの張り調整などが不要である。



写真-1 住友・リンクベルト LS-2500 AJ 形油圧ショベル

⑦ トラックローラ、キャリアローラ、テイクアップローラ、およびドライブスプロケットの合計 16 個所にフローティングシールを採用、足回りを完全無給油化して、従来の毎日給油の手間を省いた。

⑧ リリーフバルブ、チェックバルブ、クッションバルブなど各種の安全装置を完備しており、初めての人でも安心して運転できる。

⑨ 頑丈なローワーフレーム、370 mm もの大きなロードクリアランスにより凹凸地での進退も容易である。

⑩ 広い運転室、視界のよい窓ガラス疲れの少ない合理的なレバー配置と、オペレータ本位の設計である。

なお、住友・リンクベルト油圧ショベルシリーズとして本機のほかに次の機種がある。

LS-3000 J

（バケット容量 0.6~0.8 m³）

LS-5000 J

（バケット容量 1.2~1.5 m³）

表-1 LS-2500 AJ 形油圧ショベル主要仕様

全装備重量	9,900 kg	エンジン形式	いすゞ AD120 ディーゼル
全長（クローラ全長）	3,015 mm	エンジン定格出力	80 馬力
全幅	2,470 mm	接地圧	0.38 kg/cm ²
全高（ハウス全高）	2,660 mm	510 mm シュー付	0.33 kg/cm ²
バケット容量	0.35~0.5 m ³ 標準 0.35 m ³	610 mm シュー付	0.28 kg/cm ²
一動作所要時間	約 13~16 sec (90 度旋回時)	760 mm シュー付	標準アーム付 6,950 mm
旋回速度	毎分 12.5 回	最大掘削半径	ロングアーム付 7,430 mm
走行速度	高速 3.6 km/hr 低速 1.8 km/hr	最大掘削深さ	標準アーム付 4,350 mm
登坂能力	58% (30 度)		ロングアーム付 5,030 mm

* 住友重機械建機販売（株）業務部

試験研究報告 (No. 73)

建設機械化研究所

建設機械化研究所において昭和45年8月までにキャタピラー三菱941形トラクタショベルの性能試験を行なったのでその概要を報告する。

221. キャタピラー三菱941形トラクタショベル性能試験

(1) 試験期日 昭和45年8月7日～8月31日

(2) 機械主要諸元

全装備重量：9,900 kg

バケット容量：1.0 m³ (山積)

バケットヒンジピン高さ：3,240 mm

ダンピングクリアランス：2,430 mm (45°前傾)

ダンピンググリーチ：1,135 mm (45°前傾)

掘削深さ：290 mm (10°前傾)

全長×全幅×全高：4,710 mm×1,985 mm
×2,750 mm (排気管頂上)

機関名称：キャタピラー D330C 形4サイクル水冷

冷直列予燃焼室式ディーゼル機関

シリンダ数-径×行程：4-121 mm×152 mm

機関出力：61 PS/1,800 rpm

最小旋回半径：2,100 mm (履帯接地面軌跡最外部)

走行速度：

	1速	2速	3速	4速	5速
前進 (km/hr)	2.5	3.4	4.8	7.1	8.7
後進 (km/hr)	3.0	4.0	5.7	8.4	10.3

表-221.1 走行抵抗試験成績表

試験車両形式名称：941 トラクスカベータ
 試験車両番号：75 H 242
 試験車両総重量：W 10,000 kg (乗員1名含む)
 風向・風速：SSE・2 m/sec
 試験期日：昭和45年8月14日
 試験場所：建設機械化研究所 (土道)

走行方向	測定距離 (m)	所要時間 (sec)	けん引速度		走行抵抗 R (kg)	R/W (%)
			m/sec	km/hr		
東→西	20	28.68	0.70	2.5	470	4.7
西→東	20	28.78	0.69	2.5	450	4.5
東→西	20	18.64	1.07	3.9	500	5.0
西→東	20	18.73	1.07	3.8	500	5.0
東→西	20	12.24	1.63	5.9	530	5.3
西→東	20	12.30	1.63	5.9	550	5.5
東→西	20	6.46	3.10	11.1	660	6.6
西→東	20	7.87	2.54	9.1	630	6.3

表-221.2 最大けん引力試験成績表

試験車両形式名称：941 トラクスカベータ
 試験車両番号：75 H 242
 試験車両重量：9,940 kg (乗員1名含む)
 大気圧・気温：745.5 mmHg・28°C
 風向・風速：SSE・2.5 m/sec
 試験期日：昭和45年8月17日
 試験場所：建設機械化研究所 (土道)

試験番号	変速段	試験時車両総重量 (kg)	最大けん引力 (t)		機関回転速度 (rpm)
			仕様値	測定値	
1	F-1	9,940	6.65	6.79	エンジンストップ
2	F-2	9,940		4.88	エンジンストップ
3	F-3	9,940		3.42	エンジンストップ

(3) 試験結果

試験は機関、定置、走行、最大けん引、作業、作業装置、運転操作の各項目について行なった。その結果を図-221.1 および表-221.1～表-221.3 に示す。

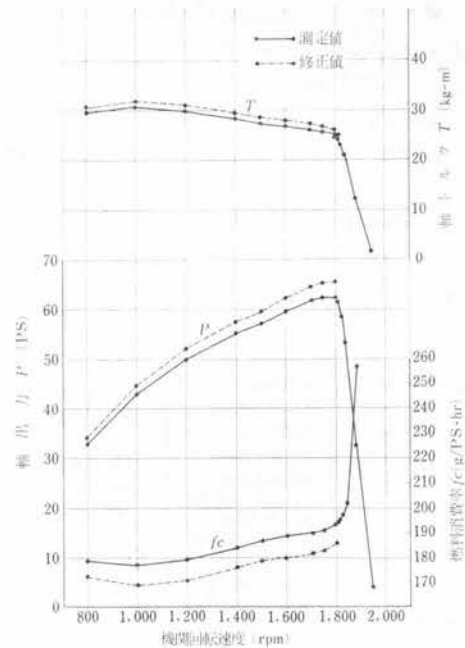


図-221.1 機関性能曲線図

表-221.3 (1) 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: 941 トラックスカベータ 試験車両番号: 75 H 242 試験期日: 昭和 45 年 8 月 20 日 試験場所: 建設機械化研究所
 作業対象物: 名称 原石, みかけの比重量 1.49 t/m³

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値				平均サイクルタイム (sec)						算定値						
		前	後	L ₁	L ₂	総時間 (sec)	軽油 (L)	サ数 (回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量 (L/hr)	I 作業量 (m ³ /L)	サ当作業量 (m ³ /回)	時間当り作業量	
		進	進						t	m ³											進	削
V	1	2	2	2.3	2.8	78.1	0.240	4	7.05	4.73	3.5	3.2	5.2	3.4	1.4	2.8	19.5	11.06	19.71	1.18	325	218
	2	2	2	2.3	2.8	84.0	0.245	4	7.02	4.71	4.2	3.5	4.3	3.6	1.6	3.8	21.0	10.50	19.23	1.18	301	202
	3	2	2	2.3	2.8	78.7	0.246	4	7.19	4.83	4.1	2.6	4.8	3.2	1.7	3.3	19.7	11.25	19.61	1.21	329	221
	平均	2	2	2.3	2.8	80.3	0.244	4	7.09	4.76	3.9	3.1	4.8	3.4	1.6	3.3	20.1	10.94	19.52	1.19	319	214
I	1	2	2	4.5		72.3	0.198	4	7.35	4.93	4.0	2.9	5.6	2.0	1.3	2.3	18.1	9.86	24.91	1.23	366	246
	2	2	2	4.5		70.4	0.195	4	7.40	4.97	3.3	3.0	4.8	2.3	1.7	1.9	17.6	9.97	25.47	1.24	378	254
	3	2	2	4.5		72.6	0.193	4	7.41	4.97	3.3	3.7	5.7	1.5	1.4	2.6	18.2	9.57	25.73	1.24	367	246
	平均	2	2	4.5		71.8	0.195	4	7.39	4.96	3.5	3.4	5.4	1.9	1.5	2.3	18.0	9.80	25.37	1.24	370	249

表-221.3 (2) 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: 941 トラックスカベータ 試験車両番号: 75 H 242 試験期日: 昭和 45 年 8 月 20 日 試験場所: 建設機械化研究所
 作業対象物: 名称 砕石, みかけの比重量 1.50 t/m³, 含水比 2.3%

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値				平均サイクルタイム (sec)						算定値						
		前	後	L ₁	L ₂	総時間 (sec)	軽油 (L)	サ数 (回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量 (L/hr)	I 作業量 (m ³ /L)	サ当作業量 (m ³ /回)	時間当り作業量	
		進	進						t	m ³											進	削
V	1	2	2	2.0	3.0	74.0	0.235	4	6.16	4.11	3.1	2.8	4.1	3.5	1.5	3.5	18.5	11.43	17.47	1.03	300	200
	2	2	2	2.0	3.0	73.0	0.224	4	6.29	4.19	3.3	2.6	4.1	3.4	1.7	3.1	18.2	11.05	18.72	1.05	310	207
	3	2	2	2.0	3.0	76.7	0.228	4	6.48	4.32	3.8	3.2	4.0	3.5	1.6	3.2	19.2	10.70	18.95	1.08	304	203
	平均	2	2	2.0	3.0	74.6	0.229	4	6.31	4.21	3.4	2.9	4.1	3.5	1.6	3.2	18.7	11.06	18.38	1.05	305	203
I	1	2	2	4.6		70.8	0.201	4	6.68	4.45	5.1	2.9	4.5	1.9	1.5	1.8	17.7	10.22	22.15	1.11	340	226
	2	2	2	4.6		68.7	0.194	4	6.62	4.41	4.7	2.1	5.1	2.0	1.2	2.1	17.2	10.17	22.75	1.10	347	231
	3	2	2	4.6		69.2	0.188	4	6.62	4.41	3.9	2.6	4.7	2.1	1.5	2.5	17.3	9.78	23.47	1.10	344	230
	平均	2	2	4.6		69.6	0.194	4	6.64	4.42	4.6	2.5	4.8	2.0	1.4	2.1	17.4	10.06	22.79	1.10	344	229

表-221.3 (3) 積込作業試験成績表

試験車両形式名称: 941 トラックスカベータ 試験車両番号: 75 H 242 試験期日: 昭和 45 年 8 月 19 日 試験場所: 建設機械化研究所
 作業対象物: 名称 砂質ローム土, みかけの比重量 1.48 t/m³, 含水比 18.8%

作業方式	試験番号	変速段		平均移動距離 (m)		測定値				平均サイクルタイム (sec)						算定値						
		前	後	L ₁	L ₂	総時間 (sec)	軽油 (L)	サ数 (回)	作業量		前	掘	後	前	排	後	合	燃消費料量 (L/hr)	I 作業量 (m ³ /L)	サ当作業量 (m ³ /回)	時間当り作業量	
		進	進						t	m ³											進	削
I	1	2	2	3.8		57.1	0.152	3	6.44	4.35	4.1	4.6	4.8	2.9	1.0	1.6	19.0	9.6	28.6	1.45	406	274
	2	2	2	3.8		57.8	0.167	3	6.23	4.21	5.5	4.0	4.8	2.0	1.1	1.9	19.3	10.4	25.2	1.40	388	264
	3	2	2	3.8		55.3	0.162	3	6.45	4.36	4.6	3.8	4.8	2.3	1.4	1.7	18.4	10.5	26.9	1.45	419	284
	平均	2	2	3.8		56.7	0.160	3	6.37	4.31	4.7	4.1	4.8	2.4	1.2	1.7	18.9	10.2	26.9	1.43	404	276
V	1	2	2	2.6	3.0	54.6	0.183	3	5.48	3.70	2.7	3.0	4.1	3.8	1.1	3.5	18.2	12.1	20.2	1.23	361	244
	2	2	2	2.6	3.0	58.1	0.188	3	5.69	3.84	2.8	3.4	4.4	4.1	1.1	3.6	19.4	11.6	20.4	1.28	353	238
	3	2	2	2.6	3.0	59.4	0.189	3	5.92	4.00	3.1	3.2	4.4	4.2	1.4	3.5	19.8	11.5	21.2	1.33	359	242
	平均	2	2	2.6	3.0	57.4	0.187	3	5.70	3.85	2.9	3.2	4.3	4.0	1.2	3.5	19.1	11.7	20.6	1.28	358	241
T	1	2	2	9.6	2.1	91.1	0.290	3	5.80	3.92	5.8	4.2	6.3	7.5	1.5	5.4	30.7	11.46	13.51	1.31	229	155
	2	2	2	9.6	2.1	92.2	0.290	3	5.46	3.69	5.9	4.0	6.4	7.6	1.2	5.6	30.7	11.32	12.72	1.23	213	144
	3	2	2	9.6	2.1	90.7	0.283	3	5.38	3.64	5.6	4.1	6.3	7.5	1.3	5.4	30.2	11.23	12.84	1.21	214	144
	平均	2	2	9.6	2.1	91.3	0.288	3	5.55	3.75	5.8	4.1	6.3	7.5	1.3	5.5	30.5	11.34	12.36	1.25	219	148
L	1	2	2	2.5	2.9	61.7	0.192	3	5.60	3.78	3.2	4.1	4.3	4.2	1.2	3.6	20.6	11.20	19.70	1.26	327	221
	2	2	2	2.5	2.9	60.6	0.195	3	6.11	4.13	3.2	4.0	4.1	3.6	1.4	3.9	20.2	11.58	21.17	1.38	363	245
	3	2	2	2.5	2.9	62.8	0.202	3	6.18	4.18	3.8	3.7	4.0	4.0	1.6	3.8	20.9	11.58	20.67	1.39	354	239
	平均	2	2	2.5	2.9	61.7	0.196	3	5.96	4.03	3.4	3.9	4.1	3.9	1.4	3.8	20.6	11.45	20.51	1.34	348	235

文献目録紹介

調査部会 文献調査委員会

Civil Engineering ASCE, 1970.1~1970.6

[1月号]—1970

Undersea Oil Storage Tank

約8万m³の石油を貯蔵できるベルシャ湾に作られた海中タンクの施工法等

[2月号]—1970

Timber-Arch Falsework for Concrete Arch Bridges

コンクリートアーチ橋の木製支保工の施工法等

Control of Tunneling Machines by "Tunnelaser" System

トンネルの掘進方向をレーザーを用いて定める方法

[3月号]—1970

Tied-Back Excavation Wall for Seattle First National Bank

地階建設のため周辺が掘削された切土面を鉛直のソルジヤバイルとこれをアンカーするタイバックで支持する工法

[5月号]—1970

Prestressed Rock Anchors and Shotcrete for Large Underground Powerhouse

プレストレスを与えたロックアンカーの工法とショットクリートの養生等

[6月号]—1970

Deep Water Construction Problems in Offshore Terminal

30万t級の長さを持つ波浪に対抗する栈橋の工法

Construction Methods & Equipment, 1970.1~1970.6

[1月号]—1970

Shop-Built Equipment Paces Paving Projects

コントラクタが自作した鉄網押込機、コンクリート横取機およびショルダーブレッダ

Airport's 20,000 ft Paving Job is 40 Day Project

飛行場舗装工事の高速施工

Auger Teams with Shield to Cut Mixed Tunnel Face

水平ボーリングマシンを用いたコンクリートパイプ圧入孔のリーミング作業

Hefty Dolly Moves Roof-Top Towers When Other Ways Prove too Costly

鉄塔据付工事に用いられた大形ドーリ

Modified Pavers are Cable-Suspended for Banked Speed-

way Job

トラクタに補助されたアスファルトフィニッシャによるスピードウェイの傾斜路面の舗装

[2月号]—1970

Multi-Spread Earthmoving Tactics Win Deadline Battle

全体工事量6,000万yd³のアースダム建設工事
(本誌1970年6月号(第244号)に抄訳掲載)

Tractor Loader Works as Scraper on Runway Job

ホイール式トラクタショベルによる古いアスファルト舗装版のはぎ取り

Scrapers Boost Haul Production with Two-Way Payloads

基層材用砂の掘削運搬と基層材の運搬敷きならしにモータスクレーバを効率的に使用した例

Cost-Cutting Gentries Complete Tunnel Pours

地下道のコンクリート打設に用いられたガントリクレーン

Loader Bucket Zeroes in, then Dumps Precisely

積込量の微調整が可能なバケットを備えたトラクタショベル

[3月号]—1970

Tunneling Rig Takes on Drill-and-Shoot Operation

岩質の変化が激しい個所で使用されたトンネル掘進機(6mφ)

SECOND-HAND RIG Becomes a FIRST-CLASS PAVER

スリップフォームペーバの改造

Standard Equipment, Modified Techniques Drill Holes in Rock

アースボーラによるさく岩

Replace for More PROFIT...Part 1

建設機械の更新について(第1回)

Field-Modified Rollers Compact Levee Facing

特殊な改造を施した締固め機械による大規模な堤防のり面締固め工事

(本誌1970年8月号(第246号)に抄訳掲載)

[4月号]—1970

Excavator Feeding Two Lines of Bottom Dumps Never

Stops in Work on 4-Million-Yd Job

2連式掘削ホイールを備えたホイールエキスカベータ

Mole Anchors in Pilot Hole and Pulls Itself Ahead

先進導坑でアンカーされて本体を前進させるトンネル掘進機

(本誌 1970 年 9 月号 (第 247 号) に抄訳掲載)

Replace for More PROFIT...Part 2
建設機械の更新について (第 2 回)

[5 月号]—1970

CHURCHILL FALLS

Hydroelectric Project is Record-Breaker Above and Below
Ground

新旧いろいろの建設機械を用いた大水力発電所建設工事

Drill Digs Deep for Bridge Piers Through Dam Abutment
テレスコープ式ケリーパイプを備えた大口径掘削機

Tight Space Limits Spread Size, But Short Cycle Cuts Job
Time Almost in Half

11 台の小形モータスクレーンによる 30,000 yd³/日の土工工事

Contractor Designed Equipment Conquers Mud Flats
改造された各種建設機械による大量の泥土掘削

[6 月号]—1970

Modified Trencher Slices Through Flint-Hard Rock
硬岩掘削用トレンチャ

Scrapers Lower Ocean Bed for Small-Boat Harbor
仮締切りを行なってモータスクレーンによりボートハーバ
の海底掘削を行なった例

Lightweight Slipformer Shows Its Stuff on 12 ft Lanes for
Medium-Size Job

軽量スリップフォーマ

(本誌 1970 年 10 月号 (第 248 号) に抄訳掲載)

Roads and Road Construction, 1970.1~1970.6

[1 月号]—1970

The Manchester-Preston Motorway, M. 61
"Manchester-Preston" 間自動車道 M. 61
Steel Bridge Parapets Dynamically Tested
鋼製橋りょうの手すりの動的テスト

Diaphragm Walling for an Underpass
地下道工事のための隔壁

The Importance of Motor Graders
モータグレーダの重要性

(本誌 1970 年 7 月号 (第 245 号) に抄訳掲載)

[2 月号]—1970

A Brief look at Sweden's Roads
スウェーデン道路網の断片的紹介

Road Pavements Symposium
道路舗装シンポジウム

Fiveways Interchange on the Hendon Urban Motorway
"Hendon" 首都自動車道の "Fiveways" のインターチェ
ンジ

Research on Mechanical Phenomena in Roads and Asphalt
Mixes
道路とアスファルト 合材に関する物理的現象についての研
究

[3 月号]—1970

Roads in Denmark

デンマークにおける道路状況

Ground Anchors for Pile Testing
パイルテストのための "Ground Anchor"

Research on Mechanical Phenomena in Roads and Asphalt
Mixes—前号よりの続き—
道路とアスファルト 合材に関する物理的現象についての研
究

Computers for Motorway Traffic Control
自動車道の交通制御のためのコンピュータ

Sandwicks—Prepackaged Sand Drains
"Sandwick" 法による "Sand Drain" 工法

Signing for Torbay Country Borough
"Torbay" 地方都市のための標識

[4 月号]—1970

The Tolworth Underpass
"Tolworth" 地下道

The Southern Approach to Wandsworth Bridge
"Wandsworth" 橋の南側取付道路

Pre-Cut Road Marking Material
ラベル状の道路マーキング材

[5 月号]—1970

Developments in the Structural Design of Flexible Pave-
ments
弾性舗装の構造設計における発達について

Derby Road Bridge, Grays
"Derby" 道路橋

Maurer Expansion Joints
"Maurer" の膨張継手

Arclyt Aggregate
"Arclyt" 骨材

[6 月号]—1970

The Traffic Consequences of Road Works
道路工事の交通に及ぼす影響

The Tyne Bridge—New Expansion Joints Installed
"Tyne" 橋—新しい膨張継手装置付

Bridge Beam Placing
橋りょうビームの据付

Increasing Productivity in a Pipe Spinning Factory
パイプ製造工場での生産性向上について

Roads & Streets, 1970.1~1970.6

[1 月号]—1970

Big Earth Rig Gets Production Despite Urban Conditions
都市部における大掘削工事 (120 万 m³)

Sonic Water Atomizers Cut Asphalt Plant Dust
音速噴霧機によるアスファルトプラント防塵装置

Air Pollution Codes—Here's Latest Picture
大気汚染法とアスファルトプラントとの関係

Soil Cement Cost Less Than Crushed Rock
石灰岩碎石より 20% 安価なソイルセメント路盤

Prefab Culvert Forms Get Two-Project Use

プレハブ式カルバート型わくの使用による合理化

Leased Equipment Gives High Availability

リース建設機械の有用性

Conveyor Takes Excavation Dirt over Existing Way

高速道路に架設された土砂運搬用コンベヤ

Easy Way Found to Get Giant Tires on and off Rim

巨大タイヤをリムに取付け取りはずしする簡易な方法

[2月号]—1970

Complex Bridge Job Sparks Cost-Cutting Ideas

複合橋でのコスト削減へのいくつかの考案

How Laser Speeds Sewer Work for Excavation Contractor

レーザーを使用して迅速化した下水管敷設工事

Fast Slipforming in New York Despite Complex Hardware in Slab

複雑なメッシュを使用したにもかかわらず1日当り1,650m達成した舗装工事

Project Aggregates Belted 5,950 Feet

250万t砕石を1,800mベルトコンベヤで道路現場へ

It's "Go" for Record Building Year

アメリカの州別道路工事発注一覧

Concrete Paving Group Seeks More Voice in Production Evolution

コンクリート舗装の問題点

Ripping Helps Cut Trench Blasting

リッパを使用して経費の削減をはかった溝掘削工事

Wide Paver Lays Big Hotmix Tonnage

1日当り4,300~4,800tの合材を使用したアスファルト舗装

Paving Technologists Look at Machine Impact on Construction

アスファルト舗装協会の年次総会での発表論文一覧

[3月号]—1970—工事と機械管理特集—

How Contractors Push for Production and Profits

いかにコントラクターが生産性と利益の向上をはかったか

Earthmoving, Excavation

土工と掘削

① Importance of Good Foremen

フォアマンの重要性

② Computer Selection of Earthmoving Equipment

コンピュータによる土工機械の選定

Asphalt Paving

アスファルト舗装

① Hotmix Company Management

合材会社の経営

[4月号]—1970

Job Ideas Cut Bridge-Site Labor

高架橋建設の省力化のためのアイデア

Mobile Welding and Torch Equipment which Expedited Bridge Job

可動式溶接、トーチ装置を使用して迅速化をはかったダラ

ス架橋工事

Concrete Paving Men Hear Latest Equipment Ideas, Job Problems

コンクリート舗装における最新機械と工事の問題点

With NAPA at Honolulu :

Hotmix Producers Report on Plant Control, Productivity, Management

アスファルト舗装協会のホノルル会議での合材生産者のプラント管理、生産性、経営報告

Good Planning and Records Keep Downtown Keep Downtown Blaster out of Trouble

綿密な計画と調査によって住民とのトラブルなく施工した破碎工事

[5月号]—1970

Specially Geared Pickups Help Make Project Go

自動車に特別な装置をつけ、工事の促進化

Pros and Cons of New Paving Equipment

新しい舗装機械の得失

(本誌1970年10月号(第248号)に抄訳掲載)

No-Delay Resurfacing at Dallas Airport

飛行業務に支障なく再舗装したダラス空港

Prefab Mats and Clamp-on Chairs Saved Labor on CRC Paving Job

連続鉄筋コンクリート舗装工事のプレハブ鉄筋とはめ込みチェア使用による省力化

(本誌1970年10月号(第248号)に抄訳掲載)

Underwater Pier Televising Hailed as Inspection Advance

テレビを利用した水面下の橋脚調査

Nuclear Gauge Conference Show Way to Better Testing

放射線計器会議ですぐれた試験法の展示

Sound an Alarm when Backing up,

ダンプ後進時の事故防止に警報器を!

