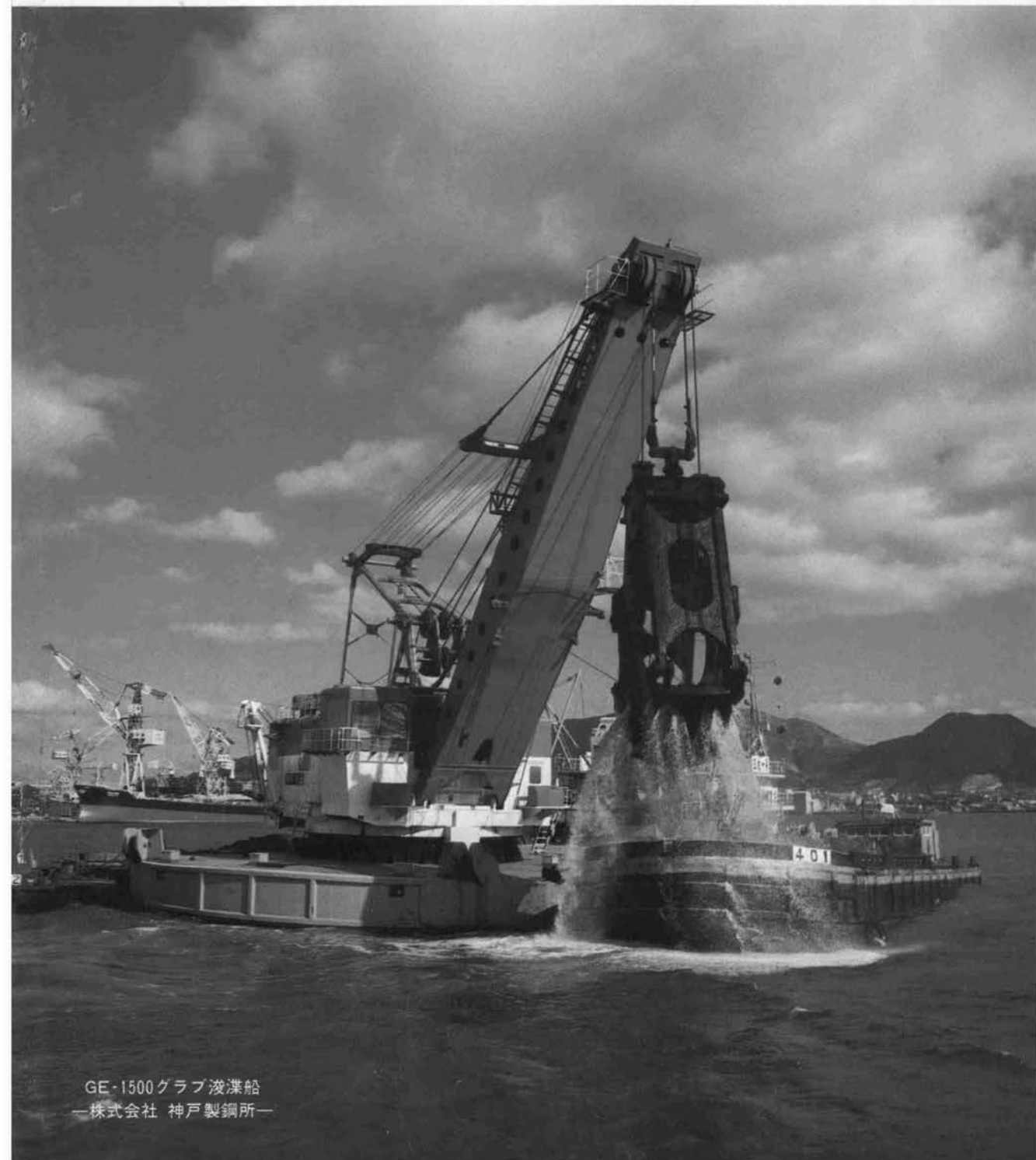


# 建設の機械化

1975 10

日本建設機械化協会



GE-1500 グラブ 浚渫船  
—株式会社 神戸製鋼所—



住友・LINK-BELT油圧式クローラークレーン

LS-118RH

最大吊上荷重

50t

稼働が

すぐれた性能が  
いま現場で人気上昇中です。

- ロー完全無給油式でメンテナンスフリー。
- 作業能率25%アップのS-O-Mコントロール。
- オペレーター本位の伸縮式操作レバー。
- エンジン室から独立した快適な運転室。
- 安全な過負荷自動停止装置を装備。(オプション)
- チョイ巻、チョイ下げ作業は自由自在。
- レバー位置一定の速度でなめらか旋回。



住友重機械建機販売株式会社 本社/大阪市東区北浜5丁目22(新住友ビル2号館) TEL 大阪(06)220-9014

目次

□巻頭言 新任所感……………大内田 正 / 1  
 筑波研究学園都市の建設現況……………石原 憲一郎 / 3

グラビヤ——筑波研究学園都市の建設

平戸大橋ケーブル工事の施工……………西川 幸男 / 11  
 豊島 雅理 弥宙  
 恵那山トンネルの換気設備……………山田 暉夫 / 18  
 松浦 有毅  
 シールド掘進機の現状と問題点……………小竹 秀雄 / 28  
 新しい軟弱地盤用機械式シールド掘進機……………嶋原 六郎 / 36  
 玉野井 峻

OD 工法における

WELLMAN せん孔機とせん孔試験……………根本 忠 / 40  
 25 m<sup>3</sup> グラブ浚渫船“三友一号”……………平井 吉久 / 46  
 今田 研次 / 51  
 森 秀生  
 潜函用掘削機とその施工……………今田 研次 / 51  
 森 秀生  
 □随想 省資源と省エネルギー……………梅村 宏 / 57  
 600 t/400 t 大型疲労試験装置……………奥川 淳志 / 60  
 凍結防止剤散布車の開発……………栗山 弘 / 65  
 稲垣 弘稔  
 ブルドーザ転落時の ROPS の挙動……………桑垣 悦夫 / 70  
 本芹 田富 史雄

車両系建設機械の全国指定教習機関……………労働省安全衛生部安全課 / 76

□建設機械化研究所抄報 <No. 112>

324. サカイ SV 55 型振動ローラ…………… / 78  
 325. 川崎 KVR 15 型振動ローラ…………… / 79  
 326. 日野 ZH 110 D 型除雪用ダンプトラック…………… / 80  
 327. 小松 WF 22 A-2 型ソイルコンパクタ…………… / 81

□文献調査

ホーバークラフト式軟弱地作業足場……………広報部会・文献調査委員会 / 83

□統計

建設工事受注額・建設機械受注額  
 および建設機械卸売価格の推移……………調査部会 / 84

ニューズ……………(編集部) / 85

行事一覧…………… / 85

編集後記……………(新開・鈴木康) / 86

◀表紙写真説明▶

GE-1500 超大型グラブ浚渫船  
 株式会社 神戸製鋼所

本船は三友海洋工事(株)の依頼により昭和49年6月に完成された世界最大の超大型グラブ浚渫船である。巻上荷重150t(GE-1500)の能力を有し、グラブバケット容量(W.L)はミディアムタイプで25m<sup>3</sup>(自重約85t)、ウルトラヘビータイプで13m<sup>3</sup>(自重約125t)、また、浚渫深度(水面下)は80mまで可能であり、特に硬土盤掘削に威力を発揮する画期的な性能を備えている。さらに過酷な作業条件においても精度よく稼働できるよう随所に配慮が行きとどいており、今後予想される海洋大型工事において大いに活躍するものと期待されている。

# 日本建設機械化協会発行図書

(注) \* 印は会員割引あり

日本建設機械要覧(1974年版)	B 5判	1,024 頁	* 頒価 15,000 円	〒 600 円
建設機械化の 20 年 — 現状と将来 —	A 4判	142 頁	* 頒価 1,200 円	〒 200 円
ダムの工事設備	B 5判	690 頁	* 頒価 5,000 円	〒 600 円
オペレータハンドブックシリーズ 1 エンジン	B 5判	256 頁	* 頒価 1,200 円	〒 300 円
オペレータハンドブックシリーズ 4 モータグレーダと締固め機械	B 5判	426 頁	* 頒価 2,200 円	〒 300 円
場所打ちぐい施工ハンドブック	A 5判	288 頁	* 定価 1,500 円	〒 200 円
ころがり軸受の使用限度判定方法	B 5判	170 頁	* 定価 1,400 円	〒 200 円
「建設の機械化」文献抄録集	B 5判	374 頁	* 頒価 2,500 円	〒 200 円
現場技術者のための「建設機械と施工法」	B 5判	346 頁	* 定価 2,500 円	〒 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	〒 200 円
道路清掃ハンドブック	A 5判	150 頁	* 頒価 1,200 円	〒 200 円
道路除雪ハンドブック	A 5判	232 頁	* 頒価 1,600 円	〒 200 円
仮設鋼矢板施工ハンドブック	A 5判	460 頁	* 定価 2,500 円	〒 300 円
橋梁架設工事の積算(昭和 50 年改訂版)	A 4判	140 頁	* 頒価 1,500 円	〒 200 円
建設機械化施工の安全指針	A 5判	294 頁	* 定価 1,500 円	〒 200 円
建設機械等損料算定表(昭和 50 年度版)	B 5判	296 頁	頒価 1,200 円	〒 250 円
建設機械用語(新刊)	B 6判	326 頁	* 定価 3,000 円	〒 200 円
骨材の採取と生産(新刊)	B 5判	700 頁	* 定価 15,000 円	〒 700 円
地下連続壁工法 設計・施工ハンドブック(新刊)	A 5判	528 頁	* 定価 5,500 円	〒 300 円
建設機械用油圧機器ハンドブック (新刊)	B 5判	260 頁	* 定価 3,500 円	〒 300 円
国産建設機械主要諸元表(昭和 50 年度版)	B 5判	59 頁	頒価 300 円	〒 100 円
Construction Equipment in Japan 1975	B 5判	59 頁	頒価 700 円	〒 100 円
会員名簿(昭和 50 年度版)	B 5判	76 頁	頒価 500 円	〒 100 円
月刊「建設の機械化」	1 冊	450 円	年間 4,800 円(前金)	

# 昭和50年度 建設機械展示会開催

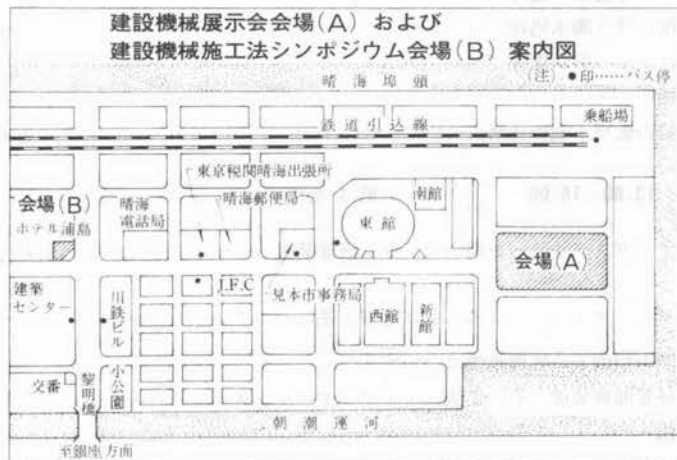
同時開催 新しい建設技術の写真展

- 会 期 10月14日(火)より10月20日(月)まで  
公開時間 午前9時30分～午後5時(初日のみ10時開場)  
場 所 東京都中央区晴海埠頭前広場(入場無料)  
交 通 <都営バス> 会場方面への都営バスは国電錦糸町駅、東京駅(八重洲口)、新宿駅(四谷駅～有楽町駅～銀座経由)、日暮里駅前よりそれぞれ晴海埠頭行が往復しております。

## 建設機械と施工法のシンポジウム

建設機械とその施工は、経済性はもちろん、環境・安全・省力・省資源など社会の新しい要求をうけて多様化が進むと共に、多くの問題を抱えるに至っています。このシンポジウムを、これら問題点の整理・解決に役立つものとするために有識者多数の御参加を期待します。

- 開 催 日 10月15日(水)～10月16日(木)  
場 所 「東京ホテル浦島」 東京都中央区晴海 2-5-23  
電話 (03) 533-3111  
交 通 <都営バス> 晴海埠頭行き乗車—晴海3丁目下車  
(展示会場より約800m)



詳細は日本建設機械化協会事務局へお問合せ下さい。(03) 433-1501

# 建設機械と施工法シンポジウムプログラム

## ▶ 10月15日(水) 10.00~10.20 開会式 <<第1会場>>

## ▶ 10月15日(水) 10.20~12.00 <<第1会場>>

- |                                   |        |            |
|-----------------------------------|--------|------------|
| 1. 平面発破とリップ作業による原石採取について.....     | 小松製作所  | *則東 包 憲 三夫 |
| 2. モノレールトレイン工法と施工例.....           | 日本国土開発 | *熊横 谷江 憲一男 |
| 3. 大形ローディングショベルとその将来性.....        | 日立建機   | 岡部 信也      |
| 4. 開削工法におけるグラブクレーン車による土砂荷上方法..... | 省力機械   | 仁木 吉一      |
| 5. 湿地用連続掘削機について.....              | 建設省    | 大橋 嘉一      |

## ▶ 10月15日(水) 13.00~16.20 <<第1会場>>

- |   |          |             |
|---|----------|-------------|
| 6. 切土法面整形機(試作機).....                    | 建設省      | 境友 昭        |
| 7. 護岸造成機.....                           | 建設省      | 長谷川 明孝      |
| 8. トラクタショベルの衝突振動.....                   | 三菱重工業    | *岸野 上 芳夫 夫正 |
| 9. ブルドーザ用油圧リップの自動操縦装置.....              | 小松製作所    | 手塚 徹        |
| 10. 転倒時保護構造(ROPS).....                  | キャタピラー三菱 | 瀬田 幸敏       |
| 11. ホイール式油圧ショベルの公害および安全対策工法.....        | 東洋運搬機    | *鈴高 木橋 彌美喜男 |
| 12. ショベル系掘削機の低騒音化について.....              | 日立建機     | 和泉 鋭機       |
| 13. 低騒音型油圧ショベルの研究、開発.....               | 三菱重工業    | *大久保 智 徹 治  |
| 14. 低騒音形ブルドーザの開発.....                   | 小松製作所    | 豊田 禎二       |
| 15. 空気圧縮機より発生する圧力波(超低周波数)障害の防止について..... | 鹿島建設     | *原田 田 政 実博  |

## ▶ 10月16日(木) 10.00~12.00 <<第1会場>>

- |                             |          |        |
|-----------------------------|----------|--------|
| 16. 炭酸ガスによる排水の連続中和試験.....   | 日本鉄道建設公団 | 成瀬 孝   |
| 17. 建設工事における泥水の処理.....      | 日立建機     | 久保寺 敬三 |
| 18. トンネル掘削に伴う濁水処理システム.....  | 間組       | 加藤 太 重 |
| 19. 密閉グラブによるヘドロ浚渫について.....  | 真砂工業     | 松本 輝夫  |
| 20. ヘドロ除去機.....             | 建設省      | 東原 豊   |
| 21. ヘドロ浚渫船の監視・制御機構について..... | 東亜建設工業   | 佐藤 英輔  |

## ▶ 10月16日(木) 13.00~16.00 <<第1会場>>

- |   |          |                       |
|---|----------|-----------------------|
| 22. 垂直・水平オーガスクリーパーを用いたヘドロ浚渫装置.....      | 大林組技術研究所 | 斎藤 藤二 郎之也<br>松羽 尾田 龍吉 |
| 23. 「コンソリダーシステム」によるヘドロ処理工法について.....     | 不動建設     | *中田 村正 邦之<br>原 正一     |
| 24. 泥水シールドの掘削土の処理設備について.....            | 西松建設     | 松島 寛                  |
| 25. 高精度小口径管理設置装置とその工法(アイアンモールシステム)..... | 小松製作所    | 帆足 建三                 |
| 26. アーマー工法.....                         | 西松建設     | 吉田 弘                  |
| 27. 三井ミニロードヘッダについて.....                 | 三井三池製作所  | 馬場 高広                 |
| 28. トンネル先進ボーリング施工例について.....             | 建設省      | 岩本 忠和                 |
| 29. ザリトロボトランスファーシステムについて.....           | 西松建設     | 松島 寛                  |
| 30. トンネル工事における風道換気法について.....            | 鹿島建設     | *肥原 塚嘉 剛美<br>田        |

▶ 10 月 15 日 (水) 10.20～12.00 <<第 2 会場>>

- |                                     |      |                                   |
|-------------------------------------|------|-----------------------------------|
| 31. アスファルトプラントにおける新しい計量システムと低公害システム | 日 工  | 西 川 辰 男                           |
| 32. ASL 工法 (仮称) 用 AC プラントの開発        | 間 組  | 恵比寿 隆                             |
| 33. 辞 退                             |      |                                   |
| 34. 砂防ダム工事におけるコンクリートポンプの施工性         | 建設省  | *中 邨 修<br>三 田 五<br>広 賀 七<br>三 田 吉 |
| 35. 移動式生コンプラント車                     | 丸友機械 | 山 田 春 夫                           |
| 36. コンクリート特殊打設機について                 | 建設省  | 鎌 田 政 也                           |

▶ 10 月 15 日 (水) 13.00～16.00 <<第 2 会場>>

- |                                     |         |                       |
|-------------------------------------|---------|-----------------------|
| 37. KOBE K 150 ディーゼルパイルハンマについて      | 神戸製鋼所   | *村 正 郎<br>岡 博 幸       |
| 38. 油圧杭抜機「パイルリムーバ」の開発               | 日本国土開発  | 米 倉 徹 久<br>田 村 之 之    |
| 39. 無反動懸垂掘削機の開発                     | 利根ボーリング | *池 修 紘<br>浜 村 博 之     |
| 40. NISP 工法                         | 新日本製鉄   | 海 輪 正 泰               |
| 41. OMG 工法による地中止水連続壁体の造成            | 大林組     | 東 石 知 正<br>石 野 治 喜    |
| 42. プレハブ鋼矢板セル工法                     | 新日本製鉄   | *川 上 弘 潔<br>藤 原 法 生   |
| 43. コンポーザ工法における施工管理機器について           | 不動建設    | *阿 久 津 智 論<br>松 沢 英 夫 |
| 44. 「深層混合処理工法」による施工例                | 不動建設    | 佐 藤 藤 寿               |
| 45. SEP “KAJIMA” による大型シーパース建設工事について | 鹿島建設    |                       |

▶ 10 月 16 日 (木) 10.00～12.00 <<第 2 会場>>

- |  |                 |  |
|--|-----------------|--|
| 46. 太径鉄筋の自動ガス圧接法                         | 新日本製鉄           | 横 川 孝 男<br>高 野 重 昭<br>姫 路 野 夫<br>小 野 昭 定             |
| 47. T.S 式スリーブジョイント工法による太径鉄筋 D 51 の施工について | 清水建設            | *佐 藤 一 男<br>十 五 風 治<br>山 下 路 夫<br>宮 落 正 夫<br>高 落 浩 二 |
| 48. T.S 式スリーブジョイントの鉄筋先組工法への応用            | サトースリーブエンジニアリング |  |
| 49. 塔状建造物の施工法と実績について                     | 鹿島建設            |  |
| 50. 大屋根のリフトアップ                           | 竹中工務店           |  |
| 51. けた式鉄道高架橋と架設機の概要について                  | 日本国有鉄道          |  |

▶ 10 月 16 日 (木) 13.00～16.00 <<第 2 会場>>

- |                                  |              |  |
|----------------------------------|--------------|--|
| 52. TS 式スリーブジョイント工法—性能テスト—       | 戸田建設         | *小 木 茂<br>山 脇 三<br>毛 見 和 郎<br>平 見 虎 雄<br>小 豆 見 雄 晃<br>毛 平 長 滋<br>吉 原 吉 彦<br>小 豆 畑 實 吉<br>毛 平 友 夫<br>吉 賀 友 長 一<br>落 内 合 武 昭<br>大 福 宮 井 政 昭<br>江 島 政 輝<br>江 島 政 輝<br>佐 星 益 日<br>青 木 夫 吉<br>小 林 朗 市<br>高 橋 一 己<br>栗 原 山 弘 |
| 53. 鉄筋コンクリート建造物の部材別解体工法に関する基本的研究 | 戸田建設         |  |
| 54. 鉄筋コンクリート建造物のカッターによる部材別解体の施工  | 戸田建設         |  |
| 55. 油圧式コンクリート破壊機の改良実験            | 竹中工務店        |  |
| 56. コンクリート建造物とりこわしの公害防除に関する調査研究  | 建設省          |  |
| 57. アスファルト舗装の斜めジョイント適用の効果        | イー・シー機販      |  |
| 58. 路面整正機の開発について                 | 建設省          |  |
| 59. 立軸ロータリ除雪車について                | 科学技術庁雪害実験研究所 |  |
| 60. 路面圧雪除去の機械化について               | 建設省          |  |

国立防災科学技術センター

なお、プログラムには多少の変更がある場合があります。

(\* 印は口述発表者)

# 機 関 誌 編 集 委 員 会

(順 序 不 同)

編集顧問	加藤三重次	本協会専務理事	編集委員	内田 秋雄	水資源開発公団 第一工務部機械課
・	坪 質	本協会常務理事	・	新開 節治	本州四国連絡橋公団 設計第二部設備課
・	浅井新一郎	建設省道路局企画課	・	塚原 重美	電源開発(株) 水力建設部
・	上東 広民	建設省土木研究所 千葉支所	・	大井 章	日立建機(株) 技術部第二課
・	寺島 旭	八千代エンジニア リング(株)取締役	・	田辺 法夫	(株)小松製作所研究 開発本部開発管理部
・	石川 正夫	日本鉄道建設公団 青函建設局	・	中田 武	三菱重工業(株) 建設機械事業部
・	神部 節男	(株)間組常務取締役	・	高橋 九郎	キャタピラー三菱(株) 販売企画部
・	伊丹 康夫	日本国土開発(株) 専務取締役	・	堀部 澄夫	(株)神戸製鋼所 建設 機械本部技術開発部
・	小竹 秀雄	三菱重工業(株) 建設機械事業部	・	宮沢 利雄	(株)間組機材部管理課
編集委員長	中野 俊次	建設省関東地方建設局 関東技術事務所	・	斎藤 二郎	(株)大林組 技術研究所
編集幹事	田中 康之	建設省大臣官房 建設機械課	・	大蝶 堅	東亜建設工業(株) 船舶機械部
編集委員	間所 貢	建設省道路局 有料道路課	・	寺沢 研頼	鹿島建設(株) 土木工務部
・	西出 定雄	農林省構造改善局 建設部設計課	・	鈴木 康一	日本鋪道(株) 技術部
・	合田 昌満	通商産業省資源エネル ギー庁公益事業部水力 課	・	木下 秀一	大成建設(株) 機械部調達課
・	北井 良吉	日本国有鉄道 建設局線増課	・	水野 一明	(株)熊谷組 営業本部土木部
・	桜沢 昇	日本鉄道建設公団 海峽線部海峽線第一課	・	中尾 秀也	清水建設(株) 機械部
・	平沢 正通	日本道路公団東京第一 建設局建設第二部技術 第二課	・	三浦 満雄	(株)竹中工務店 技術研究所
・	鈴木貫太郎	首都高速道路公団 東京保全部保全課	・	林 茂樹	日本国土開発(株) 研究部



## ●巻頭言

## 新任所感

大内田 正



日本の建設機械は戦後先進諸国に比べ格段の差があったが、当協会の30年にわたる活動と建設業の発展と相俟って機械化の両輪の一つとして発達することができ、質および量において世界の一流品と競争できるまでになった。その生産額は年間6,000億円に達し、米・ソに次ぐ世界第3位を占め、また、保有台数は概略トラクタ系15万台、ショベル系7万台、その他を含め全建設機械では30万台以上といわれている。

その歴史を顧みて建設機械の発達の過程を見ると、昭和20年代は建設省をはじめとする工事発注各官庁の直接購入、直接リードによる機械化育成時代であり、昭和30年代は大手業者の機械自己保有の時代で、ダム、高速道路および鉄道等のプロジェクトを中心に急速な大型機械化が行われた。昭和40年代に至ると、一部の大型機械や特殊機械を除いて汎用形のトラクタ系、ショベル系、およびダンプトラック等を先頭に次第に中小建設業へと機械の所有者が移り、法規の上でも主体工事の下請が付けに認められ、ゼネコンは機械を持たずに建設施工ができるようになった。

たまたま高度経済成長の一部を大きく支えた建設産業の立場として、急速施工ならびに人手不足を補うための省力化、大容量化および操作の容易化等が切実な問題となり、両輪の協力によりその実現を進めて来たのであるが、その内で特に汎用機の場合、量産化が進み、市場の細分化も行われてユーザニーズもまちまちとなり、高技術レベルの官公庁や大手ゼネコンの手を離れ、何れかという製造業者の自主リード形になって行ったと見る事ができる。その後、公害規制、安全および道路交通規制などの問題を通じて官公庁およびゼネコンの諸々のリードはあるものの、日進月歩の建設施工の真の担い手たる中小建設業と汎用機を中心とした製造業者との間の共通の土俵での研鑽がさほど活発でない状態であったとも考えられる。

現在、騒音や排水、あるいは省資源の問題も大切なことであり、これだけ普及した建設機械の今後のレベルアップのためには、官公庁およびゼネコン等の機械施工を中心とした建設技術の研究の多角的発展を計る必要がある。と同時に

に、その大きな影響下にあり、直接数多くの機械を使う中小建設業、各専門業者、およびリース業者と製造業との連繋（個々の接触もあり、二、三の団体加入もしてもらっているけれども）を、当協会の場合を利用する等して一層緊密にし、機械化による相互のメリットを追求して行くことが機械化運動の一つの重要な点ではないかと思われる。先般出された建設白書にも建設業者数 34 万、その就業者数 460 万人の大部分を占める中小企業の体質改善や、協同化および重層下請の是正等の記述があるが、建設業としてもこの関係が重要視されているように見受けられたわけである。

そして更に

1. 今後の国民福祉向上形建設事業等に対応した機械化指標の検討
2. これからの建設業における機械化経営の問題点の検討
3. 今後の国内外の機械需要市場の構造と機械の開発面と供給の在り方の検討

等、今後の建設産業の発展に役立つ建設機械の進め方に必要な事項を考え、また、製造業間の当面の技術的問題での連繋の場とし、より高能率、無公害化を進めて低成長下の建設に寄与し、また、本誌7月号に特集された海外建設の発展にも即応し得る建設機械を、当協会の活動により健全に育てて行きたいと考える次第である。

—本協会副会長・日立建機（株）取締役社長—

# 筑波研究学園都市の建設現況

石原 憲一郎\*

## 1. はじめに

筑波研究学園都市は首都圏整備計画の一環として東京地区への人口、産業の集中傾向を緩和し、その過大化を防止するため必ずしも東京に置くことを要しない官庁をこの地域に集団移転するとともに、新たに建設される国立の試験研究機関、大学、民間の研究、教育機関等を加えて国の施策として新たに建設される総合的、組織的な研究、教育のための頭脳都市である。

この都市の建設を通じて高水準の研究、教育のための拠点を形成し、科学技術、学術研究および高等教育に対する時代の要請に応えるとともに、首都圏全体の均衡のとれた発展に資することが期待されている。

## 2. これまでの主な経過

昭和36年9月……閣議において東京への人口の過度集中の防止のため機能上必ずしも東京に置くことを要しない官庁の集団移転について検討を行うことを決定

昭和38年9月……閣議において研究学園都市の建設地を筑波地区に決定

昭和41年12月……日本住宅公団第1回用地買収契約締結

昭和43年10月……国立防災科学技術センターの実験棟の建設に着手（最初の建設着手機関）

昭和44年6月……閣議において筑波研究学園都市の建設を昭和43年度からおおむね10カ年で進めることを決定

昭和45年5月……筑波研究学園都市建設法の成立

昭和47年3月……無機材質研究所が移転（最初の移転機関）

昭和47年5月……閣議において筑波研究学園都市に建設する43の研究・教育機関等を正式決定

昭和48年4月……閣議においておおむね昭和50年度末までに研究・教育機関等の移転を行うことを決定

昭和50年3月……閣議において移転はおおむね昭和54年度までに行うことに変更することを決定

## 3. 都市建設計画の概要

### (1) 筑波研究学園都市の区域

茨城県南部の筑波町、大穂町、豊里町、谷田部町、桜村および茎崎村の6カ町村全域であり、このうち移転機関等を建設し、およびこれらと一体として整備する区域を「研究学園地区」、これ以外の区域を「周辺開発地区」と区分している。

### (2) 人口

研究教育機関の職員と家族、大学生、および関連の2次、3次産業の従業者の導入により研究学園地区に約10万人の定着を予定し、研究学園都市全体では既存人口をあわせて約20万人を想定している。

### (3) 研究学園地区の範囲

南北18km、東西6kmに及び、その面積は約2,700haである。このうち、研究教育機関の建設用地に約1,500ha、住宅等の建設用地に約1,200haがあてられている。

### (4) 地域地区

研究学園地区のほぼ中央部に中心市街地を設け、中心商業施設のほか、住宅を配置する。さらに、この外周部に研究教育機関を機能別、方向別に集団化して配置し、これらの研究教育機関団地との関連において郊外住宅地を適宜配置する。

また、周辺開発地区については、主として近郊農業および林業地帯として、田園的環境を生かしながら研究学園地区とあわせて一体的な構成とする。

\* 国土庁大都市圏整備局筑波研究学園都市建設推進室

#### 4. 都市建設の現況

##### (1) 関連公共・公益施設の整備状況

筑波研究学園都市関連公共公益事業等については、先行的に整備を要する道路、河川、上下水道等を重点的に進めており、おおむね昭和 50 年度概成の予定である。主要施設の整備状況はおおむね次のとおりである。

##### (a) 道 路

##### (i) 都市計画道路

南北 18 km にわたって展開する 移転機関と中心市街

地および郊外住宅地を結ぶ都市計画道路網は研究学園地区を南北方面に連絡する学園東大通り線、学園西大通り線および牛久学園線、これらを横断的に結ぶ学園平塚線、学園北大通り線、学園中央通り線、土浦学園線、学園南大通り線の 8 都市計画道路、総延長 56 km によって構成される。これら都市計画道路は周辺の土浦、荒川沖、牛久、谷田部等の各市街地および常磐自動車道、国道 6 号、125 号と結ばれる。

都市計画道路の幅員は学園東大通り線、学園西大通り線、学園北大通り線、学園南大通り線、土浦学園線で囲まれる区間で片側 3 車線、その他の区間で片側 2 車線と



写真一1 筑波研究学園都市全景

して計画されている。中心市街地の周辺では都市計画道路は環境保全上 1.5~2m のハーフカットとし、特に学園東大通り線、学園西大通り線は幅員 50m、中央分離帯を設け、片側 3車線の車道の外側に斜面を利用して 8m の植樹帯をとり、上段に自転車道と歩道をとることになっている。都市計画道路と周辺区画街路および区画街路相互の主要交差箇所は立体交差とするほか、街路樹に樹種をきめて植栽する計画である。

都市計画道路の建設状況は、土浦学園線の一部を除いて全線舗装を完了したほか、昭和 50 年度に学園東大通り線について舗装を完了した。その他学園西大通り線、学園北大通り線、学園中央通り線、学園南大通り線、牛久学園線はほとんど暫定舗装済みである。この結果、研究学園地区の都市計画道路は学園平塚線を除いて全域にわたって通行が可能である。

(ii) 県道および町村道

筑波研究学園都市周辺県道は、土浦野田線、取手筑波線、大村石下線等 11 路線、総延長 65 km の改良、舗装等整備が進められ、一部を除いておおむね完了した。筑波研究学園都市関連町村道は 12 路線について改良、



写真-2 土浦学園線

舗装等の整備が進められ、すでに完了している。

(iii) 歩行者専用路

中心市街地および郊外住宅地では幹線街路および区画街路とは別に歩行者専用路網が計画され、商業、教育、文化、医療等の諸施設と住宅地を相互に結ぶことになっている。なかでも筑波大学から中心市街地を縦断して南の都市計画公園(洞峰公園、赤塚公園)に続く幹線は筑波研究学園都市のシンボリック空間になるものとして期待

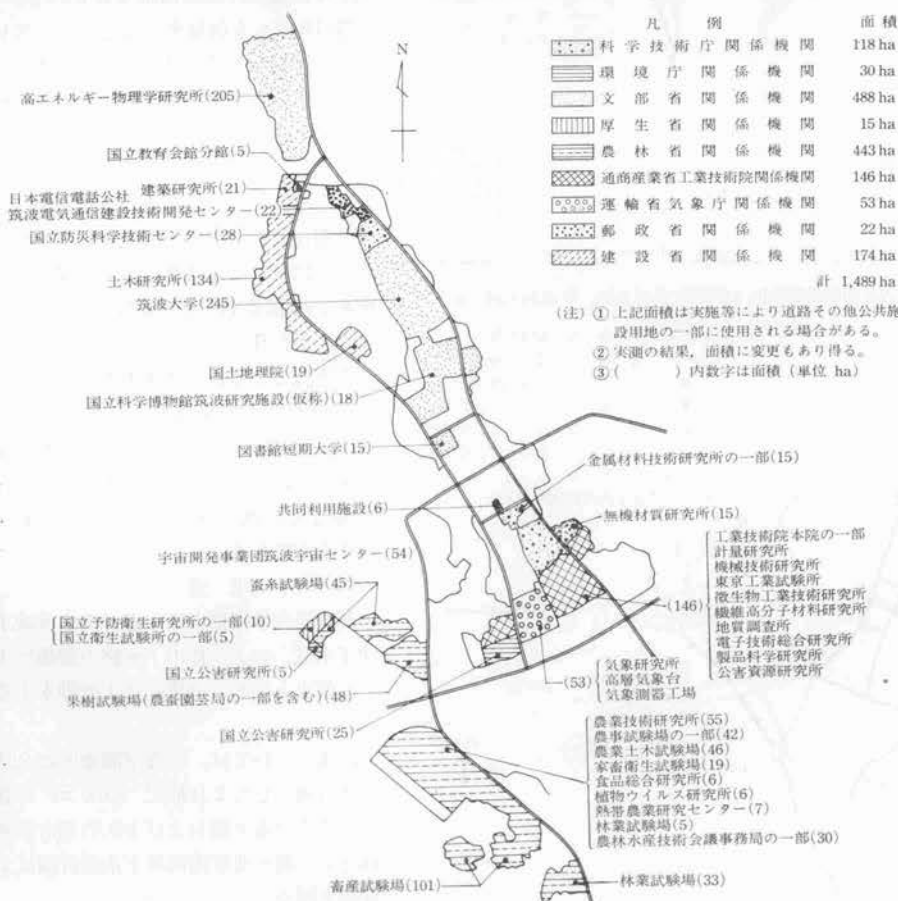


図-1 移転機関等配置図



図-2 都市計画街路、国道、主要地方道、県道路線図

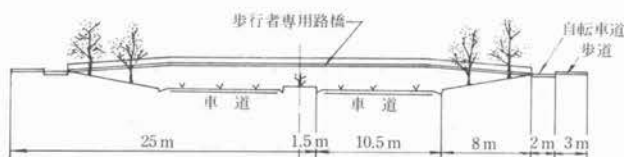


図-3 都市計画街路断面図(学園東大通り線、学園西大通り線)



図-4 上水道計画図

されており、昭和49年度、洞峰公園と赤塚公園を結ぶ延長約1kmにわたる幅員20mの緑道を一部施工し、昭和50年度において引続き施工する。

#### (iv) 高速道路

筑波研究学園都市南部を通過する常磐自動車道の整備計画(埼玉県三郷市～茨城県千代田村間)が昭和46年6月決定され、建設大臣から日本道路公団に対して施行命令が出された。三郷I.Cから筑波研究学園都市を経て石岡I.Cに至る55kmは全区間6車線、設計速度120km/hrの仕様となっている。三郷I.Cでは首都高速6号線、東京外郭環状道路と接続し、研究学園都市への連絡には谷田部I.Cおよび土浦I.Cを利用する計画である。なお、現在一部工事に着手しただけで全線を通じ用地買収の段階である。

#### (b) 用排水施設

##### (i) 上水道

筑波研究学園都市における上水は上水道を利用することとし、研究教育機関等の業務用水日最大6万t、家庭等の生活用水4万t(1人1日400L)、合計10万tを供給することとなっている。このほか、圃場など研究目的上やむを得ない場合に限り地下水位の変化を予測したうえで一部地下水および土浦市ほか15カ町村農業用水を利用する計画である。上水道は霞ヶ浦の表流水および一部地下水を水源とし、霞ヶ浦から花室地区の配水場までの用水供給(送水管の敷設、浄水場、水道用深井戸の建設)は茨城県企業局、末端給水事業は筑南水道企業団(研究学園都市関係6カ町村により設立)が行うこととなっている。

上水道による給水は地下水を水源として昭和48年度から花室東部地区の公務員住宅等で開始され、昭和49年度には一部の試験研究機関および大角豆、玉取地区にも給水が可能となり、昭和51年度より霞ヶ浦の表流水による給水が可能となる予定である。

##### (ii) 下水道

筑波研究学園都市下水道計画は流域下水道、公共下水道、および都市下水路の整備によるものとし、雨水と汚水の分流式により排水するものとする。

汚水については、研究学園地区の全域を対象に全体計画として1日最大10万 $m^3$ の施設を整備し、流末は竜ヶ崎および牛久の都市計画区域を一体とした霞ヶ浦常南流域下水道計画によって整備促進を図る。

雨水については雨水管渠の敷設により系統的に

排除し、流末は花室都市下水路約6km、蓮沼都市下水路約2km、小野川都市下水路約3kmの整備によるほか、本地区にかかる各河川の改修計画との一体的な関連において各排水区域ごとに系統的に排水するよう整備する。

公共下水道および流域下水道の整備は昭和51年より供用開始を目途として事業の促進を図る。なお、流域下水道の終末処理場は利根町に設置し、処理水は利根川へ放流するものとする。

汚水を排除する研究学園都市公共下水道は都市内を12の処理分区に区分して系統的に排除するよう整備し、最終的に霞ヶ浦常南流域下水道に接続することとなっている。研究学園都市公共下水道については、面的に拡がる末端配管の工事は昭和48年度中に大部分が完了し、主管渠の埋管は50年度完了を目途に工事が進められており、昭和51年度には供用を開始する予定である。また、霞ヶ浦常南流域下水道は昭和51年度には一部処理を開始する予定で建設が進められている。

雨水の排除は雨水管渠で集水して河川に直接放流するか、または都市下水路を経て河川に放流することによって行う。放流先の河川ごとに大別して花室川、蓮沼川、小野川、谷田川、および稲荷川の5系統の排水区を設定し、全域自然流下方式で排水する。雨水管渠の敷設は昭和48年度中に大部分が終了し、また、都市下水路の整備も51年度に終了する予定で工事が進められている。

### (iii) 河川

筑波研究学園都市からの排水が流入する河川については、下水道下計画との関連を保ちつつ総合的に改修計画の推進を図るものとし、花室川、蓮沼川、稲荷川、谷田川(牛久沼を含む)の総延長約45kmの区間を改修する。河川改修は5年確率の暫定断面(稲荷川は50年確率の完成断面)で、昭和50年の出水期までに完成する予定である。

表-1 用水供給事業の概要

給水区域	筑南水道企業団 (谷田部町、豊里町、筑波町、大穂町、桜村、荻崎村)
給水量	1日最大 10万m <sup>3</sup> /日 (霞ヶ浦表流水 9.2万m <sup>3</sup> 、地下水 0.8万m <sup>3</sup> )
取水塔	位置：美浦村木原地先、湖岸より650m、水面下3.5m 昭和52年4月より取水開始
導水管	取水塔～浄水場(国道125号線に並設) 管径：φ1.2m(16万m <sup>3</sup> ) 延長：約9km
浄水場	位置：土浦市大岩田 面積：現在3.9ha(研究関連拡張面積2.4ha) 給水量：現在約3万m <sup>3</sup> (約1万m <sup>3</sup> 余裕ある)
送水管	浄水場～配水場(花室川堤防敷に敷設) 管径：φ1m 延長：約11km(7.6km敷設済)
事業主体 事業費 事業年度	茨城県企業局 94億円 昭和47年度～53年度

表-2 水道事業の概要

給水区域	研究学園地区
給水量	1日最大 10万m <sup>3</sup> 生活用水 4万m <sup>3</sup> =400l/日・人×10万人 業務用水 6万m <sup>3</sup>
中央配水場	位置：花室新住宅地区 面積：約1ha 配水池：14,400m <sup>3</sup> (3.5時間相当)
ポンプ場 配水管 事業主体 事業費 事業年度	4箇所 220km 筑南水道企業団 49億4,800万円 昭和47年度～54年度

表-3 公共下水道の概要

計画区域	谷田部、豊里、筑波、大穂、桜、荻崎(6町村)
人口 汚水量	約100,000人 100,000m <sup>3</sup> /日
管渠	管径：φ250～φ1,500mm 延長：約330km(汚水約197km、雨水約133km)
中継 ポンプ場	下横場、花室第1、花室第2、玉取、蓮沼、下平塚、西平塚、大角豆、小野崎、以上9箇所
事業費 事業年度	約250億円 昭和47年度～50年度

### (iv) 実験排水

研究機関等の実験排水は発生源における処理または分別貯留を徹底するものとし、定められた排水目標を越える水質の実験排水については当該研究機関等に処理施設を設け、環境汚染物質を除去するものとする。特に人の健康に係る環境基準項目に係る廃水については分別収集処理を行い、公共下水道への排出目標を確保してから系外へ排出するものとする。

### (c) 公園、広場

二つの都市計画公園のほか、自然の地形や樹木を活か

表-4 霞ヶ浦常南流域下水道の概要

	流域全体	研究学園都市関係	
		研究学園地区	周辺開発地区
計画区域	谷田部町、豊里町、筑波町、大穂町、桜村、荻崎村、牛久町、竜ヶ崎市、河内村、利根町(10市町村)	谷田部町、豊里町、筑波町、大穂町、桜村、荻崎村(6町村)	
計画面積	7,757ha	2,757ha	875ha
人口	約50万人	10万人	7万人
汚水量	40万m <sup>3</sup> /日	10万m <sup>3</sup> /日	6.2万m <sup>3</sup> /日
管渠	管径φ1,650～φ2,500mm 延長約24km		
浄化センター	位置：利根町 面積：33ha(全面買収済) 放流先：利根川 処理施設：8系列、5万m <sup>3</sup> /日/1系列	昭和50年までに 1系列5万m <sup>3</sup> /日整備 (第1期分)	
事業費 事業年度	昭和48年度～65年度 (昭和50年度一部処理開始)	350億円	

した公園、スポーツ公園、博物館、野外劇場のある公園や広場などが歩行者専用路に沿って多数整備される。

(i) 都市計画公園

洞峰公園(面積約 20 ha)と赤塚公園(面積約 8.5 ha)がそれぞれ理工系団地の真西と南西に配置され、昭和48年度から工事が着手され、赤塚公園については昭和50年度中に完了する予定である。この二大公園にはスポーツ施設が設置され、歩行者専用路によって中心地区と結ばれる。

(ii) 児童公園、近隣公園および広場

児童公園(45箇所、20 ha)と近隣公園(24箇所、45.5 ha、うち10箇所、27 haは都市計画決定済み)が新住宅市街地開発事業(花室、手代木、大角豆)と土地区画整理事業(妻木荻間ほか9地区)および都市計画公園事業で整備されるほか、市民が集まる主要な場所には広場(9箇所、2.5 ha)が計画されている。このうち妻木荻間3号公園(近隣公園)には国土庁の昭和49年度国土総合開発事業調整費で高さ45 mの展望塔が計画され、昭和50年度中に完成する予定である。

(d) 電気、ガス等都市エネルギー供給施設

(i) 電気供給施設

電力は付近を通過する2系統の既設の霞ヶ浦線および

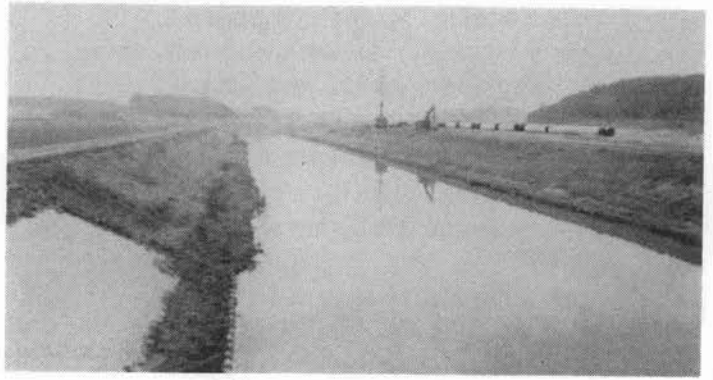


写真-3 河川改修された花室川

筑波線を利用し、これと研究団地、中心市街地等を連繫する66 kVの基幹送電線を2回線受電方式で供給する。この方式によると、停電等の故障を二重に防止するシステムとなる。

研究機関については、設備共同受電方式により13の受変電所に集約し、66 kV 架空2回線により直接供給する。また、市街地および住宅地等の一般需要については新たに設置する妻木変電所、大徳変電所、および既設の小野川変電所から6 kV 配電により供給する計画である。なお、中心市街地では電話、電気の配線は地下埋設とし、一部には電力線、電話線および上水道管を含めた全長2.7 kmの共同溝を設置することとしており、昭和



図-5 公共下水道(汚水)年度別施工箇所図

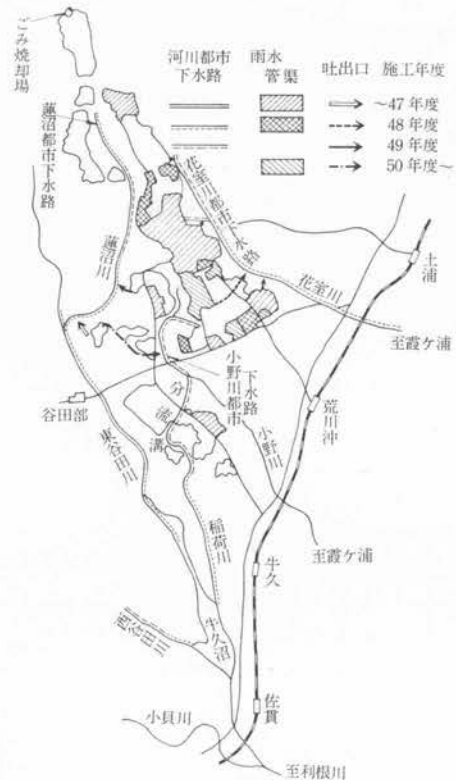


図-6 雨水管渠、都市下水路、河川年度別施工箇所図



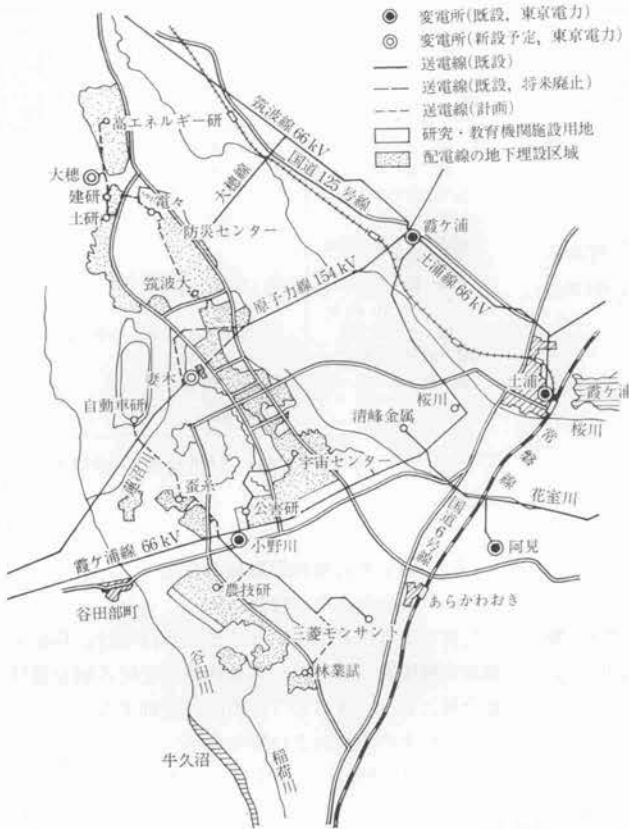


図-7 電力供給送電線基本ルート



図-8 共同溝埋設位置

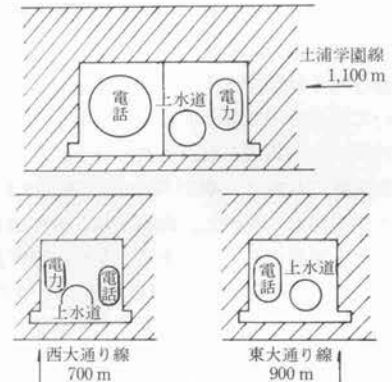


図-9 共同溝断面図

48 年度から共同溝の工事に着手し、昭和 49 年度に完了している。

(ii) ガス供給施設

ガスは昭和 45 年 10 月 1 日に東部ガス（土浦市等にガスを供給）と東京液化ガス（東京ガスの傍系会社、LNG 等の輸入販売）との共同出資で設立された筑波学園ガスによって 11,000 kcal の LNG（液化天然ガス）による都市ガスが供給される。ガスプラントは昭和 49 年 11 月筑波大学および花室地区への供給開始を目的に花室地区の東方約 3 km の新治郡桜村大字金田に建設され、昭和 49 年 10 月 15 日完成した。

ガス供給設備については、昭和 49 年 10 月まで約 12 km を敷設し、昭和 49 年 11 月には筑波大学、花室東部地区の小中学校、幼稚園、サブセンターおよび公務員住宅に供給を開始した。引き続き中圧ガス管を主体として敷設を行なっているが、最終的には全域にわたり約 123 km を敷設する計画である。

(iii) 地域冷暖房

各研究団地は団地ごとに集中暖冷房を行うが、需要が高密度に集中する都心地区では暖冷房施設、その周辺市街地等では暖房および給湯施設の整備を筑波新都市開発が中心となって検討している。この場合、都心地区に近

い研究教育団地の集中暖冷房は都心地区の地域暖冷房と連結することも検討されている。

(e) 通信施設

(i) 郵便施設

都市建設の進捗状況に応じて既設の桜郵便局を廃止し、新たに筑波学園局（仮称、延べ床面積約 3,000 m<sup>2</sup>、職員数 130 人）を設置する計画である。

(ii) 電話局

筑波研究学園都市の区域を所管する既設の電話局のほか、新たに花室地区の中心部に筑波学園電話局（仮称）を設置する計画である。新電話局の延べ床面積は約 8,000 m<sup>2</sup> で、昭和 48 年度に着工し、昭和 51 年度末に開局される予定である。

(f) 教育施設

教育施設の整備は住宅用地の配置、住区の構成、都市建設の進展および人口の増加に対応して整備する計画である。

(i) 幼稚園

小学校の通学区ごとに 1 園（6 クラス）、計 12 園を整備する計画である。昭和 48 年度に花室東部地区に竹園東幼稚園（6 クラス、RC-1、床面積 1,043 m<sup>2</sup>）が建設され、昭和 49 年度から開園されている。

## (ii) 小学校

合計12校の建設が計画され、昭和49年度から花室東部に竹園東小学校(20クラス, RC-1 および RC-2, 延べ床面積 6,119 m<sup>2</sup>)が開校されている。また、昭和49年度事業として桜村立桜南小学校(既存校)が現在増築(12クラス)中である。

## (iii) 中学校

合計7校の建設が計画されており、昭和49年度から竹園東中学校(20クラス, RC-4, 延べ床面積 7,604 m<sup>2</sup>)が開校されている。

## (iv) 高等学校

高等学校の整備は中学校からの進学率を100%として4校建設される計画である。

## (g) 福祉厚生施設

福祉厚生施設としては保育所、児童館、医療施設等が整備される計画である。医療施設としては、総合病院について既存の国立霞ヶ浦病院(土浦市)のほか、筑波大学付属病院の新設が計画されている。筑波大学付属病院は病床数800床で、昭和51年度の開院を目的に昭和48年度から建設に着手し、おおむね3カ年で病院として主要建物を完成する予定である。なお、地区診療として花室東部地区に昭和49年9月に鉄筋コンクリート造り2階建(約2,500 m<sup>2</sup>)のサブセンターが建設され、筑波新都市開発が経営にあっているが、この建物内に診療所(内科、外科)が昭和50年4月に開業されている。

## (h) 購買施設

花室東部地区において昭和49年9月にサブセンターが建設され、すでに銀行、郵便局、薬局、スーパーストア、理美容室等が開店されている。同センターは延べ総床面積 2,460 m<sup>2</sup>、A、B、Cの3棟に分かれる。A棟はRC-2、延べ床面積 366 m<sup>2</sup>で1階は郵便局、商店、2階は理容、美容室、B棟はRC-2、延べ床面積 1,640 m<sup>2</sup>で1階はスーパーストア、2階は銀行、診療所、C棟はRC-2、延べ床面積 453 m<sup>2</sup>で、商店を配置する計画である。

## (i) 廃棄物処理施設等

焼却処理施設は第1期計画として1日180tの処理能力を有する施設を昭和47年度~48年度に建設し、49年度から運転が開始されている。第2期計画ではさらに1日180t以上のごみ処理を必要とする時期に270tの処理能力を有する施設を建設する計画である。

## (j) 行政サービス施設

行政サービス施設としては消防署および警察施設を整備する計画である。消防署については中心市街地に49年度中に消防本部と消防署を兼ねた施設の庁舎本体および車庫(延べ床面積 1,500 m<sup>2</sup>)が建設され、さらに、

表-5 住宅地における住宅建設計画

対象区分	住宅建設戸数 (計画)	備 考
地区内計画住宅地区		
公務員住宅		
集合住宅	約 8,900	花室東部地区の既設591戸を含む。
独立住宅	約 1,100	
公社公団等職員住宅		
集合住宅	約 500	
関連2次3次産業従事者用住宅		
商住混合	約 2,700	商業施設と同居した住宅とする。
その他保留分		
集合住宅	約 2,100	高層化を図る。
地区外計画住宅地区		
公務員住宅	約 1,600	
計	約 16,900	

50年度には訓練塔その他の付帯施設が建設されることとなった。

## (2) 研究教育機関等職員の住宅

## (a) 公務員住宅の建設計画

筑波研究学園都市における公務員住宅は、移転する研究教育機関等の職員のうち公務員住宅に入居を希望する者全員に貸与できるように計画的に整備することとなっている。住宅の規模および貸与基準についても筑波研究学園都市以外の地域に比べ1ランク大きく、また、1ランク上位のものが貸与されることになっている。

## (b) 公務員住宅の建設状況

現在、花室東部地区には昭和49年11月末までに591戸が完成し、高エネルギー物理学研究所、農林水産技術会議事務局、筑波大学、国立防災科学技術センター等の職員が入居している。昭和50年3月には花室東部地区471戸、大角豆地区102戸の住宅が建設されており、さらに昭和50年度完成を目的に花室東部353戸、大角豆地区623戸の住宅が建設される予定であり、昭和50年度1,300戸が予算化されている。

## (3) 移転機関等の建設状況

昭和43年10月に国立防災科学技術センター大型耐震実験施設の建設に着手して以来昭和50年3月までに40機関の施設の建設を進めている。このうちすでに移転または設置を完了した機関は高エネルギー物理学研究所、無機材質研究所、宇宙開発事業団筑波宇宙センター、筑波大学、国立公害研究所、国立教育会館分館、高層気象台気象測器工場、熱帯農業研究センターの9機関であり、このほか、一部業務を開始している機関には国立防災科学技術センター、建築研究所、日本電信電話公社筑波電気通信建設技術開発センターの3機関がある。

