

建設の機械化

1983

4

日本建設機械化協会

特集*青函トンネル先進導坑貫通記念



DJB D25 LP 低床型

アーティキュレート式ダンプトラック

製造 英国 DJB エンジニアリング社

販売 株式会社 アジア オーバーシーズ
コーポレーション

がんばれ! クラスの人気者

現場の人気ひとり占め。
クラスに先がける魅力の持ち味。

新しい時代の予感を秘めたニューマシーン。
パワー、操作性、居住性…
すべてにグレードアップ。
多様化するニーズに
あざやかに応える高度な機能が、
現場に新風を吹きこみます。

時代をとらえた0.45m³の新星

- 1 ラクラク微操作、住友独自のバルブ機構。
- 2 複合操作に威力、3連油圧システム。
- 3 94馬力、パワフルエンジン、低燃費も実現。
- 4 ロングリーチでワイドな作業範囲。
- 5 余裕が生まれるデラックスキャブ。
- 6 使いやすさアップの簡単なメンテナンス。



新登場

- バケット容量: 0.25-0.6m³
- エンジン出力: 94PS/2,000rpm
- 全装備重量: 11.9t
- 最大掘削深さ: 5.14m
- 最大掘削半径: 7.92m

住友・FMC・Link-Belt油圧式ショベル
S-265 NEW シリーズ



住友重機械建機販売(株)

大阪市東区北浜5丁目22(新住友ビル2号館) ☎541 ☎大阪(06)220-9015

昭和 58 年度 建設機械展示会（札幌）の開催

1. 主催 社団法人日本建設機械化協会
2. 会期 4月14日（木）～18日（月）………5日間
3. 公開時間 午前9時30分～午後5時………入場無料
（ただし、14日は午前10時より、18日は午後3時まで）
4. 場所 北海道立産業共進会場………下図参照
札幌市豊平区月寒東3条11丁目
5. 交通機関 ①地下鉄：東西線「南郷13丁目駅」下車、徒歩約20分
②無料バス：会期中地下鉄東西線「南郷13丁目駅」～会場間を15分ごと
に無料バスを運行します。
③定期バス：富士銀行前（北3条西3丁目）より中央バス東60番「東
北通り南ゆき」にて「月寒東5条13丁目」で下車（所
要時間約30分、料金130円）、徒歩約15分



東急デパート南口（北4条西2丁目）より中央バス東80番「月寒ターミナルゆき・農業試験場ゆき・真栄ゆき・平岡営業所ゆき」のいずれかにて「寿楽園前」で下車（所要時間約30分、料金130円）、徒歩約15分



《問合せ先》 社団法人日本建設機械化協会

本 部：〒105 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館内）
電話 東京（03）433-1501
北海道支部：〒060 札幌市中央区北 3 条西 2-6（富山会館内）
電話 札幌（011）231-4428

機 関 誌 編 集 委 員 会

編 集 顧 問

加藤三重次	本協会会長	寺島 旭	八千代エンジニアリング(株) 取締役
長尾 満	新構造技術(株)取締役会長	石川 正夫	佐藤工業(株) 土木営業本部営業部長
坪 質	本協会専務理事	神部 節男	ハザマ興業(株)取締役社長
浅井新一郎	新日本製鉄(株)顧問	伊丹 康夫	(株)トデック取締役社長
上東 広民	本協会建設機械化研究所長	斎藤 二郎	(株)大林組技術研究所次長
中野 俊次	本協会常務理事	大蝶 堅	東亜建設工業(株)顧問
新開 節治	(株)西島製作所技術部担当部長	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械事業部事業部長付
桑垣 悦夫	久保田鉄工(株)理事 環境プラント事業部	塚原 重美	鹿島建設(株)技術研究所次長
田中 康之	元機関誌編集委員長		

編集委員長 渡 辺 和 夫 本協会運営幹事長

編 集 委 員

吉谷 進	本協会広報部会委員	新堀 義門	三菱重工業(株)建機事業部
酒井 永	本協会広報部会委員	高木 隆夫	キャタピラー三菱(株) 販売開発部市場開発課
松本 幸雄	本協会広報部会委員	横山 明生	(株)神戸製鋼所建設機械事業部 販売管理部
三浦 英夫	本協会広報部会委員	岩井 宰	(株)間組機材部技術課
鳥居 興彦	日本国有鉄道建設局線増課	小宮山 治	(株)大林組機械部
飯田 威夫	日本鉄道建設公団設備部機械課	渡辺 啓治	東亜建設工業(株)東日本機材 センター
岩本 薫	日本道路公団東京第一建設局 建設第二部構造技術課	佐藤 寿	鹿島建設(株)技術研究所機械部
天野 節夫	首都高速道路公団神奈川建設局	鈴木 康一	日本舗道(株)工事開発部
黒田 満穂	本州四国連絡橋公団 工務第二部設備課	福来 治	大成建設(株)技術管理部情報室
長田 忠良	水資源開発公団第一工務部機械課	森谷 正三	(株)熊谷組営業本部総括部
高橋 大	電源開発(株)土木部	今城 康雄	清水建設(株)機材部
牧 宏	日立建機(株)クレーン技術部	鈴木 昭夫	(株)竹中工務店技術研究所
田辺 法夫	(株)小松製作所 技術本部技術管理部	和田 航一	日本国土開発(株)土木本部

巻頭言

青函トンネル先進導坑の
貫通にあたって

濱 建 介



去る1月27日、津軽海峡の下で青函トンネルの先進導坑が貫通しました。当日私は竜飛方より入坑し、残り1mとなっていた最後の切羽の美事な発破を坑内で祝い、トンネルを通り抜けて吉岡方に出坑しました。本州と北海道が陸つづきになり、歩いてゆける実感を初めて体験した数少ない人の中に加えられたことを心から喜んでいきます。

昭和39年に私ども日本鉄道建設公団の直轄工事として調査斜坑の掘さくを開始して以来、19年におよぶ長期間、多くの人々の弛まぬ努力と各方面の多大の御援助、御協力との結果であり、ほんとうに感無量のものがあります。

調査斜坑の掘さくから、調査水平坑、補助調査坑の掘さくへと進み、昭和46年には、いよいよ待望の本工事となった。補助調査坑は本坑の掘さくのための作業坑として本坑とともに、竜飛方、吉岡方ともそれぞれ3社によるJ.V.によって工事が進められた。それまでの公団の直轄工事は調査水平坑を先進導坑として、本坑のための先方の地質の予知、施工法の確立等のためにこれのみに専念することとなったものであります。その先進導坑が今度、殆ど誤差なしに美事に貫通した次第で、この間になされた施工法、施工機械、使用材料等の開発、改良など非常に多くの方々の御支援を得ており、心から感謝致しております。

昭和30年頃にトンネルの機械化施工がようやく進み、鉄道トンネルの全断面掘さくが可能となって以来、北陸トンネルに始まる近代の長大トンネルの施工が活発となった。北陸トンネルにおいては、中間に斜坑、立坑を設け、工期の短縮を計った。この斜坑、立坑の設計施工、あるいは本坑のずり出し等の研究が、その後の長大トンネルに非常に有益であったと考えている。昭和39年に始まった調査斜坑の掘さくもそれまでの貴重な経験をふまえて行なわれたもので、基本的な計画、設計はほぼ誤りなかったのではないかと思っている。しかし、それも機材の発達があったからこそであって、例えば、斜坑コンベヤのベルトにしても漸くスチールコードの良質なものが生産され始め千数百米の斜坑に使用可能となったように、いろんな面での水準が充分間に合った良い時期に遭遇したことも幸運であったと思われる。

海底下の掘さくということで青函トンネルに於ては当初から技術課題として、長尺水平ボーリング、地盤注入、吹付コンクリート、トンネル掘進機の4項目を柱として進めてきた。水平ボーリングについてはエレクトロドリルのような先端駆動型も実際に使ってはみたが、結局一

巻頭言

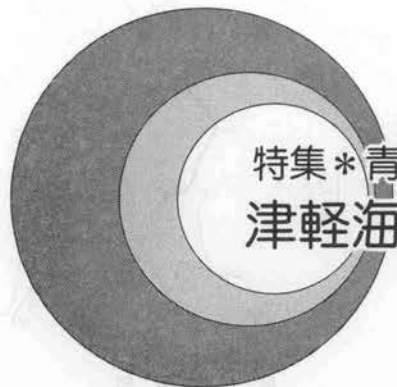
般の駆動方式で勿論、機械にも又施工法にも種々の改良を重ねて 2,150 m の実績を作ることが出来た。又地盤注入に関しては、注入材の強度、ゲルタイムの適正なもの開発とともに注入工法の確立につとめ、各種の断層、中央部未固結の砂層等に施工して十分な地盤の改良がなされた。吹付コンクリートについてもトルクレットの輸入に始まり種々研究の結果、SEC 工法を考案するなど立派な成果をあげている。なおトンネル掘進機についても、先進導坑などで 4.5 km を掘さくしているものの、全般的に注入を必要とする地質での施工の段取りがうまく合わず、途中で断念したため、なんとなくトンネル掘進機に汚名をかけたようになった。しかし条件があえばこんな良いものはないので、ごく最近オーストリアで 6.7 km の水路トンネルを平均日進が実に 35 m、最高 2 方で 64 m、月間最高 1,261 m というトンネル掘進機の実績が報ぜられている。

青函トンネルにおける各種の施工結果は、本誌にも又その他の技術雑誌にも数多く公表されており、長年月に亘り関係各位の御盡力に衷心より敬意を表する次第であります。

昨年 11 月開業した上越新幹線には 10 km を超える長大トンネルが榛名、中山、大清水、塩沢と 4 本もある。その他のトンネルを合計すると総延長 107 km にも及んでいる。これらのトンネルは膨張性の地質、含水の未固結砂層、含油層、山はね等種々の特徴をもっており、それぞれに適する設計、施工法を採用しており、それに応じうる設備、施工機械の体制が広く整っていたことが、トンネルの施工がうまくいった大きな理由の一つであろう。

最近トンネル掘さくに NATM 工法が非常に普及してきている。その設計に合うような施工、又その施工に合った解析も進んできているがまだ開発途上といえるだろう。非常に軟かい膨張性の山等でのせん孔技術も一つの命題である。長大トンネルの需要から数多くの技術が開発され機械、材質、材料の研究も進んできた。今後の土木工事は環境問題等も含めて益々きびしい設計条件が与えられることであろう。そのような需要があればこそ技術の発展があるものと思う。是非次の大きなプロジェクトが停滞せずに本格化することを願っている次第である。

—HAMA Kensuke 日本鉄道建設公団理事—



特集*青函トンネル先進導坑貫通記念 津軽海峡線建設の経緯と現況

北村 章*

1. 経 過

本州と北海道を鉄道で結ぼうという構想は昭和 14 年頃より国鉄にあったが、第 2 次世界大戦後は青函連絡船の機能が極度に低下していたこともあり、その必要性が大きく認識され、昭和 21 年から調査が始められた。その後、調査が一時中断していたが、昭和 28 年 8 月の第 16 国会でこの鉄道が鉄道敷設法の予定線に追加されたこと、また、昭和 29 年 9 月には犠牲者 1,430 名が出る洞爺丸事故が発生したことから、本格的調査が再開された。

昭和 39 年 3 月日本鉄道建設公団が発足した。従来実施していたボーリング、潜水観察等の外部からの地質調査をこれ以上進めるよりは、むしろ内部から正確な地質状態を確認するとともに、長大海底トンネル掘進上の技術的課題を解明する必要があるとして、北海道側は吉岡、本州側は竜飛でそれぞれ斜坑、先進導坑等の調査坑の掘削に着手した。

これら技術的諸問題解明のため、公団内に学識経験者

表-1 津軽海峡線の経過

昭和 21 年 4 月 24 日	本州側、北海道側地質調査開始
昭和 28 年 8 月 1 日	鉄道敷設法予定線に追加 (第 16 回特別国会)
昭和 39 年 3 月 23 日	日本鉄道建設公団発足、国鉄から調査業務を引継ぐ
昭和 39 年 5 月 8 日	北海道側斜坑掘削開始 (直轄)
昭和 41 年 3 月 21 日	本州側斜坑掘削開始 (直轄)
昭和 45 年 5 月 18 日	運輸大臣あて中間調査報告書提出
昭和 46 年 9 月 27 日	青函トンネル工事実施計画認可
昭和 53 年 10 月 4 日	北海道側陸上部全貫通 (白符・三岳工区)
昭和 54 年 9 月 21 日	竜飛工区先進導坑・作業坑貫通
昭和 55 年 3 月 9 日	吉岡工区先進導坑・作業坑貫通
昭和 56 年 7 月 3 日	本州側陸上部全貫通 (算用師・豊内工区)
昭和 57 年 7 月 6 日	津軽海峡線中小国～木古内間工事実施計画認可
昭和 58 年 1 月 27 日	先進導坑貫通

* KITAMURA Akira

日本鉄道建設公団海峡線部海峡線第一課長

からなる青函トンネル技術調査委員会を設け、審議を重ねた。その結果、水平ボーリングによって前方の地質状態を確認し、湧水箇所は注入により止水することによって、一般の山岳トンネルに用いられたと同様の工法で掘進可能との結論を得、その旨を昭和 45 年 5 月公団から運輸大臣に報告された。

その後、鉄道建設審議会の議等を経て昭和 46 年 9 月運輸大臣から公団に青函トンネル本工事に着手するよう指示があり、本工事時代へと入った。

この青函トンネルは海底下 23.3 km を含め全長 53.9 km の世界最長トンネルであるが、この 1 月 27 日、中曽根総理大臣の手による発破によって海底中央部で先進導坑が貫通したことにより、文字どおり本州と北海道が陸続きとなった。この工事は、引続き未掘削延長約 2.7 km を残す本坑工事のほか、軌道、電気工事を進め、昭和 60 年度完成を目指すものである。

青函トンネルの完成に目途がついた昭和 57 年 7 月、未着手となっていた津軽線中小国駅と青函トンネル間、および青函トンネルと江差線木古内駅間の取付部についても、運輸大臣から着工の指示があった。これによって津軽海峡線 87.8 km が全線にわたり工事が進められることになり、目下工事の最盛期を迎えている (表-1 および 図-1、図-2 参照)。

2. 青函トンネルの調査

(1) 地質調査

本州と北海道を結ぶトンネルのルートとしては、下北半島大間崎より北海道汐首岬に至る東線と、津軽半島竜飛崎より渡島吉岡に至る西線の二つが考えられる。昭和 21 年～22 年に図上で検討するとともに関係地域全般の地上踏査を行った結果、東西両線は海底部の距離がいずれも 21 km 前後で甲乙はないが、東線は水深が深いこと (西線の 140 m に対して 260～280 m)、かつ那須火

山帯の中軸にあたるので火山作用の影響が予想されること、下北半島北岸に沿った海底の地形が断層地形を思わせることからルートとして不適当と判定した。それ故、以後の調査は西線にしばって行われた。

(a) 昭和 21 年～24 年

この時期は陸上での踏査、ボーリングおよび陸上と海上で行った地震探査から「古生層は露出せず、海底には弾性波速度 2.1～3.2 km/sec の第三紀層が厚く分布し、竜飛寄り 7 km は火山岩が多い」とすでに地質の概略見通しをつけている。

(b) 昭和 28 年～30 年

調査は中断していたが、先にも述べたように昭和 28 年に青函トンネルが鉄道敷設法の予定線に指定されたこと、昭和 29 年に洞爺丸海難事故が発生したことから、この時期に調査が本格化する。海底の岩石資料をうるため 1,980 地点でドレッシングが行われたほか、第三紀層の厚さと破碎帯有無の調査を目的とした地震探査も実施された。そして国鉄の「津軽海峡連絡ずい道技術調査

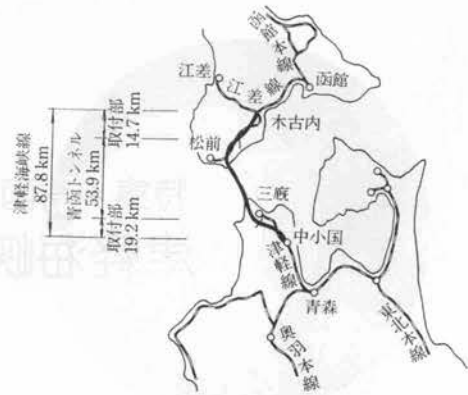
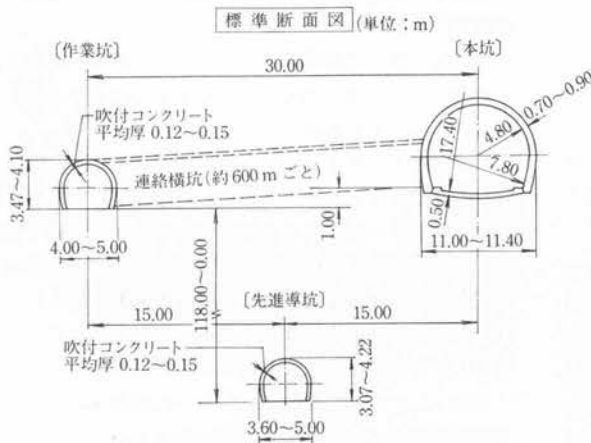


図-1 位置図

委員会」では、昭和 31 年 5 月、「海底トンネルは掘さく可能であり、その工期は 10 年以内、工費は付帯工事を含めて 600 億円」と中間報告している。またこの時期の昭和 29 年、30 年には、海上保安庁水路部の協力により 2 m コンターの 2 万分の 1 の精密な海底地形図



進捗状況

	計画延長	現在進行	進捗率
先進導坑	22,292 m	22,292 m	100%
作業坑	17,789 m	17,789 m	100%
本坑	53,850 m	51,125 m	95%

(昭和 58 年 2 月 1 日現在)

縦断面図

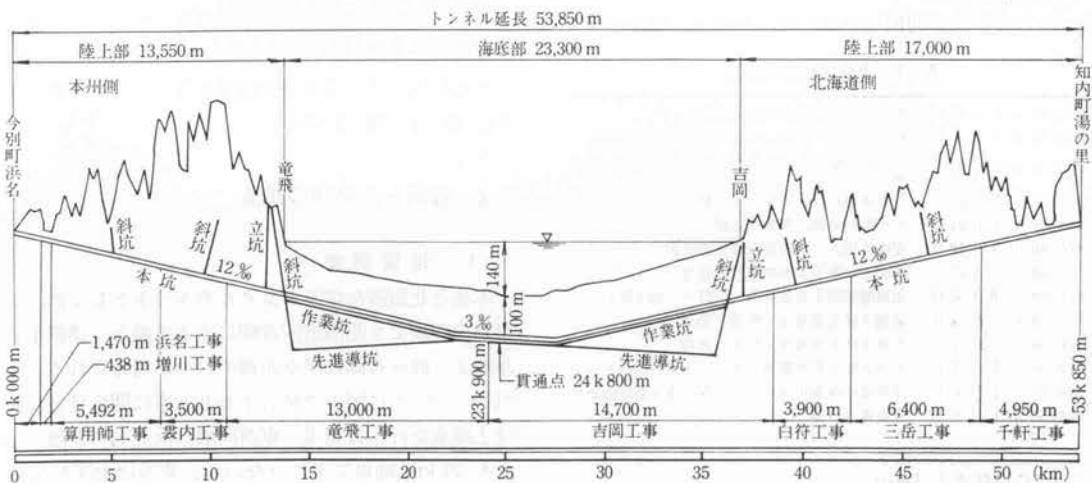


図-2 青函トンネル概念図

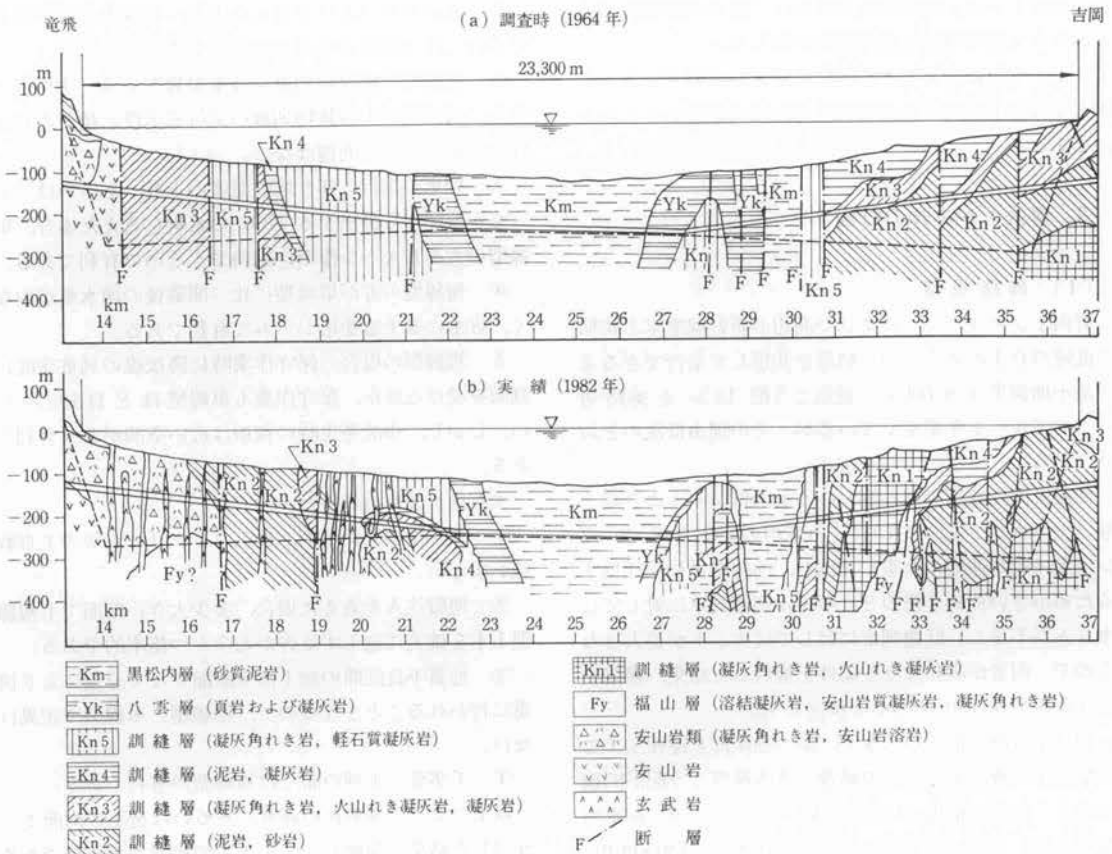


図-3 海底部地質図

が作製されている。

(c) 昭和31年～36年

地質構造の精査に入った時期で、浅尺沈潜式ボーリング(マリンドリル)により海底の岩石コアを採取しているし、昭和35年には白鯨号によって海底の潜水観測を実施し、また当時アメリカで発達してきた音波探査法のうち、電気放電を発振源とするスピーカーによる70測線、延長517kmの調査によって断層、褶曲、不整合などの地形構造の解明にあたった。

(d) 昭和37年以降

調査まとめの時期である。火山岩分布調査のための磁気探査、海上からの長尺ボーリングを行ったほか、43年～45年にかけては再度スピーカーを実施している。このほか、以下に述べるように調査坑を掘削することにより地山の性状の確認を行っている。

(e) 地質概要

以上述べた調査の結果、海峡付近の地質は古生層および先第三紀の花崗岩類を基盤とし、その上を新第三紀の中新世に属する火山岩、火山砕礫岩および堆積岩類が厚く覆っており、トンネルはこの中を通過することとなる。火山岩の分布は特に本州側に多く、新第三紀初頭の火山活動の中心の一つが本州側海底と考えられ、北海道

側にはその砕礫岩が広く分布する。これらは、いわゆるグリーンタフ地域に属し、裏日本全体に広く分布するものの一部である。

図-3(a)は当初想定していた海底部の地質図であり、図-3(b)は施工の結果判明した先進導坑貫通時の地質図である。この二つの図面を対比して当初の想定が非常に正確であったことがわかる。

(2) 施工上の問題点の調査(昭和39年～46年)

海底部では湧水を伴う地質不良個所に遭遇することは避けられないので、海底トンネルを施工するためには前方の地質を早期に確認し、必要な手当を講じながら能率的に掘削する必要がある。このため、先に述べた地質調査を行う一方、すでに注入試験等を並行して実施していたが、昭和39年5月から北海道側は吉岡で、また昭和41年3月から本州側は竜飛で、それぞれ調査坑(斜坑と先進導坑)の掘削を開始した。そして断層予知の方法、止水方法、発破およびトンネル掘進機による掘削方法、吹付コンクリートによる覆工方法等施工に伴い問題となる項目について実地に調査することとした。

昭和45年5月時点では吉岡、竜飛両調査坑合せて6.5kmに及ぶ試掘を終え、これらの問題点も解明で

き、青函トンネル技術調査委員会は「新幹線複線断面のトンネルも掘削可能」との結論を出した。

このような報告をもとに判断の結果、青函トンネル本体工事に着手するよう運輸大臣が公団に指示を与えたものである。

3. 青函トンネルの計画

(1) 線路規格

青函トンネルでは、標準軌で高速の新幹線電車と狭軌で低速の在来線列車が同一軌道を共用して走行できるよう最小曲線半径 6,500 m、最急こう配 12‰ を線路規格としてルートを選定しているが、その理由は次のとおりである。

曲線区間の鉄道では外側レールを内側レールより高く敷いて（カントをつけて）、走行車両の安定を保つ。カント量は列車速度の2乗に比例し、曲線半径に反比例するため小さい曲線半径のところでは高速列車に対してはカントが不足し、低速列車に対してはカントが過大となるので、両者が調和できる条件を検討した結果、線路の最小曲線半径は 6,500 m と決定した。

列車走行時の抵抗が大きく、かつ長距離を連続してこの配を上る青函トンネルの場合、その最急こう配が問題となる。新幹線電車（12両編成）の一部（1/6）が車両故障を起した際にも、ある程度高速運転（180 km/hr）が可能である、あるいはトンネルの最下点からスタートしてトンネルの外まで走行可能である、またスピードの遅い貨物列車でも 70 km/hr 程度の走行ができる等の条件を勘案してトンネル内の最急こう配を 12‰ とした。

(2) 土被り

ルートを決めるうえでもう一つ重要な要素として、トンネルを安全に掘削するためには土被りをいくらにすべきかという問題がある。炭鉱では海底下で多年の施工経験があり、その保安基準が石炭鉱山保安規則に定められている。ここでは「海底下の第4紀層が5m未満のときは、第3紀層の厚さ60m未満の箇所」では掘採を禁止している。青函トンネルの場合、石炭鉱山保安規則からすると土被りが60m以上となる。また、海峡中央部にはこのトンネルで一番若い時代に形成された黒松内層が存在するが、岩石強度が低く、透水性も大きいので、安全を考え土被りを100mと決定している。

(3) トンネルの断面形式

トンネルの断面形式を単線2本とするか、複線1本とするかについて、開業後の運転、保守の面からと、工事施行の面からの検討がなされた。

まず開業後の面から考えると、

① 高速列車の走行を考えた場合、複線型の方が列車の走行に伴う抵抗が小さく有利である。

② 複線型で新幹線列車が在来線貨物列車とすれ違う際の、列車風による貨物列車の走行安定性と積荷の安全性についても特に問題はない。

③ 列車の走行に伴う坑内温度の上昇、あるいはディーゼル機関から排出する NOx の希釈を考えた場合、単線型の方がピストン作用を期待できるので有利である。

④ 複線型の方が単線型に比べ開業後の湧水量が少なく、排水に要する費用からみて有利である。

⑤ 複線型の場合、保守作業時に隣接線の列車速度が制限を受けるほか、保守作業も単線型ほど自由度がない。しかし、事故発生時の復旧は広い空間があり有利である。

また施工面からみると、

① 複線型の方が掘削、覆工コンクリート等の工事量が少ない。

② 地盤注入を考えた場合、多少大きい断面でも複線型1本を確実に施工する方が安全かつ能率的である。

③ 地質不良区間の施工は全断面でなく分割により慎重に行われることとなるので、複線型と単線型で差異はない。

④ 工事量、工期の面では複線型が有利である。

以上のように開業後の運営、あるいは施工の両面から検討した結果、複線トンネル1本の複線型が有利であると判断した。

(4) 海底部の計画

海底部には将来新幹線電車と在来線列車を通すための本坑のほかに、先進導坑と作業坑の二つのトンネルを掘る計画とする。施工にあたっては、地質の確認を行うとともに、掘削工法の検討あるいは種々の技術開発を進めるため先進導坑を掘進する。

これより遅れて本坑に平行する作業坑を掘進する。作業坑からは600mから1,000mの間隔で、本坑と結ぶ連絡坑を掘る。これによって断面積の大きい本坑を同時に数箇所掘削することが可能となり、全体工期の短縮をはかる。

なお、先進導坑は工事中および完成後も排水路と換気用通路として使用されるものである。また作業坑は上記のように本坑工事のための作業員出入あるいは資材の搬入、ずりの搬出の通路として利用されるほか、完成後は本坑の保守用通路等に使用する。

4. 水底トンネルの歴史と青函トンネルの特徴

(1) 地盤注入工法

トンネルの掘削工法は山岳工法のほかに開削工法、シ

ールド工法、沈理工法の3工法があるが、これらはいずれも水底トンネルで開発されたものといえる。記録に残っている最古の水底トンネルは約4,000年前のバビロンで、ユーフラテス川の河底を通過して宮殿と神殿をつなぐために作られたトンネルである(河底部延長は約180m)。このトンネルは水路の付替えによる開削工法によってつくられている。

また、1800年代に入って施工されたロンドンのテムズ川の河底トンネル工事では、1818年ブルネルが考案して特許をとったシールド工法を導入している(河底部延長は約460m)。この工事は約40年を要する難工事であった。近年我が国では泥水シールドや土圧系シールドで目ざましい発展をとげ、世界の技術の先端を走っているが、その意味で、このトンネルは我が国とかかわりが大きいといえよう。

1893年にボストン港内の下水道トンネルに沈理工法が初めて採用されて以来、大型機械の導入あるいは設計面での進歩が行われた結果、近年、水深の比較的浅い水底トンネルの建設にこの工法が盛んに取り入れられている。

青函トンネルでは、水深が深いこと、および土被りが100m以上あることから、上述の3工法あるいはトンネルの補助工法として用いられる圧気工法や凍結工法の採用は不可能であり、関門トンネル等で実施した地盤注入を併用した山岳トンネル方式によらざるを得ない。

海底下のトンネルでは、掘削に伴いトンネル内に湧水が流入してくるので、湧水圧によってトンネルが崩壊するのを防止しなければならない。と同時に、湧水は坑外へかならず排出しなければならない線形となっているので、将来を考えて揚水費の低減に努める必要があり、トンネル周辺地山を注入し、地盤強化と止水をはかるものである。

岩盤力学にもとづき注入すべき範囲の検討を行った結果、良好な地盤ではトンネルの半径の3倍を、また不良地盤では5~6倍とすればよいとの結論を得ており、実際の工事にあたっては、これに準じた施工としている。

注入方法については、初期のセメントミルクのみの注入から、現在はセメントミルクと水ガラスの同時注入(1.5ショットである)に変更している。この間、浸透性がよく、かつ耐久性のある材料とすべく研究をかさね、セメントは普通ポルトランドから高炉コロイドに、また水ガラスもモル比($\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$)の低いものと改良してきた。

このような地盤注入の後、山岳工法でトンネルを掘進する方式を昭和58年1月末現在で竜飛、吉岡の両工区あわせて斜坑2.5km、先進導坑22.3km、作業坑17.8km、本坑25.0km(未掘削2.7kmを除いた海底部延長)の合計67.6kmの施工実績をあげている。この間

にあつて、注入技術の不備等から4回の出水事故に遭遇したり、強大な地圧を伴う地盤に見舞われて工事は難航したが、これらを無事突破し、今回の先進導坑の貫通を迎えられたことは、地盤注入工法をもってすれば水底トンネルは施工が可能であるとの結論を出したものと考えている。

(2) 先進ボーリング

当初の地質調査は海上からのものであり、海底部施工に十分なデータを得るにいたっていないので、先進導坑や作業坑では実際の掘削にあたって精密な調査、すなわち湧水の位置や湧水量あるいは地質の良否などを調べ、注入や掘削作業に万全を期す必要がある。このため水平方向の先進ボーリングを行っているのが山岳トンネルと異なる点である。

水平ボーリングは重力の影響を受けるので、ボーリング孔が下へ曲がり、目標の軌道からはずれやすい。そのため長く掘れないという問題も生ずる。初期の頃は、垂直ボーリングに通常用いられているワイヤライン工法をこの水平ボーリングに取り入れていたが、先端部が重い構造となっているので、水平ボーリングの欠点が表われやすいうえ、崩壊しやすい地質のところでは、崩壊ずりによってロッドが抑留され、掘れなくなった。そのためリバース工法の開発を進め、ボーリングの長尺化に成功し、最長は2,150mを記録している。

5. 海底部の施工

(1) 先進導坑

先進導坑の施工結果を吉岡工区を例にとりまとめたのが図-4である。海底部先進導坑に出現する岩石は海峡中央部に行くに従い単位体積重量が軽くなり、特に圧縮強度は低下する。また、トンネル内への湧水も海水が直接導入してくるためその成分が海水に非常に近くなり、かつ水温も低下して、中央部付近では16°Cにまで下がっている。

高速掘進と爆破による周辺地盤のゆるみを減少させる目的で、当初はトンネル掘進機(TBM)を導入した。しかし地盤が徐々に軟弱となり、掘削に先立って、あらかじめ地盤注入を行うことが必要となったためトンネル掘進機の使用を断念し、以後は爆破工法によっている。

地質、とりわけ地盤注入に要する時間が掘進速度に大きな影響を及ぼす。例えば吉岡工区の場合、昭和56年度ではトンネル延長当りの注入量は非常に大きく(76.7 m^3/m)、注入作業時間は全作業時間の70%を占めており、掘進速度が極めて低下している。一方、昭和51年度では、注入量が0.8 m^3/m 、注入時間が20%と地質がよいことを示しており、その1年間に1,484mの掘

法 2,370 m (22%), 側壁導坑先進工法 6,820 m (63%), 開削工法 460 m (4%) となっている。

この中で特徴的なことは、算用師工区 (5,492 m) は地質が悪く、大部分の 5,190 m を側壁導坑先進工法によっていること、および巖内工区 (3,500 m) では止水注入を必要としたため、2,370 m に上部半断面工法を採用していることである。

一方、北海道側陸上部は白符、三岳、および千軒の3工区合せて 15,250 m の本坑を施工したが、ここでの工法別施工延長は、底設導坑先進工法 420 m (3%), 上部半断面先進工法 2,240 m (15%), 側壁導坑先進工法 12,410 m (81%), および開削工法 180 m (1%) となっている。

ここでの特徴は、千軒工区で自由断面掘削機のブームヘッドを用いて 1,440 m の区間を上部半断面先進工法で施工していること、81% の区間で側壁導坑先進工法を採用していることである。比較的地質のよい北海道側で側壁導坑先進工法が採用されているのは、掘削断面積が大きくなるにかかわらず、作業範囲が底設導坑先進工法に比べて短い、あるいは大背、土施工時の煩雑さが少ないことを考慮してのためと考える。

7. 取付部の工事

取付部は本州側 19.2 km および北海道側 14.7 km の合計 33.9 km の工事であり、うちトンネルが 52% の 17.5 km、明りが 48% の 16.4 km となっている。トンネルは延長 5,950 m の津軽トンネル、1,610 m の第2湯の里トンネルなど、工期を要する工事となっているので、大部分が昭和 57 年末までに発注済みであり、目下一斉に緒についたところである。

本州側の津軽トンネルと大平トンネル ($L=1,460$ m) は新第三紀の砂岩、凝灰岩および泥岩の互層からなる地質であり、かなりの湧水も予想されることから、水平ボーリングによる水抜きを併用する側壁導坑先進工法を採用している。その他の本州側北半分のトンネルと北海道のトンネルについては、上部半断面先進の NATM を考えている。まだ工事にとりかかって日も浅いため、こ

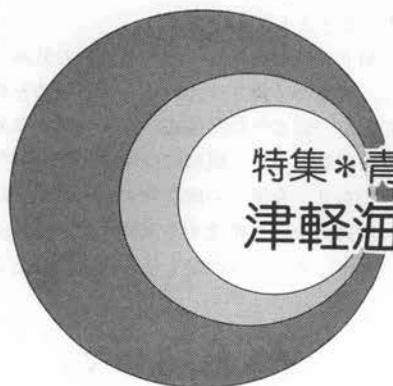
こで紹介できる実績を持ちあわせていないので、後日また筆を取ることとしたい。

なお、明りの高架橋としては、工事費の低減をはかる目的から、従来の2線2柱式のラーメン構造を軌道中心と桁中心とを一致させた開床式ラーメン構造に変更できないかを検討している。現場にはすでに試験高架橋を建設完了済みであり、今後この構造物の安全性および雪害対策としての効果などを確認する試験を実施し、その結果で採否の判定、あるいは改良の手を加えたいと考えている。

* * *

青函トンネル工事に関し、本誌に掲載された一般論文は次のとおりである。ただし、巻頭言、随想、事業概要等は省略した。

年 月	巻 号	題 名
1966年3月	第193号	青函トンネル調査工事の現状
1967年10月	第212号	ウォールマイヤ式トンネル掘進機の試験掘削
1969年2月	第228号	青函トンネル掘進機の作業実績
1969年9月	第235号	青函トンネルの水平ボーリングと止水工法
1970年4月	第242号	立孔掘進機の施工実績
1971年3月	第253号	青函トンネルにおける機械掘削の状況
1971年9月	第259号	青函トンネルコンクリート輸送用立坑掘削
1971年12月	第262号	青函トンネルの工事用機械設備
1972年12月	第274号	本工事に着手した青函トンネルの現状
"	"	ショットクリート用吹付機とその課題
1975年2月	第300号	青函トンネルの排水処理装置
1977年10月	第332号	青函トンネル吉岡方排水処理装置の概要
1978年2月	第336号	青函トンネル F1 断層の突破
1979年4月	第350号	青函トンネル坑内の移動式1次排水処理装置
1980年7月	第365号	青函トンネルにおける坑内コンクリートプラントの概要
1981年3月	第373号	整備の実態(日本鉄道建設公団)
1982年2月	第384号	青函トンネルにおける先進ボーリングと水平ボーリングマシンの概要



特集*青函トンネル先進導坑貫通記念 津軽海峡線取付部の工事計画

今村一郎* 野々垣正夫**

溝口健二***

1. まえがき

津軽海峡線取付部とは、図-1 のとおり現在掘削中の青函トンネル (53.9 km) と在来線とを結ぶ路線のことで、本州方では津軽線中小国駅と浜名の青函トンネル入口まで約 (19.2 km)、北海道方では湯の里の青函トンネル出口と江差線木古内駅まで (約 14.7 km) を結ぶものである。青函トンネルを津軽海峡線と称して昭和 46 年 9 月、青函トンネル (今別町浜名～知内町湯の里) の工事実施計画の認可を受けてトンネル本体の工事を進めてきたところであるが、昭和 56 年 9 月、鉄道建設審議会において、津軽海峡線の基本計画を本州方蟹田町、北海道方木古内町と変更することの答申がなされ、昭和 57 年 7 月、津軽海峡線は本州方は津軽線中小国駅、北海道方は江差線木古内駅に取付けることを主な事柄とする工事実施計画の認可がなされた。さらに青函トンネル本体および取付部の中小国から木古内までは将来新幹線も通れるような規格で建設することになっている。

昭和 57 年 7 月に認可された工事実施計画の内容は、取付部の工事のほかに津軽海峡線に接続する既設在来線である津軽線および江差線、函館本線の一部についての電化、軌道強化、有効長延伸等にかかる連絡設備が含まれている。

2. 本州方取付部の概要

本州方取付部は図-2 に示すとおり起点方から大平トンネル (1,460 m)、津軽トンネル (5,950 m)、大川平ト

* IMAMURA Ichiro

日本鉄道建設公団札幌支社工事部長

** NONOGAKI Masao

日本鉄道建設公団盛岡支社工事部長

*** MIZOGUCHI Kenji

日本鉄道建設公団盛岡支社工事二課長



図-1 津軽海峡線線路略図

ンネル (1,330 m) ほかに 6 本の短いトンネルを含む 19.2 km となっており、工事に着手したところである。

3. 本州方取付部トンネルの施工計画

(1) 地形および地質概要

津軽半島の背梁山脈は北進して竜飛岬に向っており、この主脈に対し別に品岳付近から分岐して北東に走る支脈があり、陸奥湾に注ぐ蟹田川と北側は三厩湾に注ぐ今別川の分水嶺になっており、これを貫くのが津軽トンネルで、最長である。津軽トンネルの東側には袴腰岳、木無岳等があり、西側には浜名岳などいずれも 600~700 m の山地となっており、ルート付近は丘陵地帯で向斜構造となっている。なお、小国峠付近 (今別川と蟹田川の分水嶺) ではやや急峻で背斜構造となっており、ルート付近の標高は 60~200 m 程度の比較的緩斜面である。

この地形条件は大平トンネルについても同様であり、この緩斜面にある沢部は緩斜面形成期以降の侵蝕によって形成され、沢は直線的なものが多く、谷は深く発達している。そのためトンネルの土被りは高い所で 100 m

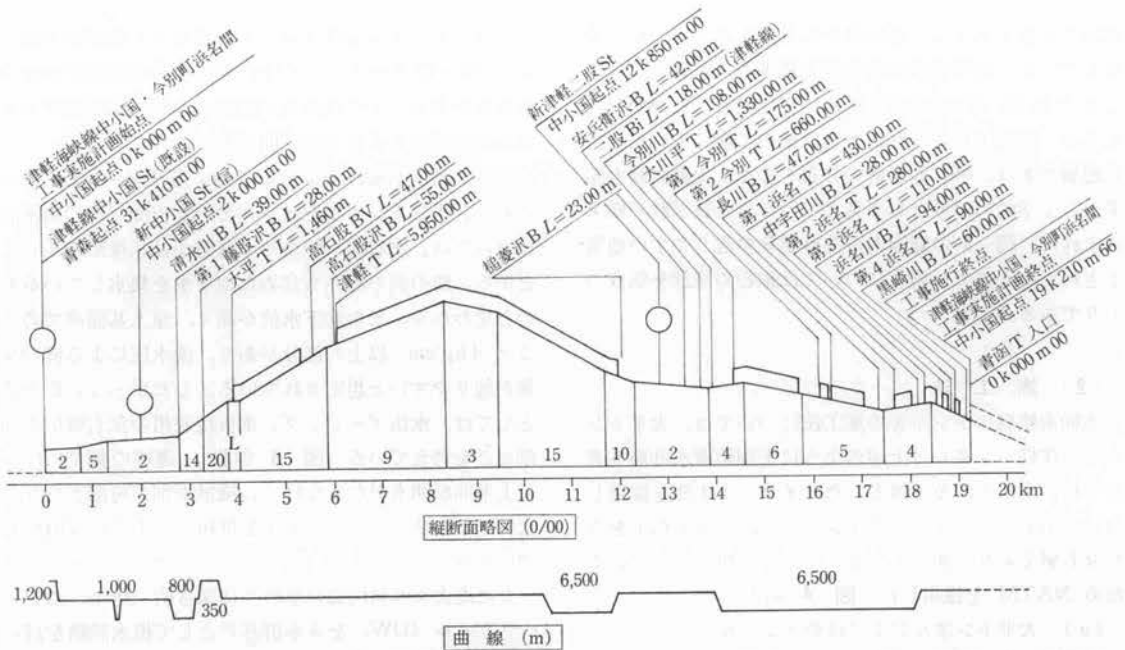
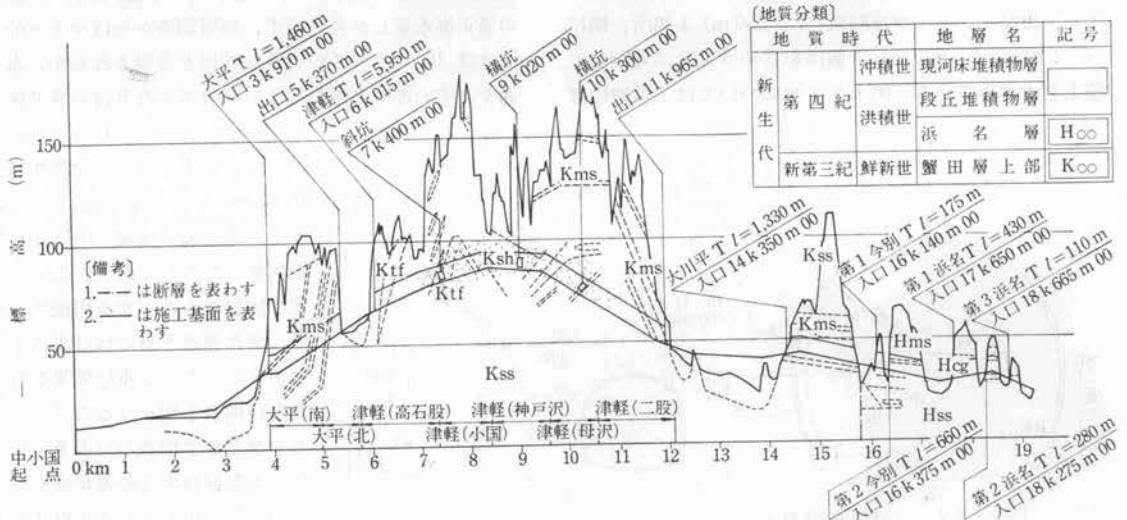


図-2 津軽海峡線中小国・今別町浜名間線路略図



地層名	沖積層	蟹田層上部		沖積層	蟹田層上部	浜名層
岩石名	細粒砂岩	凝灰岩, 泥岩, 細~中粒砂岩	貝殻混り中~粗粒砂岩, 細~中粒砂岩		れき岩, シルト岩, 砂岩, シルト質砂岩	れき混りシルト・砂
弾性波速度 (km/sec)	1.8~2.2 (1.3~1.6)	1.6~2.4 (1.4~1.5)	2.0~2.2 (1.0~1.6)			
記事		● 砂の流出が考えられる ● 施工基面での最大水圧は 5 kg/cm ² 程度				

【注】()内の数字は低速度帯(断層等)の区間である

図-3 地質縦断面図(本州方)

程度、沢部で 5~6m である。また大川平トンネル以北の小トンネル群付近の地形は山脈の東斜面山裾の標高 50~100 m 程度の緩斜面の丘陵地帯である。

ルート沿いの地質(図-3 参照)は全体で見れば単一の新第三系の堆積盆と考えられ、堆積岩類と火山岩類を

もって構成されており、この新第三系を被覆する第四系が分布している。新第三系は鮮新世の今別安山岩類および蟹田層からなり、第四系は浜名層、段丘堆積層および沖積層からなっている。

トンネルに関与する地質は蟹田層、浜名層で、砂岩、

泥岩の互層を主とし、凝灰岩やれき岩をはさみ、広く分布している。地質調査の結果は、標準貫入試験ではほとんど N 値 50 以上を示し、極めて密に締まった地層といえるが、地質年代から判定すれば極めて緩く未固結に近い地層であり、特に砂岩層の分布が多く、土質試験の結果から工学的には砂として考えている。土質試験の結果によれば、図-3 の範囲内が流砂現象の起りやすい地質とされているので、施工については細心の注意を払うつもりである。

(2) 施工法

津軽海峡線のトンネルの施工法については、大平トンネル、津軽トンネルは上述のように未固結滞水砂層と考えられ、水抜工法を主体としたサイロット工法を採用した。大川平トンネル以北のトンネル群はシルト粘土を含む浜名層であり、湧水もほとんどないと想定されているため NATM を採用した (図-4 参照)。

(a) 大平トンネルおよび津軽トンネル

海峡線の中で工程を支配するのは津軽トンネルと大平トンネルであろうと想定され、大平トンネルでは両坑口より、津軽トンネルでは斜坑 ($L=350$ m) 1 箇所、横坑 ($L=210$ m, $L=600$ m) 2 箇所を含め 5 工区に分割して施工をすすめている。両トンネルについては工学的には

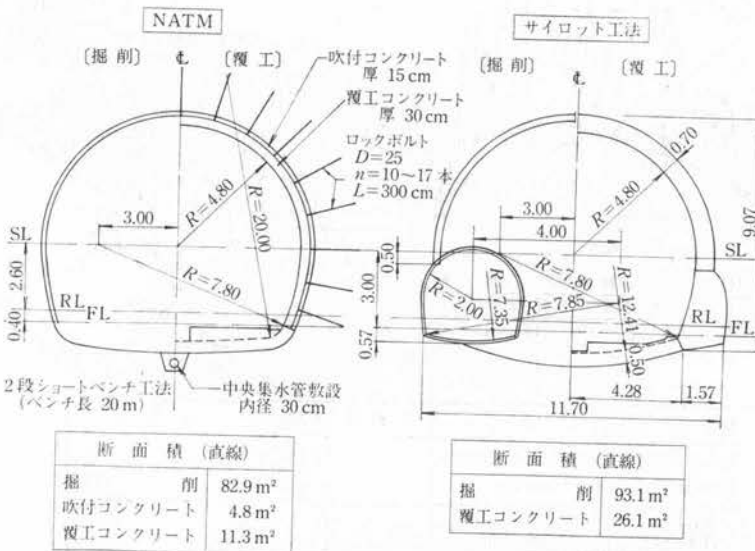


図-4 標準断面図

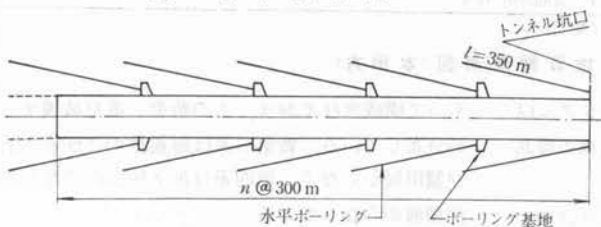


図-5 津軽トンネルと大平トンネルの水平・水抜ボーリング計画

アーストンネルに分類されるものであり、砂層を主体とし、 74μ 以下のバインダ分が 5% 未満の区間がかなりの延長を占め、かつ浅海性の粒径のそろった砂層であるため均等係数も 5 以下の区間がある。

想定恒常湧水量はトンネル 1 km 当り $2 \sim 4.5 \text{ m}^3/\text{min}$ であり、当該トンネルをはさんでいる沢間だけの集水面積だけでは、水収支が整合せず基盤が盆状地形であることから、他の沢の範囲も含めた地下水を集水しているものと思われる。また地下水位が高く、施工基面高で考えると $4 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 以上の部分があり、湧水圧による流砂現象が起りやすいと想定されている。したがって、施工法としては、水抜ボーリング、水抜坑兼用の左右導坑の掘削などを考えている (図-5 参照)。導坑の掘削に伴って上半部が湧水がなくなれば、機械掘削が可能となり、吹付工およびロックボルト工を併用した工法の採用が有効になる。

また地表より斜坑底のまわりに深さ約 100 m のディープウェル (DW) を 3 本群井戸として揚水試験を行った (図-6 参照) が、2 本は $300 \sim 500 \text{ l}/\text{min}$ の適正揚水量が確保されたが、35 m 離れた 1 本は $60 \text{ l}/\text{min}$ 程度の適正揚水量しか見込めず、地質調査からはマクロ的にはほぼ 10^{-8} オーダの均質な砂層と表現されるが、水の通りやすい部分と通りにくい部分はかなりはっきり区分

できるものと考えられる。これらの点から透水係数は、全体的には 10^{-8} オーダの地質であるが、粘性土を含む難透水層 ($10^{-8} \sim 10^{-6}$) が何層も挟在しており、掘削を非常に困難なものとする可能性が高く、また難透水層にはばまれ、水平ボーリングでは水抜効果が有効でない場合も起りうるので、このようなときは地表からのディープウェルを検討する必要がある。

(b) 大川平トンネル以北のトンネル

大川平トンネル以北のトンネル部分は地質調査の結果ほとんど湧水はないものと想定され、一部背を出す区間等を開削工法で施工するが、基本的には図-4 のような NATM による掘削を考えている。

(3) 排水処理設備計画

津軽トンネル、大平トンネルは湧水が多量に見込まれており、大川平トンネル以北のトンネルは湧

で、現在まで7個所のトンネルを8工区に分割して発注済である。このうち昨年末発注の1工区を除く7工区については、昨年秋以降の工事用道路、坑外設備の準備工事も終了し、11月から12月にかけてトンネル本体の掘削工事を始めている。明り部分については高架橋、橋梁の設計、道路および河川管理者との設計協議等を進めている段階で、昭和58年度からの工事発注になる予定である。

5. 北海道方取付部トンネルの施工計画

(1) 地形および地質概要

本地域は松前半島の東側に位置する。平地は知内川、木古内川沿いにみられる以外はほとんどが山地から成っている。計画路線に沿線の地形は、知内町付近では海岸沿いに扇状地平野が発達し、知内町から木古内町にかけては丘陵性山地が連なり、平野部近くになるとなだらかな傾斜の扇状地形となっている。地質は沖積層、新第三紀中新世の八雲層、黒松内層によって構成されている。

八雲層は青函トンネル出口起点5km付近(第2湯の里トンネル)から10km付近(第1森越トンネル)に分布し、灰白色凝灰質砂岩をはさむ硬質頁岩、シルト岩層からなる。また凝灰岩を一部はさんでいるが、本層は比較的単調、均質な岩相である。黒松内層は青函トンネル出口起点0km(第1湯の里トンネル)から5km付近と10km付近から取付部終点付近に分布する。本層

は所々に淡灰色を呈する凝灰岩をはさむ泥岩、凝灰質シルト岩、砂質シルト岩から成っている。トンネル部の地質概要を図-8に示す。

トンネルの想定湧水量は青函トンネル陸上部の実績、既存資料の湧水比流量等による計算結果によっても、長いトンネルにおいてもせいぜい200l/min程度と想定している。

(2) 工法の検討

近年、NATMはトンネル掘削の主要工法になりつつある。NATMは主としてロックボルトと吹付コンクリートによってトンネル周囲の地山が潜在的にもっている地山支持力を積極的に利用してトンネルを構築する工法である。北海道方取付部トンネルにおいては、調査ボーリング、弾性波探査等の事前調査、またそれに付帯した物理試験結果、さらには隣接した青函トンネル陸上部の地質状況、少なかった湧水量等を勘案してNATMですべてのトンネルを掘削することにした。また、掘削方式は上半先進ショートベンチカット工法による機械掘削(ロードヘッダS90型程度)、ずり出し方式はタイヤ方式(11tダンプトラック)で計画した。トンネル標準断面は図-4のとおりである。

(3) 設計パターン

まず地質調査の成果により基本的に「整備五新幹線経済調査トンネル分科会」の地山分類の考え方で分類を行

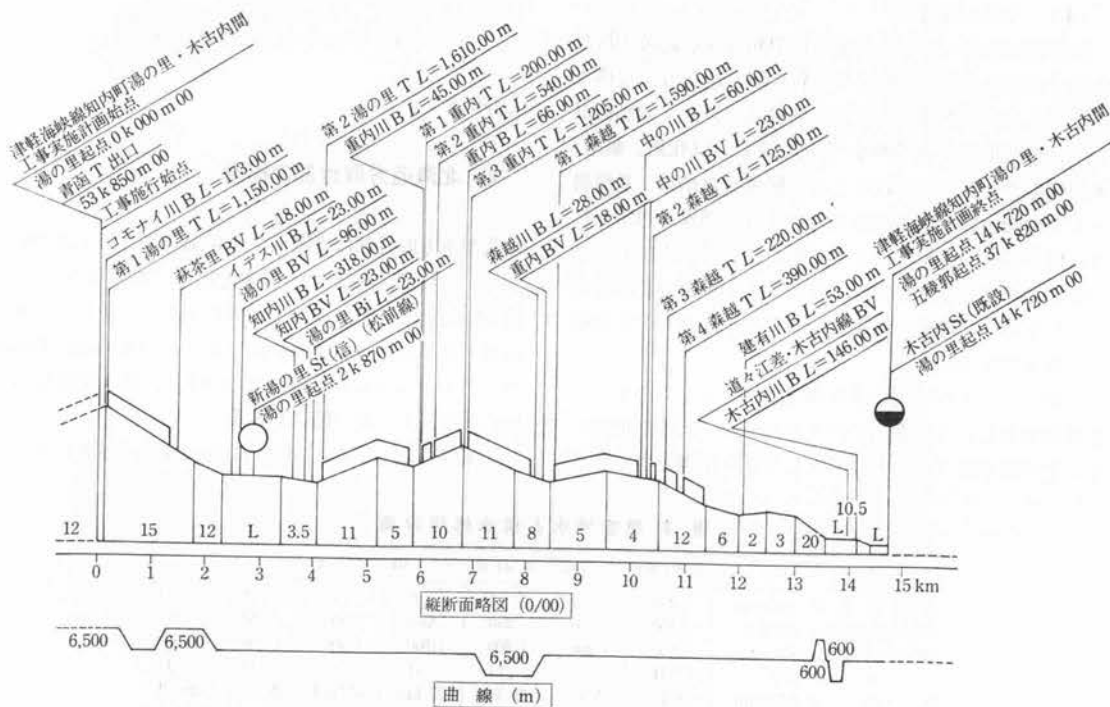


図-7 津軽海峡線知内町湯の里・木古内間線略図

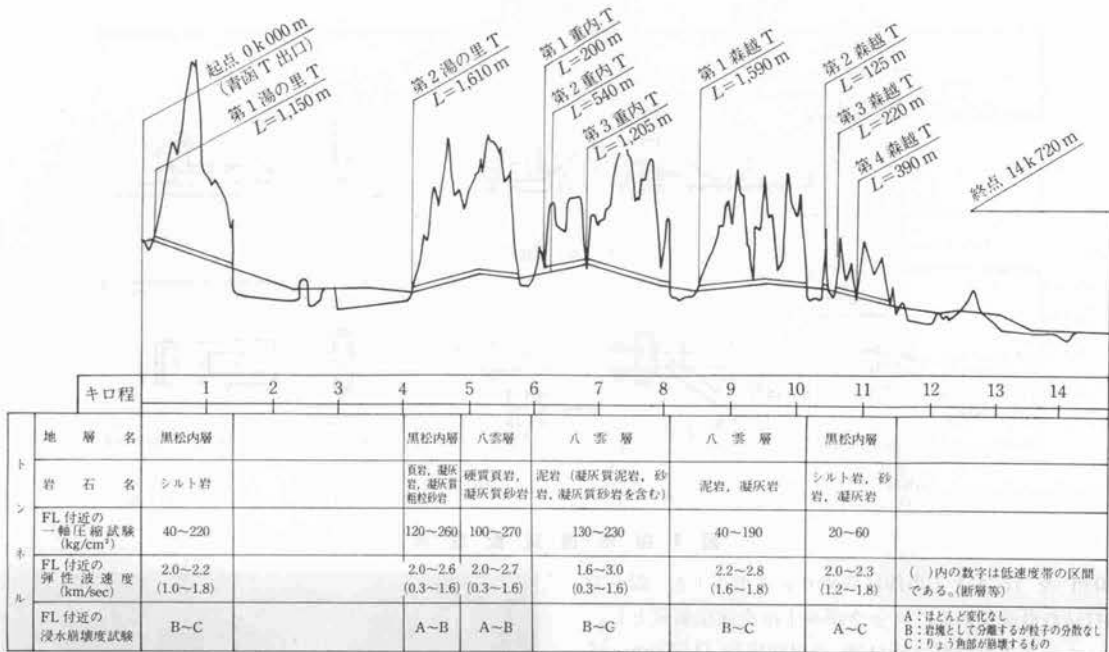


図-8 トンネル地質縦断面 (北海道方)

った。分類の指標は地山の弾性波速度と地山強度比 (岩石強度と初期応力の比) を使用している。

以上の岩盤分類をもとにトンネル分科会における標準設計パターンを基本とし、他の施工例を参考にして設計パターンを決定した。設計パターンの一例 (NATM 施工例) を図-4 に示す。なお、2 ケースについて、岩石試験結果等をインプットして FEM 解析を行って設計のチェックを行った。