Freeway Dirt Double Bottomed Seven Miles to Next Project

高速道路建設の排出土量をタンデム形ボトムダンプで12km離れた現場へ

[6月号]—1970

Loader Teams to Speed Truck Turn-Around

履帯式と車輪式ローダの共同作業によるトラック待ち時間の減少

Dig-League Airfield Drainage Job

ダラス空港における長距離排水管敷設工事

Equipment that Never Stops Makes Money for Florida Roadbuilder

機械の稼働率を向上させて利益の増加をはかったフロリダ道路業者

Loader Mobility is Key to Fast Rock Removal

ローダの機動性は岩石の除去にかかっている

New Device Rates Pavement Strength

新しい非破壊試験機

(本誌1970年11月号(第249号)に抄訳掲載)

Emulsion Base Placed High-Speed
アスファルト乳剤基盤の高効率な舗設

Twin Dryers boost Hotmix Output
2基の乾燥機を用いて加熱合材の増産

Groover Cuts Slots for Rumble Strips
舗装面に横溝を刻み、交通安全対策

Frozen Haul Roads Expedite Earthmoving
凍結運搬路で土工の迅速化

Baumaschine und Bautechnik, 1970.1~1970.6

[1月号]—1970

Schaufelradbagger als Baugerät Einsatz beim Autobahnbau
in Deutschland

ドイツにおける高速道路の建設に投入された無限軌道式パ
ケットエキスカベータ

Hammerbahrmaschinen und Fieflochhämmer für Fahrbare
Sprenglochbohrgeräte

ポータブル爆破孔せん孔機械としての岩石せん孔機械と高
深度孔用ドリル

Drehzahlverstellung bei Antrieben für Stetigbörderer
連続コンベヤ装置の速度制御

Entwicklung eines Hydraulisch Betrieben, Geräuscharmen
Ziehgerätes

無騒音引抜機械の開発

Maschinentechnische Maßnahmen an Gußasphaltfertigern
zur Erhöhung der Deckenebenheit

平坦性を高めるためのグースアスファルト準備の機械技術
規準

[2月号]—1970

Die Bildung von Fertigungsreihenfolgen für den Baustellenk-
lauf Mittels Prioritätskriterien im Rahmen der Netz-
planung

ネットワーク計画の優先規準による建設現場のための敏速
な施工順位の決め方

Über die Arbeitszyklen von Baumaschinen
建設機械の作業サイクルについて

Ein funkferngesteuerter Hydraulick—Raupenbagger
無線操縦の油圧式クローラエキスカベータ

Management—Training für die Bauindustrie in Großbri-
tannien

イギリスにおける建設産業のための経営講習

Neuartiger Schutz vor Hochwasserkatastrophen
大洪水に対する新式の避難所

[3月号]—1970

“Kompaktasphalt Fludobit”, ein Meuartiger Asphaltbelag
緻密アスファルトを用いた新しいアスファルト舗装

Entwicklung eines Programms zur Berechnung von Netz-
pläne auf EDV-anlagen

電子データ処理機によりネットワーク計画を計算するた
めのプログラム開発

Großflächenschalung mit Holzgitterträgern

木製格子げたを用いた大面積型わく

Das Schalungsbüro innerhalb der Bauunternehmung

建設会社における型わく作業事務所

Einsatz von Unterwasser-Sohlampumpen auf Naßbaggo-
geraten Großblähige Schalungen

大規模の型わく工事

[4月号]—1970

Hannover-Messe 1970

1970年度ハノーバ見本市

Maschinenteknik im Baubetrieb

建設工事における機械技術

Bodenmechanische Probleme bei der Entleerung von
Eimer kettenbaggern

チェーンバケットエキスカベータの捨土に関する土質力学的
考察

Der Bau von Europoort in Rotterdam

ロッテルダムのユーロポートの建設

[5月号]—1970

Bauwerk “Moorbrücke”

Tiefgegründete Fahrbahn im Bereich der Autobahn-
Teilstrecke Umgehung Bremerhaven

沼沢橋の構築

—プレーマ—ハーベンバイパスにおける深層基礎—

Die Oberstufe der Zemmkraftwerke

Zemm 発電所の上流水系工事

湿地浚渫用装置として投入された水中汚水ポンプ

[6月号]—1970

Geräuscharme und Erschütterungsfreie Spundwanchram-
mung—Einsatz des Taywood-Pilemaster beim Bau der
City-S-Bahn in Hamburg—

無騒音、無振動のシートパイルの打込み

—ハンブルグ市営鉄道建設における Taywood-Pilemaster

の応用—

Die Oberstufe der Zemmkraftwerke

Zemm 発電所の上部設備

Die Stauanlage am Eisernen Tor Ausführung des Zellen-
fangedammes

アイゼルネン河口堰のセル潜函の建設

ニ ュ ー ズ

1. 中形履帯式トラクタショベル “CAT 951 C”

キャタピラー三菱（株）では、バケット容量 1.24 m³の中形履帯式トラクタショベルを2月より発売した。

本機は、CAT 951 B にペダル式ステアリングを採用したもので、次のような特徴がある。

① ステアリング機構にペダル式および湿式を採用したので、操作性、耐摩耗性が大幅に向上した。

② 機関出力のアップ、トルクライズの増大、バケットの容量増加および強化により作業性能が向上した。

本機のおもな仕様を表-1 に示す。

表-1 CAT 951 C 主要仕様

バケット容量	1.24 m ³	ダンピングクリアランス	2,570 mm
全装備重量	11,100 kg	ダンピングリーチ	1,145 mm
機関出力	74 PS	走行速度 前進(5段)	2.8~9.5 km/hr
最大けん引力	8,150 kg	後進(5段)	3.3~11.3 km/hr
登坂能力	57%	全長×全幅×全高	4,920×2,075 ×2,880 mm



写真-1 中形履帯式トラクタショベル “CAT 951 C”

2. 水陸両用ブルドーザ

(株)小松製作所では、39.5 t (陸上)、作業水深 7 m の水陸両用ブルドーザを開発し、2月に建設省東北地方建設局に納入した。

本機は、一昨年開発された作業水深 3 m の水陸両用ブルドーザに続く、水深 7 m までの水中において岩盤破碎、掘削、押土などの作業を無線遠隔操縦方式により行なうものである。特に作業水深を 7 m とするため、機関の吸排気ダクトを長く 1 本にし、機関冷却方式の改良、

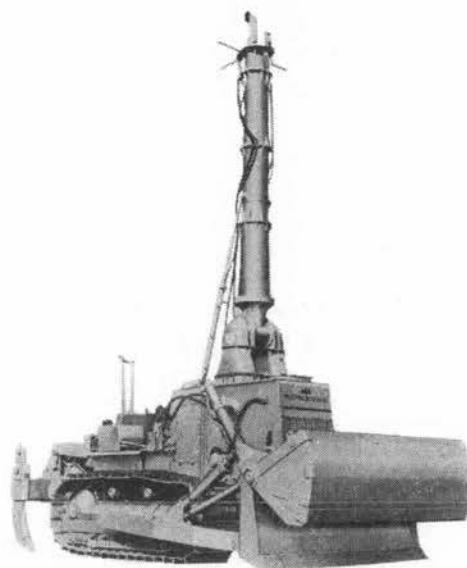


写真-2 水陸両用ブルドーザ

パワーラインの浸水防止機構、耐水圧機構の採用、安全装置の追加など各部構造を強化したもので、次のような特徴がある。

① 水深 7 m までの水中作業ができるほか、陸上でも普通のブルドーザと同様の作業ができる。

② 操縦方式は遠隔操縦と乗車操縦の 2 方式を採用し作業環境により選択でき、いずれもスイッチで操作できるので、高度の熟練は不要で運転疲労もない。

③ トルクコンバータ、トランスミッション、終減速ケースなどへの浸水防止のため、各装置の内部に差圧調整装置を装備している。

④ 機関水密室、ケース、タンクなどの厚板強化、リブなどにより車体各部の構造を強化し、パワーラインの内圧異常検知装置、外部電源接続による機関始動装置などを装備し、安全性に十分配慮している。

⑤ 各レバー、リンク機構は無給脂化とし、水中作業現場での事前の作業条件が調査できるよう音波測深器を装備している。

本機のおもな仕様を表-2 に示す。

表-2 水陸両用ブルドーザ主要仕様

車両形式	履帯式、油圧リッパ付	履帯中心距離	2,140 mm
全装備重量	陸上 39.5 t 水中 25 t	走行速度 前進(3段)	3.3~7.5 km/hr
作業水深	7 m	後進(3段)	4.8 km/hr
機関出力	230 PS	全長×全幅(作業時) ×全高(作業時)	8,400×3,800× 9,010 mm
登坂能力	42%	操作方式	無線遠隔操縦、 乗用無線操縦 送信機より半径 50m以内
履帯幅×接地長	710×2,930 mm	無線操縦コントロール範囲	
		操作盤	携帯式

(編集部)

行 事 一 覧

出席者：柴田吉蔵幹事ほか5名

議 題：掲載会社による再校の校正

■出版委員会要覧編集委員会（第5章クレーンその他）

日 時：昭和46年1月26日12時～

出席者：沢 静男委員長ほか34名

議 題：再校の校正

■出版委員会要覧編集委員会幹事会

日 時：昭和46年1月28日14時～

出席者：桑垣悦夫幹事長ほか18名

議 題：編集過程の報告ほか

機械技術部会

■特許等に関する説明会

日 時：昭和46年1月18日14時～

出席者：安河内春雄部会長ほか90名

議 題：現行法出願に関する特許等の審査および審判の処理について

■ショベル系技術委員会・基礎工用機械技術委員会（パイロハンマ・クレーン）

日 時：昭和46年1月19日11時～

出席者：田中成一委員ほか6名

議 題：①クローラクレーンにパイロハンマを装着する場合の問題点

■建設機械用電装品・計器研究委員会計器分科会

日 時：昭和46年1月20日13時～

出席者：木津 実幹事ほか8名

議 題：稼働記録計取付仕様の検討

■空気機械およびポンプ技術委員会

日 時：昭和46年1月21日14時～

出席者：沢田茂良委員長ほか7名

議 題：建設用回転圧縮機の性能試験要領（案）の審議

■騒音対策委員会（東京都委託）

日 時：昭和46年1月22日13時～

出席者：東 孝行委員長ほか12名

議 題：①防音装置装着トラクタショベル（BS-3）の測定と立会い ②測定結果の検討と対策

■ローダ技術委員会

日 時：昭和46年1月22日14時～

出席者：渡辺和夫委員長ほか16名

議 題：履帯式トラクタの仕様書様式（ブルドーザ技術委員会）、トラクタショベルの仕様書様式（ローダ技術委員会）の検討

■グレーダ技術委員会

日 時：昭和46年1月28日13時～

出席者：藤井 信委員長ほか5名

議 題：モータグレーダの運用性について

■空気機械およびポンプ技術委員会

日 時：昭和46年1月28日14時～

出席者：沢田茂良委員長ほか5名

議 題：工事用水中ポンプ耐久試験方

法（案）の検討および問題点の調査研究

■コンクリート機械技術委員会幹事会

日 時：昭和46年1月29日13時～

出席者：深井久男委員長ほか3名

議 題：機関誌掲載の部会報告の件

■ダンプトラック技術委員会重ダンプトラック委員会

日 時：昭和46年1月29日13時～

出席者：沢 静男分科会長ほか10名

議 題：国産32t級専用ダンプトラック実用試験結果の中間報告とりまとめ

施工技術部会

■骨材生産委員会小委員会

日 時：昭和46年1月13日13時～

出席者：塚原重美幹事ほか5名

議 題：「骨材の生産」第3章の検討

■骨材生産委員会小委員会

日 時：昭和46年1月14日13時～

出席者：塚原重美幹事ほか5名

議 題：「骨材の生産」第2章の執筆打合わせ

■道路除雪委員会スノーシェッド分科会

日 時：昭和46年1月25日14時～

出席者：小川哲夫分科会長ほか5名

議 題：各翻訳資料の検討

■高速道路建設単価委員会

日 時：昭和46年1月25日16時～

出席者：伊丹康夫委員長ほか11名

議 題：東北縦貫自動車道の調査における中間報告について

調査部会

■建設機械損料調査委員会トンネル用機械分科会

日 時：昭和46年1月9日10時～

出席者：宮坂達夫分科会長ほか16名

議 題：損料の改定について

■建設機械損料調査委員会橋梁架設分科会

日 時：昭和46年1月11日13時～

出席者：内山茂樹分科会長ほか7名

議 題：損料諸数値の検討

■建設機械損料調査委員会雑機械分科会

日 時：昭和46年1月11日13時～

出席者：佐藤健次分科会長ほか11名

議 題：損料の改定

■建設機械損料調査委員会土工用機械分科会

日 時：昭和46年1月12日13時～

出席者：高井照吉分科会長ほか20名

議 題：損料の改定について

■建設機械損料調査委員会基礎工用機械分科会

日 時：昭和46年1月13日13時～

運営幹事会

日 時：昭和46年1月28日14時～

出席者：桑垣悦夫幹事長ほか32名

議 題：①各部会の事業報告について ②昭和46年度上半期主要行事について

広報部会

■出版委員会要覧編集委員会（第1章ブルドーザおよびスクレーバ）

日 時：昭和46年1月8日12時～

出席者：田中康之委員長ほか13名

議 題：掲載各社による再校の校正

■機関誌編集委員会

日 時：昭和46年1月12日12時～

出席者：上東広民委員長ほか19名

議 題：①昭和46年3月号（第253号）原稿内容の検討、割付 ②同5月号（第255号）の計画

■出版委員会要覧編集委員会（第3章積込機械）

日 時：昭和46年1月13日12時～

出席者：佐々木輝夫幹事ほか15名

議 題：掲載各社による再校の校正

■出版委員会要覧編集委員会（第14章作業船）

日 時：昭和46年1月14日10時～

出席者：河合守久分科会長ほか 16 名
議 題：損料の改定について

■建設機械損料調査委員会舗装機械分科
会

日 時：昭和 46 年 1 月 14 日 13 時～
出席者：今田元氏副分科会長ほか 14 名
議 題：損料の改定について

■建設機械損料調査委員会雑機械分科会

日 時：昭和 46 年 1 月 16 日 10 時～
出席者：長瀬 顕分科会長ほか 8 名
議 題：損料の改定について

■建設機械損料調査委員会経費算定小委
員会

日 時：昭和 46 年 1 月 18 日 14 時～
出席者：田中脩一委員長ほか 11 名
議 題：管理費の改定について

■建設機械損料調査委員会小委員会

日 時：昭和 46 年 1 月 20 日 14 時～
出席者：田崎正一委員ほか 3 名
議 題：損料の改定について

■文献調査委員会

日 時：昭和 46 年 1 月 28 日 15 時～
出席者：後藤 勇幹事ほか 2 名
議 題：機関誌昭和 46 年 4 月号(第
254 号)の原稿の検討

■建設機械損料調査委員会小委員会

日 時：昭和 46 年 1 月 28 日 18 時～
出席者：田中脩一委員長ほか 6 名
議 題：損料改定の打合わせ

日 時：昭和 46 年 1 月 27 日 14 時～
出席者：本多忠彦委員長ほか 10 名
議 題：ISO/TC 127/SC 2 の Action
Group の作業について

業種別部会

■製造業部会運営委員会

日 時：昭和 46 年 1 月 18 日 17 時～
出席者：山本房生部会長ほか 14 名
議 題：製造業部会の今後の運営方針
について

■サービス業部会

日 時：昭和 46 年 1 月 19 日 11 時～
出席者：久保田栄部会長ほか 14 名
議 題：建設機械化研究所の施設の具
学

I S O 部 会

■第 2 委員会



編 集
後 記

会計年度の総締めくくりの時期を迎え、会員の皆さまには何や彼や多忙の日々を迎えておられることと存じます。

昭和 46 年度予算の政府案も決まり、公共事業費は約 20% と前年に引続き大幅な伸びを示しておりますが、他方、日本経済全般の背景はいわゆる高度成長の曲り角として物価騰貴、人手不足、公害、国際市場との軋轢などの諸問題がどうやらその門口から本コースに突入した感がありますので、建設事業界も来年度は活発化が予想される反面、当然そのあおりを受けて相当むずかしい試練に見舞われることを覚悟しなければならないようです。

さて、本号はプロジェクトの大形化あるいは地域開発の僻地への浸透などが急速に進められるにつれて、工法の頻繁な変革はもとより、使用機械そのものもそれに伴って改良、開発が重ねられつつある最近の趨勢下において、皆さまが日ごろ関心をお持ちになりながらその実態について比較的触れる機会の少なかったと思われる題材をスポット的に採り上げてみました。立場により多少解釈の異なる向きもあろうかと存じますが、何かの参考になれば幸いです。

ご執筆願った方々には、原稿締切期日の関係で公私とも最も多忙な年末年始にかけて大変なお手をわずらわせましたこと、この稿を借りまして深くおわびいたしますとともに、ご協力をご感謝申し上げます。

いよいよ待望の春の到来です。建設機械展示会等、屋外諸行事の計画がようやく身近に感ぜられる季節となりましたが、仕事や地域の関係で日ごろ疎遠が続いている昔なじみ同志が思わぬ所であたり……、そんな再会の喜びが今年も多からんことを祈っております。

(高橋・島村)

No. 253 「建設の機械化」 1971年3月号

〔定価〕1部 200円
年間 1,800円(前金)

昭和 46 年 3 月 20 日印刷 昭和 46 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 21 号地 1-5 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 新潟市東堀前通 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

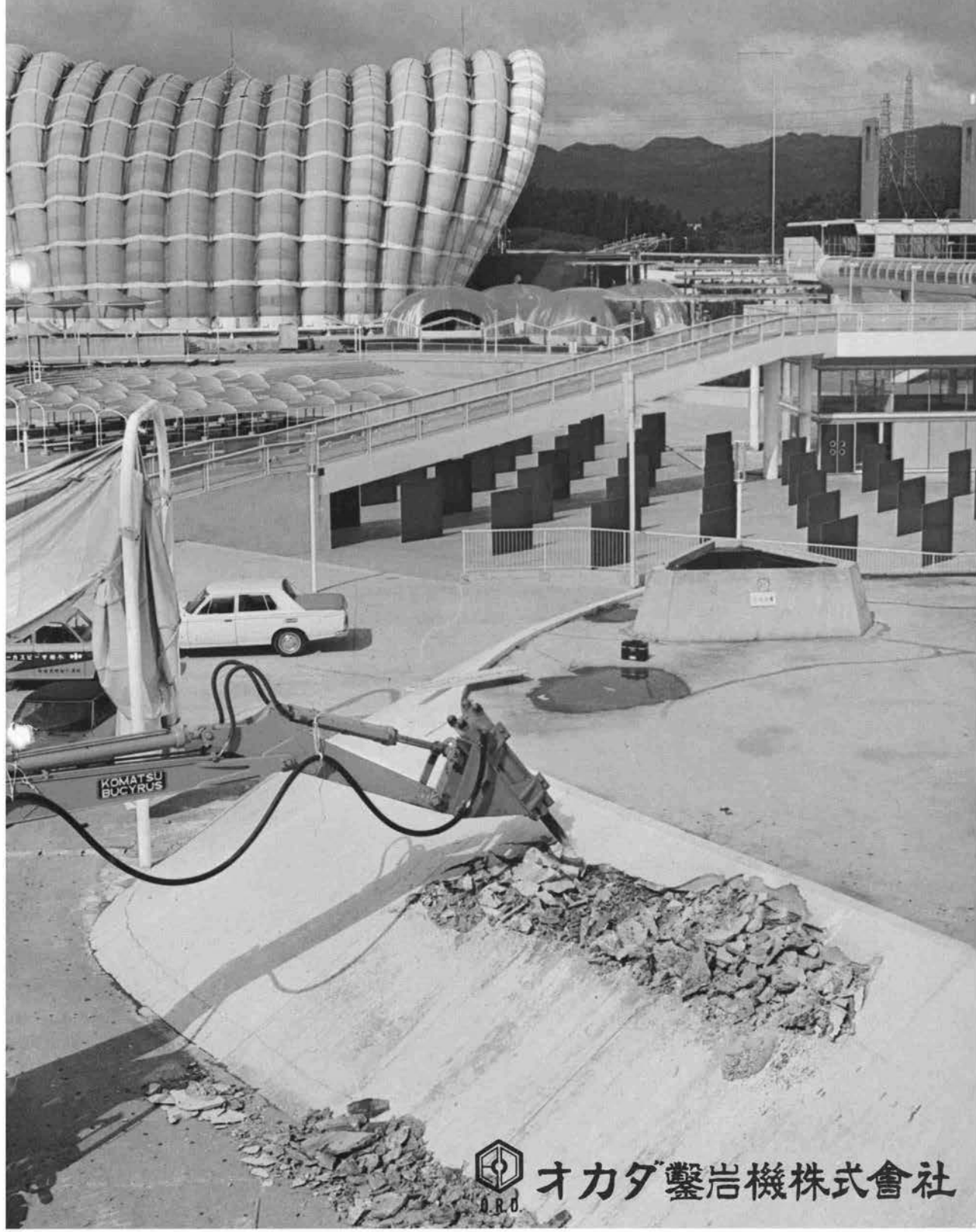
電話 (0822) 21-6841

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

万博終る

7137



オカダ鑿岩機株式会社

無用！小割発破

アイオン1000 ジャンボ

抜群の破壊力を持つアイオンジャンボの出現は、小割発破を無用にしました。
この安全性と能率向上をぜひ御検討下さい。
(勿論、人手も大巾に縮少)

取付は 油圧ショベル(0.5m³以上)
(例) 日立 UH06 日鋼 RH 5S
住友 LS-3000J etc.

コンプレッサーは
(例) エアマン AMR-600、AMS-600
ミツイ RV-170 etc.

国内1,500台・海外3,000台の
実績に輝く

アイオンシリーズ



日本ニューマチック工業(株)製

アイオン	200	300	400	500	600	1000
本体重量(チゼル付)kg	200	300	400	500	600	1000
本体全長mm	1196	1200	1339	1456	1484	1900
四角対辺mm	190	196	225	245	285	310
打撃数/min	280~350	280~350	280~350	300~360	280~350	250~290
正味空気圧力kg/cm ²	5~6	5~6	5~6	5~6	5~6	5~6
空気消費量m ³ /min	2.5~4.5	2.5~4.5	4.5~6.5	5.5~7.5	7.0~9.0	低10~13 標14~17
使用ホースmm	25φ	25φ	25~32φ	32~38φ	38φ	50φ
タガネ太さmm	80φ	80φ	100φ	110φ	116φ	140φ

オカダ鑿岩機

ブレーカー30台分!!

