

建設の機械化

1978

2

日本建設機械化協会



川崎ロータリドリル KRD 110

— 川崎重工業株式会社 —



音もなく静かに押込み、 狭い現場でも、市街地でも ラクラク工事。

いまで鋼矢板の埋設工事では、必然的に騒音・振動が伴うため制約を受けざるを得ないという状況でした。

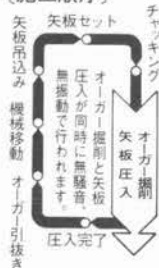
加えて市街地では機械設備(幅・高さ・重量)の制約も受け、工事の施工が非常に困難になっています。

《ミニマップ》は、これらの問題を一挙に解決。鋼矢板の貫入抵抗をアースオーガー掘削によって減らしながら、油圧により圧入するので無騒音・無振動。しかも、その圧入装置はS-40のアームおよびバケットと取り換え可能ですから、狭い場所でも鋼矢板の圧入工事、掘削工事ができるコンパクトタイプです。

(S-40mini MAP 圧入機は川鉄商事(株)
(株)マップ工業の協力で開発しました。)

- 土質条件にあった施工が可能
- 途中で引抜き、圧入作業が可能
- 水やペントナイト液がいらいため、泥土汚水処理が不要
- 静荷重で圧入するため、鋼矢板の損傷が少ない
- 操作が簡単
- 装置すべてが小型になるため、機械、電力、輸送費など少なくて済む
- 小型であることが、準備作業や片付けを容易にする。

〔施工順序〕



〔諸元〕

本体：油圧式ショベルS-40
 重量：16,500kg(500mmシュー付)
 長さ：5,100mm(リーダー中心)
 高さ：min6,500～max9,500mm
 幅：2,460mm
 適用範囲：鋼矢板Ⅱ・Ⅲ
 施工可能長：7,000mm
 接地圧：0.59kg/cm²(500mmシュー付)
 定格出力：82PS/1,800rpm
 鋼矢板圧入長：80～110m/日
 (実働日平均値)



無騒音・無振動鋼矢板圧入機

特許出願中

S-40miniMAP

住友・LINK・BELT油圧式ショベル

住友重機械建機販売株式会社

本社：大阪市東区北浜5丁目22(新住友ビル2号館) ☎(06)220-9014

川鉄商事株式会社

東京/東京都港区浜松町2丁目4-1(世界貿易センタービル) ☎(03)435-3345

大阪/大阪市北区小松原町2-7(大阪富国生命ビル) ☎(06)312-1251

目次

□巻頭言 建設機械と安全	藤田 雅 弘	1
豊予海峡トンネルの調査経過	松尾 昭 吾 矢部 哲 雄	3
奥矢作第1, 第2発電所工事における 環境保全対策	戸田 五 郎	12
青函トンネル F1断層の突破	辻兵 秀 紀 中 頭 弘 夫 原 昭 夫	19
下り傾斜ベルトコンベヤによる コンクリート輸送	井上 堯 之 榊 本 正	27
スリップフォームによる 手取第1発電所取水塔の施工	福島 啓 一 矢 作 健 治	37
上越新幹線消雪試験設備の概況	斎藤 力	44

グラビヤ—消雪試験設備

泥水シールド工法の現況と問題点	藤原 紀 夫	51
限定圧気式シールド工法の 開発と工事への適用	三輪 充 彦 青木 輝 雄	58
幌内炭鉱の復旧における揚水工事	宮崎 虎 雄	63
手持式さく岩機の防音対策	吉川 利 雄 鬼頭 光 男 小林 盛 信	70
□随 想 トンネルと共に 40 年	坂本 貞 雄	74
□新機種ニュース	調 査 部 会	77
□整備技術 ベクテル社の機械管理	整備技術部会	83
□ISO 規格紹介 建設機械の安全性の必要条件および 居住性に関する ISO 標準規格 (4)	I S O 部 会	85
□支部だより 「除雪に関する講習会」の開催	中 国 支 部	88
□統 計 建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移	調 査 部 会	89
行事一覧		90
編集後記	(桂木・兼子)	92

◀表紙写真説明▶

川崎ロータリドリル
KRD 110
川崎重工業株式会社

本機は川崎重工業が鉱山、大型土木工事向けとして開発した大型油圧式ロータリドリルである。主な特長として

- ① 全油圧式のため経済的なせん孔がなされるので作業能率の向上が図れる。
- ② 本体の両方向 360° 旋回機構により移動時間を大幅に短縮できる。
- ③ ダウンザホールへの交換がわずか数分で可能である。

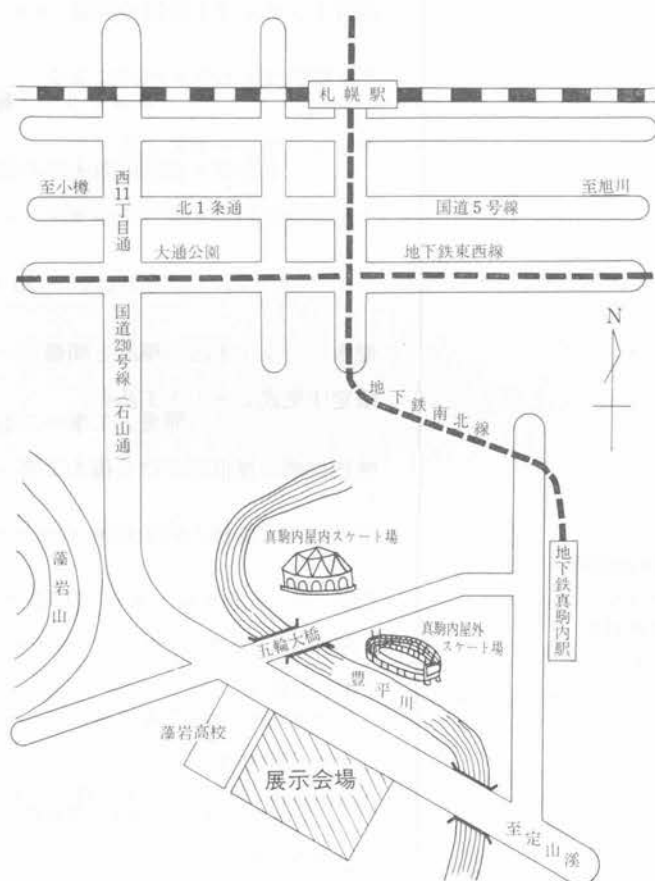
等を挙げることができる。

＜主な仕様＞

せん孔径：95 mm, 115 mm
全備重量：19,500 kg
エンジン：
油圧ポンプ駆動用 78 PS/1,800 rpm
コンプレッサ用 138 PS/1,500 rpm

昭和 53 年度 建設機械展示会（北海道）の開催

1. 主 催 社団法人 日本建設機械化協会
2. 会 期 昭和 53 年 4 月 20 日（木）より 4 月 24 日（月）まで
3. 公開時間 午前 9 時 30 分より午後 5 時まで（入場無料）
（ただし、20 日は午前 10 時より、24 日は午後 3 時まで）
4. 場 所 札幌市南区川沿町（札幌市立藻岩高校南隣り）……下図参照
5. 交通機関
 - ① 地下鉄……札幌駅→真駒内駅下車・真駒内駅前より会場まで無料バス運転
 - ② 路線バス……札幌駅前より定山溪方面行（8 番系統）に乗車→五輪大橋下車・徒歩 3 分



なお、詳細については下記事務局までお問合せ下さい。

社団法人 日本建設機械化協会

本 部：〒105 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内

電話 東京 (03) 433-1501

北海道支部：〒060 札幌市中央区北 3 条西 2-6 富山会館内

電話 札幌 (011) 231-4428

建設工事騒音振動対策技術講習会の開催

建設工事に伴う騒音振動対策技術の重要性にかんがみ、先般本協会では「建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック」を発刊いたしましたことはすでにご承知のことと存じますが、なお、この機会に昨年に引続きまして下記により「建設工事騒音振動対策技術講習会」の開催を計画いたしました。今後の工事施工に当って有益な講習会となりますので、是非ご参加下さるようご案内いたします。

1. 日 時 昭和 53 年 3 月 10 日 (金) 10[時 40 分]～16 時
2. 会 場 石川県建設総合センター (7 階)
金沢市弥生町 2-1-23 電話 金沢 (0762) 42-1161
3. 題目・内容・講師
 - (1) 総 論 (10.40～12.00)……………建設省 田中 康之
建設工事と公害、現行法令の解説ならびに対策の一般論として騒音振動の評価、影響、低減策および調査、工事環境管理など
 - (2) 各 論 I (13.00～14.30)……………建設省 中邨 脩
土工、運搬工、岩石掘削工、基礎工、土留工の各工種について騒音振動の実態と具体的な対策
 - (3) 各 論 II (14.40～16.00)……………建設省 中垣 光弘
コンクリート工、舗装工、鋼構造物工、取り壊し工、トンネル工、シールド工、軟弱地盤処理工、仮設工、定置機械の騒音振動の実態と具体的な対策
(注) 都合によっては講師に変更があります。
4. 会 費 本協会会員……10,000 円 (官公庁を含む)
そ の 他……13,000 円
テキスト「建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック」および昼食付

なお、申込方法等詳細については本協会北陸支部事務局までお問合せ下さい。

機 関 誌 編 集 委 員 会

編 集 顧 問

加藤三重次	本協会専務理事	石川 正夫	佐藤工業(株) 土木営業部
長尾 満	国際協力事業団理事	神部 節男	(株) 間組 常務取締役
坪 質	本協会常務理事	伊丹 康夫	日本国土開発(株) 専務取締役
浅井新一郎	建設省道路局	小竹 秀雄	本協会顧問
上東 広民	本協会建設機械化研究所	斉藤 二郎	(株) 大林組 技術研究所
中野 俊次	建設省計画局国際課	大蝶 堅	東亜建設工業(株) 取締役
新開 節治	建設省九州地方建設局 九州技術事務所	両角 常美	(株) 神戸製鋼所 建設機械事業部
寺島 旭	八千代エンジニアリング(株) 取締役		

編集委員長 桑 垣 悦 夫 建設省大臣官房建設機械課

編集幹事 田 中 康 之 建設省大臣官房建設機械課

編 集 委 員

酒井 孝	建設省道路局有料道路課	新堀 義門	三菱重工業(株) 建設機械事業部
西出 定雄	農林省構造改善局建設部設計課	高木 隆夫	キャタピラー三菱(株) 販売企画部商品開発課
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	堀部 澄夫	(株) 神戸製鋼所 建設機械事業部技術開発本部
菊地 和男	運輸省港湾局機材課	松島 顕	(株) 間組 機材部機電課
桑原 彌介	日本国有鉄道建設局線増課	兼子 功	(株) 大林組 東京本社 機械部計画課
桂木 定夫	日本鉄道建設公団 工務第一部機械課	鈴木 利夫	東亜建設工業(株) 工務部
佐々木武彦	日本道路公団東京第一建設局 建設第二部特殊設計課	寺沢 研頼	鹿島建設(株) 土木工務部
天野 節夫	首都高速道路公団第一建設局	鈴木 康一	日本舗道(株) 技術部
大宮 武男	水資源開発公団第一工務部機械課	福来 治	大成建設(株) 技術管理部情報室
津田 弘徳	本州四国連絡橋公団 設計第二部設備課	水野 一明	(株) 熊谷組 営業本土木部
塚原 重美	電源開発(株) 水力建設部	中尾 秀也	清水建設(株) 機械部
牧 宏	日立建機(株) クレーン技術部第一課	三浦 満雄	(株) 竹中工務店 技術研究所
田辺 法夫	(株) 小松製作所 営業本部営業企画部	林 茂樹	日本国土開発(株) 研究部

建設機械と安全

藤田 雅 弘



建設工事における機械の使用が増加するのに従って、これに伴う労働災害も増加しているのではないだろうか。青函トンネル工事でも、建設機械に基因する労働災害は全件数の5割を越える。もちろん、この中にはトンネル内の軌道での交通事故も含まれているが、機械の取扱いに基づくものが目立つ現状である。この原因には、取扱う労働者がもう少し注意し、基本動作を守って居れば防ぎ得たのではないかと思われるものが多いのも事実であるが、もし機械にちょっとした装置があったなら防止出来たのという悔いを覚える事故のあることも事実である。もっとも、こうした場合、取扱者がきちんと正しい措置をして居れば、そのような装置がなくても事故は起らないのである。しかし、取扱う人も人間である以上、何回も何回も繰返す作業のうちには、ちょっとした省略方法やミスを起こすことも考え方では当たり前なことなのかも知れない。こうした事故、いわゆる繰返し災害といわれるものがあとを断たない現実を見ると、機械にもっと人間工学的な労働心理学的見地からの安全対策上の装置を従来以上に配慮すべきではなからうか。

先年、ずり積み機のポケット操作のハンドルに矢板運搬中の労働者が矢板をぶつけてポケットが動き、これにうたれて死亡した事故があった。むろん、こういう時には動力源の圧搾空気を止めて作業することになっている。しかし、この時にはそれはなされてなかった事が不幸の事態を招いた最大原因である。しかし、作業している人にとって、ともすれば落ち入りやすいミスであることも否めない。ハンドルにロック装置があれば防げたかも知れない。もっとも、ロックを忘れたら同じだとの意見もあろうが、少しでもより良い方向に努力すべきことに異論をさしはさむ人はいないだろう。

又、ずり積みが終了し、削岩にかかるためずり積み機とジャンボとを入替えて交換する時、ずり積み機に格納したステップがはずれてジャンボと接触して停止したので、これをはずそうとして機械の間に入り、ずれた機械にはさまれて死亡した事故があった。これなども、このステップをちゃんと格納し、これ

巻頭言

をロックすればこうした悲惨なことは起らなかったわけである。もちろん、この種の事故が機械のより安全を配慮した装置がなかったただけから起っているわけではなく、前述のような基本動作を欠いていた点や注意力が不足していたことも一因をなしているのである。しかし、こうした装置があれば起らなかったことは、後者の場合特に確かな気がする。こうした事を機械の設計、製作上から、うまい装置を安く、簡単に、しかもこれを扱う人一人一人の心理行動を見抜いて適切に設備されることを願っている。

かつて日本の技術者がドイツで鋼板の穴明け作業を見学した時、日本では1回ですますことを2回穴ざらいをしているのを見て、「一度でいいのに、どうして二度も……」とたずねたところ、ドイツ人は、「この製品はアフリカへ輸出する。もし扱う人がこの穴へ指を入れた時、一度では指が傷つくことがある。そうすると熱帯潰瘍になって指を切り落さなければならない事になりかねない。だから二度やっているのだ」と答えた話を聞いたことがある。真偽の程は知らないけれども、今では日本もちゃんとこうした配慮のなされた製品を輸出していることと信じているが、このような細かい心遣いと思いやりが従来にもましてより大事なのではないだろうか。

先日、機械学会の委員会一行が建設機械と災害防止について青函トンネルの竜飛方を調査されたが、こうした面での、地味で、しかも真剣な努力が続けられて居られることを知って心から敬意を表するとともに、多大の感銘を受けた。そして、このようなことが多くの関係ある人々の関心を集めてその成果のあがることを心より期待しています。

—日本鉄道建設公団青函建設局長—

豊予海峡トンネルの調査経過

松尾 昭吾* 矢部 哲雄**

1. はじめに

海底における地質調査は鉄道、道路、電力など各方面で実施されてきた。このうち、鉄道においては関門、新関門、青函の3トンネルで実績があり、特に青函トンネルでは多くの調査法を駆使して地質の解明に努めた。この結果、海底調査法はほぼ確立されたと言えよう。

日本鉄道建設公団では四国新幹線（大阪～大分間）のうち、青函トンネルに匹敵する大工事が予想される豊予海峡の海底トンネル部において昭和49年より地形・地質調査を実施しているが、前述の確立された調査法に加え、新しく開発された調査法も採用し、この海峡に最も適した調査の手法、位置、測定条件、機器等を選定し、作業を継続している。

ここでは豊予海峡で実施した調査の概要、調査結果、今後の調査計画について中間報告する。

2. 調査の概要

(1) 地形・地質

豊予海峡は図-1に示すように四国の佐田岬半島と九州の佐賀関半島を隔てる幅約14kmの海峡で、四国、



図-1 豊予海峡位置概略図

* 日本鉄道建設公団海峡線部長

** 日本鉄道建設公団設計室

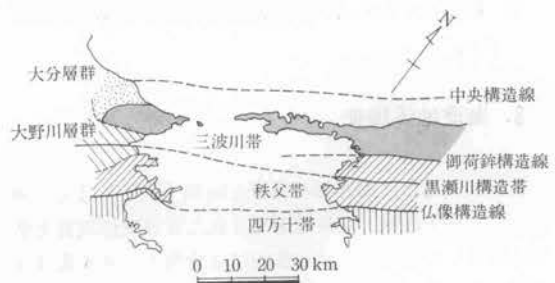


図-2 豊予海峡付近地質図

九州間で最も狭くなっている場所である。両半島ともに地形は急峻で、平坦地はわずかに見られるにすぎない。海峡は両半島を結ぶ線に沿って陸地の尾根に相当するような浅海部が連続している。

豊予海峡付近の地質は図-2に示すように三波川帯に属する結晶片岩という、きわめて堅硬な岩石で構成されており、主に四国方は塩基性片岩（緑色片岩）、九州方は泥質片岩（黒色片岩）が分布する。両半島ともにほぼ尾根に沿って背斜軸が通っており、半島の成因に大きく関係しているものと考えられる。断層は陸上部ではさほど著しいものは認められないが、この三波川帯は南北を中央構造線、御荷鉾構造線という、日本で第1級の構造線で画されており、その副断層の影響が懸念される。また、佐賀関半島には蛇紋岩や軟弱な新期堆積物が分布しており、海峡部にも分布している可能性があるため、その海底部の分布、性状を解明する必要がある。

(2) 調査のポイント

海底部の調査を進めるにあたっては、予備調査として陸上部の調査（資料収集、地形図作成、概略地表踏査等）を実施し、分析して解明すべき事項を把握しておく必要がある。豊予海峡海底部における調査のポ

イントは次の5項目に集約することができる。

- ① 基盤岩である結晶片岩の層序、地質構造
- ② 基盤岩を覆う軟弱な新期堆積物の分布、厚さ、性状
- ③ 断層の位置と岩盤の破碎状況
- ④ 膨張性を有する蛇紋岩の分布、産状
- ⑤ 路線想定位置に出現予想される岩盤の工学的性状

(3) 調査法の選定

前項の事柄を解明するために有効と考えられる調査法を表一1のように選定した。なお、次の点を考慮しながら実施することが望ましい。

- ① 概括的な調査から開始し、詳細な調査に移る。
- ② 考えられる多くの調査をできるだけ実施する。
- ③ 問題点があれば、すでに行った調査を繰り返し調査する。

3. 海底地質調査

表一1をもとに海底部の調査を昭和50年7月より開始した。豊予海峡では最近開発された音波映像調査を新規に採用しているほかは方法的には青函トンネルをほぼ踏襲している。しかし、その海峡幅、海象、地質、さらには機器の進歩、環境保全に対する配慮の差異等により調査の内容、数量はかなり変化してきている。表一2は青函トンネルと豊予海峡における海底調査実績を比較したものである。

以下に、豊予海峡で行った各調査について、その調査目的、方法、調査結果の概要を調査順に述べる。

(1) 深浅測量

海底地質調査のためには正確な海底地形図を作成しなければならない。

表一1 海底地質調査法

区分	調査項目	方法	成果	目的	
地形測量	深浅測量	音響測深機により海底深度を線状に測定する。	海底地形図		
	底表部	水中観察	潜水具、潜水艇による直接観察法と水中写真、水中テレビによる間接観察法がある。	海底状況	①②
音波映像調査		サイドスキャンソナーにより海底表面を面的に測定する。	底質分布図	②	
ドリッジ		ドリッジにより底質を採取する。	地質分布図	①②④	
地質調査	ボーリング	足場式、鉄塔式、浮上式、沈設式(浅尺用)など	地質柱状図	①②④⑤	
	物理探査	音波探査	スパーカ、エアガンを起振源とする反射法	地質断面図	①②③
		弾性波探査	ダイナマイト、エアガンを起振源とする屈折法	弾性波速度断面図	②③⑤
	磁気探査	プロトン、セシウムなどの磁力計により磁力を測定し、強磁性岩体を検出する。	強磁性岩分布図	④	

(注) 目的欄の数字は本文2章(2)項の記述に対応

表一2 海底調査実績比較表

トンネル名	青 函	豊予海峡
調査時期	昭和21年～45年	昭和49年～
海峡幅	23.3 km	13.5 km
深浅測量	138 km ²	150 km ²
水中観察	1回	(1回)
音波映像調査		270 km
ドリッジ	2,040点	536点(64点)
ボーリング	3本 600 m	3本 1,880 m(2本 600 m)
音波探査	2,027 km	845 km
弾性波探査	23 km	20 km(20 km)
磁気探査	1,850 km (火山岩探査のため)	230 km (蛇紋岩探査のため)

(注) ()内は昭和52年11月以降追加予定のもの

表一3 音響測深機性能

型式	PS-10E	SL-32(3)
用途	浅海用	深海用
周波数	200 kHz	28 kHz
指向角	3°	10°
紙送り速度	6 cm/min	2～4 cm/min
レンジシフト	{(浅海)0～13 m×4段 (深海)0～26 m×4段}	{(浅海)0～100 m×4段 (中深)0～200 m×4段 (深海)0～400 m×4段}
最大測深	106 m	1,600 m

海上保安庁水路部が発行している豊予海峡付近の海図は、その使用目的が異なるため精度上新たに1万分の1海底地形図(コンター2 mごと)を作成した。本海域はその地質構造が海底地形に現われやすい傾向を有している堅硬な結晶片岩で構成されているため、音響測深機は表一3に示した浅海用、深海用の2種を併用し、精度の向上に努めた。

測定は測線間隔を100 mとして全域を連続測定し、記録を解析する際の補正は、検潮所資料により潮位補正を、パーチェック(比較的浅海部における海中音波伝播速度補正の方法のことで、反射板をワイヤで海中につり下げ、所定の深度で測深し、正確な速度を求める)資料により水中音波伝播速度補正をそれぞれ行った。

図一3は海底地形図である。海底地形図はそれ以後に実施されるすべての海底地質調査の基本図としてきわめて大切な成果であることはいうまでもないが、地質的情報も多く包含している。この海底地形図から次のことが推定できる。

① 両半島を結ぶほぼ線上には海底尾根ともいべき高まりが連続しており、四国と九州の両半島に露出する堅硬な結晶片岩で構成されているものと考えられる。

② この海底尾根の南北両側にはそれぞれ数個の海盆があって、比較的軟弱な地質が予想され、断層破碎帯が通っている可能性もある。

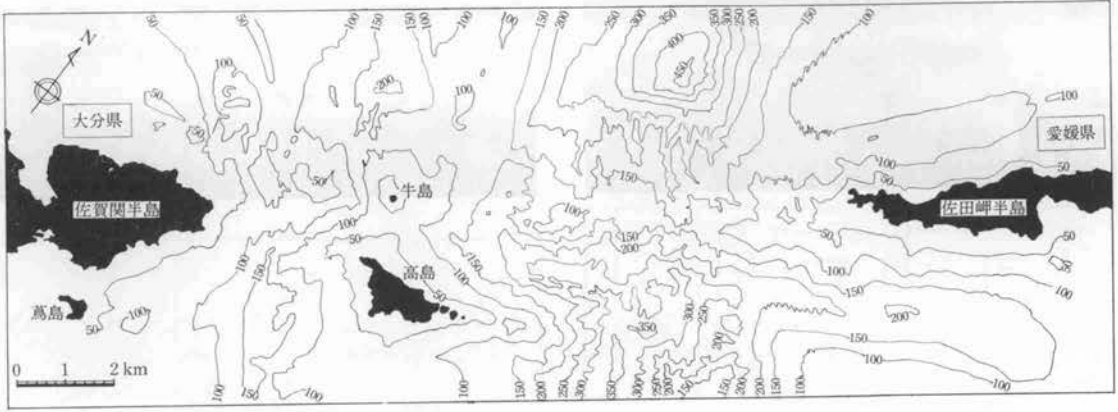


図-3 海底地形図

③ コンターの形状をみると、高島北方と両半島付近はコンターがなめらかで間隔もあいており、砂質の堆積物が考えられ、他はコンターが乱れ、間隔が狭いので、岩盤が露出しているものと予想される。

④ 海底尾根の高まりや海釜の深まりの方向は両半島を結ぶ線にやや斜交しており、地質構造を反映しているものと考えられる。

このほか、地層の走向・傾斜、断層などに関する想定も可能である。

このように、海底地形図は豊富な情報を有しており、効果的な活用を図ることが大切である。

(2) 音波映像調査

音波映像調査は海底面の地形の状況を把握し、海底の底質の種類、分布を判別する方法である。深淺測量が線的に測定するのに対し、この調査は面的に探查する方法で、最近になって開発されたものである。

元来、沈船、魚礁などの海底探査、海底ケーブル、パイプラインなどの設置位置の確認などに利用されていたが、ドレッシングの位置を選点する場合、岩盤が露出している部分を重点的に採取するのが効率の良い方法であり、その選点資料として有効な音波映像調査を採用した。調査方法は図-4に示すように音波発・受信機を兼ねたサイドスキャンソナーという測定機を海底からおおむね50mの海中に保ちつつ測線(間隔800m)上を曳航する。

成果として、図-5に示すように海底表面に分布する底質を岩礁、岩礁・れき、れきおよび砂に区分した1万分の1の底質分布図を作成した。記録は反射波を受信し

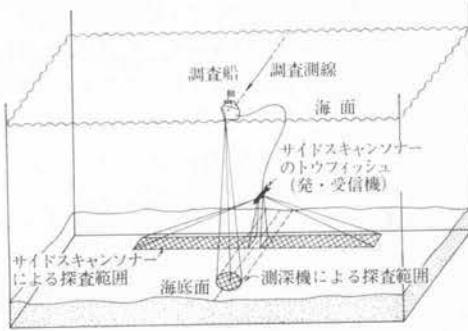


図-4 サイドスキャンソナーによる探查概略図

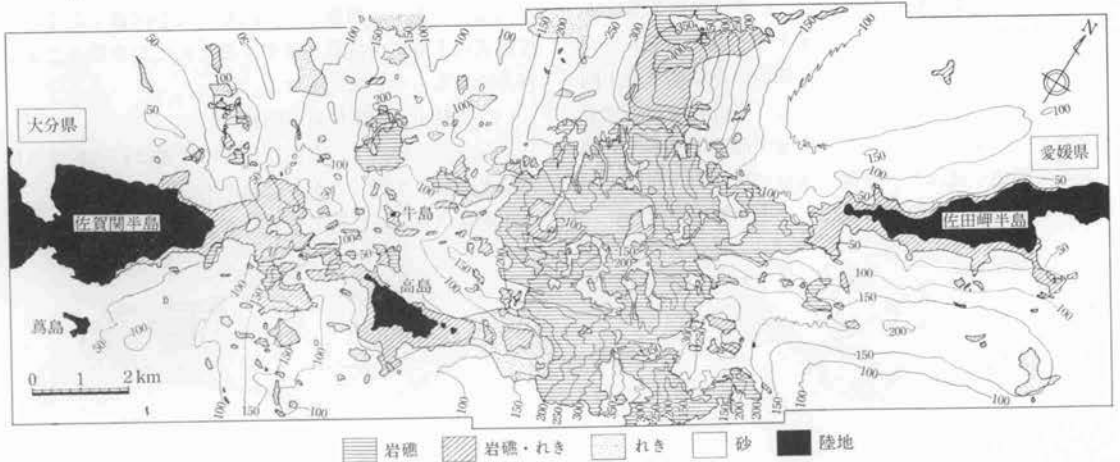


図-5 底質分布図

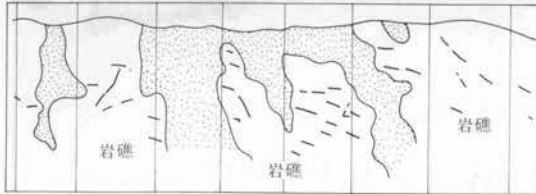
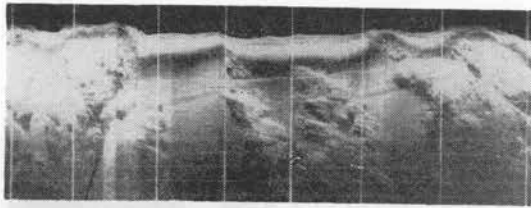


写真-1 岩礁と砂のパターン

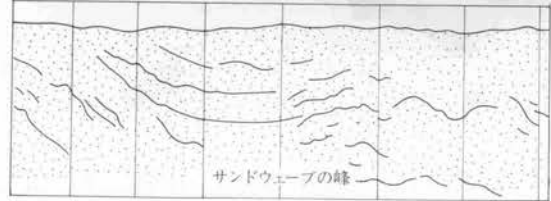
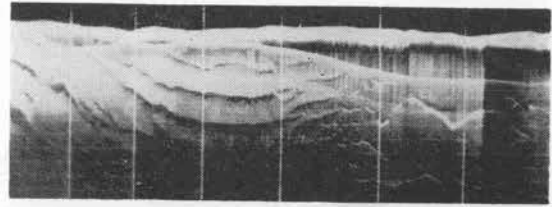


写真-2 サンドウェーブのパターン

て写真-1、写真-2のような濃淡の模様映像として得られる。写真-1は岩礁のまわりを砂が埋めているパターン、写真-2は砂地によく発達したサンドウェーブのパターンを示している。

この調査では底質の分布を調べることに主眼をおいたが、岩礁部を精査して地質構造について詳しく解析する利用法も有効と考えられる。

(3) ドレッシング

海底地質図を描くには海底表面の岩質の分布を知る必要がある。ドレッシングは海底に露出する岩盤をドレジャによりかき取り、岩盤試料を得る基本的な方法である。その概略を図-6に示す。この方法は海底表面の岩石しか得られないが、多数の点を採取することにより精度の高い海底地質分布図を作成することができ、きわめて有効な方法である。昭和51年度、52年度で合計500点余を採取したが、最終的には600点近くを予定している。

作業船が採取地点に到達した後、ドレジャを海中に投入し、ワイヤを操り出して着底を確かめてから微速で100~300m海底を曳引する。そしてワイヤに岩盤をかき取ったショックを感じたらワイヤを巻取り、ドレジャを引上げる。水深にもよるが、採取のみに要する1回のサイクルタイムは約30分である。音波映像調査で岩礁と考えられる地点については岩盤が採取できるまで同一地点で繰返し試みた。作業の過程で種々の問題が生じたが、いずれも試行錯誤の繰返しにより解決できた。

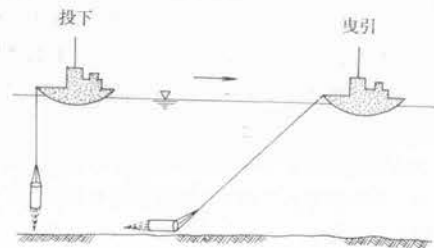


図-6 ドレッシング採取概略図

(a) ワイヤ長の問題

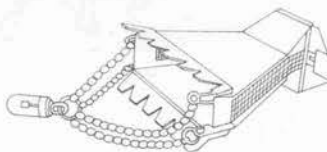
最適のワイヤ長を見出すべくテストを繰返したが、短かすぎると潮流が強いため浮上がり、長すぎると岩にからまったりして作業の能率が落ちることになる。結局、水深の1.5~2.5倍の長さの場合が良好な採取率を得ることができた。

(b) ドレジャの型式の問題

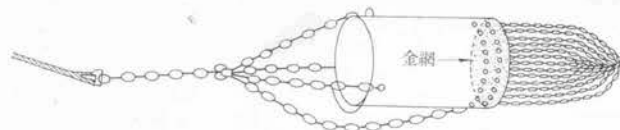
当初図-7の(a)の新野式(箱型)ドレジャを使用したのが、岩盤につかまってワイヤの切断事故が多く、採取率も芳しくなかったため、(b)の佐藤式(円筒型)に変えたところ順調に採取することができた。これは岩盤がきわめて堅硬なため新野式では多数の切削刃に同時に荷重がかかり、岩盤をかき取ることが困難であるが、佐藤式は1点に全荷重が集中するためにかき取ることが容易になるものと考えられる。

(c) 船上の作業位置の問題

ドレジャの投入、引上げなどの作業は初め船尾に作業場を仮設して行ったが、操船が不自由になること、ワイヤがスクリューに近く危険であることなどのため船首



(a) 新野式(箱型)



(b) 佐藤式(円筒型)

図-7 ドレジャの型式

に移し、バックしてかき取る方法に変えたところ、作業がきわめて効率よく行えるようになった。採取した資料はその場で地山、れきを区分し、岩種を鑑定してカラー写真に撮った後、サンプル袋に保管しておく。

このようにして採取された試料から海底地質を分類して作成されたのが図-8の地質分布図である。塩基性片岩を主とする地層と泥質片岩を主とする地層が带状に交互に並んでおり、その方向が海底地形の方向（前述(1)項の④参照）と一致しているのがわかる。今後さらに地層境界付近や断層が推定される周辺を重点的に採取してこれらの精度を上げる必要がある。

ドレッシングの結果から一応海底面における地質分布図は描けるが、海底下の地質構造については言及することはむずかしく、他の調査結果を考へて総合的な判断をしなければならない。なお、音波映像調査で岩礁、岩礁・れき、れきおよび砂に区分された海底ではおおむね今回のドレッシングでもそれぞれ同様の区分のものを採取することができ、音波映像調査とドレッシングの結果がよく合致していることがわかった。

(4) ボーリング

四国、九州各陸上部の地質は踏査、ボーリングなどによりほぼ明らかとなったが、海底部の地質を知るためには直接的で確実な情報が得られる海上ボーリングが必要である。

海上ボーリングは水深、潮流、海上交通、漁場など多種の制約条件があるので、現在の技術水準、経費面から実施する場所は限定される。このうち、比較的条件的よい牛島の岩礁部でボーリングを行った。

当初、牛島の頂部（高度 22 m）または斜面にやぐらを組む考えであったが、地形が急峻であること、まわりには岩礁が多く、船が島に近づけないこと、国立公園の指定地域になっていることなどのため牛島付近の浅海部で実施することで検討した。その結果、図-9 に示すような SEP(Self-Elevating Platform) を用いるのが安全

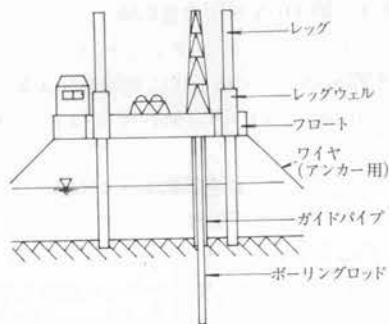
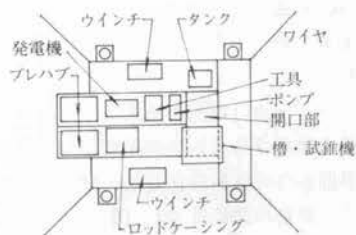


図-9 SEPによる海上ボーリング概略図

性、作業性、環境性、経済性などにおいて総合的に有利と判断した。

SEPの構造はフロート、レッグ、レッグウェルから成り、フロートとフロート、フロートとレッグウェル間の接続は雌雄のメカニカルロックにより結合、組立てられる。豊予海峡でのボーリングの場合、その水深（-7 m）、作業スペースから考えてフロート（12 m×3 m）を5個連結し、レッグ（11 m）を2本つなぐこととした。SEPは最寄りの港湾内で組立てたのち、ボーリング用機器を搭載したままボーリング地点に曳航、位置確認のうえレッグを海底に降下させ、フロートを海面より上昇させて波や潮流の影響のない安全不動の海上ボーリング作業台となる。試錐地点にはあらかじめダイバーにより地形の確認をしておき、さらにSEP設置後アンカーにより安全を期した。

SEPを用いた結果、事故は皆無であり、掘削中に用いた泥水は、海域には放出することなく、海洋環境保全に十分留意した。なお、SEPの組立には5日間、解体には2日間を要し、また、SEPの現地到着後4日間でボーリングが開始できた。

このように、浅海でのSEPによるボーリングは状況によりきわめて利用価値の高い方法であるが、深くなるとレッグの強度上問題があり、フロートの個数も多くなって費用がかさむ欠点がある。現場の条件をよく考慮に入れて計画を立てる必要がある。

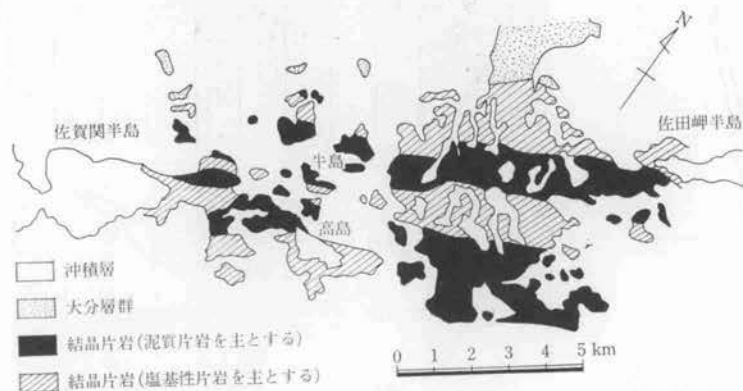


図-8 ドレッシングによる地質分布図

(5) 音波探査

水面下の地質を調べる方法として音波を用いる探査が広く活用されている。

音波探査はスパーク（電流を海中で放電、スパークさせ、音波振動を発生させる）を起振源に使い、海底下に存在する境界面からの反射波を受信、解析して地質断面を得る方法で、探査の概略は 図-10 に示すとおりである。

作業船より約 50 m 後方に発信機（スパーク）と受信機（ハイドロフォン）を海面下 2~3 m で平行に曳航し、測線間隔 200 m で格子状に総延長 620 km を探査した。発信間隔はほぼ 1 秒、航行速度は約 5 km/hr を標準とした。

発信機には単電極と多連型電極の 2 種類があるが、記録が鮮明に得られる多連型電極（写真-3 参照）を採用した。これに用いられた機器の最大出力は 700 ジュールであるが、発信間隔や電極の寿命の問題を考慮して 550 ジュールとした。

この調査の目的は、①三波川結晶片岩の地質構造、②断層破碎帯の位置、規模、③新期堆積物の分布、層厚、地質構造を解明することにあつたが、測定の結果、①三波川結晶片岩と新期堆積物の不整合面の位置の確認と、②新期堆積物を 4 層に区分することができたが、③三波川結晶片岩中の地質構造と、④断層に関する情報は解明しにくかった。

図-11 はスパークの代表的なパターンであり、図-12 は解析された新期堆積物の分布図である。

図-12 によれば、高島の北方で広く堆積しているのが読みとれるが、予想外に層厚が大きかったため発信機の出カエネルギーが小さく、新期堆積物の底面まで届くような記録は得られなかった。新期堆積物の性状、層厚は今後トンネルを掘削する場合きわめて重要な問題であ

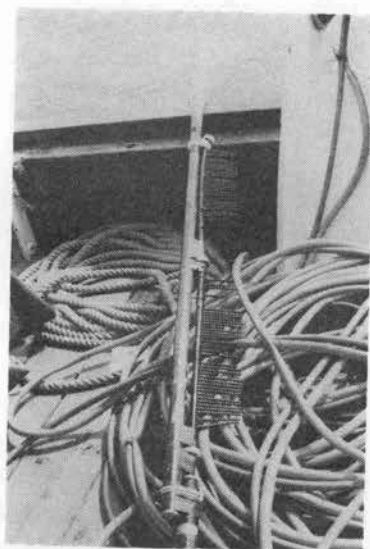


写真-3 多連型電極

り、この海域について 10,000 ジュールの大出力スパークを用いて再度探査した。その結果、図-13 のような記録が得られ、水深約 170 m の海底に層厚約 70 m の新期堆積物があつて、結局、結晶片岩の上面はこの位置で約 240 m の深度にも達することがほぼ確実となった。しかしながら、解析に際し、新期堆積物の速度を仮定しているのので、正確な層厚をつかむには他の調査を必要とする。

なお、南北測線のうち 3 本を長く延長し、特に北方を通ると思われる中央構造線の確認に努めた。その結果、海峡の北方約 7 km 付近で 図-14 のように新期堆積物を切り、海底地形にも段差を生じているような新しい活動を確実に補捉することができたので、中央構造線は両半島を結ぶ線上から相当離れており、直接の影響はないものと思われる。

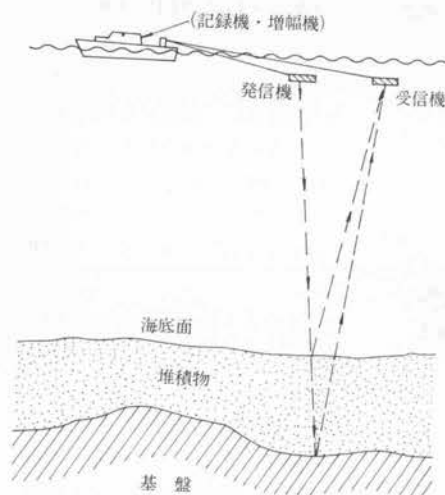


図-10 スパークによる音波探査概略図

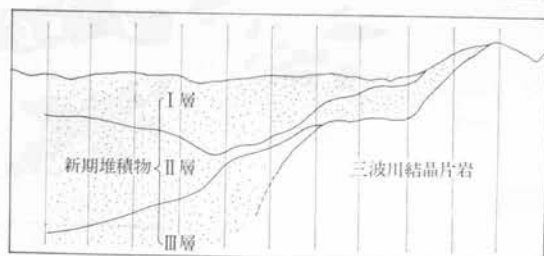
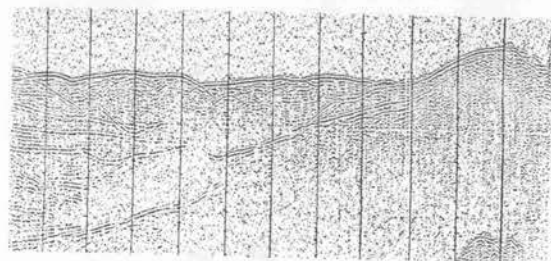


図-11 スパークの記録 (1)

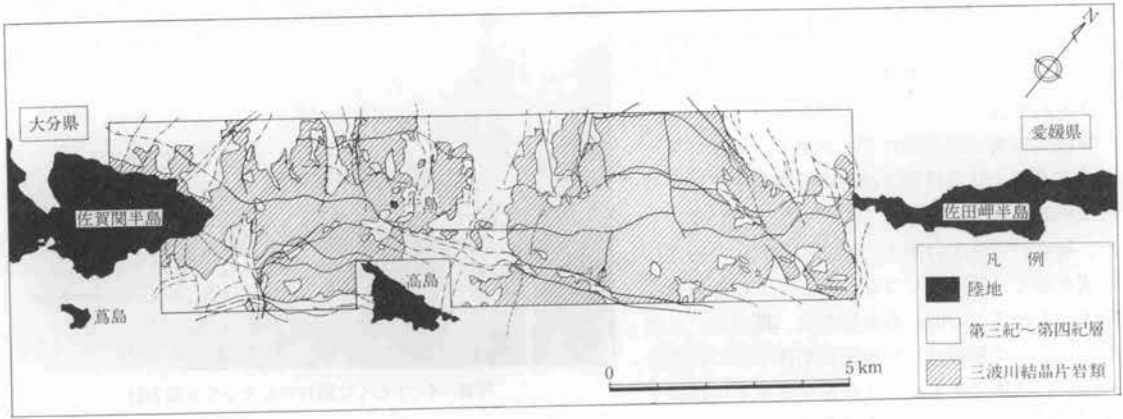


図-12 新期堆積物分布図

表-4 代表的岩種の平均帯磁率

岩種	平均帯磁率 (cgemu/cc)	岩種	平均帯磁率 (cgemu/cc)
蛇紋岩	$10^{-2} \sim 10^{-3}$	泥質片岩	10^{-3}
変斑れい岩	10^{-4}	砂質片岩	10^{-3}
塩基性片岩	10^{-4}	珪質片岩	10^{-3}

(注) cgemu/cc とは帯磁率の大きさを表す単位で、1cgemu/cc は 1cc の試料が 1cm 離れたときに作用する力が 1dyne である場合の帯磁率である。

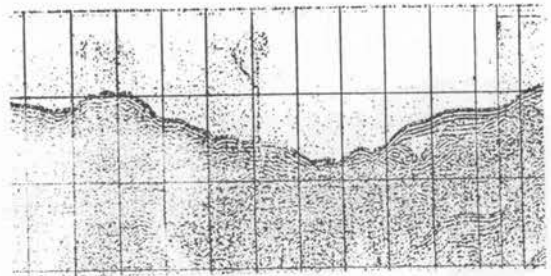


図-13 スーパーカの記録 (2)

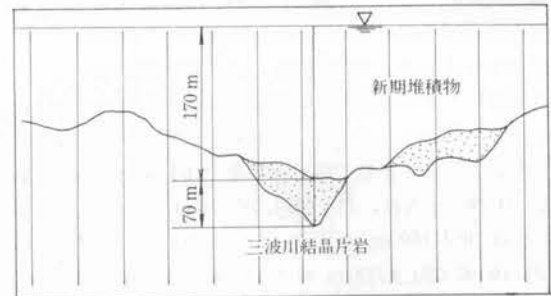


図-13 スーパーカの記録 (2)

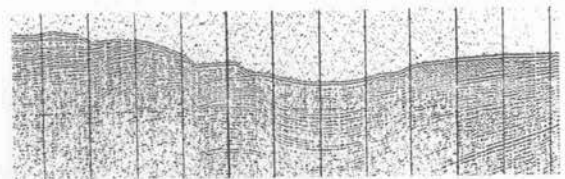
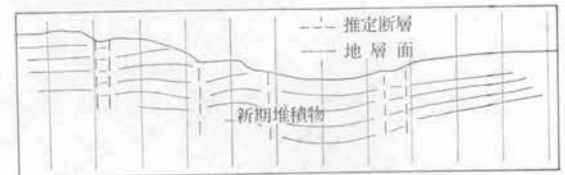


図-14 スーパーカの記録 (3)



(6) 磁気探査

磁鉄鉱、蛇紋岩などの磁性鉱物を含む磁性岩を調べる場合、磁気探査が有力な手段となる。本地域では佐賀関半島で蛇紋岩の露頭が多数認められ、高島にも確認されていることから海峡部にも存在する可能性がある。

事前調査により本地域での蛇紋岩の平均帯磁率は、表-4 に示すように他の岩石に比べ少なくとも 1 桁以上大きく、しかも、海上では一般にノイズが少ないため精度の高い探査が可能であり、磁気探査はきわめて有効と考えられる。測線は記録が最も出やすい南北方向を原則とし、200 m 間隔にとったほか、これと直角方向に 500 m 間隔にとり、総延長 234 km 探査した。

探査の概略を 図-15 に示す。セシウム磁力計(写真-4 参照)を木わくに水平に取付け、船尾よりロープで 50 m 程度後方に流し、深度を 15~20 m に保ちつつ測定した。船上では 1 秒ごとに磁気入力記録し、一方、陸上では地磁気の日変化観測を行い、記録の補正資料とした。

図-16 は磁気異常の平面解析図である。異常の方向性はほぼ E-W 方向のものが多く、両半島を結ぶ方向にやや斜交しており、海底地形、地質構造の方向性ともおおむね一致している。帯磁率の大きな値を持つ異常としては、佐賀関半島小黒沖合のものは陸上部の分布から明らかに蛇紋岩によるものであろう。また、佐賀関半島西方 1.5 km のものはドレッジングの結果から塩基性片岩ないし変斑れい岩によるものと考えられる。その他の地

域は帯磁率が全般的に低く、主に塩基性片岩の分布によるものと考えられるので、大規模な蛇紋岩は存在しないものと思われる。

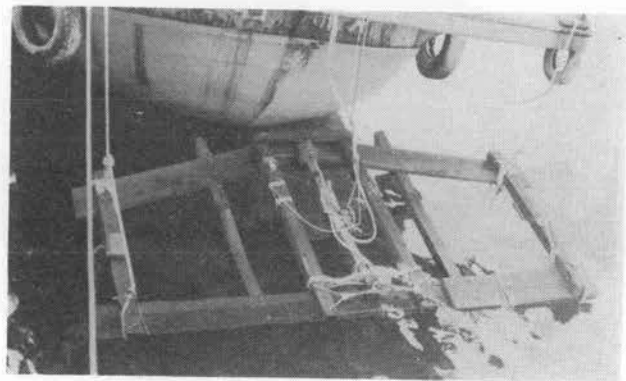
(7) 弾性波探査

岩盤の性状、断層の位置、新期堆積物の層厚を知るための間接的調査法としては現状では弾性波探査が最も適しているものと思われる。

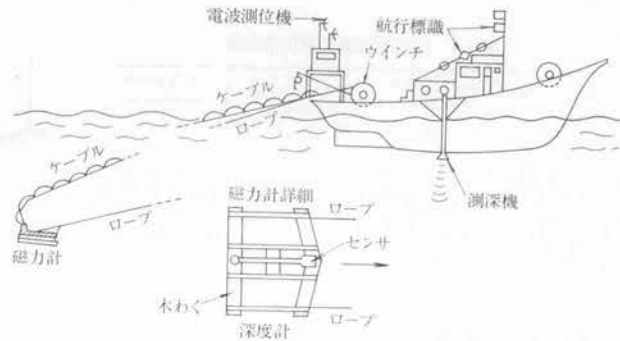
弾性波探査は起振源にダイナマイトを用いてきたが、最近の社会情勢では海中で発破することは漁業問題などで実施しにくくなってきている。また、従来の方法では海上での測線の設定、測定に時間を要し、経済的ではなく、しかも船舶航行の障害にもなる。一方、音波探査法（反射法）は速度を仮定して解析するため精度が落ちるのはやむを得ない状態である。これらを解決するのがエアガンによる海上弾性波探査である。

従来、エアガンによる探査は主として石油の探鉱において地下深部（6,000 m 以上）の地質構造を反射法により行っていたが、これを屈折法として海底の探査に用いようとするものである。従来の弾性波探査が受信点を多数設置し（普通 12 個）、発破点を固定するのに対して、この方法は受信点を海底に数箇所設置し、発破点を移動して記録を得る方法で、作業方法は逆であるが、結果としてはまったく同一の成果が得られる。起振源となるエアガン（写真—5 参照）は容量 1,500 cm³ の金属製容器で、50~150 kg/cm² の高圧窒素ガスをポンペより充滿させ、これを瞬時に水中に放出して水中音波を発生させる装置である。放出口は絶えず下方に向くようにし、海面より 10 m 程度の深度で曳航する。発信船の航行速度を 3.6 km/hr、発信間隔を 10 秒にすれば、測定間隔は約 10 m となる。窒素ポンペは 46 l (150 kg/cm²) で、1 本約 40 回発信可能なので、10 本で約 4,000 m の測線を測定できる。なお、このエアガンの出力は約 40,000 ジュールで、スパークより一桁大きく、これまでの実績から音波の到達距離は測線長として 4,000 m まで可能である。

探査の概略を 図—17 に示す。受信点を海岸または固定された受信船に 2 点とり、その間を発信船が連続発信



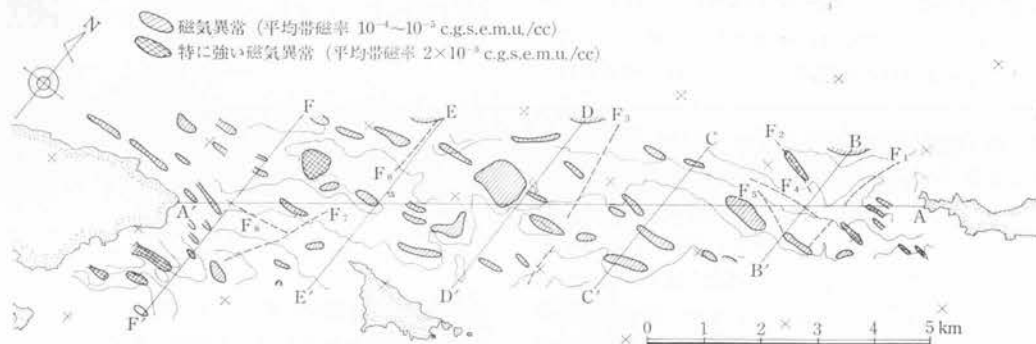
写真—4 木わくに取付けたセシウム磁力計



図—15 磁気探査概略図

しながら航行する。受信機は海底に置くだけでよく、また、船から海中につり下げた状態でもよい。受信点では信号と JJY（日本短波標準秒信号電波）を同時に記録しておき、解析の際、同調させる。2 点の受信点間にさらに 1 点を設ければ精度は向上する。記録はデータレコーダに収めるので、アナログ記録に再生する際、最良の状態のデータを得ることができる。反射法も併用するとその断面における解釈が一層確かなものとなる。

昭和 52 年度は試験も兼ねて九州方の測線長約 20 km について調査を行い、現在解析中であり、結果が良好と判断される場合は引続き四国方も実施し、全域をカバー



図—16 磁気異常解析図

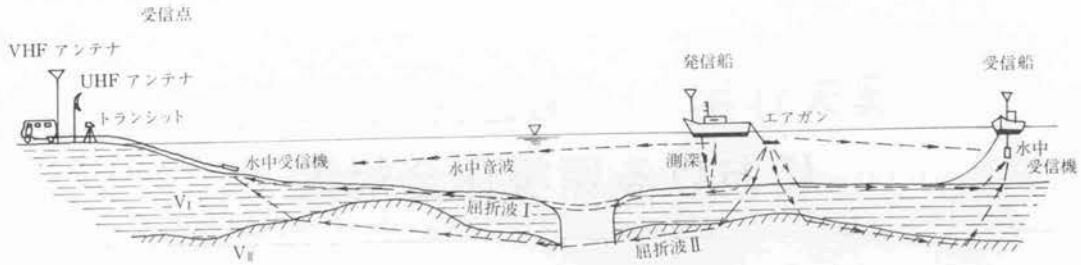


図-17 エアガンによる弾性波探査概略図

する予定である。

エアガンによる弾性波探査は画期的な方法であり、環境保全上からもダイナマイトによる方法に代って大いに利用されるようになるものと思われる。

4. 今後の調査計画

以上、豊予海峡において実施した海底地質調査について述べてきた。これら調査は順調に進んでおり、いずれも期待どおりの成果を得ることができた。その結果、2章の(2)に挙げた調査のポイントに関する5項目は問題点が絞られ、確実に解明が進んでいる。今後の調査計画としては、すでに実施した調査法(ドレッシング、ボーリング、弾性波探査等)を駆使しながら新規の調査法(短尺ボーリング、水中観察等)をも採用し、また、新しい調査法も積極的に導入して調査の精度を高めていきたいと考えている。

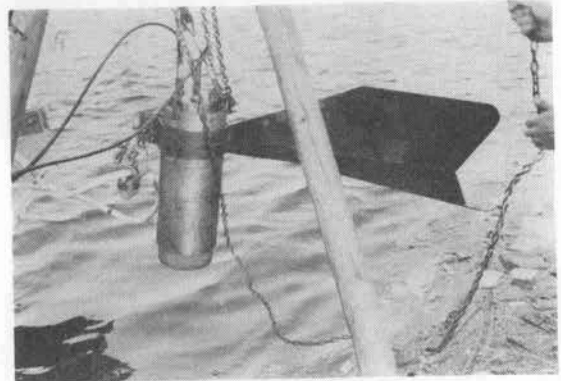


写真-5 エアガン

参考文献

- 1) 日本鉄道建設公団：「四国新幹線豊予海峡付近地形・地質調査中間報告書」(昭和51年7月)
- 2) 日本鉄道建設公団：「四国新幹線豊予海峡付近地形・地質調査中間報告書其の2」(昭和52年7月)
- 3) 松尾昭吾・矢部哲雄：「海底トンネルの地質調査—豊予海峡トンネル」"トンネルと地下"(昭和52年11月)

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

(105) 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 電話 東京 (03) 433-1501

建設機械化の20年—現状と将来—	A4判	142頁	*頒価 1,200円	〒300円
現場技術者のための「建設機械と施工法」	B5判	346頁	*定価 2,500円	〒300円
建設機械化施工の安全指針	A5判	294頁	*定価 1,500円	〒300円
仮設鋼矢板施工ハンドブック	A5判	460頁	*定価 2,500円	〒300円
地下連続壁工法 <small>設計 施工</small> ハンドブック	A5判	528頁	*定価 5,500円	〒300円
建設機械用 油圧機器ハンドブック	B5判	260頁	*定価 3,500円	〒300円

(注) * 印は会員割引あり

工事完成後の緑化治山対策としては、工事区域内の土捨場その他裸地となる場所には草木および樹木の植栽を実施する予定で準備を進めている。

2. 工事に伴う排出水の規制

公害対策基本法では日本全国主要河川について各種排出水の環境基準値を定めている。これによれば建設工事に伴う排出水は、矢作川本流については次の値である。

浮遊物質 (SS) ……………25 ppm 以下
水素イオン濃度 (pH) ……6.5~8.5

したがって、この工事については上記の値を守るようにしている。

3. 骨材プラントの濁水処理対策

この工事は黒田ダムから第2発電所放水口まで直線距離でも約5km離れており、その間、10工区に区分された各工事現場へ骨材、コンクリート、セメント等を運搬しなければならない。これらの工所用材料の運搬による道路の輻輳をさけるため、骨材プラントは2箇所に限って設け、集中プラント方式をとっている。

骨材プラントについては、水質汚濁防止法により特定施設に指定されているとおり、骨材を洗浄するためにその排出水の汚濁が非常に高いことから、その重要度を考えて工事の発注前に中部電力が申請者となり、骨材プラントおよびその濁水処理のフローシートまで決めて申請を行った。

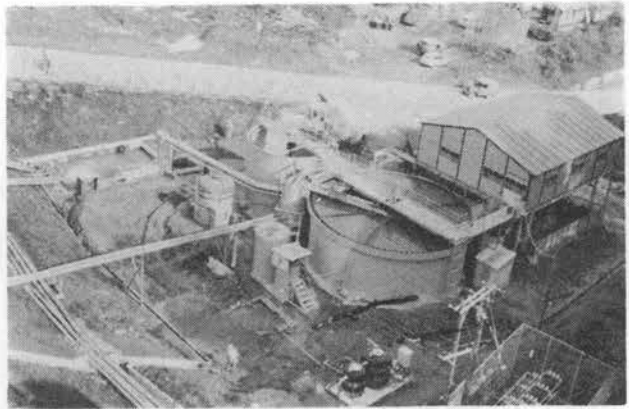
濁水処理の方式は、山中では広い平坦地が得られないこと、国定公園内であり、大きな地山の切り取りは極力避けなければならないこと等を考慮して、狭い面積で処理できる薬品を用いた強制沈殿方式とし、沈降分離方式はシクナを採用した。また、骨材プラント濁水処理施設では特に大量スラッジを発生する。そのスラッジを処理することがまず問題となるので、スラッジ脱水装置としてフィルタプレスを設置し、容積の小さいケーキ状のものに固化させて運搬し、土捨場へ処理している。

懸濁物質の凝集をたすけて沈降させる薬品としては数種類を選んで比較試験を行った結果、最も効果的であるT社の無機凝集剤と高分子凝集剤を組合せて使用することとし、これを当社で購入して社給品として請負業者に支給している。

なお、第1骨材プラントおよび第2骨材プラントの濁水処理設備について以下に述べる。

(1) 第1骨材プラントの濁水処理設備

第1骨材プラントは黒田ダム直下流の黒田ダム左岸土



写真一 第1骨材プラント濁水処理設備

捨場上に設置し、高田木原石山の原石およびトンネル掘削により発生するずりを破碎し、コンクリート用骨材にして黒田ダム、第1発電所導水路トンネル、鉄管路、導・放水路水槽、第1発電所、第1発電所放水路トンネル、富永ダム、第2発電所導水路トンネルの半分の各工事現場へ供給している。

この第1骨材プラントの諸元は次のとおりである。

プラント能力：135 t/hr

骨材総生産量：817,000 t

プラント運転期間：約40カ月

第1骨材プラントの濁水処理設備については、骨材プラントの骨材洗浄により発生する濁水は骨材プラントと濁水処理装置の高低差を利用して直接薬剤混合槽に導入する。この薬品混合槽で無機凝集剤が添加される。

無機凝集剤はタンクローリーから無機凝集剤貯槽に受入れられ、ここから無機添加ポンプによって薬剤混合槽に一定流量で供給される。薬品混合槽を出た原排水は、沈降槽へ入る前に添加ポンプにより一定流量送られてくる高分子凝集剤溶解液が添加されて濁水中の固形分のフロック化が行われる。フロック化された濁水は沈降槽(シクナ)へ導入され、ここで固形分は沈降分離し、上澄水はオーバーフローし、処理水槽に受入れられる。さらに、処理水は循環ポンプで再び骨材プラントに返送され、骨材洗浄水として使用される循環処理方式を採っている。シクナ底部に沈積した固形分(沈降スラッジ)はスラッジ抽出ポンプで連続的に引抜かれ、スラッジ受槽に送られる。

ここでいったん貯留されたスラッジは脱水するためにスラッジ打込ポンプでフィルタプレスに圧送される。スラッジ中の固形分はフィルタプレス内に残り、水分はろ布からにじみ出てフィルタプレスの外に出る。圧送されてくるスラッジは次第に脱水されてついに粘土状の脱水ケーキとなる。これをフィルタプレスから取出してダンプトラックで土捨場に投棄し、埋没している。

なお、第1骨材プラント濁水処理設備の平面図を図-2に、フローシートを図-3に、また、機械の仕様を表-1に示す。

(2) 第2骨材プラントの濁水処理設備

第2骨材プラントは前林原石貯蔵場(前林土捨場)の下へ敷地を造成して設け、トンネル、地下発電所の掘削により発生するずりを破碎し、コンクリート用骨材としてミキシングプラントに供給してコンクリートとして混合し、第2発電所導水路トンネルの半分、放水路水槽、鉄管路、地下発電所、放水路トンネルへ供給する。第2骨材プラントの諸元は次のとおりである。

- プラント能力：110 t/hr
- 骨材総生産量：454,000 t
- プラント運転期間：38 カ月

なお、第2骨材プラントの濁水処理の方法は第1骨材プラントとほとんど同じであるので省略する。

4. 明り工事の濁水処理対策

この建設工事の中で主な明り工事は黒田ダム工事、第1発電所工事、富永ダム工事、原石山工事、各土捨場工事、道路工事等がある。これらの工事による山腹の切取面または盛土面は降雨時の雨水の流下により土砂が流れやすい状態となり、河川汚濁の一因となる。このため各所でその対策を講じている。

