

建設の機械化

1980 **3**
日本建設機械化協会

シールド特集



日立 UH07の油圧ショベル
—日立建機株式会社—

土の穴掘りなら全ておまかせ下さい!!

(特許申請中)

マルゼン・ハイネス・アースドリル



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



丸善工業株式会社

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

東京流機・インガソールランドが
公害のない快適な作業、
すぐれた経済性を追求する

新しいドリリングの概念!

AT-600 S型集塵機付
CD-610型
クローラドリル



- クローラドリル
石灰石鉱山、砕石、土木工事
のあらゆる穿孔に
CD-2・CD-8・CD-610
- クローラドリル集塵機
100%集塵
空気消費量が少なくあらゆる
機種に取付可能
AT-600S・AT-600
AT-900・AT-1200

CD-8型



東京流機製造株式会社

本社・工場 226 横浜市緑区川和町50-1 ☎045(933)6311
営業部 106 東京都港区西麻布1-2-7 ☎03(403)8181
営業所 仙台・東京・大阪・広島・福岡

1980年版日本建設機械要覧の新刊ご案内と予約募集

社団法人 日本建設機械化協会

記

本協会は国産建設機械の実態を紹介し、かつ現場技術者が工事の実施計画をたてる際の参考書とするため、すでに1950～1977年の間に、9回に亘り「日本建設機械要覧」を刊行し、官公庁、学校、業界、団体、金融機関等々にご利用いただき好評を博しております。

最近における国産建設機械は機械化施工の急速な進歩と共に、新機種の開発も目覚ましく、1977年版は既に絶版となり、各方面に大変ご迷惑をかけておりましたが、昨年7月以降百数十名の施工技術者、機械技術者のご尽力により、ようやく4月末に刊行の運びとなりました。

本要覧は関係業界の第一線の方々で構成する審査委員会の審査にもとづき、良好な使用実績を示した国産輸入の各種建設機械、作業船、原動機、工所用機材等を選択して、写真、図面等のはか、主要諸元、性能、特長等の技術的事項を網羅しておりますので、製造業、建設業、販売業、整備業、リース・レンタル業、コンサルタント等の皆様には欠かすことのできない実務必携書となるものと信じます。

1980年版は1977年版に比べ、各機種の紹介を簡潔にし、仕様一覧表（今回より和英文を併記）に重きをおくと共に工所用機材、泥水処理装置、濁水処理プラント等を追加し、総頁としては、約300頁増となりました。

本書が建設事業に携わる関係各位の座右の書としてお役に立つことを念願してやみません。

つきましては本要覧が完成、発売するまでの期間、別記の通り特別価格にて予約募集をいたしますので、予約申込をされる方々は下記申込要領をご一読願ひ、添付予約申込書に必要事項を記載の上、別記の最寄りの申込先へお申込下さるようお願い申し上げます。

なお、予約申込は代金の前納をもって予約扱いとなりますので、お含みの上よろしくお願い申し上げます。

1. 造 本 B5版 約1,300頁
写真・図面多数、表紙特製。
2. 頒布価格 会員 1冊 30,000円 送料 1冊につき 900円
非会員 1冊 36,000円 送料 2冊以上のときは実費
注：官公庁（市町村を含む）学校および本協会の本・支部団体
会員、個人会員は会員扱いとなり、その他はすべて非会員
扱いとなります。
3. 送金方法 (1) 現金書留 (2) 郵便振替 (3) 銀行払込 のいずれかとする。
4. 申込方法 (1) 申込は添付申込書を利用願ひ、必要事項を明記し、最寄りの
事務局（別記）へお送り下さい。
(2) 官公庁（市町村を含む）学校等が官費にて購入の場合は、発
注者の所属責任者の記名捺印された注文書が必要です。
また所定の見積書、請求書、請求書があるときは注文書と一緒に
事務局へ送って下さい。
(3) 会社、個人の申込は代金前納となります。（3項参照）
(4) 電話による申込は行っておりません。
5. 予約期限 昭和55年4月末日まで
(1) 予約期限までに代金の払込のないときは、予約申込とはなり
ません。
但し、官公庁の予約取扱は納品後2ヵ月以内に送金されたも
のに限ります。
(2) まんいち発刊日が遅れたときは、その日まで予約期限は自動
的に延期されることになります。
6. 特別価格 予約期限内に限ります。
会 員 1冊 27,000円 送料 1冊につき 900円
非会員 1冊 32,400円 送料 2冊以上のときは実費
7. 編 集 社団法人 日本建設機械化協会

1980年版日本建設機械要覧の予約申込書

1. 申込部数： 冊
2. 支払方法：
現金・郵便・銀行（いずれかに○）
3. 送付先：
郵便番号 〒□□□□
住 所

官公庁名
又は会社名
部 課 名

氏 名

上記のとおり予約申込み致します。

昭和55年 月 日

申込団体名

担当者名

部 課 名

電話番号 () -

氏 名

印

社団法人 日本建設機械化協会 御中

1. ブルドーザおよびブルドーザ
BULLDOZER & SCAPER

2. トラクタおよびトラクタータンク
TRACTOR & BULLDOZER

3. 特殊自動車
SPECIAL VEHICLE

4. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

5. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

6. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

7. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

8. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

9. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

10. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

11. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

12. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

13. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

14. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

15. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

16. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

17. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

18. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

19. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

20. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

21. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

22. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

23. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

24. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

25. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

26. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

27. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

28. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

29. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE

30. 特殊自動車用クレーン
SPECIAL VEHICLE CRANE



申込先

社団法人 日本建設機械化協会

本部 〒105 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

電話 東京 (03) 433-1501 (直通)

434-8211 (交換)

取引銀行 三菱銀行銀座支店

024-0150341 (普通)

郵便掛替口座 東京 7-71122番

北海道支部 〒060 札幌市中央区北三条西2-6 富士会館

☎011(231)4428 北海道銀行札幌駅前支店・172078

東北支部 〒980 仙台市国分町3-10-21 豊和ビル

☎0222(22)3915 七十七銀行二丁目支店・0100820

北陸支部 〒951 新潟市東区朝通6-1061 中央ビル

☎0252(23)1161 住友銀行新潟支店・500583

中部支部 〒460 名古屋市中央区栄4-3-26 昭和ビル

☎052(241)2394 東海銀行栄町支店・539-187

関西支部 〒540 大阪市東区谷町1-30 大手前建設会館

☎06(941)8845-8789 住友銀行西真島支店・83959

中国支部 〒730 広島市八丁堀12-22 築地ビル

☎0822(21)6841 広島銀行東町支店・620653

西国支部 〒760 高松市福園町4-28-30 小竹ビル

☎0878(21)8074 百十四銀行松坂支店・0054282

九州支部 〒810 福岡市中央区舞鶴1-1-5 舞鶴ビル

☎092(741)9380 福岡銀行天神支店・104559

序	7.3 半リジダンタルオーガ	ルトグラント
	7.4 変容式リジダン	13.5 リフト車
	7.5 ドリルジャンボ	13.6 ラインローラ
	7.6 ヒールおよびロー	13.7 その他の維持用機械
	7.7 シールド掘削機	13.8 ロータリ除雪車
	7.8 たて風置き機	13.9 除雪ドーザ
	7.9 トンネル掘削機	13.10 除雪トラック
	7.10 その他のトンネル用機械	13.11 除雪ブレード
8. モータグレダおよび路盤用機械	8.1 モータグレダ	13.12 その他の除雪機械
9. 締固め機械	9.1 ロードローラ	14. 作業船
	9.2 タイヤローラ	14.1 海洋立用作業船
	9.3 自動ローラ	14.2 構造物工事用作業船
	9.4 振動コンパクタ	14.3 調査監視船
	9.5 タンク	14.4 修繕整備作業船
	9.6 タンピングローラ	14.5 その他
10. 骨材生産機械	10.1 骨材生産グラント	15. 空気圧縮機、送風機およびポンプ
	10.2 フィーダ	15.1 空気圧縮機
	10.3 砕石機	15.2 送風機
	10.4 選別機	15.3 ポンプ
	10.5 濁水処理グラント	16. 駆動機その他
11. コンクリート機械	11.1 コンクリートグラントおよびミキサ	16.1 内巻機関
	11.2 ドラレミキサおよびグラブ	16.2 トルクコンパクタ、液体燃料および
	11.3 コンクリートブレーサおよびアジ	16.3 油圧機器
	11.4 コンクリートポンプおよびモルタル	16.4 蓄電池
	11.5 コンクリート吹付機	16.5 電気機器
	11.6 コンクリート振動機	16.6 発電設備
	11.7 コンクリート破砕機	17. 完成部品、燃料・油類、特殊機械器具および工用機械材
	11.8 その他のコンクリート機械	17.1 建設車両用タイヤおよびタイヤセ
12. 舗装機械	12.1 アスファルトグラント	17.2 ワイヤローラ
	12.2 アスファルトフィニッシャー	17.3 燃料油・潤滑油および作動油
	12.3 その他のアスファルト舗装機械	17.4 建設機械整備点検用機械
	12.4 コンクリート舗装機械	17.5 騒音計、振動計、温度計、pH計、その他関連機器
18. 道路維持および除雪機械	18.1 ロッドスイーパー	17.6 工用機械材
	18.2 各種清掃車	付 録
	18.3 路面切削機	1. 建設機械関係日本工業規格
	18.4 路面補修車および常温式アスファ	2. 日本建設機械化協会規格
		3. 土工機械関係のISO規格
		4. 建設機械化研究所における性能試験
		実施法規格
		掲載会社名簿
		索引
		編集委員

目次

□巻頭言 シールド工法の今昔……………渡辺 健 / 1

シールド工法の現況……………栗原和夫 / 3

最近のシールド掘削機……………西岳 茂 / 8

東京都の下水道事業計画とシールド……………武見 英雄 / 16

営団地下鉄 11 号線 (半蔵門線) 工事概要……………富張 清一郎 / 21
百瀬 敏 彦

東京都水道局北部幹線シールド工事概要……………山口 充博 / 28

グラビヤ—最近のシールド

名港導水路海底シールド工事実績……………太田 義一 / 35

クラッシュ内蔵型泥水加圧式シールドの
概要と施工例……………小川 武記 / 44
納見 誠一
塩 入 敏 彦

アーティキュレート式シールド……………小野村 和男 / 48

小断面都市トンネル工法 OCAMS/PS 工法……………三島 亨介 / 52

□部会研究報告

シールド仕様書様式 (案)……………シールド掘進技術委員会 / 56
機械技術部会

□随 想 山とダムと……………山田 昌巳 / 60

アスファルト舗装の現位置再生工法の概況……………高野 漢 / 62

浮遊式連続埋立工法 (フローティングコン
ベヤシステム FCS)……………石井 一郎 / 67
宮 崎 良 彦

□新刊図書紹介

日本建設機械要覧—1980 年版……………要覧編集委員会 / 74

□新機種ニュース……………調査部会 / 76

□整備技術

機械マネージャの任務と使命 (2)……………整備技術部会 / 80

□ISO 規格紹介

土工機械の性能試験方法に関する ISO 標準規格 (1) ……ISO 部会 / 83

□統 計

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

行事一覧…………… / 86

編集後記…………… (津田・折橋・鈴木) / 88

◀表紙写真説明▶

日立 UH 07-s 油圧ショベル

日立建機株式会社

本機は、UH 07-3 に各種用途でのユーザーズを広くとり入れ、大幅にモデルチェンジされたもので、掘削性能をさらに向上させ、一方では 23% の燃費低減が図られている。また各種用途の使用にも能率が上がるよう各動作速度、掘削力などを上げながら作業時の安定の良さやすぐれた操作性は従来そのままに維持されている。さらに、ユーザーのランニングコストに影響する信頼性、耐久性をより一層向上させた。運転室まわりも一新されて居住性を高め、整備性の改善や国際規格にマッチしたアクセス (運転取扱いのための機械への近接性能) を備えるなど、細部にわたりハイクラスの技術を盛り込んでいる。

バケット容量……………標準 0.7 m³

エンジン出力……………105 PS

全装備重量……………18.5 t

昭和 55 年度 建設機械整備技能検定のお知らせ

昭和 55 年度技能検定実施計画が 2 月 18 日付労働省告示第 8 号で官報に告示されました。これによると、建設機械整備は本年度は前期において実施されることとなりました。実施計画内容は下記のとおりですので、受検を希望される方は早めにご準備下さい。

1. 等級および試験の方法

1 級および 2 級、実技試験および学科試験

2. 日 程

実施公示……昭和 55 年 4 月 1 日（火）

受検申請書の受付……昭和 55 年 4 月 23 日（水）～ 5 月 7 日（水）

実技試験 { 問題の公表……昭和 55 年 6 月 16 日（月）
 実 施……昭和 55 年 6 月 27 日（金）から
 昭和 55 年 9 月 28 日（日）まで

学科試験……昭和 55 年 9 月 28 日（日）

合格発表……昭和 55 年 10 月 14 日（火）

3. 特 典

建設機械整備に係る 1 級または 2 級の技能検定に合格した者は車両系建設機械の定期自主検査者の資格が与えられる。

実施は各都道府県で行われますので、実施の有無（都道府県によっては実施しないところもある）、受検の手続、受検資格、受検の手数料（実技試験は 8,500 円以内、学科試験は 1,500 円以内で都道府県知事が定める金額）など、詳細については受検希望地の都道府県職業能力開発協会（別表参照）にお尋ね下さい。なお東京都で受検を希望される方の申請書受付、実技試験の実施などを例年通り本協会本部（下記）で東京都職業能力開発協会（旧技能検定協会）に協力して行います。

社団法人 日本建設機械化協会整備技術部会
 〒105 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内
 電話 東京 (03) 433-1501

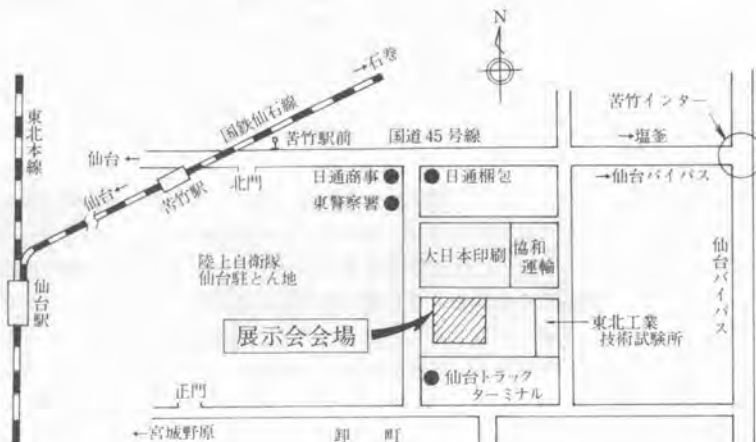
〔別表〕 職業能力開発協会都道府県別電話番号一覧

(昭和 55 年 2 月 1 日現在)

北海道 011 (631) 2385	石 川 0762 (62) 9026	岡山 0862 (25) 1546~7
青 森 0177 (39) 5561	福 井 0776 (34) 1111 内 493	広 島 0822 (22) 4038
岩 手 0196 (54) 5427	山 梨 0552 (53) 9529	山 口 08392 (2) 8646
宮 城 0222 (71) 9260	長 野 0262 (28) 5101	徳 島 0886 (63) 2316
秋 田 0188 (62) 3510	岐 阜 0582 (72) 6472	香 川 0878 (82) 2854
山 形 0236 (31) 2269	静 岡 0543 (45) 9377	愛 媛 0899 (41) 5885
福 島 0245 (21) 1357	愛 知 052 (962) 3616	高 知 0888 (84) 0165
茨 城 0292 (21) 8647	三 重 0592 (28) 2732	福 岡 092 (291) 0647
栃 木 0286 (62) 7177	滋 賀 0775 (24) 8436	佐 賀 09522 (4) 6408
群 馬 0272 (23) 1111 内 498	京 都 075 (432) 4758	長 崎 0958 (62) 4375
埼 玉 0488 (29) 2801~2	大 阪 06 (772) 7781	熊 本 0963 (84) 1711
千 葉 0472 (46) 1201~2	兵 庫 078 (331) 3882, 3403	大 分 0975 (36) 0350
東 京 03 (295) 5513	奈 良 0742 (24) 4127	宮 崎 0985 (24) 7401
神 奈 川 045 (312) 2731	和 歌 山 0734 (25) 4555	鹿児島 0992 (26) 3240
新 潟 0252 (31) 2155	鳥 取 0857 (22) 3494	沖 縄 0988 (62) 4278
富 山 0764 (32) 9883	鳥 取 0852 (23) 1755	

昭和 55 年度 建設機械展示会（仙台）の開催

1. 主催 社団法人日本建設機械化協会
2. 会期 昭和 55 年 5 月 23 日（金）～27 日（火）……5 日間
3. 公開時間 午前 9 時～午後 5 時（初日は午前 10 時開場）……入場無料
4. 場所 仙台市原町苦竹東熊の木……下図参照
5. 交通機関 国鉄<仙石線>苦竹駅（仙台駅より四つめ）で下車、徒歩約 15 分（会期中は「仙台駅～会場」間に臨時バスを運行します。タクシーで仙台駅より約 15 分）



なお、詳細については下記事務局までお問合せ下さい。

社団法人 日本建設機械化協会

本部：〒105 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館内）

電話 東京（03）433-1501

東北支部：〒980 仙台市国分町 3-10-21（徳和ビル内）

電話 仙台（0222）22-3915

コンクリートポンプを用いたコンクリート打設工法は昭和41年頃より急速に普及し、都市における建築工事では必須の工法として登場した。しかし、ポンプ打込方法の基本的な施工研究が十分行われないうちに広く一般化したため実施面で種々の問題が起きた。すなわち、コンクリート構造面からいろいろの心配な点が指摘された。そのため日本建築学会の材料施工研究委員会でこの問題がとりあげられ、昭和47年9月にはコンクリートポンプ工法施工指針案がまとめられた。

本協会のコンクリート機械技術委員会でも、コンクリートポンプおよびトラックミキサについて、現状の施工上の具体的問題点を把握し、今後の機械改良に対する方向性を見出す目的で、昭和48年から49年にかけてアンケート調査を実施した。

官公庁、ゼネコン、業者などを対象としたアンケート調査の結果、施工技术、コンクリート品質管理、オペレータ技能、機械保守点検整備など施工に関する具体的事項が指摘され、ポンプ工法に対する基礎的知識の向上ならびに技能者の育成などの重要性が要望された。

コンクリート機械技術委員会ではこのアンケート調査結果を踏まえ、ポンプ工法について単に施工性の便利さからの追求だけではなく、この工法の持つ欠点をよく認識し、良質なコンクリートを打設するにはどうしたらよいか、実際の現場で直面する機械化施工上の問題点を検討し、3年間にわたる研究成果をまとめ、ハンドブックとして編集した。

本書は、コンクリートポンプ工法に関連の深いコンクリートポンプおよびトラックミキサの機械化施工の検討資料に現場技術者ならびに技能者の方々の施工計画、施工管理、運転管理などに必要な実務上の参考資料をとり入れて編集したもので、現場の実務者の方々に大いに役立つものと考えている。

●内 容……

第1編 コンクリートポンプ

第1章 総説／第2章 構造と機能／第3章 コンクリートの配合と品質／
第4章 ポンプ施工／第5章 運転法／第6章 保守と整備

第2編 トラックミキサ

第1章 総説／第2章 構造と機能／第3章 運転法／第4章 保安および
整備

●体 裁……A5判 304頁

●頒 価……3,000円(会員2,700円) ㊦300円

●申 込 先……社団法人日本建設機械化協会本部(下記)および各支部(88頁の奥付参照)

㊦105 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内

電話 東京 (03) 433-1501

技術革新が急速に進展する現代にあつては、建設機械も日進月歩の改善、進歩が行われている。また一方、省資源、省エネルギーについて真剣な態度で望まなければならない時代となつてきた。これに伴つて建設機械の維持管理、整備技術の面でも新たな考え方が要求されてきた。

そこで当協会では、従来の「建設機械整備基準」を全面的に見直し、時代に沿う内容として改訂し、今般標記のような「建設機械整備ハンドブック」(管理編)を編さんし、このたび発刊のはこびとなつた。

本書は、建設機械の維持整備、設備保全のマネジメントについての基本的な考え方を具体的にわかりやすくまとめたものであり、建設機械の管理・整備業務に携わる技術者にとって好個の参考書になると信ずる。広く本書を活用され、業務に役立て、省資源、省エネルギー、高品質、高付加価値時代への対応の一助とされるよう願つてやまない。

なお、引続き「基礎技術編」、「エンジン編」、「油圧機器整備編」を発刊する予定で、目下編集業務を進めている。

●内 容……

1. 総論 (建設機械の管理と整備/安全と衛生/公害/機械の信頼性管理/整備と経済性/建設機械整備技能士検定制度)
2. 整備施設 (整備工場の計画/工場レイアウト/整備施設及び機器/整備工場の公害防止施設)
3. 部品管理
4. 整備の基礎知識
5. 機械の要素
6. 工業材料
7. ワイヤロープ、タイヤ、チェーン
8. 燃料、潤滑油その他

●体 裁……B5判 325頁

●頒 価……4,000円(会員3,600円)〒300円

●申 込 先……社団法人日本建設機械化協会本部(下記)および各支部(88頁の奥付参照)

〒105 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内

電話 東京 (03) 433-1501

機 関 誌 編 集 委 員 会

編 集 顧 問

加藤三重次	本協会会長	寺島 旭	八千代エンジニアリング(株) 取締役
長尾 満	国際協力事業団理事	石川 正夫	佐藤工業(株)土木営業部専門部長
坪 質	本協会専務理事	神部 節男	(株)間組常務取締役
浅井新一郎	元機関誌編集委員長	伊丹 康夫	日本国土開発(株)専務取締役
上東 広民	本協会建設機械化研究所副所長	斎藤 二郎	(株)大林組技術研究所次長
中野 俊次	元機関誌編集委員長	大蝶 堅	東亜建設工業(株)顧問
新開 節治	本協会建設機械化研究所 試験部次長	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械事業部作業給担当部長
桑垣 悦夫	久保田鉄工(株)環境技術研究所長	塚原 重美	電源開発(株)土木部部长代理

編集委員長 田 中 康 之 本協会運営幹事長

編集幹事 本 田 宣 史 本協会広報部会委員

編 集 委 員

森 寛昭	本協会広報部会委員	新堀 義門	三菱重工業(株)建設機械事業部
西出 定雄	本協会広報部会委員	高木 隆夫	キャタピラー三菱(株) 販売促進部商品開発課
立花 勲	本協会広報部会委員	折橋 孝志	(株)神戸製鋼所建設機械事業部 サービス部東京サービス課
吉田 由治	本協会広報部会委員	松島 顕	(株)間組機材部機電課
古橋 正雄	日本国有鉄道建設局線増課	兼子 功	(株)大林組東京本社機械部
松尾 嘉春	日本鉄道建設公団 工務第一部機械課	梅津 敏雄	東亜建設工業(株)船舶機械部
佐々木武彦	日本道路公団東京第一建設局 建設第二部構造技術課	佐藤 寿	鹿島建設(株)機械部
天野 節夫	首都高速道路公団第一建設部	鈴木 康一	日本舗道(株)海外事業部
長田 忠良	水資源開発公団第一工務部機械課	福来 治	大成建設(株)技術管理部情報室
津田 弘徳	本州四国連絡橋公団 工務第二部設備課	森谷 正三	(株)熊谷組営業本部総括部
高橋 大	電源開発(株)土木部	大平 成夫	清水建設(株)機材部
牧 宏	日立建機(株)クレーン技術部	三浦 満雄	(株)竹中工務店技術研究所
田辺 法夫	(株)小松製作所 営業本部市場開発部	和田 航一	日本国土開発(株)土木本部



巻頭言

シールド工法の今昔

渡辺 健

1825年にテムズ河の河底トンネル工事で誕生したシールド工法は、わが国には約100年後の1920年に初めて導入されたが、本格的に採用されたのは1939年（昭和14年）の関門鉄道トンネルである。その後戦争の断絶期間を経て、1953年（昭和28年）と1957年（昭和32年）に関門道路トンネルと東京の地下鉄丸の内線の建設工事にルーフシールド工法が用いられた。

しかし、何とんでも今日のわが国のシールド工事普及の基盤となったのは、1961年（昭和36年）から施工された名古屋市地下鉄1号線覚王山トンネルのシールド工事であろう。これを契機として、東京、大阪などの大都市における地下鉄、上下水道、電力、通信関係工事にシールド工法が本格的に採用されるようになり、最近では大都市のみならず全国各地にこの工法が普及するに至った。

私は、戦後昭和26年から復活した東京の地下鉄建設に最初から引続き携わっているが、建設工事のピークだった東京オリンピックの年、昭和39年頃までは正に開削工法万能の時代だった。開削工法には設計、施工とも一応マスターした私も、それ以後のシールド工法の抬頭と開削工法からシールド工法主体への移行経過を身をもって体験してみると、時の流れと変化の速さに今更ながら一驚の念を禁じ得ない。同時に、私の所属する営団地下鉄におけるシールド工事の変遷だけ見ても、日本のシールド工法変遷の縮図を見るような感じがしてならない。

具体的には、昭和40年代に入って、技術面の進歩からシールド工法を一般工法として地下鉄建設にも本格的に使えるようになり、従来は非常な難工事では半ば不可能とされていたルートでも難なく施工が可能となったりして、建設もやりやすくなったと喜んだ時期もあった。しかし、世の中はよくしたもので、時の流れとともに沿道住民の環境意識が高まり、施工環境も厳しいものになっていった。

今日、このシールド工法が各地に普及している現状をみると、その隆盛の理由と基盤がそれなりにあったことが回顧される。回顧といっても名古屋以来の僅か18年間の変遷であるので、この表現が或いは適切でないかもしれないが、その変化の速さと度合いの大きさの点からみて、正に今昔の感を禁じ得ない。敢えて標題の表現を用いた所以である。

シールド工法が普及した理由としてはいろいろ挙げられるが、特に注目すべきものは環境関

巻頭言

係の問題であろう。都市を中心とした輸送路としてのトンネル築造の工法としては、従来の開削工法万能の時代からシールド工法主体の時代に完全に移行してしまった感がある。しかも、このシールド工法そのものも時代の推移とともに急ピッチで改善と進歩の途を走っているように見受けられる。

シールド工法は従来「地表面をいじることなく横孔式に地下だけで工事をするトンネル工法なので、何時やったかわからぬうちにトンネルをつくってしまう工法である」とのうたい文句で、住民対策にも有利な工法としてその利用範囲を伸ばしてきた。しかし、最近の一部の住民から、やれ地盤凝固剤だの、やれ地下水の涸渇だの、地盤沈下だのと結構厳しい要望が出されるようになった。一方では工事の安全が最優先の時世ともなり、更に従前以上に合理化と省力化が必要な時代ともなってみれば、シールド工法自体にも改善への努力と工夫がなされるのは当然の帰結である。

日本におけるシールド工法についての最近の進歩は、機械化シールドによる掘進技術、とくに泥水加圧式シールド工法と土圧式シールド工法とにその具体的な姿をみることができよう。滞水砂層地盤を対象として、その安定工法を目指して発達してきた泥水加圧式シールド工法は世界でもわが国の技術が断然先行している状態である。また、土圧式シールド工法も施工実績が着実にふえつつあり、シールド工法として有望な工法の一つになりつつある。これら両工法とも機械化シールドの応用動作として生まれたもので、無圧気下での施工を基本とし、安全工法と省力化へのメリットを生かすなどして、地下水位低下とか酸欠などの環境問題に有効な工法として更に実績を重ねつつある。

これらの進歩の跡を辿ってみると、社会情勢の変化がその背景として大きく影響していることがわかる。都市における社会資本充実の一環としての都市トンネルをみても、社会的ニーズとともに環境などの社会的制約が逆に技術の改善と進歩をもたらす原因となっている。シールド工法もそれ自体世の中の動きに順応する形で改良、改善の方向へ変化しているように見受けられる。環境アセスメント条例とか住民運動などで、建設関係プロジェクトも実施の段階で仲々苦勞を要する時世であるが、今こそ創意工夫で新技術を生み出し、逆境を乗り越えてカバーするバイタリティが我々建設技術者に必要なのではなかろうか。

—Takeshi Watanabe 帝都高速度交通営団理事—



1. 最近のシールド工事の傾向

(1) 用途

昭和32年～33年頃からぼつぼつと始めてきたシールド工事が39年頃から軌道に乗って増え続け、この15年間に世界のどこの国よりも多く、そして様々な形や工法に発展し続けてきた。図-1、図-2のように53年におけるシールド機納入実績(大手シールド機メーカー6社の数字による。建設業自社製作分は含んでいない)は41年に比べ3.4倍の伸びを示している。

シールド工法を用いて掘るトンネルの用途も多種、多目的に拡張され、下水道工事を筆頭として、上水道、鉄道(営団、都、国鉄)、電信電話、電力はもとより、建設省、高速道路、ガス等の洞道に至るまで、都市におけるトンネルの主流を占めるまでに成長してきていることは驚くばかりである。掘削外径も小はミニシールドと呼ばれる1m前後のものから、大は10mから東北新幹線上野トンネルの12.6mまでの発注がすでになされている。大口径のものは鉄道の独壇場ではなく、下水道幹線、上水道幹線、電力電電の共同溝にもその幅は広げられ、7～8m級のシールドがすでに施工を完了している。

形状も用途に応じて多少の変化が加えられ、少ない例ではあるが、矩形、馬蹄形が施工されたこともある。図-3に昭和53年の用途の傾向を示すが、日本における下水道の普及がめざましいことを伺い知ることができるのである。

(2) 場所

日本の大都市は東京、大阪、名古屋、福岡をはじめ海に面した所が多く、その地質は沖積層を主として軟弱な地盤が多いことや、都市が過密化して道路交通の阻害や

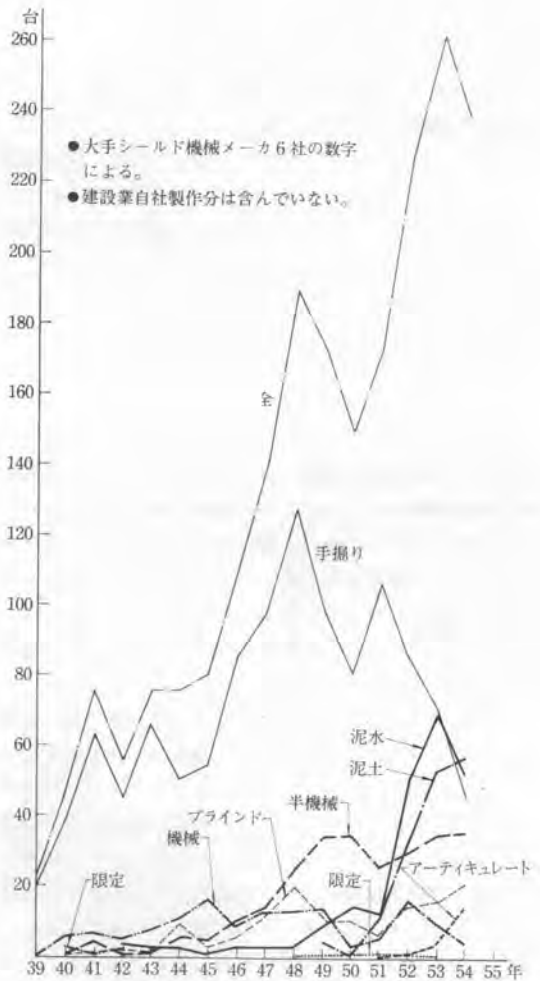


図-1 昭和53年におけるシールド機納入実績

騒音、振動の少ない工法が歓迎されたことから、この発達に拍車がかかったことは周知の事柄であるが、そのうえ、都市が狭隘で、平面的な設置をゆるぎないトンネ

* Kazuo Kurihara 西松建設(株)関東支店宮城前出張所長

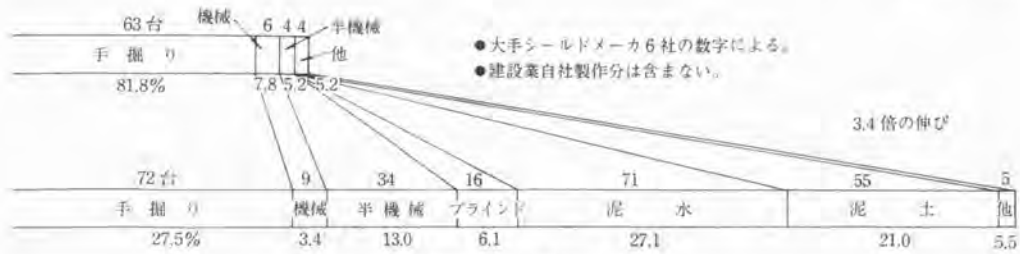


図-2 昭和41年と53年の比較傾向

ルが下へ下へと深くなって交差し、また人里離れた所の水底下や、埋立のような超軟弱地に追いやられた結果が各種のシールド工法を生み、改良させ、他工法を追いのけて成長してきたゆえんであろう。水底下シールドやれき層のシールド、超軟弱地盤のシールドはこれまでこれらの場所で経済的に不可能とされてきたようなトンネル施工まで可能にさせたことも事実である。

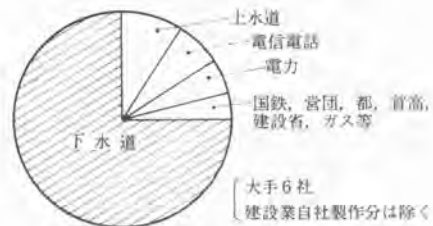
(3) 工 法

複雑な地層や水圧やれき層や、それらに対応する工法は日本的工夫によって次々となされて行き、理論的裏付けより実践が優先し、実践の中からつかんだノウハウによってかなりの成功を治めている。薬液注入や水位低下工法とともに圧気工法の必要性はますます増大し、手掘りや機械掘りに圧気の併用はほぼ必須の事柄になってきた。手掘能率の増大のために掘削機や積込機を併載した半機械掘りのシールドも急曲線や短距離や比較的切羽の安定しているシールド等に重宝されている。

超軟弱地盤用に作られたブラインドシールドも地質が平均している所には非常に有利な工法であり、開口部の開口比を加減することによって切羽の安定を図りうるこの工法はシールド工法の一角の地位を確立している。水底下やゆるい砂や液性の高い土やれきの混ざる土で水圧の高い所等には泥水シールドが考案され、加圧泥水による切羽の安定と泥水による流体輸送とによってその適用範囲はまだまだ広がり続けるだろう。

ブラインドシールドの適用範囲を広げ、砂の多い所やN値の高い所まで掘れるように機械カッタを前面につけたものが泥土シールドであり、スクリーコンベヤで掘進に応じて排土するようにして切羽の密閉圧力状態を保つようにしてあるもので、砂、れき等のとき、泥水を入れるのは泥水加圧シールドの範ちゅうに入るかと思うが、とはいえ、なるべく土の状態をそのままにというこの工法は、ブラインドの延長としてまだまだ伸びて行くことであろう。機械掘ブラインドともいふべきであろうか。

限定されたシールド機前面だけに圧気を行って、後方は大気圧に保とうとする限定圧気シールドは着想はかなり以前から宣伝され、テストシールドが何回か行われて

図-3 昭和53年における企業種別の比率
(シールド機械台数による)

おり、実際施工にもわずかに使われているが、切羽の圧力の保持方法がむずかしく、動きつつあるシールド周辺の圧気漏洩防止は至難の技で、土質が大いに影響あると考えられ、一概にどこでも適用ができるものとは思われず、このためまったく伸びていない。建物の下をくぐらず、道路下におけるトンネルを原則としている工事現況から曲線が多く、かつ半径が年々小さくなる傾向にあるのも手伝って、カーブを曲りやすくという、全長を二つに分割し、ジャッキでつないだアーティキュレートなるものも現われ、小口径においての使用例も数多くなってきている。

昭和53年におけるシールド機納入実績から見ると、手掘りの台数の需要は12年前とほとんど変わらず、約27.5%を占め、泥水が27.1%、泥土が21.0%、半機械掘りが13.0%、ブラインド6.1%、機械掘り3.4%となっており、泥水、泥土が台頭してきて、地理的、地質的条件の悪い所を掘らざるを得ない現状をうきぼりにしているようである。

2. シールド工法選択にあたっての

注意と問題点

トンネル掘削の方法を決定するに際して、土質条件と環境条件等からシールド工法の採用を行わざるを得ない場合、そのシールド工法のうち、どの工法を採用してよいか、施工的に、また経済的にはなほ迷うのが実情である。

掘削方式については手掘り、半機械掘り、機械掘り等があり、切羽の安定方法についてはブラインド、泥水加圧、泥土等があり、前面の形状ではオープン、クローズ

ド等のタイプがある。また全体のシールドシステムとして後方ずり出し設備との関連で塊体輸送、流体輸送、粒体輸送等もある。

これらシールドの工法選択にあたっては、

- ① 土質の調査（地下水を含む）
- ② 環境の調査
- ③ 経済性の調査

をよくせねばならないことはもちろんであるが、土質から見て同じように施工可能な工法が二つ以上ある場合、比較検討の際、次のようなことを十分調べる必要がある。

- ① 各工法における掘削、ずり運搬、ずり搬出等の諸設備のバランス
- ② 上記バランスを考えたうえでの能率
- ③ 坑内外の安全度
- ④ 残土の含水比と運搬方法、土捨場
- ⑤ 社有機械の有効利用
- ⑥ 補助工法とのかね合い
- ⑦ 各工法設備を収容する基地の規模
- ⑧ 周辺民家への騒音、振動等の影響の度合い等である。

上記の事柄に、その社の経験、好みが加わるのは止むを得ないことであろう。

3. シールド機械の現況と将来への注文

(1) シールド機械の現況

(a) 手掘シールド

シールド工法の原点である手掘りで圧気併用という線は手堅く続いており、大きく変わっているものはない。砂の多い、湧水の多い土質の場合、切羽のフード下部に土砂をためて土砂の崩壊をふせぐように中段までバルクヘッドをつけたタイプのものが多くなっている。

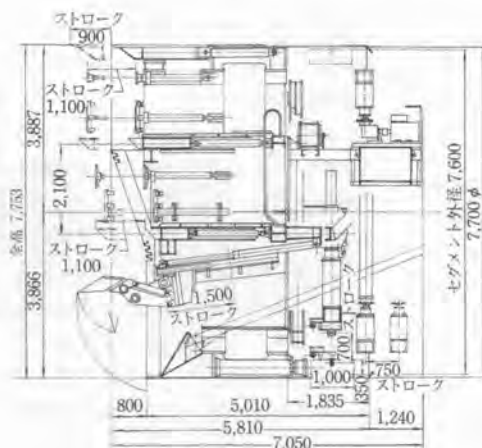


図-4 半機械掘シールド機の一例

表-1 土質によるシールド形式の選定

土質	シールド形式	手掘シールド		半機械掘シールド	機械掘シールド		
		オープン	ブラインド		普通	泥水	泥土
粘性土	軟弱結	○	○	○	○	○	○
砂	ルーズ締まった	○		○	○	○	○
れき	緩い結	△	○	○	△	○	
玉石、転石		○		○			
土丹、泥岩				○	○	△	△

○…通しているもの △…施工可能だが一考を要するもの 無印…不適
(注) 土質だけからの選定で、このほかの要件（水、環境、経済上等）によって採否を決定しなければならないことはいうまでもない。

(b) 半機械掘シールド (図-4 参照)

手掘シールド機械内部に掘削機、積込機、掘削・積込併用機を入れたものをいうが、労働力不足に対処し、能力アップと安全性を考慮したこのタイプが多くなっている。掘削機にはショベル、ディग्ガ、スクリーナー、カッタ、積込機にはギャザリング、ローダ、スクリーナー等があり、かき寄せタイプの掘削機が一番多く使われているようである。

(c) 機械掘シールド

カッタ回転式のもが一番多く、一軸式が多い。多軸タイプや揺動式のものも過去に作られたが、全面をおおったものやスポークタイプのもので、左右両回転できるタイプのものがほとんどである。

(d) ブラインドシールド

フード部後部に隔壁を張ったものが多く用いられ、この隔壁が一部ブロック状に積上げられていて、これの一部はずすことによって開口部の開口比を加減できるようになっているものが多い。なお、開口部の位置や数は様々である。

(e) 泥水加压シールド (図-5 参照)

泥水加压機械のカッタのタイプは2種で、センターシャフト、周辺支持がある。泥水加压機械によってれき層を掘る場合はれきの除去方法によって多少タイプが異なる。ロータリパルプを隔壁につけて直接取出すタイプ、れき除去装置（ロストル、ボックス、トロンメル等）を隔壁直後につけたタイプ、クラッシャを内蔵あるいは後部につけ、クラッシングして流体輸送してしまうタイプ等がある。

泥水加压シールドの発達とともに忘れてならないのが切羽の状態の監視とその安定を結びつけて切羽の泥水加压とポンプ、泥水処理設備の運転を含めて自動制御化したことであろう。切羽の泥水の濃度、比重、粘性、進行等の情報等から掘進を自動制御化したものである。比重の検出にγ線から差圧計、重量計等を使用し、電氣的に運転をコントロールするようにしたものが多い。

(f) 泥土シールド(土圧, 泥土加圧, 削土密封等)
(図-6 参照)

ブライントタイプに回転カッタをつけ、隔壁からのずりの取出しをスクリーコンベヤによってプラグ効果を期待するという形がほとんどである。砂の多い、硬い土等ブライント機械の領域を広げた範囲よりさらに以上のれき混り、ゆるい水のない砂等のときのために泥水を注圧入できるようにしてあるのもほとんど同一である。

泥土加圧シールドも泥水加圧シールドの自動制御と同じく切羽圧力室の土圧を検出して掘進速度やサンドプラグの状態を変化させられるようにした自動制御装置を有している。排土量も重量の測定によって検出され、切羽状態の監視を行いながら掘進できるようになっている。

(g) 限定圧気シールド

ごく少数の実績での限定圧気シールドは切羽圧気室を設けてそこからの取出しをロータリフィーダやスクリーコンベヤで行うという形である。

以上の機械にそれぞれアーティキュレート機構を備えたものが多少始めている。

(2) 将来への注文

シールド機械は日本の複雑な地質を反映してこれがシ

ールド機械の範ちゅうに入るのかとさえ思えるほどのものも出始めてきた。一見理論的に見えて、実はどう考えても単純すぎる発想や、借り物の計算式では理屈に合わない切羽安定理論のもの等が現われ、発注者や工事施工者をとまどわせている。土と水に対する正しい認識のうえに基づいて、虚偽のないシールド工法理論のもとのシールド機械の開発を切望するものである。土木、地質等の専門家と機械のメーカーとの接点が一層多く深くならなければならないと思うものである。

4. セグメントの現況と標準示方書の改訂

セグメントは直径によって大きく二つに色分けされたといっても過言ではない。3~3.5m ぐらいを境として、大は鉄筋コンクリート製、小はスチール製によることがほとんどである。まれにダクタイルが使われるが、構造変更部とか、特別荷重部とか、地層境とか、特別な場合に限られている。

鉄筋コンクリートセグメントは中子型か平板型で、中径(4~6m)のものに平板型が多く、鉄筋の一部を平鋼に代えたものや、合成セグメント(鉄板をコンクリートの表に張ったもの)もあり、さらに合成セグメントの鉄板を内側に張ったものもある。

セグメントの標準示方書が昭和52年に作られたが、下水道協会の認定工場制や実績が多くなったこと等から、組立、つづし、コンクリート強度等の試験方法や寸法精度等の面での見直しの要求に迫られ、土木学会と下水道協会で改訂委を作って作業を進めており、55年中には成案ができて上がる予定である。

5. 施工および施工設備の現況

地質は悪い所、環境は厳しい所、深く水が多い所等から、シールド機械で切羽を安定させながら掘るばかりでなく、後方へ運び、地上へずりを出すこともだんだんむずかしくなってきた。土捨場もその確保が急を上げ、新しい埋立地が必要とされているばかりでなく、運搬時の含水比もまた問題とされるようになっている。狭い場所で能率よく土を運ぶ工夫もされており、トロ、ベルコンに加えて、リフティングにバケットコンベヤ、タワー、エプロベータ、トレイリフタ等やこれをオートメ化したトランスファシステムやモノレールシステム、コンテナ式の

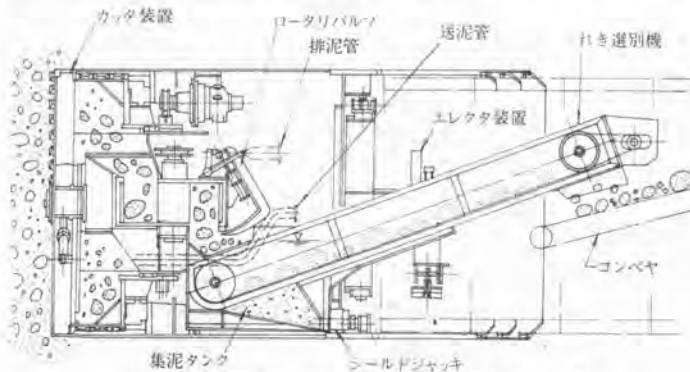


図-5 泥水加圧シールド機(オープンタイプ)の一例

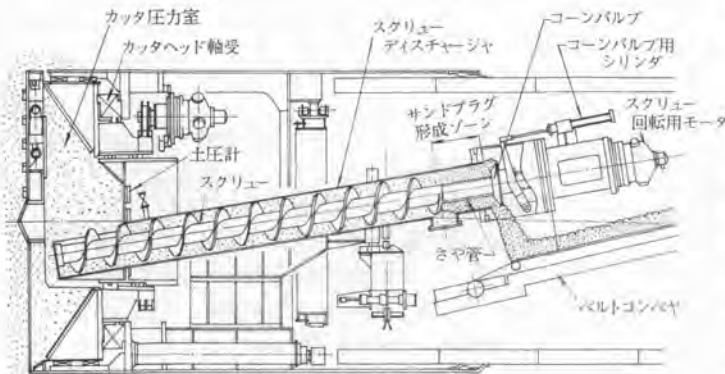


図-6 泥土シールド機の一例

ダッシュベアやスクリーedisチャージャのようなものも現われている。土砂風送も地下鉄(11号線)で初の実施に入っている。

これらのすべてが地下を水平に、かつ圧気中から能率よく運ばれ、地上に連続して運ぶことを目的として計画、実施されているが、施工設備は複雑化を余儀なくされている。泥水加圧は地上に分離設備を必要とし、微粒子の土と大径のれきとの分離の方法に苦労があるが、設備のコンパクト化は進んでいる。泥土はスクリーコンベヤによって土が攪拌されるため土捨ての際に一工夫が必要である。施工も技能工を主体とする構成に変わり、単純労働でなく、オペレータの数を多く要する方向に進んでいる。

機械化シールドの施工につきものの、自動制御装置も異常時の対応のための優秀な電工、運転工、機械工を要し、切羽異常時や土質変化に即応できる優秀な土木、機械、電気の職員も多く必要となっている。切羽の状態を目視できず、データで判断せざるを得ない工法が多くなったためである。平常時の運転はセントラルコントロールがそのほとんどを肩代りしてくれるようにはなっているが……。

6. シールド工の安全施工技術基準の制定

シールド工法の複雑化の中での安全施工はかなりのむずかしさがあり、これをより高めるために労働省においてシールド工の安全施工技術基準がトンネル技術協会の協力を得て制定された。これは土木学会トンネル標準示方書シールド編を軸として、労働安全衛生法、同規

則、高気圧作業安全衛生規則、酸素欠乏症防止規則等を盛込んだ実際作業に即した技術基準である。

内容は細かい調査が安全施工の基本であることをはじめとして、計画段階における安全が第一であることから、掘進、1次覆工、裏込各作業内容や双設トンネル時の注意、坑道、立坑の安全、圧気、そして異常時対策にまで及んでいる。異常対策は坑内火災、酸欠、有害ガス、爆発、圧気異常等にふれている。災害事例も教訓として挙げてある。現在の一応のマニュアルとして広範な実用的なものであり、シールド機械にもこれらを十分考慮のうえ、製作に入ってもらいたい、このマニュアルも今日の開発化の波の中では頻繁な加筆改訂が必要とされるであろうことも考えておかねばならないだろう。

7. おわりに

シールド工の現況は企業が全国市町村にまで広がっており、その件数、総延長はつかみ難い。また機械の台数も小さいものを自社で作製している会社がたくさんあり、これも把握が困難である。現在までに多くのシールド機械を作製してその台数を公表している大手6社を対象として傾向をつかみ、社会的ニーズとからませたつもりである。

またシールドに入れるか、TBMか、またオープンシールドのようなものはどうするか等も独断で考慮に入れなかった点もご承知いただきたい。いずれにせよ、日本で独自のびてきたこのシールド工法の将来は、日本人の器用さと都市の過密化に助けられ、まだまだ機械化、オートメ化、自動制御ブームの波は続くことであろう。

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

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

建設機械化の30年 A4判 170頁 頒価 2,000円 円 200円

Japan's Construction Equipment B5判 112頁 頒価 2,000円 円 200円

現場技術者のための「建設機械と施工法」 B5判 346頁 *定価 3,000円 円 300円

骨材の採取と生産 B5判 700頁 *定価 15,000円 円 800円

ダムの工事設備 B5判 690頁 *頒価 5,000円 円 600円

(注) * 印は会員割引あり

シールド特集

最近のシールド掘削機

西岳 茂*

1. 最近のシールド掘削機

陸上土木部門でかつて特殊工法として分類されていたシールド式工法も、今日の管渠敷設工事においては最も一般的なものとして数多くの施工事例を残している。また工事に供されるシールド掘削機も、大手6社製作合計であるがすでに2,000台を越え、広範囲な目的に利用されていることがうかがえる(図-1参照)。

(1) シールド掘削機の生産状況

シールド掘削機の本格的な歴史の始まりは昭和39年、都内下水道管渠敷設工事用として手掘式シールド機械が

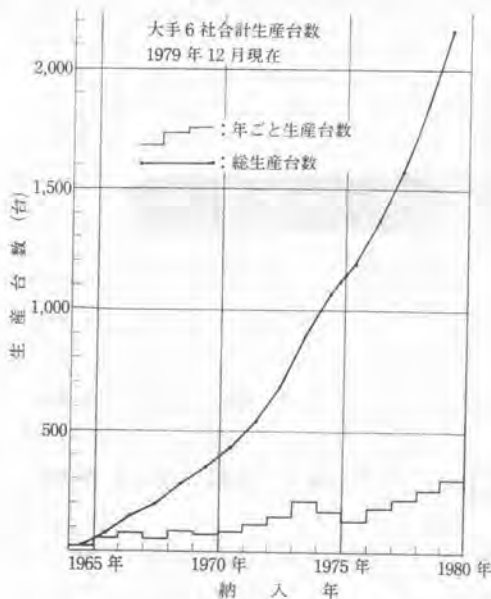


図-1 シールド掘削機生産台数の推移

* Shiigeru Nishitake 三菱重工業(株)明石製作所建設機械技術部トンネル機械計画課

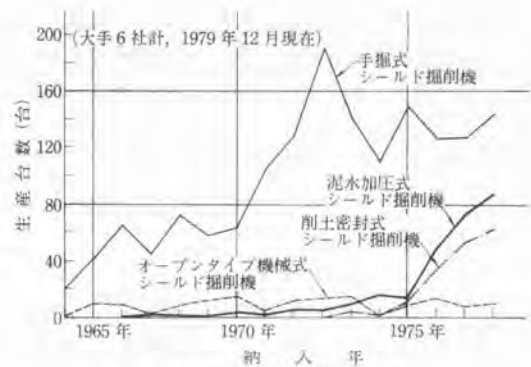


図-2 シールド掘削機形式別生産動向

適用されてからである。以後、各種施工条件に適合させるべく多くの形式の機械が開発され(例えば泥水加圧式シールド掘削機、削土密封式シールド掘削機)、それぞれ成果をあげている。

形式別の生産台数の動向(図-2参照)をみればわかるように、ここ5年間に急成長した機種がある。泥水加圧式および削土密封式シールド機がその中枢である。成長事由をあげれば、

- ① 補助工法に対する法的規制が厳格化した。
- ② 労働条件の改善が囑望された。
- ③ 工期短縮により急速施工が必要となった。
- ④ 人工費高騰により人工省力化が必要となった。
- ⑤ 工事に供されるシールド機械自身に切羽の安定度をさらに高めた機構が要求された。

等であり、機械化掘削に対する発注側、施工側いずれの志向も今後とも継続していくと考えられ、上述の2機種はさらに生産台数を増していくのは確実である。

大手6社の1979年12月までの納入実績は泥水加圧式シールド掘削機は260台を越え、また削土密封式シールド掘削機は160台を越えている。両機種を加えた全断面掘削用シールド掘削機は累計約570台以上に及び、全断面掘削用シールド機械の占める割合は昭和53

年, 54 年では生産台数の 50% を占めるに至っている。

(2) 性能, 機構面から見た最近の傾向

(a) 泥水加圧式シールド掘削機

該形式シールド掘削機は 1975 年以降急速に管渠敷設工事に供されてきた。工事目的の多くが下水道管渠敷設のためシールド機の口径としては小口径が 70% を占める (過去 3 年間, 図-3 参照)。加えて, 流域下水道工事における管渠路線が河川近くを通過する例が多いためれき層掘進が一般的に要求され, れき連続処理に対するニーズが高くなり, 種々の機構が開発され, 実用に供されている。機内クラッシャ付泥水加圧式シールド機は巨れきを連続処理しており, 十分実用段階に入ったといえる。またトロンメル機内搭載型で連続れき処理機能を有したシールドおよび複数セルを有したロータリバルブによりれき連続処理を可能にしたシールドも実績をあげている。また非連続であるが, スクリューコンベヤを利用したれき処理機構, 振動ふるいを内蔵したシールド, 坑内設置れき処理機構ではトロンメルクラッシャ等も広く利用されている (図-4, 図-5 参照)。

小口径断面で大れき処理可能なシールドが囑望されている一方, 大口径泥水加圧式シールドも製作され, 実工事に供されている。鉄道単線断面掘削用シールドを写真-1 に, 地下鉄複線断面掘削用シールドをグラビヤ (外径 10,000 mm 泥水加圧式シールド) に示す。単線クラス泥水加圧式シールド掘削機は多く

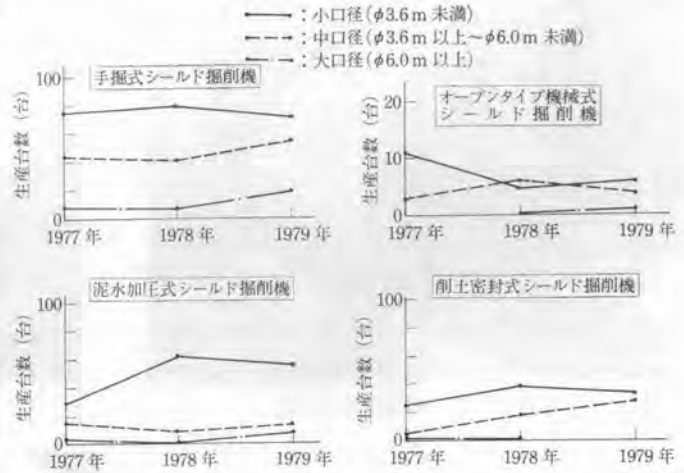


図-3 機種・口径別生産台数の推移 (大手 6 社計, 過去 3 年間)

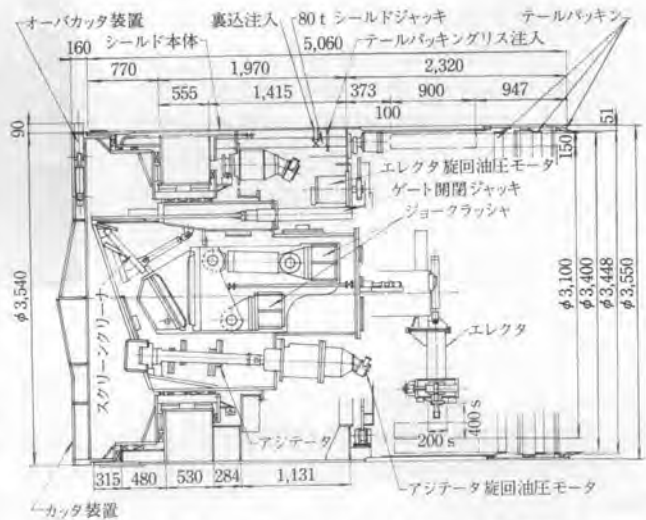


図-4 機内クラッシャ付泥水加圧式シールド掘削機

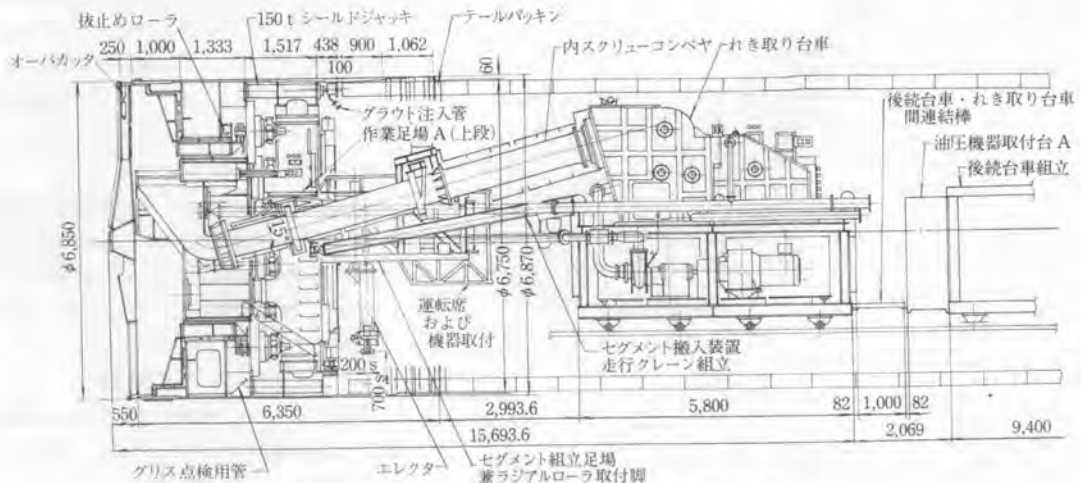


図-5 内スクリーコンベヤ付泥水加圧式シールド掘削機



写真-1 φ7,690 泥水シールド



写真-2 φ7,150 機械式シールド

の実績があるが、複線地下鉄クラスは世界でも初めてであり、多くの施工データが得られると期待できる。

れき層掘進と同様難問の一つと考えられているのが高粘性土層の掘進である。高粘性土の付着成長が起こればスリット口を塞ぎ、泥水室有効空間を狭くする。結果として切削土の取込不良が生じ、加えて切羽水圧変動に影響をきたす。粘性土付着防止対策として種々の方策がとられているが、最も効果の高いのは泥水室の構造を極力単純化することにあり、この点に配慮を加え設計製作がなされている（図-6 参照）。

(b) 機械式シールド掘削機

この種の掘削機は通常補助工法を併用するため需要が少ない。過去 15 年間で約 150 台の該形式シールド掘削機が製作されているが、年ごとの納入台数をみても 10 台前後であり、今後急成長することもないであろう。しかし、施工条件さえ合致すれば高速度掘進が可能であり、切削土処分が非常に簡便なため見逃がせない機種ではある。

写真-2 は最近製作された大型機である。また、土質条件が適合すれば限定圧気式シールド機も有用であり、



写真-3 φ4,430 密閉加圧回転カッターシールド

数は少ないが実工事に供されている（グラビヤ参照）。

(c) 削土密封式シールド掘削機

写真-3 およびグラビヤ（土圧式シールド、メカニカルブラインドシールド等）に見るような該形式に分類されるシールド掘削機が製作されている。1976 年から急成長したこの種のシールド機は、当初ブラインド式シールド機の域を脱し得ないと考えられていたが、各種の補助設備に開発研究が進められ、今日では適用土質範囲をかなり広い範囲まで広げてきている。特にスクリーコンベヤ末端に取付けられる連水装置は土質に応じバリエーションが多い。

また、泥水加圧式シールド掘削機と同様自動運転制御系が設けられ、土質条件に合せ種々の制御方法をとっている。図-7 に一例として自動運転のシステムフローシートを紹介する。

(d) 手掘式シールド掘削機

手掘式シールド掘削機に分類される機種は、①掘削機付手掘式シールド、②ブームヘッド式シールド、③ブラインド式シールド、④手掘式シールド等の掘削機である。

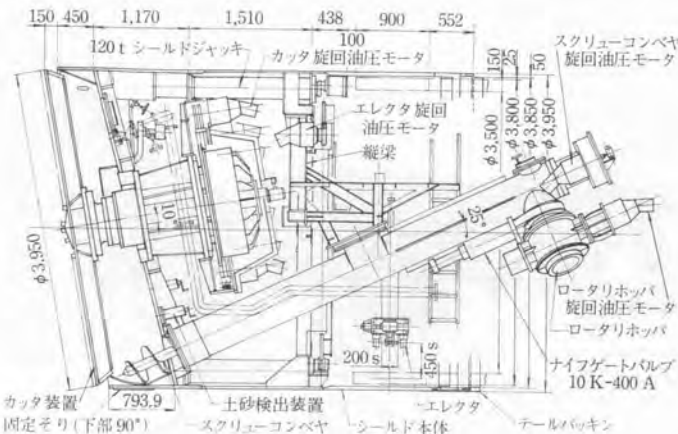


図-6 高濃度泥水加圧式シールド掘削機

該形式シールド機は補助工法を併用するのが一般的であるが、確実に地山を確認しながら掘進可能なうえ、地中障害物件の処理が安全に行えることより安定した生産台数を示している（図-3参照）。特に大口径の場合、他の機種より安定した数量が施工に供されている。これに続くのが泥水加圧式シールド掘削機である。

被掘削地盤の強度により種々の掘削機付シールド掘削機も製作されている。特に強度の高い対象地盤においては回転カッタ付シールド（写真-4参照）がその能力を発揮する。

2. 方向制御装置

管渠敷設工事は通常環境保全を目的としているためおのずから居住地区を施工ルートとしなければならない。該ルートは一般的には官有地下が選択されるが、地上建造物、地中埋設物等にその平面および縦断方向の線形は左右され、ときには急曲線施工を余儀なくされる場合もある。急曲線施工の難易度は土質条件、施工線形が大きく影響する。また適用機種によっても施工性は変化する。施工に際しては、諸条件を勘案し、土面、機械面で最も適切と考えられる方策で対処しなければならない。

ここに機械面における急曲線施工用補助機械設備をあげる。

- ① コピーカッタ装置
- ② 可動そり装置
- ③ けん引ジャッキ装置
- ④ シールド機本体中折れ機構の採用
- ⑤ 機内薬液注入設備
- ⑥ 切羽前面凍結設備

これらの補助設備を併用して急曲線施工に対応しなけ



写真-4 φ2,640 アルビネブームヘッド式シールド

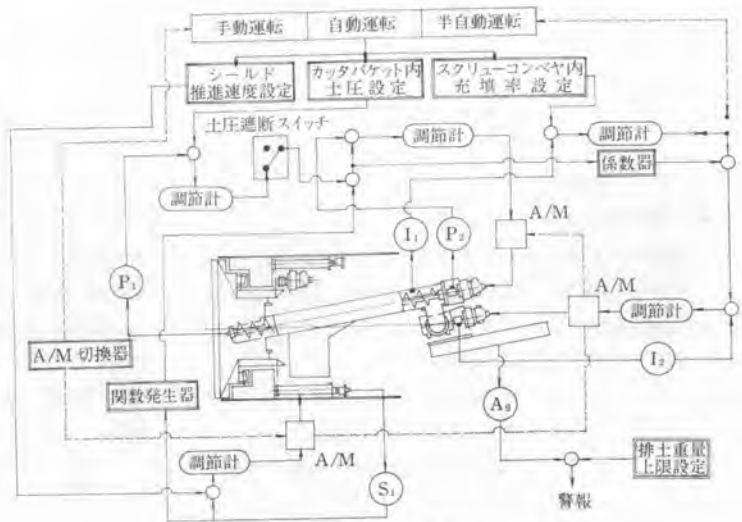


図-7 削土密封式シールド自動運転フローシート

ればならないが、機械面でカバーできる範囲にも限りがあり、土木的補助工法および施工技術に負うところが実際多い。

シールド機の計画線形との相対位置の測定は、シールド機に取付けられた計測器では絶対位置の検知が困難なため土木測量技術により行われている。測量基準点はチェックボーリング等によって設定し、基点からの測量が行われている。シールド機自身の姿勢はピッチング、ローリング計等で簡単に測定できる。