# 筑波研究学園都市の建設

1. 都市計画街路学園東大通り線
2. 都市計画街路土浦学園線歩道橋
3. 蓮沼川河川改修
4. 雨水幹線ボックスカルバート
5. 公共下水道開削工事





6. 常南流域下水道終末処理場管理本館
7. 花室東部地区公務員住宅
8. 妻木苜間3号公園池築造工事
9. 花室3号公園
10. 竹園東幼稚園



11

**建設省土木研究所施設**

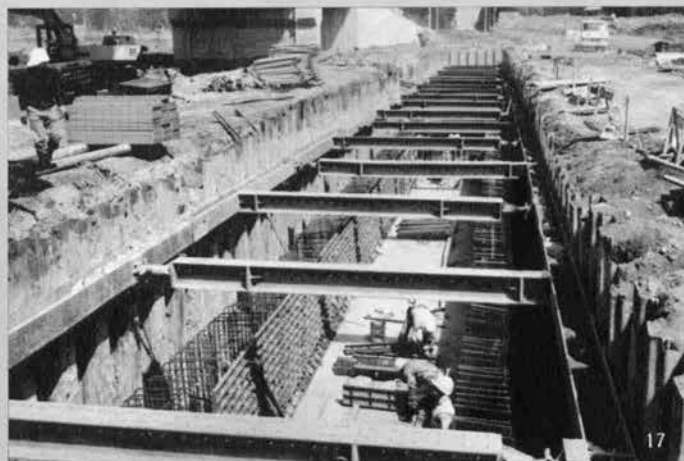
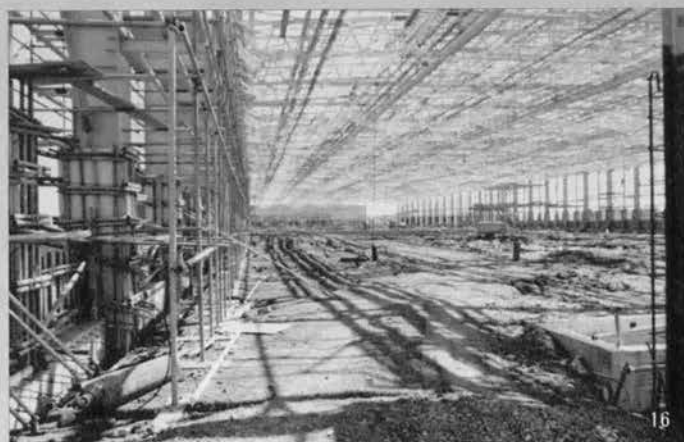
- 11. 土木研究所施設鳥瞰図
- 12. 試験走路北側ループ
- 13. 試験走路南側直線部と実大トンネル実験施設



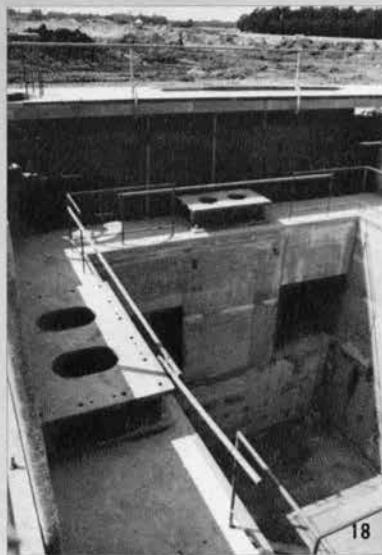
12



13



- 14. 共同実験棟基礎工事
- 15. ダム洪水吐模型実験施設
- 16. 河川水理模型実験施設内部
- 17. 共同溝（試験走路横断）
- 18. 大型構造部材 3,000 t 試験機基礎



# 平戸大橋ケーブル工事の施工

西川 幸 男\*  
 豊島 雅 弥\*\*  
 湊 理 宙\*\*\*

## 1. ま え が き

平戸大橋は長崎県北部に位置する平戸島と九州本土を結ぶ長大つり橋である。これまでにわが国で建設された長大つり橋は北九州の洞海湾を短絡する若戸大橋、本州と九州を結ぶ関門橋の二つの橋がある。平戸大橋は3番目の長大つり橋にあたり、つり橋の技術的な規模を示すパラメータとなる中央径間長は465.4mで、関門橋の712mに次いで2番目に長いつり橋である。

つり橋は主塔、ケーブル、ケーブルを定着するアンカレッジ、つりげた、床版などの構造要素から成っているが、ケーブルはそれぞれの中でも特に重要な要素である。

長大つり橋のケーブルは、一般に平行線ケーブルと称するもので構成される。わが国では長大つり橋の建設計画が長い間実現しなかったため技術開発が進んでいなかったが、近年になって、関門橋の計画あるいは本州四国連絡橋など長大つり橋計画が具体化するにつれて平行線ケーブルの製造技術あるいは施工技術が急速に発達し、現実に関門橋を完成させるに及んで、わが国でも平行線ケーブルの技術レベルは諸外国と比べて劣らない程度になったといえる。

ところで、平行線ケーブルの施工法については後述するが、エアスピニング工法とプレハブストランド工法の二つの方法がある。関門橋はこのうちプレハブストランド工法によって行われたものである。平戸大橋は地形条件などを考慮してエアスピニング工法が採用されており、わが国におけるエアスピニング工法による初めての長大つり橋ケーブルの施工となるわけで、関門橋とは異

なった意味で非常に意義の深い工事である。

## 2. ケーブル工事の概要

### (1) 平行線ケーブル

平行線ケーブルとは直径5mm程度の亜鉛メッキ鋼線（これを素線と呼んでいる）を平行状に束ねてケーブルとするもので、撚りロープを使用するのに比べて構造が最も簡明であり、素線のもつ品質を100%生かせるという点で非常に優れたケーブルで、長大つり橋のほとんどがこの平行線ケーブルで架設されている。

長大つり橋では一つのケーブルを構成するために数千本から数万本に及ぶ素線を使用するため施工法やアンカレッジへの定着構造の都合でまず数十本から数百本の小さな束（これをストランドと呼んでいる）を作り、これをさらに数十本から数百本束ねる方法をとる。このストランドを作る方法として二つの方法があり、一つは現場で架設形状に合わせて素線を引出し、ストランドを形成していく方法で、エアスピニング工法と呼んでいる。他の一つは、前もって工場において架設時に必要な長さに合わせてストランドを作っておく工法である。簡単に考えれば両工法は工場作業と現場作業との作業分担比を変えただけのものであるが、設計、施工の両面において大きな差異が生ずるのである。

表-1は最近の世界の長大つり橋の一覧表であるが、これまでのところ、エアスピニング工法による施工の方がはるかに多く行われており、プレハブストランド工法は比較的新しい工法である。エアスピニング工法による平戸大橋のケーブル構成は素線径5mm、1ケーブル当りの素線数4,332本で、これを19本のストランドに分け、1ストランド当りの素線数は228本である。

### (2) キャットウォーク

ケーブル工事において架設設備として重要な役割を果たすものにキャットウォークがある。キャットウォークとは片岸のアンカレッジから二つの塔頂を経て対岸アンカレッジまでケーブルの架設形状の直下に設けられるロープ足場である。キャットウォークはケーブル架設作業に大きな影響を与える構造物であり、また、それ自体の架設が非常に高度な技術を要するため、ケーブル工事に

\* 新日本製鉄(株)長大橋梁部平戸大橋ケーブル工事事務所

\*\* 新日本製鉄(株)長大橋梁部平戸大橋ケーブル工事事務所

\*\*\* (株)神戸製鋼所鉄構エンジニアリング事業部

プロジェクト室

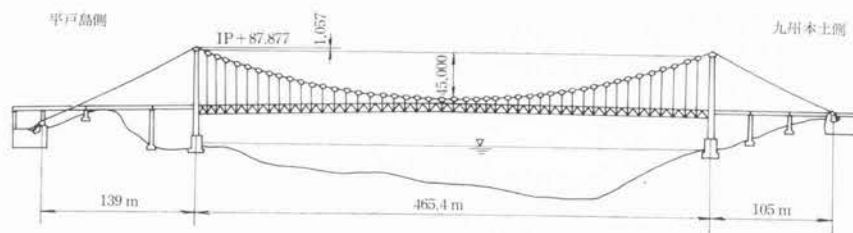


図-1 平戸大橋側面図

においてケーブル本体の架設に次いで大きなウェイトを占めるものである。特に長大つり橋は海峡上に架設されることがほとんどであるため風の影響を受けやすく、耐風安定性が重要である。平戸大橋の場合も風速 60 m を設定して構造諸元を決めている。

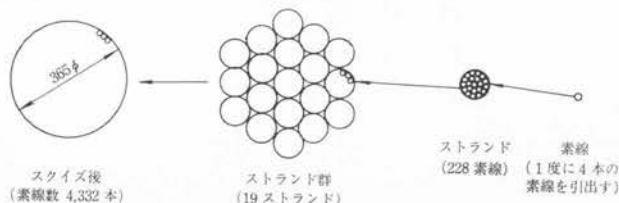


図-2 ケーブル成形段階図

### (3) ケーブルの架設

エアスピニング工法では、素線をコイル状にして工場から搬入するだけでそれ以降の作業はすべて現場で行う方法と、素線コイルを現場で引出しやすくするため現場でリールに巻いてそのリールを現場に供給する方法があるが、平戸大橋では前者の方法で行なっている。エアスピニング工法の長所は現場作業が多いため現場集約的な管理ができることであり、短所としては現場作業ラインが多くなるのでトラブルが生じたときの影響範囲が大きくなることである。いずれにしても、現場管理の成否が長所を引出すか短所をもたらすかの鍵をにぎっており、その重要度は非常に高いのである。

エアスピニング工法は歴史の古いものであるが、それは原理的に見た場合であって、この平戸大橋に適用されている工法はまったく独自のアイデアによって開発した工法を実物大の施工実験を行なって実用化したものである。

## 3. キャットウォークの架設

### (1) 構造

ケーブル工事を円滑に行うために南北ケーブルの各々の直下約 1 m の所に幅員 2.5 m のキャットウォーク

(空中つり足場)を合計 2 連設けており、その構造は 図-3、図-4 に示すとおりである。つまり、キャットウォーク 1 連当りメインロープは 40 φ、IWSC で、側径間 5 本、中央径間 4 本、ストームロープは 40 φ、IWSC で各径間とも 2 本からなり、垂直ハンガーによりメインロープとストームロープとは連結されている。床組みはメインロープの上に溶接金網 (5 φ×75×50) を載せて角パイプで固定し、その上に合繊ネット (網目 20×20 mm) を張り、小物の落下防止をしている。南北のキャットウォークの連絡通路としてのクロスウォークは中央径間のみ 3 箇所設けている。ストームロープには中央径間で約 25 t、側径間で約 13 t のプリストレスを導入することにより耐風安定性を高めるとともに、キャットウォークの形状を保持し、塔のセットバック量も調整するようになっている。

### (2) 架 設

キャットウォークの架設に先だち、キャットウォークのメインロープ、ストームロープ等の引出しやエアスピニング工法によるケーブル架設に使用する重要設備であるホーリングシステム (索道設備) を組立てた。渡海作業によって平戸側より渡されてきた南北 2 本のパイロ

表-1 最近の世界の長大つり橋

橋 名	完成年次	国 名	中央径間長	ケーブル架設工法	ケーブルの構成 (片側当り)
ベラザノナローズ	1964 年	米 国	1,298 m	エアスピニング	428 本/ストランド×61 ストランド×2 ケーブル (ダブルケーブル)
フォースロード	1964 年	イギリス	1,005 m	エアスピニング	304~328 本/ストランド×37 ストランド
セ バ ン	1966 年	イギリス	987 m	エアスピニング	438 本/ストランド×19 ストランド
ターガスリバー	1967 年	ポルトガル	1,012 m	エアスピニング	304 本/ストランド×37 ストランド
ニューポート	1969 年	米 国	488 m	プレハブストランド	61 本/ストランド×76 ストランド
南 海 橋	1973 年	韓 国	404 m	エアスピニング	304 本/ストランド×7 ストランド
ボスボラス	1973 年	トルコ	1,074 m	エアスピニング	548 本/ストランド×19 ストランド
関 門 橋	1973 年	日 本	712 m	プレハブストランド	91 本/ストランド×154 ストランド
平 戸 大 橋	1977 年予定	日 本	465 m	エアスピニング	228 本/ストランド×19 ストランド
若 戸 大 橋	1962 年	日 本	367 m	ロータイプ	φ61×55 ストランド、φ37×6 ストランド



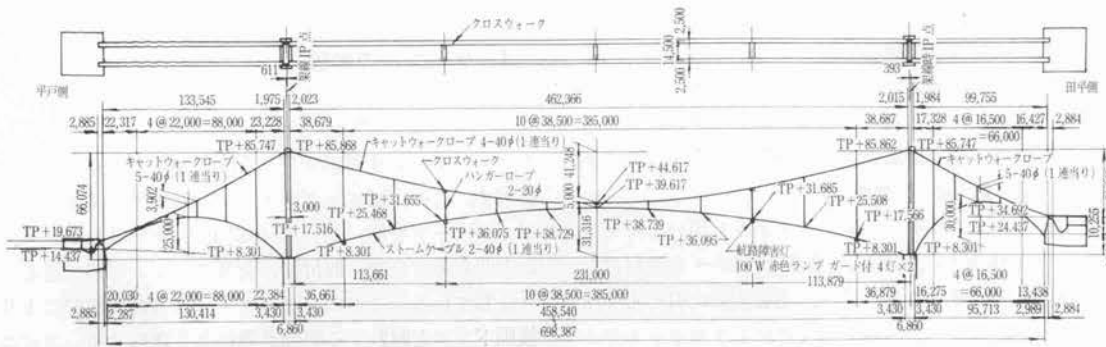


図-3 キャットワーク構造図

トロープとホーリングロープとを田平塔下で連結し、平戸側巻取りウィンチによりパイロットロープを巻取り、南北2本のホーリングロープを架空させ、田平橋台上の駆動装置やターンシープ、平戸橋台上の緊張装置やターンシープに仕込んだ後、ロングスプライスしてエンドレスのホーリングシステムとした。

側径間キャットワークロープは塔下にキャットワークロープを巻いたリールを据え、塔頂クレーンでロープを抜き取って一端を塔頂の定着装置に固定し、他端をホーリングロープに握ませて橋台へ運び、橋台の定着装置に固定した(図-5参照)。中央径間キャットワークロープは図-5に示すようにホーリングシステム、延線機、ロープ送出し機を用いて航路高をおかさなようなロープサグを保持しながら引出す、いわゆる空中架設工法によって架設した。架設中のロープ下端と海面と

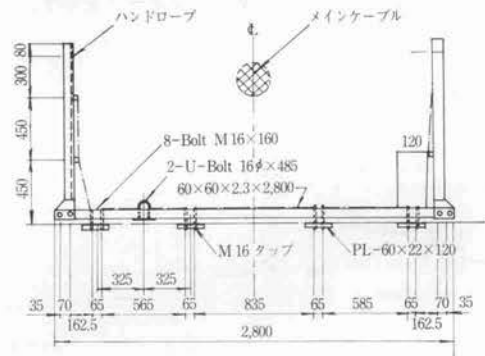


図-4 キャットワーク断面図

のクリアランスを約 40 m 確保するために延線機のバックテンションとして 3~4 t を作用させた。張り渡した 1 連当り 4~5 本のロープの相互サグを調整した後、床

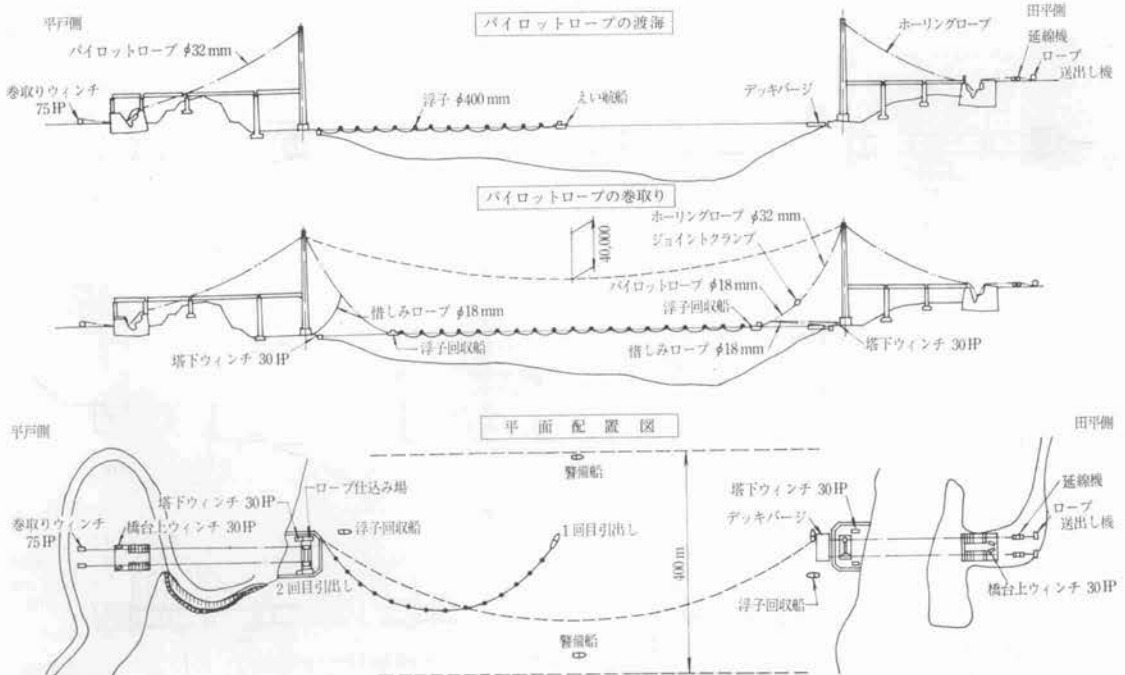


図-5 パイロットロープの渡海作業

組みを架設した。

側径間の床組みは、橋台で組立てながら塔頂へと引上げ、中央径間の床組みは塔頂で組立てながら中央へとすべらせて行った。写真-1 に床組み架設中の状態を示す。クロスワークは海面上より一括つり上げにより架設した(図-6、図-7 参照)。

ストームロープはホーリングシステムを用いてキャットウォーク床面上に引出し、垂直ハンガーを取付けた後、徐々に定位置まで落とし込み、定着装置に引込んで所定のプリテンションを導入することによりキャットウォークの形状を合せ、また、塔のセットバックも行った。写真-2 に完成したキャットウォークを示す。

#### 4. ケーブルの架設

エアスピニング工法によるケーブル架設は、スピニングホイールにより対岸まで  $\phi 5\text{mm}$  素線を架けることを繰り返す。このスピニングホイールは対岸まで1本のエンドレスループを作っている  $\phi 32\text{mm}$  ホーリングロープに南北対称な位置に取付け、交互スピニングができるようにしている。このホーリングロープは油圧駆動により複胴ドラムを駆動する駆動装置により運転する。スピニングホイールは2素線用に4ホイール取付けてある。田平アンカー上のこれらの素線を繰出すアンリラーは南ケーブル用2台、北ケーブル用2台、計4台配置し、運転

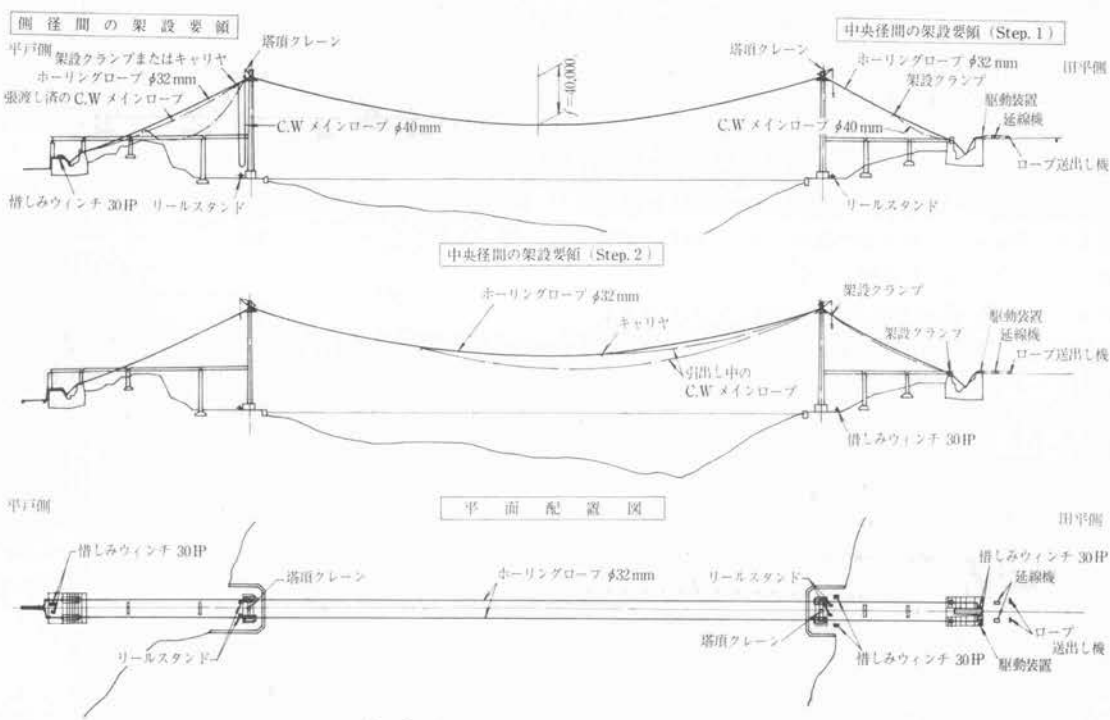


図-6 キャットウォークメインロープの架設

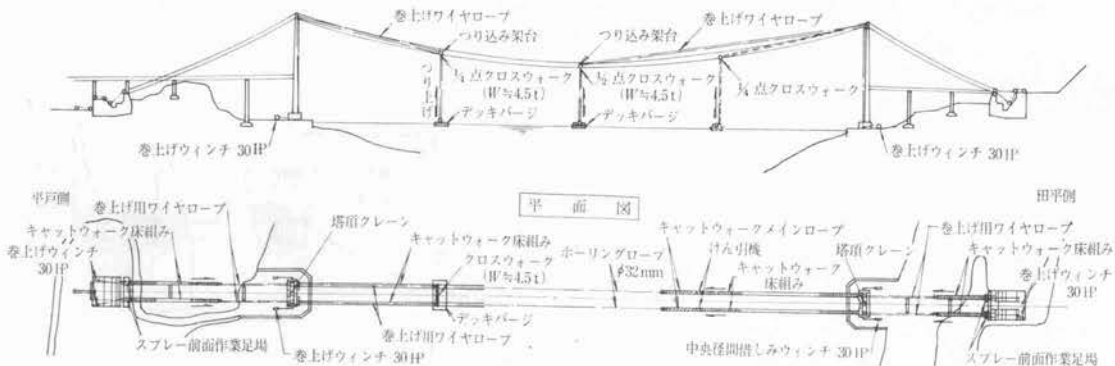


図-7 クロスワークの架設

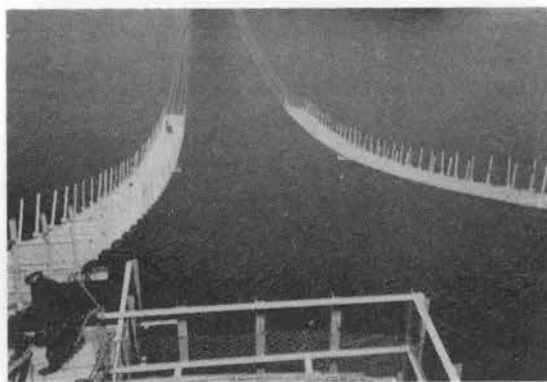


写真-1 キャットウォーク床組み架設



写真-2 完成したキャットウォーク

室または機側から運転できる。

さらに、架線中の素線張力を一定に保つためそれぞれの素線のための素線緊張塔を置き、フローティングローラの上下動を制御しながら素線を繰出すよう設計している。以下、作業順序に従って簡単に説明する。

#### (1) リーリング作業

素線を巻いた小単位のコイルからリールへ素線を巻取る作業をリーリングと呼んでいる。平戸大橋においてはトラック輸送により工場からコイルを運搬し、施工現場でリールにリーリングする計画を採用した。いままではコイル単重 500 kg 程度であったが、今回初めて 1 t のコイルを使用し、リーリング速度をスピードアップできるよう写真-5 に示すスイフトによるリーリング方式を試みた。リーリングの巻取装置は渦電流モータによる巻取りトン数約 5 t の能力で設計している。リーリング装置の運転は今までスイフトのブレーキ調整など 1 人運転では無理で、ブレーキマンがついていたが、定常運転時の制動トルク、停止時の巻取装置とスイフトの制動トルクなどを各種実験を繰返した後設定でき、操作盤上で 1 人で運転できるようになり、運転を簡素化している。

リーリング中の素線の表面傷や曲りなどの発生を防ぐため素線が走行する軌道の上にローラを多く配置し、リーリング作業時の素線の品質を保護している。コイル間の素線の継線作業はプレス方式の継線機により新日鉄型継手を用いて継線を行なっている。この継線作業、スイフトへのコイル設置作業を含めてリーリング作業をスピニング作業に平行して行うには平均 250 m/min のリーリング速度と 4 台のリーリング装置が必要である。これらは田平側アンカー上に配置されている。

#### (2) 架線作業

平戸大橋 ケーブルは 19 ストランドで構成される。1 ストランドは 228 本で、ケーブル 1 本内には 4,332 本の素線が束ねられている。この本数をアンカー内のストラ

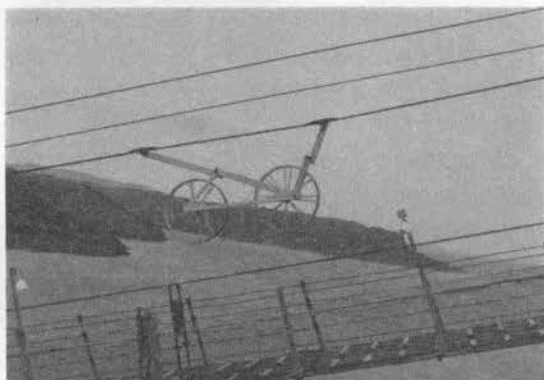


写真-3 スピニングホイール

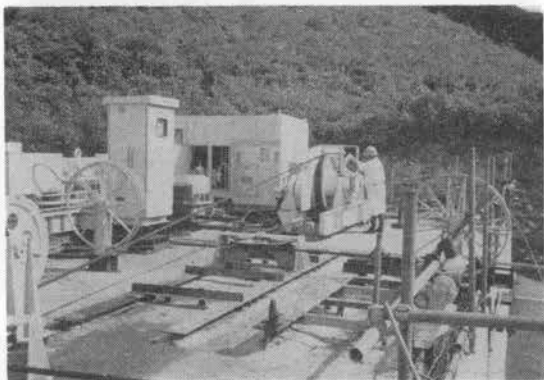


写真-4 駆動装置

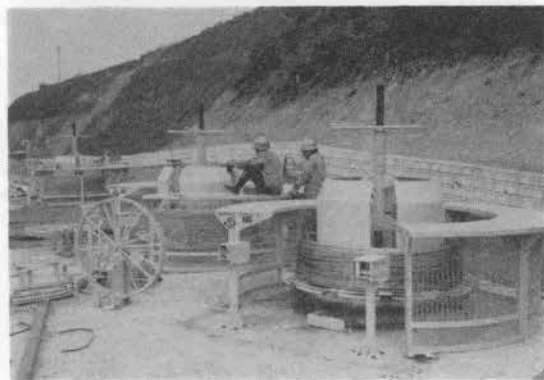


写真-5 スイフト

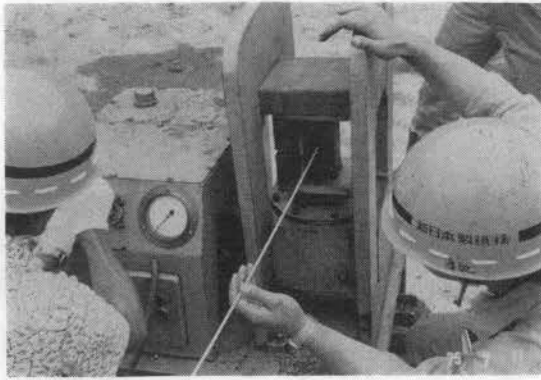


写真-6 継線機

ストランドシューから対岸のストランドシューまで約1,000 サイクル架線する。前述のようにアンリーラから出て素線緊張塔を通った素線を2本スピニングホイールに架け、架線を繰り返す。

素線緊張塔のフローティングローラは素線張力を許容範囲内に収めるためフローティングローラの位置信号を中枢の制御回路に送り、アンリーラの加速力、減速力を調整する役割を果たしている。アンリーラは油圧モータ方式で、リールが5t 満巻状態から空になるまで変動するに従って所要トルクを追従させ、素線の繰出し(アンリーリング)を行なっている。

スパン間の素線の長さの管理はアンリーラと素線緊張塔の張力管理を基本として行なっている。平戸大橋においてはケーブル品質の向上、施工精度の向上、安定、ス

表-2 リーリング装置巻取機仕様

項目	仕様
電動機	{ KS モータ (渦電流モータ), 出力 15 kW/220 V, 回転数 1,400 rpm
電磁スラストブレーキ	制動トルク 40 kg-m
リール	{ (内径 1,600 φ ~ 外径 2,200 φ) × フランジ幅 800 mm
減速比	1/17

表-3 えい素駆動装置仕様

項目	仕様
ドラム	{ 複調方式、ピッチ径 1,100 φ, φ 30~34 mm ロープ用
軸端最大出力	{ 260 IP (6 m/sec), 油圧モータ MRH- 300×2 台
主電動機	250 kW (440 V)
補助電動機	15 kW (440 V)
運転方式	遠隔操作方式
電磁スラストブレーキ	132 kg-m (減速比 9.82)

表-4 アンリーラ仕様

項目	仕様
油圧モータ	MRH-300 (最大速度 12 m/sec)
主電動機	90 kW (440 V)
補助電動機	3.7 kW (440 V)
電磁スラストブレーキ	制動トルク 40 kg-m
リール	{ (内径 1,600 φ ~ 外径 2,200 φ) × フランジ幅 800 mm

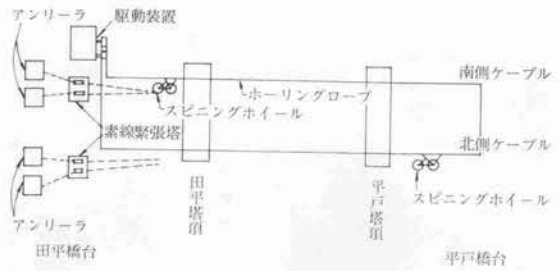


図-8 ケーブル架設設備配置概略図

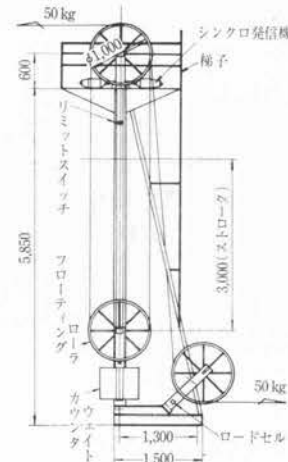


図-9 素線緊張塔

ピニングサイクルタイムの短縮のため各種の工夫を行なっているが、一つの試みとして、ホーリングロープの駆動をいままでの運転者の熟練による手動運転に代って、スパン間の走行速度、サドルの通過速度などをあらかじめ設定しておき、運転者がボタンを押すだけで対岸のある定められた位置まで自動的に運転できる方式、アンリーラによる繰出された素線の引込みの省力化などが試みられている。

このような方法によりストランドシュー、サドル内の収まるべき位置のチェック、スパン間の素線長など細かく品質管理しながら架線された素線は57 サイクル228本になると、平行性等さらに細かくチェックされながらアルミ製の仮バンドにより2m 間隔に結束され、ストランドにまとめられる。このストランドは仮バンドすると約φ90mm 程度となる。スパン間の長さを素線温度の安定した深夜測定し、ストランド調整したあとケーブルの一部として構成される。ストランドは下から上へ徐々に架設されるが、ホーリングロープ用ガイドローラ、ストランドシュー支持フレーム、作業足場などの盛替え、キャットウォーク形状調整など多くの準備作業を必要とする。これらの諸作業、品質管理を行なって19 ストランドの架設を完了して行く。

## 5. スピニング作業完了後の作業

19ストランドの架設が終了し、ケーブル形状調整など細かい調整を行うとケーブルを円形断面にまとめるためスクイーピング作業を行う。スクイーピング作業は30t能力のジャッキを放射状に6基配列したスクイーピングマシンにより行う。作業はスパン間の1/8点、1/4点、1/2点をあらかじめあるケーブル径に締付けるプレリミナリースクイズ作業と1m間隔で締付けて行くファイナルスクイズ作業とがある。

これらの作業は円形断面におけるストランドそれぞれの位置の管理、素線の平行性の維持など細かい注意を必要とする。空げき率(20%)以内の円形断面にスクイズされたケーブルはその円形断面を保つために1m間隔に帯鋼などにより締付けられ、形状を保持する。これらの作業によりケーブル径365φのケーブルに仕上げられる。

スクイズの完了したケーブルはケーブルバンドの取付を行う。ケーブルバンドの取付位置はあらかじめ取付位置のマーキングされたゲージワイヤに従ってケーブルにマーキングを行い、その位置に順次ケーブルバンドを運搬して取付ける。バンドボルトにより締付けるが、最初、仮締めし、油圧ジャッキ方式のボルトテンジョンナにより本締め作業を行う。このボルト導入張力の管理は、ボルトテンジョンナの油圧ゲージの読みでまず行い、その後、夜間においてボルト伸び測定器で再度検測し、チェックを行う。ボルト導入張力の管理は非常に重要で、1ケーブルバンドの全ボルトは同時締付を行うことを原則とし、また、締付の段階も80%、100%と段階的に均一になるように締付を行なっている。また、ケーブルバンドのボルト軸力が低下すると予想される工事段階では必ず締直し、軸力の低下を防いでいる。

ケーブルバンドの取付が完了すると補剛げたをつるためのハンガーロープを架設する。ハンガーロープは工場で長さ管理され、ロープの形状が乱れないように数種の荷姿で運搬される。このため施工現場における架設作業も長さによって少しずつ変えなければならない。また、両端のソケットの部分はけたがつられるまでは風などの影響を受けて不安定なので、互いに干渉したりしないようスペーサなどの工夫を必要とする。

ハンガーロープが架設され、補剛げたの架設もほぼ完了するとケーブルは仕上げのラッピング作業を行う。ラッピング作業はケーブルの防錆と美観のために行うが、樹脂ラッピングとワイヤラッピング法とがある。この平戸大橋ではφ3.2mmの鉄線によるワイヤラッピング法を採用している。ワイヤラッピング作業は2台のラッピングマシンとφ3.2mm線をポビンへ巻取るポビン

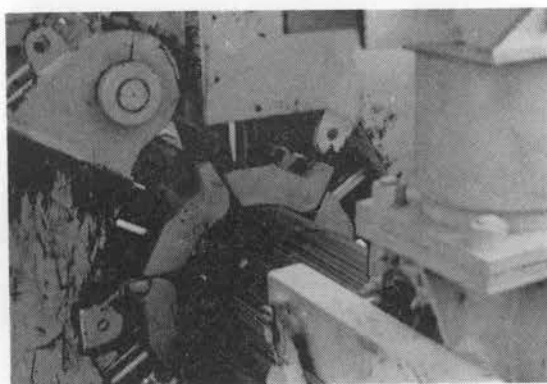


写真-7 スクイーピングマシンによるケーブル締付



写真-8 中央スパンにおけるワイヤラッピング作業

巻取機により行う。しかし、防錆処理のためにケーブル面へのペースト塗りから最終の仕上げ塗装まで細かく仕上げなければならない。仕上げ段階での作業はケーブルバンドとラッピング仕上げ後のケーブル端部の処理、サドルからケーブルへの防護カバー、スプレサドルからアンカーまでのケーブルの仕上げなど各種あり、これらの作業によりケーブルは品質上からも美観上からも仕上げられて行く。

## 6. おわりに

平戸大橋ケーブル工事は昭和50年3月にアンカレッジ工事から、また、4月には塔工事からそれぞれ現場を引継ぎアンカレッジまわりの足場、塔頂足場などの取付を行い、5月8日にはパイロットロープを海面上に引出し、両岸を初めて一つの現場にした。次いでキャットウォークの架設を行い、7月末からメインケーブルの架設を開始している。今年末頃にはハンガーロープをつり下げ、来年早々から補剛げた工事が始まり、昭和52年に完成する予定である。

いずれにしても、エアスピニング工法による平戸大橋ケーブルを品質の良い優れたケーブルに仕上げ、その貴重な経験を今後に生かすべく努力している現状である。

# 恵那山トンネルの換気設備

山田 暉夫\*  
松浦 有毅\*\*

## 1. まえがき

昭和50年8月23日、中央自動車道中津川～駒ヶ根間が開通した。この区間は日本では初めての本格的な山岳ハイウェイで、中央アルプス南端の恵那山（標高 2,190 m）北東部富士見台高原直下を貫く恵那山トンネルは今回の開通区間の最大難所であった。

このトンネルは、かつて日本では経験したことがない 8,500 m に及ぶ長大トンネルとなるため安全対策について十分配慮し、世界的にも例がない最新の技術を生かした諸設備が施されている。本稿では、その中で長大トンネルにとって最大の問題となる換気設備について概要を紹介するものである。



図-1 中央自動車道路線図

## 2. 換気方式および計画換気量

換気方式は、両坑口および地下2個所の4換気所に送排風機を16台設置した完全横流方式を採用している。特に地下換気所は前例がない地下620 m に及ぶ立坑換気所と斜坑換気所は25%のこう配で1,420 m の連絡ダクトで接続した最長ダクト延長3,000 m に達する4系統6ダクト方式としている。したがって、換気機の容

\* 日本道路公団恵那山トンネル工事事務所機械課長

\*\* 日本道路公団恵那山トンネル工事事務所機械課

表-1 計画換気量

項目	縦断こう配		
	西口	東口	
	1.645%	0.5%	
	4,824.5 m	3,624 m	
対面交通時	区間単位換気量	0.145 m <sup>3</sup> /sec-m	0.123 m <sup>3</sup> /sec-m
	こう配別換気量	700 m <sup>3</sup> /sec	446 m <sup>3</sup> /sec
	総換気量	1,146 m <sup>3</sup> /sec	
一方交通時	区間単位換気量	0.140 m <sup>3</sup> /sec-m	0.227 m <sup>3</sup> /sec-m
	こう配別換気量	667 m <sup>3</sup> /sec	823 m <sup>3</sup> /sec
	総換気量	1,499 m <sup>3</sup> /sec	

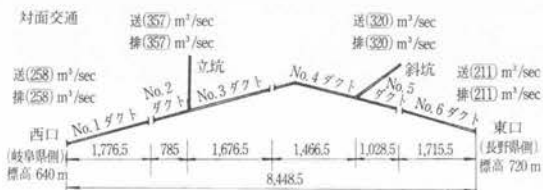


図-2 区分別換気量

量もその規模上、風量、風圧とも大容量となった。

計画換気量は日本道路公団調べによる推定交通量（昭和42年版）の昭和80年度24,716台/日、時間最大1,730台、許容透過率50%、ディーゼル車混入率22.3%により、対面時1,146 m<sup>3</sup>/sec、一方時1,499 m<sup>3</sup>/secと決定した。その後、工事段階において、昭和47年度調査による推定交通量が昭和80年度26,504台/日、ディーゼル車混入率41.96%と大幅な伸びに修正された。換気量に密接な関係があるディーゼル車混入率の増加に対処する方法として、換気量の計画変更より許容透過率を30%まで下げ（ディーゼル車混入率22.3%、透過率50%はディーゼル車混入率41.96%、透過率30%に相当する）、透過率の不足を照明で100 luxにしてカバーするのが明らかに工事費の面で得策と判断され、換気量は当初の計画どおりにすることとした。

なお、計画換気量ならびにダクト区分換気量は表-1および図-2のとおりである。

## 3. 推定交通量ならびに可能交通量

対面時における換気上の可能交通量はこう配の大きい西系統で決まり、交通パターン8(上り)―2(下り)で1,035台/hr、2(上り)―8(下り)で1,603台/hrとな

り、概略 1,100 台/hr が限度と考えられるが、ディーゼル車混入率が当初 30% 程度と推定すると約 1,400 台/hr まで可能と考えている。

#### 4. 工事工程

本工事の発注は例のオイルショックの寸前、昭和 48 年 10 月に行い、竣工を当初昭和 50 年 3 月末として工事を進めたが、工期中土木工事関連の遅れもあり、昭和 50 年 8 月となり、1 年 10 カ月で竣工した。

工事工程は図-3 のとおりである。搬入以降は関連工事の遅れ、または取合いで 4 カ月間は遅れている。特に現地への搬入は冬期間にあたり、かつ大の重量物で山岳道路のため凍結した道路を深夜に搬入するという悪条件の連続であった。スロット調整等も関連工事との取合いでそのほとんどが深夜に実施された。

#### 5. 工場検査

##### (1) 性能試験

工場性能試験は送風機試験方法 JIS B 8330 に基づき 16 台の換気機のうち、性能が異なる 8 台について製作工場において実施した。

##### (2) 運転状況検査

JIS B 8330 に規定される試験設備に据付けた後、小風量 (30%) 運転状態から順次大風量 (100%) 運転状態に移行し、再び小風量運転状態に戻る作動の運転を 4 回以上繰返し、その状況を記録した。

なお、記録項目は回転数、負荷電流、電圧、電力、振動、騒音、軸受温度、油温度である。

さらに、各換気所 1 台、合計 4 台については上記の運転状況検査を 10 回以上繰返し、連続 8 時間運転を行なったのち分解点検を行い、異状の有無を調査後、再組立をなし、性能試験を実施した。

なお、試験項目 (測定) は送風機全圧、静圧、風量、

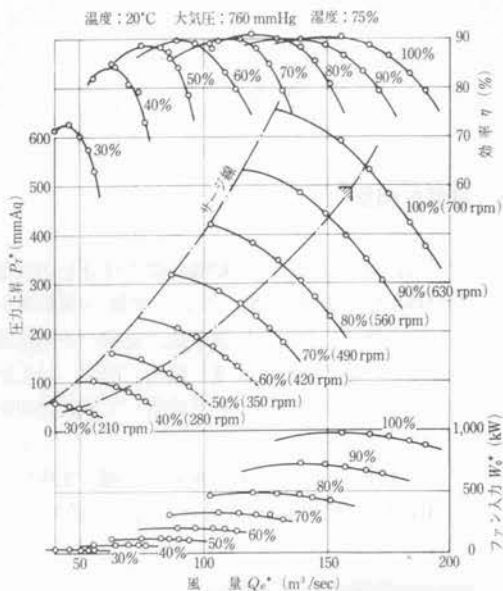


図-4 恵那山トンネル飯田方換気装置斜坑地下性能曲線

大気圧、大気温度、回転数、軸動力、効率、騒音、そのほか補機運転状態である。

#### 6. 機器搬入

工場製作を終え、性能試験に合格した機器は順次現地へ搬入した。その期間は昭和 49 年 12 月 20 日より翌年 2 月 20 日までの冬期間、凍結、積雪の多い重量物の搬入には一番道路条件の厳しい時期に行わざるを得なかった。恵那山トンネル東坑口の長野県側は積雪は多くないが、気温が  $-12^{\circ}\text{C}$  まで下がる日があり、道路の凍結は常にあり、主電動機 1 台 15t の重量物から、異形管の一辺 3.5m を越える、かつ大物を含めて、その輸送は道路事情から深夜に行わざるを得ず、輸送計画を慎重に練り、実施した。輸送台数は大型トレーラ 40 台、大型トラック 32 台、8t トラック 10 台、および 4t トラック 6 台に達した。

反省として、寒冷地への重量物の搬入はその時期を工事工程上十分に配慮する必要がある。

#### 7. 据付工事

据付準備は、昭和 49 年 12 月より重量物基礎工事から始まり、約 5 カ月半で完了した。この期間には土木工事の進捗上待ち日数がかかなりあり、正味約 4 カ月を費した。送排風機の据付は特に慎重に行い、主軸受水平面レベルはすべて 3/100

項目	1973年				1974年				1975年				備考
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	
設計													当初工期
材料準備													S.48.10.10 ~50.3.15
ケーシング部製作													工期延期 S.50.8.11 まで
翼、翼車、軸受製作													
電気品製作(モータ、盤)													
工場組立													
工場試験													
搬入、据付													
単独試験													
分流板スロット調整													
遠隔総合試験													

図-3 工事工程

mm 以内に収めた。

また、軸受部各部のすき間は 0.23~0.30 mm 以内とし、翼先端のすき間は 図-5 のとおり 3.5~3.8 mm 以内としている。

### 8. 試運転調整

据付完了後、送排風機と主電動機の継手部分を切り離し、主電動機単独の無負荷運転による単独、連動運転後、継手部分を締結し、送排風機単独、連動の各回転段階における振動、騒音、軸受温度、電圧、電流、回転数等を検査記録し、異常のないことを確認して本試験調整を終了した。

なお、参考までに 2/1,000 mm、振動両振幅（支持脚）、騒音 103 dB(A)（地下換気所内送排風機 4 台運転）であった。



写真-1 立坑送排気口

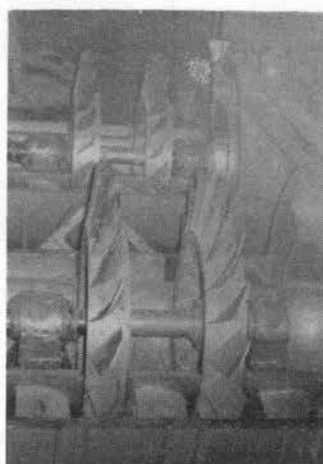


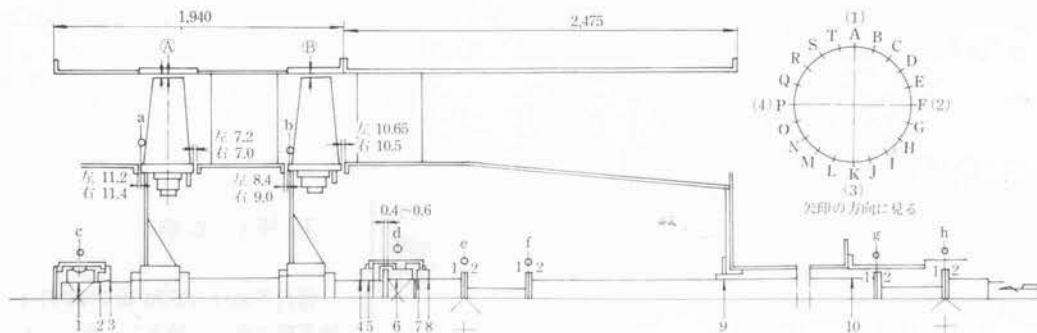
写真-2 羽根組付状況

### 9. スロット調整

本調整は設計換気風量に対して送気、排気のスロット開度を調整し、一様な吹出し、吸込みを得るために行うもので、送気についてはフリーの吹出し風量、排気については静圧分布を測定して風量が一様な配分となるよう計測可能な諸損失係数の測定を行い、開度の計算と設定、風量、風速の測定を「道路トンネル換気設計便覧（昭和 39 年 4 月、日本道路公団）」、「日本道路公団設計要領“第 3 集トンネル”」の手順に従って開度を設定した。

なお、送排風ダクト系の末端、始端圧力は送風ダクト末端圧力 15 mmAq、排風ダクト始端圧力 10 mmAq として開度設定を完了した。送気フリーおよび排気スロットの損失係数は 図-6 および 図-7 のとおりの数値が得られた。

送気フリーは将来走行車線側監査廊壁面に縦 200 mm、横 900 mm の吹出口を約 5 m 間隔で施工されて



翼先端のすき間計測（計測値 4.0±0.5）

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
動翼 A	3.5	3.6	3.6	3.5	3.5	3.8	3.7	3.6	3.6	3.7	3.8	3.8	3.7	3.7	3.8	3.7	3.5	3.5	3.6	3.6
動翼 B	3.5	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6	3.8	3.8	3.8	3.75	3.7	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6

図-5 動翼先端すき間計測値（計測値 4.0 mm±0.5 mm）



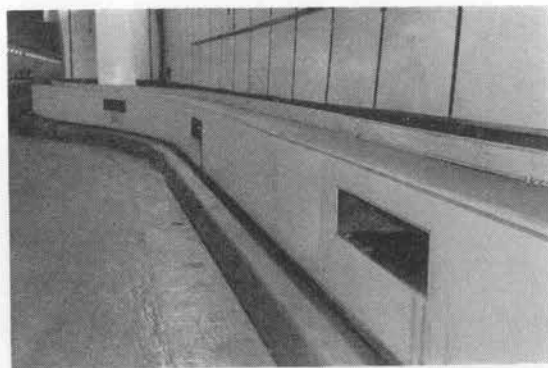


写真-3 送気口

おり、風量の調節は天井板吹出口に鋼板製の調整板の開閉により開度を調整し、排気スロットは天井板に縦 400 mm、横 1,400 mm の吸込口が約 5 m 千鳥で配列され、調整板はコンクリート板 2 枚により規定開度寸法に調整できる構造となっている。風量、風圧の計測は送気吹出口中央で 10 個ごとに、排風はトンネル中央よりの吸込口床 500 mm の点で 20 個ごとに標準ビト管、熱線風速計およびマノメータを使用して線図を作成し、均一な風量分布および必要な末端、始端圧力になるよう調整した。なお、車道内圧は 0 とした。

### 10. 圧力精算

昭和 47 年 3 月、一応想定されるものを網羅して換気設備に関する基本設計をまとめあげたが、昭和 49 年 3 月、トンネルの躯体、連絡ダクトおよび建物が明確になったので、各ダクト系の圧力のバランスをとり、かつ、所要風圧を極力小さくするための整流板等をも考慮し、最終圧力精算を行なった。なお、対面通行時における圧力精算線図を 図-8 に示す。

### 11. 換気機の仕様

#### (1) 仕様概要

換気機の概要は先に述べた計画換気量対面時 1,146 m<sup>3</sup>/sec を基本に、将来一方時に移行した場合の総換気量 1,499 m<sup>3</sup>/sec を勘案して将来とも換気機の容量を変更する必要がない仕様としている。現在供用している車線は将来一方時下り線となるため飯田方においては一方時の容量を持ち、中津川方においては対面時の容量を備えている。すなわち、対面時では飯田方に余裕があり、一方時に移行した場合は中津川方に余裕ができる。また将来一方時 1,499 m<sup>3</sup>/sec に移行する場合は飯田方の No. 5 ダクト (図-2 参照) に 302

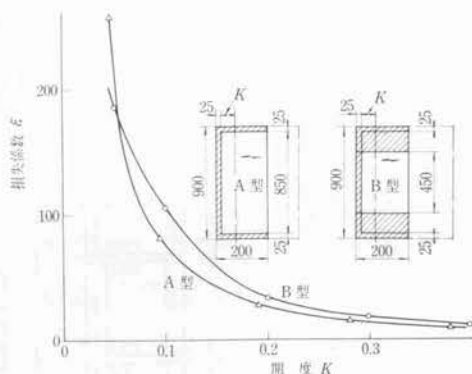


図-6 送気フリー損失係数

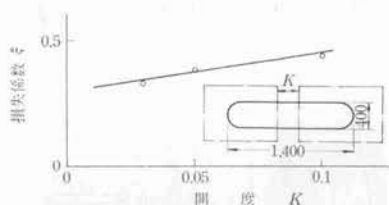


図-7 排気スロット損失係数

m<sup>3</sup>/sec 増設する計画である。したがって、対面時の総換気量は 1,256 m<sup>3</sup>/sec と若干多くなっている。

各換気機の仕様は 4 系統 6 ダクト方式に基づき決定した換気所の位置ならびにダクト延長に伴う前項の圧力精算の結果から 表-2 のとおり決定した。特に全圧力においてはトンネル換気機としては初めての 495 mmAq という高圧力となり、電動機軸動力も 1,215 kW の大容量の機種が出現する結果となった。送風機形式は写真-5 のとおり横型軸流送風機で動翼 1~2 段である。

#### (2) 各構成の概要

##### (a) 主電動機

換気機 16 台の主電動機容量は合計 13,730 kW と大



写真-4 地下換気所

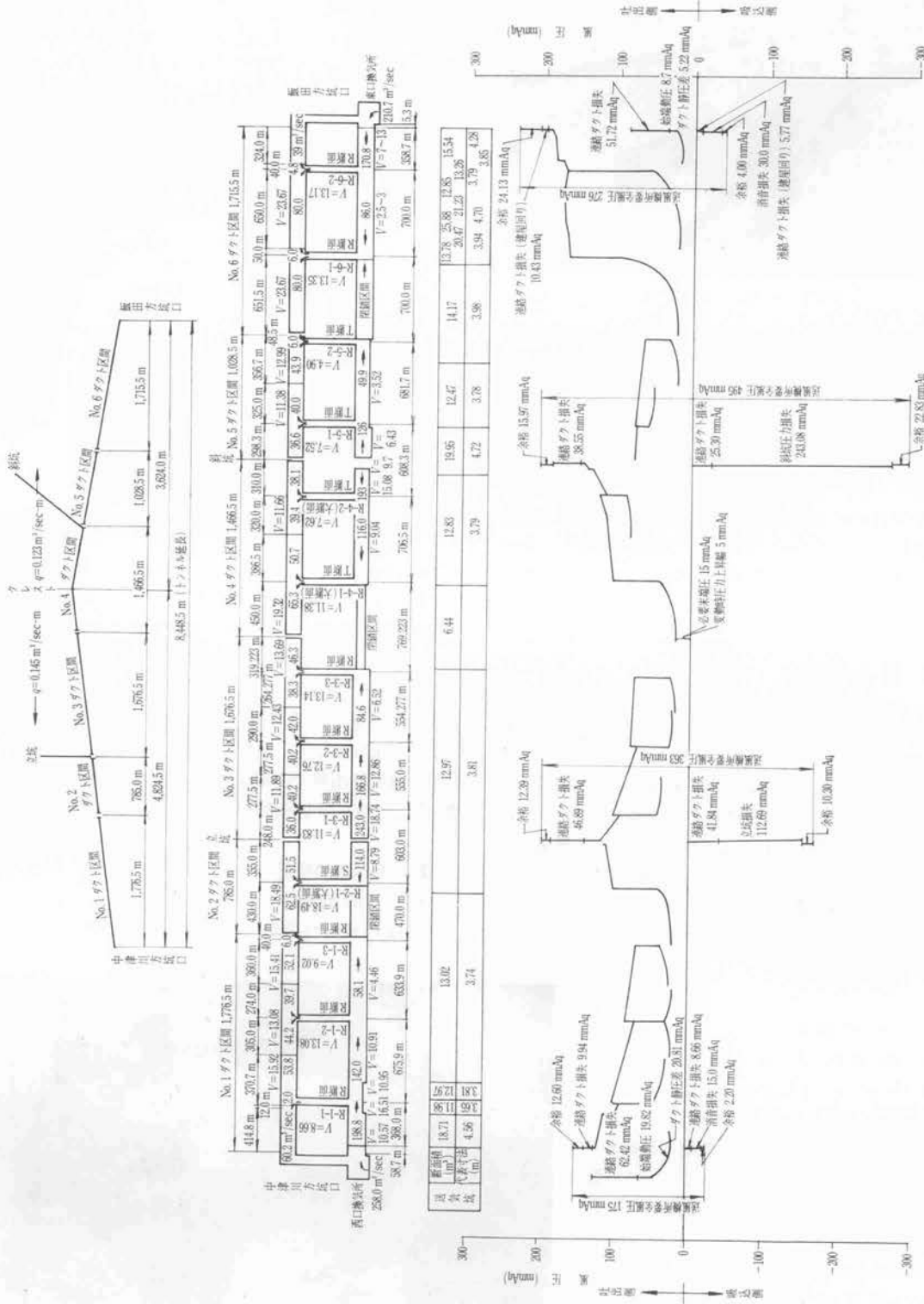


図-8 (A) 最終圧力精算図 (送気側)

容量になるため同時起動時の電圧降下が大きく、従来の極数変換可変速電動機では受変電設備の容量が膨大となる。また、各換気所は無人運転を原則としているためモータブラシ等の摩耗が少なく、保守が容易でなければならない。

