

# 建設の機械化

1974 3  
日本建設機械化協会



KB-40RM  
クボタ・アトラスショベル  
— 久保田鉄工株式会社 —

# 堀削工事省力化のエース

— 電 動 油 圧 式 —

## POWER GRAB

静かな機械ですのであまり目立ちませんが、既に各工事現場で100台以上のPOWER GRABが活動しております。誰でも操作でき確実に堀削できる点が好評をえております。

- 製造品目
1. 土砂掴み用POWER GRAB (標準型0.3~4 m<sup>3</sup>)
  2. 堀削用POWER GRAB (標準型0.2~2 m<sup>3</sup>)
  3. 硬土盤堀削用POWER GRAB (N値30迄可能)
  4. 水中堀削用POWER GRAB (最大40 m<sup>3</sup>迄)
  5. 水中沈澱物用POWER GRAB
  6. タイヤ付門型クレーンGRAB LIFTER

— 御問合せは下記へ —

総代理店

日商岩井建設機械販売株式会社

東京都港区芝4の7の1 西山ビル 電話(455)0901(代)

製造元

省力機械株式会社

東京都中央区新富1の1の5 新中央ビル 電話(552)7781(代)(552)0717

大規模な採掘作業に

CD-8

# マイティドリル

国産初の高性能大型せん孔機

- 口径 80mmφ~125mmφ
- せん孔長 30m
- ロッド 6m

総重量 7,500kg  
空気消費量 23m<sup>3</sup>/min

新発売

# CD-7 クローラドリル

安全性、機動性、使い易さが更に充実しました

総重量 4,500kg 空気消費量 15m<sup>3</sup>/min

他にCD-1、CD-2、CD-3、CD-5、CD-6と各種揃えております。



東京流機製造株式会社

本社 東京都大田区大森北3-43-1 帝都大森ビル 千143 TEL (03)762-3191(代)  
東京営業所 横浜工場 横浜市緑区川和町50-1 千226 TEL (045)933-6311(代)  
営業所 大阪・福岡・仙台・広島・札幌



CD-8

目 次

□巻頭言 偶 感……………浅井 新一郎/1  
 露天掘りにおける大形機械の稼働実績……………水本 洋/2  
 鳥形山石灰石鉱山

グラビヤ——鳥形山採石場における稼働機械

鴨川バイパス嶺岡トンネルの工事实績……………藤井 三郎/10  
 膨張性地山におけるメッセル工法

橋脚はり回転工法による  
 広島高架橋の施工概要……………川崎 迪一/18  
 小谷 正 雄

PC 橋工事の施工機械による省力化……………佐藤 浩一/24

雪寒地における  
 エアテントによる冬期工事の実験例……………赤津 武男/30

ロータリカッタによる  
 舗装はぎ取り工法の概要……………高野 光 漢/37  
 内藤 光 顕

□随 想 マダガスカルの旅……………八十島 義之助/42

温水循環ロードヒーティングの実用化試験……………奥田 光 男/46  
 田代 博

立軸小形ロータリ除雪装置の開発……………磯部 金治/51

パキスタン・タルベラダム工事における  
 大容量コンベヤの稼働状況……………永井 正義/57

鹿児島市祇園洲水搬送による埋立工事の概要……………丸野 昭/64

□建設機械化講座 第127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  
 12. エンジン(その3)……………東 孝行/69

□文献調査  
 岩石溶解法は地質探査機,  
 トンネル掘進機として有望である……………広報部会  
 文献調査委員会/73

理事会の開催……………/76

ニューズ……………(編集部)/76

行事一覧……………/78

編集後記……………(吉越・川上)/80

◀表紙写真説明▶

KB-40 RM

クボタ・アトラスショベル  
 久保田鉄工株式会社

地方開発が進むにつれてますます脚力のすぐれたショベルの必要性が認識されてきた。本機は、従来より脚力で定評のあるクボタ・アトラスショベルに脚力重点機種として加わったKB-40 RMである。走行速度は高低2段切換えとし、走行時の高速性、作業時のねばり強さを高め、登坂能力も58% (30度)と湿地での能力をアップし、さらにユーザの要望に答えるべく、特にオペレータの使いやすさを考えて、2本レバーのユニバーサル方式を継続採用するとともに、複合動作性能を向上させた。

## 1974年版“日本建設機械要覧”の予約募集について

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

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

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

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

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

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

### 記

1. 造 本 B5判 1頁2,200字2段組 総頁 1,034 頁 写真、図面入り 表紙特製  
ビニールカバー付
2. 内容目次 次頁参照
3. 予約期間 昭和 49 年 5 月 15 日まで  
ただし予約期間中にお払込みがない場合は刊行後の頒布価格となります。
4. 予約価格および頒布価格
  - (1) 予約価格  
会 員 1冊 12,000 円 送料実費(1部のときは500円)  
非会員 1冊 13,500 円 送料実費(1部のときは500円)  
ただし、①予約申込みは代金払込み月日を予約日とします。  
②団体会員、個人会員、官公庁、学校等は会員扱いとします。
  - (2) 頒布価格(刊行後)  
会 員 1冊 13,500 円 送料実費(1部のときは500円)  
非会員 1冊 15,000 円 送料実費(1部のときは500円)
5. 申込みと送金
  - (1) お申込みはハガキを利用し、適宜の様式で日本建設機械要覧の部数、送付先の住所、送金方法を明記し、本協会本部または各支部の事務局(本誌 80 頁奥付参照)へお申込み下さい。
  - (2) 送金は日本建設機械要覧代金と明記し、本協会本部または各支部の事務局へ送金するか、あるいは三菱銀行銀座支店(東京都中央区銀座 8-1)または振替口座東京 71122 番へお払込み下さい。

## \*\*\*1974年版日本建設機械要覧目次\*\*\*

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

# 機 関 誌 編 集 委 員 会

(順 序 不 同)

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

## □ 巻頭言

## 偶 感



浅井新一郎

東北自動車道の矢板～白河間で高速道路としては初めてのコンクリート舗装工事が進められているが、その機械化施工の威容を見ると、ベルトプレーサ、ボックススプレッダを先頭に、上下層のスプレッダ、フィニッシャ、その間にメッシュカートとジョイントパイブレータ、しんがりは各種仕上げ機とテント車といった具合で、20年前わずかにパーパグリーン社のフィニッシャがはばをきかせていた国道の舗装現場を思い出すと、これはまさに、ここ20年間のわが国の建設工事における機械化の縮図でもあり、その進歩の跡はまことに目を見張らせるものがある。そしてこのような機械化の進展が建設工事の大型化と効率化、そしてスピードアップを可能にし、基礎的な土木技術の進歩と相まって、この間のわが国の国力の基盤造りに大きな役割を果たしてきたことはまぎれもない事実であり、そしてまた、建設工事の機械化の歩度も、この間の建設事業の飛躍的拡大ペースに合せて伸びてきたわけである。

ところで、昨今の石油騒ぎは、止まる先の見えなかった建設事業の伸び伸びムードに思わぬ秋風を送り込むことになったようである。中東で石油のバルブがしぼられると日本中は蜂の巣をつついたような騒ぎになる。われわれが環境の破壊という大きなかけがえのない代償とひきかえに手に入れた高度成長社会、その経済構造の如何にもろいことか。環境に対する不安、資源に対する不安を漠然と意識しながらも、経済成長という歯車の中でただ働いてきたわれわれ働き人間にとって今回の石油問題はまさに頂門の一針ともいえよう。

そこで当面は総需要の抑制というわけで、建設事業も縮少ムードは避けられない情勢である。しかしながら、本来経済成長に対する社会資本の遅れが、この国の今日の片寄った繁栄を生んだわけであり、その意味からもわが国における公共事業促進の緊急性はいささかも変わっているわけではない。それどころか、今後新しい均衡ある社会構造を創り出すためには、これまでの軌道にはない新たな事業の必要も生まれてこよう。ただ、当面の混乱を切り抜けるために一時的に抑制策がとられるということであれば、その間にわれわれも頭を冷やして資源、環境といった制約の中でわが国の建設事業がどのように計画され、どのように進められて行くべきかを考えてみる必要がある。

建設工事の機械化の問題にしてもそうである。建設事業の新しい軌道の上で、単に大型化、小型化を求めるだけでなく、脱公害、省資源の時代の要請を踏まえて新しい合理化への道を歩むことになろう。この大きな転換の時に当って建設機械化の20年を振り返り、これからの20年に期待したい。

(建設省道路局企画課長)

# 鳥形山石灰石鉱山 露天掘りにおける大形機械の稼働実績

水 本 洋\*

## 1. 開発の経緯と前置き

当社は石灰石生産高においてわが国第1で、国内総生産の約10%強を鉄鋼、セメント等の基幹産業向けに原料石灰石として安定供給してきた。たまたま昭和42年以來鉄鋼業界からの良質石灰石の長期安定、大量供給について強い要請があり、高知県西部山岳地帯に位置する鳥形山(標高1,459m)の石灰石資源(鉱区面積31,273a)の開発に踏切った。

昭和44年4月より開発工事に着手し、以來総力を結集して高度の機械化、大形化、鉱害のない山づくりを開発の方針とし、約2カ年の工事期間を経て年産規模600万tで最新鋭の石灰石鉱山が誕生した。昭和46年5月より出鉱を開始し、急速に生産記録を更新しながら増産を続け、開山以來わずか2年で、わが国第2の石灰石鉱山に躍進、また、鉄鋼向け石灰石原料供給の首位の座を占めるに至った。生産累計は1,500万tに達し、現在月産90~95万tの生産を続け、わが国第1の近代的大形鉱山の建設を目指して鋭意努力中である。

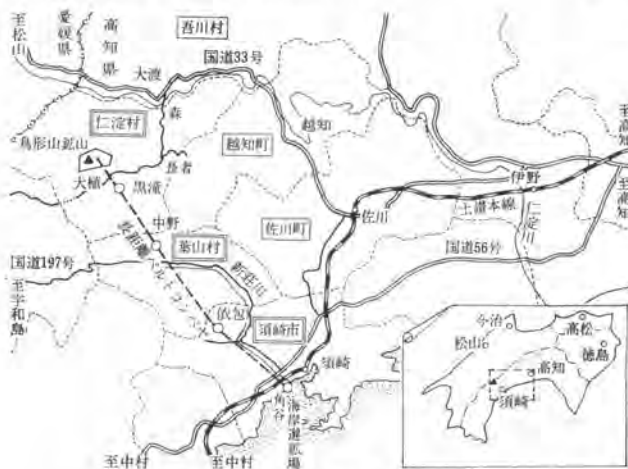


図-1 鳥形山鉱山位置図

\* 日鉄鉱業(株)鳥形山鉱業所採石係長

なお、長距離ベルトコンベヤの増速工事および海岸第2埋立工事等の増設工事が急ピッチに進められており、完成後は最終年産1,600万tの計画である。本稿ではまず鳥形山鉱山の紹介を記し、次に採石関係を主とした標高1,400mの高地鉱山での大形機械類による露天掘りについての報告をまとめ、皆さまのご指導、ご批判を仰ぐ次第である。

## 2. 鳥形山鉱山の概要

### (1) 位置・地質および鉱床

高知市の西方約45km、須崎市の北西方約20km、高知県高岡郡仁淀村地内に所在している。

鉱区内は全域にわたり古生層の上部秩父古生層群より構成され、主として石灰岩、輝緑凝灰岩、珪岩および粘板岩類が顕著な発達を示している。石灰岩は鉱区の全面に広く露出し、鳥形山南斜面側は各地に断崖をなし、石灰岩地帯特有の地貌を呈している。石灰岩鉱床は鳥形山山塊を中心に、標高約800m以上の部分に賦存している。主要鉱床は鉱区内東西2,300m、南北400~900mの間にまたがり、その厚さは300~500mに及び、非常にまとまった大鉱床で、可採埋蔵鉱量約15億tが確認されている。

### (2) 気象条件

前述のとおり高知県西部山岳地帯に位置し、日本一の高地鉱山として高地特有の気象条件下にある。すなわち、濃霧の発生は年間約150日にも及び、視界10m以内になることもある。降雨量は県下でも多雨地帯で年間4,000~5,000mmの降雨量を記録し、梅雨期、台風時の豪雨は1回に1,000mmを越すことがある。台風は毎年2~3回襲来し、台風銀座としても有名である。降雪は12月から3月にかけてあり、積雪1m以上の年もある。雷は5月~8月にかけて発生する。気





表-2 生産規模

生産規模 主要設備	現在	最終年度
	10,000,000 t/年	16,000,000 t/年
立坑	No.1, No.2 立坑	No.1, No.2 立坑
山元破砕設備	1次破砕 1,200 t/hr×2 2次破砕 600 t/hr×4	1次破砕 1,200 t/hr×2 2次破砕 600 t/hr×4
山元～海岸長距離ベルトコンベヤ	1,800 t/hr, 260 m/min	2,400 t/hr, 350 m/min
1次・2次スクリーン	2,500 t/hr (500 t/hr×5 系列)	2,500 t/hr (500 t/hr×5 系列)
焼結粉設備	960 t/hr (120 t/hr×3 150 t/hr×4)	960 t/hr (120 t/hr×3 150 t/hr×4)

おりである。

### 3. 近代的階段掘り

鳥形山は前述のように標高 1,400 m 余の急峻な地形の高地鉱山で、南国土佐とはいえ、極めて厳しい過酷な気象条件下にある。採石現場関係では立地的、気象的悪条件を克服するとともに、日本国内初めての大型のさく孔機、ショベル、ダンプトラック等の導入に際して新規採用者の訓練を徹底的に行い、極めて短期間にこれら外国製機械類を駆使し、量産化できる体制を整えた。また幾多の改善、合理化、省力化と積極的に取組み、保安上の成果をあげるとともに、高能率な近代的階段掘り鉱山に発展しつつある。以下、これらについて説明する。

大型さく孔機 5 台 クローラドリル 8 台 マルドレーザ 2 台 モータグレーダ 1 台  
タイヤショベル (7.6m<sup>3</sup>) 6 台 ダンプトラック (50 t) 10 台

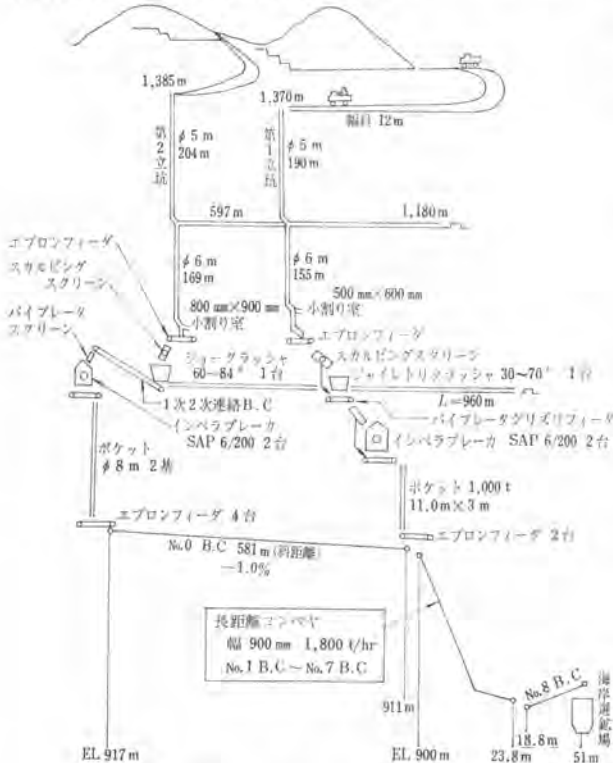


図-2 運搬系統図

表-3 人員構成表 (昭和48年9月1日現在)

(1) 直轄

職種	山元		計	
	須崎	山元		
職員	35	36	71	
所員	探鉱	55	55	
	整備	11	11	
	助手	3	3	
	測量	2	2	
	選鉱	22	31	
	電気	7	13	
	土木		1	
	運転	5	3	
	事務	7	2	
	計	112	50	162
臨時	夫	13	10	23
合計	160	96	256	

(2) 請負: 剝土岩および小割り室関係 56 名, 船積り関係 37 名

#### (1) 各種機械類の種類および主要設備

剝土岩作業および採石作業に各種機械類が活躍しており、主要機械一覧を表-4 に示す。

#### (2) 切羽造成と切羽展開の施工効果

地形、鉱床規模、境界、表土、風化岩の状況、岩目と気象条件を考慮して切羽のデザインを計画した。トレンチ、ポーリング等の調査の結果、剝土岩の厚さは地表下 5~6m と判断された。よって、図-4 の要領で、剝土岩ベンチは高さ 7.5m として採掘に先行し、採掘ベンチは剝岩ベンチを 2 段ごとに 1 体にし、高さ 15m の切羽造成を行った。切羽展開は常に計画的に施工し、国内ではじめての高さ 15m ベ

表-4 主要機械一覧

機械名	形式	容量	台数
ダウンザホールドリル	KT-64 H T 64 H-B	孔径 6 1/2"	2
"	"	"	1
"	T-4/XL 640	孔径 6 1/2~8"	1
"	T-4/HL 750	"	1
クローラドリル	TYCD-10	ビット径 60φ, 100φ	3
ポータブルコンプレッサ	RS-170	170 PS	3
タイヤショベル	H-400 B	バケット容量 7.64 m <sup>3</sup>	2
"	CAT 992	7.65 m <sup>3</sup>	4
ダンプトラック	WABCO	50 t	7
"	PH-180	50 t	3
ブルドーザ	D-355 A	410 PS	2
モータグレーダ	LG-2	115 PS	1
バックホウ	UH 06	85 PS	1
タンクローリ車	三菱	4 t	1
AN-FO 装填車	4 t 車, アメリカ リンド社 AM-9830	3.2 t	1
脈管散佈車	4 t 車 MS-20	2 m <sup>3</sup>	1
散水車	FDS 形 いすゞ 6 t		1

その他請負組車両: クローラドリル 4 台, ショベル 95S 形 1 台, 75S 形 5 台, ポータブルコンプレッサ 4 台, ダンプトラック 11 t 積 12 台, 8 t 積 3 台, ブルドーザ D85A 形 1 台, D50 形 1 台

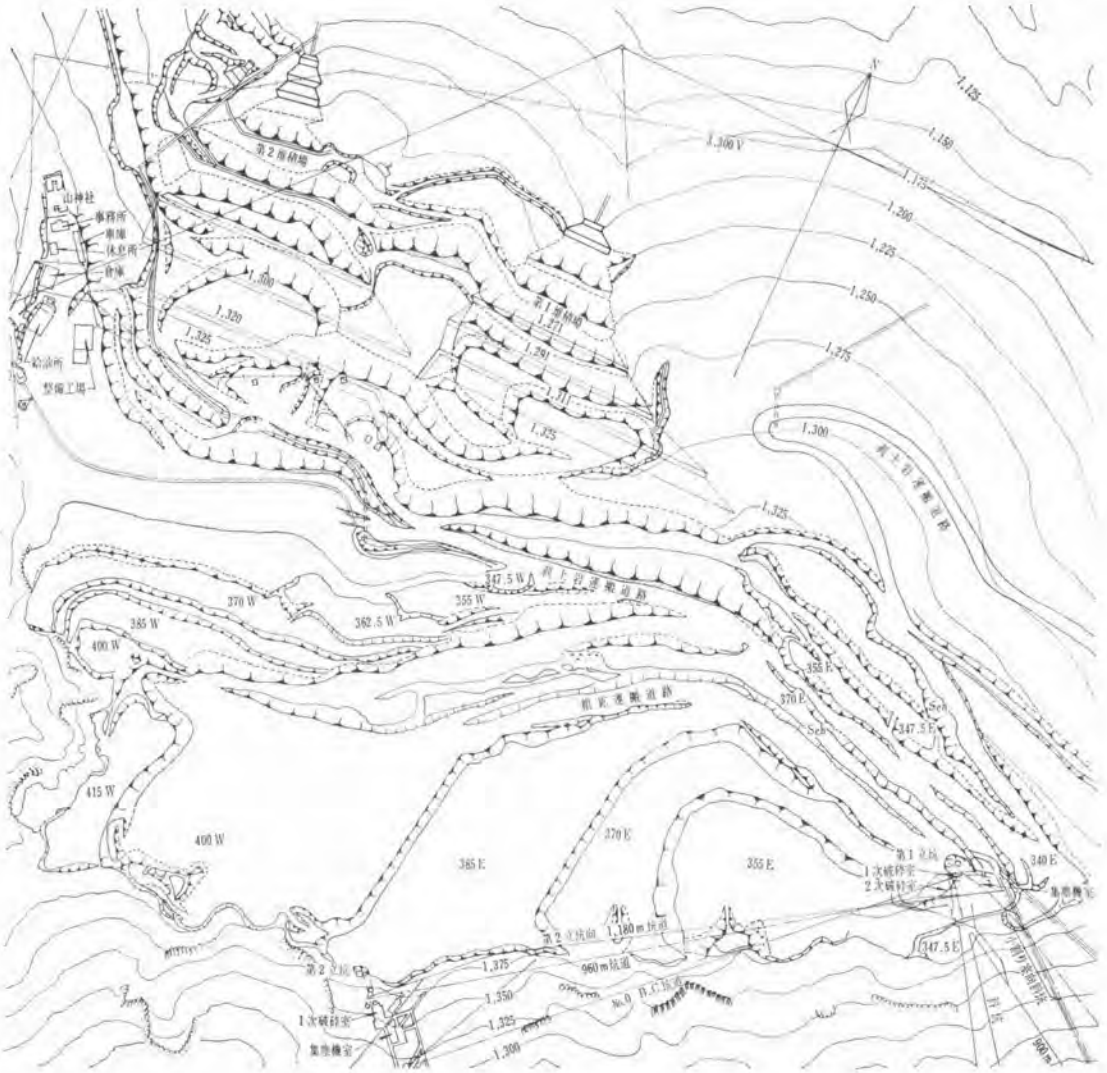


図-3 鳥形山鉦山切羽図

ンチにおける大形機械類の稼働を容易ならしめるとともに、マस्पロ体制の切羽造成を完成し、集約化により現有の4ベンチ、有効切羽長約850mで月産90~95万tを達成している。なお、剝土岩は年間60万 $m^3$ 実施し、北斜面に設けた第1堆積場(堆積容量185万 $m^3$ )、第2堆積場(堆積容量155万 $m^3$ )、第3堆積場(堆積容量500万 $m^3$ )に堆積する。風化岩を含む剝土岩量は剝土岩比0.022 $m^3/t$ (1,310m以上は0.06 $m^3/t$ )で長期的には現在より漸次減少する。

### (3) 作業管理の合理化

剝土岩作業は請負組による1方残業操業で実施している。採石作業は直轄員により完全2交替制を実施し、機械類は日夜休止することなく1日14時間の連続操業体制を確立するとともに全機種ワンマン操作とし、各車両

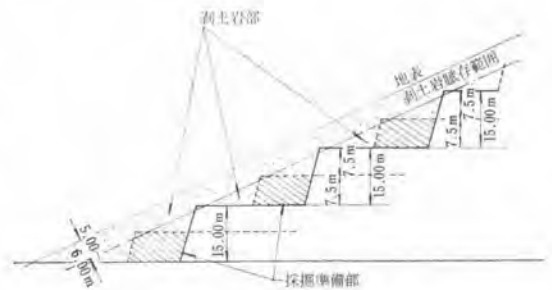


図-4 ベンチ造成模式図

はオペレータを専従制にした。これらにより高価な大形機械類の効率的な管理体制をかためる一方、愛車精神、責任感の育成をはかり、稼働率の向上と相まって生産性向上の成果を挙げている。なお、小割り室以下の操業は3交替制24時間連続運転で実施しており、整備、修理

作業は定期整備以外を直轄員により完全実施している。その他、発破時間は昼食時間帯に統一してロスタイムの排除をはかった。

#### (4) 大形さく孔機による採掘

##### (a) 条件

ベンチ高さ：大形さく孔機的能力、孔径および岩質等を考慮して 15 m ベンチとした。

岩 質：地表に近いめか不規則な目、断層、空洞、粘土目が介在している。圧縮強度 1,000~1,600 kg/cm<sup>2</sup>

大形さく孔機：シュラム社製 KT 64 H 2台、KT 64 HB 1台、インガーソルランド社製 T-4/XL 640 1台、T-4/HL 750 1台、計5台

##### (b) さく孔

大形さく孔機の諸元等は表-4のとおりで、さく孔はダウンザホール方式またはロータリ方式により大孔径(6 $\frac{1}{2}$ ~6 $\frac{3}{4}$ " ), 長孔さく孔のスピード化、能率化をはかっている。さく孔規格は図-5のとおりで、バックプレーキ、ト一部の問題、せん孔難易および岩質状態から多くの試験を重ねて最小抵抗線 5.5~6 m、孔間隔 6~7 m、70 度傾斜せん孔、2列発破を採用した。これにより連続さく孔が可能となり、また、発破法の研究と相まって1次発破による大量完全起砕と細石化の効果を挙げており、さらにさく孔 1 m 当り起砕量の増加について研究を進めている。なお、4号機、5号機(いずれもインガーソルランド社製 T-4)の導入にあたっては、2年前より文献、メーカー型録等により調査を進め、さらに強力な高性能の機械を選ぶこととした。

種々検討の結果、

- ① ダウンプレッシャが比較的高く、ロータリさく孔が可能である。
- ② ビット径 8" 級までのさく孔が可能である。
- ③ 圧縮空気容量が大で、ハンマの消費量とバランスしている。
- ④ トルクが大で、ジャーミングの恐れがない。
- ⑤ マストおよびパワーヘッド部が頑丈である。

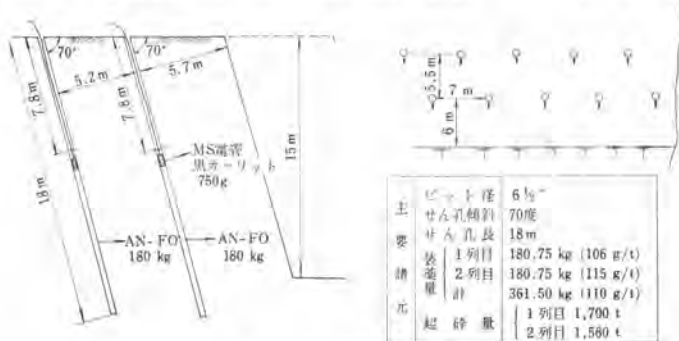


図-5 せん孔発破規格図

- ⑥ ロッドチェンジャが自動化されている。
- ⑦ 3本ロッドで 18 m 以上のさく孔が可能である。
- ⑧ 本体とハンマのメーカーが同一である。
- ⑨ 当該メーカーの他の製品が国内にかなり輸入されており、信頼性がある。
- ⑩ 比較的廉価である。

等からドリルマスタを選定した。したがって、4号機を比較的岩質の悪い所に配置することにより従来故障率のうち 20~30% を示していたジャーミングが減少し、全体の能率を向上させることができるようになった。5号機は入荷したばかりであるが、ダストコレクタを改良することにより大幅なスピードアップが期待できる。

##### (i) ダウンザホール方式

現在の当山の岩質では一般的な方式である。

空 気 圧：250 psi

ビット径と種類：6 $\frac{1}{2}$ " , X形ビット, ボタンビット

ビットのライフ：3,281~3,800 m

パイプのライフ：3,938~6,000 m

推 圧：硬岩 4,900 lbs, 軟岩 2,900 lbs

回 転 数：硬岩 33 rpm, 軟岩 64 rpm

##### (ii) ロータリ方式

均一な岩質地帯ではもっぱらロータリ方式によっているが、鉱体深部に移行するに従って本方式によるさく孔が多くなるだろう。

空 気 圧：150~250 psi

ビット径と種類：6 $\frac{3}{4}$ " , トリコンビット

ビットのライフ：1,372~3,268 m

ロッドのライフ：4,304~7,000 m

推 圧：25,000~32,500 lbs

回 転 数：80~90 rpm

##### (c) 発 破

いろいろの発破理論があるが、Hauser, Langetors, Rock Blasting の式等でチェックし、引張主応力説により設計して実際よりさらに修正し、図-5の発破規格のとおり施工している。爆薬は AN-FO 爆薬を装薬し、50 mm×750 g の黒カーリットをカラープライミングとし、タイムラグ 50 MS で2列平行発破を行っている。

また、段差を数段にすることもある。水孔の場合には孔底にスラリー爆薬、プライマーコードとして第2種導爆線を使用している。大発破は3日に2回程度で、1回の起砕量 50,000~60,000 t 内外である。火薬使用量は 105~115 g/t, AN-FO 使用率 94%, 起砕量 90 t/m, 切羽における小割り量 0.5~1.1 本/1,000 t である。発破振動は最も近い部落(斜距離 2.3 km)で最大変位速度が水平 0.143 mm/sec, 垂直 0.043~0.086 mm/sec で

表-5 さく孔機の実績能率表(その1)

期 別	項 目 号 機	方 数	実働時間 (hr)	せん孔本数 (本)	せん孔長 (m)	1方当り せん孔長 (m)	1時間当り せん孔長 (m/hr)	サービスマ ー タ	燃料使用量 (Z)	サービスマ ー タ当り 燃料使用量	稼働率
47年全期	No. 1	448.5	3,138.5	1,271	20,164	45.0	6.4	3,070.4	100,065	32.6	84.9
	No. 2	367.5	2,571.5	1,240	19,544	53.2	7.6	2,713.6	79,689	29.4	76.4
	No. 3	388	2,713.0	1,255	21,165	54.5	7.8	2,742.4	99,922	36.4	83.4
	平均	401	2,808.0	1,237	20,292	50.6	7.2	2,808.8	93,226	33.2	81.7
48年上期	No. 1	261	1,824.0	960	15,270	58.5	8.4	1,891	61,431	32.5	72.2
	No. 2	266	1,858.5	1,049	16,560	60.5	8.6	2,000.2	56,934	28.5	69.2
	No. 3	228	1,593.0	756	12,852	56.4	8.1	1,556.56	57,176	36.7	75.8
	No. 4	189.5	1,325.5	753	12,912	68.3	9.7	1,525.86	49,221	32.3	76.2
	平均	236	1,650.3	880	14,277	60.6	8.7	1,743.41	56,191	32.2	73.4

表-6 さく孔機の実績能率表(その2)故障時間比率

(1) 昭和47年下期

項 目	修 理 個 所	修 理 個 所										合 計
		ジャ ミ ン グ	電 装	マス ト	ハン マ ット	ロッ ド	ホー ス	コン プ レ ッ サ サ ン ジ ン	車 体	足 回 り	合 計	
3台合計	時 間	63.0	57.5	128.0	70.5	30.5	40.0	269.5	28.0	5.5	692.5	
	比 率	9.1	8.3	18.5	10.2	4.4	5.8	38.9	4.0	0.8	100	

(2) 昭和48年上期

項 目	修 理 個 所	修 理 個 所										合 計	
		ジャ ミ ン グ	電 装	マス ト	ハン マ ット	ロッ ド	ホー ス	コン プ レ ッ サ	エン ジ ン	車 体	足 回 り		合 計
4台合計	時 間	57.5	71.5	295.0	49.5	46.0	28.0	150.5	338.0	238.0	100.5	12.5	1,387.0
	比 率	4.1	5.2	21.3	3.6	3.3	2.0	10.8	24.4	17.2	7.2	0.9	100

問題はなかった。

(d) 実績および能率

表-5, 表-6に示すとおり, さく孔機1台当り平均20万t/月-2方と高能率の成果を挙げており, 今後新機種の改良, 部品国産化等によりさく孔費の低減の見通しもあり, コスト面でも賃金の大幅な高騰に対して吸収してあまりあるものと考え。

### (5) 超大形タイヤショベルおよびダンプトラックによる積込運搬

積込運搬は超大形化, 省力化, 高能率化と低コストを目標として機動性のあるバケット容量10yd<sup>3</sup>級のタイヤショベルおよび量産性のよい積載量50tのダンプトラックといずれも外国製を採用し, 機種容量の統一をはかった。更新期にはショベルは15~20yd<sup>3</sup>級, ダンプトラックは100t級にそれぞれさらに大形化の計画である。

(a) 稼働状況

ショベルの積込位置はV形で平行進行法により, 切羽の都合では正面進行法によることもある。ダンプトラックは切羽道路, 粗鉱運搬道路を経て立坑投入口まで平均約700m(第2立坑稼働開始後は平均400m)の運搬距離を右側通行で運行している。ショベルおよびダンプトラックによる積込運搬費は採石部門原価中でウェイトが高いのでこれら機械をいかにうまく使うか日夜整備作業と力を合わせて改善および作業管理を行っている。

表-7 運搬道路設備

項 目	幅 員	道路延長	縦断こう配	曲 線 布 設
粗鉱運搬道路	25m	600m	7% (曲線部 5.7%)	曲率最小半径150m, 拡張0.5m, 片こう配2%, 緩和区間20m
剝土岩道路	12~20m	960m	9~10%	曲率最小半径20m
第3堆積場道路	12~15m	3,100m	9%	曲率最小半径15m

(i) 切羽の集約化

大形機械の性能を十分に発揮させるよう切羽の設定および展開を進め, ショベルおよびダンプトラックの稼働密度の向上をはかっている。

(ii) 切羽および運搬道路の路面整備

高地特有の濃霧, 降雪等に対して積込運搬作業の安全対策の万全を期すほか, 路面整備にはショベル, ブルドーザ, グレーダ等のほか, 新たに大形振動ローラを試用し, 好成績を得た。本工法で機械類の維持費の節減, タイヤライフの向上, オペレータの疲労感の軽減等が期待できる。

(b) 運搬道路の状況

ダンプ道路の維持管理は能率化, すなわち, ダンプトラック運行のスピードアップと車両の維持費の低減に大きな役割を持っている。したがって, 多雨地帯で劣化しやすい路面の補修, 整備には特に力を入れるほか, こう配の均一化, 直線化, 道路幅員の拡張, 側溝, 道路標識の整備および道路照明の強化等を進めている。また, 8~50tのダンプトラック, ショベル類および一般車と多

種多様の車両運行に対して専用道路を設け、能率向上と保安の確保をはかっている。現在 50t ダンプトラックの専用道路におけるスピードは下り実車 20~25 km/hr, 上り空車 22~30 km/hr を維持している(表-7 参照)。

(c) 実績および能率

高価な大形機械類の運営管理は工程、経費の面から重

要な課題であり、当山では多くの新技術を導入し、合理的な作業管理と相まって能率化、安全化の成果を挙げており、能率記録は積込み 3,522 t/工、運搬 2,265 t/工、月間平均1台当り実績記録はショベル 178,940 t, ダンプトラック 93,135 t と飛躍の実績を示している。また稼働率は部品待ちを除けばショベル 80~85%, ダンプト

表-8 タイヤショベルの実績能率表

期別	項目 号機	方数	D.T積込量 (t)	積込時間 (hr)	時間当り 積込量 (t)	1方当り 積込量 (t)	サービス メータ	燃料使用量 (L)	サービス メータ当り 燃料使用量 (L)	t当り燃料 使用量 (L)	稼働率
47 年 全 期	No. 1	387	1,222,545	2,707.0	452	3,159	3,331	150,585	45.2	0.1	76.6
	No. 2	381.5	1,353,887	2,670.5	507	3,549	2,711	173,228	63.9	0.1	81.0
	No. 3	410.5	1,563,655	2,869.5	545	3,814	3,861	173,054	44.8	0.1	85.0
	No. 4	369	1,207,357	2,580.0	468	3,272	3,209	143,246	44.6	0.1	79.3
	平均	387	1,336,861	2,706.8	494	3,457	3,278	160,228	48.8	0.1	80.6
48 年 上 期	No. 1	150.5	469,609	1,050.5	447	3,120	1,327	63,570	47.9	0.1	60.6
	No. 2	246.5	823,408	1,717.0	480	3,340	1,639	102,308	62.4	0.1	78.9
	No. 3	247.5	803,042	1,726.0	456	3,245	2,275	86,690	38.1	0.1	81.5
	No. 4	227.5	737,007	1,583.0	466	3,240	1,777	71,170	40.1	0.1	75.1
	No. 5	270.0	999,289	1,883.0	531	3,701	2,119.5	122,974	58.0	0.1	91.0
	平均	207	699,448	1,442.8	485	3,378	1,655.9	81,684	49.3	0.1	80.2

表-9 ダンプトラックの実績能率表

期別	項目 号機	方数	運搬量(t)	運転時間 (hr)	時間当り 運搬量 (t)	1方当り 運搬量 (t)	サービス メータ	走行距離 (km)	1回当り 走行距離 (km)	燃料使用量 (L)	時間当り 燃料使用量 (L)	t当り 燃料使用量 (L)	稼働率
47年	上期平均	151.5	260,992	1,060.0	246	1,724	1,115	7,343	1.22	26,025	23.3	0.1	85.0
	下期平均	204	407,439	1,425.6	286	2,001	1,515.9	10,917	1.18	37,491	24.7	0.1	89.4
48 年 上 期	No. 1	243.5	504,099	1,695.5	297	2,070	1,721	10,751	1.02	47,483	27.6	0.1	80.6
	No. 2	266.0	572,908	1,856.5	309	2,154	1,782	12,844	1.08	51,382	28.8	0.1	87.0
	No. 3	266.5	570,539	1,856.5	307	2,141	2,080	12,366	1.04	50,285	24.2	0.1	84.1
	No. 4	248.5	554,033	1,729.5	320	2,230	1,815			55,289	30.5	0.1	83.0
	No. 5	190.5	396,601	1,328.5	298	2,082	1,297			35,757	27.6	0.1	66.4
	No. 6	177.5	378,495	1,221.5	310	2,132	1,295			37,065	28.6	0.1	55.1
	No. 7	270.5	590,428	1,886.5	313	2,183	2,000	14,291	1.16	53,227	26.6	0.1	88.0
	No. 8	283.5	629,585	1,977.5	318	2,221	2,064	14,614	1.11	56,686	27.5	0.1	89.4
平均	243.5	524,586	1,694.0	310	2,156	1,756.8	12,973	1.09	48,397	27.5	0.1	81.1	

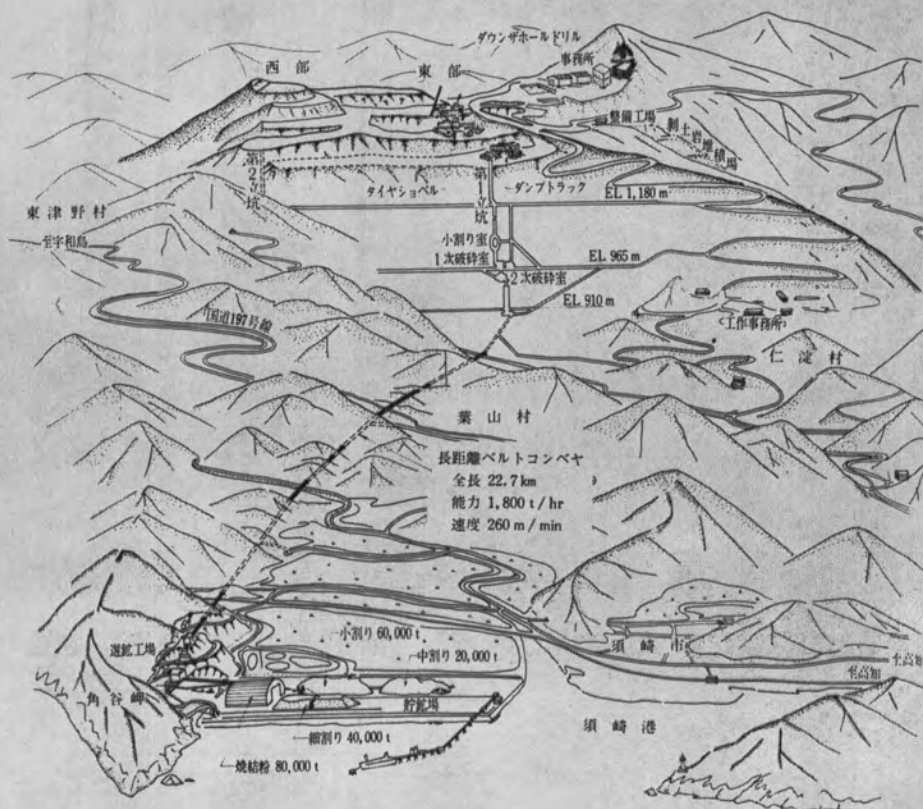
表-10 タイヤショベル成績表 (No. 1~No. 6 号車集計)

期別	項目 稼働日数 /方数	取扱量 (t)	サービ スマー タ	作 業 時 間 (hr)										部品待ち
				運 転 時 間			修 理 時 間							
				積込み	その他	待機	整備	エンジン	車体	タイヤ	作業機	電装	その他	
47年下期 修理時間比	565/1,080	3,259,510	7,094	6,206.0	379.5	33.0	334.5	282.0	396.5	3.0	469.5	66.5	8.5	0
48年上期 修理時間比	848/1,542	4,196,688	9,940.5	8,656.5	677.5	10.5	292.5	250.0	352.5	37.5	768.0	132.5	58.5	2.5
								15.6	22.0	2.4	48.0	8.3	3.7	

表-11 ダンプトラック成績表 (No. 1~No. 8 号車集計)

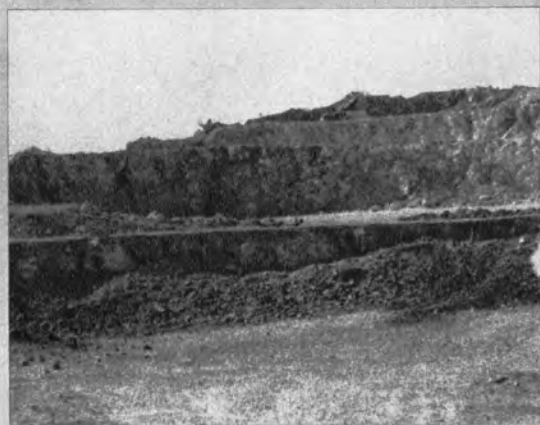
期別	項目 稼働日数 /方数	取扱量 (t)	サービ スマー タ	作 業 時 間 (hr)										部品待ち
				運 転 時 間			修 理 時 間							
				運転	待機	整備	エンジン	車体	タイヤ	作業機	電装	その他		
47年下期 修理時間比	1,057/1,855	3,259,510	11,904	11,369.5	73.5	419.0	76.0	679.5	13.0	75.5	63.5	19.0	314.0	
48年上期 修理時間比	1,169/2,104	4,196,688	14,054	13,552.0	131.0	492.0	234.5	1,222.0	75.0	233.5	166.0	73.5	1,029.5	
							11.7	61.0	3.7	11.6	8.3	3.7		

# 鳥形山採石場における稼働機械





◀ (上) 大発破の点火の瞬間 (起砕量 5 万 t)  
(下) 大発破後の起砕状況



▲ 立坑投入口におけるダンプトラック

▼ 切羽に進入するため粗鉱運搬道路を通過する大形重機





大形さく孔機および  
タイヤショベル、ダ  
ンプトラックによる  
さく孔・積込作業 ▶



AN-FO装填車 ▶



▲大形重機類による積込作業

堆積場の石塊かん止堤▶  
(防災ダム)

▼D355Aブルドーザによる  
切羽の整理作業



冬期タイヤチェーンを装着した50tダンプトラック▶

▼須崎湾に望む破碎、貯石、船積み設備



ラック 85～95%になっている。

### (6) 各種作業の機械化

採石関係のその他付帯作業についても以下のような機械化を促進し、省力化と安全化をはかっている。

- 発破作業：AN-FO 装填車（アメリンド社製 3.2t）、ステERING車、発破警戒車
- 攻出し・落石防止作業：バックホウ（UH-06）
- 道路およびベンチフロア整備作業：モータグレーダ（LG 2-H）、振動ローラ（インガーソルランド社 SP-60）
- 融雪剤散布作業：薬剤散布車（2m<sup>3</sup>）
- 散水作業：散水車（いすゞ 6t）
- 給油作業：タンクローリー車（4t）
- 注油作業：注油車
- 溶接作業：溶接車
- 切羽照明：照明車

### (7) 保安面の強化

前述のとおり地形的、気象的悪条件下の生産作業を遂行するため、また、採石作業の大形化と多種多様の機械類の採用のため保安対策として新技術の導入、改善、合理化にあたり、数多くの実戦に合った施策を講じ、保安確保の成果を挙げている。主な事項は次のとおりである。なお、昭和 46 年度生産開始以来階段掘りにおける重要災害は皆無である。

- ① オペレータの訓練と質的向上をはかるため実技教育の徹底のほか、定期的な職場会議、技術講習会の開催と社外研修を行っている。
- ② 大形タイヤショベルおよびダンプトラック類にはブレーキ、非常信号装置等の保安設備を完備させている。
- ③ 機械類の始業時点検、定期整備制度を確立し、稼働率の向上、事故防止に努めている。
- ④ 気象条件に対する保安対策

濃霧対策：年中ほとんど毎日ガスが発生するので、発破時の警戒退避の徹底はもちろんであるが、積込運搬作業の安全化をはかっている。オペレータ教育として注意力の集中、車両運行基準の励行、切羽および運行道路の日常整備、必要幅員の確保、路肩の維持をはかる。道路標識として回転灯、ナトリウム灯、投光器等の照明を主要個所に設けるほか、ポータブル発電機による照明強化をはかる。車両には全車ロングレンジのフォグラブ（ハロゲンガス入）を使用している。

表-12 タイヤライフの実績表

車 両	タイヤサイズおよびプライ	ライフ
タイヤショベル	33.25-35-32 PR	2,709 hr
ダンプトラック（ワブコ）	21.00-35-36 PR	3,369 hr
ダンプトラック（PH 180）	18.00-25-36 PR	2,780 hr

冬期対策：各車両ともキャビンを有し、オペレータの作業環境の改善をはかるほか、機械設備の寒冷地対策の強化をはかっている。降雪時のスリップ防止対策としてはブルドーザ、グレーダ、ローダ等により除雪後、融雪薬剤（塩化カルシウム）を散布車により散布している。また、一般車両はタイヤチェーンかスパイクタイヤを装着している。50t ダンプトラックのチェーンは国産化が成功し、実用化できた。50t ダンプトラック用スパイクタイヤのテストも行ったが、現在のところ経済的な面とオペレータの信頼性の面からみてチェーンの方が有利である。

豪雨対策：多雨地帯で年間雨量 44 年度 2,545 mm、45 年度 4,009 mm、46 年度 3,122 mm、47年度 5,291 mm、48 年度は 4,000 mm を突破している。集中豪雨対策としては警戒体制の確立はもちろんであるが、水路の整備、堆積場の場内外水路の整備、排水坑道の整備、砂防堤の整備等を強化し、地域社会との共存を基調として治山治水には万全を期している。

雷 対 策：ラジオまたは四国電力より近県の雷発生の情報を早期にキャッチするとともに、発雷報知器により発生状況を確認し、電気発破の中止、導爆線の使用、作業員の一時退避等の措置を講じている。

⑤ 立坑投入口には堅固な鋼製ストッパを設置し、トラックの転落事故防止対策とした。

⑥ 発破警戒用放送設備を完備し、飛石その他発破事故防止と業務連絡に効果を挙げている。

⑦ 作業指示、相互連絡の円滑化をはかるため各車両に無線装置を配置している。

## 4. む す び

奥地における高地鉱山として誕生したばかりで日も浅いが、大量安定生産の実績をあげ、大形機械類による操業に一応の目途がついたので露天掘りを中心に現状を記述した。今後さらに研鑽を重ね、鉱山における建設機械類の進歩発達をはかりたい。そして、これら大形機械類を駆使した高能率鉱山の山づくりを合言葉としてさらに省力化、合理化を推し進め、名実ともに近代的大規模鉱山として発展させていきたい。

# 膨張性地山におけるメッセル工法

## 鴨川バイパス嶺岡トンネルの工事実績

藤井三郎\* 竹林亜夫\*\*

### 1. はじめに

千葉県南部の鴨川市を迂回する延長 5.1 km の鴨川バイパス工事の一環として本稿で紹介する延長 725 m の嶺岡トンネル工事が行われた。本トンネルは通称“丹沢・嶺岡隆起帯”と呼ばれる、ほぼ東西に走る地質構造線を貫いている。地質は全区間の約 9 割が粘土質蛇紋岩と粘土化した頁岩で、ともにわが国における典型的な膨張性地質であった。施工時には強大な土圧により支保工が座屈し、トンネル断面が徐々に縮小する現象をはじめとして、地表沈下および地すべり現象等が連鎖的に発生し、このような問題にいかに対処するかが当工事の課題であった。

本トンネルの計画と初期の施工状況については本誌昭和 46 年 12 月号に報告されているので<sup>1)</sup>、本稿ではその後の施工状況と上部半断面掘削に使用したメッセル工法について紹介する。

### 2. 施工概要

施工法はトンネル全区間にわたり側壁導坑先進上部半断面方式で、掘削順序および覆工順序は図-1 に示すとおりである。この施工法を採用した主な理由は以下のとおりである<sup>2)</sup>。

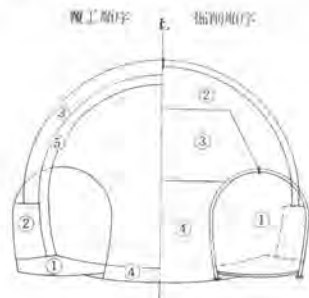


図-1 施工順序

\* 清水建設(株)土木技術部次長

\*\* 清水建設(株)土木技術部

① 導坑施工時に地質の確認ができるため上部半断面の施工法を検討することができる。

② 側壁コンクリートと導坑部分のインバートコンクリートを施工することによりアーチ支保工を安全に支持することができる。

側壁導坑の掘削方法は発破による縫地方式で、支保工は H-125×125 を使用し、インバートストラットを設けている。支保工ピッチは当初 1.0 m としたが、支保工の座屈破壊が多く、後に 0.7 m に変更している。

上部半断面の掘削方法は後述のように導坑の施工状況を検討してメッセル工法を使用したリングカット方式を全区間に採用した。支保工は H-250×250 で 0.7 m ピッチに建込んでいる。

覆工方式は 2 回巻とし、側壁およびアーチ部の 1 次巻コンクリート (55 cm 厚) の内側に 2 次巻コンクリート (35 cm 厚) を施した。

### 3. 側壁導坑の施工状況

#### (1) 施工管理の方法

ほとんど全延長にわたって膨張性地質が存在する本トンネル工事において、地圧現象が予測しがたいため、表-1 に示す各種現場計測による施工管理体制をとった<sup>2)</sup>。特に全延長の約 6 割が土被り 30 m 以下の浅いトンネルのため地表面からの観測も行って坑内土圧現象と周辺地山の挙動の関連を把握することに重点がおかれている。

また、本トンネルは導坑方式のため導坑施工時の測定結果に基づいて上部半断面の施工法の検討を行うこととした。上半施工時にもほぼこれに準じて現場計測が行われた。

#### (2) 地質概要

地質調査結果は図-2 の縦断面図に示されるように全延長の 9 割以上が粘土質蛇紋岩と粘土化した頁岩で占められ、残りの部分に玄武岩類および砂岩類となっている<sup>3)</sup>。各岩相の境界は断層および破碎帯からなり、玄武岩類および砂岩類も割れ目の極めて多い状態であった。粘土質



写真-1 矢板の設置状況と矢尻部の破損状況

蛇紋岩は乳白色～青緑色の縞状で、樹脂状光沢を有する鏡肌が存在し、水につけると白濁してヘドロ状となる。また、かんらん岩、はんれい岩、蛇紋岩の玉石・れきを含有している。主な粘土鉱物はアンチゴライトとクローライトであった。粘土化した頁岩は暗灰色～黒色を呈し、掌中で容易に鱗片状に粉碎でき、粉碎した表面は土状光沢がある。主な粘土鉱物はモンモリロナイトとクローライトであった。

(3) 土 圧

これらの粘土質の地質区間では強大な土圧が作用し、掘削直後より縫地矢板が鳴き始め、矢尻部が破損し、次に矢板中間部の破損、最後に支保工が座屈している。縫地矢板は写真-1のように設置され、矢返しをきかせて



写真-2 導坑支保工の座屈状況

矢尻部を短くしているため矢尻部の破損状況が観察しやすくくなっている。縫地矢板は厚さ 45 mm、長さ 1.2 m、幅 20～35 cm で、支保工 1 基当り 40～50 枚設置している。

この矢板設置数に対する破損数の比を矢板破損率と称して各支保工ごとに掘削後 7 日～10 日目の観察結果は図-3 のとおりである。この図において、矢板破損率が 20% 以上の個所では支保工の座屈がみられることから、強大な土圧が作用していると推察される。また、支保工クラウン部軸力を測定した結果は表-2 に示すとおりで、両導坑が並列したとき、および上半切羽が接近したときにはほとんどの支保工が座屈している。そのときの作用土圧は土被り荷重に等しいか、その 1/2 に達していると推定される(写真-2 参照)。

(4) 地表沈下

導坑掘削による地表面の沈下量を計測した結果表-3 に示すように 15～59 mm に達している。地表沈下現象は切羽が通過する直前から急激に始まり、切羽通過後約 15 日で落ち着いている。このような沈下現象は掘削時に

表-1 導坑施工時の施工管理項目

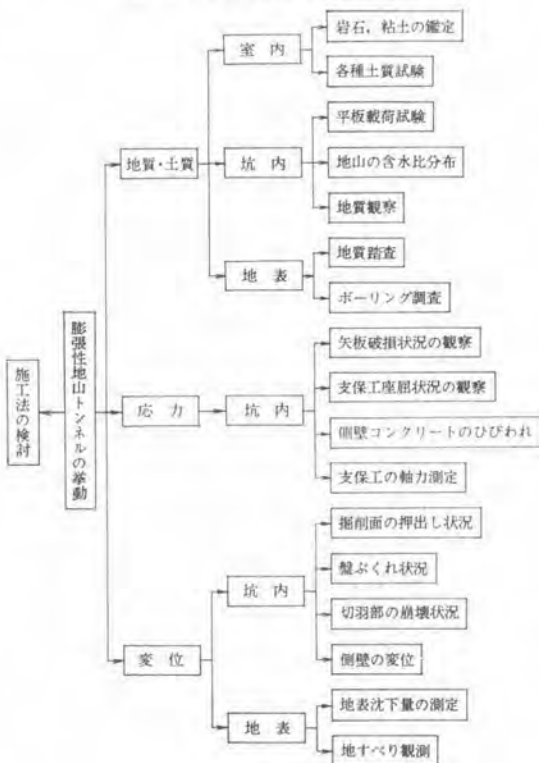


表-2 施工条件と導坑支保工クラウン部軸力の測定結果

位置(m)	施工条件		測定値(t)			土圧の計算値(t/m <sup>2</sup> )	
	単設トンネル	他導坑通過後	上接近時	半時	他導坑通過後の推定土圧	土被り荷重 $\gamma \cdot h$	
川側導坑	66.0		2.5	9.0	1.7	46.5	
	261.0		10.5	20.4	52.0*	87.6	
	277.0		17.0	24.3	34.0*	94.3	
山側導坑	96.0		4.0	10.2	25.0	6.9	48.7
	188.0			48.0*		32.6	67.7
	279.0			13.0	30.0	12.6	94.3
	580.3		6.0	15.0		14.6	58.6
	589.7		9.0	22.0*		21.4	57.3
	590.4		16.0	28.0*		27.2	57.3
	599.6		15.0	25.0*		24.2	56.1
600.3		23.0	35.0*		34.0	56.1	
備考	導坑1本の場合	双設トンネルの相互干渉	上半切羽の影響			$\gamma = 2.10$ の場合	