3. 泥水輸送制御装置

当該装置は泥水加圧式シールド（泥水加圧式シールド機を採用しない場合でも切削土をスラリー輸送する際は必要である）における給排泥水輸送のためのポンプ群、それらを適正な設定値に自動調節するための各種制御系および周辺機器より構成されている。そして本設備は以下の要件を満足するものでなければならない。

- ① 送排泥をスムーズに行えること。
- ② 切羽状況を正確、迅速に検知できるとともに、送排泥水管理が種々の外乱から保護されていること。
- ③ 切羽状態の変化に対し制御系の追従性が優秀なこと。

現在、一般的に使用されている制御系で下記の項目は各種の方法が採用されている。

- ・切羽水圧の制御方法
 - 方法1：定吐出容量送泥ポンプ+切羽水圧コントロール自動弁+送水背圧調整装置
 - 方法2：可変吐出容量ポンプ
- ・切羽掘削状況の検知
 - 方法1：掘削乾砂量の測定。掘削乾砂量測定機器の

中には次のようなものがある。

重力式（坑内設置型）比重測定装置

差圧式（立坑設置型）比重測定装置

7 線式比重測定装置

方法2：偏差流量（瞬時値および積算値）の測定

方法3：掘削量の測定

●計測値表示方法

方法1：1点1表示計器方式

方法2：CRT（Cathode Ray Tube）表示方式

●計測制御データの伝送方法

方法1：アナログ量の伝送

方法2：デジタル量の伝送

方法3：アナログ量+デジタル量の伝送

従来多芯ケーブル直引きによるアナログ伝送が普通であったが、シールド工事延長が伸びる傾向にあることが背景となり、経済的な観点から、また計測情報値の高速演算処理が要求され、最近方法3が多く用いられ、また多重伝送装置（例えばサイクリックパルス伝送方式マルチエコー等）がその威力を発揮している。

CRT表示方式の場合、下記の機能を備えている。

- グラフィック表示：色別による各機器作動表示
- データ表示：計測データ等の表示
- 設定値変更表示
- 故障表示：機器故障および偏差異常内容表示
- 渋滞表示：自動運転時、運転モード切換えによるシ

システムフローのチェック

- システムチェック：信号伝送装置内信号の授受チェック

ところで、泥水輸送制御系で最も強く要望されるものは、切羽水圧の制御と切羽状況の早期検知である。両者とも計測制御機器の物理位置はシールド機械に近い方が望ましいので、切羽水圧制御は自動弁による応答性、重力式比重計の坑内設置型による比重測定がすぐれている（図-8参照）。

計測制御に用いられている機器類は計測性能の点では市場にすぐれたものは多々ある。しかしスラリーが輸送媒体の場合、耐久性に問題が生ずるので特殊な機器類を使用している。これは輸送ポンプ、バルブ類も同じである。材質としては高クロム鋳鉄、ニハード鋳鉄、ウレタン等がその例であり、高成績を納めている。

4. 泥水処理設備

シールド式掘削機により掘削された地盤土砂はこれが持つ含水量により坑外への搬送形態が異なる。ザリ排出手段は大きく分けて①コンベヤによる方法、②スラリーポンプによる方法が考えられるが、②項の場合、排出状態は泥水を呈するので、このままでは通常廃棄処分できない。泥水処理設備はこのようにして発生した高濃度排泥水を輸送、廃棄できる条件下に調整すること、派生す

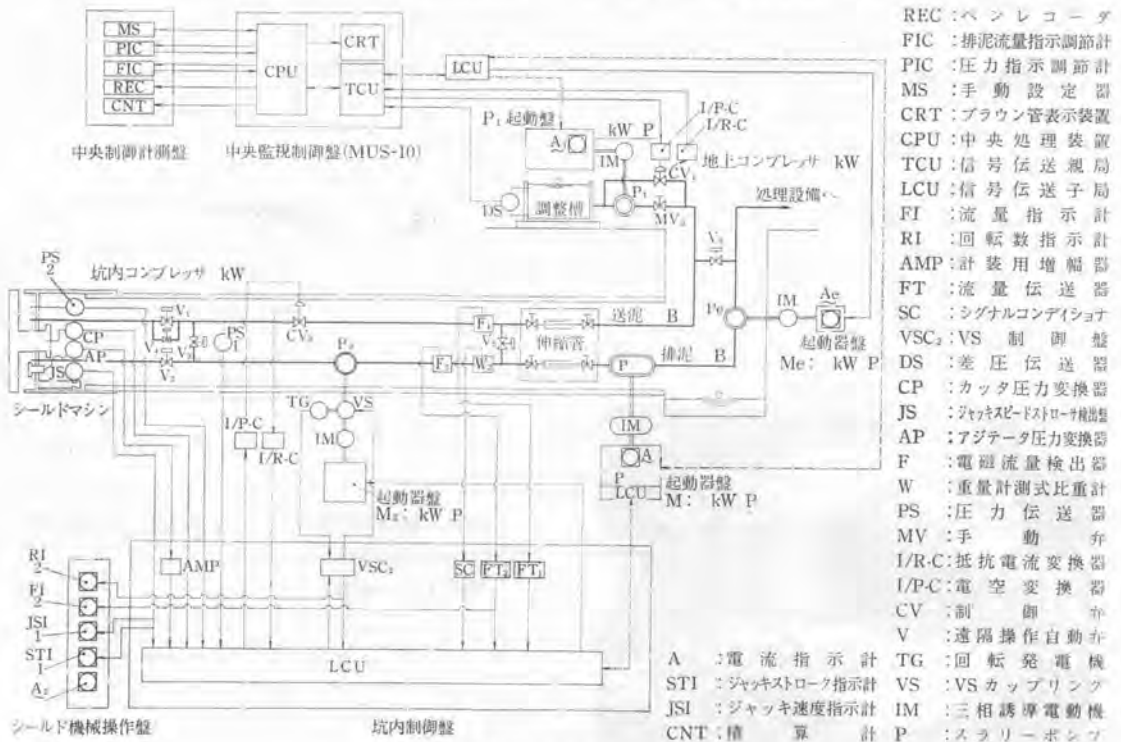


図-8 輸送制御システムフローシート

る処理水を環境規制に合致させることを目的として泥水加圧式シールドの一部を成している。

懸濁物質の除去方法として、①凝集、②沈降、③ろ過等が用いられるが、掘削対象地盤の性状により安定な処理能力が得られ、かつ経済的な手段を選択しなければならない。

また最近、環境保全を目的とするため各種の規制が設けられ、特に高分子系の添加剤に関する使用規制が厳しくなり、該添加剤使用禁止が条件付けられることも多くなってきた。

対象処理泥水の性状と被掘削地盤とは密接な関係があり、処理設備の様式は上述のような背景も相まって一義的には決めることができない。しかし、究極の目的は下記のとおりである。

- ① 種々の外乱にも安定した処理能力を持つ。
- ② 処理設備設置所要面積が小さい。
- ③ 薬品添加量が極小である。
- ④ 環境規制に適合する。
- ⑤ 安全で経済的である。

処理設備の構成は諸条件に左右され、多様となっているが、1次処理設備としては脱水性能の優れた2軸アンバランスウェイト駆動型脱水ふるいが多く使用されており、また2次処理設備としては加圧脱水法のフィルタプレス、遠心脱水法の遠心分離機等が利用されている。後

者は小型で処理能力が大きく、自動運転が可能である。また、前者のフィルタプレスも最近半自動運転可能な機種も開発され、実用に供されている(図-9~図-12参照)。今後環境規制がより厳しくなっていくであろうが、現在の規制について触れておく。

水質汚濁防止法による排水基準の規制下に置かれる特定施設の中に一時的で短期のシールド工事設備は含まれていない。しかし処理後の放流水は下水道法、水質汚濁防止法、各都道府県条例の上乗せ基準がある。シールド工法により発生する泥水は、重金属を含有しないため各規制の中でもss値、pH値で管理されているのが通例である。凝集剤の使用基準もあり、無機凝集剤の硫酸バンドポリ塩化アルミニウム(PAC)は日本水道協会により規格が制定されており、浄水場で多くの実績を持ち、今後も広く利用されると考えられる。高分子系の凝集剤のうち天然品は比較的問題が少ないとされているが、合成高分子系凝集剤は、特に高重合度のポリアクリルアミド(PAA)はモノマー状態では毒性を示すので、厚生省環境衛生局により浄水場排水処理施設におけるスラッジ処理に限り製品はモノマー濃度0.05%以下のものを使用、排水中のモノマー濃度0.01%以下とされている。該規制値に合致する製品は市場に多数あるので、対象地盤に対してテストを行い、フロック形成に最も効果の高い薬品を選べばよい。

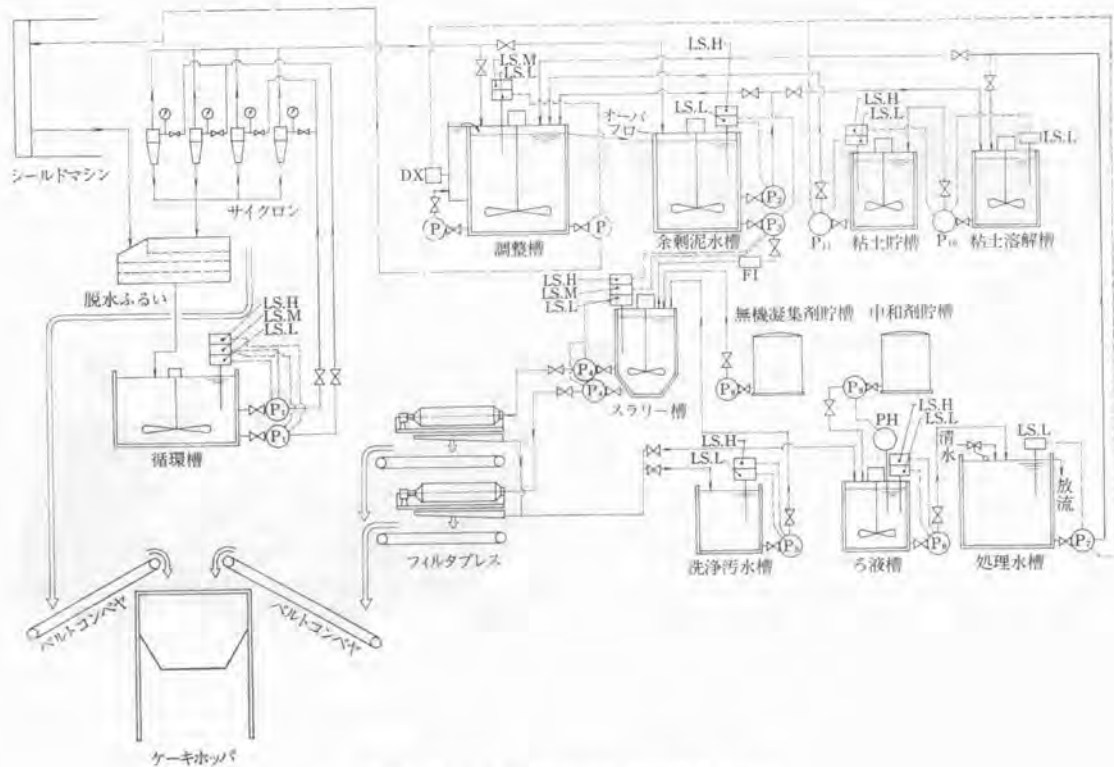


図-9 処理装置フローシート (フィルタプレス)

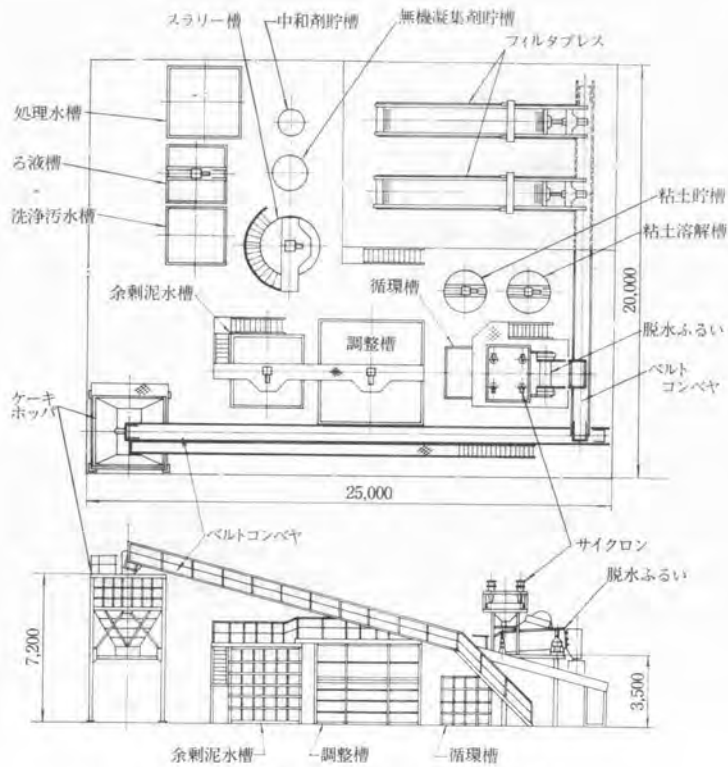


図-10 処理装置レイアウト (フィルタプレス)

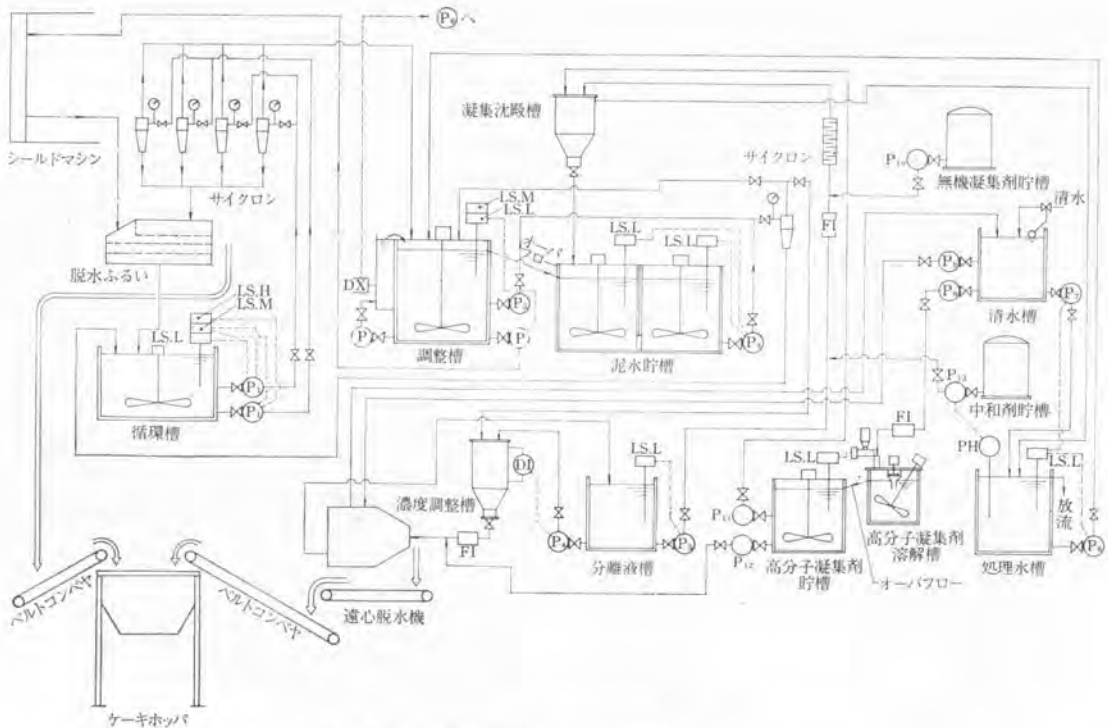


図-11 処理装置フローシート (遠心分離機)

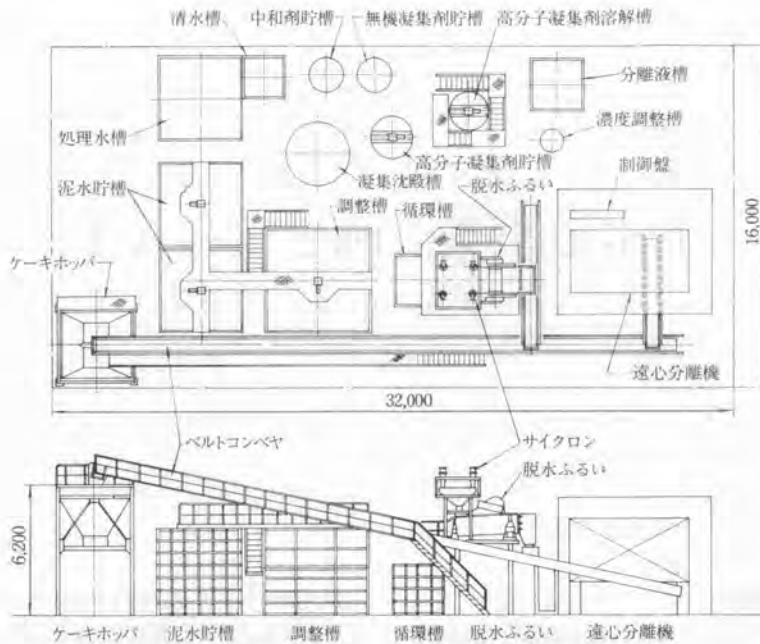


図-12 処理装置レイアウト (遠心分離機)

5. 今後の問題点

① 地方都市部での下水道整備拡張事業により小口径シールド掘削機の需要はさらに伸びて行くため大れき層掘進可能なシールド機が囑望され続けるであろう。機内クラッシャは現在のところ掘削外径が下限 φ3.2m ぐらいである。それ以下で φ2.5m ぐらいまでのシールド機では振動ふるい装置、複数セルを有したロータリバルブ装置等が使用されているが、完全れき連続処理ではない。そこで小口径泥水加圧式シールド機の連続大れき処理機構が今後要望されるであろう。

② 密閉タイプシールド掘削機の切羽ダイレクト監視装置も種々の面から検討が進められているが、完全な機器は開発に時間を待たなければならない。

③ 粘性土付着防止対策としてセンターシャフト支持方式の場合かなり効果のある構造が開発されたが、ドラム支持方式の場合、決め手が未だなく、今後の研究開発が期待される。

シールド掘削機は地中で掘進しなければならないため複雑な要素が輻輳し、施工難度を増長している。上記問題点は隻語を述べたにすぎず、まだ解決されない難問も多い。しかし、当面解決しなければならない項目について簡単に述べてみた。

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

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

建設機械等損料算定表 (昭和 53 年度版) B 5 判 300 頁 頒価 1,500 円 千 300 円

建設機械整備工場一覧表 (メーカー別・地域別) B 5 判 118 頁 頒価 1,500 円 千 200 円

橋梁架設工事の積算 (昭和 53 年度版) B 5 判 214 頁 頒価 2,500 円 千 300 円

国産 建設機械主要諸元表 (昭和 54 年度版) B 5 判 80 頁 頒価 500 円 千 200 円



シールド特集 東京都の 下水道事業計画とシールド

武見英雄*



1. 東京都における下水道事業の推移

下水道は、生活環境整備のための基礎的な施設としての役割にとどまらず、今日では公共用水域の水質保全のために必要不可欠な施設として大きな役割を果たしている。しかしながら、全国ベースでの我が国の下水道整備の現状は昭和 53 年度末の人口普及率で約 27% 程度といわれている。

このような中で、東京都における下水道整備事業の推移を見ると、区部（23 区）の人口普及率が 50% を越えたのは昭和 46 年度であり、その後今日まで幾多の阻害環境に遭遇しながらも着実に前進をとげ、53 年度末にはようやく人口普及率で 70% に達したところである。

しかし、普及率 100% への道は今日の社会情勢下においては非常に険しいものがある。すなわち、財源の確保、道路交通事情の悪化、他企業との工事調整の増大、建設用地の取得難、河川改修等の整合性および住民意識の価値感の多様化など、下水道促進の声とはうらはらに下水道施設の建設に伴う騒音、振動などを理由に、住民の理解と協力を得ることがむずかしく、計画どおりの事業執行は容易でないのが実態である。そのうえ、東京都区部の既設区域での施設の機能維持についても、大都市特有の超高層ビルの出現等大規模な市街地再開発、さらに生活様式の高度化などによって処理能力を越える汚水が流入することから、既設の下水道施設では十分な処理機能が望めなくなってきた。このことから、既設区域内での管渠および処理場の増補など整備拡充事業の促進が重要な課題となっている。

一方、下水道の普及が促進されるにつれて下水道施設の維持管理上の諸問題、例えば下水処理の高度化、増大に伴う汚泥の処理および処分、大量排出者への排水規制ならびに悪質排水に対する除害施設の設置促進など多

くの課題が山積している現状である。ちなみに、欧米の主要都市においては、下水処理の程度の差こそあれ、そのほとんどが整備されている今日では、下水道の使命が下水処理の高度化と公共用水域の水質保全にあるのに対し、我が国、特に大都市東京都にあっては、これらのことが拡張と同時に解決を迫られているところである。

本章においては、都市における現状を踏まえ、下水道計画のあり方と、シールド工事が現在直面している主な問題点ならびに今後の動向について、問題提起も含めて概説することとする。

2. 下水道の計画

(1) 下水道計画のあり方

下水道はその意義、目的などから地域の特性に最も適したものでなければならない。そのためには大都市および地方の中小都市においても下水道計画にあたって地域の特性について十分な調査と細心の配慮がなされているところである。特に昨今の建設工事に伴う騒音、振動などのいわゆる建設工事公害に対する住民意識の高まる中で下水道建設工事も例外でなく、多くの障害をかかえていることも事実である。

このような観点に立って、地域住民の理解と協力が得られる最適計画とはいかなるものであろうか。よく言われる言葉の一つに、現場の実態に即応された計画、設計であること、至極当然のことであるが、現実とはなかなか困難な問題である。したがって、下水道の計画にあたっては、市街地の形状および地形などの地域特性と社会的要請などを総合的に判断して、最も合理的、経済的に計画、そして設計されたものでなければ、工事施工の着手段階で住民の理解と協力が得られず、工事の一部あるいは全部を中止しなければならなくなった事例が昨今よく見聞されることである。

* Hideo Takemi 東京都下水道局計画部事業計画課長

● 計画性：設計にあたっては処理場、ポンプ所の能力

はもちろん、工事提案する施工区域と合せて関連する上流の系統まで十分調査把握されたものであると同時に、地域の施工環境を十分理解し、考慮されたものでなければならぬ。

●機能性：工事提案する設計が当初の計画どおり将来とも十分な機能が発揮されることはもとより、標準化、規格化され、維持管理の容易なものでなければならぬ。

●施工性：施工条件、施工管理、安全施工など十分配慮し、最も合理的に現場実態に即応された設計でなければならぬ。

(2) シールド計画

シールド工事の計画にあたっては前述のとおりであるが、特に近年、シールド工事の多様化、大規模化にかんがみ、施工環境、土質条件および地下水位等を十分調査し、その資料をもととして安全性、経済性、施工性、工程等の面から総合的に検討し、それぞれの地域特性に整合したものであり、工事的に最も適した計画でなければならぬ。

さらに下水道管網の建設にあたっては、下水道の特性である自然流下方式の原理に立ち戻って関係官公署や他の埋設物の事業主体と調整をとりつつ、極力浅層敷設に努めるべきである。すなわち、都市構造の変貌に伴って下水道幹線の深層化はある程度必然性を持っているが、できるだけ長大な伏越しなどを避けながらポンプ所および処理場への到達を浅くするよう計画し、短期的な理由に基づく施工の利便とか、住民の反対を一時的に避けて通るような設計施工は極力排除し、下水道存続の長期的な視野に立って今後のシールド工法を考えなければならない。とはいえ、今日の都市化の著しい施工環境および施工条件下にあつては、シールド工法の開発がなかつた

ら下水道工事は不可能といっても過言ではなからう。

3. シールド工事の現況

古くから管渠の敷設にあたっては一般的な工法として開削工法が主流をなしていた。しかし、昭和30年代前半からの著しい都市化により、施工環境、地下埋設物および交通事情等の施工条件、さらには住民の価値感の多様化と相まって一段と下水道の建設も厳しくなり、開削工法による施工も困難を極めるようになった。

このような中で、開削工法の困難性を克服する必要性からあらゆる技術革新がなされたことも事実であり、東京都においても推進工法およびシールド工法へと推移し、今日ではその量も多く採用されるようになった。

東京都の下水道シールド工事は表-1に示すように昭和37年に初めて石神井川下幹線工事に採用されたが、以来418件のシールド工事を行い、290km余の施工延長に及んでいる。

都市土木におけるシールド工事は当初路面交通に支障を与えず、地盤沈下の心配もない施工方法であるという程度の認識で工事が実施されてきた。しかし、近年特に軟弱地盤での施工が多くなるに従い、地盤沈下による家屋などへの被害および立坑周辺の騒音、振動などいわゆる建設公害問題が顕在化する中で、周辺環境に悪影響を与えず、かつ地盤沈下による被害を極力出さないような精度の高い施工法として多く採用されるようになった。

4. シールド工事の諸問題

いまやシールド工事は大型管路築造における時代即応の工法としてエース的地位にあるといえるだろう。しか

表-1 シールド工事実績表

発注年度	工事件数	工事費 (千円)	施工延長 (m)	仕上り内径	シールド機械タイプ							
					手廻り	ジョベル併用	ブラインド	機械	泥水	土圧	土圧加水	
37年度	2	515,380	1,948	1,800~3,700	2							
38年度	5	860,000	2,722	1,650~3,800	5							
39年度	3	557,300	1,128	2,500~5,000	3							
40年度	12	4,878,390	6,634	1,500~5,000	8			1	3			
41年度	7	1,706,530	3,831	1,650~5,000	7							
42年度	16	5,267,990	12,046	1,500~4,000	14				2			
43年度	15	3,938,940	8,743	1,500~4,000	11			1	3			
44年度	40	8,283,346	20,726	1,650~3,500	42			1	3	2		
45年度	36	9,098,310	21,790	1,500~3,700	33			1	2			
46年度	58	26,342,601	45,892	1,400~4,800	45			7	1	1		
47年度	56	32,615,265	47,454	1,400~7,000	38	4		8	3			
48年度	30	21,991,960	25,206	1,350~6,500	19	1		2	2	2		
49年度	29	9,024,588	11,724	1,650~6,500	12	5		2	1	1	1	
50年度	23	16,708,464	13,984	1,500~4,500	10	4		1	3	1	1	
51年度	35	33,251,540	37,349	1,500~7,000	13	3		5	1	1	2	1
52年度	19	15,437,560	18,342	1,500~5,000	2	4		6	2	3		
53年度	32	40,775,780	10,530	1,500~5,750	9	4		7	8	1	6	2
計	418	231,254,494	290,049	1,350~7,000	273	25		42	34	12	10	3

し、下水道は公共事業としてのスタートの歴史的事情からして一般に他の公共施設や公益施設に比べて著しく後発性である。すなわち、ほとんどの都市において下水道は水道、ガス、電気、電話などの埋設物をぬって工事を進めているのが実情である。さらに下水道特有の水利的制約あるいは都市における地域特性から管渠敷設位置が深くならざるを得ないことによる建設および維持管理上の諸問題と同時に、都市環境を十分に考慮し、主に次のような問題について考える必要がある。

(1) 地盤沈下の問題

シールド工事に伴う諸問題の原点は地盤沈下といっても過言ではなく、シールド工システムのどの部分をとあげてもこの問題に言及しないで通り過ぎることはできないであろう。

この沈下性状、すなわち地盤の沈下挙動については、いままで多くの研究がなされてきているが、地盤状況、施工状況と明確に関連づけられた解析手法は確立されていないといえよう。さらに、この沈下特性と周辺構造物や埋設物、家屋被害を結びつけた研究は一部を除きほとんどないといってよい。このような実態から、地盤沈下の問題についてここでは簡単にふれることとする。

一般的にシールド工事における地盤沈下発生時の主な原因には次のようなものが考えられる。

- ① 応力解放による地山のゆるみ
- ② 推進時の摩擦抵抗による地山の攪乱
- ③ 圧密沈下（水位低下、圧気脱水、断気圧密）
- ④ 裏込材料不適合、施工の遅れまたは不良
- ⑤ セグメントの変形
- ⑥ 曲線部、蛇行修正時の余掘り

このうち①と②はシールド工事の性質上ある程度やむを得ないものとされてきたが、特に最近では、切羽面の応力解放による地山のゆるみに対しては、泥水式および土圧系のシールドのめざましい開発により十分対応できるようになってきた。③以下は慎重な施工管理をすることによって相当沈下を減少させることは可能である。すなわち、圧気工法の場合などは適切な圧気管理のもとで施工し、断気の際には時間をかけるなど、極端な圧気、断気をできるだけ避けるよう努めるべきである。

また、沈下に関する重要な問題として裏込注入がある。これはテールボイドの充填に主目的があり、テールクリアを考えなければならない。近年これらの対策としてシールドテールプレートの減少、テールシールド機構の改善、裏込注入材の改良、注入機械の開発などがとられてきたが、いま一步の感が強い。したがって、この種の沈下を防止するためには、シールド機の技術革新と相まって応力解放面が変位を起さないうちに早期に裏込材を注入すること、すなわち同時注入機構の改良、開発が何

といっても待たれるところである。

シールド掘削による地盤沈下はこれらの諸現象に伴って生ずる沈下のトータル的なものと考えるべきであり、沈下を抑える対策として最も基本的なものは、その現場に適したシールド機の選定および施工管理が重要な要素となる。また、有効適切な補助工法の併用も現今のシールド工法では不可欠な場合もあろう。

一方、シールドによる沈下量を予測する手法として、有限要素法による解析が一部において実施されているが、土質の性状から必ずしも正確な予測数値を求めることには限度がある。

(2) 機種を選定

現在シールド機種には多くの種類があり、分類するとおおむね表-2のとおりとなるが、本章においては各シールド機の技術的な詳細は省略する。

シールド機は手掘式からスタートして圧気併用という形であったが、多年の試行により今日ではほとんどの土質に対応できるように多種多様の機種が開発されている。しかし、同種の機種でもおのおのの特徴を持っており、対象土質や施工条件のうえから必ずしも同一の機能を発揮するとは限らない。

表-3はシールド機のそれぞれの特徴を参考までに一覧表に列記したものである。シールド機種の選定を行う場合の問題としては、従来考えられていた掘削可能な機種という考え方から一歩進んで、どの機種が最適機種かという機種の選択手法が確立されていないことである。つまり、従来ならばシールドの機種も少なく、選択するまでもなく掘削可能な機種で施工すればよかったが、近年になり、土圧系、泥水加圧などの新機種が開発される

表-2 シールド機の分類

シールド機	手掘式	開放式
		密閉式(ブラインド式)
	機械掘削式	掘式
機械掘削		
泥水加圧式		
土圧バランス型		
半機械掘削式	土圧バランス型加圧式	
	限定圧気式	

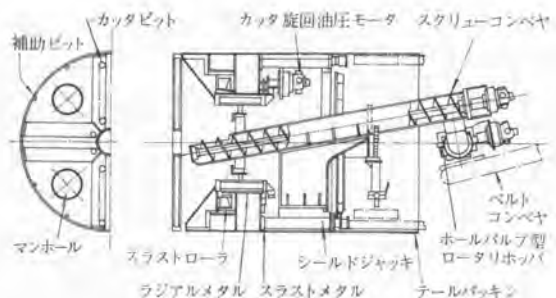


図-1 土圧系シールド

表-3 シールド機の特徴(参考)

項目	機構	手掘シールド	ブラインドシールド	半機械掘シールド	機械掘シールド	土圧系シールド	泥水加圧シールド	備考	
機 構	①山留機構(切羽の安定)	山留ジャッキ(フエースジャッキ等)と地山安定処理工法	隔壁と地山安定処理工法	山留ジャッキ、掘削機械と地山安定処理工法	カットディスクと地山安定処理工法	カットディスクと切削土(泥土)	カットディスクと泥水加圧		
	②切羽の確認	可能	不可能	可能	可能	不可能	不可能		
	③切羽崩壊による対処の難易	易(山留ジャッキ等)	やや難(開口比の調整)	易(山留ジャッキ等)	難	難	難		
	④支障物の処理	可能	困難	可能	不可能	不可能	不可能		
	⑤曲線部施工の難易	易	やや難	易	難	難	難		
	⑥切羽性状の変化に対する工法変更の難易	易(ブラインドに変更)	易(手掘式に変更)	易(手掘りまたはブラインド)	難	難(機械掘り)	難(機械掘り)		
	上	⑦切羽の掘削	つるはし、ピック、スゴップ等人力で行う。	推進により排土口が流出するずりを取込む。	掘削をショベル系掘削機で行う。	回転カット	回転カット	回転カット	
		⑧ずりの搬出	固体輸送(ベルトコンベヤ、トロ、グラブシユール)	同左	同左	同左	同左	流体輸送(スラリーポンプ等)	
施 工 上	⑩シールド機故障による影響の度合と運転に対する熟練度	故障は割合少なく、保守点検も容易で、かつ運転にさほどの熟練を要しない。	故障と保守点検については手掘式とはほぼ同じであるが、運転はややむずかしい。	手掘式とはほぼ同じであるが、掘削機械の保守点検が必要である。	故障の度合によっては全工事が止まり、修理時間も長く、運転にかなりの熟練度を要す。	同左	同左		
	⑪坑内作業環境と安全性	圧気内作業であり、圧気圧に制限がある。開放型のため安全性にやや難。	同左	同左	同左	坑内作業環境は大気圧下で良好、かつ閉塞型のため安全性が高い。	同左		
	⑫周辺環境	特に空気圧縮機、ずり処理の車両に対策が必要	同左	同左	同左	特にずり処理の車両に対策が必要	特に送水ポンプの騒音に対策が必要		
そ の 他	⑬発進基地の規模			450~700 m ²			500~1,100 m ²		
	⑭シールド機の製作日数	135日(4.5カ月)	135日	135日	165日(5.5カ月)	165日	165日		
	⑮シールド機の製作費率	1.0	1.0	1.5	2.5	3.0~3.3	3.0~3.3		

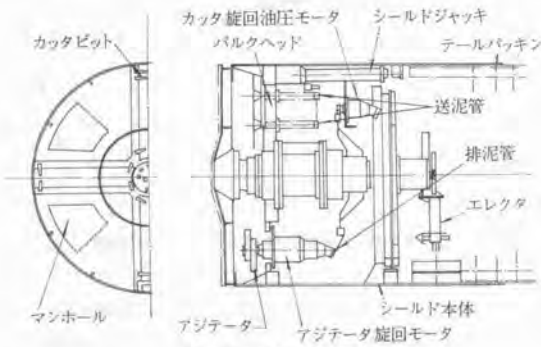


図-2 泥水シールド

に至り、掘削可能な機種が数種考えられ、どちらが適するかという問題が出てきた。

さらに、最適機種の選定を行っていくうえでの各検討項目に関する見解がどの程度確立されているかということである。各検討項目のうち最も基本的で、かつ重要なものは、地盤に対するシールド機種の適用性の問題である。現在、土質の性状からみて、シールド機種の判断資料は各企業においてそれぞれ実績の積み重ねから選定しているようであるが、過去の実績から一般的な選定基準は大体表-4のとおりとなっている。

これらの問題点をかかえながらも、都市土木としてのシールド工事においては土被りや土質が均一であることはまれである。したがって、シールドの選択にあたっては、単に機種のみを比較検討するのではなく、施工延

長、補助工法、設備、工期、経済性、地下埋設物、周辺家屋への影響などの他の要因も含めて総合的に検討を行い、現場に即応した最も適切なシールド機種の採用が肝要である。

(3) 急曲線施工

シールドの線形は安全性、経済性、施工性などから直線が理想的であることは論をまたない。ところが、都市における道路形態や、下水道の特性であるポンプ所、処理場などの位置関係で、道路下を直角またはこれに近い角度でシールド本体を回転させなければならないこと

表-4 土質とシールド形式

地質	シールド形式	手掘式		半機械式	機械式		
		開放	閉塞		一般	泥水	土圧
粘性土	軟弱粘性土	△	○			○	○
	固い粘性土	○		○	○	△	○
砂層	ルーズな砂層	△		△	△	△	△
	締まった砂層	○		○	○	△	○
砂れき層	ゆるい砂れき層	△		△	△	○	△
	固結砂れき層	○		○	○	△	○
玉石転石層		○		○	△	△	
軟岩	土丹、泥岩	○		○	○	△	

(注) ○: 原則として条件に適合する。

△: 条件に不適合とはいえないが、適用に当ってはなお検討を必要とする。

泥水シールドはほとんどの地山に適用が可能であるが、経済性もある程度加味して○△が記入してある。



図-3(A) 急曲線施工例

が多い。その対応策として回転立坑を設置するか、場合によっては地上権を設定して急曲線を緩和する方向がとられてきた。しかし最近では特に回転立坑設置工事に伴う騒音、振動、地盤沈下等による社会問題および立坑用地取得の困難性により急曲線による施工が行われている。またシールド工事で曲線掘進する場合は土質条件、土盛り、地下水および埋設物などの事前調査を十分に行って曲線半径は大きくとることが望ましいが、現実には曲線半径 10~20m 程度の曲線施工をしなければならない場合などにあつては、異形セグメントの組立およびガイドパイプなどを使用して施工した例も多い(図-3参照)。

今後のシールド工事では前述のように道路の形態と諸条件によって回転立坑ができず、急曲線施工も余儀なくされる場合が多くなると思われるが、施工にあつてはシールド機の構造、テーパセグメント、余掘りによる掘進などを検討し、十分な事前調査に基づいた施工計画および施工管理のもとに慎重に対処しなければならない。

(4) 環境対策

シールド工事は開削工事に比べ騒音、振動などの影響が少ないといわれている。しかし、工事基地などの立坑周辺においては開削工事に比べ長期間にわたって騒音、振動などが発生する場合迷惑度が高い。つまり、立坑周辺には各種の工事前仮設備が設置されるが、これらの仮設備が騒音、振動の発生源となるため防振設備、防音壁を設けるなどの近隣対策を十分に講ずる必要がある。また、今後ますます厳しさを増す施工環境のもとで、都市土木としてのシールド工事の環境対策は社会的使命のもとに慎重に検討され、実施されなければならない。

5. おわりに

以上、下水道シールドの現状と実績のなかからいくつかの問題点を述べてきたが、シールド工法は適切な計画

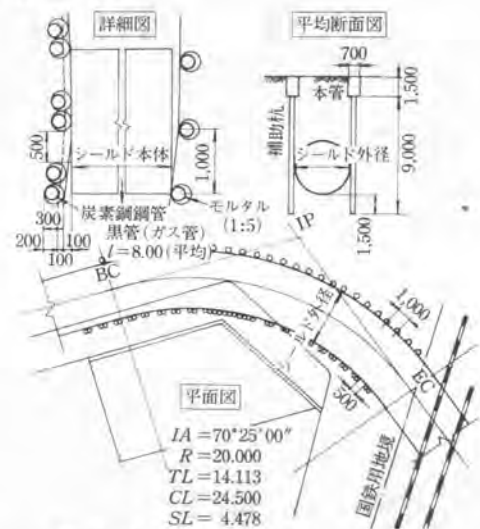
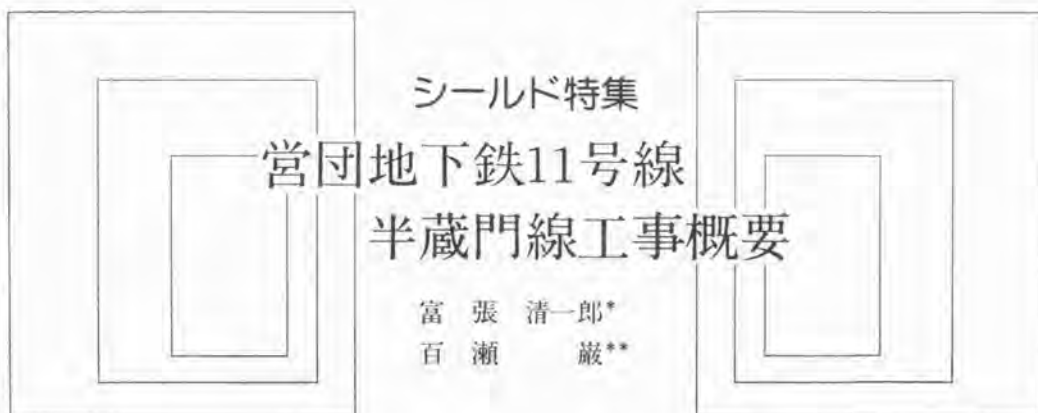


図-3(B) 強制転換用パイプ打込配置図

に従って施工される限りすぐれた工法ではあることに間違いはないが、決して万能な工法ではなく、究明されなければならない諸問題も多い。今後とも発注者、請負者および機械メーカーが一体となって技術の改良、開発に取り組む必要がある。特にシールド工法の最も大きな課題ともいえる地盤沈下対策については、文中しばしば繰り返したように近年の泥水および土圧系シールドの技術革新によって成果を上げたことも高く評価するところである。

一方、古くて新しい問題としての裏込注入のあり方も見直さなければならない時期にきている。紙面の都合もあつて施工管理上の問題、セグメントの変形と強度の問題などにふれることができなかったが、これらの問題をかかえながら都市土木としてのシールド工法は今後ともあらゆるところで活用されるであろう。今日なんといつても基本にあるものは地下水および土質の性状などの事前調査の確立と、周到な施工計画に基づき、きめの細かい施工管理が最も重要なポイントとなっている。



1. まえがき

都市計画高速鉄道第11号線は世田谷区二子玉川を起点として、渋谷、永田町、半蔵門、九段、大手町を経て中央区蛸殻町に至る延長約19kmの路線である。このうち、二子玉川～渋谷間は東急電鉄が建設し、新玉川線として昭和52年4月に営業を開始し、渋谷～蛸殻町間(半蔵門線)は帝都高速度交通営団が建設営業するもので、全線が完成すると田園都市線、新玉川線と相互直通運転が行われ、田園都市線から都心に直結する一大幹線となり、またほぼ並行して走る青山通りの銀座線の混雑緩和が期待される。現在、建設の完了した区間より順次部分開通させ、3回目の開通が昭和54年9月半蔵門線青山一丁目～永田町間で行われ、田園都市線つきみ野～半蔵門線永田町間が営業中である。

2. 11号線の特徴

交通営団で建設する渋谷～三越前間延長約10kmの区間について工事上的特徴をみると、その1は、既設の路線に比較して非常に深くなっていることである。すなわち、各所で既設地下鉄線と立体交差し、9駅新設のう

表-1 東京都内における地下鉄建設状況

線名	着工年月/完成年月	開削工法(km)	シールド工法(km)		地上区間(km)
			工	法	
交通営団	丸の内線(池袋～荻窪)	26.4/37.3	25.3	0.2	1.9
	日比谷線(北千住～中目黒)	34.5/39.8	17.3	—	3.8
	東西線(中野～西船橋)	37.10/44.3	14.7	1.8	15.3
	千代田線(綾瀬～代々木上原)	41.7/47.10	15.0	3.9	4.1
	有楽町線(池袋～銀座一丁目)	45.7/49.10	8.0	2.9	—
半蔵門線(渋谷～三越前)	48.3/	3.7	6.4	—	
都営	浅草線(押上～西馬込)	33.8/43.11	17.6	1.1	—
	三田線(三田～西葛島)	40.12/48.11	14.7	1.5	5.1
	新宿線(新宿～東大島)	46.5/	8.6	5.2	0.7

* Seiichirō Tomihara 帝都高速度交通営団建設本部工務部長

** Iwao Momose 帝都高速度交通営団建設事務所副所長

ち8駅で連絡できるほか、国鉄線、高速道路や各種重要都市施設および建造物と交差あるいは並行する関係から、トンネルは深層化せざるを得なかった。

その2は、工法としてシールド工法が主工法である。従来都市トンネルは開削トンネルが主体であったが、近年、①路面の使用制約、②工事公害の防止上、③地表、地下の既設構造物との交差に伴うトンネル位置の深部化、④経済性、⑤施工性等よりシールドトンネルが急増している。戦後東京都内で建設された各路線ごとに工法別に分類してみると表-1のとおりである。表から理解されると思われるが、近年順次シールドトンネルの比率が増加し、11号線においては63%がシールドトンネルとなり、深層2駅(永田町、三越前)はシールド工法によるシールド駅である。

その3は、地下水の汲上げ規制によって地下水位が毎年上昇しており、工事にあたり各所で地下水対策がとられることとなった。

3. 工事概要

11号線渋谷～三越前間の路線線形および縦断は図-1に示すとおりである。縦断図でわかるとおり、開削区間は駅および換気室、ポンプ室等となる立坑部分の特殊区間であり、他はシールド区間である。

区間別に工事の概要、特色について記すと、渋谷～永田町間は渋谷地区の繁華街、特に渋谷駅前広場地下街下での工事および宮益坂の狭い道路内の開削工事、また都内でも有数の主要幹線道路である青山通り内では既設銀座線と3.5kmにわたって並行あるいは交差しており、営業線防護および地下水対策に終始苦慮した。永田町駅は赤坂見附交差点から平河町交差点間をめがね型シールド駅として衆議院および参議院議長公邸下に設置される。永田町～九段下間は区間の始端および終端はシールド工法により民地部、ビルおよび地下式・高架併設高速道路4



図-1 11号線渋谷~日本橋小舟町間線路図

号線下を横過する。また半蔵門駅を含めて開削区間は道路幅員 16 m の狭い区道下に構築幅平均 14.2 m の駅、留置線を築造するため工事全般にわたり工事公害の発生を極力おさえるよう慎重に工事を進めている。九段下～三越前間は都心部の工事であり、各種施設物との交差、河川、濠等特に慎重さを要求される。九段下～神保町間は都営 10 号線と併設されるため大規模大断面開削工事区間であり、特殊工事として日本橋川組橋下凍結工法によるトレンチ掘削が特記される。神保町～三越前間は大手町駅およびシールド発進または到達となる立坑が開削工法となり、掘削深さは 42.5～30 m と非常に深く、土留には壁式連続地中壁が使用されている。シールドトンネルは平面曲線、縦断こう配ともに変化が多く、しかも東京層の豊富な地下水をかかえ、林立するビル街、国鉄、幹線施設物等の交差を各所で行うため技術的にも高度な技術を要求される区間である。

11 号線のシールドトンネルの概要は表-2 のとおりである。シールド機械は都市トンネルの性質上、地質構成が複雑で、しかも軟弱であったり、蛇行、曲線部等の施工性、切羽における地質の確認を的確に把握すること等から、当初は手掘式シールド機が主として用いられていたが、近年の労務事情から半機械化シールド（セミメカニカルシールド）が主流を占めるようになっており、11 号線においてもほとんどセミメカシールドである。以下、11 号線に用いられたシールド工事の例について形式別に工事概要を記述する。

(1) 元赤坂二工区

青山一丁目駅～永田町駅間延長 1,136 m のトンネルを単線併列で機械掘シールド（メカニカルシールド）により施工した。本工事は地下鉄銀座線（3号線）、丸の内線（4号線）の直下あるいは近接し、沿道ビル群にも近接しており、しかも限られた工期内完成を目標とし、トンネル線形は平面的には $R=400\sim 300$ m の曲線が3個

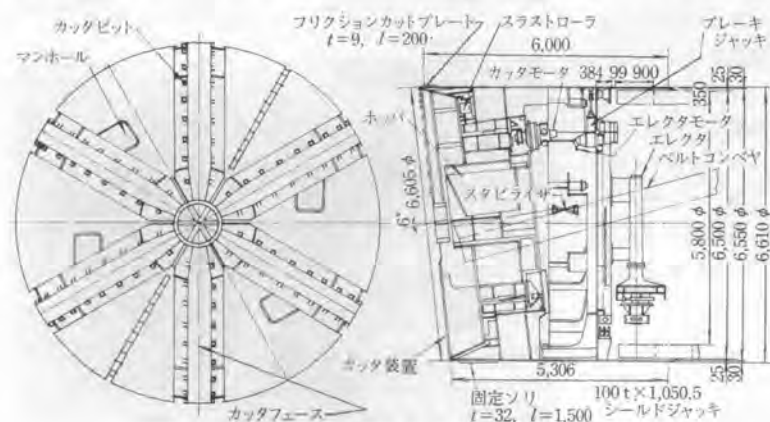


図-2 シールド機械の構造

表-2 11 号線シールド工事一覧表

工区名	種別	トンネル径 (mm)	延長 (m)		施工時期
			A線	B線	
渋谷二	単線併列	6,500	660	660	S52.3完
			738	738	
北青山	*	6,500	894	894	S52.8完
			1,135.9	1,135.9	
元赤坂二	*	6,500			S52.10完
永田町三	駅(ループ)	8,580	210		S53.4完
平河町三	単線併列	7,000	219.8		準備中
九段上	*	9,800	293		未定
			893		
神保町二	*	9,800	767		準備中
大手町四	単線併列	6,600	451		施工中
大手町七	*	6,500	429		S53.2完
室町一	駅(ループ)	8,000	251.8		S54.3完
室町三	複線	9,800	282		S54.5完

所、終端部で $R=200$ m, 250 m の急曲線があり、縦断的には発進部（青山一丁目）から到達部に向って 27% の下りこう配で、土盛り 7～21 m である。切羽地盤は発進部から 900 m はクラウン部より粘土層、シルト層と東京砂層の互層、れき層となっており、地下水は溜り水程度で低い。また到達 200 m 間は東京砂層となり、地下水はシールド天端上 3～5 m と高く、このためディーブウェルを4個所設置して地下水位低下を施し、しかも東京砂層が非自立性のため切羽前面に薬液注入を施工した。

シールド機械の構造および仕様は図-2、表-3 に示すとおりである。カットフェースは切羽の安定を保つため前面に 6° 傾けて取付け、またカットビットはカットフェースの左右回転用として各々 61 個で合計 122 個を放射状に取付け、切羽全面を掘削できるようにした。カットビットのカットフェースよりの突出量は 35 mm であり、カットフェースの開口率はスリットの全開放の場合で 24.2% である。シールド推進ジャッキは 100 t ジャッキ 30 本を円周方向に装備し、推力は最大 3,000 t とし、カットの旋回トルクは最大 300 t-m とした。

スキンプレートについては、テールボイドを極力少なくするためハイテンションプレートを使用し、30 mm 厚とした。また前面下部には円周方向に 35° (2,018 mm) の範囲に長さ 1,500 mm、厚さ 32 mm の固定ソリを取付けてシールド機械の前傾を防止し、残部 325° の範囲には幅 200 mm、厚さ 9 mm のフリクションカットプレートを取付けて掘進時の摩擦を減少させ、蛇行修正、曲線掘進を容易にした。

(2) 大手町四工区

気象庁前交差点の換気室立坑を発進基地として、大手町駅に至る延長 451 m を単線シールドを併

表-3 シールド機械仕様

名 称	仕 様
シールドジャッキ	100t×1,050s×350kg/cm ² ×30 No
シールド推進速度	0~61mm/min (全機作動時)
m ² 当り 推 力	87t/m ²
パ ワ ー { 電 動 機	15kW×6P×400V×50Hz×3No
ユ ニ ッ ト { 油 圧 ポン	FG 30-20/20 17.3 l/min×350kg/cm ² ×3 No
エ レ ク タ 回 転 数	0~1.3 rpm
押 付 力・つ り 上 げ 力	12.8t 7t
エ レ ク タ 昇 降 ジャッキ	6.4t×900s×100kg/cm ² ×2 No
グ リ ョ ッ プ ス ラ イ ド ジャッキ	5t×450s×100kg/cm ² ×1 No
セ グ メ ン ト サ ポ ー ト ジャッキ	5t×150s×100kg/cm ² ×2 No
回 転 取 扱 重 量	セグメント max 約 1,900 kg
旋 回 パ ワ ー { 電 動 機	22kW×4P×400V×50Hz×1 No
ユ ニ ッ ト { 油 圧 ポン	GH5-63 84 l/min×120kg/cm ² ×1 No { OHSG 20-9 N-20 315 kg-m at 120kg/cm ² ×2 No
旋 回 油 圧 モ ー タ	5.5kW×6P×200V×50Hz×1 No
昇 降 ス ラ イ ド { 電 動 機	5.5kW×6P×200V×50Hz×1 No
パ ワ ユ ニ ッ ト { 油 圧 ポン	GH 1-15 15 l/min×140kg/cm ² ×1 No
グ リ ョ ッ プ ジャッキ	2.0t×80s×100kg/cm ² ×1 No
カ ッ タ	単軸スプロケットチェーン駆動式、外径 φ6,605
カ ッ タ 回 転 数	0.6~1.2 rpm (at 210~105kg/cm ²)
カ ッ タ ト ル ク	150~300 t-m (at 105~210kg/cm ²) 75kW×6P×400V×50Hz×4 No
パ ワ ー { 電 動 機	可変吐出 3VSH 2 B×4 No
ユ ニ ッ ト { 油 圧 ポン	320~130 l/min (at 105~210kg/cm ²)
旋 回 油 圧 モ ー タ	{ 高トルクモータ M 20-S 1/5 減速機付、10 l/rev 12 t-m at 140kg/cm ² , 3t-m at 210kg/cm ² ×8 No

列で施工する工区である。沿線の三井物産、三和銀行等超高層ビルに近接し、大手濠下、地下鉄東西線、千代田線、都営三田線を横過する。トンネル線形は平面的には大手濠下より三井物産ビル横にかけて $R=181\text{m}$ 、 $R=191\text{m}$ の急曲線があり、縦断的には 16‰ の上りこう配で発進し、後半 21‰ となる。土被りは 30~22m である。

地質は上部東京層を通過し、発進部は上部に細砂層、下部に固結シルト層が存在し、中間部はほとんどが細砂層内であり、到達部は砂れき層が 80%、砂層が 20% となる。地下水は下部砂れき層に被圧水としてシールド天端上 6m の水頭で存在している。このため圧気圧 1.0 kg/cm² 前後で切羽の安定を計れると思われる。また $R=181\text{m}$ の曲線施工を考慮し、手掘式オープンタイプ(一部掘削機使用)を採用した。

シールド機械は写真-1のように曲線施工を考慮して上部から 1/3 の高さからテーパを付けたスランテッドタイプである。これは下部の横方向の抵抗を少なくするために、曲りやすくするためである。シールド機械本体の仕様は表-4のとおりであるが、この機械の特徴は、

① 切羽に堅固な地盤層があるためフード全周につめ(エッジツース)を 1cm 外周より出して取付け、デッキを一段とし、下部に掘削機を装備した半機械掘方式とした。またムーバブルフードジャッキを 70t×8 本と強化した。

② 急曲線を考慮してシールド機長をこの種のものの径に対する長さの比 0.8:1.0 に比べて最も短い部類に属する 5.46m とした。

③ テールシールドを O 型と L 型の二重シールド構造とし

た。これは急曲線施工時にテールプレート内面とセグメント外面の当たる位置が鋭角となり、また余掘りが必要なため裏込注入量も多く、テールプレート内に裏注の流入を防ぐため、O型はL型の破損を防ぎ、セグメントにL型シールドがぶつかる衝撃を少なくするためである。

この工区において、現在ずり出し方法にユニークな試みを行っている。ずり出しの方法は近年基地の取得難や騒音による沿道の制約、道路使用の制限等によりますます複雑となり、困難を極めている。スキップホッパによる垂直上げのような簡便な方法をとろうところはほとんどなくなってきている。切羽の安定を図り、その泥水をそのまま流体輸送を行う泥水シールド工法も、地上における土砂と水の分離やその設備が都心部においては重荷となる。

そこで、ここでは図-3に示すように風を使用して土砂を搬送し、立坑から 30m 離れた地上基地から搬出することとした。風送のメリットは

- ① パイプで運ぶのでどんな形にもできる。
- ② ホッパは離れた個所で良い。
- ③ 圧気坑内から直接圧送できる。
- ④ パイプの保守だけで労務者が少なくてすむ。
- ⑤ 設備が簡単で維持補修が楽である。

等である。またデメリットは

- ① 電力の消費が多い。

表-4 大手町四工区単線シールド機械仕様

(1) シールド本体要目

外 径 × 全 長	6,750 mmφ×5,460 mm
シールドジャッキ	150t×1,050s×350kg/cm ² ×25 本
ムーバブルフードジャッキ	70t×700s×350kg/cm ² ×8 本
フェイズジャッキ	30t×1,200s×350kg/cm ² ×10 本
デッキジャッキ	30t×1,200s×350kg/cm ² ×6 本

(2) パワーユニット要目

	シールド山留用	エレクタ用	バックホウ用
常用圧力	350 kg/cm ²	140 kg/cm ²	210 kg/cm ²
吐 出 量	0~30 l/min ×3 台	30.54 l/min	0~75 l/min
出 力	20 kW ×200 V	22 kW ×200 V	37 kW ×200 V
回 転 数	×4 P ×50 Hz	×4 P ×50 Hz	×4 P ×50 Hz
	1,450 rpm	1,450 rpm	1,450 rpm



写真-1 大手町四工区単線シールド機

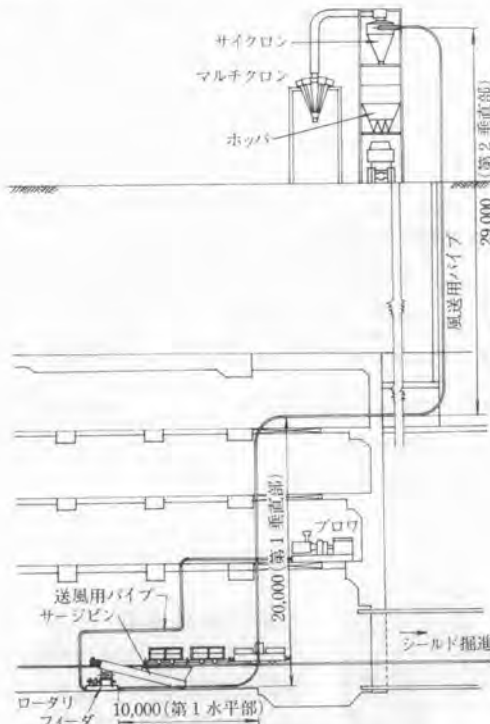


図-3 風送フローシート

② 管径と土砂の径との比を考慮して整粒しなければならない。

③ 粉塵が出ることがある。
等である。設備の諸元は表-5のとおりである。

(3) 室町三工区(当工区は11号線一期工事の終端部となり、電車の折返し、留置するため)

日本橋交差点に位置する三越前駅終端立坑を発進基地とし、小舟町交差点に至る延長282mの複線シールド工区である。都心でも交通量の多い日本橋地区にあり、工区中間部には昭和通りやその上を高架で走る首都高速道路等いくつかの重要構造物がある。しかもシールドに近接並行して日本橋川があり、安全管理、施工管理上高度の技術を要求された。

シールド通過位置の地質は上部より洪積層の砂層、粘土層、東京れき層、砂層、粘性土層と変化し、地下水はクラウン上部の砂層は滞水層でしかも感潮河川である日本橋川とつながっており、観測井の結果から干満の影響を受けており、下部砂層は被圧水がある。このため日本橋川防護対策、近接ビル防護対策として図-4に示すように柱列式連続地中壁や薬液注入工法による防護工事を実施した。

シールド機械の構造および仕様は図-5および

表-5 設備諸元

①	ブロウ: GR-01, 110 m ³ /min, 吐出圧常用 0.8 kg/cm ²	
	定風量コントロールに改装	1 基
②	主電動機: 210 kW×2P	1 台
③	起動・制御盤	1 式
④	傾斜脱水サージビン: 相対2本スクリー式	1 基
⑤	ロータリフィーダ: CRR-25型, 30 kW×4P モータ	
	混合インジェクタ管装着	1 基
⑥	圧力制御盤	1 式
⑦	ザリビン用レベル計	1 基
⑧	サイクロン: 外径 1,800 mm, 鬼刃付, 防音	1 基
⑨	A輪接続チェーンコンベヤ: 15 kW, 1/60	1 基
⑩	配管	
	・空気管 (ブロウとフィーダ間): 直管 10" 5 m×1本, 90°エルボ2個, ラバーホース 2 m×2本	
	・風送管	
	直管: 8", 肉厚 15 mm, 4 m もの	25 本
	アクセラパイプ: 内径 180 mm, 4 m もの	1 本
	テレスコピックパイプ: 伸縮 1 m, 4 m もの	1 本
	エキスパンションパイプ: 伸縮 10 cm, 0.7 m もの	3 本
	ボールジョイント: 5°まで芯を調整	2 個
	エルボ: 90° (30°セグメント式)	4 本

び表-6に示すとおりである。トンネルの精度および近接構造物の防護、クラウン上部地下水対策が施工上最大の要素であり、基本的事項として下記の点を重点的に考慮して設計された。

