

建設の機械化

1976 **3**
日本建設機械化協会



機械式トラッククレーン
HC 248 J

住友重機械工業株式会社
住友重機械建機販売株式会社

**MITSUI
MIIKE**

導排水路用 **ミニロードヘッダ** (実用新案申請中)



特長

- 導排水路などごく小断面掘さくに最適です。
- 車体が車輪式なので湧水軟弱下盤でも作業ができ、またレールゲージは762mm、914mmの共用型であります。
- 各部の運転は油圧を利用するため、切羽の大気汚染がなく、なお騒音がありません。
- 一軸圧縮強度が約80kg/cm²以下のときに最も生産性を発揮します。

構造

ヘリカルドラム、走行車体、コンベヤ、油圧装置で構成される電動油圧式の掘さく機です。



株式会社 **三井三池製作所**
産業機械事業部

本店 東京都中央区日本橋室町2-1番地/三井東3号館
電話 東京(270)2001代表
営業関係 東京・札幌・仙台・大阪・広島・福岡・三池

大規模な採掘作業に

CD-8

マイティドリル

国産初の高性能大型せん孔機

- | | | | |
|-------|--------------|-------|-----------------------|
| ・口径 | 80mmφ~125mmφ | 総重量 | 8,500kg |
| ・せん孔長 | 30m | 空気消費量 | 25m ³ /min |
| ・ロッド | 6m | | |

CD-7M クローラドリル

安全性(オートマチックブレーキ装備)、せん孔性能(フロントパワーローテーション増トルク型)、機動性、使い易さが更に充実!!

総重力 5,200kg 空気消費量 20m³/min
他にCD-1, CD-2L, CD-3A, CD-6Aと各種揃えております。



東京流機製造株式会社

本社 東京都港区西麻布1-2-7第17興和ビル 〒106 TEL(03)403-8181(代)
横浜工場 横浜市緑区川和町50-1 〒226 TEL(045)934-0031(代)
営業所 東京・大阪・福岡・仙台・広島



CD-8

目次

□巻頭言 青函トンネル雑感藤田雅弘/1
 岩石用ウォータージェットせん孔機の開発高木喜内/3
 上越新幹線トンネル工事における
 排水処理装置の現状と問題点岩崎光美/8

グラビヤ—上越新幹線トンネル工事用排水処理装置

□続・新しい建設技術

チェッカードシステム構法—MCS吉野政雄/18
 矢野口 薫 正
 大型斜ぐい打ち船 CP-2001河本寿昭/22
 機械式開削工法—連続式管渠埋設 New Z 工法岡崎登/26
 スライディングアーマ工法—OSA 工法万野哲雄/31
 沢田 哲 馬
 れき泥水シールドシステム小内林正義/35
 一明
 廃泥水処理装置 FR 型慶徳一郎/39
 久保田 清 三
 深層・表層地盤改良工法—深層混合処理工法と水さい覆土工法
山本俊之/43
 石 川 伸 之
 ヘドロ固化処理工法増田久仁男/47
 梶原和敏
 地盤改良効果の電氣的測定梶酒北村 敏雄/51
 堀 文 敏 政 夫 司
 アスファルト斜面舗装北澤誠一/56
 蓮沼喜久男
 G.S.B スリップフォーム工法山藤藤日康/62
 山 春 孝

□随想 TBM 化のために発想の転換を松本有/66
 軟弱地盤における
 アスファルト塗布ぐいSLパイルの施工斉藤敏彰/68
 藤井 敏 正 美
 神岡鉾山における全油圧式さく岩機の実績南光宜和/72
 磯 野 二 郎

□部会研究報告

「車両系建設機械用ヘッドガードの安全対策専門部会/78
 構造の基準」についてヘッドガード委員会

□文献調査

採鉱用機械の動向広報部会/82
 文献調査委員会

□統計

建設工事受注額・建設機械受注額
 および建設機械卸売価格の推移調査部会/85

ニュース(編集部)/81/86
 行事一覧/87
 編集後記(桜沢・戸田)/88

◀表紙写真説明▶

機械式トラッククレーン

HC 248 J

住友重機械工業株式会社

住友重機械建機販売株式会社

最近土木工事も新工法あるいは大型化に即応してトラッククレーンも超重量荷役、高揚程作業に必要なジャンボ時代となってきた。写真は地下鉄トンネル掘削における大型シールド掘削中の“住友 LINK-BELT 136 t ぶり HC 248 J トラッククレーン”である。

本機は台車方式により自動車登録を受け、走行が可能で、その際、上下などの脱着が手軽に油圧により簡単に操作可能なわが国最大容量の車限令対応トラッククレーンである。

- つり上げ荷重.....136 t
- 最大ブーム長さ.....82.3 m+18.3 m
- キャリヤ.....三菱 K1300
- 走行車両重量.....約 38 t
- 作業時車両重量.....約 100 t

機関誌編集委員会

編集顧問	加藤三重次	本協会専務理事	編集委員	鈴木貫太郎	首都高速道路公団 東京保全部保全課
*	坪 質	本協会常務理事	*	大宮 武男	水資源開発公団 第一工務部機械課
*	浅井新一郎	建設省道路局企画課	*	新開 節治	本州四国連絡橋公団 設計第二部設備課
*	上東 広民	建設省土木研究所 千葉支所	*	塚原 重美	電源開発(株) 水力建設部
*	寺島 旭	八千代エンジニア リング(株)取締役	*	牧 宏	日立建機(株) クレーン技術部第一課
*	石川 正夫	日本鉄道建設公団 青函建設局	*	鈴木 満明	(株)小松製作所 研究 開発本部開発管理部
*	神部 節男	(株)間組 常務取締役	*	中田 武	三菱重工業(株) 建設機械事業部
*	伊丹 康夫	日本国土開発(株) 専務取締役	*	高橋 九郎	キャタピラー三菱(株) 販売企画部
*	小竹 秀雄	本協会顧問	*	堀部 澄夫	(株)神戸製鋼所建設機 械事業部技術開発本部
*	斉藤 二郎	(株)大林組 技術研究所	*	戸田 良一	(株)間組 機材部
編集委員長	中野 俊次	建設省計画局 建設振興課海外協力官	*	兼子 功	(株)大林組 東京本社 機械部計画課
編集幹事	田中 康之	建設省大臣官房 建設機械課	*	大蝶 堅	東亜建設工業(株) 船舶機械部
編集委員	間所 貢	建設省道路局 有料道路課	*	寺沢 研穎	鹿島建設(株) 土木工務部
*	西出 定雄	農林省構造改善局 建設部設計課	*	鈴木 康一	日本鋪道(株)技術部
*	合田 昌満	通商産業省資源エネル ギー庁公益事業部水力 課	*	福来 治	大成建設(株) 機械部計画課
*	奥出 律	運輸省港湾局機材課	*	水野 一明	(株)熊谷組 営業本部土木部
*	北井 良吉	日本国有鉄道 建設局線増課	*	中尾 秀也	清水建設(株)機械部
*	桜沢 昇	日本鉄道建設公団 海峡線部海峡線第一課	*	三浦 満雄	(株)竹中工務店 技術研究所
*	平沢 正通	日本道路公団東京第一 建設局建設第二部技術 第二課	*	林 茂樹	日本国土開発(株) 研究部

(順不同)

青函トンネルは津軽海峡の海底部 23 km を含む 総延長 53.850 km の長大トンネルで、本土と北海道を陸路で結ぼうとするものです。このトンネルの完成によって北海道と本州が一体化し、北海道の開発が急速に進んで、その経済も進展し、道民 500 万の生活の向上が期待されております。このため国民、殊に北海道民からこのトンネルの1日も早い完成が、北海道新幹線と共に強く望まれております。

このトンネル工事は日本鉄道建設公団によって昭和 39 年に調査坑に着手、同 46 年に本工事に着工、爾来鋭意施工に努力して全延長に亘って着工し、現在、最難関工事と目される海底部工事も、延長 23 km のうち、約 8 km 余を完了し、残り 14 km 余となっております。このトンネル工事には、その掘削方法として安全、迅速、確実な工法が要求され、機械施工によることとしてトンネル掘削機 (TBM) が採用されてきました。しかし、掘削が進行し、海底部奥深くなるに従って地質の変化は激しくなり、TBM に適合する地質も少なくなり、加えて湧水量も逐次増大し、注入作業による止水は工程の一部として必須のものとなり、TBM を使用するメリットは減少し、遂に使用を中止断念して、現在に至ってお

青函トンネル雑感

藤田 雅弘



ります。

現在は通常の発破工法で施工しております。その概要は、前方の地質、湧水状況等を予知するために導坑断面外に長さ 300~1,000 m 程度の先進ボーリングを施工します。これとは別に、坑内ではまず、さぐり穿孔を行なって、湧水の有無、位置、量、および先進ボーリングで知り得たものとの確認等を確認し、パターンに従って注入孔数、長さ、注入材料、注入圧等を確定し、注入ステップパターンを決定して注入を実施し、終了後、注入状況をさぐり穿孔で確認し、OK ならば穿岩、発破と普通の掘削を施工して支保工を建込み、直ちに吹付コンクリートによる覆工を施工する。そうして、再びさぐり穿孔というサイクルでやっております。ただ今は約 70 m 注入して 50 m 掘削し、20 m のバルクヘッドを残すパターンです。もっとも、以上は先進導坑、作業坑のもので、本坑は別です。

このように、ボーリング工事が多いことが一つの特長で、この作業の能率アップが非常に大切になっております。ですから、少しでも早くボーリングできるようなコンパクトな機械があったらと思います。なにしろ、先進ボーリングでは約3割ぐらいはデッドランになってしまうので

巻頭言

すから……。また、今のボーリング機械では断層部や少しもまれた地層に対してはジャーミングをしてロッドがつかまえられ、それ以上前方へ進行しないのです。極論すると、ボーリングできる所はまあよい所に決まっているわけですから、一番大切で一番知りたい所がさっぱりわからないというのは残念です。ロッドの形状を変えたり、リバース式にしたり、色々工夫はしていますが、決め手とはならず、今一番緊要な解決をしなければならない課題の一つです。また、本坑で、直径 11 m 余の大断面で、膨張性の土圧に対して円形断面のショートベンチカット工法を採用していますが、上半部のベンチ長が、機械によって掘出するため最小 25 m 程度はどうしても必要となり、上下断面が閉合して対抗力を発揮するには約 20 日程度はどうしてもかかり、この工法の特長が充分発揮されないうらみがあります。これなどは、従来人力で最適とされた工法が、人力部分を機械に置換えただけ？ によって生じた欠点でしょう。建設工事を機械化してゆく時、在来の工法を機械に置換えてやらせる方法と、新たな発想で機械に適した施工法を創り出し、これに機械を適合させてゆく方法との二通りがあると思いますが、どうも出発点から後者の方法での進め方は比較的少ないように思います。この二つの方法をうまくコンバインしてバランスしてこそ、建設の機械化と施工技術の飛躍的な発展があると確信します。

それともう一つ、機械化を進める時、パラレルの思想とシリーズの思想があるべきだと思います。使用する機械に信用がないと、どうしてもパラレルの方を選択しがちですが、これは概して非効率で不経済です。しかし、故障等によるダメージは割合少なくなります。シリーズの場合はこの逆の場合が多く、ある意味ではオール・オア・ナッシングです。各機械、各部分に要求される施工条件に対する確からしさが同一でないといけません。意外と掘削機構はよくても、掘出し機構がだめでは何にもならないことが意外とあります。しかも、主要部分でない所に多い傾向です。この点のもっと進歩したやり方が望まれます。これからの機械化の課題はバランスのとれた進歩にあると思います。そうした技術と思想が最も大切になると思います。そうした意味で、青函トンネルも北海道新幹線の完成なくしてはバランスは望むべくもありません。諸賢の御理解と御協力を切にお願いいたします。

—日本鉄道建設公団青函建設局長—

岩石用ウォータジェットせん孔機の開発

高木喜内*

1. まえがき

現在、トンネルの掘削は従来からの発破による方法とロードヘッダ、R.T.M などによる機械掘削の方法で行われている。

発破による方法の場合、掘削能率を上げるにはさく岩機の空気圧と打撃数を高める必要がある(図-1 参照)。ところが、打撃力を高めることによりロッドの打撃応力が高くなり、図-2 に示すようにロッドの寿命を縮め、結果的にせん孔コストは高くなる。また、打撃数の向上は機構上から現在以上を望むことは無理で、さく岩機のせん孔能率は大体毎分 50 cm 程度である。

一方、R.T.M による機械掘削が各地で行われた結果は R.T.M に適した岩質の場合には日進 50 m の高能率が得られたが、岩質が硬いとカッタの摩耗が著しく、また、機動性に劣るといふ難点が指摘された。

当研究室ではさく岩機のせん孔能率を向上させることと、R.T.M の適用範囲を高める目的でウォータジェットを併用した機械および周辺の超高圧機器の開発を進め

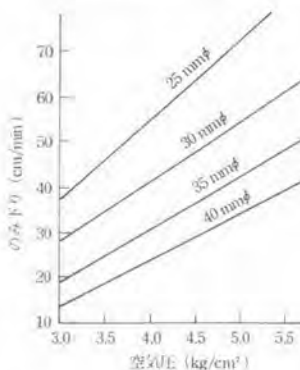


図-1 のみ下りと空気圧の関係

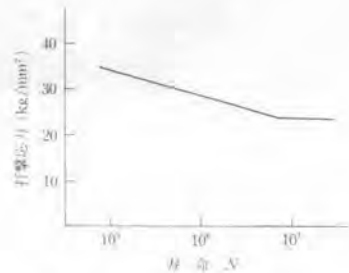


図-2 打撃応力と寿命の関係

ているが、その現況について以下に説明する。

2. 連続ウォータジェットによる岩石切削試験

図-3~図-5 はすかし速度 0.7 m/sec, スタンドオフ(ノズルと岩石との距離) 10 mm で稲田花崗岩(圧縮強度 1,480 kg/cm²), 甲府安山岩(同 2,430 kg/cm²), 荻野凝灰岩(同 440 kg/cm²)を切削した結果を示す。図-6 はノズルを回転させ、すかし速度 0.7 m/sec, スタンドオフ 30 mm で花崗岩を重ね切りした結果を示す。

3. ウォータジェット併用せん孔機

(1) 水力せん孔機

図-7 は水力せん孔機の基礎試験模式図で、ウォータジェットであらかじめ直径、深さを何通りか変えて円形の水溝を作り、さく岩機のビットを落下(1落下のエネルギーはさく岩機の1打撃エネルギーと同程度)させ、破碎試験を行なった。

図-8 は1打撃ごとの破碎量を累積比較したもので、図-9 は破碎量と水溝の面積との関係を示したものである。わずかに数打撃で水溝深さまで破碎され、その破碎量は水溝の面積に比例して増加することが判明し、その有用性が確認された。

図-10 はウォータジェットを組み込んだ水力せん孔機の概要を示したもので、ポンプより圧送される高圧水は自在継手、回転継手を介してロッドの中空部を通り、ビット先端に設けたノズルより噴出する。せん孔機本体よりロッドに回転と打撃が加えられ、ウォータジェットで孔の外周を先行して切削させてせん孔する(写真-1, 写真-2 参照)。その試験結果を図-11 に示す。

* 日本国有鉄道鉄道技術研究所土木機械研究室

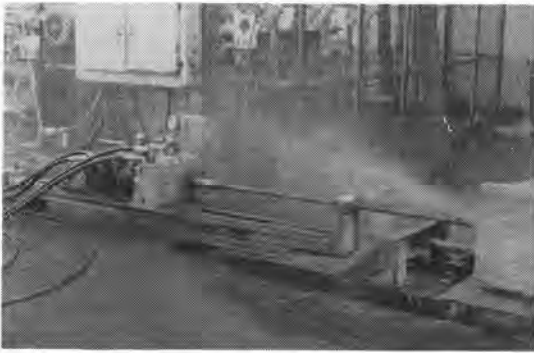


写真-1 水力せん孔機

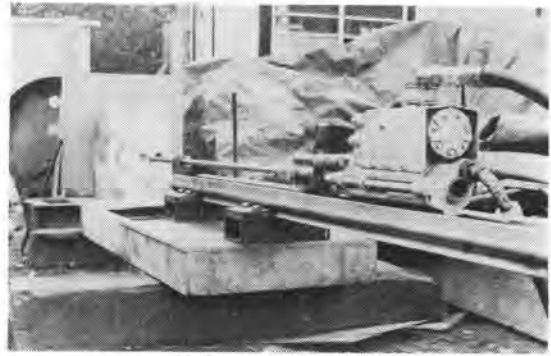


写真-2 水力せん孔機

(2) 大孔径回転せん孔機

図-12 は孔径 210 mm のギヤカッタせん孔機に併用した結果を示したもので、せん孔能率は 3~5 倍に向上

する。また、図-9 と同様に 図-13 よりカッタに先行して切削される水溝の総面積に比例してせん孔能率は向上することが判明した。なお、写真-3 に大孔径回転せん孔機を示す。

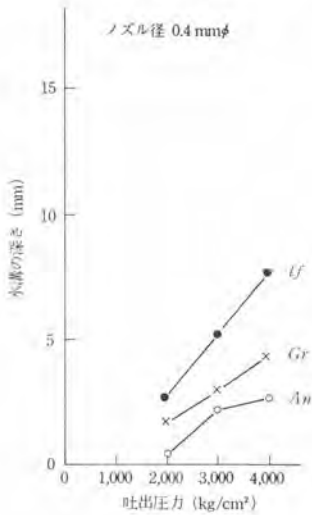


図-3

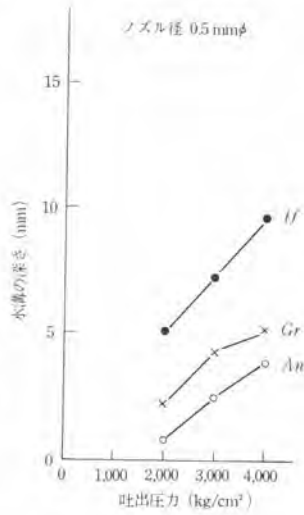


図-4

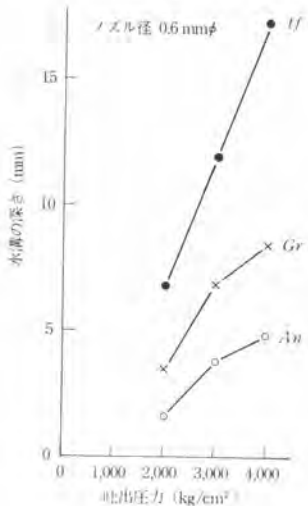


図-5

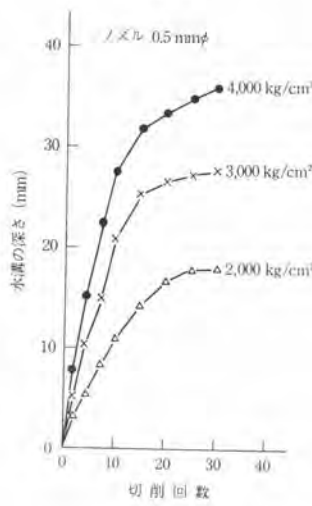


図-6

4. R.T.M カッタとウォータージェットの併用

図-14 は二次元光弾性法による深溝形状の応力状態を示したもので、 $d/a > 0.5$ において応力集中が溝底部に現われる。一方、岩石の引張・せん断強度は圧縮の 1/10 程度であるから、溝をつないだように破壊は生ずる。

図-15 はウォータージェットであらかじめ水溝を作り、その間を R.T.M カッタで押付ける併用試験の模式図で、その結果は 図-16 に示すように 3~5 倍の掘削倍率になることが判明した。

日進 50 m の記録からも明らかのように、トンネルの掘進を飛躍的に高めるには R.T.M を投入しなければならない。しかし、地質の変化のはげしいわが国では、不測の事態（切羽の崩壊、湧水、落盤など）に直面した際、作業者が機敏な処置を施すことのできる十分な空間の存在と、意のままに退却、前進のできる機動性を有していなければならない。掘削機の空間占有度は

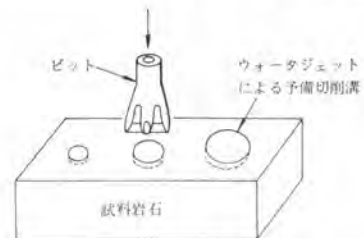


図-7 ウォータージェット併用試験

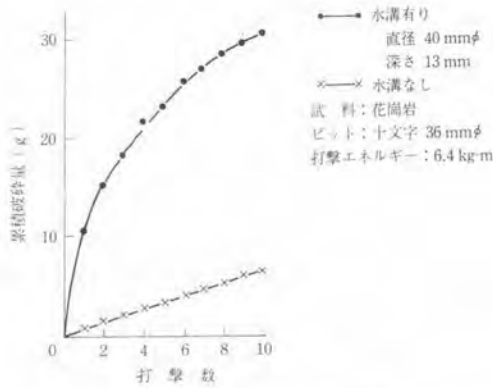


図-8 ウォータージェット併用効果

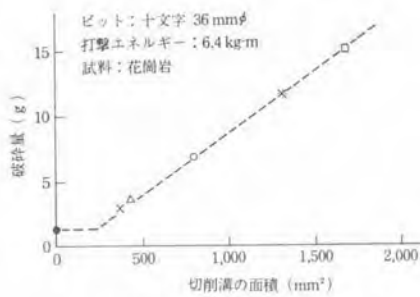


図-9 ウォータージェット併用効果

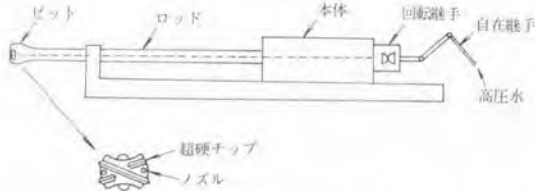


図-10 水力せん孔機略図

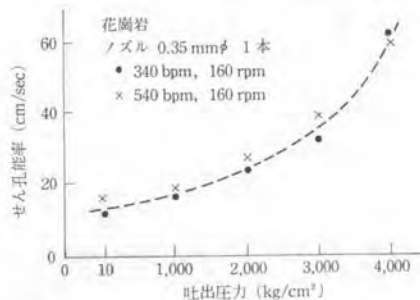


図-11 水力せん孔機せん孔能率

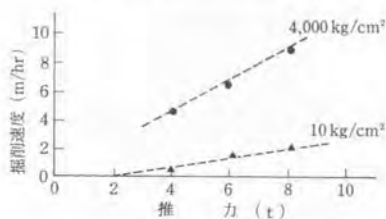


図-12 大孔径回転せん孔機による掘削

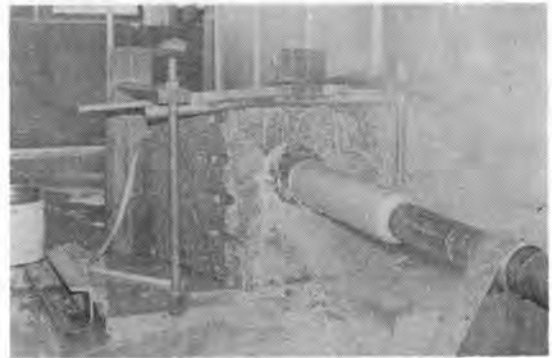


写真-3 大孔径回転せん孔機

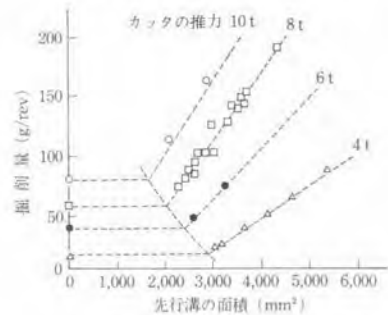
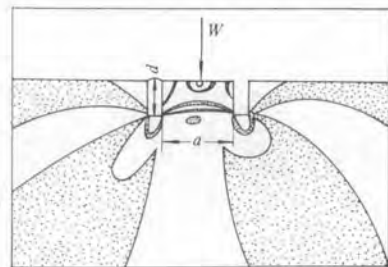


図-13 大孔径回転せん孔機による掘削



$W=16\text{ kg } d/a=0.5$

図-14 2次元光弾性による応力状態

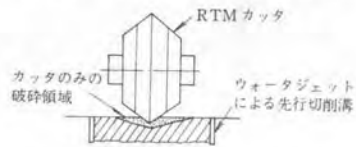


図-15 R.T.M カッタとの併用試験

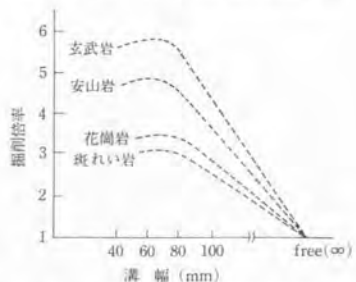


図-16 ウォータージェットと R.T.M カッタとの併用効果

掘削断面に対する機械の重量比で判断でき、機動性は走行形式で定まり、装備する走行形式は機械の重量で決まる。表-1 はトンネルの掘削機を走行形式で分類したもので、現用の R.T.M は掘削断面 1 m^3 当り 13.5 t の重量を有するため 0.1 m/min 程度の機動性しかない。

前述したようにウォータージェットを併用すれば、硬岩に対しても掘削可能であるばかりでなく、カッタ推力、破壊仕事は減少し、機械の構造強度が軽減でき、機械全体の軽量化が可能で、走行形式を履帯にし、機動性を飛躍的に向上させることができる。

将来、小型軽量の強力な超高压ポンプを装備して、硬岩に対してはウォータージェットを主役に、軟岩に対してはカッタ掘削を主体とした適用性の広い、機動性の高い R.T.M が出現することを確信している。

5. 超高压ポンプおよび機器の開発

(1) 超高压ポンプ

ポンプの形式は油圧で駆動させる増圧器方式と、クランク等でプランジャを直動させる多気筒プランジャ方式とがある。いずれの方式でもその性能はパッキングと逆止弁の良否に左右される(写真-4~写真-6 参照)。

(a) パッキング

図-17は従来から高压用として使用されている組合せ

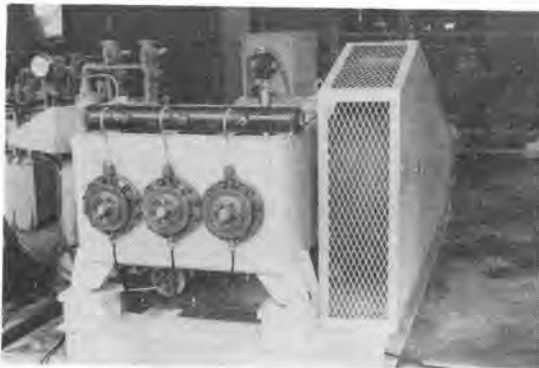


写真-4 132 kW クランク直結型超高压ポンプ

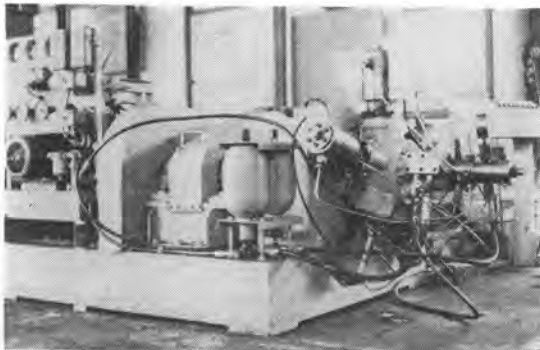


写真-5 55 kW 星型超高压ポンプ

表-1 走行形式とトンネル掘削機

走行形式	Wheel	Chaterpillar	Sliding
トンネル掘削機	さく岩機 ジャンボ	ロードホッ ダ型	R.T.M
掘削断面積(A)(m^2)	40	29	16
機械重量(B)(t)	40	40	215
(B)/(A) (t/m^2)	1	1.4	13.5
走行速度(m/min)	100	10~	0.1
投入動力(C)(kW)	50 kW × 9 ブーム 450	150	500
(C)/(A) (kW/m^2)	11	5.2	31
(C)/(B) (kW/t)	11	3.8	2.3
機械費(D)	6,000 万	5,400 万	3 億
(D)/(B) (万円/t)	150	140	140
(D)/(A) (万円/ m^2)	150	190	1,800
適応岩質	軟岩~硬岩	軟岩 σ_c 50~300	中硬岩 σ_c 500~1,000
施工比率(%)	95		5

パッキングの例である。水圧 p 、プランジャの速度 v 、プランジャ直径 D 、パッキングのシール幅 L 、パッキングの摩擦係数 μ としたとき、摩擦仕事 $W_1 = \mu p v \pi D L$ なる抵抗が摺動面に作用して熱に変わる。一方、プランジャのなす仕事は $W = (\pi/4) D^2 p v$ であり、ポンプの動力効率は $\rho = W_1/W = 4 \mu L/D$ となる。 ρ を極力小さくするには μ 、 D にはおのずと限界があり、 L を小さくする必要がある。また、パッキングの性能は $p v$ 値で一般に評価されており、ポンプの小型化には $p v$ 値が高く、しかも L の小さいパッキングの開発が必要である。当研究室では耐圧 $4,000\text{ kg/cm}^2$ の場合組合せパッキングではシール幅 $30\sim 50\text{ mm}$ 必要であったものが、耐熱、耐摩耗性の優れたパッキングを使用することによりシール幅が数 mm 程度のもので、 $p v$ 値は $2\text{ 万 kg}\cdot\text{cm/sec}$ であったものが 20 万に達し、図-18 に示すようにポン

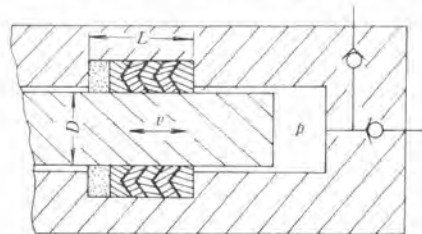


図-17 組合せパッキング

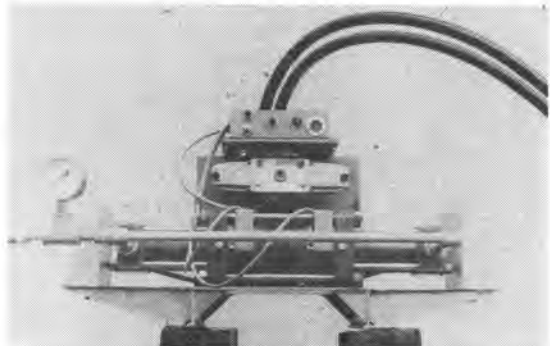


写真-6 増圧器型ポンプ

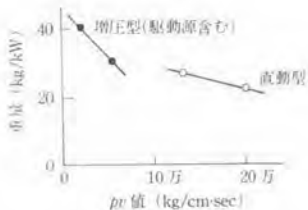


図-18

プの軽量化が達成された。

図-19 は汎用パッキングと鉄研で開発したパッキングの pv 値を示したものである。

(b) 逆止弁

従来より逆止弁として鋼球を使用したものが用いられてきたが、圧力が高くなると逆止弁の開く瞬間の圧力オーバーランが問題となり、鋼球の焼付、シリンダの破損、パッキングの破損等が生じていた。圧力オーバーランは弁座に密着する鋼球の密着面積に左右されるもので、その面積は小さければ小さいほどよいわけであるが、多気筒ポンプの場合、常時数1,000キロの吐出圧が鋼球を押し付けているため、むやみに小さくすることも不可能である。当研究室では弁座の材質、硬さ、形状等を検討し、毎分250回の切換が可能な耐圧5,000 kg/cm²の逆止弁を開発した。

(2) ノズル

ノズルはポンプより圧送された超高圧水を噴出させるもので、ウォータージェットの切れ味を左右させる重要なものであり、数1,000キロの圧力に耐え、しかもキャビテーション等による損耗にも抗した長寿命のものでなければならない。また、せん孔機のビット等に取付けるため小型でなければならない。当研究室では超合金等を使用して切れ味、寿命の観点から検討を進め、ダイヤモンドを使用した切れ味のよい、長寿命で小型のノズルを開発した。

(3) 回転継手の開発

超高圧ポンプよりせん孔機等のノズルへ高圧水を圧送するとき、ノズルを回転させたり移動させたりすることが要求され、管路途中に回転継手等が必要になる。写真-7はウォータージェット併用せん孔機に用いた回転継手を示したもので、耐圧4,000 kg/cm²で回転数250 rpm、

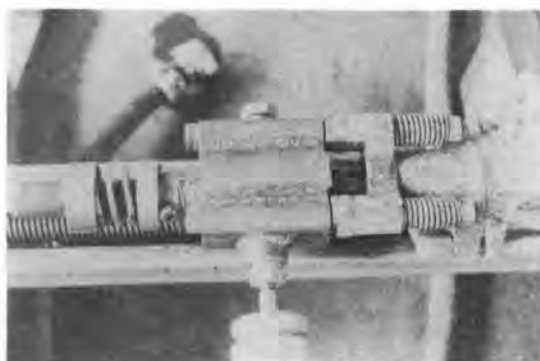


写真-7 回転継手

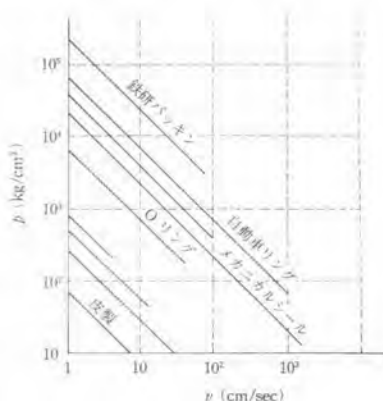


図-19 パッキングの pv 値比較

打撃振動数2,500回/minの使用に耐えるものである。

6. あとがき

ウォータージェットの研究は世界各国で行われており、米国において最近現在の R.T.M にウォータージェットを組込んで併用試験を行なったこと等、実用化段階にまで達したが、まだまだ解決すべき点も残っている。また、ウォータージェットの切れ味を生かすのは単に硬岩掘削にとどまらず、他の分野においてもその可能性はあり、将来ウォータージェットあるいは超高圧機械が各分野で活躍するものと思う。

最後に、本文を書くにあたり当研究室の星野、長野両氏から多くの助言をいただいたことを付記し、ここに深く感謝いたします。

上越新幹線トンネル工事における 排水処理装置の現状と問題点

岩崎光美*

1. はじめに

建設工事に起因する公害として、大気汚染、騒音、振動、水質汚濁などによる環境の悪化が深刻な社会問題となっている。特に水質汚濁では魚類の死滅あるいは農作物への影響が問題となって、補償や工事施行の改善等でそれを解決した事例は数多く見受けられる。

上越新幹線は大宮～新潟間 270 km を結ぶ路線で、トンネルが全部で 23 箇所、約 105 km (全延長の 39%) を占めている。本稿ではこのうち東京新幹線建設局が担当している榛名トンネル (延長 15.350 km) と中山トンネル (延長 14.850 km) の排水処理装置について述べる。

榛名トンネルは群馬町、榛東村、渋川市地内の榛名山の東麓を通り、昭和 47 年 9 月に行幸田、御蔭工区の発注に始まり、昭和 50 年 3 月までに 15.350 km の区間

のうち、14.350 km の区間を 5 工区に分けて発注した。中山トンネルは渋川市北西部に位置し、群馬県小野上村、高山村および月夜野町内を通り、昭和 47 年 2 月に四方木工区の発注に始まり、昭和 48 年 3 月までに 6 工区に分けて全工区の発注を終えている。

当初、中山トンネルの坑内排水は坑口沈殿池において自然沈殿により処理したが、予想を上回る湧水量あるいは高濁度による放流水域の養魚場、灌漑用水等に対する影響を考慮し、自然沈殿では対処できかねるという判断と、群馬県の排出基準である浮遊物質量 50 mg/l (日平均 40 mg/l) という規制とに基づき凝集沈降分離装置、脱水装置、pH 処理装置を設備した。四方木工区、中山工区を手始めに逐次他の工区でも設備し、現在に至っている。なお、図-1 にトンネルの概要を、表-1 に排水処理装置の概要を示す。

2. トンネル工事における汚濁水の発生と性状

トンネル工事の掘削に伴って発生する湧水は地山中の微細粒子、さく岩に伴う粉じん、掘削機およびずり搬出機による細粒化土の混入、コンクリート打設、薬液注入などによるセメント、注入剤の混入、およびトンネル掘削機械などから微量ではあるが洩出する油分の混入した汚濁水となる。一般に、水質汚染源として問題になる成分は SS (浮遊物質)、pH、油分で、その他の成分が問題となることはほとんどない。汚濁水中の成分は地山の状況、掘削方法、ずり出し工法、排水方法、薬液注入の有無、コンクリート打設状況等により変化するため一概には決めがたい。このことは汚濁水の化学的、機械的処理を行う際、十分考慮する必要がある。地山の状況、掘削方法、ずり出し工法により異なるが、一般に SS 濃度は 200~30,000 ppm とその範囲は広く、ずり出し工法からみた場合はレール工法の場合よりタイヤ工法の場合の方が SS 濃度は大きくなる。また、排水方法



写真-1 300 m³/hr シックナと 300 m³/hr バケットかき上げ型の併用

* 日本鉄道建設公団東京新幹線建設局計画課

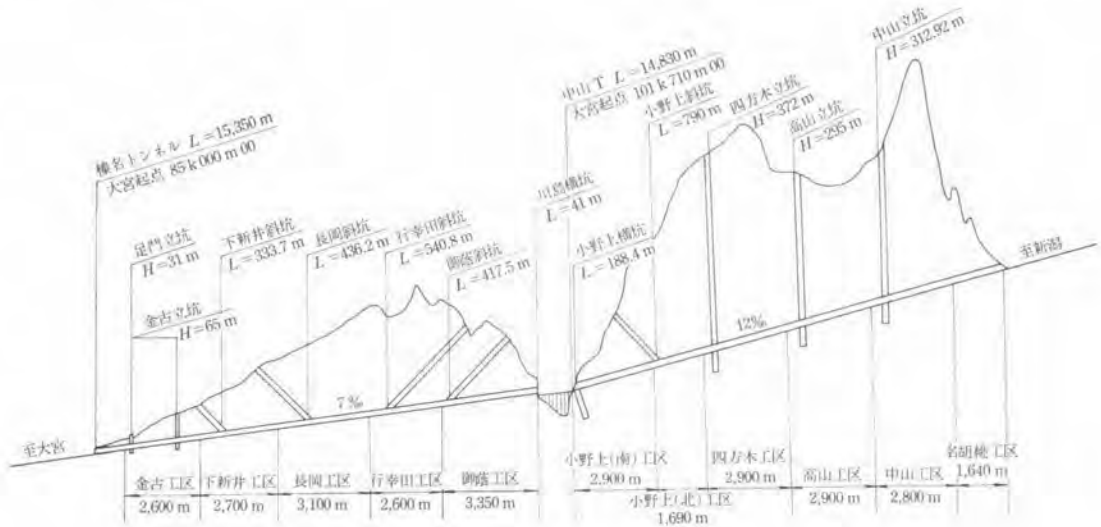


図-1 榛名トンネルおよび中山トンネル概要図

からみた場合、自然流下の場合よりポンプアップによる場合の方が大きく、かつ変動幅が大きい。

SSが長期間河川に流入すると魚のえらを傷ついたり、えらの弁膜に詰まり、へい死させたりする原因となる。また、川底の水棲植物にとどく太陽光線を妨げ、かつ河床に沈殿し、藻類の繁殖を妨げるので魚類のえさが欠乏し、魚類が棲息できなくなる。水産物に対してはSS濃度が25ppm以下であれば正常な生息活動が維持でき、また、50ppm以下であれば魚類のへい死の被害は防止できるとされている。水稻に対しては農林省が定めた農業用水基準にはSSについて表示されていないが、SSが水田に蓄積すると水稻の根ぐされを生ずる場合があるので、少なくとも100ppm以下であることが望ましい。

トンネル工事に伴って発生する湧水はそれ自体一般にpHが6.5~7.5程度であり、pHの中和処理を必要としないが、コンクリート打設、薬液注入などによってpHは9~13となり、中和処理が必要となる。ときには地山の岩質、土質によって湧水自体が強酸性、強アル

カリ性を示す場合がある。pHの農作物への影響としては、窒素源の相違によって最適pHが異なるが、大体pH値4~7で正常な生育をする。多くの成績を総合すると最適pHは5.5~6.1である。

油分(ノルマルヘキサン抽出物質)が問題となるのは主として鉱油類による異臭の発生、魚貝類への着臭で、定量検出限界(検水10lの場合0.5ppm)以下の0.01ppmという低濃度でも着臭する場合があるとされている。

以上のように汚濁水の発生、性質はその内容が複雑多岐であるため排水処理装置を計画、設備するときは十分な検討を要する。

3. 排水の水質に関する規制

排水の放流基準としては次のようなものがある。

① 公害対策基本法第9条に基づく「水質汚濁に係る環境基準」(昭和46年12月28日環境庁告示59号)

② 水質汚濁防止法第3条に基づく「排水基準を定める総理府令」(昭和46年6月21日総理府令第41号)

③ 群馬県条例第7号(公害)「水質汚濁防止法第3条第3項の規定に基づく排水基準を定める条例」(昭和47年3月21日)

以上のことを要約すると表-2のとおりである。

工場、事業所から公共用水域に放流される水は水質汚濁防止法によって規制をうけるが、トンネル工事に

表-1 排水処理装置の概要

トンネル名	工区名	処理能力 (m ³ /hr)	凝集沈降分離槽形式	脱水機形式
榛名トンネル	下新井	300	シ ョ ッ ク ナ	ロールプレス
	長岡	900(300+600)	シ ョ ッ ク ナ	フィルタプレス
	行幸田	900(300+600)	シ ョ ッ ク ナ	フィルタプレス
	御蔭(川島口)	450(150+300)	ジェット式高速分離	フィルタプレス
	御蔭(斜坑1)	900(300+600)	{フラッグプランケット(300) シ ョ ッ ク ナ (600)}	オリバーフィルタ(300) フィルタプレス(600)
中山トンネル	小野上(南)	900(150+150+600)	{バケツかき上げ(150+150) シ ョ ッ ク ナ (600)}	フィルタプレス
	小野上(北)	600(300+300)	{バケツかき上げ(300) シ ョ ッ ク ナ (300)}	ロールプレス(300) フィルタプレス(300)
	四方木	600	シ ョ ッ ク ナ	フィルタプレス
	高山	600(300+300)	{バケツかき上げ(300) シ ョ ッ ク ナ (300)}	フィルタプレス
	中山	270	シ ョ ッ ク ナ	ロールプレス
名胡	150	バケツかき上げ	フィルタプレス	

よって生ずる排水については青森県公害防止条例（昭和47年3月25日県条例第2号）第33条により、トンネル掘削に伴って生ずる坑内水の排水施設と規定している。これ以外に全国各都道府県の条例をみても明確にトンネル業種をうたっていないのが現状である。

しかし、トンネルの排水が一時的に発生するものであっても、その排水が公共用水域を汚染することになるのであれば、政令により特定施設に指定されていなくとも法の定める方向で放流水質の管理を事業主が行うことは当然であろう。

一方、トンネルからの排水の放流状態が次にあげる項により方向づけられるであろう。

- ① 放流水域に漁業権が設定されている場合
- ② 放流水域に農業水利権が設定されている場合
- ③ 放流水域を水道源として利用している場合
- ④ 放流水域を水浴（河、海）場、公共利用されている場合
- ⑤ 法規制がないが都道府県担当課の行政指導による事実上の規制を受けている場合

以上の点より、榛名、中山トンネルの排水の放流水域は事実上法の規制内に入っていると判断し、法の趣旨に基づき新幹線建設工事による公害皆無の水質を確保するため排水処理装置を設備し、善処している。

4. 凝集作用と凝集剤

トンネル汚濁水の微細粒子の懸濁物は粒子間の静電気による反発力により安定している。各粒子は負の表面電荷をもっていて互いに反発し、粒子と粒子の結合ができず、凝集は起こらない。このため、これらの粒子を回収するために反対電荷をもつ凝集剤を添加し、電荷中和を行い、凝集させる。電解質を加えたり、特に無機質の Fe^{++} 、 Al^{+++} 、 Ca^{++} イオンを加えると水中で加水分解し、負電荷の粒子と結合する。無機系の凝集剤単独では凝集物の沈降速度は小さいが、発生したフロックをより

成長させ、沈降促進、汚濁水の清澄性を増すために架橋吸着作用を持つ高分子凝集剤をさらに加えると沈降速度をより大きくすることができる。

凝集に影響する因子として汚濁水の種類、含有土粒子の粒度組成、濃度、pH、溶解イオン、温度などがあげられる。したがって、凝集剤の選択と使用量を決定するには排水の性質、排水処理装置と放流水の水質基準などを考慮し、事前に薬品選定試験（ジャーテスト）を行う必要がある。

（1）無機系凝集剤

（a）硫酸アルミニウム

凝集剤として最も広く、しかも、大量に使用されている。硫酸アルミニウムは $Al_2(SO_4)_3$ で示される組成をもっており、他の無機系凝集剤に比べて次のような特徴をもっている。

- ① 安価である。
- ② 濁度、色度、細菌藻類など、ほとんどの懸濁物または浮遊物質に対して有効に働く。
- ③ 毒性がないので大量に注入することができる。
- ④ 鉄塩のように施設をよごさない。
- ⑤ 一方、生成したフロックは軽く、適正 pH が狭い。一般に凝集最適 pH は 5.0~8.0 といわれているため汚濁水の pH 変動（特に高アルカリ）に応じて前処理的な pH 調整の必要を生ずる。

（b）ポリ塩化アルミニウム

ポリ塩化アルミニウムは一般式 $[Al_2(OH)_nCl_{3-n}]_m$ で示されるもので、OH 基を架橋して多核錯体となった無機凝集剤である。硫酸アルミニウムに比べ適正 pH が広いことが大きな特徴である。一般に pH 5.0~9.6 といわれているが、ジャーテストの結果で pH 11.0 でも十分その効果は認められた。

榛名、中山トンネルの各工区において汚濁水への凝集適用範囲が硫酸アルミニウムに比べポリ塩化アルミニウムの方が広いため前処理の pH 調整が少ないこと、原液そのままの添加が可能のため溶解作業が不必要であることなどからポリ塩化アルミニウムを使用しているのが現状である。

（2）有機系凝集剤

有機系凝集剤として最も広く用いられているのは高分子凝集剤である。高分子凝集剤はその高い分子量（数 100 万）により無機系凝集剤にはない架橋吸着作用による凝集作用を持っている。現在市販されている高分子凝集剤のほとんどはポリアク

表-2 排水の放流基準

（1）環境基準（湖沼を除く河川の場合）

類型	利用の目的の適応性	水素イオン濃度 (pH)	浮遊物質重量 (ss)	生物化学的酸素要求量 (BOD)	溶存酸素量 (DO)
A	水産1級 水道2級	6.5~8.5	25 ppm以下	2 ppm以下	7.5 ppm以上
B	水産2級 水道1級	6.5~8.5	25 ppm以下	3 ppm以下	5 ppm以上

（2）排水基準（排水基準を定める総理府令）

項目	許容基準
水素イオン濃度（水素指数）	海城以外の公共用水域に排出されるもの5.8~8.6、海城に排出されるもの5.0~9.0
浮遊物質	200ppm（日間平均150ppm）

（3）群馬県条例による基準

項目	許容基準
水素イオン濃度（水素指数）	海城以外の公共用水域に排水されるもの5.8~8.6
浮遊物質	50ppm（日間平均40ppm）

表-3 各工区における高分子凝集剤

トンネル名	標 名 ト ン ネ ル					中 山 ト ン ネ ル					
工 区 名	下 新 井	長 岡	行 幸 田	前 橋 (斜坑口)	御 藤 (川島口)	小 野 上 (南)	小 野 上 (北)	四 方 木	高 山	中 山	名 胡 橋
名 柄	クリフロック PA 323	スミフロック FA 50	ソニタリン P 102	クリフロック PA 323	クリフロック PA 323	ソニタリン P 102	ソニタリン P 102	サンフロック AH 200 P	ソニタリン P 120	スミフロック FN 20 H	ソニタリン P 102

リルアミド系のものであり、標名、中山トンネルにおいてもその例外ではない。

高分子凝集剤は、そのイオン性によりカチオン（陽イオン性）、アニオン（非イオン性）、アニオン（陰イオン性）に類別され、標名、中山トンネルにおいてはほとんどアニオン系統である。一般に高分子凝集剤は分子量が大きいほど凝集力が強く、フロックの沈降速度は速い。高分子になったポリアクリルアミドはテストの結果、毒性がないことが実証されているが、不純物として重合せずに残るアクリルアミド（モノマー）は動物に対して神経障害を与えるとされている。

なお、表-3 に現在使用中の高分子凝集剤を示す。

（3）高分子凝集剤の規制

厚生省環境衛生局水道課より発表された昭和 48 年度改訂版「浄水場排水処理施設の手引」によると、浄水場排水処理施設に使用するポリアクリルアミド系高分子凝集剤の品質については次の基準に合致することとなっている。

アクリルアミドモノマー濃度…………… 0.05% 以下
 重金属含有量：カドミウム…………… 2ppm 以下
 鉛…………… 20ppm 以下
 水銀…………… 1ppm 以下

スラッジ処理に限定される暫定的基準として排水中のモノマー濃度が 0.01ppm 以下となるような使用量とすることとなっている。ただし、これは浄水場における規制値であり、そのままトンネル工事の排水処理に適用するかどうかという判断は管理者に任せるとしても、規制値を満足する品質を使用することが望ましいのであろう。標名、中山トンネルにおいても当初はこれらの数値の分析結果が明らかでなかったが、公害問題の未然防止という観点から、この数値を満足するものを使用している。

5. 排水処理装置

（1）処理工程

トンネルより排出される汚濁水は坑外原水槽に流入する。ここから原水ポンプで凝集攪拌槽に送水される。この凝集攪拌槽までの配管途中で無機系凝集剤（ポリ塩化アルミニウム）が添加され、反応が行われる。さらに凝集攪拌槽内で高分子凝集剤が添加され、凝集作用が促進される。フロック化した汚濁水は凝集沈降分離装置に流

入され、沈降分離作用を受ける。汚濁物質と清澄水との分離が行われ、凝集沈降した汚濁物質は槽底部に集積され、汚濁物質が除去された清澄水は槽内を上昇し、上部から越流される。凝集作用は以上のように①汚濁水と凝集剤の混合、②粒子（フロック）の成長、③粒子と清澄水の分離の3要素から成り立っている。汚濁物質が除去された清澄水は pH 調整槽で中和剤（硫酸）により pH 調整され、放流される。pH 調整は自動注薬制御装置により自動注薬される。凝集沈降分離槽底部に集積された汚濁物質はスラリー引抜ポンプによりスラリー槽に貯留され、スラリーポンプにより脱水機へと送圧される。

（2）凝集沈降分離装置

凝集沈降分離装置は連続濃縮装置（シクナ）と連続清澄装置（クラリーファイヤ）に大別される。前者は濃厚なスラリーを得ることを目的とし、後者は清澄な上澄液を得ることを目的としている。両者の間に装置上本質的な相違はない。ただクラリーファイヤは比較的希薄懸濁液、シクナは濃厚懸濁液の分離を目的としている。

（a）シクナ型

上越新幹線標名、中山トンネルで最も多く採用されている代表的な機種である。一般的な形は円形で鋼板製のもの、コンクリート製のものがある。トンネル工事のような一時期のみ使用するのであれば、撤去の容易性を考慮し、鋼板製が多く使用されている。

槽内部は攪拌槽部、浄水分離部、沈殿部から成っている。攪拌槽内で凝集剤によってフロック化した汚濁水は浄水分離部において汚濁物質と清澄水に分離される。すなわち、液体と粒子の分離が行われる。この作用は清澄水の上昇流速にフロック自重の沈降速度が打ち勝つてなされる。沈降分離したフロックは槽底部の沈殿部でレーキによりかき寄せられ、排泥錐を通り、スラリー槽に貯留され、スラリーポンプにより脱水機に送圧される。沈殿部においてフロック堆積量が過大になり、駆動軸に過負荷のトルクがかかると、レーキおよび駆動軸は自動上昇し、警報を発する。堆積物をポンプ等で引抜き、負荷が正常になれば自動的に元の位置に戻る。排出水の濁度、排出量から発生するスラリー量を算出し、タイムによるポンプの運転サイクルを組むことによりスラリーの自動引抜きは可能である。排出水の濁度、排出量、粒子重量によって異なるが、一般にトンネル工事における駆動軸の回転トルクは 2~12t-m のものが使用されており、その回転数は 4~7rpm である（図-2 参照）。

(b) スラッジブランケット型(クラーリーファイヤ)
高分子凝集剤と汚濁水との攪拌装置は有するが、シクナのように集泥機構は持たない。凝集沈降分離槽の形が円錐型になっている。上昇流が上昇するにつれて断面が大きくなっているので上昇流速は次第に低下する。上昇流速とフロック沈降速度が平衡状態になり、フロックが停滞している層を静止懸濁層(スラッジブランケットゾーン)という。このゾーン内でさらにフロックは

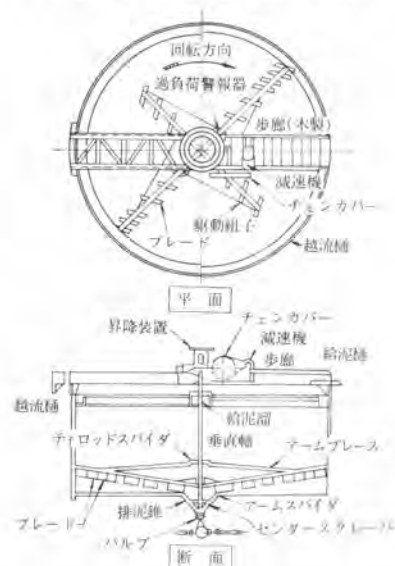


図-2 シクナ型

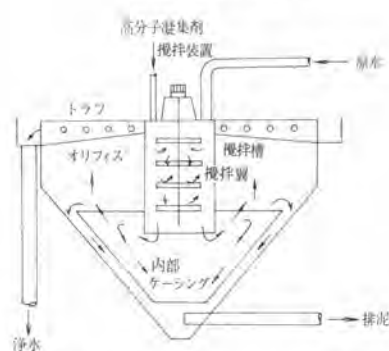


図-3 スラッジブランケット型

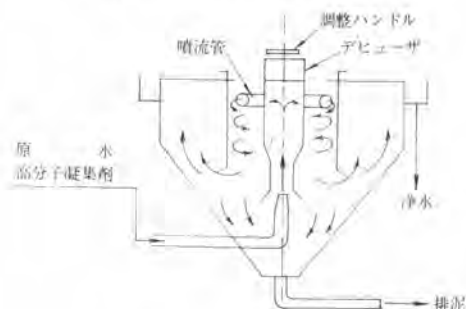


図-4 ジェット式高速分離型

成長する。沈降分離したフロックは槽底の濃縮部に集められ、ここで圧密され、濃度の濃いスラリーとして排出される。スラリーの引抜方法はスラリー引抜ポンプによる強制引抜方式と、清澄水の水圧によりバルブの開閉のみで行う自然引抜方式がある。スラリー引抜ポンプの運転、停止、およびバルブの開閉は排出水の濁度、水量から推定されるスラリー量より自動化ができる。本形式はシクナに比べ一般に沈殿部容積が小さいため排泥の回数が多(図-3 参照)。

(c) ジェット式高速分離型(クラーリーファイヤ)

スラッジブランケット型的一种である。高分子凝集剤と濁水との攪拌装置を持たず、汚濁水の流入エネルギー(速度水頭)を利用し、汚濁水と凝集剤の攪拌、混合、反応、さらにはフロックの形成がなされる。円錐型の沈降分離槽中心部に内筒が設けられ、さらにその内部に垂直にデヒューザが設けられている。凝集剤の添加がなされた汚濁水はポンプによりデヒューザ下部の開口部より噴流となり上昇する。上昇した汚濁水はデヒューザ上方胴部に設けられている数本の噴流管より同一方向に噴出する。この噴流は内筒壁面に当たって旋回流となり、円筒内を流下する。円筒内を出た汚濁水は沈降分離槽内においてフロックと清澄水との分離が行われる。円筒内の旋回流速は攪拌混合調整ハンドルの調整によりかえることができる。この型の特徴は槽内に駆動部分がまったくないことである(図-4 参照)。

(d) バケットかき上げ型

沈殿スラッジをバケットでかき上げる方式である。凝集沈降分離槽の形は一般に角型で、槽内部に攪拌装置を内蔵している。バケットでかき上げると同時に水切りが行えるので含水比 200% 程度の安定したスラッジが得られることが特徴である。一般に骨材プラント用として開発されたため少量で定量、高濁度の汚濁水の処理に向いている。バケットの金網が 10~20 メッシュと微細なため金網の目詰り防止の保守や駆動部分の保守などは他機種に比べ難である。特に止水のための薬液注入作業の予想される現場においては注入材料が目詰りを多発する原因となる。また、寒冷地においては凍結も目詰りの原因となる。沈降速度も 6~10 m/hr の設計が多く、水量変化に対して余裕が少ないので、水量の増大が予想される