(1) 黒田ダム工事

上流部ののり面保護工事は前面に堤防を設け、のり面と堤防との間を沈殿池として利用し、工事に伴って発生する濁水をこの沈殿池へ導き、微粒子を沈殿させ、上澄

表-1 第1骨材プラント濁水処理機器仕様一覧表

名称	仕様	数量	備考
無機凝集剤貯槽	φ2,250×H3,100 (10m ³)	1	ポリエチレン製
無機添加ポンプ	2 l/min×5 kg/cm ² 0.4kW	1	
高分子凝集剤溶解槽	攪拌機付 360 rpm 3.7kW φ1,270×H2,000 (2m ³)	1	ステンレス
高分子溶解液移送ポンプ	20 l/min×2kg/cm ² 0.75kW	1	ギャボンプ
高分子溶解液受槽	φ1,940×H3,050 (8m ³)	1	
高分子溶解液添加ポンプ	6.0 l/min×5 kg/cm ² 0.75kW	2	ダイヤフラムポンプ
薬剤混合槽	攪拌機付 350 rpm φ1,740×H2,740 (5.0m ³)	1	
シ ッ ク ナ	集積機付 φ10,000×H4,200 (330m ³) 0.75kW	1	
スラッジ排出ポンプ	1.0m ³ /min×1.2kg/cm ² (80φ) 5.5kW	1	
スラッジ受槽	φ5,800×H5,200 (116m ³)	1	
スラッジ打込ポンプ	0.6m ³ /min×7kg/cm ² 22kW	3	
フィルタプレス	200m ² ×3m ³ 1,000° (木製)×100室	3	
油圧ユニット	200l 25 l/min×150 kg/cm ² 3.7kW	1	
雑水ポンプ	0.7m ³ /min×1 kg/cm ² 3.7kW	1	スラリーポンプ
雑水受槽	φ1,740×H2,140 (5m ³)	1	
ろ布洗浄機	40 l/min×35 kg/cm ² 3.7kW	1	

水を黒田川へ放流している。ダム上流黒田貯水池内に設ける取水口工事による濁水は取水口前面に縦10m、横4m、深さ2mの沈殿槽と薬品添加設備を設けて処理している。ダム本体の掘削による降雨時の濁水は、既設ダム上流部のポケットを沈殿池として利用し、ここへ濁水を導き、微粒子を沈殿させた後、上澄水を堤内パイパスを通して放流している。

これらの処理された清水はさらにダム下流の既設の流量測定堰および黒田貯留池で再度自然沈殿により浄化され、黒田川を流下する。

(2) 第1発電所工事

発電所周辺の諸工事および鉄管路工事と供用で直径5m、高さ4.5mの鋼製シクナと薬品添加設備を設置し、ここで薬品を使用してトンネル工事および明り工事

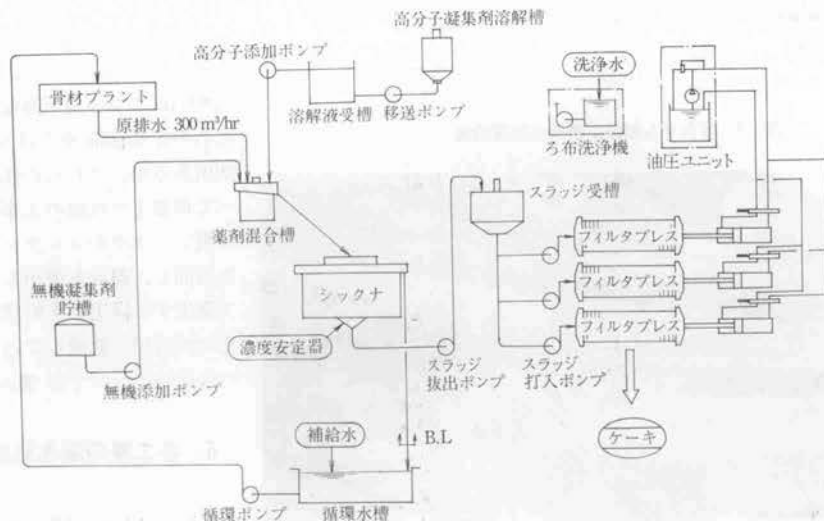


図-3 第1骨材プラント濁水処理設備フローシート

から発生する濁水処理している。

(3) 富永ダム工事

富永ダム工事、調整池開削工事、土捨場工事等この周辺の工事すべての工事に伴う排水および降雨時の流水は調整池内に工事の状況に応じて数箇所仮沈殿池を作り、ここからダム上流部の釜場に集合させ、これをダム下流部に設けた縦 32m、横 5m、深さ 3.5m のコンクリート製沈殿槽 2 槽と、縦 18.25m、横 10.5m、深さ 0.7m のコンクリート製薬品混合槽、および薬品添加設備で薬品処理し、清水を富永川へ放流している。

(4) 原石山工事

原石山の横を流れる沢の末端に容積 2,700m³ の沈殿池を設け、原石山工事による降雨時の濁水を付替水路を通してここへ導水して自然沈殿させ、上澄水を越流させ

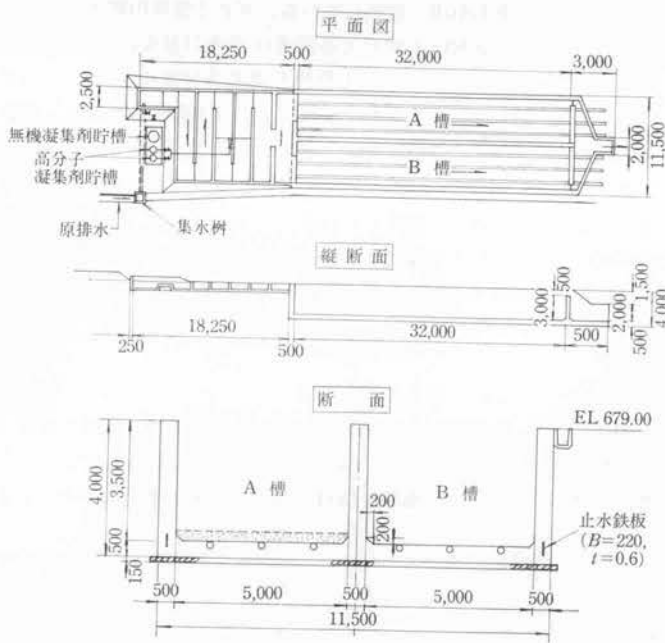


図-4 富永ダム関係工事濁水処理設備

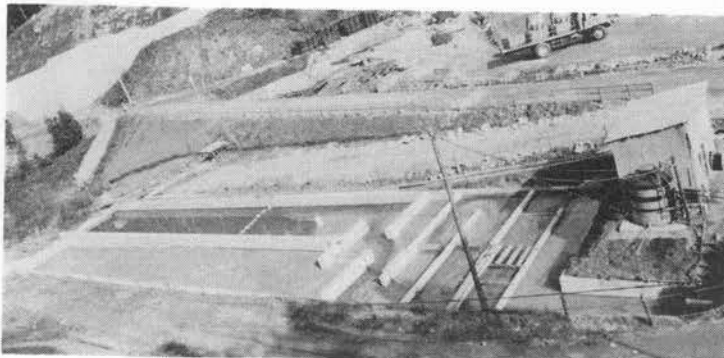


写真-2 富永ダム工所用濁水処理設備

ている。また、沢上流に設ける土捨場の降雨時の対策としてはのり尻に沈殿池を設けている。

(5) 各土捨場工事

合計 7 箇所の土捨場の降雨時の濁水対策としては、付近に薬品使用の沈殿槽がある箇所はここへ導水して処理し、その他についてはのり尻部に捨土の際谷間を作り、ここを沈殿池として利用して対処している。

(6) 道路工事

道路工事については、工事区域内の雨水等流水を集水するのが困難で、沈殿槽を設けても効果がうすいこと、濁水発生の原因が土砂の掘削によるものであることの 2 点を勘案して次のような方法で濁水処理の事前処理法を行っている。

- ① 降雨時には切取工事を行わない。
- ② 切取箇所は適宜シートで覆いをする。
- ③ 切取完了箇所はすみやかに種子吹付またはモルタル吹付を行う。
- ④ 路面は早い時期に舗装を行う。
- ⑤ 路面保護のため降雨時には大型車両による輸送を中止する。
- ⑥ のり尻には土砂流出防止のため土のうを積む。
- ⑦ 地形を利用して素掘りまたは土のうによる沈殿池を設ける。

5. トンネル工事の濁水処理対策

黒田ダムから第 2 発電所放水口まで水路トンネルおよび鉄管路の延長約 4,800m および地下発電所を掘削するための作業横坑または立坑は合計 10 箇所あるが、これらの作業坑口にはすべて単独または他の工事との共用で、鋼製シクナかコンクリートの沈殿槽を設備し、薬品を使用して工事に伴って発生する排水を処理し、清水を沢または河川へ放流している（シクナの容量等については表-2 参照）。

6. 各工事の濁水処理設備

骨材プラント、明り工事、およびトンネル工事の濁水処理設備をまとめる

表—2 各工事の濁水処理設備一覧表

設備設置場所	対象工事	濁水設備の種類
黒田ダム左岸土捨場	第1骨材プラント	鋼製シクナ (φ10m×H4.2m) とフィルタプレス設備、薬品使用
前林第3土捨場	第2骨材プラント	鋼製シクナ (φ11.6m×H4.58m) とフィルタプレス設備、薬品使用
黒田貯水池鞍部	黒田貯水池鞍部のり面保護工事	沈殿池
第1(発)取水口前面	第1(発)取水口工事	沈殿槽 (10m×4m×2m) 薬品使用
黒田ダム	黒田ダム工事	既設ダム上流ボケットを沈殿池として利用
高田木原石山の沢	原石山工事	流末沈砂池 (容量2,700m ³) 仮沈殿池2箇所付替水路の併用
第1(発)導水路搬入路入口	導水路搬入路工事, 導水路トンネル工事, 水槽基礎工事	コンクリート製沈殿槽 (12m×5m×2.9m) 薬品使用
“ 水槽土捨場	水槽土捨場工事	沈殿池 (容量2,500m ³), 付替水路
水圧鉄管搬入横坑坑口	発電所工事, 開閉所工事, 導水路トンネル工事, 鉄管搬入横坑工事	鋼製シクナ (φ5m×H4.5m) 薬品使用
第2(発)富永ダム下流	富永ダム工事, 富永調整池開削工事, 富永第1土捨場工事, 第1(発)放水口工事, 第2(発)取水口工事	コンクリート製沈殿槽 (32m×5m×3.5m, 2槽) 薬品使用
“ 富永斜坑坑口	富永斜坑, 導水路トンネル工事	コンクリート製沈殿槽 (20m×10m×2.5m, 2槽) 薬品使用
“ 駒山横坑坑口	導水路トンネル工事, 水槽立坑工事, 鉄管立坑工事, 鉄管搬入横坑工事	鋼製シクナ (φ6m×H3m) 薬品使用
“ 母線トンネル坑口	地下発電所工事, 搬入トンネル工事, 発電所周辺工事	鋼製シクナ (2.3m×4.8m×4.8m) 薬品使用
“ 放水路斜坑坑口	放水路トンネル工事, 放水路ゲート連絡坑工事, 放水路斜坑工事	鋼製シクナ (φ7.5m×H6.1m) 薬品使用
“ EL310m横坑坑口	EL310m横坑切上げ工事, 放水路水槽上部工事	鋼製水槽 薬品使用
各 所	第2(発)水槽明り工事, 第2(発)鉄管立坑明り工事, 各所道路工事	工事規制, 沈殿池, 交通規制

と表—2のとおりである。

7. 発電所建設工事完成後の濁水対策

(1) 黒田ダム表面取水設備

黒田ダム完成後の下流への自流放流については、黒田ダム上流面に半円形折りたたみ式表面取水ゲートを設置し、貯水池表面のきれいな水を取水して下流へ放流する。

(2) 矢作第1発電所の選択取水設備

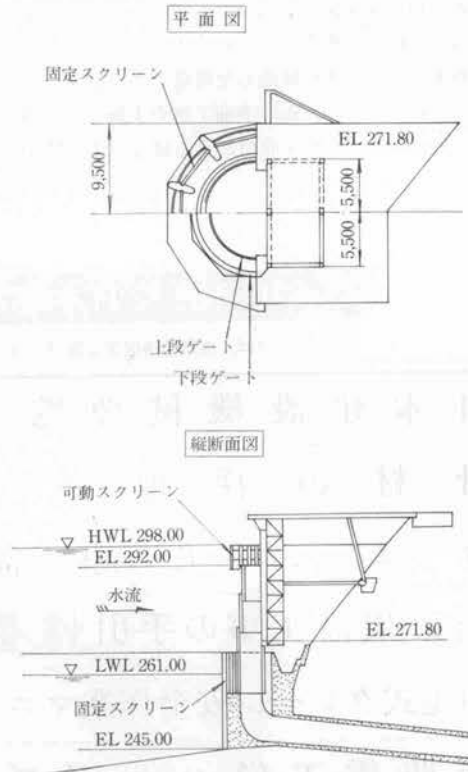
矢作川の水質を維持向上させるため、矢作川下流利水者および諸官庁と協議した結果、奥矢作第1, 第2水力発電所建設の機会に、矢作第1発電所の取水口を現在の貯水池下層部からしか取水できない形式から、水位の変動する貯水池の表面から取水でき、また、必要に応じて下層からも取水できる選択取水設備に改造することにした。その概要は図—5のとおりである。

8. 自然環境保全対策

(1) 環境アセスメントの実施

奥矢作揚水発電所新設工事着工に先立ち、自然環境保全の立場から動物、植物、地質等各分野の学識経験者(代表者は愛知教育大学神谷教授)に依頼し、施工区域内はもちろん、その周辺の自然環境の調査を実施した。

この環境アセスメントでは各地域の植物相、湿地植物群落の調査、昆虫調査、鳥類調査、小動物調査、地形・地質調査等を行っており、発電計画にあたっては、これらの各分野の施工にあたっての提言を重視し、土捨場の縮小、土捨場のり面こう配の緩和、湿地帯の保護、地山



図—5 矢作第1発電所選択取水設備概要図

切取面の緑化対策等、自然環境保護の面で十分に考慮をした設計とした。

(2) 自然環境保全委員会の設置

環境アセスメントに引続き、中部自然環境調査研究グループ(代表者は南川幸博士)の諸先生と中部電力関係者を中心として自然環境保全委員会を結成した。この

委員会は建設工事の実施に際し自然環境の保全をはかるため建設所長に対して助言、提言を行う機関として設けたものである。この委員会では現在までに次の項目について実施した。

- ① 当発電所建設工事区域の自然環境および植生の調査
- ② 土捨場、仮設用地等工事により裸地となる個所の緑化計画の立案
- ③ 標高別に3個所の試験場を設け、客土厚を種々変更した場合の数種類の植栽予定樹種の育成状態を調査する植栽試験の実施
- ④ 緑化施工計画書の作成

今後建設工事が進んでいく段階で適時委員会を開催し、適切な指導、監視を行い、自然環境の保全に努める。

(3) 緑化工事

前述の自然環境保全委員会で検討された緑化施工計画を基にして緑化工事を進めていく予定であるが、現在工事が着工して1年半が経過した段階であり、主として次のような緑化工事のための準備工事を実施している。

- ① 地山切取面の種子吹付による緑化および降雨によ

る濁水発生防止

- ② 土捨場、仮建物等の周辺の植樹による景観の美化
- ③ 土捨場、仮設用地等将来植栽する場所の客土用肥沃土の確保、仮置およびその養生のためのマメ科植物の吹付
- ④ 植栽試験による樹木の生育記録の管理
- ⑤ 将来の植栽樹木の確保

今後は各土捨場および仮設用地等工事が完了するに従い順次植樹作業を実施し、緑化および治山に万全を期して行きたい。

9. む す び

以上、奥矢作第1、第2発電所新設工事に伴う環境整備についてその概要を述べたが、総括的には濁水発生源を少なくすることを設計のときから折込み、施工にあたっては万全の処置を施し、さらには後処理として緑化し、積極的に自然植生へ還元させることを基本方針とした。また、既設構造物に対しても積極的に選択取水設備を設けることにし、下流河川の清浄化に最大の努力を払うものである。

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

(105) 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 電話 東京 (03) 433-1501

日本建設機械要覧 (1977年版)	B5判	1,030頁	*頒価 25,000円	〒 800円
骨材の採取と生産	B5判	700頁	*定価 15,000円	〒 800円
ダムの工事設備	B5判	690頁	*頒価 5,000円	〒 600円
橋梁架設工事の手引	上巻/調査・計画編	B5判	232頁	*定価 3,500円
	下巻/施工編	B5判	144頁	*定価 2,500円
自走式クレーン安全作業マニュアル	A5判	170頁	*定価 760円	〒 300円
新防雪工学ハンドブック	A5判	500頁	*定価 4,800円	〒 300円
道路除雪ハンドブック	A5判	232頁	*頒価 1,600円	〒 300円
道路清掃ハンドブック	A5判	150頁	*頒価 1,200円	〒 300円
場所打ちぐい施工ハンドブック	A5判	288頁	*定価 1,500円	〒 300円

(注) * 印は会員割引あり

青函トンネル F1 断層の突破

辻 秀紀* 兵頭 弘 記**
中原 昭夫***

1. はじめに

本州と北海道を結ぶ青函トンネルは、長いマラソンレースの折返し地点を通過してまっしぐらにゴールに向けて精力的に工事が進められている。このうち陸上部のトンネルについては、本州方算用部、袋内工区が膨張性地山、湧水のために悪戦しているものの、北海道方はほぼ順調に工事が進んでいる。海底部においては、先進導坑が10箇所ある断層のうち、F1, F10, F11, F14, F15, F50の六つの断層を突破し、竜飛～吉岡間23.3kmの未掘削延長は10kmを昭和52年内には切ることが確実であり、工事は作業坑、本坑を含めて最盛期を迎えている。

ここでは青函トンネル最大の規模の断層破砕帯であるF1の掘削計画、実績等について述べることにする。

2. F1の地質性状

海底部に分布する地質は古生層および先第三紀の花崗岩類を基盤とし、その上を新第三紀の中新世に属する訓縫層（凝灰岩、泥岩互層）、八雲層（硬質頁岩、砂質泥岩）、黒松内層（シルト岩、砂質泥岩）がほぼ南北の走向で西より東へ重畳している。

F1断層は、図-1に示すように本線30km付近に位置している。ドレッジ、スパーカ、海底ボーリング等により作成されたこの地質図と照合しながら、先進導坑からのコアボーリングによる詳細な地質調査の結果、昭和52年2月に先進導坑距離程5,074mから行ったB2-2ボーリング（ $l=1,030$ m）の試すい深度786m付近でF1断層を確認した。すなわち、訓縫層最上部の凝灰岩

類の互層であったものが、安山岩、砂質凝灰岩、泥灰岩の混在する破砕帯が続き、黒松内層の特徴である灰色砂質泥岩が孔尻まで続いた。地質学的には訓縫層の次代である八雲層をまったく欠除してF1を境に黒松内層に接しているという大きなずれが明らかになった。引続きF1の性状を精査するためにB23ボーリングを計9本（総延長約2,600m）施工した。これらボーリングの情報をもとに作成した地質図を図-2に示す。

これによれば、F1は5,720～5,770mを通り、幅30～40m、走向はNE55°、傾斜は約30°ぐらいで竜飛落ちとなっており、Kn（訓縫層）からKm（黒松内層）に変化する前後で断層破砕帯が確認され、多量の湧水2～3m³/minを伴っていることが判明した。また、ボーリングコアによる物性は表-1に示すようにKn, Kmでは一軸圧縮強度、比重において差異のあることがわかる。

このF1断層の確認により先進導坑のルートは、

- ① 断層に直角に入ることにより危険区間を短くすること。
 - ② F1断層は地質図からわかるとおり、西側（切羽に向かって右側）は黒松内層の中で、また、東側は訓縫層の中でその存在が想定されるので、未知の黒松内層での注入掘削よりも経験のある訓縫層での施工の方が安全であること。
 - ③ 将来掘削する本坑、作業坑との影響をできるだけ少なくすること。
- 以上の理由から、東側に迂回するルートが最も得策であると考えた。

3. 施工計画

施工計画にあたって次の点について留意した。

すなわち、迂回坑始点から断層までは訓縫層の粗粒凝灰岩であり、この岩の特徴として、

* 日本鉄道建設公団青函建設局吉岡鉄道建設所長

** 日本鉄道建設公団青函建設局吉岡鉄道建設所副所長

*** 日本鉄道建設公団青函建設局技術課長

- ① 圧縮強度が弱く (20~30 kg/cm²) もろい。
 - ② 吸水性が高く、ヘドロ状になりやすいが、膨潤性は低い。
 - ③ 比較的湧水が少ないが、注入による止水効果はあまりよくないので入念な注入が必要である。
- また、ボーリング結果からの断層の性状は、
- ① 粗粒凝灰岩に砂質泥岩も混っていて粘土を有することが考えられ、多量の水を付随している。
 - ② 断層破碎帯の傾斜が約 30° で竜飛落ちとなっており、注入切羽の選定を十分考慮しなければならない。
- したがって、基本的な考え方として、
- ① 破碎帯を 60~65 m 掘削して一気に突破する。

- ② 破碎帯への注入切羽は迂回坑距離程 120 m 地点とする。
- ③ 破碎帯および影響帯の注入を 3 回に分け、1 回の注入長を 80~90 m とする。
- ④ 迂回坑 50~120 m の掘削を 2 回に分ける。として細部計画を立てた。

(1) 注入計画

破碎帯突破の注入は次の 3 回に分けて実施することにした。

- ① 74 回は破碎帯上部の水の供給源への注入
- ② 75 回は 74 回での供給源のダメ押しと破碎帯本体

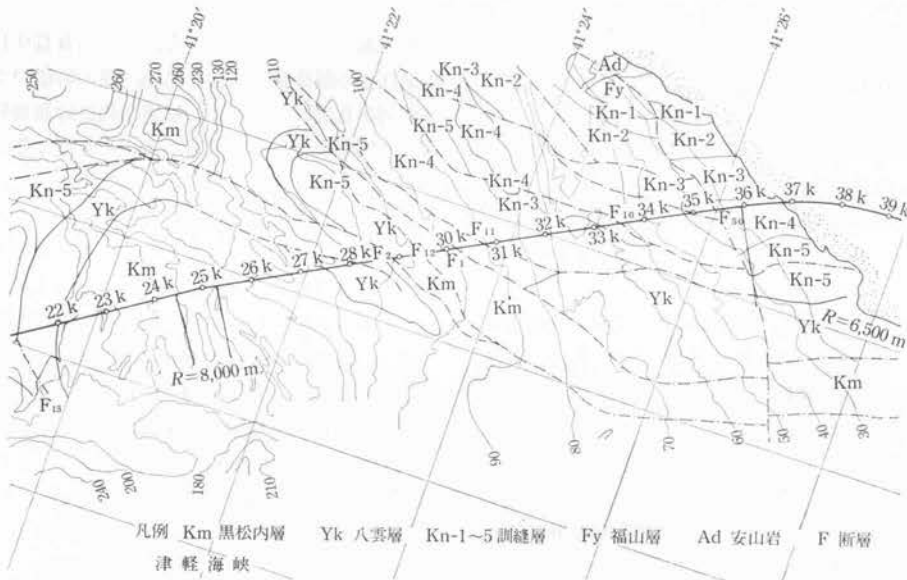


図-1 津軽海峡海底地質図

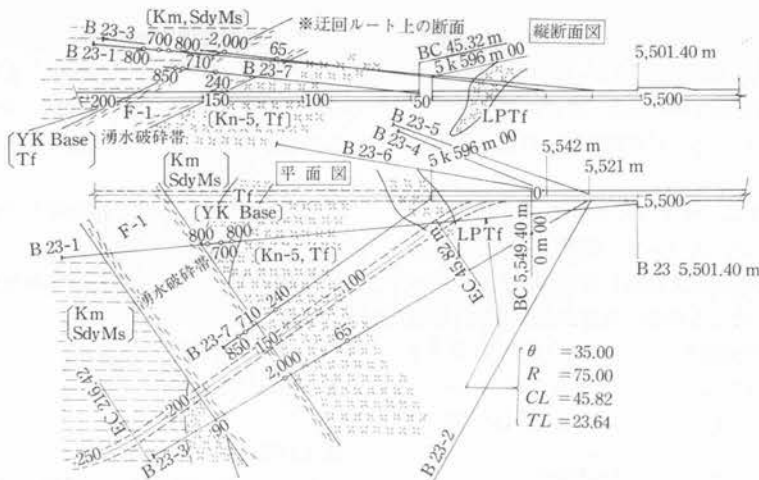


図-2 B 22~B 33-7 施工後の予想地質図

への注入

- ③ 76回は75回の補強と黒松内層への注入とし、注入基準を定めた。この基本的な考え方は、
- ① カバーリングは先進導坑半径 ($R=2.5\text{m}$) の6Rを坑道上部で確保すること。
- ② ステージは80~90m 3ステージとし、第1、第2ステージは二重、第3ステージは四重とする。
- ③ 施工順序は、破碎帯部であり、原則として内側から外側とした。
- ④ 孔間隔は3m 間隔1孔おきとした。
- ⑤ 最終圧は75~80 kg/cm² とした。
- ⑥ チェック孔判定基準は0.2 l/min/m および1個所10 l/min 以下を目標とした。
- なお、さく孔はPR-123、注入はダブコンポンプによるLW注入 (CM=コロイドセメント、WG=㊟1号75%を混合比1:1による) とし、全孔ケーシング注入とする。

(2) 掘削計画

迂回坑始点から85m 付近までは150H 馬蹄形支保工による全断面掘削、以奥断層部分までは150H リング支保工によるショートベンチ工法 (支保工ピッチ0.80m)、断層部は200H リング支保工によるショートベンチ工法で、しかも断面をできるだけ小さくした。なお、仮覆工として吹付コンクリートを1間ごとに施工し、状況に応じてロックボルトの併用、計測支保工の建込みを計画した。

また、掘削時の方が一の出水に備えて、短時間に水抜作業を行うため、ザリ積み機 (RS-95 AL) に架台を取付

け、さく岩機の搭載ができるように改良し、切羽進行に併せて30m ごとに非常用土砂留を、また、緊急用資材をできるだけ近くに常備し、5,300m には耐圧25 kg/cm² の非常用水門を設備した。なお、坑底ポンプ室の総揚水量は74 t/min である。

4. 施工実績

(1) 第74回注入掘削

第74回の注入は破碎帯の再確認、今後の注入計画を立てる上で重要な注入である。さぐりの結果はAR₃、AL₅とも270 l/min で、さく孔状況は岩質が極度にやわらかく、さく岩機の操作も困難でジャミングを起しそうであったが、ほぼ当初計画どおり施工完了した。総湧水量3,630 l/min (1孔当り81 l/min)、総注入量664 m³ (1孔当り14.8 m³) であった。

同区間の掘削は、150H 馬蹄形支保工により全断面、0.8m ピッチで施工した。掘削上の問題はなかったが、従来に比べて滴下水は多少増加し、破碎帯が近いことを感じさせた。

(2) 第75回注入掘削

第74回注入から、破碎帯中のさく孔でも多量の湧水、スライム噴出が伴わなければさく孔は可能であること、湧水帯は破碎帯の中にあることが確認されたので、破碎帯の再確認、施工方針の再検討のために第3ステージの上下にさぐり孔を入れた。その結果、前回さぐり孔と比べ湧水量が少ないことからより上方に湧水位置があることが判明し、100m 程度のさく孔も可能と考えた。また

表-1 岩石強度

孔名	試験位置	坑道距離	地層名	岩質	圧縮強度 (kg/cm ²)	圧裂強度 (kg/cm ²)	乾燥比重	湿潤比重	自然比重	吸水率 (%)	含水率 (%)	崩壊度
B-20	164 ~ 164.8	4k 570m	Kn-1	砂質凝灰岩	63.6	8.2	1.65	2.05	2.04	24.9	—	D
"	201.2~202	4k 607m	"	"	78.2	10.7	1.70	2.09	2.08	22.6	—	D
B-21-1	45 ~ 46	4k 808m	Kn-2	褐色泥岩	183.6	15.9	1.48	1.88	1.87	27.8	39.6	A
"	131.4~132.7	4k 894m	"	火山れき凝灰岩	107.9	10.1	1.64	1.97	1.96	20.1	31.9	A
B-21-2	200.2~200.9	4k 963m	Kn-3	粗粒凝灰岩	141.9	16.2	1.29	1.80	1.80	38.9	50.6	A
"	235 ~ 236	4k 998m	"	砂質凝灰岩	118.2	9.0	1.69	2.06	2.07	22.1	37.9	A
B-21-3	383.1~383.9	5k 146m	Kn-4	"	89.2	10.0	1.47	1.93	1.92	30.9	44.5	B
"	556 ~ 557	5k 319m	"	火山れき凝灰岩	235.2	22.7	1.71	2.04	2.02	18.9	30.7	A
"	734 ~ 735	5k 497m	"	灰色泥岩	172.9	23.5	1.48	1.79	1.78	29.4	41.0	A
"	793 ~ 794	5k 556m	"	褐色泥岩	57.2	7.5	1.37	1.90	1.88	31.9	42.2	A
B-22	426.2~427.1	5k 500m	Kn-5	粗粒凝灰岩	79.5	8.5	1.26	1.75	1.74	38.8	47.6	A
"	586 ~ 587	5k 660m	"	火山れき凝灰岩	93.2	10.5	1.23	1.72	1.70	10.2	47.8	A
B-23-8	133 ~ 134	5k 702m	Km	砂質泥岩	66.1	8.7	1.30	1.83	1.83	41.2	53.6	A
B-23-4	197 ~ 198	5k 726m	"	"	80.3	8.7	1.25	1.80	1.79	43.8	53.6	A
B-23-1	252 ~ 253	5k 753m	"	"	76.5	7.8	1.25	1.76	1.77	40.1	50.9	A
B-23-11	192 ~ 193	5k 788m	"	"	64.9	7.6	1.18	1.71	1.70	44.6	51.5	A
B-23-1	296 ~ 297	5k 797m	"	"	89.8	9.8	1.26	1.76	1.77	40.4	50.4	A
B-23-10	147 ~ 148	5k 852m	"	"	60.6	6.0	1.31	1.79	1.79	36.3	48.2	A
B-23-9	377 ~ 378	5k 964m	"	"	64.9	6.0	1.33	1.80	1.80	35.0	46.8	A
B-23-10	395 ~ 396	6k 078m	"	"	41.5	5.2	1.44	1.87	1.88	29.6	43.4	A

[凡例] Kn: 訓練層 Km: 黒松内層

[崩壊度区分] A: 変化が認められない。

C: 稜角部が崩壊するもの

B: 岩塊としては二、三に分かれるが、粒子分散はない。 D: 原形を留めないで崩壊するもの

注入順序も当初内→外を基本方針としていたが、湧水の供給源を断つことが先決と考え、上部については外→内へ攻めることにした。

第1ステージ R₁ 孔, 第2ステージ 2 AL₂ 孔でジャミング等のトラブルがあったので第3ステージのさく孔が懸念されたが, 第3ステージでのさぐりの結果, 100mのさく孔が可能であったこと, 第2ステージ上半, 第2ステージアウターにおける注入により湧水帯が遠方に押

しやられたと思われること等から, 第3ステージも無事施工を終了した。

総湧水量は 7,860 l/min, 1 孔当り湧水量は 96 l/min であり, 総注入量は 985 m³, 1 孔当り注入量は 11.8 m³/孔であった。

掘削は破碎帯の接近, 湧水帯の確認により 150 H リング (0.80 m ピッチ) ショートベンチカット工法を採用, 吹付コンクリートを 1 間ごとに施工した。この区間の注

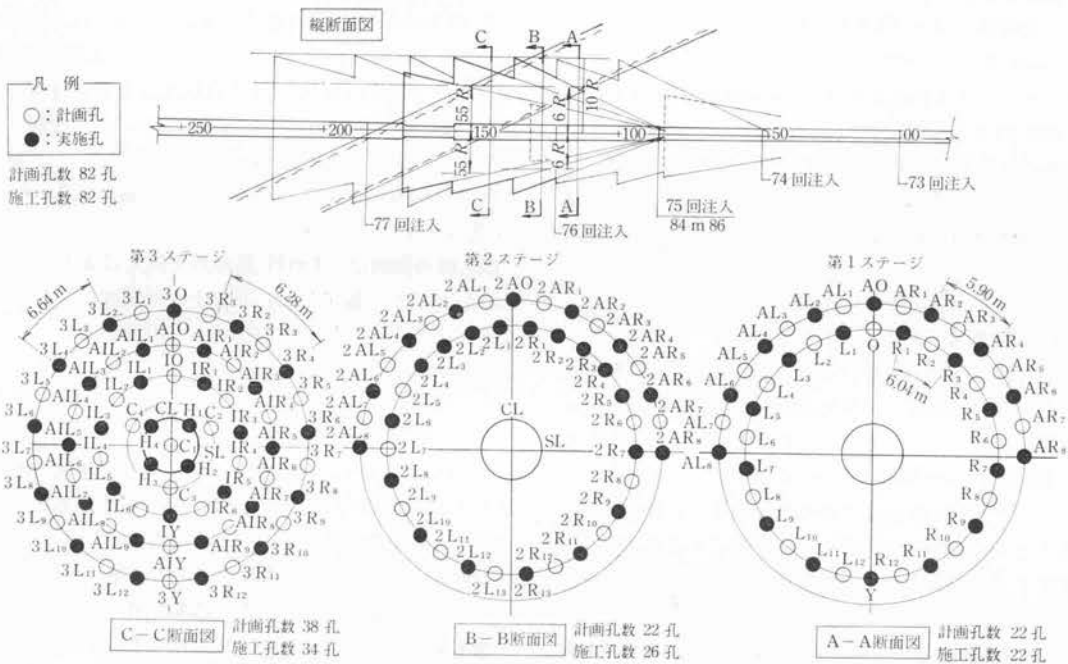


図-3 第75回注入

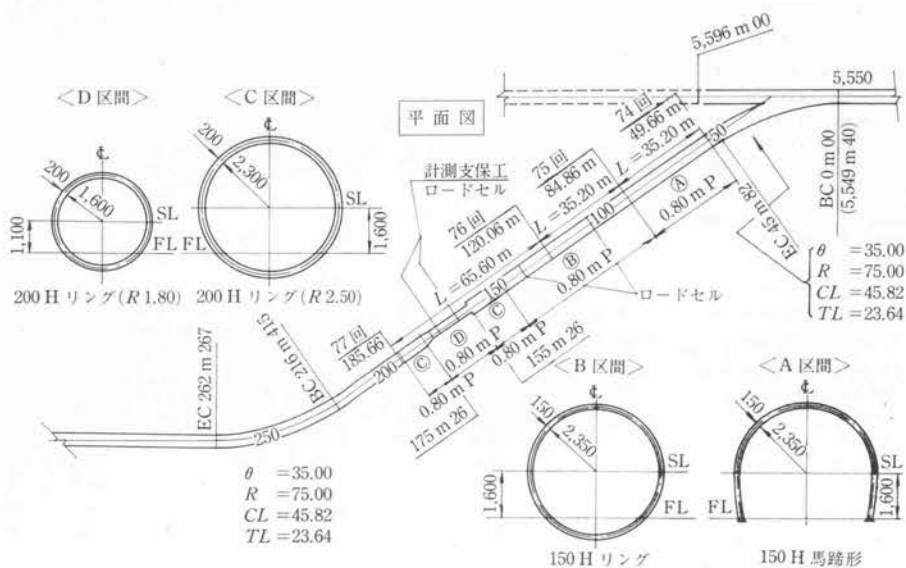


図-4 掘削実績図

入充填率は 3~5% とかなり高い値を示し、切羽鏡には幅 1~30 mm のクラックに充填されたグラウトが縦横に分布していた。破碎帯に近づくにつれて岩質も著しくもろくなり、切羽から湧水がじわじわしみ出し、滴下水もみられた。

(3) 第 76 回注入掘削

破碎帯の湧水帯は注入域の上部に分布していると予想されたが、湧水帯がもっと広く分布する懸念があり、最大規模の注入を考えた。

さぐり孔は 6 孔、カバーロックは上下 6 R、第 1 ステージ 55 m、第 2 ステージ 75 m、第 3 ステージ 90 m とした。さぐりの結果、最大湧水量は 100 l/min であったので、前 2 回の注入効果が良好であったものと判断し、減孔することとした。第 1 ステージアウター孔施工結果、最大湧水量 50 l/min と少量であったので内側孔を減孔し、第 2 ステージアウター孔施工結果も特に変わった状況はなかったので、内側孔を減孔した。第 3 ステージも同様に減孔し、ステージ長を 90 m から 100 m に延長し、次回注入のカバーロックをできるだけ長くとることとした。また、掘削断面の下部付近では 15~20 l/min の湧水が残り、不安材料となったのでインナー孔 2 孔、第 3 ステージ 2 孔を再注入して周辺を補強した。

総湧水量は 2,310 l/min、1 孔平均 33 l/min であり、総注入量は 775 m³、1 孔平均 10.9 m³/min であった。

掘削は 図-7 の実績図に示すように

- ① 150 H リング (R=2.5 m) ショートベンチ工法
- ② 200 H リング (R=2.5 m) ショートベンチ工法
- ③ 200 H リング (R=1.8 m) ショートベンチ工法

を地質状況に合わせて掘削し、支保工建込みと同時に吹付コンクリートを施工した。

さらに、水抜きにより土圧を緩和し、掘進時の滴水を押えるため 5 本 (l=30 m) のさく孔を行ったが、0.5~1 l/min の湧水に止まり、止水効果の良さを示した。この間迂回坑 163 m 付近より最大厚 10 cm の緑色部 (海緑石) が現われ、続いて砂質泥岩 (黒松内層) に変わり、F1 の突破に成功した。図-3 に注入の設計図を、図-4、図-5 には掘削の実績、工程を、表-2 に注入総括表を示す。

5. 考 察

(1) 注入孔数、総注入量、総湧水量

先進導坑第 31 回注入から第 77 回注入における比較を 図-6 に示すが、これによると、

- ① 総湧水量は従来区間および 3,053 m 出水断層区

項目	昭和52年 3月					4月					5月					6月					7月					8月					9月				
	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	30	5	10	15
迂回ルート注入	72 [73]					74					75					76																			
	S=16孔 S=14孔 S=45孔					S=82孔					S=71孔																								
	Q=146.5m ³ Q=280.1m ³ Q=664.4m ³					Q=984.5m ³					Q=775.5m ³																								
迂回ルート掘削	71					73					74					75					76														
	L=63.40m					L=49.66m					L=35.20m					L=35.20m					L=65.60m														
ボーリング	B 23-1-B 23-2-B 23-7															B 23-8,9																			
	L=300.0m L=1,604.7m															L=680.0m																			
地質	Tf Kn-5					Tf, LPTf Kn-5					Tf Kn-5					Tf Kn-5					Tf-Gn, -Ms Kn-5-Km														
支保工形状	150 H 馬蹄					150 H 馬蹄					150 H 馬蹄					150 H リング					200 H リング (2.5 R)					200 H リング (1.8 R)									
ピッチ						0.80 m					0.80 m					0.80 m					0.80 m														
掘削工法	全断面					全断面					全断面					ショートベンチ					ショートベンチ														
進行	6.5 m/日					4.1 m/日					5.0 m/日					2.9 m/日					3.4 m/日														

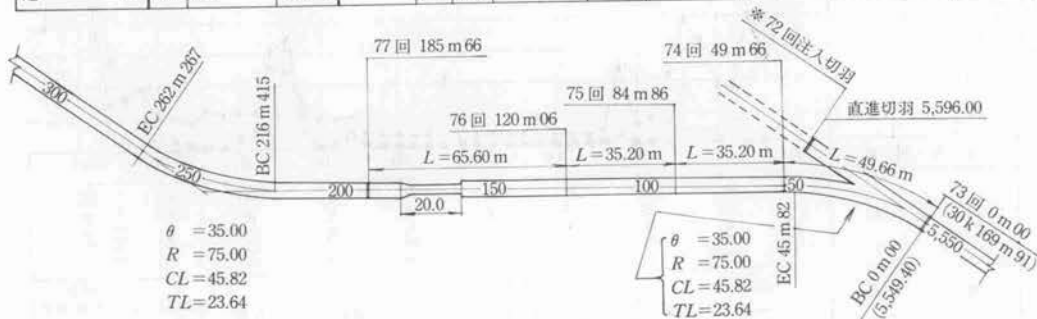


図-5 実績工程

表-2 注入総括表

項目		注入回数		74回	75回	76回	77回
さく孔	さく孔数	A	孔	45	82	71	38
	さく孔長さ	B	m	3,234	6,033	6,020	2,933
	1孔平均さく孔長さ	B/A	m	72	74	84	772
	元ケーシングを含む延べさく孔時間	C	min	20,441	34,801	25,303	8,562
	純さく孔時間	D	min	3,989	36,769	6,847	2,217
	ノミ下り	B/D	m/min	0.811	0.891	0.879	1.323
湧水	湧水量	E	l/min	3,630	7,860	2,311	1,684
	湧水量	F/A	l/min	81	96	33	44.3
	最大湧水量		l/min	300	1,000	150	200
	湧水圧		kg/cm ²	13~25	15~23	10~21	8~26
	湧水温度		℃	20~23	21~23	21~22	-
注入	注入孔数	F	孔	45 (65)	82 (101)	71 (76)	38 (42)
	総注入量	G	m ³	664.4	984.5	775.5	188.84
	孔当り注入量	G/F	m ³	14.8	11.8	10.9	4.97
	最大注入量		m ³	22.8	37.2	39.6	12.8
	純注入時間	H	min	10,449	17,737	14,598	3,694
	延べ注入時間	I	min	14,230	22,282	17,911	12,561
	m ³ 当り平均注入時間	H/G	min	15.73	17.9	18.8	19.56
ケーシング	ケーシング長さ		m	507.5	1,204.2	984.5	140
	元ケーシングさく孔・裏込終了まで挿入時間		min	5,941	11,934	7,711	1,566
	裏込注入量		m ³	19.9	69.2	27.9	1,044.28
	裏込注入時間		min	561	1,582	738	119
注入材料	セメント量	J	kg	158,327	260,004	213,590	49,521
	水ガラス量	K	l	256,632	394,945	301,181	70,808
	孔当りセメント量	J/A	kg	3,519	3,181	3,008	1,303
	孔当り水ガラス量	K/A	l	5,702	4,816	5,591	1,863
	m ³ 当りセメント量	J/G	kg/m ³	231	247	266	262
	m ³ 当り水ガラス量	K/G	l/m ³	375	375	375	375
	平均注入濃度		%	184	171	156	156
	充填率		%			10.9	0.71
段取	時間		hr	8	16	14	14
	付時間		hr	12	38	10	8
	作業時間		hr	38	573.5	394	160
	日当り消化孔数			3.46 (5.0)	3.56 (4.22)	5.46 (5.8)	5.43 (6.0)

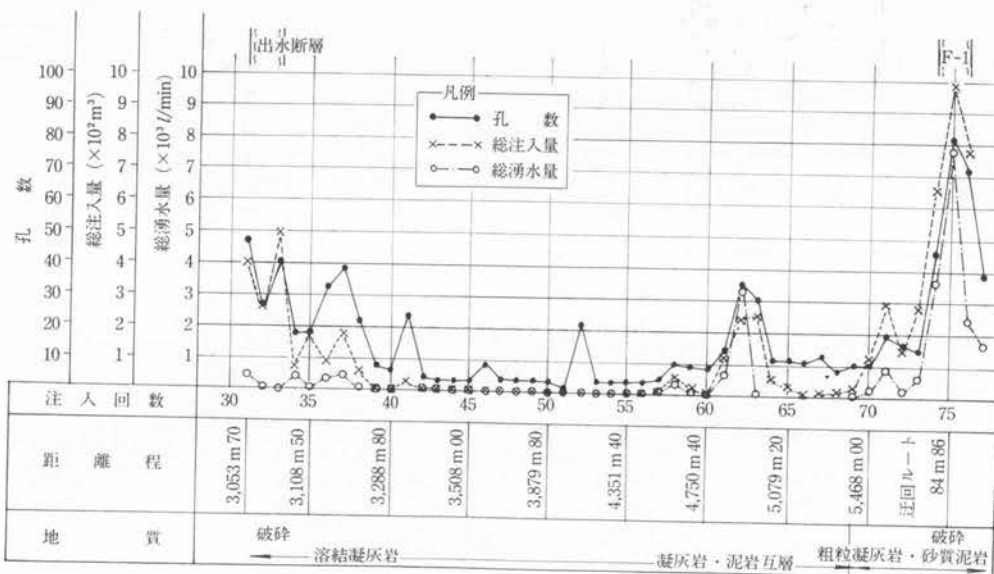


図-6 第31回~第77回注入(孔数, 総注入量, 総湧水量)

間の約 20 倍以上である。

② 注入孔数、総注入量に関しても湧水量に比例して上述と同様のことが言える。

(2) 圧縮強度とノミ下り

上述同様に比較した場合、図-7 からわかるように、

① 圧縮強度は 3,050 m 断層以降徐々に上昇し、100

~150 kg/cm² 程度であったものが、F1 付近では極度に低下している。

② ノミ下りに関しては、圧縮強度に比例して徐々に上昇しているが、F1 付近では 0.9~1.0 m/min と非常に高い値を示しているのは、岩の圧縮強度が極度に低いこと、送水による岩の吸湿においても著しい膨潤性がないため、ロッドくいしめ等によるノミ下り低下がなかつ

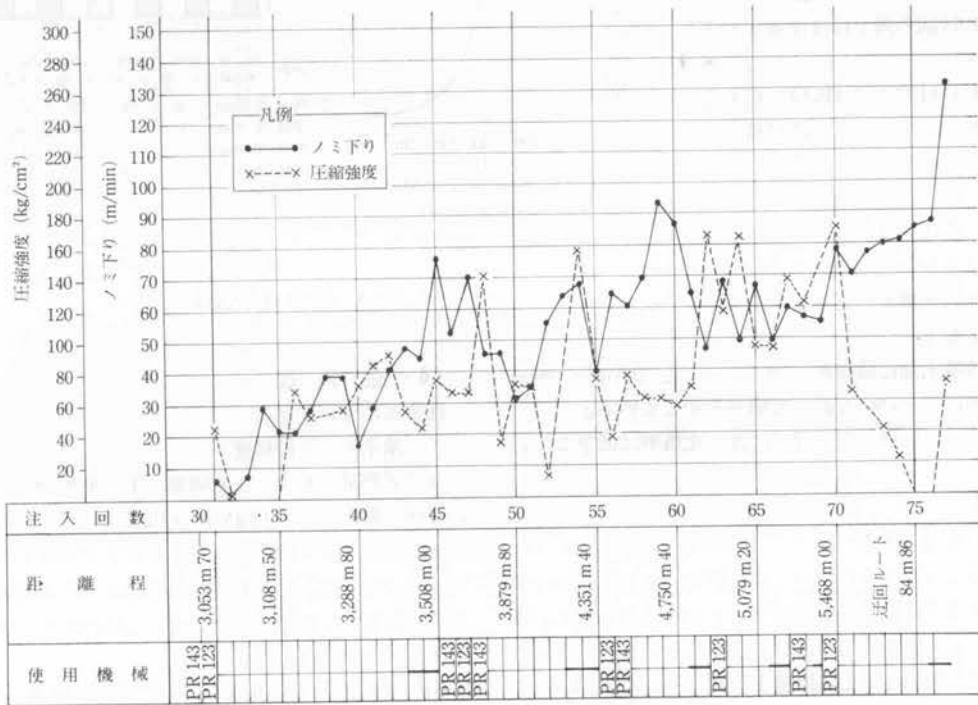


図-7 第 31 回~第 77 回注入 (ノミ下り, 圧縮強度)

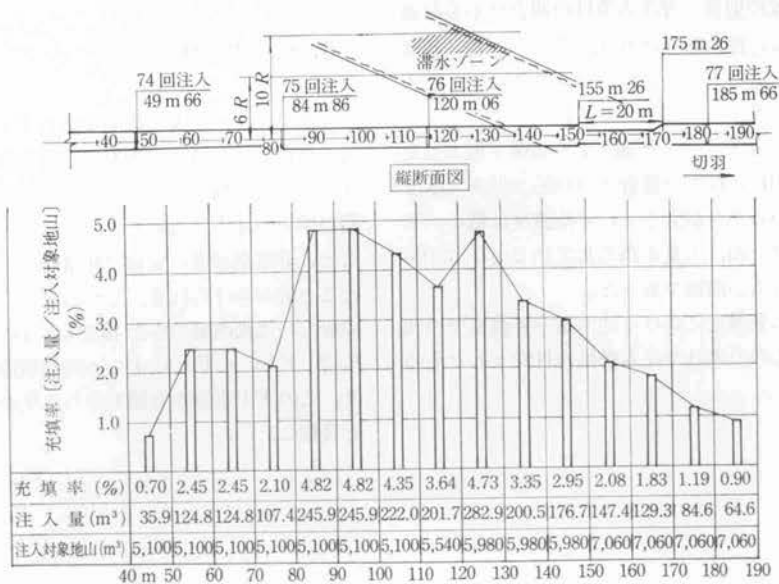


図-8 各区分間充填率

たためである。

(3) 湧水分析

3,000 m, 4,000 m, F1 付近の湧水分析を行った結果は次のようであった。

① 3,000 m → 4,000 m → F1 と徐々に海水パターンに近接しており、F1 区域の湧水はほぼ海水パターンである。

② F1 付近では HCO_3^- が大きく、 SO_4^- が少ないことは黒松内層の特徴をよく示している。

(4) 注入充填率

今回施工した迂回ルート 50~190 m間の注入充填率を図-8に示す。これによると、

- ① 坑道上部に破碎帯、湧水ゾーンをひかえる 80~150 m 間は 3~5% と高い充填率を示している。
- ② 150 m 以降前方に行くに従い充填率は低下している。

(5) 止水効果

破碎帯などの注入においては、満足できる注入量の確保、できるだけ強度の高いグラウトを注入することが条件になるが、対象地山の性状、すなわち、湧水量から想定される亀裂幅とそこに浸透するグラウト粒子(LWにおいてはセメント粒子)の制限、岩の強度と注入圧による破壊の問題、および注入材料の特性、注入機械の吐出量、吐出圧、濃度の切替え等注入条件の組合せから最適注入方法を選択し、注入しなければならない。特に濃度切替えはいまのところ人為的に管理せざるを得ず、注入量、強度に直接影響するところとなる。

F1 区間の注入は先に示した表-2の基準で施工したが、総注入量が 10 m^3 以上の場合には 300%、200% (水セメント比) の占める割合が大きく、平均濃度は低い。また、150% までは計画注入量が得られているが、100% に達してからの注入が困難であった。

各注入回ごとに各濃度における注入量と各濃度での強度をかけ合せたものの累計で注入効果の目安としたものが図-9である。

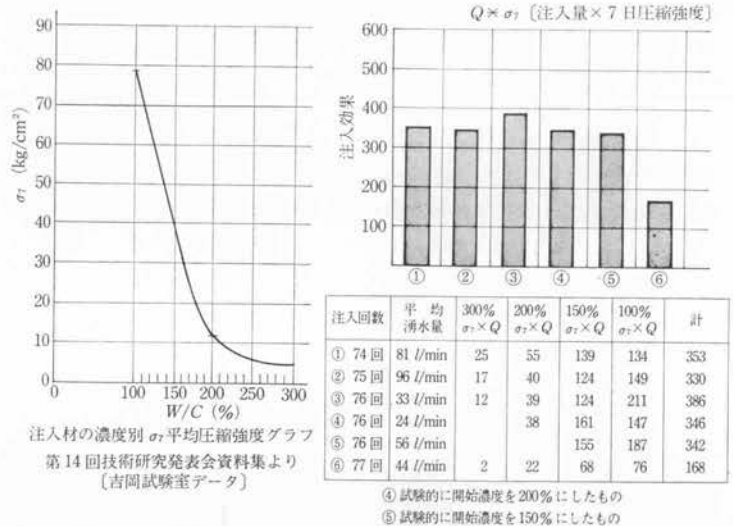


図-9 各注入回注入効果

(6) 注入圧

注入圧については、

- ① 湧水圧×3 倍程度
- ② 破碎帯の場合、圧密効果による地盤強化を考えて最終圧を従来より 10 kg/cm^2 程度上げる。
- ③ 微少クラック注入であればグラウト粒子の浸透限界に近いので注入圧による地山破壊点(注入臨界圧)より高い注入とした方が効果がよいと思われる。今回の最終圧は $75 \sim 80 \text{ kg/cm}^2$ とした。

Kn, Km における注入の P-T 曲線からみると臨界圧は Km に入って 60 kg/cm^2 以下になっており、岩の強度の低さを示している。

6. む す び

青函トンネル最大の難関である F1 突破の成功の要因としては、短期間に 2,600 m (計 9 本) に及ぶ調査ボーリングにより前方の地質、形状が把握できたこと、訓練層の中での注入で対処できたこと、良好な注入ができたこと、非常用設備の完備で非常時のための万全が期されたこと等があげられる。しかしながら、先進導坑は経験の少ない黒松内層の中を推進しており、前方には F2, F12, F13 と F1 に劣らぬ断層破碎帯が待ちうけており、この F1 突破の実績をさらに生かして着実にゴールを目指したい。

下り傾斜ベルトコンベヤによる コンクリート輸送

井上 堯之* 榎本 正**

1. はじめに

長大トンネルの施工においては作業坑として立坑や斜坑を利用する場合が多い。現在施工中の青函トンネル（白符）工事においても作業坑として斜坑を利用している。その施工設備のうち、コンクリートの輸送は坑外で生産された生コンクリートを立坑を利用して重力により落下させ、緩衝装置で受ける方法が計画されていたが、ここでは斜坑に設置したずり出しベルトコンベヤの上にコンクリート輸送用の下り傾斜ベルトコンベヤを乗架させ、コンクリートの品質を確認しながら輸送する技術を当社と古河鉱業で共同開発し、現在順調に稼働しているため、その一部を報告する。

2. 工事概要

青函トンネル（白符）工事は青函トンネル 53,850 m

のうち、38 k 600 m～42 k 500 m 間の 3,900 m を施工するもので、北海道方海底部に隣接した工区で斜坑約 510 m、水平坑約 110 m で本坑に 46°3′ で接続し、地質は新第三紀の凝灰岩、凝灰角れき岩、泥岩、砂岩の互層で構成され、一部安山岩が貫入している等、地質変化の激しい区間である。

当初当工区のコンクリートの坑内搬入計画は斜坑口より約 200 m 離れた位置にパッチャプラントを設備し、直下に径 800 mm の深さ約 120 m のボーリングを行い、ケーシングパイプを挿入、下部に特殊な緩衝装置を設けて、本坑から立坑下まで約 450 m のコンクリート引出し横坑を掘削し、コンクリート約 12 万 m³ の搬入を行う予定であったが、設備工事に要する工期、立坑を利用して搬入する場合のコンクリートの品質管理、その他種々の条件を検討し、それらの条件にかかわる問題を解決するため、下り傾斜ベルトコンベヤによりコンクリートを輸送する技術を開発し、設備を設けて現在順調に稼働中である。

3. コンクリート輸送コンベヤ設備

斜坑坑口に設備したパッチャプラントで混練されたコンクリートは再練装置に投入する前に 1 バッチ (1 m³) ごとに品質をチェックし、ミスバッチが発生すればすみやかに排出装置によって放棄する。コンクリートは 6 m³ 単位で定量供給装置を通してベルトコンベヤ上に供給され、約 3 分間で坑底部の再練装置まで輸送が可能になっており、定量供給装置の回転を自由に変えることによって供給量を変えることができる。骨材の供給から混練、ベルトコンベヤによる輸送まで自動制御装置によるワンマンコントロール方式で、安全装置は完全連動方式としている。

なお、各設備の仕様は表-1、図-4 に示すと

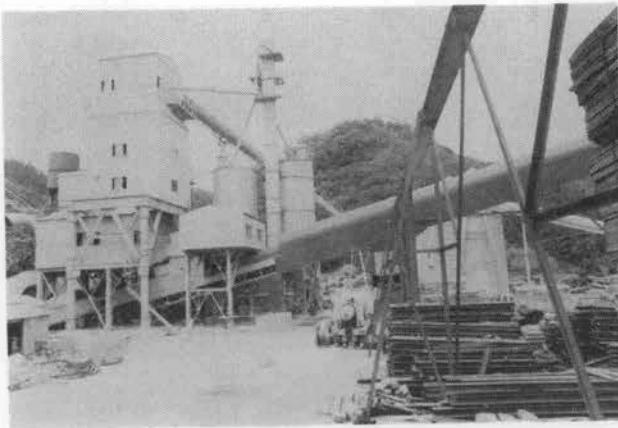


写真-1 坑口パッチャプラント

* (株) 奥村組青函白符出張所長

** (株) 奥村組青函白符出張所副所長

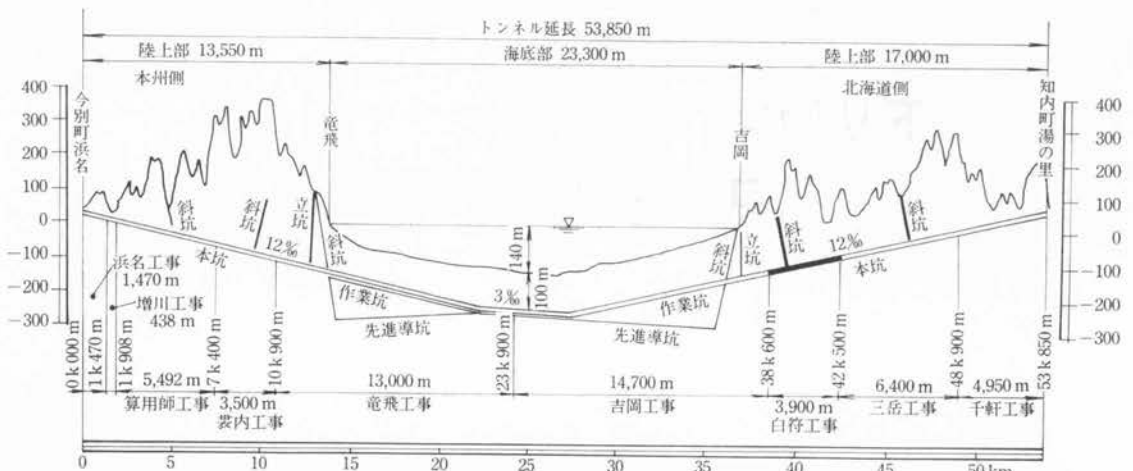


図-1 青函トンネル縦断面図

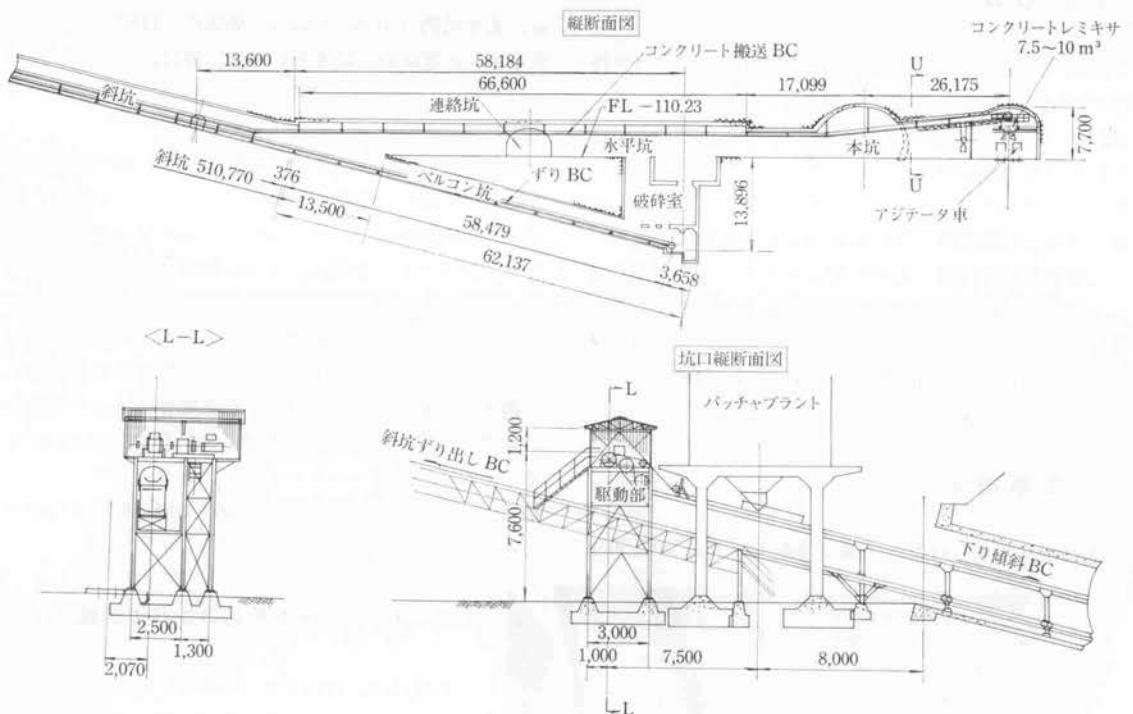


図-2 下り傾斜ベルトコンベヤによるコンクリート輸送計画図(その1)

表-1 コンクリート輸送ベルトコンベヤの仕様

項目	性能および仕様	項目	性能および仕様	項目	性能および仕様
能力	400 t/hr	駆動方式	シングル駆動	リターンローラ	JISフラット etc 3.0m
ベルト幅	750mm	駆動位置	テール部	インバクトローラ	JIS 45°トラフ2°前傾5槽ローラ(キャリアローラ) etc 0.3m
ベルトの仕様	ST 800, 750×(32φ×59本)×6×5 l=1,505m	減速方式	減速機 90kW×6P×1/12 NC 206M	ヘッドクリーナ	チップ付ヘッドクリーナ(4段)+エアクリーナ+水洗クリーナ
水平機長	621.20m	伝動方式	モータ+たわみ継手+減速機+ローラチェーンカップリング+プーリ	テールクリーナ	エアクリーナ+水クリーナ+V字式テールクリーナ
揚程	-123.73m/min	緊張方式	重錘式	緊張装置	1,500mm
ベルト速度	200m/min	緊張位置	ヘッド部	移動距離	
傾斜角度	14°02'	制動装置	油圧式ブレーキQBOS 3145-1 モータリットブレーキ		
原動機	3.000V 50Hz 90kW	キャリアローラ	JIS 45°トラフ2°前傾5槽ローラ, etc 1.0m		