以上の理由により起動電流が少ないブラシレスタイプのサイリスタモータを採用した(表-3 参照)。

サイリスタモータは速度制御盤およびコンデンサ盤から構成されている。速度制御盤はサイリスタモータに可変周波、可変電圧を供給して回転数を調整する機能有

するサイリスタ式静止電力変換装置(サイクロコンバータ)を内蔵している。

また、各モータの力率を改善させるため速度制御盤に隣接してコンデンサ盤を設けている。このコンデンサ盤は力率改善のみでなく、サイリスタモータより発生する電流高周波をある程度吸収する機能も有する(図-10 参照)。

(b) 換気制御盤

送排風機の運転制御を行う換気制御盤を各換気所に一面設置している。換気制御盤は主に補助リレーより構成

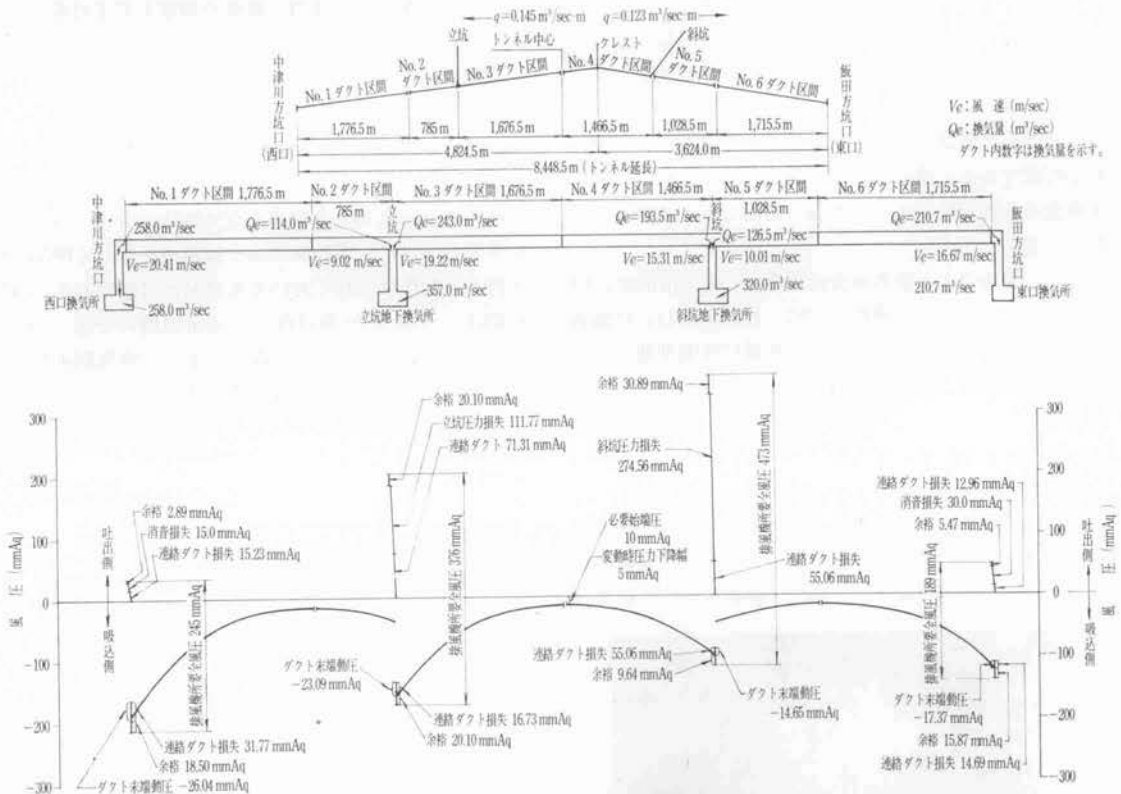


図-8 (B) 最終圧力精算図(排気側)

表-2 恵那山トンネル換気機仕様一覧表(対面時)

種 別	西 坑 口 換 気 所 (No. 1 ダクト)		立 坑 換 気 所 (No. 2~No. 3 ダクト)		斜 坑 換 気 所 (No. 4~No. 5 ダクト)		斜 坑(将来)換気所 (No. 5 ダクト)		東 坑 口 換 気 所 (No. 6 ダクト)	
	送風機	排風機	送風機	排風機	送風機	排風機	送風機	排風機	送風機	排風機
1ダクト当り計画風量 (m³/sec)	258	258	357	357	320	320	302	302	321	321
ファン台数 (台)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1台当り風量 (m³/sec)	129	129	178.5	178.5	160	160	151	151	160.5	160.5
全風圧 (mmAq)	175	245	363	376	495	473			349	324
口 径 (mm)	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800	2,800			2,800	2,800
段 数 (動翼) (段)	1	1	1	1	2	2			1	1
回 転 数 (rpm)	620	700	880	880	720	720			750	750
軸 動 力 (kW)	345	485	990	1,025	1,215	1,155			855	795
送風機効率	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8			0.8	0.8
羽根周速 (m/sec)	91	103	129	129	103	103			110	110

(注) 1. 風圧は大気状態 760 mmHg, 20°C における送排風機の全圧である。  
 2. 使用状態における大気の最低温度は -10°C とし、火災時は最高 100°C とする。

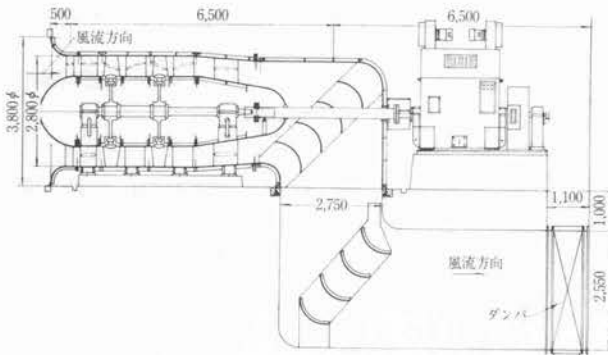


図-9 地下換気所送排風機断面図(斜坑地下)

されている。その機能は 図-11 のように分類される。

本盤からの操作は送排風機、各ダンパ、給油装置、冷却ファン等の自動運転、手動運転が行える機構としている。なお、手動運転の場合は各機器の連動運転、単独運転が可能である。遠方監視制御装置に渡す監視、制御、状態表示の各端子はすべて本盤で引渡しができるようにしている。

なお、盤面の主な計器は交流電流計、速度指示計、VIメータ、COメータ、速度設定器、故障表示灯、状態表示灯、起動・停止指令スイッチ、各種切替開閉器(ファン連動・単独用、台数指定用、遠方～直接、自動～手動)である。

(c) ケーシング

鋼板製で軸方向および上下方向に分割できるものとし、その結合はボルト締めとしている。分割の基準は延長方向で 5m 以内、重量 5t 以内としている。鋼板の肉厚は 16mm (内胴部分は 12mm)、動翼部分については

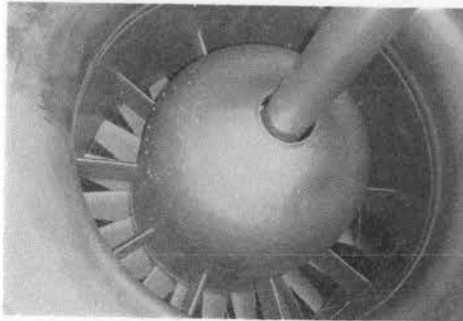


写真-5 換気機内部

22mm を採用し、構成部品は可能な限り互換性をもつように設計している。

(d) 羽根および羽根車

各ダクトの送排風機ともその羽根周速が 100～130 m/sec と速くなったため、従来のアルミニウム合金鋳物に代わってアルミニウム鍛造とした。羽根車は鋼板溶接構造で羽根を固定するが、羽根取付角は運転停止時に手で 1 枚ごとに調節できる構造とし、調整範囲に角度目盛を表示している。この調整を行うのは、将来消音器等をダクト内に設置した場合、ダクト抵抗が増加するためその対策として圧力、風量の調整が若干可能なようにしている。

羽根段数: 1～2 段

羽根枚数: 20～22 枚

羽根材質: アルミニウム鍛造, JIS A 2014-FD-T 6

(e) ダンパ

吐出ダンパは角型多翼式で空気抵抗の少ない鋼製ベン6枚を取付け、電動機により減速機を介して開閉動作を行う。操作は手動においても容易に可能である。開閉時間はいずれも 30 秒以内で、送排風機の全速 (100%) 立上りはこれより約 10 秒遅れるように換気制御盤においてタイマーをセットしている。地下換気所の送排風機定期整備時には吐出ダンパとさらに別途仕切りダンパを

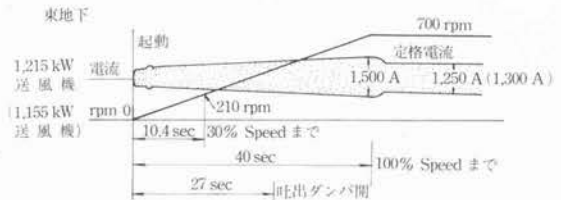


図-10 サイリスタモータ起動電流

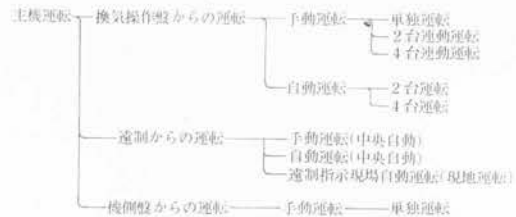


図-11 換気制御盤の操作機能

表-3 サイリスタモータ定格表(恵那山トンネル)

換気所名	西坑口		立坑		斜坑		東坑口	
	送風機	排風機	送風機	排風機	送風機	排風機	送風機	排風機
台数	2	2	2	2	2	2	2	2
定格出力 (kW)	345	485	990	1,025	1,215	1,155	855	795
定格回転数 (rpm)	620	700	880	880	700	700	750	750
定格電圧 (V)	510	510	510	510	510	510	510	510
定格周波数 (Hz)	51.7	58.3	58.6	58.6	46.6	46.6	50	50
極数	10	10	8	8	8	8	8	8

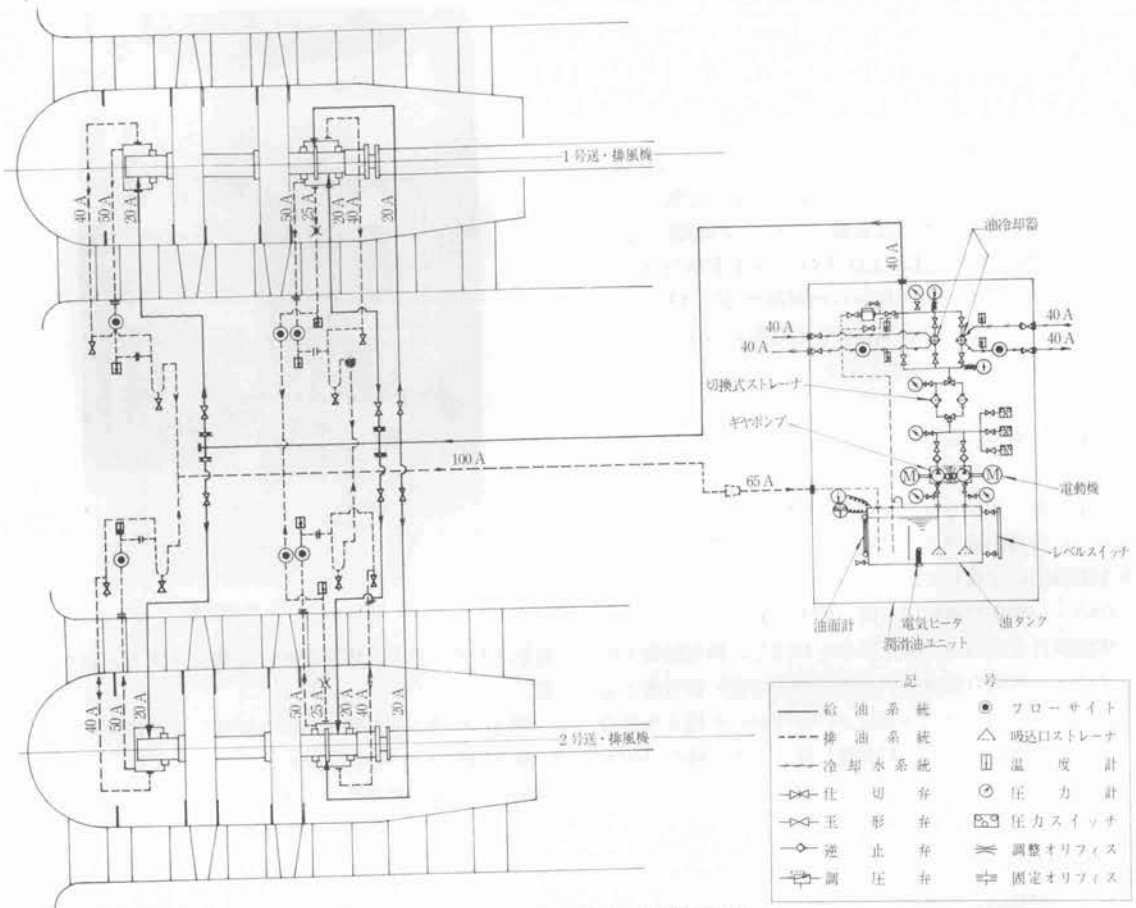


図-12 斜坑地下送排風機潤滑油系統図

閉じる方式としている。これは完全な1ダクト2機方式としているため、分解時、解体側のダクトより換気所内空気の逆流を防止する目的である。

(f) 潤滑油装置

軸受の形式として一般的に使用されているものにはすべり軸受ところがり軸受がある。すべり軸受はおおむね高負荷、大容量の装置に適し、ころがり軸受は低回転、小負荷の装置に用いられる。本送排風機はそのちょうど中間に位置する装置で、どの方式も採用可能であったが、寿命および保守の面においてすべり軸受の方がすぐれていると判断したので、この方式の採用となった。特に寿命の面を重要視すると、すべり軸受は2面間の潤滑油が清浄、かつ、所定の性質を保持しており、荷重条件が適正であれば軸受の荷重、速度に相応した油膜が形成されるので、2面を完全に隔てて金属接触が起らないため半永久的な寿命を有する。ころがり軸受は正常な条件で使用されていても、ころがり面は繰返し圧縮応力を受け、材料の疲れによってころがり面にはく離が発生し、使用に耐えなくなる。

給油方式は強制給油方式として送排風機とも2台に1組の装置を設備している。特に停電時に備え、ポンプ用

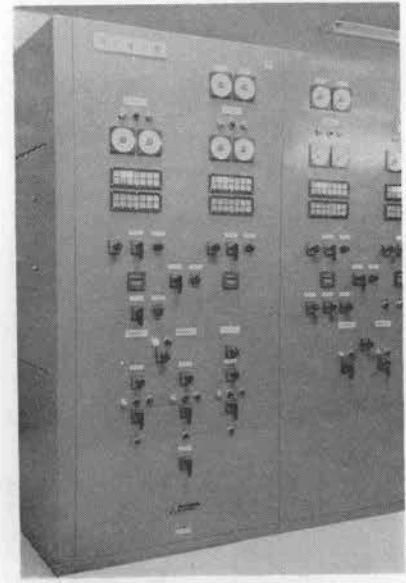


写真-6 換気制御盤

のモータ電源は異系統(岐阜県および長野県側)をそれぞれ装置に組込んでいる。

なお、潤滑油装置系統図は 図-12 のとおりである。

### 12. 換気制御

本設備の風量の制御方式は台数を組合せた回転数制御を採用した。将来トラフィックカウンタと電算機を組合せた予知制御を行うが、当面煙霧透過率測定装置 (VI 計) および一酸化炭素検出装置 (CO 計) の制御となる。データ集積後は VI 計および CO 計をも含めた予知制御となる。当面の遠方監視からの制御は 図-13 に示す運転とした。なお、送排風機各 1 台運転は VI 計, CO 計の値により 30% 回転数からとしている。

### 13. 計測装置

換気制御に用いる計測装置として一酸化炭素検出装置ならびに煙霧透過率測定装置を 図-14 のとおり換気ダクト系統別に設置している。

#### (a) 一酸化炭素検出装置 (CO 計)

本装置は車道内の一酸化炭素を検出し、換気制御を行うもので、現場自動運転 (遠制御替え可能) が可能としている。車道内 CO ガス濃度が 150 ppm を越えた場合には瞬時出力信号を換気制御盤に送り、換気機の 100%

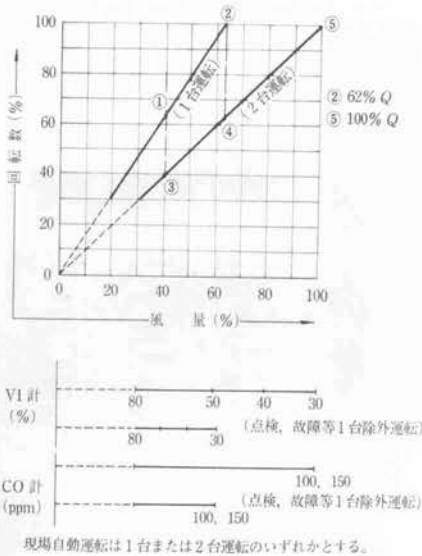


図-13 換気機運転方式

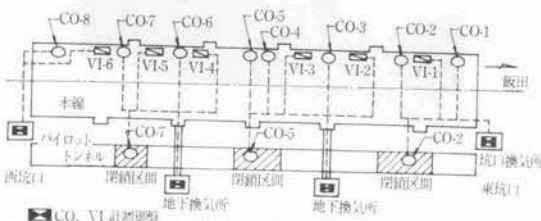


図-14 CO 計および VI 計設置位置平面図

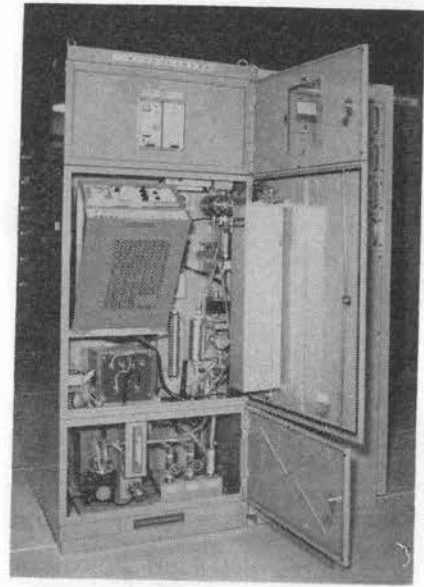


写真-7 CO 計制御盤

運転を行う。なお、本装置の主な諸元は次のとおりである。

測定方式: 非分散赤外線分析法による連続測定

測定範囲: 0~300 ppm

精度: 再現性フルスケールの ±2% 以内

指示遅れ: 1分以内 (本体入口より)

濃度出力: DC 0~16 mA

試料吸引量: 約 2 l/min (ただし分析は 0.5 l/min)

#### (b) 煙霧透過率測定装置 (VI 計)

本装置は車道内媒煙の透過率を計測し、CO 計と連繋してトンネル換気設備の自動制御を行うために設けられたものである。一般的には VI 値による制御が多い。なお、本装置の主な諸元は次のとおりである。

測定方式: 連続光変調比較方式

測定範囲: 0~100% (光路長 100 m)

測定誤差: フルスケールの ±2% 以下

時定数: 10 秒以下 (瞬時出力)

出力信号: 透過率は 0~16 mA (0~100%), 警報出力

は透過率出力を 10 分間平均し、この値が次のような各レベル (可変) を越えた場合に接点出力を出す。なお、この出力はタイマーによって最小限 10 分間保持される。

- 上限: 80%                      下限 1: 60%
- 下限 2: 40%                    非常下限: 30%

### 14. 騒音対策

換気機運転により発する騒音は表-4 のとおり騒音レベルでいずれも 110 dB(A) を越えている。特に東坑口においては民家 (旅館) との間が 110 m の近距離に

ある。

この騒音対策については、関係官庁と協議を重ね、長野県および岐阜県条例に基づき、民家の境界線上において昼間 60 dB (A) と決定し、消音設備の施工を行うこととした。その施工について種々の方式を検討したが、工事費が安く、将来のメンテナンスが容易であるダクト内吸音パネル内張り方式、ならびに消音器（スプリッタ型）併用方式とした。

実際の工事は、交通量の増大に伴い換気量も増えるため段階施工をすることとして吸音パネル内張りを施工したが、試運転時の測定結果から判断すると、内張りの吸音効果が良好で、現在の規制基準から消音器取付は必要としていない。

内張りの材料はロックウール（厚さ 75 mm）をアルミパネル（開孔率 50%）で押え、ダクトコンクリート面に 100 mm の空気層を保って固定している。内張表面積は送排ダクトとも約 700 m<sup>2</sup> である。取付部は良好な吸音効果を得るためダクトのバンド部に内張りすることとし、バンド前に 1 D、バンド後に 2 D の施工を行った（D=ダクト寸法）。

15. 供用開始日の交通量と換気関係

供用開始が土曜日となったため翌日の日曜日には記録

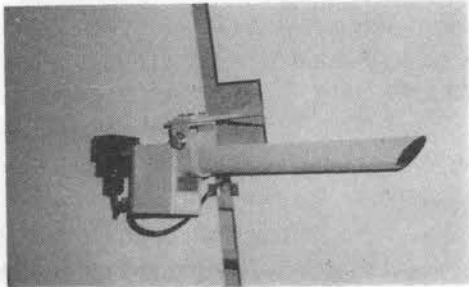


写真-8 VI 計投光部

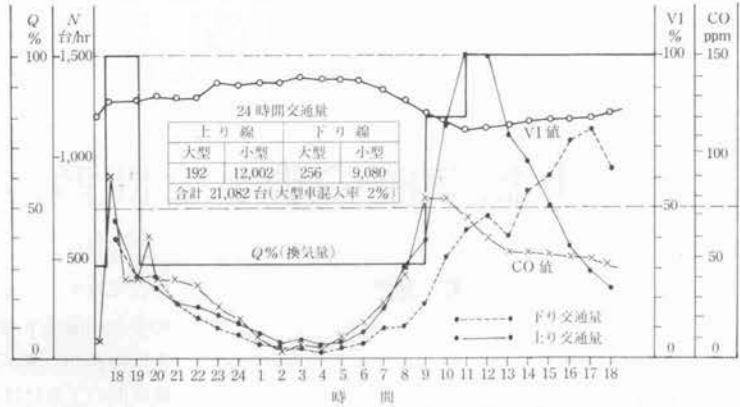


図-15 供用開始時の交通量と換気関係

的な交通量となり、大型車混入率こそ低かったものの、時間交通量 2,200 台に達し、トンネル内において渋滞も発生した。

換気装置の制御は VI 値が良好であるため CO 濃度を基準に 100 ppm 以内になるような運転を行なった。この結果から判断できることは、計画交通量 1,855 台/hr（昭和 80 年度時間最大）以上の交通量の時間帯が発生したにもかかわらず、換気運転 100% では CO 濃度は 100 ppm 以下になることは確実に問題はない。VI 値については、大型車混入率も 2~3% と少なく、その値も 80~90% と常に良好で、換気機運転の対象となっていない。

16. あとがき

恵那山トンネルの換気計画についてはいままで各文献により報告されている。ここでは現地を担当した者として実際の施工ならびに結果について紹介したが、紙面の都合もあり、とりまとめが十分でなかった。本稿執筆段階で供用開始後 1 週間経過したが、交通事故ならびに設備の不具合とも一件もなく、まず順調に流れている。今後 1 年間詳細なデータを取り、理想的な換気制御等について検討を重ね、将来線（2 本目）の計画について生きる資料を残す計画である。

表-4 騒音値ならびに消音効果数値

項目	機種	騒音レベル (dB(A))	騒音のパワーレベル (dB(A))	民家の位置	距離 (m)	距離減衰 (dB)	民家における騒音レベル (消音器あり)					
							民家における騒音レベル (消音器なし)		内張り工施工あり		スプリッタまで施工あり	
							(dB(A))	合成騒音レベル (dB(A))	(dB(A))	合成騒音レベル (dB(A))	(dB(A))	合成騒音レベル (dB(A))
東坑口	送風機	117	134	A地点	110	47	90	92	66	67	51	52
	排風機	116	133	〃	160	51	85	92	57	(59)	44	
西坑口	送風機	115	131	A地点	490	64	70	83	62	74	51	58
	排風機	118	134	〃	460	55	82	83	73	(53)	57	

(注) ( ) 内は実測値

# シールド掘進機の現状と問題点

小竹 秀雄\*

## 1. わが国のシールド

フランス生まれの英人技師 Sir. Marc Isambard Brunel が船喰い虫にヒントを得てシールド工法を発明したのは 1818 年である。1826 年、彼の構想になるシールドが初めてロンドンのテムズ河底のトンネルに実施されてから 1.5 世紀になる。その後、米国、欧州、ソ連その他で主として都市トンネルにおける軟弱地盤に対する有効な施工法の一つとして広く採用されてきた。

わが国では大正 6 年着工し、大正 12 年に完成した羽越線酒田～秋田間の折渡トンネルのほぼ中央部で膨張性泥岩に遭遇して約 177.3m に初めてのシールドを採用したが、山岳トンネルであり、加えて、初めての工事のせいか、土砂の崩壊や蛇行のため工事途中で中止のやむなきに至った。続いて大正 15 年、難工事として世界的にも有名な国鉄東海道線丹那トンネルの熱海口の坑奥約 1km 付近の工事が大小数本の断層を含む集塊岩、温泉余土、風化安山岩地帯に遭遇し、さらに加えて、圧力 23 kg/cm<sup>2</sup> にも及ぶ高圧、多量 (3~5 m<sup>3</sup>/min) の湧水、これに加えて、土砂の噴出を伴うなどの難工に逢着、本線トンネルの左右に数本の迂回坑や水抜坑を掘削して湧水の分散、水圧の低下を計ったが、断層の突破は不能となり、最後の手段としてシールドの採用に踏み切った。しかし、硬質岩の出現、多量の湧水のためその征服はできなかったが、丹那は幸い地質良好区間を発見して迂回坑を貫通、解決した。

その後わが国ではシールドの計画はなかったが、昭和 12 年、本州と九州を結ぶ延長 3.6km の関門海底トンネルが着手された。この九州側半分については、地質が花崗岩の風化した真砂土であり、特に海底部には土被り 7m 程度の薄い箇所もあること、戦時中輸送力の要である鹿児島本線下を通過する等のことからシールド工法を採用することが考えられていた。前述のように、わが国

では本格的シールドは初めてであり、さらに世界でも例の少ない海底下の工事であるため学識経験者による運輸大臣の諮問会議が開かれ、その答申として、この地質不良区間の工事にはシールド工法の採用が示唆された。

折渡、丹那のシールドの経験からその実施には相当の困難が予想されていたが、その答申にはシールド工法は日本の土木技術で十分可能であると明記されていた。したがって、国鉄は各部門の総力を結集してシールドトンネルの完成に努力した。これがわが国最初の本格的シールドとなった。下り線は昭和 14 年、上り線は昭和 18 年にシールド工事を開始し、それぞれ昭和 19 年、昭和 29 年に無事工事を完成した。昭和 32 年には国道関門トンネルの下関方陸上部で径 11m のルーフシールドを約 269m、同じく同年に帝都高速度交通営団地下鉄 4 号線永田町工区 (国会議事堂付近) で、径 11.46m のルーフシールドで延長約 231m を施工した。

これを最後にシールド工法による工事は皆無であったが、昭和 35 年、名古屋地下鉄堀割町工区 (覚王山トンネル) が住宅地下を通過することもあって、シールド工法が再び採用されたが、一方、この頃から年とともに輻輳する交通事情、開削工法に対する地域住民、商店街などの関係、騒音などの問題も起り、地下鉄、上下水道、電線など地下を通ずる構造物の築造では開削工法による方法は漸次影をひそめ、シールド工法がこれに代わることとなった。今後これらの地下工事も過去のような高度成長は望めないにしても、環境公害対策の面からも、また世直し対策の面からもその建設は欠くことのできないものであり、シールドの利用はさらに前進するであろう。

シールド工法に使用する機械は多種多様であり、特に都市内の工事が多いこともあって、工事システムとして研究する必要があるが、本稿ではシールド掘進機の構造概要とその現状、問題点についてのみ略述することとする。

## 2. 日本のシールド掘進機の諸データ

### (1) シールド掘進機の年度別製作台数

わが国にシールドが導入されてから 10 年ごとのシールド掘進機の製作台数を図-1 に示した。昭和 31 年~40 年、41 年~49 年の増加の傾向を見ると目を見張るも

\* 三菱重工業 (株) 建設機械事業部顧問



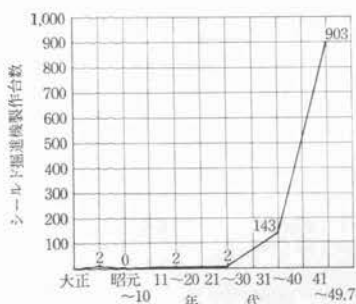


図-1 わが国におけるシールド工事増加の傾向

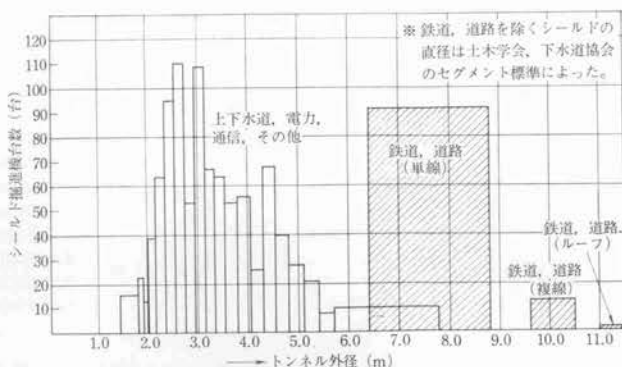


図-2 シールド掘進機製造概数とトンネル外径との関係 (日本最初のシールドから昭和49年7月まで)

のがある。

(2) シールド掘進機の製作台数とトンネル外径

図-2 にシールド掘進機の製作台数とシールドの直径との関係を示した。この棒グラフではその幅は鉄道、道路トンネルを除いては土木学会、日本下水道協会の定めた「シールド工事前標準セグメント」の規格に準拠して分類した。鉄道、道路トンネルについては単線、複線、ルーフシールドに分け、その実績により最小、最大径を外径の幅とした。

図-2 の結果から直径 2.2m 程度から 3.6m 程度の範囲が最も多いことがわかる。このことは都市を中心とする上下水道、電力・通信の洞道などの工事が非常に多いことを示している。鉄道、道路の場合、例えば、鉄道単線ではシールドの直径は 6.4~8.7m 程度となっているが、これは 2 次覆工の有無、曲線区間、停車場などの関係によるものである。複線トンネルも同様の理由からその直径は 9.6~10.5m 程度となっている。

(3) シールド掘進機の機種別、用途別使用台数

表-1 にシールド掘進機の機種別、用途別使用台数の概数を示す。表で見るように、用途別では上下水道関係が最も多く約 68%、次いで鉄道・道路 16%、電力・通信 16% となっている。機種別では手掘式が最も多く 84%、次に機械式 7%、ブラインド式 6.5% となっている。

表-1 シールド掘進機の機種別、用途別使用台数

合計台数	用途別	機種別	機種別					
			手掘式	半機械式	機械式	ブラインド式	限定圧気式	
16	179	鉄道・道路	145		14	20		
68	756	上下水道	650	5	50	36	9	6
16	173	電力・通信	140	2	14	17		
0.6	7	下水道その他	6		1			
100%	1,115	合計	941	7	79	73	9	6
100%		百分率	84	0.6	7	6.5	0.8	0.5

(注) 1. この調査は運輸省「シールド工法による鉄道トンネル実施例集」、土木学会編「わが国のシールド工法実施例第1集」、土木学会誌、トンネルと地下、土木技術、建設の機械化、土木施工、各種講演会集など技術誌による。  
2. 調査時期により機械式、半機械式に多少数値に変化がある。  
3. 上水道が +100 台くらい増えるかも知れない。

る。しかし、最近では労務賃金の高騰、絶対量の不足や工事速度の向上などの関係から半機械式、機械式、地質との関係も含み泥水加圧式シールド掘進機の需要が急速に増加している。

3. 主に使用されている

シールド掘進機の形式と構造

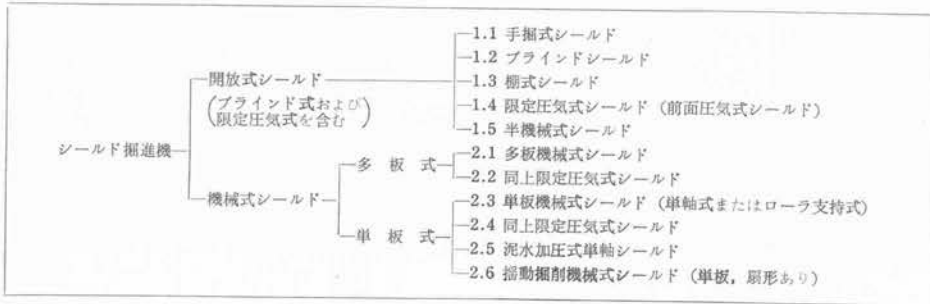
シールド掘進機の選択を行う場合、工事個所の地山条件、すなわち、一軸圧縮強度、含水比、塑性・液性限界、地山の試料の粒度構成、湧水の有無、また、工期、工事延長、地表の状況、トンネルの線形およびその使用目的等の諸条件はもちろんのこと、掘削方法、覆工方式等の施工性も考慮し、安全で経済的な施工ができる形式のものを選定することが望ましい。しかし、わが国の地質は非常に複雑で変化が多く、施工区間が比較的短い工区でも同一条件の地質は少なく、湧水を伴う場合が多いので、その選択には細心の注意を払うべきであろう。

さりとて、あまり考えすぎて機械の構造を複雑にすることは思わぬ故障の原因ともなりかねないので、シンプル・イズ・ベストを忘れずに優秀なアタッチメントによる対応策を考慮、対処すべきであろう。以下、シールド掘進機の主要なものについて、地質と対応性およびその構造概要について述べることにする。

シールド掘進機を用途別に分類すると表-2 のとおりである。すなわち、表に見るとおりシールド掘進機は大別して開放式 (Open Type) と機械式 (Mechanized Shield) に分類され、前者の開放式には手掘式、ブラインド式、棚式、限定圧気式、半機械式等があり、機械式にはカッターヘッドの形状によって単板式、多板式の別がある。この形式のシールドにも作業場全体を圧し、または刃口部前面のみを圧して切羽の安定を計る限定圧気方式があり、使用する個所の地盤条件により選択採用される。

機械式シールド掘進機では単板式が最も広く採用され

表-2 シールド掘進機の用途別分類



ているが、この形式にはカッターヘッドの回転を傘の柄状の中心軸で回転する場合と円筒中空大径軸をラジアル、スラストローラで支持する方式の2種がある。地質が細砂で砂が流出して崩落を起すような危険な地質では、前に述べた限定圧気に代り、刃口部に泥水を満たし、その圧力を湧水圧  $+0.2 \text{ kg/cm}^2$  に保ち、切羽の安定を計る泥水加圧式や、大玉石や木片混りの地盤に最も適するとされている揺動掘削機械式などがある。以下、各形式のシールド掘進機の地質と適性、構造、問題点などについて述べ、参考に供する。

## (1) 開放式シールド

### (1.1) 手掘式シールド (写真-1 参照)

手掘式シールドはその構造上、責任技術者が直接切羽地山を確認し、これに適する施工ができること、シールドの構造も工区に出る地山に適する構造が容易なこと等から広い範囲の地質に適用できる便利がある。また、機械費が安いこともあって、表-1 に見るように現在までの使用台数は約 950 台にも及び、全体の 84% を占めている。地質が非常に軟弱な場合、次に述べるブラインドシールドに転換も容易である。

### (1.2) ブラインドシールド

ブラインドシールドも比較的多く使用されている部類

に属する。表-1 に示すように約 6.5%、73 台にも達する。工区全体が軟弱である場合が少ないので写真-2 の例に見るように手掘・ブラインド共用型がかなり多い。ブラインドシールドは手掘式シールドでは切羽の安定を保つことができないほど軟弱な地盤でほぼ図-3 に示す性質の範囲内の地盤に使用されている。

### (1.3) 棚式シールド

地質が砂で、切羽は崩れやすいが湧水がなく、ウェルポイントやディープウェルなどで水位を下げるのが可能な場合、棚式シールドは有効である。すなわち、土質に応じ切羽に適当な高さの棚を設ける。この棚の高さはその土砂の持つ固有の安息角から決め、これを利用して切羽の安定を計るもので、ソ連、欧州で多く採用されている。

図-4 はドイツのハンブルグ市エルベ河底下のシールド工事の一例であるが、径 10.9 m の中心から上は砂で棚式構造となっており、下段は粘性土でいずれもフロントショベルで掘削、積込みを行なっている状態である。わが国では棚式の実例はほとんどない。

### (1.4) 限定圧気式シールド

手掘式シールドにおける限定圧気式シールドはシールド刃口部に隔壁、その後部にロックを設け、前面に圧気を封入して湧水を押え、切羽の自立を計りながら掘削す

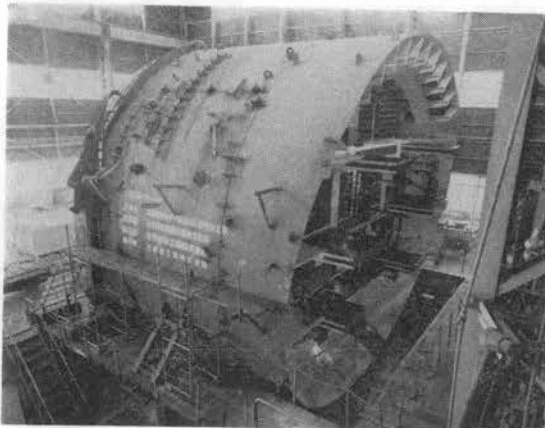


写真-1 わが国最大の 10,920 mmφ 手掘式シールド (三菱重工)

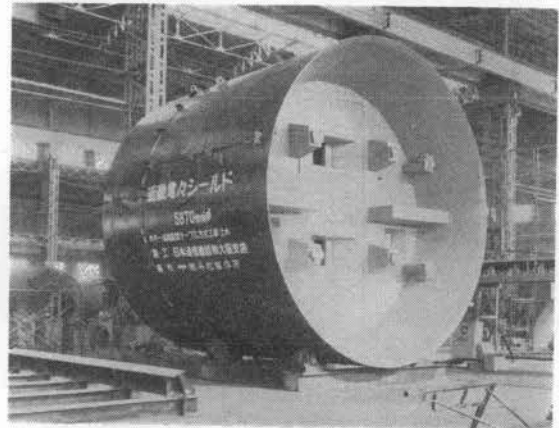


写真-2 5,870 mmφ 手掘・ブラインド兼用型シールド (小松製作)

る形式のシールドで、切羽の掘削は函内に労務者を入れて掘削するか、空気圧によっては隔壁外の大気圧下よりリモコンピックにより掘削する。この場合の山押えは遠隔操作により行うことができる。限定圧気を応用する場合、地質は粘性土でできるだけ漏気の少ないことが望ましいし、もし漏気が多い場合、急速にこれを補給できる設備が必要である。日本における事例は表-1に示すように6件である。

(1.5) 半機械式シールド

従来の手掘式シールドが切羽の掘削にピックやショベル等が使われているのに対し、これを機械力に代えたものである。最近、労務者不足、賃金の高騰に加えて工事の施工速度の向上が要望されるなどのことから、掘削に機械力を導入したものが急増している。すなわち、従来の手掘式シールドが時間比でおおよそ掘削3に対しセグメント組立1の割合であるのに対して、できれば掘削、組立を1:1程度に能率を向上すると同時に労務の節約を計る一鳥二石の働きをするものである。表-1の実績の段階では7台、全体の0.6%ぐらいであったが、その後、急速に増加している。

シールドに装着する機械も地盤に応じ多種多様であるが、軟弱地盤向きとしては写真-3、図-5に示すスクリーナーカッター方式、硬軟いずれにも適するバックホウ式油圧ショベル(写真-4~写真-6参照)、この油圧ショベルは比較的軽型に属するもので、N値0~20~30程度に相当とされている。写真-7、写真-8は日立のミニジョン、マイクロジョンと称し、前者に比較して相当

$$LI = \text{液性指数} = \frac{m - PL}{LL - PL} \times 100$$

∴ LL=液性限界  
PL=塑性限界  
m=含水比

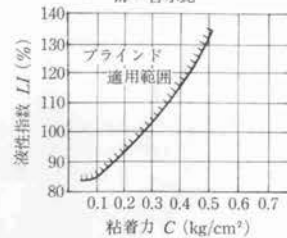
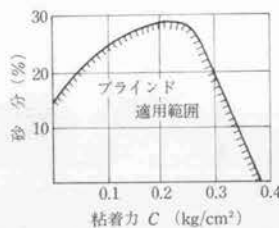


図-3 ブラインドシールドの適用可能土質 (遠藤氏「シールド工法選定の要点」)

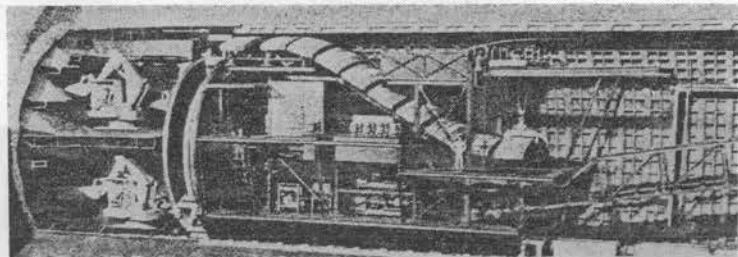


図-4 ハンブルグ市エルベ河底トンネル (10,973 mmφ)

強力型のショベルを装備し、一軸圧縮強度 100~200 kg/cm² の硬土盤にも適するよう設計されたものである。

いずれのショベルを装備するにしても狭いシールド坑内には寸法的な限界もあり、地盤が非常に硬い場合、機械力のみによらず、ゆるめ発破などの補助手段が必要となる場合もある。図-6は横浜地下鉄の一部に使用した例であるが、地質は土丹層であったためヘッディングマシンが使用された。ヘッディングマシンは一軸圧縮強度 100~300 kg/cm² 程度に適合するが、機械費は他の方法に比べて高価である。この場合、ヘッディングマシンで掘削した土砂は下部に装着したフリスローダで積込みを行なった。軽型ショベルで能率が上がらない程度の硬土盤では、このフリスローダや大空のカッターローダ形式のものが N 値 20~50 程度のローム、粘土質に適切であり、多く使用されている。

これら形式のいずれを採用するかは、施工個所の地盤条件、施工延長、および経済性などから十分検討すべきであろう。

(2) 機械式シールド

(2.1)(2.2) 多板機械式シールド、同限定圧気式シールド

多板機械式シールドはわが国では2台の実績がある。このシールドは地質は軟弱ではあるが、ブラインド式では無理という程度の硬さの地質に利用すべきもので、所要の直径のトンネル内に写真-9のように複数のカッター

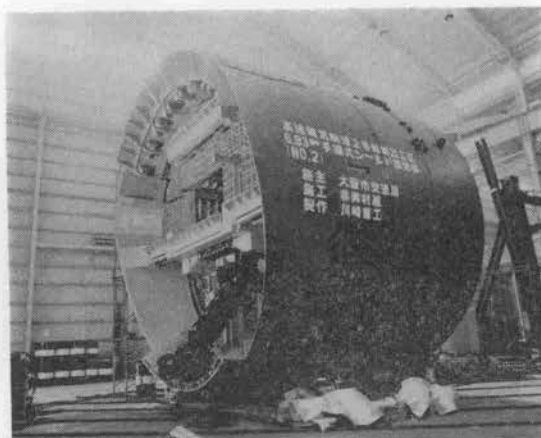


写真-3 径 6,930 mm×長 5,800 mm スクリューエキスカベータ付シールド (川崎重工)

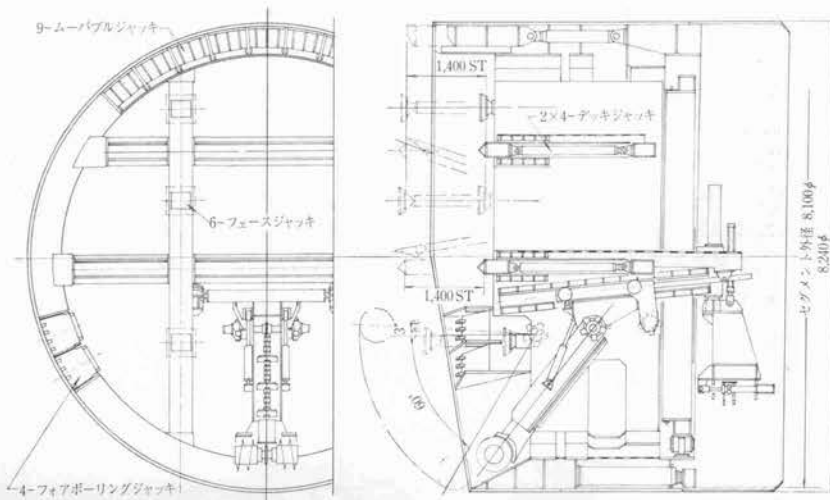


図-5 日立造船 8,240 mmφ シールド掘進機 (スクリーエクスカーペータ付)

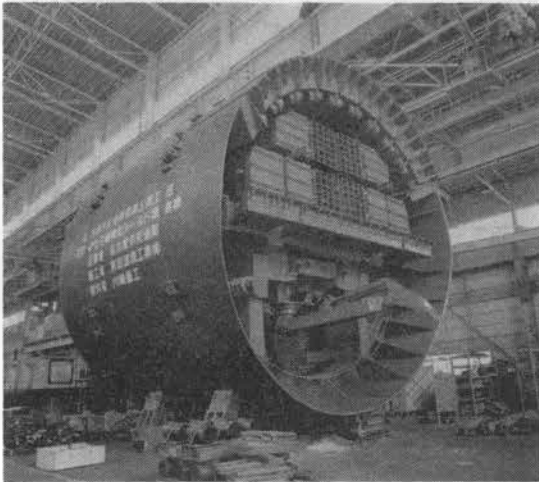


写真-4 径 7,370 mm×長 6,670 mm 油圧シヨベル付  
シールド (川崎重工)

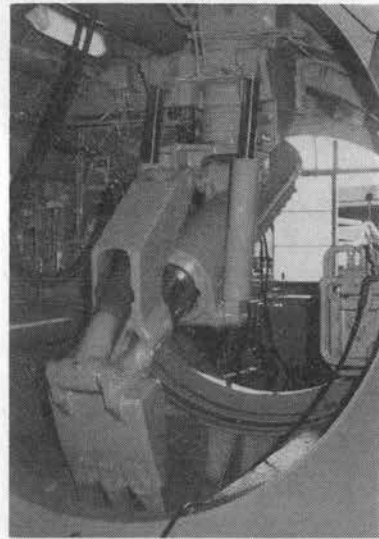


写真-6 小径シールド用油圧シヨベル (三菱重工)

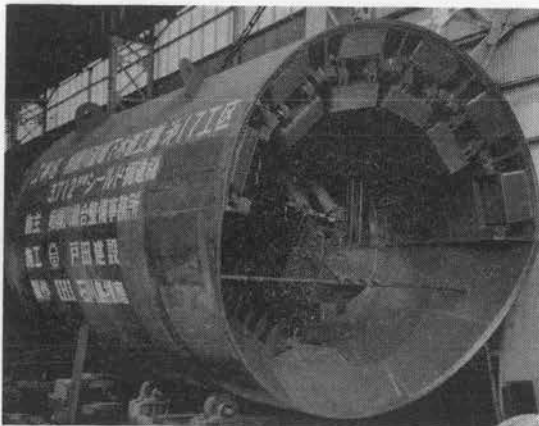


写真-5 径 3,712 mm×長 5,785 mm 油圧シヨベル・  
スクリーコンベヤ付シールド (石川島播磨)

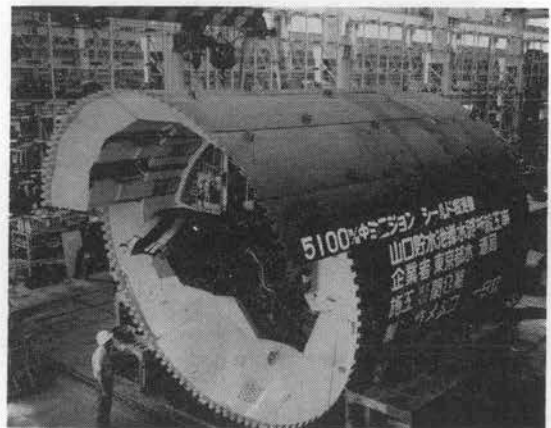


写真-7 メムコー日立 “ミニジョン”  
(掘削機バケット容量 0.38 m³)



写真-8 メムコ-日立 “マイクロジョン”  
(掘削機バケット容量 0.05 m³)

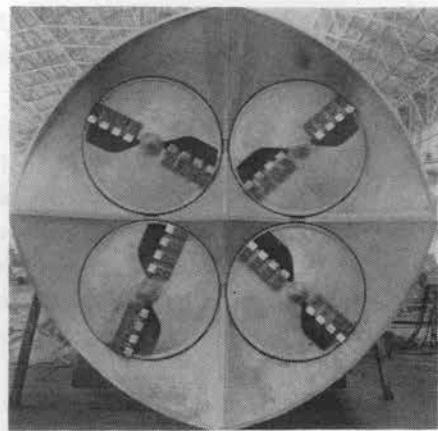


写真-9 小径多板シールド

を装着することにより、

- ① 切羽を蓮のように部分掘削することによりその安定を計る。
- ② カッタを相互逆回転することによりシールドのローテーションを起さない。

などの特徴があるが、その反面、掘削が全断面の 50～60% しかできないので、地質が少しでも硬いとセグメントに与える推進反力が増大するなどのことからあまり採用されていない。

(2.3)(2.4) 単板機械式シールド、同限定圧気式シールド

単板機械式シールドも前述の半機械式シールドとともに労務対策、工事速度の向上、自動化などの面から広く採用される傾向にあり、最近、急速に増加している。機械式シールドでは機械の製作費が手掘りの 2～3 倍と高くなるため、シールドの施工延長が少なくとも 1 km 以

上であることが望ましい。

機械式シールドではカッタデスクを回転してこれに動力を伝達する方法に二つの形式がある。すなわち、カッタデスクの中心に傘の柄状に中心軸を設け、これを回転する方法とデスクに大径の円筒筒を取付け、これをラジアルローラ、スラストローラで支持して回転する方法がある。前者は軸受まわりの保守は便利であるが、作業場が狭く、後者はその逆となり、作業場は広いが、軸受まわりの保守がむずかしい。地質、ずり出し方式、泥水加圧、限定圧気の別などを勘案し、そのいずれかを採用する。

写真-10 に限定圧気式、写真-11 にスクリーコンベヤ装備の機械式シールドを示した。機械式シールドにおいてはセグメント組立 1 に対し掘削 0.3～0.5 程度の時間比となるが、機械費も高価であり、工事規模、坑外のずり処理能力などをも十分検討してその採否を決定すべきであろう。

(2.5) 泥水加圧式シールド

シールド工事で特に難渋する地盤条件の一つに細砂またはサンディクレイで、粘性が少なく、湧水を伴い、その湧水で砂が流出し、切羽が崩壊を起す場合である。この場合、ウェルポイントやディープウェルで地下水が低下できれば問題はないが、そうでない場合、工事は難行する。このような場合、適切なのが泥水加圧式シールドである。一般にシールド工事では湧水を防止するため圧縮空気が利用されている。ただし、地質が細砂の場合、これだけでは十分でない。これに対し有効な工法として開発されたのが泥水加圧式である。日本ではこうした地質が多いため最近その利用は急速に伸び、製作中を含み 30 台を越すものと思われる。

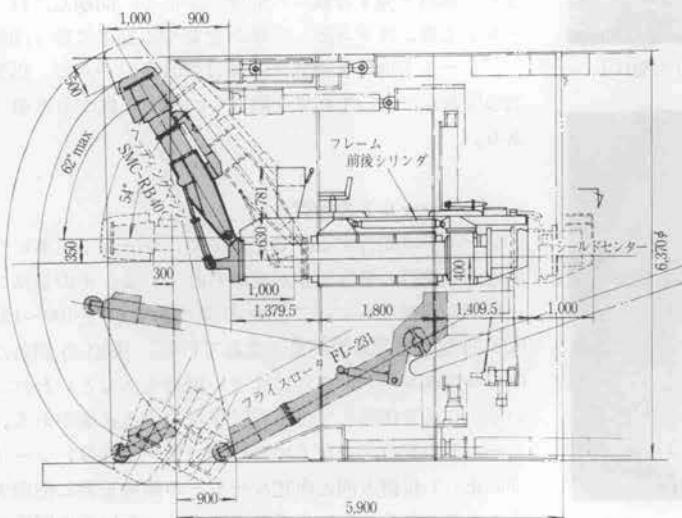


図-6 シールドに取付けられたヘディングマシンとフライスローダ

このほか、ずりの排出をスラリー輸送による方法も多用され、さらに増加するものと思われる。その原理はよく知られているが、簡単にこれを記述する(図-7参照)。図において(A)は在来の圧気工法による場合であり、一般に使用する坑内圧はトンネルの土被り、土の性質にもより異なるが、工事中圧気が噴発したり、漏気がふえないよう、その圧力は小径シールドではシールド天端より $1/2 \cdot D$ までの水頭( $H$ )に対抗する圧力を封入するのが普通である。この場合、 $(H+h_1)$ の水頭に対する圧力をかけなければトンネル内の湧水は完全に止まらず、シールド踏前では湧水圧に対し空気圧は( $p_2$ )だけ少ないため湧水は切羽の砂を流出してこれをいためる結果となる。また、シールド天端では( $p$ )の圧力だけかければよいところ( $p+p_1$ )となり、湧水に対し( $p_1$ )だけ高い圧力は砂の乾燥を促進して崩壊を招きやすい状態となる。

これに対し、(B)に示す泥水加圧式ではまったく理想的な加圧ができることになる。実際には切羽の安全を計るためその使用水圧はリパースサーキュレーション場所打ちぐいの場合と同様  $(H+h_1)+0.2 \text{ kg/cm}^2$  と多少上向きの圧力を原則としている。

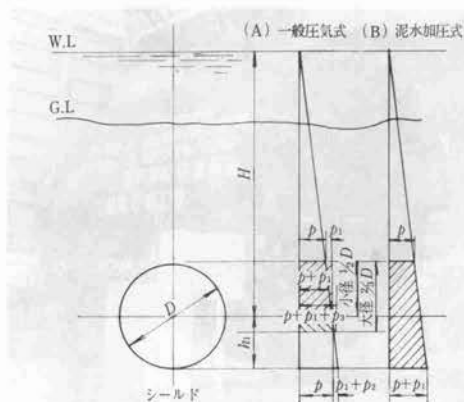


図-7 泥水加圧式説明図

#### (2.6) 揺動掘削機械式シールド

前節では施工困難な地質として湧水を伴う細砂をあげ、この工事用として開発された泥水加圧式シールドについて述べたが、いま一つ施工が非常にむずかしい地盤条件がある。それはトンネル断面内に大玉石や木材埋没のある地質である。泥水シールドでは排泥管の直径の60~70%程度の小玉石については万全とはいえないが、トロンメルやエクストラクティングチャンバを組合せた方式で、玉砂を取出す方法が採用され、効果をあげているが、大玉石については十分なものはない(写真-12, 写真-13参照)。これに対しては揺動式が最もよいと報告され、サンフランシスコのパート地下鉄、ドイツのミュンヘン地下鉄に採用され、好結果であったと報告されているが、今後の検討に待つものも多い。

### 4. シールド掘進機の問題点

シールドは時代の要請もあって急速に普及しただけにさらに検討を要する数々の問題点がある。問題点にはシールド工事システムとして検討を要する施工に伴う問題と、シールド機体を構成する部分の改良とがある。以下主な問題点について私見を略述し、参考に供する次第である。

#### (1) シールドの蛇行

シールドは蛇行する。したがって、シールド工事には施主から蛇行の許容誤差が定められている。その量はシールドの直径にもよって多少の差はあるが $\pm 100 \sim 150 \text{ mm}$ 程度の蛇行余裕が見込まれている。実際の誤差は明らかではないが、さらに大きい場合もあるといわれている。これを確実にできるだけ少なくする必要がある。シールドの蛇行を少なくするための第一条件は、シールドの正しい位置方向と所定ルートとの関連を常に把握することにつぎ。シールドの操向性はいろいろの関連があるが、何といてもシールドの長さ( $L$ )とその直径