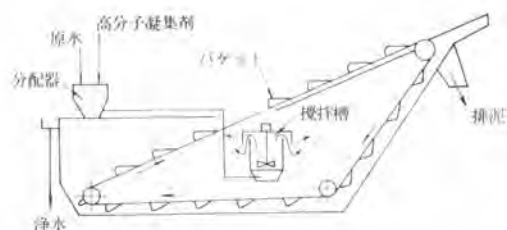
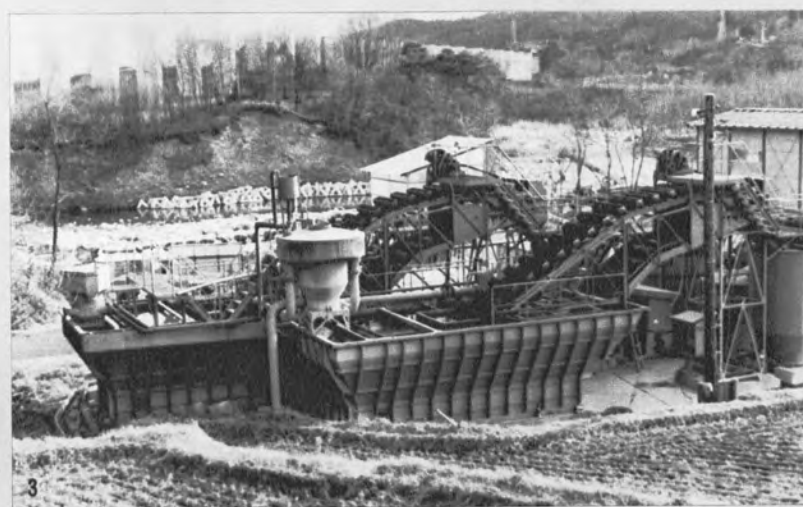
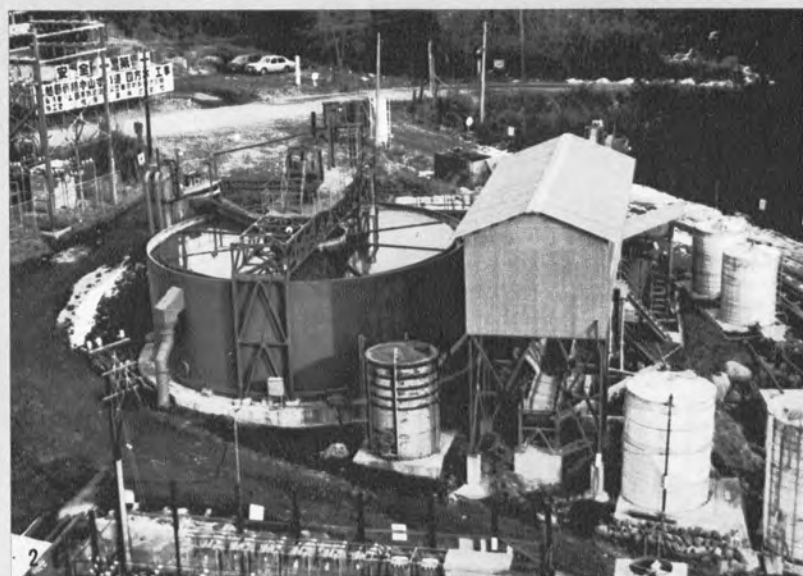


図-5 バケットかき上げ型

上越新幹線トンネル工所用

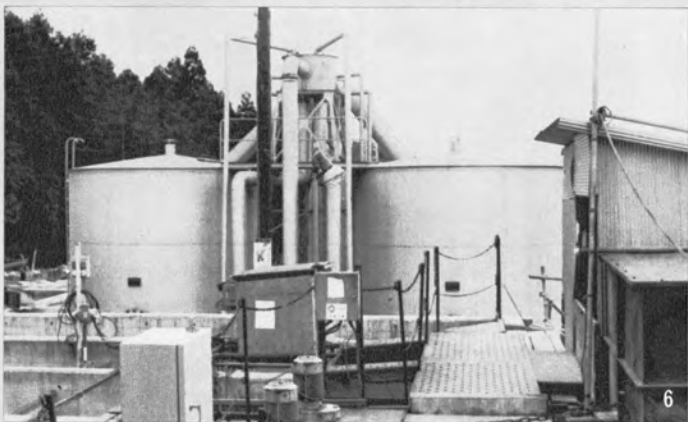
排水処理装置

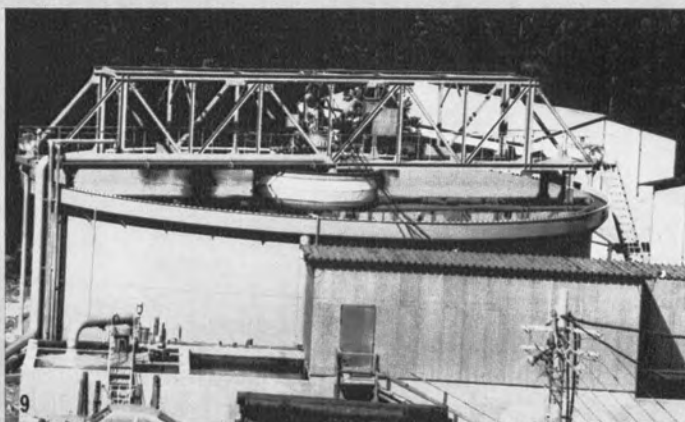


1. $270 \text{ m}^3/\text{hr}$ シックナ
(中山トンネル中山工区)
2. $600 \text{ m}^3/\text{hr}$ シックナ
(同・四方木工区)
3. $150 \text{ m}^3/\text{hr} \times 2$ バケット
かき上げ型
(同・小野上南工区)



- 4. 46 in × 50 室・手動フィルタプレス
(中山トンネル高山工区)
- 5. pH調整槽 (同・小野上南工区)
- 6. 砂ろ過装置 (同・四方木工区)
- 7. 300 m³/hr ジェット式高速分離型
(榛名トンネル御蔭工区川島口)





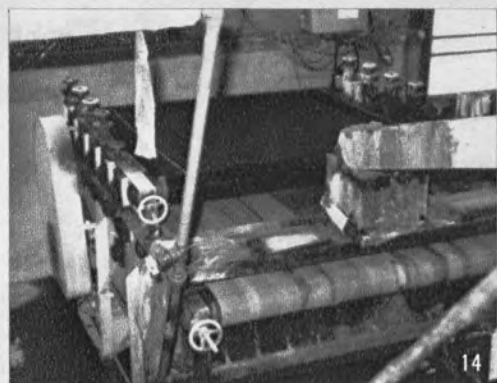
- 8. 300 m³/hr スラッジブランケット型と
600 m³/hr シックナの併用
(榛名トンネル御蔭工区斜坑口)
- 9. 600 m³/hr シックナ
(同・御蔭工区斜坑口)
- 10. 46 in × 75 室・半自動フィルタプレス
(同・御蔭工区斜坑口)
- 11. 300 m³/hr オリバーフィルタ
径 1,830 mm × 長さ 3,050 mm ×
面積 17.5 m² × 2 kW
(同・御蔭工区斜坑口)



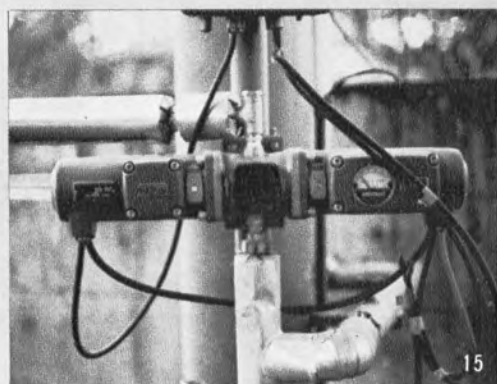
12



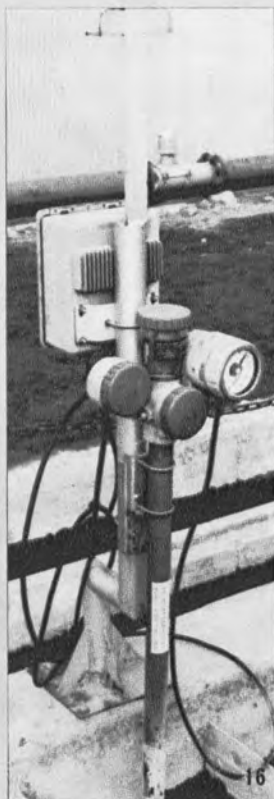
13



14



15



16

- 12. 600 m³/hr シックナ
(榛名トンネル行幸田工区)
- 13. 600 m³/hr シックナ
(同・長岡工区)
- 14. ロールプレス
ロール幅 1,500 mm × 2.2 kW
(同・下新井工区)
- 15. 濁度計
- 16. pH 計

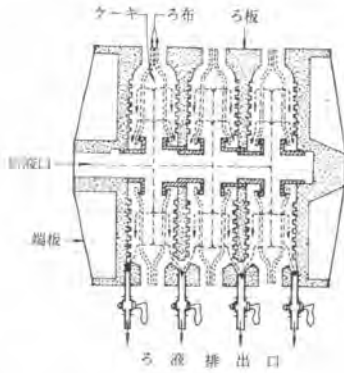


図-6 フィルタプレス

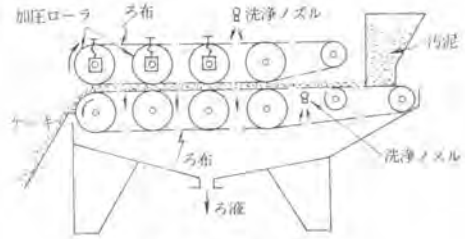


図-7 ロールプレス

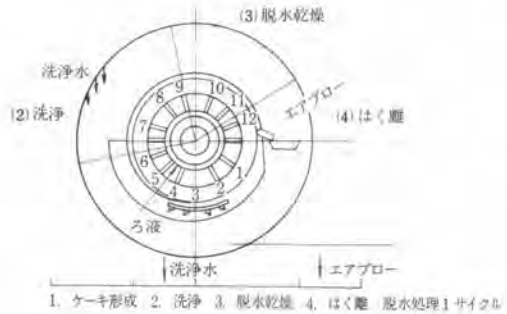


図-8 オリバーフィルタ

場合は選択に注意する必要がある(図-5 参照)。

(3) 脱水装置

凝集沈降分離によるスラリーの含水率は汚濁水の排出量、濁度、凝集剤添加量、あるいは凝集沈降分離槽の形で、多少の変動はあるが、一般にその値は 80~90% とされている。多量の水分を含んでいるスラリーをそのまま投棄すれば 2 次公害の発生の恐れが十分考えられること、産業廃棄物の指定を受けている場合、ケーキの含水率の指示を受けることなどの理由により、なんらかの方法で脱水を行う必要が生ずる。トンネル工事で一般に運搬可能な含水率、投棄後の流出を防ぐ含水率は 50~60% とされている。脱水機を大別すると、真空脱水機と加圧脱水機がその主流である。

(a) フィルタプレス(加圧脱水機、図-6 参照)

両面をへこませた木製のろ板にろ布を張り、これを並べて密着し、油圧シリンダにより加圧セットしたものである。ろ板の大きさは 0.5~1.5 m の正方形で、その厚さは 15~20 cm、板数は 20~100 枚程度であり、発生するスラリー量、脱水サイクルによってその大きさ、板数は決定される。

ろ過方法は、ろ室内にポンプによりろ板中央部よりスラリーを加圧供給(センターフィード)してろ過する。ろ過圧力は通常 5.0~6.0 kg/cm² 程度で、発生ケーキは含水率の低いものが(40~60%)得られる。センターフィードによるろ過のため圧力が均等に保持でき、ろ板の破損がない。ポンプによる加圧供給のため少々脱水性の悪いスラリーでも脱水効果は十分期待できる。また、スラリーの含水率が多少高くとも脱水効果を上げるための凝集剤の 2 次注薬(再造粒)は不要である。ろ板の大きさ、板数が設備費に影響するので、掘削地山の岩質、スラリー量、およびスラリーの脱水性について十分検討せねばならない。ろ板の開弁は手動で行うものと、自動で行うものがあるが、板数が 70 枚以上の場合は自動開弁式が望ましい。

(b) ロールプレス(加圧脱水機、図-7 参照)

スラリーを 90~120 メッシュのろ布でサンドイッチし、これを加圧ローラで絞り取る方式である。一般にこの機種ではフロックが微細な場合、脱水効果の向上とろ布両端からスラリーのはみ出し防止のため再造粒が必要である。ケーキの含水率は 70~80% で、フィルタプレスに比べ比較的高い。ローラの圧力はスクリューハンドルにより調整できる。脱水性のよい砂分の多いスラリーには有効であるが、泥岩あるいは薬液注入工事の併用現場には不向きである。ろ布は脱水終了後リターンし、噴射ノズルより噴射される水により自動洗浄される。

(c) オリバーフィルタ(真空脱水機、図-8 参照)

真空吸引式で、みぞ式または多孔式ドラムにろ布を張付け、これを回転させて内部を真空ポンプで真空度 400~600 mm Hg 程度に減圧する。ドラムがドラム下部のスラリー受皿に浸漬されているときは真空によって汚泥はろ面に吸着される。回転が進んでドラムがスラリーを離れると、ろ面に吸着したスラリーの脱水、乾燥がなされ、再びドラムがスラリーに浸漬される前にケーキのはく離がなされる。ドラムに生成するケーキの厚みはスラリーの性質、前処理によって異なるが、3~10 mm 程度で、含水率は 70~80% 前後である。ケーキのはく離の際、コンプレッサの圧縮空気が送圧される。通常真空ポンプの排気量はろ過面積 1 m² 当り 0.7 m³/min 程度で、スラリー槽内は沈降防止、性状の均一化のため攪拌装置(アジテータ)を有する。一般にドラムに生成するケーキの厚みが 3 mm 以下の場合にはケーキのはく離が困難である。そのため消石灰を併用する場合が多い。

なお図-9~図-11に凝集処理フローシートを示す。

6. pH 調整

トンネルより排出される排出水の pH はコンクリート打設や薬液注入作業などにより大部分はアルカリ性(9~13)を呈している。pH 調整には凝集作用の前処理とし

て行う場合と清澄水を放流基準内に pH 調整する場合の二つの方式がある。

(1) 前処理的 pH 調整

トンネル汚濁水の凝集処理過程において無機凝集剤の添加による凝集作用がある。一般にその適正 pH は 5.0~9.0 といわれており、原水の pH が 9.0 以上のときは十分な凝集効果は発揮されない。これ以上の pH 値のときは原水の pH 値を調整しなくてはならない。硫酸アルミニウムの、その pH の効果域はポリ塩化アルミニウムに比べ狭い。上越新幹線においては全工区ポリ塩化アルミニウムを使用している。

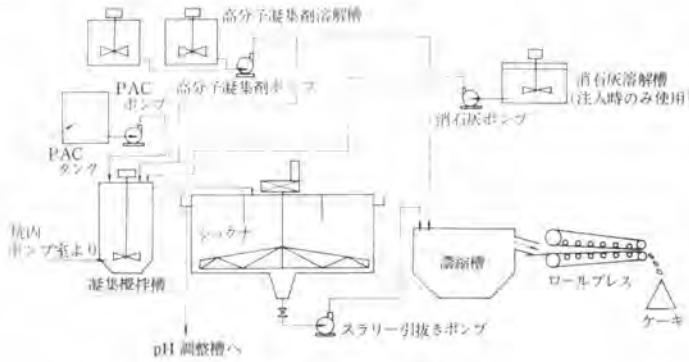


図-9 凝集処理フローシート (下新井工区)

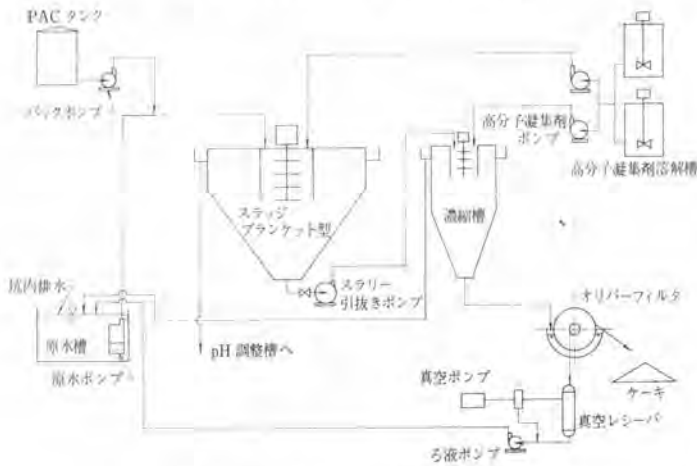


図-10 凝集フローシート (御蔭工区の斜坑口)

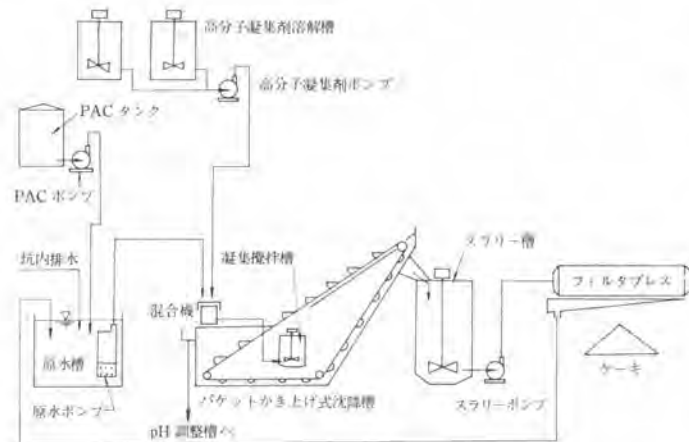


図-11 凝集フローシート (名胡桃工区)

(2) 放流清澄水の pH 調整

水質汚濁防止法による pH 許容基準値(5.8~8.6)内に処理する pH 調整である。以下、放流清澄水の pH 調整について述べる。

(a) 中和剤の選定

中和剤の選定にあたっては、その経済性、反応性、中和によって生ずる汚泥量およびその処理なども考えなくてはならない。これを具体的にあげると次のようになる。

- ① 酸性度が高いこと
- ② 安価であること
- ③ 容易に入手できること
- ④ 設備費が安く、取扱いが簡単であること
- ⑤ 中和剤により2次公害を起こさないこと

これらの条件を満足するものとして一般に使用されているのが硫酸 (H_2SO_4) と塩酸 (HCl) である。このうち硫酸は希硫酸としてタンクローリーなどで入手が容易であること、塩酸に比べて発煙性が少ないため取扱いが容易であり、中和コストが安いこと、消防法による危険物取扱主任者をおく必要がないこと等により希硫酸が選定条件にもっとも適合しているといえる。

(b) pH 制御方式

pH 調整槽に流入してくる清澄水の pH を pH 検出器により感知し、指示調節計に信号を伝送し、あらかじめ調節計に設定してある pH 値を越えると中和

剤（希硫酸）が添加される。

pH 制御は手動制御と自動制御があるが、トンネル工事の排水のように水が連続のときは自動制御方式が一般に採用されている。自動制御の基本操作はフィードバック制御である。

図-12 にフィードバック制御を示す。これは制御対象①（清澄水）を検出部②（pH 検出器）で検出し、その信号を設定値③と比較④し、設定値と比較した結果、違いがあればその偏差を打ち消すように操作信号を操作部⑥に送る。⑥で調節弁を動作させ、中和剤を制御対象に送り、pH を希望する方向に変える。すなわち、制御系は①→⑦→①→⑦と閉回路を形成し、刻々と制御を行う。もし制御対象に外乱が入ってくると制御系が乱れることになる。外乱としては清澄水の pH 値、流量、中和反応の平衡遅れ、SS 分中の pH 値などがあげられる。このように操作信号による調節量が制御対象に対して適正であるかどうかを常にチェックして、最後には目的を達成する方法をフィードバック制御という。図-13、図-14 に pH 処理フロートを示す。

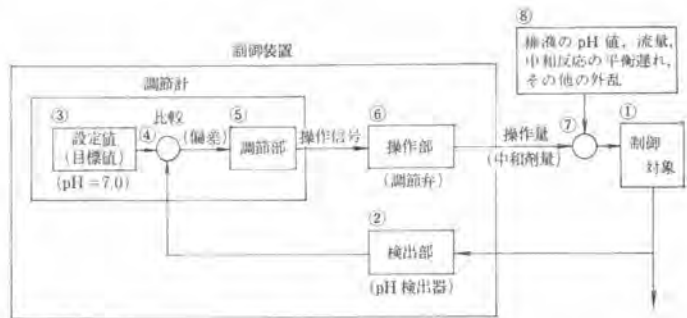


図-12 フィードバック制御

ルプレスを設置した。坑内ポンプ室より注入切羽までの距離が短く、坑内排水溝による自然沈殿の効果が少なく、原水中に多量の注入材料の混入が認められる。ジャーテスタによればポリ塩化アルミニウムの効果は少なく、現在消石灰 300~400 ppm、高分子凝集剤 3~4 ppm の添加量である。シクナは多量の消石灰投入によりスラッジボリュームが多くなり、脱水機の運転は日に 18~20 時間に及ぶ。脱水機はロールプレスで、濃厚なスラッジを得るため高分子凝集剤の 2 次注薬を行うこともしばしばである。また、消石灰の投入により清澄水の pH は高く、掘削時に比べ中和剤の添加量は増している。

7. 経過と稼働状況

(1) 下新井工区

処理量は 100 m³/hr 前後で原水濁度は平均 200~300 ppm、pH は注入作業により 9~11 と変動がある。昭和 49 年 2 月、300 m³/hr の処理能力のシクナとロー

(2) 行幸田工区

最近の湧水量は約 19 m³/min である。昭和 49 年 5 月 300 m³/hr の処理能力のシクナを設置したが、湧水量の増大に伴い同年 12 月に 600 m³/hr のシクナを増設した。原水 pH 9~10、平均濁度は 300~400 ppm である。ポリ塩化アルミニウム添加量は 20~30 ppm、高

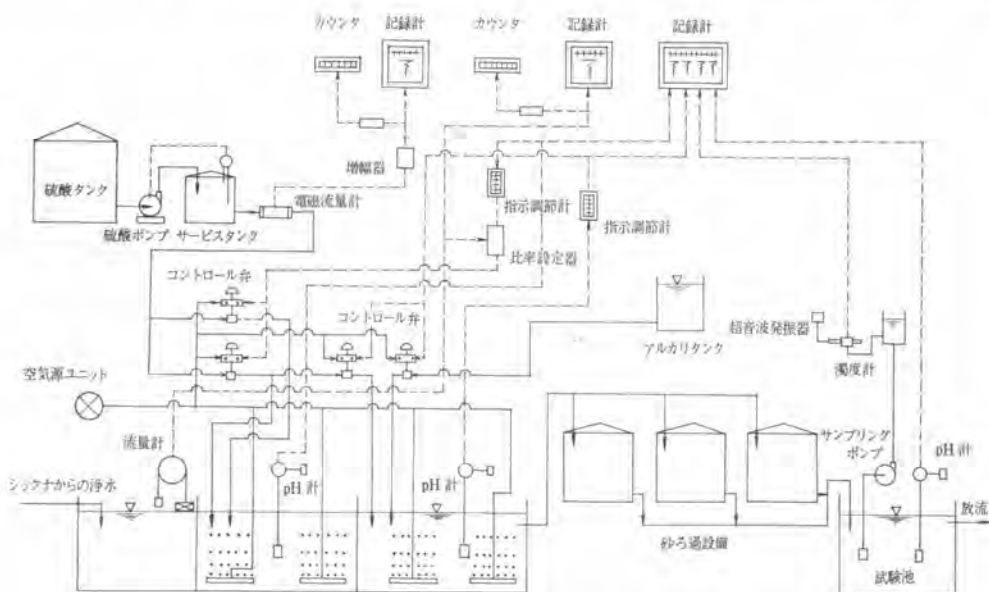


図-13 pH 処理フローシート（四方木工区）

子凝集剤 1 ppm である。600 m³/hr のシクナ増設時に、坑口原水槽、原水ポンプの設備費削減のためにこれらを設備せず、坑内ポンプ配管 (300 A) を直接凝集攪拌槽に直結し、試験した。初めは凝集攪拌槽底部に排水中の砂などが沈積し、ドレン抜きをししばし繰返したが、切羽が伸びるにつれてその現象は少なくなった。これから推察するならば、ポンプ室と切羽が 1~1.5 km ほど離れていてなお排水溝により自然沈殿の効果が期待できる地質の山であるなら、設備費低減の面から今後検討する要素があるように思われる。

(3) 御蔭工区 (川島口)

最近の湧水量は 8.2 m³/min である。昭和 49 年 4 月 150 m³/hr のジェット式高速分離槽、フィルタプレスを設備した。湧水量の増大に伴い同年 12 月に 300 m³/hr の同型のを増設している。原水濁度 800~1,000 ppm, pH 8~9 である。シクナのように集泥機構は持たないが、ジェット噴流による混合、凝集効果はよく、良好な清澄水を得ている。ポリ塩化アルミニウム添加量は 30~40 ppm, 高分子凝集剤は 1~2 ppm である。

(4) 小野上 (南) 工区

昭和 48 年 10 月、150 m³/hr のバケットかき上げ式とフィルタプレスを設備した。湧水量の増大に伴い昭和 49 年 3 月に 150 m³/hr の同型のを増設したが、さらに湧水量が増したことから、地質調査により将来さらに湧水量が増大することが予想されたので、昭和 50 年 7 月に 600 m³/hr のシクナを再増設した。現在湧水量は 14 m³/min で処理能力は十分であるが、今後さらに増設の予想される工区である。昭和 50 年 7 月より注入工事を施工中であるが、排水溝による自然沈殿区間が長いので坑口原水槽で注入材料はほとんど除去されている。原水濁度 100~200 ppm, pH 10~12 であり、pH 値は他工区に比べて高く、中和剤の使用量が多い。

(5) 四方木工区

計画当初より相当な湧水量の見込まれた工区であり、昭和 48 年 7 月に 600 m³/hr のシクナとフィルタプレスを設備した。この工区は放流河川においてニジマス、コイ、ヤマメ等の養魚場があり、放流濁度、pH 値ともに放流基準値内であったが、安全策として再浄化の砂ろ過装置を設備した。

立坑湧水の増大に伴い、昭和 48 年 3 月より注入工事を施工した。立坑という特殊条件で、注入液のリーク即揚水で直接シクナへの流入である。セメント、硫酸ソーダ、リン酸等注入剤混入の処理は相当な困難が伴う。現実に砂ろ過装置の日詰りが頻繁に発生している。

注入施工前の最大湧水量は 9.6 m³/min を記録したが、現在は注入効果が現われ、湧水量は 3.8 m³/min と減少している。この 3.8 m³/min のうち、切羽湧水は約 0.5 m³/min で、残りは切羽上部坑壁からの湧水である。注入時の原水濁度は 100 ppm 前後、pH 9.8~12、掘削時で 500~700 ppm, pH 8~9 である。掘削時においてポリ塩化アルミニウムによる凝集効果は認められるが、注入時にはその効果はほとんどなく、消石灰および塩化カルシウムと高分子凝集剤の併用である。ジャーテストの結果、消石灰、塩化カルシウムともに効果はあるが、消石灰は塩化カルシウムに比べ安価であるが、処理水の pH が上がることにより中和剤の添加量が増すことで、それぞれ長所、短所もっている。現在コストの比較をし、有利な条件の方を選択すべく試験中である。

8. 処理実績とランニングコスト

表-4 に年度別処理実績を、表-5 にランニングコストを示す。ランニングコストのうち、各工区の平均で労務費が 60%、薬品費が 30%、電力費が 10% となっており、処理能力の大小にかかわらず運転保守の人員が一定であることが処理水の少ない工区においてコスト高になっている。

9. 今後の問題点

(1) 注入工事施工工区における処理

薬液注入工事の排水処理装置に対する影響としては、

- ① 原水 pH の上昇
- ② 原水濁度、懸濁物質の増加
- ③ 中和剤 (H₂SO₄) の消費量の増加
- ④ スラッジポリニュームの増加
- ⑤ スラッジの脱水性の劣化

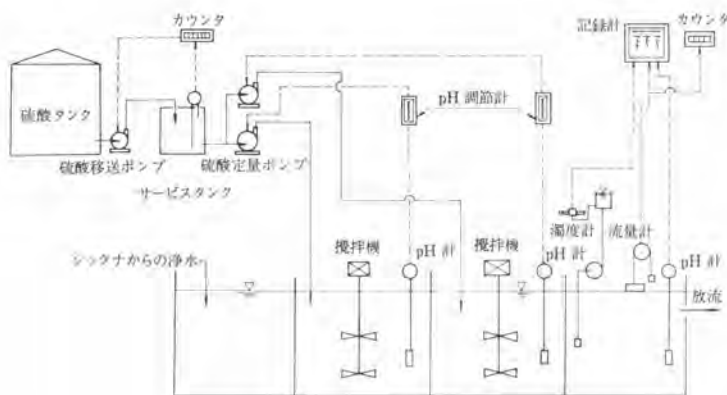


図-14 pH 処理フローシート (行幸田工区)

等により薬液注入工事施工外の工区に比べ総合的な操業の調和が困難である。注入剤混入の排水を効果的に処理するためには薬品の開発、凝集沈降分離槽の構造、脱水機の脱水効果、ろ布の材質、編目、さらには注入材料などについて検討する必要がある。

(2) 自動注薬装置

ランニングコストで述べたとおり 60% が労務費となっている。人件費の低減と、効果的、経済的な薬品の添加量を決めるものに自動注薬装置がある。凝集剤の自動注薬装置は原水の濁度と流量の変化に比例し、注薬量が決定されるが、濁度および流量の変化が著しいときはこれに追従できない欠点を持っている。また、設備費が高額(2,000~3,000万円)なため工期が2~3年の場合に償却できるかという問題もある。設備費と工期あるいは効果という面から検討して今後の課題としたい。

(3) 炭酸ガスによる中和処理

アルカリ性の排水を硫酸で中和処理する際、硫酸イオン(SO₄²⁻)の放出量が多くなると河川の自浄作用に対する過負荷の原因となり、自然界のバランスを崩す恐れがある。この対策として炭酸ガスによるpHの中和処理がある。CO₂は水に溶解しやすく、次のように溶解、解離する。



ここで示されるH⁺がpH低下に効果的に作用する。炭酸ガスの効果、硫酸とのコスト比較、炭酸ガス中和によって生ずる問題点などについて各工区で試験工事中であり、その結果により検討して行きたい。

表一五 各工区におけるランニングコスト

トンネル名		機名 トンネル					中山 トンネル					
工区名		下新井	長岡	行幸田	御蔭(斜坑口)	御蔭(川島口)	小野上(南)	小野上(北)	四方木	高山	中山	名胡桃
底当年月(昭和50年)		6月	7月	7月	7月	7月	7月	5月	6月	7月	7月	5月
処理量(m ³ /日)		2,044	54,379	26,236	14,923	12,213	17,252	14,404	5,333	895	248	1,240
薬品	凝集剤		23.3	13.2	62.5	32.5	56.3	3.42	54.8	2.98	123	282
	高分子凝集剤	3.03	0.73	0.72	2.03	1.06	2.5	0.34	2.82		4.65	1.45
	中和剤	448	10.2	5.54	11.6		38.3	1.34	119	15.3	43.4	48.4
	消石灰	193								81.2		
	薬品代(日/m ³)		1.4	0.79	3.75	1.95	3.38	0.21	3.29	0.18	7.38	16.9
電力	設備容量(kW)	50	117	184	294	149	187	204	119	177	61.3	66.5
	電力費(日/m ³)	1.97	0.17	0.57	1.59	0.98	0.88	1.14	1.8	15.9	20.0	7.72
	労務費(円/m ³)	24.9	1.87	3.88	6.82	7.86	2.45	2.94	7.94	47.3	171	52.7
	合計(円/m ³)	50.4	4.75	6.4	15.3	12.2	11.29	4.8	20.5	66.4	206	80.7
割合(%)	薬品	47	57	30	45	28	70	15	52	1	7	25
	電力	4	4	9	10	8	8	24	9	25	10	10
	労務	49	36	61	45	64	22	61	39	74	83	65

表一四 年度別処理実績

(昭和50年8月現在)

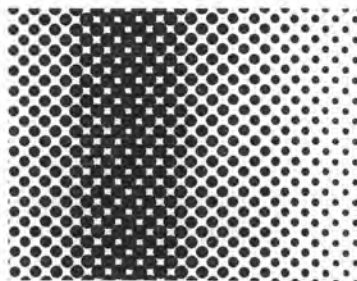
工区名	年度別	48年度	49年度	50年度	累計
		(km ²)	(km ²)	(km ²)	
下新井		45	748	261	1,054
長岡			6,728	6,956	13,684
行幸田			4,684	3,976	8,660
御蔭(斜坑口)			2,417	2,116	4,533
御蔭(川島口)			2,161	1,600	3,761
小野上(南)	390		2,770	2,020	5,180
小野上(北)	890		3,260	2,100	6,250
四方木	1,310		1,980	770	4,060
高山	840		533	84	1,457
中山	18		68	22	108
名胡桃			372	126	498

10. あとがき

排水処理装置において凝集沈降分離槽、脱水機の種類が多様性にわたり、トンネル工事においてどの機種が組合せが一番効果的で経済性があるかという疑問を持ちながらスタートした。トンネルは湧水量、濁度、およびpHが刻々と変化し、これに対応できる型としてはシクナ、脱水機としてはフィルタプレスが一番よいように思われる。排水処理設備(特にトンネル等の土木工事)の歴史は浅く、今後解明されなければならない問題点も多いが、これらに対しては常に前向きな姿勢で、取り組み、特に公害問題が深刻化している社会情勢の中で、建設工事に伴う公害皆無の水質確保のために努力しなければならないと思う。トンネル掘削によって生ずる汚濁水を単に法規制値内に処理、放流するという目的だけでなく、できる限り自然水に戻し、自然界に帰すという考えを持ち続け、排水処理に取り組んで行きたい。

チェッカードシステム構法 MCS

吉野 政雄*
矢野口 薫 正**



1. はじめに一高層プレハブ住宅の発展の経緯

わが国における高層住宅の建設は、昭和 33 年の公団晴海アパートあたりから始まったといえる。また、民間による高層分譲マンションの建設量も昭和 43 年頃から年々飛躍的に増加して今日に至っている。それに伴い、H・PC 工法を中心にして高層住宅の工業化の研究も始まり、昭和 38 年の八幡製鉄の花田アパート（堺）等の試行段階を経て、昭和 45 年に日本住宅公団により豊島 5 丁目に本格的な H・PC 工法による高層住宅団地（2,265 戸）が建設された。次いで、昭和 46 年の建設省による稲毛パイロットハウスコンペ、さらに、昭和 48 年の芦屋浜プロジェクトコンペと、その流れはいよいよ本格的になってきた。

当社においても民間分譲マンションの建設が活発になって来た昭和 44 年頃から高層住宅の工業化の研究開発を行い、MCS 構法を開発し、昭和 47 年の千葉ガーデンタウン（1,400 戸）に本格的に適用した。その後、芦屋浜プロジェクト

（3,400 戸）における三井 A 案、検見川パークマンション（360 戸）等において適用し、さらに、いろいろな住宅計画に対応できるように検討が進められている。

2. MCS 構法の概要

MCS 構法とは Mitsui Checkered System の略称であり、「周辺を S 造あるいは SRC 造の枠（柱、梁）で十分に補剛された PC パネル（耐震壁）を立体的な市松状に構成する建築構法」である。この構法の開発の主眼点は次の 3 点にある。

- ① 建築計画における自由度の拡大
- ② 構造的な安全性の確保
- ③ コストダウン

すなわち、市松状耐震壁架構の利点を生かして、プレハブシステムによる建築計画の自由度を確保しながら、従来の集合住宅では一般に桁行方向には効果的な耐震要素としての壁を採れなかった問題点を解決したことである。

3. MCS 構法の特徴

（1）MCS 構法の構造骨組の特徴

- ① 桁行方向に市松状の耐震壁を組込むことによって



写真-1 建設中の千葉ガーデンタウン

* 三井建設（株）建築技術部

** 三井建設（株）技術研究所

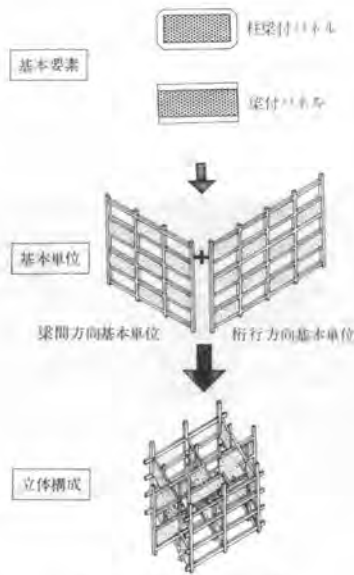


図-1 MCS 骨組の構成

従来の純ラーメン形式に比べて容易に、かつ経済的に大きな保有耐力を得ることができる。

- ② 耐震要素としての壁が市松状に配置された結果として、構造的に弱点となりがちな境界梁がない。
- ③ 梁間方向、桁行方向の市松状の壁を組合せて立体的な骨組を構成するため地震および鉛直荷重に対して非常に有効な骨組となる。
- ④ 耐震要素である壁体を上から下まで同一構面に配置しているため、床スラブにかかるせん断力は微小となり、PCパネルの現場接合が非常に容易である。

(2) MCS 構法の建築計画上の特徴

(a) 住戸の平面計画の自由度が大きい

従来の工法では梁間方向の戸境壁は構造体として固定されていたため、1住戸の大きさも固定化せざるを得なかった。MCS 構法では戸境壁を形成する梁間方向の構面も市松状に開口部を持つので、構造体に特別の変更を加えずに自由な住戸空間の組合せができる。

(b) 外側に向かって開放的な居住空間がとれる

構造体として桁行方向外側フレームの負担が非常に低減されるため梁成を小さくでき、開放的な空間が得られ

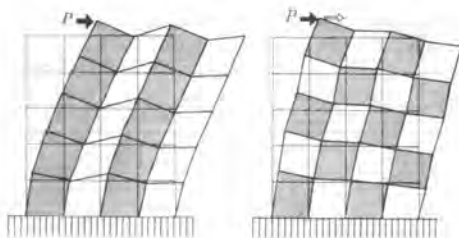


図-2 連層耐震壁と MCS 耐震壁の変形状態

るとともに、高層化しても上階から下階まで梁成を統一することができるため、階高も梁成により左右されない建築計画が可能である。

(3) 生産上、施工上の特徴

- ① 構造部材の外形寸法が統一されることにより PC 化する場合、寸法の規格化が容易である。
- ② 市松状耐震壁を四周枠付の PC 版とすることによりジョイントが集約化され、現場において能率の良い建方ができる。

(4) コスト上の特徴

- ① 上部構造が立体骨組構造であるため構造材料が大幅に節減できる。
- ② その結果、上部構造の軽量化が計られ、基礎および下部構造の躯体量を節減できる。
- ③ プレハブ化率が大幅に向上することによりコストダウンが計れる。

4. MCS 構法の実施例

(1) 千葉ガーデンタウン

MCS 構法は千葉ガーデンタウン計画において初めて

形 名 称	形 状	備 考
版 状	O	一方のパネルのない部分に他方のパネルが入るため同一階ではパネル同志が直交しない。
	L	両方向の壁が中柱位置で交差し、平面的にみるとL型の壁を形成する。
	D	梁間方向の壁間隔を大きくとり(15m)、また、桁行方向に2列のMCSを配置している。
雁 行 状	Z	Z型のパネルを上下階で交互に組合せ、ジグザグ状の平面を形成する。住戸はメゾネット。
以 上	ペア フラット	横長の住戸をツインに組合せ、両者を4層単位のスーパーブレースで連結させている。
塔 状	Double Tube	市松状耐震壁をチューブ状にダブルに配置する塔状架構
	井 桁	市松状耐震壁を井桁状に配置する塔状架構

図-3 MCS 構法のバリエーション

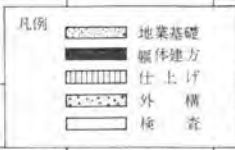
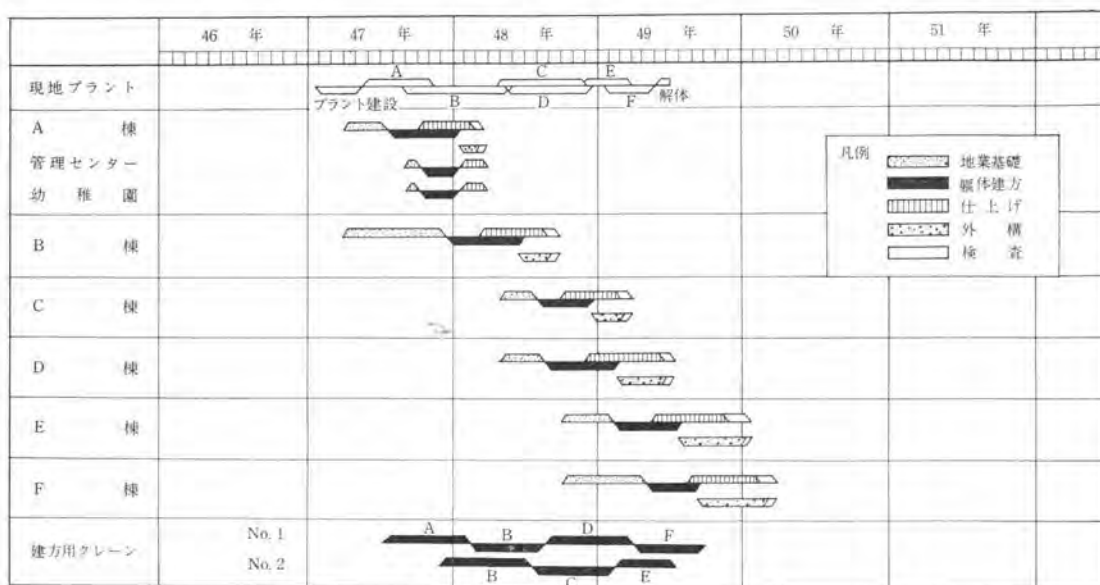
本格的に採用された。この計画は東京湾開発整備計画の一環として千葉県が行なった出洲海岸埋立地の一画で、その事業に協力した民間デベロッパである三井不動産、三菱地所、住友不動産3社の所有する約9haの敷地に3年間にわたり1,400戸の共同住宅を建設供給するプロ

ジェクトであった。

建築計画の面での主な特徴を挙げると、思いきった高層化とかこみ型住棟配置(写真-2参照)により広大な外部空間を確保するとともに、豊かな住環境を低廉な価格の範囲内で自らの力で創り出すことに成功した例であ



写真-2 完成した千葉ガーデンタウン



工期(A-F棟)	36.0カ月	月産PC製作戸数	62.5戸/月	月産建方戸数	53.2戸/月
----------	--------	----------	---------	--------	---------

A棟	着工	昭和47年4月	竣工	昭和48年3月	E棟	着工	昭和48年10月	竣工	昭和50年1月
B棟	着工	昭和47年4月	竣工	昭和48年9月	F棟	着工	昭和48年10月	竣工	昭和50年3月
C棟	着工	昭和48年5月	竣工	昭和49年3月	管理センター	着工	昭和47年9月	竣工	昭和48年3月
D棟	着工	昭和48年5月	竣工	昭和49年7月	幼稚園	着工	昭和47年9月	竣工	昭和48年3月

図-4 千葉ガーデンタウン工事実施工程

るといえよう。このような計画面での特徴は MCS 構造と相まって以下に述べようとする生産施工システムと一体となって計画から生産施工、維持管理に至る一貫したシステムを形成している。

工事の実施計画にあたっては大量、長期という条件から良質低廉な住宅を供給することを基本として工業化工法を採用し、

継続生産による合理化と能率化を計るとともに、機械力の投入による省力化を推し進めた。

工業化工法を実際の建物に適用する場合、様々な対応が考えられるが、本計画の場合、3年間1,400戸という工事規模から、計画時におけるコスト比較だけでなく、工期全体を通しての外部環境の変化を予想し、全体としての合理化、コストダウンにつながる方法について、積極的に採用した結果、高層住宅のシステム工法のプロットタイプともいえる形態となった。

工業化の具体的な適用にあたっては、まず構造躯体のプレハブ化を中心におき、隣接地にプレキャストコンクリート板の製造プラントを設置することにした。製造能

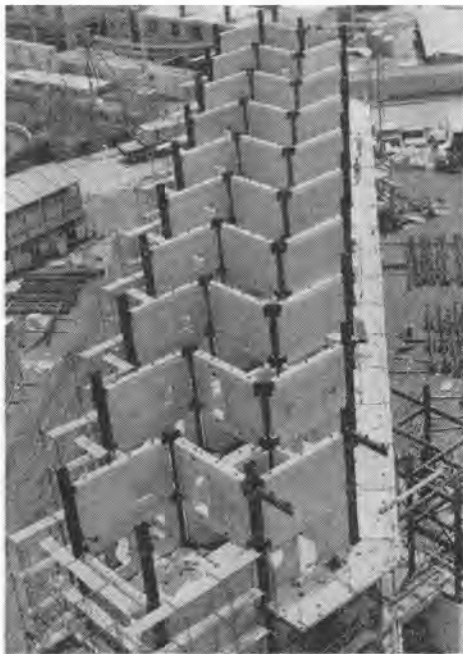


写真-3 建設中の検見川パークマンション

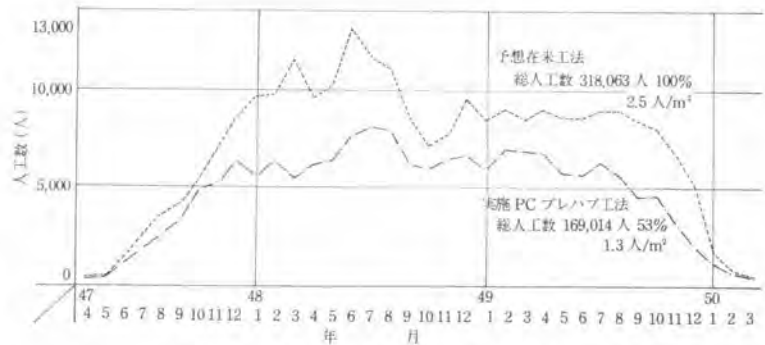


図-5 PC プレハブ工法と在来工法の労務量比較

力としては、全体工期、各棟の工程、建方クレーンの能力を勘案し、日産4戸の設備とした。建方工程をクリティカルにすることによって全体としての生産速度が決定され、すべての工種が計画的に投入が可能となり、大幅な合理化と能率アップが実現できた。建方クレーンの機種選定にあたっては、高層住宅用として作業性、安全性、能率等の点で水平ジブ式が望ましいことから、当時新たに開発されていた三井三池製作所のMTC-180型について詳細に検討し、メーカーと協議のうえで細部において若干の改良を加えて採用した。

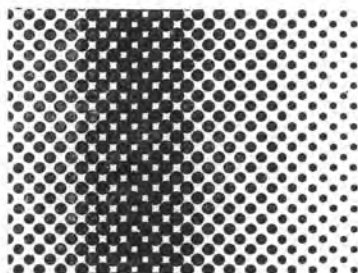
躯体のプレハブ化のみに限らず、内装、設備についても大幅なプレハブ化を進め、間仕切のパネル化、バスユニット、キッチンユニット等の工場生産化を行うとともに、施工現場においても建方クレーンの能力をフルに活用して間仕切パネル、木床材、造作材、耐火パネル等をパッケージ化して、ユニット類や現場打ちぐいの鉄筋材等と合せてPC板の建方と同時に揚重を行い、大幅な省力化を計った。このような高度のシステム工法の採用により在来工法と比較して図-5に示すような労務工数の削減ができたと考えている。また、工程、コストの面でも、工事期間中に遭遇した労務不足、材料不足、オイルショック等にもかかわらず、極めて安定的な成果を挙げることができた。

(2) 検見川パークマンション

千葉ガーデンタウンでの工業化工法の実績をもとに、より変化のある住居空間を実現することをねらいとしてMCS 構法をジグザグタイプの住棟に適用した事例であり、超高層の新宿三井ビルで採用された縦配管のユニット化を共同住宅に初めて適用したもので、新型のガス配管ジョイントをパイプメーカーと共同開発する等、さらに高度のプレハブ化を計っている。

大型斜ぐい打ち船 CP-2001

河本 寿 昭*



写真一 大型斜ぐい打ち船“CP-2001”

1. はじめに

港湾施設において近年ますます増大する大口径ぐい、斜ぐい構造物の施工に備えて、大口径斜ぐい打ち船CP-2001 は昭和 45 年 5 月に建造された。

建造当時、わが国最大の 70 型ディーゼルハンマを装備し、ディーゼルエレクトリック方式により駆動される諸機械の操作はすべてブリッジ内でワンマンコントロールができ、省力化を図るとともに、安全で高精度、高効率なくい打ち作業ができるよう各所に配慮を加えた。

2. 本船の特長

(1) 船 体

つり荷重に比べて船体を大きくした。また、くい打ちやぐらを鋼管構造にする等、極力上部構造の重量軽減を図り、GM 値を大きくしたので安全性はすこぶる良好である。

なお、前後のきつ水変化に対して予備乾舷を大きくとったので波浪に強く、強力な操船ウィンチと相まって天候による作業休止時間を大幅に減少し、稼働率を向上させ、かつローリング、ピッチングが少ないため正確なくい打ち作業が可能である。

(2) くい打ち装置

- ① 70型斜ぐい用ディーゼルハンマを装備している。
- ② くい径 2.5mφ、くい長水面上 48m+水深、重量 60t の大口径ぐいを前後傾とも各 30度の範囲内において任意の角度の斜打ちができる。
- ③ くいとハンマとのセットが容易にできるよう考慮されているので、くいのつり込みおよび建込作業が正確かつ迅速にできる。
- ④ くいを中づりすれば水面上 65m 長のくいをつり込むことができる。
- ⑤ くい打ちやぐらの傾動は前後傾とも各 30度、傾動角度 60度を約 12分で行える。
- ⑥ くい打ちやぐらの傾動、ハンマの上下、くいのつり込みおよびキャップのセットはブリッジ内でワンマンコントロールシステムにより操作できる。

(3) 起重機装置

くい打ち装置からディーゼルハンマを取りはずせば、そのまま 100t づり起重機船として使用できるものである。

* 五洋建設(株)船舶機械部作業船課

(4) ウィンチ

① 操作はすべてブリッジ内でワンマンコントロールできる。

② つり荷重に対して十分余裕をもっている。

③ 負荷に応じ速度制御が可能である。

④ くい打ち作業工程中の複合作業に十分余裕あるドラム数をもっている。

(5) 主機，発電機

実負荷に対し十分なる余裕をもっているので、パイプロハンマ使用時にも別の発電機は不要である。

3. 本船の主要要目**(1) 船 体**

形 式：鋼製箱型

長さ（垂線間）：40.00 m

幅（形）：18.00 m

深さ（形）：3.60 m

き 水：2.07 m（計画くい打ち時最大）

(2) くい打ち装置

くい打ちやぐら全長：63.65 m

傾動角度：前後傾各 30 度

傾動速度：60 度傾動に対する所要時間約 12 分

傾動方式：1 本スピンドルベベル駆動方式

くい最大寸法：くい径 2.50 mφ、くい長 48.00 m（水面上）、直打ちのみの場合は 65 m（水面上）

くい最大重量：60 t

装着ハンマ：70 型斜ぐい用ディーゼルパイルハンマ

傾動用電動機：200 kW，AC 440 V，720 rpm

(3) 起重機装置

定格つり荷重：100 t

アウトリーチ：14.4 m

揚 程：40.0 m

巻上速度：5.0 m/min

(4) ウィンチ

(a) ハンマウィンチ……………1 台

形 式：電動機駆動単胴型

巻上能力×ロープ速度：12 t×27 m/min

ロープ径：34 mm

電 動 機：90 kW，AC 440 V，720 rpm

速度制御方式：発電制動式，巻上巻下とも各 3 ノッチ

操作方式：遠隔空気操作

(b) くいつりウィンチ……………2 台

形 式：電動機駆動複胴型

巻上能力×ロープ速度：10 t×40 m/min

ロープ径：28 mm

電 動 機：100 kW，DC 440 V，0~1,300 rpm

速度制御方式：ワードレオナード方式

操作方式：遠隔空気操作

(c) No. 1 補助ウィンチ……………1 台

形 式：電動機駆動複胴型

巻上能力×ロープ速度：5/7 t×40/20 m/min

ロープ径：28 mm

電 動 機：55 kW，AC 440 V，900 rpm

操作方式：遠隔空気操作

用 途：警戒アンカー用その他

(d) No. 2 補助ウィンチ……………1 台

形 式：電動機駆動複胴型

巻上能力×ロープ速度：4.5 t×30 m/min

ロープ径：16 mm

電 動 機：45 kW，AC 440 V，900 rpm

操作方式：遠隔空気操作

用 途：ハンマのラムづりその他

(e) 操船ウィンチ……………2 台

形 式：電動機駆動複胴型

巻上能力×ロープ速度：8/4 t×10/20 m/min

ロープ径：33.5 mm

電 動 機：22 kW，AC 440 V，900 rpm

操作方式：遠隔空気操作（機側操作も可）

(f) 雑用ウィンチ……………3 台

用 途：くい積み台船引付，パイルホルダーづりその他

(5) 主原動機

(a) 主 機 関……………1 台

形 式：立型単動 4 サイクルトランクピストン型、過給機、空気冷却器付ディーゼル機関

定格出力：700 PS

回 転 数：600 rpm

冷却方式：清水冷却

(b) 交流発電機……………1 台

形 式：自己通風防滴型自励式・三相交流式

容 量：500 kVA

電 圧：450 V

回 転 数：600 rpm

用 途：ハンマづり，操船，補助ウィンチおよびやぐら傾動装置駆動用

(c) 直流発電機……………2 台

形 式：自己通風防滴型直立式

容 量：115 kW

電 圧：440 V

回転数：600 rpm

用途：くいつりウィンチ駆動用

(6) 補助機関

(a) 補助機関.....1台

形式：立型単動4サイクルトランクピストン型、
予燃焼室式ディーゼル機関

定格出力：48.5 PS

回転数：1,800 rpm

冷却方式：ラジエータ方式（強制循環式）

(b) 補助発電機

形式：自己通風閉鎖防滴型三相交流式

容量：40 kVA

電圧：220/127 V

回転数：1,800 rpm

用途：補機駆動用

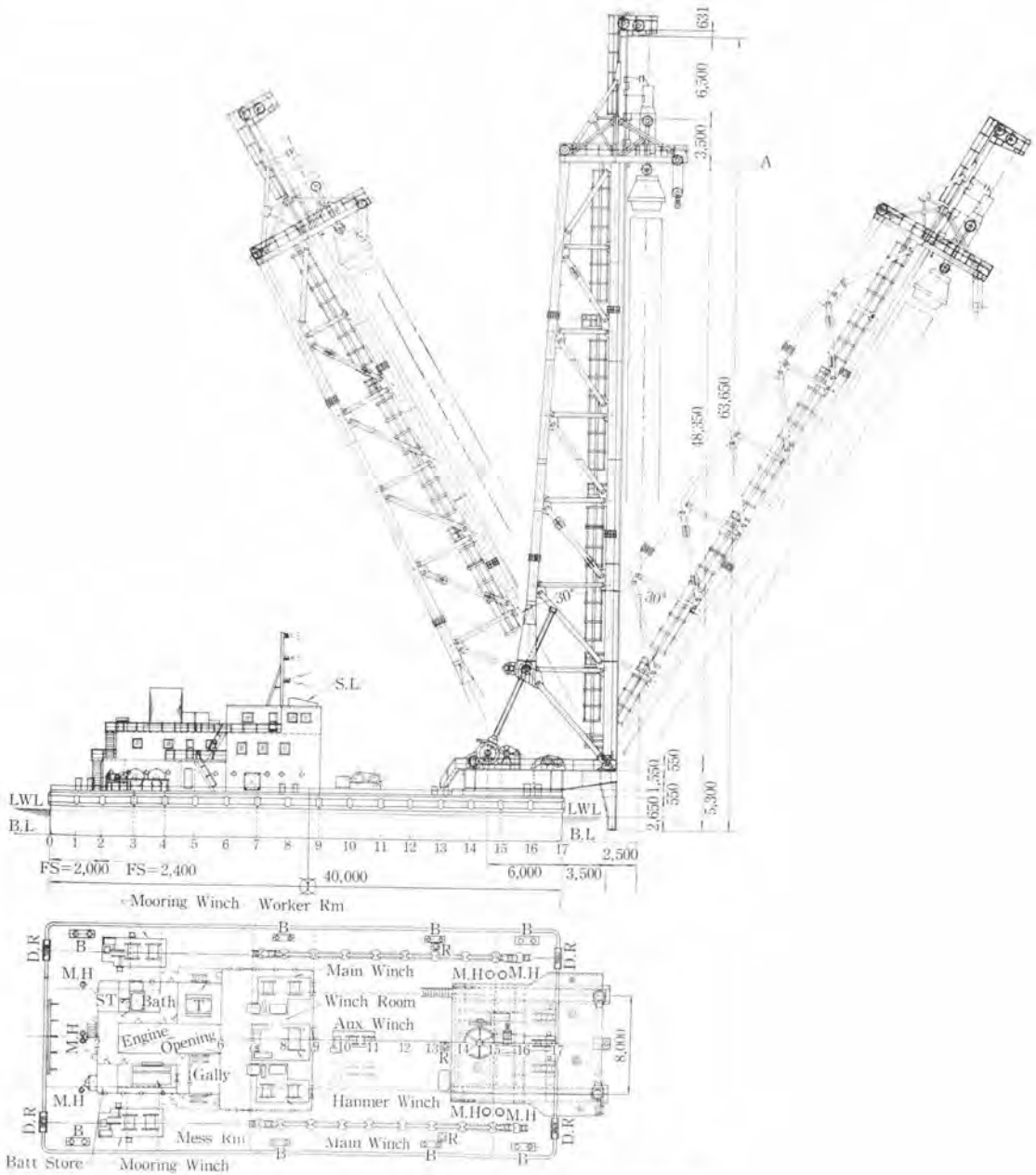


図-1 大型斜ぐい打ち船“CP-2001”一般配置図

(7) 機関室内補機

(a) 空気圧縮機……………1台

形 式：立型空冷式

容量×吐出圧力：19.4 m³/hr×7 kg/cm²

用 途：ウインチ操作用

同上用電動機：15 kW×AC 220 V×1,200 rpm

(b) 空気圧縮機……………1台

形 式：立型2段圧縮水冷式

容量×吐出圧力：19.7 m³/hr×30 kg/cm²

用 途：主機始動用

同上用電動機：3.7 kW×AC 220 V×1,800 rpm

(c) 清水ポンプ……………1台

形 式：電動横型渦巻式

吐出量×揚程：45 m³/hr×15 m

用 途：主機関冷却用

同上用電動機：3.7 kW×AC 220 V×1,800 rpm

(d) 海水ポンプ……………1台

形 式：電動横型渦巻式

吐出量×揚程：70 m³/hr×15 m

用 途：バラスト移送用

同上用電動機：5.5 kW×AC 220 V×1,800 rpm

(e) 海水ポンプ……………1台

形 式：電動横型渦巻式

吐出量×揚程：100 m³/hr×18 m

用 途：清水ターラ冷却用

同上用電動機：7.5 kW×AC 220 V×1,800 rpm

(f) 海水ポンプ……………1台

形 式：電動横型渦巻自吸式

吐出量×揚程：60 m³/hr×15 m

用 途：ビルジ兼雑用水移送用

同上用電動機：3.7 kW×AC 220 V×1,800 rpm

(g) 燃料移送ポンプ……………1台

形 式：電動横型歯車式

吐出量×吐出圧力：1.8 m³/hr×3 kg/cm²

同上用電動機：0.35 kW×AC 220 V×1,800 rpm

(h) 潤滑油移送ポンプ……………1台

形 式：電動横型歯車式

吐出量×吐出圧力：40 m³/hr×5 kg/cm²

同上用電動機：15 kW×AC 220 V×1,800 rpm

(i) 通風機……………2台

形 式：電動軸流式

風量×風圧：150 m³/min×30 mmAq

用 途：機関室通風用

4. む す び

以上、本船の概要および構造等を紹介したが、すでに大阪南港南ふ頭岸壁新設工事、横浜大黒町船だまり防波堤築造工事、東京都廃棄物処理場護岸工事等の諸工事に就役し、また、同型船 CP-2003 は現在シンガポール共和国ジョロン港ふ頭拡張工事に就役中であり、各々期待どおりの成果を挙げている。