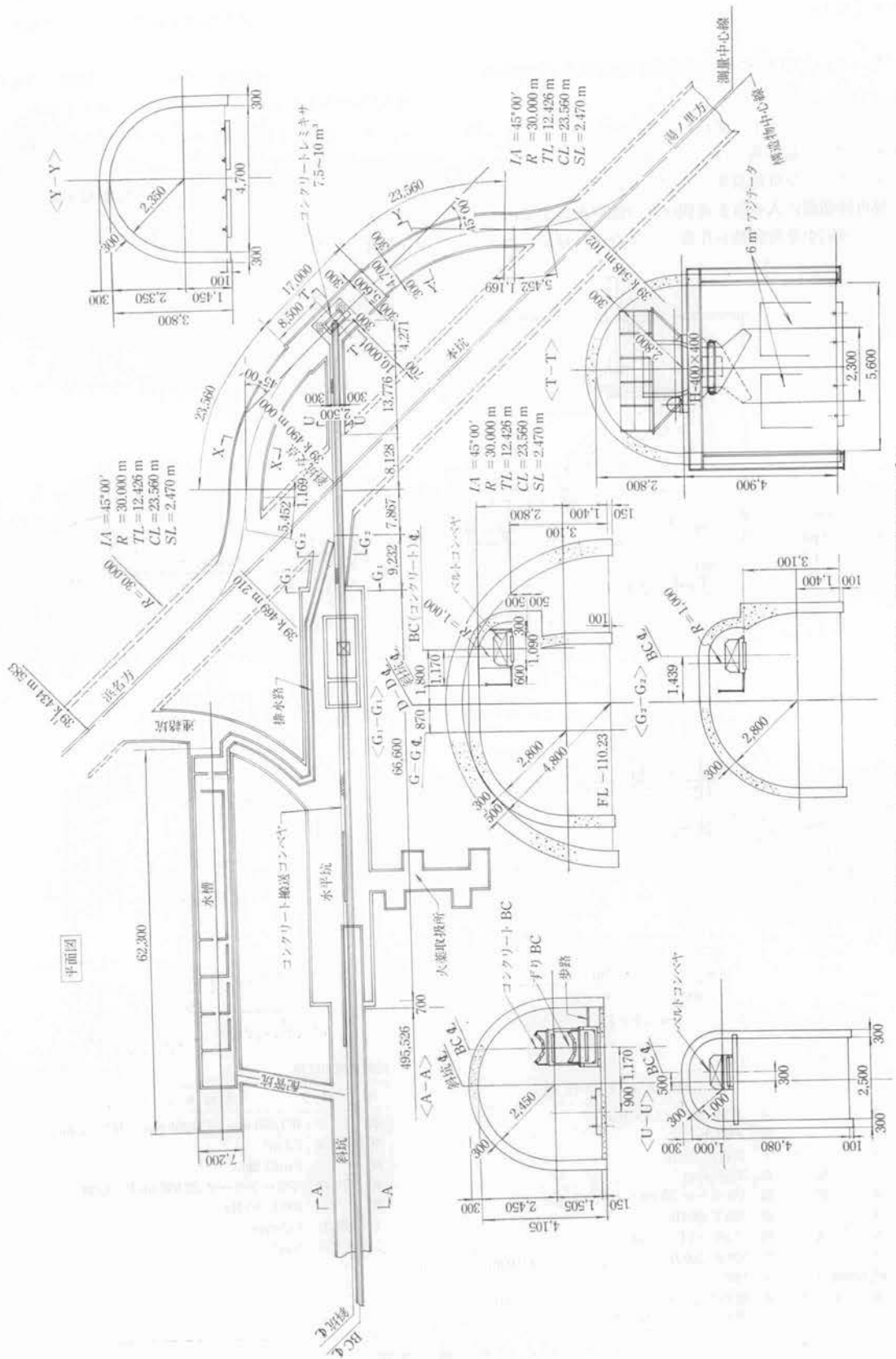


図-3 下り傾斜ベルトコントコンベヤによるコンクリート輸送計画図(その2)

おりである。

4. ベルトコンベヤ設備設計に関する基本条件

コンクリートを下り傾斜のベルトコンベヤによって輸送する設計の基本条件は、

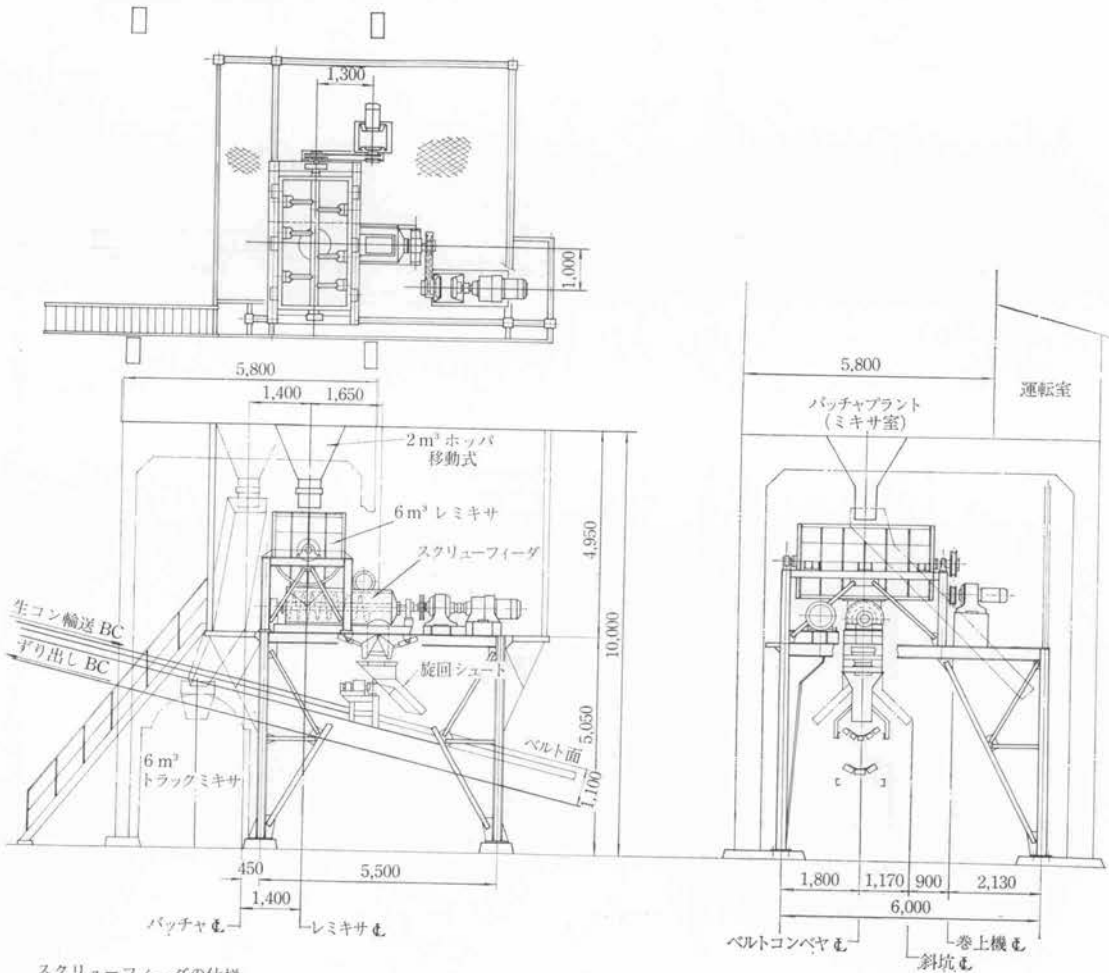
- ① プラント供給設備より投入されたコンクリートが下部再練装置に入る所要時間は3分間以内とする。
- ② 運転中非常制動が作動した場合に、積荷したコン

クリートがベルト上を流下現象を起さないように制動する。

③ コンクリート輸送中、ベルト上の「層厚」は粗骨材最大粒径の1.5倍以上(約60mm)以上とする。

④ コンクリート輸送後、コンクリートに品質変化を生じないこと。

⑤ リターンベルトへのモルタルの付着量を最少限にすること。
の5条件とした。



スクリーフイーダの仕様

項目	性能および仕様
本体能力	φ750 mm×12,400 mm 400 t/hr
スクリーフピッチ	供給部 0.3 m
回転数	29~3 rpm
電動機	VS モータ 37 kW×4 P(可変速モータ)
電源	200 V 50 Hz
減速機	37 kW×4 P×1/30
吐出ゲート部	500 φ×700 H ゴムホッパ, エアシリンダφ100 mm, S150 mm
吐出部回転シュート	180°
回転方式	電動方式, ギヤードモータ 0.75 kW×4 P×1/200 電磁ブレーキ, 回転速度 2.5 rpm (90% sec)

再練装置の仕様

項目	性能および仕様
本体	W1,550 mm×L3,250 mm×H1,775 mm
空洞容量	7.5 m³
能力	6 m³/3 min
電動機	ギヤードモータ 22 kW×6 P×1/30
電源	200 V 50 Hz
主軸回転数	15.5 rpm
ミキサ容量	6 m³

図-4 供給設備全体図

5. ベルトコンベヤ設備基本計画の検討

(1) 基本条件①より

(a) ベルト速度

ベルト速度 V は $V = \frac{L}{t}$

L : ベルトコンベヤ全長 640 m

t : 輸送時間 3 min

$$\text{より } V = \frac{640}{3} = 213 \text{ m/min}$$

$\therefore V = 200 \text{ m/min}$ とする。

(b) 運搬能力

運搬能力 Q は $Q = \frac{60 \cdot V \cdot B \cdot \rho}{L}$

B : ベルトコンベヤ全長の積荷量 6 m³

ρ : 比重 2.3

$$\text{より } Q = \frac{60 \times 200 \times 6 \times 2.3}{640} = 260 \text{ t/hr}$$

積荷断面積 A は $A = \frac{Q}{60 \cdot V \cdot \rho}$

$$\text{より } A = \frac{260}{60 \times 200 \times 2.3} = 9.4 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

(c) ベルト幅の決定

下り傾斜ベルトコンベヤでコンクリート等の流動性を有する運搬物を扱う場合、ローディング部における運搬物の挙動に着目し、検討する必要がある。図-5 は実験により作図したローディング部のコンクリートの挙動を图示したものである。ローディング部のコンクリートに作用する力としては慣性力と傾斜流動力があり、これが合成されて図-5のコンクリートの速度分布となる。

スランプ 20 cm ぐらいまでは慣性力による速度おくれの方が傾斜流動速度より若干大きくなり、ベルトにより加速が進行するにつれて傾斜流動力の方が大きくなり、この時点からベルト速度より速くなる。そして流動限界点(層厚により流動がなくなる点)以後はベルトと運搬

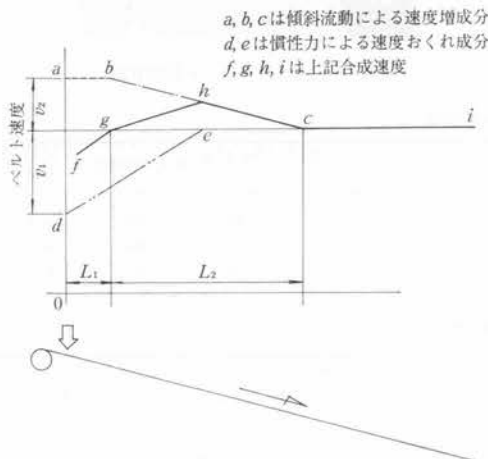


図-5 ローディング部速度分布線図

物の相対速度がなくなり、運搬される。ベルト幅は流動限界以後での層厚から決定できる。当然ローディング部では運搬物の速度おくれにより層厚が大きくなるが、スカート設けることによって問題はない。

(2) 基本条件②より (制動時間)

コンベヤ上に積荷された状態で制動をかける場合は慣性力によるコンクリートの流下現象が起らないようにする必要がある。すなわち、コンクリートの粘性による抵抗力より慣性力と傾斜による分力との和が小さくなるように制動することである。

$$J_a \geq \frac{W \cdot V}{60 \cdot g \cdot t} + W \sin \theta$$

W : m 当りのコンクリート重量 (kg)

g : 重力の加速度 (m/sec²)

t : 制動時間 (sec)

θ : コンベヤの傾斜 (14°)

J : 粘性降伏点 (スランプ 20 cm のとき 19 kg/m²,
スランプ 18 cm のとき 22 kg/m²)

a : m 当りのコンクリートのコンベヤ上の面積 (m²)

$$\text{上式より } t \geq \frac{W \cdot V}{60 \cdot g (J_a - W \sin \theta)}$$

スランプ 20 cm のとき $t \geq 15.5 \text{ sec}$

スランプ 18 cm のとき $t \geq 5.4 \text{ sec}$

制動時間は理論値で上記である。

(3) 基本条件③より (流動限界層厚)

ベルトコンベヤのトラフ角 30° の標準型で、スランプ 18 cm に対する限界層厚は 55~60 mm (実験値) であり、ベルト上に積荷されたコンクリートが流下しない条件としては次の式を満足しなければならない。

$$J_a \geq \frac{W \cdot V}{60 \cdot g \cdot t} + W \sin \theta$$

U型トラフの場合、粘性せん断面積 (a) が 30° 標準トラフより 11% 増加する。限界層厚は粘性せん断面積に比例すると考えられるので、U型トラフにすれば 60~65 mm で運搬できることになる。

(a) 流動限界層厚以上で供給した場合の運搬状態
この場合のベルト上のコンクリートの挙動は図-7の

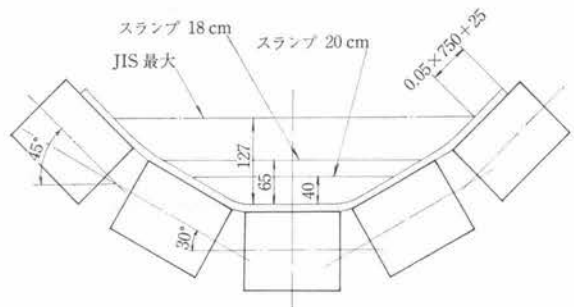


図-6 積荷断面図 (Uトラフ)

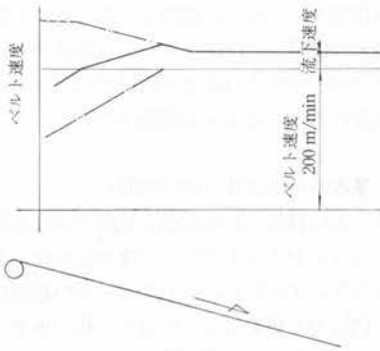


図-7

太実線のようになる。コンクリートの輸送速度はベルト速度に流下速度が加算された速度になることを示す。スランプ 18 cm のとき 12 m/min 以下、20 cm のとき 33 m/min 以下であり、このような状態で運搬しても運搬機能には問題はないが、途中で停止すると流下現象を起し、コンクリートの品質管理上問題であり、流動限界層厚以内で運搬する必要がある。

(b) 定量供給設備

上述の理由により定量にコンベヤ上にコンクリートを供給する設備を設ける必要がある。

6. 理論値と実際との比較

コンクリート輸送コンベヤの基本計画により求めた理論値と実際の比較および機械的性能がコンクリートに及ぼす影響等を試験するため本設ベルトコンベヤによる試験結果を記述する。なお、試験に使用したコンクリートの標準配合は試験機に使用したものは表-2に、本設機械で使用したものは表-3に示すとおりである。

以下、試験結果と考察について述べる。

(1) ベルト速度

- 無負荷運転時.....205 m/min
- 負荷運転時.....211 m/min

下り傾斜ベルトコンベヤであるため負荷運転時は若干

早くなっているが、運転上問題はない。

(2) 輸送能力

運搬中のベルトコンベヤを停止させ、コンクリート供給位置より 200 m の地点のベルト上のコンクリートを長さ 50 cm の区間で採集し、運搬量を算出した。

$$18.5 \text{ kg} - 0.85 \text{ kg} = 17.65 \text{ kg}/0.5 \text{ m}$$

$$A = \frac{17.65 \times 2 \times 60 \times 211}{1,000} = 446.898 \text{ t/hr}$$

446.898 t/hr で理論値と同じく層厚 60~65 mm の状態と考えられる(本設機より試験結果)。

(3) 流動限界層厚

表-2 の①~③のコンクリートを使用して流動限界層厚の測定を行った。定量供給装置の構造上不備の点もあったが、スランプ 15~20 cm の平均層厚(写真判定および制動時を含めて)は 64 m/min で当初の理論値と一致している。表-4 の制動時の層厚が一部薄い部分は制動する時期に問題があり、コンクリート排出完了直前に制動を開始したためである。下り傾斜ベルトコンベヤで

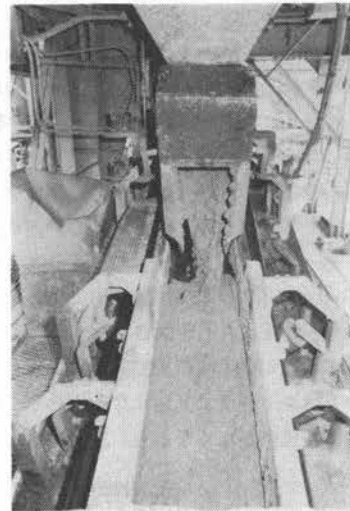


写真-2 生コンクリート供給状況

表-2 コンクリート配合表

配合	骨材寸法 (mm)	スランプ SLC/M	空気量 Air (%)	単位セメント比 C (kg)	水セメント比 W/C (%)	単位水量 W(kg)	単位骨材量 S (kg)	単位粗骨材量 G (kg)	単位水和剤量 (%)	細骨材率 S/a (%)
①	40	15 ± 2.5	4 ± 1	240	65	156	812	1,158	0.480	42.6
②	40	18 ± 2.5	4 ± 1	248	65	161	791	1,160	0.480	42.1
③	40	20 ± 2.5	4 ± 1	254	65	165	776	1,158	0.406	40.1

表-3 示方配合 (1m³ 当り)

配合 No.	骨材寸法 (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (kg/m³)						備考	
						水 W	セメント C	40mm 砕石 G ₁	25mm 砕石 G ₂	荒砂 S ₁	細砂 S ₂		ポゾリス P (L)
109	40	15 ± 2.5	4 ± 1	57.6	45.0	152	264	431	647	420	420	2.64	S ₁ :S ₂ =5:5 G ₁ :G ₂ =4:6

限界層厚を決定する際の基本理論数値である粘性降伏点はスランプ 18 cm で 21~22 kg/m³ と考えて良い。

(4) 輸送中におけるコンベヤ上のコンクリートの変化の確認

写真撮影の結果から明らかなように層厚の変化、コンクリートの分離等はほとんど見られない。

(5) リターンベルトのモルタル付着量

付着モルタルの採集は運搬中のコンベヤを停止させ、各指定場所(図一8参照)のベルト幅 750 mm, 全幅 100 mm を採集、重量測定を行った(表一5参照)。モルタル付着量は第2クリーナ以後は微々たるものであり、付着量を t/hr で換算すると

$$\frac{0.002 \times 10 \times 60 \times 210}{1,000} = 0.25 \text{ t/hr}$$

故にコンクリート総重量に対する付着(損失)率は0.072%となる。また、セメントの損失量に対しては配合①の場合を計算すると、

コンクリート総量 (T) :

346 t/hr (試験機による運搬量)

コンクリート付着量 (I) :

0.25 t/hr (0.0723%)

付着量を水とセメントのみとすれば、

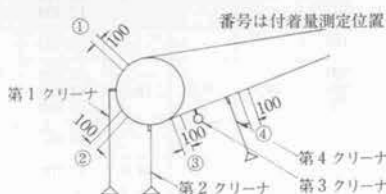
$$I = \frac{0.0723}{100} \cdot T \quad (C=240 \text{ kg}, W=156 \text{ kg})$$

$$\frac{396}{2,366} = 0.1674$$

$$= \frac{0.0723}{100} \times \frac{100}{16.74} (C+W)$$

$$= \frac{0.43}{100} (C+W)$$

セメント損失量は0.43%となり、セメント 240 kg/m³ の場合 1.03 kg/m³ 程度となる。



図一8

表一4 層厚測定表

スランプ (cm)	エア量 (%)	温度 (°C)	制動時間 (sec)	層厚(写真判定) (cm)						摘要	
				測定場所							
				1	2	3	4	5	平均		
投入~排出 15.0~15.1	4.1~4.0	31.5~30.5	①		5.5	7.5	6.7	6.5	6.6	平均6.7	
			②	5.8	4.3	6.8	5.0	4.0	5.2		
			③		8.2	8.5	8.2	8.6	8.4		
			④		5.0	5.5	5.0	6.0	5.4		
			制7.5⑤	1.5	2.7		4.3	5.5	3.5		
			⑥		7.7	8.2	8.8	8.0	7.8		
			⑦		7.8	8.8	8.8	8.0	8.3		
			制⑧	9.5	7.5	8.4	7.0		8.1		
18.6~18.2	3.4~3.4	24.0~22.0	1		7.0	8.2			7.6	平均6.6	
			制6.5		7.5	7.8	8.5		7.9		
17.1~17.0	3.8~3.5	30.0~29.0			5.0	6.0	6.3		5.8	平均6.4	
					7.0	8.0	7.0		7.3		
			制5.1	6.2	6.0	6.0	5.0	1.5	4.9		
20.0~19.6	3.7~3.5	22.0~21.0			7.0	7.5	8.5	7.5	7.0	7.5	平均6.6
					6.0	6.5	6.5	7.0		6.5	
			制7.5	3.2	5.5	4.0	3.7	3.0	3.9		
			制	7.5	8.0	8.8	9.0		8.3		
計			可動時制動時とも 可動時 制動時	6.1	6.1	7.2	6.6	5.8	6.4	487.8/76 7.0 91.8/13 5.4	32.9/6

表一5 モルタル付着量表

スランプ (cm)	エア量 (%)	温度 (°C)	モルタル付着 (g)				制動時間 (sec)	摘要
			1	2	3	4		
供給前~排出後 15.0~15.1	4.1 4.0	31.5 30.5	40.5 37.5	9.5 11.5	1.0 2.0	0.7 1.5	風袋0.5gを差引いたもの	7.5
18.6~18.2	3.4 3.4	24.0 22.0	150.5	23.5	2.5	2.0	〃	6.5
17.1~17.0	3.8 3.5	30.0 29.0	25.5 24.5	4.5 0.5	0.5 0.5	0	〃	5.1
20.0~19.6	3.7 3.5	22.0 21.0	132.5 131.5	3.0 12.0	1.0 2.0	0.5	〃	7.5
計			77.5	9.21	1.36	0.81		6.65

表一5 の測定位置④の平均損失量は

$$\frac{0.0008 \times 10 \times 60 \times 214}{1,000} = 0.103 \text{ t/hr}$$

故にコンクリート総重量に対する付着(損失)率は0.0298%となる。

セメント損失量に対して配合①の場合、上述の算式に代入するとセメント損失量は0.18%となり、セメント 240 kg/m³ の場合 0.432 kg/m³ 程度となり、損失によるコンクリートの強度には影響はない。

7. コンクリート輸送後の品質変化

(1) スランプ

各々配合別(表一2, 表一3参照)に供給前と排出後(本設機については再練装置内で摘出)にスランプテストを行った結果(表一6参照)、試験機では各配合共 0.5

~2.0% の変動が見られ、本設機での試験結果（表一7、表一8、図一9 参照）では No. 1~No. 7 のコンクリート使用水の温度未調整の場合は -1.7 cm, No. 8~No. 14 の場合、使用水の温度調整を行い、-0.2 cm(0.13%) 変動があり、平均 1.0 cm の変動で許容範囲内にある。

(2) エア量

スランptest同様各々配合別に摘出し、ワシントンエアメータによるエア量の測定の結果（表一6 参照）、試験機においては、各配合とも 2.5~8.5% とかなりの変動が見られたが、混和剤を検討選択した結果、本設機に

表一6 圧縮強度試験表

試験 番号 No.	試験 月 日	設計強度 (kg/cm ²)	設計ス ランブ (cm)	設計 空気量 (%)	輸 送 前						輸 送 後					
					実測ス ランブ (cm)	実 測 空気量 (%)	σ ₁₄ 供試体 重量 (kg)	σ ₂₈ 供試体 重量 (kg)	σ ₁₄ (kg/cm ²)	σ ₂₈ (kg/cm ²)	実測ス ランブ (cm)	実 測 空気量 (%)	σ ₁₄ 供試体 重量 (kg)	σ ₂₈ 供試体 重量 (kg)	σ ₁₄ (kg/cm ²)	σ ₂₈ (kg/cm ²)
1	12-25	160	15±2.5	4±1	15.0	4.1	12.70	12.65	136	217	15.1	4.0	12.60	12.50	114	206
					15.0	4.1	12.50	12.55	117	225	15.1	4.0	12.60	12.65	137	183
					15.0	4.1	12.55	12.55	122	181	15.1	4.0	12.65	12.50	134	216
					平均		12.58	12.58	125	207	平均		12.62	12.55	128	201
2	12-25	160	18±2.5	4±1	18.6	3.4	12.70	12.60	131	193	18.2	3.4	12.60	12.55	126	205
					18.6	3.4	12.55	12.55	118	216	18.2	3.4	12.65	12.50	130	191
					18.6	3.4	12.60	12.45	141	204	18.2	3.4	12.60	12.60	123	210
					平均		12.62	12.53	130	204	平均		12.62	12.55	126	202
3	12-26	160	18±2.5	4±1	17.1	3.8	12.65	12.80	134	184	17.0	3.5	12.45	12.65	134	187
					17.1	3.8	12.70	12.65	138	212	17.0	3.5	12.60	12.45	130	205
					17.1	3.8	12.60	12.60	136	198	17.0	3.5	12.55	12.65	142	200
					平均		12.65	12.68	136	198	平均		12.53	12.58	135	197
4	12-26	160	20±2.5	4±1	20.0	3.7	12.60	12.60	148	209	19.6	3.5	12.70	12.50	134	203
					20.0	3.7	12.65	12.60	127	196	19.6	3.5	12.70	12.60	136	215
					20.0	3.7	12.60	12.55	141	193	19.6	3.5	12.65	12.55	139	183
					平均		12.62	12.58	139	199	平均		12.68	12.55	136	200

表一7 コンクリート試験成果表（コンクリート使用水温度未調整）

試験 番号	試験 月 日	コンク リート 使用水温 (°C)	坑 外 気 温 (°C)	坑 内 気 温 (°C)	輸送前 (バッチャプラント)					輸送後 (坑底リーミキサ)				
					スラン プ (cm)	空気量 (%)	温 度 (°C)	供 試 体 重 量 (kg)	σ ₂₈ (kg/cm ²)	スラン プ (cm)	空気量 (%)	温 度 (°C)	供 試 体 重 量 (kg)	σ ₂₈ (kg/cm ²)
1	5-19	10	12	19	17.0	4.6	12.0	12.820	196	13.0	3.2	15.5	12.780	239
								12.820	182				12.700	226
								12.780	190				12.870	208
平均					12.800	189				12.783	224			
2	5-19	10	12	19	17.5	5.0	13.0	12.900	173	16.2	3.4	16.5	12.680	199
								12.880	178				12.750	199
								12.790	178				12.820	234
平均					12.857	176				12.750	211			
3	5-20	12	18	21	17.5	4.6	14.0	12.680	206	16.5	4.1	18.5	12.820	238
								12.790	203				12.780	226
								12.800	213				12.680	195
平均					12.757	207				12.760	220			
4	5-21	16.5	20	21	14.0	4.3	17.0	12.850	212	12.5	3.6	19.0	12.680	253
								12.780	227				12.760	239
								12.760	227				12.820	261
平均					12.797	222				12.753	251			
5	5-23	14	18	22.5	17.0	4.9	15.0	12.850	215	12.5	4.3	17.5	12.780	228
								12.820	192				12.680	238
								12.780	204				12.750	222
平均					12.817	204				12.737	229			
6	5-24	15	14	22.5	16.5	3.7	16.0	12.504	171	17.3	4.0	18.0	12.464	233
								12.554	203				12.518	247
								12.596	197				12.530	225
平均					12.551	190				12.504	235			
7	5-24	15	14	22.5				12.524	220	13.5	3.5	18.5	12.790	(166)*
								12.592	216				12.616	250
								12.550	230				12.566	269
平均	14.0	3.7	16.0	12.555	222				12.657	260				
平均 変化					16.2	4.4	15.0	12.733	201	-1.7	-0.7	+3.0	-0.027	+32

(注) *(166) は供試体製作ミスにより除外

については総平均0.6%の変動で許容範囲内におさまっている(表-7, 表-8 および 図-9 参照)。

(3) 温 度

試験機においては冬期のもので比較にならないが、本設機の試験結果は +1.5°C となっている。

(4) 圧縮強度

配合別に σ_{14} , σ_{28} (試験機のみ) 圧縮強度を測定した結果、供給前と排出後の差は σ_{14} で平均 +2.5~3.9%, σ_{28} では -2.9~+0.5% の変動で、平均 -0.98% (試験機のみ) になっている。

本設機の試験結果は σ_{28} (表-8, 図-9 参照) の総平均値は +17.5% となっている。これは再練装置を設けたため試験機との差が生じたものと考えられる。

8. 本設備設計上配慮すべき問題点と対策

(1) 制動時のコンクリートの流下挙動

試験の結果は表-9 のとおりであるが、安全性を考慮して制動時間を 7~10 sec に設計し、全く問題はない。

(2) ベルトコンベヤへの定量供給設備

パッチャプラントの再練装置(集合ホッパー)からベルトコンベヤ上にコンクリートを供給する場合、開始から終了までの間、供給量にバラツキが生じないように定量供給することによってコンベヤ上に安定した層厚が得られる。したがって、定量供給する装置としてスクリーフフィーダを設備した(図-4 参照)。現設備で当初の目的は十分達することはできたが、よりスムーズな供給をするためさらに改造を必要と考えている。

(3) ベルトクリーナ

クリーナは輸送されたコンクリートを最大限に回収するためのもので、最も重要なものである。現在のかき板方式、高圧エアクリーナ、水洗等で目的は達せられているが、今後クリーナの負担を軽減して消耗を少なく、かつ運搬能力の安全率を高くし、さらにコンクリートの品質管理の上からもベルトスピードを 300 m/min 以上にすることが必要である。

(4) フレーム、ローラの微振動による流下現象対策

ベルト上にコンクリートを積荷した状態で微振動を与

表-8 コンクリート試験成果表(コンクリート使用水温度調整済)

試験 No.	試験 月 日	コンクリート 使用水温 (°C)	坑 外 気 温 (°C)	坑 内 気 温 (°C)	輸送前(パッチャプラント)					輸送後(坑底リーミキサ)						
					スラン プ (cm)	空気量 (%)	温 度 (°C)	供 試 体 重 (kg)	σ_{28} (kg/cm ²)	スラン プ (cm)	空気量 (%)	温 度 (°C)	供 試 体 重 (kg)	σ_{28} (kg/cm ²)		
8	5-26	21	22	22		16.0	4.3	19.0	12.484	161	16.1	3.8	19.0	12.528	220	
						12.440	184	12.594	188							
								12.390	184				12.550	214		
					平均				12.438	176				12.557	207	
9	5-26	21	22	22		15.5	4.6	19.0	12.470	167	15.5	4.0	19.5	12.574	222	
						12.518	190	12.444	216							
								12.624	139				12.502	225		
					平均				12.537	165				12.507	221	
10	5-28	20	20	22		15.5	3.8	21.0	12.800	207	15.6	3.8	21.0	12.780	183	
						12.820	206	12.750	212							
								12.750	183				12.690	225		
					平均				12.790	199				12.740	207	
11	5-28	20	20	22		15.0	4.5	21.0	12.680	180	14.8	3.7	21.0	12.690	226	
						12.790	169	12.780	230							
								12.750	171				12.850	229		
					平均				12.740	173				12.773	228	
12	5-30	18	19	21.5		16.3	4.6	18.0	12.830	204	16.5	4.3	19.5	12.580	231	
						12.780	224	12.720	242							
								12.750	223				12.800	227		
					平均				12.787	217				12.700	233	
13	5-31	20	21	21					12.720	194	13.5	3.4	21.0	12.800	229	
								12.780	184	12.680				232		
								12.870	200				12.590	232		
					平均	14.0	3.7	20.0	12.790	193				12.690	231	
14	5-31	20	21	21					12.680	189	14.7	3.6	21.0	12.680	224	
								12.830	187	12.830				246		
								12.690	190				12.690	238		
					平均	15.5	4.5	20.0	12.733	189				12.730	236	
平均 変化						15.4	4.3	20.0	12.678	187		15.2	3.8	20.0	12.671	223
総平均 変化												-0.2	-0.5	0	-0.039	+36
						15.8	4.4	17.5	12.706	194		14.8	3.8	19.0	12.689	228
												-1.0	-0.6	-0.017	+34	

えると流下現象が見られる。ベルトコンベヤをずり出しコンベヤに乗架しているため、ずり出しコンベヤの振動がコンクリートコンベヤに伝達することは十分考えられるので、防護策として下部コンベヤ脚と上部コンベヤ脚を同位置に設け、特殊な緩衝材を置いて目的を達しているが、今後ベルトスピードを高速にするにはローラの精度を考慮する必要がある。

(5) コンクリート排出位置の再練装置

試験の結果においてコンクリートの分離については問題ではないが、さらに均一良質なコンクリート管理を行うため供給設備兼再練装置を設けた。

(6) コンベヤベルトの摩耗

ベルトの摩耗については、通常使用するベルトコンベヤと異なり多くのクリーナを装着しており、クリーナとベルトの摩擦によって生ずる摩耗の方が運搬物による摩耗より大きいと考えられる。摩耗を測定した結果、昭和52年2月7日(コンクリート輸送量11,100 m³)の時点でベルト平均厚さ14.11 mmのものが、10月24日現在の

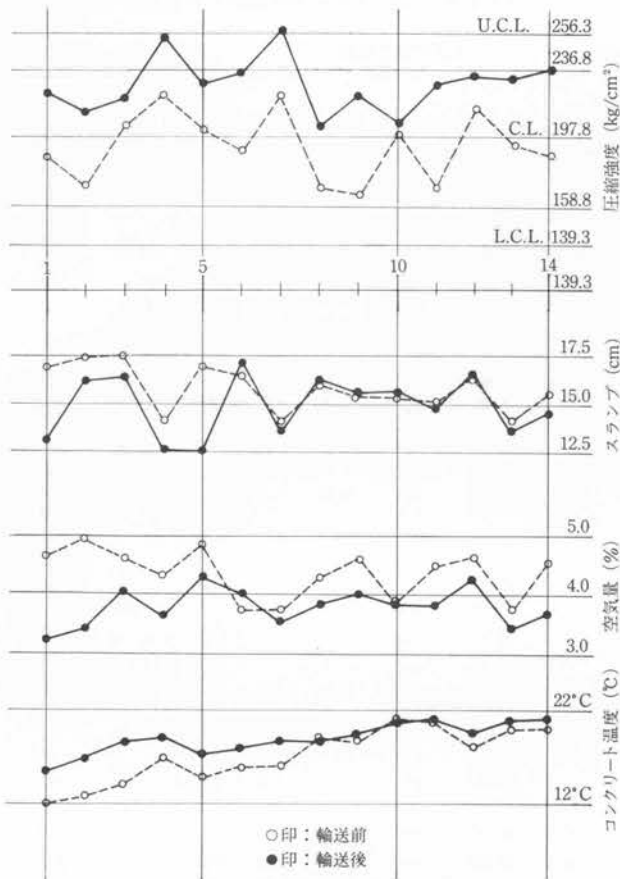


図-9 管理図

表-9 制動時の生コンクリート流下挙動

ス ラ ン プ	17.1 cm	18.5 cm
制 動 時 間	5.1 sec	7.5 sec
ベルト停止後の流下速度	38 sec/50 cm	19 sec/50 cm
流 下 距 離	0.6 m	1.2 m

コンクリート輸送量 40,800 m³ では平均厚さ 13.99 mm で 0.12 mm/29,700 m³ の摩耗があり、当初考えていた程度より少ないが、今後さらにクリーナの改良を加えると同時に、耐摩耗ベルトの使用も考える必要がある。

(7) バッチャプラントの品質管理

バッチャプラントのコンクリート品質管理はコンベヤ輸送の生命であることは言うまでもなく、1バッチごとに確認し、集合再練装置に投入する。ミスバッチは除取装置を設け、万全な品質管理を行っている。

9. ま と め

下り傾斜ベルトコンベヤによるコンクリートの輸送に関する理論値と実際の比較、コンクリートの品質の変動、機械的性能等の説明はでき、コンクリートの品質に及ぼす影響はほとんど見られず、現在まで問題なく順調に稼働しており、予定のコンクリート数量約 12 万 m³ の輸送は完遂するものと確信している。斜坑を利用して下り傾斜コンベヤでコンクリートを輸送する方法を開発したことにより、次のような条件を有する長大斜坑を持つトンネルに役立つものと考えている。

- ① コンクリート搬入設備の工期の短縮を必要とする場合
- ② 長大なコンクリート引出し横坑を必要とする場合
- ③ 立坑ボーリングが地質が悪いため施工困難な場合
- ④ 超長大斜坑で、高低差が大きい場合
- ⑤ スランプが非常に少ないコンクリートを必要とする場合

等に有利な輸送設備であるとともに、コンクリートの品質管理を確実に行うことが可能であることが大きな利点であると考え、今後さらに改良を加え、いつでも供することのできるものとして行きたいと考えている。

最後に、適切にご指導、ご協力をいただいた日本鉄道建設公団青函建設局の各位に感謝いたしますとともに、この報告文は「トンネルと地下」誌に発表したものに多少手を加えたものであることをお断りします。

スリップフォームによる 手取第1発電所取水塔の施工

福島啓一* 矢作健治**

1. はじめに

電源開発では手取川総合開発の一環として多目的ダムの手取川ダム（ロックフィルダム、高さ153m）と手取川第1発電所（最大出力25万kW）を建設中である。ここにとりあげた取水塔はこのダムによる貯水を下流1.5kmにある発電所まで毎秒180tを導くための設備で、高さ81m、コンクリート量約50,000m³の塔状構造物である。土木工事としては例の少ない、背の高い建造物であり、施工法を各種検討したが、サイロ工事、煙突工事などで使用実績があるスリップフォーム工法を応用すれば施工可能であり、安全性、工期短縮に大きな利点が期待されるということで採用に踏み切った。

ただ、サイロ等と異なり、形状が複雑で、途中での断面変化も多く、全体の寸法、壁厚、コンクリート量は従来の経験を越える大きなものでありながら、表面取水ゲートを取付けるため厳しい施工精度を要求される等、むずかしい条件も多かった。幸い受注より基礎工事完了まで約2年の期間があったので、施工法、施工機械、コンクリートの品質管理などについて研究開発に努め、無事完工することができた。この間には施工上の都合に合わせて塔の形状を一部変更していただく等、発注者である電源開発の深い理解と暖かい協力があつたことがこの工事を無事故で立派に完了するための大きな動力となった。ここに誌上を借りて深く感謝いたします。

2. 工事概要と問題点

この取水塔は図-1～図-5に示すように塔状というものの、平面寸法、断面積ともに大きく、途中何回かの断面変化があつたりして、スリップフォームで施工す

るにはかなり問題点があつた。それを列挙すると、

- ① 高さは81mあり、安全性、工期短縮からはスリップフォームの利点が發揮できるが、経済性については、工期が早まり、機械損料が安くなる以外はあまり期待できない。
- ② 全体はEL411mまでの台座部（高さ22m）と、その上の塔部（高さ59m）に大きく分けられるが、そのほかにも少変化部、張出部などが相当ある。
- ③ 台座部は三方が地山に接しており、一面だけのスリップフォームとなる。
- ④ 幅8m×高さ13.5mの大開口部がある。
- ⑤ 平面形状が複雑であり、しかも高所で何回か型わくの組替えをする必要があるので、型わくの設計がかな

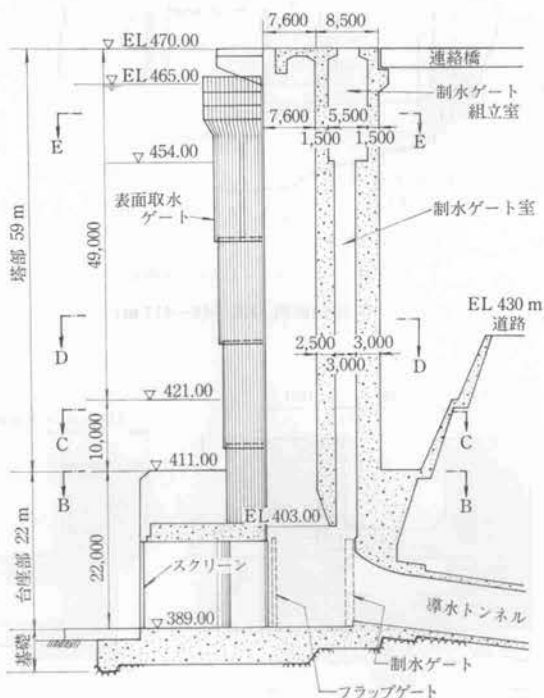


図-1 取水塔側面図

* 飛鳥建設（株）土木本部技術部技術課長

** 飛鳥建設（株）土木本部機材部機械課

りむずかしい。

⑥ 最大平面積は約 2,000 m² あり、型わくの設計およびコンクリート打設設備の点から非常に困難であるので、一部は普通工法によることとした。それでも最大は約 1,000 m² となり、次のような問題が生ずる。すなわち、コンクリートと型わくが付着してしまわないようにするためには 1 日 1 m 以上は上昇させる必要があり、台座部で 1 日 1,000 m³、塔部で 1 日 250 m³ のコンクリートを運搬打設する必要があるが、高所にこれだけ大量のコンクリートを運搬するのは容易ではない。また、コンクリートを 1 層 20 cm の厚さで打設するとすれば、1 日 1 m ずつ進行するときは 24 hr/5 層=4.8 hr たたないとその上の層のコンクリートを打設できないことになり、打継強度の低下が心配される。広い面積にコンクリートを配分するのもむずかしい。

⑦ 普通工法部との継目およびゲート金物取付部には挿筋が必要である。

⑧ ゲートが円滑に上下するため厳しい仕上り精度を要求されたが、偏心またはローリングしたときの修正方法がむずかしい。

このように、スリップフォーム工法の採用に障害となる要素もあったが、高所作業の安全性という大きな魅力

があり、将来の同種工事への応用も期待されるので、現地作業所および本社一体となって問題点の解決に取り組んだ。

3. 型わくの概要

従来からスリップフォームで施工されているサイロや煙突などの壁式構造物と違うので型わくの形式については種々検討したが、壁の両側のコンクリート側圧およびジャッキ上昇力を受ける逆U字形のヨーク形式と、立坑巻立などで用いる平面トラスでコンクリート側圧をとる形式とを組合せた方式とした。前例もなく、種々考えてこの形としたが、施工精度、組替方法などは一応満足できる成果であった（塔部での施工誤差は途中で最大 16 mm、頂部では最大 5 mm）。ただコンクリートの締固め時の人間やバイブレータの移動がやりにくく、この点では今後改善の要がある。

そのほか、型わく関係で工夫したところは、

① 1 面だけのスリップフォームなので側圧に抵抗するため H 鋼ガイドを入れた。

② 大開口部は木製型わくを埋込むという従来の方法では困難なので、一緒にジャッキアップして行く特殊な型わくを工夫した。

③ 組替えなどで型わくが停止することが多く、鋼製のメタルフォームを用いると型わく表面がさび、急激に付着力が増えるので垂鉛引きの型わくを用いた。

④ ローリングや偏心の修正はジャッキ操作を主体とし、型わくそのものはできるだけ剛性の高いものとした。

⑤ 型わくは途中で組替える部分とそうでない部分とでは高さに差をつけ（1.2 m と 1.5 m）、組替作業をやりやすくした。

⑥ さし筋を出すため特殊な型わくをつけた。等である。

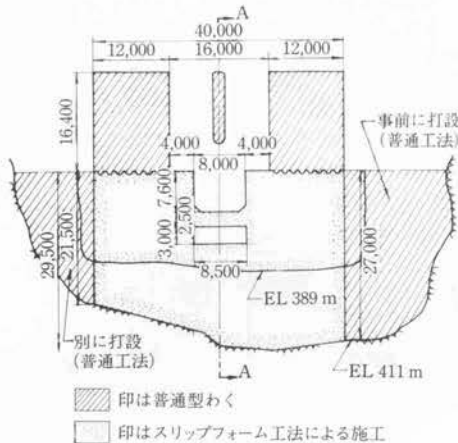


図-2 B-B 断面図 (EL 389~411 m)

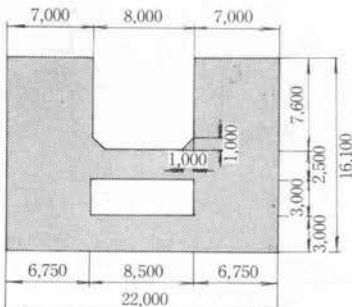


図-3 C-C 断面図 (EL 411~421 m)

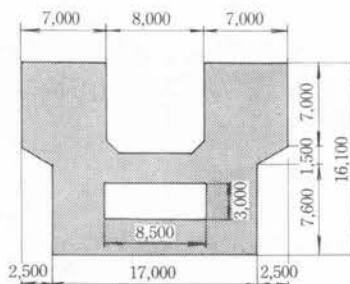


図-4 D-D 断面図 (EL 421~454 m)

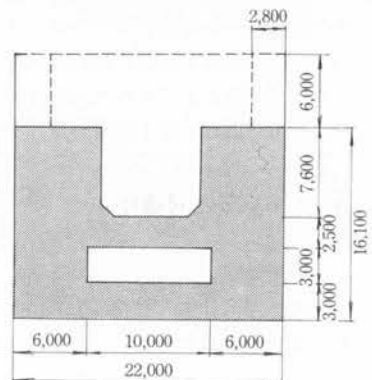


図-5 E-E 断面図 (EL 454~470 m)

4. 工事中機械設備

スリップフォーム工事中の特殊な機械設備としては、

- ① 型わく上昇用のクライミングジャッキ
- ② 型わくや鉄筋の運搬・組立用クレーン
- ③ コンクリート運搬設備
- ④ 人員昇降設備

が主なものである。工事の規模によってはこの中のどれか一つを兼用することもある。その他パッチャプラント等汎用機器については省略する。

(1) ジャッキ

スリップフォーム工法のかなめとなる重要な機械である。付着抵抗、型わく自重、作業荷重などを含めて400tの上昇力が必要であったが、形状が複雑なため荷重を均等に受けるような配置ができず、7tジャッキ120~140台(組替えごとに台数が変わる)、総容量800~900tと余裕のある配置をした。そのため事故停電により縁切上昇ができず、付着力が増大したときを除いては上昇困難ということもなく、偏心修正のときも余力をもって上昇できた。上述事故時には付着してしまったださや管を一部切断して切抜けた。

ジャッキはフロートスイッチにより定位置まで上昇すると自動停止し、故障して上昇しないものは中央制御室のランプで指示されるので、型わくは常に水平を保って上昇し、偏心量も少なく済んだ。長期にわたる工事で故障や部品交換をしたものもあったが、全般に順調であった。

(2) タワークレーン

スリップフォーム工法の成否をきめる要素の一つは、いかに確実に高所まで所要材料を運搬するかである。コンクリート以外の諸材料のためにクレーンを設置した。主な取扱数量は

表-1 クレーン型搭載方式の比較

	スリップフォーム上にクレーンを搭載した場合	地上からタワークレーンを建てる場合
長所	<ul style="list-style-type: none"> ① クライミング作業がない。 ② トラ類を取る必要がない。 ③ 段取替えがないため保守管理が簡単。 ④ クレーン費は安い。 ⑤ スリップアップ高さが高くなっても費用はほとんど増えない。 	<ul style="list-style-type: none"> ① スリップフォームの組立解体にも使える。 ② スリップフォーム解体後他の用途にも使える。 ③ スリップフォームに振動等の悪影響を及ぼさない。 ④ 建てる場所によっては自力で降下できる。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ① スリップフォームの組立には使えない。解体にも一部分しか使えない。 ② スリップフォームに振動等の影響がある。また、部材補強の必要がある。これを避けるためにはスリップフォームと縁を切った架台を作る必要がある。 ③ 塔の形状寸法により搭載しにくい場合、搭載できない場合がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ① クライミング作業やトラ類の盛替え作業がある。 ② マストが多数必要である。 ③ 経済的には高くなる。地上よりの高さが増えると費用も急激に増える。

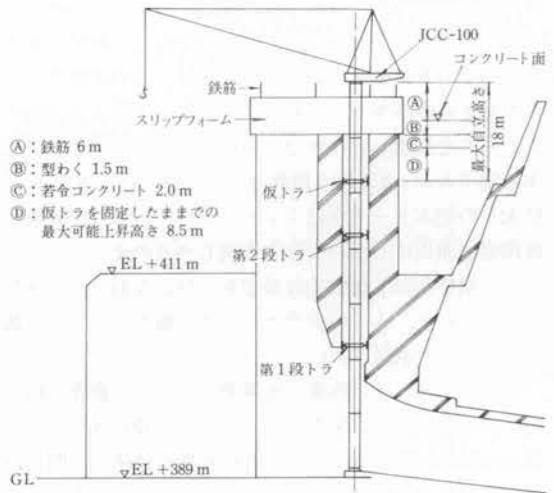


図-6 タワークレーン設置図

- 鉄筋…………… 1,100 t
- H形鋼…………… 235 t
- アンカー金物…………… 36 t
- 水位計井用鋼管その他…………… 1式
- スリップフォーム…………… 300 t

(組立・解体・組替え)

計……………約 1,700 t

機種を選定はこの総数量よりもクレーンの作業半径、最大つり上げ能力よりきまるので、稼働率は低い、工事進行のかなめとなる大事な機械である。形式としては

- ① スリップフォーム上に定置式クレーンを搭載する方法
- ② 地上からタワークレーンを建ててスリップフォームの上昇に伴いマストを継ぎ足して上昇する方法

の二つがある。選定にあたっては能力その他の一般的選定条件のほか、クレーンの支持方法、施工中の若令コンクリートに及ぼす影響、施工後のスリップフォームおよび型わくの解体工法を考慮した。それぞれに長所、短所があり、構造物の高さ、平面形状などに合せて選定するが、一般的な特長、欠点は表-1に示すとおりである。

当所では高さがあまりないこと、定置式クレーンをのせる架台の設計がかなりむずかしいこと、型わくの組立や解体に使用したいこと等のためタワークレーンを用いることとし、石川島播磨重工業製のJCC-100型を採用した。

据付場所は構造物の外側と制水ゲート室の2箇所が考えられ、前者は工事完了後自力で降下できることや材料置場が広く使える等の利点があるが、マストを補強するトラワイヤの設置方法、盛替方法などがむずかしく、後者を採用した。スリップフォーム工法にタワークレーンを採用するときは型わくから出たコンクリートが硬化してマストの水平力を働かせてもよいところから、型わ

く、縦鉄筋等の上でクレーンが旋回する所までの高さでマストの自立可能高さに対し余裕が少なく、終始マスト補強のトラを移動する必要があるため、これが容易な方法を選ぶ必要があり、それが不可能なときはより大型のクレーンを採用しなければならないことも生ずる。当工事では 3.0m×8.5m (頂部近くでは 5.5m×10.0m に拡大) の制水ゲート室にクレーンを立て、ここを昇降用階段室と兼用にしたので保守作業もやりやすく、トラの組立、組替作業も比較的容易であった。なお、トラ盛替えのためにクレーンのクライミング設備の下に走行式電動ホイストを取付けた。

このクレーンは、揚重、小運搬、型わくや鉄骨の組立等に威力を発揮し、現在はゲート業者に貸付けてゲート組立に活躍している。なお、貯水池周辺道路との間には連絡橋ができるので、解体はトラッククレーンにより行う予定である。

(3) コンクリート打設設備 (台座部)

コンクリートの運搬、打設の方法は、高さは低いが量

が多い台座部と、量が半分以下になる塔部とに分けて考えた。台座部での問題点は次のとおりである。

- ① コンクリート量が多い (15,000 m³)。
- ② 一方が地山に接しているため打設面積が順次広がって行く (408 m² → 980 m²)。
- ③ 高さはバッチャプラント地盤より -11 m から +11 m までで、コンクリートポンプで十分送れる範囲であること。

コンクリートと型わくが付着してしまわないために最低限 30分に1回、25mm ずつ型わくを上昇させるとしても 24 時間で 1.2m 上昇するので、30~80 m³/hr のコンクリート打設能力がないと円滑なスリップフォームの上昇がむずかしい。コンクリートの打継強度の点からもこの速度は最低限に近いものである。これだけの能力を発揮でき、しかも 40m×30m の範囲内にまんべんなく配分できる方法としてコンクリートポンプとスリップフォームとほぼ同じ高さで上昇して行く架台の上にポンプ配管、ホップ、シュートなどを乗せる方法を選んだ。

この架台も上昇に従い山側に広げて行き、さらに広く

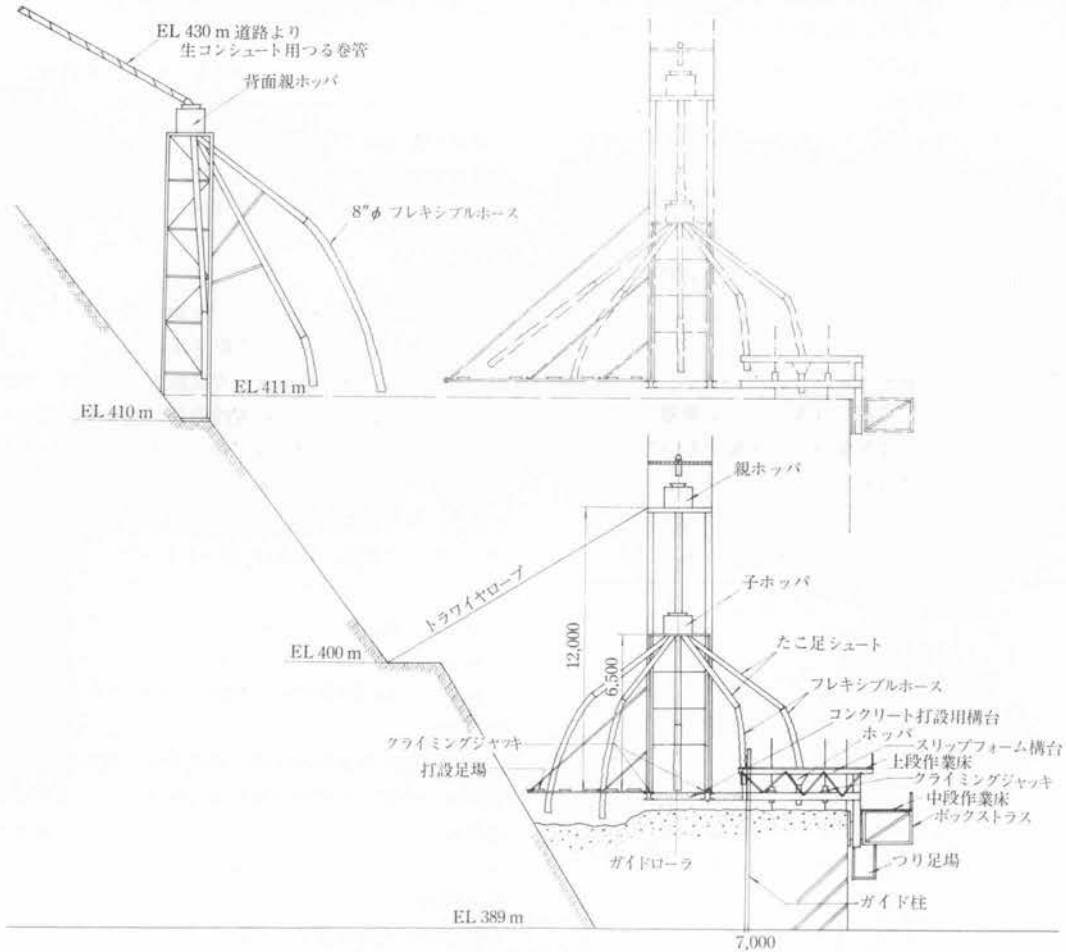


図-7 コンクリート打設側面図 (EL 389~411 m)

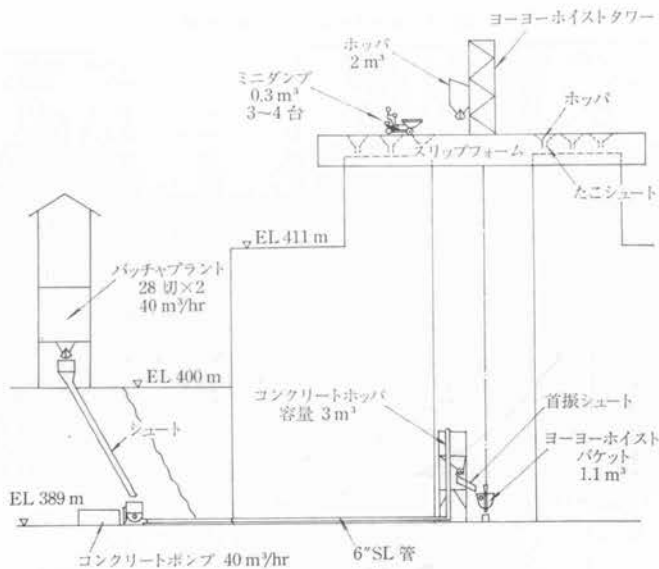


図-8 塔部の打設設備 (EL 411~470 m)

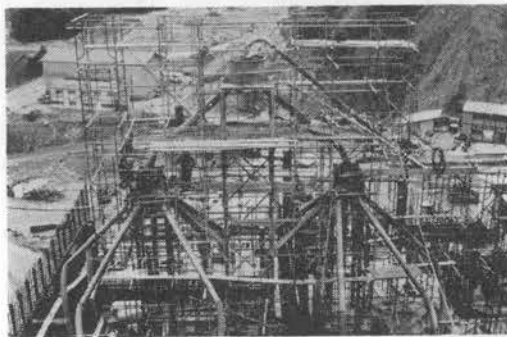


写真-1 台座部のコンクリート打設

なったときは山側の道路よりアジテータトラックで運んでシュートで落とす方法も併用した。この架台足場の高さは12.5 mもあり、作業範囲も広いのでシュートには番号をつけ、上下の連絡を緊密に行い、作業を行った。実働20日(昼夜作業)で作業を終った。実績は図-11に示すとおりである。

(4) コンクリート打設設備 (塔部)

塔部のコンクリート打設設備としては揚重にタワークレーン、コンクリートポンプ、ヨーヨーホイストが、分配に小型コンクリートポンプ(ブーム付)、手押カート、エンジン付カート(ミニダンプ)、モノレール、ベルトコンベヤ等が考えられたが、単位時間当りの能力(20~30 m³/hr)、コンクリートのスランプ8 cm、打設面の形状などを考えてヨーヨーホイストとミニダンプを組み合わせる方式を採用した。

(a) ヨーヨーホイスト

これはコンクリートバケットをウインチで巻上げるリフトの一種であるが、つり上げ用のワイヤロープそのも

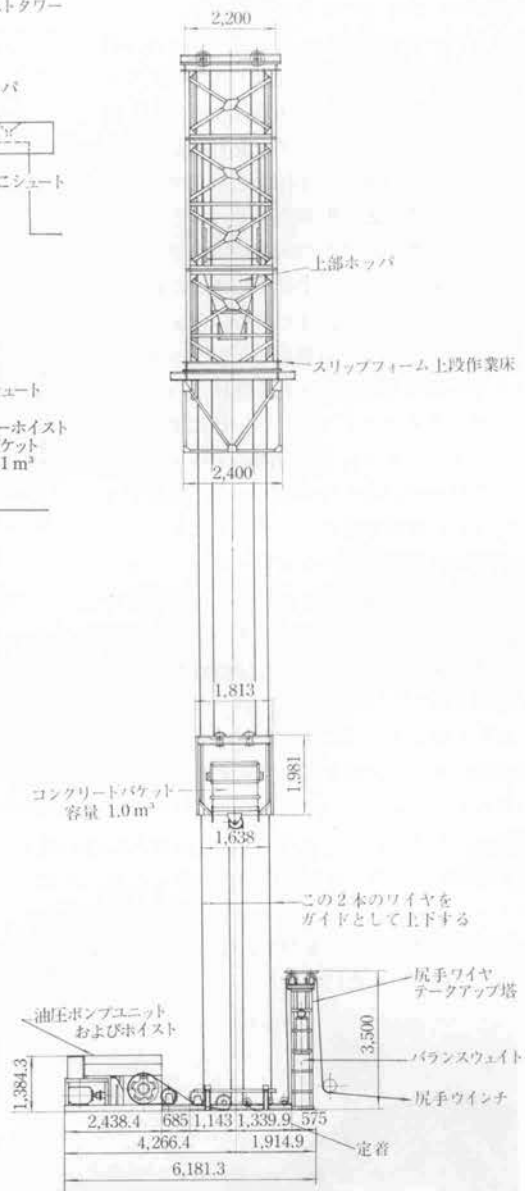


図-9 コンクリート打設用バケット全体図

のをバケットガイドとして用い、また、ワイヤはドラムに巻込まず、エンドレスにワイヤ掛けしてあり、ギャンドラとの摩擦力で駆動する等の特色を持っている。このため高速運転ができ、最高300 mまでつり上げることができ、スリップフォーム上に乗っている上部タワーが連続的に上昇しても、ワイヤをくり出すだけで対応できるなど、この工事にとっては最適の機械と思われた。機械そのものの説明は別に発表されたものもあるので省略し、スリップフォーム用への改造について述べる。

ビル工事に用いるときの上部タワーはフロアクライミングができる構造となっているが、今回はその必要がないので専用のタワーを新規製作した。スリップフォーム

は連続的に少しずつ上昇して行くが、ワイヤそのものがガイドになっているのでガイド柱を継ぎ足す手間が要らず便利であるが、ワイヤは連動して伸ばして行かねばならない。所定の張力を保ちながらワイヤを伸ばして行くためにバランスウェイトによるワイヤのテークアップ装置(図-9 参照)をつけた。テークアップ装置のワイヤの尻手は別のウインチに巻き込み、最大 3m 上昇するまでに作業の合間をみてワイヤを伸ばして行った。

塔部への型わくの組替えおよびヨーヨーホイストの組立を終り、運転を開始したところ、コンクリートをバケツ一杯に積込んだときワイヤとギヤンドラの間ですべりが発生し、上昇速度が落ちたり、上部まで上昇できないなどの故障が起きた。ワイヤにすべり防止グリースを塗ったがなおすべるので、カウンタウェイトを増す、コンクリートの過積載を防止する、リミットスイッチの位置をずらして加減速をゆるやかにする等の対策を行って運転した。

運転実績を図-10、表-2 に示す。参考までに新宿の超高層ビルでの実績を併せて示すが、今回の実績能力の方がちょっと小さいのは上述のリミットスイッチの位置変更などのほか、スランプが低いため投入時間が増えたのも影響している。多少の問題点もあったが、スリップフォーム上へ大量のコンクリートを運ぶには現在のところ最適の機械と思われるので、今度の実績を参考にして改良、改善に努めたいと思う。