(4) 施 工

掘削工法は2段ベンチカット工法、ベンチ長は30m程度とし、施工順序は基本的には次のように計画した。

上半は、

- ① ロードヘッダによる掘削
- ② 1次吹付コンクリート施工 (厚 5cm)
- ③ 鋼製支保工建込み、金網 (ラス) 張り
- ④ ロックボルト打込み
- ⑤ 2次吹付コンクリート施工 (厚 10cm)

下半は、

- ① ロードヘッダによる掘削
- ② 1次吹付コンクリート施工 (5cm)



写真-1 第1森越トンネル (東) 工区坑口付近

- ③ 金網 (ラス) 張り
- ④ ロックボルト打込み
- ⑤ 2次吹付コンクリート施工 (厚 10cm)

また掘削切羽付近の機械配置は図-9 に示すように計画した。

支保工は上半のみ 125 H (1.0~1.2m ピッチ)、100 H (1.5m ピッチ) を建込み、ロックボルトは長さ 3.0m を上・下半に 10~17 本打込む設計になっている。なお、坑口部の土被りの薄い区間では、支保工は上・下半とも 150 H (1.0m ピッチ) に建込み、ロックボルトは長さ

特集*青函トンネル先進導坑貫通記念 青函トンネルで開発した施工技術

井上 俊 隆* 星 加 博 二**

秋 田 勝 次***

1. はじめに

去る1月27日、先進導坑の貫通式が盛大に挙行政され、有史以来初めて北海道は本州と陸路により結ばれ、新しい時代を画することとなった。

昭和39年5月、福島町吉岡において、北海道側調査斜坑の掘削に着手以来18年余、幾多の人々の熱望、意欲、協力、辛苦の結果、先進導坑の貫通は達成され、本トンネルの完成を確実なものとした。本トンネルの未掘削区間は、海峡中央部で2km余りとなり、昭和60年度完成が見込まれている。

このトンネルの施工にあたっては、約40年前開門トンネルを完成させたのをはじめ、数多くの難工事を克服した、鉄道トンネル技術の総力が結集されたのはもちろん、海底炭坑掘削の経験等関連する周辺技術の協力と、諸先輩の英知が発現された。以下に青函トンネルの施工技術のあらましを述べることにしたい。

2. 青函トンネルの特色とその施工法

青函トンネルの特色は次の3点に要約される。

- ① 総延長53.85kmと比類なく長大である。
 - ② そのうち23.3kmが北海道を本州と隔てる津軽海峡下にある海底トンネルである。
 - ③ とりわけ海底下で地質が不良である。
- 施工上の特徴としては、
- ① 無限の貯留量(リザーバ)を持つ海底下で、高被圧水(25kg/cm²)下のトンネル掘削という未経験な分野

であり、しかも万が一にも失敗は許されないため、施工技術の開発を含め調査工事(先進導坑)と本工事がきびすを接して行われたこと。

② 海底下の延長が長く、しかも可能な限りの事前調査によっても地質等の地山条件が不明確なため、本坑を掘る手段として先進導坑、作業坑の2本の導坑を先行して施工した。またそれへのアプローチとして本州側、北海道側にそれぞれ斜坑、立坑を掘削した。

③ 海峡中央に向って低くなる線路こう配のためトンネル湧水の強制排水が必要であり、また坑内の大々的な強制換気、工事用資材、機器の確保、ずり運搬等の輸送が大規模かつ重要な問題である。

④ 先進導坑はもっとも先行して掘進し、本工事のための調査と技術開発を兼ねるため公団直轄で行われた。

このトンネルは海面下240mと深いため一般の山岳トンネル工法によるしか方法がないが、高被圧水下の不良地質を確実に掘り進めるため、

- ① 前方の地質、湧水の状況等を事前を知るため水平先進ボーリングを行う。
- ② 湧水を確実に止め、地山を改良するため、注入を行うことを基本とした。

20km余の海底下の施工においては大小の断層、異常な土圧、異常出水などさまざまな困難に直面したが、苦心の末、無事克服することができた。

今後の課題としては、

- ① 本坑の完成
- ② 防災対策(特に火災対策)を含めた保守開業設備
- ③ 保守管理体制
- ④ 多目的利用

等である。なお、工事誌の作成、施工技術の集大成、継承も重要な課題である。

* INOUE Toshitaka

日本鉄道建設公団青函建設局次長

** HOSHIKA Hiroji

日本鉄道建設公団青函建設局技術課長

*** AKITA Katsuji

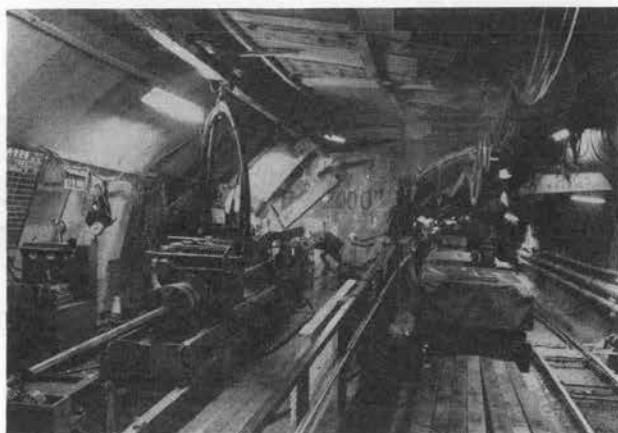
日本鉄道建設公団青函建設局技術課

3. 先進ボーリング

事前に十分な地質調査が不可能な海底トンネルを掘進するにあたり前方予知のため水平先進ボーリングの開発は重要な課題の一つであった。調査用斜坑の掘削当初から WL (ワイヤライン) 工法によりコアボーリングを行い、湧水の有無に重点をおいて調査を実施するときはより高速掘進のできるトリコンビットによるノンコア工法を採用し対処していた。しかしながら、昭和 47 年度から粘土鉱物 (主にモンモリロナイト) を多量に含む吸水膨脹性の崩壊しやすい地層や断層破砕帯に遭遇することが多くなってからは、特に WL 工法ではアニューラ面積が狭いためにスライムを十分に排出できず、ロッド抑留のトラブルが多くなり、掘進能率が著しく低下した。このため圧力掘り工法、ケーシング掘り工法、二重管掘り工法、エア掘り工法、リバース工法などを試行しながら試す機、付帯器具の種々の改善、ならびに開発を行い効果をあげたが、崩壊しやすい地層および高圧湧水を伴う被圧環境下においては、昭和 50 年以降リバース工法 (単管および二重管式) が最良の工法として採用され、掘進速度が良好でコア採取率もよく、確実に切羽から 500 m 以上先進させるに至っている。

先進ボーリングの基地としては掘込式の横坑方式ではなく、坑道を拡幅して横坑型とした坑道拡幅型横坑方式の方が作業性、切羽前方への先進性がよいことから昭和 50 年より採用するに至っている。

水平先進ボーリングの大きな問題の一つに長尺化した場合の精度があげられるが、孔曲りを最小限に食い止めるためスタビライザの使用、またビットおよびロッドの



写真一 先進ボーリング基地 (坑道拡幅型横坑方式)

組合せ、ロッドの回転数、給圧力の変化により孔曲りを修正し、維持していく技術も習得した。さらにスペリオンによる孔曲り測定を併用し、ボーリング孔の軌跡の把握に努めている。

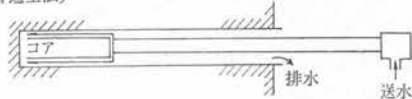
先進ボーリングは直轄施工されたが、施工総延長は 120 km に達している。また水平先進ボーリングの最大掘進長としては北海道方先進導坑においてリバース工法により昭和 56 年 3 月に 2,150 m を記録している。

4. 注入工法

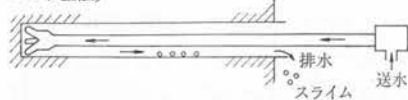
海底トンネルを安全確実に効率よく掘削するためには、無限の貯留量を持つ湧水を確実に止め、軟弱破砕帯の地盤改良を行うことが最も重要な条件であり、適切な注入工法の開発が調査工事段階から主要な課題の一つであった。

調査斜坑時代から注入を余儀なくされ、普通セメント

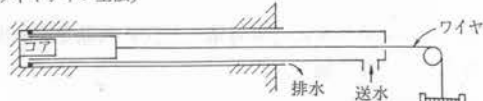
[普通工法]



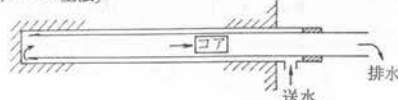
[ノンコア工法]



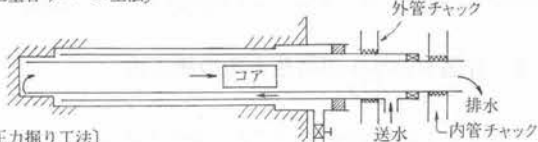
[ワイヤライン工法]



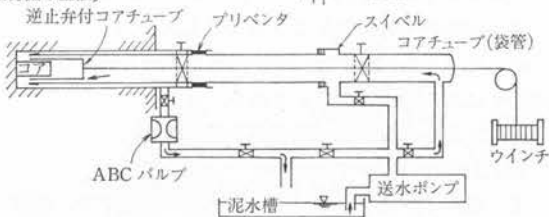
[リバース工法]



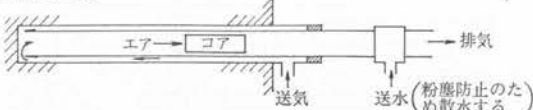
[二重管リバース工法]



[圧力掘り工法]



[コア掘り工法]



図一 ボーリング工法の概念図

による注入を主体とし、補助的に3号水ガラスを使用した LW 注入により対処していたが、止水効果、作業性、経済性に難点があり、注入材料、注入工法の大幅な改善をめざし委員会等を設置して検討してきた。この中で、注入材料については低モル比の水ガラス ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}=2.2$) と高炉コロイドセメントを組合せることにより高強度で浸透性がすぐれ、耐久性のよい材料が開発され、グラウトとしての物性値としては表-1に示すように材令3日で一軸圧縮強度が 20 kg/cm^2 以上、ゲルタイム2分以上が優に得られるに至った。このセメント水ガラスグラウトのゲルタイムを適切に取り地山に注入することで、高压湧水を伴う破碎帯をも突破することに成功した。また、注入作業のスピード化を図るため同時多孔注入の常用化を推進させ、2~4孔の並行作業を定着させることに成功した。

注入用さく岩機、注入ポンプについては、坑内の狭隘な場所に供されるためできるだけコンパクトなものとし、PR-123型さく岩機、HFV-5D型注入ポンプ、ダブコンポンプを多用し、すべて台車上に搭載して機動力の向上、操作の簡易化を図った。

注入の設計、施工については、岩質により堅岩、軟岩、破碎帯と大別した標準を定め、先進ボーリング、さぐり孔からの湧水等の情報をフィードバックさせながら管理をし、目標とした止水効果を達成した時点でチェック孔を掘り、安全を確認してから掘削をするものとした。図-2に本坑における注入計画標準模式図を示す。

このほか、多量の湧水にみまわれた陸上部(算用師工区、袋内工区)においても注入の必要に迫られたが、セ

表-1 低モル比セメント水ガラスグラウトの物性値

水ガラス モル比	セメント		混合比	ゲル タイム	圧縮強度 (kg/cm^2)
	高炉コロイ ドセメント	セメントミ ルク W/C			
2.2	スラグ率	100%	1:1	1'31"	77.0
⑤/号		150	1:1	2'27"	21.6
75%液	55%	200	1:1	3'40"	13.3

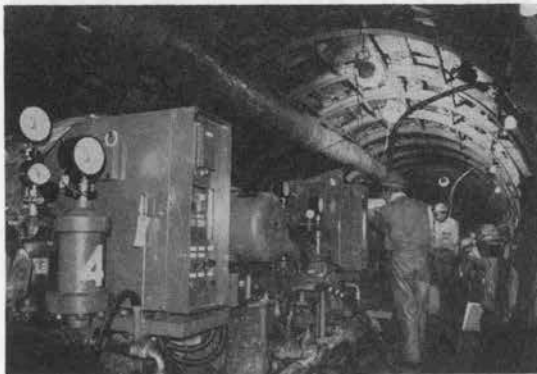


写真-2 先進導坑注入基地(ダブコンポンプ)

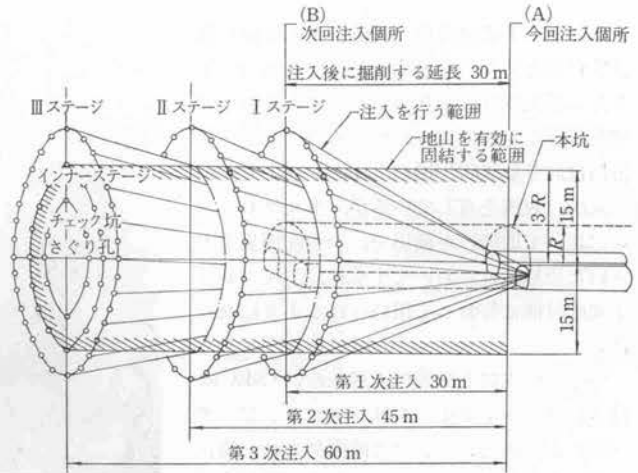


図-2 注入計画標準模式図(13本坑)

メント系注入材料でありながらゲルタイムを自由にコントロールができ、強度も高く排水処理の容易なデンカES注入を施工し、よい効果をあげるに至った。

注入しなければ掘れない、また将来の永久的揚排水量をおさえなければならない青函トンネルの特殊条件下において、注入工法を能率的、経済的、かつ安全なものとして確立したことは、数多い青函トンネルの技術開発の中でも特筆すべきものの一つと思われる。

5. 吹付コンクリート

近年のトンネル掘削技術の進歩(特に NATM 工法)に伴い、トンネルの1次覆工として吹付コンクリート工法が広く採用されるようになった。青函トンネルでは北海道側で昭和40年1月、本州側で昭和41年5月に西ドイツからトルクレット式吹付機を導入して以来、現在に至るまで種々の改良を経て大量の吹付コンクリートを施工し、日本のトンネル工事における吹付コンクリート施工の草分け的役割を果たしている。

トルクレットによる乾式工法は、粉塵発生量が多く、作業環境を悪化させること、ノズルマンの勤で加水するため単位水量の管理が困難なことなどの欠点を有する反面、施工が容易であり、また圧送距離が長くとれるなどの利点をもって、昭和49年にアリバ式吹付機が導入されるまで青函トンネルにおける吹付機の主役として活躍してきた。

一方、湿式工法として昭和47年3月にコンパルナス式吹付機、昭和47年8月にスピロクリート式吹付機がそれぞれ導入された。乾式吹付に比べて粉塵発生量が少なく、吹付けられたコンクリートの品質にバラツキが小さいなどの長所を有するが、材料の品質管理の煩雑さ、圧送距離が短くホースの閉塞を生じやすいなど施工性に大きな問題があり、大量使用には至らなかった。その後

トルクレット式吹付機の性能を上回る同じ乾式吹付機としてアリバ式吹付機が昭和 49 年 5 月に導入され、現在に至るまでアリバ 260 型吹付機が主に使用されている。アリバ式吹付機は同じ乾式吹付機のトルクレットと同様の長所、短所を有しているが、トルクレット式に比べて取扱いが簡単で、かつ吐出量も大きいいため施工性においてすぐれ、トルクレット式吹付機に替わって用いられるようになった。

一方、乾式にも湿式にも属さない「SEC 吹付コンクリート工法」がリブコンエンジニア（株）と青函建設局とで共同開発され、現在一般にも徐々に用いられつつある。SEC 吹付コンクリートシステムは図-3 に示すように 2 系統よりなる吹付システムである。すなわち、1 次側は SEC モルタルをポンプ圧送し、2 次側は骨材（急結剤を添加）を乾式吹付機により空気圧送し、ノズル付近で両者を合流させて吹付ける工法である。この工法は乾式同様の圧送距離がとれるうえに、吐出量が大きく、粉塵発生量およびね返りが少なく、吹付コンクリートとしての品質にバラツキが小さいなど種々の利点を有することが判明しており、理想的な吹付工法と考えられ、今後ますます汎用されることが期待される。

6. SEC 工法

青函トンネルでは断層破砕部での 200 t/m² 以上の大土圧に対処するためフープ鉄筋付モルタル中詰鋼管支保工の採用に至ったが、新幹線断面に対する検討では軸力で 1,000 t 以上の耐力が必要であることが判明した。鋼管支保工の耐力に関しては中詰モルタルの品質が最も大きな要因であると考えられるため、高品質のモルタルを必要とし、その要求される基本条件としては

- ① 初期強度、長期強度がともに高いこと ($\sigma_3=200$ kg/cm², $\sigma_7=300$ kg/cm², $\sigma_{28}=400$ kg/cm² を目安)。
- ② 適当な打設機械で十分に充填可能な流動性を有す

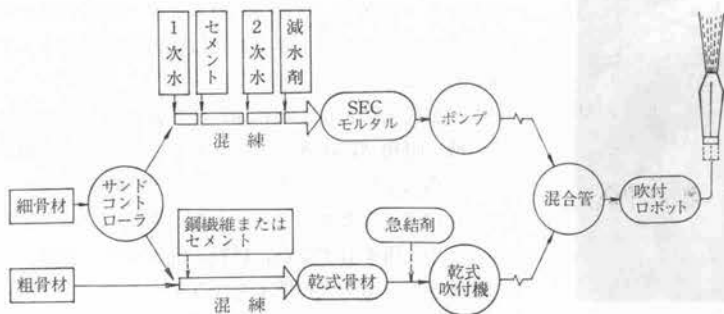


図-3 SEC 吹付工法系統図



写真-3 先進導坑の吹付コンクリート

ること。

- ③ ブリージングが少なく、また材料の分離抵抗性が大きいこと。

これらの諸条件を満たすためリブコンエンジニアリングと共同で種々の実験を行ったところ、モルタルの特性に関して砂の初期表面水率が大きく寄与することが明らかになり、SEC 工法が極めて有効であると考えられた。SEC とは Sand Enveloped with Cement の略であり、SEC 工法とは砂の表面にセメント粒子を付着させて水セメント比の小さいキャピラリー状のセメントペーストの皮殻を形成するようにしたものであり、このセメントペーストの水セメント比を 15~30% に調整しておくこと、後で水を添加して流動性のよいモルタルあるいはコンクリートの状態にしても皮殻は壊れることなく、全体として図-4 のような状態になる。

実際の製造方法としては、まず砂の表面水率を一定にするための機械であるサンドコントローラを通過させることにより砂の表面水率を調整し、次に表面水率を所定の値とするため調整水 (W_1) を添加して混練し、同時に粗骨材も投入する。このあとセメントを投入して混練し、骨材の造殻を行い、最後に残りの混練水 (W_2) および必要な減水剤を添加して混練する。以上により SEC コンクリートが得られる。

SEC モルタルおよび コンクリ

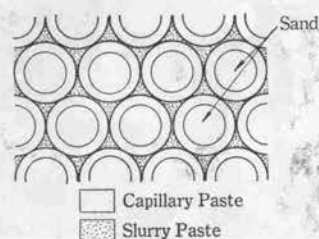


図-4 SEC コンクリートのモデル

ートに関する種々の実験を行った結果、SEC 工法には次のような特徴のあることが認められた。

- ① プリージングが少ない。
- ② 骨材の分離、沈降に対する抵抗性が大きい。
- ③ 強度がアップし、しかも品質にバラツキが小さい。
- ④ 流動性がよいため圧送性にすぐれている。

このように SEC 工法は従来工法に比較して、コンクリートの諸性質を大幅に改善するものであり、これにより施工性の向上、また構造物としての品質の向上が図れるものと思われる。実際に青函トンネル本州方の坑門コンクリートの本体部分は SEC コンクリートで施工しており、良好な施工結果を得ていることから、今後ますます活用されるべきものと期待できる。

7. 膨張性地山における施工法 (周壁導坑先進円形ショートベンチ工法)

北海道側吉岡工区 33 km 付近は F-10 断層の影響帯により地山が脆弱化しており、 200 t/m^2 もの強大な土圧が計測され、地盤支持力も小さいことから沈下に弱い円形ショートベンチ工法では対処しきれず 沈下と膨圧に強い 図-5 のような周壁導坑先進円形ショートベンチ工法を採用した。この工法とフープ鉄筋付鋼管支保工の組合せで F-10 断層の強大な土圧に十分対処可能と判断された。この工法の特徴としては次のような点があげられる。

- ① 上半支保工底板相当部分の支圧面積が大きいため沈下が小さくなる。
- ② ベンチカット工法の弱点である下半切羽付近にお

表-2 推定土圧別支保工形式

推定土圧	高強度鋼管支保工形式
70~130 t/m^2	10 in 鋼管支保工フープ筋付：肉厚 90 mm，フープ筋 $\phi 22 \text{ mm}$ ，SD-35， $\sigma_c = 400 \text{ kg/cm}^2$
130~200 t/m^2	12 in 鋼管支保工フープ筋付：肉厚 10.3 mm，フープ筋 $\phi 22 \text{ mm}$ ，SD-35， $\sigma_c = 400 \text{ kg/cm}^2$

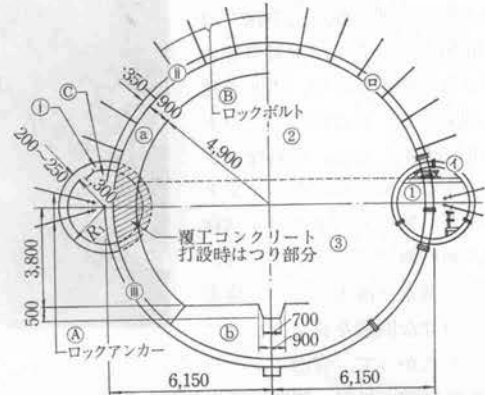


図-5 周壁導坑先進円形ショートベンチ工法

いて、上半支保工の荷重を周壁導坑の梁で受けもてるので緩みが最小に押えられる。

③ 上半掘削に先だって導坑を掘削できるので前方地質状況、湧水の確認ができる。

施工手順としては、スプリング部分に円形小断面導坑を先行して掘削し、ロックアンカーを打設し、コンクリートで断面を埋戻し、地耐力の増強を図る。その後、円形ショートベンチ工法によりトンネル全断面をフープ鉄筋付鋼管支保工を使用し施工する。最後に吹付を施工後ロックボルトを打設する。この工法により沈下も少な

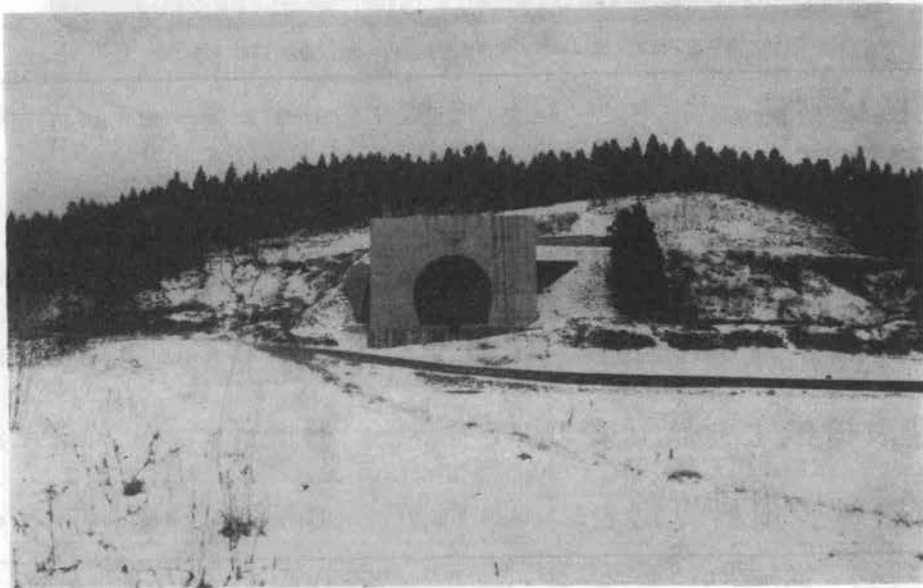


写真-4 青函トンネル入口(本州側)

く、無事膨圧区間を突破することができた。

8. その他

測量、トンネル掘進機、換気、揚水、排水処理設備、工事保安対策、断層突破、異常出水対策等さまざまな問題があるが、紙面の都合上割愛する。また漏水のないトンネルを造ることは、良質なトンネルとするための重要なポイントであるが、特に関門トンネル（在来線、新幹線）の経験によれば、海底部の漏水は海水に近く、塩害という厄介な問題を背負うことになる。したがって、青函トンネルでは塩害に強い材料、機器の開発を行うのはもちろん、トンネル内への漏水を可能な限り、できれば100%シャットアウトするように努めている。

9. おわりに

以上個々の技術の要点について述べたが、個々の技術を集大成、組織化する施工体制、集団としての技術の保



写真-5 周壁導坑先進円形ショートベンチ工法

持がより重要と思われる。

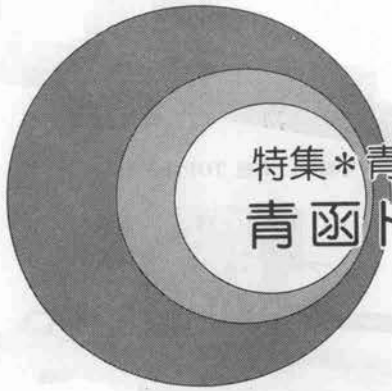
最後にあたり、このプロジェクトを推進し、貫通に導いた諸先輩をはじめとする工事関係者に深甚の敬意を表し、また現場で指揮監督あるいは直接作業にあたった職員、作業員の方々に深く感謝いたします。また、このトンネルはひとまず在来線で供用開始される予定であるが、他の交通機関と対抗できる新幹線が北海道に乗り入れる日が早いことを願うものである。

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

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

建設機械整備ハンドブック (管理編)	B 5 判 326 頁 *頒価 4,000 円 円 400 円
建設機械整備ハンドブック (基礎技術編)	B 5 判 474 頁 *頒価 8,000 円 円 500 円
建設機械整備ハンドブック (油圧機器整備編)	B 5 判 230 頁 *頒価 6,000 円 円 400 円
地盤凍結工法——計画・設計から施工まで	B 5 判 176 頁 *頒価 3,000 円 円 350 円
国産 建設機械主要諸元表 (昭和 57 年度版)	B 5 判 71 頁 頒価 800 円 円 300 円
建設機械等損料算定表 (昭和 56 年度版)	B 5 判 300 頁 頒価 1,800 円 円 400 円

(注) *印は会員割引あり



特集*青函トンネル先進導坑貫通記念 青函トンネルの施工機械

嶋村貞夫* 江村寅一**

1. まえがき

昭和 39 年 5 月、北海道側吉岡において調査斜坑掘削開始から 18 年余、本年 1 月 27 日に津軽海峡海底下において青函トンネルの先進導坑が貫通し、本州と北海道が完全な陸つづきとなり、我が国の輝かしいトンネル技術が実を結ぶことになった。ここに至るまでにはルートを選定、地質等の調査に始まる幾多の技術的難問を工法の検討、施工機械あるいは材料等の開発、導入を行い、先進ボーリング、注入に代表される新技術を確立してきた。先進導坑の貫通を機にあらためて青函トンネルの施工機械類のうち主要な機械について紹介したいと思う。

なお、本誌にすでに発表した論文および本号に発表している論文と重複を避けるため機能を中心に概略する。

2. 水平ボーリングマシン

青函トンネルのような海底下の長大トンネルを掘進するには、坑道の掘進と平行して常に切羽前方の地質、岩盤の状況、および湧水状況等を正確に、かつできるだけ早く知ることが必要であるが、一般の山岳トンネルの場合とちがひ、海底下の工事のため、従来の垂直ボーリング等ができないために水平長尺ボーリングによる先進ボーリングが必要欠くべからざるものとなってくるが、従来、長尺の水平ボーリングは技術的にむずかしいため一般にはあまり行われていなかった。

そのため青函トンネルにおいては先進導坑の掘進速度(平均約 130 m/月)に見合ったボーリング速度(坑道の掘進速度の約 2 倍の 250 m/月)をもつ水平ボーリング技術の開発のため、大型ボーリングマシン、エレクトロドリル(図-1、表-1 参照)、ダイナドリル等の新機種の開発、導入をすると同時に、ボーリング技術そのもの

表-1 エレクトロドリル主要諸元

エレクトロドリル 外径	φ164 mm	回転数	680 rpm
長さ	12,200 mm	エレクトロドリル 最大軸荷重	20 t
重量	1,800 kg	最大トルク	400 kg-m
出力	65 kW	定格トルク	200 kg-m
電圧	1,050 V	ロッド外径	φ134 mm
定格電流	93 A	トリコンビット	φ192 mm

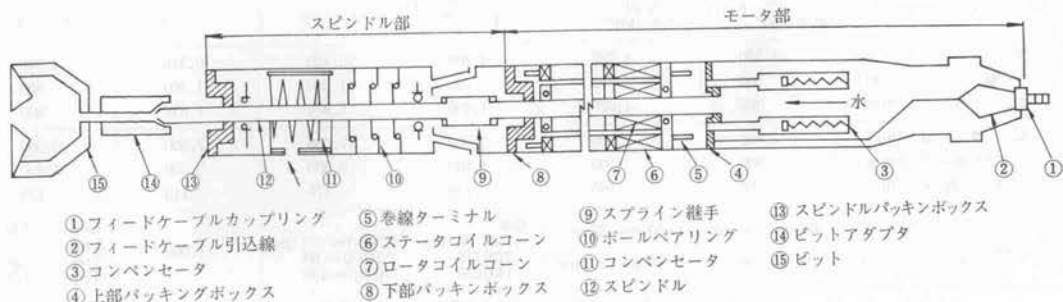


図-1 エレクトロドリル概略図

* SHIMAMURA Sadao

日本鉄道建設公団青函建設局機械課長

** EMURA Toraichi

日本鉄道建設公団青函建設局機械課資料係長

の検討を行い、在来型中尺水平ボーリングマシンの利根 TOP-LS 型 (写真-1 参照)、鉦研 FS-60 C 型 (写真-2 参照) 等と、地質に応じての各種工法、すなわち、ワイヤライン工法、リバース工法および二重管リバース工法等との組合せにより 1,000 m 級の水平先進ボーリングが確実にできるようになった。

そのほか、短尺の先進ボーリング、水抜き等のためには小型の多目的ボーリングマシンとして鉦研 FS-30 S 型および FS-40 S 型等を開発し、坑内の狭隘な場所でも有効に使用してきた。なお、青函トンネルにおいて使用された主要機種的主要諸元は表-2 のとおりである。

3. 注入機械

いくたびかの大出水事故にみられるように、海底下のトンネルを掘削するためには、断層等地質の弱い部分においては湧水を止め、地質を強化しないと掘削そのものが困難というより、ほとんど不可能といっても過言ではない。さらに湧水をできる限り少なくしないと工事中の排水に多くの費用と労力を費やすだけでなく、将来トン

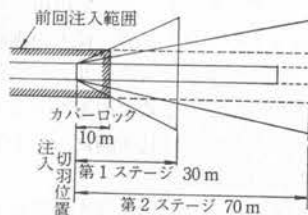


図-2 注入パターン

ネルの維持管理に及ぼす経済的影響が非常に大きくなる。そのため青函トンネルにおいては、水ガラスと高炉コロイドセメントミルクの 2 液混合による LW を主体とした注入を図-2 のようなパターンによって実施してきた。

注入方式には、

- ① 1 ショット方式 (1 液 1 工程方式)
- ② 1.5 ショット方式 (2 液 1 工程方式)
- ③ 2 ショット方式 (2 液 2 工程方式)

があるが、青函トンネルにおいては 1.5 ショット方式 (図-3 参照) を採用し、2 連ピストン式のグラウトポンプ 4 基とグラウトミキサ 4 基等よりなる移動式 4 孔用注入基地 (図-4 参照) を設けて能率化を図った。

主として使用したグラウトポンプは、油圧式のヤマト

表-2 青函トンネルで使用の水平ボーリングマシン一覧

型 式		FS-30 S	FS-40 S	FS-60 C	FS-400 B	TOP-100 H	TOP-LS
製 作 会 社		鉦研試錐工業	同 左	同 左	同 左	利根ボーリング	同 左
掘 進 能 力 (m)		500	800	1,500	2,000	1,500	1,000
掘 進 方 向		上方 10°, 下方 3° 水平 360°	上方 10°, 下方 5° 水平 360°	水 平	水 平	水 平	水 平
本 体 寸 法	長 さ (mm)	1,350	1,730	4,400	10,450	6,515	4,000
	幅 (mm)	600	750	780	1,280	1,300	800
	高 さ (mm)	950	1,020	1,460	1,970	1,610	900
本 体 重 量 (kg)		800	1,000	3,000	17,000	7,500	2,900
スピンドルストローク (mm)		500	500	1,700	5,300	3,500	1,800
スピンドル内径 (mm)		108	180	120	170	110	170
トルク (kg-m)	低 速	400/0~35 rpm	550/0~35 rpm	標準 1,140/30 rpm 310/113 140/250	4,300/0~30 rpm 2,160/0~60 1,080/0~120	1,600	Low 140.0 2nd 70.0 3rd 35.0 Top 175
	高 速	116/0~120 rpm	116/0~120 rpm				
給 圧 力 (kg)	前 進	0~5,000	0~7,600	16,000	48,000	15,000	10,100
	後 進	0~6,200	0~10,200	23,000	65,000		
電 動 機 出 力 (kW)		22	30	回転用 37 給進用 15	回転用 225 給進用 30	55	55
配 備 台 数	本州方	1	1	1	1	1	1
	北海道方	1	1				



写真-1 利根 TOP-LS 型

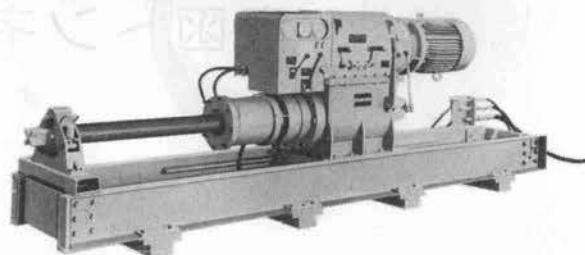
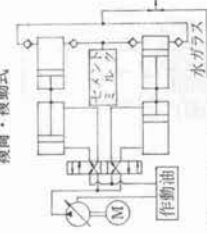
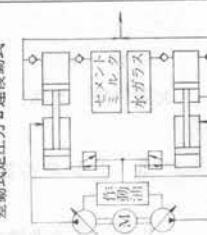
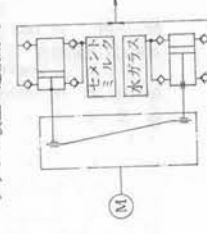


写真-2 鉦研 FS-60 C 型

表-3 注入機械一覽

製 作 会 社	HFV-2AB		HFV-5D		DP-30 GH	
	ヤマトポンピング		ヤマトポンピング		島崎製作所	
吐出圧力 (kg/cm ²)	5~87, 5~118		5~100		5~100	
吐出量 (l/min)	0~71, 0~96		0~70		10~70	
ピストン径 (mm)	グラウト側 65, 57, オイル側 74		グラウト側 90, オイル側 76		50	
吐出口径×吸入口径 (mm)	32×38		25×38		32×40	
回転数 (rpm)	0~26		0~46		16: (111) cpm A筒 (セメントミルシク側) 87, 27~120 B筒 (水ガラス側) 104, 73~72 22 (可変速)	
ストローク長 (mm)	300		262		1,400×1,600×1,300	
電動機出力 (kW)	15		22		2,390	
高さ×長さ×幅 (mm)	960×2,000×530		830×1,600×450			
重量 (kg)	ポンプ 400, ユニット 910		ポンプ 420, ユニット 930			
構造様式	複筒・複動式 		差動式定圧力2連複動式 		ダブルコンバート2連複動式 	
型 式	立型上下2槽式 MV-400		立型上下2槽式 MV-400		RW 5 (1次) AG 3 (2次)	
容 量 (L)	上下とも 400		上下とも 400		400, 400	
回 転 数 (rpm)	125		125		32 rpm, 164 cpm	
高さ×長さ×幅 (mm)	1,687×1,620×1,025		1,687×1,620×1,025		1,300×1,400×1,300 1,300×1,400×1,300 1,348×1,200×1,150	
電動機出力 (kW)	3.7		3.7		3.7, 2.2	
重 量	460		460		400, 500	
配 備 台 数 (直轄)	本州方 2 北海道方 2		5		9 4	

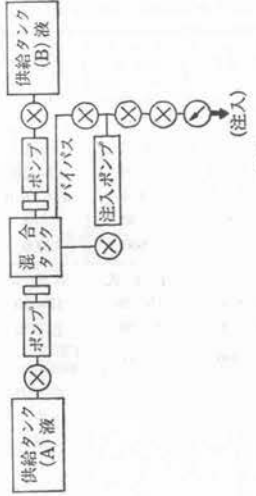


図-3 1.5 ショット方式

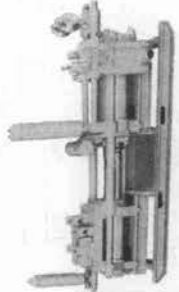
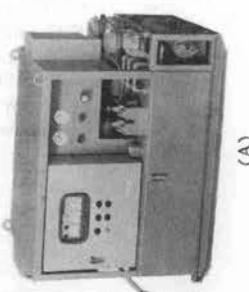


写真-3 ヤマト HFV-5D 型

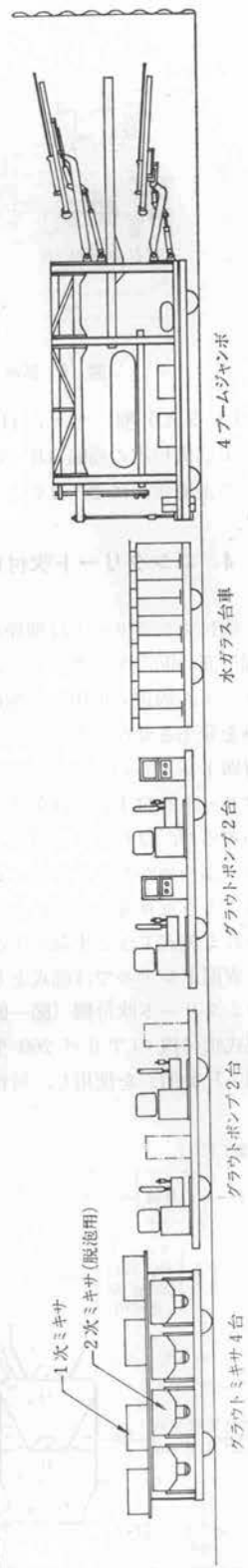


図-4 移動式4孔用注入基地

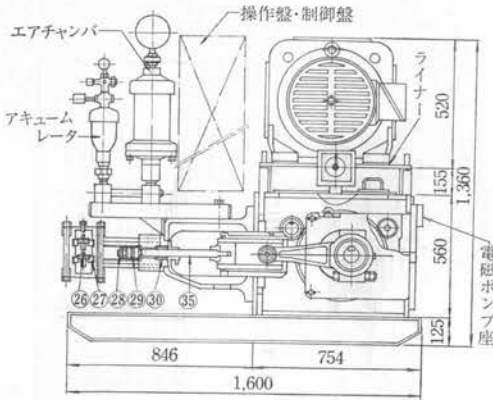


図-5 島崎 DP-30 GH 型

HFV-2 AB 型, ヤマト HFV-5 D 型 (写真-3 参照) および機械式の島崎 DP-30 GH 型 (図-5 参照) で, その主要諸元は表-3のとおりである。

4. コンクリート吹付機

吹付コンクリートは型枠なしで施工できる作業性と, 掘削面の凹凸を平滑にし, 応力の局部集中を少なくしてトンネル周辺の地山を早期に安定させ, 止水ゾーンに緩みを生じさせないという点で, 前述の薬液注入と合せて青函トンネルの施工には欠かせないものであった。コンクリート吹付工法には乾式工法, 湿式工法, 半湿式工法があるが, はね返り, 粉塵, 圧送距離などの点でそれぞれ一長一短があり, 容易に優劣は決めがたいが, 先進導坑のような狭隘な現場においては圧送距離の比較長くとれる乾式工法と半湿式工法を採用した。

青函トンネルでは乾式としてはトルクレット S₈-II 型コンクリート吹付機 (図-6 参照) を, 半湿式としては乾式吹付機のアリバ 260 型および 600 型 (写真-4, 図-7 参照) を使用し, 材料圧送ホースの途中でドライ

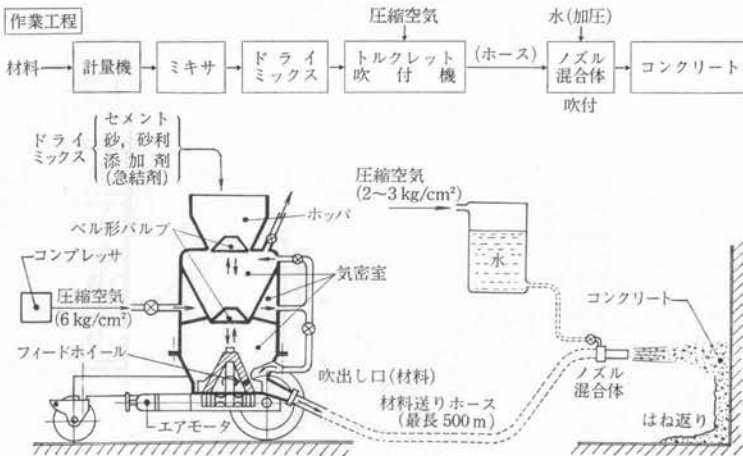


図-6 トルクレットコンクリート吹付機

表-4 コンクリート吹付機の主要諸元・特性比較

型式	トルクレット S ₈ -II 型	アリバ 600 型	アリバ 260 型	
主要諸元性能	吹付能力 (m³/hr)	5	4~5	6~9
	骨材寸法(最大) (mm)	25	25	25
	使用空気圧力 (kg/cm²)	6	4~6	3~6
	空気消費量 (m³/hr)	12	8	8~10
	原動機 (kW)	3	4.4	4.4~6.6
	ホース内径 (mm)	50	50	65
	自重 (kg)	640	600	1,000
特性比較	工法	乾式	半湿式	半湿式
	はね返り率 (%)	25~30	15~20	15~20
	圧縮強度 (kg/cm²)	約 170	約 220	約 220
	施工距離(ホース長) (m)	400	300	150(ホース) 300(パイプ)
	吐出量 (m³/hr)	約 2.0	約 4.0	約 4.0
	振動	小	小	小
	粉塵度	大	中	中
機械の大きさ	中	小	小	
配備台数 (直轄)	本州方 北海道方	3 2	2 3	

表-5 トンネル掘進機主要諸元

型式	TBM 836	TBM 840	TBM 845	TBM 945
掘削径 (m)	3.6	4.0	4.5	4.5
対象岩石圧縮強度 (kg/cm²)	100~2,000	100~2,000	100~2,000	100~2,000
掘進速度 (m/hr)	0~4	0~4	0~6	0~6
総推進力 (t)	203	300	110	110
ストローク (m)	1.0	1.05	1.05	0.6
総支持力 (t)	780	780	240.6	195.6
全装備出力 (kW)	455	441	331	339
本体全長 (m)	12.3	14.5	16.8	19.3
本体全重量 (t)	85	95	145	160

コンクリートミックスに水を加える方式をとっている。

なお, 青函トンネルで主として使用した機種的主要諸元と特性を比較すると表-4のとおりである。

5. トンネル掘進機 (TBM)

トンネル掘進機は掘削方式により全断面掘削方式, シールド併用方式および自由断面掘

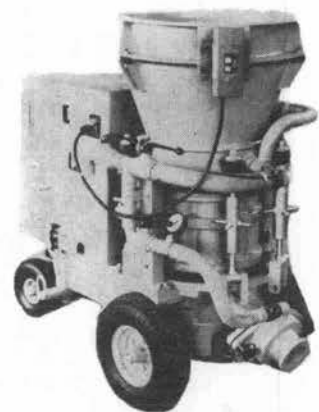


写真-4 アリバ吹付機

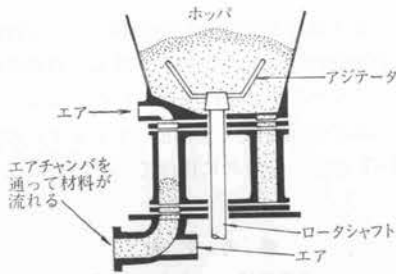


図-7 アリバ吹付機(ロータ式)の内部構造

削方式に分けられるが、青函トンネルにおいては全断面掘削式(複合回転式切削破碎型)に属するウォルマイヤー型 TBM-836, TBM-840 等、(図-8 参照)を先進導坑および作業坑の掘削に導入し、合計で約 4,500 m 掘削した。表-5 にその主要諸元を示す。しかし、掘進が進むにつれて地質その他の悪条件が重なったため途中において使用中止のやむなきに至った。

6. 蓄電池機関車

ざりトロ、材料運搬台車および人員輸送車等をけん引するトンネル工事用機関車にはディーゼル機関車、蓄電池機関車(写真-5 参照)とがある。蓄電池機関車は動力用電源として蓄電池を使用しているため、蓄電池の充電設備と充電のための労力がかかるわずらわしさがある

が、ディーゼル機関車と違い排気ガスによる坑内の空気汚染がないことから、トンネル内の工事用機関車としては古くから広い範囲で使用されているごく一般的なトンネル工事用機関車である。

青函トンネルは総延長 53.850 km (海底部 23.300 km) に及ぶ長大トンネルで、しかも、全線こう配(最急こう配 12%) 区間であることから、制御はサイリスタチョッパ方式を、ブレーキは独立2系統の油圧式(減圧式)あるいは空気式ブレーキと電力回生式(抑速用)ブレーキを備え、長い下りこう配においても安定した速度を保つと同時に、回生機能により蓄電池を充電することにより省エネルギー型ともなっている。先進導坑で使用

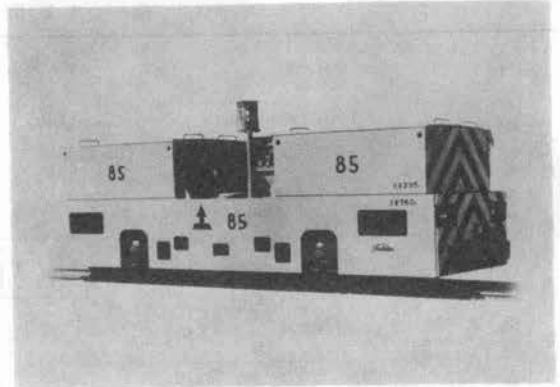


写真-5 12 t 中央運転台式蓄電池機関車

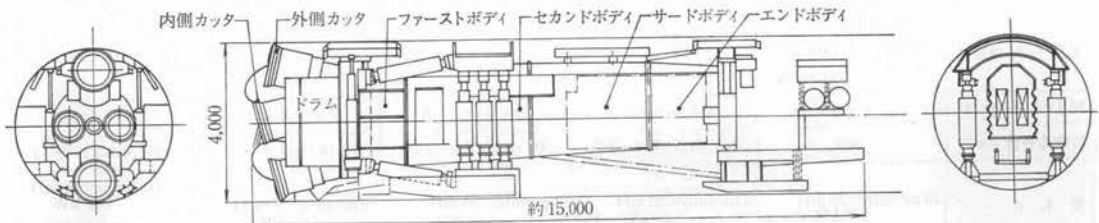


図-8 トンネル掘進機 TBM 840

表-6 蓄電池機関車一覧

項目	型式		端運転台 BE-6 型	中央運転台 SLSB- 2C13A 型	端運転台 SLSB- 206 B 型	中央運転台 UBL- 12 MW 型	中央運転台 BL12-M- SCR 型	端運転台 BL 6-H- SCR 型	端運転台 HB 6-H- C 型
	中央運転台 BCSG- 12D 型	中央運転台 BCSG- 13B 型							
製造会社	神鋼		電機	東京芝浦電気		日本車輛製造	日本	輸送機	日立製作所
呼び重量(t)	12	13	6	13	6	12	12	6	6
軌間(mm)	762		762	914	914	762 914	762	762	762
主要寸法	全長(mm)	5,500	4,112	5,250	4,600	5,000	5,500	3,950	4,490
	全幅(mm)	1,330 1,300	1,176	1,450	1,400	1,450	1,330	1,180	1,200
	全高(mm)	1,500 1,800	1,363	1,750	1,500	1,500	1,500	1,415	1,445
電動機出力(kW)	26×2		9×2	26×2	15×2	26.5×2	28.5×2	12×2	13×2
速度(km/hr)	8~20 26~45		6	26~45	12	8~20	8~20	11	9.4
定格けん引力(kg)	2,400 700		900	700	850	2,260	2,300	950	980
蓄電池容量(Ah)	620		430	620	430	620	626	430	430
制御方式	サイリスタチョッパ式		直接式	サイリスタチョッパ式	サイリスタチョッパ式	サイリスタチョッパ式	サイリスタチョッパ式	サイリスタチョッパ式	直接式
ブレーキ方式	手動, 空気式, 回生式		手動, 発電式	手動, 油圧式, 回生式	手動, 油圧式	手動, 空気式, 回生式	手動, 空気式, 回生式	手動, 発電式	手動, 発電式
配備台数(直轄)	本州方			2	4	18			
	北海道方		7 2	2		2	6	1	2

された蓄電池機関車は12tあるいは13t中央運転台型および6t端運転台型で、軌間は本州側は914mm、北海道側は762mmである。その主要諸元は表-6に示すとおりである。

7. あとがき

以上、切羽の第一線で活躍した代表的な施工機械について概要だけを述べるにとどめたが、他の関連論文と合わせて読まれることを望みます。このほか、直接トンネルの掘削とは関係ない裏方的機械、例えば空気圧縮機、排

水ポンプ、巻上機など数多くの機器類については割愛するが、漁業補償問題にまで発展した排水の処理を抜いては青函トンネルを語ることはできないのではないかと思います。最後に排水処理装置(クラリーファイヤ)の設備一覧表(表-7参照)を参考に掲げることにした。

参考文献

- 1) 「トンネル工事用機械ハンドブック」(日本トンネル技術協会)
- 2) 「創立三十周年記念史」(日本建設機械化協会北海道支部)
- 3) 関口義則:「青函トンネル先進ボーリング技術について」(日本鉄道建設公団第17回技術研究会記録)

表-7 工区別排水処理設備

項目	北海道方			本州方		
	吉岡工区	三岳工区	白符工区	竜飛工区	算用師工区	
設計基準	原水処理量 (m ³ /hr)	1,800 (30m ³ /min) (300×2基) (600×2基)	150 (2.5m ³ /min) (75×2基)	90 (1.5m ³ /min) (45×2基)	3,600 (60m ³ /min) (600×2基) (1,200×2基)	900 (15m ³ /min) (75×8基) (300×1基)
	濁度 (ppm)	原水: 平均 700, 最大 1,000 処理水: 10以下	平均 700 同左	平均 700, 最大 5,000 同左	平均 700, 最大 5,000 同左	平均 700, 最大 1,500 同左
	pH	原水: 5.8~13 処理水: 5.8~8.6	*	*	*	*
	注薬装置	原水処理量, 原水濁度により自動的に注薬制御する	*	*	*	*
	記録計	原水: 処理量, 濁度, pH 処理水: 濁度, pH	*	*	*	*
処理機構	坑内排水流入方式	調整池可変容量制御ポンプ揚水方式	調整池ポンプ揚水方式	調整池可変容量制御ポンプ揚水方式	調整池自然流下方式	調整池可変容量制御ポンプ揚水方式
	沈降分離槽形式	スラッジブランケット型 (300m ³ /hr) 複合型 (600m ³ /hr)	スラッジブランケット型	スラッジブランケット型	複合型	スラッジブランケット型
	脱[水機形式	フィルタプレス	オリバフィルタ	ベルトフィルタ	フィルタプレス	フィルタプレス
設備内容	調整池容量 (m ³)	362	140 (5.0×8.0×3.5)	48 (4.0×4.0×3.0)	70 (5.0×4.0×3.5)	448 (8.0×16.0×3.5)
	原水ポンプ	10 m ³ /min×30 mH ×22 kW×4台	3 m ³ /min×20 mH ×22 kW×2台	3 m ³ /min×20 mH ×22 kW×2台	(2 m ³ /min×30 mH ×22 kW×2台)	2.5 m ³ /min×30 mH ×22 kW×7台 5 m ³ /min×30 mH ×37 kW×2台
	急速攪拌槽	スクエミキサ 400 A× 2基	管路内流動攪拌	2,200φ×2,400 H×1基	攪拌機	管路内流動攪拌
	緩速攪拌槽	(ス) 2,600φ×4,500 H ×2基 (複) 3,800φ×2,650 H ×2基	1,500φ×2,960 H×2基	1,200φ×3,850 H×2基	5,500φ×3,050 H×2基 3,800φ×2,650 H×2基	1,500φ×2,500 H×8基 2,600φ×4,500 H×1基
	沈降分離槽	(ス) 13,400φ×10,200 H ×2基 (670 m ³) (複) 17,000φ×6,350 H ×2基 (1,490 m ³)	7,800φ×6,400 H ×2基 (160 m ³)	6,000φ×6,400 H ×2基 (95 m ³)	22,600φ×5,000 H ×2基 (2,060 m ³) 18,000φ×6,350 H ×2基 (1,660 m ³)	7,200φ×6,000 H ×8基 (135 m ³) 13,400φ×10,200 H ×1基 (670 m ³)
	濃縮槽	5,600φ×6,790 H ×3基 (86 m ³)	3,400φ×5,000 H ×1基 (27 m ³)	3,000φ×4,700 H ×1基 (20 m ³)	5,600φ×6,890 H ×4基 (86 m ³)	3,300φ×5,100 H ×4基 (27 m ³) 5,600φ×6,790 H ×1基 (86 m ³)
	脱水機	32 B×54 枚×0.57 m ³ ×3台	900φ×900 L×3.4 m ³ ×2台	1,220φ×1,530 L ×5.8 m ³ ×2台	40 B×80 枚 ×1.624 m ³ ×2台 32 B×40 枚 ×0.42 m ³ ×1台	32 B×40 枚 ×0.42 m ³ ×2台 32 B×70 枚 ×0.735 m ³ ×2台
	薬品貯蔵タンク	CO ₂ : 12 m ³ ×1基 MICS: 15 m ³ ×1基	—	—	10 m ³ ×2基 20 m ³ ×2基	10 m ³ ×2基 10 m ³ ×2基

(注) 工事進捗にとまれない現在稼働中のものは竜飛および吉岡の2工区となっている。

随想

トンネルの移りかわり

丸 善 光

◆純日本製トンネルは明治 11 年……

日本におけるトンネルの発祥は鉄道より始まった。鉄道の開通は明治5年の新橋～品川間、英国の世界最初の鉄道開通に遅れること47年であった。日本の技術者のみ

でトンネル工事が完成したのは、明治11年京都～大津間の鉄道の旧蓬坂トンネル（延長669m）である。

ダイナマイト、削岩機、空気圧縮機、換気用タービンを使用し、三角測量を実施したのは明治16年頃である。その後長大トンネルの施工が可能となり、国鉄

の直轄工事より請負工事となったのは、大正末期から昭和の初期である。この頃より急速に道路トンネル、水路トンネルが施工されるようになってきた。

◆昔、隆々 今、スリム……

その頃の支保工は木製であり、斧指（よきさし）という特殊な職種の作業員（技能者）が、斧、刃広、鋸、鋸だけで組立てており、釘は1本も使用していなかった。

この斧指は戦時中よりだんだん少なくな

り、今日ではトンネル工事に殆んど見られなくなった。もちろん、他の工種の作業もすべて人力であり、礮（ずり）運搬は畚（もっこ）か馬車を使用した。レールを利用したトロッコは昭和になってから普及したものであった。打込みも人力であり、昔

の土方といえは筋骨隆々としていた。

今日の作業員はスリムと
いうか一般サラリーマンと
変りない体形をしている。
機械化されて重労働がなくな
ったせいと思う。それと
併行して高年齢者が増加し
たのも仕事が楽になったか
らではないだろうか。



◆台湾で近代工法を指導……

斧指といえはこんな思い出がある。

鹿島建設で台湾の北廻り鉄道工事を児玉取締役担当で昭和51年より施工したが、現地に乗り込み台湾の榮民公社で施工中のトンネル内に入って見たら、岩石山の支保工に昔のままの木材組立てが使用され斧指が堂々と坑内で仕事をしていたのにはビックリ仰天してしまった。彼等は戦時中に日本のトンネルマンに教えられた斧指による

木製支保工の技術を代々受け継いでいたのであった。

鹿島建設が施工するようになって、鋼製支保工を使用する事により思いもよらぬ程工事が進捗し、鹿島建設は台湾政府より感謝されたことはいうまでもない。

この木製支保工の時代は非常に長く、施工場所と地質に依っては昭和 35 年頃まで続いた。

◆斧指が主役……

この頃の路線の選定をみると、なるべくトンネル延長の短い部分、即ち海岸線に近い場所を選定している。その当時はトンネル工事は困難であり、かつコストの高いものであったと思われる。

トンネル工事は前述の仕事内容より斧指という技能者の舞台であり、社員の仕事といえは役所との折衝か、下請で手配が不可能な材料の調達、そして測量等が主であり、新米社員は出面とりして歩掛りを調べる位であった。現在の協力会社の社長（当時は親方）がトンネル工事を仕切っていた訳である。

◆事故！ 背筋が寒くなる……

その頃のトンネル工事の事故といえは“落盤事故”。1回の事故で断面の大きさにもよるが 10 名前後の死亡事故が起きるのは日常茶飯事とされていた。

戦後某水力発電所工事の落盤事故で 47 名の犠牲者を出したのは、私の記憶している最大の事故であったろう。今日のように人命尊重の精神が浸透している社会情勢下でこの様な大事故を起したならば、その会社自体の存続が危機に晒されると考えると昼夜三交代で 1,000 名近く作業員が海底ト

ンネルで働いている工事を担当している身としては、背筋に寒けが走る思いである。

◆トンネル工事—どうか

当りませんように！……

小生の関係した現場でも 1 回 10 名の落盤事故の犠牲者が出たのを現実に見ている。

当時はそれら事故が起きると、トンネル内に閉じ込められた作業員を救出するために斧指が斧と鋸とで木組みをして、いらいらする程の時間を掛けながら掘っていくという極めて非能率的方法しかなかった。

この情景をまのあたりに見て、学校出たての新米社員としてトンネル工事は近代的でないと落胆すると同時に、トンネル工事を担当することは極力避けたいと考えたものである。

このトンネルの地質は、小は大人の頭程度、大は一抱え以上もある玉石に粘土交りの層であり、それが落盤事故によりトン坑道内に一杯に詰まり、救出には大いに難渋した。その大きな玉石の奥の作業員が助けを求める悲痛な叫び声を出しているのを聞き、玉石に火薬を詰めて発破を掛ける訳にもいかなかった。

◆大いなる錯誤、石屋と医者……

切羽より「石屋を呼んで来い！」との命令で伝令が走ったが、700 m 先の坑口まで口伝いに言われていくうちに、最後には「医者を呼んで来い！」になってしまった。報道関係の人は色めきたち、遺族は、我が夫、我が息子が生きていたのではないかと殺気立ち、坑口に殺到しだしたのである。“遺族の気持ちは手にとるように解る”今更ながら日本語の難かしさを知った。

この事故で新米社員の私は色々と勉強になった。特に混乱状態で気が動転している時は、口伝への指示、伝達でなくメモによる方法をとるべきであると、生きた教訓を得た。

◆近代工法が社員主導に転換……

このような木製支保工時代に“一大革命”が起きた。それは昭和35年に着工された東海道新幹線工事に本格的鋼製支保工が登場してトンネル内に大きな空間が出来たことである（昭和20年後半には一部鋼製支保工は使用されていた）。いきおいトンネル施工法の抜本的見直しがされた。大型削岩機を搭載したジャンボ、礫積み機、何両も牽引出来るロコとトロの組合せによる搬出システム、コンクリートミキサー車、コンクリートポンプとすべて大型の機械の組合せによる施工法がとられるようになってきた。