(注) \* 印は支保工座屈

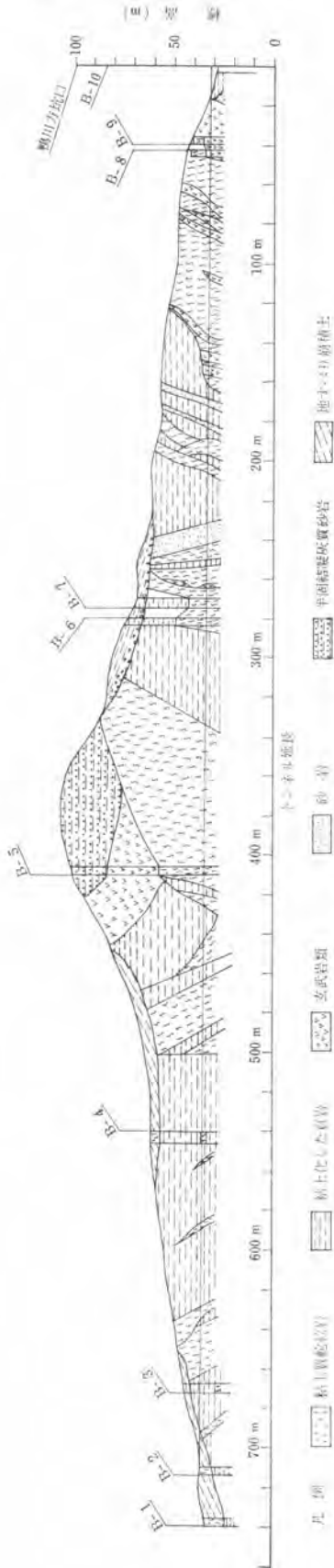


図-2 福岡トンネル地質縦断面図

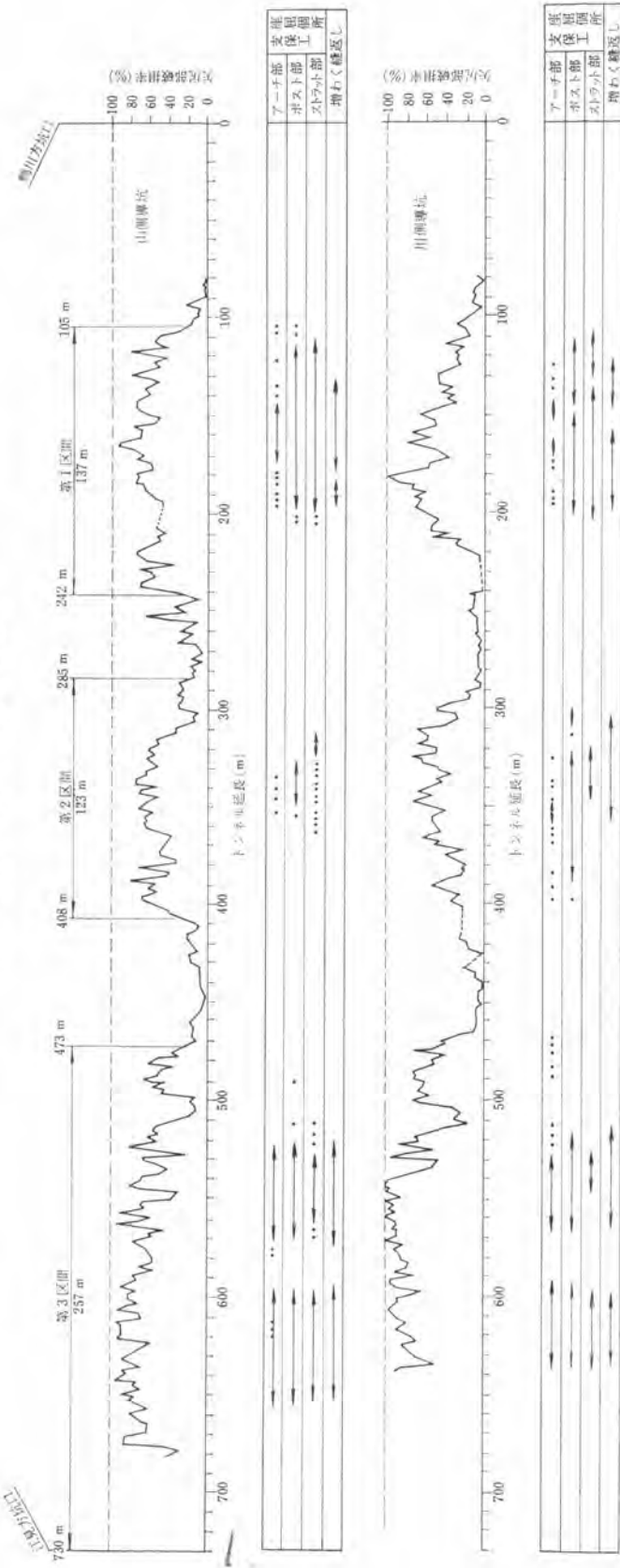
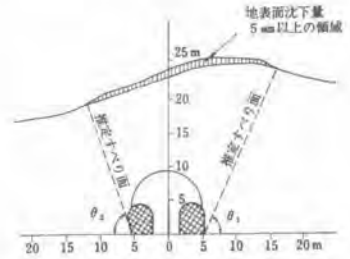


図-3 トンネル延長方向の土圧状況

表-3 側壁導坑掘削による地表面沈下状況

位置 坑口より	土被り厚(m) (導坑天端より)	岩 質	地表面最大 沈下量(mm)	推定すべり面傾斜角	
				$\theta_1$	$\theta_2$
50 m 地点	14.3	粘土質蛇紋岩	15	79°	68
55 m 地点	16.1	*	21	72	
60 m 地点	18.0	*	24	66	
65 m 地点	17.7	*	35	68	
70 m 地点	18.8	*	36	65	
75 m 地点	18.7	*	42	63	
80 m 地点	18.1	*	46	61	
85 m 地点	18.3	*	47	57	
90 m 地点	19.0	*	59	68.7	
平均	17.5	*	36.1		



生ずる必要最小限の余掘りと、矢板の破損や支保工のたわみなどに起因していると考えられる。

図-4 は坑口より 600 m 地点での支保工クラウン部軸力とその直上の地表沈下量の測定結果である。これによると、両導坑が並列したときの相互干渉による土圧の増加と地表沈下の増大現象がうかがえるとともに、支保工が座屈した場合には地表沈下量が著しく増加することが示されている。このようなトンネル土圧と周辺地盤の変位状況から、本トンネルにおける強大な土圧の原因はトンネル掘削により周辺地盤に塑性域が形成され、その範囲が拡大するためと考えられる。

(5) 切羽部の崩壊

導坑掘削時には切羽の崩壊がたびたび発生し、膨張性地質が崩壊性に富んでいることを印象づけられた。崩壊部のすべり面は粘土質蛇紋岩の場合には樹脂状光沢を有する白っぽい鏡肌であり、粘土化した頁岩の場合には土状光沢を有する暗灰色の鏡肌であった。これらの切羽部の崩壊状況と発生回数は図-5 に示すとおりである。一度切羽が崩壊し始めると徐々に崩壊範囲が拡大し、復旧作業に数日ないし 10 数日を要し、工事の進行が著しく遅れ、工程上問題であった。

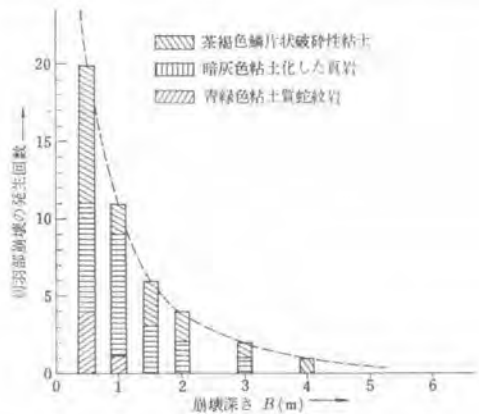


図-5 (A) 切羽部崩壊の発生回数と崩壊深さ

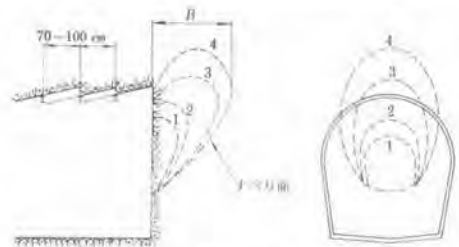


図-5 (B) 切羽部崩壊のモデル図

4. 上部半断面施工法の検討

このような側壁導坑の施工状況であったため上部半断面の施工法は次の諸点を考慮した慎重な方法をとる必要があった。

- ① 上部半断面の掘削域は導坑施工により塑性域となったところであるため強大な土圧、地表沈下、切羽の崩壊等に対する条件は導坑施工時よりも厳しい。
- ② 上部半断面は導坑断面より大きい。
- ③ アーチ支保工が座屈した場合、設計巻厚を確保することができなくなる。

このような前提条件のもとで上部半断面の施工法を検討した結果、普通の掛矢板工法は危険であり、また、縫地工法も H-250×250 支保工を 70 cm ピッチで建込む

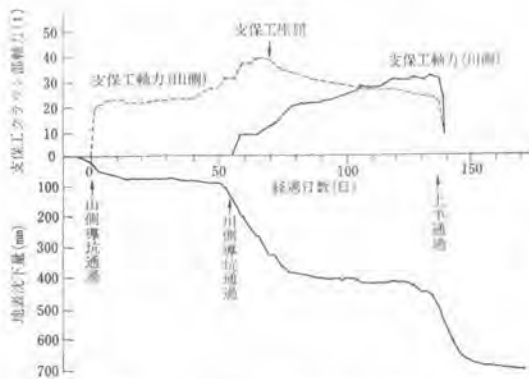


図-4 導坑支保工クラウン部軸力と地表沈下状況

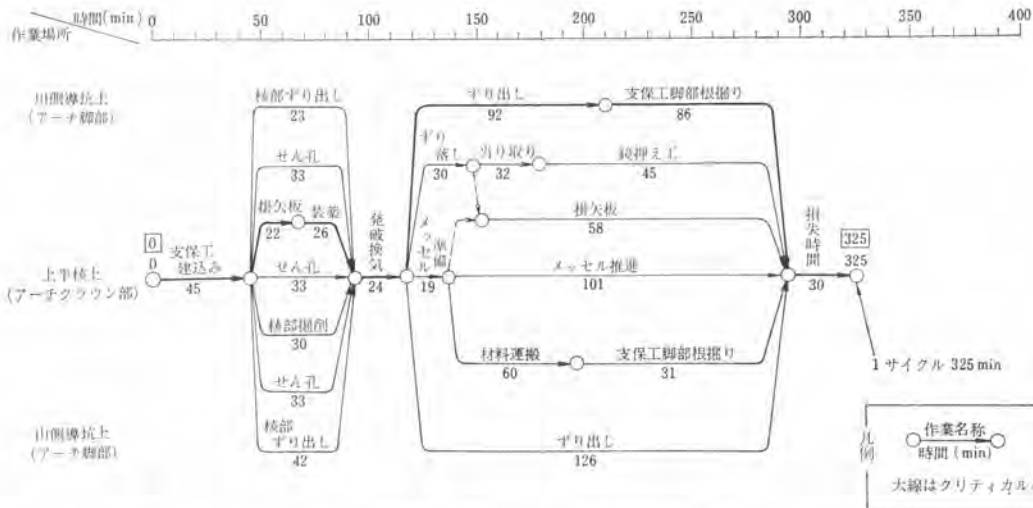


図-6 上部半断面掘削サイクルタイム図

ため矢板が立ち、余掘りが 70~80 cm 程度になる点から不適当であった。このためメッセル工法の採用を検討した<sup>5)</sup>。すなわち、余掘りを 20 cm 程度におさえることができ、さらに切羽の崩壊に対してもリングカット方式を併用しつつ鋼矢板を切羽前面に押しすすめるため作業の安全性も高く、また、矢板を掛ける時期が掘削後数日であるため初期の土圧は鋼矢板にもたせるなどの利点が生かせると判断された。支保工の座屈防止についてはアーチ 1 次覆工をできる限り早期に行うこととした。

このようにして採用されたメッセル工法は昭和 41 年に鹿児島本線串木野トンネル新設工事に際し、土留用鋼矢板を利用した清水式矢板推進工法が当社で開発(特公昭46-21070)されたものに、鋼矢板の形状、材質および推進装置などに改良を加えたものである。これはいわゆるメッセル工法と同じ機構のものである。このようなメ

ッセル工法は市街地の地下トンネル工事などにかなり用いられているが、膨張性地質に応用した例がなく、特に強大な土圧への適応に注目された。

## 5. メッセル工法による上部半断面の施工状況

### (1) 掘削作業とサイクルタイム

掘削は発破方式により、すり出し方法はリングカット掘削のためすりを側壁導坑上部に設置したすり棚で仮受けする方法を採用した。

メッセル工法は鋼矢板を支保工の外周に直接並べ、発破終了後にずれ止め金具により進行方向を規制しながら油圧ジャッキで鋼矢板を 1 枚 1 枚推進する。このときジャッキの反力は支保工にとっている(写真-3 参照)。すべての鋼矢板が支保工 1 基分(70 cm)推進し、切羽上部を保護したのち支保工を建込んでいる。鋼矢板の推進は地山が粘土化しているとはいえ、玉石を含む締まった層のため矢先を切羽に貫入させることができないので、ピックにより矢先部を先掘りしながら行い、余掘りを最小限におさえている。

上半掘削に使用した機械類は表-4 のとおりで、メッセル工法関係の機械の特徴としては、ジャッキ操作に押しボタン式の電磁弁を採用して省力化をはかっていること、鋼矢板が 20 t/m<sup>2</sup> の土圧に耐える設計になっていることなどである。

掘削作業のサイクルタイムの一例は図-6 に示すとおりで、このときの作業条件は山側導坑が貫通したためずりの一部を山側導坑にぶち落とし、川側導坑ではすり棚を使用している。

当初懸念された切羽部の崩壊は格好なリングカットとメッセル工法の併用でほぼ解決している。掘削作業で問題となったのは強大な土圧のためにジャッキ推力が不足



写真-3 メッセル工法の推進機構



表-4 上半断面使用機器一覧表

名 称	数 量	仕 様	備 考
清水式鋼矢板	61枚	材質 Well ten 20 t/m <sup>2</sup> 用 260×4,600×65×9	使用区間 坑口より 0~600 m
改良形鋼矢板	30枚	材質 SS-41, 30 t/m <sup>2</sup> 用, 300×4,050	使用区間 600 m 以奥
推進用ジャッキ	4台	油圧 300 kg/cm <sup>2</sup> , 重さ 16 kg, 推力 9 t, ストローク 23 cm	使用区間 0~125 m
改良形ジャッキ	4台	油圧 300 kg/cm <sup>2</sup> , 重さ 24 kg, 推力 15 t, ストローク 23 cm	使用区間 125~180 m
改良形ジャッキ	3台	油圧 700 kg/cm <sup>2</sup> , 重さ 14 kg, 推力 20 t, ストローク 16 cm	使用区間 180 m 以奥
パワーユニット	2台	油圧 300 kg/cm <sup>2</sup> 2連式	使用区間 0~180 m
改良形パワーユニット	2台	油圧 700 kg/cm <sup>2</sup>	使用区間 180 m 以奥
高圧ホース	4m×20本	耐圧 350 kg/cm <sup>2</sup>	
高圧ホース	10m×10本	耐圧 800 kg/cm <sup>2</sup>	
手動切換弁	2台	500 kg/cm <sup>2</sup> 用	
電磁切換弁	4台	押ボタンにて油圧操作	
支保工ジャッキアップ装置	2台	50 t 油圧ジャッキ使用	
補助ジャーナルジャッキ	6台	30 t × 3台, 15 t × 3台	
エアホイスト	2台	7.5 IP	
トラクタジョベール	1台	BS-6	核部掘削, 資材運搬
バッテリーロコ	2台	6 t	
グランビダンプカー	6台	3 m <sup>3</sup>	
ロッカジョベール	1台	RS-55	山側導坑貫通後
レグドリル	4台	古川 317 形	
アースオーガ	3台		
コールピックハンマ	8台	CA-7	
抵抗	1台	200A	

し、推進作業に多大な労力と時間を要し、使用機械類の改良を後述のように余儀なくされたことである<sup>6),7)</sup>。

(2) 土 圧

上部断面施工時にも予想どおりに強大な土圧が作用し、メッセルジャッキの推力不足、掛矢板(45 mm厚)の破損、支保工の局部座屈、側壁コンクリートの不同沈下等の諸問題が発生した。

土圧の観測はアーチ支保工の脚部に 300 t ロードセルを設置して 6 箇所で行ったが、いずれも 100~300 t を示している(図-7 参照)。土圧の作用状況と施工の関係は次のように考えられた。

① 支保工に作用する土圧は掘削直後より増大するが、メッセル矢板が通過し、掛矢板を設置するとき、一時的に地山と掛矢板の間に空けきが生ずるため土圧はいったん低減する。

② 掛矢板設置後約 10~20 日間に土圧は急激に増大し、その後は落ち着く。

③ 支保工に作用する土圧が落ち着いた頃にアーチ 1 次覆工を打設し、コンクリートが養生期間中に強制変形を受けずに硬化している。そのためアーチコンクリートにひび割れは発生していない。

このような土圧の作用状況のため施工上の問題は掘削作業時のメッセルジャッキの推力不足などのメッセル工

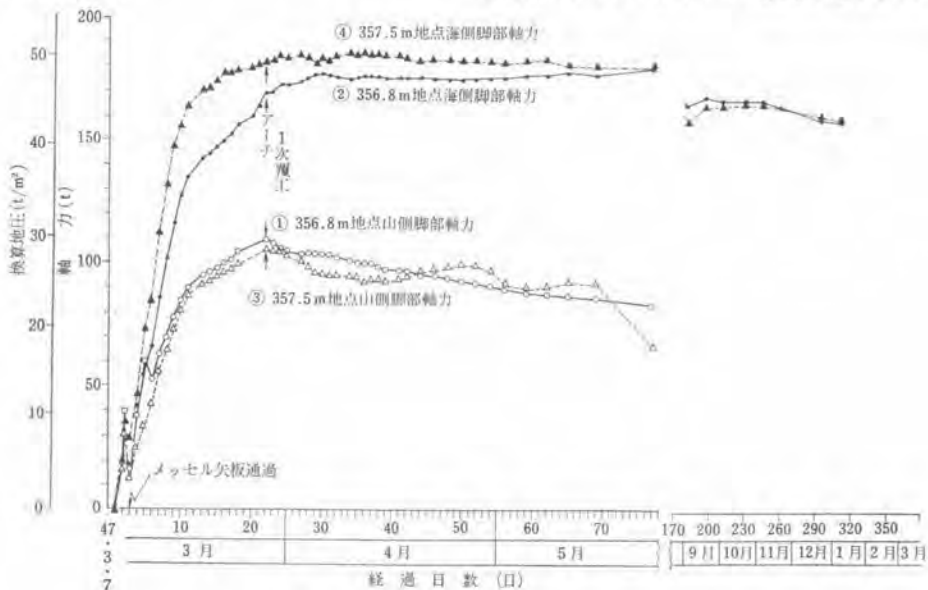


図-7 上半支保工脚部軸力測定値(ロードセル)

法であった。

(3) ジャッキの推力不足

坑口より 125 m 地点で地すべり誘発による強大な土圧がメッセル矢板に作用したため 1 枚の矢板を推進するのに 9 t ジャッキ 4 台を使用しても推進できない状態となった。そのためジャッキ推力の検討を次のように行った。すなわち、ジャッキ推力に抵抗する力は次のように分類できる。

- ① 鋼矢板と地山との摩擦力 ( $q_1$ )
- ② 鋼矢板相互のジョイント部の摩擦力 ( $q_2$ )
- ③ 鋼矢板とアーチ支保工との摩擦力 ( $q_3$ )
- ④ 鋼矢板テール部と木製矢板との摩擦力 ( $q_4$ )
- ⑤ 鋼矢板矢先部の貫入抵抗力 ( $q_5$ )

この地点で約 1 カ月間放置したメッセル矢板の受ける土圧を  $30 \text{ t/m}^2$  として、鋼矢板 1 枚を押すために必要なジャッキ推力を表-5 のように求めた。これによると 9 t ジャッキ 4 台で推進できる計算となるが、実際には推進できなかった。その理由として鋼矢板テールおよびジョイント部に変形が生じて計算以上の抵抗力が発生したこと、ジャッキを 4 連で使用するにはかならずしも全能力が発揮されないことなどが考えられた。この点とメッセル矢板推進作業の能率を上げるための余裕(安全率 2)をとって 15 t ジャッキを 4 台製作した。このようなジャッキ能力の向上によりこの区間での矢板推進が可能となった。

表-5 土圧が  $30 \text{ t/m}^2$  作用しているときのメッセル矢板 1 枚当りのジャッキ推力

摩擦箇所	摩擦抵抗力 (t)	備考(摩擦係数)
鋼矢板と地山 ( $q_1$ )	12.9	$\phi=15^\circ, c=1.6 \text{ kg/cm}^2$
ジョイント部 ( $q_2$ )	1.2	$\mu=0.15$
鋼矢板と支保工 ( $q_3$ )	4.5	$\mu=0.15$
テール部と鋼矢板 ( $q_4$ )	1.1	$\mu=0.10$
矢先部(貫入抵抗) ( $q_5$ )	0	
合計(ジャッキ推力)	19.7	

表-6 支保工 1 基当りの鋼矢板推進作業時間(平均)と作業条件

項目	坑口からの距離						
	0~40 m	40~100 m	100~125 m	125~180 m	180~205 m	205 m 以奥	
矢板推進作業時間 (min)	70	110	150	400~500	150	100 前後	
矢板に作用する推定土圧 ( $\text{t/m}^2$ )		10~25	15~25	20~30	20~30	10~30	
機械能力	ジャッキ	9 t (4 台)	9 t (4 台)	9 t (4 台)	15 t (4 台) 予備 9 t (4 台)	20 t (1 台) 15 t (6 台)	20 t (3 台)
	パワーユニット	300 kg/cm <sup>2</sup> (4 台)	300 kg/cm <sup>2</sup> (4 台)	300 kg/cm <sup>2</sup> (4 台)	300 kg/cm <sup>2</sup> (4 台)	700 kg/cm <sup>2</sup> (1 台) 300 kg/cm <sup>2</sup> (4 台)	700 kg/cm <sup>2</sup> (2 台)

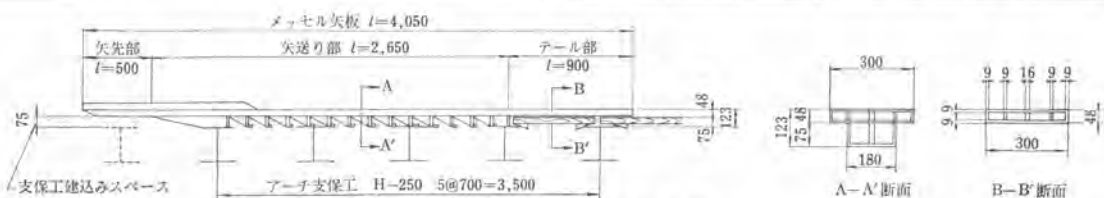


図-8 メッセル矢板設計図

さらに坑口より 180 m 掘進したところで 15 t ジャッキの推力不足と故障(主に油もれ)が目立ち、さらに 4 台の 15 t ジャッキを製作したが、矢板の推進作業サイクルタイムはこれまでの区間の約 4 倍に達し、坑夫の士気もおとろえはじめた。再びジャッキのパワーアップを考慮したが、これまでに使用してきたパワーユニット ( $P_{max}=300 \text{ kg/cm}^2$ ) に適応するジャッキは重量面から現用の 15 t 用(重量 24 kg)で限界であったため両者の能力向上をはかる必要があった。すなわち、パワーユニットの油圧を  $700 \text{ kg/cm}^2$  とし、ジャッキ推力を 20 t (重量 14 kg)としてそれぞれ 2 台と 3 台を製作した。これによりこの付近の強大な土圧作用区間を通過することができた。この区間の土圧は支保工脚部のロードセルにより観測したところ掘削後 25 日で  $60\sim75 \text{ t/m}^2$  に達していた。この付近の矢板推進作業時間は表-6 に示すとおりで、残りの区間はこれらの機械類でほぼ順調に進むことができた。

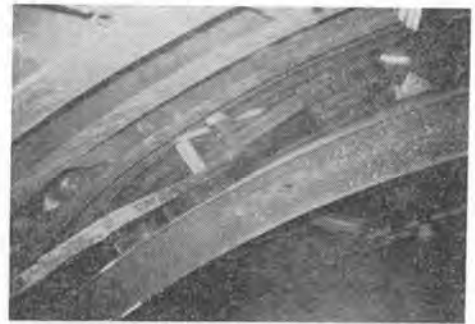
(4) 新しいメッセル矢板の製作と設置

坑口より 600 m 掘進したところでメッセル矢板の変形とジャッキの当り部分(駒部)の破損が著しいため新しい矢板を製作することにした。製作にあたり、本トンネルの強大土圧に適応する矢板として次の諸点に考慮をほらった。

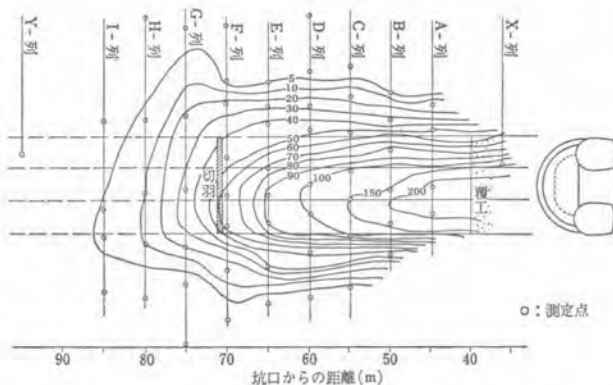
- ① メッセル矢板はテール部も含めて地山に接する矢板面積を小さくする。
  - ② 鋼矢板の長さをできる限り短くして地山に接する面積を小さくする。
  - ③ 湧水量が極めて少ないためジョイント部は不要である。また、矢板の方向規制はずれ止め金具で行う。
  - ④ 鋼矢板の矢先部は切羽に貫入し掘削した後、支保工組立に必要なスペースが得られるものとする。
- この新しいメッセル矢板の形状、寸法は図-8 のとおりである。



写真—4 新しいメッセル矢板の設置と発進基地



写真—5 新しいメッセル矢板の設置状況



図—9 上半掘削時の地表面等沈下量分布 (単位:mm)

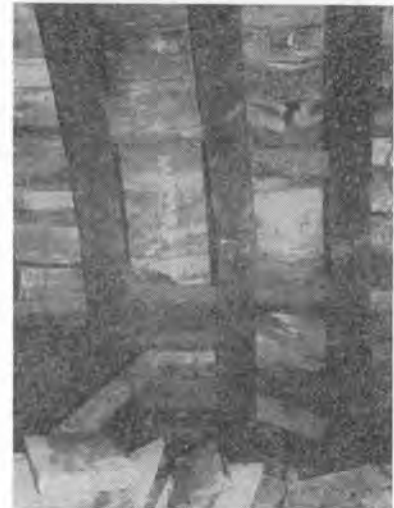
新しいメッセル矢板の設置にあたり、基地づくりを行った。基地は延長7mにわたり支保工を正規の位置から80cm上越しをし、その下に受わく用支保工5基を建込んでいる(写真—4, 写真—5 参照)。

(5) 地表沈下

坑口から45~85m区間において、上半施工時の地表面沈下状況を計測した結果は図—9のとおりである。導坑施工時と比較してきわめて大きいことが判明した。その原因は余掘り、支保工のたわみ、矢板の破損(写真—6 参照)などが考えられるが、なかでも余掘りによる影響が大きいと推定される。これは導坑施工時にも問題となった点であるが、メッセル工法の場合でも先掘りのときに肌落ちが生じ、結果的に余掘りが生じている。この点について、メッセル矢板の矢先構造を改良し、地山に貫入させて肌落ち防止する方法を検討した。

6. おわりに

典型的な膨張性地質であり、土被りが浅く、かつ地す



写真—6 矢板の破損状況

べり地帯というトンネル施工上問題の多い本トンネルでのメッセル工法の施工例について紹介したが、皆様の忌憚のないご批判をおおぐ次第である。

なお、本工事は難工事の末、昨年3月に完成した。本報告をまとめるにあたり、全面的なご協力をいただいた千葉県土木部鴨川土木事務所および当社嶺岡トンネル作業所の諸氏に深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 緒方・金岡(1971): 嶺岡トンネルの計画と施工, 建設の機械化, '71.12
- 2) 緒方・金岡(1972): 蛇紋岩トンネルの施工, トンネルと地下, 第3巻3号
- 3) 緒方・竹林(1973): 膨張性地山トンネルの施工管理の一例, 第11回日本道路会議一般論文集
- 4) 鈴木・吉田・竹林(1973投稿中): 千葉県鴨川市嶺岡隧道の地質と膨張性地圧について, 応用地質
- 5) 藤井・金岡(1971): 嶺岡トンネル, 施工技術, 第4巻第10号
- 6) 緒方・司(1973): 膨張性地山におけるメッセル工法, 月刊建設, 第17巻4号
- 7) 水野・小林(1973): 膨張性地山におけるメッセル工法, 第11回日本道路会議一般論文集

# 橋脚はり回転工法による 広島高架橋の施工概要

川崎 迪一\* 小谷 正雄\*\*

## 1. まえがき

近年、自動車交通量の増大に対処するため市街地における高架道路の建設が進んでいる。この場合、用地買収等の関係から既存の街路上に建設されるケースが多く、その橋脚形式はけた下空間の有効利用から1本足橋脚がよく採用されている。しかし、工事は交通供用中の街路上で行われるため安全な交通確保という制約を受ける。特に梁部の施工にあたり、支保工設置による交通障害と落下物による危険防止等が問題になる。

そこでこの解決策として、広島高架橋では1本足橋脚のうち9基について橋脚はり回転工法を採用した。橋脚はり回転工法とは1本足橋脚を柱上の施工に都合のよい方向において打設、製作した後、これを所定の位置に回転させ、柱と緊結し、橋脚を築造する工法である。以下にその概要を説明する。

## 2. 広島高架道路の計画概要

広島高架道路は国道2号線西広島バイパス(15.7 km)の一環として広島市庚午地区より観音地区まで延長約1.5 kmの区間において現国道2号線上に建設する高架道路(暫定2車線)である。

この高架道路の施工区間は西広島バイパスの起点部に位置するが、太田川放水路に架かる旭橋を含めて前後区間が2車線であり、かつ主要道路および市道との交差点があり、近年の自動車交通の増加により著しい交通渋滞を呈している。

広島高架道路は当区間の交差点の立体化により円滑な交通処理をはかるとともに、将来は広島都市高速道路として広島中心部へ延伸すべく計画されたものである。工事期間は昭和46年11月から昭和49年3月までの間で、昭和49年4月西広島バイパスの完成に合わせて同時



図-1 回転工法施工箇所位置図

に供用開始する予定である。

### (1) 構造形式

(a) 庚午および観音地区(L=1,235 m)

下部工：π形 RC ラーメン橋脚 27 基  
1本足 PC 橋脚はり 11 基  
π形鋼ラーメン橋脚 6 基

上部工：鋼げた(単純合成飯げた 228 m、2径間連続飯げた 128 m、3径間連続飯げた 204 m、3径間連続箱げた 122 m)、PC げた(本線部 451 m、ランプ部 102 m)

(b) 新旭橋(L=286 m)

下部工：RC 逆 T 形式 4 基

上部工：2層路面(ダブルデッキ)の3径間連続トラス箱げた

(注) 下路は国道2号線の下り専用道路となる。

## 3. 回転式工法の特徴

1本足橋脚はりの製作に際し、従来の施工法では前述したように交通障害、落下物の危険、また支保工設置も大がかりになるなどいろいろの問題があったが、本工法で

\* 建設省中国地方建設局道路部長

\*\* 建設省中国地方建設局広島国道工事事務所建設監督官

はこれらの問題点は解決でき、しかも作業も安全にできる。以下に回転工法の特長と利点を記す。

- ① 交通空間を最大限に確保できる。
- ② 支保工の設置時、解体時も車両および歩行者に対する落下物等の危険の恐れがなく、安全である。
- ③ 支保工は簡単な材料で施工でき、組はずしが容易なため工期が短縮できる。
- ④ 回転中も下を通る交通車両に影響を与えることなく交通開放のまま作業ができる。

#### 4. 回転工法の概要

橋脚はりの回転工法は梁部の製作を交通に支障ないよう道路の縦断方向で行い、脚柱とはりの間に回転板を設置し、はり上に設置した回転装置によりはりを所定の位置まで回転させ、次に PC 鋼材と接着剤等によって脚柱とはりを接着、緊結させ、橋脚を一体にする工法で、その概要を 図-4 に示す。

#### 5. 回転工法の施工

回転工法の施工順序の概要を示すと 図-5 のようになり、この施工順序に従い、以下に回転装置の概要および回転施工について説明する。

##### (1) 脚柱施工と PC ケーブル

脚柱施工時にあらかじめはりと脚柱を緊結する PC ケーブル(引張荷重 270 t)を 写真-1 のように配置する。この場合、PC ケーブルは回転に支障のないように設置しておかなければならない。

緊結する PC ケーブルのセット方法は 図-6 に示すように A 形と B 形とを本工事中では併用した。A 形は柱の中に定着具を埋込み、柱とはりの結合部でカップラジョイントとする方法、B 形は柱の中にケーブル落込み管を設置し、そこへケーブル必要長を落込み、回転後引上げてセットする落込み方法(詳細は 図-7 を参照)であ

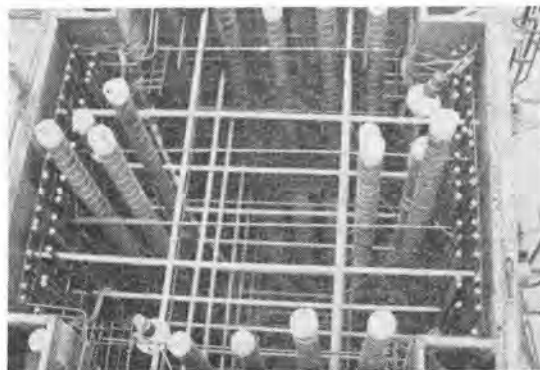


写真-1 PC ケーブル配置状況



写真-2 はり製作状況

る。なお、引上げに必要なワイヤをあらかじめ PC ケーブルの頭部に取付けておかなければならない。

PC ケーブルの定着方法に A 形、B 形の 2 種類を併用した理由としては、いずれか一つの方法にすると定着部またはジョイント部が柱の一定高さの位置に集中し、応力上および施工性に問題があり、A 形はジャッキ受座の柱切欠き部を利用して柱の四隅に使用し、B 形はその他の個所に使用し、定着部の位置はそれぞれ異なった個所に設置した。

次に、柱上面の四隅は後で回転板設置のためはりをジャッキアップする受座が必要なので切欠いておかなければならない。また、柱上面は回転板を設置するため平坦に仕上げるのが要求される。

##### (2) 回転軸の建込み

回転軸は外径 609.6 mm、厚さ 10 mm の鋼管を使用し、回転軸と柱との固定は柱上面にアンカーボルト(φ 28×600×16 本)を埋込み、ナットにより固定する。回転軸の外径 609.6 mm は人が中で作業する作業可能な最小径となっている。回転軸の外面にははりコンクリートとの絶縁をはかるためスチライト(厚 10 mm)を巻き、さらにその外側に薄鉄板を使用している。

##### (3) はりの施工

はりの製作は 写真-2 のように道路の縦断方向に行う。写真-2 でわかるように、作業は工事用柵内で施工するため、はりの支保工はビティ支保工とすることができる。

##### (4) 回転板の設置

回転板は 写真-3 に示すようにレールとなるリング状

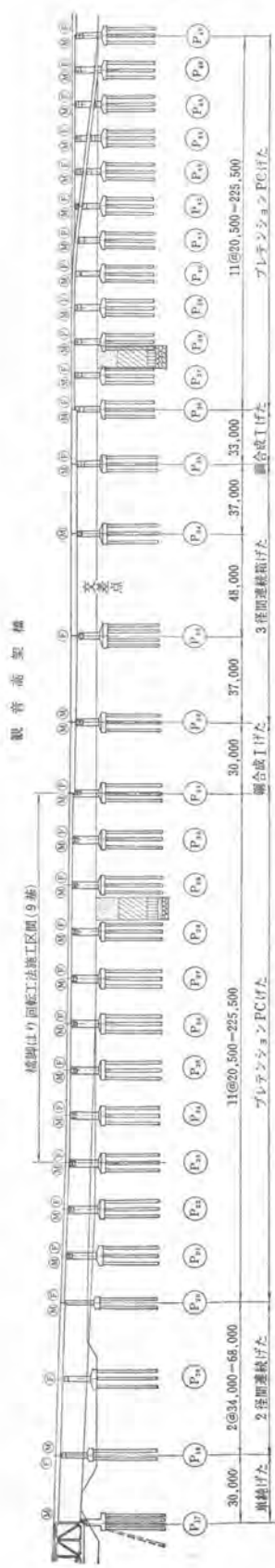
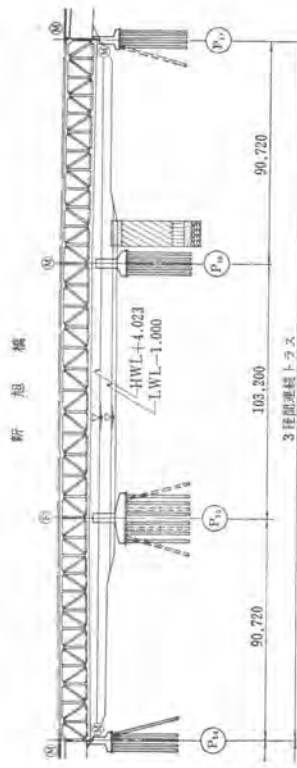
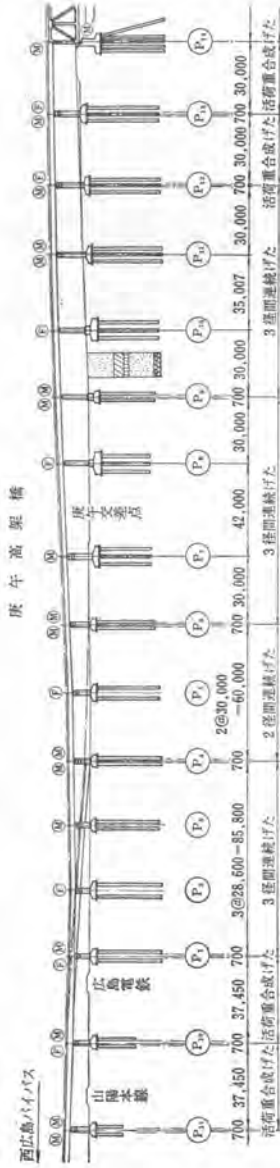


図-2 広島高架橋一般図

のステンレス板と3個のスライディングプレートからなっており、ステンレス板は回転角度および作業上の関係から3分割にしている。はりは3点で支持されるので最も安定した支持状態となる(図-8参照)。

スライディングプレートはステンレス板とテフロンシートを組合せたもので、テフロンシートは耐熱、低摩擦係数等の特性をもった材質である。

回転板の設置ははりの支保工撤去後柱四隅のジャッキ受座に設置された電動油圧ジャッキ4台(100t/台)ではりをジャッキアップして行く。回転板の設置が終わればはりをジャッキダウンして回転板上に載せ、回転板の設置作業が完了する。

(5) 回転装置の設置

回転力を与える回転装置は図-9に示すようにはりに固定したジャッキアンカーに2台の油圧ジャッキ(セン



写真-3 回転板

ターホールジャッキ 50t/台) をセットし、一方、回転軸の上端部に PC 鋼棒取付用のブラケットを取付け、その後、ジャッキとブラケットに PC 鋼棒を連結させる(写真-4 参照)。

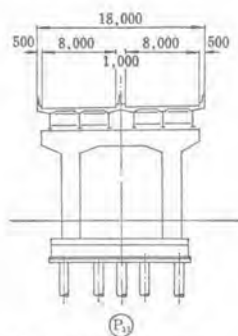


図-3 (A) P<sub>11</sub> 断面図

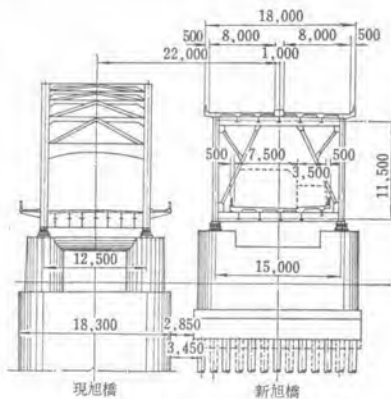


図-3 (B) 現旭橋と新旭橋断面図

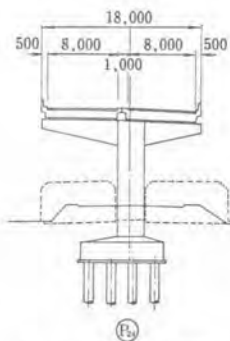


図-3 (C) P<sub>2</sub> 断面図

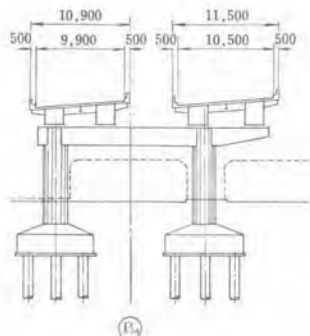


図-3 (D) P<sub>14</sub> 断面図

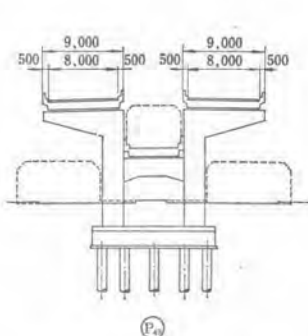


図-3 (E) P<sub>18</sub> 断面図

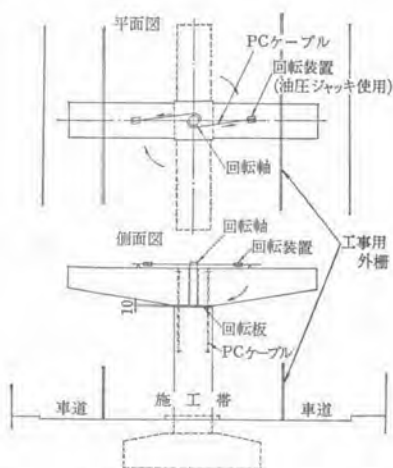


図-4 回転工法概要図



図-5 回転工法施工順序図

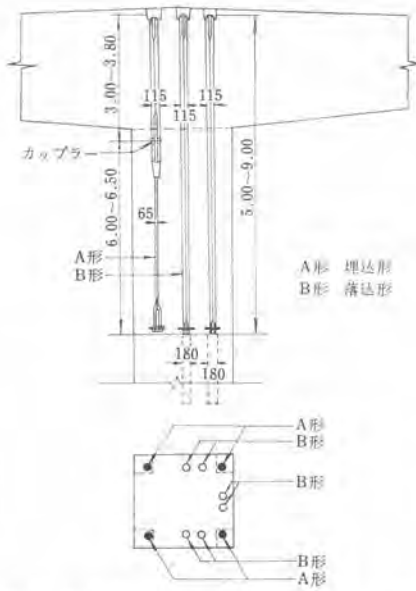


図-6 緊結 PC ケーブルセット図 (A形, B形)

(6) 回 転

センターホールジャッキ 2 台の操作により回転が開始される。今回行った広島高架橋では回転に際し偏心量の大きい 5 基について 6~12t のカウンタウェイト (バランス調整) を載せ、回転を行った。また、回転作業の所要時間は 1 基当たり約 40 分程度であった。なお、各橋脚はりの回転に要した時間を参考までに表-1 に示す。

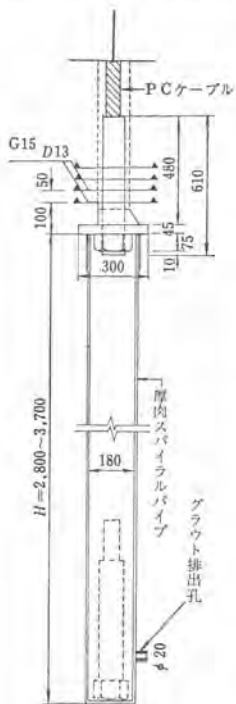


図-7 落込み形詳細図

次に、回転力を与える PC 鋼棒の引張力は回転開始時では 18~20 t/本で、回転中は 8 t/本となり、摩擦係数については最大 9%、最小 4% という実績結果であった。今回最初に行った回転は P<sub>31</sub> で、はり重量 (290 t) が最大で、しかも偏心量も大きく、さらに回転作業の不慣れもあり、交通止めして回転を行ったが、安全性の高いことが確認され、2 回目からは下の交通を通して回転作業を行った (写真-5 参照)。

(7) 回転板および回転装置の撤去

回転装置を取りはずし、再度はりをジャッキアップして回転板を撤去する。

表-1 回転所要時間

橋脚 No.	作業時間 (min)			橋脚 No.	作業時間 (min)		
	回転	盛替	計		回転	盛替	計
P <sub>10</sub>	17	49	66	P <sub>26</sub>	20	24	44
P <sub>20</sub>	15	22	37	P <sub>25</sub>	17	18	35
P <sub>19</sub>	20	13	33	P <sub>24</sub>	18	16	34
P <sub>23</sub>	14	24	38	P <sub>23</sub>	17	19	36
P <sub>27</sub>	16	23	39				

(8) PC ケーブルのセット

柱四隅の PC ケーブルはカップラジョイントとし、落込みの PC ケーブルはレッカー車でつり上げ、定着部にセットする。なお、PC ケーブルのセット完了後、はり高および角度の微調整は 4 台のジャッキで行う。

(9) 樹脂モルタルの充填

接合部の充填材料は各種の材料から選び、その材質と充填効果について実験を行った。実験結果では各材料とも品質強度は大差なく、また、施工性については作業速度および高所作業の関係から作業の単純化を考慮して本工事では樹脂モルタルを使用した。

樹脂モルタルは樹脂と砂を 1 : 1 の流動性のある配合とし、接合部に厚さ約 10 cm で敷きならす。次にはりをジャッキダウンして接着し、表面仕上げを行う。

(10) PC ケーブルの緊張、グラウト

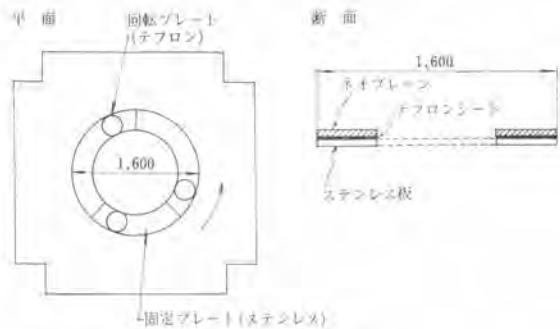


図-8 回転板詳細図

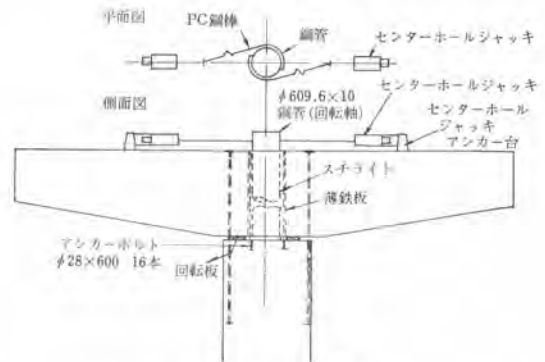


図-9 回転装置詳細図





写真-4 回転装置

はりと柱を緊結する PC ケーブルを緊張、グラウトし、カウンタウェイトおよび回転軸を取り除き、回転軸跡に中埋めコンクリートを打設してすべての作業が完成する。写真-6 は回転を完了した1本足橋脚はりを示す。

(11) 回転工法における作業日数

はりの回転作業における足場組立から中埋めコンクリートの打設完了までに要した作業日数は1基当りおおむね5日間であり、その工程内訳を図-10に示す。

6. む す び

都市内の高架道路工事で、特に現道上で施工する場合常に下を通る車両への障害が問題となるが、1本足橋脚については回転式工法を採用することにより交通障害は

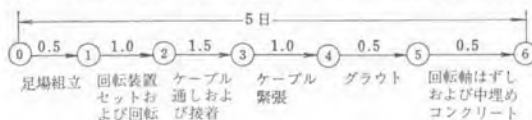


図-10 回転作業日数

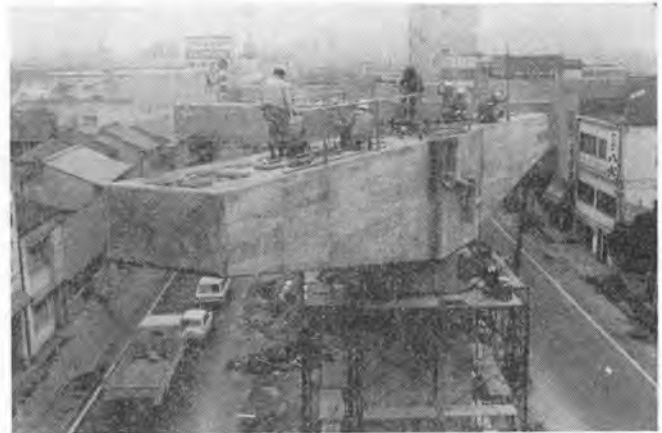


写真-5 回転状況



写真-6 回転を完了した橋脚はり

なく、また車両への落下物等の危険もなく、安全に、かつ短期間のうちに施工が可能である。

また、軌道上に新たに軌道を建設する場合、河川等に近接して施工する場合、工場など両側に建築物が隣接した個所での工事など、橋脚はりの下に種々の条件で制約がある場合、本回転式工法は最も適した工法となるものと思われる。今後高架道路の建設等に際し本報告が一助にでもなれば幸甚である。

おわりに、回転式工法を採用して広島高架橋の建設を行った三井建設およびこの工法を開発した PS コンクリートに謝意を表す。

# PC橋工事の施工機械による省力化

佐藤 浩 一\*

## 1. まえがき

建設業界において労務事情は逼迫化の一途をたどっており、省力化に対する努力もこの労務者不足に対処するためと労務者の老令化、熟練労務者の不足に対処するために大いに進めてゆかねばならない問題であると思われる。

PCの分野においても例外ではなく、省力化への努力は各業者間ですすめられてはいるが、施工機械による省力化という面からみると、欧米にみられるように大形の施工機械を駆使して省力化の実を挙げている現状とはいささか異なるように思うのである。

これには発注方式、契約方式、積算体系等の相異や業者側の資本力の問題等の種々の原因があると思うが、最も大きな要因としては発注規模にあると考えられる。ちなみに、欧米において大形の施工機械を駆使している工事の発注規模を調べてみると、その発注規模はわが国の発注規模とは問題にならないほど大きいことがわかるのである。しかしながら、わが国においても大形施工機械を使用することにより省力化をはかろうとする試みはなされており、その一例は首都高速道路公団において採用されたSSM式移動つり支保工であって、この詳細は後述することにする。



写真-1 Siegtal 橋

\* 住友建設(株)土木部 PC設計課長

## 2. 外国における機械化の実情

欧米における機械化の傾向をみると、アメリカにおいてはプレキャスト部材の運搬・架設用機械が大形化されていることが注目をひき、ヨーロッパにおいては各国で多少の差はあっても現場打ち、プレキャスト工法いずれの分野でも大形施工機械を駆使して急速施工および省力化をはかっているように感ぜられる。以下、ヨーロッパにおける機械化施工の実例を挙げるが、その発注規模の大きさと機械化の規模との因果関係に特に注目されたい。

### (1) Siegtal 橋

西ドイツの Eiserfeld の近くに架設された橋梁で、高速自動車道ハーゲン〜ギーセン間に計画されたものである。

本橋梁の規模は図-1からもわかるように橋長 1,050 m、幅員 30.5 m、スパンは 63~105 m、半径 1,400 m の曲線橋であり、施工にあたっては写真-1に示すような移動型わくをつり下げたガーダを用いて橋脚から左右にバランスをとりながら張出し施工を行った。このガーダおよび移動型わくの総重量は 600 t であり、ガーダの長さは 135 m である。このような施工法をとることにより

1ブロックの施工長さを大きくとることができ、また、ガーダが手延ガーダの役も果たすので、移動型わくを解体せずに次の橋脚へ移動することができる。また、資材の運搬もこのガーダを利用して行えるので別に運搬設備を必要とせず、簡単に施工することができるのである。上部工に要した工期は片車線 25 カ月であり、1ブロックの工程は1週間とし、週末をコンクリートの養生日にあてた。

### (2) Loisach 橋

本橋は西ドイツのガルミッシュに近い Loisach に架設された高速道路橋であり、その規模は橋長 1,315 m、幅員 30.5 m、スパン 31~71 m の曲線

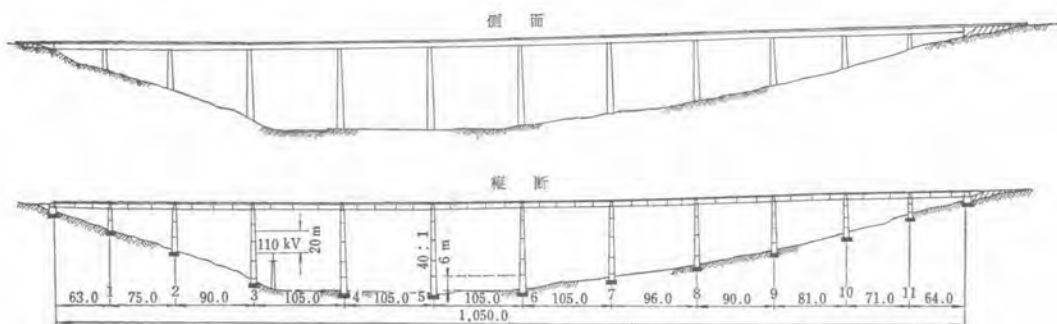


図-1 Siegtal 橋側面および縦断面図

橋である。断面構成はスパン 31~41 m は版げた構造とし、スパン 71 m の部分は箱げた構造とした。本橋の施工方法はスパン 71 m の箱げた部分を除いて他はすべて図-2、写真-2 に示すようなガーダ式移動支保工を用いて施工した。このガーダ式移動支保工を用いることにより上部工は 1970 年 12 月から 1972 年 3 月までの短期間に施工することができ、しかも省力化の実をあげることができたのである。

(3) Elbismarsch 橋

本橋は西ドイツのハンブルグ市内に架設されたものでヨーロッパ高速道路のエルベ川沈埋トンネルにつながる橋長 3,837 m、幅員 46 m、橋面積約 160,000 m<sup>2</sup> の高架橋である。スパンは 35 m で、1 本当たり約 110 t のポストテンションげたが合計 1,000 本あり、毎日 4 本のポストテンションげたを現場付近の製作ヤードで製作し、これを写真-3 に示すような大形の架設機械によって架設していった。

この大形の架設機械は総重量 300 t、製作費約 2 億円であり、橋脚上から支えられた特殊架設ガーダ上の門形クレーンにより製作されたポストテンションげたをつり上げ、架設した。また、架設されたポストテンションげた間の床版コンクリートはけたの下フランジを利用して移動型わくとし、順次この移動型わくを走行しながら床版

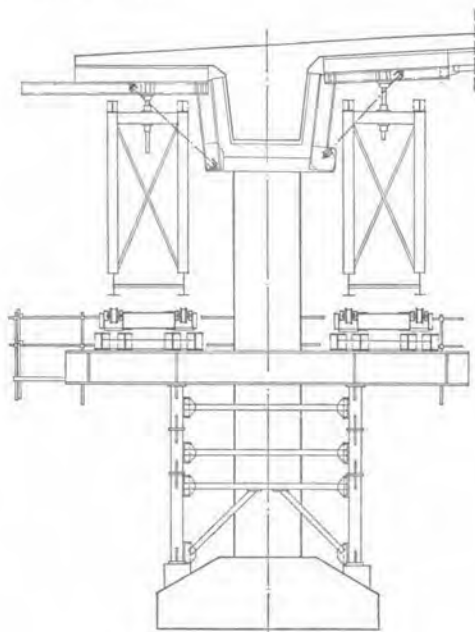


図-2 Loischach 橋ガーダ式移動支保工

コンクリートを打設していった。したがって、けたの製作から運搬、架設、床版コンクリートに至るまで随所に機械化の工夫がみられ、大いに省力化をはかっていることがわかるのである。なお、本橋の工事費は約 130 億円で、10 社のジョイントベンチャによって施工された。

(4) Brenner 橋

本橋はイタリアの北部 Bozen に架設された高架橋で、ブレンナー高速道路の一部である。橋長は 2,700 m、幅員 22 m、スパン 37 m のゲルバー構造で、断面は 4 主げた T げた断面である。施工は写真-4 に示すような移動つり支保工を用いて施工しており、この移動つり支保工の総重量は 550 t で、

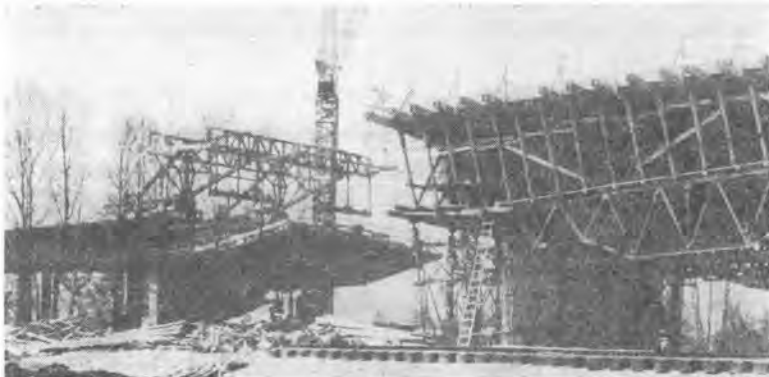


写真-2 Loischach 橋ガーダ式移動支保工

省力化するため至るところに工夫のあとがみられる。

### (5) Oleron 橋

本橋はフランスのオレロン島に架けられた橋梁であり、橋長 2,862 m、幅員 11 m、スパン 79 m の 1 ボックス断面のプレキャストブロックカンチレバー橋である。

プレキャストブロックは 3.3 m 長さに輪切りにし、ヤード内で製作し、ポンツーンで架設地点直下まで運搬し、写真-5 に示すようなラウンチングガーダによって架設した。全体工期は 25 カ月であったが、上部工の架設に要した日数は 1 スパン 79 m を 8~10 日で架設することができたので 1 日当り 8 m というハイスピードで上部工の架設ができたことになる。

### (6) 押し出し工法

最近、ヨーロッパ各国では押し出し工法という架設工法が採用されているが、これは橋台背面の取付道路上等で橋体ブロック (6~10 m) を製作し、コンクリート硬化後、このブロックをジャッキで前方へ押し出し、空いた製