① 方向制御のためシールド機本体の長さを短くする。

② テール部プレート厚さを縮小し、テールボイドの減少を計るほか、十分な強度を有することからスキン厚さはフード部、リング部、テール部とも 60 mm とした。

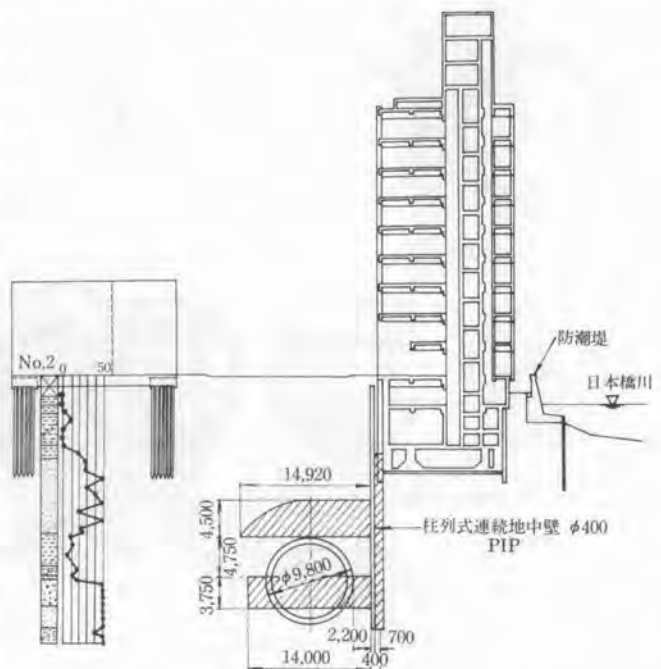


図-4 防護断面図

③ シールドジャッキ、フェースジャッキなどはN値50以上の洪積層を考慮し、ジャッキ推力およびストロークを決定する。

④ シールド天端付近の滞水層対策として天端押えムーバブルフードの構造を決定するほか、坑内より天端に薬注のできる注入口を取付ける。

⑤ テールパッキンは裏込注入の効果が上がるよう二重シールドとする。

⑥ 掘削は手掘りとし、デッキ3段として、下部にずりかき込みを主目的とした掘削機を取付ける。

⑦ 運転操作のうち、特に山留ジャッキは安全を考えて、シールドの推進に伴い切羽を定められた山留力で保持しながら自動的に収縮する構造とする。

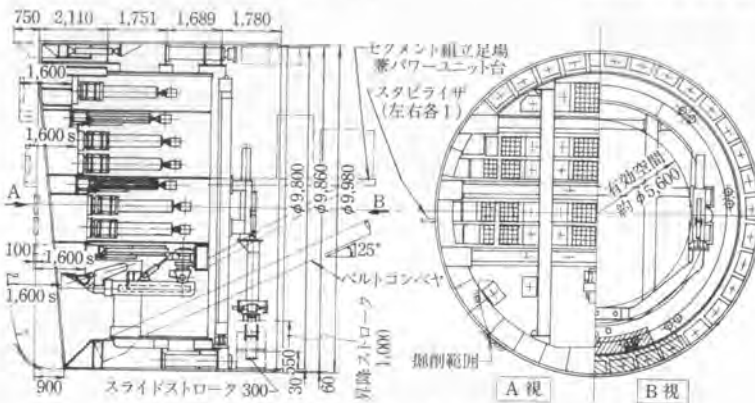


図-5 掘削機付シールド一般図

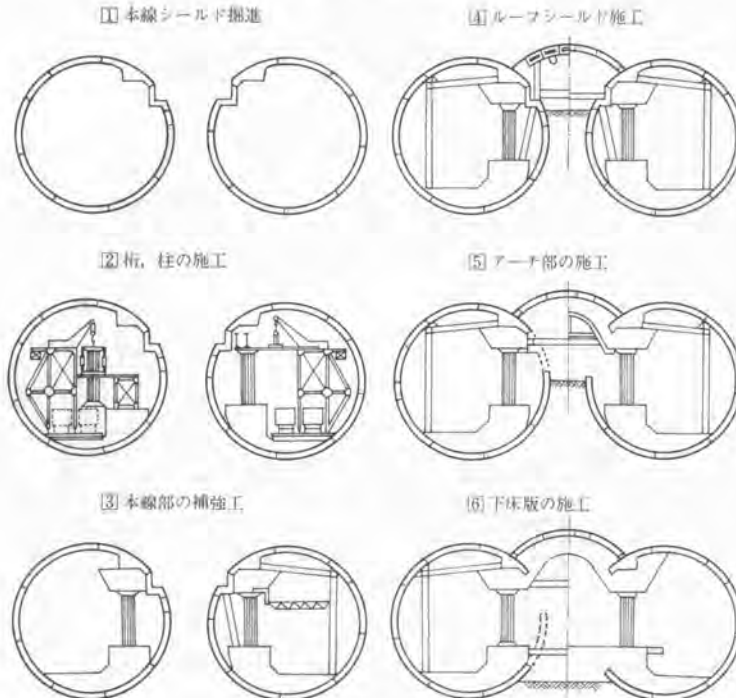


図-6 施工順序図

表-6 シールド本体関係仕様

名称	仕様
シールドジャッキ	200t×1,100s×320kg/cm ² ×35No
ムーバブルフードジャッキ	50t×800s×350kg/cm ² ×9No
フェース(上・中段)ジャッキ	30t×1,600s×350kg/cm ² ×28No
フェース(下段)ジャッキ	30t×1,600s×350kg/cm ² ×4No
デッキジャッキ	30t×1,600s×350kg/cm ² ×18No
シールド単位面積当り推力	89.5t/m ²
シールド推進速度(全数作動)	4.7cm/min (102l/min時)
シールド(電動機)	45kW×6P×200V×50Hz×2No
パワーユニット(油圧ポンプ)	{ FGH 50-28/30 50 l/min } ×320kg/cm ² ×2No
山留(電動機)	18.5kW×4P×200V×50Hz×2No
パワーユニット(油圧ポンプ)	{ FG 30-20/20 26 l/min } ×350kg/cm ² ×2No
スタビライザジャッキ	30t×350s×350kg/cm ² ×2No

またこの工区の最も心配された天端上部滞水砂層の崩壊防止と避難対策として、上部山留時のウレタンマット

使用、また坑内の遮水版および緊急避難シャフトの取付も徒労に終わったのは幸いであった。

(4) 三越前駅

本駅は、有楽町線永田町駅、11号線永田町駅に次いで施工されたルーフシールド式めがね形シールド駅である。駅は東京の商業中心地として古くから栄えた日本橋室町に位置し、始端を外堀通り常盤橋交差点におき、終端を中央通り日本橋交差点に至る区間に位置するもので、道路幅員22mの区道の両側には東京銀行、三越デパート本店新館、東洋経済ビル、大栄ビルなど高層ビルが林立し、土被り22mで、立坑間延長251.8mのプラットホーム(幅10m)部分がシールド工法により築造された。

シールド部分の土質は洪積層の東京れき層および下部東京砂層が主たる土質である。東京れき層は各ビルの支持層となっているれきで、緊硬度は高いが、バインダ分が少なく、崩壊性が高い。砂層は緊硬度であるが、均等係数2に近く、極めて崩壊性が高く、シールド掘進時の振動、地下水の影響により、しばしば崩落の傾向を示した。

工事の施工順序は図-6に示すとおりであるが、概要は外径8mの円形本線シールド2本を2mの

純間隔をもって併設施工し、桁柱、本線トンネルの補強を施工し、本線L形セグメント上をルーフシールド機がランウェイして掘進し、両トンネルをスチールセグメントにより結合し、上部アーチ鉄筋コンクリートにより覆工後、中間部下部を掘削、鉄筋コンクリートで結合してシールド駅が完成する（写真-2参照）。

シールド駅の施工は本線シールドの施工精度と中間部の施工に左右されるものであるが、本駅に使用したルーフシールド機について記述すると、構造および仕様は図-7および表-7に示すのとおりであり、狭い施工環境の中で諸作業が効率よく安全に遂行できるよう検討した。その要点について述べると、狭い切羽において崩壊性のれき層を無圧気で掘進するため天端の崩壊防止に対しムーバブルフード装置と切羽作業の安全を考えて小型積込機を配置した。セグメント、箱座の搬入、取扱い、組立作業を円滑に行うためセグメント転倒



写真-2 三越前駅全景

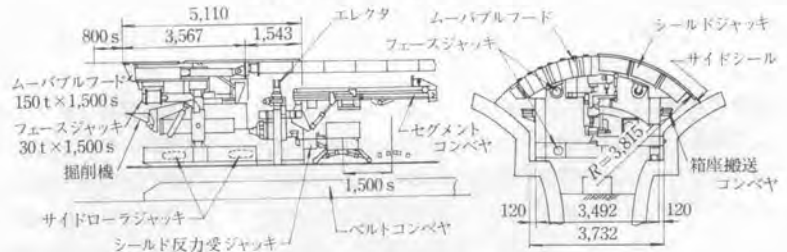


図-7 ルーフシールド掘進機

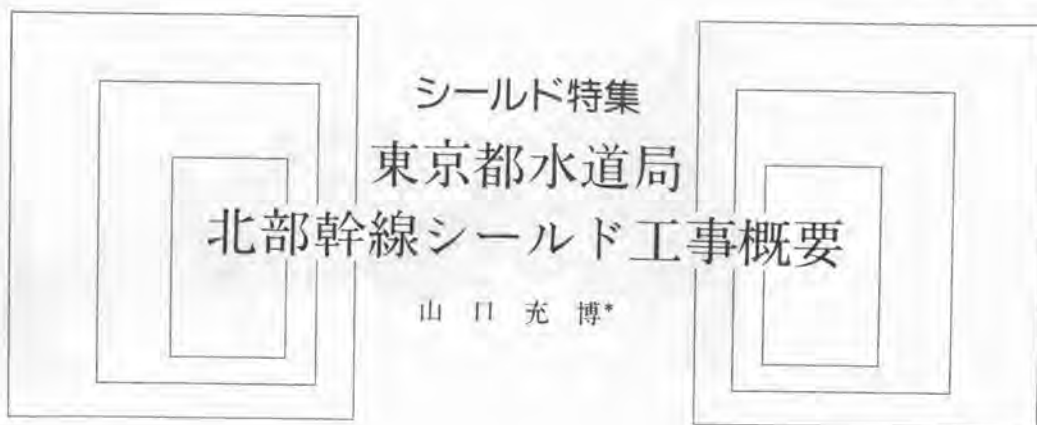
前送り装置、箱座取扱装置の配置、推進力のバランスを取るため反力受グリッパを使用した推進ジャッキの使用、ルーフシールド機の本線接合部である側部山留としてサイドシールを全面に開発使用する等、施工面での配慮を行った。

表-7 ルーフシールド掘進機仕様

名	称	仕	様
シールド関係	シールドジャッキ	150 t × 1,050 s × 350 kg/cm ² × 6 No	
	シールド反力受ジャッキ	150 t × 1,500 s × 350 kg/cm ² × 2 No	
	ムーバブルフードジャッキ	80 t × 800 s × 300 kg/cm ² × 5 No	
	フェイスジャッキ	30 t × 1,500 s × 350 kg/cm ² × 4 No	
	ゲリッパジャッキ	7 t × 300 s × 140 kg/cm ² × 4 No	
	反力受上下ジャッキ	7 t × 130 s × 140 kg/cm ² × 4 No	
	サイドローラジャッキ	30 t × 150 s × 4 No	
掘削機関係	No. 1 ジャッキ	30 t × 1,350 s × 250 kg/cm ² × 1 No	
	No. 2 ジャッキ	30 t × 385 s × 250 kg/cm ² × 2 No	
	No. 3 ジャッキ	30 t × 450 s × 250 kg/cm ² × 1 No	
	No. 4 ジャッキ	30 t × 405 s × 250 kg/cm ² × 1 No	
	パワーユニット { 電動機 油圧ポンプ	18.5 kW × 4 P × 200 V × 50 Hz × 1 No BZ 716 20 l/min × 350 kg/cm ² × 1 No 38 l/min × 250 kg/cm ² × 1 No	
エレクタ	昇降ジャッキ(押付力×つり上げ力)	8 t × 5 t × 600 s × 100 kg/cm ² × 1 No	
	スライドジャッキ(伸力×縮力)	5 t × 3.5 t × 200 s × 100 kg/cm ² × 1 No	
	旋回油圧モータ	M-20 590 kg-m × 100 kg/cm ² × 1 No	
搬送装置	前後ジャッキ	8 t × 1,800 s × 100 kg/cm ² × 1 No	
	上下ジャッキ	8 t × 260 s × 100 kg/cm ² × 1 No	
	反転ジャッキ	5 t × 650 s × 100 kg/cm ² × 2 No	
	箱座搬送ジャッキ	2 t × 1,000 s × 100 kg/cm ² × 2 No	
	パワーユニット { 電動機 油圧ポンプ	11 kW × 4 P × 200 V × 50 Hz × 1 No FGV 15-16/15 16 l/min × 210 kg/cm ² × 1 No	

4. おわりに

11号線の概要について述べたが、11号線建設工事はこれまでの地下鉄工事の中でも指折りの難工事の連続であった。構築自体も複雑で、かつ大断面であり、作業環境も各工区それぞれ困難さがあつたが、現在トンネルは65%完成している。残り未完成区間については鋭意工事を進めており、無事故で所定の工期に完成を期す所存である。



シールド特集

東京都水道局

北部幹線シールド工事概要

山口 充博*

1. はじめに

東京の水道は、明治 32 年 12 月に近代水道として発足して以来、東京の発展につれて拡張につぐ拡張の道をたどってきた。ことに戦後の東京の急激な膨張の時期には、まれにみる水道拡張のスピードも水需要になかなか追いつけないのが実情であった。水源の面からも東京の水道が従来から主として依存してきた多摩川水系が開発しつくされ、なお増え続ける水の使用量に脅かされて東京砂漠がくと騒がれた時代に、救世主と考えられていた“利根川の水を東京へ”の長年の悲願が実現した昭和 39 年の荒川暫定取水は、まさに画期的な出来事であった。それ以後、東京の水道は利根川水系への依存度を急速に高めていった。

東京の今後の水需要は多摩地区の都市化の進行をはじめとし、下水道の普及、核家族化等の生活様式の変化、さらには地下水揚水規制に伴う代替用水等の増加要因により昭和 65 年度には 1 日最大 820 万 m³ にも達するものと予測され、現有施設では大幅な不足をきたすことになる。この対策として昭和 47 年度から総事業費 6,000 億円で第 4 次利根川水系水道拡張事業を実施しており、その主体的な事業概要は次のとおりである。

- 取水施設：埼玉県三郷市（江戸川右岸）
- 導水施設：導水路 1,690 m、沈砂池 2 池
- 浄水場：埼玉県三郷市、施設能力 220 万 m³/日、55 万 m³/日ずつ 4 期に分けて施工する。
- 送配水施設：給水所 3 個所（配水池容量 36 万 m³）、増圧ポンプ所 2 個所、送配水管〔三郷線（内径 2,600 mm・1,500 mm、延長約 17 km）、北部幹線（内径 2,600 mm・2,400 mm、延長約 47 km）、東南幹線（内径 2,600~1,500 mm、延長約 40 km）、配水支

線（内径 2,200~400 mm、延長約 55 km）〕

- 多摩地区補給施設：昭和 60 年度補給予定水量 1 日最大 174 万 m³ に対応できる施設の整備を行う。

北部幹線は第 4 次利根川水系水道拡張事業のうちの送配水施設の根幹をなすものとして計画されたものであり、既設の幹線網と相互に連絡をとりながら多摩川水系水源と利根川水系水源との相互融通を図り、多摩地区を含めた東京都全域の給水の安定化を目指す施設として、将来にわたって東京の水道のバックボーンの一つとしてその機能が期待されている。

2. 北部幹線の概要

埼玉県三郷市に建設中の浄水場は施設能力 220 万 m³/日の規模をもつ世界有数の浄水場であるが、そこで生産された浄水は三郷線を通して水元給水所へ送り込まれ、水元給水所で北部幹線と東南幹線の 2 系統へ大きく振分けられる。

北部幹線は東京の北辺部を通過して練馬給水所（練馬区光が丘）まで達し、そこからさらに南下して和田堀給水所までの延々約 47 km に及ぶ一大配水幹線である。

一方、東南幹線は水元給水所から東京の東辺部を南下し、さらに江東地区を通過して都心部に至る約 40 km の幹線であり、北部幹線とあわせて東京を包囲する形になっている（図-1 参照）。

北部幹線は三郷浄水場、水元給水所を経て東京の西部の給水拠点となる練馬給水所まで利根川の水を直接送り込む重要路線であり、練馬給水所を拠点として、

- ① 練馬区およびその周辺部の配水増強を行う。
- ② 和田堀給水所を経由して東京の城南地域の水の需要増に対処する。
- ③ 多摩地区の水の需要増に対する補給基地としての役割を果たす。

などの多目的な機能を持ち、このために水元給水所から

* Mitsuhiro Yamaguchi 東京都水道局計画部計画課長（前利根川水道建設本部建設部設計第二課長）



図-1 第4次利根川系水道拡張事業計画主要図

練馬給水所へ至る約 35 km の間は内径 2,600 mm, 練馬給水所から和田堀給水所の間の約 12 km は内径 2,400 mm の大口径配水管を敷設するものである。北部幹線の路線は区部の既成市街地を通過するために特殊な部分を除いてほとんど全線をシールド工法により施工しており、シールド部分の比率は全路線の 75% にも及んでいる。

シールドの標準内径は配水管内径にシールド内配管の余裕代として 700 mm を加えたものとし、 $\phi 2,600$ mm 区間におけるシールド内径は 3,300 mm, $\phi 2,400$ mm 区間におけるシールド内径は 3,100 mm に設定した。しかし特殊な部分として河川横断部については監査廊を設ける必要から大口径のシールド断面を採用したり(図-8 参照)、他企業との共同トンネルで $\phi 7,000$ mm シールドを施工しているなどの箇所も多い。路線の線形の面からいえば、配水管の敷設は原則として公道を占有することになるので、いきおい公道の線形に沿ったシールド施工を余儀なくされ、曲率半径 50 m 前後の曲線を設定したり、地中ドッキングによるシールド連絡を行ったりの部分も少なくはない。

北部幹線におけるシールド工区の一覧表を表-1 に示す。表でもわかるように、シールド掘進の地層は前半の



図-2 トンネル標準断面図

葛飾区、足立区の下町地区ではシルト層や細砂層を、後半の板橋区、練馬区、杉並区の高台では主として滞水性の砂層やれき層を対象としており、一部にビート層と遭遇する部分もあって、採用したシールド工法は施工環境も考慮して検討を加えた結果、手掘式、機械式から泥土、泥水のシールドまで、現在実用化されているすべてのシールド工法を動員することとなった。

シールド工法は近年の都市土木には欠かすことのできない基本的な施工法となっており、その方面の技術の発展もめざましいものがあるが、あらゆる地層を克服したい、あらゆる施工条件を満足したいという多様化した要求には追いつけない面も多く、その空白を埋めるために用いられる補助工法は、さまざまな場面でシールド工法を助ける有力な手段となっている。北部幹線工事においても、表-1 に見るように補助工法を併用した工区は数多い。以下に北部幹線の工区の中の施工例のいくつかを簡単に紹介しよう。

3. 工事の実施例

(1) 軟弱地盤における急曲線シールド

この工事は東京都足立区内で施工されたものであり、図-3 にみられるように路線中にトンネルの曲線 $R=30$ m, 35 m が各 1 箇所, $R=50$ m が 6 箇所を数えるという極小曲線半径の連続であり、また図-4 に示すように掘進土層が軟弱な沖積粘土層であるため、補助工法の成

表-1 北部幹線シールド工区一覧

区 間	トンネル概要		シールド工法	対象地質	工期(日間)	特 記
	外径(m)	延長(m)				
三郷市花和田～境木地先	3,600	1,142.0	機 械	シルト質細砂	530	三郷線
三郷市境木～前川地先	3,600 5,100	1,346.0	機 械	シルト質細砂	640	三郷線
三郷市前川～水元給水所地先	3,600 7,200	1,889.0	泥 水	シルト質細砂	680	三郷線
水元給水所～配水池間	8,000	360.0	手掘り	シルト、細砂	640	
葛飾区水元小合新町地先	3,600	323.0	手掘り	シ ル ト	480	R-30 (CCP)
葛飾区水元小合新町～水元塚町地先	3,600	1,300.0	手掘り	シ ル ト	860	R-80 (兼注)
葛飾区水元塚町～足立区佐野町地先	5,100	665.0	手掘り	シ ル ト	600	中川堤防部：水ガラス系薬注
足立区神明南町～保木間町地先	3,600	1,446.0	半機械	シ ル ト	700	綾瀬川横断部：水ガラス系薬注
足立区竹の塚3丁目～六月3丁目地先	3,600	950.0	手掘り	シ ル ト	790	R-30, R-35……各11 R-50……………6}薬注{CCP 水ガラス系
足立区栗原～西新井6丁目地先	3,600	1,160.0	手掘り	シルト、細砂	750	全線カナ薬注(水ガラス系)
足立区西新井6丁目地先	3,600	101.0	手掘り	シ ル ト	350	
足立区5丁目地先間	3,600	715.0	手掘り	シ ル ト	460	
足立区鹿浜5丁目～新田2丁目地先間	3,600	1,683.0	手掘り	シ ル ト	700	地中接合部：ソレタンジュ工法、荒川堤防部：水ガラス系薬注、R-30部：CCP
	5,100 3,600					
北区神谷1丁目～足立区新田2丁目地先間	3,600 5,100	830.0	手掘り 機 械	シ ル ト 細 砂	770	
北区中十条3丁目～神谷1丁目地先間	7,000	989.0	泥 水	れき混り砂層	720	
北区上十条4丁目～中十条3丁目地先間	7,000	961.0	機 械	れき混り砂層	755	
北区上十条4丁目～板橋区大和町地先間	7,000	940.0	泥 水	れき混り砂層	1,000	電々委託、施工中
板橋区大和町～南常盤台地先間	6,750	1,560.0	機 械	れき混り砂層	1,000	電々委託、施工中
練馬区田柄4丁目～北町8丁目地先間	3,600	1,120.0	機 械	粘 土	544	
練馬区田柄4丁目～練馬給水所地先間	3,600	300.0	手掘り	粘 土	250	
練馬区光が丘地先	3,400	343.0	手掘り	れ き 層	540	施工中
練馬区光が丘～谷原1丁目地先間	3,400	520.0	泥 水	細 き 砂		施工中、地中接合部：二重管工法
練馬区谷原1丁目～高野台1丁目地先間	3,400	1,115.0	泥 水	れ き 層	1,100	
練馬区高野台1丁目～杉並区井草3丁目地先間	6,800	1,644.0	泥 水	れ き 層	960	施工中、発進口と到達口：凍結工法
杉並区井草3丁目～上井草3丁目地先間	3,400	542.0	機 械 手掘り	泥 土 れ き 層	1,000	全線薬注(クリーンフォーム)
杉並区井草5丁目～桃井1丁目地先間	3,400	2,500.0	泥 水	れき、ビート層	1,020	ビート層部：薬注(二重管工法)
杉並区桃井1丁目～荻窪2丁目地先間	3,400	2,168.0	機 械	れき、粘土層	990	施工中
杉並区荻窪2丁目～永福3丁目地先間	3,400	2,970.0	泥 水	れ き 層	980	
杉並区永福3丁目～世田谷区和田堀給水所地先間	3,400	2,085.0	機 械	れ き 層	700	山岳トンネル部：ソレタンジュ工法

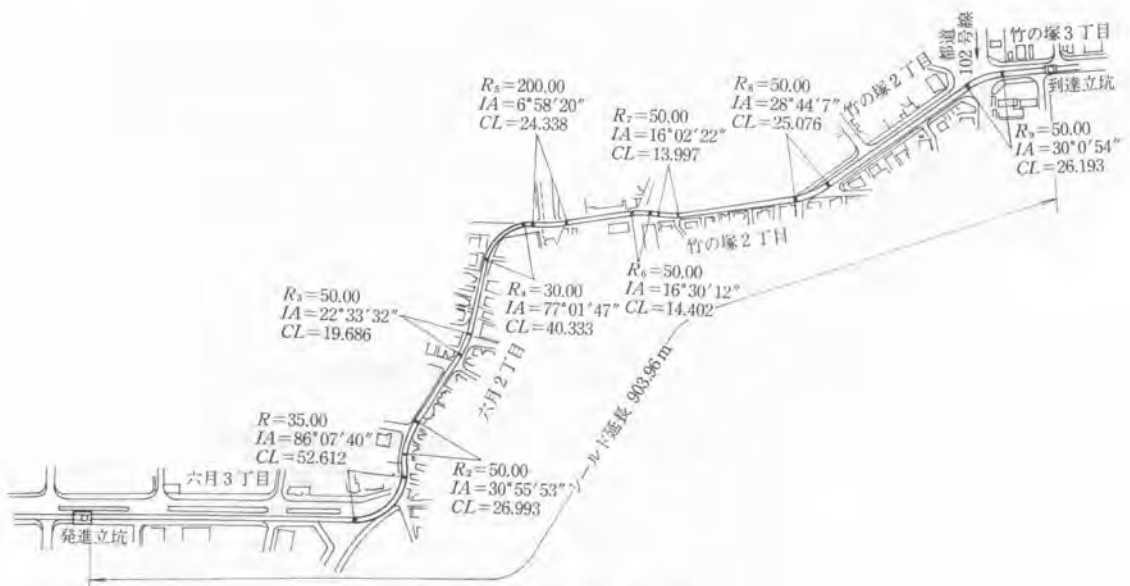


図-3 路線平面図

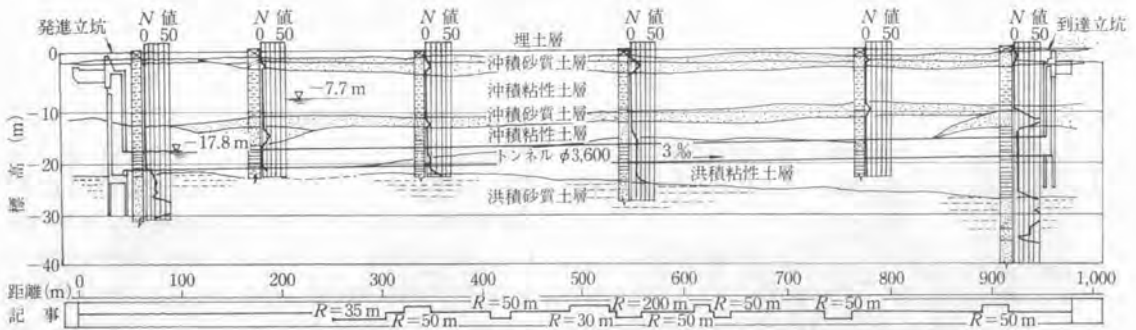


図-4 土層断面図

否がトンネル施工の安全を左右すると考えられた工区である。

掘進土層は大部分が N 値=0, 粘着力 $c=2\sim 3\text{ t/m}^2$ のシルトおよび粘土層からなっており、一部に N 値=5~15 のルーズな細砂層をはさんでいる。このような地質と路線の線形からシールド掘進方法は圧気工法で開放型手掘りシールド機によることとし、シールド機長は曲線部を曲りやすくするために極力短くした。

焦点となった曲線部の補助工法としては、切羽の安定とシールド機の方向変換のため側部にサイドジャッキをかけられる反力壁を形成する必要から、反力壁としては



写真-1 急曲線部のトンネル

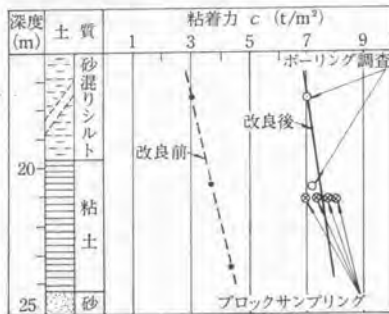


図-5 改良前後の粘着力の比較



図-6 地山変位測定結果および緩み範囲

CCP, シールドクラウン部の改良は CCP+薬液注入併用工法を選定した。

実験工事の結果、図-5、図-6 にみられるように粘着力は $c=7\text{ t/m}^2$ 以上に改良でき、また掘進に伴う切羽周辺の地山の変位の測定結果から、約 60 時間は地山が自立することが確認された。

実際の掘進においては直線部平均 5.5m/日、曲線部は平均 3.3m/日 の進行で、特に大きな支障もなく工事を完了し、路面への影響もほとんど 10mm 以下で、家屋や埋設物の被害も生じなかった。

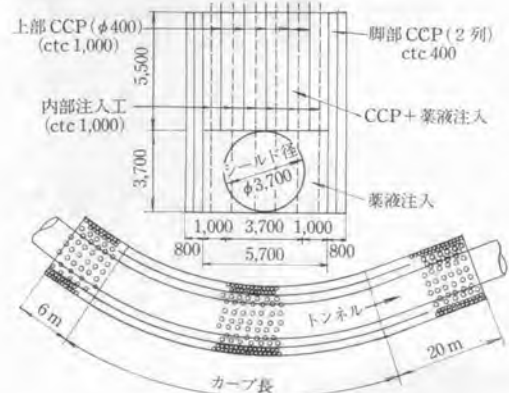


図-7 地盤改良断面および平面図 (曲線部)

(2) 荒川横断部シールド

この工事は東京都足立区鹿浜2丁目地先で荒川放水路を横断する工区であり、監査廊を設けるために図-8に示すように大断面となっている。荒川堤防の沈下防止を考慮することと、シルト層と細砂層の層境を掘進することのために上部シルト層の肌落ちと下部細砂層の被圧水

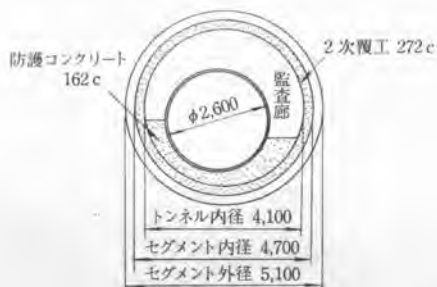


図-8 トンネル断面図



図-9 路線平面図

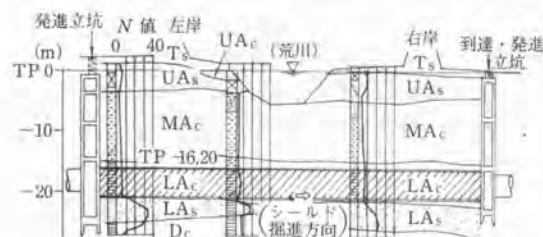


図-10 縦断(地層)図

時代	地質図標	記号	地層区分	構成土質
沖積世		T _s	盛土層	砂質土主体
		UA _c	上部粘性土層	シルト
		UA _s	上部砂層	細砂、中砂、粗砂、シルト質粗砂
		MA _c	中部粘性土層	シルト砂質シルト
		LA _c	下部粘性土層	砂質シルト
洪積世		LA _s	下部砂層	細砂、微細砂、シルト質微細砂
		D _c	粘性土層	粘土

をどのように克服するか、そのためにどのようなシールド機種を選定するかが問題になった工区である。

このシールドを掘進する地層は図-10にみられるような沖積層で、上層の砂質シルトはN値3~5、一軸圧縮強度は0.8 kg/cm²程度、自然含水比40%強で液性限界と同程度であり、コンシステンシー指数はほぼ0で不安定な層である。下部のシルト質細砂層はN値10~15、一軸圧縮強度は1.5 kg/cm²程度、自然含水比43%で液性限界は52.5%、コンシステンシー指数0.41とこれもやや不安定な層である。間げき比は上層、下層とも1~2で圧縮性は大きい。また透水係数は上層はかなり小さく10⁻⁷ cm/sec程度であるが、下層は3.5×10⁻⁴ cm/secであり、下層の間げき水圧は0.35 kg/cm²となっている。

このような土質条件からシールド機種としては単一機種では適当なものが見当らず、各工法とも多少問題があった。しかし上半部の砂質シルト層は鋭敏比が高く、ブラインド工法が適当であるとの結論を得たので、シール

表-2 複合型シールド機械仕様

外径×機長	5,230 mmφ×5,485 mm
推進速度	60 mm/min (50 Hz)
シールドジャッキ	100 t×300 kg/cm ² ×1,050 mm×18本
ハーフムーンジャッキ	25 t×300 kg/cm ² ×1,200 mm×5本
フェイスジャッキ	25 t×300 kg/cm ² ×1,200 mm×2本
デッキジャッキ	30 t×200 kg/cm ² ×1,200 mm×2本
俯仰ジャッキ	32.3 t×210 kg/cm ² ×450 mm×2本
旋回ジャッキ	4 t×140 kg/cm ² ×330 mm×2本
掘削ジャッキ	32.3 t×210 kg/cm ² ×1,200 mm×1本
バケットジャッキ	16.5 t×210 kg/cm ² ×600 mm×1本
ゲートジャッキ	10 t×140 kg/cm ² ×500 mm×1本

パワーユニット仕様

用途	推進エレクタ系 共用	スクリーコンベヤ系	掘削機用
油圧ポンプ形式	ブランジャ型 (定容量)	ブランジャ型 (定容量)	ブランジャ型 (定容量)
最高使用圧力	300 kg/cm ²	180 kg/cm ²	140 kg/cm ²
吐出量	39 l/min (50 Hz)	54 l/min (50 Hz)	54 l/min (50 Hz)
電動機	22 kW×4P ×400V	22 kW×4P ×400V	22 kW×4P ×400V
オイルタンク	500 l	550 l	550 l
台数	1台	2台	2台

スクリーコンベヤ仕様

能力	(φ=0.5) 60 m ³ /hr	スクリーピッチ	360 mm
機長	約6m	回転数	~16.5 rpm
スクリー径	700 mmφ		

エレクタ仕様

形式	リングギヤ式
最大取扱重量	1.2 t
旋回速度	0~1.3 rpm (50 Hz)
旋回角度	±270°
伸縮ジャッキ	4.36 t×140 kg/cm ² ×650 mm×2本
掘削ジャッキ	4.36 t×140 kg/cm ² ×200 mm×1本
旋回油圧モータ	368 kg-m×140 kg/cm ² ×1台

ドを上下2段に分割して上半分はブラインド工法により、下半分は完全密閉にした機械掘削により土圧のバランスをとりながらスクリュコンベヤにより土砂の取出しを行う複合型シールド機械を考案した。これを 図-11 に示す。

この機械は上下部の中間に可動デッキを設置し、ブラインド部の地質が変化して土の取入れが不可能となった場合は下半分を掘削し、空洞状態にしてから可動デッキを引込め、上下のブラインド効果を利用して排土するものである。

このほかに、上半分にハーフムーンジャッキ5本とフェイスジャッキ2本を取付け、切羽の山留も可能な構造とし、実際に良好な結果を得た。

補助工法としては、堤体部については薬液注入により地盤改良を行い、一般路線部はテールボイドによる緩み時間を延ばすためにシールド通過直後に内部より上部地盤に薬液を1次注入し、その後普通の裏込めを2次注入として注入した。

表-3 土質表

区 分	発 達 部 間 約 60 m	中 間 部 間 約 540 m	到 達 部 間 約 185 m
れき分	0%	63%	0%
砂分	1%	22%	85%
シルト分	50.5%	10.5%	12%
粘土分	48.5%	4.5%	3%
土粒子の比重	2,581	2,694	2,666
含水比	33.9%	13.1%	21.9%
N 値	N=30~50	N>50	N \geq 50
透水係数		$k=10^{-2}\sim 10^{-3}$	$k=10^{-4}\sim 10^{-5}$
貯留係数		$s=2.90\times 10^{-4}$	
土質名	固結粘土	砂れき	細砂

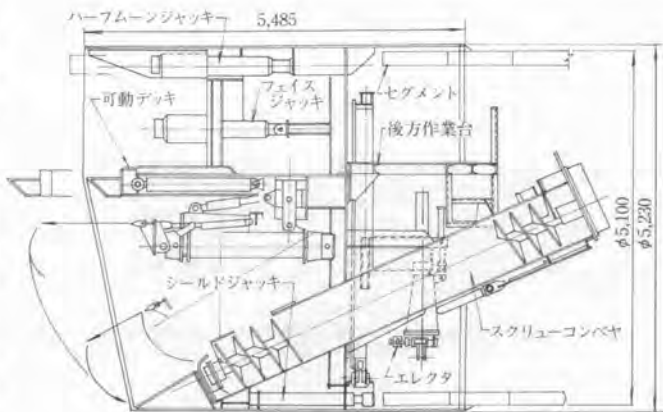


図-11 複合型シールド機械

(3) 滞水れき層のシールド

この工事は東京の山手の代表的な地層である被圧水を有した玉石混りれき層（東京れき層）を掘進したものであり、高い被圧水および大きさをどう処理するかが問題になった工区である。

地層は 図-12 に示すようにシルト層、砂層、れき層が入り組んでおり、特に被圧滞水玉石混りれき層の掘削が問題になった。当該工区の土質を表-3 に示す。

また、地下水の豊富な当地域では自家用井戸が多く使用され、工事による薬害、井戸枯れ、酸欠には厳重な注意が必要であり、工法の検討にあたっての一大因子と考えた。シールド工法の検討の結果を表-4 に示すが、結論として、れき除去装置を装備した泥水式シールド工法が最も適当であると判断した。

この機械には玉石除去用マンホールが必要であり、カッタスリットよりパルクヘッド内に入る最大粒径を 340

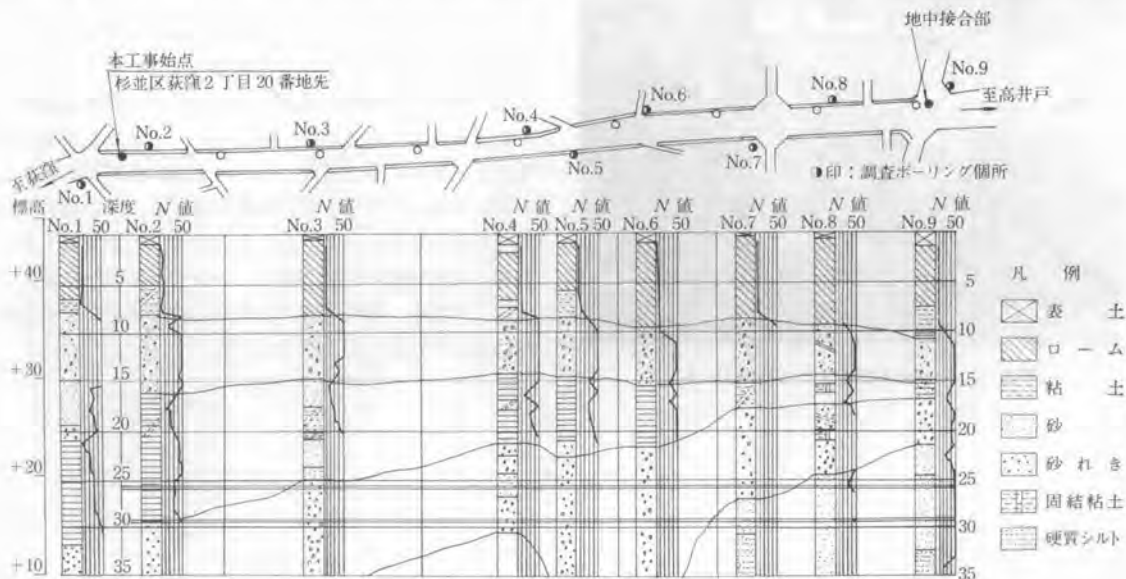


図-12 土層断面図

表-4 工法比較検討表

工法	れき泥水式シールド工法	薬注併用圧気手掘式シールド工法	ディープウェルによる地下水位低下工法による手掘シールド工法
概 要	玉石を回収する装置を付けた泥水加圧式シールドにより切羽の崩壊を防止し、掘削土は流体輸送する。	薬注は路面よりブロー防止を主とし、圧気効果を高め、手掘りて掘削する。	地上よりディープウェルであらかじめ地下水位をトンネル底面まで下げ、手掘シールドで掘削する。
切羽の安定	泥水圧、比重、粘性などの管理により切羽は自立する。	注入量の程度により漏気量に変化があり、切羽自立に疑問がある。	揚水により管底まで水位を下げるので切羽は自立安定する。
公 害	ほとんどない。	井戸枯れ、噴発、水質汚濁、酸欠のおそれがある。	井戸枯れ、地盤沈下のおそれがある。
第三者に与える支障度	ほとんどない。	薬注作業のため交通車両に支障度大である。	ディープウェル施工のため道路敷または民地を使用、揚水のため仮排水路敷設に民地を借用、支障度大である。
工程確保	巨大玉石に遭遇したとき処理に時間がかかるが、掘進スピードからみて工期におさまる。	切羽状態に即応した圧気、薬注を施す必要から予測が立てにくい。	自立した切羽を目で確かめながら大気圧で作業するので確実であるが、水位低下に要する時間に疑問が残る。
作業環境	良	悪い	良
工事経済性	安価	高価になるおそれがある。	中くらい

mm と想定し、輸送可能な粒径が配管径から 190 mm と決まったので 190 mm 以上の玉石は人力で泥水室から取り出さなければならない。このためバルクヘッド下部に $\phi 350$ mm の油圧開閉式マンホールを設け、また人間が切羽に出られるよう人孔を設けた。190 mm 以下のれき除去装置はシールド泥水室と排泥ポンプの中間に設置し、6" 排泥管で輸送可能な粒径 50 mm 以上の玉石は器内に蓄えておき、容量一杯になったときハッチを開いて吐出する水密式トロンメル構造の装置とした。巨大転石 ($\phi 350$ mm 以上) に遭遇した場合は、シールド機械前面に人間が入り、人力で排除するためトンネル坑口付近にあらかじめ圧気用ロック設備が設けられるように考えた。

実際に砂れき層区間の掘削にかかると排泥管内を流れる砂れきの音がすさまじく聞え、排泥ポンプおよび排泥



写真-2 れき除去機装置とれきの貯留状況

パイプの摩耗損傷も激しく、これらの交換に相当の時間を割いた。れきの吐出回数は1サイクルごとに1~3回で0.3~1.2 m³、1回の回収時間は約30分間を要したが、平均の掘進速度は6.6リング/日を確保できた。バルクヘッド内に残留する190~340 mmの玉石も数が少なく、当初予想した巨大転石にも遭遇することもなく、路面沈下もほとんど起きずに工事を完成できたのは、対象地盤に恵まれたことと関係者の細心の努力の結果である。

4. おわりに

第4次利根川系水道拡張事業は現在進行中であり、計画最終年度である昭和62年度へ向けてまだ多くの問題を残しているが、そのなかの一期工事ともいべき北部幹線については施工中または未着手の一部を残して大部分を完成しており、今年から来年にかけての通水、供用開始を目指して最後の努力をしているところである。

思えば、設計に着手して以来10年近い年月が流れており、東京の市街地を貫通してこれだけの管路を建設し終えようとしているいま、関係者の一人として大きな感慨にとらわれざるを得ない。この北部幹線が長い将来にわたって東京の水道の安定供給の親柱として活躍することを期待するとともに、これから取りかかるもう1本の幹線、東南幹線の建設に際しての生きた貴重な先例として、その技術、環境対策、住民対応のあり方などが発展的に引継がれることを願っている。

最近のシールド



手掘式シールド

鹿島建設鹿島製作所

外径×機長……………3,656×4,310 mm

ジャッキ推力……………80 t×12 本



手掘式シールド

イセキ開発工機

外径×機長……………2,240×3,700 mm

ジャッキ推力……………60 t×6 本



カッターローダ付シールド

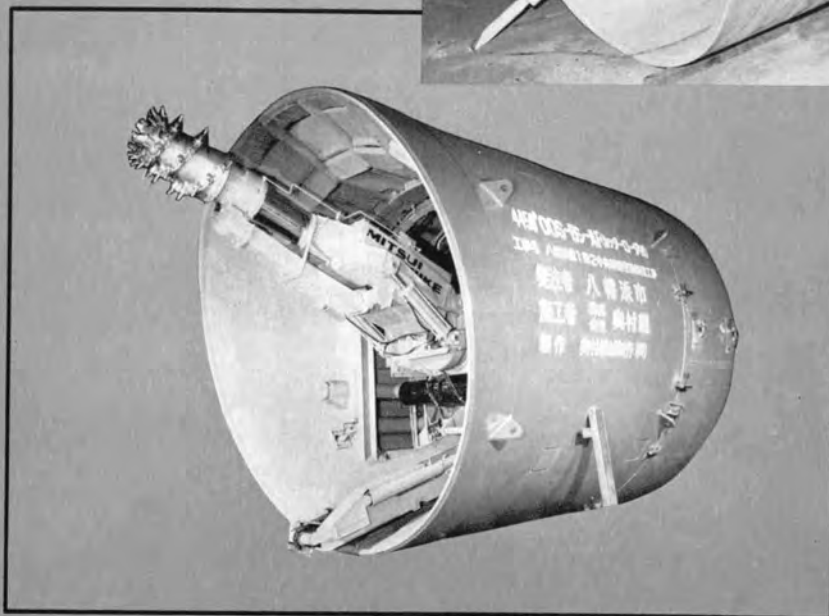
奥村機械製作

外径×機長……………4,450×5,500 mm

ジャッキ推力……………150 t×20 本

ローダカッタトルク……………800 kg·m

ローダカッタ回転数……………55 rpm



⇨
手掘式シールド

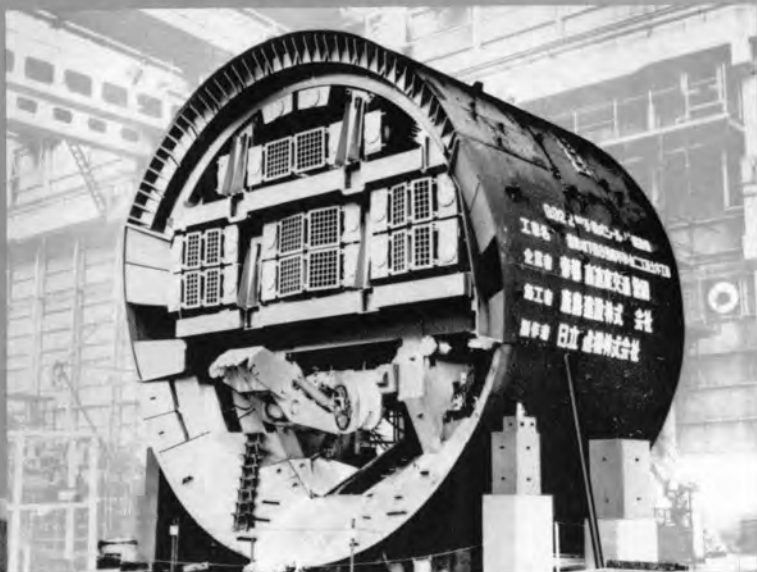
日立建機

外径×機長……9,922×7,100 mm
ジャッキ推力……200 t×36本

密閉式機械掘シールド

川崎重工業

外径×機長……4,680×5,100 mm
ジャッキ推力……125 t×16本
カットトルク……145 t·m
カット回転数……0~1.3 rpm



機械式シールド

熊谷組豊川工場

外径×機長……4,420×4,542 mm
ジャッキ推力……100 t×14本
カットトルク……81 t·m
カット回転数……0.46~1.1 rpm



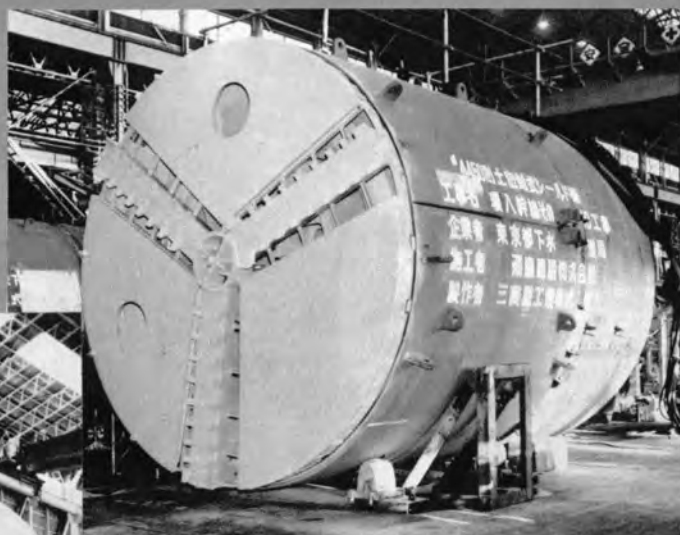
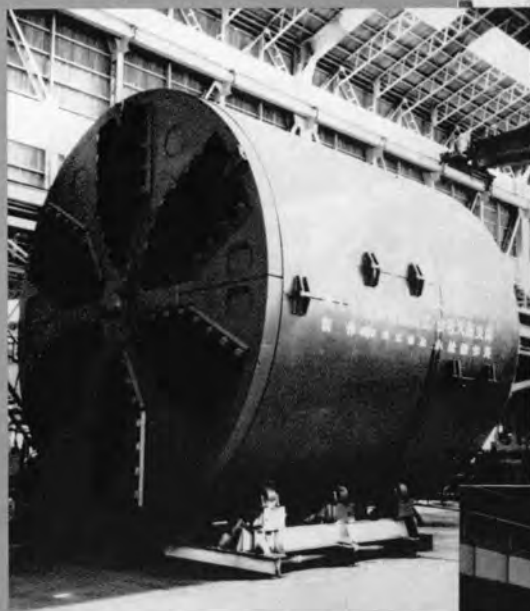
機械式土圧対抗型
泥水加圧セミシールド
イセキ開発工機

外径×機長……970×2,300 mm
ジャッキ推力……20 t×4本
カットトルク……1.2 t·m
カット回転数……5 rpm



⇨
削土密封式シールド
三菱重工業

外径×機長……………4,450×5,280 mm
ジャッキ推力……………120 t×14本
カッタトルク……………135 t·m
カッタ回転数……………1.6 rpm



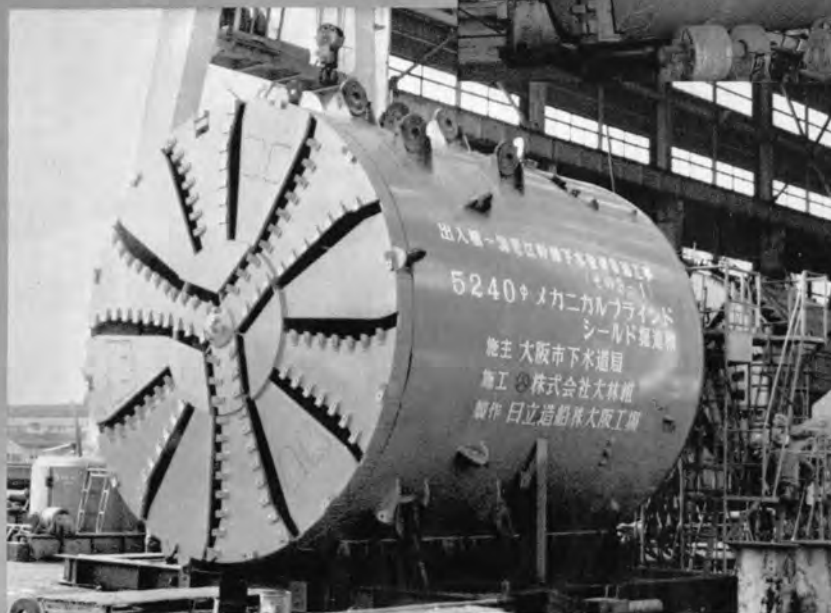
土圧バランス型加水式シールド
石川島播磨重工業

外径×機長……………3,950×5,315 mm
ジャッキ推力……………100 t×16本
カッタトルク……………136.5 t·m
カッタ回転数……………1.04 rpm



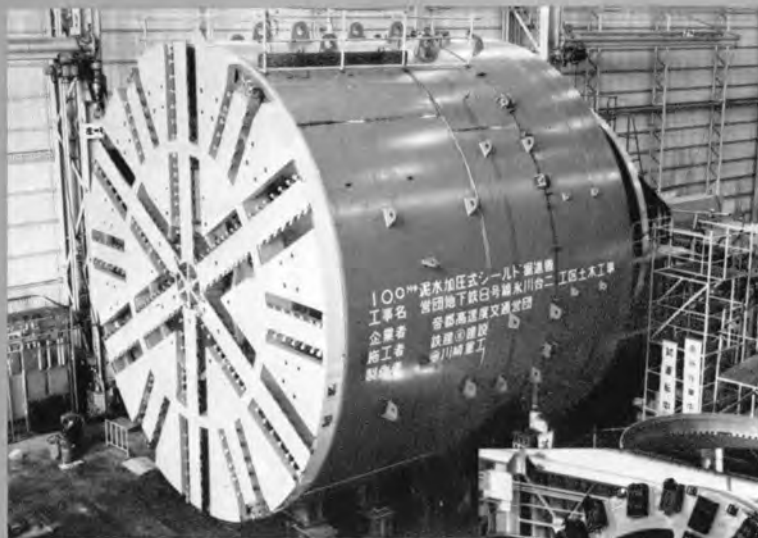
⇩
削土密封式シールド
(アーティキュレート式)
小松製作所

外径×機長……………5,840×4,800 mm
ジャッキ推力……………150 t×16本
カッタトルク……………246 t·m
カッタ回転数……………1.3 rpm



⇩
メカニカルブラインド式
シールド
日立造船

外径×機長
……………5,240×6,000 mm
ジャッキ推力
……………150 t×16本
カッタトルク
……………218.7 t·m
カッタ回転数
……………0~1.27 rpm



泥水式シールド

熊谷組豊川工場

外径×機長……2,700×4,227 mm
 ジャッキ推力……75 t×10本
 カッタトルク……33.2 t·m
 カッタ回転数……2.8 rpm



泥水加圧式シールド

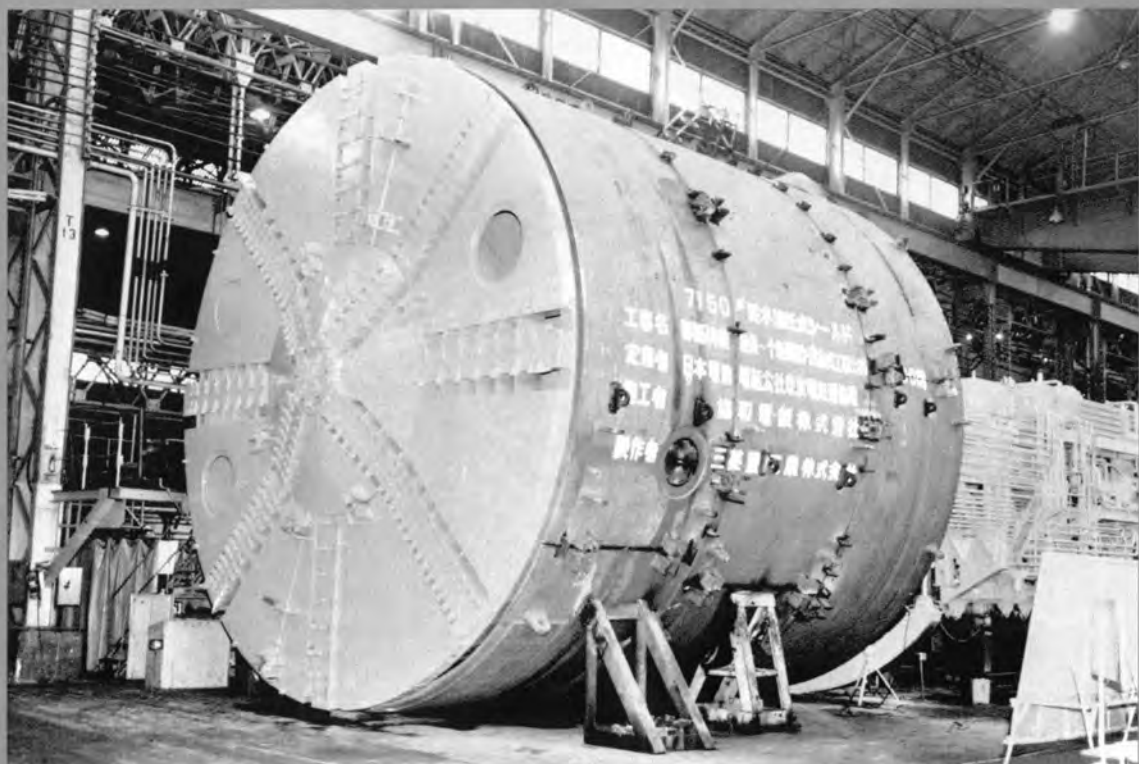
川崎重工業

外径×機長……10,000×8,270 mm
 ジャッキ推力……250 t×33本
 カッタトルク……1,500 t·m
 カッタ回転数……0.56 rpm

泥水加圧式シールド

三菱重工業

外径×機長……7,150×6,800 mm
 ジャッキ推力……200 t×26本
 カッタトルク……317 t·m
 カッタ回転数……1.4 rpm





泥水加圧シールド

小松製作所

外径×機長……………2,474×5,150 mm
 ジャッキ推力……………60 t×10本
 カットトルク……………31.8 t-m
 カッタ回転数……………1.6 rpm

土圧シールド

石川島播磨重工業

外径×機長……………7,450×6,650 mm
 ジャッキ推力……………200 t×28本
 カットトルク……………657 t-m
 カッタ回転数……………0.68 rpm



開放式泥水シールド

日立造船

外径×機長……………2,820×3,600 mm
 ジャッキ推力……………80 t×8本
 カットトルク……………34 t-m
 カッタ回転数……………0～3 rpm





泥水加压シールド
(アーティキュレート式)

三井造船

外径×機長……4,180×6,300 mm
ジャッキ推力……100 t×16本
カッタトルク……90 t·m
カッタ回転数……0.83 rpm



泥水加压シールド

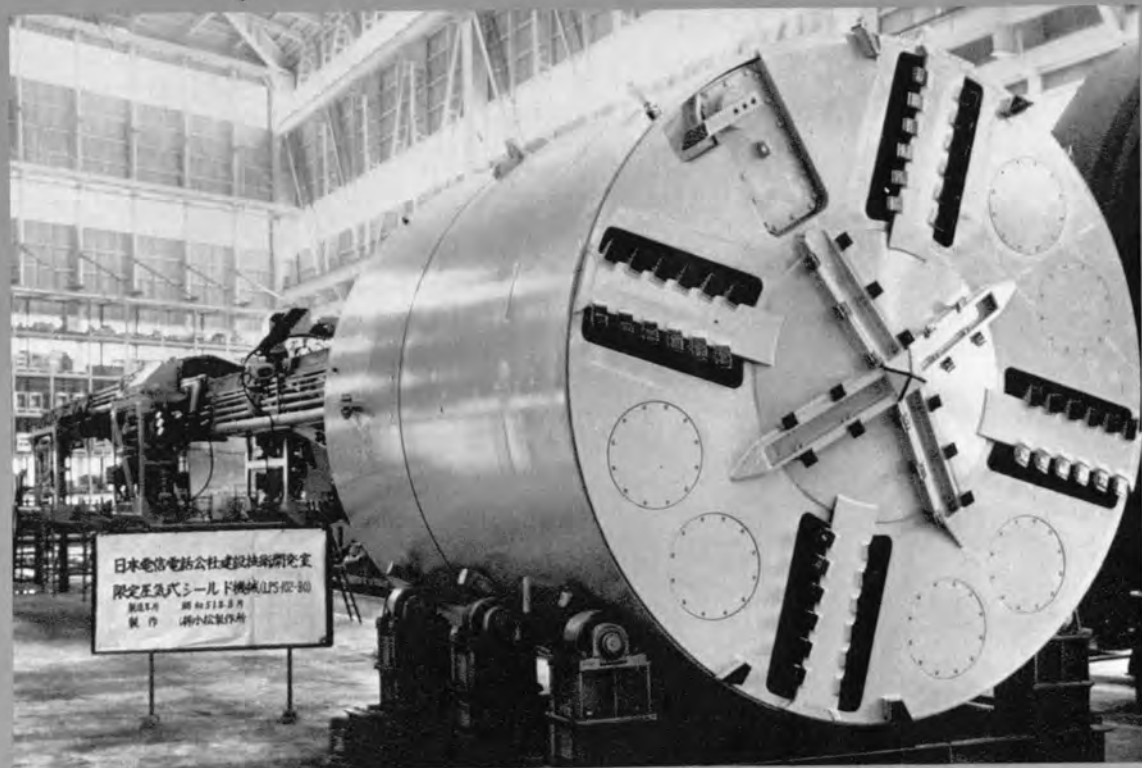
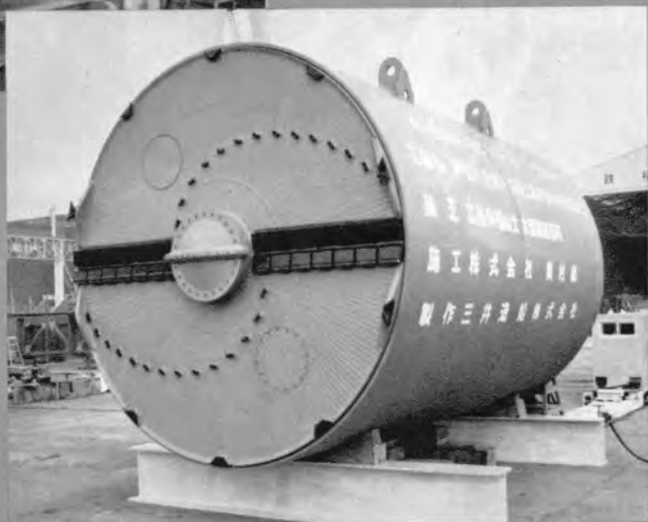
日立建機

外径×機長……2,650×3,470 mm
ジャッキ推力……60 t×8本
カッタトルク……22.8 t·m
カッタ回転数……2.9 rpm

限定圧気式シールド

小松製作所

外径×機長……3,676×4,000 mm
ジャッキ推力……100 t×10本
カッタトルク……40 t·m
カッタ回転数……4.5 rpm



日本電信電話公社建設研究所
限定圧気式シールド機(125R2-30)
製造年 昭和31年8月
製作 小松製作所



シールド特集 名港導水路 海底シールド工事実績

太田 義一*



1. はじめに

さきに昭和 53 年 8 月号の本誌上で名港導水路海底トンネルの工事概要について紹介したが、本工事は昭和 53 年 9 月 8 日に全延長 2,105 m の長距離を無事掘進し、現在はトンネル内に $\phi 2,500$ mm の水道鋼管を敷設中であり、この工事でも昭和 55 年 2 月には完了したので、この機会に、工事に用いたシールドの設計施工の結果等主要な点について報告することにする。施工箇所図、地質縦断面図等については昭和 53 年 8 月号を参照されたい。

2. シールド形式の選定

このトンネルの特異点は次の 5 項目に要約される。

- ① 工事延長が 2,105 m と長い。
- ② 全線海底下の工事で切羽に作用する水圧は 3.0~3.5 kg/cm² と非常に高い。
- ③ 土質が第三紀固結シルト層、第四紀洪積砂れき層、軟弱な沖積シルト層とそれぞれ大きく異なった地層を 1 台のシールドで掘進する。
- ④ 洪積砂れき層には玉石のよう なれきが想定される。
- ⑤ 海底下の工事のため不慮の事故の場合、海上から対策工事を実施することができない。そのためシールドその他各設備にはあらかじめ補助対策が必要である。等であり、本工事は極めて厳しい条件下で施工することになる。このため本工事に採用可能と思われるシールドの機種、施工手順等の組合せの検討を行った。最終的には水面下 30 m の高水圧下の作業であること、掘進中にトラブルが起きたときに海上から補助工法を行い難いこと、土質の急変に十分対応できる工法であること、海底

の工事のため施工の安全性を高めること等を勘案して泥水シールド工法による片押しを採用することにした。

3. 泥水シールドの基本計画

海底での高水圧下という特殊な条件のもとで、第三紀層、よく締まった洪積砂れき層、さらには軟弱な沖積シルト層とそれぞれ非常に異なった地層を延長 2,105 m にわたって 2 年の歳月をかけて掘進するシールドはトンネル築造の成否にかかわる重大な役割を負うことになる。そこで次の諸点について特に考慮することにした。

① カッタビット……トンネルは第三紀固結シルト層、洪積砂れき層および沖積シルト層と異なった三つの地層を 1 台のシールドで掘進するためカッタビットは特に丈夫なものでなければならない。その形状は固結シルト層を掘削するときにはシャープであり、洪積砂れき層に入ったところではやや鈍角となり、沖積シルト層の掘削はブラインドシールドでも可能ぐらいであるためもはやシャープな刃型はまったく必要としない。また、その材質は可能な限り良質のものを使用し、折損にも摩擦にも十分に耐え得るものを選定する。

② カッタフェース……トンネルの延長が長く、途中の洪積砂れき層の掘削も必要とするのでカッタフェースはかなり摩擦が激しいものと推定される。そこでカッタの面板は板厚に十分余裕を持たせるとともに適当なハードフェーシングをする。

③ カッタ板の回転機構と軸受シール……カッタ板の回転機構はセンターシャフト方式とし、軸受シールは水圧に対して十分に耐えるものとする。これは、センターシャフト方式は周辺支持方式に比べて泥水室と機械室の間の止水性がすぐれていると判断したからである。また、センターシャフト方式はカッタ板が摺動できるスライド式とそれができない固定式の 2 種類があるが、本工事では止水性とシールドの耐久性を重視して固定式を採

* Yoshikazu Ōta

愛知県水道局名港導水路建設事務所長・工博

用した。

④ テールシール……テールシールはこのシールド各部のうちでも特に重要な機能をもつ部分である。この部分が破損すると地下水が坑内に浸入し、トンネルは重大な事故を生ずる原因になる。このトンネルの下端では地下水圧は 3.5 kg/cm^2 もかかり、さらに裏込モルタルの注入圧力をこれに加えるとその水圧は最大 6.0 kg/cm^2 にも達する。また、砂れき層内のれきがかみ込んだり裏込モルタルが付着したり等してテールシールを傷めることがある。これらの条件にも十分耐えられるようなテールシールの実績はないから、テールシールの決定に当っては材質、形状を実験によって十分に検討し、確信を得なければならない。なお安全のためシールドに装着するテールシールは3列にする。

