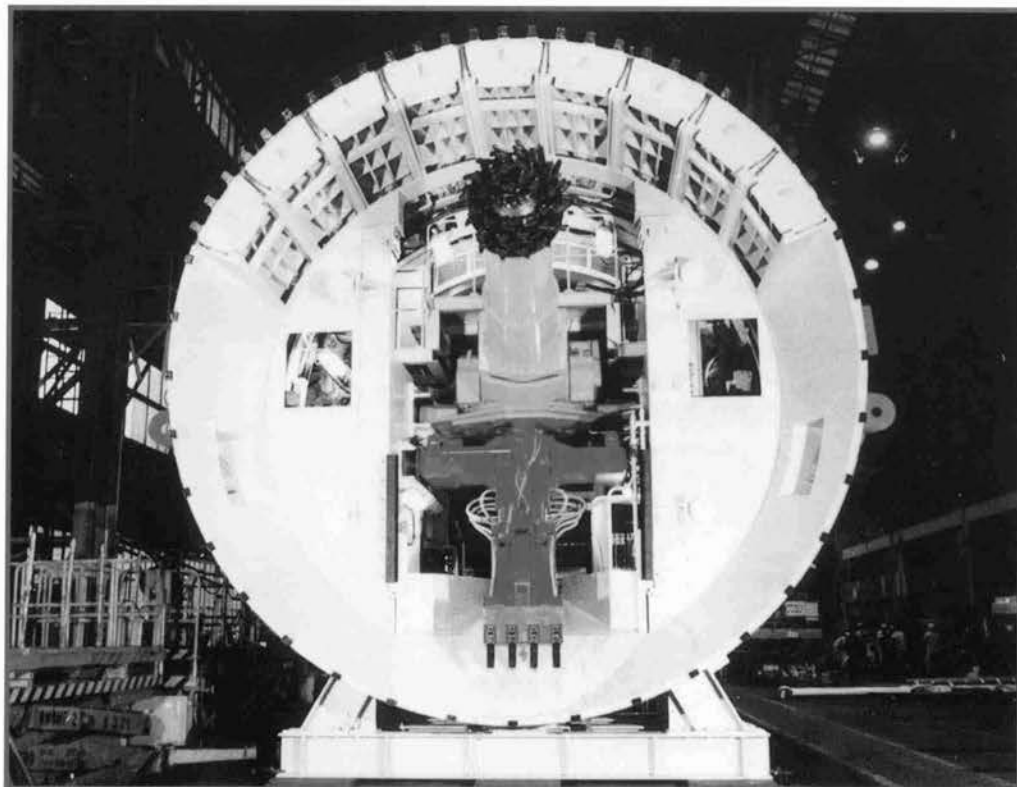


# 建設の機械化

1998 MARCH No.577 JCOMA

3

## ●シールド工法特集●



ブームカッターシールド (φ6,000mm-90kW型 ブームカッター) 日本鉦機株式会社

# 自然環境にやさしい仮橋・仮栈橋・鋼製パネル斜張式架設工法



—工法特許出願中—  
—建設機械化技術・技術審査証明書取得—

## LIBRA工法

### 特 徴

- 上部工に於いて足場作業と架設にかかる高所作業が不要となり工期が短縮され安全性が向上しました。
- 上部工と下部工の平行作業化が可能となり手持ちが低減して施工性が向上しました。
- 工場製作部材により上部構造を構成し現場加工を最低限に抑えることにより、高い施工精度を実現しました。
- 新設パネルの杭橋脚連結部が鋼管打設の導材となるため、傾斜面等における基面整形、導材設置作業が低減し安全性が向上すると共に自然環境に対する影響を抑えることが可能となりました。
- 鋼管を支持杭として使用し、杭本数を低減して工期短縮が可能となりました。
- 削孔と建て込みが同時に進行し、軟弱地盤、崩壊性地盤から風化岩層等の硬質地盤まで安定した施工が可能です。



### 株式会社横山基礎工事

〒679-5302 兵庫県佐用郡佐用町山脇501番地  
TEL.0790-82-2215 FAX.0790-82-0209  
<http://www2.net17.or.jp/~ykymk/>

人材募集!!  
現場管理者 年齢 58歳まで  
(土木1・2級)  
(経験者優遇致します)

大容量

## 土砂搬出装置 ジオマック

大深度

### 特長

- ◆ 土質を選びません
- ◆ クレーンとしても使用できます
- ◆ 高速運転で能率アップ
- ◆ 強力バケットで確実・安全
- ◆ 大深度に対応 (標準GL-80M)

- ・ 地下タンク掘削工事に
- ・ 長大橋アンカレッジ掘削に
- ・ その他たて抗掘削工事に

レンタル  
販売



安全確実で  
土質を  
選ばない。



1時間当たり300㎡  
YGM-10H-400、GL-30M

## 永 吉永機械株式会社

本 社 東京都墨田区緑4-4-3 〒130-0021  
TEL 03-3634-5651(代)

## 平成10年度

### 1級・2級 建設機械施工技術検定試験の実施について

(建設業法に基づく建設機械施工技士になるための試験)

建設業法第27条の2に基づく建設大臣の指定試験機関として、平成10年度の標記技術検定の学科試験及び実地試験を行います。合格者には、建設大臣から合格証明書が交付され、1級又は2級建設機械施工技士になることができます。

建設業法に基づく経営事項審査(技術力)に際しては、1級は5点、2級は2点として評価されます。

社団法人 日本建設機械化協会 試験部  
〒105-0001 港区虎ノ門3-20-4 虎ノ門鈴木ビル  
TEL03(3433)6141 FAX03(3433)0401

- 学科試験 平成10年6月21日(日)
- 実地試験 平成10年8月下旬～9月下旬(学科試験合格者及び学科試験免除者・2級建設機械施工技術研修修了者が受験できます。)
- 申込受付期間 平成10年4月1日(水)～4月15日(水)
- 申込用紙及び受検の手引の請求先 1級630円、2級530円  
郵便で請求の場合は、送料共1級900円、2級800円(切手不可)郵便為替同封。1級又は2級建設機械施工技術検定試験申込用紙請求と明記してください。  
当協会本部及び各支部並びに(社)沖縄建設弘済会等で取扱います。
- 関係の皆様へご周知をお願いいたします。

平成10年3月

各位

(社) 日本建設機械化協会

「大型建設機械の分解輸送マニュアル」  
発刊のご案内

謹啓 時下益々ご清祥の事とお喜び申し上げます。

この度本協会では官公庁、関係団体、関係会社等よりの強いご要望に答え標記マニュアルを発刊致しました。

ご存知の通り大型建設機械を道路運送する為には各種の法令特に道路法の車両制限令に従って行はなければなりません。

しかし、車両制限令及び特殊車両の通行許可制度の内容、申請手続きが複雑なこと、また、重量・寸法が規定を超過する建設機械の分解輸送の方法が明確に示されたものがないため、運送に携わる方々は非常に困難を感じておられます。

このマニュアルは、この種業務に携わる方々に、解りやすく平易に大型建設機械を分解輸送する場合の分解方法、輸送方法、申請方法等を解説したものであり、必ずや関係各位のご期待に沿うものと信じます。

何卒ご活用頂きますようご案内申し上げます。

敬 具

大型建設機械の分解輸送マニュアル

体裁	A4判、230頁、ビニール表紙、本文上質紙		
定価	会員(官公庁を含む)	3,360円	(消費税を含む、本体3,200円)
	非会員	3,780円	(消費税を含む、本体3,600円)
	(送料は1冊600円となります。)		

内容

- 第1章 総則
- 第2章 道路運送に関する法令
- 第3章 車両制限令と特殊車両通行許可制度
- 第4章 大型建設機械の分解輸送の実際
- 第5章 大型建設機械機種規格型式別分解輸送図表
- 付 録 特殊車両通行許可担当窓口一覧表

お申込方法

裏面申込書をコピーし事項記入のうえ本部又は支部へFAXして下さい。非会員の方が支部へお申込の場合は現金書留でお願いします。

## 新刊図書購入申込書

(社) 日本建設機械化協会 殿

大型建設機械の分解輸送マニュアル 部

上記図書を申し込みます。

平成 年 月 日

官公庁・会社名

所 属

担当者氏名

Tel

FAX

住 所 〒

送金方法

銀行振込

現金書留

必要書類

見積書 ( 通 ) ・請求書 ( 通 ) ・納品書 ( 通 )

( ) 単価に送料を含む ( ) 単価と送料を2段書きにする

[指定用紙がある場合は、申込書と共にご送付下さい。]

(注) 一括注文の場合は、個々の発注先の内訳をお知らせ下さい。

問合せ及び申込先

(社) 日本建設機械化協会 〒105-0011東京都港区芝公園 Tel03-3433-1501

5-3-8 機械振興会館 FAX03-3432-0289

北海道支部 〒060-0003札幌市中央区北3条西2-8 さっけんビル Tel011-231-4428 FAX-6630

東北支部 〒980-0803仙台市青葉区国分町3-10-21 徳和ビル Tel022-222-3915 FAX-3583

北陸支部 〒951-8131新潟市白山浦1-614-5 白山ビル Tel025-232-0160 FAX-0171

中部支部 〒460-0008名古屋市中央区栄4-3-26昭和ビル Tel052-241-2394 FAX-2478

関西支部 〒540-0012大阪市中央区谷町1-3-27大手前建設会館 Tel06-941-8845 FAX-1378

中国支部 〒730-0013広島市中区八丁堀12-22 築地ビル Tel082-221-6841 FAX-6831

四国支部 〒760-0066高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル Tel087-821-8074

FAX087-822-3798

九州支部 〒810-0041福岡市中央区大名1-12-56 八重州天神ビル Tel092-741-9380

FAX092-731-5387

建設の機械化

1998年3月号

No.277

# 建設の機械化

1998年3月号

01	建設機械の市場動向	1997年の市場動向と1998年の見通し
07	建設機械の技術動向	建設機械の技術動向
13	建設機械の部品動向	建設機械の部品動向
19	建設機械の資材動向	建設機械の資材動向
25	建設機械の環境対策	建設機械の環境対策
31	建設機械の安全対策	建設機械の安全対策
37	建設機械の省エネ対策	建設機械の省エネ対策
43	建設機械の海外展開	建設機械の海外展開
49	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
55	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
61	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
67	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
73	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
79	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
85	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
91	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
97	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
103	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
109	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場
115	建設機械のリース市場	建設機械のリース市場



# 建設の機械化

## 1998.3

No.577



### シールド工法特集

- ◆巻頭言 シールド工法の変遷と発展……………清水 英 治 1
- 最近のシールド工法・自動化システムの概要と将来展望…菊池 雄 一 3
- 球体シールドと適応例—コスト縮減に向けたタテヨコシールド—  
……………栄 毅 熾・金子 研 一・伊藤 広 幸 10
- 親子シールド工法—シールドからシールドが発進—  
……………赤石 進・永倉 昭 男・池添 勝 次・矢頭 徳 弘 17
- 最近のシールド掘削機開発状況……………辻 吉 太 郎・井 上 年 史 28
- 最近の資材搬送システムの開発現況と事例  
……………望 月 政 美・田 崎 愛 眞 郎・巻 上 進 35
- シールド工事における測量システムの開発状況  
……………小坂仁左衛門・北 岡 隆 司・蛭 子 延 彦 40
- 施工管理システムの現況と事例……………木 戸 義 和 45
- セグメント組立の現況と事例  
……………榊 原 英 正・北 川 滋 樹・佐 藤 安 美 52
- シールド発進立坑用地の省スペース化……………前 田 正 博・安 木 匡 剛 58

### グラビヤ—シールド工法

- ◆ずいそう 帰ってきた遺骨……………船 越 大 資 24
- ◆ずいそう 私とスポーツ……………羽 田 靖 人 26
- ◆わが工場 川崎重工業 西神戸工場……………木 村 健 一 67
- ◆建設機械化技術・技術審査証明報告 大型自由断面掘削機「WAV300 H 型  
パワーカッター」による掘削技術 (佐藤工業 (株)・(株) タイクウ) /  
移動式クレーンの姿勢検知装置 ((株) 小松製作所) …………… 71



### ◆部会報告

- 「建設環境における移動体通信の利用実態」調査報告（その2）  
 —建設分野の電波利用状況と利用例—……………自動化委員会移動体通信小委員会 77  
 建設ロボットの開発普及追跡調査（その2）—21世紀へ向けた  
 建設ロボットを目指して—……………自動化委員会 RD 小委員会 80  
 排ガス規制に対するエンジンオイルと燃料の動向……………機械部会潤滑油分科会 85

- ◆新工法紹介 11-52 直動式遠隔操作システム（清水建設）/04-156 SD・エレクトロプロ  
 ラスト工法（奥村組・石川島播磨重工業・古河機械金属）/04-157 MCATS（軌道ス  
 ラブの運搬・据付工法）（三井建設）/04-158 TBM 掘削データを用いた地山判定シ  
 ステム（佐藤工業）……………調査部会 89

- ◆新機種紹介 ………………調査部会 93

- ◆お知らせ 低騒音型建設機械の指定について/低振動型建設機械の指定について …… 99

- ◆統計 建設関連統計のまとめ（その1）/建設工事受注額・建設機械受注額の推移  
 ………………調査部会 101

- 行事一覧…………… 105

- 編集後記……………（藤崎・磯部・星野） 108

#### ◇表紙写真説明◇

ブームカッターシールド  
 (φ6,000 mm, 90 kW 型ブームカッター)  
 日本鉱機株式会社

本機は、一軸圧縮強度 900 kgf/cm<sup>2</sup> 程度の岩石から自立可能な軟弱層土質まで工法を変更することなくシールド掘進ができる（硬岩掘削時には、カッター出力 132 kW, 250 kW にて対応）。

高精度な切削機構と余掘量を自動規制するプロファイリングとガイドリングを搭載することにより、正確な任意の切削断面が得られる。その余掘量の正確な自動規制により、小さな曲線掘削も可能。操作はリモコンで行う。マイクロコンピューター制御による無人切削も可能（手動・半自動・自動モードの選択が可能）。硬岩掘削の場合は、高圧ウォータージェットを搭載し、ピック先端へ噴出させ、粉塵を抑制するとともにピックを冷却し、消費率を低減させる。完全メカニカルシールドのため、省力化になり、切削・積込など切羽内作業が安全に行える。

#### <本機的主要仕様>

シールド	
シールドジャッキ	120 t×1,050 st×300 kgf/cm <sup>2</sup> ×24本
ムーバブルジャッキ	60 t× 900 st×300 kgf/cm <sup>2</sup> ×9本
フェースジャッキ	30 t×1,500 st×300 kgf/cm <sup>2</sup> ×4本
デッキジャッキ	30 t×1,500 st×300 kgf/cm <sup>2</sup> ×4本
単位面積当り推力	97.2 t/m <sup>2</sup>
ポンプユニット	電動機 22kW×4 p×400 V×50 Hz×2台 油圧ポンプ 37 L/min×300 kgf/cm <sup>2</sup> ×2台
掘進速度	7.6 cm/min
切削機	
型式	ブームカッターシールド
電動機	99 kW×4 p×400 V
回転数	30 rpm(50 Hz)
カッターヘッド外径	φ 900 mm
スライド量	1,500 mm
可能余掘量	上下左右各150 mm
ポンプユニット	電動機 11 kW×4 p×400 V×2台 油圧ポンプ 28 L/min×210 kgf/cm <sup>2</sup> ×2台



# 機 関 誌 編 集 委 員 会

## 編 集 顧 問

浅井新一郎	新日本製鉄(株)顧問	中岡 智信	(財)交通事故総合分析センター 常務理事
上東 広民	イズミ建設コンサルタント(株) 取締役会長	今岡 亮司	(財)日本建設情報総合センター理 事
桑垣 悦夫	(社)河川ポンプ施設技術協会 技術顧問	高田 邦彦	建設省土木研究所企画部長
中野 俊次	酒井重工業(株)非常勤顧問	寺島 旭	本協会技術顧問
新開 節治	(株)西島製作所理事営業本部 公共担当部長	石川 正夫	前佐藤工業(株)
田中 康之	(株)エミック代表取締役会長	神部 節男	前(株)間組
渡辺 和夫	本協会専務理事	伊丹 康夫	工学博士
本田 宜史	(株)エミック代表取締役社長	両角 常美	前運輸省
中島 英輔	本協会建設機械化研究所所長	塚原 重美	前鹿島建設(株)技術研究所
後藤 勇	本協会建設機械化研究所副所長		

編集委員長 岡 崎 治 義 建設省建設経済局建設機械課長

## 編 集 委 員

成田 秀志	建設省建設経済局建設機械課	高橋 清	三菱重工業(株)建機部
伊勢田 敏	建設省道路局有料道路課	走川 道芳	新キャタピラー三菱(株) 営業本部特販部
森 芳博	農林水産省構造改善局 建設部設計課	和田 熨	(株)神戸製鋼所建設機械本部 大久保建設機械工場
一ノ宮 崇	通商産業省資源エネルギー庁 公益事業部電力技術課	矢嶋 茂	ハザマ機電部
春日井康夫	運輸省港湾局技術課	佐治賢一郎	(株)大林組機械部
藤崎 正	日本鉄道建設公団東京支社設備部	加藤 謙	東亜建設工業(株)土木本部機電部
畠中 耕三	日本道路公団施設部施設建設課	田中 信男	鹿島機械部
門田 誠治	首都高速道路公団東京第二保全部 設計課	後町 知宏	日本鋪道(株)合材部
土山 正己	本州四国連絡橋公団工務部	白川 勇一	大成建設(株)安全・機材本部 機械部
山名 良	水資源開発公団第一工務部機械課	高場 常喜	(株)熊谷組土木本部施工設備部
萩原 哲雄	日本下水道事業団工務部機械課	川崎 節夫	清水建設(株)機械本部機械技術部
吉村 豊	電源開発(株)建設部 土木機械グループ	星野 春夫	(株)竹中工務店技術研究所
中桐 史樹	日立建機(株)マーケティング 本部商品企画室	境 寿彦	日本国土開発(株) 技術本部技術情報センター
田中 薫	コマツ建機事業本部商品企画室		

**巻頭言**

## シールド工法の変遷と発展

清水 英 治



近年、急速な経済発展の煽りを受けて過密化した都市は、21世紀に向かって、安全で、便利な、高機能を備えた都市構造へ変貌する過程にある。新時代の都市基盤整備に対する社会的コンセンサスは、狭隘な市街地の都市環境を乱すことなく、未利用のジオフロントを立体的に大深度まで有効に活用し、都市施設を充実することにある。ロンドンや東京における大部分の地盤は、地下水位が高く、沖・洪積層で構成されている。この未固結で、崩壊しやすい土質地盤の所に、都市施設用のトンネルを安全に掘削することは、至難の技である。英国人マーク・ブルネルは、フナクイ虫が貝殻状の刃を揺動しながら、孔を掘削すると同時に、分泌物で壁面を固めるのにヒントを得て、1818年にシールド工法の原理を考案する。

1825年に、手掘式の矩形断面シールドをテムズ河床下の道路トンネルに、初めて実施する。苦心の末、1830年に圧気ロックの併用で、1845年にトンネルは遂に完成する。次いで、1869年に英国人バローによって、円形シールドと鑄鉄製セグメントが考案される。さらに、1887年にはグレートヘッドがロンドンの鉄道用シールド工事に、初めて圧気工法を併用して成功する。これら、英国人の努力によって、水で飽和した軟弱地盤における、シールド・トンネル工法の基礎技術が確立される。

アメリカではビーチが1870年に、シールドの推進に初めて油圧ジャッキを使用する。1890年代になると、セグメントエレクターやフェイスジャッキなどが考案されて、シールド工法の機械化への先鞭をつける。また、1891～1899年に、ボルチモアでトンネル側壁導坑用に、矩形シールドとルーフシールドが採用され、施工性と安全性が改善される。フランスでは1892～1896年に、パリーの下水道トンネル工事に、楕円形シールドとコンクリートセグメントが初めて使用される。一方、ドイツでは1896

～1910年にかけて、スチールや形鋼セグメントが用いられる。1913年には、エルベトンネルに馬蹄形シールドが採用される。シールド工法は開削工法にくらべて、騒音、振動、交通による周辺環境を乱すことなく、都市施設をネットワーク化できる。その利点により、都市土木の担い手として、1963年以降、脚光を浴びる。

機械掘式シールドは切羽の安定方法によって、全断面開放型、部分開放型、密閉シールド型（泥水加圧シールド、泥土圧シールド）に大別される。泥水加圧の着想は、1966年に日本で生まれ、1975年に実用化される。土圧式の着想は、1974年に日本で生まれたが、土塊の流動性が悪く、それを添加剤で改良した泥土圧シールドが1976年に実用化される。土圧式のほうが立坑用地は少なく、有利である。これら、新鋭の密閉シールド機は、掘削、覆工、排土の工程（三要素）をメカトロニクス化し、全自動運転で施工するので、現代シールド工法といえる。1960年代までは、殆どが手掘式の圧気シールドであったが、1976年以降は密閉機械式シールド型へと移行する。1986年頃からシールド断面の大断面化に伴って、密閉型がシールド工法の主流となる。この頃、シールド工法の先達である欧米にも、日本のシールド技術が認められる。そして、ドーバー海峡を横断するユーロトンネル（全長49.4 km）の掘削に、日本の優秀なシールドマシンが採用される。1988年12月にトンネル両側から掘削を開始して、僅か2年半後に貫通させている。また、1997年に完成したアクアラインや環状七号線地下調節池などのトンネル掘削には、泥水加圧シールドが使用された。

1993年以降は、地下空間利用の進展に伴い、構築物別にシールド機の機能的な要望が多様化する。つまり、次世代シールド機には、複円化、大断面化、自由断面化、長距離化、高水圧化、ロボット化、自動・省力化、急曲線化、高速化、精密化施工などの難題に対応できる、各種の要素技術を具備することが要求される。次世代シールド機を用いた、球体、親子シールド工法の実例が本文で紹介されている。このほか、MMST工法は自由断面、大断面トンネルの築造が可能で、現在、大断面道路用に試験施工中である。また、軟弱地盤に適応可能なECL工法の開発などもある。将来の問題は、大深度化するのは必然である。平成7年度に「臨時大深度調査法案」が成立し、今年8月頃には、この調査報告書が提出される。そこで、「大深度地下利用法」の成立に一步近づき、大深度の工事計画が促進されると思う。これからは、シールド工事に伴う排土は、直ちに造粒化するか、ソイルブロック化して、土木材料へ有効に活用し、周囲の環境を乱さないように、配慮することが大事である。



## シールド工法特集

# 最近のシールド工法・自動化 システムの概要と将来展望

菊池 雄一

最近のシールド工法の発展は目覚ましいものがある。新工法としては球体シールドを始めとして3連マルチ・親子・MMST・矩形断面などの変断面シールド等各種新工法がその目的に応じて開発され実施工されている。

一方東京湾横断道路・神田川などの大型で長距離のシールドが施工され必然的に自動化の発展を促している。

セグメント自動搬送・自動組立・送排泥管自動延長・自動掘進制御・シート展張装置・総合管理などの各種システムが完成し展開実施工されている。最近では工事の大型化・長距離に加え高速掘進・大深度化の傾向が強くなっており新技術の開発はますます多様化している。

ここでは最近の10年間の新工法および自動化システムを当該協会の建設の機械化・建設機械および日本建設機械化協会他の主催の建設ロボットシンポジウムで発表されているものを一覧表にしてみた。

この中から代表的な技術について概要を述べるとともに竣工した東京湾横断道路の新技術を振り返ることにする。

キーワード：シールド、シールド工法、新工法、自動化、ロボット化、東京湾横断道路、自動化システム

## 1. はじめに

「シールド」とは盾・保護物・遮蔽物のことを言うが、広く使われているのは土木の分野である。シールド工法はトンネル断面よりわずかに大きい鋼製の筒を地中に進ませて、その先端部で地山の崩壊を防ぎながら掘削を行い、後方部で掘削断面を支保する覆工を構築する。

この掘削と覆工を繰返しながらトンネルを掘り進んでいく工法のことを言い、軟弱な地盤に対するトンネル構築工法として開発された。

シールド機は鋼製の筒およびその中にある掘進機を包含しているものである。

イギリスロンドンのテムズ河を1825年から20年の歳月をかけて掘進したシールド技術は我が国では戦前から導入されトンネルの水抜き導坑等に使われていた。

1950年代から上下水道工事、道路工事に手掘り式でセグメントなしの工法が使用されていた。その後、社会資本整備が急務となり都市土木の旗頭として急速な発展を見た。

1960年代に円形となり圧気シールドが完成する。

1960年代後半に入り密閉型（泥水式、泥土圧式）シールドが開発され1970年代には切羽の安定や地盤沈下に対する対策も進み、あらゆる地層で工事が可能となった。

今ではシールド工法は都市インフラストラクチャ整備（地下鉄・上下水道・電力・通信）や高速道路、地下河川などの大規模工法の主力となっている。

また近年では工事の作業環境も改善されニーズの多様化に対応する各種工法および自動化の開発が盛んに行われている。

## 2. 最近の新工法の概要

近年各種新工法が開発実施され各種機関紙に発表されている。

ここでは当協会の「建設の機械化」、日本工業出版社発行の「建設機械」、当協会他の主催する「建設ロボットシンポジウム」に掲載されたシールドの新工法・新技術を一覧表にした(表—1, 表—2参照)。この中から主なものの概要を述べることにする。

### ① 急曲線・急勾配シールド

急曲線シールドは半径10m以内のものが随所に見られるようになった。また急勾配では270%の実績がある。

### ② 複円形(MF, DOT, H & V), 3連マルチシールド

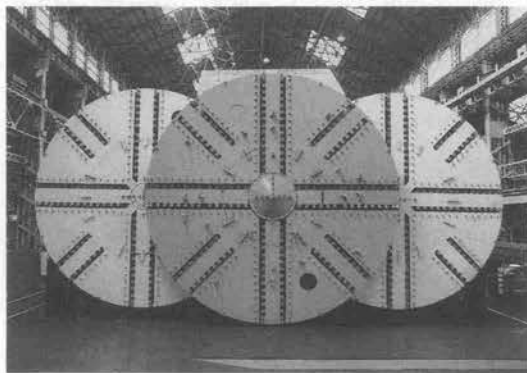
複数の円形シールドのカッターヘッドを前後にずらしたMF型・3連マルチ(写真—1参照), 歯車のように噛み合った泥土圧式のDOT型, 特殊なアーティキュレート機構を持つH & Vなどがある。

### ③ 縦楕円形(自由断面)シールド・異形断面シールド

複数の遊星カッターを有する自由断面型, 主カッターの背面にスイングカッターを装着している異形断面型がある。

### ④ 矩形断面(SDR)工法, ボックス工法

小さなドラムカッターを縦横にスイングさせるSDR, カッタードラムをそのまま横にして矩形断面



写真—1 3心円泥水式駅シールド機  
17,440 mm × 8,846 mm (3連マルチ工法)

表—1 新工法の開発事例

掲載年	(掲載文献*, 執筆団体)	※A: 建設の機械化 B: 建設機械 C: 建設ロボットシンポジウム
1988年	スライドフードによる既設トンネルへのシールド地中接合工法 (A; 東京電力, 鹿島建設) ECL工法の概要 (B; 鉄建建設) SECL工法の概要 (B; 佐藤工業) PCL工法の開発 (B; 三井建設) TELS工法の概要 (B; 東京電力)	
1989年	信濃川発電所水路トンネルにおけるECL工法による施工実績 (A; JR東日本) 多連型泥土圧シールド(DOT)工法の実証実験工事 (A; 大成建設, 大林組, 大豊建設) 拡大シールド工法 (B; 拡大シールド工法協会) 気泡シールド工法 (B; 気泡シールド工法協会) ECL工法の技術と実用化 (B; 鉄建建設) DOT工法 多連形泥土圧シールド工法 (B; 大林組, 大成建設) MFシールド工法 (B; 熊谷組)	
1989年	多円形断面(Multi-circular Face)シールドを用いた京葉線京橋トンネルの施工 (B; JR東日本, 熊谷組) MSD(メカニカル・シールド・ドッキング)工法の開発 (A; 清水建設, 三菱重工) 多連形泥土圧シールド(DOT)工法の開発 (A; 大成建設, 大林組, 大豊建設) RTライニング工法における機械と設備および施工管理システム (B; 東急建設) 直打ちコンクリートライニング工法用シールド機 (B; 小松製作所) シールドトンネルにおける直打ちコンクリートライニング工法の施工 (A; 三井建設)	
1991年	横2連型泥土圧重合円筒式シールド工法による下水道工事の施工計画 (A; 下水道事業団, 奥村・西松・大豊建設J.V.) 都市トンネルへのECL工法の適用実績 (B; 東京電力, 大林組, 前田建設工業, 奥村組) ホルン工法とその縦横自在掘進機の概要 (B; 大成建設)	
1992年	H & Vシールド工法 (B; 間組) 球体シールド工法 (B; 球体シールド工法協会) 縦楕円シールドの概要 (B; 東京都下水道局, 神戸製鋼所)	
1993年	臨海副都心共同溝建設における横型2連形シールドによる施工 (A; 臨海副都心建設) 地下鉄における3連型駅シールドの施工計画 (A; 帝都高速度交通営団) 立坑横坑連続掘削ロボットの開発 (C; 大成建設)	
1994年	M-M-B(マイクロ・マルチ・ボックス)工法 (B; 戸田建設) リングシールド工法 (B; 東急建設) シールドルーフ工法 (B; 清水建設) 阪神本線地下化工事大断面気泡シールドの施工 (B; 大林組) 縦楕円シールドの施工 (B; 東京都下水道局)	
1995年	流体シールド(縦横連続)の立坑施工 (A; 東京都下水道局, 大成建設) 世界最初の3連型MFシールドの真価 (A; 日本建設機械化協会) シールドのアクティブ推進システムの開発 (C; 大林組, 三菱重工) タイヤ式セグメント自動搬送システムの開発 (C; 前田建設工業, トモエ電機工業)	
1996年	矩形泥土圧シールド工法による下水道トンネルの計画と施工 (B; 下水道事業団)	
1997年	ラチス式同時施工シールド工法の開発 (A; 鴻池組, 小松製作所) 分岐シールド機 (B; 西松建設) 着脱式泥水三連型駅シールド工法 (B; 帝都高速度交通営団) PC-ECL工法の開発 (A; 日本国土開発, 住友建設, 東亜建設工業) 親子シールド(泥土圧)工法 (A; 西松建設) 海底下初のMSD工法によるシールド地中接合 (A; 清水建設) PC-ECL工法 (A; 住友建設, 東亜建設工業, 日本国土開発) シールドトンネルにおける掘進と覆工の同時施工技術 (C; 鴻池組, コマツ) 長距離トンネルにおける資材搬送のロボット化 (C; 大成建設, 三菱重工) 銀座地下駐車場におけるスライド鋼板圧入 (C; 戸田建設, 大阪ジャッキ)	

表-2 自動化・ロボット化の開発事例

掲載年	(掲載文献*, 執筆団体) ※A: 建設の機械化 B: 建設機械 C: 建設ロボットシンポジウム	掲載年	(掲載文献*, 執筆団体) ※A: 建設の機械化 B: 建設機械 C: 建設ロボットシンポジウム
1988年	シールド工用セグメント自動組立ロボット (B; 熊谷組)	1994年	サイト・ウォッチャーの開発およびその実証 (A; 清水建設) セグメント自動組立装置 (B; 奥村組) シールド工事の枕木・レールセッター (C; 清水建設, 川崎重工業) セグメント組立装置の開発と実施工への適用 (C; 前田建設工業) シールド全自動管理システムの開発と現場適用 (C; 東急建設) シールド工法トータル施工管理システム (C; 奥村組) 電磁波を用いたシールド地中探査システム (C; 飛鳥建設) 送排泥管セッターの開発 (鹿島建設)
1989年	セグメント自動組立ロボットの導入計画と施工実績 (B; 熊谷・清水建設工事 JV) セグメント自動組立ロボットとその実用化 (B; 熊谷・清水建設工事 JV, 石川島播磨重工業)	1995年	シールドトンネル掘削機の姿勢制御システム (A; 戸田建設) セグメント自動搬入・搬送システム (B; 鹿島建設) 坑内自動搬送システム・送排泥管自動接合システム (B; 西松建設) 小断面シールド工事の坑内移動に坑内走行バッテリーカート (B; 佐藤工業) シールド総合施工管理システムの開発・実用化 (C; 熊谷組) シールド総合管理システムの開発と実証 (C; 清水建設) シールド掘進の自動化統合システム (C; 鴻池組) 超大口径シールドセグメント自動組立システム (C; 清水建設) 真空パッドを利用全自動セグメント搬送・供給システム (C; 大林組) セグメント立坑自動搬送システム (C; フジタ, トモエ電機工業) シールド工事における自動化装置 (C; 西松建設)
1990年	シールド用セグメント自動搬送システムの開発 (A; 清水建設) シールド機の自動制御 (B; 三菱重工業) シールド施工計画支援エキスパートシステム (B; 奥村組) シールド自動方向制御システムの開発 (C; 前田建設工業) シールド機の掘進方向制御用ファジィコントロール (C; 奥村組) セグメント自動搬送システム (C; 清水建設) セグメント自動組立装置の開発 (C; 前田建設工業, 川崎重工業) シールドトンネル用大口径セグメント組立ロボット (C; 熊谷組, 三菱重工業) セグメント自動組立ロボット (C; 日立建機, 日立製作所) 大口径セグメント組立ロボットの開発 (C; 日立造船)	1996年	全自動セグメント搬送・供給システム (A; 大林組) セグメント・掘削土砂の自動搬送システム (B; 三井建設) 真空吸着パッドを利用したセグメントの自動搬送・供給システム (B; 三井造船) シールド自動測量ロボットの開発 (B; 森本組) シールド総合管理システムの開発と適用 (B; 清水建設) シールド自動化統合システムの開発 (B; 鴻池組) ファジィ制御を利用した泥土圧式シールド機の自動運転システム (B; 鴻池組, 日立造船) シールド自動化統合システム (K-EASIS) (B; 鴻池組)
1991年	大口径セグメント組立ロボットの開発 (C; 日立造船) シールド機の自動方向制御システムの開発 (A; 竹中土木, 竹中工務店) セグメント自動組立 MSE システム (B; 清水建設) ボルト締結機分離独立型セグメント自動化組立装置の開発 (B; 小松製作所) セグメント自動組立ロボットの開発 (A; 日立建機, 日立製作所) セグメント自動組立装置の開発 (B; 前田建設工業) レーザーセンサーによるシールド排土量計測 (C; 鴻池組, 三菱重工業) シールド掘進機の姿勢制御システムの開発 (C; 竹中土木) セグメント自動搬送 SR システム (C; 清水建設) ボルト締結機分離独立型セグメント自動組立装置 (C; 前田建設工業, 小松製作所) セグメント自動組立ロボット (C; 石川島播磨重工業)	1997年	自動鉄筋組立機 (A; 大林組) トンネル掘削用シールドセグメント締結ボルト再締め装置の開発 (C; 川崎重工業) 泥水式シールド工事における前方探査への地中レーダの適用 (C; 清水建設, 三井造船) シールド掘削機用地中レーダシステムの開発 (C; 三菱重工業) ハニカムセグメント用自動組立ロボットの開発 (C; 石川島播磨重工業, 奥村組)
1992年	シールド自動掘進管理システム (B; 飛鳥建設) 泥水シールド工事における自動化施工と地中接合工における位置検知工 (A; 東京電力, 鹿島建設)		
1993年	シールド工事における総合自動化システム (A; 清水建設) 大断面泥水シールドのロボット化への取組み (A; 帝都高速度交通営団) 後方独立型セグメント組み立てロボットの開発 (C; 大林組, 三菱重工業) セグメント自動組み立て装置の実施工への適用 (C; 前田建設工業, 日立建機) セグメントボルト増し締めロボットの開発 (C; 大林組, 日立造船) シールドマシーン搭載型前方探査システム (C; 間, 日立造船)		

とするボックス型はMMST 工法に展開されている。

⑤ DPLEX 工法

複数の駆動軸にカットフレームを取付け各駆動軸を同一方向に回転させて平行リンク運動を行いカットと相似形の断面(矩形・楕円形・馬蹄形)を掘削する(写真-2 参照)。

⑥ 球体(タテヨコ・ホルン)工法

立孔からシールド機を用いて掘進し、内部に抱えたシールド機(球体)を90度方向に発進させる、本年度日本産業界の発明賞に輝くヒット工法である。

⑦ 親子シールド

親機の中の子機を断面差を少なく発進すること

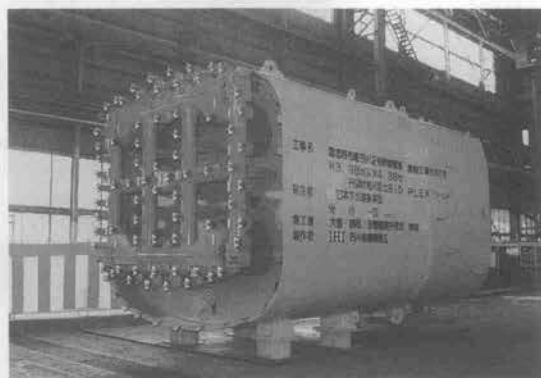


写真-2 DPLEX 工法の矩形シールドマシーン  
4,380 mm×3,980 mm

ができる工法である。

⑧ 拡大・分岐シールド、断面可変シールド文字どおり所定の位置で拡径・縮径・分岐させて地上部中間立坑を不要にしたものである。

⑨ MMST (マルチマイクロシールドトンネル)

ボックスシールド機などを複数組合せて超大断面の角型構造物の外周を先に構築する工法である。

シールド機が掘削した孔はコンクリートを打設して構造体とする。

⑩ MSD (メカニカルドッキング) 工法

押し側シールド機の貫入リングを受入れ側シールド機の貫入室に押し込んで機械的に連結させる地中ドッキング工法などがある。

⑪ ECL 工法

シールド機の掘削と同時にフレッシュコンクリートを加圧充填して地山に密着した覆工を構築したセグメントを不要にした工法。

⑫ NOMST 工法

シールド機の発進・到達部にカッタビットによる切削を可能にした工法。

補強筋として炭素繊維を、粗骨材として石灰砕石を使用したコンクリートを使用する。

⑬ セグメント組立て同時掘進シールド

セグメントを組立てながらも掘進することができる工法であり、圧力制御推進方式、アーティキュレートジャッキを用いたものなどがある。

⑭ クルン (球体) シールド

カッタ部を収納出来る球体を有するシールドマシン、長距離掘進時のビット交換を容易にするものである。

ほか多数開発実施施工されている。

### 3. 自動化の推移

熟練労働者の高齢化が進み作業員の不足が加速していることから省力化の追求が求められ施工の無人化、ロボット化が進んできた。

シールド工事の自動化といえばその掘進制御に関するものがほとんどであったが、1980年代後半に東京湾道路の施工計画が本格化し、中でも自動化・ロボット化の計画が多く採用されることになり急速の発展をみた。

いわゆる建設ロボットの旗頭としてこの10年間君臨することになる。

#### ① 総合管理システム

各社独自の管理方法を駆使してシールド掘進の後方支援を行っている。

シールド機の掘進、自動測量、方向制御、泥水輸送など各種の自動化を地上の事務所から遠隔操作する (写真-3 参照)。

本社機構とモデムで繋いで情報を提供するシステムも実現している。

② セグメント自動搬送システム、立坑搬送システム、送込み装置、タイヤ式搬送システム、セグメントストック装置など

セグメントを地上から立坑を通して切羽まで自



写真-3 総合管理システムによる地上からの遠隔操作運転状況

動搬送するものなどがある（光センサ方式・誘導無線方式により遠隔操作・自動運転される（グラビヤ参照））。

最近では軌道を無くしたタイヤ式も出現している、またセグメントのストック装置も多種となっている。

#### ③ セグメント自動組立システム

セグメントを全自動で組立てるもので微調整・粗位置決めには渦電流・光等各種のセンサを使用しており、大型のセグメントを高速で組立てる超大型ハイテックロボットとなっている。近年ではハニカムセグメント・ほぞ付き・CONEX など種々のセグメントが開発され自動組立を容易にしている。

#### ④ パイプレイヤー・レールセッタ

泥水の送泥管・排泥管を自動的に接続するシステムおよび管・レールなどをセットする装置などがある。

#### ⑤ 自動掘進システム・自動方向計測制御システム（ファジー制御など）

シールドマシンの位置を自動計測（ジャイロ・レーザなど）し、掘進ジャッキパターンを自動制御する。

#### ⑥ 前方探査システム

シールドマシンの前方に有る障害物をレーザや電磁波で探知する装置である。

#### ⑦ 防水シート電磁溶着システム

セグメントと2次巻きコンクリートの間の防水シートを貼付するシステム（マグネット式・電磁溶着式がある）がある。

#### ⑧ 坑内人員管理システム

坑内に入る作業員の出入りを管理する（ICカードなどにより氏名・資格・経歴などを認知することもでき安全管理の向上にも貢献する）。作業員の所在を判別するシステムも実用化されている。

#### ⑨ 増締め台車

大型セグメントのボルト増締めロボット

#### ⑩ 排土量管理システム

泥土圧式の排土量を切羽部および後方で計測する（超音波式・電磁流量計式などがある）。

このほか⑪ビット交換技術、⑫同時裏込め注入システム、など多数の自動化技術が開発されてい

る。

## 4. 東京湾横断道路のシールド技術

東京湾横断の海底トンネルは多くの困難を克服し3,000日の工期を要して漸くその完成を見た。海底下0.61 MPa（6気圧）という大水压下の中をしかも超軟弱層を掘削外径14mの世界最大級のシールドマシンが18,252m掘り抜いたのは我が国のシールド技術の高さを立証したことになった。

大口径にして長距離掘進であり海底下のため漏水は許されない。

掘進速度も月150m以上要求され10tfのセグメント11ピースを自動で110分以内に組立てなければならないなど多くの新技術が導入されている。

### (1) 大水压下の耐水技術

- ① セグメント間に水膨張性のシール材を使用。
- ② テールシールをステンレス製ブラシ型とし4段構造・緊急止水装置を設置している。
- ③ 一次覆工と二次覆工との間に導水タイプの防水シートを設置。
- ④ 裏込め導入孔に逆止弁を備えた。

### (2) 耐震性構造

- ① 立坑との継ぎ目に可とうセグメントを採用した。
- ② セグメントのリング間の継ぎ手は長ボルトを使用した。

### (3) 全自動組立

- ① 11リングのセグメントを等分割した。
- ② セグメント自動搬送&供給装置を採用し自動組立装置との乗せ替えも自動化した（グラビヤ参照）。
- ③ ナット自動供給装置を登用した。
- ④ セグメント自動組立ロボットを高速化した。

上記装置の採用によりセグメント組立時間110分を80分台に短縮し工期短縮に大きく貢献した。



#### (4) 二次覆工がシールドマシンを追いかける

2次巻き設備の簡素化を図った。防水シートは電磁溶着方式・マグネット方式を採用した。

#### (5) 急勾配対応

セグメント自動搬送システム、サーボモータ付きでトルク変換により定速度にして急勾配対応の安全性を確保した。

#### (6) 大型化に伴うもの

シールドマシン、送排泥、泥水処理設備、枕木など各設備ごとに配慮された（各種クレーンにバランスを使うなど）。

#### (7) 長距離掘進に伴うもの

- ① 本ビットの摩耗低減のため先行ビットを装置した。
- ② 耐摩耗性カッタービット E3 種を採用した。

#### (8) 地中接合技術

- ① 凍結工法により放射凍結管と張付け凍結管を併用した。
- ② 探査ボーリング（50 m 掘進）にラジオアイソトープ（RI）を使用しドッキング精度を向上させた。

#### (9) 総合管理システム

シールドマシン、泥水輸送、泥水処理、グラ



写真-4 東京湾横断道路工（浮島南JV）の自動運転操作盤およびマルチビジョン画面

ウトの自動裏込め、自動方向制御システムなどの地上からの遠隔操作運転を行っている。

なおこの画像の情報は現場事務所、本社機構へも伝送され即時対応を可能としている（写真-4参照）。ほかにも多くの新技術が導入されており地下のアポロ計画といわれた難工事を成功させた。

### 5. 将来展望について

複雑な地層を持ち輻輳する都市域でのトンネル工法としてはシールド工法に多くの期待がかかってくる。

ニーズの多様化がますます激しくなり計画される工法の今後の方向を展望する。

#### ① 大断面化（超大口径径 20 m 以上）

3車線の往復道路を1断面で掘削する工法としてリングシールド工法・MMST工法などが開発されている。

#### ② 大深度化（70～100 m）

山手線の地下工事、新地下都市開発など夢は尽きない。

#### ③ 長距離化（5～10 km）

立坑を減らして一気に掘削する技術は現状でも10 kmは可能である。

#### ④ 高速掘進（月進 500 m～1,000 m）

ドーバー海峡で実現した月進 500 m は地層の違う日本で実現する日も近いと思われる。特殊セグメントの出現も貢献すると考えられる。

#### ⑤ 円形から矩形、異形断面への移行

使用効率の悪い円形は矩形工法の出現で押され気味であり、その場所の特殊性に対応した形が採用される時代が来ることも考えられる。

#### ⑥ 複円形の多様化

地上道路の許認可の関係で複円化は横へ縦へエキセントリックに変化すると考えられる。

#### ⑦ 地下空間利用のための構造物の構築

地下構造物の構築への夢は近い。

#### ⑧ 地上の省スペース化

都市土木の宿命であり、立坑の有効利用が必須となる。

#### ⑨ 省力化、省人化技術

無人化技術が進んでも完全無人化となるのは遠

いと考えられ当面はロボット化と作業員の共存技術の追求が求められる。

#### ⑩ 安全性向上のための技術

ますます輻輳する新技術に耐える安全への配慮は後手にまわりがちである。

地震・出水・火災・ガスなどの予知・予測システムとそれらの防災対策システムの開発が急がれる。

#### ⑪ シールドマシンの標準化

ニーズの多様化によりシールドマシンはすべてオーダメイドとなっている。

今後はコストダウンの面からも標準化が必要となる（マシン断面・部品の規格化、アッセンブリ対応などの検討が急務となる）。

#### ⑫ セグメントの規格化・標準化

#### ⑬ 土木現場のイメージアップ

など多くの課題が待ち受けている。

これらのニーズを解決するためには土木、機械、電気の技術を始め多くのハイテク技術が必要であり総合力の結集と発想の転換が必要となる。

また、コストダウンの要求も厳しくなっており諸刃の剣と成っており、むしろ当面はコストダウン技術の追求が求められている。



写真-5 渋川雨水貯留管工事の偽装バッテリーロコと地元見学者

都市域での地下開発はとどまることを知らない。ますます困難となる新技術へのニーズと果てしない夢を乗せてシールド技術の今後の発展が期待される。

また、不況の現在の世の中を切り開く先兵としての活躍が期待されている。

なお、ここに土木の現場のイメージアップを図るためセグメントの自動搬送システムを地上から切羽まで導入し、かつ、バッテリーロコに新幹線スタイルの偽装を施している現場（渋川雨水幹線工事）を紹介する（写真-5）。

近隣の住民へ現場を開放し小学校の授業に組入れられた模範現場である。

未来を担う子供たちに夢を持たせており関係者のご尽力に敬意を表するものである。

最後に資料提供・写真提供いただいた下記の各位に深く感謝の意を表するものである。

#### 【参考文献】

- 1) 渋川雨水貯留管工事（大成ほかJV）所長・岡田 仁，機電係長・金 浩昭
- 2) 大豊建設東京支店機械課長・保坂 博
- 3) 三菱重工建設機械部課長・丹羽章夫
- 4) 日経コンストラクション，東京湾横断道路のすべり，1997年9月25日号
- 5) （社）日本電力建設業協会，シールドトンネル工事の現況と施工事例，平成8年12月
- 6) 土木工学社，シールドトンネルの新技術
- 7) （社）日本建設機械化協会「建設の機械化」
- 8) 日本工業出版，建設機械
- 9) 建設ロボットシンポジウム（当協会他主催）

#### 【筆者紹介】

菊池 雄一（きくち ゆういち）  
清水建設（株）土木本部機械技術部部长  
日本建設機械化協会機械部会シールドトンネル機械施工技術委員会委員長



#### 【お詫びと訂正】

平成10年2月号（No.576）に掲載された、「建設省設置50周年記念座談会」の記事において下表のとおり誤植と訂正がありました。関係各位にご迷惑をおかけしたことを深くお詫び申し上げます。

（座談会事務局一同）

ページ	段	行	誤	正
13	左	24	関東	近畿



シールド工法特集

# 球体シールドと適応例

## —コスト縮減に向けたタテヨコシールド—

栄 毅熾・金子研一・伊藤広幸

球体シールドによる立坑と横坑の連続施工の採用が5件に達した。この間、シールド機械および施工方法に改善が加えられ、適応領域も広がった。大阪市の下水道では、6車線の道路の中央からの施工のために従来からのタテシールドよりスリムな設計がされている。また、東京都の下水道では立坑の深度がGL-60mという、高水圧下のタテヨコシールドに挑戦する。これらの事例の最終目標はコスト縮減であり、本報文では技術の概要から施工例を織りまぜて、最新の球体技術を紹介する。

キーワード：球体シールド、タテヨコシールド、コスト縮減、立坑、大深度地下

### 1. はじめに

球体シールドとは、球体を利用してシールドに新しい可能性を提供したシールドの総称であり、掘進中のシールドの向きを直角に方向転換したり、カッタの前面をトンネルの坑内に向けて摩擦したビットの交換を可能にすることが可能である。

開発当初の目的である立坑と横坑の連続掘進が可能なシールド（以下、タテヨコシールドと呼ぶ）の採用も5件になった。工事実績の概要を表-1に、採用年（横軸）と立坑深度（縦軸）の関係を表-1に示す。採用順にA, B, Cの事例とし、図の円の大きさは立坑の外径を示す。当初、深さが40m程度の立坑に採用されたが、最近のE事例

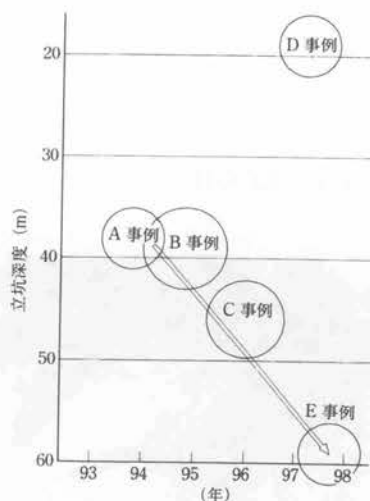


図-1 タテ・ヨコシールド採用実績の推移

表-1 タテヨコシールド工事実績表

	工事名	施工時期	規模	機種
A	東京都足立区花畑七、八丁目近枝線工事	1993.10~1995.7	立坑深さ 38 m, φ 5.82 m × φ 2.89 m	底部球体シールド型, 泥水式
B	東京都荒川幹線立坑設置工事	1994.11~1996.3	立坑深さ 39.69 m, φ 7.92 m × φ 4.84 m	底部球体シールド型, 泥水式
C	東京都第2十二社幹線その4立坑設置工事	1996.1~1997.12	立坑深さ 46.63 m, φ 7.4 m × φ 4.45 m	底部球体シールド型, 泥水式
D	大阪市万代~阪南幹線下水道管渠築造工事	1997.3~1999.3	立坑深さ 19.83 m, φ 5.92 m × φ 4.23 m	球体シールド型, ヨコのみ土圧式
E	東京都弥生町幹線工事	1997.10~1999.3	立坑深さ GL-59 m, 44 m, φ 5.95 m × φ 3.96 m	球体シールド型, 泥水式



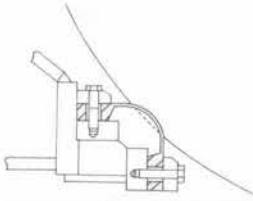


図-6 底部球体シール

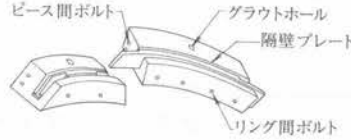


図-7 エントランスセグメント

坑底部と球体間を底部球体シールと呼ぶシールを設置する(図-6参照)。

このシールは球体回転後に止水性能を発揮すればよい。インフレートタイプのシールにして、内部にグリースを給脂することで水圧に対抗する。さらに、エントランス部においてセグメント側より止水板を押し出す構造のセグメント(図-7参照)を用いることで、立坑の壁とトンネルの間を止水している。このように、球体シールだけでなく底部球体シールを用いるものを底部球体シール型と呼ぶ。

底部球体シール型の最小寸法は底部球体シールを設置するために、球体シール型と比較して立坑の径は大きくなる。立坑の寸法は従来と同様にシールド発進に必要な最小の寸法として決まる場合と立坑の設備を設置可能な最小の寸法と比較して、いずれか大きい寸法で決められる。コスト縮減のためには球体シールド型が望ましく、立坑の直径の差が1mあれば数億円の違いとなる。図-8にタテシールドとヨコシールドの直径の関係を示す。

(3) 施工順序

施工順序を図-9に示す。タテシールドでセグ

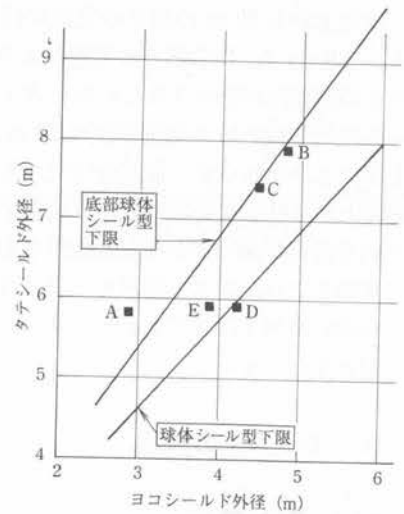


図-8 タテシールド外径とヨコシールド外径の関係

メントを反力に立坑を掘進し、所定の深さに到達した段階で、外周カッタを外し、シールドジャッキを用いてヨコシールドを球体内に引上げる。次に、球体を90度回転しカッタの向きを下方からヨコ方向へ向ける。引続き、ヨコシールドのテールプレートを溶接により継ぎ足し、ヨコシールドを発進させる。

写真-1は球体が直角に回転した状態であるが、通常掘進時は、土砂の崩壊を防ぐために鞘管がカッタヘッドの背面まで覆っている。鞘管はタテシールドのテールプレートを兼ねている。

シールドが所定の位置まで掘進後、セグメント間にリングを挟込み、リングを鞘管に溶接することで鞘管とセグメントを固定する。次にセグメントを反力に本体ブロックだけが前進することで見

- ① タテシールド掘進    ② 外周カッタ切り離し/センターカッタ引き込み    ③ 球体回転    ④~⑤ ヨコシールド発進

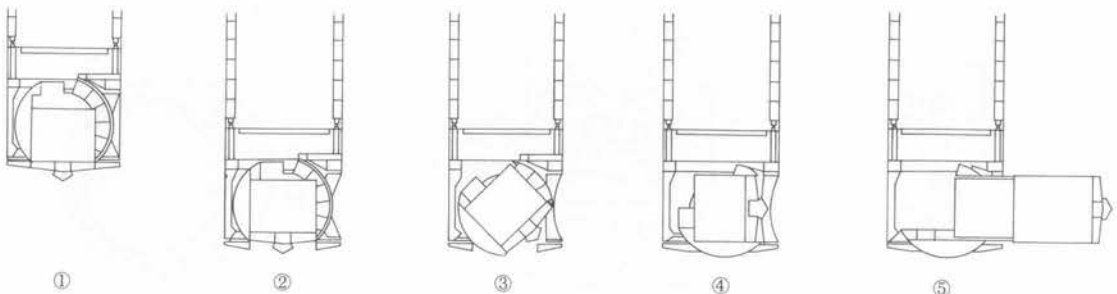


図-9 施工順序



写真-1

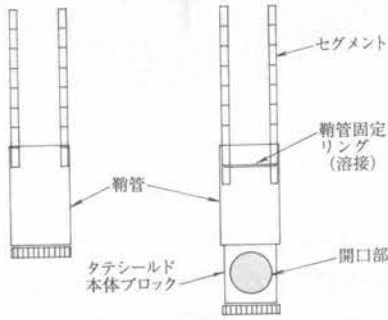


図-10 鞘管引抜き手順

かけ上、鞘管が引抜かれる(図-10参照)。

(4) コスト対策

(a) カッタスライド

球体の回転前に、カッタを球体の内部に引込む作業がある。構想段階では、カッタヘッドをスライドジャッキにより持上げる計画にしていた(図-2参照)が、コスト削減のために、ヨコシールドのシールドジャッキを利用して、シールド全体を引上げる構造にしている。

(b) 球体セグメント

球体を回転すると立坑と球体内部を連絡する空

間が球体により塞がれる。球体をセグメント化して、ボルトで接合することで塞ぐ部分の撤去を容易にしていた。さらに、球体の回転により開口部が球体シーリングを外れるのを防止するために、はずした球体セグメントを転用する計画であった(図-2参照)。

川崎市のヨコシールドの事例では、球体の開口部の位置をずらすことで、球体セグメントを転用せずに、外すだけの構造とした。さらに、タテシールドでは球体の製作コストを下げるために、球体を一体で製造し、セグメント化せずに立坑内部でガス切断をすることにした。

3. 立坑の施工

(1) 作用荷重

ヨコシールドの駆動装置がタテシールドの駆動装置を兼ねている。つまり、タテシールドの掘進に必要なトルクが、ヨコシールドを掘進するのに必要なトルクに比べて、十分に小さいことが条件に成り立っている。

A事例における掘削深度とトルク係数の関係を図-11に示す。横軸に掘削深度、縦軸にトルク係数を示す。図中の印は同一の掘進リング中、最大と最小の値と掘削開始前の値を示す。掘削深度38m付近でトルク係数が0.16を示しているのを除き、0.12以下であったことが分かる。前提条件として、A事例の土質はN値10以下の軟弱な沖積粘土層であり、毎分1cm以下で掘進管理していたことを付け加える。

掘進初期(深度20m程度まで)においては掘削開始前に最大値を示すことが多かったのが、後半は掘進開始時に最小値を示すことが多くなる傾

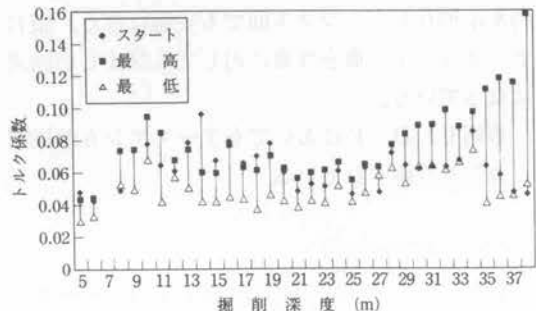
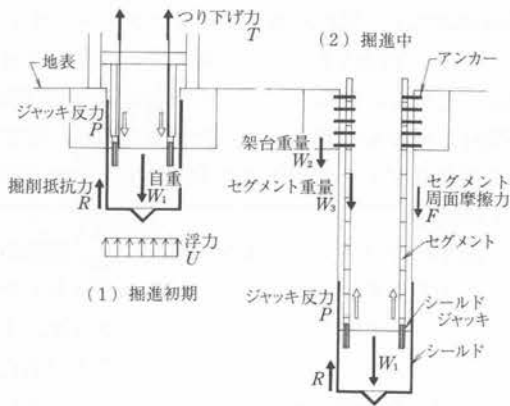