写真-4 Brenner 橋移動つり支保工

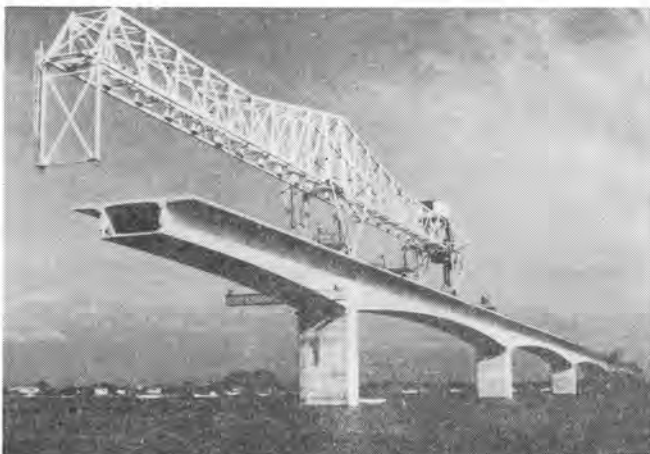


写真-5 Oleron 橋ラウンチングガーダ

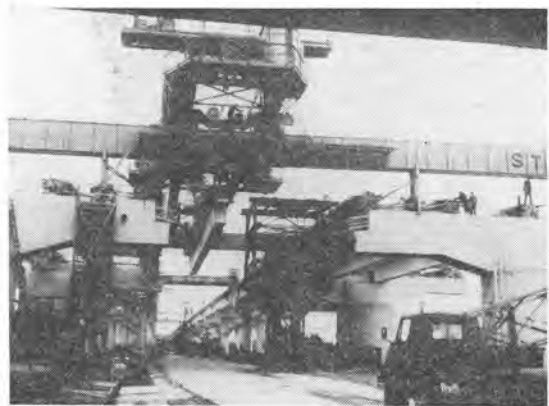


写真-3 Elbsmarsch 橋架設機械

作台上で前方に押し出したブロックに打継いでコンクリートを打設し、PC 鋼材で結合しながら順次橋げたを前方に押し出していく工法である。したがって、作業場所は橋台の後方の一定の範囲に限定され、現場内の資材の小運搬は極端に減少すると同時に、鉄筋もブロック化でき、型わくも機械化することにより大いに省力化ができるのである。

また、作業場所が限定されるためにこの製作台上を完全に覆うことにより天候に左右されずに短期間に工事を施工することが可能であり、また、促進養生することによってなお一層の工期短縮が可能となる。写真-6 はイタリアの Semorile 橋の本工法による施工例である。

## 3. わが国最初の移動つり支保工について

前節において欧米における機械化施工の実例について述べたが、わが国における機械化の傾向は、欧米に比較するとその規模の点で相当の差があるように思われる。その中でこのたび首都高速道路 5 号線 II 期工事で採用された移動つり支保工はヨーロッパのものより都市内高架橋にも適用できるように考案された点と、もっと徹底した機械化、電動化によって大いに省力化の実を挙げることができたので、その内容を紹介する。

### (1) SSM 式移動つり支保工の概要

移動つり支保工とは、写真-7 に示すようにすでに施工された橋脚あるいは橋面の上に設けられた移動受台上に 1 本の主げたを架設し、その主げたから横方向に橋体を囲うような形で横はり、つり材、足場材をつり下げた構造であり、この横はりから橋体施工用の型



写真-6 Semorile 橋 (押し出し工法)

わくをつり、その上で鉄筋や PC 鋼材などを組み、コンクリートを打設し、養生後プレストレスを導入して 1 スパンの上部工を完成したのち、ジャッキダウンして型わくをつり材から支持された足場上におろし、この移動支保工を前方に移動して次のスパンの施工に入っていくものである。

もともと本工法はヨーロッパの各地で特に高い橋脚とか、地上からの支保工の組立が不可能か、または不経済な場合に使用されてきたが、首都高速道路公団では都市内高架橋の施工に適用させるために移動つり支保工研究委員会を設け、都市内高架橋の施工に適した SSM 式移動つり支保工を開発したのである。

特に、都市内で高架橋を建設する場合に、PC 構造は維持管理面、振動騒音公害等に関して、鋼構造よりは有利と考えられるが、一方、急速施工、省力化という面では一般に鋼構造より不利と考えられてきた。しかしながら、本工法の開発ならびに採用によって PC 構造の不利と考えられていた面も一挙に解決したという意味で特に注目に値すると思われる。

## (2) SSM 式移動つり支保工の特徴

SSM 式移動つり支保工は前述のようにつり構造になっており、しかも都市内高架橋に適するように開発され、そのうえ徹底した機械化、電動化をすることにより急速施工、省力化をねらった特殊な移動支保工であり、その特徴を列記すると以下のとおりである。

① つり構造となっているため直下の交通を妨げないと同時に、施工上の理由からけた下高を高くとる必要がない。

② 一般街路上においても、電柱、照明柱、樹木などの街路構造物を移設することなく上部工の施工ができる。

③ 上部構造形式はいかなる断面でも施工できると同時に、下部橋脚も 1 本脚でも 2 本脚でも施

工できる。

④ 手延部の平面回転装置によって曲率半径 240 m まで施工ができ、縦断、横断の調整も容易にできる。

⑤ 従来の工法に比較して施工速度が非常に早く、また、屋根がはれることから天候に左右されることなく、また、1 スパンずつ施工してゆくサイクル工法であることから工程管理が行きとどく。

⑥ サイクル工法であるから労務者の熟練度が早く、また、完全な機械化、電動化により大幅な省力化がはかれる。

## (3) SSM 式移動つり支保工の基本構造

SSM 式移動つり支保工の基本構造は 図-3、図-4 に示すとおりであり、そのおもな部材について簡単に説明する。

### (a) 主げた (M.G) および手延ガーダ

横断面中心に主げたが通っており、この主げたで全体の荷重をうける。この主げたの先端に回転ヒンジを介して手延ガーダが連結され、移動つり支保工の移動に際し、前方の橋脚上で受け案内の役をすると同時に、平面曲線を有する場合も容易にカーブをきることができる。



写真-7 首都高速 SSM 式移動つり支保工

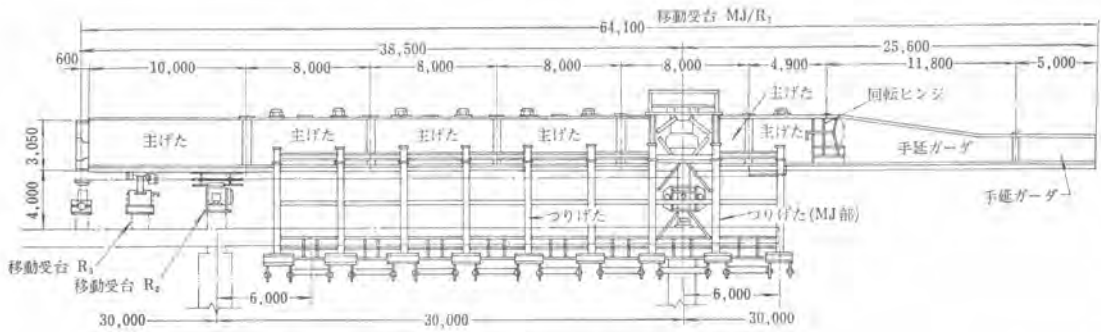


図-3 SSM式ワーゲン側面図

(b) 横はりおよびつり材

横はりは主げたから直角方向に肋骨状に張出していて、コンクリート打設時はコンクリートおよび型わく荷重をこの横はりからつり下げ、主げたに伝える役割を果たすと同時に、資材運搬用のホイストクレーンをつり下げたり、屋根を張るのにこの横はりを利用する。

つり材は横はりの先端から鉛直に取付けられ、固定足場、可動足場、型わく関係を支持するもので、横はりとは剛結されている。

(c) 固定足場および可動足場

つり材の下端から橋体を囲うように内側に水平に取付けられた固定足場と、移動つり支保工本体の移動に際して型わく関係を支持し、橋脚をかおすために上下に開閉する可動足場からなっている。

(d) メインジャッキ装置および移動受台

メインジャッキは主げたに剛結された横はりに内蔵されており、ジャッキを介して橋脚上に荷重を伝える M.J 支柱が別に装置してある。移動受台には R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub> とがあり、R<sub>1</sub> は主げたの送りシステムを持ってなく、橋脚上で橋体荷重をもつと同時に、移動時には前方の橋脚に移動して手延ガーダの反力を受ける。R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub> は構造的には同じであるが、R<sub>2</sub> は本体の送り機構をもつ可動支持台であり、R<sub>3</sub> は曲線部旋回移動時に横方向に移動できる横送り機構をもつ可動支持台である。そのほかに、主げたの後部に端受台 (E.B) が取付けられており、これは移動行程の省略をはかるために使用される仮受台で

表-1 PC ホロスラブ橋 (L=25 m, W=18 m) における歩掛り

工 程	オールステー ジング (人)	移動つり支保工 (人)
支 保 工 (組立, 解体)	210	0
型 枠 (組立, 解体)	125	50
鉄 筋 (切断, 加工, 組立)	280	230
PC 鋼 線 (切断, 配置)	50	50
コンクリート打設 (養生)	30	30
PC 鋼線 (緊締, グラウト)	75	35
支 保 工 移 動 上 之 の 他	0	15
	40	40
計	810	450

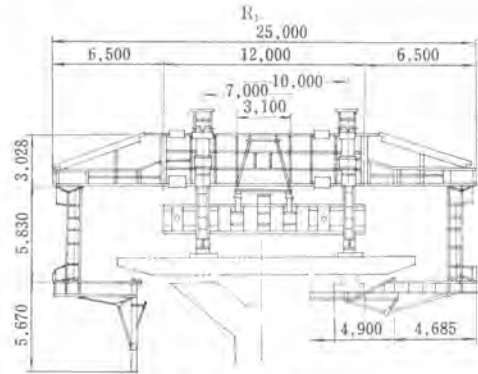


図-4 SSM式ワーゲン断面図

ある。

4. 移動つり支保工による省力化

施工にあたっては、いかに急速化、省力化するかには焦点がしぼられた。すなわち、型わく、鉄筋、PC工、コンクリート工などの施工を徹底的に検討した結果、型わくのつり装置、型わくの上下装置としては特殊のつり鋼棒、定着金具を使い、つり鋼棒群をいったんはりて受けてそのはりをセンターホールジャッキで一度に上下することにより型わくの組立解体を簡便ならしめ、急速化、省力化の成果があがった。また、鉄筋、シース、円筒型わくを先行作業としてブロック化し、これを運搬する設備として門形クレーンと移動つり支保工内にホイストクレーンを設置して鉄筋ブロック等の型わく内運搬に便を与えた。

以上のような徹底した機械化、電動化によって1サイクル 10~12 日工程で施工することができた(図-5 参照)。

また、移動つり支保工を用いることによっていかに省力化されたかは図-6 の労務者配置をみるとわかることと思う。これを従来工法(ステーキング工法)と比較してみると表-1 のようになり、特に省力化に関しては従来工法に比べて就労労務者の延べ数は半減しており、移動つり支保工の採用によって大幅に省力化されたことが

わかるであろう。

### 5. む す び

外国の例および移動つり支保工の例からもわかるように、機械化によって省力化がはかれることは自明の理であるが、これを実現するにはあらゆる角度からの検討も必要であると同時に、発注規模との関係が大きいことは外国の例からもいえることで、今後の課題であると思われる。

#### 参 考 文 献

- 1) "Die Siegtalbrücke Eiserfeld im Zuge der Autobahn Dortmund-Giessen" Beton und Stahlbetonbau 1970.1
- 2) "Bauausführung der Autobahnbrücke über die Loisach bei Ohlstadt" DYWIDAG-Berichte 1972-5
- 3) "SSM 式移動つり支保工について" 前田邦夫・中川茂, 「建設の機械化」1973年5月
- 4) "SSM 式移動吊支保工について" 前田邦夫・椎泰敏・佐藤浩一・島崎城安, 「橋梁」1973年1月
- 5) "架設工法を考慮したPC構造物の経済性に関する調査研究" 首都高速道路協会・昭和48年3月



図-5 工程 (1サイクル)

工程	日	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日
緊張工		■										
移動工			■									
型わく工				■	■							
鉄筋PC工					■	■	■	■				
コンクリート工									■	■		
養生工											■	■
先行作業		■										
職種	土工	5	5	18		7		9		37		30
および	大工	6	6	20	16	8	8	3				9
人工	PC工	15			6			18	6			
	鉄筋工	12	12	12	21	45	33	38	10			
	や工	6	16	18								

人工計算 = (人数 × 時間) ÷ 7 時間

図-6 労務者配置

#### 図 書 案 内

## 建設機械化施工の安全指針

A5判 294頁 頒価 1,500円 (会員 1,350円) 送料 200円

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

□申込先 □ 社団法人 日本建設機械化協会

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

# 雪寒地における エアテントによる冬期工事の実験例

赤 津 武 男\*

## 1. 目的と背景

建設事業の飛躍的な増大に伴う技術者、労働力の不足に対処して事業を効率的に実施して行くためには生産性の向上に関する諸々の施策を総合的に実施することが強く要請されている。一般にいわれているように土木工事が製造工業と大きく異なる点、不利な点は青天井で仕事をするので地形、気象に大きく左右されることである。時代の要請として週休2日制が叫ばれ、労働賃金が高騰する傾向にあるとき、土木工事では雨天の場合を考慮してさらに定休日の増加を行うことはかなり困難である。

労務費の比率の高い土木工事では雨や雪の日に工事を中止することは土木企業の収益に影響することがきわめて大きく、また、寒風とか雨雪の過酷な条件の中で仕事をするようでは魅力ある職場とはなり得ない。また時代の進展とともに一連の土木工事もその中の各工種の工程が計画どおり行われる必要があり、いままでのような突貫工事によってとにかく工期に間に合わせるという考えはまさに時代遅れであり、往々にして危険を伴うことは周知のとおりである。特に東北、北陸のような積雪寒冷地における冬期屋外工事の施工は地盤凍結、降雪による

現場条件の変化、労務者の採暖時間の増加、昼間時間の減少により実作業時間が短縮し、他地域に比べて工程的にきわめて不利であり、通年施工による建設労働者の有効な雇用と労働環境の改善をはかる必要がある。ちなみに11月～3月までの5カ月間の降雪による作業不可能日数は東京の30%に対して東北6県の平均は60%以上にも及んでいる。また過去5カ年における冬期(11月～3月)発注件数の年間発注に占める割合は東北6県を平均して20%、金額にして8%である。これらの改善策の一手法として工事現場に対して仮設のおおいを設け、作業のオールウェザー化をはかるものである。

## 2. テント形式の由来と選定

一般にわれわれがテントという言葉から連想できるのはサーカス、見世物小屋等のテント、あるいは屋外の式典やレセプション用のテントなどであり、特にサーカスの国として有名なドイツにおいてはテント構造物の研究、開発が盛んに行われている。

### (1) テント形式の分類

テント構造形式は原理的に大別して次の三つの形式に分類できる(表-1参照)。

#### (a) ニューマチック方式

気球または初期の飛行船の半割分を地上に固定したものと考えればよい。日本においては比較的近年に至って実施されだしたもので、大阪における万博 EXPO '70 のアメリカ館(一重膜式)、富士パビリオン(二重膜式)等がこの方式である。

#### (b) サスペンション方式

サーカス等のテントに見られる方式である。

#### (c) フレーム補強方式

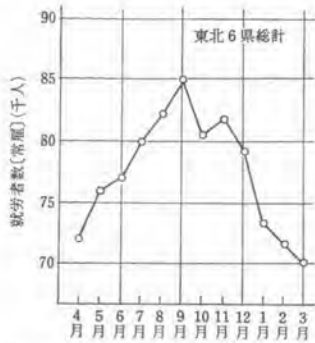
屋外式典、レセプション、キャンプ用テントに見られる方式である。



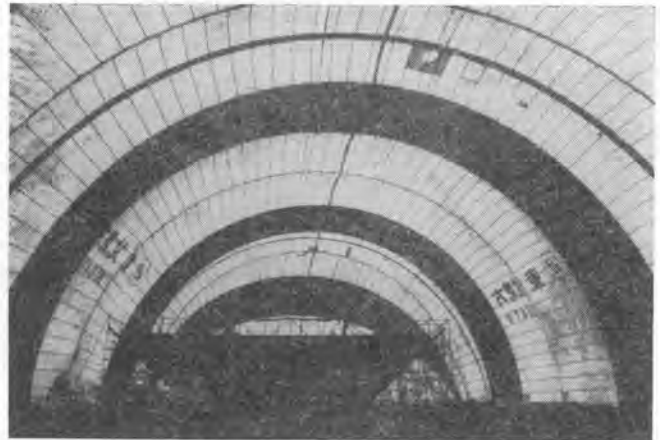
写真-1 石鳥谷現場でのエアテント

\* 建設省東北地方建設局東北技術事務所長





図一 就労月別推移図(昭和46年度調べ)



写真一 テント内での作業状況

(2) 本実験におけるニューマチック方式(一重膜)の選定理由

テント各形式の特性、メリット、デメリットについては表一に見られるとおりであるが、今回のテント形式の決定にあたっては使用目的ならびに対象構造物に照して次の3点を選定ポイントとした。

- ① 比較的大きな空間をできるだけ安価に、しかも屋外の天空照高を極端に低下させることなくおおうことができるもの
- ② 建上げ、建下げ、収納、移動が容易にできるもの
- ③ 内部空間の保温や防雨雪性能があり、密閉性のあるもの

以上のことからニューマチック方式を詳細に検討して最終的に表二で示すような経過で一重膜式のものに決定した。この方式(図二参照)は送風装置により内圧を外圧に対し、1/500~1/200気圧高めて膜体を支持し、空間を構成するものであり、従来の二重膜式に比べ

て次の点ですぐれている。

- ① 比較的大きな空間を簡単におおうことができる。
- ② 建上げ、建下げ、および移設が容易(わりあい軽量で小形)であり、仮設性の点ですぐれている。
- ③ 周辺地形条件(段部、凹凸)への適応性がよい。
- ④ 透光率(天空照度の約10%)もよく、加工、コスト面でも経済的である。

3. 断面寸法の決定理由

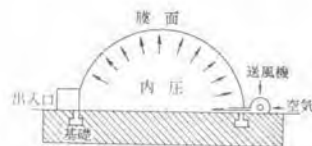
仮設エアテントの対象構造物は主として樋管、ボックスカルバート、橋台等であり、今後の東北地建における5カ年計画から標準的な構造物を抽出し、決定したものである(図三~図五参照)。

4. ニューマチック構造(一重膜)の構造計算

(1) 一般事項

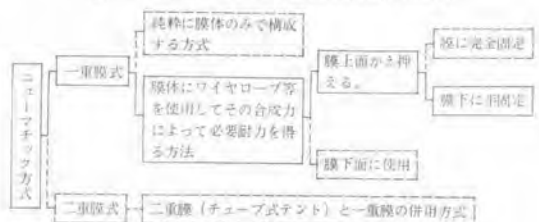
(a) 構造概要

用途: 建築現場屋上



図二 原理図

表二 仮設エアテント形式決定検討系統表



表一 各形式のテント比較表

テント形式	ニューマチック形式		サスパンション	フレーム補強式		
	一重膜式	二重膜式	形式	アーチ形	一般	
内部空間	形 態					フリー
支柱等の障害物の有無	無	無	有	無	有・無	有・無
可能規模限界	大	中	無限	中~小形	無限~小	無限~小
周辺地形条件への適応性	有(ただし特殊手当要)	有	有	無	有	有
車両、人、資材等の搬出入の容易さ	容易	表面のみ自由	自由	表面のみ自由	自由	自由
架、取払い、移設等の容易さ	容易	容易	やや困難	容易	やや困難	やや困難
取 納 性	良	やや良	やや良(ボム搭載)	容易	フレーム共では困難	容易
付帯設備	送風装置の有無および大小	要・大	要・小	不 要	不 要	不 要
特殊出入口の有無	要	不 要	不 要	不 要(表面のみ)	不 要	不 要
価 格	普通	やや高価	普通~やや高価(ボール分)その他			やや高価
架、下しまたは移設費	普通	やや少	普通			
耐 風 性 能	あり	あり	あり			
耐 雪 性 能	積雪量少		やや積雪量多し同左雪多し不可能			
遮 音 性 能	無	ややあり	無	無	無	無

構造：ニューマチック構造（一重膜），基礎は特殊アンカーくい方式（日本土工製チコ式アンカー）

(b) 設計方式

設計ならびに計算は日本建築センター空気膜構造協会ニューマチック構造計算基準に準拠した。

(2) 設計概要

(a) 膜体の設計条件

最大風速(W) 30 m/sec, 雪荷重(S) 20 cm, 固定荷重(G) 1.5 kg/m<sup>2</sup> (キャンバス, ワイヤロープ)

(b) 許容応力度

(i) キャンバス (#70300=t=0.43 mm)

破断強度=45 kg/cm

長期許容応力度=破断強度×1/10

短期許容応力度=破断強度×1/5

(ii) ワイヤロープ (JIS G 3525~6 号)

破断強度=18,000 kg/本 (18φ), 3,810 kg/本 (14φ)

長期許容応力度=破断強度×1/5

短期許容応力度=破断強度×1/3

(iii) 周辺ワイヤアンカー

短期許容耐力=安全率2倍とする。

(c) 所要内圧の計算 (図-6 参照)

G+S の場合

$$W_1 = 1.5 + 40 \times \frac{6}{13.9} = 18.8 \text{ kg/m}^2$$

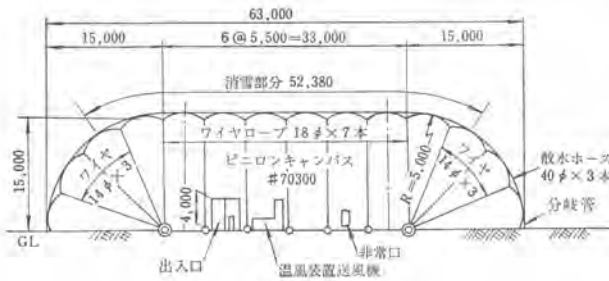


図-3 測面図

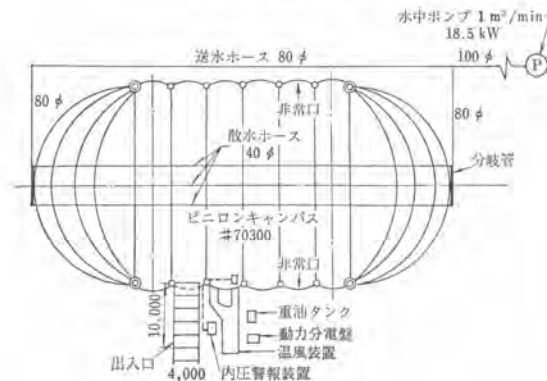


図-4 平面図

$$W_2 = 1.5 + 40 \times \frac{9}{9.7} = 38.6 \text{ kg/m}^2$$

$P_0 = 38.6 \times 1.2 = 46.3 \text{ mm}$  水柱圧とする (1.2=変形を考慮し, キャンバスに張力を残すための割増係数)

$$W_1 = -18.8 + 46.3 = 27.5 \text{ kg}$$

$$W_2 = -38.6 + 46.3 = 7.7 \text{ kg}$$

G+W の場合,

$$P_0 = -1.5 + 0.6 \times q = 1.5 + 0.6 \times 62.3 = 35.9 \text{ kg/m}^2 = 35.9 \text{ mm 水柱圧}$$

$$q = \frac{v^2}{10} \times 4 \sqrt{\frac{h}{10}} = \frac{30^2}{16} \times 4 \sqrt{\frac{15}{10}} = 62.3 \text{ kg/m}^2$$

(d) キャンバスの計算 (図-7 参照)

キャンバスの張力は (G+S) 27.5 kg/m<sup>2</sup> < (G+W) 35.9 kg/m<sup>2</sup>, 故に G+W で検討する。

$$N = r(q + P_0) = 5.0(62.3 + 35.9) = 491 \text{ kg/m} = 4.91 \text{ kg/cm}$$

キャンバス (#70300)

$$\text{許容応力度} = 45 \text{ kg/cm} \times \frac{1}{5} = 9 \text{ kg}$$

4.91 kg/cm < 9.0 kg/cm で OK

(e) ワイヤロープの計算 (図-8 参照)

円周方向のキャンバス張力をワイヤ間隔で設計する。

$$N = r(q + P_0) = 15.0 \times (62.3 + 35.9) = 1,473 \text{ kg/m}$$

$$\Sigma N = 1,473 \times 5.5 = 8,100 \text{ kg (ワイヤ張力)}$$

$$\text{許容引張応力度} = 18,000 \text{ kg/本} \times \frac{1}{2} = 9,000 \text{ kg}$$

8,100 kg < 9,000 kg で OK

(f) アンカーの設計

円周方向ワイヤアンカー基礎引抜力

$$F = 8,100 \times 1.5 = 12,150 \text{ kg/個所}$$

ニューマチック構造計算基準ではワイヤは3倍, アンカーは2倍の安全率を指定しているが, 今回のドームは用途の特殊性と専門職だけが出入りする特殊施設であることを考慮してワイヤは2倍, アンカーは1.5倍に安全率をおとし, 建上げ取納を簡単にし, 経済性を旨としたものである。

5. 構造と機能

(1) 膜体の構造

長さ63m, 幅30m, 高さ15m, 床面積1,700m<sup>2</sup>,

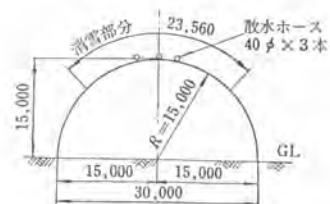


図-5 断面図

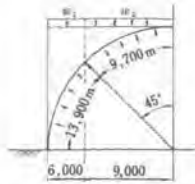


図-6 内部気圧の設計



図-7 キャンパスの設計

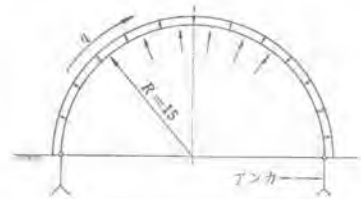


図-8 補強ワイヤロープの設計

空気容量 18,000 m<sup>3</sup> (クラレビニロン厚 0.43 mm, 重さ 0.45 kg/m<sup>2</sup>, 押えワイヤロープ 18φ, チコ式アンカー 38 形 16 号) であり, 出入口 (4 m×4 m×10 m) 1 箇所, 非常口 2 箇所 (図-3, 図-4 参照), 膜体全重量 1,500 kg (3 個に分割, 1 個の大きさは約 1.8 m×0.8 m×1.0 m) で運搬が容易である。

## (2) 付属機械

### (a) 送風機

多翼遠心形送風機 (シロッコファン) で性能は静圧 50 mmAq, 風量 300 m<sup>3</sup>/min, 電動機出力 5.5 kW (3 相 200V) であり, さらに停電時の連続送風対策として自動起動盤と組合せたガソリンエンジン (11 PS/3,600 rpm) を併設し, 自動的に電動機とエンジンの切換ができる方式である。

### (b) 暖房機

送風循環回路の中途 (送風機とテントの中間) でエアをオイルパナで暖め, テント内に送込む方式で, 性能は加熱能力 200,000 kcal/Hd T (外気温との温度差は 5°C), 燃料消費 30 l/hr である。さらに膜内に取付けたサーモスタットにより自動的に運転できる方式である。

### (c) 内圧警報装置

テント内外の圧力差を差圧発信器により検知し, 設定値外の異常高圧, 低圧の警報をランプならびにブザーで表示し, また, 直読でも内圧がわかるものである。

### (d) 消雪装置

テントのもっとも切線こう配のゆるい頂部付近にフレキシブルな散水ホース (ビニール製 φ40 mm, ノズル口径 28 mm, 30 cm 間隔) を長軸中心線に沿って 3 本配置 (3 m 間隔) し, 河川水 (4°C) を散水させる方式である。消雪面積 1,230 m<sup>2</sup> に対する使用水量は 1 t/min (防雪ハンドブック水量計算式より) 融雪能力は積雪 20 cm/日である。

### (e) アンカー打込機

(チコ式ドロップヒッター 102 形)

耐振構造のモータを支持台上に 2 台並列固定し, これを衝撃用ハンマとしてソレノイド操作によってガイド上を上昇落下させる。

## 6. 調査項目と調査概要

このテントの仮設実験は建設省仙台工事事務所管内雄子尾樋管工事現場, 岩手工事事務所管内石鳥谷道路改良工事 (ボックスカルバート) 現場および東北技術事務所構内において実施したものである。

### (1) 実験の主眼点

本実験の主眼点としては次の 6 項目について分類, 検討することとした。

- ① 仮設位置における気象条件への適応性の調査 (天候, 雨量, 積雪量, 温湿度, 風向, 風速)
- ② テント構造物の応力状態の調査 (設計段階で検討した実送風量, 内圧, 膜体およびワイヤの応力とそれらの相関性)
- ③ テント内部の作業環境の調査 (温湿度, 照度, 騒音, 空気汚染状態)
- ④ 建上げ, 建下げ等の工数および維持管理費の調査
- ⑤ 消雪装置その他付属機械の性能調査

以上の調査項目はいずれもニューマチック構造が仮設物として何回かの繰り返し使用を前提にした経済効果算定のうえでそれによって得られる実際のメリットに見合うものとなり得る可能性の有無, また, テント内部の作業空間の特性がはたして工事現場に従事する作業環境の向上に役立つか否かの点に要約できる。

### (2) 調査結果

#### (a) ワイヤロープの張力変化について

① 建上げ時の張力変化は時間的に初期はゆるやかであり, 特に送風口側の張力変化が早く起きる。また, 内圧 10 mmAq のときでも全般的に送風口側方向の張力が高い傾向を示し, 特に膜体中央部分のアンカーに張力の最大点が発生した。ただし, この時点での最終内圧は 10 mmAq の低内圧であり, ワイヤロープに均等に作用しない面もある。

② 内圧 25 mmAq 時に 10~15 m/sec の風速が作用したときの張力の変化幅は 160~240 kg であり, 一般の構造物と異なり, 膜自体が風圧により全体的に動くので風上, 風下の方向ともアンカーには張力が生ずる。

表-3 内圧設計基準

荷重および外力について		必要内圧
想定する状態	設計条件	
常時		20 mmAq
強風時	風速 30 m/sec	35~50 mmAq
積雪時	積雪 20 cm	

③ テント建上げ状態の膜体には膜体にかかる荷重、外力に対する内圧が必要である。気象条件にもよるが、設計上 20~50 mmAq が必要とされる (表-3 参照)。

この内圧を保守するには常時送風を必要とするが、出入口のドア開閉による漏風、その他、膜接合部、膜裾部、ピンホールからの漏風があり、一例を示すと図-9 のとおりである。

雫子尾現場においては主送風機のみ使用 (25 mmAq) したが、石鳥谷現場では主送風機と暖房機を組合せたので温風機内の管曲折による管内抵抗によって送風量の能力低下と内圧の低下を考慮して予備送風機を使用したところ内圧を 50 mmAq 得ることができた。

(b) 照度について

① 雫子尾および石鳥谷現場において全天昼照度とその時点で膜内照度を測定し、膜外と膜内の照度比率から検討した結果、雫子尾現場においては膜内照度は晴れの場合 1/6~1/15、曇りの場合 1/6~1/10、石鳥谷現場では晴れ 1/25~1/30、曇り 1/16~1/27 程度の透光率となる (図-10 参照)。

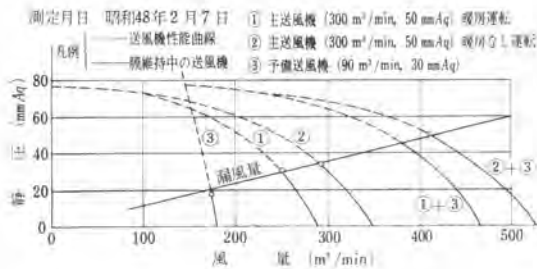


図-9 送風量と漏風量の関係

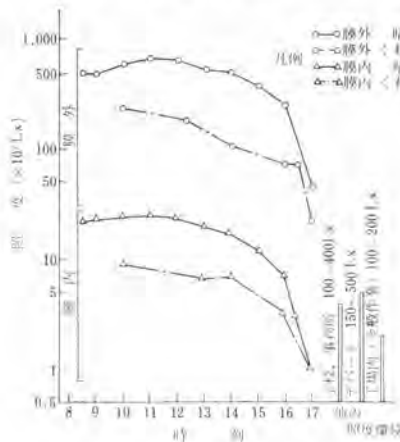


図-10 照度比較図 (石鳥谷現場)

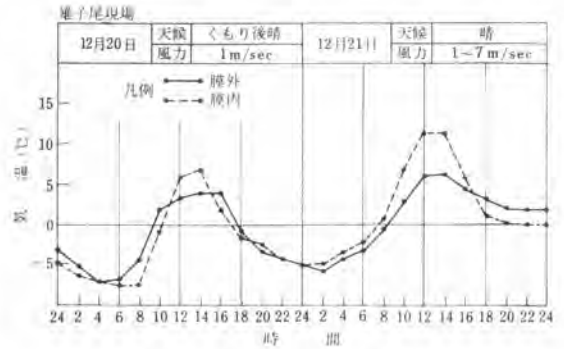


図-11 気温比較図 (温風機なし)

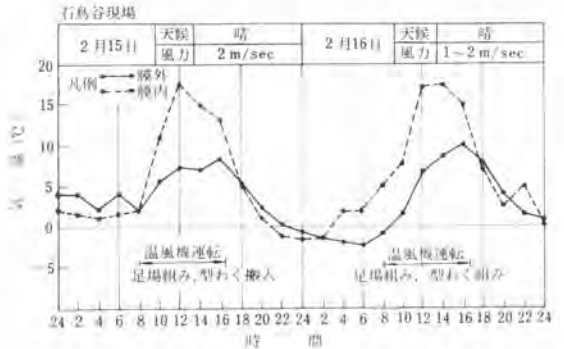


図-12 気温比較図 (温風機昼間のみ運転)

② 雫子尾現場ではテントは新品で透過度もよかったが、石鳥谷現場ではこれまでに何回かの建上げ、建下げがあり、その都度土砂が付着して次第に汚れ、透光率も悪くなってきたと思われる。

③ 晴れ、曇り、雨の場合の透過度は晴れるに従って悪くなる。

④ 全般的に作業環境は良好で、暗いための作業障害は日中は起らず、また夕刻でも事務所、デパート、工場内照明と同程度の照度 (100~200 Lx) が保たれ、まったく作業障害は起らない。

⑤ 晴天時は雨天時の 2~3 倍の照度がある。

⑥ 出入口は配色上 (オレンジ色) から透過損失が他の点に比べて多く、配色上の検討が必要である。

(c) 温度について

① 一般に温風を入れない場合、テント内外の温度差は日中 (10 時~15 時) でテント内の方が高く、それ以外の時間についてはほとんど差がなく、逆にテント内が低くなる傾向にある (図-11 参照)。

② 温風を入れた場合、12 時頃にテント内の気温は最高 (15~18℃) を示し、テント内外の温度差は 5~7℃ ぐらいである (サーモスタット 15℃ にセット、図-12 参照)。

③ コンクリート打設養生時で暖房機を 24 時間連続運転した場合、テント外の気温が最低 -2℃ のときでも

テント内の気温は約 5°C 程度を維持しており、寒中コンクリートの養生温度が保てる (図-13 参照)。

④ 温風の熱量と容量については実測値から熱量を計算すると次のとおりとなる。

石鳥谷現場, 天候雪, 外気温 0.5°C, 空気出口温度 34°C (60 分後)

$$H=0.3 Q(t_2-t_1)$$

H: 1 時間当り熱量 (kcal/hr)

Q: 風量 (m<sup>3</sup>/hr)

t<sub>2</sub>: 空気出口温度 (°C)

t<sub>1</sub>: 空気入口温度 (°C)

$$H=0.3 \times (296.4 \text{ m}^3/\text{min} \times 60) \times (34-0.5) = 178,730 \text{ kcal/hr}$$

(d) 騒音および遮音効果について

送風機付近 (約 2 m ぐらい) の騒音レベルは約 78~80 dB(A) であり、無作業時の膜内は約 50 dB(A) である。作業時 (鉄筋加工組立, 型わく組立) の騒音は膜内で 70 dB(A) である (住居地区の騒音レベルは約 50 dB(A) である)。

膜体の遮音効果については音源 (コンプレッサ, コンクリートブレーカ) を膜内中央に置いた場合, 膜外 1 m 付近での減衰値は 10~16 dB(A) である。

(e) 膜内の CO<sub>2</sub> ガスについて

コンクリートミキサ車の膜内作業中 (約 30 分) に CO<sub>2</sub> の量をハンドサンプリング式ガス検知管で測定したが, 検出されるほどの濃度にはならなかった。

(f) 膜 (キャンパス) の疲労度について

膜は日光, 風雨にさらされて材質は膨張収縮を繰り返す, 劣化は早く進行するものと思われる。材質の特性を試験するものとしては引張強さ, 伸び率がある。テント建上げ時に試験片を貼布し, 1 カ月および 2 カ月経過後と低温下 (-5°C と -10°C) で 24 時間経過後について上記試験を実施したところ, 繊維協会の規格値 (縦 145 kg/3 cm, 横 135 kg/3 cm) より約 10% 減少したが, その後は変化はなかった。

(g) 消雪効果と冷房効果について

① 消雪装置により散水した場合, 風向きによって散水方向が変わり, 風下の方へ集中される。また, 低温時に散水量が少ない場合は流末においてみぞれ状態に凍結する。流水方向を全体的に見ると, 凹部にあるワイヤロープをたどりアンカー部に集中する。また, 昭和 47 年度の東北地方はいわゆる暖冬で降雪量が少なく, 散水による消雪効果を的確に把握することができなかった。

② 7 月~8 月の膜内温度は外気温より 7°C~10°C 高く, 頂上の膜面付近はこれよりさらに 5°C~8°C 高い。湿度も 50~60% あり, 夏場の作業環境としては好ましくない。消雪装置により膜面に散水 (約 1 時間 30 分) した場合でも膜内温度が約 6°C 程度低下するだけ

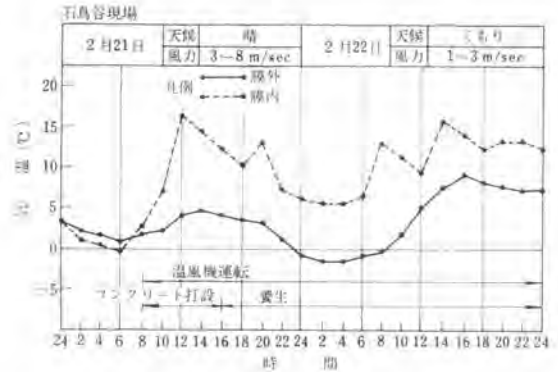


図-13 気温比較図 (温風機昼夜運転)

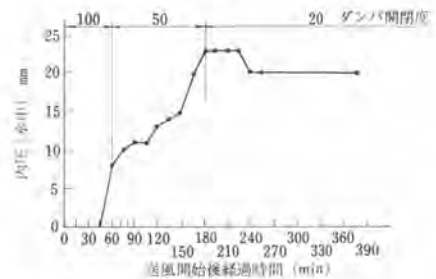


図-14 テント建上げ時における内圧の時間変化

で外気温より高い。

(h) 送風量と内圧の関係

内圧を 10 mmAq にするための所要時間は約 1 時間 15 分程度であり, 設計内圧 (約 50 mmAq) までの所要時間は約 1 時間 30 分である (内圧が約 10 mmAq になるとテントの設計断面が形成される。図-14 参照)。

## 7. テントの仮設費

(1) テントの建上げ, 建下げの工数

建上げ 15 人×3 日 (未経験者の場合 15 人×7 日)

建下げ 10 人×3 日 (未経験者の場合 10 人×6 日)

(2) テント建上げのための電力消費量 (1 日当り)

① 送風機 5.5 kW×0.6×24 hr=79.2 kWh

② 暖房機 1.5 kW×0.6×24 hr=21.6 kWh

(重油 30 l/hr)

③ 消雪装置 18.5 kW×0.6×24 hr=266.4 kWh

合計 367.2 kWh

①+②+③の場合 367.2×5.3円/kWh=1,950 円

①+②の場合 100.8×5.3円/kWh= 530 円

①+③の場合 345.6×5.3円/kWh=1,830 円

①の場合 79.2×5.3円/kWh= 420 円

(3) 消耗品関係

アンカーぐい (チョコシ 16 t 用) 18 本×12,000円/本=

	216,000 円
アンカー=ぐい(チョコ式 1.5t 用) 60 本×700円/本=	
	42,000 円
計	258,000 円
このほかにラッキング用ビニロンロープ(φ6mm) 約 1,000m と補修用キャンパスが必要である。	

(4) テント建上げ期間中の保守要員  
普通作業員 1日 1人 (気象状況により見回る程度)

#### (5) テントの補修方法

補修箇所が小さい場合(直線破損 1m, 鈎裂 30cm, 穴 0.1m<sup>2</sup> 程度)は同質のキャンパスを大きめに切断して内側より接着剤で張付ける。大きく破損した場合は縫合せのうえキャンパスを張付けるので相当の熟練を要し、製作メーカー等に依頼する必要がある。

#### (6) テントの容積(重量)と運搬

テントの重量は約 1,500kg であり、三つに分割(1個 500kg)でき、運搬が容易である。梱包容積は1個当たり幅 0.8m, 高さ 1.0m, 長さ 2.0m 程度である。

運搬はテント本体, 出入口(鉄骨組立), 送風機, 暖房機, ワイヤその他 1式で, 大形トラック(11t 車)で運搬できる。

#### (7) テントの耐用年数

購入費 950 万円で 10 回転用できる見込みである。

### 8. 今回実施されたものについての

#### 当面の問題点

#### (1) 工事用出入口について

##### (a) 構造上の問題点

① 現在の両開き方式は風のおおりによる損傷等の不安, 二重ドアによる出入りの繁雑さ, さらには内部空気のリークもわりあい多く感ぜられるので, なんらかの材料による迅速, 開閉可能なシャッター方式の研究が必要と考えられる。

② 現在のフレーム補強式の出入口では据付, 組立, 解体が繁雑なのでキャンパス張り(出入口上の積雪が多いと除雪の必要性の是非)でなく, 他の材料によるユニット化, プレハブ化が必要と思われる。

③ 出入口の設置箇所は現在 1 箇所であるが, 現場条件(地形, 搬入路, 目的物の大きさ, 風向等)に合せて出入口を膜体に取付できるような構造であるといふ。

##### (b) 施工上の問題点

① 現在の両開きドアの寸法は幅 3m, 高さ 3.5m で

あり, ミキサー車等の大形工事用車の出入りが困難なので出入口の断面を大きくする必要がある。

② 工事中は 1~2 箇所の出入口を現地に合せ設置可能にし, 他の取付口は非常口として利用できるような設置方法を検討する必要がある。

#### (2) 非常口について

現在のファスナー方式は凍結および膜体のふくらみ, 変形等による開閉不能の不安があり, 実際に開閉もスムーズに行えない。

#### (3) 膜体の接合(ラッキング)について

ラッキングロープによる縫合せ作業は相当の経験が必要と思われるので, もっと簡便な接合手法の開発が必要である。

#### (4) 膜体の部分的な強度アップについて

膜体の建上げ, 建下げは無風時を条件としているが, 内圧の低下に伴い若干の風の影響でも相当のおおりを受ける。この場合, 膜周辺の障害物にふれると破損する可能性も大きいので透光率に影響のない範囲で膜体の強度アップが必要と思われる。

#### (5) 膜内の暖房について

一重膜のエアテントの特性として, 内部空間のポリウムがどうしても大きくなるうえ, 常時送風→自然リークという状態で維持され, また, 膜自体の遮温性が極めて悪いので暖房には相当の熱量を必要とする。

今後の問題として, 温風をダクトにより必要な保温個所に集中的に吹付けるか, 輻射式の暖房方式を検討する必要がある。

#### (6) アンカーについて

今回のチョコ式アンカーはほかでの使用実績が多く, しかも比較的大耐力を得やすいものとして採用したものであるが, この最大の難点は撤去が困難なこと, また, 地盤が岩盤に近い状態の場合使用不可能である等の点である。今後, 仮設ニューマチック構造用アンカーとして安価, 強力で, しかも打込み, 撤去の容易なものの開発が重要な課題であろう。

なお, 石鳥谷現場で使用する前に雉子尾現場の経験から次の 2 点の改造を行った。

① 円周部分のアンカーとテント裾部の連結方法の改善(これは膜裾部の集中荷重を広範囲に分散させるため)

② 散水, 雨水等の流末処理用キャンパスの取付以上, 問題点を列記したが, このほか, 膜体に関しては材料の強度, 耐用年数, 色彩等があげられる。

# ロータリカッタによる 舗装はぎ取り工法の概要

高野 漢\* 内藤 光顕\*\*

## 1. まえがき

道路建設が急速に行われているとともに、交通車両および交通荷重が増大し、舗装の破壊、すりへり、わだち掘れ等の損傷が目立ち、舗装の維持修繕作業の合理化が重要な課題となっている。その中で特にアスファルト舗装のわだち掘れの補修、オーバーレイを施工するため劣化した旧舗装のはぎ取り等が注目され、種々新しい施工法が試みられているが、合理的な工法を確立するために高性能な新しい機械の開発が必要であり、すでに各種のアスファルト舗装切削用機械が試作、試用され、一部が実用化されている。その中でロータリカッタによる舗装はぎ取り工法についてその概要を紹介する。

舗装のはぎ取りを必要とする維持修繕作業は発生種類別に次のように分けることができる。

- ① 高架や橋面のオーバーレイを行うとき、載荷荷重の関係によりオーバーレイの厚さ分の旧舗装をはぎ取る。
- ② わだち掘れが発生したり、劣化した舗装体を部分的にはぎ取って新しく舗装する。
- ③ わだち掘れの凸部のみ削り取って舗装面を平坦にし、そのままの状態で供用する。
- ④ オーバーレイを数回行ったため構造物との取付その他の関係で、そのままではそれ以上オーバーレイができなくなったとき、旧舗装体をはぎ取った後、オーバーレイを行う。
- ⑤ タイヤチェーン、スパイクタイヤ等により局部的に損傷した舗装を削り取った後、補修を行う。
- ⑥ 高架や橋梁取付部の舗装が不等沈下し、段差修正を必要とする場合、舗装体の一部を削り取る。

以上の事例から、この工法を必要とする範囲がきわめて広いことがわかり、今後も交通荷重が増加するに従ってその重要性が高まるのが必至なので、2~3年前より実施されているこの工法の多くの施工例を参照し、よ

り合理的な施工機械を開発することが必要となっている。

## 2. はぎ取り工法の現状とその特徴

国内で舗装のはぎ取りが本格的に施工されるようになってから日が浅く、その施工法は改良の余地が残されているが、現在行われている方法を大別すると次のとおりである。

(1) 舗装面を加熱装置を使用して加熱、軟化した後、モータグレーダなどのブレードを利用して削り取る。

(2) 舗装面を加熱装置を使用して加熱、軟化した後、回転するカッタ(ロータリカッタ)で削り取る。

また前述のはぎ取り方法の特徴は次のとおりである。まず、(1)の場合

- ① 切削時振動の発生が少ないため振動の発生が不適当な場所に有効である(高架、橋梁)。
- ② 騒音の発生が少ない。
- ③ 粉じんの発生がない。
- ④ 均一な削り取り(深さ、平坦性)がむずかしい。
- ⑤ 施工能力が小さい(加熱装置の能力に限定される)。
- ⑥ 構造物が多い所での作業がむずかしい。
- ⑦ 切削後の廃材は温度が低下するとともに硬化し、その処理がむずかしい。
- ⑧ 路面の温度により施工能力が大きく変化する。

また、(2)の場合

- ① 施工能力が大きい。
- ② 切削後の平坦性がよい。
- ③ 切削後の廃材が処理しやすい。
- ④ 騒音、粉じんの発生が問題になることがある。
- ⑤ 現段階では切削用ビット(刃)の価格が高い。
- ⑥ 路面の温度により施工能力が変化する。

前述の施工法は各々長短があり、その都度改良が行われているが、これまでの施工実績より判断して、(2)の

\* 日本舗道(株)機械部車輦課長

\*\* 日本舗道(株)機械部車輦課

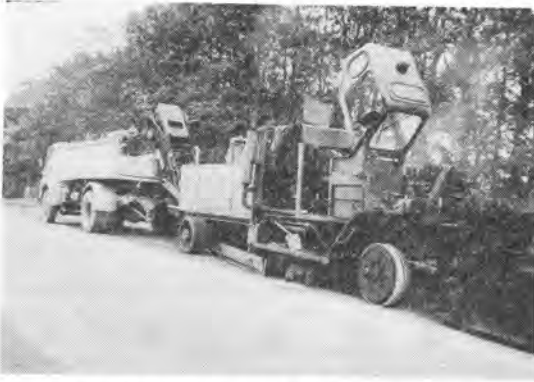


写真-1 舗装はぎ取り用機械（イギリスでの使用例）

方式による施工が増加しつつあり、今後もロータリカッタの使用例が増加するものと思われる。加熱装置とロータリカッタを組合せて使用する場合、加熱に要するエネルギーと切削に要するエネルギーをもっとも有効に利用することが重要で、舗装体の硬度を一定に保つため路面温度に応じて加熱エネルギーを増減することにより経済的な施工を行うことができる。しかも、カッタのピットの摩耗は路面温度によって著しい影響を受けるので、現段階ではこの相関関係を把握することが経済的な施工が可能か否かの分岐点となっている。

一方、外国における施工例について述べると、イギリスがもっとも施工実績が多く、写真-1～写真-3 に示す大形ロードヒータ、平面フライス形カッタおよび廢材積込装置を備えた機械が実用化されている。また、カッタはフライス形に代わって横軸式のロータリカッタが使用されている例もあるが、いずれの場合も強力なヒータを併用している。米国においては、新しい試みとしてヒータで加熱後切削装置で削り取った廢材を新しい混合物に混合して再使用する工法が採用され、その成果が目されている。国内では切削後の廢材をその都度適当な場

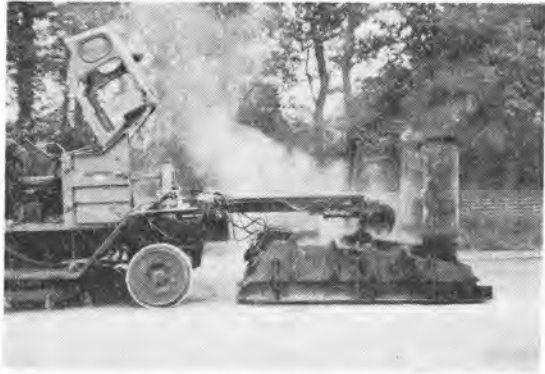


写真-2 写真-1の機械の加熱装置



写真-3 平面フライスカッタで切削後の表面

所に捨てているのが実情であるが、今後この種の工法の採用が増加するにつれ、廢材の再利用も含めた工法の研究が必要であろう。

### 3. 施工機械の概要

現在アスファルト舗装のはぎ取りに使用されるもっとも一般的な機械の組合せはロードヒータ、ロータリカッタ、廢材積込用ローダである。写真-4 に機械の組合せの一例を示す。

#### (1) ロードヒータ

ロードヒータの加熱装置には軽油またはLPG パーナを利用した直火式と赤外線ヒータを利用した間接加熱式がある。両者はそれぞれ一長一短があり、適所に使用されている。

##### (a) 間接加熱式ロードヒータ

赤外線ヒータを組合せたもので、燃料はLPGを使用している。熱効率が高く、路面を均一に加熱できるが、単位面積当りの発熱量が小さいので、所要の熱量を得るために装置が大形化することが多い。一般にこの装置をロータリカッタの前部に装着



写真-4 高速道路における施工例（ロータリカッタおよびローダ）



し、同時に移動させる方法で使用するのでヒータが常に一定の速度で移動し、路面を均一に加熱することができる。間接加熱式ロードヒータの代表的な一例を図-1に、主要諸元を表-1に示す。

(b) 直接加熱式ロードヒータ

軽油またはLPGバーナで直接路面を加熱するので熱効率はやや低いが、大きな熱量が簡単に得られるためヒータとして比較的能力の大きなものが得やすい。また、取扱いが簡便なこと、発熱量が高い等の理由によりLPGバーナを使用する例が多い。この装置をロータリカッタの前部に装着し、同時に使用する被けん引式と走行装置を有する自走式とがあり、後者は装置としてやや大形になるが、機動性に富み、ロータリカッタの速度に関係なく路面の状況に応じ加熱速度を調節することができ、切削条件を均一に保つことができる。自走式直接加熱ロードヒータの一例を写真-5に、主要諸元を表-2に示す。



写真-5 直接加熱式ロードヒータ（日本舗道製、自走式）

表-1 東洋内燃機製間接加熱式ロードヒータ主要諸元

全長×全幅×全高	5,260×2,070×1,221 mm	加熱装置	バーナ：赤外線バーナ
総重量	1,700 kg		個数：14基
性能	総発熱量 378,000 kcal/hr 総発熱面積 2,070×3,030 mm		燃料：LPG 燃料消費量： 1.75 kg/hr×18=31.5 kg/hr

(2) ロータリカッタ

ロータリカッタは基本的にクローラ式とタイヤ式(図-2 参照)の2種類があり、それぞれその特長を利用し、現場の条件に応じ適所に使用されている。市販されているロータリカッタの主要諸元を表-3に示す。

以下、タイヤ式ロータリカッタの特長について述べる。

(a) 本体

モータグレーダと同様なフレーム構造を有する4輪のトラックで、前輪で操向を行うものと、移動時センターピンにより操向を行い、作業時前輪で操向を行うものがある。油圧駆動を採用することにより所要の作業速度または移動速度を無段に得ることができ、駆動装置は分配機を介してエンジンで駆動される2個の可変容量ポンプと2個の定容量モータおよび1個の可変容量モータで構成されている。作業時、切削状況に応じ走行速度を調節しながら操向を行う目的で地上からの運転操作を可能にするためリモートコントロール装置が組み込まれている。

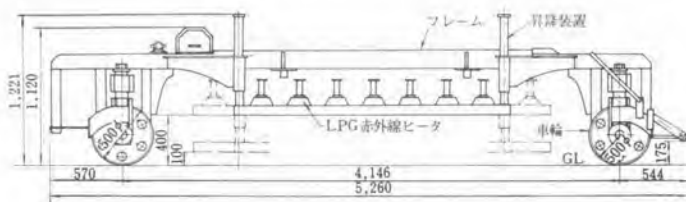


図-1 赤外線ヒータによる間接加熱式ロードヒータ（東洋内燃機製）

表-2 日本舗道製直接加熱式ロードヒータ主要諸元

全長×全幅×全高	6,210×2,500×2,500 mm	加熱装置	バーナ：直火式短炎バーナ
総重量	9,000 kg		個数：9基
エンジン	定格出力 32 PS/1,600 rpm 最大トルク 17 kg・m/2,000 rpm		燃料：LPG 燃料消費量：最大 125 kg/hr ペーパーライザ：LPG ボンベ 50 kg×12本積載可
性能	総発熱量 最大 1,500,000 kcal/hr 加熱幅 2,000 mm	走行速度	作業速度 0~3 m/min 回送速度 17 km/hr
		簡易クレーン	200 kg

表-3 ロータリカッタ主要諸元

項目	東京工機製	酒井重工製	項目	東京工機製	酒井重工製
全長	5,300 mm	8,730 mm	ドラム径	660 mm	880 mm
全幅	2,500 mm	2,100 mm	ドラム回転数	0~140 rpm	0~70 rpm
全高	2,245 mm	3,250 mm	エンジン形式	いすゞ E120 ディーゼル	水冷4サイクル ディーゼル
重量	13.4 t	15.5 t	最大出力	202 PS/2,000 rpm	209 PS/2,000 rpm
切削幅	2,050 mm	1,600 mm	作業速度	0~10 m/min	0~12 m/min
切込深さ	0~75 mm	0~80 mm	移動速度	0~100m/min	0~30 km/hr

(b) 作業装置

カッタは切削幅 1.6 m のロータリカッタで、ロールの円周に 66 本の特殊合金製ビットが取付けられ、油圧駆動により回転速度を無段に変えることができる。ビットは簡単に脱着可能な構造になっており、偏摩耗したとき切削面に凹凸が生じないようにビットの先端の高さを調節することができる構造になっている。カッタの回転方向は通常アップカッタ方式とし、ダウンカットも可能で、切削条件に応じ回転数を変え、切削効率

の向上がはかられている。カッタ装置は油圧シリンダで左右にシフトすることができるので切削開始時の機械のセットが容易で、切削中、マンホールなど構造物に合わせてカッタを移動させることができ、片側を交通に開放しながら作業を行うとき比較的安全である等の効果がある。

(c) その他

エンジン始動および停止、緊急停止、散水、カッタシフト、カッタ昇降、カッタ回転数調節、発進および停止等の操作を地上から行うためのリモートコントロール装置、切削中に発生する粉じんの飛散を防止するためカッタのまわりに水幕を作る散水装置、路面が低温のとき、ピットの保護および切削条件を改善するため切削直前に路面を加熱可能な予備加熱装置等が装着され、作業効率の向上がはかられている。

(3) 廃材処理ローダ

切削後の廃材は舗装体に比べて約 1.5~1.6 倍の量になるので、大規模工事においてはその処理方法が作業能力を左右することになり、また、8~11t ダンプトラックに積込むとき、人力による処理は不可能なので、専用の積込機械が開発されている。廃材処理ローダの一例を写真-6 に、主要諸元を表-4 に示す。

(a) 本体

現場における作業性を考慮してタイヤ式トラクタとし、ロータリカッタとほぼ同速で作業できるように速度を選択することができる。構造は一般のタイヤ式トラクタとほぼ同じである。

(b) 積込装置



写真-6 廃材処理ローダ(日本舗道製)

表-4 日本舗道製廃材処理ローダ主要諸元

全長×全高	9,460×2,530 mm	作業装置	
重量	2,480 kg	スクリュー	600φ×600 rpm
エンジン		第1コンベヤ	幅 500×長 8,000 mm
形式	水冷4サイクルディーゼル	第2コンベヤ	幅 500×長 12,000 mm
定格出力	32 PS/1,600 rpm		旋回 約 60°
速度	低 3~17.5 m/min 高 2.8~16.5 km/hr	作業能力	25 m <sup>3</sup> /hr
			俯仰 約 20°

本体の後部に廃材を中央に集めてベルトコンベヤに送り込むため両端にウィングを有するスクリューが装着されており、中央のパドルで廃材は第1ベルトコンベヤに送り込まれる。第1コンベヤに接続する第2ベルトコンベヤはターンテーブルの上に取付けられており、油圧シリンダで旋回および昇降させることができるので能率よく廃材をトラックなどに積込むことができる。