⑤ カッタスリット密閉装置……シールドの点検、部品の取替え、作業の段取替えまたは不測の事故の場合等に際してはシールドの掘進を一時停止することがある。

表-1 シールド仕様

名 称	仕 様
シールドジャッキ 切羽単位面積当り推力 推進速度 パワー(電動機) ユニット(油圧ポンプ)	$100 \text{ t} \times 1,150 \text{ s} \times 310 \text{ kg/cm}^2 \times 16$ 137 t/m^2 $\{0 \sim 6.2 \text{ cm/min (コピーを使用しない時)}$ $\{全数作動時\}$ SF-E $15 \text{ kW} \times 4 \text{ P} \times 220 \text{ V} \times 60 \text{ Hz} \times 1$ FGV 15-18/5 $19.2 \text{ l/min} \times 350 \text{ kg/cm}^2 \times 1$
形 式	リングギヤ門型式
回 転 数	2 rpm
回転取投重量 昇降ジャッキ (押付力×つり上げ力)	約 400 kg (セグメントピース)
スライドジャッキ (伸力×縮力)	$2.7 \text{ t} \times 1.9 \text{ t} \times 450 \text{ s} \times 140 \text{ kg/cm}^2 \times 2$
ク サポートジャッキ (伸力×縮力)	$4 \text{ t} \times 1.7 \text{ t} \times 200 \text{ s} \times 140 \text{ kg/cm}^2 \times 1$
ク サポートジャッキ (伸力×縮力)	$2.7 \text{ t} \times 1.9 \text{ t} \times 100 \text{ s} \times 140 \text{ kg/cm}^2 \times 2$
ク 旋回油圧モータ	DPMIC-80-N $0.773 \text{ l/rev} \times 160 \text{ kg-m} \times 1$
ク パワー(電動機) ク ユニット(油圧ポンプ)	シールドと共用
回 転 数	0~1.7 rpm
掘削トルク	常用 70 t-m 最高 100 t-m
旋回油圧モータ	(OHSG 20-9 N-20 $1.9 \text{ l/rev} \times 473 \text{ kg-m}$ $\{ \times 180 \text{ kg/cm}^2 \times 16$ SF-E $55 \text{ kW} \times 6 \text{ P} \times 220 \text{ V} \times 60 \text{ Hz} \times 3$ 2 V-SH 2 $0 \sim 260 \text{ l/min} \times 100 \text{ kg/cm}^2 \times 3$
ク パワー(電動機) ク ユニット(油圧ポンプ)	TOP-2 ME 400-204-HGVB-2 $7.2 \text{ l/min} \times 4 \text{ kg/cm}^2$ $\{ \text{メインジャブト、アジテータジャブト各} \}$ $\{ 2 \text{ 個所} \}$
ク シールド給油	
ク 給油箇所	
ク パワー(電動機) ク ユニット(油圧ポンプ)	SF-E $7.5 \text{ kW} \times 4 \text{ P} \times 220 \text{ V} \times 60 \text{ Hz} \times 2$ EG 6-14/12 $9 \text{ l/min} \times 350 \text{ kg/cm}^2 \times 2$ メインジャブト 2 個所
ク 給油箇所	
ク スリット開閉	
ク 油圧モータ	{ MAB-24 $0.288 \text{ l/min} \times 35 \text{ kg-m} \times 100$ $\{ \text{kg/cm}^2 \times 4$
ク パワー(電動機) ク ユニット(油圧ポンプ)	{ シールドと共用
ク コピー	
ク コピーカッタジャッキ	SF-E $7.5 \text{ kW} \times 4 \text{ P} \times 220 \text{ V} \times 60 \text{ Hz} \times 1$ FG 6-14/12 $9 \text{ l/min} \times 350 \text{ kg/cm}^2 \times 1$ $33 \text{ t} \times 100 \text{ s} \times 350 \text{ kg/cm}^2 \times 2$
ク 装 備 数	2 基
ク 回 転 数	0~54 rpm
ク 攪拌トルク	268 kg-m
ク 旋回油圧モータ	(OHSG 20-7 N-20 $1.38 \text{ l/rev} \times 268 \text{ kg-m}$ $\{ \times 140 \text{ kg/cm}^2 \times 2$ SF-E $22 \text{ kW} \times 6 \text{ P} \times 220 \text{ V} \times 60 \text{ Hz} \times 1$ 1 V-SH 2 $0 \sim 75 \text{ l/min} \times 140 \text{ kg/cm}^2 \times 1$
ク パワー(電動機) ク ユニット(油圧ポンプ)	

この場合、掘削切羽は泥水管理によってそれが崩壊しないよう十分に注意するが、停止時間が長くなった場合、特に砂層においてはややもすれば切羽の崩壊を防ぎきれないことがある。切羽が崩壊して土砂がカッタスリット内に侵入すると次にシールドの運転を再開するときにアジテータの回転に支障を及ぼすことがある。これらの事故を防ぐためにシールドにはカッタスリット密閉装置を設ける。

⑥ 障害物除去装置……地質調査によって確認されたれきの最大粒径は 60 mm であり、トンネル掘進に当り特に支障となる粒径ではないが、万一のことを配慮してカッタ板のスリット開口幅を 20 cm とする。したがって、ここから取り入れられる大きなれきやその他の障害物は還流ポンプによって地上に排出することは困難であるため、できるだけ切羽に近い場所にれき除去装置を設けて粒径 5~20 cm までのれきやその他の障害物を取り除く計画とする。

⑦ カッタビットとテールシール取替装置……全長 2,105 m を安全に掘進するためにカッタビットとテールシールの形状と材質を十分それに耐え得るものとする。これはすでに述べたとおりであるが、未だ我が国ではこのように長大な距離を泥水シールド工法で施工した実例がないので、万一の際の安全確保のためにカッタビットとテールシールをシールドの掘進中に海底で取替えることができるような補助装置をあらかじめシールドの中に組み込んでおく。カッタビットとテールシールの取替えに際して必要となる補助工法を海上から施工することは困難であるため、シールド内部から薬液注入と凍結工法を併用して行い、周辺地山を改良して安全に施工する。

4. 泥水シールドの構造設備

泥水シールドの仕様は表-1のとおりである。

5. 施工実績と施工中の諸問題

(1) シールドの発進

昭和 51 年 12 月から昭和 52 年 3 月までの準備期間を経て同年 4 月から坑外設備の建設に着手した。この間、機械仕様についてはシールドメーカーとともに種々検討を加えた後製作発注し、7 月中旬に坑外設備が完成した同時期に発進補助工事の地盤改良工も完了し、シールドの試運転調整の後、7 月 20 日に掘進を開始した。

(2) 掘進状況と土質

(a) 固結シルト層

固結シルト層を掘進する際にはシールドのスキンプレ

ートと地山との摩擦力を軽減するためカッタ板の側面に設置したオーバカッタ装置の使用が必要である。オーバカッタを何 mm 突出するかについては地山の状態に左右されるため未だ的確な判断資料がない。本シールドには固定式オーバカッタ（手動）とコピー式オーバカッタ（油圧ジャッキにより調整する）の2種類を備えているが、後者は油圧ジャッキを用いる関係上カッタの突出量は 0 mm または 50 mm のいずれかと定まっており、その中間での設定はできない機構となっている。そこで歯車機構を用いて微調整のできる固定式オーバカッタを用いることにし、突出量はいままでの経験から判断して 28 mm にセットし、固定して用いた。

このようにして固結シルト層を掘進し、シールドの掘進方向制御についてはなんら問題点もなく、順調な作業状態であった。ただ、裏込注入材が切羽側にまわり、セメントのアルカリ分によって泥水の pH 値が上昇し、11.0 以上を示すことになった。このままの状態では作業を続行すれば泥水の余剰分を海上に排出する際、海洋汚濁防止法（昭和 45 年制定、pH 9.0 以下）に抵触し、併せて処理土も高 pH 値を維持し、この投棄も問題となるので No. 253 リング目までは泥水に塩酸を加えて中和するよう処置したが、機械腐蝕のおそれが生じたので裏込注入を切羽から 3~4 リング後方で施工することに変更して対処した。このためにシールドの方向制御、セグメントのローリング、ピッチングに対して特に問題を生ずるようなことはなかった。

(b) 洪積砂層およびれき層

この区間の前半は固結シルト層から砂れき層に漸移するもので、一部に固結したシルト塊がみられるところもあった。シールド掘進にはなんら問題点もなく、方向制御についても通常のジャッキ操作のみで十分満足でき、特筆すべき現象は生じていない。後半は砂れき層となり、れき径 150~200 mm 程度の大れきが出現し、スラリーポンプを閉塞する頻度が増大したのでトロンメル（れき除去装置）の使用を開始した。トロンメルからのれき取出しは 0.2~0.5 m³/リングで 3~4 リングに 1 回程度の作業であった。トロンメルの性能は正常で、作業能率に悪影響を与えなかった。

(c) 洪積砂れき層と粘性土の互層

この区間の地層は掘進記録から考察すると、砂れき層の中に薄い洪積粘土層が何層かに分かれて介在し、全体としてかなり西に向かって傾斜していたと考えられる。ここでは粘土塊がトロンメルのロータリシープを目詰りさせ、このため本来ロータリシープの外側に排出されるべきれき径 50 mm 以下の小れきまでトロンメル内に残留させることになり、れき取出し頻度ははなはだしく増加し、作業能率が低下した。この間のトロンメルからのれき取出し頻度は平均 2~3 回/リング、多い場合は 10 回/

リングもあり、れきおよび粘土塊の取出し量は 1.5~2.0 m³/リングであった。なお、1 回当りのトロンメル操作時間は 90~120 分を要し、この間はシールドの掘進は中止せざるを得なかった。

以上のような状況となったので、作業能率の向上をはかるため次のような対策を施した。

① トロンメルのロータリシープの網目を拡大するとともに、全体の開口比を 22% から 29% に改造した。この結果、トロンメル内に残留するれきの大きさは 90 mm 以上のものとなった。

② スラリーポンプの 4 枚羽根を 3 枚に改造し、従前 50 mm 以下の通過能力を 90 mm 以下とした。

③ トロンメル内にれきおよび粘土がびっしりと詰まる前に時間を見計ってこれを取出す。

以上のような対策を行った結果、作業能率は若干向上したが、依然としてれき取出し作業時間が全体の中に占める割合が大きいため、作業能率としては稼働日平均 4.5 リング/日程度であった。施工管理には細心の注意をはらったが、急激なトロンメルの閉塞により 10 kg/cm² のウォータハンマが加わり、そのためしばしばトロンメルシールド部の損傷が発生した。

(d) 沖積砂層

掘進には特に問題はなく、作業は順調に進行した。

(e) 沖積シルト層

着工以前にはこの層ではシールドの方向制御に若干の問題がでるものと予想していたが、実施したところ特に困難な状況には至らなかった。ただ、砂れき層、砂層に比べて地盤反力が小さいため常にシールドは突込み傾向にあり、平均して下側の推進ジャッキに多く推力をかけることになった。シルト層の掘進が進むにつれて土中の細粒分（コロイド）が予想以上に多くなり、泥水の脱水処理能力が不足してきたため、それまで使用してきたベルトプレス方式の脱水機に新たにフィルタプレス式脱水機を増設して対処した。

発進立坑より 1,500 m 地点以降では泥水輸送距離が長くなったため還流に要する 1 サイクルが 20 分以上必要となり、1 リング掘削終了時点で掘削土が半分ぐらい返送管内に残る状態になったので、掘削終了後バイパス運転時間を長くして輸送管内の泥土を排出した。また、細粒分が増加したことにより粗目ふるいで選別できる土量が少なくなり、その分フィルタプレスにかかる泥水が増加し、それに伴い貯留用ならびに調整用タンクの容量が不足してきたが、これには対処することができなかった。この区間ではシールドの掘進速度は泥水処理能力の不足によって制約されることになった。

以上、全線の掘進に当り若干の問題点のある地層に遭遇したが、十分な施工管理を行ったので大きなトラブルもなく昭和 53 年 9 月 8 日に無事全掘進を完了すること

ができた。特筆すべきことは、当初の予想に反しテールシールドやカッタビットおよびカッタ板がほとんど損傷せず、したがってこれを取替える必要のなかったことである。

(3) シールドの稼働状況

月別・稼働日当りの掘進量は表-2に示すとおりであり、地層別の掘進量は表-3に示すとおりである。

(4) 余掘り

シールドの掘進と方向修正を容易にするため 28mm のオーバカットをしたことはすでに述べた。オーバカットは特に固結した地山に対しシールド掘進時における地山とスキンプレートとの摩擦力の減少やシールドの方向修正に要するクリヤランスを確保するのに有効である。このため当初はオーバカットを発進立坑から海底部中央

表-3 地層別掘進実績

地層	延長 (m/リング)	層日 (日)	掘進日 (日)	層日当り掘進歩度 (m/日)	掘進日当り掘進歩度 (m/日)	掘進日当り掘進歩度 (%)
固結シルト層	175	33	23	5.3	7.6	69.7
シルト混り砂層	130	34	17	3.8	7.6	50.0
砂れき層	35	7	6	5.0	5.8	85.7
粘土混り砂れき層	273	74	54	3.7	5.1	73.0
沖積砂層	148	18	16	8.2	9.2	88.9
沖積シルト層	989	147	111	6.7	8.9	75.5
砂れき混りシルト層	256	53	34	4.8	7.5	64.2
計	2,006	366	261	5.48	7.69	71.3

(注) 初期発進区間 90m および発進防護改良区間を除く。

付近までの固結し締まった地層に対してのみ適用する予定であったが、次の理由によって全線にわたって実施することにした。

① 固結して締まった地層はもちろん、それ以外の地層でもカッタ板側部の摩擦防止と推力の減少に役立つ。しかも切羽の保持にはなんら悪影響を与えることはない。

② 海底下の工事のため地表沈下を考慮する必要がない。

③ 到達立坑付近のカーブ施工にはオーバカットが必要である。

④ シールドに取付けた固定式オーバカット装置はシールド内から手操作によって伸縮可能であるが、カッタ収納部に掘削土が詰まり、事実上操作不能になった。

これに対して、本工事においてオーバカットの施工が妥当であったか否かは次のデータから判断することができる。

(a) 裏込注入の実績値(表-4, 表-5 参照)

一般にシールド工事においては切羽の崩壊、過度の先掘り等により設計断面に対して実注入率が 200% に及ぶこともあるが、本工事ではその値が 120% 前後と良好な成績をおさめることができた。その原因としては、

① 泥水管理とシールド掘進管理を入念に行ったので地山の崩壊が少なかった。

② 裏込モルタルのアルカリ分により残留泥水がゲル化を起し、泥水の一部が裏込材として閉じ込められた。

③ 第三紀層の固い地山は自立

表-2 シールド稼働実績

月	日	稼働日数 (日)	掘進長 (リング)			累計	休日以外の稼働できなかった理由
			日最高	日平均	期間		
7月	21~31	8	3	2	16	16	7/20 掘進開始
8月	1~10	5	5	3.4	17	33	8/1~8/2 スリット密閉装置故障修理 8/8~8/11 後方設備段取替 (1回目) 8/13~8/18 夏期休暇
	11~20	5	4	2.2	11	44	
	21~31	9	7	5.1	46	90	
9月	1~10	5	10	7.4	37	127	8/31~9/5 後方設備段取替 (2回目)
	11~20	8	8	6.7	54	181	
	21~30	7	9	8	56	287	
10月	1~10	3	11	9	27	264	9/29~10/5 後方設備段取替 (3回目), 圧気設備設置 10/9~10/11 エレクタ故障修理
	11~20	9	10	6.9	32	326	
	21~31	7	10	8.1	57	383	
11月	1~10	0	0	0	0	383	10/29~11/10 カッタ駆動部故障修理 11/8 圧気テスト
	11~20	8	10	6.3	50	433	
	21~30	8	7	3.9	31	464	
12月	1~10	9	6	3.8	34	498	12/28~1/5 年末年始休暇
	11~20	8	11	5.4	43	541	
	21~31	6	6	3.2	19	560	
昭53年1月	1~10	4	9	4	16	576	1/11~1/12 P2 ポンプケーシング取替
	11~20	9	8	5.6	50	626	
	21~31	9	10	7.6	68	694	
2月	1~10	9	10	9.7	87	781	2/23~2/25 泥水処理プラント修理 3/9 坑内機器点検
	11~20	8	11	9.5	76	857	
	21~28	4	11	8.8	35	892	
3月	1~10	8	10	9.3	74	966	3/13 サイクロポンプ据付 3/15~3/16 坑内排水管手入れ 4/3 立坑排水ビット清掃 4/10 フィルタプレス据付 (1号機) 4/27~4/28 フィルタプレス据付 (2号機) 4/29~5/3 休暇
	11~20	6	10	8.7	52	1,018	
	21~31	10	10	8.6	86	1,104	
4月	1~10	8	7	5.3	42	1,146	6/12 P4 ポンプ修理 6/19 換気管修理 6/26 休暇 7/21~7/22 坑内測量 8/4 坑内測量 8/11~8/19 夏期休暇 9/4 坑内測量
	11~20	9	10	9.7	87	1,233	
	21~30	5	10	9.8	49	1,282	
5月	1~10	6	10	9.7	58	1,340	6/12 P4 ポンプ修理 6/19 換気管修理 6/26 休暇 7/21~7/22 坑内測量 8/4 坑内測量 8/11~8/19 夏期休暇 9/4 坑内測量
	11~20	9	10	8.7	78	1,418	
	21~31	9	10	9.4	84	1,502	
6月	1~10	9	10	9.5	85	1,587	6/12 P4 ポンプ修理 6/19 換気管修理 6/26 休暇 7/21~7/22 坑内測量 8/4 坑内測量 8/11~8/19 夏期休暇 9/4 坑内測量
	11~20	7	10	9.3	65	1,652	
	21~30	8	10	9.6	78	1,730	
7月	1~10	8	10	9.1	73	1,803	6/12 P4 ポンプ修理 6/19 換気管修理 6/26 休暇 7/21~7/22 坑内測量 8/4 坑内測量 8/11~8/19 夏期休暇 9/4 坑内測量
	11~20	8	10	9.3	74	1,877	
	21~31	7	8	5.7	40	1,917	
8月	1~10	8	10	8.1	65	1,982	6/12 P4 ポンプ修理 6/19 換気管修理 6/26 休暇 7/21~7/22 坑内測量 8/4 坑内測量 8/11~8/19 夏期休暇 9/4 坑内測量
	11~20	0	0	0	0	1,982	
	21~31	10	9	7.2	72	2,054	
9月	1~8	7	10	7.0	49	2,103	
415日	290日		立坑到達までの集計値である。層日当り平均日進量 5.06m, 稼働日当り平均日進量 7.25m				

性がよいためシールドの操縦にはオーバカットが利となる反面、裏込注入材はシールドと地山の空げきを伝って切羽へまわり込む等のロスが生じたが、注入時期を遅らせ、切羽から3~4リング後で注入することにして注入ロスを減少させた。

④ 第四紀沖積シルト層部分ではシールド掘進後の若干の地山のゆるみに助けられ、裏込注入材が切羽にまわり込むこともなかった。

⑤ トンネルのカーブ施工部は粒径20~30mmの砂れき層のため泥水にCMCを混入して切羽の崩壊を防いだので裏込注入材のロスは少なかった。

⑥ オーバカッタ取付の位置関係から、余掘部分の土は全部がカッタスリット内に取込まれたわけではなく、一部はシールドの外周に残った。

等である。特に⑥についてはシールドの掘進と方向制御を容易にするうえで重要である。また、セグメントに設置した土圧計の計測結果から判断すると掘削後の時間経過に伴う土圧の増加はほとんど認められていない(表-6参照)。これらの点からオーバカットが工事に支障にならなかったし、裏込注入は満足すべきものであった。

(b) シールドの掘進精度とセグメントの変形

シールドの掘進精度を100mごとに計測したものが表-7である。表-7のうち、1,000~1,200mにかけて蛇行量の値が大きいのは次の理由によるものである。

表-4 裏込注入材配合 (1.0m³ 当り)

セメント	フライアッシュ	ベントナイト	砂	水	σ_{28}
350 kg	80 kg	60 kg	0.463 m ³	0.365 m ³	80~85 kg/cm ²

表-5 裏込注入材の実注入率

地質	固結シルト	砂れき	沖積シルト
実注入率	128%	114%	120%

すなわち、この工事に用いたセグメントは前半1,050mがダクタイル製、後半1,055mがスチール製である。前者についてはトンネルルートがすべて直線部であったことから55リング(1リングの長さ1.0m)のテーパセグメントを製作し、後者については工事終点近くでカーブ施工を行うこともあって122リングを用意した。しかるに、トンネル掘進を行ったところ蛇行量が小さかったため始点から850m地点までにわずかに5リングしか必要がなかった。そのまま進行すればダクタイル部分においては残りのテーパセグメントを使用する機会がないと判断し、960m地点までに正逆組合せて50リングを使用し終ることにした。この結果、直線部に無理にテーパセグメントを使用したのでシールドジャッキに均等に推力を働かせることがむずかしく、勢い蛇行量は大きくなった。なお、この蛇行量は1,200m地点まで徐々に摺付けて修正したのでその影響は1,200m地点まで残ることになった。このため1,000~1,200m区間を

表-6 土木計器の計測結果

取付位置	地質	ひずみ計		ボルト張力計		水圧計		土圧計		摘要
		トンネル軸方向のセグメントのひずみ測定(応力値換算)		トンネル軸方向のボルトの張力測定		セグメントに作用する水圧および土圧測定				
		計器位置	計器位置	計器位置	計器位置	計器位置	計器位置	計器位置	計器位置	
		設計値 (kg/cm ²)	測定値 (kg/cm ²)	許容値 (kg/cm ²)	測定値 (kg/cm ²)	設計値 (kg/cm ²)	測定値 (kg/cm ²)	設計値 (kg/cm ²)	測定値 (kg/cm ²)	
リング目 650	砂れき	900	80~200	9,000	1,000~3,000	3.49	3.20~3.30	1.1	0.2	土圧 0.2 kg/cm ² の場合、上載土のゆるみ高さは約 2.5 m である。この位置の土被りは 13.0 m である。
リング目 1,458	沖積シルト	1,680	100~600	9,000 (ボルト 10 t の降伏強度)	300~700	3.28	3.20~3.30	1.1	0	
リング目 1,948	沖積シルト		50~200		200~500					

(注) 測定値とは実測値の範囲を示す。

表-7 シールド蛇行量実績 (100リング目ごとの蛇行量)

リング目(No.)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200
区分												
垂直方向蛇行量 (mm)	上 61	上 81	上 55	下 7	上 45	上 28	上 18	下 40	上 21	上 281	上 186	上 167
水平方向蛇行量 (mm)	左 31	右 8	右 27	左 5	右 9	左 10	左 7	右 3	右 38	左 191	左 116	左 99
リング目(No.)	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700	1,800	1,900	2,000	2,100	平均		
区分												
垂直方向蛇行量 (mm)	上 40	上 58	上 82	上 67	上 95	上 67	上 20	上 101	下 67	上 81	下 38	
水平方向蛇行量 (mm)	左 41	右 12	左 15	左 40	左 30	左 2	右 138	左 78	右 20	右 51	左 31	

除いて考えればオーバカットのシールド掘進精度に与える影響はなかったと考えてよい。

次にトンネルとして組立てたセグメントの変状については、トンネル全線の掘進を終り、坑内清掃完了後セグメントの真円に対する偏量の測定を行ったが、その結果は表-8のとおりである。測定結果によれば、上下方向に対しては10~15mmの縮小傾向、左右方向には2~10mmの伸びがみられ、全体としてわずかであるが上下

表-8 セグメント真円度測定結果

セグメント No.	上下 (mm)	変位 (mm)	左右 (mm)	変位 (mm)	摘要	
129	3,384	-16	3,412	+12	掘進部 ダクタイルセグメント 同結シールド管 砂、砂れき層	
200	3,386	-14	3,402	+2		
407	3,382	-18	3,410	+10		
592	3,385	-15	3,401	+1		
650	3,389	-11	3,409	+9		
798	3,394	-6	3,396	-4		
927	3,388	-12	3,414	+14		
1051	3,389	-11	3,405	+5		
1052	3,387	-13	3,402	+2		掘進部 鋼管シールド管 スチールセグメント
1059	3,389	-11	3,402	+2		
1095	3,379	-21	3,405	+5		
1149	3,389	-11	3,408	+8		
1199	3,383	-17	3,407	+7		
1250	3,392	-8	3,395	-5		
1303	3,393	-7	3,404	+4		
1400	3,388	-12	3,404	+4		
1454	3,380	-20	3,399	-1		
1760	3,384	-16	3,411	+11		
1858	3,387	-13	3,396	-4		
2010	3,406	+6	3,386	-14	到達部	
2015	3,393	-7	3,395	-5		
2020	3,381	-19	3,402	+2		
2025	3,388	-12	3,402	+2		

(注) 1. セグメント標準寸法 D=3,400mm
2. 変位は縮小を-, 伸びを+とする。

表-9 切羽水圧

区分	固結シールド層	砂れき層	粘土シールド層
内部摩擦角 (φ°)	45°	30°	25°
粘着力 (t/m ²)	31.00	0	0.75
土被り (m)	11.2	14.0	15.0
水中単位体積重量 (t)	0.9	0.9	0.5
シールド径 (m)	3.85	3.85	3.85
水位 (m)	30.0	30.0	28.0
①切羽土圧 (t/m ²)	自立	1.08	0.87
切羽間げき水圧 (t/m ²)	30.0	30.0	28.00
荷重計	30.0	31.08	28.87
②切羽水圧制御変動幅 (t/m ²)	1.5	1.5	1.5
③+④泥水圧	{ 31.5 t/m ² =3.15 kg/cm ²	{ 32.58 t/m ² =3.26 kg/cm ²	{ 30.37 t/m ² =3.04 kg/cm ²

泥水圧=切羽土圧+間げき水圧+切羽水圧制御変動幅(1.5 t/m²)
切羽土圧については村山博士の切羽安定論を用いた。また間げき水圧は代表層の該当位置の静水頭とした。この計算過程の諸数値は上述のとおりである。

に押しつぶされた楕円形となっている。しかし、この値も製作工場におけるセグメント組立検査の際、ボルトピッチサークル径がダクタイルセグメントについては+5.0~-2.0mm、スチールセグメントについては+4.0~-6.0mmであったことからみれば良好な組立状態であったといえる。したがって、トンネルの蛇行およびセグメントの組立状況からみて、シールドの掘進精度は概して良好であり、オーバカットによる支障は皆無であったと考えられる。

(5) 実績工程

図-1に契約工程、目標工程、実績工程を示す。最終的には目標工程に対して約3カ月の短縮ができた。

(6) 施工中の諸問題

(a) 初期発進区間の施工

発進立坑の深さが40mもあるため初期発進時の切羽水圧は泥水処理プラントからの自然水圧だけで4.0kg/

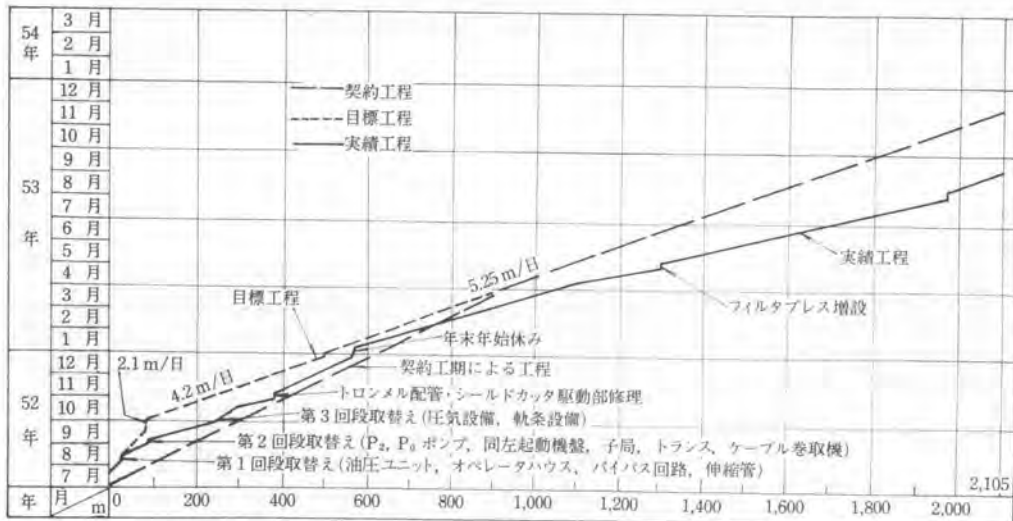


図-1 契約工程・目標工程・実績工程

cm²となるが、この区間に用いる切羽水圧は表-9に示すように3.15 kg/cm²を目安としている。したがってこの値を保持するためにはバルブで流量制御をしなければならなかったから泥水圧管理には苦心した。さらにまた、発進防護工として施工したコラム部の掘進中、カッタの回転に伴ってモルタルで固結したコラムの小片が泥水返送ポンプを閉塞し、一時的に切羽側にウォータハンマが作用し、その水圧によって坑口のエントランスパッキングの押え金具が破損し、パッキングは立坑側へまくれ出し、泥水が立坑内に噴出する事態を招き、一時的にせよ工事を中断せざるを得ない事態を生じた。幸い発見が早く、パッキング反転の量がわずかであったため大事に至らなかったが、今後このような深い立坑で泥水シールドを発進する場合には図-2に示すような圧力調整弁を設けて必要以上に高い泥水圧は速やかに減圧する必要がある。

また、発進防護工として施工したコラムは止水性と強

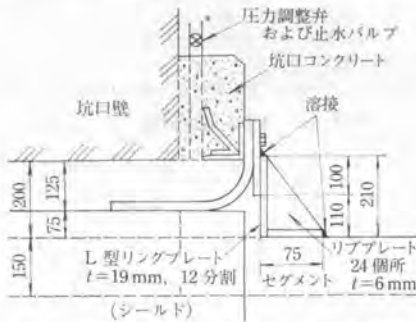


図-2 圧力調整弁とエントランスパッキング設置図

度の面で非常に効果的であったが、増粘剤 CMC を混合した泥水がコラムのセメントアルカリ分によってゲル化し、これがカッタスリット部の目詰りの原因となり、掘削土取込みが困難となった。このときのジャッキ推力は600~700tを要したのに反し、カッタトルクはわずかに10t-mであったことから判断して、カッタは切羽に強く押付けられながらも掘削はほとんど進行していなかったことを示している。そこで CMC 泥水の使用を中止し、粘性22秒、比重1.10以下の清水に近い泥水を用いて掘進することができた。

(b) 掘進中のトラブルの発生状況

掘進期間1年2カ月を通じて発生したシールドのトラブルのうち大きなものを表-10にまとめた。ここには発生したトラブルの内容とその原因および実施した対策について記載したが、特にスリット密閉装置の故障とカッタ駆動部のスプロケットおよびチェンの摩耗は最大のトラブルであった。スリット密閉装置にはこれを自動制御するためにインターロック装置が組込まれている。この事故はシールド点検のためインターロックを開放して調整中に誤ってカッタ板の回転を行ったために生じたもので、運転ミスである。幸い事故を起した場所が固結シルト層中の地下水の少ない場所であったため、マンホールを開き、故障部分の取替えを行うことができた。

カッタ駆動部のスプロケットおよびチェンの摩耗は高水圧によるバルクヘッドのわずかの捻みに起因するもので、シールド製作上の問題である。損傷したスプロケットおよびチェンは順次取替えたが、そのために約10日間を要した。この事故は今後の高水圧下における泥水シ

表-10 シールド掘進中の発生事故

発生年月日	個所	内容	原因	処置と反省点
52-8-1 18リング目	スリット密閉装置	右上、スリット密閉装置破損	スリット密閉装置を出したままカッタを回転させて生じた運転ミス。通常ではスリット密閉装置が完全に閉じてリミットスイッチが作動し、インターロックが解除されてからカッタ回転が可能になっている。本工事ではインターロックをはずし、調整中誤ってカッタを回転させた。	・処置（スリット密閉装置を新品に交換） ・反省点（インターロック装置を取りはずさなければならぬ理由が生じた場合はその対策を講じたうえで運転を再開するようにする）
52-9-9 ~53-1-31 6回発生 124リング目~694リング目	シールドジャッキ	スプレック取付金具破損	スプレックの受圧面がセグメントに十分当たっていない状態でジャッキを推進させたために偏心荷重が働いて破損した運転ミス	・処置（取付金具の交換） ・反省点（運転前の指差確認の徹底）
52-9 上旬	No.1 シールドジャッキ	油漏れ	ジャッキのシャフト部分の縦方向、全長にわたって傷があったため	・処置（新品に交換） ・反省点（メーカーの工場における自主検査の徹底）
52-9-10 127リング目	送泥管側 φ150mm ボールバルブ	バルブのボデーに亀裂	送泥管が宙づり状態でサポートがない構造であったので管の自重が材質的にも弱いボールバルブに働いたため	・処置（破損したボールバルブの位置には短管を挿入してサポートした。またボールバルブは曲げに弱いのでスルースバルブに取替え、宙づりとならない位置に取付けた） ・反省点（保守点検の重要性を再認識した。発見が早かったので大事にいらずに済んだ）
52-10-3 237リング目	エレクタ昇降ジャッキ	昇降ガイドシャフトが曲り、昇降不能となる	昇降ガイドシャフトを伸ばした状態でセグメントに接したままシールドを推進させたために生じた運転ミス	・処置（シャフトを取りはずし、曲った部分を手直した） ・反省点（運転前の指差確認の徹底）
52-10-28 383リング目	カッタ駆動部	異常摩耗によるスプロケットおよびチェンの破損（スプロケット数16個）	ドライビングホイールに取付けられているチェンがバルクヘッドの捻みとともに5mm程度移動し、スプロケットと正常な噛み合いをせずに回転したために異常に摩耗して破損した。	・処置（チェンおよびスプロケットを現地で新品に全数交換。駆動部点検窓を設置し、常時観察できるようにした） ・反省点（メーカーの工場における自主検査の徹底）

ールド設計の一つの反省材料になるものと思われる。

(7) シールドおよび還流泥水の管理

シールドおよび還流泥水の管理状況について、地層別
に代表的な数値を示せば表-11のとおりである。

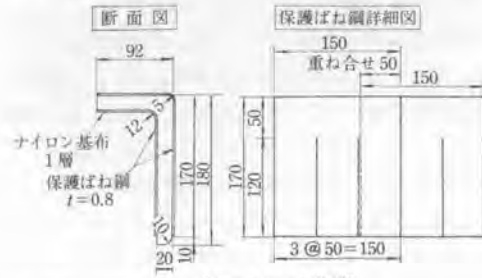
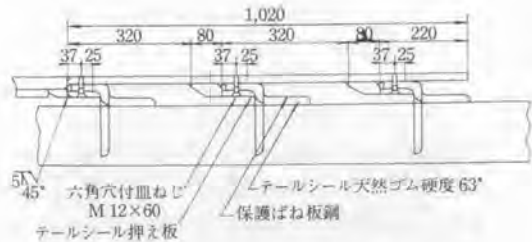
6. 施工結果の考察と今後の問題点

(1) 施工結果の考察

(a) テールシール

本工事のシールドに装備したテールシールは天然ゴム
製硬度 63° L 型のもので3列構造とし、それぞればね鋼
($t=0.8$ mm) で防護した(図-3 参照)。またテールク
リヤランスは正常状態で 65 mm とし、切羽側の2列は
工事途中で損傷した場合を考慮して、取替えのできる構
造とした。トンネルを掘進した結果は全線 2,105 m に
わたって一度の漏水もなく、止水は完全であった。

トンネル貫通後テールシールの摩耗と変形を調査する
ためテール部にグラウトによる止水を行い、セグメント
の一部に特殊な取出し窓を設けてテールシールの一部を
取出し調査した。その結果、テールシールは3列ともほ
んど損傷を受けておらず、保護ばね鋼もまた同様であ



【テールシール仕様】

- ① 材質：天然ゴム、ナイロン基布1層
- ② ゴム性状：硬度 63°±5、抗張力 180 kg/cm²以上、伸び 350%以上、その他耐劣化性が良で、加工上の難目は母材と同等の品質を有していること
- ③ ナイロン基布入部：破断強度 380 kg/10 cm
- ④ 難目は接着後加破のこと
- ⑤ 保護ばね鋼：材質 SK 5 焼入焼戻材、硬度 HR_c=59 以上

図-3 テールシール詳細図(単位:mm)

表-11 地層別掘進管理値

土質	100m 付近		350m 付近		400m 付近		550m 付近		750m 付近		1,500m 付近	
	固結シルト層	結シルト層	結シルト層	混り砂層	砂れき層	砂れき層	粘土混り砂れき層	沖積砂層	沖積砂層	沖積シルト層	沖積シルト層	沖積シルト層
シールド掘進速度 (mm/min)	5~15	30~40	25~35	15~20	25~35	35~50	600~620	670~720	800~850	550~650	500~600	450~500
シールド推力 (t)	48~52	40~45	37~65	15~25	2~6	13~17	48~52	40~45	37~65	15~25	2~6	13~17
シールドカットトルク (t-m)	2.7~2.8	3.3~4.4	3.55~3.6	3.4~3.6	3.4~3.6	2.2~2.4	2.7~2.8	3.3~4.4	3.55~3.6	3.4~3.6	2.2~2.4	2.2~2.4
切羽水圧 (kg/cm ²)	3.7	3.7	3.5	3.5	2.6	2.5	3.7	3.7	3.5	3.5	2.6	2.5
送泥流量 (m ³ /min)	3.8	3.8	3.6	3.6	2.7	2.6	3.8	3.8	3.6	3.6	2.7	2.6
排泥流量 (m ³ /min)	—	—	5.0~5.5	7.0~8.0	6.0~7.0	—	—	—	5.0~5.5	7.0~8.0	6.0~7.0	—
排泥濃度 (g/cm ³)	1.13	1.17	1.19	1.19	1.20	1.18	1.13	1.17	1.19	1.20	1.18	1.18
送泥密度 (g/cm ³)	~1.22	~1.22	~1.21	~1.21	1.25	~1.22	~1.22	~1.22	~1.21	1.25	1.25	~1.22
排泥密度 (g/cm ³)	1.15	1.25	1.20	1.20	1.30	1.20	1.15	1.25	1.20	1.30	1.20	1.20
粘性 (sec)	~1.25	~1.30	~1.24	~1.22	1.35	~1.27	~1.25	~1.30	~1.22	1.35	1.35	~1.27
粘 pH	28~35	30~32	32~35	23~25	25~30	23~27	28~35	30~32	32~35	23~25	25~30	23~27
裏込注入量(設計量 100)	7~8	7~8	7~8	7~8	7~8	8	7~8	7~8	7~8	7~8	7~8	8
増粘剤の使用(kg/m)	—	0.62	0.86	9.50	5.71	—	—	—	—	—	—	—
蛇行量 (mm)	上 60 下 60	上 57 下 57	上 35 下 35	上 45 下 45	上 49 下 49	上 84 下 84	上 60 下 60	上 57 下 57	上 35 下 35	上 45 下 45	上 49 下 49	上 84 下 84

表-12 セグメントの精度 (単位:mm)

区分	ダクタイルスチール		ダクタイル				スチール					
	設計仕様	参考(シールド指)	実績		参考(日本下水道協会基準)		実績		参考			
			+側	-側	平均	+側	-側	平均	+側	-側	平均	
セグメント幅	+1.5	+1.5	0	0	+1.5	+1.0	+1.0	0.5	+1.5	+1.0	+1.0	0.5
弧長	+1.0 -1.5	+1.0 -1.5	—	—	+1.0 -1.5	—	—	—	+1.0 -1.5	—	—	—
ボルトピッチ	+1.0	+1.0	—	—	+1.0	—	—	—	+1.0	—	—	—
ボルトピッチサークル径	+7.0	+5.0	+5.0 ~-2.0	2.0	+10.0	+4.0 ~-6.0	3.0	3.0	+7.0	+5.0 ~-6.0	3.0	3.0
外径	+7.0	+10.0	+6.0~0	2.0	+10.0	+5.0 ~-5.0	3.0	3.0	+7.0	+10.0	+6.0~0	2.0

(注) +側および-側それぞれ最大値を示す。実績値は工場検査結果の値である。

ただ一番外側(切羽より最遠点)のテールシールは全体に若干の摩耗が
すずんでおり、他の2列のものには引
っかけ傷のような跡がみられる。これ
はセグメントとテールシールの間に砂
等の異物をはさみ込み、これがシール
ドの前進によってゴムを傷つけたもの
と推察される。傷の程度は切羽側に近
いテールシールの方が大きい。また、
L型ゴムには伸びがみられ、元設計に
比べて 1.17 倍になっていた。

(b) れき除去装置

第1の点は粘土を含んだれき層での
ロータリシープの目詰りの問題である
が、このことについてはすでに説明し
た。第2の点はシール部の摩耗によっ
てそこから漏水が発生した問題であ
り、特に高水圧下の工事の場合、これ
は工事の進行上大きな隘路となるので
止水構造を改良する必要がある。

(c) セグメントの種類と製品精度

セグメントはダクタイルおよびスチ
ール製を使用したのでスキムプレート
の表面は平滑であり、また仕上がり精
度は表-12に示すように良好であった。
さらにこのセグメントは剛であり、組

立後の真円度にも表-8に示すように大きな変形がなかった。これは摺動するテールシールにとっては耐久性を維持するのに重要な役割を持つと思われる。特に 3.0 kg/cm^2 以上の水圧下の施工を考慮すればその重要性は直ちに理解できよう。

(d) 施工管理上の問題

通常、シールド工事中では掘削が終り、セグメントの組立作業に入る前に推進ジャッキの推力を一斉に解放するからシールドとセグメントは相対的に息をし、テールシールは複雑な挙動をする。本工事中ではシールド前面に 3.0 kg/cm^2 の高水圧が作用しているためジャッキを開放した場合、シールドのスクリュープレートと土との摩擦力のみではこの高水圧に抵抗することができず、シールドは後方へ押し戻されることになるから、これを防止するためセグメントの組立に際しては1ピースごとに必要最小限のジャッキを緩めるのみにし、他のジャッキ推力は開放しなかった。このためテールシールは損傷が少なかったものと判断できる。これはまたセグメントの変形防止にも有効であった。

(2) 施工実績を踏まえて今後の課題

いままで本工事の施工結果について考察を行った。この工事は 3.0 kg/cm^2 以上の高地下水圧という未知への挑戦であったが、既述したように素晴らしい成果をおさめることができた。しかし、この経験を通じて気付いた二、三の問題点もあり、今後の研究課題の参考として指摘したい。

第1は、切羽における切削状態の探知方法の改善である。本工事中では送排泥水の密度、流量の差から掘削土量を算出し、地山土量に換算する方法を用いたが、正確な掘削量を探知したとはいえない。まして送排泥量の測定場所と切羽との間の距離が長い場合には当然タイムラグ

による誤差も重なり、無視できないことになる。今後の技術発展のためにはこの点の改良が必要である。

第2は泥水処理の問題である。処理プラントの設置にはかなりの土地面積を必要とし（本工事中では約 $1,000 \text{ m}^2$ ）、さらにこの機械設備費が全工事費のうちで占める割合が大である。これらの点を改善するため処理プラントのユニット化や処理技術の向上をはかる必要がある。

第3に、カッタビットやカッタ板の摩耗、折損に際してこれを取替える方法の確立である。本工事中では取替え時の補助工法としてカッタ板に凍結管を設置したものをを用いる凍結工法を考案した。しかし、 $2,105 \text{ m}$ の地層のうち実質的に摩耗に対して問題となる硬質な地層は $1,100 \text{ m}$ にすぎず、ビットおよびカッタ板の摩耗は予想外に少なく、実際に取替えを行う機会がなかった。今後本工事のような条件下で実質摩耗に寄与する土質延長が $2,000 \text{ m}$ を越えるようなケースもあり得ると思われるが、この場合は当然水面下でのビット交換が必要になるものと考えられる。このため凍結工法の応用法、ビット、カッタ板の摩耗対策の研究等がさらに必要である。

7. おわりに

本海底トンネルは標高差 10 mm 、水平方向誤差 34 mm という極めてすぐれた到達精度で、しかも無事故で完成することができた。この成果は今後この種技術の発展に寄与できるものと考えられる。

終りに、本稿をまとめるに当たり東京都立大学教授工学博士山本稔先生には懇切なるご指導をいただいた。深甚なる謝意を表します。また、本工事の完成に一致した努力を示された当事務所職員ならびに鹿島・熊谷・奥村・鉄建建設工事共同企業体の職員の皆さんに深く感謝致します。

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

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

排水ポンプ設備点検保守要領	B5判	328頁	頒価 4,000円	〒300円
建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック	A5判	250頁	*頒価 4,000円	〒300円
建設機械と施工法シンポジウム 論文集 (昭和54年度版)	B5判	188頁	頒価 2,000円	〒300円
建設機械施工技術検定テキスト (昭和53年度版)	B5判	520頁	*頒価 4,500円	〒300円

(* 印は会員割引あり)



シールド特集

クラッシャ内蔵型 泥水加圧式シールドの概要と施工例

小川 武 記*
 納見 誠 一**
 塩入 敏 彦***

1. はじめに

最近のシールド工法は上・下水道事業等の普及と相まって都市内の沖積平野から洪積台地あるいは内陸盆地への施工例も多く、これに伴って掘進地盤が巨れき、大れきを多量に含む滞水砂れき層や粘土層との互層を形成している場合を多く見る。

長年我が国において問題とされていたれき層用泥水加圧式シールドはれきの処理方式、泥水圧の管理、完全流体輸送、粘土層との互層等の基本的な幾つかの問題点があるため必ずしも順調とはいえない面があった。当社はこの問題点を基本的に見直し、かねてよりの懸案であった巨れき、大れきの連続処理を行う完全クローズドシステムを持つクラッシャ内蔵型泥水加圧式シールドを三菱重工業と共同技術開発し、幸い発注者の兵庫県伊丹市下水道部の理解と指導のもとに、施工条件の厳しい山陽新幹線営業線の側下を順調に掘進し、予定の到達点へ到達した。ここにそのクラッシャ内蔵型泥水加圧式シールドの概要と施工例を紹介する。

2. シールド機種を選定

れき層用泥水加圧式シールド工法において配慮すべきことは、シールド掘削において地山が相当荒らされるため切羽の安定上泥水圧の変動がなく、泥水液が常に管理できなければならない。また最大れきは切羽水圧保持のまま安全確実にとり込み、かつ排出できる構造が必要であり、れき量が多くても坑内スペースを考慮して連続的

な排出方式で作業能率のよいことも必要となる。またカッタビットの交換、分級機の保守点検も考慮し、容易にしかも短時間で切羽に出入りすることが可能であるように配慮する必要がある。

現在、各種のれき除去方式の実績があるが、各種タイプの大きな差は泥水輸送制御回路のクローズドシステムとオープン回路による切羽水圧の変動の問題である。最大れきの除去に伴う余裕度と連続掘進の可能性の多寡や機械の信頼性、耐久性、保守点検の問題、そして掘進サイクルとれき量、れき質の関係による掘進速度の影響と掘削量の管理の問題である。またセグメント搬入、組立における坑内スペースの問題や作業の安全性、ずり出し設備に伴う発進立坑付近および作業基地の活用も考慮する必要がある。

構造上特に配慮すべき事項は、カッタ装置およびビット等の摩耗対策、最大れきのとり込み性とカッタトルクの問題、スリットの形状寸法およびスリット押え、地山の乱れに伴うシールドジャッキの推力および固定そりについても十分検討する必要がある。またシールド機構、軸受装置、ゲートの止水性と信頼性についてや、テールパッキンの止水と保護対策、修理、点検の容易度等には施工計画を含め特に入念に検討しておくべき事項である。

3. クラッシャ内蔵型泥水加圧式シールド

(1) 基本構造と機能

泥水加圧式シールドの切羽水圧室に油圧ジャッキを使用したジョークラッシャを設置し、送泥管および排泥管によって切羽水圧室に泥水を循環し、土圧、水圧に対抗する泥水を加圧して切羽水圧を保持しながら掘進する構造である。

巨れき、大れきを含む滞水砂れき層をシールド機械前面のカッタ装置を回転させて地山を切削し、とり込んだ土砂はカッタ装置内部のバケットに投入され、かき揚げ

* Takeki Ogawa

前田建設工業(株)大阪支店伊丹野間作業所長

** Seiichi Noumi

前田建設工業(株)大阪支店伊丹野間作業所

*** Toshihiko Shioiri

前田建設工業(株)大阪支店伊丹野間作業所

羽根により上方からゲート口を通過してクラッシャ内に投入される。投入された土砂や岩石はバースクリーンによって分級され、大きな岩石はクラッシャ内部に落ち込み、ここで破碎され、50 mm 程度のれきとなってクラッシャを通過する。バースクリーンおよびクラッシャを通過した掘削土砂は送泥水とともにアジテータによって攪拌され、排泥管を通じて機外から坑外へと流体輸送され、地上の処理プラントまで送られる。処理プラントにおいてれき分、砂分と泥水とにふるい分けられ、泥水は再び送泥管によって坑内へ送られる。図-1 にクラッシャ内蔵型泥水式シールド機械構造図を示す。



写真-1 クラッシャによるれき破碎状況

(2) ジョークラッシャの構造

今回考案した油圧ジャッキを使用したジョークラッシャは打撃回数が従来のものと比較して1/10~1/20と少なく、能力低下が十分考えられた。しかし、この不利点をジャッキ力、ストローク長で補うとともに岩石の弱い性質である圧裂引張破壊および静的荷重での破碎機構を持ち、連続的な破碎構造を持つクラッシャを開発した。

最大れき径を 600 mm×450 mm に想定したため供給口寸法は幅 700 mm×開き 500 mm とし、クラッシャジャッキ力は地山のれきの性質、形状から考えて 150 t の設計基準で実機大のクラッシャを予備機として製作し、工場内テストを行い、破碎力、破碎能力、構造、セッティング、破碎れき径、投入状況、水中テスト等を行い、本機の製作に対処した。土砂および泥水中のクラッシャジャッキの摩耗、シールド機構の耐久性、油圧ホース、電磁弁等の耐力を考慮して、クラッシャ自身が“てこ”の原理を使用しているため低ジャッキ力の方が油圧機構的に好ましく、常用 48 t×2 台 (210 kg/cm²)、能力は 80 t×2 台 (350 kg/cm²)、常用使用ストロークは 100 mm とした。打撃数は 30 回/min とし、パワーユニットは高圧、低圧を使用し、能力、回数の増大に努めた(写真-

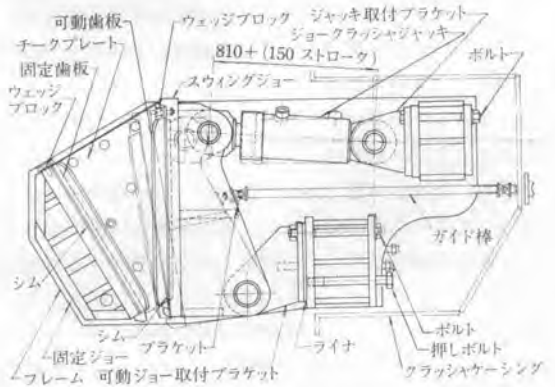


図-2 ジョークラッシャ構造図

1 参照)。

クラッシャの歯およびチークプレートの材質はマンガン合金とし、歯の形状は波形にしてピッチ 45 mm、歯高 12 mm、谷と山を合わす構造とした。セッティング寸法は 35 mm まで可能であるが、歯の摩耗を考慮して 30 mm でセットした。これは輸送回路の排泥管を 6 B (φ150 mm) とし、クラッシャの最大通過れき径を 70 mm にしたためである。破碎能力は硬砂岩 110 kg を 25 回で破碎し、約 8 t/hr の能力となり、粒形もよく、目標に達した。

作動方法は、タイマーだけの方式から、検知棒にリミットスイッチを設け、これで作動する方式とし、完全にクラッシャが閉じないときはタイマーにより自動的に戻る構造とした。図-2 にジョークラッシャの構造を示す。

(3) 本工法の特徴

切羽の掘削土砂や岩石をとり込むシールドの泥水加圧室内にクラッシャを内蔵し、掘進に合わせてこれを作動させ、巨れき、大れきを連続破碎してそのまま地上へ流体輸送する完全クロー

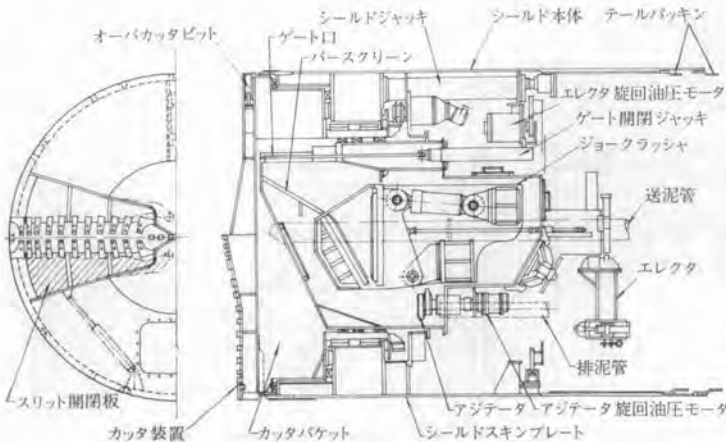


図-1 クラッシャ内蔵型泥水式シールド機械構造図

ズドシステムである。そして従来のれきを貯留させるハッチ式やトロンメル方式と異なり、ハッチまたはトロンメル等の開閉のための掘進中継や泥水加圧式シールドの最も重要な切羽安定のための切羽水圧の変動がなく、このため重要構造物、重要埋設物、河川等に近接してシールドトンネルを築造するとき、他への影響をより少なくし得る利点がある。また、坑内パイプライン中にクラッシュャを設置する従来の方式と異なり、巨れきの管内流体輸送に伴う閉塞や無理がまったくなく、したがって、シールド泥水加圧室と坑内クラッシュャを結ぶ循環回路（P、回路等）の設備も不要である。しかも連続掘進ができること、さらに完全クローズドシステムによる安定施工であること等をふまえて、日当り進捗率が従来方式に比べ高い高速施工が可能であり、泥水輸送および泥水制御管理が従来どおりの簡易方式で済む。

油圧ジャッキを使用したジョークラッシュャは構造がシンプルであり、耐久性にすぐれ、シールド後方より容易に修理、交換が可能である。クラッシュャの可動歯は毎分30回の前後往復運動を行い、破碎機構は圧裂引張りとせん断破碎機能を有し、岩石をくわえて破碎する効果がある。このため粘土とれきの互層にあっては閉塞することなく連続掘進、れきの連続処理ができる。

クラッシュャによる振動が切羽およびカッタシールド機構に与える影響は、クラッシュャ本体の構造が破碎荷重の反力をフレームで受ける構造であり、自重も大きいため極めて少ない。また泥水室にクラッシュャを設置するため泥水による振動、騒音の吸収効果がある。クラッシュャの破碎荷重は油圧ジャッキを使用するためれき量、れき質により破碎荷重、ストローク、打撃回数も変えることがで

きる。

4. 施工例

(1) 工事概要

本工事は兵庫県武庫川流域下水道整備事業の一環で、伊丹市下水道部発注による西部4号幹線第8工区公共下水道築造工事で、シールド路線は山陽新幹線高架橋の側道下（図-3参照）をシールド外径 $\phi 3,500$ mm、仕上り内径 $\phi 2,600$ mm、土被り 3.8~4.5 m、施工延長 510 m 間を施工した。

工事施工区間が新幹線高架橋に隣接しており、また高架橋の基礎が伊丹砂れき層の上にベタ基礎として建設されているため、工事に伴う脱水による圧密沈下での高架橋への影響を防止する目的で泥水加圧シールド工法が採用され、工事中における山陽新幹線の運転保安および旅客公衆の安全を計り、変状発生防止と事故防止の目的で伊丹市と国鉄新幹線総局大阪保線所との覚書により変状計測機器を設置し、工事影響を事前に精密に測定し、計測管理を行った。なおシールドの計画に当っては従来の貯れきハッチ方式等では掘進中継の回数が増えること、切羽水圧の変動等に疑問があるため基本的にまったく新しい機種を考案することに踏み切ったものである。

(2) 土質

土質状況は伊丹段丘れき層（一部段丘粘土層と互層）を主体とし、最大れき径 530 mm \times 230 mm \times 170 mm、 $\phi 50$ mm 以上 40~50% 含有し、地下水位は GL-1.6 ~ -2.0 m、透水係数は $K=2 \times 10^{-1} \sim 6 \times 10^{-2}$ cm/sec の滯

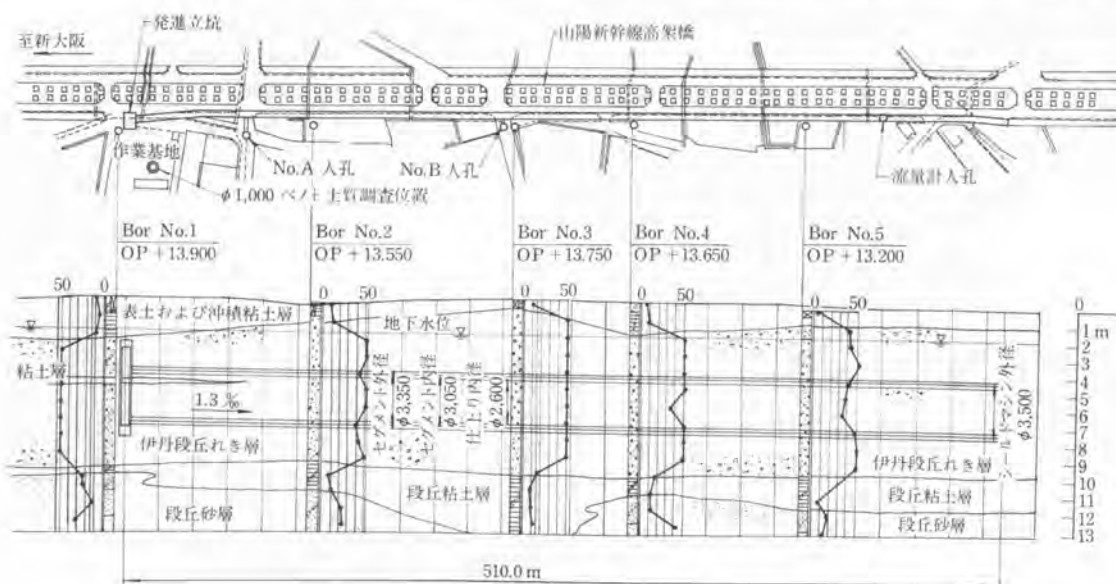


図-3 施工箇所平面図および地層縦断面

水砂れき層である。れき質は花崗岩、れき岩、花崗閃緑岩、玢岩、流紋岩、砂岩、チャートである。

土質調査は実際にサンプル確認するため $\phi 1,000$ mm ベノト掘削機を用いて調査し、れき 300 mm \times 225 mm が確認され、最大れき径を2倍の 600 mm \times 450 mm と考えた。大径れきは花崗岩を主体とし、風化も若干認められたため $\sigma_c = 1,000$ kg/cm² と仮定し、れき径と圧裂引張破砕荷重との関係(図-4 参照)からクラッシュジャッキ力は 150 t を想定した。

(3) 施工実績

シールドの発進方法はエントランス方式とし、掘進はれき層地山の乱れとカッタの摩耗を防止する意味で、カッタ回転速度は $0.5 \sim 0.8$ rpm で行った。カッタ装置が削る機構よりむしろとり込む構造であったため、カッタトルク圧は $40 \sim 60$ kg/cm² と低い値であったが、ときどき 140 kg/cm² まで達し、高トルクで正転、反転を繰返し掘進した(写真-2 参照)。

掘進中はクラッシュ圧、カッタ圧を監視しながら行ったが、クラッシュの振動は想像以上に少なく、むしろカッタ旋回に伴うれきの動きによる振動がより大きかった。またカッタビットの摩耗は激しく、No. 202, No. 357 リングのとき交換した(図-5 参照)。

土被りが $3.8 \sim 4.5$ m と少なく、地下水位が GL-1.6 \sim 2.0 m と高いため切羽水圧の管理に重点を置いた。掘削量の管理は誤差の少ない送水流量と排泥流量の差(偏差量)で行い、ジャッキストローク 10 cm ごとに記録用紙に積算値をプロットし、管理した。逸水が多いときは切羽水圧を下げめにし、泥水の高濃度化および粘性を増した。掘削量はほぼ一定し、予定線に乗っていた。

裏込注入は新幹線側道下での施工条件を考慮して気泡モルタルの瞬結注入を行い、毎リング掘進と並行に $20 \sim 30$ 秒のゲルタイムで行った。気泡モルタルのため定量注入が可能であり、地山への追従性もよく、止水効果、沈下防止にすぐれている。

山陽新幹線高架橋の変状計測は傾斜計、沈下計、地中変位計、水位計等を設置し、工事影響を事前に精密に測

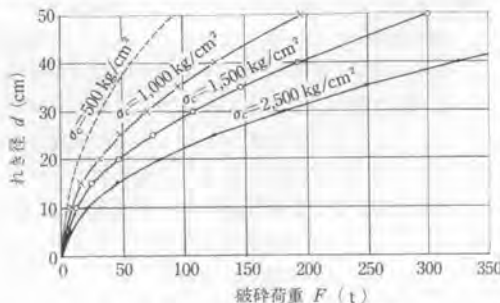


図-4 れき径と破砕荷重との関係



写真-2 採取れきと破砕れき

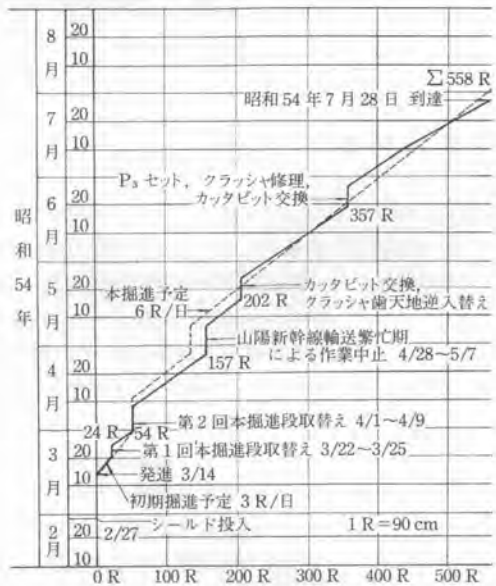


図-5 掘進実績工程

定し、計測管理を行ったが、沈下 1 mm 以内、傾斜 1 分以内に終わった。なお、路面の沈下測点は 5 m おきに行い、沈下量は測定計器の誤差範囲内であった。

5. おわりに

山陽新幹線高架橋の側道下で、しかも $\phi 600 \sim \phi 400$ mm の巨れき混りの滞水砂れき層をクラッシュ内蔵型泥水加圧式シールドで新幹線への影響もなく日進 $7 \sim 8$ リングの進行ができ、完全クローズドシステムによる連続掘進と切羽水圧の変動もなく、泥水管理、掘削管理が十分に可能となった。今後の課題として、本機の小断面および大断面への適用を計り、粘土を含むれき層の施工対策も考えて行きたい。

なお、当工法の施工に当りご指導をいただいた工事発注関係者各位、ならびに掘進機的设计製作を担当された関係者各位に深く感謝の意を表します。

シールド特集

アーティキュレート式シールド

小野村 和 男*

1. ま え が き

最近のシールド工事では立坑用地の確保困難等から急カーブを含む線形を余儀なくされることが多くなり、一方、地質条件からは一般的に方向制御が困難とされている機械掘シールド（泥水シールド、土圧シールドを含む）で掘進せざるを得ないケースが多くなってきている。特に機長 L と掘削径 D との比 L/D が大きくなる小口径シールドの場合はこの操向性の悪さが大きな支障となっている。また切羽の安定上、切羽に余掘りによるボイドを作らないことが要求される土圧シールドにあっては、コピーカッタやオーバカッタを使用して余掘りを行うことによりシールドの方向制御をすることは不適当

であり、余掘りなしに方向制御できるシールド機が必要とされる。

ここに紹介するアーティキュレートシールド（Articulated Shield）はシールドの方向制御性を改善して急カーブの施工に対処しようとするものである。

2. アーティキュレート機構

当社で開発したアーティキュレート機構は図-1に示す構造である。すなわち、シールド本体を前部シールドと後部シールドとに2分割し、この二つのシールドの結合部を摺動可能にオーバラップさせるとともに、後部シールドをシールド内周に等分に配置したアーティキュレートジャッキを介して前部シールドでけん引しながら推進する構造である。

