

# 建設の機械化

1991 **3**  
日本建設機械化協会

トンネル特集



ボーダレスショベル  
SK007 BORDERLESS  
—株式会社 神戸製鋼所—

# 土の穴掘りなら全ておまかせ下さい!!

(特許申請中)

## マルゼン・ハイネス・アースドリル



- マルゼンハイネスアースドリルは、米国ハイネス社との提携により発売された画期的な製品です。
- 小型・軽量・操作が簡単、しかも従来のポータブルアースドリルでは考えられない驚異的な性能を有します。
- 操作は一人で楽に扱えます。
- 性能 深さ：縦穴7mまで、横穴：14mまで  
穴径：38φ～400φまで
- 用途 建柱、支柱の穴掘りに  
フェンス、棚の穴掘りに  
植樹、造園土木の穴掘りに  
水道、ガス管の埋設工事の横穴あけに  
道路横断のパイプ埋設に  
その他土への穴掘りなら全て御利用出来ます。



## 丸善工業株式会社

本社 静岡県三島市長伏155-8番地  
TEL.0559-77-2140  
営業所 札幌・仙台・三島・大阪・福岡

### 最新鋭機

国産最大級・全油圧式クローラドリル

## CDH-951C

世界で初めて搭載！  
ジャーミングフリーシステム  
(逆打撃装置)内蔵  
大口径・長孔ドリリング(φ127mm・25m)  
高压コンプレッサ搭載。

主要諸元

- ビットゲージ……………89～127mm(3½～5")
- 使用ロッド……………51R×3.66m
- ロッドチェンジャー……………格納本数6本
- 装備重量……………15,000kg
- エキステンダブルブーム……………900mm

### 東京流機製造株式会社

- 営業部/営業促進部  
〒106 東京都港区西麻布1-2-7(第17興和ビル7F)  
☎03-3403-8181(代)
- 本社/工場  
〒226 横浜市緑区川和町50-1 ☎045-933-6311(代)
- 営業所 仙台/東京/大阪/広島/福岡



## 平成3年度

### 1級・2級 建設機械施工技術検定試験の実施について

(建設業法に基づく建設機械施工技士になるための試験)

建設業法第27条の2に基づく指定試験機関として、平成3年度の標記技術検定の学科試験及び実地試験を行います。合格者には、建設大臣から合格証明書が交付され、1級又は2級建設機械施工技士になることができます。

社団法人 日本建設機械化協会

- 学科試験 平成3年6月23日(日)
- 実地試験 平成3年8月下旬～9月下旬 (学科試験合格者及び学科試験免除者が受験できます。)
- 申込受付期間 平成3年4月1日(月)～4月15日(月)
- 申込用紙及び受験の手引の請求先 1級620円、2級520円  
郵便で請求の場合は、送料共1級800円、2級700円(切手不可)。1級又は2級建設機械施工技術検定試験申込用紙請求と明記してください。  
当協会本部及び各支部並びに(社)沖縄建設弘済会等で取扱います。
- 関係の皆様へご周知方お願いいたします。

JCMA

# 建設の機械化

1991年 3月号

# 建設の機械化

## 1991.3

No.493



◆巻頭言	最近の道路トンネルについて……………	三 谷 健	1
◆トンネル特集			
	トンネル工事の現状と展望……………	岩 井 勝 彦	3
	鉄道・道路併用沈埋トンネル計画—大阪港海底トンネル……	片 岡 真 二	8
	未固結火山性地山をRJFP工法で掘進 —東名改築・所領第1トンネル……………	谷 信 弘	16

### グラビヤ—最近のトンネル工事

	砂礫層を大断面泥水式シールドで掘進 —営団地下鉄7号線王子三工区……………	渡 辺 作 一・加 藤 信 介	25
	風化花崗岩層を大断面泥水式シールドで掘進 —福岡市高速鉄道1号線延伸部 ……………	山 崎 福 市・安 田 秀 幸・児 玉 豊・三 好 信 行	32
	「開かずの国道」を拓く—雁坂トンネル……………	穂 刈 利 夫	38
◆ずいそう	四 季……………	京 極 和 典	48
◆ずいそう	今昔雑感……………	大 月 正 雄	50
	トンネル三次元測量システムの開発 —レーザ光線を利用したトンネル測量—……………	仲 野 孝 一	52
	硬岩掘削用大型ロードヘッダの開発 ……………	高 木 正 信・登 坂 和 平・金 田 勉	56
◆'90 建設機械の現状			
	6. 舗装機械		
	6.1 アスファルト舗装機械……………	高 野 漠	61
	6.2 コンクリート舗装機械……………	高 野 漠	65



7. 維持修繕および除雪機械	近藤 治久	67
◆部会研究報告		
建設機械に関する安全研究会報告(1)	建設業部会・製造業部会	72
◆新工法紹介 05-26 テクソル・グリーン工法/05-27 テクソル工法/		
05-28 ドレーンパイプ工法	調査部会	80
◆文献調査 連続採炭機への最新除塵機の適用/中古のハイマック		
社製パワーショベルが海中で浚渫作業に活躍/正確に海洋金属鉱		
床を調査するためのリモート鉱床探査ドリルとその使用方法	文献調査委員会	83
◆整備技術 排気浄化装置の整備	整備部会	85
◆統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	調査部会	89
行事一覧		90
編集後記	(林田・加藤・永井)	92
◆トピックス		37

◇表紙写真説明◇

ボーダレスショベル  
SK 007 BORDERLESS  
株式会社 神戸製鋼所

住宅建設工事やそれに付帯する管工事などの小規模建設工事では、狭隘な現場が多く、時として掘削深さなどの掘削性能とは別に、車幅という狭隘地性能が求められることが多い。

本機は、クローラ幅を自由に変えられる「自動伸縮システム」を備え、700 kg 級ショベルの掘削性能を持ちながら、450 kg 級ショベルの狭隘地性能も

合せ持つ 700 kg 級と 450 kg 級の「仕事の境界」を越えたボーダレスショベルである。

<主な仕様>

輸送時重量	730 kg
バケット容量	0.02 m <sup>3</sup>
最大掘削深さ	1,560 mm
最大ダンプ高さ	2,010 mm
走行速度	3.7/2.0 km/hr
旋回速度	9.1 rpm
エンジン出力	8/2,550 PS/rpm
輸送時全長	2,715 mm
輸送時全幅	680/900 mm
輸送時全高	1,310 mm
後端旋回半径	800 mm
最低地上高さ	160 mm

## 機 関 誌 編 集 委 員 会

### 編 集 顧 問

加藤三重次	本協会名誉会長	本田 宜史	古河機械金属(株)機械本部付・ 建機本部付部長
長尾 満	本協会会長	中島 英輔	本州四国連絡橋公団企画開発部長
浅井新一郎	首都高速道路公団理事長	寺島 旭	本協会技術顧問
上東 広民	本協会建設機械化研究所長	石川 正夫	前佐藤工業(株)
桑垣 悦夫	丸誠重工業(株)取締役副社長	神部 節男	前(株)間組
中野 俊次	酒井重工業(株)常務取締役	伊丹 康夫	(株)トデック相談役
新開 節治	(株)西島製作所技術部担当部長	斎藤 二郎	前(株)大林組
田中 康之	(株)エミック代表取締役社長	大蝶 堅	東亜建設工業(株)顧問
渡辺 和夫	本協会専務理事	両角 常美	(株)港湾機材研究所顧問
		塚原 重美	前鹿島建設(株)技術研究所

編集委員長 後 藤 勇 建設省建設経済局建設機械課長

### 編 集 委 員

遠藤 元一	建設省道路局有料道路課	金子 勝	三菱重工業(株)建機部
林田 光雄	農林水産省構造改善局 建設部設計課	桑島 文彦	新キャタピラー三菱(株) 商品開発部
吉澤 和美	通商産業省資源エネルギー庁 中央環状線調査事務課	内山 脩	(株)神戸製鋼所建設機械事業部 営業促進部
吉本 靖俊	運輸省港湾局技術課	平田 昌孝	(株)間組機電部
藤崎 正	日本鉄道建設公団設備部機械課	加藤 実	(株)大林組機械部
青木 功	日本道路公団施設部施設建設課	杉本 邦昭	東亜建設工業(株)技術本部機電部
小松 信夫	首都高速道路公団第二建設部 中央環状線調査事務所	石崎 焜	鹿島建設(株)機械部
樋下 敏雄	本州四国連絡橋公団工務部設備課	後町 知宏	日本鋪道(株)技術開発部
志田 宜勇	水資源開発公団第一工務部機械課	永井 健	大成建設(株)安全・機材本部 機械部
畑野 仁	日本下水道事業団工務部機械課	森谷 正三	(株)熊谷組営業本部総括部
皆川 勲	電源開発(株)建設部	久保 裕之	清水建設(株)機材技術開発部
青山 幹雄	日立建機(株)技術本部 OEM推進部	久木野慶紀	(株)竹中工務店技術研究所
穴見 悠一	(株)小松製作所技術本部業務部	佐藤 輝永	日本国土開発(株) エンジニアリング本部機電部



巻頭言

## 最近の道路トンネル について

三谷 健

最近新しい道路が造られるか、改良される場合にトンネルや橋の多いルートがふえている。それはそれらのルートが今迄どちらかという地形等の関係から手がつけられなかったところが多いためであろう。日本列島は一級国道という時代から海岸線に沿うか、列島を縦貫する道路がメインであった。それらは日本列島の山脈に平行している道路で比較的平らな所を通っているのが普通である。

これらの道路が一応の整備を見た現在では一般国道で日本列島を横断する道路の整備にとりかかったというのが実情である。そのため山脈を横断する道路が多く、ために地形は急峻で山を越すところが多くなって来た。自然と山につき当ってはトンネルとなり、深い谷を渡るのは橋脚の高い橋となることが多くなる。

この様なルートの選定には今までの様なルート選定の基本とされた切盛りのバランスを先ず考えたルート選定を行うこととは少し考え方を変えなければならない。

切盛りのバランスに加えて構造物に今迄以上に心を配ったルート選定が必要になったといえそうである。

とくにトンネルについていえば1本のトンネルに延長の長いものが目立って多くなっているこれらの傾向は、前述の通り山脈を横切るルートが多いために自ずと長いトンネルになる。長大トンネルになると明りにくらべて延長当たりの単価が高くなる。単価が高くなる要素には大きくは二つある。その一つはトンネルの延長が長くなれば短いトンネルに較べてずりの搬出、材料の搬入、労働者の入退坑の時間、工事中のベンチレーションの費用等々がかさむので長くなればなる程一般に高くなる。又一方の高くなる原因は地質、湧水等の不確定要素により思わぬ出費によって単価が高くなることである。この第2の高くなる要素を出来るだけおさえることが土木技術者に課せられた使命である。そのためには初めに述べた様にルート選定が重要な問題となる。その根本となるのは事前の調査であり、その調査は数学でいうところの必要にしてかつ十分なものでなければならない。トンネルの死命を制するものは地質であり、水であるといっても過言ではない。地質の悪い山でかつ湧水量も多い場合にはメ



ートル当たりの単価が高くなるばかりでなく、工事は困難をきわめ時には危険でさえある。

地質調査は原則的には広域的から局地的に、これにはランドサットの写真ないしは航空写真などからの断層地形を予測し、さらには赤外線解析で地形から広域的に断層又は構造線の方向、存在を予想しての位置にトンネルを掘るか局地的に限定し、更に局地的航空写真で検討することが大切である。一方地質調査には疎から密にとということも原則である。先ずルート附近を広い範囲に亘って地質屋と土木屋が脚で歩き眼で見て地質の露頭の踏査を行う。その結果からどの様な測線で弾性波をかけるべきかをきめて、その弾性波の解析からポーリングポイントをきめて行くことが常道である。それらの結果から大きな断層、構造線を避けてルートを引きことが最もよいルーティングとされる。即ちこのことが疎から密にといったのである。

最近の傾向として相変らず机上で航空写真の図化された地形図のみにたよってルーティングをしてコンサルタントに調査設計を競争入札で出して、受けたコンサルタントはろくに現場を踏査もしないで、いい加減で物探の弾性波の地山速度だけをたよりに調査をしたことにして、設計全体についても地山弾性波の速度のみをたよりに施工面の掘削断面から支保の種類等をきめて単価を出して設計を終われりとしていることは同調しかねる。とくに長大トンネルではこの様なことでひどい目にあっている例はいくらでもある。相当入念にやっても地質の変化は日本のような地形が急峻であるようなところでははげしいのが普通であり、断層などで脆弱な層があり、かつ水が出れば工費はかさみ工事は困難をきわめる。反対に地質の良いところでは工事もたやすく工事の進行も早い。良い例として最近先進導坑の貫通した英仏海峡トンネルでは機械掘削で月進 1,000 m をこえる記録を出したといわれている。このトンネルでは全体の地質がトンネル掘削に最も適しているチョークであることを既に 1880 年代に 4.8 km 掘った経験で知っていた。しかしその後何度か掘る計画があった度に調査を重ねて同じチョークでも最も条件のよいブルーチョークの層を掘るようにルートをとっている。その結果が今日の成功に役立っている。これらの長大トンネルではトンネルルートの決定がその道路全体の死命に関することが多いので、この英仏海峡トンネルの例を手本としてルーティングに慎重でありたい。

# トンネル特集

## トンネル工事の現状と展望

岩井 勝彦\*

### 1. はじめに

ITA の機関誌における最近の誌上インタビューで来るべき 10 年間で日本ではどのタイプのトンネルが最も多く建設される必要があるか、との問いに JTA の福地氏は日本のエネルギー事情が大きくかわらないと仮定すれば過去の統計結果の単なる extrapolation からわかるとおり、日本の道路事情から考えて道路トンネルであるだろうと答えている。図-1 は過去 15 年間にわたる各トンネル工事の延長比率を示したものであるが、確かに道路トンネルは一貫して増加の傾向を示している。水路トンネルは一般に断面が小さく、工事量の比較の点で延長を指標とするのはいくぶん客観性を欠きらいがあるので請負金額の合計で見直してみると、一例として '89 年度では図-2 に示す通り道路トンネルは全体の約 3 割を占めて、水路トンネルを若干凌ぎ第 1 位であることがわかる。勿論、鉄道トンネルでは整備新幹線とかリニアモーターカーの建設計画があるし、地下鉄についても大都市での新線計画、延伸計画も多数存在している。また下水道についてはこれから主として地方都市に普及していくであろうし、最近の地価高騰がさまざまな形での地下利用を一層押し進めていくのは間違いない傾向のように思われる。要するにこれからの近未来におけるトンネル工事の量は全体として増加していくと思われるが、道路トンネルにおいても国土の早急な整備が叫ばれており、当分は key part を占めつづけていくのは間違いないようである。筆者は勿論、現在高速道路トンネルの建設関係に携わっており、上述の観点もあることから、本紙では主として“道

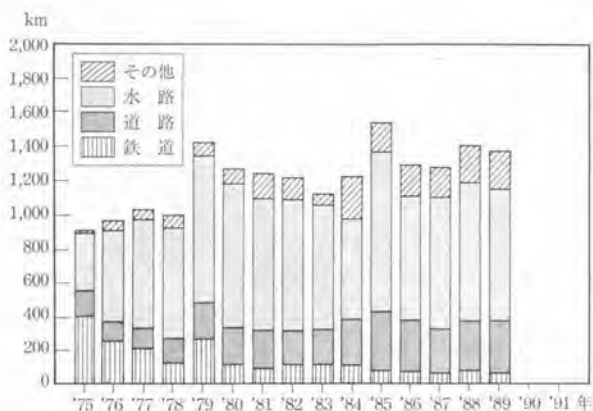


図-1 各トンネルの延長比率の変化



図-2 各トンネルの '89 における請負金額の比較

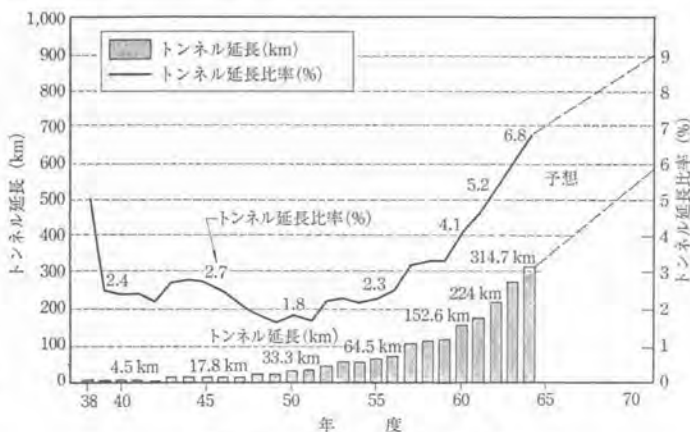


図-3 高速道路トンネル延長推移

\* IWAI Katsuhiko

日本道路公団技術部調査役

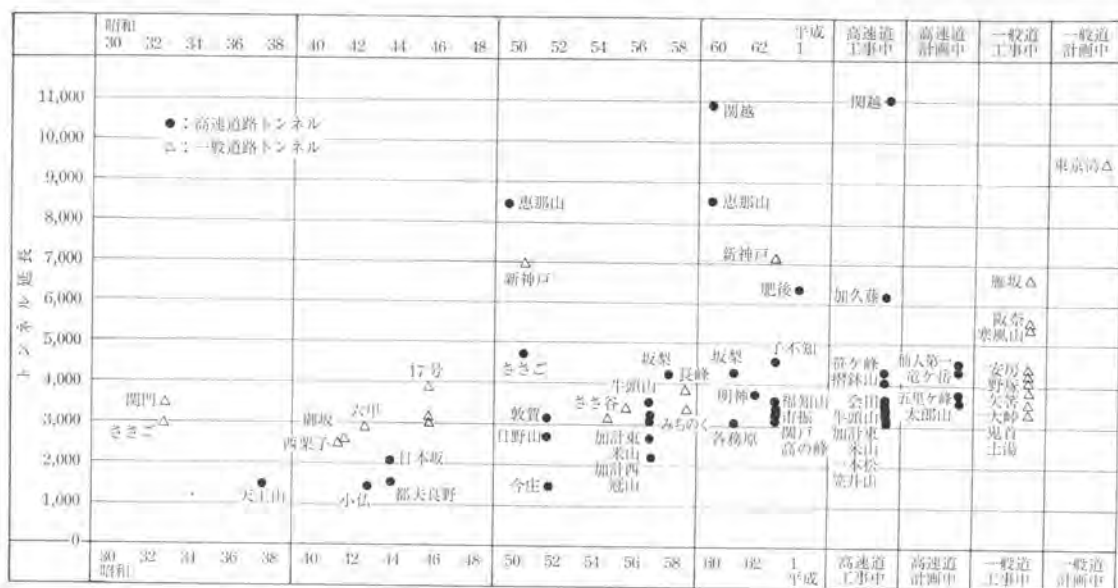


図-4 道路トンネルの長大化

路トンネル工事の現状と展望”という眼での記述になることをここで最初にお断りしておきたい。

図-3 は高速道路においてトンネルの路線に占める延長比率の変化を示したものであるが、'81年頃まで大体2.5%程度で横這いであったものが、それ以降単調に増加し、'89年度現在では路線の実に約6.8%がトンネルであることがわかる。この傾向は今後も続き、路線に占める割合も8%、10%、……と漸増していくことが確実視されている。路線が大都市間平地部から地方都市間山地部へ移行していつているようすがはっきりうかがえるようである。また一方、図-4 は各道路トンネルの完成時(供用時)を横軸に延長を縦軸にプロットしたものであるが、トンネルが次第に長大化しつつある傾向がはっきりと表わされている(図-4において'84年以前は1,500m以上を、'85年以降は3,000m以上の主なトンネルをプロットしたものである)。この長大化の現象も路線が地方部へshiftしていつていることをよく説明しているようである。因みにPIARCのRoad Tunnel技術委員会の長大トンネルの調査結果では3,000m以上の長大トンネルが世界では現在工事中のものを合せて

129リストアップされているが、その内日本41、ノルウェー26、イタリア21(うち四つは隣国とシェア)スイス15(うち一つは隣国とシェア)等々となっており、日本は他国を圧してトンネルのオリンピックであれば金メダルという結果になっている。日本は現在道路トンネルについてはトンネル大国といえるのであるが、将来の需要増を見込めば、この地位は将来的にも不動のものと思われる。逆に我々にとっては世界に先駆けてトンネルの技術をより一層効率化していかなければならない責務を負っているといえるのであるが、このような観点から現在さまざまな技術開発が手がけられている。以下に現状の問題点も含めてその一端を紹介したい。

## 2. NATMの改良およびPost NATMへの模索

道路公団では'83年よりNATMを一般工法として採用し、これまで数多くの実績を挙げてきており、品質のよいトンネルを経済的に施工するのに成功してきている。

図-5 はトンネルのコストの変化を経年的に示したものであるが、NATMによるコストダウンの傾向はおぼろ気ながらこの図から認知できると思われる。勿論NATMにも是正すべき点が多々あるが、特に吹付け時のリバンドによる材料ロスと粉塵による坑内環境の悪化の問題について、通称“NTL”(New Tunnel Lining)という工法を開発中である。この工法の大略は表-1のとおりであるが、現在のところNATMの吹付けコンクリートを単にNTLで置きかえるだけでは、坑内環境の是正

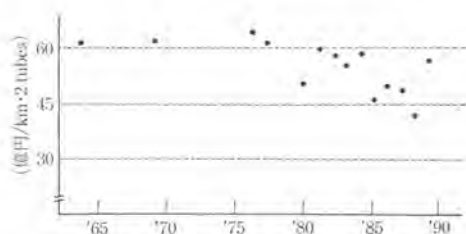


図-5 トンネル工事費の終年変化

表一 NTL 工法の概要

型式	円周方向移動型機	円周方向移動型機	折りたたみ式セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機
機式 打設方式	吹込み	流込み・圧着	流込み	流込み
工法 概要	円周方向移動 エンドレスベルト型機	円周方向移動 圧着式エンドレス ベルト型機	折りたたみ式 セントラル型機	コチ型機

機種の構造および仕様

走行方式：タイヤ式  
走行台車定格出力：50 PS  
総重量：約19t  
総電容量：50 kW (200 V)

走行方式：クローラ式  
走行台車定格出力：125 PS  
総重量：約33t  
総電容量：50 kW (200 V)

走行方式：クローラ式  
走行台車定格出力：60 PS  
総重量：約17t  
総電容量：50 kW (200 V)

走行方式：レール式  
総重量：約30t  
総電容量：50 kW (200 V)

には役立つものの、やはり工費も工期も従来の吹付けコンクリートに対して勝てないようである。また NATM の 2 次覆工はトンネルによってはほとんど荷がかからず化粧巻の機能しか有していないものもあり、この点に着目して PCL 工法 (Precast Concrete Lining) も検討されている。'88 年に関越自動車道の川上トンネルで約 70 m 間にわたって試験施工が行われたが、PCL 板のとり付け用にトンネル縦断方向に設置された中張コンクリートの施工に手間どったり、建て込みもなかなかうまくいかず、直打ちコンクリートを凌ぐには到らなかったようである。国道 17 号の芝原トンネル、国道 42 号の水越トンネルにライニングの補修工として 2 piece の PCL 板を使って成功したようであるが、新設のトンネルに PCL 板を使用するにはまだまだ検討すべき課題が残されているようである。しかしこの NTL と PCL は従来のものがない長所も持ち合わせているのも確かであり、さらに検討を進めて将来的には NTL と PCL を組合わせた新しい支保システムの構築を旨とする価値は充分あるように思われる。

また一方、鉄道建設公団の北陸新幹線高崎～軽井沢間の秋間トンネル (L=8,310 m) では約 80 m<sup>2</sup> の馬蹄型断面に ECL 工法を使用して掘削を進めようとしている<sup>3)</sup>。これは延長 15.8 km の解放シールドの前面にブームカッターを取付け切羽を切削しながら後方では内型枠をセットして全巻きのコンクリート (t=50 cm) を連続的に打設してトンネルを支保していくというものである。機械掘削ということで地山の制約 (地山の強度、円礫の有無、膨張性の有無等) を受け、事前の綿密な地質調査による機械掘削の可能性の見定めが非常に重要となるが、地山に密着して直打ちの全巻きコンクリートでトンネルを支保するという点で、従来の NATM とは異なり画期的な方法といえるように思われる。勿論この工法を他のどのトンネルにも適用できるという訳ではなく、掘削延長の問題、前述の地山条件の制約等いろいろ問題があるが、潜在的に豊かな将来性を秘めているようであり、とにかくこの ECL 工法による施工の成功を祈っている。

さらに情報化施工について最後にふれておきたい。トンネルの宿命として切羽があらわれないと適切な支保工の判断ができないいわば後追の施工とならざるをえない面があるが、NATM では特に切羽付近の計測により支保工の適否を判断していく "design as you go" の性格が強いように思われる。これを小規模では切羽での先進ボーリングで、大規模では小断面機械掘削による先行掘削により、岩盤力学を駆使した計測調査を行って必要な地山の物性値を把握し、これから掘っていく地山の最適な支保工を事前に決定していこうというもので、いわば計測を事前に行いその情報でやがて遭遇する切羽の支保

工を事前に設計しておこうというものである。この手法は部分的にはこれまでのトンネル掘削に用いられており、何も目新しいものではないと思われるが地山物性値の先行把握を恒常化義務化し、経験と勘頼りのこれまでの支保設計から一歩進んで信頼できる情報に基づいた合理的設計に近づけようとするものである。すでに一部で試みられていると聞いているが積極的に計測手法を利用しようという点で面白い試みといえるように思われる。

### 3. 大断面トンネルの効率的施工

最近、第二東名名神高速道路の計画が新聞誌上を賑わせているが、これが現実のものになると延長約 500 km のうちその 25% がトンネルになるという。しかも 3 車線トンネル×2 本ということで 1 本あたりの掘削断面積が 180 m<sup>2</sup> にも及び、およそこれまでの山岳トンネルとは桁違いの大きさのトンネルを掘削しなければならないということである。しかも環境条件その他の制約から従来であれば計画されなかったような不良地質条件下での掘削がある程度余儀なくされるということである。また都市内の高速道路では今後土地利用の制約等から一段とトンネル化へ進んでいくものと思われるが、比較的軟質な地山に換気坑を抱えた 2 車断面トンネルを 2 本構築し、また出入口では地表と連結せざるを得ず、比較的被りの浅いところに 200 m<sup>2</sup> 程度の大断面で掘らざるを得ない場合も多々出現しそうである。石油地下備蓄基地では 320 m<sup>2</sup> 程の掘削断面で延長 500 m 程度のものを 10 本程度並列に掘削しているが、地山条件の比較的いいところを site として選んでいるので、ほぼ従来の考え方の延長で計画をたてられると思うが、不良地質条件下での大断面掘削については少なくとも道路公団にとっては未経験の分野である。今後は否応なく大断面化に向かっていくものと思われるが、この技術的命題を解決し、どのような条件下でも best の solution を引出せるようにしておかないと時代のニーズにこたえられないことになる。シールド工法がいいのか NATM がいいのか、この二つの工法の適用は現在大きなギャップがあり、つながりは不連続である。この不連続は果たして解決できるのか。現在東京湾横断道路トンネルでは φ=13.9 m の大口径シールドが計画されているがどこまで大口径化が可能なのか。シールドの場合分岐合流部はどうするのか。NATM の場合加割はどうするのか。トンネルの支保はどうするのか。地山によっては切羽より先行して地山を安定させる先受け工法が必要不可欠と思われるが、高圧噴射置換工法等有効な先受け工法の開発は可能なのかどうか。多段導坑連結方式はどうなのか等課題は山積みしている。今後少なくとも 10 年ぐらいは大きな技術的テーマになることは間違いのないであろう。

#### 4. 環境上の制約の克服

近年、特に大都市近郊部において、地元住民からトンネル工事に対して厳しい条件が付されるケースが目立っているが、住民の受認の限界がはっきりしない以上、事業を進めるにあたってはその条件に対応する方法の開発をとにかく急ぐ必要がある。例えば硬岩地帯でも発破を使えないという場合にそれなりの進行で経済的に掘削する方法の開発が急がれている。これについては一軸圧縮強度で  $2,000 \text{ kg/cm}^2$  まで掘削可能な TBM も現われていると聞いているが、実際の進行と経済性はどうか、また断層破碎帯の掘削とか湧水に対してはどうか等これから順次実証していく必要があるだろう。また自由断面掘削機についても  $1,200 \text{ kg/cm}^2$  程度の能力アップがはかられているようであるが、断面形状に縛られないというメリットからさらなる能力アップが望まれるところである。

また、トンネルの掘削では山からの水をしぼりながら掘り進めていくのが常識であったが、工事中の湧水もできるだけ抑えて掘ることが要求されるケースも最近みられるようである。また湧水対策についても現場ではその処理に苦勞しているようであり、部分的に水の湧出を極力抑えて掘ることも別の観点から要求されている。いずれにしても全くの非排水で掘ることは現在の技術では不可能に近いと思われるが、できるだけ水の湧出を抑えて掘る技術もこれからはぜひ所で必要となってくるように

思われる。これからは環境上の制約を凌ぐ技術の進歩がなければ円滑な事業の実施が非常に難しくなる時代となりつつあるようである。

#### 5. あとがき

土木工事は一般によく“3K”といわれているが、トンネル工事はその最たるものとされている。またこれからの時代を展望すると人手不足となることはまちがいのないすう勢と思われる。大型機械化、各種の機械化（ロボット化）工事環境の整備、思いきった安全対策等新技術の開発以外に現在のトンネル工事の効率化、イメージアップを官民ともにこれからは少々金をかけて真剣に取り組まなければ時代の潮流にとり残される結果になるだろう。また土木工事の国際化も叫ばれている。外国人にいわせると日本のトンネル工事は工期も長く工費も高いといわれているようであるが、これからの国際化にむけて真の国際競争力をつけていく必要もあろう。これから10年後20年後と確実視されている事業規模の拡大にみ合ったいろんな意味でバランスのとれたトンネル工事の技術変革がなされていくことを祈ってこの稿を閉じた。

#### 《参考文献》

- 1) “トンネル年報'90”日本トンネル技術協会
- 2) 鈴木：「トンネル覆工の新しい工法」“セメント・コンクリート” No. 523, Sept 1990
- 3) 田代、柿原、下河内、友田：「北陸新幹線秋間トンネルの設計・施工計画」“建設の機械化” '90.7

## トンネル特集

## 鉄道・道路併用沈埋トンネル計画

## —大阪港海底トンネル—

片岡真二\*

## 1. はじめに

運輸省第三港湾建設局では、大阪港に沈埋工法による鉄道（新交通システム“ニュートラム”）・道路併用の海底トンネルを建設している。この海底トンネルは我が国では初の鉄道・道路併用の沈埋トンネルとなり、沈埋部の断面積としては大規模トンネルに属するものである。また、このトンネルでは沈埋面の構造形式に合成構造方式を我が国で初めて採用することとした<sup>1)</sup>。ここでは、本トンネルの計画、設計の概要および沈埋面の構造を検討するために行った載荷実験の結果について述べる。

## 2. 基本計画

大阪港では南港・北港において造成される用地を活用して、21世紀に向けての情報化、国際化に対応した新しい街づくり計画“テクノポート大阪”計画を推進して

いる。本沈埋トンネルが建設される「大阪港・港区～南港地区連絡交通路」は、大阪南港の“コスモスクエア”地区と港区築港を結び、南港・北港地区の開発に伴い増大する自動車交通、および鉄道旅客輸送需要に対応するとともに、大阪の臨海部と都心部を直結する大阪港の交通路の要として事業化されることとなった（図-1参照）。

本連絡路に採用された基本条件を表-1に示す。鉄道は、南港地区まで営業している新交通システム“ニュートラム”を複線で延伸し、大阪市営地下鉄中央線“大阪港”駅に接続される。そのため、本トンネル区間は鉄道事業法の適用を受ける。

## 3. 沈埋工法の採用

本トンネルは水深13m、幅400mの大阪港中央航路および泊地を斜めに延長1kmにわたって横断することになるため、施工方式として沈埋トンネル、橋梁およびシールドトンネルの3工法を比較検討した。この結

表-1 基本条件

種別	細目	仕様
道路	道路規格	第4種第1級
	設計速度	60 km/hr
	車線構成 <sup>1)</sup>	往復分離4車線
	計画交通量 大型車混入率	25,900台/日 35%
鉄道 (ニュートラム)	軌道構成 案内方式	複線 案内軌条方式
	軌間	1,600 mm
	車両編成 <sup>2)</sup>	6両
	設計速度	60 km/hr
航路	航路限界 <sup>3)</sup>	DL+51 m 10
	主航路水深	DL+13 m 00
	主航路幅	300 m
	対象最大船舶 最小土被り厚 <sup>4)</sup>	45,000 D/T 1.5 m

- (注) 1. 幅員 3.25 m × 4車線  
2. 現行は4両編成、1両定員48人(中間車)  
3. OP+51.50  
4. 川崎港での現地実験より決定



図-1 大阪港海底トンネル位置図

\* KATAOKA Shinji

運輸省第三港湾建設局神戸調査設計事務所長

果、橋梁は桁下制限から長大橋梁となり線形に制約ができるばかりではなく、3工法中最も工費が高く、シールドトンネルは沈埋トンネルより設置水深が深いため線形に制約ができること、また断面構成として道路2断面、鉄道1断面の3断面が必要となり、沈埋トンネルに比べ経済性に劣ることが判明した。このため、施工方式として3工法のうちで最も有利な沈埋トンネルが採用された<sup>2)</sup>。

本トンネルは全長が約2.1kmあり、海底トンネル部、換気塔部、陸上トンネル部から成り立っている。図-2～図-4に計画平面図、計画縦断面図および沈埋函標準断面図を示す。断面構成は中央部に新交通システムを左右に2車線道路を配置し、両外側には避難用の通路を設置した。海底トンネル部は10函の沈埋函により構成され、1函当たりの大きさは高さ8.6×幅35.2×長さ103.3mである。換気塔部は鉄道および道路用の換気設備を設置するためのものであり、港区側および南港側の2カ所に設置する。換気方式は縦流式とした。施工手順は両換気塔をあらかじめ設置し、港区側換気塔を発進点として沈埋函を順次南港側へ沈設していくことにしている。

換気塔の施工方式は港区側、南港側とも設置ケーソン方式とした。この方式はケーソンの鋼製型枠（鋼殻ケーソン）をあらかじめ周辺の造船所で製作し、曳航後沈設し、コンクリートを打設する工法である。

#### 4. 継手の構造

本トンネルの耐震設計は'75年に土木学会で制定された“沈埋トンネル耐震設計指針（案）”に基づき実施した。設計条件は地震による影響やトンネル構造物と外気温との温度差を考慮することが多いが、本トンネルでは換気塔部の沈下の発生が懸念されることから、沈下による影響についても考慮している。トンネル全体の動的解析については、質点系モデルを用いて解析を行っている<sup>2)</sup>。

本トンネルでは沈埋函の耐力、継手の許容開き量を考慮しながら剛継手と可とう性継手とを適宜配置し、経済性、施工性の面で総合的に最もすぐれた構造系を求めたこととした。

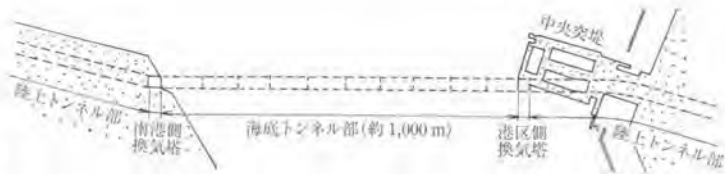


図-2 計画平面図

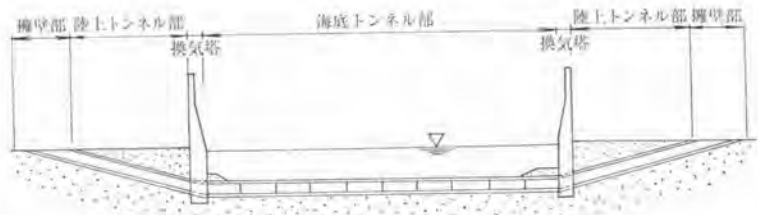


図-3 計画縦断面図

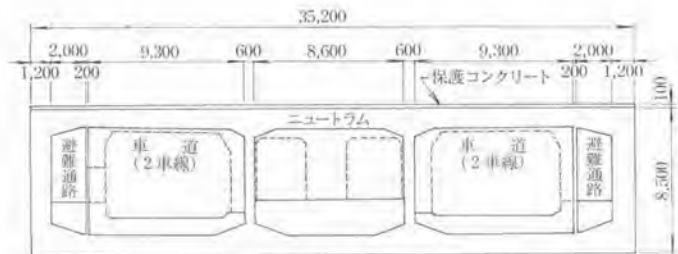


図-4 沈埋函標準断面図

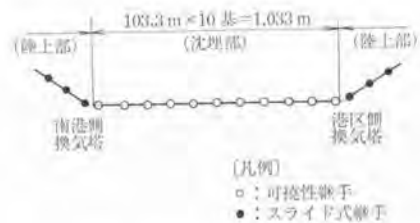


図-5 継手の構造系

この継手の構造系について、動的解析法を使用して行った地震応答解析と、別途に実施した沈下応答解析および温度応答解析を合成し、あらかじめ設定した許容値と比較した結果、剛継手よりも可とう性継手を多く配した案の方が構造系は有利となる結果がでた。

その結果、最も基本的な継手構造および配置計画であり、設計、施工上の問題がなく、かつ経済性にも有利な図-5に示す構造を採用することとした。ただし沈下の影響を設計に反映させる段階で、両端の換気塔接続部の沈埋函の軸方向鉄筋量がかかなり多くなると考えられるため、配筋ができなくなる場合は、この沈埋函の中央に同じ可とう性継手を設置することになる。



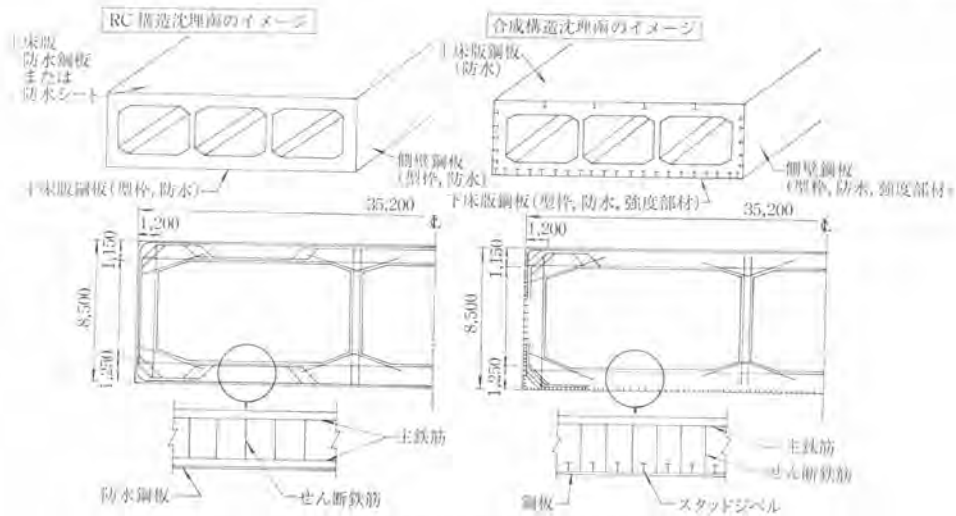


図-6 RC 構造と合成構造の沈埋面の比較

## 5. 沈埋面の構造の検討

沈埋面の製作方式は RC 方式と鋼殻方式に分類される<sup>3)</sup>。RC 方式では、通常防水用に沈埋面の外周に鋼板を使用している。この分類は製作方式の相違によるものであり、いずれの方式でも完成時の沈埋面の耐力は常時荷重に対して鉄筋コンクリートが受け持つように設計されており、沈埋面の外周にある鋼板は防水機能だけに使われている。

そこで、沈埋面の外周の鋼板を防水機能だけでなく、他に有効活用できないかという発想のもとに、合成構造 (Hybrid Structure: 沈埋面の外周の防水鋼板を常時荷重に対しても強度部材として評価し、コンクリートと一体化させて抵抗する構造) に関する技術的検討の必要性が認識された。しかし、我が国では道路橋などでは合成構造の設計、施工に実績はあるものの本ト、ネルのような大規模な海洋構造物に適用した例はない。また、設計基準類では“鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン<sup>4)</sup>があるが、これは中間段階のものであり、沈埋面の設計基準として適用するには限界がある。世界的にみても、沈埋トンネルへの適用については例が少ない。そこで、合成構造方式の沈埋面の製作の可能性を調査するため、RC 構造、鋼殻構造との構造形式の比較を行った。図-6 に RC 構造と合成構造との沈埋面の比較を示す。合成構造方式の場合、沈埋面の側壁と底面の鋼板 (厚さは 10 mm 程度) はスタッドジベル等によりコンクリートと一体化されており、鋼板側の主鉄筋はない。その結果、沈埋面の側壁と底面の防水鋼板を強度部材として設計の面から有効活用が可能であると考えられた。

同時に、沈埋面に合成構造の設計法を適用するには、

設計法の信頼性を技術的に確認するための実験が必要であると考えられたので、'89~'90 年に合成構造を採用した場合の技術的な信頼性を確認するための構造実験を実施した。以下に、実験結果の概要を示す。

## 6. 構造実験結果について

### (1) 実験の目的

合成構造自体は珍しい構造形式ではなく、土木構造物では合成桁や建築の分野では既に数多く採用されている。しかし、今回の合成構造方式の沈埋面は、断面が大きく、鋼板の厚さが 10 mm 程度であるのに対して、コンクリートの厚さが 120 cm 程度であり、コンクリートに比べ鋼材が少ない大断面となる。このようなものは他に例の無いものである。工法的にはスターラップを鋼板に溶植しスタッドジベルおよび形鋼の機能を兼用していくというアイデアに基づいており、新しい形式の構造である。

本沈埋面の設計については、従来の鉄筋コンクリート構造沈埋面の一般的設計法に準じて、原則として鉄筋コ

表-2 実験の種類と目的

載荷実験の種類	実験目的 (設計上の課題)
1. はり部材載荷実験	・鉄筋コンクリートの慣用設計理論の適用性の確認 ・スタッドジベルの破壊に対する安全率を3とすることについての安全性の確認 ・破壊時の挙動の把握
2. 隅角部強度確認実験	・合成構造と RC 構造の接合部となる部位における鋼板、鉄筋の配置方法の確認 ・破壊形態の確認
3. 両断面載荷実験	・沈埋面全体としての破壊形態の確認
4. 押抜きせん断実験	・スタッドジベル、スターラップのせん断耐力の確認 ・コンクリート打設方向による影響の確認

ンクリート構造の慣用設計理論に基づく許容応力度設計法によることとした。

しかし、合成構造方式の場合には合成の程度が種々の限界状態に応じて異なることが多いので限界状態設計法が最も合理的な設計体系であると考えられている<sup>4)</sup>ことから、限界状態設計法により終局耐力等を確認しておくこととした。

本トンネルの設計にあたっては以上のような課題があるので、設計理論の適用性、設計荷重時の部材強度および挙動の確認、破壊時の挙動および破壊形態、ずれ止めのせん断耐力等の確認が必要であると考えられた。

そこで、表-2 に示すような設計上の課題に対する確認を得ることを目的として、大型模型供試体を用いた4種類の載荷実験を実施した。

(2) はり部材載荷実験

(a) 供試体

沈埋面の下床版を部分的(図-7 参照)に取出したはり状供試体(実物大:②⑤, 縮小模型:①③④⑥⑦)9体により、せん断および曲げ載荷実験(2点載荷)を実施した。表-3 に供試体の種類、図-8 に No. ①の供試体構造図を示す。

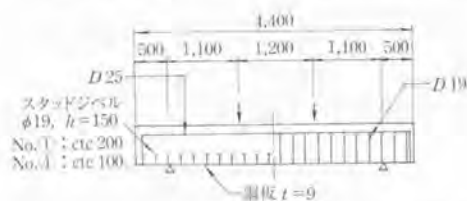
供試体は常時荷重の設計断面力に対して、鋼板または鉄筋が許容応力度(鋼板 1,400 kg/cm<sup>2</sup>, 鉄筋 2,000 kg/cm<sup>2</sup>)になるよう設計した。

(b) 実験の結果

初期ひびわれ発生時、鋼材降伏時およびコンクリート終局時における実験値と、計算値(鉄筋コンクリートの慣用設計理論による)を比較した結果を表-4 に示す。また、せん断試験の荷重-たわみ曲線、断面ひずみ分布図および引張側鋼材応力とひびわれ幅の関係図を図-9~図-11 に示す。これらより確認された事項は以下のとおりである。



図-7 対象断面位置図および断面力発生状況図



(No.③はNo.①に対し、スタッドジベルの本数を倍にした供試体)  
(No.⑦はスタッドジベルを付けない供試体)

図-8 No. ①供試体(せん断試験)構造図

表-3 はり部材載荷実験供試体の種類

試験の種類	対象断面	供試体 No.	鋼板位置		ずれ止めの安全率		
			引張側	圧縮側	6	3	1.5
せん断試験	A部	①	○	—	—	○	—
		④	○	—	○	—	—
		⑦	○	—	—	—	○
		RC-1	なし	なし	—	—	—
曲げ試験	B部	②	—	○	—	○	—
		⑤	—	○	○	—	—
	A部	③	○	—	—	○	—
		⑥	○	—	○	—	—
		RC-2	なし	なし	—	—	—

- (注) 1. No. ⑦ はスタッドジベルをつけない(ずれ止めはスタップのみ)ケースである。  
2. No. RC-1 および RC-2 は RC 構造(鋼板のない)のはり供試体である。  
3. 鋼板は SS41 材を使用した。

表-4 はり部材載荷実験結果の一覧表

試験の種類	対象断面	供試体 No.	初期曲げひびわれ発生時		鋼材降伏時	コンクリート圧壊時	
			荷重 (t)	荷重 (t)	荷重 (t)	荷重 (t)	
せん断試験	対象 A 部	①	実験値	24(1.60)	24(1.00)	148(0.89)	153(0.88)
			計算値	15	24	165	173
		④	実験値	31(2.21)	31(1.19)	145(1.02)	155(1.01)
			計算値	14	26	142	152
⑦	実験値	29(2.23)	29(1.21)	140(0.92)	146(0.91)		
	計算値	13	24	151	160		
RC-1	実験値	12(1.60)	12(0.50)	113(1.01)	121(1.03)		
	計算値	15	24	111	117		
曲げ試験	対象 B 部	②	実験値	27(1.50)	27(0.79)	122(1.08)	168(1.41)
			計算値	18	34	112	119
	⑤	実験値	19(2.11)	19(0.51)	118(0.99)	[148]	
		計算値	9	37	119	126	
対象 A 部	③	実験値	23(1.15)	23(0.62)	113(0.91)	127(0.97)	
		計算値	20	37	124	131	
	⑥	実験値	29(2.07)	29(0.78)	108(0.90)	128(1.00)	
		計算値	14	37	120	128	
RC-2	実験値	13(0.87)	13(0.37)	88(0.94)	101(1.03)		
	計算値	15	35	93	98		

- (注) 1. ( ) 内数値は、実験値の計算値に対する比である。  
2. 初期ひびわれの計算値は、左欄が引張強度(鋼製試験結果)を用いた値、右欄が曲げ強度(圧縮強度から推定)を用いた値を示す。  
3. [ ] 内数値は最大載荷荷重を示す(終局には至っていない)。  
4. 鋼板は SS41 材を使用した。

① 合成構造はり部材の引張側鋼板降伏時およびコンクリート圧壊時の載荷荷重は、鉄筋コンクリート慣用理論を用いた計算値とほぼ一致している。また、設計荷重時(鋼材が許容応力度になる時の荷重)までの断面ひずみ分布は、鉄筋コンクリート慣用理論を用いた計算値とほぼ一致している。

② ずれ止めの破壊に対する安全率を

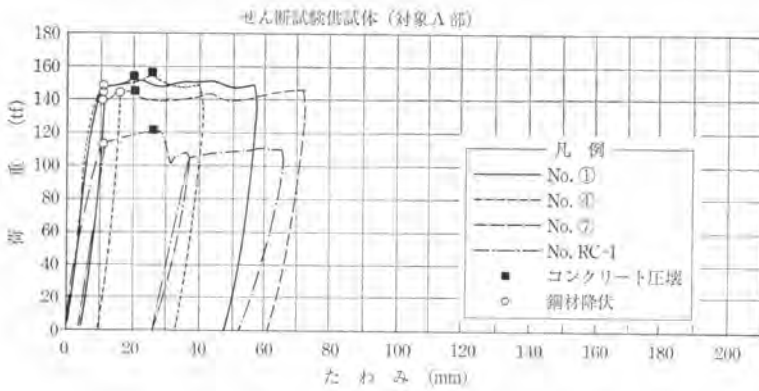


図-9 荷重-たわみ曲線図

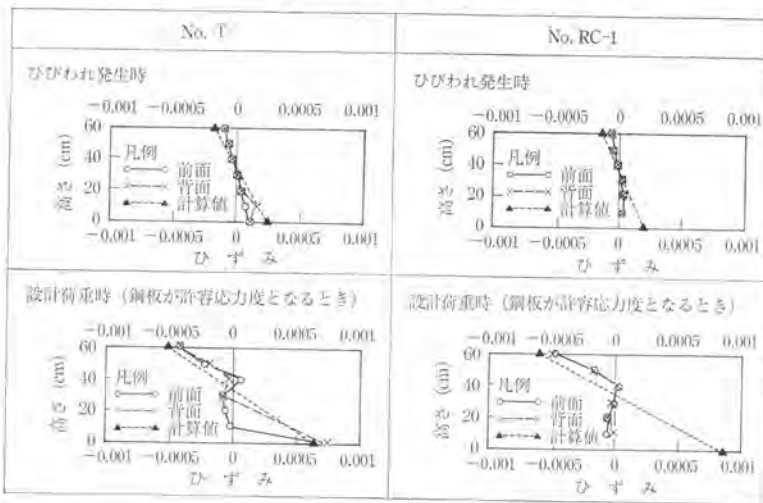


図-10 断面ひずみの分布図

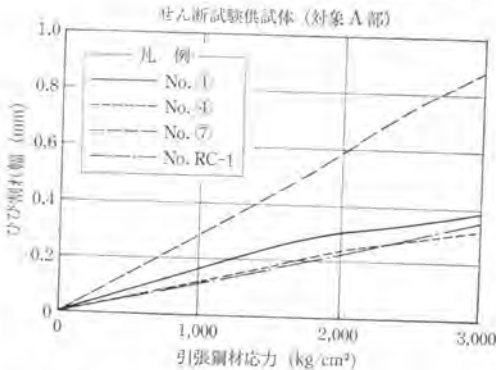


図-11 引張鋼材応力-ひびわれ幅

3としても、はり部材の耐力および設計荷重時における鋼板とコンクリートとのずれは、問題ないと考えられた。

(3) 隅角部強度確認実験および函断面載荷実験

(a) 隅角部強度確認実験の供試体

RC 構造と合成構造との混合構造となる上床版・側壁の隅角部を取出してモデル化した模型(1/1.5縮小)供試体4体に、隅角部に常時作用する荷重状態を考慮して図-12 のとおり載荷した(表-5参照)。図-13 に No. 3 の供試体構造図を示す。

(b) 函断面載荷実験の供試体 沈埋函横断面を1BOXの断面にモデル化した模型供試体(1/3縮小)に、沈埋函に常時作用する荷重状態を考慮して、図-14に示すように2方向載荷を行った(表-6参照)。図-15にNo. ②の供試体構造図を示す。

(c) 隅角部強度確認実験および函断面載荷実験の結果

隅角部強度確認実験の初期ひびわれ発生時、鉄筋降伏時およびコンクリート終局時における実験値と、計算値(鉄筋コンクリートの慣用設計理論による)を比較した結果を表-7に示す。また函断面載荷実験供試体 No. ①, ②における隅角部(側壁と上床版部)のひびわれ状況を写真-1, 写真-2に示す。これらより以下のことが確認された。

① 隅角部強度確認実験、函断面載荷実験(側壁と上床版の隅角部)のNo. ①供試体では、隅角部のコーナー部からひびわれが発生し、最終的に引裂かれるような破壊の形態を示した(写真-1参照)。

② 側壁側鋼板の定着位置を上床版側に延伸した供試体(隅角部強度確認実験No. ②~④, 函断面載荷実験

表-5 隅角部強度確認実験供試体の種類

No.	供試体の概要
①	側壁部の鋼板を隅切り部までとし、スタッドジベルで定着させたケース
②	側壁部の鋼板を上床版側に70cm伸ばし、スタッドジベルで定着させたケース
③	No. ②供試体に対し、上床版部に防水鋼板を設置したケース
④	No. ②供試体に対し、上床版定着部に長尺ジベルを用いたケース

表-6 函断面載荷実験供試体の種類

No.	供試体の概要
①	隅角部No. ①に対応するケース
②	隅角部No. ③に対応するケース

No. ②) では、コーナー部からの有害なひびわれは発生せず、隅角部領域内での破壊は生じなかった (写真-2 参照)。

③ 函断面載荷実験では、RC 構造となる上床版のスパン中央部の内側で鉄筋の降伏およびコンクリートの圧壊が生じており、特別問題となるような破壊形態ではなかった。

④ 隅角部の内部ひずみは、コンクリートのラーメン端節点部に生ずる内部ひずみの分布と同傾向となり、補強鉄筋はそれに準じて設計することができる。

⑤ 隅角部の構造としては、No. ③ 供試体に採用された構造が最も適切である。

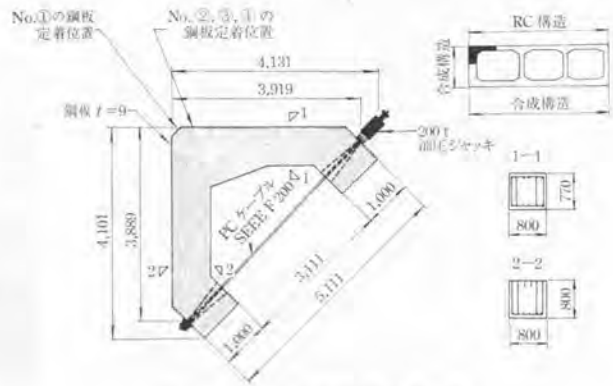


図-12 隅角部強度確認実験供試体

(4) 押抜きせん断実験

(a) 供試体

ずれ止めの種類をスタッドジベルとスターラップの2種類として、ずれ止めの軸径、コンクリートの打設方向をパラメータとして押抜き (一方向載荷) 実験を行った (表-8 参照)。なお供試体は各ケース3体とした。

(b) 実験の結果

ずれ止め1本当り耐力値の実験値と、計算値を比較した結果を表-8に示す。また図-16にスタッドジベルの供試体の荷重-せん断変位図を示す。これらより以下のことが確認された。

① ずれ止めのせん断耐力実験値は、道路橋示方書<sup>5)</sup>による許容せん断力算定式に安全率6を乗じて推定した終局せん断耐力値に比べ1割程度大きい。

② スターラップのせん断耐力は、それと同径のスタッドジベルと同等の耐力を有する。

③ スターラップ No. ② については、道路橋示方書より推定した終局せん断耐力に比べ低い結果となった (溶植箇所から破断した)。スターラップの溶植については施工上配慮が必要である。

④ コンクリートの打設方向が上床版相当 (タイプB) の供試体の場合のせん断耐力は、下床版相当 (タイプA) および側壁相当 (タイプC) のものに比べ低い。

⑤ ずれ止めの破壊に対する安全率を3としても、荷重-せん断変位図から想定される降伏点に対しては安全性が確保されている。

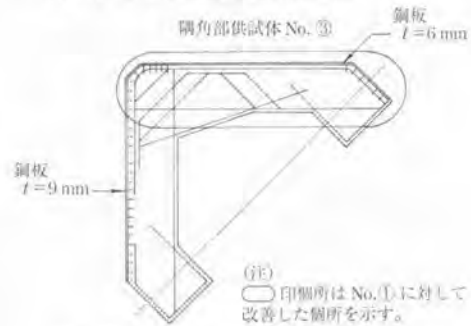


図-13 隅角部強度確認実験供試体構造図

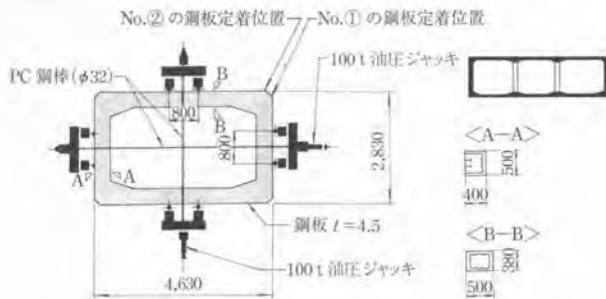


図-14 断面載荷実験供試体の載荷方法

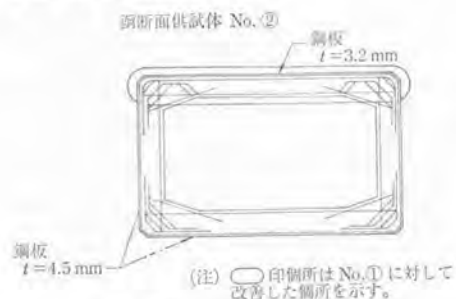


図-15 断面載荷実験供試体構造図

(5) 実験結果のまとめ

合成構造沈埋面の構造実験の結果から、合成構造沈埋面の設計方法として確認できた事項を以下に示す。

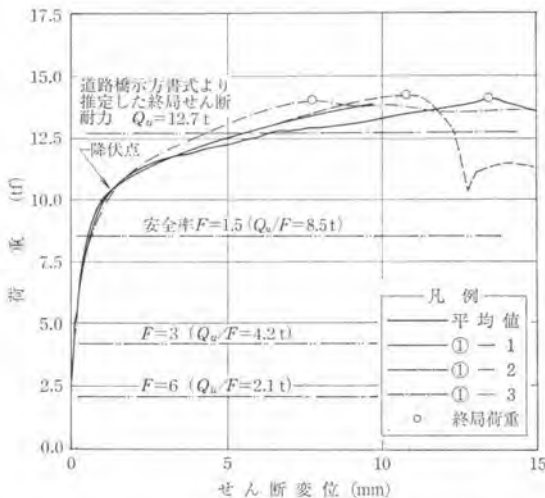
① 鉄筋コンクリートの慣用設計理論に基づいて断面算定を行うことができる。

② 表面鋼板のずれ止めとして用いるスタッドジベル

表一七 隅角部強度確認実験結果の一覧表

供試体 No.	上床版ハンチ端部		側壁部		
	初期曲げひびわれ発生時	鉄筋降伏時	コンクリート圧壊時	せん断破壊時	
	荷重 (t)	荷重 (t)	荷重 (t)	荷重 (t)	
①	実験値 27(1.93)	27(0.96)	74(0.89)	89(1.29)	
	計算値 14	28	64	69	
②	実験値 20(1.33)	20(0.77)	85(1.15)	101(1.08)	
	計算値 15	26	74	93	
③	実験値 25(1.79)	25(1.00)	※116以上 (1.43以上)	※116以上 (1.20以上)	116(1.03)
	計算値 14	25	81	97	
④	実験値 22(1.69)	22(0.85)	85(1.04)	102(1.04)	
	計算値 13	26	82	98	