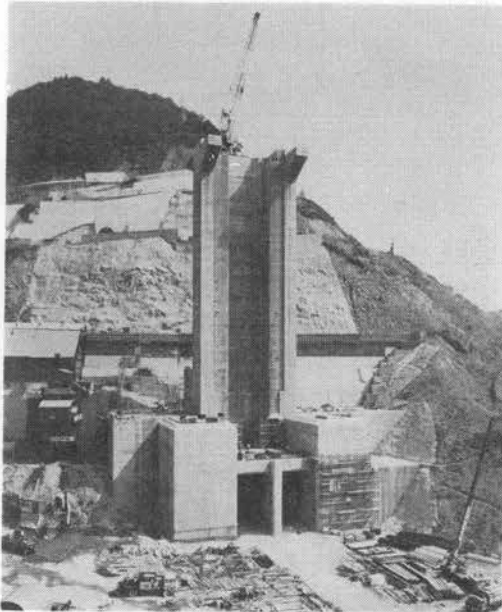


写真-2 コンクリート打設完了した取水塔

表-2 ヨーヨーホイスト運転実績

揚程	時間 (sec)	投入 (sec)	上昇 (sec)	転倒 (sec)	下降 (sec)	1サイクル (sec)	運転回数 (回/hr)	運転実績 (m ³ /hr)
20m	47		34	8	31	120	30	30
40m	49		42	5	42	138	26.1	26.1
50m	50 (30)		54 (47.5)	5 (5)	53 (57.5)	162 (140)	22.2 (25.7)	22.2 (29.5)
75m	52		72	6	72	202	17.8	17.8
80m	53		83	5	83	224	16.1	16.1
100m	(30)		(80.5)	(5)	(69.5)	(185)	(19.4)	(22.3)
150m	(30)		(128)	(5)	(82.5)	(245.5)	(14.6)	(16.8)
200m	(30)		(171.5)	(5)	(99)	(305.5)	(11.7)	(13.4)

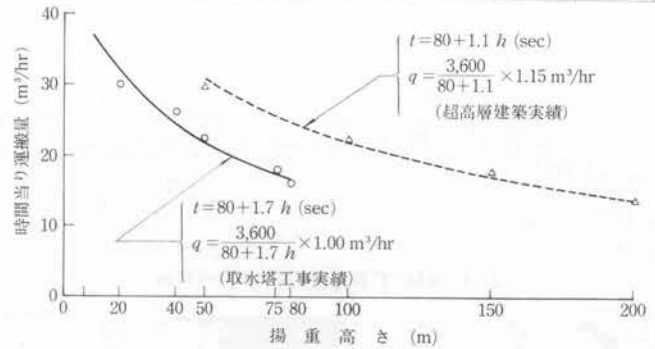


図-10 ヨーヨーホイスト運転実績

(b) ミニダンプ

取水塔の形状が特殊であり、途中で形状変更もあるのので、これに対処できる運搬方法として作業床にチェッカプレートを開張り、約 3m 間隔にホップを配置し、ミニダンプを走らせる方法をとった。

本来が農業や工場内用の小型運搬車として製作されており、昼夜連続して能力一杯の荷重を載せて運転したときの耐久性が心配されたので実働 3 台、予備 2 台として 5 台用意した。足回りおよびアクセル系統がよく故障したが、予備車があったので工事の支障とはならず、所定の能力を発揮できた。後輪ステアリングであるが、運転にもすぐ慣れ、鉄筋やクライミングロッドの林立した間をぬって円滑にコンクリート運搬ができた。平均運搬量は $V=60 \text{ min}/2 \text{ min} \times 0.3 \text{ m}^3 \times 3 \text{ 台} = 27 \text{ m}^3/\text{hr}$ である。

5. まとめ

経験のない工事であり、工夫して計画、施工にあたったつもりであるが、多少具合の悪いところも生じた。機械設備の面ではヨーヨーホイストの能力が予定より小さかったこと(投入方法も含めて)、ヨーヨーホイスト下部ホップまでのコンクリート運搬系統にも不具合があった等で、所期の能力を発揮できなかった。しかし、普通工法で施工した場合と比べると施工精度、安全性、工期短縮の利点は大きく、一応成功した工事だと自負している。今後も取水塔に限らず塔状のコンクリート工事は多いと思われるが、この小文がそのときの参考となれば幸いである。

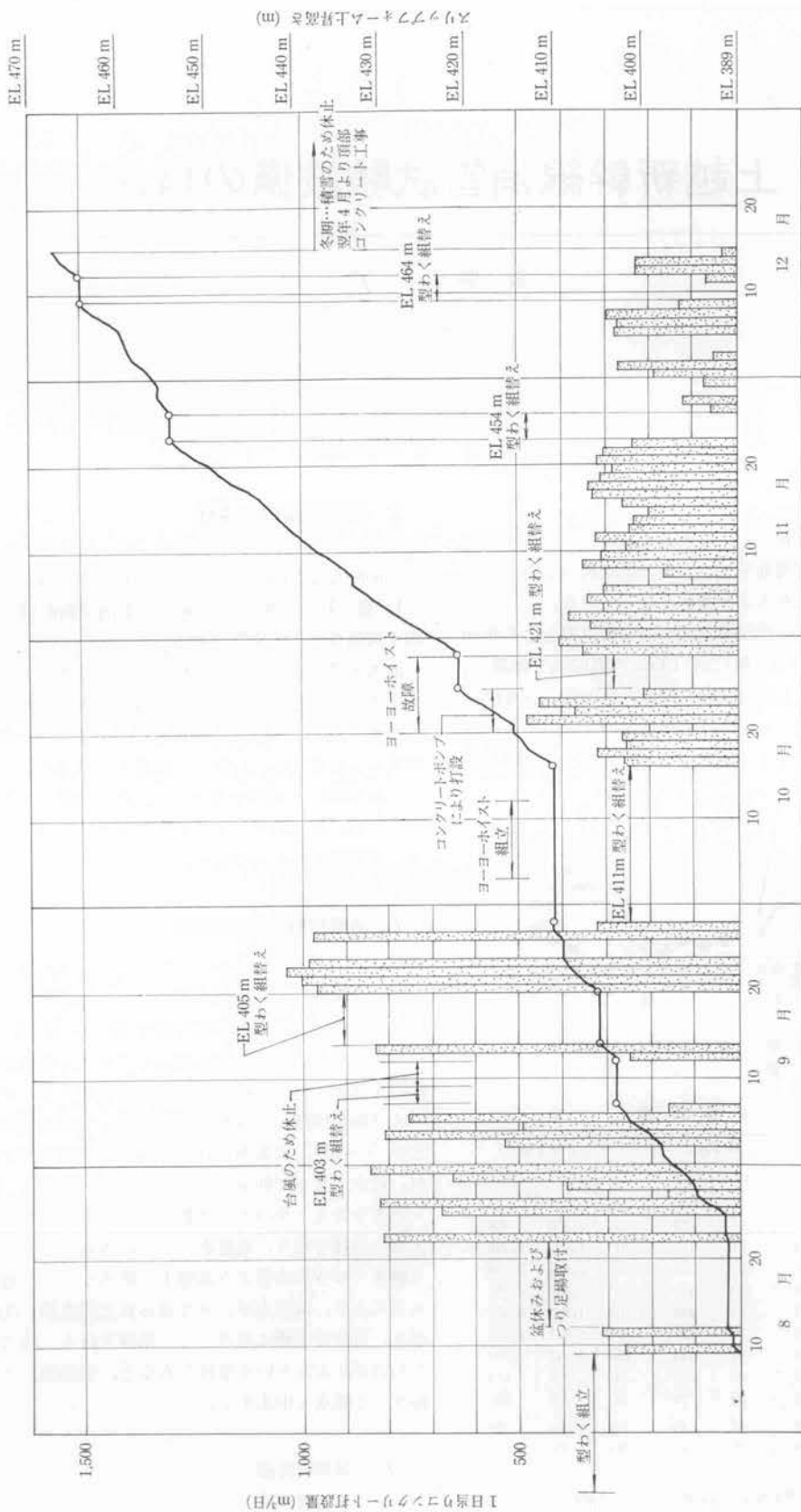


図-11 スリッパフォーム工事実績記録

(日)スリッパフォーム工

上越新幹線消雪試験設備の概況

齋藤 力*

1. まえがき

上越新幹線は昭和 55 年度開業を目標に着々工事が進捗しているが、豪雪地帯をひかえ、冬期間列車の正常運転を確保することが大きな課題となっている。

当団新潟新幹線建設局ではこの豪雪対策として昭和 47 年度に大和町字九日町に約 1 km の高架橋を建設し、温水循環方式による消雪試験を開始、その後、5 年間にわたり試験を進展させ、ほぼ実用化への目途がつき、本年度で一応試験を終了する予定である。以下、その試験

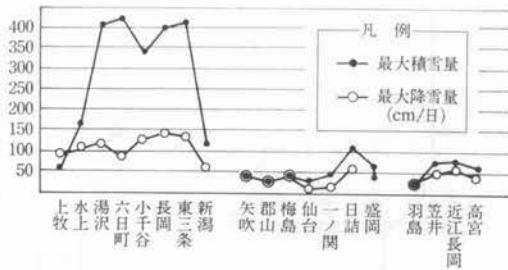


図-1 上越、東北、東海道各新幹線の積雪および降雪量

表-1 降雪量 (単位: cm)

地点	種別	確率年	日最大降雪量			年合計降雪量		
			2	10	30	2	10	30
上越	澁川	5	21	30	8	31	44	
	新治	24	43	55	116	1,205	258	
	水上	64	91	107	617	1,032	1,282	
	石打	91	125	145	1,470	2,137	2,539	
	五日町	80	112	132	1,315	1,968	2,361	
	小出	81	123	148	1,318	1,962	2,382	
	小千谷	76	127	158	1,016	1,617	1,979	
	長岡	63	100	123	651	1,117	1,397	
東海	東三條	53	98	125	440	872	1,133	
	新潟	28	63	84	184	416	556	
	近江長岡	35	44	49	219	318	378	
東海	愛知川	28	47	62	114	236	310	

* 日本鉄道建設公団新潟新幹線建設局機械課補佐

の経過と概要について述べる。

2. 消雪設備の必要性

年間降雪量が他の新幹線地区に比べて非常に多く、図-1、表-1 に示すように東北、東海道新幹線に比べて約 4 倍前後の豪雪地帯である。

温水循環方式にした理由は、冬期間は地下水を利用して温水散水することが得策であるが、新潟平野は地盤沈下のため地下水の掘削は禁止されているので、河川水を導水して消雪基地に貯留し、軌道上に散水したのち回収し、再加熱して循環使用するように計画したものである。なお、散水消雪による蒸発、漏水等のロスは取水によって補給するものである。

3. 消雪試験設備の概要

(1) 設備および作動順序

設備系統および試験場案内図を 図-2、図-3 に示す。取水された水は貯水槽に満たしておき、降雪検知機が降雪を検知すると自動制御装置に信号が入り、ポンプ、バルブ類が作動して送水を開始する。水は加熱機を通るとき 5°~15°C に加熱され、送水ポンプで高架上に送られ、散水ノズルで軌道に散水される。

消雪を終えた水はスラブ軌道ではスラブ上を流下し、末端の横樋を通り、返送水ピットに入る。一方、バラスト軌道では各排水管より高架下の排水ピット、返送水ピットに入り、返送水ポンプで送られて除塵槽、沈殿槽を通り、再び貯水槽に流入して一循環を終る。降雪検知機から雪が止んだという信号が入ると、加熱機、ポンプが停止して散水を中止する。

(2) 設備の特徴

(a) 水処理設備

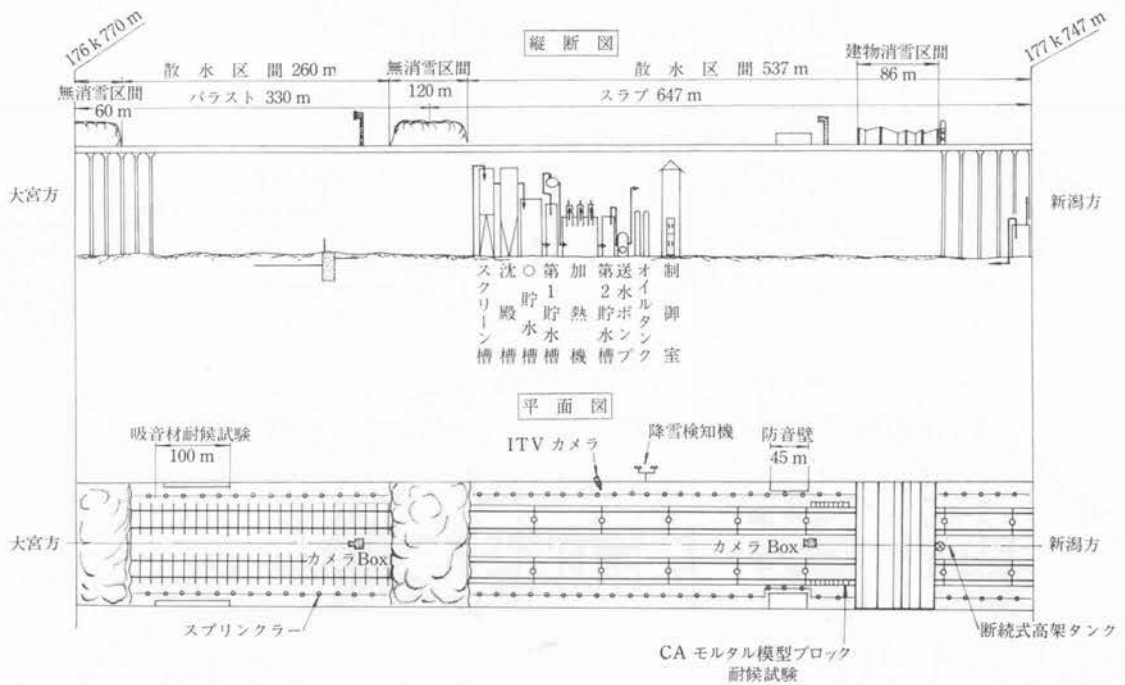


図-3 九日町高架橋豪雪対策試験場

除塵槽は除塵スクリーン方式で 20 メッシュまでの除塵能力がある。沈殿槽は傾斜板方式で、タイマーで排泥できる排泥装置が付属してある。pH 調整装置は加熱機で加熱された水が pH 約 5.5 に低下したものを空気を吹込んで約 6.5 に pH 値を回復させる設備で、第 2 貯水槽に設けてある。

(b) 加熱設備

完全無人化のために在来のボイラーのような資格を必要としないで、かつ燃焼効率の良い(約 95%)水中燃焼式の加熱機を採用しており、排ガス規制に抵触しないように灯油を使用し、NOX 減少用水スプレー装置もある。着火は LGP で 50 kg ボンベ 3 本で 1 シーズン間に合う設備としている。加熱機は 30~100% リニアに制御ができる。

(c) 散水一時停止弁

散水区間を車両が通過時に車体に水がかからないよう各基地単位に車両通過時軌道の圧電センサの信号により

散水圧力を低下させ、散水を一時停止させる。

(d) 送水本管の特殊継手

高架上配管ダクトの幅は 37 cm、送水本管の最大外径は 31.8 cm であり、フランジ継手は使用できないので当公団で開発したビスマックジョイントを使用している。

(e) 不凍結型減圧弁

送水本管は 3 kg/cm^2 の水圧で、ヘッダーパイプは 1 kg/cm^2 に減圧して散水ノズルから散水させるため不凍結型の減圧弁を使用している。

(f) 散水ノズル

在来の固定ノズルや農業用回転ノズルを試用したが、散水量や散水パターンの均一性が乏しいので T 形の回転ノズルを開発した。ヘッダーパイプに 6 m 間隔に設備し、幅 12 m の高架の上り、下り両側から 6 m ずつ散水する。散水量は試験の結果、パラスト軌道で $1.2 \text{ l/m}^2\text{-min}$ 、スラブ軌道で $0.7 \text{ l/m}^2\text{-min}$ である。

4. 制御方式

通常は「自動制御」とし、新潟で集中監視できるが、「遠方制御」、「直接制御」および「手動制御」もできるシステムになっている。

(1) 自動制御

起動指令で揚水ポンプが運転し、第 2 貯水槽の水位が正常であると真空ポンプが運転を始め、送水ポンプが満水になると送水ポンプが起動し、吐出バイパス弁、吐出

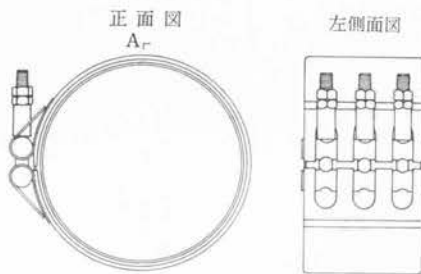


図-4 ビスマックジョイント (材質 SUS 304)

弁が開き、高架上に送水して散水を開始する。列車が散水区間に接近すると一時停止弁が閉じ、オリフィスのみに通水し、散水を停止し、列車が通過すると一時停止弁が開いてもとに戻る。

一方、起動指令により燃料ポンプ、噴霧用空気圧縮機、No. 1 加熱機の燃焼用送風機等加熱補機が運転し、点火準備が完了すると自動的に No. 1 加熱機が点火し、あとは散水温度制御部からの散水温度指令により加熱機の出力調節を行う。出力不足の場合は No. 2, No. 3 の順に自動点火し、出力を増加する。

(2) 遠方制御

自動運転不能、作業等で散水停止、何らかの事情で積雪後散水するとき、テスト運転等は遠制を行い、遠制項目は送水、加熱系統の起動停止ができる。

(3) 直接制御

遠制不能、検修後テスト等で基地制御盤で各計器を確認しながら送水系、加熱機系の運転監視を行う。

(4) 手動制御

検修や事故時に各機器サイドで単独運転する。これらの自動、直接、手動の切替は基地制御盤で行い、自動、

遠制の選択切替は新潟司令室から行う。各機器の常用、予備の選択は基地制御盤で設定できる。

(5) システムの起動および停止指令

全自動運転の際の送水温度は昭和 48 年度までは観測結果から得た降雪強度、気温、風速の 3 因子に関する実験式を使用して 5°C、10°C、15°C、20°C の 4 段階で設定していたが、この因子以外にも高架の保有する熱量や送水、散水中の失熱量等が無視され、かつ 5°C 刻みのため常に所要値より高い温度で散水することになり、経済的でなかった。

そこで、昭和 50 年度からは消雪を終えた返送水温度が気象その他の因子のすべてを含んでいることに気付き、送水温度の制御を返送水温の過不足による制御に変え、現在は初期散水後の温度制御は返送水温により上限 2°C、下限 1°C とし制御している。

温度制御の実験データは図-7 のとおりであり、またシステムの起動・停止指令は図-8 のとおりである。

あらかじめ初期散水量 (7°C) および継続時間 (50 分) を設定し、ある一定温度で散水する。この設定値は山間部、平野部での降雪量等の違いや散水距離等によりそれぞれ適正値があると考えられるので、各基地制御盤で設定変更できるようにしてある。

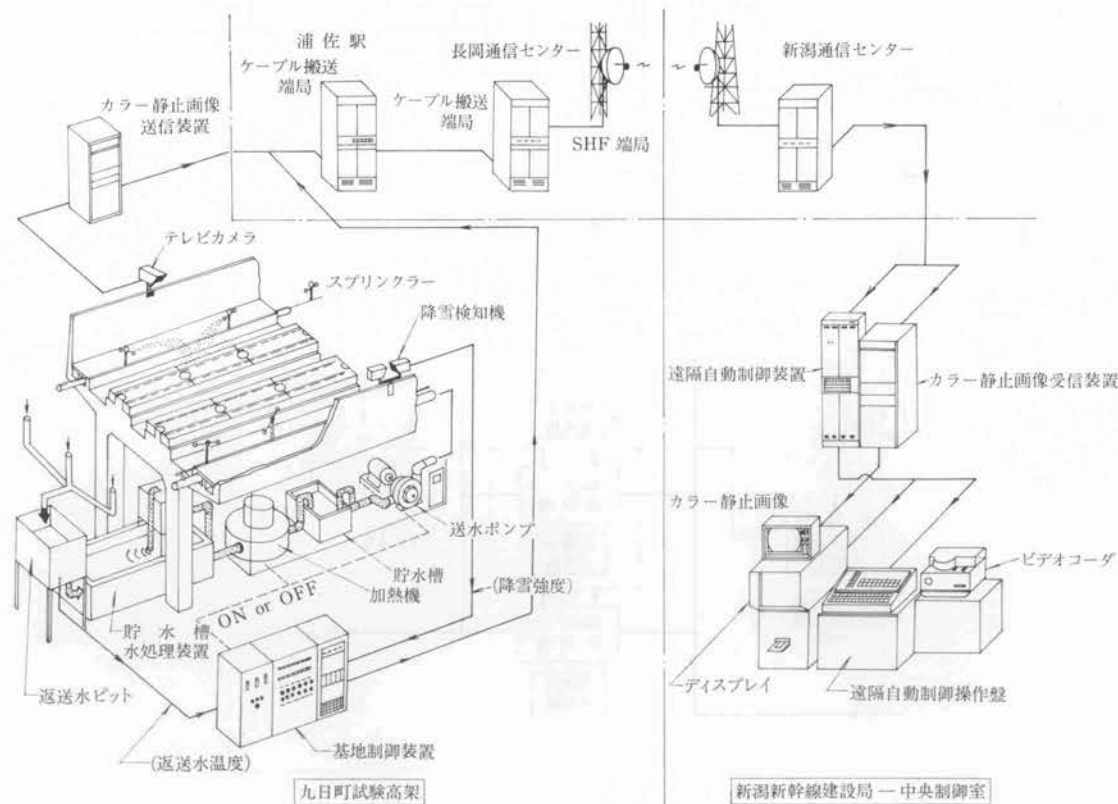


図-5 消雪設備制御システム概要図

起動停止の条件は降雪強度 1 cm/hr 以上 15 分、または 0.5 cm/hr 以上 30 分継続したときにオンとなり、以後降雪がつづくと同項の返送水温度制御に入り（ただし初期は 7°C、50 分継続）、データでは 0.8°C、0.9°C で上げの指令が出、2.2°C で下げの指令が出て返送水温による温度制御を行い、降雪強度 0.5 cm/hr 未満が 10 分以上で返送水温が 2°C 以上のときに停止指令が働いて停止する。

5. 試験の経過と成果

年度別試験の調査内容を表-2 に示す。

消雪、設備、気象調査、自動、遠隔監視制御、建物上消雪調査の各部門でそれぞれ継続試験調査を行ってきたが、特に注目すべきことは昭和 48 年度からの自動制御、49 年度からの遠隔制御、50 年度からの返送水温度制御である。51 年度は全自動運転の実用化とその経済的限界の確認を主目的とし、併せて特殊部（駅拡幅部保守用通路等）の消雪方法や pH 調整について調査を実施し

た。また、本設備への実用化として送水本管、ヘッダーパイプ、落下防止網との関係を調査する配管系統の確性試験も行われた。

6. 昭和 52 年度の試験計画

実用化への最終試験として本年度行事予定の調査試験項目は次のとおりである。

(1) 本線消雪試験（九日町実験場において）

- ① 駅拡幅部の消雪方法
- ② pH 調整調査
- ③ 配管腐食状況調査
- ④ 試験後の加熱機解体調査
- ⑤ T 形ノズルの耐久力試験（本項目のみメーカーの試験場で 4 カ月継続調査、実働時間 6 カ年分に相当）

(2) 濡雪化試験（釣寄高架橋上において）

新潟より約 37 km の平場地区は前述 2 章のとおり東

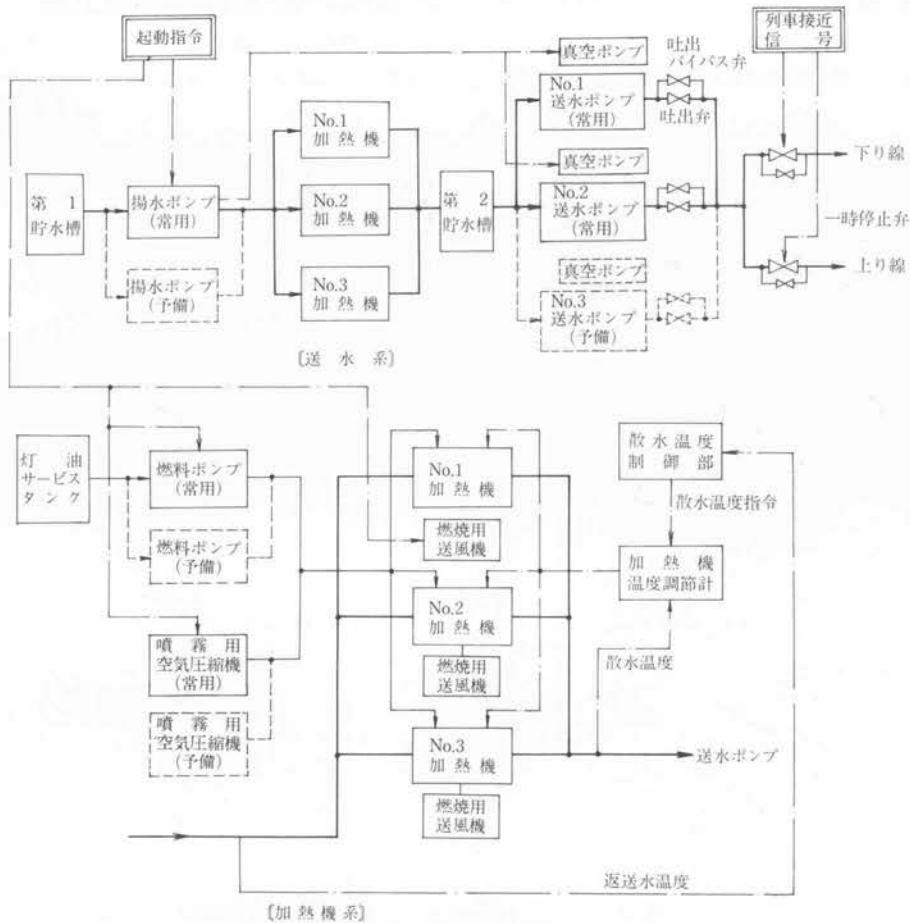


図-6 自動制御系統図

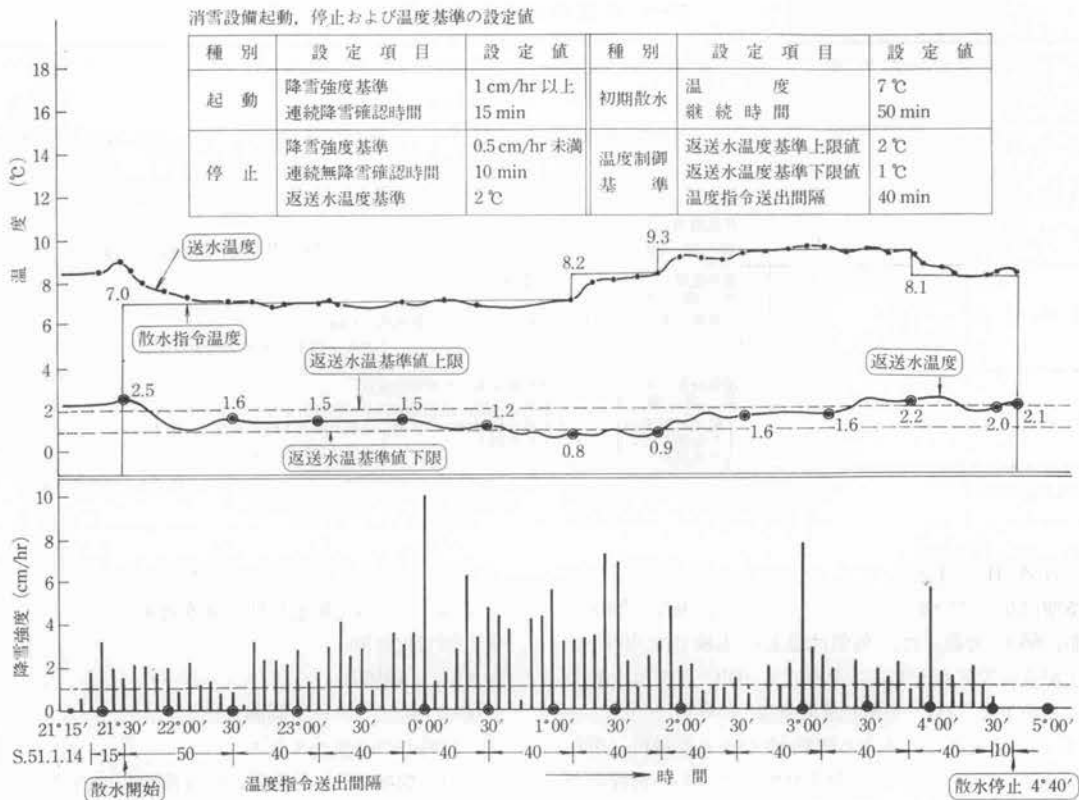


図-7 自動温度制御実験データ

海道新幹線の降雪地区に似ているので、濡雪方式にした場合の問題点を把握するために次の項目について試験をする。

(a) 散水パターン

Eパターン：降雪と同時に散水，降雪が止むと停止

Fパターン：降雪と同時に散水，降雪が止んでも一定時間継続散水して停止する。

Gパターン：一定期間を定め，降雪の有無にかかわらず常時継続散水を行う。

(b) 気象観測

(c) 濡雪調査

0.1 l/m²・min の散水量を散水し，含水量や雪の密度を調査し，故障時を想定して一定量の雪を積もらせて散水し，濡雪化の経時変化を明確にするため散水を染料で着色して含水量，密度，および濡雪化した雪の深さを測定する。

(3) 本年度すでに調査した事項

(a) 散水ノズルの耐震性テスト

昭和 52 年 6 月に国鉄名古屋局機械課の手配により米原地区の新幹線沿線に T 形ノズルを仮設し，車両通過時の耐震性をテストしたが，異状は認められなかった。これは夏期末使用時にも T 型ノズルの構造上車両通過時の風圧で空回転し，摩擦を早めるのではないかと想定したからである。

(b) ヘッダーパイプの耐熱温度調査

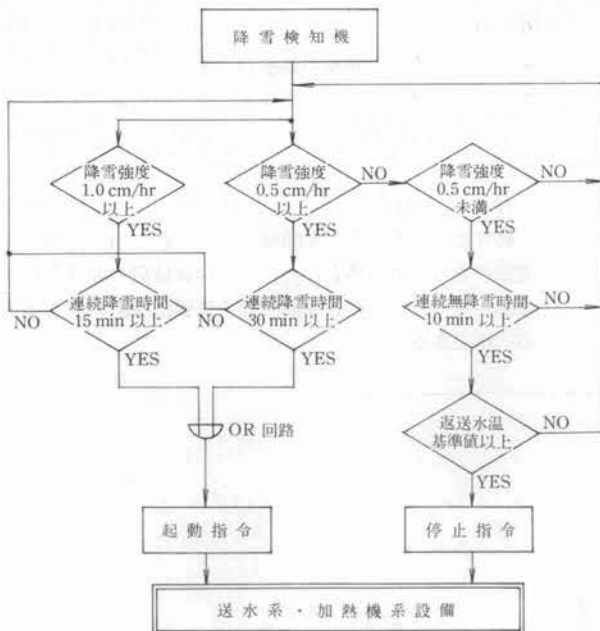


図-8 システム起動・停止指令

表-2 年度別試験調査内容

種別	47年度	48年度	49年度	50年度	51年度
消雪調査	散水の適温および適量、消雪所要時間、消雪効率等				
設備調査	各設備の機能、故障個所、凍結個所、土木構造物、その他				本設備の実用化への機能調査
気象調査	降雪、積雪、気温、風速、雪質、太陽輻射量、その他				
自動制御		自動制御システム基礎調査	自動制御システム実用化調査	経済的運転方法調査（返送水温度制御）	
遠隔監視		遠隔監視システム基礎調査 (現地の消雪状況をITVで新潟建設局内で監視約100km)	遠隔監視システム実用化調査	カラーITVにおける監視調査	
遠隔制御		遠隔制御システム基礎調査 (現地実験場内の制御室における制御)	遠隔制御システム実用化調査 (新潟建設局に遠制御装置と制御盤およびディスプレイ装置を現地浦佐実験場に遠制御装置1組を設置し、実用化を図る)	経済的運転方法調査	
建物上消雪調査			雪処理方法基礎調査	実用化調査	経済的な諸条件の解明

7月30日、外気温31°Cのとき九日町高架橋上における空になっているヘッダーパイプの表面温度を測定したが、55°Cであった。外気は過去の実績では36°Cまで上がるのでアローアンスをみても60°Cまでは上昇することが予想され、冬期の最低気温-20°Cとして±80°Cの温度変化に対応する耐熱性のある管材料（現在はポリエチレンライニング管を想定）で、かつ伸縮率を考慮した配管の敷設方法を検討する必要がある。

7. 実用化への問題点

消雪設備の実用化については5年間の成果と本年度の試験結果等で問題点を解決してゆく必要があるが、機械関係として特に検討すべき問題点は次のとおりである。

- ① メンテナンスフリー化
 - ①-1 主要機器類の二重系化、予備機器の限界
 - ①-2 制御機器の無接点化、ユニット取替方式の採用
 - ①-3 配管、弁類の耐腐食、耐熱、耐震性
- ② 公害関係防止対策
 - ②-1 騒音、振動防止
 - ②-2 排気、排水の公害防止
- ③ 水系統の水バランス対策

- ③-1 高架上レベル区間の流排水対策
 - ③-2 バラスト軌道区間の排水対策
 - ④ 濡雪化対策
 - ④-1 凍結防止
 - ④-2 散水パターン制御方式
 - ⑤ 特殊部の消雪システム
 - ⑤-1 駅拉幅部、分岐器、保守横取基地の消雪方法
 - ⑤-2 車両基地、保守基地の消雪方法
- 等が考えられる。

8. あとがき

本消雪設備は世界にも例のない豪雪地帯での完全消雪化を目的としたものであり、この開発にあたっては、機械、土木、電気、建築の各部門の統合的システムとしての緊密な連携協力なくしては実用化は不可能である。開業までの残された貴重な期間を通じてより経済的、合理的なシステムの実用化に各部門と協力して努力をつづけて行きたい。

終りに、本システムを開発、進展された当公団の上司先輩の方々、ご指導をいただいた国鉄技研の関係各位、ご協力をいただいた各関係会社の皆様に深謝の意を表す次第である。

消雪試験設備



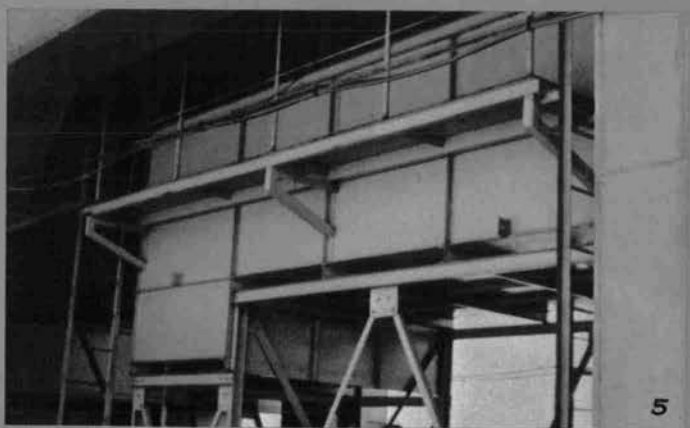
1. 上越新幹線九日町豪雪対策実験場
(浦佐駅より約2 km 大宮寄り)
2. スラブ軌道区間の散水消雪状況



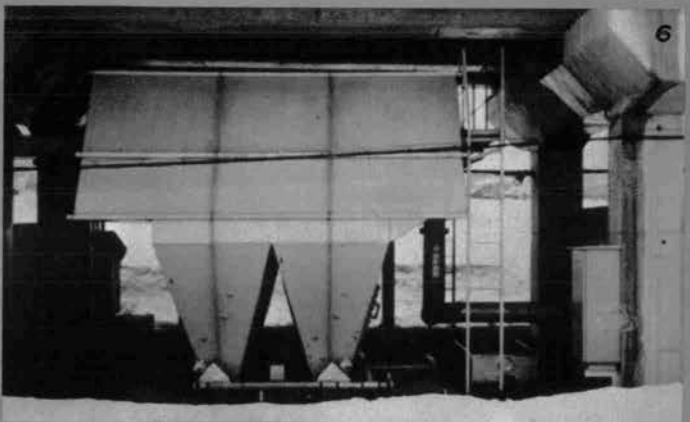
3



4

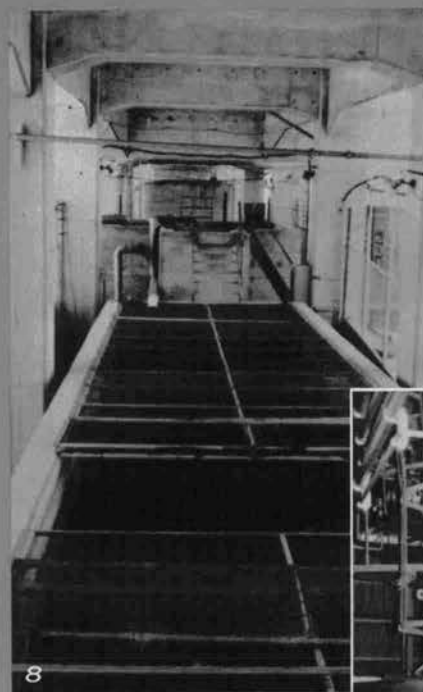
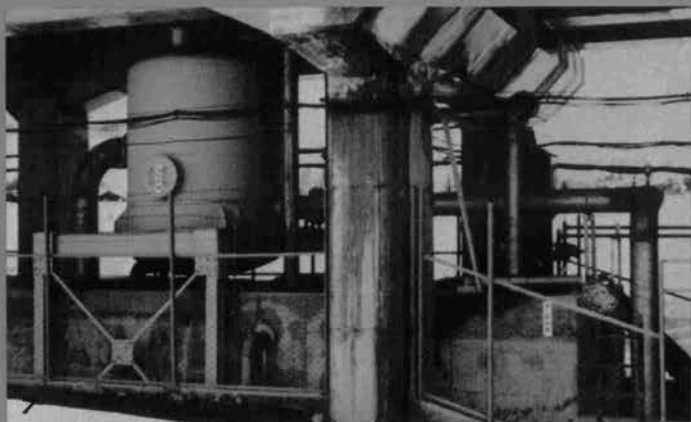


5

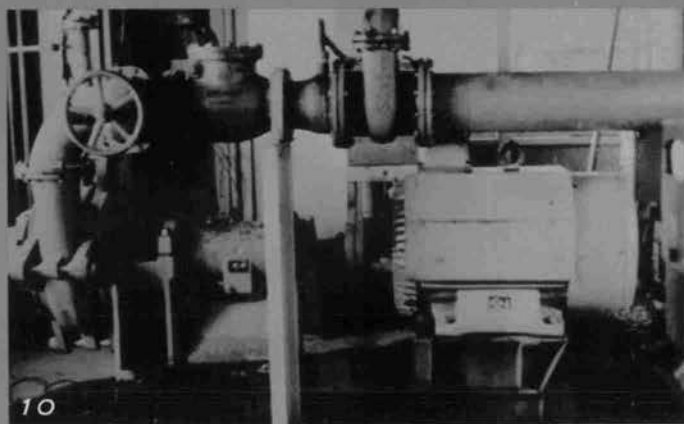


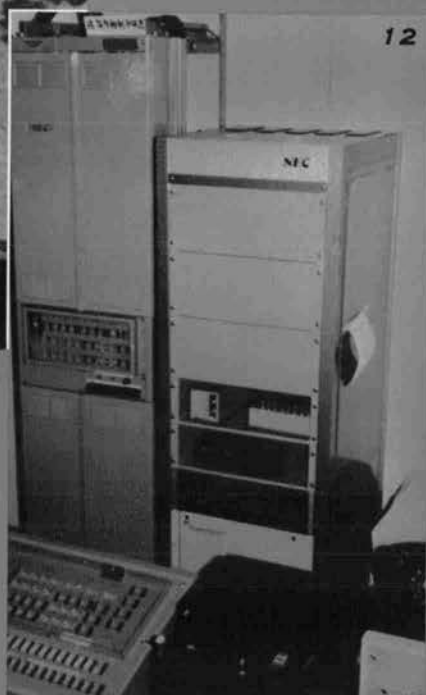
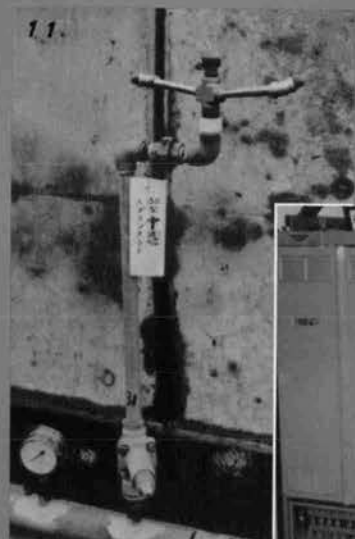
6

- 3. バラスト軌道区間の無消雪状況（比較試験のため無消雪区間を設けて積雪状況を調査する）
- 4. 降雪検知器（軌道方向に平行，直角に取付けてある）
- 5. 除塵槽
- 6. 沈殿槽



7. 高架水槽 (レベル槽)
(加熱機の一定水位を保つため)
8. 第1貯水槽
9. 水中燃焼式加熱機
(出力 350 万 kcal/hr)
10. 送水ポンプ (送水量 $8 \text{ m}^3/\text{min}$,
ヘッド 45 m, 110 kW)





- 11. T形スプリンクラー（スラブ、パラ
スト用に2種類ある）
- 12. 新潟遠隔司令室の制御盤およびテレ
タイプ
- 13. 基地制御盤（降雪や消雪状況がテレ
ビに映される）
- 14. 消雪装置計器盤（各種のデータが自
記記録される）

泥水シールド工法の現況と問題点

藤原紀夫*

1. まえがき

泥水シールド工法をひとくちで述べると、全断面機械掘りで、切羽を泥水圧で押えながらずりを流体輸送するシールド工法といえることができよう。これに説明を加えると、それまでの手掘りまたは半機械掘りを全断面機械掘りに変え、補助工法としての圧気と薬液注入を泥水圧に変え、ずりの搬出をバッテリー機関車から流体輸送に変えたものであり、その意味で、泥水シールド工法は画期的な工法と言えよう。

泥水シールド工法はいまやシールド工法の主流になりつつあり、その施工実績も推進泥水シールド工法を含めると100件に近づこうとしている。

以下、この泥水シールド工法に関して入手できた66件の施工実績を比較しながら本工法の現況と問題点について考えてみることにする。

2. 施工済み泥水シールドの概要

調査の対象とした施工済み泥水シールドの総数は66件である。その内訳はM社製46件、K社製16件、H社製1件、その他不明3件である。このうち、泥水シールドは47件、推進泥水シールドは19件である。

図-1、図-2、図-3にそれぞれシールド外径別、用途別、工事延長別の施工件数を示す。外径別では3~4mのものが一番多く、用途別では下水道トンネルとしての利用が最も多く、工事延長別では600~800mのものが一番多い。

図-4は泥水シールド工法に用いられたセグメントの幅別の施工件数を示したものである。900mm幅のものが最も多く35件(約80%)と他を大きく引き離している。また、泥水シールドの施工実績は、他に建設業者の

O社が自社製作しているもの(OCMS-B型)がある。推進泥水シールドはO社のもの(OCMS-A型)のほか、に数社の製作になるものがある。

3. 泥水シールド機械の能力

(1) カッタートルク

図-5に装備カッタートルクとシールド外径との関係を示す。カッタートルクの大きさについては周知のように次式で示される経験式がある。

$$T = \alpha D^3$$

ここに、 T :トルク(t-m)

α :土質等による係数

D :シールド外径(m)

図中において、上式の $\alpha=0.8, 1.0, 1.2$ の場合の3本の曲線を示してある。泥水シールドにおいては $1.0 \times D^3$ の曲線を中心に装備トルクが分布しているのが見られる。一方、推進泥水シールドにおいては泥水シールドよりも装備トルクは小さめの値となっている。

次に、カッタートルクと地盤性状との関係について考えてみる。ひとくちに地盤性状といっても、実際の地盤は非常に複雑で、深さ方向とともに工事延長方向で大きく変化している。そこで、切羽部分を全体的にみて、明らかな砂れき地盤(G)と N 値が10以下で w_n が60%を越える軟弱地盤(C)として、この2種類に分けることにした。図中に示したGとCはこの意味であり、無印のものはどちらにも分けられなかったものである。

このように地盤分けをしてみても、地盤性状による差はあまり顕著にはみられない。あえてその傾向をみれば砂れき層の方が少しトルクが大きいと思える程度である。また、図中において“トルク不足”としているのは、それらの施工報告においてトルク不足であったと明記されているものである。

* (株)大林組技術研究所研究員・技術士

(2) カッタスリットの開口率

カッタフェースは一般に数条のホークをもち、これの両側に切削刃を備え、切削刃の裏側にカッタスリットと呼ばれる開口部を残して他は鋼板で閉塞されている。スリットが大きすぎると切羽の崩壊をまねくし、小さすぎると掘削土砂をとり込めないことになる。

図-6にスリットの開口率(切羽面積に対する百分率)と外径との関係を示す。スリットの面積は製作図面からひろったものである。開口率は平均して8~10%であり、これはブラインドシールド工法の開口率の平均5%の約2倍である。図中には前述のGとCによる地盤分類も示してある。砂れき層では開口率の大きいものが多い。これは大径れきをとり込むために開口部が必要以上に大きくなっているものと思われる。

(3) アジテータトルク

アジテータを装備する目的はシルト塊、薬注塊の破

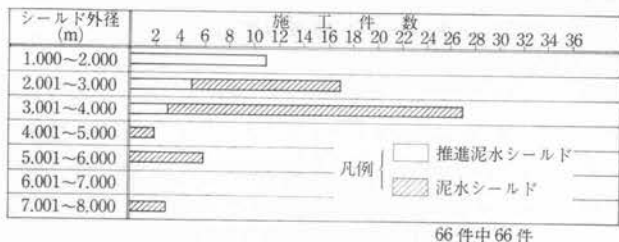


図-1 シールド外径別の施工件数

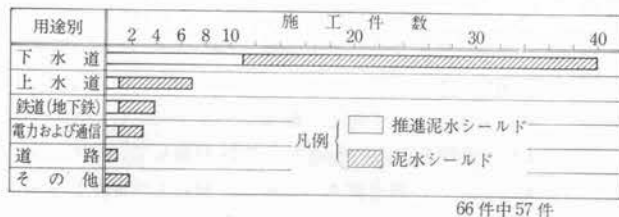


図-2 用途別の施工件数

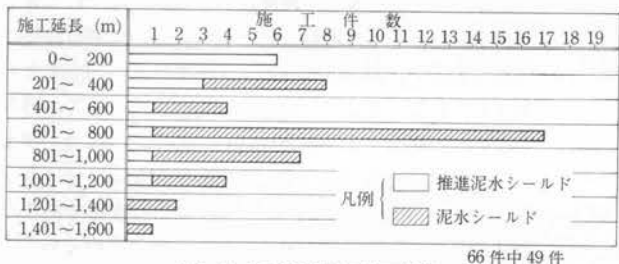


図-3 工事延長別の施工件数

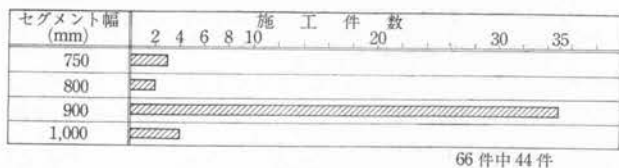


図-4 セグメント幅別の施工件数

砕、水圧室内の泥水の状況検知とカッタ旋回の補助にある。

図-7は装備アジテータトルクとシールド外径の関係を示したものである。図中において2基装備しているものは線で結んで示しておいた。小口径では1基装備が普通であるが、大口径では2基装備するものが増えていく。

土質区分は前述のGとCで示しておいたが、ここでも土質による差は明らかではない。図中にはまた参考のため $T_A = 30 D^2$ (kg-m) [T_A : トルク, D : 外径 (m)] の曲線を示してある。

(4) 推進ジャッキ

図-8は装備ジャッキ総推力とシールド外径との関係である。図中において切羽面積当り 80 t/m^2 , 100 t/m^2 , 120 t/m^2 の3本の曲線を示してある。全般的にみると $100 \sim 120 \text{ t/m}^2$ の範囲のものが多く、普通シールドの場合に比べて $10 \sim 20 \text{ t/m}^2$ と切羽の泥水圧の分だけ大きくなっているのは当然と言えば当然である。また、図中において“推力不足”と示してあるのは、その施工報告に明記されているものである。土質区分は前述のGとCで示してあり、砂れき地盤の方が推力は大きいようである。しかし、筆者の経験を述べれば、滞水砂れき地盤では以外に小さな推力ですむことが多い。

図-9はジャッキ装備本数とシールド外径との関係を示す。装備本数はセグメントの組立とジャッキ操作の便のため偶数本が圧倒的に多い。また、装備本数は図中に示した $N = \pi \times D \pm 3.5$ の範囲内のものが多い。これは普通シールドの場合とまったく同じ結果である。

(5) シールド長さ外径比 (L/D)

シールドの操作性はシールドの長さ外径比 (L/D) が小さくなるに従って加速度的によくする。

図-10は L/D と外径 (D) との関係を示したものである。図にみられるように、推進泥水と泥水シールドでは明らかな差がみられ、推進泥水の方がセグメントの組立やテールシールの不用の分だけ L/D が小さくなっている。

また、図中に示した2本の曲線はそれぞれのデータをもとに2次曲線のあてはめによって求めたものである。

普通シールドの L/D はこの2本の曲線を上限と下限としてこの間に分布するものなので(トンネル標準示方書シールド編など参照)、泥水シールドは普通シールドに比べてそれだけ施工可能な最小曲率半径は大きいと言える。また、図中に示

したアンダーライン上の数値は最小曲線半径を示したものであり、示されていないものは直線か不明のものである。

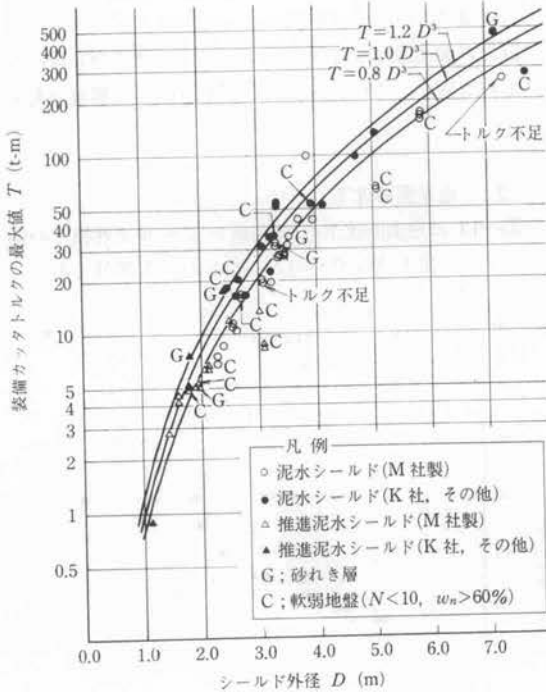


図-5 装備カッタトルクとシールド外径

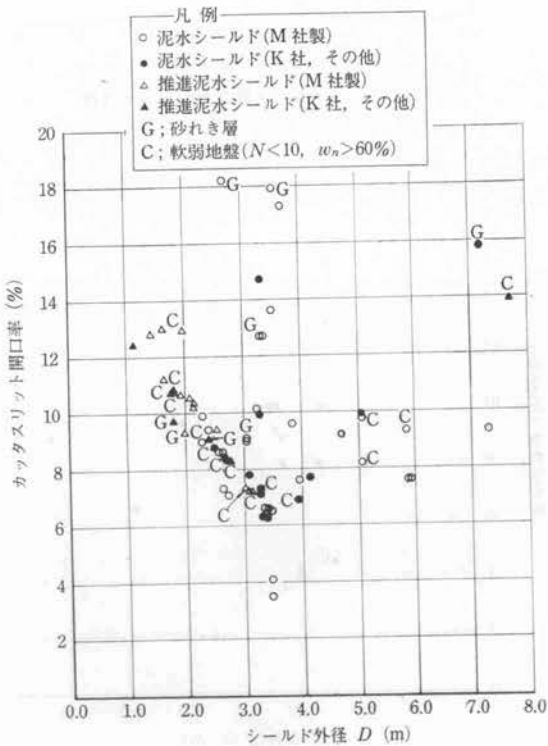


図-6 スリット開口率とシールド外径

(6) テールスキムプレート厚さ

図-11 にテールプレート厚さとシールド外径との関係を示す。M社製のものは小口径では32mm, 中口径では50mm, 大口径では70~80mmのものに統一して使用している。K社のは30~80mmの鋼板を外径に応じて選択している。

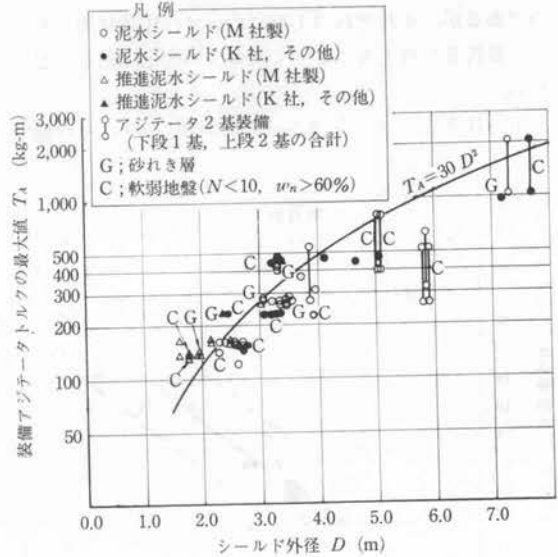


図-7 装備アジテータトルクとシールド外径

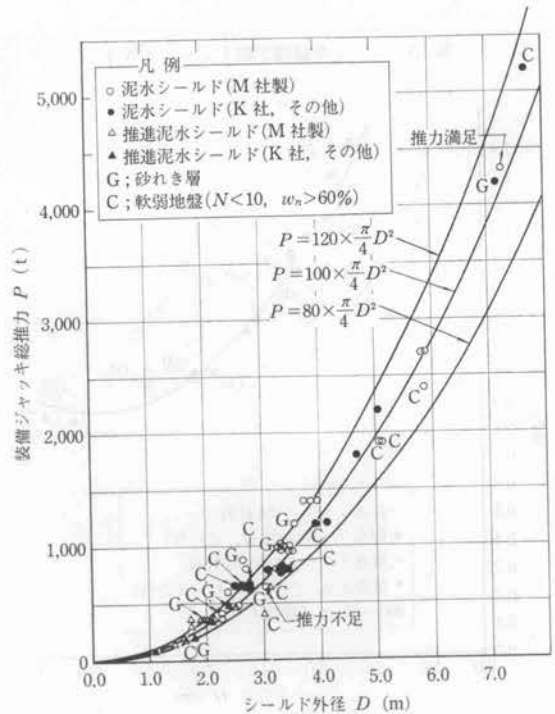


図-8 装備ジャッキ総推力とシールド外径

4. 施工実績

(1) 掘進速度

図-12 に平均日進量（リング/日）とシールド外径との関係を示す。前述のようにセグメント幅は 90 cm が大半であるので、この値を 0.9 倍すると（m/日）と考えてよい。ここでいう平均日進量は稼働日数に対するものであるが、それぞれの工事においては作業時間も異なり、報告者の考え方によっても多少の変化はあると思われる。

平均日進量は 4~15 リング/日の間にあり、その総平

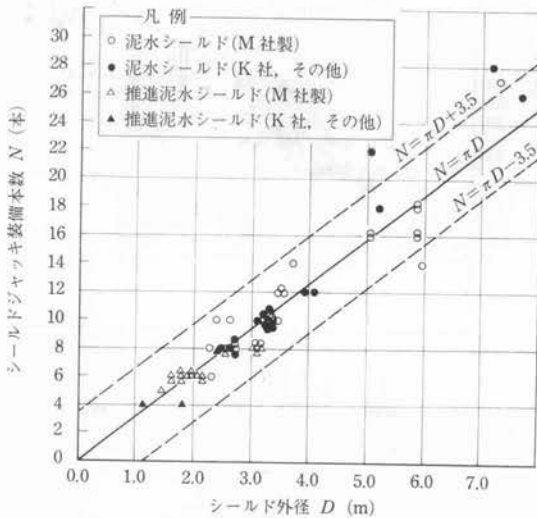


図-9 ジャッキ装備本数とシールド外径

均日進量は 9 リング/日と言える。シールド外径が大きくなればやはり日進量も少なくなっている。また、最大日進量は平均日進量の 2 倍と報告されているのが多い。土質別の考察を加えると、砂れき地盤と軟弱地盤は両者とも掘進速度の面では不利のようである。

以上の掘進速度は普通シールドの掘進速度の 2 倍に近いものであり、これが泥水シールドの最大の利点でもある。

(2) 地表面の沈下

図-13 に地表面沈下の最大値とシールド外径との関係を示す。沈下量は 0~10 cm のものが大部分である。

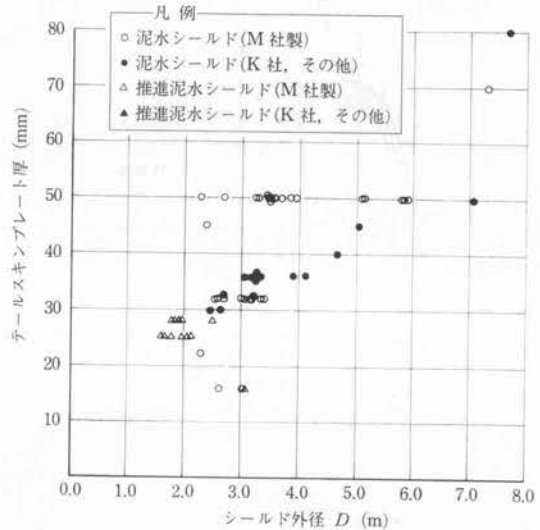


図-11 テールプレート厚さとシールド外径

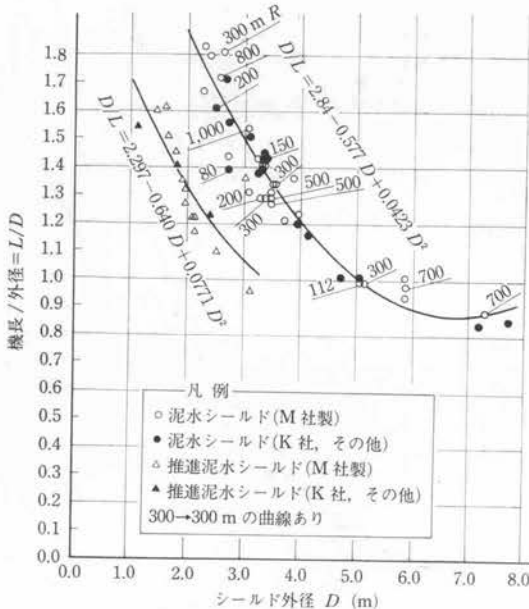


図-10 シールド長さ外径比とシールド外径

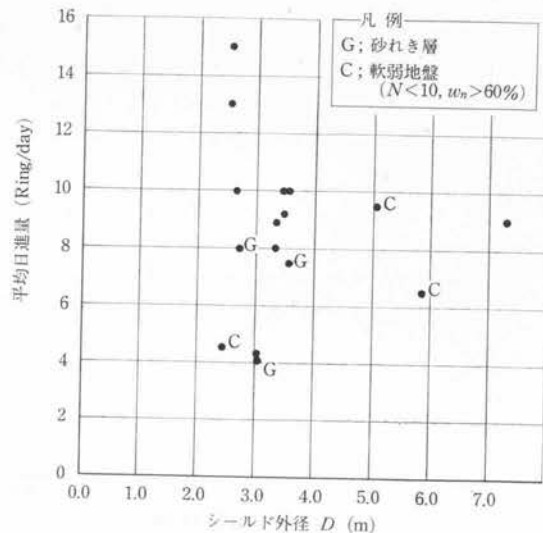


図-12 平均日進量とシールド外径

一般に泥水シールドは普通シールドに比べて泥水圧によって坑壁外周を支えているため沈下に対しては有利であると言われているが、この図からは明瞭には言えない。「G」の印の砂れき層で沈下量が小さいのは明瞭であり、これは砂れき層における泥水シールドの有利性を示していると言えるかもしれない。

(3) 送・排泥水比重と管内流速

図-14 は送・排泥水比重の実態を示したものである。送泥比重は 1.05~1.25 の間であり、排泥比重は 1.1~1.4 の間である。掘削中の送泥水と排泥水の比重差は 0.05~0.1 と言われているが、この図からはあまり明瞭にみられない。また、後述するように、比重計の精度には問題があり、これらの値は正確なものではないと思われる。

図-15 に排泥管内の流速の実態を示す。排泥管内の流速を決定するためには一般に Durand の公式が用いられている。すなわち、

$$V_L = F_L \sqrt{2gd(\rho/\rho_0 - 1)}$$

ここに、 V_L は限界堆積流速 (m/sec)、 F_L は粒子径とスラリー濃度によって決まる係数で粒径 1 mm 以上では約 1.34、 g は重力加速度 (9.8 m/sec²)、 ρ は固体の比重で土砂の場合は 2.65、 ρ_0 は母液の比重で水の場合は 1.0 である。

上式に上述の値を代入すると $V_L = 7.62\sqrt{d}$ となる。図中にはこの曲線を示してある。

実際に用いられている流速は図から見られるように、上公式から得られる値よりも 1~2 割増の値である。ある報文によると、Durand の公式から得られた値よりも 1~2 割小さい値の流速でも排泥管が閉塞することはなかったとしているが、この工事の地盤はシルト質以下の細かい粒径のものであり、 F_L も粒径が小さくなれば加速度的に小さくなっていくので、うなずける話である。

(4) 裏込注入

図-16 に裏込注入量とシールド外径との関係を示す。実際の裏込注入量はデータが少なく、はっきりしたことは言えないが、普通シールドの場合と同様に設計注入量の 100~200% であろう。

5. 施工上の問題点

(1) 問題点の種類

施工報告にみられる問題点を大きく分けると、切羽の安定、掘削土質の管理、大径れきの処理、テールシールド、泥水処理になる。そのほか、泥水シールド特有の問題点として、排泥管の摩耗と閉塞、アジテータ羽根の破損、障害物(薬注塊、木片等)の除去対策、カッターピッ