このアーティキュレートシールドによってカーブを施工する場合のシールドジャッキおよびアーティキュレートジャッキの作動状態は図-2に示すとおりである。すなわち、カーブ施工時にはカーブ外側のアーティキュレートジャッキを伸ばし、それと同時に内側のアーティキュレートジャッキを同量だけ縮めることによりシールドを屈曲状態とし、後部シールドを前部シールドが通過した軌跡に追従させながらけん引して推進する。

一般にシールドの曲進時にはセグメント軸線とシールド機の軸線とが一致しないため、シールドの曲線に伴ってシールドジャッキに横方向荷重が作用する。特に急カーブの施工を目的とするアーティキュレートシールドにあってはこの点の配慮が必要となるので、シールドジャッキをスプリングおよび弾性体を介して弾性的にシールド本体に取付け、後部シールドの屈曲に応じてシールドジャッキの加圧方向が追従できる構造としている。また前部シールドに作用するカッタヘッドの回転トルクはストッパを介して後部シールドに伝達し、前

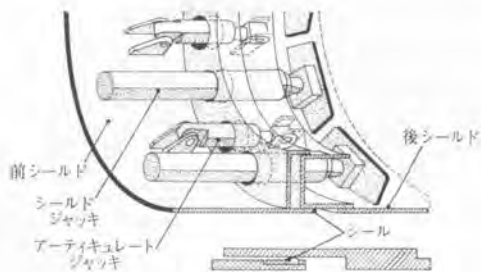


図-1 アーティキュレート機構

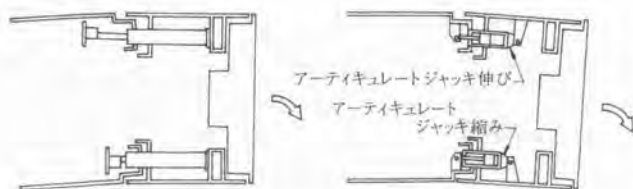


図-2 アーティキュレート作動図

* Kazuo Onomura (株)小松製作所市場開発部トンネル機械業務室専門部長

部シールドと後部シールドとの相対的ローリングを防止している。

このアーティキュレート機構を装備した機械掘シールドの断面図を一例として図-3に示す。本機のシールド外径は 2.45 m で、シールドジャッキ 60t×10 本、アーティキュレートジャッキ 21.5t×10 本を装備している。

3. アーティキュレートシールドの必要余掘量

アーティキュレートシールドは L/D の小さな前部シールドと後部シールドとを油圧ジャッキで連結した形となるため、カーブ施工の際に必要とされるカーブ内側の余掘量を一体型の通常のシールドに比べて小とすることができる。曲率半径 R のカーブを施工する場合に必要なとされる余掘量 δ は下記により計算することができる。

- ① シールドの回転中心がテールで組立てるセグメントの中心線上にあるとした場合

図-4 の略図に示す関係から

$$\begin{aligned} \delta &= \sqrt{(l_3 \cos \theta + l_2)^2 + R_i^2 - l_3 \sin \theta}^2 - R_i \\ &\doteq \frac{(l_2 + l_3)^2}{2(R_i - l_3 \theta)} - l_3 \theta \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

- ② シールドのカーブ内側の前・後端がカーブ内側半径上を移動するとした場合

図-5 の略図に示す関係から

$$\begin{aligned} \delta &\doteq \frac{(l_1 + l_2 + l_3)^2}{8 R_i} + \frac{(l_1 + l_2)^2}{2(l_1 + l_2 + l_3)^2} \theta^2 R_i \\ &\quad - \frac{(l_1 + l_2)}{2} \cdot \theta \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

ここに、 l_1 : セグメントの巻立中心から後部シールド後端までの長さ

l_2 : セグメントの巻立中心から後部シールドの前端までの長さ

l_3 : 前部シールドの長さ

R : カーブの曲率半径

R_i : カーブ内側の曲率半径

θ : アーティキュレート角

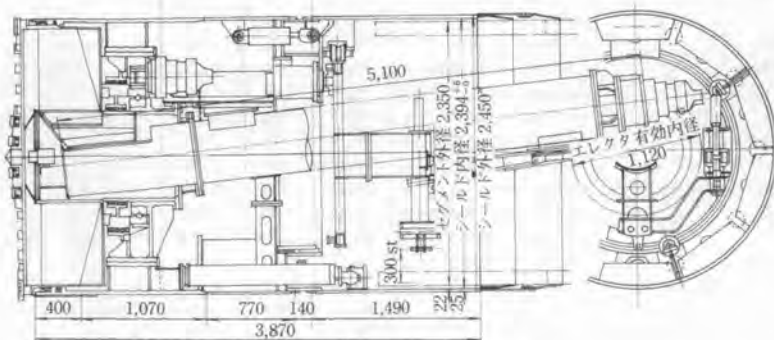


図-3 TM 245 S 機械掘シールド

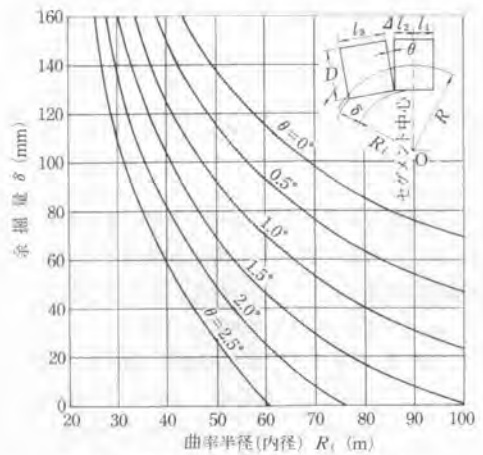


図-4 曲率半径と余掘量の関係(その 1)

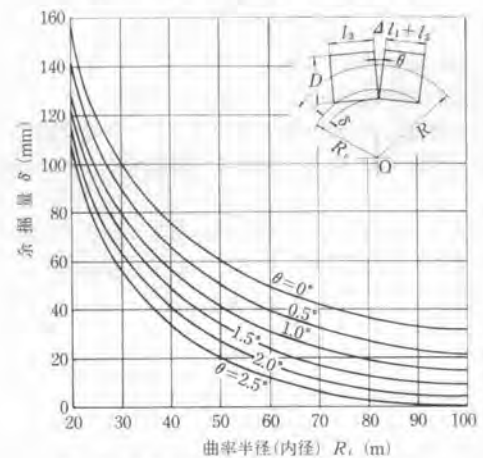


図-5 曲率半径と余掘量の関係(その 2)

Δ : アーティキュレート量

D : シールド外径

$l_1=1,215$ mm, $l_2=1,120$ mm, $l_3=2,600$ mm の標準的な機械掘シールドについて、式(1)および式(2)による余掘量の算定結果を図示すると図-4 および図-5 のとおりとなる。両図において X 軸上にカーブ内側半径 R_i 、すなわち $R-D/2$ の値をとり、この点を通り、Y 軸

に平行な直線と各曲線との交点の Y 座標を求めると各アーティキュレート角に対する必要余掘量 δ が求められる。

例えば、外径 3.2 m のシールドで曲率半径 60 m のカーブを施工する場合は $R_i=58.4$ m であるから、図-4 においては一体型のシールドでは 118 mm の余掘りが必要であるのに対して、 2° のアーティキュレートをつけると余掘量は 28 mm とな

り、さらに $2^{\circ}30'$ のアーティキュレートでは5mmとすることができる。

一方、図-5の施工法では一体型では50mmの余掘りを必要とするのに対して、 2° のアーティキュレートで18mm、 $2^{\circ}30'$ のアーティキュレートで12mmとすることができる。この例から明らかなように、アーティキュレート角を大きくするに従って当然必要余掘量は減少するが、アーティキュレート角には機構上の制約があって無制限に大きくはできないので、当社では最大アーティキュレート角を $2^{\circ}30'$ に抑えている。

また図-5の施工法では余掘量は図-4の施工法に比べ少なくてよいこととなるが、このような施工を行うとセグメントの軸線とシールドテール部の軸線との方向ずれが大きくなり、テール内でセグメントの外径がスキンプレーツの内径と干渉を起すので、テールクリアランスを大幅に大きくとる必要を生じ、トンネル全長にわたって掘削量が増大する結果となるので図-4に示す曲線施工法が実際のであり、したがって、必要アーティキュレート角およびコピカッタのストローク等の選定は図-4、すなわち、式(1)によって計画することが必要と思われる。

なお図-4によって所要のアーティキュレート角 θ が選定されれば、図-6を使ってシールド外径に応じてアーティキュレート量 d を求めることができる。前例で

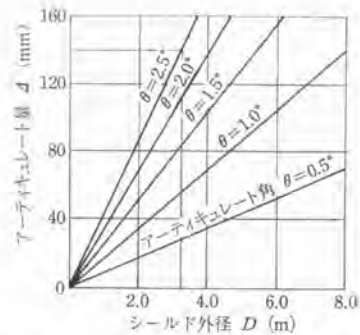


図-6 シールド外径とアーティキュレート量の関係

はシールド外径は3.2mであるので、図-6からアーティキュレート角 2° の場合はアーティキュレート量は115mm、 $2^{\circ}30'$ の場合は140mmとなる。以上の値は概略値を示したもので、実際にはシールドの構造によって各部寸法が若干相違するので、正確には式(1)によってチェックする必要がある。

上記のようにアーティキュレートを装備することによってカーブ施工時の余掘量を減少させることができ、余掘りによって生ずる地山とシールドとの間のボイドが減少するため、その結果として地表面沈下を低減できることとなる。特に地表面に影響を与えやすい軟弱な地盤内のカーブ施工にアーティキュレートシールドは極めて有

表-1 アーティキュレートシールド製作実績表

No.	企 業 者	施 工 者	機 種	年 月	カーブ (m)	延長 (m)	土 質
1	東京都下水道局	鉄建建設	$\phi 2.45$ m 機械掘り	51.12	30	1,250	砂れき
2	"	"	$\phi 2.45$ m 機械掘り	52. 2	150	800	"
3	東京都水道局	白石基礎工事	$\phi 2.43$ m ブラインド	52.12	20	300	砂質シルト
4	日本電信電話公社	協和電設	$\phi 5.84$ m 土 圧	53. 5	75	497	シルト
5	埼玉県荒川左岸流域下水道	五洋建設	$\phi 3.05$ m ブラインド	53. 4	60	376	"
6	横浜市下水道局	鉄建・加藤 JV	$\phi 2.24$ m 機械掘り	53. 7	100	738	砂れき, 土丹
7	東京都水道局	東急建設	$\phi 2.09$ m 機械掘り	53.12	85	600×2	細砂, 土丹
8	日本電信電話公社	協和電設	$\phi 4.66$ m ブラインド	54. 3	75	100	シルト
9	千葉県水道局	福 田 組	$\phi 2.5$ m 手 掘り	54. 7	30	1,400	細砂
10	日本電信電話公社	日本通信建設	$\phi 3.66$ m 土 圧	54. 3	90	852	砂
11	大阪府水道部	地崎・白石・佐伯 JV	$\phi 3.41$ m 土 圧	54. 5	120	610	砂混り粘土
12	横浜市下水道局	大日本・石田 JV	$\phi 2.24$ m 機械掘り	54. 5	70	1,239	砂質シルト, 砂
13	"	三井・大木 JV	$\phi 2.24$ m 機械掘り	54. 3	40	1,271	土丹, 砂
14	東京都下水道局	熊谷組	$\phi 4.17$ m 手 掘り	54. 2	30	748	砂れき
15	"	"	$\phi 4.17$ m 手 掘り	54. 3	30	1,152	"
16	日本電信電話公社	協和電設	$\phi 6.05$ m 手 掘り	54. 5	75	550	砂れき, シルト
17	東京電力	小田急建設	$\phi 3.25$ m エキスカベータ	54. 9	50	1,300	ローム, 砂れき
18	横浜市下水道局	フジク・三菱 JV	$\phi 3.25$ m エキスカベータ	54. 6	60	960	砂れき
19	"	加藤組	$\phi 2.24$ m 手 掘り	54. 6	30	260	砂, 粘土
20	日本電信電話公社	日本通信建設	$\phi 3.66$ m 土 圧	54.10	75	570	砂
21	"	"	$\phi 5.53$ m ブラインド	54.12	90	760	シルト
22	大阪府水道部	鴻池・奥村・大日本・株木 JV	$\phi 3.21$ m 土 圧	54.12	150	1,330	砂, シルト
23	東京電力	東急建設	$\phi 3.67$ m エキスカベータ	54.12	30	950	ローム, 砂
24	君津広域水道	東洋建設	$\phi 2.24$ m エキスカベータ	54.11	42	1,100	シルト質砂, ローム
25	"	"	$\phi 2.24$ m エキスカベータ	54.11	60	1,100	"
26	名古屋市	鴻池組	$\phi 3.06$ m 土 圧	55. 6	70	1,230	砂, 粘土
27	京 都 市	東急建設	$\phi 2.86$ m 土 圧	55. 6	100	220	砂れき
28	横 浜 市	三菱建設	$\phi 2.24$ m	55. 4	80	850	砂, 土丹
29	横浜市下水道局	東急・山岸 JV	$\phi 2.24$ m	55. 3	60	1,247	土丹, 細砂

効であるといえる。

4. 施工実績

昭和 52 年にアーティキュレートを装備した機械掘シールドの 1 号機 TM 245 SA-1 を納入して以来、納入実績は表-1 に示すとおり約 30 基に達し、直径 2~6 m の手掘り、エキスカベータ、ブラインド、機械掘り、および土圧式の各種シールドに装着され、対象土質も粘性土、シルト、砂質土、砂れきおよび土丹と広範囲に及んでおり、また最小曲率半径としては 20 mR の施工例も出ている。

5. アーティキュレート式泥水シールド

かねてからアーティキュレート機構を泥水シールドにも採用すべく検討を進めてきたが、唯一の問題点であったアーティキュレート部のシールについて、実物大のアーティキュレート試験装置に装着しての工場テストの結果、シール性能の確認が得られたので、近くアーティキュレート式泥水シールドも製作の予定であり、これによって全機種種のシールドにアーティキュレート機構の装着が可能となった。

写真-1 はアーティキュレート式泥水シールドモデルの断面で、上部にアーティキュレートジャッキが、下部にはシールドジャッキが示されている。この泥水シールドの他の特長は、中間ビーム式カッタヘッドで、高トルク・高スラストが伝達できる大口径ベアリング支持方式を採用し、かつバケットのない単板式カッタヘッドとして粘性土掘削の際のカッタヘッド内の閉塞防止を計っている。

6. 岩盤用アーティキュレート式トンネル機械

当社では昭和 38 年より米国ロビンズ社との技術提携によって岩盤用トンネル機械を製作しており、その実績

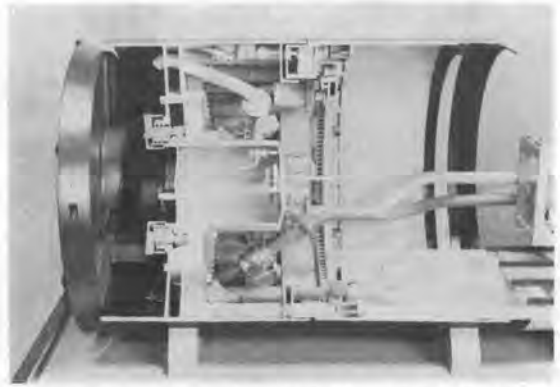


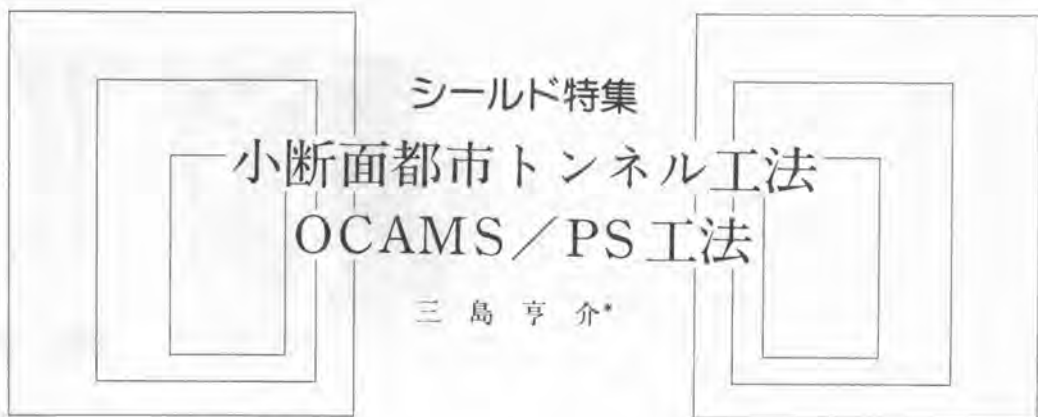
写真-1 アーティキュレート式泥水シールドのモデル断面

も 12 基に達している。しかし岩盤用トンネル機械は海外での普及に反して国内での需要が停滞している。その最大の原因は、従来のトンネル機械は自立する岩盤では高速掘進ができるが、断層破砕帯に遭遇すると掘進不能となるという欠点があるためである。

破砕帯突破のためにはシールドの装着が必要となるが、軟弱地盤と異なり、弾塑性変形を生じない岩盤内でコピーカットができない岩盤用トンネル機械を自由に方向制御することは極めて困難である。この解決策としてシールドを前後に 2 分割してテレスコピックとし、さらに前部シールドをアーティキュレートとしたトンネル機械がすでに米国で成功裡に稼働しており（ロビンズ MODEL 92-192, STILL WATER トンネル, UTAH）、この種トンネル機械は日本の複雑な地質条件でも適用可能と確信する次第である。

7. あとがき

以上、急カーブ施工用のアーティキュレートシールドの概要について紹介したが、幸いユーザ各位のすぐれた施工技術によって期待どおりの効果を発揮しつつある。当社ではこれら貴重な経験をもとにさらに改善を重ねて斯界のご要望にお応えしたい所存である。



1. まえがき

都市機能の充実をめざして生活環境の整備が進められつつあるなかで、我が国が遅れているといわれる下水道の整備事業は活発な公共投資に支えられて急速な進展をみせている。

下水道工事の施工法はこれまでほとんどが開削工法で占められているが、最近の交通事情や工事騒音、振動の公害問題への派生などが施工法の選択上で重大な制約になっている。この状況に対応するためにシールド工法をはじめ立坑から管を水平に敷設できる各種の工法の採用がふえる傾向にある。その工事量の増大とともに施工技術の開発が進められ、施工法の多様化や機械化などがはかられている。その一面として掘削径の両極化、すなわち、より大径の、あるいはより小径の管敷設の施工技術があげられる。

小径管敷設に関して従来推進工法や泥水セミシールド工法が多く用いられているが、これらは掘削、機械の操作や測量などに坑内人力作業を伴い作業空間の制約で小径化には限界がある。そこで、泥水セミシールド工法に用いるシールド機械に遠隔装置を取付け、測量から機械

操作まですべての坑内作業を無人化し、これまでより小径の管の敷設を可能にした新しい工法を開発し、実用化に成功した。ここではこの工法とその施工結果の概要について紹介する。

2. OCAMS/PS 工法

この工法は当社が昭和 53 年に開発し、同年 12 月に秋田県での公共下水道築造工事に使用して実用化に成功したもので、小径管の敷設工法として土質適応性や施工精度などにすぐれた特長をもっている泥水セミシールド工法を基本にして、シールド機の掘進に必要な機械の掘削状況とシールド機の位置、傾きなどの測量データを坑外の集中管理室で監視盤とモニターテレビを見ながら機械をリモートコントロールして掘進するものである。

施工設備は図-1 に示す機器で構成されている。管の敷設方法は先端のシールド機とヒューム管を立坑の圧入装置で地中に押し込み、順次管を敷設していく。シールド機の Cutterヘッドで掘削した土は地上から送る水と混合し、スラリー状にしてパイプで搬出する。掘削に際して、切羽の土砂が崩壊しないように切羽に泥水圧を作用させるとともに、Cutterヘッドを切羽に押し付けながら掘削する。またシールドジャッキで掘進誤差を修正して精度よく管を敷設していく。集中管理室ではシールド機、圧入装置、ポンプ設備の運転状況を総合的に監視し、それぞれを操作する。

3. シールド機

シールド機の基本構造は図-2 に示すようにCutterヘッドは平板型をしており、センターシャフト

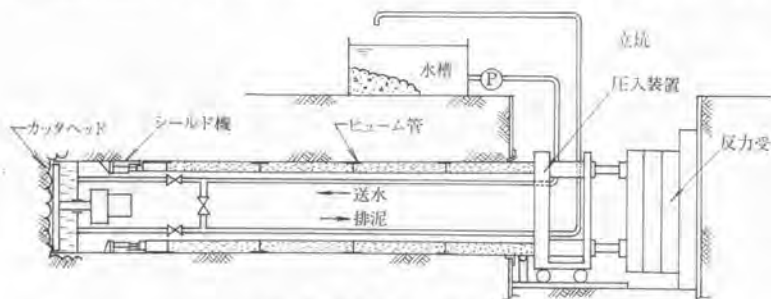


図-1 泥水セミシールド工法

* Kyosuke Mishima

(株) 奥村組技術研究所第4研究部室長代理

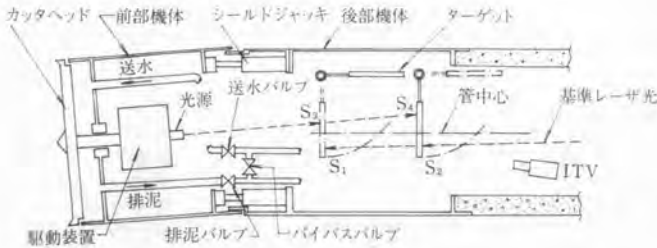


図-2 シールド機

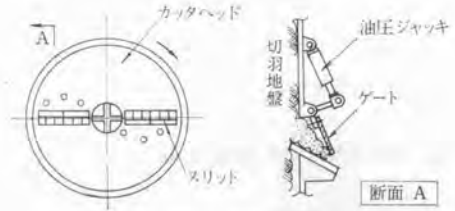


図-3 カッタヘッド

で駆動される。このカッタヘッドは図-3のような構造で、土はスリットからその裏側にとり込まれる。スリットにはフラップ式のゲートが設けられており、余分な土砂のとり込みを抑制する。またカッタヘッドの外周部には特殊シールを施し、土砂流入を防止する。

機体は中折式であり、前部には機械部分、後部には油圧ユニットや測量装置などが配置されている。掘進方向の修正は後続のヒューム管と緊結されている後部に対して、前部の機軸に適当な角度を持たせた状態で圧入装置で推進する方法を採用している。

測量の方法は、前部機体の軸芯に取付けてある後方に向けた光源と立坑のレーザの2種のスポット後部機体にある2枚のターゲットで受光する。このターゲットをテレビカメラで撮影し、集中管理盤のテレビでスポット位置を読みとる。ターゲットははね上げ式になっており、片方が受光中には他方ははね上げておく。このようにして計4個のスポット位置が得られ、この位置から前部機体の位置、傾きを求める。この測量結果は別に取付けてあるピッチング計、ローリング計の測定結果と照合する。

そのほか、次のような機械的特徴がある。

- ① カッタヘッドに直接作用する切羽土圧を検出できる土圧検出装置を装備している。
- ② シールドジャッキはストロークセンサーを内蔵した構造としている。
- ③ 機内の排泥管に土砂が詰まったときにこれを掃除するためのスラリージェットラインを設けている。
- ④ カッタヘッドはこの程度の径としては大きな駆動トルクを持たせている。

表-1 シールド機諸元

シールド本体	外径 980φ×長さ 4,180 mm
シールドジャッキ	30t×100s×4本
カッタヘッド	回転数 3 rpm
	トルク 常用 1.8t-m, 最高 2.7t-m
油圧ユニット	電動機 7.5kW×4P×1台
	ポンプ 2.6l/min×300kg/cm ² ×1台
電 源	電動機 2.2kW×6P×1台
	AC 50 Hz, 3φ, 200 V



写真-1 φ980 OCAMS-A シールド

なお、シールド機の諸元を表-1に示す。

4. 遠隔監視・操作装置

地上の集中管理盤ではシールド機、圧入装置、ポンプ設備の稼働状態と測量結果を監視し、総合的に最適な掘進状態になるようにこれらの機器を操作する。監視項目としてシールド機内から検出、表示するものを表-2に、圧入装置、ポンプ設備からのものを表-3に示す。また操作項目として、シールド機内の機器に関するものを表-4に、圧入装置、ポンプ設備に関するものを表-5に示す。これらの監視および操作系統を図-4に示す。

表-2 シールド機監視項目

No.	項 目
1	カッタヘッドトルク (電流)
2	カッタヘッド押力
3	方向修正ジャッキストローク (4点)
4	切羽水圧
5	送水圧
6	ターゲット (テレビ)
7	ピッチング
8	ローリング

表-3 圧入装置およびポンプ設備監視項目

No.	項 目
1	圧入力
2	圧入ジャッキストローク
3	排泥流量
4	送水ポンプ回転数
5	排泥ポンプ回転数

集中管理盤は表示、操作以外に次の機能がある。

- ① 運転開始、停止時のシーケンス自動操作
- ② シールド機内の機器の異常や切羽の異物などの発見のためのマイクロホン
- ③ 異常時の非常停止

なおテレビは測量以外に機内の状態監視にも用いる。各検出器や機器と集中管理盤との情報伝送には多芯ケーブルを用い、またケーブル接続には多接点コネクタを用いて配線作業を容易にしている。

5. OCAMS/PS の施工例

(1) 工事概要

工事名称：公共下水道事業 1号汚水幹線築造工事
工事場所：秋田県南秋田郡昭和町
工 期：昭和 53 年 9 月～昭和 54 年 3 月
工事内容：

敷 設 管…内径 800 mm, 外径 960 mm ヒューム管

施工延長…第 1 スパン 84 m, 第 2 スパン 75 m, 延べ 159 m

発進立坑 1 個所, 到達立坑 2 個所

土質条件：シルト質砂, N 値約 11, 透水係数 0.71×10^{-4} cm/sec

路 線：幅 5~7 m 道路下

土 被 り：約 5 m

(2) 推 進 工

実推進日数は長さ 84 m の第 1 スパンが 13 日, 長さ 75 m の第 2 スパンは 12 日で, 平均日進速度に換算すれば 5.6 m/日 であった。推進速度としては通常の泥水セミシールド工法と比べて若干低い。この理由としては、

① 周辺の事情から発進立坑の大きさが制約されたためシールド機の前部機体の発進後に後部機体を接続し、再発進するという段階的発進方法をとったので時間を要した。

② 信号用や動力用ケーブルの取付作業に手間を要し

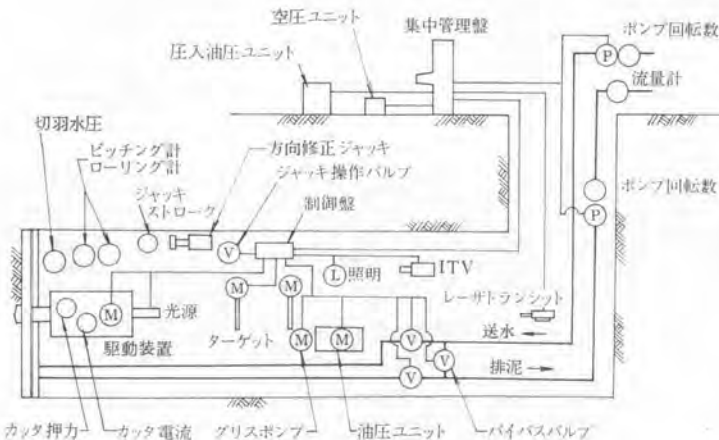


図-4 監視および操作系統

表-4 シールド機操作項目

No.	項 目	内 容
1	カッタヘッド回転	正転/逆転/停止
2	ゲートジャッキ	開/閉
3	方向修正ジャッキ (4)	押/引
4	送水バルブ	開/閉
5	排泥バルブ	開/閉
6	バイパスバルブ	開/閉
7	ジェット送水バルブ	運転/停止
8	ターゲット (2)	上/下
9	ITV	ズーム・ピント
10	機内油圧ユニット	on/off

表-5 圧入装置およびポンプ設備操作項目

No.	項 目	内 容
1	圧入油圧ポンプ	on/off
2	圧入速度	0~20 cm/min
3	圧入ジャッキ	押/引/停止
4	切羽水圧設定	0~2 kg/cm ²
5	送水ポンプ	on/off
6	排泥ポンプ	on/off

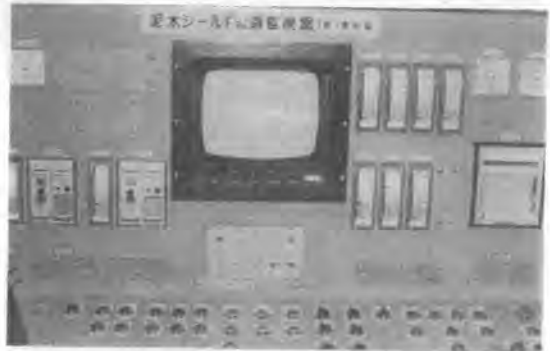


写真-2 泥水シールド遠隔監視盤

た。ことなどがあげられる。しかし、この程度の速度ならば工事全体の工程に及ぼす影響は小さく、工法上のデメリットと考えるには至らない。

推進期間中には地盤沈下やその他の周辺地域に及ぼす影響はほとんどなく、また機械の故障が工事の進捗に支障を与えることもなく順調に施工できた。機械の運転、操作についてこれまでの場合、シールド機と圧入装置の所にそれぞれ熟練者がついて互いに連絡をとりながら推進するのであるが、この工法では総合的な監視、操作を 1 人で行えるので的確な状況把握ができ、また誤操作や操作のタイミングのずれなどによるトラブルが起る危険性を減少できた。

運転操作は計器類の監視とボタン操作なので熟練していない技術者であつ

でも比較的容易に習熟できた。また狭く環境の悪い坑内と異なり、安全で良好な作業条件であり、作業員の作業負荷も著しく軽減できた。

6. 施工精度

第1スパンのシールド機の掘進軌跡を図-5に示す。推進計画線に対する蛇行量は最大24mmであり、初期計画の許容値以内に入った。

小径シールド機は機械設計上の理由で一般に掘削径に比べて機長が長い。掘進方向を修正しにくく、蛇行量が大きくなりがちであるが、蛇行が少ない理由として次のことがあげられる。

- ① シールド機の姿勢を常時監視して少ない蛇行のうちに修正を加えた。また修正効果を同時に確認し得た。
- ② 機体の中折式で方向修正しやすい特性がある。

7. あとがき

この工法は泥水セミシールド工法と基本的には同じと

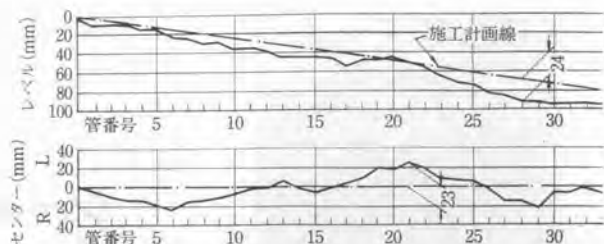


図-5 測量結果

はいえ、かなり高度に計装化され、機器の取扱い、操作方法が異なるので、シールド工法の熟練者といえども最初はとまどいもあったが、慣れると容易で、確実な施工管理ができるので、周辺地盤への影響が少なく、精度のすぐれた信頼性の高い小径管敷設工法として確信を持つに至った。

この工事で測量の基準光としての設定精度にやや難のあるレーザセオドライトを水平精度のよい改良型に変更し、現在第2回目の工事を施工している。今後も引続いて工法や機器の改善を通じてより小径で、より長距離の施工ができるように研究を進めている。

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

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

建設機械化施工の安全指針	A 5判 294頁 *定価 1,500円 予 300円
建設機械取扱安全マニュアル	A 5判 308頁 *頒価 3,500円 予 300円
自走式クレーン安全作業マニュアル	A 5判 170頁 *定価 760円 予 300円
オペレータハンドブック「エンジン」	B 5判 256頁 *頒価 1,200円 予 300円
オペレータハンドブック 「モータグレーダと締固め機械」	B 5判 426頁 *頒価 2,200円 予 300円
建設機械用語	B 6判 326頁 *定価 3,000円 予 300円

(注) *印は会員割引あり



シールド仕様書様式（案）

機械技術部会シールド掘進機技術委員会

今日のトンネル工事のうちでシールド工法によるものが上下水道工事にとどまらず各方面に多く採用されている。我が国では昭和 30 年代後半から今日までの 20 年間におけるシールド工法の技術向上と普及は世界の他の先進国にも見られない目覚ましいものがある。

シールド工法に関する工法指針は土木学会により昭和 44 年に制定され、昭和 52 年にはトンネル標準示方書（シールド編）に改訂された。示方書の第 3 編にはシールド掘進機について、選定から検査まで 45 カ条にわたりに記載されている。

シールドは建設機械としては数少ない工事単位ごとの注文製作品であり、施工業者は工事受注ごとに仕様を決定し、製造業者に発注する。施工区間の地山の条件、施工延長、工期、地表の状況、トンネルの線形等の諸条件はもちろん、掘削や覆工等の施工性も考慮して設計、製作される。したがって、これに十分適応した形式、仕様のシールドおよび付属設備を選定、計画することは最も重要なことであり、それらを施工者、工事発注者、製造業者の三者に確実に約束する仕様書は詳細、正確でなくてはならない。

シールドは施工設備でありながら、慣例として工事発注者により事前に仕様の詳細につき承認と組立後の立会検査を必要とする点が特異である。

仕様書の様式は今日まで個々の製造業者がそれぞれ独自の立場で作っており、その用語の定義、記載事項、記入要領が不統一であった。そこでシールドを計画、施工する者が容易に比較検討できるような統一した内容をもつべきであるとの要望が強まっている。当協会の機械技術部会シールド掘進機技術委員会では、協会顧問小竹秀雄委員長を中心に工事発注者、施工業者、シールド製造業者が参加して昭和 52 年より仕様書案を作成した。

作業を開始するに当たり仕様書の内容としては、

① 今日必要とするシールド技術の最低基準として示す。

② 土木学会の示方書・シールド編との関連を明確にする。

③ 成案は日本建設機械化協会規格（JCMAS）化し、次に日本工業標準規格（JIS）化を計画する。

④ 工事発注者、施工業者、製造業者が有効に使用できる。

等を基本方針として審議を開始した。製造業者 6 社の委員で編成した小委員会で作成後、工事発注者、施工業者を含む全委員により審議した。

冒頭、掘進機用語につき、通俗的に用いられている「シールド掘進機」とするか、示方書にある「シールド」とするか支持する委員が半分半分に分かれたが、土木学会での指示書審議の様子等を調べたうえで示方書を尊重して「シールド」に統一した。

保証の項を入れるべきか否かも問題となった。調査した限りでは今日のシールド仕様書にはすべて保証の項目がある。入れるべきでないと主張する意見は、保証は売買契約書に含まれるべきであるとの理由である。また JIS の仕様書様式には保証の項はない。保証を入れるべきとする意見は、現在の機械仕様決定から定められた性能を確認するまで一貫した部署で行われ、施工条件や機種により保証内容が微妙に変化すること、製造業者が仕様決定するにも保証内容を明文化するには現在の取引形態ではぜひ加えてほしいとの意見もあった。現状からすれば本仕様書の実用性を重視し、利用しやすいように保証を加えた。保証期間、延長について統一した値を入れるべきとの意見もあったが、施工条件、取引条件のバラツキが大きいため一つの値で決めず、空欄記入とした。

設計条件、機械の仕様、工事範囲等の項目では必要最低の項目とした。日進月歩のシールド技術では近い将来にも不足する項目があろうと思われるが、いたずらに項目をふやすことは今日の実用性を損うとして、必要に応じて追加することが望ましい。一方、承認図書、検査については、現在の国内製造業者の水準を考えたときに不

要な書類，作業を省く意味で簡素化につとめた。

なお，検査の内容については，昭和53年度の委員会
が検査基準案の策定に入り，間もなく発表できる段階ま
でになっている。

以下に仕様書の主な部分を紹介する。その構成は，

1. 総 則
2. 設計条件及び仕様
3. 塗 装
4. 検 査
5. 輸送及び現地据付工事
6. 運転指導
7. 工事範囲
8. 保 証

からなる。

[シールド仕様書]

1. 総 則

1.1 適用範囲

この仕様書はシールドの仕様について規定する。

1.2 適用規格

シールドの設計，製作は，本仕様書に基づきこれを行うが，
本仕様書の外，下記規格，法規にも準拠するものとする。

- (1) 土木学会編・トンネル標準示方書（シールド編）昭和
52年度版
- (2) 日本工業規格（JIS）
- (3) 日本電気工業会標準規格（JEM）
- (4) 日本電気規格調査会規格（JEC）
- (5) 電気設備技術基準
- (6) 労働基準法

以上に記載なき事項については，製造業者，発注者の両者協
議によるものとする。

1.3 承認用提出図書

製造業者は，シールド受注後速に下記図書を発注者に提出す
るものとする。

- (1) 確定仕様書
- (2) 全体組立図
- (3) テールプレート強度計算書

1.4 設計変更の保留

シールドの性能，強度及び効率等を低下，阻害しない範囲で
必要ある場合には，製造業者は発注者の承認を得て本仕様書並
びに添付図面の一部を変更または訂正することができる。

2. 設計条件及び仕様

2.1 設計条件

1) 地山の条件

- | | | |
|---------------|---|--------------------|
| (1) 土 質: | (延長併記) | |
| (2) 土 被: | | m |
| (3) 地下水位: | GL— | m |
| (4) 間隙水圧: | | kg/cm ² |
| (5) 透水係数: | | cm/sec |
| (6) N 値: | | |
| (7) 粘 着 力: | | kg/cm ² |
| (8) 一軸圧縮強度: | | kg/cm ² |
| (9) 土の単位体積重量: | ton/m ³ (水中 ton/m ³) | |

- | | | |
|---------------|--|--------------------|
| (10) 土の内部摩擦角: | | ° |
| (11) 上 載 荷 重: | | ton/m ² |
| (12) 地盤反力係数: | | kg/cm ⁴ |
| (13) 最大粒径: | | mm |

2) 施工条件

- | | | |
|-----------------|-----|---|
| (1) 工事延長: | | m |
| (2) 最小曲線半径及び長さ: | mR | m |
| (3) 勾 配: | | ‰ |
| (4) 補助工法: | | |
| (5) 立坑開口寸法: | m × | m |
| (6) 立坑内空寸法: | m × | m |
| (7) 立坑深さ: | | m |

3) セグメント

- | | | |
|---------------|----|----|
| (1) 種 類: | | |
| (2) 寸 法: | 外径 | mm |
| | 高さ | mm |
| | 幅 | mm |
| (3) 分 割 数: | | |
| (4) 1リング重量: | | kg |
| (5) 1ピース最大重量: | | kg |

2.2 仕 様

1) シールドの形式:

2) 装備総重量:

ton

3) シールド本体

- | | |
|----------------|----|
| (1) シールド外径: | mm |
| (2) テール内径: | mm |
| (3) テールクリアランス: | mm |
| (4) シールド全長: | mm |
| (5) フード部長さ: | mm |
| (6) リングガード部長さ: | mm |
| (7) テール部長さ: | mm |
| (8) スキンプレート板厚: | |

フード部 mm

リングガード部 mm

テール部 mm

(9) テールシール: 材質 段数

(10) 本体分割数:

4) 山留機構

- | | | |
|--------------------------|-----|---|
| (1) ムーブブルフード (フォアホーリング): | 装備数 | 基 |
| (2) フェ ー ス: | 装備数 | 基 |
| (3) 可 動 床: | 装備数 | 基 |
| (4) そ の 他: | | |

5) 作 業 床

- | | | |
|------------------|--|----|
| (1) 固 定 床 (含踏板): | | 面 |
| (2) セグメント組立作業台: | | 面 |
| (3) シュート (ホッパ): | | 箇所 |

6) 姿勢制御装置

- | | | |
|------------|-----|-----|
| (1) スクピライザ | | |
| a 形 式: | 手動式 | 油圧式 |
| b 取付位置: | | |
| (2) 抵 抗 板 | | |
| a 形 式: | 手動式 | 油圧式 |
| b 取付位置: | | |
| (3) そ り | | |
| a 形 式: | 固定式 | 可動式 |
| b 装 備 数: | | |

- (4) ピッチング・ローリング計：電気式
U字管式
下げ振り式
水準器（気泡式）

(5) その他

7) ジャッキ類

- (1) ジャッキ（表は省略）
(2) シールド切羽単位面積当り推力： ton/m²
(3) シールドジャッキ伸長速度：
cm/min（全数作動時）

8) エレクタ

- (1) 形 式：
(2) 回 転 数：高速 rpm 低速 rpm
(3) 回 転 角 度： 左右 °
(4) 押 込 力： ton kg/cm²
(5) 吊 上 力： ton kg/cm²
(6) 昇降ストローク： mm
(7) 回転取扱重量： kg
(8) 有効空間： φ mm
(9) グリップスライド量： mm 手動式 油圧式

9) 掘削・積込機

- 10) カッタ装置（省略）
11) パワーユニット（省略）
12) 電気機器配線仕様（省略）

3. 塗 装（省略）

4. 検 査

4.1 工場組立検査

1) 立会検査

工場組立完了後、責任技術者立会のもとに外観検査、寸法検査及び無負荷作動試験を行い、検査成績書を提出する。

検査は別途定める検査基準によるものとする。

2) 部品検査

油圧ジャッキ、油圧ポンプ及び油圧モータ等について必要に応じ、試験成績書（各機器メーカー作成）を提出するものとする。

4.2 現地完成検査

現地据付完了後、責任技術者立会のもとに無負荷作動試験を行う。

現地溶接部の X 線検査の必要ある場合は、あらかじめ協議するものとする。

5. 輸送、現地据付工事

5.1 輸 送

1) 製造業者は輸送に際して、歪その他損傷のないよう十分注意するものとする。

2) 立坑荷降し条件、輸送条件で分割を要する場合は、下記の要領で分割輸送する。

なお、必要に応じ発送荷姿図を提出するものとする。

- (1) 分割数
(2) 最大ブロック重量
(3) 最大ブロック寸法

5.2 現地据付工事

1) 現地据付工事は、製造業者より責任技術者を現地に常駐させ、これに当らせるものとする。

2) 工事に必要な敷地、立坑内及び立坑付近の障害物の除去は、施工業者が行うものとする。

3) 据付に必要な機器は、製造業者が準備する。

4) 工事に必要な諸材料及び手続き

a. 施工業者が準備または行う事項

- (1) 工事用電力
(2) 水 道
(3) 圧縮空気
(4) 据付架台
(5) 組立用仮足場材
(6) 部品保管庫
(7) 照明設備

(8) 据付工事開始に際しての官庁諸手続

b. 現地の状況により施工業者、製造業者が分担を協議する事項

項 目	製 造 業 者	施 工 業 者
据付用クレーン		
パワーユニット台車などの立坑仮置		
本体、パワーユニット台車間の仮配置		
風管及びその架設		
アセチレンガス、酸素ガス		

6. 運転指導

製造業者は、運転指導員を名延 日間作業現場へ派遣し、施工業者の運転責任者及び運転者に運転指導するものとする。

ただし、打合せにより上記期間以上の指導を行う場合は、有償にて派遣するものとする。

6.1 指導項目

- (1) 作業開始前の点検整備
(2) 起動及び停止方法
(3) 推進系、山留系の操作方法
(4) エレクタ系の操作方法
(5) カッタヘッド系の操作方法
(6) 掘削積込機系の操作方法
(7) 作業終了時における点検整備

6.2 勤務時間

1) 現地の勤務時間は、8:00~20:00の間とし、実働7時間、拘束8時間とする。

2) 上記時間以上勤務する必要がある場合は、契約外となるため予め協議するものとする。

3) 圧気内の作業時間は「労働安全衛生法高気圧障害防止規則（昭 52.3.19）」に準拠するものとする。

7. 工事範囲（○印記入のもの）（表は省略）

8. 保 証

本仕様書に基づき製作するシールドに関する保証は下記のとおりとする。

8.1 保証期間

シールド納入後 日又は掘進距離 m 完了時までの何れか早い方をもって保証期間終了とする。

ただし、同期間内で一工事完了の場合は、工事期間完了時を持って保証期間終了とする。

8.2 保証内容

明らかに製造業者の設計、製作又は材料に起因する破損、故障又は不具合を生じた場合は、無償にて速かにシールドの修理、改造を行うものとする。

8.3 保証の適用外事項

次の事項は原則として保証の適用外とする。

- 1) 設定地山条件又は施工条件が著しく相違したことにより生じる故障及び不具合
 - 2) 定められた整備, 取扱い, 操作に反した使用により生じる故障
 - 3) 製造業者に関係なく使用者が改造した部分及びその改造が原因となって生じる故障
 - 4) 消耗品(油脂類, パッキン, テールシール, カッター類, シール, Oリング類, フィルタ, エレメント, 電気制御部品等)の自然損耗
 - 5) シールドの故障により施工業者において発生する二次的損失補償
 - 6) 支給品及び支給品が原因となって生じる故障
- 8.4 責任が判然としない場合の保証
責任が製造業者, 施工業者 いずれかにあるか判然としない場合の保証については両者協議とする。
- 8.5 保証期間終了後の保証
保証期間終了後であっても一工事完了までの期間は, 製造業者の設計, 製作又は材料に起因する破損, 故障又は不具合が生じた場合の保証は両者協議とする。
- 8.6 長期間保管後の保証
シールド工事現場の都合により工場検査完了又は現地完成検査完了後長期間保管を行う必要がある場合の保証は施工業者, 製造業者両者の協議とする。

委員会における審議が一通り終了してから改めて今日のシールド技術を各方面で代表される方々約 30 名出席を願って仕様書(案)を紹介し, ご意見をいただき, 一部の修正を行った。来年度には当協会の規格委員会に計り, 協会規格とする予定である。次の段階として JIS 化を計りたいと考えるが, 前述のように日常の実用性のため加えた保証, 工事範囲等の項目は JIS の統一された性格上, 削除されることもあり得る。

仕様書様式とはいえ, 近い将来出現するであろう新しい技術の要求に応えるためには不足する項目もあると思われる。本仕様書を軸として改訂を重ねる考えである。

なお, 本仕様書作成の推進力として指導下さった小竹秀雄委員長が仕様書(案)完成後の昭和 54 年 8 月 13 日突然逝去されたことはまことに残念であるが, 我が国のシールド技術のパイオニアとして戦前より努力なされた委員長のご指導に感謝したい。

おわりに, 日常業務のお忙しい中を審議に参加された第一線のシールド技術者諸兄にも感謝する次第である。

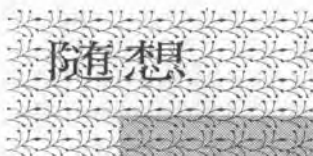
—和田 航—

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

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

仮設鋼矢板施工ハンドブック	A 5 判 460 頁 *定価 3,000 円 円 300 円
地下連続壁工法 ^{設計 施工} ハンドブック	A 5 判 528 頁 *定価 5,500 円 円 300 円
建設機械用 油圧機器ハンドブック	B 5 判 260 頁 *定価 3,500 円 円 300 円
道路清掃ハンドブック	A 5 判 150 頁 *頒価 1,200 円 円 300 円
場所打ちぐい施工ハンドブック	A 5 判 288 頁 *定価 2,000 円 円 300 円
新防雪工学ハンドブック	A 5 判 500 頁 *定価 4,800 円 円 300 円
道路除雪ハンドブック	A 5 判 232 頁 *頒価 1,600 円 円 300 円

(注) * 印は会員割引あり



山とダムと

山田昌巳

昨夏、40年ぶりに白馬三山に登ることができた。

名古屋を午前0時発の夜行で出たが、登山に行く人よりもゴルフバッグを肩にした人の方が多く、時代の流れを感じさせられた。

ひと眠りしたら、松本で目がさめた。大糸線沿線のそとはまだ暗く、うとうとしていると白馬駅に着いた。

駅前で登山ルートを記入したカードを渡してバスに乗り込む。完全舗装の道路を猿倉に向う。昔は信濃四谷から沼池尻まで車で入ったものだが……。

猿倉の手前でヘリポートがあった。最近の荷揚げはヘリによるのであろうか。今昔の感にたえない。昔は背負子に何貫目かの荷を担いで、ボッカが列をなして登ったものだが……。

猿倉でバスを降りて白馬尻に向う。手前にダムが見える。建設機械と付き合い出し

て、どのくらいダムと付き合いをしたろうか。南は上椎葉から北は幾春別のダム、大きいものとして黒部、佐久間など、それぞれに思い出がある。

ショベルにしても、15K、22K、35K、50Kとダムに相応した、いや今から考えると力不足の機械であったかもしれぬが、どこでもかわいがってもらった。ショベルと一緒に、いやこちらが主体であったかもしれないが、クラッシングプラントの大小さまざまなものも一緒に納入させていただいた。

今でいう民宿であろうか、機械の納入、メンテナンスに宿をとった家がダムの完成につれて段々内容がよくなり、風呂場がタイル張りになり、便所が水洗になると工事も完了し、我々も別れを告げたものであった。

猿倉から雪渓尻までブルが入って道をつけていた。富士山にまでブルが入る時だけ



ら不思議はないが、御影石を一つ二つ背負子で担きあげて、砂防堰堤を築いていた40年前のことを考えると、ヘリポートの存在とともに、機械化の波が山の中までおしよせているのに、ダムサイトの工事現場と違った意味で、建設機械の存在を改めて考えさせられた。

昔と同じように大雪溪を登る。雪溪がなんとなく黒いのも登山公害であろうか。抜けるようなお山の空を仰ぎながら雪溪を抜けて頂上宿舎にたどりついた。改めてあれから40年の歳をとったことを実感として味わった。

どういう加減か山小屋は比較的すいていて、1人1畳あてぐらいの広さで休むことができた。あくる朝は頂上で、おだやかなご来光を仰いで、今後のあり方を祈念せずにいられなかった。

朝食後、祖母谷から宇奈月に行くという同宿の方と別れて、杓子から鑓ヶ岳を経て

下山の途につく。前方に剣の勇姿が見える。あの向うに有峰ダムがある。白馬に登るだけでこれくらいなら、昔登った山々を再訪するのなかなか楽でないと思う。

途中でこれから1週間峰続きに縦走するという若者と一緒になる。仕事に対する馬力はあっても、なかなか暇と体力が山に入ることを拒んでくる歳になった。

日本一高いところにある白馬鑓温泉にくつろいだ。来年こそはショベルやクラッシングプラントといっしょに生活したダムサイトを再訪して、今までの反省と今後の建設機械のあり方をじっくりと考えたいものだ。かすかな硫黄の臭いのある透明な温泉に浸って視界に広がった山脈を眺めていると、来年への期待に湯が沸き立つようであった。

Masami Yamada 本協会常務理事
株式会社神戸製鋼所専務取締役建設機械事業部長

アスファルト舗装の 現位置再生工法の概況

高野 漠*

1. まえがき

我が国におけるアスファルト舗装の再生利用は、廃材処理の合理化、省資源等の要求に対処し、ここ数年間に著しい進展が見られ、利用技術、機械の開発、改良が行われ、再生合材プラントの実用化に伴って廃材を破碎、加熱混合して製造される再生混合物が道路の舗装に使用されている。一方、路上において再生する工法は10数年前に実用化されたヒータブレーナの普及が見られないまま現在に至っているが、アメリカ、ヨーロッパではプラント混合方式と平行して現位置で加熱、かき起し、再

表-1 アスファルト舗装の再生工法 (Repair)³⁾

No.	工 法	断 面
1	切削 (removing)	(施工前) (施工後)
1-1	常温切削 (cold-removing)	
1-2	加熱切削 (hot-removing)	
2	現位置再生 (recycling-in-place) (surface recycling)	
2-1	加熱—整形—砕石圧入 (regrip)	
2-2	加熱—整形—表面処理 (resharp) (reform)	
2-3	加熱—整形—オーバーレイ (repave)	
2-4	加熱—かき起し—混合敷きならし (remix)	
3	オーバーレイ (over lay)	
4	プラント再生 (recycling in plant)	

* Hiroshi Kono 日本舗道(株)機械部長

整形、転圧等を行う再生工法が研究され、既存の機械を組合せた施工法、専用機の開発による合理化された施工法が4~5年前より本格的に実施されており、この工法がアメリカでプラント方式と同程度施工されているものと推定されるのに対し、ヨーロッパではアスファルト舗装のリサイクリングの主流となっている。我が国は研究に着手した段階で、外国で使用されている機械、施工法、施工上の問題点等の調査が行われており、一部で流動したアスファルト舗装の補修の一手法として試験施工が行われている¹⁾。

そこで、文献、報文等^{2),3)}を参照し、アメリカ、ヨーロッパで行われているアスファルト舗装の再生工法の概要をまとめると表-1のようになる。切削、オーバーレイ工法は我が国でも一般化しており、施工量も多い。その廃材の一部はプラントで再生混合物に加工されるなど、プラント再生工法は実用プラントが大都市周辺に設置され稼働中で、続いて各地に展開されつつある。現位置再生工法は次章(1)に示す砕石圧入工法が、詳細は後述するが、塑性流動を生じている舗装の補修の手段として試験的に施工され、(2)に示す加熱—整形—表面処理工法がヒータブレーナを用いた施工がなされたほかは例がなく、(3)に示す加熱—整形—オーバーレイ工法、(4)に示す加熱—かき起し—混合敷きならし工法等は今後の我が国のアスファルト舗装の補修に利用できる技術と思われるので、これらの工法に使用される機械を主に現位置再生工法用機械の概況を説明する。

2. 機械の現況

工法別に使用機械を分類すると次のとおりである。

(1) 加熱—整形—砕石圧入工法

図-1に機械の組合せを示す。この工法は塑性流動を

生じている舗装に碎石を圧入，強化し，すべり止めのため表面に碎石を圧入して粗面を作ること等を目的としており，路面ヒータで既存の舗装を深さ 3~4 cm 加熱，続いてヒータスカリファイヤで加熱しながらかき起し，さらに所定の高さに敷きならした後，チップスブレッダで 5号あるいは4号碎石を散布，振動ローラで転圧圧入する。ヒータは舗装の劣化を防止するため直火をさけ，赤外線ヒータが使用され，軽油または LPG パーナの火炎を加熱板に当て，赤外線に変換する方式となっている。

スカリファイヤは，かき起す深さを一定にするため種々工夫されており，スカリファイヤを 4~5 ブロックに分割し，パネで一定の力を加えてかき起す構造となっているものが多い。ヒータスカリファイヤの主なメーカーは Asphalt Equipment 社 (アメリカ)，Millars Machinery 社 (アメリカ)，Etnyre 社 (アメリカ)，Marini 社 (イタリア)，Cutler Repaving 社 (アメリカ) 等がある。

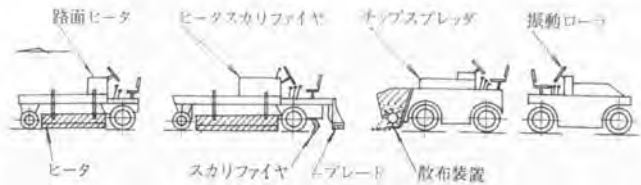


図-1 加熱—整形—碎石圧入工法の機械の組合せ (Regrip)

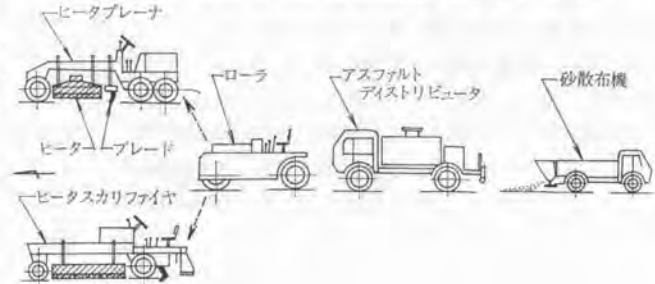


図-2 加熱—整形—表面処理工法の機械の組合せ (Reshape or Reform)

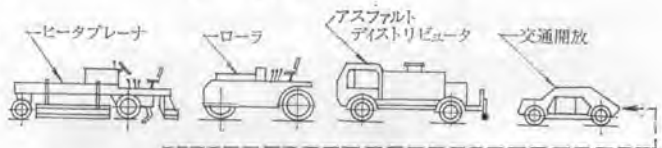


図-3 標準的な加熱—整形—オーバーレイ工法の機械の組合せ (Repave, Standard Procedure)

(2) 加熱—整形—表面処理工法

アメリカで古くから施工されている工法で²⁾，図-2 に機械の組合せを示す。ヒータプレナあるいはヒータスカリファイヤで加熱，かき起し，整形し，ローラで転圧，シーラートを施工後交通に開放する。通常の舗装機械を組合せ手軽に施工できる工法であるが，薄層が生じた場合，交通荷重により破壊飛散する欠点があるとされている。

(3) 加熱—整形—オーバーレイ工法

この工法はアメリカ，ヨーロッパにおいてもっとも施工例が多い^{2),3)}。図-3 に示す工法は(2) とほぼ同一な方法で，既存の舗装を再生し，いったん交通に開放後，通常のオーバーレイを施工するもので，前述の機械を組合せて施工することができる。

図-4 に示す工法は 図-3 の施工法を改良したもので，再整形した舗装が十分な温度を保っている間にオーバーレイを施工し，上下層を密着させようとするもので，新混合物による耐摩耗層を薄層にすることができる。図-4 の (A) は 図-3 と同様な機械を使用するが，機械の数が多いため作業範囲が長くなるので，再生した舗装の温度低下，交通の障害となる等の欠点があり，改良型として専用機を組合せたのが (B) である。

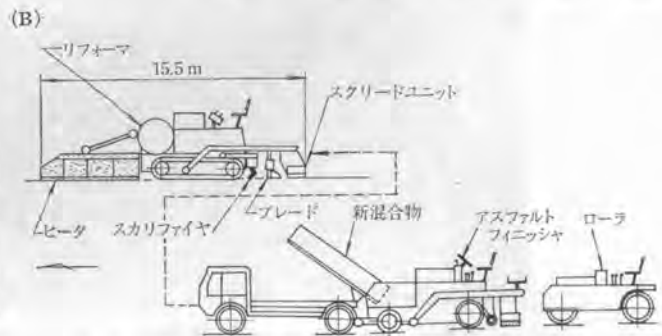
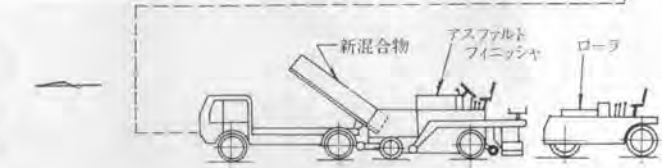
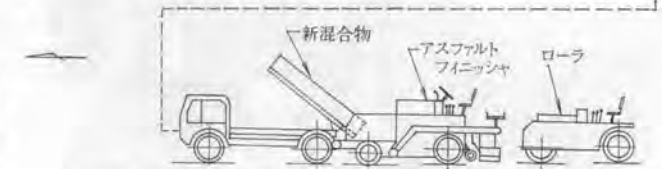


図-4 最近の加熱—整形—オーバーレイ工法の機械の組合せ (Repave, Alternative Procedure)

リフォーマは Joseph Vögele 社（西ドイツ）が開発した機械で、赤外線ヒータで加熱、スカリファイヤでかき起し、スクリードユニットで敷きならしの順に舗装の再生が行われ、作業幅は 2.5~4m で、スクリードユニットはアスファルトフィニッシャと同様な構造のため敷きならし後の平坦性がよいとされている。

図-5 に示す工法は 図-4 の工法をワンパスで施工すべく開発された専用機を使用している例である。既存の舗装を加熱、整形すると同時に、その上に新混合物による耐摩耗層を舗装し、同時に転圧するので両層が完全に密着することを期待でき、作業範囲も比較的短縮されるが、機械自体は大型（全長 13~14m）となり、取扱い上不便がある。

リペーバは Cutler Repaving 社、Wirtgen 社（西ドイツ）、Strabag 社（西ドイツ）等が開発し、実用に供せられており、各機械はほぼ同一な構造となっている。既存の舗装をヒータで加熱、スカリファイヤでかき起し、

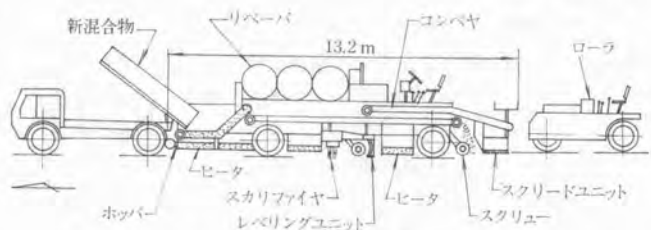


図-5 シングルパス式加熱—整形—オーバーレイ工法の機械 (Repave, Single Pass Method)

レベリングユニットで平坦に敷きならし、再度ヒータで加熱する等の手順で再生され、新混合物は機械の前方のホッパーへダンプトラックから供給され、コンベヤで後方へ送られ、レベリングユニットで敷きならされた再生舗装の上にスクリードユニットで平坦に敷きならされ、その構造はアスファルトフィニッシャと同様である。作業幅は 3~3.75 m となっている。

写真-1 は、4年前筆者が見学したシカゴ市郊外の市街地の、アスファルト舗装の再生工事に使用されていた Cutler 社製リペーバであり、約 30 mm 厚、既存の舗装を加熱、かき起し、整形し、その上に 0.5 l/m² 程度アスファルト乳剤を散布した後、新混合物による 40 mm 厚のオーバーレイが行われていた。写真-2 は、最近施工されたイタリアの高速道路の補修工事に使用された Wirtgen 社製リペーバである。

(4) 加熱—かき起し—混合敷きならし工法

この工法は最近西ドイツで施工されるようになったもっとも新しいもので、図-6 に示す工法に使用される機械は 図-5 の機械とほぼ同一な構造であるが、再生した混合物と新混合物を所定の比



写真-1 シカゴ郊外における現位置再生工法の施工例 (1975年) (リペーバ: Cutler 社製, 施工幅 3.6 m)



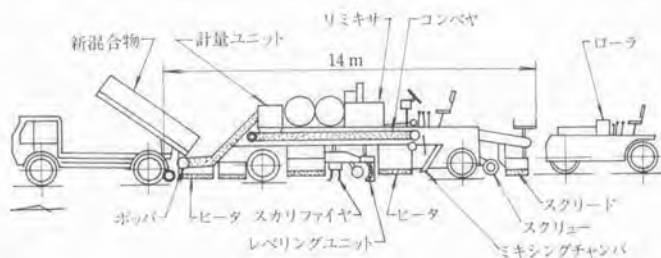
写真-2 イタリアにおける現位置再生工法の施工例 (1979年)。左前方よりプレヒータ (Wirtgen 社製)、ダンプトラック、リミキサ (Wirtgen 社製, 施工幅 4.2 m)、マカダムローラ

率で混合した後、スクリードユニットで敷きならす方式で、再生混成物の改質を目的としている。リミキサは Wirtgen 社が開発し、すでに実用に供せられており、図一5に示すリベータの装置のほかにも新混合物を計量するフィーダ、新旧混合物を混合するバグミル式ミキサが装備されている。

3. 我が国における施工例

わだち掘れ補修方法の一例としてヒータスカリファイヤ、チップスプレッダ等 図一1に示す機械の組合せで碎石圧入工法がすでに国内で施工されたので、その概要を紹介する。わだち掘れの深さと塑性流動を生じている層の厚さは一定の関係があり、たとえば、わだち掘れの深さが 30 mm の場合、流動している舗装の厚さは 150 mm 程度とされている。この舗装を補修するに当って、通常は流動している全層 150 mm 厚をロードカッターで切削した後、同厚のオーバーレイを施工するが、切削量が多大となり、不経済である。そこで、切削する代りに流動している層に碎石を圧入強化した後、オーバーレイを施工する試みがなされた。