- (注) 1. ( )内数値は、実験値の計算値に対する比である。  
 2. 初期ひびわれの計算値は、左欄が引張強度(割裂試験結果)を用いた値、右欄が曲げ強度(圧縮強度から推定)を用いた値を示す。  
 3. No. ②, ④供試体の計算値は、隅角部補強鉄筋を考慮した。  
 4. 側壁相当部の鋼板は SS41 材を使用した。  
 5. ※は鉄筋降伏、コンクリート圧壊には至っていない。



図一六 スタッドジベルの荷重—せん断変位図

は、破壊に対する安全率を3として設計しても安全性の問題はない。

③ 隅角部における側壁側鋼板は、上床版側まで伸ばしスタッドジベルで定着する方法が妥当である。

④ 函断面としての破壊形態は、隅角部の実験と同様に隅角部の鋼板定着方法に配慮すれば問題はない。

⑤ ずれ止めの押抜きせん断実験の結果より、スタッドジベルおよびスターラップの許容せん断力  $Q_a$  は、終局せん断耐力  $Q_u$  を安全率3で除した値とする。

$$Q_u = 180 \cdot d^2 \cdot \sqrt{\sigma}$$

$$Q_a = Q_u / 3$$

d: ずれ止めの径 (cm)

$\sigma$ : コンクリートの設計基準強度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

以上の実験結果を受けて、現在、合成構造方式の沈埋函の設計手法の取りまとめを行っているところである。



写真一 函断面載荷実験供試体 No. ① のひびわれ状況 (試験後)



写真二 函断面載荷実験供試体 No. ② のひびわれ状況 (試験後)

## 7. 沈埋函の構造形式

大阪南港トンネルの沈埋函の構造形式については、実験結果等により、

① 合成構造方式は、RC方式に比べ構造的に靱性が高く、破壊までのエネルギー吸収が大きく、耐震性にすぐれている。

② 合成構造方式は、沈埋函の側壁と底面の鋼板を強度部材として設計するため、RC方式に比べて鉄筋量を減少させることができ、製作期間が短くなる等、経済性、施工性の面で有利となり得る。

等の特長を持つことが明らかとなったので、合成構造方式とすることとした。

本トンネルは、合成構造方式として以下のような特徴を持つ。

① 沈埋函は外周面に鋼板を配置する。底版と側壁については、鋼板とコンクリートを一体化させた合成構造とし防水機能も併せ持たせた形式とする。上床版については、鉄筋コンクリート構造とし、鋼板は防水機能だけを期待する構造形式である。中壁についても、鉄筋コンクリート構造とする。

表-8 ずれ止めのせん断耐力

ずれ止め No.		コンクリート 打設方向	ずれ止め仕様		コンクリート 圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	実験値 (t) ずれ止め1本 当りのせん断 耐力(平均値)	道路橋示方書 式より推定し た1本当りの せん断耐力 (t)
			径 (mm)	長 (mm)			
スタッドジベル	下床版に相当 ①	A	19	150	385	14.1	12.7
	上床版に相当 ②	B			358	13.5	12.3
	側壁に相当 ③	C			387	14.7	12.8
スターラップ	下床版に相当 ①	A	19	330	357	15.1	12.4
	上床版に相当 ②	B			358	11.7	12.4
	側壁に相当 ③	C			367	13.3	12.6

コンクリートの打込み方向と試験時の供試体形状

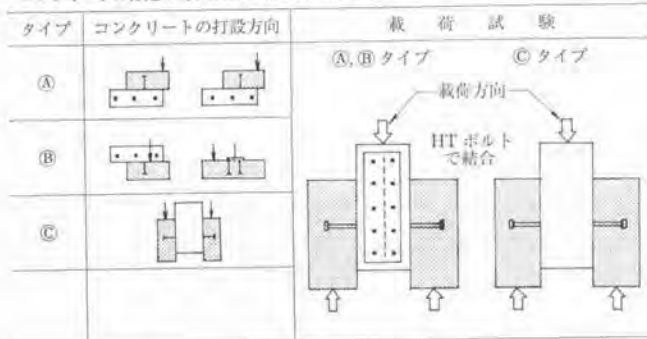
(注)

- 推定計算値算出に用いたスターラップの高さ  $H$  は、スラブ高 (30 cm) とした。
- スターラップの場合の  $d$  は公称直径を使用。
- 道路橋示方書式によるずれせん断耐力推定式 (許容せん断耐力算定式に安全率 6 を乗じた) は次のとおりである。

$$Q_s = (30 \cdot d^2 \cdot \sqrt{\sigma}) \times 6$$

 $Q_s$ : せん断耐力推定式

 $d$ : ずれ止めの径 (cm)

 $\sigma$ : コンクリートの設計基準強度 (kgf/cm<sup>2</sup>)


つまり、横断面全体としてみれば、合成構造部材と鉄筋コンクリート構造部材からなる混合構造となっている。

② 鋼とコンクリートの合成については、機械式のずれ止めにより一体性を確保する。ずれ止めにはスタッドジベル、鋼板に溶植されたスターラップおよび形鋼を用いる。この形鋼は、沈埋函の製作時に鋼殻に発生する応力を抑えるために必要なものであるが、合成構造部材においてずれ止めの効果を十分発揮することが証明されている<sup>6)</sup>ので、ずれ止めの機能も兼用させる。

スタッドジベル、スターラップは、鋼板にスタッド溶接される。

## 8. おわりに

大阪南港トンネルは、'89年度に南港側換気塔の鋼殻ケーソンの製作から工事に着手した。南港側換気塔の鋼殻ケーソン (製作場所: 堺市, 日立造船) は、'90年11月に完成した後、12月9日に南港の現地に曳航、沈設され、基礎コンクリートを注入し、現在二重鋼殻内にコンクリートを打設している。

港区側換気塔の鋼殻ケーソンは、'90年9月から三菱重工神戸造船所において製作されている。また、沈埋

函については '91年度から製作される予定である。

大阪南港トンネルは、我が国初の合成構造方式の沈埋函であるので、沈埋函外周の鋼板の防食対策を厳重に行う必要がある等、技術的に検討を要する部分も多いため、今後とも種々の検討を重ね、設計を行う予定である。これらの設計結果等についてはいずれかの機会に公表する。なお本トンネルの設計・施工等全般にわたる技術的検討にあたっては、長尾義三日本大学教授を委員長とする本委員会との問題を専門に検討する構造専門委員会 (委員長: 園田恵一郎大阪市立大学教授) で審議されたものである。

### 《参考文献》

- 1) “沿岸域プロジェクト”: 1990年11月27日, 第258号
- 2) 高橋浩二: 「わが国初の道路・鉄道併用沈埋トンネル」“トンネルと地下” 1990年6月号
- 3) 「最新トンネル工法・機材便覧」: 建設産業調査会, 1988年9月
- 4) 「鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン」: “土木学会” 1989年
- 5) 「道路橋示方書・同解説, II 鋼橋編」: “日本道路協会” 1990年2月
- 6) 横田弘, 清宮理: 「鋼・コンクリート合成部材での形鋼によるずれ止めの耐荷力」“港湾技研資料” No. 595. 1987年, 9月

## トンネル特集

# 未固結火山性地山をRJFP工法で掘進

## — 東名改築・所領第1トンネル —

谷 信 弘\*

### 1. ま え が き

東名高速道路は '69 年の全線開通以来、20 年以上を経過したが我が国の幹線高速道路としてその機能を十分に果たしている。しかしながら近年の産業経済の急激な発展に伴う自動車交通の伸びは目覚しく、高速道路においても特に交通量の多い大都市圏周辺や、交通容量の少ない地山部のトンネル付近で交通渋滞、事故が頻発することによって、高速道路に期待されている定時定速性、快適性、安全性に支障をきたしている実情である。

現在実施している東名高速道路改築事業は、前述の状況が特に顕著な厚木 IC～御殿場 IC 間約 48 km について、現状の 4 車線から 6 車線または 7 車線に拡幅することによって高速道路本来の機能を回復するとともにサービス水準の向上と沿線の環境改善を図ろうとするものである。

ここではこの改築事業のトンネル工事のなかでも特に未固結不良地山部を通過する所領第 1 トンネルの設計、施工概要について紹介する。

### 2. 改築事業の概要

厚木 IC～御殿場 IC 間、改築の基本方針は、現在の車線の両側に 1 車線ずつ拡幅し 6 車線化することである。しかし大井松田 IC～御殿場 IC 間には、都夫良野トンネル、酒匂川橋に代表される長大トンネル、橋梁が多くかつ地形が急峻で両側に拡幅することが困難な区間であるため、現供用路線から分離、独立した新規路線を選定せざるを得なかった。

すなわち厚木 IC～大井松田 IC 間約 23 km と御殿場 IC から東京側 5 km 区間は比較的地形が穏やかで

長大構造物も少ないため、両側に拡幅する区間とした。

残る 20.2 km の区間は、現在の上下 4 車線を下り線として利用し、別途上り線として 3 車線を新設する別線区間の 2 形態である。

この別線区間のうち大井松田 IC から御殿場 IC 側 9.1 km 間は、現道の山側に並行する並列別線区間、残る 11.1 km は現道と完全に分離した完全別線区間である。

今回の改築計画では車線の拡幅だけでなく、より快適に高速道路が利用されるよう、サービスエリア、パーキングエリア等の休憩施設の改良も進めており、駐車スペースの拡張だけでなく、くつろぎの空間も拡げ、その機能を大幅にグレードアップさせることとしている。

### 3. 改築事業の進捗状況

改築事業の進捗状況は、建設大臣よりの施工命令が大井松田 IC～御殿場 IC では昭和 58 年 6 月、厚木 IC～大井松田 IC 間が昭和 62 年 3 月と差があるため異なっている。

大井松田 IC～御殿場 IC 間については平成 2 年度中の開通を目指し舗装、施設関連工事の全盛期を迎えている。なお、この区間の現供用路線は、開通後 20 年以上を経過しかつ重交通の影響によって老朽化が目立つ舗装、橋梁床版の改良、補強とともに都夫良野トンネルの非常駐車帯新設等のリフレッシュ工事を改築工事（車線拡幅）完了後、現道の上下線（改築後は上り線）を交互に閉鎖し実施する計画である。

厚木 IC～大井松田 IC 間に関しては設計協議がほぼ完了し、用地買収中であるが、すでに工事に着手している区間もある。

### 4. 所領第 1 トンネルの概要

大井松田 IC～御殿場 IC 間の完全別線区間には 3 車線断面を有する 9 本のトンネル（全延長 5.3 km）が計

\* TANI No buhiro

日本道路公団東京第一建設局建設第二部工務第二課調査役



図-1 東名改築事業路線図

画され既にすべてのトンネルの本体工を完成している。

本稿ではこの9本のトンネルのなかでも一番御殿場IC側に位置する所領第1トンネルの設計、施工とともに当トンネルで採用した新しいトンネル先受工法であるロディンジェット・フォアパイリング工法(以下「RJFP工法」という)について述べるものである。

(1) トンネルの断面形状

当路線については、道路規格が第1種2級のA規格で設計速度は80 km/hrと定められており、交通量は20年後の推定で片側約40,000台/日以上となり大型車混入率も42%と非常に高い路線である。

これを満足するにはトンネル部も3車線を必要とする

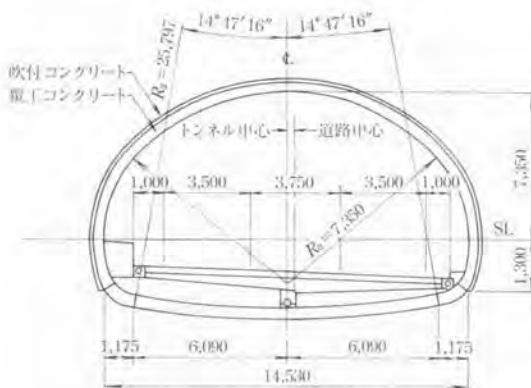


図-2 トンネル標準断面

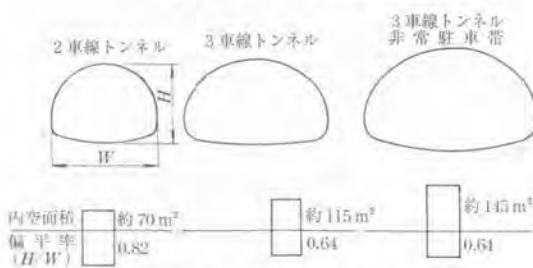


図-3 2車線トンネルとの対比

幅員構成となり、これに防災基準等の諸条件を考慮した結果、掘削断面積は通常断面部で約140 m<sup>2</sup>、新都夫良野トンネルに設置した非常駐車帯部には約170 m<sup>2</sup>の超大断面の掘削を余儀なくされた。なお大断面トンネルの安定上、最も問題となる偏平率は、所領第1トンネルでは完成断面で0.64を確保することとした。

(2) 地形・地質について

所領第1トンネルは、東名高速道路と併行する鮎沢川右岸に張り出した尾根部を延長215mのトンネルで貫くもので最大土被りは17mである。なお現東名高速道路は、より鮎沢川寄りを切土または盛土で通過している。

地質は第四紀洪積世、沖積世の富士火山、箱根火山に起因するローム、スコリア層が広く分布しており、特にトンネル付近にはこのなかでも比較的新しい古富士ローム層、宝永スコリア層が堆積している。

このローム、スコリア層は未固結でN値3~20、C=0~1 tf/m<sup>2</sup>程度の物性値である。

トンネル中心部付近に分布する古富士泥流層は、火山砂、砂礫からなりN値50~70以上とかなり締った状態であるがφ30~150cmの転石を混在する。また表層を覆っている宝永スコリア層はN値が3~10程度で全般にルーズで固結力がなく、雨水に侵食されやすい地層で

表-1 地質層序表

地質時代	地層名	記号	地質	N値
沖積世	宝永スコリア	Hsc	スコリア	3~10
	古富士ローム2	Ff m2	ローム スコリア	1~15
	古富士泥流	Fmf	火山砂 砂礫	70以上
	古富士ローム1	Ff m1	スコリア	70以上
洪積世	箱根新期懸石流	Tpf	ローム 粗粒懸石	70以上
	白旗ローム	SI f m(u)	火山砂 スコリア	38~70以上
	白雲ローム	SI f m(l)	ローム スコリア	26~70以上



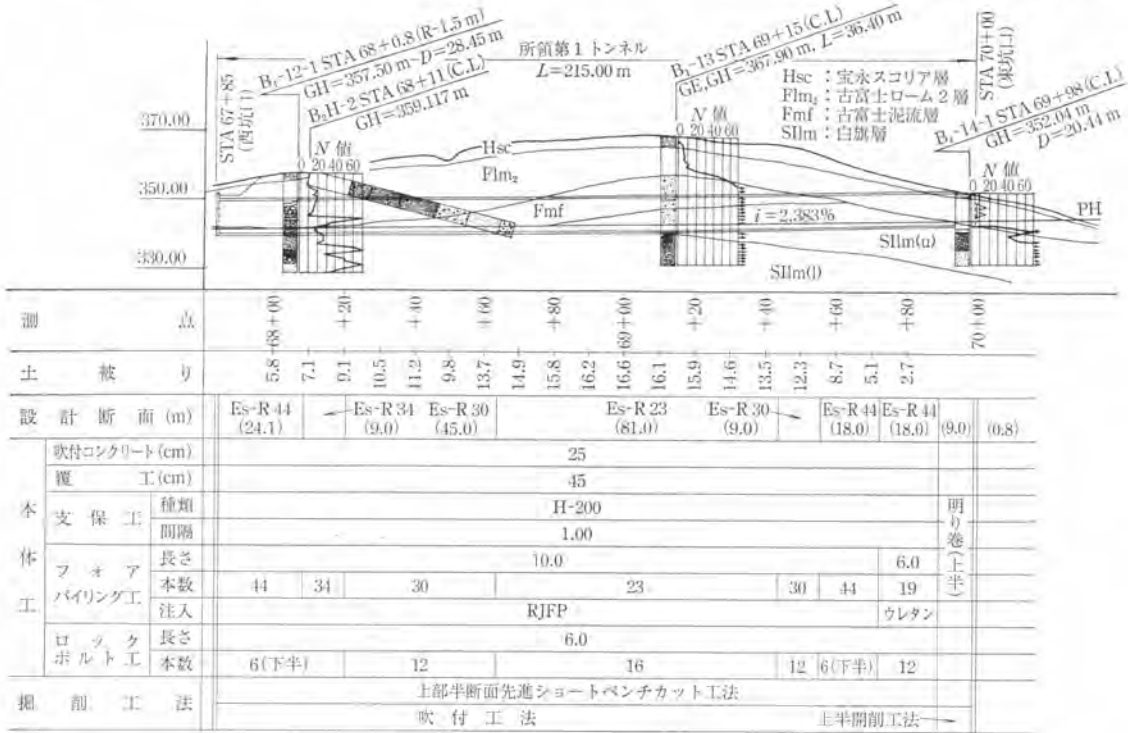


図-4 所領第1トンネル地質縦断面図

ある。

図-4, 表-1 に地質縦断面図と地質層序表を示す。

### 5. 設計, 施工について

#### (1) 本トンネルの問題点と当初設計の考え方

所領第1トンネルに関しては、前項でも述べてきたようにトンネル施工上、次の大きな問題点が挙げられる。

- ① 3車線の超大断面トンネルである。
- ② スコリア, ロームを主体とした固結力が非常に乏しい地質であるため地山自体のグランドアーチの形成およびトンネル切羽の自立性が期待できない。

③ 最大土被りが17mと薄く①, ②の要因と相まって地表面沈下の恐れが大きい。

調査, 設計段階より上記問題点に対し検討を加え, 当初設計では鉛直土圧に対し地山を支持できる鋼製支保工(H-250)を主支保メンバーとした側壁導坑先進工法を採用した。また補助工法としては上部半断面120°の範囲にメッセル矢板あるいは、フォアパイリング(モルタル注入)を用いることとした。

#### (2) 掘削工法および補助工法の再検討

施工対象地区の地質はスコリア, ローム等の複雑な互層状態を呈しているため, 西坑口部において地盤情報の

表-2 支保メンバー解析断面諸元

項 目	部 材	要 素	E (t/m <sup>2</sup> )	γ (t/m <sup>3</sup> )	A (cm <sup>2</sup> )	I (cm <sup>4</sup> )
支保工 H-200	H-200 (1mピッチ)	はり	2.1×10 <sup>7</sup>	7.85	63.53	4,720
吹付コンクリート	25cm厚	トラス	3.4×10 <sup>8</sup> (2.0×10 <sup>6</sup> )	2.30	2,500	—
ロックボルト	自せん孔式ロックボルト l=6m	トラス	2.1×10 <sup>7</sup>	7.85	4.58	—

表-3 解析結果一覧表

	ケース1 (ゆるみ考慮せず)	ケース2 (ゆるみ考慮)	
モデル図			
地表面沈下	2.2cm	2.5cm	
内空変位	2.2cm	2.7cm	
ロックボルト軸力	7.4t	9.2t	
吹付コンクリート応力	19.1 kg/cm <sup>2</sup>	19.1 kg/cm <sup>2</sup>	
支保工	断面力	N=75.1t, M=8.2t・m	N=74.8t, M=7.9t・m
	応力	2,707 kg/cm <sup>2</sup>	2,801.8 kg/cm <sup>2</sup>
足付部地山応力	上半: σ=173 t/m <sup>2</sup> 下半: σ=138 t/m <sup>2</sup>	上半: σ=155 t/m <sup>2</sup> 下半: σ=149 t/m <sup>2</sup>	

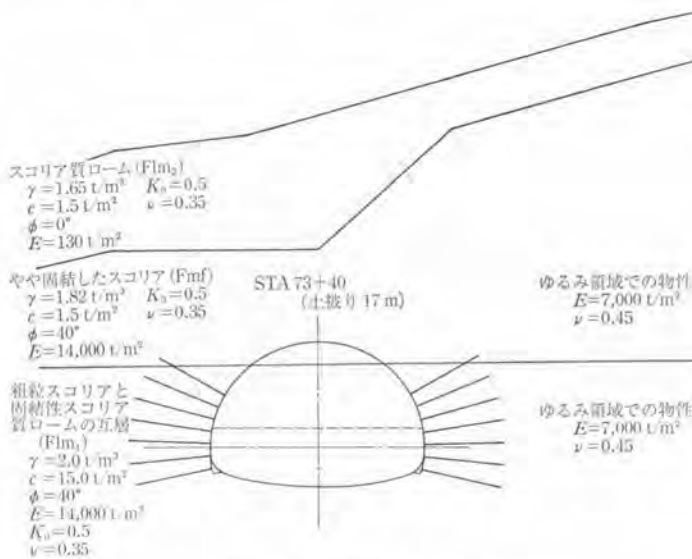
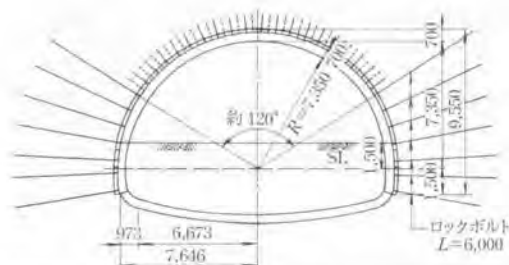


図-5 解析断面地山物性値



RJPF 工法 (予定)			上 半	下 半
進 行	長 (m)		1.0	1.0
ロックボルト	長 さ (m)		6.0	6.0
	延長方向間隔 (m)		1.0	1.0
	周方向間隔 (m)		1.0	1.0
鋼 製 支 保 工			H-200	H-200
吹 付 コ ン タ リ ー ト (mm)			250	250
2 次 覆 工	巻 立 (mm)		450	450
	イ ン パ ー ト (mm)		—	500

図-6 所領第1トンネル標準パターン図

補足収集を目的として導坑断面による試掘調査ならびに追加ボーリングを実施した。

この結果、地質状況が予想以上に劣悪でかつ先行する導坑によって発生するゆるみが上半掘削時の安定に影響することが判明したため、地質条件の再評価を行い、それに応じた掘削工法、補助工法の見直しを次の観点に基づき実施した。

① トンネル支保の構造と地山を一体とした解析手法により支保パターンを決定する。

② 前方地山の応力解放を極力小さくするため長尺の

フォアバイリングによって地山を改良する。

③ 早期のトンネル断面閉合が可能な上半先進ショートベンチ工法が掘削工法として合理的である。

①に関しては、導坑試掘による変位量ならびに地山資料試験から地山物性値、側圧係数、解放率等を逆解析して求め、2次元平面歪モデルによる弾性解析を実施し支保パターンを決定した。解析断面の地山物性値、支保メンバーの断面等諸元、解析結果一覧表および決定支保パターン図を図-5、図-6と表-2、表-3に示す。

②については、この時期、千葉県の間分川分水路トンネル(成田砂層)で NATM 補助工法として国内で初めて施工された RJPF 工法が地山改良効果お

よび先受け工法としての効果が当トンネルの地山に最も適していると判断された。

よって、当該地山に対する適応性、地山改良効果の確認を目的とした試験施工を西坑口斜面で実施することとした。

### (3) RJPF 工法について

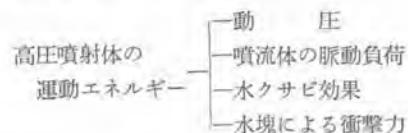
RJPF 工法は昭和 45 年に我が国で開発された CCP 工法 (Chemical Churnig Pile) の技術がイタリアのロディオ社によって応用され専用機によってトンネル坑内での狭い空間でも水平施工が行えるようにした高圧噴射攪拌工法である。

ヨーロッパではミラノ地下鉄ほか多数のトンネルで工事実績があり、昭和 63 年末に NIP 社が技術導入レジオテクノ社が実施権を有し我が国に専用機 (SR 11, SR 510 型) が導入された。

#### ① RJPF 工法の原理と概要

RJPF 工法の基本原理は、高圧噴射体の持つ運動エネルギーを利用して地盤の組織構造を破壊し、その破壊された土粒子と固結剤を混合するものである。

高圧噴射体の運動エネルギーによる破壊のメカニズムは、おおむね次の効果であると考えられている。



これらの作用は、単独あるいは相互に関係しあっており高圧噴射体が土塊に衝突すると、地盤の組織が瞬間的に破壊されると同時に土粒子表面に沿って流れる噴流

周囲に発生する負圧によって土粒子を巻込みさらに噴流流体のはね返り作用と後続噴流流体が衝突し、せん断面を形成し土粒子と噴流流体の間に混合が生じるものである。

具体的には鉛直方向の CCP 工法を水平方向に応用したもので削孔機によって目的の水平深度まで削孔した後、ロッド引抜き時にロッド先端に取付けた特殊噴射装置から硬化材をロッド直角方向に 400 kgf/cm<sup>2</sup> の超高压で噴射しながら回転させ直径 50~70 cm のコラム（改良体）を造成するものである。

このコラム造成作業をトンネル周方向に連続して施工することにより改良領域を一体化したグランドアーチを形成させこれを先受けとした後安全にトンネルを掘削する工法である。

② RJFP 工法の特徴

RJFP 工法は、従来の先受け工法と比較して次の特徴があるとされる。

(i) 確実な地山改良等

掘削に先行して切羽前方地山を確実に改良できる。また改良範囲も土層や土性による影響を受けにくく、必要な量の硬化材を計画的に添加可能でありかつ噴射圧力、速度を変化させることによって改良体の強度ならびに改良領域の変更ができる。

(ii) 改良体の地山支持効果大きい

改良体はセメントミルクを主体としたもので地山状況により強度にバラツキが生じるものの長期的には安定した材料となる。また改良体がトンネル周方向にラップしてアーチが形成されるため地山支持効果が期待できる。

(iii) 長尺施工が可能である（現段階では改良長 10 m 程度が最大長である）

(iv) 改良体と地山の一体化

改良体はパイプルーフ等の材料と異なり地山と極端な剛性の相違がなく地山と一体化される。

(v) 施工管理が比較的容易である

事前に試験施工を行うことによってそ

の地山に対する特性値を把握した後は作業を単純化することができる。また作業員の熟練度によって個人的な影響が出にくい。

③ RJFP 工法の標準的な施工法

RJFP 工法の施工順序を次に述べる。

表-4 使用機械一覧表

No.	機械名称	規 格	仕 様	容量 (kW)
1	削孔・噴射機	SR-500	削孔長 15.5 m 重 量 38,000 kg 動 力 ディーゼル エンジン 90 HP	—
2	圧送ポンプ (ジオアストラ)	5T-302	吐 出 量 70~110 l/min 最高吐出圧 900 kgf/cm <sup>2</sup> 動 力 ディーゼル エンジン 320 HP 重 量 11,000 kg	—
3	ミキシング プラント	MPT-800 (ミキサ) AG-02 (アジテータ)	槽 容 量 1.2 m <sup>3</sup> 攪拌容量 0.8 m <sup>3</sup> 槽 容 量 2.7 m <sup>3</sup> アジテータ容量 2.0 m <sup>3</sup> コンプレッサ 総 重 量 3,000 kg	7.5 1.5 0.4
4	脱水処理機 (シーボル)	M-1000	処理能力 4~6 m <sup>3</sup> /hr 重 量 2,500 kg コンプレッサ	2.2 3.7
5	泥水圧送 ポンプ		揚 程 50 m 重 量 100 kg 清水圧送ポンプ	15.0 0.75
6	泥水タンク (機枠)		容 量 1.8 m <sup>3</sup> 重 量 80 kg	0.75
7	サンドポンプ 水中ポンプ		泥 水 用 洗浄給水用	11.0 3.7
8	マ ッ ド スクリーン			3.7

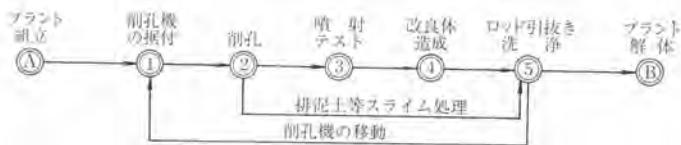


図-7 1 サイクルの施工順序フロー図

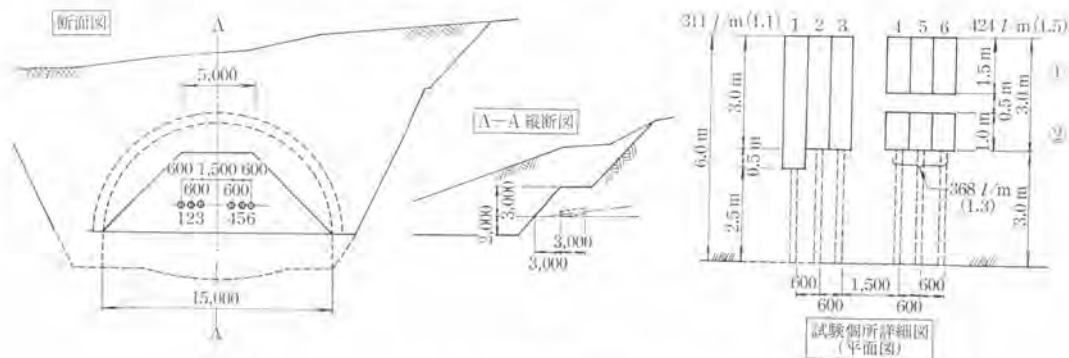


図-8 試験施工箇所概要図

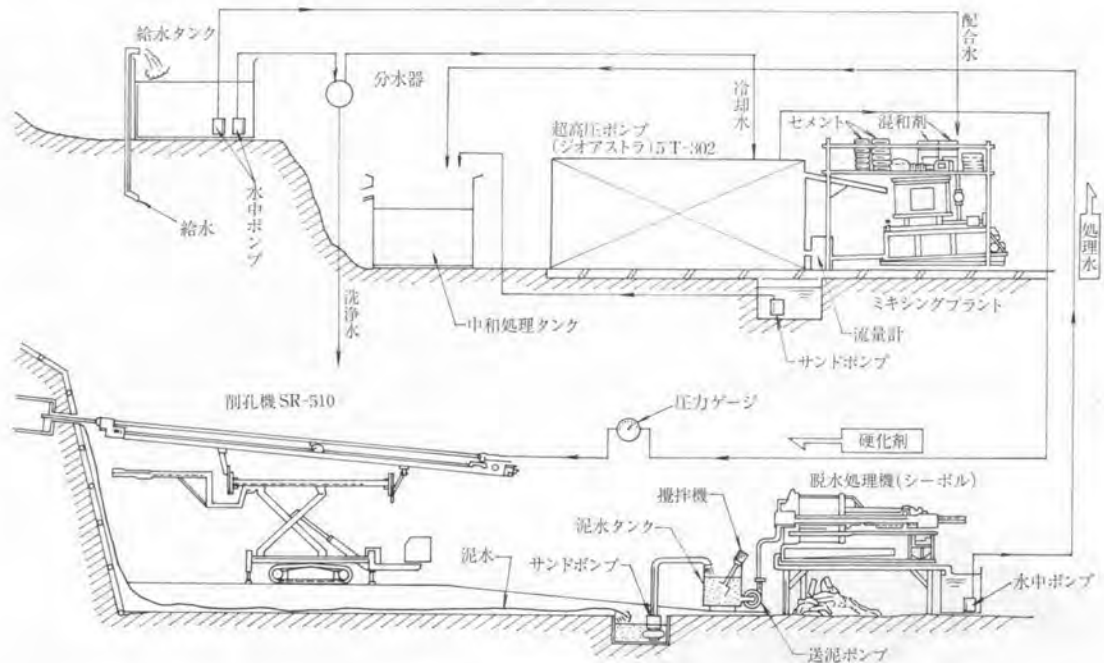


図-9 RJFP 工法機械配置図

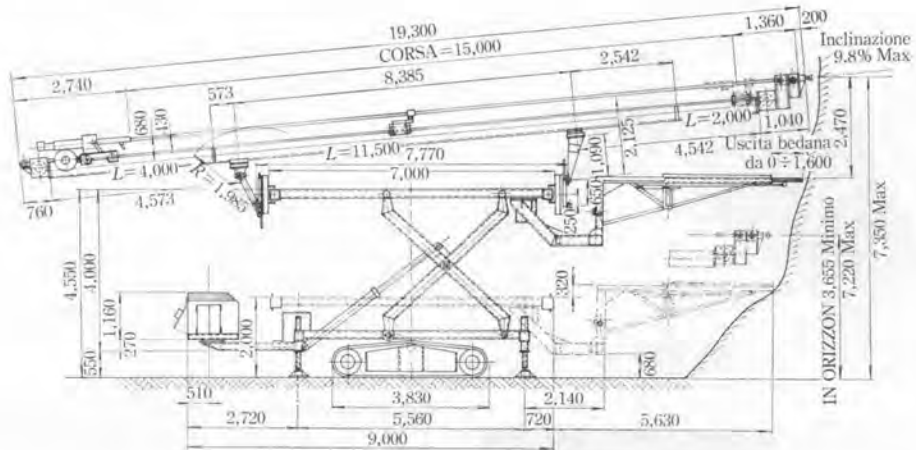


図-10 RJFP 削孔機 (SR-510) 側面図

- (i) 削孔機の据付……削孔機を所定の位置に据付け。
- (ii) 削孔……地盤条件に応じた回転とストローク速度で計画深度まで削孔する。
- (iii) 噴射テスト……削孔後回転速度、引抜き速度を設定し噴射テストをする。
- (iv) 改良体造成……所定の引抜き速度およびノズルの回転によりコラムを造成する。
- (v) ロッド引抜き、洗浄……造成完了後ロッドを引抜き管内を清水で洗浄する。

これをフロー図で示すと 図-7 のとおりである。

④ RJFP 工法の試験施工

西坑口斜面で実施した試験施工の確認事項については次の項目である。

- (i) 改良体コラムの造成径、強度、接合状況の確認
- (ii) 施工手順、作業サイクルの把握
- (iii) 発生スライム量の把握
- (iv) 施工精度、品質管理項目の確認

試験施工個所の概要図、機械配置、使用機械側面図を

図-8～図-10に示す。また試験施工に使用した機械の一覧表は表-4のとおりである。

試験施工での固結材の基本配合、施工標準仕様は表-5、表-6により実施し、その結果、改良体は表-7の強度を得られることが判明した。

試験施工結果から当トンネルに分布するスコリア、ローム層においても確実な改良体の造成為可能であると判断されRJFP工法の採用を決定した。

#### (4) RJFP工法による所領第1トンネルの施工

##### ① RJFPによる切羽安定の概念



写真-1 RJFP試験施工状況 (SR-510)



写真-2 RJFP削孔状況



写真-3 改良体造成状況

固結度の低い地山でRJFP等の先受け工法を施工しない場合には、鉛直土圧によって、切羽土塊を前方に押し出し、地山強度が十分でない場合には切羽の崩壊が生じる。地山反力が十分に期待できるよう、RJFPが切羽前方に貫入しており、同時に切羽直近の1次覆工支保が過剰変状を生じない程度に安定しておればRJFPは、切羽素掘り区間の両端を支承点とした版構造の機能によって地圧を受け持つ。

これによってRJFPは、素掘り区間の変形が最大となるような弾性支承上の梁に類似したものとなる。

この変形によって、図-11に示したようなグラウンドアーチが発生しこれは、トンネル外周に沿って連続した形となる。また地山反力もトンネル外周方向のグラウンドアーチに対応した形で切羽先端地山全体に発生し圧力球根が形成される。この圧力球根の発生は、RJFPによって囲まれた切羽先端地山の平均主応力を増加させ、軸差応力を減少させ、結果的に地山のせん断抵抗を増加させて切羽の安定が保たれることとなる。

##### ② RJFPの設計、施工フロー

トンネル本体工の支保パターンは、基本的にFEM解析で求めた5項(2)の図-6標準支保パターン図によ

表-5 基本配合

Rodin Jet 1号 (硬化剤 1,000 l あたり)	
増強剤 (普通ポルトランドセメント)	760 kg
混和剤 (ロディエイド)	12 kg
水	750 l
	比重=1.52 gf/cm <sup>3</sup>

表-6 施工標準仕様

項目	仕様
ノズル径 (mm)	1.8×2孔~2.2×2孔
噴射圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	約 400
削孔機回転数 (rpm)	18~20
引抜き速度 (min/m)	3~6
引抜き間隔 (cm)	2.5~6

表-7 試験施工結果

試験番号	一軸圧縮強度試験結果 (材令7日)				
	予備試験	本試験			
1	$\sigma_T$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	49.0	32.8	64.7	50.7
	$\rho_t$ (gf/cm <sup>3</sup> )	—	1.511	1.511	1.521
2	$\sigma_T$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	48.0	43.0	45.6	49.7
	$\rho_t$ (gf/cm <sup>3</sup> )	—	1.536	1.547	1.527
3	$\sigma_T$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	45.0	36.9	42.1	52.1
	$\rho_t$ (gf/cm <sup>3</sup> )	—	1.545	1.540	1.524
平均	$\sigma_T$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	47.0	37.6	50.8	50.8
	$\rho_t$ (gf/cm <sup>3</sup> )	—	1.531	1.533	1.524
供試体採取位置	—	No. 2 ラップ部	No. 3	No. 5	

(注)  $\sigma_T$ : 材令7日における一軸圧縮強度  
 $\rho_t$ : 供試体の湿潤密度

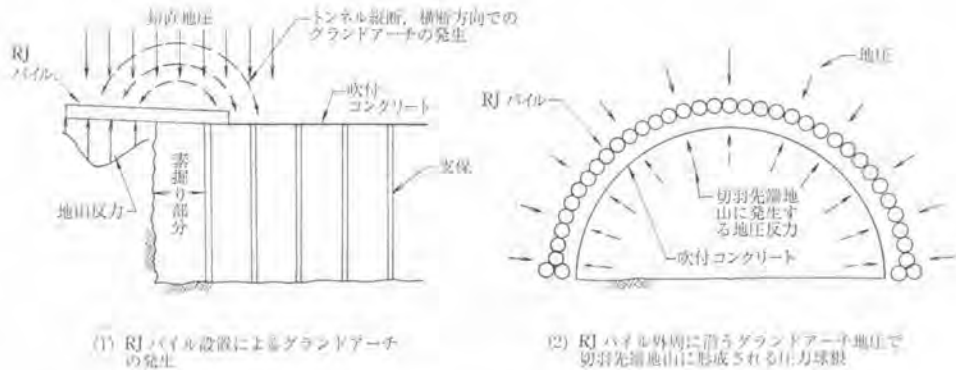


図-11 RJFP 工法による切羽安定の基本概念

ることとした。ただし地山改良および先受け効果を前提とする RJFP 工法に関しては現段階では、明確な設計思想あるいは手法が確認されていない。

このため当トンネルでは、現場計測結果に基づき同工法の評価と解析による予測を行いながら、地山条件に応じ RJFP の施工パターンを決定して行くこととした。

### ⑧ RJFP の施工パターン

試験施工により RJFP の造成径、強度、カバーロック長等が確認され、これに基づいて RJFP による切羽掘削時の地山挙動の把握、切羽自立の安全率の確認ならびに切羽安定のために必要な RJFP 長の決定を目的として 2次元 FEM (平面ひずみ、線形弾性) 解析を行った。この結果、径 60 cm の RJFP を上半切羽外周に打設することによって切羽の安定が図られかつ地山応力の開放率も減少することが判明した。

また RJFP 長に関しては、切羽地山内に 4 m 貫入させることによって地山の安定を確保したトンネル掘削が可能であると判断されたため機械性能 (SR-510) からも最長の削孔長 13 m (地山改良長 10 m, カバーロック長 3 m) とすることとした。これらを踏えたりえで西側坑口から上半部 180° の範囲に 44 本の RJFP を打設する施工パターン (図-12 参照) によって本格的なトンネル掘削を開始した。坑口部約 20 m を掘削した段階までの計測結果は、ほぼ管理基準値の範囲内であったため、RJFP の本数を 34 本と減少させたパターンに変更した。以降トンネル中心部に向って同様の経過から RJFP の本数を 23 本までに減少させたパターン (ES-R 23) としたが土被りが薄くなるにつれ計測値の変化が見られたため順次 ES-R 30, ES-R 44 に戻す施工とした。東坑口部の土被り約 3 m 程度の位置までは ES-R 44 のパターンで掘進したがそれより東坑口側は噴射圧力の漏出が懸念されたことからウレタン注入式のフォアパイリングに変更した。施工実績からの当トンネル全体のトンネル支保パターンは 図-4 地質縦断図のとおりである。

## 6. 計測結果による RJFP 工法の評価と今後の課題

### (1) RJFP 工法の評価

当トンネルにおいて実施した RJFP 工法に関しては計測結果ならびに計測データを基にした逆解析によっても次の効果が認められた。

- ① 切羽自立の改善が図られ、当トンネルでは特に核残しや鏡吹付け等の対策を必要としなかった。
- ② 土被りの薄い未固結地山にもかかわらず掘削に伴う地表面沈下は少なかった。
- ③ RJFP によって掘削中の地山の変形が抑制されるためトンネル周辺地山への影響が非常に小さく周辺地山は、ほぼ弾性体としての挙動を示した。

### (2) RJFP 工法の今後の課題

RJFP 工法は、当トンネルでの施工結果から未固結地山のトンネル掘削には非常に有効であることが判明したが設計、施工過程での問題点または今後の課題としては、次の事項が挙げられる。

- ① 今後さらに種々の地山に対する切羽安定効果のメカニズムをより以上に明らかにしなければならない。
- ② トンネルの長期的な安定をも含め非常に難しい課題であるが、RJFP を 1 次覆工支保のメンバーに組込むことができれば合理的な設計となる。
- ③ 急速施工に関しては既にロータリバーカッションおよびダウンザホールハンマの採用等によって崖錐、転石混りの地山にも適用可能な削孔機に改善されているがより以上の削孔サイクルの低減を図るため現在の 1 ブームからそれ以上の 2~3 ブームを備えた削孔機の開発が望まれる。

7. あとがき

東名改築事業の概要と当区間に位置する9本の大断面トンネルの中でも最も不良地質が分布する所領第1トンネルの設計、施工ならびにRJFP工法について述べてきたが誌面の関係上そのあらましを述べるに留まった。

当トンネルで実施したRJFP工法については、従来のトンネル先受け工法に比較し未固結地山にとって画期的かつ有効な工法であることが判明した。これを機会に山岳トンネル工法の都市化、大断面化に対応する工法の改良の積重ねによって効率的な工法を見出して行く必要があると思われる。

所領第1トンネルについては既に工事を無事完了したものであるが、これはひとえに「三車線トンネルにおける施工検討委員会」の今田委員長初め委員各位の助言ならびに東洋建設・徳倉建設所領工事共同企業体の関係者の熱意によるもので深く感謝の意を表する次第である。

《参考文献》

- 1) 長友成樹：「山岳トンネルの新技术(4)“トンネルと地下” Vol. 18, No. 7, 1987
- 2) 中西渉：「新しいフォアライニング工法 Rodinjet」“トンネルと地下” Vol. 19, No. 2, 1988
- 3) 小泉光政・今村修・岡憲二郎：「土砂地山に土かぶりの薄い3車線トンネルを掘る(その1)“トンネルと地下” Vol. 21, No. 5, 1990
- 4) 小泉光政・今村修・岡憲二郎・合田和哉：「土砂地山に土かぶりの薄い3車線トンネルを掘る(その2)“トンネルと地下” Vol. 21, No. 6, 1990

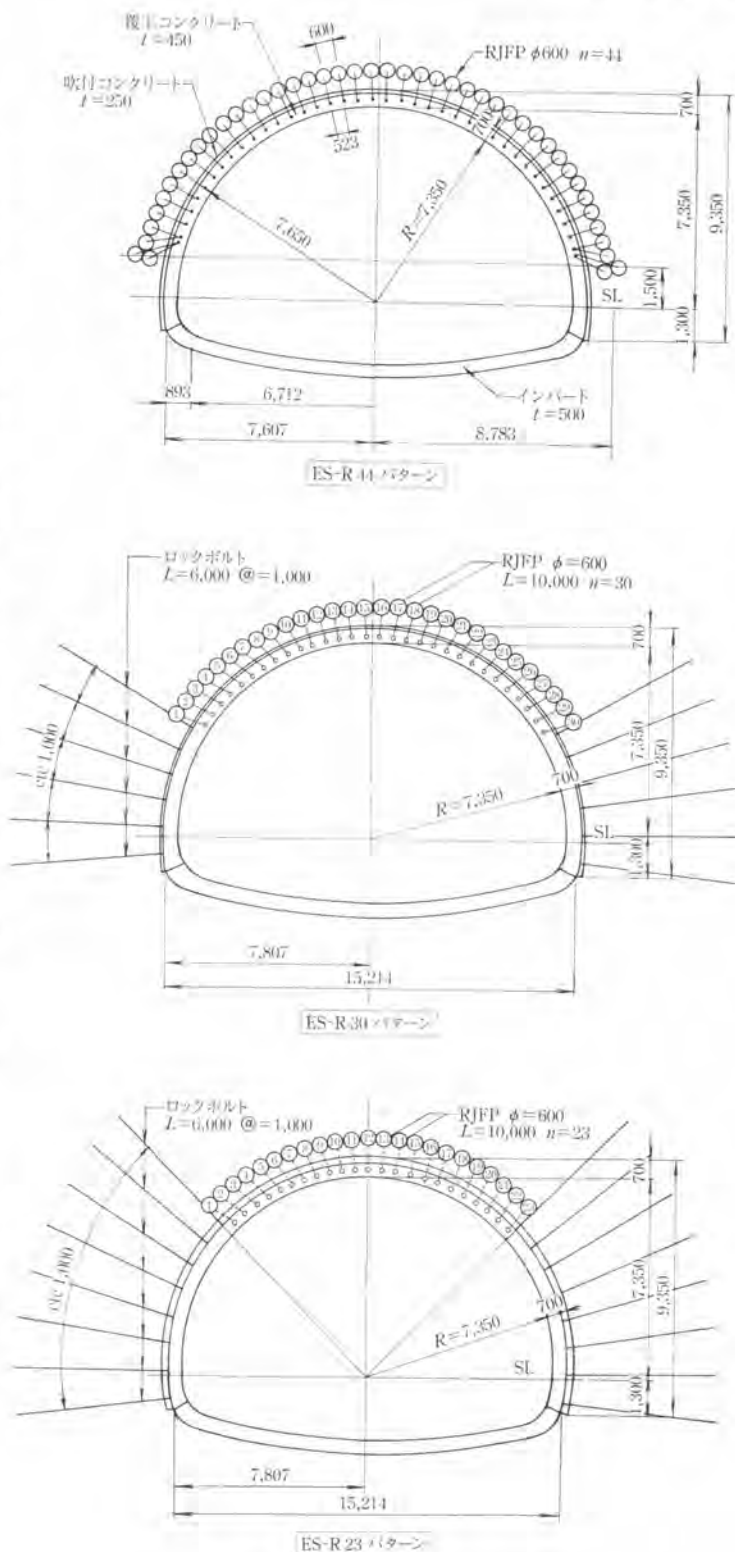
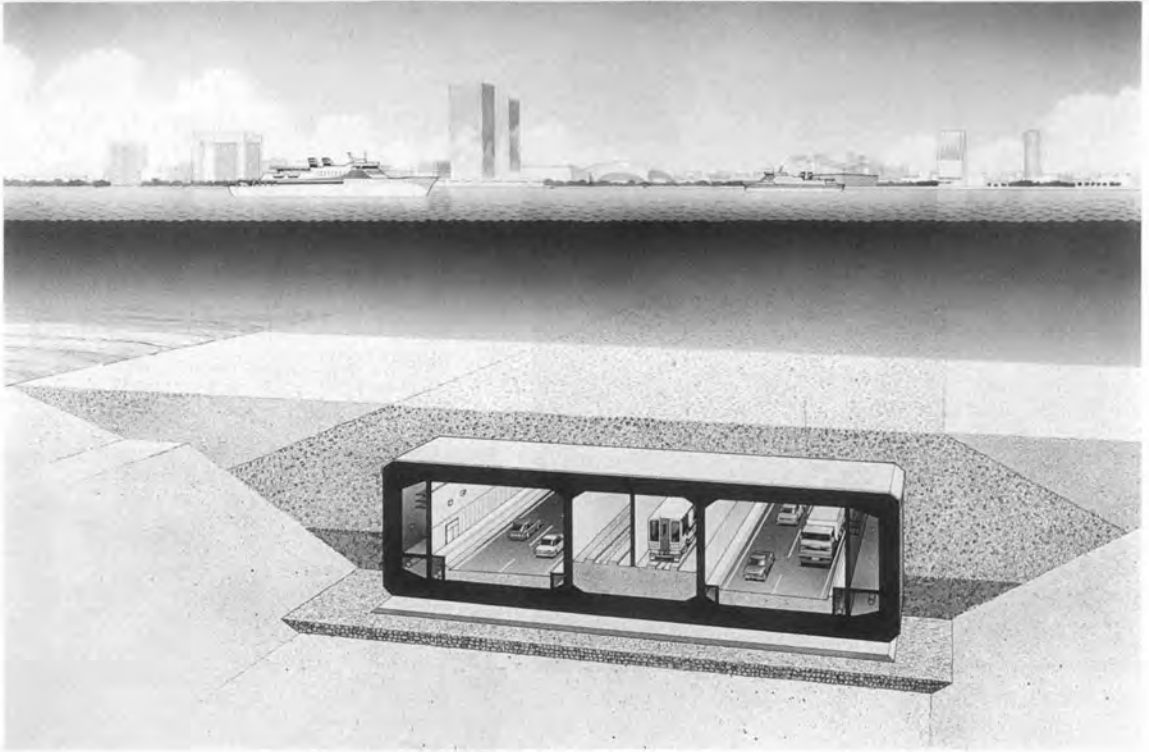


図-12 RJFP 施工パターン図

# 最近のトンネル工事

## 大阪港海底トンネル



大阪港海底トンネルの完成予想図



合成構造方式沈埋函の構造実験，はり部材載荷実験（コンクリート圧壊時）

合成構造方式沈埋函の構造実験  
函断面載荷実験（試験後）





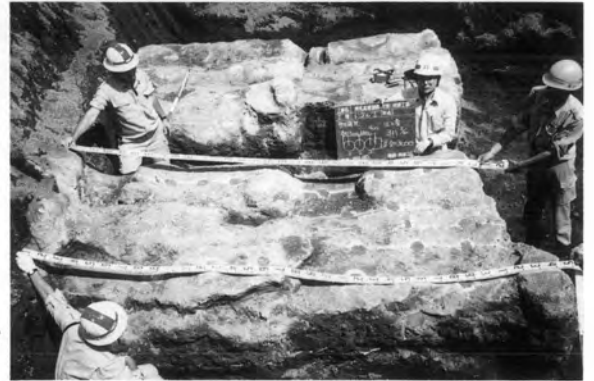
# 東名改築・所領第1トンネル



⇨RJFP 工法の試験施工（西坑口切土部の露出土はローム，スコリア層）



⇨RJFP の打設状況（使用機械 SR-510）



RJFP 試験施工によるコラム造成状況⇨

# 営団地下鉄7号線



⇨トンネル内

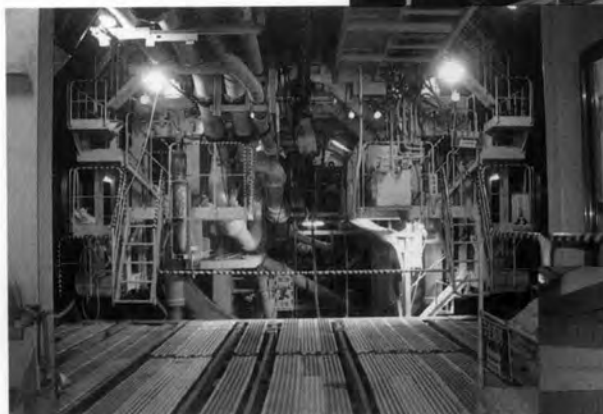
セグメント組立て状況⇨



⇨セグメント搬送状況

## 福岡市高速鉄道1号線

トンネル内⇨



⇨坑内シールド機械設備

シールド施工管理室⇨



## 雁坂トンネル



⇨ 本坑3ブーム油圧ホイールジャンボ



⇨ 避難坑ずり積込状況 (ロッカーショベル)

本坑のずり積込状況 (ホイールショベルと⇨  
キルナコンビトラック)



## トンネル3次元測量システム



⇨ 照射プロット状況

## 硬岩掘削用 大型ロードヘッダ

硬岩掘削用大型ロードヘッダ⇨



## トンネル特集

## 砂礫層を大断面泥水式シールドで掘進

— 営団地下鉄7号線王子三工区 —

渡辺 作一\* 加藤 信介\*\*

## 1. はじめに

営団地下鉄7号線は、目黒を起点とし、都心を南北に貫き、北区の岩淵町に至る全長 21.4 km の路線である。そのうち駒込～岩淵町間 6.8 km を第1期工事として昭和 61 年2月に工事開始した。第1期工事区間は駅部が駒込、西ヶ原、王子、神谷橋、志茂、岩淵町（すべて駅名は仮称）の6駅であり、開削工法にて施工した。また駅間をつなぐトンネルはすべて泥水式シールド工法を採用した。第1期工事区間は、現在、土木工事が完了し開業を目指して施設工事等を行っている。

本稿は、王子～神谷橋駅（仮称）間の7号線王子三工区の泥水式複線シールド工事（ $l=950$  m）についての概要を報告する。

## 2. 工事概要

王子三工区は、神谷橋駅の構内の一部を発進基地とし、王子駅へ向って掘進するトンネル外径 9.8 m、シールド掘進延長 950 m の地下鉄複線型トンネルである。路線の平面形状および縦断勾配は 図-1、図-2 のとおりである。

土被りは 図-2 に示すように 9.3～17.8 m である。

シールド切羽に現れる土質は非常に変化に富み複雑で、しかも玉石混りの砂礫層が全線にわたって分布している。この礫層の透水係数は  $3 \times 10^{-3} \sim 10^{-2}$  cm/sec 程度である。一方、土被り部分は東京の下町低地に多く見られる非常に軟弱な有楽町層が大部分を占めており、地盤沈下防止のためには細かな掘進管理が要求される。

シールド工事は駅部構築の完了を待って、平成元年3月よりシールド仮設備、シールド機組立等を行い、平成元年7月に発進し、平成2年3月下旬王子駅に到達した。

## 3. シールド機械

シールド切羽断面に現れる土質は、工事概要でも述べたように非常に変化に富んでいる。また施工前の地質調査では礫層の最大礫径は 25 mm 程度と予想されたが、先行していた駅部の開削工事の掘削で判明した礫径は、東京礫層で最大  $23 \times 15$  cm、段丘礫層で最大  $20 \times 13$  cm と、かなり大きな礫が出現することが分かった（写真-1 参照）。従ってシールド機械設計に当っては、玉石の出現を踏まえて、当初計画を一部変更し次の点に留意した。

① シールド機械設計上の計画泥水圧は、路線上のシールド中心における最大静止土圧の5割増しの  $6.0$  kgf/cm<sup>2</sup> とする。

② シールド外径は、テールクリアランス 40 mm、テール板厚 60 mm より 10,000 mm とする。

③ シールド機長は、万一、同時裏込め注入管が使用不能になっても、セグメント注入孔より即時注入が可能な長さとする。

④ カッタディスクは、旋回ベアリングによる中間支持方式とし、電動駆動とする。



写真-1 駅部開削工事で出た玉石

\* WATANABE Sa kuichi

帝都高速度交通営団建設本部建設事務所長

\*\* KATO Shinsuke

帝都交速度交通営団建設本部7号線赤羽工事所技術課長



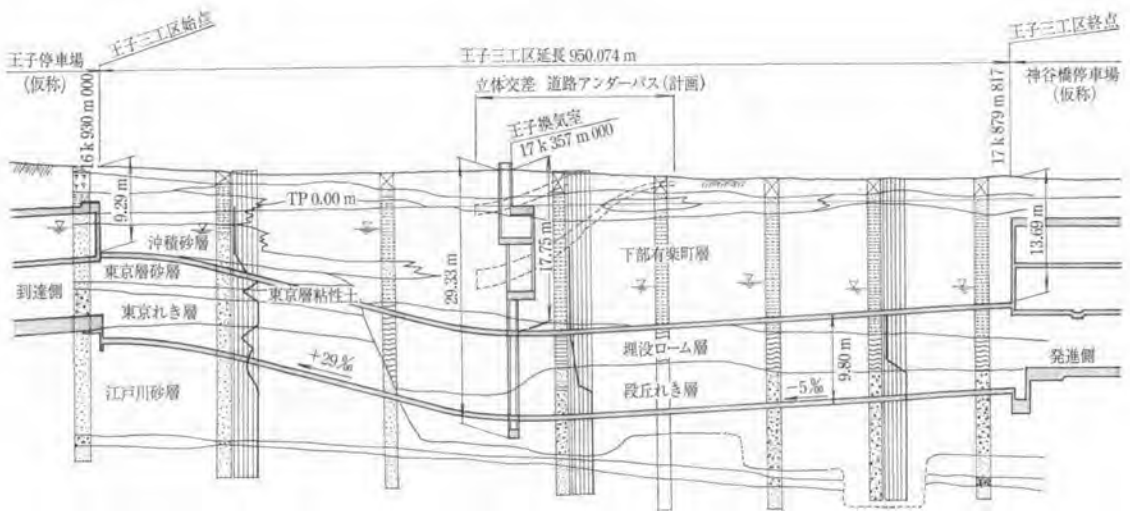


図-2 地質縦断面図

#### 4. 仮設備計画

当工区のシールド基地は、当初神谷橋駅部の構内と北本通り路上に設置し使用することで計画されていたが、さまざまな制約条件の中で、再度シールド基地の設置位置について検討した結果、7号線第1期工事の車庫に成るべき留置線にシールド仮設備を設置することにした。