写真-10 3,676 mmφ 限定圧気式シールド (小松製作)

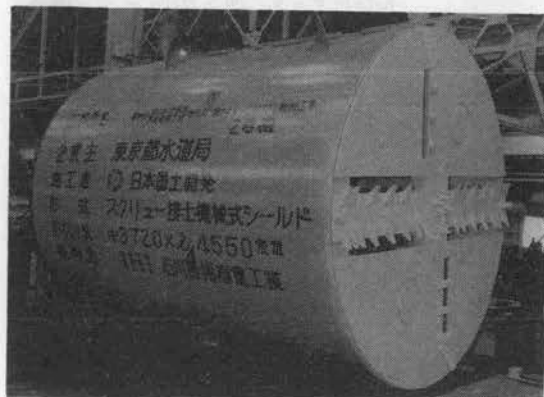


写真-11 3,720 mmφ スクリューコンベヤ式排土装置付シールド (石川島播磨)

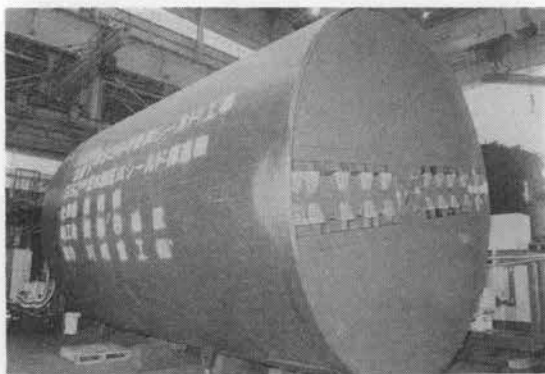


写真-12 3,320 mmφ 泥水加压式シールド (川崎重工)  
内部に玉石用トロンメル、エキストラクタ装置  
を具備している。

(D) との関係が最も大きいといわれている。その値が  
少ないほど操向性はよいとされている。しかし、これに  
もシールドの直径、セグメントの幅などの条件により限  
度がある。

それならば、どうすれば操向性をあげられるであらう  
か。現在操向の制御は主としてメインジャッキによって  
おり、このほか、フラップ、スタビライザ、抵抗板など  
を併用しているが、なかなかうまくいかないのが現状で  
ある。したがって、さらになんらかの配慮が必要であ  
る。その一つは推進監視盤の開発、すなわち、ジャイ  
ロ、レーザ、トランシット、光電管ターゲットの開発に  
より設計所定方向と組立セグメントとの相互関係位置方  
向の確認方法の開発につぎ。

## (2) シールドのワンマンコントロール

シールド工の自動化は必要であるが、これについて  
は十分足元を固めて取り組む必要がある。本誌昭和 50  
年 4 月号に発表された電々公社のワンマンコントロール  
シールド工法と同 3 月号のトンネル掘進機の自動制御な  
ど、その可能性を示すものといえるが、衆知を集め、研  
究開発すべきである。

## (3) 泥水シールドの問題点

### (a) 地下水位の確認

泥水シールドでは切羽がまったく確認できずに掘削す  
ることから、乾砂量、切羽水圧、送泥流量、排泥流量、  
排泥密度等を常に計測、これを監視し、次の掘削を行う  
よう作業の自動化はかなり進んでいる。いずれも重要な  
ものばかりであるが、中でも湧水圧を確実に把握し、こ  
れに対し  $+0.2 \text{ kg/cm}^2$  の圧力に自動調整することにあ  
る。第 2 回土木学会関東支部資料によれば、水頭に対し  
 $+0.1 \sim 0.2 \text{ kg/cm}^2$  の圧力でコントロールができておれ

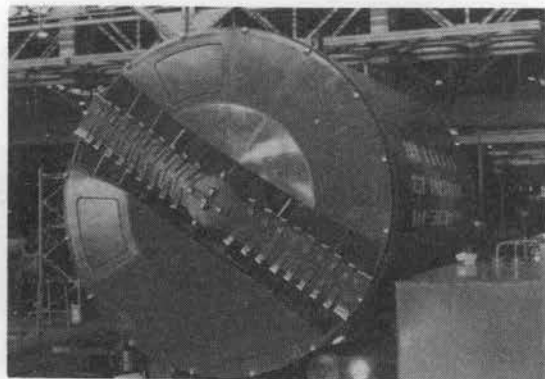


写真-13 3,550 mmφ 泥水加压式シールド (三菱重工)  
外部に玉石用トロンメル、エキストラクタ装置  
を具備している。

ば地山の崩壊はないが、水頭と同圧力の場合、8% 内外  
の余分の土砂が掘削されたと報告されている。これは地  
盤によるものと思うが、こうしたことから湧水圧の確  
認とその調節に特別の工夫をなすべきであろう。

### (b) カッタスリットの問題

泥水シールドでは掘削を中止してセグメント組立中カ  
ッタスリットから切羽の小崩落を起すことがしばしばあ  
るといわれている。これは安定液によって防止できるも  
のと考えるが、さらに安全策として、現在カッタ停止中  
スリットに蓋をするとか、スリットを油圧で加減できる  
ものもできているが、前述したように、どこもなく流  
出する土砂に対し、安定液に十分な比重をもつか、圧力  
の調整が適切でないと防止はむずかしい。したがって、  
さらに配慮が必要であろう。

以上、のほか、テールシール問題、注入材料の注入  
方法の問題など多々あるが、機械に関連の少ない部分は  
省略することとした。

## 5. ま と め

以上、シールド機械の概要と現状および問題点につい  
て述べた。はたして編集者の意向に添い得たかどうか疑  
問であるが、シールド工事に従事する関係者に多少とも  
参考となれば幸いである。

### 参 考 文 献

- 1) 日本施設協会「シールド工法による 鉄道トンネル実施例集」
- 2) 土木学会編「わが国シールド工法実施例集」
- 3) 土木学会「シールドアンケート」
- 4) 日本建設機械化協会「シールドアンケート」
- 5) 日本建設機械化協会「建設の機械化」
- 6) 土木工学社「トンネルと地下」
- 7) 土木学会関東支部「第 2 回年次研究発表会資料」
- 8) 総合土木研究所「最近のシールド工法講演集」

# 新しい軟弱地盤用機械式シールド掘進機

鳴原 六郎\*  
玉野井 峻\*\*

## 1. まえがき

上下水道をはじめとする市街地のトンネル工法として著しい発展をとげているシールド工法も、創成期に比べて幾多の改良がなされているが、軟弱地盤でのシールド工法では切羽の安定、地盤沈下などの問題があり、近年ブラインド式シールド、泥水式シールド工法が採用される例が多くなった。しかし、泥水式シールド工法はコストが高いこと、泥水処理プラントのための仮設用地を必要とし、それに伴う住宅密集地の用地確保難、泥水処理

に使用する凝集剤による公害問題等、いろいろの面で未だ問題がある。

そこで、当社では泥水式シールド工法の問題点を補ったものとして、主として軟弱地盤を対象にした「スクリーパー排土機械式シールド機」(IK-SP シールド)を石川島播磨重工業と共同開発し、現在、東京都葛飾区の水道工事で順調に施工中である。

## 2. 工事概要

発注者：東京都水道局

工事名称：葛飾区水元小合新町・東金町四丁目地先開配水本管(φ2,600 mm)新設工事

施工場所：東京都葛飾区水元町～東金町

工期：昭和49年6月10日～昭和51年8月31日

シールド延長：1,866 m

(金町側 873 m, 水元側 993 m)

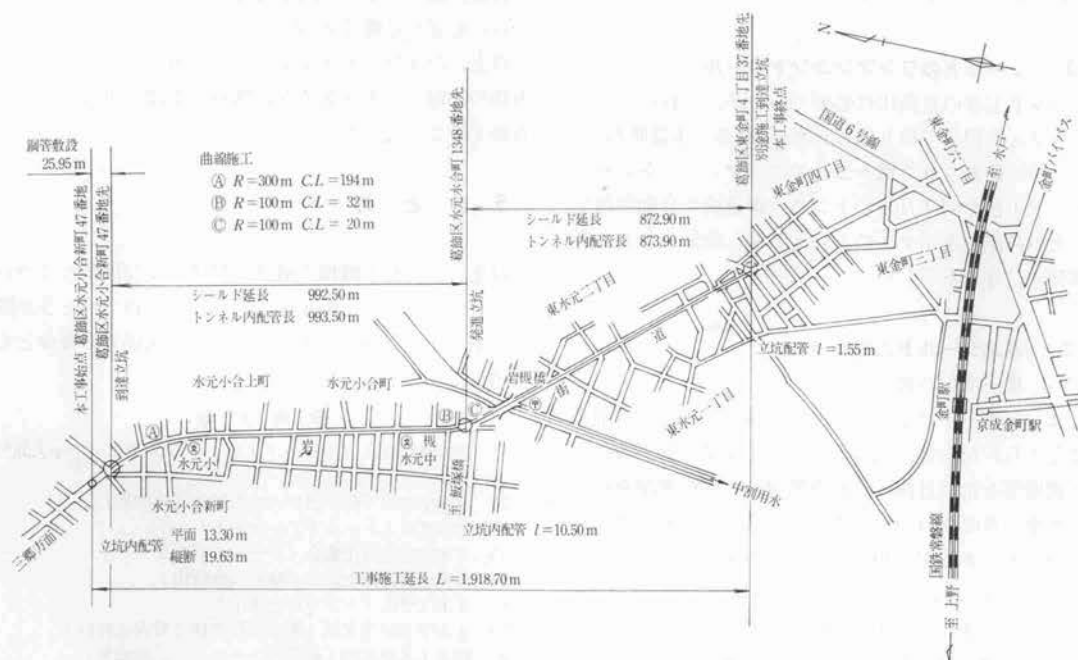


図-1 路線平面図

\* 日本国土開発(株)東京支店土木部長

\*\* 日本国土開発(株)東京支店水元作業所長



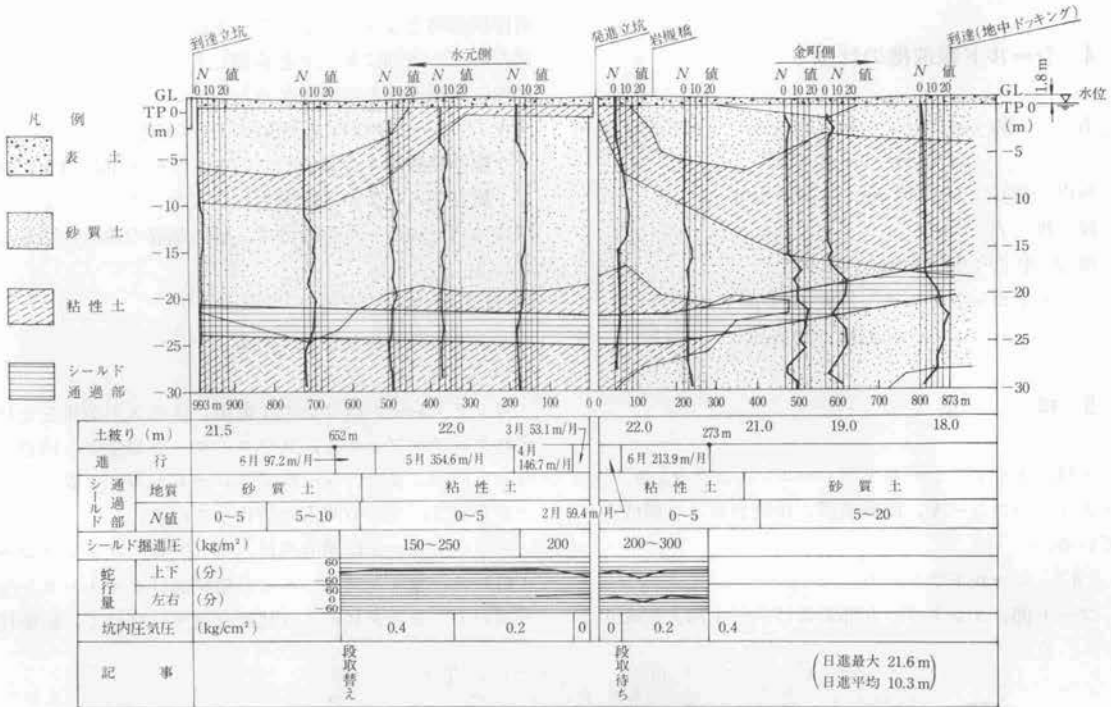


図-2 地質縦断および作業実績(経過)

シールド断面：シールド機外径 φ3,720 mm  
 セグメント外径 φ3,606 mm  
 ダクタイト 鋳鉄管内径 φ2,600 mm

### 3. シールド工法の選定

#### (1) 検討

路線シールド通過部の土質がシルトおよび細砂 (N値 0~20) の軟弱地盤であり、水位も高く (GL -1.8 m)、土被りが多いこと等の諸条件について詳細にわたって検討した結果、シールド工法として手掘オープン式はもち

ろん、一般の機械式シールド機による施工では切羽崩壊による坑内土砂流入の危険、高圧気下作業 (理論圧気圧 約 2 kg/cm<sup>2</sup>) による作業能率の低下等の点で多くの問題があると判断された。

そこで、泥水シールド工法で検討したが、立坑用地が市街地なので泥水処理プラントのための仮設用地の確保が困難であること、機械の納期がかなりかかり、作業工程上大きな影響を与え、工期内施工が不可能になる等の理由で他のシールド工法の必要性が生じた。

#### (2) IK-SP シールド機の開発

以上のようなことを勘案したうえで次のような機能を持った新しいシールド掘進機を完成した。すなわち、本機は泥水式シールドが泥水圧で切羽を押えるのに対し、切削土および流入地下水をカット後方のバルクヘッドに閉じ込めることにより切羽崩壊を防止するもので、泥水を使用しないため泥水管理、処理がまったく不要であり、後続設備も一般のシールド工法設備を用いることができる。

なお、一般の機械式、泥水式との比較は表-1 のとおりである。

表-1 機械形式による比較表

	IK-SP シールド	一般の機械式シールド	泥水式シールド
適用土質	硬質土から軟弱土質まで可能	軟弱土質には不適	一般土質から軟弱土質まで可能
切羽安定法	隔壁部カッタフレームに土砂を踏え、泥水の流入を防ぐと同時に切羽の崩壊を防ぐ。	カッタフレームによる。	泥水圧管理による。
坑内圧気圧	理論圧気圧を大幅に軽減できる。	理論圧気圧	不要、補助工法として圧気する場合がある。
発進方法	シールド機長程度の地盤改良	無圧気区間(ロック取付)まで地盤改良	特殊工法を要す。
コスト	比較的安い。	安い。	高い。
搬出土処理	軟弱土でもスクリーコンベヤによる脱水効果が期待できるので一般的な土砂搬出設備で可能。	直接ベルコン搬出なので軟弱土はヘッドになり、搬送困難である。	搬出土をすべて泥水化するので泥水処理プラント(300坪程度)を必要とする。

#### 4. シールド掘進機の仕様

名称：スクリー-排土機械式シールド掘進機  
(IK-SP シールド)

外径×機長：φ3,720 mm×4,550 mm

総推力：850 t

推進速度：63 mm/min

シールドカッタトルク：最大 60 t-m

スクリー-コンベヤ回転数：22 rpm

#### 5. 構造

本機は大別してシールドフレーム、エレクト、カッタ、スクリー-コンベヤ、制御装置、後続台車より構成されている。

(a) シールドフレーム

フード部、リングガータ部およびテール部より成り、

溶接構造物となっている。フード部はシールド外周先端部であり、内部にカッタを装備している。リングガータ部内には掘進機を推進させるためのシールドジャッキをスキムプレート内周に等間隔に10本配置し、さらに、カッタ駆動装置を4台装備している。テール部にはセグメント組立用エレクトが設置され、また、テールプレート端にはテールシールを取付け、裏込剤等の流入を防止している。

(b) エレクト

リング方式のエレクトである。

(c) カッタ

カッタフレームはラジアル荷重、スラスト荷重をそれぞれラジアルブッシュ、スラストローラで受ける構造になっている。また、シールドフレームとカッタ間にはシールを置き、土砂の流入を防止している。

スラストローラは潤滑油封入型（フローティングシール付）で、カッタフレームとの摺動面はオイルバスとなっている。カッタビットは超硬合金チップ付で、耐摩耗

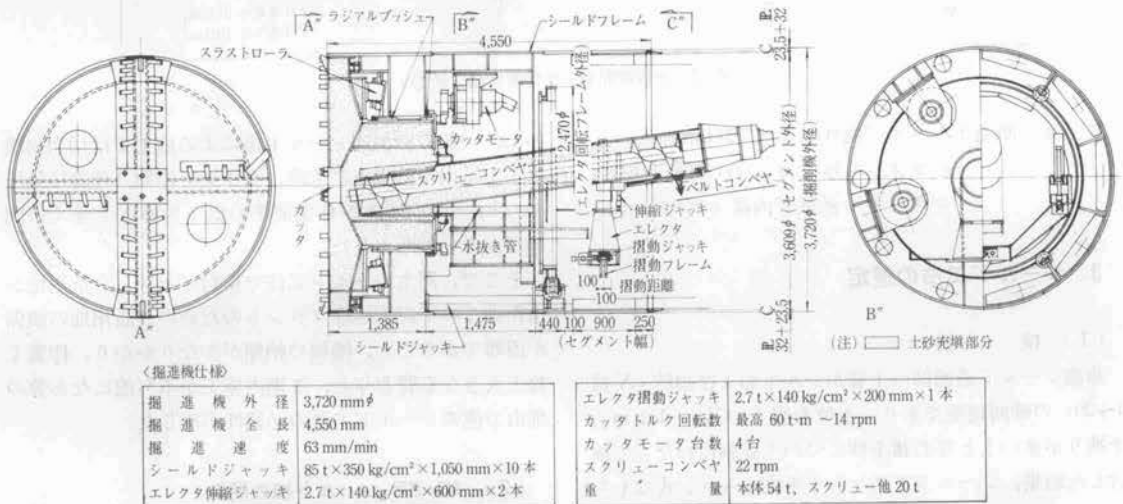


図-3 スクリー-排土機械式シールド一般図 (IK-SP シールド)



写真-1 前方より見たスクリー-排土機械式シールド

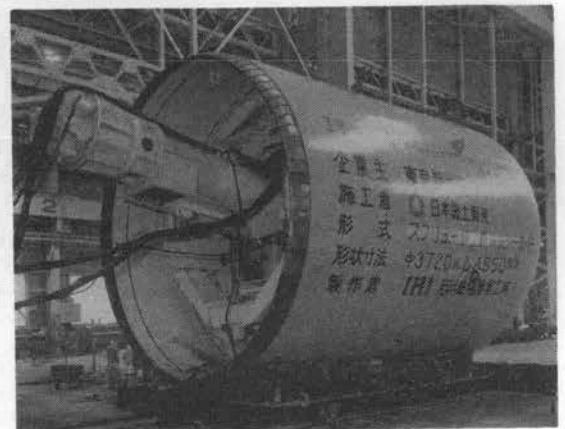


写真-2 後方より見たスクリー-排土機械式シールド

性に優れたものを用いている。

(d) スクリューコンベヤ

カッタフレーム(回転)とスクリューコンベヤ(固定)間はゴムシールによりシールされ、カッタフレーム内のずりが外部へ流出するのを防止している。

(e) 制御装置および後続台車

後続台車上に配置されたパワーユニットにより各作動はすべて油圧によって行う。

(f) 安全装置

カッタ負荷が増大している場合にシールドジャッキによる無理押しを防ぐためカッタ作動圧を自動的に制御する回路を設けている。

## 6. 本機の掘削機能

① カッタおよび隔壁により切羽の崩壊を押えながら切削した土砂はカッタフレーム内にかき込まれ、貯えられる。

② 貯えられた土砂はスクリューコンベヤにより強制的にシールド機後方のベルトコンベヤに送り出される。

③ シールド機の操作は隔壁後部に設置された油圧操作バルブで行い、カッタ、スクリューコンベヤ、推進系の油圧計、切羽土圧計、シールド傾斜計などを見ながら1名で確実に行うことができる。

なお、シールドフレームとカッタ部の隔壁は貯えた土砂が坑内へ流入するのを防止し、オペレータおよび坑内作業員の安全を確保している。

## 7. 特 長

### (1) 軟弱土質の施工が安全で確実に行える

高い地下水位でシールド機への地下水流入が予想されるような土質でもカッタと一体になった隔壁部カッタフレームに掘削土砂を貯えることができ、掘削土砂が流入水圧を押え、同時に切羽の崩壊を防ぐので安全で確実な施工をすることができる。

### (2) 坑内の圧気圧を軽減できる

隔壁を貫通するスクリューコンベヤ内に土砂が充満することによって切羽側とトンネル側の間に圧力栓の作用が起り、従来の圧気シールド工法に比べて圧気圧を大幅に軽減することができる。

### (3) 搬出土が水分の少ない良質のものとなる

傾斜したスクリューコンベヤによりカッタフレーム内にたまった泥水の中から土砂だけをかき上げ、さらに、スクリューコンベヤ内での脱水効果を利用して後方のベルトコンベヤに搬送するので、搬出土は切羽の土砂に比

べ水分の少ない良質のものとする事ができる。

### (4) 作業員の省力化が可能である

シールド後方の土砂搬出まで掘削作業が1人のオペレータにより行える。また、高圧気下の作業となることがないので作業環境が向上し、能率も一段と増すことができる。

## 8. 施工管理

カッタフレーム内に掘削土砂を充填させながら掘進することによって軟弱地盤の切羽崩壊を防止することを特長とする機械なので、オペレータはこの特性を十二分に発揮するためにスクリューコンベヤ開口部からの搬出土砂量の調整(油圧シリンダによる開口面積の調整による)、および各計器類を見ながら推進速度、カッタ回転数、スクリュー回転数のセットを行なっている。掘削土質により適宜操作する必要があるため、当初要領のみこめずにかかり苦勞したが、経験を通してコツがわかってからは比較的容易に確実に施工できている。今後の課題の一つとして、このあたりの自動化があげられよう。

## 9. 施工実績

施工半ばなので実績を掌握しきっていないが、当初の予想を上回って施工できており、現在のところ一応の成功といえると思う。なお、詳細にわたる実績および考察については後日なんらかの機会をとらえて発表したいと考えている。

## 10. あとがき

前述各項にて説明したように、現段階における施工上の成果は軟弱地盤施工中にもかかわらずなら一般の土質に対するシールド掘進と変わらない施工をし、進捗を見ていることから大いにその成果はあがっていると判断できる。また、同条件下において設計ならびに施工中の各地方自治団体、施工業者等の当作業所見学会にても一応の好評を得ている。しかしながら、未だ施工半ばであり、機械の損耗、寿命、ことに砂層を含めての軟弱地層施工ということでテールシールの損耗に関してはいま一層の施工管理が必要とされよう。したがって、さらにメーカーあるいは泥水式シールドならびに機械式シールド等の掘進データ、実績を解析し、残る施工の無事完成をすべく最善の努力をする所存である。

本機は未だ開発途上にあるものなので、今後各位のご意見、ご指導を得て大いに発展させたいと考える次第である。

# OD工法における WELLMAN せん孔機とせん孔試験

根本 忠\*

## 1. 試験の概要

本州四国連絡橋公団坂出工事事務所管内の南備讃瀬戸大橋アンカレッジ BB7A 基礎工は設置ケーソン工法が予定されている。この工法は海底面下約 20~30m の堆積層下の岩盤を OD 工法により発破破碎したのち海底面を必要深さまで掘削し、鋼製ケーソンを設置、プレキャストコンクリートの中詰めする方法である。

この工法によるさしあたっての問題は海底面の掘削である。このため坂出工事事務所においては発破孔としての留意点であるせん孔の鉛直性、ドリルパイプを通じて

の薬筒の装填性、せん孔機および付属機械よりの洩漏流の有無等の問題、また、せん孔機の基本性能であるせん孔能率、信頼性、せん孔作業のタイムスタディ、歩掛り、騒音等、諸々について発破用せん孔機として未調査の点が多いだけに、海上工事で直接試験を行うのはリスクが多すぎ、かつ、経費的にも海上工事の前に陸上において確かめる方が得策であると考えられ、ここに陸上せん孔試験が実施されるに至った。

本稿はこの陸上せん孔試験(昭和49年11月~12月実施)で行われた各種調査項目の中から WELLMAN 機のせん孔能率と孔曲り精度を主体に試験成果の一部を紹介するものである。

なお、OD 工法(Overburden Drilling Method)とは Atlas Copco(スウェーデン)が北欧最大の建設会社である Sönska Cement-gjuteriet と協同開発した海底ならびに表土層下の岩盤せん孔発破工法で、この工法におけるせん孔機は数々の優れた実績を国の内外で有するスウェーデンの Atlas Copco 社製の OD 機を用いて行うのが今日までの姿であり、これについては既報の文献も見られる。

## 2. 試験場所と地層

試験場所は 図-1 に示すように備讃瀬戸海域の南端、南備讃瀬戸大橋アンカレッジ BB7A 予定地点に隣接する坂出市番ノ洲沙弥島側埋立地点である。

図-2 はこの地点の詳細を示すもので、本陸上試験におけるせん孔位置と同位置付近の水平方向地質断面を東西、南北方向について 図-3、図-4 に示す。なお、図からわかるように、地層の水平方向の連続性がきわめて悪い。

## 3. せん孔パターンとせん孔長

陸上せん孔試験における実施せん孔パターンは 図-5 に示すとおりである。また、せん孔長は孔ごとに多少異なるが約 48m である。

なお、せん孔長 48m のうち、オーバーバーデンに相当する堆積層は地層下 30~31m で、これ以深が基盤花崗岩である。



図-1 陸上せん孔試験地点位置図

\* 建設機械化研究所試験課長

### 4. WELLMAN せん孔機の 開発経緯

ボーリング工において、ドリルパイプまたはドリルロッドの引上げなしに地下深くどんどん掘り進みたいという要求は特に一度でもボーリング体験のある人なら切実に実感として身に染みていることだろう。このことは、従来のボーリング工ではドリルパイプまたはドリルロッドの先端にビットがねじ止めされているため、摩耗、破損したビットの交換にはドリルパイプまたはドリルロッド全体の地上への引上げが必至であるからである。

このボーリング工の基本を変えたのが住友金属鉱山が採鉱ボーリングの永年の体験の積み重ねの結晶として昭和44年以来せん孔作業の高効率化を狙いとしてワイヤラインコアパーレル方式を基本にRDS (Retractable Drilling System), すなわち、双先引込機構を有する方式のせん孔機を開発実用化するに至った。これが純国産の WELLMAN せん孔機である。開発実用化以降 WELLMAN の使途はわが国の採鉱部門の低調さと相まって、採鉱分野よりもむしろ土木の分野の各種地層の垂直、水平、または斜向のせん孔工事に着実に使用され、ワイヤライン方式であるがための利点をいかんなく発揮し、そのせん孔性能については多方面から好評を博している。

### 5. WELLMAN せん孔機の 構造概略

RDS 方式の WELLMAN せん孔機は、図-6 に示すようにドリルパイプの先端部に工夫がなされており、ドリルパイプおよび先端の OUTER チューブを孔中に残置したままビット (INNER チューブ全体) のみを容易に回収または挿入できるもので、このドリルパイプ先端の OUTER チューブと INNER チューブ (トップビット、リーミングビットを含む) のコンプリートがいわゆる WELLMAN せん孔機である。もちろん、ドリルパイプは WELLMAN 専用のもの

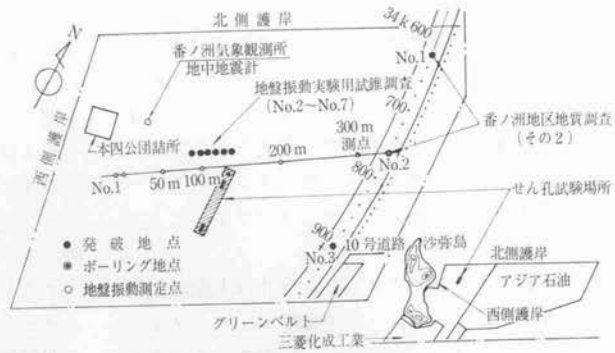


図-2 陸上せん孔試験場所位置図

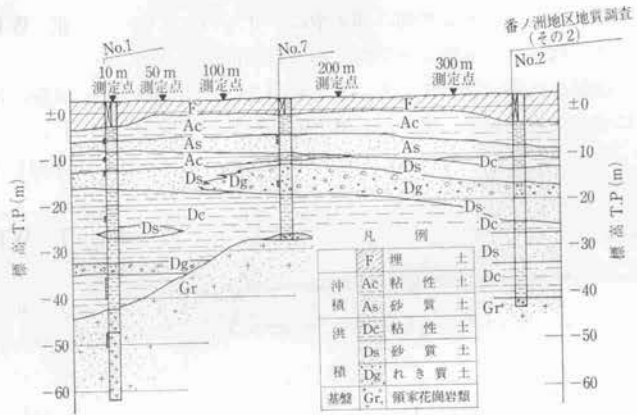


図-3 東西方向地質断面図

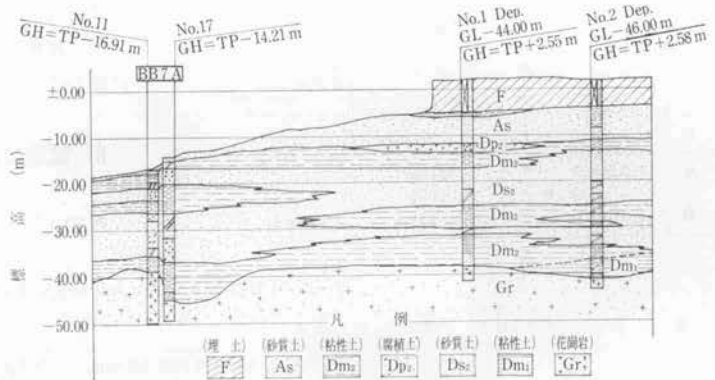


図-4 南北方向地質断面図



図-5 せん孔パターン

で、インナーチューブの回収はオーパシヨットなる別装置をドリルパイプ中に降下させ（水平孔の場合は流送）、インナーチューブ後端のスベアヘッドと自動的に連結させた後、ウィンチで巻上げる仕掛けとなっている。また、地上の試錐機よりドリルパイプに加えられる回転トルクと給圧力は先端アウターチューブとインナーチューブ相互間に設けられたメインラッチとスプラインによって伝達される。

その他、インナーチューブアセンブリは上記回転給圧伝達部以外にインナーチューブを循環水圧でドリルパイプ先端のアウターチューブにセットするための遮水部、アウターチューブの先端開放端より抜け出さないようにするためのランディング部、挿入中にドリルパイプの接続部またはアウターチューブ内にある異形部にビット先端が接触した際、リーミングビットが開くことがないようにするためインナーチューブ構成部品相互の位置を

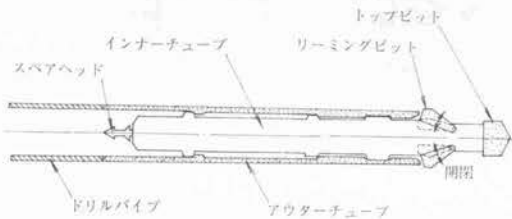


図-6 WELLMAN せん孔機概略図

表-1 WELLMAN せん孔機主要仕様

項 目	仕 様 諸 元	備 考	
形 式	5-6	せん孔径 $5\frac{1}{4} \pm 145 \phi$ を意味する	
全 長	アウターチューブ インナーチューブ	750 mm 約 1,100 mm	
重 量	アウターチューブ インナーチューブ ドリルパイプ	32 kg 63 kg 35 kg/1.5m/本	23.4 kg/m

固定するロッキング部ならびにせん孔中リーミングビットにかかるせん孔反力によってリーミングビットが閉じたり、アクチュエータの後退によってリーミングビットが閉じることがないようにするためのロッキング部分からなる位置固定部、トップビットと拡孔するためのリーミングビットより構成される切削部、また、インナーチューブをドリルパイプ中に挿入する際、または引上げの際はリーミングビットを閉じ、アウターチューブにセットするときはリーミングビットを開かせる目的でリーミングビット側面に設けられた溝とアクチュエータよりなる開閉部の5部分で構成されている。

## 6. WELLMAN せん孔機の主要仕様

試験に用いた WELLMAN せん孔機の主要仕様を表-1 に示す。また、WELLMAN 機の組立および分解の詳細を 図-7 に示す。

## 7. WELLMAN せん孔機の特長

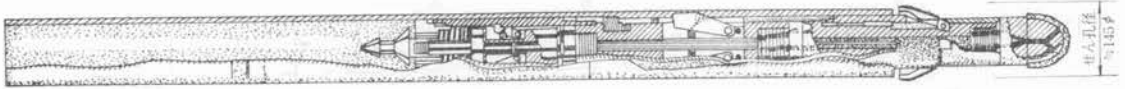
- ① せん孔中のトラブル等の支障がないかぎりドリルパイプの引上げなしにビット変換、コア採取ができる。
- ② ビットの挿入、引上げがドリルパイプの中を通して行われるため、従来工法のように崩壊層の再掘進の際のむだなビット消耗がなく、容易にビット交換することでせん孔能率の向上が期待できる。
- ③ 理屈としてはドリルパイプの引上げなしに試錐機の能力に応じたせん孔長のせん孔ができる。

## 8. 試験における WELLMAN せん孔付属機械

WELLMAN せん孔機の生い立ち、構造、仕様等の

表-2 WELLMAN せん孔付属機械主要仕様

名 称	製造会社名	形 式	数 量	主 要 仕 様
試 錐 機	利根ボーリング	TOP-10	1台	スピンドル内径 148 mm, フィードストローク 1,800 mm, フィードスピード 0~4 m/min, 給圧力最大 4,000 kg, スピンドル回転速度: 低速 0~40 rpm, 高速 0~80 rpm, スピンドルトルク: 低速 320 kg-m, 高速 150 kg-m, フィード方式: オイルシリンダチェーンフィード, ドライプ方式: オイルモータドライブ, チャック, 手動スクリュー式, 電動機 18.5 kW, 200 V
グラウトポンプ	鉱研試錐	MG-15-H (変速機付)	1台	吸入口径 65 mm, 吐出口径 50 mm, 吐出圧力 20 kg/cm <sup>2</sup> , 吐出量 240 l/min (変速比 1.07 において), 電動機 15 kW, 200 V, 変速段数 9 段
ウ ィ ン チ	日本ロングイヤ		1台	最大巻上荷重 3,000 kg, 巻上速度 14.5 m/min, 電動機 7.5 kW, 200 V
揚 水 ポ ン プ	寺 田 ポ ン プ	VPH-3 (セルブラV)	1台	口径 40 mm, 揚程/揚水量 72 m/100 l/min, 67 m/200 l/min, 60 m/300 l/min, 電動機 5.5 kW, 200 V
発 動 発 電 機	三 井 ド イ ツ	SMD-70	1台	出力 70/60 kVA, 電圧 220/200 V, 電流 211 A, 周波数 60/50 cps, 回転数 1,800/1,500 rpm, 力率 80%, 機関: 三井ドイツ A6 L 514 型空冷ディーゼル機関, 連続出力 84 PS/1,800 rpm, 75 PS/1,500 rpm
水 槽	住友金属鉱山	自 家	2基	容量 3.5 m <sup>3</sup> , 2.5 m <sup>3</sup> 各 1
三 脚 や ぐ ら	*	*	1基	高さ 6 m



作動の仕方

【挿入】

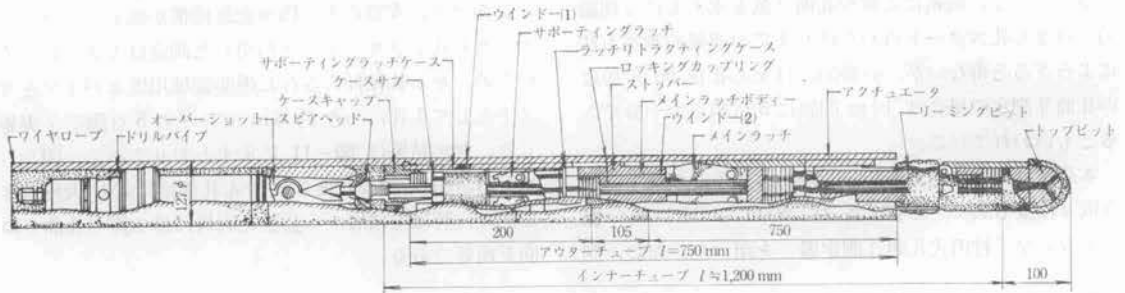
- ① スピアヘッドをスピアヘッドコイルスプリングに括弧して引張るとケースサブが上昇し、ウインドー1でサポーティングラッチがサポーティングラッチボディ中に収納される。
- ② さらに引続きスピアヘッドを引けば、ケースサブの上端がケースキャップの内面に当り、ケースキャップを上昇させる。
- ③ ケースキャップと一連に接続されているサポーティングラッチケース→ラッチリトラクティングケース→アクチュエータが引上げられるので、アクチュエータによってリーミングビットが閉じ、ラッチリトラクティングケースのウインドー2によってメインラッチがメインラッチボディ中に収納され、挿入準備完了となる。

【掘進】

- ① 挿入準備完了のウェルマンをドリルパイプに挿入し、先端の所定位置に達するとロックリングカップリングによってストッパが解錠され、ラッチリトラクティングケース全体がさらに前進する。
- ② サポーティングラッチがケースサブのウインドー1を通じサポーティングラッチケースのカット部にかみ合う。
- ③ また、メインラッチもラッチリトラクティングケースのウインドー2を通してリーミングビットガイド中のスプラインと噛み合う状態となる。
- ④ また、リーミングビットはアクチュエータの前進によって開き、せん孔準備完了となる。

【引揚】

オーバーショットを挿入してスピアヘッドと自動的に連結した後、ウインドーで引張ると挿入時の部品の動きと同様になり、インナーチューブ全体がドリルパイプの中を通して引揚げられる。



【アウターチューブ】

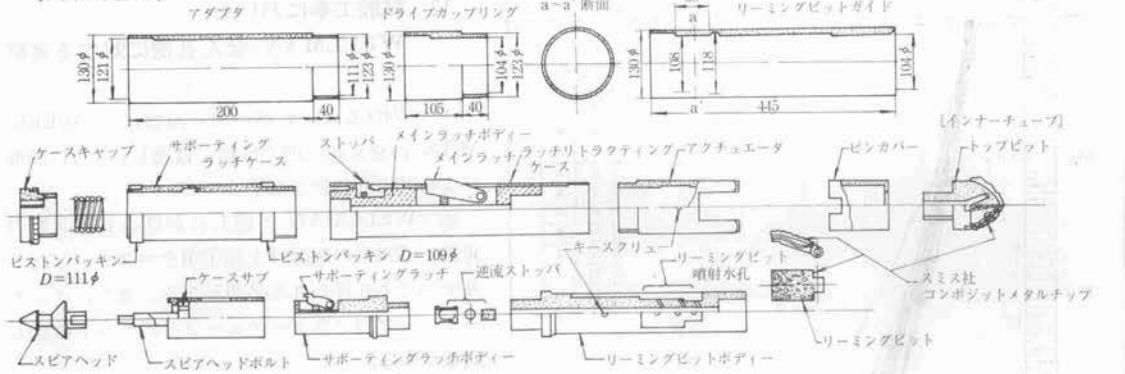


図-7 WELLMAN せん孔機組立および分解図

概略は上述のようであるが、なお、ここで WELLMAN とは何かという問いに対する最も単なる解答は普通ボーリングにおけるビットであるということである。したがって、ボーリングにおけるせん孔機械類は従来のものとなら変わるところがなく、本試験に際しては表-2 のものが使われた。

9. せん孔の作業手順

試験におけるせん孔の作業手順をアローダイアグラムで示すと 図-8 に示すとおりである。

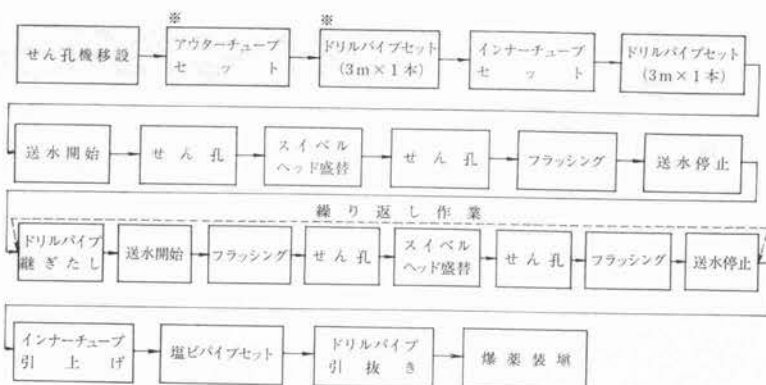
10. せん孔速度および性能

せん孔サイクルタイム記録から利根ボーリング TOP-10 型試験機による WELLMAN せん孔機の実せん孔作業時間とせん孔深度の関係を図示すると 図-9 のとおりである。また、せん孔深度に対する純せん孔速度、消費電流、スピンドル回転速度トルク、ビット荷重、グラウトポンプ水圧等の諸性能を表わしたものが 図-10 である。

## 11. せん孔精度 (孔曲り)

地上のある位置をスタート点として、地中約 50m までどれだけ真直ぐにせん孔できるかは発破孔せん孔では重要な要素である。そのため、せん孔前のドリルパイプの地面に対するセット姿勢が鉛直であることが第一の基準となる。この状態からせん孔を開始し、最終深度に至るまでどのようなせん孔軌跡を画いてどの方向にどれほどずれたか、これが孔曲り測定である。しかし、厳密に正確な孔曲り量を求めるには理論的にはせん孔スタート点から終りまでの連続的測定方法によらざるを得ないが、経験的にはせん孔長 50m 程度の孔曲り測定の場合は 10m 間隔に 5 点測点で十分であるともいわれている。

本測定は後者の考え方から断続的方法のこの級では読み取り精度も高く (最小目盛 20', 50m で 29.1cm), 操作も容易な「村田式孔曲り測定器」を用いた。なお、測



(注) ※印のアウターチューブセットとドリルパイプセットは第1孔目についてのみ必要な作業である。第2孔目以降はアウターチューブとドリルパイプ1本を試錐機にセットした状態で移設する。

図-8 せん孔の作業手順 (WELLMAN 機)

定にあたり、本器の方向指示記録機構が磁石式であるため、せん孔ドリルパイプを利用した測定はできない。そのため、せん孔後挿入された爆薬装填用塩ビパイプをガイドとして1孔につき約 8m ピッチの 5 点測定を実施した。測定結果は 図-11 に示すとおりである。図から WELLMAN 機の孔曲りはせん孔深度に対し大略 1% 以内で、特に堆積層から基盤花崗岩に移る際の孔曲り傾向が顕著である。

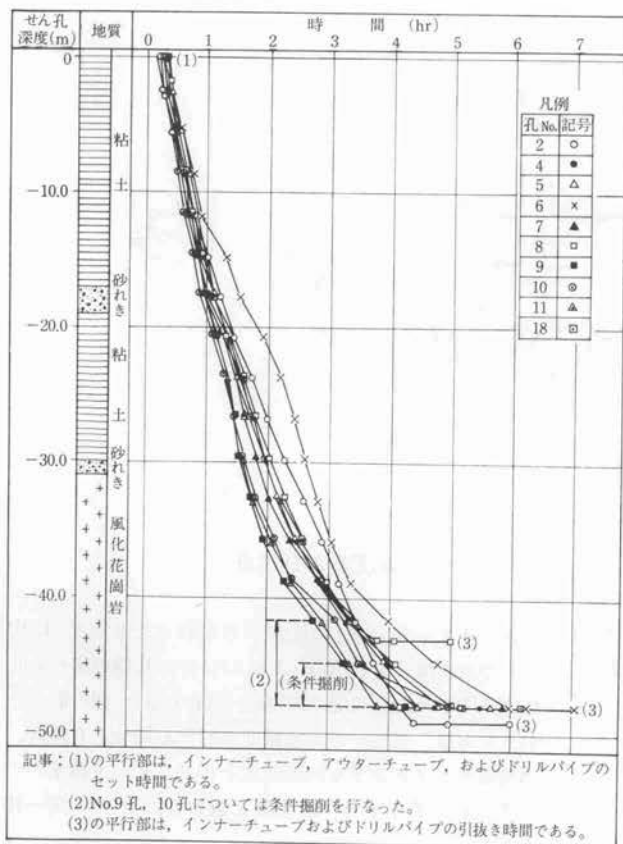


図-9 実せん孔作業時間とせん孔深度 (WELLMAN 機)

## 12. 試験工事における

## WELLMAN せん孔機に対する考察

- ① WELLMAN 機の組立調整には WELLMAN のせん孔原理、機構に精通し、さらに同機によるせん孔体験を必要とする。
- ② WELLMAN の地上における作動状態の正常、不正常の確認は上述①項をマスターしたドリラーにより行われる必要がある。また、インナーチューブのアウターチューブへのセット確認も同様である。
- ③ せん孔作業の中断によるインナーチューブの引上げまたはトラブル、ビット摩耗等によるインナーチューブの回収により、インナーチューブを再セットせん孔を続行する場合、セット確認はグラウトポンプの水圧が唯一の頼みとなる。そのためこの水圧の指示値からセットかノーセットかを判定できるせん孔体験と能力は欠かせない。
- ④ あまり濃い泥水を循環水に用いない。
- ⑤ 利根 TOP-10 型試錐機ではドリルパイプのローテーショントルクが不足ぎみであった。
- ⑥ 同機のフィードストローク、スピードがもっと長く速かったらより以上せん孔能率が上がったと思われる。
- ⑦ 長孔もしくは硬岩をせん孔する場合、リー



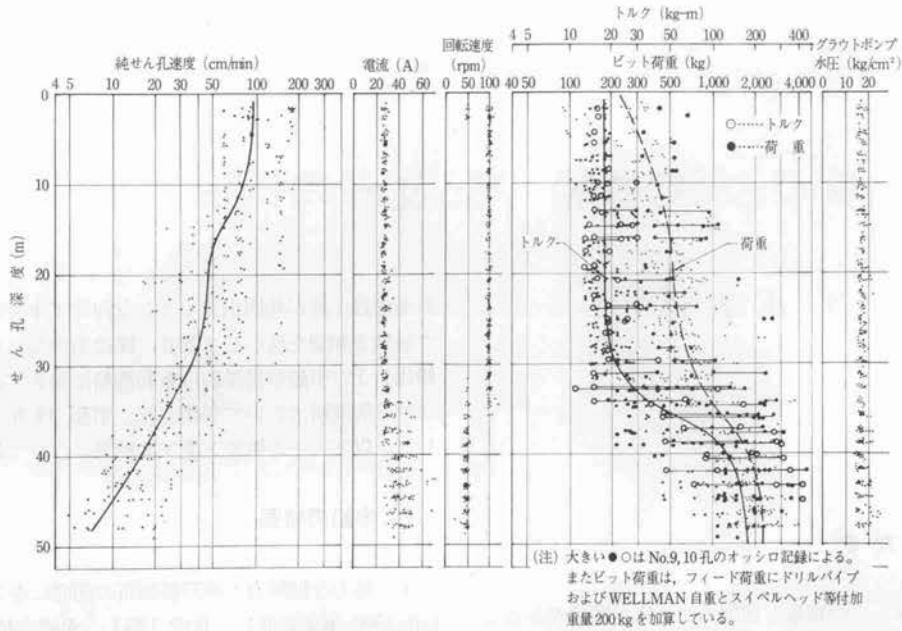


図-10 WELLMAN 機せん孔性能

ミングピットの摩耗量に注意しないと、標準サイズビット使用の場合、再セットできないことも起り得る。

⑧ WELLMAN 機使用後は錆付きを起さないよう、洗浄、注油は欠かせない。

⑨ WELLMAN 機そのものは機構的に複雑であるが、RDS 方式であるが故にロッドなしのドリルパイプ 1 系列でせん孔可能である。

⑩ 汎用の試験機でも利用できるが、WELLMAN 機

に最高の性能、能力を発揮させるためには WELLMAN 専用試錐機が望ましい。

⑪ OD 機のようなせん孔方式ではリングビットの摩耗でせん孔不可能になるが、WELLMAN 機の場合はせん孔途上で自由にビット交換ができ、せん孔を継続できる。

⑫ 先端ビットを WELLMAN 用コアバーレルに交換することにより容易に任意の深度でコアサンプリングができ、実績では従来一般に行われている地質調査用コアボーリングで採取できなかった堆積層と基盤花崗岩の境界部分についてもコア採取ができた。

⑬ WELLMAN 機せん孔における騒音測定結果は、主音源中心より 10m 離れた位置で 81~86 dB, 20m で 75~81 dB, 30m で 69~74 dB, 50m で 59~67 dB である。もちろん、WELLMAN 機そのものは地中にあるわけで騒音には無関係である。また、試錐機についても利根 TOP-10 の場合、オールオイルドライブであり、騒音として気をとめるほどでもなく、結果的には測定値は発動発電機の騒音である。

孔No.	孔曲り測定深度 h (m)	測点数	方位	孔曲り量 S (cm)	S/h×100 (%)
1	47.94	5	S 64° E	24.6	0.51
2	49.00	5	S 15° E	27.7	0.57
3	46.50	5	S 24.5° E	42.2	0.91
6	46.55	6	S 20.5° E	43.0	0.92
7	46.66	6	S 55° E	57.0	1.22
9	46.20	6	S 38.5° E	46.0	1.00
11	46.20	6	S 49° E	50.3	1.09

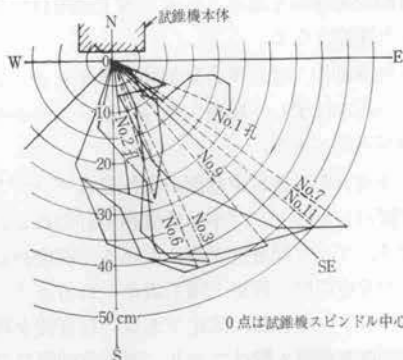


図-11 孔曲り測定結果

### 13. あとがき

本稿は本州四国連絡橋公団第 2 建設局からの委託により建設機械化研究所が行なった「陸上せん孔試験」の試験成果の一部を同公団坂出工事事務所の好意により紹介したものであり、引続き本機を用いた「海上せん孔試験」も行われている。

## 25 m<sup>3</sup> グラブ浚渫船 “三友一号”

平井吉久\*

### 1. まえがき

グラブバケットの重量と掘削力には比例関係があること、言い換えれば、バケットの重量形式を換えることにより掘削対象土質に適応させることができることは最近よく認識されている。グラブ船は掘削反力を直接船体に受けないこと、浚渫深度にほとんど制約を受けないこと等の利点があるため、船体の大型化によって厳しい作業条件に適応させることができる。以上のことからグラブ船で岩盤を浚渫する試みが関門海峡において実施され、その実績が次第に評価されて、今日では巻上能力の大きい大型硬土盤、岩盤浚渫船が増えてきた。

三友一号は硬土盤および岩盤浚渫用として開発された世界最大のグラブ浚渫船である。本船の開発にあたって関門海峡の岩盤浚渫に豊富な経験を持つ関門港湾建設および同社のグラブ船の開発を続けた神戸製鋼所ならびに



写真-1 25 m<sup>3</sup> グラブ浚渫船 “三友一号”

\* 東亜建設工業(株) 船舶機械部

東亜建設工業が共同出資して三友海洋工事を設立、3社の経験と知識を活かして設計、建造を行なった。本船の船体および引船兼揚錨船は東和造船において、浚渫機械は神戸製鋼所において製作され、昭和49年7月に竣工した。以下、その概要と施工実績等について紹介する。

### 2. 本船の特長

① 強力な掘削力：神戸製鋼所の開発になる浚渫機械GE-1500型を装備し、自重125t、水盛容量13m<sup>3</sup>のバケットを使用することにより極めて強力な掘削力を有しているため岩盤掘削に有効である。

② 大量浚渫：容量比の小さい大容量のバケット(35~40m<sup>3</sup>)を装備することによって普通土砂を大量に浚渫することができる。

③ 高深度浚渫：水面下80mの深度まで浚渫可能とされている。

④ 耐潮流性：作業時5kt、係留時8ktの潮流(平均風速12m/sec、波高1mまで)に耐える。潮流が早いと船体抵抗が極めて大きくなり、13tの特殊大錨4丁と70φ×400mのスタッド付錨鎖を4本装備している。このため転錨時に揚錨船の推力を強くする必要があり、引船兼用の揚錨船に2,000PS主機関を装備している。

⑤ 動力方式と速度制御：グラブ船の極端な負荷変動に耐える信頼性の高いディーゼルエレクトリック方式とし、ワードレオナード速度制御方式によって垂下特性、ストール特性を付与している。また、切換スイッチによって自動変速運転を選ぶと、水中巻上速度は定出力特性に沿った速度となる。

⑥ 特殊動作：定深度自動掘削、スイッチの切換えによりくい込みはずし、反覆つかみ、ロックつかみ等の特殊動作が可能である。

⑦ 浚渫計器：運転室前面の操作盤にグラブと船体の相対位置がわかるグラブ平面位置指示計のほか、グラブ開口度計、グラブ深度計を設けている。深度計には自動浚渫時の設定深度、設定上限も表示されるようになっており、押ボタンで容易に設定できる。超音波を利用した海底地形探査装置も設けており、運転室前面で2個のブラウン管に海底の平面と任意の断面を投影する。この装置は平面表示式と断面表示式のプロファイラで、平面式

は設定深度と実際の水深とを比較演算し、浅い部分のみをブラウン管上に輝点で表示する。表示範囲は縦 40m、横 50m の範囲で、測定精度は水深の  $\pm 1\%$  となっている。断面式は船の下の垂直面で  $140^\circ$  から  $180^\circ$  扇形断面を走査し、自由に望む方向の断面を得る。ブラウン管上の影像是歪なしにポラロイド撮影することもできる。

### 3. 本船の概要および主要目

#### (1) 船体部

##### (a) 概要

本船は非航鋼製箱型、単底構造縦肋骨方式で、上甲板下は3枚の横水密隔壁によって船首倉庫、機関室、清水およびパラスト槽に仕切られている。上甲板上船首に15t づり浚渫機 (GE-1500) を、船尾に船員居住区および甲板機械運転室を設け、両舷中央に電動油圧2胴式の揚錨機、さらに両舷船首船尾寄りに4基の係船機を配している。船体寸法は十分な余裕をとり、浚渫作業時の横傾斜角を  $2^\circ$  以下に抑えている。本船は鋼船構造規程に準拠して建造され、日本工業規格、労働安全衛生規則等を適用している。

##### (b) 主要目

船体寸法：全長 60.00 m、幅(型) 23.00 m、深さ(型) 4.50 m、きつ水(型) 2.30 m、梁矢 0.25 m

揚錨・係船・荷役装置：1式

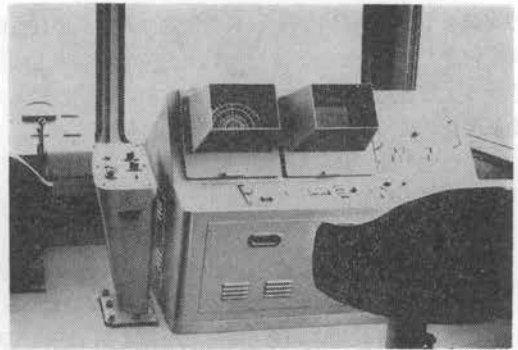


写真-2 プロファイラ

船内通信装置：1式

諸タンク：1式

#### (2) 機関部

##### (a) 概要

機関室には主発電機および同上用原動機、等容量の補助発電機2基および同上用原動機ほか、空気圧縮機ならびに空気槽、各補機器類を配置している。また、監視室を設け、圧力、温度、電源関係の集力監視を行うとともに、非常停止を遠隔操作するようにしている。各機器は極力自動制御、遠隔操作方式を採用し、回転部、帯電部に十分なる保護装置を施している。グラブ船は負荷変動が急激で、かつ、その幅が大きいので特に原動機は従来