施工法は 100 mm 厚を切削により除去後、50 mm 厚の層に 25~20 mm 碎石を 10~15 kg/m² 散布し、15 t 振動ローラで圧入するもので、碎石圧入の前処理として路面ヒータで加熱し、次に 写真一3 に示すヒータスカリ



図一6 シングルパス式加熱—かき起し—混合敷きならし工法の機械 (Remix, Single Pass Method)



写真一3 ヒータスカリファイヤ (日本舗道製, 施工幅 2.4 m)



写真一4 ヒータスカリファイヤで加熱、かき起し後の路面 (右上方は路面切削機で切削後の路面)

ファイヤで加熱、かき起し、整形を行い、散布した碎石の圧入と同時に転圧仕上げが行われる。

ヒータスカリファイヤは作業幅 2.5 m、軽油バーナ式ヒータ、50 mm ピッチに並べたスカリファイヤ、かき起した舗装の整形用ブレード等が装備されており、所定の作業速度を得るために油圧駆動となっている。この機械のもっとも重要な部分はヒータで、アスファルトを劣化させることなく、舗装を所定の温度まで昇温させることを要求されるので、ヒータの改良に多くの時間を要したが、1 m² 当り 1 個の軽油バーナを装着し、再生合材プラントで、500°C までの加熱温度であればアスファルトが劣化されないことが認められているので、バーナの火炎を放熱板に当てて赤外線に変換するとともに、燃焼ガスと合せてヒータ内部の温度を 500~600°C に保ちながら 1.5 m/min の速度で加熱を行ったところ、舗装の表面で約 140°C、30 mm 下で約 90°C に加熱することができた。この温度であればスカリファイヤでほぐすことが容易で、かき起し、整形後の状態を 写真一4 に示す。

以上は流動したアスファルト舗装の再生に使用した機械の一例の紹介であるが、今後改善すべき点として加熱温度の上下方向の均一化、碎石散布量の均一化、作業速度の向上、出来形管理の検討等がある。

4. 今後の課題

以上、現位置再生工法に使用する機械の概況と国内の実施例を説明したが、アスファルト舗装の補修において前述の各々の工法は重要な意味を持つと思われるにもかかわらず、現時点では国内ではほとんど未経験であり、今後の研究課題となっている。この工法の導入に当って考慮しなければならない点は、我が国の舗装がどのような形で破損しているの

か、それに合せて再生工法が研究され、機械の導入、開発が行われなければならないことである。

たとえば、わだち掘れの発生は重大な問題となっているが、この補修に当って、表面の浅い層の補修のみでは対処できない場合が多く、塑性流動は100~150mm厚の層に生じているとすれば、図-2~図-6の施工法はいずれも不適當である。表面30~40mm厚を処理し、その上に30~40mmの耐摩耗層のオーバーレイを施工したとしても、近い将来に再度わだち掘れの発生が予想される。この場合にはさらに深い層まで強化することができる現位置再生工法用機械の導入が必要である。一方、スパイクタイヤなどによる表面の摩耗、アスファルトの老化によるクラック、浅い層の流動等が生じているアスファルト舗装の補修を行う場合、上述の工法あるいは機械による施工はきわめて経済的ということができ、交通荷重に対処した舗装厚の増加を必要としない場合は切削オーバーレイ工法、単なるオーバーレイ工法に代って利用価値が高い。

次に施工方式について述べると、図-4の(A)の機械群は比較的簡単に入手できるのに対し、リフォーマ、リペーパー、リミキサ等は多額の費用を必要とし、かつ大型機のため使用場所が限定される。しかし、高速道路などの補修を行う場合、写真-2に示すとおり切削オーバーレイ工法に比較して作業範囲が短縮されるので、交通に与える障害が少ない利点がある。したがって、今後どのような道路で現位置再生工法が施工されるかを十分検討のうえ、作業条件にもっとも適した機械の導入を計ることが必要であり、この点がこの種の工法が展開されるか否かの岐路となるものと推測される。

現位置再生工法の施工技術や機械は前述のとおりアメリカ、ヨーロッパですでに実用化されている。しかし、

これらはその国の舗装の再生に適した機械として開発され、改良されたもので、我が国に導入するに当って考慮すべき事項を二、三述べたが、さらに既存の我が国の舗装の立地条件や、今後さらに増大するであろう交通荷重に対処し、どのように既存の舗装を改良すべきか等を総合して検討したうえで、機械の導入あるいは開発改良を行うのが今後の課題である。

5. あとがき

国内で施工例のない機械なので、アメリカでの見学時の状況、外国文献等を取りまとめ、概況を述べたが、不十分なものとなったことをお許しいただきたい。今後の道路補修を考えると、本稿が少しでも役立てば幸いである。

現位置再生工法に使用されている機械の組合せを主に説明し、個々の機械の構造については省略した。しかしこの種の機械は従来の舗装機械とは異なった構造が取り入れられ、興味深いので、機会があれば個々の構造について紹介したい。我が国でこの機械を使用するとすれば、品質管理を自動的に行うように改良するなど、よりすぐれた機械の開発改良が我が国の工業技術水準から見えて可能であることを付言する。

参 考 文 献

- 1) 山之内、鈴木、巻内：「わだち掘れ補修方法の一提案」第13回日本道路会議論文集 512
- 2) 「Surface Recycling of Asphalt Pavements」The Asphalt Institute MISC-77-3
- 3) Prof. Gragger and Dr. Löffler：「Final report, on the experimental section on the autobahn A2」1979.7, Wirtgen GmbH

浮遊式連続埋立工法

フローティングコンベヤシステム—FCS

石井一郎* 宮崎良彦**

1. まえがき

港湾の整備、工業基地の建設など、海洋スペース利用開発の土木工事は順次大型化され、これらの工事は大量の土砂運搬が必要である。一工事における扱土量は1,000~2,000万 m^3 と大きくなり、関西新国際空港のように数億 m^3 という超大型工事も計画されている。時間当り運搬土量の飛躍的な増大に対し、従来ダンプ運搬工法では機械の大型化にもかかわらず必要能力に追従することが困難になり、ベルトコンベヤの連続性と低運搬コストを有効に利用した連続工法に指向することが必然と考えられる。

当社においては、かかる要請に従ってすでに神戸ポートアイランド・六甲アイランド、茨城鹿島港の建設においてベルトコンベヤによる連続埋立工法を実現した。しかしながら、その後の研究により埋立技術、作業効率、経済性などの面から地上からの連続埋立工法をさらに進めた新工法として、海上に諸設備を浮かべたまま連続的に埋立を行う浮遊式連続埋立工法（フローティングコンベヤシステム—FCS）を開発し、過去約1年あまりの施工実績を得たので、本工法の概要を紹介し、工事計画の参考に供したい。

2. 工法の概要

埋立土砂が土取場からベルトコンベヤにより連続して運ばれてくる場合（case 1）と、海上から土運船により運ばれてくる場合（case 2）では土砂の受入方法が異なるのみで、いずれの場合でも浮遊式連続埋立工法の適用

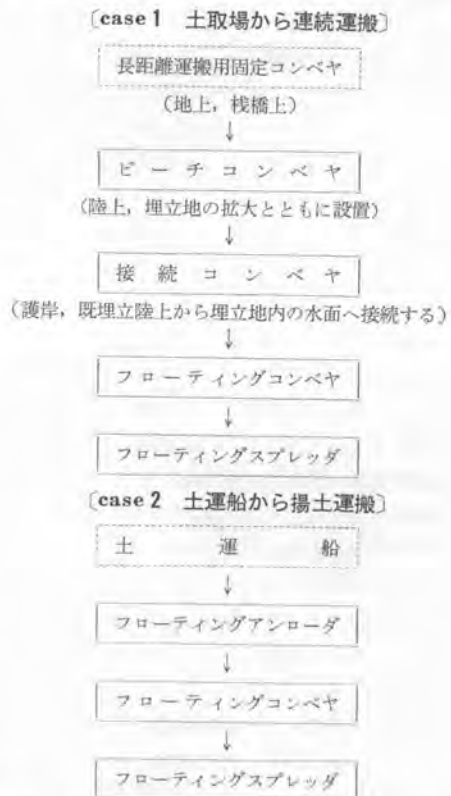
* Ichiro Ishii

（株）神戸製鋼所鉄構エンジニアリング本部副本部長

** Yoshihiko Miyazaki

（株）神戸製鋼所鉄構エンジニアリング本部

が可能である。システムの構成は次のとおり若干異なってくる（図-1 参照）。



case 1, case 2 とも埋立地内に浮遊するフローティングコンベヤ、フローティングスプレッドは同様であり、埋立土砂の供給方法が異なるのみである。すなわち、土取場から連続して埋立土砂が運搬される case 1 においては、護岸または既埋立陸上から埋立地内水面に浮遊するフローティングコンベヤへは接続コンベヤを介して土砂供給が行われる。この接続コンベヤは受入側の一端を陸上に設置し、他端排出側はフローティングコンベヤと

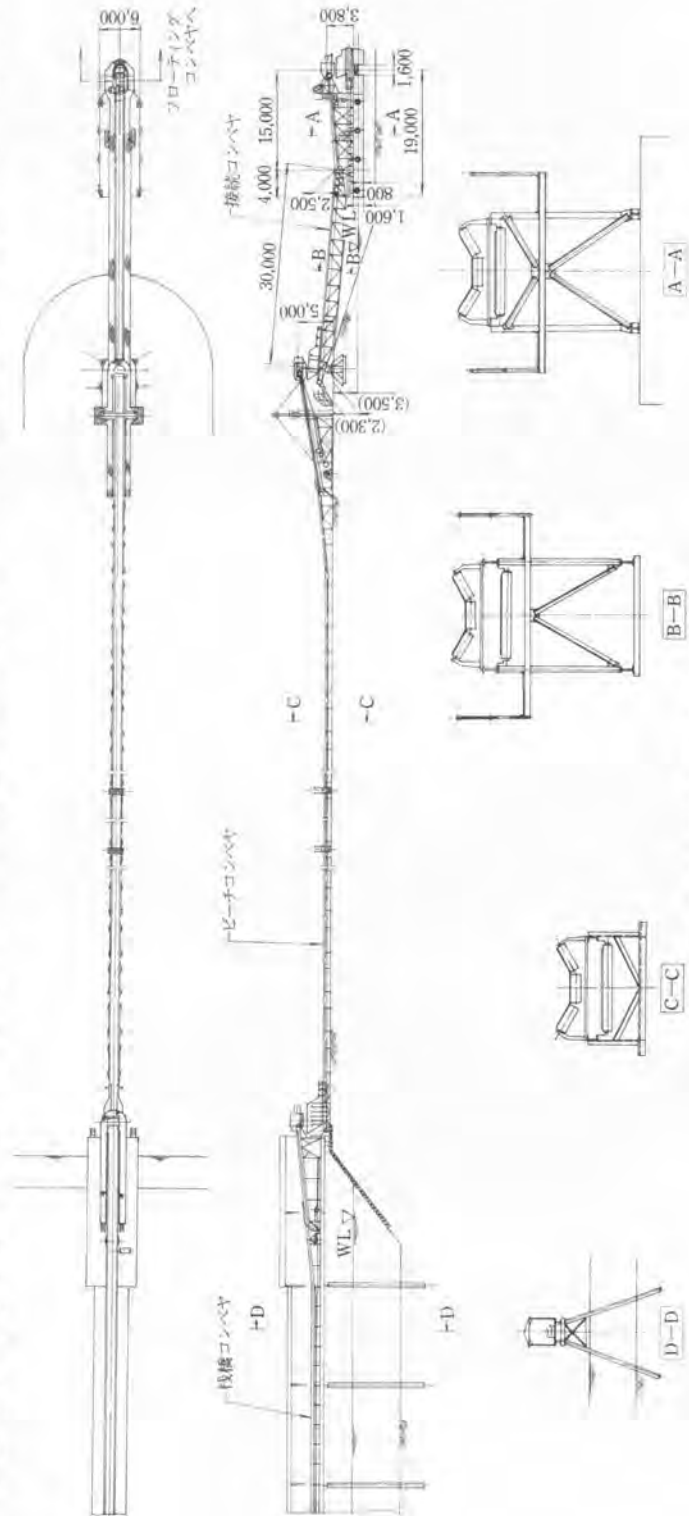
連結するため埋立地内水面に浮遊する。したがって、フローティングコンベヤの移動に伴い、陸上受入端を中心として自由に水平方向に回転するとともに、潮位や波浪による水面の変動にも自由に追従できる機構となっている。

当初に設置した接続コンベヤ端より埋立地内の最先端に届く長さに必要なフローティングコンベヤの所要台数を浮遊連結させれば、このままで全域の埋立は可能であるが、比較的高価なフローティングコンベヤを長くするよりも段階的に埋立盛土を行い、埋立地の拡大とともに陸上にビーチコンベヤを挿入し、接続コンベヤをその都度ビーチコンベヤ端に移設することがコスト的には得策である。この移設作業は1日で完了することができる。

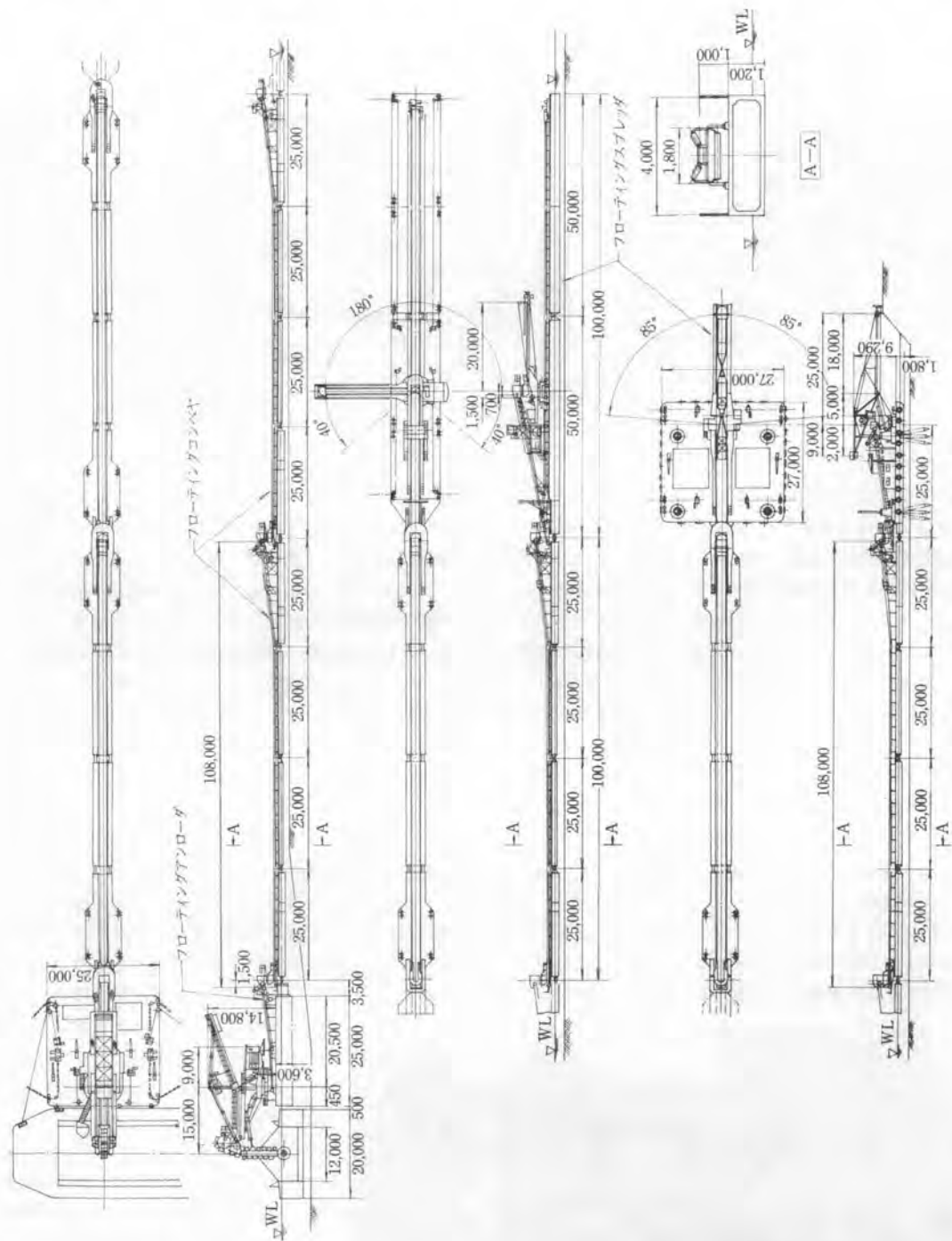
埋立地内海底に沖積粘土や床掘投棄粘土など軟弱土が堆積している場合には、陸上からの片押し的な埋立方法ではすべり、側方流動などにより軟弱土が押出され、途中で埋立が不能になること、将来の不等沈下の原因になること、あるいは事前に打設されたサンドドレーンの砂切れを生ずる等の問題があるが、本工法の場合には軟弱土上に一様な載荷抑圧を目的として、一例として、まずサンドマットと同様に1層1m程度で一様に散布し、2層目としてその上に2m程度、以下数回の層状一様散布の繰返しを行い、天端の仕上げを行うことが可能である。のり面部はもちろん円弧すべりの生じない数段の段階的仕上げとする。

護岸が完全に仕上がり、閉塞された埋立地では、当初の設備据付はもちろん、埋立の完成とともにフローティングコンベヤ等浮遊する設備一式は起重機船でつり出す必要がある。この場合、最終浮遊水面はフローティングコンベヤ等浮遊設備のきつ水(0.8m)以深、通常は1.0~1.5mまでの埋立を行い、それ以上の天端仕上げに必要な土量は最終浮遊水面近くにストックし、設備のつり出し後、ブルドーザ等による押土が必要である。

海上の土運船から揚土運搬されるcase 2の場合には、前述のように土砂受入



図一(A) case 1 土取場から連続運搬



図一1 (B) case 2 土運船から揚土運搬

方法が異なるために接続コンベヤがフローティングアンローダに代るだけで、フローティングコンベヤ、フローティングスプレッドについては case 1 とまったく同様である。

土取場から連続運搬される case 1 の場合は、ビーチコンベヤを含め埋立地先端までの所定のコンベヤ長を必要とするが、case 2 のフローティングアンローダを使用

する場合には、アンローダ自体の位置が水面上を自由に移動できるため埋立の進行につれてスプレッドの移動とともにアンローダも移動させればフローティングコンベヤの全長、隻数は少なくなる。最も極端な場合を考えれば、フローティングコンベヤを使わず、アンローダとスプレッドを直結することが考えられ、これは先に実用化されたリクレーマ船に相当する。

しかしながら、この場合、スプレッドは埋立土砂の一種散布または天端仕上げのため頻りに移動し、アンローダとスプレッドは行動をともにすることはむずかしく、アンローダの揚土作業、スプレッドのまき出し作業が相互に干渉し、作業効率は極端に低下する。また、底閉バージで先行埋立を行う場合、最終直投後の水深は-1~-3mにおさまり、平均水深は-2mぐらいになる。

アンローダの水深は-5mぐらいが必要であり、フローティングコンベヤを使用しない場合には-2~-5m部分の直投施工ができないこと、また埋立天端を+5mとする場合、-5~+5mまでの10mという埋立高さを一挙に実施するため、のり先における円弧すべりが生ずる等の危険性が高まり、結局、経済的にも技術的にも都合が悪い。したがって、フローティングアンローダとスプレッドの間にはスプレッドの自由な浮遊移動と直投限界-2m部分とボックスバージ~フローティングアンローダ区域の-5m部分の水深変化に対応して、フローティングコンベヤの連結が必要である。

なお、アンローダとスプレッドの相互運動に対して、できるだけ相互干渉を避け、運動しやすくするための節点は4箇所必要であり、したがって、フローティングコンベヤは3隻連結することが望ましい。これはcase1においても同様である。

図-1に示すように、フローティングスプレッドにはスプレッドコンベヤがトリップコンベヤとともに台船上を走行する形式と台船上に固定される形式の2種類があ

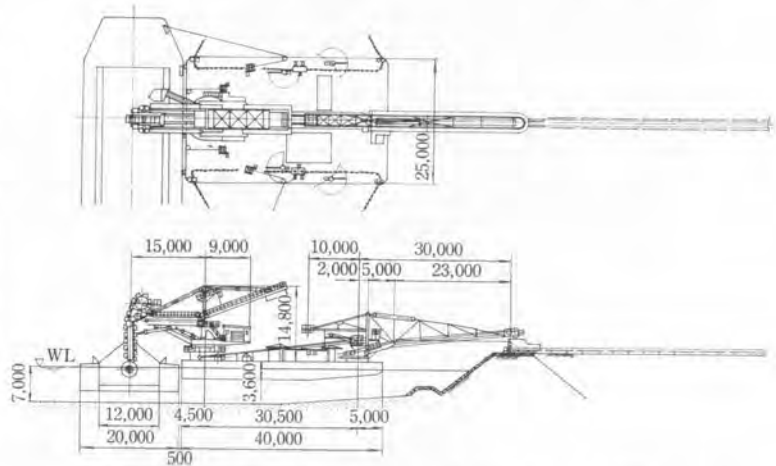


図-2 (A) フローティングアンローダ (ボックスバージ対象)

るが、いずれの形式もスプレッドコンベヤは旋回する。走行形式は、フローティングスプレッド自体の設備費は固定形式に比較して高いが、埋立水面が広くフローティングコンベヤ機長を伸ばしたいとき、海底の軟弱層が厚く正確に薄層散布を繰返したいときなどに最適である。

図-2は土運船から揚土運搬するcase2の変形例として、土運船が埋立地内に入らず、閉塞された護岸外からの揚土方法を示す。最近建設公害、特に埋立に伴う海水汚濁を完全に防止しようとする要求が強くなり、このため護岸による締切完了後に埋立に着手しようとする傾向が強い。この場合は図-2に示すようにフローティングアンローダを護岸外に浮遊させ、護岸内はcase1と同様の施工が行われる。

そのほか、ボックスバージに代ってガット船による海上輸送が行われる場合には図-2に示す揚土コンベヤが使用される。揚土コンベヤは構造的には1隻のフローティングコンベヤ上に必要数のホップを設置したものと見

なされる。揚土コンベヤ自体はアンカー係留が可能であるが、ガット船の航行、接舷を考慮して両側に鋼管杭を打設してその内部に揚土コンベヤを浮遊挿入することが理想的である。

以上、浮遊式連続埋立工法の概要を述べたが、その特長は次のとおり要約される。

(1) 特長

① 陸上の片方から順次土地造成を行いながら埋立てていく陸上工法の場合には、埋立地内の軟弱土のすべり、流動が生ずる場合があるが、海上浮遊工法によれば海中への薄層散布が可能であり、この繰返しにより軟弱土上に



写真-1 フローティングコンベヤおよびフローティングスプレッド

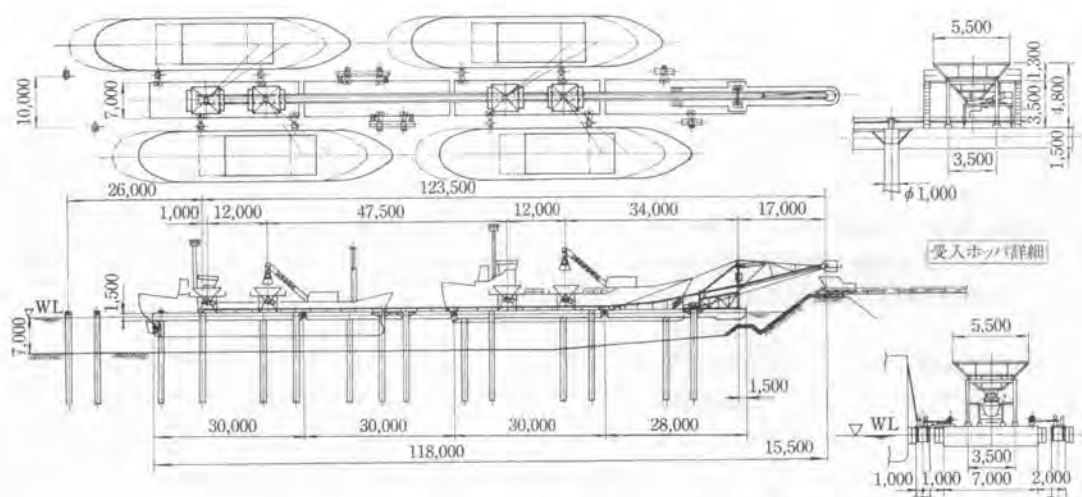


図-2 (B) 揚土コンベヤ (ガット船対象)

均一に埋立ができる。

② 埋立地内水面を自由に浮遊移動ができ、護岸腹付部の施工はもちろん、任意の場所への運搬、埋立が可能であり、工事の自由度を大きく高めるとともに、コストの低減ができる。

③ フローティングスプレッド、フローティングコンベヤのきつ水は 0.8m と非常に浅く、先行する底開バージによる直投区域に自由に進入して土砂の運搬、埋立ができ、底開直投水深を犠牲にすることがなく、経済的な施工ができる。

④ (ダンプ運搬に比較して) ベルト幅、ベルトスピードを上げることにより時間当り施工能力は極めて大きくでき、急速施工が可能である。また騒音はほとんど発生しない。

⑤ (ポンプ船の二度吹きに比較して) 埋立に伴う濁水の発生は少なく、建設公害防止が容易である。またスラリー化に伴う土砂の粒度分布変化、すなわち材料分離がなく、均一良質な埋立地ができる。

⑥ (陸上コンベヤ方式に比較して) シフトブルコンベヤ、その上を走行するトリッパ、スタッカ、クローラコンベヤ等を省略し、これら陸上設備のシフト等埋立地の拡大とともに常に行われる移動による埋立作業の休止時間をなくして作業効率を高めることができる。

(2) フローティングコンベヤの構造概要

台船はコンベヤのヘッド部、中間フレーム部、テール部をそれぞれ支承するヘッド台船、中間台船、テール台船を上下方向にのみ回転するピンジョイントにより連結され、1隻として構成される。中間台船はコンベヤ機長に合わせて必要台数が挿入連結される。台船が途中で上下方向に回転するピンジョイントを介さず、単一の台船として長い場合は、波浪により一部が海面に露出し、一部

が水中に潜る等、到底コンベヤで海上を土砂運搬することはできない。また、この場合は台船自体の剛性が非常に大きなものとなる。すなわち、台船、コンベヤ、運搬物それぞれの重量と台船浮力との釣り合い、ならびに波長、波高の関係から単一台船の最適長が決定され、コンベヤ機長により単一台船の所要数が決定される。フローティングコンベヤで最も重大な意味を持つのがこの単一台船連結方式によって長いフローティングコンベヤ1隻が初めて実現可能とされる点である。

ベルトコンベヤは台船上に 3m ビッチで脚を立て、これでコンベヤフレームを支持する。コンベヤフレームは前述の単一台船ごとのピンジョイントによる連結部で切り離され、台船相互の風波による上下揺動に対して干渉を受けない。ヘッド部はコンベヤ上部のギヤードモータによりローラチェーンを介してヘッドブリーが駆動され、その直下にグラビティテークアップが設けられ、単一台船相互のピンジョイントを中心とした揺動によるベルト長さの変化に対応させ、常に最適の張力をベルトに与えるよう工夫される。

ユニバーサルジョイントは複数隻のフローティングコンベヤ、フローティングスプレッド、フローティングアンローダ、または接続コンベヤ等、一連のシステムとして設備全体を連結するために使用する。ユニバーサルジョイントは各設備ごとの土砂の移送関係を損うことなく、また各設備ごとの波浪によるローリング現象、波高による上下方向の回転、風波に伴う水平回転に対し、自由に追従させると同時に押引荷重に対する緩衝をも含めた機能を持たせる。さらに、海上において容易に連結、離脱される機構であることが必要である。

(3) 運転・制御

case 2 を一例として説明すると、フローティングアン

ローダは単独に運転室を持ち、この運転員はバージからの揚土に専念する。フローティングコンベヤ、スプレッダはスプレッド運転室で一括制御される。フローティングスプレッド運転員は先端で土砂の放出散布状況を見ながら運搬、埋立の運転、制御を行う。アンローダ、スプレッドとも運転室内には全設備のランプ点滅、メトリックスケールによる運搬土砂重量の表示を行い、全システムの運転状況が把握できるよう工夫される。

操船制御は各設備上のウインチ巻取りによるアンカー操船が行われる。アンカー操船は運転室で同じく制御される。なお、付属船として揚錨船は当然必要である。

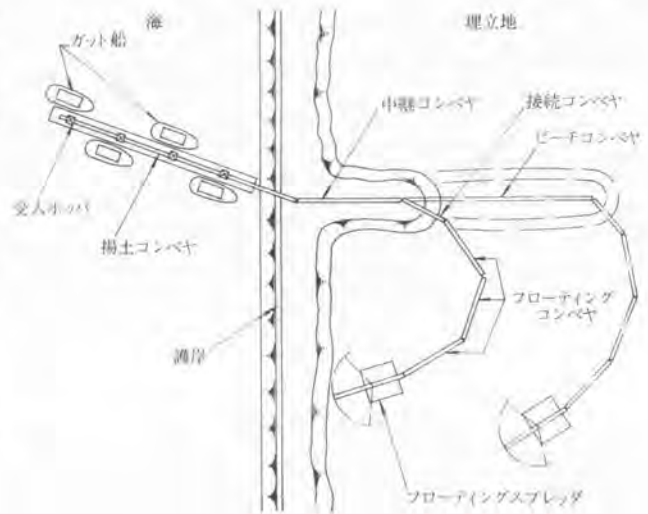


図-3 浮遊式連続埋立設備接続図

3. 施工例

現在浮遊式連続埋立工法は姫路地区、千葉地区でそれぞれ稼働中である。千葉地区は埋立とは逆にヘドロをグラブ船で浚渫し、これをフローティングコンベヤ、ビーチコンベヤで運搬するものである。本章では姫路地区の施工例を紹介する。

- 工事名称：姫路 LNG 基地埋立工事（1期、2期）
- 施主：兵庫県企業庁
- 供用期間：昭和54年1月～昭和55年2月末現在（14カ月）
- 稼働期間：約10カ月（現在2期工事施工中）
- 実績運搬土量：約200万m³（現在2期工事施工中）
- 使用設備：表-1参照

(1) 工所要領

図-3に浮遊式連続埋立設備の接続図を示す。護岸による埋立地完全締切後、内部埋立を行うため接続コンベヤ以後の浮遊式連続埋立設備は起重機船によりつり込みを行った。

埋立土砂は当埋立地に近い家島よりれき（200mm以下）混じり土が平均600m³積ガット船により海上輸送される。護岸内への揚土は図-1に示した揚土コンベヤを護岸外に浮かべ、揚土コンベヤ先端より護岸背面の腹付上の中継コンベヤテールホップへ投入される。

ガット船は揚土コンベヤの左右の舷にそれぞれ2隻ずつ計4隻が同時に接舷できるよう四つの受入ホップを設

表-1 姫路 LNG 基地埋立設備仕様

機 種	台数	仕 様	動 力	台 船
揚 土 コンベヤ*	1	運搬能力 1,200 m ³ /hr (1,920 t/hr)、機長 123.5 m、ベルト速度 200 m/min、ベルト幅 1,200 mm ヘッドシングルドライブ、テンション、台車グラビティ式 ローラピッチ：キャリヤ 1,200 mm、リターン 3,000 mm ベルト：NN 150, 4 P, 6 mm, 3 mm	90 kW 4 P 1/10	長さ 118 m (ヘッド 28 m, 中間 30 m × 2 隻, テール 30 m) 幅 7 m きつ水 0.8 m
中継コンベヤ (ビーチコンベヤ)*	2	運搬能力 1,200 m ³ /hr (1,920 t/hr)、機長 320 m、ベルト速度 200 m/min、ベルト幅 1,200 mm ヘッドシングルドライブ、テンション、台車グラビティ式 ローラピッチ：キャリヤ 1,200 mm、リターン 3,000 mm ベルト：NN 150, 4 P, 6 mm, 3 mm	132 kW 4 P 1/10	
接 続 コンベヤ	1	運搬能力 2,000 m ³ /hr (3,200 t/hr)、機長 45 m、ベルト速度 280 m/min、ベルト幅 1,200 mm ヘッドシングルドライブ、テンション、ヘッドグラビティ式、テールオイルジャック併用 ローラピッチ：キャリヤ 1,200 mm、リターン 3,000 mm ベルト：NN 150, 4 P, 6 mm, 3 mm	55 kW 4 P 1/10	長さ 19 m 幅 6 m きつ水 0.8 m
フ ロー テ ィ ン グ コ ン ベ ヤ	3	運搬能力 2,000 m ³ /hr (3,200 t/hr)、機長 60.8 m、ベルト速度 240 m/min、ベルト幅 1,400 mm ヘッドシングルドライブ、テンション、ヘッドグラビティ式 ローラピッチ：キャリヤ 1,200 mm、リターン 3,000 mm ベルト：NN 150, 4 P, 6 mm, 3 mm	90 kW 4 P 1/10	長さ 15 m × 4 隻 = 60 m 幅 (ヘッド 8 m, 中間 4 m, テール 7 m) きつ水 0.8 m
ブ ロー テ ィ ン グ ス プ レ ッ ダ	1	運搬能力 2,000 m ³ /hr (3,200 t/hr)、機長 (受入) 27.3 m、(排出) 26.5 m、ベルト速度 240 m/min、ベルト幅 1,400 mm、旋回半径 25 m、旋回速度 0.167 rpm、旋回角度 170° (左右 85°) ヘッドシングルドライブ、テンション、ヘッドグラビティ・ヘッドオイルジャック方式 ローラピッチ：キャリヤ 1,200 mm、リターン 3,000 mm ベルト：NN 150, 4 P, 6 mm, 3 mm (自家発電機搭載)	受入 { 90 kW 4 P 1/10 } 排出 { 132 kW 4 P 1/10 }	長さ 27 m 幅 27 m きつ水 0.8 m

* 揚土コンベヤ、中継コンベヤ各1台を本年3月に増設予定

けている(写真-2 参照)。各受入ホッパ下部には振動フィーダを設け、定量供給が行われる。

埋立地内の海底土質は平均水深 10 m の海底より層厚約 3 m の軟いシルトがあり、また一部では航路浚渫シルトがさらにその上に約 7 m 厚で堆積する状況にあった。当然片押し施工では軟弱土の極端な集中を生ずるので、海底軟弱土の動きを抑えるよう薄層まき出しを繰り返している。

前述のとおり当埋立地において水面全域にわたってフローティングコンベヤを連結することは設備費の点からむずかしいため、フローティングコンベヤ、スプレッダで薄層まき出し、段階盛土を行い、陸上のビーチコンベヤベルトの完成を先行させつつ、接続コンベヤ位置を埋立地の奥に移設することとしている。

(2) 施工実績

就業時間：平均 10 hr/日 (交替制)

運転時間：平均 9 hr/日 (交替制)

運転日数：平均 27 日/月 (交替制)

施工能力：

ガット船平均積載量……………600 m³/隻

ガット船平均揚土時間……3 時間(離接舷を含む)

ガット船平均揚土量……………

……600 m³/隻×12 隻/日=7,200 m³/日

ガット船平均揚土量……………約 20 万 m³/月

上述のとおり稼働率は海上工事としては極めて高いものである。これはフローティングコンベヤをはじめ設備のほとんどが護岸内であること、護岸外の揚土コンベヤは西風が卓越する当埋立地の東護岸に係留されていること、土砂運搬はガット船で 1~2 時間と至近距離にある家島とのピストン輸送であること等が幸いしている。ただし、月間平均 27 日の運転日数を確保するため過去、設備の整備、小修理はガット船全体の第 1、第 3 日曜に集中し、ほとんど余裕のないスケジュールに近いものであった。

施工能力は表-1 でわかるように揚土コンベヤ能力に支配され、埋立地内の接続コンベヤ以降は十分な余裕を持っている。したがって、本年 3 月に揚土コンベヤ、中継コンベヤを各 1 台ずつ増設合流させることとし、施工能力の増強はもちろんのこと、これに従って作業工程に若干の余裕を持たせる所存である。

埋立状況は完成を待たずして判断することは早計であるが、ほぼ計画どおりの状況にあり、良好な仕上り状態を見せつつある。なお、薄層散布は 1 m 層厚の 3 回ま



写真-2 揚土コンベヤ

き、全体 3 m 層厚に対して不陸の程度が 0.5 m 程度である。これはレッド測深ならびに音探測深により日常業務として観測するものである。

なお、設備的な不具合はないが、過去、設備の就業中のトラブル件数のうち最大のもの、揚土コンベヤホッパ部の石詰りである。これは、土取場においてグリズリを通過させ、最大径を 200 mm と規制するものの、ときには細長い石が通過し、ホッパを閉塞することであった。また一度は、240 m 機長のビーチコンベヤベルトを同じく石により縦ざき事故を起したこともある。連続土工の現場はどこでも同様であるが、このように、時としてまぎれ込む大きな石の処理には頭を痛める次第である。

4. あとがき

浮遊式連続埋立工法は海上で行う大規模埋立工事を連続して効率よく施工することを目的とした工法であり、今後の工事環境条件を踏まえて最も経済的で、かつ機動性、作業性を十分に検討した工法であると自負している。また従来、ベルトコンベヤによる連続土工工法は技術的には評価されながらも、一工事の扱い土量が例えば 100 万 m³ 程度の中規模工事計画では、設備の転用に難があり、結局、コスト的に高くなってしまいう場合もあったが、浮遊式連続埋立設備は他の一般作業船と同様、比較的転用が容易であり、今後の普及が期待される。

今後の埋立は、工事費の低減はもちろん、従来以上の急速施工性と建設公害防止が強く要請されようが、本工法はこれら要請に応える有力な工法のひとつであろうと考えられ、さらに研究、開発を重ね、より完璧なものに仕上げていく所存である。

新刊図書紹介

「日本建設機械要覧」(1980年版)

1. 刊行の趣旨、経過

本協会は1950年、1953年、1957年、1961年、1964年、1968年、1971年、1974年および1977年と過去9回にわたり「日本建設機械要覧」(和文)を刊行してきたが、1977年版を刊行してから3年を経過し、その間多数の新機種も開発され、建設の機械化もますます進展したので、ここに新しく1980年版を刊行することにした。

本要覧は良好な使用実績を有する建設機械、同補機、部品、燃料、潤滑油などを広く選択審査し、各機種の性能、要目、構造、施工能力などの技術的事項を集録し、我が国建設機械の現状を明らかにしており、建設機械に関係する人々が常時座右におき、業務の参考資料として活用されることを期待している。

1979年5月に準備に着手し、同年7月に加藤会長を委員長とする準備委員会を開催して刊行計画を決定した。その後建設の機械化に造詣の深い百数十名の官公庁、建設業、製造業の施工技術者、機械技術者その他の専門家に編集委員を委嘱して編集に着手した。同年10月に審査委員会を開催し、掲載機種、概略頁数を決め、関係会社に掲載原稿の依頼をした。以来章別の委員会、各章委員長による幹事会を開催し、編集、審査、校正を行い、1980年4月刊行するに至った。

2. 編集の要領

1980年版の編集はおおむね1977年版に準じている。

(1) 造本

B5版、25字、44行、2段組み、1頁2,200字とし、上質紙を使用する。

1950年版400頁で出発した本要覧も、その後次第に頁数が増加し、1968年版は約1,500頁の大冊(重量約2kg)となり、利用にも不便をきたしたので、1971年版はこれを約1,000頁に整理し、以後この形を踏襲している。1980年版では最近の機種を増加を考え、紙質を改善し、重量を増やさずに増頁をしている。

(2) 掲載機種

1977年版と同様に国産建設機械に加えて、輸入実績のあるものまたは輸入可能な外国建設機械を掲載している。国産建設機械のうち輸出専用機械あるいは受注生産機械はその旨を注記して掲載しているものもある。

機械の範囲は建設工事用の機械が中心であることはいうまでもないが、このほか工事環境対策用、工事安全対策用あるいは建設機械整備用の機器や仮設材など、機械施工の周辺の機材にまで及んでいる。

(3) 機種の分類

1977年版と同様に17章に分類している。

機種の分類については1977年版の「あとがき」に「本要覧の分類方法が各分野で利用され標準化されている実態から、これを最近の実情に即すよう改めるべきだとの意見もあったが、時間をかけ慎重にすべきとの判断から今後の問題として残された」とあり、従前からの課題で、今回も議論されたが、結論は得られず、さらに次回にもちこされた。

建設工事に使用される機械を総称して建設機械と呼んでいるが、明確な定義が存在しているわけではない。建設工事に使用される機械には建設工事専用の機械のほか、他の産業、特に鉱業、農業などで使用されている機械を転用している例も多い。建設機械を狭義に解釈すれば建設工事専用の、あるいは当初建設工事用として製作された機械といえることができよう。いずれの場合にしても建設工事という多目的の目的、内容をもった作業に使用されるため全体を同一の形式、性質で表現することは困難である。建設機械は建設工事に使用される各種の機械の集合した状態を代表した名称であり、分類の方法、機械全体の中の位置づけも必ずしも統一されていない。

建設機械は産業機械の一部門を構成するものとされているが、産業車両、鉱山機械、農業機械などと区分が必ずしもはっきりしないし、自動車に分類されるものの中にも建設工事専用のものもないわけではない。

建設工事は土木工事に建築工事に大別され、土木工事は道路、ダム、鉄道、港湾というように対象別に分類され、またトンネル、橋梁、舗装というように工事種類別に分類され、あるいは土工、コンクリート工というように取扱う材料別に分類される。建設機械も工事と同様に対象別、工事種類別、材料別の分類の組合せで分類されるが、さらに掘削、積込み、運搬、揚重という作業種別ごとの分類も存在する。建設機械の大分類、中分類、小分類の明確な手法が得られないのは、建設機械が前述のように包含する範囲が広く、かつ不明確であるうえ、工事の種類などにより機械化の程度が異なるためであり、やむをえないことである。

要覧編集委員会

本要覧では作業種別、材料別、工事種類別などの分類を混淆して使用しているが、それぞれの機械化の程度にあわせての分類であり、このほうが実情にあった分類と考えられる。

(4) 各章の構成

各章は概説、総説、仕様一覧表および会社別記事より構成される。

概説および総説は、必要に応じてそれぞれ章を構成する機種グループごとおよび各章内の単一機種ごとに設けられている。これらはそれぞれの機種についての概括的知識(特にその種類と選択に役立つもの)について述べているが、記載項目を指定し、各章を通じての内容の統一を図った。

各社製品の仕様表をとりまとめて一覧表としている。仕様一覧表の事項に英文を併記することとした。ただトラクタ類、ショベル・クレーン類、自動車類など機種により英文の用法に多少差異があるので全体としての統一はされていない。項目を整理するとともに単位の選定を適切にし、数字の桁数を減らし、見やすいようにした。また必要に応じ欄外に注記、説明を設けてそれぞれで完結した表になるようにした。

会社別記事の標題の機械名には商品名を用いることにした。

(5) 用語、漢字、かなづかい

専門用語は本協会編「建設機械用語」によったほか、日本工業規格、土木学会および機械学会で制定されている標準用語を用いることにしたが、一部編集委員の合議によって決めたものもある。国際標準化機構の中 (ISO/TC 127/SC 4) で建設機械用語について審議されており、成案を得ているものもあるが、現状ではまだ我が国にないものもあるので、今回は採用を見送った。

漢字は当用漢字を用い、かなづかいは「新かなづかい」によることを原則とした。漢字については流動的な面もあり、「型」と「形」の用法に各章間で若干の差異が見られるのはやむをえない。

(6) 単位

国際機関はもとより日本工業規格においても国際単位系 (SI 単位) を採用する傾向にあるが、ISO 制定の用語と同様現状ではまだなじみが少ないので、今回は採用せず、従前どおりの MKS 単位を用いることとした。

単位記号は計量単位規則 (昭和 29 年、通商産業省令

第 45 号)、JIS Z 8202「量記号及び単位記号」および関連 JIS の規定によった。

3. 改訂の要点

第 1 章 ブルドーザおよびスクレーパ……スクレーパの概説を改めた。

第 2 章 掘削機械……ショベル系掘削機械の仕様一覧表の寸法表示法の図面を改めた。

第 3 章 積込機械

第 4 章 運搬機械

第 5 章 クレーンその他……5.5 からデリッククレーンが消え、5.7 に高所作業車が、5.8 にモーターリミッタが加わった。

第 6 章 基礎工事用機械……6.1.4 に油圧式くい抜機、アースオーガ併用の機械、防音カバーなどが加わった。泥水処理装置の節を新設した。

第 7 章 せん孔機械およびトンネル掘進機

第 8 章 モータグレーダおよび路盤用機械……8.2.2 中央混合式スタビライザをソイルプラントに改めたほか、ベースパーバの節が姿を消した。

第 9 章 締固め機械……節の配列順序を変更した。

第 10 章 骨材生産機械……濁水処理プラントの節を新設した。

第 11 章 コンクリート機械……節の分け方を変更したほか、コンクリート破壊機の節を新設した。

第 12 章 舗装機械……節の分け方を変更したほか、リサイクルプラントの項を新設した。

第 13 章 道路維持および除雪機械……路面切削機の節を新設したほか、除雪ドーザ、除雪トラック、除雪グレーダの概説を新設した。

第 14 章 作業船……パイプレイバーの節が消え、サンドドレーン船、サンドコンパクション船、深層混合処理船およびケーソン製作用台船などを設けた。

第 15 章 空気圧縮機、送風機およびポンプ

第 16 章 原動機その他……発電設備の各社別記事を新設した。

第 17 章 完成部品、燃料・油脂、特殊機械器具および工事用機材……工事用機材の節を新設したほか、自主検査用機器、濁度計などの項を新設した。

(文責：中野俊次)

新機種ニュース調査部会

▶ブルドーザおよびスクレーパ

79-01-04	キャタピラー三菱 (キャタピラートラクタ社製) モータスクレーパ 639 D	'79.10 新機種 (輸入販売)
----------	---	----------------------

タンデムエンジン式のエレベーターティンクススクレーパである。実績のある 637 D タンデムエンジンスクレーパをベースにした本体にエレベーターティンクス機構を装着したもので、積込時にはプッシャを必要とせず、作業コストの低減を図っている。高出力、ワイドベースタイヤ、8速セミオートマチックミッションなどの組合せにより登坂、軟弱地性能にもすぐれ、作業範囲が広い。



写真-1 CAT 639 D モータスクレーパ

表-1 639 D の主な仕様

容量	26.0 m ³ (山積)	全幅	3,960 mm
出力	トラクタ 456 PS スクレーパ 254 PS	全高	4,370 mm
空車総重量	55,900 kg	トランスミッション	セミオートマチック 8段
積載荷重	34,000 kg	タイヤ	37.25-35-36 PR
全長	14,545 mm		

▶積込機械

79-03-12	キャタピラー三菱 ホイールローダ 910	'79.8 モデルチェンジ
----------	-------------------------	------------------

作業性能のアップおよび作業範囲の拡大を図ったモデルチェンジ機である。バケットチルトバック角の増大による流状物の保持性向上、大型タイヤの採用による安定性向上に加え、11 t ダンプへの積込みが容易なセミロングアーム、後進のけん引力、スピードを要求する現場向けの後進3速トランスミッション、軟弱地での走行性、安定性を増した 14.00 タイヤ等の選択も可能となり、あ

表-2 910 の主な仕様

バケット容量	1.0 m ³	ダンピングクリアランス	2,330 mm
総重量	6,300 kg	ダンピングリナー	965 mm
定格出力	66 PS/2,400 rpm	タイヤ	13.00-24-10 PR
走行速度	前進 25.1 km/hr (3段) 後進 11.3 km/hr (1段)	全長	5,915 mm
		全幅	2,160 mm



写真-2 CAT 910 ホイールローダ

らゆる作業への対応が可能になった。

▶基礎工所用機械

79-06-02	日本車輛製造 パイルドライバ DHJ-30 M 20 DS	'79.10 新機種
----------	-------------------------------------	---------------

都市部での土木基礎工事には小型で分解組立の不要な低公害杭打機が望まれるが、本機はこれに応じて開発された機動性、安定性に富むミニ杭打機である。リーダを分解することなくトレーラ輸送が可能であり、またクローラの伸縮機構により狭い現場にも入りやすい。本体の

表-3 DHJ-30 M 20 DS の主な仕様

リーダ全長	標準 12 m	巻上ロープ速	最高 52 m/min
全装備重量	27,870 kg	旋回速度	2.5 rpm
エンジン出力	94 PS/2,200 rpm	走行速度	最高 1.8 km/hr
クローラ全長	4,325 mm	登坂能力	30%
クローラ全幅	3,100 mm	接地圧	0.61 kg/cm ²
	(輸送時 2,650 mm)	モンケン重量	2 t



写真-3 日車 DHJ-30 M 20 DS ミニ杭打機

新機種ニュース

油圧源を利用する油圧オーガの採用により他のパワーユニットが不要であり、モンケン・オーガ併用、ハンマ単独、圧入絞り込みなど各種の作業に便利に使える。

▶せん孔機およびトンネル掘進機

79-07-04	丸紅建設機械販売(米国インパルスハイドロリック社製) 油圧ブレイカ 3000 V, 6000 V	'79.12 輸入販売
----------	--	----------------

油圧ショベルに装着し、その油圧力を作動源として強力な打撃力で岩石やコンクリート基礎等を衝撃破碎するブレイカの新製品である。構造部品数 34~38 点という簡単な構造で、サービスの向上を図り、また、ツール保持方法も自由回転式を採用し、消耗品費の低減を図っており、作業騒音も低い。



写真-4 インパルス 6000 V 油圧ブレイカ

表-4 3000V ほかの主な仕様

	3000V	6000V
重 量 { 本 体	630 kg	850 kg
重量 { プラケット付	1,100 kg	1,470 kg
打撃エネルギー	420 kg-m	700 kg-m
油 圧 × 油 量	128 kg/cm ² × 170 l/min	153 kg/cm ² × 240 l/min
騒音レベル	75 dB(A)/30 m	70 dB(A)/30 m
取付可能油圧ショベル	18 t (0.7 m ³) 級	30 t (1.2 m ³) 級

80-07-01	東洋工業 油圧式クローラジャンボ THCJ-2-AD	'80.4 新機種
----------	----------------------------------	--------------

トンネル掘削の省力化、安全化、スピード化を図って開発された全自動さく孔装置付2ブーム油圧式ジャンボである。油圧さく岩機のメリットに、さく岩機の自動調



写真-5 トーヨー THCJ-2-AD クローラジャンボ

表-5 THCJ-2-AD の主な仕様

全重量	32.5 t	ブーム長さ	5,910 mm
全長×全幅	15×3 m	ブーム フィード	3,744 mm
消費電力	AC 400 V 最大 95 kW	さく岩機 重量	148 kg
台車エンジン出力	97 PS/1,950 rpm	打撃力	32.8 kg-m
走行速度	0.28/2.45 km/hr (電動機)	打撃数	2,900 bpm

整さく孔と自動後退、さく孔位置の自動位置決め機能など(AD システム)を加え、一連の作業を完全自動化したもので、1人で複数のさく孔装置と数個所の切羽を支持つことができ、同時に油圧式のため大幅なスピードアップが図れ、作業能率を向上できる。

▶締固め機械

79-09-11	三菱商事(フランス・アルバレ社製) 振動ローラ TT 1600	'79.10 輸入販売
----------	------------------------------------	----------------

高速道路建設用に輸入された世界最大級の転圧能力を

表-6 TT 1600 の主な仕様

総重量	18,500 kg	後輪 (タイヤ)	φ1,130×450 mm
エンジン出力	250 HP/2,200 rpm	全長	4,850 mm
最大転圧力	51,000 kg	全幅	3,140 mm
締固め幅	2,900 mm	走行速度	低速 0~7 km/hr 高速 0~12 km/hr
前輪 (2本)	φ1,600×2,900 mm	登坂能力	45%



写真-6 アルバレ TT 1600 振動ローラ
(Sismopactor)

新機種ニュース

持つ自走式振動ローラである。前輪荷重（振動輪側）が15.5t、後輪荷重が3.0tと特異な構造から振動効果が高く、転圧深度も大きい。作動方式は完全油圧式（駆動、振動、操向）を採用している。コンピュータを搭載し、無人のサーキュレーションワークによる自動転圧作業もオプションで可能とされている。

▶コンクリート機械

79-11-07	林製作所 ダム用コンクリート振動機 VBU-E シリーズ	'79.4 新機種
----------	------------------------------------	--------------

ダムコンクリート等の打設工事における省力化と施工合理化を目的として開発されたバックホウをベースマシンとするパイプレータシステムである。複数の棒パイプレータを同時に集中作動させるため振動効果がよく、硬練りコンクリートでも短時間で十分な締固めができる。360°旋回できるうえ、リーチも大きく、本体から5m以内の円周内では本体を移動させずに作業できる。



写真7 林パイバック VBU-4E パイプレータ

表7 VBU-E シリーズの主な仕様

	VBU-3E	VBU-4E	VBU-5E
重量	7,050 kg	7,400 kg	7,500 kg
定格出力	57 PS/1,800 rpm		
走行速度	2.6 km/hr		
発電機定格容量	12 kVA	18 kVA	20 kVA
パイプレータ取付個数	3	4	5
パイプレータ出力	1.85 kW/1個		
パイプレータ寸法	φ134×600 mm		

▶道路維持および除雪機械

79-13-05	東洋運搬機 ロータリ除雪車 SFV 800	'79.12 新機種
----------	--------------------------	---------------



写真8 TCM SFV 800 ロータリ除雪車

表8 SFV 800 の主な仕様

	800 t/hr	自重	11,890 kg
最大除雪量	800 t/hr	全長×全幅×全高	6.9 m×2.6 m×3.11 m
除雪幅	可変 2.0~2.6 m	エンジン出力	ベースマシン用 107 PS/2,400 rpm 除雪装置用 112 PS/2,800 rpm
投雪距離	12 m, 25 m		
最高速度	トルコン 30 km/hr 油圧 13 km/hr		
最小回転半径	4.57 m		

小型で強力な除雪能力をもつアーティキュレート式ロータリ除雪車である。除雪装置は広い範囲の雪質に対応できるツーステージ式であり、作業幅員可変型のため狭い現場での除雪も容易にできる。回送時やブレード・バケット作業時はトルコン駆動で、ロータリ除雪作業時は油圧駆動で走行し、高い作業性をもつ。また作業機を容易に脱着できるワンタッチ機構を備え、除雪作業の効率アップが図られている。

▶空気圧縮機・送風機およびポンプ

79-15-07	デンヨー 可搬式空気圧縮機 DPV-45 SS	'79.11 新機種
----------	-------------------------------	---------------

市街地、住宅街における工事用として開発された防音



写真9 デンヨー DPV-45 SS ポータブルコンプレッサ

新機種ニュース

表-9 DPV-45 SS の主な仕様

形式	ベーンロータリ型	全長	1,530 mm
常用圧力	7 kg/cm ²	全幅	745 mm
吐出空気量	1.2 m ³ /min	全高	1,000 mm
エンジン出力	16 PS/2,700 rpm	重量	490 kg

型のコンプレッサである。コンプレッサのロータは特殊表面処理をして耐摩耗性をアップし、ベーンもフェノール樹脂を採用して耐久性向上を図っている。軽量、コンパクト設計であるため小型トラックでの運搬も容易で、狭い現場での作業にも適している。

▶原動機その他

79-16-06	デンヨー バッテリー溶接機 BDW-300	'79.11 新機種
----------	-----------------------------	---------------

無騒音が要求される現場での溶接作業に最適なバッテリーウエルダである。高性能充電器（IC 制御回路）を内蔵した全自動充電方式を採り、電圧変動にも影響されない。また溶接電流は 50~300 A の範囲で溶接条件に合わせて選択できる。操作はすべて一面パネルででき、バッテリーの充電量、液面のチェックも簡単にできる。



写真-10 デンヨー BDW-300 バッテリーウエルダ

表-10 BDW-300 の主な仕様

入力電圧	48 V (12 V×4)	全長	870 mm
適用溶接棒	2~6 mm	全幅	625 mm
重量	250 kg	全高	800 mm

整備技術

整備技術部会

機械マネージャの任務と使命 (2)

"Professional Equipment Management"

Heavy Duty Equipment Management/Maintenance, June 1979

機械管理

機械マネージャは組織を効果的に運営する Key である。専門の見識をもって機械資産を完璧にメンテナンスし、かつ活用されるように組織を運営しなければならない (ボブ・ネルソン社長は Professional Equipment Manager という呼び方を好んで使用するが、ここでは単に機械マネージャと訳した)。

トップ・マネジメントが進んで "sacred cow" たることから脱皮すれば、全体的な新しいコンセプトが生まれてくる (sacred cow とは批判、攻撃をすることのできない人という意味で、日本語ではワンマン・トップとでもいうところであろうか。インドでは牛は神聖なる動物とされていることからきた戯言)。その結果、保全部門として実行予算どおりに運営することができ、利益を創出することができる。

運営統轄を成功裡に達成するためには、総合的な知識を持ったマネージャが計画を立てなければならない。マネージャたるものは沢山の現場経験と知識を持っていないといけない。というのは、大小さまざまな現場があり、その担当マネージャと協力して次のような業務をしなければならないからである。

- ① 見積り
- ② 施工計画
- ③ 機械調達
- ④ 予算案作成
- ⑤ 資金計画
- ⑥ 決算
- ⑦ 予防保全
- ⑧ 操業費の記録
- ⑨ 現場における機械施工技术等

さらに、次のような日常的管理業務もつきまどってくる。

- ① 保全修理の監督
- ② 機械の輸送

③ 機械メーカーやディーラーとの関係等

トップ・マネージャともしばしば協議の機会を持ち、機械部門の運営についての諸問題を吹き込む必要がある。さらに会社の他の立場の人々といかなる場合でも相並んで進まなければならない。特に施工担当マネージャとは着かず離れず関係を密に保つことが肝要である。なぜならば、機械に関する提案は会社にとっては極めて有益なものであるからである。

機械管理部門の性格、形態、運営法は非常に様々な特徴をもっている。しかし基本的なものは規模の大小にかかわらず同じである。その責任、権限、活動分野などは明確にしておかなければならない。

機械マネージャの責務と目標をもう一度列挙してみると次のような項目をあげることができよう。

① 長期的観点に立って高い利益を獲得し得るように、機械の選定もしくは設計をし、操業費を安くあげること。機械類のバランスを考えて高い生産性と高い信頼性を確保し、かつ保有費を安くあげるようにすること。

② 施工に当って競争力があり、入札にも勝てるように可能な限り安い機械を準備すること。このコストは最も優秀な競争相手のそれよりも安い、または同等でなければならない。

③ 将来、機械の更新をするとき、多分その時期には値段が高くなってしまおうであろうが、そのときでも更新可能なように十分の利益を創出すること。

以上のような目標を達成しうるために機械部門のスタッフとしてなさなければならない義務と責任とを列挙してみると次のようである。

① マネジメントは利益ベースで実行すること。社有機械とするかリースとするかの判定も利益ベースで意思決定する。このことは、機械の形式や台数を決めるに当って、生産性と利益を最大にすることを狙いとして、施工担当マネージャに積極的にコンサルトしなければならないし、また、いつでもフル稼働するように調整をしなければならないということである。

整備技術

② 機械、機種を選定をすること。このためには長期的な観点に立って研究、分析し、メーカーと折衝し、調達に努力しなければならない。これはレンタル、リースをする場合も同じである。

③ 予防保全、大修理のシステムと計画を開発、改良し、管理すること。もちろん施工現場と修理工場の両面に關心をもたなければならない。このことは機械そのものと会社組織の運営という面について、予防保全、大修理に関する真のオーソリティたる修練を積まなければならないことを意味している。そして経費の支出を決定し、予防保全、大修理のタイミングを決定し、仕事の量を管理しなければならない。そしていつでも要請に応じうるように準備に抜けがあってはならない。

④ すべての機械についての保有費と操業費の記録を整理保管すること。機械管理部門のスタッフは機械の一生涯における保有費の回収について保障しうるように常に計算しておかなければならない。将来の機械更新時に同程度の機械が入手できるように十分な収益をあげなければならないわけである。その時期には機械はより高価になっていることも予測しておかなければならない。

⑤ 最経済寿命を決定し、更新するか転売するかも決

定すること。そのためには転売価格を見積り、転売の方法についても調整する必要がある。

⑥ 現場の機械の必要度を予測すること。新規購入をしなければならないか、投資が有利であるかどうかの分析、補給体制の中に組込むべきか除外すべきか、操業費、保全費の予測を立てること、現場の修理工場の形を標準化することなどの業務。

以上の事項は機械マネージャの基本的業務のうちの最も標準的な職責である。きちんと監督しさえすれば機械投資の収益を保障することは可能である。機械類の保有量は常に増加して止まない傾向があり、機械投資は機械の大型化、出力の増大、複雑化などの原因により絶えずエスカレートするものである。それゆえより広範な知識が必要になるのであるが、真の知識を有するマネージャが要請されることになるのである。

これらの目標を達成するためには洞察力（先見の明）が必要であり、保有機械の構造的実情に関する周到な注意と権威あるコントロールが必要である。

機械の効率的活用

機械を最大級に活用する必要性は操業費を節減するた



整備技術

めに極めて重要なことである。というのは、機械保有費は最も高価なシングル・コストであるからである。

機械のもたらす実際生産高がその機械の持っているポテンシャルにマッチしているならば、実質的に操業費を節減したことになる。したがって、利益も増大するわけである。

新規購入機械および補修用部品のコストが高くなれば機械マネージャの責務は一層重くなる。マネージャは運営をより効率的に行わなければならない。なぜなら、機械費の高騰によって予期した利益が浪費されることになるからである。

施工担当マネージャは注意深く施工計画を立てなければならない。すなわち、2交替制をとって可能な限りコスト低減をはかるとか、機械を多目的に活用するとか、アベイラビリティをより高くなるよう管理するなどの着意が必要である。施工担当マネージャとしては、施工計画の諸案（オールタナティブス）を考察し、そのタイム・テーブルにマッチする機械の活用計画を熟考しなければならない。これらの計画はトップマネジメントと相談をしてレビューを受け、会社が最高の利潤を獲得できる計画の決裁をとりつけるようにしなければならない。

施工担当マネージャは、たえず機械の必要度をレビュー（再評価）し、機械が最大に活用されて最大の利潤を獲得できるようマネージしなければならない。遊休機械はいたずらに固定費だけをかさませるだけである。費用の支出は生産的活動にもとづいてのみ支出すべきものである。

機械の効率的活用の責任は施工担当マネージャの双肩にある。一般に施工担当者は必要以上の機械を揃えたい傾向をもっている。それらの機械が遊休してしまうと、全額保有費として計上されてしまう。保有費も操業費にかぶせて将来の活用に備えて保有していなければならないことになる。

遊休機械の保有価値については注意深い考察が必要である。遊休機械の保有費、メンテナンス・コストは蓄積するばかりである。この蓄積してしまったコストは、将来のいかなる工事利益でもカバーすることはできない。練りに練った機械活用計画は必ず利益をもたらすものである。それは生産力のポテンシャルが高く、操業費を節減する結果となるから利益が増加する理である。

機械保有費を削減し、機械投資の生み出す収益を高める最も効果的な方法は、付加的機械を活用することも必

要である。それらの機械はレンタルとかリースすればよい。最近の機械の生産性は1日当り数100ドルから数1,000ドルである。すべての努力は機械を遊休（idle time）させないように傾注すべきである。1年間に数1,000ドルの機会損失を削減することぐらいは、効果的なマネージをすることによって容易に達成できるものである。

プロジェクト・マネージャの責務には機械関係の運用に関する分析という業務もある。いくつかの諸案（alternate plans）の中から最も有効な実行案を決定しなければならないが、それはプロジェクト・マネージャのコントロールのもとに行われるものである。