図-11 掘削深度とトルク係数



図—12 作用荷重

向にあることを示す。これは、掘進初期においてはシールドマシンをジャッキで吊っているにもかかわらず、カッタビットが地山やスライムの中に貫入し、抵抗となっていたことが予想される。掘削深度が増大すると、シールドに対する浮力が増加し、掘進開始時は常にシールドが浮き上がっていたことが分かる。

掘進中の荷重のバランスは図—12の関係がある。掘進初期においてはシールド重量が浮力等の上向きの力より大きく、地中にカッタが食込み、回転が不能にならないように吊下げながら掘削する必要がある。

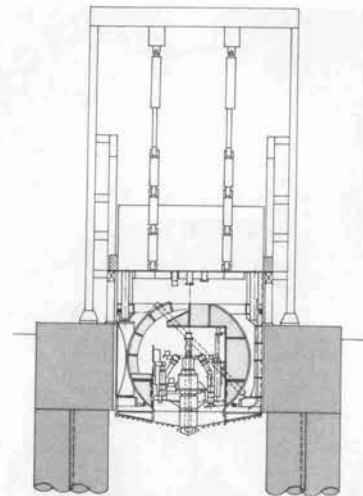
ある深さを過ぎると、泥水圧によりカッタ面版にかかる力や立坑全体にかかる浮力といった上向きの力が大きくなり、下向きの力を与えないと立坑全体が浮き上がることになる。下向きの力としてはシールドの重量、セグメントの重量、架台の重量、立坑のセグメント周囲の摩擦力等がある。

A事例では下向きの力を与えるために、架台コンクリートと一体に、直径1.5 m、長さ13.9 mのベント杭を30本設置した。B事例ではアースアンカにより上向きの力に対抗させることで、架台を小型化した。コスト面でも安価になり、架台コンクリートの撤去作業に対しても好ましい結果になっている。

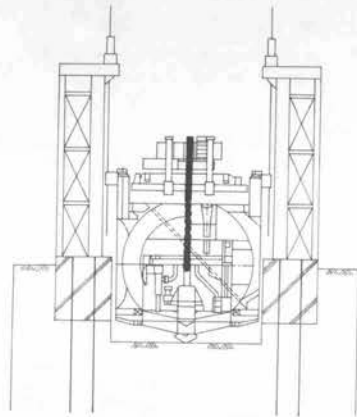
事例C、D、Eにおいてもアースアンカが採用されたり計画されている。

## (2) 吊下げ設備

タテシールドの掘進初期においては、シールドを吊下げながら掘進する必要がある。A事例で

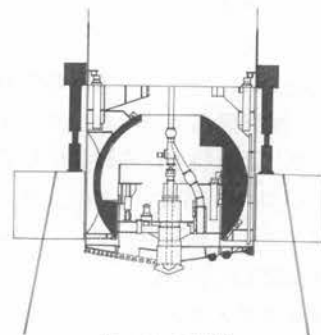


図—13 A事例



図—14 B事例

は、タテシールドを油圧ジャッキで直接桁から吊下げながら掘進した(図—13参照)。立坑の径が大きくなると、この架台設備が大がかりになるため、B事例ではセントラホールジャッキを用いてシールドの外側をPC鋼棒で吊下げながら降下させた。これにより、架設の台の高さを低く抑えている(図—14参照)。



図—15 C事例

C事例ではシールドの外部にブラケットを設け、ガイドウォール上から油圧ジャッキで支えながらリフトダウンする方式を取っている(図-15参照)。

#### 4. 適応事例

##### (1) 適応領域

立坑をシールドで掘削すると、従来工法と比較して非常に速い。1日に1mの掘進でも2ヵ月あれば50mの立坑が完成する。A、Bの実績からも立坑の掘削および球体回転に要する期間は半年程度である。従来方式で、1年必要とすると約半分の工事期間で完了する。

また、立坑の底部でシールドを組立てる作業が無いこと、壁の厚さが薄いことから従来の立坑の寸法と比較して小型である。しかし、速いと小さいといった点で採用になることはまれで、他工法と比較して安くなければ採用とならない。

深い立坑を建設する方法の一つとして地下連続壁工法がある。地下壁を掘削する機械は何回も転用が効くが、タテヨコシールドの場合、シールドを新たに製作するためコスト面で弱点となる。

これをカバーするために、立坑が小型化になることによる低減する材料費、掘削費、残土処分費、発進設備費に期待せざるを得ない。また、発進坑

口部の地盤改良費、鏡開けの費用が不要なことも比較項目に含める必要がある。他の工法と同じ径の立坑を建設したのでは比較にならないくらい高いコストになる。

シールドを新たに製作するために、初期の投資は大きくなるが、掘削深さに伴うコストの増加割合は小さいため、掘削深度が深いほど他の施工方法と比較してコスト面でメリットの出る工法である。通常の場合、コストメリットの出る分岐点は30~35mあたりであり、ヨコシールドの外径が小さいほどマシンのコストが安く、立坑全体のコストも安くなる。

##### (2) D事例

本工事は大阪市の阿倍野区と住吉区の境界である南港通り(6車線)の道路上から施工するシールドの発進用立坑であり、立坑を小型化するためにタテヨコシールドが採用された。将来、立坑としての利用予定が無いため、できるだけ小型化し、コストを下げる必要があったため、球体シールド型が選ばれた。さらに埋設物との離隔をとるために、さらに小型化を図っている。

まず、鞘管を無くすことで小型化されている。掘削深さが20mであり、鞘管がある状態での掘進が6~7mでは鞘管があまり機能していないと考え、省略している。開口部には充填剤を埋めて

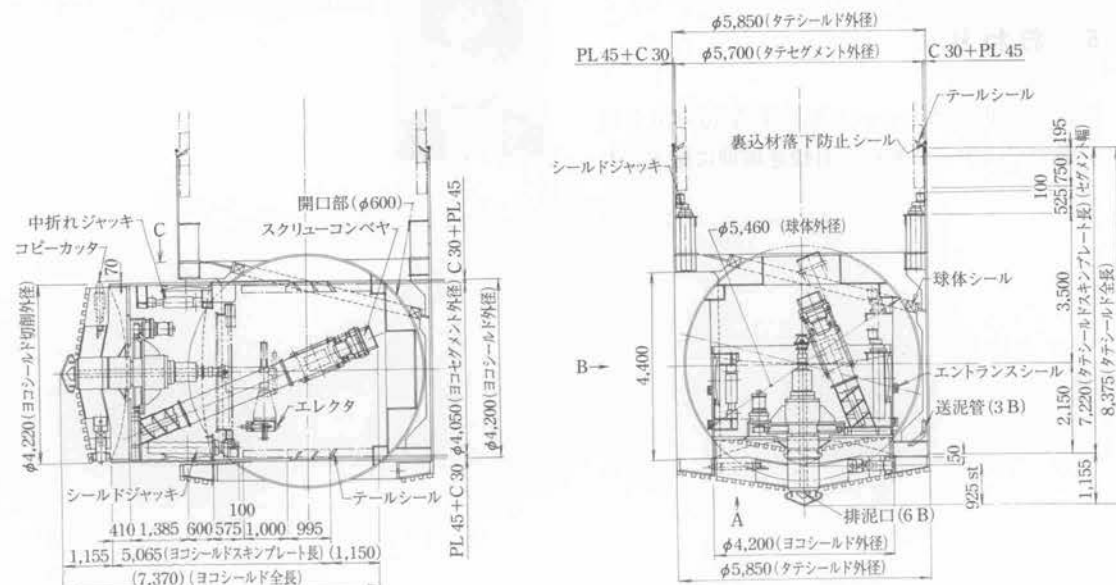


図-16 D事例のシールド全体図



表—2 事例シールドの主な諸元

	タテシールド	ヨコシールド
外 径	5,000 mm	4,200 mm
シールド機全長	8,375 mm	7,820 mm
単位面積当り推力	58.5 tf/m <sup>2</sup>	121.3 tf/m <sup>2</sup>
カッタ回転数	0~1.4 rpm	
カッタトルク	154.1 tf·m	
(トルク係数)	( $\alpha=0.75$ )	( $\alpha=2.08$ )

いる。

さらに、シールドの位置を球体の上面にもっていくことで小型化した。球体の回転前に、球体天端の開口に蓋をすることで浸水に対応している。E事例も同様の構造にしている。シールドの全体図を図—16に、主な諸元を表—2に示す。立坑が浅いため、タテシールドのエレクタを無くすことで、コスト縮減をしている。

道路上での作業のため、地上の設備のためのヤードは700 m<sup>2</sup>程度しかとれない。このため、ヨコシールドを土圧式としている。他の事例はヨコシールドを泥水式としているため、そのままタテシールドの設備として使用しているが、今回は設備換えが必要となる。

タテシールドの深さが浅く掘進期間が短いこと、1日1mの掘進とすると1日の残土処理量が27 m<sup>3</sup>と少ないことから、立坑掘進の流体および残土の処理設備は簡易なもので計画せざるを得ない。

## 5. おわりに

DおよびE事例のシールドは平成10年6月頃に工場で完成予定であり、引続き現地に搬入され

る。これらのコストが無事完了し、大深度立坑工事におけるコスト縮減の技術として、あるいは小型の立坑技術としての実績が認められ、ますます難しくなるインフラの整備に球体シールドを提案できることを確信している。

### 【参考文献】

- 1) 鈴木永世, 貝沼憲男, 藤本幸男ほか: 球体シールド工法の開発, 土木学会論文集 VI, No. 498, pp. 19-21, 1995. 6
- 2) 桑田尚史, 横山博一ほか: 立坑と横坑の連続掘進機が構築する立坑の適用性, 下水道協会誌, pp. 47-53, 1996. 9
- 3) 大成・大日本・村本JV, 大成・フジタ・五洋JV, 大成・大木・小田急JV: 各パンフレット
- 4) 近藤文夫, 丸山信明: 球体協会技術資料, 1997. 12

### 【筆者紹介】



栄 毅熾(さかえ たけし)  
大成建設(株)技術開発第2部



金子 研一(かねこ けんいち)  
大成建設(株)技術開発第2部



伊藤 広幸(いとう ひろゆき)  
石川島播磨重工業(株)

## シールド工法特集

# 親子シールド工法

## —シールドからシールドが発進—

赤石 進・永倉昭男・池添勝次・矢頭徳弘

最近の新しいシールド工法で、シールドの分離・結合による立坑の省略化やシールドの施工区間の長大化が研究され、実用化されつつある。1997年7月横浜市の下水道工事においてはじめてシールド機からの小口径シールド機の離脱発進が行われた。この工事の概要とその他のシールドの離合技術の現況を紹介する。

キーワード：シールド工法、親子シールド工法、MSシールド工法、分岐・接合工法、  
カッタヘッド、中折れ式、シールド機

### 1. はじめに

横浜市下水道局において、既設幹線の排水能力が不足する状況を打開するために増強幹線が計画・施工されている。しかし、下水道工事の大部分を占めるシールド工事においては、次のような問題点をかかえている。

- ① 家屋の密集・交通量の増大・埋設物の輻輳などにより、発進・到達等の基地になる立坑用地の確保が困難になっている。
- ② トンネル径を小さくしても良い上流部の施工に中間立坑を設けられないため全線を大きな径で掘るような不経済な状況も発生する。このような状況から、径の異なるトンネルを連続して施工し、管径変化点で立坑を必要としない新たなシールド工法「MSシールド工法」(Multi-Stage-Shield工法)を開発し、適用した。

本工法を採用することにより、表-1のように、従来の工法に比べ、中間立坑・立坑残土、掘削残土や地盤改良など工事費のみならず用地費の低減が可能であり、工種が減少するため安全性も向上すると考えられる。

- ① 中間立坑方式と比較すると立坑用地、中間立坑築造工、地盤改良工などが削減できる。
- ② 全線大口径方式と比較すると管径の差や子

機の距離に応じて掘削土砂量やセグメント量・二次覆工コンクリート量が削減できる。

- ③ 地中接合方式と比較すると地盤改良工や位置検出工が削減でき、さらにそれぞれの径に合わせたシールド機の製作を親子機1機にすることができる。

### 2. MSシールド工法の概要

MSシールド工法は、大きい口径のシールド機(親機)の中に小口径のシールド機(子機)をあらかじめ格納したシールド機を用い、1台のシールド機で径の異なるトンネルを連続して施工する工法で、発進立坑からMSシールド機を発進させ、所定の区間を掘削後、管径変化地点で子機を親機から分離発進させ、さらに到達立坑まで小口径のトンネルを連続して施工する。

### 3. MSシールド工法の特長

MSシールド工法の機械的特長や工法上の特長は次のような点にある。

- ① 子機の発進にあたり、発進部の地盤改良や補助工法を不要にするため次の対策を実施している。

親機、子機のカッタヘッドを各々単独支持

表一 シールド工事方式比較表

方式	概念図	シールド機台数	中間立坑	地盤改良	掘削土量・覆工量	径変更の自由度
MSシールド		1	○ (不要)	○ (不要)	○	○
中間立坑方式		2	× (必要)	× (必要)	○	○
全線大口径方式		1	○ (不要)	○ (不要)	× (多い)	—
地中結合方式		2	○ (不要)	× (必要)	○	○

機構とするなど信頼性の高いカッタヘッド連結機構を採用し、カッタヘッドの連結解除を遠隔で容易にした。また、親機にはエントランスシール機構を設け、子機の離脱発進時に確実に止水することができる構造や親機内面をガイドとして真っ直ぐに発進させられる構造を採用した。

これにより、管径変化点において地盤改良や補助工法を用いることなく子機を円滑に離脱発進させることができる。

- ② 子機のスキンプレートを伸縮式にして、親機に格納することにより、親機は従来機と同等の機長とすることができる。また、親機、子機とも中折装置を付加することができ、急曲線施工も可能である。

これにより、発進立坑は従来と同等の大きさで機械の投入が可能であり、また、線形も従来と同様に選定することができる。現在までの研究で曲率半径 20 m 程度までの急曲線施工を可能としている。

- ③ 後続設備、カッタヘッド駆動装置、排土装置などを共用することにより、システム全体を簡素化することができる。

これらにより、管径の組み合わせも自由度が

大きく、径差 500 mm 程度までの近接径の組み合わせも可能なため広範な幹線工事に適用できる。

- ④ 施工全体としては、MSシールド工法を用いることにより、管径が変化する管梁工事において、中間立坑や補助工法を必要とすることなく連続施工できるとともに、従来工法に比較して掘削土量、覆工量、機械製作費なども低減でき、合理的な施工が可能となる。

#### 4. MSシールド機の構造

MSシールド機は、図-1に示すように親機および子機を主要装置として構成している。

子機の本体は二重円筒伸縮式であり、親機内では、後胴スキンプレートを前胴部に勘合されて子機機長が縮まった状態である。

この子機は、親機の前胴内にすべてが格納され、親機内の「子シールド機の推進反力受け部」でボルトにより親機と結合されている。

土砂を掘削するカッタヘッド部(図-2参照)は外周側にあるドーナツ状の親機用カッタヘッドと内周側の子機用カッタヘッド部により構成され、両カッタヘッドは各々独立してベアリングに

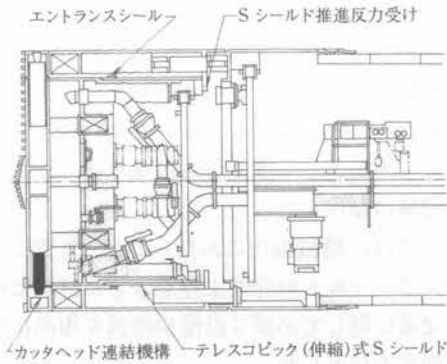


図-1 MSシールド機構造図

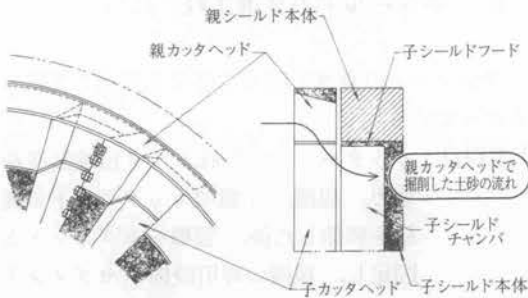


図-2 親機カッターヘッドの土砂取込構造

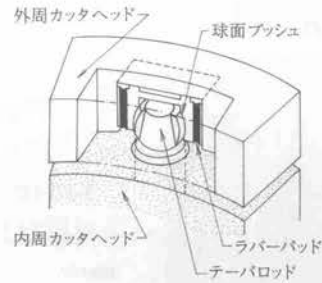
より支持されている。ただし、カッターヘッドの駆動部は子機側にのみ設置されており、親子一体時(大径管掘削時)は子機側カッターヘッド回転力を4本のトルク伝達ロッドを介して親機側カッターヘッドに伝え、一体で回転させる構造である。

図-3にトルク伝達ロッドの構造を示す。子機の発進時はテーパロッドを、油圧シリンダで子機のカッターヘッド内に格納することにより、容易に親機のカッターヘッドとの連結が解除される。

また、親子のカッターヘッドを個別に独立支持する理由として次のような点が挙げられる。

- ① 親機のカッターヘッドは、単独で機体に確実に支持されるため、子機の発進時に親機のカッターヘッドと分離解放しても、子機のカッターヘッドや本体に干渉することがなく、安全確実に子機を発進させることができる。
- ② 土水圧などの荷重は個別に受けて支持するため、親子一体時もカッターヘッド間は強固に連結する必要がなく、回転トルク伝達を行うのみでよい。したがって、連結装置が簡素化されるとともに、連結解除も容易である。

図-2に示すように、親機カッターヘッドは土砂



カッターヘッドの回転トルクは、連結ロッドを介して外周カッターヘッドに伝達される。

図-3 トルク伝達装置

チャンバを有しない構造であり、親機側で掘削された土砂は、親機カッターヘッドの開口部から直接カッターヘッドチャンバ部に取り込まれ、子機側に設置した排泥管により排出する構造である。

これらにより、カッターヘッド部の構造は大幅に簡素化されている。

親機、子機とも、カッターヘッド、推進装置、セグメント組立装置、中折れ装置等は、個別に装着されているが、後続設備(油圧設備、制御設備、スラリーポンプなど)、カッターヘッドの一部、カッターヘッド駆動装置、送排泥管等は共用する構造である。

なお、図-1においては、親機のみ急曲線施工用の中折れ装置を装備しているが、子機のテレスコピック部の内側に中折れ装置を付加することで、子機も中折式シールド機とすることができる。

## 5. MSシールド機の製作

写真-1に、後述する当工事に製作されたMSシールド機を示す。

本機は外径 $\phi 4,930$  mmの泥水加圧式シールド機であり、内部に $\phi 3,930$  mmの子機を格納している。

機械製作段階に入って、種々の検討を重ねる中で、子機の離脱発進を確実に精度よく行うためには周到な改善や準備が必要であった。

一例として、前述のトルク伝達装置は、MSシールド機における最も重要な装置の一つであるが、カッターヘッドの中にあるため交換や補修が不可能であり、その信頼性を確保するために多くの工夫や検討時間を費やした。

MSシールド



Sシールド離脱発進時



写真一1 φ4,930 mmのMSシールド機（上）と子機の発進状況（下）

このトルク伝達装置は開発当初は、単に4本の丸ロッドを子機のカッタヘッドより突出させ親機のカッタヘッドに勘合させておけば良いと考えていたが、製作誤差により親子のカッタヘッド間が微妙に偏芯し、この偏芯回転挙動により、ロッドのかじりつきなどが発生し、子機の発進時にロッドが縮められないなどのトラブルが予想された。

この対策として図-3に示すような「テーパロッド」、「球面ブッシュ」、「ラバーパッド」などの偏芯吸収機構を工夫し、かじりつきなどのトラブルを未然に防止できる構造として製作を行った。

また、子機を真っ直ぐに精度よく発進させるために、研究段階では親機の内面に子機の外周面を受けるガイドを設けることを検討していたが、製作段階の検討において、単に子機の外周面を受けただけでは、子機の外周面と親機の内面が変荷重などによりかじりつき、円滑な発進ができなくな

ることも予測された。

この対策として、子機の外周面に軸方向ライナを複数個取付け、推進抵抗を軽減するとともに、子機のシールドジャッキは推進制御に微速でかつ全ジャッキ等速で推進できる機構を付加するなどして機械の製作を行った。

さらには、機械製作にあたっては、6章に示すように子シールドの発進工程をさらに詳細に検討し、発進に際して必要な設備や治具を事前に機械に装備するなどした。

## 6. 子シールドの発進工程

子シールドの発進工程で主要な工程は7工程からなっている。

- 1工程目：カッタヘッドの回転トルク伝達装置を縮め、親機、子機のカッタヘッドの連結を解除した後、親機をセグメントと固定し、親機の専用設備（セグメントエレクトラ装置など）を撤去する。
- 2工程目：親機の前胴～後胴間に止水蓋を取付け、子機推進反力受け部のボルトを外して、親子機間の機体連結を解除する。
- 3工程目：子機においてテレスコピック機構を用いて前胴のみを推進させ、縮めた機体を所定の長さに伸ばす。
- 4工程目：親機内の子機推進反力受け部にセグメントを1リング連結し、さらに、子機を約1メートル推進させる。
- 5工程目：子機が水圧などにより後退しないよう親機側に固定した反力受け部材で子機を仮支持した後、連結したセグメントをいったん子機内に引込み、子機後端にテールシールを取付ける。
- 6工程目：いったん子機内に引込んだセグメントを再度、子機推進反力受け部に連結した後、仮支持した部材を取外し、子シールドの掘進準備を整える。
- 7工程目：子機で掘削しながら順次、セグメントを組立て、子機を親機より離脱させるとともに、親機前胴内には裏込材を注入して、子機の組立てたセグメントと親機を一体化する。

写真-1 に子シールドの離脱発進時の状況を示す。

### 7. 実用工事概要（横浜市南部処理区八幡幹線下水道整備工事の場合）

このような背景から生まれたMSシールド機を使用して最初に施工を行っているのが南部処理区八幡幹線下水道整備工事である。南部処理区は、横浜市の中心部にある中区、南区、磯子区の大部分の排水処理を受持つ処理区である。特に中流域ならびに下流域の低地区では都市化に伴った流出量の急増により、既存の下水道施設（桜木根岸幹線および磯子ポンプ場）の排水能力が不足し、新たな浸水対策が必要となった。

八幡幹線はこのような浸水問題を抜本的に解消するため磯子第二ポンプ場とともに増強施設として新設するものである。本幹線ルートは、旧い町並みが残っているため、道路は狭く、民家の密集

した地域でもある。

このような立地条件のもとに新しく増強幹線を施工するにあたって、中間立坑を必要とせず仕上がり内径の異なるシールドトンネルの掘進を1台のシールド機で施工できるMSシールド工法を採用することとなった。

この幹線には途中3箇所からの枝管の流入が計画されているため、上流側で仕上がり内径φ3,000mm、下流側で仕上がり内径φ4,000mmで計画されている。シールドトンネルのルートは新設される磯子第二ポンプ場の敷地内から、堀割川を横断し、市道（車道部：幅員7m、歩道部：片側1m）の直下を掘進するもので、地質は沖積粘性土層と固結シルト層に大別される。

### 8. MSシールド工法と従来シールド工法の経済比較について

シールド工事は、同一条件下（地質、口径、深さ等）での施工がないため比較しにくいですが、八幡幹線での条件をもとにφ4,000mmの施工を1,000m、φ3,000mmの施工を1,000m行った場合の4工法を比較してみた。図-5に工法別の工事費を示す。

シールド工事の費用は、シールド機本体、地上設備などの固定費用と、セグメント、裏込注入、掘進工事などの大きさや長さのパラメータによって決まる変動費用に分けられる。

このため、中間立坑方式や

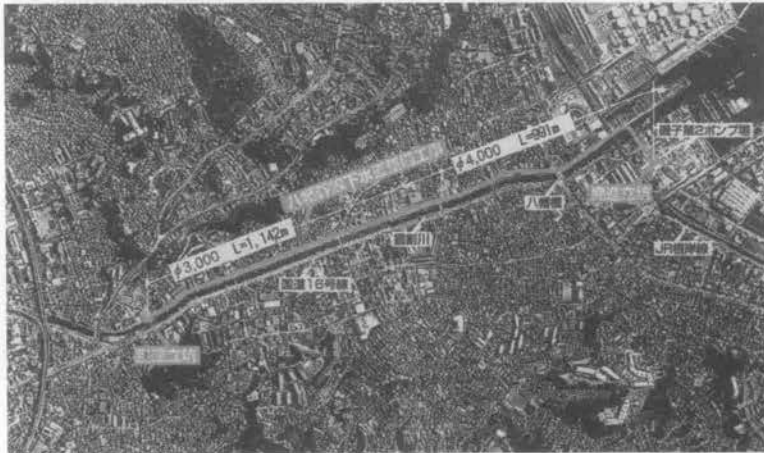


写真-2 工事区間

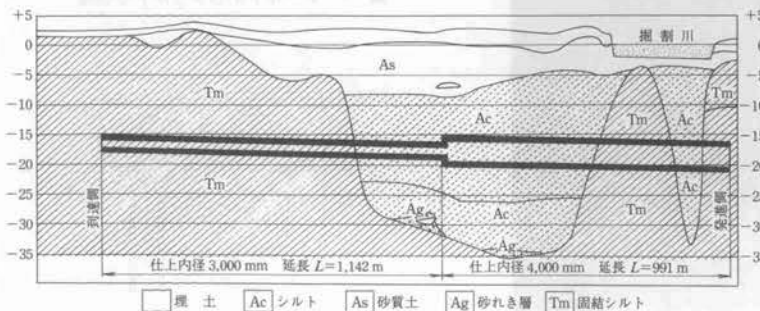


図-4 地質縦断面図

表-2 工事概要

	親機	子機
シールド外径	4,930 mm	3,930 mm
仕上がり内径	4,000 mm	3,000 mm
延長	991 m	1,142 m
最小曲率	50 m	200 m
土質	沖積粘性土、固結シルト	
最大土被り	19.70 m	18.92 m
最小土被り	17.51 m	11.07 m

地中接合方式のようにシールド機本体や中間立坑、地盤改良などの固定費の大きな工法と、全線大口径方式のように、固定費が小さく、変動費が大きい工法がある。

MSシールドは、これらの中間に位置する工法であり、両工法の利点を取込んでいるため、図-5に示すように最も安価な工法であることが分かる。

また、子シールドの施工区間が、1,000 mを超えてさらに長くなる場合には、全線大口径方式とのコスト差が大きくなる。

八幡幹線の場合、工事費として従来の大口径方式に比べて工事費として約1億円、残土量にして約9,000 m<sup>3</sup>の低減が図られている。

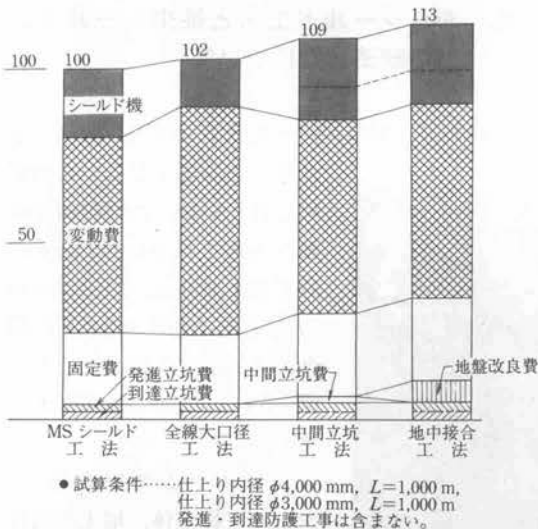


図-5 工法別工事費用の比較



写真-3 子機発進部覆工状況

## 9. 親子シールド工事の所感

シールド機は、平成8年11月に発進し、現在2,000 mの掘進が完了しており、到達間近になっている。

親子の離脱は昨年6月から7月にかけて実施し、良好な状況で分離することができた。

また、当初掘進を行うにあたって前記以外に次の懸念があった。

- ① 親シールド機の中に子シールド機を組込んだ構造のため、重心位置がかなり前方になり、掘進時の前下がりを懸念した。
- ② 親用のコピーはストロークが長いので引抜きに支障を起こす。
- ③ 子機においては、中胴にくびれがでるため、フリクションの欠除や反対に締付力が増大する。

などであったが、 $R=50$  m等のカーブ施工も含め

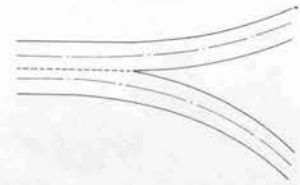


図-6 シールド同士の分離・接合

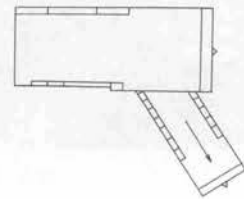


図-7 シールドからシールドの分岐

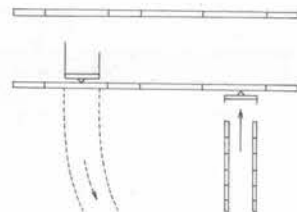


図-8 既設トンネルから発進・分岐既設トンネルへの到達接合

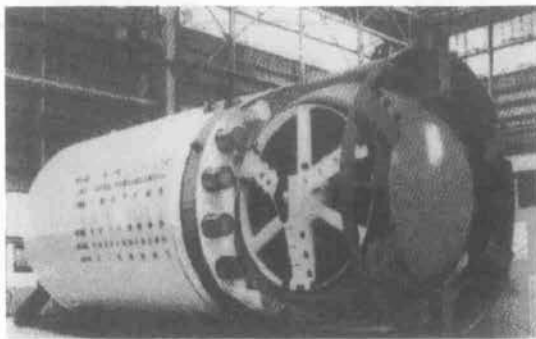


写真-4 球体シールド機

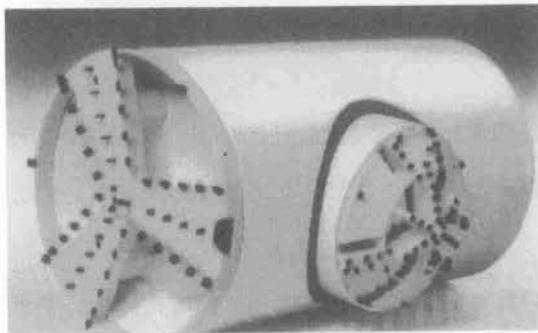


写真-5 地下茎シールド機

順調であり、計画どおり施工できた。

進捗は、固結シルト層で片番4リング程度、沖積粘土層で片番6リング程度である。

また子シールド発進の作業スペースも確保され、作業性に支障がないことが分かった。

## 10. おわりに

近年、特に大都市のシールド工事においては、立坑用地の確保が非常に困難な状況になってきており、今回施工したMSシールド工法も含めて次のような分岐・接合工法が提案・具体化されつつある。

- ① シールド同士の分岐・接合例：H&V工法
- ② シールドからシールドの分岐例：MSシールド工法（本文参照）、球体シールド工法

③ 既設トンネル内から発進・分岐例：地下茎シールド工法

④ 既設トンネルへの到達接合

中間の立坑を必要とせず地下において連続的に長距離施工するこれら分岐・接合の工法は、上記の問題を解決する工法であるといえる。

従来、このようなケースに多く採用してきた全線大口徑方式に比べ、残土量の低減が大幅に図られ、工期の短縮、工事費の節減の効果も得ることができる。

MS工法が、今後の施工計画の参考になれば幸いである。

### 【参考文献】

- 1) 電力土木におけるシールドトンネル工事の現況と施工事例、(社)日本電力建設業協会、平成8年12月

### 【筆者紹介】

赤石 進（あかいし すずむ）  
横浜市下水道局建設部特定下水道課長



永倉 昭男（ながくら あきお）  
鹿島建設（株）横浜支店  
鹿島・前田・イワキ・特定建設共同企業体所長



池添 勝次（いけぞえ かつじ）  
鹿島建設（株）機械部機械課担当課長



矢頭 徳弘（やがしら とくひろ）  
（株）小松製作所地下建機事業本部シールド機械事業部担当課長





## ずいそう



## 帰ってきた遺骨

船越大資

昨年の梅雨明けも間近となった7月の下旬、日本と台湾との交流協会から一通の文書が届けられた。台湾の台北市で私の祖父・船越倉吉の遺骨が発掘されたので、引き取りに来るように、との報せであった。

私は、倉吉の長男で海軍クラブを経営していた父のもとで、昭和13年に台北で生れた。終戦後は他の引き揚げ者に遅れて昭和23年に帰国したので10才まで台湾で幼少年時代を過ごすこととなった。

父の仕事の関係もあってか、戦争中でも、生活は比較的楽な方で、子供ながらも不自由なく暮らしていた記憶が残っている。しかし、そんな環境から一転し、帰国してから生活は大変であったことが、今でも思いだされる。

会社に入ってから私は、海外関係の仕事が長く台湾にも度々出張する機会があったし、今でも年に2~3回は渡台している。台湾の地を踏む度に、祖父が他界した地であることは頭の片隅にはあったものの、その墓地がどこかなどとは正直言って考えたこともなかった。

祖父は、関西土木業界を代表する澤井組の幹部で、明治の30年代に台湾に渡った。澤井組に関係する台湾の土木建築会社の代表となり、後になって自らの会社を設立し、私の父の姉（倉吉の長女）の女婿とともに台湾の土木業界では屈指の成功をおさめ、私が生まれる以前の昭和5年に長寿を全うし他界したと聞いていた。

祖父には、7人の子供がいたが、私の父も含めて皆他界してしまっており、言うなれば「孫」を代表して9月の中旬に遺骨の引き取りに、私と私の兄、姉の3人で台湾に赴いた。

遺骨の見つかった場所は、台北市の中心街「林森北路」と「南京東路」の交差点を中心にし

た約4.5ヘクタールの土地。ここは台湾統治時代、邦人墓地として使われていたが、終戦後、一時国民党軍によって占拠され、後に大陸から逃れてきた人達が墓地の上にバラックを建て次々に住みついてしまったとのことである。バラックを建てる時、墓石を土台や敷石に利用してしまったために外見上は墓地の影は跡形もなくなってしまうていた。

このたび、台北市当局が一带の再開発を行うこととなり、住民約千所帯を立退きさせ住宅を撤去し墓地の発掘が始められた。その中に新聞や週刊誌で取り上げられたが第7代台湾総督・明石元二郎陸軍大将の棺が発見され、相前後し祖父の棺も発見されることとなったのである。埋葬記録などは勿論のごとく失われており、遺骨の数さえ不明で二千から二千五百とも推定されているが、あまりにも歳月が経ち過ぎているために、明石総督や私の祖父のように身元が判明するのは、ほんの僅かであると関係者が説明してくれた。

祖父の棺は、縦70cm、横80cmくらいの檜の箱で、中には名前の刻まれた位牌と壺に収められた遺骨が入っていた。とても70年近くの歳月が経ったとは思えない程しっかりとした形であった。これを手にしたとき、祖父の慰霊の重さばかりでなく、半世紀以上という年輪の重さもずっしりと感じさせられた。

幸運にも私の祖父の霊は、こうして私達子孫の手によって祖国・日本に帰ることが出来たが、ここで眠る多くの霊は、その行く先もなく今となっては、異国となったこの地で永久に葬られたままになってしまう事を考えると複雑な思いにもかられた。

広大な空き地となったこの場所に、いまポツリと鳥居が立っている。この鳥居は明石総督を祀って造られたが、バラックを建てる時柱として利用され外からは隠されていた。今、半世紀ぶりに蘇り、繁華街の中だけにひときわ目立った光景となっている。

持ち帰った遺骨は、孫たち一同が集い、手厚い供養を行った後、私の父母と同じ菩提寺の一隅で眠っている。

折しも、私が日本に引き揚げて来た昭和23年に創立したデンヨーは、今年創立50周年を迎える。会社の半世紀の歴史とともに、このような祖父の出来ごとを機会に、あらためて自分自身の半生を振り返って、ひどく感慨深い思いをしている昨今である。

## ずいそう



## 私とスポーツ

羽田靖人

私はスポーツ大好き人間である。この齢になって暇を見つけては、プレーに観戦にと熱中している。

広辞林によると、スポーツとは、「楽しみと肉体的訓練をかねた運動の総称」と記してある。この定義に従えば、私のスポーツ観も大変あやしいものだ。

いつも楽しみが先行し、肉体的訓練という観点からはほど遠いものになってしまっているのだから。

私は勝手にスポーツの定義を「楽しみと精神的訓練をかねた運動の総称」と解釈し、スポーツを楽しんでいるわけである。

ところで、スポーツには多くの種類があるが、私は団体競技が好きだ。特に自分自身が参加するスポーツではソフトボールが一番好きである。定年まであと数年残す齢になった今も、地域の人たちとチームを作って毎日曜日の早朝、練習に汗を流している。ソフトボールは比較的軽い運動量であること、河川敷など空地で簡単にプレーできることなどの利点があり、又、子供の頃、戦後物資の少ない時代に田舎で育った私にとって初めて経験したスポーツが、ソフトボールであったことが好きになった理由であろう。

もともと外で走り廻ることが好きで、ゴムボールを使った三角ベースをよくしていたが、中学の体育の授業でやったソフトボールは格別面白かった。その後、特に部活動でやったことはないが、今も楽しんでいるわけで、ほかにも種々のスポーツをやってきたが、ソフトボールに最も愛着を覚えるのである。個人競技が主体となるテニスなどとはちがいで、団体競技は個人技を研き高めることはもちろんのこと、それを組織力として組み上げ、チーム一丸となって闘い、

勝利を目指すところに面白味がある。私にはこの点が会社組織と相通ずるように思うのである。個人の力、技術が偉大であってもそれを組織的にまとまりのあるものにし、チーム力、組織力に昇華していかなければ強いチーム、組織はできないのである。真のチームプレーとは、その構成員が組織の中の一つの歯車として、私心を捨て、確実にその役割を遂すことはもちろんのこと、お互いが思いやりの心を持ってプレーすることだと思う。

高尚なことを書いたが、私の本当の楽しみは、練習後あるいは試合後の反省会で飲み交すビールのもち味かもしれない。飲むほどにお互いに、団体スポーツに取り組む姿勢について、「スポーツは人間の闘争本能をかき立てるルールに従ったケンカであり、勝たなければならない」一方、「メンバーの健康維持増進と、会員相互の理解と融和を目的にしており、試合へは参加することに意義がある」と大きく二つに分かれて議論に花を咲かせている。

又、テレビを通じてスポーツの楽しさを満喫しているのがラグビーである。

常日頃、鍛練に鍛練を重ねてつくり上げた強健な肉体と、練習で培った技と組織力を持ってぶつかり合う様は圧巻である。私は本格的にプレーをしたことがないので、ルールもすべて理解しているわけではない。ただ、FW陣のスクラム等での激しい肉弾戦、バックス陣の相手タックルをかわし前進する華麗なるステップ、ハーフ陣の最適な攻撃方法を瞬時に判断する戦術眼等、鍛えられた肉体と技で展開する攻防は観ていて大変興奮する。特に敵の突進を一発のタックルで仕留める場面では恐怖感を克服した敢闘精神に感動すら覚えるのである。

それにしても、ラグビー選手の頑強な肉体、精神力には驚かされる。少々の故障でも薬缶の水をかけることで、直ちに戦列に復帰していく姿を観ると、常日頃の厳しい鍛練が忍ばれる。これから1月にかけて、ラグビーシーズン終盤のビッグマッチに、私のテレビ観戦も増々熱が入りそうである。

さて、これまで団体スポーツを礼賛してきたが、最近はゴルフも大いに楽しんでいる。ゴルフはメンタル面も大きく影響するスポーツだと思う。いかに集中力を高め、無心でプレーできるかが、好結果につながる鍵だと思うのである。

以上、雑感的なものになってしまいましたが、スポーツは楽しくやれば、精神的、肉体的老化を防ぐのに、大きな効果があると信じている。この楽しいスポーツを続けながら、若々しい気持を持ち続け、日々の業務に精励したいと思っている。

# 最近のシールド掘削機開発状況

辻 吉太郎・井上年史

近年、新たに開発されたシールド掘削機の概要と、今後の開発動向について述べる。

主な新技術として、特殊断面シールド（異型断面シールド、複円シールド、MMST工法用シールド）、長距離掘削対応技術（ビット交換装置、新素材ビット）、機械式地中接合、ECL工法、親子シールド等について、紹介する。

キーワード：シールド、新技術、開発

## 1. はじめに

近年のシールド掘削機の技術革新と、新機種の採用に対するシールド業界全体の積極的な姿勢には目を眩らされるものがある。

それら新たに開発されたシールド掘削機をその開発目的別にいくつか紹介し、今後の開発の方向性について考えたい。

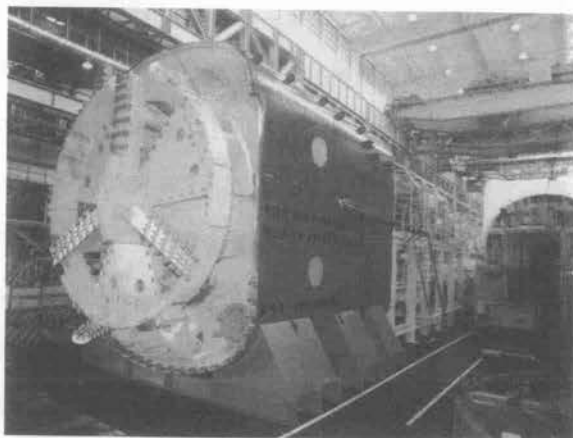
## 2. 特殊断面シールド

まず非円形の外殻形状を有したシールド掘削機であるが、1987年に製作されたJR京葉線京葉トンネル用MFシールド以来、使用目的に応じた、さまざまな断面形状を有するシールド掘削機が考案され実工事に適用されるようになった。

それら特殊断面シールドのうち、最近製作された特徴のあるものを幾つか以下に紹介する。

### (1) 異型断面シールド（写真—1、図—1参照）

カットヘッドの後面に油圧ジャッキにより伸縮する可動スポーク（スイングカット）を装備し、この可動スポークの伸縮量をカット回転角度に合わせて制御することにより、任意の断面形状の掘削を可能としている。



写真—1 異形断面シールド機

また制御プログラムの変更により掘削断面の形状を自由に変更できるため、従来矩形シールドの施工上の課題であったローリング等の方向制御も容易としている。

建設省中部建設局小田井山田共同溝工事に採用され現在掘削中である。

### (2) 着脱式3連型シールド

後に述べる親子シールド機能と複円シールド技術を併せ持ったシールド掘削機である。

帝都高速度交通営団地下鉄、7号線白金台二工区工事に採用されている。

従来の3連シールドの両サイドを着脱可能な構造とし、線路部掘削は中央部の円形シールドのみ

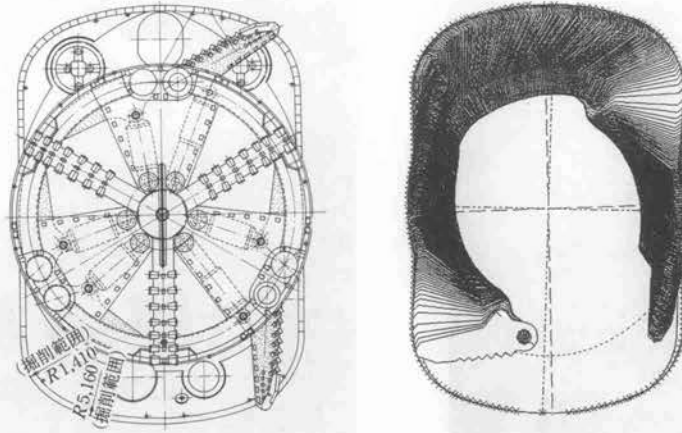


図-1 スイungkッタ軌跡図

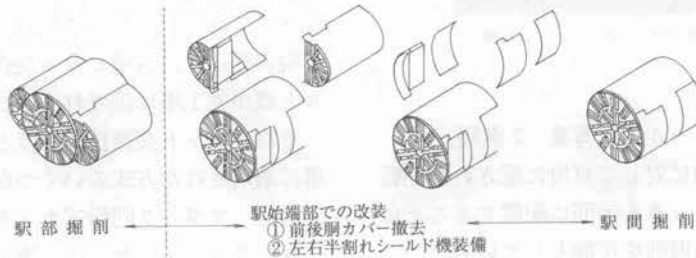


図-2 着脱式3連型シールド

で行い駅部の掘削は、両サイドの側部シールドを取付けた状態の3連シールドとして行う。

側部シールドの掘削機構は、脱着を容易にするため揺動式カッタを採用している。

従来の路線部と駅部を別個のマシンで掘削する場合に比べて、工期、施工費の点で有利となる(図-2参照)。

(3) MMST 工法用シールド掘削機

MMST (マルチマイクロシールドトンネル工法) は、計画断面の外郭部を矩形の掘削断面を有する単体シールド機で掘削し、単体トンネルを構築した後に、各単体トンネル間を結合し、内部の土砂を掘削することにより超大断面のトンネルを構築する工法である。

首都高速道路公団、高速川崎縦貫線換気洞道工事に MMST 工法が採用され、合計6台の矩形掘削断面を有するシールド掘削機が製作された。

製作されたシールド掘削機は、泥水式ボックスシールド、泥土圧式、泥水式と、各工区別に3種



写真-2 ボックスシールド

類の方式が採用され現在各々施工中である。

各方式のシールド機は矩形断面を円形のカッタで掘削する場合の、掘残し部分への対応方法にそれぞれ特徴があり、以下にその特徴を簡単に述べ



写真-3 泥土圧式 MMST シールド機

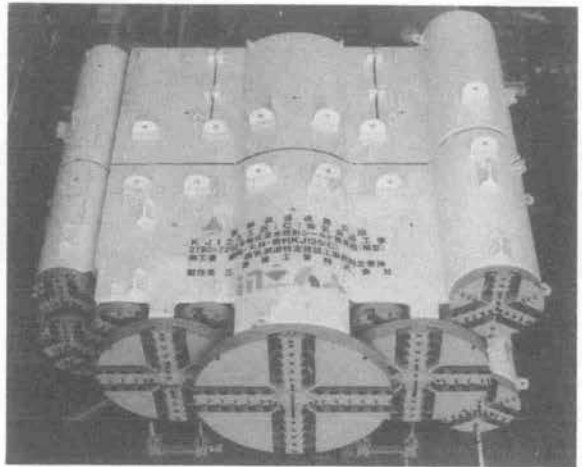


写真-4 泥水式 MMST シールド機

る。

#### (a) ボックスシールド (写真-2 参照)

掘削は、推進方向に対して直角に配された回転軸を有するドラムカッタを前面に配置することにより、矩形の全断面掘削を可能としている。

東京都中央区にて地下駐車場建設工事に採用された実績がある。

#### (b) 泥土圧式 MMST シールド機 (写真-3 参照)

同一平面上に配置された3連のメインカッタと、隅角部の4個のコーナカッタにより矩形断面を掘削する。

円形カッタの掘残し部は、コピーカッタの自動制御による余掘にて対応する。

#### (c) 泥水式 MMST シールド機 (写真-4 参照)

大小の円形カッタを前後方向に、相互に重ね合わせて配置することにより矩形断面を掘削する。

またコーナ部には、掘削位置が調整可能なスライダカッタを装備している。

### 3. 長距離掘削対応技術

#### (1) ビット交換技術

ビット交換装置付きシールド掘削機の開発は、シールド工事に携わる者にとって長年にわたる開発課題の一つであり、さまざまなアイデアが提

案されてきたが、近年になり、ようやくその成果が現実化され、各種ビット交換装置を備えたシールド機が実工事に供されるようになってきた。

それらビット交換技術のうち、近年、実際の工事に適用された方式のいくつかを以下に挙げる。

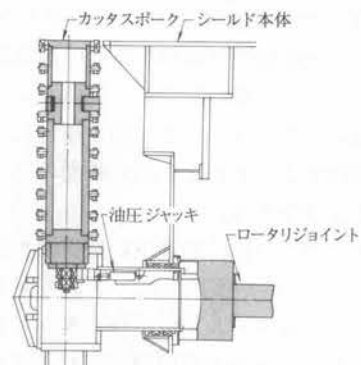
#### (a) スポーク回転式カッタビット交換装置

カッタスポーク背面に交換用予備カッタビットをあらかじめ装備しておき、油圧ジャッキ等による遠隔操作でカッタスポークを回転させて、既設のカッタビットを予備カッタビットと入替える方式である。

実工事に部分適用されている。(図-3 参照)

#### (b) ビット押し出し方式 (写真-5 参照)

予備ビットをあらかじめカッタヘッド内部に収納しておき、既設ビットが摩耗した場合、摩耗した既設ビットはそのままに、予備ビットをカッタヘッド前面に押し出す機構を有するもので、押し出し

図-3 スポーク回転式カッタビット交換装置<sup>1)</sup>

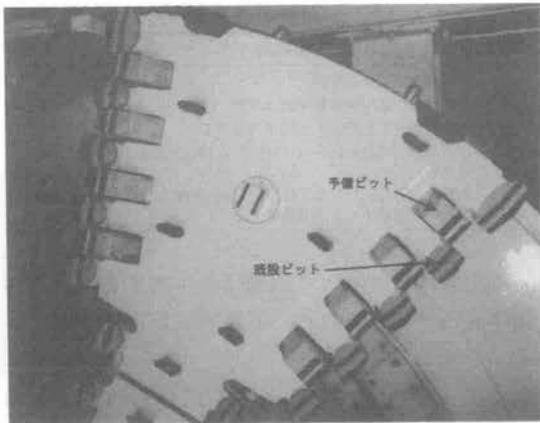


写真-5 押し出し式ビット交換装置

装置としては油圧ジャッキ等を用いる。

ビット押し出し装置にリンク機構を採用したものの、ビット伸長時のロック機構にロックピンを採用したもの、油圧を用いるもの等、数種類の方式が考案されている。

このビット押し出し方式は、すでに数多くの現場にて実機に部分装備しての作動テストを完了し、現在、実際に長距離掘削用マシンに装備されて施工中である。

### (c) 球体式ビット交換装置

球体式ビット交換装置付シールドは、すでに数件の施工実績をもつ球体式縦横連続掘削式シールド技術をビット交換装置に応用したものである(写真-6参照)。

シールド本体内に回転可能な球体構造を有し、この球体内部にカッタヘッドを収納した後、球体とともに反転させることにより、本体内部、大気圧下にてのビット交換を可能とする。

- ① 補助ビットを含めて、すべてのビットの交換が可能となる。
- ② ビットの損傷状況を目視にて確認のうえ、交換の要否を判断できる。
- ③ 複数回の交換が可能である。

等の特徴を有する。

実工事への適応としては、横浜市下水道局新羽末広幹線下水道整備工事(延長4,300m)向けのφ9,450mm泥水圧シールドがあり、現在施工中である。

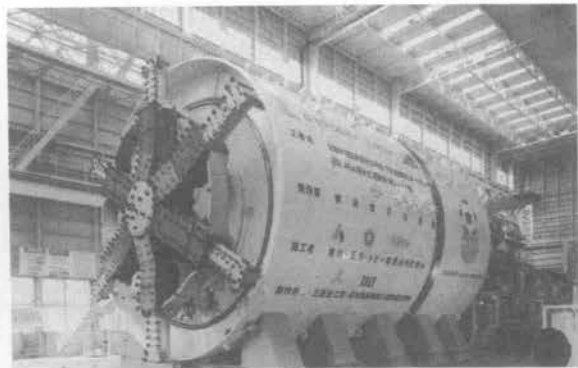


写真-6 球体式ビット交換装置付シールド機

### (2) 耐摩耗ビット

ビット交換技術とともに長距離掘削対応技術として、耐摩耗性に優れた新素材ビットの開発がある。

シールド機のカッタビットに使用される超硬材は、耐摩耗性能がその硬度に比例することが知られている。

しかしながら一般に超硬材の材質として、硬さの向上と割れに対する耐久性は相反する関係にあることにより硬度を高くするだけでは超硬材自身の欠損(割れ)が生じやすくなるため、衝撃荷重による超硬材チップの損傷により逆に寿命が短くなることも考えられる。

したがって新型耐摩耗性ビットの開発においては、超硬材の硬度を上げると同時に、耐欠損性(靱性)を向上させることに開発の主眼が置かれてきた。

現用の主流材料は表-1に示すJIS M 3916(鉱山工具用超硬チップ)に規定されたE5種に相当する硬さのWC-Co超硬合金であるが、それに対して、チップ硬度はE2~E3種相当の値を保持したままで、衝撃荷重に対する靱性を従来材のE2, E3種材料に比べて、どの程度までアップすることができるかが開発課題となってきた。

現在、耐衝撃力(靱性)は従来素材のE5種と

表-1 JIS M 3916 鉱山工具用超硬チップ

種類	硬さ $H_{RH}$ ( $H_V$ 換算用)	抗折力 $kgf/mm^2$
E1	90(1,420)以上	120以上
E2	89(1,300)以上	140以上
E3	88(1,190)以上	160以上
E4	87(1,100)以上	170以上
E5	86(1,020)以上	200以上



ほぼ同等の性能を有したまま、約2倍の耐摩耗性能を有するチップ材料が開発され実用に供されている。

しかしながら、近年特に増加してきた大礫層における長距離掘削に対応するためには、これらビット交換装置や新素材ビットのみでは不十分であり、これからの課題として長距離の大礫層に対応しうるビット（ディスクカッタ）の長寿命化と、ディスクカッタ交換装置の開発が挙げられる。

#### 4. 機械式地中接合

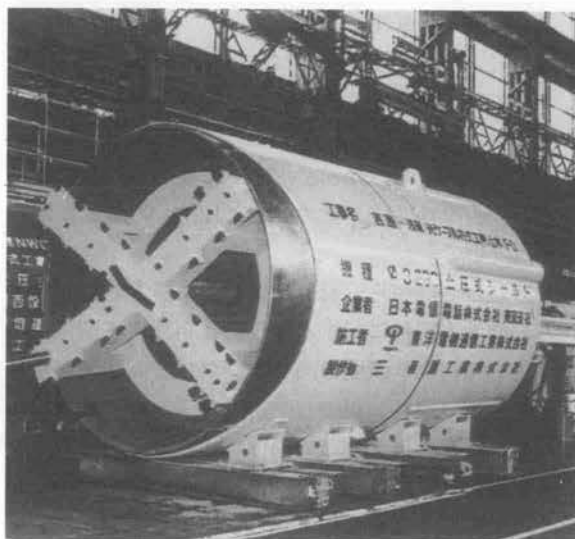


写真-7 ドッキングフード付シールド掘削機（通常掘進時）

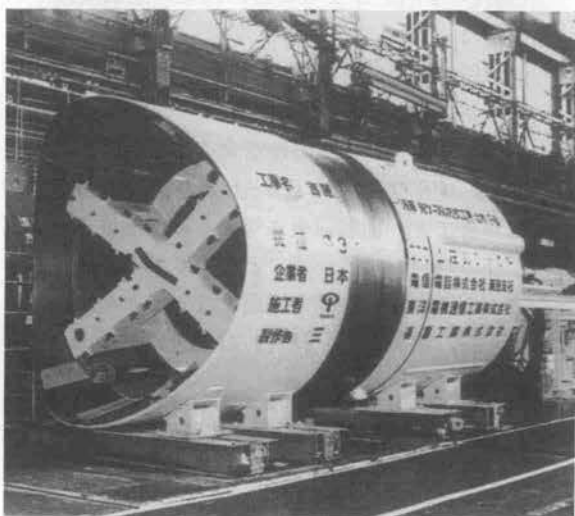


写真-8 ドッキングフード付シールド掘削機（ドッキングフード伸長時）

表-2 MSD 工法施工実績

No.	工事名称	マシン外径
1	東京都水道局東南幹線	φ3,430
2	神奈川県企業庁水道局平塚送水管	φ2,490
3	中部電力新名古屋火力発電所ガス導管	φ4,100
4	東京都水道局足立区千住中居町千住関屋町地先開送水管	φ2,640
5	東京都水道局荒川区南千住3丁目墨田区押上2丁目地先開送水管用トンネル築造工事	φ2,990

地上条件の制限より機械接合に対するニーズは毎年高まってきており、各種方式が提案されている。

機械式接合方式で最も多く用いられているのが、貫入リングを押出し、相手側シールド機に装備された受圧ゴムに押付けることにより止水性を確保するMSD工法（Mechanical Shield Docking Method）である。表-2に示すように、既に5件の接合実績がある。

MSD工法以外にもシールド機同士の接合方法としては、異径シールドの接合に用いられることの多いCID工法、貫入側シールドのカッタディスクを受入れ側シールドのスキンプレート内に貫入させるDKT工法、環状のドッキングシールを半径方向に拡張し接合を行う環状シール式地中接合方法等がある。

また既設の立坑、トンネルとの接合時、作業空間の安全性確保のために、地盤改良と併用して用いられるドッキングフード付のシールド機も多数の施工例がある（写真-7、写真-8参照）。

#### 5. ECL工法

従来は比較的安定した地盤への適用のみに留まってきたECL工法であるが、建設省中国地方建設局、岡南共同溝向け工事にて、はじめて砂礫地盤を対象とした泥水式シールド掘削機に適用され、延長1,850mの工区を現在掘削中である。

ECL工法は、特殊な断面形状に対しても、対応が比較的容易であり、またセグメントを組立てる必要が無いこともあり、将来に向けての施工の高速化、施工費低減の有力な工法として期待される（図-4参照）。

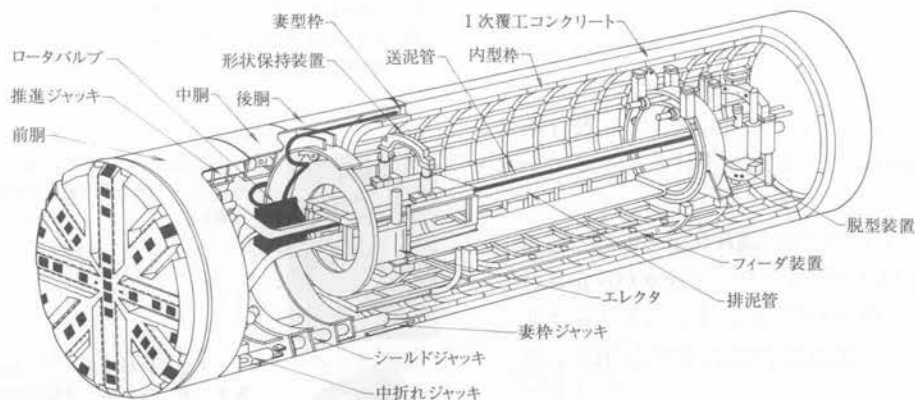


図-4 泥水式 ECL シールド掘削機

## 6. 親子シールド

大径シールドより小径シールドが発進する親子シールドの用途は、大別して2種類挙げられる。

一つは主トンネルからの分岐管を構築する場合であり、従来工法では対応不可能であった超急曲線を含む線形にも対応可能となる(図-5参照)。

もう一つの用途は鉄道用トンネルにおける駅部などの、トンネルを部分的に拡大する必要がある場合への適用である(図-6参照)。

いずれの場合も従来は複数のシールド機を用い、なおかつ土木的な接合工事が不可欠であったが、親子シールドを採用することにより1台のシールド機にて施工が可能となり、加えて、立坑の構築や土木的な地盤改良等の補助工法を不必要とすることができる。