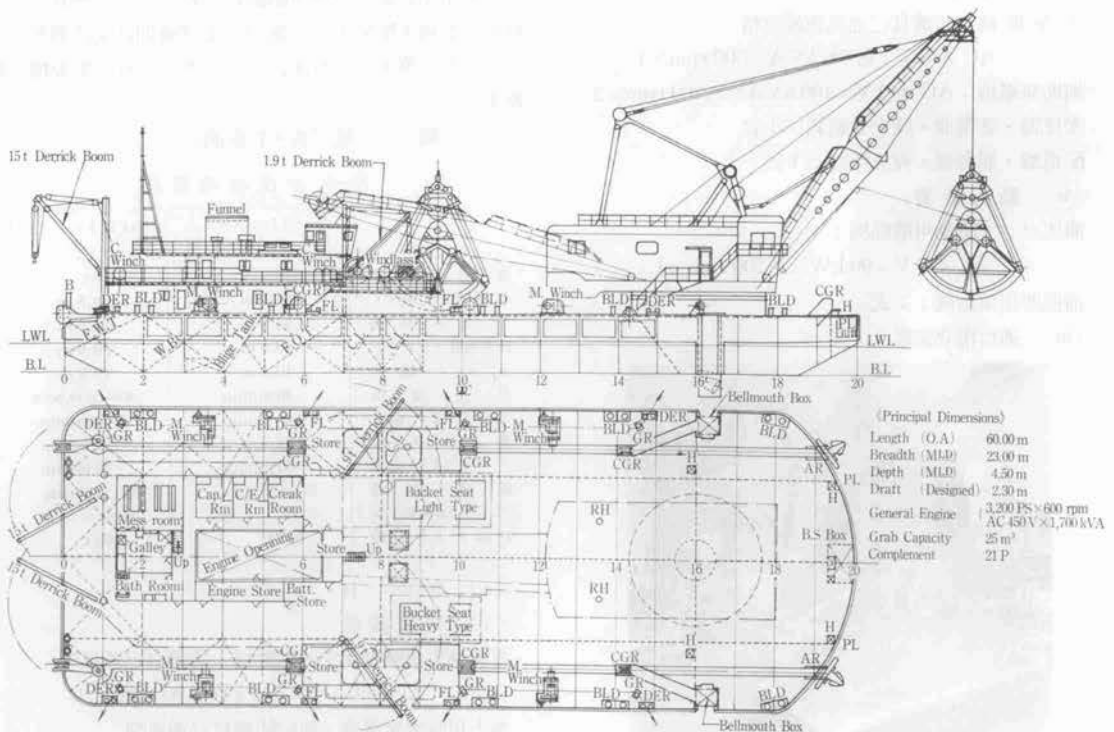


図-1 三友一号一般配置図

の実績をもとに検討を行い、負荷変動に対する追従性改良に留意して製作した。また、低出力時燃焼効率を向上させるよう各種の配慮を行なった。本船の機器は船舶安全法関係法規に準拠し、日本工業規格に従っている。

### (b) 主要目

主発電機用原動機：立型単動4サイクル無気噴油式  
ランクピストン型 3,200 PS×600 rpm×1

補助発電機用原動機：立型単動4サイクル無気噴油式  
ランクピストン型 145 PS×1,200 rpm×2

主空気圧縮機：立型2段圧縮清水冷却式 51 m<sup>3</sup>/hr×30  
kg/cm<sup>2</sup>×1, 7.5 kW×1,200 rpm×1

操作用空気圧縮機：V型1段圧縮自動発停空気冷却式  
72 m<sup>3</sup>/hr×7 kg/cm<sup>2</sup>×1, 5.5 kW×1,800 rpm  
×1

補機器類：1式

### (3) 電気部

#### (a) 概要

主発電機は原動機に直結駆動され、浚渫機械、甲板機械、船内動力に給電する。補助発電機は等容量のものを2基設置している。電気機器は電気事業法による自家用電気工作物使用前検査を受け、船舶安全法に準拠し、日本工業規格、日本電気工業会標準規格、電気規格調査会標準規格によっている。

#### (b) 主要目

##### (i) 電源装置

主発電機：防滴自己通風連続定格

AC 445 V×1,700 kVA×600 rpm×1

補助発電機：AC 440 V×100 kVA×1,200 rpm×2

変圧器・蓄電池・陸上受電箱：1式

配電盤・制御盤・充放電盤：1式

##### (ii) 動力装置

油圧ポンプ駆動用電動機：

AC 440 V×90 kW×1,200 rpm×1

補機器用電動機：1式

##### (iii) 通信指令装置：1式

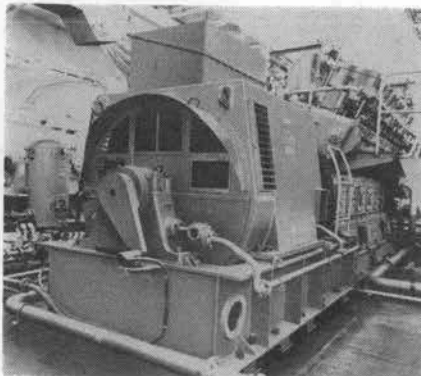


写真-3 主発電機

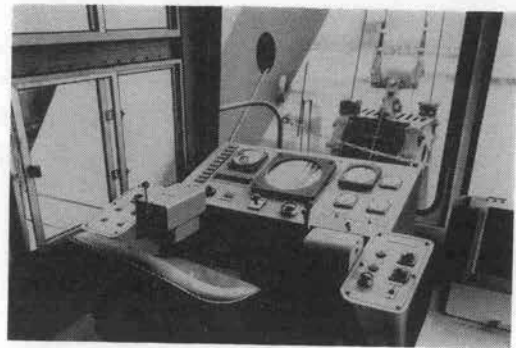


写真-4 運転席

(iv) 照明設備その他：1式

### (4) 浚渫機部

#### (a) 概要

浚渫機は 360° 全旋回型ブーム俯仰式で、旋回台ローラパス上に 96 個のマルチプル旋回ローラおよび前後 6 個のフックローラによって支持され、極めて円滑に全旋回を行う。旋回台上に電動機、発電機、巻上開閉装置、ブーム俯仰装置、操縦装置等を搭載、右前方に設けた運転席で浚渫作業の各動作をワンマンコントロールする。浚渫機部への電力は旋回中心甲板下にあるスリプリングを経て供給され、制御盤を介してそれぞれの電動機を駆動する。巻上げ、開閉はワードレオナード速度制御を採用し (M-G 方式)、交流電動機で串型に巻上用および開閉用直流発電機を駆動、それによってそれぞれの直流電動機を駆動する。旋回および俯仰は交流電源をサイリスタで整流した直流によってそれぞれの電動機を駆動する。

#### (b) 機能 (表-1 参照)

表-1 浚渫機部機能

	65 t 以上のバケット 使用時	65 t 以下のバケット 使用時
巻上荷重	150 t	150 t
作業半径 (最大)	20.5 m	20.5 m
ブーム長さ	24.5 m	24.5 m
浚渫深度 (水面下)	80.0 m	80.0 m
水面上揚程	10.0 m	10.0 m
巻上速度	40 m/min	40~55 m/min
クラブ閉口速度	40 m/min	50 m/min
巻下速度	55 m/min	60 m/min
クラブ開口速度	60 m/min	75 m/min
旋回速度	約 1.3 rpm	約 1.3 rpm
ブーム俯仰	可能	可能
許容クラブ自重	125 t	65 t

#### (c) 要目

##### (i) 発電装置

直流発電機駆動用交流電動機：防滴自己通風型

AC 440 V×1,440 kW×900 rpm×1

巻上用直流発電機：他励防滴自己通風型

DC 440 V×650 kW×900 rpm×1

開閉用直流発電機：他励防滴自己通風型

DC 440 V×650 kW×900 rpm×1

(ii) 制御盤

巻上・開閉・旋回・俯仰盤：各1式

(iii) 動力装置

巻上用電動機：防滴他力通風型

DC 440 V×580 kW×370/555 rpm×1

ワードレオナード制御

開閉用電動機：防滴他力通風型

DC 440 V×580 kW×370/555 rpm×1

ワードレオナード制御

旋回用電動機：防滴他力通風型

DC 200 V×160 kW×1,200 rpm×2

サイリスタレオナード制御

俯仰用電動機：防滴他力通風型

DC 400 V×100 kW×750 rpm×1

サイリスタレオナード制御

(iv) その他機械室通風機変圧器等：1式

(v) グラブケット

岩盤用：13 m<sup>3</sup>(W.L.)×自重 125 t×1

硬土盤用：25 m<sup>3</sup>(W.L.)×自重 85 t×1

(d) 速度制御および特殊動作

(i) 巻上げ、開閉

巻上・開閉装置は2台の等容量直流電動機で駆動され、それぞれの発電機の界磁をSCRによって制御することで速度制御を行う。巻上げ、開閉をM-G方式にしたのは、荷重が極めて大きいので巻下時の逆入力に回生制動するためである。巻上げ、巻下げの動作をスムーズに行うため本船は次のような制御を行い、異常な過トルクに対しては垂下特性をもたせている。

① 平衡速度制御：巻上ロープと開閉ロープに速度差があればグラブケットは開閉を行う。特に開き巻下時は巻上電動機はほぼ全負荷、開閉電動機は無負荷に近い状態で、両ロープ速度を等速にする必要がある。このため両電動機をそれぞれ回転計発電機で検出して速度差が出た場合、直ちに平衡速度になるよう制御する。

② 平衡負荷制御：巻上動作では巻上・開閉ロープは均等に荷重を分担する。両電動機の主回路電流を検出して両者の間に差が生じれば、直ちにフィードバックして負荷分担を等しくするように制御する。

③ 加減速時のトルク制御：開き巻下・閉じ巻上動作には1サイクルごとに加減速を行わなければならない。例えば、開き巻下動作では巻上電動機がグラブケットの自重を負担し、開閉電動機がほとんど無負荷なので両電動機に異なる加速トルクを与えることが必要である。したがって、各動作の始動および停止時に両電動機の起動電流値を変える制御を行う。

④ つかみ：つかみ動作では巻上ロープをゆるめ、グ

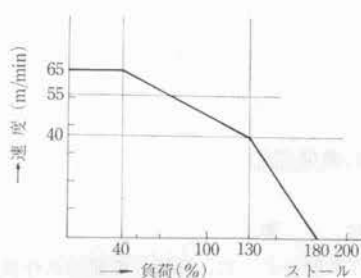


図-2 自動変速運転特性

ラブケットの自重をかけ、開閉ロープを巻取る。この時、巻上ロープがゆるまないよう弱いトルクを与えてロープの自重のみを支えるようにしている。このため、つかみから巻上動作に移ると時、ロープにショックがかからない。

⑤ グラブケット転倒防止：ケット着底時、海底面の状況によっては転倒するおそれがあるので、巻上ロープの繰出速度を検知し、ある速度以上になれば巻上方向に大きなトルクを与えて転倒を防止する。

⑥ 自動定深度掘削：運転室の押ボタンによってパイロットモータでリミットスイッチの位置を変え、任意の浚渫深度に設定すると自動的に定深度掘削を行う。ケットは巻下空中速度から水中に入ると、中間設定点を過ぎて水中速度となり、設定点の少し前に定めた減速点から1ノッチに減速されて設定深度に達し、掘削を行う。

⑦ グラブケット着底検出：巻上電動機の電流を検知して着底を知り、直ちに開き巻下動作を停止する。設定深度到達前に海底突起物等に当たったときはロープがそのまま繰出されるのを防ぐ。

⑧ 自動変速運転：運転室切換スイッチにより自動変速運転を選択すると、水中巻上速度は内容物の負荷に応じて定出力特性に沿った速度となる(195 t×40 m/min～60 t×65 m/min)。その特性曲線は図-2のとおりである。

⑨ 特殊動作：グラブケットが塊をつかんで全閉にならないまま巻上げ、巻下げを行う特殊つかみ、掘削中にケットを開きたいくい込みはらずし、つかみ量を加減するための反覆つかみ、ケットの開口度に関係ない巻上げ、巻下げ等の特殊動作は、操作盤の切替スイッチをそれぞれの位置に切替えて主幹制御器ハンドルを操作することによって行う。

(ii) 旋回

旋回電動機はサイリスタレオナード方式で制御する。SCRで交直変換を行い、その電圧を制御するので応答性にすぐれ、静かで効率もよい。円滑で能率的な加減速ができ、過トルク制限の垂下特性をもたせている。

(iii) 俯仰

旋回と同様サイリスタ制御である。俯仰傾度は比較的

少ないが、グラブの大型化に対処するため特に本方式を採り入れ、加減速、垂下特性についても旋回と同様である。

#### 4. 引船兼揚錨船

##### (1) 概要

本船は作業船のえい航、係留、転錨等の作業に従事するコルトノズラダゲ付引船兼揚錨船である。船型は1層甲板板船で、中央部に機関室を配置し、上甲板下は4個の水密隔壁により船首倉庫、船員室、機関室、船尾倉庫、舵取機室の5区画に区分されている。揚錨、係船、えい航、照明、採光、通風、消防、拡声、無線電話等の諸装置を完備し、操舵室前方に転錨作業用デリックを有する。本船は船舶安全法、小型鋼船構造基準その他の関係法規によって建造されている。

##### (2) 要目

全長：29.60 m  
 垂線間長：26.00 m  
 幅（型）：8.60 m  
 深さ（型）：3.80 m  
 計画満載きっ水（型）：2.90 m  
 ノルマルトリム：1.00 m  
 舷弧：F.P 0.80 m, A.P 0.40 m  
 梁矢：0.17 m  
 総トン数：約 199 t  
 試運転速力（MCR）：13 kt 以上  
 主機関：1,000 PS×750/360 rpm×2  
 推進器：4翼固定ピッチプロペラ×2、コルトノズラダゲ装備  
 発電機：AC 445 V×40 kVA×2、併列運転装置付  
 同上用原動機：52 PS×1,800 rpm×2  
 転錨装置：15 t 用1式

#### 5. 稼働実績と経済性の考察

本船は昭和50年1月から2月にかけて試運転をかねて岩盤浚渫工事に従事した。たまたま同地区で110 t ぶりのグラブ船と85 t ぶりのグラブ船が浚渫を行なったので、その能力や経済性の比較をする機会を得た。

##### (1) 浚渫能力

工事名：関門航路（大瀬戸地区）-13 m 航路浚渫工事（第3工区）  
 計画水深：-13 m  
 計画浚渫土量：42,157 m<sup>3</sup>

土質：凝灰岩、安山岩

潮流：最大 5 kt

浚渫実績：三友一号（150 t ぶり）………96 m<sup>3</sup>/hr  
 110 t ぶりグラブ船………61 m<sup>3</sup>/hr  
 85 t ぶりグラブ船………42.5 m<sup>3</sup>/hr

##### (2) 経済性について

一般に作業船を大型化することは、経済性の向上を目的とする。グラブ浚渫船ではバケットの重量を増して岩盤掘削の能率をあげるという発想が大型化の出発点であるが、当然、経済的、合理的であることがその目標である。経済性を論ずることはかなりむずかしいことであるが、前項の浚渫能力をもとに狭義の意味の経済比較を行うと表-2のとおりとなる。

表-2 経済比較

グラブ船	150 t ぶり	110 t ぶり	85 t ぶり
主原動機	3,200 PS	2,300 PS	1,600 PS
船体寸法	60×23 ×4.5×2	52×20 ×3.7×1.9	43.5×19 ×3.3×1.8
グラブバケット	13 m <sup>3</sup> ×125 t	9.5 m <sup>3</sup> ×90 t	7 m <sup>3</sup> ×72 t
付属土運船	800 m <sup>3</sup> ×2	600 m <sup>3</sup> ×2	400 m <sup>3</sup> ×2
引船	2,000 PS	1,000 PS	600 PS
揚錨船	上記兼用	上記兼用	上記兼用
乗組員	グラブ船	8人	8人
	土運船	4人	4人
	引船	4人	4人
浚渫能力比	2.25	1.43	1
浚渫単価比	0.74	0.95	1

(注) 1. 浚渫深度……-13.5 m 2. 土質……岩

#### 6. あとがき

本船は現在横浜市金沢3号地において土丹岩の浚渫作業に従事している。現在もお政府の総需要抑制政策によって客観情勢は極めて厳しい。しかし、延期になっている国内の大型プロジェクトもいずれは着工の運びになると思われ、そのときは大いに威力を発揮できるものと期待している。

外国には大型グラブで岩盤や硬土盤を掘削するという発想がまったく見られなかったが、最近になって一部海外に進出したグラブ船によって眼のあたりにその実績をみせつけられ、認識を新たにしていくところもある。また、半信半疑ながら写真やパンフレットに興味を示して調査に来る動き等もみられている。

なお、わが国ではグラブ浚渫船の総数は約600隻を数えるが、硬土盤や岩盤に有効と思われる大型船は20隻未満である。この中の数隻は海外に出て活躍しているので、次第にその能力が評価されるであろう。今後、実績の積み重ねによってさらに改良、開発が行われることを期待している。

# 潜函用掘削機とその施工

今 田 研 次\*

森 秀 生\*\*

## 1. ま え が き

最近とみに機械化され、発展して来た建設工事の中でも潜函工事においては合理化されるべき作業が種々残っている。ことに潜函の土砂掘削については一般の建設作業の中でも最も悪条件の作業環境で多勢の潜函夫による人力掘削が常套手段であった。昨今の情勢から労務者不足、労賃の高騰等により土砂掘削の機械化は企業にとって切実に要求されることであった。

当社の「函内掘削機」は長年にわたって研究開発を進め、昭和 34 年には「掘削装置を有する潜函」として特許を取得し、引続き開発を進めて現在の形式の機械が発展的に完成されたものである。

実験機は昭和 45 年 12 月に東北道鬼怒川橋梁工事でテストされ、良好な結果を得た。以後、現在まで 24 現場において約 47 万 m<sup>3</sup> を掘削した。函内掘削機の最も特

徴とする点は走行レールをスラブ（天井）に取付け、あらゆる地層に適用するように作られていることである。

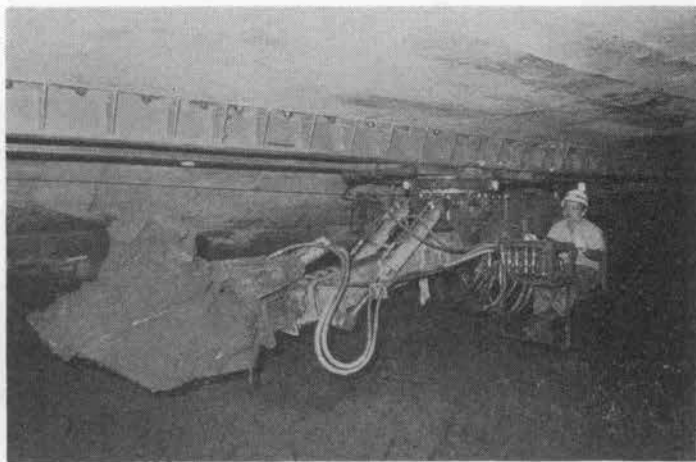
従来から使われている函内ブルドーザは最近かなりの成果を上げて来ているが、種々難点も持っている。すなわち、掘削中の地表面は地盤が荒らされており、起伏がはげしく、また、軟弱地盤であったり、玉石層の場合には走行に機動性を欠いていた。それらの不都合をいっさい解消するために天井走行式で機械をつり下げた方式を採用した。以下、その機械の概略と施工について述べることにする（写真—1 参照）。

## 2. 開発の経緯

開発の計画にあたって特に検討したことは次のとおりである。

- ① 函内運転の安全確保
- ② 使用中の故障の絶無
- ③ 運転操作の簡易
- ④ 各地質に対する適応性
- ⑤ 函出入、据付の簡易
- ⑥ 作業性

① の函内運転の安全確保については、函内は密室のためエンジンが使えず（排気ガス）、電動モータから動力をとっている。また、メタンガス等が発生して爆発事故を防ぐために電気関係をすべて防爆構造にした。② の使用中の故障の絶無については、機械であるため根絶することはできない。いかに早く故障箇所を見付け、処理するかが問題であり、その対策として ASSY 交換を行っている。現場における修理は、あらかじめ用意され、組立てられた部品の交換をするだけで直ちに作業復帰できるようにしている。修理は設備の整った工場においてテストしてその故障の原因を追求し、今後の改良についてデータを採るようにしている。③ の運転操作の簡易については、オペレータは潜函夫の中から適当に選んで運転させるので、操作は非常に簡単にできるようになっている。



写真—1 函内掘削機

\* 白石基礎工事（株）取締役機電部長

\*\* 白石基礎工事（株）機電部開発課長代理

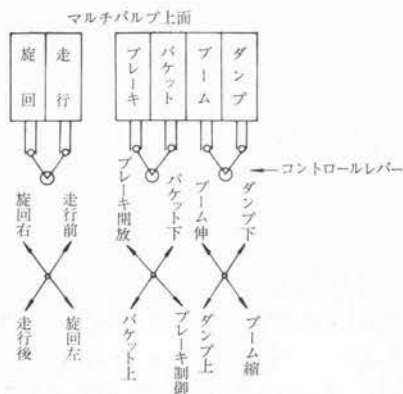


図-1 各レバーの位置

すなわち、6動作を3本のレバーで迅速に誰でも運転できる(図-1参照)。(4)以下については後述「特徴」の項で説明する。

なお、開発の経過は次のとおりである。

### (1) 計画および設計

開発計画の段階であらゆる地層に適用できるだけの掘削力、堅牢性、作業性(主にスピード)等を検討した後、図-2に示すように組立図ができた。

過酷な条件下で使用するとき解析不明のところが多いので、各部にかかる力はダイナミックな力であり、各部の応力はときには5倍から6倍に作られているところもある。函内に持込んで組立てるため各部分はすべてエアロックに入るよう設計されている。在来のバックホウはリンク機構式(腕式)で、手前に掘ってくる掘削機械の中でも完成された形である。その形に準ずることをくり返し検討したが、天井高さが低いいため腕関節が天井にあたること、また、刃口下を掘る場合、ショベル形式の方が有利なためテレスコープ型ブームとショベル掘削の形になった。

### (2) 製作

基本的に当社大宮工場で作ることになった。これはノウハウの関係、および開発機械の製作を大手メーカーで手懸けるには、販売台数が未定等の理由から大変むずかしい面もあった。走行台、ブーム、ブームサポート、バケット等(図-2参照)、製缶のほとんどは一般構造用圧延鋼材を使用しており、その理由としては、購入しやすいこと、溶接性等使いやすいこ

とによる。現状の故障、整備の問題点からふり返って見ると、高張力鋼を使って強度を5割方増し、耐久力を持ったものに改良する時期にきている。

### (3) 実験

初めにバケット、ブーム、旋回の部分を製作して実験を行なった。各部の作動に不都合なところがあるかないかの判定をし、その後、走行台とパワーユニットを製作し、テストした。工場内にケーソンストラブと同じ高さのレールを設備して掘削をくり返し実験した。主車輪(図-2参照)と同じように下受ローラも断面の大きいものに変更された。

現場実験は前に述べたとおり東北道鬼怒川橋梁下部工に持込み、P-4ケーソン(97m<sup>2</sup>、深さ19m)を短時日のうちに掘った。現場は砂混り転石層で、直径5cmから30cmぐらいの地層であった。比較的容易に掘削実験を終らせた。あとでわかったことだが、機械掘削に対応する土質ではシルト層が非常にむずかしく、人力掘削のときに苦勞する玉石、転石層は安易に掘って行くことだった。その理由は、シルト質が掘削バケットにねばりついてその粘着力が機械に非常に無理をさせる原因になっている。その実例として、鬼怒川実験で成功したにもかかわらず、次の南港連絡橋工事においては終始シルト質であったため機械(6台)の故障が多々あった。

## 3. 掘削機と施工

ケーソンの大きさでは世界最大といわれる南港連絡橋を昭和45年11月から掘り始めてから現在まで24現場

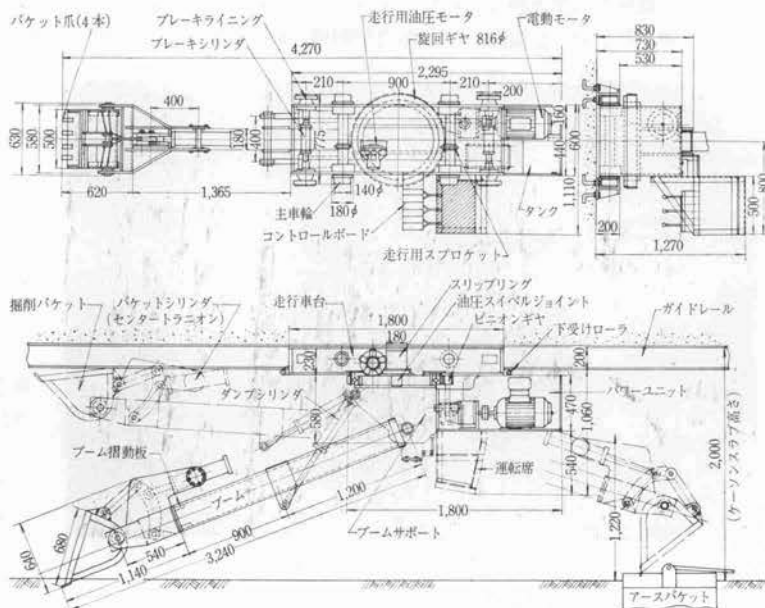


図-2 函内掘削機組立図



表-1 函内掘削機使用施工現場一覧

	施工現場名	ケーソンの大きさ 縦×横×深(基)	工 期	主なる土質	使用台数 (台)	掘削土量 (m <sup>3</sup> )
1	南港連絡橋	40×40×31.5 (1)	45. 7.10~47.11.26	シルト	6	48,800
2	日鋼福山5期	31×31×36.7 (1)	47. 4. 1~47. 8.30	〃	6	35,320
3	木下川下部	7.8×11.0×43 (8)	47. 2. 2	〃	4	29,580
4	木下川上部	30×47×12 (1)	48. 7.10	〃	6	16,920
5	中央道葛野川	8.2×14.2×25 (1)	47. 3. 1~47. 8.31	玉石	1	2,900
6	東北幹利根川	小判型 12×14×28 (10)	47. 9.20~48. 8.13	シルト, 細砂	3	26,400
7	淀川大堰	10.2×22.2×26.5 (4)	47.12.10~48. 4.30	砂	8	23,600
8	浜町立坑	15.4×10.9×23.5 (1)	47. 8.30~48. 9.30	砂混りシルト	2	4,070
9	扇橋開門	16.6×16.0×43.5 (2)	48. 2.15~49. 2.28	〃	4	23,050
10	阪公西大阪1期	20×22×24.8 (6)	48. 2. 1~49. 7.31	〃	6	43,200
11	八戸橋脚	18.05×18.05×23.0 (2)	48. 7.14~49. 3.25	転石, シルト	5	12,400
12	常盤利根川	小判型 8.2×24.2×40.4 (10)	48. 8.28~49. 7.23	砂, シルト	10	51,700
13	阪公西大阪2期	11.0×20.0×30.0 (1)	49.11.30~51. 2.15	砂混りシルト	6	6,600
14	札幌地下鉄	12×34×15.3 (6)	48. 9.10~50. 1.25	転石	7	34,156
15	新大橋地下鉄	10.6×30.0×20.4 (4)	48. 2. 1~50. 5.31	シルト	4	21,452
16	大島大橋	小判型 8.2×14.2×19.0 (1)	48. 6. 1~49. 5.25	転石	1	1,940
17	第三江川	φ12.2×11.9 (2)	48. 9.18~49. 3.31	〃	2	2,721
18	水元給水立坑	20.6×37.8×26.8 (1)	49. 6. 1~50. 5.28	砂質シルト	4	20,860
19	木四試験ケーソン	8×8×24 (1)	48. 7. 6~49. 4.20	れき	1	1,460
20	芦屋ケーソン	φ18×21.9 (1)	49.10.23~50. 3.31	砂	2	5,570
21	日鋼扇島	31.15×31.15×54.1 (1)	49.12. 9~50. 7.31	シルト, 粘土	8	52,498
22	青山立坑	8.6×7.8×29.1 (1)	50. 4. 1~50. 9.30	〃	1	1,953
23	大田川橋梁	16×16×9.29 (2)	49.12.16~51. 9.15	シルト	2	4,656
24	浜岡原子力2期	φ16.13×6.7 (1)	49.12. 9~51. 3.31	泥岩	1	1,368

を施工してきた。表-1 に施工現場の実績を示す。

### (1) 掘削機の主要仕様 (表-2 参照)

### (2) 作業室取付

図-2 に示すように潜函内作業室に取付けられる。図のようにケーソンの寸法は機械を取付けるにあたって最小断面であり、大型ケーソンの場合は1台につき8m間隔で複数配置した状態になる。

### (3) 掘削機の構造

#### (a) 走行レール

走行レールは作業室天井(床盤)にアンカーボルトにより固定し、円型ケーソンの場合は円型レールとする。

取付方法は、床盤構築時に型わく間にはさみ、コンクリート打設前にセットして置く。レールの長さは2mである。これは沈下オーライして撤去回収するときにエアロックを通過する最大限寸法である。函内はこの2mレールを継ぎ足し、取付けられている。掘削による反力はすべて走行レールと床盤で受持つため地上走行の他の機械と比較して大きな反力受構造となる。経済性も合わせて考慮し、アンカーボルトのナットをはずすことにより容易に回収することができる。

#### (b) 走行台車

走行車輪は2軸4輪駆動となっている。下部ローラは上向きの反力が掘削時に出るため走行台車の浮上を防止している。走行ブレーキは油圧シーケンスにブレーキ回路

表-2 函内掘削機仕様

掘削バケット容量	$V_1=0.12\text{ m}^3$ (水容量) $V_2=0.15\text{ m}^3$ (山盛の場合)
ブーム押力 およびストローク	(押力) $F_1=4,360\text{ kg}$ , (引力) $F_1'=3,600\text{ kg}$ ストローク $S=1,400\text{ mm}$
ダンプ (シリンダ出力) (2本シリンダ)	$2F_2=2\times11,000\text{ kg}=22,000\text{ kg}$ (押力) $2F_2'=2\times9,600\text{ kg}=19,200\text{ kg}$ (引力)
旋回速度	$N=13\text{ rpm}$
走行速度	$V=30\text{ m/min}$
ブレーキ機構	(押力) $F_3=7,000\text{ kg}$ 油圧シリンダによりゴムパットをレール直角方向上記出力で押付ける摩擦係数 $M=0.6$
油圧 (3連ギヤポンプ)	低圧使用圧力 $70\text{ kg/cm}^2$ , メインおよびサブポンプ $66\text{ l/min}$ 常用使用圧力 $140\text{ kg/cm}^2$ , メインポンプ $25\text{ l/min}$ 最高使用圧力 $165\text{ kg/cm}^2$
タンク容量 および作動油	$V_0=170\text{ l}$ タービン油:三菱ダイヤモンド 460 #
出力	$15\text{ kW}$ (20 HP), 4 P, 200 V 安全増防爆型モータ
重量	掘削機組立時総重量 $2,200\text{ kg}$

が組込まれている。掘削時の掘削反力固定ブレーキは走行台車にセットされている。左右ブレーキシューを取付けた油圧ピストンは走行レール内側側面に圧着する内部拡張式ブレーキとなっている。構造が簡単であり、摩擦板の取替えも容易になっている(圧着力約7t)。走行台車に装備してある部品は上述ブレーキ用油圧ピストン、走行用油圧モータ、駆動チェーン、中心部には動力伝達用4心ストリップリング、油圧伝達用スィベルジョイント

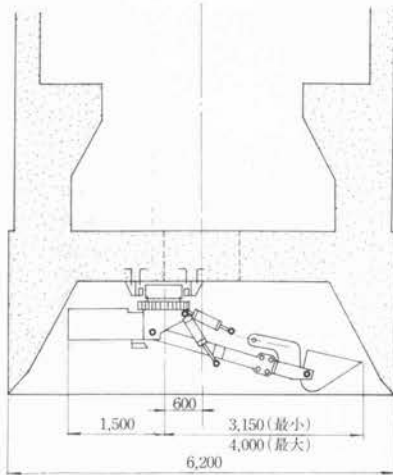


図-3 掘削ショベル取付図

等が内蔵され、下部には全旋回用ギヤホイールを装備している。

#### (c) パワーユニット

パワーユニットに装備されているものは油圧タンク、3連ギヤポンプ、電動モータ旋回用油圧モータ、アンロードバルブ等である。

電動モータにより3連ギヤポンプを駆動して各部アクチュエータに  $140 \text{ kg/cm}^2$  の油圧を送っている。高出力を要求される掘削時には第1ポンプのみ高压が働き、第2ポンプはアンロードされ、タンクに帰る。軽負荷の動作には第1ポンプ、第2ポンプの二つが働いて大吐出の油を送り、スピードを増して作業する機構になっている。第3ポンプは低吐出量高压用で旋回、走行関係オイルモータを駆動している。油圧機器の作動油をいつも清浄に保つことは油圧を扱うときの一番重要なことであるが、函内において組立、掘削、解体をくり返し行うので、わずかな土または砂が回路に入ってしまう。その防止策として、サクシオンフィルタ、ラインフィルタについて特に留意しているが、クイックジョイントホースを24箇所接続しているためごみ混入に対して防止しきれない面がある。

#### (d) ブームサポートおよびブーム

組立作業を簡易化するためにブームサポートの部分は50φシャフト2本で組立てられるようになっている。ブームサポートはブームが最大に伸びたときのモーメントを受けるので最も丈夫に製作されている。ブームは1.5m伸縮する。内筒外筒のラップ代が短いため非常に大きな“てこ”の力が働いている。摺動面は特殊金属の摺動板を用いているが、これはハイドロクレーンに使用されているものと同じである。



写真-2 アースバケットに投入

#### (e) バケット

水容量で  $0.12 \text{ m}^3$  の大きさのバケットはたえず土中に突込み、摩耗、疲労が大である。そのため改良に改良を重ね現在のものができ上がった。爪は一般市販のものを使用している。作業室高さが2m前後と低いためバケット返しの寸法を(高低差を)短くした構造に作っている。すなわち、一般のバケットは後部に回転中心のピン位置をもってくるが、本機はバケット側面にピンを配した。これにより約60cmの高低差をちぢめることができた。

## 4. 特 長

本機の特長については前に少々述べてあるが、ここに箇条書きにまとめると次のようになる。

- ① 天井走行型
- ② シャフト下までのはね付け省略
- ③ ケーソンの大小にかかわらず装置可能
- ④ 函内における機動性が大
- ⑤ 刃口下も掘削可能
- ⑥ あらゆる土質に適応する
- ⑦ 作業時間が運転手交替により連続可能
- ⑧ 時間当り掘削量が大
- ⑨ 運転操作が簡単

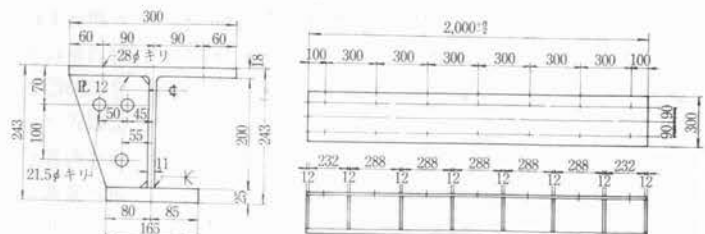


図-4 ガイドレール寸法図

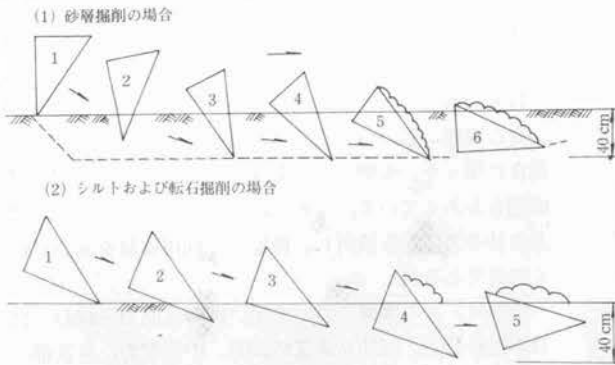


図-5 掘削要領図

- ⑩ 労務者（潜函夫）削減と重労働からの解放
- ⑪ 各種アタッチメント取付可能
- ⑫ トラバサ天井取付

簡単に補足説明すると、はね付けは大型ケーソンの場合、掘削地点からシャフトまでの距離が長くなり、掘削作業に加え、運土作業がかなりの割合を占めている。人力掘削のときはそのために大量に潜函夫を投入したが、本機では機動性が高いため労務者削減につながっている。各種土質に対しては埋立地の軟弱地盤から岩盤まであらゆる地層を経験してきた。現場において1日当りの損料は1直でも3直でも同じなため、函内交替で1ロッド、4日間を連続で掘るような現場もあった。

トラバサは次の目的を持っている。すなわち、複数列に配置された機械は他の列のレールに移り、掘削を助けることと、工期の十分ある現場ではレールだけを余分に取付けて1台の機械が1.5列または2列を受持って掘削する。これにより機械台数を減らし、損料負担を軽くする目的にもなる。また、故障の際は元気な機械が応援に出向くこともできるわけである。



写真-3 バケット

### 5. 能 率

函内掘削機の作業能率は、①機械の大きさ（すなわち、モータ出力、機械重量、バケットの大きさ）、②運土距離、③車速、④土質、⑤潜函内の作業条件（すなわち、オペレータの熟練度）、⑥機械の良否等によってそれぞれ変化する。

上述のうち、能率に対して最も影響することは経験的に④の土質であって、砂層とシルト層では3割～5割近くシルト層の方が能率低下をきたす。また、オペレータは非常に熟練度を要するが、ときによると、3直交替で追込作業の場合等、速成教育をして運転させることが多々ある。したがって、機械のくせや疲労度に関して悪い結果をもたらしている。

作業能率を上げるため掘りやすい砂層には大きな掘削バケットを使用し、比較的硬いれき層にはバケット爪の本数が少ない（2本）長い爪のものをを用いる。泥岩に対しては強力なブレーカを取付けてさく岩を主体に作業

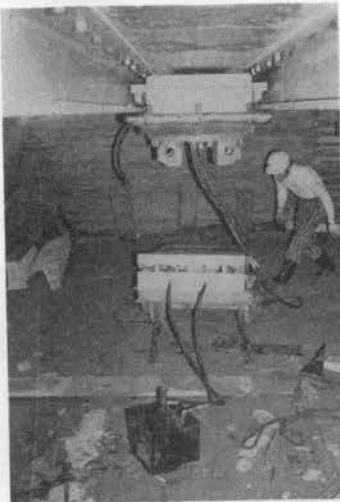


写真-4 函内組立作業

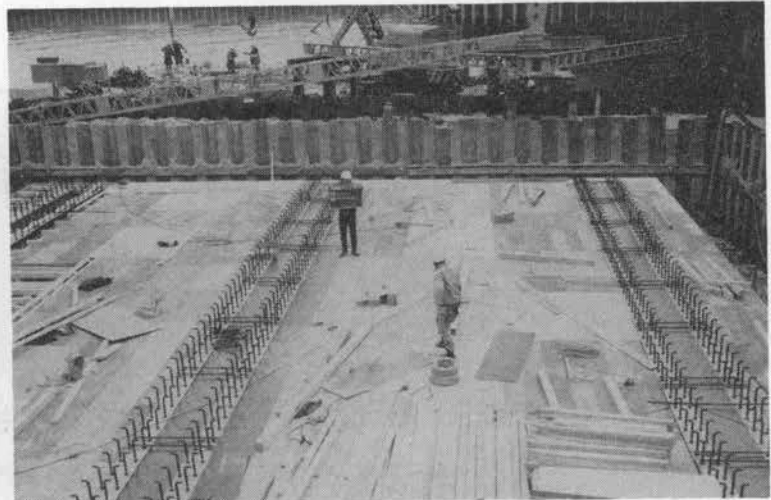


写真-5 レール取付用アンカーボルト



写真-6 ブレーカアタッチメント（浜岡原子力工事）

し、もう1台の機械がアースバケットにチャージする方法を採っている。作業能率算出はブルドーザまたはショベル等の計算式に従って計算するのであるが、各現場によって様々な条件の違いから定量的に示すことが困難である。現在は排土能力に十分打勝って掘削をしている。反対に言えば、排土能力に押えられている状態である。

## 6. 岩盤掘削

中部電力浜岡原子力第2期工事の取水塔ケーソンは今年の3月に掘削された。1期工事に続き再度掘削機で挑戦したところ、結果は良好であった。掘削状況は大型のブレーカをブーム先端にアタッチメントで取付け、円型レールを少しずつ移動しながら層状の泥岩を1枚ずつ割って行った（写真-6参照）。この実験に成功したことは各種岩盤に応用できるわけであり、また、アタッチメントとしてさく岩機、リッパ等も今後使用して行く方針である。

## 7. まとめ

特殊な機械であるがゆえにメンテナンスの面でいろいろ問題にぶつかりながらも、一つずつ解決しながら現在に至った。大勢として完成したようだが、まだまだ問題をかかえている。しかし、ケーソン工事においてはあらゆる角度から検討し、使用して利用価値を高めて行く方針である。

最後に、この機械について深い理解と協力を賜った日本道路公団、阪神高速道路公団、中部電力、東京都、熊谷組および日本鋼管の施主各位、また、開発製作にたずさわった不二越、NABCO、鈴木産業、三恵工業の方々に感謝するとともに、厚くお礼を申し上げる次第である。

—新刊図書案内—

# 橋梁架設工事の積算

—昭和50年改訂版—

A4判 140頁 頒価1500円 送料200円

申込先  社団法人 日本建設機械化協会

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

## 随想

## 省資源と省エネルギー

梅村 宏



さる7月9日、総理府青少年対策本部が発表した、日本青年の公衆道徳、エチケット、ルール意識などを探る目的で行なった「社会規範調査報告書」によれば、もし石油が配給制になったら、「自分もヤミ石油を買う」と考える人が56%と過半数以上であった。比較のため行なわれた同じ調査で、米国では39%、西ドイツでは45%という結果に対して、公德心が欠除しているとか、エゴイストが多いとか種々の見解が出されるであろうが、いずれにしても、石油製品が生活必需品となり、石油によってもたらされる快適な生活がいまや手放せないものとなっていることを示していると言つて過言ではないだろう。

一昨年、中近東紛争に端を発したオイルショックは全世界の経済活動に大きな影響を与え、特に油上の楼閣とか、どっぷりと石油に浸かった工業国とかいわれた我が国の混乱はまだ記憶に生々しいものがある。ガソリンの値上げ、電気料金の値上げをはじめ、基礎資材から消耗品に至るまで激しい物価高騰の中で、政府は総需要抑制策を中心とした物価沈静策を打ち出し、省エネルギーにより石油輸入量を減らすため、電力使用制限令によりネオンサインをはじめ産業用電力に至るまで激しい節電が要求された。建設省でも道路照明の減光、減灯を各道路管理者に通達し、危険個所を除いて約1/2の減光、減灯が実施された。当時は夜間の交通事故の増加を危惧する意見もあったが、交通量も減少したためか、幸い事故件数の増加はみられなかった。

建設電気技術協会では本年6月に欧米各国のトンネル、橋梁等の管理設備に関する視察調査を行なったが、その際、各国のオイルショックに対する道路照明の節電状況について質問する機会を得た。ヨーロッパでは西ドイツ、フラン

ス、イギリスとも政府または行政庁から特別の指示はなく、減消灯は行なっていなかった。リヨン市のフルビエールトンネル管理所では、我々は自分の判断で照明を消す権限を与えられていないし、また、照明を暗くすることは警察がなかなかOKしないとのことであった。ヨーロッパ各国は自動車用ガソリン、船用重油、重化学工業原料等でオイルショックを受けたが、石炭火力発電の依存度が高いためか節電はあまり強力に行なわれなかったようである。

一方、米国では国際石油戦略を有利に展開するためか、国民に石油消費節減の協力を求め、省エネルギー方策を各州政府に指示していた模様である。ニューヨークの Bridge and Tunnel Authority では世界最長の Verazano Narrows 釣り橋の照明を片側点灯にしたとのことであった。カリフォルニア州政府の管理する Oakland Bay Bridge でも半減していた。ワシントン市では、省エネルギーとは同じ電力でより明るい照明、むだのない照明を行なってエネルギーを有効に利用することであると解釈して、白熱電灯、水銀灯を効率の高い高圧ナトリウム灯に取替えており、交通事故の減少、犯罪の防止に寄与しているとデータを用いて説明していた。

水力発電の豊富なスイスでは街路照明もショーウィンドの照明も装飾効果を重視して、効率は悪いが暖かみのある白熱電灯をふんだんに用いているが、重油火力発電のウェイトの高い我が国ではネオンサインまで消灯したことと対比すると、考えさせられるものがあつた。

しかし、約1年半経過した今日、当時ほど省エネルギー、省資源のかけ声が聞かれなくなったのは、目標を達成したのか、日本人の忘れっぽさのためなのか、これ以上景気が沈滞して不況と失業を恐れているためなのだろうか。

所得倍増論が実施に移されて以来、日本は

GNP の向上に向って走り出したが、その結果は賃金の上昇を吸収するためのエネルギーと資源のむだ使いであった。すなわち、「消費は美德」というキャッチフレーズが横行し、使い捨て文明が開花して各地方自治体がごみ処理に悲鳴をあげ、ごみ戦争を宣言した東京都の美濃部都政はいまや財政破綻にゆれ動いている。修理費が高くつくから耐久消費材を買いかえる、廃材を回収し再生するよりは大量生産された新材料の方が安くつく、材料を節減するため微細な設計計算をすれば人件費が高くつく等、いままでエネルギーと資源をふんだんに使ってきた実例を挙げれば際限がないであろう。

オイルショックが終焉し、ドルとポンドが安定し、世界経済が不景気を脱して回復に向うまで日本は需要抑制策という消費制限のままで我慢を続けるだけでよいのだろうか。エネルギーと資源を海外に求めなければならない日本は、今後は重工業よりも付加価値の高い頭脳産業に移行すべきだという産業構造変革論も出されつつある。食糧をはじめ資源と製品の大部分を輸出入に頼り、世界経済の波動を受けやすい日本が、国際社会の中で発展を図る道を模索することは当然必要であるが、1億1,000万人の日本人がやっと手に入れつつある快適な生活を維持し、よりよくするためには真の省資源と省エネルギーを皆が真剣に考えなければならないだろう。

エネルギーと資源の消費量は賃金と物価の経済原則によって左右される。物価が高くなれば消費量が低下することは我々はすでに経験済みである。しかし、省エネルギーと省資源のために賃金を押えこむのが正当な手段だとは誰も考えないだろう。賃金と物価を常に均衡させて国民生活を向上させ、経済の安定成長を図るためには、目先の計量判断ではなく、長期的視野に

立って計画的、意識的に社会全体の体質を変化させていくことが必要である。省エネルギーも省資源も目的としてではなく、その手段として組み込まなければならない。その結果として我々は真の省エネルギーと省資源を達成することができる。何かを犠牲にし、必要なものを我慢するのは真の省エネルギー、省資源とはいえないだろう。

真の省エネルギー、真の省資源を達成するために我々は何をなすべきだろうか。前述のワシントン市の技術者の考え方にその解答があるのではないだろうか。ある目的を達成するのに最小のエネルギーと最小の資源で効果を発揮する方法の研究と開発であり、同量のエネルギーと資源を用いて効果を最大にする方法の探究と実践である。コンピュータのプログラムを何度も書きなおすことによってステップ数が少なく、実行時間の早いプログラムを作ることができる。同じ処理結果を得るには一回りも二回りも小さいコンピュータで可能であるため空調設備も電源設備も小さくなり、さらに建物も土地も低減されるほか、電気料金も人件費も節減されるので、プログラム開発に費用を投じて省エネルギーと省資源は回り知れないものになる。このような例はコンピュータに限られたものではなく、我々のまわりにある各種の設備、プラントに見ることができる。これは計画設計技術者が省エネルギーと省資源を志向しても、質の向上を軽視して量的拡大を図る GNP 崇拜思想に圧倒され、普遍性のある技法として昇華しなかったのではないだろうか。

我々の身のまわりを見わたしてみてもエネルギーのむだ使いが随所に見受けられる。例えば、精製にコストをかけた飲料水の大部分を洗浄水として浪費したり、同じ建物で壁一つ隔てて冷房と暖房を同時刻に別系統で行なったり、

冷凍冷蔵庫で冷蔵庫が冷え過ぎるため電気ヒータで暖めたり等々である。エネルギーを効率よく利用するために機器、装置の改良、改善はもちろん必要だが、ロスとして逃げて行くエネルギー、不要分として棄てられるエネルギーを回収し、再利用することも重要である。

エネルギーと資源を有効に活用するためには当然新材料、新工法の研究、開発が必要であるが、一個人の力でできるものではない。官公庁も企業も各家庭も常に省エネルギーと省資源を念頭において長期間にわたる不断的な努力が要求される。また、単にエネルギーおよび資源の有効利用技術のみを目指すのではなく、社会全体のエネルギー変換、物質の循環として捉え、自然界が脈動する広大なエネルギーと物質の流動の一部として位置づける必要がある。このことは技術者のみが省エネルギー、省資源を唱え、実行するだけでなく、社会組織、経済組織も自然法則に順応した構成を要求されるため、各分野にたずさわるあらゆる人が一人一人省エネルギーと省資源を判断基準の一要素として、長期的視野に立って行動することを求められていることにほかならない。

最後に、省エネルギーと省資源は地球全体の問題として各国家、各企業に課せられた命題であるばかりでなく、各個人に与えられた終世の宿題である。各個人がこの宿題を解くためにはエネルギーと物質に関する知識が必要である。学校で道徳の問題として使い捨てを戒めることも大切であるが、自然界における壮大なエネルギーと物質の流動、変動を理解させ、人間が利用するエネルギーと資源がどのような位置づけにあるか、どのような手段と方法が省エネルギーと省資源につながるかを常に考えさせるような教育が必要である。

# 600 t / 400 t 大型疲労試験装置

奥川 淳 志\*

## 1. ま え が き

本州四国連絡橋は鉄道、道路が併用される長大橋が数多く計画されているために従来の橋梁とはなはだしく異なった面があり、検討しなければならぬ多くの問題がある。それらの問題の一つに各種材料あるいは構造物に関する疲労強度設計があげられる。この問題についてはこれまでに種々の実験データの収集を行い、また、小型の供試体による疲労実験を長年にわたって行なってきたが、さらに本州四国連絡橋に使用が考えられている極太径(60~90 mm 直径)のつり橋ハンガー用ロープ、平行線ケーブルストランド、板厚 75 mm までの 80 キロ級高張力鋼材およびその各種の溶接継手、さらには大型構造物などの疲労挙動を調査する必要が生じた。

静岡県富士市内の建設機械化研究所構内に設置された 600 t/400 t 大型疲労試験装置は、以上のような材料、部材、構造物の疲労強度を把握するための試験を行う目的で計画立案されたもので、昭和 46 年度より試験装置の機能、規模について検討が始められ、土木学会本州四国連絡橋鋼上部構造研究小委員会の審議を経た後、主要諸元が定められた。

試験装置の製作は昭和 47 年 12 月に日本製鋼所に発注

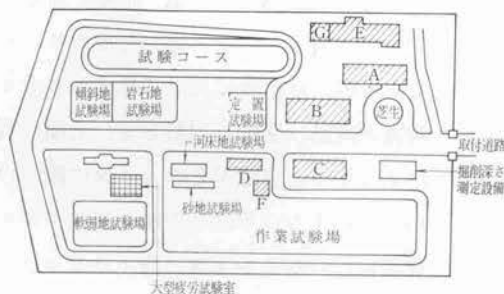


図-1 建設機械化研究所構内配置図

\* 本州四国連絡橋公団設計第一部設計第二課

され、それと平行して、試験室建屋および受電設備などの付属設備が昭和 48 年 10 月から昭和 49 年 8 月にかけて建設機械化研究所構内の 図-1 に示す位置に建設された。試験装置は約半年あまりの試運転、調整期間を経た後、昭和 50 年 3 月末に完工し、4 月からは 60 mm 直径のハンガーロープの試験が実施され、現在は板厚 75 mm の 80 キロ級高張力鋼溶接継手の実験を実施中である。以下、この大型疲労試験装置の概要について紹介する。

## 2. 試験装置の概要

本装置はアクチュエータを内蔵し、試験体に荷重を加える本体、アクチュエータや加圧部分の油圧源となる油圧発生装置、試験体に加わる荷重や変位の計測装置、および各種安全装置等が組込まれた制御装置とから成り立っている。

### (1) 本 体

写真-1 は試験装置本体の全景を示している。本体フレームは基礎テストベッドに埋込まれた横ビームと結合され、ベッドと一体構造となっている。ベッドからは 4 本の支柱が立てられ、支柱の最上部には支柱を結合し、かつ本体の共振を防ぐための 4 本のステーが付けられた上部水平ビームがある。上部水平ビームとベッドの間にはアクチュエータの組込まれたクロスヘッドがある。このクロスヘッドは上部水平ビームに搭載された昇降装置により支柱をガイドに上下し、試験片の大きさにより任意の位置で支柱に固定される。固定方法はスリーブ外圧型油圧クランプ装置の摩擦により支柱に結合する方式となっている。

アクチュエータの上部には変位計がセットされ、下部にはロードセルが組込まれており、さらに結合用フランジを介して上部チャックが取付けられている。結合用フランジ部にはアクチュエータに作用する横荷重がある所定の値以上になると非常停止が作用する装置を含んだ横振防止装置が設けられている。また、下部チャックはベッド上に取付けられている。

アクチュエータはロードセルを含み、静的出力 300 t と 600 t の 2 個が装置されており、試験対象物の荷重に合わせて適切なアクチュエータに交換可能な構造となっ



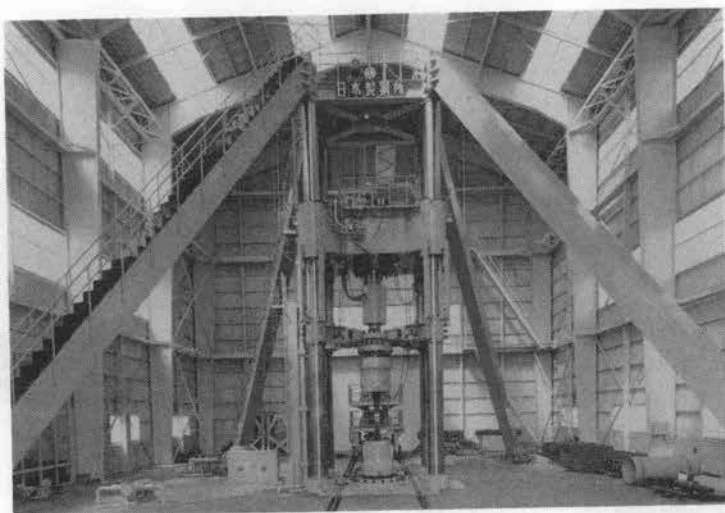


写真-1 大型疲労試験装置本体

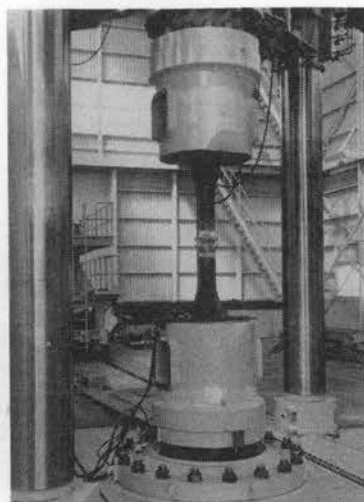


写真-2 上下部チャック

いる。

写真-2 は溶接継手がセットされた上下部チャックを示す。このチャックにはチャック駒が組込まれており、板厚 5 mm から 100 mm まで、板幅 300 mm までの試験体がグリップできるようになっており、このグリップ操作はすべて油圧によって行われる。また、下部チャックは特に試験体の偏心等に対応できるように球面座による首振り、および水平 2 方向への移動を油圧によって操作できる構造となっている。

本試験装置にはこのほか直径 90 mm までの線材を取付けることのできるワイヤストランド用供試体取付具、部材長 4 m までの供試体を圧縮試験するための耐圧板、およびスパン 23 m、高さ 4.5 m までの構造物の曲げ試験を行うときに使用するねじれ調整装置付ローラ曲げ支承とピン支承が用いられている。