— 図 書 案 内 —

建設機械用 油圧機器ハンドブック

B5判 260頁 頒価 3500円(会員 3150円) 送料 300円

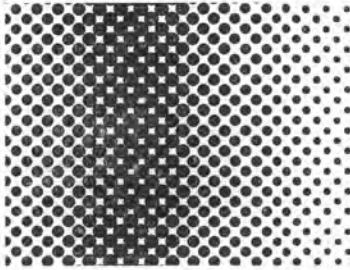
□申込先□ 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内

電話 東京(433)1501 振替口座東京71122番

機械式開削工法 連続式管渠埋設 New Z 工法

岡崎 登*

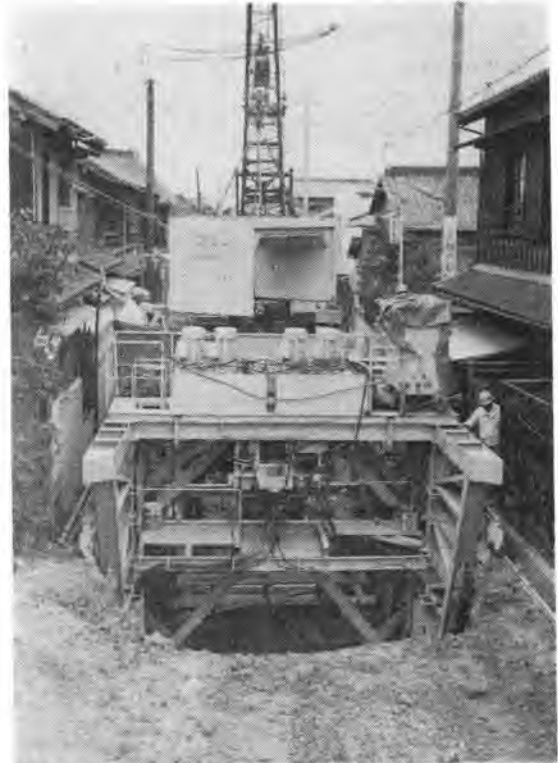


1. はじめに

(1) 管渠埋設技術の背景

わが国経済の高度成長期およびそれに続く低成長期を通じて国土資源の有限性が問題化されながらも、上下水道、地中線、都下ガスおよび農業用排水等による開削施工技術は広範囲な分野で常に前進してきた。しかし、高度成長期においては自ら時代の要請によって特色づけられた開削技術が主流を示してきたものの、わが国国土の狭隘と地形の複雑さ等はそれ自体両期を通じて共通の問題があったが、高度成長期の初期および中期においてはあまり問題にならなかった幾つかの新しい問題が高度成長期の末期から低成長期にかけて提起されてきた。

それはすなわち、世界経済の進展に伴う住民生活環境の保全——特に住民意識の変革に伴われながら——さらに石油問題を契機とする省資源、省エネルギーに続いて高度成長期の末期から顕著となり、慢性的労働不足に対応する省力化の問題——これは低成長期においては効率化の形に変わって行くものであるが、さらにまた、第三者労働災害絶滅のための労働安全問題——これらの諸問題自体技術の変革の背景となって複雑化したシステムのもとでこれの解決を迫っている。



写真—1 機械式開削工法による施工
(最小幅員 5.5 m の市道に住居が密集している)

(2) 時流に即応した技術開発への対応

——当社の事例を中心として

われわれ技術者としては主力を占める都市周辺にわたる開削埋設施工技術の解決のため技術開発に一層の努力を払い、多面的な施設に一步でもニードを満足させるべくこれを克服しなければならない。

ここに紹介する機械化による管渠開削技術は、前段に述べたように過密化された都市集積による土地の高度利用と、振動、騒音による建設公害を重視した考えのもとで、より安価で最も安全な工法を実現するべく独自の管渠埋設施工技術を開発、これを「New Z 工法」と命名し、このたびわが国およびフランスでの特許出願に伴い昨年5月公開に至った次第である。

* (株) 銭高組土木本部工務課長

2. 従来の開削工法とその経緯

ヒューム管渠、鋼管の埋設、水路等開削工事を行う場合、過密な都市内でシートパイルや矢板またはH鋼を打込んで、必要により掛矢板をして土圧を支持し、山留支保工を施しながら掘進させる、いわゆる「トレンチ工法」を採用したが、この掘進工法は壁面や背後の土圧をパイルによって支えるため周辺の地山を大きくみだす傾向があり、また、山留支保工によって側面土圧を逐次安定させながら掘進する関係上埋設管の敷設等の場合は作業能率を著しく減少させる結果をもたらし、さらには、環境公害や建設公害に対しても施工の安全性が強く叫ばれる今日では、在来の開削工法では過密化された都市では不可能に近い状態になりつつある。

3. 時代のニーズに対応した

New Z 工法

(1) 連続式管渠埋設技術 (New Z 工法) の要約

部分開削連続管渠埋設“New Z 工法”とは、過密化された都市周辺で管渠の埋設を行う場合、土留工を横矢板複動油圧貫入方式で低振動、低騒音によって両側壁面土砂の崩落を防ぎ、推進機自体が自己運動を行いながら切羽面の土砂を作業室内の自動化によって掘削、排土、埋設を機械内部で連続的に処理し、即刻埋戻し作業を可能とすることにより地盤の圧密沈下を最少限にとどめることに特色



写真-2 振動、騒音に悩まされる在来工法



写真-3 在来のオープン工法だと沿道住民の交通、第三者障害の危険がある



写真-4 在来のオープン工法だと資材の置場にも沿道住民の迷惑になる

がある。

本機の採用とそのメリットは次のとおりである。

① 建設公害の排除：横矢板貫入ならびに一連作業が低振動、低騒音で施工でき、作業スペースの縮小と交通障害の防止

② 安全施工：フレーム内で作業員の保護と第三者の安全確保

③ 工期と工費の節約：作業の簡素化と省力化による。

(2) New Z 工法の概要

新考案によるUZスーパー掘進機は操作室内においてワンマンコントロール・ワンマンシステム自動化によって掘削・排土・埋設・埋戻し工事を一括関連作業のもとに施工を具体的に可能とした新鋭掘進機で、後方埋設管渠に推力をまったくかけない画期的な推進原理に基づいた掘進工程で、本機は外殻を先端刃口部のある複数片に分割した特殊構造の複数



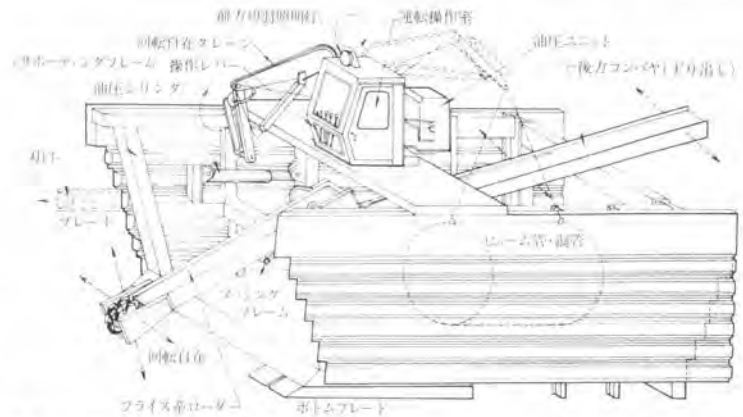
写真-5 New Z 工法 UZ スーパー1型機の模型

片のスキムブレードによって構成し、その分割された外殻ブレードに加わる周辺フリクションをサポーティングフレームおよびプッシングフレームに交互に伝達し、反力体を構成、順次推進して全体を同一位置に前進させるものである。

(a) UZ スーパー掘進機の作業手順

《手順1》 まず立坑内で機械を組立て、貫入しようとするブレードをプッシングフレームのインターロッキングピンで固定し、油圧ジャッキの作動で切羽に貫入させる。1ストローク約 60 cm 貫入する場合、推進のための反力はサポーティングフレームに加わる土圧にとられている(図-2 参照)。

《手順2》 全ブレードが貫入されると、その土砂はフライスローダ(掘削機)で後方ベルトコンベヤによって一部埋設戻すのため後方に排土する。掘削が完了すると、すべてのブレードをプッシングフレームのインターロッキングピンで固定し、油圧ジャッキを作動させてサポーティングフレームを前方に移動させる。この場合



※ 後方テールは管渠の場合は切羽面と同様テーパをつけてある。水路開削の場合は土機タイプが後方ライニングの関係を考慮しノブハウのため詳細省略

図-1 New Z 工法 UZ スーパー1型掘進機

には推進のための反力はプッシングフレームに加わる土圧に置換えられる(図-3 参照)。

《手順3》 手順1, 手順2の工程を繰り返し、次の管渠の埋設に必要なスペースだけ本機が前進すると管渠をつり降し設置する。後方地山の状況に応じて即刻埋戻し作業を行うことによって土質の圧密沈下を最少限にとどめ、地盤の安定化を計る。この手順によって完全に最初の位置関係が復元したわけで、あらためてブレードの切羽への貫入作業が開始される(図-4 参照)。

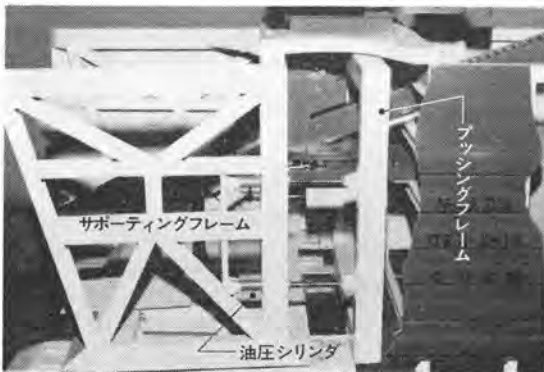


写真-6 UZ スーパー掘進機の構造(その1)

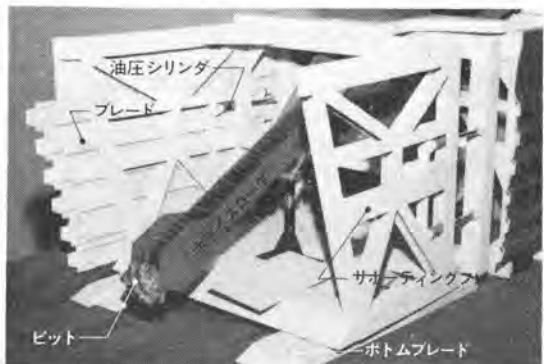


写真-7 UZ スーパー掘進機の構造(その2)

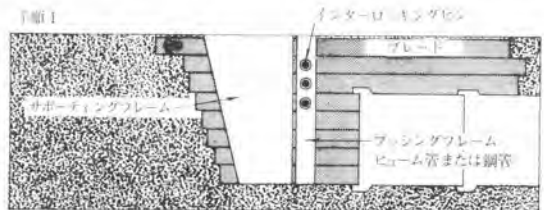


図-2

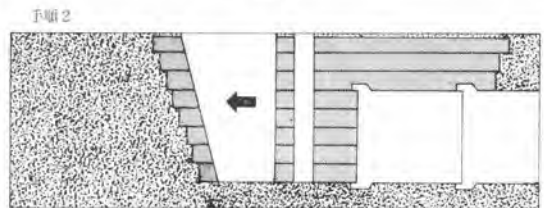


図-3

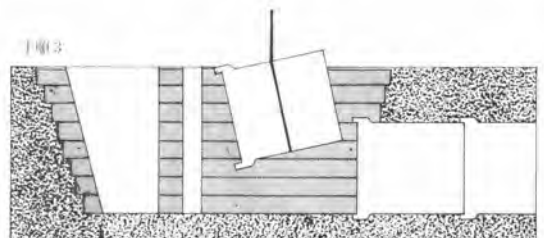


図-4

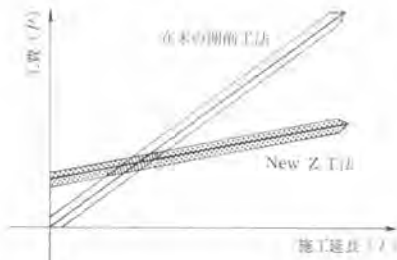


図-5 在来の開削工法と New Z 工法の工費と施工延長との関係

この手順を繰り返すことによってブレードが受ける周辺土圧のフリクションをサポートフレームとプッシングフレームを交互に置換えることによって“尺とり虫”が動くように土の中を無限に掘り進むことが可能である。

4. New Z 工法がもたらす特徴とメリット

(1) 施工精度の向上

UZ スーパー掘進機により掘削・排土・埋設までを連続的に処理するため即刻埋戻し工程によって地盤の圧縮沈下を最少限にとどめ、埋設後の安定化を計ることが可能である。

(2) 低振動、低騒音下で経済的施工

従来使用しているシートパイルの打込み、引抜きによる振動、騒音、ならびにこれに要する経費が皆無となったことは建設公害問題の解消と経済施工を可能とした。

(3) 作業スペースの節約

交通の煩雑な道路内でも、作業スペースが飛躍的に縮小でき、作業は連続的に秩序正しく行われるため、最少限 UZ スーパー掘進機がセットできるスペース、例えば、管径 2m 程度なら幅 3.5m×長さ 2.6m×深さ 3.5m を確保できれば施工は十分可能である。

(4) 工期の短縮 (図-6 参照)

UZ スーパー掘進機をセットする拠点を1箇所として在来のトレンチオープン工法(開削工法)と比較すると大幅な工期短縮が期待できる。ある条件を想定して工事延長 1,000 m について 50 日の工期短縮が可能といえる。

5. ワンマンコントロールによる

システム効率化と安全施工

UZ スーパー掘進機は各々の矢板の貫入が油圧機構に連結し、操作レバーによって掘削から埋設、排土に至る工程操作をワンマンコントロールシステムによる自動化

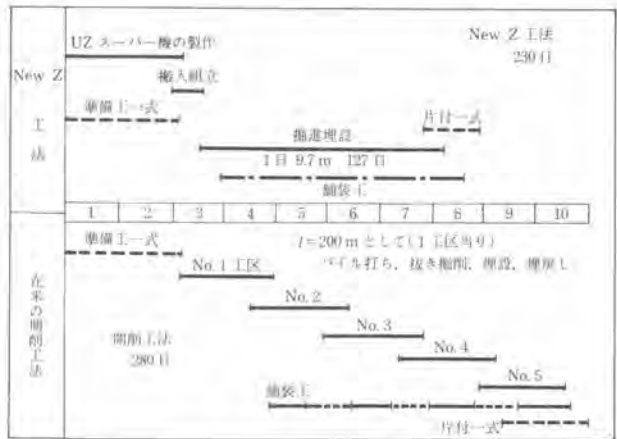


図-6 連続式管埋設 New Z 工法と在来の開削工法による工程比較(ある条件を想定して)

がなされており、操作も、常に切羽を確認しながら掘削でき、排土・埋戻し処理もU側構内部で行えるよう、また作業員を安全に保護する構造になっている。

6. 今後の問題と開削技術のあり方

在来のトレンチオープン方式に比較して前述 New Z 工法による管渠開削技術は、シートパイルの打抜作業を不要とし、また、トレンチの中間支保工を不要とすることによって施工速度の迅速化と経費節減を図り、さらに過密化された都市内での低振動、低騒音による公害・環境問題を排除することは今後の建設機械施工技術の発展に対して大きな期待がもてよう。

しかし、これですべてが解決されるわけではない。現に、一般開削工法でも困難とされているガスや水道管等の埋設物、道路交差点での推進方法に対する対策については、今後とも十分検討を加えなければならない。

(1) 掘削方法がもたらす本機の有利性

機械化施工の計画の段階で誰もが一応考えるコストダウンにつながる補機との組合せの問題であるが、本体とショベルローダの併用施工は、それぞれの特質はあるが、管渠埋設から排土埋戻しの段階で、自然現象から生ずる既設地盤の圧縮沈下と埋戻し時点における時間的変化によって埋設後の復元効果が十分発揮できないことは今後の施工技術として新たな方向づけがなされることであろう。

(2) ショベルによる掘削方法とその問題点

(a) 施工の立地条件により一概には述べ難いが、実際上ショベル等による狭箇所での掘削は極力避けた方が効率的にも望ましい。その理由は、

- ① ショベルローダのアームの行動半径に制限され、

廃土の搬出に支障をきたすばかりか、周辺の架線に十分な配慮と残土車積込みに細心の注意を払う結果となって著しく作業効率を低下させる。

② 運転席から掘削地点(切羽の状態)が十分確認できない。

③ ユンボ掘削機のアームが本体のユニットに接触する恐れがある。

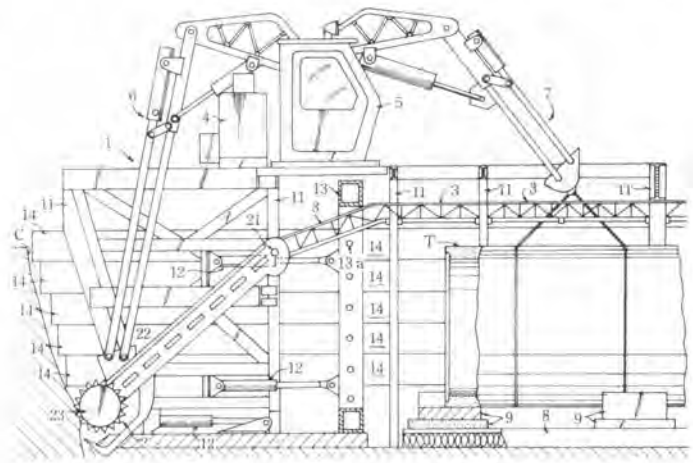
これらの諸問題については機械開削技術が進歩するにつれて改善されることと思う。

(b) 開削断面の変化によるワイドな配慮

埋設管の径によって開削断面も自ら伸縮自在なものでなければならない。本機の場合は $\phi 1.00 \sim 2.200$ m、深さは表面から 4.0 m 程度の土圧に耐え得るよう掘削断面変化に伴う伸縮自在の設計配慮がなされている(詳細は PAT. ノウハウのため省略)。

7. あとがき

現在一般的にパイプライン、都市内での管渠埋設等についてはほとんど土質のいかんにかかわらずトレンチオープン(開削)工法が採用される傾向にあったが、ここ数年來、建設公害が強く叫ばれるにつれて PIP 工法、連続地中壁による併用施工がとられながらも、一方、こ



1: ショベル 11: 支持フレーム 12: 推進シリンダ 13: 推進フレーム 14: マレード
2: 掘削機 3: 廃土搬出装置 4: 動力源 5: 運転台 6: パワーショベル
7: コアドリル機

図-8 UZ スーパー掘削機の概要図

れに先駆けて、機械化による低公害で、かつ掘削・埋設・排土・埋戻しの連続作業で、しかも地盤の安定化を計ることによって相当の効果を発揮する機械式開削工法(New Z 工法)は、すでにこれに類似した方法で東海市、岐阜企業局で昨年から実施され、新しい施工分野を切り拓いたわけであるが、現時点の段階としてはその大部分が掘削と同時に、即埋設・埋戻し作業へと連続的に展開する、いわゆる同時埋設の形式でないため、せっかくの機械化による開削技術も、地盤の安定強化と効率化の面では十分なる効を奏し得ない結果となっている。筆者も実施に基づき日本の環境、労働条件等からなるあらゆる問題点を徹底的に追求することとした。しかし、その理論、工法の面についても未知に関することが多く、すべてを環境条件の異なる地域で適用することは無理が生じ、失敗を招く結果となる。要はこれに即応した施工のシステム化と効率化を図ることが正統なる機械開削技術として今後とも評価されるものと考え。

機械開削工法の一例として筆者がここに紹介した New Z 工法はメッセル機械化によるいままでの実績、経験からのもので、解決すべき種々の問題点があるものの、これを機会に一つのパターンとして皆様方の叱正をお願いするとともに、今後あらゆる困難な条件を克服した新しい機械施工技術が開発される大いなる期待とこれの解決に鋭意研究と努力を払うことがわれわれ技術者としての使命であると思う。

なお、本 New Z 工法についてはもちろんこれに関係する A.S.C. 装置(方向姿勢制御)等については国際特許ならびに日本国内特許出願によるもので、ノウハウすべての点で本論文から省略させていただいた。

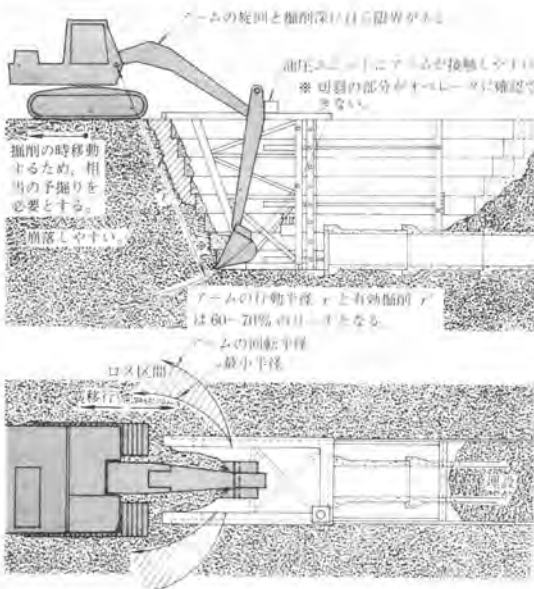
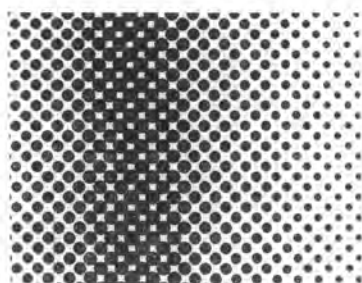


図-7 ショベルによる掘削例

スライディングアーマ工法 OSA 工法

万 沢 哲 雄*
野 山 哲 馬**



1. はじめに

トンネル工事に最も要求されるのは安全である。新幹線が新しく開通したこの喜びの影には幾多の犠牲者があり、これも主にトンネル工事で起きている。

トンネル工事の安全を確保するためには、どこに問題があるかを考えて見る必要があるのではないだろうか。切羽や地山の崩壊時の作業員の事故防止には安全に待避する場所が必要である。従来の縫地工法は急激な荷重の変化に危険を感じても、身を守る場所がないという宿命を持っている。イギリスで開発されたシールド工法は鋼製円筒状の掘削機により常に作業員を防護しているので安全なる施工法である。しかし、掘削機とセグメントが高価で、どんな場所にもでも使用する工法ではない。少ない予算でたくさんの工事を施工するのが良き計画者であり、良き施工者である。土質によってはできるだけ廉価な施工法を使用すべきであると思う。

例えば、湧水がないとか、または脱水工法併用で地下水水位が下げられるような場所では、西ドイツで開発されたメッセル工法がある。これは鋼製のメッセル矢板とメッセル支保工を使用し、土留工の組立はテール部で施工できるという縫地工法に比較すると安全な工法である。

この工法も次第に使用されては来ているが、次のような欠点を有している。

- ① 掘進中メッセル矢板が沈下し、掘削断面が小さくなる。
- ② 掘進速度が遅い。
- ③ 大断面が困難である。
- ④ 切羽でメッセル支保工を組立てている。

これではシールドに代る安全工法ではない。ここで、メッセル工法の長所にシールド工法の安全性を加え、かつ省力化した工法が当社の開発したスライディングアーマ工法である。

2. スライディングアーマ工法の概要

当社では、スライディングアーマ工法 (OKUMURA SLIDING ARMOUR) を略して、OSA 工法と呼んでいる。OSA 工法とは OSA 掘削機を使用して所要の断面を掘削し、土留工を施工してこの空間内に構造物を構築する工法をいうのである。

(1) OSA 掘削機の構造と作動

OSA 掘削機は自走式シールドともいわれるようにシールド掘削機の構造に似ている。作業員を防護する作業室の外側の土留工として鋼矢板があり、柱、梁の役をする支保工、掘削機の前進用として圧入枠、推進枠、これらを作動させるジャッキ類からできている。図-1は矩形状で開削用に製作した OSA 掘削機の一例である。この図により各部の作用を以下に説明する。

① 鋼矢板：作業室を防護する土留の役をするものである。有効幅は 30 cm、長さ 3~6 m、厚さは 125 mm、テール部 16 mm である。この内側には前部ピン孔と後部ピン孔があって、支保枠の誘導板の上に乗っており、これにそって前進する。

② 支保枠：鋼矢板を一定の形に支持する枠である。掘削断面によって円形、矩形、馬蹄形など所要の形をとる。

③ 圧入枠：鋼矢板の前進に使用するものである。支保枠に固定された圧入ジャッキにより前後進するもので、矢板の数に相当するピン孔を有し、このピン孔と鋼矢板の前部ピン孔とを合せて鋼製ピンによって連結でき

* (株) 奥村組技術研究所東京分室長

** (株) 奥村組札幌支店土木部次長

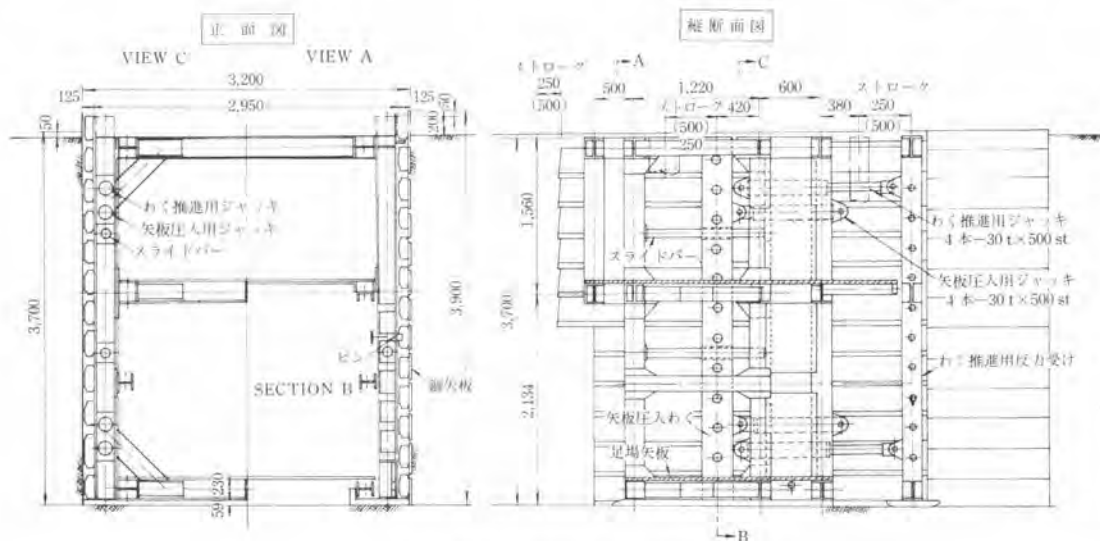


図-1 OSA 掘削機正面および縦断面図

る構造になっている。切羽に圧入したい鋼矢板のピン孔と圧入枠のピン孔を合せて鋼製ピンを挿入し、圧入枠を前進させれば、鋼矢板は切羽に圧入される。ピンを抜いて圧入枠をもどせば鋼矢板のみ圧入位置に残る。

④ 推進枠：支保枠の前進に使用するものである。鋼矢板と同数のピン孔を有し、支保枠に固定された推進ジャッキによって前後進できるものである。鋼矢板の後部ピン孔と推進枠のピン孔を合せて全部の矢板に鋼製ピンを挿入すれば、推進枠と矢板が連結されるので、推進ジャッキの伸長により鋼矢板の外周摩擦を反力にとって支保枠は前進することができる。OSA 掘削機は圧入枠と推進枠を使用して鋼矢板と支保枠を交互に前進させることにより自走する構造である。切羽の掘削作業は鋼矢板を圧入してから始める。切羽の仮土留はフェースジャッキを使用するので安全作業ができる。

(2) トンネル支保工の組立

トンネル支保工は OSA 掘削機の鋼矢板のテール部で



写真-1 横坑用 OSA 掘削機の組立

組立てる。テール内でまず鋼製支保工を組立て、支保工と矢板のテールとの間に土留板を入れる。土留板は横矢板の場合と縦矢板の場合とがある。鋼矢板が前進すると掘削面と土留板との間にはテールの厚さ 16 mm と組立に必要な空間 10~20 mm との和の 26~36 mm の空きが残るので、鋼製支保工と土留板の間に厚さ 50 mm の木製楔を打込み、土留板を圧接して掘削面の崩壊を防ぐのである。

3. OSA 工法の特長

- ① 鋼矢板の外側に余掘りができないので地盤沈下が少ない。
- ② 同時に鋼矢板を 2~4 枚圧入できるのでメッセル工法より掘進速度が早い。
- ③ 鋼矢板の圧入、支保枠の推進等、機械化、省力化がなされている。
- ④ 作業員は安全に作業できる。
- ⑤ 土被りが少ないトンネルでもパイプルーブとの組合せで施工可能である。
- ⑥ フェースジャッキを備えているから大断面の掘削が可能である。

4. 実施例

(1) 国鉄中央線新宿大久保間第 1 大久保架道橋改良工事

本工事は現在 7 m の幅員の道路を 31 m に拡張する工事で、図-2 に示したように人道を兼用する橋台 2 基と、車道部にはスルーガードを架設するものである。橋台の施工法は開削工法であるが、工事桁架設用の仮橋台

の基礎ぐいおよび掘削用の土留ぐいを線路上面から打設することが困難であったので、図-3のように仮橋台の位置に OSA 工法により高さ 4 m、幅 3.2 m の横坑を掘削し、横坑内で BH 工法により基礎ぐいと土留ぐいを昼間施工することができたために工期の短縮に貢献したのである。

(2) 国鉄千歳線と札幌地下鉄交差部工事

札幌地下鉄東西線は国鉄千歳線東札幌駅月寒方の踏切部で交差することになっている。施工法としては当初開削工法で計画されていたが、道路と鉄道の両者の事情により開削工法が不可能であるとの結論からトンネル式施工法に変更されたのである。図-4 は本工事の平面図である。工法については、種々検討の結果、土質地形から OSA 工法に決定した。

(a) 施工条件

国鉄横断部は延長 15.5 m、土被り軌条上面より地下鉄上床版上面まで 2.7 m、国鉄横断部の両側は開削施工であるので、多少拡幅して発進、到達の立坑として使用した。

(b) 施工概況

図-5 に示す施工順序で施工した。

① パイプルーフの施工：軌道および道路面を支持するために鋼管外径 318.5 mm、延長 16.5 m を軌道に直角に当社開発の OHA 推進機で打設し、平面状の工事桁を施工した。

② OSA 掘削機による交差部の掘削：施工順序図で見るとおり、パイプルーフ架設後、高さ 7 m、幅 4 m の OSA 掘削機を発進立坑内に組立て、まず㊸部を掘削して支保工を組立て、パイプルーフを受けた。同時に㊹を

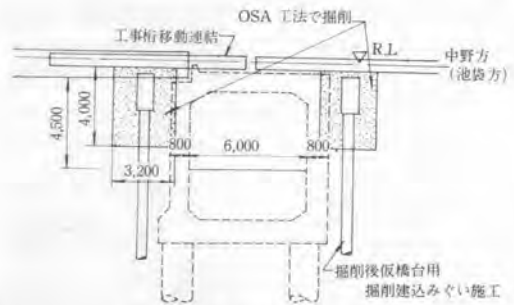


図-3 大久保方橋台施工方法図

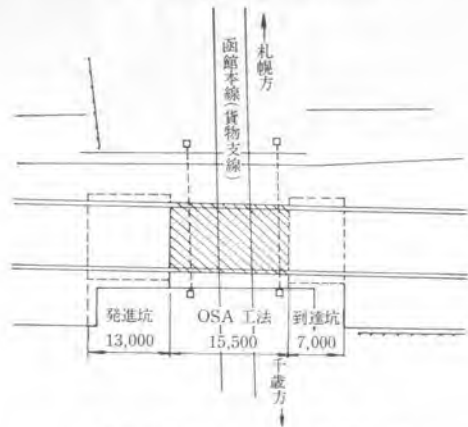


図-4 国鉄と地下鉄の交差部平面図

掘削する。次に中間㊸部を小口から掘削しながら㊸、㊹部の柱を利用して天井桁を入れ、パイプルーフを支持する。㊸部が完了してから㊹部を掘削する。

③ 躯体コンクリートの施工：掘削が全部完了したら捨コンクリート、下床版、柱、壁、上床版と施工し、パイプルーフと上床版との間は充填コンクリートを施工す

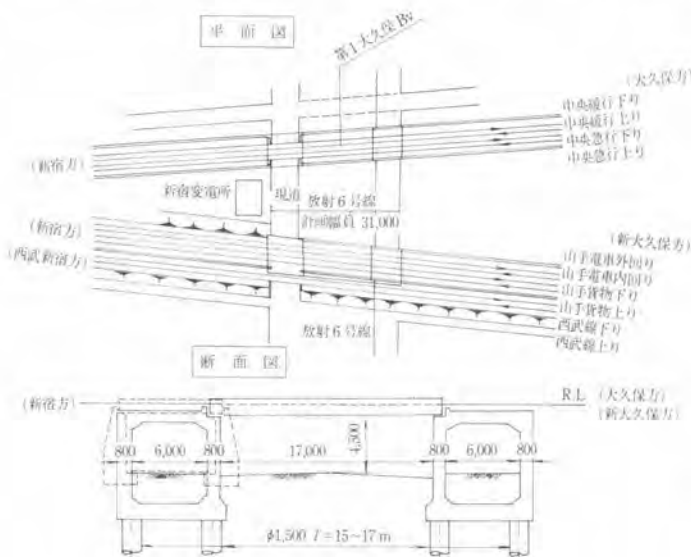


図-2 第1大久保架道橋改良計画図

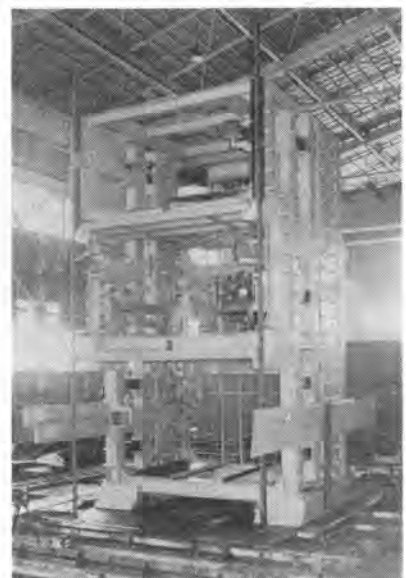


写真-2 OSA 掘削機仮組立中



写真-3 掘削を完了した横断面

る。躯体コンクリートの硬化を待って不要の支保工を切断除去して構築を終るのである。

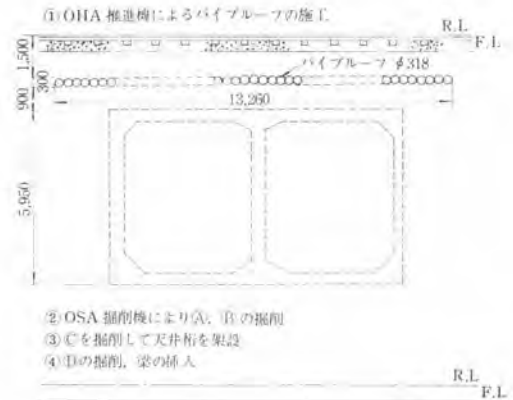
5. 今後の改善計画

(1) 土留用支保工と構築用鉄骨との兼用

OSA 掘削機によって掘削すると同時に、鋼製支保工を組立て、土留板を入れて土留工を施工しているが、この支保工は構築完成時には不要である。目下設計中のものは構造物をSRC（鉄骨鉄筋コンクリート造）とし、この鉄骨を一時支保工に使用するのである。もちろん、コンクリートの被りを10cm以上とるため土留板と鉄骨の間には小型H鋼を配置し、配筋も十分できるように考えている。この方法をとれば、支保工が省略できるから工事費の節減となる。

(2) 上床版施工用空げきの縮少

上床版も1m程度の厚さになると、コンクリートの施工に上床版の上に空げきが必要である。SRCにした場合、鉄骨が十分な強度を持つように設計してコンクリート打設を研究すれば、この施工用空げきを縮少することができる。土被りが縮少すれば立体交差のような場合には取付道路の延長が短くなり、工事費が節減される。



- ② OSA 掘削機により①、③の掘削
③ Cを掘削して天井桁を架設
④ Dの掘削、梁の挿入



- ⑥ 充填コンクリートの施工
⑦ 支保工の切断除去

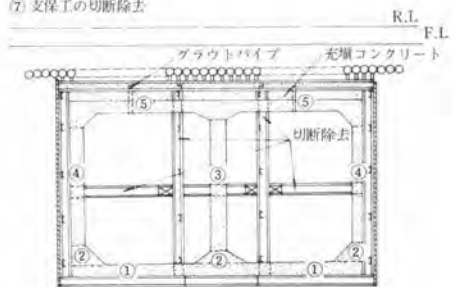


図-5 交差部施工順序図

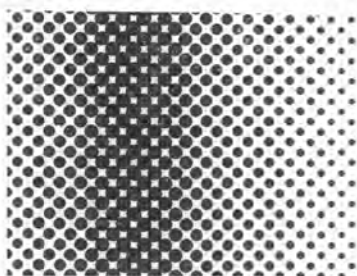
6. おわりに

以上、主に立体交差の施工について述べたが、OSA 掘削機は自走式であるから施工延長の制限はなく、かつ掘削断面の形状は円形、矩形、馬蹄形等自由に選定できるので、開削工法が使用できず、トンネル工法をとっている市街地の路面下に埋設する上下水道その他電路等の工事にも適用できる工法であると考えられるので、これらの工事にも利用されることを望んでいる。

れき泥水シールドシステム

小林 正一*

内田 義明**



1. 砂れき用泥水シールドの必要性

シールド工法の需要は増大の一途をたどり、その結果最近では地層の複雑化とともに地盤改良または地下水低下の補助工法なしでは無理であるということが経験上認識され、圧気のみで施工できるものはないといってもよいのではないか。

ところが、その補助工法の採用にしても制約があり、技術上および経済上の問題が少なくない。また、地域住民およびその環境に与える、いわゆる公害という点からも、本工事以上に神経を使わねばならず、これが工事の進捗を大きく左右する結果となっている。

シールド施工のガンは水である。地盤の地下水をいかに、それも工学的に処理できるかにつきよう。泥水シールドはその点で理想的なものであると考えている。水には水をもって制す。特に地盤沈下の原因として様々な要因が上げられているが、これらの一つ一つを取り上げて考えて見ても、泥水とその加圧は有効ではなからうか。いずれ工学的に証明されよう。

われわれに課せられているものはその理論を忠実に生かせる施工方法の開発にある。当社のプロジェクトチー

ムはこの課題に取り組み、昭和 47 年に初めてチャンスを与えられ、密集市街地における大口径泥水シールドを成功させ、泥水シールドの信頼性を証明したものとして評価を受けた。これが契機となってこの 4 年間の泥水シールドの採用はめざましいものとなっている。本誌（昭和 48 年 10 月号）にも「新方式の泥水加圧式シールド工事」として紹介され、その後、幸いにも各方面で機会あるごとに広く公表されてご批判をいただき、研究開発に努め、オーソライズされた泥水シールド工法として普及している。

砂れき層への泥水シールドの適用はシールド工法の一つの残されていた分野の開発であり、今後の施工に新しい光明を与える意義ある企画である。われわれは技術者としてこのような課題を避けてはならず、常に前向きに、しかし、綿密かつ慎重に、衆知を集め、取り組むべきものと考えている。

砂れき地盤の被圧された地下水の噴出または鉄砲水などに起因する切羽の崩壊、あるいは湧水による粘着力の低下による切羽の崩壊の防止には、そのパイピングの抵抗性を持った泥水液の加圧を有効に働かすことが可能であれば、地下水の流動を起こすことはなく、ひいては土砂流動の発生を防止することになる。しかし、掘削土砂パイプ流体ポンプ輸送というシステムから、砂れき中に含まれる玉石の効率的な処理方法が施工の決め手になる。

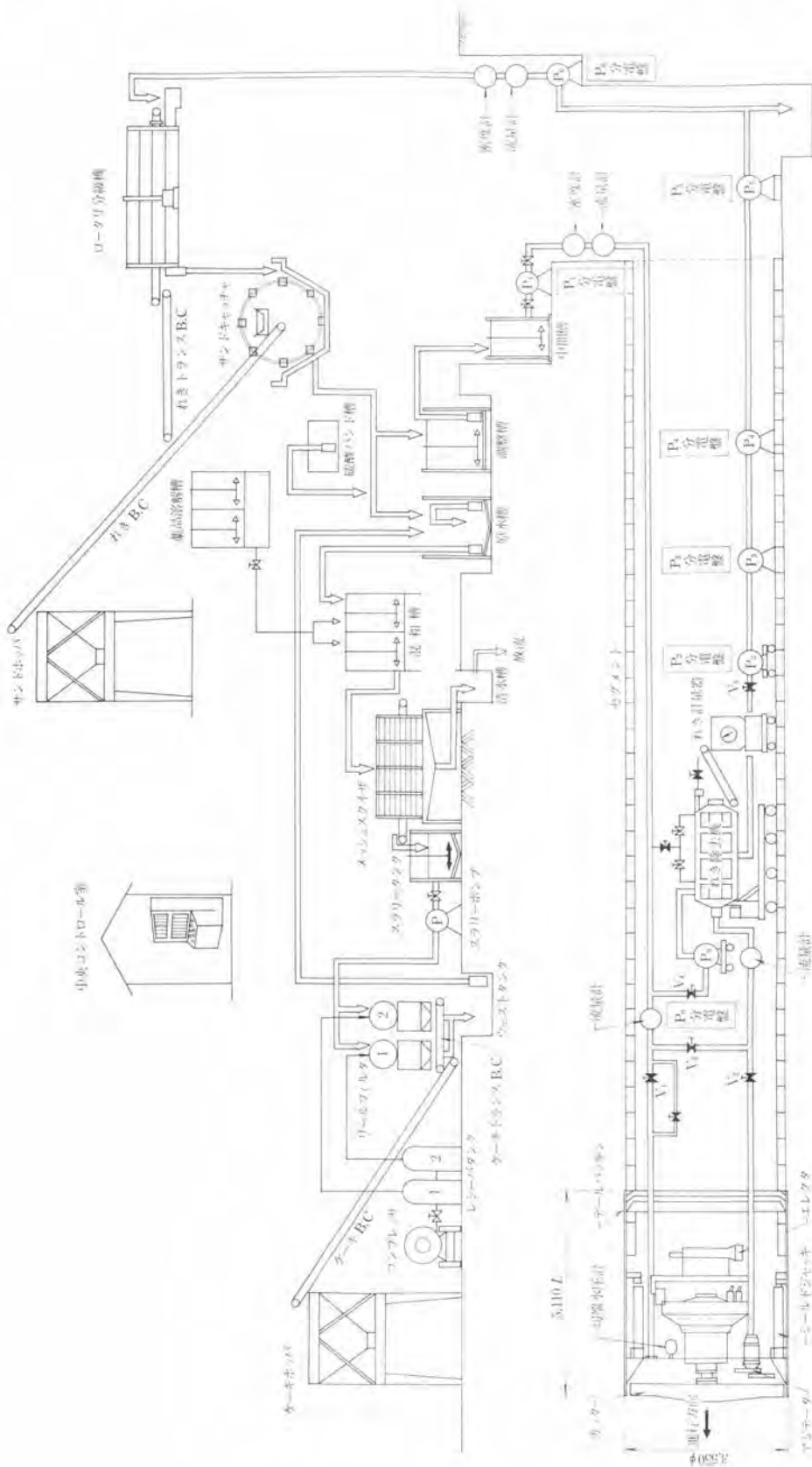
今回、これに対処する方法として新しく開発を行い、東京れき層を施工した本システムの特長、原理、機能などについて概説する。

2. システムの概要

システムのフローを図-1 に示す。地上にある調整槽で液比重、粘性、泥壁形成性（浸透抵抗性）、砂分などを調整した泥水液をスラリーポンプ P_1 によりパイプでシールド機先端の水圧室へ一定の圧力を保持しながら供給する。カッタで掘削された砂れきはアジテータで攪拌され、パイプでれき除去機（玉石回収装置）まで引抜かれる。ここで 55 mm 以下の粒径に自動的に分離され、玉石類はこのれき除去機にストックされ、適宜排出処理される。一方、玉石回収装置を通過した砂れきはスラリ

* 鉄建建設（株）本社機材部長

** 鉄建建設（株）東京支店機械係長兼技術課泥水シールド研究開発班チーフ



図一 巻き泥水加圧式シールド工法プロセスシート

中央コンクリートポンプ

5,110 L

圧入機

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

コンクリートポンプ

ーポンプ $P_3 \sim P_6$ と中継輸送され、地上の処理プラントへ排出される。

処理プラントでは、まず比較的小さいコンパクトで回収面積が大きく、有効に沈殿分離ができるロータリ分級機によりれき分を回収し、サンドキャッチャで砂分を回収する。細粒分を含んだ越流排泥水の一部は調整槽へ戻し、再使用されるが、余剰のものは従来の泥水処理と同様、凝集沈殿分離(メッシュスクイザ)から安定した低含水率のケーキが得られ、しかも、ケーキが自動的に剝離できるリール式フィルタプレスで最終脱水固形化され、ホッパへ排出される。

3. 玉石回収システム

図-2 に玉石回収の考え方を示す。掘削された砂れきは 8 in パイプを通してれき回収装置へ輸送される。この輸送は玉石もろともということで、一般の泥水輸送のものより管内流速を増大しなければならない。これを合

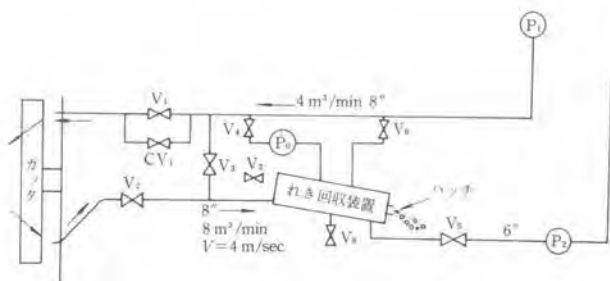


図-2 玉石回収システム

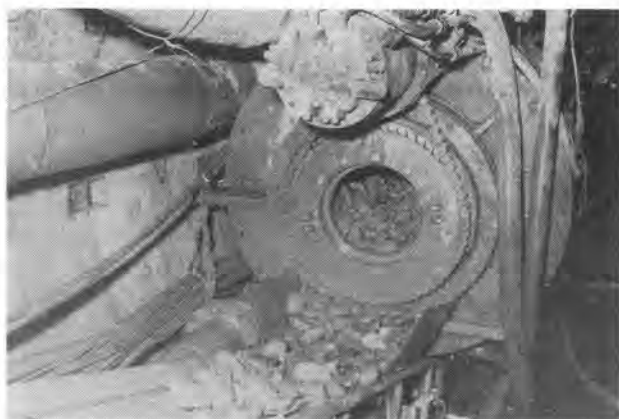


写真-1 玉石類の回収状況

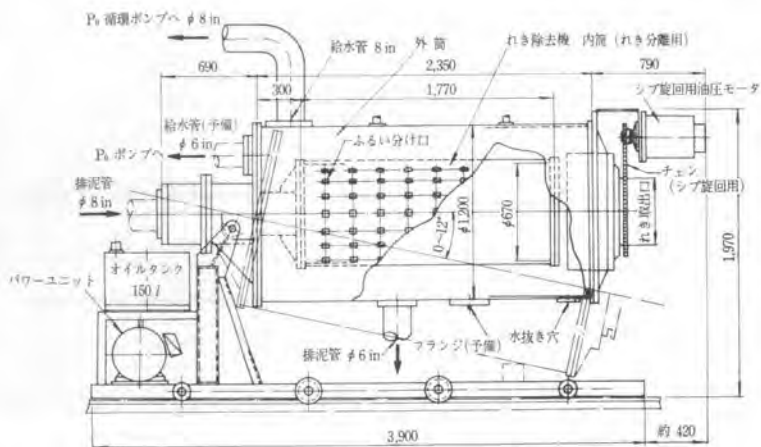


図-3 玉石回収装置(れき除去機)

理的に行う方法として P_6 ポンプを組入れ、一定の水量を永久循環させ、れき抜きパイプ間のみ局部的に流速の増大を計っている。

玉石回収装置の構造は図-3 に示すとおりであり、その機能を表-1 に示す。水密式タンク内の点線で示す円筒(ロータリシブ)内に玉石はストックされ、適宜れき取出口より自動的に排出される。写真-1 が玉石の回収状況であるが、本機の有効能力は回収重量 600 kg/回、回収容量 0.35 m³/回である。

ロータリシブには 55 mm 角の穴が円筒周面に 80 mm ピッチで 480 個(開孔率 40%) 格子状にあり、シブの回転により 55 mm 上下の粒径に効率よく分けられる。いわゆるトロンメルである。シブ内を通過した小れきおよび細粒分は排泥ポンプを中継して坑外へ排出されるものと、切羽へ循環されるものに分かれるわけであるが、切羽へ循環する泥水中に粗粒子分が混入しないよう、それぞれのパイプの取出位置およびパイプ径などに工夫を凝らしてある。

こうして土砂流体輸送におけるれきの閉塞を解消し、効率的な掘進を図る。

本砂れき掘削システムを用いた掘削径φ3.55 m の実績進行によると、全断面洪積滞水砂れき層で

表-1 玉石回収装置諸元

名 称	仕 様
れき除去装置全体容量	2.5 m³
ロータリシブ容積	0.62 m³
トルク	600 kg-m at 140 kg/cm²
回転数	4.5~18.3 rpm
シブ戻り用油圧モータ	MS 40 ターニング 723 cc/rev, 160 kg-m at 140 kg/cm²
パワユニット	電動機 SF-E 15 kW×4 P×300 V×50 Hz×1 No. GH 4-40, 53.2 l/min×140 kg/cm²×1 No.
	油圧ポンプ

稼働日当り 6m/日、稼働率 80% と安定した好進捗を得、本システムの優秀性を示した。

4. シールド掘削機

写真-2 に今回使用したシールド機の本体を示す。カッタスリット幅を一般の 100 mm 程度のもので 250~350 mm と大きくして玉石の飲み込みを容易にした。砂れき地盤を対象とした泥水シールドで、施工の成否のカギとなるものであろう。この拡大によってカッタトルク、推力など機械的能力がカバーされるばかりでなく、トンネル築造で最終的に要求される精度、すなわち、シールドの操縦性に大きな影響があると考えられる。しかし、むやみに大きくすることは危険もあり、少なれば玉石によるスリット閉塞も現実には起きていると聞いている。このため深井戸級のボーリング調査により玉石の大きさを確認すべきであろうし、付近の過去の施工例があれば幸いで、いずれにせよ、この時点での決定が重要である。本機にはれき抜きパイプ径より大きい玉石を想定し、これを処理できる二段構えの構造を有してさらに慎重を期した。そのほか、配慮した点や掘削機の構造、能力は補足的なことなので省略する。

5. その他

本システムは TK 式中央集中制御により地上の管理室で行われ、施工の安全性把握による工事の進捗の維持を図る。その詳細および処理プラントの各機器の仕様などについてはすでに公表済みで、参考文献を後記して参考に供したい。

6. おわりに

第 1 段階の本格的砂れき用泥水シールドシステムは成果を上げ、今後大いに利用すべきものと考えている。玉石回収の方法は、本システムの場合、シールド本体とセパレート型であるが、カッタヘッドを周辺支持にすることによりシールド本体に組込まれることもでき、すでに考案されており、実用化を期待したい。

本システムはセパレート型のためシールド後続設備が

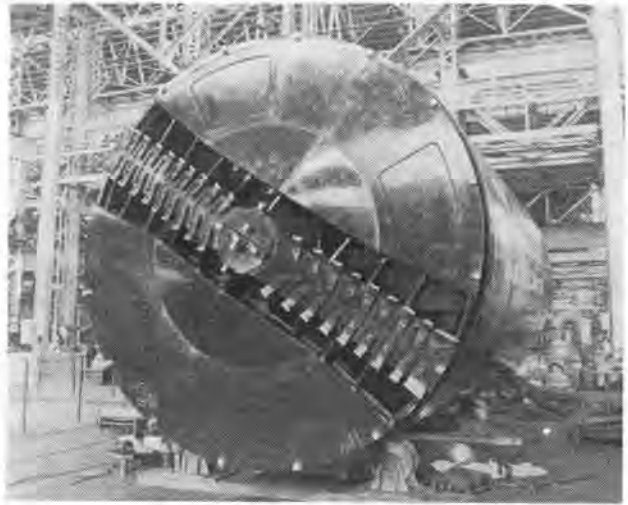


写真-2 れき泥水シールド機 ϕ 3.55 m

長大になり、発進時に手間がかかるが、装置が故障したときのことを考えると、機械をあまり複雑にしない方が良く、その意味で本システムは基本的によかったのかも知れない。

れき除去機の玉石排出は今回は断続的なものであるが、現在開発中の連続排出口をセットすることにより、より効率がよくなるだろう。

しかし、装置の改良、開発より以上に重要なものは泥水液の研究であろう。特に地下鉄級の大断面トンネルの施工においては、その成否を左右する重要なものと考えている。

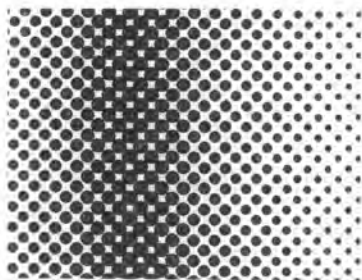
最後に、本システムを最初に使用するチャンスを与えられ、ご指導、ご努力をいただいた東京都水道局の関係の皆様が誌上を借りて心から感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 山崎広宣「泥水シールドの問題点と対策」'76 トンネル技術講演会
- 2) 松本崇義、鳥谷典男「滞水砂れき層の泥水シールド」トンネルと地下、Vol. 6, No. 12, 1975
- 3) 鳥谷典男、馬場恒夫「コンパクト化を計った泥水シールド工法の処理施設」基礎工、75-5,6 合併号
- 4) 馬場恒夫「砂泥水シールド工法について」S50.9.19 他各シールド講習会
- 5) 内田義明、中屋 昭「玉石を克服した泥水シールド」建設機械、Vol. 11, 1975
- 6) 工事情報「砂泥水層を貫く砂泥水加圧式シールド工事」鉄建社内技術資料、No. 42, 1975.10

廃泥水処理装置FR型

慶徳一郎*
久保田清三**



1. はじめに

地下連続壁工法は低公害工法として注目され、使用されてきたが、最近では経済性や施工精度の点からも見直され、都市内での根切り基礎工事ですます主要な位置を占めるに至っている。この工法での特色は、ベントナイトやCMCその他を混合し、調整した泥水（安定液）を使い、掘削時のトレンチ側面の安定を保つ点にある。