すでに実施工への適用例も多く、直角分岐式では関西電力・谷町筋管路新設工事に採用された7.26 m から4.24 m への分岐シールドが、またシールド機が親シールド機と同一方向に進進する方式では、外径14.18 m の親機から9.7 m の子

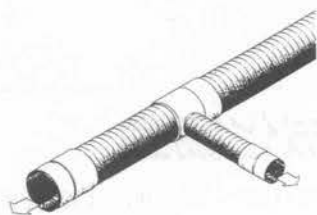


図-5 分岐型親子シールド

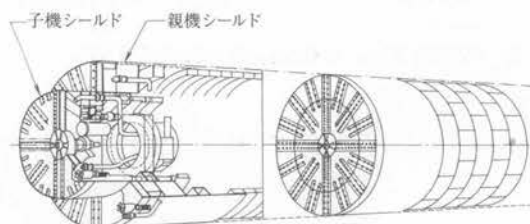


図-6 抱込み式親子シールド<sup>5)</sup>

機が発進する泥水式シールドが帝都高速度交通営団、地下鉄7号線工事に採用された。

## 7. 高速施工対応技術

シールド工事の長距離化が進むに従い、工期短縮のため、高速施工が不可欠となってくる。国内での工事においては、排土運搬等の周辺環境による制限から、海外での工事に比較して目立った実績は上がっていないが、各要素技術の開発は進められている。

### (1) ダブルエレクタ

独立したエレクタを複数装備することにより、セグメント組立時間の短縮を図る。

横浜市高速鉄道向けに採用された2個の独立回転可能なグリップを持つ自動エレクタ、また6ピースのセグメントを3ピースずつ2回に分けて組立てる、マルチアームエレクタ等が考案されている。

## (2) 同時施工

長尺シールドジャッキ方式、2 胴スライド方式等が考案されているが、従来機に比べ機長が長くなるため、国内では、急曲線施工、発進立坑スペースの制限により実績を上げるに至っていない。

またシールド機単体の高速化よりも、むしろ土砂搬出可能量の制限により施工速度が決定されることも多く、排土の運搬方法を含めたトータルシステムとしての高速化の検討が求められている。

### 【参考文献】

- 1) 「シールド掘削機」, 川崎重工業
- 2) 「異型断面シールド工法」, 異型断面シールド工法研究グループ
- 3) 「MMST 工法」, 首都高速道路公団湾岸線建設局

- 4) 「MMB 工法」, MMB 工法研究会
- 5) 「地下鉄 7 号線 (南北線) 南麻布工区土木工事」, 帝都高速交通営団, 佐藤・竹中土木建設工事共同企業体

### 【筆者紹介】

辻 吉太郎 (つじ きちたろう)  
三菱重工業 (株) 神戸造船所建設機械部設計課課長



井上 年史 (いのうえ としふみ)  
三菱重工業 (株) 神戸造船所建設機械部設計課主任



# 日本建設機械要覧

— 1998年版 —

本書は各種建設機械を機種ごとに分類し、概要、特長、仕様等を写真をつけて記述し、また、建設機械損料表にも対応しており、建設事業に携わる方々のための必携図書。

B5判 1,500頁 定価54,600円(消費税込) : 送料1,050円  
 会員46,200円( " ) " "  
 (官公庁含む)

## 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

## シールド工法特集

# 最近の資材搬送システム開発 現況と事例

望月政美・田崎愛真郎・巻上 進

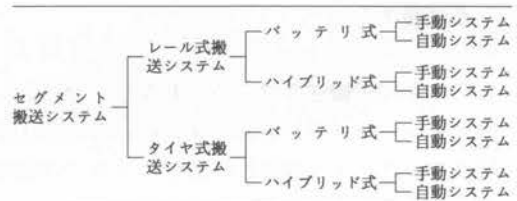
キーワード：サーボロコ、高速搬送、高摩擦車輪

## 1. はじめに

シールド工事における資材搬送としては、シールド工事に不可欠なセグメント搬送および、骨材やパイプ類等の資材搬送もあり、なかでも特にセグメントの搬送が主役であって、その他の資材はその合間を縫って、必要時に搬送し、又、搬送車もセグメント搬送用車輛を使用すれば間に合う程度が多く、シールド工事の搬送システムとしては、シールド掘進機の掘進に合わせた施工サイクルに同期出来るセグメント搬送システムがどうしても重点的に考えられ、その主力として開発されている。

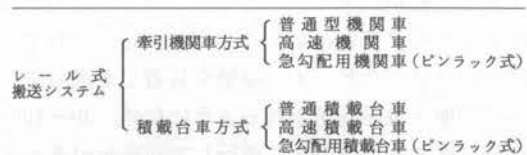
特に、最近の新型シールド掘進機および、新型セグメントの開発は技術的な進歩が思いのほか速く、シールド工事の多様化や高速化に合わせて、さらに省人化・無人化による経済的なシステムの開発が要望され、又、急がれている。

搬送車についても、従来方式のバッテリー式ばかりでなく、工事施行の長距離化と工事の施行のスピードアップによる高速化に対応して、エンジンとモータの組合せによるハイブリッド化もこれからの技術開発の大きな課題となっている。



## 2. レール式搬送システム

セグメントのレール式搬送方法は、今までほとんどの現場で使用されてきた方式で、下記のとおり分類される。



### (1) 高速搬送システム

前述のとおり、高速施行の必要上、機関車および積載台車の高速化が必要となり、従来は運行速度も6~8 km/h程度で搬送すれば工事施工に十分間に合っていたが、最近ではその倍以上でない施工スピードに追いつかず、普通8~15 km/h程度の高速を要求され、工事施工のスピードアップに対応するようになってきた。

高速搬送車の開発については、駆動モータの高

出力化によって、倍速程度は十分可能であるが、問題点として制動装置の強化によっても、搬送車の停止制動距離が長くなるため、狭いトンネル内では高速運転が危険で、安全上制動装置対策を検討する必要がある。

そこで、高速運転の安全対策として、搬送車に次の装備をすることにより、高速時の制動距離を短縮することが出来て安全運転することが出来るようになった。

- ① 搬送車のモータとして、DC ブラシレスサーボモータを搭載して、トルクコントロールすることにより、スリップを少なくして急停車させる（ABS 装置）
- ② 車輪に高摩擦係数車輪（アルキャン車輪）を装着する。
- ③ トラックブレーキ（電磁レールブレーキ）を装着する。

## （2）急勾配搬送システム（ピンラック式）

最近のシールドトンネル工事、特に都市部工事の場合には地形上5%以上の上り、下りの勾配部が多く、労働安全衛生規則の運転規制ばかりでなく、普通型の搬送車では運転で、制動による停止するまでのブレーキ距離が平坦部と異なり長くなって危険となる。そこでこのような急勾配の工事に対応した安全な車輪の開発が進んでおり、車輪とレールとの摩擦による制動のみを利用する従来型搬送車ではスリップして、車が滑走して危険で安全運転が出来ない場合でも、レールとの中間にラックギヤ或いはピンラックギヤを設置して、搬送車にラックピニオン駆動を装着した通称アプト式の搬送車が使用されるようになり、20~40%の急勾配でも十分安全に運行して作業が出来るようになった。

## 3. タイヤ式搬送システム

通常、レール式搬送システムはセグメントを敷設したあとのセグメント上にレールを設置延長しながら、工事を施工するが、タイヤ式では

- ① セグメント上の仮設レールを敷設してトンネル完成後に、撤去するレール式工事施行と異なり、レールを使用しないからその必要が

無く大変経済的である。

- ② 労働安全衛生規則により、レール式の場合には5%勾配以上は規制があってピンラック等の装備が必要であるが、タイヤ式にはその規制が無いのでどんな勾配でも、規制されずに使用することが出来る。
- ③ 電磁誘導等の利用により、無人自動運転が出来る（AGV）。

以上の利点以外にも、トンネル内の環境保持の点も有利であり、タイヤ式システムによるシールド工事が増加している。

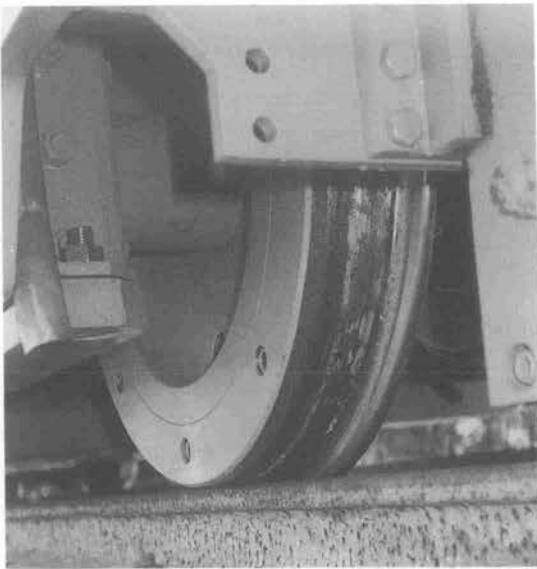
## （1）事例（I）長大トンネルの高速施工システム

シールド工事におけるセグメントおよび、資材の自動搬送システムが実用化されて、10年以上が経った。当初は平坦路で到達距離2,000m程度であったが、最近ではシールド掘進機や工法の進歩により、勾配49/1,000、到達距離5,000~7,000mという条件も珍しくなくなり、又、条件の変化にともない、搬送用車両や管理システムも初期の頃より大きな変化があった。

搬送用車両の進歩としては、従来の駆動装置制御方法である直流モータのチョップ制御では自動化への対応が難しいため、勾配や、負荷の大小に関係なく、一定速度で走行可能なサーボモータを搭載した車輛のものが主流となっており、昨年開通した東京湾アクアラインの工事でも勾配部の4つの工区では、すべてサーボモータを搭載したバッテリーロコ（サーボロコ）自走式セグメント台車が使用され、内2つの工区で完全自動搬送が行われた。又、トンネルの長距離化や高速施工にともない、当然、搬送のスピードアップが要求され、高速走行対応の車両の開発が必要となってきた。

ここで、問題となるのが制動距離である。速度が増すと当然制動距離は延びる。そこで、車輪とレールとの摩擦係数を大きくすることにより、制動距離が短縮することに着目して、従来の鋳鋼製の車輪に代わって、アルミナ粒子分散強化アルミ基複合材を使用することにより、対鉄摩擦係数の大きい高粘着車輪を開発して、実用化することに成功した（写真—1参照）。

この車輪は、摩擦係数が鋳鋼製に比べ、2倍の



写真—1

0.42 と高く、制動距離の短縮・登降板および、牽引力の増加を図ることが可能になった。サーボモータを搭載した 8t バッテリロコを使用した実例では、定格負荷を牽引し、平坦路を速度 16 km/h にて走行した場合に通常ブレーキによる制動距離が 8 m 以内になることが実証確認されている。

次に坑内における最近の高速運転システムとしては、普通の複線および、単線方式に加え、坑内に退避線が設置できない場合に積荷を坑内の中間点にて、自走台車に載った車載式ドーリを使用し、他の台車に積替えるリレー方式（通称サーフィン方式）によって、搬送時間の短縮を図る有

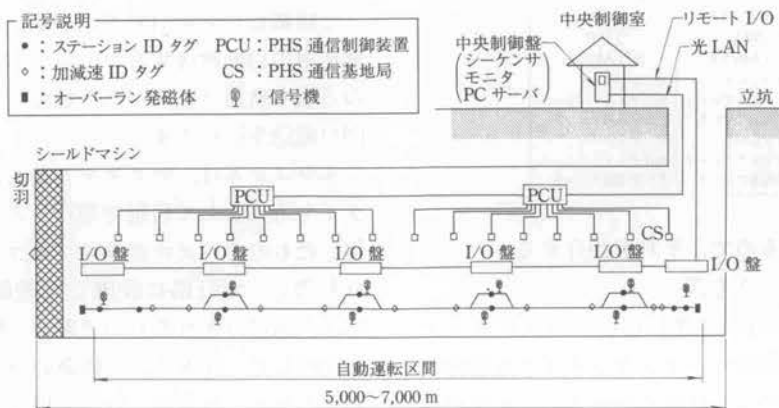
効な方法もある。

また、トンネルの長距離化により、従業員や見学者の輸送に人車が必要となり、自動運行の車両に割込むかたちで運行されるため、坑内に手動運転車両用の信号機を設置する例もある。

次に、坑内で複数の車両を運行管理するうえで、運搬移動している車両と中央管理室との通信手段が重要な役割となる。従来は、光空間伝送装置や誘導無線が使用されてきたが、最近ではトンネルの長距離化にともない、設置費用やメンテナンスの簡略化の必要から、無線通信が使用されるようになってきた。無線通信方式は、トンネル内という悪い電波環境からいまままで敬遠されていたのであるが、特定小電力無線や PHS 無線等を利用したデータ伝送の規格化や、高速無線モデムの発達により、電波環境に順応して実用化されるようになってきた。今後さらに普及してゆくものと思われる（図—1 参照）。

(2) 事例(II) 急勾配資材搬送システム

都市の地下には、地下鉄・上下水道・電力電話線・ガス管等が複雑に交差しているために、シールドトンネル工事でも勾配や曲がりが多く、最近ではトンネルの急勾配化（10～40%）が特に顕著になってきた。しかも、従来の鉄車輪による搬送車方式では、労働安全衛生規則の 5% 勾配の規制もあり、實際上、走行することによるスリップや暴走等の危険があって、このような勾配区間を走行するのは不可能であった。そこで、急勾配施工に対応した専用の搬送車やバッテリーロコが数種類実



図—1 PHS 通信を使用した自動搬送システムレイアウト

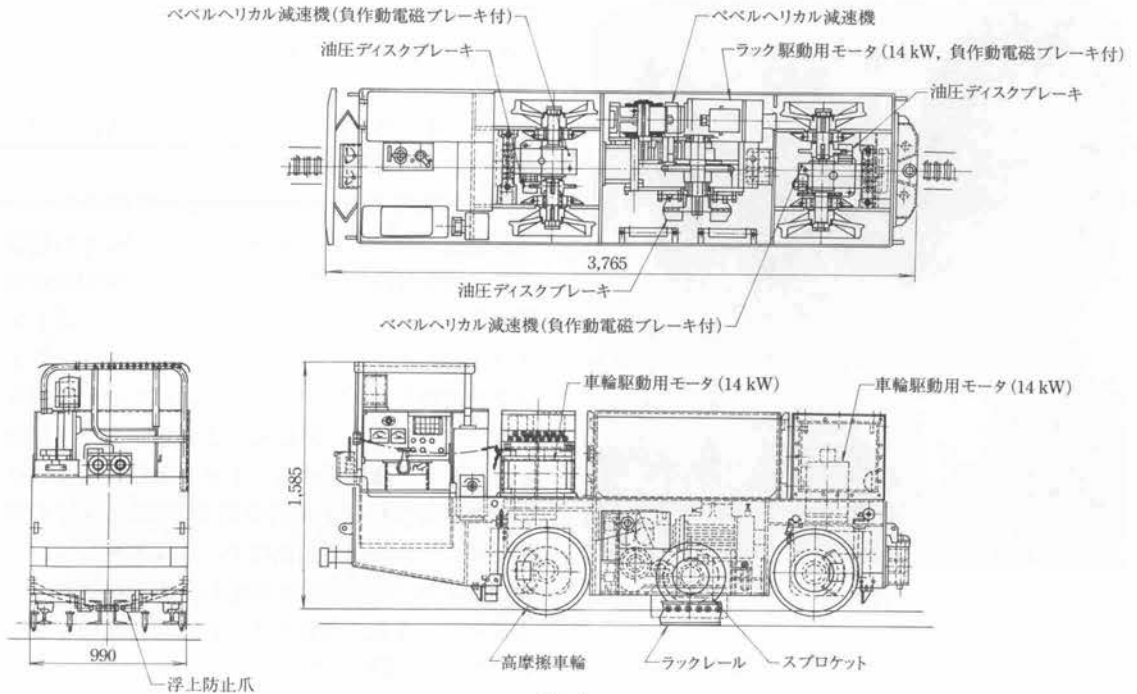


図-2

表-1 急勾配資材搬送システム仕様

仕様	ピンラック方式	ピンラック, 高摩擦車輪ハイブリッド方式	ピンラック方式との比較, 特徴
全長	4,750 mm	3,765 mm	小型
全幅	1,260 mm	990 mm	小型
全高	1,650 mm	1,585 mm	小型
質量	約9,000 kg	約5,600 kg	軽量
定格速度			
5%以下の勾配	6.0 km/h	9.0 km/h	速い
5%以上の勾配	2.0 km/h	3.0 km/h	
定格牽引力			車輪駆動部およびラック駆動部を併用
5%以下の勾配	15.68 kN	9.4 kN	小型
5%以上の勾配	14.70 kN	23.52 kN	
モータ出力 (車輪駆動部)	DCブラシレスサーボモータ 22 kW×2台	DCブラシレスサーボモータ 14 kW×2台	小型
モータ出力 (ラック駆動)	DCブラシレスサーボモータ 20 kW×1台	DCブラシレスサーボモータ 14 kW×1台	小型
バッテリー	192 V 390 Ah/5 h	140 V 320 Ah/5 h	小型
制動装置 (車輪駆動部)	サーボブレーキ 油圧ディスクブレーキ 負作動電磁ブレーキ	サーボブレーキ 油圧ディスクブレーキ 負作動電磁ブレーキ	
制動装置 (ラック駆動)	サーボブレーキ 油圧ディスクブレーキ 負作動電磁ブレーキ	サーボブレーキ 油圧ディスクブレーキ 負作動電磁ブレーキ	

用開発されているので、それを紹介する。

#### (a) ピンラック方式

走行レール中間に設置した地上側ピンラックレールと車体側駆動ピニオンラックギヤを噛み合わせて、スリップのない状態で駆動する。車体重量は、鋳鋼車輪で支えるだけで駆動はしない。

#### (b) ピンラック・高摩擦車輪ハイブリッド方式

走行レール中間に設置した地上側ラックレールと車体側駆動ピニオンラックギヤを噛み合わせて、スリップのない状態で駆動する。高摩擦車輪により、車体重量を支え、又、補助的に駆動する場合もある(図-2, 表-1参照)。

#### (3) 事例(Ⅲ) 自動トラックレスシステム

従来のシールドトンネル工事では、セグメント等の資材の坑内搬送にあたっては、バッテリーロコで積載台車を牽引するか、或いは、セグメント搬送車で自動搬送する方法があるが、いずれの方法も軌道(レール)を敷設して立坑から切羽間の搬送を行ってきた。

本システムは、セグメント搬送台車を無軌道のタイヤ方式として自動で運行するAGV方式を採用したもので、プログラマブルコントローラにより制御し、走行路に設置した電磁誘導線に沿って、自動運行されるものである。従来の搬送方式と比較して、枕木および軌条の設置・撤去作業が不要となり、急曲線・急勾配規制などの制約を受けない広範囲な使用が可能となる。

表-2 セグメント搬送用 AGV 主要仕様

項目	A 現場	B 現場
起落(セグメント)内径	φ5,550 mm	φ7,250 mm
積載重量	最大 6,000 kg	最大 7,500 kg
本体重量	5,000 kg	6,000 kg
走行速度	最大 6 km/h	最大 6 km/h
勾配	Max 1/1,000	Max 50/1,000
停止精度	指定なし	走行方向±30 mm
主要部寸法		
全長	4,400 mm	5,100 mm
全幅	1,500 mm	1,500 mm
全高	890 mm	910 mm
荷台長	4,000 mm	4,000 mm
荷台幅	1,150 mm	1,150 mm
車輪		
駆動輪	ゴムウレタン φ600 mm×2	ゴムウレタン φ660 mm×2
従動輪	ゴムウレタン φ300 mm×4	ゴムウレタン φ300 mm×4
(サスペンション付)		
ホイールベース	1,700+1,700 mm	2,050+2,050 mm
トレッド	1,200 mm	1,200 mm
電動機	サーボモータ 8 kW DC 90 V×2台	サーボモータ 30 kW DC 180 V×2台
蓄電池	445 Ah/5 h 96 V	370 Ah/5 h 192 V
電動機制御方式	IGBT正弦波 PWM制御	IGBT正弦波 PWM制御
運転機制御方式	シーケンサ制御	シーケンサ制御
操舵方式	駆動輪回転差	駆動輪回転差
手動走行	ペンダント・無線送信機	ペンダント・無線送信機

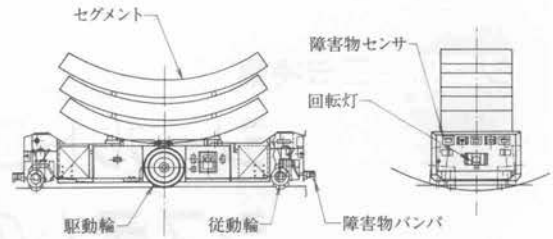


図-3 セグメント搬送用 AGV 概要図

【筆者紹介】

望月 政美 (もちづき まさみ)  
トモエ電機工業 (株)



田崎愛真郎 (たざき あしろう)  
トモエ電機工業 (株)



巻上 進 (まきがみ すずむ)  
トモエ電機工業 (株)



特に、シールドトンネル内の円形断面を走行できるように車輪の配置がされている。また、立坑から切羽まで無人運転が可能なシステムとなっている (表-2, 図-3 参照)。



# シールド工事における測量 システムの開発状況

小坂仁佐衛門・北岡隆司・蛭子延彦

シールドトンネルにおける測量技術は、各自動化技術とともに様々な方面で開発・実用化され、現在ではほぼ完成されつつある。この一方で、近年のシールド工事は、地下構造物の輻輳化、地上構造物の密集化などによって長距離、近接施工が増加するとともに、海底下の掘進など特殊条件での施工も増加しつつあり、今後さらなる測量精度の向上が求められている。

本報文では、この測量システムの開発経緯や現状などについて概要を述べるものである。

キーワード：シールド工事、自動測量システム、測量管理システム、GPS 測量、

## 1. はじめに

シールドトンネル工事は、繰返し作業が多いこと、作業場所がある程度限定されていること、施工機械や使用材料の種類が少なく形状寸法もほぼ一定であることなどにより、早くからゼネコンやメーカー各社で施工の自動化やロボット化の開発が進められてきた。

このような状況の中で、測量システムの研究・開発が各方面で進められ、現在ではほぼ確立したものとなりつつある。

本報文では、これまでに開発されてきた自動測量システムおよび測量管理システムの概要を述べるとともに、最近注目を集め、実用化もされている GPS (Global Positioning System) 測量システムについて述べることにする。

## 2. 開発経緯とシステム概要

シールド工事では、「計画線形上にシールドトンネルを構築する」ことが最重要課題であり、そのためには、まずシールドおよびセグメントの正確な位置の把握が必要であり、次にこれらのデー

タから以降の掘進をどのように行っていくかを正確かつ迅速に判断していく必要がある。

この一方で、今後のシールド工事は、地下構造物の輻輳化により、トンネル工事の大深度化、長距離施工、急曲線施工、近接施工等が増加することが予想されるため、これまで以上に高い精度と作業能率の向上が要求されると考えられる。

このような経緯から、測量を合理的に行うとともに、省力化を図るための測量システムが開発・実用化されてきた。

測量システムは、

- ① 主にシールドの位置を把握する自動測量システム
- ② 自動あるいは人力による測量結果の表示、処理を行うための測量管理システム
- ③ 基準点測量を高精度で行うための GPS 測量システム

に大別される。これらのシステムのうち、①、②は LAN (Local Area Network) でリンクされており、得られたデータを迅速に処理することが可能である。③については、現在ではこれによって得られたデータを測量管理システムに入力する方式が取られているが、測量条件などによってはネットワーク化も可能と考えられる。測量システ

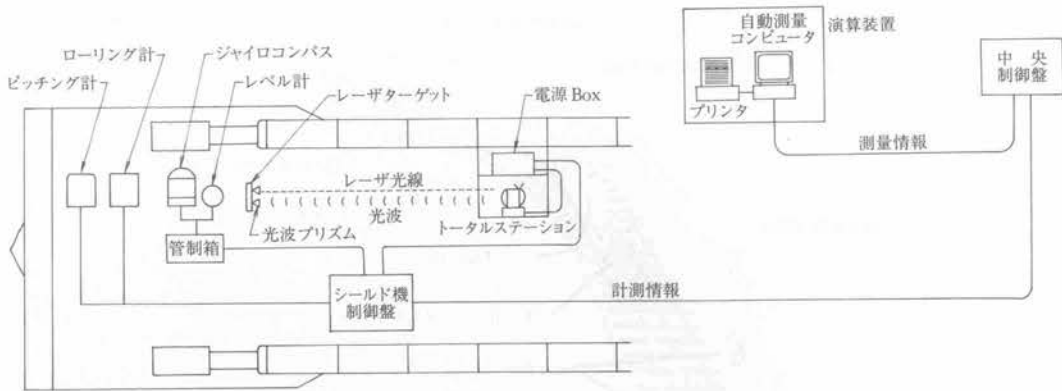


図-1 シールド工事における測量システム概念図

ムの例の概要図を図-1に示す。  
次にこれらのシステムについて述べる。

### 3. 自動測量システム

自動測量システムは図-2のように、光学式とジャイロ式に大別することができ、シールドトンネルの内径、曲線半径などといった施工条件によって使い分けされている。

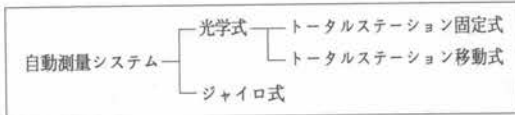


図-2 自動測量システムの分類

#### (1) 光学式

光学式とは、レーザー光や赤外線、発光ダイオードなどの光を用いて測量を行うものの総称である。以下にこの方式の2つの代表的なシステムについて述べる。

##### (a) トータルステーション固定式

このシステムの代表的なものは、自動追尾式トータルステーションを後方の既設セグメントに固定し、シールド機に設置したプリズムターゲットをレーザー光でシールド掘進中も常時自動追尾し、シールドの位置を測量するものである。

本システムはおもに中口径以上のシールド現場で適用されることが多い。その理由はトータルステーション設置位置からシールドを視準する場合、中間に位置する後方台車のために視準空間が制約されるが、中口径以上のシールドトンネルで

は、この視準空間が比較的広くとれるためである。図-1に示した概要図はこの方式である。

この方式では、既知の点にトータルステーションを固定するため、比較的高精度でシールドの位置を測量することができるという利点を有している。

##### (b) トータルステーション移動式

このシステムの代表的なものは、自動追尾式トータルステーションをシールド本体または、後方台車に設置し、既設セグメントにターゲットを数個設置し、後方交会法等によってトータルステーションの位置を算出するものである。

この方式は、トータルステーションからの視準空間を比較的大きく確保できることやトータルステーションの盛替え等の作業を必要としない等の利点を有しているが、トータルステーションが移動物上に設置されていることから、自己位置の検出等に多少複雑なプログラムを必要としたり、掘進中などにリアルタイムで自動測量ができない場合がある。

この方式の概要図を図-3に示す。

#### (2) ジャイロ式

このシステムはジャイロセンサと水盛り式レベル計で構成されており、これらから得られるデータによって、シールド掘進中のシールド機の位置、姿勢等を検出するものである。

この方式は、まず人力による測量からシールドの座標を算出し、この座標を起点として、これにジャイロによる水平方向角、シールドジャッキストロークから算出される掘進距離等のデータを用

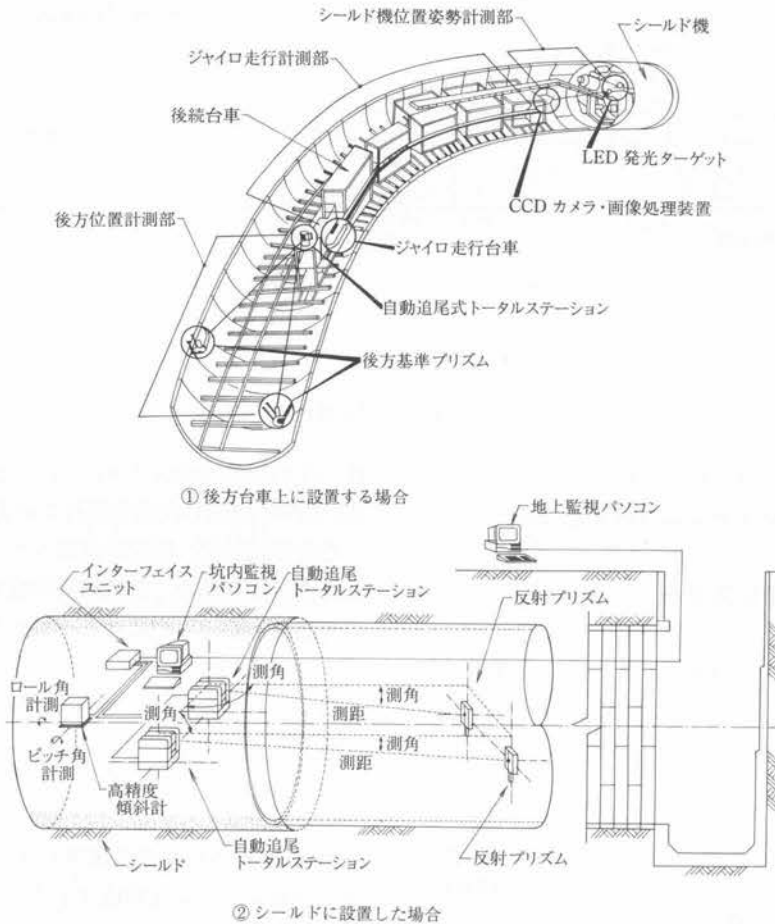


図-3 トータルステーション移動式概要図<sup>1)</sup>

いて、数学的に掘進再開後のシールドの座標を算出するものである。

この方式は、機器の占有空間が小さい、盛替え作業を必要としないなどの利点を有するが、ジャイロやストローク計の精度によっては、算出結果の誤差が大きくなる場合があるので注意を要する。

#### 4. 測量管理システム

測量管理システムは、3章で述べた自動測量システムの結果を取込み、シールド機の座標や、計画線形からのずれ量をコンピュータを用いて計算し、モニタ画面に表示、印刷等を行うシステムである。このシステムには従来から行われている人力による測量の結果を処理する機能を備えたものが多く、自動測量と人力測量の結果を比較でき

るようになっているものもある。

システム構成は、計画線形を入力するプログラム、自動測量結果からシールドの姿勢を算出するプログラム、シールド機の位置と計画線形とのずれを計算するプログラム、手測量の結果を入力し、自動測量結果と同様にシールドの位置と計画線形とのずれを計算するプログラムで構成されている。

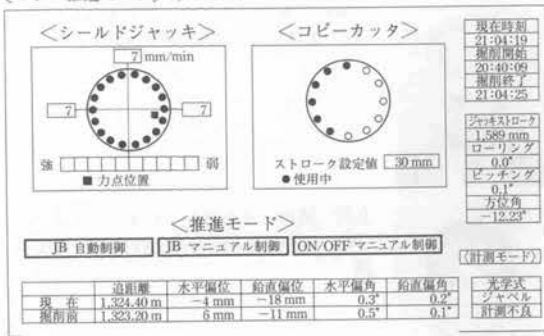
また、セグメント測量の結果から今後のセグメント割り振り計画を行うソフトも開発されており、測量結果をコンピュータ上で有効な処理を行うことができるようになっている。

図-4 に測量管理システムの画面を示す。

#### 5. GPS 測量システム

近年、シールドトンネルでも基準点測量の方法

[マシン推進モニタ] 第1098リング



[マシン軌跡モニタ] 第1098リング

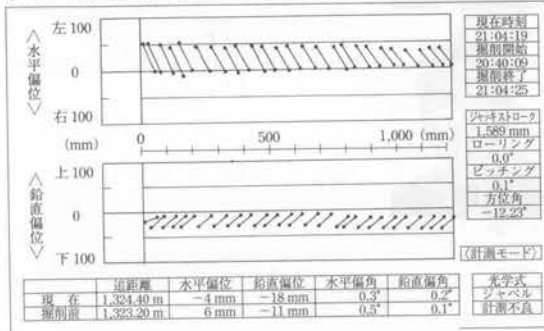


図-4 測量管理システム画面

としてGPS測量システムが検討されてきている。

このシステムは従来、高速道路の基準点測量に用いられてきたが、シールド工事の長距離化や、海底横断などの特殊条件下での施工が増えたこともあり、シールド工法への適用を検討することが多くなってきた。最近では東京湾横断道路に採用され従来測量との照査に用いられている。

GPS観測方式には図-5に示すように、いくつかの方式があるが、GPS測量として用いられる方式は干渉測位方式と呼ばれ、2点間の相対的な位置関係を求める方式である。図-6に干渉測位方式の概念図を示す。

GPS測量の特長は<sup>2)</sup>

- ① cm単位の高精度で観測できる



図-5 GPS観測方式の分類

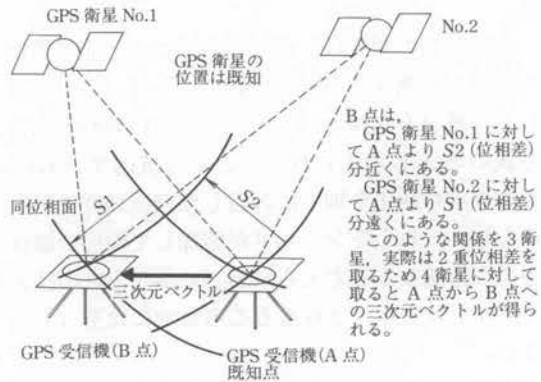


図-6 干渉測位方式概念図<sup>2)</sup>

- ② 観測精度が安定している
- ③ 観測点間の視通を必要としない
- ④ 観測に熟練を必要としない
- ⑤ 天候に左右されない
- ⑥ 超長距離(1,000 km)の観測が可能であるなどが挙げられる。

ただし、シールド工事に用いる場合、通常のGPS測量よりもさらに精度を要求されるため、現在も研究・開発が進められている。

## 6. 現状の課題と今後の対応

現在では、自動測量システム、測量管理システムは一般に用いられるようになってきており、導入結果も良好であるという報告もなされている。特に自動測量システムは、光学式とジャイロ式の両方を組合せることにより自動で測量を行うことも可能となっている。

しかしながら、本報文中にも記したが、光学式の課題としては、トータルステーション固定式の場合には、小口径シールドや曲線部での視準空間の確保、トータルステーションの盛替え頻度などが挙げられ、トータルステーション移動式の場合には、移動物にトータルステーションを設置することによる精度面での問題があげられる。

またジャイロ式を単独あるいは併用して用いる場合には、ジャイロ自体の精度の向上、あるいは振れ角の低減、さらには停電後の方向角回復性能の向上など、ジャイロ自体の課題があるほか、シールドの横滑り現象等に対する検討も課題として挙げられ

る。

現在までの開発は、従来の人力による光学機器を使用した測量方法の延長線上にある。これに対し、今後の方向性として、光学方式に変わる測量方式の導入も考えられ、たとえば坑内でのGPSシステムの活用や地中に埋設した発信装置を基準点とし、これらをシールドが感知して線形の確保を行う方法なども考えられる。しかし現在の技術レベルでは実用化されるところまでには至っていない。

今後、このような方向に関する研究・開発も進むと考えられ、光学式とも合せて、測量技術の更なる発展を期待するところである。

#### 【参考文献】

- 1) 財団法人先端建設技術センター：1995年版建設ロボット・自動化技術便覧
- 2) 長谷川浩司：新トンネル測量(3)GPS測量；トンネルと地下，第27巻，8号，693-704；1996年

#### 【筆者紹介】

小坂仁左衛門（こさか にざえもん）  
（株）大林組東京機械工場工場長



北岡 隆司（きたおか りゅうじ）  
（株）大林組土木技術本部技術第一部技術課



蛭子 延彦（えびす のぶひこ）  
（株）大林組土木技術本部技術第一部技術課



## 建設機械用語集

（建設機械関係業務者一人一冊必携の辞典）

- 建設機械関係基本用語約2000語（和・英）を集録。
- 建設機械の設計・製造・運転・整備・工事・営業等業務担当者用辞書として好適。

B5判 約200頁 定価2,100円（消費税込）：送料600円  
会員1,890円（ ）： ”

社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

# 施工管理システムの現況と事例

木戸 義和

シールド工事の構成要素技術であるシールド機推進、裏込め注入、掘削土搬送、セグメント組立、測量、環境防災等を、コンピュータを用いて総合的に結びつけ、制御・操作する施工管理システムの開発背景、内容、現況等について報告する。

キーワード：シールド、コンピュータ、施工管理、システム

## 1. 施工管理システムの開発の背景

### (1) 自動化技術の必要性

大都市の都市機能の高度化に伴い、都市部における利用空間は、地上から地下へと立体化が進み、都市トンネルの代表的工法であるシールド技術の進歩は著しい。

しかし、建設業の就業人口の減少や熟練作業員の不足、高齢化が進むにつれてシールド工法の構成要素のシステム化や自動化が望まれるようになった。

また、社会環境の変化や経済性の面から、シールドトンネルの大断面化、長距離化が必要とされている。大断面とすれば、鉄道、道路や地下河川等の大型施設の地下化はもちろんのこと、小断面トンネルの共同化により全体工事費の縮小や占有面積が節約できる。

一方、都市部における過密化と地価高騰から立坑用地の確保が困難となっていること、さらに、地下利用範囲が浅層部から深層部へ移行しつつあること等の理由により長距離化が必要となってくる。このような大断面・長距離シールド工事では、資材の大型化・重量化、高所作業および作業の繰返し回数増大等によっても、自動化が要請されている。

一方、工事が幹線から支線に移ることにより、小断面工事が急増している。苦渋作業になる小断

面シールド工事でも自動化が要請される。

### (2) 施工管理システムの必要性

(1)節に示したように、各構成要素技術の自動化・システム化(グラビヤ参照)は個々に進められたが、全体のシステム化がなされなかった。そのため、従来の施工管理は、中央制御室のオペレータが、地上や坑内の作業員と電話等により連絡をとりあい、シールドの掘進や各設備の稼働状況を判断し、各設備のオペレータに指示を与えるといった方法により行われてきた。この方法では、一般的に相互の連携の迅速性に劣り、施工管理方法や精度が現場技術者の技能に左右され、また、施工管理方法やノウハウ、データの継承が困難で工事経験が次の工事に生かされにくいといった課題があった。

また、シールド形式が、開放型シールドから、各種計測器を用いて切羽安定を管理する密閉型シールドに移行したことで、各計測器データの管理方法が必要になる。

これらの課題を解決し、本来は密接に関連している要素技術を総合的に結びつけ、中央制御室で一連の施工工程の集中管理・制御を行う施工監視システムが要望された。

このような社会的な要請と施工者側からの要請を受けて施工管理システムの開発が進められ、現在、定着期にある。しかし、これらの内容、自動化レベルには、大きな差異が見受けられる。すな

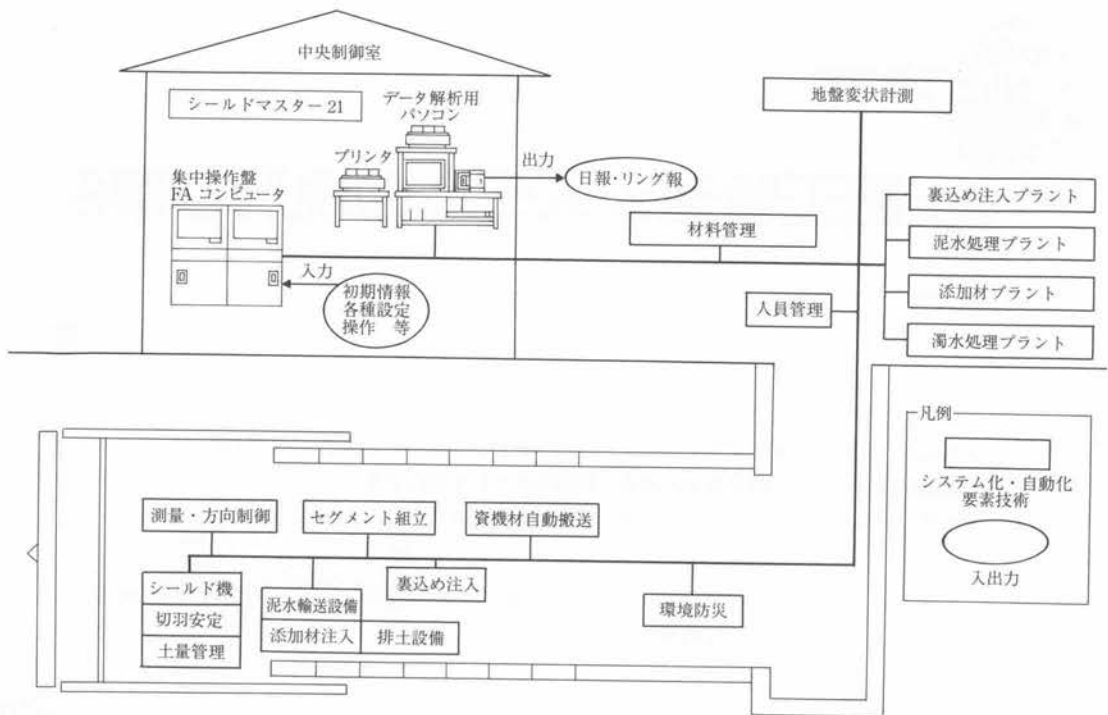


図-1 自動施工管理システム概念図

わち、施工管理システムと一口にいても、工事の規模・シールド形式（泥水式、土圧式）や施工者の違いによって、その内容に大きな差異があるのが現状である。

本報文では、施工管理システムの概要と現況について述べる。

## 2. システムの概要

### (1) 開発の経緯

施工管理システムは、当初、シールド工事に関する施工管理項目のうち、もっとも重要な掘進時の切羽の安定確保、および掘削土の搬出状況や各設備の稼働状況を把握するために開発された。

その後、シールド形式が、切羽の安定を視覚等で確認する開放型シールドから、各種計測器で管理する密閉型シールドに変化することにより、多様化する施工条件に応じて、より厳密な施工管理が求められるようになり、従来のように施工状況を計測器から確認するだけでなく、状況を的確に判断して最適な施工を行う必要性が高まった。このような背景から、各計測器からの情報をコン

ピュータを用いて収集し、現場技術者が、状況を把握するために、情報の整理と施工管理業務の一部を補佐する目的で施工管理システムは発展した。

さらに、東京湾横断道路のシールド工事などのビッグプロジェクトを契機にして、施工状況をそのまま提示するものにとどまらず、各種計測器からの施工状況データを判断して次のアクションを決定し、自動的に運転・制御を行う施工管理システムも実用化されている。このシステムは、コンピュータの「掘進開始」をパネルタッチするだけでシールド機から他の各設備が、自動的に掘進からセグメント組立までの一連の工程を行う全自動施工管理システムである（図-2、図-3参照）。

### (2) システムの機能

現在、施工管理システムといわれているものは、次に示す機能のすべて、または一部から構成されている。すなわち、施工管理システムといっても、その内容、機能レベルは様々である。

#### (a) 監視機能

各計測器から送られてくる施工状況をコン

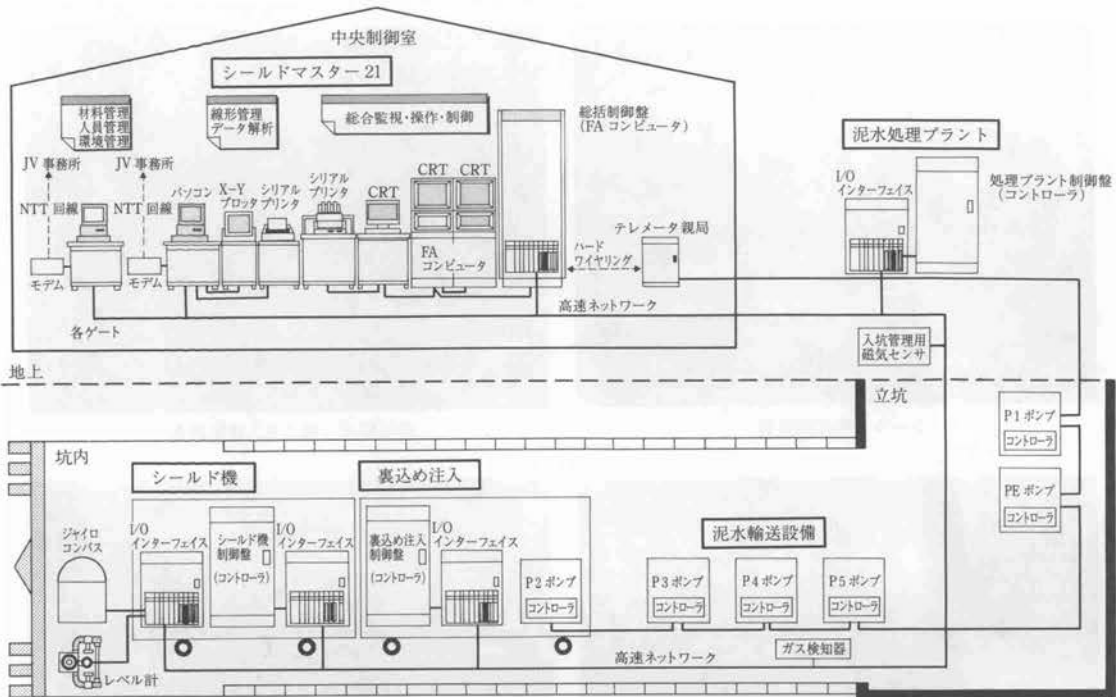


図-2 泥水式シールド施工管理システム構成例図

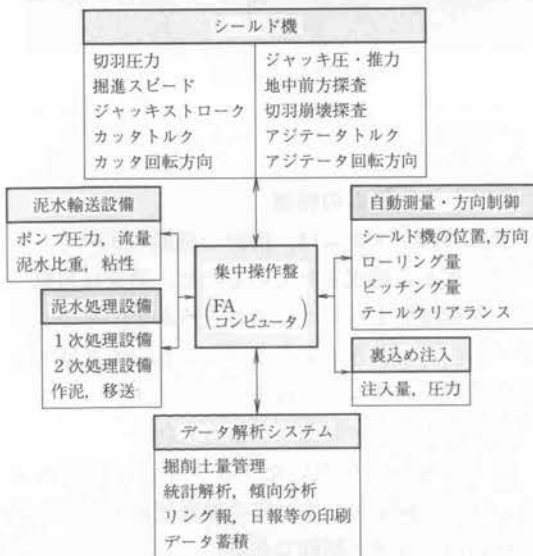


図-3 泥水式シールド自動施工管理システム管理項目例

コンピュータのグラフィック画面に出力し、全体の施工状況をはじめ、各要素技術の稼働状況を監視する。このグラフィック画面は、オペレータが施工状況の変化を認識しやすい等、施工管理しやすいことを前提として、画面レイアウトや表示方法に

も配慮されている。

また、グラフィック画面は、メイン画面とサブ画面で構成されていることが多い。前者は各要素の監視を集約して、通常の施工状況の監視を行うもので、後者は各要素（例えばシールド機、裏込め注入、セグメン組立等）ごとの詳細な監視を行うもので、トラブル発生時等において各要素技術の詳細な動作状況の監視が必要な時に使用する。

(b) 自動運転・制御機能

自動運転・制御機能には大別して以下の2種類がある。

① 単独運転

シールド機推進、裏込め注入、掘削土搬送、セグメント組立、測量等の各要素技術を個別に自動制御・操作を行う。各要素技術の関連がとられていないため、オペレータが判断する。

② 全体連動運転

シールド機推進、裏込め注入、掘削土搬送、セグメント組立、測量等の各要素技術を関連づけて自動制御・操作を行う。この全体連動運転では、オペレータは、各種装置管理値の「設定」、「掘進開始」等のスイッチにタッチするだけで一連の作業



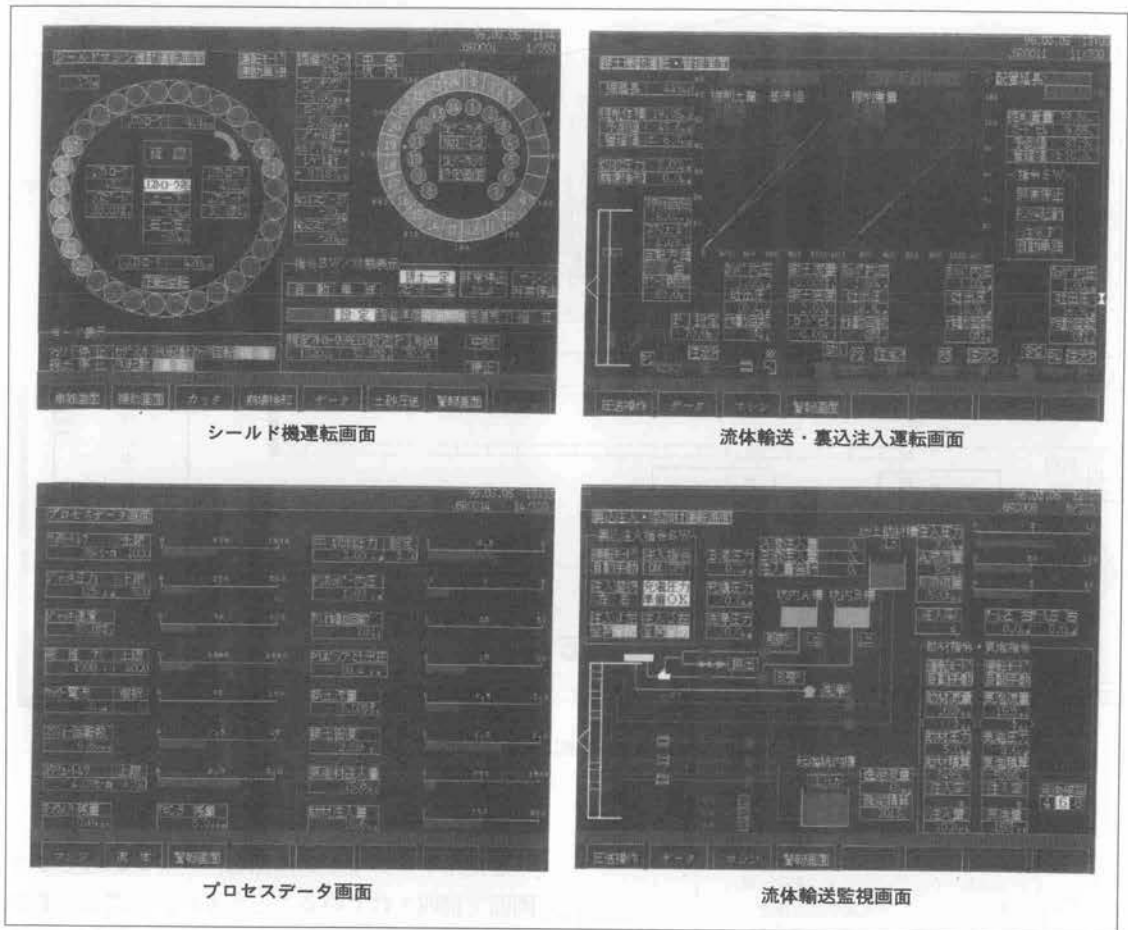


写真-1 グラフィック画面例

工程をコンピュータにより自動制御・操作する。

### (c) データ蓄積・解析機能

#### ① データ蓄積

各要素技術からコンピュータに連続的に送られてくる施工状況は、データ解析用パソコンにストックされ、いつでも過去のデータを活用できる。

#### ② 統計解析

パソコンにストックされたデータをもとに、各種統計解析を行い、その結果を今後の掘進管理値の設定等にフィードバックし、より精度の高い施工管理を行う。

### (d) 帳票出力機能

蓄積されたデータおよび統計解析により、1リングごとの掘進記録であるリング報や1日の掘進状況を示す日報等を出力する(図-4参照)。

### (3) システムの特徴

施工管理システムは、前節の機能のすべて、または一部から構成されているため、例えば自動運転・制御機能を有しているかどうかで、そのシステムの内容が大きく異なるが、それらを統括した施工管理システムの特徴を以下に示す。

#### ① 集中監視・制御による省力化

コンピュータを用いたグラフィック画面により、中央制御室からすべての要素技術の施工状況を総合的に監視・制御できる。

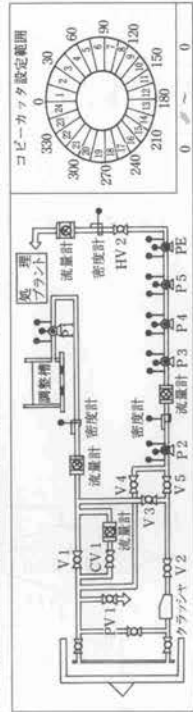
#### ② 判断の自動化(自動運転・制御の機能を有する場合)

自動運転・制御機能を有するシステムでは、掘進開始や掘進終了等の指示をシステムに与えるだけで、これまでオペレータが行っていた操作や判断状況をコンピュータが自動的に行うため、経験の少ない職員でも短期間にマスターすることがで

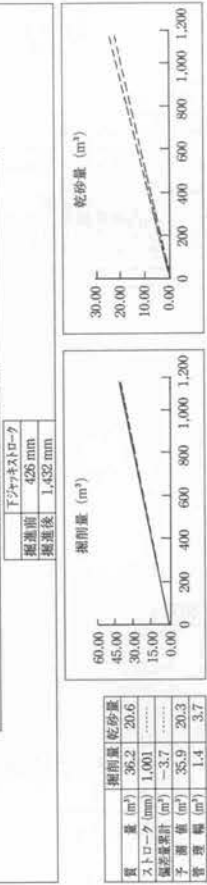
平成6年9月21日 (水曜日)

(泥水シールドφ7,150掘進記録表)

掘進方向	左	掘進前	掘進後	設計値												
セグメント間	右	0.00	0.03	-0.11												
組立位置	乙組	94.30	94.80	95.00												
掘進速度	0 mm	ジャイロ計	28.041	-28.072												
掘進時間	10時59分53秒 ~ 11時36分25秒	所要時間: 36分	実掘進時間: 36分													
掘進	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	13	14	
停止	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
運転	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	



掘進長	1,001 mm
掘進前	446 mm
掘進後	1,452 mm
掘進前	431 mm
掘進後	1,431 mm
掘進前	15 mm
掘進後	20 mm
掘進前	435 mm
掘進後	1,437 mm
掘進前	13 mm
掘進後	14 mm



掘進ストローク	0	200	400	600	800	1,000	1,200
送泥 Max	3.24						
送泥 Min	3.06						
平均送泥量	3.14						
切羽 Max	2.68						
切羽 Min	2.48						
平均切羽圧	2.59						
掘進ストローク	0	200	400	600	800	1,000	1,200
送泥 Max	7.6						
送泥 Min	7.3						
平均送泥量	7.5						
送泥 Max	7.4						
送泥 Min	6.3						
平均送泥量	6.5						
掘進ストローク	0	200	400	600	800	1,000	1,200
送泥 Max	1.42						
送泥 Min	1.28						
平均送泥量	1.38						
送泥 Max	1.32						
送泥 Min	1.27						
平均送泥量	1.30						
掘進ストローク	0	200	400	600	800	1,000	1,200
Max	5.9						
Min	0.8						
平均	5.1						
掘進ストローク	0	200	400	600	800	1,000	1,200
Max	2.00						
Min	1.67						
平均	1.83						

図-4 掘進出力例

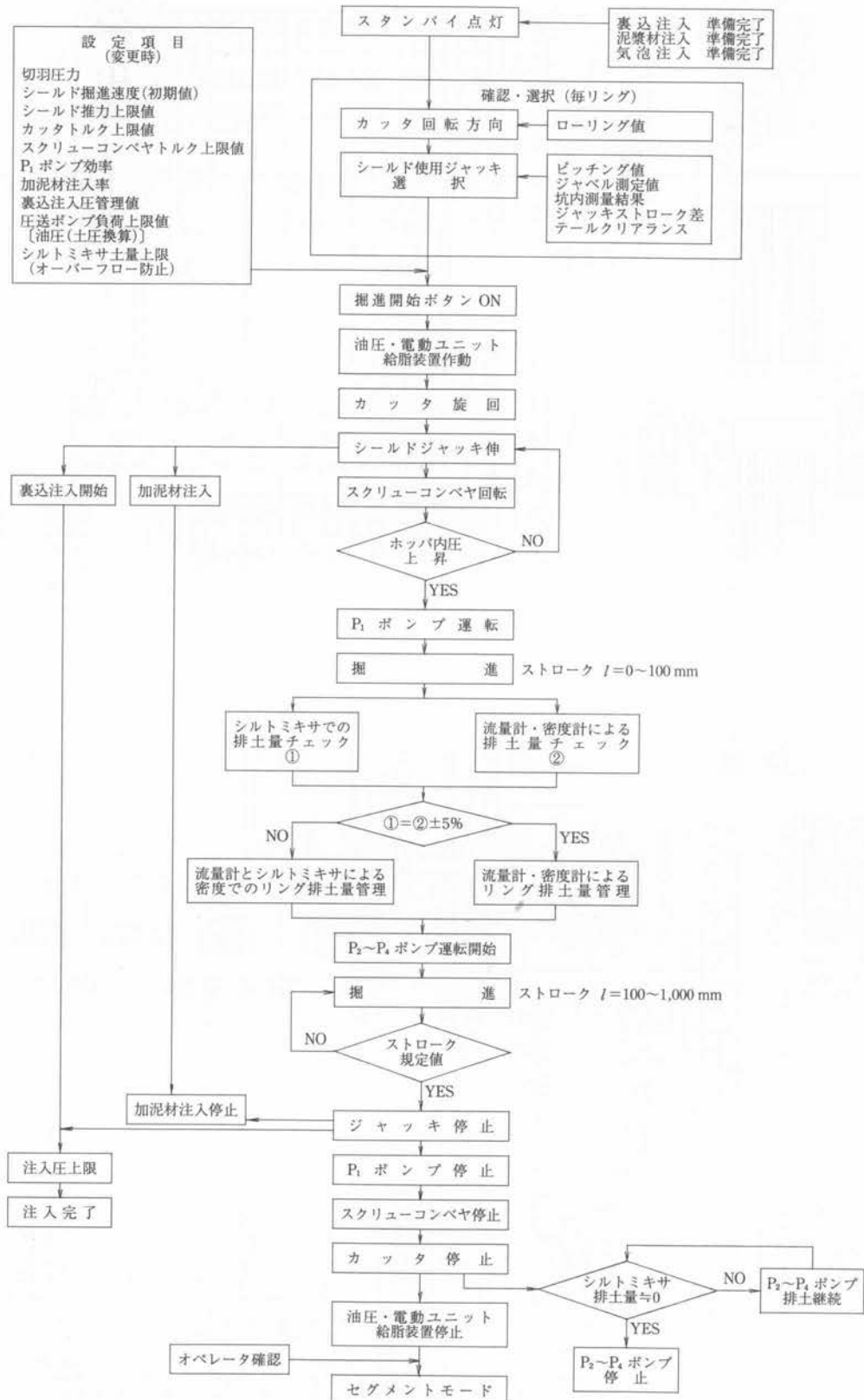


図-5 泥水式シールド自動掘進フロー図

き、また、ヒューマンエラーを防止することができる。

### ③ 管理の標準化

施工管理項目や管理状況の把握、トラブル時の対処方法、施工データの活用等の施工管理が標準化されているため、現場技術者の技能に左右されない高い品質の施工管理が可能となり、しかも施工データを次の工事へ容易に展開できる。