4. 施工の概要

高速道路をはじめとして各地でロータリカッタを使用し、舗装のはぎ取り作業が行われているのでその概要を紹介する。

(1) 施工法

一般的な方法として、ロードヒータで所定の温度に加熱後、ロータリカッタで切削し、廃材をローダでトラックに積込み、必要に応じ切削後の表面を清掃する機械の組合せで作業が行われる。図-3 に機械の組合せの一例を示す。

(2) 切削能力

従来の実績によれば次の算定式により作業量を推定することがで

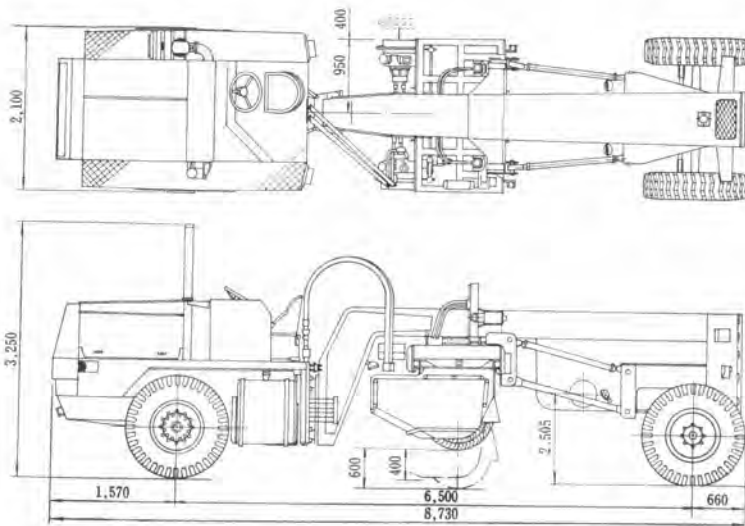


図-2 タイヤ式ロータリカッタ(酒井重工製 ER 160 形)

ける。

$$Q = W \times V \times E$$

Q: 時間当り作業量 (m<sup>2</sup>/hr)

W: 有効切削幅 (m)

V: 作業速度 (m/hr)

(路面温度 20~30°C のとき、作業速度は切削深さ 3 cm のとき 3 m/min, 5 cm のとき 2.5 m/min)

E: 作業効率

ただし、W=切削全幅/通過回数

(注) 1. 通過回数=切削全幅/(カッタ切削幅) - (オーバーラップの幅)

ただし、端数を切上げる。

2. オーバーラップの幅は最小 0.1 m

$$E = E_1 \times E_2$$

E<sub>1</sub>: 路面温度係数 (表-5 参照)

表-5 路面温度係数

気 温 °C	日 向		日 陰・夜 間	
	ヒータ無	ヒータ併用	ヒータ無	ヒータ併用
30 以上	1.3		1.1	
20~30	1.0	1.3	0.9	1.2
15~20	0.8	1.1	0.7	1.0
10~15	0.5	0.8	0.7	0.7
10 以下		0.6		0.5

表-6 作業時間効率

条 件	全面交通規制 または広い場所	1車線交通規制
障害物がない場合	0.8~0.9	0.6~0.7
障害物がある場合	0.7~0.8	0.5~0.6

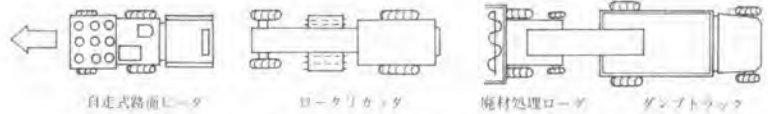


図-3 機械組合せの一例

E<sub>2</sub>: 作業時間効率 (表-6 参照)

施工能力は路面温度により著しく変化するが、舗装の種類にはあまり関係がない。ただし、グースアスファルト、シリカサンド混合等特殊な舗装は一般のものに比較して 60~70% の能力となる。切削深さは 5 cm が限度で、それ以上になると 2 層切削が行われる。

### (3) ビットの寿命

ロータリカッタで舗装をはぎ取る場合、ビットの耐用度が経済性に大きく影響する。従来の施工例によれば、ビットの耐用度と路面温度との間に密接な関係があることが明らかになっている。図-4 は酒井重工製 ER 160 形ロータリカッタを使用し、10月下旬に施工した工事におけるビットの摩耗量と気温および路面との関係を調べた例である。

シャンクに溶接されているビットの全高 25 mm に対し、大体 15~17 mm 摩耗するとビットは脱落するのが普通で、したがって図-4 から明らかとなり 4,500 m<sup>2</sup> 切削後使用不能になったものがあり、6,000 m<sup>2</sup> 使用可能なものもあるなど摩耗量は一定にならない。図-4 の A 点は一部のビットが損傷し、切削面が不ぞろいになったため 11 mm 摩耗したビットを取付けたことを示す。

この種の工事の一般的傾向として、施工が冬期に集中することが多く、作業上問題が多い。経験によれば、冬期においてもっとも条件が悪いのは橋梁、高架上の切削である。これは他に比較して舗装体の温度降下が大きいためと思われる。いずれにしても夏期以外は施工能力の向上とビットの保護のためロードヒータまたは付属した加熱装置を併用すべきであり、加熱のための費用が必要となるので経済的な舗装のはぎ取りを行うには夏期の施工がもっとも望ましい。

## 5. あとがき

舗装の維持補修の中で、アスファルト舗装のはぎ取り作業はますます増加する傾向にあり、それに伴って切削用機械の重要度も増し、種々問題点を解決しながら実用に供されているのでその現状を紹介したが、一連の機械は完成されたものとはいえず、今後も施工条件に応じた改造が進められるものと思われる。特に国内のアスファルト舗装の切削に適したビットの開発、廃材を有効に利用できる工法の研究を含めた経済的な機械の開発が望まれる。

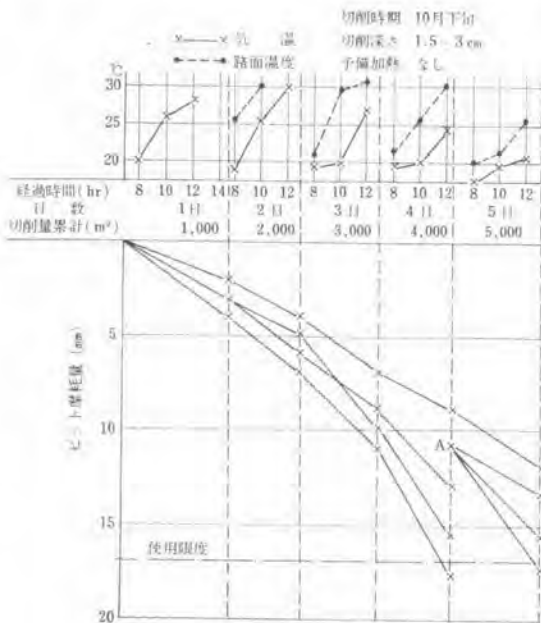


図-4 ビットの摩耗量測定例

## 随想

## マダガスカルの旅

八十島 義之助

高速道路調査会のアジア・アフリカ開発部の 1973 年プロジェクトはマダガスカル国の交通運輸と地域開発の調査であった。井上敏男（日本鉄道建設公団）、梅沢篤之助（東京農業大学）、富岡康直（日本道路公団）、鳥居康政（日本道路公団）、中村良夫（東京大学工学部）、山道郷英（日本道路公団）の諸氏と小生の 7 名で調査団が編成され、小生が団長をお引受けすることになった。

大体の日程は、9 月 30 日東京発、10 月 1 日から 6 日までアジスアベバ（エチオピア）、6 日から 12 日までナイロビ（ケニア）、12 日から 25 日までタナナリブ（マダガスカル）、25 日から 31 日までダルエスサラーム（タンザニア）、31 日から 11 月 1 日までナイロビ（ケニア）で、11 月 1 日帰国した。

このように東アフリカとマダガスカルがわれわれの調査対象であり、目下調査報告書の取りまとめ作業をやっており、近く完成するので、調査そのものの成果はこれを読んでいただきたい。ここでは比較的日本に紹介されていないマダガスカル国での旅行について述べてみたい。なお、この調査は日本船舶振興会の補助金により行われ、また多数の方々にお世話になった。

## 国土と気候……

マダガスカル共和国は 19 世紀にはいってからフランスが勢力を得て植民地となっていた。しかし、1958 年に国民投票を行い、その結果、フランス共同体内の自治共和国となり、そして 1960 年に完全な独立国家となった。

しかし、独立したとはいえ、フランスの傘の下にいたのだが、1972 年の政変によってラマナンツォオ政権が樹立されるや、フランス依存政策などの見直しを行い、完全な独立国家をめざして今日に至っている。面積はわが国の約 1.6 倍の 59 万 km<sup>2</sup> であり、人口は 700 万余といわれている。

地図でわかるように南北にやや長い島であるが、地勢は東西の方向にほぼ三分されてお

り、東部は海岸平野をなして気候は熱帯性多雨、中部は 800~1,000 m の高原状をなし、雨量は東部より少なく、気候も穏和である。西部は中部の高原から海岸に至るまでのなだらかな平原をなしており、特に南部は雨量も少なく、半砂漠的な様相を呈している。

人種はもちろん黒人であるが、細分すると 18 の部族からなっている。その中で中央高原にはメリナ族といって非常に東洋的な風貌をした人々があり、その数は全人口の 1/3 程度を占めている。言語はマレー・ポリネシア系といわれているが、われわれがつき合う範囲ではフランス語が用いられた。フランスの植民地時代が長かったからであるが、われわれの眼前でもマダガスカル人同志ではマダガスカル語がかわさっていた。



## 随想

産業は農業が中心であり、米、コーヒー、ヴァニラが主産物といえよう。マダガスカル人は米を常食としており、たいた米に副食物をいろいろかけるようにして食べているあたりは東南アジアに非常に似ていた。工業は農産物加工工業が中心であり、そのほかに消費材の小工場が散見されるといった程度である。また、鉱産物も黒鉛、雲母などがとれるが、大規模ではない。

このような産業のもとで国民総生産は1,700億マダガスカル・フラン（滞在中の相場で換算すると約2,700億円）ということだった。すなわち、全体でわが国の1/340、人口1人当りの国民総生産は1/24となる。

## 歩いた道……

われわれは10月12日に首都のタナナリブに到着した。そして25日離国するまでかなりの時間を首都で費して国土開発省をはじめ官庁を訪問したり、在留邦人、マダガスカル人の家庭を訪問したりした。また、マダガスカル国滞在中に数箇所へ旅行した。マダガスカル国最大の開港であるタマタブとその近辺の道路計画地点、観光地であるノシベ、中央高原の一中心地であるイオシなどである。

## タナナリブ……

マダガスカルに入国する途はいくつかあるのだが、われわれの乗った飛行機は西北岸にあるマジュンガ空港にまず着陸して入国の一步を印した。とはいえ、機内で入国手続きがすませられ、ただ、ムッとする湿度の高い外気と意外に厳重な入国検査が第一印象といったところだった。

そこからタナナリブに直行して本当に地に足をおろしたのだが、そこはマジュンガとは異なり、さっぱりしたあまり暑くない空気だった。

30分前後自動車走らせ、都心に着いたが、沿道では建物といい、地面といい、どちらかという赤っぽさが目につく。ラテライトというこの辺の土質が赤っぽく、また、それから作る煉瓦で築かれた家だからだろう。

しかし、人ごみの舗装道路をぬけて自動車が着いたところは赤っぽさも人ごみもなく、広々した緑の中にそびえるホテルだった。そして、しばらくしてわかったのだが、このヒルトンホテルのようなところに滞在していれば、世界中どこでもさほど変わらぬ居室と料理の中で暮している内にマダガスカルがどんな国かをまったく知らない内に離国することになりそうだった。

ホテルの高層部から見下すと新しい官庁街が眼前に見下せる。4~5階建ての各省建物が整然と並んでいるのは比較的新しい建築であろう。名古屋市の天守閣の周辺が官庁街として最近すっかり整備されたが、ひとまわり大きさは違うが、わたしはあの光景を連想した。

ちょうど街は街路樹に使っているジャカランダの花盛りで、リラに似た紫色の花を

## 随想

一面にたたえ、紫のもやをたなびかせる街の景色はマダガスカルの一つの象徴のようにも思えた。

### 東海岸……

タナナリブから直距離にして 100 km ほどで東海岸に突き当る。その海岸のやや北上した所にタマタブという最大の港があり、さらに北上するとマダガスカル国で考えている優先順位の高い道路整備計画地点がある。それらを視察するために一同で旅行をした。

「交通運輸の調査をするからには……」というわけで3グループに分かれ、鉄道、道路、航空の三つの手段を利用してタマタブに辿りついた。飛行機なら 45 分だが、鉄道だと10 時間余り、狭軌でこう配区間で、線路はまがりくねっているから、これも無理からぬことだろう。

高原地帯はよいとして、沿岸部は酷熱地帯でもあるからマラリヤに注意せよといわれて薬なども飲んで行ったが、中心部は碁盤目のように区画され、大木の並木の中に都市がうまるような青々とした静かなマチであった。フランボイセンテという長い名前のホテルに泊まった。実はこれは樹木の名だそうで、なるほどホテルの軒をくりぬいてつき出している大木がそれなのだ。季節が来ると木一杯に真紅の花をつけるのだそうである。これがこのマチのあちこちに咲き出す頃はさぞ見事だろう。

海岸沿いに 100 km ほど北上した。前半はすでに舗装ができていた。後半が整備計画の対象となっている道路で、未舗装で、場所によっては砂利でよく補修されている。ガタつきながらも自動車は走れるが、致命的なのは渡河である。小さな川は何とか木橋で渡れるが、2本ほどの大河（幅 200 m, 500 m 程度）には橋がない。3隻ほど模合った舟に自動車3台ほど乗せるフェリーがいて、終日その河を往復する。渡河点に来ると大勢の人と自動車が並んで待っていた。ことに、われわれ異人種が来ると部落民がそれとなく集まって来て人数はふくれ上り、物珍らしげに見物していた。

そんなことをしながら目的地に辿りついたのだが、聞いてみると、こうしてデコボコやフェリーに遭遇しながらも自動車旅行が続けられるのはよい方だという。雨期にはいと冠水地帯があちこちできてしまい、道路も凸地ならばともかく、基盤高が低い部分は水没する。つまり水によって道路は寸断されてしまうとのことだ。橋がほしいというのは第一の問題だが、そのほかに、道路の低地部分のかさ上げがやはり喫緊の問題となってくる。そして、それらについて曲りなりにも整ったのが、こちらでは全季節道路ということになるのだった。

わたしは参加しなかったが、イオシ方面への旅行の際には、乾期は舗装されたいっぱしの道路だが、雨期になれば河床となるのを覚悟したものがあちこちにあるということだ。

## 随想

## ノシベ……

マダガスカル北端部には日本の歴史にゆかりのある土地が2箇所ある。一つは軍港のデイゴ・スワレスであり、第2次大戦中に特殊潜航艇が潜入し、在泊の英国軍艦を攻撃した。もう一つはノシベで、その本島に近い島かげに極東派遣途次のバルチック艦隊がしばらく碇泊していた。

そのノシベに1泊で旅行した。本土から1kmほど離れた小さな島だ。全島樹木におおわれた丘陵性の島である。それがフランス統治下以来観光地となって沿岸の入江を一つ一つ占めた形でリゾートホテルが建っている。わたしが泊まったのはいくつかの平屋棟からなっており、屋根もヤシの葉か何かで葺いたしゃれたものだった。フランス人はタナナリブで一生懸命働き、ときどきこのような海岸で汗とほこりを流していたのだろう。

海岸にはボート、ヨットなども整い、また、浜辺にプールもできている。夜明けとなるや白人の泊り客がボツボツ水着姿で泳ぎに行くのが眼にとまった。

そういった観光地ではあるが、やはり暑熱の地であり、しかも自家発電のために深夜は明りがつかないといったあたり、マダガスカルの基盤整備の現状の一端をうかがわせるに足りるものだった。

\* \* \*

日本との関係はあまり深くなく、在留邦人も数10人程度である。しかし島国である点、同じ米食民族である点、それから全部ではないが、同じ東洋系の人種である点など、われわれにとってかなり真近かに感ぜられ、今後の親交が期待される国というのが、短い滞在期間ではあったが、マダガスカル共和国から得た大きな印象だった。

(東京大学工学部教授)

# 温水循環ロードヒーティングの実用化試験

奥田 光 男\* 田 代 博\*\*

## 1. ま え が き

最近の交通量は四季を通じて変わることなく増加の傾向が見られるようになってきた。これに伴い、積雪地方における降雪時の除雪や消融雪が重要な課題であり、現在これらの地方でのそれは機械力による除雪が主体となっているが、家屋密集地帯、路面凍結箇所、および山間僻地における運転手の確保等は今後に残された課題である。

機械除雪の問題点の解決をめざして各地で消融雪施設を試験的に、あるいは実用を兼ねて種々の工法が実施されており、その主なるものは地下水を利用する消雪パイプ、電熱によるロードヒーティング、赤外線、そして本稿で述べる路盤内にパイプを埋設し、温水を通す等の融雪方法がある。

以下、福島工事事務所管内の国道13号線の東西栗子トンネル間の板谷地区に延長200m、幅員6.5mにわたり実用化試験を施工した温水循環ロードヒーティングによる融雪方法について述べる(図-1参照)。

## 2. 設備について

### (1) 設計条件

気象は昭和43年12月から47年3月までの冬期間の実測値であり、図-2~図-4により次のように決定した。

降雪深: 2 cm/hr (水に換算,  $W=1.6 \text{ kg/m}^2$ )

気温:  $-7^\circ\text{C}$

風速: 7 m/sec

### (2) 設計基準

#### (a) 所要熱量の計算

全所要熱量  $q_t$  は  $q_t = q_0 + q_d$

上部への放熱量  $q_0$  は  $q_0 = q_s + q_n + A_a(q_i + q_l)$

ただし、 $q_s$ : 顕熱量 kcal/m<sup>2</sup>·hr

$q_n$ : 融解熱量 80 kcal

$A_a$ : 全面雪をかぶっている 0

$A_f$ : 全面露出 1

$q_l$ : 気化熱

$q_i$ : 対流放射熱

今回は全面露出として計算する。

雪を  $0^\circ\text{C}$  に上げるのに要する

熱量  $q_s$  は  $q_s = C_i \times \Delta t \times W$

$C_i$ : 0.5 定数(雪の比熱)

$\Delta t$ :  $-7^\circ\text{C}$  雪の温度=外気温

$q_s = 0.5 \times 7 \times 1.6 = 5.6 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$

融解熱量  $q_n$  は氷の融解熱を 80 kcal とすれば

$q_n = 80 \times W = 80 \times 1.6$   
 $= 128 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$

気化熱  $q_l$  は  $q_l = L \times 539$

$L = (0.0178 + 0.0152 \times 7) \times$   
 $(4.8 - 1) \times 1 \approx 0.47 \text{ kg/}$



図-1 温水ロードヒーティング設置個所位置図

\* 建設省東北地方建設局福島工事事務所長

\*\* 建設省東北地方建設局福島工事事務所機械課長



$m^2 \cdot hr$

$$q_l = 0.47 \times 539 = 253 \text{ kcal/hr}$$

$$C : 0.0178 + 0.0152 V$$

$V$  : 風速

$PW$  : 路面温度に対する飽和気圧  $1^\circ C$  において  
4.8 mmHg

対流輻射熱  $q_i$  は  $q_i = \alpha(T_a - T)A$

$A$  : 面積 ( $m^2$ )

$$\alpha = 2.3(T_a - T)^{0.25}$$

$$= 2.3\{2 - (-7)\}^{0.25} \approx 4$$

$$q_i = 4\{2 - (-7)\} \times 1 = 36 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$$

$P$  : 空気の蒸気圧 ( $-4^\circ C$  40% で 1.0 mmHg)

$\alpha$  : 熱伝導率 ( $\text{kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$ )

$T_a$  : 路面表面温度 ( $^\circ C$ )

$0^\circ C$  まで融けないので  $+2^\circ C$  とする。

$T$  : 外気温 ( $-7^\circ C$ )

上部への放熱量  $q_0$  は

$$q_0 = q_s + q_n + A_n(q_l + q_i) \approx 423 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$$

下部への放熱量を 40% とすると

$$q_l = 423 \times 0.4 = 169 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$$

全所要熱量  $q_t$  は  $q_t = q_0 + q_d \approx 600 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$

(b) 温水温度の決定

$$R = \frac{l_1}{\lambda_1}$$

$$l_1 = \frac{0.153 + 0.136}{2} \approx 0.14$$

$$R = \frac{0.14}{1.6} = 0.087$$

パイプ表面温度  $t_{ps}$  は

$$t_{ps} = t_p + \Delta t = t_p + q_l \cdot R$$

$t_p$  : 舗装表面温度  $2^\circ C$

$R$  : 全抵抗

よって、パイプ表面温度  $t_{ps}$  は

$$t_{ps} = 2 + (600 \times 0.087) \approx 54^\circ C$$

温水温度  $t_w$  はパイプ厚による損失を  $1^\circ C$  とみて

$$t_w = t_{ps} + 1 = 54 + 1 = 55^\circ C \text{ とする。}$$

(c) パイプ間げき

$$q_l = \alpha \cdot p \cdot d(t_w - t_p) \text{ より}$$

$$\alpha \cdot p = \frac{q_l}{d(t_w - t_p)} = \frac{600}{22(55 - 2)} = 0.51 \text{ mm}^2$$

$\alpha \cdot p$  : 所要パイプ表面積 ( $mm^2$ )

$\alpha$  : パイプ熱伝導率  $22 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{hr}$

$20^\#$  のパイプ表面積  $a$  は  $a = 0.085 \text{ mm}^2$

パイプ延長  $L$  は  $L = \alpha \cdot p / a = 0.51 / 0.085 = 6 \text{ m}$

パイプピッチ  $p$  は  $p = 1.0 / 6 = 0.17 \text{ m}$

計算では  $17 \text{ cm}$  となったが、施工上  $20 \text{ cm}$  とする。

(d) ボイラ全所要熱量

ボイラ全所要熱量  $Q$  は  $Q = q_t \times A = 780,000 \text{ kcal/hr}$

(e) 循環水量

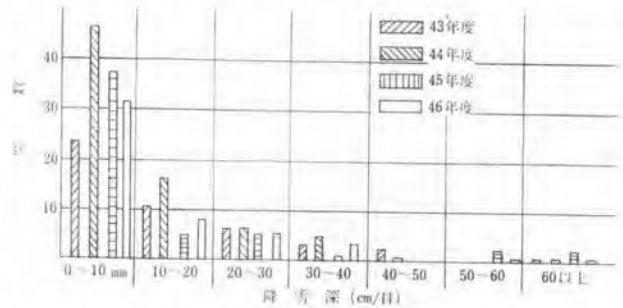


図-2 降雪深と度数の関係

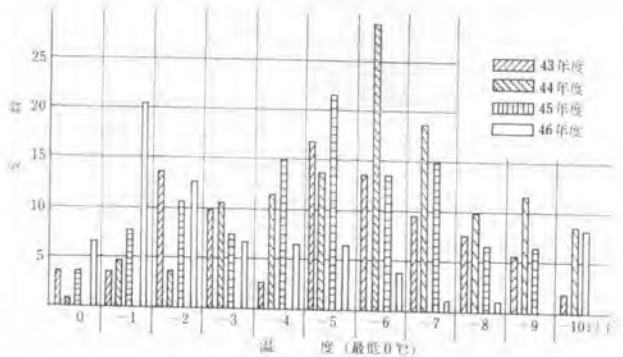


図-3 温度と度数の関係

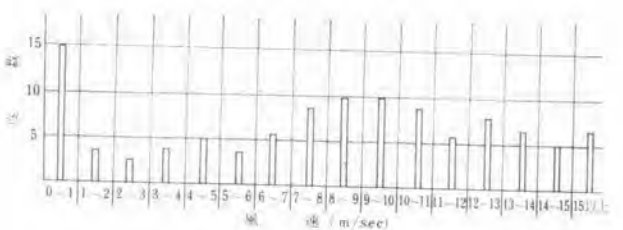


図-4 風速と度数の関係 (昭和 46 年度)

$$\text{循環水量 } W \text{ は } W = \frac{Q}{60 \cdot C_w \cdot \gamma_w \cdot \Delta t} = 1,300 \text{ l/min}$$

$C_w$  : 水の比重 1.0

$\gamma_w$  : 比熱 1.0

$\Delta t$  : ボイラ出入口温度  $10^\circ C$  とする。

### (3) 設備概要

本設備は 図-6 に示すように温水装置、放熱管、温水往還管、そのほかに 2 面の制御盤、動力盤等から構成されている。温水装置、制御盤、動力盤等は建家内に設置し、屋外に設けた降雪検知器、外気温検知器等の信号

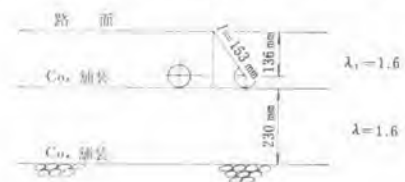


図-5 パイプ位置図

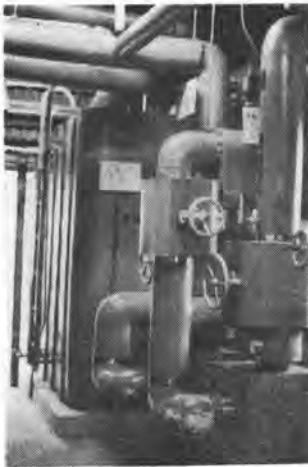


写真-1 屋内機器

を制御盤に送り、温水循環ポンプを自動制御し、路肩に埋設の温水往還管を通してさらに路盤に埋設した放熱管に温水を強制循環させ、その熱伝導により路面の融雪を行うもので、熱を与えた低温の温水は温水還管を通して貯湯タンクに戻る循環作用を繰返すものである。なお、貯湯タンクは常に一定温度を保つためサーモスタットの働きによりボイラを稼働させている。

放熱管は鋼管、銅管の2種類を採用した。前者は写真-2に見られるように道路に対して縦方向配列とし、後

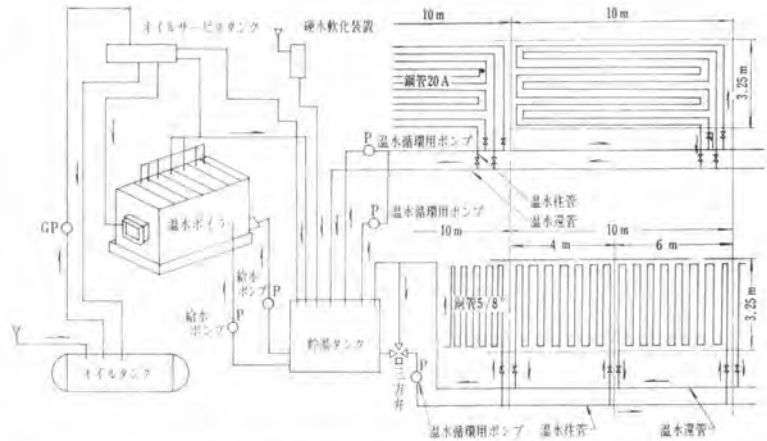


図-6 温水循環ロードヒーティング系統図

者は横方向配列とに分けて設置した。放熱管のパイプ間げきは中央部180mは20cmピッチとし、両端の10mは30cmピッチ配列とした。鋼管については、路盤に熱を均一に与えるため1目地10mにおいて2系統の配管を設け、1系統は路肩より路面の中心に向かって熱を与え、他方は逆に中心より路肩に熱を与えるように配管施工した。また、銅管については、単純に1系統の配管のみである。

温水往還管から放熱管への分流、合流点に各々バルブを設けた。これは放熱管の故障、空気抜け、流量調整に使用するものである。なお、鋼管についてはバルブの操作により40cm、60cmピッチとすることもできる。

保温工事は地下埋設の温水往還管、室内の循環ポンプ、貯湯タンク、配管等に施工した。鋼管用の循環水は台数制御にするために複数台のポンプを設け、銅管では流量と温度制御としたため三方弁を使用した。前者は大規模融雪装置に、後者は橋梁、カーブ等の特殊地点に使用することができる。

温水用の水はさわ水を使用したので、硬水軟化装置を設けて原水中の硬度成分を除去するようにした。貯湯タンクはボイラに急激な給水が不可能なこと、また、制御

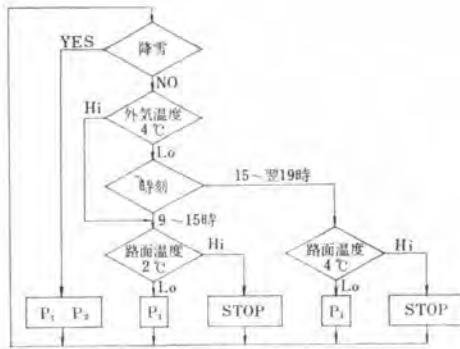


図-7 運転フローチャート



写真-2 鋼管放熱管



写真-3 銅管放熱管

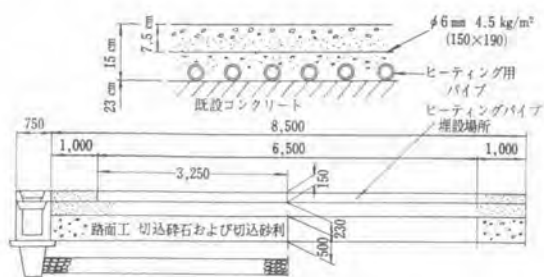


図-8 道路断面図

方式の異なるグループのいずれに対しても安定した熱源となり得るために設置した。その容量はボイラ、放熱管、温水往還管、循環ポンプ等に含まれる必要水量の約半分とした。重油タンク容量は過去の交通止めが最大3日間行われているので、1週間分の燃料を確保できるようにした。なお、銅管については熱伝導が良好なこと、また、湯あかがつきにくい等の利点があるのと、耐久性の点から採用した。

図-7 は鋼管に使用した運転フローチャートであり、降雪の有無、外気温、時刻による路面温度等の制御で、降雪時には2台のポンプ運転とし、路面温度の低下時には1台運転としている。

### 3. 路面について

放熱管の埋設には図-8に示すように既設コンクリート舗装版にアンカーピンで固定し、コンクリートの打設は人力で行い、15cmを1回で施工した。また、締めめには棒状振動機を使用した。また、超早強セメントを使い、交通制限期間の短縮をはかった。道路構造上起点より終点側へ上りこう配(約6%)となっているため、起点、中間点、終点の3個所に融雪水の処理として路面に横断排水溝を設置した。

### 4. 設備費について

設備費は表-1に示すとおりである。



写真-4 融雪状況

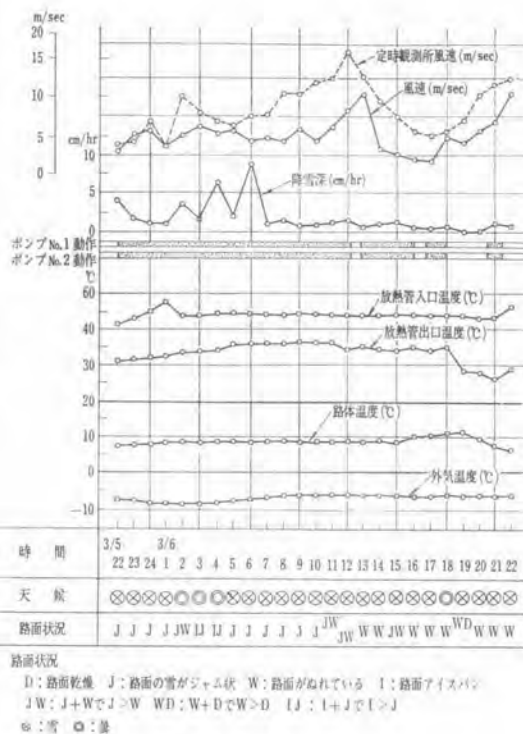


図-9 運転状況

表-1 設備費一覧表

項目	名称	金額	1m <sup>2</sup> 当り	備考
製作据付	機電関係	26,854千円	20千円	放熱管、ボイラほか
土木工事	土木工事	12,562千円	10千円	
建築	建築関係	1,479千円	1千円	
合計		40,895千円	31千円	

### 5. 融雪効果実験調査について

図-9 は鋼管使用の放熱管について実験調査を行ったもので、期間中最も降雪のあった昭和48年3月5日22時より3月6日22時までの1時間ごとの目視による天候、路面状況、計測器等による外気温、路体温度(路表面から2cm下で測定)、放熱管出入口温度、風速(路面上50cm)等を測定した。諸査期間中の累加降雪は41.5cmで、時間当りの最大降雪深は8.5cmであった。外気温度は-5.2~8.4°C、風速は2.6~10.5m/secの範囲である。

#### (1) 融雪コスト

2台のポンプ運転時間が19時間、動力盤ボイラ等の消費電力(特高変電所使用)6.15円/kWhから319kWh、燃料(B種重油9.5円/l)1,680lを使用している。また、ポンプが停止中の放熱管

の熱損失および機器配管の損失を 10% 含んで算出してみると、1 cm 当りの雪を融かすのに必要な融雪コストは約 0.68 円/m<sup>2</sup> となる。このときの平均的な発熱量は 750 kcal/m<sup>2</sup>・hr である。また、当日は交通止めとなっていることからこれは栗子の豪雪の平均的なものであると考えられる。なお、当地点での他の融雪施設、たとえば電熱線方式の比較ができなかったが、建設省土木研究所新潟試験所の例によると、気温、降雪強度、風速等の気象条件の違いもあろうが、電熱方式が温水方式に比べて単位降雪深当りの経費で 4 倍を要するという報告がある。

## (2) 機械除雪

今回の実験調査で当初設計降雪深が 2 cm/hr であった。これに対して調査実施中の 4 時に 6.5 cm/hr の降雪があったが、そのときの路面の状況はアイスパンになった。その状態は図-10 のとおりと考えられる。

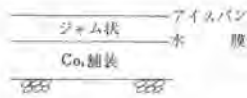


図-10 アイスパン状態

このように、一時的に降雪深がある場合にはヒーティングのみでは融雪が不可能であり、また、ジャム状が厚ければ走行車両のハンドル操作が不良となり、機械除雪の必要が生じてくる。なお、路肩はヒーティング設備がなく、積雪があり、このため期間中機械除雪を数回行った。

## (3) 放熱管

放熱管の構造については、複雑な鋼管、単純な銅管の 2 種類を採用し、設置したが、走行車両のタイヤの影響により融け方は一様である。したがって、放熱管の構造はできるだけ簡単に、また、放熱管の長さにはできるだけ長くして分流点等のバルブ等を少なくすることが必要である。

## (4) 温水循環ポンプ

温水循環ポンプの使用についてはいずれの方式を採用しても使用可能である。

## (5) 風速

風速は出張所（路表面上約 15 m）と路上の実測値（路表面上 0.5 m）との間には図-9 のように大きな違いがある。同じ降雪深、外気温であっても風速の違いにより一方はジャム状となり、他方は完全な融雪となっている。

## 6. 計画施工上の問題点

### (1) 路面融雪の状態

融雪効果の度合を全面融雪か、ジャム状融雪、また、圧雪がゆるむ程度の融雪のいずれを採用するかは道路面の損傷程度、走行性、設備費および維持費等から決定すべきである。

### (2) 放熱管

放熱管の種類によりそれらの耐用年数は不明である。また、漏水個所の確認処理が困難であり、ボイラ等が故障の際、内部が凍結し、損傷するおそれがあるので、凍結防止剤を使用するか、ポンプ単独運転が可能としなければならない。放熱管の埋設深さについても検討の必要がある。平坦地区と吹溜り地区等では放熱管の径あるいはピッチを変えるべきである。

### (3) 舗装施工

舗装は施工時に全面交通規制を行ったが、コンクリートポンプ車を使用して施工すれば片側交通規制のみでよい。また、機械化施工はできないものか。

### (4) 路面亀裂

舗装打設後より路盤にひび割れが発生し、7 月末でひび割れ率は 18%、11 月には 21% と進行している。このひび割れについては、超早強セメントの使用、既設舗装版とのなじみ、放熱管の伸縮、交通荷重と舗装厚、施工管理等種々の原因があり、究明の必要がある。

### (5) 自動制御

降雪の有無、路体温度、風速の要因等を考慮すればよいと思われる。

## 7. むすび

今回の施工、調査の実施にあたり、特に調査期間は天候にも左右され、調査時期のおくれることで十分な観測の結果とはいえないが、今回判明したことのみ報告したものであり、今後も調査を行うことにより実用的なヒーティングのあり方ははっきりしてくるものと思われる。

### 参考文献

「温水循環方式による路面融雪について」第 25 回建設省技術研究所講演集、昭和 46 年 11 月

# 立軸小形ロータリ除雪装置の開発

機 部 金 治\*

## 1. ま え が き

幹線道路の除雪が進み、冬期間の道路交通が活発になるにつれて雪積地では人の往来がはげしくなり、歩道とか狭い街路の雪処理が問題となっている。これらの道路の除雪は従来の大形除雪車では不可能であり、新しい除雪工法の省力技術の開発が模索されている。

以下に紹介する立軸小形ロータリ除雪装置はこれらの問題を機械除雪で解決する一方法として開発されたものである。ここではその検討経過、構造概要と特徴ならびに昭和47年度に行った除雪実験結果を説明するが、その前に歩道除雪に関する全般的なことを述べてみたい。

機械除雪は対象となる雪の量、雪質をはじめ、道路条件等がかなり変動するので、それらに適応するような万能的な特質をもつ機械が要求される。しかし、機械の特質上それはむずかしく、実際には工法である程度解決している。歩道とか狭い街路の雪処理の方法は一般の広い

道路の除雪工法に比べ屋根雪処理とか機械除雪による側部堆雪等のさらに困難な条件が加味される。また、高速処理ができないので機械以外の広範囲にわたる省力工法についても総合的に十分検討する必要がある。図-1にそれらの項目のみを整理して示しておいた。ここで述べる事柄は図の太線で示してある装置の開発が主題となっている。

今後、本テーマ以外についても検討を進めて行きたいと思っているが、読者がそれぞれの立場でこれらの事項について調査研究をされ、その成果が総合されることを望むものである。

## 2. 立軸小形ロータリ除雪装置

### (1) 開発経過

小形ロータリ除雪車の開発に取り組むようになったとき、歩道ならびに狭い街路の除雪に関し、図-1の各項目を含め検討を行ったのであるが、除雪機械だけをとり上げていろいろな問題がありそうである。

現在、大形除雪車がかなり開発、改良されて普及しており、その性能もだいたい安定してきている。しかし、小形ロータリ除雪車は輸入車を含め過去に散発的に使用されているが、普及していない。これらは技術以外あるいは図-1に示すように機械以外の問題がかなり大きいと思われるが、除雪車についても大形車をそのまま小形化するのみで、小形除雪車の技術開発の取り組みが不足しているように思われる。図-2は開発に取り組むべき事項について考えられる項目を羅列してみた。これらの問題については一部にはかなり成果の上がっている項目もある。しか



写真-1 屋根雪と機械除雪による狭い街路の側部堆雪状態

\* 科学技術庁国立防災科学技術センター 雪害実験研究所第3研究室長

し、散発的で体系的な検討が少ない。他の分野も同じと思うが、実際にはすでに開発されている類似の装置の構造、原理にヒントを得て小形化されている。これらはもう少し検討を進め、基礎的な原理までさかのぼって検討する必要があるであろう。

当研究所ではここに紹介する除雪装置をはじめ各種の除雪装置を試験車に取付けた実験とか、模型を使って除雪に関する一連の基礎的な研究開発の一部に取り組んでいる。開発のポイントは、

- ① 現用の大形装置を小形化したときの構造、性能上の問題
- ② オーガ、ブロワ等の構造組合せの簡易化とその性能特性
- ③ 小形装置に適した新しい除雪装置の開発等がある。

歩道ならびに狭い街路用除雪車に要求される条件は、人道の確保が目的であり、大形車に比べ雪の大量処理は望めず、除雪装置を農業用トラクタ等に取り付けて一般家庭、地域の共同保有等として普及することを考慮すると次のような事柄が考えられる。

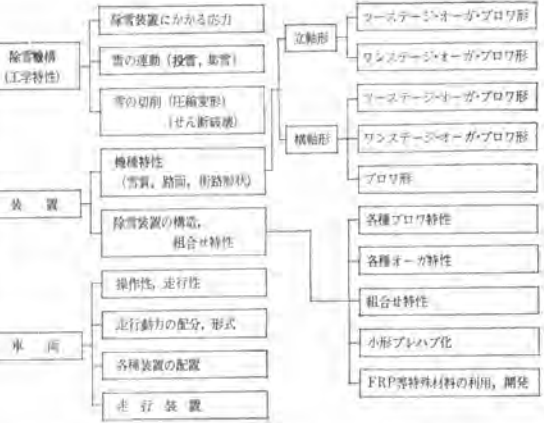


図-2 小形ロータリ除雪装置の開発に関し検討する項目

- ① 歩道幅に合わせた狭い小形除雪車である。
- ② 構造が簡単で軽量である。
- ③ 製作工程が簡易で安価である。
- ④ 歩道上においても走行性、作業性、操作性のよい形状である。
- ⑤ 作業能率が高い。
- ⑥ 安全性が高い。

これらは大形車にもいえることであるが、歩道とか狭い街路を機械除雪で行う場合の一般工法として発展させようとするれば、これらの問題を解決していかなければ普及はしないと思われる。

ロータリ除雪装置を構造より分類したものを図-3に示す。これはいままでに開発されている機械と構造的に考えられると思われる装置を整理分類したものである。大形除雪装置として現在構造的に定着している Peter 形, Beilhack 形, Rolba 形, Schiler 形と一般に呼称されているものが原形となっている。

立軸装置は狭い街路の雪処理には最適と考えられるのに、わが国においては未開発のままとなっていたので、一連の開発過程の一つとして新しいアイデアのもとに開発を行ったものである。

(2) 主要諸元の検討

ロータリ除雪車の実際の作業状態は作業断面積、作業速度、雪質(主として密度と雪の粘性によるせん断強さの影響)が大きく変わり、機関所要出力の変動が大きい。また、ブロワで投雪するときのブロワ回転数により除雪能率( $t/PS \cdot hr$ )が著しく変わり、所要出力と作業量の変動がある。さらに、その機関所要出力に適合したトラクタが歩道除雪に見合う小形で狭い幅を必要とするので積載機関出力が限定され、最大作業量が減少する。したがって、どの点を設計点に選定するか

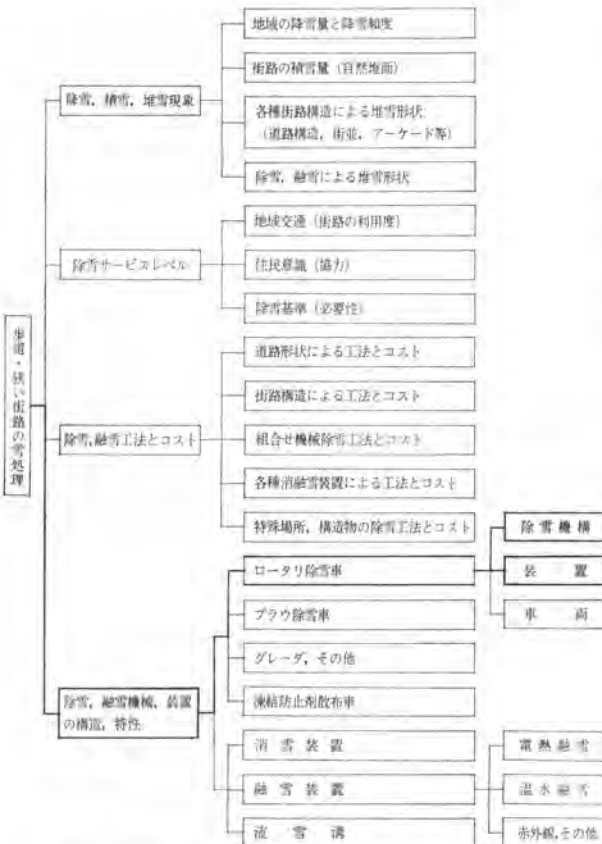


図-1 歩道、狭い街路の雪処理方法について検討する項目

よって構造が大きく変わる。

今回の装置の主要諸元の検討項目について説明すると、仕様項目の検討に際し、技術者の常として理論値に基づく計算により裏付けがしなくなるものであるが、基礎的な実験値が少ないので対象となる雪が粘弾性的性質をもっているにもかかわらず切削、集雪、投雪等それぞれの現象を剛体、流体モデルで近似して理論的裏付けを行っているのがかなり不確定要素があり、実用値はそれらに係数をかけて調整している。

道路構造令によると第4種道路(都市部)ならびに第3種道路(地方部)の歩道幅員が原則として1.5mであったので除雪幅として1.2mとし、直径60cmのオーガを立形にし、2列並行に配列した。除雪速度は歩道除雪を考慮して全断面除雪で2km/hrとした。雪は新雪の場合0.07~0.1g/cm<sup>3</sup>ぐらいの密度をもっているが、しまり雪になると0.1~0.2程度となる。したがって、設計密度を0.15g/cm<sup>3</sup>とし、歩道堆雪状況と小形車に見合う機関出力を考慮して除雪高さを60cmとした。最大除雪能力は式(1)より1,440m<sup>3</sup>(216t/hr)となる。密度の高いざらめ雪の除雪の場合には作業速度を落とすか、除雪断面積を小さくして作業を行う必要がある。

この除雪装置のオーガは立形の新しい形式であるので集雪がうまく行くか不安が残ったが、ざらめ雪、こしまり雪を対象とした除雪実験では問題はなかった。オーガ回転速度は、レーキツース羽根高さ0.2mとし、かき込み量に見合うように式(2)で検討した。投雪距離は市街地の使用が中心となり、歩道の側部堆積または小形ダンプトラックの積込みを考慮して45°投雪で15mとするとブロウの周速は式(3)で近似計算ができ、ブロウ周速12.1m/sec、回転数385rpm、投雪高さ4.0mとなる。ロータリ除雪車は雪をオーガならびにブロウで加速して排出するので、10m/sec以下であると雪質によってはシュート等につまりが発生する。また、あまり高速となると投雪にエネルギーを消費し、除雪能率が低下する。

ブロウ羽根は一般に4枚羽根が多いので4枚とし、径を600mmとした。ブロウ奥行は投雪能力に適合するようにブロウの体積効率を考慮して式(4)によった。羽根の形状等も問題になったが、今回は直羽根とした。なお別の研究で羽根の枚数、形、奥行と作業効率等の関係は検討中である。

所要動力の計算はいろいろの方法がある。おおまかな計算では雪がブロウで周速までに加速されるときエネルギーの平均時間率より計算してそれに雪の切削破壊、圧縮変形、オーガ・ブロウケーシング内の摩擦、その他に要するエネルギー損失を見込んだ係数をかける式(5)



図-3 ロータリ除雪装置の分類

の方法とか、ブロウの周速を設定していままでの試験データより除雪能率を調べ、式(6)で計算する方法がとられる。今回はいままでのデータを参考にしてブロウ周速12m/secのときの除雪能率を9t/PS・hrとして式(6)で計算した。したがって、一定出力の除雪車では雪質、除雪断面積の変化に従い除雪量が変化する。実測値は雪質によりかなり違いがあるが、7~12t/PS・hrとなっている。

オーガ出力はかき込み出力と切削出力に分離して式(5)、式(7)で計算した。式(7)で雪の圧縮破壊抵抗力を乾きしまり雪で $\rho=0.35t/m^3$ の雪で約0.5t/m<sup>3</sup>とし、そのときの除雪量を617m<sup>3</sup>/hrで計算した。実際には雪は粘弾性的性質を示すので雪質、回転数により違いがあるが、最悪条件を想定した。したがって、オーガ1軸当り4.6PSとなり、合計した除雪所要出力は35PSとなる。実測値ではオーガとブロウのトルクはかなり変動があるが、ブロウの方が全般的に高い。

$$W = \rho \cdot b \cdot h \cdot v \cdot 1,000 \text{ (t/hr)} \dots\dots\dots (1)$$

$$N_a = \frac{V}{60 \cdot \pi \cdot (R_a)^2 \cdot t \cdot n} \text{ (rpm)} \dots\dots\dots (2)$$

$$H = l \tan \theta - 1/2 \cdot \frac{q}{v_b^2 \cdot \cos^2 \theta} \cdot l^2 \text{ (m)} \dots\dots\dots (3)$$

$$l_b = \frac{V}{60 \cdot \pi \cdot (R_b)^2 \cdot N_b \cdot \eta_v} \text{ (m)} \dots\dots\dots (4)$$

$$P_s = \frac{2.07 \times 10^{-4} \cdot \rho \cdot V \cdot R^2 \cdot N}{\eta_i} \text{ (PS)} \dots\dots\dots (5)$$

$$P_s = \frac{l \cdot b \cdot h \cdot v \times 1,000}{q} \text{ (PS)} \dots\dots\dots (6)$$

$$P_s = \frac{1}{75} \cdot \eta_i \cdot f \cdot V \text{ (PS)} \dots\dots\dots (7)$$

ここに、W: 除雪重量 (t/hr),  $\rho$ : 雪の密度 (t/m<sup>3</sup>), b: 除雪幅 (m), h: 除雪高さ (m), v: 除雪速度 (km/hr), N<sub>a</sub>: オーガ回転速度 (rpm), V: 除雪量 (m<sup>3</sup>/hr), R<sub>a</sub>: オーガ回転半径 (m), t:

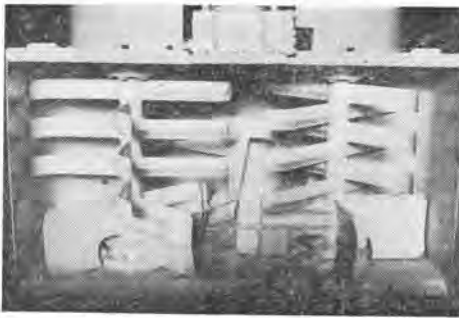


写真-2 立軸オーガ

オーガ羽根の有効深さ (m),  $n$ : オーガ軸数 (2),  $H$ : 投雪高さ (m),  $l$ : 投雪距離 (m),  $\theta$ : 投雪角度 (度)  $v_0$ : 投雪スピード (m/sec),  $g$ : 重力の加速度 ( $9.8\text{m/sec}^2$ ),  $l_b$ : ブロウ奥行長さ (m),  $R_b$ : ブロウ半径 (m),  $N_b$ : ブロウ回転速度 (rpm),  $\eta_v$ : 容積効率,  $P_s$ : 所要出力 (PS),  $q$ : 除雪能率 ( $\text{t/PS}\cdot\text{hr}$ ),  $\eta_f$ : 係数,  $f$ : 雪の圧縮破壊抵抗力 ( $\text{kg/m}^2$ )

### (3) 構造

この除雪装置は雪を切削、集雪するオーガ装置がくし形をしたレーキツース羽根をもち、立軸の円周上に  $45^\circ$  のピッチでつる巻線上に軸に並行な切削・集雪面をもつように配置されている。このオーガを2本対称に配置して前面の雪を装置中央後部へかき下すように集雪し、下部の幅の広い集雪板で後方のブロウへ送り込む形をとっている (図-4 (c), 写真-2 参照)。外国ではカッタ形集雪装置とブロウを組合せたこの種の方式が見られるが (図-4 (b) 参照)、構造の簡単なレーキツース形では初めてのものと思う。この方式をとると小形車で問題になりそうな切削時の反力による振動とか、除雪装置がもち上げられることが防止できると思われる (図-4 参照)。

この問題についても今回の実験で計測器を取付けて測定を行ったが、試験車全体の重量が大きかったので実験条件の範囲では問題が起らなかった。歩道等に堆雪し、踏みつけられた硬い雪については今年実際の歩道へ持ち出して最終的な試験の中で確かめることにしている。除雪車がさらに小形となり、硬い雪が対象となると、ど



写真-3 立軸小形ロータリ除雪実験車

のような切削反力や振動が発生するかは別の実験装置で検討することとしている。スクリューオーガ形の構造も実験装置としては考慮中であるが、実用的な装置としては反力の分力が上向きに発生し、かつ製作工程が複雑となって小形車としての利点が少ないかと思われる (図-4 (d) 参照)。

立軸装置の構造上の特徴としては、オーガ装置を縦方向に伸ばすことができ、小形ながら深い除雪が可能となる。したがって、ある程度堆積状態で行う歩道除雪には最適と思われる。現在開発した除雪装置は機械出力とトラクタの関係でむしろ横方向の長い装置となっているが、トラクタの車幅と機関出力に合わせて縦方向の深い構造のものが可能である。農業用トラクタ等の小形車に積載することによりその特質が生かされると思われる。縦方向に長い立軸オーガ装置は大形車の雪堤処理等にも適用できると考えられる。

### (4) 除雪車と計測装置

立軸オーガ装置を装着した車両は実験用に特別に製作されたもので溝形鋼を組立てたシャシ上に小形乗用車用ガソリンエンジンをのせたもので、走行・オーガ・ブロウ回転、装置の上下操作が油圧作動となっている。オーガとブロウはそれぞれ独立して油圧モータで回転できる構造である。走行は左右の油圧バルブ操作によりそれぞれの走行用油圧モータで前後進を行うことができる。こ

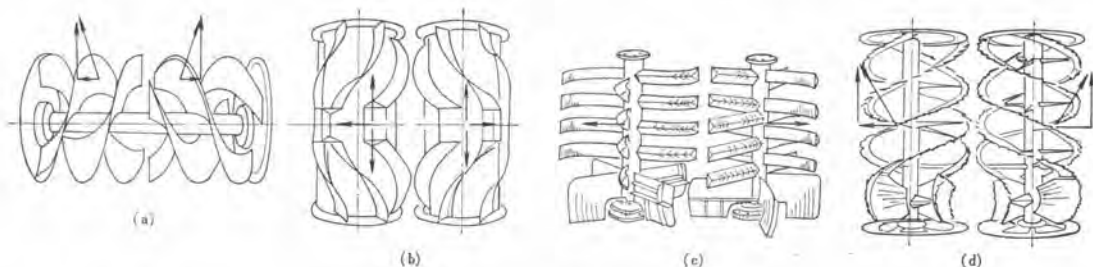


図-4 除雪時の反力の方向



表-1 立軸小形ロータリ除雪車仕様

主要諸元	全長×全幅×全高 1,000 mm
最低地上高	200 mm
除雪速度	0~8 km/hr
車両重量	2,770 kg
乗車定員	1名
各部要目	ニッサン H 20 形ガソリン機関
機 関 名 称	40.5 PS/2,400 rpm
定 格 出 力	1,982 cc
総 排 気 量	平歯車式
動 力 分 配	全油圧式 4 輪駆動
走 行 装 置	平歯車ローラチェーン式
走 行 減 速 機	4 輪差動式
操 縦 方 式	外緊ドラム式
制 動 装 置	油圧シリンダチルト方式
昇 降 装 置	
除 雪 装 置	油圧式 0~400 rpm
オ ー ガ	油圧式 0~400 rpm
ブ ロ ヲ	
除雪性能目標	
最大除雪量	200 t/hr 以上
最大除雪幅	1.2 m 以下
最大除雪高	0.6 m

の車両は前部の油圧シリンダのピンと水平支持腕のボルトをとりはずすことにより他の除雪装置に取換えができるようになっている。

計測器はオーガ、ブロウのトルクメータ、水平力測定用ロードセル、上下シリンダ用油圧変換器とオーガ・ブロウ用回転計、走行スピード測定用第 5 輪が取り付けである。表-1 および 図-5 にそれらの仕様、および構造と配置を示す。

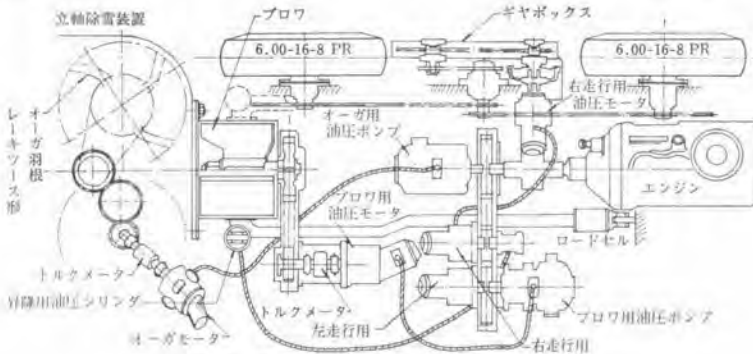


図-5 試験車の動力伝達ならびに計測器配置図

表-2 試験データ分類表

除雪装置名	雪質	平均雪密度 (g/cm <sup>3</sup> )	平均降雪量 (m)	平均除雪高さ (cm)	実験場所	試験No.	図の記号
立軸	2 軸 レーキ ツー ス 形	こしまり 0.17~0.18	1.24	17~22	所内	3	○
立軸	2 軸 レーキ ツー ス 形	ざらめ 0.40~0.41	0.75	47~78	和南津	42	●
立軸	2 軸 レーキ ツー ス 形	ざらめ 0.41~0.42	1.24	60~71	和南津	43	●
横軸	リボンスクリュー (下島チップ) 4 条 60度	ざらめ 0.39~0.4	1.24	60	和南津	25	◇
横軸	リボンスクリュー 3 条 60度	ざらめ 0.44	1.24	60	和南津	40	▲
横軸	リボンスクリュー 4 条 60度	しまり 0.29~0.3	1.24	42	妙高	6	×
横軸	スクレーパー 4 条 60度	ざらめ 0.3~0.4	1.24	40	妙高	16	△