しかしながら、この泥水は使用中に掘削土やセメントなどが混ざり、性質が悪くなって捨てなければならなくなる。これを一般に廃泥水と称している。従来はパキウムカーなどにより埋立地などに投棄していたが、pHが高いこと、また、長期間たってもヘドロ状を呈することから新たな公害の源となり、利点の多いこの工法の厄介物になっている。

このため、廃泥水を現場内で公害を起こさない土と水に分離する、いわゆる廃泥水処理機が数年前から各方面で開発され、実用化が計られている。

ここに紹介する SATO-FR 型機もこのような現場の要請に答えたもので、以下に本装置の概要について報告する。

2. 処理システムについて

本装置のフローシートを図-1に示す。本装置は標準装備としてブロック形成機と脱水機、薬品溶解装置を備え、そのほか、現場の条件に応じてpH調整装置やタンクなどの付帯装備を増減するようにしている。

ブロック形成機を写真-1に示す。ブロック形成機では廃泥水に凝集剤を混合して水切りのよいブロックを作っている。凝集反応はブロック形成機内の配管内で行われ、ブロックが1次脱水機に連続的に流入するよう設計されている。これによりバッチ処理に比べ省力化とコンパクト化を計っている。

脱水機には、ロールプレス、フィルタプレス、遠心脱水、真空脱水など数多くあるが、前述のブロック形成機と組合せて使用するうえで連続処理が可能であること、装置がコンパクトで操作が簡単なこと、振動、騒音が少ないこと、処理結果が良好なこと等に重点を置き検討した結果、本装置では2次脱水機としてロールプレス型の機械を使用している(写真-2参照)。2次脱水の効果をあげるため、あらかじめブロックの遊離水を分離する目

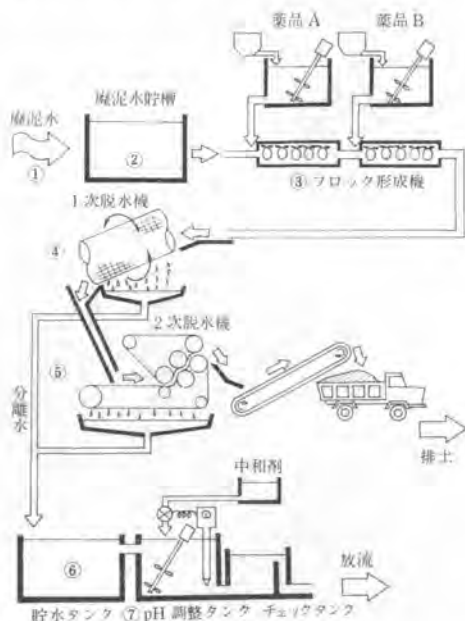


図-1 SATO-FR 型のフローシート

* 佐藤工業(株)中央技術研究所次長

** 佐藤工業(株)中央技術研究所主任研究員

的で回転円筒スクリーンを使用した1次脱水を行なっている(写真-3 参照)。2次脱水機ではローラの加圧力と2枚のろ布の張力によってブロック内部の水をしぼり出すようにしている。

処理後の排水は薬品溶解や脱水機の洗浄用水として極力再利用し、余剰水は放流先の規制基準に適合させて放流している。排土(脱水後のケーキ)は処理後すぐにトラックで現場から搬出しても荷崩れしない程度の堅さを目標にしている。

3. 特長および仕様

(1) 特 長

本装置の特長を以下に要約する。

- ① バッチ処理を避け、管内の特殊なせき板だけで凝集剤と廃泥水を連続的に混合し、凝集効果の調整、騒音および振動の軽減、装置のコンパクト化を計っている。
- ② 土粒子の凝集過程(ブロック形成機)と機械的脱水過程を各々ユニット化しており、運搬、据付が簡単で

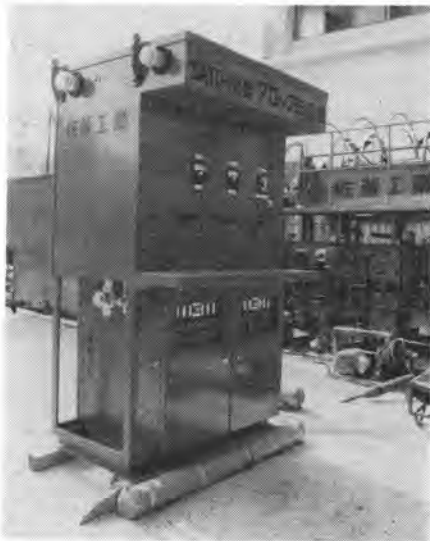


写真-1 フロック形成機

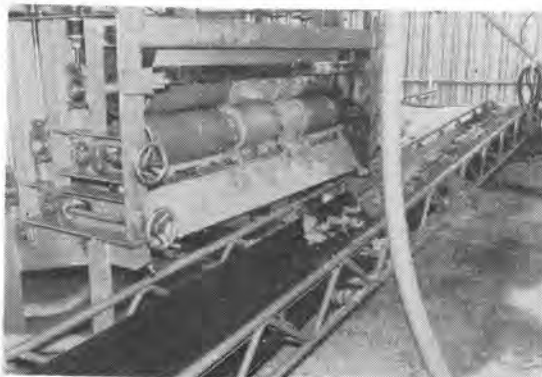


写真-2 2次脱水機

しかも現場の状況に応じ自由に配置できる。

③ コントロールスイッチやバルブ、安全装置、警報装置をブロック形成機の操作盤上に集約しており、ワンマンコントロールできる。

④ 土と水の分離が非常に効果的に行われるので、排土はダンプトラックでそのまま搬出でき(写真-4、写真-5 参照)、排水は pH 調整を自動的に行うだけで排水基準を満たす清澄水となる(写真-6 参照)。

⑤ 使用電源は 50 Hz と 60 Hz に共用できるようにしている。

(2) 仕 様

表-1 に SATO-FR 型 2号機の主要仕様を示す。

4. 運転操作

本装置の運転操作について、図-1 に従い以下に概略説明する。

地下連続壁工事で発生する廃泥水には粗い土砂(まれに木片など)が含まれており、ポンプや管の損傷や閉塞を防ぐため、あらかじめマッドスクリーンなどでそれら除去したあと廃泥水貯槽にためる。廃泥水は断続的に短時間のうちに多量に発生するので(例えば1日に1回、1時間で 30 m³ 発生)、廃泥水貯槽を設け、処理の工程に合せるのがよい。これは廃泥水の性質を均一なものにするうえでも都合がよい。

廃泥水をポンプでブロック形成機に送り、ブロック形成機内部で流量を操作して管内を流す。凝集剤は別に自動連続溶解装置で溶解しておき、廃泥水の流量に対応させて管内に注入する。この注入比は工事期間を通じてほとんど変化しない。管の中には適度の攪拌が生ずるように特殊なせき板を設けているので、凝集反応が効果的に進行する。せき板の数や位置は凝集剤の変更、廃泥水の性質の変化、攪拌の過不足に対応して容易に変えられるようにしている。

ブロック化した廃泥水はスラリーポンプの圧力だけで

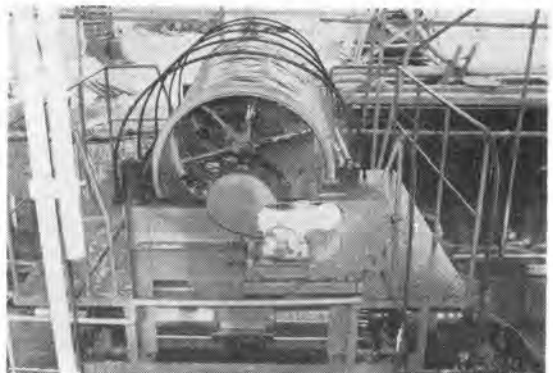


写真-3 1次脱水機



写真-4 脱水後のケーキの状態



写真-5 排土の搬出状況

1次脱水機の円筒金網に流入し、遊離水が分離される。ブロックの量や強さに応じて円筒金網の傾斜角度や回転数、内部ライナーの数を変えている。金網を通過したブロックはシュートを落下して2次脱水機に入り、6個のローラの加圧力や2枚のろ布の張力で内部の水が絞り出される。処理量や脱水後の固形分（ケーキ）の含水比の程度によってろ布の走行速度やローラの加圧力（間隔）を加減している。

1次、2次脱水で分離された水は円筒金網やろ布の洗浄水とともに貯水タンクに送られ、下流のチェックタンクで水質をチェックしたあと、薬品溶解や洗浄用水として極力再利用し、余剰水を放流する。ケーキは写真-4および写真-5のように普通の掘削土と同様に処分できる。

5. 凝集剤

ベントナイト廃泥水の処理では通常の廃水の処理と同様にあらかじめ廃泥水の種類や性質、脱水方式に応じた薬品を選び、また、それに応じた添加濃度と添加順序で使うのがよい。本装置はこのような薬品や添加の濃度、

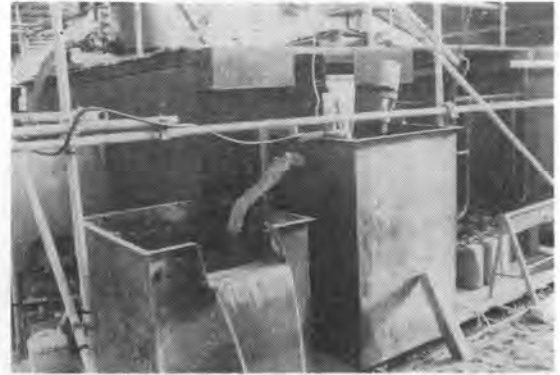


写真-6 排水の状態

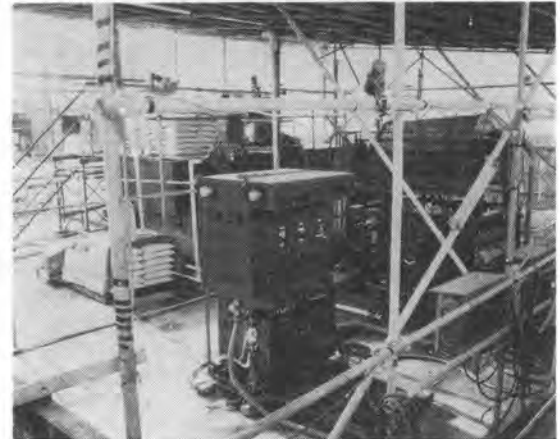


写真-7 現場での配置状態

順序などの変更に対応できるように工夫している。現在までの処理実績から薬品の効果的な添加順序と種類、使用量を示すと次のとおりである。

(1) A方式

[カチオン系無機凝集剤](CaCl_2)5,000~20,000 g/m^3
 +[(アニオン+ノニオン)系ポリアクリルアミド 150~500 g/m^3]

(2) B方式

A方式の逆の順序で添加する。ろ布からのケーキの剝離性はB方式よりA方式の方が優れているが、ケーキの脱水性、堅さ、含水比、排水の透明度はB方式の方が優れている。

6. 使用例

本装置を現場で配置した様子を写真-7に示す。また現在までに各地の現場で処理した結果を表-2に示している。ケーキ含水比は廃泥水に砂が多く含まれていると50~130%、シルトで110~210%、粘性土で170~250%

である。排水の分析結果の例を下水道法の除害基準および水質汚濁防止法の排水基準と対比して表-3に示す。全項目とも各基準値を大幅に下回っている。

7. おわりに

本装置は地下連続壁工事で発生する廃泥水の処理を対象に開発したものであるが、このほかに場所打ちくい工法や泥水シールド下から発生する濁水についても、処理能力上の設計変更をすることにより十分使用できる。

従来のパキュームカーなどによる廃棄処分法に比べ幾分割高になるが、公害規制が一段と厳しくなるにつれて不可欠のものになると考えている。

また同時に、薬品を使わない処理法、さらに一步進めて廃泥水を出さない施工法をもあわせて研究している次第である。

表-1 SATO-FR 型 2号機主要仕様

装置名		主要設備	仕様	備考
標準	① フロッタ形成機	廃泥水ポンプ	スラリー型 3.7kW	W1.3m×L1.0m ×H2.2m 重量: 500kg
		薬品ポンプA	0.75kW	
		薬品ポンプB	0.2kW	
装置	② 脱水機	廃泥水流量計	電磁流量計	W2.0m×L2.3m ×H2.8m 重量2,400kg(上下分離可能)
		薬品流量計A	オリフィス型	
		薬品流量計B	同上	
備	共通	管内混合機	特殊なせき板 2連	
		1次脱水機(上段)	回転スクリーン 無段変速機	40~50メッシュ、面積5㎡ 1~8rpm、0.4kW
		2次脱水機(下段)	無段変速機 ろ布 ろ布蛇行防止装置	0.75kW 速度2~6m/min、幅1.45m 自動制御
付帯	③ 薬品溶解装置	洗浄設備	3.7kW	
		連続自動溶解装置	0.7kW	
		A液タンク	2槽計 0.8㎡	
装置	④ 前処理と廃泥水貯蔵	B液タンク	2槽計 1.3㎡	
		攪拌機	3台計 0.3kW	
		電磁弁	2台	
備	⑤ 排出	マッドスクリーン	1.5kWモータ 2台	現場での処理条件 に応じ、仕様を変更
		貯泥タンク	W2m×L5m×H2m=20㎡	
		貯水タンク	20㎡	
付帯	排水設備	pH調整タンク	1.5㎡	
		チェックタンク	1.0㎡	
		pH調整装置	ポンプ0.3kW 攪拌機0.2kW	
装置	排土	ベルトコンベヤ	1.5kW 2台	
		設置面積	上記 ①+②+③+⑤ と作業面積および薬品置場を含め60㎡	
		処理能力	6㎡/hr (廃泥水量)	
所要	水道水量	必要電力	標準装備で9.8kW	
			廃泥水1㎡当り0.5㎡	

表-2 SATO-FR 型での廃泥水処理結果

場所	安定液の種類	廃泥水の性質			廃泥水中に卓越している混入土砂	脱水ケーキの含水比(%)	処理量(㎡)	備考
		固形分(%)	pH	砂分計による砂分(%)				
① 北浦和	ベントナイト	35.3	12.0	28.0	砂	55~75	50	B.W
② 神戸1期	海水練りベントナイト	25.3	10.8	16.5	砂	60~120	240	H.B
③ 東京	テルマーチ	24.3	11.0	16.3	砂	50~100	40	B.W
④ 神戸2期	ベントナイト	19.0	12.0	9.2	砂~シルト	70~210	696	クラムシールドバケット
⑤ 神戸3期	ベントナイト	20.3	12.2	5.0	砂~シルト	85~210	615	クラムシールドバケット
⑥ 東京	ベントナイト	26.9	9.6	6.0	シルト	110~145	50	B.W
⑦ 東京	ベントナイト	18.1	11.9	1.4	粘土	170~250	80	クラムシールドバケット

表-3 排水分析結果

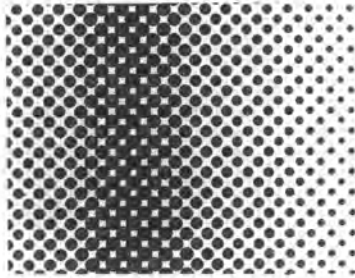
(単位: mg/L)

項目	結果	下水道法除害基準		水質汚濁防止法排水基準		項目	結果	下水道法除害基準	水質汚濁防止法排水基準
		5以下	9以上	海城5.0~9.0	海城以外5.8~8.6				
1. pH	7.1~7.8	5以下	9以上	海城5.0~9.0	海城以外5.8~8.6	11. カドミウム	〃	0.1以上	0.1未満
2. BOD	41~78	600以上	600以上	160未満	300未満	12. 鉛	〃	1以上	1未満
3. ss	9.0~31	600以上	600以上	300未満	300未満	13. 亜鉛	〃	0.5以上	0.5未満
4. ケヘキサン抽出物質	不検出	動油5以上	動植物油30以上	動油5未満	動植物油30未満	14. 六価クロム	〃	0.5以上	0.5未満
5. フェノール	不検出~0.01	5以上	5以上	5未満	5未満	15. 総クロム	〃	2以上	2未満
6. ふっ素	不検出	15以上	15以上	2未満	2未満	16. 亜鉛	不検出~0.08	5以上	5未満
7. シアン化合物	不検出~0.02	1以上	1以上	1未満	1未満	17. 銅	0.01~0.05	3以上	3
8. 有機リン	〃	1以上	1以上	1未満	1未満	18. マンガン(溶解性)	不検出~0.82	10以上	10
9. アルキル水銀	〃	検出されるもの	検出されるもの	検出されないこと	検出されないこと	19. 鉄(溶解性)	0.15~0.67	10以上	10
						20. よう素消費量	19	220以上	

深層・表層地盤改良工法

—深層混合処理工法と水さい覆土工法—

山本 俊之*
石川 伸之**



1. まえがき

わが国の主要な都市および工業地帯は軟弱な沖積平野および海岸の埋立地等を中心に発達している。また、港湾地域においてはことに軟弱な沖積層が多く、このような軟弱な地盤の上に構造物を建設する場合には、地盤条件、構造物の規模、重要度、立地条件等に合った地盤改良工法が必要である。ここでは、埋立造成地にみられる高含水比の超軟弱地盤を改良するために施工機械が場内に入れるようにトラフィカビリティを確保する表層地盤改良工法として当社が開発した水さい覆土工法、および運輸省港湾技術研究所において開発された石灰の化学作用を深層の地盤改良に応用した深層混合処理工法について、主に工法の特長、改良効果等について概要を述べることにする。

2. 深層混合処理工法

石灰による地盤改良は古くから二和土、三和土として使用され、近年では道路や滑走路の路床、路盤の改良に用いられている。わが国に広く分布している軟弱粘性土の深層部までの地盤改良に石灰を用いる深層混合処理工

法は運輸省港湾技術研究所が昭和42年より研究開発されてきた工法で、同所の国有特許工法である。現在陸上および海上用として処理機も8台製作されて稼働しており、当工法による大きな改良効果、工期の短縮、大深度までの改良が可能などの特長が生かされ、今後の軟弱粘性土の地盤改良工法としてその採用が期待されている。

(1) 改良効果

軟弱土と石灰の間には大別して水和反応、イオン交換反応、ポゾラン反応、炭酸化反応の4種類の化学反応が起こり、これらの化学反応により以下の改良効果がある。

① 吸水作用による含水比の低下：生石灰の消化吸水作用、発熱乾燥作用および消石灰の吸水作用により土の含水比が低下する。

② 団粒化作用：石灰が土粒子に吸着して微粒子の凝集化あるいは団粒化により土の粒度を改良する。

③ 土の強度特性の向上：粒土鉱物との化学反応により粘性土の強度特性を向上する。

図-1に当社鳴尾埋立地粘性土の改良効果を示す。

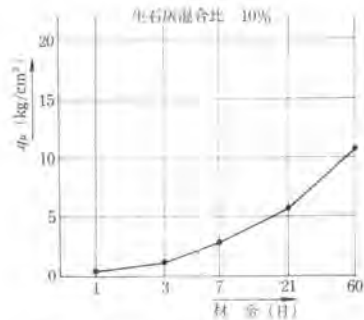


図-1 鳴尾埋立地粘性土の改良効果

(2) 深層混合処理装置の概要

深層混合処理装置の概要は図-2に示すとおりで、処理機の上部本体（駆動部分）は下部本体各部を駆動する（搅拌軸、石灰供給用スクリーフイーダ）油圧モータユニット、歯車減速機、搅拌トルク、フィーダトルク等の計測機器を搭載している。下部本体は石灰の通路となる打設管および搅拌軸、搅拌翼で構成されている。打設管の最下段にはスクリーフイーダを内蔵し、油圧シリ

* 東洋建設（株）技術開発部

** 東洋建設（株）技術開発部

ンダによって開閉する蓋を設けている。

処理機の施工順序は、攪拌翼を回転しながら打設管を目的深度まで貫入させ、打設管先端の蓋を開けてスクリーフフィーダおよび空気圧で生石灰を押し出すとともに、その横に配置した2本の攪拌軸に取り付けられた攪拌翼により生石灰と粘性土の混合を行いながら処理機を引上げてくい状の処理土を造成する。

施工にあたっては、施工管理を十分かつ容易に行うため8項目に及ぶ一連の計測機器を装備している。特に、打設管内空気圧を制御し、打設深度に応じて深度が深くなるほど空気圧が高くなるようにして、打設管内への水の流入を防止する装置と、石灰の供給量を制

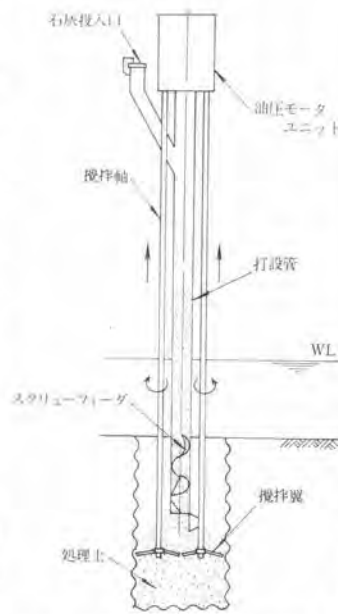


図-2 深層混合処理装置概要図

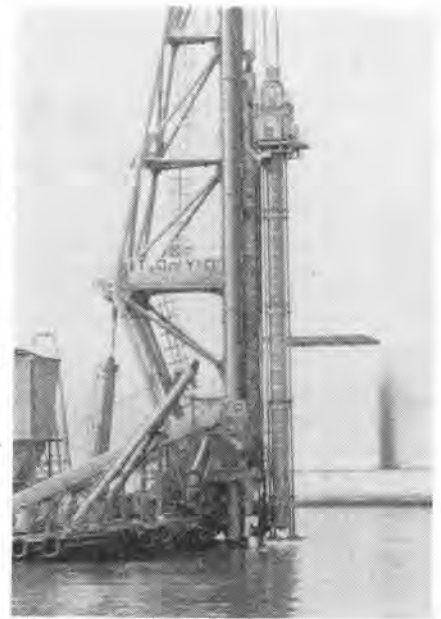


写真-1 くい打ち船に装備した深層混合処理装置

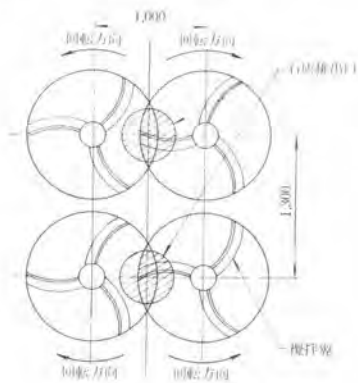


図-3 強制攪拌図

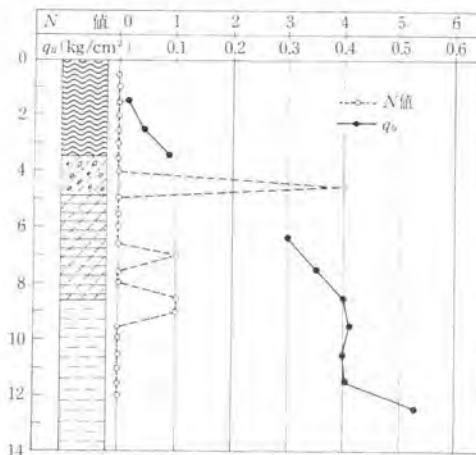


図-4 原地盤土性図

御するため打設管の引抜速度に応じてフィーダ軸の回転数を制御する装置等を装備し、施工管理に万全を期している。

なお、海上施工の場合の処理機の能力は次のとおりである。

- ① 攪拌面積：4.34 m² (2連装) (図-3 参照)
- ② 改良層厚：水深下 30 m まで (ただし土質条件により異なる)

(3) 鳴尾実験工事結果

昭和49年8月に当社鳴尾埋立地内 -5.5 m 泊地内で海上実験工事を実施した。くい打ち船に装備した深層混合処理装置は写真-1のとおりである。

原地盤は図-4のような地盤で、軟弱なシルト層に埋立時バージュから捨土した砂れきが -3.5~-4.8 m に埋込んでいる地盤で、下部シルト層は $q_u=0.4$ kg/cm²、含水比は 90% ぐらいの地盤であった。

改良後の地盤強度は図-5~図-7 のとおり生石灰混合率 5% の場合 $\bar{q}_u=2.6$ kg/cm²、生石灰混合率 10% の場合 $\bar{q}_u=11.3$ kg/cm²、生石灰混合率 15% の場合 $\bar{q}_u=13.0$ kg/cm² となり、原地盤強度の 6~32 倍の強度となり、大きな改良効果が得られた。

3. 水さい覆土工法

臨海工業用地、住宅地等の造成にあたり、所要の地耐力を確保するには良質な用土を用いることが望ましいが、最近良質土を大量に確保することが次第に困難とな

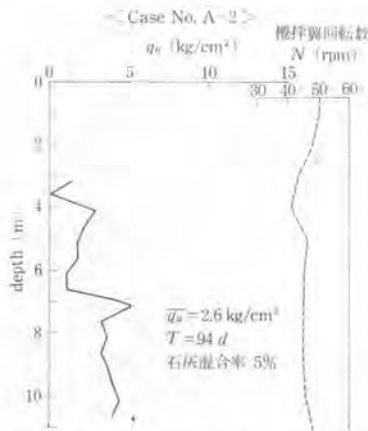


図-5 改良後の地盤強度 (Case No. A-2)

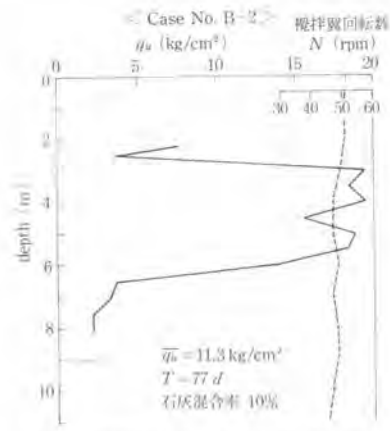


図-6 改良後の地盤強度 (Case No. B-2)

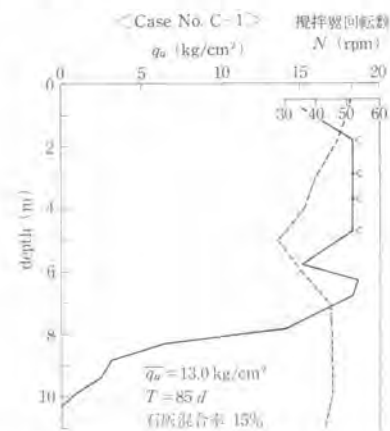


図-7 改良後の地盤強度 (Case No. C-1)

り、不良軟弱土による造成を余儀なくされる事例が増加している。特に高含水の浚渫ヘドロからなる埋立地等では地耐力が著しく不足し、なんらかの地盤改良工法を施す必要がありながら、改良用の施工機械を場内に搬入することすらむずかしい場合も少なくない。このような現場では地盤改良作業に先立って施工機械の搬入が可能となるまでトラフィカビリティを増加させる工夫が必要となる。この目的のため各種の工法が開発実用されているが、それぞれ一長一短があり、特に高含水の軟弱土に対する仮置的な工法の開発が遅れている。ここに紹介する水さい覆土工法は含水比が150%前後の軟弱地盤上に水さい層を形成し、水さいのもつ特性を応用して上述の目的を達成しようとするもので、愛媛県伊予三島、愛知県衣浦、三重県四日市、兵庫県鳴尾地区等において野外実験を重ねた結果、相当の成果を確認することができた。以下にその概要を報告する。

水さいは製鉄所から産出される高炉さいを水で急冷して製造した砂状の粒子であり、個々の粒子は表層がガラス質化した空洞の軽い粒子である。その成分にはいわゆる人の健康に関する9項目に該当する物質は含まれていない。

水さいの最も顕著な性質は、

① 山土等と比べて軽量である：真比重 2.9、粒子の絶乾比重 1.0~2.0 であり、単位体積重量はゆるい状態で 0.8~1.0 t/m³、やや縮まった状態で 1.2~1.3 t/m³ 程度で、山土と比べて数 10% も軽量である。したがって、超軟弱土上に有限幅の載荷覆土する場合の材料としては非常に有利である。

② 水さいはアルカリ材の添加により硬化する：水さいはアルカリ材を数%添加すると水硬作用が促進される。その一軸圧縮強度の経日変化の室内実験例を図-8に示す。その強度増加は他の土質硬化剤に比べると遅いが、時間の経過とともに漸増している。トラフィカビリティの増加を期待する面からいえば硬化強度の大きいほ

どよいが、覆土工はあくまで仮設工であって、その後に行う下部軟弱土の改良工を考慮すると覆土層が過大に堅牢すぎることは好ましくない。その意味では水さいのこの程度の強度増加はむしろ望ましい傾向といえよう。

③ トラフィカビリティの増大：現場における載荷試験の例として伊予三島における実測値を図-9に示す。この場合、下層の軟弱土は含水比約120%、qc値は0.3 kg/cm² 前後であった。水さい表層のqc値も日ごとに増大し、4週目には8 kg/cm²の値が観測されている。

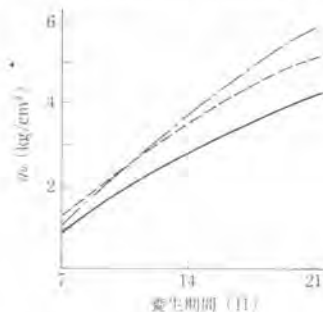


図-8 アルカリ添加による水さいの qa 増加

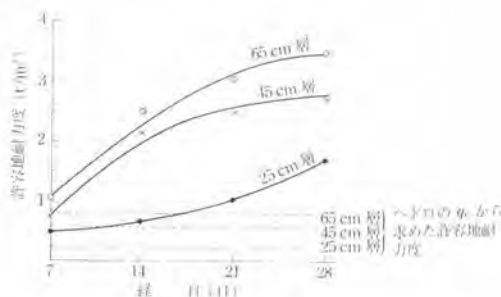


図-9 平板載荷試験から求めた許容地耐力の経日変化

将来、水さい覆土の上を通過させようとする建設機械の種類や規模の大小によって異なるが、伊予三島の場合はおよそ 60 cm 以上の水さい層を形成すればかなりの規模の車両走行に耐えることが予測される。衣浦地区では含水比 150% 前後、ペーンせん断 0.01 kg/cm^2 程度の、伊予三島よりさらに悪い条件の軟弱土であったが、実測の結果は図-9を上回るデータが得られた。

水さいの散布手段としては種々考えられるが、その一例としてジェットコンベヤによる施工を写真-2に示す。これは柴田建機製 JC-500 で、散布距離は約 20 m、散布能力は $35 \sim 50 \text{ m}^3/\text{hr}$ であり、さらに大型のコンベヤを用いるか、あるいは超小型ブル等を併用することで 1 日当りの覆土能力を増大することは可能である。

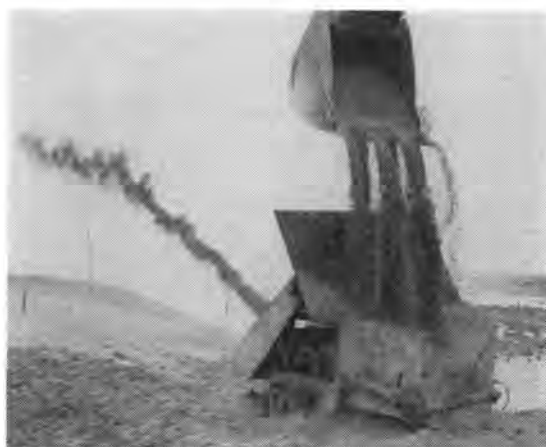


写真-2 ジェットコンベヤによる水さいの散布

4. おわりに

水さいは建設工事の新材料として簡易道路、岸壁裏込材、軟弱土固化材、砂の代用品等に広く用いられる機運にある。当社の水さい覆土工法もその応用の一環として特に取扱いの困難な超軟弱土のトラフィカビリティの増大を目標として研究開発されたもので、広畑鉦洋加工と特許共同出願中であり、今後軟弱地盤上の仮設工として広く実用されることが期待される。

— 図 書 案 内 —

地下連続壁工法^{設計}ハンドブック_{施工}

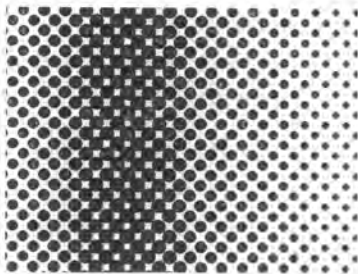
A5判 495頁 頒価 5500円 (会員 4950円) 送料 300円

申込先 社団法人 日本建設機械化協会

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

ヘドロ固化処理工法

増 田 久仁男*



1. ま え が き

一般に河川、港湾などの公共用水域の底部に堆積した物質をヘドロ（底質）と呼んでいるが、今日では人為的に排出された諸物質を含む底質によって人の健康または生活環境に種々の悪影響が生じ、広く社会的問題として注目されている。

このような被害の原因となっている底質は、もともと汚染の原因となる性質が他の沈降性の物質とともに水底に堆積し、蓄積したものであり、すみやかに除去等の対策を講じて環境の浄化を図る必要に迫られている。

しかし、これらの微粒で有機物質などを含んだ有害ヘドロはその内容や組成がかなり広範囲にわたっているためその画一的な処理方法は少なく、今日までの処理技術を開発するうえの隘路となっているようである。

しかるに、ここに高含水比で、しかも微粒子の多い有害物質を含むヘドロに対して、ベトントーアなる凝結硬化剤を用いて有害物質の溶出を止め、無害固化を計り、2次公害を起こさないような浚渫機械とその処理工法、すなわち、TBS工法を東亜興発が開発し、過去約3カ年その施工のほとんどを当社が実施してきたので、これら無公害ヘドロ固化処理工法について以下に紹介する。

2. 固化処理法の概要

底質除去工事において汚泥底質を埋立地に封じ込めた場合には早急に覆土を行い、その埋立地が比較的早い時期に上載荷重等に対して安定した土地となる必要がある。

除去した汚泥底質は一般に高含水比のものである（高含水率のものである）ため汚泥底質を投棄した後の埋立地は早急に覆土し難いものである。したがって、覆土工法のためにはシートを敷いたり、ロープを張ったりする工法での助けで覆土するなどの方法がとられている。しかし、広大な面積での作業重車両の出入りや覆土材の搬入などでは種々問題があり、埋立底質に固化剤の投入による早期な安定工法の開発が必要となっている。さらに浚渫汚泥中に含まれる重金属の含有量が基準以上の場合には覆土のみの処理ではだめで、溶出しないような処理、処分が必要となってくる。

有害重金属の溶出を防止するためには固化処理法によるのが経済的であり、安全であるが、固化処理剤は無公害固化剤でなければならず、その選択が必要となる。特にヘドロ除去とその処理技術に関する開発のためには浚渫機械の改良に始まり、汚濁防止膜の開発、水処理設備の簡素化、急速ろ過槽の設置、および固化処理機械の改善など早急に確立することが必要である。

(1) 固化処理剤

一般に固化処理剤としてはセメント系固化剤、石灰、石灰ポズラン系固化剤、アスファルト系固化剤、高分子系、水硝子などの無機系固化剤などがある。これらの固化処理剤に対して、施工経験より次の事項を具備するものが必要のようである。

- ① 無害な固化処理剤を使用すること。
- ② 高含水比の底質でも固化処理できるものであること。
- ③ 固化作業が容易で、かつ分離水を生じないこと。
- ④ 固化物より有害物質を溶出しないこと。
- ⑤ 固化は迅速で所望の強度が得られ、容積が増加しないこと。
- ⑥ 固化物は長期間安定で崩壊を起こさないこと。

* 東亜道路工業（株）環境土木事業部技術開発部長



図-1 ヘドロ除去処理法フローチャート

- ⑦ 固化処理作業などにより公害を起こさないこと。
- ⑧ 固化処理された底質は水に溶かされないこと。

ここではベントトローアの性状、化学成分、種類は省略するが、ベントトローア PC なる固化処理剤をもってすれば相当広範囲の性状のヘドロに対し、また、無害化固化処理も可能である。

(2) 固化処理法

一般にヘドロの固化処理としては、直接固化、沈殿固化、脱水固化などがあるが、固化するためには固化剤が使用される。浚渫後、凝集脱水など濃縮工程を経て固化する脱水固化と、浚渫沈殿池で経時後固化する沈殿固化か、直接浚渫ヘドロを固化する方法などがあるが、固化処理法としては 図-1 のフローチャートより処理、処分する固化処理方法および処理工法をとっている。

ヘドロの除去としては大別して浚渫除去が現場遮断処理するかである。水底地形の状態では浚渫できない場合または海域での場所を利用するときは現場遮断処理法による。しかし、汚染の多い底質の場合とか、陸地または水域での処理、処分ができる広さの敷地、用地、水域面積がある場合、さらに、固結処理後その処理、処分した場所や処理、処分の底質を再利用する場合などは浚渫除去処理法によらねばならない。

図-1 のフローチャートの中に固結、すなわち、固化処理の右に番号が付してあるが、これらの固結は TBS 工法の浚渫処理工法、表層処理工法、水中処理工法で実施しているものである。

3. 浚渫処理工法

浚渫処理工法はポンプ船浚渫とグラブ船浚渫による二つの処理方法で行なっている。

ポンプ船浚渫による場合は、比較的含

水比の高いものの浚渫となるため、沈殿池や槽の設置やシクナなどにより濁度を SS の基準値以下とし、含水率を 70~85% 程度の底質に分級し、これを混合機でベントトローア PC の添加混合で混合処理し、処理地で凝結固化される。

グラブ船浚渫による場合は、密閉式グラブで浚渫しても含水比は比較的低いものの浚渫であるため直接処理地に投入して TBS 工法の I 型か III 型処理船でベントトローア PC を添加して混合処理するか、または浚渫直後直ちに連続混合機で処理して処理池に投入し、凝結固化させる。

それぞれの処理池で凝結固化したものはそのまま埋立てるか、または盛立地に盛立てる。埋立場所は広場、緑地帯、駐車場、工場用地等に凝結固化物を埋立て、使用する。

ポンプ浚渫河川浄化浚渫処理工法フローシートおよび密閉式グラブ船による浚渫処理工法フローシートは 図-2 および 図-3 に示すとおりで、次のような方法で処理している。

(1) ポンプ浚渫による浚渫処理工法

① ポンプ：東亜興発の開発した低速カッタ付ポンプで、発濁、2次汚染のないよう深淺測量図に基づき浚渫する。溶出基準に適合しない場合はあらかじめ浚渫ポンプ船の周囲に汚濁防止膜などを設けて浚渫する。

② 分級機：浚渫底質中の 0.6 mm 以上の夾雑物や粗粒物は分級して排出し、0.6 mm 以下の汚水（おおむね 80~95% ぐらいの含水率）はシクナに送る。

③ 汚水槽：0.6 mm 以下の汚水が悪臭を伴う場合は汚水槽に消臭剤を投入して消臭させる。

④ 薬品槽：硫化水素などの中和用としての薬剤を溶解混合してポンプ船または汚水槽に送り脱臭させる。

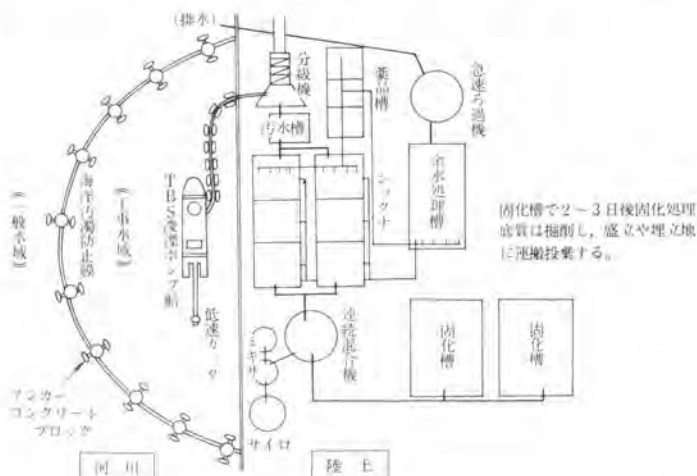


図-2 ポンプ浚渫河川浄化浚渫処理工法フローシート

高分子凝集剤を溶解し、シクナに送液して凝集を計る。沈降剤を溶解してシクナに送液し沈降を計る。

⑤ シクナ：0.6 mm 以下の汚濁水 (SS 10,000~80,000) を沈殿分級して SS を基準値以下にして排水させ、含水率 75~85% ぐらいの汚水ヘドロに濃縮する。

⑥ 余水処理槽：シクナよりの余水、排水または固化処理地での余水などはあらかじめ準備した余水処理槽に流す。余水処理槽へはさらに薬品を投入して汚濁のないよう処理し、SS 基準値内で排水を行う。

⑦ ヘドロ混合処理槽：汚水ヘドロとあらかじめ準備したベントニア PC のミルク液を混合機で混合する。

⑧ 固化槽：固化槽は用地があればプールを作り、防水を十分注意して⑦の混合物を貯える。固化槽に投入された PC 添加処理底質は早いものでは半日、遅いものでも 2~3 日すれば十分固化する。

⑨ 運搬：固化槽を設ける敷地がない場合は⑦の混合槽より直接セメントミキサ車、舟底型ダンプに混合物を受けて所定の場所に運び、固化処理する。⑧の固化槽で固化された底質は基準値に適合すれば直ちにバックホウ、クラムシェル、ブルなどで掘削して埋立てるか盛立地に保管する。

なお、密閉式グラブ浚渫処理工法の説明は紙面の都合で省略する。

4. 表層処理工法

この工法は水域に遮断され、浚渫された広大なヘドロ

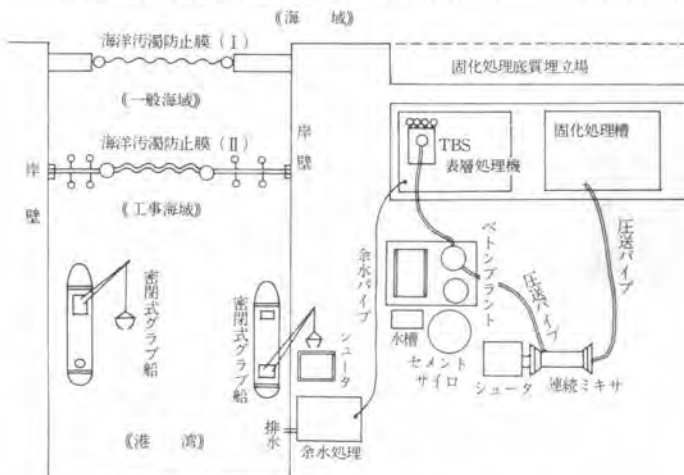


図-3 密閉式グラブ船による浚渫処理工法フローシート

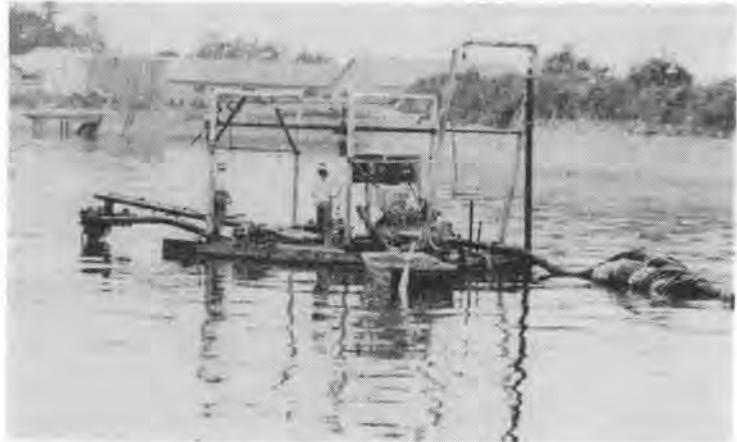


写真-1 TBS 浚渫ポンプ船

の海を処理するか、封じ込めの目的をもって埋立てられたヘドロを陸上で処理する工法で、全体の深さ（厚さ）を処理する場合と表層のある厚さを処理する場合とがある。

すなわち、有害物質を含む底質を揚陸した場合は全体を処理するが、溶出量が少ない場合や埋立造成などで無機質ヘドロを処理する場合などは、ある深さ、例えば表層 1~2 m ぐらいの厚さを固化処理している。

従来はショベルなどで混合処理して、比較的陸に近い部分のみで、しかも小規模工事で行われていた。すなわち、混合のための機械がヘドロの海に入れず、処理できなかった。ヘドロの性質にもよるが、マーシーなどでも埋没してしまうヘドロの海に対し、いかなる含水比の高いヘドロでも、その深さが深くても容易にヘドロの海の上を運行自在に浮べ混合処理できる処理船および処理機を開発した。これらの処理混合船および処理機は特許出願中のものである。

表層処理工法のフローシートは図-4のとおりであるが、それに使用する機械はヘドロの性状により I~VII 型までの各タイプを選択使用している。

ヘドロの表面 20~30 cm 程度が固まって人の歩ける程度では VII 型のローラ型がある場合や、表面は水が切れていても機械等が入れない場合は I 型か III 型等が使用される。これらの処理船または処理機は自走式とウィンチ式の 2 種類で、その混合方式は垂直型、斜型、横型の 3 方式である。一般に 0.5~1.0 m のヘドロ層の処理では横型、1~2 m 程度では斜型または垂直型、2~5 m は垂直型搅拌で行い、最近では深さ 3 m ぐらいまでは

垂直および斜連続混合機の開発ができた。

① 陸地にベントニア中央プラントを規模に応じて設置する。プラントは、セメントサイロ、ベトン原素サイロ、水槽、各種計量機、混合機、ミルク貯槽よりなり、圧送距離や底質の状態に応じてミルクの配合を調整する。

② ベントニア PC ミルクは圧送ホースにより TBS 混合処理機に送る。300 m 以下の距離ごとに中間受槽を設けて送圧する。

③ 混合処理機は底質の含水率が高い場合(50%以上)は船型のもを、50%以下ではローラタイプの処理機を使用している。

④ 底質の海は周囲が高く、中心部周辺が落ちこんだり、不陸がとにかく多いので、あらかじめヘドロの押出しなどして平坦にして混合処理する。

⑤ 処理機による縦ジョイントの施工は熟練を要する。もしジョイントのスキが生ずると溶出、湧出しがあるので補修混合打設を行う必要がある。

⑥ 機械や人の入れない底質の海はベントニア PC 処理により数時間後、また遅くとも翌日は固化を始め、通行は可能になる。もし固化表面に溜水や余水が出る場合は余水処理池またはろ過槽にポンプアップして処理する。

⑦ 固化されたら現場でコーン支持力試験等を行い、所定の計画に基づきその上に盛土するか舗設して跡地利

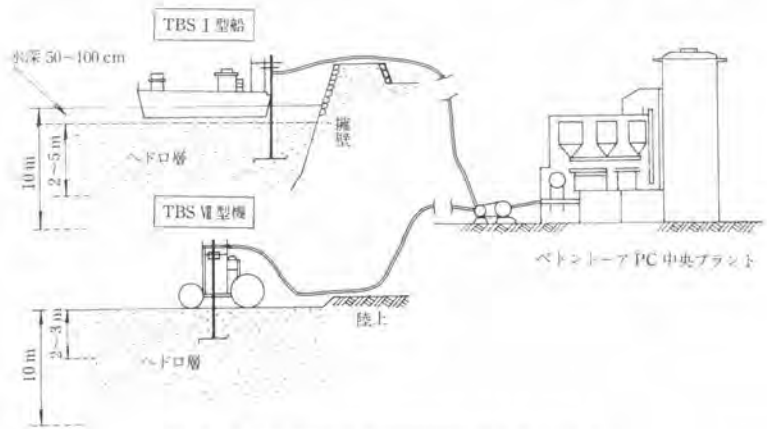


図-4 表層処理機による表層処理工法フローシート

用に供する。

特に表層処理工法では固化処理層厚の設計が重要で、当社としてはベントニアによる底質固化処理層厚は特に施工時当初の重機、トラック等のトラフィックビリティが確保できるような層厚をもって定めている。すなわち、トラックの輪荷重によって生ずる最大せん断応力が軟弱地盤のせん断強度を越えないこと、および輪荷重によって改良された固化処理層が押抜きせん断を生じないこと等によって決定している。

5. 水中処理工法

海底に堆積しているヘドロが有害な物質を含有しており、外部に搬出することができない場合、また水深が十分にあり、ヘドロの浚渫などによって飛散、汚濁などの2次公害の恐れのある場合、浚渫後の水中浮泥のある場合等は現場遮断で大きな範囲に二重、三重に海洋汚濁防止膜を張って水中処理するか、または締切遮断をして水中処理する場合に、この TBS 水中処理工法が適用される。特に TBS 水中処理船は拡散汚濁防止板が着けられているため2次汚染を防止でき、組立式で能率を倍増処理でき、安全かつ経済的に底質凝結固化処理できるものである。その工法の詳細は紙面の都合により省略する。

6. あとがき

ヘドロ固化処理工法について処理技術の特長、機能の概要を実績を挙げている TBS 工法より紹介したもので、諸賢のなんらかの参考になれば幸いである。

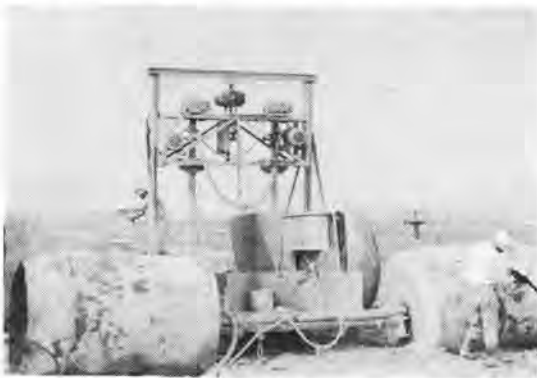
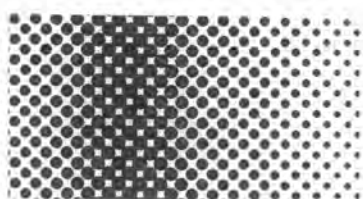


写真-2 表層処理機

地盤改良効果の電気的測定

梶原 和敏*
酒井 文雄**
北村 敏夫***
堀 政司****



1. 概要

地盤改良の実施にあたっては地盤条件に見合う改良工法の選定および施工管理とともに、改良効果の判定のため行う調査が重要な位置を占めていることは周知のとおりである。

従来、改良効果の評価としては沈下量、間げき水圧、貫入抵抗等の現場実測およびボーリングコアサンプリングによる含水比の低下度、一軸圧縮強度の増加度合の室内測定が標準的方法として採用されており、定性的あるいは半定量的な判定がなされている。

今回、当社では京都大学吉住研究室の指導のもとに上越新幹線中山トンネル立坑工事における高山工区ソレタンシユ地盤改良工事の現場において電気探査法のうち、比抵抗測定法による測定実験を行なったので、その概要を以下に報告する。

2. 測定原理

大地の構造は極めて複雑で、いかに精巧な機械を使用

しても地表面から内部構造の解明は不可能である。数多くの調査方法があるが、調査することによって得られるのは地質の内容ではなく、地質に関係のある物理的な量であり、この量を介して地下構造の様子を解釈するものである。地質を調査するには測定と解釈が必要で、特に解釈のいかんが結果に及ぼす影響は大きいものである。

地下構造の物理的な量には種々あるが、その中で地質の電気的な量を仲介とする方法が電気探査法であり、そのうち最も一般的に使用されているのが比抵抗法といわれるもので、地質の比抵抗を測定して、この量を介して地下構造の様子を解釈し、判断するものである。

比抵抗法はグラウト剤の注入前の地質の電気的比抵抗と注入後のそれを比較して判定解釈するもので、原理としては、地中に挿入した電極 C_1, P_1, P_2, C_2 に電流を流し、所定の電極間の電位差を測定して地質の比抵抗を求めるものであり、電極 $C_1 \sim C_2$ 間に電流を流し、電極 $P_1 \sim P_2$ 間の電位差を測定することにより地中の抵抗 $R = (V/I)$ ohm を求め、この値に係数を掛けることにより地質の比抵抗の値 $\rho_a = 4\pi a (V/I)$ を求めるものである(図-3参照)。

一般に地下構造を形成する物質自身は金属を除けば大体電気的には不良導体であるので、物質自身の比抵抗は主として間げきによって左右され、この間げきに含まれる水が多ければ比抵抗は低くなり、少なければ比抵抗は高い値を示す。すなわち、グラウトすることによりグラウト剤が地盤の間げきに浸透するため地盤の比抵抗は当然注入前後では異なった値を示し、この比抵抗の差により地盤の間げきへのグラウト剤の填充率を計算し、グラウトの効果を判別するものである。

3. 特色

(1) 注入測定管

ソレタンシユシステム地盤改良工法は当社とフランスのソレタンシユ社との間で技術提携(昭和46年)した新しい注入工法であり、マンシユットチューブと注入管に特色があり、図-1、図-2に示すように外管と内管の二重管からなっており、外管は硬質のプラスチック製のもので長さは33cmあり、これを必要数量接続して使用するもので、管には33cmの間隔に注入孔があい

* ライト工業(株)専務取締役工事本部長

** ライト工業(株)取締役ソレタンシユ工法本部長

*** ライト工業(株)取締役機械部長

**** ライト工業(株)機械部次長

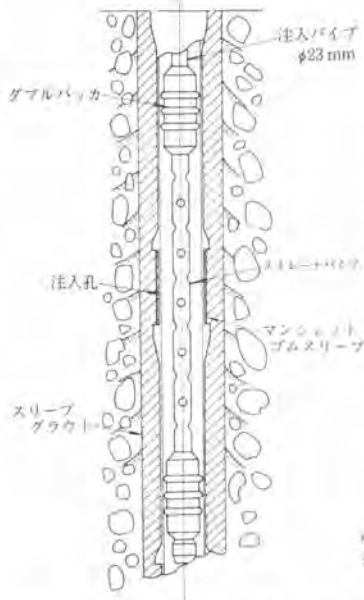


図-1 マンシエットチューブ

ており、注入孔は短いゴムスリーブによって覆われている。外管と孔壁の間はスリーブグラウトと呼ばれる半塑性のセメントベントナイトよりなる低強度のグラウト剤で充填されており、注入圧によりグラウトがこれを破って地盤中に浸透するようになっている。

この工法ではグラウト孔を全長せん孔した後、その中にマンシエットチューブを挿入設置し、注入すべき深さまたは位置にダブルパッカーを取付けた注入管（内管）を上げ下げし、インジェクションポンプにより注入を行うものである。この工法では、

① グラウトを所定の位置で均一に一定の範囲に計画的に注入することができる。

② 注入管（内管）を上げ下げすることによって注入位置を任意に変更することができる。

③ 内管（注入管）の上下にダブルパッカーが設けられているので、外管部への薬液の溢出はない。外管と孔壁の間はスリーブグラウトで固められているので、薬液の軸方向への溢出がないので半径方向に能率よく集中的に注入される。

④ 注入経過後調査により弱点発生の場合、その箇所

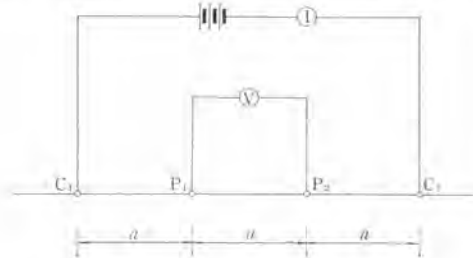


図-3 比抵抗測定法

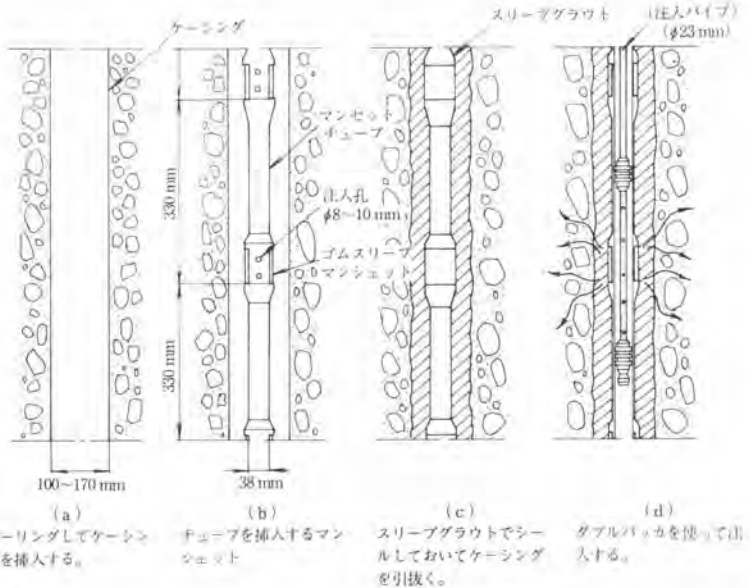


図-2 マンシエットチューブによる注入の原理

だけの再注入ができる。

⑤ 同一個所において異種のグラウトを繰返して注入することが可能である。

等の利点を有している。マンシエットチューブは塩化ビニール製のため通常の場合使用後は回収していない。

在来の物理探査では普通注入孔と測定孔とは区別してさく孔使用している。今回はこのマンシエットチューブの絶縁性に着目して注入管兼測定管としての機能を持たせた。すなわち、33 cm ピッチのマンシエットチューブに銅製のリング状の電極を装置し、リード線で外部の測定器に導き測定する、いわゆる電極棒測定方式である。地盤構造の解析に必要な比抵抗曲線は電極間隔を変更することにより求められる。この方法の特徴は、