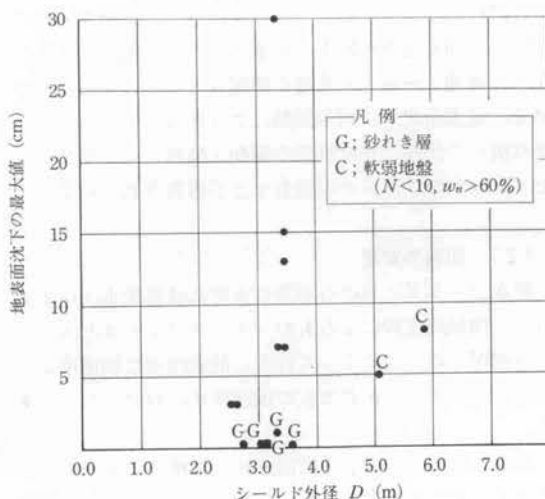


図-13 地表面の最大沈下量

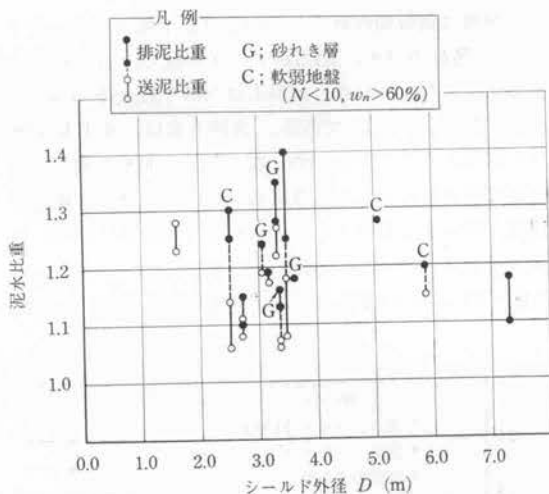


図-14 送・排泥水比重

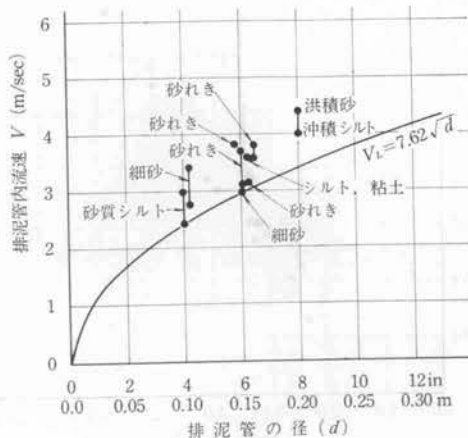


図-15 排泥管内の流速

トの摩耗，浮力によるセグメントの浮上，裏込注入材の切羽への回り込みや地上への噴出といったものがある。また，普通シールドと共通の問題点として，蛇行とその修正，地表面沈下，列車振動による地表沈下，河川の近接立坑への到達，立坑設備の振動・騒音，コンクリートセグメントのクラックの発生などが報告されている。

(2) 切羽の安定

泥水シールドにおける切羽の安定は通常泥水圧によるものと機械的支持によるもの（カットフェースとスリットの密閉）の二つによって行う。前者は主に掘進中におけるものであり，後者は主に掘進停止におけるものである。

泥水圧によって切羽を安定させる方法は本工法の基本である。そこで筆者らが行った切羽の安定に関する模型実験を紹介して切羽安定の基本的なメカニズムを考えてみることにする。

実験槽は鋼板製の箱でその内法寸法は幅 1.2 m，高さ 1.0 m，奥行 0.4 m，前面がアクリル板で，目で観察できるようにしている。試料土は川砂で最大径 4 mm，均等係数 2.3 のものである。実験方法は，まず切羽部分に鋼板をあてて砂をつめ，切羽部分に泥水を満たし，所定の泥水圧になったときに切羽おさえを静かに離して観察，測定するものである。切羽部分の高さ (D) は 30 cm，土被りは $1.5 D$ を標準とした。

図-17 はその結果である。泥水比重を縦軸に，切羽

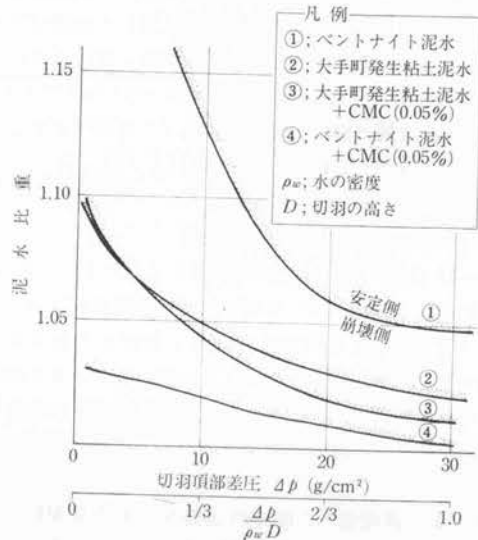


図-17 切羽の安定・崩壊の限界曲線

頂部での自然水圧との差圧 (Δp) を横軸にとり，これに安定と崩壊の限界線を示したものである。切羽は当然のことながら泥水比重が大きいくほど，また差圧 Δp が大きいほど安定する。これらの実験結果から次のことが言える。

- ① 清水のみでは切羽はまったく安定しない。
- ② ベントナイト泥水だけでは切羽を安定させる効果は小さいが，これに CMC を加えると極端に安定効果が増す。
- ③ 発生粘土（大手町の N 値が 0 に近い沖積粘土）ではそのままでも泥水として用いることができるが，CMC の添加効果はあまり顕著でない。
- ④ 発生粘土泥水の安定効果はベントナイトのみの泥水とベントナイトに CMC を添加した泥水の間にある。

これらの結果を直ちに現場に適用するには問題がある。しかし，切羽部分の高さが 30 cm であるので，差圧 30 g/cm^2 とはシールド外径相当分の差圧とみることもできよう。

(3) 掘削土量の管理

掘削土量の管理は一般に排泥管と送泥管のそれぞれに流量計（電磁式）と密度計（ r 線，差圧式，重力式など）を取付け，これらの値から掘削乾砂量なるものを計算して行うことになっている。しかし，実際には数個の測定値を選定して，これらの値から管理する方法がとられている。すなわち，筆者らの経験した例では排泥流量，循環排泥流量，循環ポンプ電流とクラッシャ電流の 4 個の測定値に注目し，それぞれに安定値範囲と危険値を決め，常時これを主に監視，制御した。

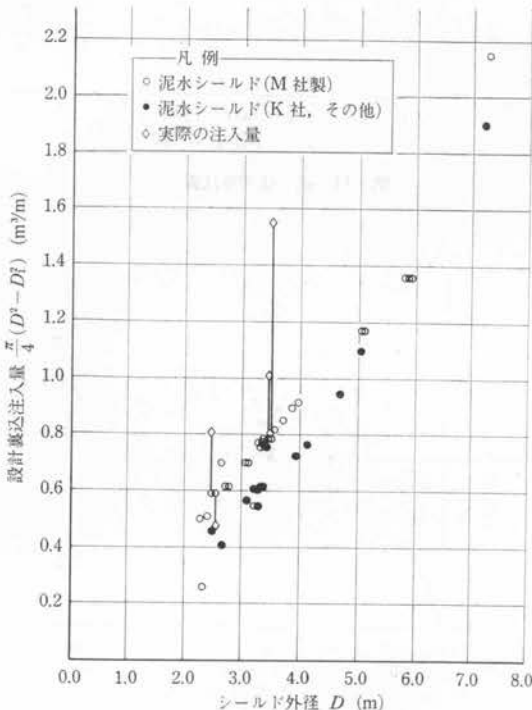


図-16 裏込注入量

いずれにしても、掘削土量の管理方法については今後とも研究すべき問題が残っており、筆者らもすでにある現場において密度計の比較と開発を主眼とした実験を行っている。この結果は後日発表する予定である。

(4) 大径れきの処理

地山の中に排泥管で輸送不可能な大径れきがある場合には問題となる。この大径れきの処理方法についてはすでに出版された特許だけでも 20 件もある。そのうち数件が実用に供されている。

筆者らと光洋機械産業とで開発したものはクラッシャ方式で、排泥管の入口部分にロータリ式のクラッシャにおいて泥水を循環させながら大径れきを破碎するもので、画期的な工法であると自負している。これの詳細については別報告¹⁾があるので参照されたい。

(5) テールシール

泥水シールド工法において、テールシールの成否はその工事の成否につながる。実際に用いられているテールシールは二重以上、三重のシールがほとんどである。また、テールシールの破損はシールドの推進力によるものが主原因であるため、大口径では特にその外周長あたりの推力が大きくなるため、特別な注意が必要であると強調している人もある。

筆者らが開発したものはブラシ状テールパッキンと呼ぶもので、はけ状の特殊なブラシの間にろ布をはさんでシールするものである。これによると、漏れようとする泥水自身でマッドケーキを作らせ、これとブラシが一体となって止水効果を発揮するもので、まったく合理的なものと考えている。これについても別報告²⁾がある。

(6) 泥水処理

泥水処理とはいったん泥水に溶かした掘削土を再び掘削土としてとり出すことを言う。砂や砂れき地盤での泥水処理はスクリーンとサイクロン、または自然沈殿とクラッシュファイヤ程度ですむ場合が多く、あまり大きな問題とはならない。また、硬質シルト層でも土塊として掘削される場合は処理が予想以上に楽であったとの報告がある。

大きな問題となるのは軟弱な粘土やシルト層における場合である。ベントナイト泥水も処理の面では不利である。この場合には薬品処理を必要とし、特に大口径の場合には処理量が膨大となり、処理能力がシールドの掘進を左右したとの報告がある。また、同時に処理設備のコンパクト化と能力アップ、薬品使用量の増大と二次的弊害を訴えている。

6. む す び

以上、泥水シールド 66 件の実施例について、その実績比較を中心に述べたつもりである。筆者の浅学のせいで、独断的なことを書いてしまったかもしれないと恐れている。

最後に、この小文が泥水シールド工法に携わっている方々の多少の参考になれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) 斉藤、藤原、羽生田、吉岡：「泥水シールド工法における大径れき処理輸送システムの開発」"大林組技術研究所報" No. 14, 1977 年
- 2) 斉藤、藤原、吉岡、崎本：「泥水用ブラシ状テールパッキンについて」"大林組技術研究所報" No. 14, 1977 年

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

(105) 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 電話 東京 (03) 433-1501

オペレータハンドブック 「エ ン ジ ン」	B 5 判 256 頁 *頒価 1,200 円 円 300 円
オペレータハンドブック 「モータグレーダと締固め機械」	B 5 判 426 頁 *頒価 2,200 円 円 300 円
建 設 機 械 用 語	B 6 判 326 頁 *定価 3,000 円 円 300 円
ころがり軸受の使用限度判定方法	B 5 判 170 頁 *定価 1,400 円 円 300 円
「建設の機械化」誌文献抄録集	B 5 判 374 頁 *頒価 2,500 円 円 300 円

(注) * 印は会員割引あり

限定圧気式シールド工法の開発と 工事への適用

三輪 充彦* 青木 輝雄**

1. まえがき

わが国の都市は地下水で飽和された軟弱な土質が多いため、地下鉄、上下水道、電力、通信等の都市トンネルを築造するシールド工事には切羽からの湧水および土砂崩壊を防止するため圧気工法が多く併用されている。しかし、この圧気式シールド工事はトンネル内全体を加圧するため、

- ① 作業者が健康を阻害される恐れがある。
- ② 大気下と比較し、作業能率が低下する。
- ③ 高圧気の場合には作業時間が制限される。

等の問題がある。

このため、当会社では圧気が本来必要とされる切羽の

みを加圧し、すべての坑内作業を大気下で実施できる限定圧気式シールド工法について昭和47年度から検討を行い、昭和51年10月に東京都内の工事に採用したところ良好な結果が得られ、現場への適用性が確認された。

以下、この適用例を中心に、限定圧気式シールド工法について紹介する。

2. 限定圧気式シールド工法の概要

従来の全体圧気式シールド工法は図-1に示すようにトンネル内全体を加圧するため坑内作業はすべて圧気下で行わざるを得ないのに対し、本工法は図-2に示すように圧気をシールド切羽に限定し、土砂搬出、セグメント組立、裏込注入、資機材の搬入等各種作業を大気下で行えるようにしたものである。

シールド機械前面のカッタで掘削された土砂はベルトコンベヤ、気密排土装置（ロータリフィーダ）により圧気部から大気部へ連続的に排出される。

3. 限定圧気式シールド機械の概要

限定圧気式シールド機械（写真-1参照）本体の概要図を図-3に、主要諸元を表-1に示す。以下、各機構の概要について説明する。

（1）掘削機構

① カッタ部は前面閉鎖型の正逆両回転単軸カッティングホイール形式とした。

② カッタヘッド摺動機構（200mmの前後進）を装備し、切羽の山留、起動

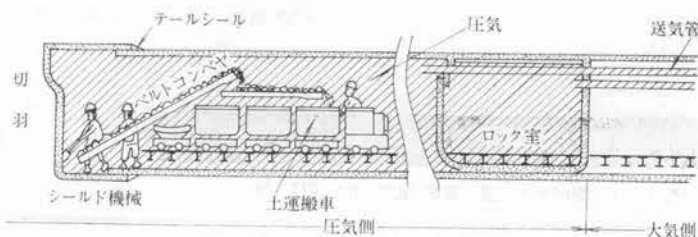


図-1 現行の全体圧気式シールド工法の概要

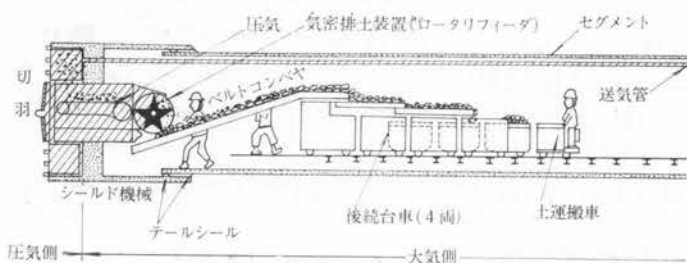


図-2 限定圧気式シールド工法の概要

* 日本電信電話公社建設技術開発室土木技術部調査役

** 日本電信電話公社建設技術開発室土木技術部調査員

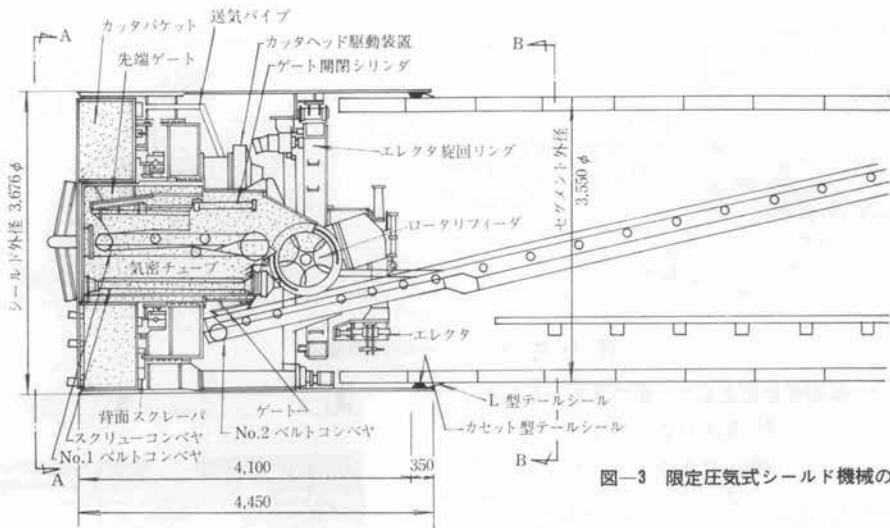


図-3 限定圧気式シールド機械の概要 (1号機)

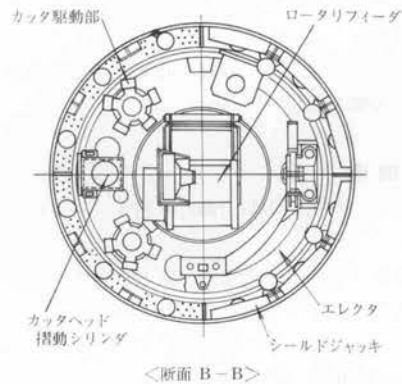
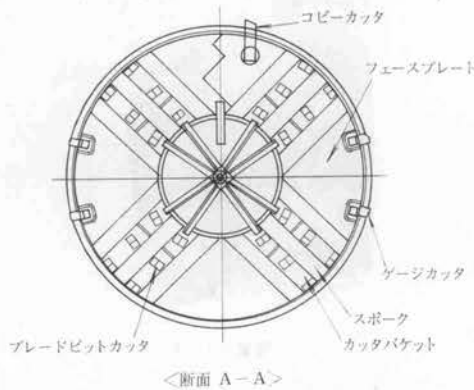


写真-1 限定圧気式シールド機械 (1号機)

トルクの軽減機能をもたせた。

(2) 気密排土機構

(気密チューブ, ロータリフィーダ)

- ① カッタバケットとロータリフィーダ間に気密チューブを設置し, 中にベルトコンベヤを装備した。
- ② バケットと気密チューブの間にゲートを設け, これを閉じるにより気密チューブ内は断気できる。
- ③ ロータリフィーダは図-4に示すように土砂を圧気下から大気下へ連続的に排出できる装置で, 排土量に

表-1 限定圧気式シールド機械主要諸元

機構・装置	項目	機能および性能	
シールド	外径 × 内径	3,676 mm × 3,604 mm	
	長さ	4,450 mm (うちテールシール 400 mm)	
カッタヘッド	回転数	0~4.8 rpm	
	最大切削トルク	最大 40 t-m	
	回転方向	正逆方向	
摺動	摺動長	150 mm + 50 mm = 200 mm	
	摺動推力	100 t × 2 = 200 t	
シールドジャッキ	推進力	70 t × 12 = 840 t	
	速度	5 cm/min (全数使用時)	
ロータリフィーダ	形式	油圧駆動式	
	回転数	3~15 rpm	
	内径 × 長さ × 室数	700 mm × 700 mm × 5	
	排土量	0.2 m ³ /rev (効率 40%)	
スクリュウコンベヤ	形式	油圧駆動式	
	回転数・内径	18 rpm 245 mm	
	排土量	5 t/hr	
エレクタ	回転等	形式	油圧旋回リング式
		昇降範囲	350 mm
		つり上げ力	2,000 kg
		押付力	4,000 kg
	摺動長	900 mm (450 mm + 450 mm)	
コピーカッタ	形式	油圧作動式	
	オーバカッタ量	60 mm (30 mm, 90 mm)	
	オーバカッタ範囲	180°~360°	
スタビライザ	形式	油圧作動式	
	ストローク・推力	180 mm 20 t (左右)	



図-4 ロータリフィーダ作動原理図

応じてロータの回転速度を変えることができるとともにトラブル発生時のために逆回転も可能である。

④ 気密チューブ内に飛散した土砂を排出するためスクリーコンベヤとゲートを装備した。

⑤ 気密チューブ内および各ゲートの洗浄用として水噴射装置を設けた。

⑥ ロータリフィーダから土砂排出時に発生する爆音対策として消音装置を取付けた。

(3) 圧気機構

① 加圧(送気)方式は切羽上部と気密チューブ内の2系統とした。

② 圧力調整部は切羽の圧気変動に対し、対応しやすくするため坑内の後続台車上に設置した。

(4) テールシール

テールシールは本工法において重要な技術的問題点の一つであり、圧気圧、水圧、裏込注入圧に対し十分なシ

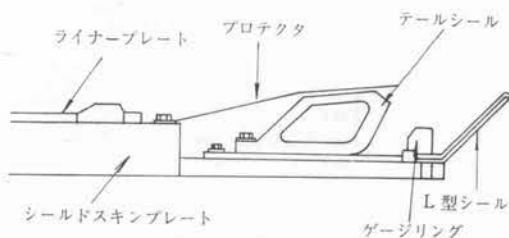


図-5 テールシール

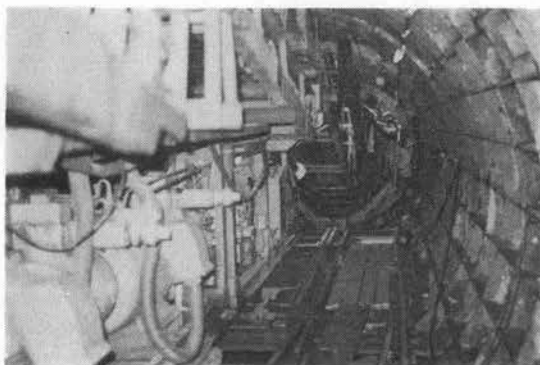


写真-2 後続台車から見たシールド後部の状況



写真-3 運転席

ール効果を発揮するとともに耐久性の良いものでなければならない。このためこのような特性に優れたものとして、図-5 に示すような中空断面をしたゴム構造型シール(6ピースで1リングを形成する)を開発し、これと従来一般的に使用されているゴム製L型シールを併用した。

(5) パワーユニット

カッタヘッド、ロータリフィーダ、ベルトコンベヤ、シールドジャッキ等の各種パワーユニットは4両編成の後続台車に搭載した(写真-2参照)。また、このパワーユニットの所要電力は合計 210 kW である。

(6) 運転席

運転席はシールド機械直後の No. 1 後続台車に設置されており、ここでシールドの各機構はワンマンコントロールされる(写真-3参照)。

4. 施工実績

(1) 工事概要

本工法は図-3に示す1号機を用いて当公社筑波建設技術開発センターにおいて、100mの推進実験を行った

のち、東京都内の通信用地下ケーブル洞道の建設工事に採用された。本工事の概要は表-2に示すとおりである。

(2) 土質条件

本地域の地層は東京山の手台地に含まれる洪積台地であり、段丘粘土層（板橋粘土層）と段丘れき層（武蔵野れき層）が堆積している。

図-7に示すように地表面から-7.0m程度まではN値が非常に小さく、腐食物が混入するシルト質粘土層であり、この層は標準貫入試験用のモンケンが自重で沈下する不安定な土質である。

次に、シールド推進深度にあたるGL -7.0m~-16.0mについては、洪積世の上部東京層に対比される砂層に湧水量の多いれき層が介在した地層である。この地層の代表的な土質を表-3に示す。これによるとN値は15~50以上と大きく変化しているうえ、砂分が大半

表-2 工事の概要

工事名	昭和51年度南板橋整備取替工事（土木）
実施場所	東京都板橋区幸町34～中丸町31（図-6参照）
工期	昭和51年9月～昭和52年6月
推進長	約267m
線形	平面：直線 縦断：平均約30/1000上りこう配
土被り	発進：18.0m 到達：9.0m
水位	GL-2.0m



図-6 施工箇所位置図

を占め、均等係数も2~3と小さく、湧水に伴う流砂現象が懸念され、従来シールド工法による施工が極めて困難とされるものであった。

(3) 施工結果

(a) 圧気設備

本工法の圧気設備（コンプレッサ）の規模については、筑波建設技術開発センター内で行った推進実験の結果から、従来の圧気式シールド工法と同程度であることが判明していたため、当現場においても従来工法と同じ考え方によりレシプロ型低圧式150kW（最大吐出圧2.5kg/cm²、最大吐出量55Nm³/min）を2台、予備としてレシプロ型高圧式75kW（最大吐出圧7.0kg/cm²、最大吐出量100m³/min）1台、計3台を発進立坑内に設置した。

表-3 シールド推進深度の土質

測定項目	土質	単位体積重量 (g/cm ³)	含水比 (%)	粒度分析				透水係数 (cm/sec)	均等係数
				れき	砂	シルト	粘土		
中間部 (15:00~15:20)	れき混り砂	2.084	20.7	14.5	84.5	1.0	0	8.00×10 ⁻²	3.39
到達部 (12:20~12:40)	砂	2.110	20.3	7.0	87.0	6.0	0	2.25×10 ⁻²	3.20

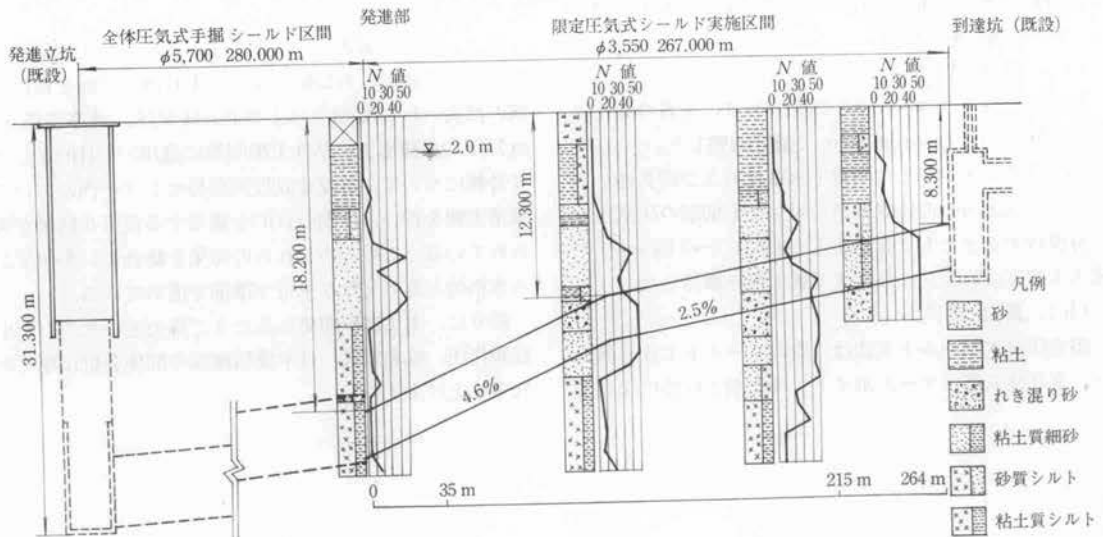


図-7 シールド推進と土質

また、坑内の送気は 3 in の弦巻鋼管 2 本 (1 本予備) を配管して行い、シールド機械の前進に伴って後続台車直後で順次延長した。

(b) 換気設備

(i) 酸欠空気発生と検知

限定圧気方式は地山側から坑内へ漏気してくる圧搾空気に混って酸欠空気が流入しやすく、このため後続台車と坑内のセグメントにセンサを設置し、立坑上の施工管理装置に接続して常時検知を行った。

(ii) 換気方式

推進中および到達後 1 カ月は立坑に 15 kW の送風機 (最大吐出量 300 m³/min, 吐出圧 400 mmAq) を直列に 2 台設置し、ビニール風管を坑内に配管して、送気方式による換気を行った。

(c) 発進方法

シールド機械は立坑内で組立て、図-7 に示す 280 m の既設トンネル内をウインチを用いて横引きし、発進点に据付け、ここから発進した。発進部は坑内から約 5 m の区間を事前に水平薬注を行っておき、この間を仮推進区間として無圧気で推進した。この仮推進区間を通過後から圧気推進を開始した。

(d) 圧気圧と空気消費量

圧気圧 (切羽圧) および空気消費量は表-4 に示すとおりである。なお、推進中における圧気圧 (切羽圧) の変動幅は最大約 0.05 kg/cm² 程度であり、また、ロータリフィーダからの漏気量はロータのシールドが良好な状態において約 5 Nm³/min 程度であった。

(e) 排土状況

1 リング (75 cm) 掘進中におけるロータリフィーダからの排土状況は、掘進開始時には切羽下部の貯溜水を土と一緒にバケットで汲上げるため泥土状となるが、1~2 分経過すると水が切れ、良好な安定した排土状態となった (写真-4 参照)。

(f) 掘進速度

掘進速度はカッタヘッドの回転トルク、土質の変化に対応させながら 3~8 cm/min で適宜調整した。

(g) テールシールドの気密・水密性および耐久性

最大 1 kg/cm² の圧気推進に対しても切羽の圧気圧を十分保持するとともに裏込注入 (注入圧 2~3 kg/cm²) の流入も確実に防止し、最後まで耐久性を維持した。

(h) 裏込注入

限定圧気式シールド工法は一般のシールド工法と異なり、裏込注入部 (テールボイド) に切羽と同等の圧気圧

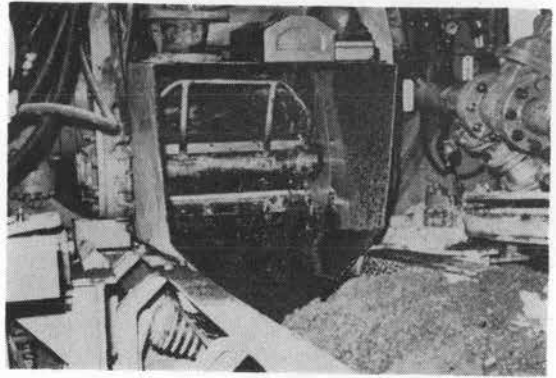


写真-4 ロータリフィーダによる排土状況

表-4 圧気圧と空気消費量

区 間 (m)	土 被 り (m)	圧 気 圧 (kg/cm ²)	空気消費量 (Nm ³ /min)
全断面粘性土区間 (5~35)	18.2~16.2	0.4~0.5	10~20
中間部互層区間 (35~215)	16.2~9.2	0.8~1.0	20~50
到達部互層区間 (215~264)	9.2~8.3	0.4~0.5	30~40

が作用するため、注入時にセグメントのグラウトホールキャップをはずすと圧気が坑内へ噴出してくる。このため逆流防止弁を用いて注入を行った。また、注入材についてはエアモルタルに珪酸ソーダを加え、60 秒以下のゲルタイムに調整したものを用いた。

(i) 推進能率

仮推進区間を除いた本推進区間の推進能率はトラブルの発生がない通常の状態では平均 5 リング/日であり、また、最高で 12 リング/日を記録したときもあった。したがって、トラブルの発生を減らして推進能率を向上させることが今後の課題である。

5. あとがき

以上、限定圧気式シールド工法の概要と施工実績について紹介したが、当会社ではこの 1 号機に引続き適用領域の拡大 (1.5 kg/cm² 以上の高い圧気圧、曲率半径 75 m 以下の曲線施工、粘性土掘削等に適用) を目的とした 2 号機について、筑波建設技術開発センター内において推進実験を行い、所期の目的を満足する良好な結果が得られている。このためこれらの結果を総合し、来年度から本格的な導入を行う予定で準備を進めている。

終りに、本工法の開発にあたりご協力をいただいた小松製作所、協和電設、日本通信建設の関係各位に厚くお礼申し上げます。

幌内炭鉱の復旧における揚水工事

宮崎 虎雄*

1. まえがき

昭和50年11月27日未明、当炭鉱において発生したガス爆発による坑内火災の消火のため、4回にわたって坑内に合計408万 m^3 の注水を行い、13人の遺体を残したままほぼ全山水没の止むなきに至った。

その後、復旧作業に全力をつくしているが、あまり類のない大規模な復旧作業であり、悪条件のもとにいろいろな難問題に遭遇したが、昭和52年7月3日全遺体の収容を終え、10月ようやく生産再開となった。

2. 災害前の幌内炭鉱の概況

幌内炭鉱は北海道のほぼ中央部に位置し、石狩炭田の幾春別層を稼行し、炭層の平均傾斜約 18° 、稼行炭層は7枚で、稼行丈は1.0~2.6mである。

坑内骨格は幌内立坑（入気、入出坑、研および材料の運搬）と幌内排気立坑（排気）を中心として、これにベルト斜坑（揚炭）を添加した形となっている。採炭は面長200mとして、中厚層は自走わくとダブルレンジングドラムカッタ、薄層は水圧鉄柱とホーベルの組合せであり、災害前の出炭実績は4,500~5,000t/日であった。

主要切羽は5片~6片間（SL-860m~SL-930m）を採炭しており、災害のあった7片（SL-1,000m）は当鉱の最深部であり、骨格坑道造成のため掘進中であった。そのほか、揚炭は全鉱ベルトシステムであり、主要扇風機は幌内排気立坑と布引立坑の連合運転で、総排気量は約16,000 m^3/min であった。さらに、深部移行に伴う高温対策として、冷房装置49万kcal/H5セントを全切羽に設置するとともに、掘進切羽においても一部使用していた。

3. 災害発生から注水に至るまでの経過

（1）災害発生時の状況

災害の発生した個所は7片地並（SL-1,000m）の骨格造成中の掘進個所で、主としてB54（掘削断面18.2 m^2 ）鋼わくで、発破施行後、ガス爆発と思われる災害が発生した。直ちに入坑者全員に退避命令を発令するとともに、坑内状況を調査したが、排気立坑より発煙を認めただために2次災害防止のため退避した。

（2）第1次注水に至る経過

その後、再三にわたり7片方面の調査を行ったが、熱気煙、崩落のため進入不能で、ガス状況も最悪の状態であり、再爆発の恐れもあり、7片の火災は浅部に延焼拡大は必至と考えられた。したがって、11月30日より注水を開始し、12月1日までに24,810 m^3 の注水を行い、7片水平坑道を水没させた。

（3）第2次注水に至る経過

第1次注水終了後再調査のため入坑したが、5片方面（SL-860m）で火災を発見し、直ちに消火作業に入ったが、奥部で爆発音があり、濃煙のため消火困難であったために学識経験者を交えて検討の結果、6片（SL-930m）までは注水により消火し、5片は直接消火による方法をとることとし、6片~7片間に130,840 m^3 を注水した。

（4）第3次注水に至る経過

第2次注水中入気立坑の水柱に変化があり、立坑付近で小爆発があったと推定され、また、トキワ斜坑側からの調査も崩落のため進入できず、さらに排気ガス状況も悪化したため直接消火は危険であり、かつ長期にわたるものと判断して4片（SL-790m）まで1,876,350 m^3

* 北海道炭鉱汽船（株）幌内炭鉱工作課長

に及んだ。

(5) 第4次注水に至る経過

第3次注水終了後坑内状況が安定したので、翌年1月12日よりトキワ斜坑からの復旧作業に着手し、2片まで約8,680mの取明を実施した。しかし、取明が進むにつれて作業場は高温となり、ガス状況も悪化して救護隊によらなければ作業は不可能な状態になった。さらに入気立坑の水柱に急変があり、小爆発があったと推定され、残火もあったものと判断された。

以上について検討の結果、2片(SL-650m)まで注水を実施することに決定し、2,048,000m³の注水を実施した。したがって、第1次～第4次までの注水合計は408万m³、SL-1,000m～SL-635mの間、垂直365mに及んだ。

4. 注水計画および注水実績

(1) 注水計画

注水により水没させて消火する方法として、注水量の確保、注水経路、注水の影響を受ける坑道、施設の損傷、かつ溜水の影響等を考慮せざるを得なかった。

注水系路として図-1のように、①トキワ斜坑、②布引立坑、③入気立坑、④排気立坑の各坑口が考えられた

が、①については、水量の確保が最大3m³/minであり、注水に長期間を要し、かつ注水経路も長く、各片盤に溜水し、坑道の損傷等を考慮すると不相当であると判断された。

②よりの注水は沢水の水のみ水源であり、最大2m³/minの水量を確保するのがやっとであり、注水経路も①と同様に長く各片盤に溜水し、排気坑道の損傷等、①と同様に不相当と判断された。③よりの注水は、水量の確保が幾春別川より多量に取水可能で短期間で水封可能であるが、入気立坑であるため立坑内のケージ、ケーブル、パイプ等の諸施設の損傷が考えられたので、最終的には④の排気立坑よりの注水が最適であると判断された。

排気立坑は内径6.5mφのコンクリート構造(厚さ50cm)で、立坑内の施設は400Aガス誘導管2系列のみであり、③の場合と同様に幾春別川に近く距離約350m、かつ多量の取水が可能であり、7片、6片、4片に直結した風道があり、注水による坑道、施設等の損傷が比較的少ないと判断され、早期消火が可能であるとの結論に達した。注水量の予想は、各片盤別の坑道および払跡の容積に経年変化を基準にして一定の率を乗じて算定せざるを得なかったため、実績とはかなり差ができた。

(2) 注水実績

図-2のように注水中のポンプ設備は第1次注水から

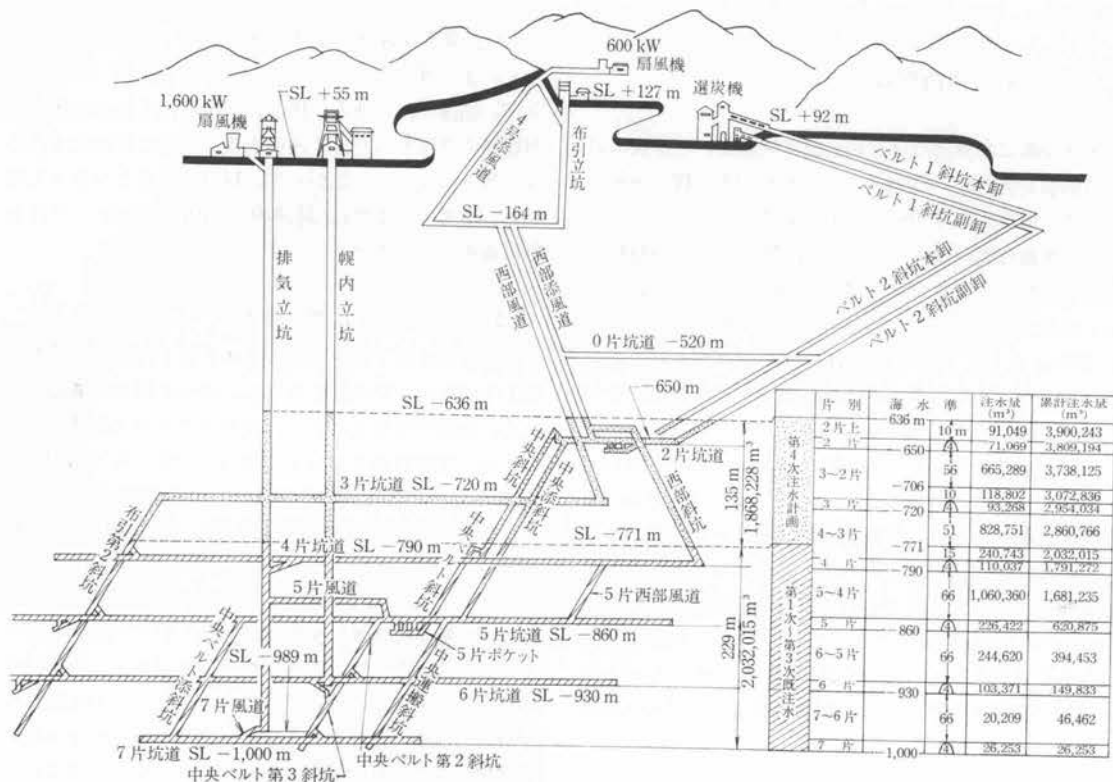


図-1 注水実績および計画図

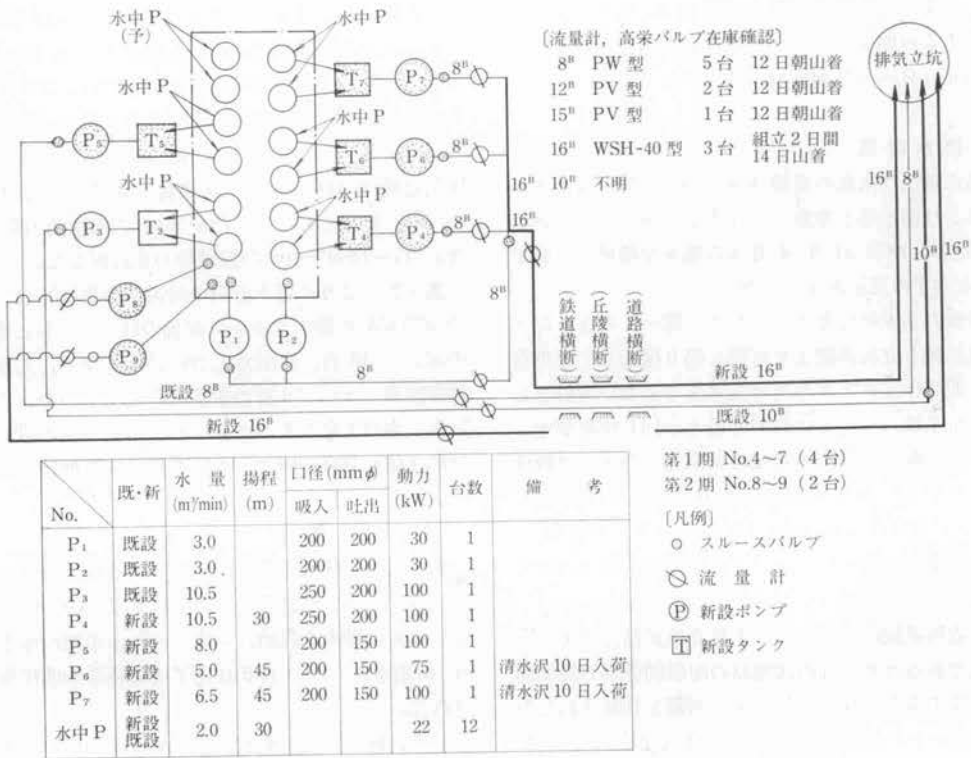


図-2 注水配管系統図

逐次増強され、第4次注水期間までの最大注水能力は60 m³/min、設備能力1,225 kW、台数19台、注水管4系列に達した。特に第3次および第4次注水時期が冬期厳寒時であり、かつ温水時期にあたったため取水口に流水が流込み、ポンプの運転保守管理に大変な苦勞を経験した。

注水の実績については、図-1のように最終的にSL-1,000 mからSL-635 mまで、注水量の累計は408万 m³に達し、ほぼ全山水没に近い最悪の状態となり、閉山の危機にさらされた。注水期間中の水位のチェックは、入気立坑より立坑用ケーブルを下げ、末端の電極棒が水面に着水すると微電流で坑外でランプの点灯により確認され、あらかじめケーブルの長さを測定してあるため水位を常時測定できる機構とした。

5. 坑道取明および揚水計画

復旧計画の基本方針として、第1段階罹災者収容(13名)、第2段階生産再開を最終目的として表-1の復旧工程表のように計画された。

具体的には、①取明作業の期間短縮を図るため取明経路は中央部の斜坑を軸とし、作業箇所を最大5箇所とした。②通気は当初2片地並までは自然通気とし、2片以深は布引扇風機(600 kW、負圧300 mm水柱、6,000

m³/min)の運転とし、しかも、7片時点では排気立坑主扇(1,600 kW、負圧500 mm水柱、風量18,000 m³/min)の連合運転、③揚水作業は排気立坑、トキワ斜坑坑口より実施し、入気立坑より斜坑系統への揚水も併行して行い、④取明および揚水に伴う変化に対応するための保安体制を強化し、不慮の災害に即心できるようにした。

(1) 坑道取明

昭和51年11月、災害発生前の維持坑道は55,110 m、2片上10 mまでの水封坑道は35,621 mであり、これに伴う取明、補修坑道長は20,865 mで、崩落率は表-1のように2片~4片間は24.6%、4片~7片間は50%、7片水平は70%、平均47.1%と想定して9,822 mとした。

取明工程は罹災者収容までを昭和51年12月末、生産再開を昭和52年4月と計画した。

取明経路は①中央添斜坑からベルト添斜坑經由7片まで、②中央斜坑から中央運搬斜坑經由7片までの中央部の斜坑を軸とし、その関連ある水平坑道を含めて、できるだけ早期に罹災者を収容する目的で計画された。しかし、実際の取明作業にあたって、坑内火災、爆発、および長期間の水封に伴う崩落箇所の増加、盤膨れの増大など、予想以上の坑道の損傷により表-2のように計画変

更され、第1段階の罹災者収容が昭和52年6月末、第2段階の生産再開準備として9月に取明補修を完了させるよう約6カ月当初計画に対し遅れとなった。

(2) 揚水計画

計画揚水量は注水量の実績408万m³に対し浸透水自然蒸発および溜水等を考慮して注水量の90%、365.8万m³と見込み、昭和51年4月から揚水を開始し、同年11月揚水完了の見込みとなった。

揚水計画の基本的な考え方として、図-3のようにトキワ斜坑系統と立坑系統より可能な限り揚水し、早期揚水により取明作業にできるだけ支障を与えない方針としたが、斜坑系統については取明と揚水が同じ作業個所であり、不即不離の関係にあるため切羽先でのポンプ設備は据付しやすく、かつ可搬式の水中ポンプ(2m³/min、30mヘッドまたは2m³/min、60mヘッド)を採用し、各片盤に中継用のタービンポンプを設置し、揚水計画を立案した。

また、立坑系統については、入気立坑が前述のように運搬立坑であるため立坑内諸施設の配置関係から短期間に揚水設備工事を行うことが非常に困難と判断されたため排気立坑からの揚水を検討した。排気立坑については、昭和49年当初に掘削完了後当時の開削設備がそ

くり存置されたままで、多少の手直しで使用可能の状態であったため短期間に、しかも経費も入気立坑より安くできると判断した。斜坑系統については、300Aパイプ3系統(そのうち1系統は既設)で、最大22.3m³/minの50%能力として11~12m³/minの揚水能力とし、排気立坑は300Aパイプ1系統を新設、最大9m³/minの75%能力として6~7m³/minの揚水能力をもたせ、合計17~18m³/minの設備能力を計画した。

表-3のように揚水計画の総設備台数61台、総出力15,535kWの膨大なポンプ設備のほか、さらに切羽用水中ポンプ48台、総出力1,201kWとなり、これに伴う電源設備、ケーブル等の数量も膨大なもので、これらの設備工事は大変なものであった。斜坑系統の設備工事額は約3億6,000万円で、立坑系統が約2億円となった。

(3) 揚水実績

斜坑系統の揚水開始は取明坑道の進捗に合わせて既存坑道に逐次ポンプが設置され、昭和51年4月30日より2片レベルの揚水を開始、2片レベル水平部の溜水8,340m³の揚水をし、4月5日完了後引続き取明作業が開始された。

一方、排気立坑の揚水設備工事は昭和51年1月から開始されたが、途中で前述のように第4次注水が実施さ

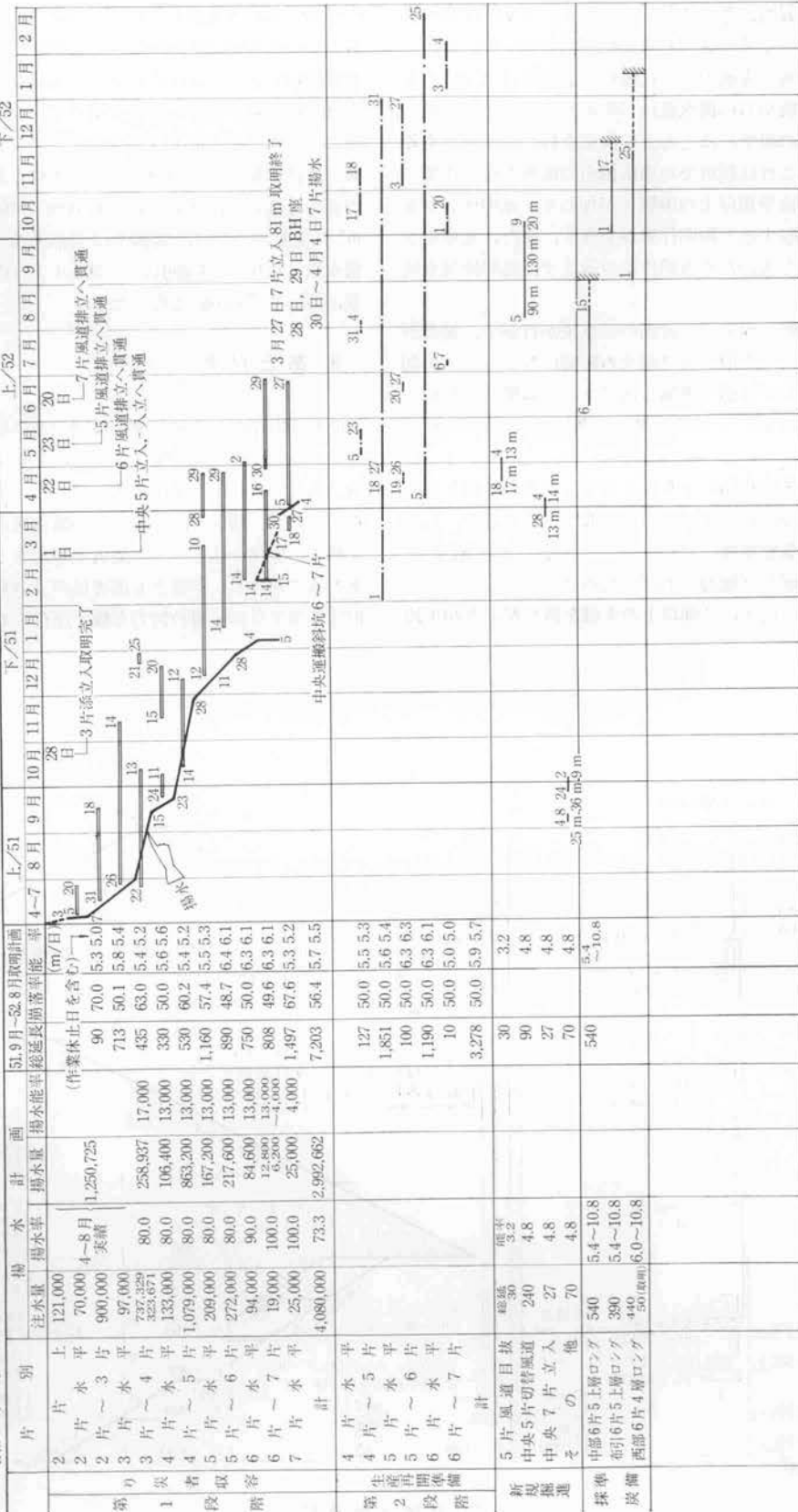
表-1 復旧計画総括表

(S. 51.4.20)				(取明け、探炭準備)																				
工 事 別		総延長	崩落率	取明長	掘進長	上/51						下/51						上/52						
						4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月				
取 明 補 修	第1段階 罹 災 者 収 容	2片水平	1,355	34.2	464																			
		2片~3片	1,020	24.6	251																			
		3片水平	1,460	30.0	438																			
		3片~4片	770	30.9	238																			
		4片水平	2,010	50.0	1,005																			
		4片~5片	580	50.0	290																			
		5片水平	1,405	50.0	703																			
	5片~6片	890	50.0	445																				
	6片水平	750	50.0	375																				
	6片~7片	808	50.0	404																				
	7片水平	1,497	70.0	1,048																				
	第2段階 生 産 再 開 備 用	4片水平	330	50.0	165																			
		4片~5片	460	50.0	230																			
		5片水平	3,095	50.0	1,548																			
5片~6片		620	50.0	310																				
6片水平		3,565	50.0	1,783																				
6片~7片	250	50.0	125																					
合 計		20,865	47.1	9,822																				
探 炭 備 用	風道	中央5片	30		30																			
	中央5片	240		240																				
	7片立入	27		27																				
ロ ン グ	西部3層	1,120	50.0	450	220																			
	中部5層	425		425	425																			
布引	5層	464	50.0	45	374																			
第1段階		12,545	45.1	5,661	5.46	3日	5日	8日	10日	16日	5日	20日	28日	20日	15日	28日	11日	12日	19日	12月	1日	16日	16日	
第2段階		8,320	50.0	4,161	6.00	2日	2日	2日	2日	4日	3片	5片	5片	6片	排気立坑	4片	6片	7片	7片	7片	西部3層	中部5層	布引5層	
計		20,865	47.1	9,822	5.67	2片	2片	2片	2片	4片	3片	5片	5片	6片	排気立坑	4片	6片	7片	7片	7片	西部3層	中部5層	布引5層	
入気立坑3片運行開始		3片立入取明終了15日後																						
入気立坑5片運行開始		中央5片立入取明終了15日後																						
排気立坑扇風機運転開始		7片まで揚水終了22日後																						

表-2 復旧計画工程表

昭和51年9月15日	片別	揚水計		51.9月~52.8月取明計画		上/51				下/51				上/52				下/52											
		注水量	揚水量	揚水率	揚水能力	延長	揚水率	4-7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2		
第1段階	2片	121,000	70,000	4~8月実績	1,250,725	90	70.0	5.3	5.0	13	20	31	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	2片	900,000	900,000			713	50.1	5.8	5.4	15	20	26	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3片	97,000	97,000			330	50.0	5.6	5.6	13	11	15	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3片	737,329	737,329			435	63.0	5.4	5.2	22	11	15	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	4片	323,671	323,671			330	60.2	5.4	5.2	22	11	15	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	4片	1,079,000	1,079,000			1,160	57.4	5.5	5.3	22	11	15	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	5片	209,000	209,000			890	48.7	6.4	6.1	22	11	15	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
第2段階	5片	272,000	272,000			750	50.0	6.3	6.1	22	11	15	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
	6片	94,000	94,000			808	49.6	6.3	6.1	22	11	15	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	6片	19,000	19,000			1,497	67.6	5.3	5.2	22	11	15	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	7片	25,000	25,000			7,203	56.4	5.7	5.5	22	11	15	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
計	4,080,000	4,080,000	73.3	2,992,662																									
第2段階準備	4片					127	50.0	5.5	5.3																				
	5片					1,851	50.0	5.6	5.4																				
	5片					100	50.0	6.3	6.3																				
	6片					1,190	50.0	6.3	6.1																				
	6片					10	50.0	5.0	5.0																				
	6片					3,278	50.0	5.9	5.7																				
新築掘削	5片					30																							
	中央5片					90																							
	中央7片					27																							
準備	その他					70																							
	中部6片					540																							
炭備	東引6片					390																							
	西部6片					440																							

昭和51年9月15日



れたため実質的作業は4月からとなり、3交代作業の突貫工事でようやく5月24日運転開始となった。

表-4の揚水実績のように総揚水量 321.1 万 m³のうち、斜坑系統からの揚水量は 28.5 万 m³ で総揚水量に対し約9%の率で、ほとんどが排気立坑からの揚水実績となった。これは斜坑での崩落個所の取明と揚水作業とは実際的には予想以上の困難さが加わり、水中ポンプを切羽先で運転すると取明作業ができず、また、水中ポンプを止めると水のため取明作業が進まず、結局排気立坑が主力となった。

また、取明工程も当初計画の伸び米が行かず、揚水が常に先行したため取明先で溜水の影響はなかった。当初斜坑揚水ポンプ計画で準備したポンプは実際に24台、総出力 6,821 kW となり、揚水計画に対して約50%にとどまった。

揚水完了は昭和52年5月4日で、当初の計画より若干の遅れとなった。これは斜坑の取明工程に合せ、しかも坑内の通気変更等予測しなかった現象のため昭和52年1月以降ポンプ能力を下げたためであった。

排気立坑の揚水は計画以上の実績を得たが、当初平均

6~7 m³/min と計画したが、実際の揚水期間中平均 10 m³/min の実績結果を得たが、立坑のポンプ運転方式を自動運転方式にしたためにトラブルがなかったことと、立坑そのものが災害の影響を受けていなかったために順調にスカホードの追下げができたためである。当初の計画では注水量に対し約90%の揚水量と見込んだが、その後の見直しで注水量に対し約70%の揚水量、299.3 万 m³ に変更されたが、実績では自然湧水プラス取明時の散水量 17 万 m³ を差引いた 304.1 万 m³ となり、注水量に対して 74.5% となった。

6. あとがき

昭和52年7月3日に第1段階の遺体収容が終了、7片レベルの取明も現在完了し、第2段階の生産再開も10月より1,000 t/日の出炭再開となった。災害発生以来現在までの間、関係官庁、業界、地域住民から多大な援助を賜り、労使一体となって最大の努力をし、復旧作業にあたってきたが、今後とも災害前の4,500 t/日に全面復旧するまでなお一層の努力を致す所存である。

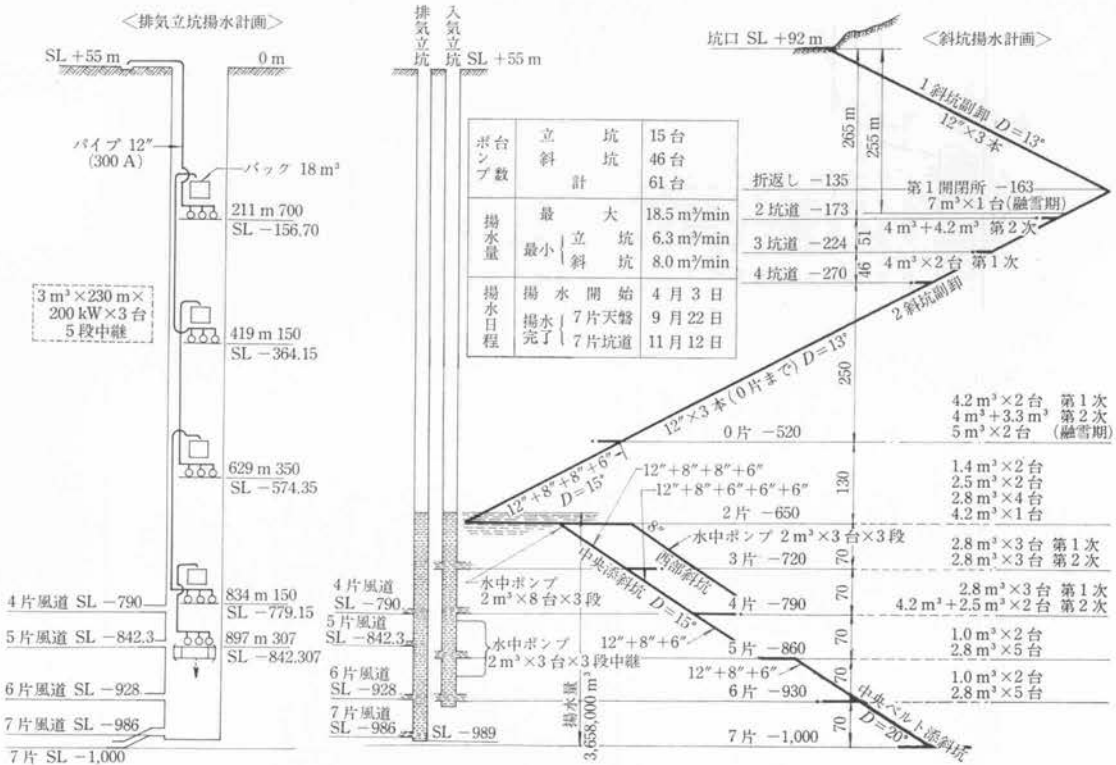
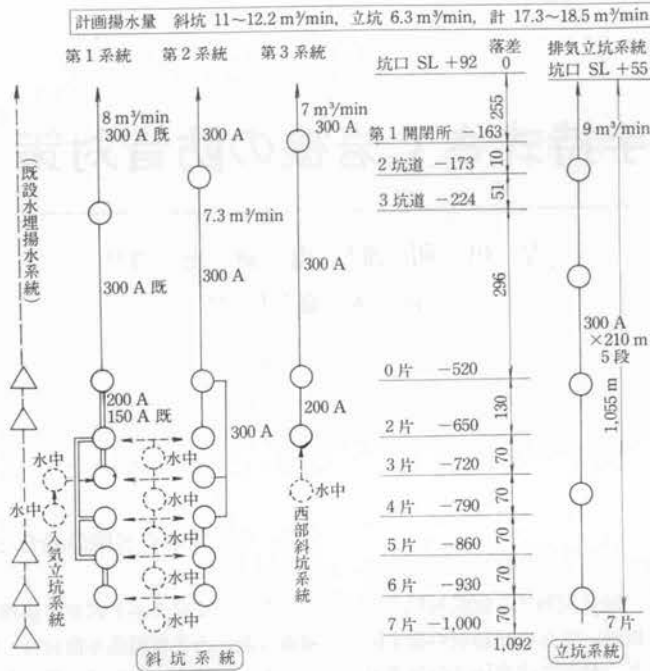


図-3 揚水計画図

表-3 揚水計画



揚水設備総括表

揚水系統	ポンプ設置箇所	第1系統			第2系統			第3系統			全系統	
		台数	揚水量 (m ³ /min)	総出力 (kW)	台数	揚水量 (m ³ /min)	総出力 (kW)	台数	揚水量 (m ³ /min)	総出力 (kW)	揚水量 (m ³ /min)	総出力 (kW)
斜坑	3坑道まで	2	8.0	720	2	8.2	760	1	7.0	560	5	2,040
	0片	2	8.4	800	2	7.3	770	2	10.0	1,500	6	3,070
	2片	4	8.2	490	3	9.2	1,000	2	5.6	440	9	最大 22.3
	3片	3	8.4	680	3	8.4	660				6	1,340
	4片	3	8.4	680	3	9.2	1,000				6	1,680
	5片	4	7.6	615	3	8.4	660				7	1,275
	6片	4	7.6	520	3	8.4	680				7	1,200
計	(6)		(1,360)	(6)		(1,660)	(2)		(460)	(14)	(3,480)	
立坑		3	9.0	600						5	9.0	3,000
		合		計						(14)		(3,480)
										61		15,535

(1) () 内は移設して再度使用するポンプで内数 (ii) 水中ポンプは除く

表-4 揚水記録

月別	個所別	斜坑 (m ³)	排立 (m ³)	合計 (m ³)	累計 (m ³)	備考 (水位)
昭和51年	4月	8,340	215	8,555	8,555	取期待ち SL-650 m 00
	5月	42,500	93,522	136,022	144,577	SL-660 m 42
	6月	1,520	339,904	341,424	486,001	SL-682 m 25
	7月	470	267,675	269,145	754,146	SL-712 m 54
	8月	145,080	351,499	496,579	1,250,725	SL-726 m 20
	9月	54,500	354,105	408,605	1,659,330	SL-768 m 25
	10月	0	430,490	430,490	2,089,820	SL-789 m 82
	11月	4,100	399,314	403,414	2,493,234	SL-821 m 63
	12月	0	310,827	310,827	2,804,061	SL-850 m 78
昭和52年	1月	0	46,298	46,298	2,850,359	SL-882 m 71
	2月	0	49,372	49,372	2,899,731	SL-879 m 05
	3月	0	214,250	214,250	3,113,981	CO 流出 排立ポンプ断続運転 SL-882 m 68
	4月	23,839	68,380	92,219	3,206,200	17日排立揚水完了 SL-928 m 10
	5月	4,800	0	4,800	3,211,000	SL-997 m 52
計		285,149	2,925,851	3,211,000	3,211,000	

手持式さく岩機の防音対策

吉川利雄* 鬼頭光男**
小林盛信***

1. まえがき

コンクリート構造物の取り壊し工事は騒音、振動の発生源の一つと目されており、騒音規制法、振動規制法が制定されるに及んで騒音、振動、さらには粉塵の発生防止が重要な課題となってきた。最近では油圧式の公害対策型コンクリート破壊機械が開発されてきたが、なにぶん大型のため使用の面で不便な点が多く、施工能力、施工経費などを取り上げて見ても問題を残している。したがって、現在でも公害対策の施されていないブレーカ、さく岩機が数多く使用されているのが実情である。この機械は取り壊しに際しては非常に高い騒音と多量の粉塵が発生し、公害の要因の一つとなっている。

取り壊しに関する各種の調査結果を見ても、土木構造物の取り壊しではさく孔を手がかりにした工法が多く施工されている。そこで当事務所ではさく岩機械に重点をしばり、各種の防音・防塵対策について建設機械開発調査費によって試験を進めてきたが、エア式さく岩機において騒音規制法の規制値をほぼ満足させる成果が得られたので、その試験結果の概要を紹介する。