## 3. システムの現状と方向性

### (1) システムの現状

現在、シールド施工管理システムは、シールド工事のすべてで採用されている。

システムは、施工各社や専門メーカー等が独自で開発し工事に導入しているため、その内容は様々である。また、シールド形式によっても異なっている。たとえば、施工管理方法が確立している泥水式シールドでは、自動運転・制御機能で単独運転レベルのシステムが導入されているが、施工管理方法に不明確な部分が残る土圧式シールドでは、自動運転・制御機能は採用しないで監視機能レベルとしているのが一般的である。

しかし、泥水式シールドでは東京湾横断道路シールド工事の前後から、土圧式シールドでも最近、全体連動運転を採用した工事が見受けられる。その費用は、個々で異なるが、数千万円のオーダーである（図—5参照）。

なお、最近のコンピュータ技術の発展やシステムの採用数増加により、システムの価格は低減の傾向にある。

### (2) システムの方向性

以上のように、シールド工事の施工管理システムは、建設業の就業人口の減少や熟練作業員の不足・高齢化によって、また、シールド工法が密閉型シールドに変化することにより開発され発展し、現在では、ほぼ全工事で内容は様々ではあるが採用されている。

今後、コンピュータ技術の発展は大きいものが予想されるが、それに載せる各施工設備等やそれを関連づける施工管理のソフト技術の進歩程度が、施工管理システムの発展に大きく関わっていくものと考ええる。それらの進歩によっては、システムの価格もさらに低減することも予想される。

一方、経済の大幅な成長が望めない今後は、施工管理も経済的に合理的に行うために、本当に必要で、本当に役にたつ機能レベルのシステムが採用されていくと考える。そのプロジェクトの規模や施工条件、環境条件等によって、施工管理システムの機能レベルを選択していくことが必要と考える。

#### 【筆者紹介】

木戸 義和（きど よしかず）

（株）熊谷組土木本部土木技術部シールドグループ



## セグメント組立の現況と事例

神原英正・北川滋樹・佐藤安美

シールド工事は、掘進・セグメント組立が繰返し連続的に行われる特徴を持った代表的な工事である。いかに速くサイクルを完了させるかがシールド工期に大きく影響する。シールド機の掘削速度向上の技術は、ほぼ現状の技術の延長で解決できる技術水準に達していると判断される。

一方セグメント組立時間短縮のための技術は、自動化された組立装置を用いても期待されたほどの成果が上がっていないのが現状である。問題解決のため、自動組立装置の技術開発と同時にセグメントの形状・継手の開発が活発に行われている現状を紹介する。

キーワード：シールド工事、セグメント組立装置、新型セグメント、異形セグメント

### 1. はじめに

近年、都市部をはじめとし、地下開発にシールド工法の果たす役割がますます重要視されてきており、大深度化・長距離化・異形断面化・急速施工化など、シールド工法に対するニーズが多様化している。ここ10年来、シールド施工技術は急速な発展を遂げてきており「東京湾横断道路トンネル」を代表的事例としてセグメントの自動組立が採用され始めた。しかし、そのコストは在来組立装置に比較し、段違いに高価であり、一般の工事への適用はまだまだ積極的に行われていない状況にある。セグメントの自動組立は省人化・労力の低減・安全面で大きく寄与されていることは共通の認識であるが、時代のニーズであるコスト低減を目指した長距離化に伴う高速施工の最大の課題となる組立時間の短縮の達成されないことが普及を妨げている最大の要因ともいえる。

したがってシールド技術は、長距離化・大深度対応技術が先行し、覆工体となるセグメントの組立技術は依然として手作業によるボルト接合が広く行われていると言わざるを得ない。セグメントの検討は施工性よりも強度確保・止水性能に主眼

が置かれている。

セグメントの自動組立工程は大別すると、

- ① 供給
- ② 把持
- ③ 旋回
- ④ 荒位置決め
- ⑤ 微位置決め
- ⑥ ボルト挿入
- ⑦ ナット締結
- ⑧ 原点戻り

の動作が1サイクルとなりピースの数だけ繰返される。

これらの動作の中で特にサイクル短縮上困難をきたしている動作は、⑤微位置決め、⑥、⑦締結作業である。ボルト締結によるこれらの動作の短縮は現状技術ではほぼ限界であると考えられる。これに対して昨今、セグメントの締結方法・セグメントの形状を変えることにより、組立時間の短縮を図ろうとする研究開発が活発化してきており、ボルト締結から離れた新しい締結方法による成功事例がいくつか現れ始めた。

## 2. セグメント

セグメントは昭和48年「シールド工用標準セグメント」が制定され、下水道を中心に幅広く使用されている。その種類と主要寸法を表一に示す。

平成2年セグメント幅が改訂され、1,000 mmが追加された。一方民間においては、昭和58年代1,100 mmクラスが電力胴道で使用され始め、現在では1,200 mm幅が主流になり始めている。平成6年には東京湾横断道路で1,500 mm幅が採用され施工の高効率化・経済の有利性から、セグメントは幅広化の傾向を示した。

さらに、ほぞ付きセグメントに代表される従来の設計手法から外れるセグメントの実用化は、硬質地盤を中心に使用範囲を拡大するものと考えられる。以下に現在提案されているものも含め概要を記述する。

### (1) セグメントの材質による分類

セグメントの材質は従来RC、スチール、ダクタイルの標準セグメントが中心であった(表一参照)。

近年、セグメントは標準セグメント以外に、様々な種類が開発試行されている。特に施工性(自動化対応)、経済性(二次覆工省略)等のニーズに合せた物が中心となってきている。

### (2) セグメントの形状(写真一参照)

セグメントの形状は矩形が基本であり、1リングはA型・B型・K型の組合せで、構成されている。近年、要求される価格低減・高速施工のニーズに対応すべく、在来形から脱皮した、新しい形状のセグメントが登場してきた。それらはハニカムセグメント・凸型セグメントに代表される。これらのセグメントの特徴は、掘進組立時間短縮をはかる目的から、掘進と同時にセグメントの組立が可能な形状(シールドジャッキスプレッタ接触面が同一面とならない構造)と、1リングが同型セグメントで形成されていることを特徴としている。

表一

	外径(mm)	幅(mm)	分割数
鋼製セグメント	1,800~6,000	750~900	6・7
コンクリート系セグメント	1,800~6,000	750~900	5・6

表二 セグメントの分類

	特 徴	主 な 用 途
R C 平 板 型 セ グ メ ン ト	一般的に安価で広く使われている。 軸力が卓越した状態では強いが、曲げが大きくなると、セグメントを厚くする必要があり、重量も大きくなる。	・下水道 ・電力洞道 ・共同溝 ・地下鉄(民地下)
R C 箱 型 (中 子 )セ グ メ ン ト	曲げ強度が必要ときに、セグメント厚を確保しながら、重量の増加を抑えられ合理的な構造である。 継手金具を使用しない分、安価である。	・鉄道など、径の大きな断面に多く使われる ・中子型は二次覆工を必要としない断面で使われる(営団地下鉄一般部)。
合 成 セ グ メ ン ト	鋼殻内にコンクリートを充填し、ジベルなどで一体化する。 RCセグメントに比べ強度が大きくセグメント厚を薄くできる。	・セグメントの強度が必要ときに採用される。設計法の確立が必要で実績はまだない。
N (鋼 枠 イ ン ジ ン グ メ ン ト )	セグメント周囲をH形状鋼枠で囲い、中にコンクリートを充填する。 セグメント継手は嵌合式、リング継手はカム式で組立後空隙をモルタル充填する。 合成セグメント製造の簡素化と、ボルトレスによる組立の自動化を目指している。	・セグメントの強度が必要ときに採用される。 ・施工法に課題があるが(モルタル充填)、いくつかの実績を持つ。
S R C セ グ メ ン ト	セグメントを鉄骨鉄筋コンクリート構造とし、RCセグメント、合成セグメントに比べ強度が大きくセグメント厚を薄くできる。	・大断面シールドにおいて、掘削断面を最小限にするために開発された。試験を実施中であり、実績はまだない。

### (3) セグメントの継手

セグメント組立の作業は、高温多湿な環境で、挟まれ、転落等の危険が常に伴う作業を強いられる状況下で行われている。組立工程の中でボルトの締結は最も労力を必要とする作業である。また、セグメント組立工程のなかで自動化の時間短縮を最も阻害させている部分でもある。

過酷な労働からの解放と、自動組立の時間短縮の目的達成のために、ボルト締結方式から脱皮すべく新しい締結方法の確立が最重要課題といえる。

- ① 人力に頼らない締結方式
- ② 自動化に対応しやすい簡素な構造・仕組み
- ③ ボルトレス化
- ④ 優れた経済性

これら課題解決の手段として新しい継手が研究開発され、一部実用化されつつある。継手の構造・形状は要求される強度、施工性から必ずしも

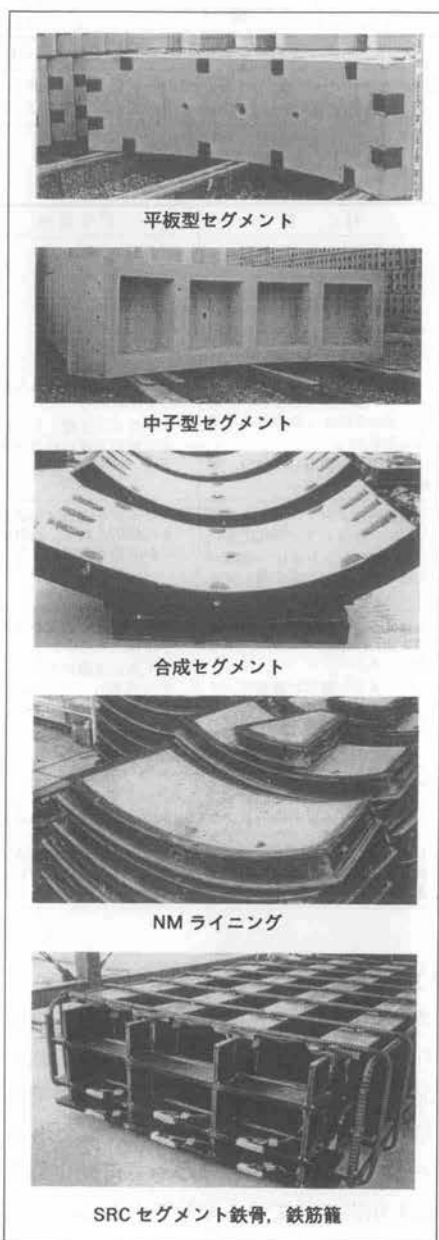


写真-1

1 リングがすべて同一な形状とは限らない。このことはほぞ継手も加え、今後たくさんの継手が試行されるであろうし、セグメントの材質、形状と組合わせ様々な発展を遂げることとなる。特に、二次覆工省略形セグメントのニーズは耐久性の観点から継手構造を変えていく機会となっている。以上の新しい形のセグメントの例を写真-1に示す。

### 3. セグメント組立装置開発の現状と事例

最近のセグメント組立装置の開発は、前述の新規開発セグメントと深く関連しているが、基本的には次の2点に方向付けされる。

- ① 自動組立装置の高性能化および経済性向上のための開発（高速施工が主目的の開発を含む）。
  - ② 異形断面シールド用エレクタの開発
- 以下にそれぞれの現況と事例を紹介する。

#### (1) 自動組立装置の動向

セグメント自動組立装置は作業員による高所・狭隘部での危険作業からの解放、組立精度の確保と施工品質の安定、組立時間の短縮等の目的から10年あまり前から開発が開始された。現在ではすでに実用化から高性能化への段階に入っており、組立時間のさらなる短縮や経済性追求或いは高速施工化への対応のための開発が進められている。

##### (a) 長ボルト式セグメント自動組立装置

セグメント自動組立装置のうち長ボルト式セグメント用は、東京湾横断道路の8台のシールドマシンで採用され順調に工事を完了したことから、大口径用自動組立装置としては最も実績のあるものと言える。写真-2に紹介する首都圏外郭放水路新設工事用φ12.04 mシールド機の自動組立装置は、長ボルト式セグメント自動組立装置の最新鋭機で、これまでの技術を結集したものである。

エレクタの基本動作である6軸動作（旋回、伸縮、摺動、ピッチング、ローリング、ヨーイング）は、従来同様サーボ制御で位置決めされるが、今



写真-2

回特にセンサとしてレーザスリット光を CCD カメラで画像処理し、エレクタ把持セグメントと既設セグメントとの段差及び隙間を即時に計測できるセンサを開発し、微調整位置決め時間を大幅に短縮している。また、ボルト自動締結装置は、1ボックス4本のボルトを同時締結する装置とし、ボルト送りや締結の手順も効率的なものに改善している。

さらに、セグメント供給装置は1リング分のセグメントをストックしておき、自動送りする方式とし、またエレクタの可動範囲への立入を禁止する安全柵を完備している。これらにより、作業員の安全を確保してセグメント組立の1リング完全自動化を実現している。

#### (b) コッタ・クイックジョイントセグメント 自動組立装置

セグメント組立の自動化において、従来のボルト接合では高精度の位置決めをしなければボルトがセットできず、そのための装置が大型高精度で高価格なものになる。そこで、セグメントの組立が簡易で、機械化、自動化に適した継手の開発が進められてきた。

ここに紹介する関西電力上二支線新設工事用φ6.36 m シールド機に使用されている自動組立装置は、セグメント間継手にコッタを用い、リング間継手にクイックジョイントを用いたコッタ・クイックジョイントセグメントにより、簡素で高速な自動組立装置を実現した事例である（写真—3、図—1 参照）。

このセグメントは、2種類の継手が持つガイド機能により、単純な既設面倣いで位置決めすることができ、継手の締結も容易である。面倣いのためのセンサはロードセルを用い、コッタ打込み装置は8基装備している。

さらにセグメント把持金物をワンタッチ式にしており、吊金物の着脱手間を不要とし完全自動組立を可能にしている。これにより、1リングのセグメント組立時間は約20分弱の高速で実用的な自動組立装置となっている。

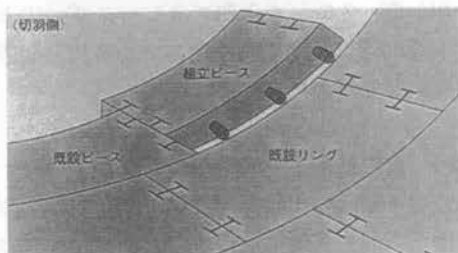
#### (c) 高速施工用自動組立装置

トンネル工事費の低減や、工期短縮の目的で、従来から高速施工の要望がある。これに対応したセグメントの一つとして、シールド掘進とセグメ



エレクタ装置とセグメント  
コッタH型の挿入は左右の挿入装置で行う。

写真—3 自動エレクターとセグメント



- ① 組立ピースの内面を既設のピースに合わせる。
- ② ピースを軸方向に送込みリング間を締結する。
- ③ セグメント間にコッタH型を挿入する。

図—1 セグメント組立方法



写真—4

ント組立を同時に行う高速化施工法の開発の中で実用化した経済性、施工性に優れているとされ、組立状態が写真—4に示すように蜂の巣状となるハニカムセグメントがある（東京電力・上尾与野連係管路新設工事用φ4.24 m シールド機）。

本セグメントでの同時掘進の事例はまだ報告されていないが、エレクタは手動式あるいは自動組立式のものが発表されている。特に自動組立式ではハニカムセグメントの特徴を生かし、ガイド機



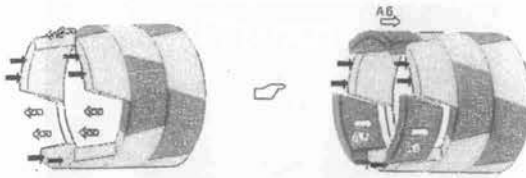


図-2

構を用いた力制御による位置決め方法と、軸挿入式のボルト締結機を開発することで、組立時間の短縮化、装置の小型化、製作コストの低減が図れたことが報告されている。

またその他の事例として、マルチアームエレクトラを用い図-2に示す手順で3ピースずつのセグメントを同時に組立て高速化をはかる組立装置の実用化試験も行われている。

## (2) 異形断面シールド用エレクトラ

既設地下構造物が回転する地下開発では、限られた地下空間を有効に活用するために、従来の単円以外の断面トンネルを構築する工法として、多円形シールド、矩形シールド、オーバル形シールド等の異形断面シールド工法が盛んに開発されている。

これらの異形断面に対応したセグメントでは、円形が重なる個所に柱部材が設置され、円形の接合部は「カモメ」のような形をしたセグメントとなり、また直線的に組上げる部分も発生する。したがって、これらを組立てるエレクトラも、従来の単純なリングドラム式の組合せのみではなく、多関節型や柱部材等を組むための特殊専用機が考案され実用化されている。

### (a) 三連シールド用エレクトラ

写真-5、図-3に示す装置は、帝都高速度交通営団7号線白金台二工事に使用された三連型駅シールド機(10.04 m×15.84 m)のエレクトラである。

これまでの三連型シールド機では、通常の円形シールド機で装備されている回転式のエレクトラを中央部、側部それぞれに装備し、セグメント、中柱を組立てている。しかし、本機は側部シールド機の内部空間が小さいことから、側部に回転式エレクトラを装備することは困難であり、中央部に2基の多関節型エレクトラを装備し、これですべてのセグメント・中柱を組立てている。

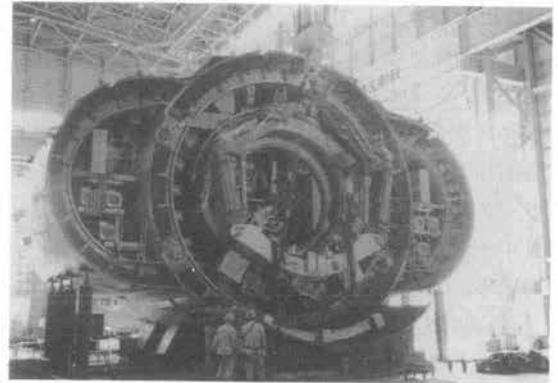


写真-5

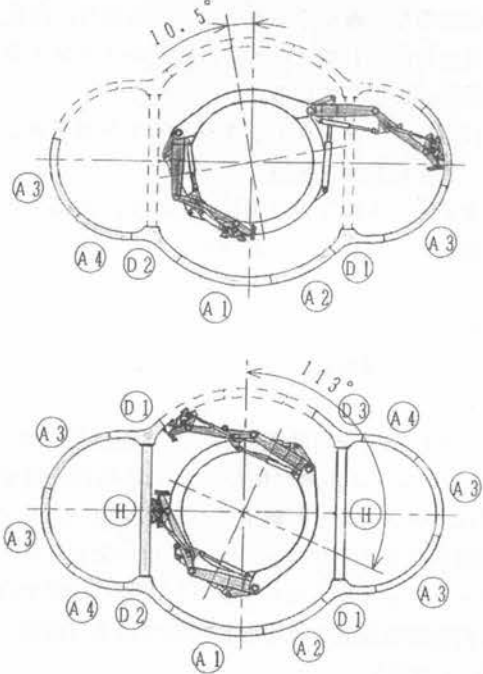


図-3

この多関節エレクトラは、旋回ベアリングおよびジャッキによる屈折アーム3軸動作により任意の位置にセグメントを移動・組立できるもので、本方式は初めての採用であったが、現地でもスムーズな動作で精度の良い組立が可能となっている。また、セグメント作業足場は可動式のバケット足場方式を採用して作業性、安全性の向上を図っている。

### (b) 4円心(H&V)シールド用エレクトラ

異形断面シールド用エレクトラで特殊専用機を取付けた例として、写真-6に都営地下鉄12号線六本木駅(仮称)工区で使用される4心円シールド機(7.06 m×13.18 m)のエレクトラを示す。

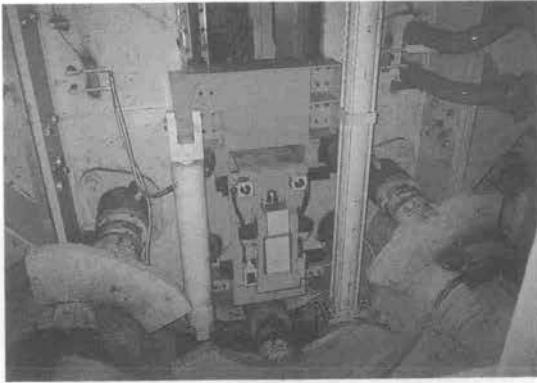


写真-6

本機はNMセグメントが採用され、中央部は上下カモメ部にそれぞれ約6トンの中央セグメントとその間に約7トンの本柱あるいは約2トンの仮柱が組込まれている。従来の同径シールドと比較するとこれらは重量が極めて重く形状も特殊であり、したがってその組立装置も特徴のあるものとなっている。

上下カモメ部のセグメント組立用には、それぞれ独立した専用の中央エレクタを設け、おのおの垂直、前後、左右の移動に加え、ピッチング、ローリング、ヨーイングの調整機能を設け、重量が重く剛性の高いNMセグメントの手動位置決め操作を容易にしている。また中柱は、スライド、回転、倒立機能をもったセグメント供給装置により組立位置まで直接移動する方式とし、カモメ部用中央エレクタと連携で操作することで、中央上下セグメントと中柱を一体化した後、既設セグメントに組込むよう考えられている。

異形断面シールド用エレクタでは、今後もさらに多種多様なセグメントが出現する可能性があるが、これら異形セグメントに対しても、単発的な特殊装置ではなく、汎用的に応用可能なエレクタ機構の考案、開発が望まれる。

#### 4. おわりに

セグメント・組立の今後の方向と課題を以下に述べる。

- ① セグメント
- ② エレクタ

エレクタの開発では今後も引続き、高速化を含めた自動組立装置の開発、異形断面シールド用エレクタの開発が主流になると思われる。

このうち自動組立装置は、開発当初と比べると大幅に高速化しており、現在の組立時間は手組立と比較してかなりの短縮を実現している。しかし、自動組立装置のさらなる向上のため、今後の課題は下記があげられる。

- ・経済性の追及
- ・安全性の確保
- ・信頼性、メンテナンス性、作業性の向上

まず経済性では、コッククイックジョイントセグメントやNMセグメント等のボルトレスセグメントのように、自動化、高速化に適したセグメントのさらなる開発や標準化が必要である。

また総合的に、より経済的な自動化範囲の検討が重要であり、一部動作を手動介入や遠隔操作として機能と経済性をバランスさせた半自動化もその方法である。作業員の安全性確保の点からは、全自動式では安全柵の設置等で安全が確保されているが、半自動式においてもより安全な自動組立システムの構築や、安全対策の徹底が必要である。また作業性の点からセグメントの上搬送システムも一案である。

#### 【筆者紹介】

榊原 英正（さかきばら ひでまさ）  
前田建設工業（株）土木本部土木設計部副部長



北川 滋樹（きたがわ しげき）  
前田建設工業（株）土木本部土木設計部副部長



佐藤 安美（さとう やすみ）  
川崎重工業（株）産機プラント事業部土木プラント部シールドグループ参事



# シールド発進立坑用地の 省スペース化

前田正博・安本匡剛

過密化した市街地では、 $1,000\text{ m}^2$ を超えるような広い発進立坑用地の確保は難しい。このままでは、シールド件数の約8割を占めている下水道管渠工事の事業推進に大きな支障を来すことが考えられる。このような用地取得難に対して、施工段階で無理な設備配置や地上への無制限な階層化、地下副立坑の設置などで対処すれば、安全性、作業性の悪化、周辺環境への悪影響、工事費のアップなどの弊害が生じることになる。新しい技術と既往の技術を系統的に組合せることにより、必要面積を従来の $1/2\sim 1/3$ まで省スペース化できる省面積立坑システムを開発、展開中である。

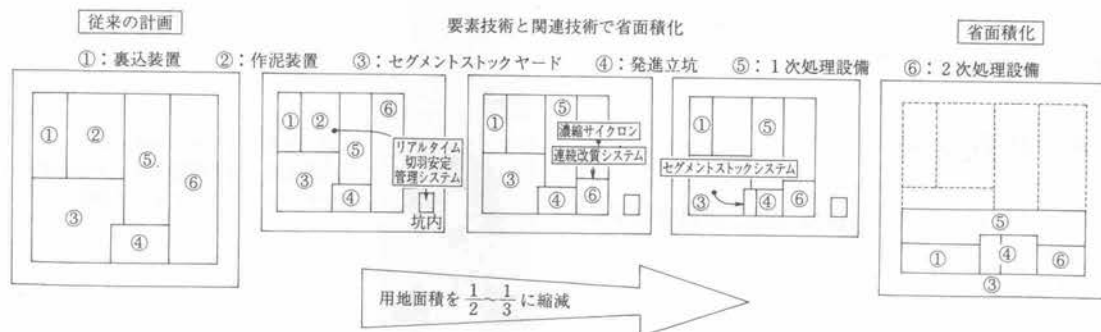
キーワード：シールド工事、泥水式シールド工事、省面積立坑システム、省スペース（面積）

## 1. はじめに

過密化した市街地では、 $1,000\text{ m}^2$ を超えるような広いシールド発進立坑用地の確保が、年々難しい状況になっており、このままではシールド工事件数の約8割を占めている下水道管渠工事や、上水道、通信、電力用洞道などの事業推進に多大な支障を来すことが考えられる。このような用地取得難に対して、施工段階で無理な仮設備配置や地上への無制限な階層化、地中深くに設けた副立坑などで対処すれば安全性、作業性の悪化、周辺環

境への悪影響、工事費の大幅なアップなどの弊害が生じることになる。

省面積立坑システム（図—1参照）は新しい技術と既往の技術を機能別に、系統的に組合せることにより、用地必要面積を従来の $1/2\sim 1/3$ まで省スペース化させることが可能となる。本報文では、泥水式シールド工法における当システム要素技術と関連技術についての紹介と、柏市大堀川幹線などで実施した具体的例について解説する。



図—1 省面積立坑システム概念図

## 2. 研究開発の経緯

広いシールド発進立坑用地が確保できない、安全性、作業性とコストを現状より変えずに発進立坑用地をどこまで狭くできるかわからない、設計積算規準がないので設計できない、などといった計画担当者のニーズに応えるために、平成5年度から財団法人下水道新技術推進機構と戸田建設で「シールド発進立坑の省面積化システムの開発に関する共同研究」が始められた。現在は開発要素技術を取入れた実証施工で性能確認を行いながら、平成12年度には設計積算マニュアルを完成させる予定で進めている。

研究開発に当たっては、以下のような方針、課題に従い進めた。

- ① 地上設備の小型化、機能向上
- ② 地上設備の立坑内収納
- ③ 地上設備のシールド坑内収納
- ④ 省面積での立坑施工法の検討
- ⑤ 工事車両搬出入のための動線確保
- ⑥ 安全性、作業性の確保
- ⑦ 環境保全への配慮
- ⑧ コストの縮減

## 3. 省面積立坑システムのご概念

シールド発進立坑用地は必要な設備スペースを有することのほかに、大型重機を使用したシールド機械の搬入や大型車によるセグメントなどの資材の搬入、掘削残土の搬出が昼間に限定され頻繁に行われることへの配慮が求められる。

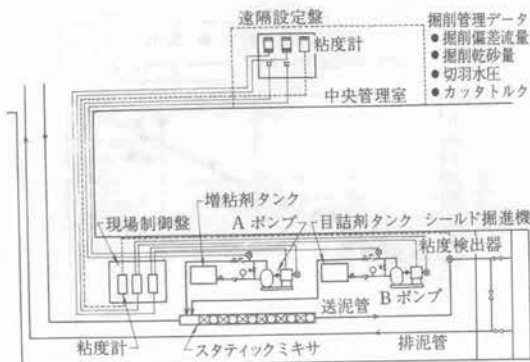


図-2 リアルタイム切羽安定管理システム図

作業は昼夜間連続で行われるので、作業騒音や機械装置の振動、特に音圧レベルの高い低周波騒音が問題となる。また工事に伴う一般交通の遮断等による周辺住民への迷惑などにも対処が必要となる。また、地域住民のための緑豊かな公園があると、これまではそのすべてが立坑用地として使われることが多く、公園用地全体を造成して樹木等の移植や伐採が行われ、大きな環境変化をもたらしていた。発進立坑用地にはこのような空間と機能の確保と周辺環境への配慮が求められる。

省面積化を進めるうえで、環境保全の立場からシールド掘進に伴い発生する産業廃棄物としての建設汚泥の搬出量をできる限り少なくする配慮も同時に求められている。

## 4. 泥水式における要素技術

本システムは、泥水式および泥土圧式の両工法に適用可能となるように検討が進められているが、泥水式シールド工法の場合、以下のような要素技術で全体を構成する。

- ① リアルタイム切羽安定管理システム (図-2 参照)
- ② 地山固形回収制御システム
- ③ スパイラルリフトコンベヤ
- ④ 濃縮サイクロン
- ⑤ スラリー連続改質システム
- ⑥ セグメントストックシステム
- ⑦ 自在移動型ターンテーブル

### (1) リアルタイム切羽安定管理システム (図-3 参照)

これまで地上に置かれていた作泥槽、CMC粘

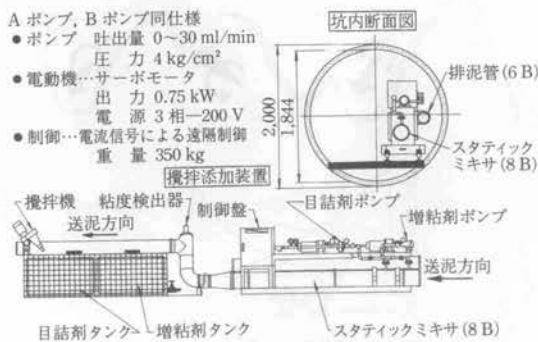


図-3 リアルタイム切羽安定管理システム装置図

土溶解槽，材料貯蔵ヤードなどの泥水調整設備をシールド切羽後方台車に置き，地上設備の必要面積を削減した。

このシステムの特長は切羽の泥水管理を比重主体から粘性主体に変更した点にある。砂質地盤では所定の粘性を確保することにより難透水性の薄層浸透域が形成され，粘性主体管理の有効性が発揮される。特に透水性の大きな地盤では必要に応じて，地山粒度に適合した粒径の目詰材を添加して逸泥を防ぐ（図-4参照）。

泥水調合材としては溶解性の高い高分子系増粘材を，目詰材としては吸水性樹脂を使用して直接送泥管中に添加して，送泥ライン上に配置されたスタティックミキサで攪拌し混合する。このミキサは図-5に示すように，送泥管に数エレメントの90度位相を変えた攪拌翼が固定されており，送泥ポンプ圧により分割，反転，転換が加えられ高効率的なミキシングが可能となる。また，これらの材料は取扱う添加量も少なく，作業時間の大幅な短縮が図れ，作業員はこれまでの苦波労働から解放され大幅な施工性向上が図れる。

粘性主体の泥水管理が実現できたのは送泥管中に振動式粘度検出器を配置したことにより，泥水

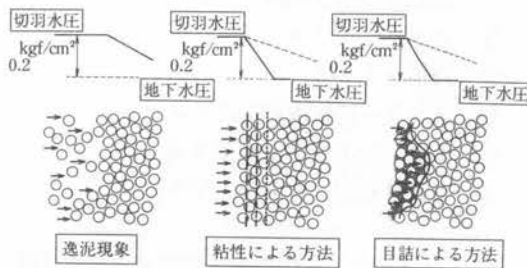


図-4 切羽の安定機構

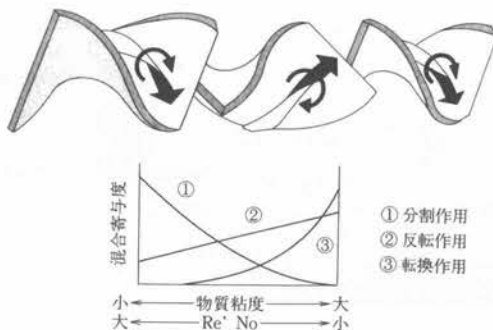


図-5 スタティックミキサ詳細図

粘性を連続測定できるようにしたためである（図-6参照）。従来から泥水粘性は管理指標の一つであったが，サンプリング測定しかできず連続測定のできる比重管理が主体であった。なお，この粘度検出器はCP値を指標としており，従来から使われているファンネル粘度とは土質条件や流体速度によって相違があるが図-7に示すようにこれらは高い相関性を示す。

また，本システムは切羽近くの後方台車に設置しているので，これまでは地上の作泥設備で，地山変化にとまって泥水管理値を変更するには数十分を要していたところを，即時に変更することができ，地山の変化に柔軟に対処できる。例えば，1 kmを超える長距離掘進では，作泥時間20分，送泥時間10分は最低かかり，タイムラグが30分以上生じて，その間，切羽は不安定な状態で放置されることになる。

砂質地盤をシールド掘進する場合は，前述のとおり増粘材を添加して泥水粘性を上昇させて管理するが，粘性土地盤の場合は泥水粘度が必要以上

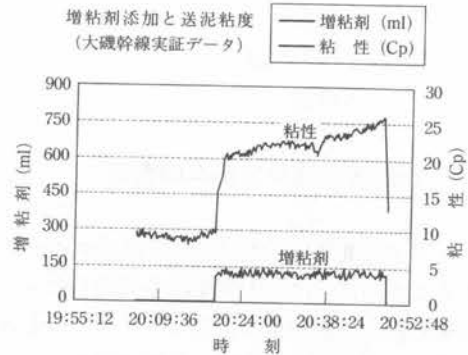


図-6 増粘材添加と送泥粘度

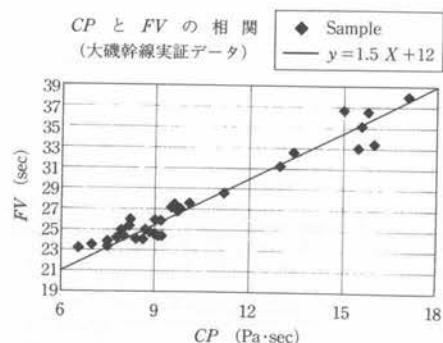


図-7 CP-FV 相関図

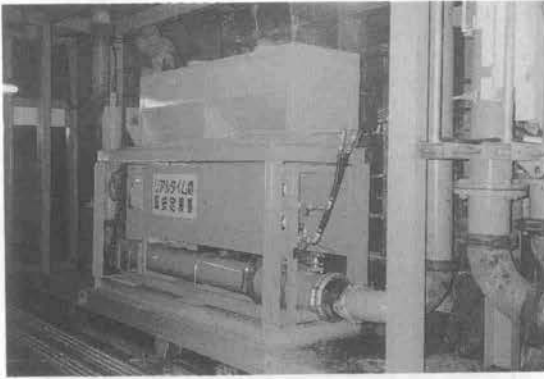


写真-1 リアルタイム切羽安定管理システム

に上昇して困ることが多い。排泥ポンプの負荷上昇, 1次処理機の分級性能低下, 2次処理設備の負荷増大などを招く。したがって, この場合は写真-1に示すリアルタイム切羽安定管理システムを利用して分散剤を添加して, 減粘調整をする。

(2) 地山固形回収制御システム (図-8 参照)

粘性土においては, 掘削土砂をできるだけ泥水に溶かさずで団粒状態でシールド切削し, 固まりのまま流体輸送する必要がある。本システムは地上の泥水処理設備においては網目状の回転ドラムを有する1次前処理機や振動篩機で固形のまま回収して, 2次処理量をできる限り軽減することで, 建設汚泥の搬出量を少なくするシステムである。

粘着力Cの高い粘性土山においては伸縮可能な先行ビットで溝状掘削を行い, 続いてティースビットで溝間を切削することにより効率よく固形状態で列断切削させる。

制御方法はシールド機後方の排泥管に固形回収

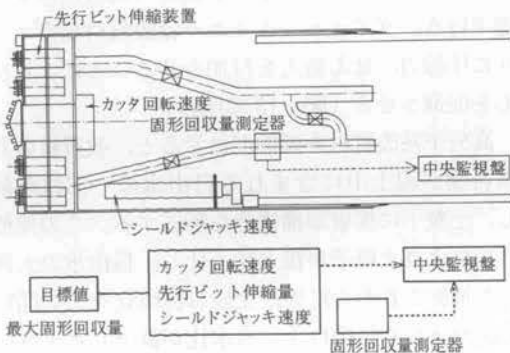


図-8 地山固形回収制御システム

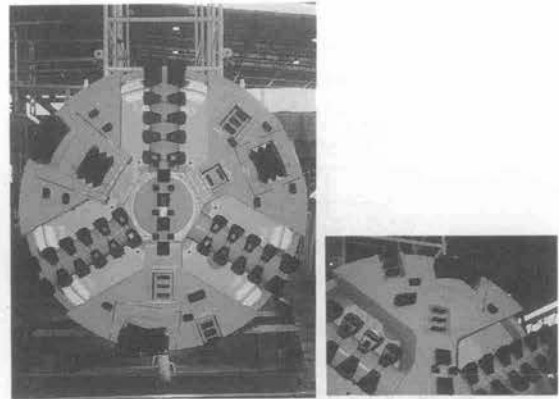


写真-2 可動先行ビット装着シー 写真-3 可動先行ビット

量測定器を設置し, 固形物の大きさや量を計測しながら, シールド機に取付けられた伸縮可能な先行ビットの切込み量と, カッタ回転速度, シールドジャッキ速度を調整し, 最適状態を保つ (写真-2, 写真-3 参照)。

(3) 濃縮サイクロン (図-9 参照)

これまで2次処理設備で主に使われていた, 広いスペースを必要とするフィルタプレスに代わり集合型濃縮サイクロンを採用した。

本装置は集合サイクロンDc 2型×12本で構成され, 供給泥水とサイクロンアンダ泥水の密度と流量を計測し (図-10 参照), サイクロンアンダ側のアベックスパルプの絞り径を任意に変化させることにより, 処理泥水の性状にあわせた最適な濃縮状態を得ようとするものである

濃縮サイクロン (写真-4 参照) の特徴としては,

- ① 設備が小さい。

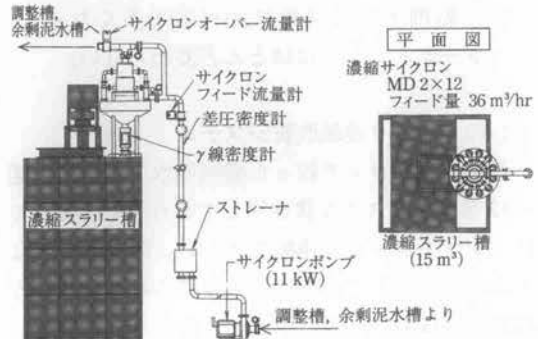


図-9 濃縮サイクロン

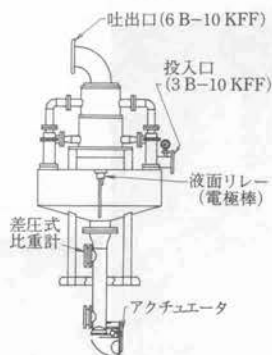


図-10 サイクロンアンダー比重・流量測定器

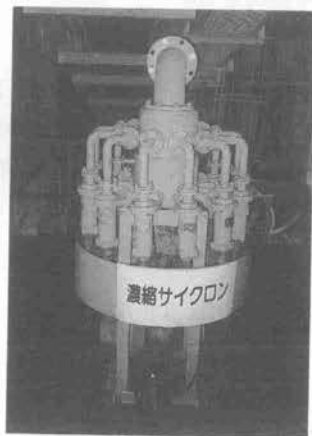
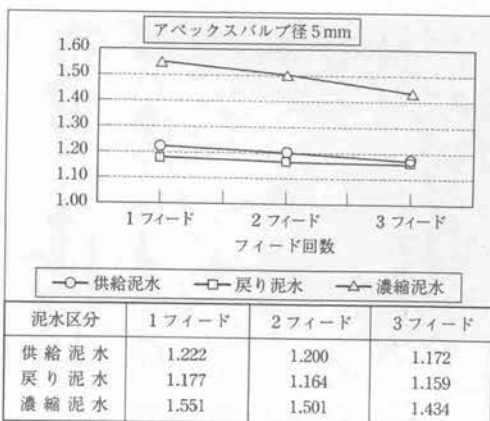
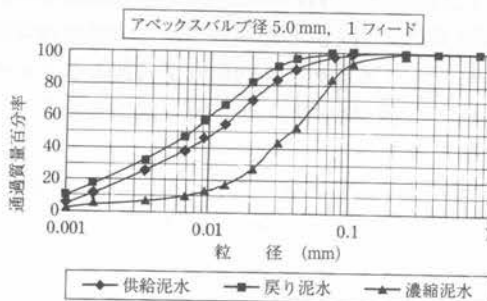


写真-4 濃縮サイクロン

- ② 連続処理が可能で、1リング内での処理可能。
- ③ 濃縮処理後の性状がスラリー状であり、残土ホッパ、ベルトコンベヤなどの積み込み設備が不要。
- ④ 凝集剤などの薬剤が不要。
- ⑤ 機構が単純なため、開栓、洗浄などのメンテナンスが少ない。
- ⑥ 処理土量は従来に比べ若干多くなるが、トータルコストはほとんど変わらない。

#### (4) スラリー連続改質システム

濃縮サイクロンで絞った濃縮泥水(図-11, 図-12参照)はスラリー状を呈しており、そのままではダンプトラックで運搬できない。運搬可能となるように改質して連続的に直接積み込みできるようにする。なお、汚泥処理場が隣にあり処理が可能な場合は改質を加えず処分する。改質に必要な

図-11 濃縮サイクロン性能  
(比重とフィード回数の関係)図-12 濃縮サイクロン性能  
(粒径加積曲線)

反応時間は10~15秒と短時間で改質できるので特別な養生を必要とせず、直出しができるので養生用のストックピットを必要としないことで省面積化を図るものである。

ラインに密度計と流量計を装備し、濃縮スラリーの密度と流量に合せ設定した分量の固化材を自動的に添加する。ポンプ圧送力を利用して、スタティックミキサで高分子系改質材の混合攪拌を高速で行う。ダイナミックミキサは改質材混合スラリーに圧縮力、せん断力を付加させることにより反応を促進させる(図-13参照)。

高分子系改質材を添加混合すると、改質材の共重合物が泥土中に含まれる自由水の一部に溶解し、土粒子に接着架橋構造を形成する。この架橋作用により土粒子が粗大粒子化し、自由水の大部分が捕捉されその結果、土砂は流動化を失い団粒化状態となり見掛け上、含水比が低下したようになる。

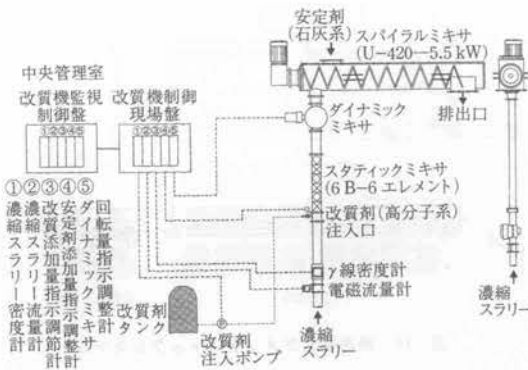


図-13 スラリー連続改質システム

改質材添加後は接着架橋作用の増進とフロック強度の増大化を図るためにスパイラルミキサに移送し、長期安定を目的として石灰系の安定材を少量添加して、直接ダンプに積込む。

(5) スパイラルリフトコンベヤ

一次振動ふるい機で処理された土砂の残土貯留槽への搬送システムに関するものである(図-14参照)。ユニット化された組合せにより、任意の形状に合せた配置ができる。中心の回転シャフトがないため、付着・絡み・ブリッジが少なく、また、回転シャフトと吊りベアリングがない構造で搬送能力が大きい。スパイラルが駆動側のベアリングだけで支えられているため、押出し、引込みによる搬送が選択できる。押出し搬送は排土口の詰まりが防止できるので、コンベヤ同士をフランジ接合することができる。垂直搬送部分は八角形ケーシングを有し垂直搬送を可能としており、水平、垂直、斜め方向への搬送と方向転換が可能となる。

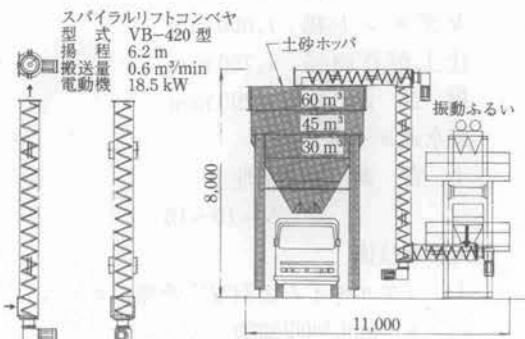


図-14 スパイラルリフトコンベヤ

(6) セグメントストックシステム

(a) 立坑内収納型(図-15参照)

基本構造はハンガ方式とドーリ方式とがある。ハンガ方式は上下走行用ピニオンラックレールを採用し、昇降搬送装置本体(親線)がサーボモータにより上下動する。水平走行は水平走行レールに沿って駆動輪によってセグメント把持装置(子機)のみが動く。この水平搬送装置は把持装置と昇降回転装置を有しており、動力は軽量の電池式となっている。同一キャリアで地上の荷降ろしからストック、立坑下のセグメント台車への積み込みが可能となり、シンプルな構造の把持、搬送ストック装置であり一連の作業が自動化しやすい。横置きストックを基本としているので、高さ方向にストック量を増やせる。

平面的配置(図-16参照)では矩形、円形、多角形配置にも任意形状に対応できる。また、補助立坑や地上用地など立坑と離れたスペースに自在に配置可能となる。

一方、ドーリ方式のセグメント搬送装置は台車構造となっており、ストック棚には受台が設けられていてジャッキの上下によりセグメント設置・積み込みが行われる。上下搬送装置はハンガ方式と同構造となっている(図-17、図-18参照)。

(b) 簡易型ストックシステム

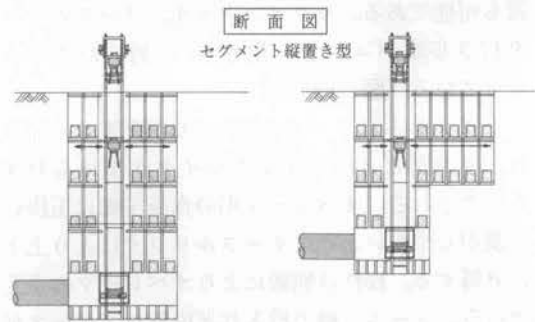


図-15 立坑内収納型セグメントストックシステム

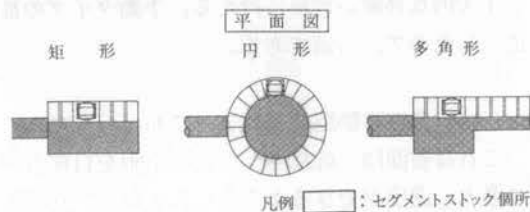


図-16 平面配置例



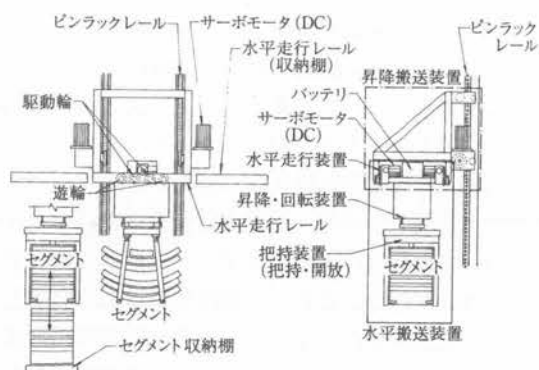


図-17 ハンガ方式概要図

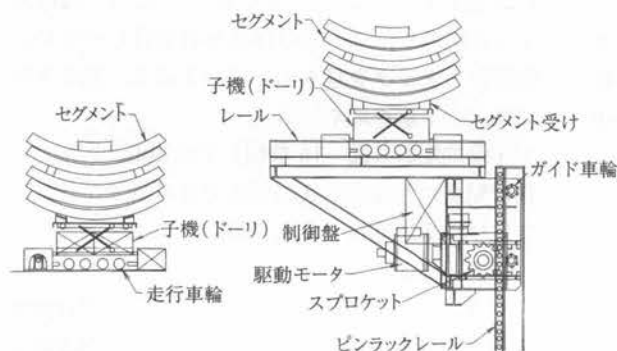


図-18 ドーリ方式概要図

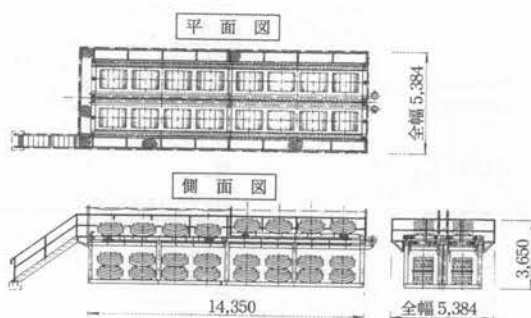


図-19 簡易型セグメントストックシステム

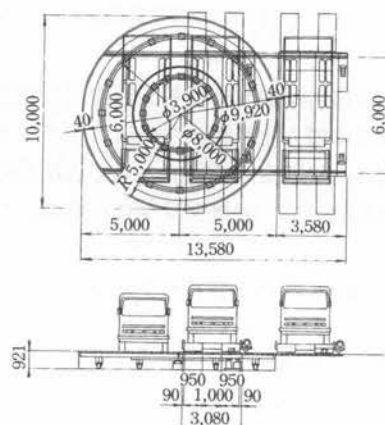


図-20 自在移動型ターンテーブル

立坑基地のスペース、形状に合せた任意配置ができる簡易型のセグメントストックである。

地上置きを基本とするが、副立坑など地下に配置も可能である。セグメント台車、テーブルリフト付き歩廊がユニット化され、3層式が標準となっている(図-19参照)。

セグメントはシールドが貼られた状態で入荷され、リングごとにスリングワイヤが掛けられストックされる。オペレータ用の作業歩廊は玉掛け作業がしやすいようにテーブルリフトにより上下に昇降する。操作は無線によりオペレータの手元で行う。シールド機の投入など段取りスペースが必要なときには、ユニット台車型となっているので1次的な移動が容易に行える。手動タイプの構造としたので、安価である。

### (7) 自在移動型ターンテーブル

これは省面積立坑基地への大型車両を自在方向に進出、退入ができるようにしたもので、立坑形状や基地内設備配置、周辺道路条件にあわせて自

在に入退が可能となる(図-20参照)。

ターンテーブルとトラバサを組合せたもので、隣接する進入道路が1車線で狭いとか、進入角が斜めであるとか、基地内の積込み位置の制限がある場合に特に有効となる。

(a) 粘性土地盤での計画例(図-21参照)

計画条件

シールド外径：5,850 mm

セグメント外径：4,750 mm

セグメント幅：1,000 mm

仕上がり内径：4,750 mm

掘進延長：1,200 mm

泥水式シールド工法

土質条件：粘性土

$N=10\sim15$

採用要素技術

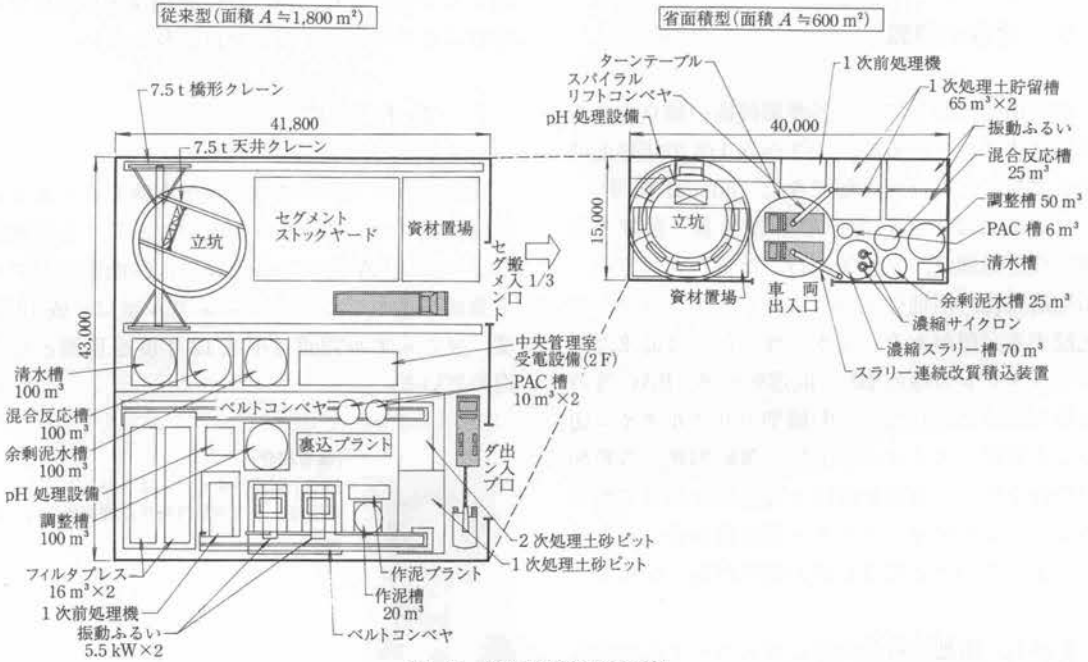
- ① リアルタイム切羽安定管理システム
- ② 地山固形回収制御システム
- ③ 濃縮サイクロン

- ④ スラリ連続改質システム
- ⑤ 1次前処理機
- ⑥ スパイラルリフトコンベヤ
- ⑦ 立坑内収納型セグメントストックシステム
- ⑧ ターンテーブル

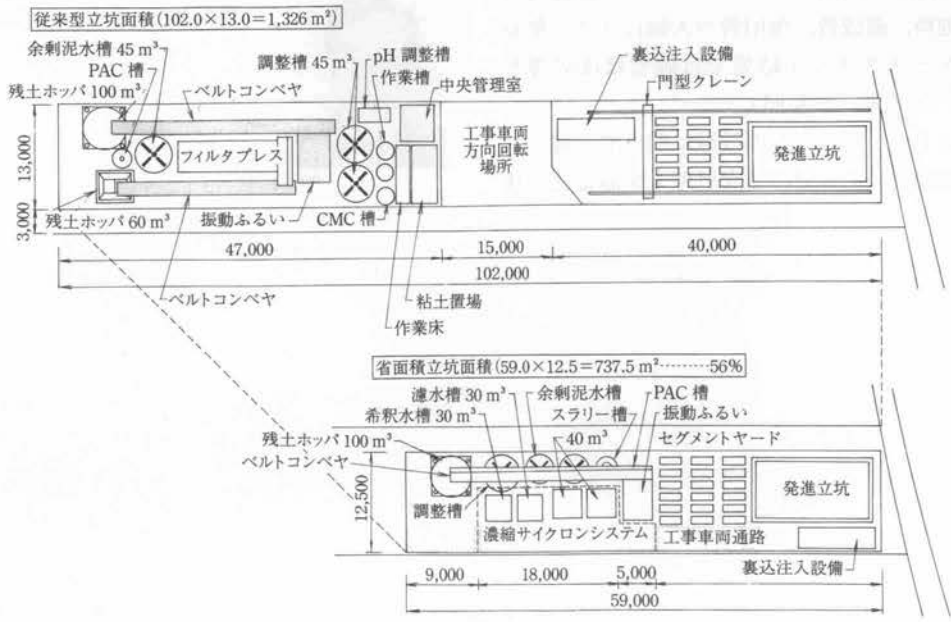
用地縮小率：33%

(b) 柏市大堀川雨水幹線工事 (図一22 参照)  
計画条件

- シールド外形：□4,520×3,920 mm
- セグメント外形：□4,300×3,700 mm
- セグメント幅：1,000 mm
- 仕上がり内径：□3,600×3,000 mm
- 掘進延長：537.7 mm



図一21 粘性土地盤配置計画例



図一22 大堀川幹線配置計画例

土質条件：砂質土，粘性土  $N=2\sim30$   
採用要素技術

- ① リアルタイム切羽安定管理システム
- ② 濃縮サイクロン
- ③ スラリ連続改質システム

工法：泥水式ボックスシールド工法  
用地縮小率：56%

## 6. 今後の課題

省面積化に関しては，各要素技術の確立という課題は残されているが，1/2 から 1/3 の用地面積縮小に対してはほぼ実現できた（図-21 参照）。

コストに関しては泥水処理設備費，掘削管理費，残土処理費，立坑築造費，防音ハウス損料，用地造成費，用地借地費などのトータルコストで比較する必要がある。泥水処理設備では従来型のフィルタプレス等の損料，同運転労務，PAC等の凝集剤費用に対して，省面積型のリアルタイム切羽安定管理システムの各損料と運転労務，改質剤材料費を加えた金額比較は土質条件によって幅があるが，2次処理土のスラリ発生量が多いことなどを加えて，1~2割ほど省面積型が高くなっている。

しかし，用地面積が大幅に省スペース化が図られたことにより防音ハウス損料，同設置撤去費，用地借地料，造成費，復旧費が大幅にコスト縮減でき，ケーススタディ結果では両者ほぼ同等となっている（図-22 参照）。

今後はトータルコストの低減に向けて，地山固形回収制御システムでの2次処理土を減量化させ

る技術や各提案システム技術を確立させるために各種土質での実証施工をできるだけ早期に，多くの実績を得ることや，現在検討中である裏込め注入剤として濃縮スラリを有効利用する方法も早期に具体化させる必要がある課題である。

建設残土，汚泥の有効利用促進についての取組みも環境保全対策上，コスト縮減対策上，重要課題として挙げられたが，この課題は業界全体で取り組むことでもあり，ここでは言及しない。

## 7. おわりに

現在，当システムでの計画が実施できるように設計積算マニュアル案を作成中である。各種実証施工により基準化ができるように性能確認とデータ整備を進めており，マニュアル案は平成10年度，マニュアル完成は平成12年度を目標として進めている。