##### (1) 泥水処理設備

当工区の掘削土質は、最初の 650 m はシルト・粘土を主体とする土質であり、後の 300 m は砂を主体とする土質である。しかも、全線にわたって玉石を含む礫層があることから、泥水処理設備の設備仕様は、1次処理設備としてローヘッドスクリーン1基、サンドセパレータ3基、2次処理設備としてソニブレス (9.1 m<sup>3</sup>) 4基と大きな設備を設置した (表-2、図-6 参照)。また、これらの設備は、図-7 のとおりすべて留置線構内に設置した。

処理土の地上搬出は搬送能力、設置条件、騒音防止等を考慮して、斜めコンベヤ (ウインドリフトコンベヤ)

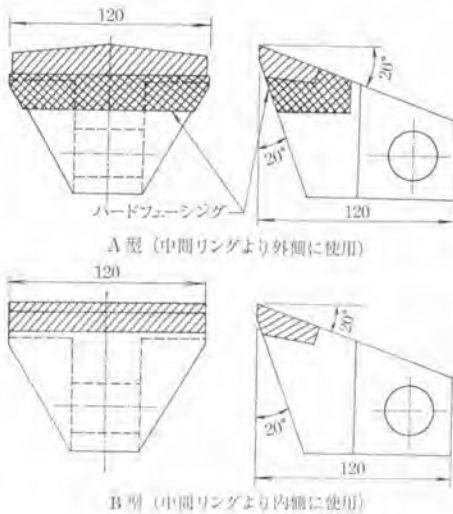


図-3 ピット構造図

なお、シールド機の主要諸元を表-1に、シールド機を図-5、写真-2に示す。

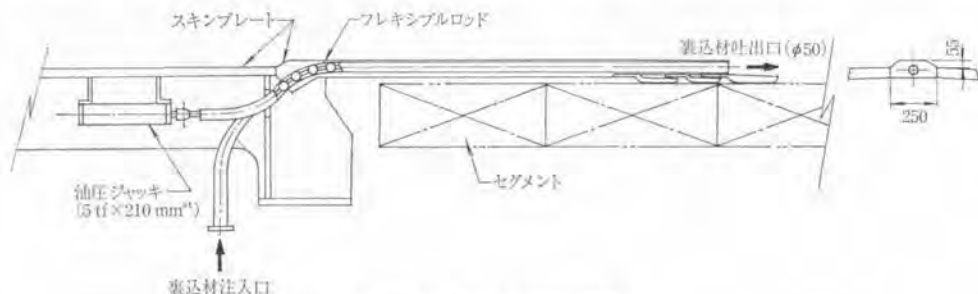


図-4 同時裏込注入管構造図

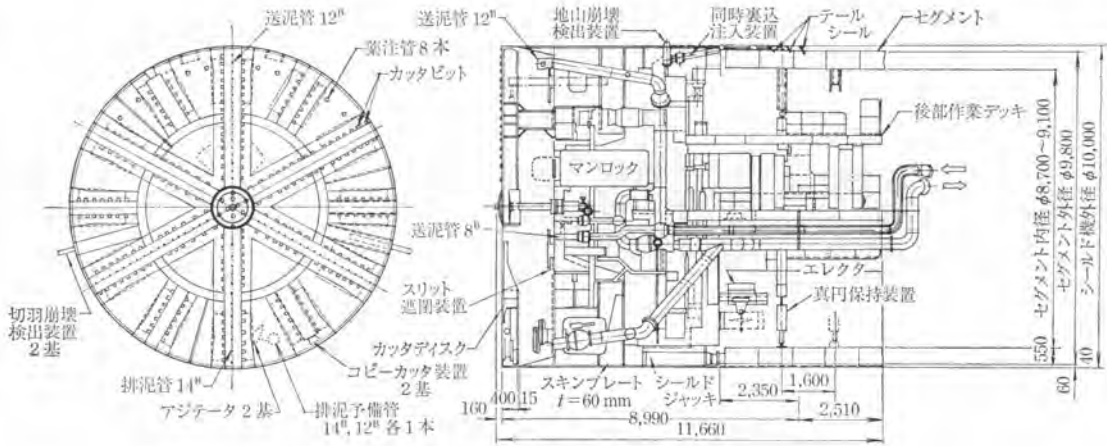


図-5 シールド構造図

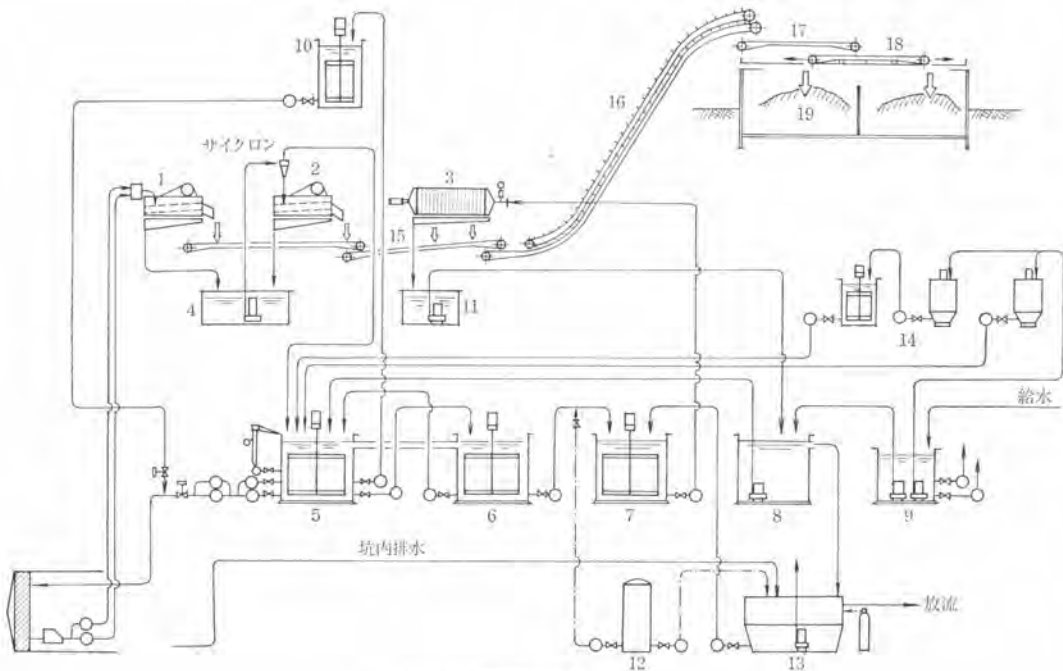


図-6 泥水処理フローシート

表-2 泥水処理設備主要機器一覧表

No	機名	仕様	台数	No	機名	仕様	台数
1	ロータリーコンクリートポンプ	2床式 150t/hr 16m <sup>3</sup> /min	1	12	P A C 槽	2,360φ×2,660H 10m <sup>3</sup>	3
2	1次分離機	2床式 80t/hr 1.2m <sup>3</sup> /min サイクロン 0.4m <sup>3</sup> /min×12台	3	13	坑内排水処理ユニット	角型 30m <sup>3</sup> /hr CO <sub>2</sub> 中和方式	1
3	ソニプレユニット	65 in 125室 9.1m <sup>3</sup>	4	14	作泥ユニット	CMC槽 3m <sup>3</sup> , 粘土槽 3m <sup>3</sup> , 貯泥槽 13m <sup>3</sup>	1
4	泥水受槽	30m <sup>3</sup> サイクロンポンプ 3m <sup>3</sup> /min×6台	1	15	ベルトコンベヤ	900W×17.5m, 29.1m, 27.9m, 1,200W×9.7m	4
5	調整槽	6,800φ×4,500H 160m <sup>3</sup>	1	16	ウィンドリフト コンベヤ	750W×38.5m, θ=60°, 130m <sup>3</sup> /hr	1
6	余剰泥水槽	6,800φ×4,500H 160m <sup>3</sup>	1	17	ベルトコンベヤ	900W×5m, 16.5m	2
7	スラリー槽	6,800φ×4,500H 160m <sup>3</sup>	1	18	正逆スライド コンベヤ	900W×15m	1
8	希釈水槽	6,800φ×4,500H 160m <sup>3</sup>	2	19	土砂ビット	シートパイル 7×3×24m, 500m <sup>3</sup>	1
9	清水槽	4,850φ×4,500H 80m <sup>3</sup>	1	20	中央制御室	3K×5K×1F	1
10	切羽水圧保持水槽	4,850φ×3,050H 55m <sup>3</sup>	1	21	プラント変電所	変圧器 1,180KVA	1
11	汲水水槽	2,400φ×4,500H 20m <sup>3</sup>	2				

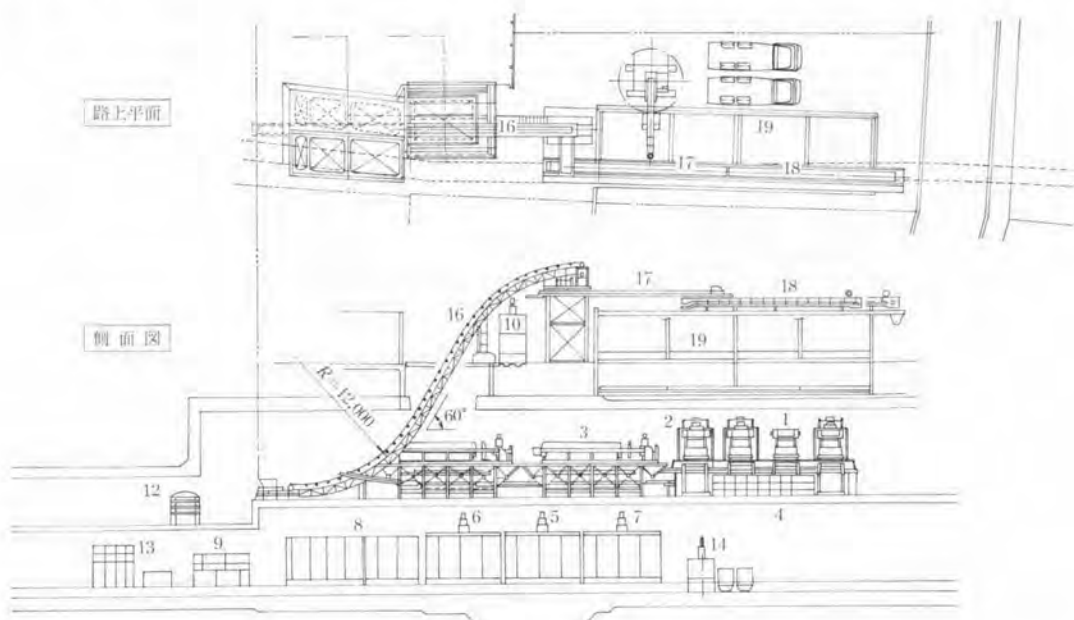


図-7 泥水処理設備図

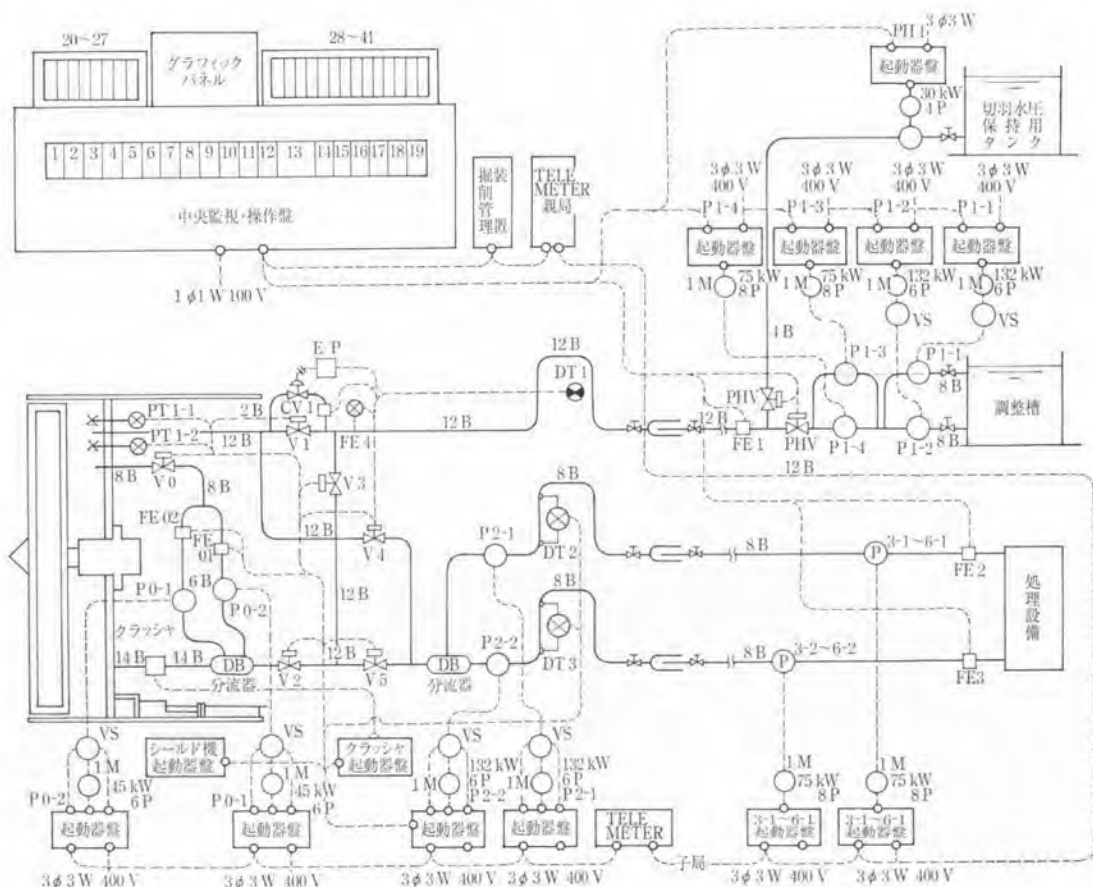


図-8 泥水輸送計装フローシート



表-3 泥水輸送計装設備一覧表

記号	機名	仕様	数量	記号	機名	仕様	数量
P1-1,2	送泥ポンプ	SPL-200 4C 132kW 6P VS	2	DT	送泥密度検出器	γ線式 12 <sup>φ</sup>	1
P1-3,4	送泥ポンプ	SPL-200 4C 75kW 6P FS	2	DT	排泥密度検出器	差圧式 8 <sup>φ</sup>	2
P2-1,2	排泥ポンプ	SPD 2-200 2C 132kW 6P VS	2	FE	流量検出器	電磁式 12 <sup>φ</sup> ×1, 8 <sup>φ</sup> ×2, 6 <sup>φ</sup> ×2, 4 <sup>φ</sup> ×1	6
P3-6-1,2	排泥中継ポンプ	SPD 2-200 2C 75kW 8P FS	8	PT	水圧電送器		3
P3-1,2	循環ポンプ	SPD 2-150 4C 45kW 6P VS	2		自動バルブ	エア式 4 <sup>φ</sup> ×1, 8 <sup>φ</sup> ×1, 12 <sup>φ</sup> ×6	8
PH	切羽水圧保持ポンプ	SPL-100 4C 30kW 4P VS	1	CVI	切羽水圧保持器	エア式 4 <sup>φ</sup>	1
□	ウォータリクラッシュ	KC-750 45kW 16.5m <sup>3</sup> /hr at 30mm 25m <sup>3</sup> /hr at 45mm	1		中央監視・操作盤	グラフィックパネル	1
(DB)1	分流器	吸込 14 <sup>φ</sup> 吐出 12 <sup>φ</sup> 循環 6 <sup>φ</sup> ×2	2		掘削管理装置		1
(DB)2	分送器	吸込 12 <sup>φ</sup> 吐出 8 <sup>φ</sup> ×2	1		テレメータ	親局・子局	1
	バイパスバルブセット	12 <sup>φ</sup> CV1 V <sub>1</sub> ~V <sub>5</sub>	1				
	三連伸縮管	送泥管 12 <sup>φ</sup> ×1 排泥管 8 <sup>φ</sup> ×2	1				
	コンプレッサ	300l/min 7.5kW エアセット レシーバタンク	2				

を採用した。

(2) 泥水輸送・計装設備

泥水輸送は送泥管径 12" (30 cm) 1系統, 排泥管径 8" (20 cm) 2系統とした。また 礫対策としてシールド機の排泥関係を 14" とし, 礫破砕機を設置するとともに, 循環ポンプ (P<sub>0</sub>) により排泥管の流速を上げ閉塞を防止することとした。

掘進停止時の切羽保持については送泥水の調整槽を構内に設置するので, 切羽保持泥水圧が不足する。このため地上に切羽泥水圧保持用貯泥水槽を設置した。またシールド掘進がスムーズに行えるように, 泥水輸送を制御し, 処理設備の運転状況を監視するために, 中央制御室で集中管理を行った。なお, 泥水輸送計装フローおよび設備使用は 図-8, 表-3 に示すとおりである。

(3) 地上基地仮設備

地上基地仮設備は, 前述のとおり北本通り路上から留置線部路上へと変更になったが, 当該敷地内での掘削工事は昼間だけに制限されていたので, 当工区シールド工事でも土砂搬出設備の夜間騒音については, とくに問題が予想された。騒音源として土砂搬出機, 土砂ホップ, ダンプトラックなどがあげられるが, ダンプトラックの発進時のエンジン音を小さくすることは困難であり, 検討の結果, 敷地内を 3m 程度掘り下げ夜間の掘削土砂をストックできる土砂ピット (容量 500 m<sup>3</sup>) を築造し, 昼間のみ残土搬出を行うこととした。土砂ピットの掘削残土はバックホウ掘削機によりダンプトラックに積み込みを行った (図-7 参照)。

材料搬出入基地には, 路上に 10t 門型クレーンを設置し, 留置線の構内の一部をセグメントおよび配管材料・軌条設備材料などのストックヤードとした。構内のヤードには 5t 門型クレーンを 2基設置した。

ヤードが留置線部に変更になったため, ヤードから発

進抗口までの距離は約 450 m あり, 軌条を敷設し運搬を行うこととした (図-1 参照)。

5. シールド掘進管理

シールド掘進管理は, 図-9 に示すようなシステムで管理を行った。

(1) 切羽管理

切羽の安定には泥水圧および泥水性状の管理が重要であり, 当工区においては以下のとおり管理した。

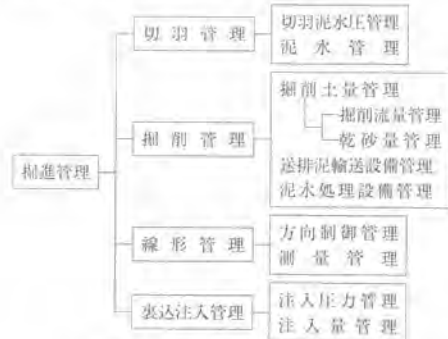


図-9 掘進管理システム

表-4 泥水性状管理基準

項目	管理値	測定器
比重	1.1~1.2	マッドバランス
粘性	25~30(sec)	ファンネル粘度計
泥水量	30 cc 以下	泥過試験器

表-5 裏込注入材配合表

A 液 1,000 l 当たり		B 液	
BS ベクター-A	260 kg	BS ケーソー	90 l
ベントナイト	90 kg		
安定剤	4 l		
水	874 l		

A 液+B 液=1,090 l

切羽泥水圧は、静止土圧相当の泥水圧を上限、主動土圧相当の泥水圧を下限として計画泥水圧とした。切羽泥水圧管理は、計画泥水圧をもとに行ったが、掘進中の逸泥量、掘削量を相互に判断し、また地上の沈下量をフィードバックしながら最適な泥水圧を求め管理した。また送泥水の性状の管理基準は、表一4 のとおりとした。送泥水は地山の粘性土を利用したが、全線にわたって粘性土層が介在しており泥水が不足することはなかった。

## (2) 掘削管理

掘削土量管理は、送排泥管に設置した差圧式密度計および電磁流量計よりリアルタイムに送られてくるデータを、中央管理室のコンピュータで演算・統計解析を行い管理した。

余掘り量を把握するために、送排泥水の比重差から掘削土の絶対容量(乾砂量)を算定し管理した。なお、余掘り量は、切羽崩壊探索装置による測定管理も合わせて行った。そのほかに掘削量対掘進ストロークグラフ、掘削乾砂量対掘進ストロークグラフを作成し管理した。

## (3) 裏込め注入

テールボイドを推進と同時に速やかに填充し地盤沈下をなくするためには、シールド機からの同時裏込め注入工法が最適であり、当工区においても採用した。注入材料は、その材料に要求されるさまざまな条件を満たし、8号湾岸線の実績からも、可塑性固結系の材料のうち、BS工法を使用した。配合は、表一5 のとおりである。

裏込め注入管理は、推進速度に応じて、設定注入率か

ら注入ポンプ回転数(注入流量)を設定し注入を行い、注入圧力、注入量の測定から注入量を判定し、注入量の修正を行いながら裏込め注入を自動制御するシステムを使用して管理した。

裏込め材混練りプラントは、路上の材料搬出入基地内に設置し、A液は搬送距離が長いために途中での閉塞が懸念されたため、箱型トロにより切羽の裏込め注入台車まで運搬した。B液は路上のタンクより坑内まで圧送した。

## 6. おわりに

当工区のシールドは全断面砂礫層を掘進するので計画段階において切羽の安定、配管系統の閉塞とともにシールド機械のカッタビットの損傷が非常に懸念された。

しかし、到達時に確認調査した結果では標準ビットのうち、外周部のビットは先端部および角部で1~2mm程度の摩耗であり、内周部ではさらに摩耗は少なく新品に近い状態で掘進完了した。ただし、延長950mという比較的長距離の全線にわたって礫層の中を掘進したため、排泥配管系統の摩耗が激しく、後半以降は排泥管からの泥水噴出に苦労しながらの掘進となった。

今後の課題としては、シールドの出来高が掘進速度、セグメント組立に占められており、特にセグメント組立時間の占める割合が大きいため、セグメント構造の簡素化、軽量化による組立の自動化を早期に実用化すべきであると考えられる。

## トンネル特集

## 風化花崗岩層を大断面泥水式シールドで掘進

—福岡市高速鉄道1号線延伸部—

山崎 福市\*      安田 秀幸\*\*  
 児玉 豊\*\*\*      三好 信行\*\*\*\*

## 1. はじめに

福岡市高速鉄道1号線博多・福岡空港間建設工事は、既設の博多駅から百年橋通りを経て、福岡空港までの間約3.1kmを建設するもので、そのうち1.84kmをシールド工法で施工するものである。シールドの選択にあたっては、交通量の多い百年橋通り、民有地、空港場内と地上での制約があることなどから、できるだけ建物、地表面に影響の少ない、かつ周辺井戸、地質などを考慮して泥水加圧式を採用することとした。

シールド区間のほぼ中央部に位置する榎田中間換気所(L=51.6m, W=14.6m)の構築を開削工法で築造し、そこを発進基地として西方向(L=830.9m)は東

比恵駅(仮称)へ、また東方向(L=958.9m)は福岡空港駅(仮称)へ進み、外径φ10.0mの複線鉄道トンネルを築造する。

本稿では西方向へ掘進する榎田西工区の工事概要と泥水加圧シールドによる風化花崗岩層の掘進、および掘進管理の施工実績について報告する。

## 3. 工事概要

## (1) 地質

当工区の地質は上部より沖積シルト層・沖積砂質土層・洪積砂質土層および中世紀白亜紀の花崗岩からなっている。掘削対象となる地層は花崗岩層で強風化作用をうけ土砂状(マサ土)となっている。一部は岩塊状となっ



図-1 福岡市高速鉄道1号線博多～福岡空港間路線図

\* YAMASAKI Fukuichi

福岡市交通局工事事務所副主幹

\*\* YASUDA Hideyuki

福岡市交通局工事事務所第一係長

\*\*\* KODAMA Yutaka

福岡市交通局工事事務所所属員

\*\*\*\* MIYOSHI Nobuyuki

大林・熊谷・日本国土・大日本土木地下鉄榎田西  
 JV 工事事務所所長代理

ているが、ハンマの打撃にて容易に碎ける。 $N$  値は 50 以上でよく締まっており、透水係数は  $10^{-4}$  cm/sec オーダーである。到達点が近づくに従ってシールド機クラウン部に洪積砂質土層が現れる。

### (2) 防護工

シールド機が立坑より発進する際の鏡はつり、シールド機発進の防護として凍結工法を、また立坑掘削に伴う立坑周辺地山のゆるみに起因するクラウン部の崩壊を抑える目的で、クラウン部に薬液注入(二重管複合注入)を行った。シールド機到達部においては切羽の安定、自立および止水、また沈下防止を目的として、超高圧噴射注入工(コラムジェットグラウト工法)を行った。

### 3. シールド機械

本機は直径 10.2 m の大断面泥水加圧シールド機で、風化花崗岩層(マサ土)を掘進することから、高度の信頼性の確保を基本理念とした。以下、計画に当り特に留意した点と、当機の主要構造について述べる。

#### (1) 計画時の留意点

- ① 高負荷への対応
- ② 摩耗対策
- ③ 未風化岩芯への対応
- ④ 粘性土の付着対策

#### (2) シールド機の主要構造

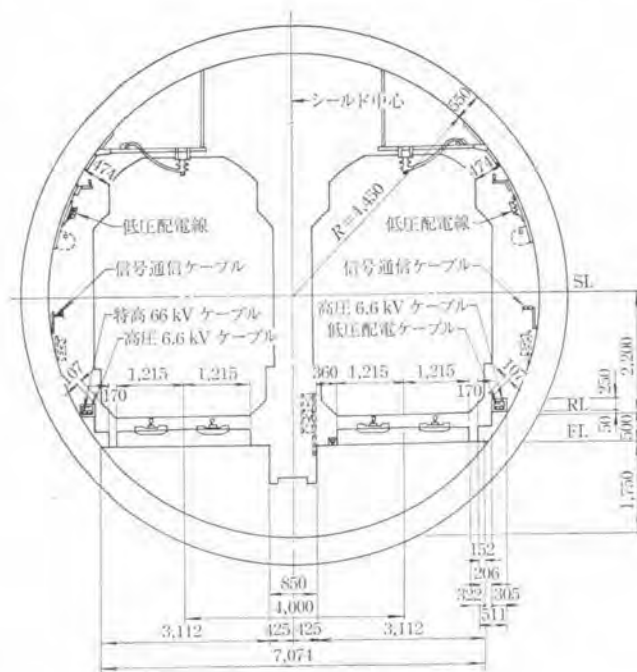


図-2 トンネル断面図(直線部)

#### (a) カッタ装置

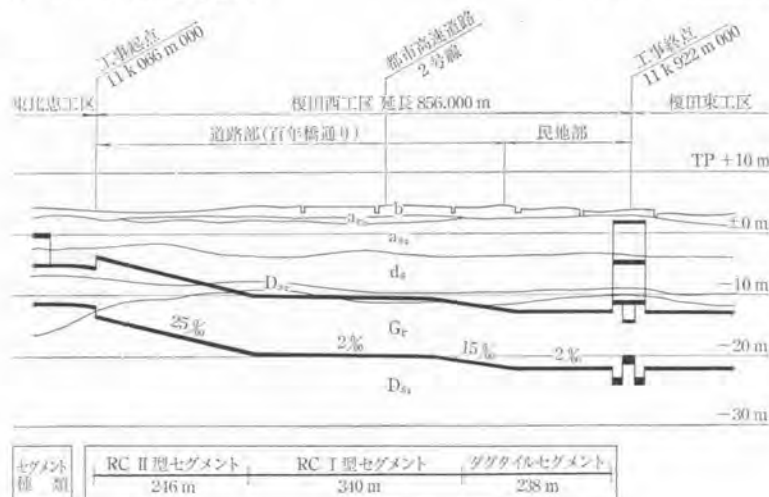
カッタディスクは中間支持方式とし、軸受機構に剛性および負荷容量の大きい三列円筒コロ軸受を採用した。カッタの駆動は効率、作業環境、制御方式の進歩等を考慮し、電動駆動方式とした。

#### (b) カッタトルク

カッタトルクは直径の三乗比にして  $\alpha=1.28$  (常用) ~  $1.54$  (最高) とし、高負荷に対応できるカッタトルクとした。

#### (c) ビット

カッタビットの掘削条数は外周部から 12 条、8 条、



地質凡例

b	砂混り砂質土
a <sub>c1</sub>	砂質シルト砂混り粘土など粘性土
a <sub>c2</sub>	れき混り砂質土(中粒~粗粒)
d <sub>s</sub>	砂質土
G <sub>r</sub>	両雲母花崗岩
D <sub>s1</sub>	岩盤(N値>50)
D <sub>s2</sub>	岩盤(N値<50)

セグメント種類	RC II型セグメント	RC I型セグメント	ダクタイルセグメント
	246 m	340 m	288 m

図-3 地質縦断面図

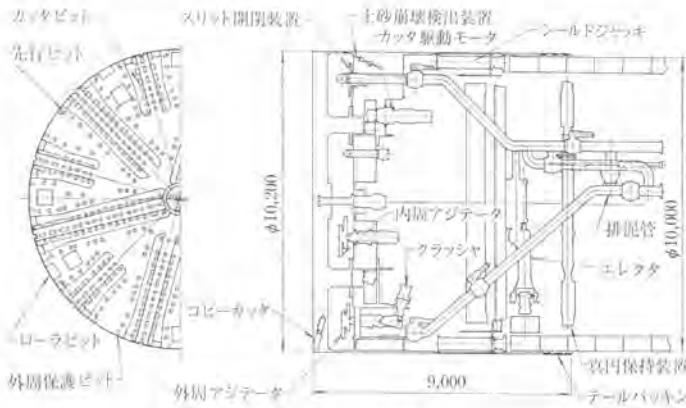


図-4 シールド機械

表-1 シールド機械の仕様

本体関係	φ10,200 mm	カッタ装置	中間支持方式
外 種	9,000 mm	型 式	10,210 mm
機 長	ワイヤブラシ形 3列	掘 削 径	0.4 rpm
テールバックン	12分割	回 転 数	常用 1,361 tf-m
掘進機構		トルク	最高 1,634 tf-m
ジャッキ	300 tf 1,200 sec	駆動方式	電動駆動方式
	300 kg/cm <sup>2</sup> 33本	モータ	45kW 4P 15台
掘進速度	9,900 tf	減速機	i=1/220
アジテータ	4.1 cm/min	回転方向	左・右
装 備 数	外室 4基	エレクタ装置	リングギヤ門型
	内室 1基	型 式	0.6 rpm
羽根外径	外室 φ1,200 mm	回 転 数	4,200 kg-l
	内室 φ1,400 mm	回 転 方 向	34 tf
回 転 数	外室 57 rpm	押込力	1,200 mm
	内室 57 rpm	昇降ストローク	
駆動方式	電動駆動方式		

6条、3条、2条切削とし、半径方向で均等に土砂が取込めるように配慮した。また全数を取替可能なピン構造とした。先行ビットは外周部から4条、2条切削とし、全数取替可能なピン構造および板付ボルト取付式とした。

カッタビットの摩耗進行度を把握するため、超音波センサ内蔵の摩耗検知ビットを取付けて計測管理した。

#### (d) ローラビット

外周部のビットおよび面板の摩耗を防止するため、12個のローラビットを装着できる構造とした。発進部と到達部の地山に約20%の粘土分が予測されたためローラビットを装着せずに発進したが、20R付近から外周部のビットに摩耗が検出されたため、160Rでローラビットを装着した。

#### (e) コピーカッタ

R=600mの掘進と最外周部の摩耗に対処するため、最大余掘量130mmの油圧ジャッキ式コピーカッタを2台装備した。余掘量と余掘範囲の設定および表示はマシン運転室で行った。

#### (f) スリット

土砂の取込み不足により、地山と面板の間に土砂を滞留させないようスリット開口寸法を300~450mm(最外周450mm)とし、掘削断面積に比例した開口率とした。またスリット開閉装置を上部の4カ所に設けた。

#### (g) 粘性土の付着対策

粘性土の付着成長によるスリットおよびチャンバ内の閉塞を防止するため、下記の対策を実施した。

① カッタヘッド背面をフラットな構造とした。

② 超高分子ポリエチレンをスリット部や中間支柱に貼付けて、土砂との摩擦係数を大幅に軽減した。

③ アジテータを中央部に一基と、外周下部に4基装備した。

(h) 切羽崩壊および余掘量探索装置掘削、推進による地山への影響と早期に把握し、適正な泥水管理を裏込注入を行うため、電動式3台と手動式1台の探索装置を装備した。電動式3台は掘削終了信号で自動的に計測、演算し、余掘量と余掘量を記録する装置とした。

## 4. 泥水輸送設備

当設備の概要はクロス配管、バイパス配管を機内に装備し、送泥管を12B、排泥管はマシン機内を12B、No.2台車の分流槽からは8B2系統とした。

### (1) 特に留意した点とその対策

#### (a) 未風化岩芯の取込による管路閉塞

① マシン機内にセッティング寸法75mmのジョークラッシャ、No.1後方台車にセッティング寸法30mmのシングルトルグルクラッシャを装備した。

② チャンバからの土砂取込み口を3カ所設備し、チャンバ下部の沈降土砂を容易に取除ける設備とした。

#### (b) 土砂付着成長によるチャンバ内閉塞

チャンバ中央部にP<sub>0</sub>ポンプによる泥水循環回路を設け、閉塞の有無を泥水の循環流量により監視し、早期に攪拌除去できる設備とした。

#### (c) 排泥管の摩耗対策

機内配管は圧力配管用炭素鋼鋼管SCH-80を使用し、チャンバからバルブまでの配管については2重管とした。摩耗の進行を予測するため、あらかじめ計測点を設定し、定期的に摩耗計測を実施した。

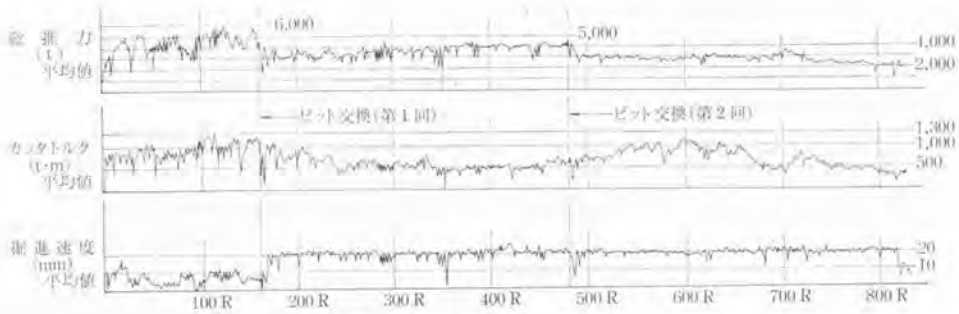


図-5 掘進管理経リング変化図

(d) 上半が洪積砂層で土被りが1D以下となる到達200m区間の掘進

① 掘削時の切羽圧変動を少なくするため、P<sub>1</sub>およびP<sub>2</sub>ポンプの回転数制御に制御の範囲、精度、応答時間のすぐれたインバータ制御方式を採用した。

② 掘削停止時および配管延長時の切羽圧を保持するため、PxおよびPx'ポンプを設備し、送泥ライン圧力を常に設定圧力範囲内に自動制御した。

### 5. 泥水処理設備

1次処理は振動ふるい480t/hr、サイクロン16.8m<sup>3</sup>/minの能力を有し、3cm/minで掘進できる設備とした。2次処理は汙過容量14m<sup>3</sup>、汙過面積800m<sup>2</sup>の圧搾式フィルタプレスを使用し、最大処理量147m<sup>3</sup>/日(8R/日)を処理できる設備とした。

#### (1) 留意的と特長

##### (a) 剰土運搬時の流動化防止

剰土の運搬状況の調査と含水率の計測管理を実施し、堰板等により上段スクリーンの土砂滞留時間を調整し流動化しない含水率まで処理した。

##### (b) 2次処理設備の自動化

2次処理機への打込み流量が設定値以下になると自動的に圧搾運転に入る回路とし、飽和状態における打込損失時間を削減した。

### 6. 機械設備計画時の留意点に対する施工実績

掘進管理経リング変化図と摩耗計測データから推測すると、発進から230R付近までが非常に硬い地層で、数mごとに地山が変化した。またこの付近では、カッタディスクが1回転する間のトルク変化も大きく、部分的に(約30度の範囲)大きなトルクを示した。これは路線の深さによる地山の硬さに影響したと考えられる。

#### (1) ビット摩耗

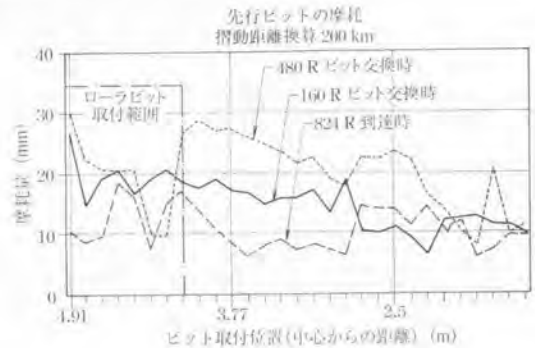


図-6

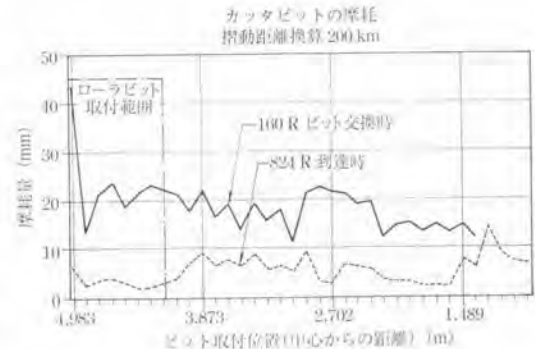


図-7

#### ① 第1回ビット交換(160R)

先行ビットをカッタビットより15mm長くして掘進したが、石英の硬い結晶赤子による摩耗は予想以上に激しく、先行ビットが20~23mm摩耗した。このため先行ビットの先行長さを30mmとし、外周部にローラビットを装着した。またカッタビットも全数交換した。

#### ② 第2回ビット交換(480R)

先行ビットの摩耗が先行長さ30mmの範囲内にあり、カッタビットの摩耗は見られなかった。またローラビットが有効に作用し外周部の摩耗が減少した。このためローラビットと先行ビットを全数交換した。

#### (2) その他の摩耗

カッタビットの摩耗実績にも見られるとおり、ビット

により切り崩した土砂による摩耗は比較的少なく、排泥管、面板、アジテータ等の摩耗は特に無かった。

(3) 粘性土および岩芯による閉塞

当初懸念した岩芯による排泥管閉塞や粘性土によるチャンバ内閉塞は発生せず、クラッシュャの使用もコラムジェットによる到達防護部の掘進に使用したに留まった。

7. 自動掘進

シールド工事における線形管理は最も重要な施工管理項目であるといえる。最近では高い線形精度の確保を目的とした自動掘進システムが実用化されるようになった

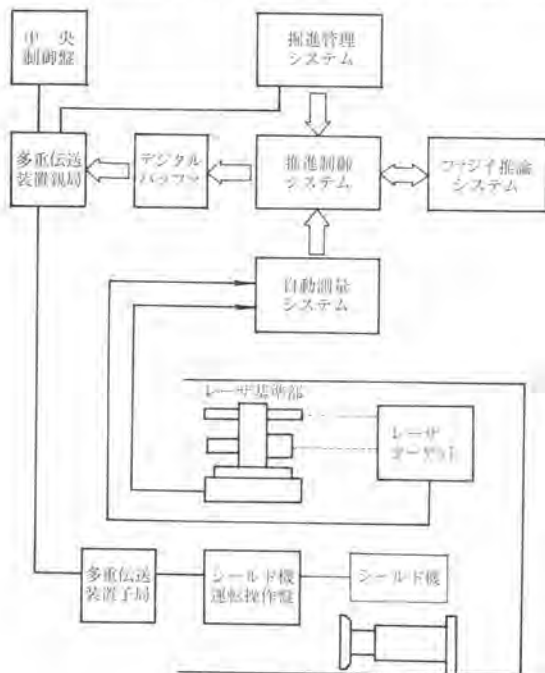


図-8 システム構成

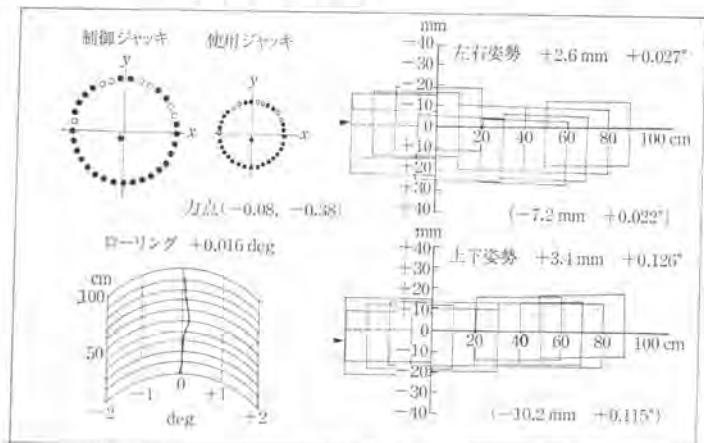


図-9 マシン制御モニタ

ため、当工区においても適用した。

自動掘進システムは大別してシールド機の位置・姿勢自動測量システム、推進制御システムおよびファジィ推論システムとで構成されている。以下に各システムの機能と特徴および運用結果を示す。

(1) 位置・姿勢自動測量システム

採用した自動測量システムの測量方式はレーザー光線を用いた光学式である。高精度かつリアルタイムでシールド機的设计計画線に対する偏位量および偏位角を測量し、表示・保存、外部との通信等を行う。

(2) 推進制御システム

自動測量システムの測量結果を基にして、ファジィ推論システムとともに次リングの目標とする制御量を導出し、最適と判断されるジャッキパターンを自動選択する機能と、掘進中に自動測量結果からシールド機の挙動を監視し、設定された許容変位量内にシールド機の方向制御を行う機能を備えている。またシールド機にジャッキの制御信号を送信するほか、線形管理の情報について表示・保存等を行う。

(3) ファジィ推論システム

推進制御システムが行っている各種の制御に関する判断をファジィ理論を応用し補佐するシステムである。掘進前に行うジャッキパターンの選択に関しては過去の掘進実績から実績データの発生状況やデータの経時的な役割の変化を考慮して、シールド機の癖等の推論に関する特性を学習し、最適な制御量を導出できるものとしている。また掘進中における制御の修正については、シールド機的设计計画線に対する偏位量と掘進位置から制御量修正の必要性と時期を推論し、必要に応じてジャッキパターンの変更等を行う。

(4) システムの運用結果

このシステムを運用した結果は、ほぼオペレータによる手動掘進と同等であり、設計計画線に対する偏位量が水平・垂直方向ともに±30mm程度であった。計画線形においてクロソイドを含む曲線が平面にあり、また縦断線形については2~25‰の勾配変化があったため、掘削部の土質条件が変化する等、安定した施工条件ではなかったが、良好な線形の制御精度を確保することができたのは、掘進実績を基にした学習機能が有効に機能したためといえる。

## 8. 自己診断システム

自己診断システムは今まで熟練者が人間の五感や経験、ノウハウを活用して行ってきた状況判断を、コンピュータを用いて多数の計測データの特徴を分析、照合することで代行しようとするもので、ファジィ理論を応用している。診断された結果については、その診断結果の他に適切な対処法等のガイダンスを図を含めて表示することを可能としている。当工区においてはシールド機の掘削・推進・給脂関係と切羽の安定および泥水輸送状況について、システム設計を運用した。

## 9. おわりに

風化花崗岩層を掘削することから、予想外のことが発生することも懸念されたが初期掘進区間においてビットの摩耗が予想以上に早かったことを除けば、地盤沈下・止水性も予想以下で、良好に平成2年10月上旬無事到達することができた。

この実績報告が将来の大深度シールドへの手助けに少しでもなれば幸いである。

最後に、工事にあたりご理解とご協力をいただいた工事関係者の方々に誌面をお借りして厚く御礼申しあげる。

# トピックス

## “ICカードを利用した建設工事の情報化戦略”セミナー開催

本協会の主催による“ICカードを利用した建設工事の情報化戦略”セミナーが2月13日、機械振興会館内のホールで開催された。

内容は、①建設工事情報化の必要性と現場管理システムへの期待、②磁気カードを利用した管理システム、③バーコードを用いた労務管理システム、④建設事業におけるICカード利用の実際、⑤労務管理業務の手順と情報の内容、⑥専門工事業におけるICカード利用の可能性、⑦コンストラクションカードはこんなカード、⑧建設工事情報化へのシステム展開（カードを中心としたシ

ステムの構築）、⑨ICカードを利用した機械管理システム、⑩今後への展開、等が発表された。

詳しい内容についてはセミナー資料を参照されたい（1部5,000円）。

またホールロビーにてICカード関連機器の展示も行われた。当日の受講者は約250名を数え、大盛況であった。

なお、同内容のセミナーを4月25日、大阪市内の「建設交流館」で開催致します。興味がお有りの方は下記までお問合せ下さい。

問合せ先：（社）日本建設機械化協会 関西支部  
電話 06(941)8845



## トンネル特集

# 「開かずの国道」を拓く

## — 雁坂トンネル —

穂刈利夫\*

## 1. まえがき

一般国道140号は山梨県甲府市を起点とし、山梨市、牧丘町、三富村を経て埼玉県に入り、大滝村、秩父市、寄居町等を経て終点の熊谷市に至る延長約160kmの首都圏をとりまく80~100km圏に位置する幹線道路である。

古くは秩父往還として長い歴史を持っているが、険しい雁坂峠(標高2,082m)をはさんだ山梨・埼玉両県境(秩父多摩国立公園特別地域)約10km間は通行不可能区間で、俗に「開かずの国道」といわれてきた。この「開かずの国道」を拓くことは、山梨、埼玉両県民の永年に渡る悲願であり、21世紀に向けて両県民の開発・発展に大きな役割を果たすこととなるもので、山梨・埼



図-1 位置図

表-1 雁坂トンネル(その1)工事概要

路線名	一般国道140号
工事名	雁坂トンネル(その1)工事
工事地名	山梨県東山梨郡三富村大字川浦字広瀬
発注者	建設省関東地方建設局
施工者	西松・清水建設工事共同企業体
工期	昭和63年11月1日~平成3年3月20日
主要工事数量	
本坑	
トンネル掘削	60m <sup>2</sup> 2,312.6m (非常駐車帯6カ所)
覆工コンクリート	1,681.2m ( * 4カ所)
避難坑	
トンネル掘削	18m <sup>2</sup> 2,834.1m
覆工コンクリート	2,700.0m
避難連絡坑	
トンネル掘削	85.5m (5カ所)
覆工コンクリート	85.5m

\* HOKARI Toshio

建設省関東地方建設局甲府工事事務所建設監督官

玉両県は昭和32年「甲府・熊谷線国道改修促進期成同盟会」を設立し、昭和43年度から両県によって調査、計画が進められ、昭和53年からは建設省も調査、計画に入り、昭和60年には、雁坂トンネル(延長6.5km)が建設大臣の権限代行により直轄事業として事業化された。

この通行不可能区間を解消するため、雁坂トンネル工事は、昭和63年11月に山梨県側から先ず調査坑(完成後は避難坑)の掘削に着手し、続いて平成元年3月より本坑の掘削を開始し、工事は安全を最優先して平成9年の供用開始を目途に鋭意掘進中である。ここではトンネルの計画と雁坂トンネル(その1)工事(山梨側工区)の施工方法について紹介する。

## 2. 地形・地質の概要

雁坂トンネルの施工区間は秩父山脈の中心部に当り山体は一般に急峻な壮年期の地形を呈するが、稜線を境に山梨県側では、山稜の緩斜面が残され比較的緩やかな地形を呈するのに対し、中生層を主体とする埼玉県側で

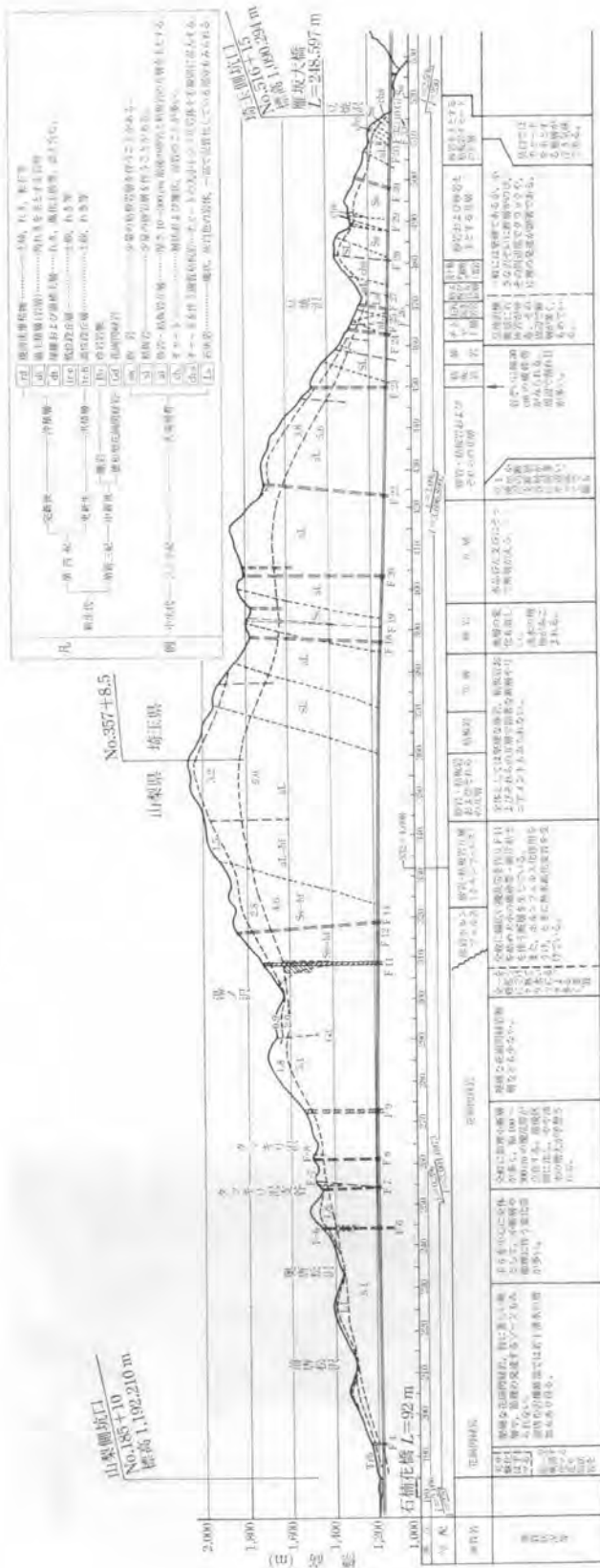


図-2 地質縦断面

は、荒川源流の下刻作用が激しい急峻な山地が多く、尾根は比較的やせ、谷に面した斜面では往々にして45°以上の急崖を作っている。また、標高1,000~1,500m間を中心に沢筋では大小の滝が連続している。

本トンネル約6.6kmのうち、山梨側の約2.5kmは新第三紀中新世に作られた花崗閃緑岩を主体とした地質と、埼玉側の約4kmが歴史の古い中生代ジュラ紀に作られた砂岩粘板岩を主体とした地質に大きく分けられており、各所に断層や風化帯を介在している。この両地質の接触面は比較的明瞭であるが、接触部付近約500~700m程度は熱水鉱化変質を受け、ホルンフェルス化され、数本の破碎帯が集中する擾乱帯を形成しているものと予想され弾性波探査結果においても明瞭な低速度帯が検出されており、地質の劣悪化や大量の湧水が懸念されるため、水平ボーリングを実施し、あらゆる事態に速やかに対応できるよう万全の体制を整えている。

3. トンネル計画の概要

雁坂トンネルは、山梨県三富村と埼玉県大滝村を結ぶ延長6,625mの本坑と本坑に先行して掘削している調査坑延長6,645m(供用後避難通路として用いる避難坑)および本坑の県境付近から掘削する換気斜坑延長通1,572mから構成され、本坑と避難坑の連絡路として避難連絡坑、非常駐車帯の17カ所(350~400m間隔)を設置する計画である。また、換気方式は集塵機付集中排気縦流換気方式を採用した結果、山梨・埼玉側に各1カ所の集塵機室を設け、トンネルのほぼ中央部に排気専用の地下換気所を設置する計画である。

- 路線名：一般国道140号
- 起 点：山梨県東山梨郡三富村大字川浦字広瀬
- 終 点：埼玉県秩父郡大滝村大字大滝字栃本
- 計画延長・幅員：L=6,625m・W=7.5m (0.5+3.25×2+0.5)
- 道路規格：第3種第3級
- 設計速度：40km/hr
- 縦断勾配：山梨側0.3%、埼玉側3.0%
- 換気方式：縦流式集塵機付集中排気方式
- トンネル等級区分：AA級

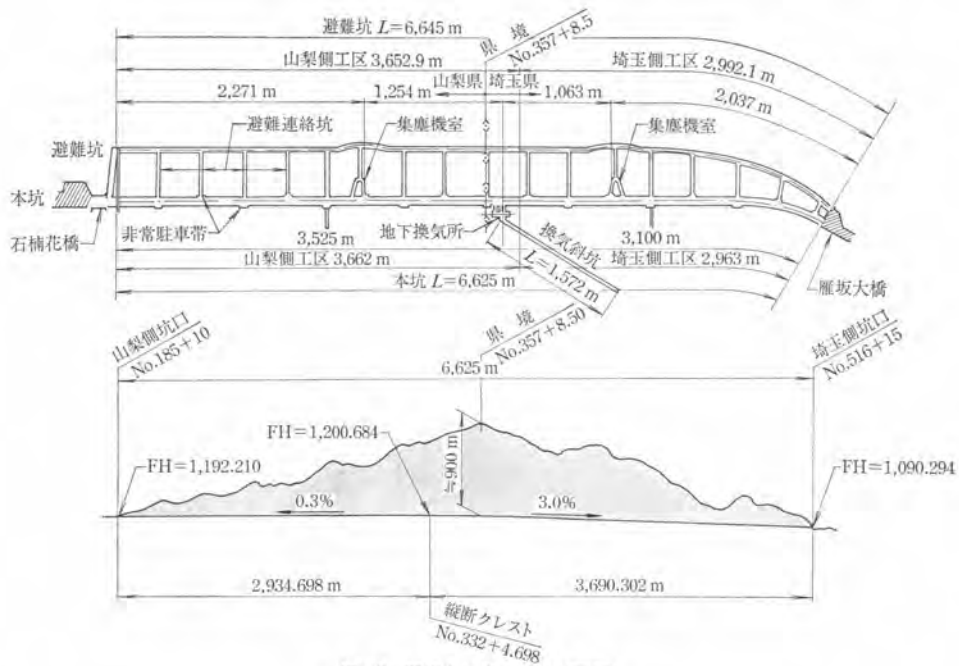


図-3 雁坂トンネル全体計画図

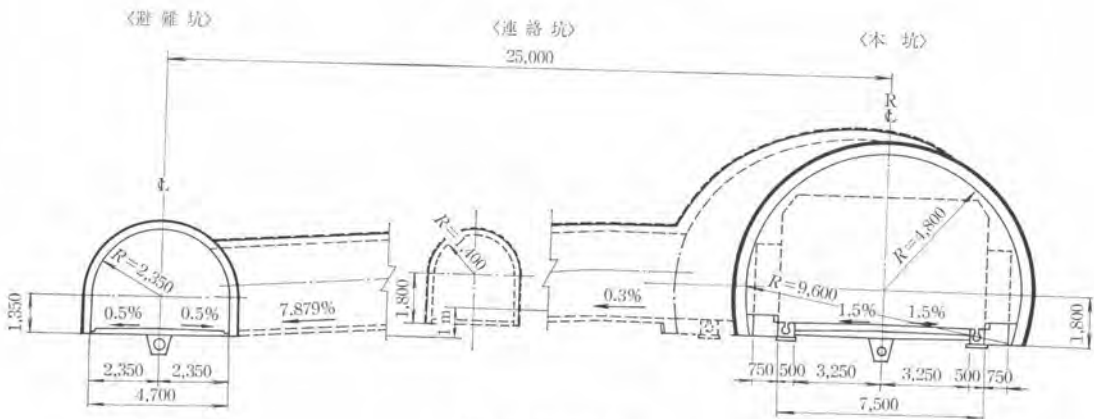


図-4 標準断面図

- 構造物規格：本坑 L=6,625m, 換気斜坑 L=1,572 m, 避難坑 L=6,645 m
- 工期：昭和 63 年 11 月着工, 完成予定 平成 9 年頃
- 総事業費：約 43,000 百万円

この雁坂トンネルが完成すると道路トンネルの延長としては、関越、恵那山、新神戸トンネルに次いで我が国で4番目、一般国道としては全国一の長大トンネルとなり施工は山梨・埼玉側の両方から進められている。

#### 4. トンネルの特徴

雁坂トンネルの特徴を列記すると次のとおりである。



写真-1 雁坂トンネル山梨側坑口全景 (右・本坑, 左・避難坑)