2. 実態調査と対策機械の選定

さく孔機械は各種のものが開発されているので、防音対策の基礎的な検討を行うため現在一般に使用されているさく孔機械の中から6種類を選び、さく孔能力、騒音、粉塵の発生状況等について実態調査を行った。その結果は表-1に示すとおりである。

さく孔経費、普及の度合を検討した結果、対策に効果のありそうなエア式さく岩機（シンカー TY 16 型）を

選び出し、試験を進めることとした。

3. エア式さく岩機の騒音と防音対策

市販されているエア式さく岩機と市販されている騒音対策のための各種製品を取付けて騒音と騒音の周波数分析を行った結果は図-1、図-2に示すとおりである。いずれも市販の状態に比べて対策を施した場合の方が騒音で5dB(A)程度の低下がみられた。また、周波数分析結果では1kHz付近の音圧レベルの低下が著しい。

一般にエア式さく岩機の騒音源は次の三つであるといわれている。

- ① 排気騒音：動力に使用する圧縮空気が排気口より噴出する際に発する騒音で、周波数は100~2,000 Hz までである。
- ② 本体とスチールロッドの打撃音：2,000 Hz 以上の高周波騒音で、高い金属音を発するため防止対策は非常に困難とされている。
- ③ ビットの打撃音：100 Hz 以下の低周波騒音で、粉塵も同時に飛散する。

これら三つの騒音源に対し次に示す対策を考えた。

① 排気騒音対策

①-1 排気口に消音マフラの装着（Allied Witan Company（米国製）の M 20 型）

①-2 さく岩機本体を繊維製防音カバーで被覆

①-3 排気を集塵器で吸入

② 本体とスチールロッドの打撃音対策

②-1 さく岩機本体を繊維製防音カバーで被覆（これは排気騒音対策と同じもの）

②-2 鋼製防音ケース装着

②-3 スチールロッドを塩化ビニールで被覆

③ ビットの打撃音対策：排気と一緒に集塵器で吸入（排気騒音対策と同じもの）

①-2、②-1 で示した繊維製防音カバーは2種類のもの

* 建設省中部地方建設局中部技術事務所機械課長

** 建設省中部地方建設局中部技術事務所機械課

*** 建設省中部地方建設局中部技術事務所機械課

を使用した。一つはブレーカの防音用カバーとして市販されているF社製で、遮音シートに吸音用ウレタン（厚さ40mm）が張付けられてある。さく岩機への装着状態は写真-1に示すとおりである。別の一つは当事務所で試験用に製作したもので、遮音シートに吸音用フェザーグラス（厚さ50mm）を張付けたものである。鋼製防音ケースは当事務所で試作したもので、本体を1.6mm鋼板で覆っている。さく岩機への装着は写真-3に示すとおりであり、内側に吸音材を張付けている。

吸音材の材質は次に示す5種類を用意した。

- ① 遮音シート（粉鉛含有ゴム厚さ2.5mm）
- ② ホーンシートS（0.5mm鉛板の両面に布張付）
- ③ 布張り遮音シート（ネオプレンゴム厚さ1mmで両面に布を張付）
- ④ ロックウール（エスファイバー80ボード）
- ⑤ スポンジゴム（厚さ30mm）

さく岩機はフロントヘッド部のロッドホルダ装置を鋼製筒型に改造し、ゴムパッキンをはめてロッド打撃音が外部に直接漏れないようにしている。

4. 防音対策と効果

(1) 騒音レベルの低減

消音マフラのみで対策を施したさく岩機で作業をしている状態は写真-2に示すとおりである。騒音レベルの低減効果は30m地点で約8dB(A)であった。さらに、さく岩機本体を繊維製の防音カバーで覆い、排気音と機械から発生する打撃音を防止すると30m地点で約10dB(A)の騒音レベルの低減となった。また、写真-3に示すように、さく岩機全体を鋼製防音ケースで覆い、内部に吸音材を張付けてその効果を測定したところ、30m地点で13~15dB(A)の騒音レベルの低減が見られた。

写真-3で示すものは最も手厚く防音対策を施したもので、騒音が外部に漏れるのを極力さけるため鋼製防音ケースは3点支持で取付け、ケースから発生する共振音を消す配慮をした。装置の概略は図-3に示すとおりで

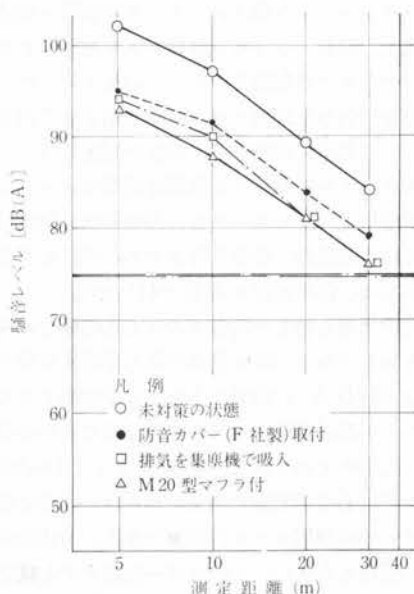


図-1 エア式さく岩機の騒音レベル減衰図

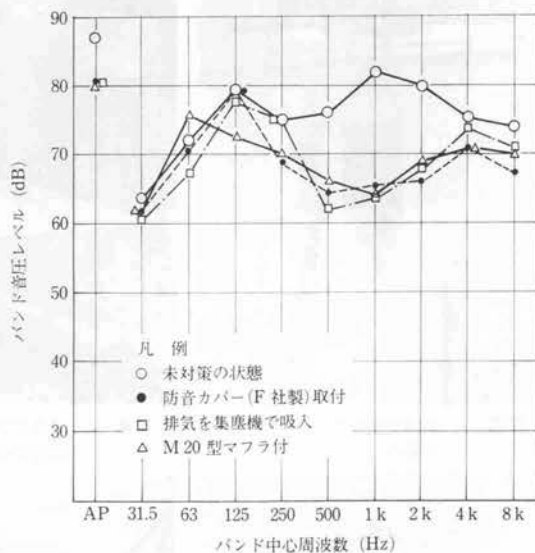


図-2 エア式さく岩機の騒音周波数分析

表-1 各種さく孔機械と工法の比較

試験項目	さく孔性能		経費比較	騒音レベル dB(A)			さく孔原理	備考
	さく孔径 (mm)	速度 (cm/min)		防音対策をしないもの				
				5m	10m	30m		
エア式さく岩機 (シンカーTY-16型)	38φ, 44φ	37.7~53.4	1.0	101~103	96~97	83~85	圧縮空気による回転打撃	さく孔速度を上げると騒音レベルが大きくなる。
油圧式さく岩機 (セコマRPH35型)	38φ, 45φ	12.1~230.0	1.5	90~100	86~96	77~87	油圧力による回転打撃	
電動式さく岩機 (日立PRD-38型)	25φ~38φ	13.0~18.9	1.7	88~91	83~86	71~75	電動機による回転打撃	
ステニックハンマ (65ASS型)	65φ	14.1~15.4	4.0	87~88	82~83	68~70	圧縮空気による回転打撃	
ジェットランス (JL-18型)	約40~70の楕円形	8.0~15.8	16.0	77~80	69~73	57~60	ランス(金属棒)の燃焼による溶解さく孔	
コンクリートコアボーリングマシン(50φ)	50φ	1.3~2.4	20.0	71~73	64~65	57	ダイヤモンドコアカッタによるさく孔	①孔径が大きくなる。②孔曲りを生ずる。③作業場所に制約をうける。

ある。フロントヘッド部はロッドホルダ装置を前述のとおり改造し、操作ハンドルは防振ゴムをはさんで本体に取付け、できるだけ振動音の生じないようにした。排気は吸音材を張付けた鋼製ケース内に放出させて消音マフラを通して大気中に排出させ、減音を配慮した。

刃先とロッドから発生する振動音対策はロッドに厚さ4mmの塩化ビニールホースを、刃先部は刃先吸塵カバーを取付け、集塵器に粉塵を吸引すると同時に刃先打撃音を遮断した。作業状態を写真-4に示す。

各種防音対策を施した状態でのさく孔時騒音は図-4に示すとおりであり、30m地点で最も手厚く対策されたものでは65dB(A)に低減できることが確認できた。フロントヘッド部は鋼製ケースを装着するための必要上改造を行ったものであるが、この改造によって1~2dB(A)とわずかではあるが対策の効果が見られた。特に対策効果が大きいのは鋼製ケースの装着である。刃先部の吸塵カバーの効用も大きい。このカバーをはずすと騒音が2

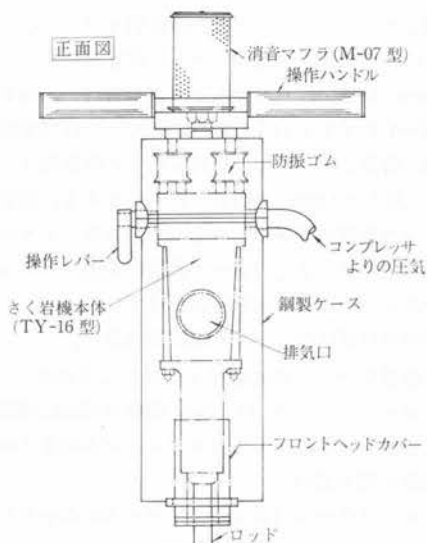


図-3 鋼製ケース付エア式さく岩機の概要

~3dB(A) 高くなり、打撃破砕くずが飛散して粉塵公害の発生につながる恐れがある。内張りの吸音材の材質による防音効果は図-5から見てほとんど差がないと言える。強いて結果の良いものをあげれば、ホーンシートSにスポンジゴムを張付けたものと言える。

(2) 音圧レベルの変化

防音対策を施した場合の騒音の周波数分析結果は図-6に示すとおりである。対策の効果としては、未対策の状態では1kHz付近の周波数帯域に卓越部があり、いわゆる“聞きづらい音”の部分が目立つが、消音マフラを取付けると1kHzを中心として125Hzから2kHzまでの周波数帯域が大きく減衰している。

さらに、消音マフラ、鋼製防音ケース、スチールロッドにカバーを取付け、刃先部を吸塵した最も手厚い対策を行った場合は500Hzから8kHzの間で音圧レベルが特に低減されており、防音対策の効果が出ていることがわかる。図-6で、4kHzの周波数帯域が高い原因はスチールロッドの振動音によるものと考えられ、この対策が非常に困難であることを示している。

(3) さく孔能力

試験の結果、さく孔能力と発生する

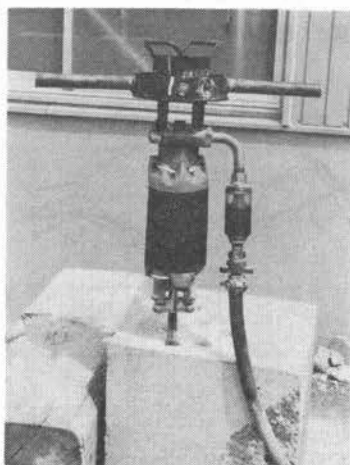


写真-1 本体を防音カバー (F社製) で覆う



写真-2 消音マフラ (M-20型) を取付ける

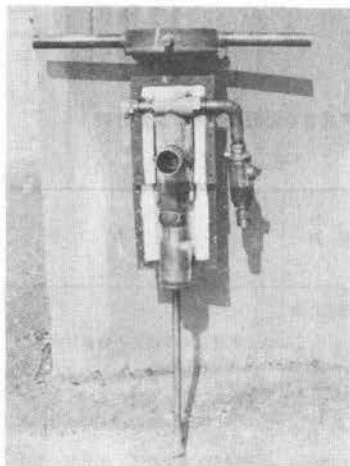


写真-3 鋼製防音ケースで全体を覆い吸音材を張付ける

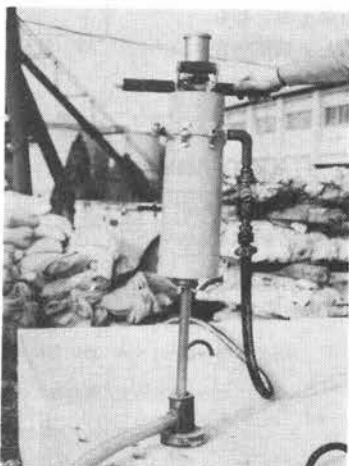


写真-4 消音マフラ付防音ケースを取付けてロッドカバー取付刃先部を吸塵する

騒音の大きさはある程度比例するものと考えられる。さく孔能力を低下させずに騒音を減少させることが理想である。写真-2 で示した消音マフラ型や 写真-1 で示した繊維製防音カバー型の場合はさく孔速度の低下が少なく、さく孔率面だけを考えると効果的である。最も手厚い対策を施した鋼製ケースの場合には未対策時のさく孔速度に比較して約 50% のさく孔能力に低下してしまっていたが、これは消音マフラの容量が小さく、排気が円滑に排出されず、ケース内に残留し、これが背圧として残るためさく孔能力を減じたものと考えられる。

5. ま と め

騒音規制法で定められている「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」によると、さく岩機の騒音は敷地境界線より 30 m 地点で 75 dB(A) 以下と規制されている。未対策のさく岩機の騒音は一般には 85 dB(A) 程度を示し、規制値を 10 dB(A) も上回った値を示しているのが現状である。

図-1 で示されるように 30 m 地点で消音マフラ付のもので 76 dB(A)、繊維製の防音カバーを取付けたもので 79 dB(A) と、基準の 75 dB(A) にやや近づいたことを示している。最も手厚い対策を施した鋼製ケース付の場合は 図-4 で示したように 30 m 地点で 65 dB(A) と大きな減衰をしている。効果のきめ手となったのはさく岩機本体と鋼製ケースの縁を防振ゴムで切り、本体の打撃音を外部に伝えない方法を講じたためと考えられる。

今後の改良点は、装置の軽量化、作業性の改善、さく孔能力の向上などがあげられる。

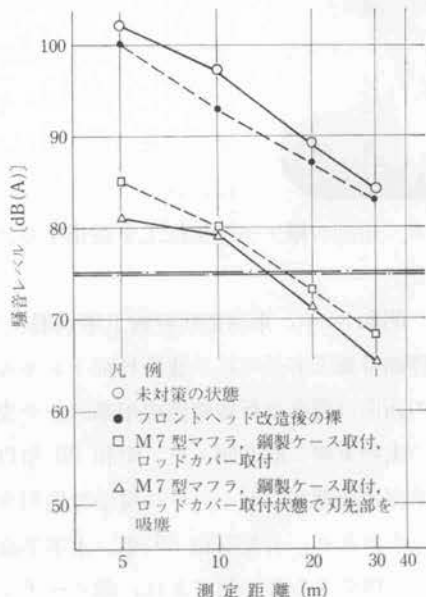


図-4 防音対策を施したエア式さく岩機の騒音レベル減衰図

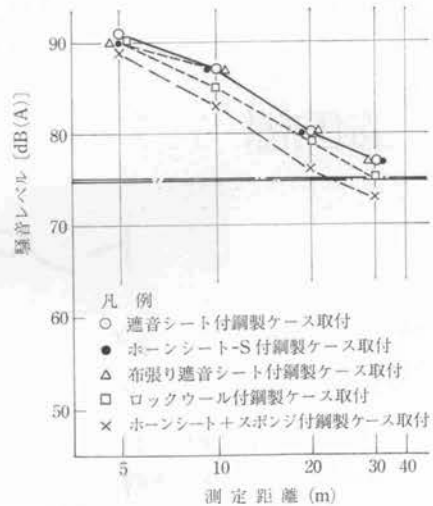


図-5 遮音材・吸音材を取付けたエア式さく岩機の騒音レベル減衰図

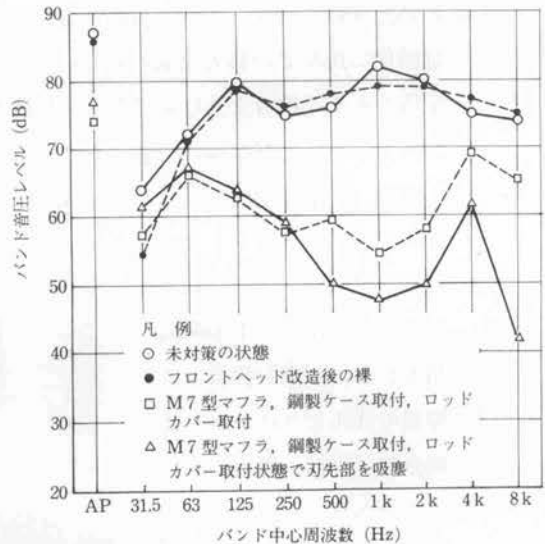


図-6 防音対策を施したエア式さく岩機の騒音周波数分析

6. あとがき

コンクリート構造物の取り壊しの中でさく孔は重要な位置を占める。そこで、さく孔に的をしぼり試験を行ってみたが、騒音レベルを低減させようとすると機械の重量が増加したり、さく孔能力が低下してさく孔コストを高めることが判明した。かなり思い切った防音対策を施し、エア式さく岩機の騒音レベルの低減を図ったが、30 m 地点で 65 dB(A) 程度が限界であるように思われる。本試験では一応騒音対策の成果を得たが、手持さく孔機としての実用性については残された問題点も多い。今後はこの試験の結果を生かして作業性、経済性に優れた防音装置を開発したいと願っている。

随想

トンネルと共に40年

坂本 貞雄

昭和12年に学校を出て、鉄道省に採用になり、関門トンネル直轄現場に勤務となったのがトンネルとのご縁で、トンネルと共に40年の年月がたってしまった。関門では8年間にわたり釘宮馨氏、星野茂樹氏、有馬宏氏、加納俊二氏などの諸大先輩の厳しいうちにも愛情のあるご指導をうけ、また、よい諸先輩にめぐまれたことは幸いであった。

昭和19年、関門トンネルの完成後は軍関係の工事に従事することになり、軍の命令で、長崎の三菱兵器製作所の工場疎開用トンネル工事を担当し、原爆の洗礼を受けたが、終戦直前に1期工事が出来上っていたため、トンネル内で作業していた約1,000人の工場作業員の人命を守り得たことは何よりの事だと思っている。

昭和25年には信濃川水力発電第3期水路トンネル工事で47名埋没の大崩壊事故を起こし、木材支保工の木はずしの難しさ、恐ろしさを骨身にしみて体験し、木はずしのいらぬ工法を採用しなければならないと痛切に思い知らされた。

昭和33年当時、鉄道トンネルでは未だ木材支柱式支保工が一般であり、古レール支保

工がやっと使える程度の時であったが、信濃川の水路トンネル事故のこともあり、トンネル用に設計、ロールされた新品の鋼アーチ支保工を使いたくて、その有利性を確かめるため、札幌工事局構内で単線用鋼アーチ支保工の実物強度試験を行った。試験は夏から秋を経て冬に及び、雪の降る深夜にまで実験を繰返えし、意欲を燃やしたものであった。

その成果を得て、着工以来16年間、膨張

性土圧で苦闘した北海道富内線日振トンネル工事の最終段階で後光梁支保工を可縮鋼アーチ支保工に盛替えることに成功し、昭和33年開業を迎えることができた。また、昭和34年、北海道白糠線縫別トンネルでは、鉄道トンネルとして初



めて新品の鋼アーチ支保工を採用するに至った。

昭和34年、東海道新幹線工事が着工され、静岡幹線工事局では早速新丹那トンネル西口の函南の現場で新幹線複線用鋼アーチ支保工の実物実験に取り組んだ。昭和36年以降、東海道新幹線の全トンネル現場で使用されるようになり、また昭和39年、土木学会トンネル標準示方書が制定され、鋼アーチ支保工

がオーソライズされてからは急速に一般に使用されるようになった。確かに、鋼アーチ支保工が一般に採用されるようになってからはトンネルの落盤事故は激減したと思う。

トンネルに作用する土圧は一般に案外小さいのではないだろうか。また、鋼アーチ支保工の強度はそう大きいものでないから、この小さいと思われる土圧に対抗するためには、案外大きい鋼アーチ支保工が必要なわけである。新幹線用の 10 m 程度のトンネルで、H 200 鋼アーチ支保工は決して強すぎるものではないと思う。

次に覆工厚であるが、覆工厚を議論する前に、私は覆工厚と裏込注入とは表裏一体をなすものであって、覆工の厚い、薄いよりも、裏込注入の必要を強調したいと思う。極論すると、覆工厚はコンクリートを施工し得るだけの厚さがあればよいのではないかとも思われる。従って、新幹線用の 10 m 程度のトンネルでは 50 cm 程度で充分でないかと思う。

次に覆工背面への注入であるが、一般に地質が特に悪い場合を除いて裏込注入は設計されて居らず、また、設計に入れられたとしても、その量が少なすぎる場合が多いと思う。トンネルはどんなに丁寧に覆工コンクリートを施工しても、どうしても覆工背面に相当量の空隙が残るものであり、そのままにしておくとも長年月の間にトンネルの大きな弱点となる。東海道新幹線建設当時の実績によると、覆工背面への裏込注入は普通に注入してもトンネル延長 1 m 当り 7 m³ は入ったし、繰返し注入した場合は 10 m³ 以上も入ったことがあった。私は、地質の良否にかかわらず覆工背面への注入は充分にしなければならぬと思う。また、地質の悪い場合は更に地山

注入することが望ましいと思う。

一般の人で、トンネルの裏はすいているのだと思っている人が居るであろうか。トンネル屋の常識も、一般の人の常識の原点に戻して弱点のないトンネルを作りたいと思う。

次にトンネル断面についてであるが、円形断面が望ましいことは勿論である。馬蹄形断面の場合でも、インバートまたは床版コンクリートを設計に入れ、断面をクローズドタイプにすることが望ましいと思う。

25 年ほど前に、トンネルの模型を実物の 1/10 大で作り、強度試験を試みたことがあったが、インバートのない馬蹄形断面は模型を手で持つことさえ難しいほどこわれ易かったことが印象に残っている。クローズドタイプのトンネルの強度が大きいことは当然であって、アーチ、側壁の覆工厚をけずってでもクローズドタイプにするべきだと思う。

次に施工法についてであるが、現在、新幹線は逆巻工法が標準工法になっていることが多いようであるが、逆巻工法では施工に充分気を配っても、どうしてもアーチと側壁との間に弱点が残りがちなので、私は本巻工法が望ましいと思う。

我々がいう日本の本巻工法とは側壁を打ってからアーチを打つ工法であるが、欧米の本巻工法とは、インバートをまず打ち、その上に側壁、アーチの順序で施工する工法のことである。従って、日本での本巻工法は欧米での逆巻工法にあたり、日本での逆巻工法に該当するものは珍しいようである。東海道新幹線のトンネル工事を雑誌「Permanent Way」に発表するとき、逆巻工法の英訳に苦勞し、池原武一郎氏のお力で Flying Arch としたことを思い出した。本巻工法を採用して弱点

のない構造としたいと思う。

以上、トンネルの鋼アーチ支保工、覆工、覆工背面への注入、施工法などについて私の考え方を述べたが、地震国日本でのトンネルを耐震構造とするためにはインパートをつけ、覆工背面への注入を充分に設計、施工し、さらに施工法には本巻工法を採用することが必要なのではないだろうか。

次に問題となるのはトンネル上部の沈下のことである。東海道新幹線工事の時、トンネル掘削による上部の沈下がどの位の量、範囲で起こるものかを精密に調査したことがあった。調査した付近の地山は良好な土丹であったが、土被り30mの地表までも影響のあることがわかった。

もう40年も前のことになるが、戦時中、関門トンネルを掘った時、海底部の土被りは最小7.5mしかなかった。この地帯を突破するため海上よりはクレイブラケットで海底を覆い、また、トンネル内部からは薬液注入を丹念に施工し、 2.7 kg/cm^2 の圧気併用のシールド工法が採用されたのであったが、400HPの空気圧縮機5台分の圧気が噴出したため、海面は鳴戸の渦潮のように泡立ち、ものすごい様相を示したことは今でもはっきり目に浮ぶ。トンネル掘削による上部の沈下は相当な範囲まで及ぶことがわかるにつけ、海底のあの土被りで、よくぞトンネル水没事故を防ぎ得たものと、いま思い出してもぞっとしている。

トンネル工事がより良く、より早く、より安く、しかも崩壊事故を起こさない

よう安全に作りあげられなければならないことは勿論であるが、出来上がったトンネルが長く使用に耐え、地震などの災害に対しても安全でなければならないし、また更に、周囲に地盤沈下などの迷惑が少なくなるようにしなければならない。言うは簡単であるが、なかなか難しい問題をかかえていると思う。新工法を含めて皆様と共に懸命の努力を重ねたいと思う。

—(株)大林組常務取締役—

新機種ニュース 調査部会

▶掘削機械

77-02-17	油谷重工 油圧ショベル YS 450	'77.10 モデルチェンジ
----------	-----------------------	-------------------

ラジアルプランジャー一体型4ポンプを使い、GVP方式の採用によりすぐれた作業性能を発揮させ、操作性、耐久性の向上にも意を用いている。バケットはA、B2位置で使え、垂直掘りを深くし、反転してローダにも使える。一般土木、都市土木用に小回りのきくC型、安定した作業バランスと機動力を追求したL型、湿地用にまとめられたW型の三つのバリエーションを持つ。従来のYS 450Sの長所を生かし、新ニーズをとり入れた自社開発のものである。



写真-1 油谷 YS 450 L 油圧ショベル

表-1 YS 450 の主な仕様

	YS 450 C	YS 450 L	YS 450 W
バケット容量 (標準 m ³)	0.4	0.45	0.45
全装備重量 (kg)	10,800	11,500	12,300
定格出力 (PS/rpm)	86/2,000	86/2,000	86/2,000
最大掘削深さ (mm)	4,700	5,050	4,950
走行速度 (km/hr)	3.0	2.6	1.9
登坂能力 (%)	70	70	70

77-02-18	油谷重工 油圧ショベル YS 300	'77.10 新機種
----------	-----------------------	---------------

最近の市街地小規模工事の増大などに対処して造られた自社開発機である。比較的大きいエンジンを低回転で使い、騒音は70dB(A)/30m、バケット4.8t、アーム3.2tと掘削力を大きくしてあり、作業範囲もできるだ



写真-2 油谷 YS 300 油圧ショベル

表-2 YS 300 の主な仕様

バケット容量	標準 0.3 m ³ (0.12~0.3 m ³)	輸送時全長	5,950 mm
全装備重量	6,500 kg	輸送時全幅	2,200 mm
定格出力	57 PS/1,800 rpm	旋回速度	15 rpm
最大掘削半径	6,200 mm	走行速度	2.6 km/hr
最大掘削深さ	4,000 mm	登坂能力	70%

け広くして作業性向上に努めている。アタッチメントも豊富で、各種工事に便利に適用できる。

77-02-19	石川島播磨重工業 ミニバックホウ IS-014	'77.10 新機種
----------	----------------------------	---------------

従来のIS-010より一段大きい作業範囲をねらった機械で、垂直掘りも2.33mと深く、専用油圧ポンプによるブレードは埋戻し、整地などの作業性もよい。ブームスイング機構により狭い場所や側溝掘りの掘削も容易であり、エンジン支持やボンネットなどの防音防振設計でオペレータの疲労も少なく、旋回ロック、レバーロックなどの安全装置も整っている。



写真-3 石川島播磨 IS-014 ミニバックホウ

新機種ニュース 調査部会

表-3 IS-014 の主な仕様

バケット容量	0.1~0.14 m ³	最大掘削力	2.1 t
全装備重量	3,200 kg	走行速度	3.2 km/hr
定格出力	28 PS/2,000 rpm	登坂能力	30°
最大掘削深さ	3,000 mm	接地圧	0.28 kg/cm ²

77-02-20	日立建機 低騒音型油圧ショベル UH 02 SS	'77.10 応用製品
----------	--------------------------------	----------------

住宅密集地や夜間工事のために UH 02 をベースマシンとして騒音を大幅に低減した小型油圧ショベルである。コントロール弁、配管からの耳ざわりな音も低減させ、エンジンはフル回転の長時間作業でもオーバーヒートの心配はまったくない。すぐれた作業性能は UH 02 標準機と変わらず、後方視界も十分とっており、静かで強力かつ軽快な作業ができる。



写真-4 日立 UH 02 SS 超低騒音型油圧ショベル

表-4 UH 02 SS の主な仕様

バケット容量	標準 0.25 m ³ (0.11~0.3 m ³)	騒音レベル	30 m57 dB(A) 7.5 m ...69 dB(A) 運転室内 ...75 dB(A)
全装備重量	6,600 kg		
定格出力	48 PS/2,000 rpm		
最大掘削深さ	3,750 mm		

77-02-21	日立建機 低騒音型油圧ショベル UH 07 S-3	'77.10 応用製品
----------	---------------------------------	----------------

全面モデルチェンジで高性能化した UH 07-3 をベースマシンとし、最近需要の増えはじめたこの級の低騒音要望に応えたもので、建屋、キャブの防音材カバー、吸気ダクト、マフラーの特別対策などですぐれた効果をあげ、オーバーヒートや視界の心配もなく、標準機と同じ大きな作業能力を発揮できる。

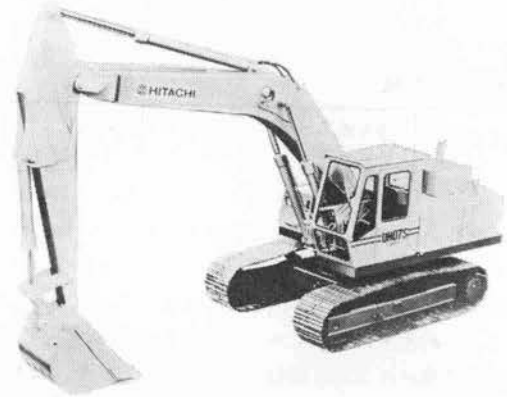


写真-5 日立 UH 07 S-3 低騒音型油圧ショベル

表-5 UH 07 S-3 の主な仕様

バケット容量	標準 0.7 m ³ (0.45~1.2 m ³)	騒音レベル	30 m65 dB(A) 7.5 m ...79 dB(A) 運転室内 ...83 dB(A)
全装備重量	18,500 kg		
定格出力	97 PS/1,600 rpm		
最大掘削深さ	6,430 mm		

77-02-22	加藤製作所 油圧ショベル HD 700 G	'77.11 新機種
----------	--------------------------	---------------

全馬力制御方式のアキシャルピストンポンプで良い作



写真-6 加藤 HD 700 G 油圧ショベル

表-6 HD 700 G の主な仕様

バケット容量	標準 0.7 m ³ (0.45~1 m ³)	輸送時全長	9,260 mm
全装備重量	18,700 kg	輸送時全幅	2,820 mm
定格出力	105 PS/2,000 rpm	旋回速度	10.2 rpm
最大掘削半径	9,900 mm	走行速度	3.1 km/hr
最大掘削深さ	6,400 mm	登坂能力	65%

新機種ニュース 調査部会

業性を発揮させるとともに、広い作業範囲と大きな掘削力、すぐれた複合操作性でバランスの良い運転ができる。運転室のレイアウト、視界、居住性などにも意が用いられ、低騒音設計のほか、機動性、整備性の向上も心がけている。

77-02-23	加藤製作所 低騒音型油圧ショベル HD 400 GS	'77.11 応用製品
----------	----------------------------------	----------------

エンジンルームの吸音材カバー、下部の二重壁構造、キャブ全体のラバーマウント等で低騒音化されたシティアタイプショベルである。6.4 tの掘削力、3.65 mの垂直掘り深さの性能をもち、長時間運転でもオーバーヒートの心配はなく、アタッチメントも多種用意されている。



写真-7 加藤 HD 400 GS 低騒音型油圧ショベル

表-7 HD 400 GS の主な仕様

バケット容量	標準 0.4 m ³ (0.2~0.5 m ³)	騒音レベル (1,800 rpm の場合)	30 m ……61 dB(A) 運転室内 …79.5 dB(A)
全装備重量	11,000 kg	同	30 m ……56 dB(A) 運転室内 …76 dB(A)
定格出力	79 PS/1,800 rpm	(1,500 rpm の場合)	
最大掘削深さ	7,120 mm		

▶ 積込機械

77-03-18	久保田鉄工 履帯式トラクタショベル KD 15	'77.6 モデルチェンジ
----------	-------------------------------	------------------

油圧バックホウ付のミニトラクタショベルであるが、従来、ホウで作業中、本体の走行をするためには座席を移らねばならなかったのが改良され、能率向上とオペレータの安全などに効果は大きい。スライド式ブームで側



写真-8 クボタ KD 15 トラクタショベル

表-8 KD 15 の主な仕様

バケット容量	ローダ 0.2 m ³ ホウ 0.05 m ³	ホウ掘削深さ ダンピング クリアランス	2,100 mm 1,675 mm
機械重量	ホウ付 1,940 kg ホウなし 1,690 kg	走行速度 登坂能力	1.7, 3.25 km/hr 30°
定格出力	15 PS/2,800 rpm	接地圧	0.36 kg/cm ²

溝掘り可能、走行クラッチは左右独立式で悪い足場でのスリップが少なく、ショベル操作は1本レバーで等、特長も多い。

77-03-19	J.I. ケース (ジャパン) 車輪式トラクタショベル 580 F	'77.11 輸入販売 (M.C.)
----------	---	--------------------------

580B型バックホウローダのシャシフレーム強化、エンジン馬力アップ(10 PS)など各部改良されたもので、

表-9 580 F の主な仕様

バケット容量	ローダ 0.765 m ³ ホウ 0.06~0.3 m ³	ダンピング クリアランス	2,631 mm
車両重量	6,000 kg	走行速度	25 km/hr (8段)
最大出力	67 HP/2,200 rpm	タイヤ 前輪	9.00-16-10 PR
ホウ掘削深さ	4,400 mm	後輪	16.9-28-10 PR

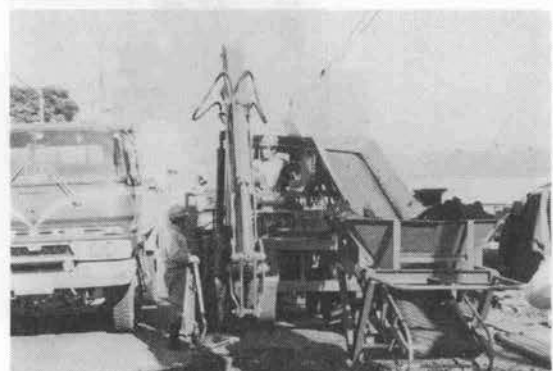


写真-9 J.I. ケース 580 F バックホウローダ

新機種ニュース 調査部会

電話、ガス、水道、道路工事などに向き、特にスタンダード型のほか、ホウのテレスコ型もあり、便利に使える機械である。オプションでワンレール管路掘削工法として、速度調節コンベヤ付の狭隘道路用溝掘りシステムも用意されている。

77-03-20	東洋運搬機 ショベルローダ SG 10 N 4 ほか	'77.11 モデルチェンジ
----------	----------------------------------	-------------------

従来の 1t、2.3t のものをモデルチェンジするとともに、1.2t、2t、2.5t 等を加え、新シリーズ7機種を完成したものである。操作性、居住性の改善、特に視野を



写真-10 TCM SD 10 Z 5 ショベルローダ



写真-11 TCM SD 23 Y 3 ショベルローダ

表-10 TCM ショベルローダの主な仕様 (1)

	SG 10 N 4	SD 10 Z 5	SG 12 N	SD 12 Z
最大積載量 (kg)	1,000	1,000	1,200	1,200
バケット容量 (m³)	0.7	0.7	0.7	0.7
自重 (kg)	3,590	3,660	3,770	3,840
エンジン	ガソリン	ディーゼル	ガソリン	ディーゼル
定格出力 (PS/rpm)	47/2,650	44.5/2,650	47/2,650	44.5/2,650

表-11 TCM ショベルローダの主な仕様 (2)

	SD 20 Y 5	SD 23 Y 3	SD 25 Y 2
最大積載量 (kg)	2,000	2,300	2,500
バケット容量 (m³)	0.9	0.9	1.0
自重 (kg)	5,900	6,280	6,460
エンジン	ディーゼル	ディーゼル	ディーゼル
定格出力 (PS/rpm)	67/2,100	67/2,100	67/2,100

広くし、サイクルタイム短縮も計っている。騒音低減により 2.3t 系では 75 dB (A) 以下 /30 m を果たし、安全性、整備性の向上も考えられている。

▶ クレーンほか

77-05-13	住友重機械 クローラークレーン LS 528 S	'77.8 新機種
----------	-----------------------------	--------------

最近の荷役の大型化指向に因って開発された 150 t ぶりクレーンである。スピードマッチコントロール、独立旋回機構、動力巻下機構の採用で長尺ブーム作業が容易かつ安全にでき、居住性も良い。また、騒音対策を施しており、30 m 地点で 72 dB(A) のレベルに納めている。輸送時、ジャッキアップビーム使用でサイドフレームを容易に取りはずせるオプション品もある。



写真-12 住友 LS 528 S クローラークレーン

表-12 LS 528 S の主な仕様

つり上げ荷重	150 t × 4.8 m	全装備重量	134.6 t
基本ブーム長さ	18.288 m	定格出力	256 PS/1,960 rpm
最大ブーム長さ	79.248 m	走行速度	1.0/0.3 km/hr
巻上ロープ速度	37.2/11.2 m/min	登坂能力	16.7°
ブーム巻上	18.0/5.4 m/min	接地圧	0.85 kg/cm²
ロープ速度			(1,118 mm シュー)

新機種ニュース 調査部会

▶基礎工用機械

77-06-06	神戸製鋼所 ディーゼルバイルハンマ KB 80	'77.9 新機種
----------	-------------------------------	--------------

打込みぐいの大口径化、長尺化に対応し開発されたラム重量 8 t の国産最大級のハンマで、ラムとアンビル皿部は独自の形状で、軟弱地盤でもよい起動性能をもち、打込力も強力で、水冷式のため長時間運転にも安定した性能を保つ。また自動潤滑装置をとっており、手間がかからず、30°までの斜ぐい打ちもできる。普通地盤では鋼管ぐい 900~1,500φ、コンクリートぐい 600~800φ、Hパイプ 600×600 などに適用できる。

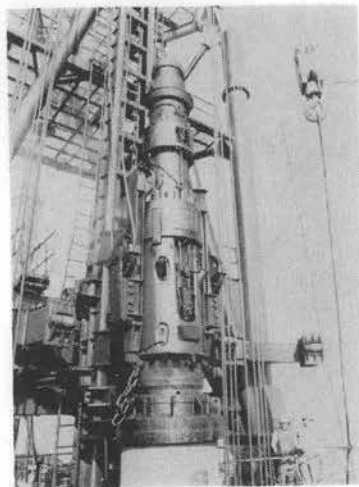


写真-13 神鋼 KB 80 ディーゼルバイルハンマ

表-13 KB 80 の主な仕様

本体重量	20.5 t	1打撃の仕事量	22 t-m
ラム重量	8 t	燃料消費量	32~40 l/hr
打撃回数	35~60回/min	燃料タンク容量	210

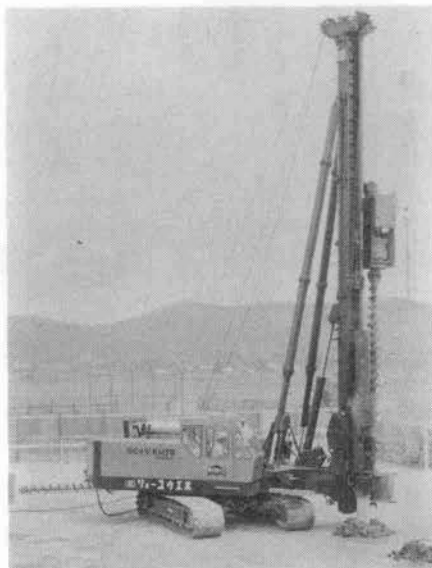


写真-14 日立 KH 70-FL 折りたたみ式パイルドライバ

表-14 KH 70-FL の主な仕様

全装備重量	39.0 t	リーダ長さ	最長 15 m
定格出力	127 PS/2,000 rpm	オーガスクロー ー長	最長 12 m
走行速度	1.5 km/hr	つり込みパイプ	3 t×12 m

15 m で 22 型ディーゼルハンマの単独作業ができ、オーガハンマでは D 50 H 級と 3 t モンケン同時装着で作業できる。

77-06-08	日立建機 リバースサーキュレーション ドリル S 400 H	'77.1 新機種
----------	--------------------------------------	--------------

場所打ちぐいの大口径化、長尺化、対象土質の広汎化などの動きに応じて開発されたもので、口径 4 mφ クラスの掘削や硬土質、岩盤の掘削にも好適であり、すでに良い実績をあげている。S 320 型に比べ、原動機の出力量アップ、構造各部の強度、剛性の大幅アップなどにより掘削トルクをはじめ各性能とも 1 クラス上の機械としてまとめられており、さらに広い用途に使用することができる。

表-15 S 400 H の主な仕様

掘削径	0.6~4.0 mφ (N 値 50 以下) 0.6~3.0 mφ (N 値 100 以下)	ポンプ揚水量	8 m ³ /min
		ポンプ全揚程	13 m
		ロータリー フルトルク	3 t-m (22 rpm)
			6 t-m (11 rpm)
全装備重量	16.5 t (ドリルバ イブ17本とも)	ドリルパイ ブ内径	200φ
電動機	110 kW/1,500 rpm		

77-06-07	日立建機 リーダ折りたたみ式パイル ドライバ KH 70-FL	'77.7 応用製品
----------	---------------------------------------	---------------

つり上げ能力 22.5 t の KH 70 クローラクレーンの本体に折りたたみ可能なリーダを取付け、移動、輸送に機動性の高いパイルドライバの開発を計ったものである。油圧で簡単に折りたためるので高さ制限のある所も楽に自走でき、トレーラ搭載も容易、200 mm 可能のリーダスライド装置があり、位置合せも容易、リーダ最長

新機種ニュース 調査部会



写真-15 日立 S400H リバースサーキュレーションドリル

表-16 RH 210-S の主な仕様

総重量	2,500 kg	発熱面積	2,340×3,050 mm
エンジン出力	8 PS/1,800 rpm	走行速度	7.85 m/min 3.7 km/hr
総発熱量	441,000 kcal/hr	最小回転半径	8,000 mm

外線加熱のため無音、無煙で粉塵も少なく公害も少なく、安全かつ能率も良い。

—杉山庸夫—

▶道路維持および除雪機械

77-13-05	東洋内燃機 ロードヒータ RH 210-S	'77.10 新機種
----------	--------------------------	---------------

アスファルト切削工事の増大に伴い、ロータリカッタの性能も向上し、機械の機動性アップも要求されてきた。それに応じて自走式とし、また、赤外線バーナの耐久性の向上を計ったもので、極めて微速で走行する必要から、走行駆動は油圧式とし、操作性もよい。また、赤

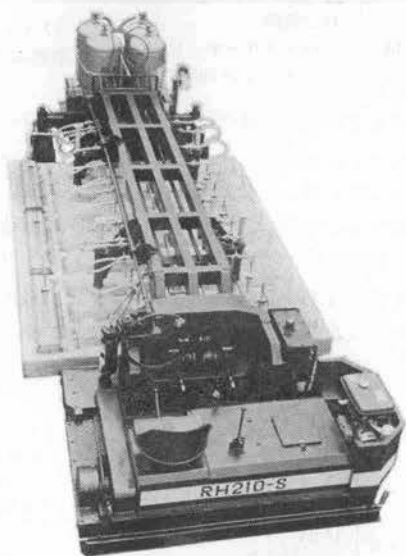


写真-16 東洋内燃機 RH 210-S ロードヒータ

「新機種ニュース」欄への投稿のお願い

本協会調査部会では毎月「新機種ニュース」を計画しております。この原稿を常時募集しておりますので各社で新機種（モデルチェンジや付属装置等も含む）を発表されるとき、調査部会事務局宛に資料のご提供をお願い致します。

その際、調査部会で定めた所定の調査用紙にご記入のうえ、お送り下さるようお願い致します（写真とカタログを添付して下さい）。

調査用紙がお手元ない場合は事務局まで連絡下さい。

整備技術 整備技術部会

ベクテル社の機械管理

機械の管理、メンテナンス等についてゼネコンはどうしているかをベクテル社の例で見てみる。

ベクテル社は人も知る世界一の建設会社である。本社はカリフォルニア州のサンフランシスコにあり、機械センターはケンタッキー州のルイスビルにある。

ベクテル社は鉄道工事からスタートしてどんどん成長し、現在は鉱山、精練所、電力、化学プラントその他の大型プロジェクトのデザイン、エンジニアリング、コンストラクションなど営業種目は非常に広く、活動の範囲は全世界にわたっている。筆者が訪問したときはアラスカのパイプライン工事を手掛けており、超軟弱地の運搬用車両の開発をキャタピラー社と協同で研究し、すでに実用化に入っていた。本社機械部は女子も含めて20人だが、機械センターは大規模なものである。これから紹介するのは機械センターであるが、アメリカのEM誌(Heavy Duty Equipment Maintenance, 1976年1月号)の記事の要約である。

大型建設機械の部品の数は少なくとも4,000はあるだろうと思うが、このような機械のメンテナンスは現場だけではうまく行かない。生産性を計画どおり達成しようとすれば、機械が現場の条件に適していると同時に、故障なく動作すること、すなわち、信頼性の高いことが重要である。現場での稼働率またはアベイラビリティ(availability, アベイラビリティとは動作信頼性で動作の信頼度を評価する確率統計量である。われわれが通常用いている稼働率とは比率であるから、意味する内容は少し違う)は90%を確保したいものである。ベクテル社の機械のアベイラビリティは93%とのことである。

これから要約する記事はEM誌の記者がベクテル社の機械センターの所長H.E. リブモア氏にインタビューした形式で書かれている。この機械センターの主要業務は自社機械の整備、メカニック、オペレータの教育訓練、機械の故障探査、現場でのメンテナンスの指導支援などである。

プロジェクト開設時の行動

ベクテル社が工事に着手すると直ちに機械センターとの接触が始まる。現場はエンジニアリング会社、コンス

トラクション会社、プロジェクト監査会社などのたくさん企業の組合せであって、エンジニアリングとコンストラクションの能力を持ったプロジェクトマネージャが任命される。プロジェクトマネージャはまず最初に施工計画を立てるわけであるが、このとき使用機械の計画書が機械センターに送られてくる。

現場が開設された時点で機械センターのスペシャリストが現場に調査に行く。そして、地域の特性、環境、地理、地形、地質、標高その他の諸条件を調査し、さきにプロジェクトマネージャから提出された機械計画書をチェックして現場にマッチする機械に修正する。

付近にパーツの供給できるデアラ、ディストリビュータ、修理工場があるかどうかの調査は特に重要である。これらの報告は詳細にわたってプロジェクトの長にも提出する。

機械センターはこれらの機械計画報告書に基づいてメンテナンスのための資料、工具、機械、材料などを現場に発送する。

メンテナンスプログラム

基本的なメンテナンス計画書は機械に対して最低のメンテナンスですむように組まなければならない。この基本プログラムでスタートし、その後プロジェクトが進行するに伴ってプログラムが効率的に実行されているかどうかを調査に行く。その周期は19日ごととしている。そしてメンテナンスプログラムと機械のコンディションがup-to-dateになるよう調整する。そのときの報告書は必ず現場所長にも提出する。その目的は所長が自分の現場の機械の状態を把握して工事の進行調整に役立てるためである。点検検査のレポートは機械センターでもファイルして、どの機械はいつサービスすべきかの決定に役立てる。もし機械が現場に不適當ならばすみやかに交換する。

綿密なメンテナンスプログラムはメーカーやサプライヤの協力を得て作る。長期間の工事や大型工事には潤滑のスペシャリストを派遣して潤滑の方法などを分析させる。潤滑管理を綿密にすることは機械の寿命を延ばす秘訣である。

整備技術 整備技術部会

修理するより予防保全

効果的なメンテナンスによって大修理とオーバーホールを避けなければいけない。“maintenance, not repair”がベクテル社の方針 (company philosophy) である。経済的観点からみて、ダウンタイムを最小限に止めることが部品の交換や点検のコストを相殺して余りがある。大修理をしななければならないように使ってダウンタイムを発生してはいけない。〔これは PM の思想である。日本の建設業界にはまだこの思想は普及していない。〕

アベイラビリティを高く維持することは現場の生産性を上げる基本であり、そのためには部品に対して最も関心をもたなければならない。現在は 93% のアベイラビリティを保っているが、これは良好なメンテナンス、適切な部品交換、継続的な点検検査の賜である。メンテナンスのために拘束時間の 10% をとるようにしている。このような成果は過去 16 カ月間にわたって改善したメンテナンス方式のためであって、維持費も 25% 節約することができた。

実際の経験によると、大部分の部品はサービスコストカーブに従うことに注意しなければならない。〔リブモア氏はこのカーブをパス・タブ・カーブとも呼んでいる。〕メーカーの指示する摩耗限度または使用限度に到達したら取替えるというやり方では非常にコスト高になる。一番重要なことはローコストで機械がダメになることなしにどれぐらい長く使用できるかという周期をきめることである。〔リブモア氏のいうメンテナンスとはいわゆる予防保全のことで、事後修理を含まない。〕

基本的パッケージ

現場のメンテナンスを安定するためには、①正しい工具と使いやすい工具、②訓練されたメカニック、③すぐれた記録、④サービスと点検のシステムチックな日程表、⑤発送と保管の正しい手続き、そして⑥すぐれた管理制度の責任感である。

現場にはこれらの基本理念に基づいて作成されたメンテナンスのアウトラインが渡してある。アウトラインは絶対必要というものでもないが、現場における PM のガイドラインとして現場開設時に渡す。ガイドラインには大体次のような事柄が記載してある。

・工具：機械が現場へ到着したらすぐに使えるように特殊工具も早めに送ってやる。そのほか、コンプレッサ、注油装置、切断および溶接機器、ジャッキ、タイヤ修理機、スチームクリーナ、モービル油注入機のような

道具類はもれなく送る。

- ・現場モータプールの設置要領 (内容省略)
- ・記録のとり方：記録の様式は一定のものに固執しないで現場の人が使いやすいように工夫する。
- ・スケジューリング：メンテナンスを効果的に行うためには点検とサービスのプログラムをシステムチックに組む必要がある。例えばオペレータは 1 日のうち 30 分は必ず基本点検をする。問題点があればレポートを機械係に提出する。大修理はあらかじめ設定した PM 周期に従って実施するなどのスケジュールを必ず作成する。
- 当社独得のことであるが、2 葉式のステッカをスケジュールをうまくこなす手段として採用している。1 葉は機械に貼りつけて次のサービスの日がわかるようにする。他の 1 葉は事務所のペグボードに貼る。これによって日、週、月のスケジュール作りをする。
- ・機械の受領検査の要領
- ・責任範囲の規定

管理上の機械の分類

メンテナンス管理上、機械は 2 グループに分類している。第 1 類は自動車、ピックアップ、トラック、トレーラ、モービルクレーン、バックホウ、クローラクレーン、タワークレーン、フロントエンドローダ、モータグレーダ、ペダスタルクレーン、フォークリフト、クローラローダ、クローラ式エキスカベータなどが含まれ、第 2 類には定置式の諸機械、例えばコンプレッサ、溶接機、ポンプ、コンクリート機械などが含まれる。このように 2 分類した理由は、第 1 類と第 2 類とではメンテナンスの仕方、スケジュールなどが違うからである。

サービスの周期は毎日、毎週、毎月、1/4 年、1 年などのように分けてある。しかし、オイル交換その他の潤滑管理はオイルアナライズ研究によってきめる。基本的にはオイルは早めに交換するようにしている。そうすればサービスプログラムのミスがあっても大過に至らないですむからである。

* * *

リブモア氏の説明はなお続いている。このあとに摩耗対策のガイドライン、大修理時のガイドライン、外注修理のガイドラインおよびメカニック、オペレータの訓練について述べられている。これらは紙面の都合で割愛するが、リブモア氏は繰返し繰返しアベイラビリティを高めることが機械部門の任務であることを強調している。また、記録は履歴簿として機械一生の間保管する必要を強調している。(〔 〕は筆者注) 一宮嘉弘

ISO規格紹介 ISO部会

建設機械の安全性の必要条件 および居住性に関する ISO 標準規格 (4)

ISO Earthmoving Machinery Safety Requirement and Human Factors

***ISO 3450 公道外用建設機械のブレーキ装置最低性能基準**
Off-Highway Earthmoving Machinery—Minimum
Performance Criteria for Brake Systems

この ISO 規格は 1975 年に制定されたもので、公道外で使用されるゴムタイヤ付建設機械の常用ブレーキ、非常ブレーキ、および駐車ブレーキの最低性能基準を定めたものである。公道外とは不整地、露天掘削山、工所用臨時道路等のことである。また、この規格の適用される機種は次のとおりである。

車輪式トラクタショベル……………図-1 参照

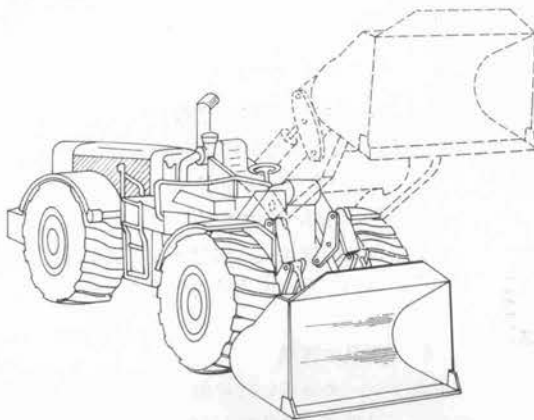


図-1 (A) 車輪式トラクタショベル

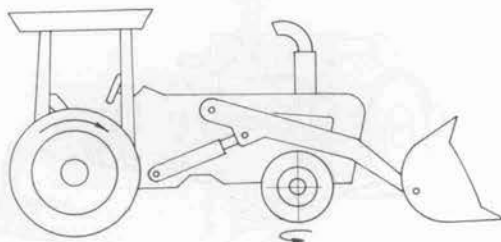


図-1 (B) 車輪式トラクタショベル (後輪駆動・前輪操向)

* 関連規格：米国 SAE J1152

- モータグレーダ……………図-2 参照
- モータスクレーパ……………図-3 参照
- タイヤ式ドーザ……………図-4 参照
- 重ダンプトラック……………図-5 参照
- 専用ワゴン……………図-6 参照

常用ブレーキは車両の制動のために主として用い、非常ブレーキは常用ブレーキの故障の際に使用し、駐車ブレーキは車両の停止の状態を保持するために用いるブレーキである。この規格はこれら3種類のブレーキを前述のすべての機種の車両に備えるよう要求している。3種のブレーキはその構成部品の一部を共通に使用してもよいが、もしその共通の部品が故障した際にも非常ブレーキの性能がこの規格に定める性能より低下することのないよう定めてある。以下、この規格のブレーキ試験方法と最低性能基準について詳しく述べることにする。

【注】 わが国では建設機械のブレーキに対して労働安全衛生規則、車両系建設機械構造規格に規制がある。また、公道上で使用する場合は道路運送車両の保安基準による大型特殊自動車の検査を受けて使用することができる。

1. ブレーキの試験方法

(1) 試験設備および計器

試験にあたっては次の設備ならびに計測装置を備えなければならない。

① 試験コースは試験に必要な十分な長さを備え、水平で清掃されたコンクリート面またはそれと同等の路面を備えなければならない。助走路は車両が安定した速度を得るための十分な長さを備え、円滑で均一なこう配のものとする。コース上のブレーキが作動する部分のこう配は走行方向は1%以下、これと直角方向は3%以下と

ISO規格紹介 ISO部会

する。

② ブレーキが作動した瞬間および車両が停止した瞬間を計測するための方法

- ③ ブレーキ力を計測するための方法
- ④ 車両の停止距離を計測するための方法
- ⑤ 車両の試験速度を計測するための方法
- ⑥ 車両の重量を計測するための方法

(2) 試験条件

試験にあたっては次の各条件を備えておかなければならない。

① ブレーキ装置は製造業者の取扱説明書に従い十分整備しておくこと。また、試験はブレーキの作動エネルギーが製造業者の指定するレベルまで十分に蓄えられたブレーキ装置で行わなければならない。

② 試験車両は製造業者の指定した総重量で、かつ荷重分布であること。総重量とは定められた積載荷重を加えた作業状態の重量であり、また、燃料、油、水を満たし、定められた標準付属品を装置し、運転員1名を含め

るものとする。ただし、車輪式トラクタショベルの場合はバケットは空荷とし、その地上高さは運搬時の高さとする。また、タイヤ式ドーザの場合はその排土板の地上高さを $460\text{ mm} \pm 10\%$ に保持する。

③ 停止距離はブレーキペダルを踏んだ瞬間から計る。

④ 停止試験は表-1 に示された車両速度で実施し、変速機の色度段は表の色度に見合ったものを用いる。

⑤ 補助ブレーキのリターダ類はブレーキペダルを踏むと同時に作動する機構のもの以外は使用しないものとする。

⑥ ブレーキ試験は試験コースの両端より実施し、それぞれの停止距離を計測してその平均を求める。

(3) 試験の精度

試験は次の精度が要求される。

停止距離： $\pm 1\%$

試験速度： $\pm 2.5\%$

試験重量： $\pm 2.5\%$

試験時の車両速度の実測値が規定の車両速度と異なるとき、車両の停止距離を修正するため次の式を用いる。

$$L_s = L_s' \left(\frac{V}{V_1} \right)^2$$

L_s ：修正車両停止距離

L_s' ：実測の車両停止距離

V ：規定の車両速度

V_1 ：実測の車両速度

ただし、この修正式は規定速度と実測速度の差が 10% 以内のときのみ使用することができる。

(4) 部品の破損

非常ブレーキあるいは常用ブレーキのいずれかの部品が破損または作動しなくなったとき、試験

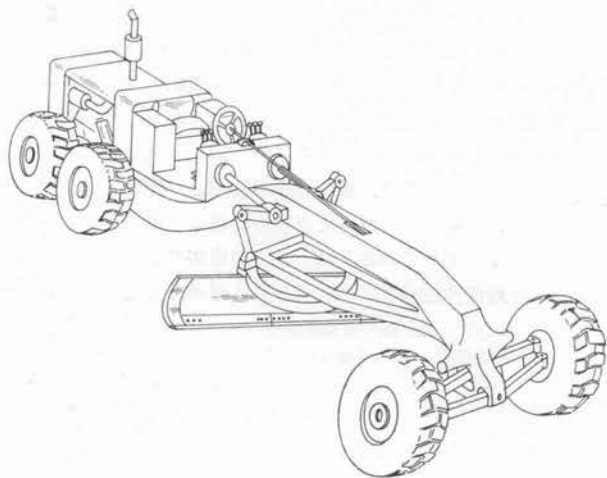


図-2 モータグレーダ

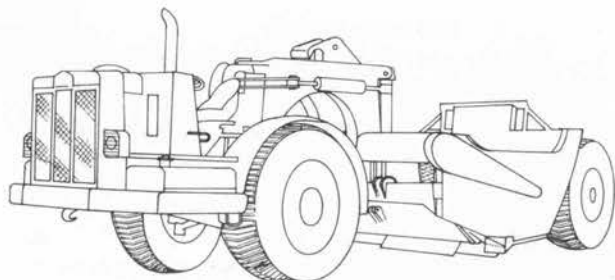


図-3 モータスクレーバ

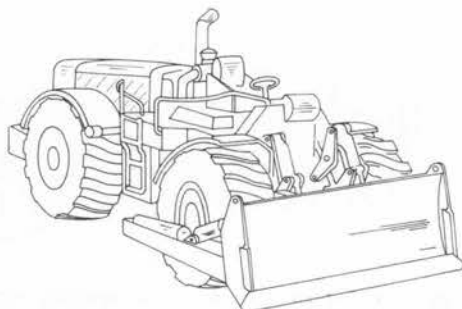


図-4 タイヤ式ドーザ

ISO規格紹介 ISO部会

コース上の車両は製造業者の定める総重量で表-1に示す試験速度から車両を停止させるなんらかの装置を備えなければならない。この際、ころがり抵抗やその他諸損失を考慮してはならない。

2. ブレーキの性能基準

(1) 常用ブレーキ

常用ブレーキ装置はエンジンの最高回転において20秒に1回または1分間に3回の割合(トラクタショベルは10秒に1回または1分間に6回の割合)で作動させた場合、ブレーキの作動に要する装置の全エネルギー容量の70%以上の出力を確保できるものでなければならない。常用ブレーキ装置には製造業者の定めるブレーキ作動最大エネルギーレベルが50%以下に低下したときに作動する警報装置を備えなければならない。これは運転員の眼または耳で感知できるもので、継続して警報を発するものとする。単に圧力や真空度を計器盤上に表示程度のものではこの規格を満足することができない。常用ブレーキ装置は第2項の試験において表-1に定める距離で車両を停止できるものでなければならない。

(2) 非常ブレーキ

非常ブレーキは常用ブレーキの故障の際車両を停止させる能力を有し、また、運転員が運転席より手で操作できるものでなければならない。運転席より車両の停止を迅速に再操作できる構造でない限り、一度非常ブレーキが作動した後は運転席からはそのブレーキを解放できない構造にしなければならない。非常ブレーキ装置を手動操作以外に自動作動にしてもよいが、その作動は警報

機械総重量 (kg) 試験速度 (km/hr)	最大停止距離 (m)	
	常用ブレーキ	非常ブレーキ
車輪式トラクタショベル、タイヤ式ドーザ ……24 km/hr		
16,300 未満	9	26
16,300 ~ 32,000	11	34
32,000 ~ 64,000	14	41
64,000 ~ 127,000	16	48
127,000 以上	20	59
モータグレーダ……………30 km/hr		
16,000 未満	11	32
16,000 以上	14	41
モータスクレーパー……………32 km/hr		
23,000 未満	18	55
23,000 ~ 45,000	21	64
45,000 ~ 68,000	27	82
68,000 以上	30	91
重ダンプトラック、専用ワゴン……32 km/hr		
45,000 未満	18	55
45,000 ~ 90,000	27	82
90,000 ~ 180,000	38	114
180,000 以上	53	160

(注) もし車両最大速度が表記未満の場合はその最大速度を試験速度とする。

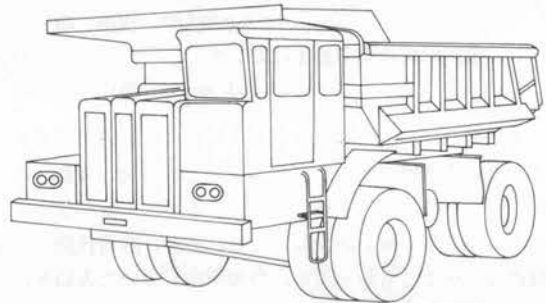


図-5 重ダンプトラック

の発した後作動するようにする。非常ブレーキは第2項の試験において表-1に定める距離で車両を停止できるものでなければならない。

(3) 駐車ブレーキ

駐車ブレーキは製造業者の定める車両総重量までの各種荷重条件において、15% こう配のコンクリート坂路上で車両を停止状態に保持する能力を備えなければならない。駐車ブレーキを作動させた後、ブレーキの構成部分の収縮やエネルギー源の放散またはいかなる種類の洩れがあっても前述の状態状態で車両を保持できるものでなければならない。