### 【筆者紹介】

前田 正博（まえだ まさひろ）  
財団法人下水道新技術推進機構研究第二部  
部長



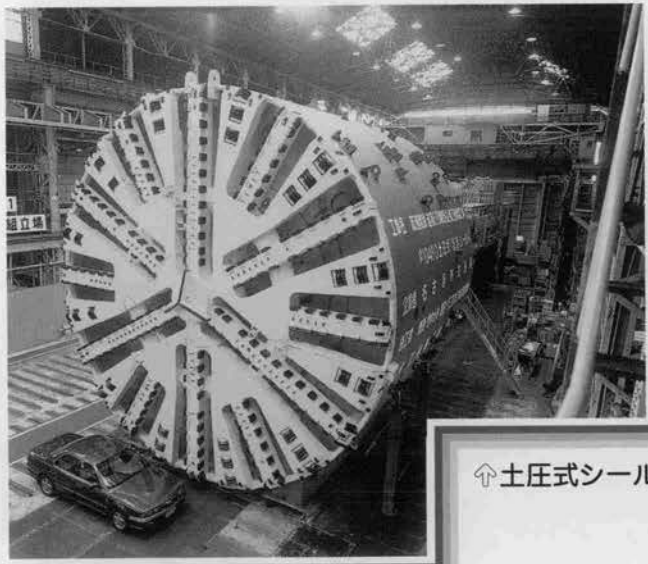
安本 匡剛（やすもと まさたか）  
戸田建設（株）本社土木工事技術部部長



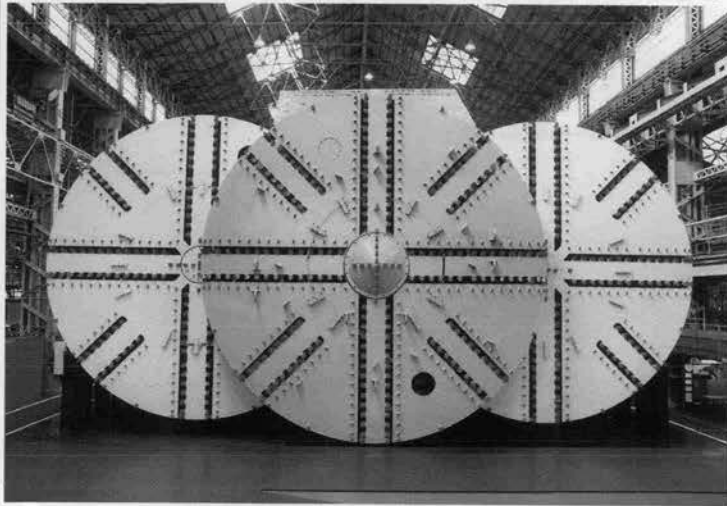
# シールド工法



↑汚泥式シールド

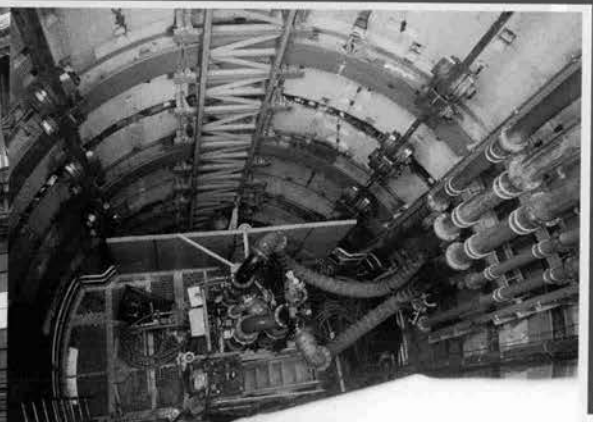
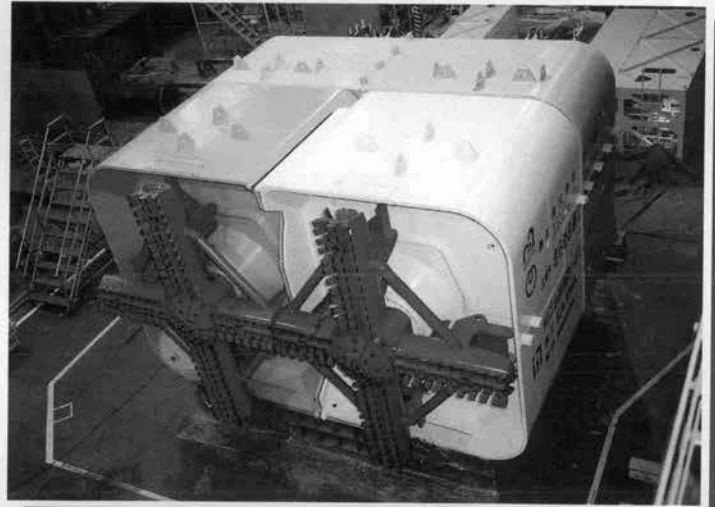


↑土圧式シールド



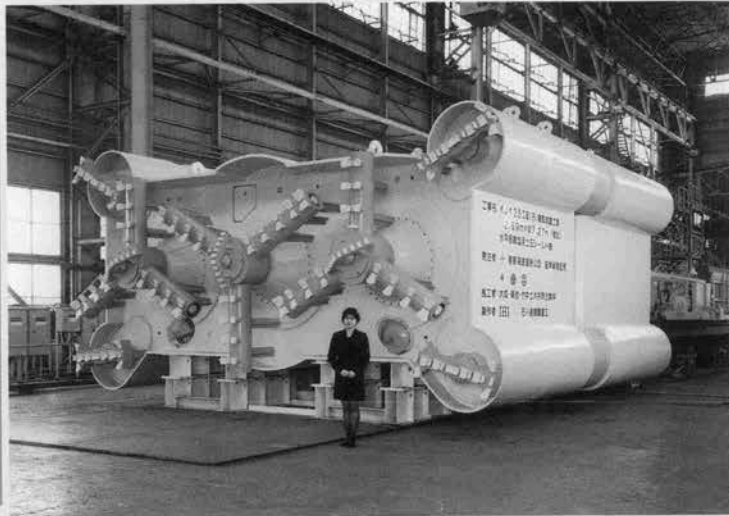
⇐ 3連マルチ工法

⇒ 揺動式矩形シールド

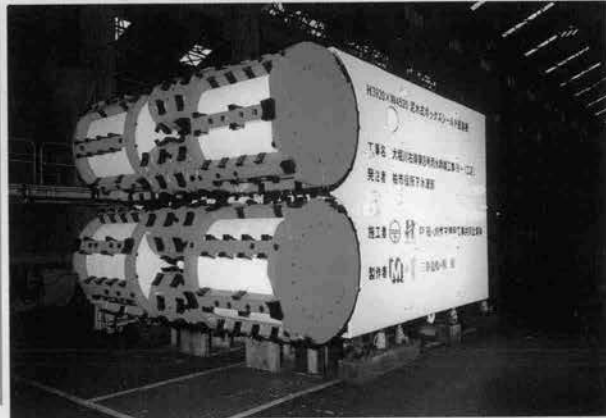


↑ タテシールド 掘進中

⇐ タテヨコシールドマシン

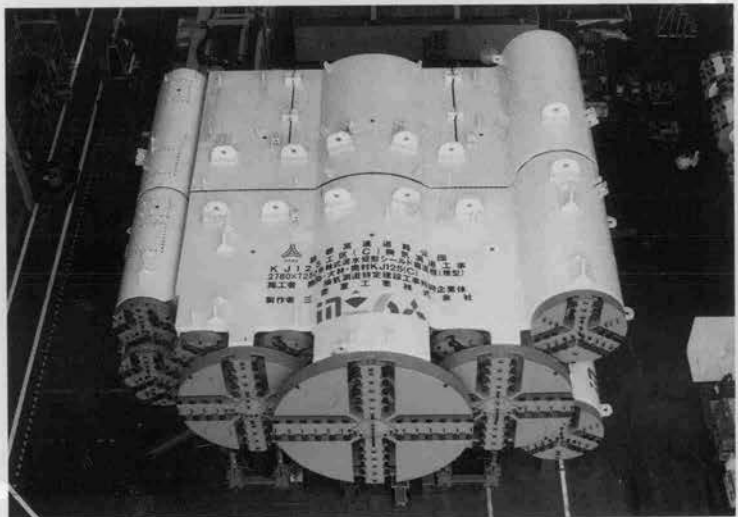


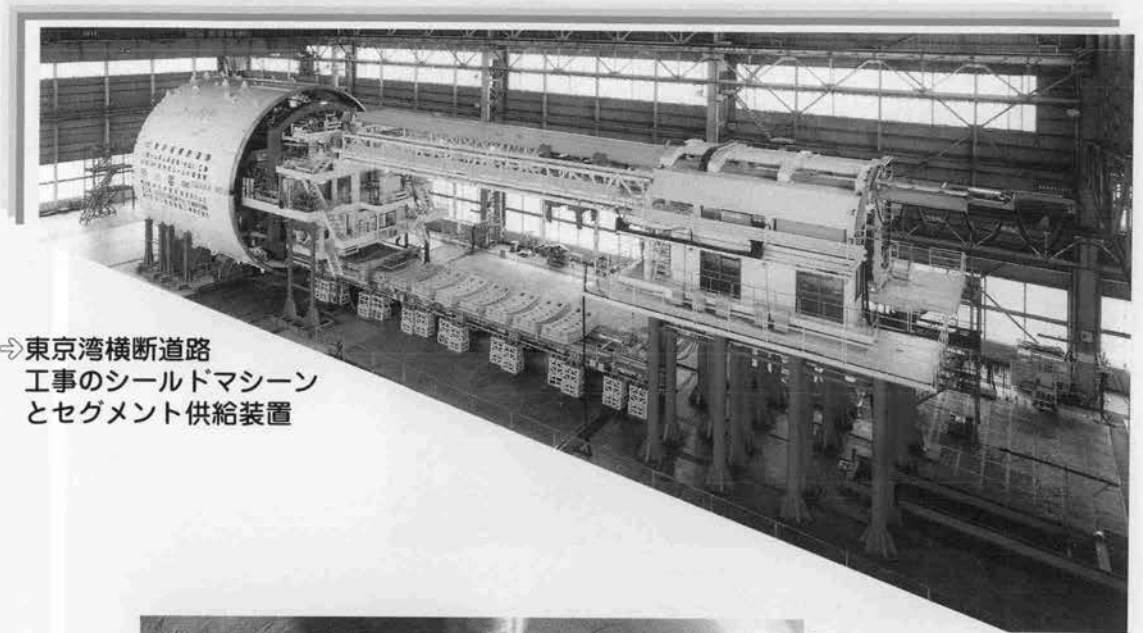
↑MMST工法  
水平多軸型泥土圧シールド機



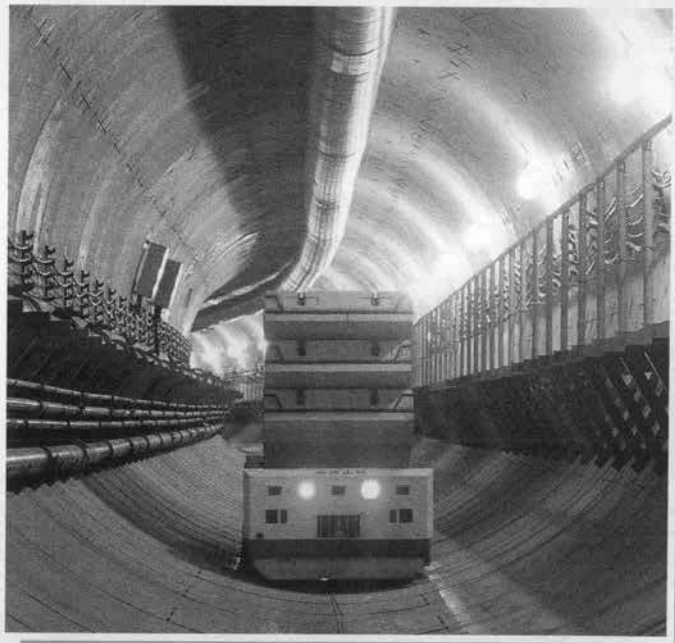
↑MMST工法  
泥水式ボックスシールド機

⇒MMST工法  
水平多軸式泥水式シールド機





⇒東京湾横断道路  
工事のシールドマシン  
とセグメント供給装置



⇐新型セグメント  
(コッター・クイックジョイント  
セグメント)上を走行する  
無軌条式坑内自動搬送車



⇐セグメント自動搬送システム



⇐自動施工管理システム管理状況

# 川崎重工業 西神戸工場

木村 健一



写真-1 西神戸工場全景

## 1. 西神戸工場の概要

- 所在地：兵庫県神戸市西区
- 従業員数：約700名
- 建屋面積：68,000 m<sup>2</sup>
- 敷地面積：175,000 m<sup>2</sup>

西神戸工場は日本標準時の子午線が走る明石市から北へ約5キロに位置する神戸市西端の丘にある油圧業界一の生産設備と開発設備を有する、油圧機械の専門工場です。

\* KIMURA Kenichi

川崎重工業(株)汎用機事業本部精機事業部 TPM 推進  
グループグループ長

当社の油圧機械の製造は1916年より神戸工場ではじまり、明石南工場を経て、現在地に1968年に新設、移転した歴史があり、西神戸工場は今年、操業開始30周年に当たります(写真-1参照)。

## 2. 製品紹介

80年にも及ぶ確かな技術を基に、油圧ポンプ・モータ・バルブなどの油圧機器をはじめ、産業機械・プラント用の油圧ユニット、さらに油圧甲板機械、電動油圧舵取機、油圧漁撈機械などの各種応用機械にいたるまで、幅広い製品があり、あらゆる分野でご愛用頂いています。そのうち代表的製品を紹介させていただきます。



## (1) 油圧機器

### ① ポンプ

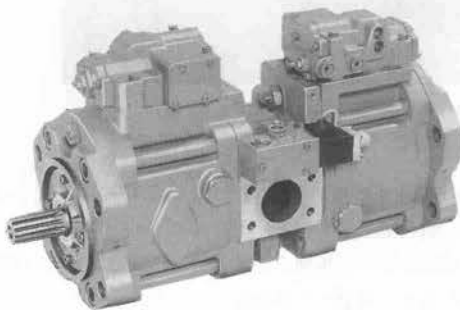
- ・斜板型アキシャルピストンポンプ、K3Vシリーズは高圧・コンパクト化と多機能化を実現させたポンプで全世界の建設機械用に使用されている。さらにK3Vシリーズをベースとして、産業機械でのさまざまなニーズに対応できるK3VGシリーズを開発し販売している（写真—2参照）。
- ・斜軸型アキシャルピストンポンプLシリーズは各種プレス、シールド掘削機、船用油圧装置などに幅広く使用されている。
- ・ねじポンプ、SPシリーズはその低騒音、低脈動の特徴を生かした高圧ねじポンプで油圧エレベータ・工作機械用・船用主機潤滑油ポンプ・ボイラ重油噴燃ポンプ用として使用されている（写真—3参照）。
- ・精密ギヤポンプはあらゆる液、高温に対応できる高圧、定量圧送が可能なポンプで紡糸・送液用、特殊液計量用として使用されている。

### ② モータ

- ・低速高トルクラジアルピストン型モータ、スタッフモータは建設機械・船用ウインチ駆動用、射出成形機のスクリー駆動用に使用されている。
- ・斜板型アキシャルピストンモータMシリーズは建設機械の旋回・走行・巻上げ用モータ、射出成形機、各種産業機械用として多方面に使用されている（写真—4参照）。

### ③ バルブ

- ・汎用バルブは切替弁、圧力制御弁、流量制御弁など



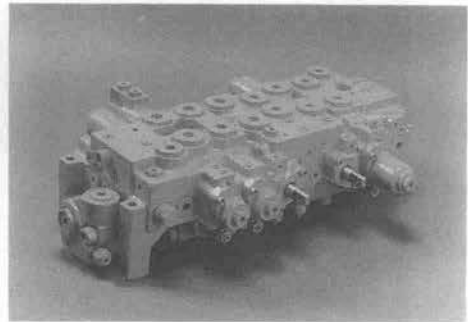
写真—2 斜板型アキシャルピストンポンプ(K3Vシリーズ)



写真—3 ねじポンプ(SPシリーズ)



写真—4 斜板型アキシャルピストンモータ(MXシリーズ)



写真—5 マルチプルコントロール弁(KMXシリーズ)

すべての油圧制御に必要なバルブを揃え、あらゆる分野で使用されている。

- ・建設機械用専用バルブ、マルチプルコントロール弁、パイロット弁、カウンタバランス弁などはそれぞれの建設機械に最適な製品を設計・製作し供給している（写真—5参照）。

## (2) 油圧装置

### ① 陸用油圧ユニット

総合油圧技術力により作られるプレス・押し機用、製鉄用、発電設備用油圧装置は多方面に使用されている。

### ② 船用舵取機

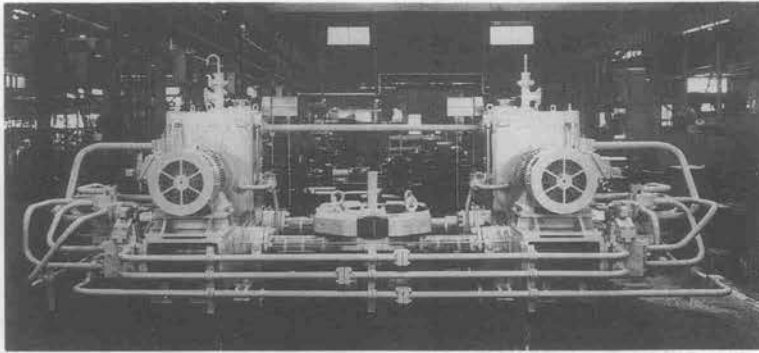
蓄積80年の技術と信頼性を評価され世界中の船舶に使用されている（写真—6参照）。

### ③ 船用甲板機械

係船装置用・カーゴ用ウインチ、デッキクレーンなどあらゆる甲板機械を生産している（写真—7参照）。

## (3) 新精機

テスト&シミュレーション装置、電動ブラシレスサーボモータ、宇宙分野機器などサーボ・制御技術製品、また当社の生産設備より生まれたNCジェット洗浄装置などを生産している（写真—8参照）。



写真—6 船舶用大型舵取機



写真—7 デッキクレーン



写真—8 NCジェット洗浄機

ISOP



図—1 精機事業部知的統合システム

そのスピードに合わせた、製品の開発、品質・コスト・リードタイムの改善に専念してきた。

品質管理システムの完成のため1994年にはISO 9001を取得し、また地球環境に優しい工場作り活動をし、1998年にはISO 14001を取得した。

(1) ISOP (Intelligent System and Organization of Precision Machinery Division)

顧客の要求への対応のスピードアップ化と経営の効率化を目的とした「精機事業部知的総合システム」ISOPを開発し運用してきた。

ISOPは総合生産情報システム(HYJUMP)、技術部門のエンジニアリングシステム(CIES)、工場マニュアルファクタリングシステム(FAPS)、経営管理情報システム(VIP)及び付帯システムとして、社内外、国内外の関係部門との情報連携システムから構成されている(図—1参照)。

① HYJUMP (HYdraulic machinery JUst in time system for Management and Production)

HYJUMPは当事業部の基幹システムとして開発され、営業から生産、出荷までのデータベースを統合・一元化した生産情報オンラインシステムである。

3. 「夢を形にする活動」

西神戸工場の30年の歴史は、市場環境の変化または

また物の管理だけでなくプライス・コストも同期化しており、管理ベースでの原価および利益の検索が可能である。

② CIES (Computer Integrated Engineering System)

製品の品質・コストの大半が設計で作り込まれる。その意味でも設計者が必要とするあらゆる分野の最新の情報を漏れなくスピーディに入手し、設計に反映させることのできる環境を構築するのが「CIES」技術部門エンジニアリングシステムである。

③ FAPS (Flexible Automatic Production System)

変種変量の市場環境の中で材料投入から加工・組立・運転までの生産設備や物流を制御するシステムを構築し、工場の無人化を志向しているのが「FAPS」製造部門の生産システムである。

④ VIP (Visual Information for President)

HYJUMP、FAPS などから収集される日々の営業・生産活動をスピーディーかつビジュアルに経営情報分析、製品決算分析をトップに提供しているのが「VIP」経営管理情報のビジュアル化システムである。

⑤ POST (POWerful Staff Tool)

パソコン1人1台体制、電子メールの導入によるニュービジネススタイルの構築による事務間接部門の生産性向上推進、また顧客・調達先との取引の帳票を廃止し電子情報による通信を実現しているのが「POST」統合OAシステムである。

また海外の販売・生産拠点ともデータの共有化とグローバル情報システムを構築している。

## (2) 生産技術

油圧機器が高圧化・高速化するに連れ、バイタルな部品に使用される部材の高精度化、多様化の要求が高まり、それに対応するため生産技術面でも精密加工技術、表面処理技術、パイメタル技術など新技術を次々に開発し実用化してきた。

これらの要素技術の蓄積に加えて、生産性向上に寄与する適用技術面でも新技術を開発してきた。生産設備の自動化、無人化に必要なマテリアルハンドリング装置、ロボットの仕上げ・加工・塗装・搬送への適用、自動組立装置、自動運転装置など自社の技術での内製化を行っている。

これらの設備と制御技術を組合わせた無人化生産設備の完成は、飛躍的生产性向上を実現させた。とりわけ夜間作業の無人化推進活動は生産性向上のみならず、品質の安定化に大きく寄与した(写真-9、写真-10参照)。



写真-9 無人稼働加工設備

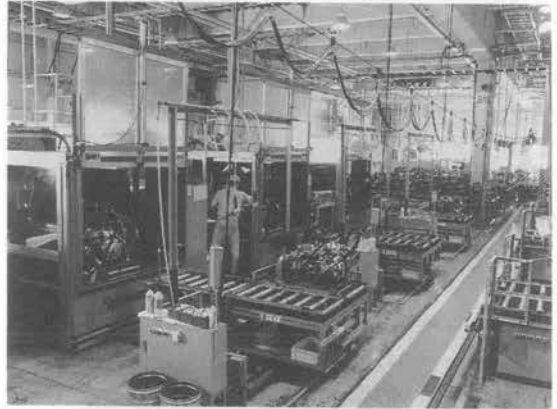


写真-10 出荷試験用自動搬送装置

## (3) TPM 活動

人と設備の体質改善を目指した TPM (Total Productive Maintenance) 活動を 1989 年に導入し、製造部門はもとより、事務間接部門を含めた全部門の全員参加による活動を行ってきた。

1993 年には(社)日本メンテナンス協会から「PM 優秀事業場賞」を受賞、引続きこの活動成果を拡大する活動に取組み、1996 年に「TPM 優秀賞継続賞」を受賞した。

現在さらなるステップアップ活動として、今年の「TPM 特別賞」受審に向けて活動を推進している。その達成目標は事業構造と体質の改革を目的としている。

## 3. おわりに

西神戸工場は、より新しい技術と製品の開発に取組み、品質の向上、製品の安定供給に努力してまいりますので、今後とも宜しくお願い申し上げます。

## 建設機械化技術・技術審査証明報告

審査証明依頼者：佐藤工業株式会社  
株式会社タイクウ

技術の名称：大型自由断面掘削機「WAV300H型/パワーカッタ」  
による掘削技術

上記の技術について、(社)日本建設機械化協会建設機械化技術・技術審査証明要領に基づき審査を行い、技術審査証明書を発行した。以下は、同証明書に付属する技術証明報告書の概要である。

### 1. 審査証明対象技術

#### (1) 技術の概要

本技術は、軟岩から硬岩のトンネルにおいて、全断面、補助ベンチ付全断面、上半先進等のトンネル掘削工法に適用でき、発破の使用が制限される場合にも対応できる機械掘削技術である。

掘削反力は機械の自重とアウトリガーでとり、ヒンジ式ブームとクロスヘッド型(横軸型)カッティングドラムによって、全断面、補助ベンチ付全断面、上半先進等の掘削工法ができ、ずり出し併行作業により効率の高い作業が可能である。

掘削機「WAV 300 H 型パワーカッタ」の全景を写真-1に、諸元を表-1に、全体図を図-1に示す。

本技術の特徴は、以下のとおりである。

① 掘削技術の中心をなすカッタは、クロスヘッド型

(横軸型)で、2つのカッティングドラムを備えており、強力な掘削力と有効な掘削反力機構によって、硬岩の掘削を可能としている。すなわち、インライン型(縦軸型)と異なり、カッタの回転がオーバーショットであり、下向きの掘削力が期待できる。したがって、重量が軽くても掘削力が十分生かせる。

カッタ出力を2段にして岩質、岩種、硬さの変化に対応した幅広い機械掘削ができる。

- ② ヒンジ式カッタブームは支点位置が高いため、補助ベンチ付全断面掘削が容易にでき、掘削範囲は機体定位置で約80m<sup>2</sup>まで可能である。
- ③ ヒンジ式ブームとカッティングドラムを活用して、ベンチ上の掘削ずりを容易にかき寄せることができ、効率的な処理ができる。
- ④ カッタ負荷制御方式(パワーコントロール)を採用し、掘削負荷に応じてカッタの移動速度が自動的に制御できる。さらに、負荷が増大するとカッティングドラムが自動停止するシステムを装備している。
- ⑤ 電動走行に加え、電源無しでも長距離移動に便利なエンジン駆動による走行システムを装備してい



写真-1 WAV 300 H 型パワーカッタの全景

表-1 掘削機の諸元

項	目	仕	様
主要寸法	全重量 (t)	約	83
	全長 (mm)		17,300
	全幅 (mm)		3,410
	全高 (mm)		4,900
掘削範囲	最大掘削高さ (mm)		8,300
	最大掘削幅 (mm)		8,860
	アンダーカット (mm)		1,400
走行装置	クローラ全幅 (mm)		3,360
	クローラシュー幅 (mm)		700
	接地圧 (MPa)		0.17
	走行速度 (m/min)	6	7.2
	許容最大傾斜度 (前後方向) (度)		18
適用範囲	最小坑道幅 (m)		4.0
	最小坑道高さ (m)		5.2
駆動部 カutting ドラム	回転数 (rpm)	高速	49   60
		低速	33   39
	外径×幅 (mm)		1,100×1,500
	押付力 (kN)		190
	旋回速度 (m/min)		5~33
	掘削力 (kN)		110
	ビット本数 (本)		164
	ビット形式		ラウンド型
電気設備	設備総電力 (kW)		403
	カuttingドラムモータ (kW)		300/200 (4/6 P)
	パワーバックモータ (kW)		90
	冷却/照明 (kW)		約13
エンジン設備	油圧ポンプ用ディーゼルエンジン (kW)		107
	走行速度 (m/min)		10
油圧設備	油圧作動油		ISO VG 46
	作動圧力 (MPa)		25
	作動油タンク容量 (l)		800
散水装置	燃料タンク (l)		80
	外部噴射式ノズル4個所 (1台)		38l/min×13 MPa
ケーブルリール	散水タンク (l)		100
		(1台)	90 m巻取り

注) 仕様の左欄は50 Hz, 右欄は60 Hzを示す。

る。

- ⑥ ケーブルリールとケーブルガイドの標準装備により、ケーブルの取扱いおよび移動が短時間で可能である。
- ⑦ 粉塵およびビット摩耗抑制対策の改善として、散水装置のパワーアップを図ると共に、散水ノズルを追加し、4個所装備している。
- ⑧ 機体はスリムで吹付けやボルト打設機械または、他の補助工法用機械類の側方通行が可能になっている。

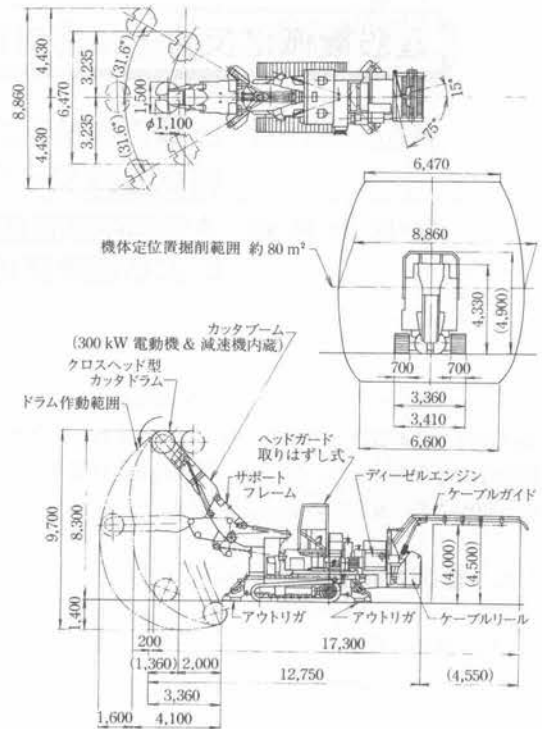


図-1

## (2) 従来技術との対比

硬岩用大型自由断面掘削機械の実績が少ないため、発破工法に比較して騒音、振動の少ない割岩工法と対比する。

WAV 300 H型パワーカッターによる掘削技術は、割岩工法による掘削技術と対比すると下記のとおりである。

### ① 工法を構成する機械の種類

本技術は、パワーカッターのみで掘削できるので割岩工法に比べ使用機種が少ない。

割岩工法は、削孔機、割岩機、ブレーカ等が必要となる。

### ② 掘削工種

本技術は、掘削とずり積みの2工種であり割岩工法より作業工種が少ない。

割岩工法は、削孔、割岩、ブレーカ破碎、ずり積み等、作業工種が多い。

### ③ 掘進速度

本技術は、軟岩になるほど速くなり、硬岩になるほど遅くなる傾向にあるが、岩工法に比べ速い。

### ④ 消耗品

本技術は、対象岩盤が強度が増大するにしたがい、ビット費が増加する。

割岩工法は、削孔ビット、ロッド、割岩機用部品やグリース程度で済むので、比較的安価である。

## ⑤ 機械費

本技術の機械費は、割岩工法より若干高価になる。

## 2. 開発の趣旨

トンネル掘削は、中硬岩および硬岩の場合、従来発破を中心に施工されてきたが、市街地等施工環境条件の厳しい所では、騒音、振動等の問題から発破による掘削が制限される場合が増えてきている。

このため、アルピネウエストファリア社（独）で開発されたトンネル掘削機を基に、軟岩から硬岩までの日本特有の地質に対応し、全断面、補助ベンチ付全断面、上半先進等の掘削工法に適応できる掘削機を開発したものである。

## 3. 開発目標

大型自由断面掘削機「WAV 300 H型パワーカッタ」による掘削技術の開発目標は次のとおりである。

- ① 一軸圧縮強度が50～150 MPaの中硬岩あるいは硬岩の掘削が可能であること。
- ② 機体定位置で50～80 m<sup>2</sup>のトンネルの掘削が可能であること。
- ③ ヒンジ式ブームとカッティングドラムを活用して、補助ベンチ上の残土処理が容易であること。
- ④ トンネル内での移動が容易であること。

## 4. 審査証明の方法

上記の開発目標に対し、性能確認試験および施工実績より、本技術の効果を確認することとした。

審査項目	確認方法
① 掘削能力 一軸圧縮強度 掘削能力 ビット消費量	性能確認試験 コンクリート、花崗岩のテストブロック掘削
② 適応断面	施工実績と図面
③ 補助ベンチ上の残土処理	施工実績と図面
④ 移動	施工実績、走行装置仕様と図面

## 5. 審査証明の前提

- ① 本掘削機は、適正な品質管理のもとに製造されたものとする。
- ② 施工は、適正な機械操作と施工管理のもとに行われるものとする。
- ③ カッタビットは、岩質に適応した選択がなされるものとする。

## 6. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者より提出された開発の趣旨および開発目標に対して設定した性能確認試験と施工実績等をまとめて確認した範囲とする。

## 7. 審査証明結果

前記の開発の趣旨、開発目標に照らして審査した結果は以下のとおりである。

- ① 一軸圧縮強度が50～150 MPaの中硬岩あるいは硬岩の掘削が可能であることが認められた。
- ② 機体定位置で50～80 m<sup>2</sup>のトンネルの掘削が可能であることが認められた。
- ③ ヒンジ式ブームとカッティングドラムを活用して、補助ベンチ上の残土処理が容易であることが認められた。
- ④ トンネル内での移動が容易であることが認められた。

## 8. 留意事項および付言

本技術を使用する際は、以下のことに留意すること。

- ① 硬岩掘削ではビットの摩耗が著しく、ビット交換に要する時間が長くなるので、ビット交換システムについては十分考慮し、効率的な交換方法に留意すること。なお、ビットの種類を選択等にも留意すること。
- ② 掘削とずり出し併行作業時は、掘削位置やずり処理状況等を常時安全確認しながら行うこと。

## 建設機械化技術・技術審査証明報告

審査証明依頼者：株式会社小松製作所

技術の名称：移動式クレーンの姿勢検知装置

上記の技術について、(社)日本建設機械化協会建設機械化技術・技術審査証明要領に基づき審査を行い、技術審査証明書を発行した。以下は、同証明書に付属する技術証明報告書の概要である。

### 1. 開発の趣旨

現在の移動式クレーンにおいて、特に3t以上の吊上げ荷重を有するものについては、労働安全衛生法により、過負荷防止装置の装着が義務付けされており、その安全機能は、ここ数年飛躍的な向上を遂げてきている。

しかし、過負荷防止装置では、作業状態と地盤の状態から起こる沈下等によって、転倒に至るような車体の姿勢異常があっても危険の検知や報知は困難な場合がある。

よって、このような状況の際、オペレータおよび周囲の作業員に車体姿勢の異常を報知し、安全を確保するための適切な処置を促すことを可能にするシステムが不可欠であり、その開発を行おうとするものである。

### 2. 開発目標

移動式クレーンの姿勢検知装置の開発目標は次のとおりである。

- ① クレーン本体の傾斜度を検知して、常時オペレータに情報を伝達できること。
- ② クレーン本体の傾斜度と、クレーン作業状態の情報により、地盤のゆるみ等による車体の姿勢異常を自動的に判断し、オペレータおよび周囲の作業員が確認できる警報を発令できること。
- ③ 取扱いが容易であること。

### 3. 技術の概要

本技術は、ラフテレンクレーン等のアウトリガ張出し状態における吊り作業中の姿勢異常を検知し、オペレー

タおよび周囲の作業員に対して警報するものである。

この装置は、車体に装備した傾斜角度センサの計測値から、クレーンの作業機自重と吊り荷重等の負荷により生ずる弾性変形成分を差引き、負荷モーメント以外による車両姿勢の異常を検知し、転倒危険度を判断して、危険度が高いと判断した場合には警報を発するシステムである。

#### (1) 傾斜角度の考え方

吊り作業時における、移動式クレーンの車体傾斜は、車体の弾性変形成分と、剛体変位成分の2つに分けて考えることができる。

ここで、車体の弾性変形成分とは、作業機の自重や吊り荷の重量による負荷によって、構造物であるシャーシやアウトリガ等が弾性変形することによる成分である。

一方、剛体変位成分とは、クレーン車を設置している地盤の沈下等により、車体全体が一様に傾斜する成分である。水平堅土上にクレーン車を設置した場合、その傾斜角度は、すべて弾性変形成分と考えられる。

車体に装着した傾斜角度センサによる計測値は、この2つの成分、即ち、弾性変形成分と、剛体変位成分の合計として検出される。

そのため、傾斜角度センサによる計測値の数値を監視し、直接その数値の大小で、警報を発令する方式をとった場合、

- ① 負荷の大きい吊り作業を、水平堅土上で行っている場合
- ② 負荷は小さいが、地盤のゆるみ等による沈下が生じている場合

の識別は困難である。

したがって、車体傾斜角度情報だけを用いて、直接、姿勢の異常の検知を実施することはできず、他の情報を加味した何らかの情報処理が必要である。この点に関し、本装置では以下のアルゴリズムを考案し、採用している。

- ① 弾性変形成分は、負荷モーメントと車体剛性の関

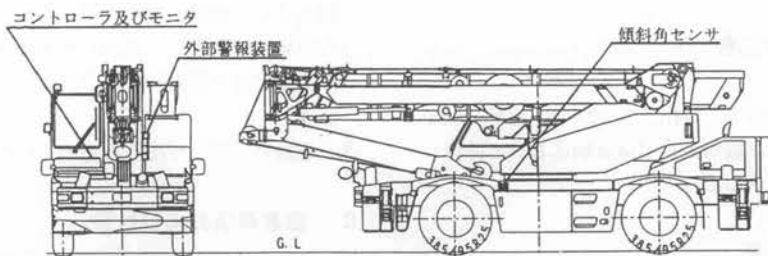


図-1 機器装着図

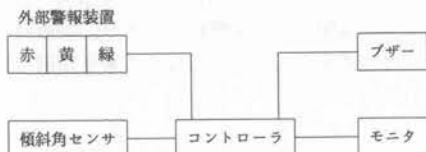


図-2 機器構成ブロック図

数であるため、時々刻々の負荷モーメント情報と、車体剛性情報を与えることにより、推定する。

- ② 車体傾斜角度の計測値から上記の弾性変形成分の推定値を差引くことにより、剛体変位成分の推定値を算出する。
- ③ この剛体変位成分の推定値に対して、その沈下量が大きいと自動判断した時点で警報を発令する。

(2) 姿勢検知装置構成

下記4つの構成要素から成る(図-1, 図-2参照)。

① 傾斜角センサ

下部フレーム中央部のサークルベアリング近傍に装着しており、上部旋回体の旋回中心軸の傾斜角を検知する。前後・左右の2方向の傾斜センサが一体化された構造となっている。

② コントローラ

オペレータキャブ内に装着しており、傾斜角センサからの信号を時々刻々入力し、最大傾斜角を算出すると共に、既存の過負荷防止装置のコントローラと一体化してあることから、これより作業情報を取り込み、負荷モーメントによる車両撓みを考慮のうえ、危険度の判定を行う。

③ モニタ・ブザー

オペレータキャブ内に装着しており、コントローラの算出した最大傾斜角をリアルタイムでオペレータに表示すると共に、転倒危険度の判定により、予報時は断続のブザー出力を、また警報時は連続のブザー出力を行う。

④ 外部警報装置

上部旋回体前方に装着しており、コントローラが転倒危険警報すべき状態と判断した際に、赤灯・黄灯が同時に点灯し、周囲の作業員にこれを知らせ

る。なお、本外部警報装置は既存の過負荷防止装置用のものと兼用している。

4. 審査証明の方法

それぞれの開発目標に対し、以下の項目の方法により、本技術の効果を確認することにした。

表-1 審査項目と確認方法

開発目標	審査項目	確認方法
(1) クレーン本体の傾斜度を検知して常時オペレータに情報を伝達できること	傾斜角度計測の正確性	傾斜角センサの単体性能試験、およびアウトリガジャッキにて車体を傾斜せしめ、外部の校正用傾斜計とモニタの傾斜角表示との差を測定する。
(2) クレーン本体の傾斜度とクレーン作業状態の情報により、地盤のゆるみ等による車体の姿勢異常を自動的に判断し、オペレータおよび周囲の作業員が認識できる警報を発令できること	姿勢異常の推定の確実性	吊り作業状態から、アウトリガジャッキ伸縮により車体を傾斜させ、検知された傾斜角に対し、弾性変形推定値を除いた成分が、規定の警報しきい値を超えた時に警報が発せられるのを確認する。
	報知機能の認識性	オペレータ席内のモニタが警報時にブザー連続で報知することを確認する。警報時に外部警報装置の黄・赤が同時点灯することを確認する。
(3) 取扱いが容易であること	装置の耐久性	本装置を構成する各機器はクレーン作業において正常に稼働することを、各機器の耐久試験等により確認する。
	操作の容易性	運転操作が、通常の過負荷防止装置と同じ手順であり、特別な操作を必要とせず、容易に行えることを確認する。

5. 審査証明の前提

本技術の審査証明にあたっては、その移動式クレーンの姿勢検知装置について、以下の条件に該当することを前提とした。

- ① 本装置は、LW 250-5型 X型アウトリガ・パワーチルトジブ仕様の車両において、装着した場合に限るものとする。
- ② 本姿勢検知装置の各構成部品は、適正な品質管理のもとに製造され装着されたものとする。



## 6. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者より提出された開発の趣旨・開発目標に対して、実車試験および単体試験において確認した範囲に限るものとする。

## 7. 審査証明結果

開発の趣旨・開発目標に照らして審査した結果は、以下のとおりであった。

- ① クレーン本体の傾斜度を検知して、常時オペレータに情報伝達できるものであると、認められる。
- ② クレーン本体の傾斜度と、クレーン作業状態の情

報により、地盤のゆるみ等による車体の姿勢の異常を自動的に判断し、オペレータおよび周囲の作業員が認識できる警報を発令できるものであると認められる。

- ③ 取扱いが容易であると認められる。

## 8. 留意事項および付言

本装置を使用する際は、以下のことに留意すること。

- ① 本装置装着の車両の場合でも、労働安全衛生規則等の安全に関する諸基準にのっとり、設置時において、地盤養生マニュアル等による養生措置を施さなければならない。

# 移動式クレーンの 災害事例に基づいた改善事例集

本書は、移動式クレーンの大型化、高性能化することにもない今までにない災害も発生しており、死傷災害では移動式クレーンによるものが最も多い結果となっている。今日までに各メーカーや各ユーザが行ってきた改善事例を収集し、改善事例に基づいた改善事例集として解説している。

B5版 110頁 定価2,000円(消費税込み)送料520円

## 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

# 部 会 報 告

## 「建設環境における移動体通信の利用実態」調査報告(その2)

### —建設分野別の電波利用状況と利用例—

自動化委員会移動体通信小委員会

前報(本誌1月号)では、建設工事における音声、データおよび画像伝送の電波利用状況と、使用されている無線局の概要について報告した。今回は、建設分野を土工、ダムなど13工種に分類し、その分野別の電波利用状況と利用例及び今後の需要予測について報告する。

#### 4. 建設分野別の利用電波

##### (1) 対象工事

今回の移動体通信の利用実態調査においては、すべての建設事業に関わる工事を対象に建設分野として表-2に示す13工種に分類した。

##### (2) 調査結果

アンケート調査に回答した企業51社のうち、実際に建設工事を施工する総合建設業、道路・舗装工事業の有効回答32社を集計し分析した。

表-3は、電波の種類と利用している建設分野の事例件数を示したものである。また、電波の種類に対する利用した通信情報の種類と内容は、表-4に示すとおりである。

電波を多く導入、利用している工事としては、土工、躯体工、ダム、水上・水辺工事などであり、使用している電波は特定小電力無線、簡易無線、陸上移動局の無線

表-2 調査の対象工事

工 種	内 容
① 土 工	土地造成、ゴルフ場、内陸空港、原石採取等の大規模土工
② 基 礎 工	土木構造物・建築物の床掘り、杭打ち、ケーソン、連壁工
③ 軀 体 工	土木構造物・建築建物本体の建方工
④ プラント・設備	土木・建築材料の製造・加工、維持管理用の独立した設備
⑤ 道 路	路線に沿った道路土工、開削工、舗装、道路法面工など
⑥ ダ ム	砂防ダム、堰堤の工事を含む
⑦ 山岳トンネル	山岳地帯の水路、鉄道、道路トンネル工
⑧ シ ー ル ド	シールドトンネル工、小口径推進工を含む
⑨ 水上・水辺工事	浚渫・埋立・地盤改良などの工事(泥上、半潜、水陸両用等の作業含む)
⑩ 設 計 測 量	計画、設計測量(施工中の工事出来形、品質管理のための測量は各分野で計上)
⑪ 維 持 管 理	建設事業を行うための管理業務含む
⑫ 防災・災害復旧	風水害、地滑り、地震などの防災・災害復旧工事
⑬ そ の 他	①～⑫のいずれにも該当しない建設分野

局が多い。

無線局の分野別利用状況は次のとおりである。

##### (a) 特定小電力無線

特定小電力無線を利用している事例が最も多い。表-3から分かるように、建設分野を13工種に分類しているが、そのうち土工、躯体工、水上・水辺工事、ダム、シールドの5分野が10～14%、基礎工、測量、維持管理、トンネル、道路、プラント・建設の6分野が3～8%と、すべての分野で広く利用されている。

特定小電力無線は、無線局免許や無線従事者資格も必要とせず使用場所も制限されない簡便な無線のため、最も利用される電波となっている。

用途別には、通信距離が200～300mであるなど機能上の制約があるにもかかわらず、クレーン作業の合図、業務連絡、クレーンや重機の遠隔操縦、GPSやトータルステーションの測量データの通

表-3 電波の種類と利用している建設分野

電 波	建設分野							合 計
	特定小電力	微弱電波	簡易無線	陸上移動局	1mW陸上移動局	SS無線	件	
工事	件(%)	件(%)	件(%)	件(%)	件(%)	件(%)	件	
土 工	510 (14)	15 (2)	440 (25)	395 (23)	5 (1)	15 (18)	1,380	
基 礎 工	310 (8)	5 (1)	105 (6)	105 (6)	60 (9)	5 (6)	590	
軀 体 工	495 (13)	315 (45)	185 (10)	135 (8)	240 (35)	5 (6)	1,375	
プラント	115 (3)	35 (5)	115 (6)	110 (6)	10 (1)	0 (0)	385	
道 路	165 (4)	35 (5)	100 (6)	110 (6)	5 (1)	0 (0)	415	
ダ ム	385 (10)	45 (6)	300 (17)	175 (10)	190 (28)	5 (6)	1,100	
トンネル	200 (5)	5 (1)	15 (1)	60 (4)	0 (0)	5 (6)	285	
シールド	370 (10)	85 (12)	20 (1)	5 (0)	0 (0)	10 (12)	490	
水上・水辺	440 (12)	5 (1)	285 (16)	255 (15)	35 (5)	15 (18)	1,035	
測 量	310 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	35 (5)	10 (12)	355	
維持管理	260 (7)	150 (21)	195 (11)	185 (11)	80 (12)	0 (0)	870	
防 災	30 (1)	5 (1)	20 (1)	30 (2)	30 (4)	15 (18)	130	
そ の 他	85 (2)	0 (0)	0 (0)	150 (9)	0 (0)	0 (0)	235	
合 計	3,675(100)	700(100)	1,780(100)	1,715(100)	690(100)	85(100)	8,645	

表—4 電波を利用した通信情報の種類と内容

電波の種類	特定小電力	微弱電波	簡易無線	陸上移動局	1 mW 陸上移動局	SS 無線
音声通信	・クレーンの合図 ・作業指示、業務連絡 現場—事務所 (30 m~2 km)	・クレーンの合図 ・業務連絡 (50~80 m)	・業務連絡 作業者—作業者 重機—事務所 現場—事務所 (1~15 km)	・業務連絡 ・As プラント—運搬車 (0.2~20 km)	・玉掛けの合図、指示 ・業務連絡 (50 m~1 km)	
データ通信	・重機のスステータス情報 ・測量、環境データ ・GPS 基地局データ ・トータルステーション制御 ・潮位データ(2 km)	・計測データ ・測量データ (10m)	・GPS 基地局データ (2~8 km)			・GPS 基地局データ ・事務所から重機への測量情報 ・測量、計測データ (0.1~5 km)
テレコントロール	・重機の遠隔操縦 ・クレーン操作、玉掛け外し ・建設ロボットの無人運転 (10~500 m)	・玉掛け外し ・Co 床ロボットの無人運転 ・舗装機械の遠隔操縦 (50~100 m)				・重機の遠隔操縦 (0.3~0.5 km)
映像伝送	・監視モニタ	・モニタ (10~15 m)	・重機の遠隔操縦モニタ ・シールド運転監視モニタ			・重機の遠隔操縦モニタ ・トンネル切羽監視モニタ
その他	・作業関係者の呼び出し ・トランスファカ位置出し ・入坑管理	・作業員の通門管理 (10 m)				

表—5 特定小電力無線の利用例

用途	GPS 無人測量のデータ伝送
目的	・GPS 固定局と移動局間、GPS 移動局と事務所間とのデータ伝送
仕様	・種類：特定小電力無線 ・周波数：429 MHz 帯 ・出力：10 mW
特徴	・無線機の入力インターフェースが RS 232 C に準拠しており、汎用性が高い ・最大伝送速度：4800 bps

表—6 簡易無線の利用例 1

用途	現場内の連絡通信
目的	・作業現場の安全確保 ・業務の効率化
仕様	・種類：簡易無線 ・周波数：400 MHz 帯 ・出力：5 W 2 局、1 W 6 局
特徴	・サービスエリアが広いため現場内をカバー ・グループ通話が可能

表—7 簡易無線の利用例 2

用途	作業状況監視のための映像伝送
目的	・現場事務所で作業状況を監視したい ・現場と事務所間の距離は約 3 km
仕様	・種類：簡易無線 ・周波数：50 GHz 帯 ・出力：15 mW
特徴	・現場全景他 4 画面とパソコン表示画面を選択して映像を伝送できる ・電動雲台やズームの制御が可能 ・事務所から呼出し放送ができる

信などで広く利用されている。伝送情報としては、音声通信が各分野で 40~50% を占めている。

表—5 に特定小電力無線を利用した一例を示す。

#### (b) 微弱電波無線

微弱電波の利用分野は、躯体工 45%、維持管理 21%、シールド 12% で 80% 近くを占める。用途は、微弱電波の

通信距離が 20 m 程度であるが使用上の制限がないため、クレーン作業の合図や業務連絡から、建設ロボットのテレコントロール、TV カメラによる監視モニタの映像伝送と利用範囲も広い。しかし、電波法の改正で旧規格の無線機が使用できなくなり、新規格のもとではこの利用の実態も今後変わることが考えられる。

#### (c) 簡易無線

測量を除きほとんどの工種で利用されている。特定小電力に次いで多く利用され、特に土工 25%、ダム 17%、水上・水辺工事 16%、維持管理 11% で利用の 70% を占める。簡易無線には 150 MHz、400 MHz、900 MHz および 50 GHz 帯の周波数が割り当てられていて、通信距離は数 km から数十 km と長い。この無線の利用は音声通信と映像伝送で 90% 以上を占め、すべての分野で映像伝送が音声通信を上回っている。

映像伝送に用いられている 50 GHz 帯簡易無線は、ミリ波で直進性が強く特定方向の通信となるが、専有帯域幅が広いいため VTR 並みの画像の伝送が可能である。主として、1~3 km 程度離れた建設機械の遠隔操縦のためのデータ伝送や、TV カメラで運転状況を監視するための映像伝送装置として使われている。

表—6、表—7 に簡易無線の利用例を示す。

#### (d) 陸上移動局

測量を除く工種で利用され、特に土工 23%、水上・水辺工事 15%、維持・管理 11%、ダム 10% と簡易無線と使われ方がよく似ている。しかし、用途は業務連絡などの音声通信である。

#### (e) 1 mW 陸上移動局

躯体工 35%、ダム 28%、維持管理 12%、基礎工 9% の

表—8 1mW 陸上移動局の利用例

用途	クレーン作業の無線連絡
目的	・タワークレーンと玉掛者（1～5名）のグループ作業の通信設備
仕様	・種類：1 mW 陸上移動局 ・周波数：400 MHz 帯 ・出力：1 mW
特徴	・ハンドフリー方式 ・グループ通話が可能 ・緊急時の一斉呼出しができる ・混信時は周波数を変更できる

表—9 電波利用の推計結果（件）

建設分野	特定小電力	微弱電波	簡易無線	陸上移動局	1 mW 陸上移動局	SS 無線
総合建設業	5,223	719	4,523	1,675	762	437
道路舗装工事業	27	189	358	60	0	0
計	5,250	908	4,881	1,735	762	437

表—10 電波利用の需要予測（件）

建設分野	特定小電力	微弱電波	簡易無線	陸上移動局	1 mW 陸上移動局	SS 無線
総合建設業	7,400	1,500	16,000	20,500	2,900	4,200
道路舗装工事業	200	1,200	1,000	200	0	0
計	7,600	2,700	17,000	20,700	2,900	4,200

順に利用されている。

通信距離が50～500 mで通信に時間制限がなく、また、双方向同時連続通信が可能のため、主としてクレーン作業の合図や作業指示、業務連絡などの音声通信に使われている。利用の一例を表—8に示す。

#### (f) SS 無線（小電力データ通信システム）

1992年12月の電波法改正により制度化された比較的新しい電波のため、まだ事例数は85件と少ないが、土工、水上・水辺工事、防災工事、シールド、測量、基礎工、躯体工、ダム、トンネルの順に広い範囲にわたって利用されている。

主として、GPSや測量データの通信、重機の遠隔操縦用テレコン無線、監視モニタのための映像伝送用無線に使用されている。この無線は雑音・妨害電波に強く秘話特性に優れているところから今後データ伝送や映像伝送の用途で利用が増加していくものと思われる。

## 5. 利用実態の推計と今後の需要予測

### (1) 利用実態の推計

今回の日本建設機械化協会会員を対象としたアンケート調査は、総合建設業および道路・舗装工事が中心でサンプルも少ないが、アンケートの回答結果から全国ベースの利用実態を推計した。利用実態の推計にあたっては、アンケートの回答企業51社のうち、総合建設業32

社、道路・舗装工事業8社について、電波の種類別の利用状況データと企業別の完成工事高のデータをもとに、統計手法を用いて全国ベースの完成工事高に対する標準的な電波利用の事例数を求めた。なお、全国ベースの推計に使用した年間完成工事高は、総合建設業上位600社、道路・舗装工事業上位46社によるものである。

推計結果は表—9のとおりである。純建設分野での特定小電力無線の利用事例の推計数は5,000台余であるが、特定小電力無線には、クレーンと一体でメーカーが納入するものが約65,000台あり、すべてが建設に使われるわけではないがかなりの数量になるものと思われる。

微弱電波は、通信距離が極端に短く、特殊用途に限定されるために利用数ゼロの企業が目立ち、推計事例件数は約900件となった。簡易無線は通信距離が長く、音声通信から画像伝送まで企業規模に無関係に幅広く利用され

ているため、利用事例数の推計値は4,500件台と大きく出ている。

陸上移動局は、工事現場において長距離の音声通話が必要な場合のみ利用される例が多いため、推計値は1,700件となった。1 mW 陸上移動局、SS無線は新しい電波で特別な用途で利用が進んでおり、まだ事例数としてはそれほど多くない推計結果となった。

### (2) 今後の需要予測

アンケート調査の回答企業の中には、電波の種類によっては現時点で全く電波を利用していない企業がかなりの数になっている。しかし、遠からず利用するようになると考えられることから、未利用の企業を除き、現在利用している企業のデータのみを用いて、近い将来の需要予測を試みた。結果は表—10のとおりである。

データ数が極めて少ないため、例えば簡易無線と陸上移動局の予想数が著しく大きくなった。両無線とも建設環境における今後の使われ方は、監視モニタで必要とするリアルタイムの画像伝送や、長距離の音声伝送を行う業務連絡であることから、ここで予想した数量ほど急増加するとは考え難いところもある。

次回の最終報告では、無線利用上の問題点と今後の課題等について報告する。

(鹿島建設(株) 機械部・宮嶋俊和)

## 部 会 報 告

# 建設ロボットの開発普及追跡調査(その2)

## —21世紀へ向けた建設ロボットを目指して—

自動化委員会 R D 小委員会

### 1. はじめに

### 2. 調査概要

### 3. 調査結果

#### (1) コンクリート均しロボット

#### (2) ダムコンクリート自動運搬システム

(2月号掲載)

#### (3) NATM 用コンクリート吹付けロボット

##### (a) 開発ロボットの概要

本調査は、ゼネコン3社が開発した NATM 用コンクリート吹付けロボット3機種を対象に行った。機種 A, B, C に織込まれた自動化の内容は、次のとおりである。

機種 A は、トンネル内を移動する本体に装備した、吹付け面に沿った形に形成されたアーチレール上を、ノズルを装備したブームが自由に、自動的に移動する機構を採用している。その操作は有線遠隔操作方式である。

機種 B は、ティーチングブレーバック方式を採用している。すなわち、ティーチングによりロボットが吹付け面を演算し、吹付け面の大きさを決定すると同時に、吹付け面とノズルとの距離を一定に保つこととしている。また、円弧補完機能により、仮想トンネルの中心線を演算する。また、ブレーバック機能として、全自動運転の他、割込み運転機能も持っている。

機種 C は、従来の圧縮空気による吹付けに代えて、高速回転する水車形状のロータの遠心力を利用して、コンクリートをトンネル壁面に吹付け付着させる遠心吹付け装置を開発し、発生粉塵の低減を図った。そのコンクリート吐出し口を多関節マニピュレータのロボットアーム先端に取付け、このアームを電気式リモートコントロールで操作する方式としている。

##### (b) 開発経緯

我が国で完全な NATM 工法が採用された第1号は、昭和53~54年の鉄道建設公団上越中山トンネルである。ここでのコンクリート吹付け作業は在来工法でなされたが、従来の手吹き作業には、作業員の健康管理、安全管理上の問題に加えて、アーチ部の吹付けが難しい等品質管理、施工性上の問題があった。

昭和59~60年に、ゼネコン数社が NATM 工法におけるコンクリート吹付け作業のロボット開発に着手した。これは、NATM 工法の大断面トンネルへの適用が本格化したこと、建設省が積算を NATM に切替えたこと、建設省の建設技術評価テーマに、NATM 工法におけるコンクリート吹付けロボットを取上げたことが挙げられる。

ゼネコン各社は、NATM 工法におけるコンクリート吹付けロボットの開発に当たり、その狙いとして下記の4項目を挙げている。

- ① 発生粉塵の減少
- ② 跳ね返りコンクリートの減少
- ③ コンクリート強度の確保
- ④ 施工性と経済性の確保

機種 A は、建設省の建設技術評価テーマに応募する形で開発され、建設省から提示された発生粉塵量、跳ね返り量、強度、施工能力の開発目標値をクリアすることを狙いとされた。

機種 B の開発目的は、内容的には機種 A とほぼ同じであるが、下記2項目が追加されている。

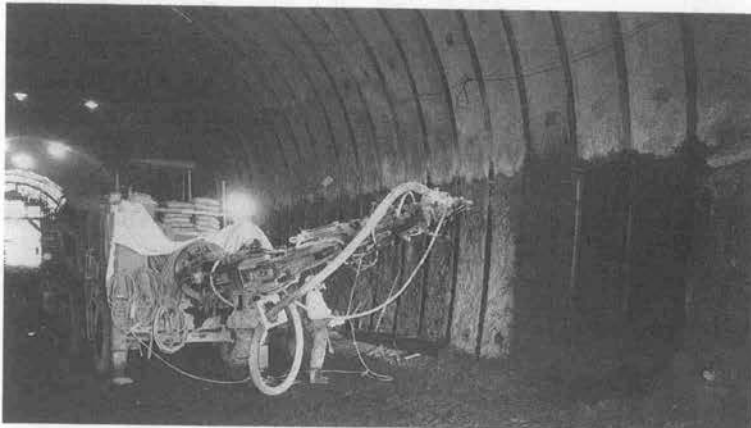


図-4 NATM 用コンクリート吹付けロボット (例)

- ① コンクリートの跳ね返りを少なくして、手吹き作業におけるノズルマンを苦渋作業から開放する。
- ② 吹付けコンクリートの品質管理の向上、即ち、吹付け厚さ、吹付け表面の平滑性を向上させる。

また当時、建設技術評価制度に基づいて「高効率・低粉塵型の吹付けコンクリート工法の開発」に大手ゼネコン各社が取組んでいたため、同様のテーマを開発テーマとして取上げられた機種Cは、粉塵によるトンネル作業の環境改善を目的としている。

#### (c) 普及状況

機種Aは5タイプ各1台、計5台製作され、自社の7実施現場で使用されている。ただし、一般市販はされていない。

機種Bは1台のみの製作で、社内の2現場での施工に使用された。

機種Cは5台製作され、うち3台は社内3現場で実施工に使用され、社外へは鉱山関係に2台が販売された。

#### (d) 自動化の結果

工期短縮、コスト縮減、人員削減への効果については、3社共在来工法と同程度あるいは効果なし、または効果不明と回答している。

#### (e) 普及に影響を与えた要因

NATM用コンクリート吹付けロボットの普及に影響を与えた要因として、以下の回答を得た。

- ① 1つの工程をロボット化したため、一連の工程全体から見ると効果が出難い。
- ② ロボットの操作が難しかった。簡単な操作で動かせるものでないと、現場は使いたがらないし、普及もしない。
- ③ 工期短縮、人員削減、コスト縮減が達成できなかった。施工能力も在来工法と同等レベルに止まった。
- ④ ロボットの機械損料が過大。また、積算に反映されない。
- ⑤ 搭載したコンピュータの容量が小さいため演算速度が遅く、動作にタイムラグが出た。
- ⑥ 吹付け面の品質も今一步であった。手吹きより劣るレベルであった。
- ⑦ 量産機でないため、信頼性、部品補給に問題があった。
- ⑧ ティーチングに時間がかかり、トータルとしては現行工法より遅くなった。現場では実作業時間を重視するため、ロボットのティーチングに時間を取られることを嫌う傾向にあった。
- ⑨ 全自動運転から割込み機能を入れたとき、自動運転から手動運転に切替わるが、この際にタイムラグが出た。さらにこのタイムラグがランダムに出るため、オペレータが補正することが不可能であり、能