① 地盤構造の事前調査として利用できるので注入計画のデータ収集が可能である。

② 注入過程において注入状態の測定が可能である。

③ 注入と測定が同一孔内で実施できるので注入範囲および状態の判定精度が高い。

(2) 比抵抗測定装置

大地に直流の電流を流した場合に生ずる分極電圧および自然電流に基づく影響を消却する方法として、電流の方向を適当な速さで切替えて矩形波の交替直流を大地に流すと同時に、電位回路の極性を転換して、測定器には常に一定方向の直流が流れるようにして直流電位差計で計測する測定器を使用した。

(3) 注入率

注入率は主に土質の間げき率から決定するのが普通で

あるが、土質の不均一さと複雑さから、かなり経験的、実績的な面が重要視されている。砂質土の注入率は砂粒子間げきの填充にあるから、実際の間げきと注入可能な間げきとの差はあまりないので、遮水注入か地質強化であるかの注入目的に応じ比較的容易に決めることができる。粘性土層の場合は注入が脈状なので定量的に解析することがむずかしい。したがって、主に実績や経験的により決められるケースが多い。

(4) 注入の効果判定

高山立坑現場における注入の効果判定は、掘削が開始されるとマンシエットチューブが除去され、再注入が不可能となるので非常に重要であるので、慎重を期するため比抵抗法による効果測定のほか次の方法を実施し、注入の効果判定に万全を期した。

(a) 注水テスト

同一マンシエットチューブを利用して注入前後の注水による圧力変化から注入に伴う改良の変化を推定しようとするもので、注入量を変化させ、段階的に圧入し、その圧力を測定しようとするものである。

この方法によれば地山の透水性状を把握することができ、注入に際しての基準データとして利用することができる。密度の高い土砂は注水量を増大すると圧力が高くなるが、例えば、図-11で見るとおり、No. 6-D、6mのように徐々にしか圧力は増大しない。このような現象

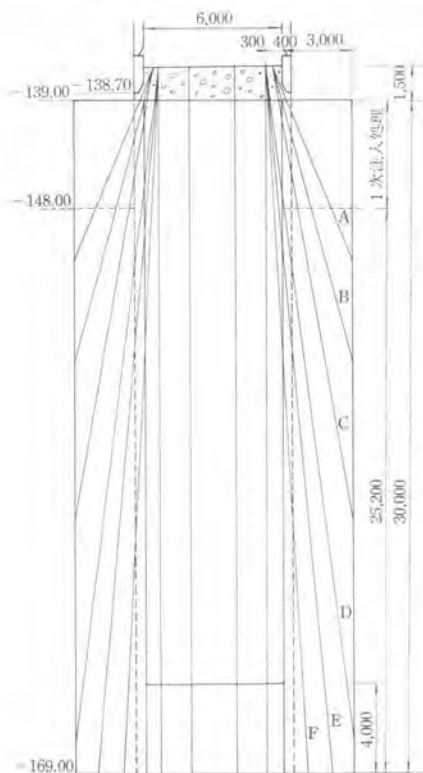


図-4 注入ボーリング孔配置の断面図

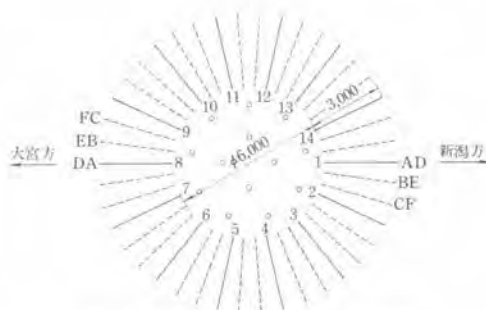


図-5 注入ボーリング孔配置の平面図

は土砂のルーズ性を示す一つの目安と推定できる。

(b) チェックボーリング

通常ボーリングによる確認はコア採取を行うものであるが、地質の状況から 100% コア採取は困難であったので、注入前後の湧水量を各深度別にチェックして注入の効果を確認しようとしたものであり、この方法によれば注入ゾーンは円筒に形成されるので、注入の効果が完全であればボーリング孔からの湧水はないはずである。底盤上に $L=25.5\text{m}$ のボーリングを 3 点さく孔し、湧水量の確認を行なった(図-10 参照)。

4. 測定の実例

工 事 名：上越新幹線中山トンネル(立坑)工事におけるソレタンシユ地盤改良工事
 工 事 場 所：群馬県吾妻郡高山村大字中山字和田之上
 工 事 期 間：昭和 49 年 8 月 29 日～11 月 4 日
 昭和 49 年 12 月 10 日～50 年 4 月 15 日
 昭和 50 年 6 月 19 日～8 月 23 日
 注 入 区 間：GL-139m～GL-169m
 底 盤 注 入：GL-165m～GL-169m
 注 入 改 良 幅：3.0m

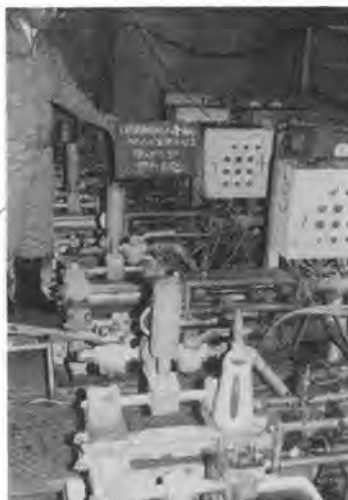


写真-1 ソレタンシユ注入ポンプ



写真-2 注入作業

注 入 率 : CB 10%, RSG 30%
 さく孔本数 : 97 本
 さく孔延長 : 2,330 m

上述中山立坑現場第 2 期注入工事に於いて比抵抗法による測定実験を行なった。注入は立坑掘削のための背面の地盤改良をするもので、地質は石英安山岩、溶岩と火

山れき灰の固結した凝灰岩および固結した火山砂の互層を形成している岩質の変化の著しい地質状況の特徴としており、湧水源の滞水層を形成している。

図-4 は注入孔の断面図で、図-5 はその配置図の平面図である。注入測定管での比抵抗測定は C-1, C-8, C-12, D-6 の 4 本で測定するため注入孔に挿入設置し

たが、C-12, D-6 に断線個所が注入後に出て、測定が不可能であった。ここでは C-1 についてのデータを説明する(図-6~図-9 参照)。

① 注入については現場に設置した自記記録計 (FP Set) に現われた結果を注入圧および注入量を各ステップごとに示している。

② 比抵抗法での測定結果については電極の配置を種々変更して測定した結果を解析し、比抵抗分布の状態を等比抵抗曲線表現法を用いて表示した。比抵抗分布図は注入前の比抵抗の平均値 ρ_m を基準にして $1.3\rho_m$, $1.1\rho_m$, $0.9\rho_m$, $0.7\rho_m$ の境界値によつた 5 段階表現法で図示した。比抵抗注入填充率はこれらの比抵抗分布を解析したものである。

③ 注入量は 200 l/step で、各ステップについておおむね一定であり、また、注入圧については、深くなるに従つて 16~28 kg/cm² と次第に高い圧力を示している。

④ 注入前の比抵抗分布は測点番号 15~30 で測定孔から遠い範囲に低い比抵抗の L₁, L₂ の区分があり、測点番号 11~20 で測定孔に近い範囲に高い比抵抗 H₁, H₂ の区分がある。

⑤ 注入後の比抵抗分布は全体的に低くなっており、測点番号 23 付近のごくわずかの部分以外の大部分が低い比抵抗の L₁ の区分に変化していることがわかる。

⑥ 比抵抗注入填充率については、測点番号 23 付近以外は

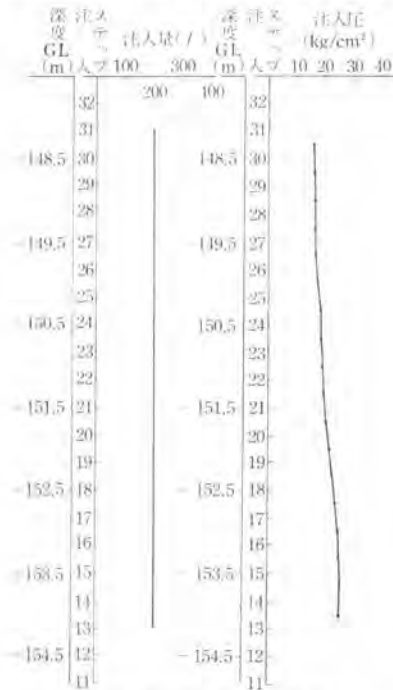


図-6 注入量と注入圧 (C-1)

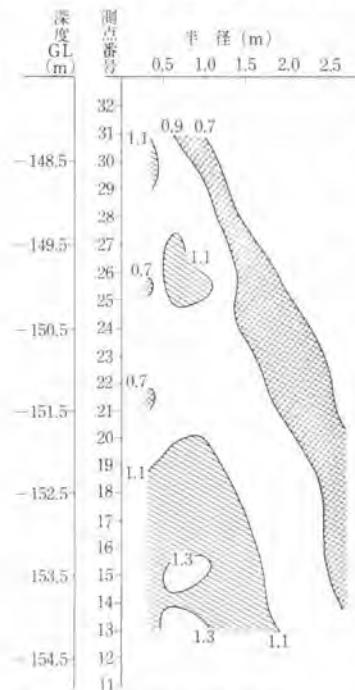


図-7 注入前比抵抗分布 (C-1)

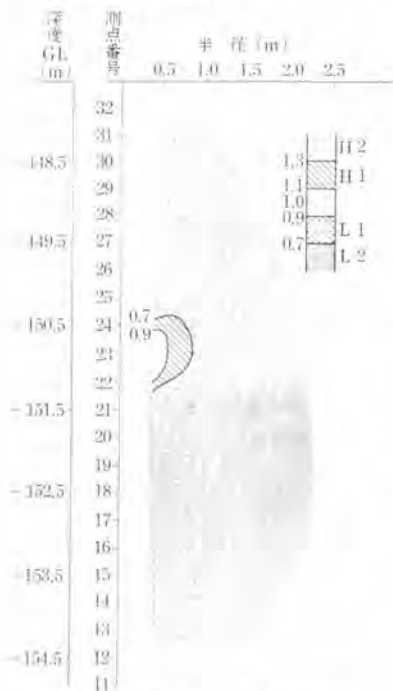


図-8 注入後比抵抗分布 (C-1)

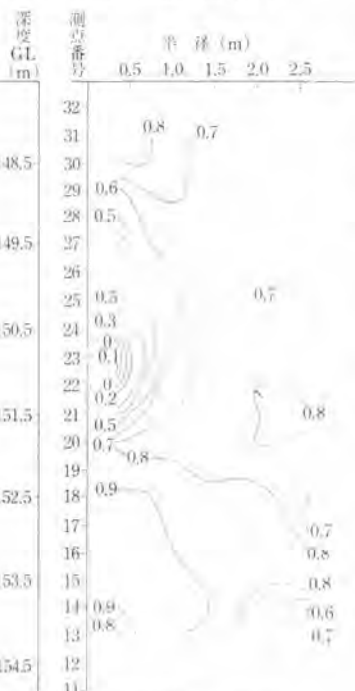


図-9 比抵抗注入填充率 (C-1)

孔番 深度(m)	No. 4 付近			No. 9 付近			No. 14 付近		
	ケーシング本数	地質状況	湧水量(l/min)	ケーシング本数	地質状況	湧水量(l/min)	ケーシング本数	地質状況	湧水量(l/min)
0.0~1.5	1本目	コンクリート内 (パルクヘッド)	0	1本目	コンクリート内 (パルクヘッド)	0	1本目	コンクリート内 (パルクヘッド)	0
1.5~3.0	2	灰色	0	2	赤褐色 6m以下は 全体的に固 いが8.5~ 13m付近に 転石が存在	0	2	茶褐色	0
3.0~4.5	3	褐色	0	3		0	3		0
4.5~6.0	4	薄茶褐色 転石	0	4		0	4		0
6.0~7.5	5	灰白色 転石	0	5		0	5		0
7.5~9.0	6		0	6		0	6		0
9.0~10.5	7		0	7		0	7		0
10.5~12.0	8		0	8		0	8		0
12.0~13.5	9		0	9		0	9		0
13.5~15.0	10		0	10		0	10		0
15.0~16.5	11	灰白色・茶褐色	0	11		茶褐色 茶灰白色	0		11
16.5~18.0	12		0	12	0		12	0	
18.0~19.5	13		0	13	0		13	0.57	
19.5~21.0	14		0	14	0.3		14	1.13	
21.0~22.5	15		0	15	0.428		15	1.33	
22.5~24.0	16		0	16	0.38		16	1.0	
24.0~25.5	17		0	17	0.26		17	1.11	

図-10 第2回ソレタシ式地盤改良後効果確認ボーリング湧水状況

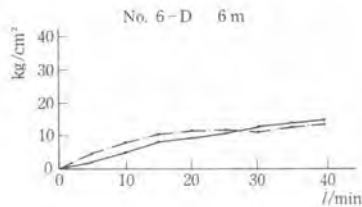


図-11 上越新幹線中山トンネル第2回注入注水テスト P-Q 曲線の一例

0.5 以上であり、測点番号 13~20, または 31 付近では 0.8 以上の填充率を示していることがわかる。



写真-3 注入測定電極

5. 測定結果

現地における実験の結果を判定すると次のような判定になる。

すなわち比抵抗の測定結果は注入前の比抵抗分布に比較して注入後の比抵抗分布は大部分が低い比抵抗の L₂ の区分に変化していることがわかり、また、比抵抗注入填充率はほとんどが 0.5 以上を表現している。その分布状態を考察すると注入範囲と注入の状態を知ることができる。

最後に、今回の現地実験に際してご指導を願った京都大学吉住教授ならびに探査工学研究室の諸氏に謝意を表します。

参考文献

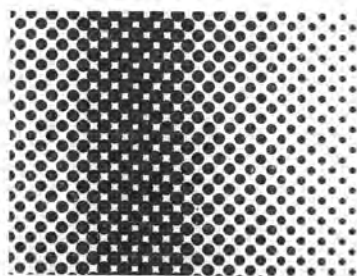
- 1) 吉住永三郎：ダム工事におけるグラウト効果の電氣的判定・日本ダム協会第3回コンクリートダム施工技術講習会テキスト・1972
- 2) 吉住永三郎：電気探査による軟弱地盤改良効果の測定・新総合土木研究所軟弱地盤の改良講演会テキスト・1975



写真-4 注入測定管建込中

アスファルト斜面舗装

北澤 誠一*



1. はじめに

アスファルトは柔軟でたわみ性に富み、不透水性、水に安定で耐酸、耐アルカリ性に富む性質を有し、かつ施工が容易であるため古くから防水用材料として水利工事に利用されてきたが、堤防、フィルダム、貯水池、水路などの水利施設の前面止水として斜面が舗装されるようになったのは欧米でも 1930 年代に入ってからである。

わが国におけるアスファルト斜面舗装は昭和 32 年頃欧米諸国から導入されはじめ、長浦干拓堤防で試験的に施工され、昭和 35 年、鍋田干拓堤防の斜面にのり面保護として採用された。その後、北海道本別発電所水路（昭和 38 年）、宮城県孫沢ダム（昭和 42 年）、長崎県高島貯水池（昭和 42 年）、荒川マッシュク注入護岸（昭和 40 年）、渡良瀬越流堤アスファルト法覆（昭和 41 年）など、水路、ダム、貯水池、河川堤防、護岸にも適用された。堤高 52 m の大津岐ダム（昭和 43 年）の遮水壁建設以来、フィルダムの表面遮水壁として本格的に採用されるようになり、ニノ倉ダム（青森県、防災ダム）、東富士ダム（静岡県、かんがい用溜池で貯水容量としては最大）、東京電力中津川、電源開発沼原、農林省深山ダムなどが建設されている。特に沼原調整池のアスファルト斜面舗装は規模、地理、気象条件などすべての点で世界

最大級であり、ようやく世界的なレベルに達している。

現在アスファルト斜面舗装施工の対象は水利構造物のほか自然環境保全施設として有害物質の流出、汚染防止などの公害防止対策用の被覆舗装（山形県西吾妻飲害防止舗装）など、その利用面は拡大されている。

2. 機能と特長

アスファルト斜面舗装の施工対象となっている堤防、フィルダム、貯水池、水路などは波浪、流水、豪雨などの衝撃、浸食、摩耗に対する防止および透水防止の役目をもたせている。これらの効用に応じて舗装は、

- ① リベットメント (Revetment)：水の浸食防止としての護岸の舗装
- ② フェーシング (Facing)：強い浸食、摩耗、大きな水圧、浸透作用に耐えられるような外張の舗装および止水壁
- ③ ライニング (Lining)：主として漏水防止のための内張の舗装

の 3 形式に分類されている。

アスファルト斜面舗装の長所としては、

- ① ジョイントが不要で不透水性の確保ができる。
- ② 変形に対する順応性がある。
- ③ 施工速度が速く、養生が要らない。
- ④ 品質管理が確実にできる。
- ⑤ 耐久性がある。
- ⑥ クラックが発生しても部分補修で済み、かつ容易である。
- ⑦ 建設費、維持費、修繕費が比較的安い。

などが挙げられる。反面、セメントコンクリートのものに比べ、

- ① 強度（圧縮強度）が相対的に弱い。
- ② 施工機械が多少煩雑で、したがって、工事が少ないのにプラントを持ち込むことは不経済となる。
- ③ 基盤の整形を念に入念にしなければならない。
- ④ 施工時の気温があまり低いと品質管理が十分でない。また、高温ではやわらかくなり、強度が落ちる。などの短所がある。

また、道路舗装と斜面舗装にアスファルトが使われる条件の差異、すなわち特殊な立地条件（海岸、河川堤、

* 世紀建設（株）技術部技術二課長



写真-1 アスファルト斜面舗装（沼原ダム，昭和47年完成）

沼地，ダム現場など）のところが多く，その施工箇所が斜面であり，足場も悪く，道路舗装のように十分な締固めを行うことが困難であり，交通荷重による圧密も期待できないため施工上の問題点が生ずる。施工基面を確保する基盤の転圧がむずかしい，各施工機械に巻上装置が必要，かつその移動に時間がかかる，継続的な舗装は困難である，斜面の傾度により同一転圧荷重に対して舗装面転圧力が異なる等があげられる。これらの点は施工可能な斜面傾度に限界を生じ，斜面舗装能力に応じて工程が決まり，締固め度が低くなることなどの問題点となるが，設計，施工にあたっては十分に考慮されねばならない。

3. 舗装構造と配合

アスファルト斜面舗装の構造は一般に図-1に示す構造より成り，舗装全圧はその目的に応じて耐久性，不透水性，波圧もしくは水圧，揚圧力，斜面こう配に対する

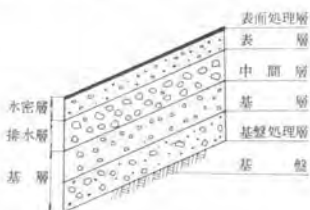


図-1 斜面舗装の構成

安定などの要素について検討し，各要素から算定されたもののうち，最大厚さを設計の対象としている。また，各層の厚さおよび使用材料の種類はその効用，経済性，施工性により決定して組合せられている。一般的には各層の仕上げ厚さは4~7cmの範囲にあり，特に厚い層を必要とする場合は1層を2~3回に分けて施工することがある。

(1) 基盤

基盤は斜面舗装の基礎となるもので道路舗装の路床に相当する部分である。通常は盛土における最上層の材料あるいは斜面の普通の地ならしで移動しない材料で構成される。ロックフィルのフェーシング等ではトランジションとも呼ばれ，ロックフィルの一部を構成する。

基盤は斜面舗装を直接支持するため規定の斜面を形成し，不陸は目つぶし材などで修正される。また，不規則な沈下変形は舗装に亀裂，その他の損傷を与える原因となるので，十分締固めるとともに，斜面舗装に背圧を及ぼさないよう排水機能を有するものとされている。

(2) 基盤処理層

基盤処理層とは基盤面上の除草，散水締固め処理した後，殺草剤を散布し，プライムコートした層をいう。必要に応じて凍上防止層，排水層，安定処理層，レベリング層などを施工する場合もある。

凍上防止層：一般に30~100cm厚さの砂利または砕

石層

排水層：標準透水係数 $R=10^{-1} \sim 10^{-2} \text{cm/sec}$ で砂利、碎石、ポーラスアスコン、ポーラスブラックベアス材などを用いる。

安定処理層：アスファルトあるいはセメントによる安定処理した材料を用いる。

レベリング層：一般には基層材料を用いて不陸を処理した層である。

基盤の処理はこれらの材料をたくみに選定して各層の機能を兼用しているのが実状である。

(3) 基 層

一般にサンドアスファルト、サンドグラベルアスファルトを用いて表層など上層を十分締固めるに必要な基礎として施工されている。しかし、浸食防止のための簡易な舗装としてこれだけで舗装されていることもある。

(4) 中間層 (排水層)

中間層は上層の長時間にわたる極微量の浸透水と上層に不測の亀裂が発生した場合の漏水を排水するためと、併せて水密層の点検ならびに維持管理に役立つもので、透水性のよい空げき率の大きいポーラスアスコンなどで施工されることの多い層である。

(5) 表層 (水密層)

表層は斜面舗装の最上部を占めていて、遮水層として重要な役割を果たしている。低水位より上位の部分は乾湿の繰返し作用、太陽光線の直射、結氷作用などの厳しい気象条件におかれる層でもある。したがって、表層は水密性、斜面における安定性、たわみ性などが基本的な性質として要求されている。これらの性質はアスファルト、骨材、フィラーなどの諸性質に影響されるところが大きい。

これらのアスファルト混合物の特性は相反するものが少なくない。例えば、気象の厳しい地点における配合を考える際、斜面の安定性を増そうとすれば低温時のたわ

み性は期待できない。したがって、アスファルト量を増し、混合物の水密性と低温時のたわみ性を増加しながら同時に添加剤を加えることで斜面安定性を期待する。このことがまた一方で混合物の粘性を高めて施工性を低下させることになる。

遮水層の混合物は空げき率で 3% 以下、透水係数で $10^{-7} \sim 10^{-8} \text{cm/sec}$ 以下の透水性が要求されていて、一般に密粒度アスコン、トベカ、シートアスファルトなどが用いられている。アスファルト混合物の力学特性は温度に依存するところが大きいので、用いるアスファルトは比較的感温性の低いものが望まれている。

(6) 表面処理層

一般には表層が確実に施工されておれば十分水密であり、さらに表面を処理しなくてよいが、施工継目などの水密性の低下や交通荷重によるニーディング作用がなく、アスファルトの劣化が早まる等が予想されるので、安全のため表層処理を設けている。簡易なフォッグコートからスラリーシールまでが建設地点の気象条件、構造上などの諸条件によって選択されている。

(7) 配合その他

舗装は設計条件に適したものであると同時に、その混合物は混合、敷きならし、締固め、表面仕上げにつき、施工容易で材料の分離を起こさず、所定の平坦性が得られるようなものを選定している。

農業土木学会ではアスファルト斜面舗装に使用される混合物の種類を表-1 のとおり分類している。また、基本アスファルト量は通常マーシャル試験方法により求めているが、突固め回数は斜面こう配に応じて加減しており、斜面舗装のアスファルト量は耐久性、不透水性の点より道路舗装に比べて 0.5~1.0% 程度多い方がよいようである。表-2 の基準値に合格したもののうち、表-3 により求めた量の平均値を基本アスファルト量としている。それぞれの層の間(同じ層を何層かに分けて施工する場合もある)や基盤との間には、各層間の結合をよ

表-1 混 合 物 の 種 類

締 固 め 後 の 名 称	標 準 配 合 (重量%)			粒 度	間 隔 空 率 (A)
	ストレートアスファルト	フィラー	細粗骨材		
サンドアスファルト	5~8	0~8	84~95	規定なし	15~25
サンドグラベルアスファルト	4~7	0~6	87~96	規定なし	4~15
シートアスファルト	10~12	10~20	68~80	ファイシート粒度	3~8
サンドシートアスファルト	8~12	8~20	68~80	サンドシート粒度	3~8
ストーンシートアスファルト (トベカ)	7~11	7~15	75~86	ストーンシート粒度	3~8
アスコン {	7~9	7~10	81~86	ファイ粒度	3~8
{ ファインアスコン (細粒度アスコン) (修正トベカ)	5~8	4~8	84~91	デンス粒度	2~6
{ デンスアスコン (密粒度アスコン)	5~8	4~8	84~91	コース粒度	2~6
{ コースアスコン (粗粒度アスコン)	4~10	2~10	80~94	オープン粒度	
{ オープンアスコン (開粒度アスコン)	3~7	0~6	87~97	マカダム	
アスファルトマカダムミックス	3~7	0~6	87~97	マカダム	
ブラックミックス	3~10	4~10	80~93	規定なし	

表-2 マーシャル試験に対する基準値

区 分	サ ン ド アスファルト		サンドグラベル アスファルト		シ ー ー ト アスファルト		ト べ ー カ		ア ス コ ン		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
合 材 番 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	付帯道路
全 突 固 め 数	26	50	26	50	26	50	26	50	26	50	100
安 定 度 (kg) Min	80	100	150	200	100	150	200	250	250	350	500
フ ロー	1/100 (cm) { 1 2	20~40	20~40	20~40	20~40	20~40	20~40	20~40	20~40	20~40	20~40
1/100 (cm)		30~80	30~80	30~70	30~70	30~70	30~70	30~60	30~60	30~60	30~60
間 け き 率 (%)	18~25	15~20	8~15	4~10	5~8	3~6	5~8	3~6	4~8	2~6	3~7
飽 和 度 (%) Min	45	50	50	60	60	65	70	75	70	75	70~85

(注) 1. 全突固め数とは表裏それぞれから突固めた回数の合計であり、斜面こう配、基盤の強弱、設計条件などの施工条件により適当と思われるものを採択する。
 2. フローの区分は(注)1と同様施工条件によって区分の1または2を選択する。
 3. フローの値が50をこえる場合は必ずスロープフロー試験を実施しなければならない。

くするためタックコートが施工されている。

また、層の施工継目やカットオフなど構造物との継目にアスファルト系の層を施工している。

表-3 マーシャル試験より基本アスファルト量を求める場合の基準

区 分	基 準
安 定 度	基準に合格するものの最高点
密 度	試験したものの最高点
間 け き 率	不透水性合材では4%、その他の合材では基準値中間点
飽 和 度	基準値+5%の点
フ ロー	基準値の中間点

(注) 基本アスファルト量を求める簡易方法としてフローと間けき率が表-2および表-3の基準を満足すれば、この二つのアスファルト量の平均をとって基本アスファルト量としてみよ。

4. 工 法

アスファルト斜面舗装を施工する水利施設の対象は現在のところ

- ① 干拓堤防のリベットメントおよび潮止口の護床
- ② 水路のライニング
- ③ フィルダム、貯水池のフェーシング、ブランケット、池敷内舗装、傾斜コア、中心コア
- ④ 海岸堤防、河川堤防のリベットメント、越流堤のフェーシングおよび各々の根固め護岸

があって工法は明確に分類されていないが、農業土木学会の分類に従うと、(a)散布工法、(b)ジョイント工法、(c)アスファルトパネル工法、(d)アスファルトマットレス工法、(e)アスファルト流し込み工法、(f)締固め工法に分けられ、これらの一つあるいは組合せて施工されている。このうち広く採用されている工法は(c)、(d)、(e)、(f)の工法で、前述の対象施設のほとんどがこれら

の工法である。

(1) 締固め工法

一般に最も広く採用されており、道路舗装用加熱アスファルト混合物に類似した混合物を転圧して締固める工法で、この工法の特長はダム上流面や貯水池内面を遮水し、遮水壁背面(堤体)に完全な排水機能を設け、堤体内に発生する背圧を十分除去して堤体本体のせん断破壊に対する抵抗力を高め、水圧を堤体全体で支持するので堤体体積を大幅に減らすことができるという利点がある。

斜面舗装としての構成やその工学的特性は2項および3項に述べてあるので施工例で補足する(図-2参照)。

場 所 栃木県黒磯市宇沼原
 施工者 電源開発KK
 工 期 昭和46年8月~47年10月
 内 容 アスファルトライニング
 堤高 29m 堤長 1,598m 貯水量 410万t

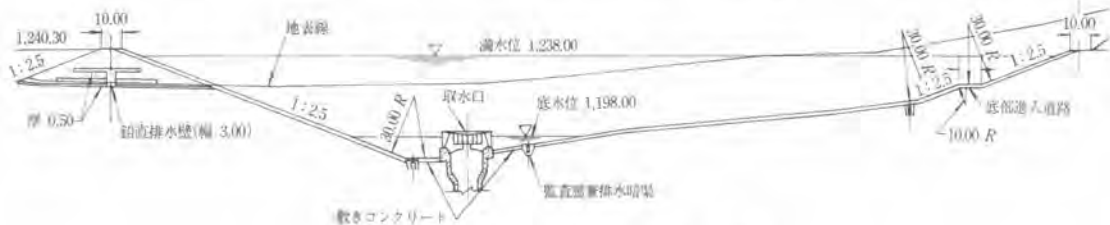
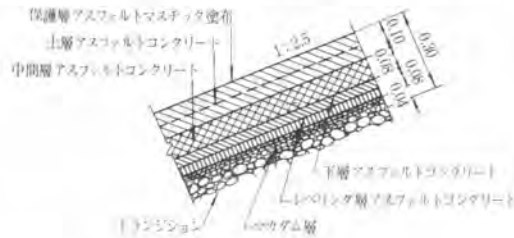


図-2 沼原調整池のアスファルトライニング

また、施工順序を沼原調整池の斜面部施工を要領図として示すと図-3のようになる。

実際の施工にあたっては、本工法単独の場合と他の工法（例えば流し込み工法など）と併用する場合があるが、いずれにしても施工技術上の種々の問題があり、機械化による斜面舗装には大型の特殊機械が使用されているのが現状である。斜面舗装用に特に設計されたアスファルトフィニッシャの次舗装スパンへの容易なる移動、舗設速度と転圧ローラの転圧速度との調整などのためプラットフォーム付のウィンチポータを堤体天端に据えて施工している。

ウィンチポータは斜面用アスファルトフィニッシャ、合材を供給するホッパーカー（ダンパー車）および転圧用ローラを堤体のり面にそれぞれウィンチによりつり降し、それらの舗装用機械を堤体のり面上方へウィンチにより移動させて舗装する。舗装1スパン終了すると舗装機械をウィンチポータのプラットフォームに積上げてウィンチポータとともに次の舗装スパンに移動する。図-4はウィンチポータの一例である。

(2) アスファルトパネル工法

現場または工場でアスファルトとある種の繊維および鉱物質のフィラーの混合物でつくったアスファルトのプレハブ板を用いて透水防止、護岸、護床などの目的で施工され、水路のライニング、干拓および海岸堤防のリベットメントやフェーシングの表層、フィルダムの前面、貯水池、調整池の一部または池敷全体のライニングなどに用いられる工法である。

この工法の特長は、アスファルトパネルが水圧、波圧

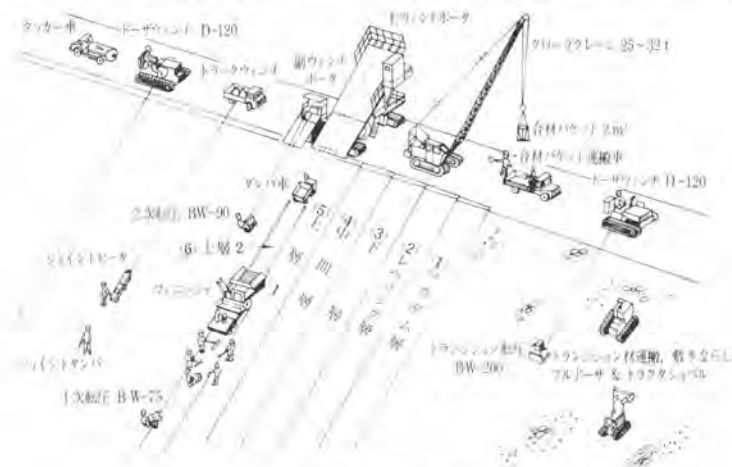


図-3 斜面舗装の施工要領図

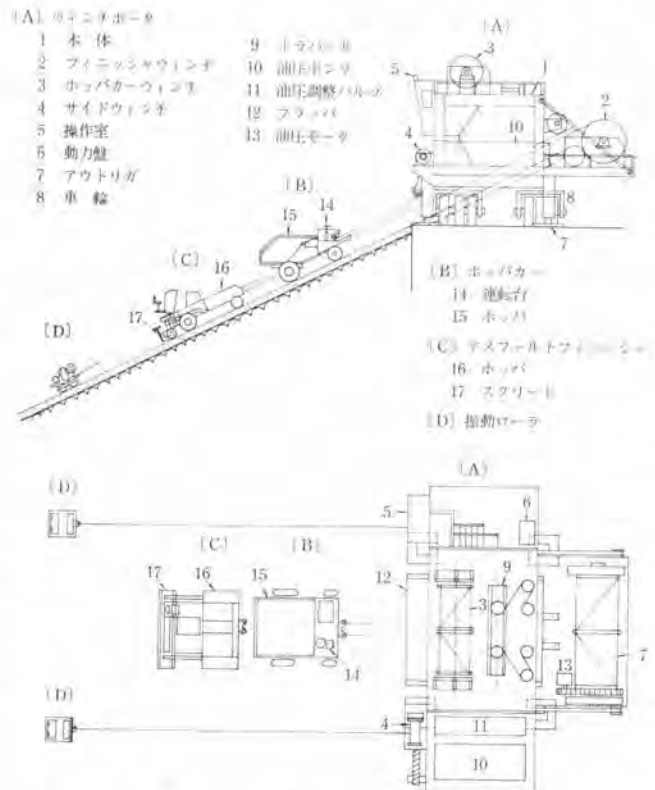


図-4 ウィンチポータの機能と配置図

その他の衝撃力に耐える強度と耐久性をもち、透水規制が厳しく、水深が浅く、舗装用機械の仮設や搬入が困難な小規模面積の貯水池等の工事に経済的であり、施工の容易さで有効な工法とされている。またアスファルトが水質を汚染することなく、かつ補修の容易であること等が貯水池に使用される理由の一つになっている。

(3) アスファルト流し込み工法

この工法は割石、栗石など捨石の間げきに高温加熱したマッシュアップアスファルトを水深1mぐらいまではシュートで、水深5mぐらいまではバケツで、また水深30mぐらいまではパイプを用いて流し込み、捨石をマッシュアップアスファルトで固結し、これらを一体として波力やその他の諸外力に抵抗させる工法である。

流し込み工法の長所としては、水密性、耐衝撃性、耐摩耗性、引張抵抗性、耐浸食性に富み、また、ある程度のたわみ性などがあげられ、次のような用途がある。

- ① 堤防や水路において締固め工法を用いることが困難な所や石



図-5 アスファルトパネルライニング工法

材が容易に入手できる場所の護岸、護床

- ③ 河川の湾曲部，防波堤，頭首工のエプロン先など
水流や波の衝撃を受ける場所の根固めや護岸
- ④ フィルダムの止水壁
- ④ その他の水利施設の水流による洗掘防止

使用アスファルトはシュートやバケットの場合は針入度 40~150、パイプ方式で針入度 100~140 と範囲が広く、流し込み時のマッシュ合材の適正粘度は $10^3 \sim 10^4$ ポアズの範囲がよいとされている。ことに水中での流し込み時の粘度規制はマッシュ合材の冷却と捨石の間げきへ流入させる関係から重要な点であり、これらの粘度測定のために数種の方法が考察されている。

この工法の施工例は数多くあるが、バケット（水中）およびシュート（水面上）による流し込みの例を 図-7 に参考のために示す。

5. あとがき

アスファルト斜面舗装は現在まで広く採用されてきており、今後さらに水利施設や環境保全施設に応用されるであろうといわれている。さらに一層の研究に待つことが大きいと考えられるが、まとまりがなく、斜面舗装の

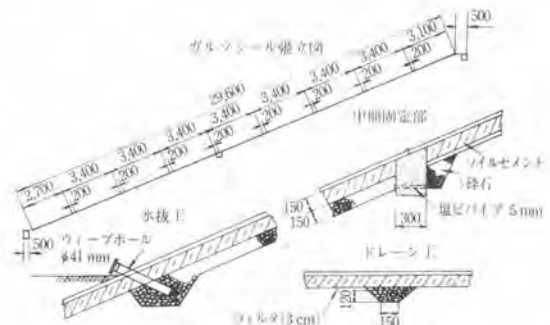


図-6 アスファルトパネル工法の構造例

監 査 塚上忠林 企画
 施工者 水産院開発局
 工 期 昭和40年度
 内 容 サンドマッシュ工注入工 1,936.8m²



図-7 流し込み工法の施工例（荒川護岸）

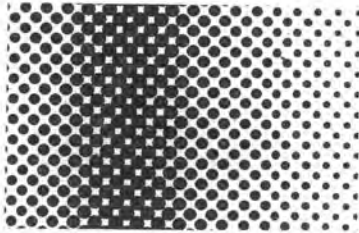
概論となってしまった。また、施工法の一部を誌面の関係で省略させていただいたが、この小文が参考になれば幸いである。本稿執筆に当り多くの諸先輩の発表された貴重な資料を参照させていただき、さらに関係各位よりのご支援、ご指導を賜り、心より感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 中島・沢田：“水利アスファルト工学” 土地改良新聞社・1968
- 2) 大原・重松・斉藤：“沼原調整地アスファルトフェーシング工事について” 『アスファルト 90』 1973
- 3) 井上淳昭：“越流堤フェーシングの舗装の設計、施工について” 『アスファルト 74』 1970
- 4) 中島保治：“水利へのアスファルトの利用” 『アスファルト 73』 1970
- 5) 佐藤正八：“河川堤防のアスファルト工法” 『アスファルト』
- 6) 楠本 明：“アスファルトレキ水壁型ロックフィルダムについて” 日本ダム協会・1972
- 7) 工藤忠夫：“水利構造物におけるアスファルト表面レキ水層の問題点” 『舗装 6-4』 1971
- 8) 佐藤 勇：“斜面舗装” 『舗装 3-9』 1968
- 9) 農林省農地局：“土地改良事業計画設計基準第3部設計第14編水利アスファルト工（前編）1967，（後編）1970”
- 10) Asphalt Institute：“Asphalt in Hydraulic Structures” 1962
- 11) W.F. Van Asbeck：“Bitumen in Hydraulic Engineering I 1954，II 1964”

G.S.B スリップフォーム工法

蓮 沼 喜久男*
山 藤 忠**
春 日 康 孝***



1. はじめに

G.S.B スリップフォーム工法は昭和 45 年西ドイツ G.S.B 社から技術導入したもので、特に RC 造塔状構造物に欠くことのできない工法である。建造物の上部の直径を小さく、壁厚を薄く等、途中で断面形を変化させることも容易にでき、一層の経済性と耐震性を得るとともに、建設作業の安全性を大幅に促進した技術である。

2. G.S.B スリップフォーム工法の概要

本工法は、いったん地上で型わくを組立てれば構造的に許される限り連続的にコンクリートを打設し、鉄筋を組立て、壁厚、外径を調整し、型わくを連続的に油圧ジャッキで上昇させ、構造物を築造する工法である。コンクリートの弱点である打継目は昼夜連続的にコンクリートを打設することにより解消される。

なお、高さ 10 m 程度まではコンクリートつり上げ用のウィンチが使用できないためコンクリートおよび鉄筋

* 飛島建設(株)本社建築本部スリップフォーム工法プロジェクト室主任

** 飛島建設(株)本社建築本部スリップフォーム工法プロジェクト室

*** 飛島建設(株)本社建築本部スリップフォーム工法プロジェクト室



写真-1 N煙突の施工状況

はトラッククレーンで運搬される。

(1) スリップフォーム本体(図-1, 図-2 参照)

(a) 支持ばり(トラス)

型わく全体の基本となるもので、一般的に親トラス、子トラスからなり、中心の放射円盤に唐傘の骨状のように取付け、ヨークを保持するが、四角や八角のときは井げた等に組み、汎用できる(図-3~図-5 参照)。

(b) 支持わく(ヨーク)

裏表のせき板をコンクリートの側圧に抗して保持するコの字型の骨組である。支持ばり(トラス)に沿って水平に移動できるように取付ける。

(c) せき板(フォームシート)

厚さ 3.2 mm の細長い鋼板にタテリブをつけたもので、所定の曲率に自由に曲げることができる。また、角型断面の場合はメタルフォームを使用することがある。

(d) 上昇ジャッキ

鋼棒(クライミングロッド)を握着して型わく全体を

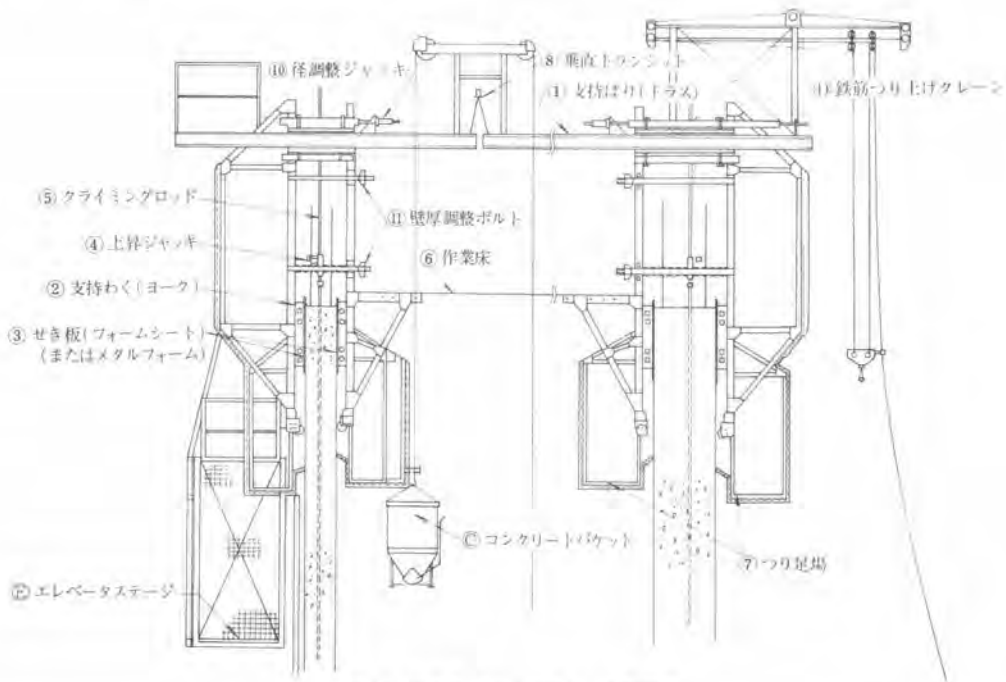


図-1 G.S.B スリップフォーム断面図

水平に保ちながら静かに上昇させていくための油圧ジャッキである。一般には全部のジャッキを一斉に作動させるが、1基ずつ操作することもできる。能力は常用圧力

105 kg/cm² で、3t および 6t の2機種があり、1ストロークは 25mm である。

(e) クライミングロッド

型わくの重量、型わくとコンクリートの摩擦力を基礎まで伝える鋼棒である。コンクリートの壁沿いに 1.2m 間隔ぐらいに配置する。径は 25mm (3t 用) または 32mm (6t 用) を使用する。

(f) 作業台

支持わく(ヨーク)に支えられており、型わくと同時に上昇して行き、常に安全に作業ができる。ここでコンクリート打設および鉄筋の配筋作業が行われる。

(g) つり足場

型わくから露出したコンクリートの養生補修、はしご等の取付場所となるもので、手摺と安全ネットで囲ってある。

(h) 垂直トランシット

型わくの上端についており、型わくの偏心、ねじれをいち早く見つけ、修正する。

(i) ウィンチ

必要な材料を円滑に供給するための特殊ウィンチであり、人員輸送と兼用するものは2本のワイヤを用い、十分安全を期している。

(j) 径調整ジャッキ

上昇ジャッキと同様のもので、ジャッキの作動により外径をしぼることができる。スト

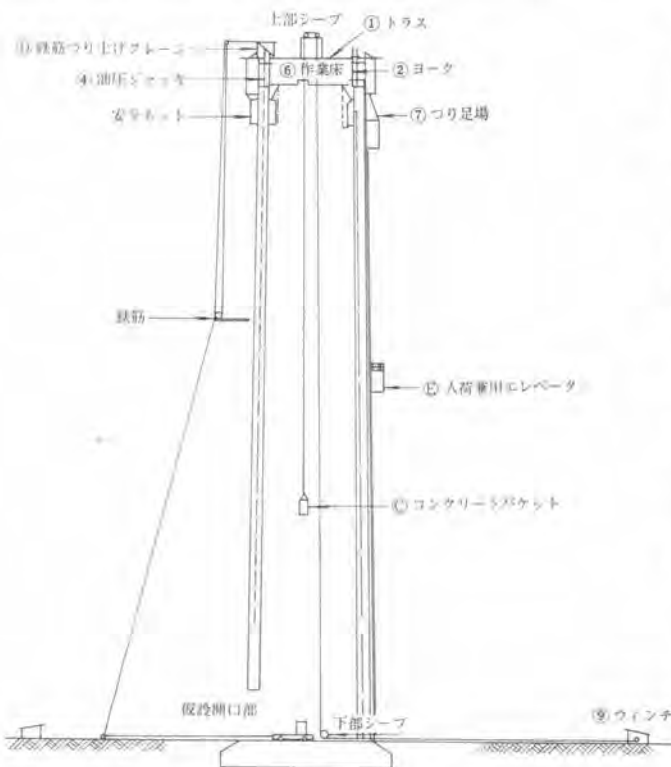


図-2 機械配置図

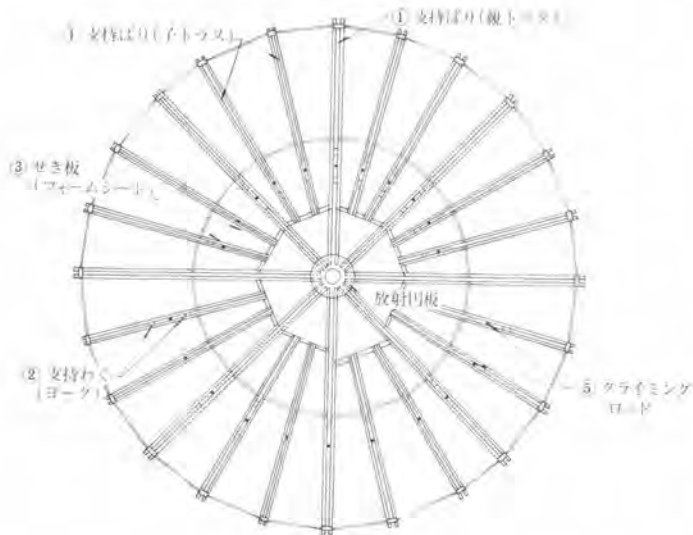


図-3 G.S.B スリップフォーム平面図

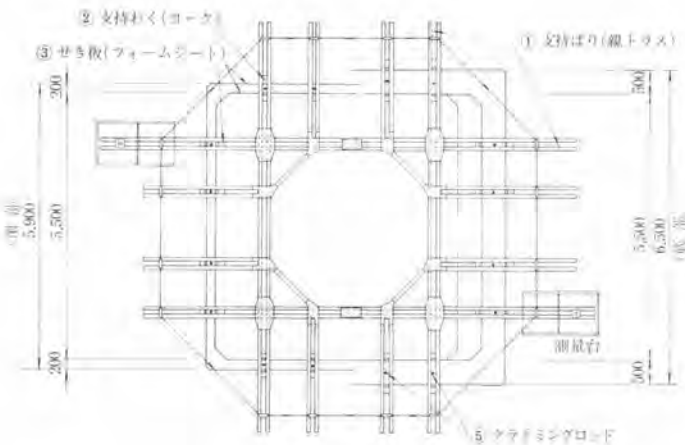


図-4 F煙突平面図

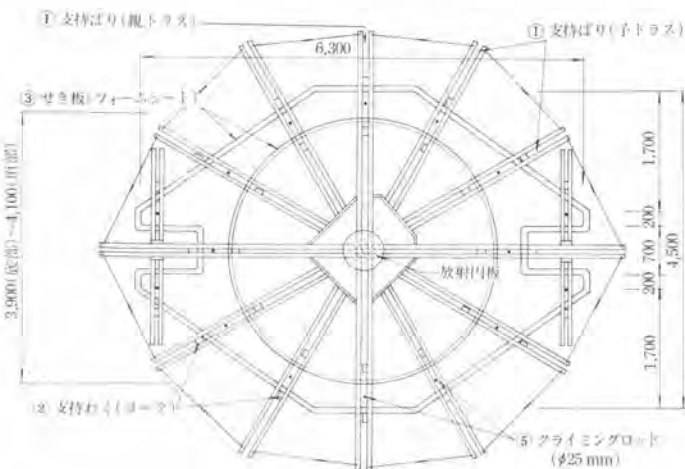


図-5 H煙突平面図

ロックはジャッキ内部にカラーを入れることにより調整可能である。

(k) 壁厚調整ボルト

各ヨークに上下2個所付けられており、手でボルトを1回転すると壁厚が3mm変化する。

(2) コンクリート供給設備

基本的には、昼夜コンクリートを打設するということから生コンを使用することは非常に困難で、また、早期若令強度を得るため低スランプコンクリート(0~5cm)を必要とし、現場に超高層煙突専用の全自動簡易パッチャプラントを設置することになる。能力は 0.75 m^3 であるが、硬練りコンクリートを使用するため実際は1回に 0.3 m^3 を強制攪拌する。場合によっては生コンを使用することがある

(3) コンクリート揚重設備

パッチャプラントまたは生コン車からコンクリートポケットに移され、特殊ウィンチで上部スリップフォーム作業床につり上げられる。ポケットの容量は 0.3 m^3 、特殊ウィンチの能力はつり上げ荷重1.5t、巻上速度 100 m/min (50 Hz)、 120 m/min (60 Hz)、ワイヤロープ $12.5 \phi \times 2 \text{ P}$ (S捻り、Z捻り)である。速度においては始動時、着床時、高速運転時には自動変速装置が働き、安全性が極めて高い。

(4) 鉄筋揚重設備

以前はコンクリート、鉄筋、作業員と同一機械を使用していたので作業能率が低下するため、鉄筋揚重設備は分離させた。機械はスリップフォーム上に搭乗させるため自重を軽減し、高所なためかなりの強風にも対応できるようにこの機種を選定した。揚重能力は200kgである。

(5) 作業員昇降機設備

通常は煙突躯体外部に取付けたマストをガイドとし、それにセットされたラックを利用して昇降可能な人荷兼用エレベータを使用する。能力は定員7~12名、制限重量500~1,000kg、上昇速度30



写真-2 F煙突の施工状況



写真-3 H煙突の施工状況

m/min (50 Hz), 36 m/min (60 Hz) である。

3. 工 程

基礎工事が完了するとスリップフォームを5~10日間
で組立て、コンクリート打設を開始し、スリップアップ
に入るのであるが、GL+10 m ぐらいまではウィンチ
が使用できないためトラッククレーンでコンクリート、
鉄筋等を運搬する。煙突躯体の仮設開口部とウィンチの
切替を24時間で行い、本来のG.S.Bスリップフォー
ム工法の姿になるわけである。切替以降は3~6m/日の

上昇で頂部まで達する。コンクリート打設完了後、5~
10日間でスリップフォームの解体を行う。解体作業は
高所作業であり、かつ、非常に熟練を要する作業である
ため、安全には慎重かつ細心の注意を払う必要がある。

4. あとがき

当工法は円形断面にかぎらず、角型、八角型等の施工
も可能であり、今後煙突、無線中継塔、TV塔、橋脚、
冷却塔、サイロ、建築物にも応用すべく研究、開発をす
ずめている。

表-1 スリップフォーム工法使用機械一覧表

名 称	仕 様 等	名 称	仕 様 等	名 称	仕 様 等
コンクリートプラント	0.75m ³ ×1型 完全自動制御	抵抗器(防滴)	3×LG-221	クライミングロッド	25φ, 32φ
供給装置	水(1), AE(1)	コントローラ		鉄筋つり揚げクレーン	200kgづり, 2.2kW×4P, 11m/min(50Hz)
計量機	セメント(1), AE(1), 砂利(1.2), 砂(1), 水(1)	電磁制御盤	FRS-AS-22A	鉄筋つり揚げウィンチ	15kW/1.9kW, 83/9.7 m/min, 親子ウィンチ
操作盤, 電装品	プラント1式	自動リレー盤	AS-22A	測 量 器	トランシット
0.75m ³ ミキサ	強制攪拌22kW	遠心力速度閉閉器	FRS	手 動 ポ ン プ	
AE剤投拌槽	500l	積算時間計	LV-15	ブランジャポンプ	
骨材エレベータ	砂利, 砂	油圧ジャッキ	3t, 6t, 常用圧力105kg/cm ² , スリ ップアップ用, 径調整用	産業用テレビジョン	
セメントエレベータ	40t/hr	油圧ポンプ	3.7kW×4P, 4.5l/min	連絡用マイク	(アンプとも)
上・下部スクリュウ	40t/hr	油圧ホース	9φ, 12φ, 1.0m, 2.0m, 3.0m	スピーカ	
コンベヤ		配管用チーゾ	PS 1/2×3, PS 1/2×2×3/8	コンパータ	FV5 Z 142, 1200型
セメントサイロ	20t	ストップバルブ	OSV-9A	マイブレータ	12,000rpm
コンプレッサ	75kW, VHC YS-F	内外ヨーク	□-125×75×3.2	箱ジャッキ	3t
ウィンチ	1.5t, 120m/min	つり足場		ロードプーラ	クライミングロッド可取用
シーブ	PCd 360φ	親子トラス		マンケージ	3人乗, 作業員昇降用
巻線モータ	KF-E 37kW	内外フォームシート	500×1,200×3.2 メタルフォームも使用可能	コンクリートバケット	0.3m ³
停止用電磁ブレーキ	ZB-250	つり作業台		バンカー用ウィンチ	5.5kW, 34m/min
制御用SAブレーキ	ASB-3226	フォームシート保持		エレベータ	5.5kW×2, 34m/min(50Hz)
スラスタブレーキ	RB-250E	パイプ	31.8φ×2.6×6.0m		作業員昇降用(7名乗)
リミットスイッチ					

TBM 化のために発想の転換を 松本 有

随
想

1973年、飯田前社長の特命によってリーミング方式による西独ビルト社のTBMをわが国において実用化することを目的とする社内委員会が私を委員長として発足した。1974年9月頃、一応の研究を達成したので、これを企業者にキャンペーンしている最中に“随想”の執筆依頼をうけた。これは誠に幸いであると思ひ、本誌の読者でTBMに関心を持っておられる方々にもキャンペーンさせていただくことにした。だが、割当ページ数に限度があるため基本的な考え方を述べるにとどめ、興味ある方には詳細な資料を提供させていただくことにしたい。

さて、私は、わが国のような複雑外岐な地質的環境のもとでトンネル掘削のTBM化を推進するためには機械（メカ）と土木（シビル、周辺技術グループを含む）の“緊密な協力”が絶対に必要であると思っている。ところが、わが国のTBMの歴史の中で、この協力の必要性が強調されたことはかつてなかった。シビルはメカに対して、わが国の地質に適用できるようにTBMを製作、改良してもらいたいという要求を繰り返すにとどまった。これより一步を進めた場合でも、シビル自体が熱心に機械のことに頭を突っ込んでみたというに過ぎなかったのである。

この“緊密な協力”をどのような形で行うかについては、筆者はシビルは地質および支保工の両側面において、メカはカッタの側面において、それぞれ相手が確信の持てる役割を果たさなければならないと考える。破碎帯や大湧水のため高価な機械が“とりこ”になってしまう恐れのある場合、本気でTBMの工事計画を立てるわけにはいくまい。この非確信性を取り除き、TBMが存分に活躍できる舞台を提供するのがシビルの最大の協力であり、役割でもある。この協力の具体的方策としては、サービストンネル（併進作業坑）を本坑掘削の1年ほど前に先行させて、“山を見る力”のあるトンネル屋が見てゆけば、TBMを停滞することなく進めるために必要

な排水計画や破碎帯等の事前改良計画について、大方の見当はつけられるはずである。

排水については、サービストンネルの水抜坑としての機能は本坑より先進しているためコンベンショナルな工法における水抜坑よりはるかに大きなものである。その一例を示すと、旧丹那および旧深坂の両トンネルは水で苦しめられたことで有名なトンネルであるが、これに併設して建設された新丹那、新深坂はいずれも旧トンネルに大きな“水みち”がついていたお陰で、さして水に苦しめられることもなく完工した。また、北陸本線の糸魚川～直江津間線増工事における木の浦トンネルは被圧水下に選定されたものであるが、本坑外に施工された先進長孔ボーリングがよく効いて、本坑の掘削はほとんど水に無縁で完工した。このように、水抜坑が先進していることの効果は絶大である。これに加えて、強力なボーリング機械を装備することによって切羽外から所要の強制排水をすることができるため、水との闘いはTBMが当該地点に到達する前に克服することができる。

破碎帯等の事前改良については、落した山を薬液注入で復旧するよりは未崩壊の状態で注入する方がはるかにやさしいことは自明である。TBMの工事計画では、万が一つにも山を落してはならないのだから、この自明の理を貫こうという寸法である。事前改良の具体的な例として当委員会の計画を概略しておこう。注入の必要な場所に対して、サービストンネルからチャンパーを作り、これを基地としてトンネル断面内の薬液注入と5mのカバーロックを形成する。新幹線用トンネルの場合の試算によれば、m当りの薬液量は40～50m³（注入率10%前後として）である。