超大型

コンクリート破砕量
1台当り 15m³~45m³/日

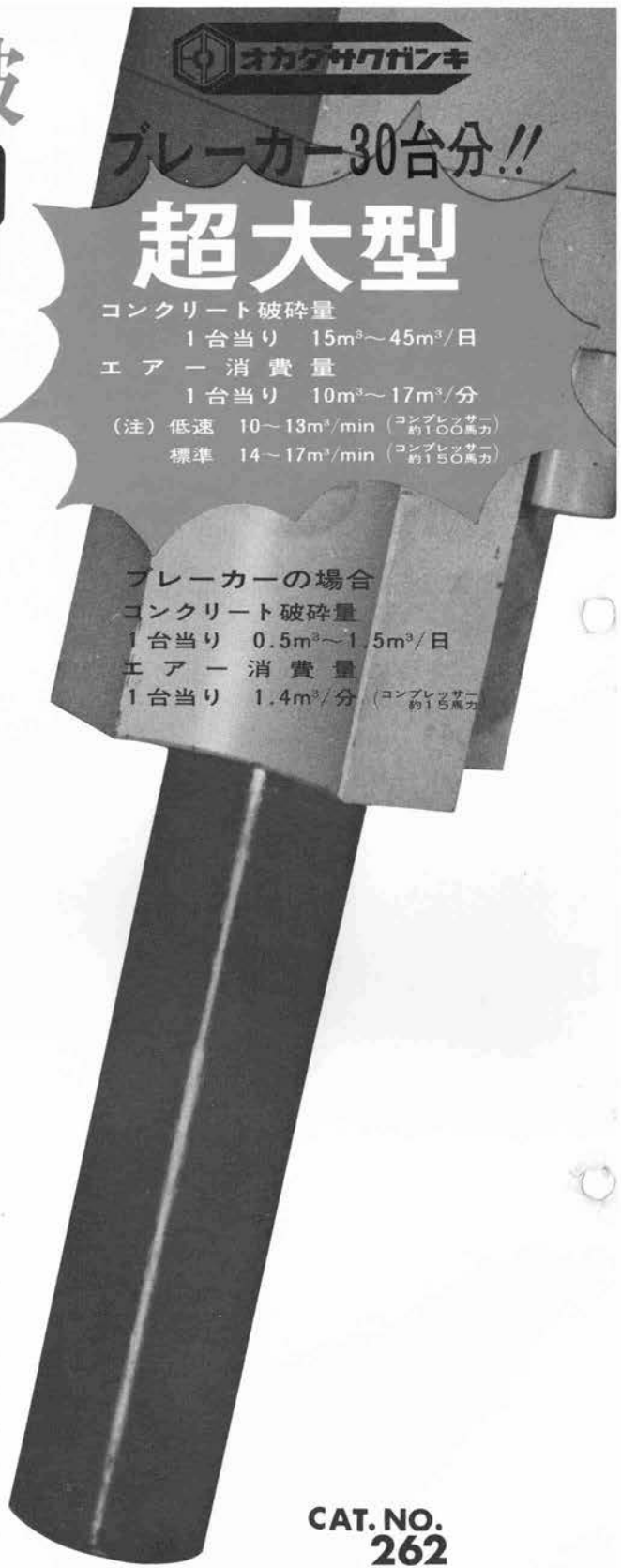
エアー消費量
1台当り 10m³~17m³/分

(注) 低速 10~13m³/分 (コンプレッサー 約100馬力)
標準 14~17m³/分 (コンプレッサー 約150馬力)

ブレーカーの場合

コンクリート破砕量
1台当り 0.5m³~1.5m³/日

エアー消費量
1台当り 1.4m³/分 (コンプレッサー 約15馬力)



CAT. NO.
262



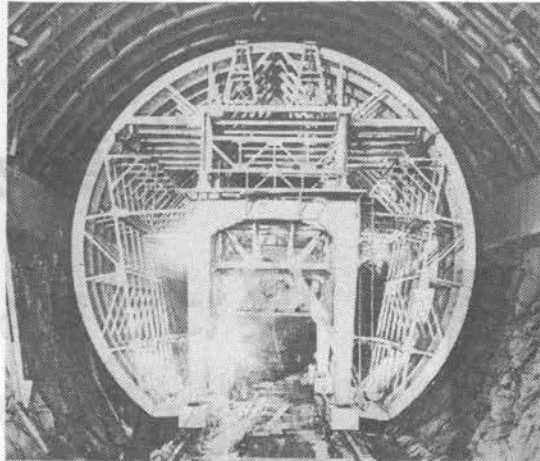
オカダ鑿岩機株式會社

O.R.D.
本社 〒540 大阪市東区北新町2-2 ☎(06) 942-5591代
企画室 〒540 大阪市東区南新町2-34 ☎(06) 943-1411代
支店 〒115 東京都北区浮間3-30 ☎(03) 967-5591代
支店 〒503 大垣市久瀬川町6-29 ☎(0584) 78-2313代

国外でも大活躍 サガのトンネル工所用機械

PAT 313458 478374
539684 579207
795496 804217
804236 810864

全自動式 スチールフォーム D=12,030mm L=7,200mm



台湾曾文溪ダム工事納入(2基)

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、クレーン、パネル護岸及ダム用フォーム、各種コンベヤー、落雪(落石)防護柵、すりびん、プレートフィーダー、シールド工所用機器、各種ジャンボ、各種プラント、鋼製プール、橋梁、その他鉄骨製缶工事設計製作

クレーン製造認可工場
富 第73号
富 第80号



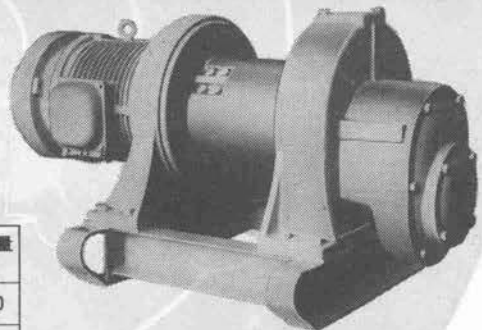
建設大臣登録
(7)8511号

佐賀工業株式会社

本社・工場 富山県高岡市荻布209 TEL高岡0766-23-1500
事務所 東京(鴻巣)0485-41-3366 大阪(大阪)06-362-8495
仙台(岩沼)022312-2301 高岡(高岡)0766-23-1500
工場 東京(鴻巣)0485-41-3366 大阪(大阪)06-362-8495
仙台(岩沼)022312-2301 高岡(高岡)0766-23-1500

Seibu グーンとスピードアップされた ポータブル電動ウインチ

誰でも手軽に、
しかも安全に使える！
PWD形



機・電一体で省力化を推進する

Seibu 西部電機工業

本社・工場 福岡県古賀市TEL古賀(09294)2-266180
営業所 東京・名古屋・大阪・広島・札幌

形式	電動機 出力kW	ロープ巻 kg	ロープ速度 m/min	使用ロープ径 mm	重量 kg
PWD-2.5	2.5	250	42/50	6.3(8)	180
PWD-5	5	500	42/50	8(10)	250
PWD-7.5	7.5	750	42/50	10(11.2)	430
PWD-10	10	1000	42/50	11.2(14)	580
PWD-15	15	1500	42/50	16(18)	870
PWD-25	15	2500	26/31	18	1150

注. ()内数値は使用最大ロープ径

H4

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
大阪支店 大阪市西区靉1-102(辰巳ビル6~7階) TEL 大阪(444)1431
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
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

●取扱建設機械=3軸ローラー、タンピングローラー、エンボパ
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、ディーゼルバイルハンマー、スタビライザ
ー、パッチャープラント、砕石プラント、コンプレッサー、他

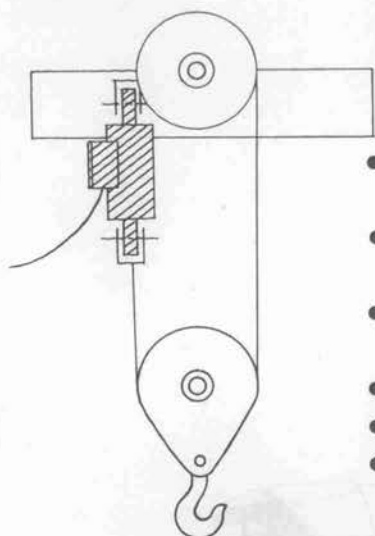
製造元
東急車輛

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



各種クレーン用安全制御装置

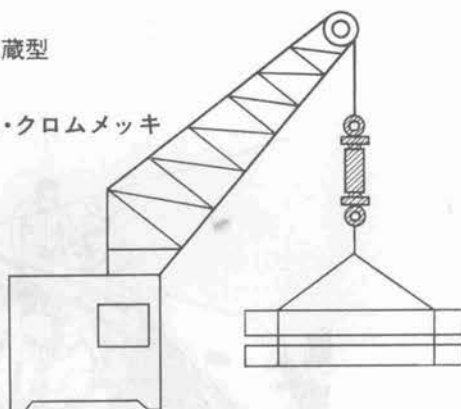


過負荷防止装置

ワイヤーたるみ防止装置

PIAB スウェーデン製

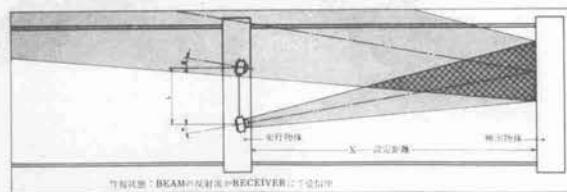
- 機械的検出機構
スウェーデン鋼・ワッシャースプリング(皿バネ)
- 過負荷防止装置
マイクロスイッチ内蔵型(5接点可)
- 遠隔荷重指示計
ポテンショメーター内蔵型
- 高精度 $\pm 0.6\%$
- 耐腐蝕 カドミウム・クロムメッキ
- 検出範囲
0.5トン~50トン



遠隔荷重指示計

◆その他、各種モーメントリミッター

SFIM フランス航空機器メーカーSFIM社の開発した ACAL：走行クレーン衝突防止レーダー



9,000~12,000メガサイクルの極超短波を使用したレーダーであり煙、ホコリ、熱、水、光、音波、振動などに影響されずに屋内、屋外に於て安定した動作が得られます。

その他自動制御装置、安全装置用として物体感知、位置検出、計量、計速、計測、機器があります。

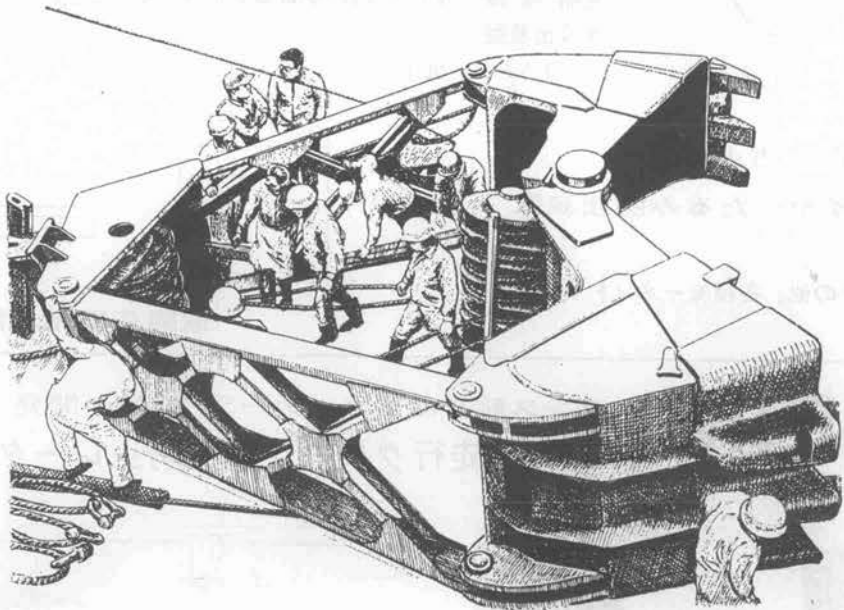
◆資料御請求下さい。



伊藤萬株式会社機械部

東京都中央区日本橋大伝馬町2~6 TEL 03 (662) 7211

アサゴ



真砂工業株式会社



本社 東京都足立区花畑町4074
 TEL (884) 1636(代)~9
 大阪営業所 大阪市北区牛丸町52(日生ビル)
 TEL (372) 3751
 TEL (371) 4751(代)

バケット



ダイナミック輸送

どんな苛酷な条件にもビクともせず、巨大な岩石も大量の砂利も一挙に運べる超大形ダンプトラック。輸送効率を大幅にアップします。性能・強度・安定性とも申し分なく、特に建設・セメント・採石などの大量輸送に大きな威力を発揮します。まさに時代が求める大形大量輸送を担う、実力派のダンプトラックです。

- パワーシフトトランスミッションで操作は容易、スムーズな運転ができます。
- 降坂運転が簡単なハイドロリックリターダ。
- 大容量ブレーキを採用。安心して運転できます。
- 高抗張力鋼の採用により車体は軽量・強固。
- 最小回転半径7.2mときわめて小さく、機動性は抜群。

日立32t積ダンプトラック



日立製作所

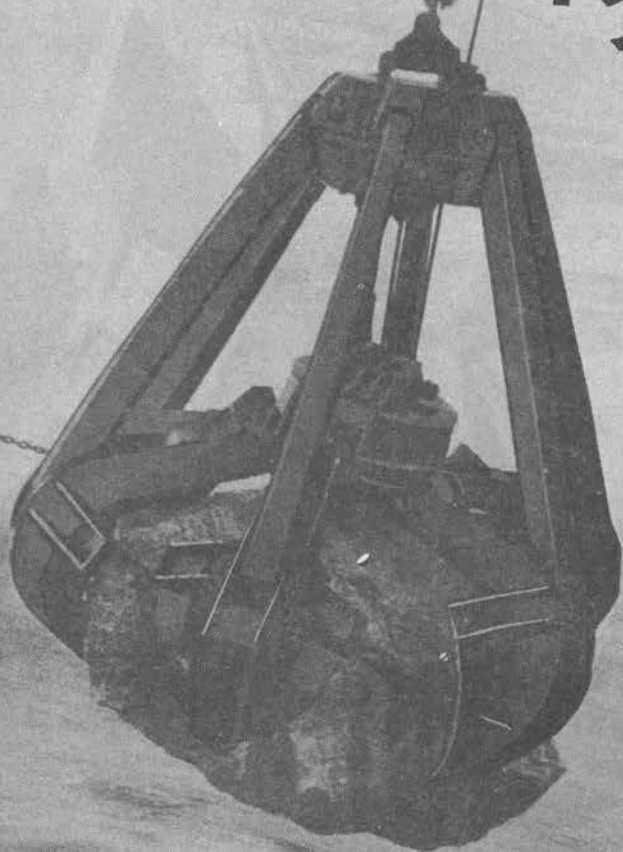
お問い合わせは、もよりの営業所、または事業部へ

営業所 / 東京(270)2111・大阪(203)5781・名古屋(251)3111・福岡(74)5831・札幌(261)3131

仙台(23)0121・富山(25)1211・広島(21)6191・高松(31)2111

交通事業部 / 東京都千代田区大手町2-6-2(日本ビル) 〒100 電話・東京(270)2111<大代>

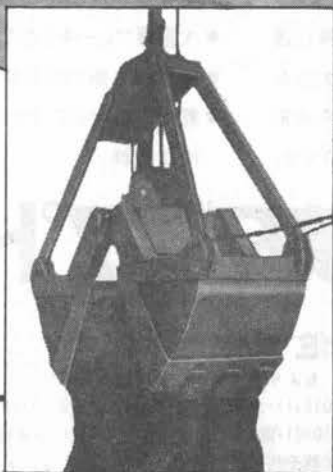
千葉工業のバケツ



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



建設現場にて活躍するクラムシェルバケツ

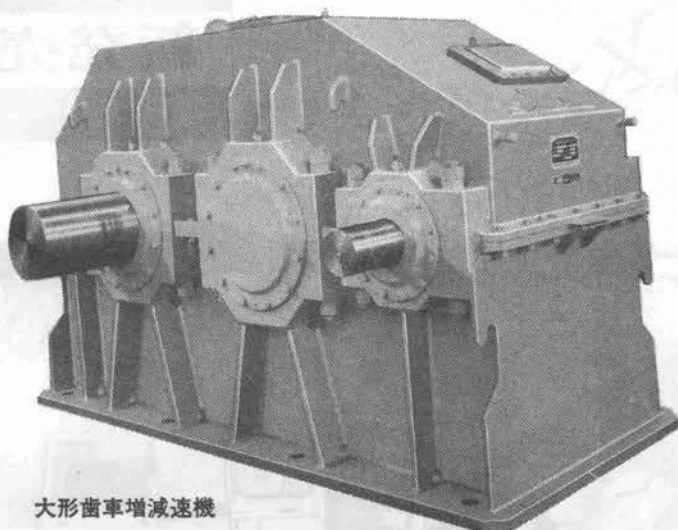


千葉工業株式会社

千葉県松戸市串崎新田189番地
電話 松戸0473 (87) 4082・4083・4528

マスタギヤ級の精密研削歯車

島津歯車機器



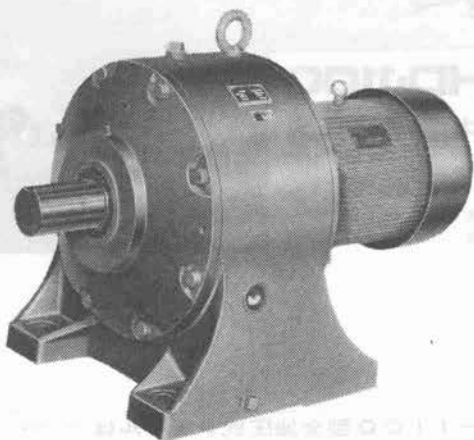
大形歯車増減速機

歯車増減速機

- 合理化された斬新な設計
- シュービング加工、研削加工の精密歯車使用
- 最新の機械設備による高精度の機械加工
- 2000kWの大容量まで製作

タフトライド処理による画期的耐摩耗歯車使用 ギヤードモータ EF形

- I.E.C. フランジのE種モータ使用
- クラウニング シュービング加工による高い効率と静かな運転
- ギヤークースは小形堅ろうで取り扱いが容易
- お求めやすい価格



EF形ギヤードモータ

主要製品

ギヤードモータ ● ハイドロフレックスギヤードモータ
 パウダーフレックスギヤードモータ ● 歯車減速機
 歯車増速機 ● エアモータ



島津製作所

● 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 43-4311 / 京都 211-6161 / 札幌 231-8811 / 神戸 33-9661 または 機械事業部 604京都市中京区西ノ京桑原町1 TEL (075) 811-1111

苛酷な連続テストの結果 《完成——新登場》

新発売



HD-1100 〈大型〉全油圧式 ショベル

- ・バケット容量：0.5～1.2m³
- ・定格出力：146PS
- ・自重：23.5t

HD-1100型全油圧式ショベルは……

ますます大型化するビル建設、道路建設、宅地造成、鉄道建設等で活躍をつけ、高い成果をあげているHD-350、HD-550、HD-750、のHDシリーズの豊富な開発経験と、一步進んだ、最新技術を結集し、長期にわたる苛酷な連続テストのくりかえしの結果、開発実用化したしました。

このHD-1100の新登場でカトウ全油圧式ショベルは4機種となり、どんなご要望にもおこたえできる豊富な機種がそろいました。

- 全油圧式ショベル(0.35、0.35～0.6、0.75m³)



今日の対話を明日の技術へ

KATO

株式会社 加藤製作所

本社／東京都品川区東大井1の9の37
 (☎140) ☎(471)8111(大代表)
 東京事務所／東京都港区芝西久保桜川町2
 (☎105) (第17森ビル) ☎(591)5111(大代表)

支店
 大阪 ☎(303)1131
 鳥島 ☎(48)0461
 名古屋 ☎(22)4896
 名古屋 ☎(582)5601
 福岡 ☎(78)5571
 山崎 ☎(31)1291
 支店
 小笠原 ☎(55)5088
 札幌 ☎(24)2888
 山崎 ☎(32)8168
 浜松 ☎(311)7992
 分室
 大分 ☎(8)1601
 大分 ☎(86)3141
 山崎 ☎(43)5097
 高崎 ☎(25)1311

国産最大—日本の国土に合った コマツWS16モータスクレーパ

WS16

コマツ・ツイン式モータスクレーパ

WSの主な仕様

- 走行方式=2エンジン4輪駆動方式 ●容量=16m³ ●エンジン=小松カミンズNT0-6ディゼルエンジン(2個) ●出力=210PS/2000rpm×2
- 運転整備重量=29.5t ●最大積載量=22t ●最高速度=60km/h ●最大登坂力=30度 ●カッティング幅=3030mm ●最大切削深さ=300mm ●敷土厚さ=MAX 500mm



大規模工事を低いコストで!!

マンモス宅地の造成、空港の新・増設、工場用地の埋め立てなど、工事の規模が大型化するにつれ、広面積の土木工事が必須条件となりました。そこで脚光を浴びているのが、コマツの大型モータスクレーパWS16です。山積み16m³という、わが国最大のツイン式。ショベルとダンプによる従来の工法は長距離の運土作業向き。広面積の作業なら、掘削・積込み・運搬・敷きならし・整地など1台で数役をこなす万能土工機WS16が断然有利です。時間・単価ともに、ソロバン勘定に合います。また、関東ロームや足鷹ロームなど、粘性度の高い軟弱地での走行性も抜群。ブルドーザで日本の土を知りつくしたコマツの技術が随所に生かされています。今後、平地の少ない国土の特殊事情から、山を削り谷を埋める工事の増加が予想されます。さっそく、コマツの大型モータスクレーパの導入をご検討ください。

WS16の主な特長

- 前後の車軸にハイドロニューマチックサスペンションを採用。バウシングやピッチングがありません。 ●最高速度は60km/h。サイクルタイムが短かくぐんと能率があがります。
- 揺動ヒッチ構造のため重心が低く、旋回時や不整地での走行性は抜群。各種オプションタイヤを常備。 ●軟弱地でスリップを防ぐデフロックを装着。 ●重量当りのエンジン出力が大きく、けん引力も強大。急坂や不整地の走行がラクです。 ●軽快・確実な運転操作—エンジン、ブレーキ、作業機などのコントロールは、すべてエア作動。ミッションコントロールは、エアと電気(ICを使った無接点スイッチ)の2方式。

日本のトップ——世界のコマツ

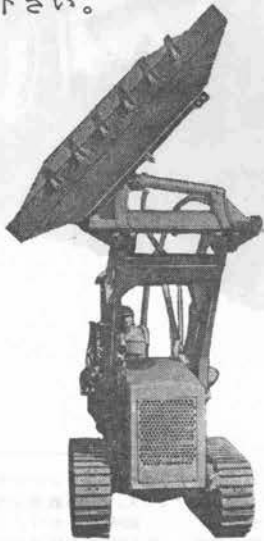
小松製作所

東京都港区赤坂2-3-6 平107 ●03.584.7111(大代表)
 北海道支店—札幌011.661.8111 中部支店—一宮0566.771.1131
 東北支店—仙台022.561.7111 大阪支店—豊中066.64.2121
 北陸支店—新潟0252.66.9511 中国支店—五日市0829.22.3111
 東京支店—東京03.584.7111 四国支店—高松0878.41.1181
 東海支店—横須045.311.1531 九州支店—福岡092.64.3111

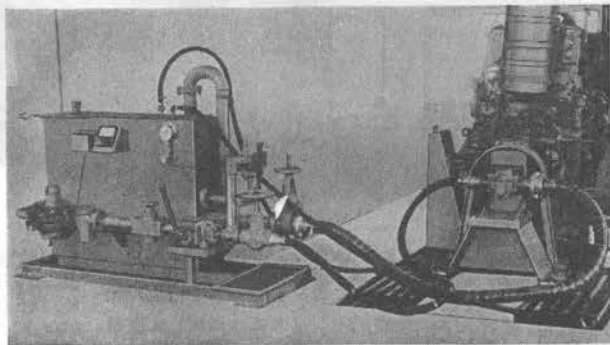
建設機械の修理は安心して委せられる

マルマ重車輛へ

- ◎修理業は部品交換業ではありません。弊社は足まわりの自動溶接、メタリコン、ボーリング等優れた再生技術により修理費の軽減に努力しています。
- ◎徹底した作業の合理化をはかり、**工期短縮**による機械の稼働率の向上に寄与しております。
- ◎責任を持って保証し**アフターサービス**の万全を期しております。
- ◎設計スタッフ、製作部門を充実し**修理用設備工具、特殊アタッチメント**の開発を行なっています。特にアタッチメントは新工法による利益の発掘に大いに役立っています。
- ◎油圧機器の普及に伴ない、耐圧 150kg/cm²の**ハイドロリックテスター**を設備しました。ポンプ、シリンダー、コントロールバルブのテストに御利用下さい。



サイドダンプ(特殊アタッチメント)



ハイドロリックテスター(修理用設備)

大倉商事株式会社
 極東貿易株式会社
 株式会社
 小松力会
 三菱重工
 東京三菱建設
 住友機務
 伊藤茂永道
 富中

石川島コーリング株式会社
 三井精機工業株式会社
 三井造船株式会社
 日本開発機株式会社
 三井ドイツディーゼルエンジン株式会社
 日本車輛製造株式会社
 日熊工機株式会社
 日本インガールランド株式会社
 株式会社新潟鉄工所

各社指定整備工場

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
 名古屋工場 愛知県小牧市小針町中市場2-5番地
 相模原工場 神奈川県相模原市大沼字相模原2209番地
 水島出張所 岡山県倉敷市水島福田町中込6-2番地

電話(03)429-2131(大代)加入電信242-2367
 電話(0568)77-3311(代)加入電信4485-020
 電話(0427)52-9211(代)
 電話(0864)55-7559

〒156
 〒485
 〒229
 〒712



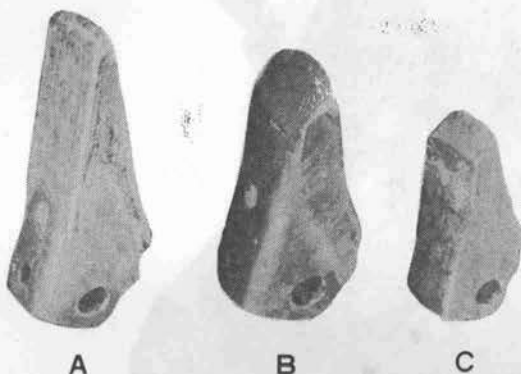
内外車輛部品株式会社

本社 東京都目黒区柿の木坂1丁目19番8号 電話 03-718-8291-5 加入電信 246-6228千152
名古屋営業所 名古屋市中区千早町5丁目9番5号 電話052-261-7361-3 加入電信 442-2478千460

各種建設機械・部品及整備用機械工具

耐摩耗性と強靱性を持つ画期的なユニウエルドワイヤ

55時間稼動後



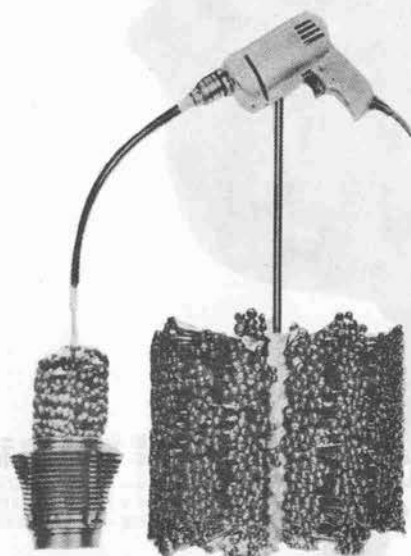
- A. ユニウエルドワイヤ
(半自動溶接機使用)
- B・C. 他社製表面硬化棒
使用

適用箇所

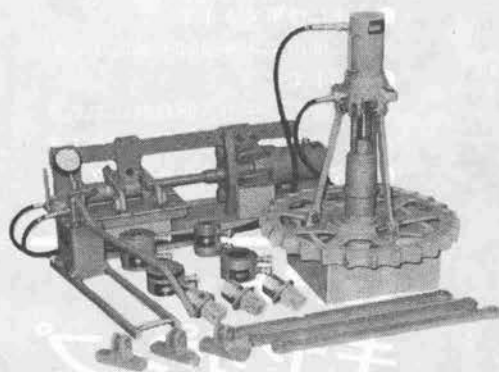
リッパ及バケットのテース、シャンク、トラクタのアンダキャリエッジ、ドレッジポンプの摩耗部分、クラッシュロール、コーンズ、ハンマ、コンベアフライド、ブッシュシューズ用等各種

新品に！ 再生用に！

新型マイクロホーン



万能型 ポータブルサービспレス



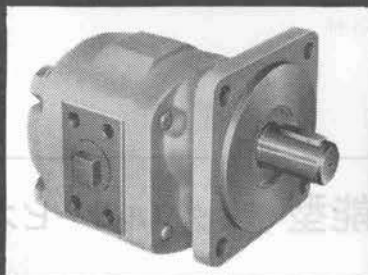
油圧機器の総合メーカー

ウチダ

ズバリ 建設機械が 要求する

高出力が要求され、しかも使用頻度のはげしい建設機械には、使用する油圧機器の耐久性、信頼性が大きなポイントになります。

技術と経験のウチダが、もてるすべての力を傾注し、建機向けに開発した実力ある油圧ポンプ、それがGPPギヤポンプです。



- 重荷圧に最適です
高圧(175kg/cm²)高速(2,700r.p.m.)
- 多速に使用できます
多速に使用でき重量は半減しました。
- 高効率です
静かな運転、圧力、回転数に左右されない安定した高効率が得られます。
- 許容性に富むフィッティング
主軸・配管はSEA規格に順応します。