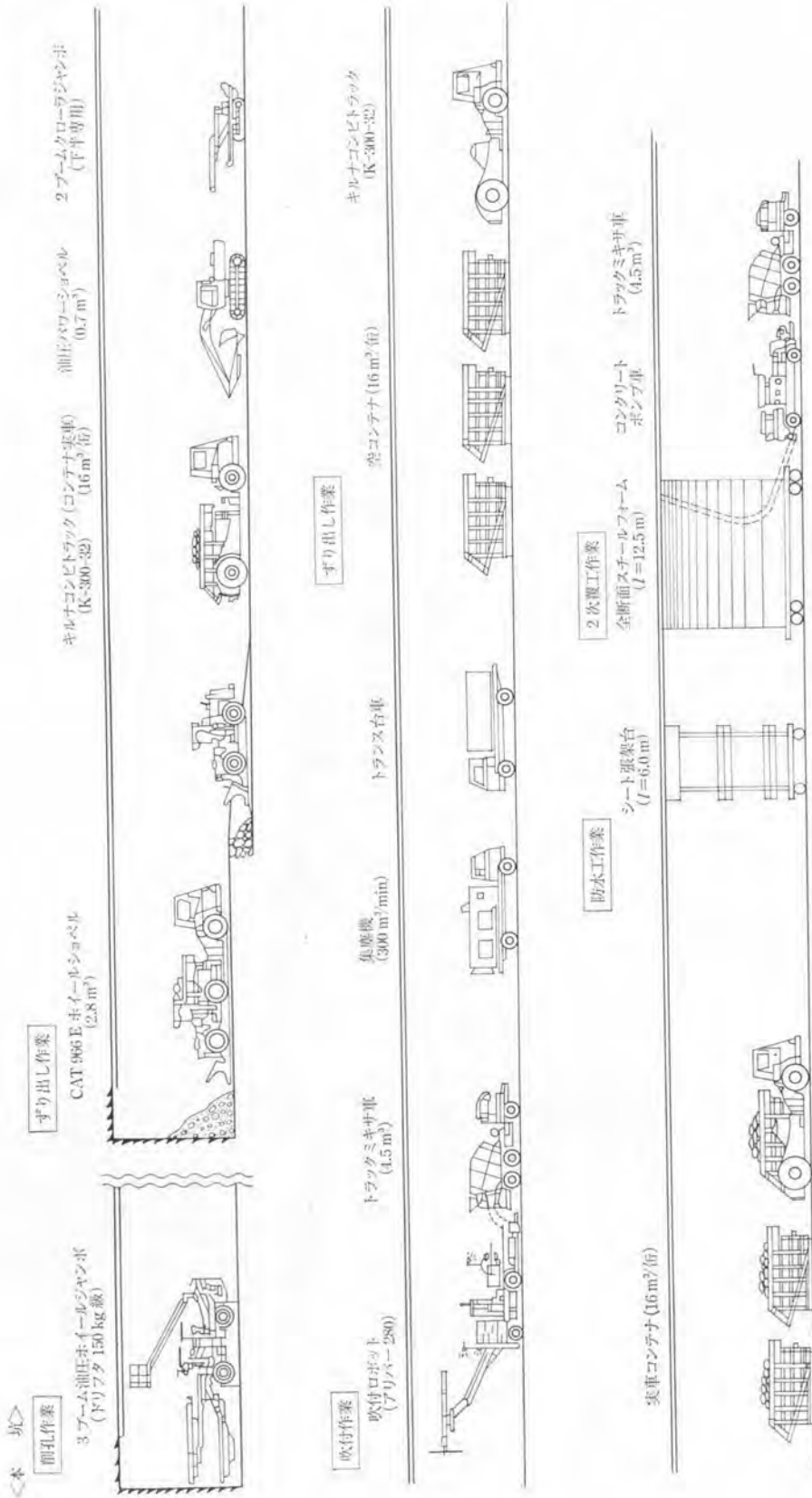


図-5 本坑施工順序図

① 日本三大峠（針ノ木峠，清水峠，雁坂峠）の一つである雁坂峠を貫く建設省直轄施工で最長のトンネルである。

② トンネルの非常用防災施設等級は AA 級である（道路トンネル非常用施設設置基準により非常用施設はすべて設置）。

③ 避難坑を本坑に平行して全線に設置し，事故発生時の避難に使用するとともに，施工中は調査坑，水抜坑，坑導換気坑としての役割をもたせる。

④ 秩父多摩国立公園（特別地域自然公園法第 17 条）であるため，周辺環境への影響を最小限とするため工事は山梨・埼玉の両坑口からのみとした。従って換気斜坑

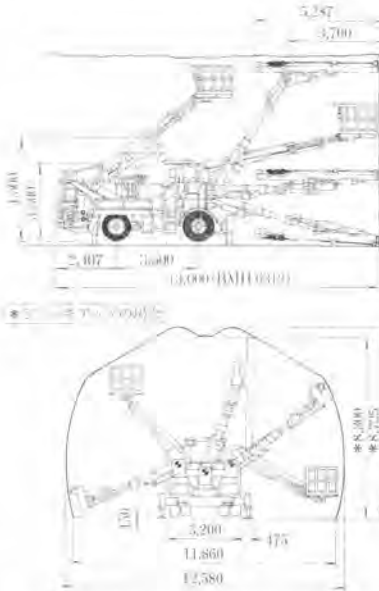


図-6 3ブームホイールジャンボ（2バスケット型）

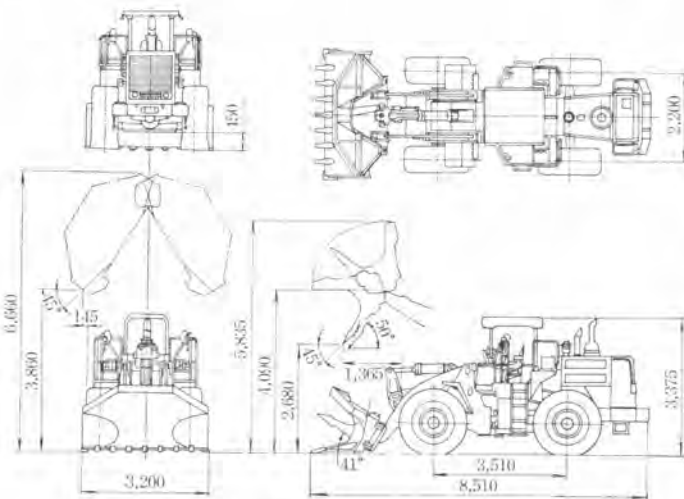


図-7 966 E 両サイドダンプ付ホイールローダ

表-2 3ブームホイールジャンボの主な仕様

総重量	38,000 kg
走行時寸法	幅 3.2×長 13.0×高 4.0 m
最小回転半径	内側 4.47/外側 9.35 m
走行速度	最大 16 km/hr
登坂能力	最大 25% (14°)
キャリアン	型式: Plamec DC 210 H
エンジン	型式: Volvo TD 61 A 出力: 151.5 PS/2,500 rpm
油圧きり岩機	型式: COP1238 ME-R 38.05 重量: 151 kg
サイドシウル	型式: BMH 6315
ブーム	型式: BUT 35 重量: 2,700 kg
パワーバヨク	型式: BHU 38 DSC
ブロットホーム	型式: HL 91 重量: 2,700 kg

の掘削工事も本坑の地下から施工する。

⑤ 避難坑は災害時における人の通行を第 1 としたが，万一に備えて緊急用車両が通行できる断面とした。

⑥ 換気設備（地下換気所，ジェット・ファン，電気集塵機）は交通量の増加により段階施工ができるように設計した。

⑦ 急峻な地形のため，トンネルの縦断勾配が埼玉県側で 3% (L=3,690 m) となり，事故防止のため視覚，聴覚に訴え，注意を喚起する装置（速度警告，ラジオ放送ねむけ防止警報）を設置する。

⑧ 避難連絡坑（350～400 m 間隔）ごとに非常駐車帯を設置する。

⑨ 事故発生があった場合いち早く状況をキャッチするため ITV を設置して監視を行う。

⑩ 交通量測定装置，CO 計，VI 計を設置して換気の集中コントロールシステムを図る。

### 5. 施工の概要

トンネルの掘削工法は，本坑・避難坑・地下換気所・換気斜坑・集塵機室のいずれも支保工を NATM とする発破掘削方式とし，施工延長が長いことや，地質の条件をふまえ，安全性の向上や坑内環

表-3 966 E 両サイドダンプ付ホイールローダの主な仕様

総重量	21,950 kg
ファイホイール出力	219 PS/2,200 rpm
バケット容量	2.8 m <sup>3</sup>
最小旋回半径 （履外輪中心）	6.6 m
タンピングクリアランス	フロント 2,680 mm
ス	サイド 2,860 mm
タンピンググリーチ	フロント 1,365 mm
	サイド 145 mm
全長（バケット地上）	8,510 mm
全幅バケット	3,200 mm
車体	2,810 mm

●外形(単位: mm)

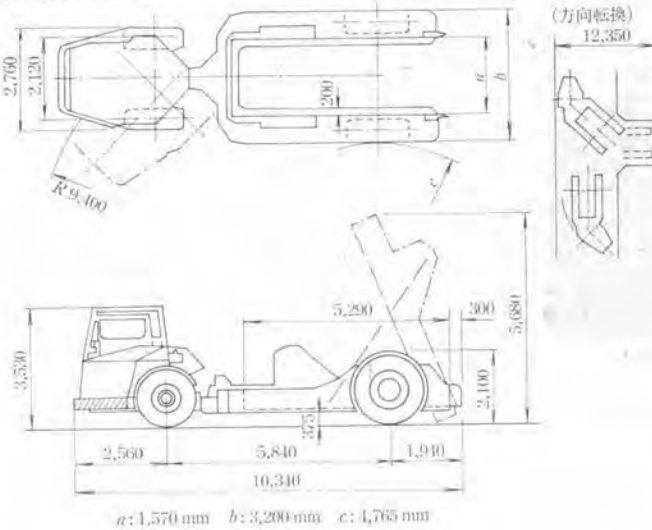


図-8 キルナコンビトラック

表-4 キルナコンビトラックの主な仕様

車 両 重 量	25,500 kg
軸 重 (前)	14,800 kg (56%)
(後)	11,700 kg (44%)
積 載 重 量	38,000 kg
エ ン ジ ン	型式: 三菱自工/6 D 22 TC 型 出力: 300 PS/2,200 rpm
トランスミッション	型式: TDCN-44-1400 型
ドライブアクスル	策動歯車・遊星歯車減速機付固定アクスル 減速機 差動歯車 [5.43:1] 遊星歯車 [4.69:1] 合計 [25.47:1]
タ イ ヤ	フロント-チューブレス 23.50×25" リヤ-チューブレス 21.00×35"

境の改善および作業の高能率化を図るため、各種の大型機械を導入している。

本坑の施工は、断層が介在する地質のため掘削工法は上・下半同時併進ベンチカット工法とし、ずり出しはタイヤ方式による坑内仮置方式を採用している。一方避難坑においては、全断面発破掘削工法とし、ずり出しはレール方式による直接処理方式を採用している。また換気斜坑については、全断面発破掘削工法とし、ずり出しはタイヤ方式による坑内仮置方式を計画している。なお坑内換気は避難坑および避難連絡坑を利用した抗導換気を採用している。

(1) 本坑の施工

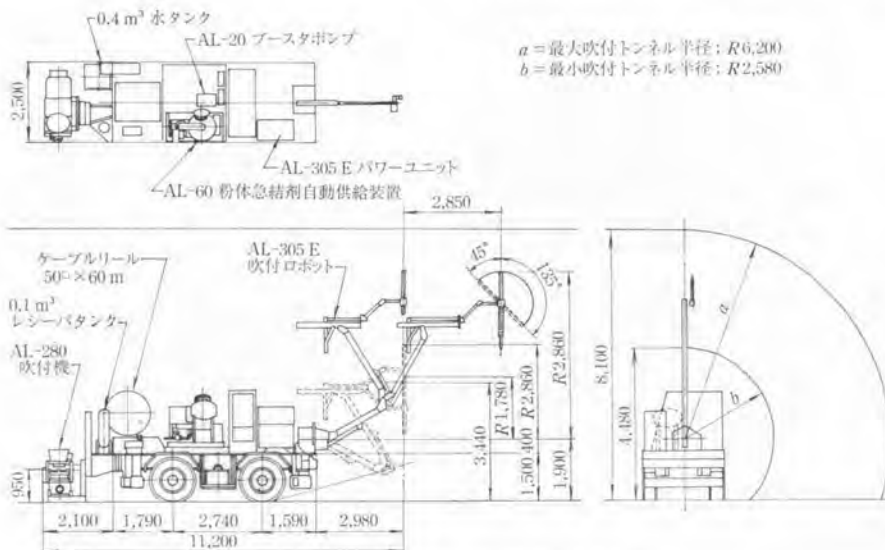
図-5 は本坑の施工順序を示したものである。以下、各作業の施工法について述べるものとする。

(a) 削孔作業

発破用のダイナマイトを装束する切羽の削孔作業およびロックボルト打設用のせん孔作業は、3台の削岩機を搭載した油圧式ホイールジャンボ(2バスケット型)を使用している。

(b) ずり出し作業

発破後切羽にてた大量のずりは、コンテナ脱着方式による坑内仮置きタイヤ工法を採用している。ずりの積込は両サイドダンプバスケット付ホイールタイプローダ(CAT 966 E, V=2.8 m<sup>3</sup>)を使用し、ずりの搬出は、1次搬出として切羽から坑内仮置場まで(切羽後方 150~



a = 最大吹付トンネル半径: R6,200  
b = 最小吹付トンネル半径: R2,580

図-9 吹付けロボット (マンテス SF-1 STD)



写真-2 ザリの積込状況 (ホイールショベルとキルナコンビトラック)

200 m) と 2 次搬出として坑内仮置場から坑外仮置場までを 2 台の大型運搬車 (キルナコンビトラック K-300-32, コンテナ 16 m<sup>3</sup>/缶) によって, 手際よく運び出している。なお, 坑外仮置場まで搬出されなずは, タイヤショベル (CAT 950 E, V=2.7 m<sup>3</sup>) によってダンプトラック (11t 積) に積替えられ, 所定の土捨場まで搬出している。

(c) 吹付けコンクリート作業

切羽よりザリが搬出されると掘削面に残る浮石を去除く, 「こそく作業」を入念に行った後, 吹付けロボットによる吹付けコンクリート工が行われる。吹付けコンクリート工は, アリバ 280 (湿式) を搭載した吹付けロボット (マンテス SF-1 STD) およびトラックミキサ車 (4.5 m<sup>3</sup>) による機械吹付けを行っている。

(d) ロックボルト打設作業

コンクリート吹付けが終るとロックボルトの打設を行うが, ボルトの長さや打込み本数などは地山条件によって異なり, トンネルの地質に合った支保パターンにより打設を行っている。ロックボルト打設用のせん孔は前出の 3 ブーム油圧ホイールジャンボによりせん孔し, ロックボルトを打設していく。なお断層帯等による大量の湧水区間に遭遇した場合には, 従来のモルタル充填型ボルトでは, 湧水により充填したモルタルが押し流される危険があるため, 打設と同時に付着強度が発揮できるフリクションタイプのロックボルトも一部採用している。

(e) 2 次覆工作業

トンネルの最終工程としてアーチ面をコンクリートによって覆工する。コンクリート打設に先立ってシート張架台 (L=6.0 m) により全断面に防水シートが張られ, 全断面スライドスチールフォーム (12.5 m) を設置した後, コンクリートポンプ車によりコンクリートを打設する。

(2) 避難坑の施工

図-10 は避難坑の施工順序を示したものである。以

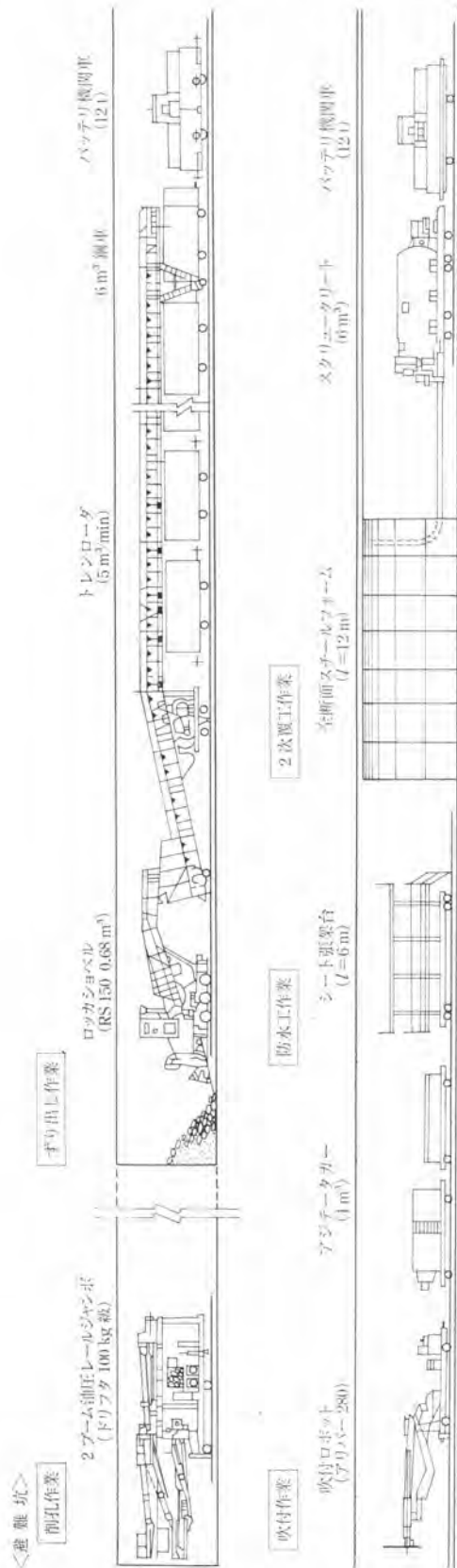


図-10 避難坑施工順序図

下各作業の施工法について述べるものとする。

(a) 削孔作業

切羽の削孔作業およびロックボルト打設用のせん孔作業は 100 kg 級の削岩機を 2 台搭載した油圧式レールジャンボ (1 バスケット型) を使用している。

(b) ざり出し作業

ダイナマイトによって破碎されたざりは、ロッカーショベル (RS-150, V=0.68 m<sup>3</sup>) により積込まれトレンローダ (5 m<sup>3</sup>/min) に乗せ鋼車 (6 m<sup>3</sup>/缶) へ積み込み機関車 (12t パタテリロコ) によるレール方式で、坑外の仮置場に直接搬出し、トロダンプ装置 (移動式 6 m<sup>3</sup>)

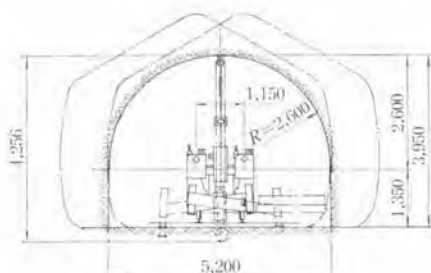
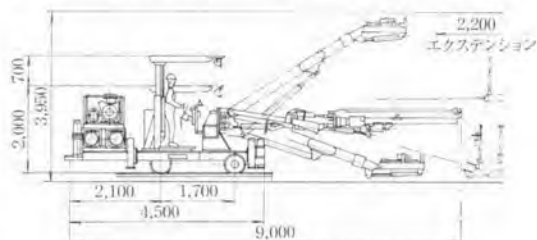


図-11 2 ブームレールジャンボ

表-5 2 ブームレールジャンボの主な仕様

油圧さく岩機	型式: COP 1032 HD 重量: 100 kg	ブーム	型式: BUT 25 パワーバック
ガイドシュレ	型式: BMH 1110	プラットフォーム	型式: HL 50-1

にてざりビット (L=40 m, W=3.5 m, H=4 m) 内に仮置する。仮置されたざりはバックホウ (0.7 m<sup>3</sup> 級) によってダンプトラック (11t 積) に積替えられ、所定の土捨場まで搬出している。



写真-3 2 ブームレールジャンボ全景

表-6 コンクリート吹付機の主な仕様

品名	型式	主要諸元
コンクリート吹付機	AL-280 FF	吹付能力 2~12 m <sup>3</sup> /hr 空気消費量 15 m <sup>3</sup> /min 以上 使用空気圧 2~6 kg/cm <sup>2</sup> G 電動機 15 kW 200/220 V
ブースタポンプ	AL-20	吐出量 25~30 l/min 吐出圧力 20 kg/cm <sup>2</sup> G 電動機 2.2 kW 200/220 V
吹付機移送用台車	AL-304	RG 914 総合配電盤付 電動機 5.5 kW 200/220 V
コンクリート吹付ロボット	AL-60	吐出量 80~320 kg/hr (50 Hz) 96~384 kg/hr (60 Hz) 空気消費量 150 l 使用空気圧 2~6 kg/cm <sup>2</sup> G 電動機 4.5 kW 200/220 V RG 914 配電盤付
吹付ロボット移送用台車		90 l
水タンク		360° 回転
チェーン・ブロック用支柱		ピン式 (ピン高: 325 mm)
連結器		

表-7 本坑・避難坑支保パターン

本坑支保パターン一覧												
岩種	項目 支保パターン	進行長 (m)	ロックボルト			吹付・コンクリート厚さ (cm)	鋼製支保工	溶接金綱	覆工厚		備考	
			長さ (m)	本数 (本)	耐力 (t)				アーチ (cm)	インバート (cm)		
A	A	2.3	—	—	—	5	—	—	30	—	フォアボルト L=3.0 m N=19 本	
	AH	2.3	3	11	12	5	—	—	35	—		
	B	B	2.0	3	11	12	5	—	30	—		
	C	Ct	1.5	3	13	12	10	—	30	—		
	D	Ctr	1.2	3	13	18	10	上半 H-125	—	30		—
		Dt	1.0	4	17	18	15	上・下半 H-125	上半	30		—
		Dt-I	1.0	4	17	18	15	上・下半 H-125	上半	30		45
		Dtt-I	1.0	4	8	18	25	上・下半 H-200	上・下半	35		50
避難坑支保パターン一覧												
A	Ap	2.0	—	—	—	5	—	—	20	—		
B	Bp	2.0	—	—	—	5	—	—	20	—		
C	Cp	1.5	2	9	12	5	—	—	20	—		
D	Dp-i	1.0	2	10	18	10	H-100	上半	20	—		



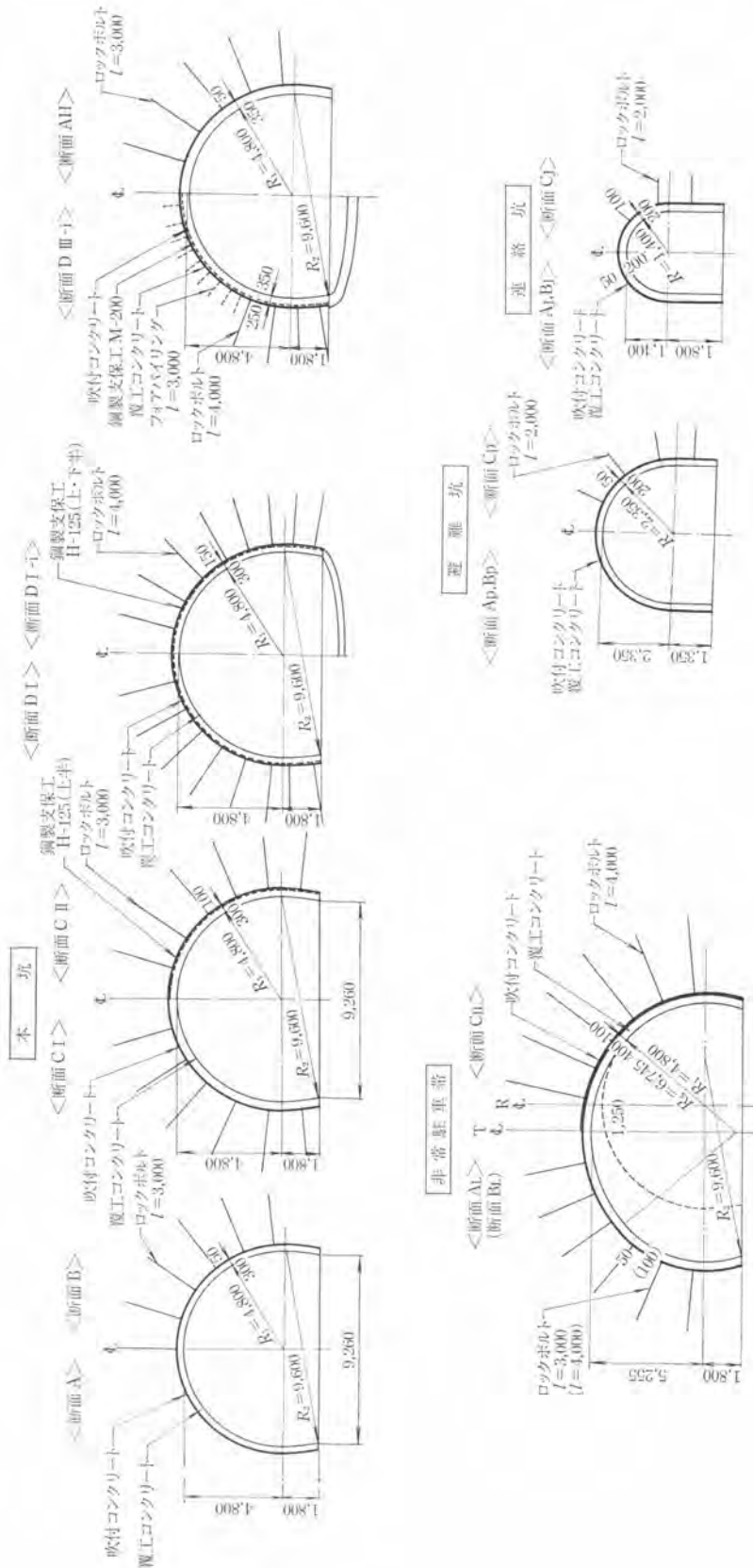


図-12 支保パターン

## (c) 吹付けコンクリート作業

本坑と同様に「こそく作業」を行った後、アリバ 280 (湿式) を搭載した吹付けロボットにアジテータカーにより吹付けコンクリートを供給して機械吹付けを行っている。

## (d) ロックボルト打設作業

せん孔は前出の2ブーム油圧レールジャンボで行い、ロックボルトを打設する。

## (e) 2次覆工作業

シート張架台 (L=6.0 m) により、防水シートの施工後全断面スライドスチールフォーム (L=12.0 m) をセットしてスクリュークリート (6 m<sup>3</sup>) により、コンクリートを打設する。

## (3) 支保パターン

本坑・避難坑・非常駐車帯および連絡坑の支保パターンは 図-12、表-7 に示すとおりである。

## 6. あとがき

雁坂峠の急崖にさえ切られて、長い間「開かずの国道」と呼ばれていた秩父山系に最初の鈍音を響かせてから平成3年3月で早くも2年4カ月となった現在、本坑で2,300 m、避難坑で2,800 mの掘進を見ている。この間に避難坑および本坑を1 km掘進した、土被り200 mという比較的浅い位置で山はね現象に遭遇したこと、湧水は当初想定した量の量に達していないこと、また、ホルンフェルス区間の花崗閃緑岩と砂岩の接触面が極めて明瞭であったこと、さらに砂岩がホルンフェルス化作用を受け、熱水鉱化変質を受けていること等の確認ができた。今後、得られた貴重なデータを整理、解析して雁坂トンネルの安全かつ合理的な施工とトンネル技術の発展に役立てていきたいと考えている。

## ○図書紹介○

## 日本建設機械要覧 1989年版

B5版、約1,700頁 定価：55,000円 (会員44,000円) (〒1,000円)

定価、送料には消費税 (3%) が追加されます。

## — 目 次 —

- |                            |                                       |
|----------------------------|---------------------------------------|
| 1. ブルドーザおよびスクレーバ           | 10. 濁水・泥水処理機械および脱水処理機械                |
| 2. 掘削機械                    | 11. コンクリート機械                          |
| 3. 積込機械                    | 12. モータグレーダ、路盤用機械および締固め機械             |
| 4. 運搬機械                    | 13. 舗装機械                              |
| 5. クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ | 14. 維持修繕機械および除雪機械                     |
| 6. 基礎工事用機械                 | 15. 作業船                               |
| 7. せん孔機械、ブレーカおよびコンクリート破壊機  | 16. 空気圧縮機、送風機およびポンプ                   |
| 8. トンネル掘進機、シールド機および推進機     | 17. 原動機および発電設備                        |
| 9. 骨材生産機械                  | 18. 建設用ロボット、完成部品、燃料・油脂、特殊機械器具および工事用機材 |

問合せ先 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 東京 (03)3433-1501

## ずいそう



## 四季

京 極 和 典

「目に青葉 山ほととぎす 初鰯」…何んとも季節外れの俳句で始り、恐縮ですがこの俳句は日頃殆んど俳句に縁のない私でも、鮮明に季節を意識させてくれる。

私は一昨年まで、勤務の都合で六年間広島的生活を経験し、東京に戻って早いもので一年半になる。

東京は、学生の頃から馴れ親しんだ街であるが、七年振りの東京には何か物足りない感じがしてならない。

何がそう感じさせるのか、「人や自動車の多さ」「満員電車での通勤」「高層ビルの立ち並ぶ街並み」等々東京の機能は、自分なりに納得しているつもりでいるのだが…

そんな折り、広島の友人に、そろそろ“ふぐ”も“牡蠣”も美味しい季節になったので遊びに来ないかとの誘いがあった。その時ふと思ひあたったのは、この夏は東京で“ふぐや酢牡蠣”を食べたぞ!!何か変だなと言う事である。

広島では“ふぐ”も“牡蠣”も晩秋から冬の間の食べ物で、一般的には、その季節以外はあまり食べないのが普通である。言うならばこれ等は季節の食べ物として、認識されている。

そんな事を考えながら、六年間の広島生活を振り返って見ると、中国地方では、自然の景色の移り変わりや、食べ物で四季の訪れを感じることが出来たように思うが、東京では、どうもその区別が難しい。

ところで日頃無風流人通っている私が、突然「春夏秋冬」とか「四季」等と言い出して、友人達には笑われそうであるが、思い返して見ると私達日本人は、子供の頃から色々な面で四季を感じながら育って来た様に思う。

それは「自然の景色」であったり「食べ物」や「催物」等であった。

自然からは「春」は観梅、桜の頃は花見、そして梅雨が明けると「夏」の訪れを知り野山は一面深い緑に彩られる。「秋」は紅葉でもみじ狩り、木枯が吹き「冬」の訪れを知った。

又季節毎に食べ物に「旬」と言うものがあり、人々はその時期の来るのを楽しみにしていた

昨今の東京では、コンクリートジャングルの中に住み、色々な食べ物が季節に関係なく手に入る生活をしていては、とても期待出来ない事ばかりである。

俳句には、全くの門外漢の私でも「季語」と言う言葉ぐらゐは知っているが、東京の真ん中に住んでいては、風流に一句ひねろうとしても季語など思い浮かばないのではないかと心配になって来る。



広島平和公園にて

国際化が進み、その中心として東京の機能は益々大きくなり、一極集中は地価の高騰を招き土地の有効利用は高層化へと繋がる。また、モータリゼーションの発達は、その極限に近すぎ慢性的な交通渋滞と排気ガスによる自然環境の破壊を招いている。また、食べ物にしても、冷凍等保存技術や交通機関の発達により国内はもとより世界中の食べ物を季節を問わず食することが出来る。

この様な環境の中では、自然を愛でたり、食べ物を通して季節を知る等は望むべくもない。

便利になることは、誰しも望むところであるが、一方では日本古来の伝統文化、風土が「失われていく現実を観るにつけ、一抹の淋しさと危機を感じているのは、あながち私の年令のせいばかりではないようだ。

日本は、これからも全国的に開発が進むであろう。

しかし一歩東京を離れるとまだまだ素晴らしい自然も伝統的な文化も沢山残されている。この貴重な財産を後の世代に継承し、情緒豊かな人間が育って欲しいと願っている。

建設業界も“開発”と“自然や文化”との調和には真剣に取り組んでいる。ちなみに当社は会社経営理念の中で「人がいきいきとする環境を創造する」を使命としている。

私は建設業に携わる者として、常にこの心を大切にし誇をもって使命に取り組んでいきたいと思っている。

そろそろ私の胸にある物足りなさの原因をもう一度整理してみよう。

1. お正月には、炬燵に入ってテレビを見ながら「大長みかん」
2. 春が来る前には「ふぐと牡蠣」
3. 桜の頃には、お酒と折詰で平和公園での花見
4. 夏になったら太田川の「鮎」
5. 秋の頃には「白桃とピオーネ」

そして何んと言っても松茸だ

どうも私の胸にある思いは、四季と色濃く感じさせてくれる豊かな自然と伝統的文化の残る新しい故郷広島への郷愁が原因のようだ。

## ずいそう



## 今昔雑感

大月正雄

思いがけず、ふと、過去を想い出すことがある。それも、特に印象に残っている事もあれば、又なんで、と思うようなことも中にはある。その中で、今、考えれば赤面の至りと思うようなこともあるが、過ぎ去ったあとでは致し方がない。

第二次世界大戦中の学徒動員、終戦混乱期の学生生活、特に、この学生寮生活には思い出が多い。終戦直後の昭和21年頃の大阪市街地は、一面、焼野原でバラックが点在、その中に、戦災を辛うじてまぬがれた学生寮、都風寮があった。寮生は、地方出身者で、全員が自炊で、主食、副食の配給をうけ、飯ごう、七輪で煮炊きした。しかし、この寮は都市ガスの設備がなく、又、電気は停電がちで、しかも電圧が無茶苦茶に低く、使いものにならず、したがって、七輪を使用した、燃料入手には一番苦勞したものだ。

その電力事情の悪さは想像を絶するものであった。停電は勿論、低電圧のため、100W電球のフィラメントが発光せず、電気ヒーターのニクロム線なみで、文字通り風前の灯であった。おかげで、夜間の勉強は石油ランプを使用、それまで、よかった視力が急に低下、眼鏡のお世話になることとなった。

しかし、当時でも、丁度、筋向いにあった消防署は、こちらの惨めさを尻目に照明は何時も煌煌と輝いていた。失敗、否、無智無謀と云うべきか、冬には暖房も一切ないため、電気コタツの代りに、木箱に100Wの電球を入れて暖をとっていたが、或る夜半、電圧が上昇、過熱して掛蒲団がくすぶり、目が覚め、水をかけて事なきを得た事があった。

この電気事情の悪さも昭和22年には改善に向い、又、都市ガスも入り、寮生活も向上するにつれ我々も戦後の荒廃の中で、なにかを求めようになった。

当時、学生寮で私の隣室に、現在も、舞台、テレビ、映画等で活躍中の金田龍之介君が居た。彼とは食糧難の時代とはいえ、自炊しながら誰に遠慮することもなく、お互いに食べ(飲み較べではない)較べもした。

ところで、金田龍之介君は、同窓生の中では異色中の異色で折りからの学生演劇の台頭に刺

激され、工科系の勉強より、性に合った演劇にのめり込み、関西学生演劇界で活躍し、卒業後は上京し、劇団新派に所属し、その後、NHKの長編ドラマ、横堀川、流れ雲等で好演して注目され、数々の賞を受けた。最近では肥満体のためか、演技派のためか、悪役等で芸達者ぶりを見せてくれている。この一月に大阪梅田コマ劇場の楽屋で、久しぶりに会ったが、大きな体に似ず、楽屋でも実にマメで、色紙の絵や、油絵を描いたり、新聞原稿を書いたり、実に周囲の人があきれ程コマメである。

昨年、それを良いことにして、拙宅の庭の絵を五十号の大作で描いて貰った。

これを楽屋で描くには、随分、時間を要したと思うと、今になって、無理なことを云ったものだと後悔している次第です。

この絵は、現在、当社ビル、四階のロビーに展示してあり、見るたびにににかを思い出し、彼の今後の活躍を祈っている次第です。

お互いに、この年になると健康面の懸念が、先ず一番気になるが、別に体調が悪くなくても、休日に庭の手入れ等で、ほんの少しの力仕事でも、疲れや、痛みが、何時までも残り、回復に時間がかかる。

しかし、目の前に、草が生えていたり、庭木がのび過ぎたり、枯れ葉が落ちているのを見ると、手を出さずにおれない性分なので、つい手を出す。時には植木職人顔負けの出来ばえの事もあるし、失敗もある。

庭も、植木職人による、年一回位の手入れでは本来の良さは維持できない。

今はサツキの大苺込みが、ここ数日の冷え込みで、見事に紅葉している。

今朝から降り続けている雨は、冬の雨としては大降りだが、そんな大降りの中でも、鳥は平気なもので、雨にもめげず、ヒヨドリが一生懸命、マンリョウの実をつついてる。

幸いに、一月中はヒヨドリがマンリョウとモチの実を食べに来なかったので助かった。

ヒヨドリが来るとなると、十羽位の大群で来るので、大木のモチの実も二、三日でなくなってしまう。

これらの実がなくなると、ヒヨドリは今度は花芽を狙う、四月に見事に咲く、花木の花芽を食べるので始末が悪い。

我が家ではヒヨドリは害鳥扱いである。

庭に小鳥が来てくれないと寂しい思いもするが、鳩、雀、等々が施肥した寒肥を掘り起し食べ、又、地表のコケを、かき起し荒すなど、小さなわりには、数をもって、案外な被害をもたらすので、自然との共生には人間さんにも、知恵が必要である。

# トンネル三次元測量システムの開発

## ——レーザ光線を利用したトンネル測量——

仲野 孝一\*

### 1. はじめに

最近の建設分野では建設従事者の確保難と、ますますの品質で高能率化が求められていることを反映して、労働環境の改善と生産性の向上のため省力化・高度化の技術開発が行われている。特にハードで、しかも重要な作業をソフトに改善する機器や、システムの導入を図る生産現場の支援が期待されている。

本開発事例はトンネル工事で日常的に行われている切羽計画断面マーキングおよび坑内測量作業を支援するものであり、開発に当たって最新の測量機、レーザ技術とコンピュータを組合せた測量方法を提案している。以下、この測量方法の概要と現場実験について述べる。

### 2. システムの概要

削孔・爆破・ざり出し等を繰返して進めるトンネルの施工では、常に正確な掘進方向、掘進範囲を作業員に指示して、さく岩機を正しく位置決めする必要がある。一般には、測量を行って掘削位置を分かりやすく現地に表示する切羽マーキングを行っている。

このマーキングのための測量作業は1掘削サイクルごとの作業の合間に坑内の基準点よりトランシット、レベル等の測量機を使用して切羽にトンネル中心と高さの基準の位置出しが行われ、それらの位置から棒や巻尺で測り出し、塗料で周縁ラインを描いている。この測量作業はトンネルの位置精度や、余掘り、当りなどの施工管理に重要であることから省略できなく、工事担当者3名で約1時間かかっていて大きな労力を要している。

当システムは上記の測量作業の省力化と効率化を目指し、トンネルの切羽面に凹凸や出入りがあっても設計断

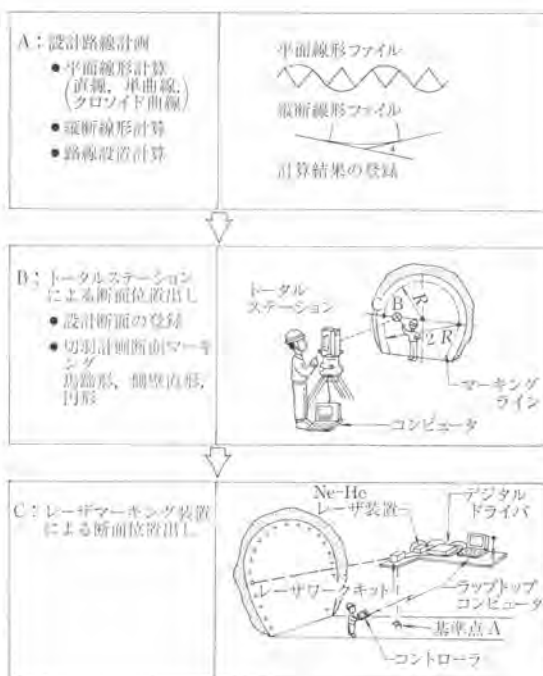


図-1 システムの選択内容

面マーキングが正確かつ容易に行うことができる坑内測量の装置とコンピュータシステムからなり、図-1の3件の独立した測量方法が選択できる。

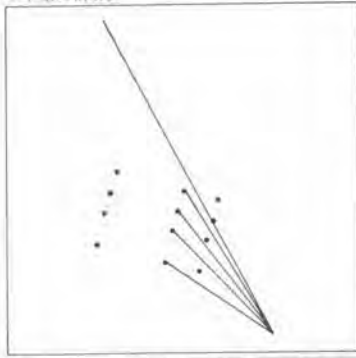
#### (1) 設計路線計算

線形構造物であるトンネルの施工では、平面線形計算および、その座標位置の設置計算や縦断線形計算の結果から現地で位置出し測量を行っている。その内容は交点(IP)座標、半径R、パラメータAを入力することにより、指定した間隔での距離程の座標が求まり、坑内基準点からの設置計算が行える。その他、曲線トンネルの測量で一般に行われているシフト量や、縦断計画高の計算など、従来の測量計算を電算処理させたものである。図

\* NAKANO Koichi

大成建設(株)技術本部生産技術開発部

〔シフト量の計算〕



JOB名 TEST  
 基準点a X=-51455.4650 Y=-31308.3210  
 基準点b X=-51365.4870 Y=-31356.5490  
 基線方向角 331°48'31.66  
 計画ライン 中心  
 測点No. 4 STA No.5+62.0000  
 追加距離 562.0000  
 $x=-51434.2814$   $y=-31339.2073$   
 距離 37.4527  
 方向角 304°26'40.70  
 キョウ角 332°38'09.04  
 $dx=-33.2619$   $dy=-17.2149$

- 11 設定
- 12 データ表示
- 13 任意距離
- 14 モニタ
- 15 計算
- 110 終了

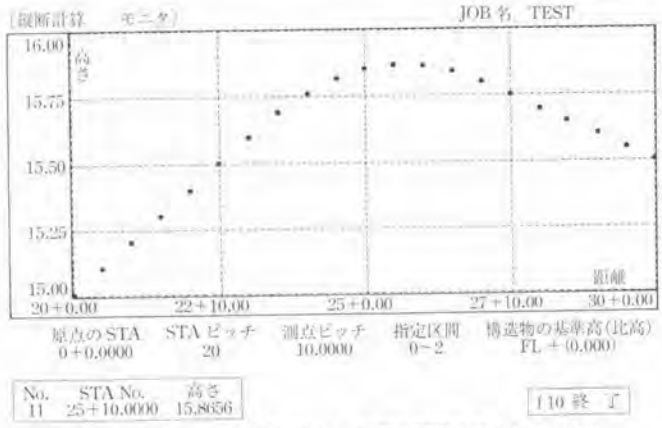
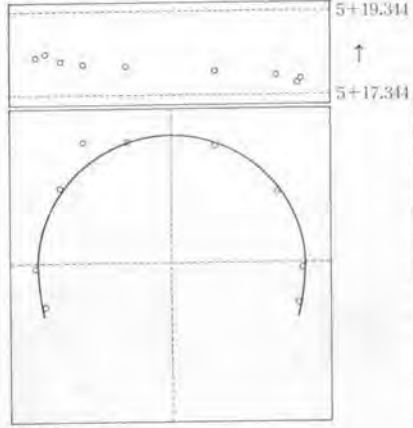


図-2 基準点からの位置出しと、縦断計画高のアウトプット例

平面



No.	オフセット (m)	X (m)	Y (m)
1	-0.015	-0.180	-0.509
2	0.010	-0.018	-0.550
3	0.010	0.315	-0.451
4	0.082	0.508	-0.359
5	0.000	0.507	-0.185
6	-0.010	0.498	0.182
7	-0.020	0.298	0.426
8	-0.009	-0.018	0.531
9	-0.010	-0.163	0.517

断面プロット

図-3 トータルステーションによる三次元測量アウトプット例

一2 は基準点からの位置出しと、縦断計画高の計算例を示す。

(2) トータルステーションによる位置出し

最新の測量機のトータルステーション(電子測角測距儀)による位置出し測量方法であり、切羽断面の周縁部

に置いた反射プリズムをトータルステーションで測定する。測定した水平角、鉛直角、斜距離のデータは RS 232 C を介してコンピュータに送られ、空間の三次元座標 (X, Y, Z) が瞬時に求まり、事前に登録してある平面線形、縦断線形、計画断面のファイルを読み込み設計ラインとの差を画面出力して、三次元的にトンネルの断面測量が行える。図-3 はアウトプット例を示す。

(3) レーザマーキング装置による位置出し

上記の測量方法をさらに省力化、高度化したもので、コンピュータとレーザーマーキング装置を組合せ切羽に赤色の He-Ne のレーザービームを自動的に照射して掘削断面や削孔パターンを投影するシステムである。

図-4 のシステム構成と諸元は

- パーソナルコンピュータ 1式 (NEC PC 9801相当)
- レーザーマーキング装置 1式  
光源 He-Ne (波長 632.8 nm)  
出力 5 mW  
スポットサイズ 直径 10 mm  
照射角度範囲 水平、縦方向とも 40° 拡がり  
位置再現性 約 5 mm/100 m  
作業投影距離 10~300 m
- ワイヤレスモデム 1対
- トータルステーション 1式 (角度 10 秒読み、測距 ± (5 mm + 5 mm × D km))

からなっていて、その位置出しの方法は照射する切羽面が、どの位置にあるかをトータルステーションで測定するか、または距離 (Station) を入力して切羽面を認識する。認識した切羽面に対して事前に登録されている平面線形、縦断線形と計画照射パターンのデータファイルをローディングして、照射点の 1 点ごとの三次元座標を決定し、その三次元座標に向かってマーキング装置からレーザー光線がコンピュータ制御される三次元位置決め方式を採用している。

写真-1 は今回、製作したレーザーマーキング装置である。当システムの照射制御プログラムの開発では、道路公団のトンネルの線形および計画発破パターンを 10 分



の1縮尺の変換データで照射して精度の確認を行いながらシステムを完成した(写真-2 参照)。写真-3 はモニタ表示例を示す。

レーザーマーキング装置による位置出しの特徴は下記のとおりである。

① 位置出しの原理はこれまではレーザー発光器を搭載した二軸旋回台をモータ駆動制御しているのに対し X-Y 軸二次元で精密に走査する2個1組のミラー付きガルバノメータの鏡面をコンピュータ制御させ照射パターンを描かしている。

② 計画断面の周縁ライン、発破パターンや楕円などのあらゆるパターン形状を200点登録が可能、そのうちの指定した点が照射できる。

③ 1点の照射時間を自由に設定できる。道路公団のトンネル例では最高速162点をわずか4.2秒でスキャンニングできる。

④ レーザポイントが繰返して連続して照射されるため塗料によるマーキングを必要としない。

⑤ レーザーマーキング装置はトンネルの中心部になくても自由な空間の位置にセットして正しく照射できる。装置は視通が可能であれば長期的に固定される。

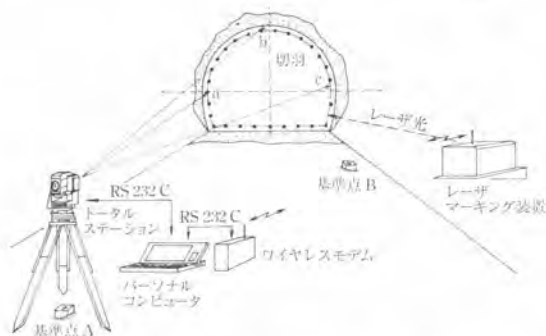


図-4 レーザーマーキング装置による断面位置出しシステム構成図



写真-1 レーザーマーキング装置1式

### 3. 現場実験

当システム開発のうち、代表的な技術であるレーザーマーキング装置による位置出しの実験を日光いろは坂で栃木県が建設中の一般国道120号新明智トンネルで実施した。ここでは実験の概要と結果を報告する。

#### (1) 実験の概要

図-5 は標準設計断面であり、掘削はショートベンチ式 NATM 工法を採用している。図-7、図-8 は現場実験個所の平面図、断面図を示して、日光方坑口より100mに切羽があり、平面線形はクロソイドの緩和曲線区間で縦断勾配は1.766%で登っている。

実験の準備として坑口より30mの左側壁部の任意の位置に架台を取付け、その上にレーザーマーキング装置を固定し、架台をおおよそその切羽の方向に向け整準している(写真-4 参照)。その先の40m離れた両側壁部に2組のターゲットを設置した。次に坑外の測量基準点より測量を行いレーザーマーキング装置とターゲットの三次元座標を求めた。

レーザーマーキング作業は、コンピュータのキーボードを操作して2組のターゲットにレーザー光線を当てることにより、装置の向いている方向と傾き補正の初期設定が行われ、照射面の距離程(Station)を入力することにより計画断面のパターンの照射が開始する(グラフィヤ参照)。



写真-2 室内レーザーマーキング照射実験



写真-3 モニタ表示例

#### (2) 実験の結果

レーザーマーキング装置から70mの距離にある上段ベンチの切羽にトンネルの中心と腰線および吹付けコンクリート前面の断面周縁ライン29点を60cm間隔で照射した結果は(図-6 参照)、直径1cmのプロットは鮮明に見え、1点ごとの照射の時間間隔は1秒程度が適当

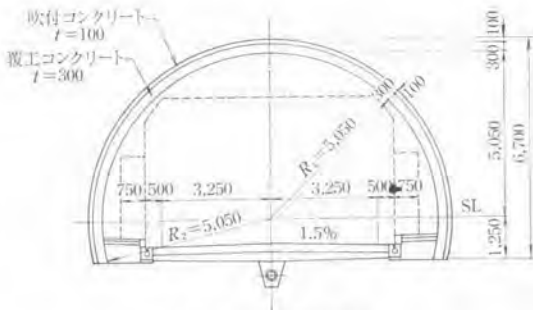


図-5 標準設計断面

○ 削孔位置    ● 削孔位置 (断面円線)    □ 計画断面の基準

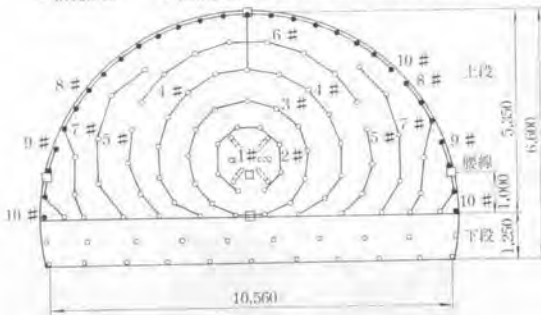


図-6 計画断面の基準、発破パターン図

であった。照射点の精度を正確に測量して比較したところ、水平方向、高さ方向とも  $\pm 1$  cm 以内で、同じ点の再現性についても良好であり、十分に使用できることが確認された。すでに掘削が完了している位置を入力して掘削外周計画ラインを照射すれば余掘り、当りを直接に確認できた。

#### 4. システムの有効性

トンネル三次元測量システムの3件の測量方法を選択、または併用することにより、効果的な測量作業を可能としている。トータルステーションによる位置出しは、切羽の計画断面マーキング作業のほかに、内空断面測定、当りの測定、コンクリート型枠のセット、鉄筋組立て、トンネルの分岐部などの複雑な三次元位置出しが行える。

レーザーマーキングによる位置出しでは、1人の作業員の短時間の操作による省力化が図れ、しかも、削孔位置を、直接、出せることから掘削精度が高くなり、余掘り

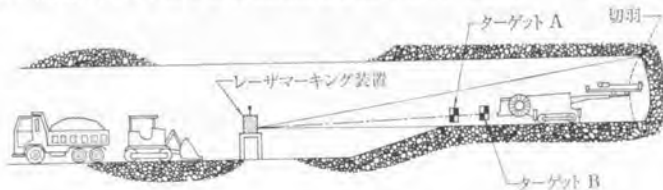


図-8 現場実験の断面図



写真-4 レーザーマーキング装置の設置状況

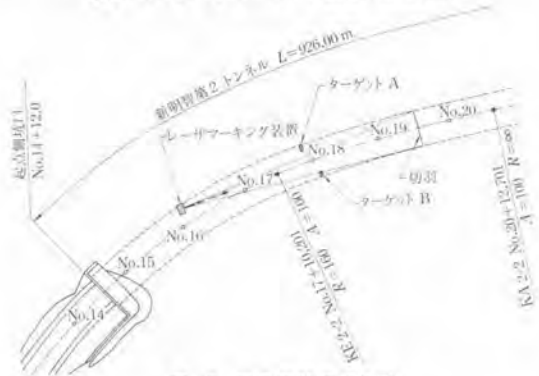


図-7 現場実験の平面図

をすくなくすることができ経済効果が向上する。

NATM 工法のぶん回しができない特殊な断面や、大断面に有効で、常に照射が連続して再現できるため塗料によるマーキングを必要とせず、掘削の工程中、何時でも計画断面を確認できることは施工管理に有効である。掘削済みのトンネルの余掘りや、掘り残し部分も簡単にチェックできる。

レーザーマーキング装置は、位置決めの測量器であることから、特に曲線トンネルに威力を発揮でき、支保工の建込みの測量に利用もできる。

#### 5. おわりに

トータルステーションによる位置出し測量は、すでに当社施工の数カ所のトンネルで使用され、マーキング装置による切羽の計画断面位置出しについても導入が予定されているが本システムの3件の技術を併用することにより、より確実な測量作業が行えると考える。特にレーザーマーキング装置による位置出しは、トンネル工事の省力化、効率化および掘削の施工管理上、大変に有効であると思う。現在、現場実験終了後から新明智トンネル工事に採用されており、使用しながらソフトや装置の改良を行ってゆく方針である。

# 硬岩掘削用大型ロードヘッダの開発

高木正信\* 登坂知平\*  
金田勉\*\*\*

## 1. はじめに

最近都市近郊で建物などに近接したトンネル工事が多くなっているが環境問題に対する社会的許容度は増々厳しくなっており、発破工法を採用できないケースが多い。

現在、自由断面トンネルの代表的機械掘削工法としてブーム式掘削機（ロードヘッダ）があるが、この機種は軟岩領域では十分な能力を発揮しているものの中硬岩や硬岩領域では能力不足である。無発破での中硬岩や硬岩トンネルの掘削補助手段としては油圧割岩機や静的破碎剤等があり、また各社とも新しい無発破工法の開発に努めているが、現状ではいずれも工期や経済性の面で難点がある。

このたび大林組では、三井三池製作所と共同で中硬岩から硬岩と評価される領域の掘削を可能とした大型ブー



写真-1

\*TAKAGI Masanobu

(株)大林組土木技術本部技術第四部副部長

\*\*TOSAKA Norihei

(株)大林組土木技術本部技術第一部技術課長

\*\*\*KANEDA Tsutomu

(株)大林組土木技術本部技術第四部技術課長代理



写真-2

ム式掘削機「ロードヘッダS-300」を開発し、栃木県道路公社発注の楯岩トンネルで採用して、所期の成果を得ているのでその概要を報告する。

## 2. ロードヘッダS-300の概要

### (1) 概要

本機はトンネルの機械掘削工法として実績が豊富なブーム式掘削機をベースに、その対硬岩掘削性能を大幅に向上し、中硬岩～硬岩領域に拡大することを基本として次のとおり指標を定めて開発に着手した。

#### (a) 目的、用途

- ① 中硬岩での発破の代替工法（発破並の施工能率）
- ② 市街地等、発破が困難なトンネルの機械掘削（ある程度の硬岩領域も掘削可能とする）
- ③ 岩盤内貯蔵や密封等、特殊用途トンネルでの高品質施工（ゆるみ、損傷の抑制）
- ④ 将来、トンネル施工の自動化に向け有力手段とする。

#### (b) 性能等

- ① 道路トンネル等、一般的な大断面トンネルの上半

部掘削ができる。

② 発破工法と同等な掘削能率をあげ得る範囲を一軸圧縮強度 800 kgf/cm<sup>2</sup> 程度に向上する。

③ 対硬岩掘削の範囲を一軸圧縮強度 1,300~1,500 kgf/cm<sup>2</sup> 程度に向上する。

④ 硬質岩の切削限界の向上と同時に軟岩~硬岩領域での量的な能力を獲得し、バランスのとれたものとする。

⑤ 安全性、操作性、機動性の良いものとする。

これらの目標達成には対硬岩掘削性にすぐれた掘削ツールの選定が重要であるが、従来、岩盤掘進ツールとして代表的なものに、バイト型ビット、ディスク型ビット、円錐型ビットがある。バイト型ビットおよびディスク型ビットは岩盤表面に対して強圧し「切削・圧切」する岩切削理論から成りたっており、対硬岩掘削での実績も豊富であるが掘削には大きな反力を必要とする。従って本体の自重のみで反力に対抗することが困難なため、トンネル壁面に反力を支持させる機構（仮にステアキングと

表-1 主要仕様

			第1コンベヤ	シングルチェーンコンベヤ
装 備 重 量		95t	コンベヤ幅	750 mm
全 長		20.8 m	コンベヤ速度	41/49 m/min-50/60 Hz
全 幅		4.0 m	第2コンベヤ	ベルトコンベヤ
全 高		4.1 m	ベルト幅	900 mm
切削電動機(定格)		300/150 kW-4/8 P	コンベヤ速度	61/73 m/min-50/60 Hz
油圧電動機(定格)		90 kW-4 P	走行速度	低速 4.6/5.5 m/min-50/60 Hz 高速 9.3/11.0 m/min-50/60 Hz
装 備 動 力		417.5 kW		ディーゼンエンジン 低速 6.8 m/min 高速 13.5 m/min
切削ドラム	高速	36/43 rpm-50/60 Hz	クローラ幅	750 mm
回 転 数	低速	18/22 rpm-50/60 Hz	接 地 圧	1.6 kgf/cm <sup>2</sup>
切削ドラム伸縮量		700 mm	ディーゼルエンジン	85 PS-2,200 rpm
最大切削高さ		6,500 mm	油 圧 力	210 kgf/cm <sup>2</sup>
最大切削幅		7,500 mm	高圧水ポンプ電動機	22 kW-4 P
播 寄 幅		4.0 m	水 圧	最大 200 kgf/cm <sup>2</sup>
播 寄 腕 回 転 数		31/37 rpm-50/60 Hz	水 量	43/52 l/min-50/60 Hz
積 込 能 力		最大 5.2/6.2 m <sup>3</sup> /min-50/60 Hz	供 給 電 圧	1,000/1,100 V-50/60 Hz