率低下を防ぐことが出来なかった。実際の施工では、割込み操作の必要頻度がかなり高く、自動運転機能が十分生かされなかった。

#### (f) 普及に向けた今後の課題

普及に向けた今後の課題として、以下の回答を得た。

- ① 一つの工程をロボット化するのではなく、施工全体または工程のもっと広い範囲でのロボット化をはかる。
- ② ゼネコンが施工技術を開発しても、実際の施工はゼネコン自ら行うのではなくサブコンが行うため、直接的な効果が得にくい。また、現場への導入については本社のバックアップが不可欠であり、1部門の事業としては負担が大きく、長続きしない。現状を開閉するには、ベンチャー企業の育成等発想の転換が必要である。
- ③ ティーチングブレーバック方式は現場にマッチングしないものと思われる。全自動は現場に受け入れられない。半自動またはマニュアル操作のほうが、現場にはマッチする。
- ④ リアルタイムでトンネルの中心線を把握する必要がある。このためには、コンピュータの容量を上げて、演算速度をアップさせる必要がある。
- ⑤ 現場のニーズとしては、工期短縮、省人化が最も大きい。このニーズを大きく取りあげることが必要である。
- ⑥ 建設ロボットは、施工法そのものから変えていかないと普及しない。現在開発されているものは、省力化、遠隔制御のレベルである。稼働現場の状況が変わると使用できない。

#### (g) 所感

今回インタビュー調査対象としたNATM工法におけるコンクリート吹付けロボットの各機種のねらいとした項目はほぼ同じであったが、達成手段としては全く異なる方式を採用した。しかし、結果的には3機種とも数台の製作にとどまっており、普及したとは言えないとしている。

自動化の結果をインタビューしたところ、各社は、工期短縮、コスト縮減、人員削減への効果が上がらなかったと回答している。その原因として挙げられた項目を見ると、技術上の問題が多く挙げられている。これは、開発された技術が施工環境に対応しつつ、開発目標を達成できるものとなっていなかったことが原因ではないかと考えられる。

土木工事における自動化、ロボット化の場合、ロボット自身の位置・姿勢を認識・把握し、それを保持するとともに、作業機を制御するという技術が必要となり、高度な技術上の手段を必要とするが、コスト面、重量面、大きさという面から制約が多く存在し、困難な点が多い

ということではなからうか。

#### (4) 壁面塗装ロボット

##### (a) 開発ロボットの概要

壁面塗装ロボットについて3機種を対象にインタビューを行った。

機種A、Bの壁面塗装ロボットの概念図を図-5に示す。ロボット本体は落下防止、正確な位置決めが必要なことから、最終的には屋上階からゴンドラによる吊下げ昇降・移動する方式となっている。

塗装作業は任意の位置でゴンドラを固定し、ロボット本体に装備された吹付けガンがある範囲内を横・上下方向に移動して塗装する。このガンの移動速度、ノズルとの壁面間距離、塗料ポンプ圧力調整など、塗装条件に応じてあらかじめ入力したプログラミングに基づいて自動的に各種作業を行う。なお、機種Cはマグネットにより吸着力を制御しながら移動できる自走式である。また塗装だけでなくアタッチメントを取替えることにより点検、清掃、描画機能等を併せ持つものもある。

##### (b) 開発経緯

主な用途狙いとしては、機種A、Bは原子力発電所建屋、倉庫などの大きなコンクリート壁面を、機種Cは原子力格納容器、タンク等の磁性体構造物を対象としている。開発効果の狙いとしては各社とも次の項目を挙げている。

- ① 壁面塗装工事は、仮設足場、あるいはゴンドラ上での高所作業で、危険を伴うこと、また塗料のミスト飛散による汚れ作業であることから、塗装工の苦渋、危険を軽減し作業環境を改善する。
- ② 熟練塗装工不足による塗装品質低下を防止し品質の確保をはかる。

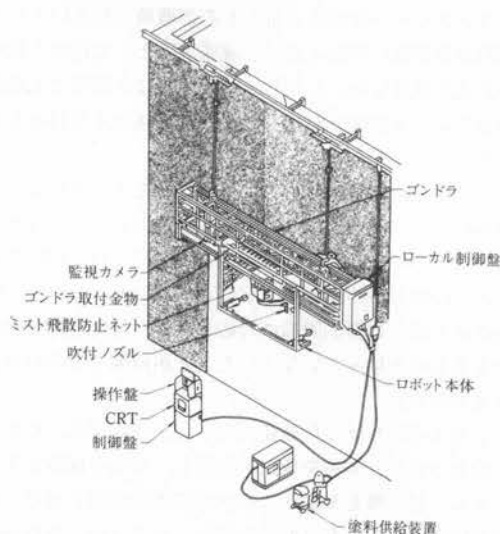


図-5 壁面塗装ロボット (例)

- ③ 仮設足場の設置を無くすか、あるいは少なくすることにより工期・コストを縮減する。

##### (c) 普及状況

3機種の壁面塗装ロボット開発経緯は次のとおりである。

機種Aは過去の普及に至らなかったロボットの開発経験から社内検討の結果普及を狙える物として選定した。1号機の完成後、実施工への投入し、改善項目の抽出・改善しつつ、2号機への折込みを行った。現段階では3号機まで進んでおり、塗装ロボットとしての要素技術面では相当の完成度の域にきている。今後はこの開発経験をベースに機能見直し、用途の絞込みを行い普及へ向けて社内検討中である。

機種Bは壁面検査ロボットの要素技術があり、ニーズ調査の結果、塗装工事はリニューアル等市場性が高いことから着手した。ロボット仕様は変遷を経ながら現段階では3号機まで進んでいる。今後さらに実証試験施工を行う段階で、普及は今後の課題である。

機種Cは本体事業関連に定期的に塗装工事があることに着目し保有技術・周辺事業の展開とビジネス化を狙って着手している。現在まで3台製作し塗装業者、塗装メーカーと連携しながら本工事に適用中である。現在のところ、その他にも機械の導入に関する問合せが多くあるが、塗装条件・環境が色々異なることもあり、依頼のすべてに対応出来ていない状況である。

1号機の完成時期は、機種A、Bについては平成3年～平成4年頃、機種Cについては比較的新しく平成8年である。また開発費を除くと壁面塗装ロボット単体の製作費は各社とも2,000～2,500万円程度のものになっている。

##### (d) 自動化の結果

施工結果から見ると塗装品質は熟練工の域にあり、塗装能力は塗装工と比較して圧倒的な能力を実証しているが、人員・工期・コスト削減効果についてはおおよそ下記のとおりである。

- ・人員：減らない(1社)、不明(1社)、3人+ロボット(1社)
  - ・工期：既設足場の有無など条件次第で大きく異なる。塗装工事は段取り時間の比率が高く、現状ではセッティング、試験吹き等に時間を要している(1社)。塗装面積が100㎡以上であれば効果あり、搬入・設置・試験運転に1日、撤去に1日掛かる(1社)。
  - ・コスト：多少高い。機械の費用だけでなく、塗料も多く掛かる(1社)。塗装面積が100㎡以上であれば効果あり(1社)。
  - ・不明：(1社)。
- 全体的に見ると現段階では、人員削減効果はあまりな

く、工期・コスト短縮効果は施工条件しだいで異なっている状況にある。

(e) 普及に影響を与えた要因

普及を阻害した要因として、以下のような回答を得た。

- ① ロボットが得意とする大型工事が減少してきている(1社)。
- ② 建築は意匠の問題がありロボットが適用しやすい定型版壁面に限られる。また建築は細かく分業されていてロボットのユーザは中小・零細企業が多い(1社)。
- ③ あるゼネコンが開発したものは他のゼネコンでは使わない。機器メーカーが開発しリリース、レンタル会社が保有する状況にならないと普及しない(1社)。

(f) 普及に向けた今後の課題

今後開発段階から普及へと進めていくうえでの主な課題として以下のような事項を挙げている。

- ① 現在までに開発された仕様では、在来工法と比較して品質、能力面では勝てるが、コスト面では施工条件にもよるが勝てない。この面からの機能を絞込む等の仕様の見直しが必要。この際には機械は人間の補助、人間と協調するものとして位置付け、塗装工事全体のコスト下げる必要がある(2社)。
- ② 外壁塗装は自然環境の中で行うことになるので、地域によって塗料等も異なる事があり機械のセッティングが大変である。機械のセッティングは開発者が行っており、塗装工でも扱える教育、さらなる取扱いの容易化が必要である(3社)。
- ③ 施工実績が少なく耐久性・信頼性の確認を要する(1社)。
- ④ 一般的に開発者は開発が終了すると興味が薄れる。普及させるには誰が機械を持つのか、機械の改良・改善・メンテナンスは誰がやるのか、施工現場は新工法の導入に関心をもち導入検討してくれるか等々、改善・運用の継続性が必要。開発者だけでは限界があり、機器・塗料メーカー、塗装業者、施工現場の支援・協力が必要である(2社)。

(g) 所感

基本的には3機種とも塗装業者が一般的に使用する状況にはまだ至っていない。

塗装作業は現場状況(気温、湿度、天候等)に大きく影響を受ける。作業の途中でも条件の変化に合わせて塗料の配合を調整するというような熟練技術を要する作業である。

このため、塗料の吹付け作業だけを見ると、塗装ロボットの機能・性能は初期開発目的を達成しているものの、吹付けの前作業である塗料の配合、ロボットの調整などに多くの時間と労力を要している。結果として、ロ

ボットによる作業量がある程度以上の規模でないとロボット化による工期の短縮は達成されない。また、ロボットの調整は非常に専門的であるために開発者自らが行っており、塗装作業員が保有し、取扱える状況とはなっていないようである。

今後は、普及に向けて、そのコストと使い勝手が問われる段階であると思われる。これに対応するためには、塗料会社、塗装業者、製作メーカ、ゼネコンが協力し、塗装コストをいかに下げるか、工期をいかに短縮するか、さらには開発後の運用体制についても十分に検討し、開発に取組むことが重要であると考えられる。メカトロニクス化、自動化の推進環境は非常に厳しい状況にあるが今後の展開を期待したい。

(5) シールドマシンの自動姿勢制御

(a) 開発ロボットの概要

シールドマシン(以下シールド、と略す)の自動姿勢制御について、ゼネコン開発による2機種を対象にインタビューを行った。調査対象機種の概略を表-6に示す。

表-6 調査対象概要

機 種	A	B
開発時期	平成元年	平成元年～平成3年
開発目的	・トンネルの品質確保 (計画線形の維持・シールドの姿勢制御) ・オペレータの苦労性軽減	・トンネルの品質確保 (シールドの舵制御)
自動化の内容	・リアルタイムの自動位置姿勢検知	・自動測量システム ・姿勢制御システム ・路線管理システム ・余剰制御システム

機種Aはセグメントに固定された自動追尾式トータルステーションとシールドに固定されたターゲットにより自動位置計測を行うことができる。機種Bは、レーザー光波式自動測量装置とジャイロコンパスおよび傾斜計により、シールドの位置および姿勢計測を行うことができる。また、機種A、Bともに、測定結果に基づき、ジャッキパターンを自動選択することにより、シールドの方向制御を行うことができる。

(b) 開発経緯

機種Aは、計画線形維持によるシールドトンネルの品質確保を主目的としている。一方、機種Bは、シールド方向制御の容易化によるシールドトンネルの品質確保を目的としている。ただし、機種Aの自動化の要求提案者が不明である。機種Bにおいても、開発者の提案により機械開発が行われている。そのため、自動化の必要性要求と開発目的の関係が不明確である。

(c) 普及状況

機種A、Bともに複数の現場での現場適用実績がある。また、それに伴う機種の改良が行われている。開発



はほぼ終了している。ただし、現場適用時において、余掘り制御システム等は必要性が低いため、削除される場合がある。開発費の回収は完了していない。

#### (d) 自動化の結果

開発目的より、機種 A、B ともに、作業効率の向上や人員削減効果への期待が大きかったのではないかと推察される。しかし、作業員当たりの作業量削減や苦渋性の軽減が可能となったのみであり、人員削減効果は得られていない。また、作業効率の向上も低い。この原因を以下に列記する。

- ① 工期全体での短縮効果が得難い。
- ② シールド自動化による人員削減ができない。
- ③ 工事全体に占めるシールド工の割合が低い。

第1に、工事工程におけるシールド以外の要素による拘束条件が大きく、全体工期の短縮効果が得がたいことがある。また、全体工事に占めるシールド掘進工の割合が低いために、シールド掘進工による効果が、全体工事に反映されにくい。第2に、作業の監視者や非常時作業員は削減が困難なことである。完全自動化施工が可能ならば、人員削減効果を得ることができる。しかし、機種 B の適用現場において、完全自動化施工が試行されたが、現場作業員が抱く機械への不安感と非常時作業員の確保の問題から、本施工では行われていないという例もある。完全自動化施工の思想自体が再検討されるべき時期にきている。この二つの原因により、人員削減効果、作業効率の向上ともに実現しにくくなっている。

#### (e) 普及に影響を与えた要因

普及を阻害した要因として以下のものがある。

- ① 自社開発された技術は、社内での普及が進められているが、他社ゼネコン開発の技術を導入することはない。
- ② 開発費が比較的安価な場合は、開発費を製作費に計上し、開発者の負担を軽減できるが、高価な場合は不可能であり、開発者負担となる。
- ③ 現場ニーズと開発目的が対応していない場合が多い。現場が必要としない過剰な付加価値のある高性能な機械が開発される傾向がある。
- ④ 産業用ロボットの普及により、半自律型ロボットのイメージが定着したが、産業用ロボットと建設機械では使用環境等が大きく異なり、機械自体にも相違が大きい。例えば、安全性確保の問題がある。完全無人化された産業用ロボットの作業環境と異なり、建設機械の作業環境では、完全無人化は不可能

であり、安全性確保の方法や安全性の要求の度合いが異なる。

#### (f) 普及に向けた今後の課題

これまでに述べた障害を克服することを前提として、機械を開発する場合の課題を以下に示す。

- ① 故障やメンテナンス等による現場作業の中断がない機械を開発すること。
- ② 人間の作業を機械作業に置換えただけの自動化は普及しない。手動操作を模倣した自動化では、自動化による利点が薄い。

#### (g) 所感

シールドの自動制御技術は多くの現場で適用され、広く普及している。これは、トンネルの品質管理等の開発目的が、工事発注者や受注者、現場作業員のニーズに良く合っていたため、普及が促進されたものであると推察される。このことから、ユーザのニーズに基づく自動化技術開発の必要性が示されていると考える。

建設機械全般を含めた自動化・ロボット化技術の普及に関して、建設技術評価制度の有効活用など、公共機関への要求も多い。これらの要求は自動化・ロボット化技術普及の促進に有効なものであり、そのため、十分な検討の余地がある。しかし、技術開発の主体が、ゼネコンやメーカーを含む企業活動にあるのが事実であり、既述の「普及に影響を与えた要因」を考慮し、企業の意識改善を行うことが、技術の開発と普及にとって重要である。本報告によって、この意識改革の奮起を促したい。

そのうえで、ユーザのニーズに適した明確な開発目的による自動化・ロボット化技術の開発が行われなければならない。ただし、産業用ロボットと建設用ロボットに相違があるため、安全性の確保のように、重要な課題であっても、その実現の思想として、産業用ロボットと同様の方法を検討することが妥当であるとは限らない。そのことに対する注意は必要である。

最後に、機械を使用するのが人間であるということを見捨ててはならない。例えば、急激な自動化技術の導入は避ける必要がある。熟練作業員の意識への配慮や工事労働者の削減に対する対応を考え、現場の理解を得ながら自動化機械の普及に努めなければならない。このことを怠るとその機械は普及しない。これらの問題は技術的観点と隔たりがあるが、技術の普及に関係する重要な要因であり見捨ててはならない。機械の普及は機械が推進するのではなく、人間が推進するのである。

(次号につづく)

## 部 会 報 告

## 排ガス規制に対するエンジンオイルと燃料の動向

## 機械部会潤滑油分科会

## 1. ま え が き

ディーゼルエンジンに対する低公害化への要求は、年々厳しくなり、国内建設機械用においても、現在、出力260kWまでの機関に排ガス規制が適用されている。

今年に入って、建設省から第二次規制案が提示された。内容については、表-1に示すとおりであるが、規制値が、それぞれさらに厳しくなると共に、新たに欧米と同様、浮遊粒子状物質（以下パティキュレートと称する）の規制が追加されている。施行時期は、2005年に使用される機械からである。

ディーゼルエンジンメーカーは、燃料の高圧噴射化を主体に、エンジン性能の改善を図り低公害化を進めているが、これだけでは達成困難であり、燃料の硫黄分の制限、及び、オイルの高品質化が必要である。

この流れに沿った、軽油の低サルファー（硫黄）化とエンジンオイル規格の目まぐるしい変遷があり、市場で混乱が生じていると考えられ、機械部会潤滑油分科会では、ディーゼルエンジン用軽油とオイルの規格の変遷と動向を調査すると同時に、(社)陸用内燃機関協会の協力も得て、建設機械メーカーおよびディーゼルエンジンメーカーへのアンケート調査を行った。これら調査結果をもとに、建設機械ユーザーへの油種選定の方法を解説すると同時に、建設機械メーカーおよびディーゼルエンジンメーカー

に対して、新規格エンジンオイルの対応を明確にすることを期待したい。

## 2. 軽油の低サルファー（硫黄）化

燃料中の硫黄分は、燃焼によって $SO_x$ となり、排ガス中の水分と化合して、硫酸( $H_2SO_4$ )になることは良く知られている。

これが、 $NO_x$ 低減に有効なEGR(Emission Gas Recirculation; 排気ガス再循環)装置の妨げとなっており、第2次規制に向けて、EGR装置が可能となるよう、軽油の硫黄分が、1997年7月から12月にかけて、現行0.2%から0.05%に低減される。

一方、第2次規制においては、パティキュレート(PM)が規制の対象に追加される。パティキュレートの組成は、図-1に示すように、大半がすす(煤)であり、残りが、未燃焼オイル、未燃焼燃料、サルフェート( $CaSO_4$ )で構成される。

このうち、サルフェートは、燃料中の硫黄分が、オイル中のCaと化合して生成されるものであり、硫黄分を低減させることで、パティキュレート低減が図られる。

また、パティキュレート中の未燃焼燃料(HC)の低減策として、酸化触媒を装着して、 $HC \rightarrow H_2O + CO_2$ に分解することが可能であるが、燃料中に硫黄分があると、

表-1 国内排ガス規制動向（一般建機）

■1次規制：1997年から						
出力区分 P (kW)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	HC (g/kWh)	CO (g/kWh)	PM (g/kWh)	黒煙 (%)	
7.5 ≤ P < 15	13.0	2.5	6.0	—	50	
15 ≤ P < 30	11.0	2.0	6.0	—	50	
30 ≤ P < 260	9.5	1.5	6.0	—	50	
■2次規制：2005年から（使用規制）						
出力区分 P (kW)	NO <sub>x</sub> (g/kWh)	HC (g/kWh)	CO (g/kWh)	PM (g/kWh)	黒煙 (%)	
8 ≤ P < 19	9.0	1.5	5.0	0.80	40	
19 ≤ P < 37	8.0	1.5	5.0	0.80	40	
37 ≤ P < 75	7.0	1.3	5.0	0.40	40	
75 ≤ P < 130	6.0	1.0	5.0	0.30	40	
130 ≤ P < 560	6.0	1.0	3.5	0.20	40	

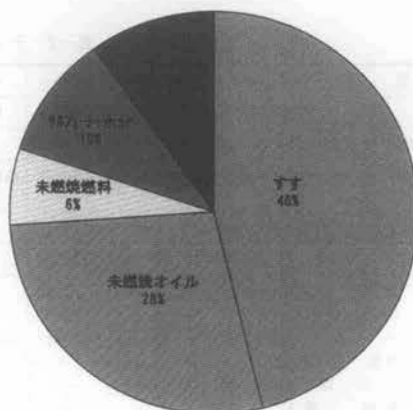


図-1 パティキュレート組成

SO<sub>2</sub>が発生し、硫黄分0.2%では、パティキュレート低減とならない。この点からも、軽油の硫黄分が、0.05%に低減されるゆえんである。

また、オフロードではA重油等が使用されるが、この低サルファー化も望まれる。

### 3. ディーゼルエンジン油の規格動向

ディーゼルエンジン油の規格は、キャタピラー社が1955年にCDに相当する規格を設定し、それ以降アメリカ石油協会(API)分類のCDとして受け継がれ、建設機械はもとよりあらゆるディーゼルエンジンのスタンダードとして広く採用されてきた。しかし、ディーゼルエンジンの高出力化・高性能化が進む中、1987年に、30年ぶりに規格の見直しを実施されCE規格が制定された(表-2参照)。

その後、規格カテゴリーが「オンロード用」と「オフロード用」に2分され、オンロード用のCF-4規格が1990年、オフロード用のCF規格は1994年にそれぞれ制定された。さらに、米国の1994年排気ガス規制施行からパティキュレート規制がさらに厳しくなると同時に、軽油中の硫黄分を0.05%以下に低減したことを受けて、CG-4規格が1995年に制定された。

### 4. 排気ガス規制対応のエンジン設計と要求されるエンジン油

このように、ディーゼルエンジン油の規格変遷は、排気ガス規制強化を背景として目まぐるしいものがあるが、これらは米国のエンジンメーカーの意向を反映したものであるため、一部で日本国内にそぐわない規格になったとする意見もある。

日米とも排気ガス規制対応エンジンはトッピングの位置も燃焼室近くまで上げたピストンを採用する傾向に

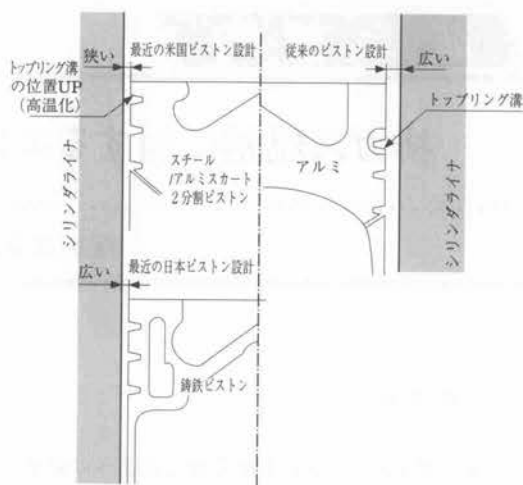


図-2 排気ガス規制によるエンジンピストン設計の変更(模式図)

あるが、米国ではエンジンのピストン上部とシリンダライナの間隔を狭くした設計としている(図-2参照)。

さらに、米国の排気ガス規制対応エンジンのピストン温度は日本製に比べ高いとの指摘もある。このような米国のエンジン設計は従来のエンジン設計と比べてシリンダライナのポリッシング摩耗を引き起こし、オイル消費が増加する場合も生じる。特にCF-4及びCG-4規格においては、そうした実情を反映させたエンジン試験を導入してオイル消費に対する厳しい規定を設けた結果、燃焼により生ずる硫酸などに対する中和能力を犠牲にしてもシリンダライナのポリッシング摩耗の原因となる金属系添加剤の少ない低灰分(ローアッシュ)のエンジン油が求められている。

一方、日本国内においてはパティキュレート対策以上に窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)低減対策が急がれており、その対策として排気ガス再循環装置(EGR)が中小型ディーゼル車両が中心として採用されてきている。EGRを取り

表-2 ディーゼルエンジンオイルの規格

品質区分	CA	CB	CC	CD	CE	CF-4	CF	CG-4
制定年	—	1949	1961	1955	1983	1990	1994	1995
APIの承認する品質	—	—	—	—	—	○	○	○
品質分類	軽負荷用	中負荷用	中負荷用	高負荷用	1983年型エンジン用	1991年型排ガス対策オンロード	オフロード用	排ガス対策用
粘度グレード	全グレード				SAE 15 W/40		全グレード	SAE 15 W/40
軽油への対応	0.4%硫黄軽油	1.0%硫黄軽油			0.5%硫黄軽油	0.2%硫黄軽油	1.0%硫黄軽油	0.05%硫黄軽油
エンジン試験	○	○	○	○	○	○	○	○
L38ベアリング腐食試験	—	—	—	—	—	—	—	—
ピストン清浄性	L1(廃止)	L1(廃止)	1H2(廃止)	1G2(廃止)	1G2(廃止)	1K	1M-PC	1N
オイル消費、粘度増加	—	—	—	—	NTC 400, T6, T7	NTC 400, T6, T7	—	T8
動弁系摩耗	—	—	—	—	—	—	—	GM 6.2
粘度増加、摩耗	—	—	—	—	—	—	—	Seq III E
国内エンジンメーカーの対応	推奨していない		推奨	推奨	(一部メーカー推奨)	(一部メーカー推奨)	(一部メーカー推奨)	(一部メーカー推奨)

つけた場合、燃焼ガス中のすす、腐食性ガスや水が再度燃焼室に送り込まれるため、オイル劣化が著しく早くなることが確認されており、酸中和能力の高い金属系添加剤の助けを借りる必要が出てきている。このため、日米エンジン油の組成は大きな違いが出始めている。また、国内のエンジンメーカーは従来のCD規格エンジン油で1997年の排気ガス規制は問題なく対応できたとするところもある。しかしながら、国内の建設機械に至ってはシリーズ3以降、新しいエンジン油の検討が遅れているのが実情であり、CDが廃止されて新規に認定を取れなくなった現在、新規規格に対応することは大きな課題である。建機メーカーが新規規格を無視することは、国際化と貿易の自由化に伴い今後ユーザにとって大きな問題となる恐れがある。

### 5. 建機メーカーとエンジンメーカーの対応状況

このような規格動向に対し、建機・エンジンメーカーがどのようにエンジン油新規規格に対応しているかについて

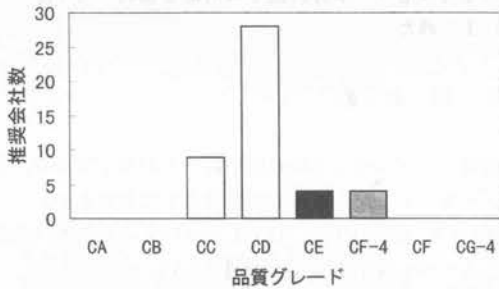


図-3 推奨するエンジン油品質

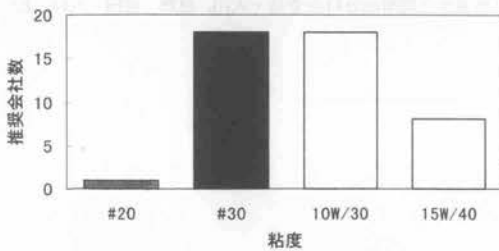


図-4 推奨粘度グレード

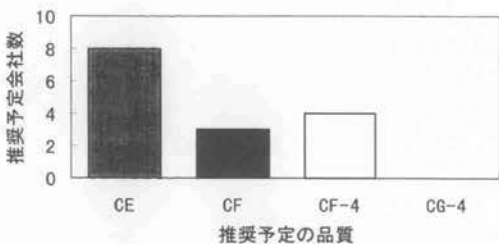


図-5 推奨予定の新品質グレード

アンケート調査を行った。

アンケート調査は、(社)日本建設機械化協会会員と(社)陸用内燃機関協会を通じて同協会会員の建機用エンジンメーカーの合計98社に依頼した。回答は建設機械メーカー21社とディーゼルエンジンメーカー10社であった。なお、同じ会社でもエンジン部門から別回答あった3社はエンジンメーカーとしてカウントした。また、2社はガソリンエンジンのみ採用しており本アンケートにはカウントしていない。内容的には機種ごとの複数回答もあった。調査時期は1995年4月である。アンケート結果を図-3~図-8と表-2~表-3に示す。

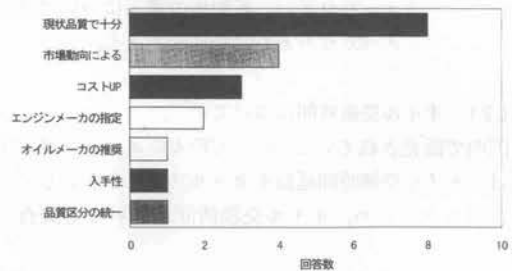


図-6 CE以上の品質を推奨していない理由

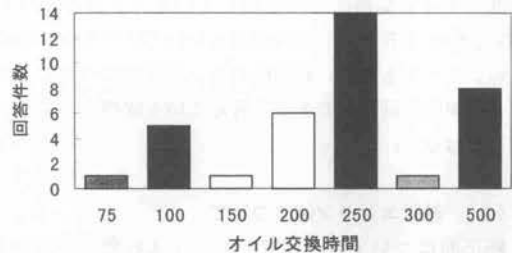


図-7 指定オイル交換時間

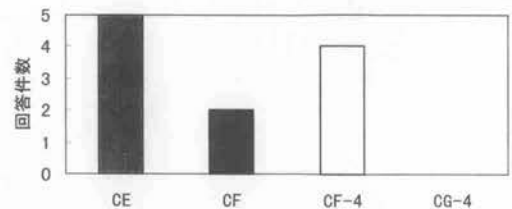


図-8 今後導入予定の純正油の品質

表-3 エンジン以外の装置への適用

	品質区分		粘度区分				
	CC	CD	5W	10W	30	10W/30	15W/40
トランスミッション	1	7	0	4	3	0	0
終減速装置	0	5	0	0	4	2	0
油圧装置	0	3	0	2	1	0	0
その他	0	3	1	0	1	0	1

#### (1) 推奨エンジン油品質と粘度について

現在推奨している品質はCCからCF-4まであり、CDが28社と最多である。推奨粘度は#30と10W/30がいずれも18社と多く、CF-4またはCG-4として必要な粘度SAE 15W/40は8社と少ない。今後、CE以上のエンジン油を推奨する予定を持つ会社は、15社であり、うちCF-4は3社であり、CDの延長と考えられるCFは4社、CG-4は採用予定はなかった。なお、CG-4は低硫黄軽油(S $\leq$ 0.05%)対応エンジン油であるため、推奨の予定が示されなかつたと考えられる。

CE以上の品質を推奨していない理由は、現状のCDで十分な品質があるとするメーカーが8社と最も多く、市場動向・コストアップ・入手性など市場に出回っていないためとするメーカーも多い。新規格の導入については建機・エンジンメーカー双方ともに消極的である。

#### (2) オイル交換時間について

国内で販売されているCEやCF-4のエンジン油の中には、オイル交換時間延長をセールスポイントとしている銘柄もあるため、オイル交換時間についても調査した。

オイル交換時間は250時間が18社と最多であるが、75～500時間とオイル品質規格と無関係に幅広い。500時間のオイル交換時間を推奨しているメーカーはすべてCDであり、CF-4で250時間あるいはCDでも100時間と短いメーカーもある。新規格のエンジン油について、オイル交換時間延長ができると考えている建機・エンジンメーカーはない。

#### (3) 純正エンジン油について

純正油については、1997年までにCE発売予定が5社、CF-4が4社、CFが2社となっている。

#### (4) 海外向けのオイル推奨について

国内と同じとしたメーカーが27社であり、低品質油を想定して交換時間短縮と回答したのが2社ある。CEやCF-4、CG-4が入手可能な地域での対応ができていないことが懸念される。

#### (5) エンジン以外への適用について

エンジン油をエンジン以外に使用している建機メーカーは21社中17社あり、トランスミッション、終減速歯車装置、油圧装置などに採用している。品質区分はCDが大半であり、粘度区分は10Wや30のシングルグレードが多い。なお、CE、CF-4やCG-4はマルチグレードのみであるため、将来とも採用される見込みは少ない。

#### (6) 当協会の統一見解について

31社中の13社は新規格の建機ユーザへの説明が必要であるとし、11社は統一見解を出すことが必要としている。国内では依然としてCDが主流であるため、1社単独で対応することが決めかねている様子が窺える。これらの意見に沿って本分科会では対応を検討して下記のようにまとめた。

### 6. ま と め

建機ユーザに対する対応指針を下記に示すので、建機メーカー、エンジンメーカーの参考として頂きたい。

- (1) CE, CF, CF-4, CG-4 についての推奨を、建機ユーザへ提示することが望ましい。
- (2) それぞれ規格に対応するオイルの交換時間も明記することが望ましい。

(機械部会潤滑油分科会委員・大川、藤懸、吉田、西村、北田)

# 新工法紹介 調査部会

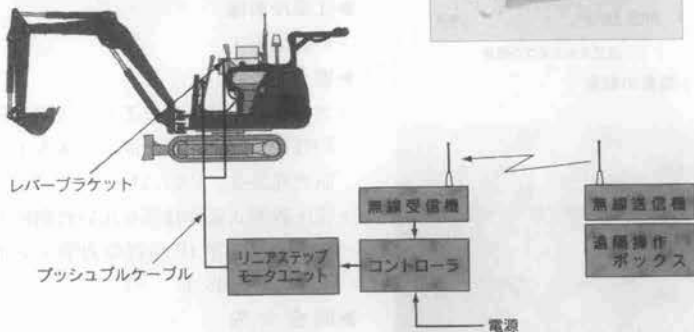
11-52	直動式遠隔操作システム	清水建設
-------	-------------	------

## 概要

建設工事では、現場環境の改善や施工効率・安全性の向上を図るため、施工の機械化や自動化を推進している。なかでも建設機械の遠隔操作は、オペレータの作業環境や安全面の向上におおいに役立っている。

今回従来のような操作油圧回路の改造をせず、ステッピングモータなどの採用で外部から直接に操作レバーを動かす遠隔操作システムを開発・実用化した。

この直動式遠隔操作システム（ALDシステム）の採用により、建設機械のリモコン化が短時間・低コストで可能となり、作業環境の改善などにおおいに役立つようになった。



## 特長

このシステムの採用により以下の効果が期待できる。

- ① 直動式遠隔操作のため、レバー操作の建設機械であれば適用できる。
- ② 制御用電磁バルブなど油圧回路の改造を必要としないので、短時間・低コストで遠隔操作システムに変更できる。
- ③ ジョイスティックレバーで操作でき、マニュアル感覚で運転できる。
- ④ 直動操作レバー方式なので、マニュアル操作へ容易に戻ることができる。

## 用途

各種レバー操作の建設機械

## 実績

- ① 建設省近畿地方建設局宮の平造成工事における深礎掘削用油圧ショベル
- ② 建設省関東地方建設局上野西洋美術館基礎掘削用油圧ショベル

## 工業所有権

特許出願中

## 問合せ先

清水建設（株）土木本部機械技術部  
〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3

シーバンス S 館

電話 (03) 5441-0556

訂正：本誌1998年2月号「新工法紹介」に掲載致しました「04-155 抱込み式親子泥水シールド工法」タイトル枠内の「竹中土木」は「帝都高速度交通営団」の誤りです。お詫びして訂正いたします。

## 新工法紹介

04-156	SD・エレクトロ プラスト工法	奥村組 石川島播磨重工業 古河機械金属
--------	--------------------	---------------------------

### 概要

本工法は、スロットドリル(SD機)と放電を利用する破碎技術(エレクトロプラスト、以下EBと略称)を用いる無発破掘削工法で、火薬類の使用が禁止される市街地や既設重要構造物に近接した山岳トンネルを低振動下で効率よく掘削することができる。

施工方法は以下のとおりである。

- ① スロットドリル(SD機)でトンネル切羽面に連続した溝を設けて岩盤を適当なブロックに分割する。
- ② 各ブロックにボアホールを削孔し、この孔に非火薬の特殊混合物を装填してこの中で充電した電気エネルギーを瞬時に放電することにより超高压のガスを発生させて岩盤を破碎する。
- ③ 油圧ブレーカで破岩した後にずり処理を行う。

SD機は、岩盤に連続した溝状の自由面を効率よく作成できる4連式のドリルで、これを用いるSD無発破工法やSD低振動発破工法はこれまでに本州四国連絡道路舞子トンネル他十数件の工事で採用されており、その有効性は既に実証済みである。

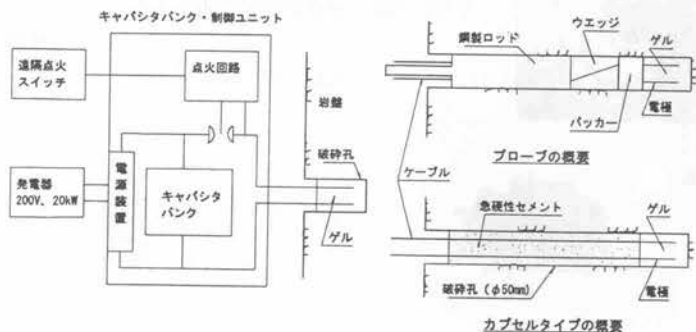


図-1 エレクトロプラスト装置の概要



写真-1 SD・エレクトロプラスト工法施工状況

EBは、図-1に示すように①電気充電、放電およびこれらを制御するキャパシタバンク、②ボアホールに装填するゲル状の非火薬混合物(これをゲルと称する)、③これらを接続する電源ケーブル等から構成される。

### 特長

- ① 従来の無発破掘削工法と比べて能率的、経済的である。
- ② 騒音、振動、粉塵、飛石は従来の発破工法と比べて少なく、許容できるレベル以内である。
- ③ EBの破碎力は、キャパシタバンクに蓄電するエネルギーとボアホールに装填するゲルの量により、容易に制御可能である。
- ④ ゲルは化学的に安定な混合物で非火薬であり、運搬、取扱いが安全かつ容易で反応生成ガスは無害である。
- ⑤ キャパシタバンクへの入力電源は通常の発電器または商用電源を利用できる。

### 用途

- ・市街地や既設構造物に近接した山岳トンネルの掘削
- ・コンクリート構造物破碎、解体
- ・TBMとの同時掘削
- ・ドリルジャンボ搭載機による連続掘削

- ・深礎杭の掘削中に出現した転石やシールド掘削中に出現した転石の破碎

### 実績

- ・三春ダム下流側河道整備のための岩盤破碎(平成9年4月試験施工)
- ・奈良県下の碎石場での実証実験(平成8年10月、9年11月)

### 工業所有権

- ・特許出願中

### 参考資料

- ・スロット工法に用いる高圧放電式破碎技術の開発、第7回トンネル工学研究発表会、1997.11.
- ・高圧放電式破碎技術を用いた割岩工法の開発、第10回岩の力学シンポジウム、1998.1.

### 問合せ先

(株)奥村組本社土木部

〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町  
2-2-2

電話 (06) 625-3603

04-157	MCATS (軌道スラブの運搬・据付工法)	三井建設
--------	--------------------------	------

▶概要

本工法は、地下鉄トンネル内に敷設する一枚14tの軌道スラブの運搬から据付までを、圧縮空気を使用した搬送装置(MCトランスポータ)で行う工法である。

MCトランスポータは、軌道スラブをリフトアップ・ダウンするエアバッグ、走行抵抗を約1/1000にするエアスケートシステム、2%前後の縦横断勾配上でも走行可能とする機構、長距離運搬の操舵性を向上させるガイドローラ、エアモータを動力とする牽引・制動装置および空気供給設備からなっている。軌道スラブをピックアップし、据付位置まで走行してエアバッグのエアを抜くだけで据付が完了する。

軌道スラブ運搬時は、高さ153mmの据付ゴム沓上を約40mmのクリアランスで走行し、エアバッグの空気を抜いて据付けた後、約20mmのクリアランスで搬送装置を引出す。

MCATSは、在来工法に比べ吊上げ作業がなく、レール等も必要がないので、極めて安全で、効率化、コストダウンおよび工期短縮が図れる合理的な工法である。

表-1 軌道スラブ仕様

幅	3.5m
長さ	5.0m
厚さ	31cm
重量	約14t

表-2 MCトランスポータ仕様

全長	6,769mm	牽引力	500kgf
全幅	1,670mm	走行速度	低速3m/min
全高	500mm		高速20m/min
運搬時荷台高さ	197mm		前後進2段切替
引抜時荷台高さ	130mm	制動装置	エンジン+ドラムブレーキ

▶特徴

- ① エアスケートシステムにより、ごく小さな力で重量物の全方向への移動・旋回が可能
- ② 給排気バルブの操作だけで横移動・運搬・据付を行うので、省力化、効率化が図れる
- ③ 軽量・簡便な装置のため、組立・解体が簡単で安全
- ④ エアスケート自体が振動・衝撃を吸収するので、積荷に損傷を与えない。
- ⑤ 敷設対象物の形状、重量、搬送路等の現場条件にあわせて自在な形状に製作が可能

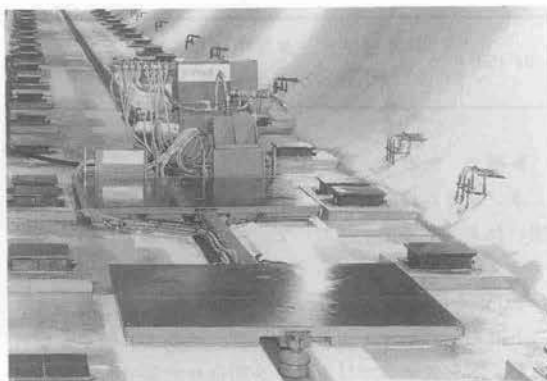
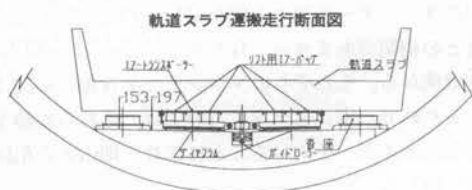


写真-1 MCトランスポータ



軌道スラブ据付完了(エアトランスポータ引出断面)

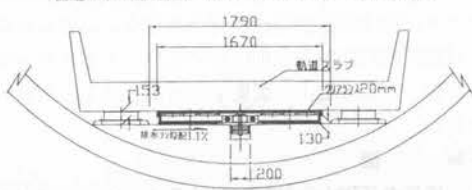


図-1

⑥ クレーン等の設置届け、操作上の資格等は不要

▶用途

- ・トンネル他限られた空間での長尺、重量物の運搬・敷設

▶実績

- ・横浜市高速鉄道1号線葛の口工区土木工事(平成9年8月~10月)
- ・540m×2線(215枚)の軌道スラブ敷設

▶工業所有権

- ・許出願中

▶問合せ先

三井建設(株) 広報室

〒100-0004 東京都千代田区大手町1-2-3 三井生命ビル

電話 (03) 5223-3933



## 新工法紹介

04-158	TBM 掘削データを用いた 地山判定システム	佐藤工業
--------	---------------------------	------

### 概要

本システムは、TBM（トンネルボーリングマシン）を用いたトンネル掘削において、掘進中に得られるマシンデータから地山を判定するシステムである。

TBMの掘進中に得られるデータとしては通常、スラスト推力、カッタトルク、回転数、スラスト速度等があるが、本システムではこれらを組合せた値である掘削エネルギーを用いている（図-1参照）。

従来もマシンデータを用いた検討は行われてきたが、上記のマシンデータ個々の値を用いていたため、地山の強度との相関があまり良くなかった。これは、TBMの掘削機構から、それぞれのマシンデータは相互に関連しているため、本システムにおいては、これらの値を組合せたエネルギーを用いることにより、地山との相関が非常に良くなった。

実際の掘削では、試験区間（数百m）を設け、その区間の掘削により得られたエネルギー値を地山等級や支保パターン、地山評価点などの対比を行う。このことにより、試験区間以降の本掘削においては、エネルギーの値から直接、上記の地山の強度を表す値を得ることが可能である。

### 特徴

- ① 従来のTBMの掘削においては、切羽の地山を確認することが難しかったが、本システムでは、掘削中のTBMデータから地山の硬軟をリアルタイムに判定することが可能である。
- ② TBMは切羽全面を掘削するため、得られるデータは切羽に存在する亀裂を含めた平均的な地山の強度を反映しているため、切羽観察結果や選定された

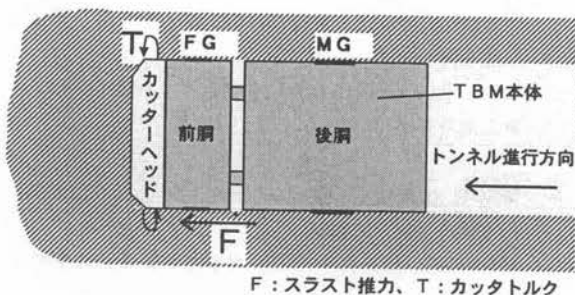


図-1 TBM推進データの概要



写真-1 TBM掘削状況

支保との相関が良い。

- ③ そのため、本システムで得られた値により、従来の切羽観察では不可能だった地山の強度を定量的に把握することが可能であり、支保の選定等を客観的に行うことが可能であると言える。
- ④ その結果、これまで人間が行ってきた切羽観察や地山の判定および支保の選定にいたるまで、本システムにより代用することが可能であり、将来的なTBMの無入化施工を可能にする技術の一つであると言える。
- ⑤ 性状に応じた適切な支保を行うことになるので、今まで過大に評価されていた支保は低減され、過小に評価されていた支保は増強することになるので、より安全かつ適正なコストでの施工が可能である。

### 用途

- ・中硬岩、硬岩トンネルのTBMを用いた掘削

### 実績

- ・建設省・道志導水路（早戸工区）新設工事にて分析・検証
- ・岡山県・笹ヶ瀬右岸幹線（4工区）築造工事にて分析・検証
- ・九州電力・新湯山発電所新設工事のうち土木本体工事（第1工区）へ導入
- ・日本道路公団・第二東名高速道路浜松トンネル東工事に導入予定

### 工業所有権

- ・特許出願中

### 問合せ先

佐藤工業（株）土木本部 技術部 機電部  
〒103-8639 東京都中央区日本橋本町4-12-20  
電話（03）3661-4794

# 新機種紹介 調査部会

## ▶ 積込機械

98-03-01	東洋運搬機 小型ホイールローダ L3ほか	'98.1 モデルチェンジ
----------	-------------------------	------------------

建設省排ガス規制適合エンジンを搭載し、周囲騒音も同省低騒音型基準値をクリアした新型機である。バランスの良い高出力エンジンによって大きなけん引力を発揮し、大きなダンピングクリアランスと軽いタッチの各操作レバーで作業性が良い。新機構のマイルドパワーモードセレクト機構 (MPS) により、マイルド時には低騒音・低燃費作業ができる。車体切れ角をアップしたコンパクトな車体のため狭所作業がしやすく、変速操作も不要のHST機のため楽に運転できる。引きずり防止機構付パーキングブレーキ、ニュートラルエンジンスタータ、安全デカル・バックブザー装備など、安全性も配慮されている。

表-1 L3ほかの主な仕様

	L3	L4	L5	L6
バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.3	0.4	0.5	0.6
運転質量 (t)	1.85	2.57	3.1	3.25
定格出力 (PS/rpm)	22/2,500	29/2,400	37/2,400	同左
ダンピングクリアランス (m)	1.97	2.21	2.52	2.48
ダンピングリーチ (m)	0.63	0.81	0.84	0.9
軸距×輪距 (m)	1.55×1.1	1.78×1.18	1.9×1.26	同左
全長×全幅 (m)	3.52×1.39	4.07×1.57	4.46×1.69	4.53×1.69
走行速度 (km/h)	0~15	同左	同左	同左
登坂能力 (度)	30	同左	同左	同左
最大けん引力 (t)	1.65	2.7	3.3	同左
最大掘起力 (t)	2.29	2.7	3.61	3.21
最小回転半径(最外輪中心) (m)	3.11	3.535	3.805	3.87
タイヤサイズ	10-16.5-4PR	12.5/70-16-6PR	15.5/60-18-8PR	同左
周囲騒音レベル (dB(A)/7m)	69	67	66	同左
価格	259~364万円			



写真-1 TCM L4 ホイールローダ

98-03-02	コマツ ホイールローダ WA600-3	'98.1 モデルチェンジ
----------	------------------------	------------------

作業性能・居住性・運転操作性の向上を図った新型機である。エンジン出力とバケット容量のアップ、ダンピングクリアランスの拡大で、突込みや積込み性が向上、かき上げ作業が容易になり、作業量の増大が図られた。2ステージ油圧システムにより作業負荷に応じた効率的な油量配分が可能となり、掘削力と牽引力の好バランスによりサイクルタイムが短縮された。振動や騒音をシャットアウトしたビスカスマウント大型キャブは、走行時のピッチングやバウンスも防止し、オペレータの疲労が少ない。全油圧式独立2系統の密閉湿式ディスクブレーキは信頼性が高く、電子モジュレーション付トランスミッションにはキックダウンスイッチも採用され、滑らかな変速とスピーディな掘削・積込が可能となった。メインモニタと一体式のチルトハンドルは計器類の視認性も良くオプションでジョイスティックステアリングシステム、車速感応型走行ダンパ、管理モニタなど装備できる。

表-2 WA600-3の主な仕様

バケット容量	6.0m <sup>3</sup>	登坂能力	25度
常用積載質量	10.8t	最小回転半径	最外輪中心6.98m
運転質量	44.5t	最大牽引力	324kN
定格出力	327kw/2,000min <sup>-1</sup>	最大掘起力	369kN
ダンピングクリアランス×同リーチ	3.62×1.8m	タイヤサイズ	36/65-33-24PR(L4)
軸距×輪距	4.1×2.65m	騒音レベル (耳元/30m周囲)	76/79dB(A)
全長×全幅	11.04×3.91m	価格	64.6百万円
走行速度	33.5km/h (前後進各4段)		



写真-2 コマツ WA600-3 アバンセローダ

## 新機種紹介

### ▶運搬機械

97-04-11	新キャタピラー三菱 (米キャタピラー製) 重ダンプトラック CAT 789 B	'97.11 輸入新機種
----------	---	-----------------

主に鉱山・碎石市場向けに開発された超大型機で、日鉄鉱業(株)鳥形山鉱業所に納入され、既納のCAT 994ハイリフト仕様ホイールローダ(18m<sup>3</sup>)と組合せて使用される。エンジンに低黒煙・省燃費の電子燃料噴射システムを採用、スムーズ運転の電子制御式フルオートマチックトランスミッション、安全降坂のフルオートマチックリターダコントロール、タイヤスリップ自動防止のオートマチックエレクトロニックトラクションアシッドなどの装備で運転性能を高めている。またROPSキャブ、フルアジャスタブル型エアサスシート、ペイロード計測システム、車両情報を告知するバイタルインフォメーションマネジメントシステム(VIMS)などにより、安全快適に信頼度の高い作業ができる。

表-3 789 Bの主な仕様

定格積載質量	177 t	軸距×軸距(前/後)	5.7×5.43/4.622 m
運転質量	121 t	走行速度	54.4 km/h
定格出力	1,272 kW/1,750 min <sup>-1</sup>	タイヤサイズ	37.00-R57(E4) (ラジアル)
全長×全幅	12.18×7.675 m	価	格
全高	6.15 m	見	積



写真-3 CAT 789 B ダンプトラック

97-04-12	日立建機(ボルボ・コンストラクシオン・イクイップメント製) アーティキュレート重ダンプトラック A 20 C <sub>6×6</sub> A 30 CT <sub>6×6</sub>	'97.12 輸入新機種
----------	--	-----------------

A 20 C<sub>6×6</sub> は林道建設・小規模ダム現場など狭い走路に適したシリーズ最小モデル、A 30 CT<sub>6×6</sub> は A 30 C<sub>6×6</sub>

にベンチュリーガス洗浄器(黒煙浄化装置)を装備したトンネル工事仕様機で、一般現場でもハイブリッドモデルとして汎用性をもつ製品である。路面に応じ全輪100%デフロックと5種の駆動方式の選択ができ、フルオートマチックトランスミッション、3点支持式ショックアブソーバ付サスペンション(前輪)、ボルボボギーシステム(後輪)、ハイドロメカステアリングなどの採用で走行性が良い。排出ガス対策型エンジンを搭載しており、ベッセルは耐摩耗性・耐衝撃性に優れたスウェーデン鋼を用いている。

表-4 A 20 C<sub>6×6</sub>ほかの主な仕様

	A 20 C <sub>6×6</sub>	A 30 TC <sub>6×6</sub>
最大積載量(t)/山積容量(m <sup>3</sup> )	20/12	27/19.5
運転質量(t)	16.4	22.1
定格出力(kW/min <sup>-1</sup> )	170/2,400	213/2,200
荷台寸法(m)	4.96×2.32	5.167×2.72
軸距×軸距(m)	4.2+1.6×1.93	4.173+1.67×2.216
荷台上縁高さ/最低地上高さ(m)	2.6/0.42	3.034/0.485
全長×全幅(m)	9.51×2.49	10.2×2.98
走行速度(前/後)(km/h)	47.0/10.0	52.3/13.0
走行駆動方式	6×6	6×6
最小回転半径(m)	7.85	8.047
タイヤサイズ	20.5 R-25	30/65 R-25
価格(百万円)	40.0	62.5

注:軸距は(第1・2軸間+第2・3軸間)の表わし方で数値を示した。



写真-4 日立・ボルボ A 20 C<sub>6×6</sub> アーティキュレートダンプトラック

### ▶クレーン、高所作業車ほか

97-05-12	住友建機 クローラクレーン CT 15000	'97.10 新機種
----------	---------------------------	---------------

最近の施工の合理化、安全性の向上に伴う建造物ワンブロックの大型化に対応すべく開発された超重量物用の全油圧式機である。豊富なアタッチメントによる多目的作業を旨とし、標準仕様 750 t のほか、スーパーリフト仕様 800 t、中間性能 1,500 t の吊上げ能力をもつ。スト

新機種紹介

レートブームトップは750 t, 350 t, 250 tを設定、ラッピングジブ用ブーム角度は65~88度の起伏範囲をもち、作業に合わせた使い分けができる。ウインチ用コンピュータ制御の万に備えて2つの予備操作系をもち、軽快な電気油圧システム・ジョイスティックレバー、上下リフト1.5 m・15度チルトの広視界運転席、吊荷落下防止の完全自動ブレーキ、起伏二重安全装置、三色負荷表示ランプなどの採用で、快適安全な作業ができる。

表-5 CT 15000の主な仕様

最大つり上能力	ブーム750 t×6.0 m ジブ250 t×14.0 m	後端旋回半径	10.8 m
運転質量	約615 t	接地圧/シュー幅	約1.55 kg/cm <sup>2</sup> /1.524 m
定格出力	522 kW/2100 min <sup>-1</sup>	旋回速度	0.8 min <sup>-1</sup>
ブーム最大長さ	79.2(H)/103.6(L)m	走行速度	0.6/0.3 km/h
ブーム+ジブ最大長さ	80.7+79.2 m	登坂能力	16.7度
巻上ロープ速度	100/58 m/min	価格	見積
クローラ全長×同全幅	14 m×12.124 m		

注：標準クレーン SC 8000 の仕様を示した。ブーム最大長さの (H) は、ヘビーブーム (L) はライトブームの場合を示す。巻上ロープ速度は主巻・補巻とも同値である。



写真-5 住友 CT 15000 全油圧式超大型クローラクレーン

能としたほか、新設計ジブリアストラットの後端半径を7 mにまで縮小して狭い空間での作業性を高め、またブーム最大角度拡大による最小作業半径縮小により構造物接近作業を楽にした。最大分解質量も35 tとコンパクト化して輸送性を上げ、分解組立は50 t級補助クレーン2台で可能としており、手軽な油圧配管接続システム、ジブ自立・降下の容易な新型ジブフット、負荷状況などリアルタイム表示のカラーマルチディスプレイなどの採用で作業しやすい。

表-6 7300<sub>-2</sub>の主な仕様

最大つり上能力	300 t×5.0 m (87.5 t×16.0 m)	巻上ロープ速度	100/46 m/min
運転質量	284(300) t	クローラ全長×同全幅	9.76×8.2 m
定格出力	254 kW/2,000 min <sup>-1</sup>	接地圧/シュー幅	127(134) kPa/1.22 m
ブーム長さ	18~96(30~60) m	走行速度	1.0/0.6 km/h
ジブ長さ	[24~60 m]	登坂能力	30%
最大ブーム+ジブ長さ	[60+60 m]	価格	見積

注：表にはジブなしのクローラクレーンの仕様を示し、〔 〕内にラッピングジブの仕様を示した。クローラクレーンではヘビーデューティブーム (最大42 m) 装備の能力を示したが、別にラッピングジブ用ブーム (180 t×8.0 m, 最大72 m)、ライトデューティブーム (100 t×12.0 m, 最大96 m) がある。ラッピングジブではメガラッピング (最大60 m+60 m) 装備の能力を示したが、別にベシックラッピング (80 t×14.0 m, 最大60 m+54 m) もある。



写真-6 神綱マスターテック 7300<sub>-2</sub> クローラクレーン

97-05-13	神戸製鋼所 クローラクレーン	7300 <sub>-2</sub>	'97.11 モデルチェンジ
----------	-------------------	--------------------	-------------------

部材の大型化・ユニット化が進む一方、作業現場は狭くなる昨今の大規模建設工事向けに、能力アップとコンパクト化を狙った新型機である。従来機のラッピングジブ能力を30~35%アップさせ、最大ジブ長さも5.1 m長くして最大作業半径74 mとリーチの大きな作業を可

97-05-14	コマツ 小型クローラクレーン	LC 503	'97.12 新機種
----------	-------------------	--------	---------------

排出ガス対策型・低騒音型エンジンを搭載し、市街地での地下工事や既存施設の補修作業などで活躍する、テレスコピック式クレーンである。作業半径と吊り能力が

## 新機種紹介

大きい反面、後端旋回半径が小さいため、長尺資材の吊上げ・吊降しなど、狭い現場で安全に効率的に作業が行える。巻上げウインチに湿式多板ブレーキを採用、長時間のクレーン作業での発熱によるライニングの摩耗やオイル劣化を防止し、フック自動格納装置の採用で、走行・運搬時にフックをワイヤに固定する煩わしさが解消した。モーメントリミッタの標準装備化、機体水平表示装置の採用などで、優れたクレーン性能と高い安全性が発揮できる。

表-7 LC 503 の主な仕様

最大吊り上能力	2.93 t×1.8 m	クローラ全長×同全幅	2.46×1.336 m
運転質量	5.6 t	接地圧/シュー幅	32.4 kPa/400 mm
定格出力	29.4 kW/2,400 min <sup>-1</sup>	後端旋回半径	1.0 m
最大地上揚程	10.73 m	走行速度	4.0/2.6 km/h
最大作業半径	9.45 m	登坂能力	30度
巻上ロープ速度	70 m/min	価格	10.0百万円
ブーム長さ	3.435~10.045 m(4級)		



写真-7 コマツ LC 503 テレスコピック式クローラクレーン

98-05-01	日本車輛製造 クローラクレーン DH 500- <sub>g</sub>	'98.1 モデルチェンジ
----------	---	------------------

作業能力の向上とともに、超低騒音化・排出ガス対策型エンジン搭載など環境対策にも注力した、新エコシリーズ機である。吊上能力・ロープ速度のアップ、独自のクローラサブアクスル機構によるバランスの良い荷重分布、小さな輸送時本体幅と後端半径などコンパクト設計、2種類のカウンタウエイト使い分けによるクレーン能力多重化方式、独立ウインチモータ搭載と制御のレバー1本への集約、グリップ式アクセル採用、またオプションによるカウンタウエイト自力脱着機構と主補巻同調速度制御・微速制御やブーム用操作ペダル採用などにより、作業性を高めた。さらに、ブレーキモード切替スイッチやレバーロック類、オプションによるモーメント