GPP ギヤポンプ



内田油圧 板橋 工業 株式会社

東京都板橋区大和町18-6(神戸板橋ビル)
TEL 03-(962)8111(代)
営業所 大 阪・名古屋・広 島・北九州

エハラ hydro-stabil

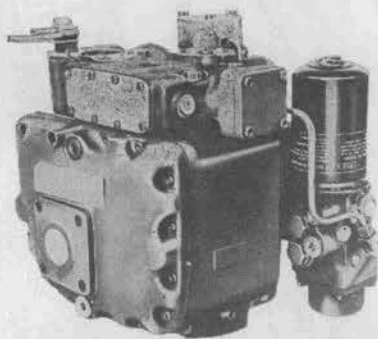
油圧ポンプ・油圧モータ 油圧トランスミッション

- エハラは高圧油圧ポンプ・油圧モータの製作に最大の実績を有しております。
- エハラは油圧トランスミッション・油圧パワーユニットその他の制御装置の製作にも先鞭をつけ、今日に至っております。

○理論吐出量(最大) 35~186cm³/rev

○使用最高圧力 320kg/cm²

○使用最高回転数 3200~2200rpm

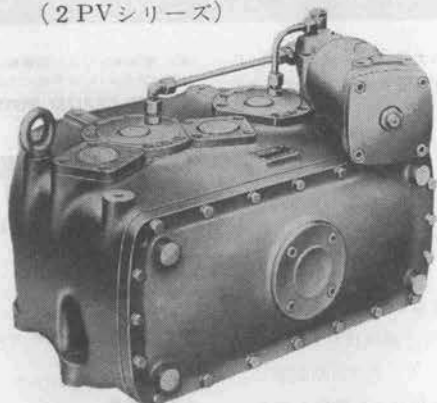


エハラhydro-Stabil可変容量型油圧ポンプ
(PVシリーズ)

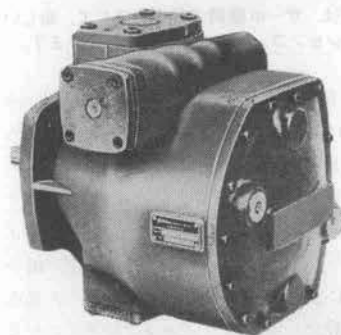


エハラhydro-Stabil
定容量型油圧ポンプ・油圧モータ
(PF・MFシリーズ)

エハラhydro-Stabil
2連式可変容量油圧ポンプ
(2PVシリーズ)



エハラhydro-Stabil可変容量型油圧モータ
(MVシリーズ)



これらの油圧機器は工作機械、産業機械、建設機械、船舶甲板機械、港湾機器荷役運搬機械、特装車輛などのあらゆる駆動部・作業部に最適であります。

荏原製作所

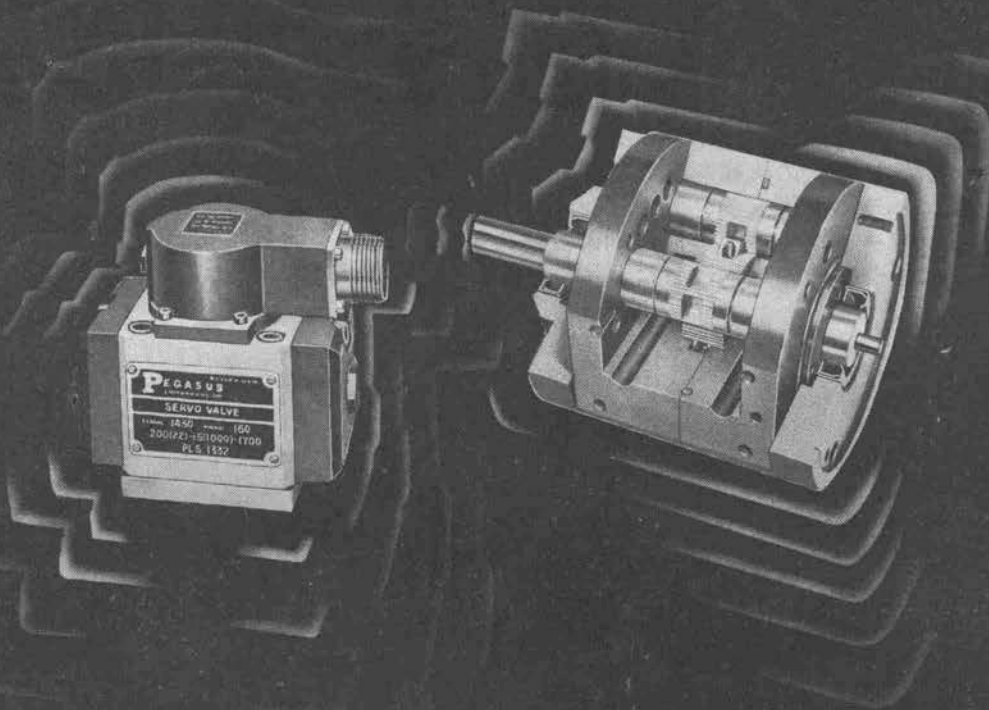
油圧機械事業部

東京都中央区銀座6-6朝日ビル Tel (03)572-5611大代

PEGASUS & HARTMANN

(思考する)油圧

省力化=油圧産業のリーダー KYB



制御対象の拡大 充実する精鋭シリーズ。

油圧は、サーボ機構の発達に応じて、新しいモーションコントロールを実現しています。

産業界の自動化、省力化そして無人化への動きは、よりすぐれた技術の開発と新しい人間的思考の両面からシビアな追求にもとづいて、着実に進展しています。

この流れの中に生まれたカヤバの電油サーボシステムは、エレクトロニクスと油圧との組み合わせにより、一層複雑高度な装置群への適応を可能にし、すでに、これまでに考えられなかったアプリケーションを実現させ、さらに新しい応用分野への開発を進めています。

中、大形の制御にペガサスサーボバルブ、ハートマンモータがKYB電気油圧サーボシステムに新たに加わりました。

KYB電油サーボシステムによる油圧シリンダ、油圧モータの変位、速度制御は、マイクロスイッチ、ソレノイドバルブ、フローコントロールバルブ、デセレーションバルブなどの組み合わせ回路や、可変容量形ポンプ・モータ回路では得られない自由度と高精度をもっています。複数のシリンダ、モータの同期制御はもちろんのこと、複雑な組み合わせ動作も容易に得ることができます。

油圧・電気油圧による問題解決への
お問い合わせは、お気軽に下記まで

KYB FLUID POWER

カヤバ
菅場工業株式会社

本社・営業本部
東京都港区世界貿易センター内
郵便局私書箱3号 〒105
制御機器営業部
Phone: (03)435-3572(代)
支店・出張所
仙台・名古屋・大阪・広島・福岡
札幌

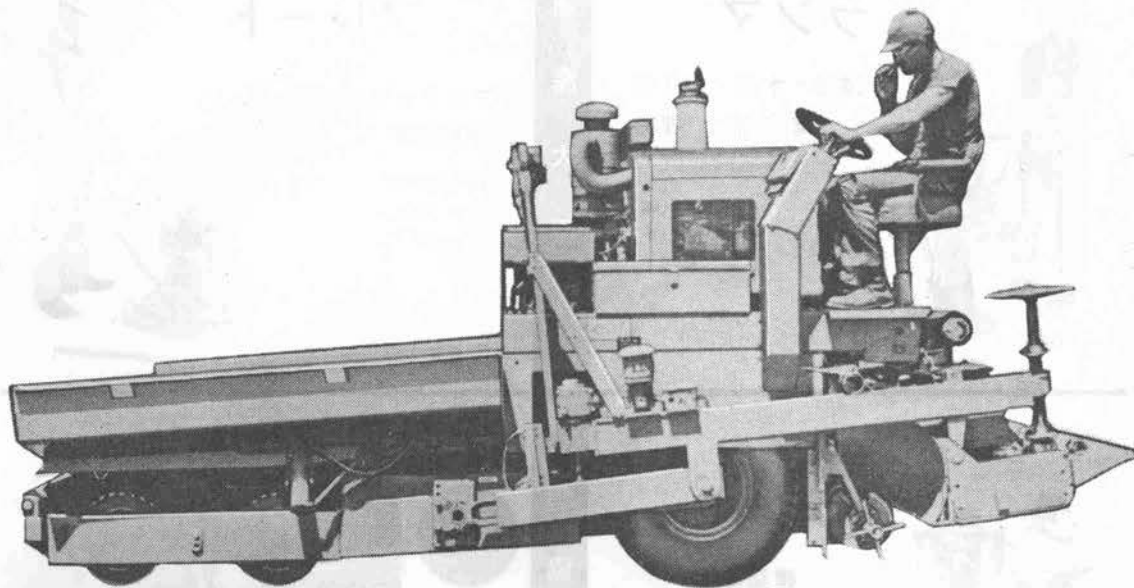
(思考する)油圧機構

KYB 電気油圧サーボシステム

Cedarapids

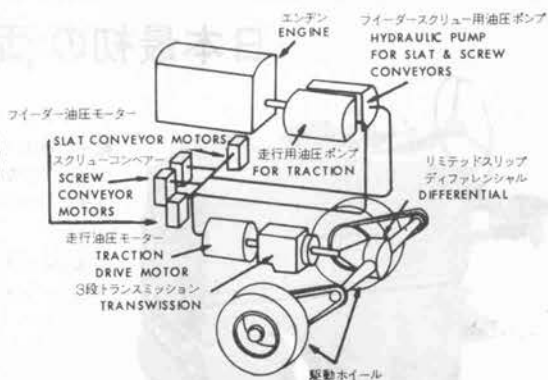
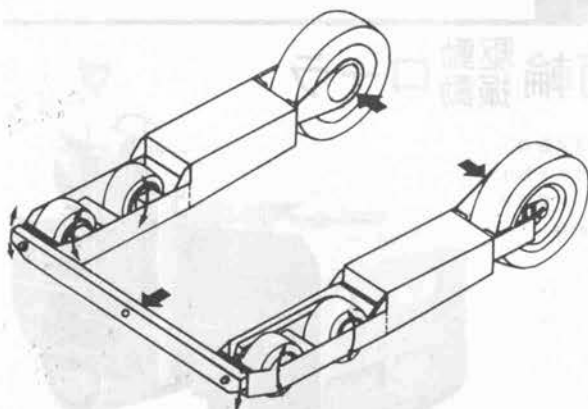
Built by
IOWA

最新装置を備えたセダラピッドタイヤ式 BSF-3R ファイニッシャー



1. 電磁バイブレーター式スクリードにより最高の仕上げマット
2. ハイドロスタティック駆動による走行速度・バーフィーダーの単独無段変速
3. 三点支持フレームにより装軌式ファイニッシャーと全然変り無い強力な駆動力

4. 運転操作極めて簡易
5. 高評のDUO-MATIC電気式自動スクリードコントロール
6. 移行速度 20km / 時
7. 舗設巾 最高 5.4m
8. 舗設 最高速度 150呎 (45m) / 分



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

特許

MEIWA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

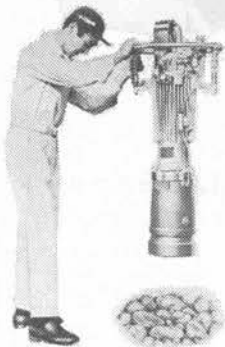


アスファルト舗装
表面整形

VP-110 (kg)
- 70 (#)
- 60 (#)

■発明協会長賞

ジャンプランマ

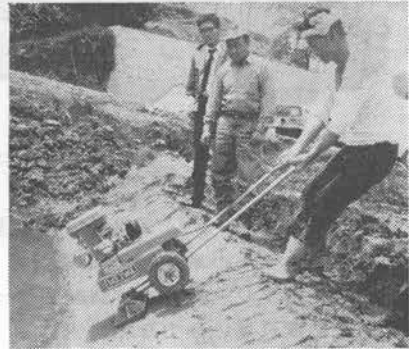


建築基礎
栗石搗き固め

A型 100 (kg)
B型 85 (#)
C型 60 (#)

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

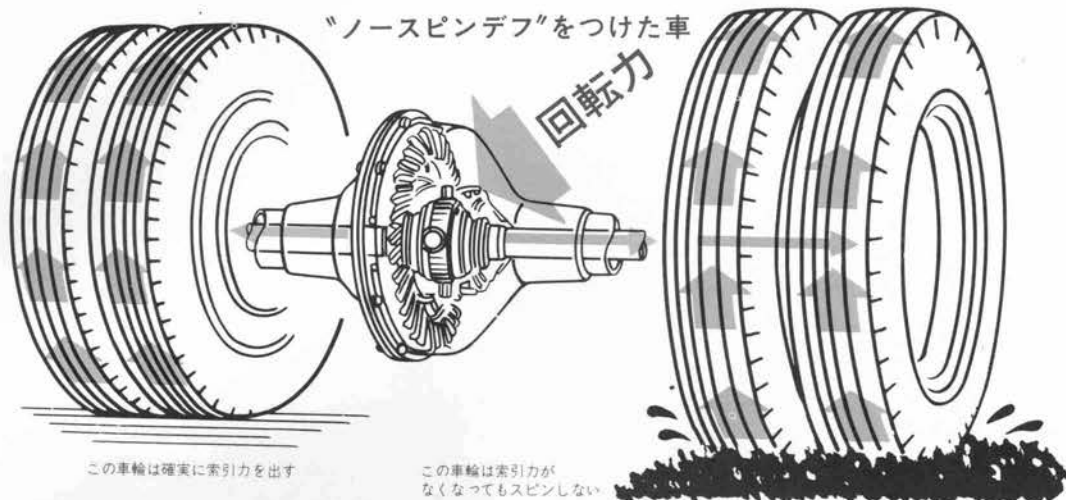
本社工場
大阪営業所
福岡営業所
名古屋出張所

川口市青木町1の448
大阪市城東区諏訪西3-25
福岡市上牟田町21
名古屋市中川区八家町3-42

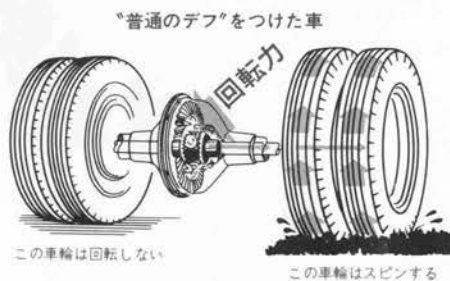
電話(0482)(51)4525-9
電話(961)0747-8
電話(092)(41)4991-0878
電話(052)(361)1646

さらに改良!

悪路・軟弱地を征服するオートデフロック!!



- U-20は、必要に応じ、自動的に作動するオン・オフ可能なノースピンデフを装備。ひどい悪路や軟弱地で片側車輪が浮いた状態でも、エンジンの全回転力を確実に車輪に伝達。強力なデフロックと滑らかな差動を約束します。
- U-20には、デフロック操作レバーはありません。ほかのデフのように、レバーの戻し忘れによるタイヤ駆動系統の損傷は、U-20ではまったく考えられません。
- U-20は、このほか吸散水装置を大幅に改良。いっそう使いやすくなりました。



前輪油圧揺動式

三菱タイヤローラ U-20

- サービス重量 8.3-20ton ●締固め幅 2,290mm
- エンジン 78PS/2,170rpm



三菱重工株式会社
建設機械事業部
東京都千代田区丸の内2-5-1 東京(212)3111

販売店
東京産業(株) 東京(211)7611 新菱重機(株) 東京(582)3231
新東亜交易(株) 東京(212)8411 榎崎産業(株) 札幌(261)3241
(株)米井商店 東京(561)1171 四国機器(株) 高松(61)9111
椿本興業(株) 東京(214)7531 北菱重機(株) 小松(21)3311

つぎつぎに実現される新道路計画案。伸びつづける道路網——。

完成期日に追われる仕事、仕事。

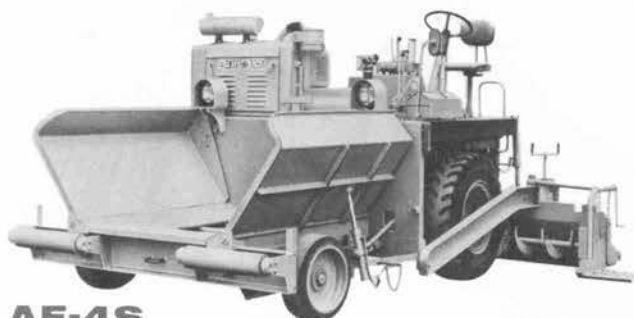
アスファルトプラントからタイヤローラまで、豊富な機種が工期の短縮を推進します。

精度の高い道路づくりは、三菱の道路舗装機械におまかせください。

三菱アスファルトフィニッシャ AF-4S MF-1

タイヤ自走式中形アスファルトフィニッシャ。ゲートタンパの調整は油圧コントロール方式——舗装幅員、厚さに応じ舗装できます。機動力に富み、平坦性と舗装能率に抜群の実績をもつ“市街地舗装の必需機”です。

●舗装幅員 1,600～3,600mm



AF-4S

高速道路、空港滑走路など高度の平坦性能を要求されるアスファルト舗装施工用として設計・製作された機種。スクリード自動制御装置付きのため、人為的誤差が少なく、均一で高い舗設密度とすぐれた経済性を保証します。

●舗装幅員 2,200～4,600mm

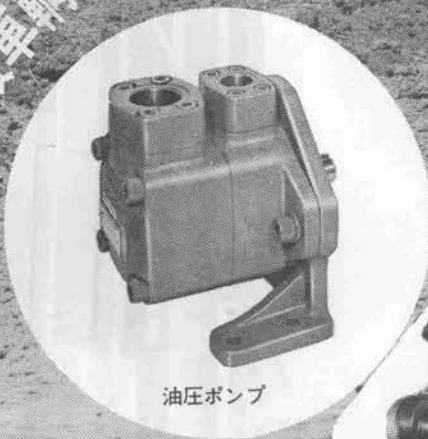


MF-1



YUKEN
油圧機器

建設車輛にも工場の油圧装置が活躍しています



油圧ポンプ



油圧シリンダ



複合切換弁

苛酷な作業条件に適應
できるようあらゆる面
から検討を加え設計製
作される YUKEN の建
設車輛用油圧機器は業
界から高く評価されて
おります。

- 油圧ポンプ ●油圧制御弁 ●油圧シリンダ ●揺動モータ ●油圧ユニット ●油圧付属品 ●油圧応用製品



油研工業株式会社

本社工場：神奈川県藤沢市宮前1番地
TEL. 0486 (23) 2111

本社分室：東京都港区芝浜松町2-2 (錦三松ビル)
(営業部) TEL. 03 (432) 2111
名古屋営業所：名古屋市中村区堀内町4-1 (毎日ビル)
TEL. 052 (582) 2201
工場：藤沢・袋田・茅ヶ崎

RAMEY®

CASCADE-RAMEY

カスケード・レーミー

HU-122型 油圧式ローダー

カスケード・レーミー 建材用ローダー

カスケード・レーミー建材用ローダーは建設工事向けに設計された省力化機械です。この新しいローダーは 1,800kgを地上揚程10mまで、伸縮自在ジブ・ブームと独特なC型フォークが荷役を簡単にし、正確な荷役をする特徴を持っています。

特長

省人化・能率化・安全性全油圧式で、つかみ装置の特殊フォークを有しておりますので、玉掛け及び玉はずし作業員が不要であり、玉掛け作業時間短縮により、荷役量の増大となります。



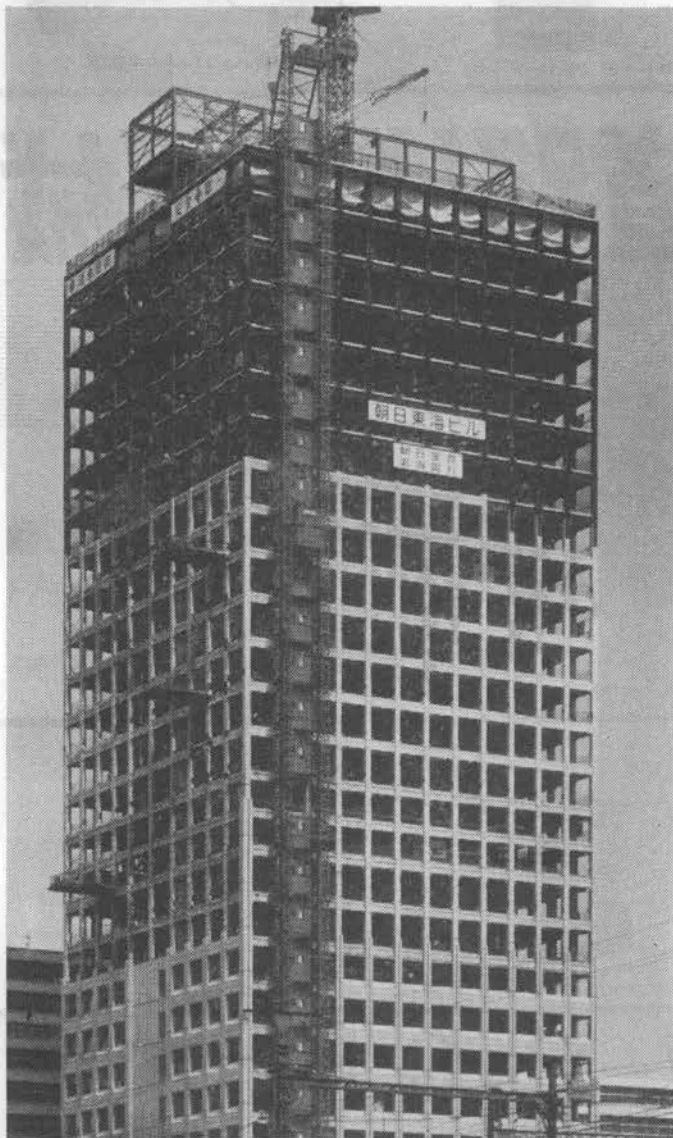
日本輸入総代理店



兼松江商株式会社

東京支店 東京都中央区宝町2-5(兼松江商ビル) 機械第1部・建機自動車課 電話 (562)7132
大阪支社 大阪市東区淡路町5-3-3 機械第1部・建機船舶課 電話 (228)3782
名古屋支社 名古屋市中区錦町1-20-19(名神ビル) 機械第1課 電話 (211)1311
福岡支店 福岡市天神2-14-2(福岡証券ビル) 機械部 電話 (76)2931
札幌支店 電話 札幌 (6) 7 3 8 6

スカイエース



丸ノ内朝日東海ビル作業所

高層建築工事の能率と安全を守る
人荷共用エレベーター

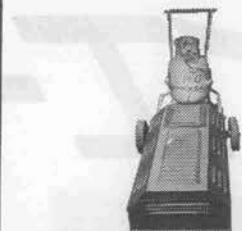
製造元  株式会社 小川 製作所
本社 千葉県松戸市稔台4-4-0 電話 松戸(0473)62-代表1231

総販売元  兼 松江商株式会社

東京支社	東京都中央区宝町2-5(兼松江商ビル)	建機自動車課	電話(562)7133
大阪支社	大阪市東区淡路町5丁目33番地	建機船舶課	電話(228)代3576-7
名古屋支店	名古屋市中区錦1-20-19(名神ビル)	機械第1課	電話名古屋(21)1311
福岡支店	福岡市天神2-14-2(福岡証券ビル)	機械課	電話福岡(76)2931
札幌支店	電話 札幌(6)7386		



プロパンカンテキKN-4

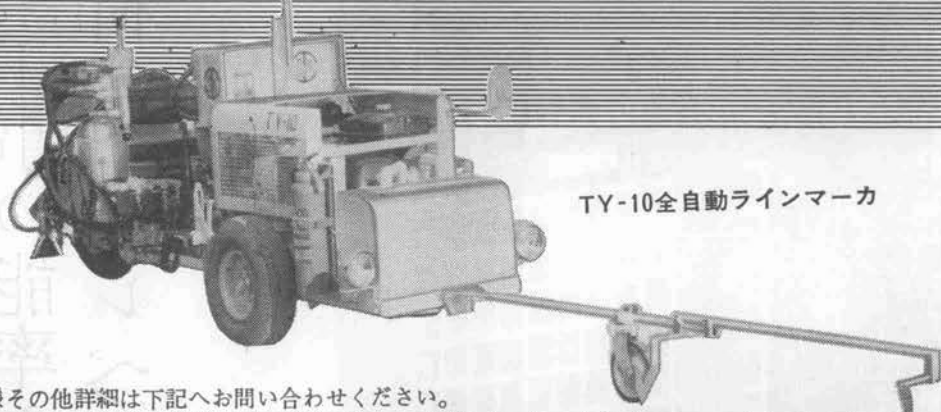


ロードパッチャーRP-S



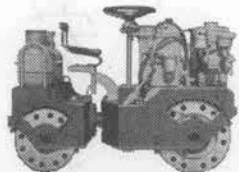
プロパンバーナーPB-2

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ドローラ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設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
濯青温度	140℃