アップデートな機械活用計画を四半期ごとに作成する必要がある。それは、たとえ順調に工事が進行しているとき、あるいは工事に大きな変化があったときといえども実行すべきである。現場が機械の使用完了したときは機を失せず報告をしなければならないことはいうまでもない。

自分の管轄内の機械が自分の管理のもとに有効に活用されているかどうか確認するのは現場責任者の責務である。つまり自分の管轄内の各プロジェクトで使用している機械活用計画を再評価し、長期的展望に立って会社の利益になるかどうかを決定する責任があるのである。

（以下次号につづく）

—二宮 嘉弘—

ISO規格紹介 ISO部会

土工機械の性能試験方法に関する ISO 標準規格 (1)

Earth-moving Machinery—Methods of Test Machine Performance

ISO/TC 127/SC 1 における活動状況

ISO/TC 127 関係でこれまで制定された ISO 規格について、SC 2 担当の土工機械の安全性、居住性に関する規格 (本誌 1977 年 11 月号～1979 年 7 月号掲載) および SC 3 担当の土工機械の運転と整備に関する規格 (本誌 1979 年 8 月号～1980 年 2 月号掲載) が紹介されてきたが、これらに引続き SC 1 担当の土工機械の性能試験方法に関する ISO 規格について紹介する。

土工機械を取扱う ISO/TC 127 の専門委員会 (TC) および四つの分科委員会 (SC) の全般的な最近の動きについては、本誌 1979 年 8 月号の ISO 規格紹介で述べられている。土工機械の性能試験方法に関する規格は主として TC 127 の SC 1 で原案作成と内容審議が行われているので、具体的な規格内容を紹介する前に、これまでの SC 1 の活動状況について概況を説明する。なお、日本では本協会の ISO 部会第 1 委員会が SC 1 関係の規格審議の実務を担当しており、機械技術部会の各関連技術委員会の協力のもとに具体的な検討を進めている。

1. 経 過

SC 1 の幹事国はイギリスで、日本は P メンバーとして積極的にこれに参加し、規格作成に協力している。1971 年 10 月第 1 回の SC 1 国際会議がイギリス¹⁾で開催され、その後現在まで第 2 回 (1974 年 6 月、米国)²⁾、第 3 回 (1975 年 8 月、ソ連)³⁾、第 4 回 (1977 年 5 月、西ドイツ)⁴⁾、第 5 回 (1978 年 10 月、米国)⁵⁾、第 6 回 (1979 年 9 月、スウェーデン)⁶⁾の国際会議が開かれていた。

SC 1 で検討すべき項目としては、幹事国より第 1 回会議の 1 年ほど前から 5 種類の性能試験方法 (縦割的形式、JIS と同形式) が送付されており、審議も幹事国原案を中心に行われるものと思っていたが、第 1 回国際会議の席上、米国代表委員の提案により、まず "SC 1 で取扱うべき試験項目と作業分担" について討議が行われ、

次の決議が採択されて、従来の JIS の形とは異なった横割的な規格が作成されることとなった^{1), 7)}。

① 個々の機械について共通的な試験項目は試験項目ごとに独立した規格とする。

② 別に機械の種類ごとに規格を作り、①の規格が利用できる試験項目はそれを採用する。

現在この方針に従って共通的な試験項目についての規格案の審議が進められている。

2. SC 1 の活動状況

これまで 6 回にわたる国際会議が開催され、規格原案の審議が行われてきたが、1979 年 9 月にスウェーデンのサンドバイホルムで開かれた第 6 回国際会議終了時点での SC 1 関係規格の審議状況を示すと表-1 のようである。

- ISO として制定されたもの 2 件 (ISO 5005, 6014)
- DIS として ISO 審議中のもの 4 件 (DIS 5009, 6483, 6484, 6485)
- DIS として近く上程されるもの 2 件 (N 202, 196)
- 近く DIS への投票にかけられるもの 4 件 (N 193, 205, 191, 188)
- 継続審議中のもの 5 件 (N 195, 203, 199, 192, 200)
- 近く原案提出のもの 1 件

現在までに取り上げられている規格は以上 18 件であるが、このうち ISO, DIS になっているもの、およびほぼ審議を終了し、近く DIS として投票にかけられるものを含めると 12 件となっている。

次回の国際会議は 1981 年 6 月頃に日本で開催される予定で、そのときまでには現在登録されている表-1 の規格は大半の審議が完了するのではないと思われる。その後はまた引続いて新しい規格作成に取り組むことになるであろう。

ISO規格紹介

表-1 ISO/TC 127/SC 1 関係規格一覧表

番号	規格名	原案作成	Sundbyholm 会議終了時 (1979.9.E) の状況			備考	
			規格番号	決 議 事 項			
1	重心位置測定	イギリス	ISO 5005			1977-12-15 制定	
2	ブレーキ性能試験	イギリス	DIS 5009			1979-02-28 回答済	
3	走行速度試験	イギリス	ISO 6014			1979-12-15 制定	
4	定 格 容 量	ダンパ荷台	米 国	ISO 6483			1980-02-02 まで回答
		エレベーターディングスクレーパ	米 国	DIS 6484			1980-02-09 まで回答
		トラクタスクレーパ	米 国	DIS 6485			1980-02-09 まで回答
		ローダバケット	米 国	N 193 (3)	・意見提出 (伊, 加, UK, 日) ・1979.11.E まで意見提出の期限延長		近く DIS への投票
		エクスカベータバケット	米 国	N 205 (3)	・バックホウ山積容量傾斜 1:2-1:1 ・原案訂正後, DIS 投票 (期限 1980.1.E)		近く DIS への投票
5	作業力と転倒荷重	トラクタショベル	イギリス	N 195 (4)	・意見提出 (UK, 日) ・1980.1.E まで意見提出の期限延長		審議継続
		油圧式エクスカベータの作業力	イギリス	N 203 (5)	・1980.1.E まで意見提出の期限延長		審議継続
		油圧式エクスカベータの持ち上げ能力	米 国	N 199 (5)	・意見提出 (西独, 伊, UK, 日) ・1980.1.E まで意見提出の期限延長		審議継続
6	けん引試験	米 国	N 192 (2)	・意見提出 (UK, 日) ・1980.1.E まで意見提出の期限延長		審議継続	
7	運転席視界測定	スウェーデン	N 200 (4)	・各国は N 194 (西独案) と合せて検討のこと。 ・1980.4.E までに意見提出		審議継続	
8	作業機速度試験	イギリス	N 202 (6)	・意見提出		DIS として上程	
9	質量測定	ポーランド	N 196 (3)	・特に意見なし		DIS として上程	
10	旋回半径測定	イギリス	N 191 (2)	・意見提出 ・1980.1.E まで意見提出の期限延長		近く DIS への投票	
11	主要寸法測定	日 本	N 188 (2)	・特に意見なし ・投票結果, 賛成 4 (うち, コメント付 3)		近く DIS への投票	
12	エンジン性能試験	米 国	原案未提出			近く原案提出の予定	

(注) 規格番号の () 内の数値は原案の提案回数を示す。

3. む す び

SC 1 で担当している土工機械の性能試験方法に関する規格は第 1 回国際会議で機種別の縦割の規格から共通項目別の横割の規格に方針の大変更があり, 他の分科会活動に比べて規格案の審議がかなり出遅れていたが, ここ 2~3 年各国とも非常に熱心となり, 国際会議の討議も活発に行われ, 規格の成案も次第に得られ, 成果が見られるようになってきた。

しかしながら, ISO 規格とこれまでの JIS 規格との間には横割式と縦割式との形式上の差があるので, 今後 ISO 規格の JIS 化あるいは JCMAS 化等の国内規格化に当っては十分この点を考慮して混乱のないように対処することが望まれる。

ISO/TC 127 の SC 1~SC 4 までの 4 分科会は互いに密接な関係があり, また技術的内容の検討には機械技術

部会の各関係技術委員会の援助, 協力をお願いすることも多く, また性能試験の実施に当っての試験設備, 計測装置等の問題もあるので, 関係方面との連絡をさらに密にし, ISO 規格の作成と普及に努力したいものと思う。

参 考 文 献

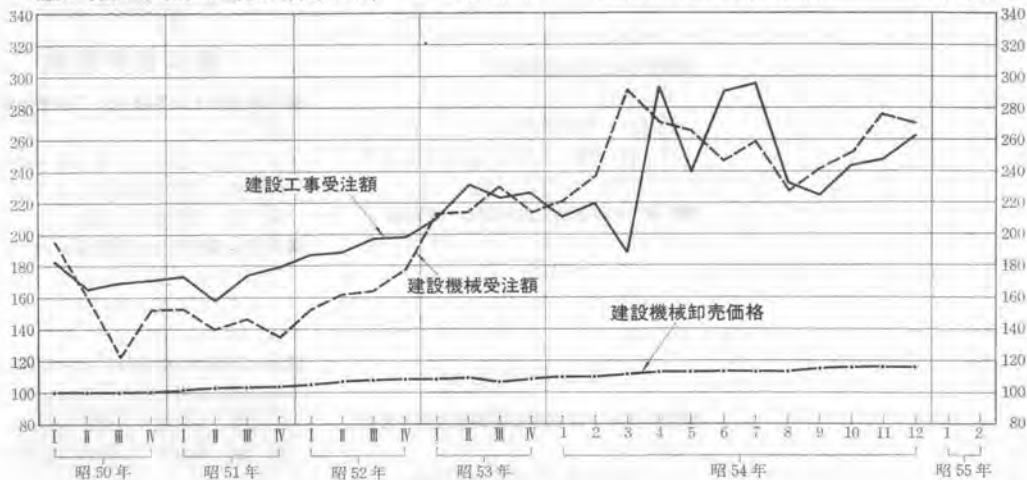
- 1) 本郷慎一:「ISO/TC 127/SC 1, SC 4 会議報告」『建設の機械化』No. 267 (1972 年 5 月)
- 2) 大橋秀夫:「ISO/TC 127 エアリー会議報告 (SC 1)」『建設の機械化』No. 296 (1974 年 10 月)
- 3) 本郷慎一:「ISO/TC 127 キエフ会議報告 (SC 1)」『建設の機械化』No. 310 (1975 年 12 月)
- 4) 佐藤瑞穂:「ISO/TC 127 イラティッセン会議報告 (SC 1)」『建設の機械化』No. 331 (1977 年 9 月)
- 5) 松村哲也:「ISO/TC 127 カサグランデ会議報告 (SC 1)」『建設の機械化』No. 350 (1979 年 4 月)
- 6) 林 雅一:「ISO/TC 127 サンドバイホルム会議報告 (SC 1)」『建設の機械化』No. 360 (1980 年 2 月)
- 7) 大橋秀夫:「建設機械に関する国際規格 (案) 性能試験方法」『建設の機械化』No. 277 (1973 年 3 月)

—大橋 秀夫—

統計調査部会

建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

指数基準：昭和45年平均=100(建設機械卸売価格→昭和50年平均=100) 建設機械受注額：機械受注統計(機種別)……経済企画庁
 建設工事受注額：大手43社受注額(季節調整済)……建設省 建設機械卸売価格：卸売物価指数……日本銀行



建設工事受注(第1次43社分)(受注高)——季節調整済

(単位：百万円)

昭和年月	総計	発注者別				工事種別		未消化工事高	施工高
		民間			官公庁	建築	土木		
		計	製造業	非製造業					
50年	5,947,150	2,955,503	657,576	2,297,927	2,566,654	3,232,534	2,714,616	4,949,572	5,855,612
51年	5,990,913	2,989,525	577,884	2,411,641	2,532,989	3,296,424	2,694,409	5,271,033	5,688,840
52年	6,673,156	3,226,896	608,169	2,618,727	3,002,768	3,513,625	3,159,531	5,981,935	6,177,800
53年	7,693,823	3,517,935	640,681	2,877,254	3,632,679	4,018,501	3,675,322	6,776,064	7,222,393
53年12月	623,042	291,635	51,381	238,701	293,598	316,599	307,965	6,706,879	629,138
54年1月	609,257	319,121	73,449	243,555	271,613	342,875	261,546	6,664,411	667,182
2月	633,445	335,576	73,804	264,921	239,915	363,795	270,097	6,693,042	633,364
3月	541,596	276,698	57,397	220,582	268,398	290,795	250,320	6,576,143	634,402
4月	842,654	439,094	63,279	377,095	378,427	484,417	360,805	6,743,745	687,314
5月	688,360	361,565	72,870	288,268	291,341	374,626	312,604	6,810,333	658,580
6月	835,387	380,511	69,714	315,010	389,696	436,384	394,854	6,786,337	662,858
7月	850,600	378,345	80,409	297,656	363,210	421,018	432,582	7,040,902	687,020
8月	670,385	341,973	76,428	364,473	307,087	359,113	313,524	7,122,963	679,057
9月	648,054	327,202	70,929	258,505	279,194	346,897	302,099	7,108,051	675,808
10月	699,605	319,450	64,686	255,132	360,734	386,894	308,196	7,189,966	720,395
11月	711,826	336,079	105,363	227,589	293,988	393,014	324,808	7,224,068	692,846
12月	751,332	379,748	—	—	293,351	—	—	—	—

54年12月は速報値

建設機械受注実績

(単位：億円)

昭和年月	50年	51年	52年	53年	53年12月	54年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
建設機械	5,855	5,344	6,112	8,108	739	686	735	899	840	823	767	800	707	746	782	855	834

建設機械卸売価格指数

昭和年月	50年平均	51年平均	52年平均	53年平均	53年12月	54年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
建設機械(9品目)	100	103.4	107.2	108.7	109.2	109.9	110.5	111.4	113.1	113.6	113.6	113.6	113.5	114.5	115.5	115.8	115.7
掘削機(1品目)	100	102.5	106.8	111.2	111.6	112.6	112.5	112.4	113.8	113.5	113.8	113.8	112.9	113.7	113.1	112.0	112.7
建設用トラック(1品目)	100	105.5	109.4	117.8	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0

(注) 1. 昭和50年～53年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2. 「建設工事受注額」の大手43社のシェアは20%前後である。

行 事 一 覧

(昭和 55 年 1 月 4 日～31 日)

運 営 幹 事 会

日 時：1 月 18 日 (金) 15 時～
出席者：田中康之幹事長ほか 41 名
議 題：①各部会、専門部会および建設機械化研究所の問題点と今後の運営方針について ②昭和 55 年 1 月～12 月の主要行事予定について

本支部運営幹事長会議

日 時：1 月 21 日 (月) 16 時～
出席者：田中康之幹事長ほか 19 名
議 題：本支部事業計画について

広 報 部 会

■要覧編集委員会

共通議題：各章グラ刷の校正
日 時：1 月 16 日 (水) 14 時～
出席者：内田保之第 8 章委員長ほか 3 名
日 時：1 月 17 日 (木) 13 時半～
出席者：高野 漢第 12 章委員長ほか 7 名
日 時：1 月 23 日 (水) 14 時～
出席者：川端徹哉第 17 章委員長ほか 3 名
日 時：1 月 28 日 (月) 13 時半～
出席者：三浦鴻雄第 11 章委員長ほか 5 名
日 時：1 月 30 日 (水) 13 時半～
出席者：倉田保造第 9 章委員長ほか 6 名

日 時：1 月 31 日 (木) 14 時～
出席者：内田保之第 8 章委員長ほか 2 名

■機関誌編集委員会

日 時：1 月 11 日 (金) 12 時～
出席者：田中康之委員長ほか 23 名
議 題：①機関誌昭和 55 年 3 月号(第 361 号)原稿内容の検討、割付 ②同 5 月号(第 363 号)の計画

■要覧編集委員会幹事会

日 時：1 月 18 日 (金) 11 時～
出席者：中野俊次部会長ほか 14 名
議 題：1980 年版日本建設機械要覧の目次、さく引、見方について

■昭和 54 年度除雪機械展示・実演会

期 日：1 月 30 日 (水)～31 日 (木)
場 所：札幌市南区川沿
見学者：約 5,200 名
出品社：27 社、71 台その他 25 点

機 械 技 術 部 会

■揚排水ポンプ設備技術委員会第 4 分科会

日 時：1 月 11 日 (金) 9 時～
出席者：大宮武男委員長ほか 12 名
議 題：揚排水ポンプ設備技術基準(案)の検討

■油圧機器技術委員会小委員会

日 時：1 月 17 日 (木) 14 時～
出席者：井上和大委員長ほか 3 名
議 題：「建設機械整備ハンドブック」油圧機器編の原稿審議

■揚排水ポンプ設備技術委員会第 4 分科会

日 時：1 月 21 日 (月) 9 時半～
出席者：大宮武男委員長ほか 17 名
議 題：揚排水ポンプ設備技術基準改訂案の検討

■ショベル技術委員会仕様書様式作成分科会

日 時：1 月 23 日 (水) 13 時半～
出席者：加茂喜代志分科会長ほか 9 名
議 題：①仕様書様式の見直し ②JIS A 8401 改正提案の審議 ③JIS A 8402 改正提案の審議

■トラクタ技術委員会

日 時：1 月 24 日 (木) 13 時半～
出席者：野村義信委員長ほか 11 名
議 題：①小型建設機械の仕様書様式の検討 ②トラクタ系建設機械の安全評価手法の検討 ③ISO/SC4 から依頼による Loader, Backhoe について

■ダンプトラック技術委員会重ダンプトラック分科会

日 時：1 月 24 日 (木) 14 時～
出席者：野村昌弘委員長ほか 9 名

議 題：①重ダンプトラック性能試験方法の審議 ②リターダ試験の解説の審議

■ディーゼル機関技術委員会小委員会

日 時：1 月 25 日 (金) 13 時半～
出席者：中戸恒夫委員長代理ほか 3 名
議 題：「建設機械整備ハンドブック」エンジン編の原稿作成および審議

施 工 技 術 部 会

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会

日 時：1 月 9 日 (水) 14 時～
出席者：伊丹康夫委員長ほか 17 名
議 題：報告書案の審議

■骨材生産委員会水底掘削工法分科会

日 時：1 月 18 日 (金) 13 時半～
出席者：塚原重美委員長ほか 16 名
議 題：報告書の検討

■建設廃棄物の処理再利用法委員会

日 時：1 月 28 日 (月) 14 時～
出席者：芳野重正委員長ほか 12 名
議 題：濁水および泥水の処理について

整 備 技 術 部 会

■建設機械整備ハンドブック委員会基礎技術編小委員会

日 時：1 月 25 日 (金) 10 時～
出席者：二宮嘉弘幹事長ほか 9 名
議 題：基礎技術編の安全装置の原稿審議

I S O 部 会

■第 4 委員会

日 時：1 月 10 日 (木) 14 時～
出席者：泉山泰三委員長ほか 5 名
議 題：①油圧式エキスカベータ用語案の審議 ②DIS 6748 各種土工機械の容量表示法の審議 ③ローラ/コンパクタ、トラクタディガ(ローダバックホウ)の用語について審議

■第 3 委員会

日 時：1 月 18 日 (金) 10 時半～
出席者：森木崇光委員長ほか 4 名
議 題：①Cutting edges 規格案 (DIS 原案)の見直し ②SC 3 New Work Items 郵便投票手続について ③DIS 6749 Preservation & storage の第 1 回審議 ④SC 3 幹事国業務についてのおさらい

■第 1 委員会

日 時：1 月 29 日 (火) 14 時～
出席者：大橋秀夫委員長ほか 7 名
議 題：①オペレータの視界測定法の審議 ②エキスカベータのバケット容量案の審議 ③油圧式エキスカベ

一々の刃先力案の審議 ④上記のほか機械技術部会関係技術委員会の意見検討

■第2委員会

日時：1月30日(水)14時～
出席者：瀬田幸敏委員長ほか11名
議題：①ゴム車輪式土工機械(On highway & Off highway)の操向装置規格案の審議 ②DIS 6682 操縦装置の適正位置範囲に対する回答案について

標準化会議および規格部会

■規格部会第2委員会

日時：1月16日(水)14時～
出席者：醍醐忠久委員長ほか5名
議題：①土工機械の騒音(パワーレベル)測定法案の審議 ②運営連絡会の報告

■規格部会第1委員会

日時：1月23日(水)14時～
出席者：谷口 進委員長ほか4名
議題：①土工機械の運転用計器案の審議 ②運営連絡会の報告

業種別部会

■建設業部会とリース・レンタル業部会懇談会の下打合せ

日時：1月10日(木)15時～
出席者：津雲孝世部会長ほか2名
議題：懇談会の内容および案内先等について

■サービス業部会

日時：1月22日(火)14時～
出席者：久保田 栄部会長ほか8名
議題：業界の現況について

■商社部会講演会

日時：1月23日(水)15時～
演題：「昭和55年度の経済見通しと建設機械業界」
講師：佐藤久久(三菱総合研究所応用経済部副部長)
聴講者：約80名

■建設業部会とリース・レンタル業部会懇談会

日時：1月30日(水)13時半～
出席者：津雲孝世、西尾 晃両部会長ほか22名
議題：機械の活用に関する情報交換について

安全対策専門部会

■建設機械安全調査委員会幹事会

日時：1月14日(月)13時～
出席者：長田忠良幹事長ほか3名
議題：①調査表依頼先について ②昭和54年度のとりまとめについて

■建設機械安全調査委員会幹事会

日時：1月25日(金)12時半～
出席者：長田忠良幹事長ほか5名
議題：報告書作成作業分担について

騒音振動対策専門部会

■技術開発委員会基礎工事機械小幹事会

日時：1月9日(水)10時半～
出席者：田中康之幹事長ほか13名
議題：コンクリートパイル打込実験について

■技術開発委員会基礎工事機械小幹事会

日時：1月11日(金)10時半～
出席者：田中康之幹事長ほか9名
議題：基礎杭積荷試験について

■技術開発委員会土工機械小幹事会

日時：1月16日(水)13時半～
出席者：本郷慎一幹事長ほか3名
議題：足回り防音対策について

■技術開発委員会基礎工事機械小幹事会

日時：1月18日(金)10時～
出席者：田中康之幹事長ほか9名
議題：中掘り固め実験計画について

路面圧雪処理 調査研究専門部会

■幹事会

日時：1月21日(月)12時半～
出席者：磯部金治幹事長ほか6名
議題：参考文献のまとめ

支部行事一覧

北海道支部

■除雪機械展示・実演会実行委員会

日時：1月9日(水)13時～
出席者：梶浦春雄委員ほか13名
議題：除雪機械展示・実演会の実施要領について

■除雪機械展示・実演会出品者主催者打合せ会

日時：1月10日(木)13時半～
出席者：渡辺恒喜実行副委員長ほか35名
議題：除雪機械展示・実演会の安全管理規定と申合せ事項

■除雪機械展示・実演会実行委員会

日時：1月16日(水)13時～
出席者：市瀬 勲実行委員長ほか4名
議題：除雪機械展示・実演会の実施要領について

■第2回常務理事会

日時：1月18日(金)11時～
出席者：町田利武支部長ほか8名
議題：①除雪機械展示・実演会の実施について ②昭和54年度(1月

～3月)の事業実施計画

■建設機械整備技能検定学科講習会

期日：1月21日(月)～22日(火)
場所：札幌市北海道経済センター
聴講者：82名
内容：①技能検定学科試験の受験について ②材料・機械要素 ③建設機械・建設機械整備法 ④燃料および油脂類・電気 ⑤力学および材料力学・製図

■除雪機械展示・実演会実行委員会

日時：1月25日(金)17時半～
出席者：渡辺恒喜実行副委員長ほか14名
議題：除雪機械展示・実演会の実施要領について

■昭和54年度除雪機械展示・実演会

期日：1月30日(水)～31日(木)
場所：札幌市南区川沿(国道230号線沿)
見学者：約5,200名
出品社：27社(出品機械71台、その他25点)

■見学会

期日：1月31日～2月1日
場所：札幌市国道230号線中山峠
参加者：68名
内容：北海道多雪地帯の道路除雪の実態と除雪工法

北陸支部

■施工部会舗装委員会

日時：1月22日(火)10時～
出席者：橋 清二委員ほか5名
議題：委員会発刊誌の配付についてほか1件

中部支部

■広報部会第2分科会

日時：1月23日(水)15時～
出席者：山根 昭主査ほか1名
議題：工場見学会について

■工場見学会

日時：1月25日(金)9時～
場所：日本車輛製造豊川製鉄製作所
参加者：24名
内容：工場内見学と新交通システム「ボナ」の試乗

関西支部

■建設業部会第47回建設用電気設備特別委員会

日時：1月11日(金)14時～
出席者：岡田徳義委員長ほか32名
議題：①昭和54年中の専門委員会、研究会の審議状況報告 ②本四連絡道路の管理施設について(本州四国

連絡橋公団第一建設局機械課長青沼
英明氏の説明) ③映画“新トンネル
工法 (NATM)”, “大断面土圧シ
ールド工法”

■技術部会第1回トンネル施工機材委員 会

日 時: 1月16日(水) 14時～
出席者: 太田秀樹委員長ほか 20名
議 題: ①事業計画のすなめ方につ
いて ②トンネル工事現場で現在使用
されている施工機材の調査分類方法
について(アンケート様式案ほか)

■技術部会新機種新工法委員会コンク リート破碎分科会小委員会

日 時: 1月17日(木) 15時～
出席者: 中山正樹分科会長ほか2名
議 題: コンクリート破碎機研究会開
催について

■建設機械整備士技能検定2級実技試験

日 時: 1月20日(日) 10時～
場 所: 大阪府立堺高等職業訓練校

受検者: 56名

■技術部会新機種新工法委員会コンク リート破碎分科会小委員会

日 時: 1月21日(月) 14時～
出席者: 中山正樹分科会長ほか7名
議 題: コンクリート破碎機研究会開
催についての日時, 場所等について

■建設機械整備士技能検定に関する1級 受検者の学科講習会

日 時: 1月26日(土) 9時～
場 所: 大阪市浪速区民センター
受講者: 29名
内 容: 学科およびペーパーテスト全般
について

■建設機械整備士技能検定2級実技試験

日 時: 1月27日(日) 10時～
場 所: 大阪府立堺高等職業訓練校
受検者: 57名

■昭和54年度施工技術報告会(土木学 会関西支部・土質工学会関西支部との 共催)

日 時: 1月29日(火) 9時20分～

場 所: 大阪科学技術センター
聴講者: 307名

■建設機械リース部会

日 時: 1月29日(火) 16時～
出席者: 西尾 晃部会長ほか8名
議 題: 部会の今後の運営について

四 国 支 部

■見学会

日 時: 1月29日(火) 13時半～
場 所: 四国電力伊方原子力発電所建
設現場
参加者: 23名

九 州 支 部

■第9回運営幹事会

日 時: 1月14日(月) 15時～
出席者: 和田一郎運営幹事長ほか12名
議 題: ①2月～3月の行事予定 ②
昭和55年度事業計画概要審議

編 集 後 記



本号をシールド特集として送ります。

シールド工事は地下鉄, 上下水道
その他, 都市部において工事環境対
策等から年々増加し, その施工条件
も数年前には予想できない場所での
工事が行われ, それこそ“今昔”の

感があります。この時に当りシールド
特集を企画しましたところ, 執筆
の皆様には快く賛同いただき, 玉稿
を賜りました。厚くお礼申し上げます。

いずれも内容にあふれ, 中にはせ
つかくいただいた玉稿ながら紙数の
関係で一部割愛させていただいたも
のもあり, 編集委員会としてうれし
い悲鳴をあげました。グラビヤもま
た, この1年間に製作されたもの
の中から代表的なものを掲載すべく,
シールド製作メーカ 11 社に提供を
いただいたわけですが, 割愛したも
のが多く, 大変苦しかったです。割愛
させていただきましたことを深くお

わびいたしますとともに, この特集
が読者の皆様に参考になることを願
って止みません。

これまでシールド機械本体はシ
ールド掘削機または掘進機と呼んでお
りましたが, 当協会機械技術部会シ
ールド掘進機技術委員会および土木
学会で機械そのものをシールドと呼
称することになり(工事はシールド
工事, 付属装置類はシールド装置と
いう), 本号もできるだけ題名はそ
れに従いました。

あとわずかで昭和55年度が始ま
ります。会員皆様の一層のご発展を
祈ります。(津田・折橋・鈴木)

No. 361

「建設の機械化」 1980年3月号

[定価] 1部 450円
年間4,800円(前金)

昭和55年3月20日印刷 昭和55年3月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 加藤三重次 印刷人 千葉 登

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105

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

建設機械化研究所 〒417 静岡県富士市大淵 3154 (吉原郵便局区内)

北海道支部 〒060 札幌市中央区北3条西2-6 富山会館内

東北支部 〒980 仙台市国分町 3-10-21 徳和ビル内

北陸支部 〒951 新潟市東堀前通六番町 1061 中央ビル内

中部支部 〒460 名古屋市中区栄 4-3-26 昭和ビル内

関西支部 〒540 大阪市東区谷町 1-50 大手前建設会館内

中国支部 〒730 広島市八丁堀 12-22 築地ビル内

四国支部 〒760 高松市福岡町 4-28-30 小竹ビル内

九州支部 〒810 福岡市中央区舞鶴 1-1-5 舞鶴ビル内

取引銀行三美銀行銀座支店

振替口座東京 7-71122 番

電話(0545)35-0212

電話(011)231-4428

電話(0222)22-3915

電話(0252)23-1161

電話(052)241-2394

電話(06)941-8845

電話(0822)21-6841

電話(0878)21-8074

電話(092)741-9380

印刷所 株式会社 技報堂 東京都港区赤坂 1-3-6

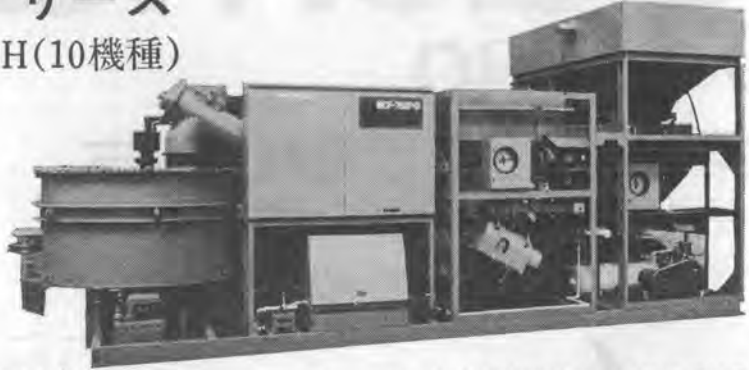
コンパクトで計量精度は抜群…

丸友の 移動式生コンプレント


製造・販売・リース

生産量 10～50 m³/H(10機種)

電子制御自動式
及び簡易自動式



(工事の内容により御選定下さい)

 丸友機械株式会社

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

“プロ”への近道・全国随一

- 大型特殊自動車運転免許
毎月5日入学、免許確実
- 移動式クレーン運転士免許
毎月2回入学(9日間)実技試験免除
- けん引自動車運転免許
随時練習、懇切な指導
- 自動車・建設機械整備士免許
高校卒2年課程(専修学校専門課程)
2級自動車整備士養成コース
合格率抜群・求人殺到
- フォークリフト運転技能講習
毎月1回上旬に実施、修了証交付
- 車輛系建設機械運転技能講習
毎月1回中旬に実施、修了証交付
- ショベルローダ運転技能講習
毎月1回下旬に実施、修了証交付
- 玉掛技能講習
毎月1回(3日間) 修了証交付
- 移動式クレーン(5トン未満)特別教育
毎月1回(3日間) 修了証交付

学校法人 久留米工業大学 久留米建設機械専門学校

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

bauma 80

バウマ 80

第19回国際建設機械見本市

会期:1980年4月10日~16日

会場:西ドイツ・ミュンヘン



世界22ヶ国から 1,000社の出展が
総展示面積 300,000㎡の会場をう
め、世界82ヶ国から135,000人がバ
ウマ77に参加しました。



主催：
ミュンヘン国際見本市会議会社
前売入場券、視察ツアーその他詳細につきま
しては、下記在日代表部までお問い合わせ下さい。

在日代表部：
在日ドイツ商工会議所 見本市部
(馬場)
〒100 東京都千代田区永田町 2-14-3
赤坂東急ビル9F ☎(03)581-9881



青争かに解体!!



■低振動・低騒音

驚異の作業! かみ砕く!

TSクワッシャー TS500R TS600R・TS800R

- 破壊力抜群! 静かです!
- ベースマシンに負担をかけません!
- 構造が簡単で経済的です!
- 爪の方向がタテ、ヨコ自由に出来ます(R型)。

機能	型式	TS-500R	TS-600R	TS-800R
総重量	ton	1.3	1.65	1.8
全長	mm	1950	2050	2200
最大開口巾	mm	510	610	850
最小開口巾	mm	50	50	50
破壊力	ton	(油圧145kg/cm ² 以上) 55以上	(油圧200kg/cm ² 以上) 65以上	(油圧250kg/cm ² 以上) 122以上
油圧ショベル標準バケット容量	m ³	0.4~0.55	0.6以上	0.7以上

- 油圧ショベルを選ばず、どんな機種にも取付可能です!
製造・(株)三五重機



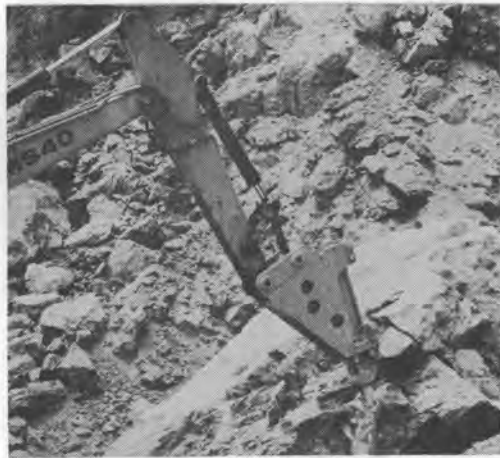
■完成されたエアブレイカー

空圧**アイソ** (空圧式大型ブレイカー) BB シリーズ



■強力・低騒音・ローコスト

油圧**アイソ** (油圧式大型ブレイカー) UB シリーズ



BB13、BB22、BB44、BB60、BB77、BB88* UB7、UB10

営業品目

空圧ブレイカー	コンクリート ブレイカー
油圧ブレイカー	ビックハンマー、チップパー
クローラー ドリル	ベビードリル
レッグ ドリル	ミニ・シンカー
ドリフター	ロッド、ビットなど
コンプレッサー	クローラードリル
ハンド ハンマー(シンカー)	CD-2L、CD-310、CD-610、 CD-710、CD-8、TYCD-10

創業以来四十年鑿岩機専門**アイソ**の オカダ鑿岩機株式会社

本社	〒540 大阪市東区北新町2-2	☎(06) 942-5591(代)
支店	〒115 東京都北区浮間3-30	☎(03) 967-5591(代)
支店	〒503 大垣市久瀬川町6-29	☎(0584) 78-2313(代)
営業所	〒983 仙台市大和町4-4-23	☎(0222) 95-7585(代)
営業所	〒452 名古屋市西区長先町205	☎(052) 503-1741(代)
工場	〒577 東大阪市市川橋2-60	☎(06) 787-4606(代)

マルマ・ロード スタビライザー



- 本機はブルドーザーの
アタッチメントとして
開発したものです。
- ブルドーザー本体は作
業時超低速走行出来る
よう改造します。
- スタビライザー部分は
左右にスライドし、又
脱着が容易に出来ます。

(用途)

1. 路床、路盤の安定処理
2. 廃棄アスファルトの再
生処理
3. 農地改良工事、天地返し
4. 農地の開墾



- 御要望に応え特殊設計を致します。
- 本機の間合せはマルマ重車輛(株)名古屋工場へ御願います。



マルマ重車輛株式会社

本社工場 東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号 ☎(03)429局2131(大代表) テレックス242-2367番千156
名古屋工場 愛知県小牧市小針町中市場25番地 ☎(0568)77局3311代-3番 テレックス448-5988番千485
相模原工場 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 ☎(0427)52局9211(代表) テレックス287-2356番千229

安全なケミカルライト

“サイリューム”

(懐中電気、ローソクに代る)



安全性……………火を使用しない化学発光：
爆発性ガス、強風、雷雨、水中、
すべてOK!

高輝度……………黄緑色で特殊な光：
濃霧、煙の中でもよく光を通す

軽量(20g)………取扱い簡単、長期保存可能

米国内に於いて鉱山局(炭鉱坑道内の使用許可)、
連邦航空局(F. A. A.)(非常脱出標示灯)、海軍(夜
間補給用航空標示、荷物標示)に採用されて居る。
(製造: AMERICAN CYANAMID CO. U.S.A.)

“Snap-on Tools”

世界最高の
品質を誇り
永久保証の……
手工具と整備用
診断機器



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

日本総代理店



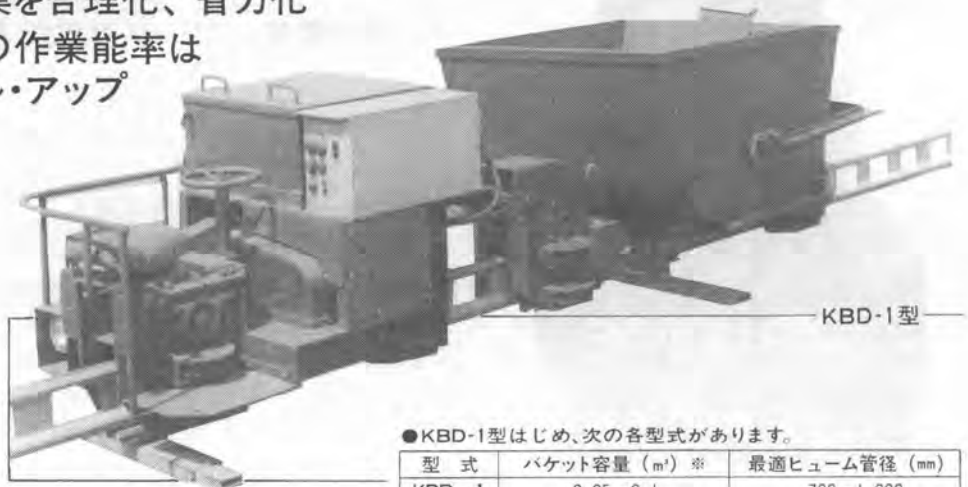
内外機器株式会社

本社 東京都世田谷区桜3丁目11番12号
電話 03-425-4331(代表) 加入電信242-3716 千156
名古屋営業所 名古屋市中区千代田5丁目10番18号
電話052-261-7361(代表) 加入電信442-2478 千460

1台の管工専用

モノレールが

運搬作業を合理化、省力化
現場での作業能率は
パワフル・アップ



KBD-1型

●用途

1. 上下水道の管きょや暗きょ内でのズリや資材運搬。
2. 電力通信ケーブルの管きょ内のズリや資材運搬。
3. トンネル、ずい道等内の生コンや資材運搬。
4. コンクリート2次製品工場の生コンや資材運搬。
5. その他工場内外の狭い場所での小運搬。

●KBD-1型はじめ、次の各型式があります。

型 式	バケット容量 (m ³) ※	最適ヒューム管径 (mm)
KBP-1	0.05-0.1	700-1,200
KBP-2	0.15-0.3-0.6	1,100-2,500
KBP-3	0.6-0.75	1,500-3,500
KBD-1	0.6×3台又は0.75×2台	1,500-3,500
KBD-2	0.6×4台又は0.75×3台	1,800-3,500

※ズリ運搬の場合

小型バックホー

カホミニホー

〈狭い現場で自由自在 超小型軽量〉



車体重量わずか915kg

※土木・建設、基礎穴掘り、上下水道、造園等の各種工事の省力化、コストダウンに是非ご検討下さい。

1. クローラ式の車輪で、左右の独立したエンジン附のため、旋回が速く小廻りがきく。
2. 動力は電動機、エンジンいづれでも使用可能。
3. 不整地走行、その場旋回、ブーム旋回端位置での掘削など機動性自在。
4. ブーム、アームの取替えにより、2tonダンプにも楽に積み込める。
5. 当社製小型工事用モノレールとの併用で、上下水道工事等の道路障害を最小限に抑えます。

主要仕様 ●車体重量 915kg ●最大掘削深 1,850
●バケット容量 0.03, 0.045m³ ●最大掘削半径 2,500
●最大全長 4,200 ●ブーム旋回角度 170°
●最大積込高 1,750



発売元

日鉄鉱業株式会社

機械営業部 東京都中央区日本橋3-3-5(新日東ビル) ☎03(281)3771(代表)
北海道支店 ☎(0143)46-3030(代) 名古屋営業所 ☎(052)962-7701(代)
大阪支店 ☎(06)252-7281 仙台営業所 ☎(022)65-2411(代)
九州支店 ☎(092)711-1022(代) 広島営業所 ☎(0822)43-1924(代)



製造元

株式会社 嘉穂製作所

本社工場 福岡県嘉穂郡筑穂町大字大分567☎(09487)-2-0390

充実を重ねたニッサンの ラインアップ

NISSAN SUPER BREAKER

ニッサンスーパーブレイカー

打撃数 c.p.m	1,100-1,320
油圧 kg/cm ²	140
油量 l/min	55-60
本体重量 kg	110
打撃力 kg/m	45

V-1



N-45V

NC-3000

N-45

● ベルトコンベアー付バックホー

● ニッサンクローラードンプ

● ニッサンバックホー

小型建機のパイオニア



日産機材株式会社

本社・工場 354 埼玉県入間郡三芳町上富1478-1 0492-58-1811(代)

油圧機器の高温高压化に…

常用圧力175～280Kg/cm²まで対応できます。

BSIEのHシリーズホースは、120℃の高温で連続使用が可能。常圧用圧力も175kg/cm²、210kg/cm²、250kg/cm²、280kg/cm²と4タイプがラインアップ。コンパクトな設計とすぐれた特長が、発売開始以来早くも各方面で大きな注目を集めています。

《Hシリーズホースの主な特長》

- ①耐疲労性がグーンとアップ
Hシリーズホースは、常用圧力の133%のフラット波形(SAE規格)で100万回の衝撃試験に合格しています。
- ②120℃で連続使用が可能
従来高圧ホースの使用温度範囲は、100℃が一般的でした。しかし、Hシリーズホースはこの常識を見事に打ち破り、120℃での連続使用を可能にしました。

③曲げ半径がさらに小さくなりました。

Hシリーズホースは、従来のホースに比べ約20%も小さな曲げ半径での使用が可能。ホースカタログ No.

ホース内径 (mm)	推奨常用圧力			
	175kg/cm ²	210kg/cm ²	250kg/cm ²	280kg/cm ²
12.7	HH 108	HH 108	HL 208	HL 208
15.9	HH 410	HH 410	HL 210	HL 210
19.0	HL 212	HL 212	HL 212	HM 612
25.4	HL 216	HL 216	HM 616	HM 616
31.8	HM 620	HM 620	HM 620	開発中
38.1	HM 624	HM 424	HM 424	開発中

BSIE 120℃ Hシリーズホース

新 発 売



ブリヂストン インペリアル

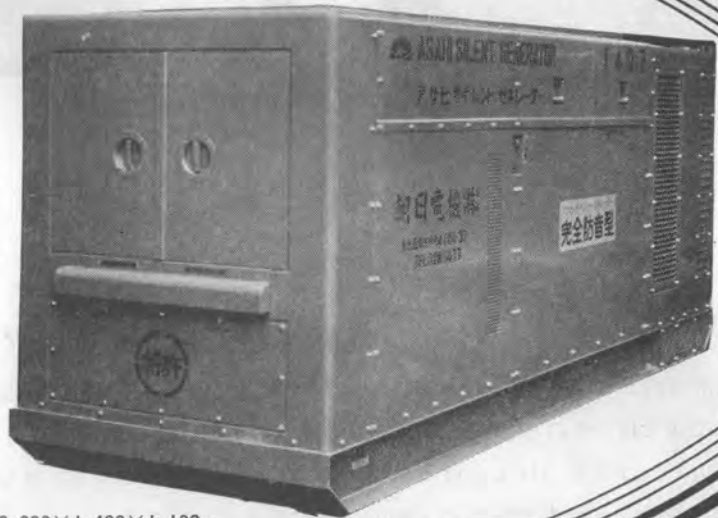
■詳しいお問合わせ・カタログのご請求は下記へどうぞ……
 本社／東京都中央区京橋1-1-1(大阪ビル)
 〒104 TEL 東京03(274)5071<大代表>
 支店／札幌・仙台・東京・名古屋・大阪・高松・広島・福岡

比べてください この製品 アサヒ Silent Generator

無騒音発電機

〈建設用可搬式〉

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



75KVA 3,000×1,400×1,100

.....重量 3,400kg

特許

4 4 6 5 9

(カタログ贈呈)

リース方式も
御利用下さい

朝日電機株式会社

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



無騒音・無振動

コンクリート破壊機

シャーク

特許申請中

- パワーショベルに取付可能
- クレーン車に取付可能
- シャーク用油圧ユニット付（三相200V原動機モーター）



- 主な使用々途
- ビル解体工事
 - コンクリートパイプ破壊工事
 - 橋梁破壊工事
 - 構造物破壊工事
 - その他都市土木

業界待望の新製品登場!!

都市部でのビルの解体等、コンクリート建造物の破壊には、騒音・振動対策が最大の課題です。従来の解体工法では、そのどちらも解決することが不可能でした。そこで考え出されたのが、**シャーク**です。油圧力で、はさみつけるだけで、鉄筋コンクリート建のビルも、無騒音、無振動のうちに解体が行なえます。そのうえ従来工法の約2倍の作業効率を発揮しますので、工事日程の短縮と、コスト低減に役立ちます。

- | | |
|---|---|
| <p><1> 油圧力だけの作業ですので、振動が皆無の上、音と言えは、岩片が壊れ落ちる音だけです。</p> <p><2> 手押ボタン又は、足踏みバルブの作業ですから、オペレーターの運転が楽で喜ばれます。</p> <p><3> シャークには、超高压ユニットが装着されていますので、破壊力は驚異的です。</p> <p><4> 工事用途に合わせて、クレーン車にも、パワーショベルにも装着でき、ベースマシンの油圧バランスやポンプを気にする必要は全くありません。</p> | <p><5> くいこむ奥行きが深く、特殊爪がついているためコンクリート壁など解体物を広く、深く、確実に破壊します。</p> <p><6> ビンの差し変えだけで、縦方向と横方向どちらにでもセット可能ですから、たとえば、天井や壁など無理なく壊せます。</p> <p><7> フレーム幅が広いので、小さい解体物が、つかみやすく小割作業がスムーズに行えます。</p> |
|---|---|

 株式会社 前川工業所

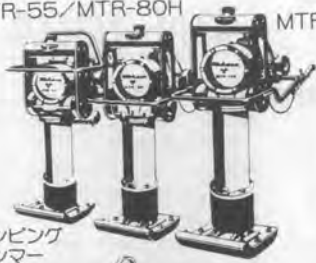
営業所 大阪府大東市永野3-10-20 ☎0720(72)7321番(代) 千574
 大東工場 大阪府大東市永野3-10-20 ☎0720(72)7321番(代) 千574
 放出工場 大阪市城東区新倉多摩1-10-8 ☎06(961)6251番(代) 千536
 本社 大阪市阿倍野区万代1-1-19 ☎06(622)1740番 千545
 東京営業所 東京都中央区日本橋小舟町12-10共同ビル(掲留) ☎03(662)4001番(代) 千103
 札幌営業所 札幌市豊平区平岸三条5-4-22 平岸グランドビル ☎011(821)3082(831)3608番 千062

たとえビス1本でも

ご不便はかけません

MTR-55/MTR-80H

MTR-120



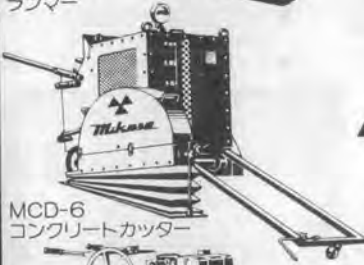
タンピング
ランマー



MVI-SM
MVI-GM
コンクリート
バイブレーター



MVI-MD
インヘッダー



MCD-6
コンクリートカッター

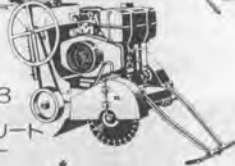
Mikasa

CONSTRUCTION EQUIPMENT

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

MCD-3

コンクリート
カッター



MCD-2D
コンクリートカッター



MDR-7G
ダブルローラー



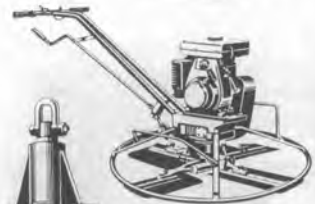
MDR-9D
ダブルローラー



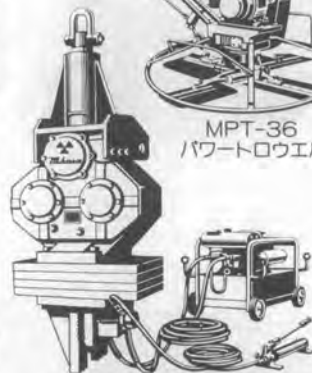
MDR-20ダブルローラー



MVP-3E
水中ポンプ



MPT-36
パワートロウエル



MOH-24G パイルハンマー

特殊建設機械メーカー

三笠産業

本社 東京都千代田区塚本町1-4-3
(〒101) 電話 03 (292) 1411 大代表
札幌出張所 札幌市中央区大通西8-2 正田ビル
(〒060) 電話 011 (271) 1931 代表
仙台出張所 仙台市卸町5-1-16
(〒983) 電話 0222 (98) 1521 代表
新潟出張所 新潟市聖之内324 ユタカビル
(〒950) 電話 0252 (84) 6565 代表
技術研究所 埼玉県白岡町 工場 館林/春日部
西部総発売元 三笠建設機械株式会社
(〒550) 大阪市西区立売堀3-3-10
電話 06 (541) 9631 代表

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

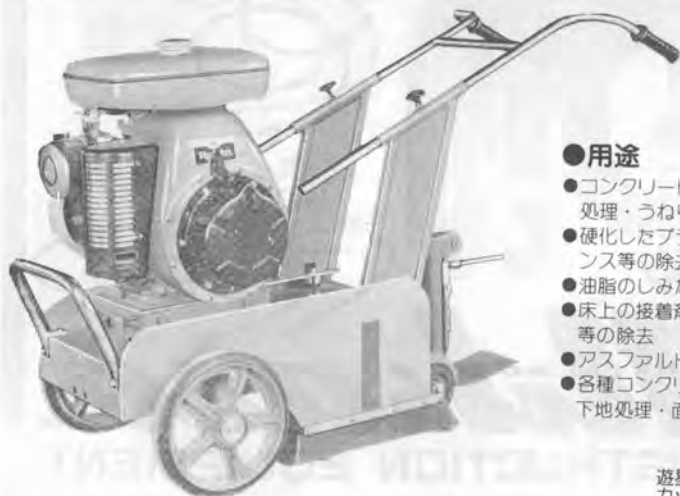


コンクリート床面の切削・下地処理機

フロアードレッサー

[PAT.P.91233]

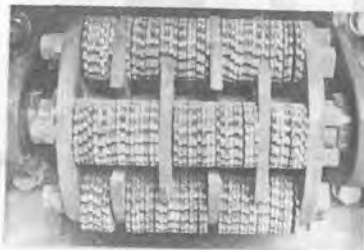
MODEL
DN-100A



●用途

- コンクリート床面、突起部の処理・うねりのレベル調整
- 硬化したプライマー・レイタンス等の除去
- 油脂のしみた床の切削
- 床上の接着剤・エポキシ等の除去
- アスファルト床面切削
- 各種コンクリート床面の下地処理・面荒し・補修

- 特長 ●遊星システムカッターで高能率
- 取扱いが簡単なので、誰でも能率良く作業が出来る
- 切削力が強いので、カラーフリートの様な硬いものも削り取れます
- 防振装置により、オペレーターへの振動は防止されます
- カッターの、上下装置により、切削深度の調整が出来ます
- カッターの交換はワンタッチです



遊星システムカッター刃 ▶

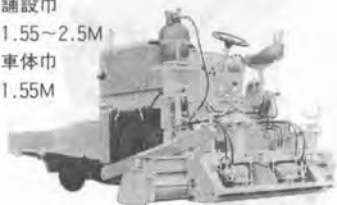
リース・販売 **二見産業株式会社**

〒241 横浜市旭区西川島町96の7
TEL(045)373-7963

小形フィニッシャー

AF-250W

舗設巾
1.55~2.5M
車体巾
1.55M



舗設巾
1.2~2.0M
車体巾
1.2M



AF-200C

超小形フィニッシャー

プレートコンパクター

VC-80N

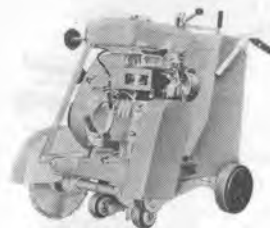


CS-C30

アスファルトスプレーヤー

コンクリートカッター

RC-12



AC-S8

自動アスカーバー

範多機械株式会社

東京都港区南青山6丁目14-11 TEL(03) 400-1901代
大阪市西淀川区竹島5丁目6-34 TEL(06) 473-1741代
福岡市博多区博多駅南3丁目5-30 TEL(092)472-0127代



特許 **南星の複線式
H型ケーブルクレーン**

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



株式会社 **南星**

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

ホイールカッター式

小形 **浚せつ船**

標準吐出径 150, 200, 250, 300, 350mm

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



株式
会社

ウオチマン

カタログ説明書贈呈最寄現場ご案内

〒542 大阪市南区鯉谷東之町32 TEL 06-252-0241

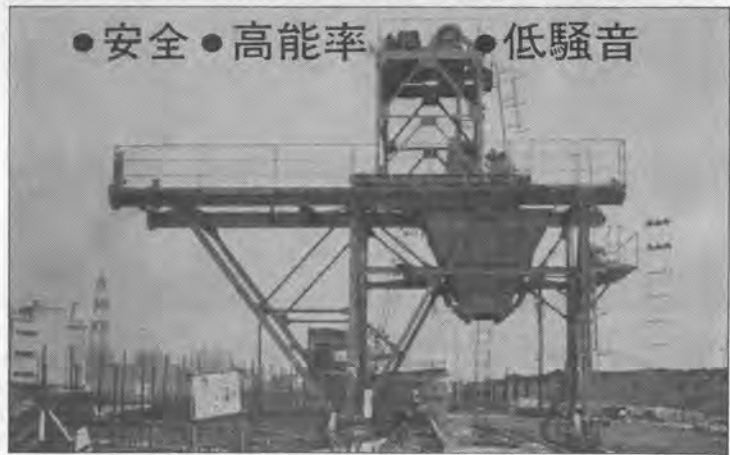
豊かな実績

ずり出し機械

新しいアイデア

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

※その他現場状況に合わせ
設計、製作いたします。



●安全 ●高能率 ●低騒音

自動土砂排出装置(走行型・バケット4.8m³付)



吉永機械株式会社

東京都墨田区緑4-4-3 TEL(03)634-5651(代)

新製品

— 1台で2役…破砕とドリル —

WACKER電動ハンマーEHUR10Y

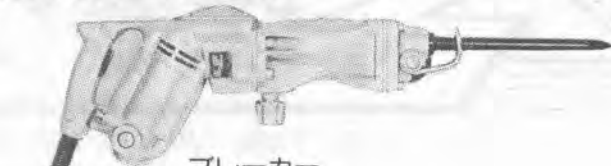
主仕様

本体重量 約12kg
 本体寸法 590×230×230mm
 モーター 1.1kW
 入力 100V
 シャンク 19×82.5mm 8角



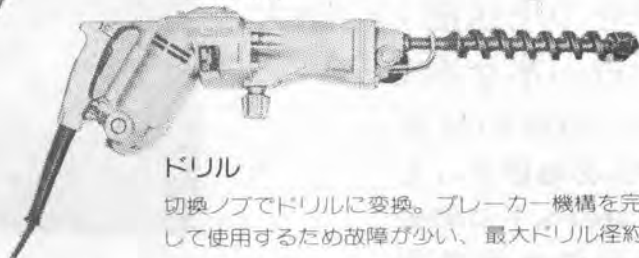
収納ケース入り

パイプレータ
 ランマー
 プレート
 プレーカー
 ローラー



プレーカー

打撃数1850/分、ロングストロークのためこのクラス
では最大の力



ドリル

切換ノブでドリルに変換。プレーカー機構を完全分離
して使用するため故障が少ない、最大ドリル径約90mm

日本ワッカー株式会社

東京都大田区南蒲田2-18-1 TEL 03-732-9281
 大阪 06(790)4968 仙台0222(94)8032 九州092(574)1517

マサゴの 電動油圧式バケット

1. 電動油圧式ポリップ型バケット
2. 電動油圧式グラブバケット
3. 電動油圧式クラムシェルバケット
4. 電動油圧式水中型ドレッジャーバケット
5. 電動油圧式フォークバケット
6. 電動油圧式木材用バケット
7. 電動油圧式各種吊具



電動油圧式ポリップ型バケット

電動油圧式グラブバケット



特長

1. どんなクレーンでも取付可能です。
2. 油圧式である為に強力な掴み力を発揮します。
3. 操作が簡単です。
4. 自重が軽くてすみます。
5. バケット荷役と、フック荷役の切替えが簡単です。



真砂工業株式会社

柏事業所 千葉県東葛飾郡沼南町沼南工業団地 電話(柏)0471-91-4151(代) ☎270-14
大阪営業所 大阪府北区芝田2-3-14(日生ビル) 電話(大阪)06-371-4751(代) ☎530
本社 東京都足立区六町4-12-19 電話(東京)03-884-1636(代) ☎121

トヨタバーバグリーンSB111 全油圧式 アスファルトフィニッシャー



トヨタバーバグリーンSB111型は、米国バーバグリーン社との技術提携によって国産化された全油圧式のホイール式アスファルトフィニッシャーです。●全油圧式のため運転操作が簡単。●2mから5mまでと舗装幅がひろく農道から高速道路まで舗装ができる。●低圧大型タイヤ採用によりクローラー式と同等の平坦性が得られる。●スクリードプレート、スクリュウ、フィーダー等の摩耗部分には、耐摩耗性の高い材料を採用しているため耐摩耗性、防塵性が抜群。●自動スクリードコントロール(オプション)の装着ができる。など多くの特長を持っています。

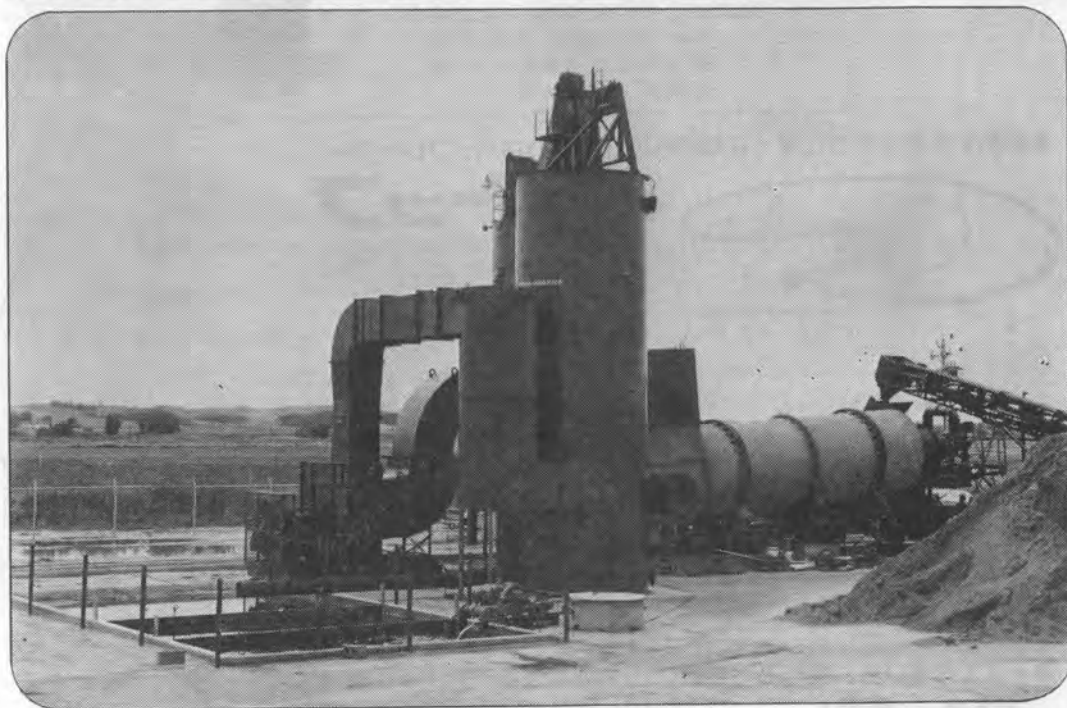


製造 株式会社 豊田自動織機製作所
販売 極東貿易株式会社(建設機械第1部第2課)

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

画期的なアスファルト・プラント

DRUM MIXING PLANT



BARBER-GREENE

Screen, Hot bin, Weigh hopper, Pugmill等の
Batch towerが、省略された画期的なアス
ファルト・プラント

■従来の形式に比べ格段に安価な本体コスト、
メンテナンスコスト、及び秀れた機動性を
お約束します。

■150TPH-600TPH迄の3機種を取揃えてお
ります。

Barber-Greene



本邦取扱店

極東貿易株式会社
建設機械第1部第2課

本店 〒100-91 東京都千代田区大手町2の2の1(新大手町ビル7階) 電話03(244)3809

支店 札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡

指定整備工場：マルマ重車輛株式会社

東京都世田谷区桜ヶ丘1-2-19 電話(429)2131

トクデン は技術派、実力派!

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



●最高の安定性と高効率

タンパー

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

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

●初めて完成された正転・逆転自在の(周期的)なバイブレーター



バイトトップ

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

●騒音公害の解消
 に新装置



バイブレーションプレート

- 自走力(田分25m)抜群で作業効率アップ。
 - 小型軽便な上に輻圧力が大きい。
 - 完全な防振で、快適な作業ができる。
 - 表面仕上げがきれい ●ベルト調整が容易。
- 用途 ●アスファルト舗装の輻圧、表面仕上げ。
 ●路盤、土間の砂利、碎石、砂等の締固め。
 ●ガス管、水道管、ケーブル埋設工事の道路補修。

●一人で持運びも、操作もできる(高性能水中ポンプ)

ポンプ

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



etc.