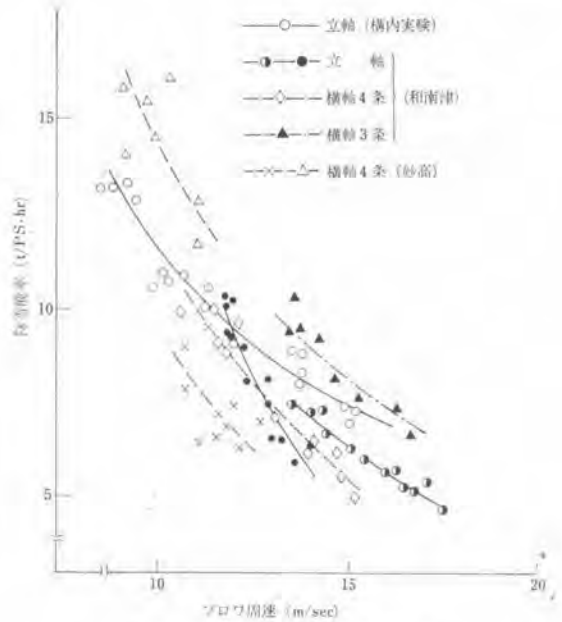


図-6 ブロウ周速と除雪能率の関係

(5) 作業能力の評価

図-6 は昭和 48 年 2 月~3 月に行った性能試験データより除雪車の効率の一つの表示方法である除雪能率について示したものである。オーガならびにブロウの出力を加算したもので検討している。このデータで横軸となっているのは、この試験車の前部を横軸装置に取換えて

同じ条件で試験を行ったものである。各実験値は表-2 に示すように除雪深さが変化しており、かつ、それぞれの作業の瞬間においてオーガ、ブロウの回転作業スピードを変化させて実験を行っているので各瞬間における能力計算を行っている。ざらめ雪の全断面作業では 0.5~1.0 km/hr で 200~230 t/hr の除雪能力があり、除雪深さ 20 cm 程度のこしまり雪の除雪では 170 t/hr 能力で 4 km/hr 程度の作業速度が得られた。

ロータリ除雪車による作業能力、作業能率は雪質とそれに対する機種の特質による影響が見られるが、今回の対象雪質の範囲では図-6 に示すように横軸よりわずかに性能的に見おとりがするのみで良好な作業能率を示している。除雪能力が主として

車両出力とブロワ容量に影響されることを考えれば、ツーステージのオーガ装置は構造が簡易で効率よく雪の切削、集雪をすることに主眼をおけばよく、今回のこの装置は作業中の雪の吹出しもなく、開発目的の一つは達成できたと思われる。

### 3. 今後の問題点

ここに紹介した立形の除雪装置は一つのアイデアをもとに除雪性能がうまくゆくかどうか不安をもちながら開発したものであるが、性能も良好で、ひとまず開発の目的を達した。これに使用した実験車は機構上各種の実験条件に応じた実験が行えるので、図-2 に示したそれぞれの細部の実験を行うことにしている。

最初に述べたように、このテーマは歩道ならびに狭い街路の雪処理という問題の一テーマとして発展したもので、装置除雪を含めて全般の検討が今後の問題と思われる。当研究所でもそれらの一部については現在各機関と協力して進めている。

図-7はオーガとブロワのそれぞれの軸トルク(kg・m)と作業量(t/PS・hr)の関係を示したものである。細かい解析は別の機会にゆずるとして、全般的な傾向について示す。作業条件は表-2に示してある。オーガ回転は100~300 rpm、ブロワ回転は400 rpm前後に変化させ、図-6と同じ条件で実験を行っている。雪に投雪速度を与えるブロワは全般にオーガより大きなトルクを示す

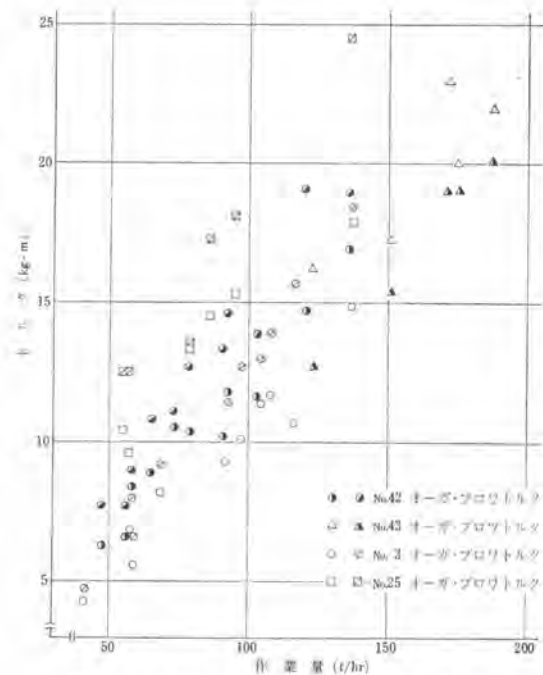


図-7 プロワならびにオーガトルクと作業量の関係

が、立軸装置全断面除雪の場合、オーガにもかなりの負担がかかり、オーガトルクの方がブロワトルクより大きくなる現象が現われている。立軸オーガは構造上雪を加速するブロワの作業を一部分担するためブロワトルクが低下しているものと思われる。

## — 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 300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3丁目5番8号 機械振興会館内  
 電話東京(433)1501 振替口座東京71122番

## パキスタン・タルベラダム工事における 大容量コンベヤの稼働状況

永井正義\*

### 1. まえがき

パキスタンのインダス川上流に建設中のタルベラダム (Tarbela Dam) はその必要堤体材料1億 5,000万 $m^3$ という大規模な多目的フィルダムで、この量はエジプトのアスワンハイダムの約3倍に匹敵する名実ともに世界最大級のダムである。また、このダムの堤体材料運搬には多数の大容量ベルトコンベヤが使用され、メインダム構築にも特殊なコンベヤを使用した新しい工法が用いられている。私はこのプロジェクトにコンベヤベルトを納入した日本のベルトメーカー5社 J.V. のスーパーバイザーとして派遣され、Stage-I の期間中現地に滞在し、工事の概要を見聞する機会を得たので、ベルト関係の技術者としての見地からその概要につき紹介させていただく。

### 2. プロジェクトの内容

タルベラダムおよびその貯水池は 1976 年に完成する予定で、完成すればインダス川流域全体の開発計画の中で最も重要なダムとなる。



図-1 タルベラダム位置図

このダムはジェルム川のマンガラダムとともに乾期に下流域の水源地を補うために貯水され、数100万エーカーに及ぶ灌漑用地を満たす重要なパキスタン水源となるのみならず、その水力発電設備は最高210万kWの発電能力を有し、パキスタン需要電源をまかなうことになる。

1968年5月にタルベラダムプロジェクトに関する民間工事契約が W.A.P.D.A. (パキスタン水力資源開発局) と T.J.V. (タルベラ・ジョイント・ベンチャ) の間で成立した。T.J.V. は当初イタリア3社、フランス3社の建設業者のグループでスタートしたが、1969年、さらに西ドイツ5社、スイス2社が加わった。この請負額は当時約6億3,000万ドル (U.S.) で、単一の工事契約ではいままでの最高といわれた。

このプロジェクトの資金は 1968 年に設立されたタルベラ開発財団を構成するオーストラリア、カナダ、フランス、イタリア、イギリス、ニュージーランド、アメリカ、西ドイツ、パキスタン、および世界銀行の各国から譲渡または貸与される。このように外貨の支払はすべて各国からの譲渡または貸与で決済されるが、現地での支出はすべてパキスタンが提供する。そして、この財団の管理は世界銀行が行っている。

なお、コンサルタントは米英系の Tippetts-Abett-McCarty-Stratton International Corp. (略称 T.A.M.S.) が行っている。

インダス川をまたぐタルベラダムは幅の広い沖積層の谷間をうずめ、高地のはずれと川が山間部から平野の沖積層地帯に入る地域を結ぶような形をとることになる。このプロジェクトによればメインダムがインダス川の本流をまたぐ形となり、右岸にアーチ台と発電所を抜ける4本のトンネルが掘られる。左岸には鞍部を通る2個所の排水口が造られる。また、二つの補助ダムが上流に構築される。

このメインダムの堤長は 2,750 m、高さ 143 m、底部の厚さ 700 m、補助ダムとあわせて約1億 5,000万 $m^3$ の土砂と岩石を必要とし、いままで世界最大といわれた米国モンタナの Fort Peak Dam に優る。これらの堤

\* バンドー化学 (株) 神戸工場ベルト設計課係長

体材料は水路やトンネル工事により採掘されたものと他所からの掘削によりまかなわれる。この膨大な量の堤体材料のほとんどが高速、大容量のスチールコードコンベヤベルトにより迅速に運搬され、各プラントで破碎、調合、貯蔵され、コンピュータにより運搬管理される。

(1) 位 置

タルベラダムはラワルピンジ (Rawalpindi) の北西 70 km のところで、図-1 に示すとおりである。

(2) エ 期

工期は 図-2 の工事予定に示すとおりである。

(3) 工 事 概 要

(a) Stage-I

切替水路から採掘された材料はメインダムの初期工事およびこの水路に造られる Buttress-Dam が Stage-III で水路を閉じるのに用いられる。次いでトンネルの掘削が始められる。

(b) Stage-II

右岸に新たに掘られた水路とインダス川の主流が繋がれ、メインダムの構築が進む。その材料は放水路からの採掘および右岸の Borrow Area より供給される。補助ダムも建設され、トンネルも完成する。

(c) Stage-III

切替水路の Buttress-Dam が閉じられ、水流は完成したトンネルに流れ込む。メインダムは完成し、切替水路の水の通らない部分が埋められる。第 1, 第 2 トンネルが閉じられて水流は第 3, 第 4 トンネルに継がれ、その間に発電プラントが完成し、第 1 トンネルに接続される。

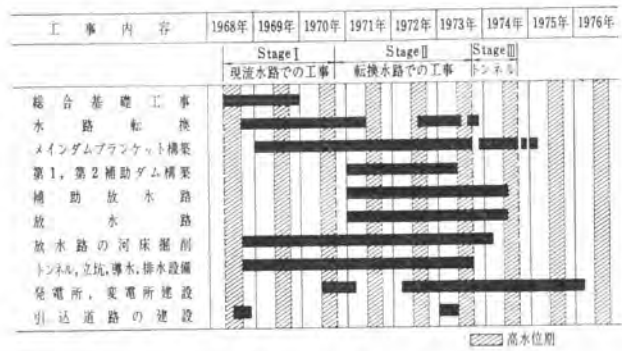


図-2 工 事 予 定

(4) プロジェクト材料量

堤体その他補填総計	1 億 8,600 万 yd <sup>3</sup>
ダムサイトで採掘するもの	9,600 万 yd <sup>3</sup>
他地区から採掘するもの	9,800 万 yd <sup>3</sup>
コンクリート	332 万 yd <sup>3</sup>

(5) 貯 水 池

長 　　さ:	80 km
最高水深:	137 m
面 　　積:	60,000 Acres
最大貯水量:	11.1 Million Acre-ft (EL. 473 m 時)

(6) メインダム

堤 頂 長:	2,750 m
高 　　さ:	143 m
堤 体 積:	1 億 3,800 万 yd <sup>3</sup>
ブランチ体積:	2,100 万 yd <sup>3</sup>

(7) 発電プラント

初 　　期:	4 ユニット
--------	--------



写真-1 Stage-II に入ったばかりのメインダム右岸より左岸を望む

@ 175 MW, 700 MW  
 最 終 : 12 ユニット  
 @ 175 MW, 2,100 MW

(8) 放水路

使用水路 : 7 門  
 放水能力 18,400 m<sup>3</sup>/sec  
 補助水路 : 9 門  
 放水能力 23,780 m<sup>3</sup>/sec

(9) 堤体断面

メインダムは最高約 180 m の深さを有する沖積期の砂利を基礎にして構築される。また、メインダムの中心部に続く不透ブランクットは上流約 1.7 km も河床をカバーすることになる。それは浸透していく基礎部分の伏流を防ぐためである。ブランクットや堤防に少量の浸水があっても無事に排水できるように堤防の下流部分下方に排水路がある。

3. 堤体材料の採取と運搬

三つの堤体に要する約 3 億 t の土砂、岩石は前述したように約 1/2 はダム付近の掘削により、残り 1/2 はメインダム右岸から約 5 km 西方の Borrow Area から採取される。材料生産プラントは P-1~P-7 の 7 箇所から成り、そのうち P-1~P-3 は Borrow Area に、P-4~P-7 はメインダム右岸のすぐ上流にある。これらは各々の役割をもち、13 サイズの材料を生産している。

ダム付近の掘削により得られる材料のうち、左岸の水路からの 8,900 万 t の材料は 110 t ボトムダンプにより左岸のプラントまたは直接ダムに運搬され、右岸のトンネルおよび水路から得られる 6,300 万 t の材料はダンプトラックにより P-4~P-6 に運ばれる。

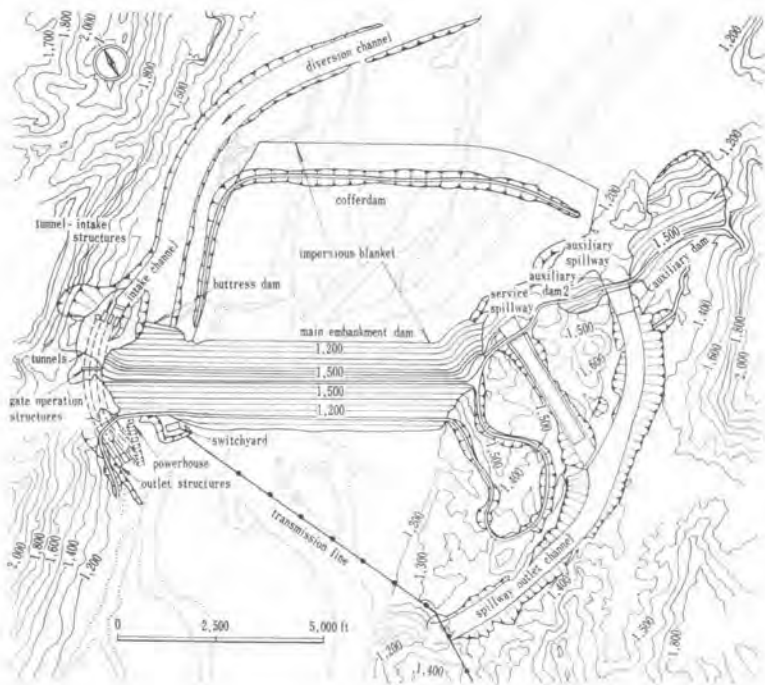


図-3 メインダム平面図

その他のプラント間およびプラントからメインダムまではすべてベルトコンベヤでつながっており、必要に応じて大量の材料を迅速に運搬できる。なかでも並列に走るメインコンベヤラインは右岸の 1,800 m のトンネルを抜けて掘削地区 (Borrow Area) の P-1, P-2 から 6.5 km のメインダムまで設置されており、途中のプラントに材料を供給できるうえ、直接ダムに材料を運び揚げることも可能である。

その 1 ラインの能力 12,000 t/hr のものは -300 mm の粗材料を、他の 1 ラインの能力 2,400 t/hr のものは -100 mm のコアおよびブランクット材料を運搬するようになっている。また、メインコンベヤのうち、メインダム上流斜面からダムに材料を供給するものは 2 列とも 12,000 t/hr の能力を有する。

これらのコンベヤは各プラントのコンベヤとともにダ

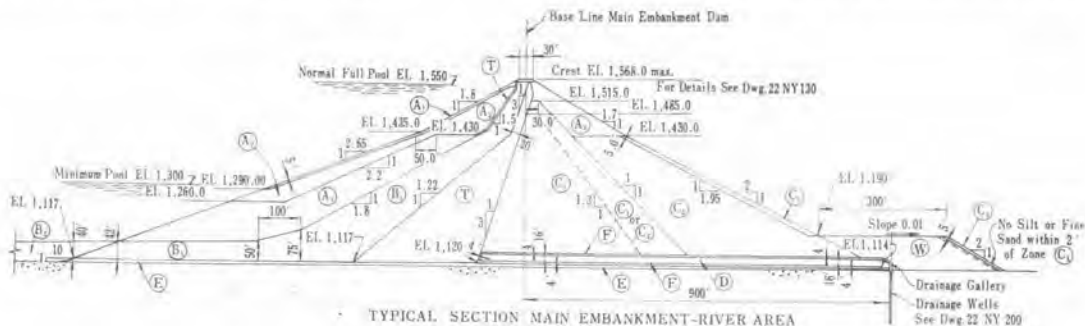


図-4 メインダム断面図

ムサイトの中央制御室のコンピュータシステムによりすべてコントロールされている。

### (1) プラント-1 (P-1)

Borrow Area にあり、主として岩石を掘削し、 $-300\text{ mm}$  にクラッシングして P-3 に送る。掘削は電動パワーショベル  $15\text{ yd}^3$  級で行われ、ボトムダンプ  $110\text{ t}$  でクラッシング設備に投入される。その後、ブランチコンベヤ  $6,000\text{ t/hr}$  を経て MC 1 コンベヤ  $12,000\text{ t/hr}$  に集合され、P-3 またはダムサイトに供給される。

### (2) プラント-2 (P-2)

Borrow Area にあり、主としてシルト  $0\sim 7\text{ mm}$  を掘削して P-3 に送る。掘削はモータスクレーバ  $33.6\text{ m}^3$  級で行われ、ホップに投入され、MC 2 コンベヤ  $2,000\text{ t/hr}$  で P-3 およびダムサイトに供給される。

### (3) プラント-3 (P-3)

Borrow Area にあり、P-1、P-2 の受入設備として1次、2次スクリーンと広大なストックヤードを有するプラントであり、24 スパンのベルトコンベヤとそれに付属するスタッカ、バケットホイールリクレーマなどを装備している。また、ここではコンピュータによるサイズの種類、シルトと中塊の混合、水分の調整も行われる。



写真-2 P-1 の投入ホップ引出しベルトコンベヤ

### (4) プラント-4, 5, 6 (P-4, P-5, P-6)

ダムサイト右岸にあり、ダムサイトで掘削された材料の受入プラントである。掘削はパワーショベルで行い、テルダンプ  $70\text{ t}$  でプラントまで運搬されるが、P-4 は大塊、P-5 は中塊、P-6 は砂利となっており、各々のプラントが装備しているクラッシュスクリーンにより

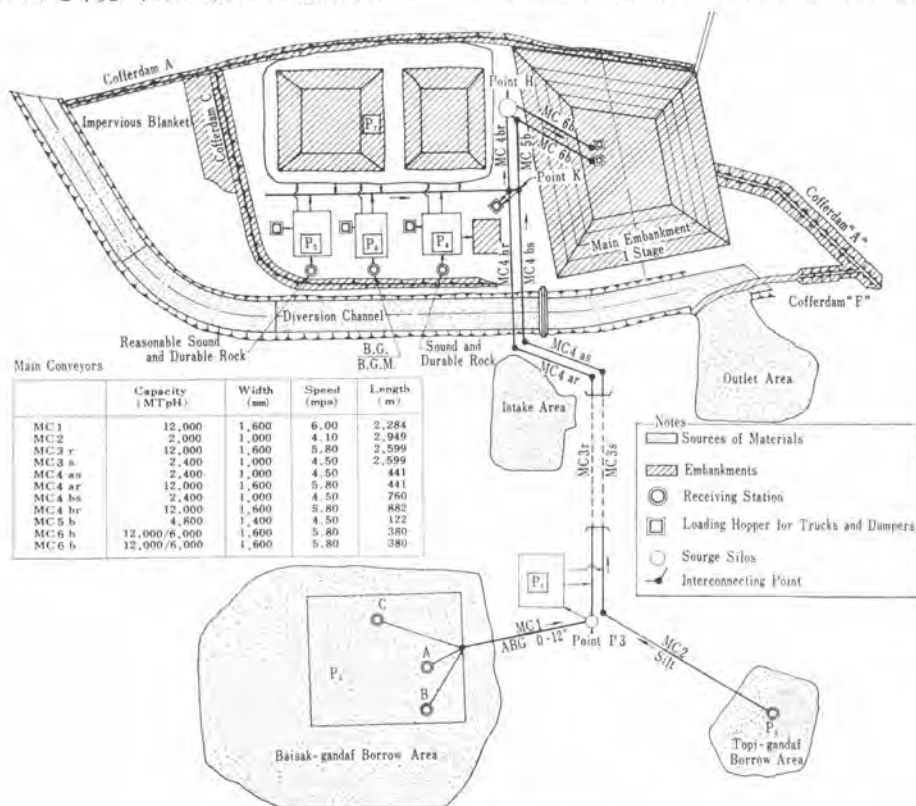


図-5 第1ステージ土工計画図

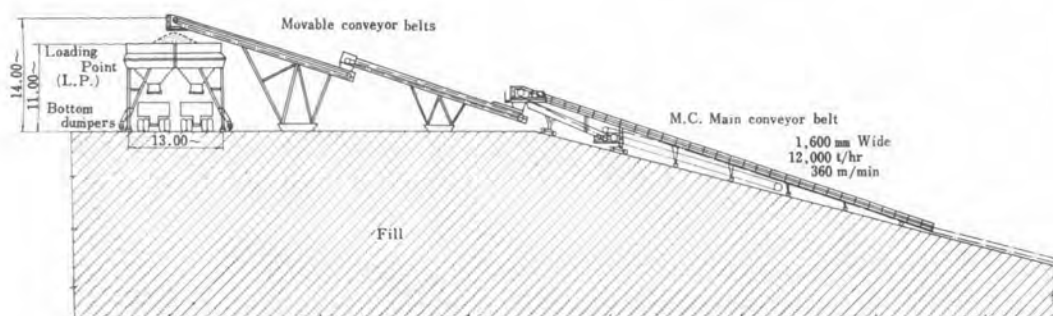


図-6 ダム構築図

各銘柄に分類されて P-7 またはダムに送られる。ここでも 39 スパンのベルトコンベヤが縦横に使用されている。

#### (5) プラント-7 (P-7)

メインダムの右岸すぐ上流にあり、Stage-II のための材料をストックする広大なプラントである。ここでは 12 スパンのベルトコンベヤとスタッカ(クローラ付)、パケットホイールリクレーマ(クローラ付)が主力で、シフトプルコンベヤが多く使われている。

#### (6) メインダム構築プラント

まず右岸のH点にあるサージサイロからメインダムの斜面(14°~16°)を上る2本のメインコンベヤ MC 6a, MC 6b (各々 12,000 t/hr) で運搬される堤体材料で右岸のメインダムが所定の高さになるまで盛立てられる。このコンベヤは傾斜に沿ってヘッド部が前進できるような特殊なストップを有するループ式コンベヤである。

メインダムの右岸拠点が高さになると左岸に向けてシフトしながらコアとブランケット材を供給し、ダンプコンベヤ、ダンプホップを経てボトムダンプで転圧しながら運搬される。

シェルブーンの材料は Stage-II に設置される左岸の



写真-4 MC 6ab ベルトコンベヤのストップ

プラントから別のループコンベヤを延長しながらメインダム下流のり面を右岸に向かって進むことになる。

## 4. ベルトコンベヤ

コンベヤベルトの反転方式(ターンオーバー)で有名な Dr. Mordstein (ドイツ) をコンサルタントに迎え、製作、据付が行われたが、世界にもまれな大容量高速コンベヤのため新しい技術によるものが多く見られた。以下その概要と問題点について述べる。

### (1) コンベヤ

ドイツ2社、フランス1社の機械メーカーが各々の持ち味を生かしてプラントごとに納入した。

現地はヒマラヤ山系の下流にあり、季節は雨期と乾期に分かれ、雨期には雪融け水が洪水のように流れ込み、乾期には灼熱の太陽と猛烈な砂嵐を受けるきびしい環境にあり、コンベヤもこれらを考慮に入れた設計がなされているはずであった。ところが、試運転に入ると間もなく原動機がそのダスティな環境に負け、トラブルが続発し、クラッシュ関係設備とともに急拠トラック輸送でトルコ越えをしてヨーロッ



写真-3 右岸より MC 6ab ベルトコンベヤの最初の築堤を見る

パから完全防じん形のものを取り寄せられた。

コンベヤフレームはシフトابلもそうでないものもすべて長さ 6m ユニットに統一され、各々2本のスリッパを装着した構造になっている。これはシフトابل用のほかに雨期の地盤変化に容易に対処するためと標準化に経済性、互換性をはかったものであった。

アイドラは完全ダストシール形を使用し、キャリア側は3本組 2°前傾とし、トラフ角度は標準 30°であった。しかし、ベルト速度の速いものは 40°~45°として運搬物の安定性に考慮が払われている。スペースは1.2mである。リタン側は2本組 2°前傾形を6mのスペースで用いている。

インパクトアイドラは運搬物によって異なるが、岩石運搬のコンベヤには5本組ガーランド形が用いられた。アイドラとしては大きなトラブルはなかったが、ベルト速度 360~380 m/min の機番では精度の劣るものはたちまち破損し、取替えられた。

メインコンベヤのメインテナンスフリーのために採用されたターシオーパシステムは Dr. Mordstein 理論によるもので、ベルトの耳部と中央部の応力差を許容値以内におさめ、ベルトを 180°ひねって裏返すもので、その距離は従来ベルト幅の 25~30 倍といわれていたが、ここではベルト幅の 15 倍であり、しかも 1,000 mm 幅のベルトはノンフォールド形でも問題なく稼働している。また、テークアップ装置はメインコンベヤには電動方式を採用し、その他のものは一部を除いてスクリュース方式を用いている。

特にシフトابلベルトコンベヤはユニット化の傾向もあって 800 mm の有効ストロークのものがテール部に設

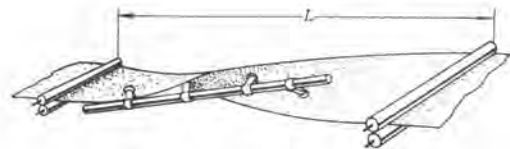


図-7 フォールド形ターシオーパ

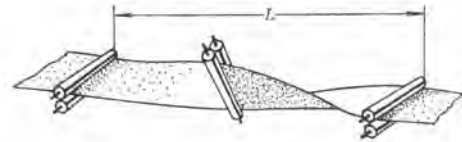


図-8 ノンフォールド形ターシオーパ

置されているが、600 m 機長でも大きな問題もなく使用されている。これはベルト芯体に伸びの少ないスチールコードを使っているためでもある。

(2) ベルト

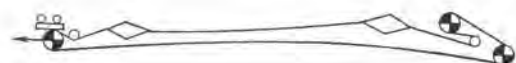
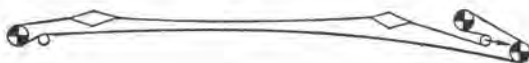
コンベヤベルトはすべてスチールコードを芯体としたものが採用され、日本、ドイツ、イギリスのベルトメーカーが納入し、各々現地敷設工事を行った。

このプロジェクトにスチールコードコンベヤベルトが採用された理由として、芯体強度が大きい掘削地区 (Borrow Area) からメインダムまでの長距離コンベヤが設計可能である。従来の多層芯体に比べ単層であり、柔軟性に富むため屈曲応力が小さくなり、曲げによる疲労が少ない。そのため高速度運転に適し、耐衝撃性がよいため岩石の運搬に適する。また、伸びが少ないため長距離コンベヤの起動が容易に行えるとともに、永久伸び発生によるベルトの切捨て、再接合などが不要である等が

表-1 代表的なベルトコンベヤ仕様一覧表

PLANT	機番	運搬物寸法 (mm)	運搬量 (t/hr)	速度 (m/min)	水平機長 (m)	揚程 (m)	電動機 (kW)	駆動方式	最大張力			備考
									(kg)	強度 (kg/cm幅)	寸法 (mm)	
Main B.C.	MC 1	0~300	12,000	360	2,300	19	6×570	マルチ	50,000	3,000	1,600×S.T.×8×5	
	MC 2	0~7	2,000	250	2,950	55	3×460	デュアル	28,000	3,000	1,000×S.T.×8×5	
	MC 3R	0~300	12,000	350	2,599	53		マルチ		4,500	1,600×S.T.×8×5	
	MC 3S	0~7	2,400	270	2,599	53		マルチ		4,500	1,000×S.T.×8×5	
	MC 4aR	0~300	12,000	350	441	-113		シングル		2,000	1,600×S.T.×8×5	
	MC 4aS	0~7	2,400	270	441	-113		シングル		2,000	1,000×S.T.×8×5	
	MC 4bR	0~300	12,000	350	882	1		シングル		2,000	1,600×S.T.×8×5	
	MC 4bS	0~7	2,400	270	760	1		シングル		2,000	1,000×S.T.×8×5	
	MC 5	0~300	4,800	250	805	4	2×285	シングル	15,500	2,000	1,400×S.T.×10×5	ループ式
	MC 5b	0~300	4,800	270	122			シングル		2,000	1,400×S.T.×10×5	
Main B.C.	MC 6a	0~300	12,000	350	max 380	max 114				2,000	1,600×S.T.×10×5	ループ式
	MC 6b	0~300	12,000	350	*	*				2,000	1,600×S.T.×10×5	*
P-3	C4	0~300	12,000	360	140	24	3×460	デュアル	21,000	1,600	1,600×S.T.×10×5	
	C11	0~100	10,800	380	45	5	2×200	シングル	9,000	1,000	1,600×S.T.×10×5	
P-7	C13	0~300	3,600	240	600	5	2×190	シングル	15,800	1,600	1,400×S.T.×10×5	シフトابل式
	C15	0~300	3,600	240	635	22	2×300	シングル	26,100	2,000	1,200×S.T.×10×5	シフトابل式 (クロースタック付)

(注) Main B.C. は Stage-II で MC 24 まで増設される。





主として挙げられる。

ベルト幅は 1,000 mm, 1,200 mm, 1,400 mm, 1,600 mm に統一され、芯体グレードも 1,000~4,500 kg/cm で互換性がきくようにスチールコードの径および打込みピッチが決められている。表裏ゴムの厚さは長機長のものが 8×5 mm, その他は 10×5 mm となっており、総長さの約 7% のスベアベルトを保有してプロジェクト材料 1 億 8,000 万 yd<sup>3</sup> の運搬を約 5 年間で達成するのに供せられる。

Stage-I 当初においてはしばしばベルトの縦裂き事故が発生したが、これはベルトコンベヤに不馴れなイタリア人、パキスタン人のオペレータによるものがほとんどで、工事の進展に従い減少して行った。

### (3) メンテナンス

自動車、重機専用の三つの修理工場のほかにコンベヤ専用のワークショップがダムサイトと Borrow Area にあり、現地加硫用のポータブルプレスはもちろん、ベルトをリキャップ（再生）する定置式プレスまで備えている。メンバーは 2 人のヨーロッパ人と約 30 人のパキスタン人から成り、昼夜 2 交代で詰めており、無線車、クレーン車などを持って機動性に富んだサービスを行っている。

## 5. おわりに

このような大規模な土木工事が短期間にしかも安全に施工できるのは運搬機能を最大限に発揮できるベルトコンベヤの発達と、その既成概念にとらわれることなく新しい使用方法の開発によるところが大きいです。

世界におけるコンベヤの機能別の実績としては、運搬距離で約 100 km, ベルト幅で 3,000 mm, ベルト速度は 420 m/min, 運搬能力 20,000 t/hr (実験機では土砂で 40,000 t/hr を記録), 運搬物最大塊 650 mm×850 mm×1,500 mm が実際に稼働している。また、今日のように交通、公害規制により大量輸送が困難になってきた他の運搬方法に代わり、工期短縮、経費節減、安全輸送の特長を有するベルトコンベヤ方式は今後ますます土木工事に採用され、従来の機械との組合せによりその性能を発揮できるものと確信する。

なお、最近のタルベラプロジェクト関係者からの便りによれば、印パ戦争の影響で若干工事が遅れたものの順調に進行しており、Stage-I 当初、世界 24 カ国の技術陣が参加した各分野で日本はベルトのみという淋しい思いをしたが、現在では発電所の心臓部ともいえるタービン関係に日本のメーカーが参加され、活躍中とのこと、心強い次第である。

## 図 書 案 内

# ダムの工事設備

〔体 裁〕 B5判(8ポ1段組み688頁)上製・布クロス  
真珠アルトン紙使用・工事実績収録ダム143箇所

〔頒 価〕 5,000円(ただし会員は4,000円)送料200円

一般に、機械化施工の実績はその施工業者により重要資料として温存され、あるいは死蔵されがちなものです。しかし建設関係の多くの方々のご賛同を得、貴重な工事記録の散逸を防ぐとともに、後世に伝えるため、集大成することができました。第I編としてダム建設の工事設備の変遷および最近における工事設備の考え方を、第II編として工事実績を収録しました。

## ■申込先■ 社団法人 日本建設機械化協会

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

# 鹿児島市祇園洲 水搬送による埋立工事の概要

丸 野 昭\*

## 1. ま え が き

鹿児島市は古くから島津氏の城下町として栄えたが、戦災によって市街地の9割以上を焼失したため、戦災復興都市計画によってその面目を一新して近代的な都市として生まれ変わったのである。しかし、急激に増え続ける人口と社会的な核家族化のために住宅事情は年を経るごとに悪化の一途をたどっている。これに対処するため鹿児島市が県とはかって設立したのが地方自治法に基づく鹿児島開発事業団である。

昭和40年5月設立以来8年有余にわたって山間部の比較的利用価値の低いと見られる土地を買収して約216haの住宅地や学校用地等を造成してきている。以下に述べる祇園洲埋立工事は宅地造成によって切取った山土を約2km余搬送して埋立てるもので、土量は大きく多くないが、使用する工法が通常のダンプトラック等によるものと違うので、本稿においてその概要を紹介してみたいと思う。

なお、この工法は先に与次郎ヶ浜埋立工事でも採用しているので対比しながら述べることにする。

## 2. 事業の概要

祇園洲埋立は鹿児島市街地の北方に位置する上町地区と呼ばれる藩政時代からの旧市街地が時勢の推移に伴って次第に経済上の地盤沈下を起こしつつあるのを挽回しようとして史と景の国といわれる鹿児島市の観光上の拠点作りをしようとするものである。この埋立に使用する土量は約60万 $m^3$ であるが、これに関連して計画されている他の埋立に使用する土と合計して150万 $m^3$ の搬送を予定して施設等の設計はなされている。

事業は昭和48年3月に着工し、昭和48年11月現在ではこの工法の心臓部ともいべき混合場施設を建設中で、水搬送を開始するのは2月の予定である。技術的

には、先の与次郎ヶ浜埋立における実績があるのでさして配慮すべきものはないが、最近とみに強くなった付近住民の公害意識に対する影響を十分考慮して実施しなければならないと考えている。

この工法採用については、ダンプトラック等を使用した場合に予想される道路上の一般交通に対する渋滞等の影響と、騒音や振動等の市民生活に及ぼす影響、土砂のゆりこぼし、重量物による道路維持管理に対する影響を考慮してほとんど公害を発生しない工法として考えられたものである。十分作業上入念に施設の維持管理を行えばトラブルの発生は防止できるのではないかと思っている。

しかし、水搬送工法といっても一般住民にとってはなじみが薄く、送泥管破損に対する危惧の念が強いので、パイプラインは約1,300mは河川敷に、約500mは道路下の暗渠内に、約500mは道路に新しく設置したダクト内に配管し、一部開渠上に配管するものはコルゲートによる覆蓋を設けることとしている。

また水搬送の際、送泥管の中で土砂中に含まれるれきが管内壁にふれて発生する音について、金属音であるためかなり騒音としての要素が大きいのではないかと想像する人もいるが、流送の状態が良好であれば、直管部においては粗大径の粒子は比較的管内の中心部を流れる場合が多く、管壁とこすり合う音の発生する度合いは少ない。曲管の前後は乱流になるので、れきが壁面にあたるのはやむを得ないが、その延長は直管部に比べると極めて少ないので問題になることはないと思う。

次に今回の水搬送施設の規模について説明する。

### (1) 水搬送施設の規模

搬送土量：150万 $m^3$ （地山の状態の見掛容積）

工 期：準備期間5ヵ月、搬送期間38ヵ月

作業日数：25日/月×38月=950日

作業時間：10hr/日×950日=9,500hr

時間当り搬送量： $V_0=1,500,000/9,500=160m^3/hr$

搬送土砂の重量： $X=160m^3/hr \times 1.31$ （見掛比重）

\* 鹿児島開発事業団事業第一部企画課長

$$=209.6 \text{ t/hr} \approx 210 \text{ t/hr}$$

混合液の真体積濃度： $c=14\%$

混合液の比重 ( $\tau_m$ ):

$$\begin{aligned} \tau_m &= \tau_s \times c + \tau_w (1-c) \\ &= 2.40 \times 0.14 + 1.0 \times (1-0.14) \\ &= 0.336 + 0.86 = 1.196 \approx 1.20 \end{aligned}$$

ここに  $\tau_s$ : 搬送土の真比重 2.40

$\tau_w$ : 水の比重 1.0

$c$ : 混合液の真体積濃度 0.14

混合液の量 ( $V$ ):

$$V = \frac{X}{c \cdot \tau_s} = \frac{210}{0.14 \times 2.4} = \frac{210}{0.336} = 625 \text{ m}^3/\text{hr}$$

ここに  $X$ : 搬送土砂の重量 210 t/hr

$c$ : 混合液の真体積濃度 0.14

$\tau_s$ : 搬送土砂の真比重 2.40

混合に必要な水の量 ( $W$ ):

$$\begin{aligned} W &= \frac{(1-c) \cdot X}{c \cdot \tau_s} = (1-c) \cdot V \\ &= 0.86 \times 625 = 537.5 \text{ m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$

ここに  $c$ : 混合液の真体積濃度 0.14

$V$ : 混合液の量 625 m<sup>3</sup>/hr

## (2) 搬送土砂(シラス)の特性

鹿児島県は鹿児島湾(錦江湾)をふとくに抱えた二つの半島によってその大部分を構成しているが、霧島火山帯がその地下を走っており、現在でもかなり活発な活動を行っている。

鹿児島、宮崎両県には錦江湾の海底に位置する始良・阿多カルデラから噴出した降下軽石、軽石流および溶結凝灰岩が広く分布し、台地を形成している。この降下軽石、軽石流のことを通常“シラス”と呼んでいるが、シラスは広く分布しているにもかかわらず、その内容はほとんど地区別にみて同一のものがないといってよく、工事の設計にあたっては少なからず苦勞をしているのが現状である。

搬送にあたっては、送泥管内径が 250 mm であるため理論上は内径の 1/3 に相当する 80 mm までのれきを輸送できるわけであるが、粗大径のものを混入するとこれに適合するように設備の能力、寸法を定めるため維持管理上極めて不経済なものになるので、搬送土砂の最大径を 15 mm におさえ、これ以上のものは振動ふるいおよびトロンメルで除去し、別途ダンプトラックで輸送することとした。このダンプトラックで輸送を必要とするれきの量は総土量の約 3% に相当する 46,000 m<sup>3</sup> と見られている。

搬送時における送泥管内壁の摩耗はこのシラス土壌の特性に基づくものが大きいので、これについて述べると、構成材料に石英、斜長石および紫蘇輝石のような造

岩鉱物のほかに多量のガラスを含んでいるが、このガラスの破片が鉱物と異なり、不規則な破片で稜角に富むので地山の状態ではこれらの粒子間の摩擦が大であり、崖面が容易に崩壊しない重要な要因をなしている。しかし、この特性が水搬送の場合、管内面をやすりをかけるような状態になって摩耗を早めるのではないかと推察されるが、この単位体積重量が比較的小さいので、送泥時の濃度および流速を適当に定めることによって影響を小さくすることができるものと考えられる。

シラスの中に含まれる粗大れきの大部分は軽石であり、これは溶岩の破片であって極めて多孔質のものであるためシラスの見掛比重を他の土壌と比べて小さくしているものであるが、水搬送に際して水と混合する際、水面上に浮ぶため均等に混り合わない悪条件の因子がある。このためれきをクラッシュで粉砕して粒子を小さくすることによって沈下させる方法を前回は行ったが、今回は騒音を防止するため採用していない。

## (3) 施設の内容

水搬送施設は大別して送水施設、混合施設、送泥施設に分類されるが、そのフローシートは図-1 に示すとおりである。以下、各施設について詳述する。

### (a) 送水施設

水搬送経路については図-2 によって示したが、送水施設は水搬送ラインのほぼ中間点に位置する清水中学校前の稲荷川内に立形の送水ポンプを設置し、混合所までを在来水路(暗渠)内および道路敷内に新設したダクト内に送泥管と並行して敷設した。

管径は 306 mm、管厚は 6 mm で、この管径は単位時間当りの所要水量に対して適正に定めたものであり、なるべく管内流速を低くして摩擦損失水頭の減少をはかるべきであるが、管径が大きくなると占用面積がふえて配管作業が困難になるので上記の管径としたが、管内平均流速は 2.2 m/sec とする見込みである。

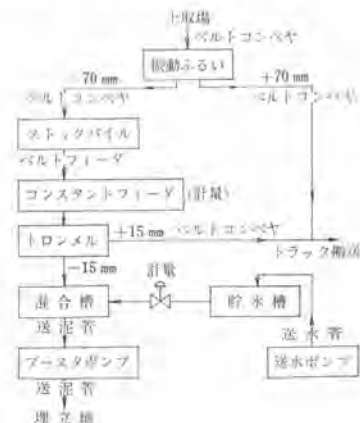


図-1 水搬送施設フローシート

送水ポンプは混合場からの指示によって自動的に始動、停止できる無人操作ポンプであり、電気関係各装置は河川敷である道路上を占用して設置し、ポンプは始動時に呼水が必要としない立形ポンプを使用した。使用水は河川からの取水であるので、渇水期において河川流量が減少する場合を考慮し、ヒューム管を河床に埋設して取水井とし、伏流水をも取水できる構造としている。また、最近ビニール製品等水面を浮遊して流下するものが多く、取水口をふさぐおそれも多分にあるので、これが管理には十分留意する必要があると思う。

#### (b) 混合施設

水搬送工法の成否は混合施設の構造と運転機能が適正であるか否かにかかっているといっても過言でない。施設の名称はフローシートで述べたとおりであるが、それぞれの内容について次に説明する。

##### (i) 振動ふるい

ブルドーザ等の掘削機械で切取られた山土は土取場を縦断して敷設する集土用ベルトコンベヤによって混合場まで約 500 m 運ばれてくるが、これをまず振動ふるいによって 70 mm 以上のれきを選別して系列外に取り出し、ふるいを通過したものをベルトコンベヤによってストックパイルに一時貯留する。

##### (ii) ストックパイル

水搬送工法は連続して均等に搬送することが最も必要であるので、山土を掘削するのにホイールエキスカベータ等の連続掘削機械を使用すれば集土と並行して順調な運転が望まれるが、1時間当りの搬送量に見合う適当な機種がないこともあり、今回はブルドーザによる掘削を採用している。このため掘削量にばらつきがあるので、これを調整して補給する必要上からストックパイルを設備している。また、水搬送時間は10時間であり、山土掘削作業時間は付近住民への影響を考慮して8時間と制限してあるので、この出入れの差に相当する量として 400 m<sup>3</sup> の貯留量を計画した。



図-2 水搬送ライン図

##### (iii) トロンメル

水搬送する土の最大粒径は 15 mm であるので、トロンメル(回転ふるい)によってこれより大きいものを系列外へ出し、これを通過したものを混合槽に投入する。トロンメルの目づまりを防止し、そのふるい分け効果を維持するため中心部から放射状に注水する。なお、系列外へ出した粗大粒径のれきはこれをクラッシャーで粉砕して水搬送経路に投入する方法は粉砕の際生ずる振動および騒音を考慮して採用せず、別途ダンプトラック輸送とすることとした。

##### (iv) 混合槽

構造は円筒の底に漏斗をつけた形状のもので、上部から土を投入し、円筒周壁から貯水槽水位差による圧力水を噴射して両者を混合し、漏斗状の底から送泥管に送り込み、搬送するもので、この際適正な混合比とするためトロンメル投入前に土の計量をし、これに見合う水量を自動的に調整しながら噴射する。必要以上の水を噴射することは搬送単価の上昇につながるの厳に慎まなければならないし、また、混合比が極度に高くなると送泥管内の摩擦損失が大になり、中継ポンプまでの自然流下による搬送が困難となる。

円周方向に噴射する水流は円筒内に渦流を生じさせて水面に浮遊しようとする軽石を巻き込んでともに搬送するためのものであるから、常にこれが持続するような水量および流速が必要であるので人念な管理を要する。

##### (c) 送泥施設

水搬送は自然流下が経費的には最も好ましいが、搬送距離および高低差が自然流下のための条件に満足しない場合にはポンプを使用する。今回は混合場から約 1,500 m の位置に中継ポンプを設置し、送泥管内の流速を保持することとした。送泥管内の流速は 3.5 m/sec を標準としたため管径は 250 mm となり、設計流量による実際流速は 3.57 m/sec となる見込みである。

送泥濃度はその搬送経路を考慮して閉塞を起こさない範囲で大きくするのが経済的であるが、この最大値の決定は実験値により算出するのが普通である。しかし、実地と同様な実験をすることは時間的にも、また経費的にもかなり多大となるので、設計濃度は与次郎ヶ浜埋立工事の場合とほぼ同等に定めた。このため極限をきわめる技術上の楽しみは薄い、安全側の操業となり、工程管理上の不安はないと思う。ポンプ圧送の場合と相違して自然流下では流速の調節が困難で管内摩擦損失水頭の増大は直接閉塞の原因となるので注意が必要である。

管内摩擦損失水頭の推定はなかなか困難であるが、中継ポンプの揚程算出は次のとおりとした。すなわち、鋼管の摩擦損失係数は水理公式等の資料で大體類推できるが、与次郎ヶ浜埋立工事における実績を参考にしてその係数を求めてみた。この実績は次のとおりである。

搬送期間は昭和 42 年 2 月から昭和 45 年 1 月までの 36 カ月であるが、この中でばらつきの激しいものを除いた 20 カ月分を集計して数値を求めた。

送泥時間累計 ( $T$ ) 9,280.49 hr  
 同上使用水量 ( $W$ ) 38,050,009 m<sup>3</sup>  
 同上真体積土量 ( $V_0$ ) 4,126,113 m<sup>3</sup>  
 送泥量 ( $Q_s = W + V_0$ ) 42,176,122 m<sup>3</sup>  
 単位時間当り送泥量  $Q = Q_s / T = 4,544.6 \text{ m}^3/\text{hr}$   
 $= 1.2624 \text{ m}^3/\text{sec}$   
 送泥管断面積  $A = 0.585^2 \times \pi / 4 = 0.2686 \text{ m}^2$   
 平均流速  $v = Q / A = 4.71 \text{ m/sec}$

送泥ポンプ使用電力量からポンプの総揚程を推定し、実揚程を差引いて損失水頭を求める。

使用電力量総計 112,920 kWh  
 単位時間当り使用電力量 5,646 kW

送泥ポンプは電動機直結であるので伝導効率は 100%と見て上記の電力量をそのままポンプ軸馬力として揚程を求める。

$$\text{ポンプ軸馬力 } P_s = \frac{\tau \cdot Q \cdot H}{75} \cdot \frac{1}{\eta}$$

ここに  $\tau$ : 海水の比重 1,030 kg/m<sup>3</sup>

$Q$ : 送泥量 1.2624 m<sup>3</sup>/sec

$H$ : 総揚程

$\eta$ : ポンプ効率 0.6

$$P_s = \frac{1,030 \times 1.2624}{75} \times \frac{1}{0.6} = 28.9 H$$

$$H = \frac{P_s}{28.9} = \frac{5,646}{28.9 \times 0.75} = 260.4 \text{ m}$$

実揚程は混合槽水位 (+) 40 m と埋立地吐出高 (+) 5 m との差 35 m であるから、上記の総揚程 260.4 m から実揚程 35 m に混合液の比重 (1.21) を掛けたものとの和 303 m が総損失水頭であったと考えられる。この中に曲管その他の影響による損失水頭の増加が直管部の 1 割あったとすれば直管部の摩擦損失水頭は 275.5 m となる。管路総延長は平均して 7,400 m であるから 1 m 当りの流動抵抗  $i$  は 0.0372 である。

寺田進氏著「ハイドロリックコンベヤ」による平均粒径 1.5 mm 以下の粒群混合液の流動抵抗式から

$$i = i_w \{1 + \beta(\tau_m - 1)\} = 1.9246 f_w \times 1.63$$

ここに、

清水の流動抵抗

$$i_w = \frac{f_w \cdot v^2}{D \cdot 2g} = \frac{f_w \times 4.71^2}{0.585 \times 19.62} = 1.9246 f_w$$

$f_w$ : 液温 20°C, 管径 600 mm における摩擦係数

$D$ : 管径 0.585 m

$g$ : 重力加速度 9.81 m/sec<sup>2</sup>

$v$ : 管内流速 4.71 m/sec

$\beta$ : 運輸省港湾技術研究所の長谷川氏による係数 3.0

$\tau_m$ : 混合液の比重 (濃度 13.4%) 1.21

$$f_w = \frac{0.0372}{1.9246 \times 1.63} = 0.0119$$

この  $f_w$  を使用して今回の流動抵抗  $i$  を算出すれば、

$$i_w = \frac{f_w \cdot v^2}{D \cdot 2g} = \frac{0.0119 \times 3.6^2}{0.25 \times 19.62} = 0.031$$

ここに  $f_w$ : 前式で算出した摩擦係数 0.0119

$D$ : 管内径 0.25 m

$g$ : 重力加速度 9.81 m/sec<sup>2</sup>

$v$ : 管内流速 3.57 m/sec  $\approx$  3.6 m/sec

$$i = i_w \{1 + \beta(\tau_m - 1)\}$$

$$= 0.031 \times \{1 + 3 \times (1.2 - 1)\}$$

$$= 0.0496 \approx 0.05$$

ここに  $i_w$ : 清水の流動抵抗 0.031

$\tau_m$ : 混合液の比重 (濃度 14%) 1.2

直管部の摩擦損失水頭  $h$  は

$$h = i \cdot L = 0.05 \times 2,900 = 145 \text{ m}$$

ここに  $L$ : 管延長 (最長) 2,900 m

曲管その他の損失を直管の 1 割と見なせば

$$h' = 145 \times 1.1 = 159.5 \approx 160 \text{ m}$$

ポンプ総揚程は混合槽水位 (+) 84 m から埋立地吐出高 (+) 6 m を差引いた実揚程 (-) 78 m に混合液の比重を掛けたものとの和であるから

$$\text{ポンプ総揚程 } H = 160 + (-78 \times 1.2) = 66.4 \approx 67 \text{ m}$$

上記の数値にはかなりの余裕があるので状況の変化にも対応できるものと思う。

送泥管の管厚は与次郎ヶ浜埋立工事の実績を参考にして直管部は厚 10 mm であれば 200 万 m<sup>3</sup> 以上を搬送できるものとし、曲管部等の摩擦の著しいと想定される箇所はゴムライニング鋼管とした。また、継手はすべてフランジ接合として容易に取替作業ができるようにした。

### 3. 与次郎ヶ浜埋立工事との比較

表-1 にそれぞれの内容を対比して示す。水搬送施設としては両者に大きな差異はないが、強いていえば、送泥濃度がほとんど同等であるのに、流送速度が前回は 4.2 m/sec であるのに対し、今回は 3.6 m/sec である。これは前回の計画では管径が大きく、また、流送する最大粒径が大きいことによりれきの沈降する傾向が強いのので流速をふやして閉塞を防止したものである。

搬送する最大粒径を小さくしたのは送泥管径に比例したものであるが、小さければ小さいほどスラリー流送に近づき粘度が上がるので、流送しやすい反面、埋立地の

表-1 水搬送設備比較表(主要施設)

区分 内容	菰 岡 洲 埋 立 工 事	与 次 郎 ヶ 浜 埋 立 工 事
送水ポンプ	立形巻線形誘導電動機(330kW)直結ポンプ、揚水量530m <sup>3</sup> /hr、揚程135m	立形巻線形誘導電動機(1,400kW)直結ポンプ、揚水量4,100m <sup>3</sup> /hr、揚程88m
送水管	内径305.7mm、管厚6.4mm、延長約1,100m、G38、Sch20フランジ付鋼管	内径700mm、管厚9mm、延長2,510m
混合所施設 振動ふるい	ふるい目70mm、単床開放1,500mm×3,600mm、処理量(平常)210t/hr、電動機出力15kW	ふるい目120mm、単床3段ハースグリーン2基、傾斜形、処理量700t/hr、電動機出力11kW
ストックバイル	円筒形ホップ底(鋼板製)、Q=441m <sup>3</sup> 、φ5.5m×高さ6.4m×2.4m×3m×高さ3.5m×1	矩形10槽連続形(鋼板製)、Q=2,500m <sup>3</sup> 、長さ40m×幅10m×高さ6m
トロンメル	ふるい目15mm、直径1.5m、長さ4.5m、湿式、処理量300t/hr、電動機出力11kW	ふるい目30mm、直径2m、長さ6m、湿式、処理量700t/hr×2、電動機出力11kW×2
混合槽	円筒形ホップ底(鋼板製)、φ2.5m×高さ4m	円筒形(鋼板製)、φ5m×高さ4m
貯水槽	円筒形(鋼板製)、Q=150m <sup>3</sup> 、φ6m×高さ5.5m	矩形水槽(鋼板製)、Q=2,400m <sup>3</sup> 、30m×20m×4m
計量設備	清水：電磁流量計(記録および積算) 泥水：電磁流量計(記録および積算)	海水：電磁流量計(読取り)
送泥ポンプ	クーマンポンプ3相誘導電動機ベルト掛220kW1台、揚水量625m <sup>3</sup> /hr、揚程67m	巻線形3相誘導電動機(1,700kW)直結3台、揚水量4,600m <sup>3</sup> /hr、揚程81m
送泥管	内径242mm、管厚12.7mm、延長2,400m、G38、Sch60(一部ゴムライニング)フランジ付鋼管	内径585mm、フランジ付鋼管(一部ゴムライニング)、管厚12mm×3,101m、10mm×2,153m、8mm×824m

地盤の地耐力が減少するおそれがあるので最大粒径を前回の1/2にとどめたのである。

流送は混合所に送泥ポンプを設置して搬送距離に応じて中継ポンプを使用する前回の工法が流速の管理が容易であるので一般的であるが、今回は混合所の標高が比較的高く、位置のエネルギーが大きいので、送泥管内の圧力がかかなり大きくなるのをさけるために自然流下を採用し、圧力低下を中継ポンプで補う方法を採用した。このため各濃度における圧力増減のデータの興味は大きい。

運転時間は、施設としては昼夜連続運転が好ましいので、前回は各混合施設の故障や土取場からの土量不足等の場合を除いて可能な限りの連続運転としたが、夜間において混合施設を運転する際に生ずる騒音、振動のために付近住民の安眠が妨害されるとの苦情が頻発したため今回は昼間だけの10時間を搬送時間とし、土取りのための重機類の運転を8時間とした。前回は計量器類が不備で的確な資料の把握が困難であったが、今回は清水、

送泥ともに積算記録式の電磁流量計を使用して万全を期している。

#### 4. あとがき

今回の水搬送工法は前回の与次郎ヶ浜埋立工事の改訂再版ともなり、さらには増補を行うもので、工法についての危険性はほとんど考えられないが、社会的なすう勢から今後ますます騒音等の公害に対して住民の神経が鋭敏になっているので、大形土木工事に対しての応用等をも考えて的確な資料を提供することに努めたいと思う。

昭和48年12月現在、水搬送施設のうち混合所内の一部施設を除いてほとんど整備を完了し、2月に予定される水搬送運転開始の日を待っている状態である。搬送を開始すればその後3年余の歳月がこれに費されるのであるが、関係者一同さらに研究を重ねてより完全な工法としての達成に努力するつもりである。

#### 図 書 案 内

## 橋梁架設工事とその積算

B5判 191頁 頒価 1600円(会員1440円) 送料200円

□申込先□ 社団法人 日本建設機械化協会

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

## 現場フォアマンのための土木と施工法

## XVII. 建設機械概説

## 12. エンジン(その3)

東 孝 行\*

## 5. 取扱いの注意

## 5.1 始 動

エンジンはひとりで回り出すことはできない。いろいろな方法はあるが、とにかく外から回転力を加えてやらねば回り出せない。一般にはセルモータ(始動電動機)による。これは短時間定格の直流電動機である。常識的にはシリンダ容積 1ℓ 当り 1PS ぐらいのものでよかったが、とにかく、早く力強く回してやる方が早く始動するので、現在は 1ℓ 当り 1.3kW ぐらいのモータをつけている。そのためにこれを回す電池が要り、常時この電池を充電しておくダイナモ(発電機)を持っている。ディーゼルエンジンでは燃料の着火に電気をを用いないのに、この始動のためだけにこれだけを備えねばならない。

また、寒いときはシリンダ内の圧縮後の空気の温度が燃料が自然着火するまでに上がらないで不燃ガスとなり、白煙となって出てくる。このようなときはヒータを

燃焼室に入れておく(グロープラグ)とか、吸入空気の温度を上げてやるとか、セルモータの負荷の低減のためオイルを温めてやるとか、冷却水温を上げてやるとかする。

そして、エンジンを始動する前に必ず燃料、オイル、冷却水をチェックしなければならない。始動するとすぐ油圧が正常か、燃焼音、排気色はよいか、洩れはないかをチェックする。

## 5.2 運転中の問題

多くの場合、運転中にエンジンの面倒はみられない。船や飛行機には機関士がいてエンジンの運転状況を監視したり、非常の場合の処置をしたりするが、これはそれらではエンジンの停止が人命にかかわるからである。自動車や建設機械ではエンジンの停止はそれぞれの機械が機能を果たさなくなるだけで直接的に人命にはかかわらない。そこで運転士は施工士であって、機械の運転士、エンジンの機関士を兼ねているわけである。しかし、最小限油圧とか冷却水温あるいはダイナモの充電具合など、さらにはオイルフィルタ、エアクリーナの目詰りなどにとどき気を配った方がよい。しかし、なかなかベテランにならなければそれも大変であるから、むしろ今はメーカーの方で注意すべきことでもある。一般的には音の変化、煙の状況、ブリザの状況、油や水の洩れのないことなどに注意しておく必要がある。ちょっとした異徴に早く気がつくとか大事故を防止できる。すなわち、正常時の音や排気煙を覚えておくのがよい。