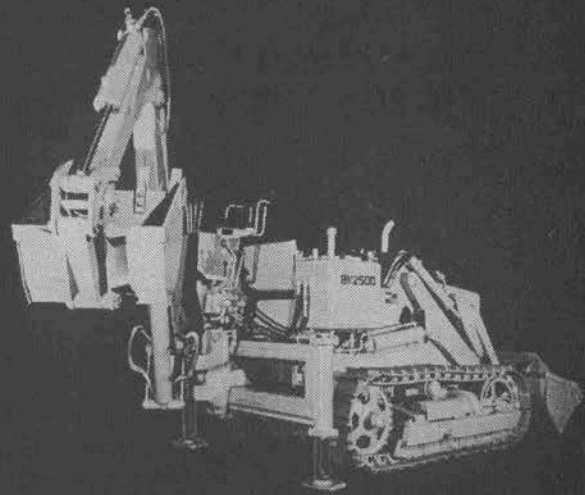
株式会社 東洋内燃機工業社

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

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  株式会社早崎鐵工所

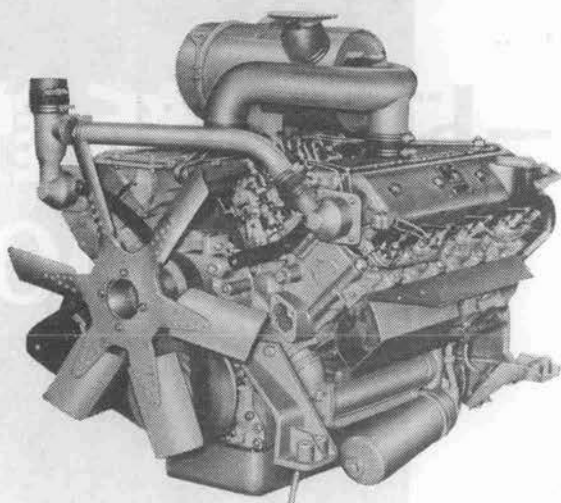
総販売元  早崎産業機械株式会社



本社	沼津市上香貫西島町1150番地	TEL 沼津(31) 0463大代表
東京営業所	東京都中央区宝町2の4(第二ぬ利産ビル)	TEL 東京(567)4355(代表)
名古屋営業所	名古屋市中区大須3の8の20(高栄ビル)	TEL 名古屋(261)4649(代表)
大阪営業所	大阪市西区靉本町2丁目107番地	TEL 大阪(531)2632(代表)
岡山営業所	岡山市番町2丁目13番31号	TEL 岡山(22) 9 3 7 2
仙台営業所	仙台市東4番丁45番地(角川ビル)	TEL 仙台(23) 1 5 9 2



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	21ps/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 G31-3	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(468)5416(代)

皆んな知ってる三笠のマーク

三笠コンクリートバイブレーター

三笠タンピンガン



建設機械メーカー

三笠産業

東京都千代田区猿樂町1-4-3
電話 東京03(292)1411 大代表 テレックス東京(222)4607

出張所・札幌市大通西8-2(ヒキタビル) 電・札幌011(251)2890
技術研究所・埼玉県春日部市柏壁1210 電・春日部0487(35)0069
工場・群馬県館林市/埼玉県春日部市

西部地区発売元
三笠建設機械株式会社
大阪市西区立売堀北通り4-70 電・大阪06(541)9631-4

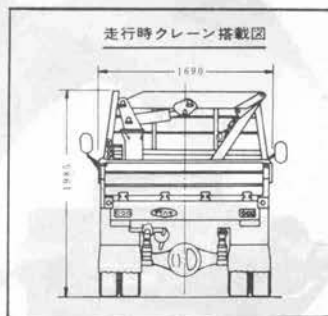
パイプ-クル-ン

PC-1015吊上荷重1t



特長

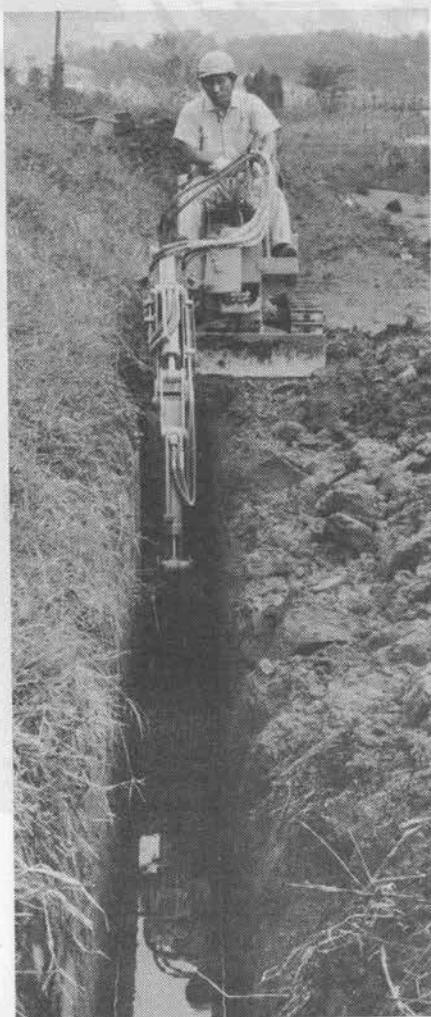
- 2t積小型トラックに架装
2t積小型トラックに簡単に架装できますので、狭い道路、混雑した道路でも持前の機動力を充分に発揮します。
- 吊上能力1000kg
2t積トラックに架装のクレーンとしては、最もマッチした、作業半径・吊上能力を有します。
- 広く使える荷台
クレーンはコンパクトに取付けでき、荷台をカットすることもなく、クレーンなしの場合とほとんど変わらない広い荷台を使用できます。
- 減トンなし
積載重量を減すことなく、架装できます。



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
 東京支店 東京都港区西新橋1の18の14(小里金館ビル2階) TEL(代)504-0831
 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
 名古屋営業所 名古屋市東区石神堂町2丁目18の2(大栄ビル) TEL(代)962-5681
 仙台営業所 仙台市本町2丁目9番15号 TEL(代)27-2455
 札幌営業所 札幌市北三条東5丁目5(岩佐ビル) TEL(代)23-3257
 広島営業所 広島市中広町2丁目17番18号 TEL(代)32-1285
 熊本営業所 熊本市十禅寺町9の1 TEL(代)52-8191

宇都宮駐在所 宇都宮市今泉町3016 TEL 34-3033
 盛岡営業所 盛岡市開運橋通り3番41号 TEL(代)24-5231
 長野営業所 長野市大字中御所岡田152 TEL(代)26-2636
 宮崎営業所 宮崎市堀川町54の6 TEL(代)24-6441
 新潟出張所 新潟市東万代町4番9号 TEL(代)45-5585
 大分出張所 大分市中島西2丁目1~41 TEL 4-2785
 甲府出張所 甲府市千塚町2111 TEL(22-5725
 富山出張所 富山市大泉一区東部1139 TEL 21-3295



CT10H

ミニ・バックホー

あなたの仕事にピッタリ!



手軽で誰でも操作できるミニ・バックホー

- 走行もバックホー操作も全油圧式 クラッチ操作もギヤの切りかえもありません
- 重量1t余 車体巾1m 1.5tトラックで楽に運搬
- 履帯は左右単独に正逆転自在 狭い場所でも自由に使えます
- 巾35cm 深さ1.5mまでの溝掘りに最適 配管 排水路 住宅根切り その他

総重量……………約1150kg
 機関出力……………16PS
 走行速度……………0.4~1.6km/h
 旋回半径……………700mm
 接地圧……………0.4kg/cm²

バケット容量……………0.03m³
 バケット巾……………350mm
 掘削深さ……………1500mm
 (選定用:1250, 1000mm)
 排土板(巾×高)……………1000×250mm



岩手富士産業株式会社

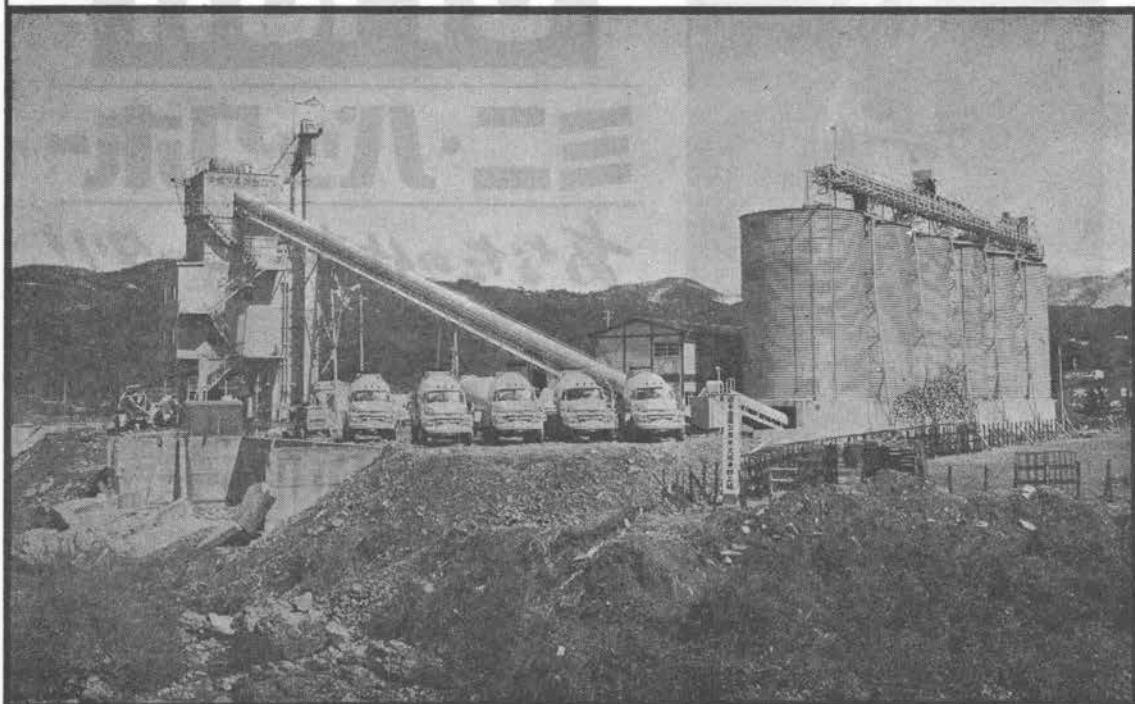
本社 東京都新宿区西新宿1-7-2(スバルビル)
 TEL 東京(03)342-2281 大代表

営業所・工場

札幌 (011) 811-6178 代表
 岩手 (01972) 3-3111 代表
 東京 (03) 342-2281 代表
 群馬 (02765) 2-1311 代表
 大阪 (06) 443-2981-2
 熊本 (0963) 54-1101 代表

現想的な生コンを迅速に生産する!

KYCバッチャー・プラント



- 他社メーカーにはみられない独特の設計
- 優秀な技術から生まれる高度な性能
- 合理的設計から生まれるズバ抜けた経済性

■ 設計・施工から、アフターサービスまで一貫して行ないます。

営業品目

砕石プラント
バッチャープラント
アスファルトプラント
クラッシャー
バッチャースケール
コンクリートミキサー
ベルトコンベヤー
設備コンベヤー

KYC 建設機械の総合メーカー 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大阪(358)6531(代表) 東京支店 TEL東京(294)1281(代表)
福岡支店 TEL福岡(43)6461(代表) 仙台支店 TEL仙台(25)4441(代表)
札幌支店 TEL札幌(26)5171(代表) 名古屋営業所 TEL名古屋(262)0251(代表)
広島営業所 TEL広島(43)2261(代表) 鹿児島出張所 TEL鹿児島(26)1650(代表)

●カタログは本社
宣伝課宛御請求
下さい。

KYC

カタログ請求券

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

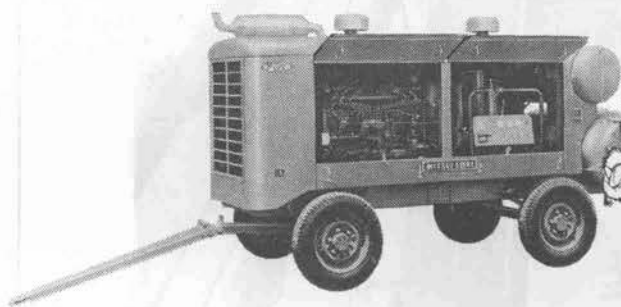
ロータリー2～17m³/min各機種

●RSシリーズ

スクリー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 (6)	1121
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 (31)	1207
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
株式会社 松田商会	福井 (24)	3330
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 (939)	1261
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 (3)	0830
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

トーマン バイブロ

高周波振動杭打機

KM2-700型 (20HP)

VM2-1200A型 (40HP)

KM2-2000A型 (55HP)

VM2-4000A型 (80HP)

VM2-5000型 (120HP)

KM2-12000型 (120HP)

VM4-10000型 (200HP)

VM2-25000型 (200HP)

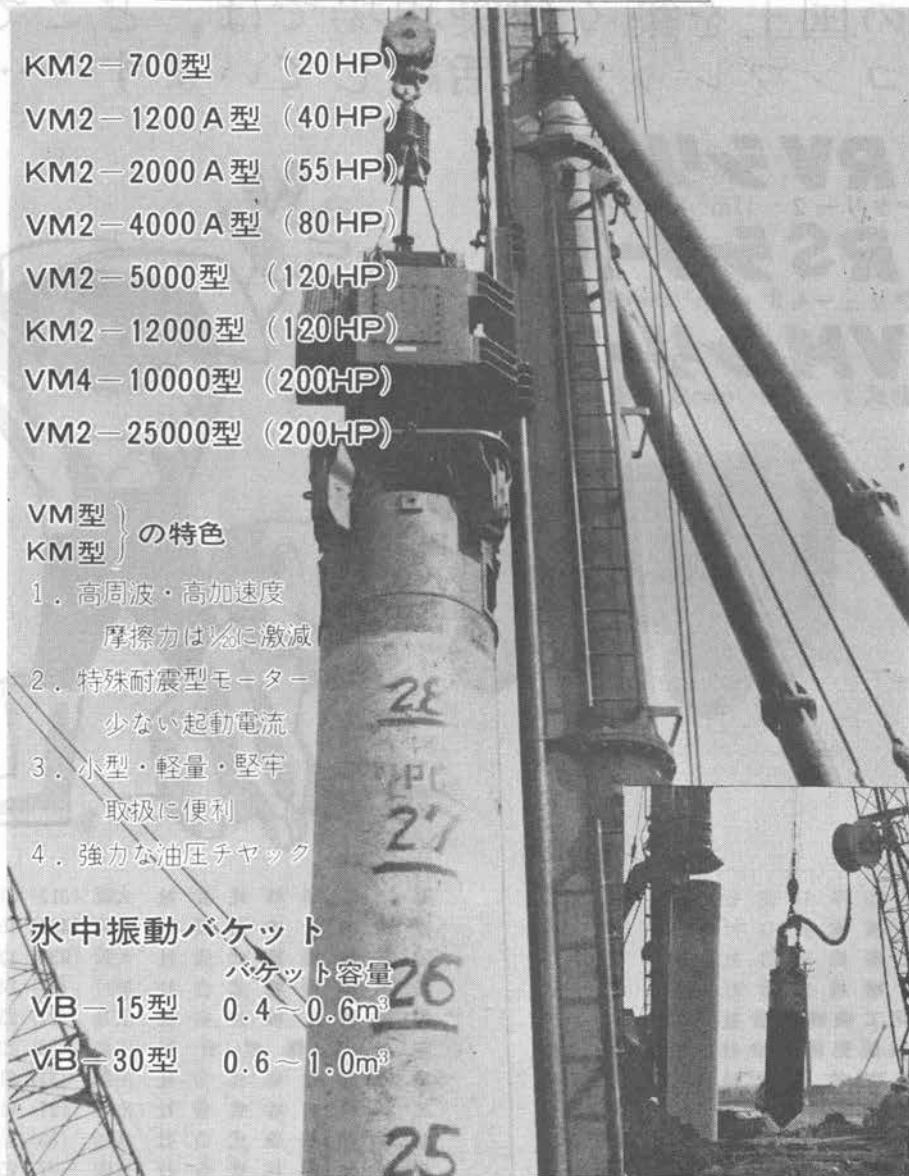
VM型 } の特色
KM型 }

1. 高周波・高加速度
摩擦力は1%に激減
2. 特殊耐震型モーター
少ない起動電流
3. 小型・軽量・堅牢
取扱に便利
4. 強力な油圧チヤック

水中振動バケット

VB-15型 0.4~0.6m³

VB-30型 0.6~1.0m³



総発売元

株式会社トーマン

建設機械部

設計監理 建設機械調査株式会社

製作工場 伊丹工業株式会社

大阪本社 大阪市東区瓦町2丁目6番地 TEL.06-203-1351
 東京本社 東京都千代田区内幸町2丁目1-1(飯野ビル) TEL.03-506-3573
 名古屋支社 名古屋市中区錦町2丁目6番2号 TEL.052-201-8111
 広島支店 広島市紙屋町1丁目2番地26号(三井ビル) TEL.0822-48-1471
 大阪本社 大阪市北区梅ヶ枝町157(高橋ビル西館) TEL.06-362-6801
 東京事務所 東京都港区高輪4-23-5(品川ステーションビル) TEL.03-443-2116
 名古屋事務所 名古屋市中区錦2丁目17番30号(河越ビル) TEL.052-211-6081
 大阪事務所 大阪市北区東淀町32番地(高橋ビル東3号館) TEL.06-353-1961
 広島事務所 広島市紙屋町1丁目2番地26号(三井ビル) TEL.0822-48-3761
 兵庫伊丹市南本町8丁目28番地 TEL.伊丹(0727)82-0201



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・5539(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) 9 0 4 1 - 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

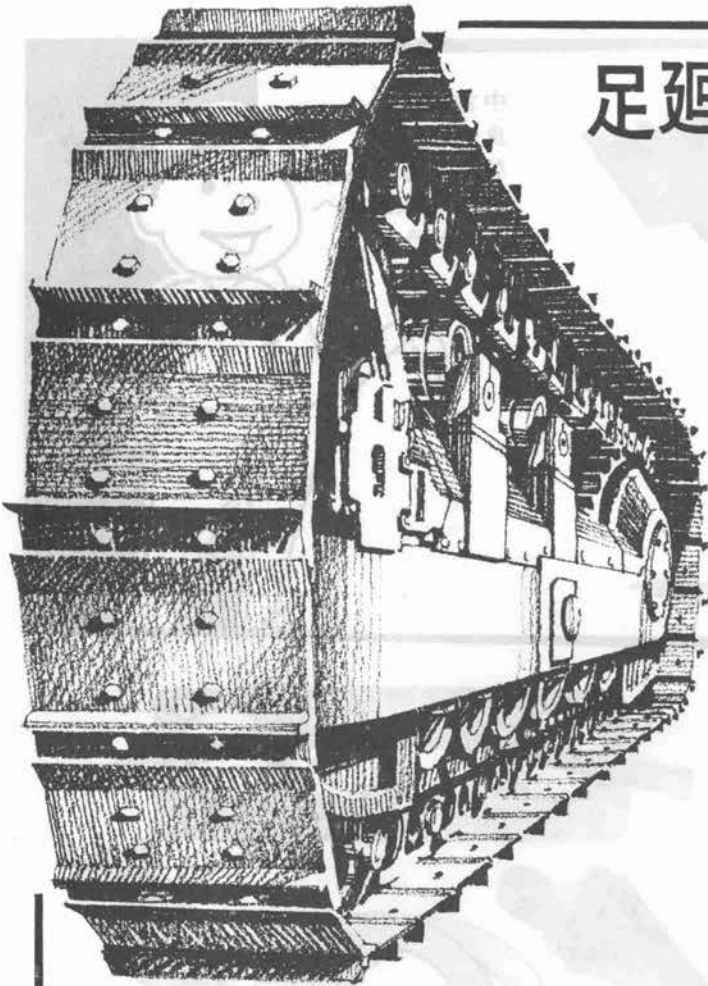
足廻りの専門家!

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) 26 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

愛知県西春日井郡師勝町大字順之庄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

大阪市福島区葛洲上1の92 458 5212(代)

川原産業株式会社

大阪市浪速区奉町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

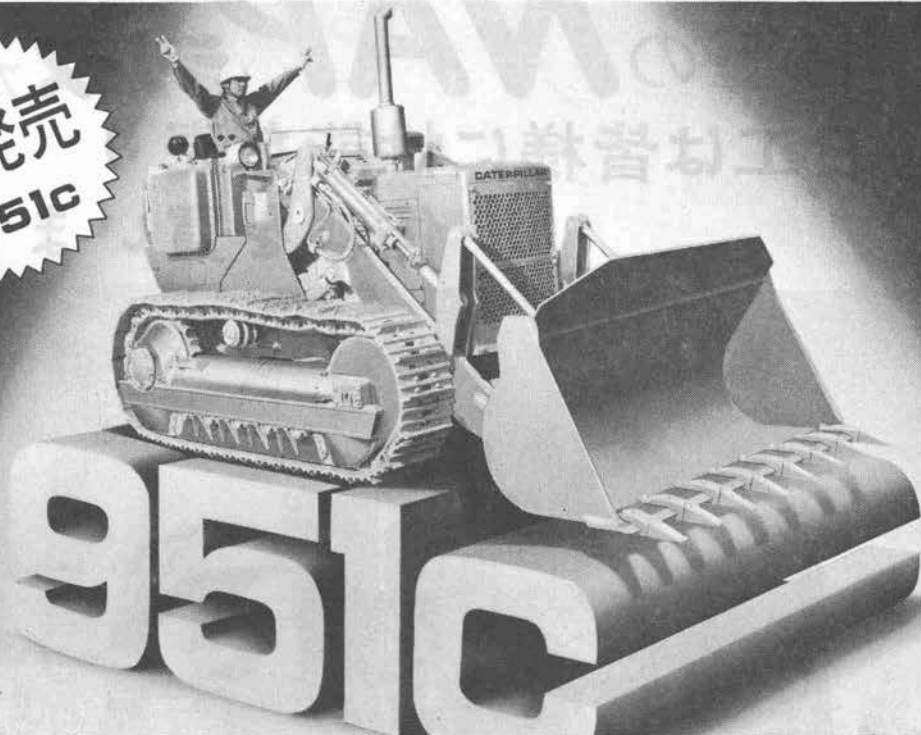
東京都大田区仲池上1-22-9
(752)3211(大代) テレックス 246-6098
土浦工場・茨城県土浦市北神立町1番10号

ペダル式ステアリング

CATERPILLAR
CATERPILLAR IS A TRADEMARK OF CATERPILLAR INC., PEORIA, ILL. U.S.A.