—高橋 悦郎—

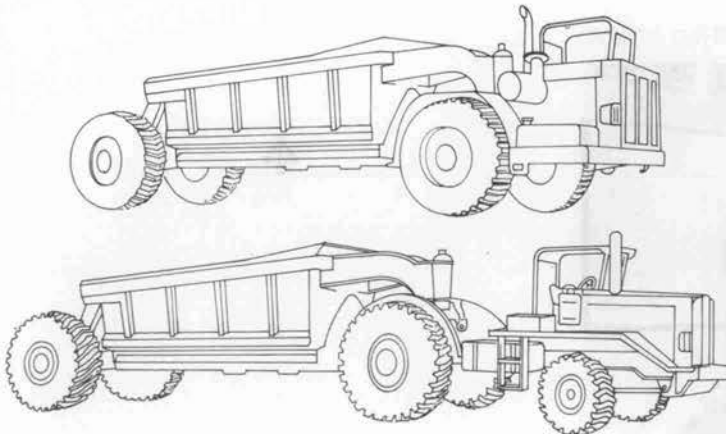


図-6 専用ワゴン

支部だより

「除雪に関する講習会」の開催

—中国支部—

中国支部では、昭和52年11月25日、鳥取県米子市において除雪に関する講習会を開催した。

講習会の内容は「道路除雪の効率的な施工を図る」を目的に、建設省中国地方建設局の後援のもとに下記内容で行われたものである。

1. 特別講演「日本の雪・南極の雪」
……………山口大学 上田 豊
2. 除雪機械の概要と工法について
……………建設省 白井 忠夫
3. 除雪機械の保守点検について
……………小松製作所 浅田 敬一
4. 道路除雪の安全施工について
……………小松製作所 曾山 格

本講習会は、道路除雪の季節を目前に、最近の専用化された除雪機械の構造上の特長と、その最適な取扱い方法について特に強調されたわけであるが、当支部管内では山陰地方での催しが少ないこと、また、除雪技術の再確認ということもあってか、当初予定していた人員をはるかに越える受講者（約250名）を迎え、盛大に行われた。

また、当日参加者を対象に今後の計画の参考資料とするためアンケート調査を行ったが、次のような意見が得られ、非常に成功を収めることができた。

<アンケート調査>

回答者は190名（75%）であったが、調査の主な意見



除雪に関する講習会



熱心に聞き入る受講者

は次のとおりであった。

① 講習内容の感想は、非常に有益であったとする回答者が全体の74%を占め、また、テキストの内容では、参考資料として有益であると回答した人が93%を示し、大変好評であった。

② 希望意見としては、毎年開催を希望する人が80%を越え、時期としては10月～12月の間がよいとした人が約90%であった。ただし作業実習があった方がよいと回答した人が60%あり、積雪時期等の問題上今後の課題である。なお、開催場所については、山陰地方（米子、松江）の希望が大多数（94%）であった。

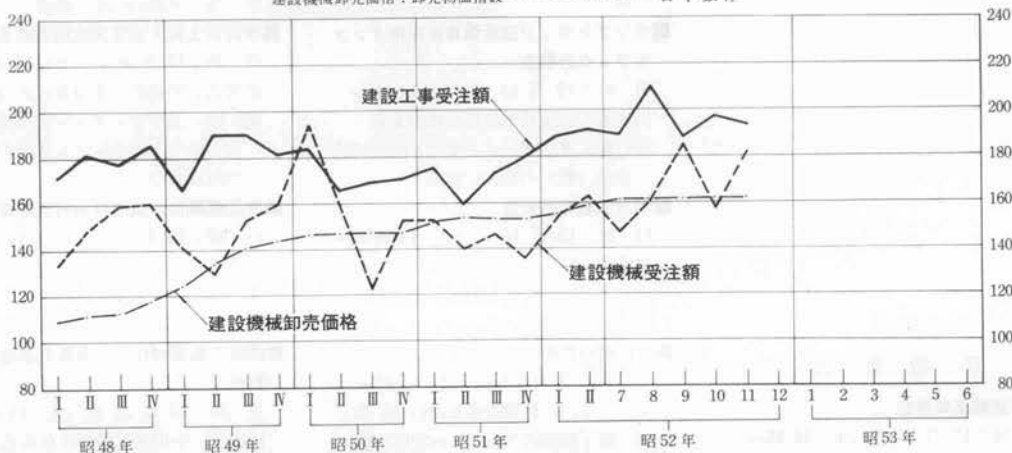
③ その他の主要要望事項としては、各メーカーの除雪機械の展示を希望するとか、各機種の実用化について詳しく解説して欲しいと記した人、また、除雪機械に限らず一般的な雪の知識を十分取り入れることを望む等、今後の計画資料として数多くの参考意見を得ることができた。



統計調査部会

建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

指数基準：昭和45年平均=100
 建設工事受注額：大手43社受注額（季節調整済）……建設省
 建設機械受注額：機械受注統計（機種別）……経済企画庁
 建設機械卸売価格：卸売物価指数……日本銀行



建設工事受注（第1次43社分）（受注高）——季節調整済

（単位：百万円）

昭和年月	総計	発注者別				工事種別		未消化工事高	施工高
		民間			官公庁	建築	土木		
		計	製造業	非製造業					
47年	4,849,082	2,626,388	617,987	2,008,883	1,950,018	2,740,630	2,098,047	3,645,070	4,145,107
48年	6,175,262	3,839,404	1,033,151	2,805,323	2,054,608	3,682,542	2,494,392	4,624,563	5,317,033
49年	6,277,800	3,429,021	988,284	2,436,831	2,456,800	3,474,758	2,803,583	4,576,240	6,341,670
50年	5,919,964	2,956,766	664,090	2,292,099	2,567,781	3,214,489	2,793,608	4,833,148	5,863,837
51年	5,927,667	2,973,061	572,398	2,404,298	2,506,979	3,261,565	2,665,782	5,146,934	5,675,375
51年11月	517,749	278,818	50,129	230,522	219,182	286,421	224,737	5,096,630	493,251
12月	537,697	275,571	42,987	234,999	228,957	309,226	227,510	5,146,934	495,075
52年1月	565,241	270,301	59,293	211,290	279,762	294,396	270,659	5,205,864	497,507
2月	517,435	258,874	52,349	211,358	216,931	335,834	185,430	5,226,460	483,372
3月	546,552	275,753	62,223	214,866	208,780	273,194	275,340	5,359,013	513,135
4月	531,360	273,414	44,890	228,679	191,768	261,008	273,598	5,515,020	477,747
5月	585,500	295,777	54,799	235,137	268,589	324,321	260,332	5,588,432	506,590
6月	535,578	227,143	48,602	284,257	262,073	251,832	278,251	5,637,518	502,284
7月	544,225	260,827	52,990	208,890	254,424	283,078	260,160	5,661,458	507,734
8月	605,116	249,267	37,955	209,738	311,122	302,530	299,455	5,766,030	528,487
9月	541,185	245,557	37,080	207,830	305,609	284,354	269,498	5,773,580	529,008
10月	567,901	302,595	65,436	237,953	255,948	305,759	272,819	5,858,621	521,296
11月	556,432	280,946	—	—	213,787	—	—	—	—

52年11月は速報値

建設機械受注実績

昭和年月	47年	48年	49年	50年	51年	51年11月	12月	52年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
建設機械	4,101	5,586	5,417	5,855	5,344	414	481	412	452	562	496	483	529	455	499	575	487	565

建設機械卸売価格指数

昭和年月	47年平均	48年平均	49年平均	50年平均	51年平均	51年11月	12月	52年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
建設機械（6品目）	106.9	112.7	135.9	146.9	152.7	153.1	153.2	155.7	156.9	157.8	158.7	159.7	161.5	161.3	161.4	162.0	161.7	
掘削機（1品目）	110.3	116.1	133.3	142.9	142.2	142.3	142.5	142.1	142.8	140.4	142.8	146.7	148.2	150.6	149.0	149.9	153.6	153.4
トラクタ（1品目）	108.1	114.5	138.7	145.3	153.2	153.5	153.5	153.5	156.3	158.2	158.2	158.2	158.2	160.9	160.9	160.9	160.9	160.9

注1. 昭和48年～52年6月は四半期ごとの平均値で示した。
 注2. 「建設工事受注額」において大手43社のシェアは約24～26%である。
 注3. 「建設機械卸売価格」は6品目（4機種、輸出入を含む）につき加重平均した指数である。

行 事 一 覧

(昭和 52 年 12 月 1 日～28 日)

広 報 部 会

■機関誌編集委員会

日 時：12 月 13 日 (火) 16 時～
出席者：田中康之幹事ほか 18 名
議 題：①機関誌昭和 53 年 2 月号(第 336 号)の原稿内容の検討、割付
②同 4 月号(第 338 号)の計画

機 械 技 術 部 会

■コンクリート機械技術委員会コンクリートプラント分科会

日 時：12 月 5 日 (月) 14 時～
出席者：三浦満雄委員長ほか 7 名
議 題：コンクリートプラントアンケート回収原稿の検討

■スクレーバ技術委員会

日 時：12 月 9 日 (金) 13 時～
出席者：野村光治委員長ほか 4 名

議 題：機械学会「ブルドーザ系整地・運搬・積込用機械の安全通則」(案)の審議

■シールド掘進機技術委員会

日 時：12 月 9 日 (金) 13 時半～
出席者：小竹秀雄委員長ほか 8 名
議 題：シールド掘進機の仕様書様式について

■ダンプトラック技術委員会専用ダンプトラック分科会

日 時：12 月 13 日 (火) 14 時～
出席者：北畑昌平委員長ほか 6 名
議 題：専用ダンプトラック性能試験方法(案)の見直し審議

■潤滑油研究委員会

日 時：12 月 16 日 (金) 13 時半～
出席者：松下 弘委員長ほか 10 名
議 題：建設機械用潤滑油が機械に及ぼす影響について

■荷役機械技術委員会

日 時：12 月 19 日 (月) 14 時～
出席者：沢 静男委員長ほか 18 名
議 題：移動式クレーンの定格荷重の表示について

■グレーダ技術委員会

日 時：12 月 20 日 (火) 14 時～
出席者：内田保之委員長ほか 9 名
議 題：①機械学会「安全性に関する標準化」の審議 ②タイヤリムについて

■コンクリート機械技術委員会コンクリートポンプトラックミキサ分科会

日 時：12 月 21 日 (水) 13 時半～
出席者：三浦満雄委員長ほか 9 名
議 題：ハンドブック原稿の審議

■油圧機器技術委員会小委員会

日 時：12 月 22 日 (木) 13 時半～
出席者：井上和夫委員長ほか 1 名

議 題：「建設機械整備ハンドブック」油圧機器整備編の原稿作成

施 工 技 術 部 会

■骨材生産委員会砕砂研究分科会

日 時：12 月 7 日 (水) 14 時～
出席者：塚原重美分科会長ほか 17 名
議 題：具体的内容の検討

■原位置土質・岩質測定研究委員会

日 時：12 月 8 日 (木) 14 時～
出席者：川崎浩司委員長ほか 16 名
議 題：①サウンディングの適用範囲について ②米国における土質岩質の測定について

■建設廃棄物の処理再利用法委員会

日 時：12 月 13 日 (火) 14 時～
出席者：芳野重正委員長ほか 16 名
議 題：ジャッキ方式によるコンクリート建造物の解体工法について

■橋梁工事機械化施工委員会基礎工法分科会

日 時：12 月 14 日 (水) 14 時～
出席者：中垣光弘幹事ほか 5 名
議 題：「基礎工事の計画と施工機械」(仮称)の原稿審議

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会

日 時：12 月 22 日 (木) 13 時半～
出席者：新村 忠幹事ほか 12 名
議 題：実態調査の取りまとめ

整 備 技 術 部 会

■建設機械整備ハンドブック委員会基礎技術編小委員会

日 時：12 月 7 日 (水) 14 時～
出席者：二宮嘉弘幹事ほか 5 名
議 題：基礎技術編の原稿審議

■建設機械整備ハンドブック委員会基礎

図 書 案 内

建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

A5判 250 頁 頒価 4,000 円 (会員 3,600 円) 〒 300 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 7-71122 番

技術編小委員会

日時: 12月14日(水) 12時～
出席者: 二宮嘉弘幹事ほか4名
議題: 基礎技術編の原稿審議

機械損料部会

■作業船委員会

日時: 12月20日(火) 14時～
出席者: 工藤秀雄委員長ほか16名
議題: ①実績調査の結果について
②今後の改訂について

■運営連絡会

日時: 12月21日(水) 14時～
出席者: 永盛峰雄部会長ほか30名
議題: 昭和53年度機械損料の見直しについて

■舗装機械委員会

日時: 12月26日(月) 10時～
出席者: 明石直之助委員長ほか4名
議題: 昭和53年度損料改訂(案)について

■基礎工事用機械委員会

日時: 12月27日(火) 13時～
出席者: 藤田修照委員長ほか4名
議題: 昭和53年度損料改訂(案)について

ISO部会

■第3委員会第1小委員会

日時: 12月1日(木) 14時～
出席者: 野坂伸一委員長ほか6名
議題: ① Manuals の審議
② Preservation and Storage 審議
③ Symbols についての意見交換
④ Operator training についての回答報告

■第2委員会

日時: 12月2日(金) 13時～
出席者: 高橋悦郎委員長ほか8名
議題: ① ROPS テスト報告様式決定の可否について(TC 127 N 99)
② ロータ定格荷重(DIS 5998)の改訂について(TC 127 N 100)
③ ISO 3457 Guard and Shield の邦訳文検討

標準化会議および規格部会

■規格部会第2委員会

日時: 12月20日(火) 13時半～
出席者: 高橋悦郎委員長ほか7名
議題: ISO 3411 (運転員の身体寸法および運転員の周囲に必要な最小空間)の協会規格原案作成

業種別部会

■サービス業部会

日時: 12月14日(水) 15時～

出席者: 久保田栄部会長ほか8名
議題: ①自主検査制度について
②整備料金について

■製造業部会幹事会

日時: 12月22日(木) 13時半～
出席者: 大内田正部会長ほか39名
議題: ①独禁法の説明 ②その他問題点の討議

騒音振動対策専門部会

■技術開発委員会幹事会

日時: 12月2日(金) 10時～
出席者: 田中康之幹事長ほか5名
議題: 基礎工事用機械メーカーによる説明会

■技術開発委員会幹事会

日時: 12月3日(土) 10時～
出席者: 田中康之幹事長ほか6名
議題: 基礎工事用機械メーカーによる説明会

■技術開発委員会

日時: 12月5日(月) 15時～
出席者: 福岡正巳委員長ほか23名
議題: 昭和52年度実施計画推進について

■技術開発委員会幹事会

日時: 12月6日(火) 14時半～
出席者: 田中康之幹事長ほか7名
議題: 資料整理について

■技術開発委員会幹事会(ワーキング)

日時: 12月8日(木) 12時～
出席者: 小佐部憲彦幹事ほか9名
議題: 資料整理について

■技術開発委員会幹事会

日時: 12月16日(金) 12時～
出席者: 田中康之幹事長ほか15名
議題: 開発工法および機種技術評価について

■技術開発委員会

日時: 12月23日(金) 14時～
出席者: 福岡正巳委員長ほか20名
議題: 開発工法および機種検討

支部行事一覧

北海道支部

■常務理事・運営幹事合同会議

日時: 12月5日(月) 13時半～
出席者: 町田利武支部長ほか18名
議題: ①昭和53年度建設機械展示会計画案, 予算原案について ②顧問, 役員, 会員合同懇談会について

北陸支部

■施行部会舗装委員会

日時: 12月1日(木) 14時～

出席者: 大家 健委員長ほか19名
議題: ①「北陸の舗装」の販布予約の現況と対策について ②舗装に関する諸資料の検討

■富山・石川地区地方連絡会

日時: 12月9日(金) 16時～
場所: 金沢市都ホテル
出席者: 三浦文次郎支部長ほか24名
議題: 昭和52年度上半期事業報告ほか3件

■建設機械整備工数委員会

日時: 12月20日(火) 14時～
出席者: 小越富夫幹事ほか16名
議題: ①委員から提供された各資料の検討 ②今後の会議の進め方

関西支部

■運営幹事会

日時: 12月2日(金) 15時～
出席者: 野原以左武幹事長ほか18名
議題: ①昭和52年度上半期事業報告について ②昭和52年度上半期経理概況報告について ③役員等の人事異動について ④入脱会会員について ⑤下半期の事業について ⑥昭和53年度建設機械展示会について ⑦会員の増加推進について

■技術部会第68回摩耗対策委員会

日時: 12月6日(火) 14時～
出席者: 室 達朗委員長ほか11名
議題: ①摩耗に関する文献調査について3件(1. 露天掘におけるリッピングによる準備掘削, 2. 岩石の特性およびリッパビリティに関する分析, 3. 軟岩対硬岩: リッピングコストについて新しい見方) ②モータスクレーバのカッティングエッジの摩耗測定について ③ホイールローダのタイヤ摩耗について ④研究成果の中間報告会の開催について

■建設業部会建設用電気設備特別委員会第103回専門委員会

日時: 12月6日(火) 14時～
出席者: 大矢知俊雄主査ほか14名
議題: ①建設用負荷設備機器点検保守のチェックリスト第3次案の検討 ②第43回特別委員会の行事について

■建設業部会建設用電気設備特別委員会第85回研究会

日時: 12月6日(火) 16時半～
出席者: 三浦士郎主幹代理ほか13名
議題: ①建設工事用400V級電気設備施工指針(最終案)の検討 ②当研究会電機メーカー松下産業機器製品の概要説明

■理事会

日 時：12月9日(金) 17時～
出席者：島沼治郎支部長ほか 48名
議 題：①昭和52年度上半期事業報告 ②昭和52年度上半期経理概況報告 ③役員等の人事異動報告 ④入会会員について ⑤下半期の事業について ⑥昭和53年度建設機械展示会について ⑦会員の増加推進について

■普及部会(昭和52年度建設機械整備士技能検定委員会議)

日 時：12月13日(火) 14時～
出席者：福本寛首席検定委員ほか9名
議 題：①実技試験の日程について ②受験者の割振りについて ③検定委員の割振りについて

■建設業部会講習会(機械化施工技術講習会シリーズ III)

日 時：12月16日(金) 10時～
場 所：大阪赤十字会館
聴講者：152名
内 容：①泥水シールド工の泥水輸

送設備と電気制御について ②シールド掘進機の方向制御について ③土圧式シールド掘進機と後方設備について

中 国 支 部

■建設工事騒音振動対策技術講習会

日 時：12月1日(木) 10時半～
場 所：広島労働会館
聴講者：158名
内 容：「建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック」に基づいて建設工事の騒音振動対策の具体的な解説

■理事会

日 時：12月9日(金) 16時半～
出席者：網干寿夫支部長ほか 27名
議 題：①昭和52年度上半期事業報告 ②同経理概況報告 ③下半期における事業計画について

九 州 支 部

■建設工事騒音振動対策技術講習会

日 時：12月2日(金) 10時半～
場 所：福岡電気ビル
聴講者：134名
内 容：「建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック」に基づいて建設工事の騒音振動対策の具体的な解説

■第10回運営幹事会

日 時：12月6日(火) 15時～
出席者：東原 豊幹事長ほか 13名
議 題：①常務理事会提出議題について ②記念出版委員会の状況報告 ③昭和53年1月～3月の行事について

■常務理事会

日 時：12月6日(火) 16時～
出席者：坂梨 宏支部長ほか常務理事 28名(うち委任6名)
議 題：①昭和52年度上半期事業報告 ②同経理概況報告 ③本部理事会の報告

編 集 後 記



2月号の編集は、正月休みの関係で例年11月に原稿の締切をしない都合が悪いんだそうです。それを

知らなかったものですから、執筆をご依頼しました皆様には「12月一杯で……」と申し上げて、先生も走り出す気ぜわしい時期に大変ご迷惑をかけたことを深くお詫び申し上げます。立派な2月号になり、厚くお礼申し上げます。

“巻頭言”には日本鉄道建設公団青函建設局の藤田局長より建設機械の設計、製作上の注意、留意事項をチクリ、“随想”としまして大林組の坂本常務より40年にわたるトンネル工事の貴重な経験談をいただきまし

て感銘した次第です。

青函トンネルも着々と進行し、上越新幹線も雪には心配のない設備が計画され、九州、四国も海底トンネルで結ばれる日もそう遠くない、そんな数々の記事をお寄せいただき、読者の方々もきっと喜んでお読み下さるものと思っております。

新しい年もすべり出しました。今年度は公共事業費もかなりついたようで、景気もよくなることと思いません。読者各位のご発展を祈って止みません。(桂木・兼子)

No. 336 「建設の機械化」 1978年2月号

〔定価〕1部450円
年間4,800円(前金)

昭和53年2月20日印刷 昭和53年2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 3-5-8 (機械振興会館内) 電話 (03) 433-1501	取引銀行三菱銀行銀座支店 替 替 口 座 東京 7-7112番 電話 (0545) 35-0212
建設機械化研究所 〒417 静岡県富士市大淵 3154 (吉原郵便局区内)	電話 (011) 231-4428
北海道支部 〒060 札幌市中央区北3条西 2-6 富山会館内	電話 (0222) 22-3915
東北支部 〒980 仙台市国分町 3-10-21 徳和ビル内	電話 (0252) 23-1161
北陸支部 〒951 新潟市東堀通六番町 1061 中央ビル内	電話 (052) 241-2394
中部支部 〒460 名古屋市中区栄 4-3-26 昭和ビル内	電話 (06) 941-8845
関西支部 〒540 大阪市東区谷町 1-50 大手前建設会館内	電話 (0822) 21-6841
中国支部 〒730 広島市八丁堀 12-22 築地ビル内	電話 (0878) 21-8074
四国支部 〒760 高松市福岡町 4-28-30 小竹ビル内	電話 (092) 741-9380
九州支部 〒810 福岡市中央区舞鶴 1-1-5 舞鶴ビル内	

印刷所 株式会社 技報堂 東京都港区赤坂 1-3-6

コンパクトで計量精度は抜群...

丸友の 移動式生コンプラント

MCP-200P-D(0.2m³) MCP-500P-D(0.5m³)


MCP-750P-D(0.75m³)(実用新案申請中)

モルタル用プラントも
製作致します。

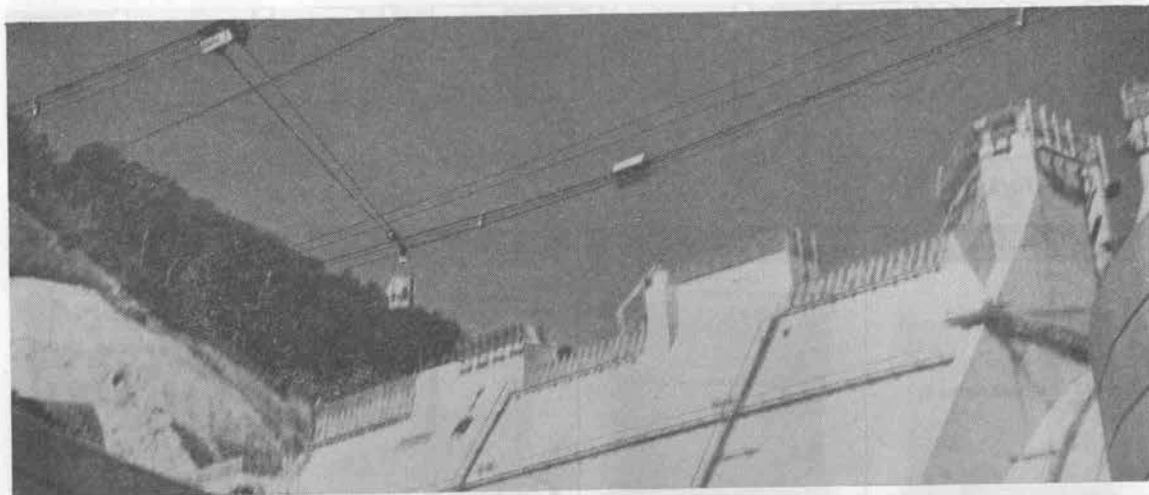
電子制御自動式

MCP-750P-D



 丸友機械株式會社

本 社 名古屋市東区泉一丁目19番12号
 〒461 電話<052>(951)5381(代)
 東京営業所 東京都千代田区神田和泉町1の5
 〒101 ミツバビル 電話<03>(861)9461(代)
 大阪営業所 大阪市浪速区芦原2丁目3の8
 〒556 山下ビル 電話<06>(562)2961(代)
 春日井工場 愛知県春日井市宮町73番地
 〒486 電話<0568>(31)3873(代)



特許 **南星の複線式
H型ケーブルクレーン**

★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、サイリスタ、渦流ブレーキ制御方式で速度制御が円滑である。



株式會社 南星

本社工場 熊本市十津寺町4-4 TEL 0963(52)8191(代)
 東京支店 東京都港区西新橋1-18-14(小里会館ビル2F) TEL 03(504)0831(代)
 営業所 札幌011(781)1611/盛岡0196(24)5231/仙台0222(94)2381/長野0262(85)2315/名古屋052(935)5681
 大阪06(372)7371/広島0822(32)1285/福岡092(761)6709/熊本0963(52)8191/宮崎0985(24)6441
 出張所 旭川0166(61)4166/金沢若松02422(3)1665/北関東0286(61)8088/前橋0272(51)3729/甲府0552(52)5725
 松本0263(25)8101/新潟0252(74)6515/富山0764(21)7532/大分0975(58)2765
 駐在所 秋田0188(63)5746/鹿児島0992(20)3688

“プロ”への近道・全国随一

- 大型特殊自動車運転免許
毎月5日入学、免許确实
- 移動式クレーン運転士免許
毎月2回入学(9日間)実技試験免除
- けん引自動車運転免許
随時練習、懇切な指導
- 自動車・建設機械整備士免許
高校卒2ヵ年課程、毎年4月入学
2級自動車整備士養成コース
- 車輛系建設機械運転技能講習
毎月1回中旬に実施、修了証交付
- フォークリフト運転技能講習
毎月1回月上旬に実施、修了証交付
- 玉掛技能講習
毎月1回(3日間) 修了証交付
- 移動式クレーン特別教育
(つり上げ荷重5トン未満)
毎月1回(3日間) 修了証交付

学 校 法 人 久留米工業大学 **久留米建設機械専門学校**

〒834-01 福岡県八女郡広川町大字新代1428-21 電話 09433②0281(代)

NKSオイル分析キット

●NKSオイル分析キットを使用すればあらゆる油圧システムの検査ができ、オイルが使用に耐えるかどうかを現場で簡単に判定することができます。この分析キットは粒子の汚染度・粘度・全酸価・水分の四つの主要要素を検査することが出来ます。

汚染度測定キット



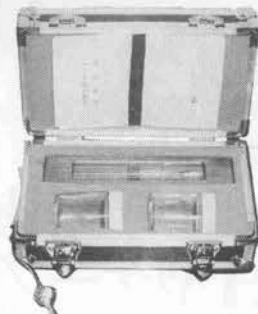
全酸価測定キット



水分検出キット



粘度測定キット



完全なオイル管理システムを確立しミニマムコストサービスを追求する



株式会社 **日本建機サービス**

本 社 〒105 東京都港区西新橋1-19-3
第二双葉ビル6階 ☎(03)580-9218(代)
分 析 〒105 東京都港区芝3-4-16
センター 友和ビル2階 ☎(03)454-8003

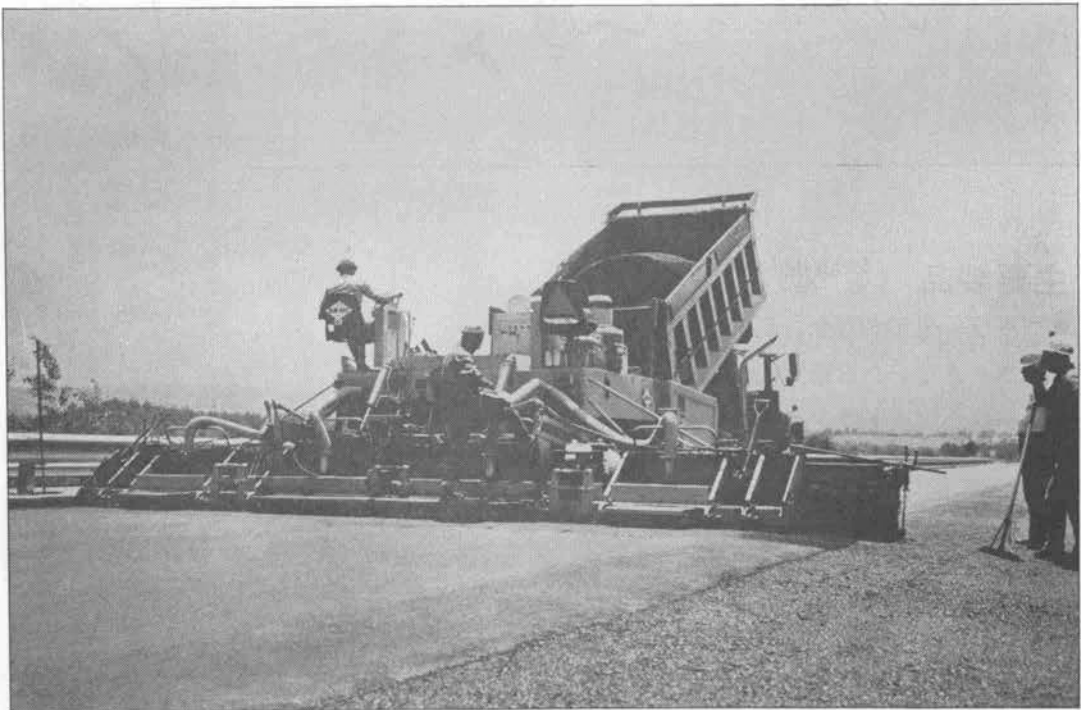


オペレータが知っています
ブロー・ノックスの使い易さ！

—信頼出来るフィニッシャです。—

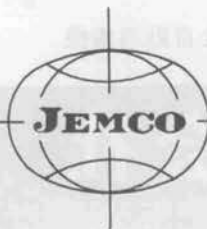
PF220, PF180H, PF500, PF115, PF22

(最大舗装幅12.2m から3.6m までの8型式があります)



PF-500型(クローラ式)

— お問合せは下記どうぞ！ —



(米)ブロー・ノックス社
輸入元 **ゼムコインタナショナル株式会社**
東京都大田区大森北1-28-6 ☎ (03) 766-2671代表

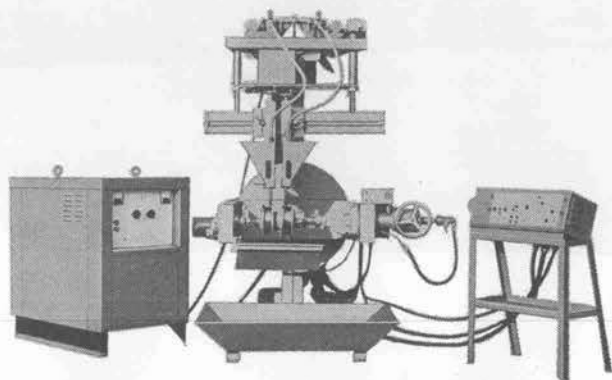
世界にはばたくマルマ製品



納入実績52ヶ国

主要製品 (建設機械整備) 再生設備

- ローラーアイドラ全自動溶接機
- トラックリンク自動溶接機
- ローラーアイドラプレス
- シュボルトインパクトレンチ
- トラックリンクプレス
- パーツワッシャー
- トラックローラーカラーリムーバー
- トラックローラーカラーインストーラー
- ハイドロリックサービスプレス
- 油圧装置、電装装置、燃料装置
各テストスタンド



写真はローラーアイドラ全自動溶接機



マルマ重車輛株式会社

本社工場
名古屋工場
相模原工場

東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号
愛知県小牧市小針中市場2-5番地
神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号

☎(03)429局2131(大代表)
☎(0568)77局3311(代)3番
☎(0427)52局9211番

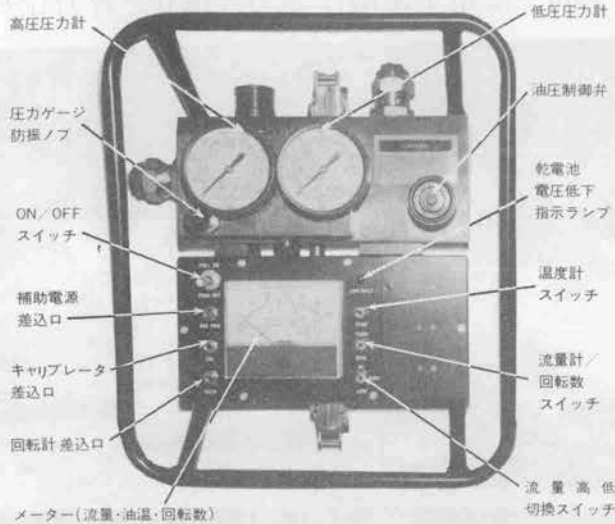
テレックス242-2367番 千156
テレックス4485-988番 千485
テレックス287-2356番 千229

POWER TEAM[®]
DIVISION OF OWATONNATool COMPANY

油圧装置テスター

HT 75型 300 l /min(75GPM)
HT200型 750 l /min(200GPM)

350kg/cm²(5000PSI)
350kg/cm²(5000PSI)



本機は最近の大型化及び複雑化された油圧装置の故障診断に最適のテスターです。即ち工場及びフィールドにおける勘にたよる故障探究の時間と費用のムダを排除することができます。

特長

1. 流量、圧力、油温、回転数の正確迅速容易な計測可能(精度±2%以内)
2. ソリッドステート回路で信頼性最高
3. コンパクト、軽量で保護枠付(8.6kg)
4. 油圧回路のインライン試験可能
5. 目盛りはメトリック、ポンド両用

用途

建設機械、農業機械、一般機械、船舶用その他各種の油圧装置の故障探究。

HT75型 操作コントロール

“Snap-on Tools”

世界最高の
品質を誇り
永久保証の……
手工具と整備用
診断機器



スナップ・オンツール/L&B自動溶接機/ロジャース油圧機器
O.T.C.パワーチーム製品/フレックスホーン/“アルゼン”アルミ半田

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
電話 03-425-4331(代表) 加入電信242-3716 千156
名古屋営業所 名古屋市中区千代田5丁目10番18号
電話052-261-7361(代表) 加入電信442-2478 千460

動く仮設道路

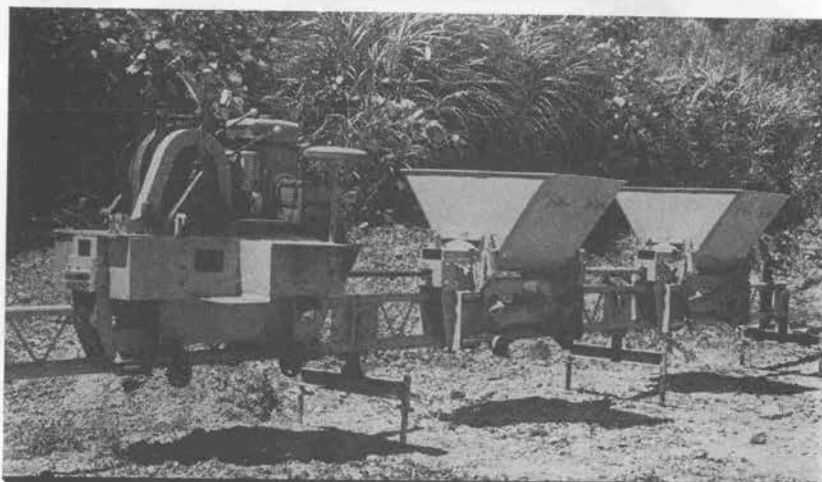
土木 } 工事用
トンネル }

モノレール

現場での能率向上は先ず運搬作業の合理化と省力化から

用途

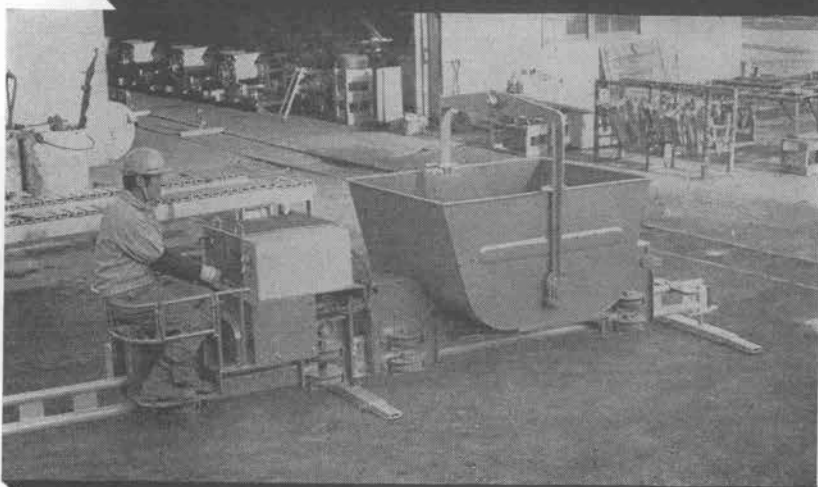
- 砂防堰堤、山地高所の資材運搬
- 干拓地など軟弱地盤での資材運搬
- 圃場内の送電線建設用資材運搬



●土木工事用モノレール

用途

- シールド工事のズリ搬出資材運搬
- 下水道用管工事のズリ搬出
- 最低0.7m径以上の上記工事に適応出来ます。



●トンネル工事用モノレール



発売元

日鉄鉱業株式会社

本社 東京都港区三田1丁目4番28号(三田国際ビル) ☎03)454-5011(大代表)
 北海道支店 ☎(011)561-5371 名古屋営業所 ☎(052)962-7701
 大阪支店 ☎(06)252-7281 仙台営業所 ☎(0222)22-5857
 九州支店 ☎(093)761-1631 広島営業所 ☎(0822)43-1924



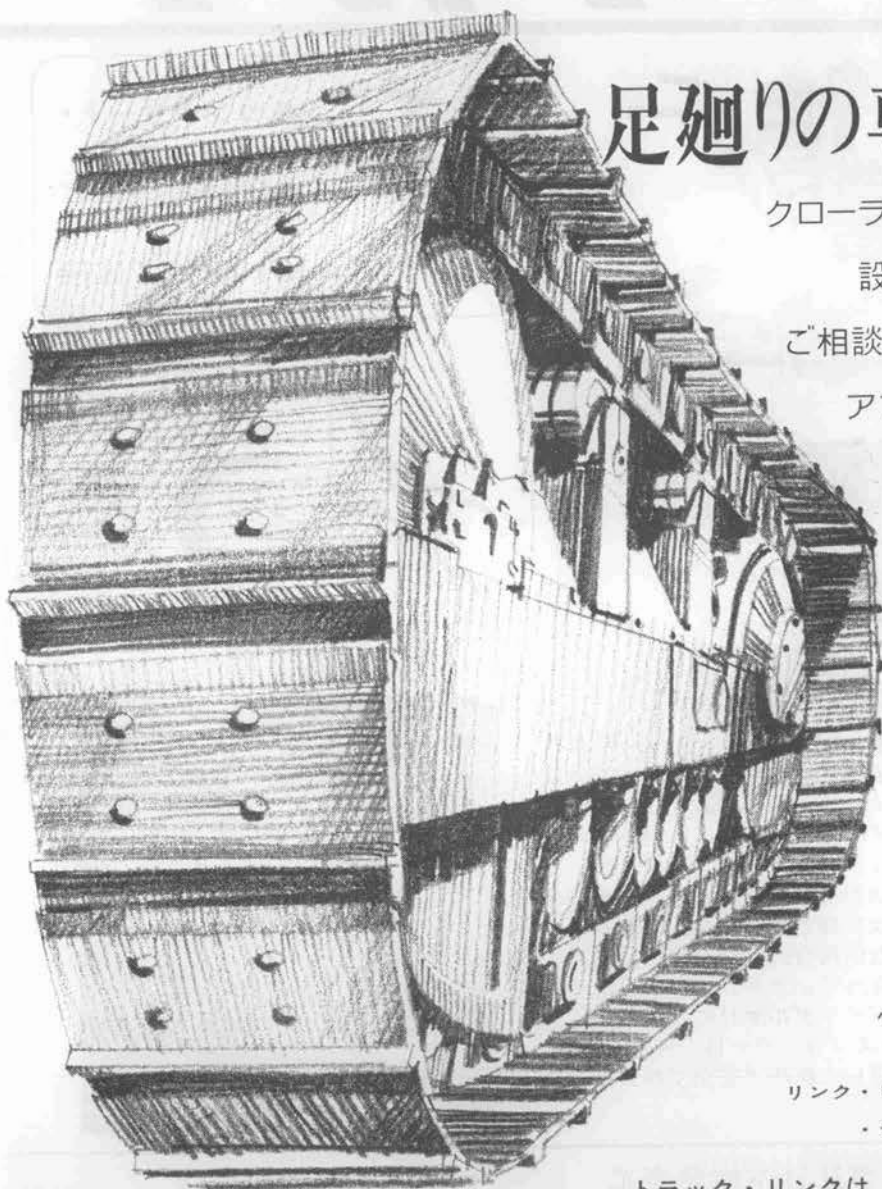
製造元

株式会社 嘉穂製作所

本社工場 福岡県嘉穂郡筑穂町大字大分567 ☎(09487)-2-0390

TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

 **TOKIRON**



足廻りの専門家!

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

〈営業品目〉

小松・キャタピラー三菱
その他各モデル
リンク・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……

株式
会社

東京鉄工所

本 社 東京都品川区南大井6-17-16(第二藤ビル)
〒140 ☎(03)766-7811 テレックス246-6098
大阪出張所 大阪府東大阪市長田東4-98
〒577 ☎(06)744-2479
土浦工場 茨城県土浦市北神立町1-10
〒300 ☎(0298)31-2211

無振動 無騒音工法

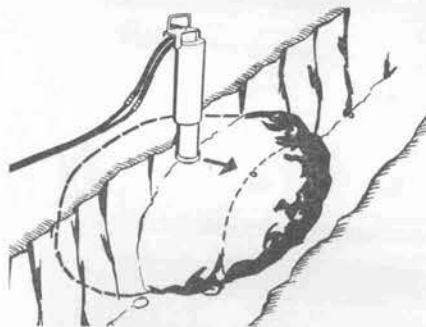
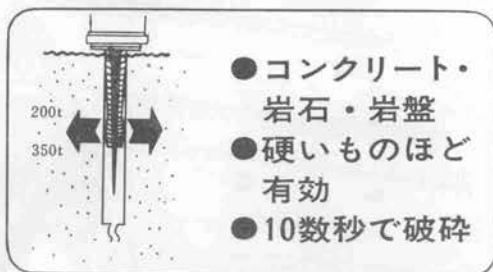
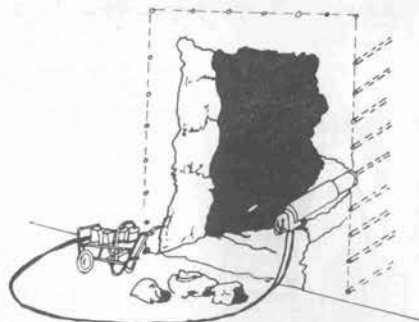
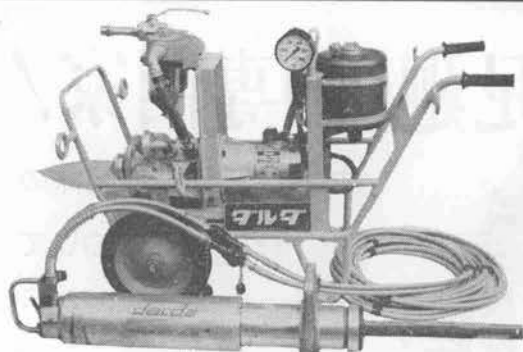
darดา

コンクリート・岩石の破壊作業に

油圧式ロックスプリッター

ダルダ

西独ダルダ社製



西ドイツダルダ社製ダルダロックスプリッターは無騒音で安全かつ敏速に岩石・コンクリートを破砕する油圧機械です。従来、岩石・コンクリート構造物の破砕解体には、火薬による爆発、ブレーカー・スチールボール等による打撃・振動を利用した破砕方法が行われていますが、最近では、特に安全性及び騒音等公害発生の面からも使用上好ましくない場合、又は全面的に禁止される場合が多くなっています。このような作業条件のために西ドイツダルダ社により開発されたダルダロックスプリッターは、くさび(wedge)の原理を応用した極めて安全で無公害の破砕機械です。



西独ダルダ社日本総発売元

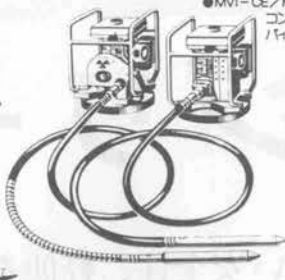
ダルダ通商株式会社産業機械部

東京 〒170 東京都豊島区北大塚2-6-8 (佐川ビル) ☎03(918)5662 (代表)
神戸 〒650 神戸市生田区栄町3-30 (第二西本ビル) ☎078(332)5280 (代表)
広島 〒730 広島市大須賀町1-3-11 (村岡ビル) ☎0822(63)2515 (代表)

●MVI-SM/MVI-GM
エンジンバイブレーター



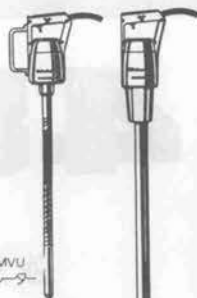
●MVI-CE/MVI-GE
コンクリートバイブレーター



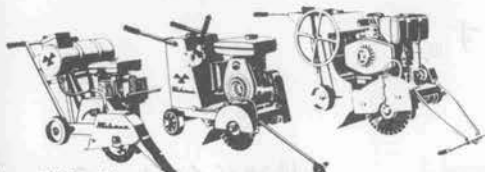
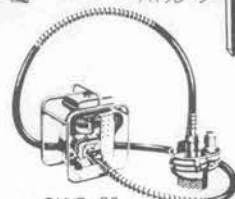
●MVI-PC
●MVI-PCE
分断式バイブレーター



●MVU
軽便型バイブレーター



●MVI-DAL
ロング電線型バイブレーター



●MCD-1U
●MCD-2B
●MCD-3
コンクリートカッター



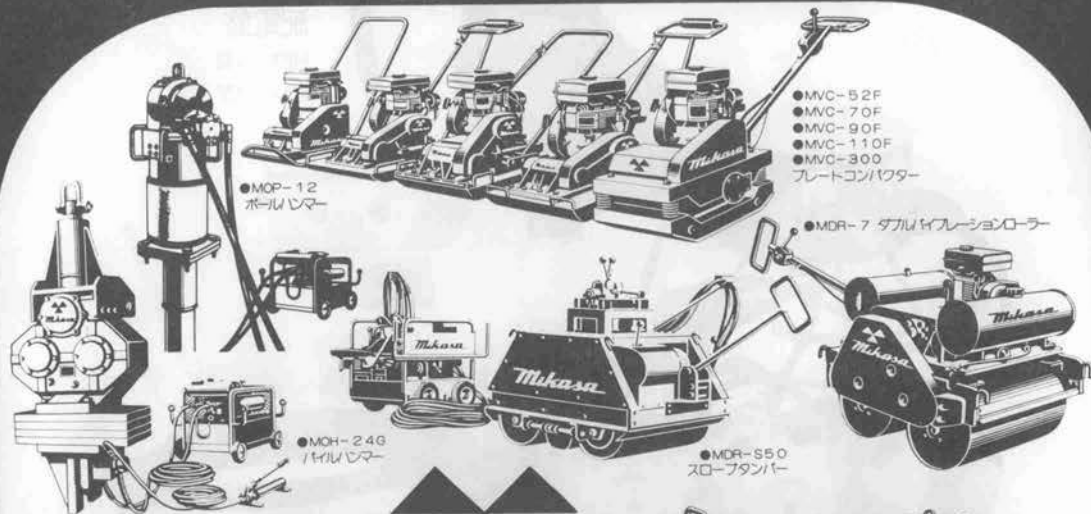
●MHC-8A
ハンドコンクリートカッター



●MVI-MU
モーターインヘッドバイブレーター

●MVP-3E
水中ポンプ

Mikasa CONSTRUCTION EQUIPMENT



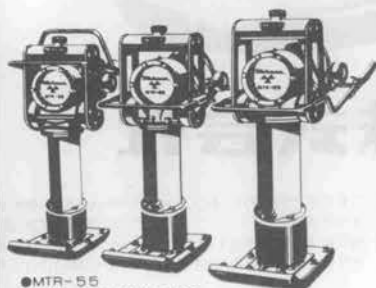
●MVC-52F
●MVC-70F
●MVC-90F
●MVC-110F
●MVC-300
プレートコンパクター

●MOP-12
ポールリマ

●MDR-7 ダブルワイレーションローラー

●MOH-24G
ワイムリマ

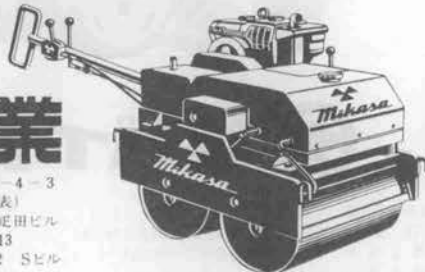
●MDR-S50
スロータンパー



●MTR-55
●MTR-80H/MTR-120
タンピングランマー

特殊建設機械メーカー 三笠産業

本社 東京都千代田区築業町1-4-3
電話(03)292-1411(大代表)
札幌出張所 札幌市中央区大通西8-2 応田ビル
電話(011)251-2890・0913
仙台出張所 仙台市本町1-10-12 Sビル
電話(022)61-6361-3
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4-9
電話(06)541-9631(代)



●MDR-90
ダブルワイレーションローラー

48V シリーズ

強力な高周波振動、高い安全性、軽便な操作。
時代の要求に技術で応えます。



棒状バイブレーター
HMV-40・50N・60N型
(モーター内蔵式)

高周波振動モーター
HKM40A・75A・120A型
HKM40B・75B・120B型

コンバーター
HFC 1.5A・3A・6A型
HFC 1.5B・3B・6B・12B型

配電盤
HFD-S型
HFD-D型

林バイブレーター株式会社

東京及東京支店 〒105 東京都港区浜松町1-18-5
大阪支店 〒564 大阪府吹田市江の木町29-8
札幌出張所 〒062 札幌市豊平区平岸2条5-9
仙台出張所 〒982 仙台市中倉3-6-19
名古屋出張所 〒462 名古屋市中区深田町3-60(白竜ビル)

Tel. 03(434)8451代
Tel. 06(385)0151代
Tel. 011(811)0993代
Tel. 0222(95)7691代
Tel. 052(914)3021代

広島出張所 〒730 広島市南千田東町1-8(大段ビル) Tel. 0822(43)4981代
高松出張所 〒760 高松市西宝町1-7-1 Tel. 0878(34)3572代
九州出張所 〒812 福岡市博多区美野島3-13-17 Tel. 092(451)5616代
工場 〒340 埼玉県草加市稲荷町1558 Tel. 0489(31)1111代

ロードヒータ

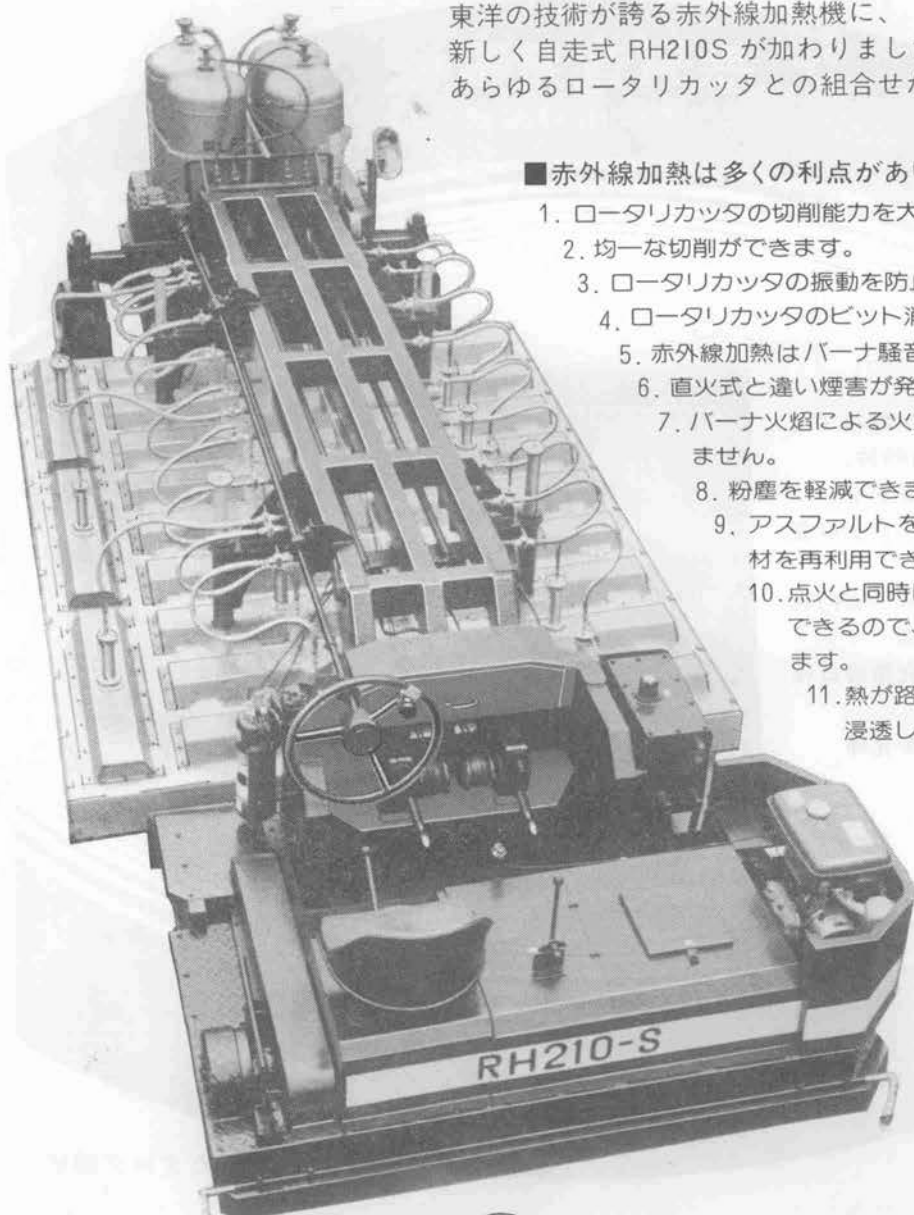
RH210S

アスファルト舗装面の切削用 大型赤外線加熱機

東洋の技術が誇る赤外線加熱機に、
新しく自走式 RH210S が加わりました。
あらゆるロータリカッタとの組合せが可能です。

■赤外線加熱は多くの利点があります

1. ロータリカッタの切削能力を大巾に向上させます。
2. 均一な切削ができます。
3. ロータリカッタの振動を防止できます。
4. ロータリカッタのビット消耗を防止できます。
5. 赤外線加熱はバーナ騒音がありません。
6. 直火式と違い煙害が発生しません。
7. バーナ火焰による火災事故の危険性は ありません。
8. 粉塵を軽減できます。
9. アスファルトを劣化させないので、廃材を再利用できます。
10. 点火と同時に赤外線を発生し加熱できるので、作業時間を短縮できます。
11. 熱が路面より均一に深部まで浸透します。



株式会社 東洋内燃機工業社

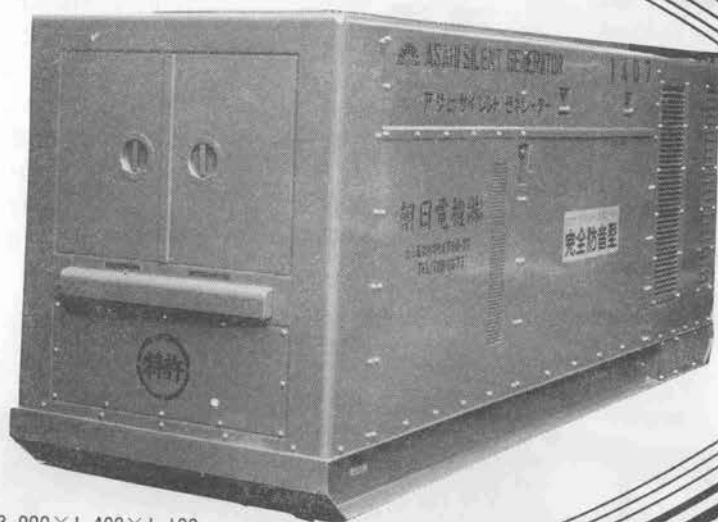
本社・製品事業部 〒210 川崎市川崎区元木1丁目3番11号
TEL 川崎(044)244-5171(代) テレックスNo3842-205

比べてください この製品 アサヒサイレントゼネレーター

無騒音発電機

〈建設用可搬式〉

- 住宅街・病院・学校でも騒音公害一掃(特許)
- 水空併用で過熱がない
- スイッチオンで自動調整
- 軽量で手軽
- 非常停止の装置(特許)完備で破損の皆無
- ブラシの無い発電機点検不要
- リースで真価を發揮



75KVA 3,000×1,400×1,100

.....重量 3,400kg

特許

4 4 6 5 9

(カタログ贈呈)

リース方式も
御利用下さい

朝日電機株式会社

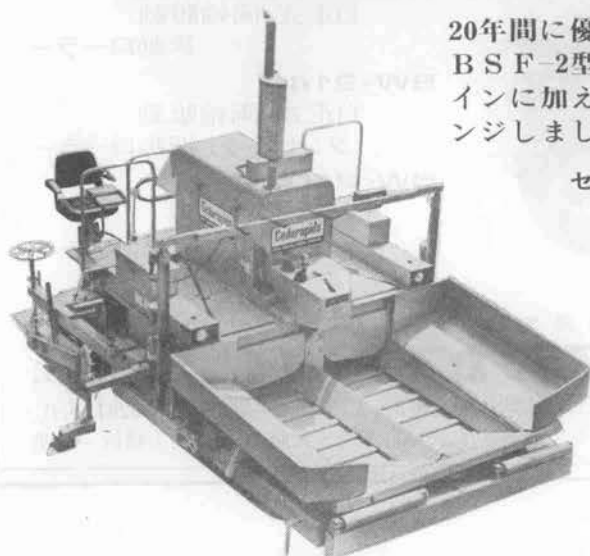
〒577 東大阪市洪川町4-4-37
☎ (06)728-6677-9・728-2457・727-6671-2

Cedarapids

ニューモデル BSF-400

標準型

アスファルトペーパー



20年間に優性遺伝を続けましたセダラピッドBSF-2型ペーパーは、重みと信頼感をデザインに加えここにBSF-400型にモデルチェンジしました。倍日の御愛顧を！

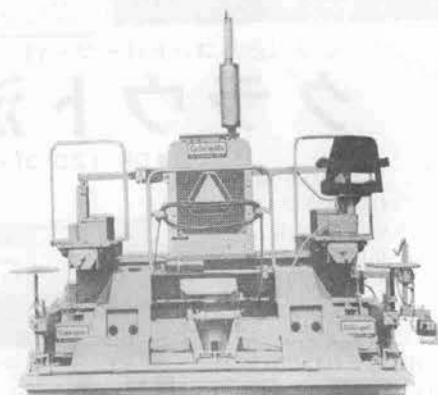
セダラピッド型式BSF-400一般仕様書

舗装巾：	(標準) 3.0m
	(MIN.) 1.8m-MAX.6.0m
舗装厚：	(MAX) 25cm
舗装速度：	(標準) 3.3~39.6m/分
	(低速) 2.4~27.6m/分
走行速度：	(標準) 2.7~6.1km/時
	(低速) 1.9~4.3km/時
重量：	(本体) 10,886kg
	(付属品共) 12,100kg

BSF-400型のスクリード機構は、BSF-2型と同形で、その他のパーツにも総べて互換性があります。

型式BSF-400の主な機能と特色

- (1) 装軌式、メカニカルドライブ、24段変速の標準サイズ経済型機。
- (2) 強力GM3-53ディーゼルエンジン、消音密閉。
- (3) 走行速度とフィーダースクリュー速度はシンクロ。
- (4) ホッパー容量1t増加、フィーダートンネル増大。
- (5) 主要構造部鋼板肉厚増大、本体重量約1t増加。
- (6) 強力型スクリード自動コントロール。
- (7) 安全対策：安全運転、事故防止、機器破損防止、いたずら防止。
- (8) 数々のオプション：ホッパーゲート電動遠隔昇降装置、NI-HARDスクリーライニング、特殊スクリードエクステンション、各種スクリードバーナー、フィーダースクリュー2段トランスミッション。



姉妹機種：BSF-420：セダラピッド型式BSF-420の機能は下記を除き総べてBSF-400と同一です。

動力伝導系統

エンジン—油圧ポンプ—油圧モーター—2段変速トランスミッション—左右走行電磁クラッチ
左右フィーダースクリュー電磁クラッチ

特徴：舗装・走行の2段変速を除き、ダイヤル無段変速が出来る。前後進の変換がスイッチ操作で出来る。但し、走行とフィーダー速度はシンクロ

IOWA MANUFACTURING COMPANY ● CEDAR RAPIDS, IOWA ● U.S.A.