エンジンで土建現場で使われるものは上述の車載エンジンのようにオペレータが近くにいるとは限らない。たとえば、コンプレッサのエンジンは回り始めると面倒をみてくれる人が近くにいなくてもある。このような場合は油圧低下、水温上昇などを検知する仕組みをもって異状が起こり始めたところで非常停止させる。本来ならこの方が親切で、安心してエンジンを運転させられるわけである。発電セットの場合などもこの装置を持つこと



図-34 グロープラグ



写真-1 ブルドーザの運転席の計器板

\* 三菱重工業(株)相模原製作所設計部長

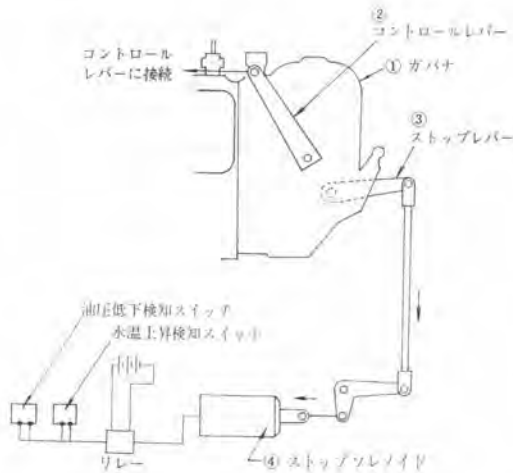


図-35 エンジン非常停止装置

が多い。つまり、非常停止の問題は逐次ユーザの注意からメーカーの配慮に移りつつある。

### 5.3 特殊な環境

寒冷な場所での運転はまず始動の問題がある。 $-15^{\circ}\text{C}$  ぐらいまでは冷却水を不凍液にしておくだけで大した問題はないが、それ以下は前述のようにエンジンを暖めたり、冷却水を暖めたり、バッテリーを暖める必要がある。バッテリー内の蓄電は化学変化なので温度が下がると不活発になり、蓄電能力が下がる。さらに吸入空気を暖めてやる必要があるし、エンジンが回り始めるとき、らくに回せるようオイルの粘度を下げておいてやる。

暑熱の場所ではこの逆にオイルが薄くなりすぎないように濃いオイルを使うほか、冷却水のオーバーヒートに注意する。一般にラジエータを通る平均水温と平均風温の差は  $10\sim 20^{\circ}\text{C}$  に設計されているが、ラジエータを通る風はエンジンの熱なども持ってゆくので大気温よりも高くなる。このようなときは風量を増さねばならない。

高地では気圧が下がる。一般に  $1,000\text{ m}$  について  $85\text{ mmHg}$  ぐらい下がる。すなわち、 $11\%$  ぐらい気圧が下がってくる。前に述べたように、重要なのは空気の重さであるから、低い気圧の空気では同じ容積吸込んでも重量は少ない。もっとも高い所では気温が下がり、 $1,000$



写真-2 エンジン非常停止装置

$\text{m}$  につき  $6^{\circ}\text{C}$  ぐらい下がる。冷い空気は同じ容積でも重い、この方は  $2\%$  ぐらい重く。結局全体で  $1,000\text{ m}$  につき  $9\%$  ぐらいは空気重量（同一容積当たり）が減るので、これに見合って燃料を減らしてやらねばならない。これが高地でのエンジンの出力低下である。したがって黒煙をはく限度まで一般に  $10\%$  以上余裕をもたせてあるので、その高度ぐらまではあまり問題なく動く。その限度はエンジンの余裕率で異なるが、およそ  $1,000\text{ m}$  ぐらいまでである。そのさき高くなると燃料を減らしてやらなければエンジンが黒煙を吐き、力が出ない。

図-36 は乗鞍岳にエンジンを上げ、その出力の低下の状況を調べたもので、過給エンジンではその程度が少ない。これはターボチャージャーが薄い空気のもとでは早く回り、余計の空気をシリンダに送り込むためである。

海岸の近くなどでは塩風のため発錆の問題がある。このようなとき、特に注意すべき個所は電装品まわりである。塵埃の多い場所では一般に強く作られており、大形のエアクリーナを持っているのが普通であるが、上述の

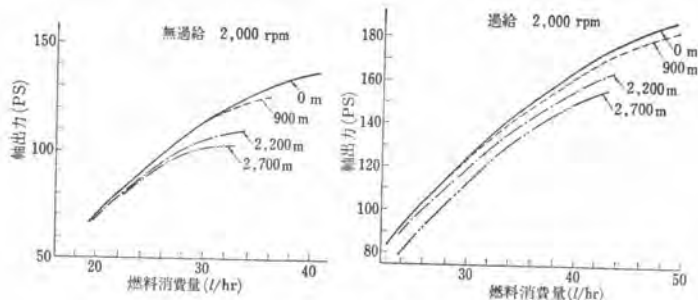


図-36 高地での出力低下

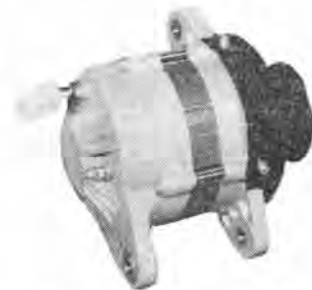


写真-3 防塵密閉形ダイナモ



電装品などにも密閉形を用い、ブラシなどの摩耗を防いでいる。一般に注意すべきことは燃料補給、オイル交換などのときの防塵である。

5.4 摩耗とオイル消費

エンジンの耐久性ということがいわれて久しい。エンジンには一つの工事の終るまで手つかずで稼働してもらう必要がある。

また、以前はあちこちで油や水が洩れ、それに塵埃がついていかにも疲れたという外観になるという問題があった。そしてその修理のため分解すると、どこかここが摩耗している個所があって、数1,000時間の稼働を経ないで分解修理することになった。

現在は各メーカーともこれらの弱点にそれぞれ注意し、このようなことは少なくなった。純粋な摩耗のため出力低下をきたし、分解修理の必要の出るのはやはり本来はシリンダおよびピストンリングである。

これについて 10 数年前からひとつはオイルの改善があって、添加剤の適正なものが入ったオイルを使用することによって摩耗は著しく減少した。この部分以外の摩耗は全般に相当減少しているが、オイル管理がひとつのポイントである。

オイルの消費量の増加はこの部分の摩耗のひとつの目安である。オイルはこの部分の摩耗によって下から上がるか、バルブ側から下がってくるものが燃えてしまっ消費されるのである。したがって、オイル消費が多いときはというより、だんだんと増えてきたときはこのどちらか、または両方の摩耗による。そして燃料の消費量とこのオイルの消費量の比が増えてきたときエンジンはオーバーホール時期にきたといえる。

6. 最近の種々の問題

6.1 騒音

最近の問題のひとつは騒音の問題である。これにもエンジンの近くにいるオペレータへの問題と機械の近くの環境の問題とがある。

労働環境の改善は労働事情の窮迫とともに切実なものとなっている。これはそれ以前に人道の問題であって、労働環境をなるべく静かにすることはオペレートする人

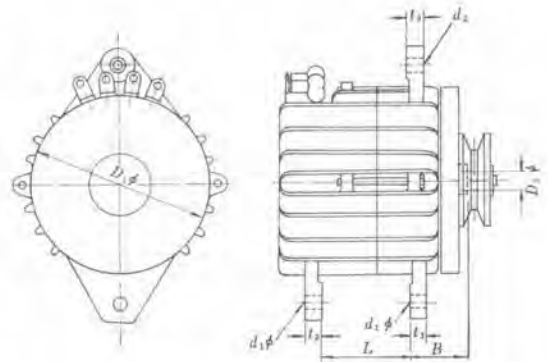


図-37 防塵密閉形ダイナモ

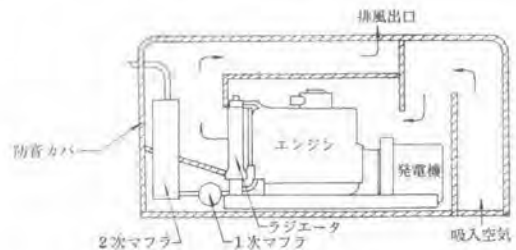


図-38 防音形発電セット

に対する思いやりである。

これにはエンジンそのものの音を静かにすることと、どうしても音が出るのならその騒音源を覆うということがある。エンジンそのものの音は燃焼音、機械音、および振動するエンジンにより共振させられた部分の音などに分けられる。ディーゼルエンジンは圧縮比が高く、燃焼の化学変化の過程が早いので、どうしても燃焼音が高い。これは仕方ないとしても、空気を吸込む音や排気ガスが出る音はそれぞれ吸排気の消音器で相当に減らすことができる。

機械音は噴射ポンプを動かす音、カムバルブ系の音、これらを駆動する音、ファンの音などである。これにもいろいろな工夫があって、それぞれについてある程度の費用をかければそれだけ静かになる。ファンから出る風はラジエータを通るが、そのフィンが0.1mm というように薄く、渦流のため風なりを起こす。またファン自体も高い不愉快な音を出す。振動を他の部分に伝えないことも

も大切で、エンジンの振動が他の部分に伝わってその部分の固有振動数に合うと振動して音を出す。いわゆる安っぽいガチャガチャ音である。このように、どこからどんな音が出ているかは周波数分析をしてみるとすぐわかるので、そのそれぞれについて対策を立てればよい。

それ以上静かにするには騒音源全体を覆うのがよい。しかし、エン

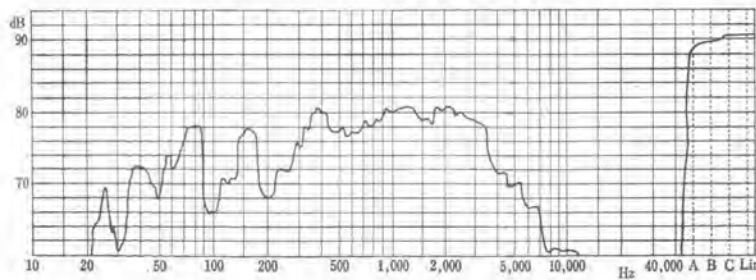


図-39 エンジン騒音周波数分析結果

ジンは大量の空気を吸い、大量の排気を放出し、また冷却用の空気の流れも要る。この出入口は設けておかなければ成立しない。このため夜間作業するコンプレッサ駆動のエンジン、あるいは発電セットなどはうまく全体を覆って騒音低下に努力し、15m離れたところでAレンジ60dBぐらいに努力している。

## 6.2 排気ガス

排気ガスの問題であるが、古くから排気色の問題があり、黒煙を出さない工夫が行われてきた。最近のいわゆる排気公害はCOとかNO<sub>x</sub>の問題がクローズアップされている。

しかし、エンジンはもともとCやHを主成分とする燃料が燃焼してエネルギーの変換をするものなのでCO<sub>2</sub>が出ることは仕方がない。つまり、密閉した部屋の中では運転できない。たとえば、トンネルの中では換気をしなれば使えない。換気が不十分ではやがて窒息する。また、燃焼は酸化反応であるからもちろん空気が要る。水中などで運転する場合は水面上にエンジンを置くか、または空気を水面上から吸い、排気を排出しなければならない。

最近いわれている排気公害の問題は排気ガス成分のうち人や環境にひどい悪影響を与えるものことである。まずCO(一酸化炭素)はディーゼルの場合ガソリンエンジンに比較してずっと少なく、悪影響の度合いは自動車などに比べてはるかに少ない。HCもよくない成分であるが、これも同様である。ところが、NO<sub>x</sub>は燃焼温度が上がると空気中の窒素が酸化されて発生する。そのためディーゼルエンジンでも問題になる。これがスモッグの原因だといわれているので、この排気ガス成分は少ない方がよい。それにはなるべく低温で燃焼させる方がよい。

最近、燃料の消費の問題で直接噴射式エンジンが台頭したが、この排気ガス成分の点からは副室式エンジンの方がよい。このように、世の中の要求に従って燃焼方式あるいは燃焼室が見直されているのが現状である。

ディーゼルエンジンとして排気成分より先に解決すべ



写真-4 騒音低減形コンプレッサ

きは排気煙の問題であり、その測定法は1969年JISから明記されているが、これをその幾らに抑えるべきかについてはまだ決まりはない。しかし、市街地などでトラックなどと同じく黒煙を吐くことはよくないので、制限が行われるであろう。ただ製造者のみでなく、使用者についても(たとえばエアクリーナをつまらせて吸入空気を減らすと黒煙が出る)問題があるので、規制はなかなかむずかしい。

## 7. あとがき

建設機械用ディーゼルエンジンについて要点をなるべくわかりやすく書いてみた。ここに出てきた性能試験方法の確立、仕様書の決定、出力修正の問題、騒音対策、耐久性の問題、排気ガス問題などはすべて本協会のディーゼル機関技術委員会で、また、オイルの問題、電装品のことなどは他の委員会と共同でそれぞれ研究してきたことであった。

すなわち、この解説は言葉をかえていえばディーゼル機関技術委員会が過去25年間やってきたことの解説でもある。その発達、発展のそれぞれの過程において、あるときは施工と、あるときは建設機械とのかかわり合いにおいて、最近では環境とのかかわり合いにおいて、どうあるべきかを探求してきたことの要約でもある。

参考資料は数多く、いちいち書き上げることができないが、規格は日本規格協会から出版されており、引用した多くのものは日本建設機械化協会の技術講演会などで発表されている。

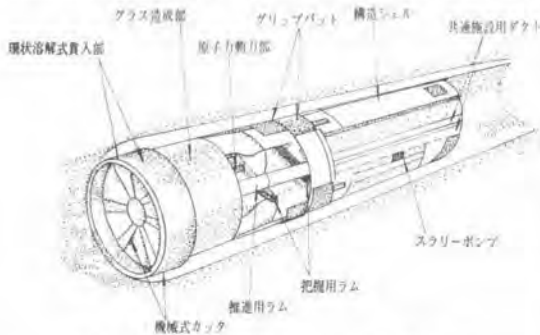
## 岩石溶解法 (Rock Melting) は 地質探査機、トンネル掘進機として有望である

広報部会 文献調査委員会

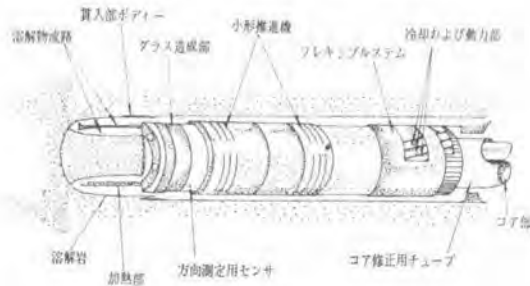
ロックメルティングは将来地質探査機やトンネル掘進機への応用が約束されている。数年前には多くの地下掘削関係の専門家の中で一笑に付されていた岩石を溶解して孔を開ける方法は、地下建造技術の分野において最も進歩が約束されている工法の一つであることが証明されようとしている。

原子力委員会からの委託で国立科学財団から資金援助を受けてカリフォルニア大学が運営しているロス・アラモス科学研究所では、高精度のコアサンプルを採集し得る地下探査のコストダウンをはかるべく着実に調査、実験が進められている。この研究の最終目標は、岩石の溶解と熱破砕を組合せ、原子力を動力源とするトンネル掘進機を開発することである。

ロス・アラモス研究所の科学者や技術者達は数年間にわたってシュブテレーネ (Engineering News-Record 1/20/73 p. 29 に紹介) と呼ばれる小形の砲弾形をした



図一 原子力駆動軟岩用トンネル掘進機の構想



図二 地質探査機の構想

電気加熱式装置を用いて実験を重ねている。この装置は砂から花崗岩にいたるほとんどすべてのものをごく少量のエネルギーで溶解し、支孔能力があるガラス状のスムーズにライニングされた砲孔状の孔を成形していく。また、軟岩や土では、ずりや残土を残さずに溶解しながら孔を成形していく。

シュブテレーネプロジェクトのコーディネータであるジョン・C・ロウリー氏はこの装置をコンソリデーティングペネトレータと呼んでいる。この装置は密度の低い岩石を約 1,370°C で溶解し、溶解岩を船のへさきが水を側方に押しやるようにして進んで行くモリブデン製ペネトレータのガスまたは液体で冷却されている胴部がガラス状に溶解した溶岩を冷却し、それが硬化しながら孔壁をライニングしていく。

花崗岩や片麻岩等の硬くて密度の高い岩石用の貫入装置と冷却装置は、ガス流が溶岩を胴体にそって後方に移動させるように凹形の胴体に装着してある。溶解した岩石がガスで冷却されるとガラス粒子と岩綿が容易に調合されて結合する。現状では十分な基礎固めはできていないが、ロウリー氏以下スタッフはシュブテレーネ原理の新しい応用 (利用法) を探究している。

あるシステムで地下に孔を造成する事業の可能性を考え始めた時点では、この方法はいくつかの明白な利点を持っていた。

トンネル工事の3基本要素は穴を造成すること、その穴を支えること、ずりを移動することであり、シュブテレーネはこの三つの仕事を同時に施工できると彼は述べている。今月の初めに掘削技術に関するインターエージェンシー委員会と工兵隊の援助のもとにシュブテレーネをバージニア州のホートバールボイアに持ち込んだ。

コンソリデーティングペネトレータは約 3.5 kW の電力を消費して時間当たり 20 ft の速度で砂質土の実験地にガラスライニングされた孔を造成し、また、硬質岩においても砂質土と同様に溶解押し出し形ペネトレータを用いてガラスロックウール状のずりを作りながら孔の造成ができた。

ロウリーグループはまた同時に大きな花崗岩の玉石を

文 献 調 査

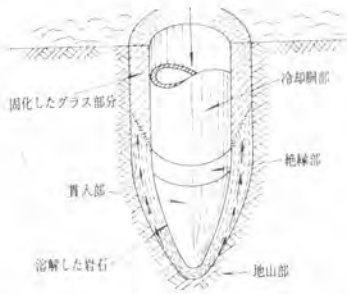


図-3 コンソリデーティングペネトレータで低密度の岩盤に高密度のガラスライニングホールを造成する概念図

溶孔する実験で、熱式ペネトレータがいかんにして硬岩を熱破碎するかを示した。それはシュブテレーネが6in貫入する以前に大きい岩石は割れた。

まだ研究すべき余地は相当あり、実用化されるのは先の話であるが、この技術は多くの分野で利用できる。

次に重要な段階はロウリー氏がいうところの地質探査機の開発である。われわれは正方形の孔を造成することさえできるとロウリー氏が自慢している環状のペネトレータによってガラスライニングされた孔はもちろん、ガラス状のケースに包まれたコアサンプルの採集もできる。LASL（ロスアラモス・サイエンティフィック・ラボラトリー）では資金の手当てがつき次第地質探査機の

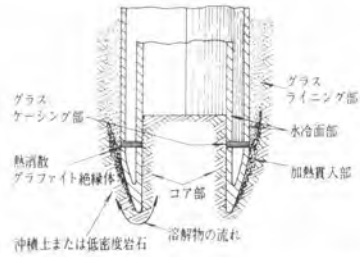


図-4 環式コアリングペネトレータでガラスライニングホールの造成およびグラスナーズに包まれたコアを採集する概念図

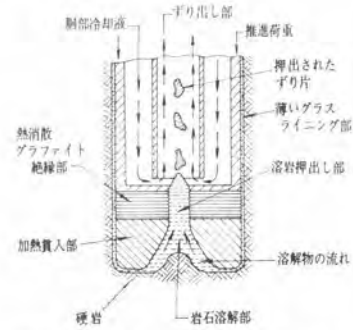


図-5 ペネトレータで高密度の岩盤にずりを処理してガラスライニングホールを造成する概念図



写真-1 環式溶解装置と採集された岩石と土のコアの状況



写真-2 軟岩に施工されたスムーズなガラスライニング孔の状況

作業を開始し、その実用機は8"径のコアを採集できるものになるだろう。

このアイデアに従えば、採集したコアサンプルの中心部が熱で変化を受けない程度の大径コアの採集が可能になり、また、正確な含水量を測定できる程度のコアサイズを考えている。この地質探査機に最も期待をかけているのは軟かく、悪い地質に対するコア採集である。現状では凝固していない岩質地盤のコアサンプリングは常に困難を伴うので、この方法を用いれば（このような地盤においても）ガラス状のケースに包まれた乱されないコ



写真-3 ペネトレータによって生じた花崗岩片のクラックの状況

アを採集できる。

長尺コアリング，特に水平コアリングについて，LASL ではシュブテレーネを推進させる外側の油圧ラムを取り除き，装置自身を推進させるパッカースラストシステムを備えたコアリングペネトレータを計画している。この装置によってフレキシブルシステムの使用が可能になり，現在研究中の案内システムを備えたこの装置が曲線トンネルルートの全線の探査を可能にするだろう。

硬岩破碎ペネトレータと従来からの軟質土用機械式カッターヘッドと地質探査用の環式ペネトレータを組合せた原子力駆動トンネル掘進機を LASL の研究者達は想定している。凹形リングはクッキーカッターのように硬岩の表面を破碎するペネトレータ装置に役立つであろう。軟かい土質では凹形のリングはシールド（装置）として役立つであろうし，また，このシールド部が面の後方にガラス状構造のライニングを造成していく。岩石のずりはガラス粒子と岩綿に溶解され，スラリーとしてポンプで移送できよう。

ロウリー氏はまた「地熱蒸気用井戸の造成にシュブテレーネを近い将来に利用する構想をもっており，熱い岩盤地帯のさく孔で，従来のさく孔法でうまく施工できないところにはシュブテレーネが有効であろう。ガラス状の壁が山留用のケーシングの必要性をなくしてくれるので，井戸掘り用にこの装置はうってつけであり，滞水層に井戸を開削するのに，少量の水を孔底に注入すると孔



写真-4 シュブテレーネを圧入装置で地盤に押込む実験の状況

底の熱いガラス状の土砂が破碎されてしまう」と彼は述べている。  
（委員：瀬崎弘一）

“Rock Melting Holds Promise  
as Geological Probe, Tunnel Driver”  
Engineering News-Record, October 25, 1973

## 図 書 案 内

# 岩石トンネル掘進機文献抄録集

B5 判 130 頁 頒価 1,500 円（会員 1,200 円）送料 150 円

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

□ 申込先 □ 社団法人 日本建設機械化協会

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

## 理事会の開催

本協会の理事会は昭和 48 年 10 月 26 日（金）17 時 30 分より箱根富士屋ホテル本館において開催され、最上会長ほか理事 64 名（うち委任状出席 23 名）が出席して次の議題について審議決定を行った。

### ＜議 事＞

運営幹事長の理事会成立宣言に続いて議長の挨拶があり、議事の審議に移った。

#### （1）昭和 48 年度上半期事業報告について

運営幹事長より本部の、また、建設機械化研究所長より研究所の昭和 48 年度上半期の事業報告を行い、異議

なくこれを承認した。

#### （2）昭和 48 年度上半期経理概況報告について

事務局長より本部の、また、建設機械化研究所総務部長より研究所の昭和 48 年度上半期の経理概況について報告があり、異議なくこれを承認した。

#### （3）昭和 48 年度各支部上半期事業報告および経理概況報告について

北海道、東北、北陸、中部、関西、中国四国および九州の各支部の順で支部長より昭和 48 年度上半期各支部事業報告および経理概況報告が行われ、異議なくこれらを承認した。

#### （4）その他

##### （a）（財）国土開発技術研究センターについて

平常務理事より（財）国土開発技術研究センターについて詳細なる説明があった。

以上をもって理事会の議題を全部終了し、19 時閉会した。

## ニ ュ ー ス

### バック式泥水処理装置 “P4W”

日立建機（株）では標準処理能力（脱水土量）6 m<sup>3</sup>/hr のバック式泥水処理装置を開発し、昭和 48 年 12 月 11 日から 15 日にかけて公開実験を行った。

リバースサーキュレーション工法、地中連続壁工法などの工事により発生した泥水の処理は、従来ではバキュー

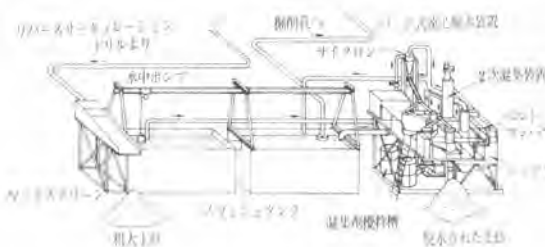


図 1 バック式泥水処理装置 “P4W”

表-1 P4W 主要仕様

標準処理能力	6 m <sup>3</sup> /hr	2次凝集装置	
脱水土量	20~30 m <sup>3</sup> /hr	凝集槽容量	0.4 m <sup>3</sup>
排水浄化量		処理泥水量	3~5 m <sup>3</sup>
マッドスクリーン		シクナ	
形式	I形, II形	容量	8 m <sup>3</sup>
流入泥水量	4 m <sup>3</sup> /min (I形) 8 m <sup>3</sup> /min (II形)	凝集剤推計量	1 m <sup>3</sup> ×2個
バック式遠心脱水装置		水切り装置	
駆動方式	電動・油圧	コンベヤ寸法	700×3,500 mm
バケツ容量	70 l×2個	総重量	14 t (I形) 15 t (II形)
		長さ×幅×高さ	5,200×5,150 ×7,900 mm

ームカーなどにより運搬廃棄したり、事情が許せば河川や下水道にそのまま放流する等の方法がとられてきた。本装置はこれらの工事に伴って発生する泥水等を公害の非常に少ない方法により処理するために開発されたもので、マッドスクリーン、スラッシュタンク、バック式遠心脱水装置、2次凝集装置、シクナ、水切り装置から成っている。

本装置のおもな特徴は次のとおりである。

① 処理能力が 6 m<sup>3</sup>/hr と大きく、また、捨土は十分脱水されるので処理が容易であり、排水はおおむね 100 ppm 以下に浄化されるので河川や下水道への放流が可能である。

② コンパクトで可搬式なので狭い工事現場でも設置でき、搬入、設置、移動が容易である。

③ 遠心式脱水装置は粗目の布袋をフィルタとして利用しているので目詰りが無い。

④ 従来の施工法を変更することなく泥水処理が可能であり、ペントナイト廃液の処理もできる。

なお、本装置のおもな仕様を表-1に示す。

### 第 101 回建設機械新機種発表会

当協会では昭和 48 年 12 月 7 日三井造船（株）鶴見工場において建設機械新機種発表会を開催し、三井造船（株）が開発したロッキンジョベル “RS 200” と三井造船（株）が米国 EIMCO 社と技術提携し、同社より輸入したロードホウルダンプ “915” の実演発表会を行っ

た。

当日発表された両新機種は大断面トンネルの施工に対処するために開発および輸入されたもので、このうちロッカショベルはコンベヤ付であり、エアモータを動力とし、レール式では世界最大のものである。

なお、両機のおもな特徴は次のとおりである。

(1) ロッカショベル

① ローディングサイクル 3.5~4 sec/回は国産最高である。

② すべてがエアモータ駆動なので安全性が高い。

③ バケット旋回用減速歯車はローデッキ前部に組み込まれ、旋回ビニオン、扇形ギヤはアッパーデッキで完全に保護されている。

④ アッパーデッキとコンベヤの旋回中心はそれぞれ独立した2軸方式を採用しているので整備性、安定性が向上した。

(2) ロードホウルダンプ

① 積み込みと中距離運搬を兼ねた作業機である。

② 2方向性に設計されているのでトンネル内のレールやターンテーブルなどは不要である。

③ ウォータスクラバ式の排気処理装置を採用しているので適性な坑内環境に保たれる。

④ ノースピンディファレンシャルを装備しているので大きい掘削力が得られ、タイヤの寿命も延長できる。

なお、両機のおもな仕様を表-2に示す。

表-2 RS 200 および 915 主要仕様

	RS 200	915
積込方式	バケット反転式	フロントエンド式
バケット容量	1.0 m <sup>3</sup>	3.82 m <sup>3</sup>
全装備重量	22,500 kg	20,040 kg
原動機種類	ピストン式エアモータ	空冷式ディーゼルエンジン
原動機出力	走行用 43 PS, 旋回用 8 PS バケット用 43 PS コンベヤ用 17 PS	176 PS/2,300 rpm
ダンピングクリアランス	2,115 mm	1,500 mm
ダンピングリーチ	3,420 mm	1,460 mm
使用空気圧	4.5~7.0 kg/cm <sup>2</sup>	
空気消費量	40~45 m <sup>3</sup> /min	
コンベヤ形式	ベルト式	
コンベヤベルト幅 × 速度	1,050 mm × 35 m/min	
走行速度	0~5.3 km/hr	0~20.75 km/hr
全長 × 全幅 × 全高	9,385 × 2,350 × 2,765 mm	9,450 × 2,460 × 2,460 mm

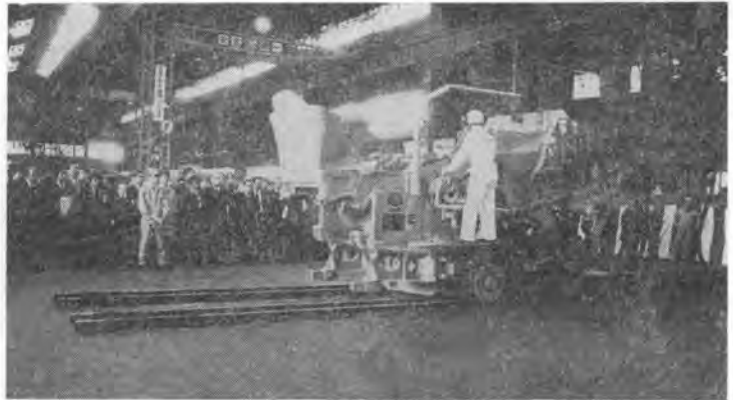


写真-1 ロッカショベル“RS 200”の実演



写真-2 ロードホウルダンプ“915”の実演

小形履帯式トラクタショベル“CAT 931”

キャタピラー三菱(株)ではバケット容量 0.8 m<sup>3</sup> の小形履帯式トラクタショベルを1月より発売した。

本機は湿地用トラクタショベルとしてはわが国初のパワーシフトトランスミッションを採用したもので、次のような特徴がある。

① 新開発の CATERPILLAR 3204 形機関を搭載し、定格出力はこのクラス最大の 63 PS と強力である。

② 湿地用トラクタショベルとしてはわが国初のパワーシフトトランスミッションを装備し、前後進、速度段の切替はレバー1本で行える。

表-3 CAT 931 主要仕様

バケット容量	0.8 m <sup>3</sup>	接地圧	0.31 kg/cm <sup>2</sup>
全装備重量	7,350 kg	ダンピングクリアランス	2,400 mm
機関出力	63 PS/2,400 rpm	ダンピングリーチ	830 mm
履帯中心距離	1,650 mm	走行速度	0~10.5 km/hr 0~5 km/hr
接地長	1,840 mm	前進(3段) 後進(1段)	
履帯幅	635 mm	全長 × 全幅 × 全高	4,000 × 2,410 × 2,540 mm



写真-3 小形履帯式トラクタシユベル "CAT 931"

③ 履帯には CATERPILLAR 独自のカーブアベックスシューが装着されているので湿地での作業性がよい。

④ 接地長、履帯中心距離が大きいため安定性がよい。なお、本機のおもな仕様を表-3 に示す。

### 第 102 回建設機械新機種発表会

当協会では昭和 49 年 2 月 5 日東京国際貿易センター構内において建設機械新機種発表会を開催し、デンヨー(株)が米国インガーソルランド社より輸入したブレーカ "SB-8" の実演発表を行った。

当日発表された新機種は、従来の直接排気構造のものに対して耐衝撃性の特殊な樹脂を使用した消音装置を有したもので、建設工事に伴う騒音、振動を低減させるものである。実演はコンクリートブロックの破壊作業を行

表-4 SB-8 主要仕様

重量	36.3 kg	使用ホース内径	19 mm
長さ	740 mm	打撃数	650 回/min
シャング	六角 32×152 mm	使用空気圧	6.3~7.0 kg/cm <sup>2</sup>
シリンダ内径	60 mm	空気消費量	2.2 m <sup>3</sup> /min
ピストンク	160 mm	使用潤滑油	タービン油#90

ったが、音源より 30 m 地点での騒音レベルは 69 dB (A) であった(騒音規制法では建設工事現場の境界地より 30 m 地点で 75 dB (A) ある)。

なお、本機のおもな特徴は次のとおりである。

① 耐衝撃性の FRP 樹脂を使用した消音装置を採用しているため排気音が極めて低い。

② 振動、反動をブレーカ内部で吸収する特殊構造なのでオペレータの疲労が非常に少ない。

③ 打撃ロスがほとんどなく、ピストンの打撃がそのままノミに伝わるため作業性がよい。

本機のおもな仕様を表-4 に示す。



写真-4 ブレーカ "SB-8" の実演

(編集部)

## 行事一覽

(昭和 49 年 1 月 4 日~31 日)

### 運営幹事会

日時: 1 月 18 日(金) 15 時~  
出席者: 桑垣悦夫幹事長ほか 30 名  
議題: ①各部会、専門部会および建設機械化研究所の諸報告について

②今後の主要行事予定について

### 広報部会

#### ■出版委員会

日時: 1 月 8 日(火) 14 時~  
出席者: 内田保之委員ほか 2 名  
議題: "建設機械施工技術検定テキスト" の原稿検討

#### ■機関誌編集委員会

日時: 1 月 10 日(木) 12 時~  
出席者: 中野俊次委員長ほか 21 名  
議題: ①機関誌昭和 49 年 3 月号

(第 289 号) 原稿内容の検討、割付  
②機関誌昭和 49 年 5 月号(第 290 号)の計画

#### ■出版委員会

日時: 1 月 11 日(金) 10 時~  
出席者: 内山茂樹委員ほか 17 名  
議題: "建設機械施工技術検定テキスト" 編集打合せ

#### ■出版委員会

日時: 1 月 19 日(土) 10 時~  
出席者: 内山茂樹委員ほか 10 名  
議題: "建設機械施工技術検定テキ



スト”編集打合せ

■昭和 48 年度除雪機械展示実演会

期 間：1月 23 日～24 日  
参加者：約 2,000 名  
場 所：青森市内国鉄グラウンド

■広報委員会写真展示会説明会

日 時：1月 28 日(月) 13 時～  
出席者：坪 質常務理事ほか 19 名  
議 題：イホーブカ東京大会の建設機械写真展について

■文献調査委員会

日 時：1月 31 日(火) 15 時～  
出席者：瀬崎弘一委員ほか 1 名  
議 題：機関誌昭和 49 年 4 月号掲載原稿の検討

### 機 械 技 術 部 会

■コンクリート機械技術委員会小委員会

日 時：1月 21 日(月) 15 時～  
出席者：深井久男委員長ほか 8 名  
議 題：アンケートのとりまとめ

■油圧機器委員会オペレータハンドブック分科会

日 時：1月 23 日(水) 10 時～  
出席者：井上和夫幹事ほか 6 名  
議 題：油圧機器オペレータハンドブックの見直し審議

■ショベル系技術委員会オペレータハンドブック分科会

日 時：1月 24 日(木) 10 時～  
出席者：内田秋雄委員長ほか 7 名  
議 題：油圧ショベルオペレータハンドブックの編集について

■グレーダ技術委員会

日 時：1月 25 日(金) 14 時～  
出席者：内田保之委員長ほか 6 名  
議 題：アンケートについて

### 施 工 技 術 部 会

■場所打杭委員会第 2 分科会

日 時：1月 11 日(金) 14 時～  
出席者：山本 満分科会長ほか 9 名  
議 題：手引書の今後の作業の進め方について

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会

日 時：1月 17 日(木) 17 時～  
出席者：伊丹康夫委員長ほか 17 名  
議 題：①現地調査報告 ②昭和 48 年度報告書のまとめについて

■破壊・解体工法研究委員会

日 時：1月 18 日(金) 14 時～

出席者：芳野重正委員長ほか 11 名

議 題：①コンクリート破壊工法と機械化について ②ドライアイス無振動無騒音海底岩盤掘削法について  
③油圧式コンクリート構造物破壊機について

■場所打杭委員会第 2 分科会

日 時：1月 22 日(火) 14 時～  
出席者：高岡 博委員長ほか 12 名  
議 題：手引書の作業の進め方

■橋梁工事機械化施工委員会橋梁基礎工法分科会

日 時：1月 22 日(火) 14 時～  
出席者：内山茂樹分科会幹事ほか 6 名  
議 題：橋梁下部工の新工法の第 2 次調査について

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会

日 時：1月 24 日(木) 15 時～  
出席者：伊丹康夫委員長ほか 13 名  
議 題：①昭和 48 年度報告書作成について ②土工単価分析調査報告書とりまとめ要領の審議

■橋梁工事機械化施工委員会橋梁架設工法分科会

日 時：1月 29 日(火) 13 時半～  
出席者：玉野治光委員長ほか 7 名  
議 題：“橋梁架設の手引”チェックリストについて

### 整 備 技 術 部 会

■制度委員会

日 時：1月 17 日(木) 14 時～  
出席者：柴田敬蔵委員長ほか 19 名  
議 題：①建設機械整備士の技能検定制度について ②建設機械整備工場  
の格付制度について

■料金調査委員会小委員会

日 時：1月 29 日(火) 14 時～  
出席者：伊丹一雄委員長ほか 7 名  
議 題：昭和 49 年度計画について

■部品工具委員会

日 時：1月 30 日(水) 10 時～  
出席者：奥 敦委員長ほか 2 名  
議 題：インパクトレンチ用ソケットについて

■制度委員会小委員会

日 時：1月 30 日(水) 13 時半～  
出席者：柴田敬蔵委員長ほか 10 名  
議 題：建設機械整備士技能検定制度について労働省との打合せ

### 調 査 部 会

■調査部会

日 時：1月 23 日(水) 14 時～  
出席者：江見正民幹事ほか 16 名  
議 題：①項目別担当者による下調査の結果発表 ②今後の調査活動の対策

### 機 械 損 料 部 会

■トンネル用機械委員会小委員会

日 時：1月 10 日(木) 14 時～  
出席者：戸田 清委員長ほか 5 名  
議 題：機械損料の改正について

■基礎工事用機械委員会

日 時：1月 14 日(月) 14 時～  
出席者：田崎正一委員ほか 11 名  
議 題：機械損料の改正について

■建築用機械委員会

日 時：1月 16 日(水) 14 時～  
出席者：中島賢司委員長ほか 6 名  
議 題：機械損料の改正について

■橋梁架設用機械委員会小委員会

日 時：1月 16 日(水) 14 時～  
出席者：内山茂樹委員長ほか 7 名  
議 題：機械損料の改正について

■舗装機械委員会

日 時：1月 22 日(火) 14 時～  
出席者：今田元氏副委員長ほか 8 名  
議 題：機械損料の改正について

■トンネル用機械委員会小委員会

日 時：1月 23 日(水) 14 時～  
出席者：田崎正一委員ほか 6 名  
議 題：機械損料の改正について

■ダム工事用機械委員会小委員会

日 時：1月 24 日(木) 13 時～  
出席者：内田秋雄委員長ほか 6 名  
議 題：機械損料の改正について

■トンネル用機械委員会小委員会

日 時：1月 25 日(金) 16 時～  
出席者：田崎正一委員ほか 5 名  
議 題：機械損料の改正について

■土工機械委員会小委員会

日 時：1月 26 日(土) 10 時～  
出席者：佐藤裕俊副委員長ほか 8 名  
議 題：機械損料の改正について

### I S O 部 会

■第 3 委員会第 4 小委員会

日 時：1月 18 日(金) 14 時～  
出席者：本田宣史小委員長ほか 6 名  
議 題：アベイラビリティの審議

## ■第3委員会第13小委員会

日時：1月22日(火)14時～  
出席者：山口英幸小委員長ほか10名  
議題：①Gauges and Meters 規格  
審議 ②Drain, fill, level plug 規  
格の審議

## ■第3委員会

日時：1月25日(金)14時～  
出席者：森木泰光委員長ほか7名  
議題：①Gauges and Meters 規格  
案審議 ②Drain, fill, level plug  
規格案審議 ③Agenda の書類審議

## ■第3委員会第4小委員会

日時：1月29日(火)10時～  
出席者：木田宣史小委員長ほか7名  
議題：①Availability and Reliability  
米国家の審議およびそのとりまとめ

## 専門部会

## ■重建設機械輸送対策委員会

日時：1月9日(水)14時～  
出席者：内田保之幹事長ほか37名  
議題：新規開発車の製作基準につい

て

## ■安全対策委員会ヘッドガード小委員会

パワースショベル分科会幹事会  
日時：1月9日(水)14時～  
出席者：今井秀吉幹事ほか8名  
議題：パワースショベルヘッドガード  
標準仕様のまとめ

## ■建設公害対策委員会小委員会

日時：1月10日(木)14時～  
出席者：佐藤多喜彦幹事ほか15名  
議題：①工事公害の実態調査の結果  
について ②工事公害実態の検討

## ■重建設機械輸送対策委員会特殊車開発小委員会

日時：1月16日(水)14時～  
出席者：野村養信小委員長ほか19名  
議題：新規開発トレーラとこれに搭  
載する建設機械の基準について

■建設公害対策委員会ワーキンググル  
ープ会議

日時：1月23日(水)10時～  
出席者：佐藤多喜彦幹事ほか15名  
議題：①工事公害の実態調査のとり

まとめ方針について ②工事公害実  
態調査のとりまとめ作業

## ■安全対策委員会ヘッドガード小委員会

トラクタ分科会幹事会  
日時：1月24日(木)10時～  
出席者：狩野幸司幹事ほか7名  
議題：トラクタヘッドガードのとり  
まとめ

■安全対策委員会ヘッドガード小委員会  
すり積み機分科会幹事会

日時：1月31日(火)14時～  
出席者：大類一久幹事ほか7名  
議題：すり積み機ヘッドガードのと  
りまとめ

## 業種別部会

## ■商社部会講演会

日時：1月25日(金)13時～  
出席者：柏 忠二部長ほか20名  
演題：“中東問題の実情について”  
糸賀昌昭氏(アジア経済研究所)

## 編集後記



3月号をお届けします。

昨秋に始まった石油危機に端を  
発した総需要抑制型の厳しい新予算  
案が決定されました。日に日に上  
がる物価をみては、公共事業の抑制が  
物価騰貴の歯止めになるなら進んで  
協力を惜しむものではないという気  
がします。しかし今年前半の中小企  
業の行末に大きな不安を感じます。

今月号は、ここ数年来大雪に見舞  
われていますので、雪寒地域に関す  
るものを多く掲げました。その  
ほか、各種の工事報告ですが、いず  
れも最近の工事の環境問題への工夫  
や配慮が多くなるかかえるものです。

試練の建設業界ですが、一陽来福  
を期して、皆様方のご活躍を祈りま  
す。(吉越・川上)

No. 289 「建設の機械化」 1974年3月号

[定価] 1部 300円  
年間3,000円(前金)

昭和49年3月20日印刷 昭和49年3月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 最上 武雄 印刷人 大沼 正吉

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105

東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内 電話(03)433-1501

建設機械化研究所〒417 静岡県富士市大淵 3154(吉原郵便局区内)

北海道支部〒060 札幌市中央区北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 新潟市東区大通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 福岡市中央区舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内

振替口座 東京71122番

取引銀行三季銀行銀座支店

電話(0545)35-0212

電話(011)231-4428

電話(0222)22-3915

電話(0252)23-1161

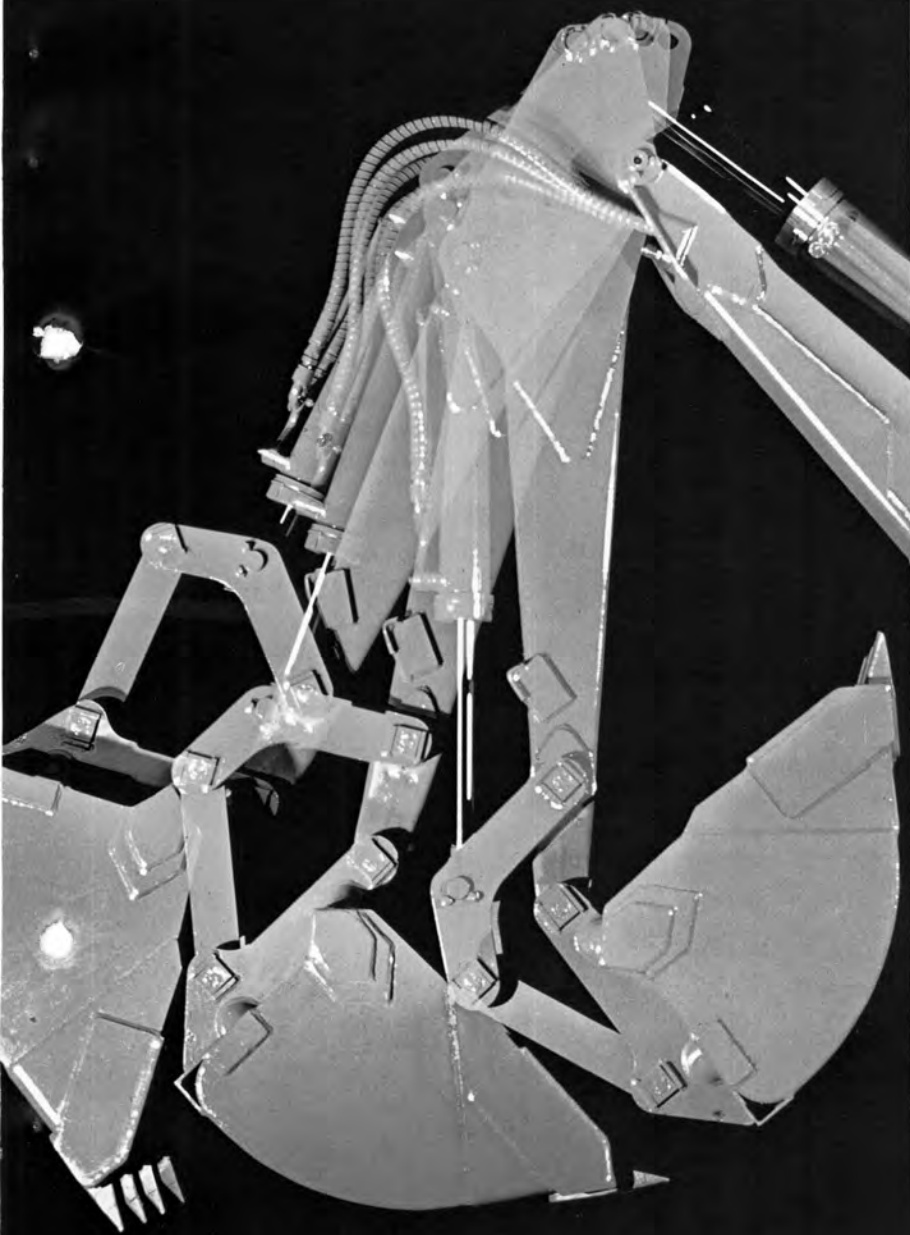
電話(052)241-2394

電話(06)941-8845

電話(0822)21-6841

電話(092)741-9380

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂1-3-6

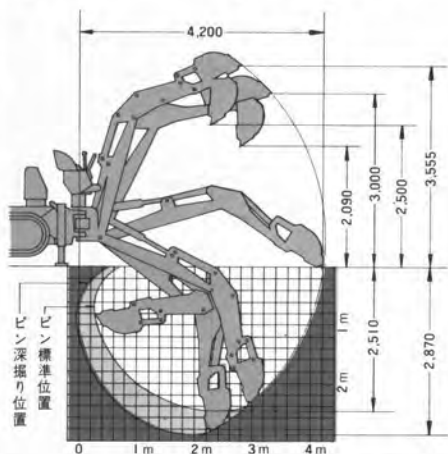


# 強くて 器用で 長い腕

## バックホー付 ど根性フル

三菱バックホーは使い易さと力強さが自慢です。2本のレバーを操作するだけで、バックホーは自由自在。「溝掘り」「切取り」「切崩し」「積込み」「積上げ」…。どんな作業もどンドン片付けます。長い腕を器用にあやつって、建築の基礎掘り、水道ガス工事、造園など、各種の工事をぐんぐん進めます。しかも、本体は使い易さと器用さで定評ある、三菱の小形“ど根性”三菱BS3Dトラクタショベル、BD2Dブルドーザ。パワーディレクションクラッチの採用で、簡単な運転、きめ細かい作業ができます。従来、人手に頼っていた、狭い現場細かい作業をバックホー付“ど根性フル”が、人手に代ってお引受けします。

# 手軽に使えて重宝!



## 大きい掘削深さ

リーチが長いので、掘削深さが大きく、またダンプにも、らくに積みめます。掘削深さ、積み高さは調整できます。

ピン位置	最大掘削深さ
標準位置	2,510mm
深掘り位置	2,870mm
ピン位置	最大積み高さ
標準位置	2,500mm
深掘り位置	2,090mm



## 操作は簡単

レバー2本で自由自在  
バックホーの操作は、左右両端の2本のレバーで思いのままです。



## 取付け

### 取外しは簡単

バックホーの取付け  
取外しは2本の連結  
ピンと2本の油圧ホ  
ースの脱着でOK。

## 広い作業範囲

バックホーは旋回角185°、旋回中心は左右に1,100mmスライドでき、長いリーチとあいまって広い範囲をカバー。側溝も能率よく掘れます。また、左右90°に旋回角のセットができ、狭い現場でも安心して作業できます。

## 作業にあわせてお選びください。4種類のバックホーバケット

標準バケットのほかに、硬土用1種、粘着土用2種、計4種類のバケットがあります。作業にあわせてお選びください。

種類	標準	硬土用	粘着土用	
バケット容量	0.12m <sup>3</sup>	0.07m <sup>3</sup>	0.06m <sup>3</sup>	0.08m <sup>3</sup>
バケット幅	600mm	400mm	—	—
エゼクタ幅	—	—	350mm	400mm

### 三菱BD20

#### ブルドーザ バックホー付

総重量	5,000kg
定格出力	35ps
バケット容量	0.06~0.12m <sup>3</sup>

### 三菱BS30

#### トラクタショベル バックホー付

総重量	5,200kg
定格出力	35ps
バケット容量	0.06~0.12m <sup>3</sup>



三菱重工業株式会社

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3700千229 ☎(0427)52-1121 直納部 ☎東京(03)478-3711  
 東関東支社 ☎柏(0471)31-1151 西関東支社 ☎八王子(0426)42-1111 北陸支社 ☎新潟(0252)66-9171 東海支社 ☎安城(05667)8-1111  
 近畿支社 ☎茨木(0726)43-1121 中国支社 ☎瀬野川(08289)2-2151 【特約販売店】北海道建設機械販売㈱札幌 ☎(011)881-2321  
 東北建設機械販売㈱岩沼 ☎(02231)2-3111 四国建設機械販売㈱松山 ☎(0899)72-1481 九州建設機械販売㈱二日市 ☎(09292)4-1211  
 牧港自動車㈱那覇 ☎(0988)68-4175

## 岐阜工業の新幹線スチールフォーム



新幹線全断面スチールフォーム



新幹線上半スチールフォーム

### 山陽、東北、上越新幹線、青函トンネル スチール フォーム

#### 営業品目

- スチールフォーム
- スライドセントル
- トレンローダー
- プレートフィダー
- チップラー
- ドリルジャンボ
- パラセントル
- スキップカー
- ダム用ライトゲージ
- 門型クレーン
- 天井走行クレーン
- コンベヤー
- ゲート
- その他建設機械一般

(特許) ヒンデプレートタイプ下猫フォーム取付



## 岐阜工業株式会社

本社 岐阜県本巣郡真正町十四条344番地  
 本社工場 TEL <0583> 24-6111~6  
 仙台工場 仙台市六丁目御蔵谷地東1の1  
 TEL <0222> 92-0940, 94-5350

# 日本車輛の 建設機械

三点支持杭打機  
 万能掘削機  
 スクレープドーザー  
 トラッククレーン  
 トレイラー  
 ディーゼル発電機



D-207LC-M40D型杭打機



## 建設機械代理店 重車輛工業株式会社

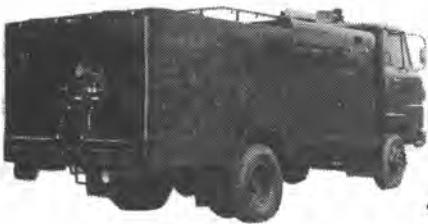
本社 東京都中央区銀座1-20-9 電話(535)7301(代)-5  
 東京工場 東京都西多摩郡羽村町神明台4-5-12 電話0425(54)1611(代)



小型スイパー



サイドローダー



ジェットフラッシャー  
(高圧下水洗浄車)

# 美



航空路面清掃車



バキュームローダー  
(汚泥吸排処理車)

代理店

**新東亜交易株式会社**

建設機械部第二課

本店 東京都千代田区丸の内3-3-1(新東京ビル5階) TEL 東京 (212) 8411 大代  
 大阪支店 大阪市西区靱1-102(辰巳ビル6~7階) TEL 大阪 (444) 1431 大代  
 名古屋支店 名古屋市中村区広井町3-88(大名古屋ビル7階) TEL 名古屋 (561) 3511 大代  
 宇都宮支店 宇都宮市小幡2-2-12 TEL 宇都宮 (2) 2765・2656  
 支店所在地 仙台・静岡・岡山・広島・福岡・北九州・鹿児島・長崎

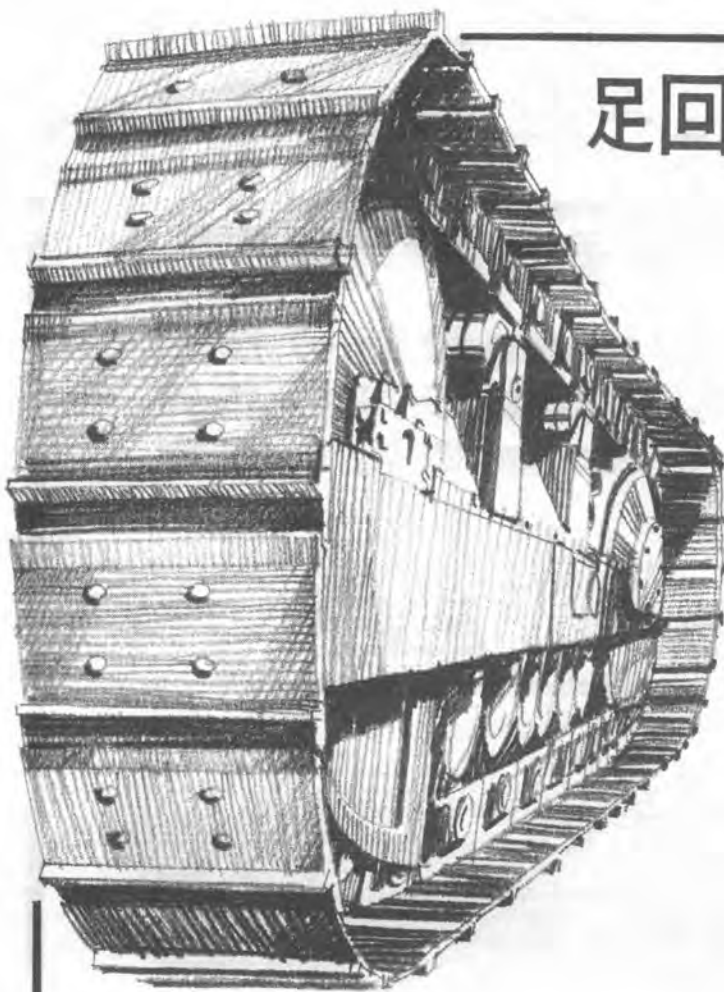
製造元



**東急車輛**

東京営業本部 東京都中央区八重洲5-7(八重洲三井ビル6階)  
 TEL 03(272)7051

本社・横浜工場 横浜市金沢区釜利谷町1番地  
 TEL 045(701)5151



# 足回りの専門家!

クローラー足廻り関係の  
設計製作について  
ご相談下さい……………  
アフターサービスも  
万全です……

## 〈営業品目〉

- ・小松・キャタピラー三菱
- ・日特・日立
- ・リング・ピン・ブッシュ・シュー
- ・ラグ その他足廻り部品

トラック・リンクは  
トキロンへ……



### 東日興産株式会社

札幌市豊平区平丘8 (881)5050(代)

### 中外機工株式会社

仙台市本材木町4-6 (57) 7541 (代)

### 東日興産株式会社

東京都世田谷区野沢3-2-18 (424) 1021 (代)

### 川原産業株式会社

愛知県西春日井郡藤井町大字期之庄4709-7 2113141

### 川原産業株式会社

北九州市小倉区大門町2-3-3 (58) 3651(代)

### 中吉自動車株式会社

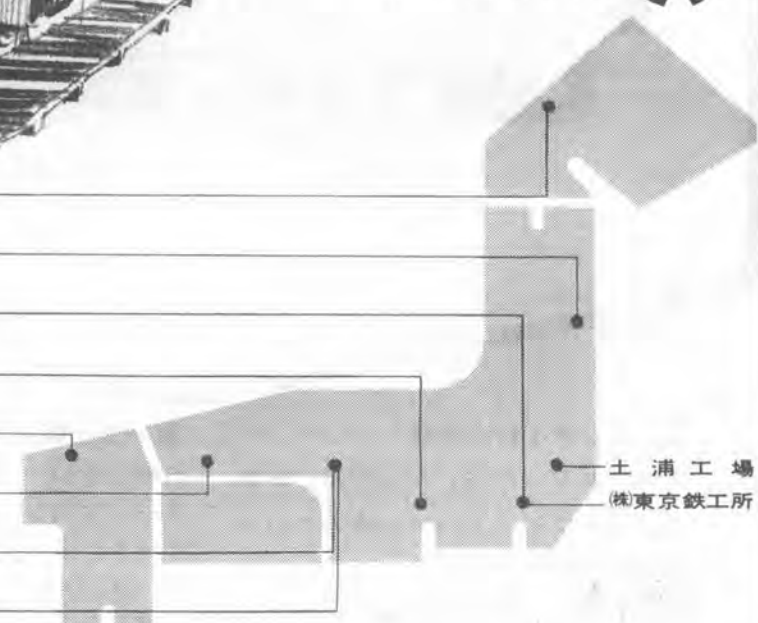
広島市西郷音町9-5 (32) 3325 (代)