働き者951の新形登場

キャタピラー三菱の技術とユーザーの方々のご意見を結集しました

新発売
951C

ペダル式ステアリング——このクラス、ダイレクトドライブ式ローダで初めて採用ステアリングクラッチとブレーキが連動式です。軽く踏むと、まずクラッチがきれ、さらに踏みこむとブレーキがかかり、足だけで左右自在に、しかも確実に操向がきれます。また油圧ブースタを装備しているので、操作はひじょうにラク。そして湿式ですから、摩耗、発熱もグンと少なくなりました。

押し切るエンジン——さらに力強く、粘り強くなりました

エンジン出力を74psにパワーアップ。

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関3-6-14(三久ビル)〒100☎(03)581-6351

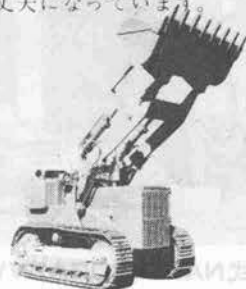
しかも、トルクライズは従来の20%から32%へ大巾に向上——実に、80psにも匹敵する実力です。突込み力が一段と増し、負荷による回転数の低下からの立ちあがり（レスポンス）もグンと速くなりました。

バケット、フレーム、ボディー各部——さらに大きく頑丈になりました

1.24m³と約7%容量アップしたバケット。カッティングエッジ、ツース、ボルトなど作業装置部品は、ひとクラス上の頑丈さになりました。掘削能力と耐久力がすぐれています。

フレーム、ボディー各部もエンジン

のパワーアップに伴い、いっそう強く丈夫になっています。



CAT951Cローダ

主な仕様

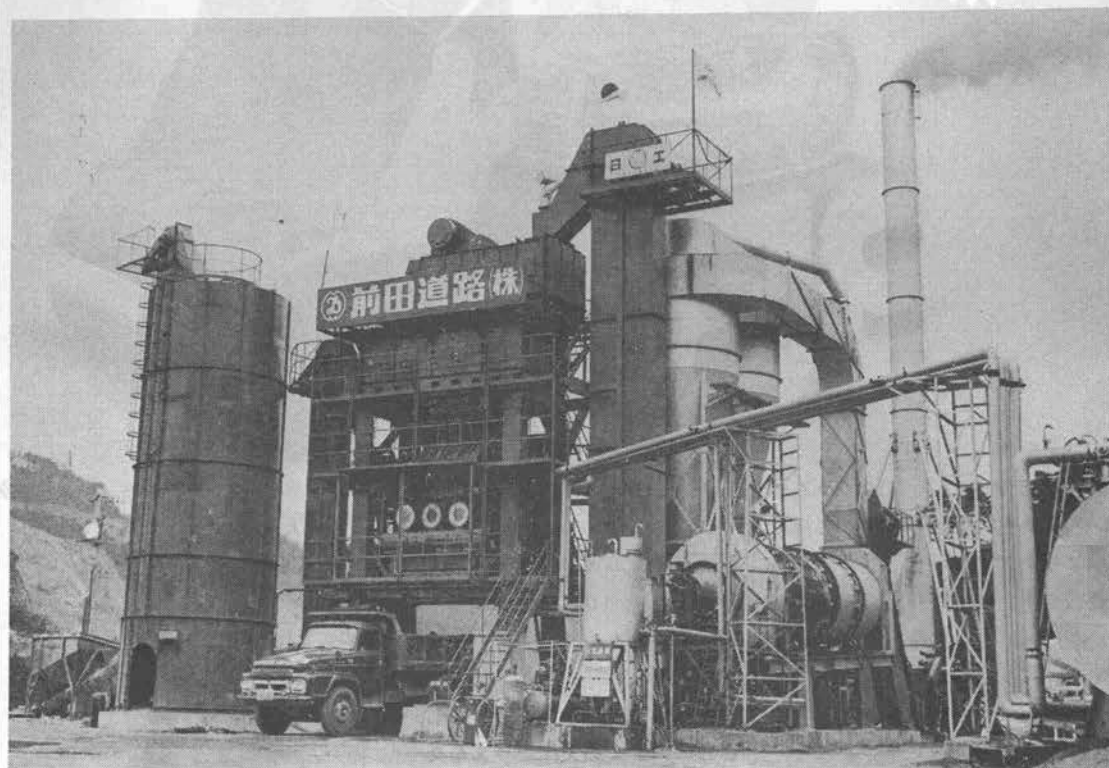
フライホイール出力(定格出力)	74ps
総重量	11,100kg
バケット容量	1.24m ³
ダンピングクリアランス	2,575mm
ダンピングリーチ	1,145mm

【特約販売店】

東関東支社 ☎(0471)67-1151	北海道建設機械販売株式会社 札幌 ☎(011)881-2321
西関東支社 ☎八王子(0426)42-1111	東北建設機械販売株式会社 岩沼 ☎(022312)3111
北陸支社 ☎新潟(0252)66-9171	四国建設機械販売株式会社 松山 ☎(0899)72-1481
東海支社 ☎安城(0566)77-8411	九州建設機械販売株式会社 二日市 ☎(09292)2-6661
近畿支社 ☎茨木(0726)43-1121	
中国支社 ☎備前川(08289)2-2151	

アスファルトプラントは

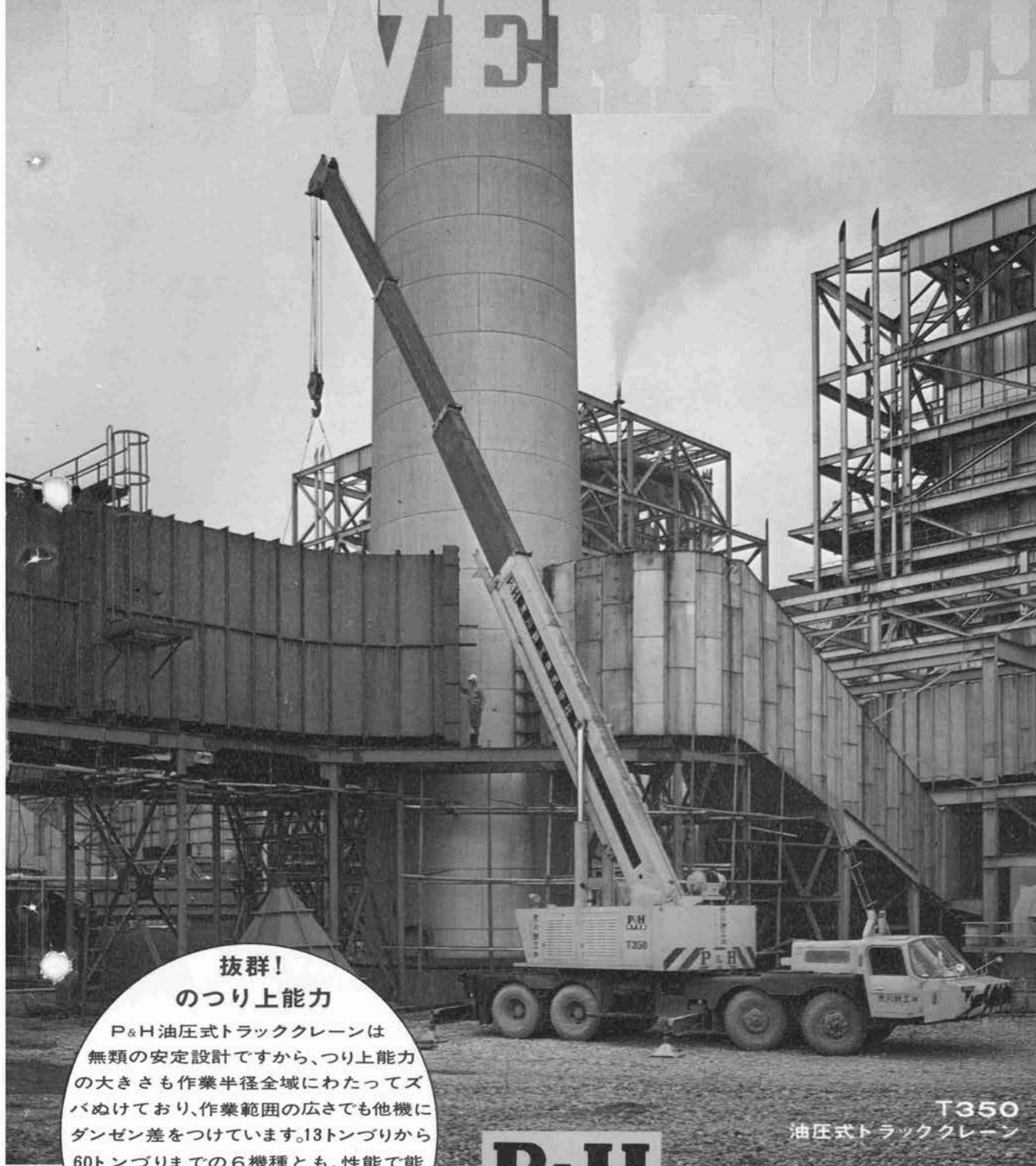
日工の **NAP** シリーズから
— 日工は皆様に性能を売り
信頼を買います —



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



T350
油圧式トラッククレーン

**抜群！
のつり上能力**

P&H油圧式トラッククレーンは無類の安定設計ですから、つり上能力の大きさも作業半径全域にわたってズバぬけており、作業範囲の広さでも他機にダンゼン差をつけています。13トンづりから60トンづりまでの6機種とも、性能で能力で格段の実力を誇り、油圧式の利点を一歩進めた使いやすさもP&Hならではです。あなたのお仕事の能率向上に、ぜひお役立てください。

P&H 油圧式
T130・T150・T200・T270・T350・T600
トラッククレーン

	T130	T150	T200	T270	T350	T600
つり上能力(t)	13.0	15.0	20.0	27.0	35.0	60.0
ブーム長さ(m)	9.5-21.0	9.6-22.5	10.0-24.0	9.5-27.5	10.0-31.9	10.9-32.0
ジブ長さ(m)	7.5	7.5	14	8	8.2-13.7	8.2-13.7

神戸製鋼

建設機械本部

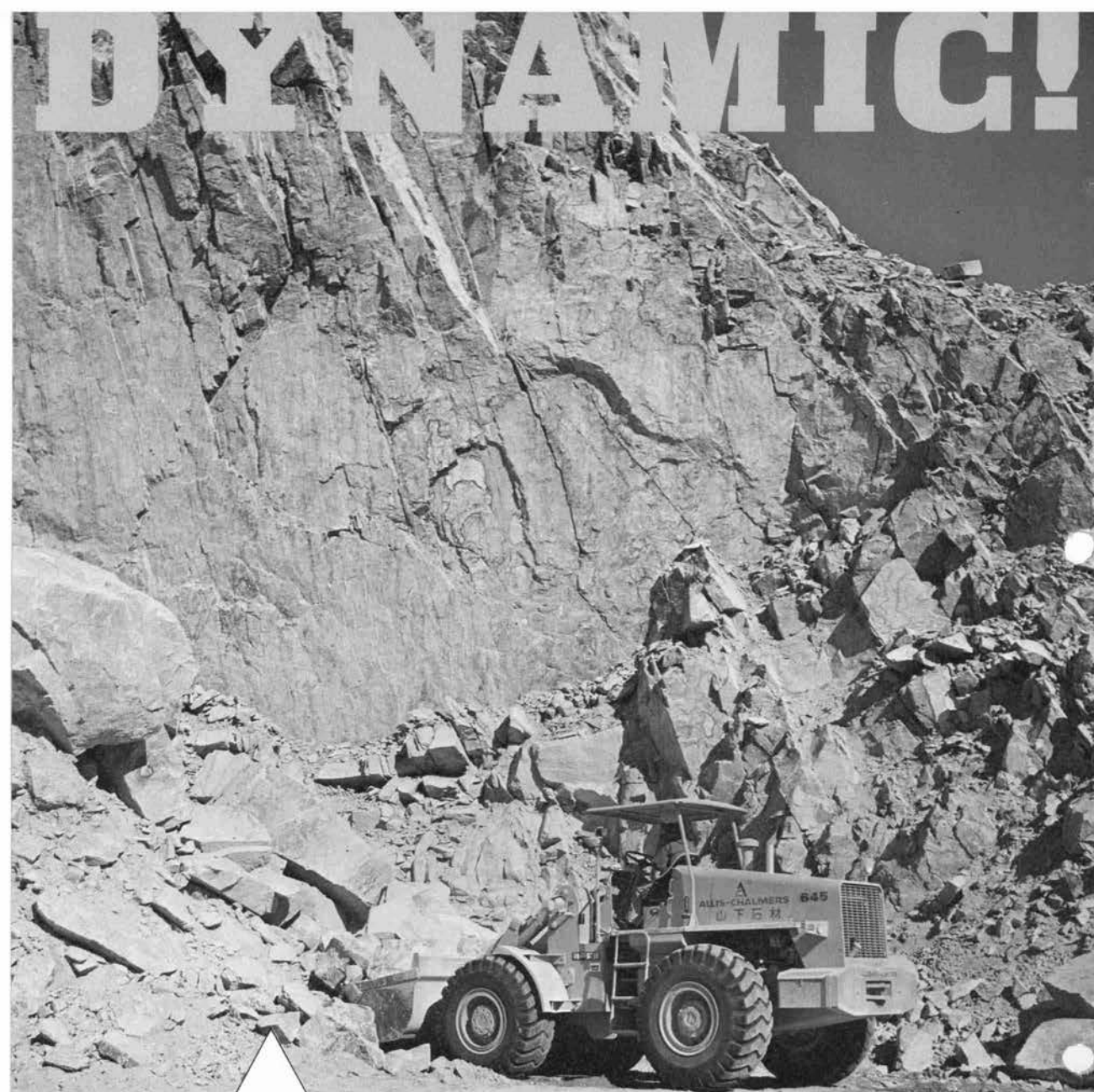
本社 神戸市灘合区船場町1丁目36番651 ☎078(25)1561
東京 東京都千代田区丸の内1-8-2 ☎100 ☎03(218)7704
大阪 大阪市東区北浜2丁目2番22 ☎541 ☎06(203)5031

神鋼商事

建設機械本部

本社 大阪市東区北浜3丁目5番541 ☎06(202)2231
東京 東京都中央区八重洲4丁目3番104 ☎03(272)6451
*カタログの掲載がございません。ご購入ください。

DYNAMIC!



ダイナミックな機動力!

アーティキュレート式

4輪駆動、国産唯一の全90°屈折を実現したこの

最新鋭ホイールローダは、機

動性・安全性・経済性など総

合力にすぐれており、全国各地の

作業現場で好評を博しています。ます

ます採算性が重視されるこれからの各

種作業にうってつけのアリスチャーマーズの

ホイールローダをぜひあなたのお仕事にお役

立ててください。

645
ホイールローダ

ALLIS-CHALMERS 545H / 645 / 745
ホイールローダ

	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
最少回転半径	4.3m	4.55m	5.16m
総重量	約10.3ト	約12.2ト	約18.2ト

神戸製鋼

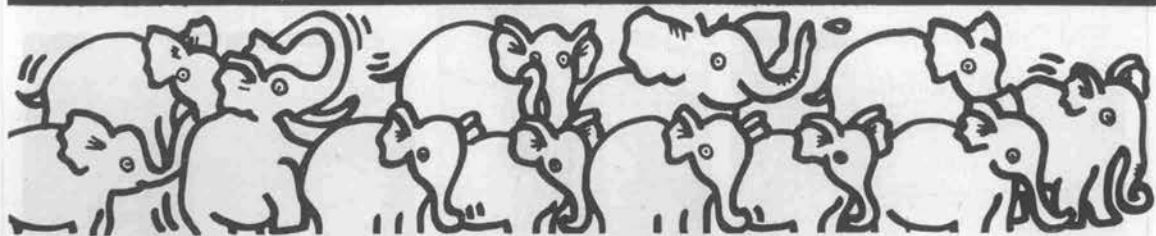
建設機械本部

本社 神戸市灘区船場町1丁目36 ● 651 ● 078(25)1551
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2丁目2-2 ● 541 ● 06(203)5031

神鋼商事

建設機械本部

本社 大阪市東区北浜3丁目5 ● 541 ● 06(202)2231
東京 東京都中央区八重洲4丁目3 ● 104 ● 03(272)6451
● カタログの用紙がございませう。ご連絡ください。



新機種75ⅢAを加えて TCMトラクタショベルの シリーズ化が 完成しました

1.9^m³



建設工事の工期短縮、コスト・ダウンには、まず現場にあわせた機種
の選定が第一条件です。

TCMは、バケット容量5.0^m³を誇る国産最大のトラクタショベル275ⅢA
に続いて、中形トラクタショベルの決定版75ⅢAを開発——工事現場
に最適な機種を自由にお選びいただけるよう、小形車から超大形車ま
で、トラクタショベルのシリーズ化を、このたび完成。ユーザーの便
益を最優先するタイヤ式建設機械のバイオニアTCMならではのワイド
セレクションが可能になりました。建設工事の省力化に豊富な経験
と高度の技術をもつTCMは今後とも、より一層ユーザー本位の考え
に徹し、建設工事の省力化に貢献すべく努力をつづけます。

省力化のシンボル

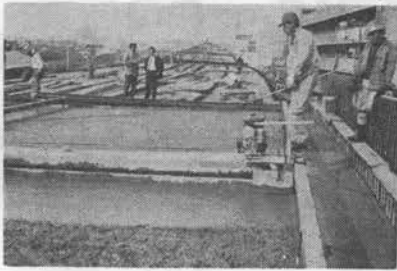
TCM

東洋運搬機

本社 千556 大阪市西区京町筋2-118 ☎(44)9151代
支社 千105 東京都港区西船場1-15-5 ☎(59)8171代

TCMトラクタショベル75ⅢA

バケット容量……………1.9^m³
最大けん引力……………11,000kg
最大走行速度……………42km/h
作業時最大出力……………138馬力



コンクリートスクリートマシン
TYPEKTK (特許出願中)

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、

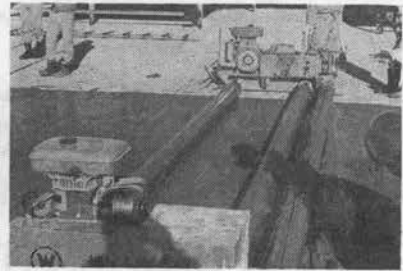


高性能・高能率

エース タンパー
(ET型)

用途

路肩、アスコンの輾圧、割石砕石の搗固め、既設道路の部分補修、狭隘場所の輾圧等。



コンクリート
ローラ・ファイニッシャー
舗装中 3m~12m

用途

道路、空港、倉庫、工場等、

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)

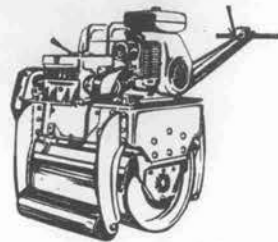
世界の建設現場で活躍する

大^タ旭^{キョク}の輾圧機

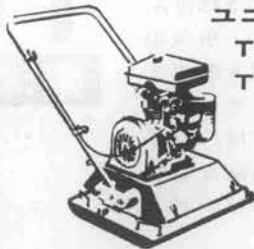
ビブラー
TV-808
TV-110



振動ローラ
TR-55



ユニプレート
TP-80
TP-120



コンプレッサー
TC-8
TC-10
TC-15



大旭建機株式会社

本社・工場 川口市飯塚町1丁目198番地 ☎川口局(0482)521981-4
海外部 東京都台東区上野5丁目16番14号(高石ビル) ☎東京(03)(832)6714
大阪支店 大阪市東区谷町4-21(第2谷町ビル) ☎大阪(06)(942)1925
福岡営業所 福岡市田中町4-4番地 ☎福岡(092)(41)6612
仙台営業所 仙台市原町若竹字町7-0番地の1 ☎仙台(0222)574760




土木基礎工事に用いた大口径掘削工法

ビル基礎工事、橋脚基礎工事、地下鉄発進堅坑、帝石式連続壁、帝石式L Pガス地下スタンド

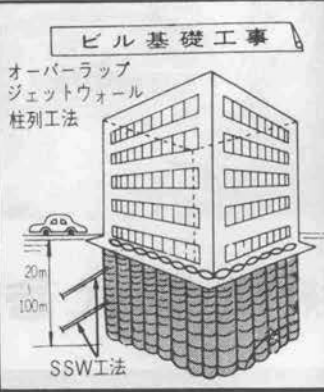
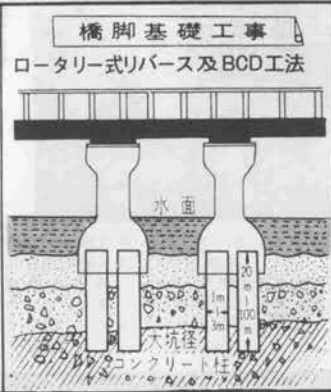
弊社は地下数千mの石油、ガスを掘鑿採取する帝国石油(株)の技術を活用し、大口径掘削に独自の技術を確認しております。また土木工事関係においては弊社独特の特許工法を開発し、あらゆる作業条件に適応した工事を行ない、皆様のご期待に応じております。弊社の大口径掘削工法は孔内安定液を用い、ロータリー式リバース掘削法により、クイ径50cm~500cm、深さ100mまでの孔を極めて垂直に掘削することができます。尚、御要望があれば坑径は坑底から坑口まで連続自動記録装置で測定致します。

現在特許出願中の工法のうち主なるものは下記のとおりです。

工法名称

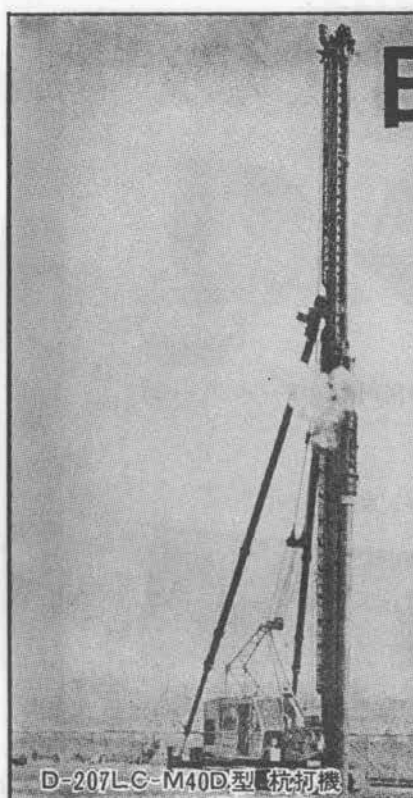
- (1) OL工法(Over Lap)  坑井をオーバーラップして掘さくすることにより地下連続壁を構築する工法。
- (2) UWD工法(Underground wall Drilling)  オーバーラップの代りに溝形孔を掘り連続壁とする工法。
- (3) JW工法(Jet Wall)  地下コンクリート柱間に孔を掘り、この孔を水圧ジェットで横に掘りモルタルを詰めて地下連続壁を作る工法。
- (4) BCD工法(Bird Cage Drilling) 一玉石層および硬壁を掘削する工法。
- (5) DRD工法(Dual Rotator Drilling) 一鋼管を挿入しながら垂直又は斜孔を掘削する工法。
- (6) OSDT工法(Off Shore Deep Trench) 一海底地盤に直径10~15mの基礎孔を掘削する工法。

この他にベンド、エルゼ工法も実施いたします。



帝石鑿井工業株式会社

本社 東京都渋谷区幡ヶ谷一丁目三一
電話 大代表(四六)二二三二直通(四六)三四一七



日本車輛の建設機械

- 三点支持杭打機
- 万能掘削機
- スクレップドーザー
- トラッククレーン
- トレイラー
- ディーゼル発電機

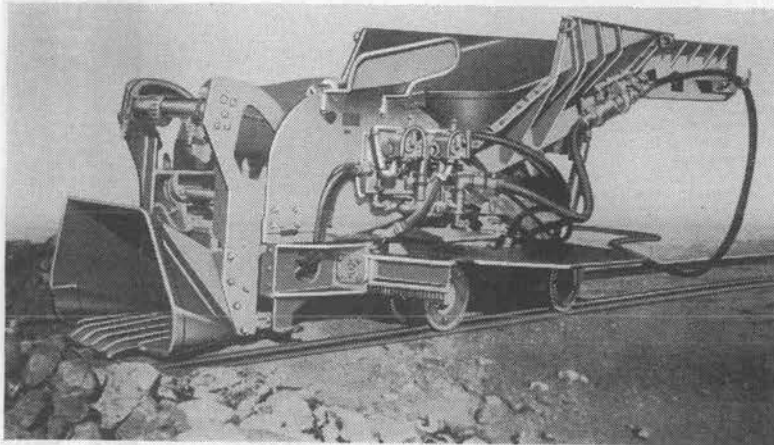


建設機械代理店 重車輛工業株式会社

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
 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-207LG-M40D型 杭打機

“太空” 950型ローダ



- ローダ
- SSコンベヤローダ
- タイヤローダ
- ダンプローダ
- サイドダンプローダ
- エアーホイスト
- エアーモータ

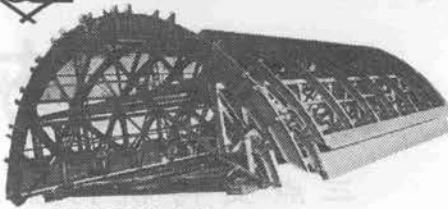


太空機械株式会社

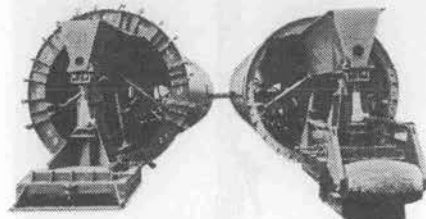
営業所	東京都中央区日本橋室町1の16	☎03 (270) 1001代
羽田工場	東京都大田区東糞谷町4-6-20	☎03 (741) 6455代
広島サービスセンター	広島市吉島東2-17-34	☎0822 (43) 2507
札幌営業所	北海道札幌市南11条西6-419	☎011 (511) 6151
福岡営業所	福岡市大名2-19-30	☎092 (74) 2881
大館営業所	秋田県大館市御成町1-17-3	☎01864(2) 3704



東洋一のトンネル建設機械メーカー



山陽新幹線上半スライドセントル



シールド工事前円型スチールフォーム

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 | ○ダム用ライトゲージ |
| ○プレートフィダー | ○支保工 |
| ○チップラー | ○橋梁 |
| ○スロープフォーム | ○その他建設機械一般 |

PAT
32529
32926
26661
39445
13222
4277
24893

プレートフィダー



岐阜輸送機株式会社

本社 岐阜市光明町3丁目4番地 電話(0582) 51-2541~3
那加工場 岐阜県各務原市那加新加納南荒子 電話(0583) 82-1251~3

ORBITROL



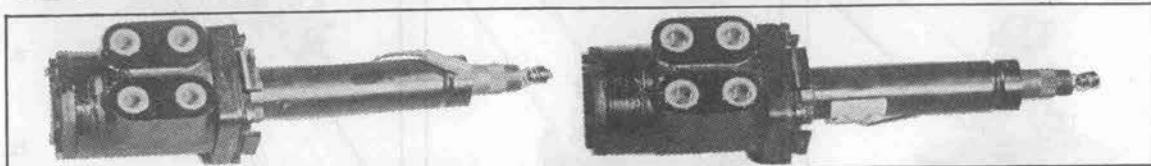
Danfoss

リンク機構を必要としない舵取倍力装置



Char-Lynn

オービットロール®



POWER STEERING CONTROL

オービットロールは、操舵輪と車軸との間に機械的リンクを必要としない全油圧方式の舵取装置で、モビールクレーン、ロードローラー、フォークリフト、トラクター、農耕機、船舶等に使用することができます。

特徴 運転者の疲労軽減 / 取付容易 / 小型・軽量



総輸入元

自動車機器株式会社

本社 東京都渋谷区代々木2丁目10番地 電話 東京(379)2211(大代表)
工場 埼玉県東松山市神明町2丁目11番6号 電話 東松山(2)2650(代表)

- 高い粘性によるコストダウン
- 高い膨潤
- 少ない沈澱
- 品質安定

業界に絶対信用ある…
山形産ベントナイト
基礎工事用泥水に

クニゲル



国峯砒化工業株式会社

ベントナイト産業株式会社

代理店

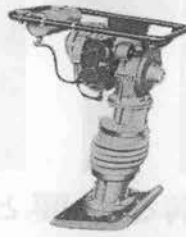
本社 東京都中央区新川1-10 電話(552)6101代表
工場 山形県大江町左沢 電話 大江 2255-6
山形県大江町月布 電話 真見 14

東京都港区新橋2-18-2 電話 東京(571)4851-3

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(代)
TEL(〇三)七三二一四七七九営業部直通
大阪市阿倍野区昭和町三三二二六
TEL(〇六)六二八〇三三六一二(代)
宮城県仙台市卸町三一〇
TEL(〇二二)五七五五四四(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



トロコイドポンプ

2号型

200000台突破!