リミッタおよびドラムロックの外部作業への表示灯など、安全設計も重視している。

表-8 DH 500-<sub>g</sub> の主な仕様

最大吊り上能力	50 t×4.0 m [45 t×3.5 m]	クローラ全長×同全幅	5.61×4.4(3.2) m
運転質量	50.0[41.7] t	接地圧/シュー幅	67.9[56.7] kPa/760 mm
定格出力	132 kW/2,100 min <sup>-1</sup>	後端旋回半径	3.76 m
ブーム長さ	10~52[43] m	走行速度	1.4 km/h
ジブ長さ	6~18 m	登坂能力(本体のみ)	40%
巻上ロープ速度	109~76(38) m/min	価格	53.5百万円

注 表にはクレーン仕様標準時(カウンタウエイト17.4 t)の値を示し、[ ]内にカウンタウエイト9.4 t使用時の値を示した。巻上ロープ速度の値は負荷により変化する。巻上ロープ速度の( )内には巻下時の値を示した。クローラ全幅の( )内には縮小時の値を示した。なお、表のクレーン仕様と別にクラムシェル仕様があり、バケット容量0.8~1.2 m<sup>3</sup>、ブーム長さ10~19 m、運転質量52.1 tである。



写真-8 日本車輛 DH 500-<sub>g</sub> クローラクレーン

98-05-02	コマツ ホイールクレーン LW 100 LW 100 M	'98.1 モデルチェンジ
----------	------------------------------------	------------------

作業能力と安全性をアップすると共に、環境に配慮した新型ラフテレーンクレーンである。馬力アップした排出ガス対策型エンジンを搭載して、発進加速と登坂能力を向上させ、ブームの吊り能力アップに加え、ジブの長さを増大したことで、作業範囲も広げている。ジブは張出・格納の容易なスライド式で、常にスピーディに作業ができ、切換スイッチで高速モードが選べる高速ウインチの採用により、主・補フックとも標準モードの1.7倍

新機種紹介

の速さの巻下げもできる。キャブ内のグラフィックディスプレイには、新たにブーム後端突出警報を装着しており、さらにエンジン停止時でもステアリングがきれる緊急ステアリングも標準装備となり、安全面が強化された。

表—9 LW 100 [M] の主な仕様

最大つり上能力	10t×2.5m [4.9t×3m]	軸距×輪距	2.8×1.68m
運転質量	12.95t	全長×全幅	6.235×2.0m
定格出力	114kw/3,000min <sup>-1</sup>	最高速度	49km/h
最大地上揚程	23.0(26.8)m	登坂能力	tanθ0.6
最大作業半径	20.3(24.3)m	最小回転半径	3.95/7.11m
ブーム長さ	4.1~21.5m(6段)	タイヤサイズ	11R22.5-16PR
ジブ長さ	4.0m	周囲騒音レベル	73dB(A)/7m
巻上ロープ速度 (主/補)	117/108m/min (200/187)	価格	20.2[19.5]百万円

注 表はLW100の仕様を示し、[ ]内にLW100Mの値を示した。最大地上揚程・最大作業半径はブームフックの値を示し、( )内にジブフックの値を示した。巻上ロープ速度は標準モードの場合を示し、( )内に高速モード時の値を示した。最小回転半径は4輪操向/2輪操向の値を記した。価格はH型アウトリガ(張出幅1.65~4.75m)装備機の値を示したが、X型(同2.2~4.75m)の場合は20.5 [19.8]百万円となる。



写真—9 コマツ LW 100 Excellent (WING 100) ラフテレーンクレーン

▶コンクリート機械

97-11-03	スギウエエンジニアリング (仏ランシー製) コンクリート吹付機 V 665	'97.11 輸入新機種
----------	---	-----------------

フランスのランシー社の開発による湿式・乾式両用機で、法面吹付けや補修、小断面トンネルの保守、NATM工法の吹付け用として便利な、小型・コンパクトなゴムタイヤ付けん引機である。90°ベンド状のポンピングチューブを回転ローラで押しつぶして材料圧送を行うスクイーズ機構に加え、ポンピングチューブ機密バルブの開閉と2系統のエアによって吹付ノズルまで材料搬送を行う方式のもので、消費電力が少なく、構造がシンプル

で消耗品も少ないためランニングコストも安い。独自の機密バルブはホッパ側へのエア漏れがなく、ゴムチューブ内の減圧の影響も受けないため粉塵の発生もない。

表—10 V 665 の主な仕様

最大吐出能力	乾式6 m <sup>3</sup> /h 湿式8 m <sup>3</sup> /h	全長×全幅	1.73×1.14m
機械質量	0.9t	最大骨材寸法	25mm (通常10~15mm)
電動機出力	6.6kW/1,500min <sup>-1</sup> (220V)	常用空気圧	6kg/cm <sup>2</sup>
最大圧送距離 (水平)	乾式500m 湿式100m	空気消費量	12~21m <sup>3</sup> /min
		価格	9.9百万円



写真—10 スギウエ・ランシー V 665 ミックスジェット

▶維持補修ほか雑機械および除雪機械

98-14-01	ウエスタンコーポレーション (ダイムラー・ベンツ製) 多目的作業車 ウニモグ UX 100	'98.1 輸入新機種
----------	---	----------------

着脱容易な多くの作業用アタッチメントを装備でき、過酷な不整地も克服する優れた走行性能で、建設工事や道路維持管理現場などの各種作業をこなす新型車である。作業に応じハンドルなどの運転操作システムを左右どちら側へも短時間に移動できる「バリオパイロット」の採用で、視界・作業精度が一段と向上し、複数の作業機を同時に駆動できるよう最大3サーキットの油圧機構も備えている。オプションで作業機クイックチェンジシステム「ユニリフト」も装備できる。HST駆動のUX100H、4×4および4×2のメカ駆動機UX100Mがあり、いずれも後2輪デフロック機構をもつ。作業用アタッチメントとしてはスノーブラウ、スノーカッター・ブロワ、スイーパー、モア、チップ、プレートパイプレター、

## 新機種紹介

ガードレール清掃機、クレーン、バックホウ、3 転ダンプ荷台などがある。

表—13 UX 100 の主な仕様

許容積載量	2.33[2.375(2.56)]t	最高速度	65[95(100)]km/h
機械質量	2.47[2.425(2.24)]t	最小回転半径(車体)	5.05[6]m
最大出力	122 HP/3,800 rpm	タイヤサイズ	225/75 R16 C
軸距 × 輪距	2.15[2.6] × 1.27 m	燃料タンク容量	60 ℓ
全長 × 全幅	4.055[4.3] × 1.6 m	価 格	9.2[7.65(7.35)]百万円
前低地上高さ	210[222]mm		

注 表にはUX 100 H (4 × 4) の仕様を示し、[ ] 内にUX 100 M (4 × 4) の値を、また ( ) 内に同 (4 × 2) の値を示した。



写真—13 (1) ベンツ・ウニモグ UX 100 H 多目的作業車 (スノーブ劳装備)



写真—13 (2) ベンツ・ウニモグ UX 100 M 多目的作業車 (フロントスワイパ装備)

### ▶空気圧縮機、送風機およびポンプ

97-16-03	桜川ポンプ製作所 工事用水中ポンプ	US-40 D	'97.10 新機種
----------	----------------------	---------	---------------

建設工事での湧き水・たまり水や、マンホール・地下水の排水などに手軽に使える、超軽量の新製品である。インペラは特殊樹脂製で摩耗に強く、渦流タイプのため詰まりにくい。メカニカルシール・オイルシール・シャフトスリーブなどの水密性が高く、ホースカップリングは上部吐出のため取り付けやすいうえ、モータ冷却効果も高い。ポンプ部ケーシングはすべてゴムで覆われているため寿命が長く、底部のストレーナは大きくて安定が良い。分解組立が容易でメンテナンスもしやすい。

表—14 US-40 D の主な仕様

吐出量	0.1m <sup>3</sup> /min	全揚程	8 m
機械質量	8.7 kg	最大径	188 mm
電動機出力	0.4 kW (单相100 V)	高さ	335 mm
口 径	50 mm	価 格	43千円

注：機械質量はケーブルを含まない乾燥質量を示す。



写真—14 桜川 US-40 D・US ライト・水中ポンプ

## ●お 知 ら せ●

建設省経機発第 160 号  
平成 9 年 12 月 18 日

社団法人日本建設機械化協会会長殿

建設省建設経済局  
建設機械課長

## 低騒音型建設機械の指定について

これまで、建設工事に伴う騒音・振動を抑制し、生活環境の保全と建設工事の円滑な施工を確保するため、当省では「低騒音型・低振動型建設機械指定要領」（建設経済局長通達）に基づき低騒音型・低振動型建設機械を指定するとともに、貴団体傘下会員に対する周知指導を依頼してきたところであります。

しかし、「騒音規制法施工令の一部を改正する政令」が平成 9 年 10 月 1 日から施行され、これと整合を図るため、低騒音型建設機械を建設大臣告示として指定することが必要となったことから、上記指定要領を平成 9 年 10 月 1 日付で廃止し、「低騒音型・低振動型建設機械指定に関する規程」（平成 9 年建設省告示第 1536 号）および「建設機械の騒音および振動の測定値の測定方法」（平成 9 年建設省告示第 1537 号）の告示を行い平成 9 年 10 月 1 日より施行となりました。

今回、「低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規定」（平成九年建設省告示第千五百三十六号）附則第 2 項の規定により、別表\*1に掲げる建設機械は、平成 14 年 9 月 30 日までの間、低騒音型建設機械みなすこととなりました。

つきましては、住居が密集している地域、病院または学校の周辺等、住民の生活環境をより一層保全する必要

があると認められる地域において建設工事を行う場合には、指定された建設機械を使用し、騒音・振動の対策に努めるよう特段のご配慮をお願いするとともに、貴会員に対するご指導方お願いいたします。

表—1 低騒音型建設機械一覧表

低騒音型建設機械名	低騒音型 型式数	超低騒音型 型式数	計
ブルドーザ	99		99
バックホウ	983	249	1,232
ドラクラインおよびクラムシェル	7		7
トラクタショベル	204	75	279
クローラクレーン	80	16	96
トラッククレーン	8		8
ホイールクレーン	47	4	51
パイプロハンマ	20	29	49
油圧式杭圧入引抜機	4	40	44
アースオーガ	18	6	24
オールケーシング掘削機	9	7	16
アースドリル	26		26
ロードローラ	18		18
タイヤローラ	55		55
振動ローラ	129	17	146
アスファルトフィニッシャ	75	1	76
コンクリートカッタ	26	16	42
空気圧縮機	114	44	158
発動発電機	107	204	311
合 計	2,029	708	2,737

\*1 表—1 に掲げる低騒音型建設機械、計 2,737 型式の詳細は当協会事務局にありますので、関心のある方はお問合せ下さい。

Tel 03 (3433) 1501  
Fax 03 (3432) 0289建設省経機発第 164 号  
平成 9 年 12 月 24 日

社団法人日本建設機械化協会会長殿

建設省建設経済局  
建設機械課長

## 低振動型建設機械の指定について

これまで、建設工事に伴う騒音・振動を抑制し、生活環境の保全と建設工事の円滑な施工確保するため、当省では「低騒音型・低振動型建設機械指定要領」に基づき低騒音型・低振動型建設機械を指定するとともに、貴団体傘下会員に対する周知指導を依頼してきたところであります。

しかし、「騒音規制法施工令の一部を改正する政令」が平成 9 年 10 月 1 日から施行され、これと整合を図るため、低騒音型建設機械を建設大臣告示として指定するこ

とが必要となり、上記指定要領を平成 9 年 10 月 1 日付で廃止し、「低騒音型・低振動建設機械指定に関する規程」（平成 9 年建設省告示第 1536 号）および「建設機械の騒音および振動の測定値の測定方法」（平成 9 年建設省告示第 1537 号）の告示を行い平成 9 年 10 月 1 日より施行となりました。

今回、「低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規定」（平成九年建設省告示第千五百三十六号）第二条第 2 項の規定により、平成 9 年 12 月 24 日付建設省告示第二千二百五号において別表に掲げる建設機械を低振動型建設機械に指定しました。

つきましては、住居が密集している地域、病院または学校の周辺等、住民の生活環境をより一層保全する必要があると認められる地域において建設工事を行う場合には、指定された建設機械を使用し、騒音・振動の対策に努めるよう特段のご配慮をお願いするとともに、貴会員に対するご指導方お願いいたします。



## ●お知らせ●

表-2 低振動型建設機械

指定番号	機種	型式	諸元	申請者名
V-0001	バックホウ	PC 200-6 HE	山積 0.08 m <sup>3</sup> (平積 0.06 m <sup>3</sup> )	(株)小松製作所
V-0002	バックホウ	EX 200-5 LV	山積 0.08 m <sup>3</sup> (平積 0.58 m <sup>3</sup> )	日立建機(株)
V-0003	バックホウ	EX 120-5 LV	山積 0.50 m <sup>3</sup> (平積 0.39 m <sup>3</sup> )	日立建機(株)
V-0004	バイプロハンマ	PALSONIC-10	最大起振力 16.00 tf	(株)建調神戸
V-0005	バイプロハンマ	PALSONIC-20	最大起振力 25.00 tf	(株)建調神戸
V-0006	バイプロハンマ	PALSONIC-25	最大起振力 32.00 tf	(株)建調神戸
V-0007	バイプロハンマ	PALSONIC-30	最大起振力 38.00 tf	(株)建調神戸
V-0008	バイプロハンマ	PALSONIC-4 B	最大起振力 5.00 tf	(株)建調神戸
V-0009	バイプロハンマ	PALSONIC-7 B	最大起振力 10.00 tf	(株)建調神戸
V-0010	バイプロハンマ	SS-10 P	最大起振力 16.00 tf	調和工業(株)
V-0011	バイプロハンマ	SS-20 P	最大起振力 25.00 tf	調和工業(株)
V-0012	バイプロハンマ	SS-4 B	最大起振力 5.00 tf	調和工業(株)
V-0013	バイプロハンマ	SS-7 B	最大起振力 10.00 tf	調和工業(株)
V-0014	バイプロハンマ	SS-30	最大起振力 35.40 tf	調和工業(株)
V-0015	バイプロハンマ	SS-45	最大起振力 48.30 tf	調和工業(株)
V-0016	バックホウ	PC 120-6 SLE	山積 0.50 m <sup>3</sup> (平積 0.39 m <sup>3</sup> )	(株)小松製作所
V-0017	バックホウ	PC 200-6 SLE	山積 0.50 m <sup>3</sup> (平積 0.60 m <sup>3</sup> )	(株)小松製作所

## クライミングクレーンの KYに基づいた改善事例集

建設されるビルが、大型化、高層化するに従い、これら建設工事に使用されるクライミングクレーンも吊り荷重や作業半径が大きく、また、揚程も今までよりはるかに高くなり高速で巻上げるなど高性能が要求されて来ている。本書では、今までは予想もしなかった災害の発生も懸念される昨今において、各メーカーや各ユーザが独自で行って来た改善事例を収集し、併せて災害予想に基づいた改善事例を加えて解説している。

B5版 91頁 定価2,000円(消費税込み)：送料520円

### 社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

# 統計調査部会

## 建設関連統計のまとめ（その1）

### 1. はじめに

建設経済調査委員会においては、平成9年4月以降7つのテーマについての各種情報を「建設の機械化」誌にて紹介してきた。これまでは関係機関等で実施されている統計名、調査内容の単なる紹介と重要な統計資料については、図表やグラフを掲載するに止まっていた。

今後は単なる統計・調査の紹介に止まらず、加工分析することにより正確な現況を把握し、将来の進むべき方向や取るべき対応等についても検討、提案して行く必要性を痛感する。以上によりこの機会に掲載された情報を振り返り不十分であった面について補足することも意義あることと考え総括することとした。

### 2. 建設市場（建設投資）の動向

表-1 国内総生産（兆円）

注：（ ）は実質、▼はマイナス

構成項目	平成8年度 実績	平成9年度 実績見込み	平成10年度 見通し	前年度比（%）	
				平成9年度	平成10年度
民間最終消費支出	303.0	307.6	317.8	1.5 (▼0.4)	3.3 (2.5)
民間住宅	27.9	23.1	24.4	▼17.4 (▼18.9)	5.7 (4.9)
民間企業設備	78.5	80.4	82.8	2.4 (2.9)	3.0 (3.5)
民間在庫品増加	0.7	1.0	0.7	—	—
政府支出	90.5	88.8	87.3	▼1.9 (▼3.0)	▼1.8 (▼1.9)
最終消費支出	48.5	49.3	50.0	1.6	1.5
固定資本形成	41.9	39.6	37.2	▼5.6	▼5.9
財貨、サービスの輸出	51.2	57.3	60.5	11.8 (10.7)	5.6 (6.9)
(控除)財貨、サービスの輸入	48.9	50.4	53.8	3.1 (0.1)	6.6 (8.0)
計 国内総生産（GDP）	503.1	507.8	519.7	0.9 (0.1)	2.4 (1.9)

我が国の経済は極めて厳しい局面にある。経済成長のパロメータであるGDPの政府見通しを表-1に示す。平成9年度については、当初の実質成長率は1.9%増加を見込んでいたが、0.1%に下方修正されている。また、平成10年度の見通しは、前年度比1.9%増加となっているが、民間の経済機関の予測はすべてこれを下回っており、危機感を強めている。

一方、我々の関連する建設経済（建設投資）は、強烈なアゲンストの風を受け、業種別では金融業とともに最も厳しい現況にあると言われている。これは特に公共投資の削減による影響が大きく、基本的には我が国の財政の危機的状況にあることに起因する。

- ① 国民の公共投資に対する批判が噴出
- ② 公共投資の経済に対する波及効果の低下

これらを受けて、種々の政策制度の変更が行われている。

- ① 公共投資基本計画10年計画を3年延長とする。
- ② 部門別5箇年計画を2年延長して7年計画とする。
- ③ 平成10年度公共事業予算を7%削減する。
- ④ 公共事業のコスト縮減行動計画、数値目標として3年間で10%以上縮減する。

## 統計

以上が建設経済のマクロ的現況であり、当分は質量ともに厳しい状況が続くと推定せざるを得ない。

建設経済（建設投資）について、量的に現況を解析する。解析については、表-1のGDPの構成項目の中から建設経済に関連する項目を抽出し、過去、現在を比較分析することにした。

### (1) 民間住宅

100%が建設投資である。情報として、建設省でとりまとめている住宅着工統計がある。これは着工戸数と床面積があるが、一般には着工戸数が使用されており、推移を表-2に示す。

平成8年度は163万戸と9.8%増（前年度）と増加しているが、これは消費税アップによる駆け込み需要と言われ、平成9年度はこれの反動で大幅な需要減となっており、着工戸数としては130万戸前後と予測すると、一向に回復の兆しは見えて来ない。なお、年率戸数150万戸が標準な状況と言われている。

表-2 最近の新設住宅着工戸数（前年同期比%）

注：（ ）季調年率，万戸

	構成比	平成7年度	平成8年度	平成9年 /7-9	9/8	9/9	9/10
合計 (年率戸数)		▼ 4.9 148.5	9.8 163.0	▼ 22.7 129.5	▼ 17.5 130.7	▼ 22.2 132.9	▼ 25.2 136.3
持家	37.2	▼ 5.2	15.6	▼ 36.9	▼ 31.9	▼ 37.6	▼ 35.3
貸家	36.8	▼ 1.8	9.3	▼ 16.4	▼ 12.4	▼ 18.1	▼ 27.4
分譲住宅	24.2	▼ 8.7	2.1	▼ 8.2	▼ 0.2	▼ 5.2	▼ 1.1

### (2) 民間企業設備

大半が機械設備で、建設投資に相当する土木、建築事業費は年度により異なるが、約30%程度である。

設備投資は、日銀設備投資計画の表-3によると、多少回復傾向にあると報告されている。設備投資における建設投資の区分調査は、民間企業設備投資動向調査として（財）建設物価調査会で行っているが、図-1に設備投資に占める

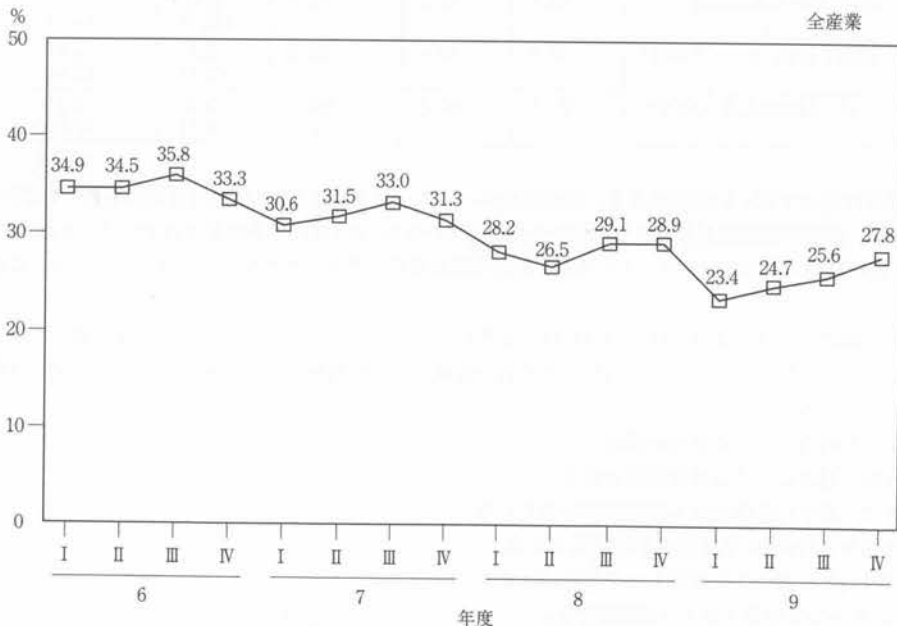


図-1 設備投資総額に占める建設投資総額の割合 (%)

建設投資の割合の推移を示す。これによると近年低下傾向にあり気になるところである。したがって、設備投資額の多少の増加では建設投資への影響は少ないと思われる。

表-3 設備投資計画（前年度比%）

日銀短観 平成9年9月調査

	全 産 業			製 造 業			非 製 造 業		
	平成7年度	平成8年度	平成9年度	平成7年度	平成8年度	平成9年度	平成7年度	平成8年度	平成9年度
主要企業	1.2	4.0	4.6	7.8	5.7	8.9	▼1.6	3.2	2.5
中小企業	▼7.1	3.5	▼8.6	▼4.1	2.2	0.1	▼8.3	4.1	▼12.3

### (3) 公的資本形成

公共投資は政府支出の公的資本形成に該当するが、うち10%程度は機械設備への投資で残り90%が建設投資と言われている。情報としては、建設省の公共工事着工統計がある。工事着工額の推移を表-4に示す。平成7年度の経済対策の効果の剥落等により、平成8年度に入ってから前年に対し割れで推移してきたが、平成9年度4-6月期は平成8年度の長期暫定予算の組込み、平成9年度予算の早期成立、1月の補正予算成立等により、増加となった。しかしながら9月以降は再び減少に転じている。

表-4 公共工事着工額（前年同月比%）

	平成7年度	平成8年度	平成8年 10-12	平成9年 1-3	平成9年 4-6	9/7	9/8	9/9	9/10
総 数	9.5	▼15.0	▼15.9	▼19.6	8.7	▼2.6	1.3	▼24.0	▼6.5
国	32.3	▼14.2	▼26.7	▼12.0	7.8	▼12.6	5.6	▼26.9	▼14.2
地 方	3.0	▼15.3	▼12.2	▼23.5	9.0	0.7	0.3	▼23.2	▼4.0

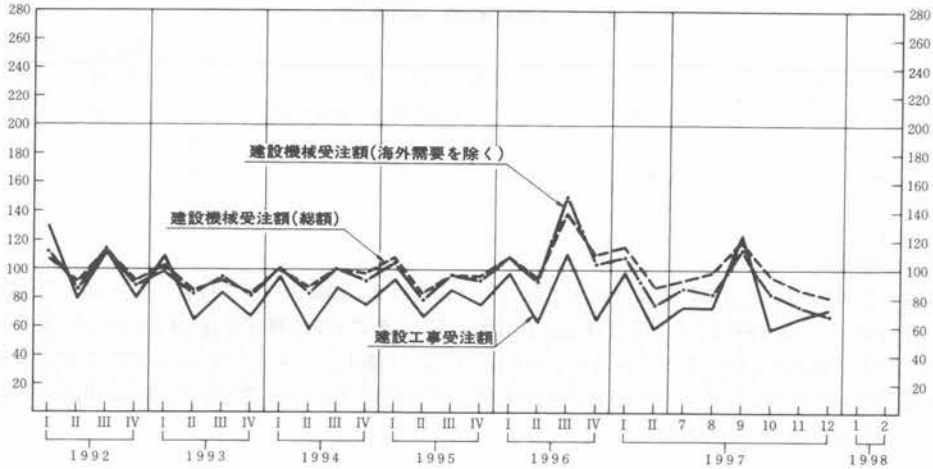
以上建設投資は民間投資、政府投資共に前年度比でマイナスの方向にあり、平成9年度建設投資の見通しと全く符号する状況にある。

ただ今回国会で成立した平成9年度補正予算における公共事業関連では、災害復旧事業を中心に約1兆円の追加と、平成10年度予算の前倒しとして約1.5兆円のゼロ国債の実施が盛り込まれている。また、平成10年度予算成立後直ちに6兆円規模の補正予算の必要性を強調する報道も出ている。もちろん6兆円の中身は判明しないが、久しぶりの唯一の明るい話と言える。

統計

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注A調査(大手50社) (指数基準 1992年平均=100)  
 建設機械受注額：機械受注統計調査(建設機械企業数27前後) (指数基準 1992年平均=100)



建設工事受注A調査(大手50社)

(単位：億円)

年月	総計	受注者別						工事種別		未消化 工事高	施工高
		民間			官公庁	その他	海外	建築	土木		
		計	製造業	非製造業							
1992年	241,233	159,578	28,481	131,097	68,611	5,249	7,794	159,026	82,207	255,345	244,321
1993年	197,317	121,075	17,905	103,170	63,747	5,192	7,303	122,519	74,797	235,637	221,941
1994年	191,983	114,195	16,056	98,139	64,134	5,237	8,417	121,748	70,235	228,208	202,584
1995年	194,524	110,954	17,326	93,627	66,793	5,679	11,098	117,867	76,657	219,214	200,862
1996年	203,812	121,077	21,411	99,666	65,304	5,440	11,991	129,686	74,125	216,529	205,590
1996年12月	13,673	7,541	1,495	6,046	4,990	461	681	7,940	5,733	216,529	18,148
1997年1月	12,212	7,374	1,464	5,910	3,426	325	1,086	8,100	4,112	212,255	16,675
2月	13,197	8,147	1,342	6,804	4,130	449	472	8,266	4,931	209,971	16,894
3月	33,330	20,043	2,917	17,125	10,312	595	2,380	20,647	12,683	217,884	25,719
4月	10,032	6,639	1,362	5,277	2,069	419	905	6,029	4,003	212,446	14,656
5月	12,726	8,690	1,785	6,905	2,658	380	998	9,220	3,505	211,072	14,260
6月	12,976	7,795	1,517	6,278	4,275	453	453	8,626	4,350	208,805	15,253
7月	14,816	9,411	1,769	7,642	3,938	404	1,062	10,138	4,677	208,955	15,173
8月	14,887	7,826	1,530	6,296	5,484	382	1,194	9,471	5,416	208,974	14,819
9月	24,927	16,016	2,809	13,207	6,660	571	1,680	16,504	8,423	213,898	20,070
10月	11,904	7,228	1,706	5,522	3,729	366	581	7,577	4,326	209,176	14,736
11月	13,227	7,949	1,738	6,211	4,235	407	636	8,416	4,810	206,271	16,167
12月	14,451	9,072	2,016	7,056	4,569	425	385	9,742	4,709	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年月	'92年	'93年	'94年	'95年	'96年	'96年12月	'97年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
総額	13,026	11,752	12,577	12,464	13,720	1,163	1,079	1,136	1,560	956	956	878	1,001	1,059	1,293	1,037	945	882
海外需要	3,527	3,335	3,717	3,602	3,931	346	374	396	411	400	400	306	310	406	390	383	344	347
海外需要を除く	9,499	8,417	8,860	8,862	9,789	817	705	740	1,149	556	556	592	691	653	903	654	601	535

(注1) 1992年～1997年6月は四半期ごとの平均値で図示した。

(注2) 機械受注実績企業数28社前後

出典：建設省建設工事受注調査  
 経済企画庁機械受注統計調査

## …行事一覧…

(平成10年1月1日～31日)

### 新年賀詞交歓会

月 日:1月6日(火)  
場 所:機械振興会館6階  
参加者:370名

### 創立50周年記念事業実行委員会

#### ■記念展示委員会

月 日:1月17日(火)  
出席者:中村 優幹事長ほか9名  
議 題:催物について

### 広 報 部 会

#### ■機関誌編集委員会

月 日:1月13日(火)  
出席者:成田秀志委員長ほか20名  
議 題:①平成10年3月号(第577号)原稿内容の検討・割付 ②平成10年5月号(第579号)の計画

#### ■平成9年度除雪機械展示・実演会

月 日:1月30日(金)～31日(土)  
場 所:岩手産業文化センタ野外展示場  
出品会社:23社(協賛1社)  
入場者:5,200名

#### ■要覧編集委員会(第10章)

月 日:1月7日(水)  
出席者:酒井一夫委員長ほか6名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第18章)

月 日:1月7日(水)  
出席者:斎藤正芳委員長ほか6名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第6章)

月 日:1月8日(木)  
出席者:斎藤栄一郎委員長ほか7名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第12章)

月 日:1月8日(木)  
出席者:阿部敏雄委員長ほか11名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第14章)

月 日:1月8日(木)  
出席者:小池賢司委員長ほか4名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第15章)

月 日:1月8日(木)  
出席者:石原弘一委員長ほか6名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第5章)

月 日:1月9日(金)

出席者:小河義文委員長ほか7名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第13章)

月 日:1月9日(金)  
出席者:後町知宏委員長ほか8名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第2章)

月 日:1月23日(金)  
出席者:斎藤厚士委員長ほか8名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第3章)

月 日:1月23日(金)  
出席者:矢嶋 茂委員長ほか3名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第7章)

月 日:1月28日(水)  
出席者:桑原資孝委員長ほか6名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第9章)

月 日:1月28日(水)  
出席者:皆川 勲委員長ほか4名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第1章)

月 日:1月29日(木)  
出席者:鈴木勇喜委員長ほか4名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第11章)

月 日:1月29日(木)  
出席者:唐沢則次委員長ほか7名  
議 題:初校の校正

#### ■要覧編集委員会(第16章)

月 日:1月30日(金)  
出席者:中村 優委員長ほか6名  
議 題:初校の校正

## 技 術 部 会

#### ■自動化委員会 RD 小委員会

月 日:1月21日(水)  
出席者:太田 宏委員長ほか8名  
議 題:建設ロボット調査結果のとりまとめ

#### ■大深度空間施工研究委員会幹事会

月 日:1月21日(水)  
出席者:清水英治委員長ほか13名  
議 題:活動方針打合せ

#### ■建設工事情報化委員会機械装置検討分科会

月 日:1月28日(水)  
出席者:近藤操分科会長ほか14名  
議 題:機械装置分科会の活動方針

## 機 械 部 会

#### ■建築工用機械第3分科会

月 日:1月13日(火)  
出席者:成田秀信ほか6名  
議 題:①建築生産設備について

②見学会について

#### ■トラクタ技術委員会

月 日:1月13日(火)  
出席者:松本 毅委員長ほか7名  
議 題:①安全ガイドラインの審議 ②多機能化実現具体案の審議 ③自動化、ラジコン化の現状調査等今後の進め方 ④リサイクル化推進の進め方 ⑤取上げるテーマについて意見交換

#### ■シールド工事の合理化に関する検討会

月 日:1月13日(火)  
出席者:小河義文チームリーダほか5名  
議 題:①シールド工事の合理化に関する研究について ②今後の進め方について

#### ■原動機技術委員会

月 日:1月16日(金)  
出席者:原田常雄委員長ほか14名  
議 題:①排ガス規制のその後の動きについて ②排ガス規制に対する要望事項について

#### ■電装品・計器研究分科会

月 日:1月21日(水)  
出席者:鈴木 満幹事ほか6名  
議 題:耐環境試験条件、各規格類の調査および比較

#### ■ショベル技術委員会

月 日:1月22日(木)  
出席者:渡辺 正委員長ほか8名  
議 題:①廃棄物等に関するガイドラインの検討計画 ②安全ガイドラインのJCMAS化計画 ③安全標識のJCMAS化計画 ④多機能化対応活動全体の紹介原稿

#### ■基礎工用機械幹事会

月 日:1月22日(木)  
出席者:田代次男委員長ほか3名  
議 題:三点式杭打機の安全装置について

#### ■ダンプトラック分科会

月 日:1月23日(金)  
出席者:七海賢一幹事ほか4名  
議 題:①安全マニュアルについて ②1998年度活動計画について

#### ■シールド工事の合理化に関する検討会

月 日:1月26日(月)  
出席者:小河原義文チームリーダほか5名  
議 題:シールド工事の合理化に関する研究資料の取りまとめについて

#### ■建築工用機械技術委員会

月 日:1月26日(月)  
出席者:宮口正夫委員長ほか16名  
議 題:①活動推進チームの活動報

告 ②各分科会の活動報告

#### ■活動推進チーム打合せ

月 日:1月28日(水)

出席者:野村正之リーダーほか8名

議題:①活動推進チーム活動実績・計画について ②機械部会運営の方針について

#### ■建築工用機械第2分科会

月 日:1月28日(水)

出席者:角山雅計分科会長ほか12名

議題:①標準歩掛り,エレベータ原稿チェック,他部分チェック内容検討 ②安全マニュアル,作画進行状況チェック ③高所作業車資料チェック,活動方針の再設定,新規参加者紹介

#### ■シールドトンネル機械施工技術委員会見学会

月 日:1月28日(水)

参加者:菊池雄一委員長ほか12名

見学先:①上二線新設工事 ②谷間筋管路新設工事

### 整備部会

#### ■整備技術委員会

月 日:1月19日(金)

出席者:林 慎太郎委員長ほか12名

議題:①「建設車両用タイヤの使用上の留意点と管理のポイント」の原稿審議 ②労働衛生保護具について

#### ■整備機器・工具委員会

月 日:1月26日(月)

出席者:押田俊夫委員長ほか5名

議題:「正しい工具の使い方」について(品目の検討)

### ISO部会

#### ■第2委員会

月 日:1月13日(火)

出席者:岡本俊男委員長ほか14名

議題:①遠隔操縦装置の安全要求事項 ②危険探知および警告 ③EN474-1改訂案に対するコメント

#### ■第3委員会

月 日:1月23日(金)

出席者:小鷹 太委員長ほか8名

議題:①ISO 6750(運転整備要領)改正審議 ②CD 12510(整備性指針)審議 ③ISO 6405-1(運転用シンボル)改正審議

### 標準化会議および規格部会

#### ■規格部会土工機械分野調査委員会小委員会

月 日:1月19日(月)

出席者:大橋秀夫委員長ほか4名

議題:JIS案審議 ①「土工機械・エンジン・第1部ネット排出力試験方法」 ②「土工機械・エンジン・第2部ディーゼルエンジンの仕様書様式および性能試験方法」

### 調査部会

#### ■新工法調査委員会

月 日:1月12日(月)

出席者:渡辺道彦委員長ほか7名

議題:新工法の調査

#### ■建設経済調査委員会

月 日:1月13日(火)

出席者:高井照治委員長ほか4名

議題:機械施工統計の調査

### 業種別部会

#### ■製造業部会説明会

月 日:1月19日(月)

出席者:桐山孝晴建設省建設機械課

長補佐ほか25名

議題:標準操作方式の業界団体移行について

#### ■建設業部会小幹事会

月 日:1月20日(火)

出席者:渡辺恒雄部会長ほか13名

議題:①部会の運営方針について ②現場見学について

### 専門部会

#### ■国際協力専門部会

月 日:1月8日(木)

出席者:後藤 勇委員長ほか9名

議題:建設機械整備(仏)コース反省会

#### ■国際協力専門部会ヴェトナム研究会

月 日:1月21日(水)

出席者:宮石晶史幹事ほか3名

議題:ヴェトナム国における建設機械技術協力について

#### ■異分野技術研究会 W/G

月 日:1月21日(水)

出席者:益子久男主査ほか6名

議題:周辺環境認識技術

#### ■異分野技術研究会 W/G

月 日:1月22日(木)

出席者:麻生公裕主査ほか5名

議題:位置認識技術について

#### ■異分野技術研究会 W/G

月 日:1月27日(火)

出席者:岡崎勝義主査ほか5名

議題:環境調和技術について

## … 支部行事一覧 …

### 東北支部

#### ■建設部会

月 日:1月6日(火)

出席者:小林信夫部会長ほか11名

議題:①平成10年度部会事業計画 ②安全コーナー執筆担当 ③部会役員改選方針

#### ■平成9年度除雪機械展示・実演会

月 日:1月30日(金)~31日(土)

場所:岩手県滝沢村地内「岩手産業文化センタ・屋外第一展示場」

出品:23社除雪機械70台ほか機器等東北地方建設局参考出品3台

来場者:5,210名

### 北陸支部

#### ■広報委員会

月 日:1月14日(水)

出席者:中森良次部会長ほか11名

議題:①「けんせつフェア in 北陸'97」実施結果報告について ②機関誌「あかしや通信(No.19)」編集について ③ビデオ上映(けんせつフェア収録)

#### ■舗装委員会幹事会

月 日:1月30日(金)

出席者:舟田 敏幹事長ほか9名

議題:「積雪寒冷地の道路舗装実務要領」(設計編)の改訂について

### 中部支部

#### ■企画部委員会

月 日:1月13日(火)

出席者:鈴木 勝部会長ほか5名

議題:ダム堰施設検査技術講習会の開催について

#### ■中部支部創立40周年記念事業実行委員会

月 日:1月9日(月)

出席者:古瀬紀之実行委員長ほか17名

議題:記念事業実施計画に基づき,各担当部会の実施計画を検討

#### ■調査部会

月 日:1月27日(火)

出席者:前田武雄部会長ほか12名

議題:平成10年度調査部会事業について(建設事業説明会開催および,40周年記念式典について)検討

#### ■企画部委員会

月 日：1月30日(金)  
出席者：鈴木 勝部会長ほか5名  
議 題：建設機械(油圧ショベル)  
の遠隔操作講習会の実施について

## 関 西 支 部

### ■新年懇親会

月 日：1月13日(火)  
場 所：大阪キャッスルホテル  
出席者：高野浩二支部長ほか78名

### ■橋梁施工技術報告会

月 日：1月19日(金)  
出席者：岸川秩世委員長ほか120名  
議 題：①長大斜張橋の精度管理手法を用いた施工 ②日本初のプレキャストセグメント&スパンバイスパン工法によるPC箱桁橋の施工 ③送り出し装置による4径間連続箱桁橋の施工 ④長大斜張橋で安全意識の改革に取り組んだ施工例 ⑤請負工事と安全

### ■第100回海洋開発委員会

月 日：1月26日(月)  
出席者：深川良一委員長ほか10名  
議 題：①大阪湾ベイエリア開発について(大阪湾ベイエリア開発推進機構次長・西岡憲一) ②海洋開発に関する文献調査 ③新技術紹介冊子への投稿状況について

### ■185回摩耗対策委員会

月 日：1月27日(火)  
出席者：深川良一委員長ほか9名  
議 題：①TBMのローラーカッタに作用する掘削抵抗に関する実験結果(京都大学工学研究科土木システム工学専攻助教授・建山和由) ②摩耗に関する文献調査 ③摩耗対策委員会第5回中間報告会の報告

### ■平成9年度施工技術報告会

月 日：1月30日(金)  
参加者：215名  
議 題：①地下水の豊富な砂質地盤での既設地下鉄との立体交差を含めた大深度地下鉄道の施工、他6編

## 中 国 支 部

### ■第2回中国地方建設技術開発交流会

月 日：1月14日(水) 米子市  
1月21日(水) 広島市  
出席者：発表者1名、聴講者6名  
(支部代表として)  
議 題：民間技術開発説明会における発表ならびに聴講

## 四 国 支 部

### ■施工部会

月 日：1月21日(水)  
出席者：高瀬俊二郎部会長ほか8名  
議 題：①平成10年度事業計画について

### ■技術部会

月 日：1月26日(月)  
出席者：小西憲昭部会長ほか8名  
議 題：平成10年度事業計画について

### ■見学会

月 日：1月28日(水)  
参加者：村上正典幹事長ほか35名  
見学先：本四公団明石海峡大橋建設現場

## 九 州 支 部

### ■第10回企画委員会

月 日：1月28日(水)  
出席者：村上輝久部会長ほか14名  
議 題：①支部行事の推進について(④機械設備検査技術講習会の運営について ⑤平成10年度委員会行事計画の打合せについて) ②平成10年度建設機械施工技術検定の実施要領について ③日本建設機械要覧の予約募集について ④支部長表彰者の推せん依頼について

### ■水門・ダム機械小委員会

月 日：1月29日(木)  
出席者：青木昭生委員ほか9名  
議 題：小型水門等点検業務について



## 編集後記

今月はシールド工法の特集を組み、最新の工法の概要、装置および付帯設備、管理システム、施工例など現在のシールド技術についてまとめてみました。モグラのように地下を掘り進みたいという夢を実現するシールドは、現在では都市のニーズに合わせた種々の形状のトンネルを短工期、低コストで掘削できるように様々な工夫と技術開発が加えられ、大深度化する地下インフラ構造物の建設の主力となる技術です。

本特集号は、最新のシールド技術の概要と将来展望など総合的に理解するうえで大変参考になるものと考えております。

巻頭言には千葉工業大学の清水英治教授から「シールド工法の変遷と発展」と題してお寄せいただき、180年も前に考案されたシールドが現在

の形に発展してゆく歴史を解説していただきました。

特集報文は、最近のシールド工法の概要と将来展望について、画期的な開発技術といえる球体シールドおよび親子シールドの概要と施工例について、メーカーの立場からシールド掘削機開発状況について、重要な周辺技術として資材搬送システム、測量システムおよび施工管理システム、セグメント組立て技術について、また過密化した市街地にマッチした発達立坑の省スペース化など、各方面から9編の特集報文をお寄せいただきシールドの全般を分かりやすく解説していただきました。

ずいそうはデンヨー株式会社社長の船越大資氏と川崎重工業株式会社鉄構事業部水門鉄管技術部長（本協会関西支部水門技術委員会委員長）の羽田靖人氏よりお寄せいただきま

した。

景気低迷、公共事業削減など建設業に対する厳しさがさらに増し、アジア諸国の通過危機などなかなか先の見通せない状況にありますが、これから本格的な高齢化社会に向かうにあたり、質量ともに十分な社会インフラストラクチャの整備、環境問題や省エネルギーに対応する技術開発など、社会活力のある今のうちにやっておかなければならないことが沢山あると思います。建設業界としても早く現状を脱却して、問題を先送りすることなく将来を見据えた活動を進めていかなければならないと思います。

最後に、ご多忙中にも関わらず、ご執筆いただきました方々に心から厚くお礼申し上げます。

（藤崎・磯部・星野）

No.577 「建設の機械化」 1998年3月号 [定価] 1部 840円（本体800円）  
年間9,000円（前金）

平成10年3月20日印刷 平成10年3月25日発行（毎月1回25日発行）  
編集兼発行人 長尾 満 印刷人 品川 俊彦  
発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内 電話 (03) 3433-1501 取引銀行三菱銀行飯倉支店  
振替口座 00170-5-71122 FAX (03) 3432-0289

建設機械化研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (吉原郵便局区内)	電話 (0545) 35-0212
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8 さつげんビル内	電話 (011) 231-4428
東北支部	〒980-0803 仙台市青葉区国分町 3-10-21 徳和ビル内	電話 (022) 222-3915
北陸支部	〒951-8131 新潟市白山浦 1-614-5 白山ビル内	電話 (025) 232-0160
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26 昭和ビル内	電話 (052) 241-2394
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町 1-3-27 大手前建設会館内	電話 (06) 941-8845
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22 築地ビル内	電話 (082) 221-6841
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22 建設クリエイティブビル内	電話 (087) 821-8074
九州支部	〒810-0041 福岡市中央区大名 1-12-56 八重洲天神ビル内	電話 (092) 741-9380

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂 1-3-6

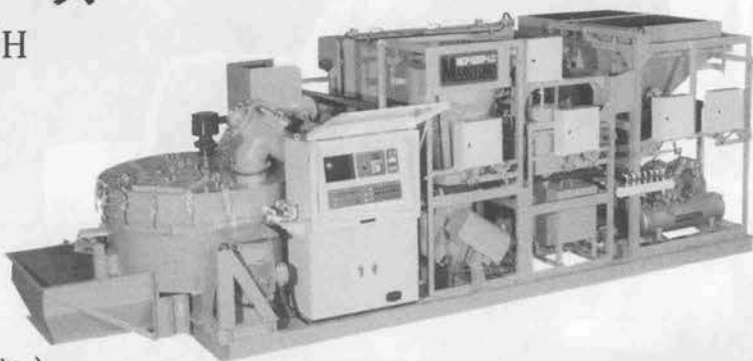
コンパクトで計量精度は抜群…

# 丸友の 移動式 コンクリートプラント


製造・販売・リース

生産量 10~90m<sup>3</sup>/H

電子制御自動式  
及び簡易自動式



(工事の内容により御選定下さい)

 丸友機械株式会社

本社 名古屋市東区泉一丁目19番12号  
〒461-0001 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  
〒101-0024 ミツパビル 電話(03)(3861)9461(代)  
恵那工場 岐阜県恵那市武並町藤字相戸2284番地  
〒509-7121 電話 (0573)(28)2080(代)

建設機械用  
無線操作装置

## ダイワテレコン

1980年発売以来 納入実績4000台

《新電波法技術基準適合品》



新型  
ダイワテレコン  
522



ユニバーサルバー式

- 40波ランダム自動選局により、電波の混み合っている場所でも、使用可能です。
- 大容量電池を使い、10時間以上連続使用が可能。



522受令機



522充電器

押しボタン式

522指令機

- 受令機は大容量の出力リレーを採用。
- 充電器は急速充電方式を採用。(1.5時間)

**DAIWA**  
大和機工株式会社

本社 工場 〒474-0071 愛知県大府市榎田町1-171

テレコン 営業本部	TEL (0562)47-2165 FAX (0562)46-7880
東京営業所	TEL (048)443-5061
大阪営業所	TEL (0726)61-6620

KOMATSU



▲ アクスル + デファレンシャルギヤ

◀ 作業機 + キャビン (複合)

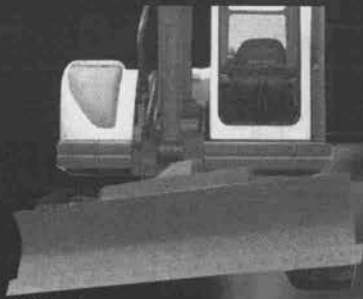


▼ 足回り (単体)

# 複合、単体、自由自在。

コマツは長年培った技術と厳しい品質管理により生産される  
数々の建設機械のコンポーネントを販売しております。

コマツの機械に使われているコンポーネントで、  
皆様の商品に役立つものがございましたら、  
遠慮なく私どもに声をおかけください。



▲ ブレード



▲ ゴムシュー

## 主要取扱いコンポーネント

パワーショベル足回り・パワーショベル作業機・パワーショベルロータリーアーム・パワーショベルキャビン  
ダンプトラックアクスル・タイヤショベルアクスル・ブルドーザ足回り・ブレード・ロードライナ・ゴムシュー など

コマツ OEM事業部 機器営業グループ 〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 TEL.03-5561-2723 FAX.03-5561-2739

解体からリサイクルまでシステムで取り組んでいる  
オカダアイオンより、



移動式木材粉碎機

## バイオグラインド・マキシグラインド を発売!!

伐採樹木、解体廃木材、抜根・切株等を廃棄物発生現場で粉碎して減容化→リサイクル  
します。また破碎室が密閉されているので、破碎物の飛散が少なく安全です。

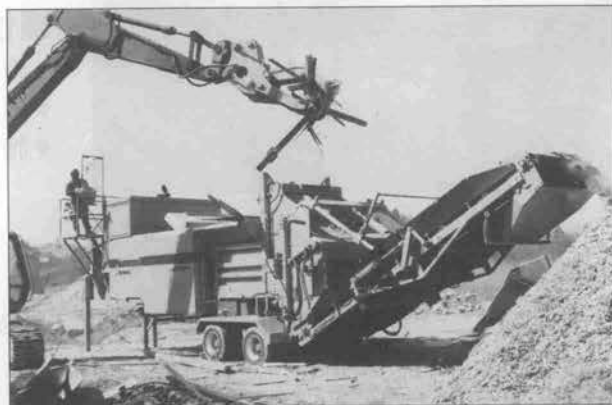


### バイオグラインド

- 自動運転なので投入と破碎が一人でき、ワンマンオペレーションが可能です。
- コンパクトなエンジン(175馬力及び260馬力)で大量に破碎しますのでランニングコストは大幅に低減されます。

### マキシグラインド 425

- 425馬力のエンジンで強力で破碎し大量処理します。
- 廃木材に加え、乗用車のタイヤ、石膏ボードなども粉碎します。



**オカダ アイオン**

株式会社 本社 〒552-0022 大阪市港区海岸通4-1-18  
大阪本店 ☎ 06-576-1261 東京本店

☎ 06-576-1273  
☎ 03-3975-2011

札幌営業所 ☎ 011-631-8611  
盛岡営業所 ☎ 0196-38-2791  
仙台営業所 ☎ 022-288-8657

横浜営業所 ☎ 045-937-2991  
中部営業所 ☎ 0584-89-7650  
北陸営業所 ☎ 076-291-1301

広島営業所 ☎ 082-871-1138  
四国営業所 ☎ 089-971-9791  
九州営業所 ☎ 092-503-3343

高い生産性と稼働性能にすぐれた

# スリップフォーム・ペーパー



## ■仕様 (SP850型)

- 施工幅員：2.5m～9.5m
- 施工速度：0～5 m/min
- 施工厚：0～400mm

## ■特徴

- 低スランプ及び遅い施工速度の日本に於ける舗装条件に適合。
- 効率の良い電気パイプレータを採用。
- ダウエルバー及びタイバー挿入機取付可能。

スリップフォーム・ペーパー  
販売・サービス



**JEMCO 日本ゼム株式会社**

〒143-0016 東京都大田区大森北1-28-6 ゼムコビル  
TEL.03 (3766) 2671 FAX.03 (3762) 4144



工場構内や立体駐車場の劣化したアスファルトやコンクリートそして長い道路表層をどうしたら、効率よく取り除けるでしょうか？

———この小さな万能切削機 Wirtgen の W350 で可能です。



マンホールの周りも簡単に切削できます

小さな万能切削機

**W350**

#### ■特 徴

- 巾 1 m 以上あれば、どんなドアでも通り抜け可能。
  - 本体 (4.5 トン) を 3 トンまでおとせます。
  - 実績と定評のある 3 輪車方式。
  - 深さ 10 cm まで、巾 35 cm まで、切削可能。
- 屋内へ簡単に入れるコンパクトなデザイン。  
工場内の床も全体的に、或いは、部分的に、切削自由自在。

#### ■仕 様

- 切削巾：350 mm
  - 切削深さ：0 ~ 100 mm
- 付属機器 (オプション)
- 油圧ハンマー
  - トレンチ・カット・ドラム 巾 60 mm、深さ 160 mm
  - 6 mm ビット間隔の切削ドラム

 **ヴィルトゲン・ジャパン株式会社**

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町2-20-6 恒倉ビル3F  
TEL. 03-5276-5201 FAX. 03-5276-5202

Denyo

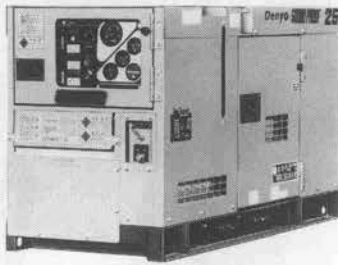
# デンヨーのパワーツース

## 先進のテクノロジーで建設現場のニーズにお応えします。

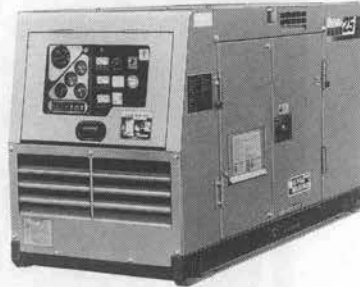
### エンジン発電機

0.5~800kVA

新ブラシレス発電機搭載で、電圧変動率は極少



DCA-25SPI-C 50Hz 20kVA・60Hz 25kVA

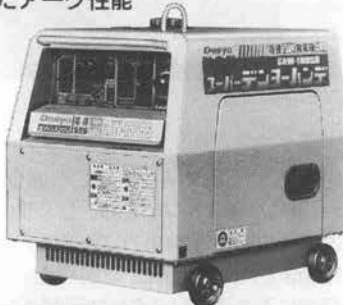


DCA-25SBI 50Hz 20kVA・60Hz 25kVA

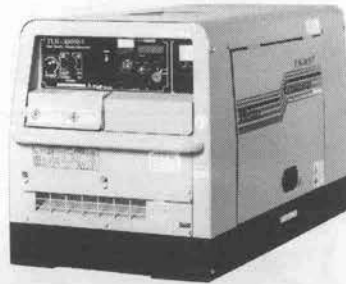
### エンジン溶接・発電機

30~450A

卓越したアーク性能



GAW-150SS 30~150A



TLW-300SSY 30~300A

### エンジンコンプレッサー

1.4~52.4m<sup>3</sup>/min

信頼性の高いスクルーコンプレッサー



DIS-90SB 2.0m<sup>3</sup>/min



DIS-685SS 19.4m<sup>3</sup>/min

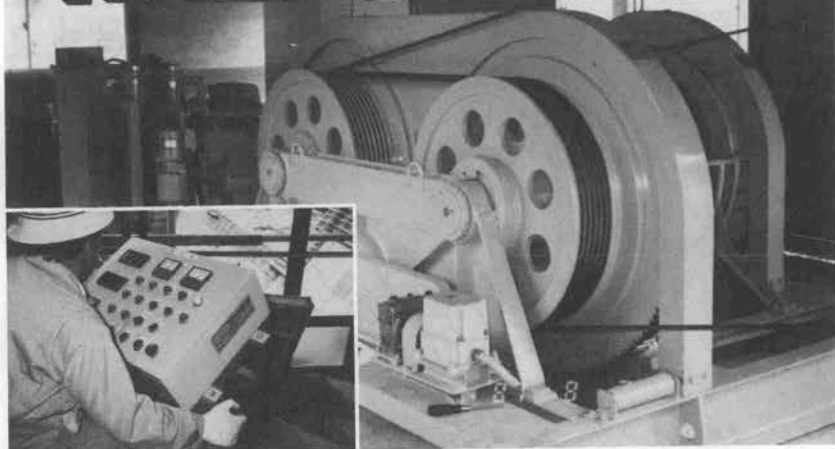
●技術で明日を築く

**デンヨー株式会社**

本店 〒164-0002 東京都中野区上高田4-2-2 TEL.03(5380)7171  
 本社事務所 〒169-0075 東京都新宿区高田馬場1-31-18 TEL.03(5273)7731

札幌営業所 ☎011(862)1221	東京営業所 ☎03(3228)2211	大阪営業所 ☎06(488)7131
東北営業所(1) ☎019(647)4611	横浜営業所 ☎045(774)0321	広島営業所 ☎082(278)3350
東北営業所(2) ☎022(254)7311	静岡営業所 ☎054(261)3259	高松営業所 ☎087(874)3301
関西営業所(1) ☎025(268)0791	名古屋営業所 ☎052(935)0621	九州営業所 ☎092(938)0700
関西営業所(2) ☎027(251)1931	金沢営業所 ☎076(269)1231	出張所/全国主要33都市

# 南星のウインチ

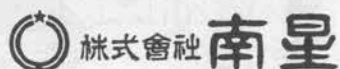


## 営業品目

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

遠隔操作で誰でも運転出来る油圧ウインチ

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



本社工場 熊本市十禅寺町2-8-6 ☎096(352)8191  
 東京支店 東京都港区西新橋1-18-14 小里会館 ☎03(3504)0831  
 支店・営業所・出張所、全国各地26ヶ所

# 油圧回転式ハツリ機

## コンクリートドレッサー SB-240型



取付重機 0.1m<sup>3</sup>以上

### ●切削能力●

切削深さ	切削能力
10mm	25m <sup>2</sup> /時
30mm	8m <sup>2</sup> /時

### ●仕様●

本体重量	155kg
油圧	210kgf/cm <sup>2</sup>
油量	20~50l/min
ビット径	φ246mm

栗田さく岩機株式会社

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



# HANTA小形フィニッシャ先進のデビュー!!

1.75mから4.0mまでの幅員変化に無段階で対応でき、十分な合材供給能力(159m<sup>3</sup>/h)とパーフィーダ2条式とのコンビでF1740C型フィニッシャはさらに磨きをかけて新登場!