なお、周辺技術グループに対しては、TBM化のための重要な役割を演ずるとの認識のもとに、このテーマの研究を行うよう希望しておきたい。

次に、建設費のことに言及しておく必要がある。なぜならば、TBM化の最大の目的が

経済性の追求にあるからである。サービストンネルや破碎帯等の事前改良などの話を持ち出すとびっくりする向きもあるかも知れないが、冷静に考えてみると、どうということはない。つまり、今後予定されている壮大なトンネル計画をふまえる場合、サービストンネルの建設費は立坑や斜坑の建設費、およびその割増し経費による本坑建設費の増大傾向、揚水費、TBMの能率化による本坑の建設費減等に見合うものである。したがって、サービストンネルに係る問題は単純な経済比較の問題に帰結する。当委員会の新幹線用断面での試算によれば、施工延長5km以上になると、サービストンネルの建設費を含めた場合でもTBMが経済的に有利である。

また、破碎帯等の事前改良費については、コンベンショナルな工法における地質不良に基づく設計変更による増額に見合うものである。筆者はあらかじめ計画的に地質不良に対応する方がはるかに合理的だと思っている。

シビルの協力ということにおいて、もう一つ絶対に必要なものがある。それは支保工対策である。特殊な場合を除いて、日本の地質においては支保工ぬきでトンネル建設は考えられない。したがって、TBMと支保工の組合せにおける問題点を明瞭に解決するのではなければTBMの工事計画を立てることはできない。この問題点とは何か。TBMのすぐ後で支保工を建込むとすれば、ずり出し作業と競合して実質的にTBMの足を引張ってしまうこと、さりとて、両者を引離してしまうと無普請区間が拡大して安全上不安があることである。これに対して、当委員会は“現場打ちコンクリート支保工”の概念を導入することによって支保工作業をトンネルから駆逐することにした。これはトンネル建設史の中でもきわめてエポックメイキングな考え方の提起である。その手段として当委員会は1次巻きコンクリートをいわゆる“どんつき”で、しかも、TBMのスピードと同じスピードで巻立てる特殊な型枠装置を開発した。名付け



て“特殊コンクリート支保工装置”である。

一方、メカはカッタにおいてシビルにいかなる硬岩の山でも掘れるという絶対の確信を与えることのできる協力が必要である。日本の地質は強度的にレンジが大きいので、硬岩掘削において不安がある限り本気でTBMの工事計画を立てることはむずかしい。TBMの歴史を振り返ってみて、TBMの計画が掘りやすい山を探しての試験工事の域を出られなかったのは、カッタに対する不安感があったからに他ならない。現在でもわれわれシビルの意識の中にこの不安感が尾を曳いていることは否めない事実である。この不安感を征伐するのがメカの役割で、メカはカッタの技術革新にこそそのをしぼるべきである。TBMの機構上の問題は機械工学的にみてむずかしい問題とは思わないし、現在到達している水準でも十分使いこなせるものだと思う。

幸い、欧米諸国では既に2,800~3,000 kg/cm²の硬岩が掘削できるまでにカッタ技術を高めている。なかでも筆者が視察した西独ビルト社は、この点について非常に意欲的であり、現段階においてもそのカッタは高く評価できるものである。当委員会のTBM計画はこの評価に裏付けられたものである。日本のメーカーも奮発していただきたいのである。

以上、メカとシビルの“緊密な協力”の具体案を提起することによってわが国のTBM化の方向づけを行なったが、従来、こういう考え方が積極的に強調されなかった意味において、これは大きな発想の転換である。これによってTBM化への大道を開くことが筆者の念願である。

軟弱地盤における アスファルト塗布ぐいSLパイルの施工

齊 藤 彰*
 亀 井 敏 雄**
 野 邑 正 美***

1. ま え が き

近年、構造物の大規模化、敷地難に伴う軟弱地盤への進出などの社会的要請に従い、軟弱な地盤を貫いて支持層へ達する基礎ぐいの施工例が増えてきた。このような軟弱地盤または新しい埋立地に施工されたいには地盤沈下に伴いネガティブフリクション（以下、NF と呼称する）が作用し、設計上の問題点となっている。

当社では京浜の老朽化した設備を無公害の新鋭製鉄所に更新するために京浜運河前面海域を埋立てて約 515 万 m² の敷地を造成した。この敷地は沈下対象層が 40～60 m と厚く、支持層の深さも不均一に分布している。したがって、NF の問題を解決しないかぎり基礎としてぐいの採用が困難となった。そのため当社では 5 年ほど前から NF 対策と真剣に取組み、欧州でシェル石油が研究を積み重ねてきた SL パイルの導入をはかるとともに、同じ原理に基づく新しい NF パイルの開発を行い、一連の試験を行なって NF を大幅に低減できるぐいの実用化に成功した。これらのぐいは現在当社扇島埋立地で全面的に採用されているが、短期間に大量のぐいを必要とするため、専用工場で生産する NF パイルとは別途に現地に SL パイルの生産プラントを建設し、機械化による工程のスピードアップと省力化をはかった。

本稿では本工法の原理と一連の試験結果の一部を説明するとともに、SL パイル生産プラントおよび現場での施工について報告する。

2. 本工法の基本的原理

本工法はぐいの表面に特殊な瀝青材料（アスファルト

ト）を塗布し、アスファルトのもつ粘弾性特性を利用して NF を低減させるものである。

一般にアスファルトは次のような特性をもつ。

① 温度（ T ）、載荷時間（ t ）によりその力学特性が著しく異なる。

② 載荷時間（ t ）が非常に短い範囲ではアスファルトの挙動は大部分弾性的であり、時間が長くなるに従って粘性流体としての挙動を示す。

以上の関係を、ヤング係数の考え方を拡張したスチフネス係数 S を使って図-1 に示す。

NF を低減して残留 NF を求めるのは次のように行う。地盤沈下によりゆっくりした載荷時間でぐい表面に塗布されたアスファルトに土のせん断力が作用するときはアスファルトは粘性流体としての挙動を示す。

粘性流体としての特性は一般に

$$\tau = \eta \times \frac{v}{h}, \quad d = v \cdot t \quad \dots \dots \dots (1)$$

で表わされる。

τ : ぐい体に作用するせん断応力度 (t/m²)

v : アスファルトのせん断速度 (m/sec)

h : アスファルトの塗布厚さ (m)

η : アスファルトの粘度 (t·sec/m²)

d : ぐい周辺土の沈下量 (m)

t : d が生ずる時間 (sec)

粘性流体領域ではアスファルトのスチフネス S は次のように表わされる。

$$S = \frac{3\eta}{t} \quad \dots \dots \dots (2)$$

残留 NF は (1) 式および (2) 式より

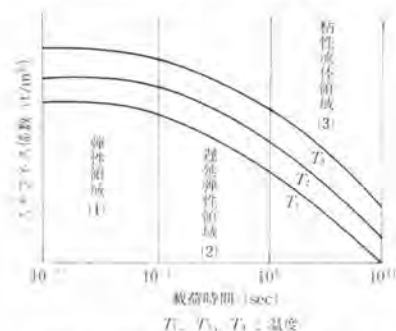


図-1 スチフネスと載荷時間との関係

* 日本鋼管（株）建設本部扇島土建建設部長

** 日本鋼管（株）建設本部扇島土建建設部長

*** 日本鋼管（株）建設本部扇島土建建設部

$$\tau = \frac{d}{3h} S$$

として求められる。

3. 現場長期観測試験

本工法の実用化の過程では、材料試験、打込・引抜試験、載荷試験、長期観測試験等を行なったが、ここでは現場長期観測試験について述べる。

試験は扇島の代表的地盤を選び、φ711.2×t12.7×L60,000の鋼管ぐいを使って無処理ぐいとSLパイル(アスファルト6mm厚塗布)について行なった。

測定は昭和49年8月より開始し、現在も継続中である。紙面の都合で、ここでは結果の一部である軸力の測定結果についてのみ図-2に示し、説明する。詳細は既報告の資料^{(1),(2)}を参照されたい。

これによると、無処理のぐいはNFが増加し続けて、最大値が570tにもなっているのに対し、SLパイルには観測期間中大きな変動がなく、下端部で50t程度しかNFが作用していない。このぐいは継手が3箇所あり、継手部は上下30cm無塗布となっているので、SLパイルに作用しているNFの大部分は継手部に作用しているものと考えられる。NFを低減する効果がいかにか大きいかがわかる。

4. コーティングプラント

扇島1期工事では、鋼管ぐい41万t、PCぐい1万5,000セットが約1年間で打設される。最盛期には1日1,000本のNF低減ぐいが必要となった。当社で開発したNFパイルは工場の設備により生産が3,000本/月程度におさえられたため、現地でSLパイルを製造する必要が生じた。

アスファルトの塗布は簡単な道具と人力による流し込みによって可能なことを確認したが、これは熟練工を必要とし、能率も悪く、生産コストは非常に高いものになった。そこで型わく法、浸付法、スプレー法などを検討し、大量生産が可能な塗布機械を開発した。以下、その概要について述べる。

(1) SLパイルの製造方法

SLパイルは次のような順序で製造される。



表面処理はぐい表面の浮き錆、ごみ、水分などを除去する作業で、特に鋼ぐいに必要である。多少の錆はぐいとアスファルトの付着にとってむしろ好ましいもののようなのである。

プライマ塗布はぐいとアスファルトの付着を良くするためのもので、ぐいの表面に0.1~0.2mmの厚さに塗

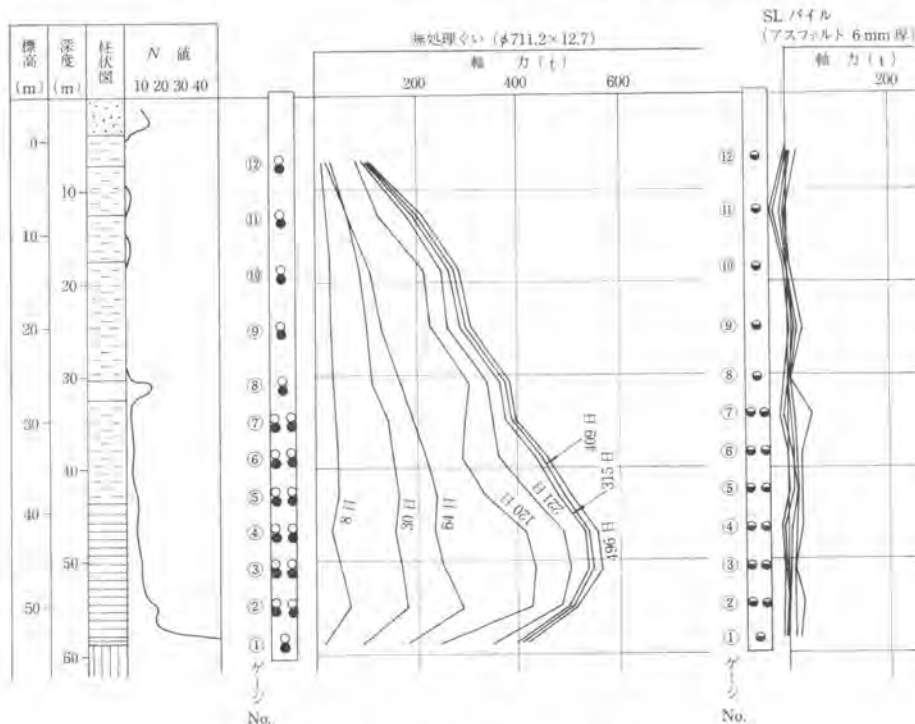


図-2 長期観測試験結果—軸力分布図

布する。一連の工程の中でもっとも重要な作業であって、アスファルト塗布までに十分乾燥しなければならない。

次に、加熱したアスファルトを塗布する。所定の厚さを確保するには温度管理が重要で、このプラントの保温には温度調整の容易な電熱カートリッジヒータとホットオイルを使用している。塗布厚は扇島の各種条件を考慮して十分に安全である $6 \pm 1 \text{ mm}$ としている。

流れ出し防止は気温が高いときや直接日光を受ける場所に長時間 SL パイルを貯蔵するときに必要で、アスファルトの温度上昇防止である。消石灰とベントナイトの混合水溶液を塗布してアスファルトの表面を白くしている。

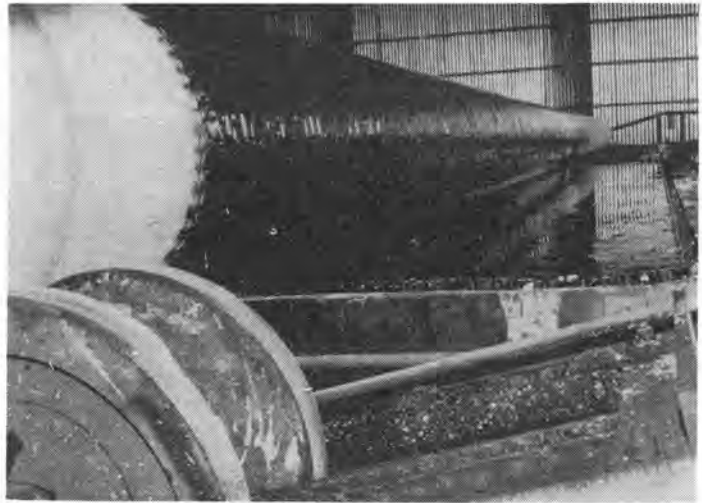


写真-1 連続浴槽方式によるアスファルトの塗布

(2) SL パイルの製造機械

先にも述べたように、扇島には大量のくいを処理するために機械化した SL パイル生産プラントを建設した。機械は1日当り 100~140 本の生産能力を目標に検討し、当初3タイプ各1基ずつ建設した。その後、能率のよい機械を改良増設して現在は6基稼働している。これらのうち、代表的なプラントの製造工程を 図-3 に示す。各仕様は室内模型による試験塗布によって決定した。SL 生産プラントはピーク時に 1,000 本/日の能力を発揮し、現在までに約 12 万本、330 万 m^2 のくいを処理してき

た。各機械には大量生産に適したもの、適用範囲の大きいものなど特徴があり、要求されるくいの種類によって使い分けている。これら各機械の特徴についての比較を表-1 に示す。

(3) アスファルトの運搬と品質管理

アスファルトおよびプライマは材料の特許をもつシェル石油四日市製油所で製造され、陸上、海上の輸送で横浜油槽所、袖ヶ浦油槽所を経て扇島へはローリ車で搬入される。材料の品質管理は製油所と受入地において採取

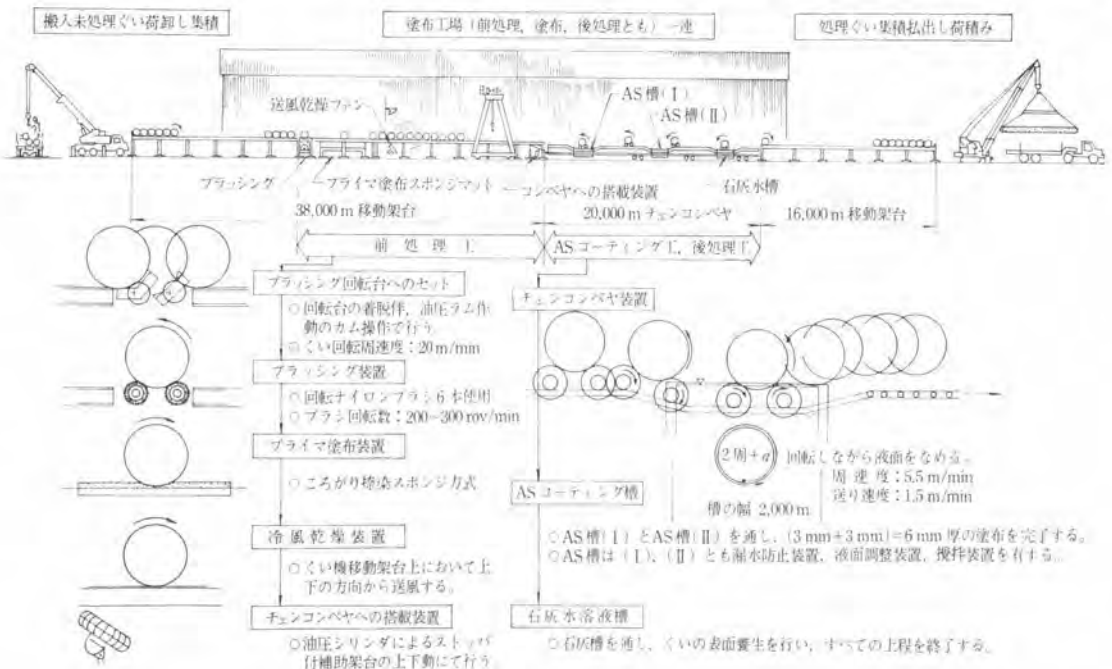


図-3 連続浴槽方式による SL パイル製造工程

りて針入度試験，軟化点試験を行なっている。

5. 現場施工

SL パイルの打設は基本的に無処理ぐいと同一である。二，三の注意すべき点を以下にあげる。

(1) SL パイルの運搬

SL パイルの運搬には表面のアスファルトを損傷しないように注意しなければならない。特にぐいが互いに直接接触して全長にわたる傷を与えてはならない。

(2) 溶接部の塗り残し

継手部はぐいの両端 30 cm 以上無塗布とする。これは溶接熱によってアスファルトが流れ落ち、溶接不良の原因となるのを防ぐためである。

運搬中の損傷部，ぐいつり込み時のワイヤロープによる損傷部，そして，この継手部の無塗布部には NF が作用することになる。これは設計時に考慮し，塗布長，塗布厚，安全率を操作することで対処すべきである。

(3) 夏期の養生

使用しているアスファルトは軟化点が低いため夏期高温時には流れ出し防止の養生をすべきである。できるだけ現場での貯蔵期間を短くすることが望ましい。扇島においては散水，シートかけなどを行なった。

6. おわりに

京浜に新しい製鉄所を建設するにあたり，NF を解決

表-1 SL パイル生産プラント比較

方式		連続溶槽方式			浸付方式		スプレー式
		1 コンベヤ	2 同左	3 同左	1 キャリヤ	2 コンベヤ	1 台車
生産能力	可能な種	SP	SP・PC	SP・PC	SP	SP・PC	SP・PC
	可能な径	<600φ	<800φ	<800φ	<700φ	<700φ	<900φ
	可能な長	15m	15m	15m	15m	12m	~15m
	部分塗り	否	1/2可	1/2可	否	否	可
生産能力	生産能力	15本/hr	15本/hr	15本/hr	8本/hr	13本/hr	8本/hr
	生産能力	100本/日	100本/日	100本/日	60本/日	80本/日	40~60本/日
タンク容量	25t	25t	30t	20t	30t	15t	
溶槽容量	15t×2	22t×2	22t×2	3t×1	2t×1		
加熱方式	電気ヒータ	同左	同左	ホットオイルヒータ	同左	電磁誘導	
電力設備容量	400kW	600kW	600kW	200kW	200kW	400kW	
敷地面積	2,860m ²	2,860m ²	2,860m ²	2,860m ²	6,080m ²	3,520m ²	
建屋面積	1,300m ²	1,540m ²	1,540m ²	1,060m ²	1,000m ²	1,150m ²	
就労人員	36人	36人	36人	28人	24人	24人	
雨天時の施工	可	可	可	可	可	否	
稼働開始日	50. 1. 15	50. 4. 5	50. 4. 15	50. 2. 1	50. 5. 12	50. 1. 20	

ぐい径については，簡単な改造で1,000φまで可能

しないがぎり，ぐい基礎としての設計も，また現場での施工も非常に困難なものであった。将来の不等沈下をおさえることはできなかったであろう。

幸いにしてこの NF を大幅に低減できる手法が確認されたことで，ぐい材料が節約でき，設計が明解になって，より安全なくいの設計ができた。軟弱な地盤のためぐい基礎が問題となった所でも，本工法により NF の問題が解決するだろう。

最後に，本工法をはじめて実用化するにあたり，諸先生方および有識の方々に多大の協力をいただいた。また生産プラントの開発にあたって，関係の方々にお世話になった。誌上をかりて謝意を表わす次第である。

参考文献

- 1) “滲青材を使用したネガティブブリンクション低減工法” 齊藤彰・石神公一他，「土木施工」16巻7号(1975)
- 2) “軟弱地盤における鋼グイの鉛直支持力” 齊藤彰・亀井敏雄他，「土と基礎」23-7(1975)

神岡鉱山における全油圧式さく岩機の実績

南 光 宜*
磯 野 二 郎**

められたので、定置式のさく岩機として輸入された同機を一部改造のうえ、モービルジャンボとして昭和50年12月に使用開始した。

2. さく岩装置の概要

1. ま え が き

わが国の鉱山における発破のせん孔は従来圧縮空気によるさく岩機を使用して来たが、最近、海外で油圧式さく岩機が開発されてその長所が伝えられるに及び、国内の鉱山、メーカーともこの新技術に対し多大な関心を寄せている。

神岡鉱業所では三井造船アイムコがフランスから導入したアイムコ・セコマ (Eimco Secoma) 社の全油圧式さく岩装置 (RPH 35 型) を昭和50年1月から3月にわたり同鉱業所の枋洞鉱で性能試験を行うとともに、現在使用している圧気式大型さく岩機との比較試験を行った。その結果、セコマ全油圧式さく岩機の長所が認

Secoma RPH 35 型全油圧式さく岩装置は油圧式ロータリドリル技術に長年の実績を有するセコマ社が数年前から研究開発した硬岩用回転打撃さく岩機で、圧縮空気を用いず、電動機または内燃機関を油圧の動力源として運転される。装置一式は、RPH 35 型油圧式さく岩機本体、CC 2000 型フィーダ (ガイドシュル)、BVAN 1030 型ブームおよび油圧制御装置、電動式油圧パワーバックおよび油圧制御装置の4部分より成るが、ここではさく岩機について主として述べる。

(1) 主な仕様

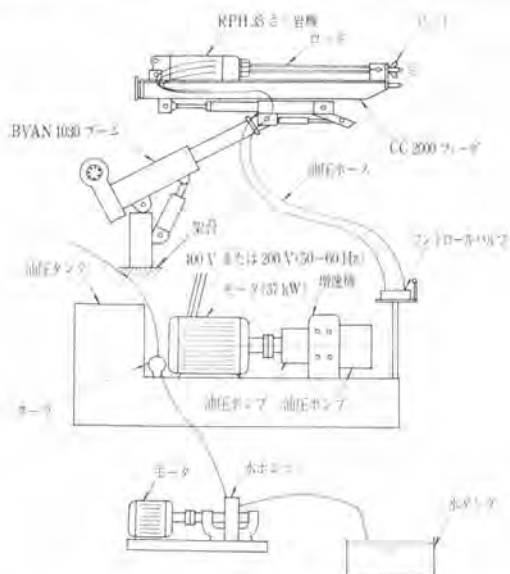
動力：37 kW (50 PS)
打撃数：2,000~3,000 回/min
ロッド回転数：0~400 rpm
最大回転力：50 kg-m
最大スラスト力：1,800 kg
ビット径：38~100 mm
使用ロッド：25 mm 六角 (ビット径 38~44 mm)
32 mm 丸または六角
(ビット径 45~100 mm)
ビット、ロッド、シャシク等のねじ：ロープねじ

(2) 特 長

① 岩質の硬軟変化に対応して打撃数、回転力、およびスラスト力が自動的に変化し、常にその岩質に対する最適の条件でさく孔することができるので、さく孔速度が速く、また、いわゆる“たけのこ”になりにくい。

② 回転と打撃の機構は相互に独立に操作が可能なので、岩質に対し最適のさく孔状態を選定することができる。

③ 圧気を用いないのでさく岩機の排気音がまったく発生せず、同クラスの圧気式さく岩機と比較すれば騒音レベルが10~20ホン低下する。また、排気にオイルミストが発生しないので切羽付近の視界が良くなる。



図一 Secoma RPH 35 型全油圧式さく岩装置

* 三井金属鉱業(株)神岡鉱業所枋洞鉱長

** 三井造船アイムコ(株)技術サービス部長



写真-1 栃洞鉱でのテスト状況

④ 同クラスの圧気式さく岩機に比べ消費動力は 1/2 以下になる。

⑤ さく岩機の中心から外側までの寸法が 85 mm なので掘削断面外周に近接したさく孔ができ、トンネル掘削時の余掘りを減らし、覆工コンクリート量が削減できる。

⑥ レバー 1 本の操作でさく孔ができるので運転は容易である。

⑦ “たけのこ”を防ぐためにフロー用の水が止まれば自動的に打撃が停止し、ロッドの引抜きを行う。

(3) さく岩機の作動原理

(a) 各部の名称 (図-2 参照)

A はピストン左側 (断面積 S_1)、B はピストン中間部、C はピストン右側 (断面積 S_2)、D は切換バルブ、E は低圧アキュムレータ、F は高圧アキュムレータ、G はパイロットポート、H はパイロットポート、P は供給ポート、R は戻りポートである。ただし、 $S_1 > S_2$ である。

(b) 作動原理

① 供給ポート P に圧油 P_1 を送る。

② A および B の環状部に圧油 P_1 が流れ込む。

③ $P_1 \cdot S_1 > P_1 \cdot S_2$ ($S_1 > S_2$ なので) となり、ピストンが右側に移動する。

④ アキュムレータ F と供給ポート P の間にチェックバルブが入っているため、ピストンが右側に移動する (後退する) と F 部の窒素ガスの圧力および C 部の油圧が増大する。

⑤ ピストンが右側に移動し、A 部と B 部の間のショルダ部 (凸部) がパイロットポート G を過ぎると、圧油が切換バルブの側面に働き、かつ、B 部と C 部の間のショルダ部がパイロットポート H を過ぎ、このポートが戻り側 R とつながったとき、切換バルブが切り替わり、A 部と戻り側 R がつながる。

⑥ A 部の圧力がゼロとなり、C 部は逆にアキ

ュムレータ F の圧力が加わって $P_1 + \epsilon$ となるため、 $S_2 (P_1 + \epsilon) > 0$ でピストンは急激に左側に移動 (前進) し、シャンクロッドを打撃する。

⑦ ピストンが左側に移動し、AB 間のショルダ部および BC 間のショルダ部がそれぞれ G と H のパイロットポートを過ぎると切換バルブは逆方向に切り換えられ、再び A 部に圧油が送られ、ピストンは右側に動き始める。

⑧ 上記①～⑦の過程が反覆され、ピストンは打撃を繰り返す。

3. 全油圧式さく岩機の試験

前述のように昭和 50 年 1 月 20 日から 3 月 1 日まで全油圧式さく岩機 (RPH 35) および圧気式さく岩機 (シリンダ径 114 mm の A 機種、B 機種) との比較試験を行なった。試験場所は栃洞鉱上部 0 m 準 4 甲 (一) 漏斗付近である。

(1) 試験により得られた結論

空地 (神岡鉱山における鉱石を含む母岩の呼名で、灰鉄輝石ともいう。圧縮強度 $1,800 \sim 2,000 \text{ kg/cm}^2$)、片麻岩 (飛弾片麻岩で圧縮強度 $2,000 \sim 2,600 \text{ kg/cm}^2$) のいずれにおいても油圧さく岩機のせん孔速度は大きく、ビットのせん孔進行が安定している。油圧さく岩機は回転数、押付圧および打撃数、ピストンストロークの三つを変えることができるので、この三つの要因と合成した要因のせん孔速度に及ぼす影響を分散分析 (3 元配置法) で解析した。その結果は、空地において押付圧と組合せ (打撃数とピストンストローク、組合せて図-2 のパイロットホール G および H はそれぞれ 5 通り (I~V) および 2 通り (I~II) の組合せがあり、これと岩質に応じてあらかじめセットすることができる) の適性、つまり押付圧は 50 kg/cm^2 付近、組合せは I-4 が適している。片麻岩においては押付圧で 50 kg/cm^2 付近である。しかし、片麻岩における押付圧のせん孔速度への影響は空地における回転数の影響よりも小さい。3 元配置

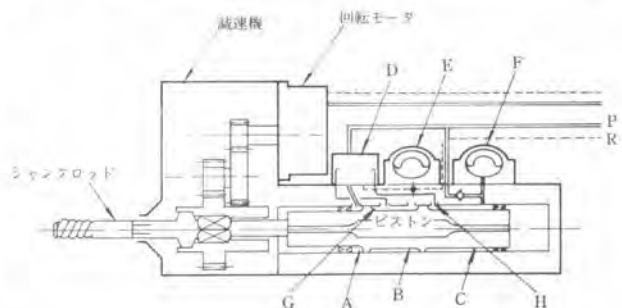


図-2 RPH 35 さく岩機の作動原理

法での確なせん孔速度に及ぼす因子は推測し得なかつたが、押付圧とピストンストローク、打撃数であろう。

油圧さく岩機の現時点の長所は、

- ① せん孔速度が速く、効率が大きい。
- ② 騒音が小さい。

油圧さく岩機 (RPH 35) …103 dB (オペレータの耳より水平に 30 cm 離れた位置で)

圧気式さく岩機 B ……124 dB (同上)

- ③ 排気がなく、作業環境が良く引立面が見やすい。
- ④ せん孔機械の動力供給源が転換できる。

また、短所は

- ① 装置が大きく、かつ移動性に乏しい。
- ② その他 3 章 (6) 項を参照

(2) 試験方法

(a) 油圧さく岩機の試験の組合せ (表-1 参照)

表-1 のとおり、空地、片麻岩とも 27 通り行う。特にせん孔順序は考慮しない。

(b) 測定方法

① 油圧さく岩機：引立面より約 50 cm せん孔後、50 cm ごとのせん孔時間、1 m ごとの油圧系計器の測定を行い、約 2.5 m せん孔する。

② 圧気式さく岩機 A および B：引立面より約 50 cm せん孔後、50 cm ごとのせん孔時間その他の測定を行う。

(3) 試験用さく岩機仕様 (表-2 参照)

メーカー側の説明によると、打撃エネルギーは RPH 35

表-1 試験条件の組合せ (油圧さく岩機)

押付圧	回転数	130 rpm	230 rpm	280 rpm
30 kg/cm ²		I-4, II-1, II-3	同 左	同 左
40 kg/cm ²		I-4, II-1, II-3	同 左	同 左
50 kg/cm ²		I-4, II-1, II-3	同 左	同 左

表-2 試験用さく岩機仕様

さく岩機種	ハンマ		打撃数	回転数	ハンマ打撃圧力 (kg/cm ²)	電力・圧気使用量
	ストローク (mm)	重量 (kg)				
RPH-35	最大 50	5.8	0~3,000	0~300	220	616.7 W/min
圧気式-A	90	6.5	1,600	250	7.7	10.4 m ³ /min
圧気式-B	92	6.53	1,700	280	7.7	13.3 m ³ /min

表-3 さく岩機効率

ビット径	さく岩機	圧気式-A	圧気式-B	RPH-35 (油圧)
75 mmφ	空地	40.2%	41.5%	96.6%
	片麻岩	34.5%	28.6%	56.1%
60 mmφ	空地	54.5%	36.0%	102.5%
	片麻岩	40.5%	33.2%	71.8%
45 mmφ	空地	57.6%	35.7%	93.2%
	片麻岩	49.2%	36.7%	78.0%

が 10~20 kg-m、圧気式 B が約 50 kg-m である。

(4) さく岩機効率 (表-3 参照)

(a) 圧気式さく岩機の場合

$$\eta = \frac{100}{45} \times \frac{P_2 V_2}{n-1} \left\{ \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1-n}{n}} - 1 \right\} \times \frac{1}{\eta_1}$$

ただし、 η はさく岩機効率 (%), D はビット径 (mm), v はせん孔速度 (cm/min), η_1 は圧縮機および配管効率 (0.6), P_1 はさく岩機直前の圧力 (kg/cm²), P_2 は大気圧, n はポリトロプ係数 1.35, V_2 は空気消費量 (m³/min) である。

(b) 油圧さく岩機の場合

$$\eta = \frac{D \cdot v}{\frac{\sqrt{3}}{736} \times E \times I \times C}$$

ただし、 E は線間電圧 (V), I は電流 (A), C は力率 (0.9) である。

以上の計算式にあてはめて計算する。

(5) 試験結果 (RPH 35)

せん孔長 0.5~2.5 m (2.0 m) までの全平均せん孔速度 (cm/min) について試験を行なった。45 mm ビットによるせん孔成績を表-4、表-5 に、60 mm, 75 mm ビットによるせん孔成績を表-6 に示す。また、圧気式 (A および B), 油圧式 (RPH 35) のせん孔速度の比較 (3 種類のビット径で) を表-7 に示す。

なお、圧気式 (A および B) はせん孔長 0.5~2.0 m (1.5 m) までの平均速度であり、RPH

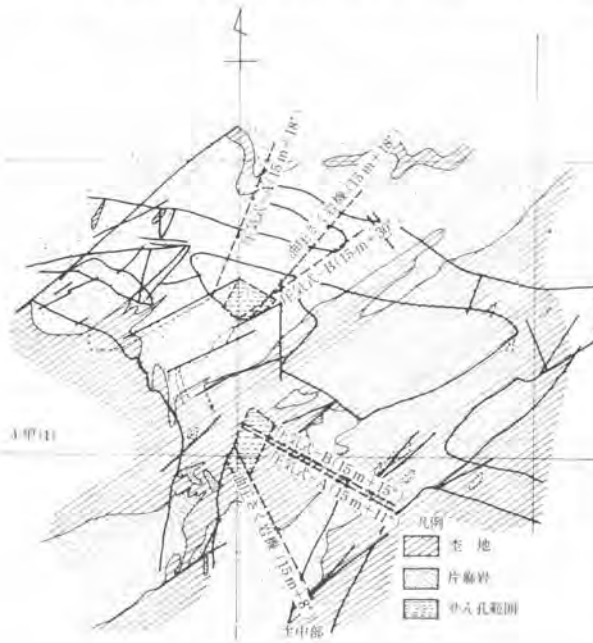


図-3 試験箇所地質図



写真-2 全油圧モービルジャンボ (前面)



写真-3 全油圧モービルジャンボ (後面)

表-4 45 mm ビットによるせん孔成績 (空地)

回転数 押付圧	130 rpm	230 rpm	280 rpm
30 kg/cm ²	102.3cm/min(I-4)	103.9cm/min(I-4)	116.4cm/min(I-4)
	90.0cm/min(II-1)	79.0cm/min(II-1)	83.2cm/min(II-1)
	86.1cm/min(II-3)	91.7cm/min(II-3)	94.2cm/min(II-3)
40 kg/cm ²	106.8cm/min(I-4)	119.0cm/min(I-4)	123.9cm/min(I-4)
	90.4cm/min(II-1)	104.9cm/min(II-1)	110.3cm/min(II-1)
	91.5cm/min(II-3)	116.1cm/min(II-3)	111.6cm/min(II-3)
50 kg/cm ²	93.8cm/min(I-4)	122.4cm/min(I-4)	124.9cm/min(I-4)
	87.2cm/min(II-1)	100.2cm/min(II-1)	110.4cm/min(II-1)
	88.1cm/min(II-3)	109.7cm/min(II-3)	

表-5 45 mm ビットによるせん孔成績 (片麻岩)

回転数 押付圧	130 rpm	230 rpm	280 rpm
30 kg/cm ²	73.8cm/min(I-4)	83.5cm/min(I-4)	60.4cm/min(I-4)
	79.0cm/min(II-1)	72.0cm/min(II-1)	83.3cm/min(II-1)
	67.0cm/min(II-3)	64.5cm/min(II-3)	86.9cm/min(II-3)
40 kg/cm ²	102.2cm/min(I-4)	92.9cm/min(I-4)	82.1cm/min(I-4)
	79.0cm/min(II-1)	90.6cm/min(II-1)	84.7cm/min(II-1)
	92.3cm/min(II-3)	96.5cm/min(II-3)	88.6cm/min(II-3)
50 kg/cm ²	98.0cm/min(I-4)	96.2cm/min(I-4)	101.5cm/min(I-4)
	97.9cm/min(II-1)	100.9cm/min(II-1)	81.1cm/min(II-1)
	95.0cm/min(II-3)	104.0cm/min(II-3)	91.4cm/min(II-3)

表-6 60 mm および 75 mm ビットによるせん孔成績

ビット径	片 麻 岩	空 地
75 mm	40.9cm/min(II-3)	46.3cm/min(II-3)
	40.4cm/min(II-1)	68.4cm/min(I-1)
		71.2cm/min(I-4)
60 mm	63.5cm/min(I-4)	97.8cm/min(I-4)
	60.3cm/min(II-1)	

表-7 せん孔速度の比較

岩 質	ビット径			
	75 mmφ	60 mmφ	45 mmφ	
片麻岩	圧気式-A	33.4cm/min	49.6cm/min	79.4cm/min
	圧気式-B	35.5cm/min	51.5cm/min	75.8cm/min
	RPH-35	41.8cm/min	67.0cm/min	96.9cm/min
空 地	圧気式-A	38.9cm/min	60.6cm/min	92.9cm/min
	圧気式-B	51.5cm/min	57.3cm/min	73.8cm/min
	RPH-35	72.0cm/min	95.6cm/min	115.8cm/min

表-8 ビットの摩耗

さく岩機種	ビット径	チップハイト	残ハイト	使用ハイト	せん孔長	使用率	岩 質	記 事
	mmφ	mm	mm	mm				
RPH-35	45	11.0	10.5	0.5	22.5	0.022	片麻岩	ストローク組合せ 1-2 (1枚脱落)
"	45	8.5	7.7	0.8	22.5	0.035	"	1-3
"	45	14.2	13.3	0.9	22.5	0.04	"	II-1
"	45	14.1	13.3	0.8	22.5	0.035	"	I-4
圧気式-B	45	16.0	15.4	0.6	7.5	0.08	"	
	60	16.2	14.6	1.6	13.5	0.118	"	
	60	16.0	15.4	0.6	7.5	0.08	"	
圧気式-A	75	6.8	5.9	0.9	7.5	0.12	"	
	45	15.8	14.8	1.0	7.5	0.133	"	
	60	15.4	14.6	0.8	13.5	0.059	"	
"	60	13.6	12.5	1.1	7.5	0.146	"	
	60	15.4	15.1	0.3	13.5	0.022	空 地	
	45	14.8	14.7	0.1	7.5	0.013	"	

35 は押付圧 30 kg/cm² 付近で空打ち状態があり、それを除外した平均せん孔速度である。

(6) 試験の際に感じた改造点

- ① 継ぎロッドの場合、スリーブがはずれにくい。
- ② セントライザおよび中間セントライザが閉閉

できるようにする。

③ 回転数を変えるとき、計器に回転数が出るようにする。

④ ロッドは 3.6 m なので 3 m ロッドが使いやすいようにガイドセル（フィーダ）を切り縮める。

⑤ ガイドセル先端の 3 本アンカーが紋取り時に滑るので 1 本にした方がよい。

⑥ モータ回転時には音が大きいので消音器を付け、ギヤボックスへの伝達部は高速回転であるので被覆をする。

⑦ ピストンストローク、打撃数の変更用ねじの入替えを容易にする。

⑧ 小型かつモービルジャンボ式にできないか。

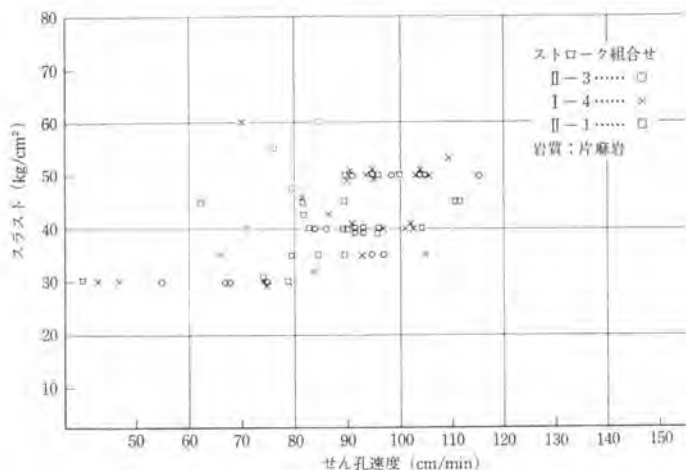


図-4 スラストとせん孔速度の関係

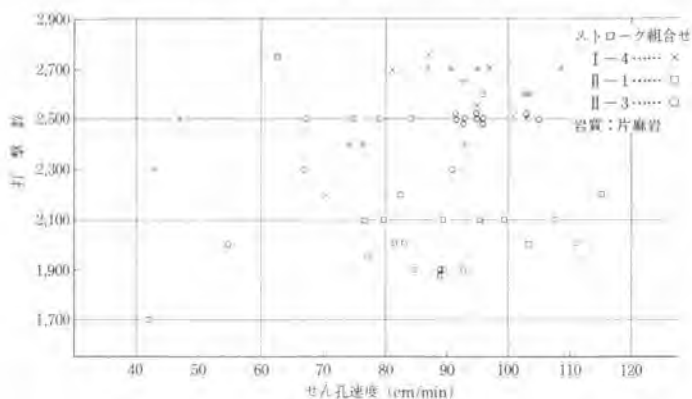


図-5 打撃数とせん孔速度の関係

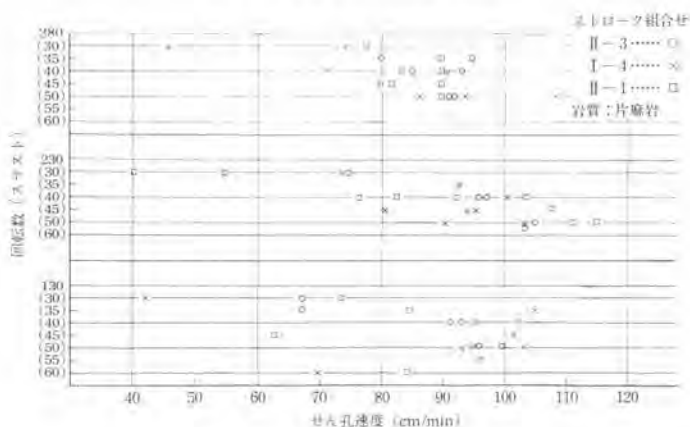


図-6 回転数とせん孔速度の関係

(7) ビット使用状況 (表-8 参照)

(8) 測定値の解析

スラスト (押付圧, kg/cm²), 打撃数, 回転数とせん孔速度をグラフ化したものを 図-4~図-6 に示す。油圧さく岩機のデータは分散分析の 3 元配置法で解析した (詳細については省略)。

4. 全油圧式モービルジャンボ

上記の各種テストおよびその結果を検討のうえ、Secoma 油圧さく岩機 RPH 35 のモービルジャンボ化を計画し、試験装置を一部改造のうえ、神岡手持ちの坑内用ローダ KLD-M5 に搭載する工事を三井造船アイムコに依頼した。本機の成績については後日改めて発表の機を得たい。

なお、モービルジャンボの仕様を示すと次のとおりである。

① 主要諸元

形 式：Secoma 全油圧 RPH 35 型 1 ブームモービルジャンボ

全 長：10,000 mm (ドリル後退収納時)

全 幅：1,950 mm (アウトリガを含む)

全 高：2,925 mm (オペレータガードを含む)

重 量：約 10,000 kg

回転半径：6,730 mm (パワーバック

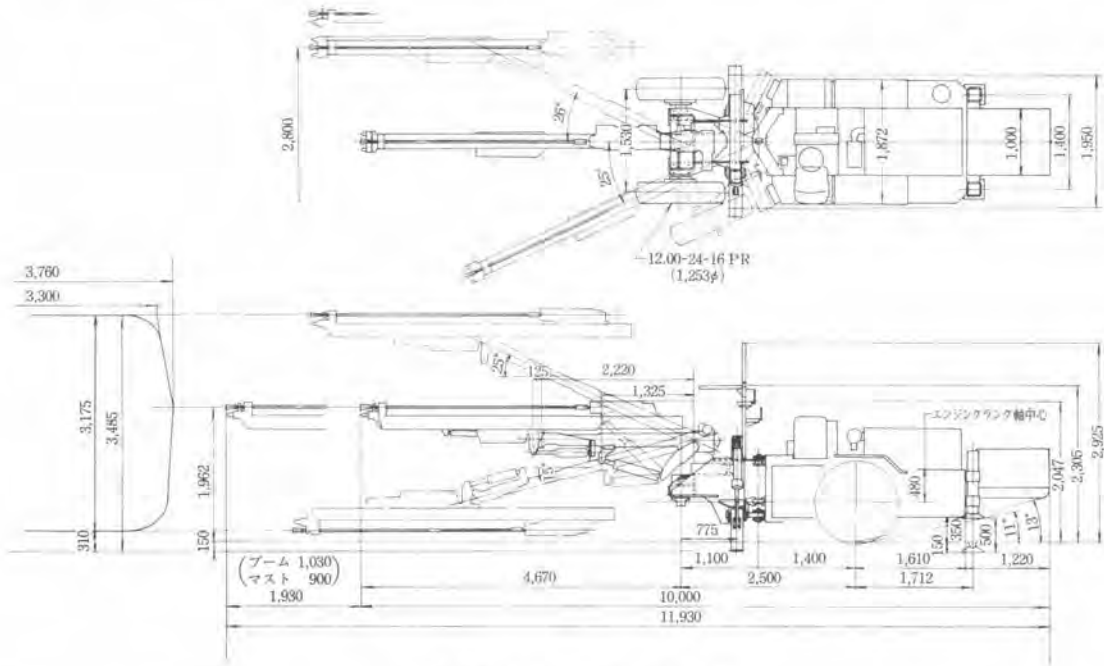


図-7 全油圧モービルジャンボ全体図

後端)

② 架装台車 (川崎重工 KLD-M5 坑内用ローダ)

走行速度: 0~15.6 km/hr, 70 PS/2,000 rpm

登坂角度: 20°, ステアリング角度 20°~25°

アウトリガ幅: (前) 1,950 mm, (後) 1,400 mm

③ さく孔装置 (回転数, 打撃数は既出)

さく岩機: RPH 35 全油圧回転打撃式

長さ×幅×高さ: 810 mm×340 mm×175 mm

重量: 145 kg

動力: ローダ用 F 6 L 912 W エンジンを利用

④ さく孔長: 2.5 m

⑤ さく孔具

⑤-1 ビット 38~45 mm, ロッド 25 Hex, シャンク側ねじ 32 mm ロープ

⑤-2 ビット 45~55 mm, ロッド 32 mm, 38 mm Hex または φ, シャンク側ねじ 32 mm, 38 mm ロープ

⑥ 水平さく孔範囲: 幅 3.3 m (上), 3.76 m (下) ×高さ 3.2 m

⑦ パワーバック: エンジシランク軸プーリより動力を取出し, 副減速機を経て油圧ポンプを駆動する装置を車体後部に取りまとめ搭載

⑧ その他: さく孔長 2.5 m での自動復帰バルブ取付, ドリルフィーダ先端にシーソー式フートポイントを取付

●部会研究報告●

「車両系建設機械用
ヘッドガードの構造の基準」について

安全対策専門部会ヘッドガード委員会

車両系建設機械用ヘッドガードの構造の基準については、先に本協会安全対策専門部会ヘッドガード委員会において検討審議し、昭和49年3月、「ヘッドガードの構造の規準」を制定したところである。

その後、昨年9月、労働省において労働安全衛生規則に基づき定めていた車両系建設機械用ヘッドガードの構造の基準を改訂し、全国都道府県労働基準局長あて通達されたことにかんがみ、安全対策専門部会ヘッドガード委員会としてもこれが解釈、取扱い等について確認する必要から昨年12月12日幹事会を開催し、次のとおり確認した。なお、併せて労働省通達を参考までに末尾に掲載する。

＜委員会において確認された事項等＞

① 労働省側から、先般通達した車両系建設機械用ヘッドガードの構造の基準については、さきに日本建設機械化協会において制定されたヘッドガードの構造の規準を基にして改訂したものであり、その解釈、取扱いについては、協会の規準、同解説によることとして差しつかえないものと説明された。なお、協会の規準、同解説は、すでに労働省より昭和49年7月、各都道府県労働基準局長あて送付されており、改訂前の通達を補完するものと認められてきたので、従来の基準を満たすものとして取扱われたヘッドガードは引続いて新基準に適合するものとして取扱われるものであるとのことである。

② メーカーで形式試験済であるヘッドガードの製作図面をユーザが入手し、それによってヘッドガードを製作する場合も同じ形式のものであれば試験をする必要がないかの疑義については、基準は設計から製作までの安全上の担保を求められるのであるから、製作者が代れば当然試験をすることが必要であるとのことである。

③ 基準中「又は」、「若しくは」の解釈について、例えば適用除外の場合は、いくつかある中のどれか一つに該当すれば適用除外になるという意味であるとのことである。

④ ヘッドガードを使用中に損傷したものは、補強または修理して使用することは、規準、解説のとおり強度低下をきたさないように行うときは差しつかえないとのことである。

⑤ 旧基準では静荷重試験のみ状況により計算によ

っても差しつかえないこととされていたが、新基準ではすべて荷重試験によることとされたことが確認された。

⑥ 等分布静荷重のかけ方について、天井防護材上面に適当な間隔で材木または形鋼等を並置し、その上に交差させ、かつ天井防護面の中心位置に所定重量の重錘をのせる方法はよいかの疑義については、ヘッドガードの構造が x, y 2方向のはり材を有する場合には同方法は不可であるとのことである。なぜならば、この方法では2方向のうちいずれか一方の方向のはりにしか荷重がかからないので、すべての方向のはりを検討することにならないわけで、静荷重試験の目的が（解説にもあるように）、天井防護材を支持する骨組各部の強度を確認することにあることからいって、これでは不十分であるとのことである。

⑦ シート基準点については、オペレータが坐った状態を基としていると解して差しつかえないとのことであった。

⑧ 基準または規準、同解説にない事項について、例えば、新たな適用緩和については現在の段階で考慮する予定はないことが確認された。

＜通 達＞

「車両系建設機械用
ヘッドガードの構造の基準」

1. 適 用

この基準は、労働安全衛生規則第153条の車両系建設機械に備えられる支柱式ヘッドガード、キャビン式ヘッドガード及び坑内ずり積機用ヘッドガードについて適用する。

2. 強 度

2.1 剛球体の落下試験における強度

剛球体の落下試験における強度は、次の表の左欄に掲げる区分に応じ、同表の中欄に定める試験方法による試験を行った場合に、それぞれ同表の右欄に定める条件に適合すること。

区 分	試 験 方 法	条 件
支柱式ヘッドガード	1. ヘッドガードを実際に使用される状態と近似した状態で車両本体又は堅固な構造物に取り付け、天井防護材上面の剛球体落下指定点より垂直高さ5mの位置から剛球体(直径30cm以下、重さ38.2kg以上のものに限る。以下同じ。)を天井防護材上面に自然落下させる。 2. 前号の剛球体落下指定点は、次のいずれかに該当する点に設定するものとする。この場合において、シートの調整ができる車両の限界領域(図1に示すようにシートに座ったオペレーターの保護されるべき最小空間をいう。以下同じ。)は、シートを最下部及び最後に調整したときのものを設定するものとする。 イ. 天井防護材への限界領域の垂直投影面内であって、水平部材で囲われた最大面積部分内にあり、かつ、各水平部材から最も離れている点 ロ. 天井防護材への限界領域の垂直投影面内であって、落下物による衝撃荷重に対し最も残留たわみが大きいと想定される点 3. 剛球体落下点の許容範囲は、剛球体落下指定点を中心とする半径200mmの円内(水平部材等の上を除く。)とするものとする。	天井防護材に破断又は50mm以上の残留たわみを生じないこと。
キャビン式ヘッドガード	1. ヘッドガードを実際に使用される状態と近似した状態で車両本体又は堅固な構造物に取り付け、天井防護材上面の剛球体落下指定点より垂直高さ5mの位置から剛球体を天井防護材上面に自然落下させる。この場合において、ヘッドガードに取り付けられた窓、扉等は、開放又は取り外した状態とするものとする。 2. 支柱式ヘッドガードの試験方法の2及び3に同じ。	限界領域に残留たわみが侵入しないこと。
坑内ずり積機用ヘッドガード	1. 支柱式ヘッドガードの試験方法の1に同じ。 2. 前号の剛球体落下指定点は、次のいずれかに該当する点に設定するものとする。 イ. 天井防護材上面の水平部材で囲われた最大面積部分内にあり、かつ、各水平部材から最も離れている点 ロ. 天井防護材上面であって、落下物による衝撃荷重に対し最も残留たわみが大きいと想定される点 3. 支柱式ヘッドガードの試験方法の3に同じ。	支柱式ヘッドガードの条件に同じ。

2.2 静荷重試験における強度

静荷重試験における強度は、次の表の左欄に掲げる区

分に応じ、同表の中欄に定める試験方法による試験を行った場合に、それぞれ同表の右欄に定める条件に適合すること。

区 分	試 験 方 法	条 件
支柱式ヘッドガード	1. ヘッドガードを実際に使用される状態と近似した状態で、車両本体又は堅固な構造物に取り付け、天井防護材上面に垂直に4トンの等分布静荷重(機体重量が4トン未満のものについては、機体重量の値の等分布静荷重)をかける。 2. 前号の等分布静荷重は、実荷重とし、その重心が天井防護材の中心にくるように置き、水平部材が覆われているものとする。	水平部材、支柱等に破断又は座屈を生じないこと。
キャビン式ヘッドガード	支柱式ヘッドガードの試験方法1及び2に同じ。	水平部材、垂直部材、側板等に破断又は座屈を生じないこと。
坑内ずり積機用ヘッドガード	1. ヘッドガードを実際に使用される状態と近似した状態で車両本体又は堅固な構造物に取り付け、天井防護材上面に垂直に1トンの等分布静荷重をかける。 2. 前号の等分布静荷重は、実荷重とし、その重心が天井防護材の中心にくるように置き、水平部材が覆われているものとする。	支柱式ヘッドガードの条件に同じ。

2.3 試験の対象等

(1) 剛球体の落下試験及び静荷重試験は、ヘッドガードの形状又は型式ごとに実施すること。

(2) 剛球体の落下試験及び静荷重試験は、製造段階において試験済みであることが明らかであるものは、事業者において更に試験を行う必要はないこと。

3. 構造

3.1 支柱式ヘッドガードの構造は、次によること。

(1) シート基準点（運転者座席の背もたれ前縁と座席クッション上面とが交さる線の中央点をいう。）からヘッドガード下面までの垂直距離は、1.1 m 以上とすること。

(2) シート基準点からヘッドガードの前面、後面及び左右の側面までの水平距離は、それぞれ 0.7 m 以上、0.3 m 以上及び 0.5 m 以上とすること。

(3) 天井防護材上の限界領域の天井防護材への垂直投影面内には、開口部を設けてはならないこと。

(4) 天井防護材上の開口部を格子状のものとする場合には、格子のわくの幅は 5 cm 以下とすること。

(5) 天井防護材等の取付けは、使用の目的に適応するように溶接、ボルト止め等により確実に行うこと。

3.2 キャビン式ヘッドガードの構造は、次によること。

(1) キャビンは、限界領域を包括する大きさを有すること。ただし、シート基準点から床面までの高さについては、この限りでないこと。

(2) 天井防護材は、キャビンの上方にあって、限界領域の天井防護材への垂直投影面をおおう広さを有すること。

(3) 天井防護材の限界領域の天井防護材への垂直投影面内には、開口部（剛球体の落下試験を実施し、所要の強度を確認した開口部を除く。）を設けてはならないこと。

(4) 窓及び扉に使用されるガラスは、安全ガラスとすること。

(5) 天井防護材等の取付けは、使用の目的に適応するように溶接、ボルト止め等により確実に行うこと。

(6) 運転する者の視界が確保される形状であること。

3.3 坑内ずり積機用ヘッドガードの構造は、次によること。

(1) 立ち姿勢で操作する坑内ずり積機のステップ上よりヘッドガード下面までの垂直距離は、1,900 mm 以上とすること。

(2) 前号のヘッドガードの天井防護材の広さは、1,000 mm × 500 mm 以上とし、その中心が通常の作業位置における作業者の頭部上にあること。

(3) 座り姿勢で操作する坑内ずり積機のシート基準点からヘッドガード下面までの垂直距離は、990 mm 以上とすること。

(4) 前号の坑内ずり積機のシート基準点からヘッドガードの前面、後面及び左右の側面までの水平距離は、それぞれ 695 mm 以上、155 mm 以上及び 350 mm 以上とすること。

(5) 天井防護材には、開口部（剛球体の落下試験を実施し、所要の強度を確認した開口部を除く。）を設けてはならないこと。

(6) 天井防護材等の取付けは、使用の目的に適応するように溶接、ボルト止め等により確実に行うこと。

(7) 運転する者の視界が確保される形状であること。

4. 表示

ヘッドガードには、次の事項が明確に表示されていること。

(1) 製造者名又はその商標

(2) 製品名称又は製品番号

(3) 製造番号又は製造年月

5. 適用の除外等

(1) 坑内等の狭い場所で使用するトラクターショベル等に備えられる支柱式ヘッドガードについては、この基準の 3.1 にかかわらず、3.2 のキャビン式ヘッドガードの構造の基準を適用して差し支えないこと。