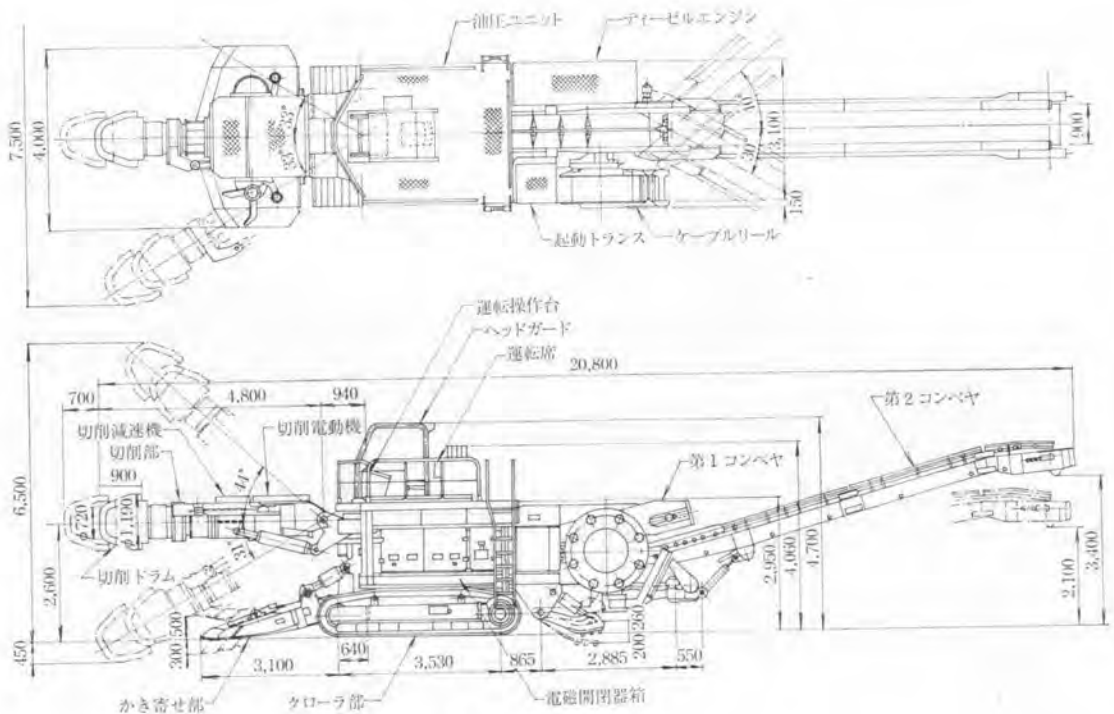


図-1 全体図

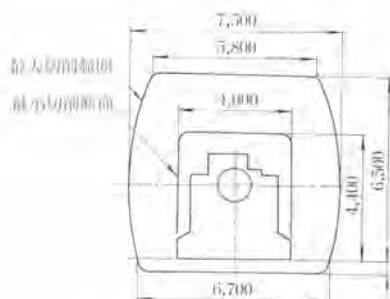


図-2 切削範囲

する)が必要となる。

本機は機動性ある自由断面の掘削を旨とするため、壁面へのステーキングは困難である。つまりあらゆる自由断面に対応可能なステーキング構造の設計がかなり困難であることや、仮にステーキングを装備できたとしても機体が移動するごとに固定、解除することは機動性を著しく低下させる原因となる。従って本機に採用する掘進ツールは円錐型ビットを採用し、対硬岩掘削性能を向上させるため、ドラム径を比較的小さく弾丸状にやや尖った形状として、ビットへの負荷を均一化させるとともにビット数を少なくしてビット1本当りの接線力を大きくした。またビットのアタック角、スキュー(Skew)角等の適値を検討し結果的には切削モータ300kW機体重量95tとしている。

またブーム長および取付ピンの位置、電気品の電圧規格、起動補償方式、耐震性、冷却水噴射圧力、運転席の位置(安全性)、リモコン操作等、おのおのに工夫をこらした機械としている。

## (2) 構造および主要仕様

表-1は機体の主な仕様を示す、また図-1、図-2は全体図および掘削範囲図を示したものである。

主な特長は次のとおりである。

① 切削動力は世界最大級300kW2速切換水冷式電動機を採用して余裕ある切削力を発揮する。

② 切削高さは6.5m、大断面上半に適用できる。

③ ウォータジェット噴射により、切削ビットの冷却と粉塵抑制に効力を発揮する。

④ 切削ドラムの送り速度を自動的に制御するパワーコントロールを装備し効率の良い掘進が可能である。

⑤ 運転席がスライド(後退)することが可能で、またリモートコントロールにより運転者の安全と視界を確保している。

⑥ 90m巻取可能な大型リールを装備しケーブルの取扱いが簡単である。

⑦ 長距離移動時には電源が不要なディーゼルエンジン走行が可能である。

⑧ グリースアップの時間が省ける自動集中給油シス

テムを採用している。

## 3. 現場実験

### (1) 現場概要

本工事は鬼怒川温泉付近の国道121号の混雑緩和を目的としたバイパス工事で栃木県道路公社発注「植岩トンネル本体工事」で、トンネル延長780m2車線、掘削断面70m<sup>2</sup>(上半約48m<sup>2</sup>)である。

### (2) 地質

岩種は新第三紀福渡層の流紋岩および石英安山岩よりなり岩石の主な物性を表-2に示す。

きれつ状況は坑口より深度60mの水平ボーリングを行って採取したコアによると、RQD100%の部分が56%もあり、RQD50%以上では実に88%となり、きれつの非常に少ない新鮮な岩盤であることを示している。

### (3) 掘削実験

#### (a) 掘削実験の内容

掘削実験は基本掘削性能の調査、掘削能力と岩盤物性の関係調査、地山損傷の調査、対硬岩性能の増強および自動化のための基礎データの収集等の項目について実施した。実験期間は平成2年7月～9月にかけて前後2回に渡り実施、実験区間はTD3.0～TD54.0(前半)、TD115.0～TD124.0(後半)計60m間実施した。掘削は上半断面48m<sup>2</sup>で行い使用したビットは円錐型ビットでチップ径φ25を使用し、一部φ30を試験的に使用した。

#### (b) 実験結果

実験項目は多岐に渡って行ったがここでは紙面の都合によりその一部を報告する。

表-3に坑口より深度11.0～50.0m、延長39m区間の掘削実績を示す。掘削状況は硬質な岩盤に対しても長径約10cm程度の木の葉状の岩片で削りとる着実な切削状況を示した。施工速度は発破工法の1/2程度であったが、岩盤の一軸圧縮強度の平均値が1,400kgf/cm<sup>2</sup>であったことを考慮すると十分な能率と思われる。図-3

表-2 平均的岩盤物性

項目	平均値
一軸圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	1,419 (1,226)
圧強強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	71.4 (72.7)
超音波速度 Vp (km/sec)	4.02 (4.07)
ポイントロード指数 (無次元)	95.5 (86.2)
石英結晶含有率(面積比) (%)	(5.6～7.7)
(石英+長石)含有率(面積比) (%)	(11.9～29.4)
坑内弾性波速度 (km/sec)	3.0～3.8

※ ( ) 内は露頭での事前調査

表-3 掘削実績

項目	実績
上半断面積 (m <sup>2</sup> )	約48
掘削延長 (m)	39
掘削量 (m <sup>3</sup> )	1,872
純掘削時間 (hr)	155.6
ビット消費 (本)	2,130
日進 (m/day)	平均2.2
純掘削能率 (m <sup>3</sup> /hr)	平均12.0
ビット摩耗率 (本/m <sup>3</sup> )	平均1.14



図-3 平均サイクルタイム

表-4 故障・破損内容一欄表

故障・破損の事象	処置	推定原因
ブーム内散水パイプ破断	改良型に変更 溶接式→ねじ式	機体振動
作動油温上昇 (80℃以上)	水冷オイルクーラ増設	機体振動 不良
油圧回路ブラッシング破損	形状変更	
ドラム旋回用カウンタバランス弁不調	取替え	
前部チェーンコンベヤでのずりかみこみ	ラチェット弁 TMCD-033 油圧アップ、ずり入口の開口を広げる	

その他軽微な破損は数件あったが、機能的に問題なく簡単な処置により復旧した。

は、TD 35.0~TD 45.0 の 10 m 区間の平均サイクルタイム (7.8 hr) を示したものであるが岩質により大きく変化し、実験全区間では約 4~14 hr となっている。ロスタイムは岩質が硬岩質となるに従ってビットが早期に不測の破損を起す場合があり、ビット点検や交換、カタドラムの補修等の頻度が増えるため急激に増加する。このような状況から判断して当機の切削能力が限界に近いことを示している。

ビット消耗の特徴は摩耗によるものが少なくチップの欠損が多くみられ根元からの折損もかなりあった。損耗はカタドラムの前部1/3付近より前部に集中しており、このことはビットやカタドラムの改善の余地を示唆している。

発生した故障内容は表-4 に示すごとく初期的故障に類するもので、処置後のトラブルは発生していない。当初振動による電気系統のトラブルを懸念したが、電気系統の故障は一件も発生しなかった。

掘削能力と岩盤物性の関係を調査するため掘削断面ごとに岩盤の諸物性を調査した。この岩盤物性と掘削能力

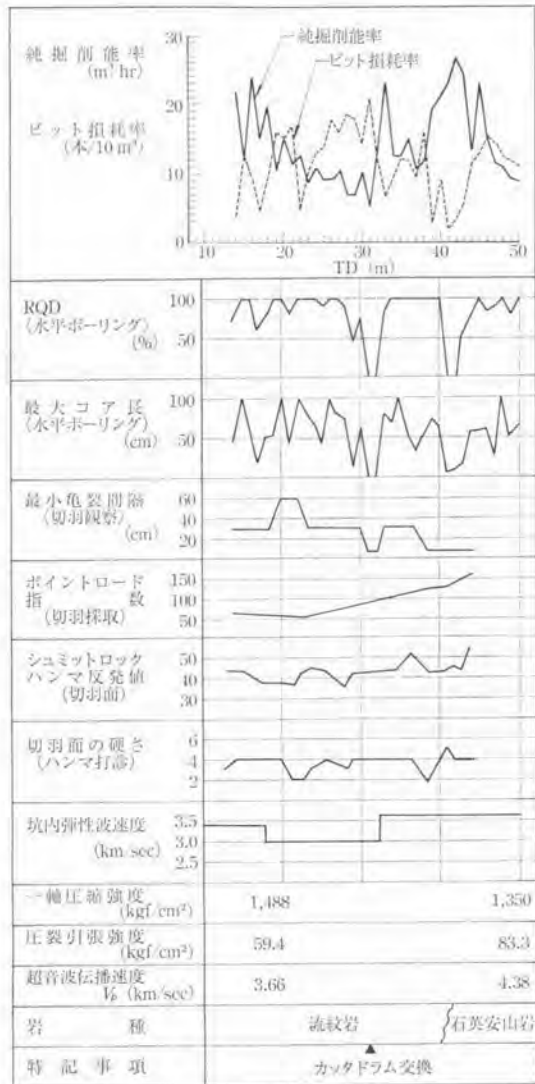


図-4 掘削性能と岩盤物性の比較

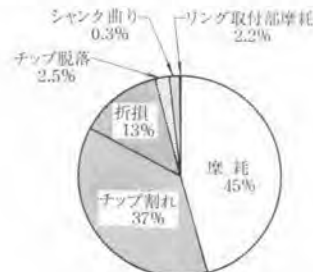


図-5 ビット損耗形態

の関係を 図-4 に示す。図示のごとく掘削能力は 6~27m<sup>3</sup>/hr と大幅に変動がみられ平均的には 12 m<sup>3</sup>/hr と成っているが、残念ながら岩盤物性と掘削能力との相関を見出すことができなかった。しかしカタドラムの交換や、運転者交代、習熟度などの名義尺度の評価を加

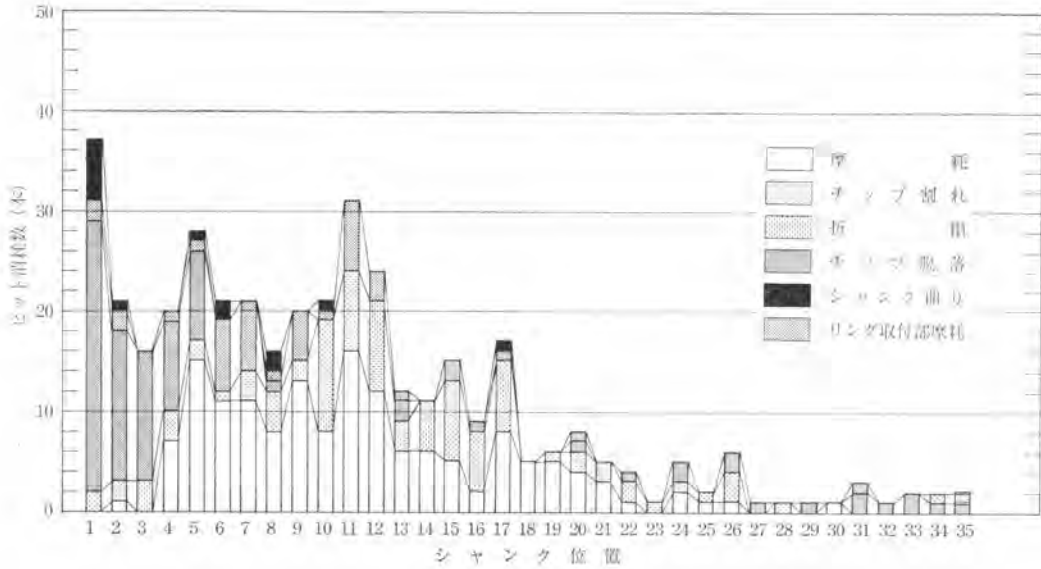


図-6 ビッド位置別損耗量

えた分析を行うことで高い相関を求めることができる可能性を残している。

#### 4. 今後の課題

対硬岩掘削性能をさらに向上させるため、切削部の改善が第1にあげられる。

本実験から切削部の特筆すべき現象は、ビット損耗形態のうちチップの欠損が多く(図-5参照)、カットドラムに取付けるビットの配置部位から見た現象としては、損耗は前方に偏っており(図-6参照)、部位によりビットの損耗形態に違いが見られるなどの特徴があげられる。また切削ドラムの損傷がはげしく、特にビットホルダの損傷、摩耗が生じた。このため切削ドラムの補修やビット点検に多くの時間が費やされ能率低下の原因と成っている。

以上のような結果からつぎのような改善が第1ステッ

プと考える。

- ① ドラム形状、ビット配置の改善
- ② シャンク形状、ホルダ形状の改善
- ③ ビットのチップ、ドラムホルダ等の材質変更  
これ等を改善することによりなお一段と性能向上させることができると考える。

#### 5. おわりに

ロードヘッダS-300により一軸圧縮強度が1,000～1,800 kgf/cm<sup>2</sup>におよぶ硬岩掘削の可能性を実証できたことは大きな収穫であった。

今後も機械掘削範囲の拡大や、自動化掘削推進のために諸問題と取組みたいと考えている。

末筆ではありますがお協力頂いた、栃木県道路公社の皆様や楯岩トンネルJVに深く感謝致します。

# '90 建設機械の現状

## 6. 舗装機械

### 6.1 アスファルト舗装機械……………高野 漢\*

#### 1. 全般的傾向

道路統計年表によると '89 年度当初の簡易舗装を除く舗装済延長は約 23.5 万 km、舗装率は 21.2% で、過去 3 年間に 1.9 万 km 舗装が施工され、平均 6,300 km/年は、ほぼ '85 年度前後と同一水準となっている。舗装工事の動向は、道路用ストレートアスファルトの需要実績から推定することができ、表一によれば、'85 年度を底として増加に転じ、'88、'89 年度は 6 万 t/年の増となっており、過去 3 年間の舗装工事量は比較的安定して増加していることがわかる。またアスファルト混合物は、'89 年度当初の簡易舗装を含む舗装率が、一般国

道 99.6%、都道府県道 91.7%、市町村道 63.0% で、主要な道路の舗装はほぼ完了している現状にあって、交通荷重の増大、道路整備に対するニーズの多様化、舗装の高度化への要求等に対応して、高速性、快適性、安全性等を求めた道路整備、維持修繕が行われ、修繕が新設を上まわったことなどが一因となって需要が増加している。

こうした現状下において、舗装機械は年々はげしくなる人手不足にもなって、ユーザの要求が強くなっていくイージーオペレーティング化のための改善がなされた新機種が発売されるとともに更新の需要が増大し、'89 年度生産金額の対 '86 年度比は 170% となっており、現在も需要は高水準を維持している。

舗装機械の輸入通関実績は表二に示すとおりであり、'89 年度輸入金額の対 '86 年度比は 340% と大幅な増加が見られるが、国内生産金額比は 5% と少額である。

#### 2. 生産動向

アスファルトプラント、アスファルトフィニッシャの生産金額の推移は、図一に示すとおりであり、'89 年度の舗装機械の生産金額は、建設機械全体に対し約 1.5% となっている。

アスファルトプラントは、アスファルト混合物の需要増に支えられ、合材工場向新設用はきわめて少ないが、統合、大型化に伴う更新、再生アスファルトプラントの併設等の需要が活発で、'89 年度は 150 億円と過去最大の生産高となっている。生産されている機種は 2t/バッチが中心で、高速道路工事向、大型合材工場向として 3t/バッチが出荷されている。また環境改善対策のための付帯設備が増設される例が多いことが生産金額が急増した一因となっている。生産されたアスファルトプラントはバッチ式が主で、ドラムドライヤミキシング式は主に再生アスファルトプラントに採用されている。輸入機

表一 道路用ストレートアスファルト  
内需実績

年度	実績 (千t)	対前年度比 (%)
1978	4,639	109.4
79	4,617	99.5
1980	4,233	91.7
81	4,082	96.4
82	3,943	96.6
83	3,950	100.2
84	3,999	101.2
85	3,739	93.5
86	3,980	106.4
87	4,253	106.9
88	4,306	101.2
89	4,360	101.2

出典：通産省、「エネルギー生産・需要統計月報 (2年5月確報)」

表二 舗装機械輸入通関実績

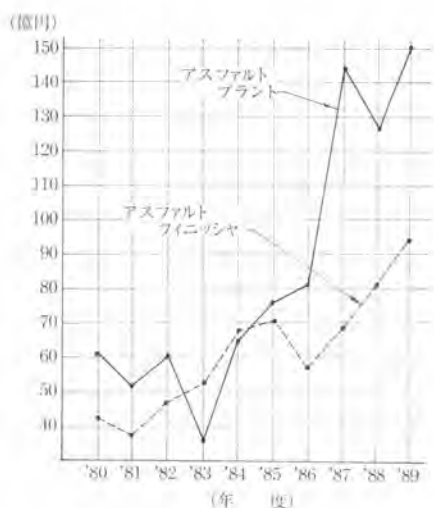
年	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88	'89	'90 10月まで
数量 (台)	18	26	16	30	23	21	44	142	236	210
金額 (百万円)	458	408	361	414	445	402	856	973.1	352	781

出典：大蔵省「日本貿易統計」

\* KONO Hiroshi

日本舗道(株)取締役技術開発部長





田典：通産省「機械統計」

図一 舗装機械の生産金額推移

は再生アスファルトプラントのドライヤなど特殊なものを除き実績はない。

アスファルトフィニッシャは、全輪駆動式、ワンマンコントロール式が一般化し、オペレータ不足に対処して、未熟練者が運転しやすい機械に更新する傾向が見られ、'89年度は95億円と過去最大の生産高となっている。生産されている機種は、タイヤ式とクローラ式がほぼ同一台数であり、最大舗装幅2.5～5.5または6m級が主となっている。

高速道路工事などに使用される舗装幅2.5～7.5または9m級の大型機はすべて輸入されている。

その他の舗装機械の生産金額は約15億円/年程度であり、改良型リミキサ、半たわみ性舗装用機械、舗装の冷却機械等が、新しく生産されるようになった外は従来どおりである。

### 3. 性能、機構面から見た最近の傾向

#### 3.1 アスファルトプラント

高速道路など大型工事を除いて、工事用としてアスファルトプラントを仮設する例はほとんど見られず、工場化が一般化しているため、構造面では工場用としての設備の改善も進み、特に粉塵、ばい煙、騒音等の発生を防止する環境改善対策面に多くの設備投資がなされ、限定された敷地内にこれらの装置を設置しなければならないので、そのための工夫がなされている。

① ドライヤの直上にバグフィルタを設置するもの

② 合材サイロ上にドライヤ、ミキサ等の製造装置を設置するもの

等がその例である。また、すべての装置をできるだけコンパクトに配置し建屋内に収容した都市型合材工場が設



写真一 都市型アスファルトプラントの一例

置されている。一例を写真一に示す。アスファルト舗装の高度化にともなって、各種の添加剤を混入する例が増加しており、添加剤投入装置の併設が行われるなど、アスファルト混合物の多様化への対応もなされている。近年もっとも進歩したのは、マイクロコンピュータを採用した運転の自動化であり、その機能の大幅な拡大がなされ、一般化された主な機能は次のとおりである。

- ① 混合物の配合、計量値の記憶、設定
- ② 配合設定に連動した冷骨材フィーダの供給量の自動設定および制御
- ③ 運搬車に積載する混合物の種類、積載量等の連続予約
- ④ フィラー、アスファルト等の使用量および残量表示、合材サイロ内混合物の出荷量および残量表示
- ⑤ 納入先別混合物の種類と出荷量の集計、日報および月報の作成、出荷伝票の自動発行
- ⑥ 品質管理データの集計、報告書作成
- ⑦ 異常状態の検出、警報、オペレータへの処置法等の表示

製造工程を自動的に管理する手法の研究、開発も進み、必要な情報を得るため、一定の時間間隔で骨材を抜き取り、粒度を測定する装置が実用化されるなど、運転の容易化が行われ、自動制御の高度化とともに女性オペレータが運転している合材工場が出現している。

#### 3.2 再生アスファルトプラント

再生骨材を加熱する方法はミキサ内の間接加熱、個別加熱、新材と同時加熱の3方式があるが、品質の安定化、熱効率の向上、装置の簡素化等のために、ドラムドライヤを利用した同時加熱が現在は主流となっている。再生骨材をドラムドライヤで加熱する場合、ブルースモークおよび臭気の発生が問題となっており、一般に再生骨材の使用量を制限することで対処しているが、新しい方式

として二重ドラムドライヤが実用に供されている。新材が流れる外筒と再生骨材が流れる内筒で構成され、再生骨材は熱風のみで、新材はパーナーの火炎にふれておのおの乾燥、加熱される構造になっているため、ブルースモークの発生を減少させ、熱効率が向上する等の効果があり、再生骨材を混用する合材工場で使用例が多い。従来、再生アスファルトプラントの排ガスは、バグフィルタで処理することはむずかしいとされていたが、ドラムドライヤとバグフィルタの改良、運転技術の向上等により、集塵装置としてバグフィルタが併設されるようになり、一例を写真-2に示す。再生骨材に付着しているアスファルトが燃焼するとき発生する臭気を消すことは未解決で、今後の課題として残されている。

### 3.3 アスファルトフィニッシャ

国内のアスファルトフィニッシャは、'88年頃までに開発導入された種々の装置の性能が確認され、ユーザにその効果が認められ、大幅に普及した時代といえる。伸縮式スクリード標準舗装2.5~4.0m、エキステンション付最大舗装幅5.5~6.0mが主流であり、タイヤ式では写真-3、写真-4に示す全輪駆動、低騒音、全油化等の構造を有するものが、クローラ方式では写真-5に示す遊星歯車方式のステアリングによる操向性、3点支持イコライザの採用による車体の安定性等の向上がなされたものが普及している。新しい機構は、主に仕上げ面のクラック、骨材のひきずり等の発生を防止するための対応に重点をおいて開発されており、輸入機ではスクリュースブレッダを逆方向に回転させる、機械の中央にスクリュースのサポートを設けない、スクリードのクラウン調整装置を油圧化する等をあげることができ、国産機ではスクリュースブレッダの伸縮、昇降を可能にする等がその例である。エレクトロニクスの利用による技術革新は、舗装機械の中でアスファルトフィニッシャがもっとも進んでおり、各種の試みがなされ、これらを整理すると、ユーザが求めている自動化の目的は、

- ① 品質保証、品質の安定化に役立つこと
  - ② 人材確保、未熟練者が運転できること
  - ③ 労務対策、生産性の向上、施工の合理化に役立つこと
  - ④ 管理機能、リアルタイムの品質および施工管理に利用できること
  - ⑤ 安全対策、危険を予知し事故防止に役立つこと
- 等であり、これに対し試作されている機械は、次の機能を取り入れる試みがなされている。

- ① 自動装置による運転
- ② 各種センサを利用した操作にともなう安全の確認
- ③ 混合物の供給、敷ならしの高度な自動制御
- ④ 舗装幅、厚、延長等出来形の自動測定、記録



写真-2 バグフィルタ付再生アスファルトプラントの一例



写真-3 アスファルトフィニッシャ (タイヤ式)  
(住友建機 HA 45 W)



写真-4 アスファルトフィニッシャ (タイヤ式)  
(新キャタピラ-三菱 S-4 WD)



写真-5 アスファルトフィニッシャ (クローラ式)  
(新潟鉄工 NFB6C-TV)

- ⑤ 品質管理データの自動測定、記録
  - ⑥ コンピュータとテレビ画面による操作手順および異常状態とその処置方法の表示
- また作業環境の改善に目が向けられ、運転席の居住性の向上、電子機器の保護等を目的としてキャブを装備し

た機械が国内で試作されており、ヨーロッパでは普及している。

アスファルトフィニッシャーによる路盤材料の敷ならし、転圧コンクリート混合物の敷ならし等にもなっており、締固め効果の向上が必要となり、ダブルタンバ式、プレッシャバー式等の締固め装置を装備するスクリードユニットが輸入されているが、普及するまでに至っていない。しかし、本機の用途拡大、施工の合理化等のためには、砕石等を敷ならすことができる機能と、締固め効果の大きいスクリードが必要とされているので、自動化に関する開発が進んでいる現段階では、次の課題として舗装工事全体の合理化に役立つ機能を持たせるための敷ならし装置の改良、開発が取り上げられるものと思われる。

### 3.4 路上表層再生機

路上表層再生機は再生用路面ヒータ、リペーパー、リミキサがその主なものであるが、工事量は '85 年度の 200 万  $m^2$  をピークとして以後横ばいから減少の傾向にあるため、使用台数の増加は見られず本格的な機械の生産は行われていない。性能面で特記すべきことは、リミキサの新旧材料を混合する方式の改善と小型機の導入である。写真-6 に示すリミキサの特長は、かきほぐした旧材料を加熱し新材料を保温する熱風加熱装置、新旧材料および添加材の個別計量装置、各材料を混合するパッチ式横型 2 軸ミキサ、混合物の敷ならし装置等を装備していることである。写真-7 に示す路上切削混合機の特長は、切削と混合をおのおの独立した機械で行い、作業時は両者を連結する構造となっていること、前部の切削機は、加熱した舗装をかきほぐしウォンドローとするロータリスカリファイヤ、運搬車から受取った新材料を混合機へ供給する新材フィーダ等を、後部の混合機は、旧



写真-6 リミキサ (新キャタピラー三隻 RM 40)



写真-7 路上切削、混合機 (新潟鉄工 NMF 400, 4 WD)

材料をかき上げるピックアップフィーダ装置、新旧材料および添加材を計量、供給する計量フィーダ装置、各材料を混合する 2 軸連続練ミキサ、混合物の敷ならし装置等を装備していることである。これらの改善は、混合物の所要の温度を確保する、新旧材料の使用量を記録する等を目的としており、おのおの所期の成果が得られ、使いやすい機械となっている。その他ガス、水道等の管理施設後の本復旧または補修、わだち掘れの補修等に使用する目的で舗装幅 0.5~1.5 m 級の小型路上再生機が導入され好結果が得られ、これらの機械はアスファルト舗装の補修が増大の一途をたどっているおりから、小規模な補修工事用として注目されている。

### 3.5 その他のアスファルト舗装機械

チップスプレッド、アスファルトディストリビュータ、アスファルトスプレヤ、自動カーバ、サイドフィーダローダ等はほぼ従来どおりである。

バス停、大型車の駐車場等の舗装は、夏期温度上昇とともに発生するわだちが問題となっており、これを防止するため、開粒度のアスファルト舗装にセメントミルクを注入する半たわみ性舗装が重要視されるようになり、セメントミルクの製造装置、注入装置が実用化されている。

新設直後の舗装は 50°C 以上の温度で交通に開放すると初期わだちが発生し、他方交通渋滞をさけるために、なるべく早く交通に開放することを要求されることから、舗装の早期冷却技術が開発され、霧化した水を散布し効率よく舗装を冷却する路面強制冷却機 (パワークーラ) が実用化され、好結果が得られている。人手不足に対応して、繰返し作業をロボット化するなどの検討が進められているが、実用化されたものはなく、試用の段階である。その中で特に入手を要する舗設ブロックの敷設作業は、もっとも機械化が望まれている工種であり、インターロッキングブロック敷設機が導入され、機械化に対する明るい見通しが得られている。

## 4. 問題点、今後の見通し

舗装工事をとりまく問題点をあげると次のとおりである。

- ① 舗設現場は慢性的な作業員、オペレータ不足に悩まされ、当面よくなる見通しは少ない。したがって高度な施工の機械化が強く望まれている。
- ② 増大する一方の交通荷重に対処する舗装構造の研究が進められ、それとともに、新しい工法に対応する施工機械の改善を求められる可能性が高い。
- ③ 道路のユーザのニーズが多様化するとともに道路の機能が高度化し、施工技術の革新が必要になることか

ら、舗装機械は機能の多様化を要求される。

④ 補修工事の増大とともに、一般の交通を妨げる形で行われる作業が増加しており、作業員、通行車両ともに危険な状態となっているので、安全な作業形態とするための舗装機械の改良に対する期待はきわめて大きい。例えばオーバーレイを施工する場合、一般の車両が通行する側は、すべて機械またはロボットが仕事をし、作業員が近づく必要がないようにするなどがその例である。

⑤ 舗装のリハビリテーションのための新工法の導入が重要になっているが、そのための専用機械は少ない。交通渋滞防止のための作業の高速化、安全作業の確保等を考慮すると専用機の必要性が増し、リハビリテーションの合理化のために各種機械の改良、開発を進める必要がある。

⑥ 最近、景観舗装の必要性が認識され、単に道路をアスファルト混合物のみで舗装するのにとどまらず、形状、色彩等の変化を持たせた舗装が求められている。社会が豊かになるとともにこの傾向がさらに強くなるものと思われ、施工機械は、従来の舗装機械にない新しい機能を要求される。

このような状況に対応して、作業をシステム化するた

めの施工機械の改良、開発が必要となるが、多種少量生産が主体となり、量産化できるものが少ないこと、機械の保有形態がリース、レンタルに移行する中において新しい性能を有する機械をどのようにして導入したらよいか、新機種、新技術の開発、導入のための投資が十分になされるか等課題が多い。これらの諸事情を考慮しつつ、舗装の施工技術の改良、開発に関する動きは'90年になって活発化し、建設者は、総プロ「建設事業における施工新技術の開発」の中で舗装用機械の合理化に関する研究を推進しており、官民とによるアスファルトフィニッシャの自動化を目的とした研究開発が行われている。また、安全、騒音に関する指導も強化されており、他方、「建設作業のロボット普及促進のための特例措置」として特例償却制度（いわゆる「メカトロ税制」）があり、'90年度その対象機器にワンマンコントロール式アスファルトフィニッシャが加えられるなど、それぞれ対策がなされている。舗装機械は他の建設機械に比較して自動化、メカトロ化が行いやすいとされており、開発、実用化のための環境が整備されれば、新しい機種が急速に普及することが予想され、ロボット化を含めて次の3年間にかなりの変化が見られるものと思われる。

## 6.2 コンクリート舗装機械……………高野 漢\*

### 1. 全般的傾向

我が国の道路のセメントコンクリート系舗装は、道路統計年表によると'60年頃全舗装延長の約1/3のシェアで約7,000km/年施工されていたが、'65年度をピークに年々減少し近年のコンクリート舗装の実績は、年間の全舗装延長の約4%で約4,000km/年施工されており、コンクリート舗装のシェアは、簡易舗装を含めた全舗装の約7%となっている。したがってコンクリート舗装は、空港の駐機場、トンネル等で大型工事が年に数件あるほかは、小規模工事が主で現有の機械の稼働も低調であるため新規購入は少ない。新しい傾向として、型枠の設置を必要としない写真-1に示すスリップフォームペーパーが輸入されたこと、橋面のコンクリート舗装の

修繕のために厚さ7~10cm、スチールファイバを混入した超早硬セメントコンクリート混合物を敷きならす専用機が国内で実用化されたこと、アスファルトフィニッシャなどで敷きならし、振動ローラで締固める転圧コンクリート舗装が現在までに約25万m<sup>2</sup>施工され、一般



写真-1 スリップフォームペーパー（ヴィルトゲン MF 600）

\* KONO Hiroshi

日本舗道（株）取締役技術開発部長



写真-2 転圧コンクリート用移動式プラント

に混合物は生コン工場で製造されるが、大型工事向として、写真-2に示す転圧コンクリート用移動式プラントが使用されていること等である。

## 2. 生産動向

販売実績があるコンクリート舗装機械は、レール上を走行するコンクリートフィニッシャ、コンクリートスプレッタ（ブレード形）、コンクリート縦上機（レベラ）で、需要が少ないため注文生産されているのが現状である。海外ではレール上を走行する機械は生産中止となり、スリップフォームペーパーに代っている。海外を含めてコンクリート舗装機械は、アスファルト舗装機械のように新機種の開発、モデルチェンジ等の傾向は見られず、またその余裕もないのが現状で、現有の機械の部分改良を実施しながら生産が続けられている。

## 3. 性能機構面から見た最近の傾向

### 3.1 敷ならし、仕上機械

これらの機械は、舗装面の高さ調整、移動等を容易に行うことを望まれており、スプレッタ、フィニッシャ、縦上機について、そのための改良が行われている。アウトリガで車体を持ち上げ、油圧シリンダでフレームを伸縮させることにより舗装幅を調節する構造が取入れられ、スプレッタは、ブレードの高さがデジタル表示され、敷ならし高さを自動的に調節できる機構が、フィニッシャおよび縦上機は、ロータリストライクオフ、バイブレータ、フィニッシングスクリードの高さがデジタル表示され、仕上げ面の高さを自動的に調節できる機構がそれぞれの特長であり、フィニッシャと縦上機を連

結して使用することができる構造が採用され、省力化、省熟練化が図られている。

### 3.2 薄層コンクリート舗装用フィニッシャ

薄層コンクリート（7～10 cm 厚）は、一般に超早硬コンクリートが使用される例が多く、一般のコンクリート舗装機械と異なり、短時間に敷ならしから仕上げまでの作業を完了しなければならないので、機械はスプレッタ、タンバ、バイブレータ、スクリード等の装置を有しすべての作業が迅速に行える構造になっている。

### 3.3 スリップフォームペーパー

本機は '69 年輸入されたものと基本的な構造は同一であるが、新しい技術として、タイバーの打込み装置、自動縦仕上装置等が付加され、性能向上が図られている。

### 3.4 転圧コンクリート用移動式プラント

本機は2連式コールドホッパ、骨材供給ベルトコンベヤ、セメントセイロ、連続練2軸ミキサ等で構成されており、粗骨材、細骨材、セメント、水の連続重量計量および記録装置、粗骨材の表面水を測定し加水量を制御する装置等を有し、省熟練化、品質管理の自動化等が行われている。

### 3.5 その他

粗骨材露出工法用機械、粗面仕上機、滑りやすい路面を改善する機械等が実用化されているが、使用例は少ない。

## 4. 問題点、今後の見通し

アスファルト舗装と比較し施工に当って多くの労力を必要とするコンクリート舗装は、省力化への対応が今後の大きな課題である。特に型枠の設置に問題が多いので、スリップフォームペーパーの導入などの対応が考えられるが、設備投資の面で制約が多い。転圧コンクリート舗装は締固め、表面仕上げ、平坦性等に問題を残すとされており、施工機械の改良が検討されている。

こうした現況にあって、コンクリート舗装のシェアが急増することは考えられないので、当面、現有の機械で施工が行われ、更新時期に至って、新しい機種の導入が図られ、改善が進むものと思われる。

## 7. 維持修繕および除雪機械……近藤 治久\*

### 1. 概要

道路や河川の維持修繕工事および道路の除雪作業に使用される機械を総称して、それぞれ「維持修繕機械」、「除雪機械」と呼んでいる。維持修繕工種は多種多様であり使用する機械も多い。また除雪機械はロータリ除雪車などの専用機械を除いて、汎用土工機械に除雪用アタッチメントを装備したものが多くが現状であるが、除雪専用機械の開発も順次進められている。維持修繕機械の中で台風、集中豪雨、地震などにより河川や道路に災害が発生した場合に災害復旧に使用される機械を総称して「災害対策用機械」と呼んでいる。最近の災害の多発などにより、その重要性が認識され、機械の開発整備力に力が進められている。

維持修繕機械や除雪機械は主に国・地方自治体・公団などで使用されており、それぞれの事業計画に基づいて配置されている。従って、それらの生産動向はそれぞれの事業計画に左右される傾向にある。

### 2. 維持修繕機械

河川維持修繕事業は河川堤防などの構造物の損傷を防ぎ、河川水の流下断面を確保するため、一方、道路維持修繕事業は道路の損傷を防ぎ、安全かつ円滑な交通確保と沿道の生活環境の保全を図るためなどの目的を担い極めて重要な事業である。今後は堤防、道路の損傷などに対して予防的処置に対する施工法、供用交通の中での工事渋滞などに対する機械の対応、損傷の状況等の点検機械の対応が急務となっている。

維持修繕機械は巡視用機械、施設清掃用機械、路面補修用機械、除草用機械、災害対策用機械などがある。

#### 2.1 巡視用機械

巡視用機械は河川においては堤防の異常発見、砂利採取業者などの指導、不法占有等の取締まり、堤防補修などに、また道路においては道路の異常発見、法面点検、

交通状態の把握、占用工事の指導、路面補修などに用いられ、これらの機械として、パトロールカー、巡視船、作業車等がある。パトロールカーは量産型の車両に赤・黄色回転灯、無線装置、サイレン、サーチライト、標識装置等が取付けられたもののほか、全輪駆動式で徒歩能力が高く、ジープタイプのものも使用されている。また作業車はクレーンを取付け、小型機械の運搬等に対応したり、路面応急修理用機械や器具を搭載し、道路維持作業車の指定を受けたものである。最近では都市内工事のイメージアップを図った都市型作業車や、災害時の対応を効率的に行う水陸両用型のパトロールカー、さらに都市を中心に地球環境問題の一環として電気自動車をパトロールカーとして導入している。

#### 2.2 施設清掃用機械

##### (1) 河川清掃用機械

河川清掃用機械には河川の水面上や岸部に浮遊したゴミを収集する水面清掃船、河床に堆積したヘドロの処理をするヘドロ処理船、湖沼等で発生するアオコ処理をするアオコ処理船、さらに河川敷清掃機械などがある。

##### (2) 道路清掃用機械

道路清掃用機械には路面の塵埃除去用の路面清掃車が広く利用されるほか、集水ますや側溝の堆積泥土を除去する側溝清掃車および横断管渠などの通水機能を確保するための排水管清掃車、ならびに道路付属物に付着した煤塵、泥土を洗浄するトンネル清掃車、ガードレール清掃車などが使用され、これ等の清掃作業の散水、補給用として散水車を組合せて使用することもある。

またスパイクタイヤによる粉塵や越冬汚泥、火山噴火による多量の降灰等に対応した清掃機械もある。このほか、道路標識、照明灯、透視式防音壁などの清掃用の機械が開発され、その使用は一部の地域で定着している。最近ではガードレールの清掃装置の自動化、さらに路面清掃装置の自動化などが開発され、導入されているほか、都市型路面清掃車などが実用に供せられている。

##### (a) 路面清掃機械

現在我が国で使用されている路面清掃車は、フロントリフトダンプ形ブラシ式(三輪式)、リアダンプ形真空式(四輪式)、リアダンプ形ブラシ式(四輪式)が多く、

\* KONDO Haruhisa

建設省建設経済局建設機械課直轄係長

さらに塵埃の積替えを容易にした、リアリフト式ダンプ形もある。初冬期および春先期に、スパイクタイヤにより発生するアスファルト粉塵を効率的に処理し、ホップから排出される粉塵を極力少なくした空気循環式路面清掃車および粉塵防止のための散水を $0^{\circ}\text{C}$ 以下で行うことは路面を凍結させる心配があることから散水を無くし、無散水で清掃する真空無水式路面清掃車もある。

一方、火山活動による降灰地区における降灰除去は、異常降灰時の能力不足や粉塵の巻上げ等の問題があり、清掃能力の向上、防塵、散水量の節減を目的として、ブラシ清掃機械および真空清掃機械を直列に並べ、ブラシ清掃機械により1次除去を行い、真空清掃機構により2次除去を行うことで大量降灰の除去が可能な降灰対策型路面清掃車もある。このほか三輪ブラシ式の小回りの良さを四輪タイプで実現する4WD機構や、フロントリフトダンプ、さらに少散水機能などを備えた都市型清掃車もある。

#### (b) ガードレール清掃車

油圧操作によりガードレール清掃位置を容易にセットできる回転ブラシをトラックシャシに架装したもので、ブラシを回転させながら洗剤と水を噴射して清掃作業を行う構造となっており、片ブラシ式と両ブラシ式がある。最近ではガードレール清掃作業のワンマンコントロール化と清掃速度の高速化を図るために清掃作業装置の操作を自動化（洗浄回転ブラシをガードレール面に沿って自動追従する機構）したものが主流である。

一方、ガードレール清掃車を効率的に活用するためにトンネル清掃の少ない地域において清掃用ブラシを容易に取替えることによりトンネル清掃機能を合せ持ったトンネル清掃併用型ガードレール清掃車もある。

#### (c) トンネル清掃車

トンネル内壁面にブラシを回転させながら洗浄し、水噴射による水洗を行う回転ブラシ式に対して、トンネル内壁面および道路施設等に高圧水を噴射して洗浄する（洗浄壁面の形状を記憶させることにより、洗浄面とノズルの間隔は常に一定に保たれる機構を備えている）高圧水洗浄式がある。また散水洗浄による汚水の問題から乾式トンネル清掃機械も開発されている。

一方、トンネル清掃車を効率的に活用するために、清掃用ブラシを容易に取替えることによりガードレール清掃機能を合せもち、かつトンネル内灯具清掃装置を取付けたトンネル清掃車（ガードレール・灯具清掃装置付）およびリフト装置付もある。

#### (d) 側溝清掃車

ブロワ式と真空式のものがあり、吸込管を介してホップ内に汚泥などを吸い込む方式であり、吸込装置とホップを普通トラックシャシに架装したものである。低圧で風量の多いターボブロワ式吸込装置は、吸込管径が200

～250 mmで、粗大ゴミや雑多な塵埃を吸い込むことができる。また高圧で風量の少ないロータリブロワ式や真空吸込式は吸込管径が75～125 mmで粗大ゴミは吸い込めないが、吸い込みホースがターボブロワ式に比べて長く、水中でも使用できるなどの特徴がある。

#### (e) 排水管清掃車

高圧ホース先端のノズルから噴射する高圧水で横断管などの管内も清掃するものである。高圧ポンプ、水タンク、高圧ホースなどをトラックシャシに架装したもので、比較的細い管内の清掃に適しているが、通常600 mm以下の管が効率的で曲管部でも作業が行える。

## 2.3 路面補修用機械

路面補修用機械は大半がアスファルト舗装路面を対象にしたものであり、舗装版の全面または部分打換え、舗装表面の整正、パッチングなどに使用されている。摩擦舗装版の全面はぎ取りまたは薄層の切削作業などには路面切削機が定着してきている、ポットホール補修や小規模なパッチングなどには路面補修車やコンクリートカッタなどが使用されている。近年、省資源対策として、既設アスファルト舗装の加熱、かき起し、敷ならし、締固め作業を1台でできる路面表層再生機が多機種導入されている（路上表層再生工法は舗装機械で説明する）。

### (1) 路面切削機および積込機

路面切削機は車輪式と覆帯式に分けられる。切削作業装置はカッタドラム外周上に交換可能なカッタビットを取付けたもので、手動または自動制御により、平坦な切削路面が確保できる。また切削作業の能率は作業時の気温などの気象条件に左右される要素が大きいことから、気温の低い時の切削作業では路面ヒータ等で舗装路面を加熱することにより能率向上を図っている。

積込機は切削された廃材をオーガでかき集め、ベルトコンベヤに移してダンプトラックに積込むもので、一車線積込みが可能である。走行は車輪式で自走できるものが多い。

### (2) コンクリートカッタ、路面補修車およびその他補修用機械

コンクリートカッタは路面補修箇所を最少限に切り開く場合に使用され、ダイヤモンドチップを焼結したカッタブレード、冷却水供給・散布装置、駆動用エンジンから成り、操向はハンドガイド式のものが多い。

路面補修車はアスファルト舗装面のポットホールなどの補修を能率的に行うため、トラックシャシに作業に必要な機械器具を装備し、合材も積載できるようにしたものである。合材貯蔵ホップから引出した合材を補修箇所へ供給し、転圧まで行う機械である。

その他補修機械には、カットバックアスファルト、アスファルト乳剤などの瀝青材と骨材を混合する常温アス

ファルトプラント、基層と路盤の間のできる空洞を瀝青材で埋めるためのアスファルト注入機などがある。

## 2.4 除草用機械

除草作業は河川においては流下断面の確保、堤防の保護、また道路においては運転者の視線障害となる雑草の除去のために行われる。

搭乗・履帯式草刈車は、平地および堤防法面で除草面積かせ多く、法勾配が2割程度以上で構造物等の障害物が少ない場所では経済的に使用できる。履帯は、ゴム製またはアルミ合金製が使用され、全体重量を軽減することにより接地圧を下げ法面の損傷を少なくする方向にある。

搭乗・車輪式草刈車は堤防天端道路や小段から作業するため法面のこう配に関係なく作業が可能であるが、道路状況や作業リーチに制限がある。最近、履帯式草刈車は施工場所が法面という特殊条件のもとでの施工であることから、安全性の向上とともに作業員の作業環境の改善、施工性の向上を図るため草刈装置の自動化、遠隔操縦による草刈車の開発が進められている。

一方、道路除草においては法面と路肩を同時に施工でき、ガードレール支柱等の障害物も自動的に回避できる草刈車の開発も実施され、また広大な除草面積に対して草刈後の人力による集草作業は大変であり、省力化と経済性を目指し、集草、梱包、結束の一連作業を可能にした集草車も開発導入されている。

## 2.5 その他の維持修繕機械

### (1) ラインマーカ

区画線塗布用のラインマーカはペイント式(常温式、加熱式)と溶融式に分けられ、またハンドガイド式、車載式に分類され用途によって使い分けがなされている。最近では自動制御機構を取入れた作業の高速化の他、メカトロ技術導入により、罫書作業無しで文字等の塗布が可能な機械が導入されるとともに、スパイクタイヤにより区画線が削りとられる現場においては、耐久性を有する区画線テープ材を埋設する機械の開発が検討されている。

### (2) 点検用機械

橋梁、道路標識、照明灯などの点検用として橋梁点検車、リフト車などがある。橋梁点検車は橋梁の下部等が容易に点検できるように開発された機械で、点検員がゴンドラに乗り直接目視する全旋回油圧屈伸式、点検員が歩廊上を歩き直接目視する歩廊式およびブーム先端にテレビカメラを備え、車上でモニターテレビにより点検を行い、異常箇所等をVTRで記録するモニタ式に分類される。リフト車は作業員が搭乗するゴンドラが懸垂式で地上揚程13m級のものが主であるが、トンネルなどの

比較的低い構造物の保守点検用としてゴンドラが垂直昇降するものが清掃車の付属装置として装備されているものもある。

堤防および道路の排水用樋管のうち、作業員が直接内部に入って点検できない小樋管の内部状況を点検するため、遠隔操縦できる自転車(電動クローラ式)にテレビカメラを搭載したものが開発されている。

道路舗装路面下の空洞を探查するため車両に探查機を搭載して30km/hr程度の速度で探查する空洞探查機も開発されたことから、今後、道路損傷の予防対策の一環として利用が期待されている。原理的には電磁波を地中に向けて放射し、地下からの反射波形を測定するものである。このほか舗装路面の摩擦抵抗を測定するすべり抵抗測定車、走行車両の軸重を測定するマット式の走行車両計などもある。

## 2.6 災害対策用機械

災害が発生した場合、被災地の情報収集、救援、復旧に使用される機械としては、ヘリコプタ、現地対策本部となる災害対策車のほか、排水ポンプ車、照明車、土のう造成機、応急組立橋などがある。

### (1) ヘリコプタ

大規模災害に際して、即時、空から現地の状況把握、情報連絡・提供、被害調査、資材・要員の輸送を行うために、振動防止懸架装置を付けたテレビカメラによる鮮明な画像を対策本部に送信できる画像伝送システム、赤外線により夜間撮影可能な熱線画像システム、立体測量を実施するためのステレオ写真装置、積荷フック、サーチライト、機外スピーカ、航続距離1,000kmを得るための増加燃料タンク等を搭載したヘリコプタが建設省に配置されている。

### (2) 災害対策車

現地の対策本部として応急対策の指揮連絡や広報活動等を機動的に実施するための車両で、車内には通信装置を搭載しており、模写電送、写真電送、テレビカメラ、会議用設備、仮眠設備、調理設備等が備えられている。

### (3) 排水ポンプ車

排水作業を迅速に効率良く行うとともに、災害現場での復旧工事の照明、排水機場や水門等の非常用電源として使用するもので、12tトラックシャシに発動発電機(125kVA)、水中ポンプ(8m<sup>3</sup>/min×4台)、照明装置(12kW)、クレーン装置を備えたものである。

### (4) 照明車

災害現場における復旧工事の照明作業、排水機場や水門等の非常用電源として使用するものであり、3.5tトラックシャシに投光器(1kW×9灯)、発動発電機(45kVA)を備えたものである。最近では小回りのきく2t4WDトラックシャシに投光器(1kW×6)、発動発電



機 (10 kVA) 2t づりクレーンを備えたものもある。

### (5) 土のう造成機

堤防等の洗掘、越水等を防ぐための土のう積みが行われる場合、短期間に大量の土のうを作るものであり、土砂の詰込みから、結束、運搬車に積込むまで一連の作業が自動的にできるものであり、能力としては1時間当たり400袋(60×48cm)程度である。

### (6) 応急組立橋

橋梁の落下や、流出などの災害が発生した場合、直ちにこの応急組立橋を現地に搬入、迅速に架設し、被災地の復旧および救援のための輸送路を確保するものである。最近のものは最大支間40m、設計荷重TL-20のものが多く、ブロック化やビン構造の採用により仮設時間の低減を図っている。

## 3. 除雪機械

除雪事業は雪寒地域の冬期の道路交通を確保する目的で始められ、年々その内容が充実されてきており、'90年度の国道の車道除雪延長は58,034km(積雪地域内道路延長の87%)で、歩道除雪については'77年度から試験的に実施され年々施工延長が増加し'90年度は4,000kmを実施している。近年の豪雪にかんがみ高性能な除雪機械、人家連坦地域に対応した除雪機械、高雪堤処理ができる除雪機械、歩道除雪延長の伸びとともに能率的で安全かつ経済的な歩道除雪機械の開発、評価が進められている。

除雪機械は車道用と歩道用があり、車道用はロータリ除雪車、除雪グレーダ、除雪トラック、凍結防止剤散布機などがあり、従来は汎用土工機械であるモータグレーダや車輪式トラクタショベルなどに除雪用アタッチメントを装備したものが多かったが、最近ではロータリ除雪車や凍結防止剤散布機などの専用機のほか、他の機種についても専用機化が進んでいる。

'90年度の除雪機械の保有台数は全国で約9,500台となっており、直轄では除雪トラック、除雪グレーダ、ロータリ除雪車の順に多いのに対し、補助では直轄との除雪条件等の違いから多工種に使われる除雪ドーザ、除雪トラック、ロータリ除雪車の順に多くなっている。除雪機械の施工管理は従来タコグラフのチャート紙によっていたが、解析、確認、集計の作業に多くの時間と労力を要することから、タコグラフに代るICカードを利用したデジタル式運行記録を開発するとともに、そのデータを汎用パーソナルコンピュータで処理集計する「建設機械施工管理システム」を開発し、機械管理、運用に関する業務の合理化を図るため導入されている。

### 3.1 ロータリ除雪車

ロータリ除雪車は走行しながら雪を路側の任意の個所に投雪する拡幅除雪の主力機械であり、市街地ではダンブトラックの積込投雪が効率的にできるようなシュートの形状等についても改良がなされている。この機種は従来除雪機械のうち保有率で10%程度であったのに対して最近では19%程度まで増えている。

最近では、1エンジン・2ステージ型の専用車が大勢を占め、走行機械は油圧駆動方式が、また操向方式はアーティキュレート式が採用され200~300PS級が中心であるが、豪雪地帯では400~450PS級も使用されている。

また除雪負荷に応じて機関出力に見合った作業速度を自動的に選択できる自動制御装置、1本レバーによるシュート操作、豪雪地帯における高雪堤対策として投雪地点を見やすくするための昇降式運転室等が開発されている。

またロータリ除雪車で投雪が困難な高雪堤処理作業として、高雪堤のかき落とし作業と投雪作業を1台の機械で施工できるノコギリ式や回転スイングオーガを取付けた高雪堤処理装置付ロータリ除雪車が開発されている。

一方、雪堤の段切り用として車輪式トラクタショベルにサイドスライド可能なロータリ除雪装置を取付けたユニットタイプの除雪装置も開発され導入されている。さらには雪を希望する位置に投雪させるためのシュート操作の自動化技術も開発され実用に供されている。

### 3.2 除雪グレーダ

除雪グレーダは雪道の路面整正、圧雪除去に使用されるもので、ブレード幅2.8~4.0m級(車両総重量では8.9~19.5t)まで機種があり、ブレードの高線圧化、高出力の大型機による圧雪除去機能の向上が図られている。

走行用変速機のパワースフト化、キャビンの大幅改良による視界性のアップが図られるとともに、操向機構には車体屈折方式が多く採用されている。

最近では、ブレードサークル無しで320PSと高出力な4m級の高速除雪専用グレーダもある。一方、圧雪路面での走行安定性を確保するためにグレーダ後部に粗面成形装置を装着したり、車道よりガードレール等の障害物を乗り越えて歩道除雪が可能な歩道除雪用サイドブラウを装備した除雪グレーダなどもある。

現在の除雪グレーダは既存の土工用グレーダを除雪用として一部改良して使用しているのが実態であり、除雪に不要な機構を除き、除雪速度、除雪幅、除雪に必要な付加装置等の見直しを行なっているほか、ブレード押付力の自動制御の開発を行い実用に供している。

### 3.3 除雪トラック

除雪トラックは雪を路側に移動排除する新雪除雪に使う機械であり、4~10t級の全輪駆動型トラックの前面にブラウを装備したもので主力は7t級である。除雪トラックの保有状況は直轄内地では減少の傾向にあるが、北海道ではトラックグレーダの普及とともに増加の傾向にある。除雪トラックは高出力化とともに視界の改善、本体フレームの補強対策などがなされ、本体フレームの防護対策として反転式ブラウを採用したり、ブラウ本体および支持装置に種々の緩衝装置なども装着した安全装置が導入されている。

除雪トラックの下部に路面修正（圧雪除去）用のブレードを取付けたトラックグレーダは北海道では定着しており近年内地でも増加の傾向にある。また除雪トラックのブラウを短時間で脱着できる簡易脱着装置が開発されたため、凍結防止剤散布装置、雪庇処理装置（ブームの先端と車両後端を結んだワイヤロープまたはブームの先端に取付けた高圧水ノズルで雪庇を切り落とすもの）、高雪庇処理装置（回転可能な上部旋回機構のブームの先端にバケットを取付けたもの）等複合機による効率的な運用も一部でなされている。

また雪堤の状況に応じて、雪を車道の反対側へ押出す「サイドウイング作業」と車道側へ雪を出す「マックレー作業」の切り換えが迅速かつ容易にできる油圧式機構が開発された。最近では10t級全輪駆動車に変型トラックグレーダを装備し、操作もオートマチックのものが開発されている（可変型トラックグレーダにはシャーペンレス機構が導入されている）。

### 3.4 除雪ドーザ

除雪ドーザは新雪除雪、路面修正、拡幅除雪、吹だまりの除去作業などの多工種に利用できることから、内地市町村において保有が最も多い機種である。除雪ドーザの本体は車輪式トラクタシャベルに取付けたもので車体屈折式のものが多い。ブラウはアングリング式が主であるが、サイドスライド式アングリングブラウや汎用ブラウを装備したものである。

除雪ドーザの重量別では8~19t級まで多機種生産されており、主力機械は11~13t級である。またブラウをバケットまたはロータリ除雪装置と交換することによりスノーローダ、ロータリ除雪車としても使用できる。

なお、これ等の装置を交換するのにワンタッチ式のものもある。

### 3.5 凍結防止剤散布機

凍結路面のすべり防止対策として使用される凍結防止剤散布機は1~8m<sup>3</sup>級まで機種があり、自走式では2~4m<sup>3</sup>級、車載式では1~2m<sup>3</sup>級のものが多く、自走式は薬剤の散布量が車速に同調して散布できるものが多い。最近、溶液と薬剤を同時に散布する湿式散布車もある。