以上の本体装置に関する操作のすべては本体フレーム脇に設けられた補助操作盤により一つ一つの操作を確認し、安全を確かめながら行うことができるような配慮がなされている。

## (2) 油圧発生装置

油圧発生装置は主としてポンプユニット、タンクユニット、およびケーリングユニットにより構成され、試験機本体と別室に隔離され、鋼管で本体と通じている。

油圧ポンプは 3 台用意されており、2 台の電動機で駆動される。油圧ポンプの運転台数の選択は 1, 2, 3 台いずれの場合もでき、ポンプ吐出弁の傾角の変更と合せて試験の種類に応じた最適吐出量を得ることができるので消費電力を最小限にし、かつ冷却水の消費を避ける構造となっている。油圧発生装置からの作動油はサーボ弁を駆動するため精密なフィルタ装置が油圧回路上油タンク出入口に組込んである。また、オイルクーラはあらかじめ

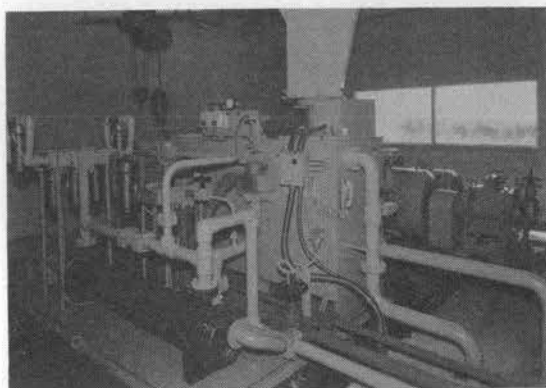


写真-3 油圧発生装置

めセットした油温に達すると自動的に冷却ファンが回り出すようになっていて、常に最適油温で試験を実施することができる (写真-3 参照)。

## (3) 制御装置

制御装置は設定された荷重、変位、繰返し速度によりアクチュエータを荷重または変位で制御するためのサーボ弁制御装置をはじめ、記録装置および各種の安全、警報、緊急停止装置から構成されている。制御装置のブロック図を図-2 に、装置の全景を写真-4 に示す。

### (a) サーボ弁制御装置

関数発生器からの信号は振幅設定器およびレベル設定器により大きさが設定され、一方、アクチュエータの動作によって発生した荷重あるいは変位はロードセル差動変圧器変位計により検出、増幅される。これらの設定された信号と検出された信号はサーボ弁前置増幅器の前で比較され、これらの差の信号が増幅されてサーボ弁を駆動する。

このように、入力信号と出力信号との間で閉ループが

形成されているので、サーボ弁を経て駆動されるアクチュエータは常に入力信号どおり作動することになる。さらに、アクチュエータシリンダ内の引張・圧縮油圧のフィードバックおよび主サーボ弁スプールの変位のフィードバックが補助回路として制御装置に加えられており、制御系の応答性と精度をさらに高める構造となっているほか、制御系には動特性を改善し、しかも、静的な精度を確保するための電気的な補償増幅器が併設されている。

このように設計されたサーボ系の周波数特性はアクチュエータの有効面積、すなわち、600 t 用あるいは 300 t 用アクチュエータにより、また、試験装置全体としての等価ばね定数などにより変化するが、600 t/400 t アクチュエータの場合を図-3 に示す。同図より明確なように本装置の制御特性は仕様条件である  $f_{max}=500$  cpm において、ゲインは  $\pm 1$  dB 以下、位相遅れは約  $90^\circ$  以下となっており、優秀な周波数特性を示している。

#### (b) 記録装置

静的試験の場合の荷重の計測はアナログ指示計およびデジタル指示計により行われる。アナログ指示計はフルスケールを  $\pm 600$  t、 $\pm 300$  t、および  $\pm 150$  t の 3 通りが選択できる。動的試験の場合の荷重はデジタル指示計により荷重の変動信号の 5 周期内の最大値および最小値が指示される。

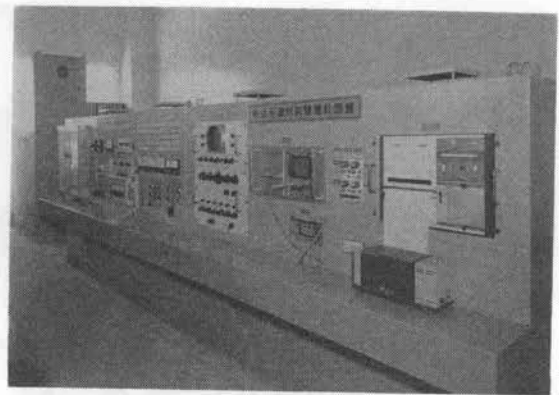


写真-4 制御・計測装置

変位の計測は差動トランス変位検出器により計測される。このほか、シンクロスコープ、電磁オシログラフにより荷重、変位の波形をはじめサーボ弁の動きなどを観察記録することができる。また、繰返し回数はプリセットカウンタにより指示されるようになっている。

#### (c) 安全装置

前もって設定した荷重および変位の上・下限値を越える場合、警報を出して試験を停止させる装置のほか、油温、油面低下、圧力上昇・下降、フィルタ異常時の警報・停止装置や、試験片破断、試験片横振れ、繰返し数満了など、予想されるすべての異常事態に対してブザーおよ

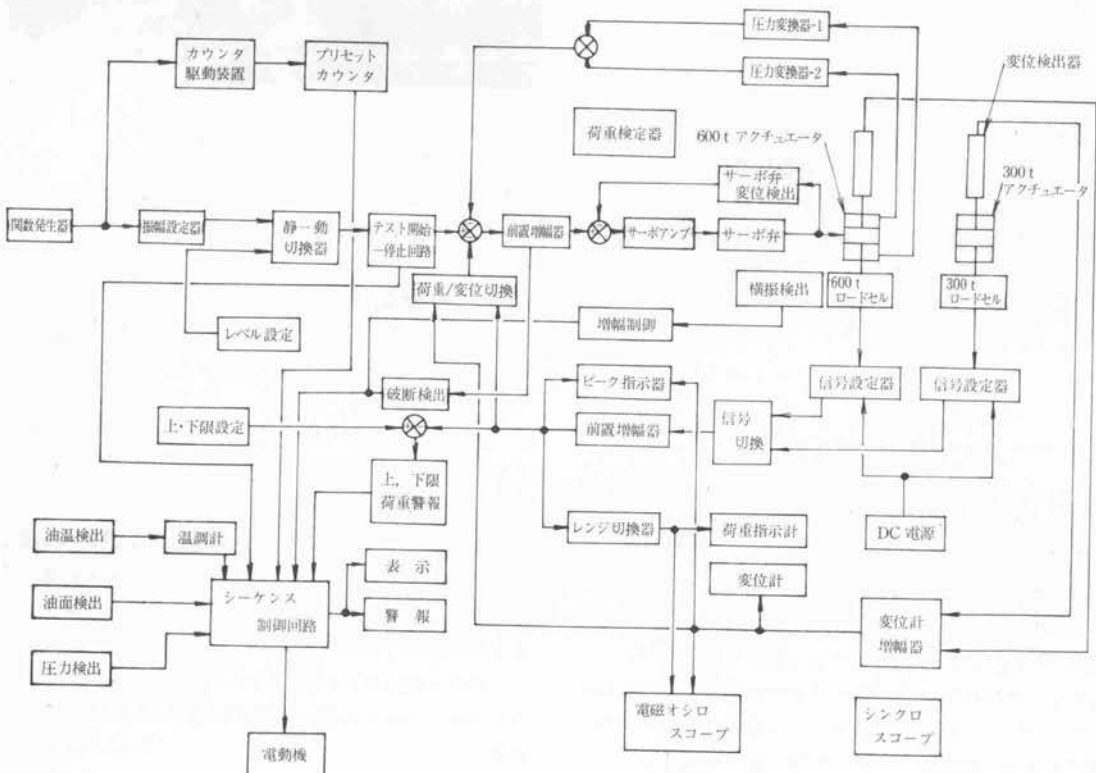


図-2 制御・計測・安全装置系統図

びランプ表示で警報を出し、試験停止などの適切な処置を自動的に行うようになっている。

### 3. 装置の限界性能と精度

#### (1) 限界性能

試験装置の荷重、変位振幅と繰返し速度の関係は油圧源容量、サーボ制御特性および装置本体の剛性により決定される。図-4 は油圧源容量およびサーボ制御特性から規制される試験範囲を求めたもので、本体の鉛直方向ひずみ量は考慮しているが、水平方向剛性による横振動は考慮していない。なお、計算は次の条件のもとで行なった。

- 600 t/400 t アクチュエータに対し、
- ピストン変位全振幅：7 mm
- 荷重：0~400 t
- 繰返し速度：200 cpm
- 供給圧力：180 kg/cm<sup>2</sup>
- 300 t/200 t アクチュエータに対し、
- ピストン変位全振幅：11 mm
- 荷重：0~200 t
- 繰返し速度：200 cpm
- 供給圧力：180 kg/cm<sup>2</sup>

である。

図-4 に示すように、低繰返し速度の場合の限界はアクチュエータの構造上のストロークから決まり、150 mm の静的全ストロークが動的にもとれるが、図上では仕様値である 100 mm に上限を描いている。限界線図の傾斜の部分は油圧源とサーボ弁負荷能力によって決定される限界を示す。繰返し速度の遅い部分と速い部分で段がついているのは油圧源にアキュムレータ補充回路を採用しているために低繰返し速度ではアキュムレータの効果が低下し、供給圧力が低下するためである。油圧源に限界がないと仮定した場合、理論的には2点鎖線で示す範囲まで繰返し数は拡大されるので、油圧源を増強することによりさらに高い繰返し数が得られる。逆に、装置全体としての動特性限界にはかなりの余裕があることがわかる。

なお、本装置の試運転では図-4 に示された計算上の限界特性は十分満足されたことを付記する。

#### (2) 装置の精度

##### (a) 静的試験装置としての精度

本装置は静的試験装置として日本海事協会（NK）による船用材料試験機規則に準じて検定を受け、良好な検査成績を示した。

##### (b) 動的試験装置としての精度

動的荷重は WES-167 K 「溶接構造用材料高サイクル

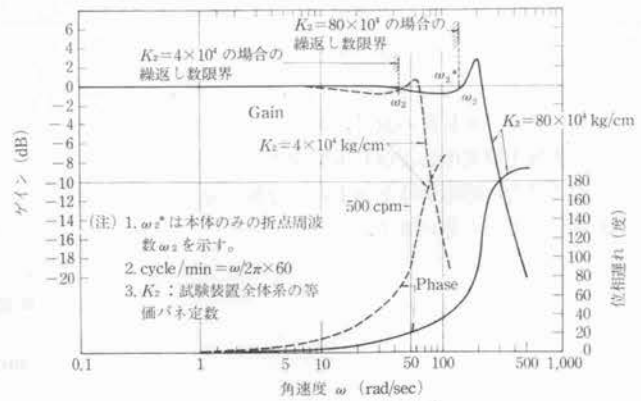


図-3 サーボ系の制御特性

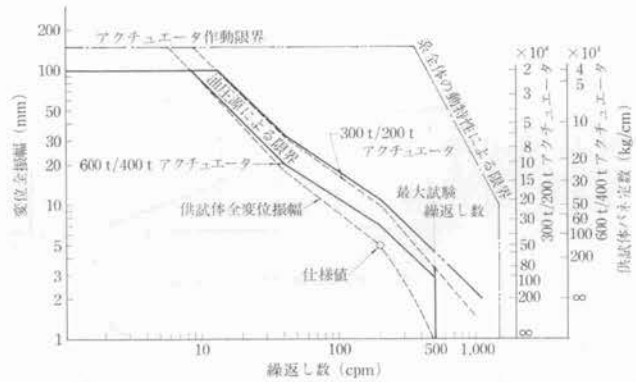


図-4 大型疲労試験装置の限界性能

疲れ試験機検査方法」による検定を受けた。検定はひょう量 100 t, 200 t, 400 t のそれぞれについて荷重軸の検査、荷重計の動的検査、動的荷重の安定さの検査を行っており、表-1, 表-2, 図-5 にひょう量 400 t の場合の検定結果を示す。

これらの図表からわかるように、いずれの検定結果も判定基準を満たしており、十分な精度が確保されていると考えられる。

### 4. あとがき

疲労試験は当公団の委託により建設機械化研究所の職員が担当し、先に述べたように4月よりハンガーロープの実験が実施され、つり橋ハンガーロープの設計、製作上の有益な情報が多数得られており、今後の溶接継手試験体や大型構造物試験体による疲労試験にも多くの期待が寄せられている。

このような大規模な試験装置を使用するに際し最も問題となるものは、試験体の着脱を含めた装置の操作性の良否であろう。本試験装置も当初予想され得る限り操作性をよくするための装置を設けるなど、細心の注意を払ったつもりでいたが、しかしながら、これほどの容量、能力になると使用用途で種々の問題点に悩まされること

が生じてきている。これらの問題も試行錯誤を繰り返しながら少しずつ改良して行き、少しでも多くの有益な情報が得られるよう努力して行きたいと思っている。

最後に、本試験装置の設計、製作および疲労試験に関し建設機械化研究所および日本製鋼所の関係各位の一方ならぬご尽力に感謝するとともに、今後の変らぬご協力をお願いしたいと思います。

表-1 荷重軸の検査結果 (400 t ひょう量)

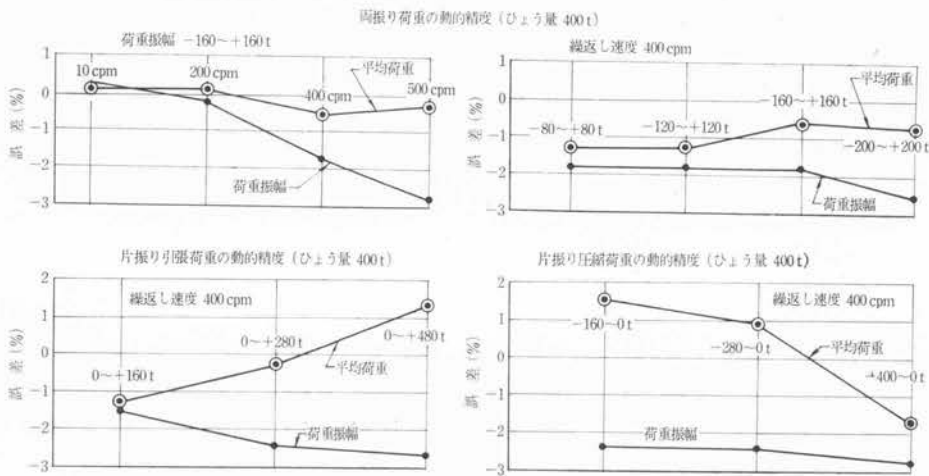
荷重	+120 t	+320 t	-120 t	-320 t	
偏心度	1 回目	1.9%	1.6%	1.7%	0.4%
	2 回目	3.4%	1.8%	0.8%	0.6%
	3 回目	3.5%	0.9%	1.5%	0.6%

<判定基準> 5%以下

表-2 動的荷重安定性の検査結果 (400 t ひょう量)

設定繰返し数	設定荷重	変動精度	
		荷重振幅	平均荷重
400 cpm	-160 t ~ +160 t	0.5%	0.6%
	+80 t ~ +240 t	0.7%	1.1%

<判定基準> 荷重振幅: 2%以下, 平均荷重: 4%以下



判定基準: 荷重振幅 3%以下, 平均荷重 4%以下

図-5 両振り荷重および片振り引張荷重の動的精度

表-3 600 t/400 t 大型疲労試験装置主要仕様

本体	形式	4柱立型油圧サーボコントロール方式	油圧	主油圧ポンプ	PTV-400/II-B 4-RM
	アクチュエータ個数	2本		ポンプ制御装置: 手動式傾角変更方式	
関係	静的最大荷重	±300 t, ±600 t	発電機	油タンク	2,890 mm × 800 mm × 1,340 mm (高さ)
	動的最大荷重	±200 t, ±400 t		サーボ弁	MOOG 79 シリーズ
関係	動的最大荷重振幅	200 t, 400 t	制御・計測・安全装置	制御装置	静的, 動的ともに荷重, 変位制御可能
	ラムストローク	150 mm		計測装置	荷重指示計(自動平衡), 変位指示計(動的), ピーク指示計(静的, 動的, 荷重, 変位), 繰返し数指示計, 電磁オシログラフ, シンクロスコープ, 荷重検定器
関係	静的ラム速度	60 t アクチュエータ使用時 58.3 mm/sec (max) 116.6 mm/sec (max)	安全装置	安全装置	予想されるすべての異常事態に対してブザーおよび表示で警報を出し, 試験停止など適切な処置を自動的に行うようになっている。
	繰返し速度	0~500 cpm			
関係	動的変位振幅	400 t: 200 cpm で 5 mm 以上 200 t: 200 cpm で 10 mm 以上			
	荷重精度	静的 ±1%以内, 動的 ±3%以内			
関係	繰返し変動荷重波型	正弦波			
	主柱とクロスヘッドの結合方式	油圧によるフリクションクランプ方式			
関係	クロスヘッドの昇降速度	150 mm/min			
	クロスヘッドの昇降ストローク	5,300 mm			
関係	主柱内側寸法	3,000 mm × 2,000 mm			
	主柱中心間寸法	3,500 mm × 2,500 mm			
関係	床面上高さ	12,930 mm			
	装置全高	14,780 mm			
関係	下部フレーム占有面積	3,500 mm × 4,500 mm			
	テストベッド長さ	23,000 mm			

# 凍結防止剤散布車の開発

栗山 弘\*  
稲垣 稔\*\*

## 1. まえがき

積雪寒冷地域の冬期間の道路は圧雪や路面凍結によってすべり抵抗が減少し、車両の安全走行が困難となる。道路管理者は車両走行の安全を確保し、交通を円滑化するための一手段として路面に凍結防止剤（以下薬剤という）を散布している。北陸地方建設局ではこれまでドラム回転式薬剤散布機を使用してきたが、表-1に示すような問題があり、それらを解消する薬剤散布車の開発の必要が出てきた。北陸技術事務所では所定量の薬剤を任意の車速で路上に均一に散布する機構と、散布車の運転手が散布を遠隔操作する機構の開発を主眼とする調査を行い、その成果をもとにしてワンマンコントロール方式の薬剤散布車を実用化したので、その概要を報告する。

## 2. 開発調査の概要

開発する薬剤散布車は車の走行部分、薬剤タンク、薬剤をタンクから散布装置へ供給する薬剤輸送装置、薬剤散布装置で構成することとする。

表-1 従来の散布車の問題点

事項	問題点
定量散布	車の走行動力と薬剤の供給動力が相互に関係なく独立しているため、路上の定量散布が不可能である。
散布量の調整	現地条件に合わせて路上散布量を変化させることが困難である（薬剤吐出ゲートの調整困難、タンク内の薬剤の残量により吐出量に変化する）。
散布幅の調整	道路状況に合わせて散布幅を変化させることが困難である。
薬剤による経路の閉塞	薬剤の吐出口および散布円板への経路の形状が不合理で、薬剤がつまる。
省力化	車の運転員、薬剤散布の操作員2名を必要とする。

\* (元) 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所  
(現) 科学技術庁雪害実験研究所長

\*\* 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所機械課長

薬剤の散布性能を左右する要因は多種あるが、散布車で改善すべきものは表-1に示すように、走行速度の変化に応じて薬剤輸送量を制御すること、薬剤の散布密度を均一にすることである。これらの機構には機械式、空気式、両者併用式が考えられるが、空気式あるいはその併用式は制御が複雑なこと、吸湿性の薬剤と空気の接触でトラブルが多いなどの理由で採用を避け、機械式を採用することとした。薬剤の輸送をベルトコンベヤとスクリーコンベヤ、散布を回転円板によることとして、コンベヤの速度、回転数と薬剤の散布幅、散布密度およびそれらの制御方法を調査した。

### (1) 薬剤の輸送

薬剤散布車の車速と薬剤の路上散布量の関係は次式で示される。

$$W = BdV \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $W$ ：時間当り薬剤散布重量 (kg/hr)  
 $B$ ：路上散布幅 (m)  
 $d$ ：路上散布密度 (g/m<sup>2</sup>)  
 $V$ ：車速 (km/hr)

$W$  はまたコンベヤで輸送すべき量であり、おのおの次式で示される。

$$W = k_1 r b h v \dots\dots\dots (2)$$

$$W = k_2 r n \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 $k_1$ ：ベルトコンベヤの定数  
 $k_2$ ：スクリーコンベヤの定数  
 $r$ ：薬剤の比重量  
 $b$ ：ベルトコンベヤのゲートの幅  
 $h$ ：ゲートの高さ  
 $v$ ：ベルトコンベヤの速度  
 $n$ ：スクリーコンベヤの回転数

ベルトコンベヤについて (1) 式と (2) 式から次式を得る。

$$h = \frac{1}{k_1 b r} \cdot \frac{V}{v} \cdot Bd$$

上式で  $1/k_1 b r$  は機械と薬剤の種類が定めれば定数となり、 $V/v$  が一定となる機構を採用すれば、 $h$  は  $B$  と  $d$  の積に比例することになり、散布幅  $B$ 、散布密度  $d$  を施工者が決定すればゲート高さ  $h$  が定まる。これにより散布車の作業速度の変化に対応して均一散布に必要な

な薬剤量がタンクから散布装置へ輸送される。

スクリューコンベヤについて (1) 式と (3) 式から次式を得る。

$$n = \frac{1}{k_2 r} B d V$$

上式で  $1/k_2 r$  は機械と薬剤の種類が定まれば定数となるので、 $B, d$  が定まり、それに応じて  $n$  と  $V$  の比を変化させるか、またはベルトコンベヤと同様にゲートを設け、 $V/n$  が一定となる機構をとれば、ゲート開度の調節で必要な薬剤が輸送できる。

実験機は幅 15 cm、開度 0~15 cm のゲートとベルトコンベヤを組合せたものと、有効断面積 295 cm<sup>2</sup>、ピッチ 14 cm のスクリューコンベヤをそれぞれ普通トラックに装着したものを使用した。スクリューコンベヤのゲートについては構造が複雑になる等の問題があるので、消費馬力、薬剤への影響などでスクリューコンベヤが有利であると判明してから調査をすすめることとした。

## (2) 薬剤の散布

薬剤の散布は羽根付円板の回転による方式とする。散布幅  $B$  は円板の直径、回転数、円板の地上高および車速の関数となる。機械が定まれば円板の径と地上高は定数となるので、 $B$  は円板回転数と車速の関数となる。実際には薬剤の種類、円板上の薬剤の供給位置、風の影響な

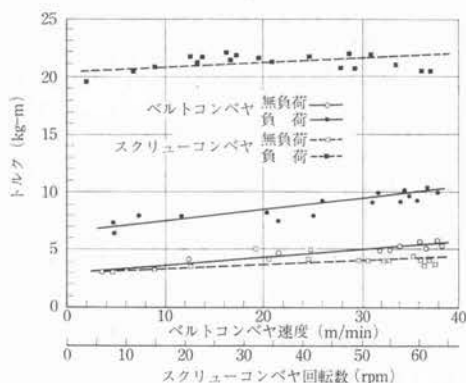


図-1 コンベヤ駆動トルク

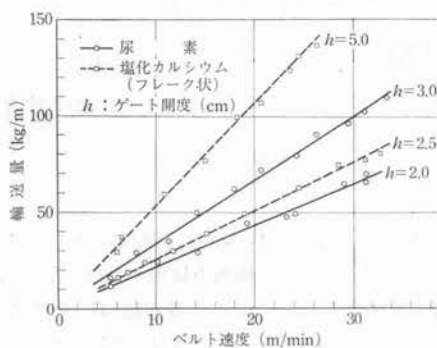


図-2 ベルトコンベヤ速度と輸送量

どによっても変化すると考えられるので、試験で円板回転数と散布幅の関係を調査し、実用機に適用することとした。また、路上の散布密度についても調査した。

## 3. 調査結果

### (1) コンベヤの駆動力

ベルトコンベヤ、スクリューコンベヤともに油圧モータで駆動し、そのトルクを測定した結果を図-1に示す。無負荷の場合の両者のトルクはほぼ等しく、3~5 kg-m である。負荷が加わると差が出てスクリューコンベヤの駆動トルクはベルトコンベヤのそれより 10~15 kg-m 大きいトルクを必要とすることが判明した。また、輸送された薬剤はベルトコンベヤでは破碎されるなどの影響はほとんど受けないが、スクリューコンベヤではフレック状の薬剤は一部破碎されることも判明した。

### (2) 薬剤の輸送量

#### (a) ベルトコンベヤとゲートの組合せ

ベルト速度、ゲート開度を変化させて薬剤の輸送量を測定した結果を図-2に示す。輸送量はベルト速度とゲート開度の双方に比例することが確認された。この結果、両者の組合せによって種々の輸送量の制御が可能になる。

一方、路上散布密度が一定となるためにはベルト速度に関係なく、ベルト単位長当りの輸送量が一定でなければならない。図-3に塩化カルシウム(粒状)の場合の同一ゲート開度におけるベルト速度とベルト単位長当りの輸送量の関係の調査結果を示す。ベルト速度は 5.5 m/min, 11.0 m/min, 20.0 m/min であるが、車速をベルト速度の 30 倍にとれば、10 km/hr, 20 km/hr, 36 km/hr となる。図によれば同一ゲート開度でもベルト速度が大きくなると輸送量が低下する傾向にある。これは薬

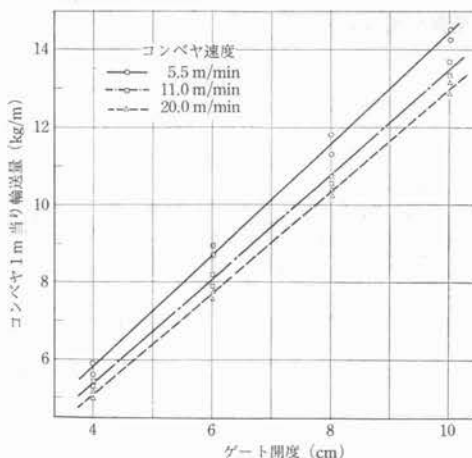


図-3 ゲート開度とベルトコンベヤ輸送量

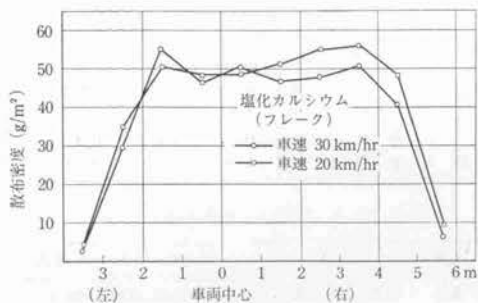


図-4 走行散布密度 (幅 7 m, 密度 50 g/m<sup>2</sup>)

剤がゲートを通過するときの抵抗によるものとみられ、形状の大きい薬剤ほど変化が大きいという結果であった。ベルト速度 11.0 m/min (前述の速度比で車速は 20 km/hr となる) の線図でゲート開度の基準設定をすると、車速変化による輸送量の変動は図示の塩化カルシウム (粒状) も他の薬剤もともに数パーセントとなり、実作業時の散布精度が風などの影響を受けることを考えれば、この程度の変動は実用上支障がないと考えられる。

(b) スクリューコンベヤ

スクリューコンベヤの回転数と薬剤の輸送量の関係を調査した結果、輸送量はスクリュー回転数に比例することが確認されたが、制御ゲートがないので回転数、輸送量の相関図は薬剤の種類、性状ごとに 1 本のみとなる。

(3) 薬剤の散布密度

円板の回転数と散布幅の関係および散布の均一性を調査するため定位置散布と走行散布の試験を行なった。定位置の散布幅は回転円板の周速と円板地上高の平方根の積に比例することが確認された。円板直径と地上高は機械が定めれば定数となるので、散布幅は円板回転数の 1 次に比例することになる。

図-4 に走行散布時の路上散布量の測定結果を示す。散布量は路上に印された 1 m 幅の「ます目」内に散布された薬剤の進行方向の平均重量である。理想的な散布密度を図示すれば散布幅を下辺とする長方形となるが、図-4 はこの形に近い (図-4 は車の左後方 45° から 3.7 m/sec の風を受けたので散布のパターンは少し右に偏っている)。円板回転散布は薬剤の種類、円板上の供給位置、風向、風力などにより散布密度が影響を受けるが、回転方向や供給位置を変えるなどしてある程度補正できるので、簡易な機構で実用上の散布精度が得られる利点がある。

4. 実用機の主要機構

(1) 薬剤輸送機構

調査の結果から、表-2 に示すようにベルトコンベヤに制御ゲートを組合せたものがスクリューコンベヤより

有利なことが判明した。また、ベルトコンベヤの場合は車速とコンベヤ速度比  $v/V$  を一定にし、散布幅、散布密度の変化に対応してゲート開度を変化させれば均一散布の量制御が可能である。 $v/V$  を一定とする機構は比較的簡単である。これに対して、スクリューコンベヤの場合は散布幅、散布密度の変化に対して制御ゲートがなければ車速とスクリュー回転速度比  $n/V$  を変化させなければならない。制御ゲートを使用すれば  $n/V$  は一定でよいと考えられるが、他の点でスクリューコンベヤが不利なことが判明していたので、ゲートによる量制御の調査は行わなかった。実用機についてスクリューコンベヤにゲートを設けることも、散布条件により  $n/V$  を変化させることもともに機構が複雑になる。

以上の理由により、薬剤輸送機構はベルトコンベヤに制御ゲートを組合せる方式とした。コンベヤの駆動は油圧方式とし、 $v/V$  の定比保持は図-5 のフローチャートのとおりである。

(2) 薬剤の量制御機構

薬剤の量制御は  $v/V$  を一定としてゲート開度によることとした。この方式では開度は薬剤の種類、散布幅  $B$ 、散布密度  $d$  の組合せで定まる。

図-3 に示すように、ゲート開度  $h$  cm とコンベヤ 1 m 当りの輸送量  $U$  は 1 次の関係にあり、 $U$  は  $B, d, V/v$  に比例するので  $h, B, d$  は次式の関係となる。

$$h = KBd + C$$

ここで、 $K, C$  は薬剤により定まる定数である。 $K, C$  の値を演算装置を組込んだ制御装置内に設定しておけば、散布車のオペレータは薬剤の種類、散布幅、散布密

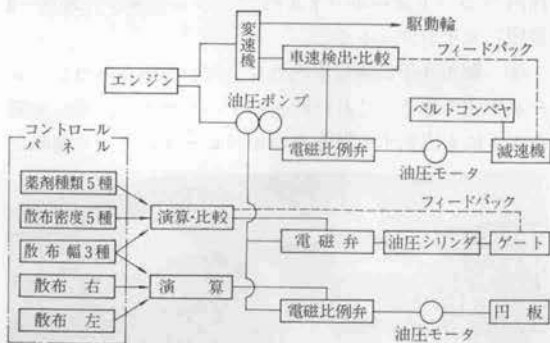


図-5 制御フローチャート

表-2 ベルトコンベヤとスクリューコンベヤの比較

	ベルトコンベヤ	スクリューコンベヤ
薬剤の破砕	なし	あり (一部粉状となる)
輸送量の制御	ベルト速度、ゲート開度の両方で制御可能	スクリュー回転数による制御可能
所要動力	小	大
維持・補修	密閉性悪い。ベルトの調整必要	密閉性良好

度の条件をプッシュボタンで入力するだけで自動的に  $h$  が演算され、油圧シリンダの作動に必要なゲート開度が得られる。

ゲート開度の制御は図-5のフローチャートに示すとおりであり、実験で求めた薬剤の  $K, C$  の値は表-3のとおりである。 $K, C$  が未知の薬剤を新規に使用する場合は実用機でゲート開度と輸送量を調査し、得られた  $K, C$  の値を演算装置に設定しておけばよい。

### (3) 薬剤散布機構

調査の結果から、薬剤の散布は円板の回転により実用上の散布精度が得られることを確認したのでこの方式を採用することとした。円板の回転は油圧駆動とし、制御は図-5のフローチャートに示すとおりである。

## 5. 実用機の仕様・構造

### (1) 実用機の仕様

以上の調査結果をもとにして開発した薬剤散布車の仕様を表-4に、外観および作業状況を写真-1、写真-2に示す。構造はトラックシャシに薬剤タンク、薬剤の輸送および量制御装置、散布装置を架装した専用車で、その特徴は次のとおりである。

- ① 作業速度に無関係に設定した薬剤量(表-4に定めた量)を均一に散布できる。
- ② 道路状況により散布幅は 3 m, 5 m, 7 m に円板回転方向を変えて散布パターンを車両中心から左または右へ偏らせることができる。
- ③ 薬剤の種類、散布幅、散布密度の条件設定は運転席内のコントロールパネルのプッシュボタン(写真-3参照)でインプットする。
- ④ 散布操作は運転室内のワンマンリモートコントロール方式である。これは路面がすべりやすく、運転困難なときにも出勤する散布車のオペレータにとって運転に



写真-1 薬剤散布車

表-3 薬剤の性状と定数

薬剤の種類	形状	みかけ密度 (g/cm <sup>3</sup> )	安息角 (°)	K	C
塩化カルシウム	フレーク状	0.72	44	0.025	0.9
"	粒状	1.02	37	0.021	0.2
尿素	粒状	0.77	33	0.030	-0.1
粉碎岩塩	粉粒状	1.00	70	0.020	0.1

表-4 凍結防止剤散布車の仕様

1. 形式	式	自走型ベルトコンベヤ式
2. 性能	散布幅 散布密度 薬剤種類 ホッパ容量 作業速度	3 m, 5 m, 7 m 30 g/m <sup>2</sup> , 40 g/m <sup>2</sup> , 50 g/m <sup>2</sup> , 70 g/m <sup>2</sup> , 100 g/m <sup>2</sup> 5 種 2 m <sup>3</sup> 5~40 km/hr
3. 要目	全長×全幅×全高 最低地上高 車両総重量 最大積載量 乗車定員	5,375 mm×2,000 mm×2,550 mm 210 mm 5,105 kg 1,500 kg 165 kg (3人)
4. 各機	機関 最大出力 最大トルク	日野 DM 100 ディーゼルエンジン 100 PS/3,200 rpm 25 kg-m/2,000 rpm
4. 各部機	駆動方式 油圧ポンプ ベルトコンベヤ駆動 減速機 ベルトコンベヤ ホッパ ゲート 散布円盤	エンジン〜フライホイール〜パワーテイク オフ〜プロペラシャフト〜油圧ポンプ〜 油圧モータ〜減速機〜ベルトコンベヤ 定吐出型2速ギヤポンプ 定容量型プランジャモータ 両軸型ウォーム減速機 軸距 2,500 mm×ベルト幅 300 mm 密閉式逆梯形断面溶接組立構造 開閉量 0~200 mm, 幅 150 mm 4枚羽根正逆回転可能 円盤径: 450 mm 駆動方式: 定容量型ギヤモータ

集中でき、作業の安全向上となる。

### (2) 各部構造

#### (a) 薬剤タンク

薬剤タンクは貯蔵薬剤の自然落下を促進させるため底頂角 80° の断面の鋼板溶接組立構造である。下部は薬剤の圧密防止と輸送部分への圧力軽減のため山型ビームを



写真-2 薬剤散布中の散布車



取付け、底部はベルトコンベヤと接続している。

(b) 薬剤輸送・制御装置

ベルトコンベヤは幅 30 cm, 厚さ 6.5 mm で油圧駆動である。車速とベルコンの速度比は 30 : 1 である。量制御ゲートはタンクの後面下部に設け、幅 15 cm, 開口範囲は 0~20 cm, 油圧開閉である。

(c) 薬剤散布装置

ゲートを通じた薬剤が円板上に落下する構造で、円板の直径 45 cm, 均一散布のために 4 枚の羽根を取付けた。

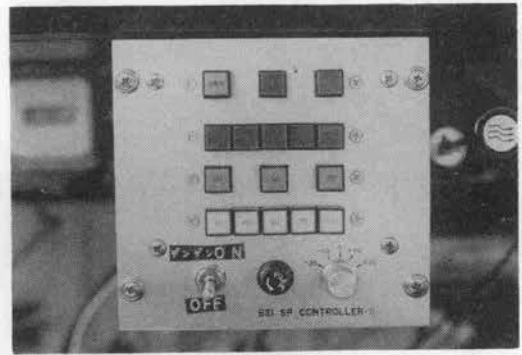


写真-3 コントロールパネル

6. 実用性能

(1) 走行散布性能

散布幅 3 m, 5 m, 7 m, 車速 10 km/hr, 20 km/hr, 散布密度 50 g/m<sup>2</sup> に指定したときの実用機の散布幅と密度の試験結果を図-6 に示す。密度は中央部の 80% 範囲では指定値に対して ±10% の誤差があるが、その両側はおおむね指定値の 30% 減となっている。散布密度はまた図-3 で確認されたと同様に低速で幾分大きくなる傾向があるが、車速による散布パターンの変化はほとんど認められない。実作業では路面状況や風などで散布密度が乱されることは避けられないこと、反面、走行車のタイヤに薬剤の効果を平準化する作用があることなどを考えれば、ここで確認された性能は実用上十分であるといえる。

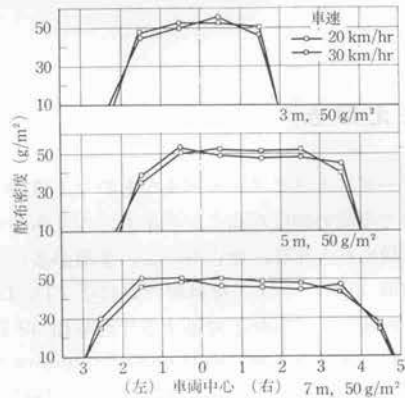


図-6 走行散布性能 (塩化カルシウム・フレック状)

(2) その他

実作業における使用実績は良好であるが、二、三の問題が生じた。その一は部材の発錆である。薬剤に潮解性と発錆作用のあるものがあるので、重要部材にはステンレス鋼を使用しているが、大部分は普通鋼であり、塗装の改善で防錆対策をすすめている。その二はベルトのすべりである。薬剤が潮解してベルトが湿潤状態になるためなので、プーリにスリットを設けて薬剤がプーリとベルトに入るのを防ぎ、さらにプーリにゴムライニングを施して防滑効果を高めている。また、タンク内の薬剤量を運転席内で遠隔検知したいという希望があるが、装置が複雑で高価になるので現在検討中である。

7. あとがき

凍結防止剤散布車の開発の目的である規定量を車速の

変化に関係なく均一散布すること、操作を簡易化、自動化して省力化することは一応達成されたと考えられる。

最近の幹線道路除雪は除雪機械の改良開発により有効幅員の確保は比較的容易になったが、路面のすべり対策が大きな問題となっている。これに伴い凍結防止剤の使用が最近急増している。省資源と公害防止の立場から薬剤の有効使用が望まれるが、開発した散布車はその期待にそえると考えられる。今後は機械の保守管理をさらに省力化できるよう機械の改善をすすめるとともに、薬剤の合理的な散布時期および散布量の調査研究も必要であろう。

終りに、この薬剤散布車の開発に協力いただいた建設省および北陸地方建設局の除雪担当者の皆様へ深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 狩野 武:「粉粒体輸送装置」(日刊工業新聞社)
- 2) 「路面の圧雪除去および凍結防止に関する調査試験」(昭和 49 年 8 月)建設省北陸地方建設局

# ブルドーザ転落時の ROPS の挙動

桑 垣 悦 夫\*  
 本 田 宜 史\*\*  
 芹 沢 富 雄\*\*\*

## 1. ま え が き

ブルドーザ、トラクタショベルなどの土工機械は建設機械の中で事故の頻度が高く、しかも、のり面からの転落、作業員のれき死等、死亡率の高い事故が多い。国際標準化機構 (ISO) の土工機械専門委員会 (TC 127) では車両の転落による事故に対処するため昭和 49 年に車両の転落時の保護構造物 (Roll Over Protective Structure, 略して ROPS) に関し変形防止容積 (ISO 3164)、転落時保護構造物の試験方法 (ISO 3471) 等を提案し、各国の審査を経てこれらを制定している。わが国でもこれを受けて ROPS を標準化し、その装着を義務付ける方向で検討が進められている。

国内外ともに ROPS に関する車両の転落実験が実施されている例はあるが、資料として公開されているデータは極めて乏しい。そこで、土木研究所機械研究室では実際にブルドーザが転落した場合に ROPS に加わる力を明らかにして、安全な ROPS 設計の資料とすると同時に、ISO 標準による ROPS の試験方法の妥当性につい

ても検討するため、ROPS を装備したブルドーザの転落実験を建設機械化研究所に委託して実施した。

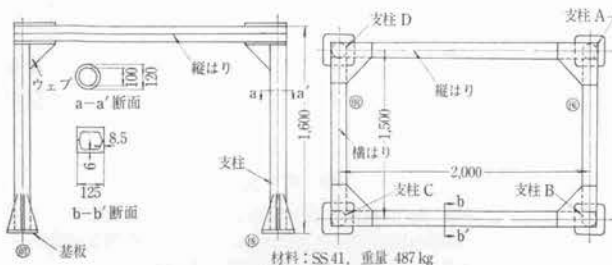
ROPS は、車両が転落する際に斜面に衝突して適当に変形することによって運転員に加わる衝撃を弾塑性変形により吸収し、かつ、運転員が部材の変形により押しつぶされることのないように保護する安全防護構造物である。したがって、ROPS の合理的な設計をするためには転落時に ROPS が受ける外力の状態を調べなければならない。昭和 49 年度の調査では 10t 級のブルドーザに ROPS を取付けて 30° の斜面よりブルドーザの転落実験を行い、ROPS の受ける応力状態を実測し、この結果から外力の大きさを推定するため静的試験や計算を行い、比較検討した。以下、その概要を報告する。

## 2. 実験用 ROPS の特徴

この ROPS はブルドーザが転落する際、ROPS に加わる外力の大きさと方向を測定するために製作した実験用 ROPS である。実験用の ROPS は支柱の応力の計測、解析を容易にし、転落の方向をなるべく一定にするため形状を単純化した。同一形状の ROPS を 4 基製作し、そのうち 1 基を静的試験に、3 基を転落実験に供した。

図一に ROPS の外形と寸法を示す。1 基の重量は 487 kg であった。4 本の支柱は部材応力測定用のゲージを張るため変形の際の断面の応力分布が比較的単純な円筒状とした。縦はりには 2 本の溝型鋼をつきあわせて溶接し、角柱とした。各部材の接合部には補強のウェブを付けた。この ROPS は ISO 3471 に定められた強度より剛性を大幅に高くしてある。これは本年度の実験の主目的が外力の推定をすることであり、標準をわずかに満足する強度の場合には部材のかかなりの部分が静的試験または転落実験で塑性変形し、ひずみゲージによる測定が困難になることが予想されたためである。

各々の ROPS には静的試験と転落実験のときに ROPS に加わる荷重と部材の応力の関係を測定するためローゼットひずみゲージを取付けた。ひずみゲージは各支柱の両面に 1 枚ずつ、したがって、1 本の支柱に 2 枚、4 本の支柱で合計 8 枚



図一 実験用の ROPS

\* (前) 建設省土木研究所機械施工部長

(現) 建設省大臣官房建設機械課長

\*\* 建設省土木研究所機械施工部機械研究室長

\*\*\* 建設省土木研究所機械施工部機械研究室研究員

のゲージを張った。後方より見て支柱の左側の面のゲージを荷重側、右側の面のゲージを反荷重側と呼ぶことにする。ゲージの取付高さは基板より 50 cm の高さの位置である。これは支柱の上端または下端ではウェブの影響を受け、部材の応力分布が複雑となり、実験によっては塑性変形する可能性があり、また、支柱の中央では応力が小さく、測定誤差がはいたりやすいなどの配慮を行なって位置を定めたものである。

### 3. 実験の方法と結果

#### (1) 静的試験

静的試験は ISO 3471 の静的試験方法に準拠して ROPS を試験台上で静荷重を加えて行なった。荷重の大きさと部材に発生する応力の関係を測定し、これにより転落実験中に発生する応力より ROPS が転落の際に受ける外力と等価な静荷重を推定するため行なった。なお、ISO の静的試験のうち、垂直載荷は今回の実験では省いた。

静的試験は 図-2 のように油圧シリンダにより縦はりの中央に水平方向に静荷重  $F$  を加えた。油圧シリンダの反力は鋼フレームの反力受けで受けている。

油圧シリンダは荷重を分布荷重にするためのディストリビュータを通して ROPS に静荷重を加える。このときの支柱の応力は支柱に張ったストレインゲージで測定され、支柱の変位量はダイヤルゲージで測定した。この結果について以下に述べる。

#### (a) 部材の変形と荷重の関係

静的試験と等価な有限要素法のモデルを作成し、応力計算を行い、測定結果と比較した。各支柱の頂部の水平変位をプロットしたものを 図-3 に示す。計算値の各支柱の間の変位量の相違はわずかであったので、この図では有限要素法による計算値は全支柱の変位の差はあらわれていない。図によれば、実測値は同一の荷重に対して応力解析結果より変位が大きく、また、変形がわずかに直線的でない。この理由として次の点が考えられた。

① 静的試験ではディストリビュータを用いたが、計算上、集中荷重としたため計算モデルでの縦はりのたわみが大きく、荷重をこの部分で受持って支柱側の変位量が小さくなった。

② 静的試験の際に ROPS と床とはボルトにより結合されていたため、この結合の影響があった。

次に ROPS をラーメンと考えた場合の ROPS の変位を比較した。ROPS を縦はりを除き横はりと 2 本の支柱で構成される二つの門型ラーメンとして考えた。載荷された荷重  $F$  は  $F/2$  ずつ各々のラーメンに載荷されるものとする。たわみはエネルギー式により求める。部材の各断面でのモーメントを  $M_x$  とすれば、長さ  $l$

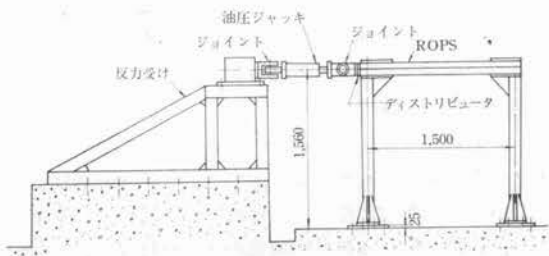


図-2 静的試験の方法

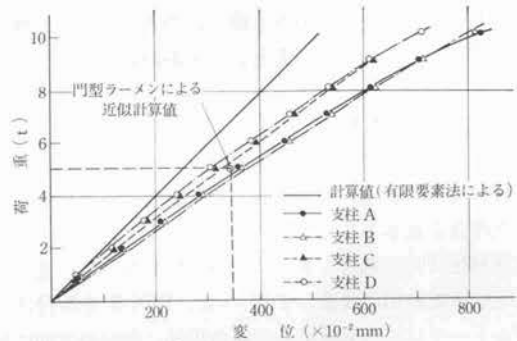


図-3 静的試験による変位と荷重の関係

の部材でのひずみエネルギーは(せん断ひずみを無視すれば)

$$U = \frac{1}{2EI} \int_0^l M_x^2 dx$$

である。この関係より荷重 5 t のときの変位は 3.49 mm (荷重 5 t の場合) である。この値を 図-3 にラーメンによる計算値としてプロットした。この値は有限要素法による計算値よりも実測値に近い。

以上の結果より、本実験のように剛で弾性域内で変形すると考えられる ROPS の変位の概略の計算においては、ラーメンによる近似で十分な精度があるものと考えられることができる。

#### (b) 荷重と応力関係

各支柱の荷重側の面のゲージの主応力  $\sigma_1, \sigma_2$  と荷重の関係を 図-4 に示す。図には有限要素法による計算の結果をあわせて記してある。図によれば、ROPS の支柱の荷重は単純曲げの状態に近く、いずれの場合もほぼ完全に線形な関係である。また、応力と荷重はこの試験内では比例しており、この関係は塑性変形をしない範囲においてほぼ適応できるものと思われる。測定値は計算値よりも大きな応力となるが、これは荷重と変位の関係の項で述べたことと同じ理由によるものと考えられる。

次に、支柱 A (または D)、B (または C) と、これをつなぐ横はりの応力の有限要素法による計算値と対応する門型ラーメン近似による応力の大きさを比較した。これを 図-5 に示す。図には主応力を表示し、あわせて測定値 (荷重  $F=5$  t のとき) も併記した。有限要素法

による計算値はウェブのある部分の支柱またははりではウェブが荷重の一部を受持つため応力が小さくなっているほかはラーメンによる近似計算とよく一致し、ROPSの概略の応力計算ではラーメンによる近似が可能であることがわかる。ウェブと部材の接合部の一部で応力がラーメンの計算より大きくなっていて、ウェブの形状の設計には応力の集中に注意しなければならないことを示している。図-6 に支柱Bの頂部のウェブ付近の応力分布を有限要素法により計算した結果の一例を示す。荷重は5tである。図で矢印が主応力の大きさと方向を示す。図よりウェブは応力が小さく均一に分布していて、ウェブ周辺の部材では応力が大きいことがわかる。

(2) 転落実験

(a) 転落実験場

ISO 標準では 30° の傾斜角をもった斜面を車両が転落した場合を基本としている。本実験でもこれに準じて建設機械化研究所構内の登坂試験場の傾斜角 30° の登坂斜面を転落実験用に改装して用いた。ROPS を取付けたブルドーザは転落実験場の斜面の頂部に斜面の方向に対し直角においた(写真-1 参照)。

本実験では斜面の傾斜角を 30° としたが、この傾斜角では ROPS を取付けたブルドーザは回転しながら転落することはないと推定されたので、転落斜面の頂部を図-7 のようにした。転落をはじめたブルドーザは斜面に埋込まれたコンクリートブロックに履帯が最初に衝突する。このコンクリートブロックは高さを十分とっており、ROPS の角が斜面に衝突するときは、ブルドーザの重心が ROPS と斜面の接地点より前方に移動してい

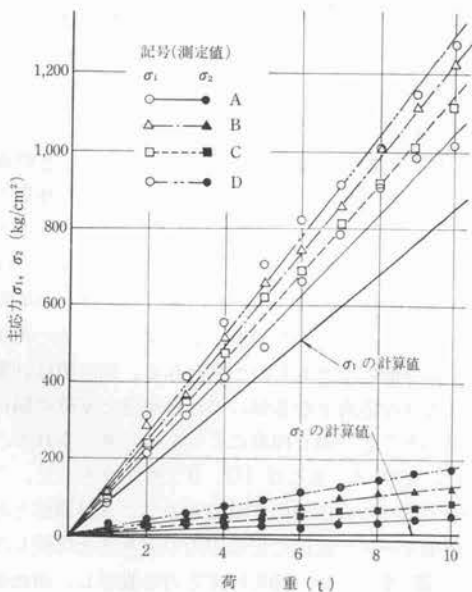


図-4 静的試験の荷重と主応力の関係(荷重側)

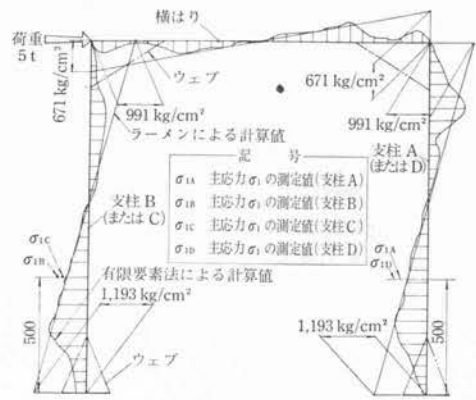


図-5 ラーメンによる近似と有限要素法による応力計算値の比較

るのでブルドーザは横回転を続ける。この間に車両は回転慣性が与えられ、横転するものと推定された。なお、コンクリートブロックに履帯が衝突することにより転落のエネルギーが一部失われるが、コンクリートブロックの剛性が高いのでこのエネルギーの損失は少ないものと考えられる。

(b) 実験用ブルドーザ

実験に用いた車両は日特金属工業製の NTK 6C 型ブルドーザ 61657 号機(昭和 43 年製)で、実験に際しては排土板が横転のときの回転を妨げることのないように排土板および排土板昇降装置(油圧ポンプを除く、U フレーム、油圧シリンダ等)を取りはずしたトラクタの状態として使用した。

ROPS を取付けたブルドーザを写真-2 に示す。ブ

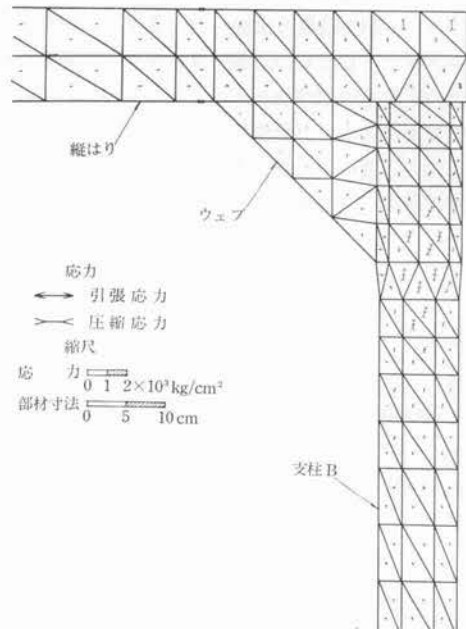


図-6 有限要素法によるウェブ付近の応力分布計算結果

ブルドーザはトラクタ重量 11,700 kg (オペレータおよび燃料なし、水およびオイル規定量) であった。

### (c) ブルドーザの転落実験

ブルドーザの下にワイヤを入れ、チェンブロックでワイヤを引上げて車両に傾斜を与え、転落させた。車両の転落の際の挙動を観測するため高速度カメラ、ビデオレコーダおよび 16 mm 撮影機を使用した。

転落実験は 3 回行なった。第 1 回と第 2 回実験では 2 回転と 1/2 回転して停止し、第 3 回実験では 2 回転しただけで停止した。転落の状況を以下に連続的に示す。

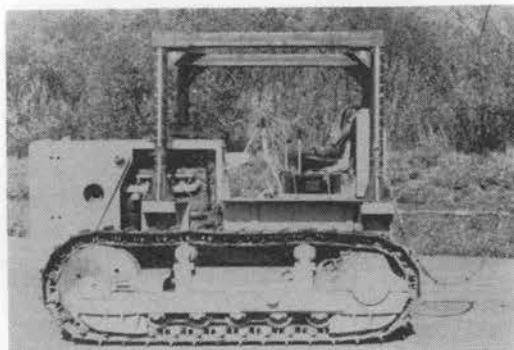
ブルドーザはチェンブロックで傾斜が与えられ (写真—3 参照)、次第に傾斜を増してゆく (写真—4 参照、回転角  $60^\circ$ )。履帯がコンクリートブロックに衝突する (写真—5 参照、回転角  $140^\circ$ )。斜面に ROPS の角が衝突してくい込む。このとき、1 回転以内では ROPS に最大の外力が加わった (写真—6 参照、回転角  $180^\circ$ )。ほぼ 1 回転を終了した (写真—7 参照)。2 回転目になり、ROPS には最も大きい外力が加わった (写真—8 参照、約  $450^\circ$  回転)。

以上を模図で示すと 図—8 のようになる。1 回転目の最初に ROPS の角が当たるときを  $P_1$ 、その直後に反対側の ROPS の角が当たるときを  $P_1'$ 、1 回転目を終了して 2 回転目に初めて ROPS の角が衝突するときを  $P_2$ 、その直後に反対側の ROPS の角が当たるときを  $P_2'$ 、最後に 3 回転目に入って横倒しになった状態で ROPS の角が当たるときを  $P_3$  と定める。

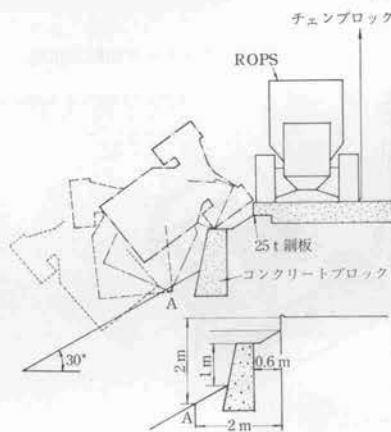
支柱の応力は  $P_1 \sim P_3$  の各状態でピーク値を示す。支柱 B の荷重側のゲージで測定した主応力  $\sigma_1$  の時間的経過を 図—9 に示す。時間軸は  $P_1$  を 0 として整理した。図によれば、3 回の実験とも時間的経過の傾向は類似であり、しかも最大応力値にも大差がないことがわかる。いずれの場合も  $P_2$  の時点における応力が最大となる。これは 1 回転目に比べて 2 回転目は回転の慣性加わる