焼入研磨ローターセット
組込みによる高耐久力!
小型! 高性能! 騒音がない!

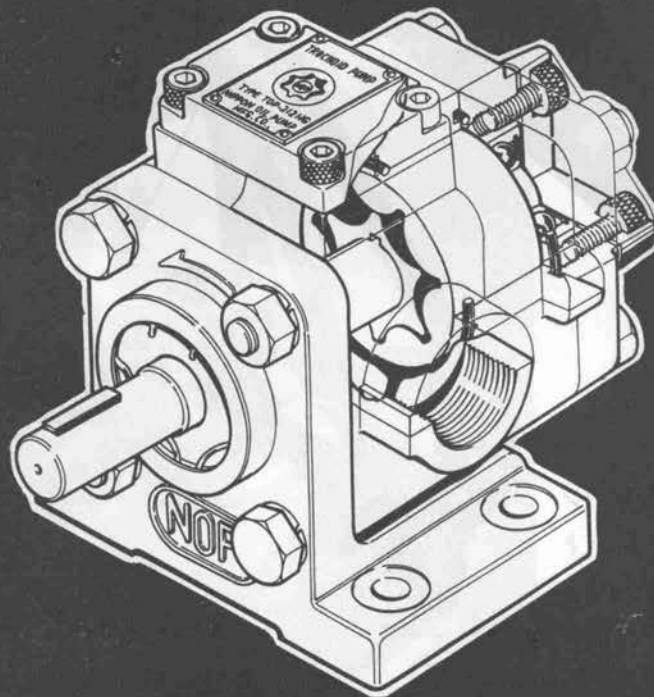


日本オイルポンプ製造株式会社
日本ジーローター株式会社
(製品総販売元 及び米国
チャーリン社製品取扱い)

(オービットモーターに使
用のジーローターセット)

オイルポンプ販売株式会社
東京都品川区上大崎2丁目15番 目黒東豊ビル5階
TEL 442-7231-6

35 kg/cm²、70 kg/cm²、105 kg/cm²
0.5 l/min ~ 500 l/min



営業品目

LUBRICATOR

Vesta Fuel-PUMP

LUBRI-MOTOR

TROCHOID-PUMP

GEROTOR-PUMP

ORBIT-MOTOR

50 kg/cm²・1/2~4 l

7~50 kg/cm²・灯・重油

1~70 l/min

35 kg/cm²・1~500 l/min

70 kg/cm²・1~100 l/min

低速・高トルク・小型
チャーリン社



注 油 器

燃 焼 用 ポンプ

リ ュ ー プ リ モ ー タ ー

ト ロ コ イ ド ポンプ

ジ ー ロ ー タ ー ポンプ

オ ー ビ ッ ト モ ー タ ー



亦木の バケツ

好評絶賛をうけている
石掘みバケツ
(6枚刃クラッチバケツ)

超大塊には3枚刃
オレンジピール型
バケツを!!

営業 品目

各種クレン
クラッチバケツ
クラムシェル型バケツ
各種専用バケツ

株式会社
亦木荷役機械工務所

本社工場

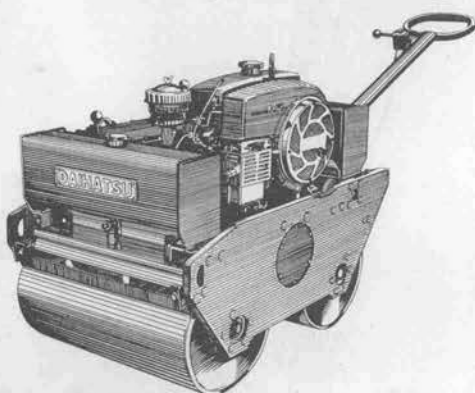
千葉県松戸市上本郷536
TEL 0473 (62)9131(代)

《新発売》
小形全輪駆動振動ローラの決定版!



VRD TYPE

(総重量 750kg)



第1位の納入実績を誇る
ダイハツバイブレーションローラ

タンデム形	2.5	トン
〃	3.2	
〃 (タイヤ付)	1.9	
トレーラ形	3.9	
法面締固器	2.0	

DAIHATSU

ダイハツディーゼル株式会社

大阪市大淀区大淀町中1丁目1

電話(大代表) 大阪 451-2551

東京営業所	電話(大代表)	東京	(279)	0811
名古屋営業所	電話(代表)	名古屋	(321)	6431
福岡営業所	電話(代表)	福岡	(41)	8431
札幌営業所	電話(代表)	札幌	(23)	7246
仙台営業所	電話	仙台	(27)	1674
高松営業所	電話	高松	(81)	4121

CASE


ケース350型 ローダー・バックホー

〈新発売〉



- 前後進即時切換
- トルクコンバーター
- 3スピードトランスミッション
- 1本レバーコントロール
- 自動水平装置
- シールド・トラック
- フェイスタイプシール
- 無給油式ローラー
- バックホー自動停止装置

製造 J.I. CASE COMPANY, RACINE WISCONSIN U.S.A.

A major component of  Tenneco Inc.

総発売元



中道機械産業株式会社

本社：東京都新宿区角筈1丁目827番地 中央本部：東京都新宿区角筈1丁目827番地
電話 352-6111(代表) 電話 352-6111(代表)
東北本部：仙台市遠見塚3丁目14番27号 九州本部：福岡市古小鳥町70番地
電話 86-2481-2 電話 53-5437-9

株式会社中道機械

本社：大阪市西区鶴2丁目56番
電話 444-1531

ジェイ・アイ・ケース(ジャパン)株式会社 東京小平郵便局私書箱5号



クラス最高のバックホウ能力を
 あなたの仕事に
 お生かしくください

市街地作業に…
 隊道工事に…
 宅地造成工事に…
 道路工事に…

より深く、より遠くまで掘れて、操作もレバー2本でOK！
 人手に代わる機械として、また大型機の補助用として大活躍します。

バックホウバケット容量……0.13m³
 ローダバケット容量……0.7m³
 定格出力……45PS
 全装備重量……7t
 (95バックホウ装着時)

JD350
日立バックホウローダ



日立建機株式会社

東京都千代田区内神田1-2-10号
 〒101 TEL(03)293-3611(代)

YANMAR DIESEL ENGINE

軽量・小形＝移動に便利！

ヤンマー-パーキンス 発電機セット

YPG 形シリーズ / 20~80KVA



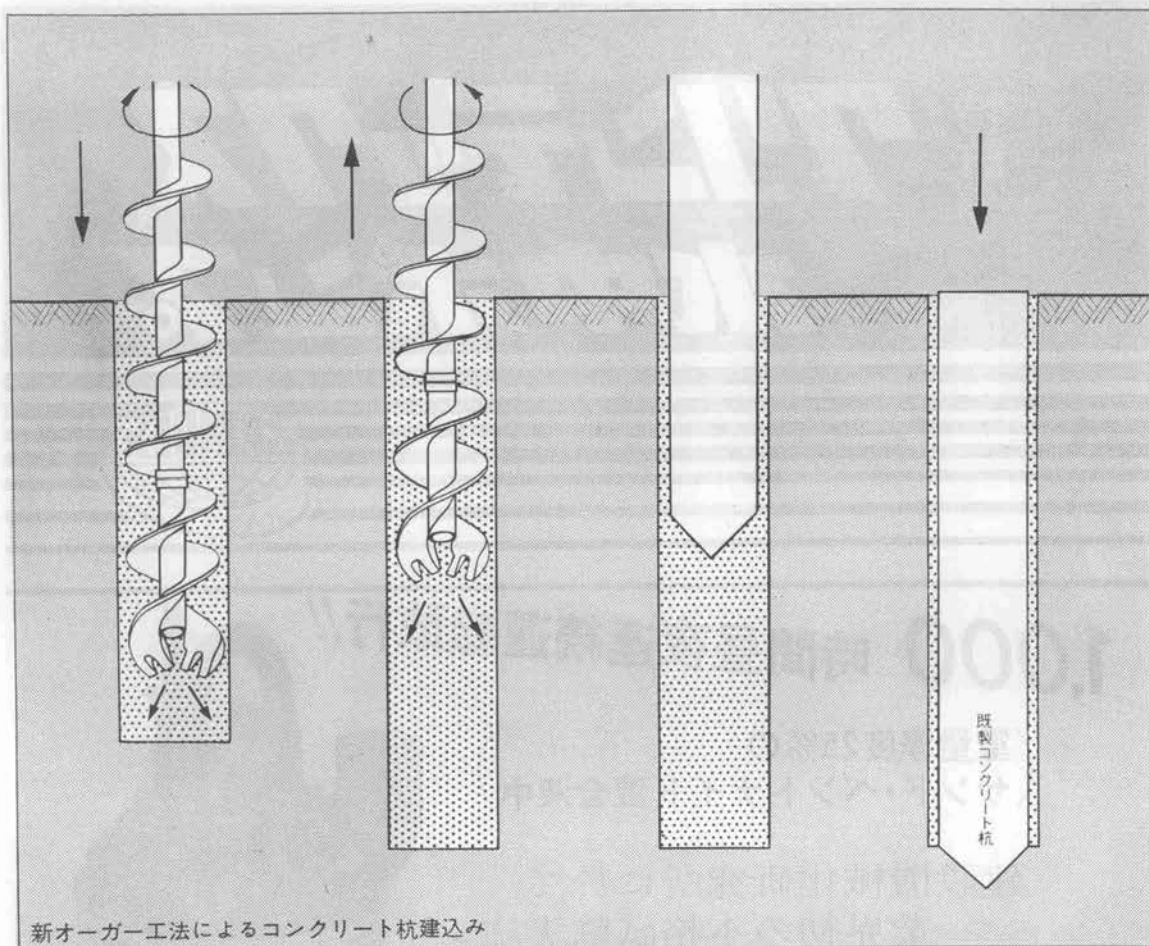
■土木建設機械用 2-2000馬力

**ヤンマー
ディーゼル**



ヤンマーディーゼル株式会社

本社 大阪市北区茶屋町六二番地 (郵便番号・530)



新オーガー工法によるコンクリート杭建込み

時代が変わる・工法が変わる——

これは三和機材の土木建設機械・アースオーガーの工法の一例です。スクリューで地盤に穴をあけると同時にモルタルを注入し、杭をたてる三和機材だけの画期的な工法。公害問題としてクローズアップさ

れている騒音・振動も、杭打作業から完ペキに除去できます。しかも経済的な工法。すでに数多くの工事現場で続々と採用されているのもそのためです。高性能・耐久性・使い良さにより、工期短縮と

経費節減を確約する三和機材のアースオーガー。つねに最新の土木建設機械を創り続ける三和機材が、特に自信をもってお推めしている最新の製品です。あなたの工事現場でも、ぜひ、ご採用ください。

主なる営業品目・アースオーガー・ドーナツオーガー・モルタル用パッチャー・プラント・テアリフト・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**

三和機材株式会社

本社／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／大阪市東区北久宝寺町2-60-1
電話 06(261)3771〈代表〉

特許

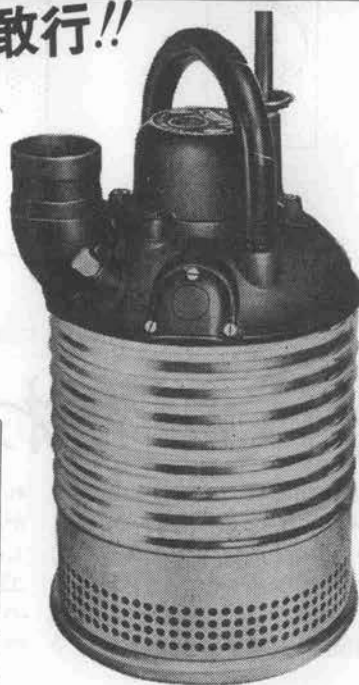
グリンデックス 水中ポンプ。



1,000 時間昼夜連続運転敢行!!

(重量濃度25%の
サンド・ベントナイト混合液中)

建設機械化研究所に於て
業界初の本格試験実施。



- 重量・他社のポンプの $\frac{1}{3}$
移設費・仮設費ゼロ!!
- 連続ドライ運転OK!!
(特許空冷バルブ装備)

型 式	口 径 in	重 量 kg
19H型	6, 4	140
19 型	8, 6	140
5H型	4, 3	48
5 型	6, 4	40
3 型	4, 3	35
2 型	3, 2 $\frac{1}{2}$	23
1 型	2 $\frac{1}{2}$, 2	17

〈御一報次第資料送呈〉



総 発 売 元

ラサ商事株式会社

本 社 ☎104 東京都中央区日本橋茅場町1の12(郵船茅場町ビル) 電話(03)668-8231
 大 阪 支 店 ☎530 大阪 市 北 区 宗 是 町 1 (大 ビ ル) 電話(06)443-5351
 北 海 道 営 業 所 ☎065 北 海 道 札 幌 市 麻 生 町 3 丁 目 8 0 1 電話(011)711-8564
 仙 台 営 業 所 ☎983 仙 台 市 小 田 原 山 本 丁 1 番 地 (金 剛 ビ ル) 電話(022)57-4251
 名 古 屋 営 業 所 ☎460 名 古 屋 市 中 区 錦 1 丁 目 18-16 (グ リ ー ン ビ ル) 電話(052)211-3300-1
 福 岡 営 業 所 ☎812 福 岡 市 東 浜 町 1 の 1 (ターミナルビル) 電話(092)64-4431-4
 東 京 機 械 工 場 ☎136 東 京 都 江 東 区 東 砂 1 丁 目 3 の 41 電話(03)646-3881-2

減速機のいらない

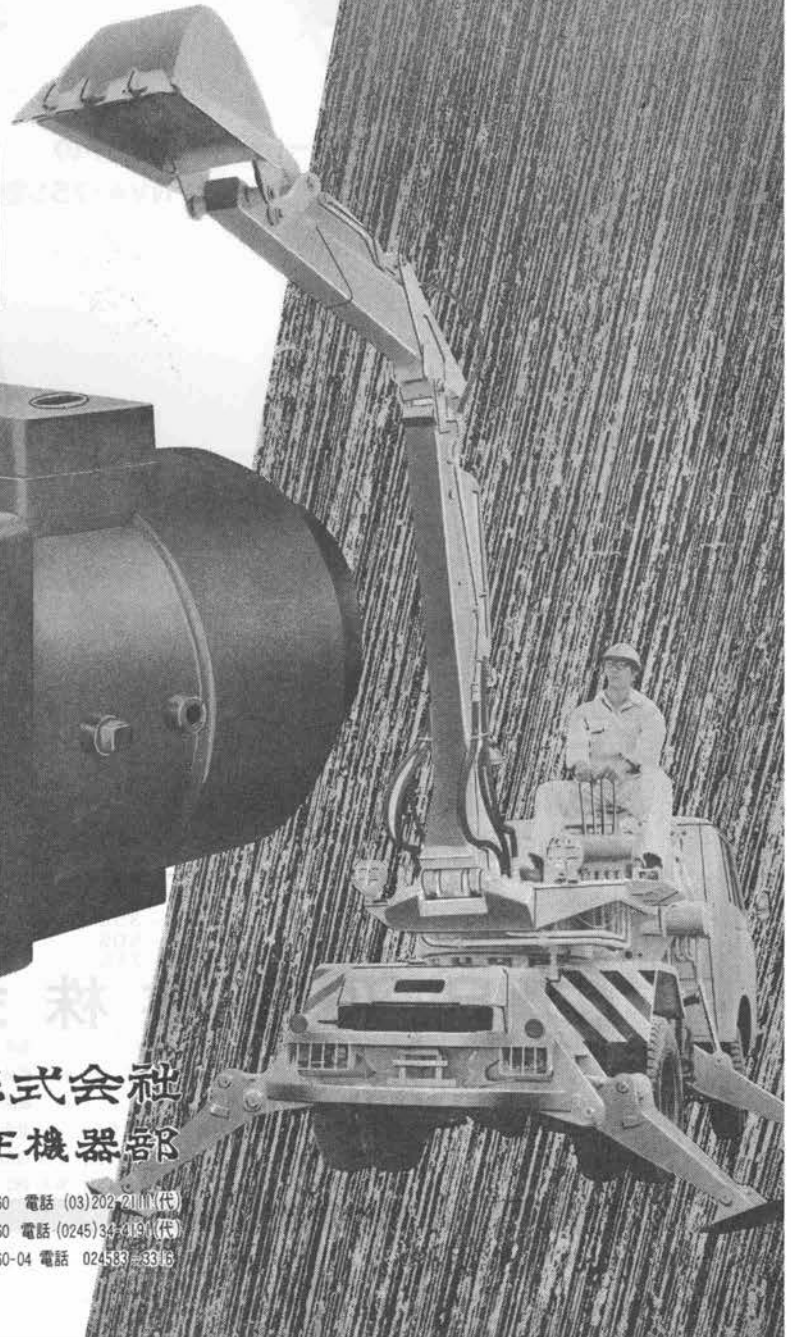
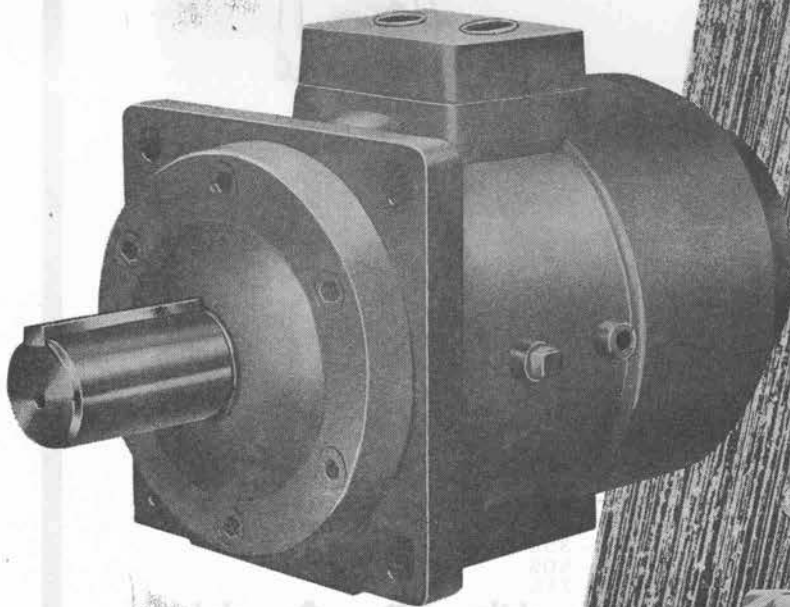
HIHY-MOTOR®

特長

- 全く新しい型式の油圧機器である
- 小型で高トルクである
- 高減速比なので低速である
- 中間減速装置が不要である
- インボリュート歯車なので動力の伝達が円滑である
- 簡単に正逆が得られる

仕様

形式	HMP-2024
最大トルク	80kg-m (140kg/cm ²)
回転数	30~150rpm
理論排出量	500cc/rev
重量	50kg



協三工業株式会社
油圧機器部

東京事務所 東京都新宿区西大久保1-433(西北ビル3階) ☎160 電話(03)202-2111(代)
本社・工場 福島市三河南町8-3-6 ☎960 電話(0245)34-0191(代)
伊達工場 福島市外伊達町雪車町28-1 ☎960-04 電話 024583-3316

NIPPEI

安全で高能率——
基礎工事に欠かせぬハイ・パワー

ニッパイクレイブ



スーパー

シートパイル打込中の
NVA-75S型

好評発売中

- ミニ・タイプ ■ スーパータイプ ■ エキストラクタータイプ
- NVA-5 NVA-15S NVH-30
- NVA-30S
- NVA-50S NVK-50
- NVA-75S



日平産業株式会社

本社	東京都港区芝浜松町3-5(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	横浜市金沢区瀬口120	電話045(781)211-1(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)848-1(代表)
名古屋営業所	名古屋市中村区広小路西通3-9(信泉ビル)	電話052(581)932-1~3
出張所	札幌 011(261)0331・仙台 0222(21)5151・小山 02852(2)3742	
	富山 0764(32)7137・広島 0822(28)0558・福岡 092(77)3131	

「大きな仕事だぞ…」
と思ったら
指1本のY-90



フィンガーコントロール付 抜群の操作性——



三菱ユニボ
Y-90

● ユンボシリーズにはこのほか、Y-55A、Y-55LA、H-50、Y-35の各機種が揃っています。

三菱ユニボパワーショベルY-90

*バケット容量………0.55m³(標準) *総重量………15,300kg(標準アタッチメント付) *エンジン出力………66PS

硬い地盤・広い現場を請負ったら

Y-90の掘削力におまかせください。
NO.2ジャッキは12トン、NO.3ジャッキ
なら10.8トンを強力に掘削。どんな
に広い現場でもバッチリOK。硬土質
ほど実力がわかる頼もしさ。

Y-90は圧倒的な強力掘削を保証します。

バクバク掘りたいなら

Y-90のフィンガーコントロールが引
き受けます。作業用レバーに国産初の
サーボ(油圧倍力装置)をつけました。

だから、指1本の力で軽々操作できます。
Y-90は疲労させずに大量掘削を約束
します。

オペさんに少しでも楽をさせたいなら

Y-90はオペレータの苦労を解消しま
した。リンク式クローラーの足まわ
りは完全無給油。これほど手間のい
らないショベルはありません。その
うえキャabinは広く、居住性第一に
設計しました。

Y-90はオペレータ天国を実現します。



三菱重工業株式会社

総販売代理店

三菱商事株式会社

販売店

東京産業(株) ☎東京(212)7611

新東亜交易(株) ☎東京(212)8411

建設機械事業部 東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎(212)3111

建機冷機部 東京都千代田区丸の内2-6-3 〒100 ☎(210)2121

(株)米井商店 ☎東京(561)1171

楢本興業(株) ☎東京(214)7531

新菱重機(株) ☎東京(582)3231

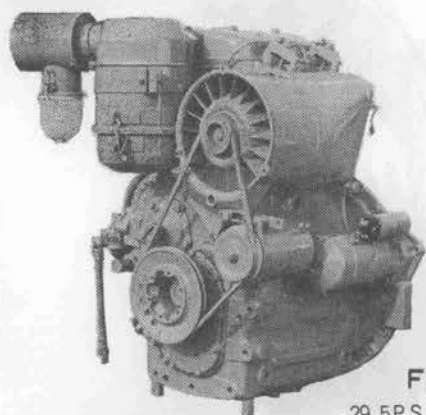
楢崎産業(株) ☎札幌(261)3241

四国機器(株) ☎高松(61)9111

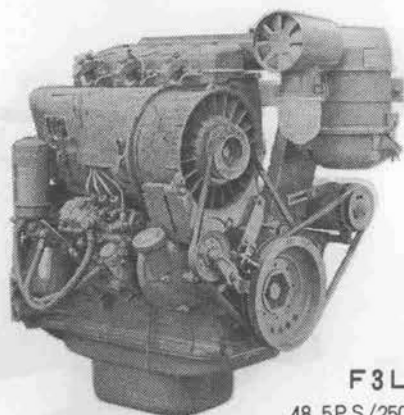
北菱重機(株) ☎小松(21)3311

MITSUBI-DEUTZ

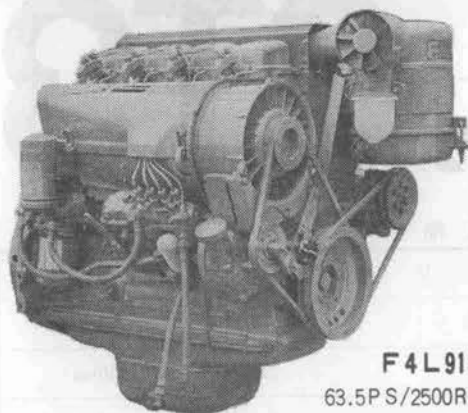
F/L912シリーズ 空冷・ディーゼル・エンジン



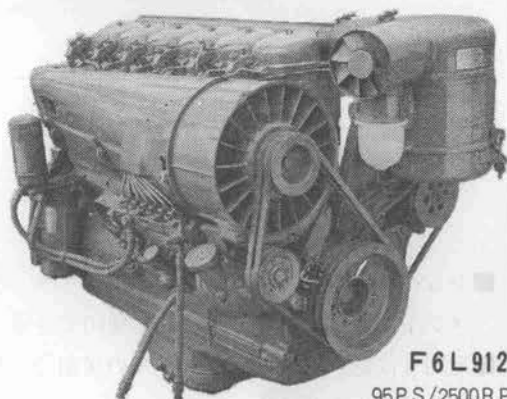
F2L912型
29.5PS/2300RPM



F3L912型
48.5PS/2500RPM



F4L912型
63.5PS/2500RPM



F6L912型
95PS/2500RPM

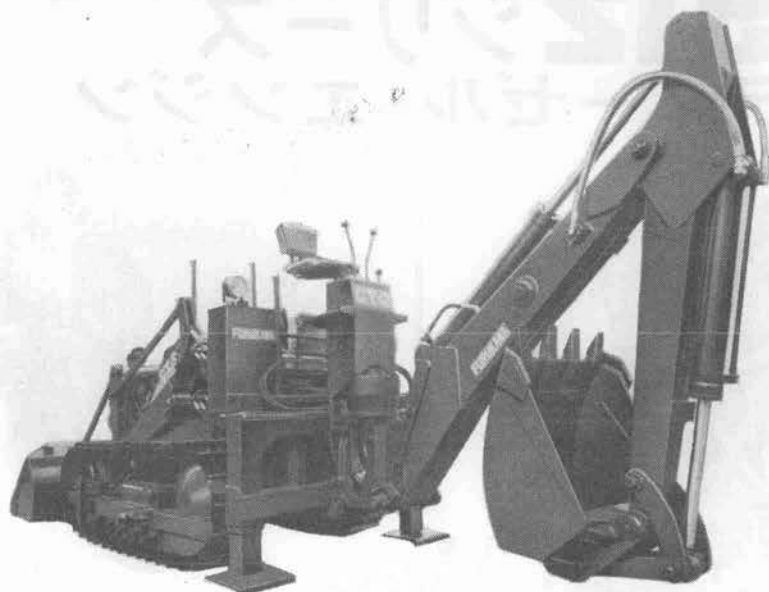
空冷ディーゼルの**MITSUBI-DEUTZ**が
自信をもってお薦めする**最新型 - F/L912シリーズ**
これぞ、空冷・ディーゼル・エンジンの決定版 !!