### 3.6 小型除雪車

歩道除雪は昭和52年度に試験施工がスタートして以来徐々に対象延長が増加してきたが歩道条件にかなり差がありこれ等に対応した機械の開発が進められている。

小型除雪車には除雪幅0.8~1.2mで11~30PS級のハンドガイド式と除雪幅1.0~1.5mで40~130PS級の搭乗式がある。なお130PS級は歩車道兼用型で狭路道路にも有効に使用されている。作業環境の改善や除雪能力の向上を図るために搭乗式が増えているが、きめ細かい歩道除雪作業を実施するためにはハンドガイド式の併用は避けられず、安全で高効率な機種の登場が望まれるところである。建設省においても歩道除雪の施工の安全性を図り、冬期歩行者空間確保を推進するために歩道除雪機械の安全対策および安全施工の指針をまとめた。さらに建設技術評価制度や審査証明制度などで安全対策型ロータリ除雪機（ハンドガイド式）を評価し、評価対象機械に総合保険を付加した制度が実施されている。

## 4. 問題点、今後の見通し

維持修繕機械および除雪機械を用いて行う事業は、作業条件や現場条件などの制約の他、必ずしも機械の効率的な稼働に見合う工事が見込めないことから、他の建設機械より小型でかつ安全性の高いもの、作業速度が速く機動性が良いもの、騒音・振動・粉塵の発生が少ないもの、機械操作が容易であるもの等が要求されており、今後とも機械の開発、改良等に積極的に取り組んで行く必要がある。在来機種の改良はもとより、現場のニーズに応じた新機種の開発、災害対策用機械の開発、エレクトロニクス等先端技術の導入による自動化、省力化の進展等今後とも一層の技術開発が要求されている。

## 部会研究報告



# 建設機械に関する

## 安全研究会報告 (1)

建設業部会・製造業部会

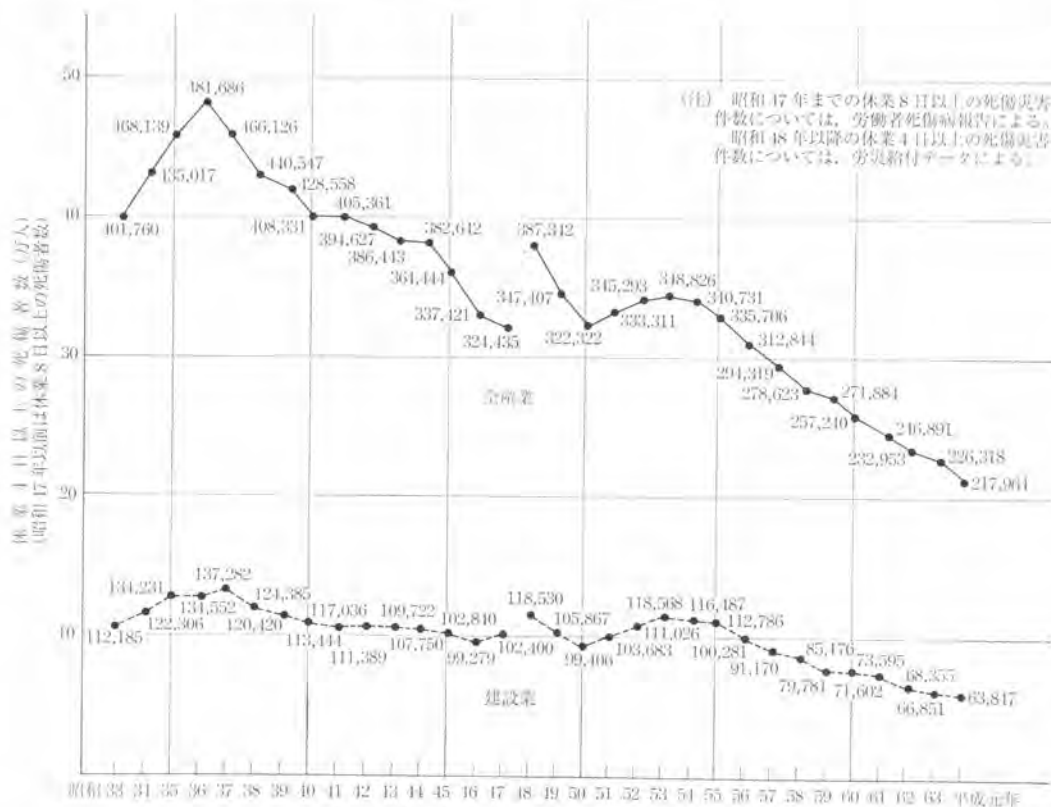
### 1. はじめに

ここ数年、公共投資、民間設備投資が盛んなことから建設需要が大幅に増加している。一方、建設業全体に労働力不足が深刻で、一段と機械に依存する割合が増えている。今後も日米構造協議によって取り決められた、1991年から10年間430兆円にのぼる公共投資などにより、かなりの伸びが見込まれるため、人手不足の解消は望むべくもなく、急速施工、新工法、新機種の開発と

機械化施工に一段と拍車がかかるものと思われる。

このような環境の中で、建設業の労働災害件数は減少傾向にあるが、建設機械による死亡災害に関しては下げどまり状況となっている。

当協会の建設業部会、製造業部会は合同で安全研究会を開き、災害の多い機種について、設計段階でどのような配慮がなされているか、今後どのような配慮が必要なのかを検討することとした。今回は第1回目の研究会として、ブルドーザ、ローダ、油圧ショベルの3機種に限り開催した。



図一 死傷者数の推移 (昭和33年～平成元年)

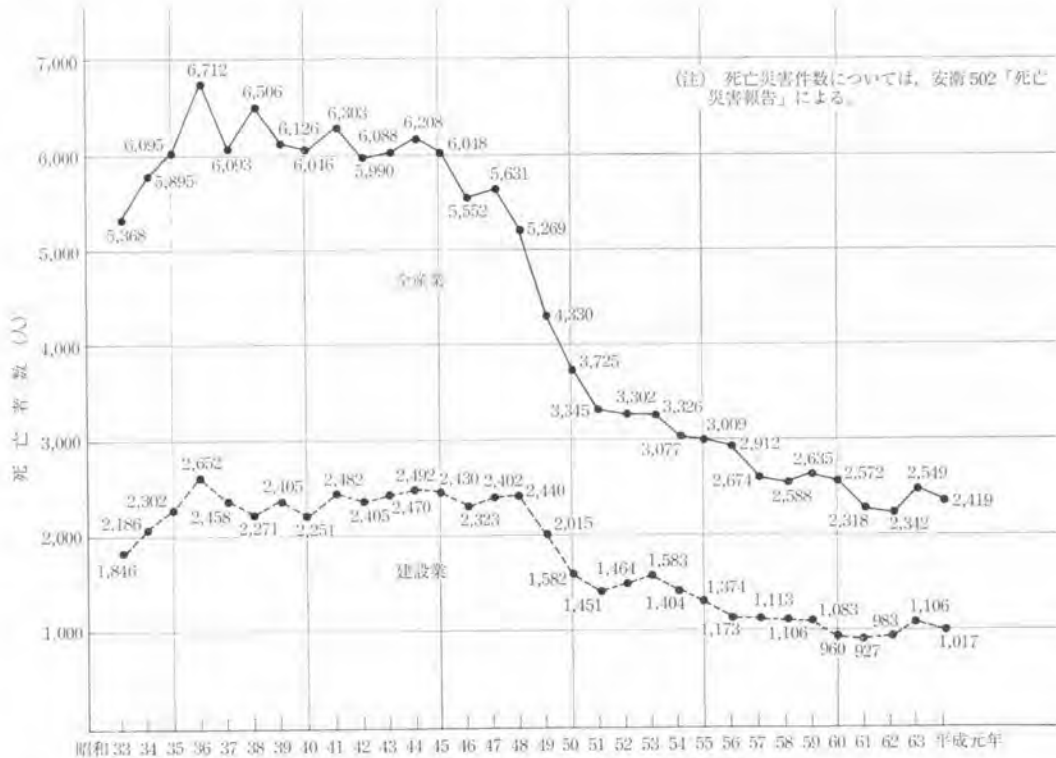


図-2 死亡者数の推移 (昭和33年～平成元年)

表-1 死亡災害の種類別・年別発生状況 (昭和54年～平成元年)

災害の種類	年別	昭和54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	平成元
墜落による災害		517 (36.8)	517 (37.5)	425 (36.2)	393 (35.3)	390 (35.3)	365 (33.7)	332 (34.6)	343 (37.0)	358 (38.4)	427 (38.6)	398 (39.1)
飛来・落下による災害		94 (6.7)	85 (6.2)	34 (2.9)	48 (4.3)	43 (3.9)	56 (5.2)	60 (6.2)	52 (5.6)	47 (4.8)	42 (3.8)	56 (5.5)
倒壊による災害				57 (4.9)	57 (5.1)	49 (4.4)	51 (4.7)	41 (4.3)	44 (4.7)	38 (3.9)	32 (2.9)	49 (4.8)
土砂崩壊・落壁による災害		93 (6.6)	93 (6.8)	97 (8.3)	82 (7.3)	68 (6.1)	84 (7.8)	62 (6.5)	58 (6.3)	80 (8.1)	69 (6.3)	56 (5.5)
クレーン等による災害		115 (8.2)	98 (7.1)	77 (6.6)	55 (4.9)	48 (4.3)	46 (4.2)	45 (4.7)	30 (3.2)	72 (7.3)	58 (5.2)	44 (4.3)
自動車等による災害		222 (15.8)	211 (15.4)	187 (15.9)	166 (14.9)	176 (15.9)	168 (15.5)	156 (16.2)	136 (14.7)	111 (11.3)	155 (14.0)	154 (15.2)
建設機械等による災害		170 (12.1)	209 (15.2)	161 (13.7)	177 (15.9)	159 (14.4)	161 (14.9)	143 (14.9)	159 (17.2)	151 (15.4)	189 (17.1)	141 (13.9)
電気による災害		70 (5.0)	64 (4.7)	48 (4.1)	39 (3.5)	44 (4.0)	52 (4.8)	26 (3.7)	30 (3.2)	43 (4.4)	44 (4.0)	33 (3.2)
爆発・火災による災害		37 (2.7)	33 (2.4)	18 (1.5)	21 (1.9)	16 (1.4)	10 (0.9)	13 (1.4)	14 (1.5)	12 (1.2)	18 (1.6)	11 (1.1)
取扱運搬等による災害		25 (1.7)	30 (2.2)	10 (0.9)	16 (1.4)	13 (1.2)	32 (3.0)	13 (1.4)	9 (1.0)	9 (0.9)	14 (1.3)	9 (0.9)
その他の災害		61 (4.3)	34 (2.5)	59 (5.0)	59 (5.3)	100 (9.0)	58 (5.4)	59 (6.1)	52 (5.6)	62 (6.3)	58 (5.2)	66 (6.5)
合計		1,404	1,374	1,173	1,113	1,106	1,083	960	927	983	1,106	1,017

開催日時：平成2年11月20日 14時～17時30分

場所：小松製作所本社ビル 2F 会議室

出席者：日本建設機械化協会 渡辺専務理事

〃 建設業部会 幹事会社 34社

〃 製造業部会 幹事会社 20社

冒頭、建設業部会木村部会長より主旨説明、協会渡辺

専務理事より挨拶があった。

## 2. 建設業における労働災害の現況

建設業における労働災害は、昭和54年から減少しはじめ(図-1参照)昭和60年には35年ぶりに、死亡



写真-1

者数が1,000人を下回るところまで減少したが、昭和62年から平成元年まで、再び1,000人を上回る結果となった(図-2参照)。製造業と比較すると休業4日以上の死傷者は製造業がやや多いが、死亡者数については建設業が製造業の2.4倍となっている。

死亡災害を種類別にみると、墜落災害39.1%、機械(自動車、建設機械等、クレーンによるもの)33.3%となっており、その他では飛来・落下10.3%、土砂崩壊等5.5%を占めている(図-3参照)。

(小室 一夫)

### 3. ブルドーザの安全対策

#### (1) ブルドーザによる災害の特徴

ブルドーザによる死亡災害は、件数的には昭和60年をピークに、ここ数年若干漸減傾向を示しているが、内容的には以下の2ケース、すなわち、

① ブルドーザが墜落・転落・転倒し、オペレータが死亡する。

② ブルドーザにオペレータや周囲の作業者が挟まれ、あるいは巻き込まれて死亡する。

といった災害がその9割方を占めており、その比率はずっと変わっていない。これらの事故内容をさらに詳細に分析すると、次のような特徴が見出される。

① ブルドーザの墜落・転落・転倒は意外に、さほど高くない所で数多く発生している。

2m未満……40%

6m未満……71%

2m未満での転落・横転事故はその多くが、図-4に示すようにブルドーザの運搬車への積込み・積降し時に発生している。

② オペレータが自分で運転していたブルドーザに挟まれる・巻き込まれるケー

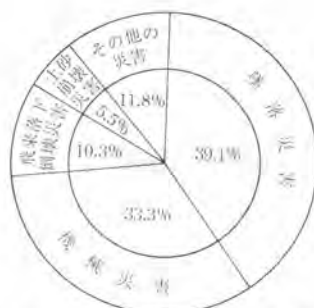


図-3 死亡災害種類発生状況(平成元年度)

スは次のとおり。

乗車時……24%

下車時……52%

すなわちオペレータ自身が挟まれたり、巻き込まれる事故は、傾斜地に停車して打合せたり、他の作業を行っている最中に多く発生している。図-5に示すようにブルドーザの履帯の上に乗っている時、あるいは降りて近くにいる時、走り始めたブルドーザを止めようとして履帯に巻き込まれるといったケースが多くなっている。

#### (2) ブルドーザによる災害の対策

前述のとおり、ブルドーザによる災害はその発生パターンが今日に至るまでほぼ変わらず、毎年類似災害が数多く見受けられる。これらの災害の70%については、以下の対策を講ずることにより容易に防ぐことが可能と考えられる。

##### ① ブルドーザの墜落・転落・転倒防止策

●積込み・積降しは安定した土場にて行う

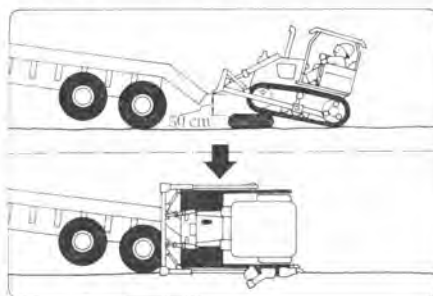
●上りは後進で、下りは前進で行う

●シートベルトを必ず装着する

●転倒時運転者保護構造(ROPS)の装備

##### ② オペレータの挟まれ・巻き込まれ防止策

●安定した土場にて停車、もしくは指定された駐車場所止める



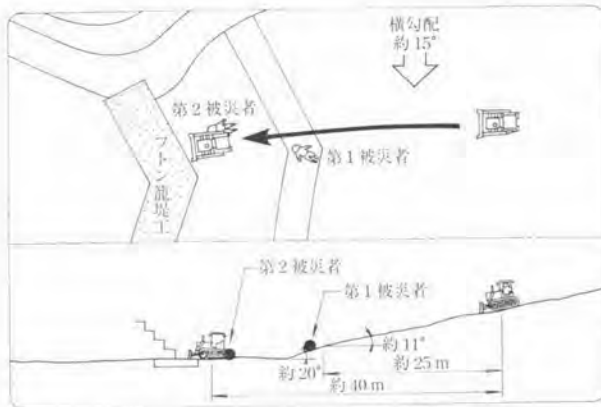
- 発生年月・天候……昭和51年12月、10時45分、晴れ
- 発生場所……工事現場
- 職種・年齢・経歴……オペレータ、46歳、20年
- 職種・作業種類……運搬
- 災害種類……横転
- 程度・傷病名……死亡

図-4 セルフローダに乗せようとしたブルドーザが転倒した

現場移動のため、セルフローダに小型ブルドーザに乗せようとしていた。

道板を使用しないで、タイヤホイールを使用したため、安定が保てず、途中で横転した。

被災者は油圧タンクの下に落ちて死亡した。



- 発生年月・天候……昭和51年11月, 15時20分, 晴れ
- 発生場所……敷地造成現場内
- 職種・年齢・経験……①オペレータ, 35歳, 12年 ②土工, 53歳, 8年
- 工種・作業種類……敷地整理, 整地
- 災害種類……はさまれ, 巻きこまれ
- 程度・傷病名……①死亡 ②重傷

団地造成工事中, 第1被災者は中型ブルドーザで作業位置に進入し, 現場の地形を確認するために, いったん停止した。エンジンは稼働状態のままだった。

そして, 履帯の上に乗って地形を見ようとしたとき, ブルドーザが急に前進し始めたため, 25m先の勾配が変わる地点で, ブルドーザの前に転落し, 履帯に巻き込まれて死じた。

ブルドーザは, 引続き斜面を15m前進して, 下方で土の整理をしていた第2被災者を巻き込み, 2カ月の重傷をおわせた。

図-5 履帯の上に乗って履帯に巻きこまれた

表-2 ブルドーザの安全装置とその災害対策

目的	安全装置		災害対策		
	装	置	墜落・転落・転倒	挟まれる・巻き込まれる	機械の保全
オペレータの保護	転倒時運転者保護構造 (ROPS)		●		
	落下物運転者保護構造 (FOPS)		●		
	落下物運転者保護構造 (ヘッドガード)		●		
	シートベルト		●		
誤操作の防止	キャブの安全ガラス (全面の合せ強化ガラス)		●		
	トランスミッション・レバー&パーキングブレーキのセーフティレバー (レバーの中立とブレーキの作動を1本のレバーでロックできる)		●	●	
	トランスミッション・ニュートラルポジションでのみエンジン始動 (パワーシフト車: セーフティレバーがロック位置またはレバーが中立の位置)		●	●	
	(ダイレクトドライブ車: クラッチペダルを踏み込んだニュートラルポジション)				
良好な視界	ステアリング・クラッチ&ブレーキの操作レバー (同時に操作ができる)		●		
	排土板の位置 (本体に近い)		●	●	
	運転席の位置 (高い)		●	●	
危険の回避	エンジンストップ時の緊急ブレーキ作動 (スプリング作動・油圧解放)		●	●	
	ファイヤーサプレッション (緊急消火装置)				●
安全で楽なメンテナンス	メンテナンス個所の集中化と手すり・滑り止めステップ		●	●	
故障の察知	EMS (電子コントロール警報装置)				●

● 作業装置を土場にくい込ませ, パーキングブレーキをロックする

### (3) ブルドーザの各種安全装置

各メーカーにおいては, ブルドーザの生産性向上と合せ, 安全に配慮した機械を製造することに全精力を注いでいる。特にブルドーザ災害の2大発生パターンを考慮して, 表-2に示すような各種安全装置を開発し, ブルドーザの構造面からの安全対策を図っている。

これら安全装置の中でも特にブルドーザに係る代表的安全装置項目について, その内容を以下に詳しく説明する。

#### ① 転倒時運転者保護構造 (ROPS)



写真-2 転倒時運転者保護構造 (ROPS)

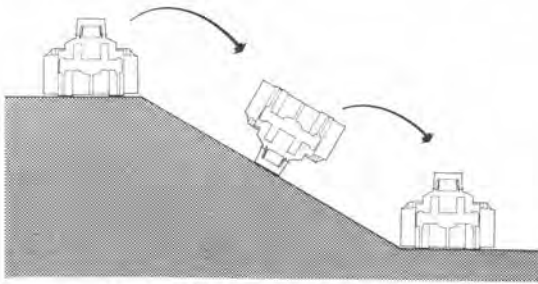


図-6 転倒時運転者保護構造 (ROPS)

ROPSとはRoll Over Protective Structureの略で、構造的には写真-2および図-6に示すとおり、ブルドーザが1回転した場合でも、オペレータが圧死することを防止しうる十分な強度を備えているもの。欧米では既に、その装着が法律で義務付けられているが、日本ではオプション扱い。大型クラスでは出荷時、標準装備となっているケースが多い。

### ② シートベルト

前述のとおりブルドーザによる災害の代表的なものとして転倒事故があり、その転倒高さが2m未満で全体の40%を占める特徴があることから、シートベルトを機械に装備し、オペレータにこれを確実に装着させることは災害防止のうえで多大な効果がある。米国においては建設機械へのシートベルトの装備が義務付けられているが、日本においては各メーカーに任されており、全製品このシートベルトが標準装備となっているところもある(写真-3参照)。



写真-3 シートベルト



写真-4 キャブの安全ガラス

### ③ キャブの安全ガラス

キャブはオペレータを雨や熱・寒さ、埃り等から護り安全・衛生上で効果がある。このキャブの前面ガラスには、「強化合せガラス」が使用されており、飛来物に対する強固な防護を図るとともに、万一ガラスの破損に際しても前方視界の確保が可能となっている(写真-4参照)。

### ④ トランスミッション&パーキングブレーキのセーフティレバー

ブルドーザ災害のもう一つの代表例は挟まれ・巻込まれる事故で、特にオペレータが自分で運転していた機械に轢かれるケースが多い。この原因の一つにパーキングブレーキを使用していないことがあげられ、これは従来とかくこのレバー操作に面倒な点もあったため、昨今の機械ではスプリング作動方式を採用し、常に一定の制動力が得られ、確実に機械を停車することが容易に可能な機構となっている(写真-5参照)。さらに、トランスミッションの中立も同時に可能になっている。

### ⑤ 良好な視界

ブルドーザの排土板の貫入力を向上させるため、油圧シリンダの動きがより垂直になるべく、排土板の位置はより本体に近い位置になってきている。またオペレータの疲労軽減を図るため、運転席プラットフォームの独立、ダンパの使用等により運転席の位置が高くなっている。この結果、ブルドーザのボンネットごしの視界、排土板端からの視界は従来に比べ大幅に向上している。ちなみにボンネットごしの死角は従来タイプで45m位であったものが、15m位に低減している(図-7参照)。



写真-5 トランスミッション&amp;パーキングブレーキのセーフティレバー(1本のレバーでロック)

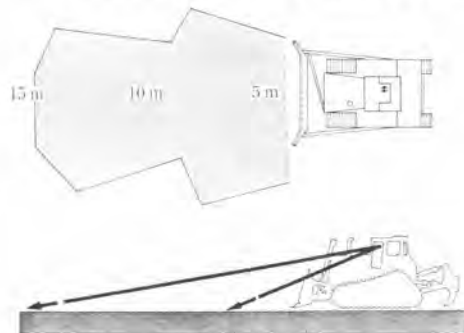


図-7 良好な視界

④ エンジンストップ時の緊急ブレーキ作動

現在のブルドーザのブレーキは「スプリング作動・油圧解放」方式を採用しているため、エンジンがストップした時、油圧力が低下し、ブレーキはスプリングにより

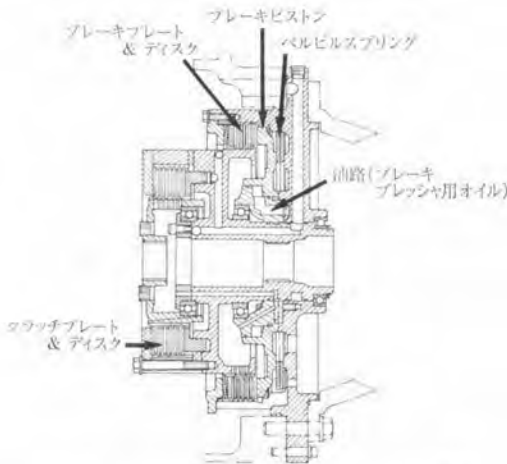


図-8 スプリング作動・油圧解放ブレーキの構造



写真-6 メンテナンス個所の集中化と手すり・滑り止めステップ

表-3 油圧ショベルによる死亡災害

発生の概要	年 別				平成元	計	%
	昭和60	昭和61	昭和62	昭和63			
のり肩・路肩からの転落	7	10	8	9	7	41	13
傾斜地で運転中の横転	2	2	6	2	5	17	5
作業中の横転	5	6	11	14	8	44	14
後進中に覆かれ・挟まれ	5	7	7	8	4	31	10
バケットで激突・挟まれ	3	8	7	17	5	40	13
バケットが倒した物による激突・挟まれ	3	6	2	1		12	4
上部旋回体による挟まれ・激突	6	13	6	4	3	32	10
バケットでつった物による落下・挟まれ	8	12	6	2	12	40	13
作業衣がレバーに引っかかり旋回しての激突	2	1	2	7	2	14	4
運転者が他の物に激突		1	1	1	2	5	2
作業装置修理点検中ブームの降下	2	1	2		1	6	2
トレーラ等に積卸し中の転落	5	6	2	3	7	23	7
その他	2	2	2	1		7	2
計	50	75	62	69	56	312	100

安藤：建設機械の災害，土木技術 45 巻 10 号より

自動的に作動する構造となっている。それ故作業中に万一エンジンがストップした場合、ブレーキが緊急的に作動し、危険を回避することができる（図-8 参照）。

⑦ メンテナンスの集中化、手すり・滑り止め

オペレータが安全な位置・姿勢でメンテナンスをできるように、メンテナンス箇所は運転席回り等、楽な位置に集中化されている。また、この時姿勢を安定して保てるよう手すりや打抜き鋼板のステップを装備している。従来履帯の上で行わざるを得なかったエンジン回りの点検もステップの上で行うようになり、オペレータがブルドーザに轢かれるといった点検中の事故の未然防止が図られている（写真-6 参照）。

（藤 政彦）

4. 油圧ショベルの安全対策

(1) 油圧ショベルによる死亡災害の発生状況

表-3 に最近の油圧ショベルによる死亡災害の件数の推移を示す。件数は過去5年間、50~75人/年（平均62人/年）と推移し、建設災害の大きな部分を占めている。

原因別に見てみると、

- ① 転落、横転により、下敷き等になるものが 39% と最も多くを占めている。のり肩、路肩からの転落、傾斜地での横転、用途外使用のクレーン作業におけるつり荷過大等による横転、トレーラへの積降し時の転落などが主なものである。
- ② 後進時または旋回時におけるクローラによる轢かれ、カウンタウエイトによる挟まれ等が 20%
- ③ バケットによる激突、挟まれが 17%
- ④ つり荷の落下等によるものが 13%
- ⑤ オペレータの体や作業衣が操作レバーに引っかかり、フロント、旋回が不意に動き、激突、挟まれによるものが 4% となっている。

表-4 は、ある時点の死亡災害の被災者の区分を示す。死亡災害の被災者は、周囲の作業員・誘導員が 58% と最も多い。次にオペレータの 40%、第三者は 1% となっている。

(2) 油圧ショベルの災害防止のための安全配慮設計

① 転落、転倒による災害を防ぐに

表-4 死亡災害の被災者の区分

区分	人数	%
オペレータ	34人	40.5%
作業員	47	56.0
誘導員	2	2.4
第三者	1	1.2
合計	84人	



は、ブルドーザ、ホイールローダ等に採用されているROPS、シートベルトの採用が考えられる。シートベルトについては一部海外向けに適用されている。ROSPについては強度上の問題より、旋回体の構造、配置の大幅な変更が必要となすに、視界が悪くなる等のデメリットの解決も必要であり、今後の検討課題である。

本研究会において、ユーザサイドより車体の傾斜計の取付け、車体がある限界以上傾いた場合にアラームが鳴るようにしたらどうかとの意見もだされた。

② 後進時のひかれ、カウンタウエイトによる挟まれ、バケットによる激突については、作業時は旋回範囲内に入らないことが原則であり、これを徹底することが重要である。作業時に旋回範囲内に作業者が居なければ、災害の約50%は防げることになる。しかし作業効率の低下等をきたすということで、徹底が難しいという問題もある。

回りの作業者に注意をうながすため旋回時にライトとブザーで作業者に警告する「旋回アラーム」(写真一7参照)や、後進時にブザーで警告する「走行アラーム」が一部採用されている。

超音波を利用する方法として、油圧ショベル本体より超音波を発振し、作業者がつけたセンサーで受け、再び本体側に超音波を送り返すことにより、ある作業範囲内に



写真一7 旋回アラーム

タイプ	操 作 方 法	
ISO案 新JIS SAE	アーム押し ↑ 左旋回 ← (左) → 右旋回 ↓ アーム引き	ブーム下げ ↑ バケット ← (右) → バケット ↓ 放土 ↑ ブーム上げ
A	右旋回 ↑ アーム ← (右) → アーム ↓ 引き 左旋回	ブーム下げ ↑ バケット ← (右) → バケット ↓ 放土 ↑ ブーム上げ
B	ブーム下げ ↑ バケット ← (左) → バケット ↓ 放土 ↑ ブーム上げ	アーム押し ↑ 左旋回 ← (右) → 右旋回 ↓ アーム引き

図一9 レバーの操作パターン

作業者が入った場合、オペレータと作業者にブザーで警告する方式も研究されている。

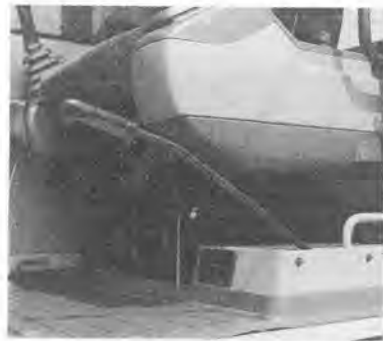
オペレータの視界、特に後方視界を良くするために、キャブのガラス面積の拡大、後部エンジンカバーの高さの低減、バックミラーの採用がはかられている。

③ レバー操作方向の統一

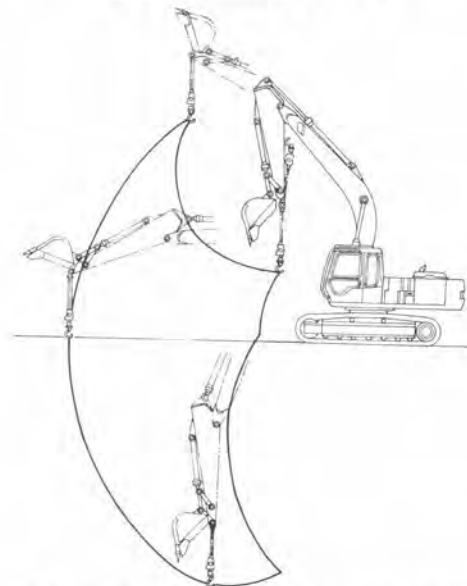
油圧ショベルの運転は、左右2本のレバーで4種類



写真一8 ロータリ式セレクトバルブ



写真一9 操作レバーロック装置



図一10 クレーンアタッチメント付油圧ショベル

(ブーム、アーム、バケット、旋回)のアクチュエータを8方向に操作して行う。レバーの操作パターンは、以前は6種類もあったが、最近は図-9に示すような3種類に統一されてきた。

稼働台数の増加、リース・レンタル比率の増大に伴い、不特定多数のオペレータが乗るようになり、安全上、レバー操作パターンは全機種共通であることが望ましく、現在統一化の努力がなされている。しかしオペレータが長年慣れ親しんできたレバー操作方向を急に変えるのは、安全上も問題が残る。現在はオペレータの慣れたレバー操作方向にワンタッチで変更できるように、写真-8に示すようなロータリ式セレクトバルブを、コントロールバルブと操作用パイロットバルブの間に入れる方式がとられている。これによりコントロールバルブのスプールを動かすパイロット油圧の回路を変え、2~4種類のレバー操作方向をワンタッチで選択することができる。

④ 油圧ショベルは、土止め支保工の作業以外には、クレーン作業をしてはならないことになっている(労衛則第164条)。しかし、これを拡大解釈して時にはバケットの爪にワイヤロープを掛けてクレーン作業を行い、災害を起こすケースが多い。

これに対し、荷重計、安全弁、警報装置等、移動式クレーンとしての必要な条件を満たしたクレーンアタッチメント付油圧ショベルが開発されている(図-10参照)。使用に際しては、小型移動式クレーンの運転技能講習を修了することが必要である。

⑤ オペレータがキャブ内のシートへ昇降する時、操作レバーに触れてフロント、旋回が突然動いて発生する災害に対しては、「操作レバーロック装置」(写真-9参照)が取付けられるようになった。これは邪魔棒式のレバーをもうけ、このレバーを上げないと昇降できないようにし、レバーを上げると操作レバーのパイロット圧を遮断し、操作レバーに触れてもフロント、旋回が動かないシステムとしたものである。

### (3) ま と め

油圧ショベルは稼働台数が急激に増加しており、用途も拡大して、特殊アタッチメント付のものや応用機種も増えている。一方、オペレータの高齢化、未熟練化により災害のポテンシャルは増加傾向にある。今後もユーザ、メーカー間の連絡を密にして災害低減に努力してゆきたい。

(神谷健次郎)

# 新工法紹介 調査部会

05-26	テクソル・グリーン工法	熊谷組
-------	-------------	-----

## ▶概要

連続繊維を混入した厚層の緑化基盤は、亀裂のある岩盤法面や痩せ地・酸性地などの緑化困難地に対して有機質や粘土を含む自然の表土に近い「埴壤土」を用いて、植物の生育に適した高次の団粒構造を形成させさらに連続繊維を混入することにより緑化基盤を補強し、永続性のある木本群落の復元を可能にした工法である。

混入された連続繊維は基盤補強材として降雨などに対する耐侵食性・急斜面への施工および厚層の緑化基盤の造成に寄与する。一方、団粒構造をした基盤は空気や水分・養分を保持することが可能であり植物の生育に寄与している。本工法によると降雨などに侵食されない堅牢でしかも通気性のある緑化基盤ができるため、木本類などの植物の計画的導入が可能となり自然と調和する緑の復元・環境保全のための緑化など、多用な緑の復元要請に対し容易に対処することができる。

## ▶特長

- ① 連続繊維の補強効果により吹付基盤を保護するため、従来工法のようにセメント・接着材などの植生に有害な成分を混入する必要がない。また法面の勾配によっては緑化基礎工を省略することが可能である。
- ② 高次の団粒化をさせることにより、植物の生育に適した粘性土を法面に吹付けられる。自然が長い年月を費やして造成する表土を、短期間にしかも自然に最も近い形で復元することが可能である。
- ③ 計画的な植物の導入が可能であり、特に木本類の播種工からの導入が容易である。これにより早期の樹林化ができる。
- ④ 機械化による施工能率の向上、工期の短縮ができ経済性にすぐれている。また機械性能の向上により 40



写真一

m以上の高所にも、法面の下段からの施工が容易であり、従来工法のように斜面に張付いて施工する必要がなく施工の安全性が格段と向上している。

## ▶用途

- ① 亀裂のある岩盤や痩せ地・砂地・酸性地などの緑化困難地における緑化
- ② 木本類（肥料木）を主体とした恒久的な緑化・環境保全のための緑化・早期の樹林化
- ③ 地山の侵食防止のための緑化

## ▶実績

- ・北海道ゴルフクラブ苦小牧コース（平成元年5月）
- ・称名川砂防工事（平成元年10月）
- ・中国横断自動車道（平成2年5月）
- ・中筋川ダム建設工事（平成2年10月）
- その他 170件 600,000 m<sup>2</sup>（3 cm厚換算）

## ▶参考資料

- ・土地改良 Na 151（'89.6）
- ・第21回緑化工研究発表会研究発表要旨集（'90.7）
- ・土木学会論文集（No.421/VI-13 '90.9）
- ・第5回ジオテクスタイルシンポジウム発表論文集（'90.12）

## ▶工業所有権

特願平 1-5372 他

## ▶問合せ先

（株）熊谷組土木本部土木技術部開発課  
〒104 東京都新宿区津久戸町 2-1  
電話 (03)3235-8281

表一

機 械 名	仕 様
ヤーショルダー ソイルレーダー SS-3	連続繊維 16本装置 ポンプ：高圧2段スラリーポンプ 攪拌装置：スクリューコンベヤ式 タンク容量：4,300 l（密土材用） 300 l（団粒剤用）
ミキシングノズル	団粒剤ポンプ：高圧ギャボンポンプ 吸入混合式
搭載トラック	連続繊維および空気吸入装置 積載 4t トラック以上（クレーン付）

# 新工法紹介 調査部会

05-27	テクソル工法	熊谷組
-------	--------	-----

## ▶概要

テクソル工法は土の中で木の根が網の目状に拡がって土を補強していることからヒントを得て開発されたジオテキスタイル補強土工法で、連続繊維を砂と混合することによって木の根の補強効果を再現させ、透水性と粘着性を有する補強強度を構築する。

テクソル工法による補強土は砂の中に連続繊維がランダムに混入されているので砂粒子と連続繊維が摩擦力によって結合され、応力を受け変形すると連続繊維が引張り補強材として働き砂に高い疑似粘着力と変形抵抗性が発生する。さらにセメントや石灰等の固化材を使用していないので補強土表面の全面緑化が可能となり、自然景観に調和した土木構造物を構築することができる。

テクソルの施工は、用途・施工規模・施工条件等により 3~25 m<sup>3</sup>/hr の能力を持った特殊機械を使う。

## ▶特長

- ① 強度定数（特に粘着力）および変形抵抗性が大きい。これより急勾配法面の構築が可能である。
- ② 構造体が砂と繊維だけであるため、構造物の形状に関する自由度が高くさまざまな現場地形に適合する。
- ③ 降状時の変形量が大きくフレキシブルな特性を持つので、不同沈下等の局所的なひずみに対しても追随しながら抵抗できる。
- ④ 施工機械は小型のものから大型のものまで所要の能力に応じて選定あるいは製作が可能であり、アクセスが困難な現場でも施工が可能である。
- ⑤ テクソル表面の植生が容易に行えるので、植生による草の根と繊維との相乗効果によって、テクソル表面

表-1 施工機械の仕様

機械名称	テクソルーズ (Texsoleuse)	機械式 テクソレット (Texsolette)	手動式 テクソレット (Texsolette)
施工能力	25 m <sup>3</sup> /hr	5 m <sup>3</sup> /hr	3 m <sup>3</sup> /hr
走行方式	自走ホイール型	自走クローラ型	人力
ベースマシン	小松 LW 250 L-1	日立 UH 04-5	—
糸巻数	48 本	16 本	8~16 本
噴射ノズル数	12 本(仏製)	8 本(日本製)	4 本(日本製)
高圧ポンプ水圧	150 kgf/cm <sup>2</sup> (最大)	25~30 kgf/cm <sup>2</sup>	25~30 kgf/cm <sup>2</sup>
高圧ポンプ水量	10~30 l/min	25~30 l/min	25~30 l/min
スレッドフィーダ	本体に搭載	本体に搭載	可搬式 1 台
粒状土搬送方式	テレスコピック 450 mm ベルト コンベヤ	φ 2.5 in 高圧ホース	φ 1.5~2.0 in 高圧ホース



写真-1 機械式テクソレット

の風化や劣化あるいは雨水に対する侵食抵抗性が飛躍的に向上するだけでなく、緑の復元が図られ周辺環境との調和が可能となる。

## ▶用途

- ① 切土および盛土の土留め擁壁
- ② 切土および盛土の法面保護
- ③ 急勾配の盛土
- ④ 軟弱地盤の改良・基礎（覆土・仮設道路）

## ▶実績

- 道央自動車法面保護工（昭和 62 年～平成 2 年）
- 志布志石油備蓄築堤工（平成元年）
- 横浜横須賀道路法面保護工（平成元年～平成 3 年）
- 伊勢自動車道擁壁工（平成 2 年）

その他 17 件 約 20,000 m<sup>2</sup>

## ▶参考資料

- 「最新のジオテキスタイル技術」“建設機械” 88 年 3 月号
- 「テクソル工法の導入と専用施工機の開発」“建設の機械化” 88 年 4 月号
- 「連続長繊維による補強土擁壁の設計・施工」“土木技術” 90 年 2 月号
- 「連続長繊維を用いた補強土の施工」“土木施工” 90 年 4 月号

## ▶工業所有権

特許第 1595348 号

## ▶問合せ先

(株)熊谷組本社土木本部土木技術部開発課

〒104 東京都新宿区津久戸町 2-1

電話 (03)3235-8281

# 新工法紹介 調査部会

05-28	ドレーンパイプ工法	大成建設
-------	-----------	------

## ▶概要

砂地盤の液状化防止工法を原理により分類すると、締め固め工法、排水促進工法、固化工法、地下水位低下工法、変形抑制工法の5種類に大別できる。ドレーンパイプ工法はこれらのうちの排水促進工法に属する。本工法は直径10cmほどのポリエチレン製穴あき耐圧パイプを中空ケーシングオーガを用いて、液状化の可能性のある砂地盤中に90~150cmの間隔で多数埋込む工法である。これによって地盤の水平方向の排水距離を短縮しておき、大地震時には地中に発生する過剰間げき水をいち早くこれらパイプ内に流入れさせて、液状化の原因となる地下水圧の上昇を抑制し、地盤を常に安定した状態に保つことができる。

## ▶特長

- ① パイプ径が小さいため施工機械を小型化できる。
- ② オーガを用いてパイプを埋込むため、振動・騒音などが殆どない。
- ③ 周辺地盤な構造物に悪影響を与えないため、市街地での施工も可能で、既存施設にも適用できる。
- ④ 掘削による排土がほとんどなく、この撤去作業を必要としない。
- ⑤ パイプ内部が空洞となっているため、ウェルレジスタンスが極めて小さく排水効果にすぐれている。
- ⑥ パイプを埋込むだけの簡単な作業であるため、施工が迅速かつ経済的である。

## ▶用途

本工法は、一般の建築物のほか、戸建て住宅、地中埋設管、道路盛土、タンク、岸壁など、新設、既設を問わず、あらゆる構造物の液状化防止対策として適用するこ

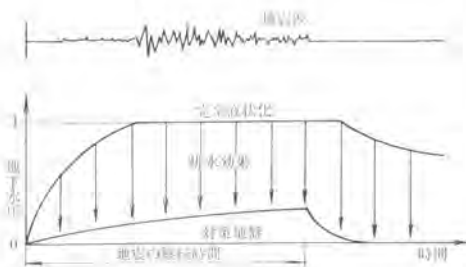


図-1 排水促進工法

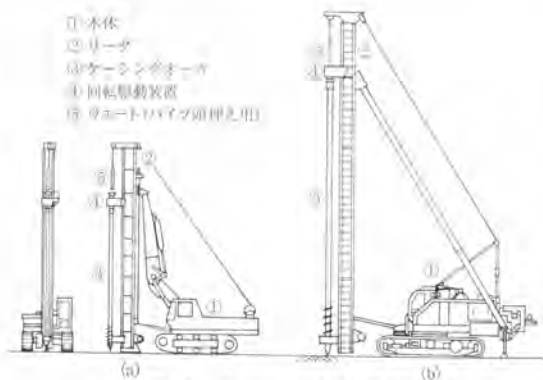


図-2 ドレーンパイプ打設機

とができる。

## ▶実績

- 建築部門：都営住宅、横浜市大付属病院、都立高校、社会保険基金組合、新潟SDビルなど、新潟市、首都圏を中心に16件。
- 土木部門：東京空港共同溝、千葉港中央埠頭、S化学薬品工場など、首都圏で6件。

## ▶参考資料

- 「細径有効パイプを用いた液状対策工法」『土木学会論文集』1988.3
- 「液状化に対応した建築基礎」『基礎工』1987.9
- 「ドレーンパイプ工法による液状化対策」『建築技術』1989.12

## ▶工業所有権

関連特許3件出願中

## ▶実施権許諾

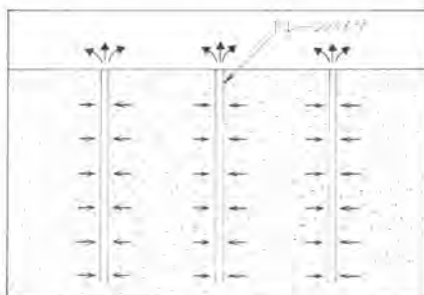
千代田化工建設(株)ほか8社(再実施権特許)

## ▶問合せ先

大成建設(株)技術研究所

〒245 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1

電話 横浜 (045)812-1211



# 文献調査

文献調査委員会

## 連続採炭機への 最新除塵機の適用

Update on continuous miner  
dust scrubber applications

MINING ENGINEERING  
March 1990

地下連続採炭機用除塵機が健康や安全面から着実に採用されつつある。しかし除塵機は増加しているものの、その構造、使用方法にはまだ問題が多い。例えば現在の除塵機では既存の採炭機へ装着する場合、全高が高くなる欠点がある。

米国鉱山局は既存機に装着可能な新しいタイプの水力除塵機を開発した。この除塵機はチューブに高圧水スプレーを噴射することにより汚れた空気を吸い込むと同時に除塵するものであり、次のメリットがある。

①既存機に簡単に装着できる、②メンテナンスが最小で済む、③低価格、④低騒音、⑤空気の排出方向を自由に設定できる

この装置の試験が最近、連続採炭機およびオーガ採炭

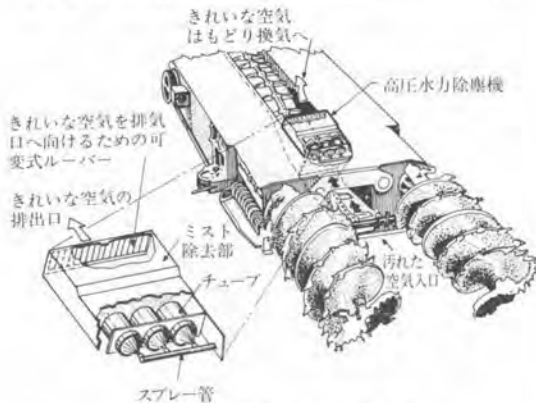


図-1 オーガ採炭機用水力除塵機

機で実施された。

オーガタイプの場合(図-1 参照)、除塵機はコンベヤ前部の上側に接地されるが、これにより増加する全高はわずか 50 mm である。汚れた空気はスプレーにより 3本のチューブから吸い込まれ除塵される。三つのノズルは圧力 9.7 M Pa の水を毎秒 0.4 l 消費し、通風量は毎秒 0.7 m<sup>3</sup> である。除塵された空気はトンネル換気のもどり側に排出される。5カ所でのダスト量計測結果では、オペレータの所で 78 %の減少、トンネル換気のもどり側でも 44 %の減少と、大きな成果が得られた。

(委員：水沼 渉)

## 中古のハイマック社製 パワーショベルが海中で 浚渫作業に活躍

Old Hymac dives deep in  
dig-and-dredge task

Construction Weekly  
12. September 1990

水深 120 m での掘削、浚渫作業を行うもので、水中



写真-1

## 文献調査

カメラ、ライトを装備して、操作は水中でダイバが実施している。パワーショベルの作業機にそって浚渫用の吸引パイプおよび水ジェット用パイプがバケット部まで配管されている。

(委員：多田 文克)

### 正確に海洋金属鉱床を調査するためのリモート鉱床探査ドリルとその使用方法

Remote placer drill and application for reconnaissance of marine precious metal placers

MINING ENGINEERING  
September 1990

沖合での金属鉱床調査のためのドリルサンプリングは、難しく非常にコストがかかるので、調査船とは単にフレキシブルケーブルでのみ連結される、安価で正確な探査の可能なリモート鉱床探査ドリル (RPD) が開発された。この試作機で海岸沖金鉱探査試験が行ったが、その結果は良行であった。

RPD は空気圧式ロータリパーカッション複合ロックドリル、インガーツールランド VL-140 をインナーケーシング径 76 mm、アウターケーシング径 100 mm の 2 重ケーシングに取付けた構造となっていて、ケーシング長は 3~6 m である。ドリルロッドは直径 45 mm の中空ロッドで先端に取付けた特殊ビットがパーカッションとロータリアクションでカットしたサンプルはロッド内から 5 l/sec、水圧 690 KPa のウォータージェットでインナーケーシング内の抽出セクションに洗い出される。サンプルはさらにインナーケーシングとアウターケーシング間の環状スペースより送られる 165 l/sec の圧搾空気がインナーケーシング先端のポートで発生するバブルジェットにより抽出セクション内をさらにリフトアップされ、ホースを通して船上の脱水コーンに排出される。掘削深さと掘削速度はガイドフレーム上端に取付けた普通

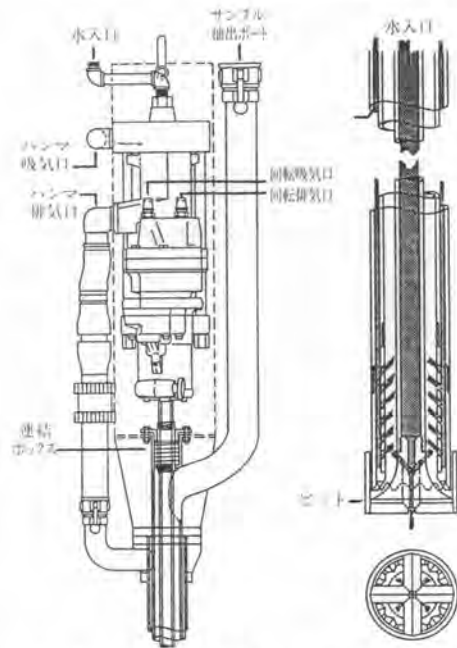


図-2 リモート鉱床探査ドリル (試作機詳細)

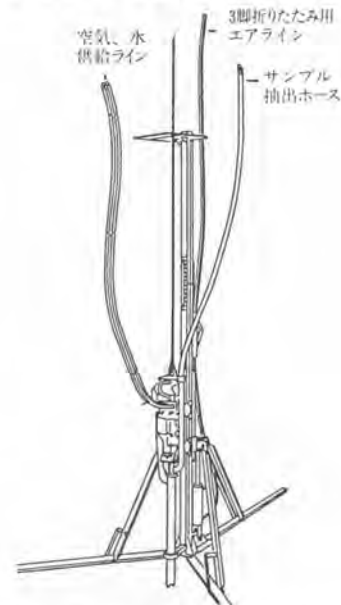


図-3 リモート鉱床探査ドリル (試作機)

の水深計を使用しモニターする。これはこの方法が最も簡単で安価であるからである。現在もこのドリルの開発は継続して進められている。

(委員：水沼 渉)

# 整備技術

整備部会

## 排気浄化装置の整備

整備部会技術委員会

### 1. はじめに

昭和30年後半より急速な経済発展とともに、ディーゼル機関を始め、各種燃焼機の排ガス量が増大し、この対策法の開発は急務とされた。しかし公害問題が大きく世論をわかす反面、生産第一主義の世状では、むしろ“負の産業”という印象さえあり、直接利益を生まない装置と見られ、開発を推進しても見通しのない投資といえた。しかし現在、物の豊かさのみを追求した節度のなきの、ツケが地球温暖化問題、酸性雨による森林被害として現実となった。我が国でも約2年前やっと大気汚染防止法で、ディーゼル定置型エンジンに対する規制が実施へうつされたが、早晚排気ガス総量規制への動きが世界的規模でなされ、各産業活動にも大きく影響を及ぼすことが予測される。筆者がこの開発に着手した動機とな



図-1 SDMW 外形図 小型フォークリフト用基本構造図

った一つに、当時本協会専務理事加藤三重次氏との出会いもあります。たしかブラジルにおける大気汚染問題をお聞かせいただいたと記憶している。この開発を細々でも継続出来た唯一の根拠は、地下工事における換気設備等に関する技術基準報告書内のディーゼル機関の排気ガス処理装置は常に効力を保持するよう整備しなければならないと記されていた一点であった。

### 2. 概要

#### (1) 排気ガスの組成

炭化水素系燃料の水素 H、炭素 C、硫黄 S、空気中の酸素 O、窒素 N、が爆発燃焼によって発生した。爆発性ガス…… HC (炭火水素)、中毒性ガス…… CO (一酸化炭素)、NO<sub>x</sub> (窒素酸化物)、SO<sub>x</sub> (硫黄酸化物)、窒息性ガス……CO<sub>2</sub> (二酸化炭素) とに分類されます。

#### (2) 処理技術

作業環境によって上記排ガス中のそれぞれのガスに対する処理法を考えるが、除去装置としてスス・SO<sub>2</sub>の除去、CO、HCの除去、NO<sub>x</sub>の除去に分類される。

### 3. 構成

#### (1) 排気黒煙(スス)の集塵、スパーノン SDMW

目的：排気中の黒煙、SO<sub>2</sub> (二酸化硫黄)、NO<sub>2</sub> (二酸化窒素) の低減と排気熱の低下。

構造：図-1 に示すように圧力損失が少なく、排ガス量、洗浄水の水位変化にも対応範囲が広く、洗浄後の水滴排出も防止される渦流2段ベンチュリー型スクラバーを内蔵している。排ガスは本機導入部より流入ガス量を



写真-1 ダンプカー



## 整備技術

2等分し、上下2段の導入パイプからベンチュリー効果によって洗浄水を揚水して、スロート部で気液接触し、スス・ガスを吸着して、上部衝突板で均一に分配され、下部水槽へ落下、気液分離する。洗浄水の水滴防止は、気流均一分配技術により流速の一定化により水滴を沈降させる構造となっている。

労働環境衛生上より、じん肺、肺がん予防、および作業現場の見通し効果による事故防止用として、単独使用および触媒浄化装置の後段に連動使用される。写真-1はダンプトラック装着状況を示す。

### (2) 酸化触媒浄化装置・スパーノン SDMC

ススの低減、一酸化炭素、炭化水素、アルデヒド類の除去を目的とする。排ガス中の CO, HC, は人体に直接影響を与える。中毒性ガス、爆発性ガスの範ちゅうで、トンネル、地下作業等には不可欠の装置といえる。

原理：CO, HC は十分な酸素を含むガス雰囲気中で、700℃以上の高温に熱せられると触媒がなくても酸化反応をおこす。この反応を貴金属系触媒を使用することで、エンジン排ガス温度の250℃で、きわめて急速に反応、有毒ガスを無害化させる。現在エンジン排ガス用として使用される金属は、白金系、パラジウム系が主流で、特殊アルミナを原料とする球状、ハニカム状、中空円柱状をした担体に触媒加工している。

図-2は酸化反応を図解している。

構造：図-3は現用されているスパーノン SDMC 型浄化装置の構造を示す。この装置で“目詰り問題”を解消し触媒の耐久時間 2000 H までの連続運転を可能とし

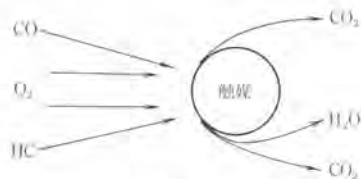


図-2

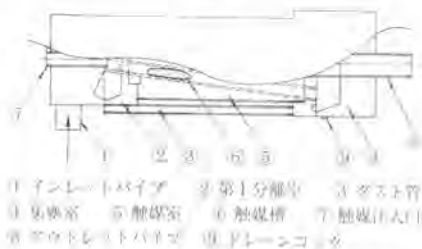


図-3 スパーノン SDMC 型浄化装置の機構

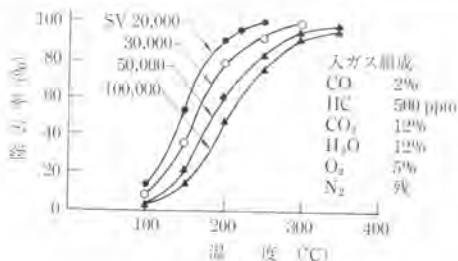


図-4 CO 酸化特性

表-1

		元ガス CO (ppm)	除去後 CO (ppm)	触媒増温度 (°C)
無負荷時	アイドリング	60	検出不可	280
	1500 rpm	80	検出不可	300
	フル回転	600	検出不可	360
全負荷	加速時	2000	200	380

た。この特性は触媒槽そのものに集塵機能を持たせもので、前段ダスト捕集部で捕集不能の微粒子をフィルター効果のみでなく、触媒槽表面で粒子を分離する機能も合せ持っている。円錐コーン型金網の2重槽の空間に触媒を充填し、排ガスは、渦流状に槽の外周部と本体内壁部の空間を前進し槽の抵抗と遠心分離効果でダストを分離、捕集質へ誘導捕集する。排ガスは脱塵後触媒槽を均一に通過 CO, HC を無害な CO<sub>2</sub> と H<sub>2</sub>O に変化させ外気へ排出する。

この機構は運転状況よりも考慮され、エンジン始動時、排ガスが触媒反応温度以下、低速時の流量不足からくる遠心力不足時でも円錐コーン小径部には全く粒子の付着がなく、触媒反応温度以上になると、大径部付着粒子も燃焼し遊離する。この繰返しにより連続運転を可能とし触媒表面のコーティングの現象も見られず触媒ライフを延長した。充填量は使用エンジンの排気量によって決定する。車両用は SV 値 50,000 h<sup>-1</sup> を標準としている。SV 値とは、処理される排ガス量と触媒量との関係値で単位時間に一定量の触媒を通過するガス量との比で無名数である。

性能：触媒槽内温度が、初期活性温度以上になると触媒特性図(図-4 参照)に示す結果を得ることが可能である。HC は、CO に対し約 50℃ 高い温度域で同様な除去率を示す。浄化装置は、基本的に温度の確保が条件とされるので、本機前部のエキゾストパイプは放熱防止の対策がなされるべきである。図-5は本機の実施例の効率を示す。カーボン汚染度は本機があくまでも CO・HC の除去を優先している点と、車両に対する装置スベ

## 整備技術

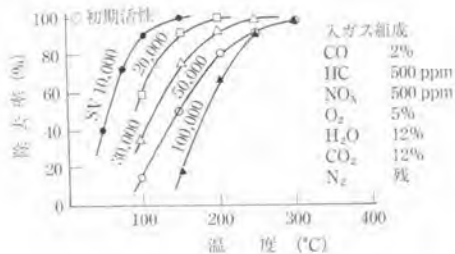


図-5 HC酸化特性

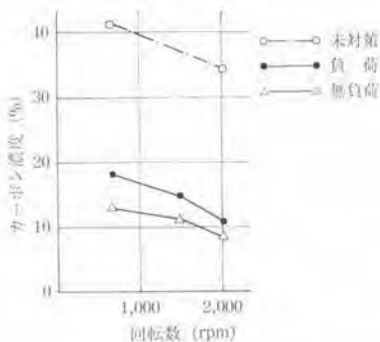


図-6

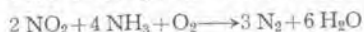
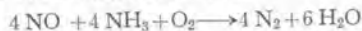
ースの関係で使用触媒の制限、本体容量の制限および排気流速の急激な変化等の事由で、総合的に50~70%の除去率にとどまっている。トンネル作業用ダンプ、地下鉄工事車両等は、前記のSDMWを後部に連動使用している。図-6はカーボン濃度を示す。