写真—1 ブルドーザの転落実験場



写真—2 ROPS を取付けた転落実験用ブルドーザ



図—7 転落実験場の頂部

ためである。圧縮 (負) 荷重は  $P_1'$ 、 $P_2'$  で作用し、この圧縮応力より軸力を推定すると第 1 回実験の  $P_1'$  の時点が最大となり、垂直方向には 14.1 t の荷重が加わったことになる。

ISO 標準では 1 回転以内の転落時に運転員を保護するため垂直載荷試験として ROPS 上方より車両自重に等しい荷重を加えることになっている。本実験では  $30^\circ$  の斜面で側方回転をさせるために頂部にコンクリートブロックで段差を設けているため、垂直荷重は落下による衝撃力が加わり、車両の自重 11.7 t より大きくなったと考えられる。

### (d) 転落時に加わる外力

1 回転目 ( $P_1$  の時点) と 2 回転目 ( $P_2$  の時点) との主応力  $\sigma_1$  の分布の傾向を 3 回の実験について比較したものを 図—10 に示す。図には転落時の荷重を静荷重で模擬した有限要素法による計算の結果も併記してある。計算は高速度カメラで推定した荷重の向きと、第 2 回実験の主応力より推定した荷重の大きさにより ROPS に 図—11 のように荷重を加

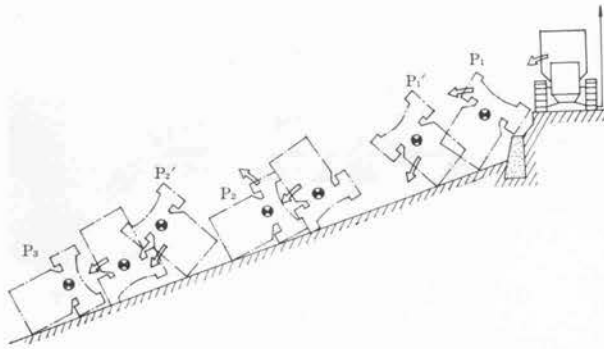


図-8 ブルドーザの転落状況

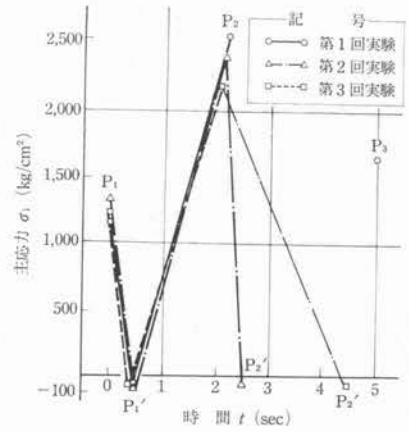


図-9 主応力  $\sigma_1$  の時間経過 (支柱 B)

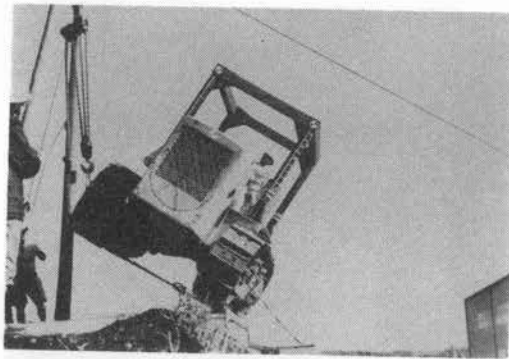


写真-3 ブルドーザの転落状況 (回転角 35°)

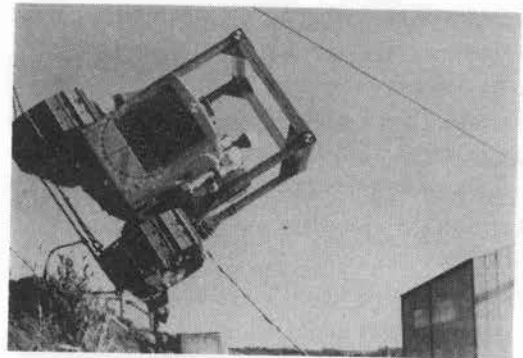


写真-4 ブルドーザの転落状況 (回転角 60°)

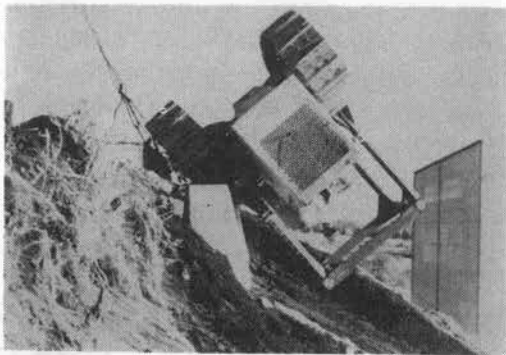


写真-5 ブルドーザの転落状況 (回転角 140°)

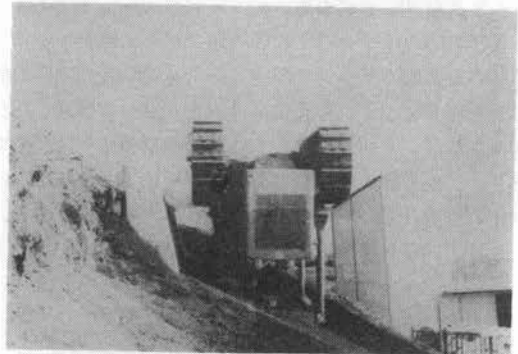


写真-6 ブルドーザの転落状況 (回転角 180°)



写真-7 ブルドーザの転落状況 (回転角 340°)



写真-8 ブルドーザの転落状況 (回転角 450°)

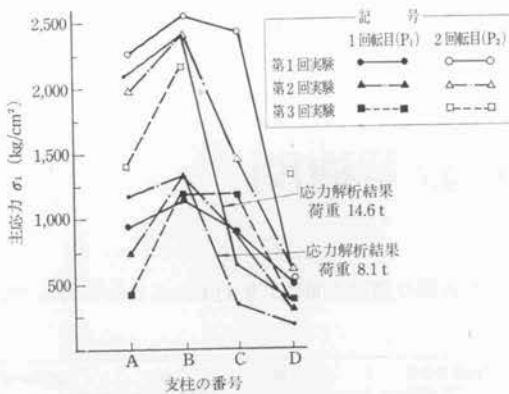


図-10 1回転目と2回転目の主応力の傾向

えたものとした。荷重の大きさは第2回実験の最大値と合致させるために14.6tと8.1tとした。図-10より、いずれも支柱Bの応力が最大である。3回の実験の中では第2回実験が支柱Bへの集中荷重とした計算結果と傾向が等しく、逆に第3回実験がA・Dの値が等しいことから、はりへの分布荷重に近い外力が作用したものと推察される。第1回実験はその中間である。この傾向は回転の回数が増加するほどAとD、BとCの主応力の差が大きくなり、集中荷重に近づくことがわかる。

静的試験と同様に支柱A、Bとこれをつなぐ横はりの主応力を図-11のように転落実験を模擬した荷重モデルによる計算結果を図-12に示す。図には門型ラーメンに荷重14.6tまたはその1/2の7.3tを加えた場合の応力計算値と測定値も併記してある。この場合もウェブ付近を除けば、ラーメンによる計算と同じ傾向を示す。ウェブ付近の応力は静的試験と相似の分布を示すので、静的試験の図-6を参照されたい。

転落実験の際に1回転以内でROPSに加わる外力の大きさは上記の有限要素法による応力計算と応力の測定値を比較して、第1回実験で6.9t、第2回実験で8.1t、第3回実験では7.3tと推定された。ISO 3471によれば、静的試験の荷重Fは車両重量Wにより決まり、本実験のブルドーザはW=11,700kgであるからF=8.6tであり\*、本実験で推定した外力より大きいことがわかった。

(注) \* ISO標準では荷重Fを車両重量Mの関数としてブルドーザの場合は、

$$F = 70,000 \left[ \frac{M}{10,000} \right]^{1.20}$$

(単位 Newton) である(参考文献(2)参照)。

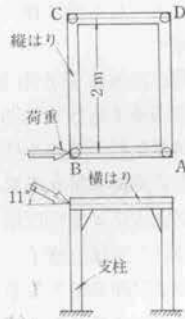


図-11 有限要素法による応力解析の荷重条件

#### 4. 結 論

本年度の転落実験によってROPSを取付けたブルドーザの転落時の状況が観測、解析でき、ROPSを取付けたブルドーザに転落時に加わる外力の大きさや方向が推定された。外力の最大値は2回転目に発生し、13.2~15.4t、荷重の作用点は縦はりの前後のいずれかの角に集中荷重としてかかる場合が多く、今回の場合は水平方向より11°上方から荷重が加わったと仮定した場合がもっとも実測値と合致した。ISO標準のように、1回転以内の転落に限定した場合はその約50%であって6.9~8.1tと推定され、ISO標準での最大荷重8.6tよりも小さく、ISO標準の方が安全側であるが、荷重の与え方については、分布荷重とすることは必ずしも実際のでないこと、また、支柱の応力推定にはラーメン計算で近似できることがわかった。

当研究室では、これまでに得た資料によって実用的なROPSを設計製作し、以下の調査を行う予定である。

- ① 車輪式トラクタショベルの転落実験(車輪式土工機械の転落状況を把握する)
- ② ブルドーザの転落実験(車両重量を変えて車両重量と外力の関係を推定する)

最後に、ROPSの寸法の決定と転落実験方法の検討など研究に有効な助言をいただいた日本建設機械化協会トラクタ技術委員会の委員各位、ならびに実験をお願いした建設機械化研究所の各位に誌面を借りて深く感謝の意を表する次第である。

#### 参 考 文 献

##### ◀関連 ISO 規格▶

- (1) ISO 3164 Specification for the Deflection Limiting Volume
- (2) ISO 3471 Roll Over Protective Structures

##### ◀一般文献▶

- (3) 「建設機械の安全性に関する標準化の動向」光石芳二『機械学会誌』(1974年3月号 p. 32~37)
- (4) 「転倒に対する運転員の保護構造物」藤本義二『建設の機械化』(1973年3月号 p. 32~35)

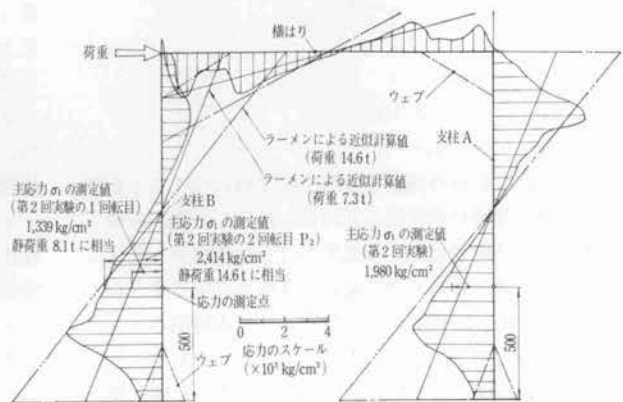


図-12 転落実験の荷重を模擬した有限要素法による応力の計算値

# 車両系建設機械の全国指定教習機関

## 労働省安全衛生部安全課

労働安全衛生法において、「事業者は、クレーンの運転その他の業務で、政令で定めるものについては、都道府県労働基準局長の当該業務に係る免許を受けた者又は都道府県労働基準局長若しくは都道府県労働基準局長の指定する者が行う当該業務に係る技能講習を修了した者その他労働省令で定める資格を有する者でなければ当該業務につかしてはならない」と定めている。そして、政令で定める業務のうち、車両系建設機械の運転の業務については、「機体重量が3トン以上の次に掲げる建設機械で、動力を用い、かつ、不特定の場所に自走することができるものの運転（道路上を走行させる運転を除く）の業務」と定めている。

### (1) 整地・運搬・積み込み用機械

- ① ブル・ドーザー
- ② モーター・グレーダー
- ③ トラクター・ショベル
- ④ ざり積機
- ⑤ スクレーパー
- ⑥ スクレーブ・ドーザー

### (2) 掘削用機械

- ① パワー・ショベル
- ② ドラグ・ショベル
- ③ ドラグライン
- ④ クラムシェル
- ⑤ バケット掘削機
- ⑥ トレンチャー

そこで、これらの機械を運転する業務につくことができる者は、都道府県労働基準局長が指定した車両系建設機械運転技能講習指定教習機関が行う技能講習を受講して修了した者と労働省令で定める資格を有する者となるが、都道府県労働基準局長が指定した教習機関のうち、一般向きのものは次頁の別表に示すとおりである。

指定教習機関が行う技能講習は、次の表の左欄に掲げる講習科目に応じ、それぞれ同表の中欄に掲げる範囲に

ついて右欄の講習時間により行われることになっている。

学科講習科目	範囲	講習時間
車両系建設機械の走行に関する装置の構造および取扱いの方法に関する知識	車両系建設機械の原動機、動力伝達装置、走行装置、かじ取り装置、ブレーキ、電気装置、警報装置および走行に関する付属装置の構造および取扱い方法	4時間
車両系建設機械の作業に関する装置の構造、取扱いおよび作業方法に関する知識	車両系建設機械の種類および用途、作業装置および作業に関する付属装置の構造および取扱いの方法、車両系建設機械による一般的作業方法	5時間
車両系建設機械の運転に必要な一般的事項に関する知識	車両系建設機械の運転に必要な力学および土質工学、土木施工の方法	3時間
関係法令	労働安全衛生法（昭和47年法律第57号）、労働安全衛生法施行令（昭和47年政令第318号）および労働安全衛生規則（以下「安衛則」という）中の関係条項	1時間
実技講習科目	範囲	講習時間
車両系建設機械の走行の操作	基本操作：定められたコースによる基本走行および応用走行	20時間
車両系建設機械の作業のための装置の操作	基本操作：定められた方法による基本施工および応用施工	5時間

次に、その他の労働省令で定める資格を有する者とは次に該当する者をいう。

① 建設業法施行令（昭和31年政令第273号）第27条の2に規定する建設機械施工技術検定に合格した者（2級の技術検定で昭和35年建設省告示第2206号により定められた第4種の種別に該当するものに合格した者を除く）

② 職業訓練法第8条第1項の能力再開発訓練のうち、職業訓練法施行規則別表第7の訓練科の欄に掲げる建設機械運転科の訓練を修了した者

③ 職業訓練法第8条第1項の養成訓練のうち、同訓練法規則別表第2または第3の訓練科の欄に掲げる建設機械整備科の訓練を修了した者

④ 職業訓練法第8条第1項の指導員訓練のうち、同訓練法規則別表第8の訓練科の欄に掲げる運輸装置科の訓練を修了した者



〈別表〉 車両系建設機械運転技能講習指定教習機関一覧

(昭和50年7月31日)

都道府県名	指定教習機関名	所在地	電話
北海道	北海道林業機械化協会	札幌市中央区北四条西5丁目 林業会館内	011 (251) 0708
	(株)道南総合自動車教習所	函館市赤川通 183	0138 (46) 3251
	(有)北央自動車教習所	旭川市3条通 18丁目左6	0166 (28) 3571
宮城	(有)試験場前自動車学園	札幌市豊平区平岸1条 17丁目 803	011 (811) 6626
	建設業労働災害防止協会宮城支部	仙台市上杉1丁目 4-20	0222 (24) 1797
福島	(社)ボイラ・クレーン安全協会講習所	いわき市平塩字徳房内 36	0246 (23) 3411
	(有)白河南湖自動車学校	白河市宇池下向山 2-2	02482 (2) 1177
栃木	栃木県林業センター	宇都宮市下小池 280	028606—2211
	古河鉱業(株)壬生講習所	栃木県下都賀郡壬生町大字壬生乙 3462	02828 (2) 3111
埼玉	大成道路(株)機械センター	鴻巣市上谷 1456	0485 (42) 0121
	日立建機(株)草加研修所	草加市弁天町宮沼 216-3	0489 (22) 0121
東京	小松インターナショナル製造(株)川越工場	川越市南台 1-9	0492 (43) 1111
	(財)総合技能教習センター	熊谷市三尻新山	0485 (32) 5781
神奈川	(株)小松製作所東京車両教習所	港区赤坂 2-3	03 (584) 7111
	(株)日本製鋼所東京教習所	府中市日鋼町 1	0423 (64) 3211
新潟	建設業労働災害防止協会実技教習センター	昭島市拜島 3926 三井造船(株)昭島センター内	0425 (43) 4744
	(株)石川島技術教習所	神奈川県高座郡綾瀬町小園 720	0467 (78) 4935
石川	建設業労働災害防止協会新潟県支部	新潟市学校町通 2番町	0252 (22) 7101
	(株)小松製作所栗津車両教習所	小松市月津町ヲ 72-2	0761 (44) 3930
愛知	住友重機械工業(株)	大府市大府町上前田 1-1	0562 (47) 1151
	日本車輛製造(株)	名古屋市熱田区三本松町 1-1	052 (882) 3311
京都	日立建機(株)研修所	京都府乙訓郡大山崎町字大山崎	075 (961) 3151
	(株)小松製作所大阪車両教習所	枚方市上野 3-1-1	0720 (41) 1101
大阪	キャタピラー三菱(株)近畿支社教習所	茨木市大字郡 146	0726 (43) 1121
	三菱重工業(株)明石製作所研修センター	明石市魚住町清水 1106	07894 (3) 2111
兵庫	(株)神戸製鋼所建設機械教習所	明石市大久保町福田 123	078 (936) 1331
	建設業労働災害防止協会愛媛支部	松山市二番町 4-4-4 愛媛県建設会館内	0899 (43) 5324
愛媛	大分産業機械技能教習所	大分市大字松岡字成松 1951	0975 (20) 0464
	大分県特殊技能教育センター	大分市大字片高字下川田 462-1	0975 (69) 2604
沖縄	沖縄産業開発青年協会	沖縄県国頭郡東村字平良 380-1	098043—2118

(注) この表には国および職業訓練校のものは含まれていない。

「統計の日」によせて

通商産業省

統計は、社会経済の実態を的確には握し、その健全な発展をはかっていくために不可欠の情報であり、高度経済成長時代から、安定経済成長時代への円滑な転進をはかるためにも迅速かつ精度の高い統計の整備、充実の必要性が痛感されております。よりよい統計の作成には、統

計関係者の地道な努力の積み重ねが必要であることはいうまでもありませんが、何よりも大切なことは申告者の方々の御理解と御協力をいただくことであり、これなくしては充実した統計の作成は望むべくもありません。

国においても、統計の重要性にかんがみ、昭和48年から毎年10月18日を「統計の日」と定め、この日を中心に全国統計大会をはじめとして各種講演会、展示会、統計功労者の表彰等、統計知識の普及のための各種行事を全国的に実施しています。

通商産業省では、工業、商業両センサス、生産動態統計をはじめ各種の統計調査を実施しており、その結果は最も権威ある経済統計として各方面で利用されていますが、ますます増大、高度化する統計需要に応じて、今後とも調査内容の改

善整備、電子計算機の活用による調査結果の早期公表と統計解析の充実等に不断の努力を続けていく所存であります。

読者の皆様におかれましても「統計の日」を機に、従来にもまして統計への御理解を深めるとともに、当省の実施している各種統計調査に対し何分の御協力をいただくようお願い申し上げます。

「調査票提出促進運動」の実施について

9月から11月までの3カ月間、調査票100%提出促進運動が実施されています。より迅速かつ正確な統計が得られますよう、特に調査対象事業所の御理解と御協力をお願い申し上げます。

■建設機械化研究所抄報■

<No. 112>

- 324. サカイ SV 55 型振動ローラ
- 325. 川崎 KVR 15 型振動ローラ
- 326. 日野 ZH 110 D 型除雪用ダンブトラック
- 327. 小松 WF 22A-2 型ソイルコンパクタ

### 324. サカイ SV 55 型振動ローラ

厚さ約 15 cm で舗設された加熱アスファルト混合物（粗粒度）の締固め作業を行い，締固め度，マーシャル安定度，フロー値等の測定を行なった。

なお，作業条件は以下のとおりである。

- ① 試験時車両総重量：5,500 kg
- ② 起振機回転速度  
H：2,500 cpm, L：1,800 cpm
- ③ 締固め速度  
H：1.8~2.9 km/hr, L：1.6~2.1 km/hr

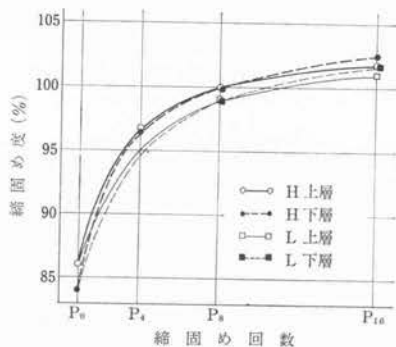


図-324.1 締固め度と締固め回数の関係



写真-324.1 試験時の作業状況

試験条件		安定度比 (%)										印				
		50	60	70	80	90	100	フロー値比 (%)								
H, P <sub>16</sub>	上層	[Bar chart showing stability ratio vs flow ratio]										○				
	下層	[Bar chart showing stability ratio vs flow ratio]														
L, P <sub>16</sub>	上層	[Bar chart showing stability ratio vs flow ratio]										○				
	下層	[Bar chart showing stability ratio vs flow ratio]														

図-324.2 安定度比およびフロー値

④ 締固め開始温度：137~142°C

試験時の作業状況は写真-324.1に示すとおりである。また、図-324.1および図-324.2に試験の最終結果のみを示す。詳細については“研報 75-4”を参照されたい。なお、図中の締固め度、安定度比およびフロー値とは標準マーシャル供試体のそれらに対する百分比である。

325. 川崎 KVR 15 型振動ローラ

JIS A 8801 (振動ローラ性能試験方法) に基づく土の締固め試験および加熱アスファルト混合物の締固め試験 (写真-325.1 参照) を行なった。

(1) 土の締固め試験

長さ 24 m, 幅 3.5 m のコンクリートピット内に厚さ 60 cm の締固め路盤を準備し, その上に試験用土 (砂質ローム, 砂 66.5%, シルト 27%, 粘土 6.5%) を 30 cm の厚さでまき出した。

試験条件は次に示すとおりである。

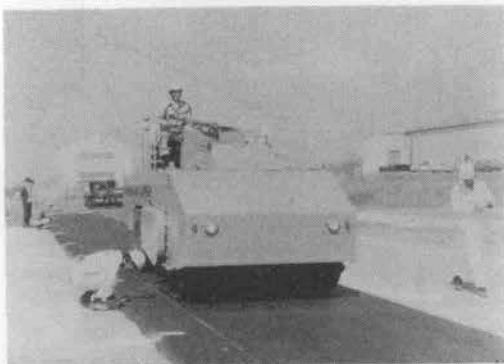


写真-325.1 締固め試験状況

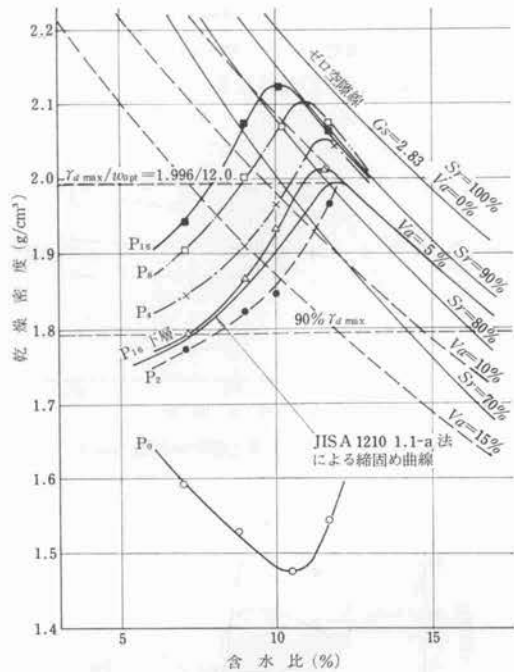


図-325.1 乾燥密度と含水比の関係

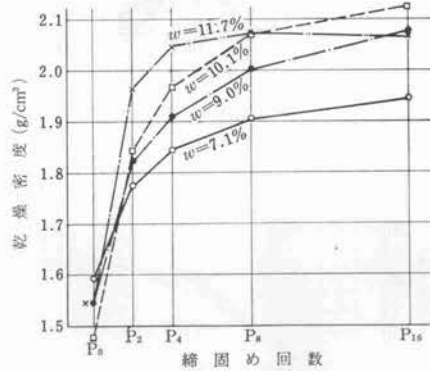


図-325.2 乾燥密度と締固め回数関係

- 試験時車両総重量……15,620 kg
- 起振機回転速度……… 2,000 cpm
- 締固め速度………1.5~2.6 km/hr
- 含水比………乾燥側：7.1%, 9.0%, 10.1%
- 最適：11.7%

試験の最終結果のみを 図-325.1~図-325.5 に示す。なお、詳細については“研報 75-5”を参照されたい。

(2) 加熱アスファルト混合物の締固め試験

試験は粗粒度 (舗設厚 15 cm) および密粒度について行なった。試験条件は次のとおりである。

- 試験時車両総重量………15,675 kg
- 起振機回転速度………D : 2,000 cpm
- R : 1,800 cpm

締固め速度.....1.8~2.1 km/hr  
 締固め開始温度.....138~142°C

図-325.6 に試験の最終結果のみを示す。なお、詳細については“研報 75-5”を参照されたい。

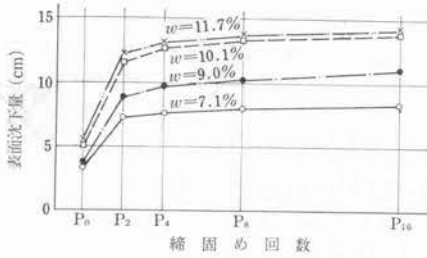


図-325.3 表面沈下量と締固め回数の関係

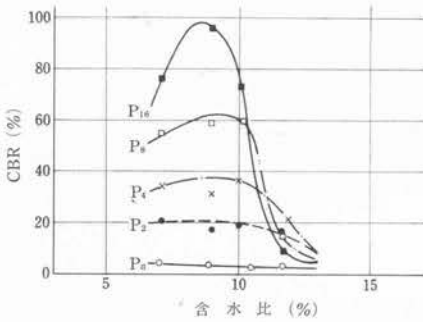


図-325.4 CBR と含水比の関係

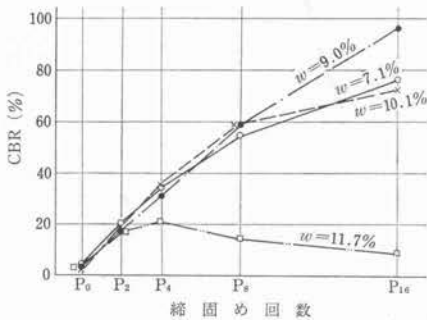


図-325.5 CBR と締固め回数の関係

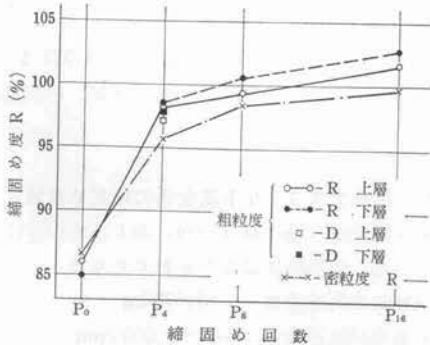


図-325.6 締固め度と締固め回数の関係

### 326. 日野 ZH 110 D 型 除雪用ダンプトラック

除雪時の作業条件を想定した連続けん引試験を主として、次の項目について試験を行なった。

- ① 重量配分測定
- ② 走行抵抗試験
- ③ けん引出力試験
- ④ 連続けん引試験 (写真-326.1 参照)

試験の最終結果のみを図-326.1~図-326.3 に示す。なお、詳細については“研報 75-6”を参照されたい。

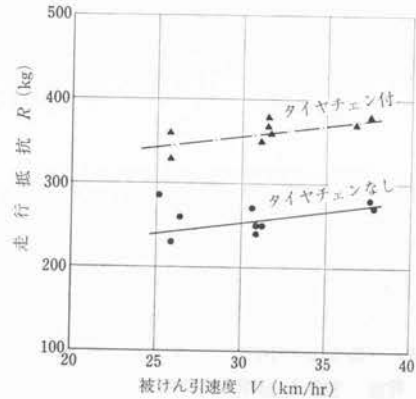


図-326.1 被けん引速度と走行抵抗の関係

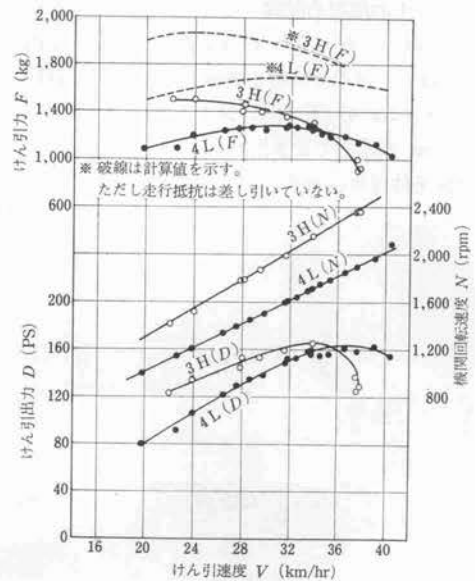
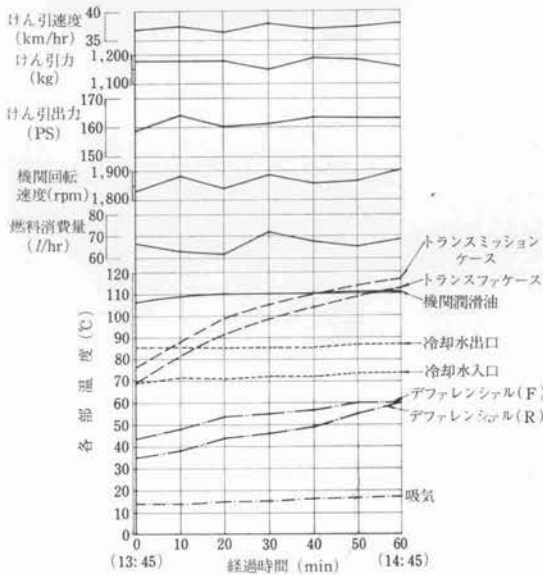


図-326.2 けん引性能曲線図



写真—326.1 連続けん引試験状況



図—326.3 連続けん引試験成績図

### 327. 小松 WF 22 A-2 型 ソイルコンパクタ

試験は本機の特性を考慮して最大けん引力試験，掘削運搬作業試験（写真—327.1 参照）および土の締固め試験（写真—327.2 参照）を実施した。

#### （1）最大けん引力試験結果

試験路面：れき混り砂質ローム土  
最大けん引力：変速段 F1, F2 にて 17t  
F3 にて 6.5t

#### （2）掘削運搬作業試験結果

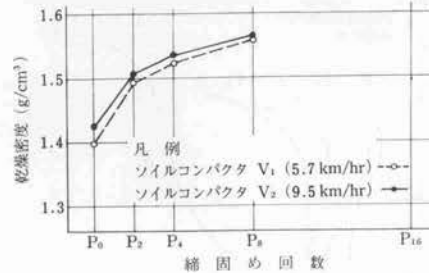
作業試験場：平坦な砂質ローム土

掘削溝の概略寸法：

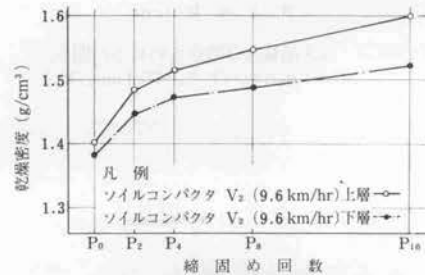
長さ 20 m × 幅 8 m × 深さ 0.2 m …… (A)

長さ 40 m × 幅 8 m × 深さ 0.15 m …… (B)

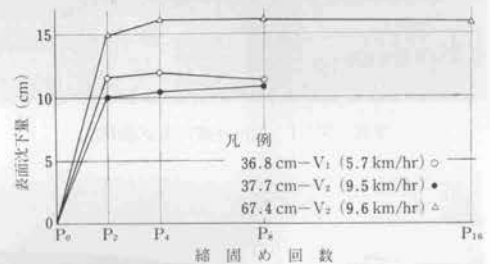
掘削運搬所要時間：6～6.3 分 (A)，20～21 分 (B)



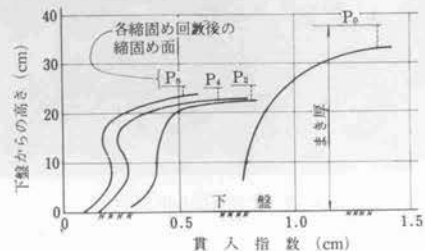
図—327.1 乾燥密度と締固め回数  
の関係 (まき厚≒37 cm)



図—327.2 乾燥密度と締固め回数  
の関係 (まき厚≒67 cm)



図—327.3 表面沈下量と締固め回数  
の関係 (ソイルコンパクタ)

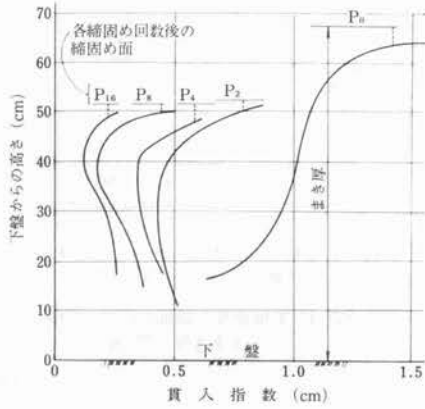


図—327.4 貫入指数と下盤からの高さ  
の関係 (ソイルコンパクタ, 36.8 cm, V1)

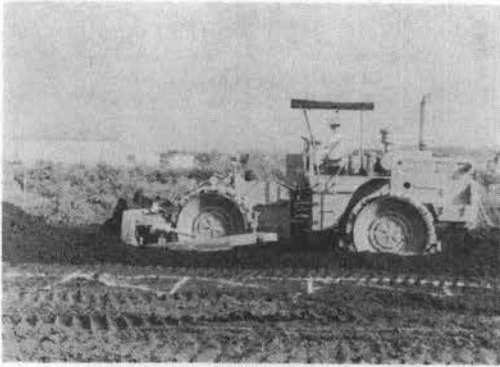
### (3) 土の締固め試験

作業試験場内で現場締固め試験を行い、密度（締固め度）、沈下量および貫入指数を測定した。図—327.1～図—327.5 に最終試験結果の一部を示す。

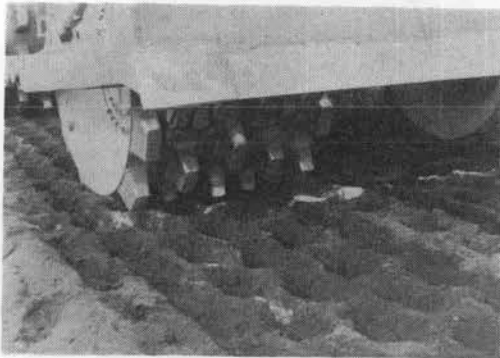
なお、上記各試験の詳細については「研報 75-7」を参照されたい。



図—327.5 貫入指数と下盤からの高さの関係  
(ソイルコンパクタ, 67.4 cm,  $V_2$ )



写真—327.1 掘削運搬作業試験状況



写真—327.2 土の締固め試験状況

## ホバークラフト式 軟弱地作業足場

広報部会  
文献調査委員会

ホバークラフトは海上輸送用としても最近利用されているが、ここでは船や車両のいずれもが作業の困難なヘドロ地帯で浚渫やくい打ち作業の足場として活躍しているホバークラフトについて紹介する。

通常のポンツーンではヘドロ層においては作業をするどころか、船体を移動できない場合が多い。このような問題を解決するためイギリスの J.T. マックレー建設会

社ではテムズ川河口で下水施設を設ける作業に使用するために 70 t 級のホバークラフトを作業足場として使用することにした。この機械は下水処理場から連結されている直径 120 cm の下水管を支持するために用いられる長さ約 15 m のくいを打込む作業に用いられることになった。

ホバークラフト式作業足場は完成時に総重量 102 t、寸法は全長 20 m、全幅 12 m となったが、ホバークラフト式に空気圧により水面に持ち上げられるため、この作業足場を引くのには総重量の 1.4% (すなわち約 1.4 t) しか必要としなかった。また、ウィンチや船で引けば広い土質条件にわたって作業が可能である。

その他の特色としては、船体が分割構造になっており、各部分は独立していることである。ネオプレンゴム製のスカートは破損が生じた場合には必要な部分だけ簡単に取替えができるようになっている。

ホバークラフトの浮揚は 220 HP/2,000 rpm のディーゼルエンジンで駆動される遠心式のプロア (圧力は 1 psi) によって行われる。これらの動力ユニットは船体の片側に取付けてあるのでホバークラフトの甲板上はほとんどどの面積が作業のためのスペースとなっている。

マックレー建設会社はホバークラフト式作業足場にクローラクレーンを搭載し、くいの打込みとパイプの設置作業を行なった。同社によれば、12 時間の 1 サイクルの間に約 40% 作業時間を切りつめることができたとのことである。

(委員：芹沢富雄)

“Hovering platform rises  
above tricky soils,  
bypasses tidal havoc”

Construction Methods & Equipment,  
July 1975, p. 70



← テムズ河口のヘドロ上で、クレーンを搭載してくい打ち作業を行なっているホバークラフト式作業足場

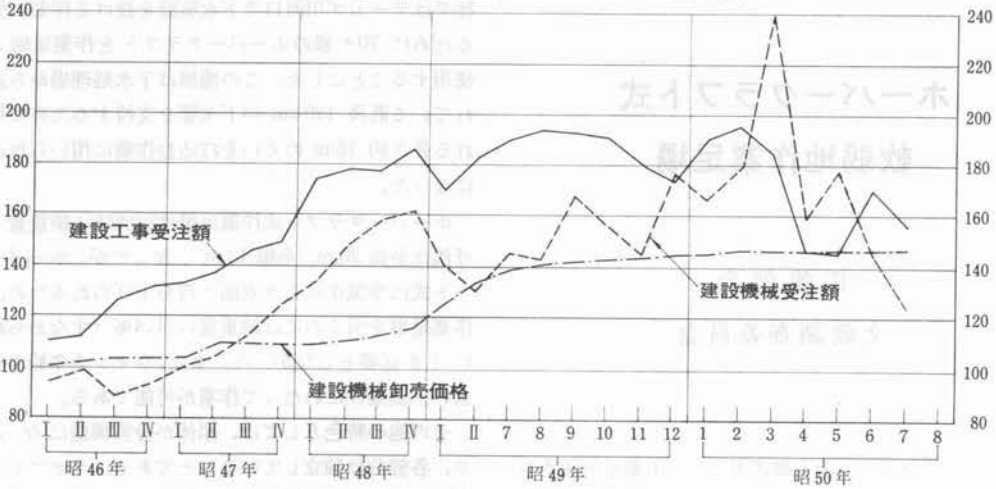
### 建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

指数基準：昭和45年平均＝100

建設工事受注額：大手43社受注額（季節調整済）……………建設省

建設機械受注額：機械受注統計（機種別）……………経済企画庁

建設機械卸売価格：卸売物価指数……………日本銀行



建設工事受注（第1次43社分）（受注額）——季節調整済

（単位：百万円）

昭和年月	総 計	発 注 者 別				工 事 種 類 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			
46年	4,122,688	2,257,670	593,532	1,660,540	1,611,968	2,321,465	1,670,516	2,793,919	3,533,003	
47年	4,843,567	2,624,608	618,293	2,007,212	1,948,556	2,738,232	1,940,469	3,640,743	4,145,071	
48年	6,161,029	3,832,823	1,029,758	2,800,771	2,049,624	3,668,015	2,307,777	4,614,934	5,316,778	
49年	6,250,524	3,421,338	985,854	2,432,060	2,447,949	3,455,017	2,602,725	4,562,379	6,339,880	
49年 7月	545,864	297,022	84,053	212,768	213,966	288,261	245,473	4,543,404	549,299	
8月	555,823	291,342	73,426	217,889	219,083	307,625	226,507	4,572,632	533,112	
9月	552,132	311,017	89,098	222,452	214,842	315,159	219,724	4,614,812	528,908	
10月	547,782	281,914	75,281	206,771	233,440	307,877	223,447	4,656,413	542,399	
11月	515,049	258,963	77,251	181,587	223,256	253,703	245,407	4,589,683	525,930	
12月	495,217	256,262	84,640	175,397	210,914	270,704	203,473	4,562,379	520,612	
50年 1月	543,896	296,330	78,087	217,521	222,128	307,173	230,261	4,610,914	493,936	
2月	561,864	303,509	85,868	211,310	218,643	318,995	227,543	4,640,560	534,430	
3月	538,570	293,583	84,181	209,608	211,748	334,920	187,815	4,797,259	489,397	
4月	419,625	213,602	42,527	174,607	187,459	221,712	179,751	4,706,348	514,416	
5月	428,512	206,357	52,973	153,389	198,850	205,118	211,902	4,681,905	482,804	
6月	488,506	238,201	53,137	185,291	243,158	257,197	212,581	4,676,413	490,302	
7月	447,158	221,114	—	—	206,329	—	—	—	—	

50年7月は速報値

建設機械受注実績

（単位：億円）

昭和年月	45年	46年	47年	48年	49年 7月	8月	9月	10月	11月	12月	50年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
建設機械	3,720	3,489	4,101	5,586	454	445	520	485	448	549	514	555	739	492	550	451	385

建設機械卸売価格指数

昭和年月	46年平均	47年平均	48年平均	49年平均	49年 8月	9月	10月	11月	12月	50年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
建設機械（6品目）	102.3	106.9	112.7	135.9	140.9	142.1	142.8	143.6	144.8	145.3	146.6	146.6	146.7	146.8	146.9	147.1
掘 削 機（1品目）	102.8	110.3	116.1	133.3	131.3	134.1	135.2	137.5	142.5	142.5	142.5	142.5	142.5	142.5	142.5	142.5
トラクタ（1品目）	102.3	108.1	114.5	138.7	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4	145.4

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

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

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

注 4. 「建設工事受注額」は50年の季節調整指数による。



ニ ュ ー ス

超小型タイヤショベル  
“ボブキャットローダ 310 型”

東洋運搬機は米国クラーク社との技術提携により小型ホイール式の万能作業車“ボブキャットローダ”の国産化を進めているが、4月の720型に続き、このたびさらに小型の4輪駆動式タイヤショベル310型の生産、販売を開始した。

今回の310型は、船内、構内等でスコップ代りに使用されることを目途したもので、バケット容量(山積)0.14m<sup>3</sup>(標準バケット)の世界最小の搭乗式ローダであり、次のような特長を有する。

① スキッドステア方式により畳2枚の面積があれば旋回可能で、狭い場所での作業に最適である。



写真-1 ボブキャットローダ 310 型

表-1 ボブキャットローダ 310 型主要仕様

バケット容量	0.14m <sup>3</sup> (山積)
最大積載量	300kg
最大けん引力	800kg
最小旋回半径	1,700mm(バケット最外部)
全長×全幅×全高	2,360mm×890mm×1,840mm(バケット地上)
ダンピングクリアランス	1,880mm(前傾27°)
ダンピングリーチ	400mm(前傾27°)
エンジン形式	ガソリン4サイクル空冷
定格出力	13.2PS/3,000rpm
自重	860kg

(注) 標準バケット装着時

② 軟弱地でも自由に作業できる4輪駆動式を採用している。

③ 標準バケット、軽量バケット(0.23~0.31m<sup>3</sup>)のほか、ウィングバケット、コーティリティフォーク、インダストリアルグラブのアタッチメントを使用することによって鶏糞処理、フォーク作業やスクラップ処理などの作業もできる。

なお、本機の主な仕様は表-1のとおりである。

(編集部)

行 事 一 覧

(昭和50年8月1日~31日)

広 報 部 会

■機関誌編集委員会

日時: 8月12日(火)12時~  
出席者: 田中康之幹事ほか18名  
議題: ①機関誌昭和50年10月号(第308号)原稿内容の検討, 割付  
②同12月号(第310号)の計画  
③同昭和51年1月号(第311号)の計画

■シンポジウム打合せ

日時: 8月28日(木)14時~  
出席者: 千田昌平幹事長ほか6名  
議題: 日程について

機 械 技 術 部 会

■ダンプトラック技術委員会専用ダンプ

小委員会

日時: 8月1日(金)14時~  
出席者: 梅田亮栄委員長ほか6名  
議題: 専用ダンプトラック性能試験方法の見直し

■油圧機器技術委員会マニュアル小委員会

日時: 8月20日(水)13時~  
出席者: 井上和夫委員長ほか5名  
議題: 整備解説書の油圧機器整備編の審議

■ショベル技術委員会 JIS 小委員会

日時: 8月28日(木)13時~  
出席者: 内田秋雄委員長ほか7名  
議題: ショベル系掘削機 JIS 案の審議

施 工 技 術 部 会

■破壊・処理・再利用法委員会

日時: 8月1日(金)14時~  
出席者: 芳野重正委員長ほか18名  
議題: ①ウォータージェットカットについて ②ヘドロの調査, 処理シ

テムについて

■歩道除雪委員会

日時: 8月4日(月)12時~  
出席者: 永盛峰雄委員長ほか21名  
議題: 歩道除雪の実態調査に関する打合せ

■橋梁工事機械化施工委員会基礎工法分科会

日時: 8月27日(水)14時~  
出席者: 中垣光弘幹事ほか8名  
議題: 「橋梁基礎工法と施工機械」(仮称)の執筆内容の検討

整 備 技 術 部 会

■税制委員会幹事会

日時: 8月7日(木)15時~  
出席者: 森木基裕委員長ほか2名  
議題: 活動準備打合せ

機 械 損 料 部 会

■運営連絡会小委員会

日時: 8月19日(火)13時半~  
出席者: 永盛峰雄部会長ほか10名

議 題：損料調査について

## ISO 部 会

## ■第1委員会

日 時：8月5日(火)10時半～  
出席者：大橋秀夫委員長ほか4名  
議 題：① ISO 国際会議出席に関する打合せ ② ISO/TC 127/SC1日本意見書とりまとめ

## ■第3委員会

日 時：8月5日(火)14時～  
出席者：森木泰光委員長ほか4名  
議 題：① ISO 国際会議出席に関する打合せ ② ISO 国際会議のための書類準備

## 標準化会議および規格部会

## ■規格委員会(A)

日 時：8月7日(木)14時～  
出席者：野原以左武委員長ほか6名  
議 題：建設用回転圧縮機性能試験方

法解説(案)の審議

## 業 種 別 部 会

## ■建設業部会打合せ会

日 時：8月6日(水)15時～  
出席者：佐藤裕俊幹事長ほか4名  
議 題：建設機械展示会について

## ■建設業部会建設振動規制に対する打合せ会

日 時：8月22日(金)14時～  
出席者：佐藤裕俊幹事長ほか11名  
議 題：建設振動規制について

## ■商社部会第1分科会

日 時：8月29日(金)11時～  
出席者：余田忠雄分科会長ほか10名  
議 題：取引の正常化について

## 建設公害対策専門部会

## ■指針委員会

日 時：8月6日(水)14時～  
出席者：藤原 武委員長ほか25名

議 題：「建設工事に伴う騒音振動対策技術指針(案)」の検討

## ■指針委員会

日 時：8月21日(木)12時半～  
出席者：藤原 武委員長ほか19名  
議 題：「建設工事に伴う騒音振動対策技術指針(案)」の検討

東京湾横断道路  
施工計画調査専門部会

## ■施工調査分科会

日 時：8月12日(火)12時～  
出席者：永盛峰雄分科会長ほか18名  
議 題：①第1回施工調査分科会議事録の確認 ②調査内容の検討および作業分担について

## ■施工実験分科会

日 時：8月18日(月)12時～  
出席者：新開節治委員ほか22名  
議 題：試験計画について

## 編 集 後 記



かねて総需要抑制策に伴ってその実施が延期されていた本州四国連絡橋プロジェクトに関して、この8月にその段階実施として大三島橋、大鳴門橋、因島大橋を部分架橋するものとし、児島～坂出ルートについて早期完成を図るという方針を決め、世界的に着目されている日本の高度総合建設プロジェクトの実現化が進捗して行くことになったことは、建設関係者としてもその完成への期待を抱くことができ、喜ばしい次第です。

さて、本号では以下の報文を含めて編集しました。筑波研究学園都市

プロジェクトに関して、その総合的計画と建設状況についての報文とグラビヤ、シールド掘進機の現況に関して、日本におけるシールド工法の歴史的進展、機種と用途、そして今後の開発的課題を含めての総括的な報文等をいただいております。

読者各位は事業の計画実施、台風による災害復旧にご多忙と思われませんが、本号がお手元に届く頃は快適な秋のシーズンであり、澄んだ秋空のもとでの一服の憩いとられ、鋭気を養われることと思います。

(新開・鈴木康)

No. 308

「建設の機械化」 1975年10月号

〔定価〕1部 450円  
年間 4,800円(前金)

昭和50年10月20日印刷 昭和50年10月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 最上 武雄

印刷人 大沼正吉

発行所

社団法人 日本建設機械化協会

〒105

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

建設機械化研究所 一〒417 静岡県富士市大淵 3154 (吉原郵便局区内)

北海道支 部一〒060 札幌市中央区北3条西2-6 富山会館内

東北支 部一〒980 仙台市国分町 3-10-21 徳和ビル内

北陸支 部一〒951 新潟市東区通六番町 1061 中央ビル内

中部支 部一〒460 名古屋市中区栄 4-3-26 昭和ビル内

関西支 部一〒540 大阪市東区谷町 1-50 大手前建設会館内

中国支 部一〒730 広島市八丁堀 12-22 築地ビル内

四国支 部一〒760 高松市福岡町 4-28-30 小竹ビル内

九州支 部一〒810 福岡市中央区舞鶴 1-1-5 舞鶴ビル内

取引銀行三豊銀行銀座支店

振替口座東京 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

どこへでも持って行ける…

# 丸友の 移動式生コンプラント

MCP-500-D(0.5m<sup>3</sup>) MCP-750-D(0.75m<sup>3</sup>)

(実用新案申請中)



## 丸友機械株式会社

本社	名古屋市東区高岳町1丁目6番地
〒461	電話<052>(951)5381(代)
東京営業所	東京都千代田区神田和泉町1の5
〒101	ミツバビル 電話<03>(861)9461(代)
大阪営業所	大阪市浪速区芦原2丁目3の8
〒556	山下ビル 電話<06>(562)2961(代)
春日井工場	愛知県春日井市宮町73番地
〒486	電話<0568>(31)3873(代)

## 国外及び新幹線工事で大活躍 サガのスチールフォーム



### 【営業品目】

スチールフォーム・スライディングセントルフォームセントル・鋼製支保工・パネル・各種コンベヤー・護岸用及びダム用フォーム・プレートファイダー・ずりびん・クレーン・シールド工用機器・各種プラント・橋梁・鋼製ブル・その他鉄骨製缶工事設計製作

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



## 佐賀工業株式会社

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

東京事務所・工場	埼玉県鴻巣市箕田字二本木3838
	TEL(0485)96-3366~8
大阪事務所・工場	大阪市北区源蔵町10
	TEL(06)362-8495~6
仙台事務所・工場	宮城県岩沼市桑原町4-9-12
	TEL(0223)2-4316
	4317・2301
沼田事務所・工場	群馬県沼田市薄根町3475
	TEL(0278)3-3471
青森事務所・工場	青森県青森市大字原別字上海原98-1
	TEL(0177)36-6161

# 溶接自動化の決定版

STOODY MODEL

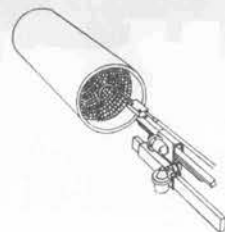


AUTOMATIC REBUILDING SYSTEM

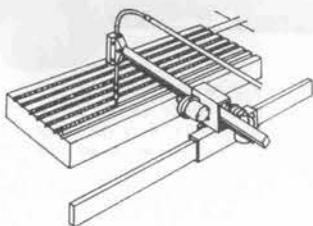
溶接自動化で従来ネックとなっていた問題点をすべて解決した全方向、全自動の画期的な溶接装置です。

〔必要電源〕

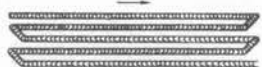
- 溶接用DC600A又は500A-40V 80%定電流垂下特性



## MODEL GP GENERAL PURPOSE 自動溶接パターン



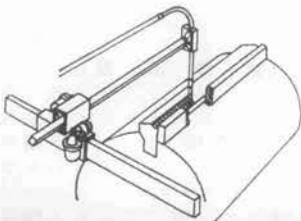
1. 両端ななめ連続溶接



2. 直角直線ななめ組合せ連続溶接



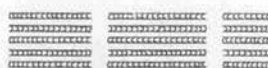
3. 直角直線組合せ連続溶接(間隔選択自由)



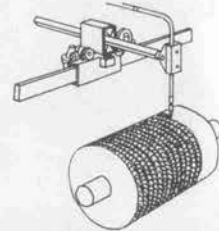
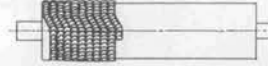
4. 平行連続溶接



5. 平行断続溶接(ピッチ間隔自由)



6. 自動ステップオーバー(横送り)機構による円筒物溶接



詳細については下記にお問合せ下さい

STOODY社日本代理店



# マルマ 重車輜株式会社

本社工場  
名古屋工場  
相模原工場  
神戸出張所

東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号  
愛知県小牧市小針中市場25番地  
神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号  
兵庫県神戸市垂水区高丸7丁目7番17号

☎(03)429局2131(大代表)  
☎(0568)77局3311(代)3番  
☎(0427)52局9211番  
☎(078)706局5322番

テレックス番号242-2367番 千156  
テレックス番号4485-988番 千485  
テレックス番号287-2356番 千229  
千655

各種米国製機械器具・薬材・及整備用機械工具

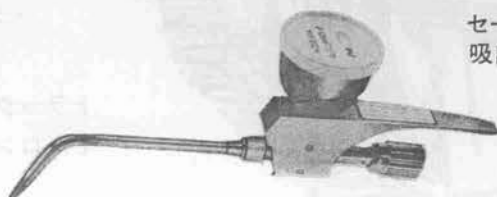
## (1) "Snap-on Tools"



世界最高の  
品質を誇り  
永久保証の……  
手工具と整備用  
診断機器

## (2) "Powder Torch"

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



セーフティホッパー  
吸出し装置つき

### ●合金粉末スプレーーチによる応用例(射出チップ各種あり)

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

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

## GB Series (3) "Flex-Hone"



### ●特長 "ホーニング" の新製品

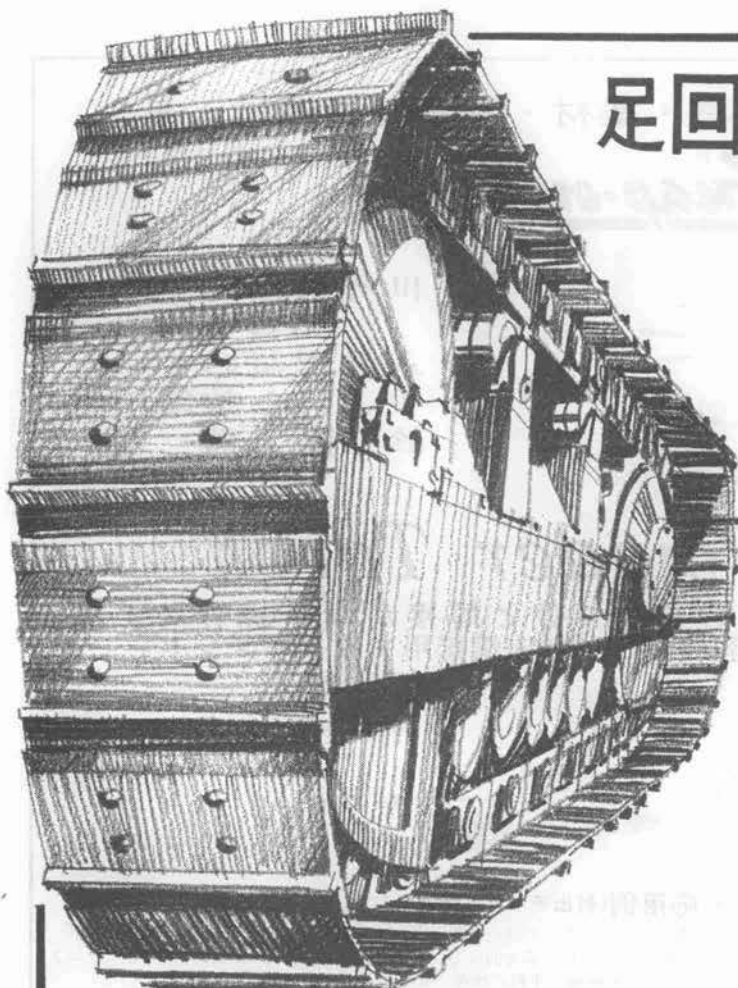
- ★弾力性があり、決して破損せず、砥石のムダがありません。
- ★内燃機関シリンダーを此のフレックス ホーンで仕上げた時のリングとシリンダーの当り面(RING SEATING)は非常に精度が高く、全くシリンダーに新しい生命を与えます。