今迄下請の親方の特殊技能と労務管理で施工されていたトンネル工事が、社員の技術力なくしては施工不可能となってきた。社員にとって長い間押え込まれていた技術力が発揮され、水を得た魚のように生き生きとして活気が出てきた。即ち下請主導方式より社員主導方式へと転換してきたのである。

◆施主が企業努力を吸収した……

トンネル工事に於ける施工計画書が作られ、サイクルタイムが生まれ、岩石爆破も技術的に削孔位置、装薬量が算出され、各機械の能率を踏まえて機械の組合せが決まり、それに合ったサイクルが出来て、すべて計算により進行が出来るようになってきた。いきおい土木社員および鍛冶工、電工

ばかりでなく機械電気の社員の實力発揮の場所となってきた。

ところが、東海道新幹線工事の時は月進70mで請負の経営が成立していたとして、その後数年を経た山陽新幹線工事時代には月進100mを維持しなくてはならなくなり、東北新幹線工事のときは月進120mの進行が必要となってきた。請負人の絶ゆまぬ企業努力を施主が工事終了毎に実績を分析して吸収してしまったからだろうか。

◆機械化施工と労災正比例……

請負人も手を拱ねいて傍観していた訳でない。それに対抗すべく狭隘なるトンネル内で能率を上げるため次々と大型機械が登場させた。その反動としてトンネル内の労災事故が車輛関係、建設機械関係で60%を占めるようになってきたのである。

このような事故の背景には、トンネル工事の技術力の進歩と共にエスカレートする大型機械化施工があげられる。労災事故はこれらに正比例して増して来たのである。この理由として、作業員の機械に対する不馴れ、高齢化も大きな問題として取り上げられている。

◆青函トンネル先進導坑ついに貫通……

話はそれてしまったが、このようなトンネル技術の進歩が今世紀最大の難工事といわれている青函トンネル工事を実現化し、少年時代マンガの絵本となっていた海底トンネルがいまや現実のものとなってしまった。トンネル工事の技術の進歩はついに海の底をぶち抜くまでに至ったのである。NHKのみならず日本全国のマスコミが青函トンネル先進導坑貫通を取りあげた。人工衛星により世界への生中継も行われた。

◆トンネルは最短距離の魅力……

トンネル工事の技術力の進歩は、昔ではどういともつかなかった路線（道路、鉄道とも）の設定を可能にした。すなわち、地価高騰による用地買収のトラブルを躲かし、アップダウンの地理的問題点も吸収して輸送の高速化に寄与したのである。さらに軟弱な地盤、膨張性の地質、被りの少ないアース地質などにもトンネル技術は積極的に挑戦し、これらをこなすようになった。

比較的良好な地質の場合、鋼製支保工は“剛”にして地圧に対抗できる。しかし地質が悪い場合にはそこに空隙が作られる事により在来の地圧によって内容が膨張し、トンネル内側にスキューズして来る現象が見られる。これに対抗して出来た新技術が NATM 工法である。

◆今後 NATM 工法が脚光を

あびてくる……

この工法は、今大きくクローズアップされている。

NATM の支保は、掘削する地山そのものの有する力を、ロックボルト、吹付コンクリートにより地山自身に力を発揮させて支えるもので、いわば地山自身を支持する工法である。

NATM にはいろいろ特徴があるが、“計測”の技術だけは欠く事が出来ない。

強大な膨張性の地山には、地圧の大きさにより、ロックボルト1本当りの長さや、断面当りの本数増減が必要となる。さらに定常的な計測により随時出てくるデーターを分析し、結果を施工中のトンネルにフィードバックしてやらなければならない。そ

して現地はその地質に合った設計に組み替え施工していくのである。

トンネルの施工は、掘削中に地質の変化に遭遇した場合、もしそれに応じた工法の変更がすばやく、しかも容易に出来れば、施工中に於ける多くの問題も同時に解決できるものである。

◆トンネル社員は工学の基礎を

しっかり身につける事……

今やトンネル工事は、掘ることより掘ったあとの技術管理が難かしくなってきた。これは計測データー分析結果が、次の作業法、工程へとフィードバックされて行く時代となってきたからである。

昔からトンネル工事は経験工学とされてきた。その大切さも十分に解かるが、今トンネル工事に必要な社員像というのは基礎的な工学をしっかり身につけた技術者、これを養成することが急務ではなからうか。

◆月進 1,000 m の時代

決して夢ではない……

いつかトンネル工事は、岩石を強大なエネルギーで熔かし、それを搬出して覆工し、月進 1,000 m も進行させる時代が来るかも知れない。しかも現場といえば、所長以下数名の社員、数名の作業員、そして数名?のロボット部隊、こんな集団で施工できる日——これは私の白昼夢であろうか。いや現実に掘っている姿が目に見えてくる。しかも私には、そんな遠い先ではないような気がしてならない。

MARU Yoshimitsu

鹿島建設(株)仙台支店工事部長

鹿島・熊谷・鉄建・青函ずい道工事共同企業体所長

青函トンネル工事 先進導坑貫通記念



⇨津軽海峡（竜飛工事基地より北海道方を望む）



⇨先進導坑貫通



⇨先進導坑貫通の喜び



◇先進導坑の切羽せん孔



◇本坑下半部の機械掘削



◇本坑のサイロット施工



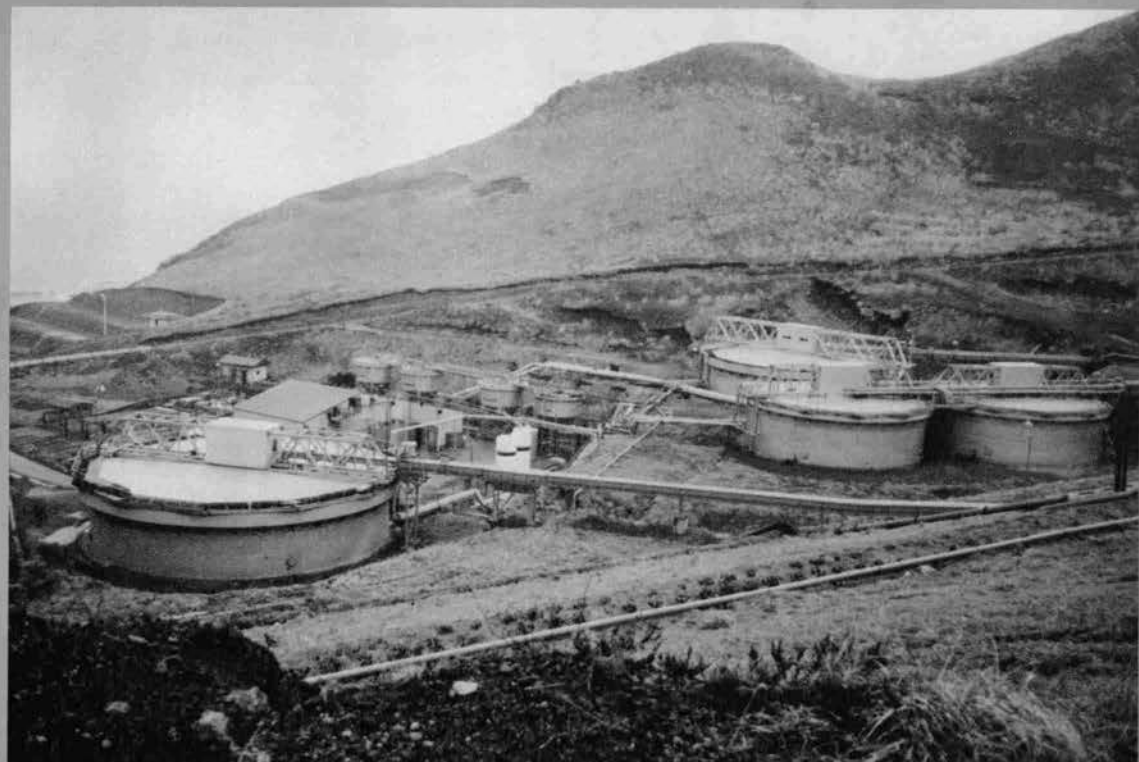
⇨切羽ボーリング作業



⇨切羽注入作業



⇨切羽コンクリート吹付作業



⇨トンネル排水処理場（竜飛方3,600 m³/hr）

昭和 57 年度 除雪機械展示 * 実演会



除雪展を祝う米沢藩稲富流砲術の轟音

日本建設機械化協会本部、東北支部共催の昭和 57 年度除雪機械展示実演会は、昭和 58 年 1 月 26 日、27 日の両日、米沢市松川河川敷において開催された。好天に恵まれ、全国から約 3,400 名の参観者を集め、盛況であった。例年に比べ新製品の数は少なかったが、近年の除雪事情を反映して、きめ細かい除雪のための工夫が多く見られた。



大型ロータリ除雪車 HTR 303 A (日本除雪機)。オーガに放置チェーンを捨てるフックが取り付けられ、まき込み防止を図った。



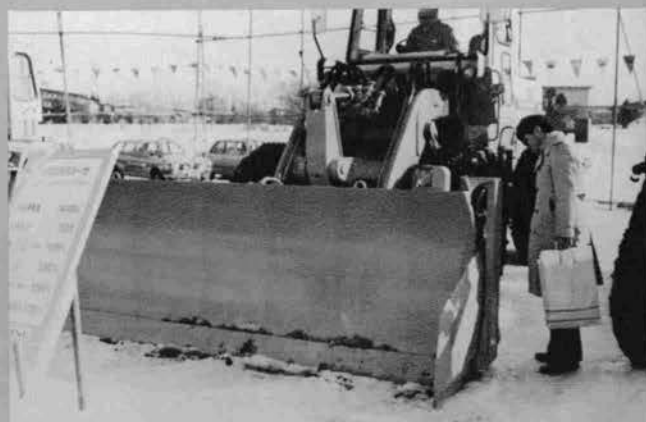
ユニット型ロータリ除雪装置 NR 411 U 付除雪ドーザ FL 160 A (新潟鉄工+古河鋳業)。ワンステージ式で軽く、オーバハングも少ない。

アタッチメント式ロータリ除雪車 VF 3-ZLV シュミットウニモグ (ウエスタン自動車)

汎用ブレード付除雪ドーザー75B(東洋運搬機)。V、アングリング、ストレート、Uに使い分けが可能である。



手動式サイドスライド式アングリングブラウ(東洋運搬機)。ブレードのサイドスライドを運転席から油圧によらないでできるように工夫したので安価になった。



サイドシャック付除雪ドーザー530B(小松)。交差点など横へ雪を出したくないときに便利である。



クイックカブラ付除雪ドーザーKLD70II(川崎重工)。ロータリ装置などへの切換えが数分でできる。



歩道除雪用サイドブラウ付モータグレーダ(三菱LGII)(建設省東北技術事務所)

サイドウイング・グレーダ・ワンウェイブ
ラウ付除雪トラック (6×6) K-FU 633
AA (日野自動車)



◇アンダリングブラウ付除雪トラック
(6×6) K-CZ 50 M (日産ディー
ゼル)



◇Vブラウ付除雪トラック (4×4)
K-FR 113 H (三菱自動車)



◇カウンタウエイトスライド式トラックグ
レーダ (岩崎工業)。作業/回送によってカウ
ンタウエイトを移動させバランスをとる。



◇薬剤散布機 MS-80 BI (S) (範多機械)



◇Vブラウ付小型除雪車ビッグホーン
(4×4) (いすゞ自動車)

昭和57年度

除雪機械展示・実演会見聞記

樋下敏雄*

本協会主催による昭和57年度除雪機械展示・実演会は、1月26日、27日の両日にわたり山形県米沢市松川河川敷内（市営サッカー場）において、建設省東北地方建設局、日本国有鉄道仙台鉄道管理局、同仙台新幹線工事局、同秋田鉄道管理局、日本道路公団仙台管理局、同仙台建設局、山形県および米沢市の後援のもとに盛大に開催された。

今冬の東北地方は1月上旬までほとんど降雪が見られなかったため、雪の少ない実演のできない展示会になるのではないかと心配されたが、開催当日までに約60cmの積雪となり、無事開催のはこびとなった。2日間と限られた開催期間ではあったが全国各地から多数の参観者が来場し、除雪機械ならびに関連施設機材、実演を熱心に見学されたことは、関係者の本展示・実演会に対する並々ならぬ期待と関心の高さを伺うことができた。

1. 展示・実演会のあらまし

開会式は、予定どおり1月26日午前9時30分から幾分寒風の吹く碧空のもと吾妻連峰を望む会場入口アーチ前に出品会社や参観者の方々が多数参加して挙行された。まず主催者を代表して本協会の加藤会長から開会の挨拶があり、続いて松井東北地方建設局長、長米沢市長から祝辞があった。その後、以上の3氏のほかに青山山形県土木部次長、協会の川島東北支部長も加わってテープカットが行われ、参集者一同の盛大な拍手、カメラの放列と同時に花火が打ち上げられ、開会式を終了した。

開会式に続いてアトラクションとして、米沢藩の昔より今に伝わる稲富流古式砲術の実演が同保存会員25人の参加によりとり行われた。陣羽織を身にまとい、大砲をかまえ一斉に発射する姿は往時の合戦をしのばせ、轟

音は空砲とはいえ周辺を震撼させ、想像を絶した。

開会初日は、朝のうちは前夜の雨が凍結しすべりやすい状況であったが、1,900名以上の参観者が会場を訪れ、会場中央で能力を遺憾なく発揮している除雪機械の偉容を見ることができた。陽がのぼるにつれ雪も融け始め、2日目は実演を中止せざるを得なくなり、かつ参観者も約1,500名と減ったのは残念であった。

しかしながら、本展示・実演会に対する地元報道機関の関心は高く、開会早々に新聞社やテレビ局の記者が取材に訪れ、夕刻にはテレビで放映され、翌日の朝刊には展示・実演会の様子が詳細に報道されていた。

本展示会には別表の出品機材一覧表に示すとおり25社から協賛出品を含めて57台の除雪機材と9点の防雪施設機材等が出品されていた。展示機材は全般的には大きな変化はないが、操作性、居住性、安全性等にきめ細かな配慮がなされているなど、具体的には着実な技術の進歩がみられる。

2. 展示機材

(1) ロータリ除雪車

8PSから500PSまで多彩な機種が10社から20台と一番多く出品されていた。空港、高速道路、山岳道路用除雪をめざした大型化も一段落したかわりに、高雪堤処理装置、高架下に排雪できるシュートを装備したもののなど、用途、機能の多角化がめざましい。また、負荷の変動に対して車速を適切にコントロールする自動速度制御装置付除雪車の出現は今後の技術指針を示したものといえないか。

歩道、狭隘道路用として数機種散見された中で東北地方建設局の協賛出品である小型ロータリ除雪車は、幅員1.0mかつ搭乗式（40PS）ということで参観者の注目をあび、将来の歩道専用機としての期待の大きいことがうかがえた。

* HINOSHITA Toshio

本協会東北支部幹事長・建設省東北地方建設局道路部機材課長

【別表】 昭和 57 年度除雪機械展示・実演会出品機械一覧表

会社名	機械名	型式(呼称)	全装備重量(kg)	寸法(mm)			機関出力(PS)	備考
				全長	全幅	全高		
いすゞ自動車	除雪装置付トラック	SKS 390 (改)	11,815	9,150	3,400	3,250	215	{サイドスライドアングリング ブロー付専用車 Vブロー付
	4輪駆動ロングバン	UBS 52 FK	2,340	5,980	2,200	2,100	73	
岩崎工業	除雪装置	IS 70 AH (ほか)						{カウンタウェイトスライド 装置、トラックグレーダ、 アッパースライドブロー ワンステージ
ウエスタン自動車	ロータリ除雪車	VF 3-ZLV	6,220	5,375	2,270	2,950	92.7	
開発農機	ロードチェーン	1400-24						走行50+ 作業78 走行50+ 作業78
	ロータリ除雪車	HK 130	5,045	5,440	1,350	2,540		
川崎重工業	草刈車	HK 130 M	4,840	5,835	2,065	2,540		}アタッチメント式
	除雪ドーザ	KLD 70	14,930	7,355	3,700	3,460	160	
キャタピラー三菱	トラック	KLD 85 Z II DX	18,050	7,870	2,950	3,425	215	サイドシャック付
	ロータリ除雪車	三菱 WS 200 R	3,855	4,365	1,400	2,440	42	
三菱	除雪ドーザ	三菱 WS 400	5,360	5,150	2,610	3,030	52	}
		CAT 920	9,900	6,375	3,235	3,495	82	
三菱		CAT 950 B	15,500	7,835	3,700	3,660	157	{サイドスライドアングリン クブブ付
	除雪グレーダ	三菱 MG 500	19,450	9,450	2,400	3,540	175	
三菱		三菱 MG 300	12,750	8,070	2,370	3,500	125	}
		三菱 MG 100	8,390	6,970	2,120	3,300	80	
神戸製鋼所	ホイールローダ	LK 300 A	6,600	5,590	2,190	2,980	74	}
		LK 600	13,000	6,915	1,975	3,245	155	
小松製作所	ホイールローダ	WA 30	2,645	3,645	1,570	2,910	27	}
	除雪ドーザ	505	4,300	4,870	2,490	3,140	50	
小松製作所		510	7,450	5,780	3,150	3,360	74	}
		520 B	10,400	6,625	3,430	3,525	110	
小松製作所		530 B	13,000	7,070	3,660	3,580	152	{サイドシャック・アングリ ングブロー付
		SK 07	2,995	3,435	1,490	2,380	37	
小松製作所	モータグレーダ	GD 300 A	7,740	6,700	2,055	3,295	77	スカリファイヤ付
		GD 505 A	12,610	8,020	2,345	3,425	134	
小松製作所		GD 500 R	13,000	8,145	2,380	3,430	134	}
		GD 705 A	19,600	9,370	2,480	3,420	230	
東洋運搬機	ロータリ除雪車	R 400	18,185	8,560	2,600	3,550	410	ブレードパワーチャルト付
		808 (SF 202)	3,300	4,320	1,340	2,400	走行28+ 作業50	
東洋運搬機	除雪ドーザ	75B 汎用ブロー	13,260	7,880	3,820	3,470	160	汎用ブレード付 {サイドスライドアングリン クブブ付
		50B 手動式 SAP	10,600	7,690	3,300	3,365	110	
東洋運搬機		50B 両サイドダンプ	10,450	6,570	3,000	3,365	110	両サイドダンプ
	ロータリ除雪車	NR 821	19,800	8,050	2,600	3,675	500	
新潟鉄工所		NR 653 H	13,650	7,170	2,600	3,640	260	スイングオーガ付
		NR 452	11,560	7,050	2,260	3,490	175	
新潟鉄工所		NR 421 B	5,970	5,440	1,500	2,670	133	}
	除雪トラック	K-CZ 50 M	18,645	11,830	3,500	3,380	300	
日産ディーゼル販売	ロータリ除雪車	HTR-303 A	15,200	8,680	2,600	3,490	410	アングリングブロー付
		HTR-201	12,765	6,990	2,600	3,490	210	
日本除雪機製作所		HTR-140	6,150	5,440	1,800	2,670	135	}
		HTR-80	4,050	4,270	1,500	2,370	74.5	
日本除雪機製作所		KBR-81	3,785	4,375	1,500	2,380	80	}
	薬剤散布機	MS-80 B 1(S)						
日野自動車販売	除雪トラック	K-FU 633 AA	14,345	11,960	3,100	3,415	330	トラック車載式 {ワンウェイブロー・サイド ウィングトラックグレーダ 付
藤井農機製造	フジスノーロータリ	FSR 1100 GKD	656	2,270	1,100	1,700	20	
古河鉱業	除雪ドーザ	FL 120 A	8,240	6,665	3,170	3,280	85	アングリングブロー付
		FL 200 B	14,700	7,985	3,680	3,540	155	
古河鉱業	ロータリ除雪車	FL 160 A	12,750	7,535	2,500	3,360	105.5	}
	除雪トラック	K-FR 113 H (改)	13,855	9,085	3,450	3,405	275	
三菱自動車工業		P-FE 114 BD (改)	2,510	5,545	1,980	1,995	100	Vブロー付ダンプ アングリングブロー付 アングリングブロー付
		N-L 043 G (改)	1,920	4,540	1,980	1,845	95	
三菱自動車工業	人員輸送車	E-L 035 GW	1,915	4,240	1,695	1,935	100	}
	スノースロウ	IZ-Y 88 R	175	1,720	782	1,065	7.9	
三菱自動車工業		IZ-Y 11-16	450	2,160	1,100	1,640	15.8	}
		IZ-Y 11-18 H	460	2,120	1,100	1,640	17.7	
興和地下建設	熱交換利用融雪装置							
坂田電機	除雪検知装置新雪警報器							
拓和	グレーダ刃先耐摩耗材その他							
東洋商	なだれ抑止杭							

(別表つづき)

会社名	機械名	型式(呼称)	全装備重量(kg)	寸法(mm)			機関出力(PS)	備考
				全長	全幅	全高		
トヨーユニット 新潟共販 日本工研工業 * 日本地下水開発 建設省東北地方建設局 *	タイヤチェーンおよび補修器具 スノーセンサ(赤外線-IC判別制御型) 各種スノーノズル(赤外線-IC判別制御型) 無散水消雪装置 NSK-WPH型 小型除雪車 搭乗式 40PS 級 歩道用サイドブラウ (グレーダ装着型)		1,620	2,830	1,000	1,980	38	協賛出品
		SP-1						

(2) 除雪ドーザ

ロータリ除雪車に次いで出品数も多く、3t から 14t まで6社、18台であった。いずれもアングリングブラウ、サイドスライド(シフト)式アングリングブラウ、Vブラウ等の装着によりアングル、チルト、ピッチ角、ブラウのスライド(シフト)量の調整ができ、用途に応じた適切なアタッチメントの選択が可能なものとなっている。中には運転室内でブラウの形状を7通りにも自由に变化できる汎用ブラウを装備したものもあった。

そのほか、市街地など狭い場所での排雪が可能な両サイドダンプ式、交差点での除雪処理に適したサイドシャッタ付など各種作業に細かな配慮がなされている。

(3) 除雪グレーダ

2社から 2.2~4.0m クラスまで7台が出品されていた。アーティキュレートの採用、Vブラウ、アングリングブラウの装着、伸縮式のブレード、ブレードのチルト角可変など作業の能率と精度の向上に配慮がなされているほか、調節式コンソールの採用によりオペレータは立位あるいは座位で運転ができるなど操作性、居住性に格段の改善が図られている。東北地方建設局が協賛出品したグレーダ装着型の歩道用サイドブラウ(幅1.3m)は、ガイドレール、フェンス等をまたいで歩道除雪ができ、作業能率の向上が期待できる。

(4) 除雪トラック

出品会社は4社、2~10t クラスまで5台出品されていた。2t 車にワンタッチ脱着式のブラウを取付けたもの、ワンウェイブラウを取付けた7t 車、10t 車にワンウェイブラウのほか、サイドウィング、グレーダブレードを装着したもの、あるいはシャシ後方に標識装置を設けたものがあった。除雪トラックの多用途化による稼働率の向上が期待できるほか、グレーダブレード付のものなど除雪グレーダの代替も考えられる。また、舗装を傷めないようウレタン製のエッジを使用したワンウェイブラウが目をついた。

(5) その他

防雪施設関係ではプレート式熱交換器により地下水の熱エネルギーを河川水等に伝えて散水消雪する融雪装置、地下埋設した放熱管内に揚水した地下水を流し、路面を温めたあと水を地下に還元する無散水消雪装置など、省エネルギー、省資源型のものが目を引いた。

このほか、薬剤散布機、なだれ抑止杭、各種のセンサ、グレーダ刃先耐摩耗材、タイヤチェーン等が出品されていた。

3. 除雪研究会

建設省主催による除雪研究会は1月27日米沢市民文化会館の大ホールで開催された。建設省大臣官房建設機械課村松係長の司会により、建設省大臣官房田中建設機械課長の挨拶、続いて建設省東北地方建設局道路部長代理笹川山形工事事務所長の挨拶の後、3人の講師の方々から研究発表ならびに講演が行われた。

最初に、山形県土木部道路維持課の松田俊雄氏の「山形県における道路除雪の実態」と題して、東北地方の中でも有数の豪雪地帯をかかえる山形県の除雪事業の実態について発表がなされた。次いで建設省東北地方建設局企画部企画課の金内剛氏による「除雪事業と省エネルギー」と題して、今日的課題である省資源、省エネルギーの観点から道路除雪を考察した研究の発表がなされた。以上2氏の研究発表に続いて、最後に米沢市教育委員会社会教育課の小野栄氏の「直江兼続と街づくり」と題して講演が行われた。

最後に、本展示・実演会の開催にあたりご協力をいただいた地元建設省東北地方建設局山形工事事務所、山形県、米沢市、ならびに厳しい経済情勢にもかかわらず多数の機械類を出品いただいた出品社各位に対し厚くお礼申し上げます。

イランにおける水路トンネル工事 —TBMによる軟質地山の機械化施工—

山内直之* 三谷 哲**

1. はじめに

1979年のイスラム革命によって、それまで急速に工業化、自由化による近代化政策を推進し高度経済成長をはかっていた旧王制帝国から、親イスラム復古主義体制へと急激に社会体制が変革し、政治、経済が極度に混乱する中で、各種プロジェクトの見直し、中断といった事態が随所に発生した。この変革に伴う混乱が未だ十分收拾されないうちに勃発した対イラク戦争により、この事態は一層助長されてきている。

こうした状況の中で、当社は幸いにしてその受注したプロジェクトがいずれも上水道関連計画であり、経済発展、人口の都市集中化、生活基盤の変化等に伴う水需要の増大に対応するためには体制を問わず緊急に推進が必要な計画であり、かつ労働集約型の建設事業の推進は他のプロジェクトが中断される中で雇用機会を確保するうえからも必要であること等の有利な条件にも恵まれて、種々困難な状況の中で革命前からの工事をほとんど中断することなく施工してきている。以下、これらプロジェクトの概要を説明し、ここで使用されているトンネル掘進機（TBM）の導入の背景と軟質地山における全断面TBMの稼働状況について紹介する。

2. イランにおける水路トンネル工事の概要

イランで進めている工事は図-1に見るとおり、①首都テヘランへの上水道供給プロジェクトであるラー水路工事、②イラン中部の古都イスファハンへの上水道供給のためのイスファハン上水道トンネル第2、第4工区、



図-1 工事位置図

③イスファハン西方ザグロス山麓の水をイスファハンへ供給するためのクーランギ開発工事である。その概要は表-1に示すとおりで、トンネル総延長は約28km、このうち全断面TBM掘進延長は約22kmである。

これらの工事はいずれもトンネル工事が主体を占めているが、社会情勢から火薬類の計画的入手や使用には大きな困難があること、および熟練したトンネル作業員の確保が困難などの理由から、トンネル掘削はできる限り機械方式を採用してきている。

トンネル掘削機はトンネル断面、延長、地質等を考慮してロードヘッダと全断面TBMを使い分けており、前者は断面変化にうまく対応でき、トンネル延長が短い場合にも効率的に稼働できるが、岩質が硬い場合には経済的稼働が困難となるのに対し、後者ではトンネル断面の変化への対応が困難であり、かつトンネル延長が短い場合には非効率的であるが、軟岩～硬岩まで速い速度で掘削できる利点がある。

図-2～図-4に3箇所のトンネルの縦断面図を示す。ラートンネル工事(図-2参照)では地質が第三紀の緑色凝灰岩であり、ロードヘッダ(MRH-S45)による経済的施工の限界に近い硬さと考えられたが、トンネルが断面変化に富み、かつ延長の短いトンネルに分かれている

* YAMAUCHI Naoyuki

(株)熊谷組中近東支店イスファハン作業所長

** MITANI Satoshi

(株)熊谷組土木本部土木工務部

表-1 イランにおける水道工事の概要

工 事 名	発 注 者	工 事 概 要	契 約 日	着工～完成予定	請負金額	57年末 進捗率
イスファハン圧力水道 トンネル第4工区工事	イスファハン市上下 水道局	トンネル掘削径 3.4 m, 延長 8,735 m	昭 52.1. 25	昭 52.4～57.10	55 億円	100%
ラーダムトンネル 下流導水路工事	エネルギー省テヘラ ン地方水利局	トンネル掘削径 2.5～4.3 m, 延長 3,330 m, 水槽, 斜坑, 埋設鉄管路	53. 3. 19	53.3～58.10	136 億円	85%
クーランギ開発 第1,第2工区工事	エネルギー省イスフ ァハン地方水利局	第1工区: トンネル径 4.9 m, $l=1,771$ m, 他にダム 第2工区: トンネル径 3.7 m, $l=10,036$ m, 明り工事	53. 8. 14	53.7～59.12	174 億円	70%
インファハン圧力水道 トンネル第2工区工事	インファハン市上下 水道局	トンネル径 3.4 m, $l=6,130$ m	55.3.30	55.12～59.6	55 億円	50%

(注) トンネル総延長 28,232 km, うち全断面TBM (φ3.3～φ4.9) 掘進延長 21.7 km

ため、機動性を考慮してロードヘッダを投入した。

イスファハントンネル工事(図-3 参照)は延長が長く、断面一定のため第1期工事(Lot 4)では石灰岩区間を全断面 TBM で、砂れき層区間をロードヘッダで施工したが、第2期工事(Lot 2)では砂れき層区間を全断面 TBM によって施工している。

クーランギ開発工事(図-4 参照)では全断面 TBM を主体に、一部で工程の都合上ロードヘッダを採用しているが、Lot 2 区間は大部分が弱固結の砂れき層とシルトから成る軟質地山での全断面 TBM 掘削である。

3. 全断面 TBM による機械化施工

(1) 導入の背景

全断面 TBM (以下単に「TBM」と呼ぶ)は日本では地質変化が激しく、構造的にも乱れていること、発注形態が TBM で効率的、経済的に施工できるような延長での発注が少なく、TBM 施工によるメリットが施工業者にあまり還元されない(代案入札制度が確立していない)などの面から、なかなか投入する機会が少ないのに対し、海外工事においては発注単位が大きく、地質に恵まれ、断面一定の場合にはスケールメリットが生かせること、TBM 掘削は単純作業の繰返しであり、熟練トンネル工のいない地域においても施工の進行とともに熟練度が増して行くこと、火薬使用に伴うトラブルの発生が避けられること等から比較的投入しやすい環境にあるといえる。

表-2 稼働中の全断面 TBM の概略仕様

型 式	TG 330	TG 370 1, 2号機	TG 490
使 用 場 所	イスファハン Lot 2	クーランギ Lot 2	クーランギ Lot 1
掘 削 径	3,300 mm	3,700 mm	4,900 mm
自 重	90 t	95 t	160 t
カッタヘッド推力	370 t	370 t	600 t
カッタヘッド回転数	6.6 rpm	6 rpm	5 rpm
電 動 機	100 kW×4 台	100 kW×4 台	125 kW×4 台
カ ッ タ 数	ディスク 25 トリコン 1	ディスク 31	ディスク 37

(いずれも小松製作所製)

このような利点を考慮してイスファハン、クーランギの両トンネル工事に TBM を導入することとした。現在稼働中の TBM はいずれも小松ロビンス機で、イスファハン Lot 2 で φ3,300 が1台、クーランギ Lot 1 で φ4,900 が1台、Lot 2 で φ3,700 が2台の計4台で、坑内には単線軌条を敷設し、シャトルカーによりずり搬出を行っている。

クーランギトンネル Lot 2 では地質が相当軟弱であり、TBM 導入には不安も残ったが、すでに 7,600 m (TBM 掘削予定長の約 90%) が無事掘進できている。イスファハン第1期工事(Lot 4)についてはすでに詳細に報告されているので(「農業土木の機械化」昭和54年9月号)、以下にはイスファハン Lot 2 およびクーランギ Lot 2 での軟質地山における TBM 施工の状況について紹介する(表-2 に稼働中の4台の TBM の概略仕様を示す)。

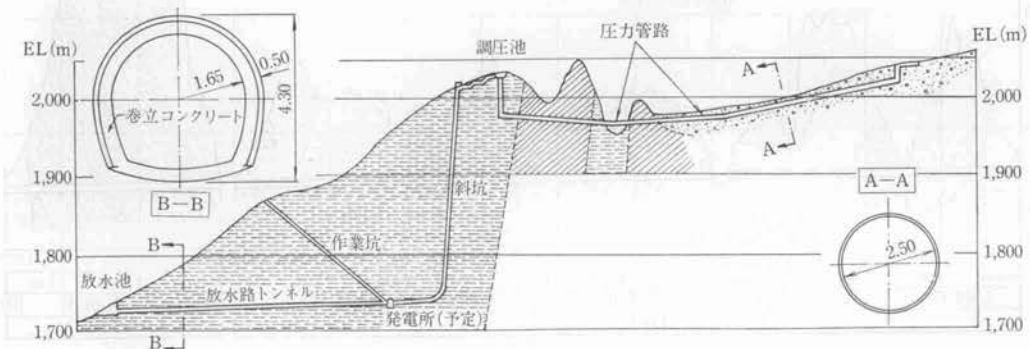


図-2 ラーダムトンネル工事

(2) 軟質地山における TBM 施工

(a) イスファハン Lot 2 (TBM 掘進新記録の達成)

この工事は図-3に示したように土被り 20~40m, 掘削断面径 3.3m, 延長 6,130m のトンネルで, 中間部にオープンカットによるシャフトを設けている。

地質は沖積砂れき層から成っているが, 石灰岩屑から構成されているこれら地山は地下水の作用により膠結し, 一軸強度で 30 kg/cm² 程度のかなり均質な強度を有する自立性のよい地山となっている。

全断面 TBM による円形掘削のためほとんど“ゆる

み”を生ぜず, 湧水が相当多いにもかかわらず無支保で施工が可能である。湧水については, 砂漠の直下でこんなに水があるのかと驚くほどで, 常時切羽区域から 1 m³/min 前後の湧水がある。このトンネルは第1期工事 (Lot 4) の経験を生かして掘削作業はすべて現地人で実施しており, TBM 貫入速度は 4~4.5 m/hr が得られている。

中間シャフト (写真-1 参照) を過ぎた地点からの TBM 掘削は, 昭和 57 年 1 月から 2 月にかけての 1 カ月間で日本業者の施工によるものとしてはこれまで最大

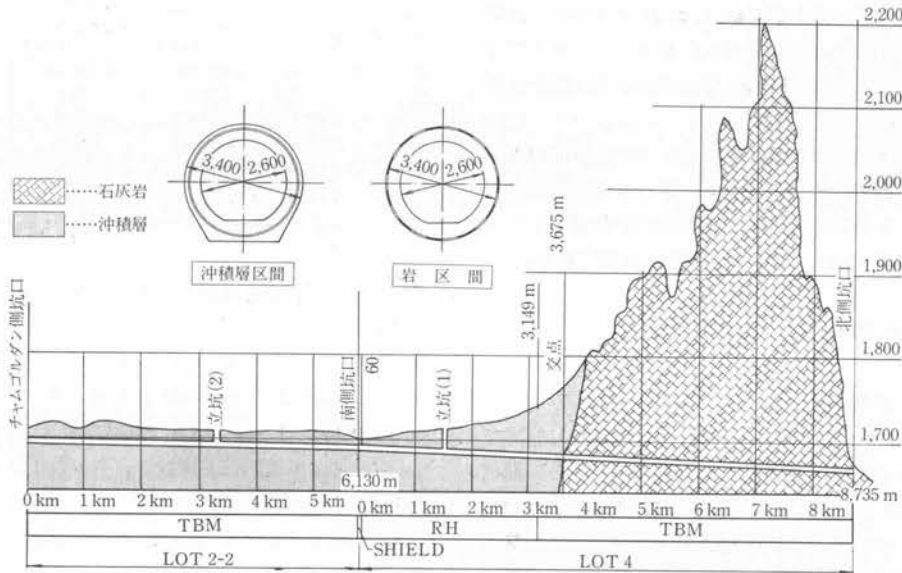


図-3 イスファハン給水トンネル工事

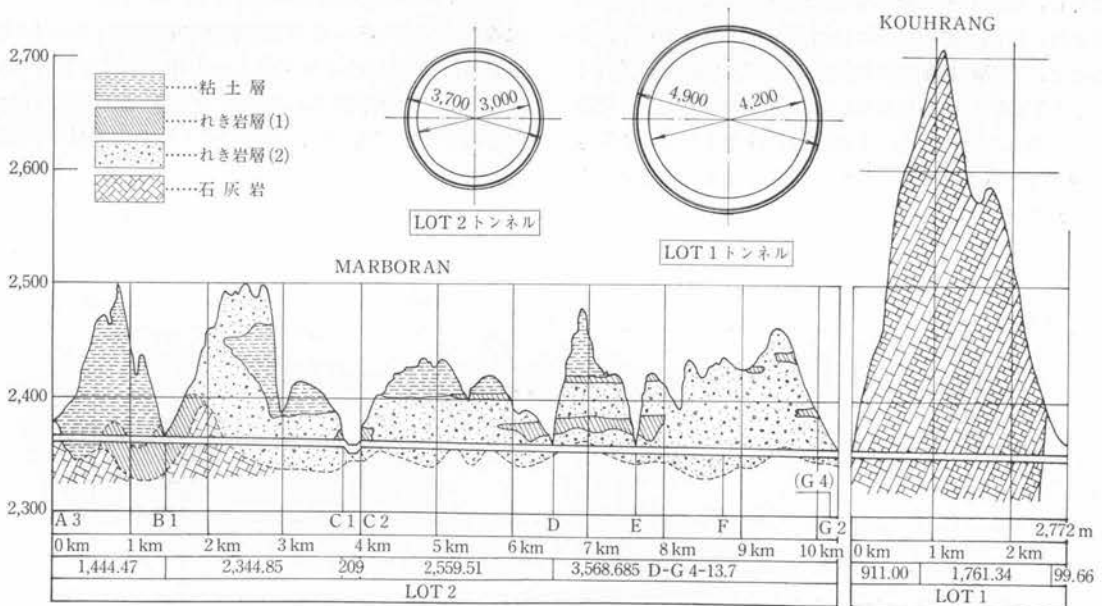


図-4 クーランギ開発工事



写真-1 中間立坑に引出される TBM



写真-2 中間立坑で組立てられたスラリー輸送装置

の新記録を達成している。

最大日進……63.8 m

最大月進……718.2 m

地質に恵まれ、かつずり搬出距離が比較的短いことも幸いしたとはいえ、困難を極める社会環境の中で、現地人を主体とした施工記録としては立派なものといえる。このトンネルは昭和 57 年 5 月～10 月に“トンネルずりのスラリー輸送工法”の開発のための実証試験現場としても供されており（写真-2 参照）、57 年末現在すでに約 5,000 m が TBM で掘削されている（施工実績は表-3 参照）。

(b) クーランギ Lot 2 トンネル工事

このトンネルはイラン西部のペルシャ湾沿いにイラク国境へと北北西に延びる 4,000 m 級のザグロス山脈の山麓に分布する台地を掘削する延長 10 km のトンネルである。トンネル基面の標高が 2,350 m と高く、かつ 4,000 m 級の高山斜面直下に位置しているため冬期積雪量が多く、12 月から 4 月頃までは作業が不可能となる。

トンネルは図-4 に示すように掘削断面径 3.7 m、最大土被り 150 m で、途中 4 個所で沢を横切る。台地を構成している地山は鮮新-洪積世の氾濫原堆積物で、不規則、レンズ状に分布した固結度の低いれき岩、シルト岩

から成っている。このような地質を TBM 掘削した実績は皆無であり、また掘削後の地山の自立性、地耐力などについても事前に十分調査が行われていないということから、TBM 導入の決定にあたってはかなりの不安が残った。

れき岩はマトリックスに乏しく、石灰岩の円れきから成っているれきが膠結現象によって相互に接着している状態で、膠結度の高い地山は一軸強度で 40 kg/cm² 程度を有し自立性がよいが、低い状態では極めてルーズで崩壊しやすい。シルト岩は固結度が低く含水率の高い粘性土地山で、掘削後のゆるみの進行が速く、しばしば崩落することに加え、地耐力不足、グリップ圧支持力不足等を招いている。これらが不規則、レンズ状に分布しており、地山強度が数 kg/cm² から 40 kg/cm² という範囲で常に変化する不均質地山であるため、支保の対応（位置、時期）を誤ると地山崩壊を招き、TBM 掘削が中断される。

坑口条件および工事工程の関係から TBM (φ3,700) 掘削は 1 号機が最下流の G 点から D 点へ向けて約 3,790 m、2 号機により C→B、B→A、D→C の区間のトンネル（この区間のトンネル全長約 6,250 m のうちの約 4,700 m、残部はロードヘッダにより掘削）をそれぞれ掘削しており、1 号機は 3,700 m のトンネルの約 80%、2 号機は 4,700 m (100%) の掘削をすでに終わっている。

この工区では冬期積雪量が最大 7 m にも達し、冬期間の作業を中断せざるを得ないため、この期間中に掘削地山のゆるみが進行し、無支保区間や切羽鏡部分でしばしば崩壊が

表-3 TBM による施工実績 (昭和 57 年 12 月末現在)

工 区	イスファハン 給水トンネル工事		クーランギ開発工事		
	第 2 工区	第 4 工区	第 1 工区	第 2 工区 1 号機	第 2 工区 2 号機
T B M 径	3.3 m	3.4 m	4.9 m	3.7 m	3.7 m
TBM 施工延長	6,130 m (予)	5,585 m	1,771 m (予)	3,789 m (予)	6,247 m
地 質	砂れき層	石灰岩	石灰岩	砂れき層、シルト	
湧 水	1.5 t/min	0	30 t/min	0	0
平均月進	297.4 m	271.2 m	—	292 m	275.3 m
最大月進	718.2 m	433 m	—	435 m	702 m
最大日進	63.8 m	31.5 m	—	43 m	43 m

発生した。また、自立性の悪い区間では手掘りによる先掘り方式の採用や支保作業などのため極めて掘削進行が阻害されている。このため地山の自立性のよい区間ではTBM 貫入速度が 5m/hr に達し、最大月進 702m という記録が得られているにもかかわらず、平均進行は 275m 程度にとどまっている(表-3 参照)。

(3) TBM による施工実績と問題点

イスファハン、クーランギそれぞれの工事におけるTBM による掘削の施工実績を表-3 に示す。

すでに述べたように、軟質地山における TBM 掘進でイスファハン Lot 2 トンネルでは最大日進 63.8m、最大月進 718.2m の新記録が、クーランギ Lot 2 トンネルで同 43m、702m という記録が生まれているが、平均進行でみるとイスファハン Lot 4 (堅硬な石灰岩地山で TBM 貫入速度は 1.5~2.0m であった) の場合と大差がないことが表からわかる。

この原因は、

- ① 軟質地山での支保作業の比重大(クーランギ Lot 2)
 - ② 冬期休止の前後のロス期間が大(クーランギ Lot 2)
 - ③ 湧水が多いため作業性が悪い(イスファハン Lot 2)
 - ④ トンネル延長が長くなるに従い掘削時間が大きくなり、稼働率が低下
 - ⑤ 社会情勢が不安定な中で十分な施工体制の確立が困難
- 等の諸要因によるものである。要因②および⑤について

はトンネルの立地条件からくる制約であるが、①、③、④については、機械の設計面および合理的施工の立場から機械化施工のメリットが十分生かされるように創意工夫し解決して行かなければならない問題である。特に④については、在来の方法では車両の入換え待ち時間以外にも、脱線や故障による時間損失も大きい比率となっており、イスファハン Lot 2 における“スラリー輸送工法”の開発実験は、これらの点を解決して行くためにやってきた研究開発の一貫であり、すでにシステムとして実用化できるメドが得られ、今後の「トンネルの急速施工」という課題に対する一つの解決策が与えられたと考えているが、この“スラリー輸送システム”については別の機会に報告したいと考えている。

4. あとがき

現在、イランは長びく対イラク戦争のため物質の不足がひどく、ほとんどの資材が政府の統制下におかれている状態で、工事の施工にも非常に困難が伴っている。しかし、革命後の混乱も徐々に收拾され、イスラム主義政権の基盤もやっと堅固なものとなりつつあり、さらに原油増産による収入増を背景に財政事情も好転し、国土開発、経済基盤の確立のために種々のプロジェクトが前向きに検討されている。

このような状況の中で我が国は今後も重要な役割を担っており、我々としても引続きできる限り協力して行きたいと考えている。

最後に、ここに紹介した報文がいささかでも読者諸賢のお役に立つことを願いつつ筆をおく。

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

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

日本建設機械要覧 (1983年版) B5判 1400頁 *頒価 42,000円 円 1,000円

現場技術者のための「建設機械と施工法」 B5判 346頁 *定価 3,000円 円 400円

建設機械化の30年 A4判 170頁 頒価 2,000円 円 400円

骨材の採取と生産 B5判 700頁 *定価 15,000円 円 500円

ダム の 工事 設備 B5判 690頁 *頒価 5,000円 円 500円

(注) * 印は会員割引あり

機械式密閉型加泥シールド機の計画と施工

—名古屋市地下鉄庄内川工区—

篠 辺 貢*

1. はじめに

名古屋の地下鉄は、昭和32年11月15日に名古屋～栄町間 2.4 km の開業以来都市交通における大量高速輸送機関として順次新線の建設を進めている。現在では1号線藤ヶ丘～高畑間 20.6 km, 2号線大曾根～名古屋港間 14.9 km, 4号線金山～新瑞橋間 5.7 km, 3号線浄心～赤池間 16.3 km, 全線で 57.5 km の路線となり、1日平均 90 万人の乗客を輸送している。

現在ではさらに3号線上小田井～浄心 4.2 km の延長工事を5工区に分割し施工中である。これらの工区のうち、庄内川工区は1級河川庄内川の右岸高水敷の立坑部より河川区域の下を通過後、一部民地下を通り、県道名古屋江南線に出て庄内通り駅に到達する間の 847 m を単線シールド2本並列で施工するものである(図-1参照)。

当工区の地質は、後述するように掘進位置の大部分は鳥居松れき層とよばれる地下水の豊富な玉石れき層である。通常このような地質ではシールド切羽の安定を図ることが非常にむずかしいとされているが、工法選定には数年前より各種の調査を実施し検討してきた。その結果、土圧式を基本とした機械式密閉型加泥シールドで施工に踏み切り、無事貫通したので、以下に当シールド機の計画から施工までの経過および特筆すべき事項について紹介する。

2. 概 要

(1) シールド工事概要

シールド掘削外径： ϕ 7,450 mm
シールド掘削延長：847.3 m \times 2 本

* SASANABE Mitsuju

名古屋市交通局高速鉄道建設部工事課長

セグメント種類：鉄筋コンクリート製(中子式)

セグメント外径： ϕ 7,300 mm

2次覆仕上り内径： ϕ 6,100 mm

土被り：最大 19.4 m, 最小 5.4 m (河川低水敷)

(2) 地質概要

シールド工法検討において最も基本となる土質、地下水の調査は、標準貫入試験によるボーリング調査のほか、ペント工法による大口径土質調査とそれによる壁面崩壊測定、さらには揚水試験を行った。それによると、シールド掘削断面は大部分が鳥居松れき層であり、一部その上部にある沖積シルト質細砂で構成されていた(図-2参照)。

鳥居松れき層の粒度特性の平均値は表-1に示すように粒度シルト含有率が極端に小さく、壁面崩壊測定結果でもシルト質細砂は一部崩壊し、砂れき層では大部分崩壊したことからみても、このれき層は自立性が弱く、短時間に崩壊する傾向の強いことが確認できた。

揚水試験の結果は表-2に示すとおり、いずれの方法で測定、解析しても 10^{-1} cm/sec のオーダーであり、きわめて豊富な地下水と透水性のよい砂れき層であることが判明した。

表-1 鳥居松れき層平均性状

粒 度 特 性	れき	73.8%
	砂	25.3
	シルト、粘土分	0.9
	均等係数 (D60/D10)	33.54
	曲率係数 (D30) ² /D60 \times D10	0.75
1 m ³ 当り ϕ 100 mm 以上のれき含有率		11.8

表-2 揚水試験結果

単独揚水試験	Theisの方法	3.06×10^{-1} cm/sec
	回復法	2.50×10^{-1} cm/sec
連続揚水試験	平衡法	2.85×10^{-1} cm/sec

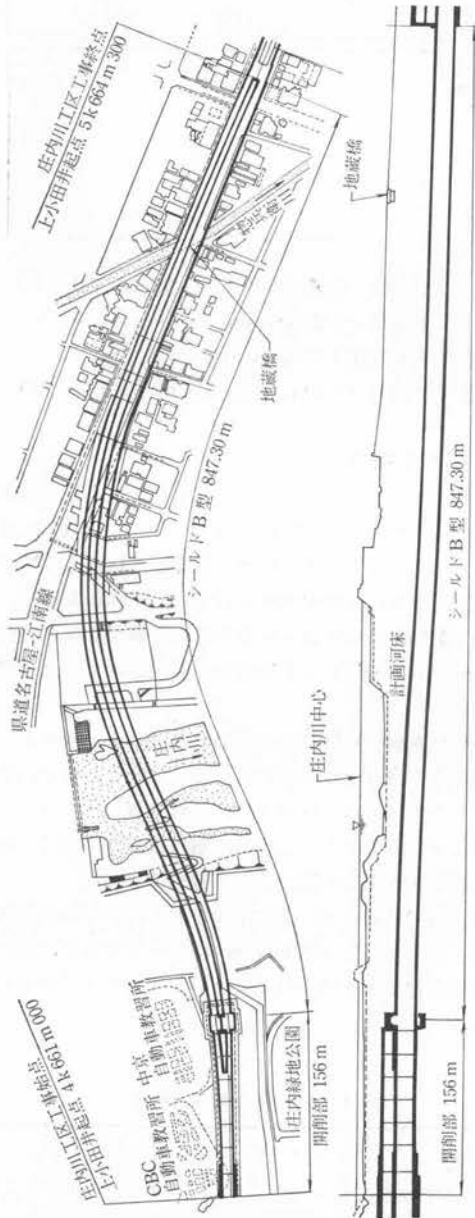


図-1 庄内川区平面および縦断面図

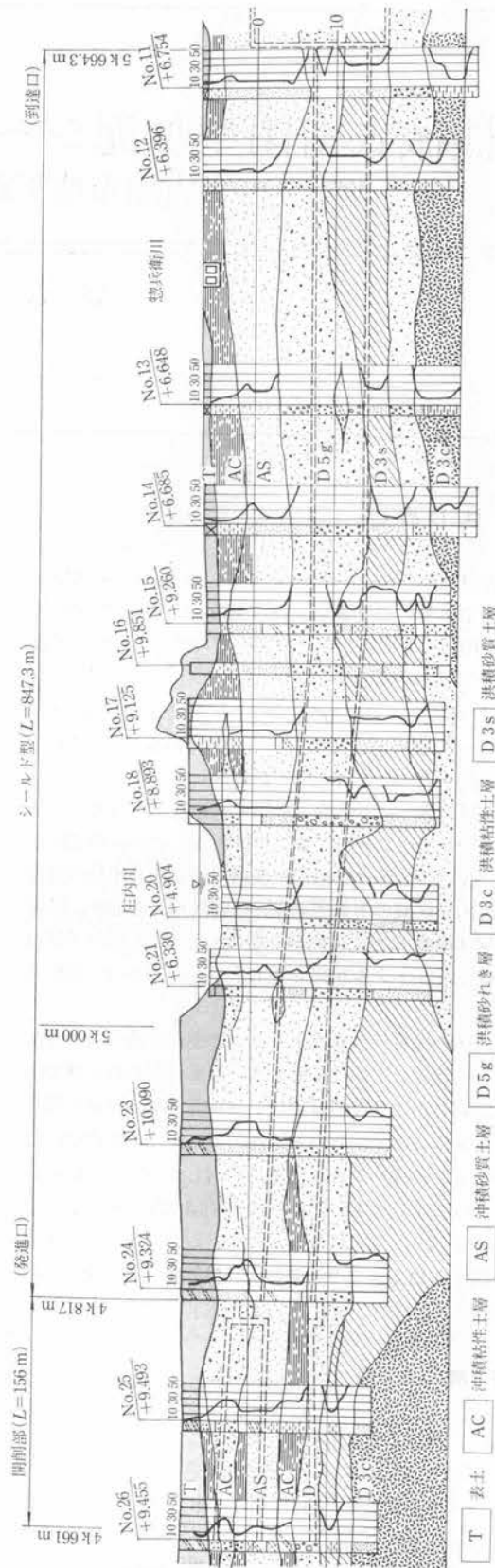


図-2 庄内川区土質縦断面図

T 表土 AC 沖積粘性土層 AS 沖積砂質土層 D5g 洪積砂れき層 D3c 洪積粘性土層 D3s 洪積砂質土層

3. シールド機械

(1) シールド機種の選定

市街地におけるトンネル掘削のためのシールド機械の開発が進み、種々の土質に適用され、実績をあげている。しかしながら、この滞水砂れき層を掘進するシールド機種については多くの問題点があり、いまだ解決されていないものと考えられる。特に切羽の不安定から生ずる地盤変動は大きな社会問題となるため、それに対する慎重な検討が必要である。

切羽の自立しない地層におけるシールド工法において、地山の安定をはかる最もすぐれた方法は地山の土水圧に対し、人工土水圧で対抗することを原理とした土圧方式であるが、当工区のような地質では切削土砂の流動性、止水性に難点があり、そのままでは適用できない。

それを可能とするためシールド機種の選定にあたって次の事項を配慮した。

- ① 機械式密閉型とする。
- ② 高濃度泥水を切羽およびチャンパ内に注入し、地山切削土砂と混合、攪拌することにより得られる流動性のある不透水性泥土砂をチャンパ内に加圧充満させる。
- ③ 加圧された不透水性土砂は切羽からの土圧、地下水圧に対抗して切羽を安定させる。
- ④ 大れき取り出しが可能な構造とする。
- ⑤ 圧気その他の補助工法は理論的には必要としない機種とする。

以上の事項を満たすシールド機を「機械式密閉型加圧シールド」と命名し、当工区の機種に選定した。

(2) シールド機の基本事項と特徴

シールド機の製作にあたっての基本事項として次のように考えた。

- ① 隔壁前面の土砂は高濃度泥水を加圧注入し均一に混合されること。
- ② 切羽の安定およびシールド機にトラブルが生じた場合、安全性を考慮し、面板を設ける。
- ③ 切羽土圧の一定保持が図れること。
- ④ 排土はスクリーコンベヤ方式とすること。
- ⑤ 地下水を低下しない場合でも対応できること。
- ⑥ 耐摩耗性の高い構造とすること。

以上の事項をもとにさらに細部について、カッタスリットの問題、ビットおよび周辺部の摩耗対策、真円保持装置、各部の止水性の問題、混合攪拌装置、スクリーコンベヤの構造、その他について検討し、図-3のようなシールド機を製作した(写真-1参照)。

シールド機の主要諸元は表-3のとおりであるが、主な特徴として次のようなものがあげられる。

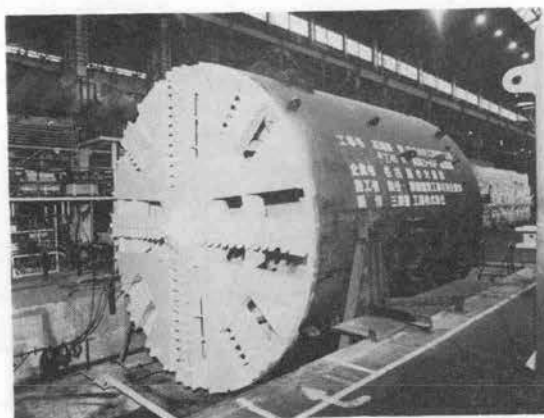


写真-1 機械式密閉型加圧シールド機

表-3 シールド機械主要諸元

工 区		庄 内 川 工 区	
本体項目	外 径	7,450 mm	
	全 長	7,950 mm	
	シールドジャッキ	200 t×28 本=5,600 t	
カッタ	回 転 数	0~0.77 rpm	
	旋回トルク(常用) * (最大)	578 t-m, $\alpha=1.39$ 916 t-m, $\alpha=2.2$	
スクリーコンベヤ	回 転 数	No. 1: 0~3 rpm	No. 2: 0~10 rpm
	旋 回 ト ル ク	No. 1: 12.7 t-m	No. 2: 5.3 t-m
	排 土 量	No. 1: 90 m ³ /hr	No. 2: 90 m ³ /hr
	羽 根 径 径	No. 1: 1,200 mm	No. 2: 800 mm
	羽 根 ビ ッ チ	No. 1: 800 mm	No. 2: 550 mm
エレクタ	形 式	リングギヤ	
	回 転 数	0~0.95 rpm	
	押 込 力	21.8 t	
	つ り 上 げ 力	15 t	
ジャッキ	シールドジャッキ	200 t×1,050 s×28本	
	切羽面積当り推力	128.5 t/m ²	
	推 進 速 度	3.48 cm/min	
スリット開閉率	35%		
掘削断面積	43.59 m ²		
掘削量	39.23 m ³ /リング		

(a) 高濃度泥水注入機構

高濃泥水ユニットは砂れき層の掘進に際し、地山の安定、切羽の潤滑、スクリーコンベヤの止水性等を目的とし、カッタフェイス前面、スリット側面(A系統)、チャンパ内上段、スクリーコンベヤ先端(B系統)、クラウン部(C系統)、シールド機上部(D系統)の4系統を設定し、その機構を図-4に示す。ポンプには吐出流に脈動がなく、定量性と十分な圧送能力をもつ1軸スクリーポンプを用いている。

(b) アジテータ

チャンパ内に取り込まれた切削土を十分攪拌混合させ、スクリーコンベヤに送り込むことにより止水性を保つことを目的にチャンパのセンターにカッタと別駆動可能なアジテータを取付けた。

(c) 2段スクリーコンベヤによるアースバルブ

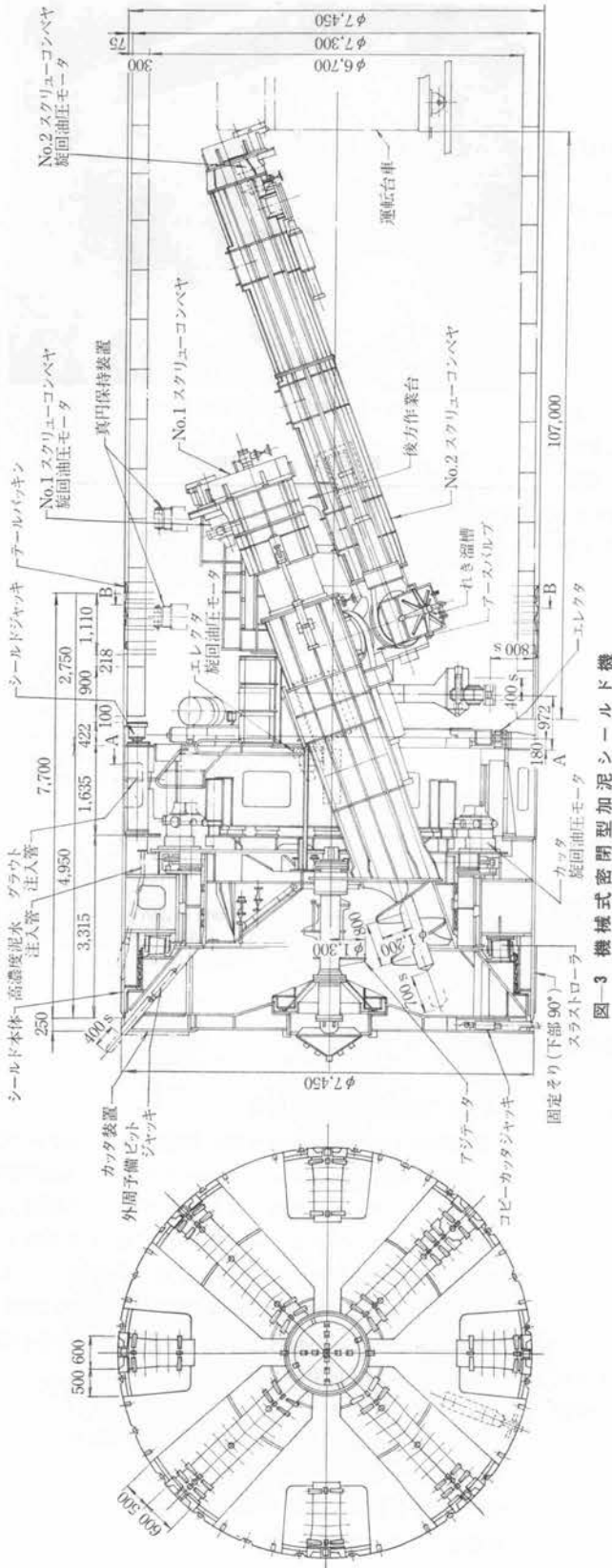


図-3 機械式密閉型加泥シールド機

排土用スクリーコンベヤは $\phi 1,200$ mm と $\phi 800$ mm の2本が連結されており、連結個所にアースバルブと称する土圧密槽を設けた(図-5参照)。アースバルブは次の二つの役割を果たす。