消音特性：渦流型消音器の特性と触媒による沓波型消音特性との複合効果で、一般マフラーより低静圧で、高い減衰効果を得ている。

### (3) 還元触媒浄化装置

窒素酸化物 NOx の除去を目的とする。現在、世界的な公害問題とされている酸性雨問題に対する化石燃料使用の全燃焼機の対策技術として開発された技術で、すでに大阪府内における定置型エンジン発電機および某国内石油地下備蓄工事現場におけるダンプトラック用として実用化している。

原理：NH<sub>3</sub>（アンモニア）を用いる選択接触還元法による脱硝の方法で次式に示すように多量の酸素の共存下で NOx と選択反応させる。



この反応によりエンジン排ガス温度 300°~400°C の温度域で V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-TiO<sub>2</sub>（チタニア系触媒）の粒状触媒を使

用し、90%以上の浄化率を達成した。この技術の大きな要素は、従来の脱硝システムの欠点とされた SOx の量の多いダークティガスの処理は触媒劣下の要因とされていたが、チタニア担体の開発が、これを解決した。同時に、当社の気流コントロール技術による低圧損、ガス通過流速の均一化、および目詰りの防止対策が成功した要因といえる。

### (4) スパークロン SNO システム

図-7は、本システムを示す。原則的に集塵部、NH<sub>3</sub>投入混合部、脱硝触媒槽より構成されている。還元剤 NH<sub>3</sub> は NOx と等モルとし、触媒使用量は除去率を勘案して SV 値 5,000 h<sup>-1</sup>~20,000 h<sup>-1</sup>、反応温度は 300°~400°C としている。エンジンよりの排ガスは、軸流直行型集塵機で、ダストを分離捕集し、渦流状に NH<sub>3</sub> 混合機に流入、中心部低圧部より NH<sub>3</sub> を混入して触媒槽へ流入する。横断面で均一な流速で偏流なく通過、吹き抜け現象もなく浄化率を高める結果となった。

2次的小きる NH<sub>3</sub> のリーク現象も防止したものである。

効果：流速変化のはげしい走行車両用も、170ppmを

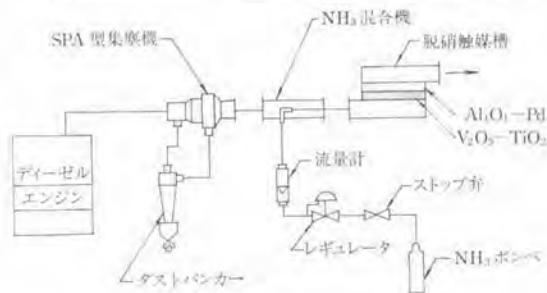


図-7 脱硝装置フローシート



写真-2

## 整備技術

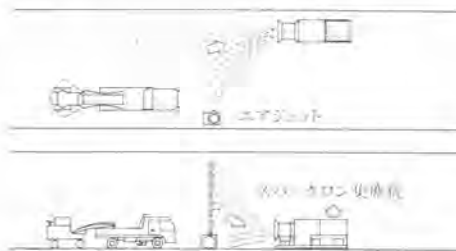


図-8 空気の化システム使用例

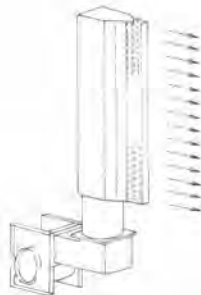


図-9 スパー・クロン式 Air Jet

達成し、連続運転されている（写真-2 参照）。

この技術はあらゆる装置、空調分野でなし得なかった流体制御の技術を基本的に点の発送を線に、面におきかえたもので、装置の小型、性能 UP、特に建屋、空間における空調の均一流等、省エネルギーが緊急課題とされている今日、装置開発にかかせぬ技術となっている。図-8 に示す一例のように気流の誘導、遮断、吸引に効果をあげ、他産業分野では、それぞれの応用によって実績をあげている。図-9 は Air Jet を示す。送風機より風量を吐出方向で均一な流速に変えエア膜を形成するもので、最長 20 m、遮断距離 18 m の実施例をもっている。発塵現場のエア遮断、集塵装置への誘導に利用される。その他、面、円周、円断面等よりの均一吐出および吸引も確立されている。

### 4. 整備概要

#### (1) 排気黒煙集塵機（スパー・クロン SDMW）

##### ① 水の交換時期

1日1回以上、全量排水のうえ交換を実施する。

（1日8時間稼働として）

##### ② 水の交換判定

作業終了後はタンク内の水を必ず毎日排水し、タンク内を洗浄する。

##### ③ 点検方法

水位の確認

##### ④ 整備補修時の注意事項

特になし。

#### (2) 酸化触媒浄化装置スパー・クロン SDMC

##### ① 触媒の交換時間

作業時間 2,000 時間ごとに、触媒を全量交換をする。

##### ② 触媒の交換判定

エンジンの作業終了時の、ディーゼル排気臭が強い場合には、触媒を全量交換して下さい。

##### ③ 点検方法

●作業時間 2,000 時間を守る。

●集塵室は稼働 200 時間ごとに定期的に、清掃を実施する。

##### ④ 整備補修時の注意事項

●エンジンにより触媒マフラー（触媒マフラーを含む）までの配管を必ず保温し、特に排気温度の低下を防止する。

●オイル上り、噴射ポンプの整備不良車は触媒槽火災の原因となるので、注意する。

#### (3) 還元触媒浄化装置

##### ① 点検方法

作業時間 2,000 時間を守る。

##### ② 整備補修時の注意事項

●エンジンより触媒マフラー（触媒マフラーを含む）までの配管を必ず保温し、特に排気温度の低下を防止する。

●オイル上り、噴射ポンプの整備不良車は、触媒槽火災の原因となるので注意する。

### 5. あとがき

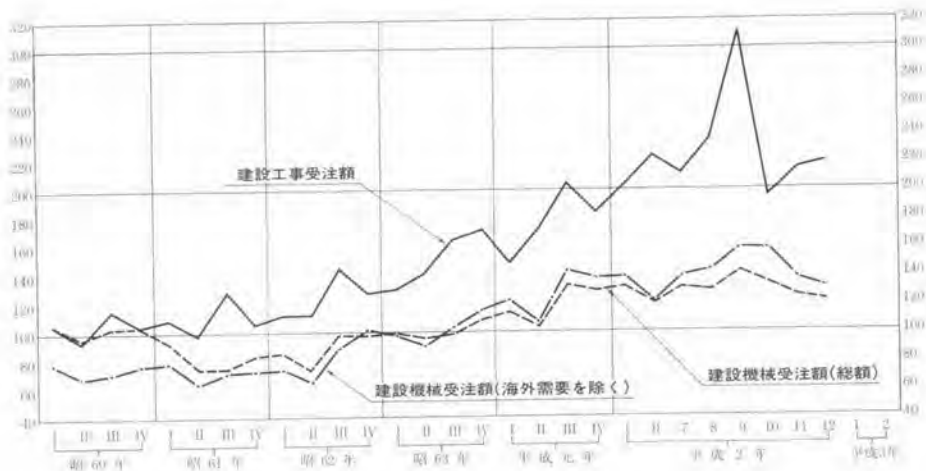
世状はすでに、酸性雨問題はもとより、エネルギー消費そのものを規制化せざるを得ない CO<sub>2</sub> 発生量抑制の動きになっており、国民1人当りエネルギー消費大国の我が国の、公害、環境浄化への努力は必然と考えてます。特にディーゼルエンジンを多用されている本業界の本問題に対する自主的な節度ある努力を期待したいと念願している。  
（文責：今井 寿）

# 統計

調査部会

## 建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注調査A調査(大手50社) 指数基準昭和60年(基準年)=100/  
建設機械受注額：機械受注実績調査(建設機械企業数20前後) 〃 昭和55年平均=100



建設工事受注 A 調査 (大手 50 社)

(単位：億円)

昭和年月	総計	受注者別						工事種別		未消化工事高	施工高
		民間			官公庁	その他	海外	建築	土木		
		計	製造業	非製造業							
60年	120,482	72,628	16,445	56,182	33,562	3,740	10,554	75,931	44,552	121,504	125,133
61年	126,587	78,242	13,066	65,176	37,179	4,353	6,814	78,356	48,232	122,631	124,257
62年	142,891	94,306	15,077	79,231	38,057	4,789	5,738	92,834	50,058	137,119	137,673
63年	174,683	123,641	23,316	100,325	40,819	5,549	4,685	120,339	54,354	161,969	156,424
元年	202,714	144,486	29,607	114,880	44,984	5,055	8,189	140,563	61,761	188,119	180,315
元年12月	18,927	13,591	3,145	10,446	4,000	476	860	13,627	5,301	188,119	18,753
2年1月	13,175	10,490	2,059	8,430	1,764	336	585	10,003	3,172	188,941	14,122
2年2月	15,065	11,324	2,357	8,967	2,845	389	507	11,552	3,514	188,137	15,844
3月	29,782	21,712	3,829	17,883	6,191	452	1,426	21,482	8,299	194,194	23,780
4月	21,639	17,115	3,738	13,378	3,229	445	851	16,119	5,521	201,452	14,957
5月	19,787	14,978	3,343	11,635	3,614	540	655	14,636	5,151	205,577	15,742
6月	23,015	17,910	3,188	14,721	4,068	441	596	15,536	7,479	210,695	18,241
7月	20,242	15,331	3,093	12,238	4,194	392	326	14,656	5,586	213,427	18,161
8月	22,568	16,318	3,033	13,235	5,398	393	454	16,567	6,001	218,733	17,467
9月	29,931	23,532	3,756	19,776	4,939	467	992	21,657	8,275	228,208	20,664
10月	18,688	13,467	2,387	11,080	4,507	361	303	12,502	6,136	228,494	18,155
11月	20,545	14,387	3,013	11,374	4,812	413	934	14,775	5,771	230,075	19,868
12月	20,943	15,397	3,353	12,044	4,808	345	293	15,312	5,631	—	—

12月は速報値

## 建設機械受注実績

(単位：億円)

昭和年月	60年	61年	62年	63年	元年	元年12月	2年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
総額	10,277	8,229	8,892	10,075	12,014	1,093	909	1,010	1,347	975	964	1,060	1,091	1,072	1,180	1,114	1,038	1,017
海外需要	4,413	3,508	3,437	3,330	3,608	365	253	325	443	357	331	337	331	290	310	248	285	287
海外需要を除く	4,864	4,721	5,455	6,745	8,406	728	656	715	904	618	633	723	760	782	870	866	753	730

(注) 昭和60年～平成2年6月は四半期ごとの平均値で図示した。

出典：建設省建設工事受注調査  
経済企画庁機械受注実績調査

# 行 事 一 覧

(平成3年1月1日～31日)

## 運 営 幹 事 会

### ■運営幹事会

月 日:1月11日(金)  
出席者:岡崎治義幹事長ほか53名  
議 題:①各分会、専門部会および建設機械化研究所の新年の抱負について ②平成3年1月～12月の主要行事予定について

## 広 報 部 会

### ■機関誌編集委員会

月 日:1月11日(金)  
出席者:後藤 勇委員長ほか25名  
議 題:①平成3年3月号(第403号)原稿内容の検討・割付 ②平成3年5月号(465号)の計画

### ■広報部会

月 日:1月18日(金)  
出席者:後藤 勇部会長ほか15名  
議 題:建設機械展示会について①平成2年度建設機械展示会(神戸・ポートアイランド) ②今後の展示会(本部)

### ■文献調査委員会

月 日:1月25日(金)  
出席者:杉山 篤委員長ほか4名  
議 題:機関誌掲載原稿について

### ■広報部会

月 日:1月30日(水)  
出席者:北川原徹建設専門官ほか1名  
議 題:小学生新聞“建設機械特集号”について

## 機 械 部 会

### ■タイヤ技術委員会ゴムクローラ分科会

月 日:1月25日(金)  
出席者:助友利隆委員長ほか7名  
議 題:「ゴムクローラのはなし」小冊子原稿の審議

### ■ショベル技術委員会小委員会

月 日:1月25日(金)  
出席者:安川隆造委員長ほか8名  
議 題:①「労働安全衛生規則」第164条に係る状況報告 ②「労働安全衛生法」ブレーカの構造規格細則の討議 ③シートベルト装着の技術検討

### ■ショベル技術委員会小委員会

月 日:1月29日(火)  
出席者:神谷健次郎委員長ほか9名  
議 題:安全対策型バックホウの開発について

### ■シールド・せん孔機械技術委員会

月 日:1月31日(木)  
出席者:岡崎 登委員長ほか35名  
議 題:シールド施工調査報告書の作成について

## 整 備 部 会

### ■工具委員会

月 日:1月21日(月)  
出席者:斉藤次男委員長ほか3名  
議 題:建設機械整備用工具の標準化について

### ■技術委員会小委員会

月 日:1月22日(火)  
出席者:後 英治委員長ほか9名  
議 題:機関誌掲載原稿の審議(予防診断技術)

### ■実態調査委員会幹事会

月 日:1月31日(木)  
出席者:相川彰三委員長ほか2名  
議 題:第13回建設機械整備実態調査の解析について

## I S O 部 会

### ■第2委員会 ROPS 分科会

月 日:1月16日(水)  
出席者:藤木義二分科会長ほか9名  
議 題:Mini-Excavator の TOPS について

### ■第2委員会

月 日:1月23日(水)  
出席者:渡辺岑生委員長ほか11名  
議 題:①SC2 N380 Operator Control について②SC2 N386,387 Field of view について ③SC2 N388 Lift arm support device について ④SC2 N389 Warning devices について

### ■第3委員会

月 日:1月29日(火)  
出席者:滝沢利幸委員長ほか8名  
議 題:Lubrication fitting-Nipple type の補正試験および報告書について

## 標準化会議および規格部会

### ■運営連絡会

月 日:1月18日(金)  
出席者:池川澄夫部会長ほか11名  
議 題:平成3年度JIS原案作成、改正、確認および廃止の課題について

### ■JIS原案(改正)作成委員会

月 日:1月18日(金)

出席者:関谷洋一委員長ほか9名  
議 題:①JIS D6105 履帯式トラクタ用履帯の寸法 ②JIS D6106 履帯式トラクタ用ドロバの寸法

### ■JIS原案(新規)作成委員会第2分科会

月 日:1月23日(水)  
出席者:渡辺岑生分科会長ほか10名  
議 題:①土工機械-トラクタショベルの定格運転荷重 ②土工機械-履帯式トラクタおよびトラクタショベルの操縦装置

### ■JIS原案(新規)作成委員会第1分科会

月 日:1月24日(木)  
出席者:会田紀雄分科会長ほか6名  
議 題:土工機械-重ダンプトラック荷台の定格容量 ②土工機械-直走式スクレーパの定格容量

## 業 種 別 部 会

### ■建設業部会幹事会見学会

月 日:1月11日(金)  
参加者:小室一夫部会長ほか26名  
見学会:小松製作所テクノセンター

### ■建設業部会・製造業部会合同小委員会

月 日:1月17日(木)  
出席者:小室一夫幹事長ほか6名  
議 題:機関誌掲載の「安全研究会」報告の原稿について

### ■製造業部会幹事会

月 日:1月31日(木)  
出席者:高木隆夫幹事長ほか15名  
議 題:①「安全研究会」の第1回報告と第2回の打合せ ②部会の連絡事項

## 機 械 損 料 部 会

### ■橋梁積算委員会

月 日:1月25日(金)  
出席者:所 輝雄委員長ほか14名  
議 題:「橋梁架設工事の積算」(平成3年度版)の編集について

## 専 門 部 会

### ■構造物維持管理の機械化に関する調査研究委員会

月 日:1月9日(水)  
出席者:大塚正二委員長ほか18名  
議 題:調査方針ならびにとりまとめ方法について

### ■建設作業振動防止技術検討委員会幹事会

月 日:1月16日(水)  
出席者:杉山 篤幹事長ほか20名  
議 題:①第1回委員会議事内容説明 ②幹事会の調査方法の審議

## ■建設作業振動防止技術検討委員会

月日:1月22日(火)

出席者:成田信之委員長ほか19名

議題:①幹事会議事内容報告 ②実施計画の審議

## ■末來型建設機械開発検討委員会

月日:1月24日(木)

出席者:大林成行委員長ほか16名

議題:再提出提案書の検討 ②検討結果のまとめ方について

## ■ダム機械高度化分科会

月日:1月30日(水)

出席者:竹林征二分科会長ほか25名

議題:①建設機械のユーザ仕様高度代推進専門部会の設置について ②ダム機械高度化分科会の作業内容について ③調査検討結果

## 支部行事一覽

## 北海道支部

## ■建設工事の機械化懇談会

月日:1月21日(月)

出席者:宮部英一幹事長ほか10名

議題:建設工事機械化の動向

## ■技術部会技術委員会

月日:1月23日(水)

出席者:高井敏孝委員長ほか4名

議題:排水ポンプ設備の管理技術に関する講習会実施要領

## ■「排水ポンプ設備の管理技術」に関する講習会

月日:1月24日(木)

場所:札幌市ポルスター札幌

聴講者:118名

内容:①排水機場設備点検・整備実務要領についての解説 ②排水ポンプ設備の運転操作マニュアルについての解説

## ■常任運営委員会・幹事会合同会議

月日:1月25日(金)

出席者:小西郁夫支部長ほか20名

議題:①平成3年度の事業計画について ②支部創立40周年記念事業について

## ■調査部会機械施工積算委員会

月日:1月30日(水)

出席者:佐野正弘副委員長ほか14名

議題:建設機械等損料の改定について

## 東北支部

## ■放流設備施工合理化検討委員会第2回機械分科会

月日:1月21日(月)

出席者:深堀哲男分科会長ほか13名

議題:①施工実績分析結果の検討

②今後の作業工程

## ■放流設備施工合理化検討委員会第2回土木分科会

月日:1月24日(木)

出席者:小笠原哲分科会長ほか14名

議題:①施工実績調査結果の検討

②今後の作業工程

## ■排水ポンプ設備管理講習会

月日:1月29日(火)

会場:勾当台会館(仙台市)

内容:①排水機場設備点検整備実務要領について ②排水ポンプ設備運転操作マニュアルについて

受講者:約170名

## 北陸支部

## ■「除雪機械の歴史」編集委員会

月日:1月11日(金)

出席者:栗山弘委員長ほか3名

議題:編集作業

## ■西部地区地方連絡会

月日:1月22日(火)

場所:富山ステーションホテル

出席者:大家副支部長ほか50名

議題:①支部事業について ②北陸、地建の事業について ③富山県の事業について ④意見交換

## ■講演会

月日:1月22日(火)

場所:富山ステーションホテル

参加者:50名

演題:「除雪技術を開発しもっと快適に」講師新潟大学助教授, 青山清道

## ■除雪機械展示・実演会準備委員会

月日:1月24日(木)

出席者:三山建治幹事長ほか10名

議題:各作業班の最終準備計画について

## 中部支部

## ■広報部会委員会

月日:1月11日(金)

出席者:山口義一委員ほか2名

議題:支部だより49号編集, 発行について

## ■技術部会委員会

月日:1月24日(木)

出席者:伊藤藤二事務局長ほか2名

議題:排水ポンプ設備点検・保守講習会の実施について

## ■技術部会委員会

月日:1月28日(月)

出席者:山口義一委員ほか2名

議題:排水ポンプ設備の管理技術に関する講習会実施準備および対策に

ついて

## ■排水ポンプ設備の管理技術講習会

月日:1月30日(水)

場所:名古屋市教育会館2F

参加者:171名

内容:①排水機場設備点検・整備実務要領をテキストとしてその解説

②排水ポンプ設備の運転操作マニュアルをテキストとしてその解説

## 関西支部

## ■建設業部会第73回建設用電気設備特別委員会

月日:1月11日(金)

出席者:花木秀雄副委員長ほか28名

議題:①昨年の委員会の活動状況報告 ②最近のロボット技術の動向に

ついて

## ■平成2年度施工技術報告会

月日:1月23日(水)

会場:建設交流館グリーンホール

聴講者:306名

内容:「最近の建設技術と特殊事例」について8件の報告発表

## ■創立40周年記念事業実行委員会出版班第7回打合せ会

月日:1月25日(金)

出席者:細谷千尋班長ほか8名

議題:①目次等の編集について ②写真等の選定について ③配布先と発行部数の検討

## ■技術部会第62回海洋開発委員会

月日:1月28日(月)

出席者:室達朗委員長ほか10名

議題:①兵庫県の港湾の現状と整備について ②海洋開発に関する文献調査

## ■技術部会第147回摩耗対策委員会

月日:1月29日(火)

出席者:室達朗委員長ほか12名

議題:①TBMのローラカッタの摩耗について ②ローラカッタの現場摩耗計測(4) ③摩耗に関する文献調査

## ■技術部会第28回水門技術委員会

月日:1月31日(木)

出席者:石井善久委員長ほか16名

議題:①委員会の平成3年度事業計画について ②技術基準関係の現況について

## 中国支部

## ■技術部打合せ

月日:1月21日(月)

出席者:須田道夫幹事ほか3名

議題:排水ポンプ設備の管理技術講習会の準備事項について

## ■施工部会打合せ

月日:1月22日(火)

出席者:木下信彦事務局長ほか3名

議題:見学会の開催要領について

## ■見学会

月日:1月25日(金)

参加者:72名

見学先:建設省八田原ダム工事現場

## 四国支部

## ■技術部会

月日:1月17日(木)

出席者:江本 平幹事長ほか4名

議題:平成2年度「排水ポンプ設備の管理技術」に関する講習会について打合せ

## ■普及部会

月日:1月23日(水)

出席者:喜多良男部会幹事長ほか3名

議題:機関誌「しこく」46号の発刊について打合せ

## 九州支部

## ■ポンプ委員会

月日:1月21日(月)

出席者:小玉照章委員長ほか13名

議題:排水ポンプ設備の管理技術講習会の開催要領について

## ■幹舗装委員会

月日:1月22日(火)

出席者:福島典夫委員長ほか8名

議題:「アスファルト舗装関連説明会」の開催要領について

## ■第12回幹事会

月日:1月23日(水)

出席者:村上 見幹事長ほか12名

議題:①支部行事の推進について

②委員会活動等の功績に対する謝礼および表彰について ③役員交替について

## ■広報部会

月日:1月24日(木)

出席者:吉田 信部会長ほか12名

議題:①広報部会の活動現況と推進について ②平成3年度行事計画と予算について

## ■舗装小委員会

月日:1月30日(水)

出席者:中山高虎副委員長ほか6名

議題:「アスファルト舗装の維持修繕の手引」の発刊および説明会開催要領について

## 編集後記



本誌がお手元に届く頃は、少しづつ春めいてくる季節だと思います。桜前線の便りも、もうすぐです。

さて3月号は例年、特集号ということで、今回は、過去に特集記事になかった「トンネル特集」といたしました。

巻頭言には、本協会副会長の三谷健氏から、トンネル特集にふさわしい「最近の道路トンネルについて」と題して述べていただきました。また随想は「四季」と題して大成建設機械部長の京極和典氏に、「今昔雑感」と題して範多機械代表取締役大月正雄氏にご執筆いただきました。

特集としての報文には、「トンネル工事の現状と展望」と題して日本道路公団技術調査役の岩井勝彦氏に述べていただき、その他計画と施工関係のそれぞれ特徴のある各論として、「鉄道・道路併用沈埋トンネル計画」「木固結火山性地山をRFP工法で推進」「砂礫層を大断面泥

水式シールドで掘進」「風化花崗岩層を大断面泥水式シールドで掘進」「開かずの国道を拓く」の5題をいただきました。またトンネル工事の技術開発の報文として、トンネル3次元測量システムの開発、「硬岩掘削用大型ロードヘッダの開発」の2題をいただきました。

執筆者各位には、原稿の締切りが年末年始のお忙しい時期でしたが、有益な報文をいただき厚くお礼申し上げます。

会員読者皆様のご発展とご活躍をお祈りいたします。

(林田・加藤・永井)

No. 493

「建設の機械化」

1991年3月号

〔定価〕1部 670円(本体650円)  
年間7,440円(前金)

平成3年3月20日印刷

平成3年3月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 長尾 満

印刷人 大沼光靖

発行所

社団法人 日本建設機械化協会

〒106

東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内 電話(03)3433-1501  
FAX(03)3432-0289

取引銀行三菱銀行銀座支店

振替口座東京7-71122番

電話(0545)35-0212

電話(011)231-4428

電話(022)222-3915

電話(025)224-0896

電話(052)241-2394

電話(06)941-8846

電話(032)221-6841

電話(0878)21-8074

電話(092)741-9380

建設機械化研究所 〒417

静岡県富士市大淵 3154 (吉原郵便局区内)

北海道支部 〒060

札幌市中央区北三条西 2-8 きつげんビル内

東北支部 〒980

仙台市青葉区国分町 3-10-21 徳和ビル内

北陸支部 〒951

新潟市学校町通二番町 5295 興和ビル内

中部支部 〒400

名古屋市中区栄 4-3-26 昭和ビル内

関西支部 〒540

大阪市中央区谷町 1-3-27 大手前建設会館内

中国支部 〒730

広島市中区八丁堀 12-22 築地ビル内

四国支部 〒760

高松市福留町 4-23-30 小竹ビル内

九州支部 〒810

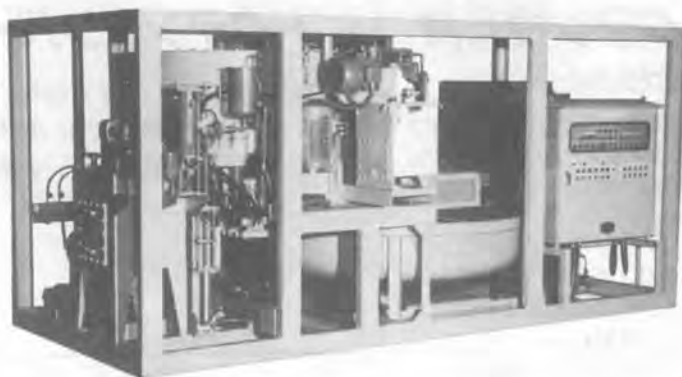
福岡市中央区天神 1-3-9 天神ユーアイビル内

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂 1-3-6


丸友の技術が創り出したハイスピード混合型

# 丸友の 移動式 モルタルペーストプラント

都市土木に偉力を  
発揮する1ユニット型  
(防音型も製作します)



普通モルタル。裏込。作泥用

 丸友機械株式会社

本 社 名古屋市東区泉一丁目19番12号  
電話 <052> (951) 5 3 8 1 (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> (3861) 9461 (代)  
大阪営業所 大阪市浪速区堀草3-3-26池永ビル  
〒556 電話 <06> (562) 2 9 6 1 (代)  
恵那工場 岐阜県恵那市武並町藤字相戸2284番地  
〒509-71 電話 <05732> (8) 2 0 8 0 (代)

## 新しいアイデアと、豊かな実績。ずり出し機械

### ■ 電動油圧バケット式

- 把握力が従来の2倍の新型バケットを採用しました。
- 巻上下横行速度が3倍になり能力がぐんとUPしました。

### ■ その他のずり出し機械等

- 自動土砂排土装置
- スキップ式排出装置
- 掘削槽
- 土砂ホッパー


※ その他 特殊型にも対応します。  
※ 機種によりレンタルも行ないます。

● 安全 ● 高能率 ● 低騒音 ●



9.5M<sup>3</sup> 電動油圧バケット付橋形クレーン

巻上速度 70m/min 横行速度 70m/min 走行速度 8m/min

 吉永機械株式会社

■ TEL 03-3634-5651  
■ FAX 03-3632-0562

■ 本社：東京都墨田区江東橋2-2-3 丸山ビル ■ 工場：千葉・茨城



# トクデン

## トクデン投光機

### ●トップライトシリーズ

- 灯器の旋回・迎角は全自動ワンタッチシステム(REタイプ)。
- 長寿命メタルハライドランプ使用。
- 高圧ナトリウム・水銀ランプも使用可能、操作が簡単。
- 軽トラックに搭載できるコンパクト設計。



## トクデンタンパー

### ●安定性と使いやすさ抜群!

- 道路、滑走路、堤防、アスコン等の路床、路盤の転圧、建築工事の盛土、栗石の突き固め等。



## プレートコンパクター

### ●前後進自在!!



PL-60HS型

## 1台3役

- 高周波発電機
- 熔接機
- 交流発電機



高周波バイブレーター



## 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(3951)0161-5 〒161  
TELEX No.2723075 TOKDEN J

浦和工場	浦和市田島10丁目5番10号	☎浦和	0488(62)5321-3	〒336
大阪営業所	大阪市西区九条南3丁目25番地15号	☎大阪	06 (581) 2576	〒550
九州営業所	福岡市博多区諸岡4丁目2-27	☎福岡	092 (572) 0400	〒816
北海道営業所	札幌市白石区平和通10丁目北6-1	☎札幌	011 (864) 1411	〒003
名古屋営業所	名古屋市港区南11番町4-11-21	☎名古屋	052(651)8301-2	〒455
仙台出張所	仙台市小田原大行院丁1番地	☎仙台	022 (293) 0563	〒983
新潟出張所	新潟市上木戸548番1号	☎新潟	0252 (75) 3543	〒950
広島出張所	広島市安佐南区沼田町伴4217-3	☎広島	082 (848) 4603	〒731-31
山梨出張所	山梨県東山梨郡勝沼町下岩崎1837	☎勝沼	05534 (4) 2555	〒409-13
松山事務所	松山市竹原町2丁目15番38号	☎松山	0899 (32) 4097	〒790

# POWER & SILENT

オカダアイオンは、破碎・解体・切断・小割そして、ガラ処理にいたる解体の一連作業をシステムとしてとらえ、多様な現場のニーズに応えるため、各種アタッチメントを豊富に取揃えています。



## 強力・軽量 NEW油圧ブレイカー **OUB300シリーズ**

強力パンチで好評のUBシリーズをさらにグレードアップ。エネルギーロスをより少なくし、打撃力と打撃数の大幅アップを実現しました。さらに、軽量化・スリム化により、作業性も一段と向上。また、OUB308以上の機種は打撃数変換装置を装備していますから、現場に合わせた能率のよい作業が行えます。

## ビッグパワーのベストセラー機 **サイレントクラッシャー**

柱や梁、基礎などの解体作業を楽々こなす解体機のベストセラー。360°フリー回転なので、縦向き、横向き自在に連続作業ができ、能率抜群です。0.05m<sup>3</sup>のミニショベル用や高所解体に最適のライトクラッシャーも加わり全8機種。ベスト機種が選べます。



## 小割り・片付けのプロフェッショナル **サイレントコワリクン**

サイレントクラッシャーで大割りされた柱・梁・PC杭などのガラをバリバリかみ砕くので、解体作業の効率アップとガラ搬出のコストダウンが計れます。また、ガラに含まれる鉄筋とコンクリートを完全に分離し、その後の鉄筋回収から積み込みまで1台でOK。さらに、壁や土間、道路の破碎にも活躍します。

**オカダ アイオン 株式会社**

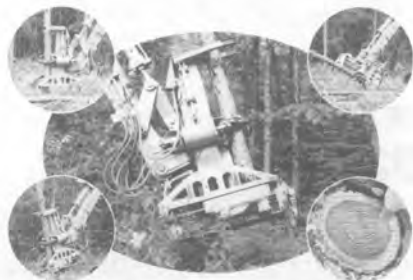
本社 ☎552 大阪市港区海岸通4-1-18 ☎06-576-1271

大阪本店 ☎06-576-1261  
東京本店 ☎03-3975-2011  
仙台営業所 ☎022-288-8657  
盛岡営業所 ☎0196-38-2791  
中部営業所 ☎0584-89-7650

北陸営業所 ☎0762-91-1301  
九州営業所 ☎092-503-3343  
札幌出張所 ☎011-631-8611  
広島出張所 ☎082-871-1138

建設機械用  
特殊アタッチメントの  
専門メーカー

# マルマ



フェリングヘッド (伐倒機)  
Felling Head



ツリースペード (樹木移植機)  
Tree Spade



スウィーパー  
Road Sweeper  
(清掃機)

★ユーザーの多様なニーズに  
新技術、新製品で応えます!!



ストーンピッカー (石拾機)  
Stone Picker



ラバウンティシアー (切断機)  
Labounty Mobile Shear



ダムレータンスカット  
Dam Lattance Remover

(コンクリート重ね打ち  
時のレイタンス除去機)

※他、土木用、港湾荷役用、農業用、林業用、各種アタッチメント装置の  
設計、製作及び本体の改造取付工事も行っております。

■詳細は下記へ問い合わせ下さい。



**マルマ重車輜株式会社**  
MARUMA TECHNICA CO., LTD.

相模原工場 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229  
☎(0427)51-3800(代表)  
TELEX.2872-356 FAX.0427-56-4389-0427-51-2686

本社東京工場 東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号 〒156  
☎(03)3429-2141(国内) 2134(海外)  
TELEX.242-2367 FAX.03-3420-3336-03-3426-2025  
名古屋工場 愛知県小牧市小針町中市場25番地 〒485  
☎(0568)77-3311(代表) FAX.0568-72-5209

# 世界の最高品質を誇るAPEX®製品



BITS、SOCKET、FASTENER TOOL及び特にUNIVERSAL JOINTSは航空機のPOWER TRANSMISSIONに画期的な効果をもたらせて世界各国の空軍及び民間航空機会社に適格品として採用されています。

その用途は、あらゆる産業界——航空機業界、宇宙関連産業界、自動車業界、機械工具業界及び鉄道、製油、ガス、鉱業、金属加工、食品加工、家具装飾等の各業界に採用されています。



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  
 TEL 03-3425-4331(代表) FAX 03-3439-5720 〒156  
 名古屋営業所 名古屋市中区千代田5丁目10番18号  
 TEL 052-261-7361(代表) FAX 052-261-2234 〒460

新登場

# 移動式骨材選別機

SBN3900形

シンバグリッド



本機は従来の固定式骨材選別機の諸問題を大幅に解決する為に開発した画期的な骨材選別機です。

- 本機の特徴
- 移動が可能である
  - 目詰りが無い
  - パーの間隙を自由に調整出来る
  - 積込みの省力化が計れる
  - 動力は一切不用

製造元



株式会社 **中山鉄工所**

《本社・工場》 佐賀県武雄市朝日町大字甘久2246-1  
〒843 TEL:(0954) 22-4171(代表)

総販売元



**三井物産機械販売株式会社**

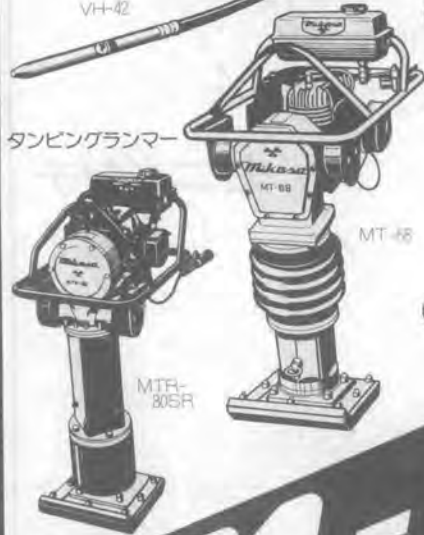
本社 〒105 東京都港区西新橋2丁目23番1号 第3東洋海事ビル TEL 03(3436)2851 大代表

札幌営業所	011-271-3651	宇都宮営業所	0286-34-7241	福岡営業所	092-431-6761
仙台営業所	022-291-6280	東京営業所	03-3436-2871	鹿児島営業所	0992-26-3081
新潟営業所	025-247-8381	名古屋営業所	052-961-3751	盛岡出張所	0196-25-5250
北陸営業所	0764-32-2610	大阪営業所	06-352-2221	那覇出張所	0988-63-0781
長野営業所	0262-26-2391	広島営業所	082-227-1801	産業機械営業部	03-3436-2861

マイコンバイブレータ

新製品

VH-42



タンピングランマー

MT-68

MTR-305R

インバーター

FU-1100

高周波バイブレーター

FG-3000

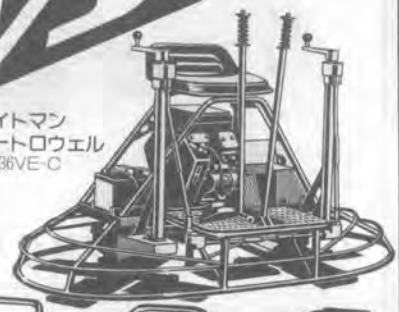


FH-FX

21世紀を創る三笠パワー!

# Mikasa

ホワイトマン  
パワーロウエル  
JRT-36VE-C



プレートコンパクター

MVC-60  
MVC-70GA  
MVC-77  
MVC-90G  
MVC-110H



バイブレーションローラー



MR-5G



MR-6DB

特殊建設機械メーカー

## 三笠産業

- 本社 東京都千代田区猿蓑町1-4-3  
TEL.03(3282)1411大代
- 札幌営業所 札幌市白石区流通センター6-1-48  
TEL.011(892)6920代
- 仙台営業所 仙台市若林区区田5-1-16  
TEL.022(238)1521代
- 新潟出張所 新潟市旭之内南3-1-21(ユタカビル)  
TEL.025(284)6565代
- 部品サービスセンター 春日部市緑町3-4  
TEL.048(734)2401代
- 技術研究所 埼玉県白岡町
- 工場 館林/春日部/足利  
西部地区総発売元

### 三笠建設機械株式会社

大阪市西区立売堀3-3-10 TEL.06(541)9631代表 ●営業所 名古屋/福岡

パイロコンパクター

R-85B



コンクリートカッター  
MCD-04

# ケムコ・シャフローダ

ずり取り作業に革命！土砂回収作業に新方式！！

＜特許申請中＞

本機は、西ドイツの特殊建機専門メーカーKarl Schaeff社とコトブキ技研工業㈱が締結した技術提携に基づき製作販売されるもので国内のニーズに応え、開発された新方式のずり取機です。  
トンネル工事、碎石現場、道路工事等巾広く活用でき、作業能率の向上に威力を発揮します。

## 1.ケムコ・シャフKL41



- 連続作業が可能で効率がよく、安全性が極めて高い。
- 切羽の整備、クリーニングが容易であり、バックホーと同様な作業が可能。(150m<sup>3</sup>/h)

## 2.ケムコ・シャフKL15

- ポニートラック方式によりレール上の移動が迅速。(100m<sup>3</sup>/h)

## 3.ケムコ・シャフKL7

- 4.5m～7mの超小断面のずり取り機械化
- 従来のずり取り機と比較して能率は1.5～2倍(70m<sup>3</sup>/h)

## ミニベンチに最適！

2台の油圧ドリフター、フィードと伸縮ブームおよび1台のスライド方式バスケットにより構成。

キャリアはディーゼルエンジンを搭載し、4WD、4WSのリジッド型タイヤード方式です。

KEMCO TAMROCK  
MHS215TR



世界のさく岩機で最も進んだTAMROCKの高度な技術と、日本の岩石と戦って35年の歴史を持つKEMCOのノウハウが、このコンパクトな油圧モービル・ジャンボに結実しました。他に、ミニマティックジャンボ(HS215DR)、3ブーム2バスケットジャンボ(MHS325TR)や、クローラー式及びレール式ジャンボ、ベンチドリル、ビット・ロッドも各種販売しております。

# マキシマティック油圧モービルジャンボ KEMCO TAMROCK

総発売元 NIPPON TAMROCK K.K.

日本タムロック株式会社

本社 〒160 東京都新宿区新宿2丁目3番10号 新宿御苑ビル10F ☎(03)3355-5141代 FAX (03)3355-5140  
広事業所 〒737-01 広島県呉市広白岳1丁目2番2号 ☎(0823)74-5141代 FAX (0823)74-5140  
大阪営業所 〒541 大阪市中央区伏見町4丁目4番10号新伏見ビル6F ☎(06)7231-5141代 FAX (06)7231-0292



製造元

コトブキ技研工業株式会社

本社 〒100 東京都千代田区大手町2-6-2 日本ビル ☎03(3242)3366代  
広事業所 〒737-01 広島県呉市広白岳1-2-2 ☎0823(73)1131代



# SF 1000 C Cold Milling Machine



- ◆エンジン 140ps
- ◆切削深さ 100mm (標準)
- ◆切削巾 1000mm
- ◆作業速度 13% (最大)
- ◆駆動型式 4WD
- ◆ベルトコンベア  
可変スピード首振左右計 42°
- ◆フラッシュカット  
右後の車輪をドラムの前へ移動して縁石ギリギリまで切削可能
- ◆騒音対策は標準装備



## ●オプション●

1. トレンチカッティング (写真左)  
深さ 180mm、巾 80mm
2. ディープカッティング (写真右)
  - a. 深さ 250mm、巾 750mm
  - b. 深さ 300mm、巾 500mm  
(特注品)

※多様なセグメントにより  
特殊工事可能

製造元：西独 WIRTGEN GMBH

販売：株式会社  
アフターサービス：会社

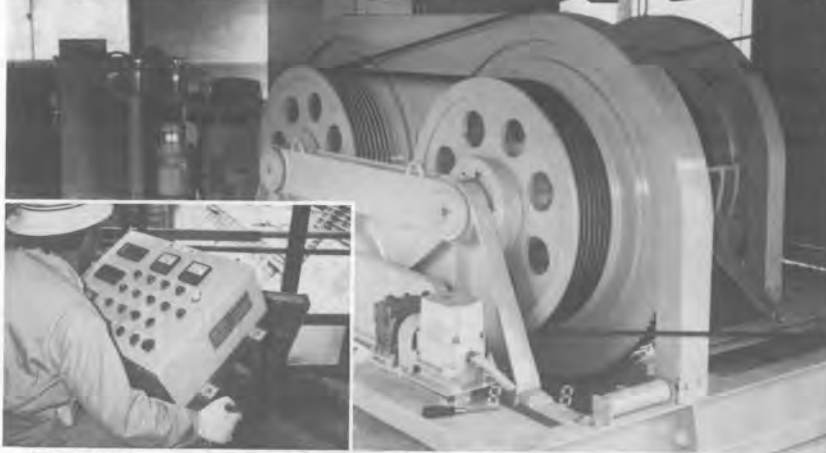
## 東洋内燃機工業社

道路機械部

〒213 川崎市宮前区神木本町2-20-1 TEL044-866-8171 FAX044-866-8176



# 南星のウインチ

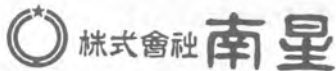


## 営業品目

- ★ケーブルクレーン
- ★林業、送電線索道
- ★インクライン
- ★ゴルフカー
- ★ランニングウエイ
- ★ゴンドラ
- ★天井クレーン
- ★門型クレーン
- ★トラッククレーン
- ★スクラップローダー
- ★立体駐車装置
- ★自動倉庫用  
スタッカークレーン
- ★その他特殊装置

遠隔操作で誰でも運転出来る油圧ウインチ

設計、製作、取付工事まで行います。全国26ヶ所の各支店、営業所で完璧なアフターサービスを行います。



本社工場 熊本市十津寺町4の4 ☎096(352)8191  
 東京支店 東京都港区西新橋1-18-14 小里会館 ☎03(3504)0831  
 支店・営業所・出張所、全国各地26ヶ所

## NEW MOVEMENT EXEN

一歩先ゆく高性能群。

コンクリートカッターシリーズ



フレキシブルポンプシリーズ



ダイヤモンドドリル  
シリーズ



軽便バイブレータ  
シリーズ



高周波48Vバイブレータシリーズ



先進の技術、

## EXEN 振動応用技術の、エクセン。 林バイブレータ株式会社

本社・東京支店 〒105 東京都港区浜松町1-17-13 ☎03(3434)8451 FAX.03-3432-7709  
 大阪支店 〒565 大阪府豊中市上新田4-6-8 ☎06(831)3008 FAX.06-871-4282  
 華加工場 〒340 草加市稲荷5-26-1 ☎0489(31)1111

札幌営業所 ☎011(704)0851 広島営業所 ☎082(278)6868  
 仙台営業所 ☎022(259)0531 高松営業所 ☎0878(82)7117  
 岡崎営業所 ☎0273(23)0771 福岡営業所 ☎092(451)5616  
 名古屋営業所 ☎052(703)9977 鹿児島営業所 ☎0992(67)6611



ぬかるみ、軟弱地の現場に敷くだけ/ 便利なゴムマット。タテ2mヨコ1m厚さ2cmの使い易い形で重さ48kgと軽量です。これで現場も安全です。

# 足もと安全。 ニッケンのゴムマット。

▲高松市内繁華街で建築現場への資材搬入に道路タイル養生にゴムマット稼動。



岡山市内S造高所作業車使用時、▶スラブ養生にゴムマット稼動。



## レンタルのニッケン

東京都千代田区永田町2-14-2 山王グランドビル 03(3593)1551

無料電話▶0120-14-4141 ヨイヨイ (最寄の支店に つながります。)

## コンクリート ハッリ 機

重機取付式  
(取付重機0.2以上)



コンクリート打継目ハッリ

- トンネル補修
- ダム工事
- 防波堤補修
- 連続地中壁

## スパイク ハンマー

機 種	能力 $\text{m}^2/\text{H}$	空気量 $\text{m}^3/\text{min}$
KA-200型	40	7
KA-100型	20	5
KA-60型(手持式)	6	2.1

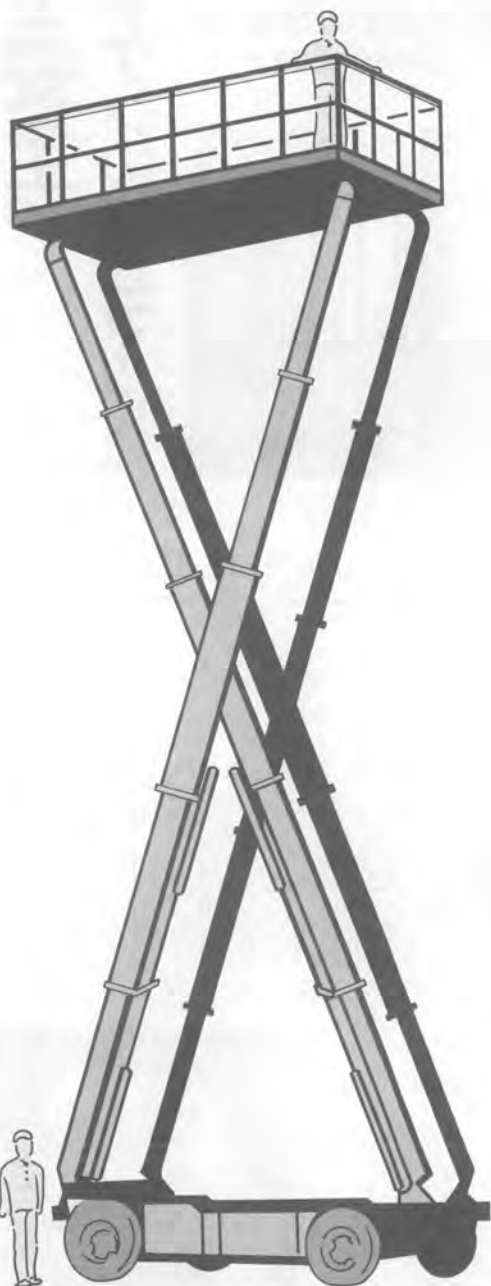


三輪自走式

## 栗田さく岩機株式会社

東京都江東区東陽4-5-15東陽町ISビル4階 TEL(03)5690-3431

# 世界で一番高いリフト完成!



安全性と作業性を追求し、

皆様より好評を得ている

自社開発・高所作業車に、

ニュータイプ・新登場!!

## 自走式 高所作業台 ニッケンリフト 22m X型

いまで高所における安全性と作業性を、同時に確保するには難しいものがありました。レンタルのニッケンでは、アームの形状を画期的な、ニッケン独自のX型構造にすることで、揺れをなく「高く」かつ「安全」な高所作業台を開発いたしました。

従来機では実現できなかった、20m以上の高所における大きな作業スペース・最大積載荷重量1tもX型構造にすることで実現いたしました。

4WS・4WDを採用し、操作性が大幅に向上、作業位置への移動がよりスムーズに行なえます。

### 高所作業に、万全を期する5項の安全装置

- 過荷重警報装置
- 傾斜警報装置
- 作動規制装置
- タイヤエクステンション装置
- 音声警報装置

### 主な仕様

- 最大作業高さ..... 22,000mm
- 作業台高さ..... 最高20,200mm 最低 1,900mm
- 作業台寸法..... L5,800mm W 2,500mm H 1,000mm
- 全体寸法..... L5,800mm W 2,515mm H 2,900mm
- 最大積載荷重..... 1,000kg

全国140の営業所からご利用いただけます。



## レンタルのニッケン

本社/東京都千代田区永田町2-14-2 山王グラントビル  
無料電話▶ 0120-14-4141 (最寄の支店に  
つながります)

Denyo

## エンジン発電機

0.5~800kVA



DCA-60SPH  
50Hz 50kVA・60Hz 60kVA

## エンジン溶接機

100~500A



BLW-280SSW  
1人用100~280A・2人用50~140A

## エンジンコンプレッサー

1.4~26.9m<sup>3</sup>/min



DPS-90SSB2  
2.5m<sup>3</sup>/min

# 建設現場で威力を発揮！ デンヨーのパワーツールズ



●技術で明日を築く

**デンヨー株式会社**

本社：〒164 東京都中野区上高田4-2-2 TEL.03(3228)1111(大代表)

札幌営業所 ☎011(862)1221

仙台営業所 ☎022(286)2511

北関東営業所 ☎0272(51)1931

東京営業所 ☎03(3228)2211

横浜営業所 ☎045(774)0321

静岡営業所 ☎0542(61)3259

名古屋営業所 ☎052(935)0621

金沢営業所 ☎0762(91)1231

大阪営業所 ☎06(488)7131

広島営業所 ☎082(255)6601

高松営業所 ☎0878(74)3301

福岡営業所 ☎092(503)3553

# 全国100社以上の認定会社が、 品質の安定した「液圧用ホース アセンブリ」を供給いたします。

## 自主認定制度の認定会社104社

### 1. 北海道地区 8社

ブリヂストン化工品北海道販売(株)  
 旭川自動車工業(株)  
 函館精工機(株)  
 ヨコハマゴム工業品北海道販売(株)  
 帯広萩原自動車工業(株)  
 東海ゴム北海道センター

### 2. 東北・関東地区 35社

横浜エイトクイップ(株)  
 ブリヂストンフローテック(株)  
 サムソン工業(株)  
 川村エゼンセル商工(株)  
 六花チーゼル商工(株)  
 明日光新産業(株)  
 日吉成工業(株)  
 大博誠社(株)  
 明治ゴム工業(株)  
 櫻石川産業(株)  
 南山ベルト工業(株)  
 上ベルト工業(株)  
 ブリヂストン工業用品販売(株)  
 ワイエー東京販売(株)  
 ヨコハマゴム工業品東京販売(株)  
 エナム工業材(株)  
 川合ゴム機(株)  
 東京ベルト(株)  
 ヨコハマゴム工業品東北販売(株)  
 多摩ハシモト(株)  
 国電商(株)  
 赤武中根(株)  
 野沢智徳商(株)  
 長野工業用品販売(株)

ブリヂストンタイヤ長野販売(株)  
 山和工業(株)  
 ヨコハマ物産(株)  
 影山工業(株)  
 ツツミ金属工業(株)  
 ヨコハマゴム工業品新潟販売(株)  
 (株)サクラフローシステムズ

### 3. 中部・北陸・東海地区 18社

山清工業(株)  
 東海ゴム工業(株)  
 エーアイム(株)  
 加藤耐工(株)  
 三藤大興(株)  
 泰和ゴム興業(株)  
 ヨコハマゴム工業品中部販売(株)  
 池内産業(株)  
 樹名古屋護謨産(株)  
 北日商(株)  
 加藤太田(株)  
 藤徳商(株)  
 清水高製(株)  
 福井エンジンリング(株)  
 三興和自動車商(株)  
 北陸高圧(株)

### 4. 近畿・四国地区 29社

有ニッタムアーカンパニー(株)  
 大阪高圧ホース(株)  
 大十川ゴム製造(株)  
 日輪ゴム工業(株)  
 関西ホース金具工業(株)  
 南石永川商(株)  
 ブリヂストン防振ゴム関西販売(株)  
 南生笹倉機工(株)  
 北岡タイヤ加工所

河村車輛製作所(株)  
 エムジー商(株)  
 ヨコハマゴム工業品関西販売(株)  
 南双木商(株)  
 十川ゴム(株)  
 プリッチ高圧ホース(株)  
 山商産業(株)  
 和歌山高圧ホース(株)  
 極東ゴム商(株)  
 東海ゴム西日本センター(株)  
 セイブ工業(株)  
 林兵庫建機(株)  
 津建機(株)  
 村田商(株)  
 関西化工(株)  
 野沢建機(株)

### 5. 中国・九州地区 14社

富士高圧フレキシブルホース(株)  
 協和商(株)  
 日栄産業(株)  
 堂園ゴム商(株)  
 ヨコハマゴム工業品九州販売(株)  
 (株)東海ゴム九州センター  
 第一ゴム工業(株)  
 木曾産業(株)  
 植口商(株)  
 ヨコハマゴム工業品中国販売(株)  
 シンコー高圧工業(株)  
 宮崎高圧(株)  
 中国バンドー(株)  
 安芸フォークリフト



# 日本ホース金具工業会

〒105 東京都港区新橋6-13-12 新橋愛宕屋ビル5階

TEL.03(3578)8321 / FAX.03(3578)8322

# 国際建設プロジェクトの進め方

—“Civil Engineering Procedure” by ICE—

B 5判 356頁 定価7,000円

海外の建設プロジェクトが、英語を規準言語として採用されていることが多い現状から、ICE発行のCivil Engineering Procedureを英和対訳とし、コントラクト・ストラテジ(契約戦略)等新しい点およびクレイム等契約約款上の問題点を解説した。

# 国際建設契約約款の基礎

—Engineering Law and ICE Contracts—

A 5判 1,204頁 定価30,900円

国際契約約款の基本システムである発注者—エンジニア—請負者という三者の責任と義務について、多くの判例による法的裏付けをしながら逐条・逐語で解説した。

# プロフェショナル・コンストラクション・マネージメント

—米国における建設マネージメントのめざすもの—

海外工事を志す人はもちろん経営の現場に携わる人、さらにはこれから土木建設業界に入るべく勉強している人にも、マネージメントの入門書として最適な書である。

A 5判 545頁 定価10,300円

# 水理公式集例題集

B 5判 310頁 定価7,210円

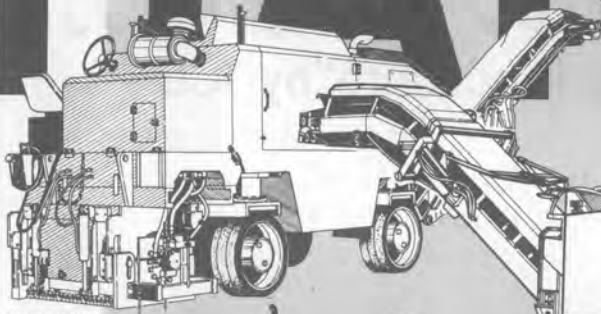
# トンネル標準示方書

山岳編・シールド編・開削編

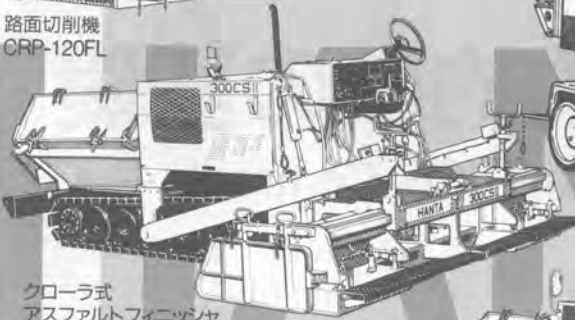
B 5判 各冊200～220頁 定価 各4,944円

# HANTA

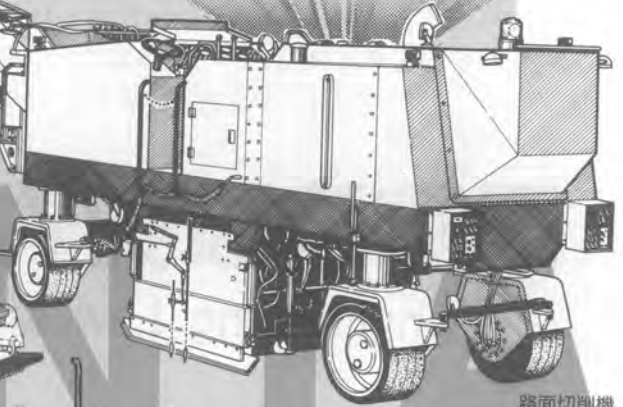
道路とともに進化する



路面切削機  
CRP-120FL



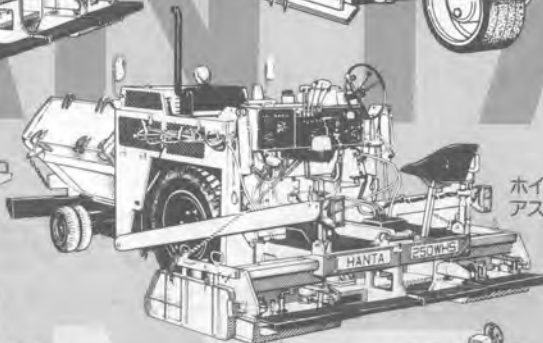
クローラ式  
アスファルトフィニッシャ



路面切削機  
CRP-160L



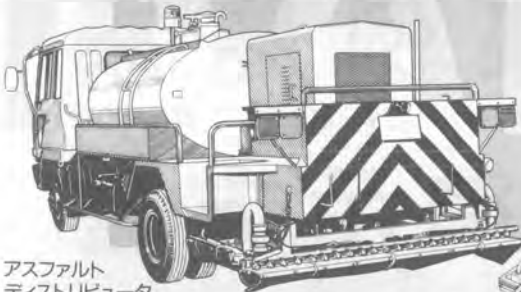
凍結防止剤散布車



ホイール式  
アスファルトフィニッシャ



リミキサ  
HRM-4500



アスファルト  
ディストリビュータ



アスファルトエンジンスプレヤ

CSM-15H

ロードヒータ  
RH-450

自動カバー

SB-F II

**範多機械株式会社**

本社営業部/大阪市西淀川区御幣島2丁目14-21 ☎(06)473-1741  
 東京営業所/東京都板橋区三園1丁目50-15 ☎(03)3979-4311  
 福岡営業所/福岡市博多区博多駅南3丁目5-30 ☎(092)472-0127

# TOKIRON

低騒音で優れた耐久性、より経済的なリンク！  
トラックピンとブッシュの間に密封されたオイルの効果

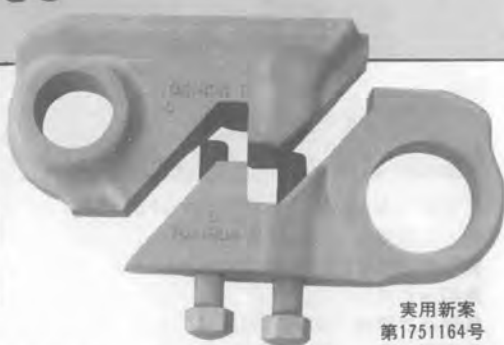
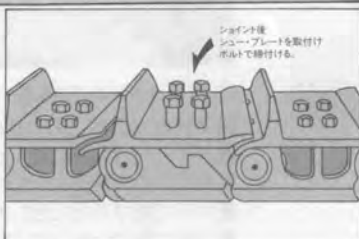
## オイル密封潤滑式 ソルト リンク

省資源、無公害が要求される新時代に  
マッチした、タフなリンクのエースです。  
ますます多様化、高度化する農業、土木、  
港湾建設工事を足元から支え、安全性と  
経済性を追求した信頼の高いリンクです。



## マスター リンク

安全、簡単、強靱！  
リンクの取付作業が安全  
且つスピーディーに出来  
ます。ダイナミックな噛  
み合わせ構造により作業  
現場での省人化、スピー  
ド化を安全に果す、ゆる  
みのこない頑丈なマスターリンクです。



トラック・リンクはトキロンへ

### 〈営業品目〉

- 建設機械足廻り装置一式
- リンク・ピン・ブッシュ・シュー
- その他足廻り部品



株式  
会社

東京鉄工所

本社 〒140 東京都品川区南大井6-17-16(第二藤ビル)  
☎(03)3766-7811 FAX.(03)3766-7817  
土浦工場 〒300 茨城県土浦市北神立町1-10  
☎(0298)31-2211 FAX.(0298)31-2216



# マサゴの電動油圧式バケット

8.0M<sup>3</sup>鉄鉱石用電動油圧グラブバケット



2.0M<sup>3</sup>岩石用電動油圧ポリリップ型バケット

## グラブバケット・ポリリップ型バケットの特長

- どんなクレーンにもつけられる。
- 操作が極めて簡単。
- 掴み力が大きい。
- 機構が簡単で故障が少ない。
- 強度が強く、頑丈である。
- 耐摩耗性が高く長もちする。



電動油圧木材グラップル

## 木材グラップルの特長(特許出願中)

- 電動機が小さいので使用電力が少ない。
- 開閉速度が非常に速いので高効率。
- 掴み力が大きい。(小さくも出来る切換式)
- 保持性能が非常に良いので安全である。
- 油温上昇が小さいので連続使用出来る。
- 本体が非常に頑丈に作られているので安心。
- 油の寿命が長くなるような設計なので、油交換が少なくてすむ。



バケットの専門メーカー

# 眞砂工業株式会社

柏事業所 千葉県東葛飾郡沼南町沼南工業団地  
電話(沼南)0471-91-4151(代) 千270-14  
大阪営業所 大阪市北区芝田2-3-14 (日生ビル)  
電話(大阪) 06-371-4751(代) 千530  
本社 東京都足立区南花畑1-1-8  
電話(東京)03-3884-1636(代) 千121

# 多芸多才の マルチタレント

価格従来形式の1/2!