## F1740C

舗装幅 ■ 1.75~4.0m(無段階)  
 重量 ■ 約6,200kg  
 フィーダ搬送量 ■ 159m<sup>3</sup>/h  
 舗装厚 ■ 10~150mm

新登場!!  
**3段スクリード**



- 本格的 3 段スクリード
- 舗装幅: 1.75~4.0m(無段階)
- 新設計の油圧式段差調整機構
- ベースペーパー対応機
- 自動着火バーナ装備
- バイブレーターフル装備
- パーフィーダは 2 条式
- 信頼と実績の操作性

### 姉妹品も豊富

[クローラ式]

F18C, F25C2, BP25C2,  
 F31C3, BP31C3

[ホイール式]

F25W2-4WD, BP25W2-4WD,  
 F31W-4WD, BP31W-4WD

## 範多機械株式会社

〒555 大阪市西淀川区御幣島 2 丁目 14 番 21 号

大阪営業所 〒555 大阪市西淀川区御幣島2丁目14番21号  
 東京営業所 〒175 東京都板橋区三郷1丁目50番15号  
 仙台出張所 〒983 仙台市若林区卸町1丁目6番15号・卸町セントラルビル  
 福岡営業所 〒812 福岡市博多区博多駅南3丁目5番30号

☎ 06-473-1741(代) FAX 06-472-5414  
 ☎ (03) 3979-4311(代) FAX (03) 3979-4316  
 ☎ (022) 235-1571(代) FAX (022) 235-1419  
 ☎ (092) 472-0127(代) FAX (092) 472-0129

# MARUMA

木材・巨根の処理は  
タブグラインダーにおまかせください。

木材や巨根の粉碎処理機

## バーミヤ タブグラインダー TG-400A

(チップ飛散防止用タブカバー付) (業界初/パテント取得済)



- 抜群の生産性
- 均一チップの生産
- 自動負荷制御
- ワンマンリモートコントロール
- コスト低減
- ハイパワーヘビーデューティ
- コンパクト設計
- 容易にできるスクリーンの清掃・交換



日本輸入総代理店



**マルマテクニカ株式会社**

相模原事業所 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229-0011

営業部 電話 0427(51)3091 ファクシミリ 0427(56)4389

本社・東京事業部 東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054  
電話 03(3429)2141(大代表) ファクシミリ 03(3420)3336

名古屋事業所 愛知県小牧市小針町中市場25番地 〒485-0000  
電話 0568(77)3311(代表) ファクシミリ 0568(72)5209

厚木事業所 神奈川県厚木市小野651 〒243-0125  
電話 0462(50)2211(代表) ファクシミリ 0462(50)5055

# KEMCO トンネル 急速施行の最新鋭機!

**KEMCO! Schaeff** ・ローダ

ドイツの特殊建機専門メーカーKarl Schaeff社とコトブキ技研工業(株)が、締結した技術提携に基づき製作・販売されるもので国内のニーズに応え、開発された新方式のずり積込機です。トンネル工事(断面積 5 ~ 150 m<sup>2</sup>) 又、碎石現場、道路工事等幅広く活用でき、作業能率の向上に威力を発揮。



(大断面用 KL100B)

型式	KL 7	KL20	KL41	KL51	KL100B
適用ずり取り断面	5 ~ 12 m <sup>2</sup>	10 ~ 30 m <sup>2</sup>	30 ~ 80 m <sup>2</sup>	30 ~ 80 m <sup>2</sup>	70 ~ 150 m <sup>2</sup>
油圧パワーバック	30KW × 1	45KW × 1	90KW × 1	90KW × 1	132KW × 1
コンベア能力	70 m <sup>3</sup> /h	150 m <sup>3</sup> /h	300 m <sup>3</sup> /h	300 m <sup>3</sup> /h	540 m <sup>3</sup> /h
重量	8.5 TON	13.0 TON	25.0 TON	25.5 TON	49.0 TON

## KEMCO TAMROCK 油圧モビル・ジャンボ

フィンランドTAMROCK社の高度な技術と、日本の岩石と戦って半世紀の歴史を持つKEMCOのノウハウが、コンパクトな油圧モビルジャンボを完成。小断面用レールジャンボから、ミニベンチ対応の3ブーム2バスケット油圧モビルジャンボSUPER326GRまで各種販売。



(大断面用 SUPER326GR)

型式	RMH205	MH215TR	MAXIMATIC325TR	SUPER326GR
適用掘削断面	4 ~ 40 m <sup>2</sup>	16 ~ 100 m <sup>2</sup>	25 ~ 110 m <sup>2</sup>	25 ~ 110 m <sup>2</sup>
油圧パワーバック	45KW × 2	45KW × 2	45KW × 3	55KW × 3
エンジン出力	—	180PS/2,200rpm	160PS/2,300rpm	160PS/2,300rpm
重量	13.0 TON	31.0 TON	42.0 TON	42.0 TON

## コトブキ技研工業株式会社 建機事業部

■本 社 〒160-0022 東京都新宿区新宿 1-8-1 大橋御苑駅ビル2F ☎03(3226)3366  
 ■広島営業所 〒737-0144 広島県呉市広白岳 1-2-2 ☎0823(73)1134  
 ■盛岡出張所 ☎019(654)2171 ■福岡営業所 ☎092(471)8819  
 ■支 店/大阪 ■営業所/札幌・東京・名古屋・松山 ■広 事 業 所 ☎0823(73)1131

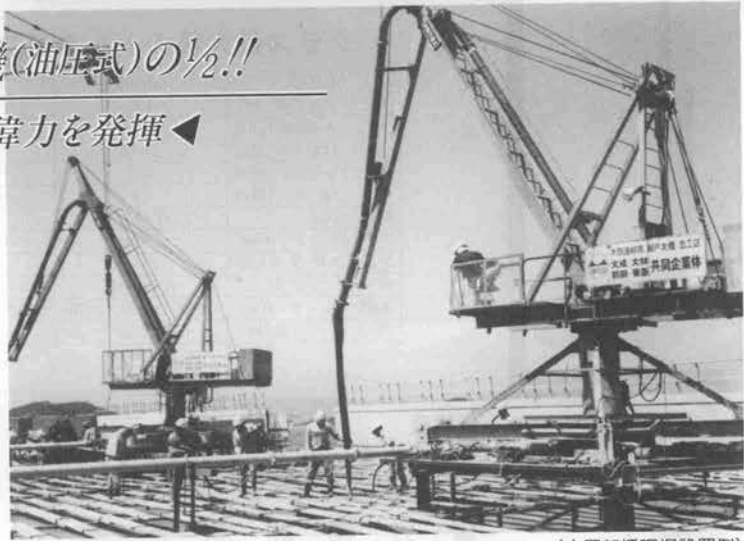
# TAIYU **DISTRIC**

ワイヤーロープ式多目的コンクリート打設装置

価格は当社従来機(油圧式)の1/2!!

▶ 本四架橋でも偉力を発揮 ◀

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

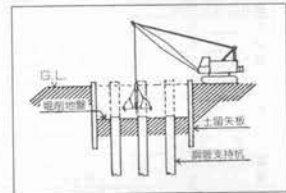


(本四架橋現場設置例)

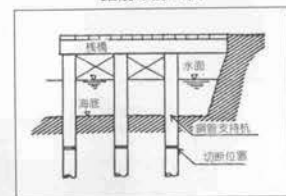
土中  
水中

## 鋼管切断工事を

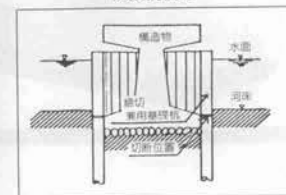
お引受けいたします



掘削の前工程



仮設橋脚等



鋼管井筒



鋼管切断機



杭切断後の撤去



杭切断面

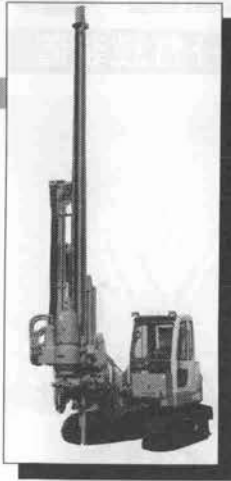
お蔭さまで 国内実績  
 50,000本達成しました。

300φ～2200φまで機械を取揃えています。

CREATIVE ENGINEERING  
**TAIYU**  
 大裕株式会社

本社/工場: 大阪府寝屋川市点野4丁目11-7 TEL(0720)29-8101代 FAX(0720)29-8121 〒572-0077  
 大阪営業所: 大阪市中央区北浜3-7-12東京建物大阪ビル TEL(06)201-2511代 FAX(06)201-2141 〒541-0041

皆様のニーズにナンバーワンの実力で応えます!



## 地盤改良機 GI-50Cシリーズ

クラス最大級のトルクとフィードストローク

MODEL	GI-50C	GI-50CII	GI-50C-93
スピンドル内径(mm)	145	145	93
スピンドル回転数	高速 0~80 低速 0~40	0~90 0~45	0~80 0~40
スピンドルトルク(kg・m)	高速 425 低速 800	425 850	325 650
給圧力(kg)	3,000(MAX)	←	←
フィードストローク(mm)	5,000	6,000	4,000
フィードスピード(m/min)	0~4	0~4	0~4
ベースマシン	0.14m <sup>2</sup> 級	0.16m <sup>2</sup> 級	←
運搬時寸法L×W×H(mm)	7,600×1,880×2,500	8,740×2,000×2,500	←
重量(kg)	7,300	7,500	←

スウェーデン式サウンディング試験機



## オートマチックGR

重労働開放宣言!

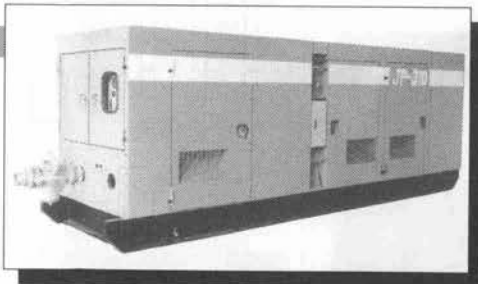
■名称及び型式	■動力	■動力	■エンジン
名称	スウェーデン式サウンディング省力化試験機	動力	エンジン式発電機 2.2KVA
型式	オートマチックGR	■ベースマシン	
■スピンドル		型式	PM245R
回転数(r.p.m)	19	走行速度(km/H)	2.9
回転トルク(kg・m)	10.3	エンジン出力	2.8ps/1,800r.p.m
■リフト		■寸法・重量	
リフト方式	ウィンチ	寸法L×W×H(mm)	2,070×900×1,895
リフト力(kgf)	250	重量(kg)	480(ロッドを含まず)
■操作及び記録			
操作	押ボタン式/シーケンサー制御		
記録	半導体メモリー記録→コンピュータ処理		



ウォータージェットポンプ

## JPシリーズ

土木の新しい水流!



型式	JP-140	JP-310	
重量	2,800kg	9,000kg	
寸法(L×W×H)	3,150mm×1,400mm×1,500mm	5,800mm×1,500mm×2,000mm	
ポンプ	プランジヤ径	φ55mm	φ100mm
	吐出圧力	150kg/cm <sup>2</sup>	150kg/cm <sup>2</sup>
	吐出量	340L/min	920L/min
	ストローク	95mm	100mm
	吸込口径	3" (φ80mm)	4" (φ100mm)
	吐出口径	1" (φ25mm)	1-1/2" (φ40mm)
エンジン	回転数	230~500r.p.m.	156~392r.p.m.
		H07C-TDディーゼルエンジン	K13C-TJ型ディーゼルエンジン
		138ps/1,800r.p.m.	310ps/2,000r.p.m.
	燃料タンク容量: 200L	燃料タンク容量: 400L	

Service & Technology

株式会社 **ワイビーエム**

(旧社名 株式会社吉田鉄五所)

本社 佐賀県唐津市原1534 Tel(0955)77-1121  
東京支社 東京都港区芝大門1-3-6 Tel(03)3433-0525

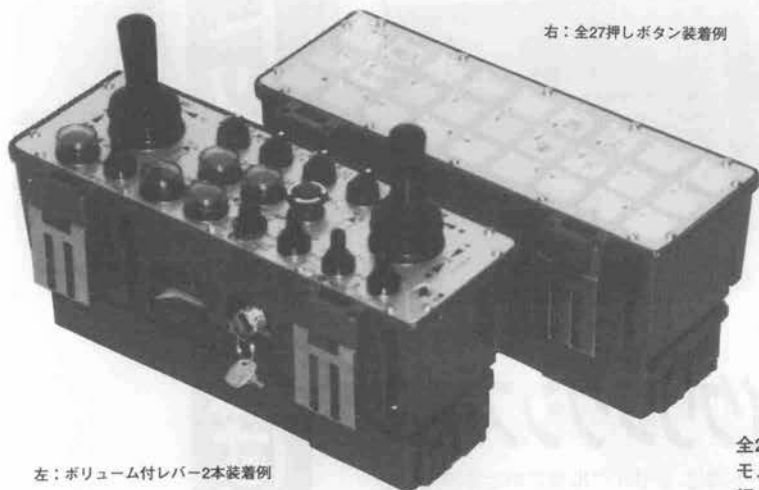
ノイズに勝！特定小電力型 阿波藍色のUシリーズ  
シールドマシン・建設機械・特殊車両他  
**産業機械用無線操縦装置**

- ◆業界随一の2段押しスイッチ
- ◆業界随一のオーダー対応制度
- ◆業界随一のフルラインアップ

あらゆるニーズ 比例制御  
レバースイッチ  
2段押しスイッチ  
特殊スイッチ等  
混在装備 に対応可！

新発売！ **マイティ** RC-7100U型 **サテライト** U オープンコレクタ仕様で **64!**

軽量・コンパクトな送信機に業界最大27個の押しボタン装着可！  
特殊スイッチの混在装備で最大操作数、驚異の



左：ボリューム付レバー2本装着例

右：全27押しボタン装着例

**建設機械無線化実績例**

- シールドマシン
- 全天候型建設ロボット
- コンクリートポンプ車
- 振動ローラ
- クローラクレーン
- ブルドーザ
- 各種搬送台車
- その他各種建設機械

全27押ボタン装着	60万円～
モノレバー2本装着	72万円～
押しボタン付モノレバー2本装着	90万円～
3ノッチレバー2本装着	102万円～
ボリューム付レバー2本装着	180万円～

(左記写真例)

操作性の良さと**無接点化**による安全性を追求した操作レバーは1～3ノッチ及び  
操作方向を**オーダー**にて自由自在、さらに**無段変速レバー**スイッチ装備可。  
送信機ケースは耐衝撃性と軽量化を考慮した**ポリカーボネイト樹脂**製。  
受信機の出力はリレー(標準)、オープンコレクタ、**電圧(比例制御)**の何れか、若しくは混在も可。  
**急速充電器標準装備**(-△V方式)。

お問い合わせ、カタログ請求は下記までご連絡ください。

常に半歩、先を走る



ベンチャー企業創出支援投資 対象企業

**朝日音響株式会社**

〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部  
FAX.0886-94-5544(代) TEL.0886-94-2411(代)  
URL=http://www.mesh.ne.jp/ao-rc/

再資源化貢献企業等表彰  
 通商産業省立地公署局長賞受賞  
 リサイクル推進功労者賞表彰  
 リサイクル推進協議会会長賞受賞



トップドラムはノンスペース

## 日工リサイクリングシステム

アスファルトコンクリート塊は、リサイクル法で指定副産物として指定され、積極的な再生利用が義務づけられています。日工のリサイクリングシステムは5タイプ。アスファルトプラントに併設し再生使用範囲の最も広い「リサイクルユニット」「リサイクルユニット-トップドラム」、リサイクル専用工場向け「リサイクルプラント」、常温混入方式「リサイクルキット」など。使用目的に合わせてお選び下さい。



## 日工株式会社

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台1丁目8 お茶の水スクエアC館5F  
 アスファルトプラント事業部 TEL:03-3294-8129 FAX:03-3294-8130

### ■支店・営業所

北海道 (011) 231-0441 東北 (022) 266-2601 静岡 (0196) 53-7730 関東 (03) 3294-8129 長野 (0262) 28-8340  
 横浜 (045) 324-0331 中部 (052) 776-7101 静岡 (054) 262-8906 北陸 (0762) 91-1303 大阪 (06) 323-0561  
 明石 (078) 914-4261 中国 (082) 244-8251 四国 (0878) 33-3209 九州 (092) 574-8211 南九州 (0992) 54-2540

東京技術サービスセンター TEL. (0471) 22-4611 明石技術サービスセンター TEL. (078) 947-3191

# 豊富な実績

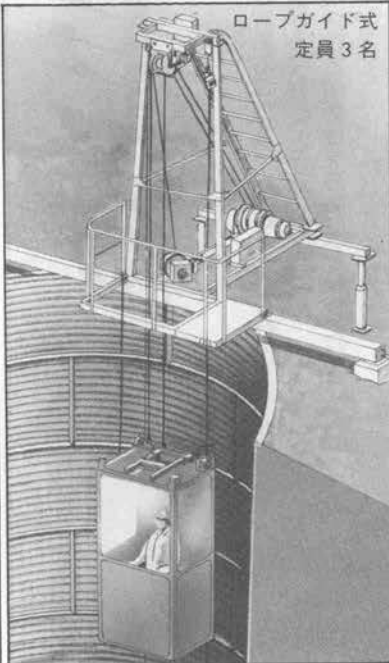
工事用  
エレベーター

大幅な

# カホ製品

能率up!

スロープカー



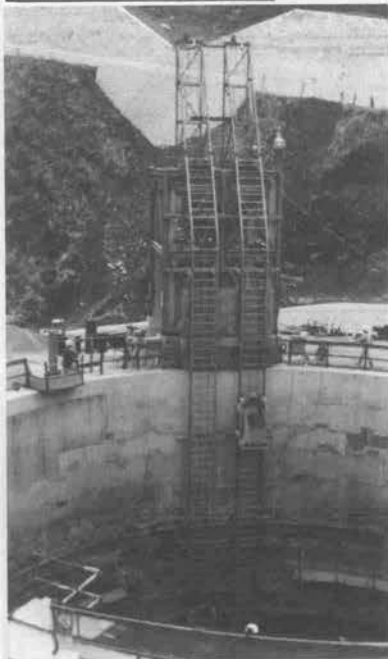
ロープガイド式  
定員3名



やまびこ号

山岳工事  
傾斜 45°  
人荷兼用  
2t積

## オートリフト



バケット容量 0.15~2.0m³



斜坑  
傾斜 45°  
人荷兼用  
1t積

日鉄鉱業グループ

製造・販売



株式会社 嘉穂製作所

- 本社工場 福岡県嘉穂郡築穂町大字大分567  
☎0948-72-0390(代) FAX.0948-72-1335
- 東京支店 東京都千代田区神田駿河台2丁目8(瀬川ビル7F)  
☎03-3295-1631(代)
- 大阪営業所 大阪市中央区本町4丁目2-12(東芝大阪ビル7F)  
☎06-241-1671(代)
- 札幌営業所 ☎011-561-5371 / 仙台営業所 ☎0222-62-1595



夢の挑戦!  
Kobelco 71

KOBELCO

稼ぐ!

より大きな能力を与えて、  
実作業に幅を持たせた  
パンサー500。稼働するほどに「技術の熟成」を  
感じられるシティコンシャスクレーンの機種です。

吊る

定評あるコベルコ・パンサーが、これまで以上に  
稼げるマシンへと変身して新登場。  
耐久性と信頼性を高め、より頼りになる  
マシンへと進化したパンサー250。

走る



現場重視で実質本位 **誕生**  
Newパンサー

CITY CONSCIOUS CRANE  
**PANTHER**

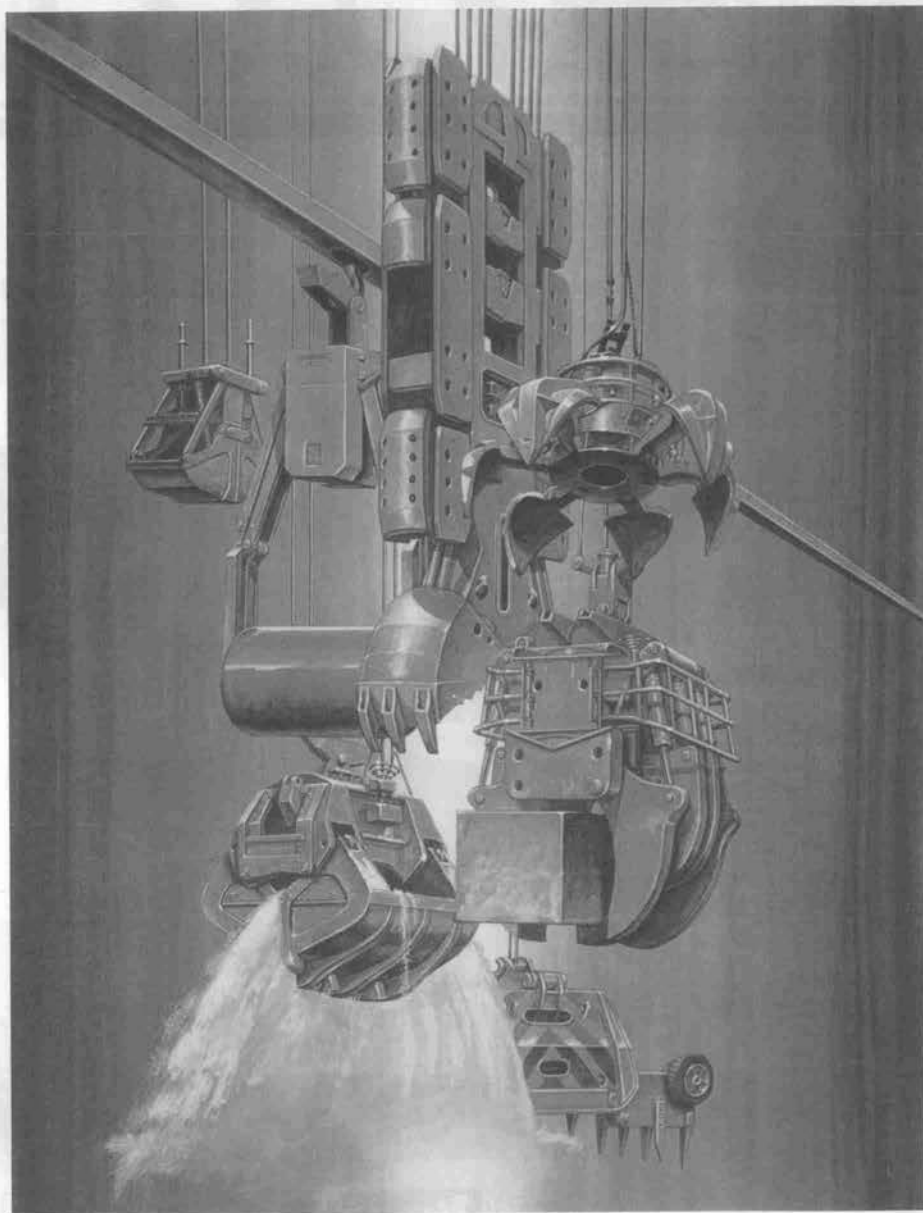
- 250** ●最大定格総荷重:25t×3.5m  
●ブーム長さ:9.3~30.6m/ジブ長さ:7.5/12.0m
- 500** ●最大定格総荷重:51t×2.9m  
●ブーム長さ:10.2~39.0m/ジブ長さ:9.0/15.0m

 **神鋼コベルコ建機** クレーン 営業本部

〒135-8381 東京都江東区東陽2丁目3番2号(コベルコビル3F)  
☎03-5634-4120



# マサゴの電動油圧式バケット



日経産業新聞  
「小さな世界トップ企業」受賞企業

 **眞砂工業株式会社**

柏事業所	〒270-1443	千葉県東葛飾郡沼南町沼南工業団地	TEL. 0471-91-4151(代)	FAX. 0471-91-4129
大阪営業所	〒530-0012	大阪市北区芝田2-3-14(日生ビル)	TEL. 06-371-4751(代)	FAX. 06-371-4753
名古屋出張所	〒450-0002	名古屋市中村区名駅南4-8-12	TEL. 052-564-7406	FAX. 052-564-7409
本社	〒121-0062	東京都足立区南花畑1-1-8	TEL. 03-3884-1636(代)	FAX. 0471-91-4129

あなたの職場の環境美化・安全確保に **Howa**

# 豊和ウエインスーパー



## HA75

●四輪エアーク

3トン級トラックシャシ架装

豊和独自の真空/循環方式と3トンナローキャブシャシの採用により比較的狭い道路の清掃が安全に手軽にできます。4トンスーパークラスの能力を有しています。

## HF80H

●四輪ブラシ式

4トン級トラックシャシ架装、左ハンドル

路面清掃車で初めてエアースパションを採用。ハイリフトダンプ、小さな回転半径、しかも普通免許で運転できます。市街地道路から工場内まで幅広く使用可能です。



## HF58E $\alpha$



## HF63 $\alpha$



## HF66A



(製造元) **Howa** 豊和工業株式会社



# 三井物産マシナリー株式会社

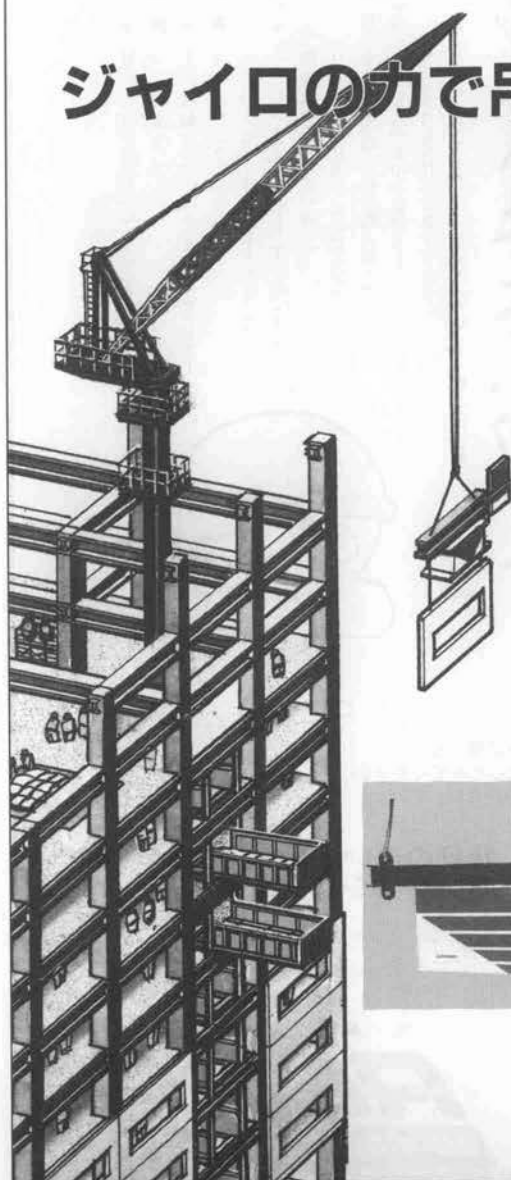
産業・建設機械事業部 〒105-0004 東京都港区新橋6丁目1番11号 秀和御成門ビル TEL03(3436)2851

開発機械部 03-3436-2871	札幌支店 011-271-3651	関西支店 06-375-7787
産業設備機械部 03-3436-2861	東北支店 022-265-2990	四国出張所 0878-25-2204
本店営業部 03-3436-2851	盛岡営業所 0196-25-5250	西日本支店 092-282-3001~4
新潟営業所 025-247-8381	中部支店 052-702-7732	広島営業所 082-227-1801
長野営業所 0262-26-2391	北陸営業所 0764-32-2601	鹿児島営業所 0992-26-3081
宇都宮営業所 0286-34-7241		

# 吊荷制御装置

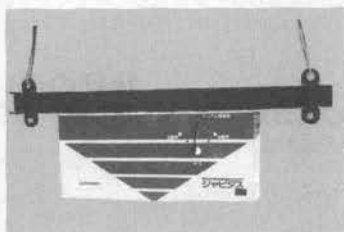
レンタルします!!

## ジャイロの力で吊荷を 自在にコントロール ジャピタス



吊荷の回転を容易に制御し、ねらった方向で正確な位置決めができます。

ジャピタスは、ジャイロ効果によって発生する高出力の回転モーメントを応用した吊荷制御装置で、無線遠隔操作（通信範囲100m）により吊荷の回転運動を制御し、目的の位置で吊荷を正確に静止させることができます。



### 仕様

型式	MI-25 型
本体寸法(縦×横×高さ)	0.73m×1.9m×0.75m
本体重量	1,200Kg
駆動方式	ジャイロモーメント
吊荷の極慣性モーメント*	25tonm <sup>2</sup>
回転速度	90度/20秒
供給電源	(DC12V)4台

建機レンタル

# AKT/O

## 株式会社 アクティオ

本社 / 東京都千代田区岩本町1-5-13  
秀和第2岩本町ビル 〒101-0032  
Tel: 03-3862-1411(代表)

■東京支店 / Tel:03-5226-0771  
■多摩支店 / Tel:0425-23-1411  
■横浜支店 / Tel:045-641-1411  
■北関東支店 / Tel:048-622-6925  
■北陸支店 / Tel:025-284-7422  
■千葉支店 / Tel:043-221-1411  
■茨城支店 / Tel:029-243-8155

■関西支店 / Tel: 06-536-2121  
■東北支店 / Tel:022-217-1811  
■北東北支店 / Tel:019-641-4211  
■名古屋支店 / Tel:052-953-9939  
■静岡支店 / Tel:054-238-2994  
■九州支店 / Tel:092-724-6003  
■北海道支店 / Tel:011-814-1411

# 曲げない社長に、物申す!

社長 レガが評判いいらしいですよ。

社長 レガってなんだ?

社長 世の中進んでるんだよ。

今この油圧ショベルはどれも大差ないだろう。そうでしょうか?。でも、大評判ですよ、微妙な操作まで思い通りで、リズミカルに仕事はかどるって。

社長 そんなものは、お前の腕次第じゃねえか。

オレレタ それにキャブの中が気持ちよくって、視界もいいし、リラックスして仕事に集中できるって言ってましたよ。

社長 だから、言ってるだろう、道具じゃないんだ。腕、お前の腕。

あ、お言葉返すようですが、友達も言っていましたよ、「レガにしてから、また腕が上がった」って。

社長 それが、素人だと言ってんだよ。

でも、その人すごいベテランですよ。もともと仕事も速いし、それに、安心なんですよ、レガは。

安心?

キャブもガッチリしてるし、安全設計が徹底しててんです。

社長もそこは気になるでしょう?

もちろん、そうだが……、

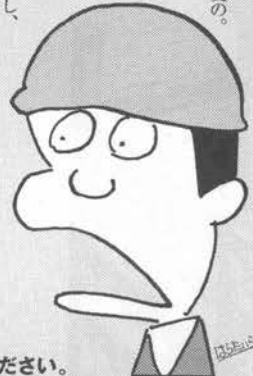
今のショベルじゃ仕事ができないって言うのか!

そうじゃないけど、使いやすいにしちゃったことはないし、そろそろうちの機械も換え時だ。僕、間違ってますか?

お前も、二人前の口利くようになったもんだなあ。

だって、そう思いますから。

社長 ……!!



どうぞオペレータの立場から、油圧ショベルをもう一度見直してみてください。

お確かめください、レガの違い。

あらゆる動きが、圧倒的にスムーズでリズミカル。

- 新コントロールシステムで、フーム・アーム・バケットの動き、旋回、走行、そして、それらの連動がスムーズ&パワフル。
- 「自分流」の自由設定モードをはじめ、土羽打ち、ブレーカなど、作業に応じて最適な選択ができる作業モード。

キャブ内のゆき届いた快適性も、レガならではの。

- スペースゆったり視界広々の大型プレスキャブ。
- 9ヶ所11通り調節可能なシートはコンソールとの一体式(英国KAB社製)。
- 業界初のオートエアコン&シートヒーター。
- ビスカスマウントにより、キャブの揺れを低減。

CATのレガだから、最高の安全環境を標準装備。

- 労働安全衛生法の規格をクリアするヘッドガードキャブを標準装備。
  - 誤作動を防止する油圧ロックレバー。
  - 万一の転倒に備え、シートベルトを標準装備。
- ◎装備はモデル・仕様によって異なります。

抜群の使い心地で、オペ絶賛!  
新レガ・Bシリーズ



バケット容量0.28m<sup>3</sup>~1.9m<sup>3</sup>までシリーズ充実!  
※バケット容量(代装仕様)は、取付表示です。

307B ● / 308BSR / 311B / 312B / 313BSR  
315B ●● / 320B / 322B / 325B / 330B / 345B ●●

**[新キャタピラー三菱販売会社グループ]**

- 北海道キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(011)881-6612
- 東北建設機械販売㈱ TEL(0223)22-3111
- 北関東キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(0485)73-9441
- 東関東キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(0471)33-2111
- 東京キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(0426)42-1115

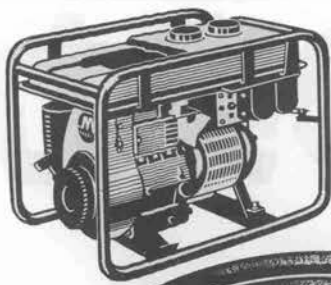
- 神奈川キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(0467)75-8101
- 北越キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(025)266-9181
- 北陸キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(0762)58-2112
- 甲信キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(0551)28-4911
- 静岡キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(054)641-6112
- 中部キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(0566)98-1113
- 関西キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(078)935-2811

- 近畿キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(0726)41-1125
- 東中国キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(096)272-5210
- 西中国キャタピラー三菱建機販売㈱ TEL(082)893-1112
- 四国機械㈱ TEL(0878)36-0363
- 四国建設機械販売㈱ TEL(089)972-1481
- 九州建設機械販売㈱ TEL(092)924-1211
- 牧港自動車㈱ TEL(098)861-1131



CATERPILLAR(キャタピラー)及O'CATU(Caterpillar Inc.の登録商標です。REGAは、新キャタピラー三菱株式会社登録商標です。

営業本部:東京都世田谷区用賀四丁目10-1 1515-8530 TEL.03-5717-1155



マイコン  
エンジン  
ゼネレーター  
VG-200A

マイコン 電子制御  
バイブレーター



VC-1A

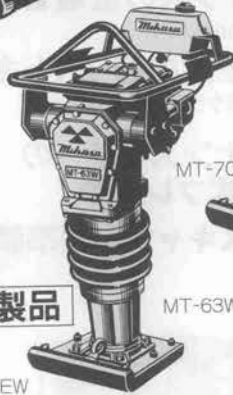
2年間保証  
ステーター&ローター



プレート  
コンパクター

MVC-60CEW

新製品

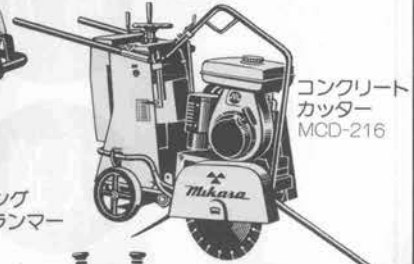


MT-63W

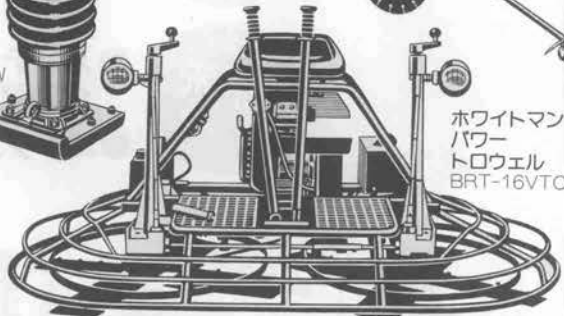


MT-70W

タンピング  
ランマー



コンクリート  
カッター  
MCD-216



ホワイトマン  
パワー  
トロウエル  
BRT-16VTCL

# Mikasa

21世紀を創る三笠パワー!

特殊建設機械メーカー



## 三笠産業

バイブレーション  
ローラー



MRX-440P

新製品



バイブロコンパクター

MVH-303DSA

- 本社 東京都千代田区猿樂町1丁目4番3号 千101-0064 電話 03(3292)1411 1F
- 札幌営業所 札幌市白石区流石センター6丁目1番48号 千03-0350 電話 011(892)6920 1F
- 仙台営業所 仙台市若林区卸町5丁目1番16号 千984-0016 電話 022(2338)1521 1F
- 新潟営業所 新潟市鳥屋野4丁目1番16号 千950-0851 電話 025(284)6565 1F
- 高崎営業所 高崎市江木町1-716-1 千370-0346 電話 0273(22)0032 1F
- 北関東課・東関東課 埼玉県春日部市緑町3丁目4番39号 千344-0063 電話 048(734)6110 1F
- 横浜営業所 横浜市港北区新羽町994-2 千223-0057 電話 045(531)4300 1F
- 長野営業所 長野市青木壱町大家913番地4 千381-2205 電話 0262(83)2961 1F
- 静岡営業所 静岡市高松2丁目25番18号 千422-8334 電話 054(238)1131 1F

西部地区総発売元

三笠建設機械株式会社



MRH-600DS

大阪市西区立売堀3-3-10 電話06(541)9631 1F  
●営業所 名古屋/福岡/高松

# クラス最大の實力

強力

●クラス最大のバケット容量

L26(2.6m<sup>3</sup>) L32(3.2m<sup>3</sup>) L34(3.4m<sup>3</sup>) L39(3.9m<sup>3</sup>)

●クラス最大のエンジン出力

L26(170ps/2200rpm) L32(190ps/2200rpm)

L34(220ps/2200rpm) L39(265ps/2100rpm)

快適

●トップクラスの低騒音

(耳元騒音75db以下)

●クラス最大の超ワイドキャビン

(容積3m<sup>3</sup>:同クラス25%容積アップ)

優秀

●メンテナンスフリーの

全油圧式ブレーキ

●ロップスキャブの標準装備



新登場

**TCM** ホイールローダ  
L series

L26/L32/L34/L39

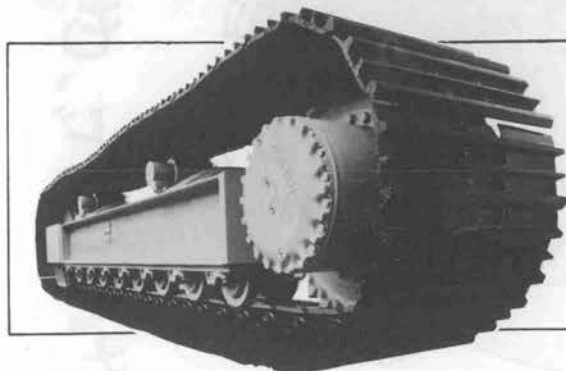
総合物流システム

**TCM**

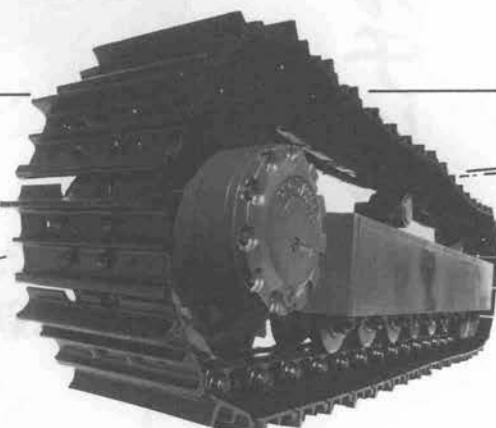
**TCM** 東洋運搬機 株式会社

本社 / 〒550 大阪市西区京町堀1-15-10 TEL.06(441)9151  
東京本部 / 〒105 東京都港区西新橋1-15-5 TEL.03(3591)8171  
インターネット・ホームページ <http://www.tcm.co.jp/>

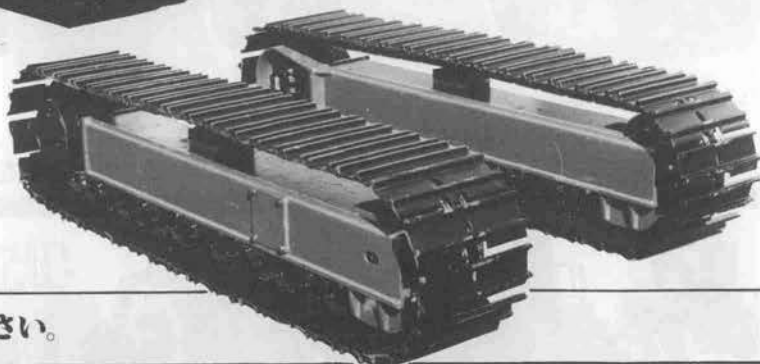
# TOKIRON



トキロンの厳しい品質管理が  
信頼性を高めています。……



タフな足廻り!



設計段階からご相談下さい。

〈営業品目〉

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



トラック・リンクはトキロンへ

株式会社 **東京鉄工所**

本社 〒140-0013 東京都品川区南大井6-17-16(第二藤ビル)

☎(03)3766-7811 FAX.(03)3766-7817

土浦工場 〒300-0015 茨城県土浦市北神立町1-10

☎(0298)31-2211 FAX.(0298)31-2216



ひときりわマルチに。



ひときりも、エコいでも、

多彩なシーンで、大活躍。  
ワールド・ミニ新登場。

With Ecology.  
**MULTI  
MINI 2**

FL301も加わって、  
充実のラインナップ



FL304-2 (バケット容量0.6m<sup>3</sup>)

FL303-2 (バケット容量0.5m<sup>3</sup>)

FL302-2 (バケット容量0.4m<sup>3</sup>)

FL301 (バケット容量0.3m<sup>3</sup>)

多様化した現場のニーズにあわせて、豊富なアタッチメントを取りそろえました。

一般土木に

道路維持・環境整備に

除雪作業に

簡易・畜産に



フォークバージョン  
FL304-2

パワースイバ  
(フォークバージョン用)  
FL304-2

パワースイバ3  
FL302-2/303-2/304-2

マルチプラウ  
FL303-2/304-2

ロータリ除雪機  
FL302-2/303-2/304-2

ロールグラブ  
FL302-2/303-2/304-2

マニアフォーク  
FL301

**FURUKAWA**  
Technology To Our Future

**古河機械金属**

本社 〒100 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 ☎(03)3212-0484

■札幌支店 ☎(011)785-1821  
北海道フルカワ建機㈱ ☎(011)784-9644  
道北フルカワ建機㈱ ☎(0166)57-7521  
道東フルカワ建機㈱ ☎(0155)37-2222  
■東北支社 ☎(022)221-3531  
東北建機センター ☎(022)384-1301  
南東北古河機械販売㈱ ☎(0246)36-7383

■大阪支社 ☎(06)344-2531  
大阪建機センター ☎(06)478-2307  
■広島営業所 ☎(082)240-0407  
■山陽古河機械販売㈱ ☎(086)279-6181  
■四国古河機械販売㈱ ☎(0878)51-3265  
■名古屋支店 ☎(052)561-4586  
名古屋建機センター ☎(0568)72-1585

■北陸古河機械販売㈱ ☎(0762)38-4688  
■富山営業所 ☎(0764)33-5888  
■福井営業所 ☎(0776)38-6663  
■古河建機販売㈱  
営業本部 ☎(048)421-3733  
九州支店 ☎(092)924-3441  
■南九州古河機械販売㈱ ☎(0992)62-3505

極東開発

規制緩和で登場した新規格車（車両総重量25トン車）に国内最長のM型4段屈折式36mブームと最大吐出量120m<sup>3</sup>/hのコンクリートポンプを搭載した国内最大級のコンクリートポンプ車。建設工事に欠かせない生コンクリートの圧送作業の省力化や時間短縮を実現します。デジタルラジコンを標準装備し、作業現場の状況に応じたコンクリートポンプ車の運転を遠隔操作できます。

4段屈折ブーム付コンクリートポンプ車

**ピストンクリート**

PY120-36

リーチの差

確実に高層化が進む中規模建築物の、  
設計と現場のニーズに応える  
「ピストンクリート PY120-36」デビュー。

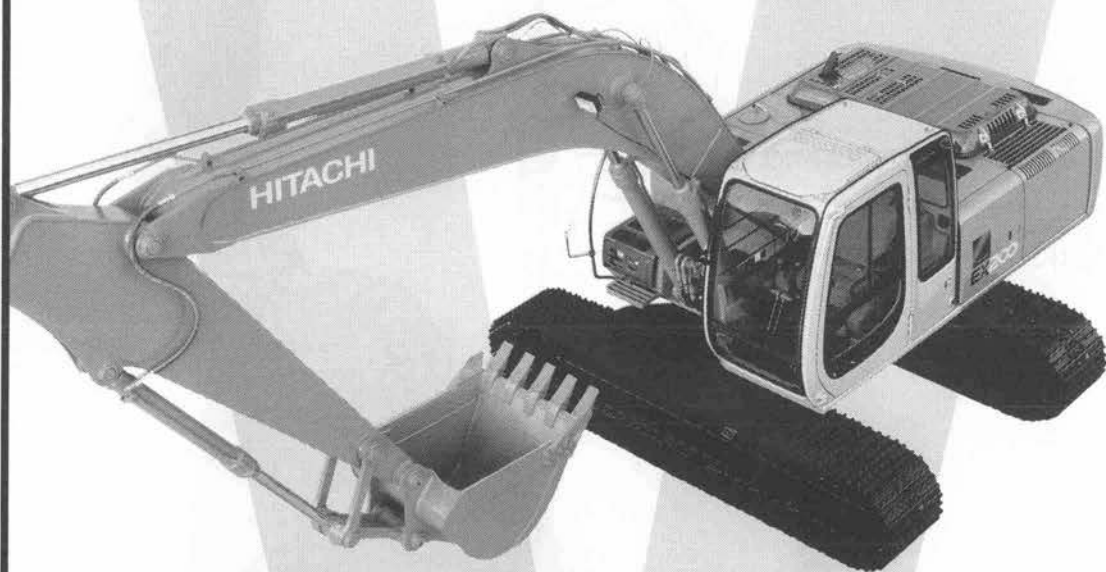


極東開発工業株式会社

本社 西宮市甲子園6-1-45 〒663-8545 TEL(0798)66-1000  
東京本部 東京都港区浜松町2-4-1世界貿易センタービル24F 〒105-6124 TEL(03)3435-5359

CM (コンクリートポンプ  
ミキサートラック) 営業部  
TEL (03) 3435-5363 (ダイヤルイン)

# ランディV進撃!



…乗った、均した、掘った、均した、…乗った、均した、掘った、均した、…

## 大好評V発売中! 乗って実感

ランディVは、掘削作業から均し、仕上げ、ハンドリング作業まで、すべての性能、機能がグレードアップしました。全国各地の作業現場で使っているオペレータの方々から、「思いのままに動いて止まる。複合操作のつながりが良くスムーズだ。作業がスピーディで疲れない」と、乗って実感!の声が続々よせられています。ランディVは、グレード別や作業の用途別に応じて揃った豊富なバリエーションの中から最適な機種を選べます。この機会に一度試乗してみてください。必ず、乗って実感!を体感するはずですよ。

排出ガス対策型エンジン搭載機

NEW  
**Landy V**  
Series

 **日立建機**

日立建機株式会社 東京都千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)  
〒100-0004 ダイヤルイン(03)3245-6361



# どこでも信頼される!! 明和の建機

豊富な品揃えによりユーザーのニーズに応える品質、性能、信頼性の高い当社製品群。

## 明和ハイリフト 自走式高所作業車

カタニン(くらぶ走行)

4輪ステアリング(4WS)で前後左右(タテ、ヨコ)自在に動ける。



HL-40  
作業高さ：6.00m  
作業台高さ：4.00m



CL-610  
作業高さ：8.00m  
作業台高さ：6.00m  
CL-410  
作業高さ：6.00m  
作業台高さ：4.00m

## コンバインド振動ローラ

センターピン方式  
アスファルト舗装最適

排ガス規制対応・低騒音モデル

- MUC-401 4t (コンバインド・センターピン)
- MUC-401W 4t (ワイドタイヤ仕様)
- MUC-250 2.5t (コンバインド・センターピン)
- MGC-250 2.5t (コンバインド・ワンフレーム)



低騒音型

## バイブロコンパクタ

前後進自由自在

- RP-5
- PW-6



## ハンドローラ



- MS-6 620kg
- MS-5 550kg
- MG-7 700kg
- MG-6 600kg

両サイド点圧可能

## タンパランマ

エンジン直結式  
オイル自動循環式



- RTa-75
- RTb-55
- RTc-65
- RTd-45
- RTc-65F (4サイクルエンジン搭載)
- RTd-45F (4サイクルエンジン搭載)
- RTc-65D (ダブルクリーナ仕様)
- RTd-45D (ダブルクリーナ仕様)

## バイブロランマ

ベルト掛け式



- RA-80
- RA-60
- RA-80F (4サイクルエンジン搭載)
- RA-60F (4サイクルエンジン搭載)

## バイブロプレート

- KP-12
- KP-8
- KP-6
- KP-6T (運搬車付)
- KP-6D (ダブルクリーナ仕様)
- KP-5
- KP-3
- VP-8
- VP-7



## コンクリートカッタ



- MCP-18
- MCP-16
- MK-14
- MK-12
- MK-10
- MC-13
- MC-12
- MC-10

## 株式会社 明和製作所

本社 〒332-0031 川口市青木1-18-2  
TEL.048-251-4525 FAX.048-256-0409  
営業部 〒334-0063 川口市東本郷5  
TEL.048-284-8883 FAX.048-282-0234  
川口工場 〒334-0063 川口市東本郷5  
TEL.048-283-1611 FAX.048-282-0234

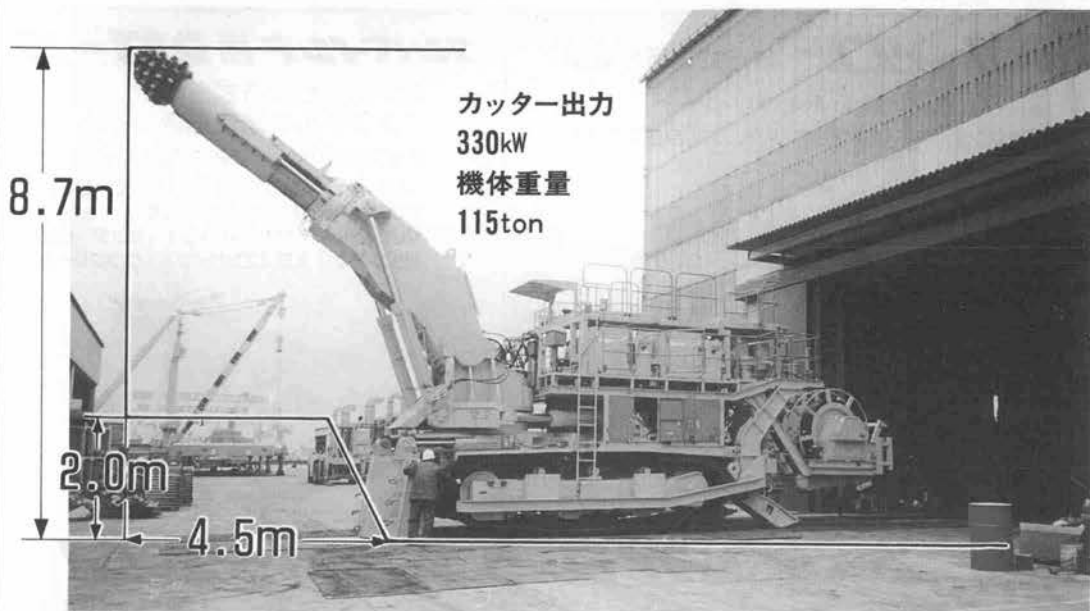
### 営業所

大阪 ☎(06) 961-0747~8 FAX.(06) 961-9303  
名古屋 ☎(052) 361-5285~6 FAX.(052)361-5257  
福岡 ☎(092) 411-0878-4991 FAX.(092)471-6098  
仙台 ☎(022) 236-0235~6 FAX.(022)236-0237  
広島 ☎(082) 293-3977-3758 FAX.(082)295-2022  
横浜 ☎(045) 301-6636 FAX.(045)301-6442

第2弾

# RH-10J

ミニベンチ機械掘削工法  
ブームヘッダー



磐越自動車道 竜ヶ岳トンネル(東)納入/発注者・日本道路公団

RH-10J型は

- ①積込機、NATM関連機器等、従来機との組合せでミニベンチ工法が出来ます。
- ②トップデッキを外すことにより、ショートベンチ工法の上半にも使えます。

油圧カヤバの建機部門

## 日本鉱機株式会社

建機部

本 社 〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目11番1号(富士ビル) 電話(03)3431-9331(代表)  
福岡支店 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号(安川産業ビル9階) 電話(092)411-4998  
工 場 〒514-0301 三重県津市雲出鋼管町(カヤバ工業株三重工場) 電話(059)234-4111

## 1998年(平成10年)3月号PR目次

### —ア—

(株) アクティオ	後付	19
朝日音響(株)	〃	13
ヴィルトゲン・ジャパン(株)	〃	5
オカダ アイヨン(株)	〃	3

### —カ—

極東開発工業(株)	後付	25
栗田さく岩機(株)	〃	7
コトブキ技研工業(株)	〃	10
コマツ	表紙4	〃 2

### —サ—

新キャタピラー三菱(株)	後付	20
神鋼コベルコ建機(株)	〃	16

### —タ—

大裕(株)	後付	11
大和機工(株)	〃	1
デンヨー(株)	〃	6
(株) 東京鉄工所	〃	23
東洋運搬機(株)	〃	22

### —ナ—

(株) 南星	後付	7
日工(株)	〃	14
日鉄鉱業(株)	表紙3	〃 15
日本鉱機(株)	〃	28
日本ゼム(株)	〃	4

範多機械(株).....後付 8

日立建機(株)..... " 26

古河機械金属(株)..... " 24

—マ—

真砂工業(株).....後付 17

丸友機械(株)..... " 1

マルマテクニカ(株)..... " 9

三笠産業(株)..... " 21

三井物産マシナリー(株)..... " 18

(株)明和製作所..... " 27

—ヤ—

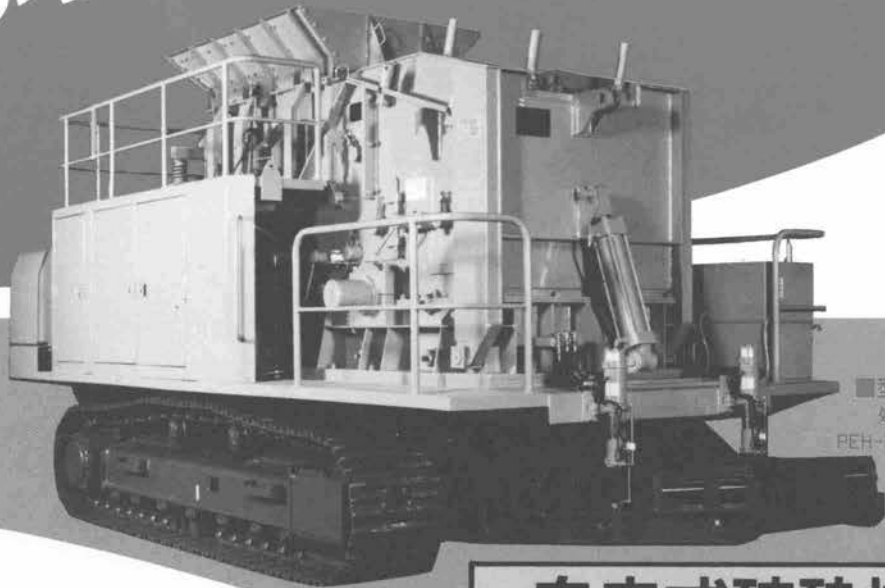
(株)横山基礎工事.....表紙 2

吉永機械(株)..... " 2

—ワ—

(株)ワイビーエム.....後付 12

# ぶつちぎり、パグー。



■型式:HM-40  
処理能力:40t/h  
PEH-3-100/105搭載

## 自走式破砕機

# メガハルド

※商標登録申請中。

解体現場から排出されるアスコン廃材の処理は年々困難さを増すとともに、自走式破砕機の能力に対する要求は、増大しています。従来の自走式破砕機では能力が不足であったり、粒形や粒度分布に問題があると指摘されてきました。

日鉄鉱業の「自走式破砕機メガハルド」は待望の重荷重設計、しかも粒形の良いインパクトクラッシャの決定版ハルドパクトを搭載しています。アスコン廃材をかつて無い効率で破砕し、粒形、粒度分布の良さを誇ります。

従来の自走式破砕機にご不満があるのなら是非「自走式破砕機メガハルド」をご検討下さい。

### ■メガハルドの特長

1. 350mmの大塊に対応。
2. 抜群の破砕能力。
3. 産物の粒形、粒度分布が良好。
4. 保守管理が容易
5. 鉄筋の付いたコンクリートもそのまま処理。
6. 夏期でもアスファルトの居着きが少ない。
7. 抜群のコストパフォーマンス。

製造・販売



**日鉄鉱業株式会社** 機械営業部

〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台2-8瀬川ビル7F 03-3295-2502(ダイヤルイン代表)

■九州支店/092-711-1022 ■大阪支店/06-252-7284 ■北海道支店/011-233-5371 ■東北支店/022-265-2411

製造工場



**株式会社幸袋工作所**

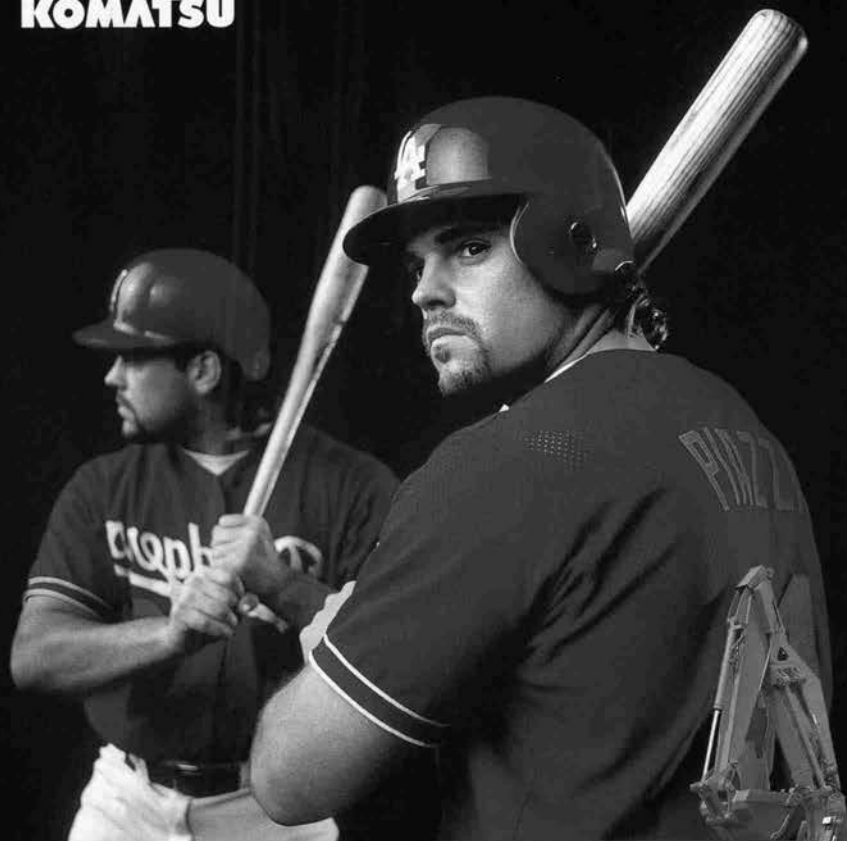
〒820-0192 福岡県嘉穂郡庄内町大字有安958-23 庄内工業団地内TEL0948(82)3907代



# JUST MEET

## KOMATSU

*Mike Piazza*  
MIKE PIAZZA  
マイク・ピアッツァ、LA・エンゼルス選手、現職・カリフォルニア・エンゼルス後援に出張、ロサンゼルス・エンゼルス



# おかげさまで10周年

先進機能とデザインで新しい時代を築いてきたUUシリーズが、今年、10周年を迎えます。その間、現場からのニーズに一つ一つ答えを見つげながら、都市型工事だけでなく、より幅広い分野で認められる建機へと進化を重ねてきました。おかげさまで、販売実績5万台。

1m幅内旋回のPC08UUから、1車線幅内旋回のPC228UUまで全8機種をラインアップ。さらに理想のミニショベル、油圧ショベルを目指して。

UUシリーズは、これからも進化し続けることを約束します。  
コマツは今、「ジャストミート」!



時代が認めた実力です。



機名	PC08UU	PC12UU	PC28UU	PC38UU	PC50UU	PC75UU	PC128UU	PC228UU
バケット容量 (標準仕様)	0.022m <sup>3</sup>	0.055m <sup>3</sup>	0.08m <sup>3</sup>	0.11m <sup>3</sup>	0.22m <sup>3</sup>	0.28m <sup>3</sup>	0.45m <sup>3</sup>	0.8m <sup>3</sup>

コマツ 営業本部 〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 TEL.03-5561-2714

●お問い合わせは／北海道0133-73-9292／東北022-231-7111／関東048-647-7211／東京044-287-7713／中部・北陸0525-66-2631／大阪・四国06-864-2031／中国・九州092-641-3114

本誌への広告は



■一手取扱いの株式会社共栄通信社  
本社 〒104-0061 東京都中央区銀座8の2の1(新田ビル) ☎(03)3572-3381代 ☎(03)3572-3590  
大阪支社 〒530-0047 大阪市北区西天満3-6-8(世屋ビル) ☎(06)362-6515代 ☎(06)365-6052

雑誌03435-3

「建設の機械化」

定価

一部八四〇円

本体価格八〇〇円