- 切羽水圧の保持
- 大れきの除去

前者については(1段目の排土量)=(2段目の排土量)になるよう制御することによりアースバルブ内に適当な土圧力を発生させることができ、圧力をもった不透水性泥土砂で充填できるので、常に泥土砂によるバルブ効果が継続されることになる。

後者については、1段目のスクリーコンベヤは最大れき径 500 mm までの大れきを搬送可能な $\phi 1,200$ とし、2段目はシールド掘進量に見合う土砂搬送能力をもつ $\phi 800$ とすればシールド掘進に伴う排土量は2段目で制御され、2段目で搬送可能な大れきは手前のれき溜槽内に残留し、そこから機外に除去される。この採用にあたっては現場内で2段スクリーコンベヤによる実験を行い、効果を確認した。

(d) 摩耗対策

カッタービットは特殊鋼の母材に超硬チップ2列埋込式とし、このビットの背面に保護ビットを配置した。面板外周保護ビットを21個所取付け、各スポーク先端8個所に400 mm のストロークをもった周辺保護ビットを設置した。またスクリーコンベヤの羽根先端部は特殊加工し、摩耗に耐えられるよう配慮した。

4. 掘進状況

(1) 掘進経過

庄内川工区のシールドは発進部が河川敷内にあり、河川区域の掘進は湯水期に施工することが河川の占用条件であるので、昭和56年10月12日から1号機、11月16日から2号機の掘進を開始した。

発進から50リングまでは初期掘進区間としてシールド機器のならし運転を行い、その後、後続設備を完了し、本掘進に入った。約100リングまでは掘削断面中に砂質シルトおよびシルト質細砂が大部分を占めていたので、ごく一般的な土圧方式で掘進ができ、排土状況もチューブから押出される練りハマガ

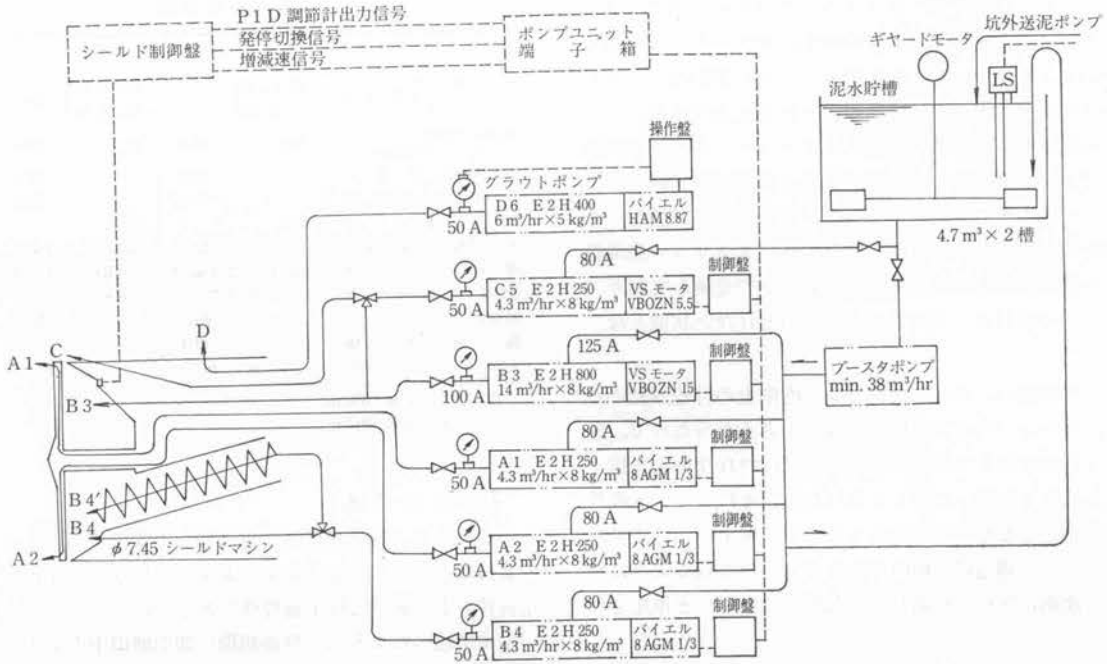


図-4 高濃度泥水注入機構図

キのような連続した硬練りモルタル状であった。したがって、チャンバおよびスクリーコンベヤ内は地山切削土砂の取込みとカッタ回転による混合のみで、止水性のある削土が形成され、切羽水圧、アースバルブ土圧とも自然地下水圧に比べ常に高く良好な掘進ができた。

シールド掘削が進むにつれてシルト含有量が徐々に減少し、砂れきの占める割合が増加してくると、スクリーコンベヤからの排土砂も水分とれき分が目だつようになった。そこで120リングからは坑内圧気を併用し、さらに230リング以降は本格的な加泥を開始した。しかしながら、300リングまでは河床防護の地盤改良が施工されていたので、クラウン部の崩壊はほとんどなく、加泥はどちらかといえば潤滑材の役割が主体だったと思われる。279リングでビット点検を行った結果、外周ビットの摩耗が予想外に早いことが判明したので、交換作業を行ったのち、再発進した。

これは後述するがチャンバ内土砂の付着および固結が外周部から内側に向かって成長しており、スリットをふさいでいる状態なので、外周部からの切削土砂の取込みができず、カッタフェイスを回転しても外周部ビットは地山との摩擦を繰り返すのみという状態のまま無理押し続けた結果からと推定された。

この付着および固結は外周ビットの偏摩耗ばかりでなく、チャンバ内混練り阻害という当シールド工法の基本にも悪影響を及ぼすので、坑内からのジェット噴射装置をあらたに設け、チャンバを開放しなくとも除去できるようにした。

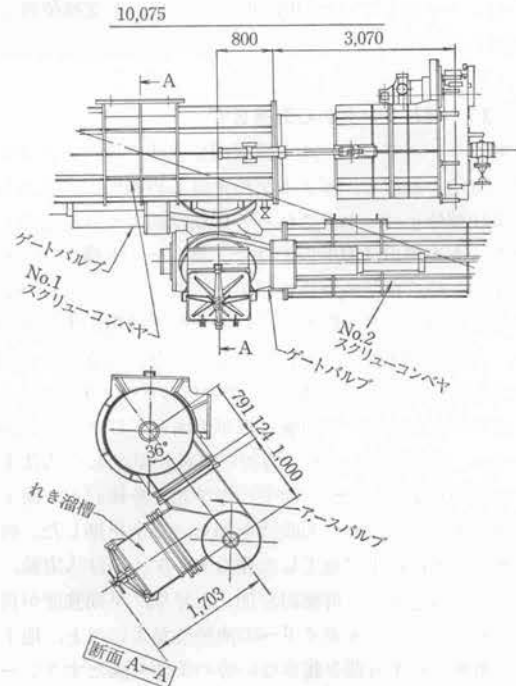


図-5 アースバルブ概要図

(2) 301リングから467リングまで

300リングを越えてからは地盤改良のない全断面鳥居松れき層に入り、加泥および切削土砂との混練りを本格的に行わなければ、アースバルブによる切羽圧力制御が

むずかしくなったり、カッタトルクの変動が大きくなったり、スクリーコンベヤの回転が止まったり等の現象が出るようになった。それでもシールド掘削はベースを崩さず順調に進み、左岸堤体部を無事通過できた。

435 リング掘進時、No.1 スクリーコンベヤの回転ができず掘進不能となった。切羽を薬液注入で固め、チャンパ内を解放し、スクリーコンベヤおよび周辺の土砂を取り除きながら点検したところ、スクリー先端部と内部が粘性土のほとんどない砂れきで充満しており、これらの締付力と摩擦力で身動きのとれない状態となっていた。

この原因は、前述したチャンパ内削土の付着固結のため、チャンパ内有効容積が極端に小さくなったので、泥土と地山土砂との攪拌混練りが十分行われないまま排土されるようになったことと思われる。それゆえ、流動性を増加させる粘性分を供給するはずの泥土が先に走り、スクリー周辺には地山の砂れき分のみが残るようになり、次第にそれが充満してきたのではないかと推定された。

そこでチャンパ内の付着固結土砂を取り除き、泥水濃度を大きくし、ジェット噴射を繰返しながら再発進し、当初から予定していた 467 リングのビット交換位置に到達した。

(3) 467 リングから到達まで

467 リングではシールド機周辺を薬注で固め、深礎による立坑を設置し、ビット交換をはじめ機器の摩耗点検および補修を行った。これらの作業は約1カ月半を要したが、その理由は前半の掘進で、当シールド機は相当無理押しを続けたため点検の結果によるとスクリーコンベヤ、アジテータ、泥水注入口等の摩耗破損が生じており、これらの補強、改造に多大な労力と日数を要したためである。再掘進は 468 リングからスタートした。

後半から到達までの地質は掘削断面およびクラウン部 2~3m が鳥居松れき層で切羽の崩壊が即地上の大沈下につながる条件のため、前半の掘削記録を検討し、泥土設備、裏込注入設備に大改造を加え、万全を期した。特に裏込注入は前半で施工した発泡モルタルの注入実験、地上沈下量をもとに再検討を加えた結果、早期強度が得られること、テールボイドへの流動性がよいこと、地下水に希釈されず分離を起さない等の条件を満たすクレーサンド系の TAC-IIIS を使用した。490 リングからは民家の下に入り、それに引続く橋台、橋脚部も無事通り抜け、県道名古屋~江南線へと掘進が続いた。この間、前述した付着土砂のジェット噴射、アジテータの修理改造、ビットの点検等により掘進を中断することはあったが、地上の沈下や構造物への影響も好結果のうちに到達に至った。掘進経路と実績を図-6と表-4に示す。

表-4 掘進所要日数

	1 番線 (2号)	2 番線 (1号)
掘進開始	56.11.16	56.10.12
到達	57.11.23	57.8.28
曆日数	372日	320日
機械点検修理		
チャンパ内清掃ほか	32%	20%
設備取替	116日	63日
休日、基本測量	15日	18日
稼働率	75日	81日
稼働率	33%	39%
実稼働日	48%	52%
稼働日	179日	166日
曆日平均日進	2.5 R/日 (2.3 m/日)	2.9 R/日 (2.6 m/日)
実稼働平均日進	5.2 R/日 (4.7 m/日)	5.6 R/日 (5.0 m/日)
機械組立(坑外組立とも)	85日	70日
機械解体	40日	37日
合計日数(組立~解体)	延べ 497日	延べ 427日

(注) 1# 937 R (850 m)
2# 929 R (843 m)

(4) 掘進管理

当シールドの掘進管理の基本は切羽の安定であり、その裏付けとなるのが加泥による混練り、切羽土水圧の安定保持および適切な排土量管理である。

前項で述べたように、発進初期は切羽地山中のシルト分含有量がかなりあったので本格的な加泥をしなくとも掘進できたが、れき層部が多くなるにつれて加泥、混練りとアースバルブによる切羽土水圧制御をしないとスムーズに掘進できなくなった。そこでシールド機の基本操作手順を次のようにした。

① カッタトルクの限度範囲で可能なかぎりチャンパ内に土砂をつめる。

② 掘進中の切羽土水圧の変動をできるだけ小さくさせる。

③ 高濃度泥水の比重、粘性を高める。

これらの操作で掘進したにもかかわらず、現実にはチャンパ内土砂付着および固結、地質、地下水の変動などにより掘削時間、加泥量、切羽土水圧、排土量および排土性状にバラツキが生じている。

そこで、現実の掘進においては総排土量から加泥量を差引いた数字が設計掘削量に比較して 98% を越えた場合には余掘りが多い可能性があるため掘進を止め、シールド機先端より後方をめがけて地上からさぐりボーリングを行うことにしている。その結果、空洞部と思われる箇所があれば LW で充填し、なければそのまま再発進するという手順で掘削管理を行い、地上部の沈下を最小限に押えた。

(5) セグメント応力測定

当工区のシールドは図-7に示すように鉄筋コンクリートセグメントを使用しているが、掘進当初から組立後のセグメントのコンクリートが一部剝離するという現場が見うけられた。特に施工が曲線区間にさしかかるとシールド上端部(主に K セグメント付近)に相当数のコ

ンクリートの剝離およびひび割れが発生したので、その原因を探るため次のような項目の測定を行った。

- ① セグメント内表面応力（軸方向および円周方向）
- ② ボルトの軸力およびせん断力
- ③ セグメントのずれ（リング間の目ずれ、ピース間の目ずれ、リング間の円周方向のずれ）
- ④ ジャッキ推力
- ⑤ カッタ回転トルク
- ⑥ セグメントレベルの経時変化

測定は1番線 755~756 リングのセグメントを組立直後からシールドテール部脱出まで行った。その手法は、セグメント表面応力についてはひずみゲージを取付け自動計測器で3~5分間隔で計測し、セグメントのずれ、ジャッキ推力、カッタ回転トルクについては30cm推進ごとに計測し、セグメントレベルは1リング組立てるごとに測定した。測定結果を整理してみると次のようなことが判明した。

- ① セグメント内表面応力値のうち、圧縮応力の測定

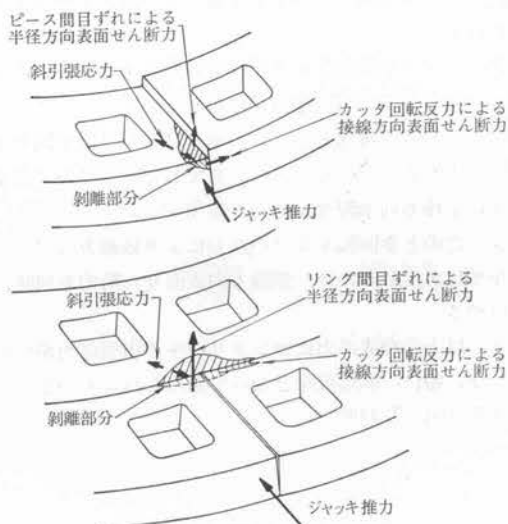


図-7 剝離現象解説図

値はジャッキ推力から計算した理論応力とほぼ一致するが、引張応力、特に斜め引張応力の測定値が 100 kg/cm^2 を越えているものがかなりあり、コンクリートの破壊を裏付けている。

② セグメントピースの目ずれはセグメントがシールドテールから脱出するときに大きく生じており、特に K 型セグメントが推進とともに大きく下方へ脱落してゆく傾向がある。

③ ボルトの軸力は天端のリング間ボルトが最も大きく、その次に大きいのが K 型セグメントを結合するピース間ボルトである。せん断力はピース間では天端付近が大きく、リング間では K セグメントを取りあう B 型セグメントにボルト孔を通る半径方向のせん断力による亀裂が確認されている。

④ 表面剝離の特徴は、K 型セグメントに取りあう前後、左右の B 型セグメントに最も多く発生し、その状況は鉄筋表面に接する無筋部分を起点とするか、それにより表層部のものが大部分である。

以上の測定解析結果をまとめると、セグメントの剝離現象の

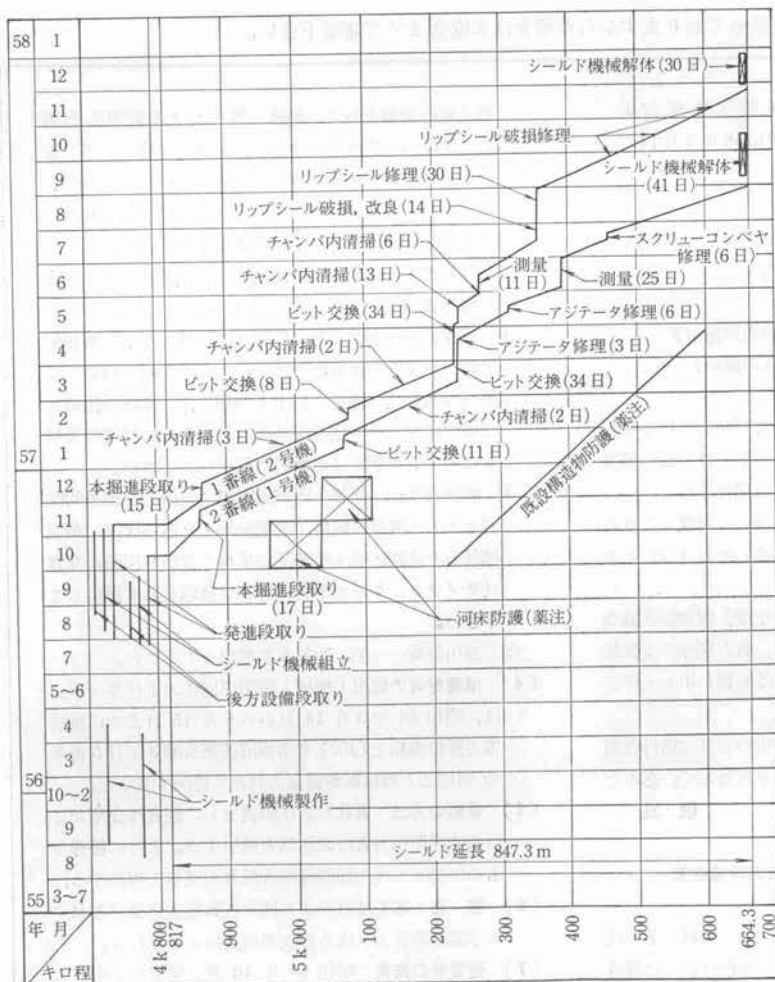


図-6 掘進工程

原因の大きな要素の一つとして次のようなパターンが考えられる。

① カッタの回転トルクの反力によりセグメント内表面には大きな斜め引張応力が作用している。

② シールド推進とともに、セグメントリング間のずれが発生し脱落が著しく、この目ずれによりリング間接合部に半径方向表面せん断力が作用する。

③ このとき回転トルクの反力により接線方向にも同様なずれが生じるため、接線方向表面せん断力を同時に作用する。

④ 以上の合成応力にコンクリートの引張応力が抗しきれない場合、剝離現象となってあらわれるものと推定される(図-7 参照)。

5. おわりに

滞水砂れき層におけるシールド工法に土圧式を採用し、その裏付けとなる各種調査、諸実験を繰返し行い、それらの成果として「機械式密閉型加泥シールド機」として具体化され、施工してみた結果、当初の目的である一級河川の通過と鳥居松れき層における切羽の安定というテーマは一応解決でき、地上への影響もほとんどなく、無事到達できた。

しかしながら、チャンバ内土砂固結、機器の摩耗故障等によるトラブル、いまだに経験やカンに頼らざるを得ない掘削土量、切羽状況の把握等、今後の改良、開発に待つべき要素の多いのも事実である。今後は掘進管理が自動コントロール化し、省力化を図るとともに、適性土質に見合う高性能な土圧式のシールド機械の開発が望まれる。

●お知らせ

下記の書類が参っておりますから希望者は本協会までご連絡下さい。

58 機振協 第 37 号
昭和 58 年 3 月 14 日

(社) 日本建設機械化協会会長殿

財団法人機械振興協会
会長 岩田 式夫

第 18 回(昭和 58 年度)機械振興協会賞
受賞候補者の推薦について(お願い)

謹啓 時下ますますご隆昌の段およろこび申し上げます。

さて、ご既承のとおり当協会におきましては、毎年優秀な研究開発を行い、またはその成果を実用化することによってわが国機械工業技術の進歩向上に著しく貢献した企業および研究開発者を表彰する制度を実施いたしております。

つきましては、第 18 回(昭和 58 年度)機械振興協会賞を別添のように実施いたしますので、貴会関係の受賞候補者をご推薦下さいますよう、よろしくお願い申し上げます。

なお、別添付要領記載のとおり推薦書ならびに添付書類は、推薦業績 1 件につき各 5 部ご提出下さるべく、念のため申し添えます。

敬 具

第 18 回(昭和 58 年度)機械振興協会賞
受賞候補者推薦要領

(1) 表彰対象：おおむね過去 3 年以内に、機械工業の技術にかかる研究または開発において独創性および経済

性に富む業績をあげ、機械工業における新製品の製造、製品の品質性能の改善または生産の合理化等に顕著な業績をあげた主たる企業(各業績につきそれぞれ 1 社)および研究開発担当者(各業績につきそれぞれ 5 名以内：ただし、当該企業に属さない者も含む)。

(2) 推薦者：①機械工業関係団体、②機械関係学・協会

(3) 提出書類：

① 推薦書……別添「第 18 回(昭和 58 年度)機械振興協会賞受賞候補者推薦書」に、その業績の概要、技術上の獨創性、特長、実用上の経済性、特許の出願・登録の状況、その他国民福祉の向上または産業の発展等に対する貢献度等を簡明に記述して下さい。

② 添付書類……詳細な内容説明書(技術的、経済的説明とともに機械の価格、生産実績・見込の状況、類似機械との比較、他への波及効果等も含む)、図面、写真(モノクロ、キャビネ版)等参考書類を必ず添付して下さい。

③ 提出部数……①、②各 5 部提出して下さい。

(4) 推薦書等の提出：機械工業関係団体および学・協会は、昭和 58 年 3 月 14 日から 5 月 16 日までに推薦書と添付書類を(105)東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号 財団法人機械振興協会会長あて提出すること。

(5) 表彰の方法：賞状および副賞とし、副賞は企業および研究開発担当者に記念品を贈呈する。とくに優秀なものに対しては、通商産業大臣賞の授与を申請する。

(6) 審査：審査は財団法人機械振興協会会長が委嘱する学識経験者より成る審査委員会によって行う。

(7) 受賞者の発表：昭和 58 年 10 月に発表の予定

トンネル掘削用ドリルジャンボの自動化

中村吉男*

1. ま え が き

1800年代に空気式さく岩機が使用されてからつい最近まで、その使用するシステムが進歩したとはいえ、空気式さく岩機は鉱山や土木工事等におけるさく孔作業用として独占的に長期間にわたり使用されてきた。空気式さく岩機は他の産業機械やエレクトロニクス製品などと比較するとめざましい進歩がなかったように思われる。

一方、脱空気式さく岩機としてのいろいろな試みは多くの機械技術者によりなされ、特定の岩石に対してはトンネルボーリングマシン、ロータリドリル等が使用されてきた。しかしながら、硬岩のトンネルを掘るという作業に関してはさく岩機を利用する工法にいまのところ匹敵するものは出現していない。またレグドリル、ドリルジャンボ等のシステムの進歩はあるが、空気を使用するという点に関してはその域を出ることはなかった。

第2次大戦後、急速に発展した建設機械が多くあり、その発展の基礎となったのは油圧機器の発達であり、その油圧化による流体システムの採用であった。その歴史を振り返ると、航空機や船舶の油圧化から始まり、土木建設機械等への採用が進んでおり、現在各種業界の中に吹き荒れているコンピュータ化の波も航空機、船舶、工作機械、土木建設機械などへと広く進みつつある。さく岩機に関してもドリルジャンボの出現以来、自動化、コンピュータ化の試みはなされて来たのであるが、空気という不安定な流体が持つ特性のためにそれらの多くの試みは失敗に帰するところが多かった。

しかしながら、空気さく岩機を油圧化する試みが10数年前から始められ、最初はさく岩機の回転を油圧化することから着手され、最近になりようやくピストンの打撃行程の油圧化が完成するに至った。これに伴い昭和52

年度に関越自動車道の水上当りから湯沢へ抜けるトンネル工事用として国産の第1号機として「全油圧式9ブームトンネルジャンボ」が日本道路公団から受注し、油圧さく岩機の性能、経済性が評価され、他のトンネル工事への採用の端緒となった。さく岩機の油圧化の成功に伴い、油圧特性の検出および位置決めなどの安定性により自動化、コンピュータ化の研究が始まり、3ブームの全自動化への道が切り開かれたのである。

2. 概 要

土木建設業界では工事条件の多様化、作業環境の問題などから技術労働者が不足してきていることに加え、バーンホール工法の普及と余掘りの減少化傾向に伴い、せん孔精度の向上が要求されている。今回実用化した古河の「ロボットジャンボ」はこうした土木建設業界のニーズに対応したものであり、主な特徴は次のとおりである。

- ① ジャンボ本体の姿勢制御機能を持つ。
- ② 定められたさく孔パターンに対し誤差 ± 50 mm 以内で精密にさく孔できる。
- ③ 岩質の変化に応じて打撃数、回転トルク、回転数およびさく孔速度を連続的に自動制御する。
- ④ さく孔の孔尻位置を自動的に検知することで、すべての孔尻を一つの面内にそろえることができる。

以上の特徴をそなえることで従来のジャンボに比べて余掘りの減少によるコスト低減のほか、発破効果の向上、火薬使用量の減少、安全性の向上、人件費の大幅節減などが可能になる。

搭載した数値制御用コンピュータにはユーザが岩質の状況に応じてインプットしたさく孔パターン（通常5パターン）が組込まれており、仮にさく孔が不能と予想されると制御機能が自動的に作動、何回かさく孔しても不能と判断すると、自動的に次孔に移動する。また、ガイ

* NAKAMURA Yoshio

古河鉱業(株)吉井工場設計課課長

ドセルの後方からレーザー光線を照射することによりジャンボ本体およびブーム位置を常に正確にするため、在来機より作業性、精度がはるかに高いほか、ジャンボ本体がなんらかのアクシデントによりずれた場合には、その補正機能を持っているため掘削作業が上下、左右にずれることがない。

3. ロボットジャンボ本体

コンピュータを搭載するロボットジャンボの本体は図-1に示すとおりである。コンピュータおよび電気制御盤は本体の後部に取付けられ、集中管理される。油圧さく岩機はHD 100 Aを使用し、ブームおよびガイドシエルはロボットジャンボ用として新たに開発されたものを搭載している。ガイドシエルは回転しても断面係数の変化がほぼ均一な構造になっている。ブームに関しては関節部におけるピンのガタを小さくし、ブームの位置計算の誤差を小さくしている。またブーム本体の強度は大きな余裕をもたせ、かつ自重によるたわみをできるだけ小さくしている。関節部のピンのガタおよび自重によるたわみは小さくしているが、さけられない数値はブームの位置計算のときに補正を行い、孔位置の精度を出す方法をとっている。

本装置の大きな特徴は図-1にあるように、本体の右側についている前部ターゲットと後部ターゲットがあって、後方より照射されるレーザー光線の位置をコンピュー

表-1 ロボットジャンボの仕様

項目型式	個数	備 考
ドリフタ HD 100 A	3	T 38 ねじシャンクロッド式
ガイドシエル GH 150-S	3	フィード長 33 m, φ32. 32 H ロッド兼用
ブーム JE 150 TRC	3	水平・上向せん孔兼用, 上下・左右同調機構付
リフトブルデッキ ZC 5000	1式	リフト高さ: 2,000 mm, スライド長さ: 4,500 mm, 横方向スライド長さ: 左右各 1,000 mm, 油圧シリンダ収納式つり下げ足場付
走行装置 ZC 5000	1式	エンジン駆動油圧ポンプ・モータ式 エンジン形式: いすゞ 6BD1, 水冷 6気筒ディーゼルエンジン, 定格出力 105 PS/2,200 rpm
油圧バック コンプレッサ ZN 3000	3	電動モータ 45 kW
ケーブルリール ZC 3648	1	7.5 kW (1 m ³ max 8 kg/cm ²)
ケーブル 3 PNCT	1	油圧モータ巻取式, 巻取長さ: 120 m
アウトリガ	4	125 mm ² ×3 芯, 平形 120 m
		箱形, 油圧シリンダ式
走行速度		0~1.75 km/hr
登坂能力		18° (斜面上り込み角度 11°)
使用電圧		400~440 V, 50 Hz/60 Hz
水消費量		90 l/min at 6 kg/cm ²
総重量		45 t

タに入力することにより本体の位置を自動的に計算し、また、さく孔中に位置がずれた場合に位置補正ができることである。

なお、表-1 にロボットジャンボの仕様を示す。

ロボットジャンボによるさく孔について考えてみると、ブームの位置決めに関する過程と油圧さく岩機が穴を掘るという過程に分けられる。すなわち、ブームの位

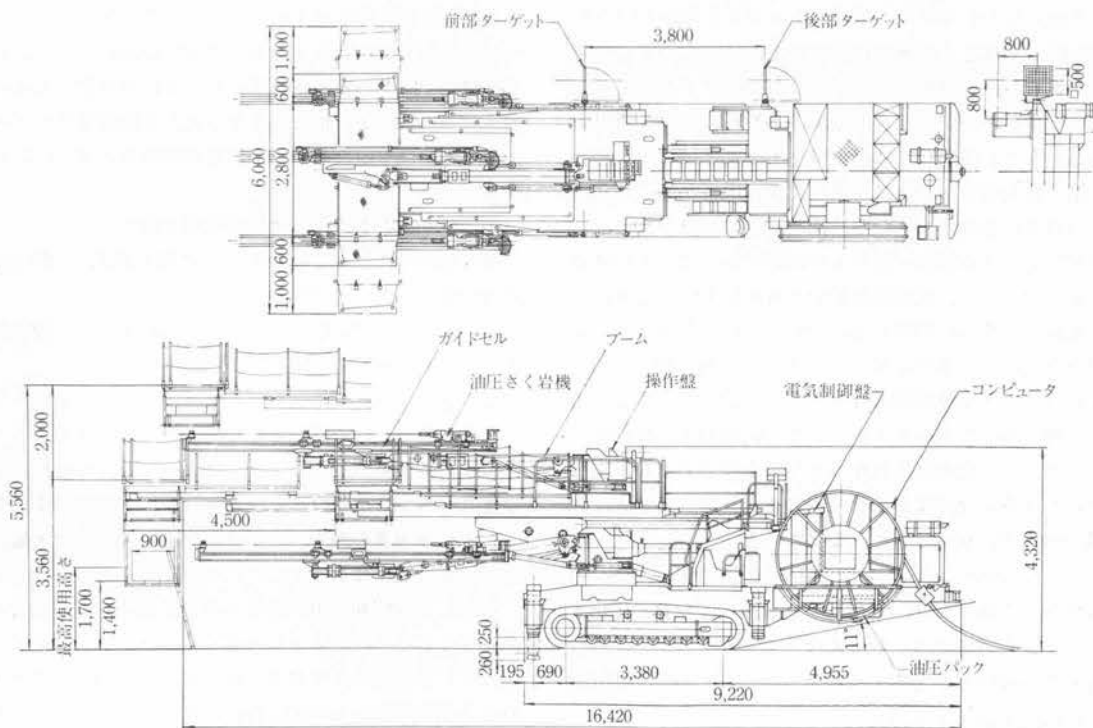


図-1 全自動3ブームロボットジャンボ全体図

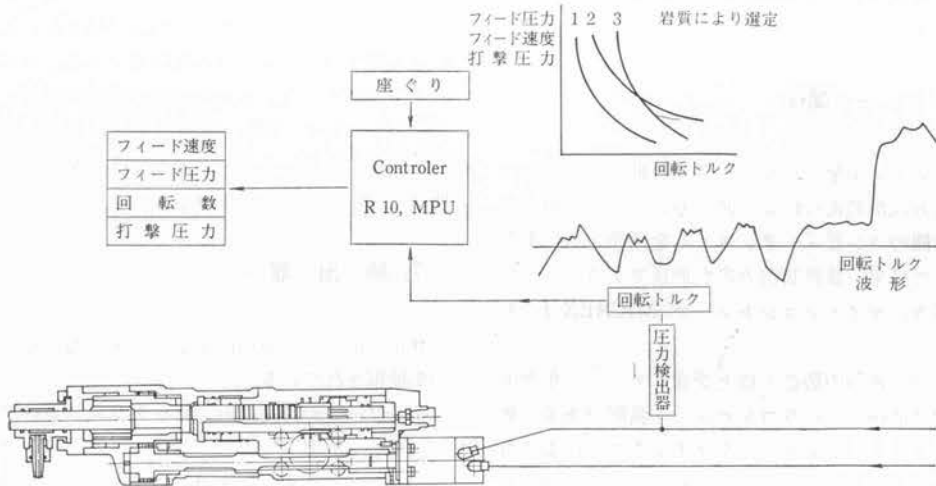


図-2 自動さく孔法案

位置決めは他のロボットと同じく目標とする位置を回転部とかスライド部に取付けられた検出器を介して正確に決定する。また油圧さく岩機でさく孔するには位置決めされた後に油圧さく岩機に取付けられたロッドとビットにより岩に穴を掘ることで、この工程を自動化しようというものである。

上述の自動化における重要な項目について、その方法を項をあらためて以下に述べる。

4. さく孔の自動化

ブームを正確に位置決めした後油圧さく岩機によるさく孔作業に入るわけである。従来のさく岩機でもある程度の自動制御装置は具備しているが、さく孔作業自体が手動で行うことを条件としているためにあまり自動化が行われていなかった。

しかし、ロボットジャンボにおいてはさく孔の初めから終りまで完全に無人で行われなければならないために完全な自動化方法を作らなければならない。図-2の自動さく孔案に見られるように、さく孔の自動化を行う検出の要素としては回転圧を検出し、それを回転トルクとして取り出し信号としてコンピュータ内で判別し、フィード速度、フィード圧力、回転数と打撃圧力の制御を行い、ロッドが岩にとられるのを防止し、その岩質に合ったさく孔案に従ってさく孔を行うようにしている。一般に回転トルクが上昇することによりフィード圧力、フィード速度、打撃圧力を小さくするのが普通のさく孔では行われる。その回転圧=回転トルクと自動さく孔で行われるオートバックとオートザグリと通常さく孔との関係が図-3の自動さく孔回路のローテーション圧力とフィードの動きの関係で表わされる。

座ぐりはさく岩機によるさく孔開始時に行われるもの

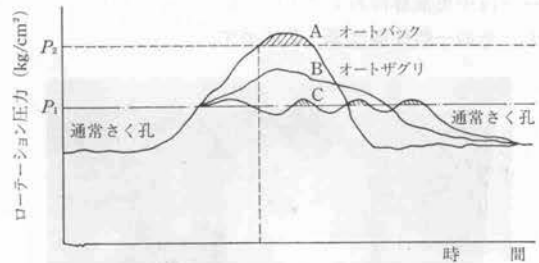


図-3 自動さく孔回路のローテーション圧力とフィードの動き

で、凸凹の激しい岩盤にビットが接触するときフィード圧力、フィード速度、および打撃圧を小さくしてビットのすべりを防止するものであり、オートザグリというのはさく孔中にこれらの動作を自動的に行うものである。

5. ブーム移動の自動化

さく岩機によるさく孔を行うためにロッド、ビットを目的とする位置まで正確に移動しなければならない。このために油圧さく岩機を搭載するガイドシェルを保持するブームを駆動用シリンダにより位置決めしなければならない。ブームの移動する要素としては、①ブームスイング、②ブームリフト、③ガイドスイング、④ガイドチルト、⑤ガイドロータリがあり、ピンで接合される関節部から成っている。これらの要素を操作する量を計算するにはコンピュータによる方式を採用し、現在使用しているのはパソコン C-180 である。

写真-1 はトンネル内におけるブームの移動する軌跡を示しており、ブームが他の障害物へ干渉するかどうかを、またさく孔点が適切かどうか、最適の移動方法かをチェックしているところを示す。写真-2 はトンネル内におけるロックボルトのさく孔を行うための模式図であ

る。左側の数値はこのために必要とされるプログラムの実施例を示す。

6. コンピュータ関係

ロボットジャンボをコンピュータで駆動するためにはいろいろな方式が考えられる。倣い方式もその一例である。今回本機のコンピュータシステムを開発するにあたって検討した結果、数値制御方式が最良であるという結論にもとづき、マイクロコントローラ MICREX-E を採用した。

本機は数年前鉄鋼の製造工程と交通システムと化学工場の無人化に活躍しているコンピュータ装置である。従来から使用されているシステムを使用することにより新たなソフトウェアの開発を必要とせず、ソフトの開発コストが大幅に低減できるものである。マイクロコントローラは中央演算部および入出力信号部から構成されており、その一般仕様は表-2に示す。

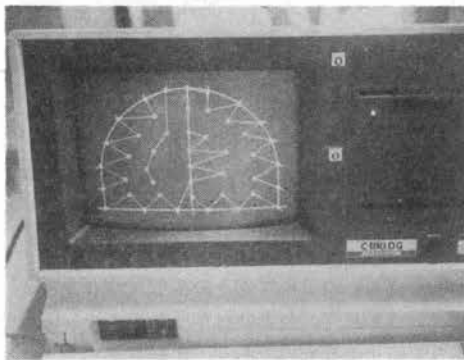


写真-1 ブームの軌跡

システムはカード挿入方式であり、写真-3にロボットジャンボを駆動するための内部が示されている。写真-4は本機を駆動するための操作盤である。ロボットジャンボを使用するトンネル内の悪い環境の対策として、塵埃、ガスの発生、振動、衝撃、温度、湿度に対しては十分な配慮がなされており、どのような悪条件のもとでも使用できるようになっている。

7. 検出器

ロボットジャンボに使用される検出器としては次のものが使用されている。

- ① ブームの角度検出：ロータリエンコーダ（アブソリュート型）
- ② フィード速度の検出：ロータリエンコーダ（インクレメンタル型）
- ③ 回転トルクの検出：半導体圧力変換器
- ④ さく岩機の後退確認および切羽への着岩の確認：

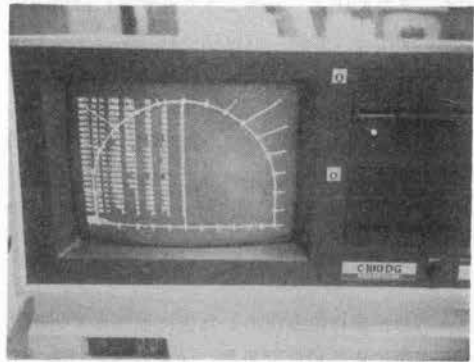


写真-2 ロックボルトさく孔点

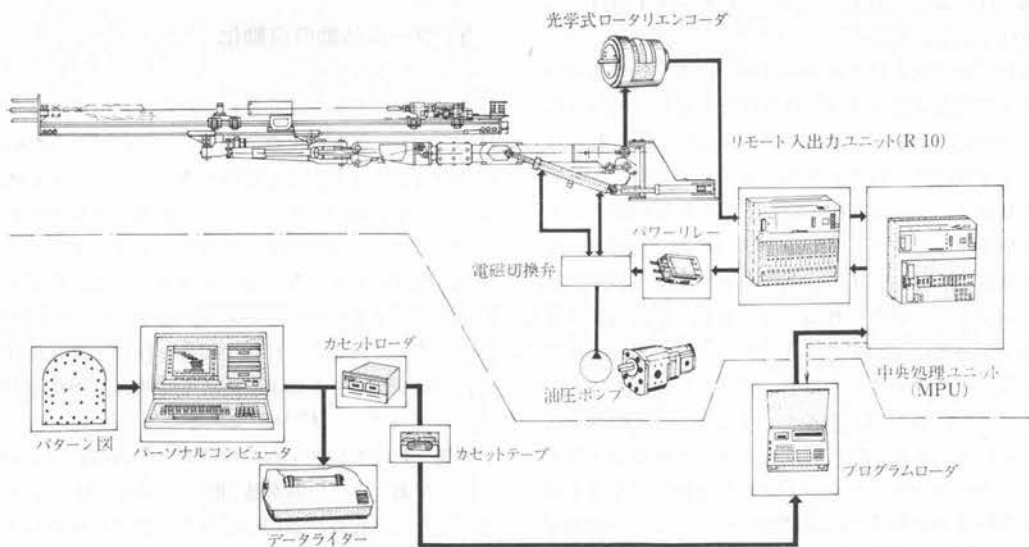


図-4 ブーム移動の自動制御方案

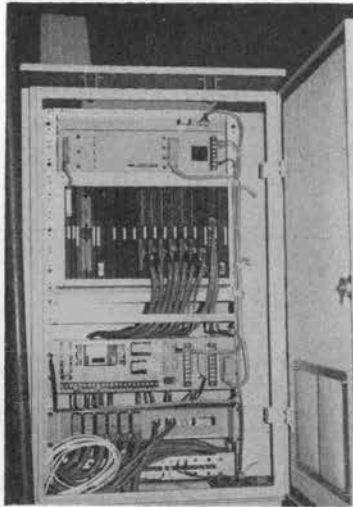


写真-3 マイクロコントローラ内部

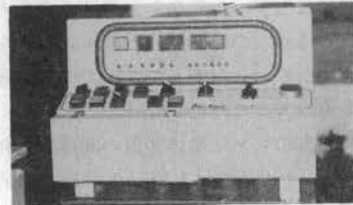


写真-4 操作盤

高周波発振型近接スイッチ

いずれも振動に強く耐環境性のあるものを使用している。ブームの位置決めのためには光学読み取り式のロータリエンコーダのアブソリュート型を使用し、位置の繰返し精度の確保を行っている。図-5はその原理を示している。光学式検出器はデジタル分解度が高く、デジタルシステムにそのまま接続できるため、システム全体として見ると極めて経済的になる。回転トルクを検出する半導体型圧力変換器はさく岩機のさん孔の監視用のため

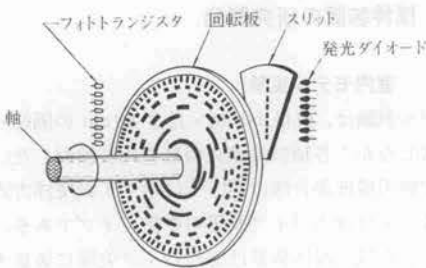


図-5 アブソリュートエンコーダ原理図

表-2 マイクロコントローラ仕様一覧

項目	仕様	備考	
制御方式	マイクロプログラム方式		
命令	制御向専用言語	POL型 95種	
中央演算部	命令実行時間	論理演算 5.75 μ s レジスタ演算 3.5 μ s 加減演算 6.25 μ s 掛算 22.5 μ s 割算 36 μ s 微分 40 μ s 積分 46 μ s フィルタ 46 μ s タイマ 14 μ s	
	記憶容量 (コアまたはEPROM)	基本部 4Kワード 標準プログラム 5Kワード アプリケーション標準 8Kワード 最大 28Kワード (実装上の制限あり)	基本部 4Kワード内に下記を含む 一時記憶 1,024ビット 一時記憶 1,664ワード (ただし DPCS ありの場合 640) 演算メモリ 256ワード タイマ・カウンタ 256ワード
タイマ・カウンタ	合計 240点	0.1秒~約3時間(タイマ) 0~1,023(カウンタ)	
制御機能	常時サイクリック制御 ステップシーケンス制御 定周期サンプリング制御 制込制御	割込 4レベル 定周期割込 10ms×n(プログラムで設定) 外部割込 64点(リモート入出力経由)	
伝送方式	上位 データハイウェイ 同列 データハイウェイ 入出力部 リモート I/O	データハイウェイは DPCS により 最大 16台 リモート I/O は最大 8台(最長 1km)	
入出力信号	リモート入出力	デジタル入出力 最大 2,048点 アナログ入出力 最大 128点	入出力カード合計 最大 128枚 カード1枚当りの取込点数 デジタル入出力 16点/1枚 アナログ入力 8点/1点 アナログ出力 2点/1枚
	直結入出力	高速カウンタ MICREX-P の入出力装置	高速カウンタ シングルパルス 20kHz ダブルパルス 10kHz MICREX-P の入出力カード デジタル入出力, アナログ入出力カウンタ
プログラム機器	プログラムター	キーボード 表示管	カセットローダ (CMT) 付
	その他	プリンタ (PR) テープパンチャ (PTP) テープリーダー (PTR) ディスプレイ (CRT) タイプライタ (TW)	ローダ経由で接続する

回転トルクの変動に十分耐え、耐久性のあるものを使用している。

8. おわりに

土木建設機械のメカトロニクス化の傾向は近年急速に高まりつつあり、いままでの熟練したオペレータから誰でも操作できる機械の要求が高くなってきている。掘削の無人化への第一歩として開発したロボットジャンボもこれらの要求に答えるべく設計製作されたものである。

掘削の無人化を進めるにあたっては掘削だけでなく、運搬、支保工の設置等の無人化を一連のシステムとして開発を進めなければならない。さらに掘削においてもさく孔、装薬、発破の作業も自動化しなければ理想的な省力化、無人化への体制はできない。さく孔の自動化はこれらのロボット化の第1段階であり、今後の課題はさく孔のほか、装薬、発破、運搬、支保工の一連の自動化を図ることである。

深層攪拌混合 (Oval-DM 工法) における攪拌装置の開発

西林清茂* 松尾龍之**

1. はじめに

深層攪拌混合工法は、セメントや石灰などの固化材を軟弱土と攪拌混合することによって従来工法よりも強度大な地盤改良を図るものである。しかし、本工法は開発されてからまだ日が浅く、他工法に比べると施工実績も少ないため設計上、施工上未解決な問題が多い。特に固化材と軟弱土の混合の均一性が施工上の課題である。

ここに紹介する Oval-DM 工法は、この混合の均一性向上を主眼に昭和 52 年度より長期にわたる基礎実験から開発した楕円形 (Oval 型) 攪拌装置を用いた機械攪拌方式の深層攪拌混合工法である。

2. Oval-DM 工法の特徴とその開発経過

一般に機械攪拌方式の深層攪拌混合工法は攪拌装置の回転数が $n=40\sim 50$ rpm、昇降速度が $v=0.5\sim 1.0$ m/min の範囲で施工する場合が多く、改良深度各断面における混合時間はきわめて短い。

Oval-DM 工法を開発するにあたって最も重点を置いたポイントは、短時間の混合で固化材と対象土をできるだけ均一に混合する攪拌装置を開発することであった。装置の開発にあたっては、原点にもどって攪拌混合の基本現象を熟考した結果、次の 2 点が重要であり、この 2 点を満足させる装置が必要であると考えた。すなわち、

- ① 固化材であるセメントミルクを攪拌翼の回転範囲内に均等に分散させる固化材供給方法
- ② 供給された固化材と対象土を能率よく混合する攪拌翼の形状

* NISHIBAYASHI Kiyoshige

(株)大林組技術研究所主任研究員

** MATSUO Tatsuyuki

(株)大林組技術研究所副主任研究員

特に攪拌混合の効果は土質性状、特に粘性土の強度に左右され、粘土強度の弱いもの、たとえばヘドロ状のものは攪拌することによって流動するので、同一性状のセメントミルクとは混合しやすい。しかし、強度大のものは攪拌しても流動化しにくいので、固体と液体の混合をよくすることが必要である。したがって、両者の混合機構も自ずと変わるものと考えられた。

このような基本的認識のもとに攪拌装置の開発を昭和 52 年度より開始した。まず最初に実施したのは基礎的な室内試験である。約 2 年間にわたって上述 2 点に的を絞り、径 $\phi 50$ cm の大きさのパイルを 100 本以上、種々の条件のもとでモデル混合を行った末によく均一混合にすぐれた攪拌装置の基本形を見い出した。その後改良を重ね昭和 55 年度にはこの攪拌装置を直径 $\phi 100$ cm に拡大したフィールド試験を行って実大規模の混合性能を確認し、さらに 56 年度には本工事に準じた現場試験を実施して実用化を図った。

ここでは、きわめて基礎的な室内試験によって生み出したモデルを実用までに開発した経過について述べてみたい。

3. 攪拌装置の研究開発

(1) 室内モデル実験¹⁾

モデル試験は、直径 50 cm × 長さ 80 cm の固結パイルを造成しながら各種試験調査項目を比較検討した。使用した実験用攪拌混合機は図-1 に示す 1 軸攪拌方式で、その攪拌軸は注入パイプ兼用の中空パイプである。比較検討する各種の攪拌装置はそのパイプ先端に装着する構造になっている。

改良対象の試験地盤は直径 1 m × 深さ 1 m の鋼製モールドに粘性土を投入したもので、地盤強度を種々変化させるために粘性土を含水比調整した後、セメントを加えて所定強度の試験地盤を作成した。試験地盤の強度は

一軸圧縮強度で $q_u=0.1\sim 1.0 \text{ kg/cm}^2$ の範囲である。使用した固化材は普通ポルトランドセメントに水を加えたセメントミルクで、その配合は $W/C=1$ の一定配合とした。

(a) 固化材供給方法の検討

セメントミルクの供給方法は図-2の代表的な4例を含め10種類以上の方法について比較検討した。Case 1, 2は中空搅拌軸の1個所あるいは複数個所から直接噴射させる方法であり、Case 3, 4は注入補助羽根を用いて回転によってできる空けきや地盤を乱した直後に噴射させる方法である。

これらの試験の結果によると、Case 1, 2の供給方法ではセメントミルクの吐出圧を 30 kg/cm^2 程度まで高めても中心部分にミルクが偏る傾向が、また Case 3の三角形断面や半円断面の注入補助羽根の背面から噴射させる方法では、写真-1に見られるようにミルクが蜂の巣状に分布して、目的とするようなミルクの均等分布は得られなかった。そして最も均等にミルクが分散したのは写真-2に示す固結体が造成された Case 4の水平ブレードを先行させ、その後にセメントミルクを吐出する方法であった。

そこで Case 4の方法については、均等分散供給をより確実にする水平ブレードの注入補助羽根の傾斜角度、



写真-1 蜂の巣状に固結したセメントミルク



写真-2 セメントミルクが均等に分布した固結体

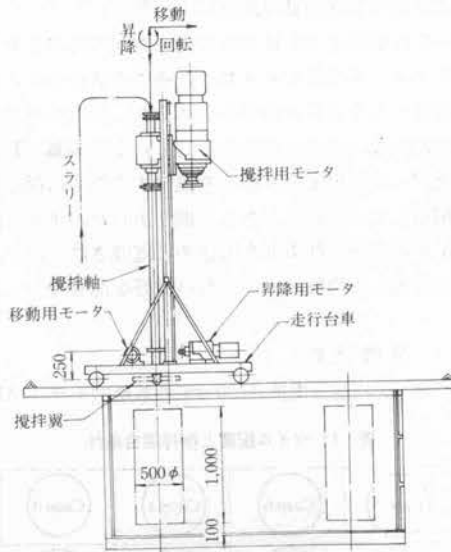


図-1 モデル混合試験機

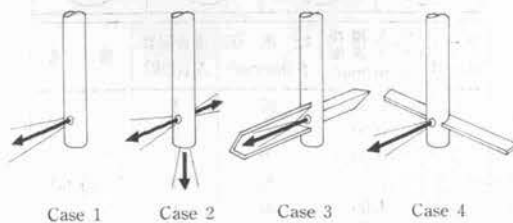


図-2 各種の固化材供給方法

ミルク吐出口と注入補助羽根取付位置の相対角度を詳細に実験検討した。その結果、傾斜角度に関しては 30° 前後、取付角度に関しては 90° が最も良好なミルクの均等分散供給が見られた。

(b) 搅拌翼形状の検討

混合性能のすぐれた搅拌翼の検討についても20種類あまりの形状について比較検討した。その基本的な形状は図-3の5種類である。Type Aは1段4枚型水平羽根に搅拌効率を高めるために搅拌板を付けたスキ状搅拌翼、Type B, Cは従来の搅拌装置にみられる1段2枚型、3段4枚型水平羽根を有する搅拌翼、Type D, Eはまったく新しい形状の菱形、楕円形の搅拌翼である。

これらの搅拌翼の混合性能を比較した結果は、紙面の都合上詳細に述べられないが、その要点は次のとおりであった。

① Type A……水平羽根に取付けた搅拌板が回転方向前面の土を押し出し、搅拌翼の回転につれて周囲の土が回転する、いわゆる共回り現象を生じ、混合性は最も劣るものであった。

② Type B, C……搅拌翼の回転と昇降の相対運動により対象土を螺旋上に搅拌する傾向が見られ、注入されたセメントミルクがしま状に混入しており、固結パイル

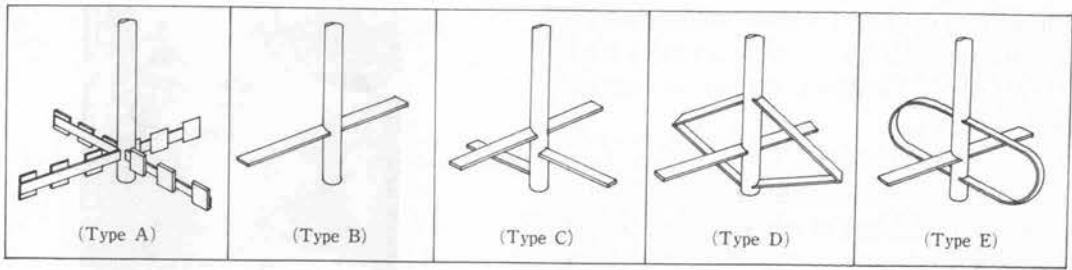


図-3 各種攪拌翼の形状

ができたものの、均一の面で問題があった。

③ Type D, E……菱形あるいは楕円形の攪拌翼で対象土を攪拌するため対象土を図-4のように上下、左右、斜め方向と立体的に動かし、均一性にすぐれた固結パイルが得られた。

さらに混合性能のすぐれた Type D, E の攪拌翼を詳細に比較検討すると、対象土の強度が $q_u = 0.1 \sim 0.2 \text{ kg/cm}^2$ と小さい場合は、ほぼ同等の混合性能が得られるが、強度が $q_u > 0.5 \text{ kg/cm}^2$ になると両者にはっきり差がつく。すなわち対象土の粘着力が増大すると Type D の隅角部に付着する土量が多くなり、これが混合を阻止するためである。

以上のモデル混合試験から、最も均一性にすぐれた混合性能を有する攪拌装置として、水平ブレードの注入補助羽根と楕円形攪拌翼を組合せた楕円形攪拌装置を生み出し、これを Oval 型攪拌装置と称することにした。

(2) 野外フィールド試験²⁾

攪拌径が 50 cm のモデル試験で最も良好な混合性能を示した Oval 型攪拌装置が実際規模の直径 $\phi 100 \text{ cm}$ まで拡大した場合、同様の混合性能が得られるかどうかを確認するため次のようなフィールド実験を行った。

(a) 試験概要

試験期間：昭和 55 年 11 月

試験地盤：縦 7,500 mm × 横 2,500 mm × 深さ 4,000 mm の大型土槽内へ、地盤強度が $q_u = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ 程度になるようにセメントを加えて調整した粘性土を埋立てた人工軟弱地盤
 造成パイル仕様：直径 $\phi 100 \text{ cm}$ × 長さ 3 m, 8 本

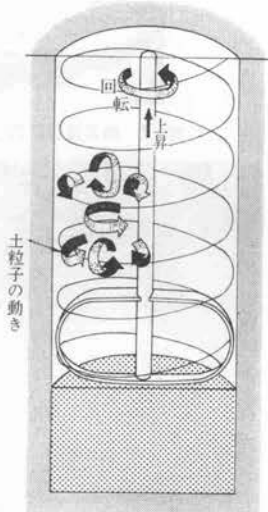


図-4 土粒子の立体的な動き

パイル配置と混合条件：表-1 参照

攪拌混合方式：攪拌装置下降時に地盤の掘削と攪拌を行い、上昇時にセメントミルクの注入と混合を行う方式

使用固化材：水・セメント比 $W/C=1$ のセメントミルク

主要機械：ベースマシン=全油圧スキップ走行式/回転掘進機=D-40 H (30 kW), 回転数 41 rpm/注入ポンプ=MG-40, 吐出量 125 l/min, 250 l/min

(b) 試験結果

造成した各パイルの改良効果の調査は、各パイルからサンプリングした固結土の強度とその分布状況、掘り起しによる混合状況の目視確認によった。

図-5 は固結土 28 日強度の深さ方向の分布を示したものである。各種変化させた混合条件の組合せによって固結強度の大きさには差がみられるが、強度のバラツキは比較的少ない良好な結果を示している。写真-3 は造成したパイルの出来上り形状を観察するために深さ 2 m まで掘削している状況である。掘り出したパイルは直径 $\phi 1 \text{ m}$ か、若干それよりも大きめに造成されており、また混合状態も不均質部分が少ない良好な品質であった。

(3) 現場試験³⁾

100 ケースに及ぶ攪拌径 50 cm の基礎的モデル試験か

表-1 パイル配置と攪拌混合条件

	Case 5	Case 6	Case 4	Case 3
	子	子	Case 2	Case 1
ケース番号	注入攪拌引上速度 v (m/min)	吐出圧 p (kg/cm ²)	混合回数 N (往復)	備考
1	0.50	30	1	切削羽根付
2	0.50	30	2	
3	0.50	50	1	
4	0.50	30	1	
5	1.00	30	1	
6	1.00	50	1	

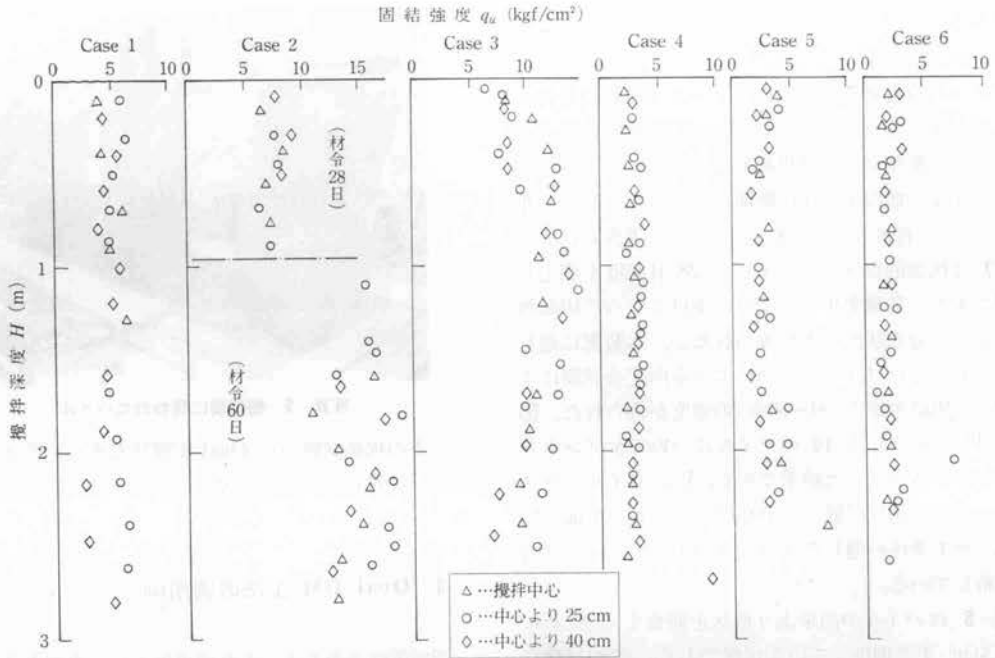


図-5 造成したパイルの固結強度

ら開発した Oval 型攪拌装置は、攪拌径を実大規模の 1 m まで大きくしたフィールド試験においても期待通りの混合性能を示すことが確認された。しかし、これらの試験はすべて対象地盤が人工的に作成した均一地盤であるため実際地盤に対する混合性能はこの時点では不明であった。