## TAIYU **DISTRIC**

ワイヤーロープ式多目的コンクリート打設装置

TAIYU-<sup>ディストリック</sup>**DISTRIC** は従来のディストリビューターのイメージを一新。構造をより単純化、シンプルにし、かつ機能は飛躍的にアップ。コンクリート打設を主目的にオプションとしてクレーン機能も兼ねそなえました。

### ★本四架橋でも偉力を発揮

本機はワイヤーロープ式でありますので……

- 各部材が小さく軽量
- ブーム先端部の移動が自在
- ブーム屈曲によるワイドな作業空間
- 合理設計による大幅なコストダウン
- 各機構をシンプル設計しているの、メンテナンスは非常に楽々



(本四架橋現場設置例)

### TAIYUのコンクリート打設関連機器

※オプション、特殊仕様等なんなりとお申しつけ下さい。



●手動式ディストリビューター




●油圧式ディストリビューター



●コンクリート分岐バルブ

さらなる安全とクオリティを求めて  
TAIYUは生まれ変わります

旧社名  大裕鉄工株式会社

新社名



我々は身も心も一新してスタートします—

CREATIVE ENGINEERING

# TAIYU

大裕株式会社

〒572 大阪府寝屋川市点野4丁目11-7  
TEL(0720)29-8101代 FAX(0720)29-8121



“あら、もう?!”

…といわれる **頼もしい** 実力です。

何といてもホイールローダはカッコが良くて、安全で、乗り心地が良くて…そして…応答性が良くて、強力で、操作が簡単なことが一番!

《フルカワのホイールローダ》は、そんなよくばりにピッタリ。

“アッ”というまにシゴトをやっのけます。

### Technology To Our Future

	バケット容量	定格出力	機械重量
FL35-II	0.35	28	2,380
FL50-I	0.5	38	3,300
FL80-IIS	0.8	56	4,700
FL120-II	1.2	87	7,290
FL150-I	1.5	105	9,260
FL160A	1.6	105	9,175
FL200-I	2.0	135	12,775
FL270-I	2.7	180	15,055
FL330-I	3.3	220	19,265
FL460	4.6	300	28,500



# FL120-II

アーバン ホイールローダ

## 古河機械金属

本社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 ☎(03) 3212-0484

大阪支社 ☎(06)344-2531 名古屋支店 ☎(052)561-4586  
 岡山建機センター ☎(0862)79-2325 名古屋建機センター ☎(0568)72-1585  
 九州支店 ☎(092)741-2261 仙台支店 ☎(022)221-3531  
 九州建機センター ☎(092)924-3441 東北建機センター ☎(022)384-1301  
 札幌支店 ☎(011)785-1821 壬生工場 ☎(0282)82-3111  
 北海道建機センター ☎(011)784-9644 古河建機販売 ☎(0484)21-3733

# 道路建設・維持補修

## 路面切削機

アスファルト/コンクリート、舗装面を  
ヒーターなしで切削する。

型式: MRH-50

切削材を自動的に車に積載

型式: MRH-60



### アスファルト路面補修車

- 路面の穴埋に
- 凹凸面の補修転圧に
- 簡易路面舗装に



### アスファルトディストリビューター

- 道路建設に
- 道路の維持補修に
- 高粘度液剤散布に



株式  
会社

堀田鉄工所

本社工場 名古屋市中川区十番町6丁目3番地  
〒454 電話 (052) 651-3361(代)  
FAX (052) 661-2904

掘削・穿孔用

地盤改良・路面切削用



掘削機用カッタービット

パーカッションビット

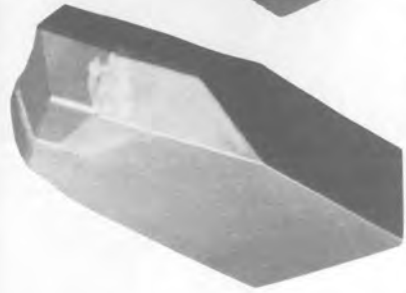


特殊ビット類の販売

トヨミツのビット



アースオーガービット

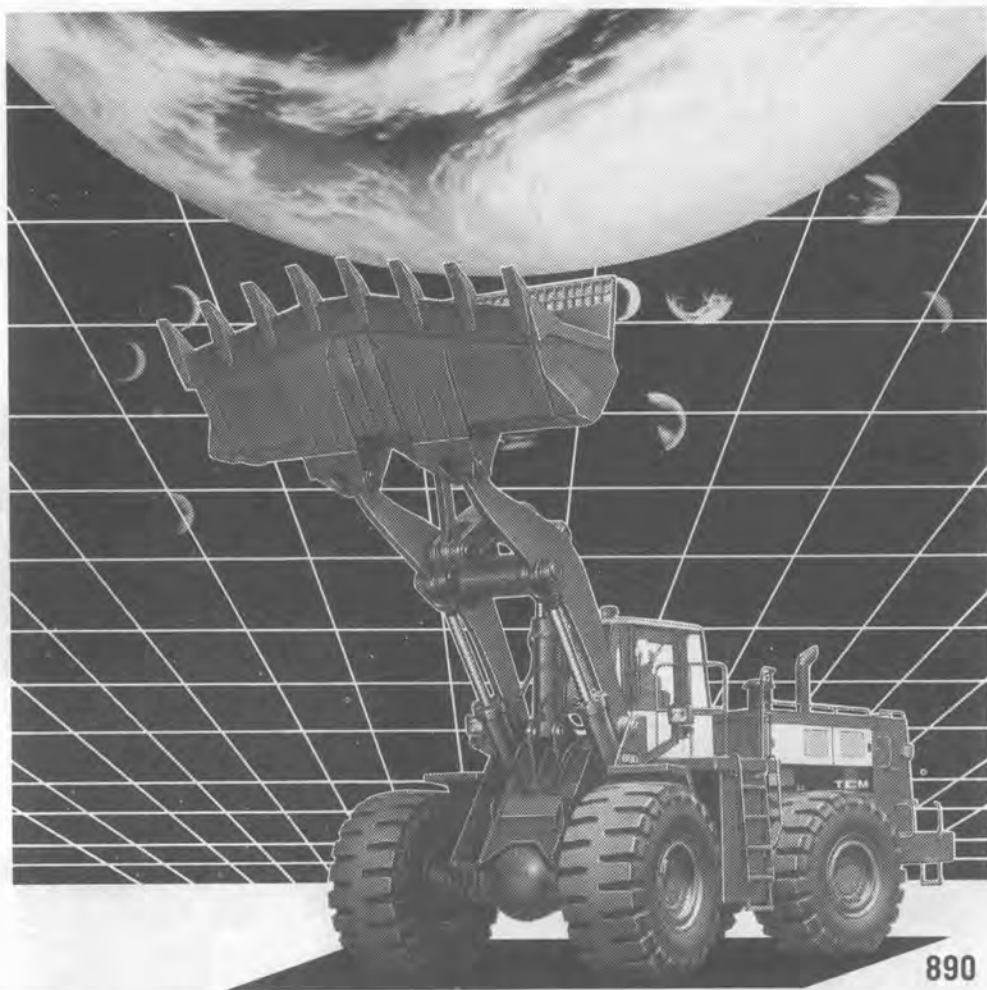


ビットの修理加工

各種ビット類の修理加工

株式会社 トヨミツ 〒210 川崎市川崎区小田5-15-11  
Tel.044-333-2858 Fax.044-333-5959 杉浦

# Gマーク連続選定で優秀性を実証!



4年連続選定/ 確かな技術が大きく評価されました。

技術の独創性と優秀性が高く評価されて、TCMホイールローダ800シリーズが、4年連続で通産省「グッドデザイン商品」に選定されました。居住性、耐久性、作業性、安全性、そして経済性を徹底的に追求。「ほんとうに使い易い製品を」というTCMの思いを結晶させた成果です。Gマークで実証されて800シリーズは、いまホイールローダの頂点へ。

#### ■800シリーズGマーク選定商品

- 1986年度選定/870(バケット容量:3.5m<sup>3</sup>)
- 1987年度選定/830(バケット容量:1.2m<sup>3</sup>)
- 1988年度選定/815・820(バケット容量:0.6m<sup>3</sup>・0.8m<sup>3</sup>)
- 1989年度選定/890(バケット容量:5.5m<sup>3</sup>)

## TCM 東洋運搬機

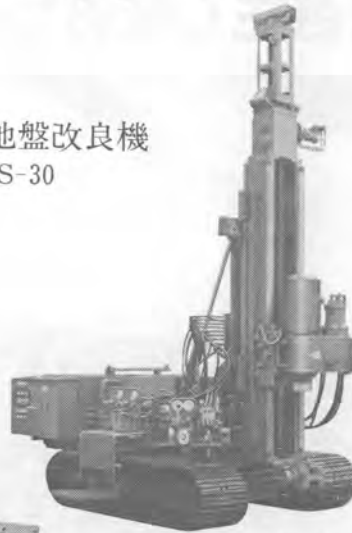
本社 〒550 大阪市西区京町堀1-15-10 東京支社 〒105 東京都港区西新橋1-15-5  
☎06(441)9141 ☎03(591)8175

# TCMホイールローダ

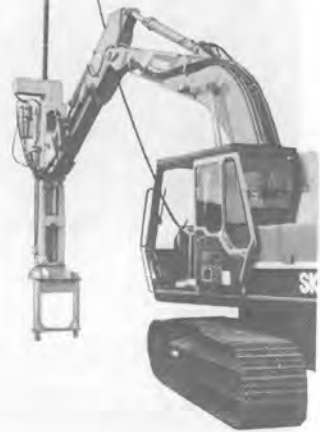
NEW800シリーズ/808A・810A・815・820・830・835・840・850・860・865・870・880・890

# YBMは地盤改良の システムメーカーです

自走式地盤改良機  
SS-60/SS-30

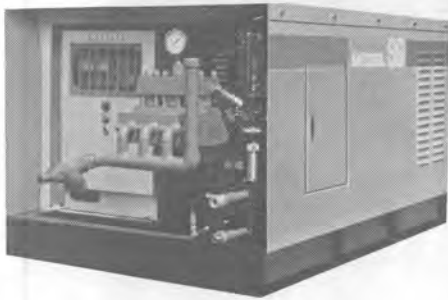


バックホウ搭載型  
地盤改良機  
SS-60BH  
SS-30BH



ジェットグラウト  
ポンプ

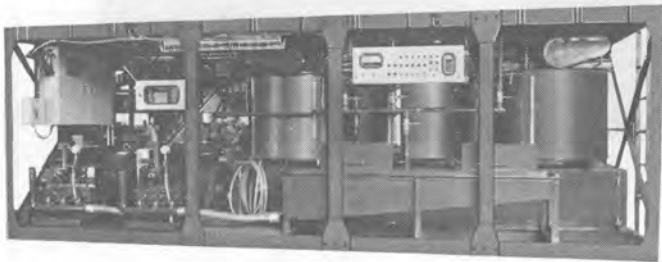
SG-75  
SG-100



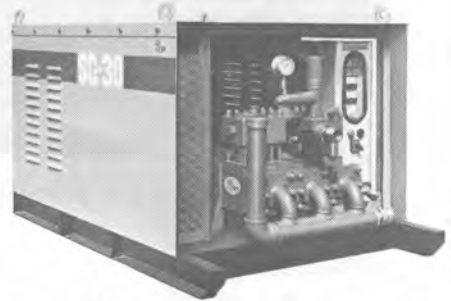
グラウト流量計  
YMF-120A



地盤改良プラント  
SMP-360



高圧注入ポンプ  
SG-30V



**YBM**の地盤改良システムは、空港・港湾・河川・都市土木等未来を見つめた工事に活躍しています。



製造元 **株式会社 吉田鉄互所**

YOSHIDA BORING MACHINE MANUFACTURING CO.,LTD.

本社・工場 佐賀県唐津市原1534 TEL.(09557)7-1121 〒847

FAX.(09557)7-0535 TELEX.747628 YBM RIJ

東京支社 東京都港区芝大門1丁目3番地6号(喜多ビル3F) TEL.(03)3433-0525 〒105

FAX.(03)3433-0524 TELEX.02427142 YBM TOK

# 豊富な実績

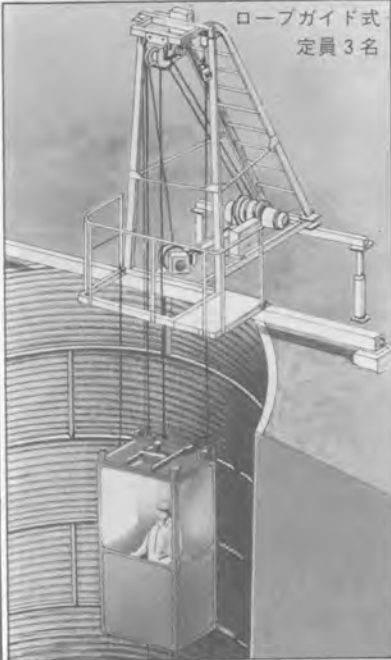
工事用  
エレベーター

大幅な

# カホ製品

能率up!

スロープカー



定員  
4名～8名  
登坂能力  
30°



オートリフト



バケット容量 0.15～2.0m³

工事用モノレール



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 TEL 0948-72-0390(代)  
東京支店 TEL 03-3295-1631(代) 札幌営業所 TEL 011-561-5371 仙台営業所 TEL 0222-62-1595  
大阪営業所 TEL 06-3241-1671(代) 広島営業所 TEL 082-247-1790

発売元



日鉄鉱業株式会社  
日鉄鉱機械販売株式会社

本社 東京都千代田区神田駿河台2丁目8(瀬川ビル7F) TEL 03-3295-2462(代)  
北海道支店(011)561-5371 東北支店(0222)65-2411 大阪支店(06)252-7281 九州支店(092)711-1022



# 4段折用



## ブーム車は4段の時代へ——

豊かな納入実績に培われた多彩な技術。その確かな技術をもとに、クラス最長24.5m、M型4段屈折ブームを搭載したコンクリートポンプ車が誕生しました。M型ブームの搭載により、手前から遠くまで最短経路でスムーズに移動でき、扱い易さが大幅に向上しました。ロングブームの搭載にもかかわらず、車両全長は3段ブーム車と変わらず、機動性や走行安全性を確保しています。

## M型4段ブームは極東開発だけの技術

4段ブーム搭載のコンクリートポンプ車は、高所打設に優れた圧送性能を発揮するピストンクリートPY110-25(写真)と、操作性・経済性で定評あるスクイズクリートPH75-25の2機種。極東開発の卓越した技術を証明する最新型コンクリートポンプ車です。

 **極東開発工業株式会社**

本社  
西宮市甲子園口6-1-45 〒663 TEL(0798)66-1000  
営業本部/コンクリートポンプ部  
東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル24F 〒105 TEL(03)3435-5351

世界へ、未来へ、加速します。



シビルステーションCS-20はデジタルセオドライトと光波距離計を一体化!

水平角・鉛直角をデジタルで表示

20°/10' 切換可能

水平距離を一発で表示

mm/cm切換可能

小さく軽くまとまりました

本体4kg・内部電源0.3kgの超軽量を実現。

トランや巻尺並みに手軽に扱えます。

とても簡単です

機能・性能を必要最小限に凝縮。

複雑操作なしで、誰にでもお使いいただけるシンプル測量機です。

こんな組合せで即作業

ピンボールプリズムセット3型があれば、

すぐにでも測量作業が行えます。

(高い精度で距離測定を行う場合は、

1素子プリズムセットを御使用ください。)

トランと巻尺はもういららない?



新製品

シビルステーションCS-20

Civil Station

株式会社 **トプコン** 〒174 東京都板橋区蓮沼町75-1 ☎03(3966)3141(大代表)

札幌営業所 011(726)7051

東京営業所 03(3966)3220

金沢営業所 0762(23)7061

高松営業所 0878(21)1155

仙台営業所 022(261)7639

横浜営業所 045(313)3170

大阪営業所 06(541)8467

福岡営業所 092(281)3254

高崎営業所 0273(27)2430

名古屋営業所 052(971)1381

広島営業所 082(247)1647

鹿児島営業所 0992(25)5811

# マルチ式合材サイロ登場リサイクル合材大切に!

## NLC合材サイロ導入で、こんな大きなメリットが!

省エネ 出荷量が少ない場合にはサイロだけでOK。  
 能力UP 早朝の出荷ピーク時には、プラント、サイロの同時運転で出荷能力が大巾にUP。  
 無公害 夜間、早朝等、騒音公害地域ではサイロのみの運転でOK。

### さらに、NLC合材サイロだけの大きな特長! 千万円台合材サイロ供給実現。

#### •コンパクト (簡易式 $\frac{1}{3}$ )

コンパクト設計により、地上高も低く、どんな場所でも移動可能。

#### •低コスト (誘導加熱)

徹底した省エネ設計により、低コストが実現。

#### •強制排出 (二次混合)

合材排出には、当社独自の強制排出スクリューを使用し、ゲート部分の詰まりを解消。

#### •品質管理 (加熱セパレータ)

特殊電気加熱及び自動コントロールにより、低ワット密度が実現。  
 スクリュー二次混合によりバラつき防止。

#### •自由設計 (組立自由)

どんな場所でも自由なレイアウトが可能。

#### •サテライト (マルチ式)

6種類に分け敷地に合せ自由に使用出来る。

マルチ式組立例 (現場に合わせた自由設計)



#### 1. サテライト方式 (AP→ダンプ→サイロ→出荷)

サイロ設置場所が自由に選べます。サイロの数を増やすことにより、異った種類の合材を出荷できます。また、計量器の増設も簡易です。



#### 2. トロリー方式 (AP→トロリー→サイロ→ベルコン→出荷)

連続運動ができ、合材出荷に合わせ投入が簡易にできます。少量の合材出荷も容易です。



#### 3. ベルコン投入方式 (AP→トロリー→ベルコン→サイロ→出荷)

設置場所が自由に選べ、またサイロ容量も比較的の自由です。計量器の増設も可能です。



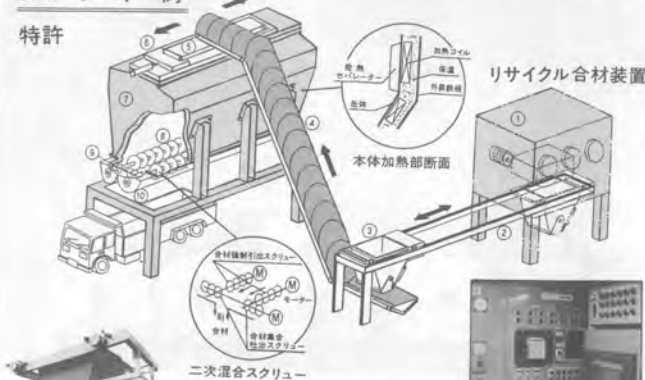
#### 4. ホットエレベーター方式 (AP→トロリー→エレベーター→サイロ→出荷)

設置場所をとらず、敷地を有効に利用でき、サイロの増設、計量器の取付も容易です。

•オプション (フル装備可能) 豊富なオプションの取りつけで、グレードUPが可能。

フローシート一例

特許



自動制御盤

全自動システム明細

- ① AP 本体
- ② トロリーガイドレール
- ③ トロリーホッパー
- ④ 耐熱ベルコン
- ⑤ 可逆ベルコン
- ⑥ 密閉式投入ゲート
- ⑦ サイロ本体
- ⑧ 合材強制引出スクリュー
- ⑨ 合材集出スクリュー
- ⑩ 排出ゲート

トロリーホッパー



サイロ本体

製造元 日東技研株式会社

TEL.03(632)9940

総販売元

株式会社 **ニチユウ**

〒141 東京都品川区西五反田7-1-10 ☎(03)3492-0051(代)

# アスファルトプラント L・Cアスファルトタンク オンリータンク

ユーザーの熱い要望に応え、アスファルトタンク(低周波誘導加熱)のパイオニア・ニチユウが新たに開発したL・C(Low Cost)アスファルトタンクは、イニシャル及びランニングコスト両面よりさらに追求し、安全性・信頼性等、優れた性能が集約された、超省エネタンクの決定版です。

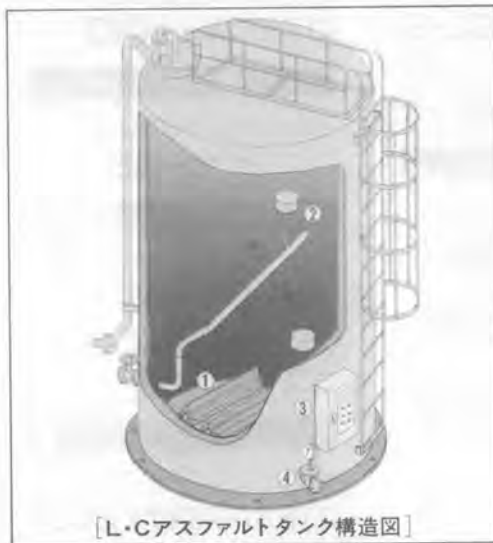
省力エネルギー(キロワット表)

タンク機種	熱交換器容量(KW)	建値価格(円)
10 トン 1基	7	1,750,000
20 トン 1基	12	2,660,000
30 トン 1基	20	3,450,000
50 トン 1基	32	

ランニングコスト年費比較表(例算=20トンタンク2基)

項目	加熱方法	H・Oヒーター方式	L・Cアスファルトタンク
重油量		15,000,000	0
電気料金		100,000	2,200,000
媒体油		350,000	0
計		15,450,000	2,200,000

年間差額は、15,450,000-2,200,000=13,250,000円/利益  
 ●インターロック、タイマー、SCバック方式を加えると、さらに年利益は増加します。



[L・Cアスファルトタンク構造図]

## L・Cアスファルトタンクの4大特徴

### 1 電気熱交換器

熱工学に基いた超熱交換器は、熱工学産業の技術を結集し、従来のヒータータンクに比べ20%アップ(他社比)した超高効率熱交換器がタンク内部加熱における省エネのすべてをものがたることが出来ます。

### 2 フロート式吸入口

タンク内部アスファルト量により自動的に上下に動作し、常に適温のアスファルトを保ち、供給します。又、タンク温度センサーは吸入口よりアスファルト温度をキャッチし、ロスのない加熱方式を採用しているのが特徴です。

### 3 ノーマンコントロール盤(自動温度制御盤)

一目でタンク温度状態を把握し、まったく無駄のない温度制御を致します。又、24H-168Hのタイムセット、インターロックにより省エネ方式を最大に取り入れたノーマンコントロール制御盤です。

### 4 レベル計(アスファルト残量指示計)

従来のフロート式レベル計に比べ、まったく故障及び動作不良がない圧力変換式連続アナログレベル計で目盛による広角型計測器です。

◎当社独自のシステム開発により専門家が省エネをTRモニターによりテープ記録をとり、その記録にしたがって電気の使用方法を総合的に診断し、適切なアドバイスを致します。

●●●●ぜひ御一報、御利用下さい。●●●●

[前田グループ省エネ推奨受領]

割賦販売も御利用下さい。  
 設備後、メリットの算出したお支払い方法をご利用下さい。

## 省エネ診断

■高効率電気使用方法  
 を見出すモニター  
 テープ記録

動力 3φ 500KVA

電灯 1φ 20KVA

合計 520KVA



株式会社 **ニチユウ**

〒141 東京都品川区西五反田7-1-10 ☎(03)3492-0051

持ち味を活かして  
取揃えました。

シエフのおすすめ!!



**ディーゼルエンジン油**

ロングドレーン型ディーゼルエンジン油

**コスモディーゼルSPCD**

CE級マルチディーゼルエンジン油

**コスモディーゼルハイメリットCE**

省エネ型ディーゼルエンジン油

**コスモディーゼルハイメリット**

ディーゼルエンジン油

**コスモディーゼルCD**

**建設機械用ギヤー油**

ギヤー油(GL-5)

**コスモギヤーGL-5**

ギヤー油(GL-4)

**コスモギヤーGL-4**

**油圧作動油**

ロングライフ型油圧作動油

**コスモハイドロAW**

低温型油圧作動油

**コスモハイドロLF**

省エネ型油圧作動油

**コスモハイドロHV**

**難燃性作動液**

水-グリコール系難燃性作動液

**コスモフルードHQ**

**工業用ギヤー油**

省エネ型工業用ギヤー油

**コスモギヤーSE**

**コンプレッサー油**

往復動式空気圧縮機油

**コスモレシプロ**

回転式空気圧縮機油

**コスモスクリュ**

**工業用グリース**

極圧グリース

**コスモグリースダイナマックスEP**

溶剤希釈型ギヤーコンパウンド

**コスモギヤーコンパウンドスペシャル**



★潤滑油に関する資料は、下記宛にご請求ください。

 **コスモ石油株式会社**

〒105 東京都港区芝浦1丁目1番1号 東芝ビル(潤滑油部)

安全で合理的な  
高所作業を実現します。

導入のご検討から、  
ご利用前の安全講習会まで  
お気軽にお申しつけください。

貸します



建機  
レンタルの  
CNE RENTAL 新電気

行きたい高さに、どきます。  
行きたい高さに、のびせます。



新電気は平成3年5月15日より社名を  
「株式会社アクトィオ」に変更致します。

CNE 新電気株式会社®

本社 千101 東京都千代田区岩本町1-5-13 秀和第2岩本町ビル  
電話 03-3862-1411(代表) FAX.03-3861-7544 営業本部

東京地区 ☎03(3687)1411  
北関東地区 ☎0486(23)2748  
千葉地区 ☎0436(43)3511  
水戸地区 ☎0292(82)0788  
横浜地区 ☎045(335)5030

名古屋地区 ☎0568(77)6220  
大阪地区 ☎06(554)0212  
南東北地区 ☎022(285)3111  
北東北地区 ☎0196(41)2813  
北陸地区 ☎025(283)1411

エンジニアリング事業部 ☎03(3864)7611  
情報システム事業部 ☎0489(28)9951  
新電気工業務 ☎03(3688)8721  
長野新電気務 ☎0262(73)1411  
山梨建機レンタル務 ☎0552(66)5420

# 次の時代を見つめると アスファルトプラントは、こうなる。

## 最先端技術を30年の実績で磨いた新しい形。



進展する自動車社会、多極分散型国土の形成、地域社会の活性化……と、道路整備はいま急務とされ、その長期計画も着々と実現化しています。こうしたニーズに適応するのが、日工のBIG TOP。大容量ホットビンやOA生産システム、リサイクル設備など、多品種少量生産に即応できる環境適応形。30年の実績をベースに、もてる技術を結集して開発した自信作です。

- 多品種少量生産が可能な大容量ホットビン●コスト低減を実現するヒートバックドライヤ●高精度電子計量システム●コンピュータ集中管理●45'羽根のスバイラルフローミキサ

合材販売専用  
BoNDシリーズ

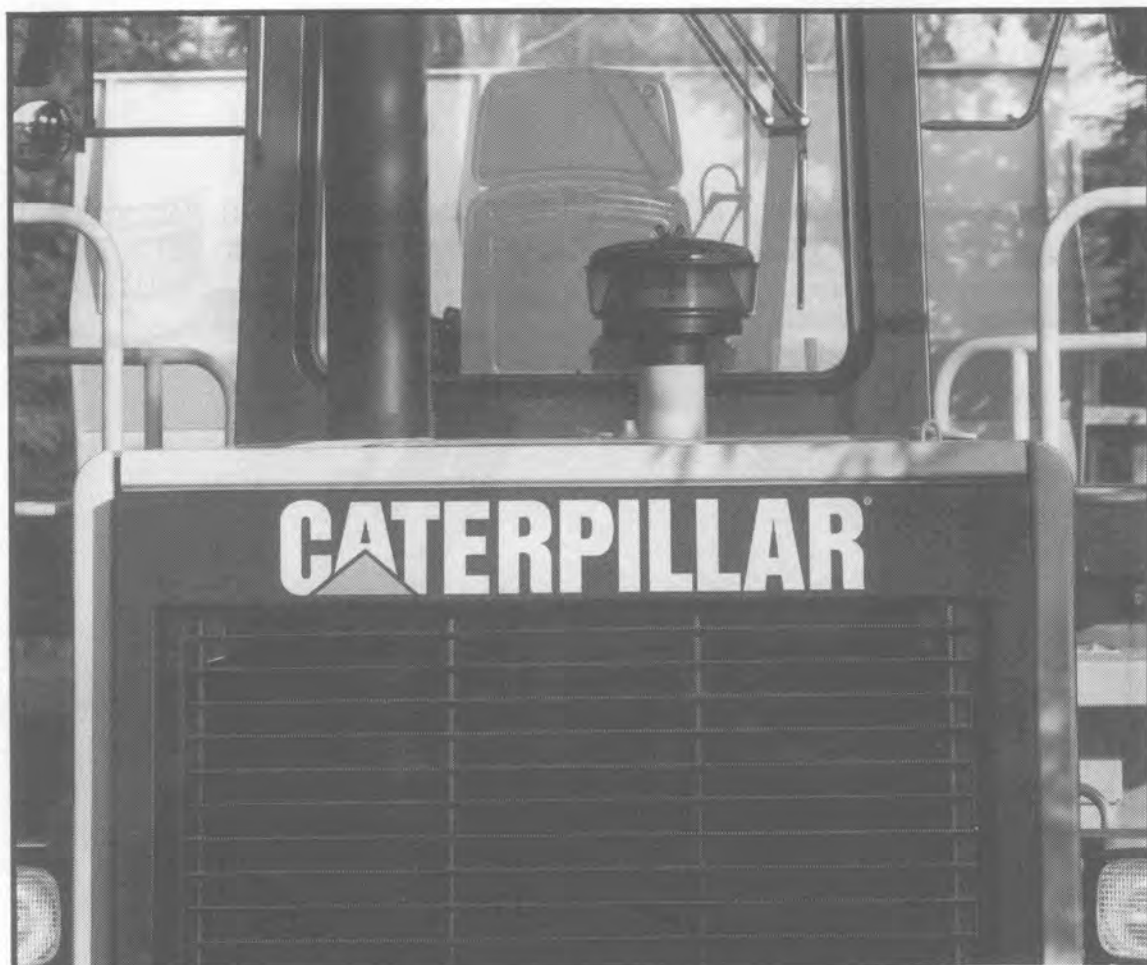
# BIG TOP

## 日工株式会社

本社/〒674 明石市大久保町江井島1013-1 TEL(078)947-3131代

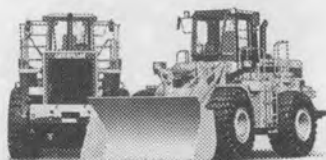
■営業所  
北海道(011)231-0441 東北(022)266-2601 東京(03)3294-8129 長野(0262)28-8340 東海(052)203-0315  
北陸(0762)91-1303 近畿(06)323-0561 近畿西(0752)88-3301 中国(082)221-7423 四国(0878)33-3209  
九州(092)574-6211 南九州(0992)26-2156 ■出張所/松山(0899)33-3061

東京技術サービスセンター TEL(0471)22-4611 明石技術サービスセンター TEL(078)947-3191



## 世界が、追いかける。 新950/新966、誕生。

これは、ニュースです。あの名車が、変わった。  
 世界中のライバル達が、再びその背中を見ます。新しい950/966の登場。  
 操作は、いっそう軽く。運転環境は、より人の気持ちに近く。  
 その快適さの中で操る、さらに向上したエンジン出力、けん引力、油圧力。力強さが、繊細に反応します。  
 ……というように、いくつも言葉を重ねるより  
 「新950/新966、誕生。」このひと言が、すべてを語ります。  
 950F/966F、ホイールローダの新しい規準の誕生です。



CAT<sup>®</sup>ホイールローダ

# 950F | 966F

3.1m<sup>3</sup>/172ps/16,100kg 3.8m<sup>3</sup>/223ps/20,300kg



定機本部 〒107 東京都港区赤坂八丁目1-22 TEL.03-5474-6833

CATERPILLAR(キャタピラー)及びCATはCaterpillar Inc.の登録商標です





**APOLLOIL**

出光

FINEST LUBRICATING OILS FOR CONSTRUCTION MACHINERIES

**アポロイル スーパーディーゼルマルチ**

建設機械用高性能マルチグレードオイル CD<sub>Class</sub> 10W/30, 15W/40



油種統一・省燃費で工事コストを削減!

●エンジンに

●油圧システムに

●パワーシフトトランスミッションに

出光興産株式会社 〒100 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号 ☎<03>3213-3145

# サンエーの 濁水処理装置

## SAF-1015

**新製品**

**(超高速造粒沈澱濃縮装置)**

建設工事用の濁水処理装置として、新しい凝集理論と独特の造粒技術からなる、画期的な造粒沈降性能を備えたコンパクトな「パッケージ型濁水処理装置」が完成

**■特長**

**1) 超高速の沈降分離**

独特の凝集方式と造粒機構の採用により、従来装置の約10倍に及び超高速の沈降分離を行います  
大きな分離速度が得られるため、装置はきわめてコンパクトです

**2) 安定した処理性能**

スラリーブランケットゾーンが高濃度のため、懸濁物の捕捉力が強く、処理水水质が良好で、原水の水量、水质の変動に対しても処理性能はきわめて安定しております

**3) 経済性の向上**

超高速分離に加え、全ての機構を共通スキット上に組み込み、コンパクト化された小型装置であるため、敷地面積がきわめて少なくて済みます また、工事の進捗状況に応じた装置の移動も容易です

**4) 優れた操作性**

スタートアップが非常に早く断続運転もスムーズに行えます  
運転再開後は短時間で良好な水质が得られ、維持管理もきわめて容易です

**5) 高濃度の排泥**

排出スラッジは造粒化により高い密度の粒子となるため、濃縮部での圧密性が高く高濃度で排出されます  
従って、スラッジ搬出容量を少なく出来ます

**6) 炭酸ガス中和の採用**

炭酸ガス中和は従来の無機酸中和に比べ反応時間が早く、PHの戻り現象も生じません  
また、過剰注入の場合でもPHは5.8以下になることなく、運転管理上も安全、無害です

**7) 小型軽量シンプル設計**

狭い場所でも濁水処理が行なえる装置とするため、特に必要としない排出スラッジの脱水装置は処理本体と別にし、必要な場合に組み合わせる方式としました  
これにより本体は非常にシンプルで小型軽量の使いやすい装置となっています

**■装置要項**

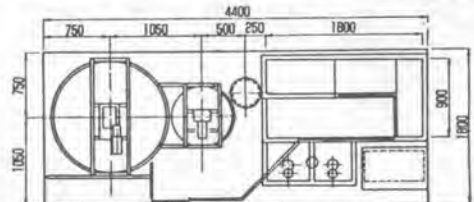
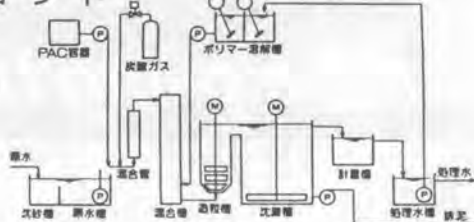
標準処理量	15m <sup>3</sup>	中和方式	炭酸ガス(装備)
原水水质	SS:1000~5000ppm PH:11		ポンベ 30kg・4本)
処理水质	SS:25ppm以下 PH:5.8~8.6	電源供給	3相200/220V 8kW
重量	搬送:3.5t 運転:10t		

注意：寒冷地や凍結が予想される時期は必ず凍結防止の手段を構じ下下さい

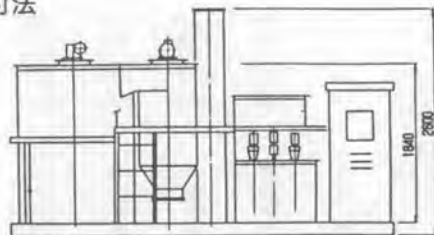
**■用途**

建設工事全般の排水処理

**フローシート**



**装置寸法**



安全と信頼  
**SANEE**

**サンエー工業株式会社**

本社 〒176 東京都練馬区羽沢3-39-1 ☎03-3557-2333 FAX03-3557-2597  
本社営業部 千葉・京浜・北関東・茨城・仙台・青森・北海道・名古屋



**[HAMMER OPERATIONS]**

- PILING above and under water.
- BATTERED PILING.
- EXTRACTION.
- ROCK BREAKING.
- COMPACTION.



TRANS-TOKYO BAY  
HIGHWAY PROJECT.



# IHC Hydrohammer-the unique piling hammer

TYPE		S-35	S-90	S-200	S-500	S-2300
<b>OPERATING DATA</b>						
Max pile energy /blow	kNm	35	90	200	500	2,300
Min pile energy /blow	kNm	2	3	7	20	230
Blow rate(max energy)	bl/min	60	50	45	45	45
Max blow rate	bl/min	130	130	100	100	80
PEW ratio	kNm/ton	5.6	8.2	8	7.9	8
<b>WEIGHTS</b>						
Ram	ton	3.3	4.5	10	25	101
Hammer(in air)	ton	6.3	9.2	22.5	57	234
Flat-bottom anvil	ton	0.7	0.8	3.5	8	33
Pile sleeve incl. ballast	ton	3.5	4.2	9	16	20
Total weight in air	ton	10.5	14.2	35	74	288
Total weight submerged	ton	8.3	11	25	64	225
<b>DIMENSIONS</b>						
Outside dia. of hammer	mm	610	610	915	1,220	1,830
Length of hammer	mm	5,600	7,880	8,900	10,140	17,540
Sleeve for piles up to(Ø)	mm	760	915	1,220	1,520	2,740
Length of pile in sleeve	mm	1,220	1,520	2,650	3,470	5,000
Length of hammer with sleeve and ballast	mm	7,300	9,900	12,000	14,120	22,540
<b>HYDRAULIC DATA</b>						
Operating pressure	bar	200	280	200	300	250
Max. pressure	bar	350	350	350	350	320
Oil flow	l/min	150	220	700	1,400	4,000
Power pack	kW	85	140	450	800	2,600
Hydraulic hose(ID)	mm	25	32	50	2 × 55	2 × 152

※S-70-250-400-800-1000-1600-2000-3000 types are also available.  
 ※Subject to change without notice.

The Hydrohammer - an universal hydraulic piling hammer - is suitable for use on land and offshore, both above and under water.

The machine's most outstanding features include great controllability of the impact energy and a small number of assembly component parts. The dead weight of the piling hammer is small in relation to the impact energy generated.

The net impact energy delivered to the pile is measured at each stroke and displayed

on a control panel.

Thus, it can be continuously controlled at from 10 to 100 percent of the maximum value throughout the piling operation.

The piling hammer is modular in structure and its components can be quickly replaced.

Only a small number of spare parts are required.

No mechanical joint, hose or any other connection is used inside the hammer, which helps ensure great reliability in operation.

IHC Hydrohammer  
(Netherlands)  
JAPAN AGENT



株式会社 森長組  
MORICHO CORPORATION

本社：兵庫県三原郡南淡町賀集501番地  
〒656-0055 ☎(0799)54-0721(代)



私のうでは、おりこうです。

中川安奈

ランディが、また一歩人間の動きに近づいた。

エレクトロニクス時代の指標となるマシーンを追求する日立建機の夢が、いま、ここに開花した。その名も「スーパーランディ」。エンジン、油圧ポンプ、コントロールバルブを総合的に電子制御するELLE(Electronic Load-sensing Excavation)システムの開発によって、従来のショベルとは一線を画すハイパフォーマンスを実現。正確で素早いレスポンス、やさしくシンプルな操作性、そして自由自在な複合動作と緻密なショベルワーク…。その、流れるように優美な動きは、まるで血の通う人間を彷彿させる。より洗練されたアーバンフォルムの中にヒューマンなポテンシャルを秘めて、新登場「スーパーランディ」。ショベル新時代を予見する、日立建機の新しい進化の姿です。



コンピュータで制御する自由なカスパーランディ登場

**SuperLandy**



**日立建機**

日立建機株式会社 東京都千代田区大手町7-6-2(日本ビル)  
〒100 ☎ダイヤルイン (03) 3245-6261

# KOBELCO

680—900mmに車幅自動伸縮・宅内宅外これ1台

ボーダレスショベル

## Borderless

SK007

●バケット容量:0.02m<sup>3</sup>  
●輸送時重量:730kg●最大掘削深さ:1,560mm

定価 180万円



もう人間にスコップを持たせる時代ではありません。  
世界最小の油圧ショベル(スーパースコップ)。  
また、450kg級の仕事も700kg級の仕事も  
1台でこなす(ボーダレスショベル)。  
小規模掘削工事の機械化がますますできます。



SS1は「90 グッドデザイン選定商品」です。



全国管工事業協同組合連合会ご推薦機種

全幅500mm・軽トラック横積みサイズ・能力5人カ

スーパースコップ 定価 108万円

**SS1**  
●標準バケット容量:0.007m<sup>3</sup>  
●機械重量:275kg  
●最大掘削深さ:1,015mm

全幅460mm・ライトバン搭載サイズ・能力3人カ

スーパースコップ 定価 76万円

**SS1/2**  
●標準バケット容量:0.004m<sup>3</sup>  
●機械重量:185kg  
●最大掘削深さ:820mm

### ◆ 神鋼コベルコ建機

本社 〒150 東京都渋谷区神宮前6丁目27番8号 TEL(03)3787-7113

●北海道支店: TEL011-862-3433 ●東北支店: TEL0223-24-1141 ●北関東支店: TEL0273-52-1170 ●東京支店: TEL0473-28-7111  
●南関東支店: TEL045-521-2661 ●北陸支店: TEL0762-76-2331 ●中部支店: TEL052-503-1201 ●近畿支店: TEL06-419-8866  
●中国支店: TEL0824-23-2711 ●四国支店: TEL0878-74-2111 ●九州支店: TEL092-503-4111 (お問い合わせは最寄りのSS係まで)

# 「エンジンの三菱」です。

自動車用エンジンで実証済みの技術を十二分に生かした確かな品質。  
 △三菱産業用エンジンは高出力・高トルク・低振動に加え、耐久性や経済性も抜群です。その信頼性は伝統を誇る「エンジンの三菱」ならではの。また全国ネットのサービス網による完ぺきなアフターサービスが安心をお約束します。



- 2.6l~16lまで多彩なパワー・バリエーション。
- 自動車の技術を生かした高品質なエンジンづくり。
- 大量生産により、高度な均一性を低コストで達成。

幅広いパワーレンジ。豊富な機種。



6D22-TC型インタークーラー付直噴エンジン

## 三菱産業用エンジン

三菱自動車工業株式会社 本社産業エンジン部  
 東京都港区芝五丁目33番8号 〒108 ☎03(3456)1111

New Motoring Wave 新技術をとぎめぎに MMC 三菱自動車

どこでも信頼される!!

# 明和の建機

豊富な品揃えによりユーザーのニーズに応える品質、性能、信頼性の高い当社製品群。

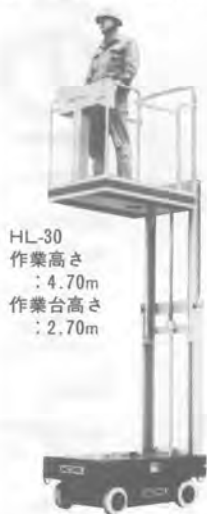
## 明和ハイリフト

自走式高所作業車

### カニタン

(くらぶ走行)

4輪ステアリング(4WS)で  
前後左右(タテ、ヨコ)自在に動ける



HL-30  
作業高さ  
: 4.70m  
作業台高さ  
: 2.70m



CL-40  
作業高さ  
: 6.00m  
作業台高さ  
: 4.00m

# 創業45周年

## バイパップ 振動ローラー

センターピン方式  
アスファルト舗装最適

MUC-40A型4t (前鉄輪・後タイヤ)  
MUS-40A型4t (前後輪共・鉄輪)  
MUC-30W型3t (前鉄輪・後タイヤ)  
MUS-30W型3t (前後輪共・鉄輪)



## バイパップ コンパクト

前後進自由自在

PW-6型



## ハンドローラー

上下回転式ハンドル

MG-7型 700kg  
MG-6型 600kg



## タンパランマー

エンジン直結式  
オイル自動循環式

RTA-75型  
RTB-55型  
RTC-65型  
RTD-45型



## バイパップ ランマー

ベルト掛け式

RA 110kg  
RA 80kg  
RA 60kg



[道路 舗装 専門機]

## バイパップ プレート

アスファルト舗装  
表面整形・補修

P-12型  
P-9型  
P-8型  
VP-8型  
VP-7型  
KP-8型  
KP-6型  
KP-5型



## コンクリートカッター

MK-10型  
MK-12型  
MK-14型  
MC-10型  
MC-12型



## 株式会社 明和製作所

本社・営業部 〒332 川口市青木1丁目18番2  
第一工場 〒332 川口市青木1丁目18番2  
☎ (0482) 51-4525(代) FAX. (0482) 56-0409  
第二工場 〒334 川口市東本郷5番地  
☎ (0482) 83-1611 FAX. (0482) 82-0234

営業所

大阪 ☎ (06) 961-0747~8 FAX. (06) 961-9303  
名古屋 ☎ (052) 361-5285~6 FAX. (052) 361-5257  
福岡 ☎ (092) 411-0878-4991 FAX. (092) 471-6098  
仙台 ☎ (022) 236-0235~6 FAX. (022) 236-0237  
広島 ☎ (082) 293-3977-3758 FAX. (082) 295-2022  
札幌 ☎ (011) 857-4888 FAX. (011) 857-4881

## 工事用局所集塵機 コンパクトバグ

# RE-70C

リフォーム工事に大活躍。  
レンタルも対応します。



### ■用途

- ビル内、地下街、商店街でののはつり粉じん。
- 内装解体、改築作業の粉じん。
- 地下鉄、トンネル内の局所発生粉じん。
- シールド、ケイソン工事、鏡切り、解体作業粉じん。
- その他あらゆる粉じん、ヒューム対策に適応。

### ■3大特色

1. コンパクトで大風量
2. 設置場所をとらず持ち運びが簡単
3. 高度な粉じん処理

### ■オプション

- デミスタフード
- 分岐管
- キャスター
- ヒューム対策用高性能フィルター

### ■仕様

処理風量	70m <sup>3</sup> /min.
電動機	3.7kW 3相 200V
ろ過精度	0.5μ×80%

## 地球環境のクリーンUPは地下から!!

私たちは坑内作業環境のクリーンアップのために  
トータル換気システムを提案します。

### 「環境機器シリーズ」

1. 換気設備の高効率運転と省エネに  
"インバータ自動換気システム"
2. 局所発生粉塵の回収・浄化に  
"RE-70Cコンパクトバグ"
3. 拡散粉塵の回収・浄化に  
"大型集塵機"V"シリーズ"
4. 内燃機関よりの排ガス・黒煙浄化に  
"REビューラー排ガス浄化装置"
5. 坑内作業環境の監視に(CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, 粉塵, 温度)  
"環境モニタリング装置"
6. その他周辺機器  
"坑内冷房システム, 風量管理システム"

換気のことなら何でも御相談下さい。



株式会社 **流機** エンジニアリング

本社 〒104 東京都港区芝5-18-7 (いのせビル)  
☎(03)3452-7400代表 FAX.(03)3452-5370  
大阪営業所 〒530 大阪市北区太融寺町2-17 (太融寺ビル)  
☎(06)315-1831代表 FAX.(06)313-0561



# 一級 建設機械整備科 開講!!

技能士をめざす

## 通信制・訓練講座 受講生募集

いつでも・どこでも・働きながら学べる

職業訓練大学校では、生産現場で働く技能者の皆さん方を対象に、一級・二級技能士課程通信制訓練の講座を開講し、受講生を募集しています。

新たに建設機械整備科が4月に開講されます。

### ■一級

#### 建設機械整備科

機械加工科  
機械検査科  
など8科

### ■二級

#### 建設機械整備科

機械加工科  
機械製図科  
機械検査科  
など22科



■訓練期間：標準1ヵ年(随時受付)

■受講料：一級 8,240円/二級 6,180円

■受講資格：実務経験があれば受講できます。(ただし、一級については一級技能検定受検資格者または1年後にその資格を満たす方)

特

典

技能検定の学科試験が免除されます。

●お問合せ、資料請求は下記へ——。

職業訓練大学校委託

## 通信訓練事務センター

〒162 東京都牛込郵便局私書箱第109号 TEL 03-3232-4978

## 1991年(平成3年)3月号PR目次

### —C—

コスモ石油(株)……………後付 30

### —D—

デンヨー(株)……………後付 13

(社)土木学会…………… 〃 15

### —F—

古河機械金属(株)……………後付 20

### —H—

林バイブレータ(株)……………後付 10

範多機械(株)…………… 〃 16

日立建機(株)…………… 〃 37

(株)堀田鉄工所…………… 〃 21

### —I—

出光興産(株)……………後付 34

### —K—

コトブキ技研工業(株)……………後付 8

極東開発工業(株)…………… 〃 26

栗田さく岩機(株)…………… 〃 11

(株)小松製作所……………表紙 4

### —M—

マルマ重車輛(株)……………後付 4

真砂工業(株)…………… 〃 18

丸善工業(株)……………表紙 2

丸友機械(株)……………後付 1

三笠産業(株)…………… 〃 7

三井物産機械販売(株)…………… 〃 6

三菱自動車工業(株)…………… 〃 39

(株)明和製作所…………… 〃 40

(株)森長組…………… 〃 36

—N—

(株) ニチユウ	後付 28・29
内外機器 (株)	〃 5
(株) 南星	〃 10
日工 (株)	〃 32
日鉄鋳機械販売 (株)	表紙 3・〃 25
日本ホース金具工業会	後付 14

—O—

オカダ アイオン (株)	後付 3
--------------	------

—R—

(株) レンタルのニックン	後付 11・12
(株) 流機エンジニアリング	〃 41

—S—

サンエー工業 (株)	後付 35
新キャタピラー三菱 (株)	〃 33
新電気 (株)	〃 31
神鋼コベルコ建機 (株)	〃 29

—T—

(株) トプコン	後付 31
(株) トヨミツ	〃 30
大裕 (株)	〃 35
職業訓練大学校通信訓練事務センター	〃 42
(株) 東京鉄工所	〃 17
東京流機製造 (株)	表付 2
東洋運搬機 (株)	後付 23
(株) 東洋内燃機工業社	〃 9
特殊電機工業 (株)	〃 2

—Y—

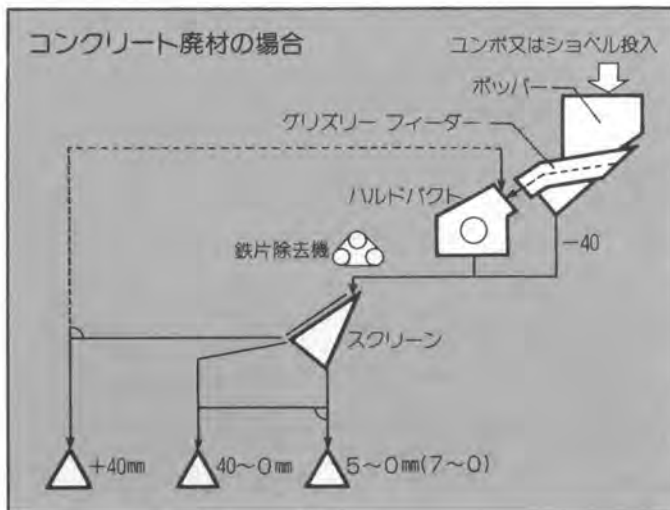
(株) 吉田鉄工所	後付 24
吉永機械 (株)	〃 1



廃材を100%再生する  
 抜群の処理能力

# 廃材再生処理プラント

コンクリートやアスファルトの廃材を破碎し鉄片などと選別、  
 処理、経済的な骨材として再生させる画期的プラント。



- ハルトパクト一台で一挙に目的の産物が得られます。
- 500mmの大塊から一挙に、40mm以下の粒形のよい目的の産物ができます。
- 設備面積が小さくてすみます。
- 設備費が安く仕上がります。
- 運転管理が容易です。
- 鉄筋が着いたコンクリート廃材をそのまま処理できます。
- 夏季でもアスファルトが居付きません。

発売元

日鉄鉱業株式会社

総代理店

日鉄鉱業機械販売株式会社

東京都千代田区神田駿河台2-8(潮川ビル) ☎03(3295)2502(代)  
 北海道支店 ☎(011)561-5371(代) 東北支店 ☎(022)65-2411(代)  
 大阪支店 ☎(06) 252-7281 名古屋営業所 ☎(052)962-7701(代)  
 九州支店 ☎(092)711-1022(代) 広島営業所 ☎(0822)43-1924(代)



**KOMATSU**

# シンクロニズム。

新型ダンプトラックHD465と、大型パワーショベルPC1000。この組み合わせが様々な作業を効率的にこなし、省人化を可能にします。大容量な積載量と強力な掘削力、さらに整正・浮石処理など優れた汎用性で大規模な現場に対応。究極の高生産性を実現。合い言葉はベストマッチング。最適効率と安全性を考える現場へ。

## PC1000

バケット容量3.8m<sup>3</sup>/最大掘削深さ9300mm  
最大掘削力37000kg/定格出力550ps  
運転整備重量95000kg

## 新登場 HD465

最大積載量46t/ベッセル容量34.2m<sup>3</sup>  
ベッセル高さ35000mm/定格出力725mm  
最高速度66km/h



### WA600

バケット容量5.6m<sup>3</sup>/ダンピングクリアランス3585mm/ダンピングリーチ1815mm/定格出力415ps/運転整備重量40555kg

### WA700

バケット容量8.5m<sup>3</sup>/ダンピングクリアランス4380mm/ダンピングリーチ1910mm/定格出力650ps/運転整備重量67060kg

### WA800

バケット容量10.5m<sup>3</sup>/ダンピングクリアランス4625mm/ダンピングリーチ2345mm/定格出力800ps/運転整備重量90700kg

### HD325

最大積載量32t/ベッセル容量24m<sup>3</sup>/ベッセル高さ3150mm/定格出力470ps/最高速度70km/h

### HD785

最大積載量78t/ベッセル容量53m<sup>3</sup>/ベッセル高さ4140mm/定格出力1024ps/最高速度64km/h

株小松製作所 営業本部 〒107 東京都港区赤坂2-3-6 ☎03(5561)2714

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 巻屋ビル3階 TEL 大阪(06)362-6515(代)

雑誌03435-3

「建設の機械化」

定価

一部

六七〇円

(本体価格六五〇円)