が全国に販売網を



特殊電機工業株式会社

本社	東京都新宿区中落合3丁目6番9号	東京	03(951)0161~5	〒161
浦和工場	浦和市大字田島字横沼2025番地	湘和	0489(62)5321~3	〒336
大阪営業所	大阪市西区九条南通3丁目29番地	大阪	06(581)2576	〒550
九州営業所	福岡市博多区基園555-6	福岡	092(572)0400	〒816
北海道営業所	札幌市白石区平和通10丁目北116	札幌	011(871)1411	〒062
名古屋出張所	名古屋市南区汐田町3丁目21番地	名古屋	052(822)4066~7	〒457
仙台出張所	仙台市日の出町1丁目2番10号	仙台	0222(94)2780	〒983
新潟出張所	新潟市上木戸548番1号	新潟	0252(75)3543	〒950
広島出張所	広島市沼田町伴3754	広島	08284(8)0067	〒731
			4603	-31

●明日をつくる建設の機械化・ 合理化・安全につくす…………

営業品目(土木関係)

- 各種シールド掘進機
- 推進工用油圧装置
- 推進工用2段伸び推進ジャッキ
- 泥水シールド用泥水処理プラント
- 泥水シールド用流体輸送装置
- ずり搬送装置
- 裏込注入機械装置
- 坑内用・乾式高圧トランス
- ダンスステップ(坑内用・合成樹脂製あゆみ板)
- 隧道用諸機械・機材
- ナトム工法用諸機械
- ダム用バイブドーザー
- 超軟弱地盤改良処理装置

レンタル商品・在庫豊富

- シールド用ジャッキ・油圧ユニット
- 2重推進ジャッキ
- 泥水処理プラント
- 乾式高圧トランス(75~300kVA)
- ダンスステップ



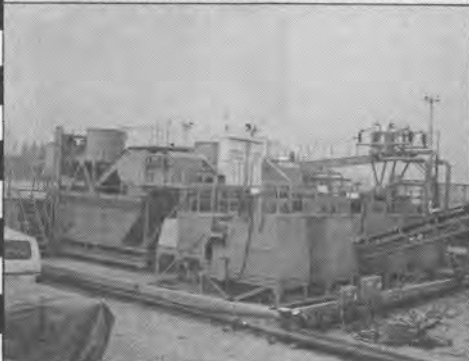
創業55年

菅機械工業株式会社

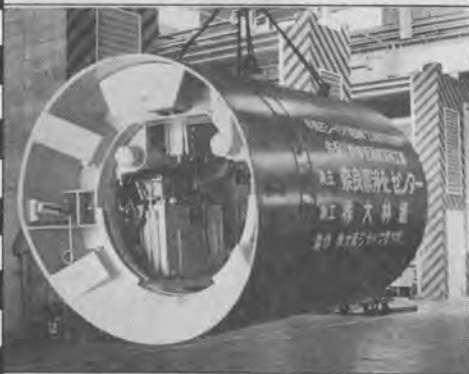
本社	〒550 大阪市西区南堀江3-9-27	☎ 06(54)7931
東京支店	〒101 東京都千代田区三崎町3-10-5	☎ 03(263)1531
名古屋営業所	〒450 名古屋市中村区若狭町1-30	☎ 052(581)4316
京都営業所	〒615 京都市右京区西院平町25(東商ビル)	☎ 075(314)4460
福岡営業所	〒812 福岡市博多区博多駅東1-9-15	☎ 092(431)7181
スガリース(株)	〒572 寝屋川市点野3-22-22	☎ 0720(27)0661



北川・深層超軟弱地盤改良処理装置



三央・泥水シールド用泥水処理プラント



O・J手掘式シールド掘進機

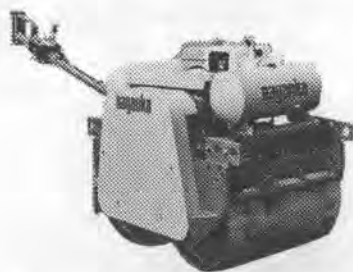


バイブドーザー(ダム用機械打パイブレーター)

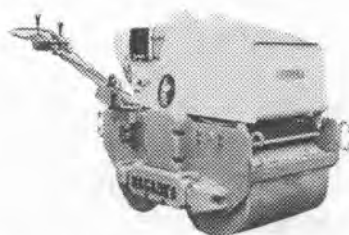
建設業界に貢献20年

長岡 サイドバイブレーションローラー

実用新案登録第985253号



V-75WD(950kg) 両輪駆動・ディーゼル式
転圧巾 750%



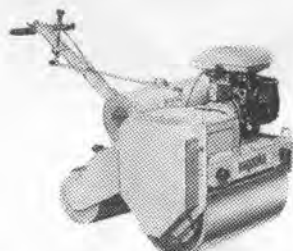
V-6WD(800kg, 850kg) 両輪駆動・ディーゼル式
ガンリン式
転圧巾 600%



V-6WS(750kg) 両輪駆動・ディーゼル式
完全両サイド
転圧巾675%



V-6WL(650kg) 両輪駆動・ディーゼル式
転圧巾 600%



V-6S(500kg) 片輪駆動・ガンリン式
転圧巾 600%



V-35WD(300kg) 両輪駆動・ガンリン式
転圧巾 350%

小型舗装機

○タンパーNGK-80(80kg)
振動板巾 410%
強力な起振

○プレートWUP-38(70kg)
振動板巾 380%
仕上舗装に最適



製造発売元

長岡技研株式会社

〒140 東京都品川区南品川2-2-15
☎(03)474-7151(代)

●名古屋営業所 ☎(052)502-7571
●福岡出張所 ☎(09294)3-2206

コンクリート打込工事に 抜群の威力を発揮!!



山田の

バイブレーター

営業品目

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

製造元
発売元

YK 山田機械工業株式会社

本社 〒115 東京都北区赤羽南1-7-2 電話 (03)902-4111(代)
戸田工場 〒335 埼玉県戸田市新曽南1-11-5 電話 (0484)42-5059・5060

東京フレキ

®

コンクリート バイブレーター カッター

世界に伸びる東京フレキの技術と実績!!

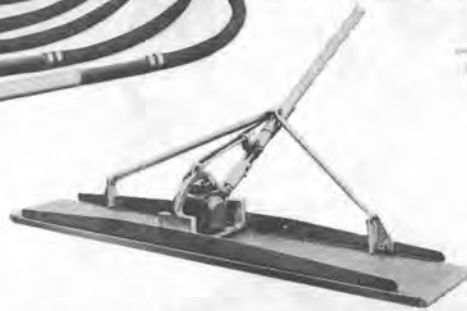


高周波バイブレーター
(エンジンゼネレーター式)

コンクリートタンパー
(土間仕上機)
CT-25M
(モーター式又はエンジン式)



コアボーリングマシン
BM-F型
(水平孔、垂直孔兼用機)



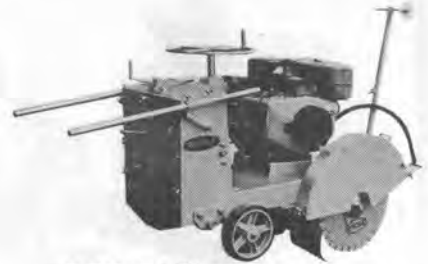
東京フレキのカッターは、新製品シリーズを加えて13機種となりました。業界随一の豊富な機種より御希望によりお選び下さい。



DCC-4RN型
回転ハンドル駆動式
切断深 15cm
重量 115kg



DCC-OR型
転量型4PS
切断深10cm
重量38kg



DCC-8A型
全自走式無段変速
(半自走式切替自在)
19PS
切断深30cm
重量360kg

株式会社 東京フレキシブルシャフト製作所

〒144 本社及第1工場 東京都大田区羽田旭町15番地
電話 03(744) 8711(代表)
〒144 第2工場 東京都大田区羽田5丁目6番6号
電話 03(744) 3111(代表)
〒816 福岡営業所 福岡市博多区東那珂1丁目18番28号
電話 092(471) 7051(代表)

〒980 仙台営業所 仙台市柏木1丁目1-11
電話0222(75) 1261(代表)
〒300 水戸出張所 茨城県土浦市中村町2区23番
電話0298(42) 2217番
〒634 大阪出張所 奈良県橿原市西町784-8
電話07442(7) 8246(代表)

Dart

人気の秘訣は……●特許のバランス・ブーム
使用により掘進、リフト時に120馬力がフル活
動。●側面に張り出した視界の広い運転席
で運転も安心。●低油圧機構の採用で油圧
器機がタフで長持ち。●車体屈折機構により
稼働率が大幅にアップ。●200t級トラックに
も使用可能な万能ブーム。

日本総代理店
(株)アンドリュウス商会
開発機械課

〒105 東京都港区芝大門1-1-26 ニチアスビル ☎03-432-7855

世界の現場で実証された 腕自慢、**Dart 12M³ Loader**



200台以上の12M³ (容量20,000
kg)級大型ローダが、既に200
万時間以上稼働しております。

Dart社製造機種●機械式ローダ…D600●電動ローダ…DE620●100tエンドダンプトラック…3100●150tトレーラーボトムダンプ…4150

K&S サンドポンプ・ドレッツジャー



“ポータブルしゅんせつ船” 〈無公害機器〉

使用箇所紹介

- 河川での砂採取及びしゅんせつ工事
- 民有地での砂採取
- ダム内での砂採取、深掘型16~20m掘削船も製作可
- 湾内での砂採取、耐波浪船設計可

特徴

- 操作はワンマンコントロールで、しかも騒音が少なく静かである。
- ポータブルタイプですから場所の移動が容易である。
- 耐摩耗性に優れた材質のポンプ、及びカッターである。
- ボディーは小型でも安定性は高く性能は抜群である。
- 掘削深度は8~12m、深掘船では16~20mと掘削可能である。

性能・仕様

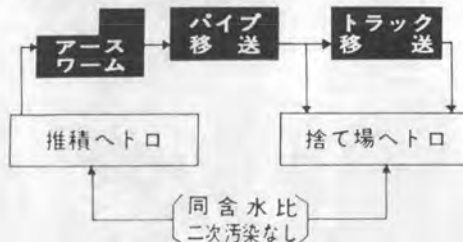
	200P	250P
口 径	200φm(8インチ)	250φm(10インチ)
揚 砂 量	120~60m ³ /h	160~80m ³ /h
配送距離	300~600m	400~800m
線間出力	210PS	400PS
全体寸法	長 幅 高 18m×5m×7m	長 幅 高 20m×6m×8m
総重量	38t	45t
喫 水	0.9m	0.9m

	300P	350P
口 径	300φm(12インチ)	350φm(14インチ)
揚 砂 量	220~100m ³ /h	260~120m ³ /h
配送距離	600~1000m	800~1500m
線間出力	680PS	1230PS
全体寸法	長 幅 高 23m×7m×9m	長 幅 高 26m×7m×10m
総重量	55t	65t
喫 水	1.0m	1.0m

可搬式ヘドロ浚渫船



アースワーム



詳しいお問合せ・カタログ請求は下記へ

株式会社川浪製作所

東京支店 東京都千代田区神田平河町1番地第3東ビル1010号
 ☎03-864-1336
 本 社 佐賀県神埼町大字鶴2036の1
 ☎09525-2-4295(代)

千葉工業の 解体機とバケット

業界注目



挟む
砕く
切断

ONクランブラー
(小野村式)

- 175tの能力
- 鉄筋カッタ装備
- 刃先も回転

新製品

コンクリート建物破碎機

ONクランブラー (小野村式)

(特許出願中・意匠登録済)

フォークグラブ

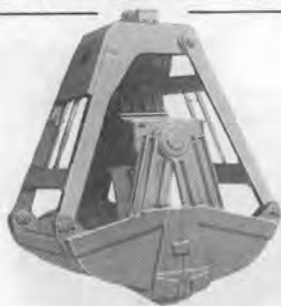


木造家屋解体と
スクラップ掴み
専用機

(実用新案出願中)

フォークグラブ

(各解体機は油圧ショベルメーカーの機種に合わせて設計・製作致します。)



掘削・浚渫用

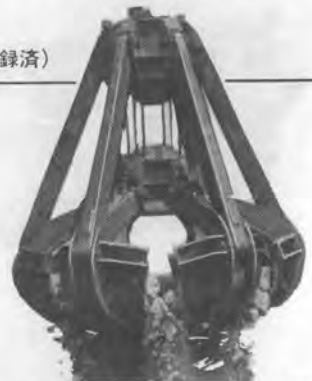
クラムシェルバケット

(ドレッジャー)

バケット・クレーン・各種アタッチメントの専門メーカー

—営業品目—

- クラムシェル バケット
- ドラグライン バケット
- ドレッジャー バケット
- グ ラ ブ バケット
- フ ォ ーク バケット
- ポ リ ッ プ バケット
- シ ン グ ル バケット



石掴み・スクラップ用

ポリップバケット

(オレンジピール)

Chiba

千葉工業株式会社

〒270

千葉県松戸市

串崎新田189

☎ 松戸0473(86)3121(代)

☎ 松戸0473(87)4082(代)

52年7月1日をもってかねてより業務提携をしておりました株式会社亦木荷役機械工務所のバケット関係の営業権を引継ぎました。

世界に羽ばたくダイハツのローラ群

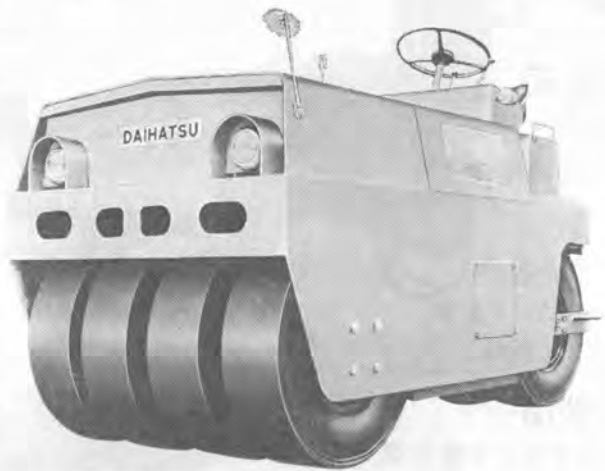
DAIHATSU

パイプレーションローラ タイヤローラ

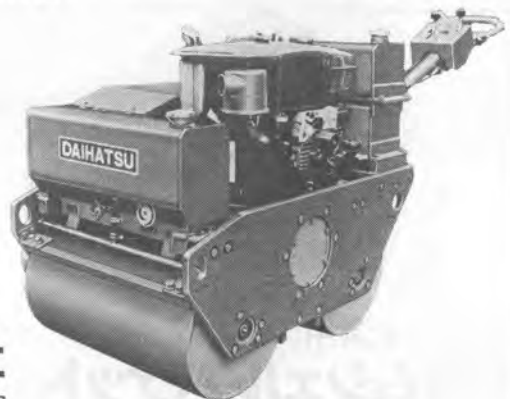
- 低騒音・油圧駆動のタイヤローラ TR33型
- センターピン・両輪駆動・パワーステアリングの採用 VR30A型
- 小形油圧両輪駆動のハンドタイプローラ VRDH型



VR30A型
2800kg



TR33型
3300kg



VRDH型
850kg

ダイハツディーゼル株式会社

本社 大阪市大淀区大淀中1丁目1番87号
電話(大代表)大阪(06)451-2551 〒531

本社・大阪工場 電話(大代)06(451)2551
守山工場 電話(代)07758(3)2551
東京営業所 電話(大代)03(279)0811
札幌営業所 電話(代)011(231)7246
函館営業所 電話(代)0138(26)8673
八戸営業所 電話(代)0178(33)9291
仙台営業所 電話(代)0222(27)1674

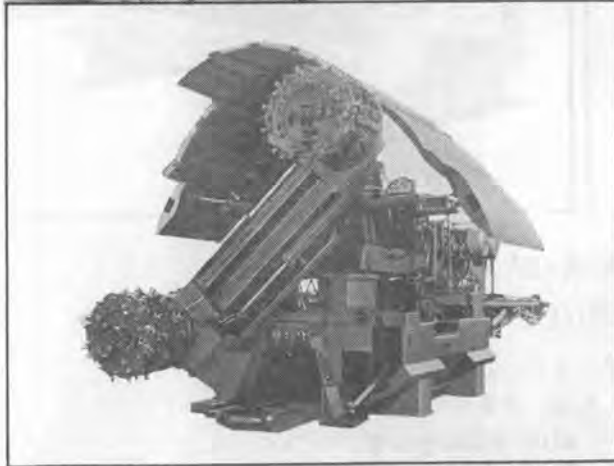
名古屋営業所 電話(代)052(321)6431
清水営業所 電話(代)0543(53)1171
高松営業所 電話(代)0878(81)4121
福岡営業所 電話(代)092(411)8431
下関営業所 電話(代)0832(32)7511
海外営業所 ロンドン、シドニー、
ジャカルタ、シンガポール

無公害建設機械とソフトウェア

SANWA KIZAI



アースオーガー



ロックトナー

無騒音・無振動・高能率

基礎ぐい施工機

① アースオーガー

どのような地層でも高能率に穿孔でき、PCぐい建込みのためのプレボーリング、中空PCぐいや鋼管ぐいの中掘り建込み、モルタル注入による地中壁造成など多種の工法に活躍しています。

シートパイル建込み機

② シートパイラー

オーガーで穿孔しながらケーシングに沿わせてシートパイルを建込むため、硬質地盤でも高能率かつ確実に建込むことができ、斜入や曲損がありません。また小型で操作性にすぐれているため、狭い現場の工事も容易です。

管埋設装置

③ ホリゾンガー

オーガーで掘削しながら下水道管等を圧入するので、地表を開削する必要がなく、地上構造物や路面交通の制約を受けずに、しかも確実な方向調整で高精度の施工ができます。

コンクリート破壊機

④ コンデストラー

ビルの側壁、路盤、地中壁等コンクリート質の被破砕体を、チゼル刃による挟圧作用と折曲げ作用により、騒音や粉塵を生ずることなく容易に破砕します。

●その他の建設機械

二重スクリュウ式ドーナツオーガー／水平穿孔式管埋設機ホリゾンガー／全断面トンネル掘削機ロックトナー／ぐい頭処理機パイルコンテストラー／モルタル混練・圧送モルタルパッチャプラント



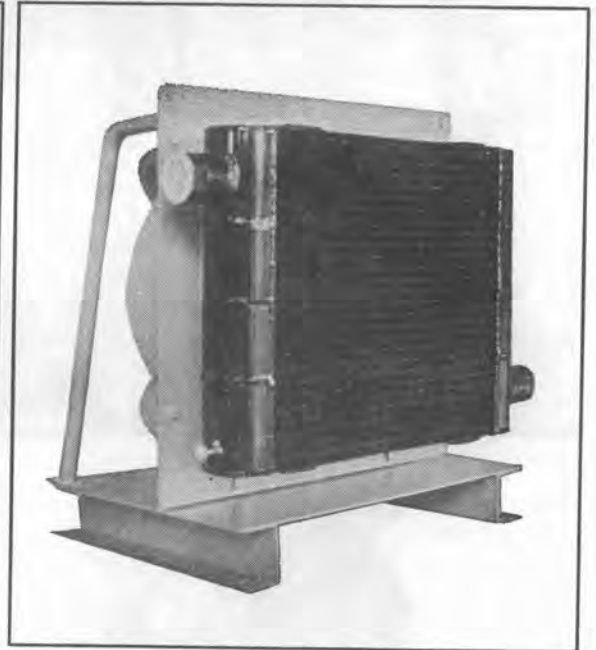
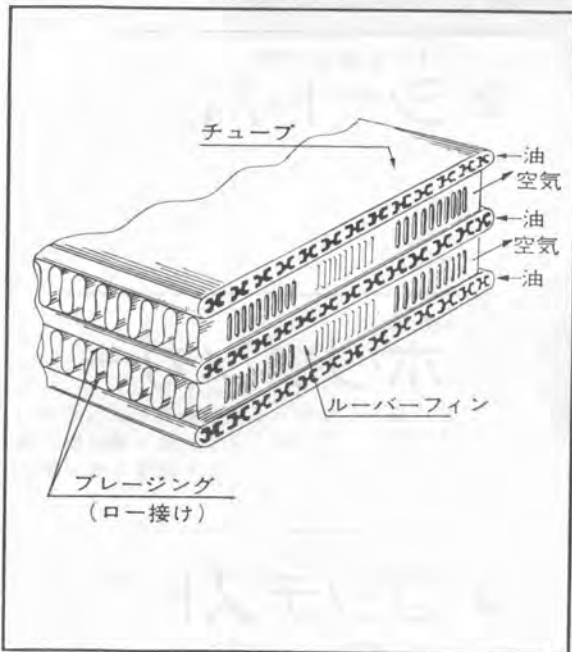
三和機材株式会社

本社 東京都中央区日本橋茅場町2-10(蛇の目茅場町ビル) ☎03-667-8961
 営業所 大阪☎06-261-3771 福岡☎092-451-8015 札幌☎011-231-6875

TAISEI

大手建設機械メーカーへ 多くの実績を持つ 空冷オイルクーラーシリーズ

— 低価格・高性能・軽量 —



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

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



大生工業株式会社

本社工場 東京都板橋区若木2-32-2 ㊞174

☎東京(03)(934)3281(代) テレックス272-2880

宇都宮工場 栃木県那須郡南那須町大字南大和久字早坂984-21 ㊞321 05

☎南那須(028788)7211 テレックス3546 795

FH30A パワーショベル

全油圧式万能掘削機

仕様

バケット容量	0.18~0.30m ³
最大掘削深さ	3,750mm
定格出力	47ps
機械重量	6,300kg



強力な掘削力

建設機械専用のねばり強く疲れを知らない強力エンジンを搭載していますから、どんな苛酷な作業現場でも十分に威力を発揮します。特に掘削力は、エンジンのパワーアップとともに作動油回路の最高圧力を増大していますから、頗る強く、しかも弊社の特許である油圧回路の自動増量・増圧機構により、硬さには力強く、軟さにはすばやく作動し、作業のサイクルタイムを短縮できるなど、他の機種には見られない優れた特長を有しています。



古河鋳業
FURUKAWA CO.,LTD.

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

建機・販売サービスセンター 田無(0424)73-2641-6

コンクリート二次製品 切断専用カッター

●乾式ダイヤモンドブレード使用!
防振ハンドル付!

●従来の常識を

●切れ味抜群!
破った二次製品切断

●小型、軽量、
カッター!



STIHL TS200

ヒューム管やU字溝の手軽な切断機はないか?という声を作業現場でしばしば聞きました。二次製品の切断は色々工夫されてきましたが、重すぎて疲れる、切断に時間がかかりすぎる、装備が大変だ等問題点がありました。これを一挙に解決したのがスチールTS200であります。

- 特長
 - 軽量かつ防振ハンドル付の為作業者が疲れない。
 - 乾式ダイヤモンドブレードの使用により水を必要としない。
 - 切断時間が大幅に短縮された。
(例) 磁石使用のエンジンカッターと比較すると約3)
- 仕様
 - エンジン様式……2サイクルガソリンエンジン
 - 排気量……32cc
 - 点火部……トランジスターイグニッションシステム(ノーポイント)
 - 混合比……20:1(スチール専用オイルの場合25:1)
 - 総重量……7.5kg(9インチブレード付)



STIHL[®]

●輸入元

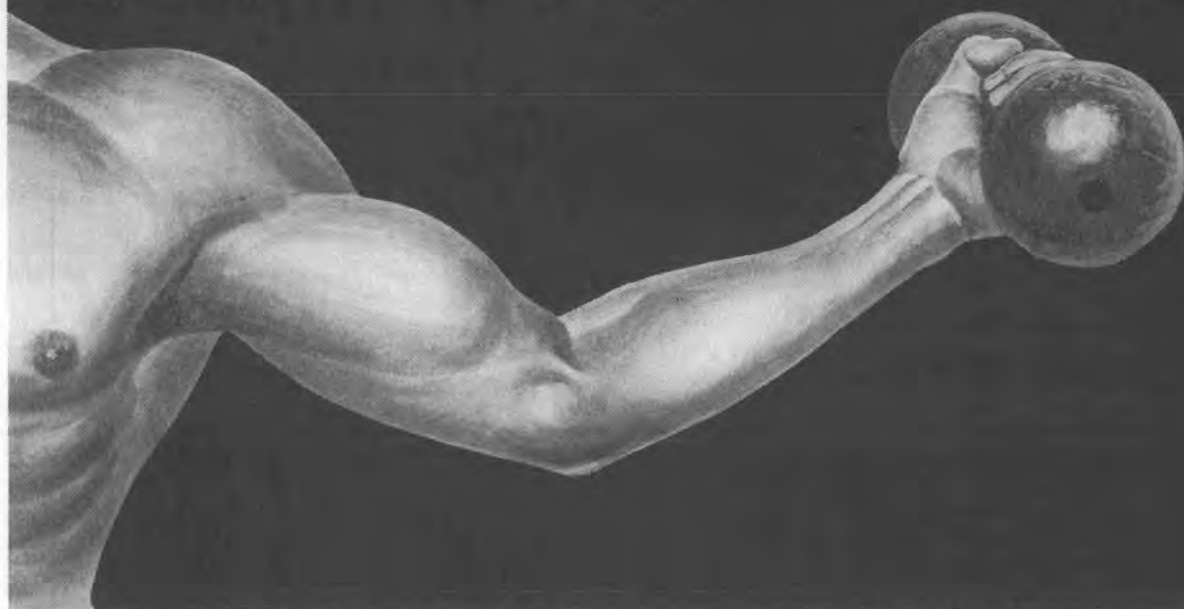
スチールジャパン株式会社

〒181 東京都三鷹市中原1丁目8番14号 ☎(307)6161
〒001 札幌市北区北六条西6丁目2番地(第一山崎ビル) ☎(741)0511
〒980 仙台市木町通2丁目3番16号 ☎(72)3521

〒531 大阪市淀川区本庄西2丁目12番23号(新三陽ビル) ☎(371)4363
〒816 福岡市博多区大字上月隈6-4-4番地 ☎(571)1610
〒862 熊本市田迎町杉橋1-1-2番地(高本ビル) ☎(78)7007

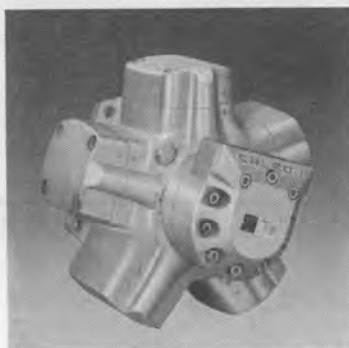
仕事をするのは 機械か人間か。

MRモータをご検討ください。
作業員に愛される建設機械づくりのために。



強力なパワーを生み出す連続使用圧力210kgf/cm²。滑らかな作動、低速回転1rpm。

低速高トルク油圧モータMRシリーズは、210kgf/cm²の高圧で連続使用に耐えしかも容積効率が95%以上(例：圧力210kgf/cm²、回転数100rpm)の強力なモータです。パワー不足による作業員のイライラを解消し、力強い手応えが作業効率を高めます。そして1rpmの滑らかな低速性の良さが操作レバーからしっかりと伝わってきます。低速時のガタガタは昔の話です。余裕のある性能が作業員の疲労度を大きく軽減するはず。東京計器は、機械



そのものの性能向上はもちろん、人間のための機械であることを忘れていません。

**低速高トルク油圧モータ
MRシリーズ**

東京計器

〒141 東京都品川区西五反田1-31-1
日本生命五反田ビル ☎(03)490-1921
●資料請求は「請求券をハガキに貼って、ご住所、会社名、所属部署名、ご氏名を明記のうえご請求ください。」

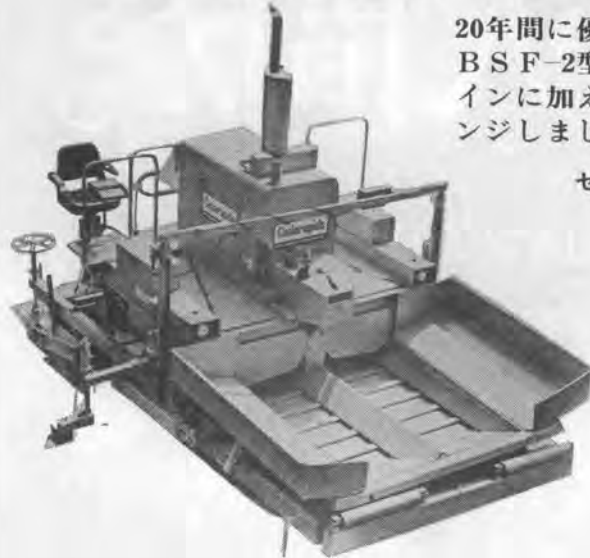
資料請求

MR

Cedarapids

ニューモデル BSF-400

標準型 アスファルトペーパー



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

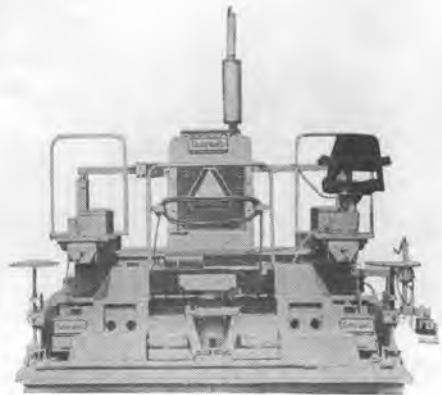
セダラピッド型式BSF-400一般仕様書

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

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

型式BSF-400の主な機能と特色

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



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

動力伝導系統

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

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

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

日本総代理店

ゼネラルロードイクイPMENTセールス株式会社

東京都千代田区内神田2丁目13番地中村ビル ☎03-256-7737~8

TCMはワイドバリエーション

トラクタショベル175B ロガーアタッチメント付

港湾荷役



除雪

ロータリ除雪車 R400



砕石 トラクタショベル275B



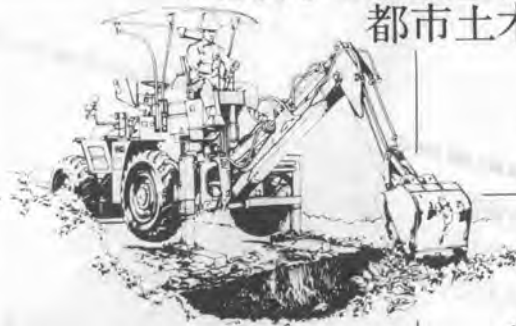
フォレストローダ WTD15

林業



トラクタショベル STD15 バックホー付

都市土木



ローディングトラクタ NLD30

農業



除雪、農業、林業、都市土木、砕石、港湾荷役など、広範囲な分野と作業にTCMは活躍しています。用途に応じた豊富な機種とアタッチメントでもTCMは充実しているのです。汎用機として優れた効率を発揮する機種…専用機として

抜群の機動性を発揮する機種…どちらもTCMならではのバラエティに富んだラインアップです。どれも作業の合理化を高い経済効率で実現する強力なパートナーです。

省力化のシンボル

TCM

東洋運搬機

本社/販売事業本部
〒550 大阪市西区京町堀1-15-10

☎06(44)391510

関東販売本部

〒105 東京都港区西新橋1-15-5

☎03(59)381710

TCM トラクタショベル

KOBE 油圧ショベルRシリーズ

あの現場、この現場で...

一目おかれる 野郎たち!

チツチャク回って デツカク働く行動派 R903

- 標準バケット容量=0.3m³
- エンジン出力=57PS/2,200rpm
- 騒音レベル=68dB (A)
- 最小回転半径=2.79m
- 全重量=6.4ton
(0.3m³ホウバケット、400mmシュー付)

湿地を制する クラスきっての健脚派 R904BL

- 標準バケット容量=0.45m³
- エンジン出力=90PS/1,900rpm
- 騒音レベル=68dB (A)
- 接地圧=0.28kg/cm²
- 全重量=12.0ton
(0.45m³ホウバケット、700mmシュー付)

バランスのとれた 総合性能を誇る実力派 R904B

- 標準バケット容量=0.45m³
- エンジン出力=90PS/1,900rpm
- 騒音レベル=68dB (A)
- 最小回転半径=2.9m
- 全重量=10.6ton
(0.45m³ホウバケット、500mmシュー付)

工期短縮を果たす ビッグパワーの高能率派 R909

- 標準バケット容量=0.9m³
- エンジン出力=155PS/1,800rpm
- 最大掘削半径=10.22m
- 最大掘削深さ=6.57m
- 全重量=23.5ton
(0.9m³ホウバケット、600mmシュー付)

現場にゆとりをつくる クラス1番の豪快派 R907B

- 標準バケット容量=0.7m³
- エンジン出力=104PS/1,900rpm
- 騒音レベル=68dB (A)
- 最大掘削深さ=6.45m
- 全重量=18.8ton
(0.7m³ホウバケット、600mmシュー付)

静かさ1番!

55デシベル(A)の超低騒音派 R904B-ss

- 標準バケット容量=0.45m³
- エンジン出力=90PS/1,900rpm
- 騒音レベル=55dB (A)
(エンジン無負荷1,500rpm時)
- 最小回転半径=2.9m
- 全重量=10.8ton
(0.45m³ホウバケット、500mmシュー付)

粒選りの6精鋭/
作業内容に最適のショベルをお選びになり、
戦力アップをおはかりください。

●お問合せ、資料のご請求は下記へどうぞ

神戸製鋼
建設機械事業部

東 京○東京都千代田区丸の内1-8-2 ☎100 ☎03(218)7741
大 阪○大阪市東区備後町5丁目1 ☎541 ☎06(206)6611
その他○札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡

神鋼商事
建設機械本部

東 京○東京都中央区八重洲4-3 ☎104 ☎03(272)6451
大 阪○大阪市東区北浜3丁目5 ☎541 ☎06(202)2231
その他○札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・広島・福岡

振動ローラー

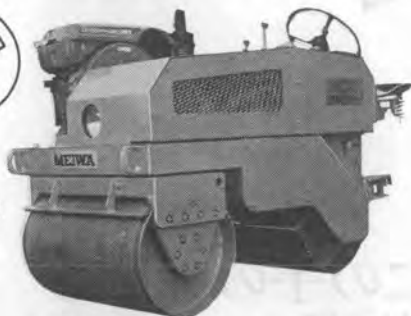
両輪駆動

ステアリング軽快・サイド転圧可能

明和

新製品

MUS-12
自重1.2t



MV-30
自重3.0t

MV-26
自重2.6t



ハンドローラー

上下回転式ハンドル 全油圧(特許出願中)



MRA-65



MRA-75



MRA-85

タンパランマー

RT-75kg

- ベルト掛廃止
- グリスさし廃止
- 自動給油
- 衝撃感減少
- 軽重・転圧強
- 全密閉型

(特許出願中)

新製品



バイプロプレート

アスファルト舗装・
表面整形

- P-120kg
- P-90kg
- P-85kg
- VP-80kg
- VP-70kg
- KP-60kg



タイヤローラー

MT-30 (小型)
自重3.0t



株式会社

(カタログ送呈)

明和製作所

川口市青木1丁目18-2千332

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



この子の睡眠も
仕事のペースも
みだしません。

エンジン発電機は、酷使に耐える強力なパワーが必要ですが、いまや、“音の静かなこと”も欠くことのできない大きな条件です。

〈デンヨー〉は、騒音追放にいち早く対処し、市場の声をもとに防音型をつくって20年余になります。以来、デンヨー独自の技術をフルに活用して、使いやすさ、高性能化、そして、防音型時代といわれる現在においても特筆される“防音型”の製品を数多く作り市場におくっています。

デンヨー防音型エンジン発電機は、耳ざわりな不快音がありませんので作業される方にとって快適です。しかも、作業現場の周辺に迷惑をかけるようなことはありません。また、静かなことは、作業能率や安全性を高めます。もちろん、コンパクト設計ですので機動性は抜群。いつ、どこでも仕事が進められ“防音型のよさ”を十分に発揮します。

コンベア、水中ポンプ、照明、その他電動機械の電源に…



新製品
DCA-15SS
(15kVA)

●新製品DCA-15SSは、発電機とエンジンの直結型。出力に比べて小型・軽量化し、簡単にトレーラー（別売）が取付けられます。静かなことはもちろん、耐久性、安定した性能、操作の簡便さにおいても抜群の新製品です。

●大きさ(L)1700×(W)910×(H)1045mm ●重量680kg

※デンヨーエンジン発電機は、1kW～450kVAと機種が豊富です。お仕事に合わせてお選びください。詳しくはお近くのデンヨーへ。

デンヨー防音型エンジン発電機



本社 / 〒164 東京都中野区上高田4-2-2 TEL (03)389-3111(代表)
支店営業所 / 札幌・奥羽・仙台・新潟・東京・北関東・横浜・静岡・名古屋・金沢・京都・大阪・広島・高松・福岡・南九州 出張所 / 全国40都市

しなやかさは技術です

軽量柔軟さと耐久性は相反するもの、〈OMBシリーズ〉の耐久力としなやかさは横浜エイロクイップの技術そのものです。



配管設計を30%コンパクトにしました。

油温連続120℃で

100万回の耐衝撃試験にみごと合格

〈オムニバーサル〉シリーズは、より強くよりしなやかになり、技術のすべてを結集して開発された油圧機器用高圧ホースです。

油温連続120℃、曲げ半径極小でのインパルステスト100万回にも軽く合格、いままでの製品に比べ2.5倍もタフになりました。

これはホースの補強層に特殊構造の高抗張力ワイヤーを、また内面チューブには新開発の耐熱性ゴムを採用したからです。

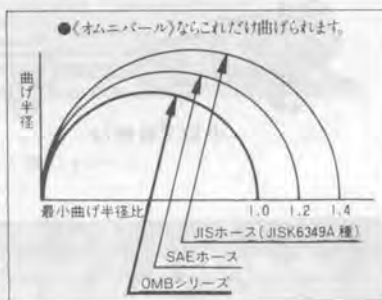
この高度なノウハウが、いま、見事に結実。各種産業分野で幅広く活躍しています。

そのしなやかさは

コンパクトな配管設計を可能にしました

〈オムニバーサル〉シリーズは、いままでのJIS、SAEホースに比べ、30%も小さな曲げ半径になりました。

このしなやかさは、油圧機器の性能を高め、よりコンパクトな配管を可能としました。



OMB10

サイズ	実内径 mm	常用圧力 kgf/cm ²	最小曲げ半径 mm
-8	12.7	175	100
-10	15.9	175	130
-12	19.0	175	150
-16	25.4	175	200
-20	31.8	175	250
-24	38.1	175	300

OMB20

-8	12.7	250	130
-10	15.9	250	160
-12	19.0	250	200
-16	25.4	250	250
-20	31.8	250	330
-24	38.1	250	400

●使用温度範囲 -40℃～+120℃(連続)

オムニバーサル

シリーズ

高圧ホース

●横浜エイロクイップは確かな技術でニーズにこたえます。

YAH 横浜エイロクイップ株式会社

本社 千105 東京都港区新橋5-10-5(南和ビル) TEL. 03 (437)3511
 東京支店 千105 東京都港区新橋5-10-5(南和ビル) TEL. 03 (437)3511
 大阪支店 千530 大阪府北区堂島2-2-26(第二和ビル) TEL. 06 (344)8531
 名古屋支店 千460 名古屋市中区錦1-17-13(名和ビル) TEL. 052(22)17641
 広島支店 千730 広島市東区野町5-16(広島サンクイビル) TEL. 0822(27)7521



《用途》

セメントミルク、エアモルタル
砂入りモルタル、樹脂モルタル
水ガラス、珪酸ソーダ
アスファルト乳剤

泥土、脱水ケーキ

薬液、硫酸バンド
高分子凝集剤、PAC

塗料、吹付材、防錆材

《用途》

コーキング材圧入
シールド裏込用
薬液注入用

排土
骨材洗滌排土
生コン残渣

フィルタープレス
打込用
脱水ケーキ圧送用

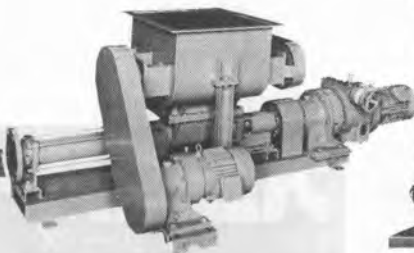


建設工事用 **ヘイシン** モーノポンプ。

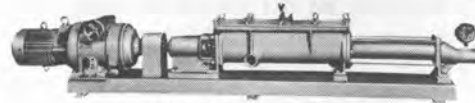


泥土のずり出し用
NES型

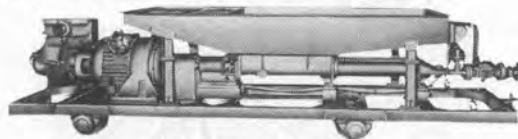
運搬の便利な…
樹脂モルタル注入用
NVL型



含水率60%でも送れる…
脱水ケーキ圧送装置
NES型



洗滌しやすい…モルタル用
NM型



小型で軽便な…
シールド工事モルタル裏込用
ナベトロ式NM型

ヘイシン

兵神装備株式会社

本社 神戸市兵庫区御崎本町1-1-54 ☎078-652-1111(代)
営業所 東京03-562-3995 大阪06-251-4066 福岡092-512-6502



軟弱地盤から硬質地盤まで
掘削条件に合った機種が選べます。

**トンネル工事の
安全施工、省力化、工期短縮に**

地下鉄工事、上下水道工事、洞道工事など、現代はますます地下との結びつきが深まっています。日立では、複雑多岐にわたる日本の地質を安全に効率よく掘りぬくため、地質条件、現場条件に合わせた数多くのシールド掘進機を製作。すでに各地の現場で優れた実績を残し、好評を得ております。

**今、地下鉄8号線工事で
効率よく大口径掘削**

帝都高速度交通営団の8号線建設工事では、現在、平和台二工区土木工事(仮称 平和台駅～仮称 永川台駅)がすすめられ、延長1,020mを複線断面シールド工法で施工中。ここに、外径φ9,922mmの日立RE30掘削機付シールド掘進機が稼働中です。パワフルな掘削力と、スムーズなセグメント組立てで快調に延長工事をすすめています。

現場条件に合わせてお選びください。

手掘式シールド	開放型・セミブラインド型 ブラインド型
回転カッター式 シールド	開放型・半開放型 閉塞型(密閉加圧・泥水加圧)
掘削機付シールド	ロータリエキスカベータRE10、 RE30・スウィングローダSL05

※各タイプとも、大口径から小口径までご注文に応じて製作いたします。

日立シールド掘進機

日立建機

日立建機株式会社 本社：東京都千代田区内神田1-2-10
千101 TEL (03)293-3611代

イギリス、ソールズベリにあるストーンヘンジは
 重いものは50トンもある石柱を
 円形にならべて立てた巨石建造物である。
 つくられたのは紀元前1800～1400年。
 古代人たちはいったいどんな目的で
 このいくつもの石の柱を立てたのだろうか。
 伝説にあるように巨人たちの積み石遊びなのか。
 いちばん有力な説は、太陽崇拜の祭壇というものである。
 それはストーンヘンジが、夏至の日の出の方向に
 むいてつくられていることによる。

夏至の太陽は、中央の祭壇石と天文石(ヒールストーン)を
 結んだ線上に昇るのである。
 彼らは夏至をどう知り、はたまたどんな道具を使って
 巨石を運び、立てたのだろうか。
 ある学者は149万7680人の労働力が必要だと試算している。
 もし現代、ストーンヘンジをつくるならば
 人数は30人足らず、日数は10日で十分に違いない。
 ブルドーザ、クレーンなどの建設機械を使ってである。
 もちろん、これらの文明の利器は
 三菱産業用エンジンがその原動力である。

ストーンヘンジは祭壇!?



秘められたパワー ナノのパワーシリーズ

高出力・低燃費・低騒音 3拍子そろった、三菱産業用エンジン。



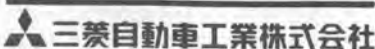
4D30

- 大型から小型まで豊富。あらゆる用途にご利用いただけます。
- 抜群の信頼性、耐久性、経済性は、その多年の実績に裏づけられています。
- アフターサービスも完璧。全国各地に豊かに広がるサービス網。

機種	容積	総排気量(l)	重量(kg)	出力(ps)	回転数(rpm)
3DR50	2.659	255	80	3000	
4D30	3.298	360	78	3000	
5DR50	3.988	370	96	3000	
5DS70	5.430	425	105	2500	
6D10	5.974	490	110	2500	
6D11	6.754	525	115	2200	
6D14 (直噴)	6.557	480	117	2500	
6D610	8.353	750	130	2000	
6D6107	8.553	790	170	2000	
6D20 (直噴)	10.308	950	165	2200	
8DC20	13.273	950	210	2200	
8DC40 (直噴)	13.273	950	207	2200	
8DC60	14.886	970	240	2200	
8DC90 (直噴)	14.886	970	240	2200	
8DC20T	13.273	1100	260	2200	
10DC60	18.608	1250	310	2200	
10DC80 (直噴)	18.608	1250	310	2200	
4G41	1.378	128	39	3600	

*4G41はガソリンエンジン。他はディーゼルエンジンです。

三菱産業用エンジン



三菱自動車工業株式会社

(産業エンジン部)

東京都港区芝5-33-8 〒108 ☎東京03(455)1011

工場:東京・京都・水島

力と力。がっぷり四つ その④

「ひと突き半」

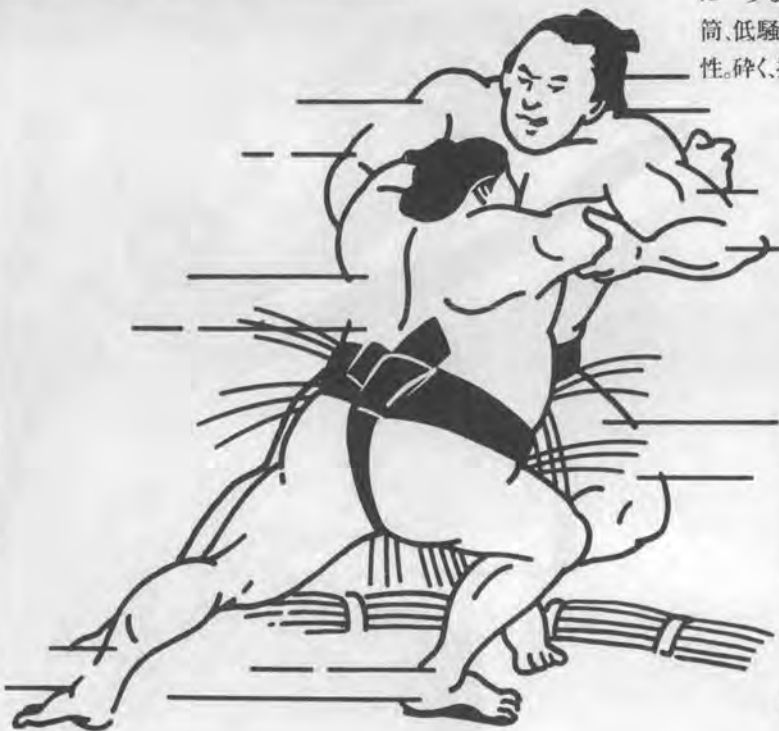
太刀山と、

「太刀山は45日で今日も勝ち」と川柳でうたわれたほど、強烈な突っぱりで、相手力士はふた突きもたなかつたといわれる「ひと突き半の男」太刀山。体重103kgの小兵ながら、名人芸の押しと並はずれた闘志で大正を制した「小さな

巨人」栃木山。太刀山時代から栃木山時代へ移りかわる歴史に残る一戦は、まさに手に汗を握る熱戦でした。

ところで、三菱ディーゼルエンジンも小形ながら、粘り強さ、しぶとさでは他に一歩もヒケをとらない実力の持ち主。多気筒、低騒音、小形でありながら抜群の耐久性。砕く、掘削する、持ち上げる、均すなどの

建設機械とガッツリ四つに組む強者揃いです。



「小さな巨人」 栃木山。

太刀山峰右衛門(友綱部屋)

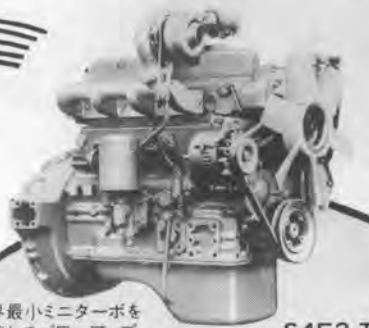
幕内通算成績 195勝27敗10分5預58休 優勝回数 11回

栃木山守也(出羽海部屋)

幕内通算成績 166勝23敗7分13休 優勝回数 9回

両者の対戦成績、太刀山の2勝1敗

思い出の熱戦：大正5年夏場所8日目。小結栃木山は横綱太刀山に2度目の挑戦で、みごと寄り切り、国技館を大いにわかせた。



世界最小ミニターボを装着してパワーアップ

S4E2-T

強い建設機械には、強いエンジン。

三菱ディーゼルエンジン

SEシリーズ

S2E S2E2 S3E S3E2 S4E S4E2 S4E2-T S6E S6E2

- S2E2、S3E2、S4E2-T、S6E、S6E2が新登場して、1,300～4,400cc.(2・3・4・6気筒)のシリーズ化完成。
- ディーゼルエンジンだから低燃費。
- スターターの容量を大きくして、抜群の始動性。
- 常用3600rpmまで使用可能な回転範囲。
- 強制潤滑方式により保守整備が容易。
- 低振動・低騒音の多気筒化。

三菱重工業株式会社

本社発動機事業部

東京都千代田区丸の内2-5-1

〒100 ☎(03)212-3111

大阪営業所 ☎(06)373-3221

名古屋営業所 ☎(052)562-2137

九州営業所 ☎(092)441-3745

仙台営業所 ☎(0222)64-1811

中国営業所 ☎(0822)48-5111

資料請求券
建設の機械化
3

品質を上げると、コストが下がる。



建設機械用ツール

品質の高いコマツの鋳造品なら、トータル・コストが下がります。

寸法精度が高く、内部欠陥が極めて少ない。そのため加工時間を短縮し、トータル・コストが下がる。それがコマツ鋳造品の最も大きな特徴です。大正8年創業以来、コマツは常に高品質の鋳造品をつくり続けてきました。今日、コマツが世界に誇る数多く



鋳鋼バルブ



鋳鉄製油圧バルブ



鋳鋼製ポンプ部品

の建設機械も、この60年間に磨きぬかれた高度な鋳造技術に支えられているのです。しかも品質管理の権威デミング賞を受賞。その品質の高さは、広く海外でも認められています。一品物から量産物まで、鋳物のことなら、経験豊かなコマツにご相談下さい。

鋳物を造って60年、量産品から原子力製品まで

コマツの鋳造品

小松製作所

東京支社：港区赤坂2-3-6 小松ビル
〒107 ☎03(584)7111

大阪支社：豊中市服部寿町5-166 〒561
☎06(864)2121

お問い合わせは各支社鋳鋼課へどうぞ。

資料請求券
送・換



世界の現場が すぐれた技術を知っている。

大型プロジェクトが求めるコマツ建設機械・ビッグ3

いま、世界の現場が求めるもの

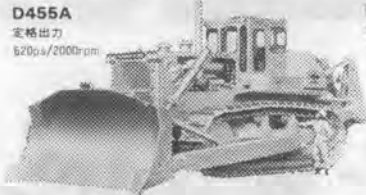
コマツの大形建設機械は、アメリカをはじめ、東南アジア、中近東、さらには共産圏へと、世界100余か国に輸出されています。大地に立ち向かう人間の大きな力として、いま世界中の現場が求めているもの。それは、信頼性に裏打ちされた、完成度の高い建設機械です。

コマツのビッグパワー

大型プロジェクトの担い手として、コマツがおくる3つのビッグパワー。超大形ブルドーザーD455A、国産最大のダンプトラックHD1200、バケット容量8.4m³の大形ペイローダH400C。これらの大形建設機械を通じて、明日の豊かな環境づくりのために、今日もコマツは努力をつづけます。

D455A

定格出力
5200s/2000rpm



HD1200

最大積載量
120000kg



H400C

バケット容量
8.4m³



●ブルドーザー D455A/D355A/D155A/D150A ●ダンプトラック HD1200/HD680/HD460/HD320 ●ペイローダ H400C/560

日本のコマツ・世界のコマツ
KOMATSU

■本社 〒107 東京都港区赤坂2-3-6小松ビル ☎03(584)7111 ●北海道支社 ☎札幌011(661)8111 ●東北支社 ☎仙台0222(56)7111 ●北陸支社 ☎小杉07665(5)2251 ●関東支社 ☎浦巣0485(91)3111 ●東京支社 ☎東京03(584)7111 ●中部支社 ☎一宮0586(77)1131 ●大阪支社 ☎大阪06(864)2121 ●四国支社 ☎高松0878(41)1181 ●中国支社 ☎五日市0829(22)3111 ●九州支社 ☎福岡092(641)3111

冴える鉄腕!! 強い味方です。

油圧ショベルを手がけて以来、つねに時代の要求を的確にとらえ、長年にわたる豊富な経験と実績をもとに最新の技術を結集し、より汎用性に優れたハイパワーショベルHD-550GSを開発しました。

さらにねばり強く、低騒音化され、スピーディな働きぶりは、みなさまのご期待にそえる新鋭機と確信しております。

HD-550GS

《全油圧式》ショベル

- エンジン出力……90ps
- 全装備重量……12.5t
- ★カトウのショベルシリーズには0.18m³~1.8m³まで多彩な機種をとりそろえております。



今日の対話を明日の技術へ

KATO

株式会社 加藤製作所

本社 / 東京都品川区東大井1-9-37
(電140) ☎(47)8111(大代表)
営業本部 / 東京都港区虎ノ門1-26-5
(電105) (第17森ビル) ☎(59)5111(大代表)

最大掘削深さ

5.26m

バケット容量

0.55m³

昭和55年3月号PR目次

— A —

(株) アンドリュウス商会	後付	23
朝日電機(株)	"	9

— B —

ブリヂストン インベリアル(株)	後付	8
------------------	----	---

— C —

千葉工業(株)	後付	25
---------	----	----

— D —

ダイハツディーゼル(株)	後付	26
デンヨー(株)	"	36

— F —

二見産業(株)	後付	12
古河鋳業(株)	"	29

— G —

ゼネラル ロード イクイブメント セールス(株)	後付	32
--------------------------	----	----

— H —

範多機械(株)	後付	12
日立建機(株)	"	39
兵神装備(株)	"	38

— K —

(株) 加藤製作所	後付	44
川崎重工業(株)	表紙	4
(株) 川浪製作所	後付	24
極東貿易(株)	"	16,17
久留米建設機械専門学校	"	1
(株) 小松製作所	"	42,43

— M —

(株) 前川工業所	後付	10
眞砂工業(株)	"	15
マルマ重車輛(株)	"	4
丸善工業(株)	表紙	2
丸友機械(株)	後付	1
三笠産業(株)	"	11
三菱自動車工業(株)	"	40
三菱重工業(株)	"	41
(株) 明和製作所	"	35

— N —

内外機器 (株).....	後付	5
長岡技研 (株).....	"	20
(株) 南星.....	"	13
日産機材 (株).....	"	7
日鉄鋁業 (株).....	"	6
日本ワッカー (株).....	"	14
日本航空電子工業 (株).....	表紙	3

— O —

オカダ鑿岩機 (株).....	後付	3
-----------------	----	---

— S —

三和機材 (株).....	後付	27
神鋼商事 (株).....	"	34
スチールジャパン (株).....	"	30
菅機械工業 (株).....	"	19
(株) 測機会.....	さし込	

— T —

大生工業 (株).....	後付	28
(株) 鶴見製作所.....	表紙	3
(株) 東京計器.....	後付	31
(株) 東京フレキシブルシャフト製作所.....	"	22
東京流機製造 (株).....	表紙	2
東洋運搬機 (株).....	後付	33
特殊電機工業 (株).....	"	18

— W —

(株) ウオターマン.....	後付	13
-----------------	----	----

— Y —

山田機械工業 (株).....	後付	21
横浜エイロクイップ (株).....	"	37
吉永機械 (株).....	"	14

— Z —

在日ドイツ商工会議所.....	後付	2
-----------------	----	---

快適な運転席を

お届けします。



ポストロムシート T-BAR

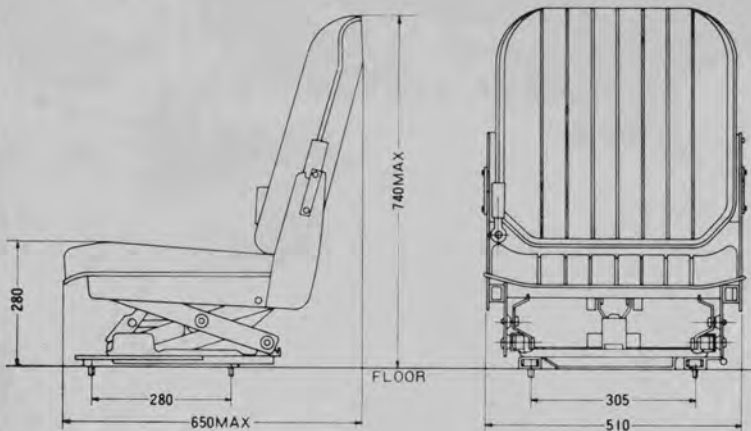
快適さと安全性を追求。

T-BAR型シートの特長

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



適用車輛：ブルドーザー・ショベル・ホイールローダー等振動の激しい車輛



BOSTROM

ボストロムシート T-BAR

第1級のUOP技術を背景に
よりよい生活環境を目指して行動する

n-u

日揮ユニバーサル株式会社

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

500m



SOKKISHA

SDM500

ELECTRONIC DISTANCE METER

安定した高い精度、優れた経済性を発揮!

ハンディタイプ
短距離型光波距離計 **SDM500**

光波距離計の開発に抜群の技術力をもつ測機舎。その経験豊かな技術陣がRED1にひきつづきハンディタイプの短距離型光波距離計SDM500を開発しました。本体はわずか2.1kg。

内蔵視準望遠鏡、オーディオ装置、リビート装置、バッテリー電圧2重チェックシステムなど、数々の扱いやすい機能がコンパクトに収められています。一般土木・建設、市街地における近距離測定、また構造物・移動物体の位置決めなどに抜群の威力と経済性を発揮します。

仕様

- 測定距離……………1素子反射プリズム 10m - 500m
- ……………3素子反射プリズム ……800m
- 精度(標準偏差)……………+(5mm + 5ppm)
- 表示……………デジタル6桁(最大表示…999.999m)
- リビート装置(連続測定装置)……………付
- オーディオ装置……………付
- 視準望遠鏡……………内蔵式
- 電源……………バッテリー使用時間 1時間
- 重量……………2.1kg

測機舎

より扱いやすく、より高精度に。



TM20E/ES

デジタル読み直読20°(推読10°)のセオドライト。精密なデジタルマイクロメータ機構で測角値はすべて数字で表示され、瞬間の読み取りが可能。また、測機舎の高度な気泡管製造技術がつくり出す精度40"/2mmの望遠鏡気泡管、迅速な測量作業に威力を発揮するシフティング装置(TM20ES)、多角測量のための着脱装置(TM20E)など、独自のメカニズム。多くの扱いやすい機構を備えています。測機舎光波距離計REDI、SDM500と組合わせて多目的測量作業に活躍します。

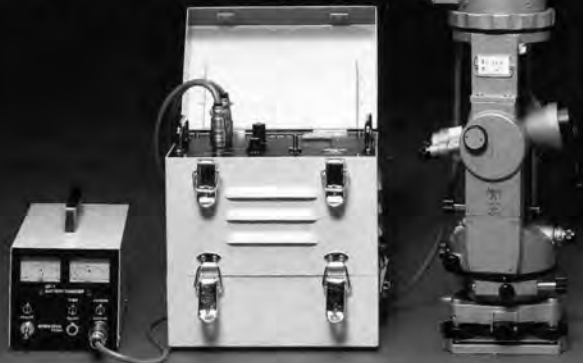


TS20

20°読みスケールセオドライトTS20は、土木・建築測量のために堅牢で経済的に設計された高性能機。20°間隔の鮮明な目盛線が刻まれたスケール、精度40"/2mmの望遠鏡気泡管とシフティング装置、0°-90°-0°-90°と刻まれた特殊な高度目盛盤により現場での測量作業を迅速に進めることが出来ます。

ジャイロセオドライトGP1

GP1は、測機舎独自の光学システムによる明るく読み取りやすい真北測定器。精密な吊機構を内蔵し、磁気の影響を全く受けずに鋼管に囲まれたトンネル内、鉄板に囲まれた船体内においても20°の精度で真北を決定できます。



アフターサービスは、この看板が目印です。

当社では高い技術を持った優良サービス店を全国に指定しております。レベル・セオドライトのアフターサービスは最寄りの優良サービス店に、お気軽に御相談下さい。

技術と品質をテーマに、いま60年目へ。



本社・営業本部：東京都渋谷区富ヶ谷1-1-1 京王代々木ビル 151
 本社 ☎03(465)5211(大代)
 工場：神奈川県足柄上郡松田町松田惣領1588 〒258
 ☎0465(83)1301(代)
 サービスセンター：東京・仙台・大阪・広島・福岡
 営業所：東京・横浜・松田・富山・金沢・熊本

測機舎指定

優良サービス店

検定・修理

●下記のカタログ資料を送ってください。

- 光波距離計SDM500
 セオドライトTM20E/ES
 ジャイロセオドライトGP1
 セオドライトTS20
 その他 () 80 ㊞

会社名

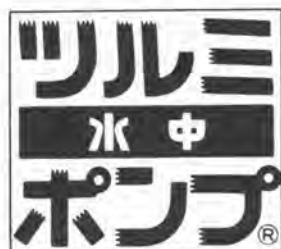
TEL

住所

氏名

部課名

キリートリ線



株式会社 鶴見製作所
 本社：大阪市鶴見区鶴見4丁目16番40号
 ☎(06)911-2355(代表)

工専用ポンプの決定版!!

ライフチェッカー付 ツルミ水中ポンプ HY型

整備・点検の時期が一目でわかるライフチェッカーを内蔵しています。
 口径100mmで34kgと軽量、軸封装置は、
 抜群の軸封能力を発揮するオイルバス
 方式を採用。

仕様

- 吐出口径 100(80)mm ●出力 3kW
- 全揚程 5~17m ●吐出量 0.2~1.1m³/min
- 電圧 3相200V



全国56営業拠点、車で2時間のネットワークサービス

営業ネット：札幌、旭川、函館、青森、盛岡、秋田、仙台、郡山、新潟、長岡、前橋、大宮、宇都宮、川口、東京、千葉、水戸、横浜、八王子、松本、甲府、沼津、静岡、浜松、豊橋、名古屋、四日市、富山、金沢、福井、京都、大阪、和歌山、神戸、姫路、岡山、米子、福山、広島、徳山、高松、高知、松山、北九州、福岡、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、那覇、台北、ソウル、香港、シンガポール、シカゴ

ビル、構造物の
 振動計測に……
 常微動観測に……
 地震観測に……

JA-4型 サーボ加速度計



本製品は、トルク・リバランス方式の加速度計で、他の方式に比べ1桁から2桁より高精度なものです。
 これは、自動車・車輛・船舶・建築土木・工作機械・ロボット等、運動体の計測および制御センサーとしても広く利用できる条件を備えています。

●特長

- 1) 増幅器内蔵で高出力が得られ取扱いが容易です。
- 2) ダイナミックレンジが広く、高い分解能と安定性があります。
- 3) 周波数帯域が広く、位相特性が良好です。
- 4) 地球重力を利用し、校正が容易にできます。
- 5) セルフテストができます。
- 6) 精密な傾斜角が測定できます。
- 7) 電源電圧は±15VDCまたは±12VDCいずれでも使用できます。
 (計測範囲が多少小さくなります。)

●性能

型名	JA-42	JA-45
計測範囲	±2G	±5G
感度	2V/G	1V/G
周波数応答(-3db)	DC~500Hz	
直線性	0.05%F.S.	0.13%F.S.
分解能	5×10 ⁻⁶ G以下	
零点温度係数	5×10 ⁻⁶ /°C	
使用電圧	±15VDC±2V	±15VDC±1V
使用温度範囲	-30°C~+60°C	
耐衝撃	100G、11msec半正弦波	
重量	約200gr	

製品についての御問合せは
 航機事業部応用機器営業グループ



日本航空電子工業株式会社

本社 東京都渋谷区道玄坂1-21-6 千150 電話(03)463-3111(大代表)
 大阪支店 大阪市淀川区西中島1-11-16(住友商事淀川ビル) 千532 電話(06)304-8501

●川崎重工の転圧機械

出番です！人気の名コンビ。

一歩進んだ技術が生んだ、川崎重工のローラ2タイプ。

川崎3アヤローラ KR20C

〈特長〉

- 前4輪・後5輪の扱いやすいローラです。
- 自重8.5t、最高20tまで広範囲な転圧荷重が得られます。
- 締固め幅2,020mm、作業性、安全性が高く、操作も簡単です。



川崎マカダムローラ KMRH12

〈特長〉

- 転圧力は10～12tと強力。締固め幅は1,990mmです。
- ノークラッチ、ノーチェンジの全油圧駆動方式で、運転が簡単です。
- 左右に移動できる運転席で、どちらの側でも操作でき、正確で安全な作業ができます。



★詳しい資料をお送りします。お申込みは下記まで。

川崎重工 建設機械事業部

〒105 東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル ☎(03)435-2901

札幌(01137)6-2241 仙台(0222)94-5106 名古屋(0565)28-6115

大阪(06)344-1271 広島(08287)9-3451 福岡(09296)2-2121

北陸(0762)51-2191 新潟(0252)74-7384 高松(0878)82-2151

本誌への広告は



■一手取扱いの株式会社共栄通信社

本社 〒104 東京都中央区銀座8の2の1(新田ビル) TEL 東京(03)572-3381(代)
大阪支社 〒530 大阪市北区西天満3-6-8 笹屋ビル3階 TEL 大阪(06)362-6515(代)

雑誌03435-3

「建設の機械化」

定価 一部 四五〇円