### 辰己屋興業株式会社

大阪市福島区豊洲上1の92 (458) 5212 (代)

### 川原産業株式会社

大阪市浪速区傘町4-1 (561) 0555(代)



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



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



★★★★★★★★★  
**新発売**  
 ★★★★★★★★★★

# BULLDOZER *Kabutomushi* **BK1800S**

BK 1800S スライドバックホー付



## 頼もしい弟の誕生—— 頑固者の血は受けつがれています

■本機はブルドーザーカブトムシBK2500SDの兄弟機として誕生しました。小型ブルドーザーとして定評のあるハヤサキが多年の経験と最新の技術を随所に駆使した省力機械の決定機ともいえる新製品です。パワー、操作機構、足廻り等も申し分ありません。期待通りの性能を発揮致します。

### ■主な仕様

#### (主要寸法)

運転整備重量……………1,800kg  
 履帯幅……………250mm  
 接地圧……………0.28kg/cm<sup>2</sup>  
 接地長……………1,290mm

#### (性能)

前進三段 第一速……………1.8km/h  
 第二速……………3.0km/h

第三速……………4.3km/h  
 後進三段 第一速……………2.4km/h  
 第二速……………4.0km/h  
 第三速……………5.8km/h  
 けん引力……………2,100kg  
 バケット標準容量……………0.25m<sup>3</sup>  
 ダンプングリアランス……………1,700mm  
 油圧装置……………120kg/cm<sup>2</sup>  
 バケット幅……………1,250mm

#### (エンジン)

総排気量……………992cc  
 最大出力……………21ps(2,400r.p.m)  
**(バックホー装置)**  
 バケット標準容量……………0.06m<sup>3</sup>  
 バケット幅……………400mm  
 最大掘削深さ……………2,300mm  
 ロングタイプ……………2,500mm  
 掘削力……………2,200kg

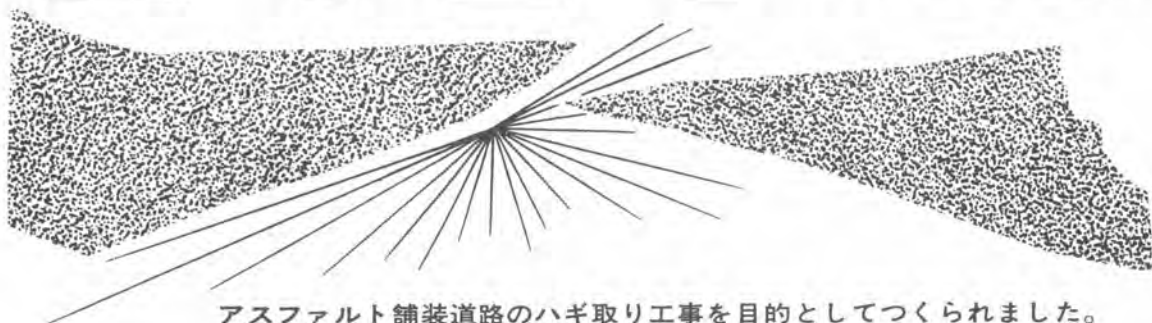


製造元 株式会社早崎鐵工所

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(第二丸利産ビル)	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	大阪市南区安堂寺橋通り3丁目34(南大和ビル)	TEL大阪(252)7365
仙台営業所	仙台市宮城野1丁目4の8	TEL仙台(93)1677
岡山営業所	岡山市番町2丁目13番31号	TEL岡山(22)9372
関西センター	奈良市古市町1340の1	TEL奈良(22)7664

# ロードヒーター RH-140



アスファルト舗装道路のハギ取り工事を目的としてつくられました。  
プロパンガスによる赤外線発生装置を有する路面加熱器です。  
従来のブレーカー等によるハギ取りに代わるものです。



## 赤外線方式 ハギ取工法の10大特長

- 1 無騒音です。  
二人のささやきも邪魔しません。
- 2 無振動です。  
沿道の人々はやすらかな夢をみえています。
- 3 安全です。  
「みどり十字」を目標に設計してあります。
- 4 路床を破壊しません。  
橋、高架床も安心です。
- 5 均一なハギ取が出来ます。  
トラガりはやりません。
- 6 薄層舗装もハギ取が出来ます。  
名人のうでをもっています。
- 7 応用範囲が広いです。  
ジョイントの加熱、手直し修正、乾燥にもつかえます。
- 8 他の施工法に較べて  
取扱いが簡単です。  
だれでも安心してつかえます。
- 9 経済的です。  
ムダなお金はつかわせません。
- 10 メンテナンスフリーです。  
故障のもとになる複雑な機構はあえては  
ずしてあります。



株式会社 東洋内燃機工業社

本社・販売部 〒210 神奈川県川崎市川崎区元木1-3-11  
TEL 044(24)5171 テレックス No3842-205

# 足腰の強い、ショベルが各地 の現場で **デッカク** 活躍!!



## HD-1100G

《全油圧式》ショベル

**KATO** のHD型ショベル”G”シリーズ (HD-350G, 450G, 750G, 1100G) は、各地の現場で活躍し、稼ぎまくっております。

- 足腰が強く、安定した作業ができる!
  - 運転がラク、使いやすい!
  - 力が強く、作業処理がはやい!
- と、はやくも好評をいただいております。



- 定格出力……146PS / 1,800r.p.m
- バケット容量……0.45 ~ 1.2m<sup>3</sup>  
(標準1.0m<sup>3</sup>)
- 最大掘削深さ……6.72m  
(エクステンション付)……8.22m
- 全装備重量……23.5t

今日の対話を明日の技術へ

# KATO

株式会社 **加藤製作所**

本社 / 東京都品川区東大井1の9の37  
(☎140) (471)8111(大代表)  
営業本部 / 東京都港区芝西久保桜川町2  
(☎105) (第17森ビル) (591)5111(大代表)

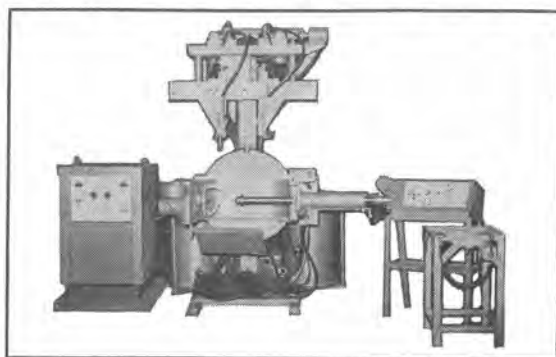
# 整備工場設備機器専門メーカーのマルマ

## ◇足廻り自動肉盛溶接機

米国ウルフ社と技術提携国産化成功  
トラックリンク自動溶接機、ローラ、  
アイドラ自動溶接機等

## ◇足廻り再生設備

ローラ、アイドラ分解組立プレス  
トラックリンク巻き装置  
シューボルト分解組立スタンド  
トラックリンクプレス等



## ◇エンジン及油圧装置整備機器・テスト

エンジン整備ポジション      油圧ポンプ同シリンダテストスタンド

## ◇整備工場コンサルタント業務

整備工場設備のレイアウト      規模に応じた設備計画等  
特に海外へ進出の土木工事のサービス工場に御利用下さい。



# マルマ重車輜株式会社

本社・東京工場	東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号	電話(03)429-2131(大代)加入電信242-2367	〒156
名古屋工場	愛知県小牧市小針町中市場2-5番地	電話(0568)77-3311(代)加入電信4485-988	〒485
相模原工場	神奈川県相模原市大沼2-209番地	電話(0427)52-9211(代)加入電信2872-356	〒229
水島出張所	岡山県倉敷市中鼓2-2-1	電話(0864)55-7559	〒712
神戸出張所	兵庫県神戸市垂水区高丸7丁目7番17号	電話(078)706-5322	〒655
鹿島出張所	茨城県鹿島郡神栖町大字知守南部団地	電話(02999)6-0566	〒314-02

## 整備は安心して任せられるマルマへ

### ◆24時間サービス

部品及フィールドサービス

### ◆M.U.S(マルマユニットサービス)

ユニット交換即日サービス

### ◆道路舗装機械・プラント専門整備

## 建設機械用特殊アタッチメントは

マルマが引受ます。



### ◆排気処理装置(トンネル仕様)

### ◆騒音防止工事(サイレンサ)

### ◆森林用ガード、雪用キャブ安全プロテクタ

### ◆ロックヒルダム用ロックレーキ・転圧ローラ等

### ◆パイプレイヤ、のり面処理装置等

### ◆運転管理、報告にオペレーショングラフ

スナップオン工具 米国L & B自動溶接機：ロジャース油圧機器 日本総代理店



# 内外機器株式会社

本社 東京都世田谷区桜3丁目11番12号  
名古屋営業所 名古屋市中区千早町5丁目9番5号

電話03-425-4331(代表)  
電話052-261-7361(代表)

加入電信242-3716 千156  
加入電信442-2478 千460

各種米国製機械器具・薬材・及整備用機械工具

## The new **FLEX-HONE**

“ホーニング”の新製品  
フレックス ホーン

—完全に…早く—

簡単に…どこでも—

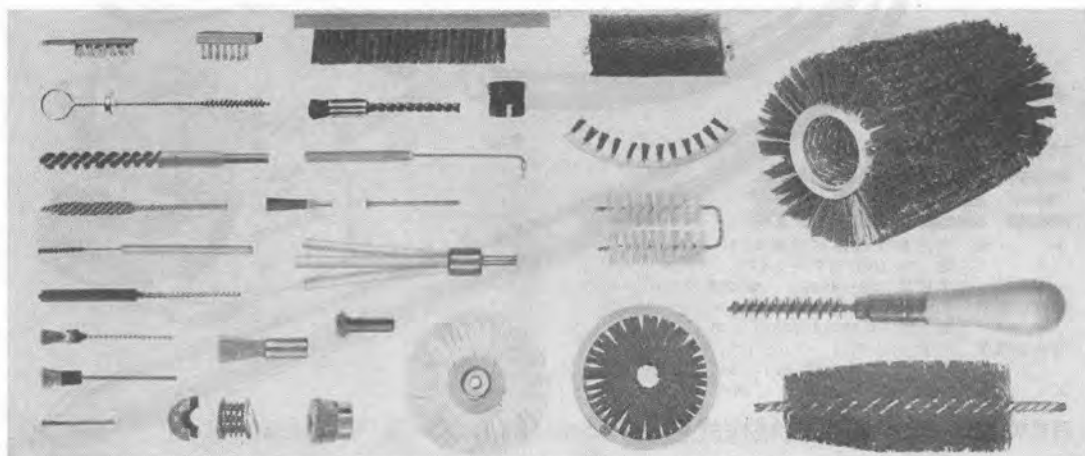


GBD Series



GB Series

### SPECIAL ITEMS

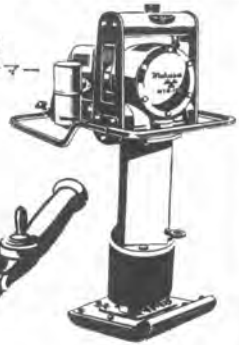


# Mikasa

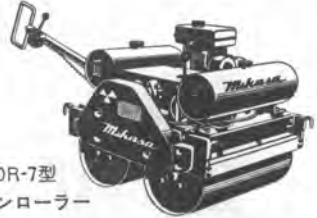
## 三笠 建設機械



●MTR-120型  
タンピングランマー



●MDR-7型  
セブローラー



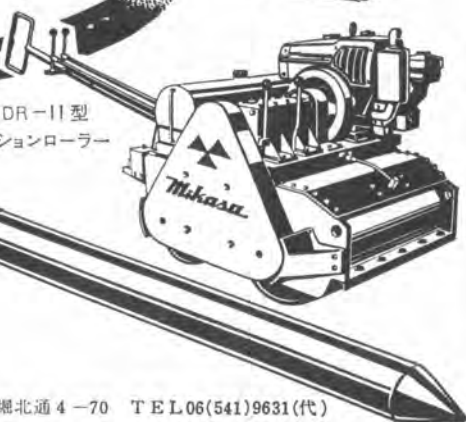
●MVI-GM型  
コンクリートバイブレーター

●MTR-80型  
タンピングランマー

●MVC-110/70/52型  
バイプロコンパクター



●MDR-II型  
ダブルバイブレーションローラー



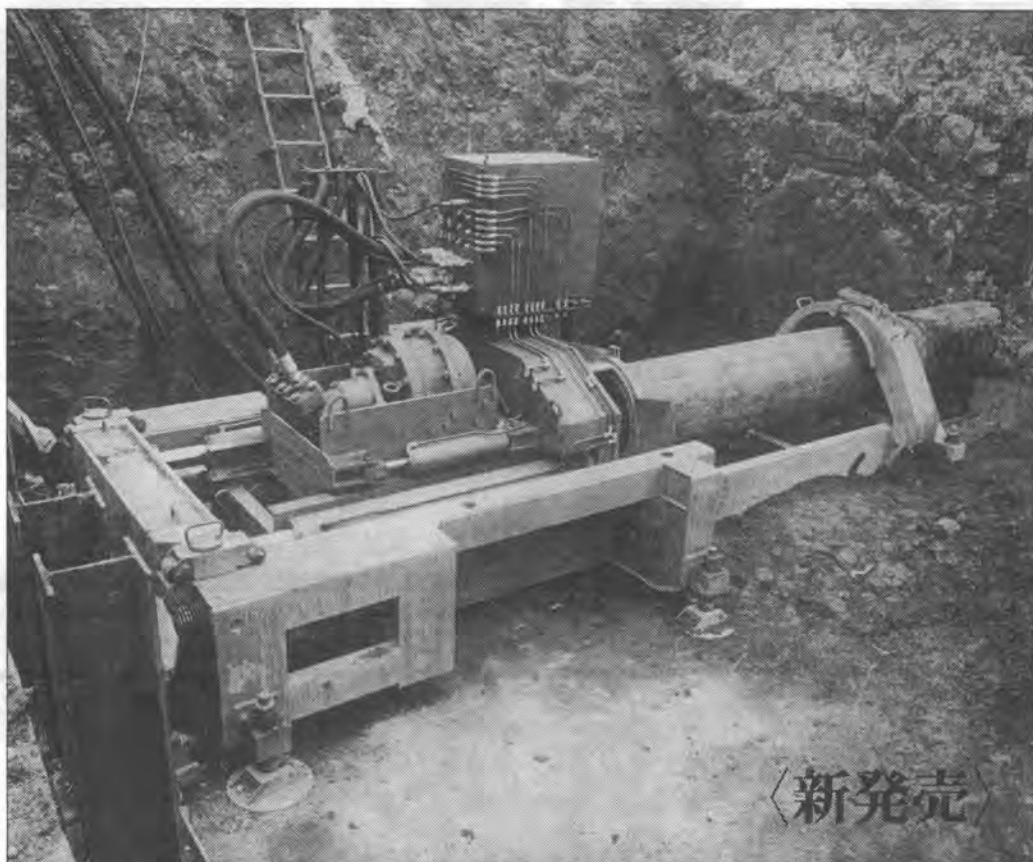
特殊建設機械メーカー

## 三笠産業

本社 東京都千代田区猿樂町1-4-3  
電話 (03) 292-1411 (大代表)  
T E X 222-4607 郵便番号 101  
札幌出張所 札幌市中央区大通西6-2(ヒキクビル)  
電話 札幌011 (251) 2890番  
仙台出張所 仙台市本町1-10-12(Sビル)  
電話 仙台0222(61)6361~2  
工場 群馬県館林市/埼玉県春日部市

西部総発売元 三笠建設機械株式会社 大阪市西区立売堀北通4-70 TEL06(541)9631(代)

# 開削せつに鋼管を埋設できる ホリゾンガー®



〈新発売〉

下水道管、ガス管、ケーブル挿入管などの鋼管埋設は推進工法にして下さい。  
三和機材が、開発した、水平ボーリングマシン・ホリゾンガーは、  
埋設する鋼管内にスクリーを挿入し、掘削しながら鋼管を推進、埋設します。  
地上構築物を損壊することなく、しかも狭い場所でも楽に作業が出来る新鋭機。

- 掘削推進方式 ●全油圧駆動方式 ●スイベル内蔵減速機方式
- 掘削調整シリンダ組込方式 ●口径調整ガイド方式 ●ワンマン操作方式
- 合理的機能設計方式の7大方式が、掘削の作業能率を大巾にアップさせます。

#### ■主なる営業品目

アースオーガー・ドーナツオーガー・ホリゾンガー・モルタル用パッチャープラント・テプリフト・フォークリフト  
ベビークレーン・パレハンド・配合飼料用サイロプラント・各種プラント・その他土木建設及び荷役諸機械、設計製作



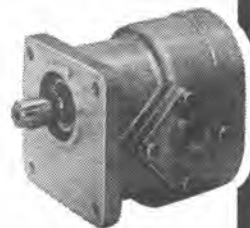
#### 三和機材株式会社

本社 / ☎103 東京都中央区日本橋茅場町2-10 電話03(667)8961(大代表)  
大阪営業所 / ☎541 大阪市東区北久宝寺町2-60-1 電話06(261)3771(代表)

# GEAR-PUMP

## ギヤーポンプ。

高性能・高品質



型式	回転数 (rpm)	最高圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	吐出量 (ℓ/min) at 1,500rpm					
			50kg/cm <sup>2</sup>		100kg/cm <sup>2</sup>		140kg/cm <sup>2</sup>	
			吐出量	モーター 入力 (KW)	吐出量	モーター 入力 (KW)	吐出量	モーター 入力 (KW)
GOP1-006	500-3,000	140	9.6	1.07	9.1	1.82	8.6	2.59
GOP2-010	"	"	15.6	1.68	1.53	3.08	14.2	4.26
GOP3-016	"	"	24.5	2.73	22.9	4.91	21.5	6.50
GOP3-025	"	"	38.2	4.08	36.7	7.45	35.1	10.1
GOP4-030	"	"	43.3	4.90	41.1	8.60	38.7	12.1
GOP4-040	"	"	58.5	6.20	56.5	11.5	53.8	16.0
GOP4-045	"	"	66.0	7.00	63.7	12.8	60.8	17.8

 自動車機器(株)

東京都渋谷区代々木2丁目10番12号  
電話 東京(379) 2 2 1 1 (大代表)

# 田原の本門

伝統と技術を誇る!!

農業用各種水門  
工業用水道用及び  
その他各種水門  
上・下水道用バルブ  
橋梁  
骨材破砕及び  
水圧鉄管  
篩分運搬装置



株式  
会社

田原製作所

電源開発株式会社七色発電所  
ローラーゲート7門(14,833m×15,700m)

〒136 東京都江東区亀戸9丁目34番11号  
電話 (631) 1116代表、1117、1118、1119

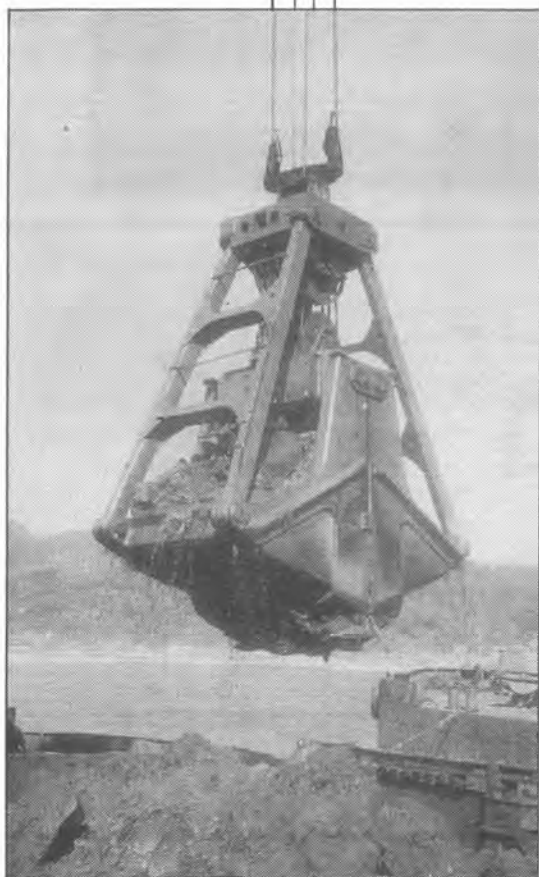


# 浚渫は!!

永年の実績と技術を誇る <sup>マタキ</sup> 亦木のグラブで

(ライトからウルトラヘビー)

- ヘドロ
- 土 タン
- 軟 土
- 硬 土



# 石攪みは!!

クラッチバケットを

- 転 石
- 砕 岩 石



各種専用グラブの専門メーカー



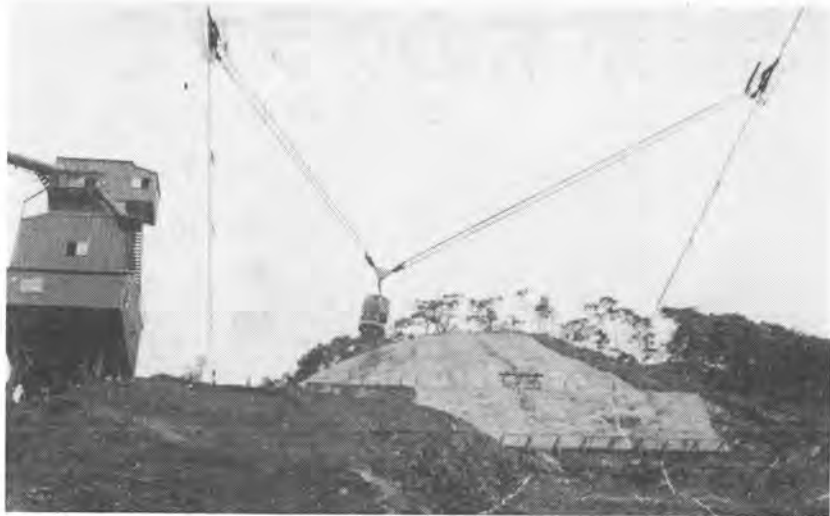
株式会社 亦木荷役機械工務所

千葉県松戸市上本郷536  
電話 松戸(0473)62-9131(代)

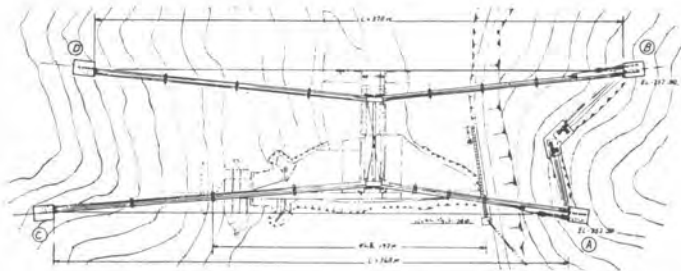
# 南星の複線式ケーブルクレーン

特許出願中

画  
期  
的  
!!



様似川ダム（大林組、岩倉組）矢別ダム（西松建設）駒ヶ岳ダム（フジタ工業）



- ★ 主索2本の間何処からでも積卸しが可能で広範囲に打設が出来る。
- ★ 主索2本は長さが相違しても、高さの差があっても可能で、地形に制約されずに設計が容易である。又地盤の切削が必要でない。
- ★ 遠隔コントロール装置により操作が容易で、渦流ブレーキ制御方式で速度制御が円滑である。



## 株式会社南星

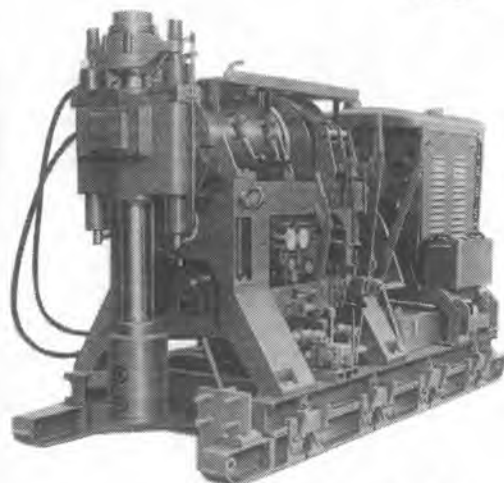
本社工場	熊本市十神寺町4の4	TEL (代) 52-8191	宇都宮駐在所	宇都宮市今泉町3016	TEL. 61-8088
東京支店	東京都港区西新橋1の18の14(小里会館ビル2階)	TEL (代) 504-0831	盛岡営業所	盛岡市開運橋通り3番41号	TEL (代) 24-5231
大阪営業所	大阪市大淀区本庄中通3丁目9番地	TEL (代) 372-7371	長野営業所	長野市大字中御所園田152	TEL (代) 85-2315
名古屋営業所	名古屋市東区石神堂町2丁目18の2(大栄ビル)	TEL (代) 962-5681	宮崎営業所	宮崎市堀川町54の6	TEL (代) 24-6441
仙台営業所	仙台市本町2丁目9番15号	TEL (代) 27-2455	新潟出張所	新潟市東万代町4番9号	TEL (代) 45-5585
札幌営業所	札幌市北16条東17丁目	TEL (代) 781-1611	大分出張所	大分市中島西2丁目1-41	TEL. 4-2785
広島営業所	広島市中区町2丁目17番18号	TEL (代) 32-1285	甲府出張所	甲府市千塚町2111	TEL. 22-5725
熊本営業所	熊本市十神寺町9の1	TEL (代) 52-8191	富山出張所	富山市大泉一区東部1139	TEL. 21-3295

# 大 孔径穿孔に新威力!!



広範囲な用途を持つ

## 東邦式 大孔径穿孔機 DHシリーズ



Model DH-6型

(カタログ贈呈誌名記入)

機種

- DH-6  
φ 2,000<sup>mm</sup>～100<sup>mm</sup>
- DH-4  
φ 1,500<sup>mm</sup>～65<sup>mm</sup>
- DH-3B  
φ 1,200<sup>mm</sup>～65<sup>mm</sup>
- DH-2B  
φ 1,000<sup>mm</sup>～65<sup>mm</sup>

◆用途◆

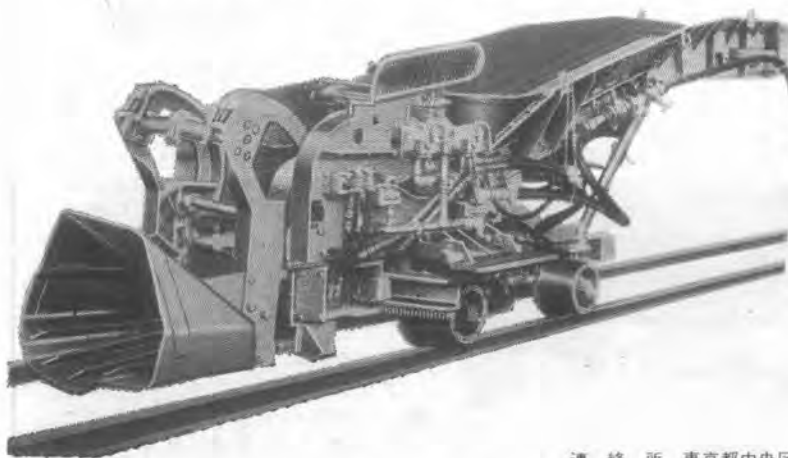
- 基礎支持抗孔
- 地沁り防止対策用孔
- 穿井・穿泉
- その他 コアボーリング

## 東邦地下工機株式會社

営業所

東京都千代田区内幸町1丁目2番2号(大阪ビル1号館) 電話東京 03(591)8301(代表)  
 福岡市博多区上月隈用中633番地 電話福岡 092(58)3031(代表)  
 大阪市浪速区幸町通り1丁目7番地(大幸ビル) 電話大阪 06(562)4686  
 広島市光町2丁目5番2号(平勝ビル) 電話広島0822(62)2576(代表)  
 松山市平和通り4丁目2番10号 電話松山0899(41)9176(代表)

# “太空” 950B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

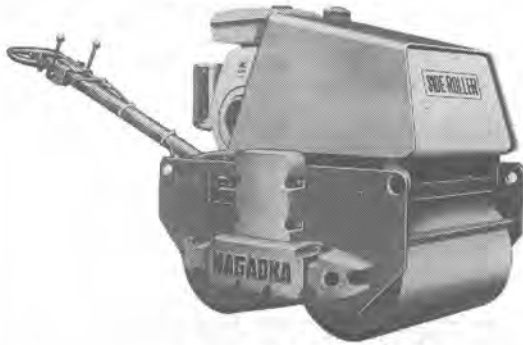


## 太空機械株式會社

連絡所 東京都中央区日本橋室町1の16 ☎03 (270) 1001代  
 本社・工場 東京都大田区東稻谷町4-6-20 ☎03 (741) 6455代  
 仙台サービスセンター 仙台市八幡3丁目4-15号(宝ビル) ☎0222 (63) 0388  
 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2-1-9-30 ☎092 (74) 2881  
 大館営業所 秋田県大館市御成町1-17-3 ☎01864(2) 3704

# 締固め機械のトップをゆく！ 稼働率の高いことは業界の定評！

サイドバイブレーションローラー  
両輪駆動  
振動ローラーの本命



V-6WD型 850kg

長岡タンパー  
ランマーに代る締固め機



NGK-80型 80kg



長岡技研株式会社

東京都品川区南品川2-2-15  
TEL (03)474-7151(代)

# 油圧スクレーパー 強く大きな堀削力

STH.22CM  
STH.25CM



- 特長
- ワイドタイヤの採用により、接地圧が非常に低く、軟弱地でも作業が可能です。
- STH.独自の堀削角度により堀削性能はバツグン、堀削深さはこのクラス最高です。したがって急勾配でのブレーキ効果もバツグンです。どんな難所でも安全に運転できます。
- ボディは特殊耐磨耗鋼を使用しているため、堅牢で耐久性はバツグンです。
- 回転半径が小さく、狭い場所でも充分に力を発揮します。

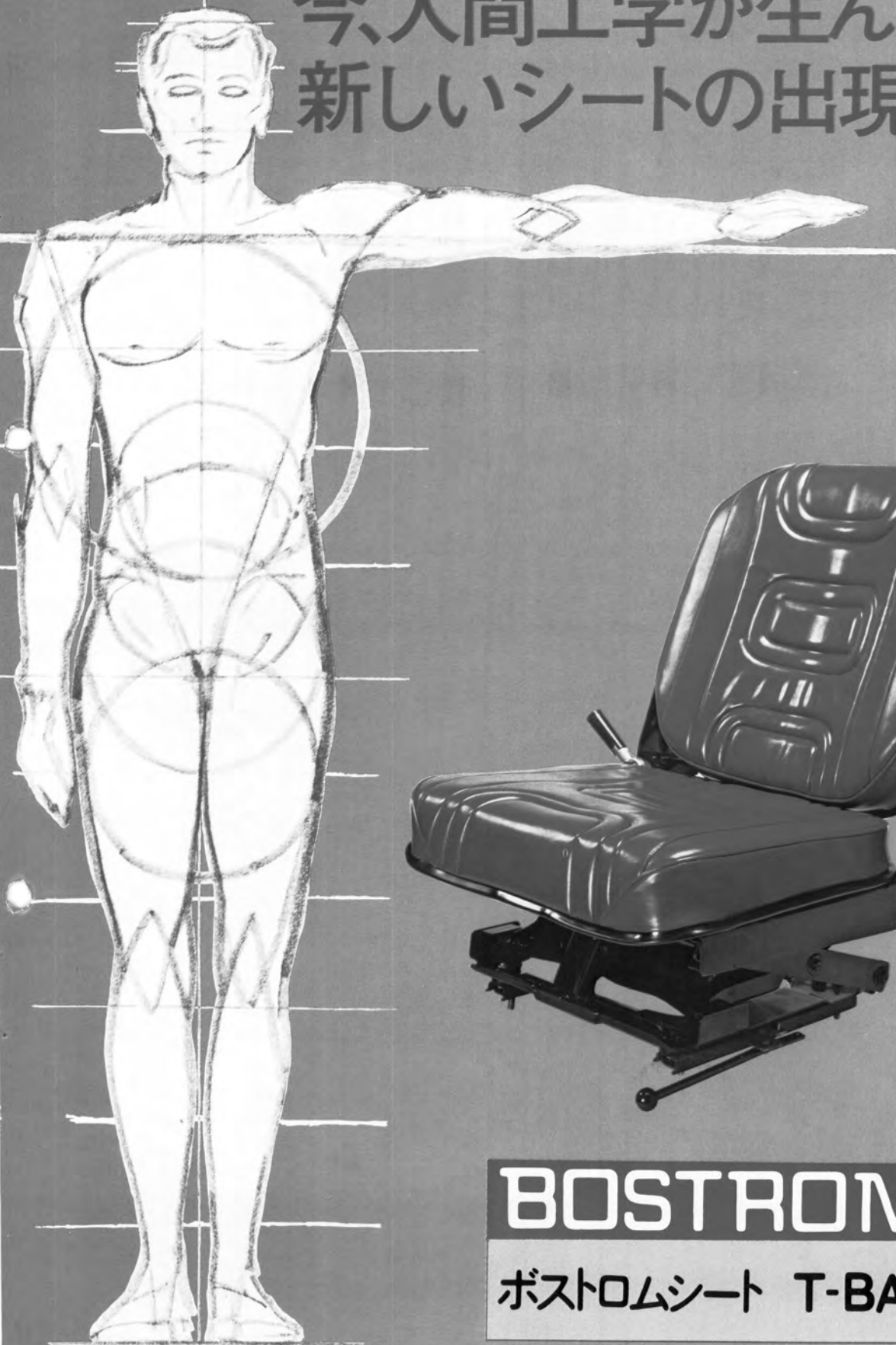


株式会社

田中製作所

〒552 大阪市港区三先2-20-62  
TEL (06)572-9241代

今、人間工学が生んだ  
新しいシートの出現!



**BOSTROM**

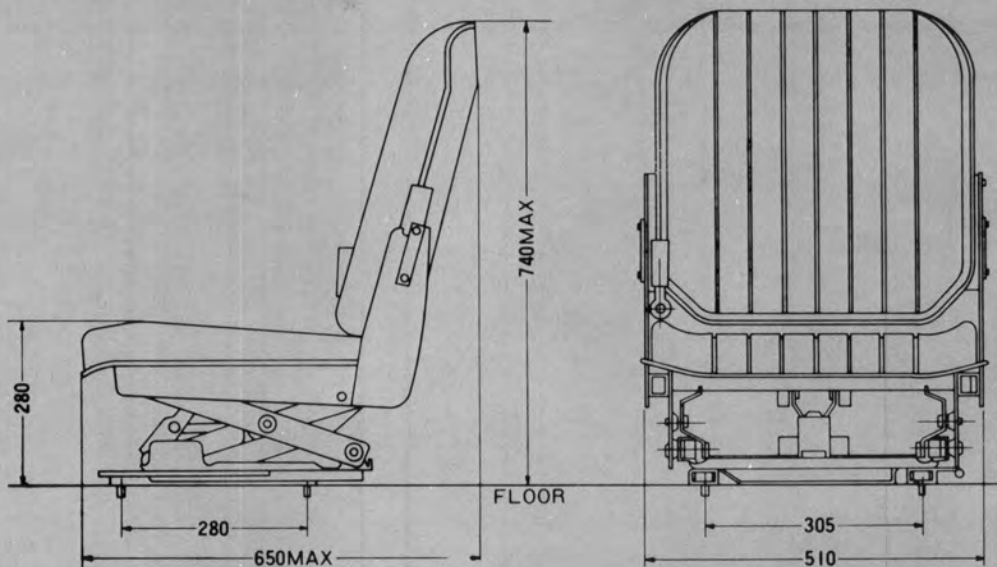
ボストロムシート T-BAR

吉報

## T-BAR型シートの特長

- ★トーションバーとショックアブソーバーとの組合せにより振動やショックを柔げます。
- ★最適な乗り心地を得るための体重調節(55kg~120kg)が簡単に出来ます。
- ★バッククッションはワンタッチで2段階に調節出来、使用しない時は前に倒しておけます。
- ★スライドレールはピッチ20mmで前後5段階に調節出来ます。
- ★サスペンションストロークは100mmあります。
- ★トーションバーを使用し、リンクはX型パンタグラフ方式となっているため発進、停止時に沈み込み、浮き上がりがなく保守が簡単です。

適用車輛：ブルドーザー・シャベル  
・ホイールローダー等振動の激しい車輛



日揮ユニバーサル株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番2号日本ビル  
電話 03-279-3861 (大代) 〒100

3月9日(土)より下記に移転致しますのでよろしくお願ひします。  
千代田区丸の内1-1-3 AIUビル15F (03)212-7371(大代) 〒100

オペレーターにとつて  
これ程うれしい知らせは他にありません

昔の人は  
苦勞しました



現代は  
トーマンに  
お任せ下さい

トンネル工事の歴史を変える。

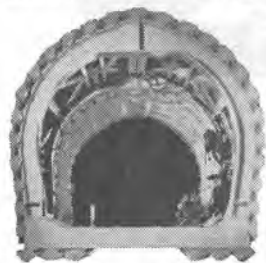
**トーマン**はトンネル工事用機械のシリーズ化・システム化を計っています。

トーマンのトンネル機械は、工事の省力化、スピードアップにお役に立つことはもちろんのこと、最近とみに問題化しております公害問題に焦点をあてています。

#### シリーズ化

◎トーマン・ウエストファリア式ブレード・シールドは、従来の考え方を変えた画期的なシールド工法用機械です。

トンネル工事用と無騒音・無振動のオープン・ビット工法用の2種類があります。



このほか、ウエストファリア式水平・垂直ずり出し装置、ヒューム管専用のサンキ式バッテリー車、硬岩・軟岩用各種トンネル掘削機、工事現場・シールド工事用セグメント清掃用強制バキューム装置などのシステム化ができました。

さらに、推進管工法付帯設備、トンネル工事用付帯設備等の設計・製作も行なっております。併せてご用命下さい。

#### システム化

◎スエーデン ヘグランド式シャトル・トレインは、従来のずり出し機構を根本から改める高能率のすばらしい機械です。



このほか、在来シールド工法、ウエストファリア式推進管工法、モンタベール式全油圧せん孔工法などのシリーズ化を行ないました。

技術コンサルタント

株式会社 **イセキ エンジニアリング**  
東京都千代田区麴町4丁目1番地 新京ビル〒102  
TEL (03) 264-8670 (代)

**トーマン** 建機車輛部  
開発課  
東京都千代田区内幸町2-1-1 飯野ビル 〒100  
TEL (03) 506-3579-81

# 275ⅢA



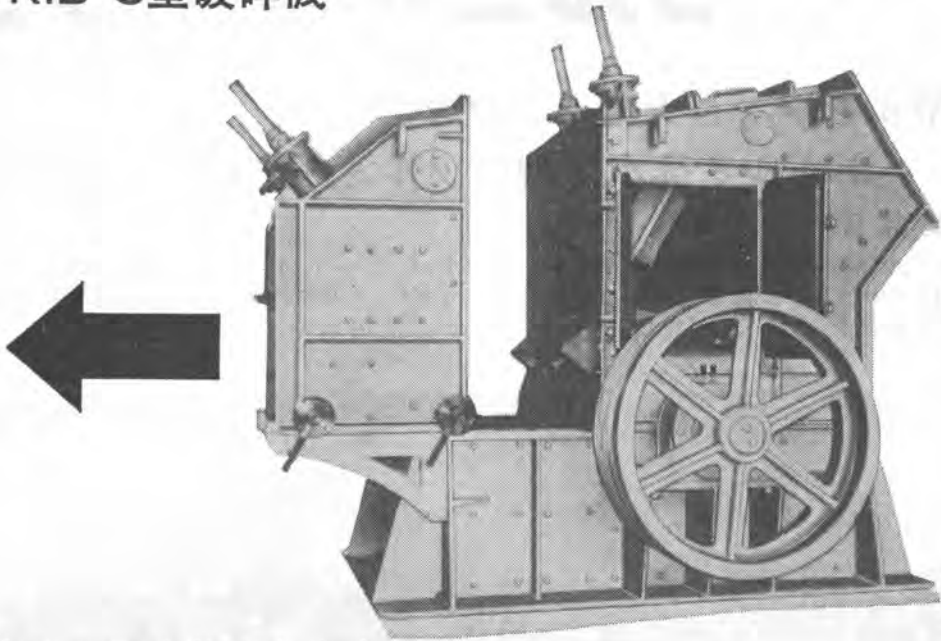
## TCM275ⅢAトヨタショベル

どんな荒けずりの現場にも、きわだった能力とパワーを発揮する、TCMトラクタショベル275ⅢA。サイクルタイムを大幅に短縮する作業性のよさに加えて、アーティキュレートによる機動性は抜群。苛酷な作業も思いのままです。★アーティキュレート式・バケット容量5.0m<sup>3</sup>。



# 従来のインパクトをスライドオープン化に成功!!

## KIB-S型破碎機



手動でスライドできます

## 世界一の納入実績

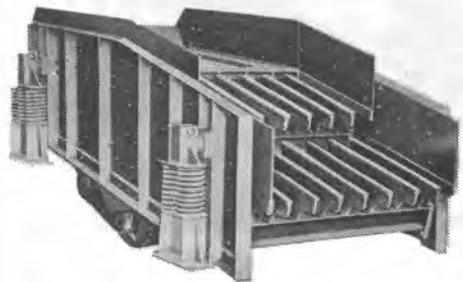
## 性能アップ

### NLH型振動篩



脱水，採砂にも使えます

### KPF-G型フィーダー



グリズリーバー形状に注目下さい



通産省指定合理化モデル工場

株式会社 **キンセイ**  
近畿工業株式会社

本社・営業所 〒541 大阪市東区伏見町 2-10 (Kビル) 大阪 (06)231-9736(代)  
東京営業所 〒103 東京都中央区八重洲1-6-12 (大久保ビル) 東京 (03)273-6057(代)  
加古川営業所 〒675-01 兵庫県加古川市平岡町一色105 加古川 (0794)35-1551(代)  
仙台営業所 〒980 仙台市中央3-2-1 (仙台湾水ビル) 仙台 (0222)66-2778(代)  
福岡営業所 〒812 福岡市博多区博多駅前3丁目27-24  
(博多タナカビル4階) 福岡 (092)45-6694(代)

建築・土木工事の影の主役

# ツルミ水中ポンプ

超小型ポンプから大型ポンプまで……

あらゆる排水処理にツルミが活躍しております。

## 営業品目

小型水中ポンプ	汚水汚物用水中ポンプ	水中オートポンプ	大型水中ポンプ
高揚程水中ポンプ	固形汚物用水中ポンプ	汚水サンド用水中ポンプ	耐蝕水中ポンプ
汚水用水中ポンプ	交互連動水中オートポンプ	サンド用水中ポンプ	



SB型

KT型

NKZ型



水に挑み水と闘うツルミポンプ

株式会社 鶴見製作所

本社 大阪市城東区鶴見4丁目7-17  
電話(06)911-2351(大代表)  
工場 大阪市城東区鶴見4丁目6-4  
電話(06)911-7271(代表)

東京・札幌・函館・青森・仙台・郡山・川口・千葉・長野・新潟・横浜・静岡・浜松・豊橋・名古屋・北陸・富山  
京滋・和歌山・南大阪・神戸・岡山・広島・米子・四国・松山・北九州・福岡・大分・熊本・南九州・沖縄・台北

≡≡≡ ホイールカッター式 ≡≡≡

# 小形 浚せつ船

標準吐出径 150, 200, 250, 300, 350 mm



- 分解して陸搬できる
- 浚せつ圧送能力は絶大
- 周辺の水を濁さない
- 砂・砂利の採取
- ダムの堆砂さらえ
- 港湾のへドロ除去
- 河川の水底掘削

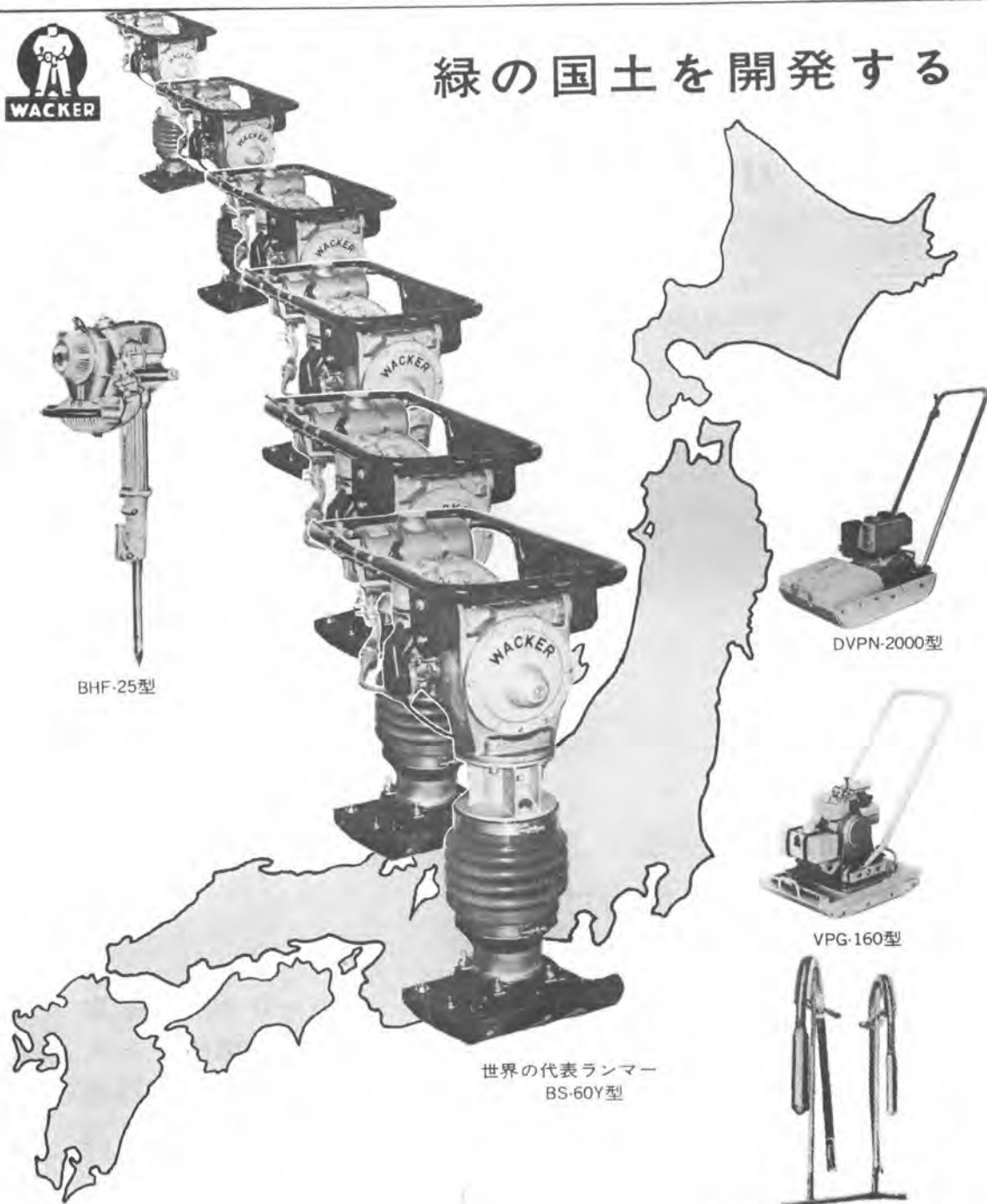
カタログ説明書贈呈最寄現場ご案内

株式会社 **ウオチマン**

〒542 大阪市南区鰻谷東之町32  
TEL. 06-252-0241



# 緑の国土を開発する



BHF-25型

DVPN-2000型

VPG-160型

世界の代表ランマー  
BS-60Y型

ニューマチックバイブレーター  
LIR75, 55型

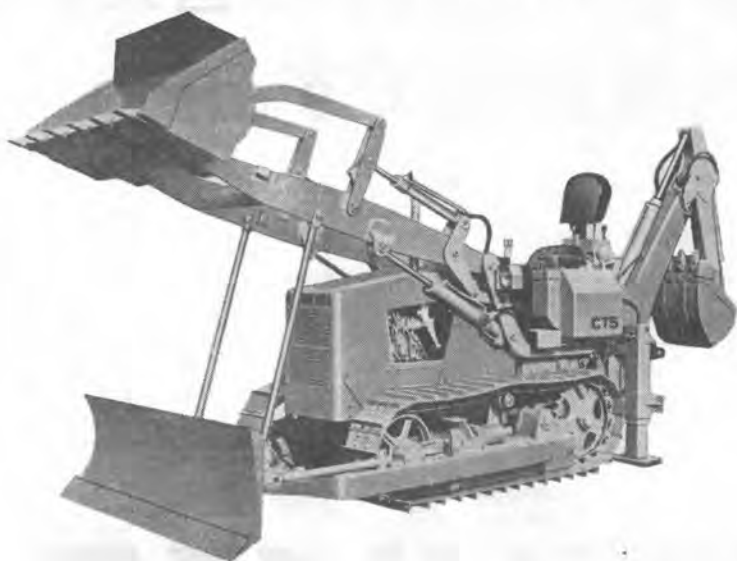
営業とサービスは全国ネットワークの代理店へお申込み下さい

## 日本ワッカー株式会社

- |       |                   |                    |
|-------|-------------------|--------------------|
| 本社    | 東京都大田区南蒲田2-18-1   | TEL 03(732)9281-5  |
| 大阪営業所 | 大阪市東住吉区中野町236     | TEL 06(704)4902-4  |
| 仙台営業所 | 宮城県仙台市福田町3-4-29   | TEL 0222(58)1208   |
| 札幌営業所 | 札幌市北二条西3-1三信産業ビル内 | TEL 011(251)5231-7 |

“とにかく仕事はかどるね。頼もしい奴さ”

現場で好評！ 掘削・積込機の新鋭機



# 古河の ショベル バックホウ **CT5**

《新発売》

●仕様

全 装 備 重 量	3,900kg(S)	定 格 回 転 速 度	2,400rpm
全 長	3,655mm(S)	バ ケ ッ ト 容 量	0.5m <sup>3</sup> (S)
全 幅	1,500mm(S)	バ ケ ッ ト 容 量	0.14m <sup>3</sup> (BH)
全 高	2,080mm(S)	最 大 掘 削 深 さ	3,300mm(BH)
定 格 出 力	42PS	ブ レ ード(幅×高)	2,000mm×630mm

 **古河鋳業**  
FURUKAWA CO.,LTD.

本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 の 内 2 丁 目 6 番 1 号

東 京(03) 212-6551 福 岡(092) 74-2261  
大 阪(06) 344-2531 名 古 屋(052)561-4586  
岡 山(0862)79-2325 金 沢(0762)61-1591  
広 島(0822)21-8921 仙 台(0222)21-3531  
高 松(0878)51-3264 札 幌(011)261-5686  
建機販売・サービスセンター 田 無(0424)73-2641-6

# 油圧式で 杭打工事の大型化にお答えする 最新振動杭打機です。

杭打・杭抜の大型化に伴い移動が  
簡単で、打込物も多種類可能、  
抜群の性能を発揮する油圧式振動  
杭打機です。

## 油圧式振動杭打機

# チャックハンマー

### 営業品目

各種コンクリート振動機  
チャックハンマー振動杭打機  
コンクリート製品連続製造設備  
振動モーター  
コールドフィダー  
コンクリート製品用各種型枠

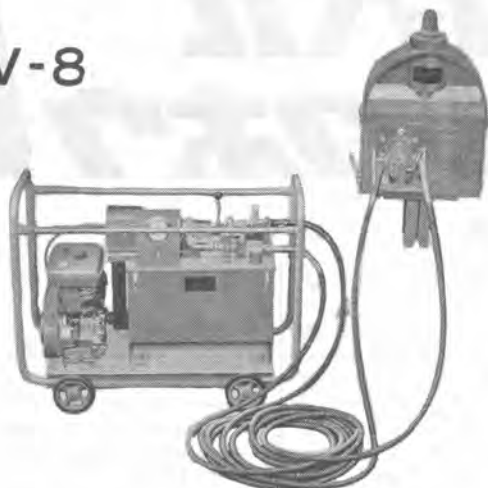
### CH型

V-3・V-6

V-6U(油圧式)

V-15(油圧式)

V-8



各種コンクリートバイブレーター製造発売元

**YK 山田機械工業株式会社**

本社 東京都北区赤羽南1丁目7番2号 電話東京(902)4111(代)  
戸田工場 埼玉県戸田市新曾南1-11-5 電話 蕨(0484)②5059・5060番

# 切羽の環境を改善する、 高能率クローラジャンボ!

古河の2ブーム・クローラジャンボは、国鉄幹線トンネル工事用に開発された高能率機。最大20°という登坂性能で、各種斜坑やアクセストンネル掘さくに現在活躍しています。さく岩機は強力・消音・消霧形として定評のあるD95ドリフタを搭載し切羽の環境を改善。ワンマン2ドリル操作機構とエクステンションブームの採用で、能率アップと省力化を約束。強カスケジュールも楽々こなす画期的な新鋭機です。

## 〈そのほかのすぐれた特長〉

- 油圧モータを電動にしたので、エヤ・モータに比較し走行時、ブーム操作時非常に静か。
- 機体幅が狭いので狭い切羽でも機動性発揮、切羽によっては2台並列稼働可能。
- レール式ジャンボに比較し急勾配斜坑でも高能率さく孔可能。
- ドリフタの保守に完ぺきな自動強制給油方式の採用。

## ■トンネルエースの主な仕様

全重量	6,500kg
全幅	2,030mm
走行速度	1.2km/h
登坂角度	常用18° 最大20°
電動機	22kw×4P(200V)
水平さく孔範囲	高さ4.4×幅5.3m

## ■D95ドリフタの主な仕様

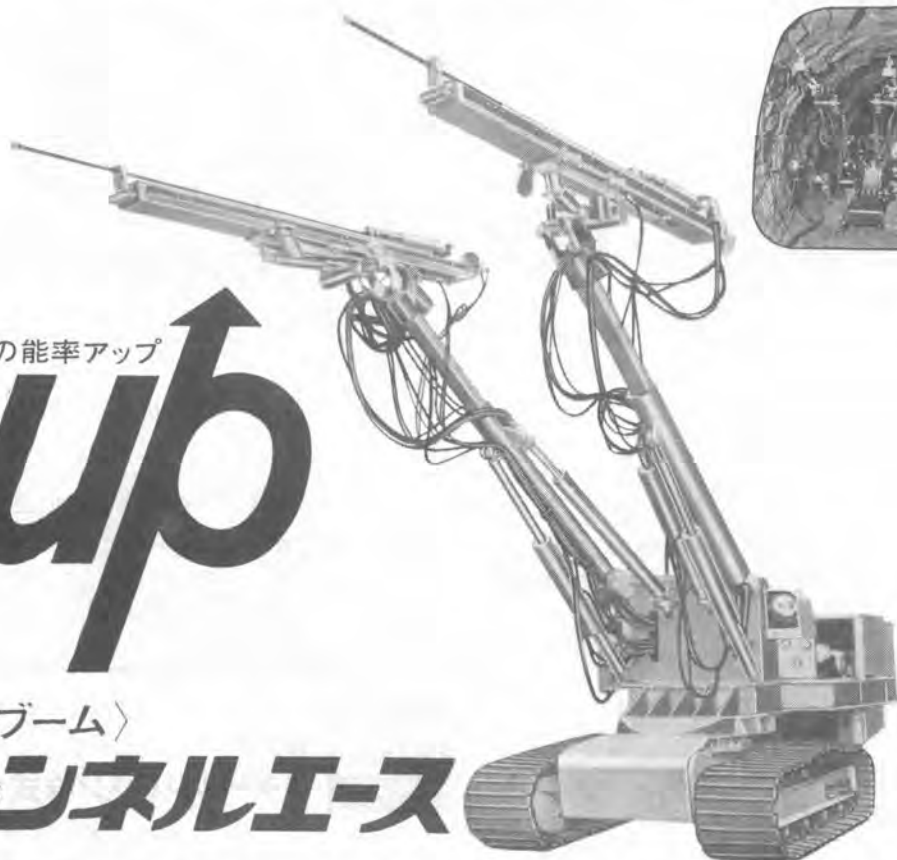
機体重量	90kg
シリンダ径	95mm
ピストン・ストローク	90mm
空気消費量	6.4m <sup>3</sup> /min
打撃数	1,500BPM

工事の能率アップ

**up**

〈2ブーム〉

**トンネルエース**



**古河さく岩機販売株式会社**

本社/東京都千代田区丸の内2の6の1(古河総合ビル)☎03(212)6551(大代)  
札幌☎011(871)1251 大館☎01864(2)1766 仙台☎0222(21)5541  
名古屋☎052(741)1761 大阪☎06(344)9362 高松☎0878(51)8695  
広島☎0822(32)7729 福岡☎092(56)6487 高崎☎0273(23)2532

●詳しいお問合せ。カタログのご請求は右記本社又は営業所へ

西独が世界に誇る強力メカニズム

# スチールコアードリル



スチールコアードリルはチェーンソーメーカーとして世界的シェアを誇る西独アンドレアスチール社が、コアボーリング用として開発したホータブルな機械です。

スチールカットクイック、スチールチェーンソーと同様にダイヤフラム式キャブレターが組込まれておりますので従来の固定式のものとは異り切削角度が自由で持ち運びも非常に便利です。陶管、ヒューム管等の穴あけから鉱山、炭鉱、ダム工事の現場まで非常に使用範囲の広い機械です。