そこで、自然堆積の軟弱地盤を対象とした次のような現場試験を行って Oval 型攪拌装置の実際地盤での通用性を検討した。

(a) 試験概要

試験期間：攪拌混合……昭和 56 年 8 月

掘削確認……昭和 56 年 9 月



写真-3 造成した 8 本のパイル

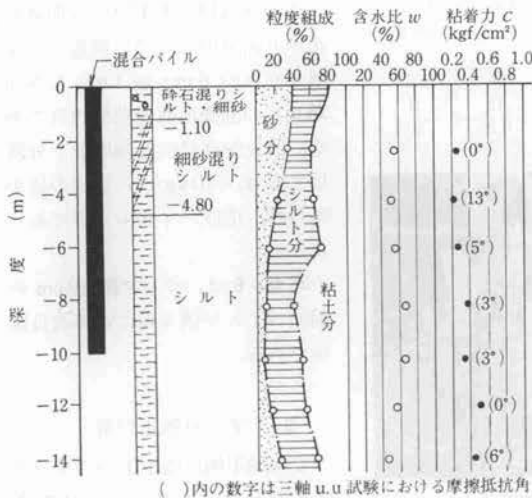


図-6 試験地盤の土性

試験場所：埼玉県荒川河川敷内

試験地盤：図-6 参照

造成パイル仕様：直径 ϕ 100 cm × 長さ 10 m, 15 本

パイル配置と混合条件：表-2 参照

攪拌混合方式：下降時に掘削と攪拌，上昇時にセメントの注入と攪拌混合

使用固化材：水・セメント比 $W/C=1$ のセメントミルク

主要機械：ベースマシン=全油圧 3 点支持杭打機 (PD-100)/回転掘進機=D-60 H (45 kW), 回転数 27 rpm, 41 rpm/注入ポンプ=MG-15 H, MG-30, PG-75

攪拌装置：Oval シングル型 (O-I 型)/Oval シングル・カッタ付型 (O-IC 型)/Oval ダブル型 (O-II 型)

なお、写真-4 は試験に用いた 3 種類の Oval 型攪拌

装置である。

(b) 試験結果

各パイルの改良効果の調査はフィールド試験の場合と同様、各パイルからサンプリングした固結土の強度とその分布状況、掘削による目視観察を主に行い、そのほかに主要パイルの頭部下 2m 断面におけるセメント分布(カルシウム含有量分布)も調べ、均一性を調査した。

図-7 は代表的な 3 本のパイルの 28 日強度を測定した結果である。各種変化させた混合条件によって固結強度およびその分布状況に差がみられたが、本装置に適した条件のもとではソイルミキサによる室内配合試験による理想的な固結強度の 50~60% の強度が得られた。図-8 は P-2, P-13, P-14 のパイルについてセメント含有量の平面分布を調べた結果である。P-2 パイルはセメントミルクの吐出圧が低く、中心部分にミルクが偏っているが、施工条件の適した P-13, P-14 パイルはほぼ均等に分布している。

写真-5 はパイルの出来上り形状を観察するために GL-3.0m まで掘削している状況である。この試験でもパイルは 1m か、若干それよりも大きめに造成されていることが確認された。

表-2 パイル配置と撈拌混合条件

固結パイル番号	P-1	P-3	P-5, P-6, P-7	P-10	P-12	P-14
撈拌混合装置	O-I	O-I	O-II	O-IC	O-I	O-I
注入仕様						
添加率(%)	20	19	15	20	20	20
注入圧(kgf/cm ²)	5	33	20	30	20	40
撈拌仕様						
回転数(rpm)	41	41	41	41	41	41
上昇速度(m/min)	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0

固結パイル番号	P-2	P-4	P-8	P-9	P-11	P-13	P-15
撈拌混合装置	O-I	O-I	O-I	O-I	O-II	O-I	O-II
注入仕様							
添加率(%)	20	20	15	15	20	20	15
注入圧(kgf/cm ²)	15	40	30	40	40	30	20
撈拌仕様							
回転数(rpm)	41	41	41	41	41	41	41
上昇速度(m/min)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5

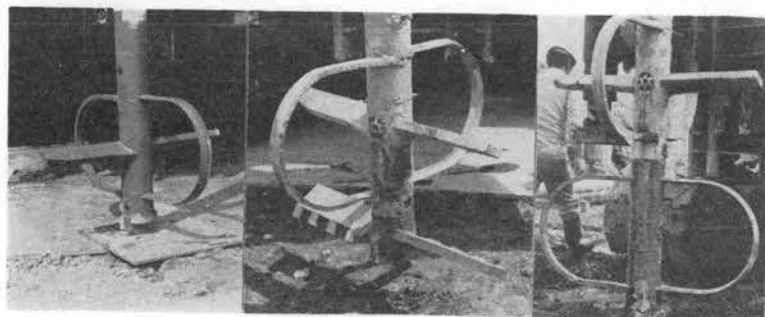


写真-4 試験に用いた撈拌装置



写真-5 掘削後に現われたパイル

以上の現場試験から Oval 型撈拌装置は自然堆積の軟弱地盤に対しても良好な混合効果を示すことが確認できた。

4. Oval-DM 工法の適用例

深層撈拌混合工法の主な適用例として次のようなものがある。

- ① すべり防止, 沈下防止
- ② 管渠の不等沈下防止
- ③ タンク基礎地盤の強化
- ④ 地中梁, ヒービング防止
- ⑤ 護岸, 擁壁等の基礎地盤の強化
- ⑥ 沈下遮断壁

Oval-DM 工法では現在まで次のような地盤改良に適用してきた。

(1) 擁壁基礎地盤の強化

この適用例は大雨で一部崩壊したのり面復旧のために築造する擁壁(高さ約 6m×幅 1m×長さ約 25m)の基礎地盤の地盤改良である。改良強度は設計強度を十分満足する $q_u = 10 \text{ kg/cm}^2$ 前後の値が得られ、造成パイルも良好であった。

写真-6 は、ラップ幅 10cm の固結パイルが横 3 列に並ぶ改良区域である。

(2) すべり防止対策

この適用例は盛土工事のすべり防止対策として用いたものである。盛土下の地盤は深さ 10m 付

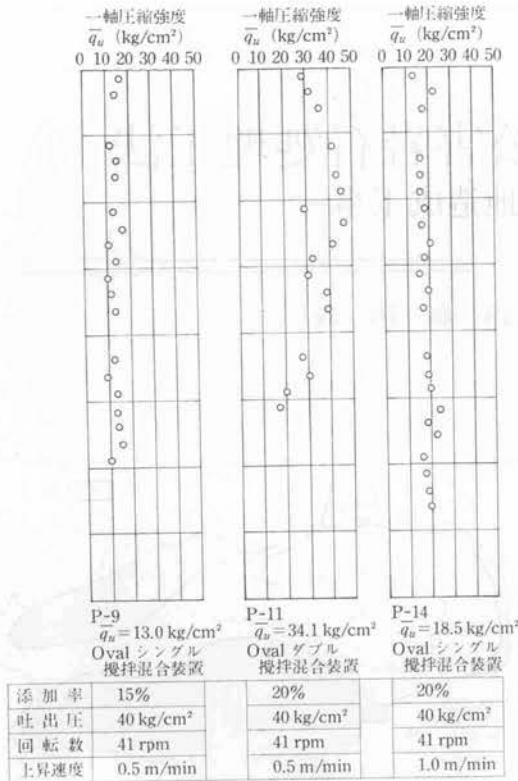


図-7 代表パイルの固結強度

近まで N 値が 10 以下のローム質シルト、有機質粘土、砂質シルトが分布していた。その軟弱層を地盤改良したものである。

Oval-DM 工法は幅 5m×長さ 25m にわたって適用したが、上部の有機質粘土層に対しては $q_u=5\text{kg/cm}^2$ 前後、下部の砂質シルト層に対しては $q_u=10\text{kg/cm}^2$ 近くの強度が得られ、設計強度を十分満足する改良結果が得られた。写真-7 は改良区域であるが、区域中の点線で示している部分は埋設管のために造成できなかった部分である。

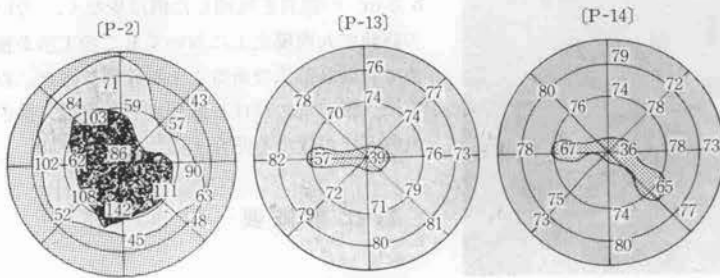


図-8 セメント含有量の平面分布



写真-6 擁壁基礎地盤の改良

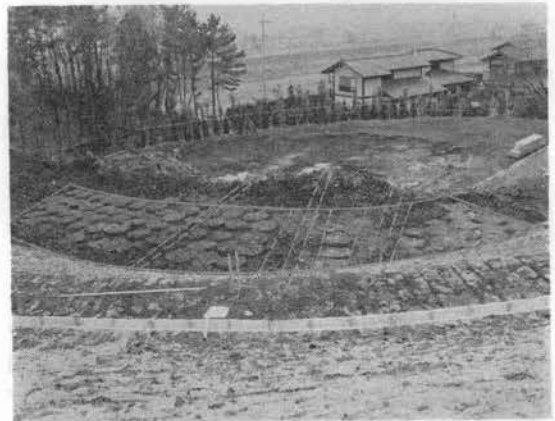


写真-7 のり面部の地盤改良

(3) すべり防止、ヒービング防止対策

矢板背面の軟弱地盤を深さ最大 14m まで良質土に置換える工事において、掘削側の矢板背面を掘削のり面に沿って階段状にブロック状のパイルを造成し、土留とすべり防止を行った。固結パイルブロックの造成後、深さ 14m まで掘削したが、矢板にほとんど影響を与えずに無事完了することができた。

参考文献

- 1) 斉藤, 西林, 松尾, 細谷:「深層混合処理工法における攪拌装置の実験的研究(その1)」第16回土質工学研究発表会
- 2) 西林, 松尾, 細谷, 須藤:「同上(その2)」第16回土質工学研究発表会
- 3) 西林, 松尾, 細谷, 須藤:「同上(その3)」第17回土質工学研究発表会

市街地における低公害岩石処理工法

—桐生菱町住宅地造成工事—

池田 功* 内藤 国義**

1. はじめに

従来から都市周辺の立地条件のよい宅地需要は多く、その開発のニーズは高い。しかし、これら地域の開発は周辺民家との距離が近いことから騒音、振動等の公害問題を伴う。特に岩石処理を含む開発は、発破公害を伴うため市街地に近く立地条件がよいにもかかわらず未開発のまま残されている所が多い。本稿にて紹介する桐生菱町住宅地造成工事もその例で、国鉄桐生駅から車で10分、直線距離にして1.5kmと非常によい立地条件にありながら、民家が近い、硬岩が発生する、開発区域内に大きな沢があり土砂崩れの危険性がある等、施工上困難な面も多く、過去3～4回開発が試みられたが、いずれも失敗し、未開発のまま残されていた。

施工にあたっては、これら環境、地質条件を十分考慮

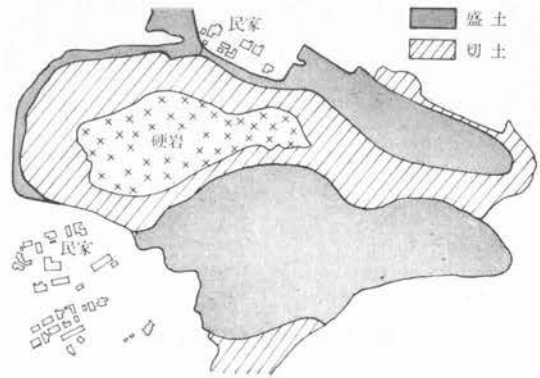


図-1 開発地域の周辺環境と現場レイアウト

に入れ、施工法を種々検討した結果、予備発破（ゆるめ発破）と超大型ブルドーザ CAT D10、D9L（リッパ）との組合せが公害対策、経済性において最適であると判断し、昭和57年5月両ブルドーザを導入し、同年11

月末には粗土工を完了、昭和59年3月には宅地として完成する予定である。

当該工事に採用した予備発破と超大型ブルドーザの組合せは現在まで碎石場での採用例はあるものの、土工現場で、しかも月間4～5万m³の硬岩を処理した例は少なく、今回の経験で大規模土工においてもこの工法が極めて有効な工法であることが確認できた。以下に当該工事における低公害岩石処理工法の内容とその成果を紹介する。

2. 工事概要

当該工事の概要を表-1および図-1に、主要施工機械を表-2に示す。

当該工事の最大の特徴は、民家の隣接する地域で超大型ブルドーザ D10 のリッパでも起砕困難な硬岩を処理することである。そし



写真-1 開発地域の周辺環境

* IKEDA Isao

三井建設（株）桐生作業所所長

** NAITO Kuniyoshi

トーア工業（株）本社機材部長

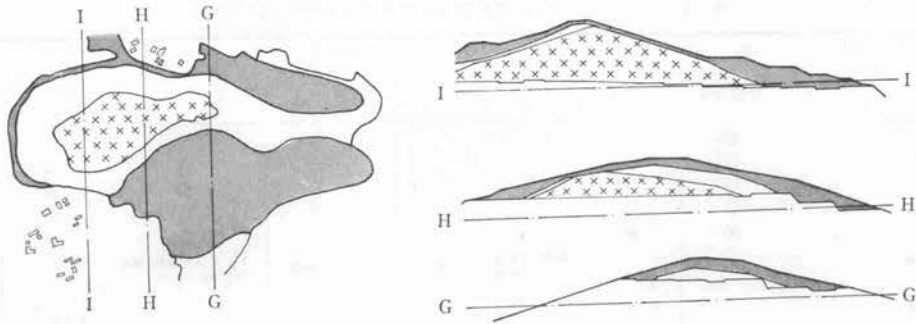


図-2 現場内硬岩分布状況

て開発するにあたっては、発破による騒音、振動、飛石、そして重機械による騒音、振動問題、さらに捨土を伴う場合、ダンプ公害も発生する可能性があり、これらを十分に留意する必要があった。

そこで、開発前に地元住民と十分調整を図り、表-3のような環境制限を設けて工事に着手した。なお、硬岩処理量は22.4万m³に達し、弾性波速度で最大3,400m/sec級のものが含まれる(図-2、図-3参照)。しかもこの硬岩発生地点の周囲50m程度の所から民家が連続しており、その岩質はチャート(粘板岩を含む。試験片弾性波速度6,000m/sec、比重2.73g/cm³)で、硬岩の中に部分的に風化した層が含まれ、これが発破振動の増大に結びついている。

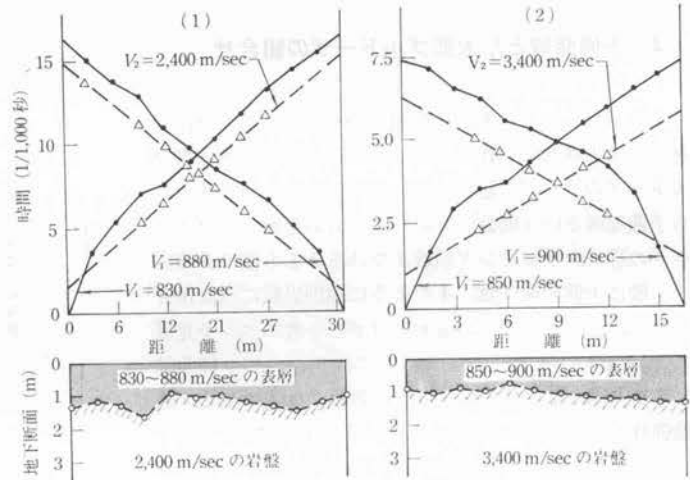


図-3 岩盤弾性波速度

表-1 工事概要

工事名	桐生菱町住宅地造成工事		
工事場所	桐生市菱町黒川地先		
施工主	積水ハウス		
施工工	三井建設		
重機土工	トーア工業		
工期	昭和57年4月1日～昭和59年3月31日		
工事規模	開発面積16ha(402区画) 掘削土量55.4万m ³ (うち硬岩22.4万m ³ , 軟岩23.6万m ³)		

表-2 主要施工機械

工程	施工機械	台数
表土処理	スクレープドーザ 日車 SR 264	3
硬岩・軟岩起砕	リッパ付ブルドーザ CAT D 10 SR (M)	1
	リッパ付ブルドーザ CAT D 9 L SR (M)	1
	リッパ付ブルドーザ CAT D 8 K SR (M)	1
	クローラドリル 東京流機 CD 610	1
	エアコンプレッサ 北越 PDS 600	1
土砂・軟岩採取運搬	被けん引式スクレーバ CAT D8K+コグド22SA	3
硬岩採取運	ホイールローダ CAT 988B	1
	ダンプトラック CAT 769C	3
敷きならし転圧	ブルドーザ CAT D 7 F-SR (M)	1
	ブルドーザ CAT D 6 D LGP	2
	コンパクト CAT 815	1

3. 施工法の検討

岩石処理工法として一般的なものに発破工法とリッパ工法がある。しかし、当該現場では前者は発破公害、後者は弾性波速度の問題(3,000m/sec以上の岩盤も多く含まれる)が絡み、単独工法での施工はむずかしいため表-4にみられるように、リッパと組合せる予備発破、低爆速爆薬、コンクリート破砕器、大型ロックブレイカ、スプリッタ、膨張性破砕剤等の方法を種々検討した。その結果、月当り4~5万m³の硬岩をコンスタントに経済的に、かつ低公害に処理するためには予備発破と超大型ブルドーザの組合せが最適であると結論を得、採用に踏切った。

表-3 開発の環境制限

①	切盛をバランスさせ、現場からの土砂搬出は一切行わない。
②	1日の作業時間は8時より18時までとし、日曜日は休日とする。
③	騒音、振動は次の値以下とする。 騒音……75dB(A)以下 振動……0.1kine以下
④	当該地域の工事では過去土砂崩れの経験があるので、防災に十分配慮する。

表-4 岩石掘削工の工法別特徴（ベンチカットを除く盤下げ）

区分	発破工法				ロックブレーカ		リップ	スブリック	膨張性 破砕剤
	通常発破	予備発破	低爆速薬	コンクリート 破砕器	大 型 ブ レ ー カ	中 型 ブ レ ー カ			
経済性	◎	◎	○	△	○	○	◎	○	○
施工能力	◎	◎	○	△	○	○	◎	○	○
騒音	△	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
振動	△	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
飛石	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
施工限界				亀裂が発達している岩盤	亀裂や目の少ない岩盤		$V_p \geq 3.0 \text{ km/sec}$ の岩盤		
併用作業		リップ	リップ	リップ	リップ			リップまたはブレーカ	リップまたはブレーカ

◎……優、○……良、◎……対策すれば良、△……可

4. 予備発破と超大型ブルドーザの組合せ

予備発破工法とは極めて微弱な爆発によって岩盤内に亀裂を発生させ、これによってゆるんだ岩盤を超大型ブルドーザのリップで起砕する組合せ工法である。すなわち予備発破という低公害発破により岩盤を超大型ブルドーザの経済的リッピング領域までゆるめる方法である。

一般に予備発破は図-4のように掘削岩盤に垂直にせん孔し、火薬量を 0.12 kg/m^3 以下と一般のベンチ発破に比べ $1/3 \sim 1/4$ 程度と少なくして行う。この予備発破により写真-2に見られるように岩盤に亀裂が生じ、岩盤弾性波速度が地山状態の $2/3 \sim 1/2$ 程度に減少する。

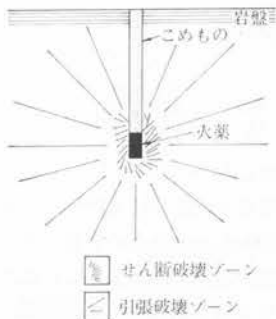


図-4 予備発破の岩盤破壊メカニズム



写真-2 予備発破後の岩盤断面

予備発破による騒音は爆発自体が岩盤内に亀裂を発生させる程度であるため極めて微弱であり、また、爆発により生ずる波動エネルギーも岩盤内で減衰されるため空中に放出されるエネルギーは極めて小さくなる。過去の施工実績でも通常発破に比べ予備発破の騒音値が小さかったことが報告

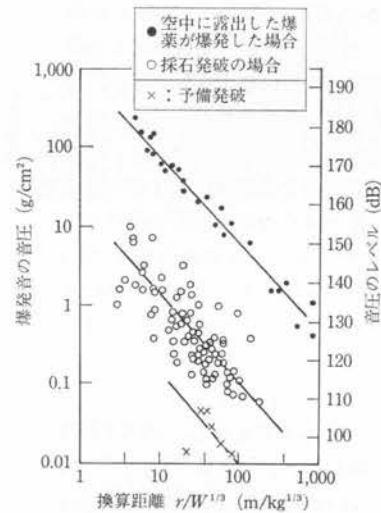


図-5 発破と空気振動（音圧）の関係

されている（図-5 参照）。

さらに予備発破は振動を低減することも可能である。通常のベンチ発破がある程度の斉発効果を期待するのに対し、予備発破は各孔の火薬を時間差をおいて起爆しても十分目的が達せられるため段当り薬量を少なくすることにより振動の低減を図ることができる。過去に報告されている施工実績でも図-6に見られるように、その振動値は通常発破に比べ、かなり小さいことが証明されている。

予備発破と超大型ブルドーザの組合せにはもう一つのメリットがある。それはリッピングドージングをした後の起砕岩の粒径分布が細かく均一であるため積込み、運搬の効率が向上し、コスト的に有利になることである。

5. 施工実績

従来経験に基づき表-5に示す予備発破規格をつくり、地元住民立会いのもとに試験発破を行った。せん孔長は作業効率を考慮して1ロッド分の 2.7 m とし、雷管は段発（DS#1~15）を用い、各段1孔ずつ、すなわち

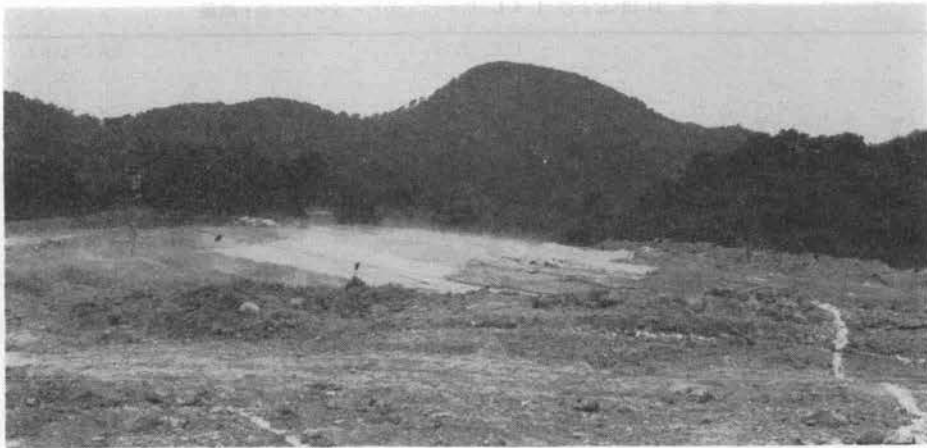


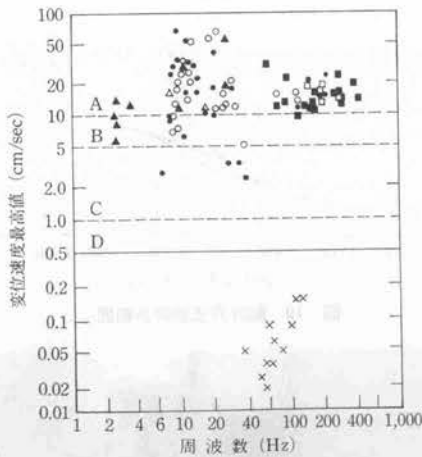
写真-3 予備発破

段当り薬量を 1.3 kg とした。1 回の点火で 15 孔ずつ発破を行い、爆発完了後さらに 15 孔発破し、1 回に計 30 孔の発破を行った。なお、発破による飛石を避けるために防爆マットおよびシートを利用した。

この試験発破の際に測定した振動、騒音は 図-7、図-8 のとおりで、振動は最大で 0.074kine、騒音は 54 dB

表-5 予備発破規格

せん孔長	2.7 m
孔間隔	2.5 m × 2.5 m 千鳥型
ピット径	70 mm
火薬類	ANFO 3号桐 DS 雷管
薬量	1孔当り 1.3 kg (77 g/地山 m³)



- 許容限界
- A: 非常に大きな被害
 - B: かなりの被害
 - C: 軽微な被害
 - D: ほとんど被害が認められない (Banik による)

x: 予備発破
(測定距離 発破地点から 80~135 m)

○●△: 通常発破 (大きな被害)
●●▲: 通常発破 (小さな被害)

図-6 発破と地盤振動の関係



	測定値	目標基準値
振動速度 (kine)	0.023~0.074	0.1
騒音 [dB(A)]	49~54	75

[暗騒音 45 dB(A)]

図-7 予備発破の振動・騒音測定値

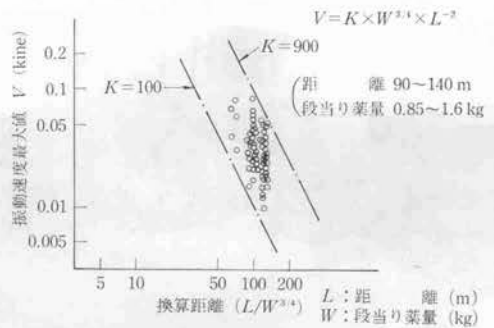


図-8 換算距離と振動速度

(A) と目標基準値の 0.1 kine, 75 dB (A) を下回り、試験立会いの地元住民の了解を得た。その後、発破地点および段当り薬量を変えて試験を繰返し、次のような発破振動一般式を得た。

$$V_{\text{kine}} = K \cdot W^{2.4} \cdot D^{-2} = 900 \cdot W^{2.4} \cdot D^{-2}$$

ただし、V: 変位速度 (kine = cm/sec)

K: 定数

W: 段当り薬量 (kg)

D: 振源までの距離 (m)

得られた発破振動一般式の K 値は、他現場の実績値 200~400 に比べ大幅に大きい 900 という数値となった。この理由は、先に述べたように硬岩部に風化した部分が含まれていること、および測定した民家の表土層が

表-6 D 10 および D 9 L リッピングドーピングテスト結果

機 種	CAT D 10				CAT D 9 L			
	無		有		無		有	
予 備 発 破								
m ³ 当り 薬 量 (kg/m ³)	—	—	0.077	0.077	—	0.077	0.077	0.077
弾 性 波 速 度 (m/sec)	予備発破前	1,250	2,700	2,050	2,900	1,480	2,180	2,700
	予備発破後	—	—	1,250	1,800	—	1,390	1,600
リッピング作業量(地山 m ³ /hr)	1,481	379	1,508	713	732	697	483	
リッピングドーピング作業量(地山 m ³ /hr)	563	252	617	353	337	271	251	
運 土 距 離 (m)	8.9	13.7	9.6	15.2	9.9	9.9	10.2	
リッピング時間比率(%)	38	67	41	50	46	39	52	

厚かったことが影響しているものと思われる。過去の試験報告(発破ハンドブック)にも岩盤内で測定した振動値と風化した岩盤表面での値を比較すると、発破地点から同距離でありながら風化した岩盤表面での振動値が大きくなっていることが報告されているが、これと同様の

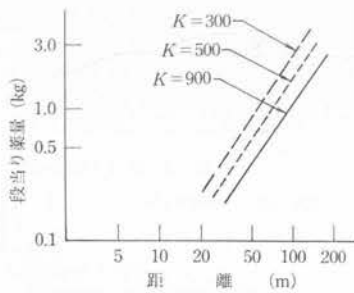


図-9 距離と段当り薬量

傾向が表われたものと考えられる。

得られた発破振動式 (K 値=900) を用い、振動速度 0.1 kine のときの距離と段当り薬量の関係を求めると図-9 のようになり、距離 100m 地点で段当り薬量は 1.0 kg、60m 地点で 0.5 kg となる。

次に、予備発破後の弾性波速度の低下状況、および D 10、D 9 L ブルドーザのリッピングドーピングテストの結果を表-6 に示す。薬量 0.077 kg/m³ の予備発破により岩盤の弾性波速度は地山状態の 60~65% まで低下した。なお、表-6 に示したリッピングドーピング作業量は、ピット外の作業条件による変化を除くためピット内稼働時間だけを計測し、その時間と作業ボリュームの関係で求めた数値である。

これら新型の D 10、D 9 L ブルドーザは弾性足回り構造のため履帯のスリップも少なく、期待以上の作業量



写真-4 D 10 によるリッピング作業(2本シャック)

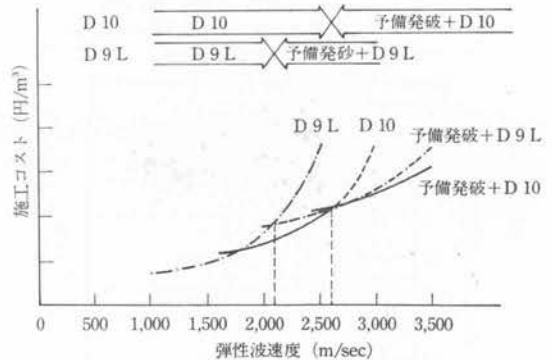


図-10 起砕方法別経済範囲



写真-5 D 9 L によるリッピング作業(1本シャック)



写真-6 D 9 L によるドーピング作業



写真-7 988Bホイールローダによる769C
ダンプトラックへの積込作業



写真-8 被けん引式スクレーパによる掘削運土作業

が得られた。

表-6の試験結果とキャタピラー三菱が実施している各地の試験報告を加味し、D10およびD9Lの単独リッピングと、予備発破とリッピングを組合せた場合の経済範囲を求めた。その結果を図-10に示す。当該現場の岩石処理は図-9の距離と段当り薬量および図-10の起砕方法別経済範囲を基に実施した。なお、発破は1日2回で、それぞれ30孔ずつ計60孔の発破を行った。

予備発破と超大型ブルドーザの組合せにより起砕、集石された岩石の粒土分布は細かく整い、769Cダンプトラック(32t積)に988Bホイールローダ(5.4m³)3杯積みで、楽に満載することができた(通常岩石の場合、4杯積みが多い)。33万m³に達する土砂、軟岩は運土距離が200~300mと短いため22m³級の被けん引式スクレーパ3セットを投入し、処理した。

また、盛土部に関しては盛土高さ最大24mの安定を図るため5箇所の防災用土堰堤と、サンドマット(70cm厚)、そして十分に転圧を行った。転圧に関しては、事前に試験盛土を実施し、815コンパクタでまき出し厚30cm、転圧回数6回で十分な密度(D値90%以上)が得られることを確認し、コンパクションテスト(ラジオアイソトープ)で日常管理を行った。

815コンパクタによる転圧は、走行スピードが8~12km/hrと速いため盛土部で運搬機械の妨げになることもなく、また、その転圧効果により雨天後直ちに工事が再開できるようになり、期待以上の効果を上げた。現在まで以上述べてきた要領で工事を推進してきたが、常に振動、騒音の測定を行い、住民の理解を得ながら施工を進めたこともあり、幸い何らのトラブルもなく昭和57年11月末に粗土工を完了した。今後とも安全公害対策に努め、昭和59年3月には工事をすべて完了する予定である。



写真-9 815コンパクタによる転圧

6. ま と め

今回の経験で予備発破と超大型ブルドーザの組合せが公害対策、経済性、いずれも極めて有効な工法であることを確認した。このような環境に制限がある現場は、住宅地周辺の宅地開発ばかりでなく、高速道路土工、そして近年増加しつつある原子力発電所増設工事等数多くあり、今後これらの工事においてこの予備発破工法と超大型ブルドーザの組合せが広く採用されて行くことを確信する。

以上、低公害岩石処理工法について述べてきたが、今回の報告が同様の問題を抱えた工事の推進になんらかの参考になれば幸いである。

最後に、今回の試験発破、リッピングドージングテスト時の技術協力、および資料とりまとめ時の各種データの提供を行ってくれたキャタピラー三菱のスタッフに深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 佐々宏一:「予備発破を利用する岩盤掘さく法について」『石灰石』(No. 186, 1980年7月号)石灰石鉱業協会
- 2) 工業火薬協会:「発破ハンドブック」
- 3) キャタピラー三菱:「機械施工システムを考える」

耐火被覆吹付ロボットの開発と施工

庄川 選 男* 山 崎 忍**

1. はじめに

最近では建設業界においても品質や生産性の向上、危険作業からの人間解放を目的とした建設機械の自動化、ロボット化熱が高まっている。この中において、当社では耐火被覆吹付ロボット SSR-1 (SHIMIZU Site Robot-1) を開発し、建築業界で初めて現場での施工を行った。本稿ではそのシステムの概要について紹介する。

耐火被覆吹付とは 鉄骨造 (S 造) の構造物に対して行うもので、その目的は、火災時の温度上昇による鉄骨の強度低下防止にある。耐火被覆吹付工法には主として湿式および半湿式ロックウール吹付があるが、コスト、作業性の面から半湿式ロックウール工法が主流になっている。この半湿式ロックウール工法は、セメントペーストとロックウールを別々に作業階まで圧送し、ノズルの先端で同時に鉄骨に吹付、耐火被覆とするものである。この際、ノズルを持つ作業者はロックウール粉塵を吸込むために喉を痛めたり、皮膚に激しい搔痒感を起こす等の悪環境下で作業しなければならない。

このような悪環境から作業者を解放したいという現場のニーズがこの開発の端緒であった。

2. システムの設計条件

耐火被覆吹付ロボットシステムを設計するにあたり作業性、安全性の面から次の条件を設定した。

① システムとしては、在来工法におけるノズルをロボットに持たせる形をとり、人手によらず、従来と同等の吹付ができること。

② 従来どおりの品質を維持するためロボットは熟練

* SHŌKAWA Tomoo

清水建設(株) 建築技術部主任部員

** YAMAZAKI Shinobu

清水建設(株) 機材部技術課

作業者が行うノズルの動きに相当する動作が再現できること。

③ 作業能率を向上させるためロボットは自走できる機能を持ち、自動かつ連続的な吹付ができること。

④ ロボットの自走および位置決めはロックウールが飛散、堆積する状況下でも正確に行える方式であること。

⑤ ロボット重量は中・高層オフィスビルの床の許容積載荷重以下であること。

⑥ 吹付作業階の移動には現場仮設のリフトを利用することを前提にロボットの大きさを設定すること。

⑦ 安全に関しては、作業者、建物および設備に対する事故防止とロボット機械装置保護の両面から十分な安全措置をとること。

3. 耐火被覆吹付ロボットシステム

前述の設計条件をもとに様々な検討がなされた。その結果、ロボットの操作性、ノズルの動作性等から塗装用プレイバックロボットを採用した。また、移動は重量と位置決め性能から、ロボットをアルミ製の台車に載せ、電磁誘導による自走式けん引車で引張る方式とした。

吹付ロボットシステムの構成を図-1に、仕様を表-1に示し、以下に主な構成機器とその特徴を説明する。

(1) 吹付ロボット

ロボット本体には人間がロボットのアームをもって作業動作をティーチングできるダイレクトティーチング方式の塗装用プレイバックロボットを利用している。このロボットはベース、垂直水平の各アーム、および水平アーム先端の手首で構成され、自由度は6である。作動は別置きの油圧ユニットとベースおよびアーム内部に装備された6個の電気・油圧サーボアクチュエータにより行われる。動作範囲は垂直方向に約2m、水平方向に約3mである。手首はフレキシブルタイプになっており、テ

ィーチング時に悪い姿勢でも楽にノズル角度をかえられる特徴をもっている。

ロボット本体には制御盤からの制御用ケーブル、油圧ホース、材料供給ホース等が継がれるが、ロボットの走行を容易にするため一定間隔でキャスタが付けられている。ロボットはけん引されて走行するため台車部にはステアリングに追従性のよい2軸テーブル方式を使用し、台車外部にはロボット動作時の安定性を確保するため脱着できるアウトリガを4本備えている。また、すべての車輪にはディスクブレーキが取付けられている。

(2) ロボット制御盤

ロボット制御盤はロボット本体を制御する CRC 制御盤と吹付ロボットの移動、停止、吹付等一連の動作を制御する工程制御盤の2台からなる。

CRC 制御盤は吹付動作の記録、再生を行うもので、制御方式は CP (Continuous Path=連続軌跡) 制御と PTP (Point to Point=多点補間) 制御の両方が使え、必要に応じて選ぶことができる。記録装置として磁気ディスクを2台装備し、プログラムは最大 64 種、記録時間でも最大 128 分である。また磁気ディスクを2台装備しているため、簡単にプログラムの倍速編集を行え、テ

ィーチング時の動作速度の4倍までプレイバック速度をあげることができる。

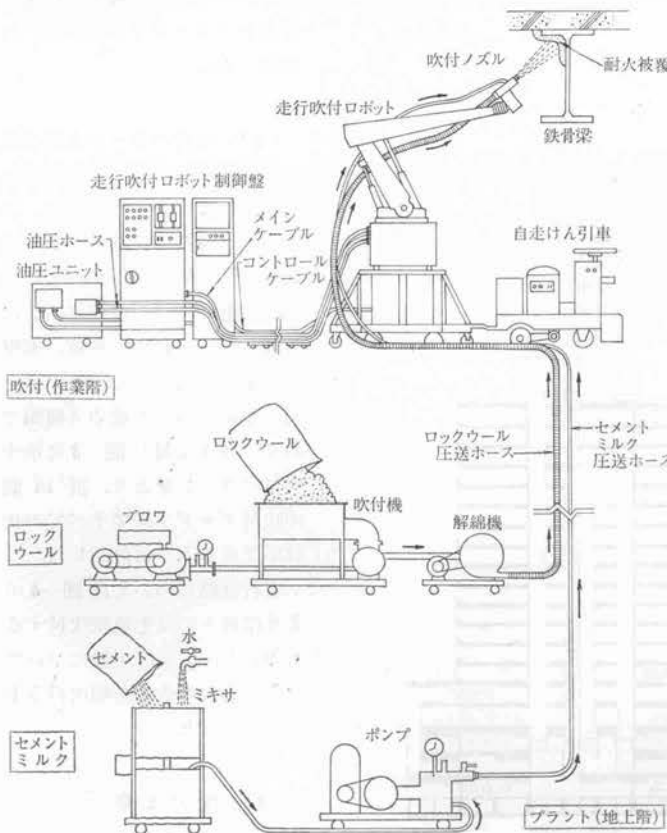
さらに、CRC 制御盤はファンクション信号用として五つの送受信回線を備えており、吹付の材料供給スイッチの ON/OFF タイミングなどをティーチング時に記憶させることができる。

工程制御盤には工程歩進型ストアードプログラム方式のプログラマブルコントローラが装備されている。これによりけん引車の走行、停止、吹付プログラムナンバーの選択、吹付の各動作を一連の動作としてシーケンシャルに制御し、連続吹付を行わせる。入力ステップキーとテンキーによるキー入力方式で、最大 63 ステップの入力ができるものを使用している。工程制御盤にはそのほかにけん引車誘導用発振器などが組込まれている。

(3) 自走けん引車

ロボットの足はバッテリーを動力源とする電磁誘導方式の自走けん引車である。この誘導方式は走路に沿って誘導ワイヤを敷設し、そこに低周波電流 (3.5 kHz) を流すことによって生じる誘導磁場を検出し、ステアリングを制御する方式である。磁場の検出はけん引車前輪部に取付けた一対のコイルで行っている。停止はコイル前方

に取付けた近接センサにより所定の位置にあらかじめ設置された鋼板 (80×80×1t) を検出し、けん引車を制御している。これらの誘導・停止方式によれば吹付材料が飛散、堆積する環境下においても影響を受けることがなくロボットの位置決めを確実に、かつ正確に行えるものである。またこのけん引車はマニュアル運転も可能なデュアルモードタイプである。



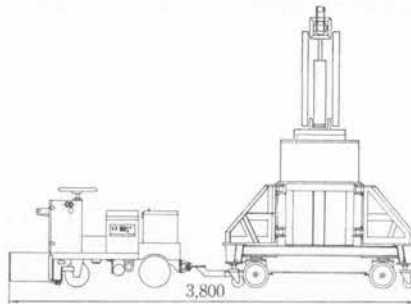
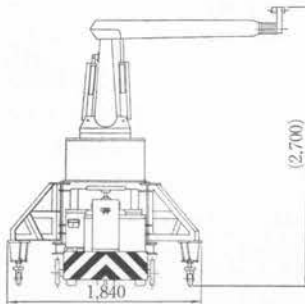
図一 ロボットシステムと構成機械



写真一 ロボット制御盤

表-1 吹付ロボット仕様

		ロボット本体		走行装置	
走行 ロボ ット	自由度	腕旋回	100°	前進・後退(最小回転半径 1.2m)	
		腕前後	75°		
腕上下	72°				
手首上下	176°				
手首左右	176°				
ロボット	動作源	手首回転	210°	走行速度最大 2.5 km/hr ±20 mm	
		速度	腕の先端で最大 1.7 m/sec		
ロボット	重量	繰返し精度	±5 mm	鉛蓄電池 (DC 24 V)	
		作動源	油圧 (70 kg/cm ²)		
ロボット	寸法(本体・走行装置)	重量	1,025 kg (ロボット本体 700 kg, けん引車 325 kg)	長さ 3.80 m (2.08 m, 1.72 m), 幅 1.84 m (1.84 m, 1.84 m), 高さ 2.70 m (2.70 m, 2.70 m)	
		制御装置	制御方法 吹付パターンのティーチング, 走行パターンのプログラミングによる自動走行・自動吹付 制御方式 電気油圧サーボによる CP/PTP 制御 記憶容量 CP 4~128 分, PTP 38,000 ポイント		
安全装置		非常停止装置		光学式障害物検知装置 接触型非常停止パンパ コースアウト時自動停止装置 誘導電流遮断時自動停止装置	

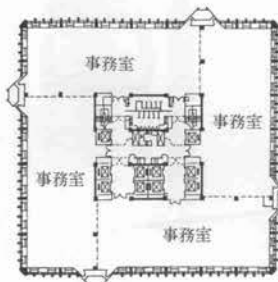


●工事概要

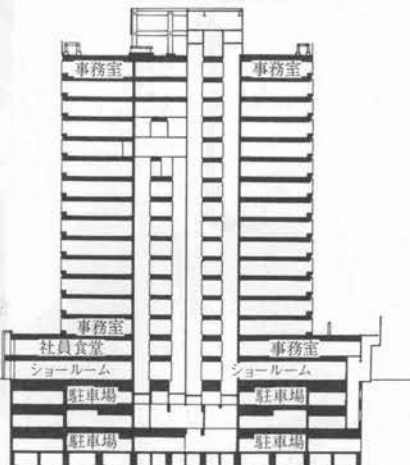
名称……三田43森ビル新築工事
用途……事務所・店舗
所在地……東京都港区三田3-13-1
発注者……森ビル開発
設計・監理……入江三宅設計事務所(建築)
建築設備設計研究所(設備)
施工……清水建設他JV(建築)
工事期間……昭和56年8月~58年5月

[建築概要]

敷地面積……5,922 m²
建築面積……3,075 m²
延べ面積……44,048 m²
構造・規模……鉄骨鉄筋コンクリート造・地下3階
地上16階, 塔屋2階



基準階平面図



断面図

図-2 三田43森ビルの概要

(4) 安全装置

安全装置として表-1に示すもののほかに、ロボットの作業エリア内への人の不用意な立入りを防ぐためロボットとけん引車には警告灯(赤色点滅)を付けるとともに、音声テープにより注意をうながしている。

4. 施工

(1) 施工現場の概要

SSR-1を用いた耐火被覆吹付工事を三田43森ビルの新築工事作業所において昭和57年10月に実施した。図-2に示すこの建物はセンターコア方式の事務所用ビルで、梁間隔、設備ラインとも3.1mのモジュールになっている。吹付の対象となる梁はそのスパン、形状、およびスリーブの位置、形が標準化されているため繰返し作業を得意とするロボットには適した建物である。

(2) 吹付パターンと走行経路

ロボットによる吹付では、できるだけ少ないティーチング回数で全体の梁の吹付が行えるように梁をいくつかのパターンに区切ることが必要である。本現場で施工の対象となったのは大梁、小梁、外周大梁の3種類であり、各々に対し図-3に示す吹付パターンをとり、計14個の吹付プログラムですべての吹付ができるように計画した。

走行経路については図-4のように各々の梁を連続吹付するものとし、大梁、小梁については梁の裏表の吹付を順次行うように計画した。

(3) 吹付工事

吹付工事は次の手順により行われる。



写真-2 けん引車前部に取付けられた誘導用のコイルと近接センサ



写真-3 移動中の吹付ロボット

① 施工計画に基づき走行経路のシミ出しを行い、誘導用ケーブルと停止位置検出用鋼板を設置する。

② 吹付パターンごとにティーチングを行い、吹付プログラムを作成する。

③ 自動連続吹付をさせるためプログラマブルコントローラに作業手順をキーインする。

④ 吹付ロボットを初期位置にセットし、一連の吹付作業を開始させる。

ロボットシステムの操作はティーチング時のCRC制御盤操作と作業手順のプログラミングだけである。吹付作業時のロボット操作には特別な知識を必要とせず、ロボットのセッティングとスタート操作だけで簡単にロボット吹付が行えるようになっている。

5. ロボット導入による効果

(1) 作業環境

在来の人手による作業では鉄骨ではね返ったロックウールがノズルをもった作業者にかかってしまう。その際の粉塵濃度は測定の結果、図-5に示すように総粉塵量が 63 mg/m^3 、また労働衛生上問題となる粒子径 $7 \mu\text{m}$ 以下の吸入性粉塵濃度は 0.57 mg/m^3 であった。これらはそれぞれ吹付を行わない場合の20倍、2.5倍に相当

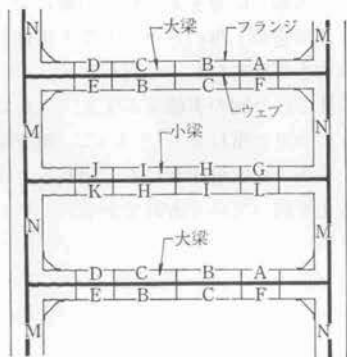


図-3 吹付パターン

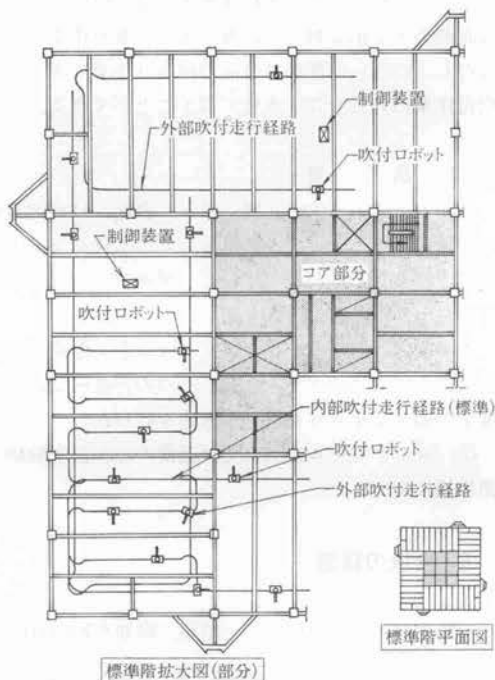


図-4 吹付走行経路

する。本システムでは作業員(オペレータ)はノズル先端から最低でも5m、最大で30mまで離れることができるため、図からわかるように作業員の置かれる環境は著しく向上したことになる。

(2) 作業能率

ロボットの導入により従来3人1組(吹付材料圧送1人、ノズル1人、手元1人)で行われていた作業は2人1組(吹付材料圧送1人、ロボット操作1人)で行えるようになった。また、足場の移動作業が不要なため全体の能率も向上している。材料供給装置を強化すればロボットでは吹付速度を2~4倍に上げることも可能で、さ



写真-4 熟練作業者によるティーチング作業



写真-5 吹付作業

らに能率を向上させることができる。

しかし、一方では人手による作業にはなかった付帯作業を生じさせている。それはロボットの位置決めに必要な走路のスマ出しおよび誘導ワイヤの敷設作業である。ただし、これらの作業は事前の段取り作業であるので、吹付作業に先行してすませておくことができる。

(3) 品質

ロボットによる吹付品質(厚み, 密度)は研究室内での実験からロックウール供給量の非正常性により大きく影響されることがわかってきた。現場では主として次の方法を取り、品質の確保を図った。

- ① 吹付はティーチングプログラムを2倍速で編集したものを吹付プログラムとし、一つのパターンに対し2度ずつのプレイバックを行う方法で行った。
- ② ロックウールについては通常の粒状綿を解綿した微粒綿に変更した。

6. 今後の課題

現場でロボットを使用した結果、開発当初の目的であ

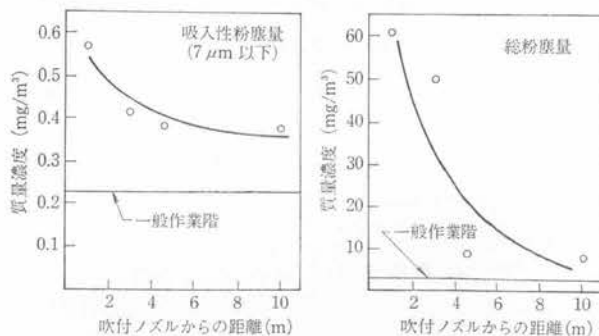


図-5 ノズルからの距離と粉塵量の関係

った悪環境からの作業者の解放, および吹付作業の省人化についてはその見通しをたてることができた。今後作業能率と品質の向上をより満足できるものとするためには以下のような課題を解決することが必要である。

- ① 能率向上の面から段取りの簡易なロボット位置決め方法を開発する。
- ② ロボットをけん引方式から自走式に変更し, コンパクト化を図ることでロボットの機動性を高める。
- ③ 制御方式, 制御盤の改良によりティーチング, プログラム時の操作を簡略化させ, ロボットの操作をさらに容易にする。
- ④ ロックウール供給の安定化, 大量化を図り, 2倍速, 4倍速のロボット吹付を実現させる。
- ⑤ 品質管理の面から吹付厚みを検出するセンサと厚み不足箇所を自動補正できるようなシステムを開発する。

7. おわりに

建築工事への移動式プレイバックロボットの導入は世界的にもまだその例を見ない。そのため今回開発した耐火被覆吹付ロボットを実工事に適用するに際しては, 未知の要素を多くかかえていた。しかし, 今回の施工により初期の目標を達成するとともに, それら未知の部分がある程度明確にできたことは, 今後建築工事のロボット化を推進していくうえで大きな意味をもつと思われる。

当社では今回の実績をふまえ, さらにこのロボットに改良を重ねるとともに, 地下室の塗装工事, 高所での吹付作業にも応用し, ロボットの多機能化を図っていく方針である。

新機種ニュース

調査部会

▶掘削機械

82-02-33	神戸製鋼所 油圧ショベル K 910, K 912	'82.10 新機種
----------	---------------------------------	---------------

多用途化、施工合理化のニーズに対応するため新たに2機種シリーズ化を果たしたものである。直噴エンジンと全馬力制御方式の組合せによる燃費低減を図り、豊富なアタッチメントにより多様なニーズに答えている。軽量アタッチメントと大きな足回りで車体バランスがよく、大きな作業能力を発揮でき、ブームの合流回路などのオートマチックコントロールによりフィーリングがよく、同時操作性、速いサイクルタイムを確保している。

表-1 K 910 ほかの主な仕様

	K 910	K 912
バケット容量	0.65~1.4 m ³ (標準 1.0 m ³)	0.65~1.4 m ³ (標準 1.2 m ³)
全装備重量	26.5 t	29 t
定格出力	155 PS/1,650 rpm	170 PS/1,800 rpm
最大掘削深さ	7,190 mm	7,560 mm
最大掘削半径	10,670 mm	11,000 mm
走行速度	3.0 km/hr	3.2 km/hr
登坂能力	70%	70%
最大掘削力	14.5 t	15.9 t



写真-1 神戸 K 912 油圧ショベル

82-02-34	三菱重工業 油圧ショベル(スイング機 構付) MS 070 U-2	'82.10 応用製品
----------	---	----------------

都市土木分野での1クラス上の狭隙地性能や作業能力をもつショベルのニーズに応えたスイングブーム付小旋回仕様の7t機である。レバー1本の操作で片側最大110°までの無段階スイングによりオフセット量が自由に

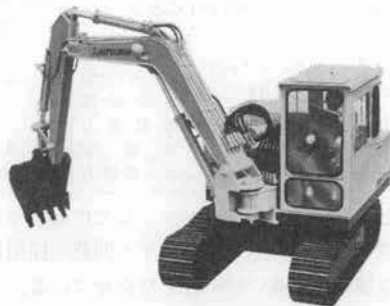


写真-2 三菱 MS 070 U-2 ワイドブーム
スイングタイプパワーショベル

表-2 MS 070 U-2 の主な仕様

バケット容量	0.25 m ³ (0.14~0.3 m ³)	輸送時全長	6,380 mm
機械重量	7.34 t	輸送時全幅	2,190 mm
定格出力	53 PS/2,100 rpm (走行時 60 PS/ 2,500 rpm)	走行速度	2.5 km/hr
最大掘削深さ	3,890 mm	ブーム オフセット量	左 830/右 720 mm
最大掘削半径	6,870 mm	ブーム スイング角度	左 60°/右 110°
前方最小旋回 半径	1,820 mm	最大掘削力	4.1 t

選べ、クローラ外側までの左右完全側溝掘りができる。壁面の湾曲なく、どのオフセット位置でも最大掘削深さが得られるほか、超スイングによりミニホウ並の旋回スペースで片側1車線内の掘削積込みが効率よくできる。

82-02-35	三菱重工業 油圧ショベル MS 180 LC-3	'82.10 新機種
----------	--------------------------------	---------------

車体の安定性向上と低接地圧化を実現したロングクローラタイプ機である。大型足回りはロングアームに0.8 m³バケットを装着しての掘削を支え、さらに積込みでは1 m³バケットによる能率向上もできる。オプションで800 mm三角シューを装着すれば0.33 kg/cm²の低



写真-3 三菱 MS 180 LC-3 パワーショベル

新機種ニュース

表-3 MS 180 LC-3 の主な仕様

バケット容量	0.7 m ³ (0.55~1.2 m ³)	クローラ全長	4,270 mm
機械重量	19.0 t	クローラ全幅	2,930 mm
定格出力	105 PS/1,900 rpm	走行速度	3.6 km/hr
最大掘削深さ	6,460 mm	登坂能力	70%
最大掘削半径	9,700 mm	接地圧	0.42 kg/cm ²
		最大掘削力	10.4 t

接地圧となり、簡易湿地タイプとして作業ができる。油圧機構は旋回優先パラレルタンデム回路の採用によりなめらかな連動性と高い経済性を持たせている。

82-02-36	小松製作所 油圧ショベル PC 200-2	'82.12 モデルチェンジ
----------	--------------------------	-------------------

省エネルギー、作業性、操作性などを一段と向上させたモデルチェンジ機である。OLSS 油圧システム（負荷応式最適流量制御）を採用して作業中の各種油圧ロスを低減するとともに、燃焼系統を改良した新型エンジンの搭載により低燃費を図っている。また従来の旋回独立ポンプ方式を改良した新3ポンプシステムで旋回速度の増加と強力な旋回押付力を果たし、サイクルタイムを短縮させている。ほかに大型キャブの採用や低騒音化など居住性も改善された。



写真-4 小松 PC 200-2 油圧ショベル

表-4 PC 200-2 の主な仕様

バケット容量	0.45~1.0 m ³ (標準 0.7 m ³)	クローラ全長	3,880 mm
運転整備重量	18.8 t	クローラ全幅	2,790 mm
定格出力	108 PS/2,150 rpm	走行速度	3.7 km/hr
最大掘削深さ	6,470 mm	登坂能力	35°
最大掘削半径	9,850 mm	最大掘削力	10.3 t

83-02-01	小松製作所 油圧ショベル（スイング機構付）PC 100 U-2	'83.1 応用製品
----------	------------------------------------	---------------

市街地の上下水道や道路工事など広い旋回スペースが取れない作業に威力を発揮する PC 60 U (0.25 m³) の



写真-5 小松 PC 100 U 超スイング式油圧ショベル

表-5 PC 100 U-2 の主な仕様

バケット容量	0.16~0.5 m ³ (標準 0.4 m ³)	輸送時全長	8,050 mm
運転整備重量	11.8 t	輸送時全幅	2,460 mm
定格出力	83 PS/2,100 rpm	走行速度	2.8/2.3 km/hr
最大掘削深さ	4,600 mm	ブームオフセット量	左 1,205/ 右 815 mm
最大掘削半径	8,250 mm	ブームスイング角度	左 45°/右 115°
前方最小旋回半径	2,450 mm	最大掘削力	5.81 t

姉妹機である。0.4 m³ 級では初めてのブームスイング機構によって 8 m 幅の道路でも片車線内の施工が可能であり、レバー 1 本で簡単にオフセットできるため側溝掘りや幅の広い溝の掘削も能率よく行える。またクッション機構付油圧シリンダの採用によりストロークエンドのショックが軽減され、バケットからの土こぼれも少ない。

83-02-02	小松製作所 油圧ローディングショベル PC 650	'83.1 新機種
----------	------------------------------	--------------

工事規模の拡大と生産性向上の動向を踏まえ、32~46 t ダンプトラックに適合するよう開発された大型ローディングショベルの新鋭機である。大きなバケット容量とエンジン出力に加え、独自のリンク機構と安定のよい大型足回りの採用ですぐれた作業性が期待できる。フロン



写真-6 小松 PC 650 油圧ローディングショベル

新機種ニュース

表-6 PC 650 の主な仕様

バケット容量	3.8 m ³	クローラ全長	5,815 mm
運転整備重量	68.5 t	クローラ全幅	3,910 mm (輸送時 3,440 mm)
定格出力	410 PS/1,600 rpm	最大掘削力	45 t
最大掘削半径	10,000 mm	最大掘起力	44 t
最大掘削高さ	10,600 mm	走行速度	4.1/2.7 km/hr
水平押出距離	3,980 mm	登坂能力	70%

トガラスの広いハイマウントキャブのためダンプトラックのベッセル内がよく見え、積込作業がやりやすい。また、独自の OLSS 油圧システムの採用と低燃費エンジンの搭載により省エネルギー化も図られている。

▶運搬機械

82-04-14	いすゞ自動車 ダンプトラック K-KS 12 D (改)	'82.10 追加製品
----------	------------------------------------	----------------

「エルフ 350」シリーズに、荷台部分の鉄板厚を増し幅広用途への対応を図った強化ダンプタイプを追加発売したものである。荷台デッキ、サイドあり、リヤあり、固定柱、プロテクタ等の鉄板を厚くして、砕石、くず鉄運搬等での耐久性をさらにあげており、耐腐蝕性向上により海砂や壁土の運搬にも向くようにしている。また排土性のよいテールゲートヒンジを採用している。



写真-7 いすゞ K-KS 12 D (改) エルフ 350 強化ダンプ

表-7 K-KS 12 D (改) の主な仕様

最大積載量	3,500 kg	荷台寸法	3,250×1,860 mm
車両重量	3,195 kg	登坂能力 (tan θ)	0.35
最高出力	110 PS/3,200 rpm	最小回転半径	5.0 m
全長×全幅	5,055×2,000 mm	タイヤ寸法	7.00-16-12

▶クレーンほか

82-05-22	加藤製作所 ホイールクレーン KR-25 H	'82.11 新機種
----------	------------------------------	---------------

小さい回転半径で不整地や狭少現場へ進入しすぐれた性能を発揮する土木建築用クレーンで、海外向ですでに



写真-8 カトウ KR-25 H ラフタークレーン

表-8 KR-25 H の主な仕様

つり上げ能力	25 t×3.5 m	最大ブーム長さ	27.5+ジブ 7 m
全装備重量	24,910 kg	走行速度	40 km/hr
定格出力	185 PS/2,800 rpm	登坂能力	(tan θ) 0.6
最大地上揚程	ブーム 27.7 m ジブ 35.2 m	最小回転半径	8.9 m (2輪操向) 5.3 m (4輪操向)

評価を得ている製品である。ロングブーム、2段階オフセット付サイドアップジブの採用で高所作業、遠隔作業など広範囲な作業ができ、2モータ2ドラム2スピード式の自動ブレーキ付独立ウインチ搭載、安全7モードデジタル表示式の ACS コンピューロードの装備などで効率よく的確な作業ができる。