(2) 次の各号に該当するものは、この基準の 2.2 又は 3.1 の (1) 若しくは (2) を適用しないことができること。

(イ) 機体重量が 2.5 トン未満のブルドーザー及びトラクターショベルに備えられる支柱式ヘッドガード

(ロ) バケット容量が 0.2 m³ 未満のパワーショベル及びバックホーに備えられる支柱式ヘッドガード

(ハ) ブルドーザー及びトラクターショベルに、アタッチメントとして取り付けられたバックホーに備えられる支柱式ヘッドガード

(3) 次の各号に該当するものは、この基準の 2.2 又は 3.2 の (1) 若しくは (2) を適用しないことができること。

(イ) 機体重量が 2.5 トン未満のブルドーザー及びトラクターショベルに備えられるキャビン式ヘッドガード

(ロ) バケット容量が 0.2 m³ 未満のパワーショベル及びバックホーに備えられるキャビン式ヘッドガード

(4) 機体重量が 5 トン未満又はバケット容量が 0.25 m³ 未満の小型坑内ずり積機については、この基準の 3.3 の (1)、(2)、(3) 又は (4) を適用しないこと

ができること。

(5) 次の各号に該当するものは、この基準に適合する支柱式ヘッドガード又はキャビン式ヘッドガードと同等以上の性能を有するものとみなすこと。

(イ) 転倒に対しオペレーターを保護するために車両系建設機械に備えられる構造物であって、SAE又はISOのROPS規格を満たすものうち、天井防護材の強度がこの基準の2に適合するもの又は同等以上の性能を有するもの

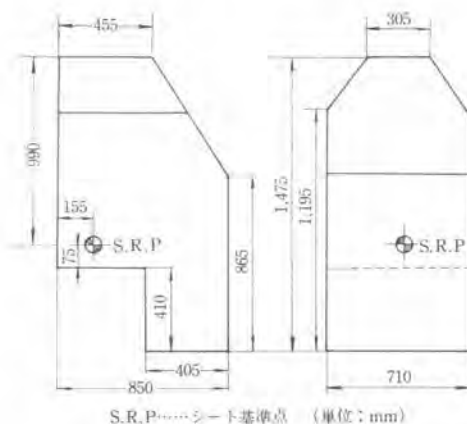
(ロ) 岩石、樹木等の落下に対しオペレーターを保護するために車両系建設機械に備えられる構造物であって、SAE又はISOのFOPS規格を満たすもの

【備考】

SAE……Society of Automotive Engineers (米国自動車技術者協会)

ISO……International Organization for Standardization (国際標準化機構)

ROPS……Roll-Over Protective Structure (転落に対する防護構造)



S.R.P……シート基準点 (単位: mm)

図-1

FOPS……Falling Object Protective Structure (落下物に対する防護構造)

(委員長: 森 宣制)

ニユース

タイヤ式トラクタショベル
“STD 30”

東洋運搬機では標準バケット容量 1.0 m³ のアーティキュレート式トラクタショベル STD 30 を完成、1月から販売を開始した。

本機は建材、中小土建、生コン、砂利採取等の現場での作業性、耐久力を発揮するよう設計され、また、排気騒音にも対策が施されている。

本機の特長は次のとおりである。



写真-1 タイヤ式トラクタショベル “STD 30”

表-1 トラクタショベル STD 30 の主な仕様

バケット容量	1.0 m ³ (標準) 1.2 m ³ (軽量)
常用荷重	2,150 kg (ストレート) 1,900 kg (フルターン)
最大走行速度	33.5 km/hr (前進) 34.5 km/hr (後進)
バケット上昇時間	6.0 sec (全負荷)
バケット下降時間	3.4 sec (無負荷)
最大けん引力	7,000 kg
登坂能力	30度 (3.8 km/hr)
最小旋回半径	5,100 mm (バケット最外部)
全長	5,535 mm (バケット地上)
全幅	2,120 mm
全高	2,620 mm
ダンピングリアプランジ	2,560 mm
ダンピングリーダ	870 mm
空車重量	6,250 kg
エンジン	いすゞ D 500 PL
定格出力/定格回転数	75 PS/2,200 rpm

① 6気筒、75 PSの強力エンジンを搭載した強力な突込力、アーティキュレート式の小回り性、さらに前後進の切換がスムーズな新型モジュレートフルパワーシフトトランスミッションの採用と相まって、作業性、操作性が優れている。

② 大容量マフラの採用により排気騒音 70 ホン(A) (エンジン回転数 1,320 rpm、排気管口より 20 m の位置)、走行騒音 78 ホン(A) (エンジン 1,320 rpm、ギヤ 3 速、車両中心より 7 m 側方の位置) の低騒音である。

③ 荷役装置のピン、ブッシュには潤滑油保持のためピンシールを入れ、耐久性の向上を図っている。

④ バッテリーの点検はワンタッチで可能なことをはじめとして、点検整備の容易化を図っている。

本機的主要仕様を表-1 に示す。 (編集部)

文献調査

広報部会 / 文献調査委員会

採鉱用機械の動向

採鉱業では、地表面近くの露天掘りできる鉱石が乏しくなるにつれて、地下深く埋蔵されている鉱石を採取する必要に迫られている。このような背景のもとで、最近採鉱機械や工法は著しい変革を示している。

本稿は最近発表された各種の報文をもとにして、鉱山機械の最近の特筆すべき傾向についてとりまとめられたものである。

▶全油圧式さく岩機

全油圧式さく岩機はここ数年の間に欧米、カナダで広まって来ている機械である。

油圧式は在来の空気による回転衝撃式のものとは比べ、小口径の孔に対してさく孔速度の速いのが特徴であるが、このほかにも、動力消費が少ない、ビットの寿命を含めた維持費が安い、騒音が小さいなどの利点があるとされている。

また、衝撃のメカニズムを改良して、衝撃とトルクの動力比を変更することにより、岩質に応じた掘削を行うことができるのも最近の傾向である。これは R.P.D. (Rotary-Percussive-Drill) と呼ばれている。

全油圧式の断面を写真-1に示す。ピストンが唯一の可動部となっている。

図-1は各種の砕岩機の音圧レベルを比較したものである。図-2はさく孔速度が1シフト当りの掘削量に影響を及ぼし、これが時代による使用機械の発達とともに

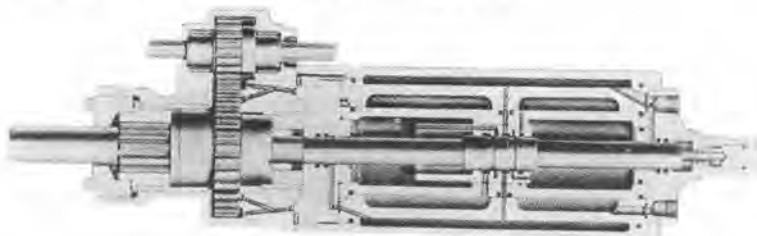


写真-1 HARD-3 型全油圧式さく岩機断面

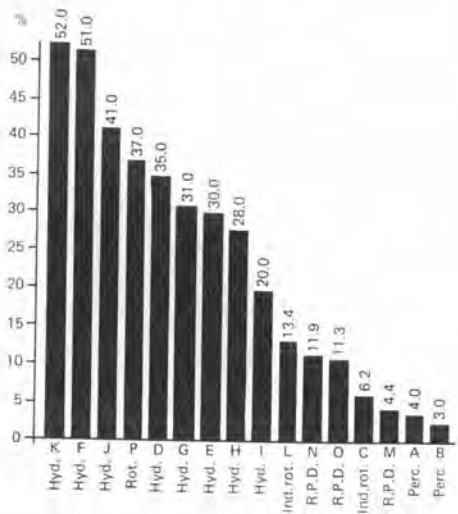


図-1 さく岩機の音圧レベル

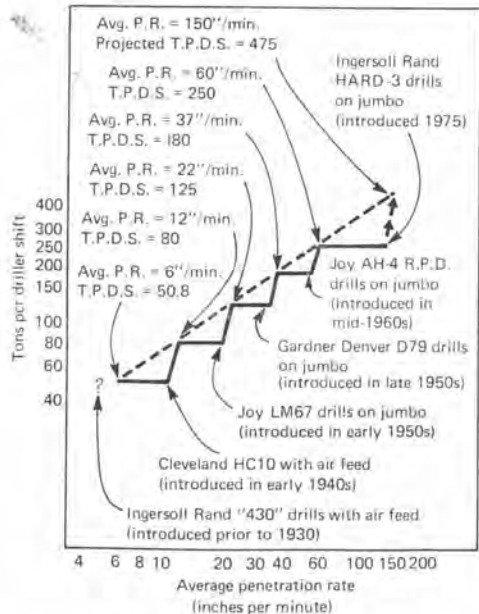


図-2 さく孔速度と掘削量の関係図

伸びていることを示した図である。

こうしたことによりこの機種は今後ますます伸びることが予想されている。

▶大口径用機械

地下ベンチ工法がオントリオールの銅山で公開された。これはコロラドドリルによる下向きせん孔と ANFO による発破後のずり処理に L.H.D. (Load-Haul-Dump) を用いたものである。これは立孔、横孔取付坂

路などを少なくできることや、さく孔、積込時間の短縮、換気などの点でも優れた点があると報告されている。

また、写真-2に示すAtlas社製の幅約1.4m、長さ約3.5mの小型の全断面掘削機が同じ場所で使用されている。

最近の地下掘削機に要求されている性能は、移動や組立が簡単に行えるのは当然として、高能率で汎用性に富み、信頼性が高いことである。

同じ機械を種々の採鉱に適用できるように、作業の標準化が図られる傾向にある。新しい設計の空気式ドリルとしては、小断面掘削を目的として2本の油圧ブームを装着したドリルがある。これは最小で2m×2mの断面で作業が可能であり、1シフトで250mの掘削例が報告されている。

最近の機械のもう一つの特徴は、独立回転機構と排気マフラである。大型機は通常2~3本のブームのついたアーティキュレート方式のディーゼルキャリアを有し、装葉用キャリアは無振動の作業台となっている。キャブはオプションであるが、密閉され、粉塵や、排気、騒音などから守られ、空調されている。

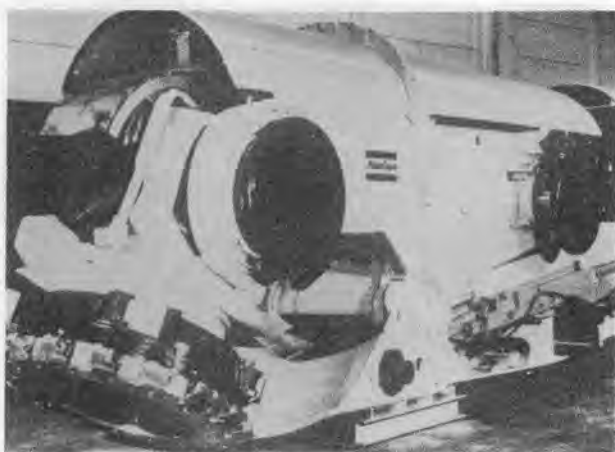


写真-2 Atlas "Mini Fullfacer"

硬い岩に対する連続採鉱システムはまだ始まったばかりで、ビットやカッターヘッド、ざり処理の点で問題点も多く、一軸圧縮強度で900~1,350 kg/cm²が限界とされているが、今後の発展が期待されている。

▶ビット

ビットに関する最近の研究はロータリパーカッションドリルとその破壊メカニズムに焦点が当てられている。研究の最終目標は岩質の広範囲の変化に対応できるドリルの設計である。

さく孔されたざりの粒度分析がビット設計の有力な手段となりそうである。

3点ビット、4点ビット、チゼルビットの性能に関する研究の一例を図-3~図-5に示す。

▶L.H.D. (Load-Haul-Dump)

L.H.D.は1950年代にすでに開発されていたが、60年代の半端まではほとんど用いられていない。その後急激な伸びをみせ、現在では石炭以外の硬い地下鉱石を対象として5,000~6,000台が活躍している。

この理由は労働者の不足や高い賃金によるものであるが、ディーゼルエンジンや排気ガス対策の進歩も見落すことができない。

最近のL.H.D.の特徴は、ローダと比べて走行速度やダンピングクリアランスの点では劣るが、バケット容量で50%も上回っていることである。アーティキュレート旋回方式で、オペレータは前後均等に見えるよう中央に配置されている(写真-3参照)。

空気式のL.H.D.もあり、これは小容量の短距離運搬に用いられる。危険な場所では遠隔操作される場合もある。

ディーゼル式のL.H.D.の坑内使用の最大の難点は有毒ガスの発生と、そのため多量の換気を要することであ

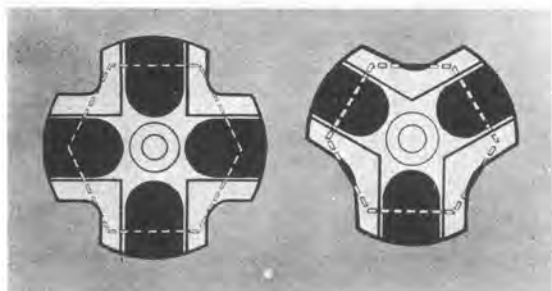


図-3 ビット形状(3点, 4点)

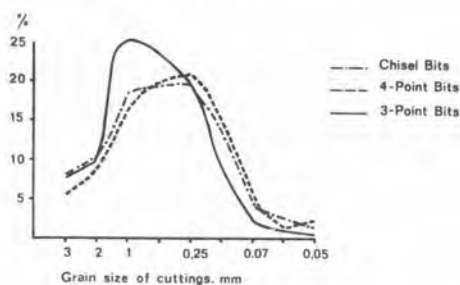


図-4 粒度分布

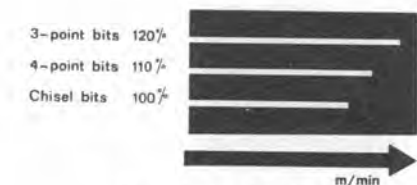


図-5 さく孔速度の比較



← 写真-3 ST-11 型 L.H.D.

↓ 写真-4 Alimak レイズクライマ

る。この点に関しては、坑口の適正な配置やエンジンと排気クリーナの正しい組合せ、エンジンの定期整備の方法、NO_x や CO の監視システムなどの面から研究されている。

▶ レイズボーラ

立孔ボーリング技術の発達は過去 10 年の間の特筆事項である。レイズボーラは 1967 年以前にはわずか世界で 10 台に過ぎなかったが、1972 年までに約 100 台が使用されるに至り、現在では約 180 台に達している。

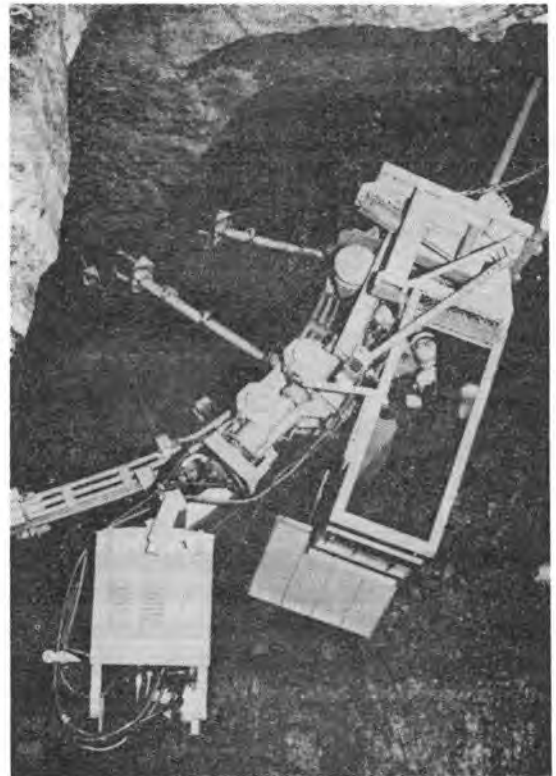
レイズボーラの最近の改良点としては、カッタの改良、回転数を可変としたこと、油圧駆動によってスラストやトルクを任意に変えられること、機械全高を低くしたこと（4.5 m 径のもので全高 6 m）などである。ベアリングやシールも改良され、モニタリングやさく孔機能の自動補正などができる自動化の方向へ進んでいる。

口径では 90 cm から 4.2 m のものまであり、電動または油圧駆動となっている。

数多くの施工例が報告されているが、なかでも 180 m の立孔を 0.35 m 径のパイロットホール掘削から 3.66 m 径に切抜げるまでをわずか 12 週間、1 日 3 シフトで実さく孔時間 282 時間という記録や、3.6 m 径、132 m の立孔を 158 時間で完成したという記録が目される。また、斜坑に関しては水平に対し 21.5°~30° という例もある。

* * *

以上、主要な項目について抄訳したが、紙面の都合上爆薬の運搬方法、列車運搬の自動化例、ホイスト、レイ



ズクライマ（写真-4 参照）など割愛した部分も多い。この点についてはお許しをいただきたい。

“Underground mining”

Engineering and Mining Journal,

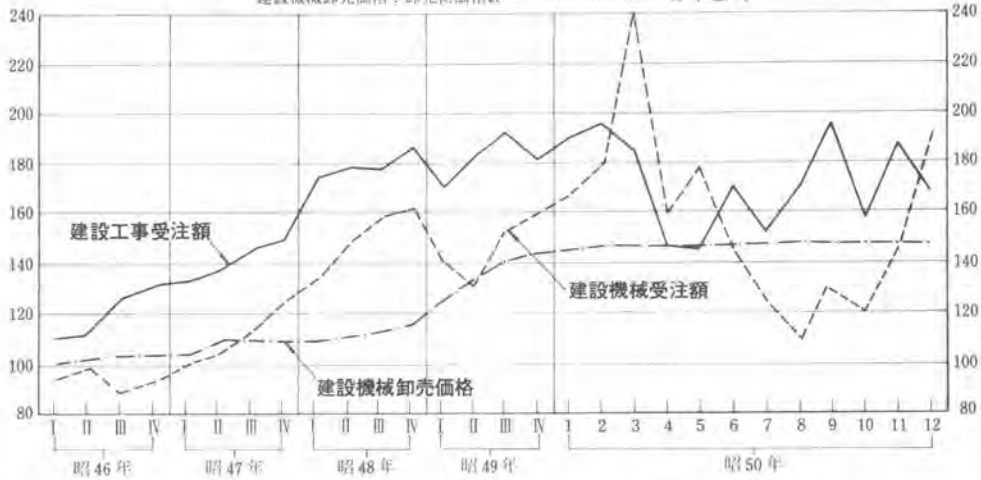
Sept. 1975, p. 91~111

（委員：本田宜史）

統 計 調 査 部 会

建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

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



建設工事受注（第1次43社分）（受注額）——季節調整済

（単位：百万円）

昭和年月	総 計	受 注 者 別				工 事 種 類 別			未消化工事高	
		民 間		官 公 庁	建 業		土 木	施 工 高	施 工 高	
		計	製 造 業		非製造業	建 業				土 木
46年	4,122,688	2,257,670	593,532	1,660,540	1,611,968	2,321,465	1,670,516	2,793,919	3,533,603	
47年	4,843,567	2,624,608	618,293	2,007,212	1,948,556	2,738,232	1,940,469	3,640,743	4,145,071	
48年	6,161,029	3,832,823	1,029,758	2,800,771	2,049,624	3,868,015	2,307,777	4,614,934	5,316,778	
49年	6,250,524	3,421,338	985,854	2,432,060	2,447,949	3,455,017	2,802,725	4,562,379	6,339,880	
49年12月	495,217	256,262	84,640	175,397	210,914	270,704	203,473	4,562,379	520,612	
50年1月	543,896	296,330	78,087	217,521	222,128	307,173	230,261	4,610,914	493,936	
2月	561,864	303,509	85,868	211,310	218,643	318,995	227,543	4,640,560	534,430	
3月	538,570	233,583	84,181	209,608	211,748	334,920	187,815	4,797,259	489,397	
4月	419,625	213,602	42,527	174,607	187,459	221,712	179,751	4,706,348	514,416	
5月	428,512	206,357	52,973	153,389	198,850	205,118	211,902	4,681,905	482,804	
6月	488,506	238,201	53,137	185,291	243,158	257,197	212,581	4,676,413	490,302	
7月	435,230	214,812	43,342	172,250	197,872	238,268	180,114	4,638,025	472,213	
8月	486,620	269,171	56,702	211,975	195,440	268,735	198,732	4,645,607	474,862	
9月	555,059	266,279	52,574	212,098	226,889	302,666	229,997	4,705,079	499,500	
10月	449,670	212,311	33,360	177,548	198,483	237,175	187,648	4,756,809	477,986	
11月	532,867	232,488	38,203	199,261	238,529	269,719	249,957	4,782,562	406,156	
12月	483,159	221,659	—	—	219,477	—	—	—	—	

50年12月は速報値

建設機械受注実績

（単位：億円）

昭和年月	45年	46年	47年	48年	49年	50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
建設機械	3,720	3,489	4,101	5,586	5,417	514	555	739	492	550	451	385	341	413	374	451	590

建設機械卸売価格指数

昭和年月	45年平均	47年平均	48年平均	49年平均	50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
建設機械（6品目）	102.3	106.9	112.7	135.9	145.3	146.6	146.6	146.7	146.8	146.9	147.1	147.6	147.5	147.4	147.4	146.9
掘削機（1品目）	102.8	110.3	116.1	133.3	142.5	142.5	142.5	142.5	142.5	142.5	142.5	144.0	144.0	144.0	144.0	141.7
クワッド（1品目）	102.3	108.1	114.5	138.7	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.0	145.0	145.4	145.4

注 1. 昭和46年、47年、48年、49年は1月～3月、4月～6月、7月～9月、10月～12月の平均値で示した。

注 2. 「建設工事受注額」において大手43社のシェアは約24～26%である。

注 3. 「建設機械卸売価格」は6品目（4機種、輸出入を含む）につき加重平均した指数である。

注 4. 「建設工事受注額」は50年の季節調整指数による。

ニユース

小型ホイールローダ “WS3”

キャタピラー三菱では三菱重工業が新たに開発したWS3ホイールローダの販売を1月から開始した。

本機は近年の道路工事や上下水道工事等、都市土木工事の増加に伴う小型建設機械に対する需要に対応して開発されたもので、次のような特長を有している。

① 建設機械専用新しく開発された定格出力45PSの三菱S4E型ディーゼルエンジンを搭載。このエンジンは騒音低減、振動防止などオペレータの疲労軽減を図るための工夫も施されている。

表-1 ホイールローダ“WS3”の主な仕様

バケット容量	0.6m ³
総重量	3,780kg (5,130kg)
最大走行速度	28.0km/hr(前進)9.4km/hr(後進)
登坂能力	30度
最小旋回半径	4,400mm (バケット最外側部)
全長	4,340mm (5,180mm)
全幅	1,860mm
全高	2,030mm (2,840mm)
ダンプクリアランス	2,010mm
ダンプリーチ	840mm
エンジン	三菱S4E
定格出力/定格回転数	45PS/2,400rpm
バックホウ容量	0.12m ³ (標準)
バックホウ最大掘削深さ	2,880mm
バックホウ旋回角度	185度
バックホウ旋回中心移動量	550mm (車体中心より)

(注) ()内はバックホウ付仕様を示す。



写真-1 小型ホイールローダ“WS3”

② メインクラッチは湿式単板を採用し、耐久性が高くなっている。

③ 変速機は前進3段、後進1段のフルシンクロメッシュの高低速切換装置付のため作業時と走行時の使い分けが容易となっている。

④ ステアリングは小回りのきくアーティキュレート式を採用。また、バケットコントロールはモノレバー方式で、昇降、チルトダンプ操作が1本のレバーで行え、操作性が優れている。

⑤ バックホウ部分の着脱は2本の連結ピンと2本の油圧ホースの着脱だけで容易である。

⑥ カートリッジ式のオイルフィルタの採用をはじめとして、各部の点検整備が容易な設計となっている。

本機の主な仕様を表-1に示す。

(編集部)

図書案内

建設機械理解のための基本・必携の本格的用語集

建設機械用語

B6判 326頁 頒価 3000円 (会員 2700円) 送料 300円

申込先 社団法人 日本建設機械化協会

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

行 事 一 覧

(昭和51年1月4日～31日)

本部支部打合せ会

日 時：1月19日(月)11時半～
出席者：中野俊次本部長幹事ほか14名
議 題：①支部運営経費確保について
②地方建設局職員の支部役員(理事)兼務について ③支部主催の「建設機械展示会」について

広 報 部 会

■機関誌編集委員会

日 時：1月13日(火)12時～
出席者：中野俊次委員長ほか19名
議 題：①機関誌昭和51年3月号(第313号)の原稿内容検討、割付 ②同5月号(第315号)の計画

■昭和50年度除雪機械展示・実演会

期 日：1月21日～22日
出品社：20社
参観者：約4,000名

機 械 技 術 部 会

■除雪機械技術委員会

日 時：1月12日(月)13時半～
出席者：内藤 寛委員長ほか17名
議 題：①ロータリ除雪車のJIS見直しについて ②ブラウ系除雪車の性能試験方法について ③ブラウの取付寸法について

■ショベル技術委員会騒音対策分科会

日 時：1月23日(金)13時半～
出席者：渡辺 正分科会長ほか14名
議 題：騒音測定法の原案作成について

■油圧機器技術委員会小委員会

日 時：1月23日(金)13時半～
出席者：井上和夫委員長ほか6名
議 題：整備解説書の原稿審議

■潤滑油研究委員会幹事会

日 時：1月27日(火)13時半～
出席者：松下 弘委員長ほか7名
議 題：「建設機械の潤滑管理」の文章再審議ならびに書き直し、見直し

■ダンストラック技術委員会専用ダンプ小委員会

日 時：1月30日(金)14時半～
出席者：梅田亮栄委員長ほか4名
議 題：専用ダンプ耐久試験方法の見直し

施 工 技 術 部 会

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会

日 時：1月7日(水)12時～
出席者：伊丹康夫委員長ほか15名
議 題：報告書のとりまとめ

■場所打杭委員会第4専門分科会

日 時：1月20日(火)14時～
出席者：山本 満分科会長ほか6名
議 題：①アンケート調査内容の決定
②同発送先の選定、同集計後の処理

■建設工事排水処理委員会幹事会

日 時：1月22日(木)15時～
出席者：土谷幸彦幹事ほか7名
議 題：今後の進め方について

■骨材生産委員会

日 時：1月23日(金)14時～
出席者：村上省一委員長ほか23名
議 題：①分科会の構成ならびに分科会長の選出 ②各分科会の具体的な活動方針の審議

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会

日 時：1月28日(水)15時～
出席者：伊丹康夫委員長ほか11名
議 題：報告書の審議

■破壊・処理再利用法委員会

日 時：1月30日(金)13時～
出席者：芳野重正委員長ほか12名
議 題：都市ごみの焼却残灰の固化処理技術について

■土・基礎工の施工管理機器研究委員会

日 時：1月30日(金)14時～
出席者：川崎浩司幹事ほか15名
議 題：委員会の活動方針について

整 備 技 術 部 会

■技術委員会マニュアル分科会

日 時：1月16日(金)14時～
出席者：二宮嘉弘委員長ほか3名
議 題：建設機械整備マニュアル各編執筆依頼(案)の検討

■技術委員会マニュアル分科会

日 時：1月21日(水)14時～
出席者：森本崇光部会長ほか5名
議 題：建設機械整備マニュアル執筆依頼の審議および執筆とりまとめ者の選定

■部品工具委員会

日 時：1月28日(水)10時～
出席者：内田一郎委員長ほか5名
議 題：ピンチバー、プライバー規格原案の検討

調 査 部 会

■新機種新工法調査委員会小委員会

日 時：1月9日(金)14時～
出席者：杉山庸夫委員長ほか8名
議 題：①新機種調査のとりまとめ
②機関誌掲載原稿の検討

■新機種新工法調査委員会

日 時：1月26日(月)14時～
出席者：杉山庸夫委員長ほか15名
議 題：①機関誌4月号掲載の原稿に

運 営 幹 事 会

日 時：1月13日(火)15時～
出席者：中野俊次幹事長ほか34名
議 題：①各部会、専門部会および建設機械化研究所の問題点と今後の運営方針 ②昭和51年度主要行事の計画について

ついて ②各社の新機械新工法の説明

機械損料部会

■機械損料部会小委員会

日 時：1月23日(金)15時～
出席者：高橋広次幹事長ほか5名
議 題：「建設機械の損料と経費」の改訂版出版について

■作業船委員会小委員会

日 時：1月26日(月)14時～
出席者：坂本武司委員ほか4名
議 題：作業船実績調査の解析方法について

ISO部会

■第3委員会第1小委員会

日 時：1月14日(水)14時～
出席者：柳 昭一委員長ほか4名

議 題：①TC127/SC N167 防錆、格納方法(案)の審議 ②同 N160 シンボル(案)の審議 ③同 N157 Exhibit III マニュアル案の審議

標準化会議および規格部会

■標準化会議

日 時：1月9日(金)14時～
出席者：伊丹康夫議長ほか24名
議 題：①建設機械用スタートスイッチ(案)の審議 ②手動式ソケットレンチ関係規格(案)7点の審議 ③動力式ソケットレンチ関係規格(案)5点の審議 ④工事用水中ポンプ修理基準(案)の審議 ⑤回転圧縮機性能試験方法(案)の審議

■規格委員会第1分科会

日 時：1月22日(木)13時半～
出席者：五十嵐俊夫分科会長ほか12名

議 題：①水中ポンプ修理基準(案)の再審議 ②建設機械用開放形オルタネータ取付寸法

■規格委員会第2委員会

日 時：1月29日(木)13時半～
出席者：鎌田短夫部会長ほか10名
議 題：①ROPSのJIS規格制定に関する経緯説明 ②ROPSのJIS原案作成委託に関する現状説明 ③ROPSその他のJIS原案作成委員選出 ④今後の委員会計画、日程の検討

建設公害対策専門部会

■指針委員会幹事会

日 時：1月16日(金)14時～
出席者：大石久和幹事ほか10名
議 題：「建設工事に伴う騒音振動対策技術指針(案)」に関する参考資料のとりまとめ

編集後記



不況と物価高騰のうちに間もなく昭和50年度が終ろうとしています。来年度の政府予算によれば、景気浮揚に直接的な効果を期待して公共事業関係費が大幅に増大されており、石油ショック以来続いている需要不振に苦悩してきた建設関連業界にも今年の後半からは新規の需要が期待できるものと思われまます。

さて、今月号は「巻頭言」に青函トンネルの藤田建設局長、「随想」に間組の松本常務取締役から玉稿を賜わり、本文には世界的な高水準にある超高圧ウォータージェット技術を応用した岩石せん孔機、建設公害防

止対策として上越新幹線のトンネル工事現場に設備された排水処理装置、ネガティブフリクションを低減した特殊パイルによる軟弱地盤の基礎工事ならびに全油圧式さく岩機による硬岩掘削についての貴重な報文を掲載いたしました。また、本号では1月号に引続いて各工事業者の新しい建設技術を紹介することにしました。

ご多忙のところご執筆いただいた各位に対して厚く感謝いたすとともに、新年度を迎えるに当たって諸賢のご活躍と一層のご自愛をお願いいたします。(桜沢・戸田)

No. 313 「建設の機械化」 1976年3月号

〔定価〕1部450円
年間4,800円(前金)

昭和51年3月20日印刷 昭和51年3月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 最上武雄 印刷人 大沼正吉

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105

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

建設機械化研究所 〒417 静岡県富士市大淵 3154 (吉原郵便局区内)

北海道支部 〒060 札幌市中央区北3条西 2-6 富山会館内

東北支部 〒980 仙台市国分町 3-10-21 徳和ビル内

北陸支部 〒951 新潟市東堀前通六番町 1061 中央ビル内

中部支部 〒460 名古屋市中区栄 4-3-26 昭和ビル内

関西支部 〒540 大阪市東区谷町 1-50 大手前建設会館内

中国支部 〒730 広島市八丁堀 12-22 築地ビル内

四国支部 〒760 高松市福岡町 4-28-30 小竹ビル内

九州支部 〒810 福岡市中央区舞鶴 1-1-5 舞鶴ビル内

取引銀行三菱銀行銀座支店

振替口座 東京71122番

電話(0645)35-0212

電話(011)231-4428

電話(0222)22-3915

電話(0252)23-1161

電話(052)241-2394

電話(06)941-8845

電話(0822)21-6841

電話(0878)21-8074

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

快適な運転席を

お届けします。



ポストロムシート T-BAR

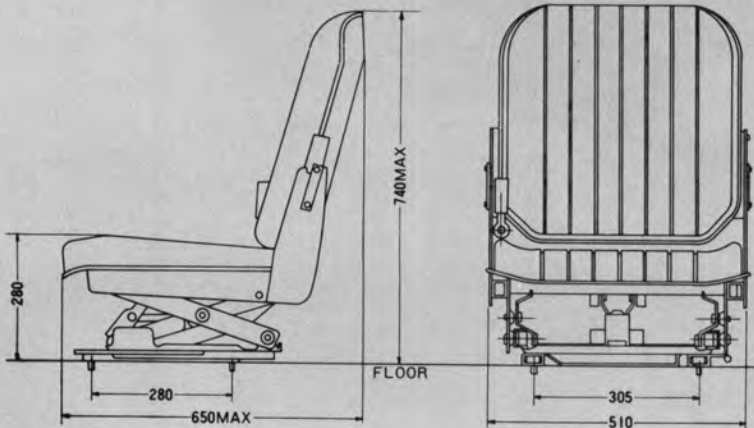
快適さと安全性を追求。

T-BAR型シートの特長

- トーションバーとショックアブソーバーとの組合せにより振動やショックを柔げます。
- 最適な乗り心地を得るための体重調節(55kg～120kg)が簡単に出来ます。
- バッククッションはワンタッチで2段階に調節出来、使用しない時は前に倒しておけます。
- スライドレールはピッチ20mmで前後5段階に調節出来ます。
- サスペンションストロークは100mmあります。
- トーションバーを使用し、リンクはX型パンタグラフ方式となっているため発進、停止時に沈み込み、浮き上がりがなく保守が簡単です。



適用車輛：ブルドーザー・ショベル・ホイールローダー等振動の激しい車輛



BOSTROM

ボストロムシートT-BAR

第1級のUOP技術を背景に
よりよい生活環境を目指して行動する

n-u

日揮ユニバーサル株式会社

東京都千代田区丸の内1-1-3 AIUビル15F
お問い合わせは 電話03-212-7371(大代)

どこへでも持って行ける…

丸友の移動式生コンプラント

MCP-500-D(0.5m³) MCP-750-D(0.75m³)

(実用新案申請中)



丸友機械株式會社

本社 名古屋市東区高岳町1丁目6番地
 〒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)

国外及び新幹線工事で大活躍 サガのスチールフォーム



〔営業品目〕

スチールフォーム・スライディングセ
 ンترلフォームセントリー・鋼製支保
 工・パネル・各種コンベヤー・護岸用
 及びダム用フォーム・プレートフィ
 ター・ずりびん・クレーン・シールド
 工事用機器・各種プラント・橋梁・
 鋼製プール・その他鉄骨製缶工事設
 計製作

山陽新幹線トンネル工事各社納入
 上部半断面打設用スチールフォーム
 L:15,000 自走装置付
 特許 下藕引上装置(他社では製作出来ません)



佐賀工業株式會社

本社・工場 富山県高岡市荻布209 TEL 0766-23-1500 (代)

東京事務所 東京都中央区八丁堀4-11-10第2SSビル5F
 TEL(03)551-3186(代)
 東京工場 埼玉県鴻巣市箕田字二本木3838
 TEL(0485)96-3366-8
 大阪事務所・工場 大阪市北区源蔵町10
 TEL(06)362-8495-6
 仙台事務所・工場 宮城県岩沼市桑原町4-9-12
 TEL(02232)2-4316(代)
 沼田事務所・工場 群馬県沼田市薄根町3475
 TEL(0278)3-3471
 青森事務所・工場 青森県青森市大字原別字上海原98-1
 TEL(0177)36-6161

溶接自動化の決定版

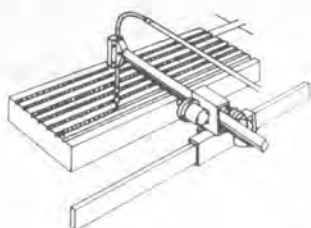
STOODY MODEL **GP**
GENERAL PURPOSE

AUTOMATIC REBUILDING SYSTEM

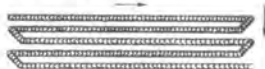
溶接自動化で従来ネックとなっていた問題点をすべて解決した全方向、全自動の画期的な溶接装置です。

〔必要電源〕

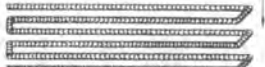
- 溶接用DC600A又は500A-40V 80%定電流垂下特性



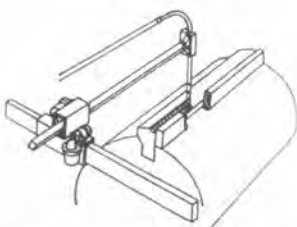
1. 両端ななめ連続溶接



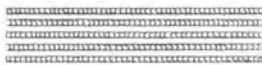
2. 直角直線ななめ組合せ連続溶接



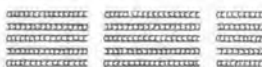
3. 直角直線組合せ連続溶接(間隔選択自由)



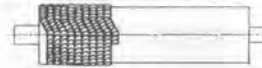
4. 平行連続溶接



5. 平行断続溶接(ピッチ間隔自由)



6. 自動ステップオーバー(横送り)機構による円筒物溶接



MODEL **GP**
GENERAL PURPOSE
自動溶接パターン

詳細については下記にお問合せ下さい



STOODY社日本代理店

マルマ 重車輻 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) テレックス番号242-2367番 〒156
 名古屋工場 愛知県小牧市小針中市場25番地 ☎(0568)77局3311(代)~3番 テレックス番号4485-988番 〒485
 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9211番 テレックス番号287-2356番 〒229
 神戸出張所 兵庫県神戸市垂水区高丸7丁目7番17号 ☎(078)706局5322番 〒655

各種米国製機械器具・薬材・及整備用機械工具

(1) "Snap-on Tools"



世界最高の
品質を誇り
永久保証の……
手工具と整備用
診断機器

(2) "Powder Torch"

新製品!! 合金粉末の吹きつけと熔接が単一操作で簡単に手軽に出来る「粉末熔接用アタッチメント」



セーフティホッパー
吸出し装置つき

●合金粉末スプレートーチによる応用例(射出チップ各種あり)

1. 鋼鉄の修繕…鋼鉄の修繕にはきわめて効果の高い手法で、ニッケルの高い強度とトーチ熔接法による均一加熱の長所とガスブレー熔接によってうまく結びつき、アーク熔接法に見られる部分的に不均一な硬度とか、ひび割れは防止でき、ブロンズ熔接にくらべてそれほどの高熱を必要とせず、より短時間で手軽に熔接できます。
2. シャフトの内盛り…シャフトの内盛りをひずみなしにおこなうには、スプレー法を採用するのが得策です。
3. 防蝕熔着…0.13ミリから0.25ミリ以上までの厚みで表面に気泡のない熔着ができます。
4. 表面硬化肉盛り…0.13ミリ以上お望みの厚さまでスプレー熔着します。
5. ステンレスへのはんだづけ…特に薄いステンレスとさまざまな厚みをもった切片との接合に最適です。
6. 彫金…不可能とされていた多くの用途に道を開くもので、色合いとか風格に無限のバリエーションを与えます。MW印合金粉末トーチの新設計製品によって金属化塗装(不溶性の表面塗装)もできます。

注) 合金粉末は用途に応じて銅、ニッケルを母材としたもの、又はタンダステン、カーバイドの微粒子を混ぜたもの、又は機械加工の容易なものがあります。(ラチェターのコア、各種シャフト、歯車、羽根車、バルブ、等肉盛熔接)
(詳細は当社へ御連絡下さい、必要に応じて実演を兼ねて参上致します。)



GB Series (3) "Flex-Hone"

●特長 "ホーニング" の新製品

- ★弾力性があり、決して破損せず、砥石のムダがありません。
- ★内燃機関シリンダーを此のフレックス・ホーンで仕上げた時のリングとシリンダーの当り面(RING SEATING)は非常に精度が高く、全くシリンダーに新しい生命を与えます。

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

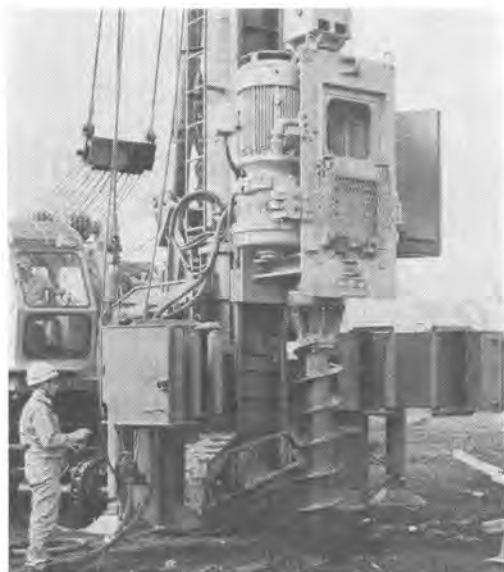


内外機器株式会社

本社 東京都世田谷区桜3丁目11番12号 電話 03-425-4331(代表) 加入電信242-3716 千156
名古屋営業所 名古屋市中区千早町5丁目9番5号 電話052-261-7361(代表) 加入電信442-2478 千460

無騒音・無振動・無公害

三和機材の建設機械



アースオーガー

●特長

- 騒音・振動がありません。
- 施工速度がスピーディです。
- 極めて硬い地盤まで施工できます。
- あらゆる基礎工事に使用できます。

●主なオーガー工法

- 既製杭建込工法
- 場所打杭工法
- 地中連続壁工法
- 地盤改良工法
- 鋼矢板建込工法

コンデストラー

三和機材のコンデストラーは、日本国
有鉄道との共同開発により実用化した無騒
音・無振動コンクリート破壊機です。

●特長

- 騒音・振動・粉塵がまったく発生しません。
- 破壊されたコンクリートが周囲に飛び
ちりません。
- 強力な油圧により作動し、鉄筋等も確
実に破壊出来ます。
- すべての操作が一人で出来ます。



●三和機材の建設機械●

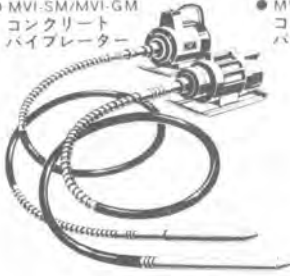
アースオーガー・ドーナツオーガー・シートバイラー・ホリゾンガー・トンネル掘削機・コンクリート破
壊機・モルタル用パッチャープラント・土木用スクリュウコンベア・その他土木建設機械設計・製作



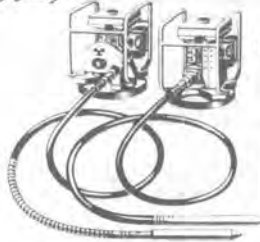
三和機材株式会社

本 社 東京都中央区日本橋茅場町2-10 蛇の目茅場町ビル ☎東京(03)667-8961 〒103
営業所 大 阪 ☎06-261-3771 福 岡 ☎092-451-8015 札 幌 ☎011-231-6875

● MVI-SM/MVI-GM
コンクリート
パイプレーター



● MVI-CE/MVI-GE
コンクリート
パイプレーター



● MVU
軽便型パイプレーター



● MVI-MD
インナーパイプレーター



● MVI-DML
標準直結型パイプレーター

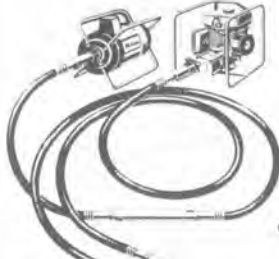


Mikasa

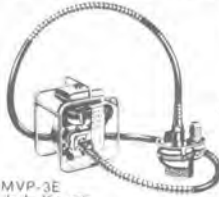
CONSTRUCTION EQUIPMENT

特殊建設機械メーカー

三笠産業



● MVP-3E
水中ポンプ



本社 東京都中央区新富町一丁目
札幌出張所 北海道札幌市東区南一条
仙台出張所 宮城県仙台市青葉区
工場 茨城県水戸市
西部総発売元 三笠建設機械株式会社



● MVI-PC
● MVI-PCE
分断式パイプレーター



● MCD-1U/MCD-2B/MCD-3
コンクリートカッター

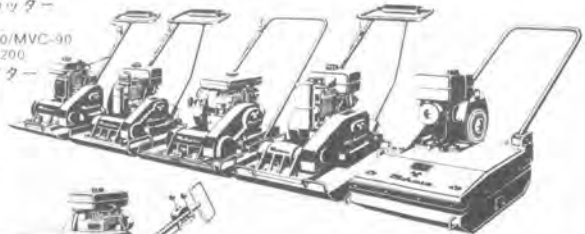


● MHC-8A
ハンドコンクリートカッター



● MOH-24
パイルハンマー

● MVC-52/MVC-70/MVC-90
● MVC-110/MVC-200
プレートコンパクター



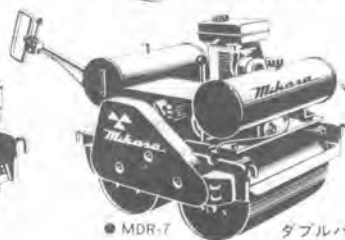
● MDR-S50
スロープタンパー



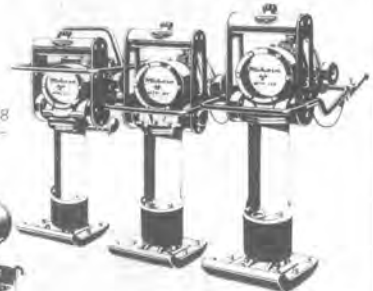
● MDR-T38
トレンチローラー



● MDR-9D
ダブル
バイブレーション
ローラー



● MDR-7
ダブルバイブレーションローラー

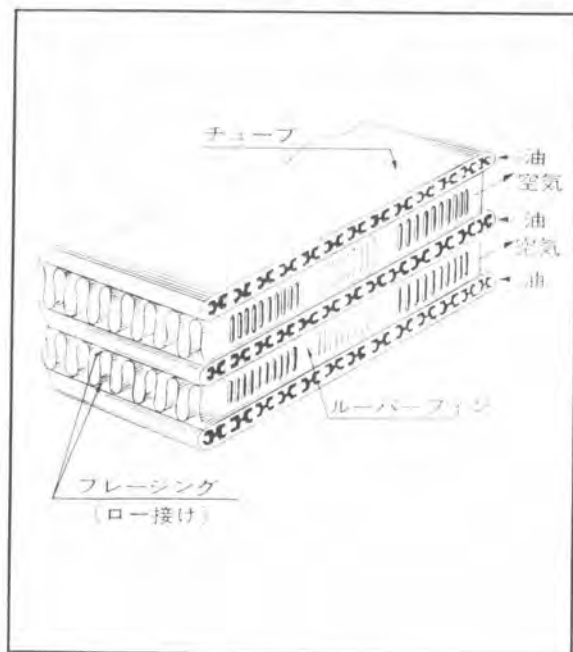


● MTR-55/MTR-80/MTR-120
タンピングランマー

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^{リットル}までの多種類・納期迅速材質が総アルミ製なので、軽量で耐圧、耐蝕に優れている。

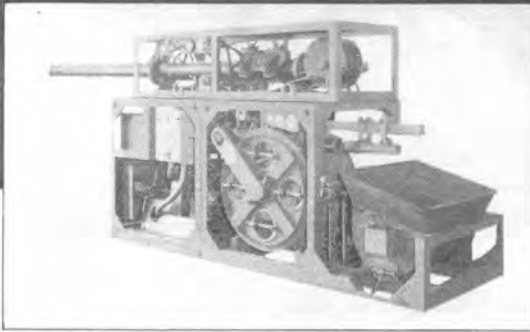
営業品目 油圧・潤滑用サクション、低、中、高圧、リターン等各種フィルター、水冷、多管式オイルクーラー(自社製ローフィンチューブ組込)強制潤滑装置。



大生工業株式会社

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

常に安定した品質のコンクリートを 吹付けることができます。



極東チャレンジ

ショットクリート PC08-60M

トンネル工事の悩みを一挙に解決した湿式吹付機登場

極東ショットクリートは湿式のコンクリート吹付機であり、優れた稼動実績を持つスクイーズ式コンクリートポンプをベースとしたポンプユニットと、コンクリートの凝結を早める急結剤の供給装置（パウダーフィードユニット）、およびこれらを駆動させる動力源（パワーユニット）の、3ユニットより構成されています。

あらかじめ配合された生コンクリートは、ポンプユニットで配管先端の吹付ノズルまでそのまま圧送され、ノズル部分で混合される、急結剤を含んだ圧縮空気の働きで岩盤に強く吹付けられます。このとき空気中に含まれた急結剤はコンクリートを急結させるようになっています。

吹付能力が大きい上に連続吹付けができます。しかも粉塵・はね返り（リバウンド）が従来の機械に比べて非常に少なく、良質のランニングが得られます。

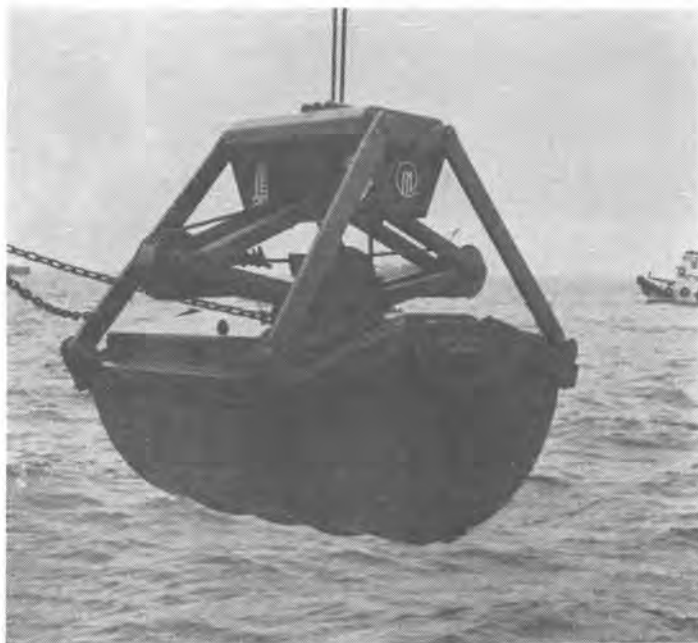
また吹付作業だけでなく、コンクリート打設・グラウト注入にも使用できる多目的な機械です。

極東開発工業株式会社

本社	〒663 西宮市甲子園口6丁目1番45号	(0798)66-1001
東京支社	〒105 東京都港区浜松町2-4-1	(03)435-5351
	世界貿易センタービル33F	
本社工場	〒663 西宮市甲子園口6丁目1番45号	(0798)66-1001
本社第二工場	〒666 川西市下加茂2丁目4-1	(0727)58-9001
福岡工場	〒820 福岡市大学伊岐通4-2-8	(0948)23-0880
名古屋工場	〒485 小牧市大字東田中宇松本1-3-7-5	(0568)73-2211
横浜工場	〒242 大和市深見5-3-7	(0462)63-2211
北海道営業所	〒064 札幌市中央区北5条西25-7	北海道ビル5F (011)641-9051
東北営業所	〒980 仙台市花京院1-4-10	イースタンビル4F (0222)62-2040
信越営業所	〒950 新潟市蒲原町1-48号	大石ビル (0252)44-7526
静岡営業所	〒420 静岡市長沼町2-20-10	(0542)61-0180
北陸営業所	〒924 松任市徳丸町3-6-6	(極東工業内) (0762)76-3633
広島営業所	〒733 広島市観音町15-18	吉村ビル (0822)32-8358
高松営業所	〒760 高松市塩上町3-21-8	共栄ビル (0878)61-4091
福岡営業所	〒816 福岡市博多区大字茶臼字塩牟田829-8	(092)471-1001
沖縄営業所	〒900 那覇市久米1-3-7	太陽建設2F (0988)68-0894

マサゴが新開発した ヘドロ用 完全密閉 バケット

Masago **M**
 Non **N**
 Pollution **P**
 Bucket **B**



作業中のヘドロ用MNPバケット

特長

1. 水中で、つかみ運動中、「ヘドロのはきだし」と「漏水」がありません。
2. 海水汚染が非常に少ないです。
3. サイクルタイムが一般のグラブバケットとあまり変わりません。
4. ロープ式のグラブ船すべてに、取付可能です。
5. 空気タンクの空気量調整により、水中での接地圧が加減出来ます。
6. 排土が極めてきれいに行われます。

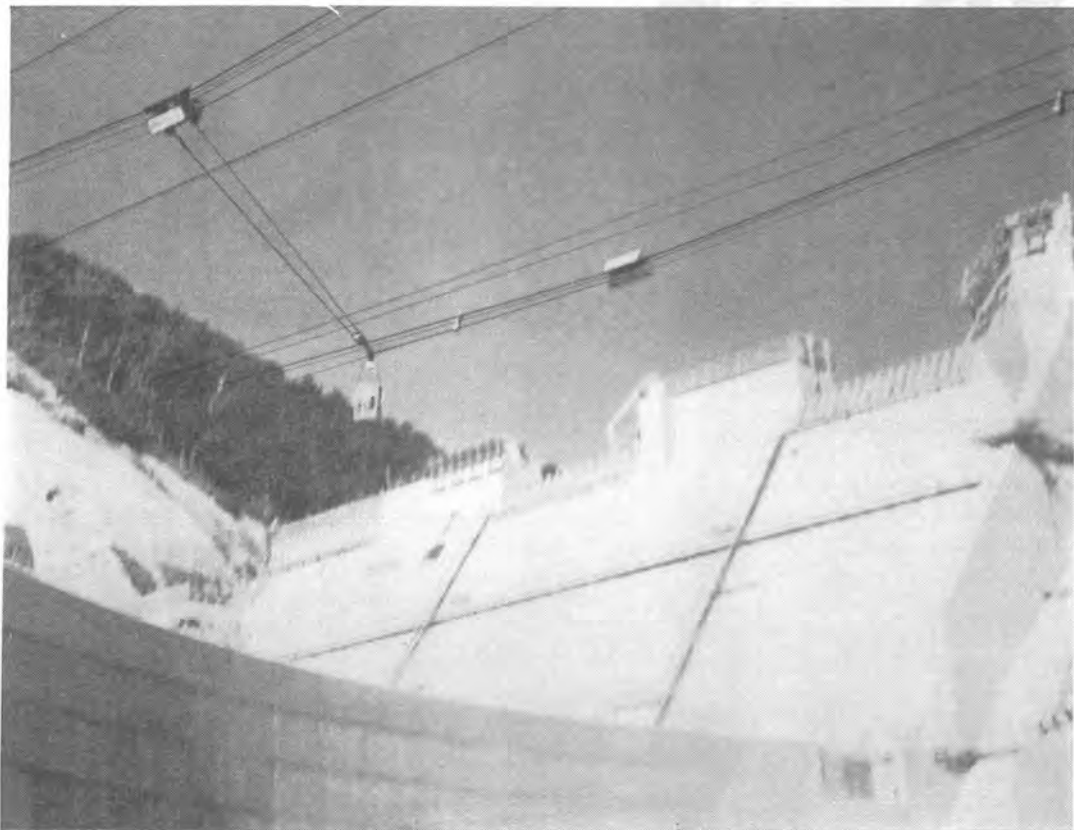


眞砂工業株式会社

柏事業所 千葉県東葛飾郡沼南町沼南工業団地 電話(柏)0471-91-4151(代) ☎270-14
 大阪営業所 大阪市北区牛丸町5-2(日生ビル) 電話(大阪)06-371-4751(代) ☎530
 本社 東京都足立区花畑町4-074番地 電話(東京)03-884-1636(代) ☎121

南星の複線式ケーブルクレーン

特許出願中



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



株式会社 南星

本社工場	熊本市十禅寺町4の4	TEL(代)52-8191	宇都宮駐在所	宇都宮市今泉町3016	TEL	61-8088
東京支店	東京都港区西新橋1の18の14(小里会館ビル2階)	TEL(代)504-0831	盛岡営業所	盛岡市開運橋通り3番41号	TEL(代)	24-5231
大阪営業所	大阪市大淀区本庄中通3丁目9番地	TEL(代)372-7371	長野営業所	長野市大字中御所岡田152	TEL(代)	85-2315
名古屋営業所	名古屋市東区石神堂町2丁目18の2(大栄ビル)	TEL(代)962-5681	宮崎営業所	宮崎市堀川町54の6	TEL(代)	24-6441
仙台営業所	仙台市本町2丁目9番15号	TEL(代)27-2455	新潟出張所	新潟市東万代町4番9号	TEL(代)	45-5585
札幌営業所	札幌市北16条東17丁目	TEL(代)781-1611	大分出張所	大分市中島西2丁目1~41	TEL	4-2785
広島営業所	広島市中広町2丁目17番18号	TEL(代)32-1285	甲府出張所	甲府市千塚町2111	TEL	22-5725
熊本営業所	熊本市十禅寺町9の1	TEL(代)52-8191	富山出張所	富山市大泉一区東部1139	TEL	21-3295

世界の最先端機構を実現!!