## 特長

- 小型、軽量の為持ち運びが簡単です。
- ダイヤフラム式キャブレターが、組込まれて居りますので、どのような角度で使用してもエンジンは停止しません。
- スチール専用タンクが用意されて居りますので、水の供給も簡便です。
- コアビットは1インチ～12インチまで用意されて居ります。

## エンジン仕様

エンジン型式	2サイクル単気筒
排気量	58cc
無負荷最高回転数	8500rpm
減速比	1 / 9
キャブレター型式	ティロットソンHL型
燃料タンク容量	750cc
燃料	混合ガソリン 25 : 1 (使用50時間まで20 : 1)
重量 (コアビットを除く)	14kg



輸入元

スチールジャパン株式会社

本社 東京都渋谷区笹塚2丁目26番2号 ☎377-8427  
 大阪 大阪市淀川区本庄中通3丁目9番地(三陽ビル) ☎371-4363  
 熊本 熊本市新町2-4-14(三和ビル) ☎54-6457  
 札幌 札幌市北六条西6丁目2-1(山崎ビル) ☎741-0511  
 仙台 仙台市上杉1-8-13 勾当台パレス6階 ☎61-7058



# 明和

# 振動ローラ

両輪・駆動・振動

## ハンドローラ

上下回転式ハンドル  
MVH-5型0.5t

(特許出願中)



ステアリング軽快(パワーステアリング)

サイド転圧可能

MVR-25型2.5t

MVR-11型1.1t



## バイプロ プレート

アスファルト舗装  
表面整形

VP-110kg

VP-70kg

VP-60kg



## バイプロ ランマ

道路・水道・瓦斯管

電設・盛土・埋戻し

VRA-120kg

VRA-80kg

VRA-60kg



## スロップ コンパクタ

《新製品》

道路肩のり面転圧機

SC-1 150kg

(特許出願中)



株式会社

(カタログ進呈)

# 明和製作所

川口市青木1丁目18-2

本社・工場 Tel. (0482)代表(51)4525-9 〒332

大阪営業所 Tel. (06) 961-0747-8 〒536

福岡営業所 Tel. (092) 41-0878・4991 〒812

名古屋営業所 Tel. (052)361-5285-6 〒454

仙台営業所 Tel. (0222)56-4232・57-1446 〒983

札幌営業所 Tel. (011)822-0064 〒062



# 隧道掘穿の礫運搬、鉱石運搬には—— “シャトルカー”

## 特長

- 礫トロの入れ替えによるタイムロスもなく大量の礫を連続積込出来ますので、ローダー又は掘進機的能力をフルに発揮でき最も能率的です。
- 一発破分の礫を一回に積切りますのでチェリーピッカー、スライドポイント、カーシフター等の坑内設備や隧道の余堀の要もなく、又土捨場に於けるチップラー及転倒装置等も不要となり極めて経済的です。
- エヤーモーター或は電動モーター駆動によるワンマンコントロールで積込、排出が出来、運転操作は非常に簡単です。
- 切羽に於ける礫トロの入れ替えが不要の為、坑内の交通管理が容易です。
- 特に小断面隧道に於ける礫出しには、理想的な礫運搬機です。

## 種類及び仕様

機種	6 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	12 m <sup>3</sup>	15 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>	24 m <sup>3</sup>
全高 %	1,450	1,450	1,450	1,700	1,800	1,810
全長 %	13,200	13,450	14,550	14,650	21,000	21,600
全巾 %	1,215	1,450	1,550	1,600	1,500	1,730
重量 t	7.5	10.0	12.0	15.0	20.0	23.0

(最少回転曲率半径は40mRを標準とする。)

## 営業品目

- プレスクリート
- トレンローダー
- ロータリーコンクリートポンプ
- フィーダー
- 抗打機、穿孔機
- 電気集塵機

# 丸矢工業株式会社

本社／大阪市福島区海老江中1-38(平松ビル) TEL 06(453)0521-5  
 営業所／東京・広島・仙台 工場／姫路 サービスセンター／東京

# KOBEの建設機械

## 凜々しい 油圧ショベル 「タイプ」

H350 / H350L

R904 / R907



	H350	H350 L	R904	R907
標準バケット容量(m <sup>3</sup> )	0.35	0.35	0.45(山積)	0.7(山積)
最大掘削深さ(m)	4.2	4.1	4.35	6.3
エンジン (PS / rpm)	三菱 65 / 1,800	ヤンマー 62 / 1,800	三菱 65 / 1,800	ヤンマー 62 / 1,800
			79 / 1,800	90 / 2,000
全重量 (t)	9.0	9.5	10.5	18.0

KOBEの油圧ショベルは4タイプ。すべての機種がノーペダル、操作は2本のレバーでOK。落着ける運転室とワイドな視界。地面に吸着する理想的安定性。掘削力・作業量は各クラスとも最大です。いますべての現場で待たれている油圧ショベルの4タイプ。困難な作業も余裕をもって処理します。

●くわしくはカタログをご覧ください。

## ◆ 神戸製鋼

建設機械本部

東京 東京都千代田区丸の内1-8-2 ☎100 ☎03 (218) 7741  
大阪 大阪市東区北浜3丁目5 ☎541 ☎06 (203) 2221  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡

## ◆ 神鋼商事

建設機械本部

本社 大阪市東区北浜3丁目5 ☎541 ☎06 (202) 2231  
東京 東京都中央区八重洲4丁目3 ☎104 ☎03 (272) 6451  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・静岡・高松・広島・福岡

ダム、橋梁工事に真価を発揮する

ツカモトの  
ケーブル  
クレーン

- 両端固定式
- Y型プライドル式
- 軌索式

能率的なロープハンガーシステム

従来のボタン索方式、チエン連結式のウィークポイントを一挙に解決しました。ロープハンガーシステムはトロリーの移動に伴い、曳索の力を利用してハンガー駆動索に夫々違った速度比を与えることにより、トロリーの両側のハンガーは、夫々の範囲内に於て等間隔に開き、また寄るように設計され、衝撃と故障がありません。



ケーブルクレーン製造認可工場



# 塚本索道株式会社

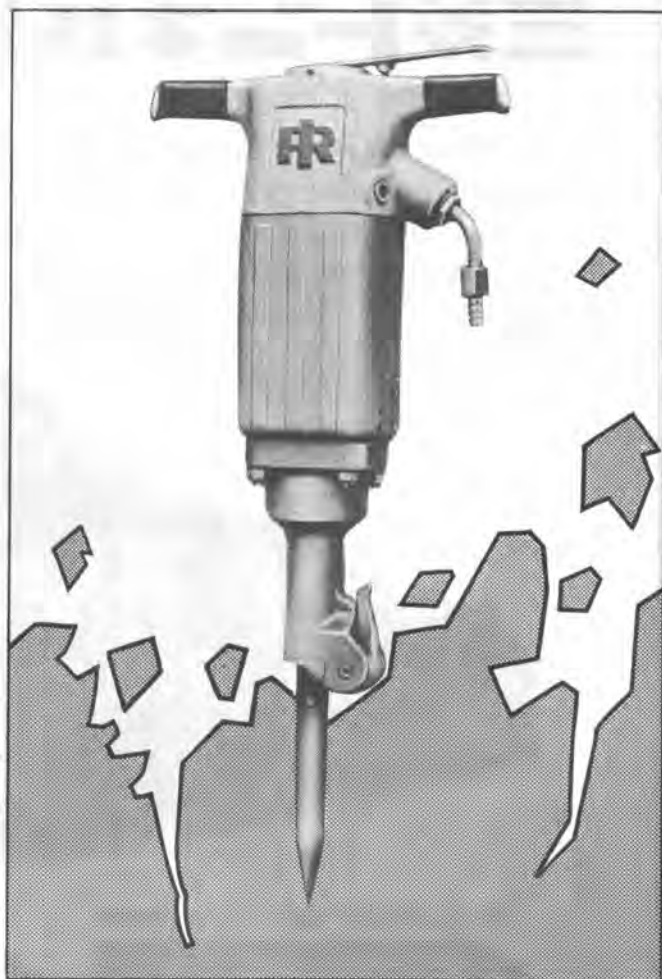
本社 熊本市水前寺1丁目9番 電64-7111  
工場 熊本市健軍町小峰2612 電68-3151  
支店・営業所 東京293-0724・札幌821-5961・鹿児島23-1248・大阪 329-1878・米子33-3511  
屋久島 2-0244・盛岡23-1438・江津2-2376・大島 名瀬1775・秋田32-5055  
佐伯 2-0424・人吉2-4177・福島34-8335・大分32-5191・熊本64-8166  
長野26-3719・日向4728・諫早 2-0917・宮崎22-8175・水俣 2-3906

# SB-8スーパーブレイカー

コンクリートブレイカーの  
騒音と振動をもっと小さく  
できたら……………

現場に従事する人々のこのような願いを製品に反映させたのがアメリカ、インガソル・ランド社の画期的なブレイカー、SB-8スーパーブレイカーです。今まで、コンクリートブレイカーの騒音と振動は避けられないものと考えられていましたがSB-8スーパーブレイカーの出現でこれらの問題は、一挙に解決しました。

SB-8スーパーブレイカーは、軽くて丈夫なFRP樹脂の消音マフラーなどにより不快音を取りのぞくとともに独自の内部機構により反撥や振動を最小限に抑えています。市街地での使用を特にお勧めいたします。



## ■仕様

作動圧力……………	7kg/cm <sup>2</sup>
空気消費量……………	2.21m <sup>3</sup> /min
打撃数……………	650bit/min
シャンク……………	32 $\varnothing$ mm×152mm
長さ……………	740mm
重量……………	36.3kg

製造元 **IR Ingersoll-Rand**

総発売元 **NEW デンヨー株式会社**

本社 東京都中野区上高田4-2-2  
☎03(389)3111 代表 千164  
営業所 札幌・仙台・新潟・東京・静岡・名古屋  
金沢・京都・大阪・広島・高松・福岡

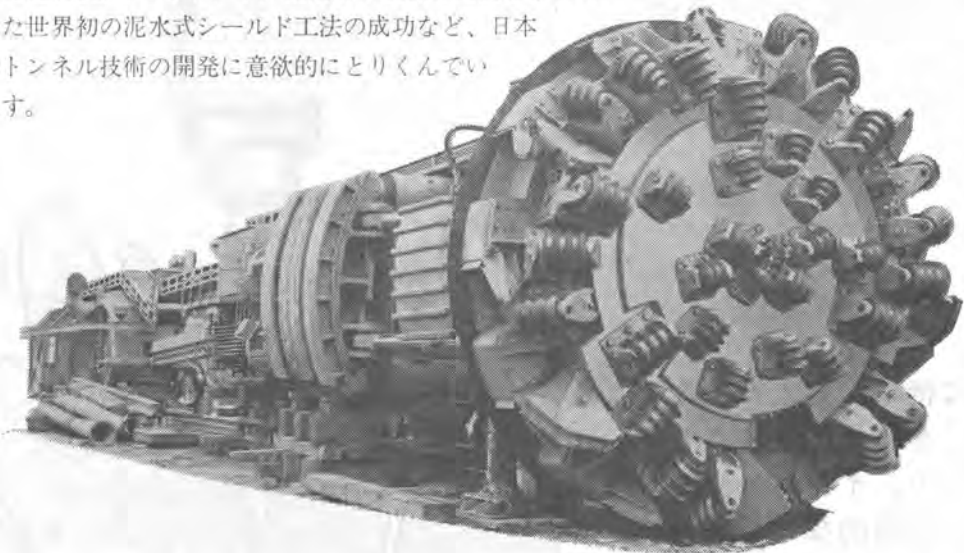
# 日本の動脈づくりに最高の実績！ 三菱トンネル掘削機



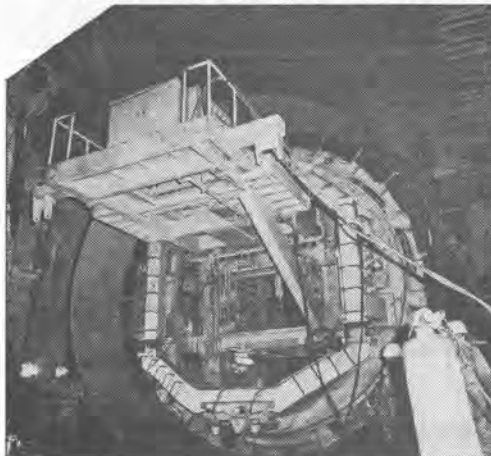
三菱重工は、創業100年におよぶ蓄積された技術基盤をもとに、複雑な地質に適したトンネル機械を開発してきました。すでに小口径から大口径まで、国内最高の300基におよぶシールドおよび硬岩用トンネルボーリングマシンを製作しております。

さきごろの東北新幹線第二有壁トンネルでは、三菱-ヒューズトンネル掘削機RT45による日進62.18mというトンネル掘削日本記録を達成しました。

また世界初の泥水式シールド工法の成功など、日本のトンネル技術の開発に意欲的にとりこんでいます。



地下鉄玉川線工事に活躍するシールド掘削機

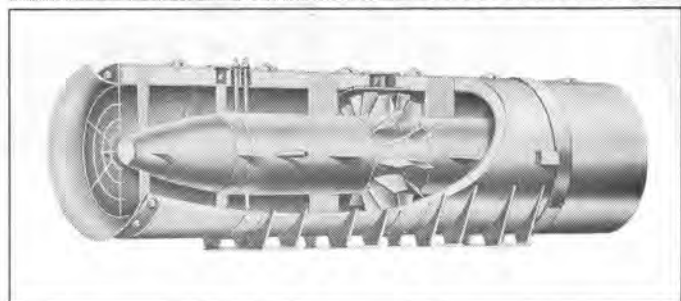
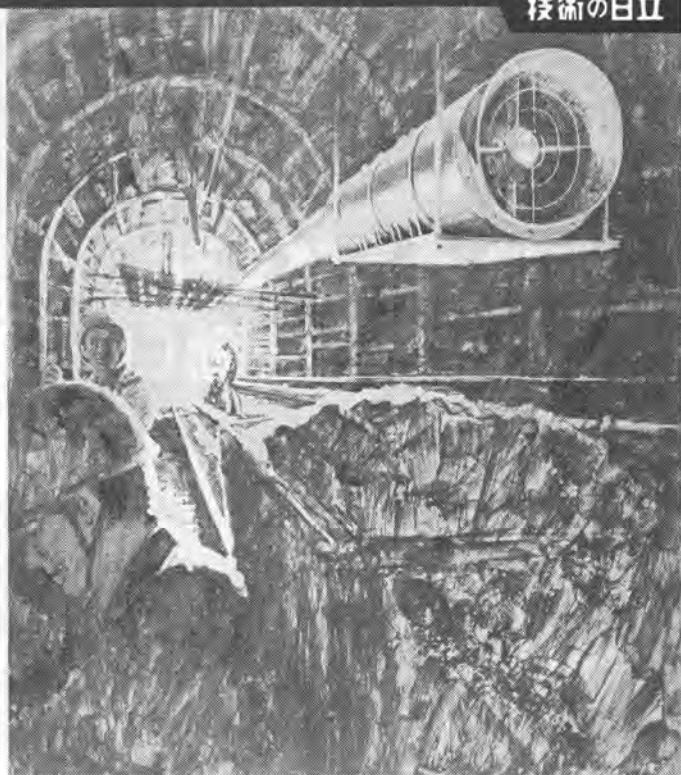


掘削記録を達成した硬岩トンネル掘削機



三菱重工業株式会社 建設機械事業部  
東京都千代田区丸の内2-5-1千100 ☎東京03(212)3111

# トンネル工事現場で活躍する、 低騒音《日立マイティファン》



## 安全な作業環境づくりのために

建設現場の安全な作業環境づくりは、作業員の健康管理、作業能率の向上のための必須条件。とくに新幹線や下水道などのトンネル工事現場で、充滿した汚染空気を排出しなければ、安全作業は確保できません。そこでいま圧倒的なご支持をいただいているのが、《日立マイティファン》。小形・軽量だけでなく、強力な換気効果を発揮。そのうえ従来の2重反転軸流ファンでは避けられなかった高騒音を、

特殊な吸音材の採用で低騒音化を実現したのです。

ファンづくり半世紀以上の《日立》の技術がつくりあげた高効率・低騒音の《日立マイティファン》。安全な作業環境づくりのためにお役立てください。ご計画に応じて短期間に納入いたします。

### 《日立マイティファン》の特長

- 78～80%と高効率なので、運転経費が年間300,000円もおトクです。
- 70～80ホーン台と大幅な低騒音化を実現。
- モートルの日立の伝統を生かした高信頼設計。



# 日立マイティファン

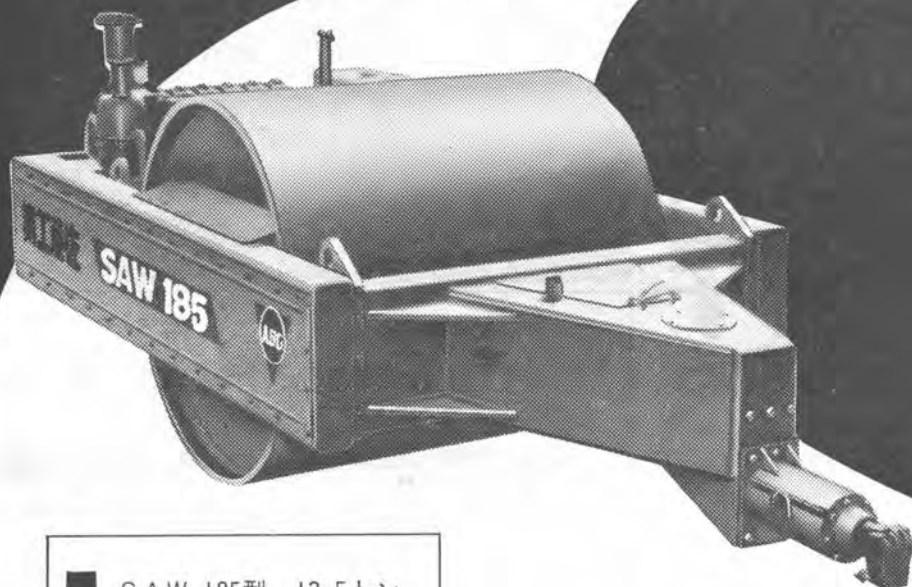
●お問い合わせは—もよりの営業所へ 東京(435)4111・大阪(203)5781・福岡(741)5831・名古屋(251)3111・札幌(261)3131  
 仙台(27)1771・富山(25)1211・広島(21)6191・高松(31)2111 または商品事業部へ  
 東京都港区浜松町2丁目4番1号(世界貿易センタービル)郵便番号105 電話・東京(435)4111(大代)

日立製作所

大型ダム建設に活躍する

西独 **ABG** 社

振動ローラー



■ SAW 185型 13.5トン

■ MAW 172型 6.3トン

■ A W 165型 3.3トン

豊富な実績：電源開発大津岐ダムにて使用されて以来深山ダム、新高野ダム、多々良木ダム、高瀬ダム等多数の大型揚水発電所の建設工事に使用されています。

●詳細は下記にお問い合わせ下さい。

本邦取扱店

**極東貿易株式会社**

建設機械第1部第1課

本社 〒100-91 東京都千代田区大手町2の2の1(新大手町ビル7階)  
☎03(244)3812

支店 札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡

指定整備工場：株 東洋内燃機工業社

川崎市高津区長尾東高根738 ☎044(86)8171



 **TEREX**

 **GM**

驚異的なコストダウン!

**TEREX**

ダンプトラック / ローダー



TEREX R-35 リヤ・ダンプ  
積載重量 32Ton

TEREX 72-81 ローダー  
バケット容量 7m<sup>3</sup>

本邦取扱店 **極東貿易株式会社** 建設機械第一部

本社 東京都千代田区大手町2-2-1 新大手町ビル7階 電話(244)3812  
支店・営業所 札幌・室蘭・釜石・仙台・千葉・沼津・名古屋・知多・大阪  
・石山・堺・広畑・水島・福岡・八幡・岩国・大牟田

# 最大舗装巾8.5mの画期的新製品



**BARBER-GREENE SB-170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

**Barber-Greene**



本邦取扱店

**極東貿易株式会社**

建設機械第1部第2課

本店 千100-91 東京都千代田区大手町2の1(新大手町ビル7階) 電話 03(244)3809

支店 札幌・岩手・津・名古屋・大阪・福岡

指定整備工場：マルマ重車輛株式会社

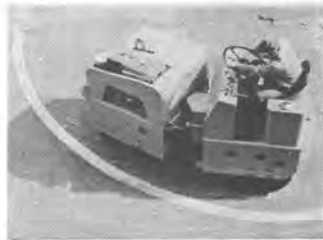
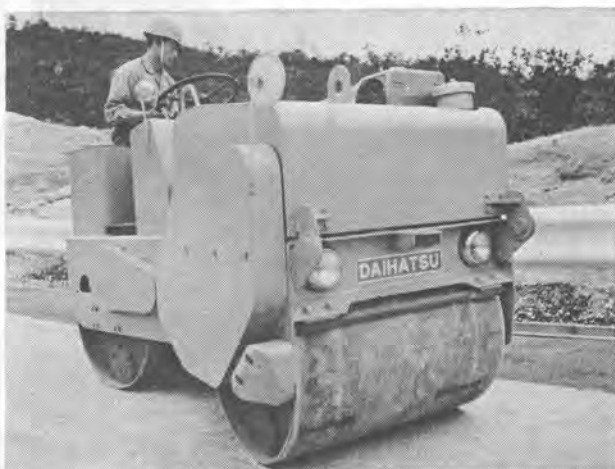
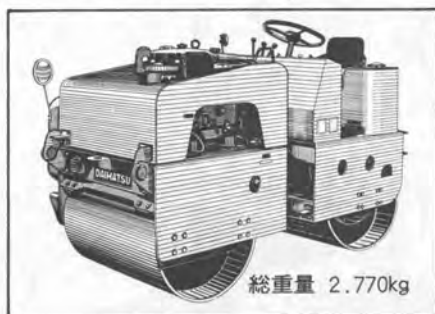
東京都世田谷区桜ヶ丘1-2-19 電話 (429) 2131

● 詳細は右記にお問い合わせ下さい。

最高の性能を追求した新製品 特許出願中

# DAIHATSU バイブレーションローラ VR30型

小型特殊自動車形式認定済  
〈認定番号 特-131〉



その他

- ハンドガイドタイプのベストセラー VRDA型
- 2.5tonの歴史を誇る VRT-2.4AE型
- 法面専用締固機 VRSA型
- トレーラー形締固機 VRKA型

## ダイハツディーゼル株式会社

本社 大阪市淀川区大淀町中1丁目1番地の17  
電話(大代表)大阪(06)451-2551 千531

本社工場 電話(大代)06(451)2561  
守山工場 電話(代)07758(2)3737  
東京営業所 電話(大代)03(279)0811  
札幌営業所 電話(代)011(231)7246  
仙台営業所 電話 0222(27)1614

名古屋営業所 電話(代)052(321)6431  
高松営業所 電話(代)0878(81)4121  
福岡営業所 電話(代)092(411)8431  
下関駐在所 電話(代)0832(66)6108  
ロンドン事務所 TEL: 01 588 5995

# 大きなクボタ



## 実力アトラス

〈使いやすさ〉と〈ねばり強さ〉で定評あるクボタアトラスショベル。バケット容量0.3m<sup>3</sup>~0.7m<sup>3</sup>までいずれも重点主義で鍛えあげたとびっきりのスコップたち。その実力、底知れぬパワーと場所を選ばぬたくましさをデッカクお役立てください。

## 重点シリーズ



ワイドに働くすごい腕

**掘削重点**

**KB-40RH**

- 標準バケット容量 0.4m<sup>3</sup>
- 最大掘削半径 7,220mm
- エンジン出力 60 PS

どんな湿地にもひるまない

**脚力重点**

**KB-40RM**

- 標準バケット容量 0.4m<sup>3</sup>
- 最大掘削半径 7,220mm
- エンジン出力 64 PS

疲れ少ない快適作業

**人間重点**

**KB-70R**

- 標準バケット容量 0.7m<sup>3</sup>
- 最大掘削半径 8,690mm
- エンジン出力 85 PS

強力な四輪駆動ダブルタイヤ

**機動力重点**

**KB-30F**

- 標準バケット容量 0.3m<sup>3</sup>
- 最大掘削半径 6,600mm
- エンジン出力 44.5 PS  
(空冷3気筒)

## クボタアトラスショベル



久保田鉄工株式会社

本社・大阪市浪速区船出町2丁目 ☎06(631)1121 ☎556  
 東京本社・東京都中央区日本橋室町3の3 ☎03(279)2111 ☎103  
 九州支店・福岡市博多区博多駅前3-2-8 ☎092(45)1121 ☎812  
 北海道支店・札幌市中央区北三条西3丁目1の44 ☎011(231)8271 ☎960

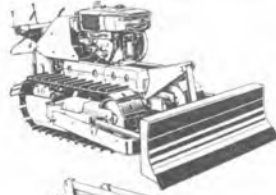
名古屋支店・名古屋市中村区米厚町2番地67 ☎052(563)1511 ☎450  
 仙台支店・仙台市本町2丁目1番11号 ☎0222(25)8151 ☎980  
 広島支店・広島市基町5番4号 ☎0822(21)0901 ☎730  
 高松営業所・高松市亀井町2番1号 ☎0878(33)5311 ☎760

# 小さなクボタ



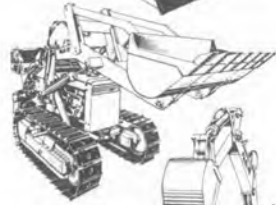
## 強力な根性ブル

強力＝小形＝軽量……あらゆる用途に高性能を発揮するクボタブルベツト。掘るバックホー、積込むショベル、押すドーザ、小さいながらも強力な根性ブル。現場からの要望に十分こたえるたのもしさです。



### 排土・削土にすばらしい働き **ドーザKD-1**

- 最大1.2トンというスバ抜けたけん引カ
- カム式爪クラッチの採用でその場旋回自在
- すぐれた走行安定性と、強じんな足まわりが自慢。



### 積み込み作業の省力化 **ショベルKD-S1**

- 4トンダンプに10分で積み込みOK。ダンク高さ1.6m 最大リーチ0.63m。
- バケツ操作は1本のレバーでワンタッチ。
- その場旋回自在。強じんな足まわりが自慢。



### 掘削・埋戻し…1台2役 **バックホーKBH-1**

- 最大掘削深さ2.2m。バケツ容量0.06m<sup>3</sup>。
- 大形排土板を装備し、排土は左右自在。旋回角度は170度。
- 4トントラックへの積み込み作業が可能。



## ブルベツト

#### ●サービスステーション

岩見沢・北海道岩見沢市中幌向町171番地  
 名取・宮城県名取市田高字原182番地の1  
 新潟・新潟市上所島字上所上一番  
 浦和・浦和市西廻字桜田1228番地  
 水戸・水戸市千波町海道付1954の1  
 東部・千葉県柏市大青田八両野719番地の1  
 長野・長野市中御所舞台737番地

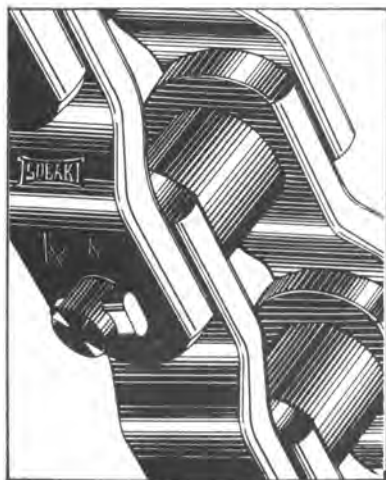
☎01262(6)2301 ㊟069-03  
 ☎0228(2)555-0536 ㊟981-12  
 ☎0252(45)1261 ㊟950  
 ☎0488(52)1121 ㊟336  
 ☎0292(41)3141 ㊟310  
 ☎0471(31)4111 ㊟277  
 ☎0262(28)1211 ㊟380

富山・富山県射水郡小杉町手崎字前田160番地 ☎07665(5)3580 ㊟939-03  
 全沢・全沢市増泉町26番地 ☎0762(41)7121 ㊟920  
 岡山・岡山市下石井2丁目1番1号 ☎0862(23)9281 ㊟700  
 米子・米子市米原569番地 ☎08592(33)5011 ㊟683  
 高松・高松市藤塚1丁目11番23号 ☎0878(31)8171 ㊟760  
 福岡・福岡市東区大字下和白字蒲池開 ☎092(96)3161-4305 ㊟811-02  
 大分・大分市大字新貝夏目ヶ原 ☎09752(8)0624 ㊟870  
 熊本・熊本県下益城郡富台町大字廻江846-1 ☎0963(57)6181 ㊟861-41



# 信頼の足跡。

苛酷な大荷重伝動にも、つばきの経験と技術が活躍しています。



チェーンの専門メーカーとして58年一。その豊富な経験と実績、すぐれた技術から生まれた〈つばき重荷重用ローラチェーン〉は、土木・建設機械の伝動部で活躍する強力タイプです。品質は、世界的な権威をもつAPI（アメリカ石油協会）認定で実証済み。衝撃、疲労、摩耗に強く、種類も豊富です。



## 椿本チェーン

本社 / 大阪市城東区鶴見4丁目13番地

### ●各地営業所

東京(274) 6411	仙台(25) 8291	千葉(54) 6124
大宮(65) 3611	松本(33) 9027	横浜(31) 7321
静岡(54) 7491	名古屋(57) 8181	海松(53) 7526
四日市(52) 3171	大阪(31.3) 3131	富山(41) 3011
京都(80) 3391	堺(21) 1098	神戸(25) 0651
姫路(82) 1986	岡山(23) 4467	高松(21) 1348
広島(71) 2165	岡山(24) 4100	徳山(21) 8134
福岡(44) 0271	札幌(26) 6501	

## 重荷重用ローラチェーン

資料のご請求は会社名ご記入のうえH-03係へ

実績と技術を誇る特殊電機……！

# トクデン タンパー Y-80型

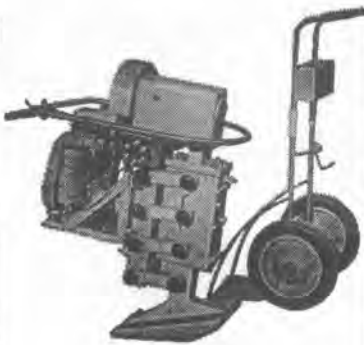
本邦唯一、  
ゴム共振採用

特殊衝撃方式の為故障少  
なく耐久力が大である。

- 突固め能力が強力である
- 前進登坂力が強力である
- 注油の必要がない

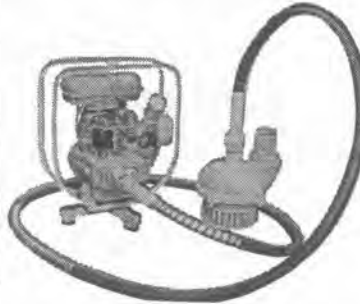
### ■用途

路床・路盤・アスコン等の軸圧  
埋設工事後の輾圧 法面・法肩  
路肩等法面の輾圧 盛土・栗石  
の突固めその他狭隙場所の輾圧  
締固め



# トクデン ポンプ

軽便高性能



# トクデン パイプブレーダ



原動機はエンジンでも、  
モーターでもO・K

### 特長

- 原動機はエンジン、モーターいずれも使用出来る。
- 小型軽便で特運びは一人で出来る
- 取扱操作は極めて容易。
- 呼び水等は一切不要。
- 故障少なく耐久度大。
- 土砂混入のよごれ水でも容易に大量揚水出来る。
- 原動機は一切の部品、工具を使わないでパイプブレーターに完全兼用出来る。

吐出口径 2吋 3吋  
揚程 (最大)

22m 14m  
揚水量 (最大)  
480ℓ/min  
1100ℓ/min

### 営業品目

コンクリート・ロード・フィニッシャー 各種コンクリートパイプブレーター  
(エンジン式・空気式・電気式)  
フィニッシングスクリッド・振動モーター・その他振動機械



## 特殊電機工業株式会社

本社	〒161 東京都新宿区中落合3丁目6番9号	電話東京	03(951)0161~5
浦和工場	〒336 浦和市大字田島字榎沼2025番地	電話浦和	和0488(62)5321~3
大阪出張所	〒550 大阪市西区九条南通3丁目29番地	電話大阪	06(581)2576
九州出張所	〒816 福岡市南区区内青木真砂町793番地	電話福岡	092(41)1324
名古屋出張所	〒457 名古屋市中区汐田町3丁目21番地	電話名古屋	052(822)4066
仙台出張所	〒983 仙台市大行院丁1番地	電話仙台	0222(57)3860
北海道駐在	〒060 札幌市北一条東8丁目1番地	電話札幌	011(241)8101

# MITSUBI-DEUTZ

## 空冷・ディーゼル・エンジン

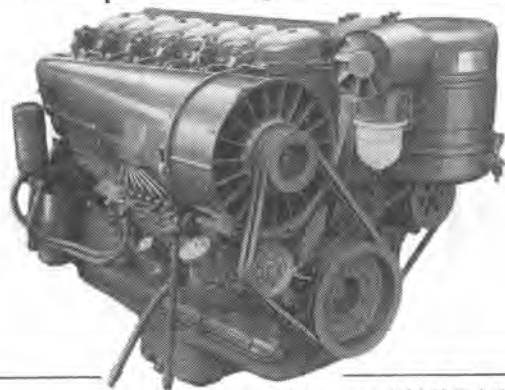
節約時代にはうってつけ!

燃料をくわない

クワな空冷

**F/L912  
シリーズ**

全負荷時燃料消費率  
158~165gr/psH



### 空冷エンジンの推奨

三興ディーゼル(株)社長小郷平八殿

私と空冷エンジンの出会いには25年前ディーゼルエンジンと燃料噴射装置の専門修理工場として発足した時にさかのぼる。戦時中、戦車潜水艦等に使用され、軍事秘密扱をうけて一部の限られた人を除き一般に、あまり知られてなかったのが今日の普及が夢のようだ。その為工場開設当初は苦勞の連続で文献も少く噴射ポンプの油量調整は自作の手廻しの台でメツシリンダーに流れ込む油量で調整した。それでもユーザーから好評をうけた。こんな話は今、誰も信じないだろう。なまたま魔兵器の95式97式戦車の空冷エンジンの再製を多量に依頼され毎日分解整備をつづけたが一番の悩みはファンの発する騒音だった。しかし他に良いものがなく魔兵器で安く再製出来るので定置動力としてひろく使用された。10年前三井ドイツから大阪地区のサービスの話があり我が意を得たりと躊躇なく協力出来たのは空冷エンジンに多くの実績と貴重な体験をもって居ったからだ。あれから10年空冷エンジンと共に歩み、サービスに努めて来たが近ごろはいろいろな機種に搭載され真価を益々発揮し誠にうれしことだ。我が社の進む道を誤らなかつたと自負している。技術家揃いの三井ドイツが信頼されるエンジン造りに研鑽を重ね一段と前進されることを祈り、我々の使命を自覚し更に努力することを誓い推奨の言葉とする。



## 三井・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)

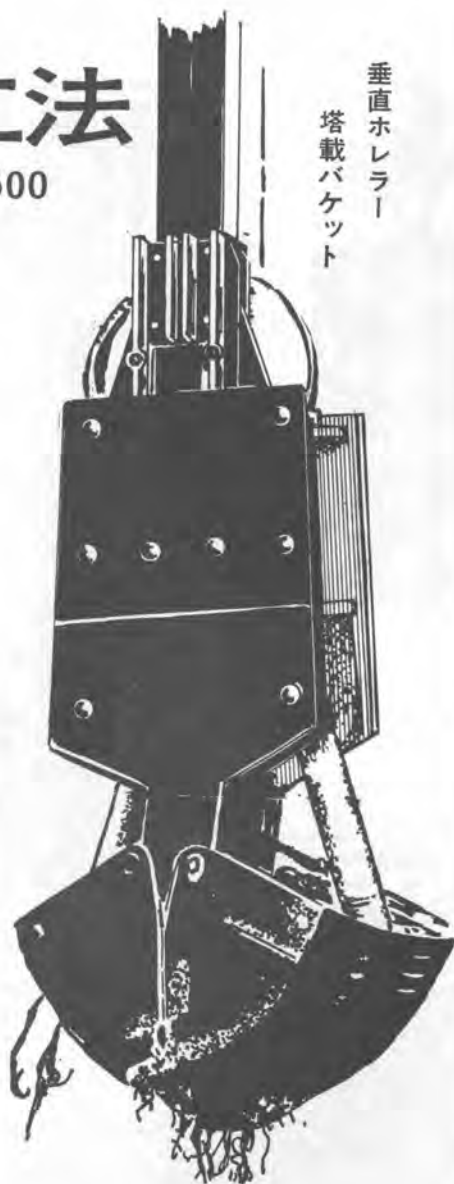


# 静かなMDB工法 地下連続壁工法

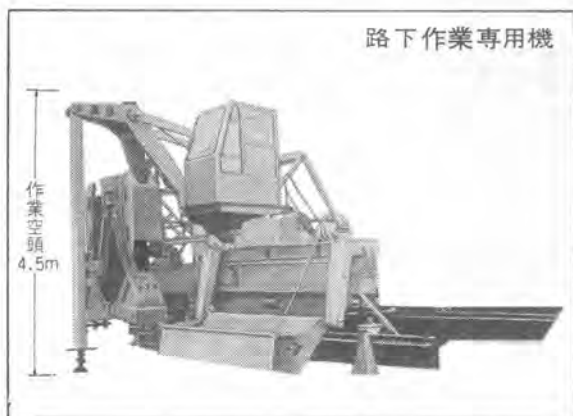
定点・省力化掘削機MDB-1500

- 新型排土装置（ダンプカー直積み型）の開発により定点掘削ができます。
- 定点掘削によりオペレーターの垂直掘削に個人差はありません。
- クラムシエルの底は丸型であり角型のインターロッキングを必要と致しません。……エレメントにスライムがたまりません。止水性は大です。
- トレンチバー・バケット機または超大型バケットをロープ2本掛にしスピードをころさず一本掛にて10まで静かに巻上げ可能なウインチをセットし遠隔操作も出来ます。

垂直ホレラー  
塔載バケット



路下作業専用機



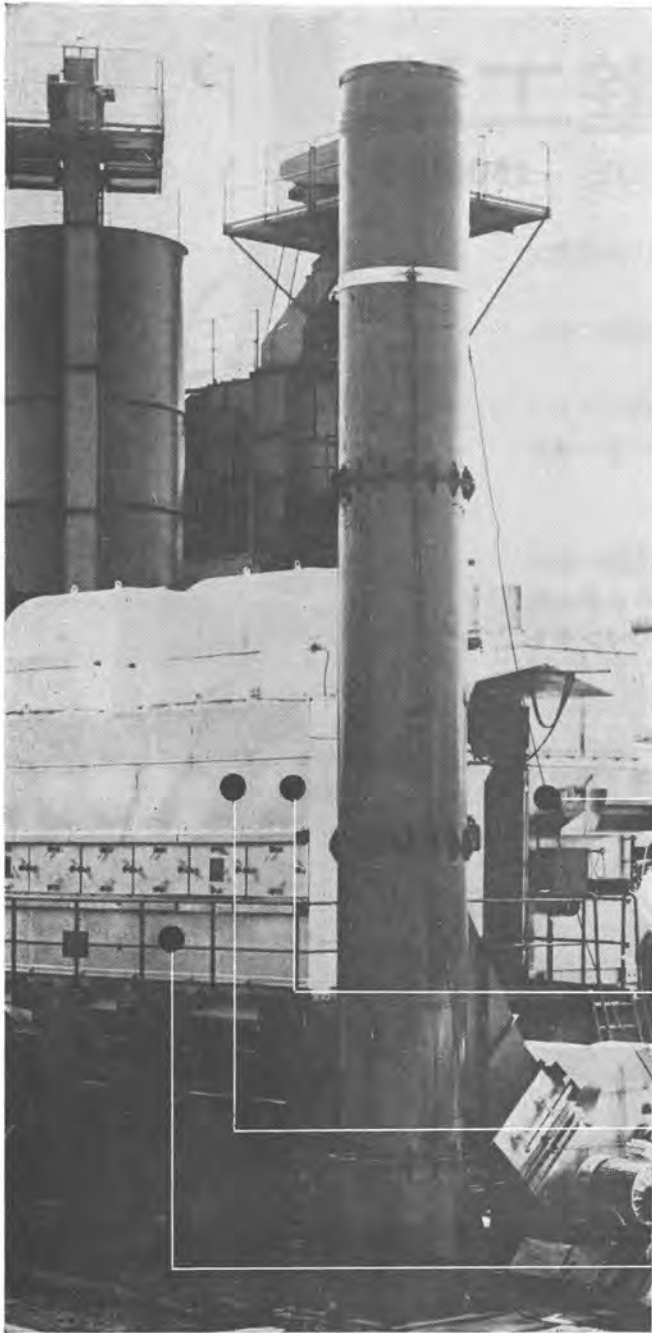
特殊地下掘削・計画・積算方法・資料の御用命は下記へ

——マサゴ 連続壁グループ——



## 真砂工業株式会社

本社 〒121 東京都足立区花畑町 4 0 7 4 電話(03)884-1636(代)  
 東京営業所 〒101 東京都千代田区内神田1-9-12(第二興亜ビル) 電話(03)293-8841  
 大阪営業所 〒530 大阪市北区牛丸町 5 2 (日生ビル) 電話(06)371-4751(代)  
 北九州営業所 〒802 北九州市小倉区熊本町2-3-3 (旭ビル) 電話(093)521-4276



## アスファルト・プラントの 粉じん公害は、 三菱ルーアフィルタが 解決します。

当社は、欧州のアスファルト・プラント用集じん装置に多くの納入実績を誇る“西独HEINRICH LÜHR社”と乾式集じん装置を技術提携し、同機の製作・販売を行なっています。

### 【特長】

- 特殊構造のガスクーラの併用により安定した連続運転ができます。
- ろ布を取り付けたままで、移設できます。
- ろ布の交換は、誰にでも簡単にできます。
- エレメントは、パネル形のため据付面積は少なくてすみます。

\* なお、詳細については下記にお問い合わせいただければ、係員を派遣いたします。

 **三菱化工機株式会社** 機器営業部・集じん機グループ

本社 東京都千代田区丸の内2-6-2 ☎03(212)0611 大阪営業所 大阪市東区伏見町5-1 ☎06(231)8001

# 公害をまるごとパックしました。

騒音やホコリなど住民の苦情が絶えない道路の工事。一方では公害防止条令が厳しく目を光らせています。これでは、工事の進行にも支障をきたしますね。そうした諸問題を解決したのが、公害対策アスファルトプラントです。従来、100ホーン近くあった騒音をなんと50ホーン以下におさえました。

ちなみに50ホーンといえば、私たちの会話程度の静けさです。この騒音対策をはじめ、煤塵、亜硫酸ガスの発生を防ぐ公害防止装置が大きな特長です。こうして、公害対策に万全を期したことに伴い、作業環境も著しく向上。もはや、住民の苦情ゼロになる日も、もう間近。ぜひ一度ご検討ください。

## 創意と工夫がすみずみまで 生かされた新機構です。 く3つの対策

### NAPは騒音を出しません。

●騒音については、音源個々について防音処置を施したうえ、それぞれ建家で密閉します。機体中心より30m地点で、測定値は50ホーンを確保できます。

### NAPはホコリを出しません。

●粉塵はバッグフィルタで捕集しますので、排気ガス中の濃度は0.02～0.03g/Nm<sup>3</sup>にすることが可能です。

●バッグフィルタを使用しますので、湿式集塵器のようなヘドロ発生の心配がありません。

●ドライヤーバーナーは灯油使用可能のように設計しました。灯油使用により亜硫酸ガスの発生を防止できます。

### NAPは相手を選びません。

●既設のどのようなアスファルトプラントにも容易に取り付けられます。

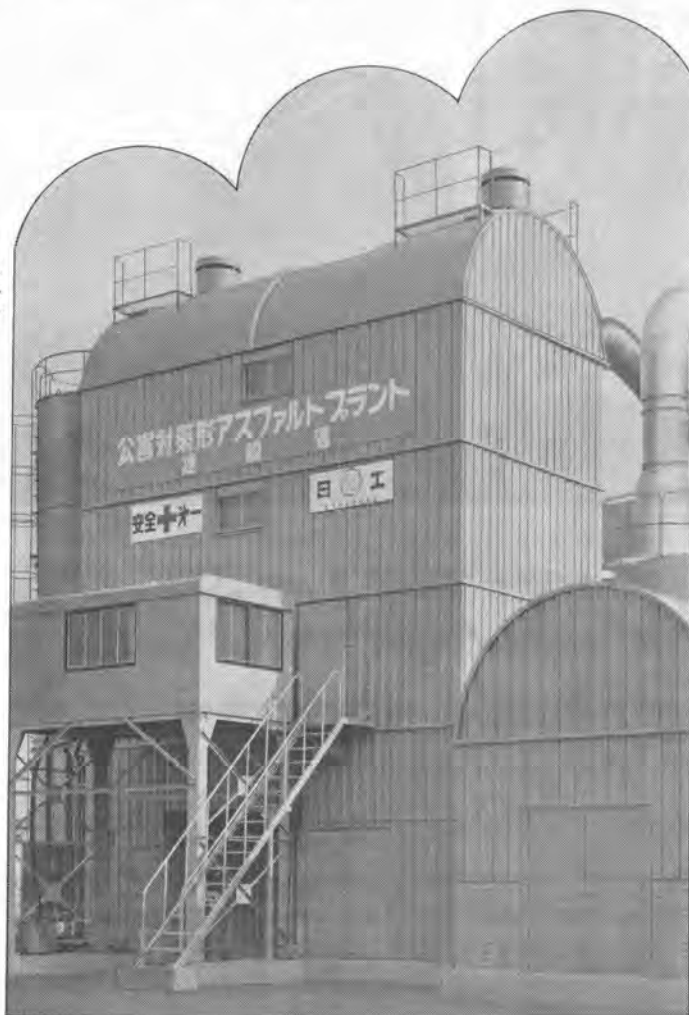
■この他、公害対策アスファルトプラントは、独自のアイデアが数多く生かされています。

●カタログのご請求、詳しいお問い合わせは下記営業所へ

札幌営業所	(011)231-0441
仙台営業所	(022)24-1133
名古屋営業所	(052)582-3916
広島営業所	(082)21-7423
福岡営業所	(092)521-1161
鹿児島出張所	(099)26-2156



# 公害対策



## アスファルトプラント

# 日工株式会社

本社・工場 明石市大久保町江井島1013 ☎二見(07894)6-2121  
東京営業所 東京都千代田区神田駿河台1-6 ☎(03)294-8121  
大阪営業所 大阪市西区新町南通5-1 ☎(06)538-1771



# トンネル工事に活躍!

安全に能率よく作業をすすめます

苛酷な作業を要求されるトンネル工事。ここでは性能の良さはもちろん、安全に能率よく作業をすすめる機械が求められています。すでに各地の土木現場でその働きが好評の日立油圧ショベル。トンネル工事でもコンパクトな体で強力な掘削を続けています。なかでも排気ガス、騒音の少ないクリーンショベル〈電動式油圧ショベル〉が注目され、多くの方に、これからのトンネル工事には欠かせぬ掘削機と高い関心を持たれています。

## 日立油圧ショベル

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| ●ディーゼルエンジン式               | ●電動式                     |
| バケット容量 0.35m <sup>3</sup> | バケット容量 0.4m <sup>3</sup> |
| 定格出力 63PS                 | モートル名称 日立全閉外扇形           |
| 全装備重量 9.8t                | モートル出力 37kW 4P・200/220V  |
|                           | 50/60Hz                  |
|                           | 全装備重量 10.5t              |



**日立建機株式會社**

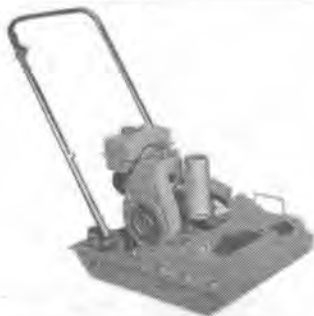
東京都千代田区内神田1-2-10 〒101  
TEL. (03)293-3611(代)

# どれを選んでも特技の持ち主です。



## MEIHO リトルジャンボ LJ-80型

耐久力と作動の手軽さは他に類をみません。メイホーの傑作です。



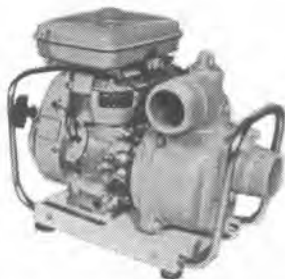
## MEIHO ロードメイト RM-80A型

始動・運転操作が容易にできるため、仕上作業には最適です。しかも故障率が低く防震効果も完璧です。



## MEIHO パイルカッター MPC-1型

小型軽量のため、移動が容易でシリンダーラム前進、後退切換レバーがついているので手元で全操作ができます。



## MEIHO セルプラポンプ ME型

耐海水性にすぐれ、構造簡単・超小型高性能ですので取扱いが容易です。

**MEIHO**

建設機械の総合商社

**WAKITA**

**脇田機械工業株式会社**

本社 〒550 大阪市西区本町2丁目15番地の9

T E L 06(581)3441番(大代表)

大阪支店 〒550 大阪市西区本町2丁目15番地の9

T E L 06(581)3441番(大代表)

東京支店 〒103 東京都中央区日本橋兜町2丁目38番地

T E L 03(668)0821番(大代表)

大阪・東京・仙台・郡山・名古屋・金沢・明石・岡山・広島

徳山・高松・松山・九州・枚方・守口・浦安

# 働きざかり



# モテざかり。

4輪駆動、車体屈折式などに加えて、次々に新しい技術を注入してきた三井の自信シリーズ。

抜群の機動性と働きっぷりでどんな工事にも大活躍。用途に応じてお選びください。



## 三井ランドメイトシリーズ

HL 5標準型	HL5バックホー付	HL8標準型	HL8バックホー付
バケット 0.5m <sup>3</sup>	バックホー0.1m <sup>3</sup>	バケット 0.8m <sup>3</sup>	バックホー0.17m <sup>3</sup>
重量 3.1ton	全備重量 4 ton	重量 4.6ton	全備重量 6 ton



人間と技術の調和に挑む

### 三井造船

建設機械事業部

〒104 東京都中央区築地 5-6-4 電話 03(544)3757・3761

お問合せは 最寄りの代理店、もしくは当社営業所にお気軽にどうぞ

●取扱店 三井物産機械販売サービス㈱・中道機械産業㈱・中道機械㈱・中道機械・ツバコー重機総販売5社の本社・営業所・出張所

●営業所・出張所 札幌011(261)0036・仙台0222(27)1486・東京03(544)3761・新潟0252(47)8914・名古屋052(582)0145・大阪06(443)1491・高松0878(33)4111・広島0822(48)0311・福岡092(28)3111

●その他の営業品目 モータグレーダ・ロードメンテナ・スクレーパ・ディーゼルクローラドリル・クローラドリル・ロッカー・ショベル・エクスカベータ・サイドンプローダ

## 3月号PR目次

### — D —

デンヨー (株) .....後付31

ダイハツディーゼル (株) ..... // 37

### — F —

古河鋳業 (株) .....後付23

古河さく岩機販売 (株) ..... // 25

### — G —

岐阜工業 (株) .....後付 1

### — H —

(株) 早崎鉄工所 .....後付 5

(株) 日立製作所 ..... // 33

日立建機 (株) ..... // 46

### — J —

重車輛工業 (株) .....後付 1

自動車機器 (株) ..... // 12

### — K —

(株) 建設部品 ..... // 4

(株) 加藤製作所 ..... // 7

(株) キンキ ..... // 19

(株) 神戸製鋼所 ..... // 29

極東貿易 (株) .....後付34・35・36

久保田鉄工 (株) ..... // 38・39

キャタピラー三菱 (株) .....綴 込

### — M —

マルマ重車輛 (株) .....後付 8

三笠産業 (株) ..... // 10

(株) 亦木荷役機械工務所 ..... // 13

(株) 明和製作所 ..... // 27

丸矢工業 (株) ..... // 28

三菱重工業 (株) ..... // 32

三井ドイツディーゼルエンジン (株) ..... // 42

真砂工業 (株) ..... // 43

三菱化工機 (株) ..... // 44

三井造船 (株) ..... // 48

— N —

内外機器 (株) .....	後付 9
(株) 南 星 .....	〃 14
長岡技研 (株) .....	〃 16
日本ワッカー (株) .....	〃 22
日 工 (株) .....	〃 45
日揮ユニバーサル (株) .....	綴 込

— S —

省力機械 (株) .....	表紙 2
住友重機械建機販売 (株) .....	〃 3
佐賀工業 (株) .....	〃 3
新東亜交易 (株) .....	後付 2
三和機材 (株) .....	〃 11
スチールジャパン (株) .....	〃 26

— T —

東京流機製造 (株) .....	表紙 2
(株) 東京鉄工所 .....	後付 3
(株) 東洋内燃機工業社 .....	〃 6
(株) 田原製作所 .....	〃 12
東邦地下工機 (株) .....	〃 15
太空機械 (株) .....	〃 15
(株) 田中製作所 .....	〃 16
(株) トーメン .....	〃 17
東洋運搬機 (株) .....	〃 18
(株) 鶴見製作所 .....	〃 20
塚本索道 (株) .....	〃 30
(株) 椿本チェーン製作所 .....	〃 40

— U —

(株) ウォーターマン .....	後付21
-------------------	------

— W —

脇田機械工業 (株) .....	後付47
------------------	------

— Y —

山田機械工業 (株) .....	後付24
------------------	------



脚がいいから、腕がいいから——作業の速さに差ができます。

どんな湿地でも、どんな急斜面でもひるまない健脚ぶり、たくましく働き、快速作業ならお手のものの超ワイドリーチ。すべてがこのクラス最高です。おまけに大トルクモータ装備でサイクルタイムもグリーンと短縮。この強力な足まわりとびっきりの掘削力——作業の能率アップならでっかく働く〈住友・リンクベルトLS-2800AJ〉におまかせください。

- ➔深掘り……6.44m
- ➔角掘り……5.77m
- ➔掘削半径……9.64m  
(ロングアーム装着時)
- 重量 / 17t
- バケット容量 / 0.6m<sup>3</sup>
- 接地圧 / 0.45kg/cm<sup>2</sup>  
(600mmグロウサシュー付)



ほればれンヨベル



住友・LINK-BELT 油圧式 シヨベル

LS-2800AJ

住友重機械建機販売株式会社 ■本社 / 大阪市東区北浜5丁目22番地(新住友ビル2号館) TEL. 大阪(06)220-9014



## 国外及び新幹線工事で大活躍 サガのスチールフォーム

### 【営業品目】

スチールフォーム・スライディングセントルフォーム・鋼製支保工・パネル・各種コンベヤー・護岸用及びダム用フォーム・プレートフィダー・ずりびん・クレーン・シールド工事用機器・各種プラント・橋梁・鋼製プール・その他鉄骨製缶工事設計製作

山陽新幹線トンネル工事各社納入  
上部半断面打設用スチールフォーム  
L: 15,000 自走装置付  
特許 下葎引上装置(他社では製作出来ません)

 **佐賀工業株式会社**

本社・工場 富山県高岡市荻布209 TEL. 0766-23-1500 (代)

東京事務所・工場 埼玉県鴻巣市箕田字二本木3838  
TEL(0485)96-3366-8

大阪事務所・工場 大阪市北区藤森町10  
TEL(06)362-8495-6

仙台事務所・工場 宮城県岩沼市桑原町4-9-12  
TEL(022312)4316(代)  
4317-2301

沼田事務所・工場 群馬県沼田市薄根町3475  
TEL(0278)3-3471

青森事務所・工場 青森県青森市新城市福田57  
TEL(0177)88-4640



# 高度なさく孔装置をフル装備 超大型クローラードリル

大口径長孔さく孔による<採掘量の増大><さく孔作業のスピード化>TYPR140ドリフターの消音マフラー、ダストコレクターによる<作業環境の改善>など、トーヨーが開発した最大作業量のクローラードリルです。

- シリンダー径140mm ピストンストローク90mmのラージボアショートストローク機構の強力な大口径長孔さく孔TYPR140ドリフター搭載。
- ロッド着脱作業のワンマンコントロール化とさく孔時間短縮をはかるロッドチェンジャーを装備。
- 坂道の昇降時、ホースの破損など、エアーの供給を断たれても、本体を安全確実に停止できるイマージェンシーストッパーを装備。
- 作業環境や耐久性を増すダストコレクターの装備、リフトスイング機構と操作バルブの集中コントロールで操作性抜群。

## クランドマスター TYCD-200 クローラードリル



「建設の機械化」

定価 一部 三〇〇円

発売元

Ⓐ 東洋さく岩機販売株式会社

東京本支店	TEL (03)	272-1711
大阪支店	TEL (06)	252-3231
名古屋支店	TEL (052)	231-7491
福岡支店	TEL (092)	761-3492
札幌支店	TEL (011)	241-6451
仙台支店	TEL (0222)	63-2351
高松営業所	TEL (0878)	61-6137
広島営業所	TEL (0822)	82-7280

製造元 Ⓞ 東洋工業株式会社

本誌への広告は

■一手取扱いの 株式会社 共栄通信社

本社 千104 東京都中央区築地8の2の1(新田ビル) TEL東京(03)572-3381(代)・3386(代)  
大阪支社 千530 大阪市北区富田町27 筑屋ビル3階 TEL大阪(06)362-6515