83-05-01	日立建機 タワークレーン KH 700-2	'83.1 応用製品
----------	--------------------------	---------------



ビルの高層化、各種プラント工事の大型化に対応する大型のタワークレーンとして KH 700-2 クローラクレーンをベースに新しく開発されたものである。専用タワーブームの採用でタワー強度が強くなり安全に作業でき、地上揚程が大きいため高揚程作業に威力を発揮する。油圧駆動方式のためつり荷の位置合せなどが容易にでき、65 dB/30 m の低騒音設計としている。油

←写真-9 日立 KH 700-2
タワークレーン

新機種ニュース

表-9 KH 700-2 の主な仕様

つり上げ能力	20 t×15 m	最大地上揚程	95 m
全装備重量	162 t (53m+46mシブ時)	巻上ロープ速度	60/30 m/min
定格出力	250 PS/2,000 rpm	旋回速度	1.9/1.3 rpm
タワー高さ	35~53 m	走行速度	1.0/0.5 km/hr
シブ長さ	28~46 m	登坂能力	30%

圧ジャッキによる自力積載装置付で分解輸送もしやすく、タワーブームを使い通常のクレーン作業（能力 150 t×5 m）もできる。

▶せん孔機械およびトンネル掘進機

82-07-06	古河鋳業 油圧式ロータリドリル HRD-2000	'82.11 モデルチェンジ
----------	--------------------------------	-------------------

ハウスヘル社との技術提携を解消し国産技術で性能向上を図った新鋭機である。トルク、推力、集塵能力などせん孔能力をアップし、高圧コンプレッサ搭載で高圧ダウンザールドリルの使用もできる。エンジンは駆動系ごとに2台に分けて燃費の低減を図り、スクリュウコンプレッサの採用などで整備性、経済性の良さも期待できる。操作性、居住性にも重点がおかれ、ターンテーブル式台車の採用で作業性も向上した。



写真-10 古河 HRD-2000 全油圧式ロータリドリル

表-10 HRD-2000 の主な仕様

せん孔径	90~125 mm	ガイドシエル有効送り長	7.5 m
総重量	22.5 t	コンプレッサ吐出圧	15/8 kg/cm ²
エンジン出力	油圧駆動用 100 PS/2,000 rpm コンプレッサ用 187 PS/1,800 rpm	同吐出量	9.5/10.4 m ³ /min
せん孔回転力	540 kg-m	走行速度	4.0 km/hr
せん孔推力	12.5 t	登坂能力	23°
		全長×全幅	10.4×3.05 m

▶締固め機械

82-09-08	ダイナバック渡辺 (日本ダイナバック製造製) ロードローラ WS 10	'82.9 モデルチェンジ
----------	---	------------------

アスファルト舗装はもちろん、路盤路床工事にも最適な機能を意図したマカダムローラである。運転席の両側に取付けられた左右連動式の操向レバーは左右いずれの側からも車輪の軌跡を見ながら操作でき、円滑な前後進操作で確実な転圧作業ができる。エンジンは直噴式の低燃費型で、燃料タンクは 100 l と長時間作業でき、散水タンク容量も 500 l あって効率よい作業ができる。

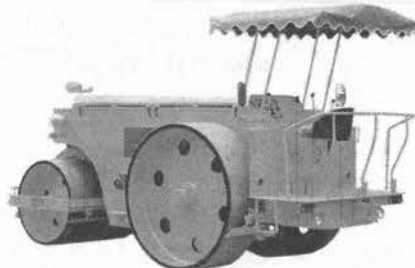


写真-11 ダイナバック渡辺 WS 10 マカダムローラ

表-11 WS 10 の主な仕様

重量	10.0 t	前輪寸法	1,100 φ×1,250 mm
定格出力	92 PS/1,800 rpm	後輪寸法	1,600 φ×520 mm
締固め幅	2,025 mm	走行速度	9 km/hr
線圧	前 23.8 kg/cm 後 67.9 kg/cm	登坂能力	74%
		最小回転半径	5.5 m

82-09-09	ダイナバック渡辺 (日本ダイナバック製造製) タイヤローラ WR 20	'82.9 モデルチェンジ
----------	---	------------------

各種の締固め作業への適応性を備え、一層の使いやすさを図ったモデルチェンジ機である。バラストの調整により広範囲の重量調整ができ、タイヤ空気圧の変更と合



写真-12 ダイナバック渡辺 WR 20 タイヤローラ

新機種ニュース

表-12 WR 20 の主な仕様

最大重量	20.0 t	全長×全幅	5,060×2,135 mm
自重	8.5 t	走行速度	3.45~23 km/hr (4段)
定格出力	92 PS/1,800 rpm	登坂能力	42%
締固め幅	2,100 mm	最小回転半径	6.8 m
接地圧	2.6~5.0 kg/cm ²	タイヤ寸法	9.00-20-10 PR

わけて転圧材料に最適な接地圧が得られる。タイヤはスーパーフラットタイプで平坦性はもちろん耐久性にもすぐれ、軽い操作力の全油圧パワーステアリングを採用した。居住性、操作性に留意し、オペレータ尊重の設計が随所に生かされている。



写真-14 ダイナバック PL 2000 コールドブレーナ

表-14 PL 2000 の主な仕様

切 削 幅	990~1,980 mm	コンベヤ能力	360 t/hr
最大切削深さ	150 mm	同積込高さ	3,660 mm
全装備重量	27.7(30.9) t	走行速度	74(50)m/min
エンジン出力	380 HP/2,100 rpm	作業速度	37(25)m/min
全長×全幅	13,130×2,465 mm (13,665)	最小回転半径	9.04(10.65)m

(注) ホイール型足回りの場合を示し、() 内にクローラ型の数値を示した。

83-09-01	大旭建機 振動コンパクタ TPD-40 E, TPD-50 E	'83.1 新機種
----------	---------------------------------------	--------------

ユーザニーズに応え打撃板幅を最小幅にして、狭小溝、道路縁石部等の締固め作業を狙うとともに軽量化を図り、取扱い容易にした新機種である。ハンドルは中央部より折りたたみでき、ライトバンのトランクにも収納可能とした。TPD-40 E では打撃板を幅 250 mm のものと交換できるようにしている。



写真-13 →
大旭 TPD-50 E
ユニプレート

表-13 TPD-40 E ほかの主な仕様

	TPD-40 E	TPD-50 E
重 量	45 kg	55 kg
最大出力	3.3 PS/5,500 rpm	3.5 PS/4,000 rpm
打撃板寸法	480×300 mm	530×340 mm
振 動 数	5,500 vpm	5,500 vpm
進 行 速 度	960~1,140 m/hr	1,080~1,260 m/hr

▶維持補修ほか雑機械および除雪機械

82-13-12	ダイナバック渡辺 (ダイナバックアメリカ製) 路面切削機 PL 2000	'82.9 新機種
----------	--	--------------

路面切削補修工法の普及に応じてアスファルト舗装にもコンクリート舗装にも適用できるよう開発された常温切削機である。切削効率のよいビットの配列に加え、コ

ンピュータ制御で出力に合わせて自動的にドラム回転数を変え、切削条件に合った最適速度を保つ負荷調整装置を備えており、ダイヤルセットによる切削深さや横断こう配の自動コントロール装置も持つ。前方装備の廃材積込コンベヤは安全性と運搬効率もよく左右各 35° まで首を振ることができるため、運搬車両の交換にも停止することなく連続作業ができる。

83-13-01	多田野鉄工所 高所作業車 AT-136 TE, AT-140 TE	'83.1 新機種
----------	---	--------------

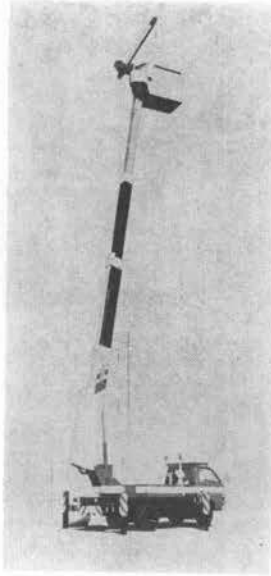
クレーン付で左右各 100° の首振りができる FRP 製絶縁バケット(作業台)を持ち、配電、通信設備の架空作業などに最適な新製品である。光ファイバ式リモコン装置によりバケット内からエンジンの始動停止、速度切換ができ、AT-136 TE では旋回、起伏、伸縮の制御もできる。同時操作性のよい旋回独立の 2 連ポンプ採用の

表-15 AT-136 TE ほかの主な仕様

	AT-136 TE	AT-140 TE
バケット積載荷重	200 kg または 2 名	同 左
同 底面高さ	13.6 m	14.0 m
ブ ーム 長 さ	4.6~12.1 m	5.45~12.45 m
クレーンつり上げ荷重	350 kg	同 左
同 揚 程	14.6 m	15.0 m
架 装 車	2.5~3 t 車	3.5 t 車

新機種ニュース

ほか、過負荷防止装置、作業範囲制御装置、安全モニタ等の装備により余裕のある作業ができる。



→
写真-15 多田野 AT-136
TE 活線作業車

▶原動機ほか

83-16-01	本田技研工業 エンジン発電機 EX 750	'83.1 新機種
----------	--------------------------	--------------

静かな運転音 (60 dB (A)/7 m) の空冷ガソリンエンジンによる小型軽量の携帯発電機である。50 Hz/60 Hz の選択ができる切換スイッチ、自動電圧制御装置 (AVR)、エンジン焼付用のオイルアラート機構、メンテナンス不要の電子点火装置、ヒューズ交換不要のノーヒューズブレーカなどの採用で、扱いやすい機械としている。



←
写真-16 ホンダ EX 750
エンジン発電機

表-16 EX 750 の主な仕様

発電機出力	AC 100 V	エンジン 最大出力 全長×全幅 全高 乾燥重量	1.7 PS/3,600 rpm 420×280 mm 390 mm 23 kg
	750 VA (60 Hz)		
	600 VA (50 Hz)		
	DC 12 V		
	8.3 A		

「新機種」の資料提供のお願い

各社で新機種を発表される際、配布される資料を本協会にも1部ご送付下さい。「新機種ニュース」掲載への資料といたします。

—調査部会—

文献調査

文献調査委員会

今日の薬液注入工法の動向

“An observation on chemical
grouting today”

FH Hughes

Civil Engineering (London)

September 1982

薬液注入工法は、1963年ロンドンで開催されたICE会議を契機に細砂層への注入が可能になるなど注入理論および注入技術の両面で大きな進歩を遂げた。しかし、その後薬液による環境汚染への関心が高まるにつれて最近では薬液の無公害化に開発の力点が置かれている。

本稿では、各種注入薬液の特性、注入地盤の調査項目および薬液注入工法の適用性など最近の薬液注入工法全般に関する話題をとりまとめている。

1. 薬液の種類

現在使用されている薬液は、①水ガラス系、②アクリルアミド系、③フェノール樹脂系に分類できる。そのうちアクリルアミド系薬液については、日本においてその使用が全面的に禁止されているほか、1978年にはAM9のアメリカでの製造が停止されているなど環境汚染が問題となったが、現在その面でもかなり改良されている。なお、尿素系、フォルムアルデヒド系、クロムリグニン系などの薬液については、環境汚染の問題から一般に使用されていないのが現状である。

(1) 水ガラス系

水ガラス系薬液は最も広範に使用されている薬液であり、1887年にすでにその使用が報告されているなどその歴史は古い。なお、実際には1926年のJoostenの2ショット方式によってその使用量が増大したといえる。しかし、最近では混合性の問題からこの2ショット方式はほとんど使用されず、1ショット方式に替りつつあ

り、その用途に応じて粘性が1.5 cpsから10 cpsの薬液が使われている。

(2) アクリルアミド系

この種類の代表的な薬液にAM9がある。この薬液は高価ではあるが、低粘性で $0.33 \sim 1.34 \text{ N/mm}^2$ の強度を発現できるという特徴を有する。そのほかに低粘性(2 cps)で瞬結性(数秒)の薬液が止水工に使用されているほか、最近ではアクリルアミドプレポリマーを主成分とした汚染の少ない薬液が開発されている。

(3) フェノール樹脂系

樹脂系薬液はレゾシノールまたはタンニンなどのポリフェノールによって形成される。これらのポリフェノールはアクリルアミド系のようにゲル化まで低粘性であり、またゲル化は一瞬に起こるという特徴を有する。

2. 注入に必要な情報

注入システムの選択に際して次の事項を検討する必要がある。

- ① 期待する効果(一時的または永久的)
- ② 薬液の保管など現場の状態
- ③ 地盤の履歴(地質学的、盛土地盤など)
- ④ 土質および岩の性質
- ⑤ 地下水位と地下水流
- ⑥ 地下水および薬液の化学組成とそのpH値(土の化学組成も重要である)
- ⑦ 工程計画

3. 地盤調査

注入設計には次のような地盤調査が必要である。

- ① 土質の種類(特にレンズ状、層状の存在)
- ② 土の粒度分布(特に細粒土に注意を要する)
- ③ 土の密度
- ④ 土の透水性(平均的な透水係数より部分的な透水係数が重要である)
- ⑤ 地下水位の変動と地下水流

4. 薬液注入工法の適用

薬液注入工法は、①止水、②地盤の強化のいずれか一方の目的で使用される事例が多い。しかし、薬液注入工法は粘土、セメントおよび粘土とセメントの混合液より高価であるので、その注入量は複合的な組合せにより合理的に設定する必要がある。なお、セメント注入材は透水係数 10^{-1} cm/sec 程度の地盤への注入が可能であり、また特殊なセメントや粘土はより細粒土への注入が可能

文献調査

であるといわれている。

5. ま と め

現在理想的な薬液（低粘性、広範なゲル化時間が調整可能、高強度、無害など）は存在しない。仮に存在してもかなり高価であることが予想される。そこで今後は薬液注入工法の適用範囲を広げると同時に、設計、施工の専門技師の養成が重要となろう。（委員：塚田幸広）

英国におけるコーン貫入試験

“Cone Penetrometer testing
in the UK”

Civil Engineering
September 1982

コーン貫入試験システムの発達

40年ほど前にオランダで開発された原位置で行うコーン貫入試験（Cone Penetration Test, 以下「CPT」と略す）は、長い間ヨーロッパで使われてきた。最近英国でもその迅速性と将来性が認められ、1981年には約3,000件のCPTが行われた。一方、オランダでは70台の装置で年間約8万件のCPTが行われており、CPTの使用が今後ますます増加する傾向にある。

英国でCPTが増加している理由として次の点があげられる。

- ① エレクトロニクスの採用により正確で連続した計測ができる。
- ② 密度の高いところでより深い貫入ができる試験機が開発された。
- ③ 貫入抵抗と局部周面摩擦から土層の断面と種類が判定できる。

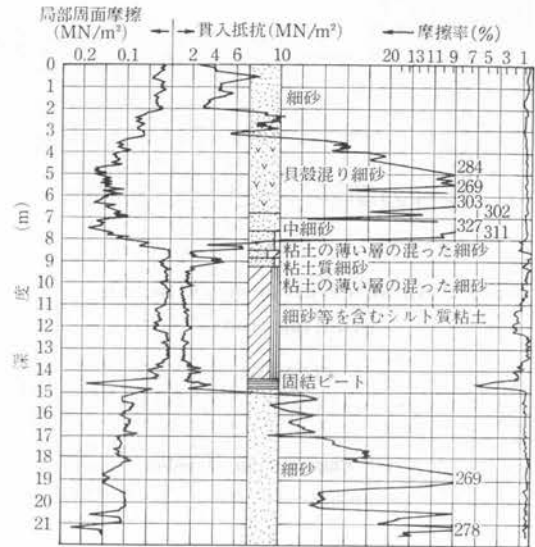


図-1 電気式貫入試験機使用例

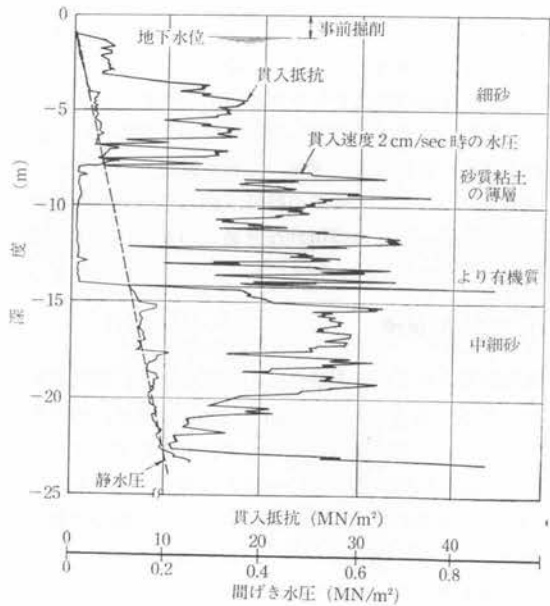


図-2 開けき水圧貫入試験機使用例

- ④ ボーリングによるよりも正確に密度が測れる。
 - ⑤ 海底での調査用機器の開発が急速に行われた。
- また、CPTは地下の空げき位置の検出、バブプロローテーションによる締固めの程度のチェック、石炭の蓄積厚、凍土の深さの決定にも使用される。

文献調査

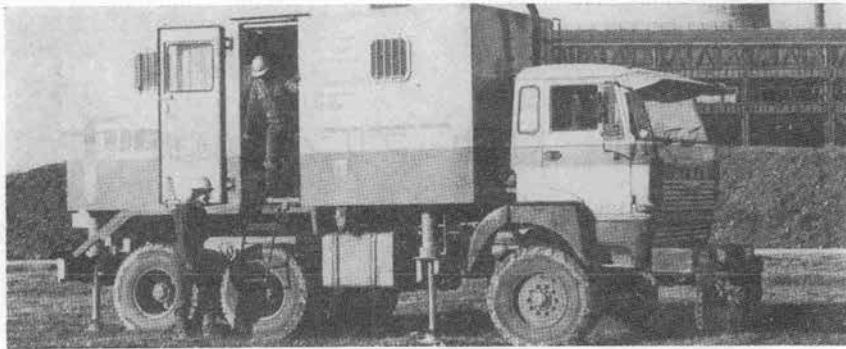


写真-1 20 t コーン貫入試験機を搭載したトラック

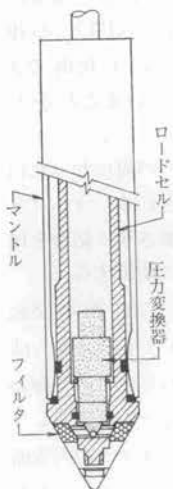
間げき水圧貫入試験機
(Pore Pressure Penetrometer)

Fugro 社の Pore Pressure Cone (図-2 参照) は、間げき水圧と貫入抵抗を連続的に記録するもので、水圧測定のために圧力変換器と多孔質のセラミックフィルタが組込まれており、計測端子はフィルタと同じレベルのところにとセットされている。最近 Fugro 社では貫入抵抗と間げき水圧のほかにスリーブの摩擦を測ることのできる試験機を開発している。

貫入試験装置

貫入試験装置には、アウトリガを装備した6輪駆動のトラックに搭載され、油圧や電気装置を悪天候でも作業できるようにした 20t の CTP 装置や、沿岸用としてジャッキアップ装置や台船に乗せられたトレーラに搭載された 10~20t の CTP 装置があり、これらは 200~120 m/日 貫入できる。また、軽量トラックに搭載したものなどは沼地や軟弱地盤に用いるのに有利である。特殊な例として鉄道のボギー車に設置されることもある。

20t の装置は締まった砂やロンドンクレーのような堅い粘土で 25~30 m、軟弱土で 60 m の貫入ができる。



← 図-3 間げき水圧貫入試験機

沖合の調査用としては“Seacalf”のように海底に設置され、船の上から操作する装置もある。これは水深 500 m 以上でも使用可能である。また、ボアホールの底で CPT が行える Downhole 貫入試験機も開発され、海底下深くでのデータも集められている。

さらに 20 年間の実績をもとにコンピュータを使用した装置が開発され、即座にデータ解析が行えるようになり、コストの低減も図られた。(委員：松本敏雄)

整備技術

整備技術部会

油圧ホース用カップリングの選択

“Selecting Hydraulic Hose Couplings”

Equipment Management/December 1982

重機械の油圧化の急速な伸展に伴い維持管理責任者は油圧システム中の種々の機器に精通していなければならなくなった。油圧システムは老朽化する。なぜなら、それが伝達する流体は高温で乱れているから、そして、重機械は恐るべき圧力脈動や曲げ応力を油圧システムに生ぜしめるから、さらに、使用条件も油圧システムにとって悪いから……。結果として、油圧ホースは著しく故障しにくい部品であるが、機械の寿命がくるまである間隔をおいて取替えなければならない。

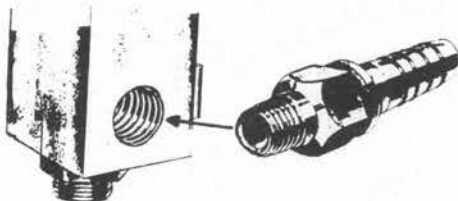
このことは他の機器はそのままにして触れることなしに油圧ホースを取替えられるような接続方法がなければならないということの意味する。カップリングは油圧回路内のホースと機器の種々の配列において接続部に漏れを生ぜしめてはならない。

ねじ接続およびシール

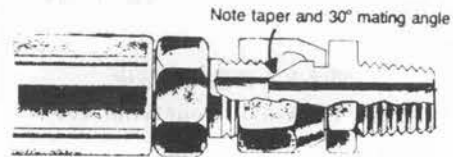
油圧カップリングのねじ端やシールはいろいろの種類のもが規格化されていて利用できる。これら部品の外観は多様である。しかし、カップリングの形状はねじとシールを調べ、それらを次の条項に示す一般例と比較することによって見分けられる。

◎鉄管ねじ……重機械の油圧回路には普通2種類使用されている。

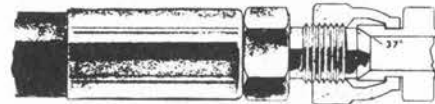
① NPTF (National Pipe Tapered Thread for Fuels) ……このシールはカップリングねじの結合により形成される。これをねじ干渉と呼んでいる。結合する



図一 NPTF 雄ねじ継手



図二 NPTF 雄ねじ継手と NPSM 雌ねじ継手



図三 SAE 37° フレア (JIC)

ときにはテーパのついた雌ねじにテーパのついた雄ねじがはめ込まれ、比較的しっかりした防リークシールを形成する。

② NPSM (National Pipe Strait Thread Mechanical Joint) ……このシールでは雄の NPTF 継手の端に 30° アングルのシートが加工されている。このシートは雌ねじ継手内の 30° アングルのフレアと結合する。雌ねじの NPSM 継手には NPTF 継手と対称的にストレートねじがついている。しかし、NPTF の雄ねじ継手の多くが NPSM の雌ねじ継手にも使用できるように 30° アングルのシートを持っていることがわかる。

◎JIC と SAE 継手……シールは二つの対になった円錐形のメタル表面の接触によって形成される。カップリングのねじはこれらの二つの表面を接触させ、結合を保ち、防リークのシールを形成するために使用する。

① JIC 37° フレア…… JIC 継手は 37° 角の突起を持った雄ねじ端と、37° 角の雌のフレアシートから成っている。結合したときに接触表面はねじによって合わされている。しかし、ねじはそれ自体シールは形成しない。雌部のシートは管の端を広げるか、ステムの内表面を 37° に加工し製作する。雌の JIC は自在ナットを持

整備技術

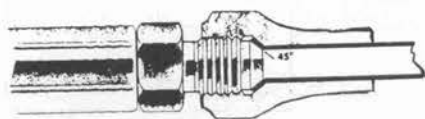


図-4 SAE 45° フレア

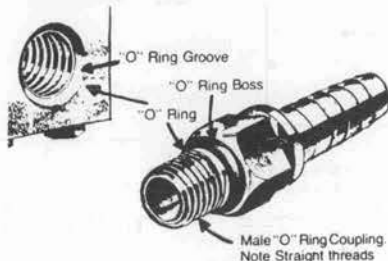


図-5 Oリング継手

っているのでホースのよじれやシートのゆがみなしにシール面を結合させることができる。

JIC カップリングは重機械や設備の低・中・高圧の油圧回路に頻繁に用いられる。

② SAE 45° フレア…… SAE 継手は加工された雄の管先と雌のフレアシートが 45° である以外は外見もシール特性も JIC システムとよく似ている。

45° の SAE フレア継手は燃料やオイル回路等低・中圧用に最も一般的に用いられている。

◎Oリング継手……シールは取付ブロックや油圧機器の取付用加工面に対しOリングを圧密させることによって形成される。Oリングは使用する流体のタイプによって決めるべきである。

◎Oリングのボス（雄のストレートねじ）……Oリングのボス継手はOリング付の雄のストレートねじのシステムとねじの入口が傾斜して加工されている雌ねじ部から成る。結合すると、雄ねじ側の六角ナットと雌ねじ側の傾斜部の間にあるOリングによってシールが形成される。SAE と JIC 継手の場合のように、ねじは単に部品を継ぎ合わせているだけである。

Oリングの完全なシールを確保するため部品をはずし

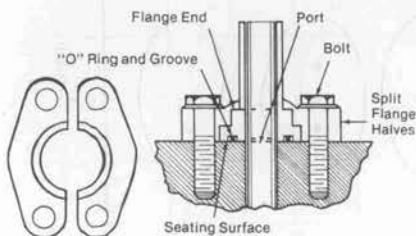


図-6 フランジ式管継手

たときには常にOリングを取替えることが賢明である。

◎フランジ付管……この油圧カップリングは部品に継手を接続するために取付ボルトとスプリットフランジを用いる。これは高圧に耐え、漏れに強く、大サイズでも据付と方向付けが容易なために主に大口径の油圧継手に使用される。

接続のポートの部分は機器や多岐管に通ずるなめらかな表面をした穴があげられている。ポートの外周はOリング接触のために平面に加工され、取付ボルトが入るためのねじ穴があげられている。

管端の接続部は溝付の円形で平面なフランジから成っており、ポートに接続するとシールできるようになっている。

ポートへの接続はスプリットフランジを用いてフランジ端を取付けることによって行う。フランジ端とスプリットフランジは取付ボルトによってポート面に固定される。

Oリングのフランジ端には二つの種類がある。コード 61 は高圧用の継手で、コード 62 は超高圧用の継手である。二つのコードは設計上似ているが、互換性はない。確認が必要ときには油圧ホースメーカーまたはカップリングメーカーのカタログを参照すること。

(以下、次号に続く)

—川端 徹哉—

建設機械化研究所抄報
134

378. みずほ商会バックセンサ

バックセンサとは、建設機械等が前後進動作を伴って作業を行う際に、車体前後の作業員または障害物の存在を超音波式検出装置により感知してオペレータに対し注意を喚起させるための警報音（ブザー）を発する装置である。

試験は定置状態における感知範囲の測定(図-378.1 参照)と実際の車両（タイヤローラ）に取付けて走行し、警報音を合図としたブレーキ試験(図-378.2 参照)を行った。詳細は“研報 82-5”を参照されたい。

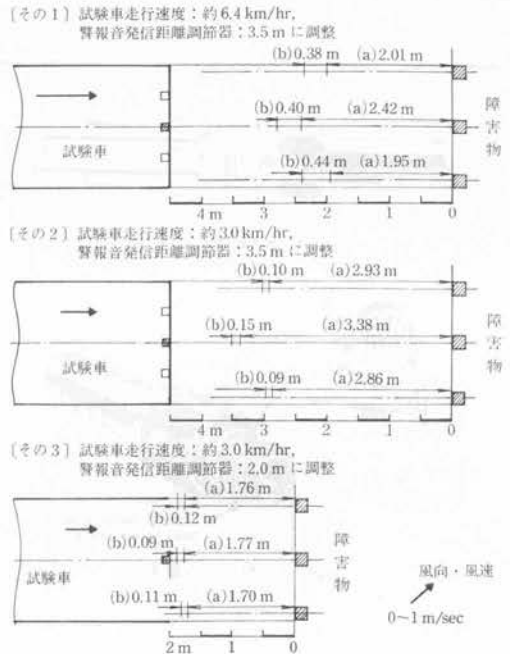


図-378.2 走行試験成績図

ROPS 静载荷試験

ROPS は、車両が転倒したときにオペレータが車両と地面との間で押しつぶされる事故を防ぐために運賃

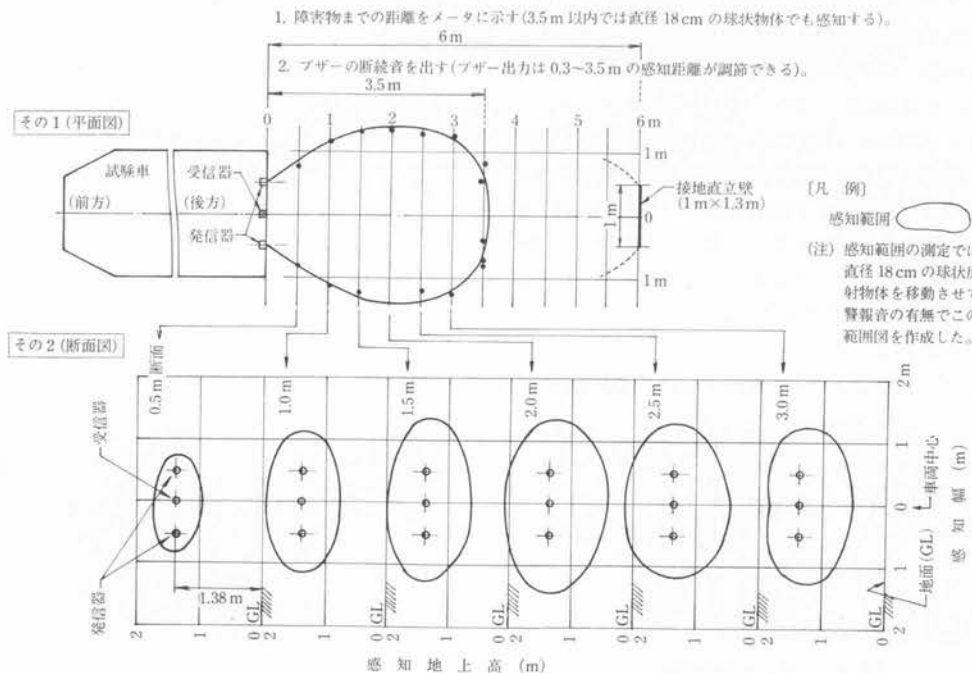


図-378.1 バックセンサの感知範囲測定結果

席の周囲に取付けられる保護構造物である。

ISO/3471 によれば、ROPS に静載荷を行って表一 1 に示す性能要求基準を満足した場合には、傾斜角度が 30° の斜面上で車両が 360° 回転するという転倒状態に対し、シートベルトを付けたオペレータの安全を保証する ROPS であるということができる。

この試験の結果、ROPS の一部は変形または破壊するが、これは必ずしもその ROPS が不適格であるということの意味するものではない。変形または破壊する間に必要なエネルギーを吸収し、変形した状態において基準とする 載荷に耐え、DLV (オペレータが占める空間) に ROPS および地面が侵入しないということが ROPS に要求される性能であり、合否の判定基準となる。

なお、吸収エネルギーは ROPS の載荷点における変位と、その間の平均荷重の積として求められる。すなわち、荷重-変位曲線、変位軸、曲線から変位軸への垂線で囲まれる面積が吸収エネルギーの大きさを示す。

表一 1 ROPS の性能要求基準

載荷区分 車種	水平側方載荷		垂直上方 載荷 最小荷重 (kgf)
	最小荷重 (kgf)	最小吸収エネルギー (kgf-m)	
車輪式トラクタ ショベルおよび 車輪式ブルドー ザ	$6,120 \left(\frac{W}{10,000} \right)^{1.20}$	$1,280 \left(\frac{W}{10,000} \right)^{1.25}$	2W
モータグレーダ	$7,140 \left(\frac{W}{10,000} \right)^{1.10}$	$1,530 \left(\frac{W}{10,000} \right)^{1.25}$	2W
プライムムーバ	$9,690 \left(\frac{W}{10,000} \right)^{1.20}$	$2,040 \left(\frac{W}{10,000} \right)^{1.25}$	2W
履帯式トラクタ ショベルおよび 履帯式ブルドー ザ	$7,140 \left(\frac{W}{10,000} \right)^{1.20}$	$1,330 \left(\frac{W}{10,000} \right)^{1.25}$	2W

W: 車両重量 (kgf)

R-56 川崎重工
車輪式トラクタショベル用 ROPS

- ① 適用機種: KLD 95 Z II

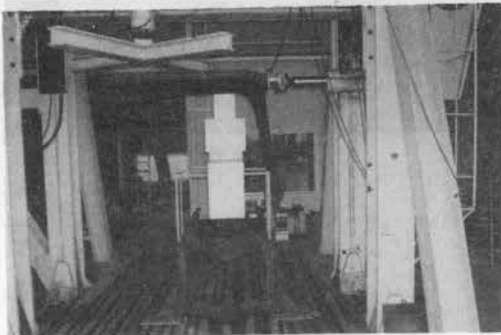


写真-R 56

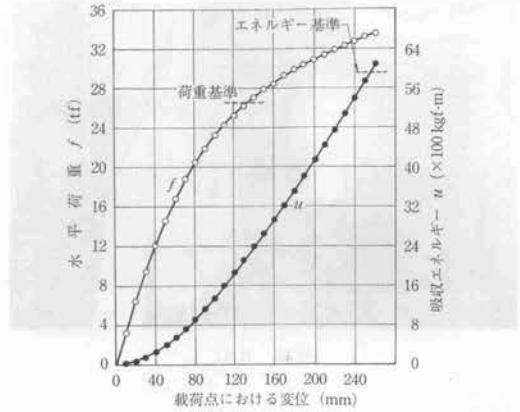


図-R 56

- ② 適用機種最大重量 (W): 34,000 kgf
- ③ 水平側方最小荷重: 26,580 kgf
- ④ 側方負荷時の吸収エネルギー: 5,910 kgf-m
- ⑤ 試験結果: 図-R 56 参照 (側方負荷時の荷重-変位曲線および吸収エネルギー曲線)
- ⑥ ROPS の変形状況: 写真-R 56 参照

R-57 川崎重工
車輪式トラクタショベル用 ROPS

- ① 適用機種: KLD 110 Z
- ② 適用機種最大重量 (W): 48,000 kgf
- ③ 水平側方最小荷重: 40,210 kgf
- ④ 側方負荷時の吸収エネルギー: 9,095 kgf-m
- ⑤ 試験結果: 図-R 57 参照 (側方負荷時の荷重-変位曲線および吸収エネルギー曲線)
- ⑥ ROPS の変形状況: 写真-R 57 参照

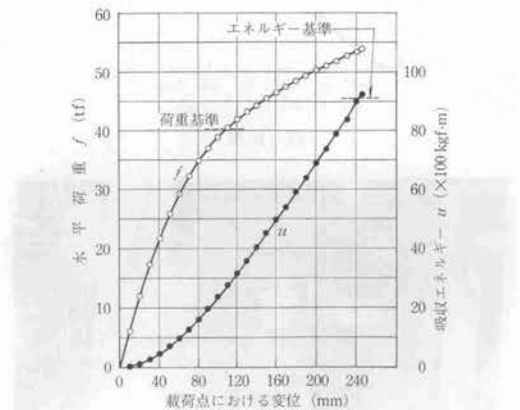


図-R 57

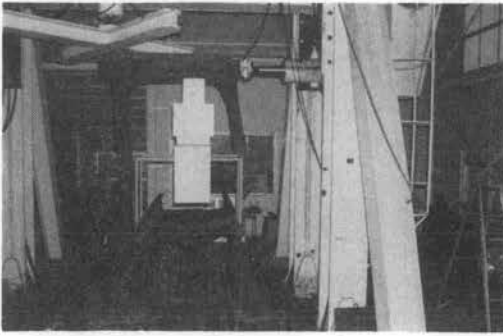


写真-R 57

**R-58 小松インター
車輪式トラクタショベル用 ROPS**

- ① 適用機種：510, 515, 520 B
- ② 適用機種最大重量 (W)：11,450 kgf
- ③ 水平側方最小荷重：7,200 kgf
- ④ 側方負荷時の吸収エネルギー：1,516 kgf-m
- ⑤ 試験結果：図-R 58 参照 (側方負荷時の荷重-変位曲線および吸収エネルギー曲線)

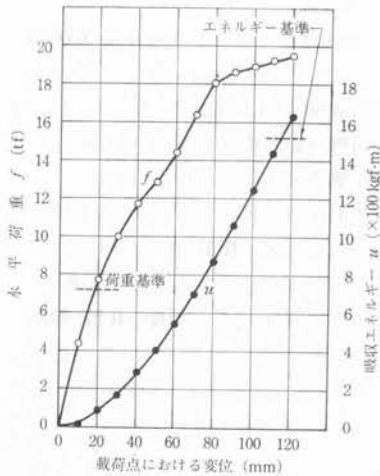


図-R 58

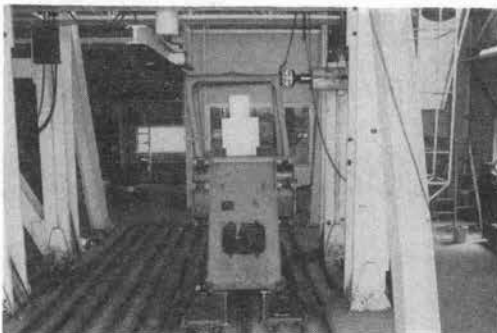


写真-R 58

-変位曲線および吸収エネルギー曲線)

- ⑥ ROPS の変形状況：写真-R 58 参照

**R-59 小松インター
車輪式トラクタショベル用 ROPS**

- ① 適用機種：530 B, 540 B, 545, W 90, W 120, W 170
- ② 適用機種最大重量 (W)：24,600 kgf
- ③ 水平側方最小荷重：18,030 kgf
- ④ 側方負荷時の吸収エネルギー：3,944 kgf-m
- ⑤ 試験結果：図-R 59 参照 (側方負荷時の荷重-変位曲線および吸収エネルギー曲線)
- ⑥ ROPS の変形状況：写真-R 59 参照

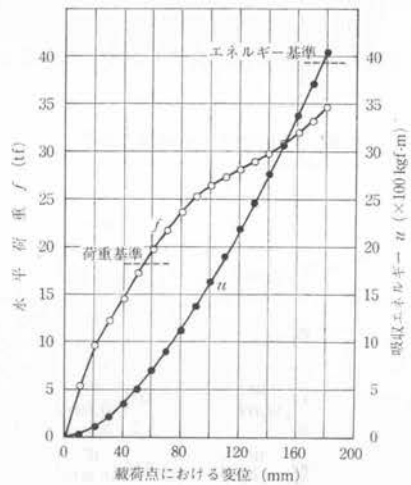


図-R 59

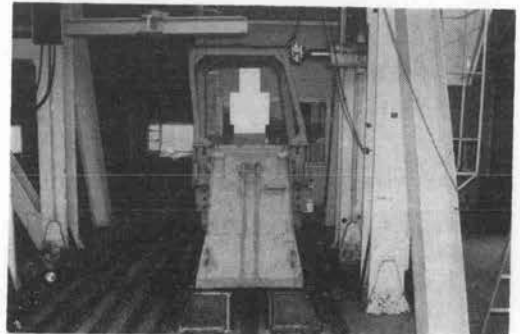


写真-R 59

統計

調査部会

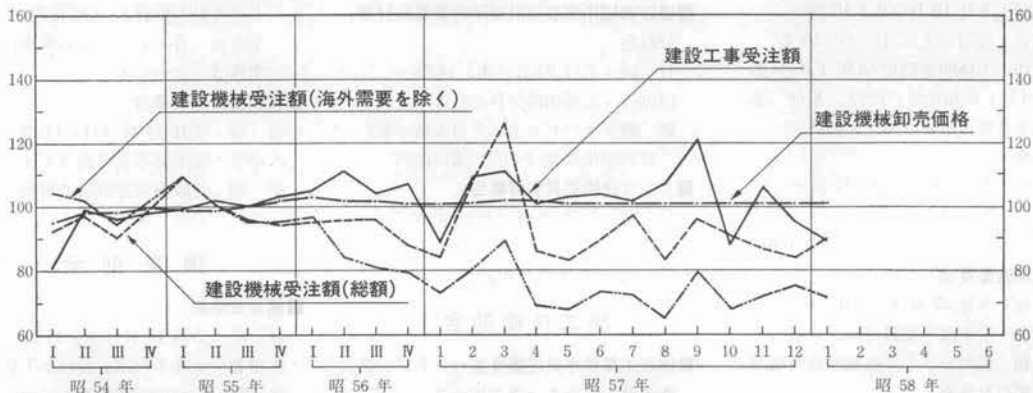
建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

指数基準：昭和55年平均=100

建設工事受注額：建設工事受注調査(A調査第1次43社)季節調整済……………建設省

建設機械受注額：機械受注実績統計(178社)……………経済企画庁

建設機械卸売物価指数：卸売物価指数(建設機械)……………日本銀行



建設工事受注(第1次43社分)(受注高)——季節調整済

(単位：億円)

昭和年月	総計	発注者別				工事種別		未消化工事高	施工高
		計	民間		官公庁	建築	土木		
			製造業	非製造業					
54年	83,619	41,525	8,828	32,697	36,839	45,201	38,418	73,717	81,006
55年	90,175	48,307	11,146	37,161	38,277	51,556	38,620	75,919	91,766
56年	96,837	52,875	12,534	40,340	37,180	56,897	39,940	81,849	95,848
57年	94,098	52,808	10,955	41,853	33,030	55,931	38,167	85,996	94,868
57年1月	6,709	3,729	792	2,925	2,184	4,137	2,780	81,253	8,139
2月	8,186	4,519	829	3,732	2,798	4,636	3,519	82,918	8,107
3月	8,316	5,064	966	4,054	2,879	4,848	3,332	87,878	7,372
4月	7,569	3,627	880	2,879	3,113	4,105	3,542	83,156	7,926
5月	7,749	4,225	984	3,251	2,968	4,602	3,132	83,236	7,989
6月	7,844	4,005	816	3,200	3,057	4,400	3,388	82,981	8,167
7月	7,669	4,082	890	3,102	2,833	4,322	3,246	88,750	8,059
8月	8,036	4,261	974	3,242	3,028	4,642	3,417	83,850	7,915
9月	9,087	5,155	1,066	4,069	3,002	5,788	3,435	85,671	8,019
10月	6,625	4,001	723	3,247	2,112	3,997	2,752	85,826	7,813
11月	8,002	4,861	966	3,819	2,459	4,927	3,121	85,645	7,943
12月	7,141	4,361	976	3,481	2,301	4,733	2,353	85,914	7,598
58年1月	6,680	3,327	—	—	3,044	—	—	—	—

58年1月は速報値

建設機械受注実績

(単位：億円)

昭和年月	54年	55年	56年	57年	57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	58年1月
総額	9,484	10,056	9,434	9,340	703	906	1,054	723	692	742	814	697	803	765	733	708	755
海外需要を除く	2,815	3,435	3,776	4,466	301	462	565	341	316	339	416	339	368	392	335	292	356
海外需要を	6,669	6,621	5,658	4,874	402	444	489	382	376	403	398	358	435	373	398	416	399

建設機械卸売価格指数

昭和年月	54年平均	55年平均	56年平均	57年平均	57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	58年1月
建設機械(9品目)	97.8	100.0	101.9	101.1	100.8	101.4	101.5	101.7	101.3	101.4	101.1	101.0	101.1	100.7	100.8	100.7	101.2
掘削機(1品目)	100.2	100.0	102.0	101.3	100.7	101.4	101.7	102.1	101.5	101.8	101.5	101.4	101.4	100.7	100.7	100.7	101.4
建設用トラック	95.1	100.0	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1	103.1

(注) 1. 昭和54年～昭和56年は四半期ごとの平均値で図示した。 2. 「建設工事受注額」の大手43社のシェアは約18%前後である。

3. 「建設工事受注額」の季節調整値は季節指数の改定による変更を行った。 4. 「卸売物価指数」(日本銀行)の改定に合わせて基準年を昭和55年とした。

5. 「建設機械受注額」を、総額とともに「海外需要」と「海外需要を除く」を掲載した。

行 事 一 覧

(昭和58年2月1日～28日)

広 報 部 会

■機関誌編集委員会

日 時：2月15日(火)12時～
出席者：渡辺和夫委員長ほか16名
議 題：①機関誌昭和58年4月号(第398号)原稿内容の検討、割付 ②同6月号(第400号)の計画

■映画会

日 時：2月18日(金)13時～
入場者：約150名
題 名：「津軽海峡を結ぶ」ほか6編

■文献調査委員会

日 時：2月22日(火)10時半～
出席者：千田昌平委員長ほか6名
議 題：機関誌5月号掲載原稿の検討

■視察回打合せ会

日 時：2月24日(木)12時～
出席者：塚 質团长ほか24名
議 題：渡航準備の打合せ

機 械 技 術 部 会

■油圧機器技術委員会小委員会

日 時：2月3日(木)10時～
出席者：吉田邦彦委員長ほか8名
議 題：①省エネ文献調査のまとめ ②見学会、スクーリングの計画

■シールド掘進技術委員会幹事会

日 時：2月4日(金)13時半～
出席者：相原正之委員長ほか5名
議 題：シールド仕様書(案)の検討

■舗装機械技術委員会

日 時：2月4日(金)13時半～
出席者：高野 漢委員長ほか17名
議 題：①舗装機械用バックセンサについて ②舗装機械自動化の現況と今後の傾向について ③JIS A 8701 8702, 8703 見直しと改正について

■タイヤ技術委員会

日 時：2月9日(水)13時～
出席者：古賀与平委員長ほか12名
議 題：建設車両用タイヤ教育資料の審議

■ポンプ技術委員会

日 時：2月16日(水)14時～
出席者：大塚正二委員長ほか13名
議 題：①JIS A 8604 改正案の審議 ②57年度事業報告および58年度事業計画について

■コンクリート機械技術委員会

日 時：2月18日(金)13時半～

出席者：三浦満雄委員長ほか19名
議 題：各分科会の今後の進め方

■ショベル技術委員会

日 時：2月22日(火)14時～
出席者：杉山庸夫委員長ほか13名
議 題：①各分科会の事業報告 ②57年度の事業報告および58年度事業計画について ③JIS A 8402 の改正, ISO の最近の審議内容について

■建設機械用電装品計器研究委員会計器分科会

日 時：2月24日(木)14時～
出席者：高橋四部分科会長ほか5名
議 題：サービスマータの規格(案) 検討結果に基づく改良案の検討

■ポンプ技術委員会幹事会

日 時：2月28日(月)14時～
出席者：大塚正二委員長ほか4名
議 題：58年度の事業について

施 工 技 術 部 会

■建設工事排水処理委員会ハンドブック作成第1ワーキンググループ

日 時：2月7日(月)13時～
出席者：中村靖雄分科会長ほか3名
議 題：1次原稿の作成

■建設工事排水処理委員会ハンドブック作成第2ワーキンググループ

日 時：2月10日(木)13時～
出席者：中村靖雄分科会長ほか3名
議 題：第1次原稿の作成

■原位置土質・岩質測定研究委員会

日 時：2月14日(月)14時～
出席者：川崎浩司委員長ほか16名
議 題：海底地質調査手法について

■建設工事排水処理委員会ハンドブック作成第7ワーキンググループ

日 時：2月15日(火)14時～
出席者：青沼英明分科会長ほか3名
議 題：第1次原稿の作成

■場所打抗委員会第2分科会

日 時：2月17日(木)10時～
出席者：五十嵐伊三部分科会長他4名
議 題：改訂原稿の審議

■建設工事排水処理委員会ハンドブック作成第3ワーキンググループ

日 時：2月18日(金)14時～
出席者：青沼英明分科会長ほか3名
議 題：第1次原稿の作成

■建設工事排水処理委員会濁水対策ハンドブック委員会

日 時：2月23日(水)15時～
出席者：中村靖雄幹事ほか17名
議 題：各ワーキンググループの第1次原稿の審議, 調整

整 備 技 術 部 会

■建設機械整備ハンドブック委員会

日 時：2月3日(木)10時～
出席者：二宮嘉弘幹事長ほか6名
議 題：エンジン編第1章の原稿審議

■部品工具委員会小委員会

日 時：2月10日(木)13時半～
出席者：吉岡敏郎委員長ほか3名
議 題：①昭和57年度事業のまとめ(各エレメントの実態調査のとりまとめ方針の検討) ②昭和58年度事業計画(各エレメントの標準化の成案作成)について

■税制委員会幹事会

日 時：2月14日(月)14時～
出席者：森木基裕委員長ほか4名
議 題：建設機械整備業の業種認定についての現状報告

調 査 部 会

■運営連絡会

日 時：2月17日(木)11時～
出席者：常味孝幸部会長ほか7名
議 題：①57年度事業報告について ②58年度事業計画について

機 械 損 料 部 会

■ダム工用仮設備機械委員会小委員会

日 時：2月10日(木)13時半～
出席者：長田忠良委員長ほか5名
議 題：ダム工用機械損料の改訂

■シールド工用機械委員会小委員会

日 時：2月22日(火)13時～
出席者：藤田修照副委員長ほか3名
議 題：シールド工用機械損料について

I S O 部 会

■第4委員会

日 時：2月25日(金)14時～
出席者：渡辺 正委員長ほか3名
議 題：①DIS 7131 Loader の審議 ②DIS 7132 Dumper の審議

■第3委員会

日 時：2月28日(月)14時～
出席者：森木泰光委員長ほか8名
議 題：①国際会議提案新規テーマについて ②国際会議出席者について ③ISO 6011 Operating instrumentation 5年目の見直しについて ④ISO 4510 改正案の letter ballot について ⑤ISO 3541, ISO 6011 改正案の DIS 手続について

標 準 化 会 議 お よ び 規 格 部 会

■建設機械用回転圧縮機性能試験方法JIS 原案作成委員会

日 時：2月10日(木)14時～

出席者：秋沢 高委員長ほか8名
 議題：①JIS原案の見直し確認 ②解説の審議
■重ダンプトラック性能試験方法 JIS原案作成委員会
 日時：2月24日(木)13時半～
 出席者：佐々木敏彦委員長代理ほか7名
 議題：JIS原案提出のためのとりまとめ整理

業種別部会

- 商社部会講演会**
 日時：2月4日(金)14時～
 聴講者：約150名
 演題：「58年度の経済見通しと建設業界並びに建設機械業界」(三菱総合研究所社会開発部長佐藤公久)
- リース・レンタル業部会**
 日時：2月17日(木)13時半～
 出席者：西尾 晃部会長ほか8名
 議題：リース・レンタルの実情について
- サービス業部会**
 日時：2月21日(月)14時～
 出席者：柴田敬蔵部会長ほか11名
 議題：①58年度事業計画 ②整備実態調査委員会の経過について ③情報交換

騒音振動対策専門部会

- 調査委員会小委員会**
 日時：2月16日(水)14時～
 出席者：桑垣悦大部会長ほか17名
 議題：建設機械の騒音レベル測定方法の審議
- オペレータ振動対策委員会**
 日時：2月25日(金)14時～
 出席者：藤本義二委員長ほか12名
 議題：①建設機械オペレータ振動測定要領の検証結果について ②同上の修正案について ③新型履帯走行装置の振動測定結果について

道路害害対策調査研究専門部会

- 現地検討会**
 日時：2月15日(火)～16日(水)
 出席者：田中康之部会長ほか11名
 議題：札幌地区高速道路の害害対策状況検討

支部行事一覧

北海道支部

- 技術部会車検対策委員会**

- 日時：2月1日(火)13時半～
 出席者：谷口敏久委員長ほか5名
 議題：建設機械出張車検の実施日程
- 建設機械展示会実行委員会(宣伝班)**
 日時：2月14日(月)13時半～
 出席者：佐々木 進委員ほか5名
 議題：宣伝の実施要領について
- 映画会**
 日時：2月17日(木)14時～
 参加者：160名
 題名：①外洋に架ける(真鶴道路岩大橋記録)②国道274号開通をめざして(NATM工法)③WH工法(大深度連続地中壁工法)④地下100mに挑む-KDW工法 ⑤浮上式鉄道・実用化への道 ⑥青函トンネル
- 建設機械展示会実行委員会(会場班・総務班合同)**
 日時：2月21日(月)13時半～
 出席者：佐々木 進委員ほか12名
 議題：運営要項について
- 建設機械展示会実行委員会(会場班)**
 日時：2月22日(火)10時～
 出席者：岩館幸樹委員ほか6名
 議題：展示会場のレイアウト
- 建設機械展示会出品会社打合せ**
 日時：2月28日(月)13時半～
 出席者：佐々木 進委員ほか61名
 議題：建設機械展示会(札幌)運営要項について

東北支部

- 除雪機械展示会打合せ**
 日時：2月7日(月)10時～
 出席者：樋下敏雄幹事長ほか2名
 議題：展示会の残務および会計整理
- 除雪機械展示会打合せ**
 日時：2月17日(木)10時半～
 出席者：田所裕章本部局長ほか1名
 議題：展示会の会計報告
- 業務打合せ**
 日時：2月25日(金)10時～
 出席者：樋下敏雄幹事長ほか2名
 議題：昭和58年度事業計画について

北陸支部

- 支部創立記念行事・出版班会議**
 日時：2月8日(火)13時～
 出席者：中郷 脩幹事ほか6名
 内容：撮影した写真の検討と整理
- 支部創立記念行事・総務班会議**
 日時：2月15日(火)13時～
 出席者：稲垣 稔幹事ほか4名
 内容：新潟市において開催する記念講演会についての最終検討
- 雪氷部会・除雪オペレータ対策、除雪機械両分科会合同会議**

- 日時：2月22日(火)13時半～
 出席者：栗山 弘部会長ほか21名
 議題：①オペレータの高齢化対策 ②オペレータの確保 ③オペレータ教育 ④除雪機械(民間借上げ機械)の改良希望について等
- 管外大規模工事・鉄工所見学会**
 期日：2月23日(水)～25日(金)
 場所：本州四国連絡橋児島・坂出ルート(海上より見学)、電源開発(株)太陽発電パイロットプラント仁尾事業所および(株)多田野鉄工所工場
 参加者：杉山 篤幹事長ほか21名

中部支部

- 振動測定技術講習会**
 日時：2月1日(火)13時半～
 場所：昭和ビル9F会議室
 参加者：22名
- 見学会**
 日時：2月15日(火)13時半～
 場所：日本碍子(株)セラミックスのルーツを探ねて
 参加者：29名
- 幹事会**
 日時：2月18日(金)15時～
 出席者：畑野 仁幹事長ほか23名
 議題：①昭和58年度事業運営方針について ②会員の拡大活動について

関西支部

- 工事中水ポンプ委員会幹事会**
 日時：2月3日(木)14時～
 出席者：荒井琢也委員長ほか4名
 議題：工事中水ポンプに関する懇談会の実施計画について
- 技術部会新機種新工法委員会第9回コンクリート破砕分科会**
 日時：2月18日(金)14時～
 出席者：檀田美智雄分科会長ほか16名
 議題：コールドカッタの紹介と実績(コールドブレーナ PL2000, 6.5サイドワインダ, ダイナミックブレーナ CP-4300Z型)
- 建設業部会建設用電気設備特別委員会第143回専門委員会**
 日時：2月21日(月)14時～
 出席者：三木良之主査ほか14名
 議題：建設工事中用電気設備資料集その2「接地工事」(草案)検討
- 建設業部会建設用電気設備特別委員会第128回研究会**
 日時：2月21日(月)15時半～
 出席者：三浦土郎主幹ほか14名
 議題：建設工事中用電気設備における機器の電子化その1「インバータについて」

■第2回建設施工映画会

日時：2月22日(火)13時半～
参加者：70名

内容：①建設工事と建設機械その1
②テールアルメ工法 ③川底を駆ける
④うず潮に架ける

■工事用水中ポンプ委員会工事用水中ポンプに関する懇談会

日時：2月23日(水)14時～
出席者：荒井琢也委員長ほか12名
内容：①工事用水中ポンプの問題点について ②工事用水中ポンプの将来像について ③工事用水中ポンプの応用について

■リース・レンタル業部会工法研修会

日時：2月26日(土)14時～
出席者：西尾 晃部会長ほか10名
内容：①映画「建設工事と建設機械その1」、「川底を駆ける」②観覧映画の内容を中心に意見の交換

中国支部

■支部創立30周年記念誌編集小委員会

日時：2月12日(土)13時～
出席者：白井忠夫出版委員ほか3名
議題：「30年のあゆみ」記念誌原稿

調査について

■支部創立30周年記念誌編集小委員会

日時：2月18日(金)15時～
出席者：白井忠夫出版委員ほか4名
議題：「30年のあゆみ」記念誌編集内容および資料整理

■最近のトンネル施工技术講演会

日時：2月24日(木)13時半～
場所：広島YMCA 1Fホール
参加者：130名
内容：①最近のトンネル機械化施工法について(飛鳥建設) ②油圧さく岩機とその自動化について(東洋工業) ③映画「トンネル式洪水吐」ほか2編

■支部創立30周年記念誌編集小委員会

日時：2月28日(月)13時～
出席者：植野 進幹事長ほか3名
議題：「30年のあゆみ」記念誌編集内容について

四国支部

■映画会

日時：2月2日(水)
場所：高松市
参加者：約50名

九州支部

■広報部会委員会

日時：2月8日(火)11時～
出席者：吉田 信部会長ほか8名
議題：昭和58年度部会事業計画および予算案の審議

■施工部会委員会

日時：2月18日(金)15時～
出席者：小玉照章委員長ほか5名
議題：昭和58年度部会事業計画および予算案の審議

■技術部会委員会

日時：2月22日(火)15時～
出席者：米村信幸委員長ほか9名
議題：昭和58年度部会事業計画および予算案の審議

■第6回幹事会

日時：2月23日(水)15時～
出席者：北川原 徹幹事長ほか15名
議題：昭和58年度事業計画案および事業予算案の審議作成

■見学会(整備部会)

日時：2月24日(木)9時～
見学先：東洋工業(株)防府工場
参加者：29名

編集後記



4月、新年度のスタート。
依然として景気が低迷しており、
明るいニュースをと願っているところ

ろです。このような中で昭和58年1月、日本鉄道建設公団がかねてより施工中であった青函トンネル先進導坑が中曽根首相の発破ボタンで貫通、本州と北海道が陸続きになるという明るいニュースがありました。

今月号は、この青函トンネル先進導坑の貫通を記念し特集を企画しました。報文の内容は、青函トンネルを掘削するに至った経緯、工事の状況、新規開発技術、施工機械などを紹介していただきました。

このほかの報文として、トンネル機械の自動化、トンネルの機械化施工、土質改良、公害対策工法、耐火被覆吹付ロボットに関するものをそれぞれ頂いたほか、1月に米沢で行われた除雪機械展示・実演会の見聞記を掲載させていただきました。

ご多忙中にもかかわらずご執筆いただいた各位に厚くお礼申し上げますとともに、読者の皆様方のますますのご発展をお祈りいたします。

(飯田・森谷)

No. 398

「建設の機械化」

1983年4月号

(定価)1部550円
年間6,000円(前金)

昭和58年4月20日印刷 昭和58年4月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 加藤三重次

印刷人 大沼光靖

発行所

社団法人 日本建設機械化協会

〒105

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

取引銀行三愛銀行銀座支店

振替口座東京7-71122番

建設機械化研究所 〒417 静岡県富士市大淵3154(吉原郵便局区内)

電話(0545)35-0212

北海道支部 〒060 札幌市中央区北3条西2-6 富山会館内

電話(011)231-4428

東北支部 〒980 仙台市国分町3-10-21 徳和ビル内

電話(0222)22-3915

北陸支部 〒951 新潟市東区大通六番町1061 中央ビル内

電話(0252)24-0896

中部支部 〒460 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル内

電話(052)241-2394

関西支部 〒540 大阪市東区谷町1-50 大手前建設会館内

電話(06)941-8845

中国支部 〒730 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル内

電話(082)221-6841

四国支部 〒760 高松市福岡町4-28-30 小竹ビル内

電話(0878)21-8074

九州支部 〒810 福岡市中央区舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内

電話(092)741-9380

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂1-3-6

コンパクトで計量精度は抜群…

丸友の移動式生コンプレント

製造・販売・リース

生産量 10～90m³/H(15機種)

電子制御自動式
及び簡易自動式



(工事の内容により御選定下さい)



丸友機械株式会社

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

タワークレーン・レンタルのパイオニア

レンタル・組立・解体・点検・整備をシステム化。あなたは使うだけ!