DAIHATSU バイブレーションローラ

VR³⁰ デラックス 型

小型特殊自動車形式認定済

〈認定番号 特-131〉 特許出願中

特長

- 操縦の楽なパワーステアリング
- 独得のアーティキュレーテッド方式
- 登坂力の大きい両輪駆動
- すみずみも転圧する

サイドローラ



- ハンドガイドタイプのベストセラー VRDA型
- 法面専用締固機 VRSA型
- トレーラー形締固機 VRKA型

ダイハツディーゼル株式会社

本社 大阪市大淀区大淀町中1丁目1番地の17
電話(大代表)大阪(06)451-2551 千531

本社工場 電話(大代)06(451)2551
守山工場 電話(代)07758(3)2551
東京営業所 電話(大代)03(279)0811
札幌営業所 電話(代)011(231)7246
仙台営業所 電話 0222(27)1614

名古屋営業所 電話(代)052(321)6431
高松営業所 電話(代)0878(81)4121
福岡営業所 電話(代)092(411)8431
下関駐在所 電話(代)0832(66)6108
ロンドン事務所 TEL: 01 588 5395

実績と技術を誇る特殊電機……！

トクデン タンパー Y-80型

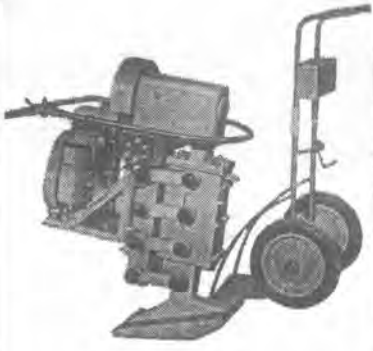
本邦唯一、
ゴム共振採用

特殊衝撃方式の為故障少
なく耐久力が大である。

- 突固め能力が強力である
- 前進登坂力が強力である
- 注油の必要がない

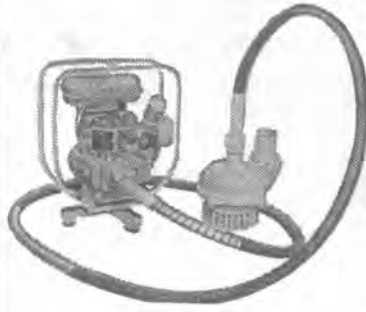
■用途

路床・路盤・アスコン等の軸圧
埋設工事後の軸圧 法面・法肩
路肩等法面の軸圧 盛土・栗石
の突固めその他狭隙場所の軸圧
締固め



トクデン ポンプ

軽便高性能



トクデン パイプレータ



原動機はエ
ンジンでも、
モーターで
もO-K

特長

- 原動機はエンジン、モーターいずれも使用出来る。
- 小型軽便で持運びは一人出来る
- 取扱操作は極めて容易。
- 呼び水等は一切不要。
- 故障少なく耐久度大。
- 土砂混入のよれ水でも容易に大量揚水出来る。
- 原動機は一切の部品、工具を使わないでパイプレーターに完全兼用出来る。

吐出口径 2吋 3吋
揚程 (最大)

- 22m 14m
- 揚水量 (最大)
- 480ℓ/min
- 1100ℓ/min

営業品目

コンクリート・ロ
ード・フィニッ
シャー 各種コン
クリートパイプ
レーター
(エンジン式・空
気式・電気式)
フィニッシング
スクリッド・振動
モーター・その他
振動機械



特殊電機工業株式会社

本社	〒161 東京都新宿区中落合3丁目6番9号	電話東 京 03(951)0161-5
浦和工場	〒336 浦和市大字田島字榎沼2025番地	電話浦 和 0488(62)5321-3
大阪出張所	〒550 大阪市西区九条南通3丁目29番地	電話大 阪 06(581)2576
九州出張所	〒816 福岡市南局区内青木真砂町793番地	電話福 岡 092(41)1324
名古屋出張所	〒457 名古屋市南区汐田町3丁目21番地	電話名 古 屋 052(822)4066
仙台出張所	〒983 仙台市大行院丁1番地	電話仙 台 022(57)3860
北海道駐在	〒060 札幌市北一条東8丁目1番地	電話札 幌 011(241)8101

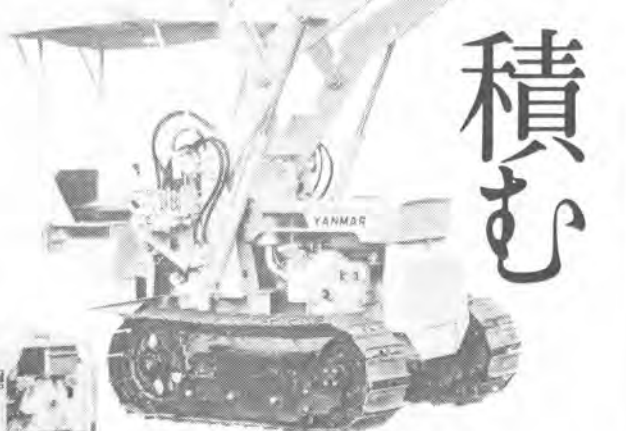
燃料報国

— 高効率燃料を生かす確かな技術 —



掘る
埋める

ヤンマーディガー
●YB600C

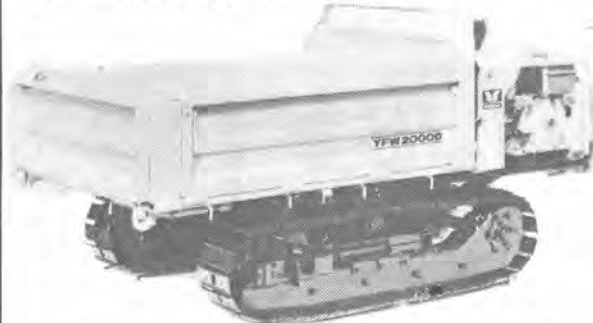


積む

ヤンマーキャリヤー

- YFW500(D) 500kg積
- YFW1000(D) 1000kg積
- YFW2000(D) 2000kg積

運ぶ



ヤンマーショベル
●Y16

ヤンマー建設機械は、ツルハシ・シャベル・ネコ車などの人力にたよっていた、大形機械の入れない現場で、「掘る・運ぶ・積む・ならず・埋める・かためる」といった作業を人力の何10倍ものスピードでこなします。

YI ヤンマー建設機械



ヤンマーディーゼル株式会社

本社 / 大阪市北区茶屋町62 〒530 TEL (06) 372-1111 (代)
支店 / 札幌・東京・名古屋・大阪・高松・広島・福岡 営業所 / 仙台
●詳しいカタログをお送りします(本社・宣伝部)まで

ホイールカッター式

小形 浚せつ船

標準吐出径 150, 200, 250, 300, 350mm

- 分解して陸搬できる
- 浚せつ圧送能力は絶大
- 周辺の水を濁さない
- 砂・砂利の採取
- ダムの堆砂さらえ
- 港湾のヘドロ除去
- 河川の水底掘削



株式
会社

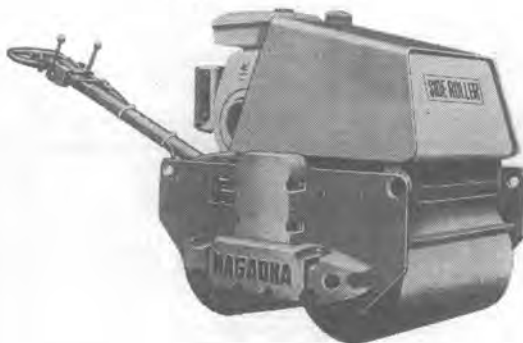
ウオタマン

カタログ説明書贈呈最寄現場ご案内

〒542 大阪市南区鯉谷東之町32 TEL 06-252-0241

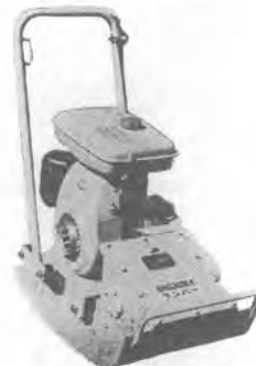
締固め機械のトップをゆく！ 稼働率の高いことは業界の定評！

サイドバイブレーションローラー
両輪駆動
振動ローラーの本命



V-6WD型 850kg

長岡タンパー
ランマーに代る締固め機



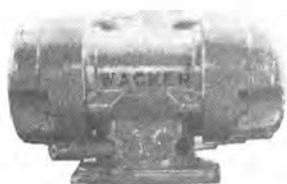
NGK-80型 80kg



長岡技研株式会社

東京都品川区南品川2-2-15
TEL (03)474-7151(代)

WACKER® コンクリート バイブレーター



多種多様のタイプを
提供出来ます。

- 1500・5000・6000
9000・12000 vpm.
- 遠心力 3570kpまで

外部バイブレーター

木、プラスチック、鋼鉄製などの型枠
テイルディングテーブル、バッテリー……全ゆるもの
に取付けられ振動問題を解決し、好評を得ています。

- 特殊コンクリートの締固め方法
- 外部・内部バイブレーターの全面採用システム
バイブレーショントレスル、コンクリートテス
トテーブル

など御相談下さい。



日本ワッカー株式会社

〒144 東京都大田区南蒲田2-18-1
Tel. 東京 732-9 2 8 1 (代)

躍進する西ドイツ WACKER グループの姉妹会社

田原の水門

技術と実績が生む高信頼性!

水資源開発公団殿、宝生ダム ラジアルゲート(14.7m×9m)3門 昭和49年竣工

各種水門 工業用水道用バルブ
橋梁 骨材破碎篩分運搬装置
水圧鉄管 鉱山機械
上下水道用バルブ 設計製作据付



株式会社 田原製作所

〒136 東京都江東区亀戸町9-34-11 TEL.(681)1116(代) 9

最大舗装巾12mの画期的新製品



北陸縦貫道丸岡工事

BARBER-GREENE

SA-190型

ASPHALT
FINISHER



卓越した特徴

- 全油圧駆動による円滑な無段変速
- 独特のPave-Commandによる
全自動運転方式の採用

● 詳細は右記にお問い合わせ下さい。

Barber-Greene 

本邦取扱店

極東貿易株式会社

建設機械第1部第2課

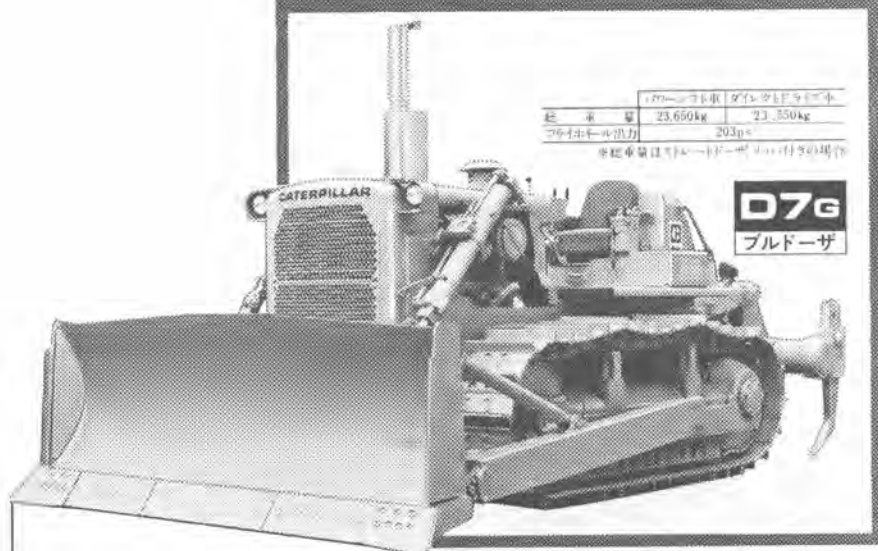
本店 〒100 東京都千代区大手町2-2-1 (新大塚町ビル7階) ☎03(244)-3809

支店 札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡

指定整備工場：マルマ重車輛株式会社

東京都世田谷区桜ヶ丘1-2-19 ☎03(429)-2131

たとえば、
 フライホイール出力
 11%アップ。
CATD7Gブルドーザ
 一段とパワフルに
 使い易く新登場。



フライホイール出力203ps最大トルク90.3kg・m。

まず、エンジン。フライホイール出力、最大トルクは、ともに11%アップ。このクラス最高のパワーと粘り強さを、余裕をもった作業がてきます。

ステアリングクラッチとブレーキは連動。

ステアリングクラッチとブレーキは連動式のため、操向はレレメナけてOK。

CAT特許の密封潤滑式トラック。

足回りの耐久性もアップ。ピンとブッシュの接触面をオイルで潤滑。ピン、ブッシュの寿命を延長し、履帯騒音も減少しています。

その他の改良点。

ブレーキ容量をアップ。メインフレーム、イコライザ、サスペンションを強化。

ブルのことなら

田キャタピラー三菱

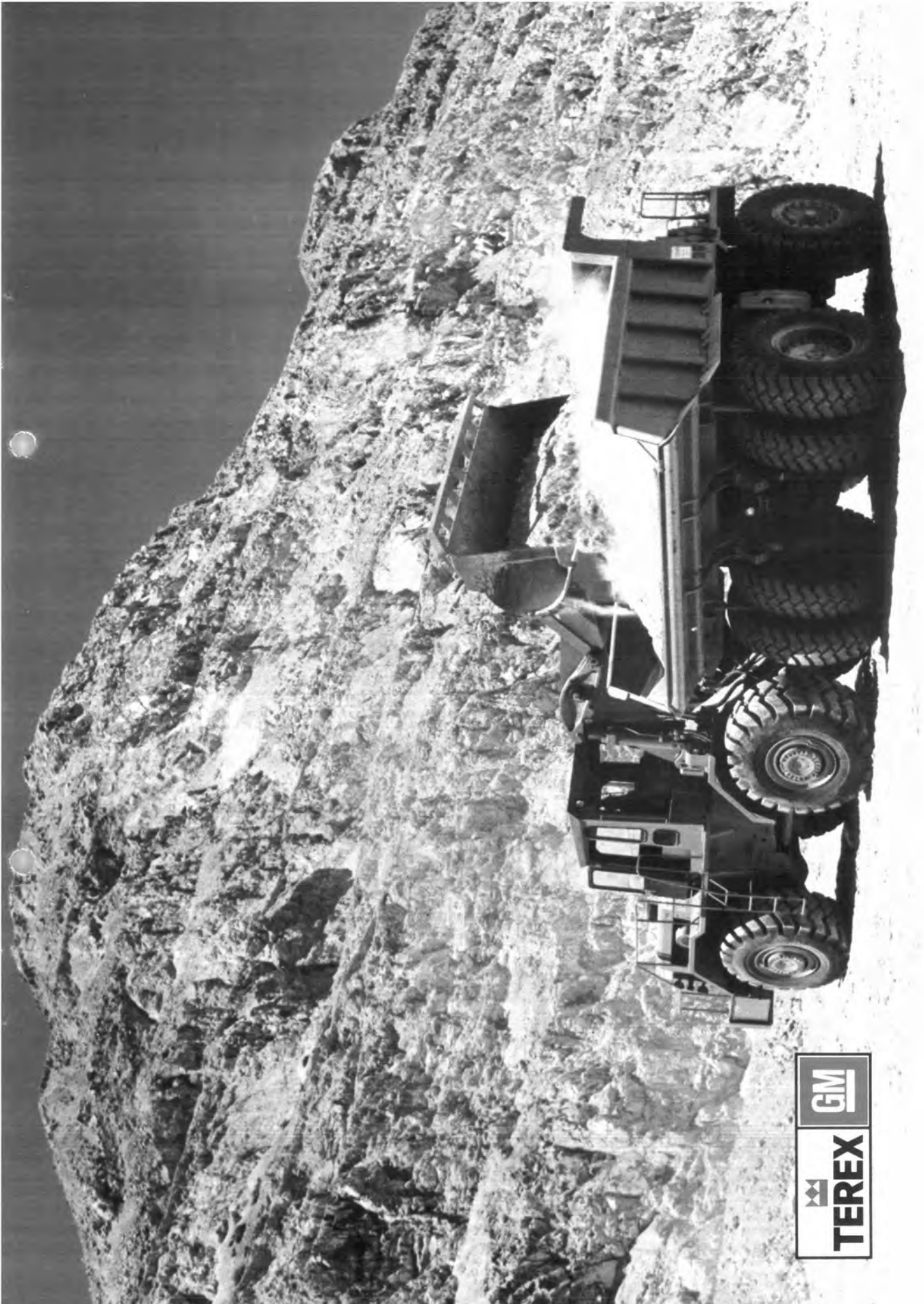
本社・工場 神奈川県相模原市田名3700 千229 ☎(0427)62-1121
 通 販 ☎ 東京都港区北青山(1) ☎(03)3401-1100 ☎(03)3478-1121

東関東支社 ☎ 柏 10471-31 1151
 西関東支社 ☎ 八王子 10426-48 1133
 長 崎 支 社 ☎ 崎 10252-00 9177

東海支社 ☎ 安 城 05667-8 1111
 近畿支社 ☎ 京 本 0726-43 1191
 中国支社 ☎ 瀬野川 08269-0 1111

（TYS）販売店
 北海道建設機械販売 ☎ 札幌 011-881-2321
 東北建設機械販売 ☎ 仙台 02232-02-2111

岡山建設機械販売 ☎ 岡 0869-92-4481
 中国建設機械販売 ☎ 広島 08292-4-1211
 設置自動車 ☎ 他 0888-68-4175



GM
TEREX

33-07 hauler



- 積載容量 40トン(26m³ @ 3:1)
- 525馬力ターボGMエンジン
- 積込高 3.5m

72-81 loader



- バケット容量 6.9m³
- 434馬力ターボGMエンジン
- パワーソフトシフト

33-15 hauler



- 積載容量 150トン
- 1600馬力ターボGMエンジン
- ディーゼルエレクトリックドライブ
- 積込高 5.0m

72-71 loader



- バケット容量 5.0m³
- 336馬力ターボGMエンジン
- パワーソフトシフト

テレックス建設機械は GM 社建機部門で生産され 全世界の建設現場 鉱山で好評を得ておりますが その真髄は堅牢 耐久性 機動性 保守の簡易です。この四要素を生み出した背景には GM 社の最高技術と研究開発への膨大な投資に加えて 旧ユークリッド時代からの生産実績稼働経験に基づく総合力があります。上段の2機種コンビは国内ダム工事に最高の運搬実績と低コストを実証しております。

33-11 hauler



- 積載容量 80トン
- 800馬力ターボGMエンジン
- 積込高 4.1m

72-51 loader



- バケット容量 2.6m³
- 194馬力GMエンジン



弊社は永らく“極質のユークリッド”と業界の御愛顧を受けて参りましたが ユークリッド社に変遷があり GM 社に移りました。テレックス建機各種に付いての詳しい資料は何時でも御請求下さい。

33-09 hauler



- 積載容量 55トン
- 665馬力ターボGMエンジン
- 積込高 3.6m

33-05 hauler



- 積載容量 28トン
- 350馬力ターボGMエンジン
- 積込高 2.9m

●お問い合わせは……

極東貿易株式会社

建設機械第一部

〒100-91 東京都千代田区大手町2-2-1
TEL.03(244)3811(ダイヤルイン)

『カタログ、至急ご送付乞う』



トラクタショベルのデパート、なんていったら、ちょっとオーバーでしょう。事実、TCMのラインアップは、用途によって、最適な機種を使い分けていただけるよう、バラエティ豊か。STD10から475Bまで、何と12機種。きっとその中に、お望みの機種があるでしょう。

省力化のシンボル

TCM

東洋運搬機

本社 〒550 大阪市西区京町堀2-118
販売事業本部 〒105 東京都港区西新橋1-15-5

『お送りしますか、お持ちしますか』

TCMトラクタショベル



掘削力で

爪交換がす早くできるのは
 <三菱エスコ>のバケットだから
 激しい潮流・浮力を圧倒。深海も
 一気に掘りまくる。強力な
 パワーを生み出すのは、自重に
 加えて“特別設計”のバケット
 形状やワイヤローフの巻掛け数、
 などの相乗効果。特に掘削力の
 決め手となる爪が、す早く交換
 できるアイデア設計。<三菱エ
 スコ>ならではの、豊富な経験
 と技術力の成果です。

MITSUBISHI SEIKO
EACO
 クラムシェルバケット

凌波現場を選ばないのは

<三菱エスコ>のカッターだから

引きしまった砂利層でも、硬い
 岩盤でも、変らぬ掘削力を発揮
 する。その秘密はカッター先
 端、独創の爪部分。いつも現場
 にピッタリの形状の爪をセットで
 き、交換もハンマー1本でOK。
 激しい作業による摩耗にも、カッ
 ター全体の交換が不要になって
 経済的。機械稼働率を飛躍
 的に高めます。

MITSUBISHI SEIKO
EACO
 ドレヅジカッター



差をつつける

港湾土木機械の機能をひろげる爪「コニカルニ体ツース」をあわせてご活用ください

特殊鋼をつくり加工する
三菱製鋼

鋼板営業部 東京都千代田区大手町2-6-2(日本ビル) ☎東京03(270)6181(代表) 100

■営業所 大阪(06)343-0841(代) 名古屋(052)561-1581(代) 広島(0822)46-2220(代) 福岡(082)44-0787(代) ■出張所 仙台(0222)21-1366(代) 新潟(0252)41-7237(代) 札幌(011)281-6791(代)

新製品



市街地工事に朗報! 作業指示が口頭でできる静かさです。

昼夜を問わず安心して作業が進められます。

ご好評をいただいているUH04の低騒音タイプが登場しました。昼夜を問わず民家に接近した工事でお使いいただくために、エンジンまわりに徹底的な改良を加えて、騒音レベルは機械旋回中心から30m地点で、わずか55デシベル（Aスケール）と、大幅な低騒音化を実現しました。そのため作業指示も口頭で伝えられ、能率がアップ。キャブ内騒音も低く、オペレータが疲れません。

- エンジン室は密閉遮音構造で、吸排気ダクトを設けてあります。またメインリリーフバルブもエンジン室の中に入れてあるため、エンジン音・油圧音ともに外部洩れはわずかです。
- 深夜作業時（エンジン回転数1,500rpm）は、旋回中心より30m地点で騒音レベルが55デシベル（Aスケール）。昼間作業時（エンジンフル回転）の騒音レベルは、59デシベルと非常に静かです。

UH04SS

日立低騒音形油圧ショベル

バケット容量 0.15～0.5m³
エンジン出力 81PS
全装備重量 10.8t

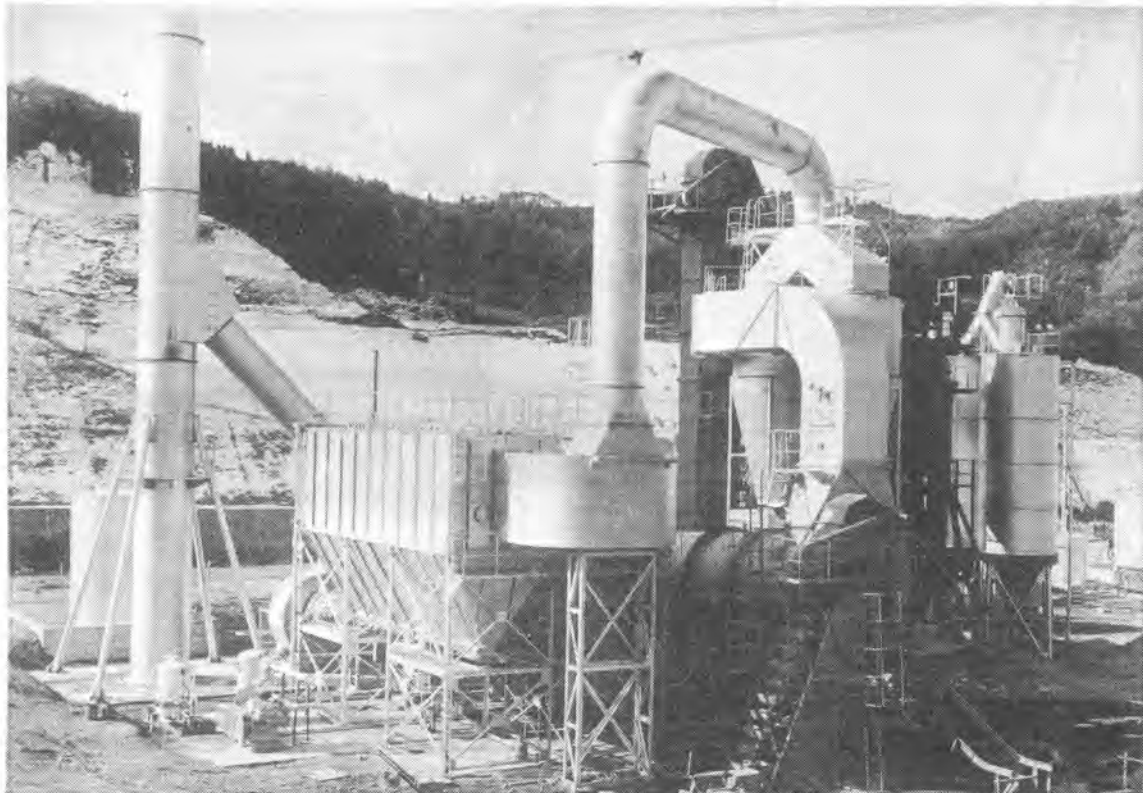


日立建機株式会社

〒101 東京都千代田区内神田1-2-10
TEL (03)293-3611(代)

アスファルトプラント専用

バグフィルタ



1 伊布付きのまま トレーラー輸送OK!

日工式バグフィルタなら、移設の際でも伊布の取りはずしや、ケーシングの分割がまったく不用。伊布を取りつけたまま、トラックやトレーラー輸送がスムーズにできる構造になっています。

4 集塵効率が高く 寿命の長い伊布

伊布の材質には耐熱性にすぐれたナイロンフェルトを使用、寿命の長さといまっ、微細な発生ダストを完璧に捕集します。

アスファルト専用設計を実証する! バグフィルタ6大メリット

2 仮設の経費を大巾節減 現場組立はわずか2日!

日工式バグフィルタは一度装着すればあとは現地でボルト操作するだけ…。これまで約1週間要していた組立工事もわずか2日でOK! 仮設経費の節減に役立ちます。

5 アスファルトプラントなら どのタイプでもOK!

既設のどんなアスファルトプラントにも、簡単に取り付けられます。

3 伊布の点検・取付が簡単 日工独自のオープスタイル採用!

カバーを取りはずせば、簡単に伊布の点検・取付ができる日工だけのオープスタイルを採用、伊布のメンテナンスはつねに完ぺきです。

6 フル装備の安全装置!

日工式バグフィルタは、非常温度制御装置をはじめ、安全稼働に欠かせない数々の装置が設けられています。



人間優先の国土開発と取組む

日工株式会社

本社・工場 / 明石市大久保町江井島 1013 TEL(07894)6-2121
東京営業所 / 東京都千代田区神田駿河台1-6 TEL(03) 294-8121
大阪営業所 / 大阪市西区新町南通 5-1 TEL(06) 538-1771
札幌営業所 (011) 231-0441 仙台営業所 (0222) 24-1133
名古屋営業所 (052) 582-3916 広島営業所 (0822) 21-7423
福岡営業所 (092) 52-1161 鹿児島出張所 (0992) 26-2156

自然と調和した国土総合開発に。



●エンジン出力アップ●独自の油圧回路(特許)増量・増圧機構

FH30は、当社が建機総合メーカーとして、長年蓄積された経験と技術を基に開発した画期的な新鋭掘削機です。経済性はもとより、群を抜く実力派。古河独自の自動増量・増圧機構(特許)は、あらゆる現場に対して最高の性能を発揮します。エンジンの出力アップに加え、ねばり強さは、他の追随を許しません。また、バケット容量、掘削力、掘削深さはこのクラス最大。—広範囲な作業もラクラクこなします。人間工学的に配慮

された運転室は、ワイドな視野に加え、通風がよく居住性が快適です。寒冷時の暖機運転時間も短く、オールシーズン最良の状態での効率的な作業ができます。



本社 千100 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 (03)212-6551
大阪 (06)344-2531 福岡 (092)741-2261 仙台 (0222)21-3531
広島 (0822)21-8921 名古屋 (052)561-4586 札幌 (011)261-5686
高松 (0878)51-3264 金沢 (0762)61-1591 壬生 (02828)2-3111
建機・販売サービスセンター 田無 (0424)73-2641-6

古河のFH30 パワーショベル

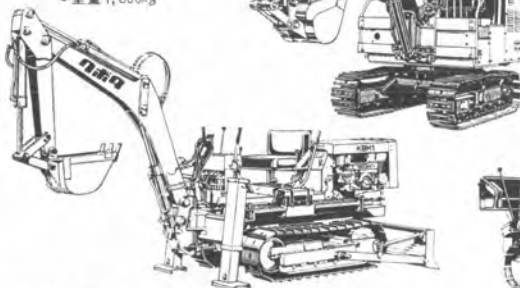


いずれ劣らぬ……働き盛りの 根性ブル

クボタブルベットの全部で4機種。狭い現場で、きめ細かい仕事なら《根性ブル》におまかせください。大形ブルなみのすぐれた性能で、大きな仕事のできるのも自慢です。

バックホー KBH-1

- (掘る+押す)の1台2役
- 標準バケット容量0.06m³
- 最大掘削深さ2.23m
- 重量1,800kg



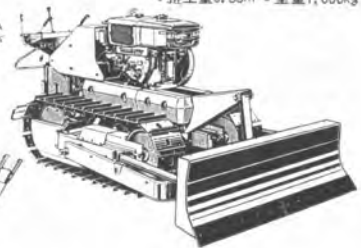
バックホー KH-1

- 側溝掘自在の全スライド式ブーム
- 市街地や夜間でも安心して作業ができる防音設計エンジン搭載
- 最大掘削深さ2.5m ● 掘削力2t
- 重量2,600kg



ドーザ KO-1

- 排土・削土にすばらしい働き
- 排土量0.35m³ ● 重量1,000kg



ショベル KD-S1

- 積み込み作業の省力化に
- 標準バケット容量0.13m³
- 接地圧0.24kg/cm²
- 重量1,300kg

ゆたかな人間環境つくり

建設機械



クボタブルベット



● お問い合わせは…久保田鉄工(株)建設機械営業推進部・大阪市浪速区船出町2丁目22 ☎556 ☎06(648)2106

BULLDOZER *Kabutomushi*

全旋回式 **BK250R**



スライド式ブーム付

余裕たっぷり 掘削作業の省力化に!!

■BK250Rは油圧掘削機界に新分野を開拓した画期的な小型パワーショベルです。今日、ますますスピード化を要求される土木建設工事はもとより管工事においても人手不足は深刻な問題となっております。ハヤサキは豊富な経験と最新の技術を駆使してこの御要望にマッチした小型掘削機としてBK250Rを開発致しました。都市における土木管工事、農林土木などの狭隘地、軟弱地には最適です。上下水道、宅地造成、道路側溝掘、利排水工事などに威力を十分に発揮します。

■主な仕様

バケット標準容量……………0.15m ³	接地長……………1,650mm	走行速度…前後進共0-1.8km/h
運転整備重量……………3,600kg	接地圧……………0.30kg/cm ²	旋回角度……………360°
エンジン名称…三菱KE31-33HR	最大掘削深さ……………3,200mm	旋回速度……………10r.p.m/min
最大出力……………42ps	最大積込高さ……………2,810mm	燃料タンク容量……………75ℓ
履帯幅……………350mm	スライド移動量……………500mm	作動油タンク容量……………150ℓ



製造元 株式会社早崎鐵工所
総販売元 早崎産業機械株式会社

本社	沼津市土香貫西島町1150番地	TEL 沼津 (31)0463 大代表
東京営業所	東京都中央区宝町2の4(第三利彦ビル)	TEL 東京 (567)4355(代表)
名古屋営業所	名古屋市中区大塚3の8の20(高栄ビル)	TEL 名古屋 (261)4649(代表)
大阪営業所	大阪府南区安楽寺橋通り3丁目34(南大和ビル)	TEL 大阪 (252)7365
仙台営業所	仙台市宮城野1丁目4の8	TEL 仙台 (93)1677
岡山営業所	岡山市南方2丁目8-25(大ニビル)	TEL 岡山 (22)9372
福岡営業所	福岡市博多区博多駅東1115(博多駅東口ビル)	TEL 福岡 (431)8027
関西センター	奈良市古市町1340の1	TEL 奈良 (22)7664

スーパースター

P&H 5300 クローラークレーン

最大つり上荷重 272t
最大ブーム長さ 122m



世界最大級のジャンボクレーン出現！
マグネトルク旋回クラッチ、プラネタリ
ブーム起伏装置に加えて、画期的な
モジュトルク巻上機構などの新鋭・
高性能メカを満載。高油圧制御方式
で操作は軽快、確実。輸送性、安全
対策も万全です。272tのジャンボな
実力を、工事の大型化、能率アップに
お役立てください。

最大つり上荷重	272.0ton
最大ブーム長さ	122m
作業時重量	約227ton
接 地 圧	1.22m標準シュー付 1.01kg/cm ²
	1.54mシュー付 0.83kg/cm ²
エンジン定格出力	420/2,300ps/rpm



神戸製鋼

建設機械本部

東 京 東京都千代田区丸の内1-8-2 ☎100 ☎03 (218) 7704
大 阪 大阪市東区北浜3丁目5 ☎541 ☎06 (203) 2221
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡



神鋼商事

建設機械本部

東 京 東京都中央区八重洲4丁目3 ☎104 ☎03 (272) 6451
大 阪 大阪市東区北浜3丁目5 ☎541 ☎06 (202) 2231
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・静岡・広島・福岡

*カタログの用意がございます。ご請求ください。



標準化された汚濁水処理システム



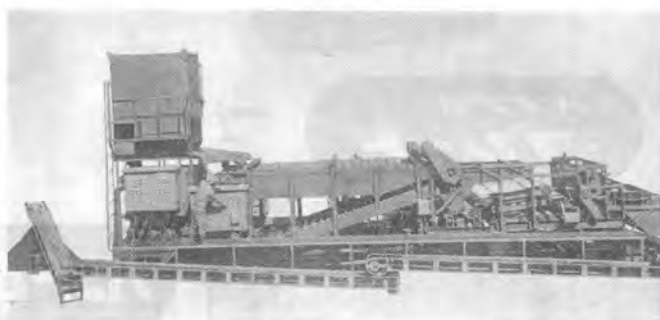
クリンパーZシステム



- トンネル掘削工事
- ダム建設工事
- 浚渫工事
- 砂利・採石プラント
- 生コン工場
- 宅地造成工事
- その他



- 泥水加圧シールド工法
- 場所打杭工法
- 地下連続壁工法
- その他の泥水工法



アースロックCシステム



SS 20PPM の処理水



含水率35%

建設工事に伴う泥水処理はすべて
ニチナンにご相談下さい。



日南産業
株式会社

本社 / 東京都品川区東五反田5丁目
〒141 21-18 ☎ (03) 441-8126(代)
工場 / 神奈川県横浜市緑区上山町
〒226 7 7 ☎ (045) 931-2721(代)

※カタログ・技術資料ご希望の方は本社営業部までご請求下さい。

明和

タイヤローラー

MT-30型
小型3ton



振動ローラー

両輪・駆動・振動

ステアリング軽快・サイド転圧可能

MVR-30型 3.0t

MVR-25型 2.5t

MVR-11型 1.1t



バイブロプレート

アスファルト舗装
表面整形

P-120kg

P-90kg

P-80kg

P-60kg

VP-70kg



ハンドローラー

上下回転式ハンドル

MVH-5型 0.5t

MVH-8型 0.8t

(特許出願中)



バイブロランマ

道路・水道・瓦斯管
電設・盛土・埋戻し

RA-120kg

RA-80kg

RA-60kg

《防音型》



(カタログ進呈)

株式会社

明和製作所

川口市青木1丁目18-2 千332

本社・工場 Tel. (0482)代表(51)4525-9

大阪営業所 Tel. (06) 961-0747-8

福岡営業所 Tel. (092)411-0878・4991

広島営業所 Tel. (0822)83-3977(代)・3758

名古屋営業所 Tel. (052)361-5285-6

仙台営業所 Tel. (0222)564232・571446

札幌営業所 Tel. (011)822-0064

「ちからがあるね。」
 さすが、
 三菱産業用エンジン！」

《あらゆる分野に活躍している三菱産業用エンジン》

- 大型から小型にいたる各種エンジン。
- 多年の実績の結晶である抜群の信頼性、耐久性、経済性。
- 全国に網をひろげた完備なアフターサービス。

“豊富なエンジンからお選び下さい”

機種	要目	総行程容積(l)	重量(kg)	出力(ps)	回転数(rpm)
ディーゼルエンジン	KE65	3.473	330	65	2600
	4DR50	2.659	255	57	3000
	6DR50	3.988	370	83	2800
	6DS30	5.103	425	91	2500
	6DS70	5.430	425	100	2500
	6D10	5.974	490	105	2500
	6D11	6.754	525	110	2200
	6DB10	8.553	750	115	1800
	6DB10T	8.553	790	152	1800
	6DC20	9.955	765	140	2000
	8DC20	13.273	900	188	2000
	8DC60	14.886	920	215	2000
8DC20T	13.273	1015	235	2000	
10DC60	18.608	1150	270	2000	
ガソリンエンジン	2G21	0.359	64	11.5	4000
	4G41	1.378	130	35	3600
	ME24P	0.359	74	10.5	3600
コブワエンジン	6DS30PU	5.103	700	87	2500
	6DS70PU	5.430	710	95	2500

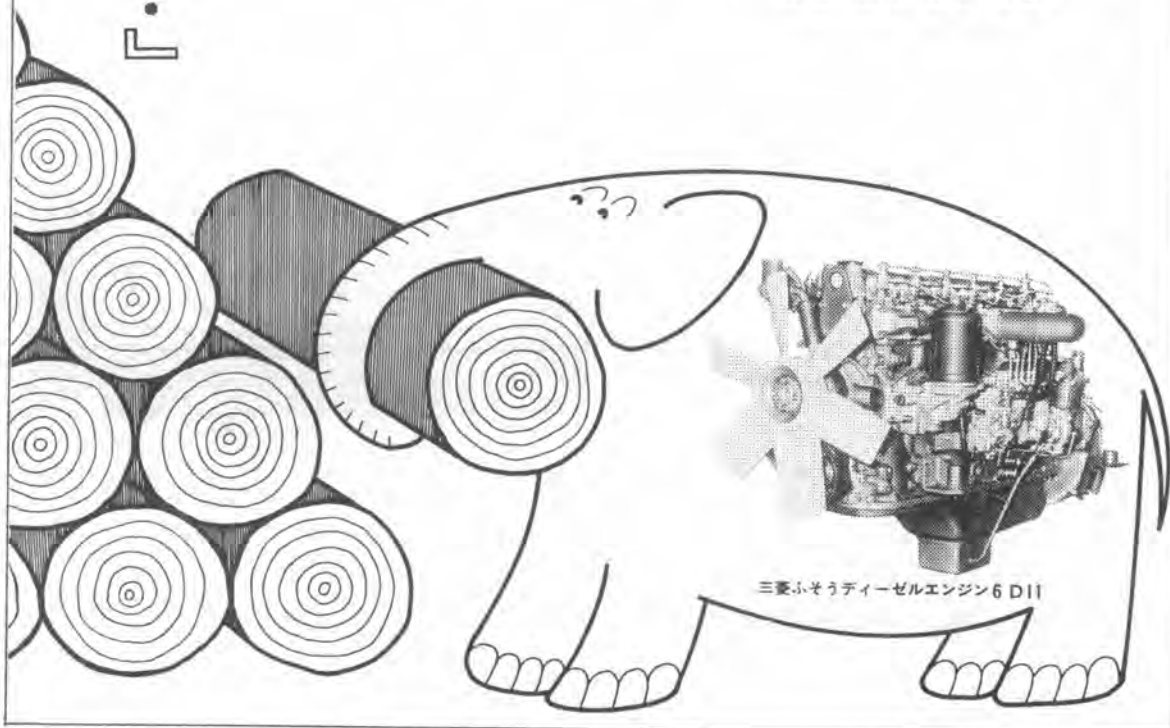
三菱産業用エンジン

三菱自動車工業株式会社

(産業エンジン課)

東京都港区芝5-33-8〒108 東京(03)455-1011

工場：東京・京都・水島



三菱ふそうディーゼルエンジン6D11

どんな施工条件下でも最高の精度と仕上げ!!

Cedarapids

セダラピッドFULL WIDTH・DEEP LIFT用アスファルト舗装機



精度抜群のGEMINI-IIフィニッシャー

GEMINI-II型フィニッシャー

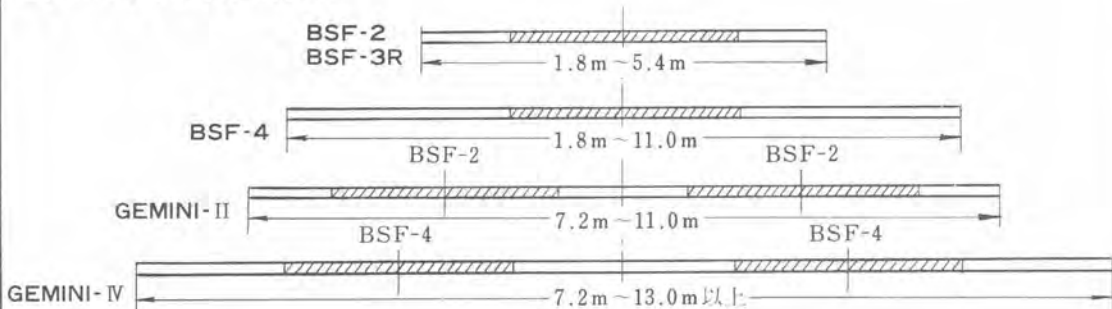
舗装巾: 7.2m ~ 11.0m

構成: BSF-2型×2台+GEMINI-II附属品
BSF-2型フィニッシャー2台の本体及びスクリーンを固定連結、1人で2台を操作。

特色:

- (1) セダラピッドBSF-2型フィニッシャーが2台あれば附属品を購入するのみで良い。
- (2) 2台のフィニッシャーを切離せば、別個に使用出来る。
- (3) スクリーンショックネスコントロールは全舗装巾の外側にあるので正確なコントロールが出来る。
- (4) 合計4ヶのスクリーン、フィーダーを別々にコントロール出来るので均質な密度が確保可能でスクリーンの磨耗が少ない。

セダラピッド各機種舗装巾



BSF-4型フィニッシャー

舗装巾: 1.8m ~ 11.0m

舗装厚: max 35cm

舗設速度: 0 ~ 45m/分 無段変速・ダイヤル式

移行速度: 0 ~ 9.7km/時

動力: GMディーゼル144HP

油圧トランスミッション; 走行、左フィーダー
右フィーダー

各独立ダイヤル式無段変速

スクリーン; 電磁バイブレーター式

操作盤; 全機能遠隔スイッチ操作

自動コントロール; DUO-MATIC-II型

自重: 約18,000kg



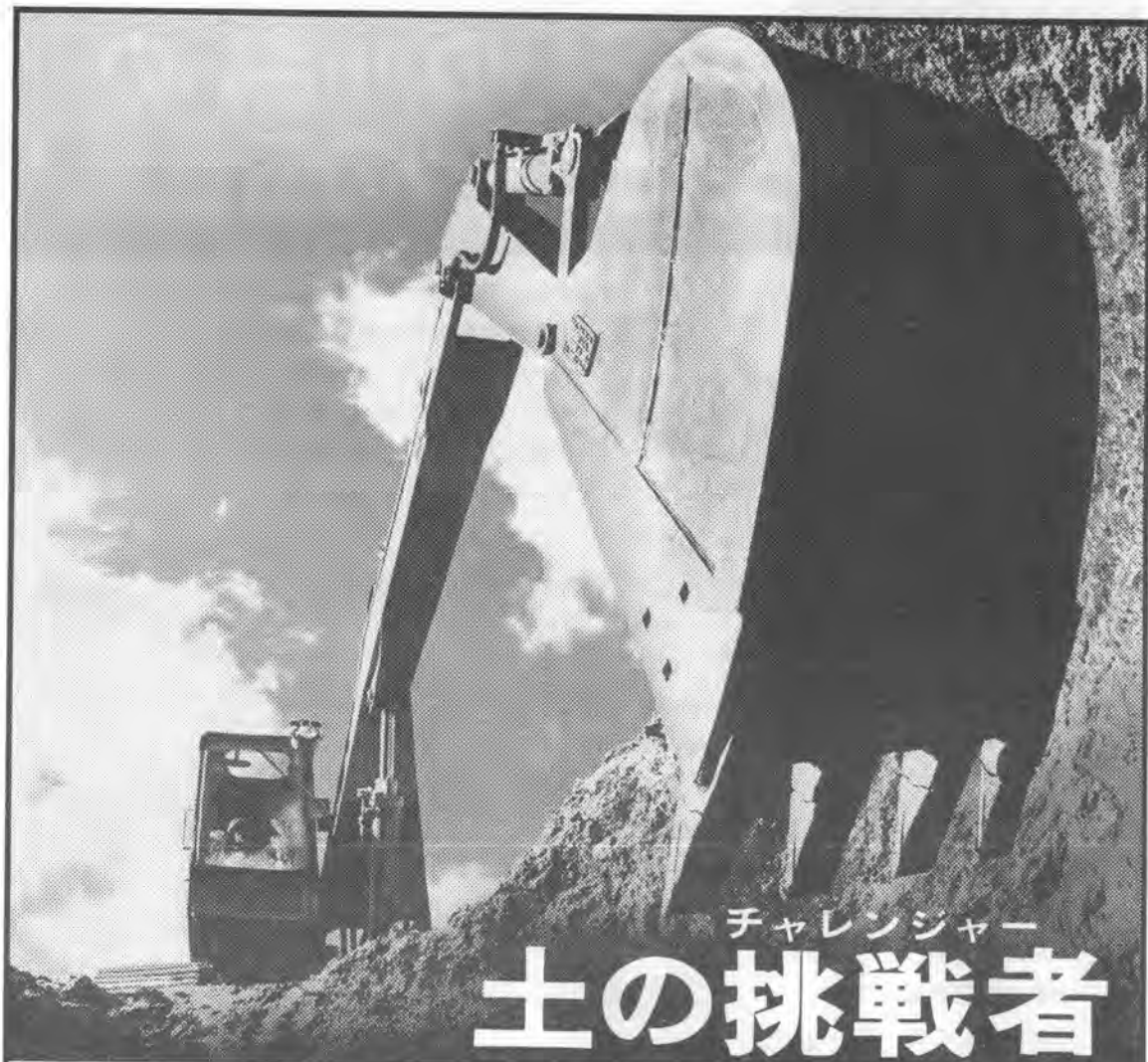
操縦性能No.1のBSF-4型機

☆オペレーター・整備員教育用テキスト、16mm、8mmフィルム等を備えています。御利用下さい。

●IOWA MANUFACTURING COMPANY● 日本総代理店

ゼネラル ロード イクイプメント セールス 株式会社

東京都千代田区内神田 2丁目13番地中村ビル 256-7737~8



チャレンジャー 土の挑戦者

《黄金の腕》に《ブルの足》コマツパワーショベル

強力なパワーで掘削作業をこなす《黄金の腕》
堅い地盤も苦にしない強力な掘削力、連続複合操
作にも的確な運転機構がてき。掘削半径・掘削深さ
は同クラス車を上回る。たのしい《黄金の腕》。
各種種ともクラス最大の出力を誇るエンジン。余裕
あるパワーで堅い土質もラクに作業できます。

掘削力 = 10-HT・HQ (4,130kg) 12-HT (5,680kg)
15-H・HT (7,300kg) 20-H (9,700kg)

《ブル》の技術が生きている強じんな足まわり
定評あるブルの足まわりをもったコマツパワー
ショベル。堅土から超軟弱地まで、あらゆる現場で
ズレない耐久性と走行性を発揮。最新の技術が
すみずみまで生かされています。狭い現場、トラク
クへの積込み、垂直壁の掘削など…あらゆる現場
で高効率・高収益をお約束するコマツのパワーショ
ベルです。



●土に挑むコマツ全油圧式パワーショベル

機 種	10-HT	10-HQ	12-HT	15-H	15-HT	20-H
バケット容量	0.08~0.25m ³		0.20~0.50m ³	0.20~0.55m ³	0.20~0.55m ³	0.40~1.00m ³
バケット幅	(標準0.25m ³) 幅 600mm		(標準0.40m ³) 幅 825mm	(標準0.45m ³) 幅 700mm	(標準0.45m ³) 幅 820mm	(標準0.80m ³) 幅 975mm
定格出力	46PS		80PS	76PS	80PS	120PS
重 量	6,200kg	6,140kg	10,500kg	12,850kg	13,980kg	19,200kg

*各種アタッチメントも用意しております。

小松製作所

東京都港区赤坂2-3-6 千107 ☎03(584)7111(大代表)
北海道支社 ☎札幌011(661)8111 中部支社 ☎一宮0586(77)1131
東北支社 ☎仙台022(56)7111 大阪支社 ☎大阪 06(864)2121
北陸支社 ☎新潟025(56)9511 四国支社 ☎高松0878(41)1181
関東支社 ☎横浜0485(91)3111 中国支社 ☎五島市0829(22)3111
東京支社 ☎東京 03(584)7111 九州支社 ☎福岡092(64)1311



小松バイパス

東京都港区赤坂2-3-4 千107 ☎03(584)7207(代表)

デッキの、中ぐらいの、小さいの… そろったカトウの個性派!



NK-300 30t

小さい2tぶりから、デッキ75tぶりまで全部で10数種類もある多彩な顔ぶれ！
カトウ[®] NK[®] "トラッククレーンシリーズ"。シリーズとしての充実ぶりもさることながら、各機種それぞれが持つ豊かな個性はきわだっています。

NK[®] "シリーズの大きな

強みは、なんと
いっても

- 頑丈な構造であり
- 人間尊重を重点とした安全性
- 使い易さ……。



NK-50 4.9t

規模の面でも、内容の面でも、ますます多様化の傾向にある、建設工事の現実に対して、その個性と威力をい
かんなく発揮し、
お客様のご要望
にお応えして
おります。



NK-200A 20t



KS-20 2t

今日の対話を明日の技術へ

KATO

株式会社 加藤製作所

本社 東京都品川区東大井1の9の37
 (☎140) ☎(47)1811(大代表)
 営業本部 東京都港区芝西久保松川町2
 (☎105) (第17森ビル) ☎(59)3511(大代表)

3月号PR目次

— C —

キャタピラー三菱(株)……………後付 16

— D —

ダイハツディーゼル(株)……………後付 10

— F —

古河鉱業(株)……………後付 21

— H —

早崎産業機械(株)……………後付 23

日立建機(株)……………" 19

— G —

ゼネラルロードイクイブメントセールス(株)……………後付 28

— K —

(株)加藤製作所……………後付 30

極東開発工業(株)……………" 7

極東貿易(株)……………さし込" 25

久保田鉄工(株)……………" 22

(株)神戸製鋼所……………" 24

(株)小松製作所……………" 29

— M —

真砂工業(株)……………後付 8

マルマ重車輛(株)……………" 2

丸友機械(株)……………" 1

三笠産業(株)……………" 5

三井造船(株)……………表紙 3

三菱製鋼(株)……………後付 18

三菱自動車工業(株)……………" 27

(株)明和製作所……………" 26

— N —

内外機器(株)……………後付 3

長岡技研(株)……………" 13

(株)南星……………" 9

日揮ユニバーサル(株)……………さし込

日工(株)……………後付 20

日南産業(株)……………" 25

日本ワッカー(株)……………" 14

— S —

佐賀工業(株)……………後付 1

三和機材(株)……………" 4

— T —

大生工業(株)……………後付 6

(株)田原製作所……………" 14

(株)鶴見製作所……………表紙 3

東京流機製造(株)……………" 2

東洋運搬機(株)……………後付 17

東洋工業(株)……………表紙 4

特殊電機工業(株)……………後付 11

— W —

(株)ウオターマン……………後付 13

— Y —

ヤンマーディーゼル(株)……………後付 12

ディープウェル工法に最適 高揚程水中ポンプ2機種

ツルミ高揚程水中ポンプKTS型

- ・新機構の軸封装置（ノンブレッシャーシステム）を採用（特許）。
- ・全面水路方式の採用によりモーター冷却効果が高い。
- ・更にケーシングの突出部がなく狭い場所や鋼管内における使用にも扱い易い。
- ・ケーシング内に耐摩耗性ゴムを使用するなど耐摩耗性を重視した設計をしております。



ツルミ高揚程水中ポンプGH型

- ・高揚程用に特殊設計のため、土砂混入水も80mの高さまで一気にポンプアップ。
- ・ポンプ外径が小さく円筒形のため狭い場所や鋼管内の使用もスムーズ。
- ・高圧水にも耐える特殊設計の軸封装置を採用。
- ・全面水路方式を採用のためモーター冷却効果が高い。



水中ポンプの専門メーカー

株式会社 鶴見製作所

本社 大阪市鶴見区鶴見4-16-40
TEL(06)911-2351(大代表)〒538

ツルミ
水中
ポンプ

腕自慢、かせぎ自慢の省力機。

強いパワーと、中小工事現場にピッタリの機動性—三井ランドメイト

- 小回りがきく車体屈折方式を採用
- 4輪駆動と幅広の低圧タイヤ使用
- 本体の後部に装着できるバックホー



三井ランドメイトシリーズ

HL 5標準型	HLSバックホー付	HL8標準型	HL8バックホー付
バケット 0.5m ³	バックホー0.1m ³	バケット 0.8m ³	バックホー0.17m ³
重量 3.1ton	全備重量 4ton	重量 4.7ton	全備重量 6.2ton



人間と技術の調和に挑む

三井造船

東京都中央区築地5-6-4 〒104
建設機械事業部 ☎03(544)3755

●取扱店 三井物産機械販売サービス(株)・中道機械産業(株)・中道機械(株)・(株)中道機械・ツバコー重機総業(株)5社の本社・営業所・出張所

TOYO
ROCK DRILL

総合メーカーならではの

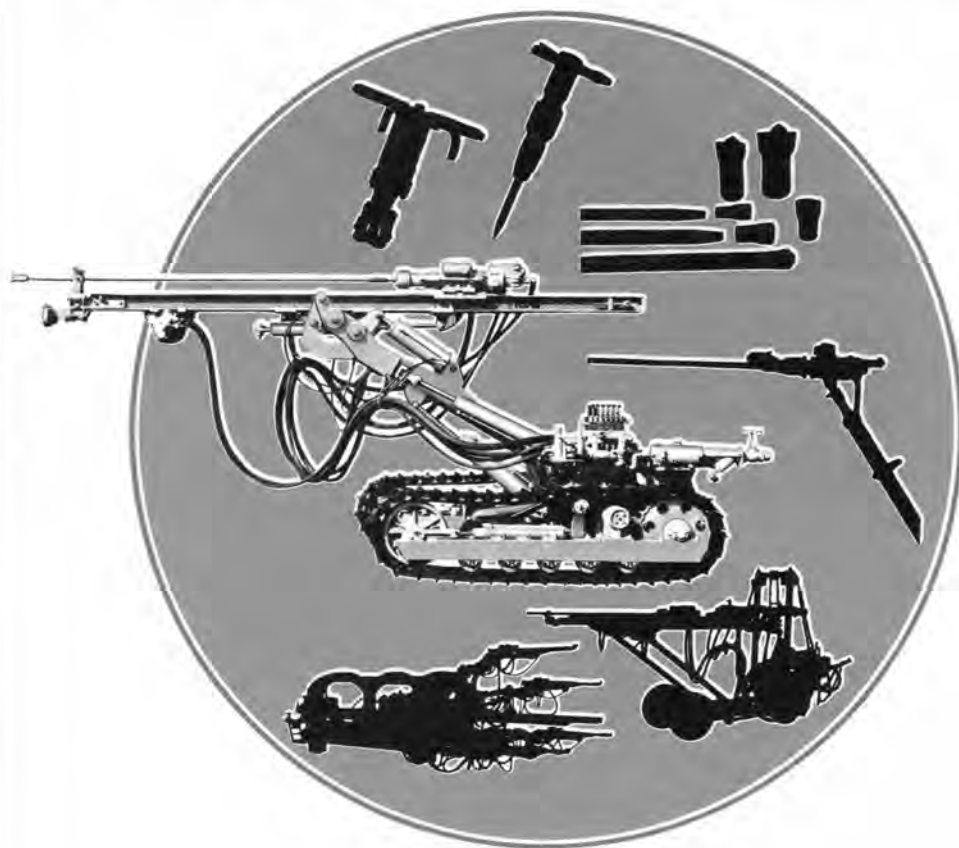
高品質さく岩機

広範な技術力が高い品質と信頼性を確立
変化に富む日本の岩質を経験し、研究し、改良を重ねてきました。そして大切なビット・ロッドをも自社生産してきました。鉱山用、土木用の幅広い製品系列を揃えてきました。これらは、トーヨーさく岩機全体の品質を相互

に高めてきた大きな秘密です。

中でも好評の重量級4機種

蓄積されたトーヨーの技術が生んだクローラードリルの数々。大口径さく孔をスピード化し、長孔さく孔の効率を高め、操作のしやすさや走行時の安定性でも定評があります。



発売元

東洋さく岩機販売株式会社

東京本・支店：東京都品川区東五反田1丁目13-12(奥和五反田ビル)
支店・営業所：大塚・名古屋・福岡・札幌・仙台・広島・高松

製造元 **東洋工業株式会社**

「建設の機械化」

定価 一部 四五〇円

本誌への広告は



■一手取扱いの株式会社共栄通信社

本社 千104 東京都中央区銀座5の2の1(新田ビル) TEL東京(03)572-386(代)・386(代)
大阪支社 千530 大阪市北区富田町2-7 電話ビル3階 TEL大阪(06)362-5115

雑誌 3367-3