日本総代理店

ゼネラルロードイクイPMENTセールス株式会社

東京都千代田区内神田2丁目13番地中村ビル ☎03-256-7737~8

土木工事の省力化に対応する多彩な顔ぶれ

BOMAG が技術の粋を集めて開発した大型自走式振動ローラーです。経済性、作業性、移動性、走行性、耐久性および将来性に富み、世界の至る所で現代の土木施工に最も適した振動ローラーとして脚光を浴びております。

BOMAG

- BW-210**
自走式 振動ローラー
- BW-213**
自走式 両輪駆動
振動ローラー
- BW-214**
自走式 両輪駆動
タンピング 振動ローラー
- BW-210A**
自走式 舗装用
振動ローラー



BW-210



輸入総発売元

クリステンセンマイカイ株式会社

本社：東京都千代田区麴町3-7 〒102 電話 03(263)0281(大代)
支店出張所：福岡・大阪・北海道・大館 工場：横浜・千葉

高圧スラリー直接測定

流量・圧力コントローラー付

グラウト流量計 DRシリーズ

●DR-120-3FC

近年、ダム建設が盛んとなるにつれて、グラウト工法も注入速度(注入量)、注入圧力を高度に管理しながらグラウトできる工法が強く要請されてまいりました。

弊社では今までグラウト工法の開発ならびに注入の精度向上と省力化を推進してまいりましたが、この実績と経験を土台として、技術を結集し、この度自動リターン方式の流量・圧力コントローラー付グラウト流量計DR-120-3FCを開発する運びとなりました。

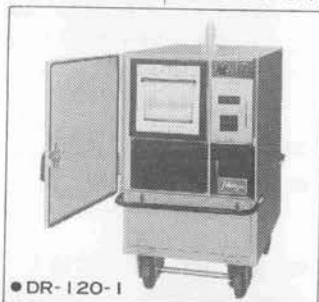


■特長

1. 注入圧力・注入速度(量)をダイヤル設定により自動制御します。
2. ゲージマンは必要ありません。
3. どのポンプにも使用できます。
4. 操作が簡単です。
5. 小形・軽量・安価です。
6. 制御動作が早く確実な制御です。
7. バルブの保守が簡単です。
8. リターン方式なので「ツマリ」ません。
9. グラウト流量計への組込は、ワンタッチです。

■使用分野

都市グラウト	透水試験
ダムグラウト	先端圧力
ずい道グラウト	岩盤変位
自動グラウト装置	テストグラウト



●DR-120-1

建設制御の明昭



明昭株式会社

営業部 神奈川県川崎市中原区市ノ坪199
及び工場 電話(044)433-7131(代)
本社 東京都目黒区下目黒3-7-22

ホイールカッター式

小形 浚せつ船

標準吐出径 150, 200, 250, 300, 350mm

- 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



株式
会社

ウオタマン

カタログ説明書贈呈最寄現場ご案内

〒542 大阪市南区鯉谷東之町32 TEL 06-252-0241

Velvetouch®

クラッチフェーシング、ブレーキライニングには……

トヨカロイ

《焼結合金摩擦材》



用途 主クラッチ、操行クラッチ、トランスミッション・クラッチ、船用逆転クラッチ、クラッチブレーキ、電磁クラッチ、その他各種クラッチ

当社は、焼結合金摩擦材料のトップメーカーである米国 THE S.K. WELLMAN CORP. (商品名 Velvetouch) との技術提携により、世界水準を行く製品(トヨカロイ)としてご好評を得ております。

東洋カーボン株式会社

本社 東京都中央区日本橋2-10-1 TEL(271)7321(代表)
大阪営業所 TEL(203)4612/名古屋営業所 TEL(581)4591
福岡営業所 TEL(281)7187/工場・茅ヶ崎・山梨・滋賀

あらゆる洗浄作業の御要望にお応えする

スーパーハイプレ 高圧洗浄機

《米国ハイプロ社とスーパー工業の技術が生んだ製品群》



SH730



SH725



SH315



SH715



SHB-220

強固な附着物はく離には
〔ウェット サンドブラスター〕

新商品

特徴

- 高圧
- 小排水量
- 海水使用可
- 薬液混入可

特約販売店募集

使用砂……珪砂4号～6号

カタログその他参考資料御要望の方は請求下さい。



スーパー工業株式会社

本社 大阪市東淀川区柴島町273番地
電話大阪(06)322-2494番(代表) 〒533
営業所 東京(03)866-4710 札幌(011)741-9171
出張所 仙台(022)27-1687 福岡(092)431-0125

米国スペクトラフィジックス社製の

レーザーレベルをリリース!

無人コントロールタワーがレベル
取りの省力化を完全にします。



リリース
販売

一度使って御研究
下さい。

宇宙技術はもう貴方の身近で活躍する
時代になりました。

特徴

- 自動水平維持装置付
- 360°回転照射
- 直線照射可能
- 照射レベル0°より90°迄選択自由
- 光波到達キヨリ半径600m

用途

ビル建設現場に!
土地造成に、区割整地に!
ダム、貯水池、海岸防波堤等に!
パイプ埋設場に、海上工事現場!等

ピッカーいち!

50トン

総合力で断然リードする50トンぶりクローラークレーン〈P&H550-S〉。油圧モータ直結

式の足回り、大容量の巻上ドラム、スムーズな旋回機構などクレーン能力を大幅にアップ。また、油圧伸縮式のクローラで安定性、機動性を増大させるとともに、居住性も一段と充実させた余裕ある50トンぶりです。

建設現場、大規模工事現場で待たれていた実力派〈P&H550-Sクローラークレーン〉で能率向上、採算向上をおはかりください。

P&H 550-S クローラークレーン

最大つり上能力 50トン
最大ブーム長さ 42.7m + 15.2m
(主ブームのみの場合計1.8m)



◆ 神戸製鋼

建設機械事業部

東京 東京都千代田区丸の内1-8-2 ☎100 ☎03(218)7704
大阪 大阪市東区豊後町5-1(御道筋ビル) ☎541 ☎06(206)6604
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡

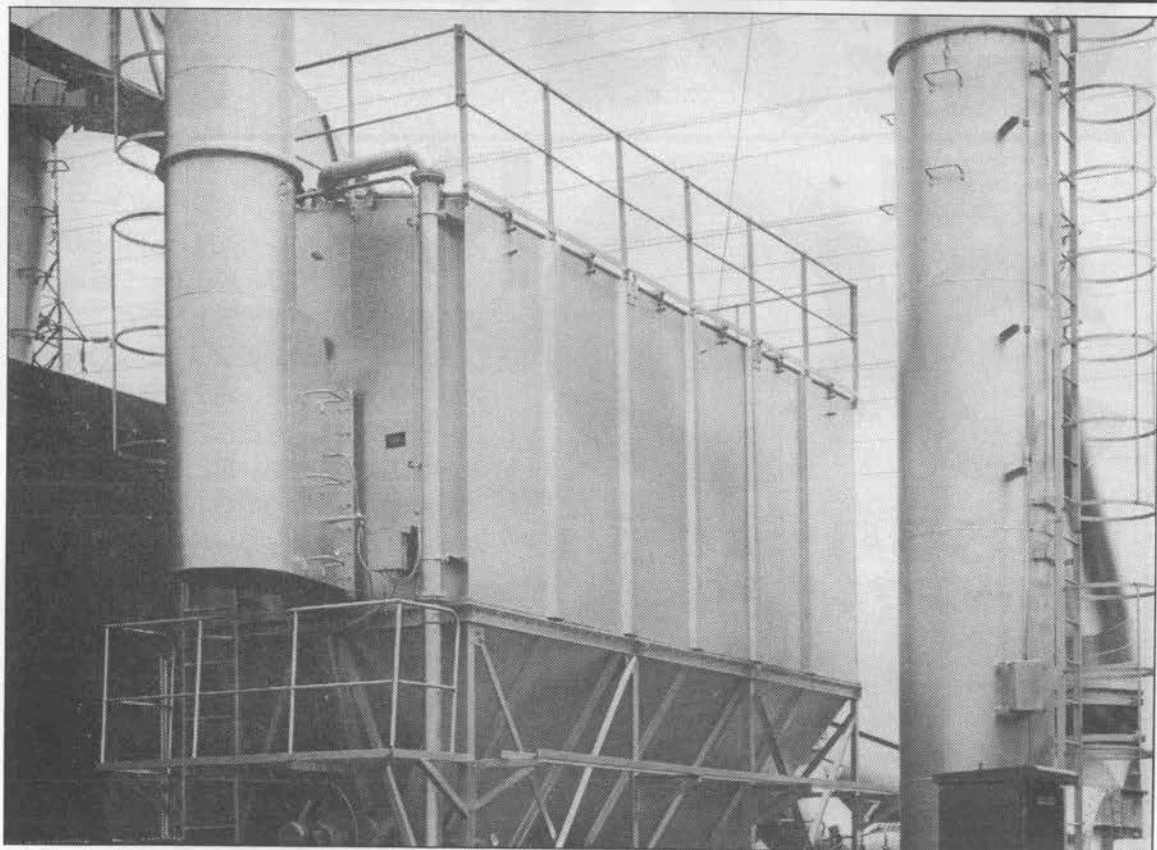
◆ 神鋼商事

建設機械本部

東京 東京都中央区八重洲4-7-8 ☎104 ☎03(273)7651
大阪 大阪市東区北浜2丁目52-1 ☎541 ☎06(201)4861
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・広島・福岡

ユーザーニーズにお応えしてさらに充実しました

バグフィルタ (NBFU型)



アスファルトプラントならどのタイプでもOK!

特長

(インジェクタ方式採用)

- 瞬間的な高压空気を少なくし、パルス音も一段と静かになりました。
- 各機器を合理的に設計しなおし、ランニングコストの低減とメンテナンスを容易にしました。

(本体2ブロック方式)

- バグ本体をこれまでの3分割から2分割にし、輸送関連機器をすべて下本体にセット化して出荷。現地での工期を大幅に短縮、移設もまったく容易になりました。
- バグ全体をできるだけコンパクト化して、設置面積を最少限にとどめました。土地の有効利用に大きな効果を発揮します。

(安全性、便利性強調)

- バグ本体側面をプレス加工し、耐久力UPに成功しました。
- 伊布の安全を守る燃焼自動回路(非常温度制御)等、安全稼働に欠かせない数々の装置が設けられています。



人間優先の国土開発と取組む

日工株式会社

本社: 674 明石市大久保町江井島1013-1 ☎07894(7)3131
工場: 江井島・明石・東京・京都
東京支店: 101 東京都千代田区神田駿河台1-6 ☎03(294)8121
近畿営業所: 533 大阪市東淀川区山田町325-1 ☎06(323)0561
各地営業所: 北海道・東北・東海・中国・九州
各出張所: 信越・北陸・四国・南九州



山田の バイブレーター

営業品目

各種コンクリート振動機
チャックハンマー振動杭打機
コンクリート製品連続製造設備
振動モーター
コールドファイダー
コンクリート製品用各種型枠

**コンクリート打込工事に
抜群の威力を発揮!!**

総発売元



山田通商株式会社

製造元

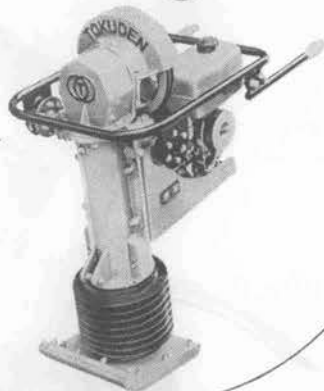


山田機械工業株式会社

本社 東京都北区赤羽南1丁目7番2号 電話 東京(902)4111(代)
戸田工場 埼玉県戸田市新曽南1-11-5 電話 蕨(0484)425059・5060番

トクデン は技術派、実力派!

- 営業品目 ●各種コンクリートバイブレーター(エンジン式、電気式、空気式)
 ●水中ポンプ ●タンパー ●バイブレーションプレート
 ●振動モーター ●振動フィダー
 ●コンクリート・ロード・フィニッシャー
 ●メッシュ・インストーラ ●その他振動機械



●最高の安定性と高効率 タンパー

- 特殊衝撃方式の採用で耐久力が大。
- 強力な輾圧能力で能率が良い。
- ハイジャンプで前進登坂力が強力。
- 取扱いが簡単で、移動運搬も容易。

用途 ■道路・滑走路・堤防・アスコン等の路床、路盤の輾圧、建築工事の盛土、栗石の突固め、電信電話・ガス管・水道管等の埋設後の輾圧

- 初めて完成された正転・逆転自在の(周期的)なバイブレーター



バイトツップ

- 鏡面仕上げされた球面によるすばらしいオイル漏れ防止構造
- 特殊加工された強靱なフレキシブルシャフト
- ヒューズブリーの採用によりオーバーロード、単相運転によるコイル焼損をシャットアウト!
- バイブレーター用のエンジンは、そのままポンプの原動機に使用できます。

- 騒音公害の解消に新装置



バイブレーションプレート

- 自走力(毎分25m)抜群で作業効率アップ。
- 小型軽便な上に輾圧力が大きい。
- 完全な防振で、快適な作業ができる。
- 表面仕上げがきれい ●ベルト調整が容易。

用途 ●アスファルト舗装の輾圧、表面仕上げ。
 ●路盤、土間の砂利、碎石、砂等の締固め。
 ●ガス管、水道管、ケーブル埋設工事の道路補修。

- 一人で持運びも、操作もできる(高性能水中ポンプ)

ポンプ

- エンジンでもモーターでも使用できる。
- 呼び水がいらぬ。
- 土砂混入のよごれ水でも揚水できる。
- 原動機はバイブレーターと完全兼用できる。
- 故障が少ない。
- エンジンはそのままバイブレーター用に使用できる。



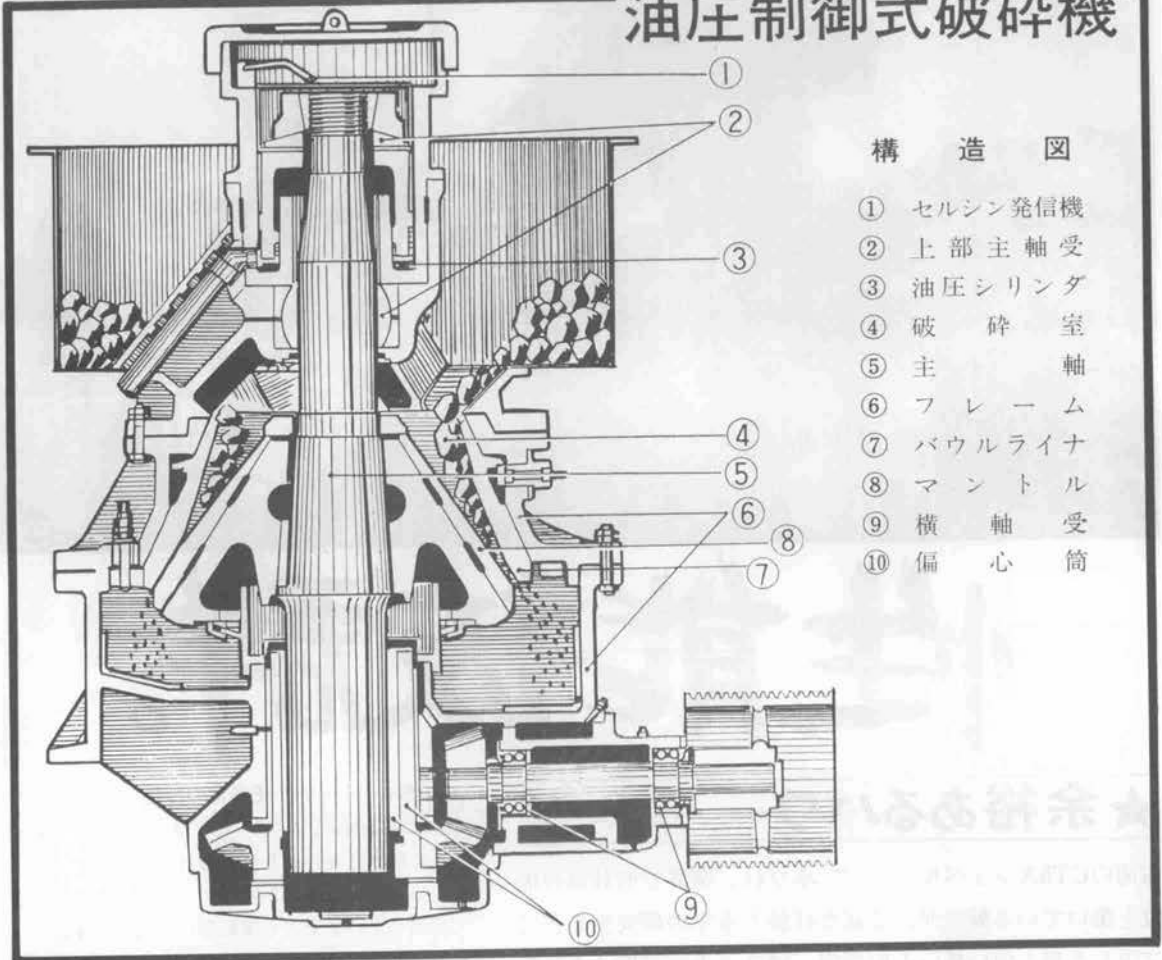
特殊電機工業株式会社

本社	東京都新宿区中落合3丁目6番9号	東京	03(951)0161-5	千161
浦和工場	浦和市大字田島字榎沼2025番地	浦和	0488(62)5321-3	千336
大阪営業所	大阪市西区九条南通3丁目29番地	大阪	06(581)2576	千550
九州営業所	福岡市博多区雑司5-5-6	福岡	092(572)0400	千816
北海道営業所	札幌市白石区平和通10丁目北116	札幌	011(871)1411	千062
名古屋出張所	名古屋市南区汐田町3丁目21番地	名古屋	052(822)4066-7	千457
仙台出張所	仙台市日の出町1丁目2番10号	仙台	0222(94)2780	千983
新潟出張所	新潟市上木戸5-4-8番1号	新潟	0252(75)3543	千950
広島出張所	広島市沼田町伴3754	広島	08284(8)0067	千731
			4603	-31

etc.
 が全国に
 販売網を

クリモト 油圧コーン

油圧制御式破碎機



構造図

- ① セルシン発信機
- ② 上部主軸受
- ③ 油圧シリンダ
- ④ 破碎室
- ⑤ 主軸
- ⑥ フレーム
- ⑦ バウルライナ
- ⑧ マントル
- ⑨ 横軸受筒
- ⑩ 偏心筒

〈油圧コーン〉 クリモト独自の開発

による油圧制御方式を採用した新しい形式の2次あるいは3次用破碎機であり、最大の特長は、クラッシングヘッドを油圧シリンダによって、上部軸受から懸垂し機側あるいは運転室等任意の場所に設置できる制御函によって、出口間隙を自由に、自動的に調節できる装置（特許）にあります。

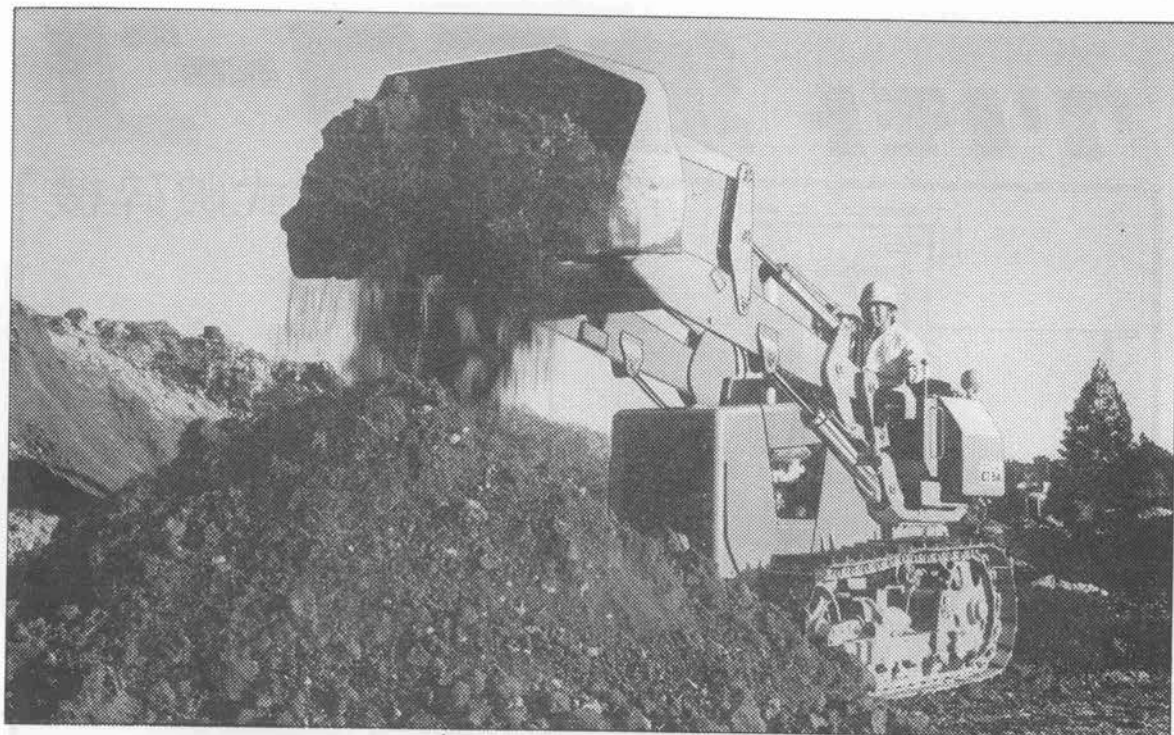
特長

1. 出口間隙が簡単に調節できます。
2. マントル、バウルライナの摩耗量が表示されています。
3. 異物を咬込んでも安全です。
4. 出口間隙が自動的に補償されます。
5. 破碎作業中に本体が停止しても排出できます。
6. バウルライナの偏摩耗防止装置。

株式会社 栗本鐵工所
栗本商事株式会社

本社 550 大阪市西区北堀江御池通1-56 ☎(06)538-1661
 東京支社 104 東京都中央区日本橋2-11-2 ☎(03)278-4881
 名古屋支店 ☎052(201)4441 九州支店 ☎(092)451-6621
 北海道支店 ☎011(281)2611 仙台支店 ☎(0222)25-7801

本社 550 大阪市西区西長堀北通1丁目8 ☎(06)538-1612
 東京支店 104 東京都中央区京橋1丁目17番11号 ☎(03)562-4821
 九州支店 802 北九州市小倉北区京町3丁目14番11号 ☎(093)521-2631
 北海道支店 060 札幌市中央区北二条西4丁目2 ☎(011)241-4768



性能抜群。

★余裕あるパワー………!!

古河のCT5Aショベル バック ホウは、業界でも独自の地位を築いている弊社が、豊富な経験と永年の研究をもとに完成した最も使い易い小形掘削、積込みの新鋭機です。建設機械専用に新たに開発した、ねばりの大きい強力エンジンを搭載。作業には馬力にゆとりがあり、ねばり強さを発揮、苛酷な作業もラクラクこなします。しかもACゼネレータ、24V電装の採用により寒冷時での始動が容易。簡単に着脱できる豊富なアタッチメントと万全のアフターサービスでフル稼働。まさに男が惚れる新鋭機です。

〈CT5A———その他の特長〉

- 運転席は大きなスペースでデラックス。オペレータの身体に合わせた機能設計です。
- 人間工学が生んだ5段階スライド式のシートを採用していますから運転操作も容易です。
- ボンネットが低いので視野が広く、快適な作業ができ、オペレータの疲労を軽減します。



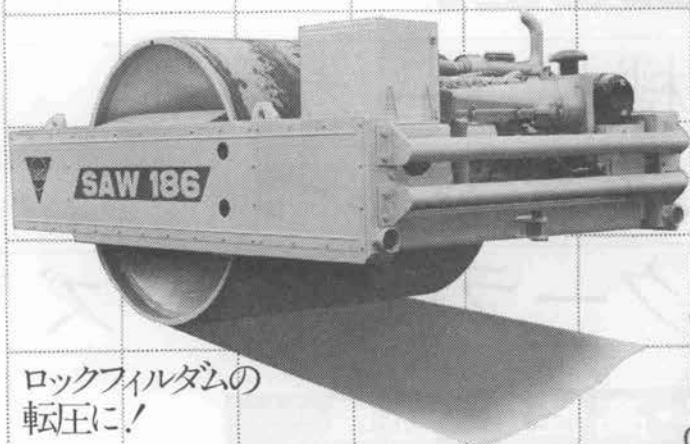
古河鋳業
FURUKAWA CO., LTD.

本社 千100 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 (03)212-6551
 大阪 (06)344-2531 福岡 (092)741-2261 仙台 (0222)21-3531
 高松 (0878)51-3264 名古屋 (052)561-4586 札幌 (011)261-5686
 岡山 (0862)79-2325 金沢 (0762)61-1591 秋田 (0188)23-1836
 建機・販売サービスセンター 田無 (0424)73-2641-6

古河のCT5A ショベルバックホウ



西独ABG社の 振動ローラー



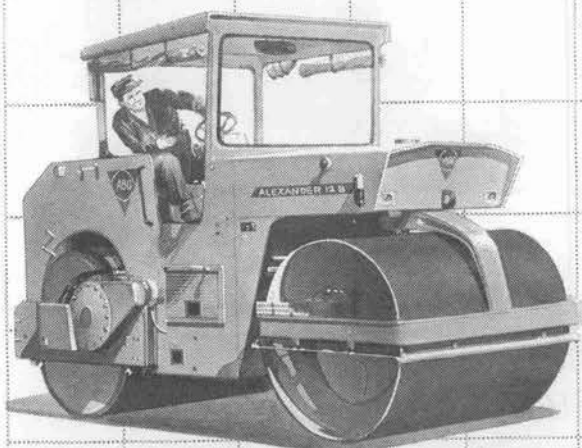
ロックフィルタムの
転圧に!

被牽引式SAW186型ローラー
自重 15.5トン
振動数 1400サイクル/毎分



あらゆる種類の転圧に!
(アスファルト、ソイル、碎石等)

自走式 PUMA 168, 177, 178型
自重 7.6トン、12トン、12トン
振動数 2000または3000サイクル/毎分



アスファルト舗装転圧に!
(ベースからトップまで)

自走式 ALEXANDER 128型
自重 11トン
振動数 2000または3000サイクル/毎分



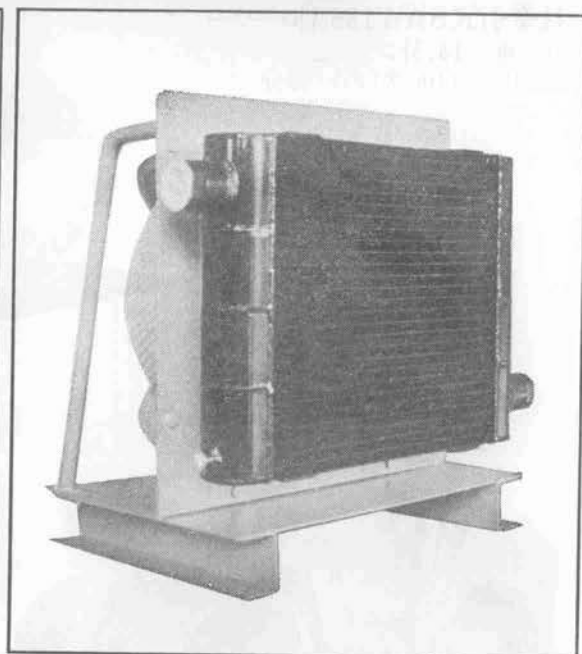
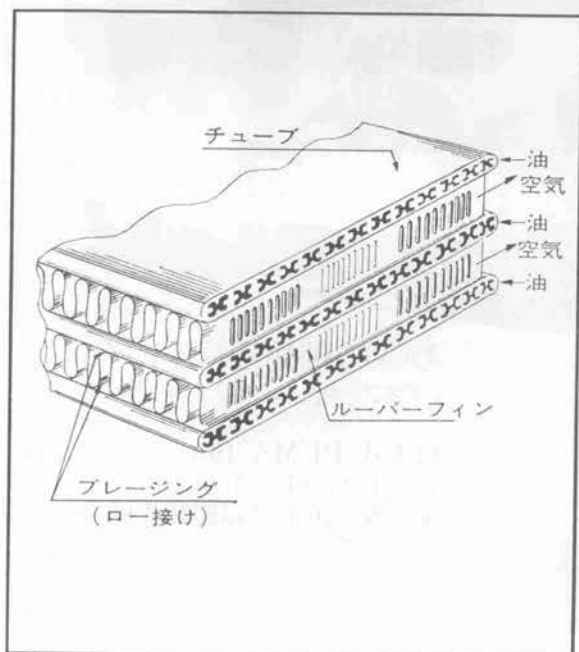
本邦取扱店
極東貿易株式会社
建設機械第一部第二課

本店: 〒100-91 東京都千代田区大手町2-2-1
(新大手町ビル7階) ☎03(244)3810
支店: 札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡

TAISEI

大手建設機械メーカーへ 多くの実績を持つ 空冷オイルクーラーシリーズ

— 低価格・高性能・軽量 —



200[□]~900[□]までの多種類・納期迅速材質が総アルミ製なので、軽量で耐圧、耐蝕に優れている。

営業品目 油圧・潤滑用サクション、低、中、高圧、リターン等各種フィルター、水冷、多管式オイルクーラー(自社製ローフィンチューブ組込)強制潤滑装置。



大生工業株式会社

本社工場 東京都板橋区若木2-32-2 174
☎東京(03)(934)3281(代) テレックス272-2880
宇都宮工場 栃木県那須郡南那須町大字南大和久字早坂984-21 321-05
☎南那須(028788)7211 テレックス3546-295

明和

振動ローラ

両輪・駆動・振動

新製品

タイヤローラ

MT-30型
小型3ton



ステアリング軽快・サイド転圧可能
MVR-30型 3.0t
MVR-25型 2.5t
MVR-11型 1.1t



バイブロプレート

アスファルト舗装
表面整形

P-120kg
P-90kg
P-80kg
P-60kg
VP-70kg



ハンドローラ

上下回転式ハンドル
MRA-65型 0.65t
MRA-85型 0.85t
全油圧
(特許出願中)



(カタログ進呈)

バイブロランシマ

道路・水道・瓦斯管
電設・盛土・埋戻し

RA-120kg
RA-80kg
RA-60kg

《防音型》



株式会社 明和製作所

川口市青木1丁目18-2 千332

本社・工場 Tel. (0482) 代表(51)4525-9
大阪営業所 Tel. (06) 961-0747-8
福岡営業所 Tel. (092) 411-0878-4991
広島営業所 Tel. (0822) 93-3977(代)・3758
名古屋営業所 Tel. (052) 361-5285-6
仙台営業所 Tel. (0222) 96-0235-7
札幌営業所 Tel. (011) 822-0064

軟弱地での作業を変えます

大形湿地ブドーザD7G

[軟弱地での稼働範囲が広い]

- 接地圧0.43kg/cm²(865mmのカーブアベックシュー)
- 15SBWスクレーパとのセットでもqc=4程度まで作業が可能。

[余裕あるパワー]

- トラクション係数が0.63(qc=3~5の場合)でけん引力が大きい。15SBWスクレーパとのセットでも余剰けん引力が大きいので余裕をもって行えます。*トラクタの最大けん引力(12,250kg)とスクレーパの走行抵抗(4,670kg)の差。

[盛土の質の向上が図れる]

- 15SBWスクレーパ(15m³)とのマッチングは抜群。
- こね返しが少ない。
- わだちが浅いので転圧効果もよく土の支持力が增加。

[雨あがりの待ち時間を短縮]

- 降雨後の待ち時間を大巾に短縮(関東ロームの場合、従来は降雨量20mmで2~3日の休車。D7G湿地ブドーザと15SBWスクレーパの場合、降雨後1日程度で作業が可能。)

軟弱地での大土量運搬には

CAT D7G湿地ブドーザと

コグド15SBWスクレーパの組合せが抜群

稼働範囲が一段と広くなりました。

コグド15SBW スクレーパ

空車重量	12,500kg
ボウル容量	15m ³ (山積)
操作方式	油圧式

D7G(湿地車)

ダイレクトドライブ*	
パワーシフト	
総重量	22,450kg★ 22,550kg
フライホイール出力	203ps
接地圧 (ブレード付) (単体)	0.43kg/cm ² 0.35kg/cm ²



Copyright © 1997 by CAT, Caterpillar Tractor Co. All Rights Reserved.

お客さまのための運動です

CR 運動

良い機械の選定・合理的な機械の維持管理・正しい運転操作…この3つの基本から、お客さまの利益をいっそう大きくするための運動です。くわしくはセールスマンにおたずねください。

キャタピラー三菱

本社・工場 神奈川県相模原市田名3700 〒229 ☎(0427)62-1121
直納海外部 東京都港区北青山1-2-3(青山ビル12F) 〒107 ☎(03)478-3711

東関東支社 ☎ 柏 (0471)31-1151 東海支社 ☎ 安城 (0566)78-1111
西関東支社 ☎ 八王子 (0426)42-1111 近畿支社 ☎ 茨木 (0726)43-1121
北陸支社 ☎ 新潟 (0252)66-9171 中国支社 ☎ 瀬野川 (0828)13-1111

[特約販売店]

北海道建設機械販売㈱ ☎ 札幌 (011)861-2321
東北建設機械販売㈱ ☎ 岩沼 (0223)2-3111

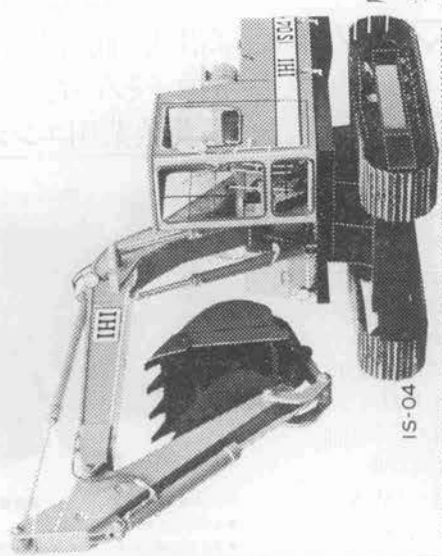
四国建設機械販売㈱ ☎ 松山 (089)72-1481
九州建設機械販売㈱ ☎ 日市 (0292)4-1211
牧港自動車㈱ ☎ 新潟 (096)68-4175

資料
請求券
建機2-2

●建機事業部取扱品目 / クローラクレーン(エ
キスカベータ) / ホイールクレーン / トラッククレー
ン / 油圧ショベル / バッシャープラント / コンクリ
ートミキサ / シールド掘進機 / トンネル掘進機 /
くい打機 / くい打車 / 定置式コンクリートポンプ
/ コンクリートポンプ車 / 局部扇風機



結局、メカがものを言う。



IS-04

ミニも大型も、それぞれの操作性と実力
長く使えば使えば、力強さやタフさ、使い良さに新し
い発見がある……こういうものこそ、すぐれた機械とい
えましょう。IHIの油圧ショベルはまさにその要請にお

応えます。それも、建機づくりの長い伝統と、常に最
先端をゆく技術から生まれる「メカ」があるからです。
目に見える部分、見えない部分、どんな機構にも最善
をつくし、その姿勢が現場に生きています。
ミニバックホーから、大型まで、IHIの油圧ショベルシ
リーズは、あらゆる現場の、あらゆる工事の主役です。

油圧ショベル-ISシリーズ

モデル名	標準バケット 容量 (山積 m ³)	エンジン出力 (ps / rpm)	全装置重量 (t)
IS-010	0.1	20 / 2,200	2.60
IS-014	0.14	28 / 2,000	3.20
IS-025	0.25	49 / 2,150	6.30
IS-04	0.46	93 / 2,000	10.65
ISL-05	0.5	93 / 2,000	13.40
IS-07	0.7	95 / 2,000	18.50
375B	0.85	120 / 1,750	20.00
IS-12	1.2	150 / 1,800	29.10



石川島播磨重工業 建機事業部

〒104 東京都中央区八重洲2-9-7(石洲ビル) ☎03(277)3935

北海道営業所 ☎(011)281-3061 / 東北営業所 ☎(022)712-2461 / 北陸営業所 ☎(0764)21-8825 / 関東営業所 ☎(03)277-3945 / 中部営業所 ☎(0569)49-2881 / 近畿営業所 ☎(06)251-7871 / 中国四国営業所 ☎(0822)21-4713 / 九州営業所 ☎(092)503-1855

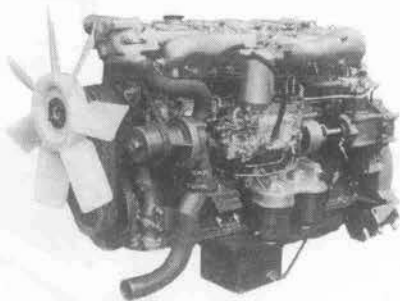


金髪なびかせた、機敏なサル。
木から木へと、力強く跳んでいく。

《キンイロタマリン編》

ふさふさした、美しい黄金色の毛を全身すっぴりつみこんで登場したのが本日のスター、キンイロタマリンです。ブラジルの熱帯ジャングルに住み現存する動物の中では、もっとも美しいといわれます。ただ、ちょっと意識過剰な味でヒマさえあれば、たてかみの手入れをしているとか。とはいっても、この金髪サルくんの得意技は生い茂ったジャングルの木から木へヒョイヒョイ移っていく、すばらしい跳躍力。おっとりしているようで、なかなかすばしいんです。敏感といえば、三菱の産業用エンジンも同じ。ビル工事、あるいは山間地での工事に産業機械の心臓として、作業をす早くキャッチし安定した性能、耐久性をもって活躍しています。全22タイプ、条件に合わせてお使いください。

高出力・低燃費・低騒音と
3拍子そろった
三菱産業用エンジン。



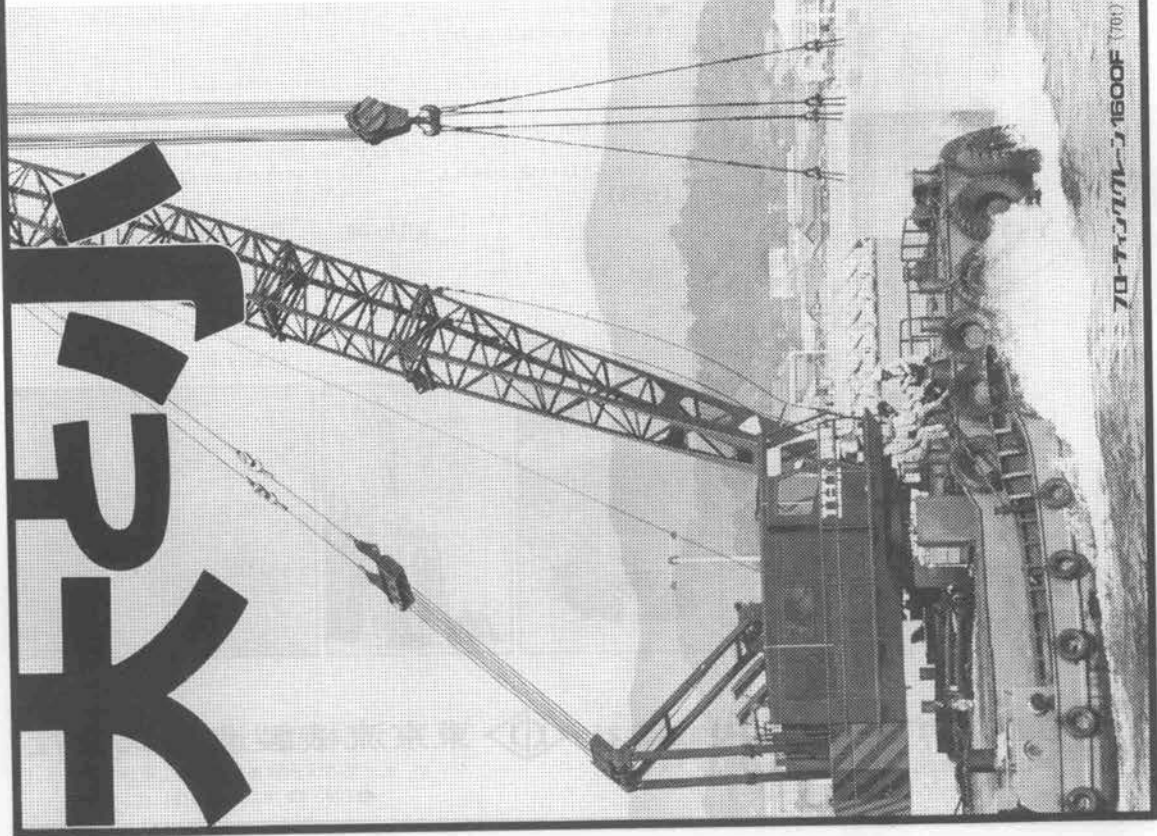
- 〈あらゆる分野に活躍している三菱産業用エンジン〉
- 大型から小型にいたる各種エンジン。
 - 多年の実績の結晶である技術の信頼性、耐久性、経済性。
 - 全国に網をひらげた完備なアフターサービス。

“豊富なエンジンからお選び下さい”

機種	型目	総排気量(cc)	重量(kg)	出力(ps)	回転数(rpm)
ディーゼルエンジン	KE65	3,473	330	58	2500
	4DP50	2,659	255	60	3000
	6DP50	3,988	370	80	3000
	6DS30	5,103	425	96	2500
	6DS70	5,430	425	105	2500
	6DI0	5,974	480	110	2500
	6DI1	6,754	525	115	2200
	6DI4(直噴)	6,557	490	117	2500
	6DB10	8,553	750	130	2000
	6DB10T	8,553	790	170	2000
	6DC20	8,955	765	140	2200
	6DC20(直噴)	10,369	950	165	2200
	8DC20	13,273	900	210	2200
	8DC40(直噴)	13,273	900	207	2200
8DC60	14,886	920	240	2200	
8DC780(直噴)	14,886	920	240	2200	
8CT201	13,273	1100	260	2200	
10CT40	18,404	1200	310	2200	
10C60(直噴)	18,404	1200	310	2200	
ガソリンエンジン	7022	0,171	72	15	3600
	4041	1,378	178	38	3600
	ME24F	0,359	74	12	3600

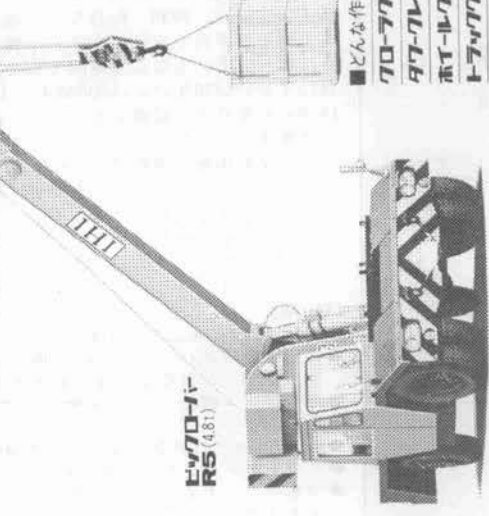
三菱産業用エンジン
三菱自動車工業株式会社
(産業エンジン課)

東京都港区芝5-33-8 千108 ☎東京03(455)1011
工場：東京・京都・水島



その「両極」が、幅広い技術を物語ります。

大の代表は、一例えば150トン吊りのMC-8150トラッククレーン、125トン吊りの1600クロークレーン、さらに70トン吊りのクレーンと浚業作業を兼ねる1600F兼用機も海上での大型機。小の代表は狭い現場で吊りながら走るユニークなビックローバ。今へも多様化してきました。IHIは、小型から中型・大型までを、あらゆるタイプの工事に、最先端をいっ先駆けて、高い性能と操作性を發揮しています。の現場の要請へ



- 建機業者が取り扱う品目 クロークレーン(エキスカベータ)、ホイールクレーン、トラッククレーン、油圧ショベル、バックホウ、コンクリートミキサ、シート掘削機、メタル掘削機、各種掘削機、ポンプ、くい打機、くい打車、定置式コンクリートポンプ、コンクリートポンプ車、局部昇降機
- どんな作業もカバーするクレーン・シリーズ
- | | |
|----------|----------------------|
| 70-TL-J | 最大吊り上げ荷重20 - 125トン |
| 97-TL-J | 最大吊り上げ荷重9トン、10トン |
| ホートルTL-J | (最大吊り上げ荷重4.8トン) |
| 1-TL-J | (最大吊り上げ荷重35 - 150トン) |
| 作業船 | (最大吊り上げ荷重35トン、70トン) |

IHI

石川島播磨重工業

建機事業部
〒104 東京都中央区八重洲2-9-1 石川ビル ☎03(277)3935

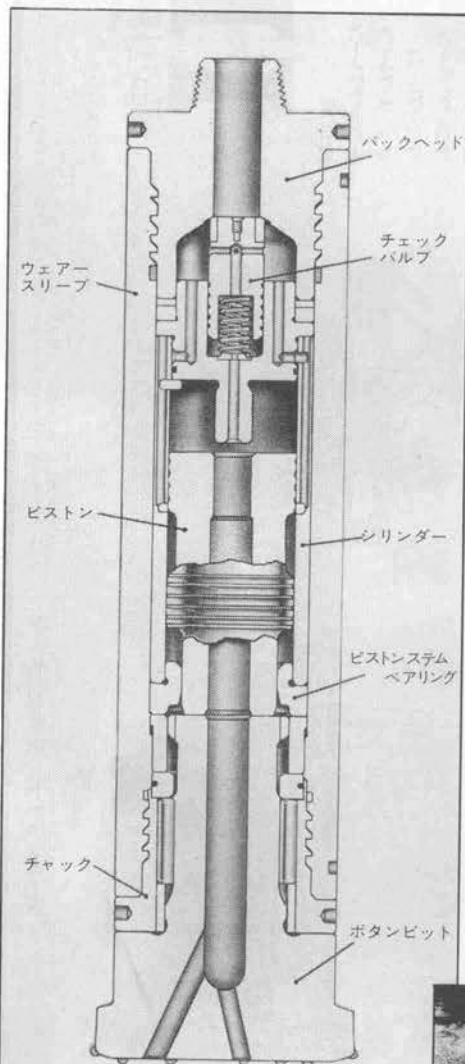
北海道営業所 ☎011(281)2061 東北営業所 ☎023(272)9481 北陸営業所 ☎074(21)8825 関東営業所 ☎031(277)3945
中部営業所 ☎056(45)2881 近畿営業所 ☎06(75)7871 中国四国営業所 ☎0822(21)4713 九州営業所 ☎092(863)1855

70-TL-J MC-8150F (70)

ドリル界の革命

Ingersoll-Rand SUPER DRILLS

世界最大のダウンホールドリル



〔ハンマー断面図〕

〔スーパードリルとアラスカパイプライン建設〕

世紀の大工事アラスカパイプライン計画の為に、インガソールランドでは世界最大のダウンホールドリルを完成しました。アラスカパイプラインでは土、砂利、転石などが混ったコンクリートの様に硬い永久凍土層を効率良く穿孔することが要求されました。しかも作業条件は時には-51度にもなる北極圏でした。この様な状況にもかかわらず、1975年から1976年にかけて70000本に上る610φmmのバイル孔を11mから19.8mも穿孔する必要があり、しかも、正確な穿孔を要求されました。この要求に答え21台のスーパードリルDHD-124はロータリーやオーガーでは穿孔困難な地質で、これらに比べ2~3倍の穿孔速度を実証し、アラスカで遭遇したあらゆる地層に於いて成功を取め、見事にこの難工事を完成させました。現在アメリカでは、このアラスカでの実績を基に、ダウンホールドリルの利点を生し広く土木工事等に競って利用され、今迄のドリル法では考えられなかった程の短期間で工事を完遂しております。

〔特徴〕

- 1回で762φmm迄の大口徑をワンパス穿孔できます。
- 従来の多筒式ハンマーに起り勝ちな、岩の状態によって全部のハンマーが均一に打たない等のトラブルが全くありません。
- バルプレス構造(エアの切換バルブがない)の為効率が良く、又信頼性も高い。
- 毎分700回の打撃数で強力かつ迅速に硬岩を破砕します。
- ダウンプレッシャーが少ないため穴曲りが少ない。
- ウォーターチェックバルブが組み込まれている為水中でも全く支障がありません。
- アラスカパイプラインや各種の土木工事に使用され十分な実績がある。

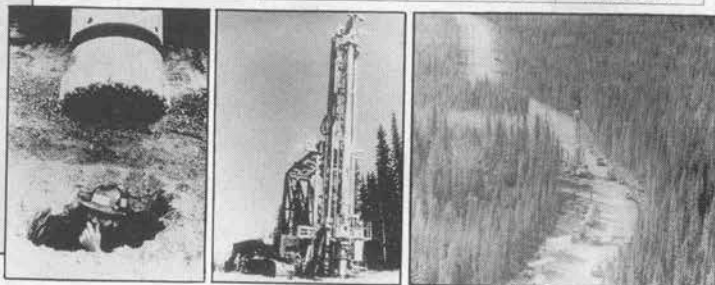
〔スーパードリルの強力コンビ〕

——インガソールランドのポータブルコンプレッサー——

エアードリルで完全な成功を得るには十分な吐出量と圧力を持つコンプレッサーの使用が絶対条件です。インガソールランドでは吐出量2.3m³/min~142m³/minまで、圧力は7.0kg/cm²~28kg/cm²までのポータブルコンプレッサーシリーズを全世界へ供給しております。*スーパードリルには常に強力なコンビとして利用されております。

〔仕様〕

	DHD-120	DHD-124	DHD-130
孔 径 (mm.)	508	610	762
全長(含ビット) (mm.)	2440	2440	2440
外 径 (mm.)	457	533	686
重 量 (kg.)	2020	2906	5130
打撃数 (Blows/min.)	700	700	700
空気消費量(m ³ /min.@kg/cm ²)	67.8@8.75	67.8@8.75	76.4@8.75



1971-2071



日本インガソール・ランド株式会社

CENTURY II

〒106 東京都港区西麻布1丁目2番地7号(第17興和ビル)

☎(03) 403-0641-9



東京流機製造株式会社

本 社 東京都港区西麻布1-2-7 (第17興和ビル)

☎106 ☎(03) 403-8181(代)

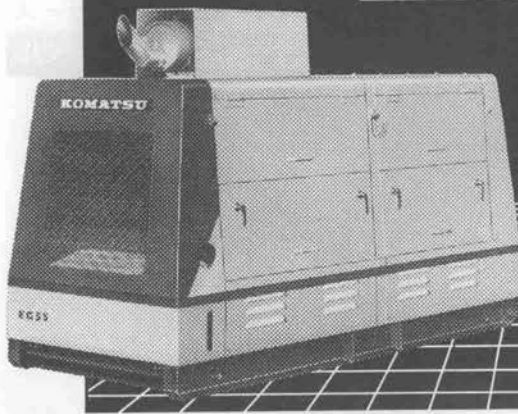
良いものを選び、上手に使って、大いに稼ごう。コマツマルUはお客様の繁栄を願う総合サービス制度。全国のコマツネットワークがお手伝いいたします。



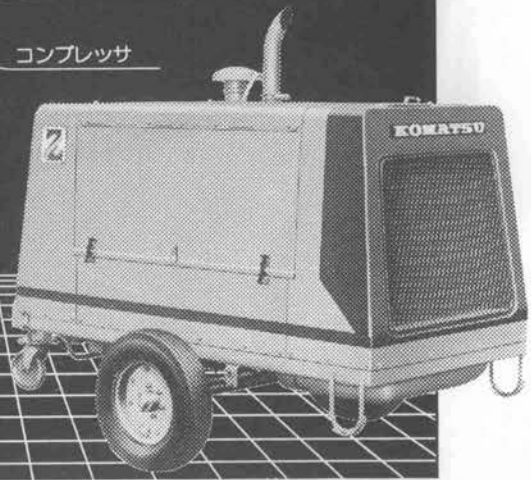
コマツの 新しい仲間。

ディーゼル発電機

コンプレッサ



EG55



EC50Z

あの“コマツのエンジン”を採用
信頼性抜群の仲間たちです。

豊かな環境づくりをめざして——

コマツは数多くの建設機械をつくっている、いわば建設機械のデパートです。最も望ましい環境づくりに役立つ製品を、つねに提供しつづけています。建設工事現場に欠かせない各種機器の充実も課題のひとつ。すでに、コマツでは、豊富な経験と技術の総力を結集して、ディーゼル発電機EGシリーズとコンプレッサECシリーズを発売しております。しかも、工事中の

環境にも充分配慮をほどこした「防音タイプ」も含めて一挙に全機種が勢揃い。どちらも、耐久性・信頼性では折り紙つきのコマツのエンジンを搭載した最新鋭機です。優れたバランス、とびぬけた操作性・安全性、斬新なデザインなどはコマツならではの。さらに全国650のコマツネットワークが、あとあとまで機械を見守ります。ディーゼル発電機とコンプレッサが仲間入りして、いちだんと充実したコマツ—みなさまの身近なところでお役に立っています。

- ディーゼル発電機EGシリーズ〈全16機種〉
- ブラシレス交流発電機を採用(EG45以上)

機 種	EG15	EG30	EG45	EG55	EG75	EG100	EG150	EG175
出力(KVA)	13	27	45	55	75	100	145	175
電 圧(V)	220	220	220	220	220	220	220	220
機 種	EG200	EG300	EG15S	EG30S	EG45S	EG55S	EG75S	EG100S
出力(KVA)	200	300	13	27	45	55	75	100
電 圧(V)	220	220	220	220	220	220	220	220
	440	440						

(Sは防音・60Hzの場合)

- コンプレッサECシリーズ〈全12機種〉

- 耐久性抜群のベーンタイプとZスクリュタイプ
の2タイプ。(Sは防音コンプレッサ)

機 種	EC35V	EC50V	EC105V	EC170V	EC260V	EC50Z	EC75Z
タイプ	ベーンタイプ					Zスクリュタイプ	
空気量m ³ /min	3.5	5.0	10.5	17.0	25.5	5.0	7.5
機 種	EC35S	EC50S	EC105S	EC50ZS	EC75ZS		
タイプ(防音型)	ベーンタイプ				Zスクリュタイプ		
空気量m ³ /min	3.5	5.0	10.5	5.0	7.5		

日本のコマツ・世界のコマツ

小松製作所

〒107 東京都港区赤坂2-3-6 ☎ 03(584)7111

北海道支社 ☎札幌011(661)8111 中部支社 ☎一宮0586(77)1131 中国支社 ☎五田市0829(22)3111
 東北支社 ☎仙台0222(56)7111 大阪支社 ☎大阪06(864)2121 九州支社 ☎福岡092(641)3111
 北陸支社 ☎新潟0252(66)9511 四国支社 ☎高松0878(41)1181
 関東支社 ☎横浜0485(91)3111 東京支社 ☎東京03(584)7111

逞しさに一段と磨きをかけて。

油圧ショベルの開発を手がけて以来、数々の実績を持つ

加藤製作所が、現代にマッチしたハイメカニズムと、

逞しいパワーを秘めた画期的な0.7m³の決定版!!

HD-700G《全油圧式》ショベルを開発しました。

厳格なまでの「機能、品質主義」から生まれた

カトウのショベルは性能、スタイルともに一新。

強力な掘削力、優れた操作性、居住性など

すべての面においてパワーアップをはかり、

逞しさに一段と磨きをかけました。

バケット容量……0.7m³
最大掘削深さ……6.4m
エンジン出力……105ps
全装備重量……18.7t



HY-DIG[®] シリーズ
《全油圧式》ショベル

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1-9-37
(電140) ☎(471)8111(大代表)
営業本部 東京都港区虎ノ門1-26-5
(電105) (第17森ビル) ☎(591)5111(大代表)

昭和53年2月号 PR 目次

	— A —	
朝日電機 (株).....		後付 12
	— C —	
キャタピラー三菱 (株).....		後付 26
クリステンセン・マイカイ (株).....		” 14
	— D —	
ダルダ通商 (株).....		後付 8
	— F —	
古河鋳業 (株).....		後付 22
	— G —	
ゼネラルロード イクイブメント セールス (株).....		後付 13
	— H —	
林バイブレーター (株).....		後付 10
日立建機 (株).....		表紙 4
	— I —	
石川島播磨重工業 (株).....		後付 27・29
	— J —	
ゼムコ インタナショナル (株).....		後付 3
	— K —	
(株) 加藤製作所.....		後付 32
極東貿易 (株).....		” 23
(株) 栗本鉄工所.....		” 21
久留米建設機械専門学校.....		” 2
(株) 神戸製作所.....		” 17
(株) 小松製作所.....		” 31
	— M —	
マルマ重車輛 (株).....		後付 4
丸友機械 (株).....		” 1
三笠産業 (株).....		” 9
三井造船アイコム (株).....		表紙 3
三井造船 (株).....		” 3
三菱自動車工業 (株).....		後付 28
明昭 (株).....		” 14
(株) 明和製作所.....		” 25
	— N —	
内外機器 (株).....		後付 5
(株) 南星.....		” 1
日工 (株).....		” 18
日鉄鋳業 (株).....		” 6
日本インガソールランド (株).....		” 30
(株) 日本建機サービス.....		” 2
	— S —	
スーパー工業 (株).....		後付 16
住友重機械建機販売 (株).....		表紙 2
	— T —	
大生工業 (株).....		後付 24
(株) 東京鉄工所.....		” 7
東洋カーボン (株).....		” 15
(株) 東洋内燃機工業社.....		” 11
特殊電機工業 (株).....		” 20
	— W —	
(株) ウォーターマン.....		後付 15
	— Y —	
山田機械工業 (株).....		後付 19

三井 ランドメイト HL707



ゆとり
すべてに余裕
大地の頼もしい仲間

小形ホイールローダーのバイオニアである三井造船が、長年の実績とユーザーの皆さまのご要望をもとに完成した707は、「すべてに余裕」を相言葉に、0.5-0.6m³クラスと同等の外形寸法ながら大形なみのメカニズムと耐久性をそなえた0.7m³クラスの実力派ショベルです。

HL707の特長

- 燃費も経済的な50馬力 空冷ディーゼルエンジン
- 軽い踏力で確実な制動力、水・泥に強い、このクラス初めての四輪ディスクブレーキ
- 余裕あるパワーをフルに引出す、運転容易なパワーシフト
- このクラス最小の回転半径3.8m
- 最高時速30km/hもこのクラスで随一
- スライド油圧ロック付のバックホウが取り付けられます

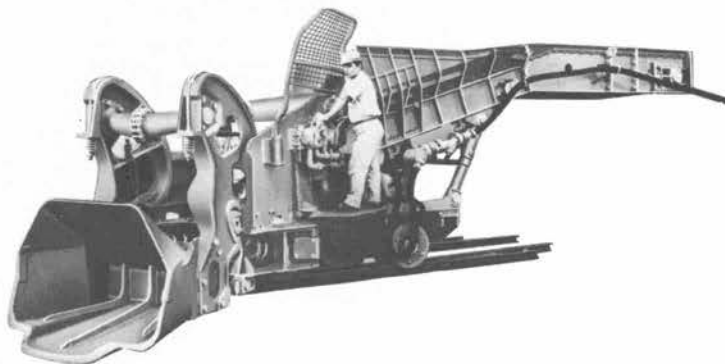
人間と技術の調和に挑む
M 三井造船

建設機械事業部
〒104 東京都中央区築地5-6-4
電話03(544)3755

取扱店 三井物産機械販売サービス(株)・中道機械産業(株)・中道機械(株)・(株)中道機械・ツバコー菱重機械販売(株)5社の本社・営業所

三井アイムコの RS200 **ロッカーショベル**

世界最大の全断面掘進用



清水建設・青函トンネルで好評稼働中。

海外各地からも引合いが寄せられています。

- バケット容量 1.0m³
- 重量 22.5ton
- ズリ取り巾 6m
- 8m²大型鋼車に積込み可能

RSシリーズ	バケット容量
RS95A	0.6m ³
RS85A	0.4m ³
RS55	0.23m ³

主要納入先：清水建設・青函三岳工区作業所殿／飛鳥建設・手取川作業所殿／コストリカ開発公社殿他



三井造船アイムコ株式会社

東京都中央区築地 5 - 4 - 14 Tel.03(544)3338

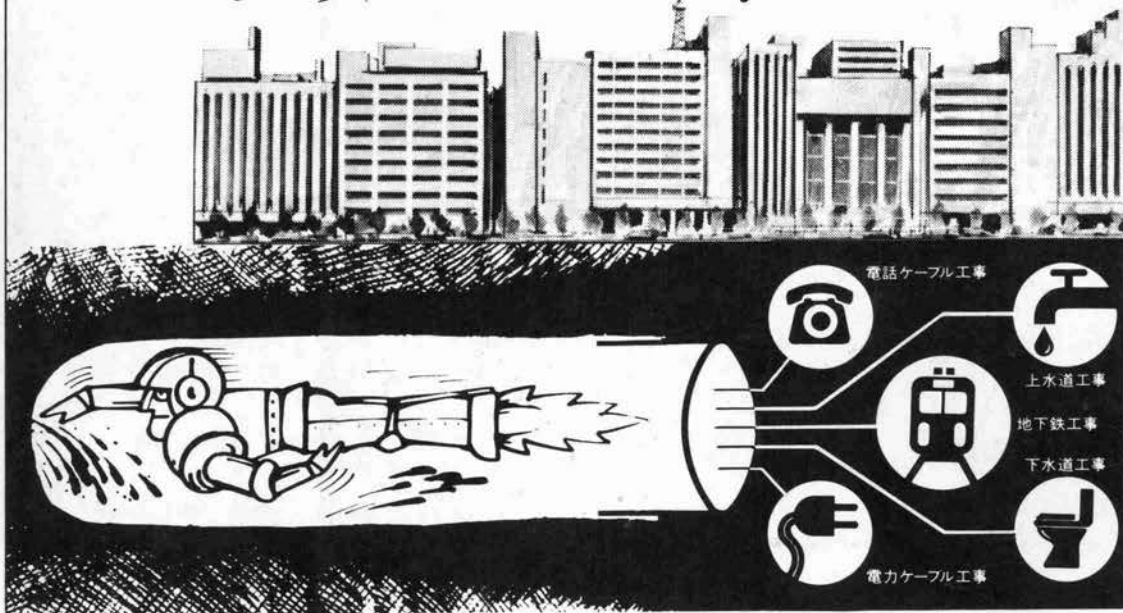


技術の日立

ますます深まる地下とのつながり

たくましく掘り進む

ミスター シールドマン



トンネル工事の安全施工 省力化、工期短縮に活躍。

地下鉄工事、都市環境整備のための上下水道工事や洞道工事など、ますます地下との結びつきが深まっています。日立では、複雑多岐にわたる日本の地質を、安全に効率よく掘り抜くため、地質条件、現場条件に合わせた豊富な機種を開発。すでに各地の現場で優れた実績を残しています。トンネル工事の省力化、安全施工、工期短縮にぜひご検討ください。

—— 現場条件に合わせてお選びください。 ——

●手掘式シールド

開放型 / セミブラインド型 / ブラインド型

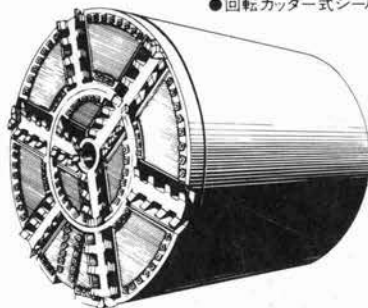
●掘削機付シールド

ミニジョン掘削機付 / マイクロジョン掘削機付
マイクロディグ積込機付

●回転カッター式シールド

開放型 / 半開放型 / 密閉型 (密閉加圧・泥水加圧)

●回転カッター式シールド



日立シールド掘進機



日立建機株式会社

東京都千代田区内神田1-2-10
〒101 TEL (03)293-3611(代)

「建設の機械化」

定価 一部 四五〇円

本誌への広告は



■一手取扱いの株式会社共栄通信社

本社 〒104 東京都中央区銀座8の2の1(新田ビル) TEL 東京(03)572-3381(代)
大阪支社 〒530 大阪市北区西天満3-6-8 豊屋ビル3階 TEL 大阪(06)362-6515(代)

雑誌 3367-2