日本住宅産業リース株式会社

本社：東京都千代田区三崎町1-3-12(〒101) 電話03-295-7511代
支店：大阪市西区西本町1-2-8(〒550) 電話06-532-3166代

新シールド工法の設計・施工

セグメント不要の先進技術

本書をすいせんします

最上武雄 東京大学名誉教授・日本大学教授 工学博士

杉江傳六 株式会社銭高組 代表取締役副社長

数年にわたってシールド工法による工事を担当してきた著者の実体験をもとに、その実用化と関連技術を紹介!!

〔主要目次〕メッセル工法の概要メッセル工法の種類／メッセルの推進他 簡易メッセル工法とメカニカルメッセル工法簡易メッセル工法の展開／自推式ブレードシールド工法の発想／調和のとれた合理的施工計画／実験と研究他 メカニカルメッセル機と開発システム開発理念と設計ポリシー／数々の技法を可能としたPackシールド工法他 海外技術研究—西独フランクフルト地下鉄工事新しい視点とは／施工の概要／シールドトンネルの同時打設の適用／革新的技術の成果他 実施編工事の概要／考えておくべき補助工法と考察／施工計画と実際／トンネル部の設計と施工／トンネル掘削と施工の実際／地山と推力の実態／切羽の崩壊に関する対応策と実際／ほか



工学博士 岡崎 登著

A5・上製・280頁

定価●3,500円(¥300)

【詳細内容見本呈】

発行●山海堂

〒113 東京都文京区本郷5-5-18／振替東京4-194982／☎03(816)1617

鋼構造架設施工指針 B5 上製 定価 3000 円 (¥300 円)

構造物の架設事故が頻発した数年前、架設工事の安全性を高めることを目的として学会内に鋼構造架設小委員会が組織され、53年5月、鋼構造架設設計指針が完成、このほどその続編というべき「施工指針」の刊行をみた。

1章 総則 2章 測量 3章 仮設構造物 4章 架設機材 5章 部材の組立 6章 架設作業 7章 定着部コンクリートの施工 8章 アースアンカーの施工 9章 架設工事の検査と記録 10章 施工精度 11章 安全と環境対策 【付属資料】Ⅰ. 仮設構造物の基礎 Ⅱ. クレーン等架設機械の説明図 Ⅲ. 鋼橋据付完了後のキャンパー誤差の例 Ⅳ. ランガー桁のケーブルエレクション工法 Ⅴ. 多脚型鋼製煙突架設要領図

鋼構造架設設計指針 B5 上製 定価 3000 円 (¥300 円)

〒160 東京都新宿区四谷1丁目無番地 土木学会 電話 03・355・3441・振替 東京6-16828

新リサイクルシステム



コンクリート・ガラ処理の決定版!!

ポータブル
コンクリートクラッシングプラント

PCP

2大特長

破砕能力360m³/日! 《他社比較1.5~2倍》

ワンタッチでジャッキアップ!

《安全・楽々・スピーディーな作業》
《電動油圧ポンプ装備》



移動時は
ジャッキダウン



プラント稼働
時はジャッキアップ

特長

- ◆コンクリートガラ(800%×300%)を砂利状に破砕します。
- ◆タイヤ式ですから、移動が簡単です。
- ◆小型軽量で、トラック運搬が楽です。
- ◆密閉式のため露出部分がなく安全です。
- ◆密閉式のため低騒音です。(30mで77ホーン)

仕様

型式	SC-6153
全長	4800m/m
重量	10900kg
クラツシャー	36"×15"
電力	200V 55kW
ベルトコンベア	5M×1、7M×1

トータルコスト低減
省資源・公害防止

営業品目

油圧・空圧アイオン/TSサイレントクラッシャー/
ハンドハンマー/レッグドリル/油圧・空圧クローラ
ードリル/ロッド/ビット/附属品/システム一式

※詳細資料は御請求下さい。

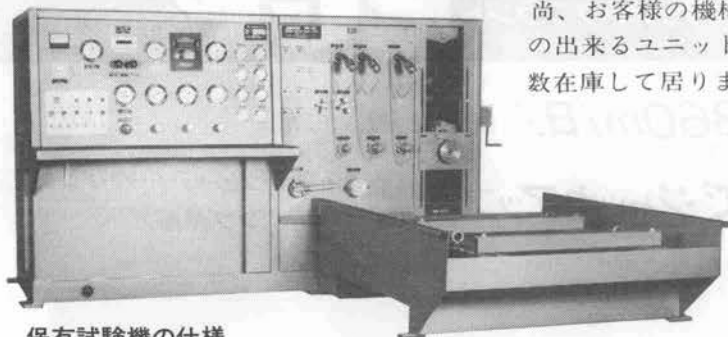
創業以来四十余年鑿岩機専門アイオンの
オカダ鑿岩機株式會社

本社	〒540 大阪市東区北新町2-2	☎(06) 942-5591(代)
支店	〒175 東京都板橋区新河岸2-8-25	☎(03) 975-2011(代)
支店	〒503 大垣市久瀬川町6-29	☎(0584) 78-2313(代)
営業所	〒983 仙台市大和町4-4-23	☎(0222) 95-7585(代)
営業所	〒452 名古屋市西区長先町205	☎(052) 503-1741(代)
営業所	〒020 盛岡市南仙北1-22-63	☎(0196) 34-0881(代)
工場	〒577 東大阪市川俣2-6-60	☎(06) 787-4606(代)

油圧機器の整備およびユニット交換をご利用下さい。

弊社では最新型のマルマ製油圧機器、万能試験機（ハイドロリックコンポーネントユニバーサルテスター）を使用して油圧機器の完全整備を行って居ります。

尚、お客様の機械を休車させることなく整備の出来るユニット交換用ポンプモーターを多数在庫して居りますので併せてご利用下さい。



保有試験機の仕様

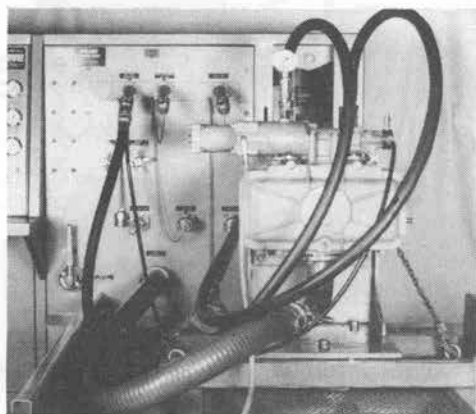
MH-100B油圧テスター（マルマ重車輛製）

- ・駆動軸 0-2500rpm, 無段変速, 正逆回転
- ・高圧ポンプ性能Max 190ℓ/min, 350kg/cm²

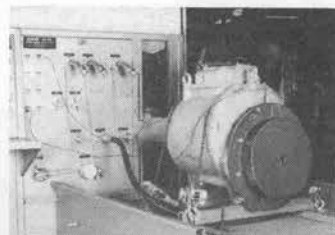
●油圧機器の整備品目

- 1)ポンプ(ギヤ、ベーン、トロコイド、プランジャ)
- 2)プランジャーモータ
- 3)コントロールバルブ
- 4)トルクフロートランスミッション
- 5)トルクコンバータ
(リークテストのみ)
- 6)シリンダ

- ・低圧ポンプ性能Max 190ℓ/min, 70kg/cm²
- ・流量測定Max 600ℓ/min
- ・電動モーター 100HP



●ハイドロリックポンプのテスト



●ハイドロリックトランスミッションのテスト

簡単にフィールドや出先で性能確認するのにポータブルタイプのハイドロリックテストがあります。
フローテック(Flo-tech)PFM2はこの作業にピッタリです。



製 造…整備工場設備機器、特殊工具、特殊アタッチメント、モービルワークショップ
 整 備…35年の実績より生れた人材、設備による建機整備。国内、海外に活躍
 販 売…国産及び海外の各種建設機械、部品及び資材
 化工機…石油精製、石油化学、下水処理の建設、修理及び保守



マルマ重車輛株式会社

本社工場 東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号 ☎(03)429局 2131(大代表)テレックス 242-2367番 〒156 ファクシミリ 03-420-3336
 名古屋工場 愛知県小牧市小針町市場25番地 ☎(0568)77局3311代-3番 〒485 ファクシミリ 0568-72-5209
 相模原工場 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 ☎(0427)52局 9 2 1 1番テレックス 287-2356番 〒229 ファクシミリ 0427-56-4389
 水島出張所 ☎(0864)55局 7 5 5 9番 鹿島出張所 ☎(02999)6局 0 5 6 6番

一度御使用になれば直ちに良さが判る

compothane®
HAMMERS

特許

コンポ-タン®ハンマー

- 特長
- ヘッドとハンドルが特殊ウレタンで一体成型され破損・抜き等による災害の恐れが全くありません。
 - 画期的な“デッドブロー”ショットのヘッド採用による無反動ハンマーで最少の疲労で最大の打撃を与えることができます。
 - 相手の品物を傷つけることなく、騒音を減小し又危険な火花の発生もありません。
 - 寿命が長く他のハンマーに比し大きなメリットがあります。



スタンダード・スリム・スレッジ

ボールピン

ダブルフェイス

モデル	ウエイト lb	全長 mm
スタンダード	$\frac{7}{8}$	254
	$1\frac{1}{2}$	292
	2	330
	3	368
	4	400
	10	762
スリム	$\frac{1}{2}$	254
	$1\frac{1}{2}$	279
	$1\frac{3}{4}$	318
	$2\frac{1}{4}$	330
スレッジ	$7\frac{1}{2}$	508
	12	762
	14	914
ボールピン	$\frac{1}{2}$	273
	$\frac{3}{4}$	298
	1	325
	$1\frac{1}{2}$	337
	2	356
ダブルフェイス	2	267
	$2\frac{1}{2}$	413
	2	267

世界最高の品質と永久保証の工具……

Snap-on®

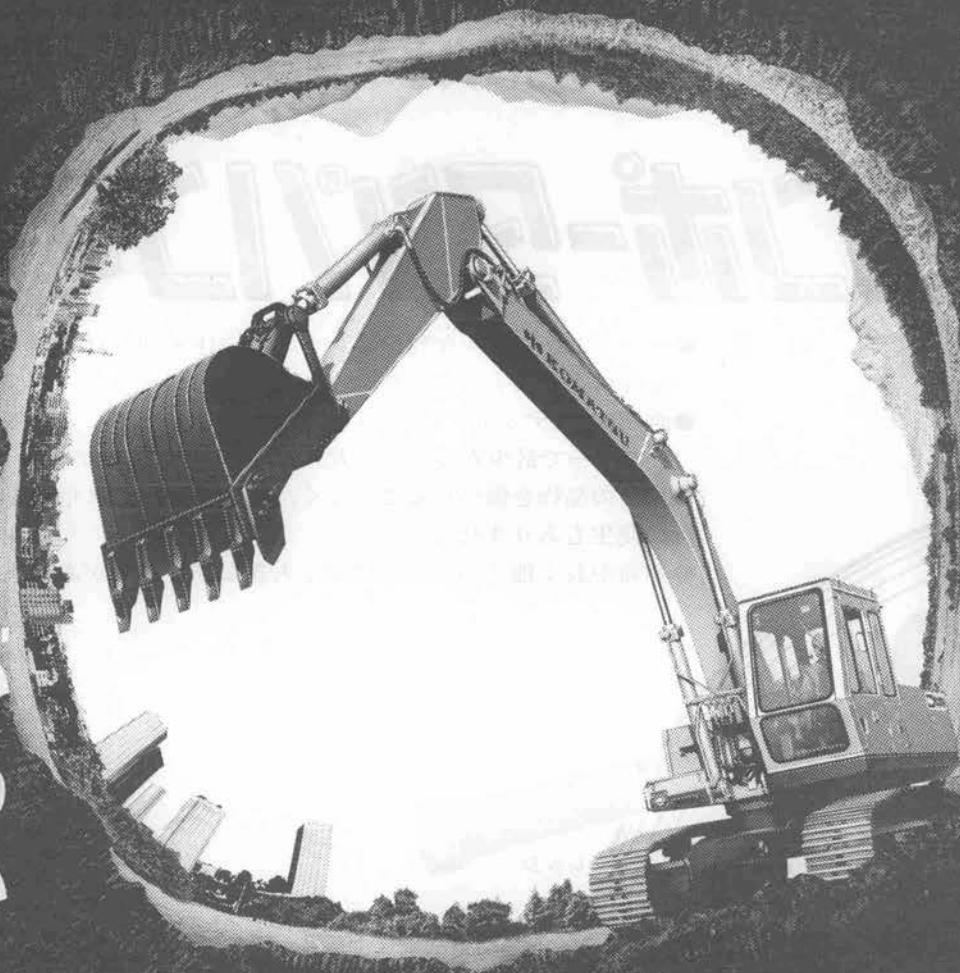


日本総代理店
内外機器株式会社

本社 東京都世田谷区桜3丁目11番12号
電話 03-425-4331(代表) 加入電信242-3716 〒156
名古屋営業所 名古屋市中区千代田5丁目10番18号
電話052-261-7361(代表) 加入電信442-2478 〒460

掘りあとだけで、

コマツがわかる。



掘り味が、スピードが、燃費が違う。—— コマツのPCシリーズ。

作業性と経済性が両立。PC80以上に3ポンプシステム、PC300以上に4ポンプシステムを搭載。コマツ独自の油圧システムを採用することにより、パワーロスが減少、複合操作性は一段と向上しました。溝掘り作業のスピードもアップ。また、コマツエンジンはビッグパワーと粘り強さ、加えて高い燃費効率を発揮。すぐれた経済性を約束します。広いキャブで、快適な操作。すぐれた通気性、ワイドな作業視界、そして低振動など、居住性にも豊んでいます。スピーディに的確な掘削作業が行なえる、コマツのPCシリーズ。オペレータの方は手応えてその真価がわかります。まさに掘りあとだけで、コマツがわかります。

PCシリーズ	標準バケット容量	運転整備重量	機関出力	PC100	PC100	PC100
PC650	3.8m ³	68500kg	410PS	PC100	PC100	PC100
PC400	1.6m ³	40000kg	240PS	PC80	PC80	PC80
PC300	1.2m ³	29000kg	185PS	PC601	PC601	PC601
PC220	0.90m ³	22000kg	140PS	PC601	PC601	PC601
PC200	0.70m ³	18800kg	108PS	PC60	PC60	PC60
PC150	0.55m ³	14500kg	88PS	PW60	PW60	PW60
PC120	0.45m ³	11500kg	93PS	PW60N	PW60N	PW60N
PC100L	0.40m ³	12700kg	83PS	※超低騒音車 ※分解組立車も用意してあります。		

コマツパワーショベル
PCシリーズ

日本のコマツ 世界のコマツ

KOMATSU

小松製作所 〒107 東京都港区赤坂2-3-6 ☎03(584)7111 ●北海道支社 ☎011(661)8111 ●東北支社 ☎0222(56)7111 ●関東支社 ☎0485(91)3111 ●東京支社 ☎0462(24)3311 ●中部支社 ☎0586(77)1131 ●大阪支社 ☎06(864)2121 ●中国支社 ☎0829(22)3111 ●九州支社 ☎092(64)3111

動く仮設道路

狭い作業現場の小型運搬機

工事用 モノレール

■特 長

- 組立解体容易100m架設に小1時間
 - 台車は1人で手押できる軽さでホッパーの操作も片手で楽に
 - ホッパーとテーブルはワンタッチ交換
 - レールの構造上脱線の心配無し
- ### ■主な用途
- 砂防堰堤、山地高所の配水池、貯水池などの仮設材、コンクリート輸送に(ケーブルクレーンに代り安全で高能率)
 - 各種用水路、排水溝の資材、コンクリート輸送に(仮設道路不要)
 - 海岸、堤防の半長距離輸送に(仮設材、骨材など)
 - 沈澱池、干拓池など軟弱地盤における資材輸送に
 - 二次製品工場における輸送に(型枠、コンクリートなど)



姉妹品として
小型工事用モノレールもあります。

- 運搬の無人化を可能にしました。
- 急傾斜登坂 ●小運搬の省力化に最適です。

発売元



日鉄鉱業株式会社



製造元

株式会社 嘉穂製作所

機械営業部 東京都千代田区神田駿河台2-8(潮川ビル) ☎03 (295) 2501代
北海道支店 ☎(011)561-5370代 東北支店 ☎(0222)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

本社工場 福岡県嘉穂郡筑穂町大字大分567 ☎(09487)-2-0390

ソフトスタート・ストップで衝撃を吸収するシリコンカップリング付
Seibu 電動旋回装置

SMT形

建築用クレーン
 造船用クレーン
 一般産業用クレーン
 鉄塔建設用クレーン
 港湾荷役用クレーン
 ・ターンテーブル
 ……など幅広く活躍

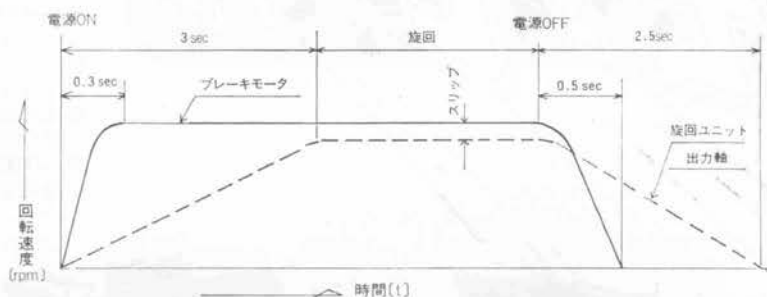


SMT形(標準タイプ)

図-1 旋回特性曲線(始動—停止時間)

18t.mクレーン実負荷試験

SMT-2.2の例



始動時モータは無負荷始動となり、図-1のように急激に加速されるのに対して、出力軸はシリコンカップリングの特性から徐々に加速されるため衝撃のないスムーズなスタートをします。

使用例

“クレーン”
 の旋回に

カタログ及其他詳細資料
 後希望の方は下記最寄の
 営業所に問合せ下さい。



Seibu

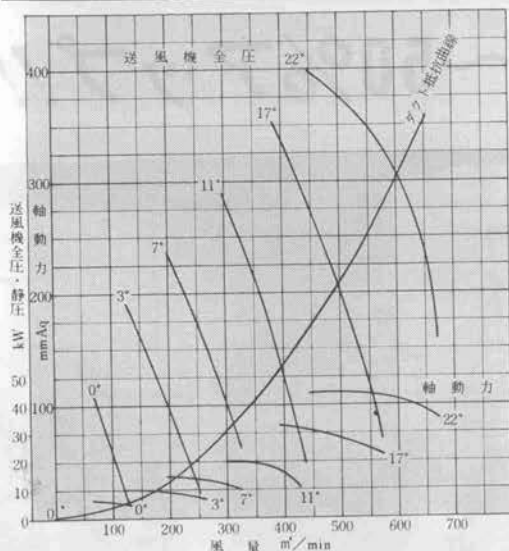
西部電機工業株式会社

本社 福岡県粕屋郡古賀町 ☎ 09294-3-7071 大代表
 営業所 札幌011-221-0521・東京03-271-3321(代)・名古屋052-241-9126・仙台0222-49-2794
 大阪 06-372-8271・広島 0822-48-1754・九州09294-3-7071

Seibu

FEP形 省エネルギー 高風圧可変ピッチプロペラファン

■トンネル工事用 ■炭鉱 ■換気用 ■空調用



FEP-7015形 性能曲線図
電動機45kW 翼角度0°~22°

〈説明〉
 最大風量 600m³/minから
 最小風量 130m³/minまで
 動力 45kW~5kW
 まで、任意に調整出来ますから、
 必要に応じた調節により大幅な
 省エネルギー効果が得られます。

特長

1. 翼角度を変更する事によって、風量は必要に応じて最適な調整ができます。しかも最大角から最小角へ可変をしても、一定風圧を維持できる翼形となっています。
2. 風量の調整によって最小から最大の動力が1：6の広範囲に調整できる翼形となっていますので、大きな省エネルギー効果を発揮します。
3. 50Hz、60Hzとも何れにも使用できます。
4. 可変ピッチの操作は調整窓から、モータの前後にある翼車の羽根を同時に調整できる構造となっています。
5. 最適な風量の調整は、本体（調整用カバーのところにある）銘板に示した角度に変える事により求められます。
6. 最大角から最小角へ可変をしても一定風圧を維持できる翼形となっています。
7. 可変機構はネジによるリジット構造ですので正確に安定した調整ができます。
8. 騒音に対してはサイレンサーのケーシング内外胴に吸音材を充填し騒音対策を施していますが、最大~最小へと風量減の調整を行ないますと騒音は更に、10dB(A)程度は低くなります（当社比）

仕様

項	形 式	定 格							
		送 風 機			三 相 誘 導 電 動 機				
		口径 mm	風 量 m³/min	送風機全圧 mmAq	出力 kW	時 間 定 格	同期回転数 rpm	周波数 Hz	極数 P
1	FEP-5004	500	300	400	30	レンジク	3000/3600	50/60	2
2	FEP-6007	600	450	300	30	レンジク	3000/3600	50/60	2
3	FEP-7015	700	600	300	45	レンジク	3000/3600	50/60	2
4	FEP-9001	900	1000	350	75	レンジク	1500/1800	50/60	4

カタログ及其他詳細資料御希望の方は下記最寄の営業所に問合せ下さい。

Seibu

西部電機工業株式会社

本社 福岡県粕屋郡古賀町 ☎09294-3-7071 大代表
 営業所 札幌011-221-0521・東京03-271-3321代・名古屋052-241-9126・仙台0222-49-2794
 大阪 06-372-8271・広島 082-248-1754・九州09294-3-7071

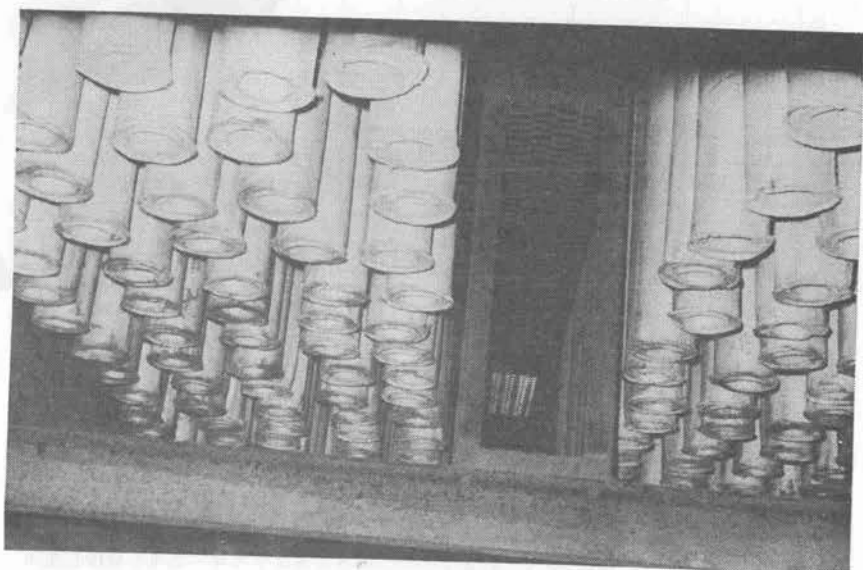
ダブルバグ[®]

JEMCO

乾式集塵装置

ばい塵処理能力40~50%アップ!!

ダブルバグ480本装備
バグフィルタ内部
処理風量1100M³/MIN
にて稼動中
—日本鋪道(株)殿納入—



○乾式集塵装置の小型化に

現在ご使用中のバグフィルタにダブルバグをとりつけ他の機構はそのままで処理能力が一挙に40~50%アップできる画期的なバグフィルタです。

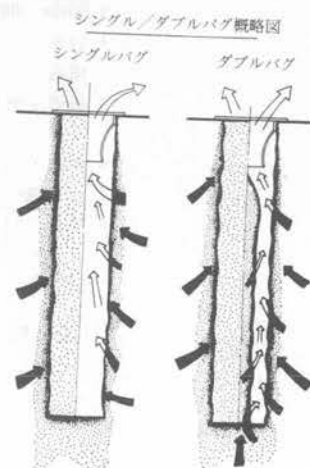
ダブルバグにより濾布のとりつけ本数が少くなり、例えば従来型シングルバグ340本はダブルバグ230本となります。

○排出ばいじん量新規正対策に

現在御使用中の湿式集塵装置のスペースに同じ処理量のダブルバグ集塵装置を置換できます。

○設備投資の軽減に

米国アステック社の技術と当社の実験研究と日本鋪道(株)殿のご協力により、数千時間の現地テストにより協同開発され、性能は抜群です。



特許出願中



ゼムコインタナショナル株式会社

東京都大田区大森北1-28-6 ☎<03>766-2671 代表

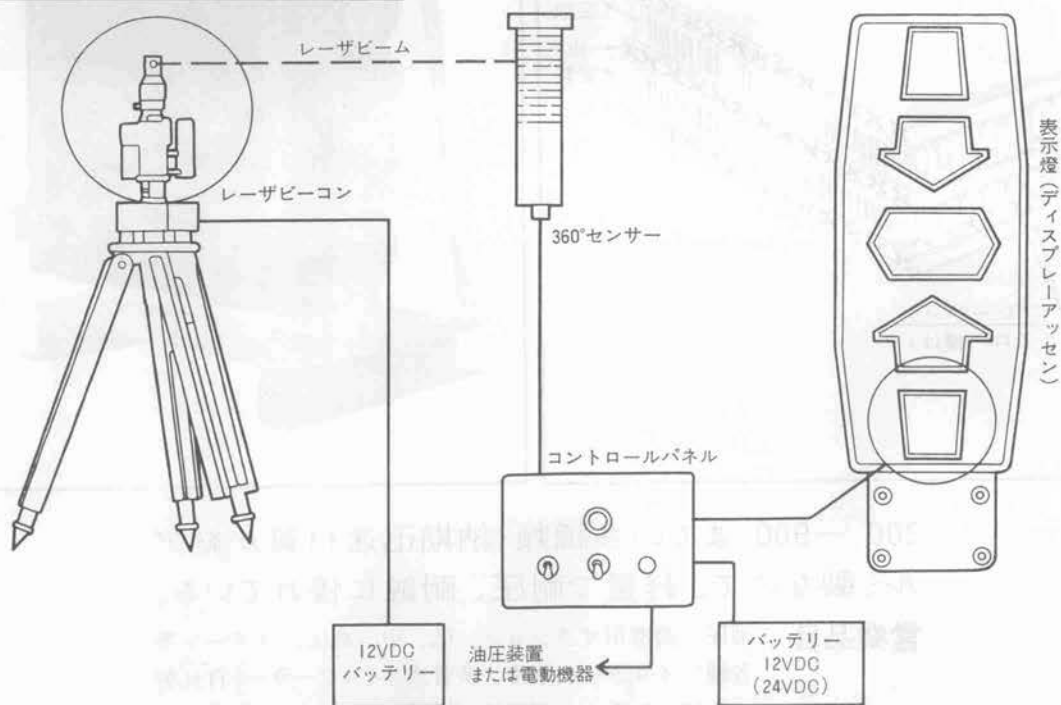
レーザービームで建設工事の省力を!

特 徴:

- 建設機械の自動制御に最適な構造(堅牢、取扱簡単)。
- 温度(-18℃~+67℃)、風、振動の影響を自動補正する。
- レーザービームによる上昇、下降またはステアリングの制御信号を大きな5灯式ディスプレイアッセンにより周囲の広範囲な所から観測確認できる。



- 高精度、レベルのチェックにも最適。
- 縦断、横断二方向に勾配がとれる。
- 取付の御相談に応じます。
- アスファルトフィニッシャ、モータグレーダ、ベースペーパー、ブルドーザ等に取り付可能。



(米)レーザーアライメント社

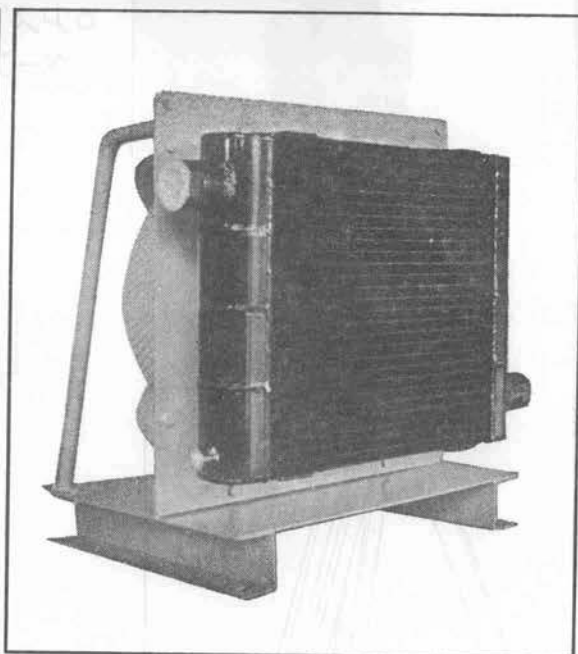
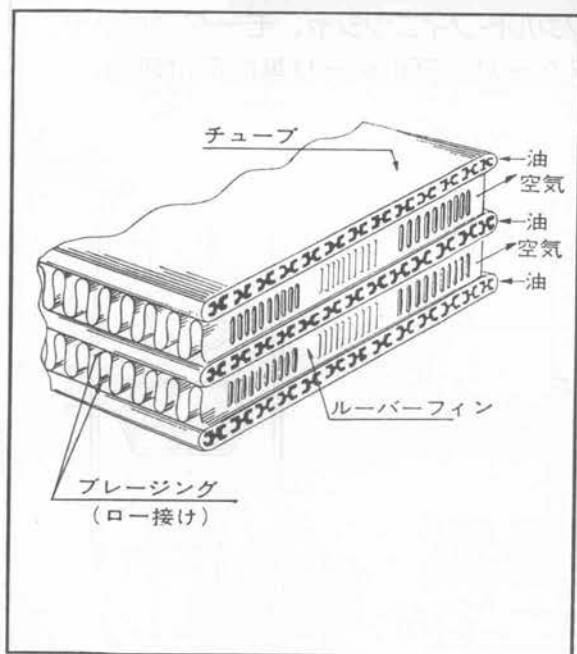
輸入元 **日本ゼム株式会社**

東京都大田区大森北1-28-6 ☎ 03-766-2671

TAISEI

大手建設機械メーカーへ 多くの実績を持つ 空冷オイルクーラーシリーズ

— 低価格・高性能・軽量 —



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

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



大生工業株式会社

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

●明日を創造する！



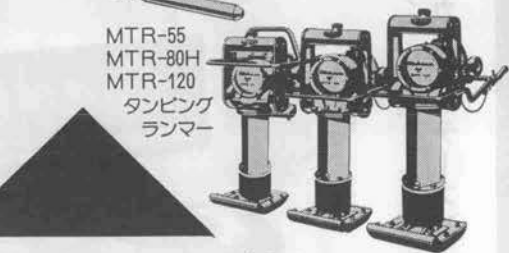
MFG-2500
高周波エンジンゼネレーター



MVI-MD
高周波バイブレーター



MVP-3LA
水中ポンプ



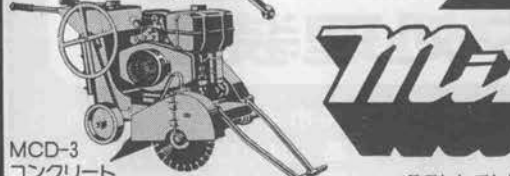
MTR-55
MTR-80H
MTR-120
タンピング
ランマー



MCD-1UA
コンクリートカッター



MPT-36A
パワートローウェル



MCD-22
コンクリートカッター

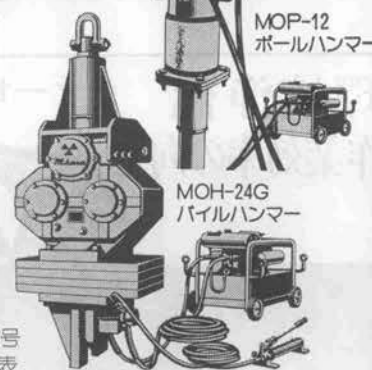


MCD-3
コンクリート
カッター

過酷な耐久テストと再度の精密検査を重ねて製品化される高度な三笠製品は、つねにその性能をフルに発揮し、内外各国のユーザーから絶大な信頼を得、また完璧なアフターサービスは世界の Mikasa の技術と信頼を更に力強く支えています。

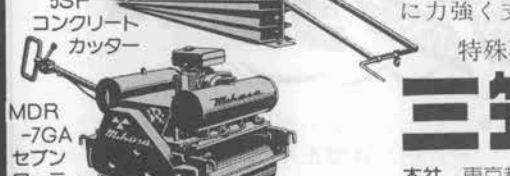
特殊建設機械メーカー

三笠産業

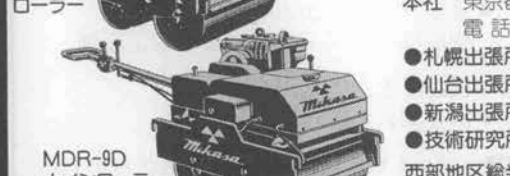


MOP-12
ボールハンマー

MOH-24G
ボールハンマー



MCD-5SP
コンクリート
カッター



MDR-7GA
セブン
ローラー

本社 東京都千代田区猿楽町1丁目4番3号
電話 03 (292) 1411 大代表

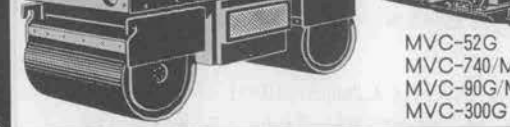
- 札幌出張所 札幌市中央区大通西8-2 (定田ビル) 電話 011 (271) 1931代
- 仙台出張所 仙台市卸町5-1-16 電話 0222 (98) 1521代
- 新潟出張所 新潟市堀之内324 (ユタカビル) 電話 0252 (84) 6565代
- 技術研究所 埼玉県白岡町 ●工場 群馬県館林市/埼玉県春日部市

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 電話 06 (541) 9631代表 出張所 名古屋/福岡



MDR-9D
ナインローラー



MDR-20N
ダブルローラー



MVC-52G
MVC-740/MVC-70G
MVC-90G/MVC-110F/MVC-130V
MVC-300G プレートコンパクター

即・即・即・即… 日報処理

- グラウトデータファイル
- ホールマスターファイル

グラウトデータ
(カセットテープ)



- ステージ報
- 総括日報
- 孔別報
- データ解析

効率的な日報作成に—— **GDC-80**
グラウトデータ処理装置

建設制御の明昭

Meisyo

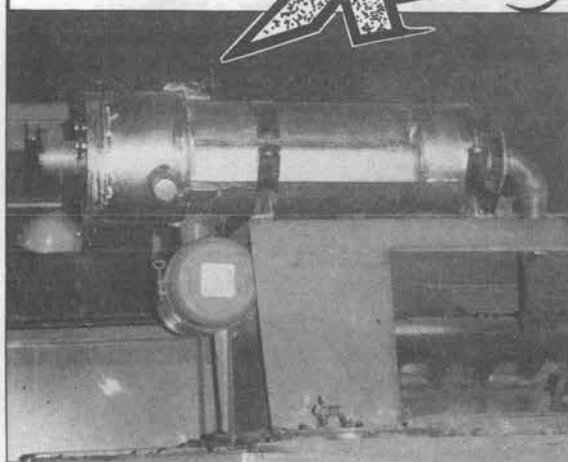
明昭株式会社

神奈川県川崎市中原区市ノ坪199
〒211 電話 (044)433-7131(代)

環境浄化 ディーゼル排気浄化装置
作業効率の向上

スパークロン[®] SDMC

特許
特許出願中



- 特 色 ● カーボン捕集の機構を内蔵、ススによる触媒槽の目づまりがありません
- 触媒ライフ 2000時間
 - 触媒はパラジウム系で価格安定廉価

- 効 果 ● 黒煙除去、CO、HC減少
- 消音減衰率の向上

利用機種 プルトザー、ショベル、ダンプトラック、コンクリートミキサー車、フォークリフト、発電機等すべてのディーゼルエンジンに適用可能

その他の取扱製品

- スパークアレスタ………スパークロンSP型
- 消音器………スパークロンSPM型
- トンネル内集じん機…スパークロンSCCシステム



株式会社

イマイ

〒143
東京都大田区大森北6の13の1(コーポ・マレ)
電話 東京(03)766-5819(代)

豊かな実績

ずり出し機械 新しいアイデア

- 自動土砂排出装置
(特許)
- テルハ式排土装置
- スキップ式排土装置
(実案)
- ダンプ用カーリフター
- 土砂ホッパー

※その他現場状況に合わせ
設計、製作いたします。

※機種によりレンタルも
可能です。



●安全 ●高能率 ●低騒音

YBM-110型 バケット8M³ 能力1000M³/%(地下25Mより)



吉永機械株式会社

東京都墨田区緑4-4-3 TEL(03)634-5651(代)



特許 南星の複線式

H型ケーブルクレーン

- ★主索2本の間何処からでも積卸しが可能で広範囲に打設が出来る。
- ★主索2本は長さが相違しても、高さの差があっても可能で、地形に制約されずに設計が容易である。又地盤の切削が必要でない。
- ★遠隔コントロール装置により操作が容易で、サイリスタ、渦流ブレーキ制御方式で速度制御が可能である。

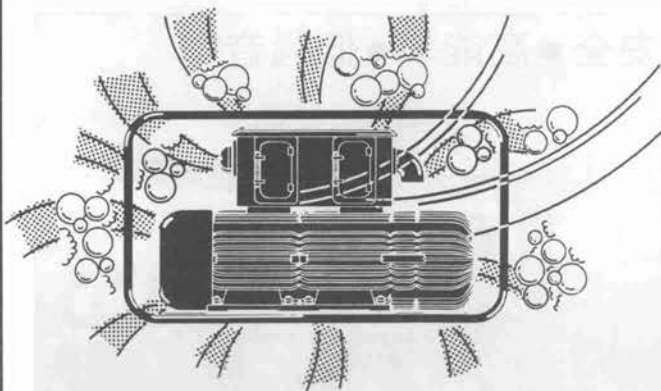


株式会社 南星

本社工場 熊本市十津寺町4-4 TEL 0963(52)8191(代)
 東京支店 東京都港区西新橋1-18-14(小里会館ビル2F) TEL 03(504)0831(代)
 営業所 札幌011(781)1611/盛岡0196(24)5231/仙台0222(94)2381/長野0262(85)2315/名古屋0568(72)4011
 大宮06(372)7371/広島082(232)1285/福岡092(721)5181/熊本0963(52)8191/宮崎0985(24)6441
 出張所 北関東0286(61)8088/前橋0272(51)3729/甲府0552(32)0117/松本0263(25)8101/新潟0252(74)6515
 富山0764(21)7532/大分0975(58)2765
 駐在所 秋田0188(63)5746/鹿児島0992(20)3688

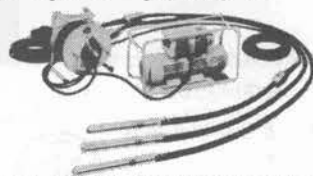
塵・水分・シャットアウト

悪条件を克服する 全閉型コンバータ



48V高周波バイブレータはコンクリート施工の中心機種になりつつあります。使用電圧48Vなので安全性が高く、軽量なので操作性にすぐれたHMV型内部振動機。堅牢で大速心力を誇るHKM型振動モータ。そしてこれらに3相48V200/240Hzの電源を供給する全閉外扇型コンバータ(HFC-CB型)。コンバータとバイブレータをつなぐ専用コードリール。ハヤシは豊富な現場経験にもとづいた48Vバイブレータシステムを提唱し、作業現場の安全と生産性向上のお役に立ちたいと思っています。

時代の主流、ハヤシの高周波 48Vバイブレータシステム



新型コンバータの詳細、納入実績を誇る各種バイブレータについては全国の販売店、あるいは当社各営業所にお問い合わせ下さい。

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1-18-5 ☎03(434)8451(代)
大阪支店 〒564 大阪府吹田市江の木町29-8 ☎06(385)0151(代)
工場 〒340 埼玉県草加市稲荷町1558 ☎0489(31)1111(代)

札幌営業所 ☎011(811)0993	北関東営業所 ☎0285(25)1421	広島営業所 ☎082(255)3677
盛岡営業所 ☎0196(38)6699	横浜営業所 ☎045(922)4541	高松営業所 ☎0878(82)7117
仙台営業所 ☎0222(59)0531	名古屋営業所 ☎052(914)3021	九州営業所 ☎092(451)5616
新潟営業所 ☎0252(86)5611	金沢営業所 ☎0762(91)6931	鹿児島営業所 ☎0992(59)0835

クラッチフェーシング、プレーライニングには……

トヨカロイ

焼結合金摩擦材

Velvetouch®

トヨカFC

ペーパー質摩擦材

米国 THE S.K. WELLMAN CORP. (商品名 Velvetouch) との技術提携により、世界水準を行く製品(トヨカロイ)としてご好評を得ております。

東洋カーボン株式会社

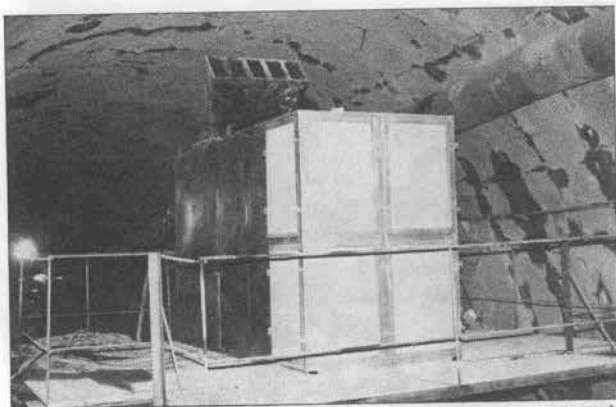
本社 東京都中央区日本橋2-10-1 TEL(271)7324(代表)
大阪営業所 TEL(203)4612/名古屋営業所 TEL(581)4591
福岡営業所 TEL(281)7187/工場 茅ヶ崎・山梨・滋賀

クリーンな環境を創造する…

高性能集塵機 **RE** ユニットバグ

REユニットバグを採用すると……

- 局所処理するので粉塵拡散を防止し、快適な環境を創出します。
- 可視距離低下による災害を防止できます。
- 従来の粉塵処理に必要な風量が低減でき、総換気コストが低減できます。
- 完成トンネル部分、坑外の汚損を防止できます。



RE 500H・NATM・60m

■ 特 長

最高の汚過精度 大気よりクリーンな吐出空気、 0.5μ × 99.98%の高精度です。

最高の捕集率 ユニークな構造で捕集限界断面を拡大、捕集効率は、同クラス最高です。

軽量小形化 他社比1/2のコンパクト化、自由なマウンティングが可能です。

低ランニングコスト エレメントの汚過負荷配分が理想的で、メンテナンスも簡単。
大風量で低動力、ランニングコストを低減します。

簡単なメンテナンス 集塵機内部は常にクリーン、整備費を軽減します。

■ 仕 様

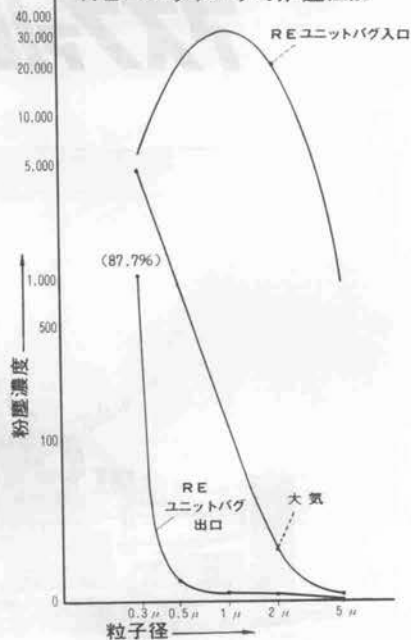
機種	処 理 風 量	適応断面	寸 法	動 力	重 量
RE-500H	500m ³ /min (600m ³ /min MAX)	60m ²	3,500 ^t ×1,400 ^w ×2,080 ^h	37kw 200V-3φ	2,200kg
RE-250H	250m ³ /min (360m ³ /min MAX)	40m ²	3,200 ^t ×1,400 ^w ×1,450 ^h	22kw 200V-3φ	1,100kg
RE-140H	140m ³ /min (200m ³ /min MAX)	20m ²	3,200 ^t ×1,000 ^w ×1,450 ^h	15kw 200V-3φ	800kg

*その他、圧気仕様、防爆仕様、特殊仕様があります。

▶ディーゼル排ガス黒煙汚染は、黒煙除去フィルター「REフィルター」でクリーン化を!!

▶RE-09 (12,000~6,000cc) RE-05 (6,000cc以下) 2機種そろってさらにコンパクトになりました。

REユニットバグの汚過性能



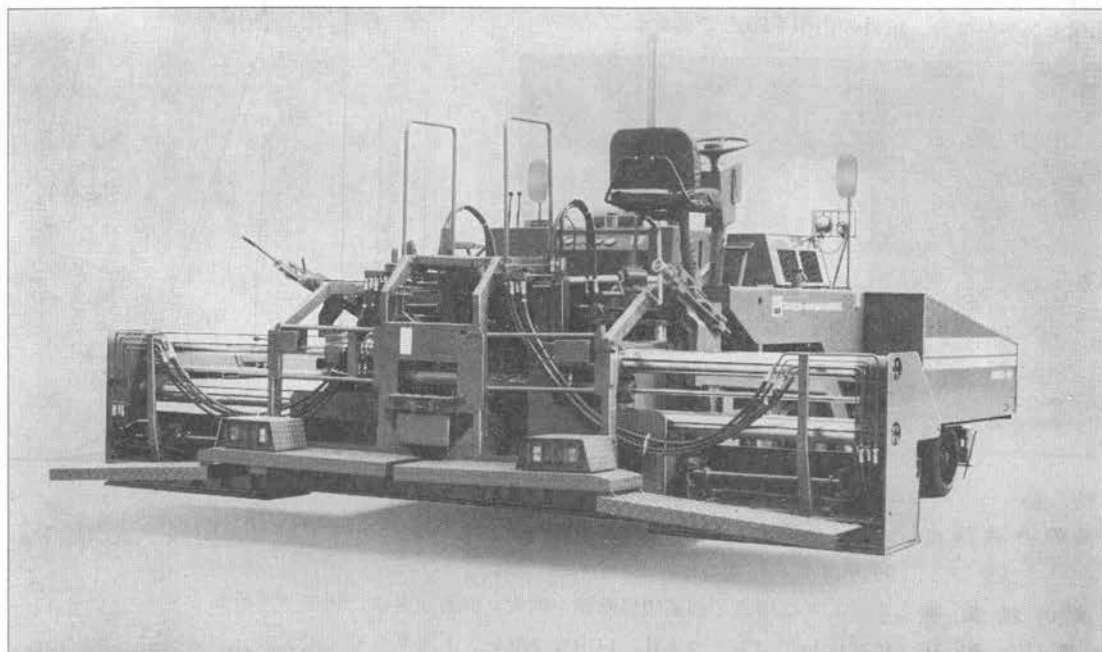
NATM吹付稼働中の実測
パーティクルカウンター285cc中計数値

株式会社 流機 エンジニアリング

本 社 〒105 東京都港区虎ノ門1-20-10(西松ビル) ☎(03)508-1477代表
大阪営業所 〒530 大阪市北区大融寺町2-17(太融寺ビル) ☎(06)315-1831代表

TOYODA BARBER-GREENE

エキステンダマット 全油圧式 伸縮スクリッド 25BE111型 ホイール式 アスファルト・スリッパ



3つの新機構をもった エキステンダマット(特許申請中)

★ハイト・アジャスト機構

エキステンション・スクリッドの高さ調整が軽いハンドル操作で即座に出来ます。

★スロープクラウン機構

メイン・スクリッドのクラウン機構に加え、エキステンション・スクリッドにスロープクラウン機構を設け、ショルダ部の摺り付け舗装が出来ます。

★エキステンション機構

2本の堅牢なガイドシャフトにより、な

めらかに伸縮出来ます。

高さ調整の出来るプレストライクオフ

メイン・スクリッド、エキステンションスクリッド共プレストライクオフを備えており、あらゆる合材に対して安定した舗装が出来ます。

スクリッド全域にわたる加振装置

各スクリッドは油圧モータを備えており、均一な展圧密度が得られます。

均一加熱の出来るプロシッパ装置

チューブ方式によりスクリッド全巾にわた

り均一な加熱が出来ます。

フロントにボギーホイール、リヤに高荷重タイヤを採用

ホイール・ベースの延長、接地圧の大巾低減、車体の安定性の向上により舗装上面の平坦性及スリップ防止を計りました。

仕様

舗装幅員……………2.0~4.8m
定格出力……………70PS/2,100rpm
舗装速度……………0~40m/min
総重量……………11,000kg

製造
販売

株式
会社

豊田自動織機製作所

極東貿易株式会社(建設機械第1部第2課)

〒100-91 東京都千代田区大手町2-2-1(新大手町ビル7F) TEL(03)244-3809
支店 札幌 ☎011-221-3628 仙台 ☎0222-22-8202 沼津 ☎0559-63-0611
名古屋 ☎052-571-2571 大阪 ☎06-344-1121 福岡 ☎092-751-0303

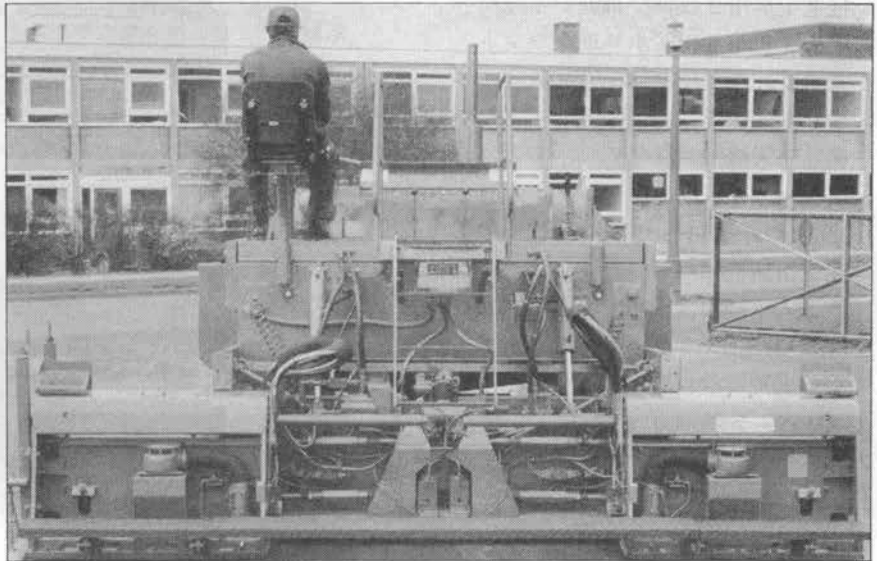


BARBER-GREENE

SA-144A型 Asphalt Finisher

御希望により、あらゆるタイプのスクリードが選べます。

- タンバー式スクリード
- パイプレートリー式スクリード
- コンビネーションスクリード(タンバー式、パイプレートリー式併用)
- 油圧式伸縮自在スクリード



- 高度の締め固めと優れた仕上り面が、保証される。
- 標準舗装2.5m 最大舗装巾6m—輸送に便利



本邦取扱店

極東貿易株式会社

建設機械第1部第2課

本店 〒100-81 東京都千代田区大手町2の2の1 (新大手町ビル7階) 電話 03 (244) 3809
 支店 札幌・仙台・沼津・名古屋・大阪・福岡
 指定整備工場：マルマ重車輛株式会社
 東京都世田谷区桜ヶ丘1-2-19 電話 (429) 2131

●明日をつくる建設の機械化・合理化・安全につくす……

営業品目(土木関係)

- 各種シールド掘進機
- 推進工用油圧装置
- 推進工用2段伸び推進ジャッキ
- 泥水シールド用泥水処理プラント
- 泥水シールド用流体輸送装置
- ずり搬送装置
- 裏込注入機械装置
- 坑内用・乾式高圧トランス
- ダンステップ(坑内用・合成樹脂製あゆみ板)
- 隧道用諸機械・機材
- ナトム工法用諸機械
- ダム用パイプドローザ
- 超軟弱地盤改良処理装置
- スーパーラダー(立坑・地下工用吊り階段)

レンタル商品・在庫豊富

- シールド用ジャッキ・油圧ユニット
- 2重推進ジャッキ
- 泥水処理プラント
- 乾式高圧トランス(75~300kVA)
- ダンステップ
- ナトム工法関連機械
- スーパーラダー
- 仮設機材一式



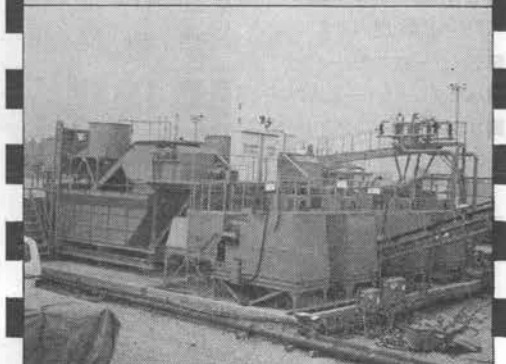
創業58年

簡機械工業株式会社

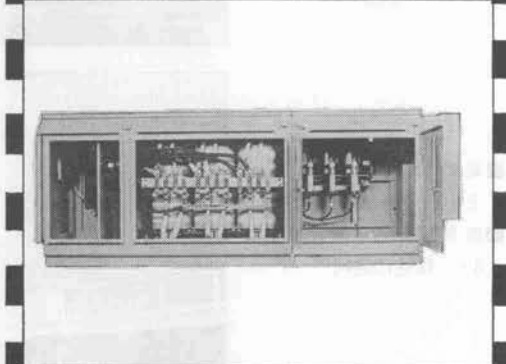
本社 千550 大阪市西区南堀江3-9-27 ☎ 06(541)7931
 東京支店 千101 東京都千代田区三崎町3-10-5 ☎ 03(263)1531
 名古屋営業所 千450 名古屋市中村区名駅南3-14-9 ☎ 052(581)4316
 京都営業所 千615 京都市右京区西院平町25(東商ビル) ☎ 075(314)4460
 福岡営業所 千812 福岡市博多区博多駅東1-9-15 ☎ 092(431)7181
 スガリス(株) 千572 寝屋川市点野3-22-22 ☎ 0720(27)0661



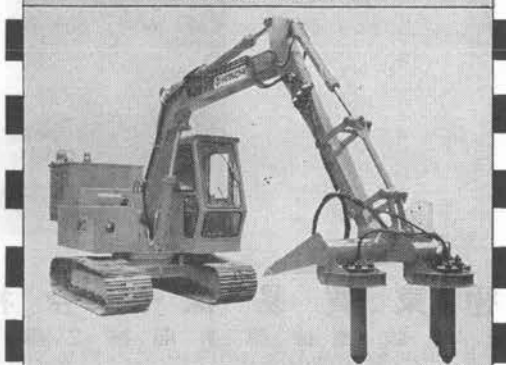
奥村機械製泥水シールド掘進機



三央・泥水シールド用泥水処理プラント



乾式高圧トランス



パイプドローザ(ダム用機械打パイプレーター)

千葉工業の バケット



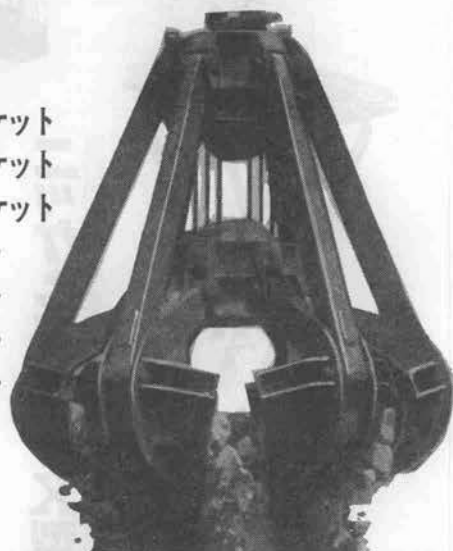
掘削・浚渫用

クラムシェルバケット

(ドレッジャー)

—営業品目—

クラムシェル バケット
ドラグライン バケット
ドレッジャー バケット
クラブ バケット
フォーク バケット
ポリップ バケット
シングル バケット



石搗み・スクラップ用

ポリップバケット

(オレンジピール)



木造家屋解体と
スクラップ掴みに
(実用新案登録済)

フォーククラブ

バケット・クレーン・各種アタッチメントの専門メーカー



千葉工業株式会社
千葉商事株式会社

(千葉工業株式会社内)

千葉県松戸市串崎新田189
千270 ☎ 0473-86-3121 (代)

営業所 ☎ 0473-87-4082 (代)

土木・建築・電設・空調・看板・塗装・造園・引越し・報道関係等に大活躍

高所作業車 貸します!