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)

人手不足を解消する



古河の スライドバックホウ

CT3

- ショベル、ドーザ、バックホウなどアタッチメントの装着によって多目的に使用できます
- 足回りはフローティングシールの採用で苛酷な作業でも安心です
- 大形ダンプにも楽に積込めます
- 4t積み以上トラックで簡単に移動できます
- サイクルタイムが短かく作業能率が向上します

●仕様

全 装 備 重 量	3,900kg(S)
全 長	3,670mm
全 幅	1,500mm
全 高	2,190mm
定 格 出 力	38P S
定 格 回 転 速 度	2,400rpm
シ ョ ベ ル 容 量	0.4m ³
バ ッ ク ホ ウ 容 量	0.14m ³
排 土 板	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) 51-1111 札 幌(011) 261-5686
建機販売・サービスセンター 田 無(0424) 73-2641

最大舗装巾8.5mの画期的新製品



BARBER-GREENE SB-50型 ASPHALT FINISHER

卓越した特徴

- 全油圧駆動による円滑な無段変速
- 独特のPave-Commandによる
全自動運転方式の採用

● 詳細は右記にお問い合わせ下さい。

Barber-Greene



本邦取扱店

極東貿易株式会社
建設機械部

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・沼津・名古屋・大阪・福岡
指定整備工場：マルマ重車輛株式会社
東京都世田谷区桜ヶ丘1-2-19 電話 (429) 2131



優れた万能掘削積込機

ケース580型コンストラクション キング

- 高トルク、低燃費、長期使用に耐えるディーゼルエンジン

- 4.2メートルのバックホーは速く迄届き、深く掘れ、高く積込が可能



- 前後進即時切替レバー 前進 8速 後進 8速
- バックホーの取外しは迅速、簡便
- ケース独特の油圧式自動水平装置付ローダー
- 分割型バックホーの油圧コントロールバルブは維持費が安くサービスが簡単
- サイドシフトバックホーの移動はオペレーターが座席に坐ったままで僅か5秒
- 油圧式ブームスウィング自動停止装置
- ローダー操作はレバー1本、バケット降下即掘削が可能な自動装置付

総発売元



中道機械産業株式会社

本社：東京都新宿区角筈1丁目827番地
電話 352-6111(代表)

東北本部：仙台市遠見塚3丁目14番27号
電話 86-2481-2

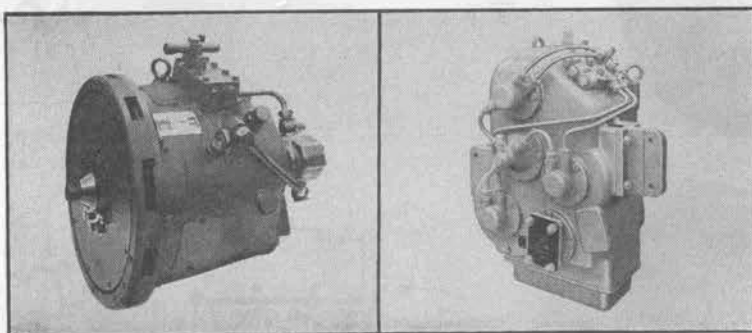
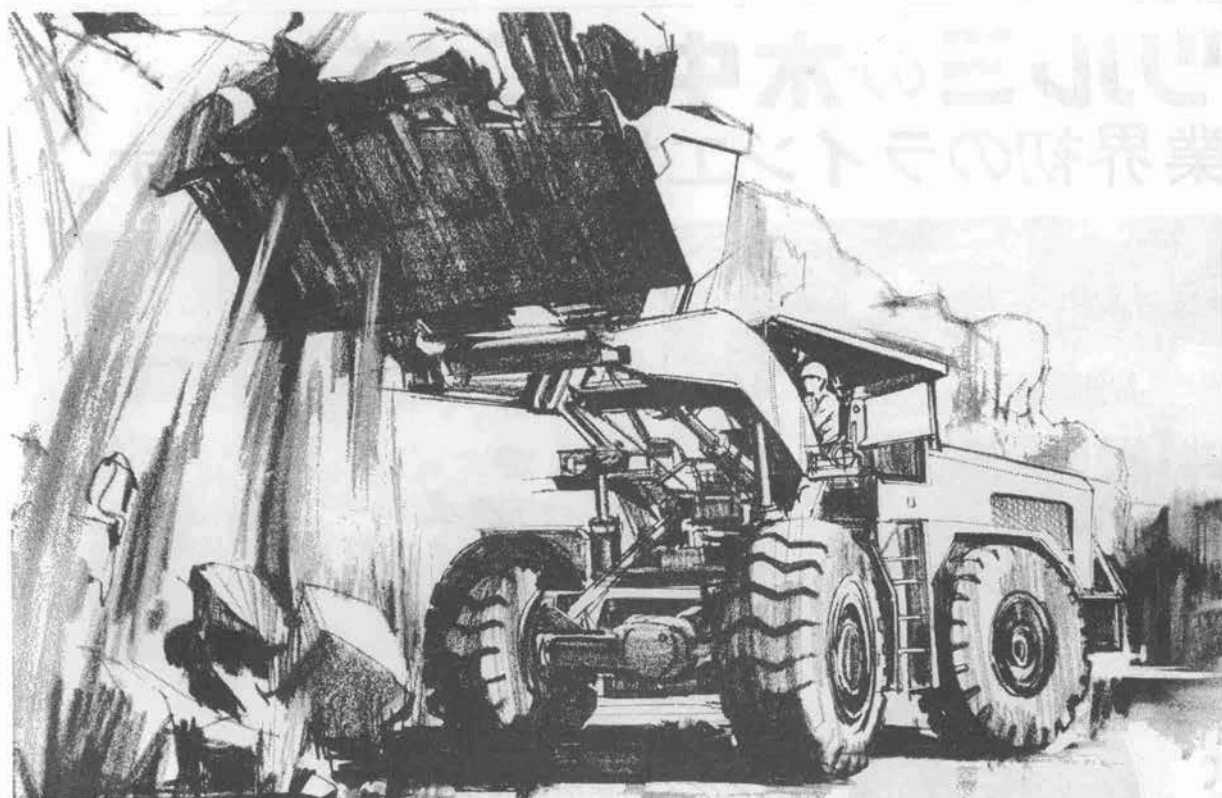
中央本部：東京都新宿区角筈1丁目827番地
電話 352-6111(代表)

大阪本部：大阪市西区靉2丁目56番地
電話 444-1531

九州本部：福岡市古小鳥町70番地
電話 53-5437-9

ジェイ・アイ・ケース(ジャパン)株式会社 東京小平郵便局私書箱5号

マーケットシェア48%……その実力を誇るオカムラのトルクコンバータ!



省力化機械をさらに省力化するオカムラのトルクコンバータ——

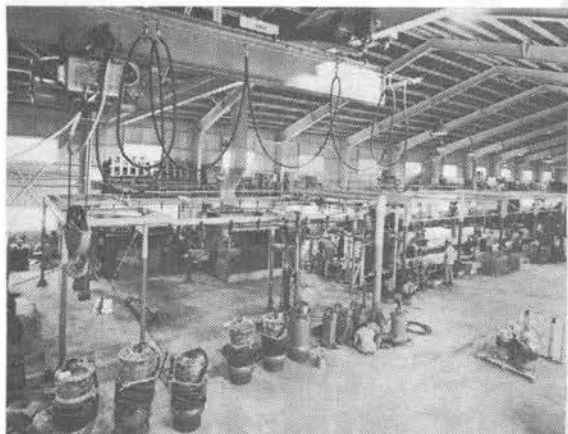
- 起動から全速まで自動変速できます
- 作業のサイクルタイムが短縮されます
- 原動機と動力伝達装置を保護します
- 作業効率と経済性を高めます
- 不快なエンストがなくなります
- オペレーターの疲労度が軽減されます

オカムラ トルクコンバータ

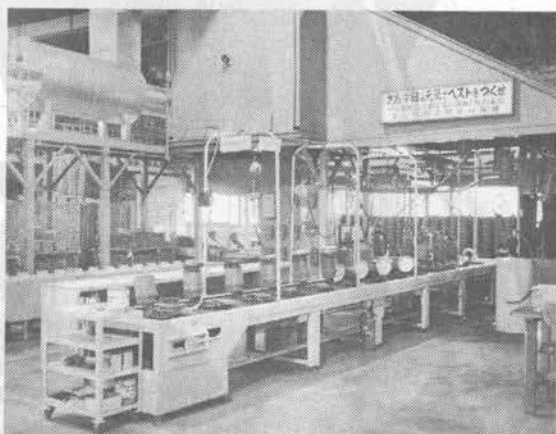
株式会社岡村製作所・機械事業部

カタログさし上げます。お問合せください—— ●機械営業部 東京営業所：東京都港区赤坂3-6-12 山登ビル TEL 03(584)-0331 千107
●大阪営業所：大阪市東区本町4-4-1 本町野村ビル TEL 06(261)-6373 千541 ●刈谷営業所：愛知県刈谷市東陽町3-15 TEL 0566(21)-4591 千448

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

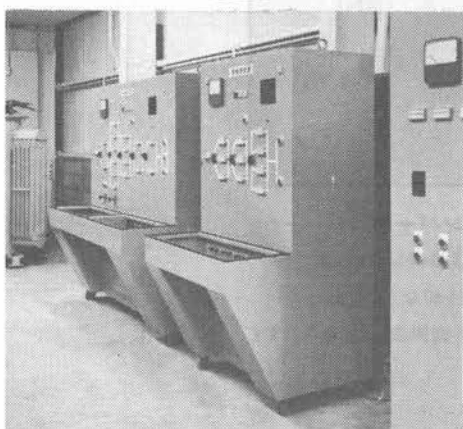
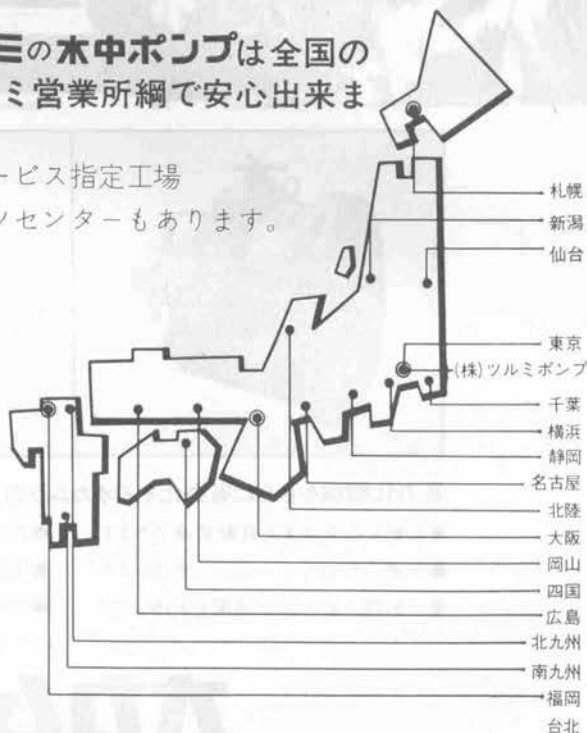


小型組立ライン

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。



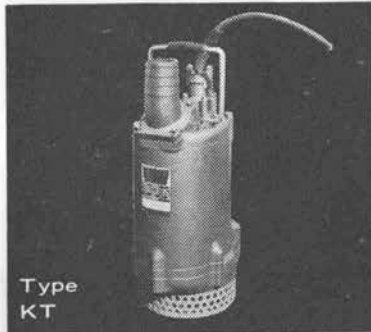
試験設備



水に挑み水と斗うツルミポンプ
株式会社 鶴見製作所

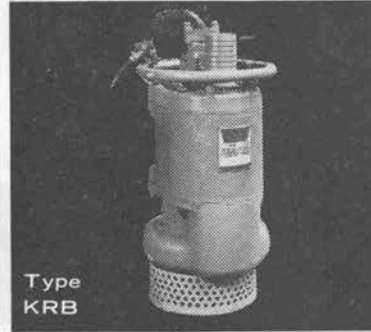
本社 大阪市城東区鶴見4丁目7-17
電話 (06)911-2351 (大代表)
工場 大阪市城東区鶴見4丁目6-4
電話 (06)911-7271

ツルミの水中ポンプは 用途別に機種がほうふです。



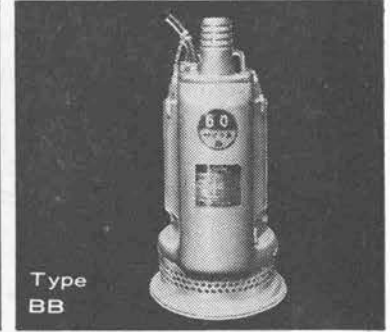
Type
KT

軽量
揚程 15~45m



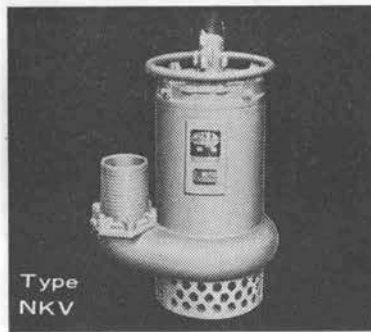
Type
KRB

0.75KW~22KW
揚程 10~33m



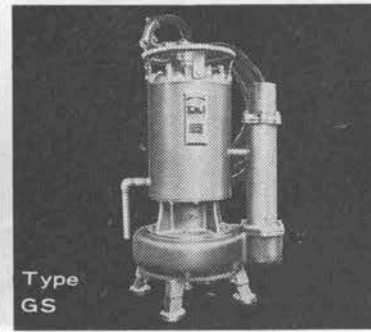
Type
BB

0.15KW~0.4KW
(型式承認取得済み)



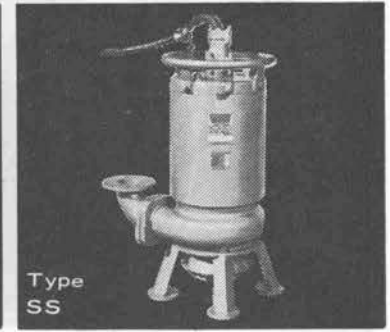
Type
NKV

2.2KW~22KW
揚程 10~33m



Type
GS

22KW~37KW
揚程 15~31m



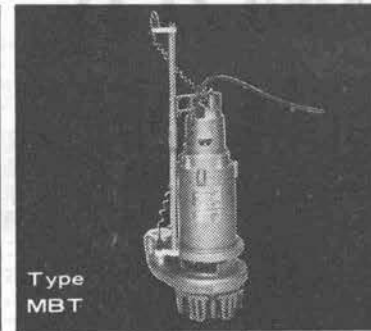
Type
SS

1.5KW~11KW
揚程 8m~16m



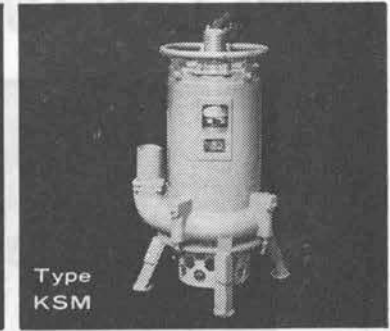
Type
FA

自動液面装置内そう
0.15KW~0.4KW



Type
MBT

自動液面装置内そう
0.75KW~2.2KW



Type
KSM

11KW~22KW
揚程 15~27m

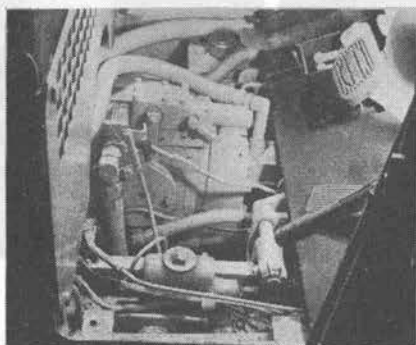
※電気用品取締法により500W以下の水中ポンプは型式承認が必要です(昭和43年11月19日政令第318号)

- | | | | |
|------|----------------------|------------------|------------------|
| ●営業所 | 札幌(011)731-8385(代) | 静岡(0542)55-2943 | 四国(0878)31-1896 |
| | 仙台(0222)22-3581・3321 | 北陸(0762)63-7891 | 北九州(093)92-6624 |
| | 新潟(0252)45-2371 | 名古屋(052)221-6486 | 福岡(092)43-0371~2 |
| | 東京(0482)22-4025 | 岡山(0862)24-4306 | 南九州(0992)51-7070 |
| | 横浜(045)311-2360 | 広島(0822)28-4562 | 台北555477 |



新しい駆動方式—H.S.T

サンドストランド・ハイドロスタティック トランスミッション



● 各種建設機械・荷役運搬機械・小形車輛・農業用車輛などに最適です。

操作はかんたん、ワンペダルクラッチがいりません。もちろんギアチェンジもいりません。変速操作、前後操作、制御はすべて1本のレバないし、ワンペダルの操作でOKです。初めての人もでも短時間で、熟練者と同じように操作できます。加えて長寿命と信頼性で、産業車輛において90%のシェア(米国)を占めています。

ダイキン油圧トランスミッション

〈米国サンドストランド社技術提携品〉

ダイキン工業株式会社 本社/大阪市北区梅田8番地(新阪急ビル)干530 支店・営業所/東京・名古屋・広島・福岡・札幌・仙台
 大阪(06)346-1201(大代)東京(03)272-3211(大代)名古屋(052)961-6351(大代)広島(0822)62-5131(代)福岡(092)74-8631(代)札幌(011)261-5556(代)仙台(0222)22-5894(代)

K
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、フロントアイドル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、フロントアイドル、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

こころいう肩書も
あります

傾斜地作業にも強い

大型悪質地盤土工に
けん引力大幅アップ
強力湿地ブルドーザ

N7P-2

日特の湿地ブル

N7P-2 湿地ブルドーザ
総重量 15,600kg 接地圧 0.30kg/cm² エンジン出力 140PS

NTK

(製造元)

日特金属工業株式会社

本社・工場 東京都田無市谷戸町2-1-1 ☎0424632121(代)
千葉工場 千葉市長沼原町765 ☎0472820521

(販売・サービス)

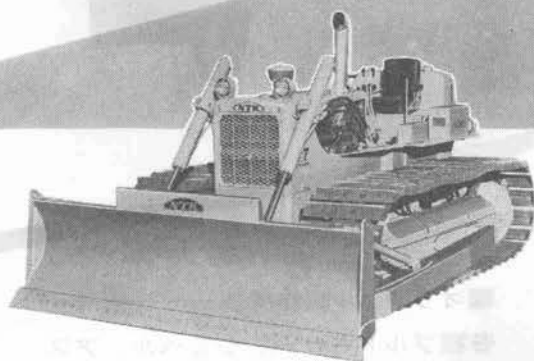
日特重車輛株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目4番9号(新宿西ビル) ☎03(342)4151

日特重車輛販売株式会社

札幌市東札幌2条2丁目15番地 ☎011(831)4141(代)

代理店連合会 全国日特会



- いすゞE110形〈過給機付〉エンジン搭載、トルクライズ、けん引力大幅アップ●シールド潤滑トラックを使用。強固、経済的な足まわり●エンジン出力にマッチした車速設定●湿式多板主クラッチ採用ラクな操作。耐久力向上●前後進5段変速●好視界の運転席シート調整可能など快適運転環への配慮は十分

3月号PR目次

— C —

千葉工業(株)後付 6

— D —

大旭建機(株)後付34

ダイハツディーゼル(株) # 41

ダイキン工業(株) # 56

— E —

(株)フタミ広島屋後付29

古河鋳業(株) # 50

— F —

(株)荏原製作所後付13

— G —

岐阜輸送機(株)後付36

— H —

(株)日立製作所後付 5

早崎産業機械(株) # 21

日立建機(株) # 43

— I —

岩手富士産業(株)後付25

— J —

重車輛工業(株)後付35

自動車機器(株) # 37

— K —

(株)加藤製作所後付 8

(株)小松製作所 # 9

登場工業(株) # 14

兼江松商(株) # 18・19

光洋機械工業(株) # 26

キャタピラー三菱(株) # 31

(株)キタカ製作所 # 34

国峯砥化工業(株) # 37

協三工業(株) # 47

(株)建設部品 # 57

— M —

真砂工業(株)後付 4

マルマ重車輛(株) # 10

エムアンドエムサービス(株) # 15

(株)明和製作所 # 16

東京菱和自動車(株) # 22

三笠産業(株) # 23

三井精機工業(株)	＃ 27
(株)亦木荷役機械工務所	＃ 40
三井・ドイツ・ディーゼル・エンジン(株)	＃ 49
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)	＃ 24
日工(株)	＃ 32
日本ワッカー	＃ 38
中道機械産業(株)	＃ 42・52
日平産業(株)	＃ 48
日特重車輛(株)	＃ 58

— O —

オックスジャッキコンサルタント(株)	表紙2
オイルポンプ販売(株)	後付39
(株)岡村製作所	＃ 53
オカダ鑿岩機	綴 込

— R —

ラサ商事(株)	後付46
---------------	------

— S —

住友重機械建機販売(株)	表紙3
佐賀工業(株)	後付1
西部電機工業(株)	＃ 1
新東亜交易(株)	＃ 2
(株)島津製作所	＃ 7
三和機材(株)	＃ 45
神鋼商事(株)	綴 込

— T —

(株)東洋内燃機工業社	後付20
(株)トーマン	＃ 28
(株)東京鉄工所	＃ 30
東洋運搬機(株)	＃ 33
帝石鑿井工業(株)	＃ 35
太空機械(株)	＃ 36
田中鉄工(株)	＃ 51
(株)鶴見製作所	＃ 54・55
東京流機製造(株)	表紙2
東洋工業(株)	＃ 4

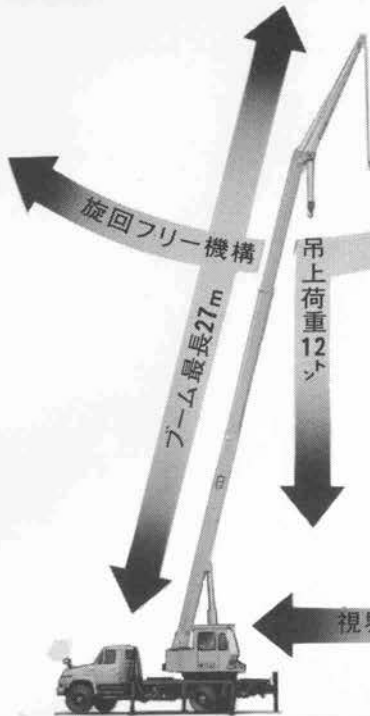
— U —

内田油圧機器工業(株)	後付12
-------------------	------

— Y —

池谷重工(株)	後付3
油研工業(株)	＃ 17
ヤンマーディーゼル(株)	＃ 44

コストは11トクラス!!能力は13トクラス!!



ST-120...
この点にご注目ください——

- 施回停止時の荷振れをふせぐ、施回フリー機構
- 巻上、旋回、俯仰・伸縮の同時操作が可能——3連ポンプ採用
- 巻上スピードは2段変速
- 強力なH型アウトリガ
- 安全装置を完備

住友 油圧式
トラッククレーン
ST-120

視界の広いフルビジョンキャブ



住友重機械建機販売 株式会社
大阪・大阪市東区北浜5丁目2番地/(06)203-2321
東京・東京都新宿区西新宿1の4の9/(03)342-1381

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 番 263-0281 (大代)
大阪支店 大阪市北区堂島浜通り2-4 (古河ビル) 番 344-8096
福岡支店 福岡市上辻の堂26 (ナショナルビル) 番 43-6287
北海道出張所 札幌市大通り東7-12 番 24-2061

建設機械化



高速さく孔性・長孔さく孔性・操作性のよさに機動性をプラス

TYMW-3
モーターワゴンドリル



ワゴンドリルに走行用のエアーモーター(5 ps)を取付けた新進気鋭の機種です。

これにより、切羽までの接近 さく孔位置換え発破時の後退もひとりで楽にできます。搭載さく岩機はおなじみのTY150Kヘビードリフター。採石 ダムサイトの掘さく 一般土木工事 採鉱など縦横に活躍します。

発売元

東洋さく岩機販売株式会社

東京本・支店：東京都中央区日本橋江戸橋3-6

支店・営業所：大阪・名古屋・福岡・札幌・仙台・高松・広島

製造元・広島 **東洋工業株式会社**

建設の機械化

定価 一部 二〇〇円

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8の2の1(新田ビル) TEL東京(03)572-3381(代)・3386(代)
大阪支社 〒750 大阪府北区富田町2-7 瑞星ビル3階 TEL大阪(06)362-6515