- 最大作業高さ:11m
- 最大持上能力:1,000kg

X型の特長を生かしたフレーム取付けベースの固定により安定性が抜群、傾斜感知器と過荷重防止装置により安全性を完璧に、またノーバンクタイヤの使用でアウトリガー不要、さらに操作は全て作業台で行なえる、等、高所作業をより迅速に効率よく安全なものにしました。

不整地に強いクローラー式もあります。



boomリフト

自走式高所作業車

- 最大作業高さ:8m~20m
- 定格荷重:100kg(又は1名)~200kg(又は2名)

作業範囲が大きく、バケット内での操作で前後進、カジとり、走行、旋回がスムーズに行えます。タイヤ式と、不整地に強いクローラー式があります。



タワーリフト

一人乗用簡易リフト



- 最大作業高さ:6.5m
- 最大持上能力:130kg
- 手動式

一人で手押し移動ができる軽量なアルミニウム製。しかもコンパクトに折りたたみ、狭い場所でも容易に搬入できます。また、フレームの水準器により水平を確認できます。



シグマΣリフト

電動式簡易高所作業台



- 最大作業高さ:6.7m
- 定格荷重:150kg(又は2名)
- 電動式(AC100V)

ユニークなスタイルをした簡易高所作業台、電動式(AC100V)で騒音もなく、しかも2人で同時に作業することが出来ますから、作業の能率を大巾にアップします。

★レンタルのニッケンでは、お客様からのご要望により安全講習会を無料で行ってまいります。

建設機械の製造・賃貸・販売 ● レンタルのニッケン

営業本部 〒100 東京都千代田区永田町2-4-12 山王グランドビル3F
TEL 03(593)1551(代)

ニッケンリフト・boomリフトの使用現場ビデオテープ、カタログ等用意しておりますので、ご請求ください。

北海道地区——
札幌支店 011(751)5655
札幌南 011(854)3933
岩見沢 01262(3)8978
旭川 0166(54)6826
滝川 0125(22)5338
東北地区
東北支店 0222(96)0791
青森 0177(41)4545
八戸 0178(43)9217
秋田 0188(63)7442
盛岡 0196(24)3633
山形 0236(42)3678
古川 02292(3)8017
石巻 0225(96)6425

仙台 0222(96)9231
白石 02242(5)8826
原町 02442(4)1664
福島 0245(58)0760
気仙沼 0226(23)8152
宮古 01936(3)7799
郡山 0249(34)0824
いわき 0246(28)3187
信越地区
信越支店 0258(28)0888
新潟 0252(75)5181
新潟西 0252(83)5177
長岡 0258(27)4031
六日町 0257(6)2052
柏崎 02572(3)5742
上越 0255(43)6166

糸魚川 02555(2)3711
長野 0262(85)3766
松本 0263(36)3177
富山 0764(33)6823
関東地区
関東支店 0284(72)5135
宇都宮 0286(65)2261
宇都宮東 0286(33)4572
宇都宮西 0288(22)9411
小山 0285(25)2080
小田原 0284(72)5121
生田 02776-6631
前橋 0272(43)5304
高崎 0273(46)1277
高崎南 0485(23)3231
大宮 0486(52)1051

水戸 0292(47)0652
土浦 0298(21)9248
竜ヶ崎 02976(2)7681
東京地区
東京支店 03(593)1551
柏 0471(63)5235
東京北 03(859)3031
千葉 0436(43)4711
川崎 044(355)8101
横浜 045(824)1141
厚木 0462(28)1188
東海地区
名古屋支店 0568(72)4191
小田原 0465(83)1466
甲府 0552(41)4331
富士吉田 0555(4)2678

富士 0545(53)1070
沼津 0559(21)5361
静岡 0542(81)1515
藤枝 0546(43)1711
浜松 0534(21)1750
豊橋 0532(55)3650
岡崎 0564(24)6268
名古屋 052(624)4508
岐阜 0582(73)0811
四日市 0593(46)4731
大阪地区
大阪支店 06(534)1061
大阪東 06(746)1185
滋賀 0749(23)2741
京都 075(622)7723
神戸 078(929)0388

中国・四国地区——
岡山 0862(71)1631
広島 082(879)3411
福山 0849(53)5827
高松 0878(66)0862
松山 0899(73)8400
九州地区
北九州 093(511)2631
福岡 092(504)2300
福岡東 092(622)1116
大分 0975(52)1266
熊本 0963(80)5576
熊本南 0963(57)0335
鹿児島 09572(3)3834
鹿児島南 0992(56)2261
川内 0996(20)1896

低周波誘導加熱装置

特許 《重油燃焼のない画期的多用途加熱装置》

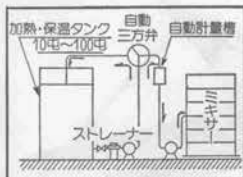
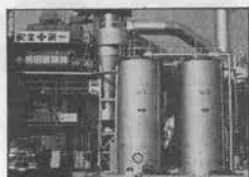
＝アスファルトプラント《約1,310万円/年間の損をあなたはしていませんか。》＝

省エネルギー(ワット表)

タンク器種	周波数加熱容量(kW)	建値価格(円)
10トン	1基 5	2,200,000
20 //	// 11	3,300,000
30 //	// 16	4,600,000

上記表より周波数の利用した加熱が証明する。省エネルギーにふさわしい小さなキロワット又耐久性、安全性の高いものであることに注目頂いています。

《割賦販売も御利用下さい》



■ランニングコスト年費比較表
20トンタンク2基

項目	加熱方法	H.Oヒーター方式	誘導加熱
重油量		16,000,000	0
電気料金		0	3,200,000
媒体油		300,000	0
計		16,300,000	3,200,000

年間差額は 16,300,000 - 3,200,000
= 13,100,000円、インターロック方式を加えるとさらに利益は、増加します。

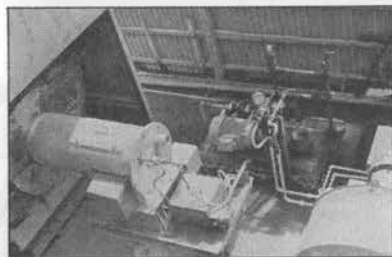
■アスファルトプラント(周波数加熱)

タンク及配管、計量槽、ミキシングタワーすべて誘導加熱で均一加熱し、安心した操作が約束されます。又配管及タンク等に媒体油は一切使用しないと言うのが当製品の特長です。

省エネルギー装置

超高压ドライヤーバーナー SPB

(特許出願)《世界に誇る超高压噴射圧力100kg/cm²～600kg/cm²》



■重油節減率8%以上を契約!!

■アスファルトプラント用ドライヤー燃焼装置
又一般加熱炉等に使用可能です。

■原理

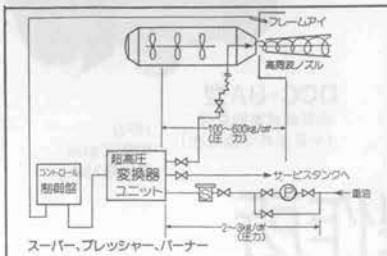
SPBバーナーは燃料油を超高压(MAX600kg/cm²)に加圧することにより燃料を超微粒化、0.1～0.3ミクロン(従来50～100ミクロン)することにより霧化を促進し燃焼速度を上げ最大の省エネを計ることを目的としたバーナーです。

■効果

1. 燃焼速度の向上
2. 燃料の微粒化による完全燃焼
3. バーナー先のカーボン附着度の解消
4. 着火時の煤煙の解消
5. 過乗空気(NOX)の低減

以上は全てにおいて効果は大である。

(既設バーナーとの交換は1日でOK)



株式会社 **ニチユウ**

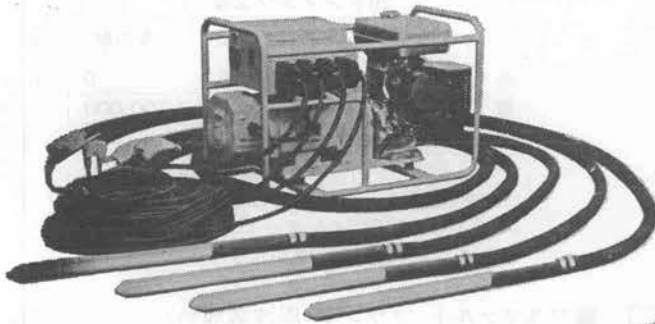
〒141 東京都品川区西五反田 2 の12の15 ☎(03)492-0051

東京フレキ

®

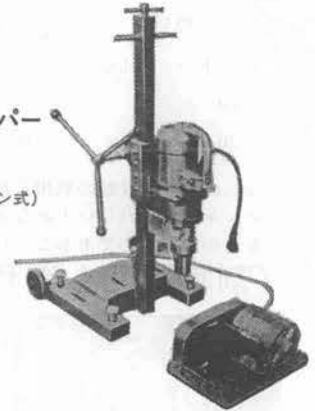
コンクリート バイブレーター カッター

世界に伸びる東京フレキの技術と実績!!

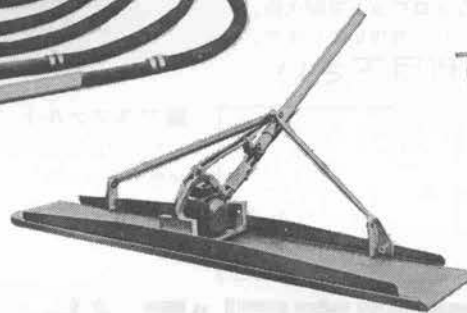


高周波バイブレーター
(エンジンゼネレーター式)

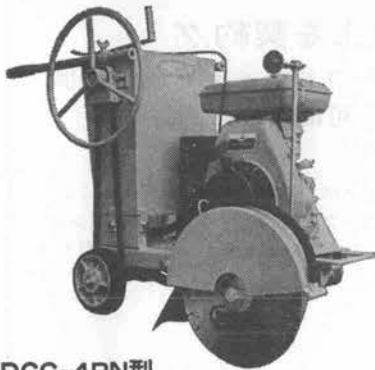
コンクリートタンパー
(土間仕上機)
CT-25M
(モーター式又はエンジン式)



コアボーリングマシン
BM-F型
(水平孔、垂直孔兼用機)



東京フレキのカッターは、新製品シリーズを加えて13機種となりました。業界随一の豊富な機種より御希望によりお選び下さい。



DCC-4RN型
回転ハンドル駆動式
切断深 15cm
重量 115kg



DCC-OR型
転量型4PS
切断深10cm
重量38kg



DCC-8A型
全自走式無段変速
(半自走式切替自在)
19PS
切断深30cm
重量360kg

株式会社 東京フレキシブル製作所

本社 〒144 東京都大田区羽田5丁目5番3号 電話 03(744) 8711(代表)

〒144 第1工場 東京都大田区羽田旭町15番地

電話 03(744) 7251(代表)

〒144 第2工場 東京都大田区羽田5丁目6番6号

電話 03(744) 3111(代表)

〒816 福岡営業所 福岡市博多区東那珂1丁目18番28号

電話 092(471) 7051(代表)

〒980 仙台営業所 仙台市柏木1丁目1~11

電話0222(75)1261(代表)

〒300 水戸出張所 茨城県土浦市中村町2区23班

電話0298(42)2217番

〒634 大阪出張所 奈良県橿原市川西町784-8

電話07442(7)8246(代表)

●西独スチールエンジンカッター

コンクリート二次製品 切断専用カッター



- 乾式ダイヤモンドブレード使用!
- 切れ味抜群! ●小型、軽量、防振ハンドル付!
- 従来の常識を破った二次製品切断カッター!

●仕様 エンジン様式…2サイクルガソリンエンジン
排気量…35cc
点火部…トランジスタイグニッションシステム
(ノーポイント)
混合比…25:1(スチール専用オイル)
総重量…7.5kg(9インチブレード付)

STIHL TS200スーパー

スチール専用 ドライブレード



スチールジャパンとクリステンセングループとの提携により共同開発されたドライ用・ダイヤモンドブレードは、切れ味と寿命にすぐれた、世界的レベルの製品です。さらに、ユーザー各位の使用条件に適したより良い製品を目指してたゆまぬ研究努力を重ね、使用される皆様のご期待に添える様念願しております。

- 特長 ●乾式ダイヤモンドブレードの使用により水を必要としない。
- 切断時間が大幅に短縮された。
- (例) 砥石使用のエンジンカッターと比較すると約1/3

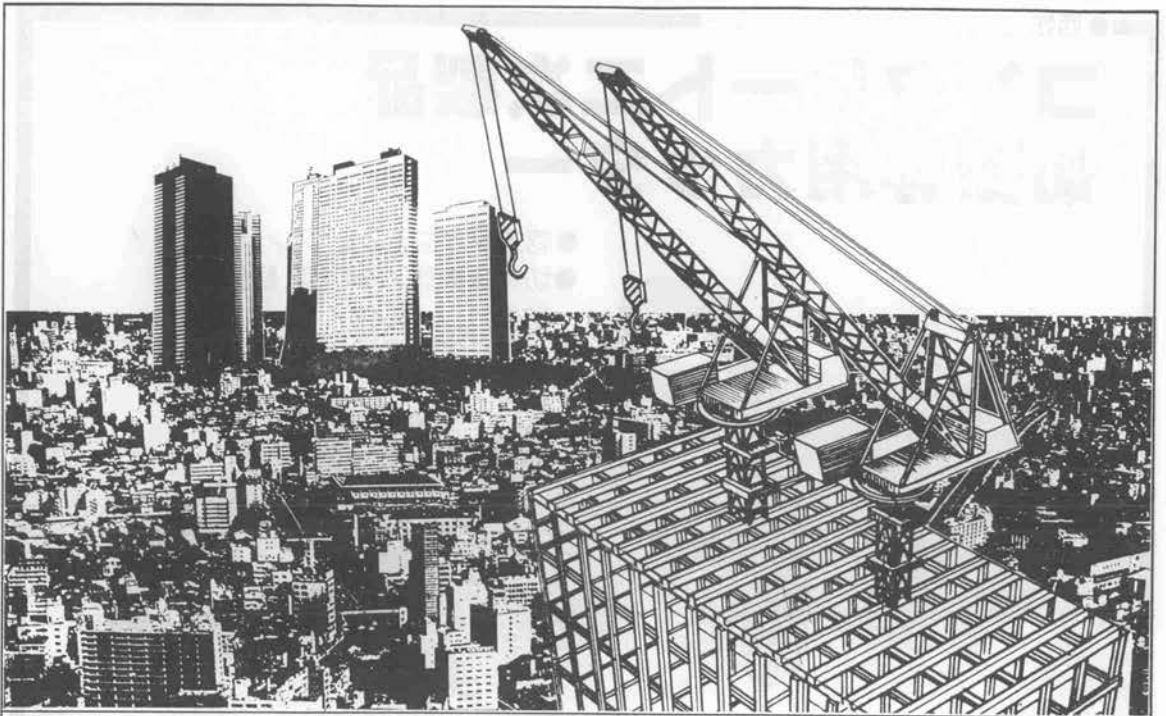
STIHL® エンジンカッター輸入元 スチールジャパン株式会社

〒181 東京都三鷹市中原1丁目8番14号 ☎(307) 6161
〒001 札幌市北区北六条西6丁目2番地(第一山崎ビル) ☎(741) 0511
〒980 仙台市木町通2丁目3番16号 ☎(72) 3521
〒531 大阪市大淀区本庄西2丁目12番23号(新三陽ビル) ☎(371) 4363
〒816 福岡市博多区西月隈1丁目60番地 ☎(472) 7021
〒862 熊本市田迎町杉橋112番地(高本ビル) ☎(78) 7007



ダイヤモンドブレード製造元 クリステンセフマイカイ株式会社

本社 東京都千代田区豊町3丁目7番地 ☎東京(03)263-0281(大代表)
テレックスNo. (232) 2787 CDPMK (〒102)
福岡支店 福岡市博多区博多駅前1-1-83(はかた近代ビル) ☎福岡(092) 431-6287(代表)
大阪支店 大阪府吹田市広芝町13-3 ☎大阪(06) 365-1141(代表)
シンガポール支店 シンガポール園、オーチャード・ロード、ファースト ショッピングセンター
北海道出張所 札幌市中央区南5条東2丁目(栄ビル) ☎札幌(011) 512-7931(代表)
大館出張所 秋田県大館市豊町4-48 ☎大館(0186) 42-1667



エンパイアステートビル。 超高層ビルの代名詞として長く使われてきた名前である。地上381m、102階、当時の建築技術の粋を集めて作られた。途中、2回にわたって、エレベーターに乗りかえねばならない内部構造ではあるが、まさに摩天楼を象徴する建物である。1973年、日系二世の建築家、ミノル山崎氏の設計による世界貿易センタービルが完成して、世界一の座をゆずりわたした。日本国内に於いても昭和43年4月霞ヶ関ビルの完成以来高層ビル建築の波が訪れた。今や新宿、池袋の副都心には、超高層ビルが林立している。西尾リースでは、ビル建築に欠くことのできないタワークレーン、ジブクレーン、エレベータをはじめ、仮設資材、門扉等の建築用機材から、土木・道路工用機械、トンネル工用機械まで広く建設機械を取り揃え、レンタルという形で皆様のお役に立っております。

〈日本五大超高層ビル〉

池袋	サンシャインビル 60階 240.0m
新宿	三井ビル 55階 225.4m
新宿	住友ビル 52階 210.3m
新宿	野村ビル 50階 209.9m
新宿	京王プラザビル 47階 179.55m

〈ビル建築用機械〉

- ジブクライミングクレーン
- ジブクレーン
- コンクリートタワークレーン
- リビット
- メッシュシート
- ピアット
- ステージドア
- 仮設門扉 他

〈高所作業用機械〉〈土木・道路工用機械〉

- スカイマスター
- スカイリフト
- スカイブーム
- パーソナルリフト 他

〈トンネル工用機械〉

- ブルドーザ
- ドーザショベル
- バックホウ
- 振動ローラ 他
- クローラジャンボ
- コンクリート吹付ロボット
- サイドダンプローダ
- 投光機テラスター 他

貸します

建設機械の総合レンタル——RENT ALL

西尾リース株式会社

本社 〒542 大阪市南区観谷中之町67 ☎06(251)7302(代)

東日本営業本部 〒103 東京都中央区八重洲1-7-10(今井ビル2F) ☎03(281)0240(代)

西日本営業本部 〒581 大阪府八尾市太田2-3-2-1 ☎0729(49)4500(代)

北海道 〒061-01 札幌市白石区厚別町小野幌298-101 ☎011(898)1240

仙台 〒981-31 宮城県泉市泉ヶ丘1-12-3 ☎02237(3)4339

宇都宮 〒321 宇都宮市石井町3-2-0-8 ☎0286(56)6240

名古屋 〒491 一宮市丹陽町九日市場36-3 ☎0586(77)5240

広島 〒733 広島市西区楠木町1-15-6 ☎082(232)5240

全国40営業所

資料請求券
建設の機械化
58.4

プレートコンパクタ

重量 50kg~150kg
移動車輪常備



VC-65R

エンジンスプレーヤ

CS-PT35/合車付
CS-P35/台車なし、車載式



CS-PT35

自動カーバ

AC-R8/油圧レシプロ式
AC-S8/スクリュ式



AC-R8

ディストリビュータ

自走式から車載式まで機種豊富
サブエンジン式及び全油圧式



DS-30FAT

小形路面切削機

切削巾1M
切削最大深度5cm
スライドカッタ式/ホイール式/ワンマン操作式



HRP-100

小形フィニッシャ

クローラ式/クローラはゴムパッド付/ワンマン操作
AF-250C/ワイドカー式スクリード/1.2M~2.5M
AF-240CS/スライド式スクリード/1.3M~2.4M
AF-300CS/スライド式スクリード/1.6M~3.0M



AF-240CS

ホイール式/機動性あり
AF-250W/ワイドカー式スクリード/1.55M~2.5M
AF-250WS/スライド式スクリード/1.55M~2.5M



AF-250W

ハ
ニ
タ
の
道
路
機
械

範多機械株式会社

東京都港区南青山6丁目14-11 TEL(03) 400-1901代
大阪市西淀川区竹島5丁目6-34 TEL(06) 473-1741代
福岡市博多区博多駅南3丁目5-30 TEL(092)472-0127代



ホイールローダも
高出力と
低熱費の
時代に
なった。

高出力・低燃費・低騒音を実現した

古河のホイールローダ

AL200B

☆レバー1本で前後進4速のらくらく操作。
☆持上力(6.7t)、掘起こし力(12.6t)、抜群の作業能力。

☆狭い現場でも小回りのきく小さい回転半径。

☆安全性の高い大形ディスクブレーキ。

☆155ps/2,000rpmの強力エンジン

- バケット容量(標準) 2.3m³ ●エンジン 三菱6D200
- 走行速度(4速) 34km/h ●定格出力 155PS
- 最大ダンプ高 2.9m ●最大けん引力 11.4t
- バケット幅 2.64m ●機械重量 13.4t

豊富に揃った古河のホイールローダ

	バケット容量	定格出力	機械重量
FL60A	0.6m ³	44PS	3,880kg
FL80	0.8m ³	52PS	4,665kg
FL120A	1.3m ³	85PS	7,660kg
FL160A	1.6m ³	106PS	8,850kg
FL320A	3.2m ³	210PS	18,300kg



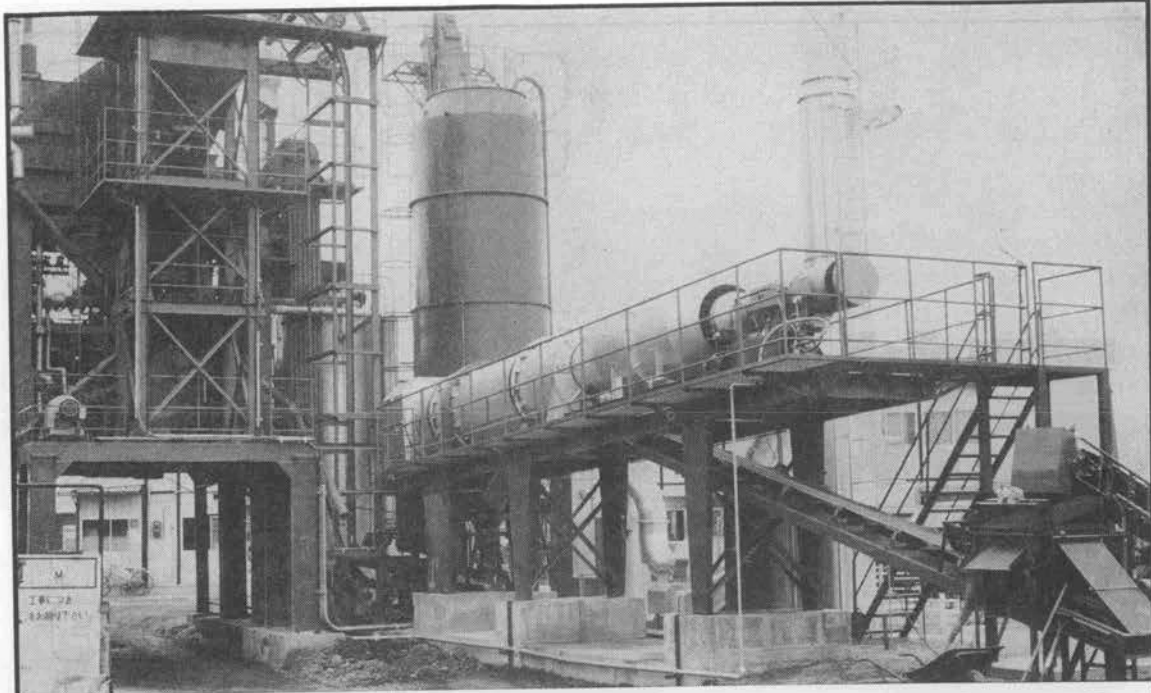
古河鋳業
FURUKAWA CO.,LTD.

本社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 千100

東京(03)212-6551
大阪(06)344-2531
岡山(0862)79-2325
高松(0878)51-3264

福岡(092)741-2261
名古屋(052)561-4586
金沢(0762)61-1591
仙台(0222)21-3531

秋田(0188)46-6004
盛岡(0196)53-3853
札幌(011)261-5686
田無(0424)73-2641



既設プラントに容易にセットできます。

ここまで進んでいる
日工の道路廃材のリサイクル装置。

アスファルト舗装廃材の処分方法は、ここ数年全国的な問題となり、いろいろな角度から検討されてきましたが、廃棄処分から再利用へ、いまその機運が高まっています。

日工のリサイクルユニットは、こうした社会の声を反映して形にしたニュータイプの再生合材生産装置。既設のプラントに接続できる装置として、いま注目を集めています。

技術と経験が生きています

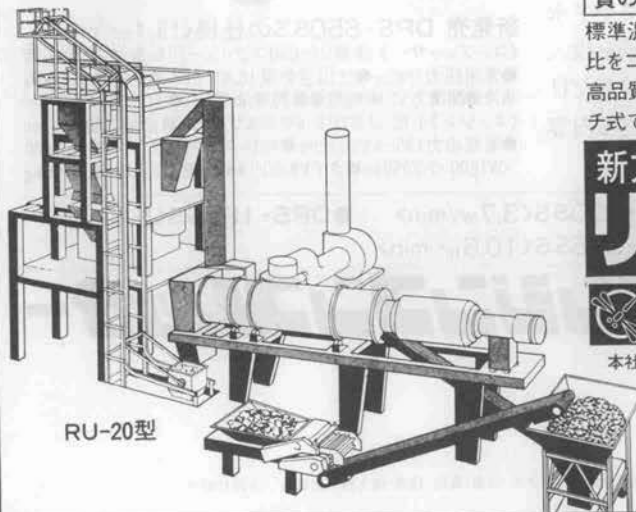
長年蓄積された技術と経験の上に、アメリカのボーイング社の技術を組み合わせた日工のリサイクルユニット。ひとつひとつの機能に、すぐれた技術が光っています。

既設プラントに接続

この装置は、100%リサイクル専用ではありません。計量槽とミキサ部は、いまのプラントを兼用しますので建設というよりも《接続》。従来のプラントで新合材を練りながら、廃材を有効に混合して利用するユニット装置です。

質の高い再生合材を生産

標準混合比率は25%。廃材の性質を見ながら合材の配合比をコントロールできますので、つねに使用目的にあわせた高品質の再生合材を生産することができます。しかもバッチ式ですから1回ごとに品種の切り換えもできます。



新方式 リサイクルユニット

日工株式会社

本社 / 明石市大久保町江井島1013-1 TEL(078)947-3131(代)〒764

支店・営業所

北海道 (011) 231-0441
東京 (03) 294-8121
北陸 (0762) 91-1303
近畿西 (0792) 88-3301
四国 (0878) 33-3209
九州南 (0992) 26-2156

東北 (0222) 66-2601
東海 (052) 203-0315
大阪 (06) 323-0561
中国 (082) 221-7423
九州北 (092) 521-1161

出張所

秋田 (0188) 63-1135
新潟 (0252) 41-3290
長野 (0262) 28-8340

SCREW COMPRESSOR

高効率と省燃費と...

時代を先取りした
数かずの機能を搭載して新登場!

エンジンコンプレッサーはデンヨー——この幅広い支持と期待にこたえて、評判の《PCシリーズ》にいま待望の新製品が誕生しました。能率アップとメンテナンスコストや燃費などのダウンを大胆に実現したこのニューモデル。まさに、時代の要請を先取りしたスーパースターです。

●新製品の5機種はいずれもスクリータイプ。IC制御によって自動暖機運転ができるコンパクト化された高性能機です。集中一面操作の使いやすさ、安全運転のためのOKモニターを装備、そして、音の静かさや半永久的な耐久性など、いま考えられるすべての技術を投入しました。その実力は、省エネ時代といわれる今日だけでなく、これからの時代においても充分対応できる内容をもっています。



新発売 DPS-650SSの仕様<18.4m³/min>
 《コンプレッサー》神鋼DC-650スクリー回転型油冷1段圧縮
 ●常用圧力7kg/cm² ●吐出空気量18.4m³/min ●冷却方式 強制油冷 ●潤滑方式 強制潤滑 ●潤滑油量50ℓ ●空気槽容量0.13m³
 《エンジン》小松SA6D110 6気筒4サイクル ●総排気量7130cc
 ●定格出力195ps/2200rpm ●燃料タンク300ℓ《大きさ》L3900
 ×W1600×H2060mm ●タイヤ6.50-148P 4輪《乾燥重量》3400kg

同時発売の新製品 ●DPS-130SS<3.7m³/min> ●DPS-180SS<5.1m³/min>
 ●DPS-270SS<7.6m³/min> ●DPS-375SS<10.6m³/min>

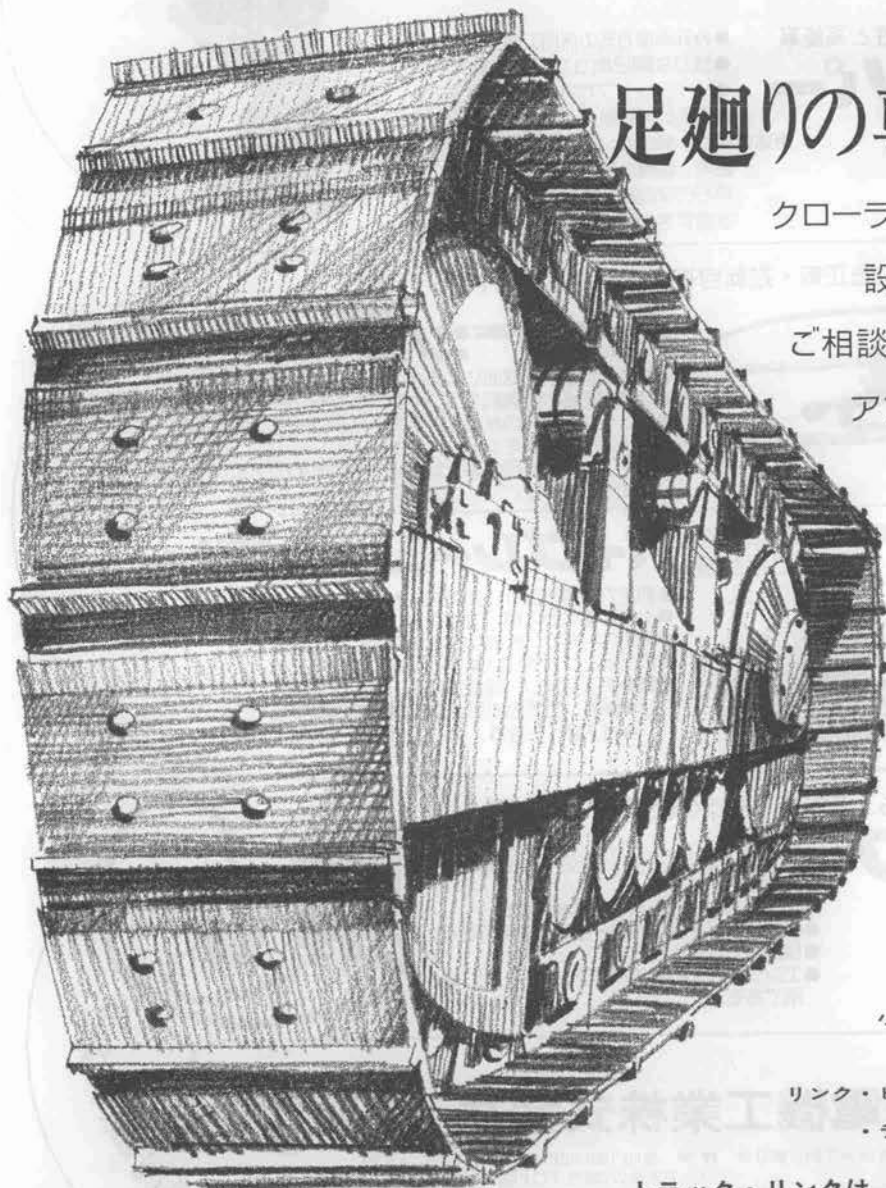
省燃費・防音型 **エンジンコンプレッサー**

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)389-3111(代表)
 支店営業所 / 札幌・奥羽・仙台・新潟・東京・北関東・横浜・静岡・名古屋・金沢・京都・大阪・広島・高松・福岡・南九州 出張所 / 全国40都市

TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

 **TOKIRON**



足廻りの専門家!

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

〈営業品目〉

小松・キャタピラー三菱
その他各モデル
リンク・ピン・ブッシュ・シュー
・ラグ その他足廻り部品

トラック・リンクは トキロンへ……

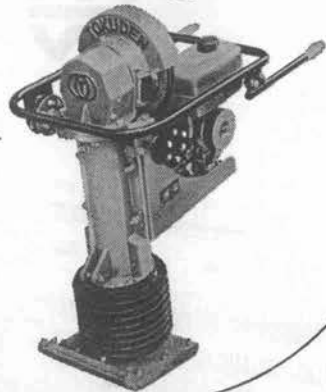
株式
会社

東京鉄工所

本社 東京都品川区南大井6-17-16(第二藤ビル)
〒140 ☎(03)766-7811 テレックス246-6098
土浦工場 茨城県土浦市北神立町1-10
〒300 ☎(0298)31-2211

トクデン は技術派、実力派!

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



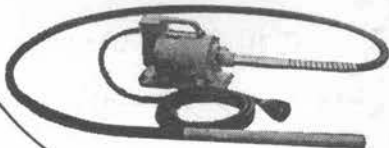
●最高の安定性と高効率

タンパー

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

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

●初めて完成された正転・逆転自在の(周期的)なバイブレーター



バイトトップ

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

●騒音公害の解消
 に新装置



バイブレーションプレート

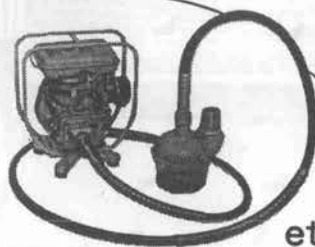
- 自走力(毎分25m)抜群で作業効率アップ。
- 小型軽便な上に輾圧力が大きい。
- 完全な防振で、快適な作業ができる。
- 表面仕上げがきれい ●ベルト調整が容易。

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

●一人で持運びも、操作もできる(高性能水中ポンプ)

ポンプ

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



etc.



特殊電機工業株式会社

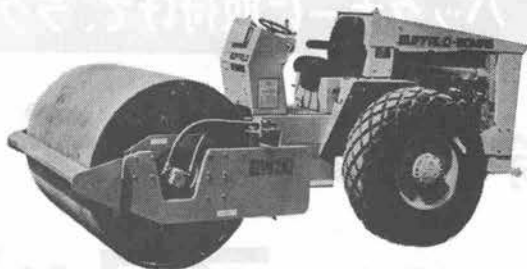
本社	東京都新宿区中落合3丁目6番9号	☎東京03(951)0181-5	〒181
		TELEX No2723075 TOKDEN J	
浦和工場	浦和市大字田島字横沼2025番地	☎浦和0488(82)5321-3	〒336
大阪営業所	大阪市西区九条南3丁目25番地15号	☎大阪06(581)2576	〒550
九州営業所	福岡市博多区諸岡4丁目2-27	☎福岡092(572)0400	〒816
北海道営業所	札幌市白石区平和通10丁目北6-10	☎札幌011(871)1411	〒003
仙台出張所	仙台市日の出町1丁目2番10号	☎仙台0222(94)2780	〒983
新潟出張所	新潟市上木戸548番1号	☎新潟0252(75)3543	〒950
名古屋出張所	名古屋市南区汐田町3丁目21番地	☎名古屋052(822)4066-7	〒457
広島出張所	広島市安佐南区沼田町伴3754番地	☎広島08284(8)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



BOMAG

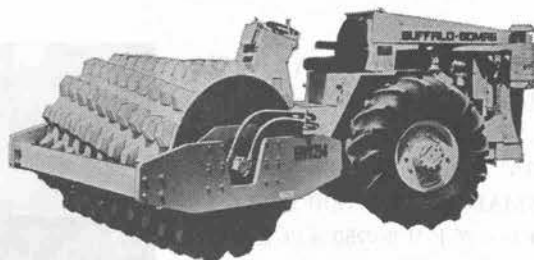
どんな条件にもすぐれた威力を発揮する顔ぶれ

- BW-170型 自重5.3ton
- BW-210型 自重8ton
- BW-210DH型 自重11ton
- BW-215D型 自重18ton



自走式 振動ローラー

- BW-170PD型 自重6.7ton
- BW-210PD型 自重10.5ton



自走式 両輪駆動タンピング振動ローラー

- BW-10型 自重10ton
- BW-15型 自重15ton



被牽引式振動ローラー

- MPH-100型 自重13.2ton



スタビライザー

輸入総発売元



クリステンセン・マイカイ 株式会社

- | | | |
|----------|----------------------------|------------------------|
| 本社 | 東京都千代田区麹町3丁目7番地 | 電話 東京 03(263)0281(大代表) |
| | テレックス No. (232) 2787 | CDPMK J (☎102) |
| 福岡支店 | 福岡市博多区博多駅東1-1-33(はかた近代ビル) | 電話 福岡 092(431)6287(代表) |
| 大阪支店 | 大阪府吹田市広芝町13-3 | 電話 大阪 06(385)1141(代表) |
| シンガポール支店 | シンガポール国、オーチャード・ロード、ファーイースト | ショッピングセンター |
| 北海道出張所 | 札幌市中央区南5条東2丁目 栄ビル | 電話 札幌 011(512)7931(代表) |
| 大館出張所 | 秋田県大館市豊町4-48 | 電話 大館 0186(42)1667 |
| 横浜工場 | 横浜市港北区箕輪町816 | 電話 日吉 044(62)1141(代表) |
| 千葉工場 | 千葉県夷隈郡夷隅町須賀谷74 | 電話 夷隅 0470(86)3011(代表) |

バックホーに取付けて、ラクに能率よく作業ができる

穿孔に アタッチドリル

破碎に アタッチブレーカー

アタッチドリルには、AD-90型とMAD-90型があります。

0.2～0.4㎡のバックホーにはAD-90型。0.1～0.18㎡のミニバックにはMAD-90型を御使用下さい。

- レッグドリルの50%以上の早い速度で穿孔します。
- 消音マフラー付ですから静かです。
- 操作は、運転席の横または内側からリモコンできます。

ドリルシリンダー径	90mm
ピストンストローク	65mm
空気消費量	4.3ℓ/min



アタッチブレーカーAB-130型は、0.1～0.25㎡のバックホーに取付けて御使用下さい。

- ハンドブレーカーの8倍以上の作業能率があがります。
- 30m離れた地点で、75ホーン以下の静かなブレーカーです。
- 操作は、運転席に坐ったまま、リモコンペダルで自由自在です。
- ブレーカーの取付けは、ピン2本で簡単です。

本体重量(タガネ付)	115kg
打撃数	850bpm
空気消費量	4.1ℓ/min



テイサワ

株式会社 帝国鑿岩機製作所

豊橋工場 豊橋市新栄町 37 ☎<0532>31-4136代
 東京営業所 東京都大田区新蒲田2-4-13 ☎<03> 736-5245代
 福岡営業所 福岡市南区清水1-18-17 ☎<092>511-4891代
 仙台営業所 仙台市6丁目字鶴代13 ☎<0222>96-3833代
 東部工場団地84-63
 名古屋営業所 名古屋市熱田区1番3丁目4-19 ☎<052>682-3456代

アイバー新登場!!

ibar

見せる技、見えない技術。



高圧ホースのトップメーカー、
横浜エイロクイップから
高圧樹脂ホース“アイバー”がついに登場です。
このアイバーはコンパクトな機械設計に
欠かせない柔軟、軽量、そして耐衝撃性を
十分に装備し、また、ナイロンホースN170の
品種拡大を図って誕生した画期的な
高圧樹脂ホースです。

各種の用途に合わせて

高圧樹脂ホースの新シリーズ“アイバー”は、各種の用途に合わせてお選びいただけます。

N170	SAE 100R7規格 (1B品) 一般油圧用
N172	SAE 100R7規格 (2B品) フォークリフト用、摩耗がある箇所
N173	SAE 100R7規格 (1B品) キンクレスホース (曲げ半径が小さい)
N175	SAE 100R8規格 (3B品) 超高压ホース
N177	工作機械用ホース (外面W/B品) 補強層は1B+1W/B

アイバー
シリーズ
高圧樹脂ホース

●横浜エイロクイップは確かな技術でニーズにこたえます

YOKOHAMA AEROQUIP 株式会社
本社 〒105 東京都港区新橋5-10-5 (岡和ビル) TEL.03 (437)3511
東京支店 〒105 東京都港区新橋5-10-5 (岡和ビル) TEL.03 (437)3511
大阪支店 〒530 大阪市北区堂島浜2-1-29 (吉河大塚ビル5F) TEL.06 (344)8531
名古屋支店 〒460 名古屋市中区錦1-17-13 (名興ビル) TEL.052(22)17041
広島支店 〒730 広島市中区紙屋町5-16 (広島サンタイムビル) TEL.0822(27)7521

優れた掘削性・正確な削孔

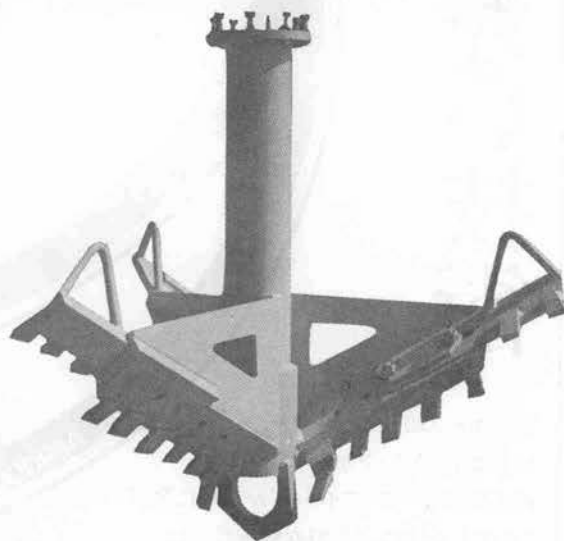
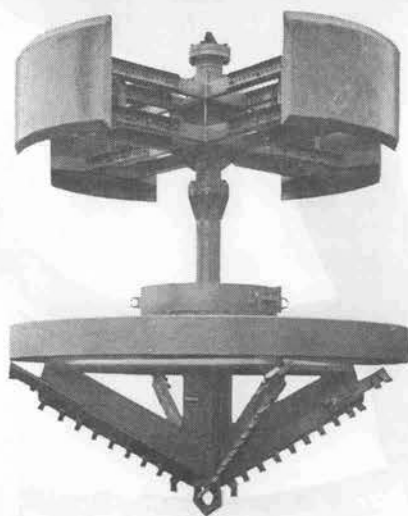
豊富な施工実績
長年の使用実績
広い特殊用途の実績

で
信頼されている

- 実案1192683
- 実案公告53-17601
54-16483

リバースサーキュレーション

TS段掘三翼・四翼ビット



●TS段掘翼ビットは——

ビット掘削の理論を追求して、完成された高性能のビットです。優れた段掘り掘削の形状と、優れたTS超硬刃先を取りつけ、そのためすばらしい掘削性を持っています。又回転はスムーズで、孔壁を良く保護し、正確な孔径に仕上げ、ズリの集中効果も良く、さらに垂直性を自己修正する能力をもっています。

●一般リバース工事は——

勿論、大孔径掘削、鋼管柱列矢板工法等、その他特殊工法にも、スタライザー、ガイド等と組合わせて使用され、すばらしい掘削性、正確な削孔、垂直精度を示し、ユーザーの各位より絶大な信頼と、感謝を寄せられています。又ウエル、パイル等沈設、打設用拡底ビットも実用ビットとし完成され、数多くの実績を持ち、すぐれた性能に絶大な信頼を頂いています。



株式会社東京製作所

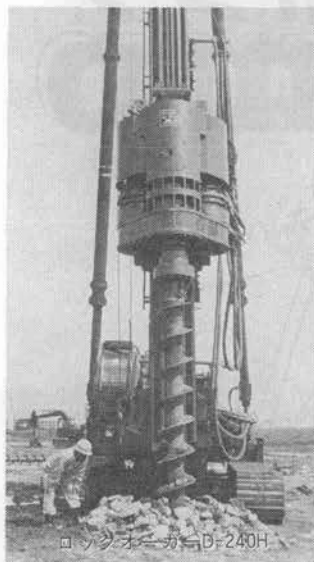
〒272-01 千葉県浦安市北栄四丁目12番9号 TEL0473 (52) 1161(代)

東京販売株式会社

〒130 東京都江東区亀戸9丁目4番地109 TEL 03 (638) 0538(代)

より速く・より強く・活躍する

三和機材のアースオーガー



ロックオーガーD-240H

土木建設工事は、年々複雑なものとなり、振動規制、騒音規制、交通規制など多くの問題をかかえております。三和機材は、無振動、無騒音、無公害建設の問題に早くから取り組み、各種の建設機械を開発して来ました。特に20余年の製作販売実績をもつ当社のアースオーガーは、無公害抗打機の代名詞となっています。すぐれた性能、経済性、耐久性など数多くの特長をもち、軟弱地盤からN値の高い砂れき層、玉石層、さらに岩盤まであらゆる地盤に適用でき各種の工事に活躍しております。

●ロックオーガー/N値の高いれき層、玉石層、岩盤掘削及び大口径用の大出力(80馬力以上)のアースオーガーです。従来困難と言われた岩盤掘削もロックオーガーにより経済速度で穿孔でき、その威力を発揮します。



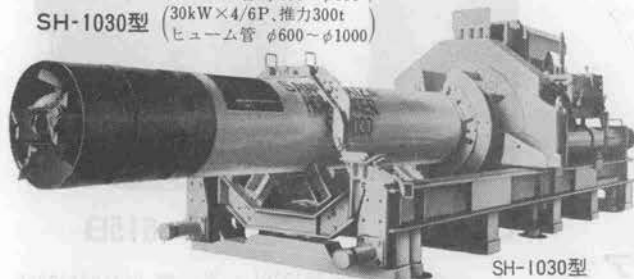
無騒音・無振動・高精度の 小口径管推進機 **ホリゾンガー**

(水平ボーリングマシン)

●ホリゾンガーは、埋設する鋼管又はヒューム管の中に挿入した、オーガースクリューとオーガーヘッドにより管先端を掘削し、先導管で方向修正をしながら、高精度に埋設管を圧入する、推進機械です。地表からの開削を必要とせず、ビル、鉄道、道路等の地下、その他あらゆる場所において、地上構築物の影響をあたえることなく、鋼管及びヒューム管を安全に、正確に、そして効率よく、地中に圧入することができます。下水道工事やパイプルーフ工事等に適しております。

- SH-308型 (15kW×4/6P、推力80t)
ヒューム管 φ250~φ300
- SH-615型 (22kW×4/6P、推力150t)
ヒューム管 φ350~φ600
- SH-1030型 (30kW×4/6P、推力300t)
ヒューム管 φ600~φ1000

- 特長**
- 適応管径の範囲が広い。
 - 既設のマンホールに到達させ回収可能。
 - 方向修正により高精度施工が可能。
 - あらゆる地盤に適應できる。
 - ヘッド先端より滑材注入可能。



SH-1030型



無公害建設機械とソフトウェアで日本の建設に貢献する。



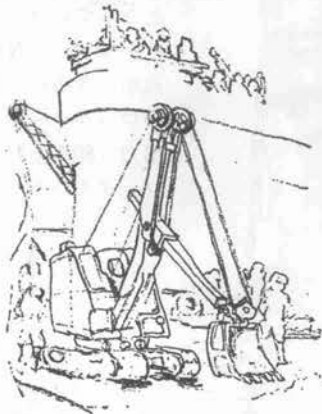
三和機材株式会社

本社/〒103東京都中央区日本橋茅場町2-10(蛇の目茅場町ビル) ☎(03)667-8961(大代表)
大阪営業所 ☎(06)261-3771(代表) 札幌営業所 ☎(011)231-6875(代表)
福岡営業所 ☎(092)451-8015(代表) 千葉工場 ☎(0472)59-3551(代表)

安定した性能 信頼される技術

桜川のU-pump

土木建築工事・工場の設備用をはじめ、あらゆる揚排水作業に使用される桜川のU-pumpは、性能・経済性・取り扱いの簡単さを考慮して設計された、安心してご使用していただける水中ポンプです。



UL-253



HS-615B

☆水中ポンプのパイオニア☆

株式会社 桜川ポンプ製作所

本社・工場 大阪府茨木市西安威1-6-24 0726(43) 6 4 3 |
上尾工場 埼玉県上尾市陣屋1005番地 0487(71) 0 4 8 |

旭川	0166(32)3201	札幌	011(821)3355
青森	0177(66)4131	仙台	0222(91)7181
新潟	0252(41)1598	富山	0764(42)4318
東京	03(861)2971	横浜	045(441)6526
静岡	05462(9)5386	名古屋	052(733)1377
大阪	0726(43)6431	高松	0878(33)0231
岡山	0862(26)0855	松江	0852(26)4565
広島	0822(92)3666	北九州	093(651)4511
福岡	092(582)5025	鹿児島	0992(51)5188

950Bホイールローダ
時間当り作業量

27%アップ



余裕ある作業能力で、950Bは安定した生産性を確保しました。

名車を超えた名車、CAT950Bホイールローダ。たとえば1時間でどれだけの仕事をこなせるか、という時間当り作業量のテスト結果は、前身950と比べ27パーセント(原石積みをはじめ、5種類の作業での平均値)も向上。このクラスの常識を大きくぬりかえました。時代をリードする先進の設計思想に裏づけられた、信頼の証です。



CAT950Bホイールローダ
■14,950kg ■157ps ■2.4m³

CAT966Dホイールローダ
■19,800kg ■203ps ■3.1m³

DESIGN 21 実証される先進性。

先進の設計思想から生まれたCAT950B・966Dホイールローダ。いま、ユーザーの方々
に新しい価値をもたらしながら、各地で活躍
をはじめました。生産性の向上、機械経費の
低減、オペレータ環境の向上……価値の基
準はDESIGN21から変わってゆきます。

21世紀へ

キャタピラー三菱

本社・工場 神奈川県相模原市田名3700 千229 ☎(0427)62-1121

CATERPILLAR

ウインチ **旋回・走行**
機械式プラス油圧式の
パワフル80トンづり。



高度な作業を的確にこなす。

P&H KOBELCO
880-S
クローラークレーン

巻上・ブーム起伏には機械式、旋回・走行には油圧式、
 それぞれの長所をついに生かした駆動システムを採用。
 作業性、安全性、操作性などが大幅に向上しました。

最大つり上能力 **80ton**×4m
 最大主ブーム長さ **54.86m**
 ジブ付最大ブーム長さ **45.72m+18.29m**(ジブ)

◆ 神鋼商事株式会社
建設機械事業部

東京本社 東京都中央区日本橋1-2-5 ☎103☎03(276)2000
 大阪本社 大阪市東区北浜3-5 ☎541☎06(202)2231
 主要拠点 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡

振動ローラー

両輪駆動

ステアリング軽快・サイド転圧可能

明和

新製品

MUS-12型
自重1.2t
(ディーゼル)



MV-30型
自重3.0t

MV-26型
自重2.6t
(ディーゼル)

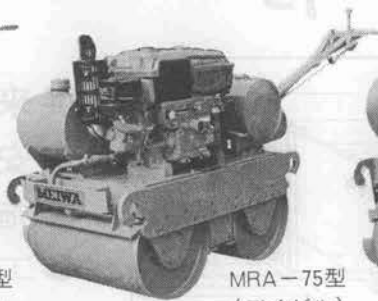


ハンドローラー

上下回転式ハンドル 全油圧(特許出願中)



MRA-65型
(ガソリン
ディーゼル)



MRA-75型
(ディーゼル)



MRA-85型
(ディーゼル)

タンパランマー

RT-75型
オイル

自動循環式

- ベルト掛け廃止
- ショックアブソーバ廃止
- グリスアップ全廃
- 内部シリンダー廃止
- コイルばね数減少



バイブロプレート

アスファルト舗装・
表面整形・補修

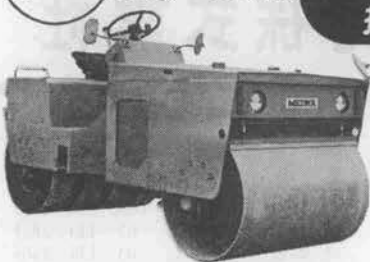
- P-120型-120kg
- P-90型-90kg
- P-85型-85kg
- VP-80型-80kg
- VP-70型-70kg
- KP-60型-60kg



新製品

センターピン方式

ジブバインド 振動ローラー



アスファルト舗装最適
MUC-40型(4t)
(前鉄輪・後タイヤ)
MUC-40W型(4t)
(前後共・鉄輪)

株式会社

(カタログ送呈)

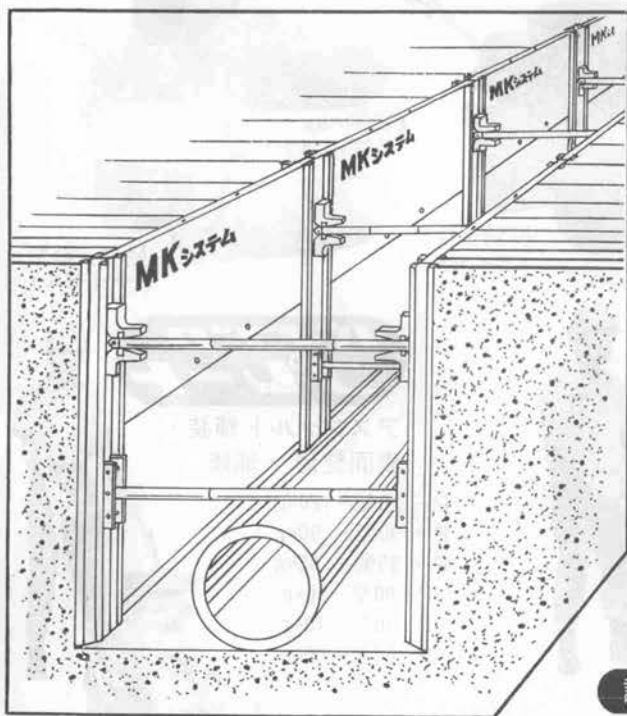
明和製作所

川口市青木1丁目18-2〒332

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

MKシステム

新しい溝掘りシステム
たて込み簡易土留工法



従来工法に比べ、

- 安全性が高い
- 施工が早い
- 工費が安い
- 無振動・無騒音

MKシステムは

深さ 2 m～7 mまで
掘削巾 0.85 m～4.83 mまで
施工し易さが特徴です。
初めてご使用の方には指導員を
派遣します。
長尺管、ボックスカルバートの
施工も可能。

全国にレンタル、販売代理店あり

詳細は当社、営業所、出張所にお問合せ下さい。



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(436)2851 大代表

札幌営業所	011-271-3651	名古屋営業所	052-623-5311	関東営業所	03-436-2861
仙台営業所	0222-86-0432	大阪営業所	06-305-2755	東京営業所	03-436-2871
新潟営業所	0252-47-8381	広島営業所	082-227-1801	那覇営業所	0988-63-0781
長野営業所	0262-26-2908	福岡営業所	092-431-6761	開発営業室	03-436-2851
				産業設備営業室	03-436-2865

力ある血統

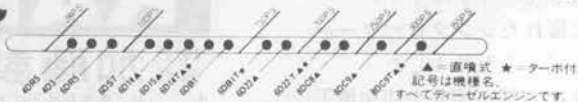
高出力、低燃費、低騒音、三菱の技術力がここに集約



つねに時代を先取りする、最新技術の結晶——
いま三菱がつくりだす産業用エンジンは、高出力、低燃費、低騒音など、
すぐれた基本性能により、抜群の耐久性と経済性を両立。
あらゆる分野の動力源として、長年の実績と信頼を得ています。
小型から大型まで、用途に合わせて選べる充実のワイド・バリエーション。
全国に広がる販売網は、ゆきとどいたアフターサービスで
皆さまのニーズに、きめ細かくお応えしています。どうぞ、お気軽にご利用ください。



6D14T



今日を動かす
信頼のグッドパートナー

三菱産業用エンジン

産業エンジン部 ● 東京都港区芝5-33-8 108 ☎ 東京03(455)1011



パワーショベルに求められる原点！ "低燃費・低騒音・作業効率・機能"を一段と向上。

現場の声を鮮やかに反映。

時代は今、パワーショベルになにを求めているか……。そして、パワーショベルに社会的要求をいかに反映させるか……。

カトウは、このような大きなテーマに、先端の技術と長年にわたる実績、そして斬新な頭脳を投入し“ハイパワーにして低燃費・低騒音・群を抜く作業効率”さらにあらゆる現場環境に対応できる先進機能を満載した油圧式ショベルHD-400SEをここに完成。

HD-400SEは、燃費効率・作業効率を含めた経済性の向上、低騒音・静粛性を重視したワイドキャブ。インチャング性能や複合操作に優れたシンクロパワー[®]機構を搭載するなど、一段と逞しくなりました。今後ますます多様化、高度化する都市開発や市街地工事の主役としての充実した働きぶりにご注目ください。

HD-400SE

- バケット容量 0.4m³
- 最大掘削深さ 4.67m
- 最大垂直掘削深さ 4.04m
- 最大掘削半径 7.33m
- バケット掘削力 6.0t
- アーム掘削力 4.9t

HD-180G	0.18m ³
HD-300GS	0.30m ³
HD-400SE	0.40m ³
HD-400GSL(湿地用)	0.40m ³
HD-550SE	0.55m ³
HD-650SE	0.65m ³
HD-770SE	0.80m ³
HD-880SE	0.90m ³
HD-1220SE	1.20m ³
HD-1880SE	1.80m ³

今日の対話を明日の技術へ

KATO

株式会社 加藤製作所

本社 / 東京都品川区東大井1-9-37
 (☎140) ☎(471)8111(大代表)
 営業本部 / 東京都港区虎ノ門1-26-5
 (☎105) (第17森ビル) ☎(591)5111(大代表)

昭和 58 年 4 月号 PR 目次

— C —

キャタピラー三菱 (株).....	後付 39
クリステンセン・マイカイ (株).....	# 33
千葉工業 (株).....	# 21

— D —

デンヨー (株).....	後付 30
(社) 土木学会.....	# 2

— F —

古河鋳業 (株).....	後付 28
---------------	-------

— H —

林バイブレーター (株).....	後付 16
範多機械 (株).....	# 27
日立建機 (株).....	表紙 4

— I —

(株) イマイ.....	後付 14
--------------	-------

— J —

ゼムコインタナショナル (株).....	後付 10
----------------------	-------

— K —

(株) 加藤製作所.....	後付 44
極東貿易 (株).....	# 18,19
(株) 小松製作所.....	# 6

— M —

マルマ重車輻 (株).....	後付 4
丸友機械 (株).....	# 1
三笠産業 (株).....	# 13
三井造船 (株).....	表紙 3
三井アイムコ (株).....	# 3
三井物産機械販売 (株).....	後付 42
三菱自動車工業 (株).....	# 43
明昭 (株).....	# 14
(株) 明和製作所.....	# 41

— N —

内外機器 (株).....	後付	5
(株) 南星.....	"	15
西尾リース (株).....	"	26
(株) ニチュウ.....	"	23
日工 (株).....	"	29
日鉄鉱業 (株).....	"	7
日本住宅産業リース (株).....	"	1
日本ゼム (株).....	"	11
(社) 日本大ダム会議.....	"	2

— O —

オカダ鑿岩機 (株).....	後付	3
-----------------	----	---

— R —

(株) レンタルのニッケン.....	後付	22
(株) 流機エンジニアリング.....	"	17

— S —

(株) 桜川ポンプ製作所.....	後付	38
(株) 山海堂.....	"	2
三和機材 (株).....	後付	37
スチールジャパン (株).....	"	25
菅機械工業 (株).....	"	20
住友重機械建機財売 (株).....	表紙	2
西部電機工業 (株).....	後付	8,9
神鋼商事 (株).....	"	40

— T —

大生工業 (株).....	後付	12
(株) 帝国鑿岩機製作所.....	"	34
(株) 東京フレキシブルシャフト製作所.....	"	24
(株) 東京製作所.....	"	36
(株) 東京鉄工所.....	"	31
東洋カーボン (株).....	"	16
特殊電機工業 (株).....	"	32

— Y —

横浜エイロクイップ (株).....	後付	35
吉永機械 (株).....	"	15

小型ホイールローダーのパイオニア三井造船の

新鋭機 HE-902

ホイール式 **全旋回** バックホウ 三井ランドメイト

- ずばぬけた作業能率幅広い用途
- 身軽に活躍できる4WDの機動力
- 運転操作はスムーズそのもの
- 快適な居住空間がひろがる
- 点検・整備も簡単
- 建設機械の今日的なテーマ省エネ&低騒音



ランドメイトHL703



ランドメイトHL707E



ランドメイトHL713



ランドメイトシリーズにはこの他、HL803があります。なお、上の各機種にはそれぞれバックホウが装着できます。



三井造船株式会社

建設機械事業部

〒104 東京都中央区築地5-6-4 電話03(544)3918

営業所・札幌011-261-0036・青森0177-73-2535・仙台0222-62-3481

新潟0252-47-8914・名古屋052-582-0145・大阪06-443-1491

岡山0862-33-4131・広島0822-48-0311・高松0878-33-4111

福岡092-411-8111・大分0975-34-3633

取扱店：三井物産機械販売(株)、中道機械産業(株)、中道機械(株)3社の本社、営業所

地下土木・建設工事の新らしい主役

ロードホウルダンプ 900シリーズ

バケット容量

920C.....7.7m³

918.....6.5m³

915H.....3.8m³

913.....2.3m³

912D.....1.7m³



915型 L.H.D

バケット容量

3.8m³

重量 20ton、

176馬力



三井造船アイムコ株式会社

東京都中央区築地5-4-14 電話 03(544)3338



反響高く、好評稼動中。



「建設の機械化」

定価 一部 五五〇円

コンパクトな車体で
作業スケールが大きい実力機

ショベルのイメージを超えたショベル、それがUH035です。時代をリードする低燃費機構に加え、ひとクラス上に匹敵する作業能力、コンパクトな車体、乗用車感覚のプレスタイプ・キャブなどなど、日立建機ならではの先進機構を満載。都市土木はもちろんのこと、一般・農業土木、林道工事などに汎用機のスバースターとして、好評稼動中です。

●このクラス初の可変容量型ピストンポンプと独自の全馬力制御システム、直噴式エンジンにより、燃費を大幅に低減しました。

●1・98mの小さな後端半径、2・74mの小さな前方最小半径、このコンパクトな車体で4・5mの深い掘削深さ、そして5・6tの大きな掘削力。ひとクラス上に匹敵する作業性能を発揮します。

UH035 日立油圧ショベル

バケット容量……………0.15~0.45m³
エンジン出力……………60PS
全装備重量……………9.5t

ニーズを先取り

確かな技術で応えます



日立建機株式会社 本社：東京都千代田区内神田1-2-10
〒101 TEL(03)293-3611(大代)

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 世産ビル3階 TEL 大阪 (06)362-6515(代)

雑誌03435-4