スナップオン工具 米国L&B自動熔接機 ロジャース油圧機器 日本総代理店



# 内外機器株式会社

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



# 足回りの専門家!

クローラー足廻り関係の  
設計製作について  
ご相談下さい……………

アフターサービスも

万全です……

## 〈営業品目〉

- ・小松・キャタピラー三菱
- ・日特・日立
- ・リング・ピン・ブッシュ・シュー
- ・ラグ その他足廻り部品

トラック・リンクは  
トキロンへ……………



### 東日興産株式会社

札幌市豊平区平丘 8 (881)3050(代)

### 中外機工株式会社

仙台市本材木町 4 6 (57) 7541 (代)

### 東日興産株式会社

東京都世田谷区野沢 3-2-18 (424) 1021 (代)

### 川原産業株式会社

愛知県西春日井郡師勝町大字熊之庄 4709-7 (2)3141

### 川原産業株式会社

北九州市小倉区大門町 2-3-3 (58) 3691(代)

### 中吉自動車株式会社

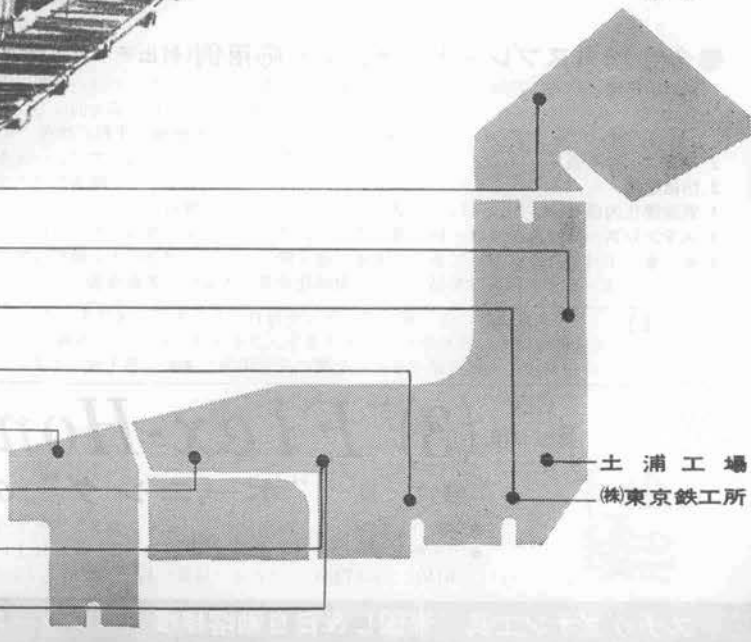
広島市西観音町 9-5 (32) 3325 (代)

### 辰己屋興業株式会社

大阪市福島区葛州上 1 の 92 (458) 5212 (代)

### 川原産業株式会社

大阪市浪速区幸町 4-1 (561) 0555(代)



土浦工場  
(株)東京鉄工所

TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

# TOKIRON

株式会社 東京鉄工所

東京都大田区仲池上 1-22-9  
(752)3211(大代) テレックス 246-6098  
土浦工場・茨城県土浦市北神立町1番10号

動く仮設道路

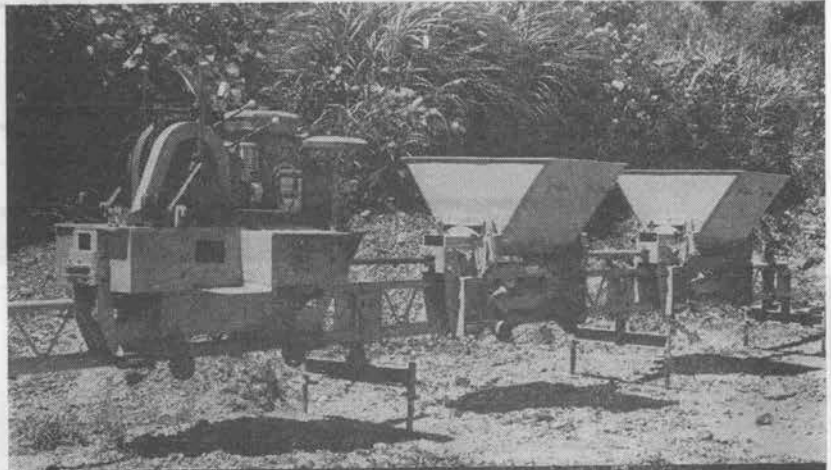
土木  
トンネル } 工  
                  } 事  
                  } 用

# モノレール

現場での能率向上は先ず運搬作業の合理化と省力化から

### 用途

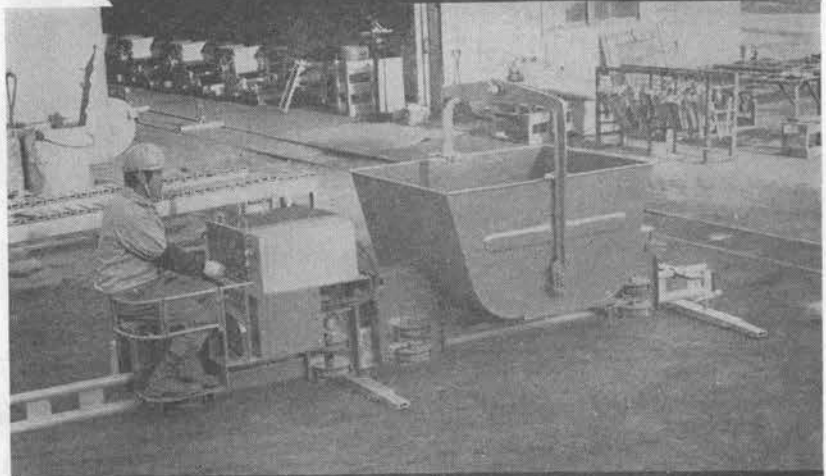
- 砂防堰堤、山地高所の資材運搬
- 干拓地など軟弱地盤での資材運搬
- 圃場内の送電線建設用資材運搬



## ●土木工専用モノレール

### 用途

- シールド工事のズリ搬出資材運搬
- 下水道用管工事のズリ搬出
- 直径0.7m～2.8mの上記工事に適応出来ます。



## ●トンネル工専用モノレール



発売元

日鉄鉱業株式会社

本社 東京都港区三田1丁目4番28号(三田国際ビル) ☎(03)454-5011(大代表)  
 北海道支店 ☎(011)561-5371 名古屋営業所 ☎(052)962-7701  
 大阪支店 ☎(06)251-2385 仙台営業所 ☎(0222)22-5857  
 九州支店 ☎(093)761-1631 広島営業所 ☎(0822)43-1924



製造元

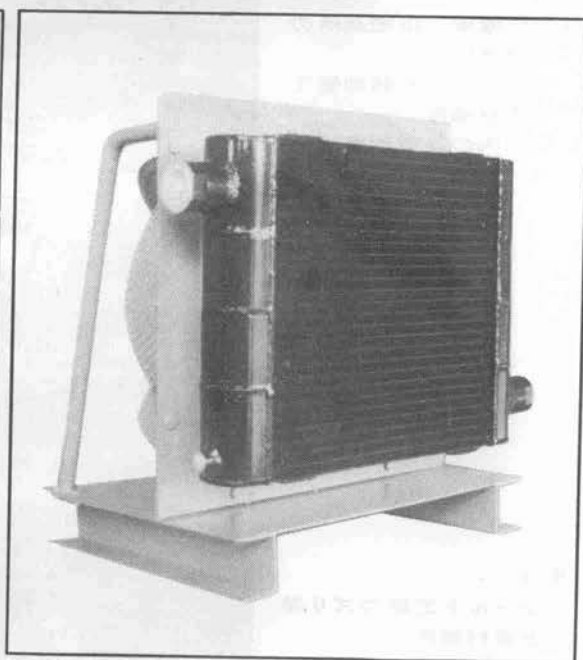
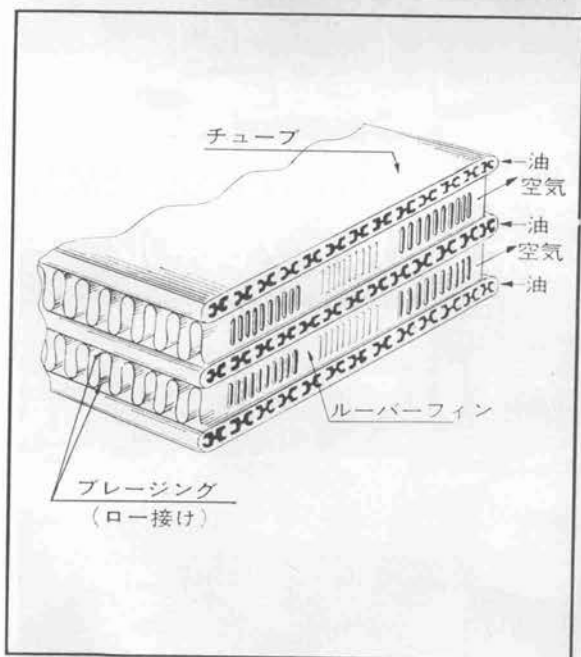
株式会社 嘉穂製作所

本社工場 福岡県嘉穂郡筑穂町大字大分567 ☎(09487)-2-0390

# 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<sup>□</sup>～900<sup>□</sup>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、高压、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3546-295



# ボルボはボルボ。

北欧最大のエンジニアリンググループ スウェーデン・ボルボ社が'75建設機械展示会(会場No.26)に初出品!



VOLVO BM モデル860  
ダンプトラック

どんな苛酷な現場でも考えてみて下さい。ボルボ・モデル860ダンプトラックは必ず貴社の運搬コストを減少させます。道路を作る必要はありません。砂地、泥地、雪の中でも難なく20トンを積んで運行します。—その秘密は4輪駆動、フローティング式タンデム・アクスル、アーチキュレーション・ステアリング機構がエンジン出力を最大限に生かし、強力な索引力を発揮させます。又深く配慮された居住性と安全性は運転者に安心感、信頼感を与え、作業能力を増大します。運転コスト?ボルボ・トラックの経済性は有名です。低い燃料消費量。ボルボ製エンジンの耐久性と信頼性は世界に広く知られています。ボルボ・ダンプトラックが貴社の利益をどれだけ増加させるか貴社自身でお試し下さい。詳細仕様は下記に御請求下さい。

ボルボBM極東事務所 VOLVO AREA FAR EAST AIA Bldg.,  
1 Stubbs Rd. Hong Kong ☎5-745211, Telex HX74607  
国内連絡先:ボルボ社 日本総代理店 帝人ボルボ株式会社  
東京都港区六本木6-11-9 ☎403-5171

## VOLVO BM

VOLVO BM AB ESKILSTUNA SWEDEN

ボルボBM社は北欧最大の企業ボルボ社の1部門です。ボルボ社は輸送用機器の分野でおよそ100種類の製品を製造しており、乗用車、トラック、バス、船用エンジン、産業用エンジン、建設機械、農業機械、林業機械、航空機エンジン等が主なものです。

★安全性、居住性、経済性、耐久性はすべてのボルボ製品につらぬかれた基本思想です★

**燃料報国**

一滴の燃料を生かす確かな技術



掘る  
埋める

ヤンマーディガー  
●YB600C

ヤンマーキャリアー

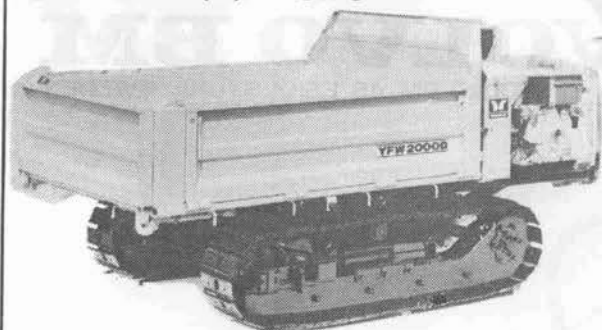
- YFW500(D) 500kg積
- YFW1000(D) 1000kg積
- YFW2000(D) 2000kg積

運ぶ



積む

ヤンマーショベル  
●Y16



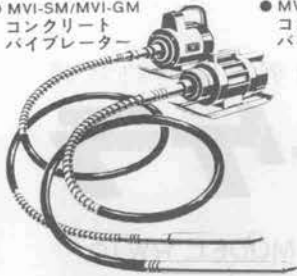
ヤンマー建設機械は、ツルハシ・シャベル・ネコ車などの人力にたよっていた、大形機械の入れない現場で、「掘る・運ぶ・積む・ならす・埋める・かためる」といった作業を人力の何10倍ものスピードでこなします。

**YI ヤンマー建設機械**

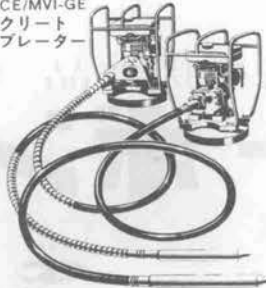
**YANMAR ヤンマーディーゼル株式会社**

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

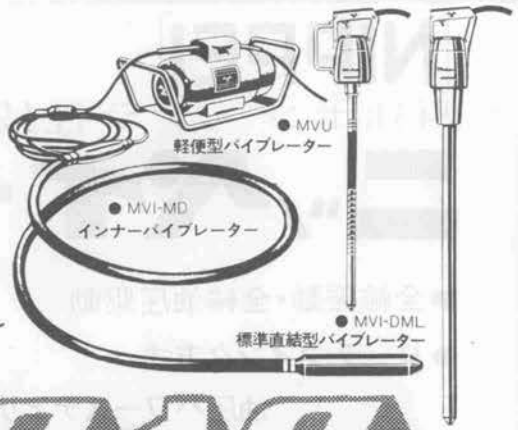
● MVI-SM/MVI-GM  
コンクリート  
バイブレーター



● MVI-CE/MVI-GE  
コンクリート  
バイブレーター



● MVU  
軽便型バイブレーター



● MVI-MD  
インナーバイブレーター



● MVI-DML  
標準直結型バイブレーター



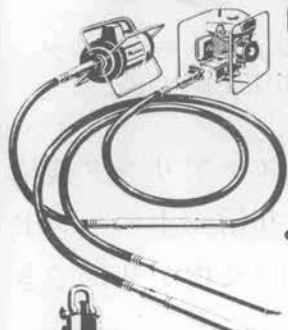
# Mikasa

## CONSTRUCTION EQUIPMENTS

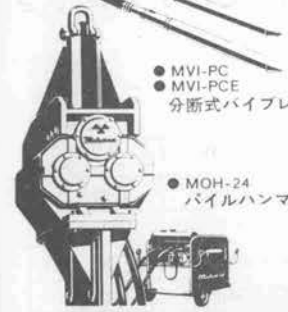
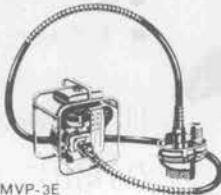
特殊建設機械メーカー

## 三笠産業

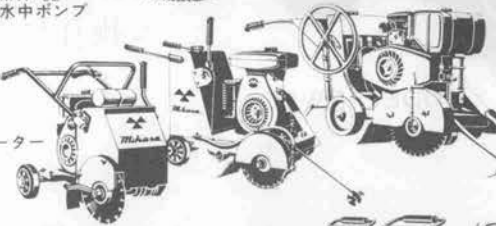
本社 東京都千代田区錦糸町1-4-3  
電話 (03) 292-1431 大代表  
札幌出張所 札幌市中央区大通西8-2 正田ビル  
電話 (011) 251-2890-0913  
仙台出張所 仙台市本町1-10-12 Sビル  
電話 (022) 61-6361-2  
工場 宮城県仙台市青葉区



● MVP-3E  
水中ポンプ



● MVI-PC  
● MVI-PCE  
分断式バイブレーター



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



● MHC-8A  
ハンドコンクリートカッター

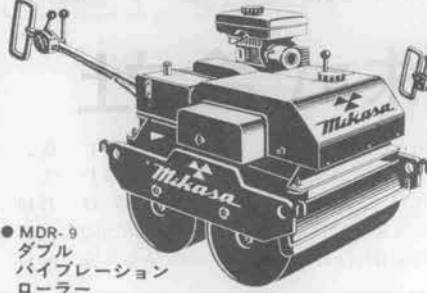
● MCD-1/MCD-2B/MCD-3  
コンクリートカッター



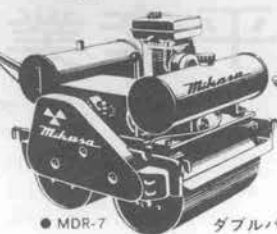
● MDR-S50  
スロープタンパー



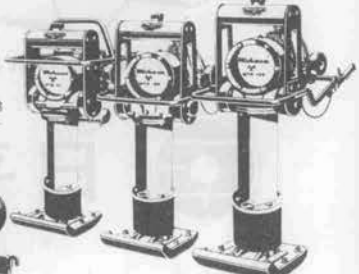
● MDR-T38  
トレンチローラー



● MDR-9  
ダブル  
バイブレーション  
ローラー



● MDR-7  
ダブルバイブレーションローラー



● MTR-55/MTR-80/MTR-120  
タンピングランマー

# NIPPEI

西独ボン・ケラ社技術提携品 世界各国特許登録

## ニッペイ・ボン・ケラ

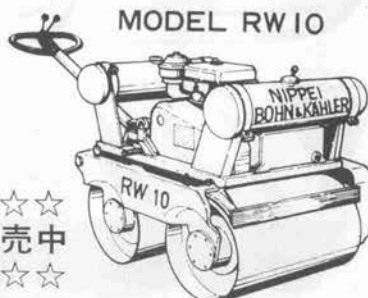
●全輪振動・全輪油圧駆動

●ローラ・スイング方式

油圧パワーステアリング



MODEL RW20

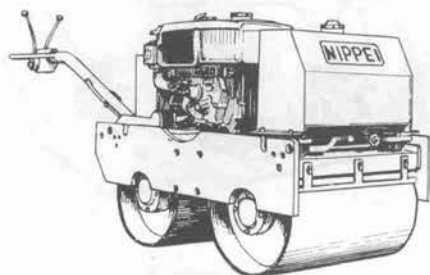


MODEL RW10

☆☆☆☆☆  
好評発売中  
☆☆☆☆☆

- ユニークな油圧ステアリング
- すぐれた油圧駆動方式

世界最新のステアリング機構の採用により指一本のハンドル操作で方向変換が楽にできます。



MODEL RW8

### ●仕様

形 式	RW8 (ハンドガイド式)	RW10 (油圧ステアリング式)	RW20 (油圧ステアリング駆動式)
重 量 kg	860	1,450	2,200
起 振 力 t	2.6	3.6	12,000
エンジン出力 Ps	6.5	11	20
ローラ巾 mm	650	840	1,100
ローラ直径 mm	458	508	650
走行速度 km/h	0~4.0	0~1.8 (作業時) 0~3.0 (移動時)	0~3.0
登坂能力 (度)	27	25	25
振 動 数 C-P/m	3,300	3,300	3,000
全 巾 mm	792	1,120	1,300
全 長 mm	2,640	2,540	2,600



## 日平産業株式会社

本 社 / 東京都港区浜松町 2-4-1 (☎105) 電話 (03) 435-4711 (直)

横浜工場 / 横浜市金沢区堀口 120 (☎236) 電話 (045) 781-2111 (代)

営業所 / 札幌 (011) 281-5025 ・ 青森 (0177) 22-7912 ・ 仙台 (0222) 66-2716 ・ 小山 (0285) 22-3742

新潟 (0252) 45-4411 ・ 富山 (0764) 32-7137 ・ 名古屋 (052) 581-9321 ・ 大阪 (06) 252-8481

広島 (0822) 25-2575 ・ 高松 (0878) 34-5335 ・ 福岡 (092) 451-4380 ・ 鹿児島 (0992) 26-0034

# 衝撃につよいタフなヤツ

レスプライベルトの創始者

バンドーが生みだす

頼れるベルト



## バンドー 1本シンの通ったコンベヤベルト モノプレイベルト

レスプライベルトはバンドーのオリジナル。

いま中距離コンベヤベルトは従来の多層式ベルトの欠点を見事に解消したレスプライベルトがその主役になろうとしています。バンドーはレスプライベルトの骨幹をなす特殊織心体を開発して20余年、その構造が生みだすすぐれた耐衝撃性、カミ込み強さにより驚くほどベルトの寿命は伸び、タフなヤツノと使用者にゾッコンほれ込まれています。また専門メーカーならではのサービス網で即納体制、エンドレス加工など十分ご満足いただける様整備しております。



調和と誠実を心に歩む

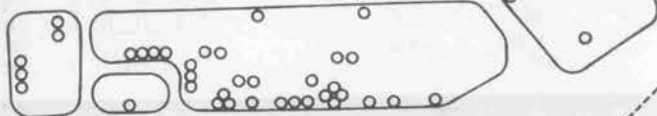
### BANDO

**バンドー化学株式会社**  
本社・神戸市兵庫区明和通2丁目1番地  
☎652-91(私書箱) ☎(078)671-5031大代表  
ベルトの総合コンサルタント

完備されたサービス網

左記住所までご一報ください。

詳しい資料をお送りします。



資料請求券  
課50・10

# 明和

“新製品” ユニークなアイディアより

## 小型 タイヤローラ

本機は、小型ながら、すばらしい機動性と軽快な性能を発揮します。

### 特長

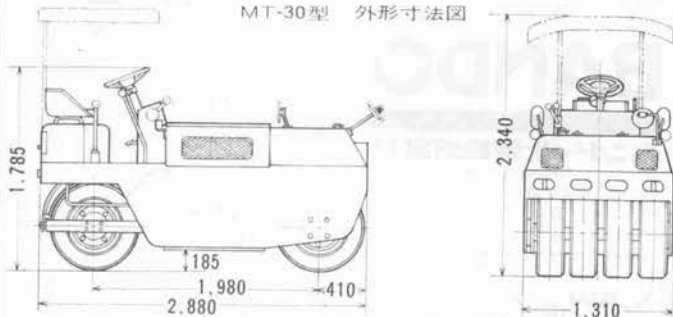
- (1) 車体の重心が低く、エンジン音は非常に低音です。
- (2) 各タイヤへの散水は、ポンプにより強制噴霧を行います。
- (3) 特殊小型に付き、車検は不用です。

MT-30型 明和タイヤローラ (仕様概略)

重量	タイヤ		寸法 本体	性能			機 関
	前輪	後輪		走行速度	回転半径	登坂	
総重量 3,280kg	4本	3本	全長 2,880mm	1速 2.9km/h	4,200mm	12度	クボタ水冷式 ディーゼルエンジン D-1100 3気筒 2,200rpm 16 ps (低音型)
自重 2,970kg	巾×内径(吋) 7.50×6		全巾 1,310mm	2速 5.6km/h			
		全高 1,785mm	3速 14.7km/h				



MT-30型 外形寸法図



(カタログ進呈)

株式会社

## 明和製作所

川口市青木1丁目18-2 〒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) 41-0878-4991  
 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)56 4232・57 1446  
 札幌営業所 Tel. (011)822-0064

# 健康第一主義

## 最適な乗り心地をあなたに!



●ポストロムシート T-BAR



### 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、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の振動の激しい車輛

## BOSTROM

### ポストロムシート T-BAR

すぐれた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

## 日揮エーバル株式会社

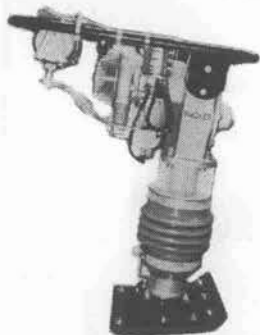
東京都千代田区丸の内1-1-3 A10ビル15F  
お問い合わせは 電話03-212-7371(大代)

# WACKER®

コンクリート / 振 動  
土 壤 / 壊 壊  
破 砕 / さ く 岩

100ヶ国以上で品質本位の製品として立証されている。

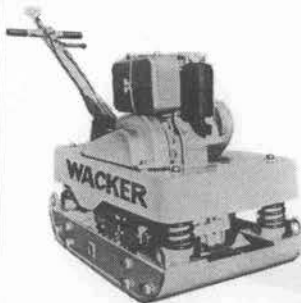
## バイブレーション・ランマー



- 9機種
- 12kg～228kgまで
- 電気・ガソリン・ディーゼル駆動

BS-60Y型, 52kg オイルバス潤滑, 最高の填圧力

## バイブレーション・プレート



- 15機種
- 55kg～560kgまで
- プレート巾  
30～100cm
- 電気・ガソリン・ディーゼル駆動

## 破碎・さく岩・タイタンピンク



- 9機種
- 7kg～31kgまで
- 電気・ガソリン駆動

BHF-25型

## 高振動内部バイブレーター

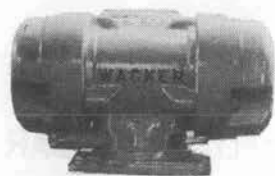


- 35機種
- モーター内蔵（バイブレーターヘッド内）型
- フレキシブルシャフト型
- エアー・バイブレーター型
- ヘッド径  
17～110mmφまで
- 電気・ガソリン・ディーゼル駆動

IREK 1.1Y/42

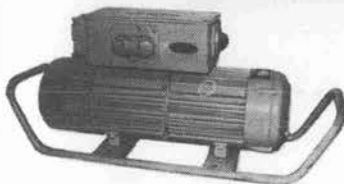
フレキシシャフトなし  
メンテナンス不要

## 外部バイブレーター



- 21機種
- 3000・6000・9000  
12000rpm.
- 遠心力 3570kp  
まで

## 周波数とボルテージ コンバーター及びジェネレーター



- 15機種
- 16amp～312amp  
までの出力

### ワッカー社の 強調点

- ★50年以上の経験と技術的知識
- ★建設業界のために設計された 100機種以上の建設機械
- ★信頼性のある、有能な機械が最も新しい技術水準に基づいて製造されています。

※詳細な説明又は機械を見たいとの要望がありましたら直ちに手配致します。



日本ワッカー株式会社

東京都大田区南蒲田2丁目18番1号  
電話 (732) 9 2 8 1 (代)



# アサヒ静音発電機

無騒音  
発電機

<建設用可搬式>

リース方式も  
御利用下さい



75KVA3,000×1,400×1,100……重量3,400kg  
(特許44659)

## 特長

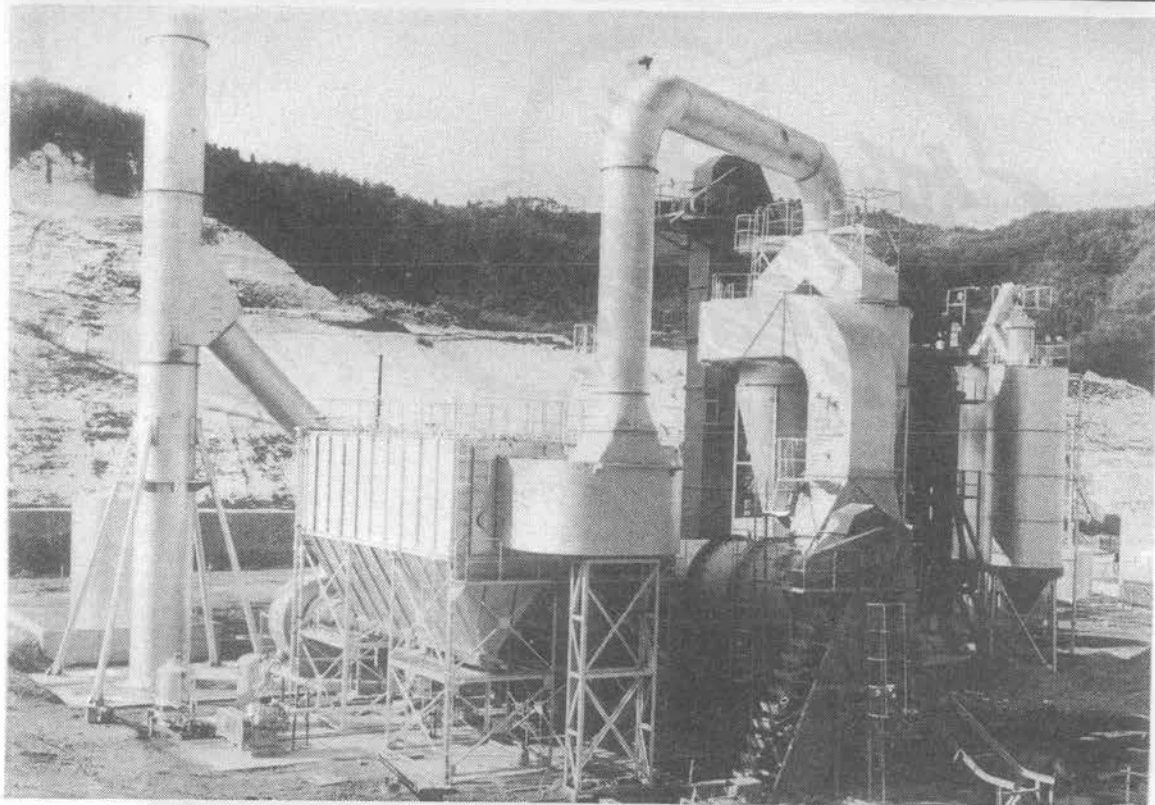
1. リモコン操作燃料節
2. 過熱(ヒート)がない  
(特許44659)
3. ワンタッチでOK自動調整
4. 自動停止の装置
5. 軽量で手軽
6. 点検の不用

## 朝日電機株式会社

〒577 東大阪市渡川町4-4-37  
☎(06)728-6677-9・728-2457・727-6671-2

アスファルトプラント専用

# バグフィルタ



## 1 伊布付きのまま トレーラー輸送OK!

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

## 4 集塵効率が高く 寿命の長い伊布

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

アスファルト専用設計を実証する!

## バグフィルタ6大メリット

## 2 仮設の経費を大巾節減 現場組立はわずか2日!

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

## 5 アスファルトプラントなら どのタイプでもOK!

既設のどんなアスファルトプラントにも、簡単に取り付けられます。

## 3 伊布の点検・取付が簡単 日工独自のオープンスタイル採用!

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

## 6 フル装備の安全装置!

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



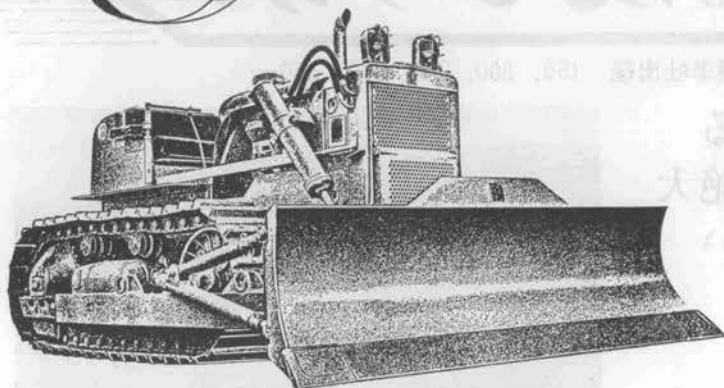
人間優先の国土開発と取組む

# 日工株式会社

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

国産  
外車

# ブルドーザ・サ・ビスパーツ



- リンク・ローラー
- メタリックプレート
- スプロケットリム
- ブロンズブッシュ
- ベローズ・高圧ホース
- カッティングエッチ
- 特殊ボルト
- エンジンパーツ

重機部品  
総合商社



## 東日興産株式会社

本社 東京都世田谷区野沢3-2-18 電話 東京(424)1021(代表)  
 福岡営業所 福岡市博多区板付4丁目12番5号 電話 福岡(591)8432(代表)  
 札幌営業所 札幌市豊平区平岡8 電話 札幌(881)5050(代表)  
 仙台営業所 仙台市宮千代1丁目32番11号 電話 仙台(94)5196(代表)

## 高圧スラリー直接測定

電磁式  
グラウト流量計  
DRシリーズ



DR-120-1形  
DR-60-1形

### ■使用分野

都市グラウト	透水試験
ダムグラウト	先端圧力
ずい道グラウト	岩盤変位
自動グラウト装置	テストグラウト

DR-120-3F



●高圧のダムグラウト/ずい道グラウトに最適です

- 1 ゲージマンは必要ありません。
- 2 どのポンプにも使用できます。
- 3 操作が簡単です。
- 4 小形・軽量・安価です。
- 5 制御動作が早く確実な制御です。
- 6 バルブの保守が簡単です。
- 7 リターン方式なので“ツマリ”ません。
- 8 グラウト流量計への組込は、ワンタッチです。

建設制御の明昭



# 明昭株式会社

〒153 東京都目黒区下目黒3-7-22  
TEL 03(492)8620(代)

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
- 港湾のへドロ除去
- 河川の水底掘削



株式  
会社

## ウオターマン

カタログ説明書贈呈最寄現場ご案内

〒542 大阪市南区鰻谷東之町32 TEL 06-252-0241

# Velvetouch®

クラッチフェーシング  
ブレーキライニング  
には

# トヨカロイ



## 《焼結合金摩擦材》

- 長い寿命
- 円滑、確実な作用
- 安定した特性
- 維持費低廉

当社は、焼結合金摩擦材料のトップメーカーである米国THE S.K. WELLMAN CORP. (商品名Velvetouch)との技術提携により、世界水準を行く製品(トヨカロイ)としてご好評を得ております。

## 東洋カーボン株式会社

本社 東京都中央区日本橋2-10-1 TEL (271)7321(代表)  
大阪営業所 TEL (312)1131 / 名古屋営業所 TEL (211)5401  
福岡営業所 TEL (281)7187 / 工場・茅ヶ崎・山梨・滋賀

実績と技術を誇る特殊電機……！

# タンパー Y-80型

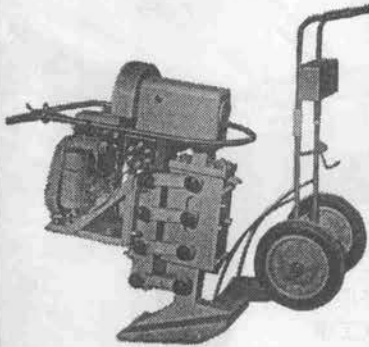
本邦唯一、  
ゴム共振採用

特殊衝撃方式の為故障少  
なく耐久力が大である。

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

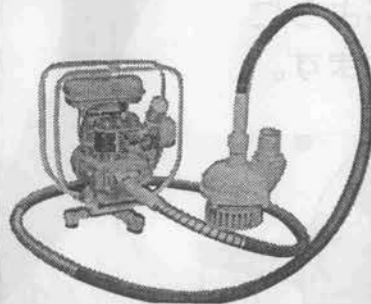
■用途

路床・路盤・アスコン等の輪圧  
埋設工事後の輾圧 法面・法肩  
路肩等法面の輾圧 盛土・栗石  
の突固めその他狭隆場所の輾圧  
締固め

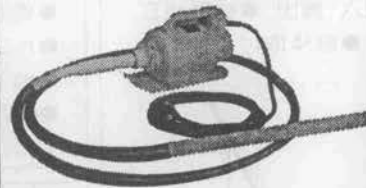


# トクデン ポンプ

軽便高性能



# トクデン パイプブレーダ



原動機はエ  
ンジンでも、  
モーターで  
もO・K

特長

- 原動機はエンジ  
ン、モーターい  
ずれも使用出来  
る。
- 小型軽便で特  
運びは一人で出  
来る
- 取扱操作は極  
めて容易。
- 呼び水等は切  
不要。
- 故障少なく耐  
久度大。
- 土砂混入のよ  
ごれ水でも容易  
に大量揚水出来  
る。
- 原動機は一切  
の部品、工具を  
使わないでパイ  
プブレーターに  
完全兼用出来  
る。

吐出口径 2吋 3吋  
揚程 (最大)

22m 14m

揚水量 (最大)

480<sup>ℓ</sup>/min

1100<sup>ℓ</sup>/min

営業品目

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

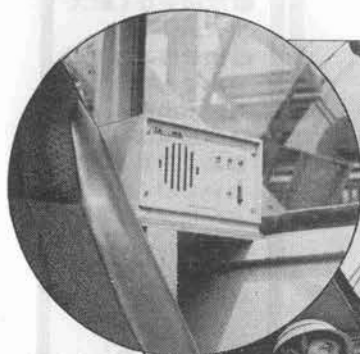


## 特殊電機工業株式会社

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

# 免許のいらない無線連絡装置 タムラのフリーアクト

両手を使って作業をしながら簡単な操作で  
一般電話と同じように  
同時通話ができます。



固定局  
(携帯形)

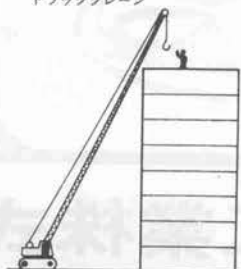
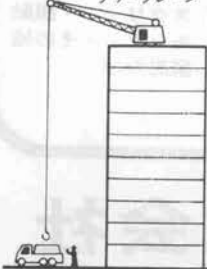


移動局

- ビル工事 ●資材搬入・搬出 ●鉄骨組立
- 外装ブロック組立 ●窓枠取付

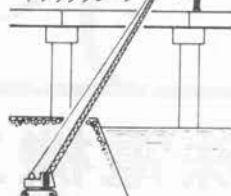
タワークレーン

トラッククレーン



- 橋梁工事
- トンネル工事
- 地下鉄工事
- ダム工事

トラッククレーン



\*この写真は  
大成建設の協力により撮影したものです

本機についてのお問合せは下記にお願いいたします  
トランスのトップメーカー



株式会社 **タムラ製作所**  
本社 ●東京都練馬区東大泉町433 〒177  
TEL (03) 925-1111

営業開発本部 ●本社内  
東京営業所 ●東京都新宿区新宿1-10-3 〒160 TEL (03) 356-7211  
大阪営業所 ●大阪府南区谷町6-38 〒542 TEL (06) 762-9851  
名古屋営業所 ●名古屋市東区布池町32 〒461 TEL (052) 935-3431

# Yutani-Poclairn

油圧式  
掘削機

# ユタニ・ポクレン

真心こめ 作ります

一品一品

責任と誇りをもって

シヨベルの専業メーカー

油谷は

黙々と働きます

ユタニ・ポクレンは

吊り

打ち

掘み

掘り

掘り

アタッチメントで

多様な

百種を超える

クローラ式

物ともしない

荒場や湿地を

疾走するタイヤ式

現場から現場へ

造った数シリーズ

大は二九・五シまで

小は四・四シから

長い経験と

研究をふまえ

現場から現場へ



## 主要要目

▲中型機の決定版 Y S 450

	YS1000	GC140	LC80S	LY80	TC600	YS450	TCS	TY45	FCS	10A	
標準バケット容量	m <sup>3</sup>	1.0	0.8	0.6	0.6	0.6	0.45	0.4	0.3	0.35	0.15
走行速度	km/h	2.7	3.2, 0.93	2.5	27.0	2.5	2.2	2.0	16.5	2.0	27.3
最大登坂能力	%	58	50	50	55	50	60	50	30	45	36
総重量	kg	29,500	23,500	15,100	14,800	15,000	12,000	12,830	10,220	9,572	4,400
ポンプ油圧力	kg/cm <sup>2</sup>	210	300	300	300	最高300	250	300	270	330	150
エンジン出力	PS/rp	140/2000	140/2000	88/2000	88/2000	83/2000	83/2000	75/2000	47.5/2000	48.5/2300	32/2500
最大掘削深さ	mm	7,100	6,250	5,100	4,800	4,500	4,250	4,000	3,640	3,740	2,200

**YUTANI**

油谷重工株式会社

総代理店

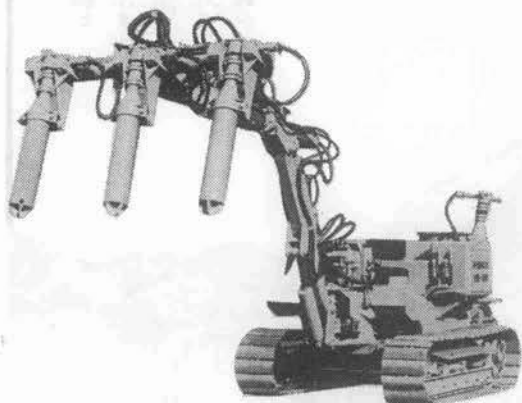
 丸紅株式会社

本社 東京都港区新橋2-1-3 〒105 TEL 03-502-2351(代)  
 広島製作所 広島市祇園町南下安500 〒73-01 TEL 08287-4-1111(代)

# Hayashi VIBRATORS

長い伝統

最新の技術

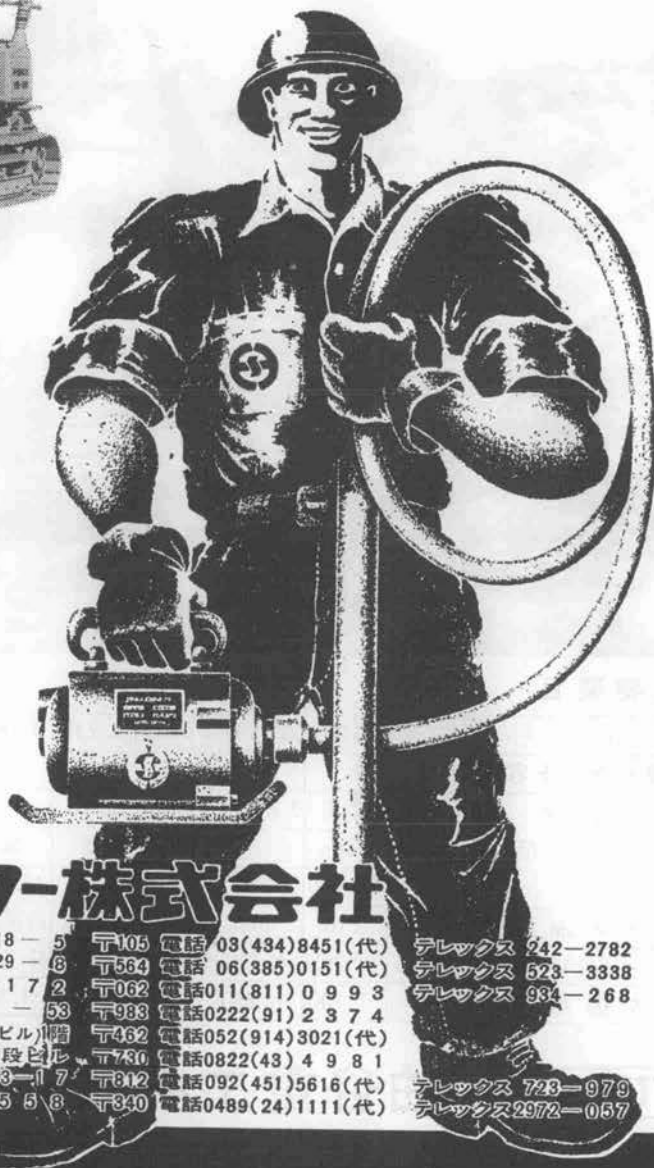


ダム用省カバイブレーター

VB-3M型



凡ゆるコンクリート  
施工に即応する  
電気式・空気式・エンジン式  
各種バイブレーター



## 林バイブレーター株式会社

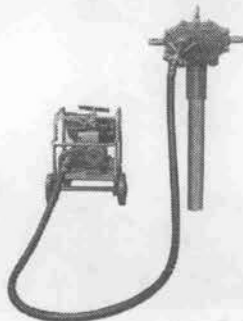
本社及東京支店	東京都港区浜松町1-18-5	〒105	電話 03(434)8451(代)	テレックス 242-2782
大阪支店	大阪府吹田市江の木町29-8	〒564	電話 06(385)0151(代)	テレックス 523-3338
札幌出張所	札幌市豊平区平岸2条5-17-2	〒062	電話 011(811)0993	テレックス 984-268
仙台出張所	仙台市原町1-3-53	〒983	電話 0222(91)2374	
名古屋出張所	名古屋市北区深田町3-60 白電ビル	〒462	電話 052(914)3021(代)	
広島出張所	広島市南千田東町1-8 大段ビル	〒730	電話 0822(43)4981	
九州出張所	福岡市博多区美野島3-1 3-17	〒812	電話 092(451)5616(代)	テレックス 723-978
工場	埼玉県草加市稻荷町1 558	〒840	電話 0489(24)1111(代)	テレックス 2972-057



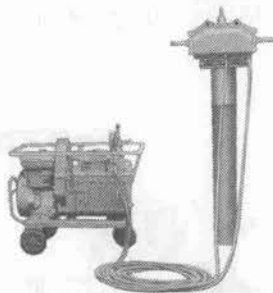
# 山田の振動杭打機シリーズ



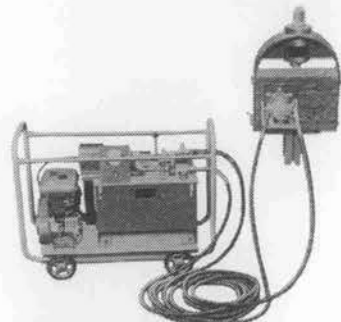
**V-3** フレキシ式



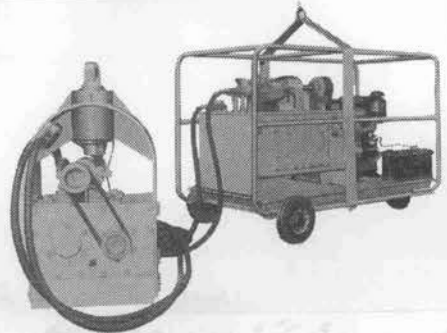
**V-6** フレキシ式



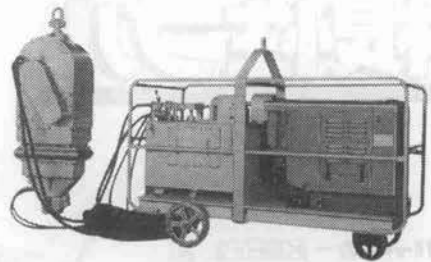
**V-6U** 油圧式



**V-8** 油圧式




**V-15** 油圧式



**V-25S** 油圧式

杭打・杭抜工事に活躍する山田の振動杭打機シリーズ。いろんな用途に応じて使いわけて頂きたいのです。例えば打込物が小物ならV-3タイプ。特に小型で軽量のため、足場の悪い工事現場に最適。大型工事にはV-25Sタイプ。性能はもちろん油圧式チャック採用のため、振動公害・騒音の心配も有りません。又、どのタイプも治具の交換により多種多様の杭打・杭抜が可能です。

総発売元  **山田通商株式会社**

製造元  **山田機械工業株式会社**

本社 東京都北区赤羽南1丁目7番2号  
電話 東京03(902)4111番(代表)  
戸田工場 埼玉県戸田市新曾南1丁目11番5号  
電話 (0484) 42-5059・5060番

詳しくは本社営業部迄お問合せ下さい。  
カタログ及資料を準備致しております。

営業品目 / 振動杭打機・バイブレーター・コンクリート製品連続製造設備・その他

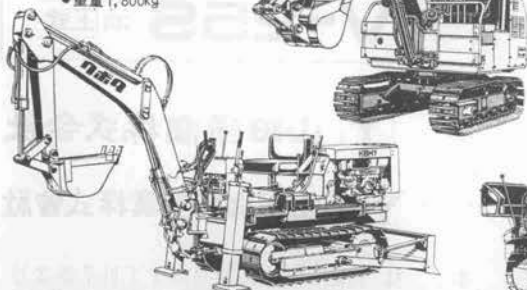


# いずれ劣らぬ……働き盛りの 根性ブル

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

## バックホー KBH-1

- (掘る+押す)の1台2役
- 標準バケット容量0.06m<sup>3</sup>
- 最大掘削深さ2.23m
- 重量1,800kg



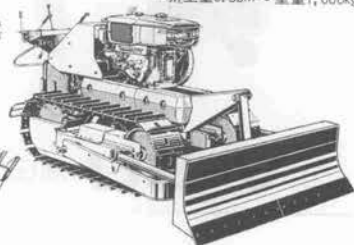
## バックホー KH-1

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



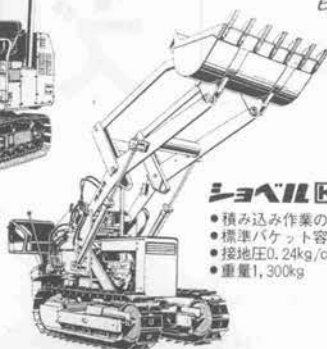
## ドーザ KD-1

- 排土・削土にすばらしい働き
- 排土量0.35m<sup>3</sup> ● 重量1,000kg



## ショベル KD-S1

- 積み込み作業の省力化に
- 標準バケット容量0.13m<sup>3</sup>
- 接地圧0.24kg/cm<sup>2</sup>
- 重量1,300kg



ゆたかな人間環境つくじ

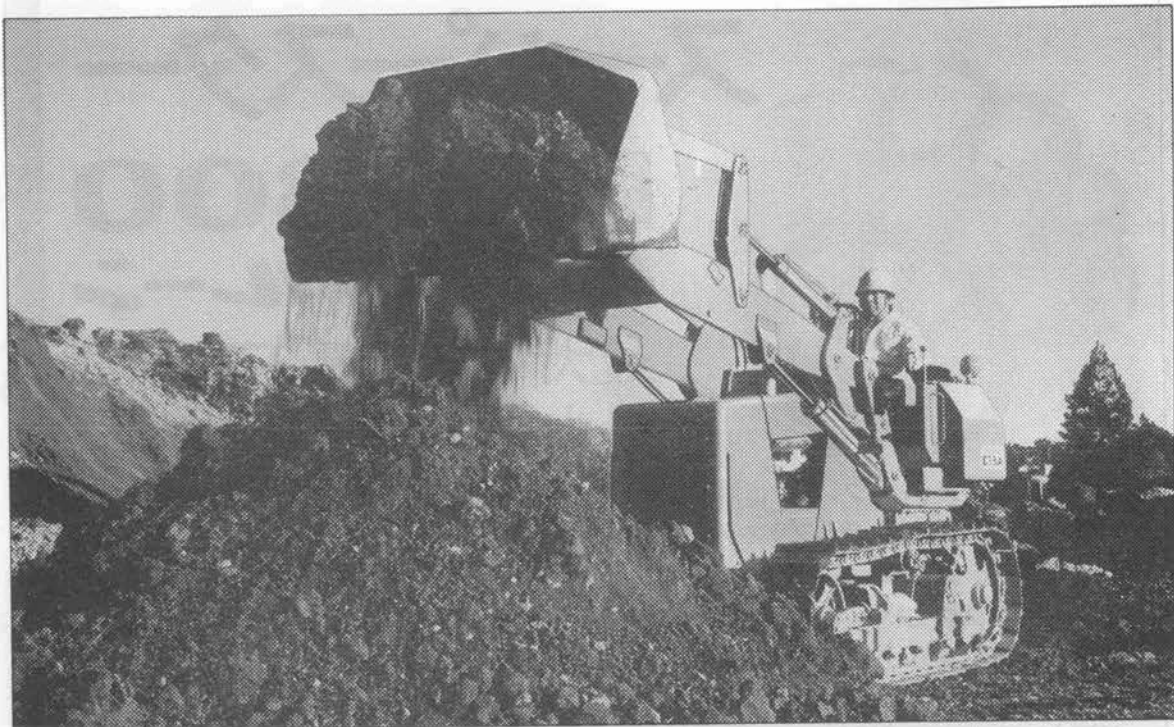
建設機械



# クボタブルベッド



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



# 性能抜群。

## ★余裕あるパワー………!!

古河のCT5Aショベルバックホウは、業界でも独自の地位を築いている弊社が、豊富な経験と永年の研究をもとに完成した最も使い易い小形掘削、積込みの新鋭機です。建設機械専用に新たに開発した、ねばりの大きい強力エンジンを搭載。作業には馬力にゆとりがあり、ねばり強さを発揮、苛酷な作業もラクラクこなします。しかもACゼネレータ、24V電装の採用により寒冷時での始動が容易。簡単に着脱できる豊富なアタッチメントと万全のアフターサービスでフル稼働。まさに男が惚れる新鋭機です。

### 〈CT5A———その他の特長〉

- 運転席は大きなスペースでデラックス。オペレータの身体に合わせた機能設計です。
- 人間工学が生んだ5段階スライド式のシートを採用していますから運転操作も容易です。
- ボンネットが低いため視野が広く、快適な作業ができ、オペレータの疲労を軽減します。

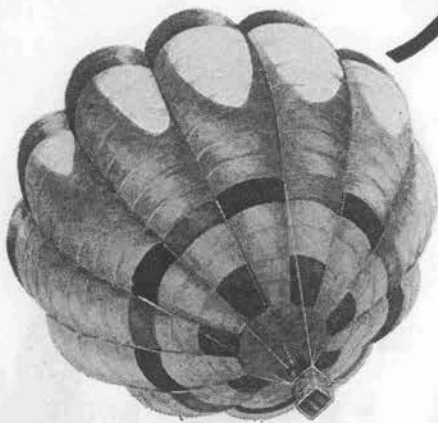


**古河鋳業**  
FURUKAWA CO.,LTD.

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  
 広島 (0822)21-8921 名古屋 (052)561-4586 札幌 (011)261-5686  
 高松 (0878)51-3264 全沢 (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

# 古河のCT5A ショベルバックホウ





# スーパースター

## P&H 5300 クローラークレーン

最大つり上荷重 272t  
最大ブーム長さ 122m

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

最大つり上荷重	272.0ton
最大ブーム長さ	122m
作業時重量	約227ton
接 地 圧	1.22m標準シュー付 1.01 kg/cm <sup>2</sup>
	1.54mシュー付 0.83 kg/cm <sup>2</sup>
エンジン定格出力	420/2, 300ps/rpm



### 神戸製鋼

建設機械本部

東 京 東京都千代田区丸の内1-8-2 ☎100 ☎03 (218) 7704  
大 阪 大阪市東区北浜3丁目5 ☎541 ☎06 (203) 2221  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡



### 神鋼商事

建設機械本部

東 京 東京都中央区八重洲4丁目3 ☎104 ☎03 (272) 6451  
大 阪 大阪市東区北浜3丁目5 ☎541 ☎06 (202) 2231  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・静岡・広島・福岡

\*カタログの用意がございます。ご請求ください。





**M2A**  
**油圧モータ**  
 エッチ・ピー・アイ・社製  
 U.S.A.

# HYDRAULIC hpi<sup>®</sup> MOTORS

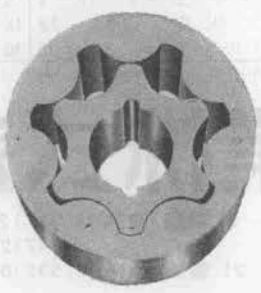
**ワイドレンジな性能で  
 無限に広がる、広範囲な用途！  
 苛酷な条件で絶大なる耐久力！**

- 高速 7500rpm 以上！
  - 低速 20rpm でもスムーズ！
  - 高温 83°C まで！
  - 低温 -40°C ！
  - 高圧 210kg/cm<sup>2</sup> 使用可能！
- 圧力 連続定格 2,000psi (140kg/cm<sup>2</sup>)  
 ピーク 3,000psi (210kg/cm<sup>2</sup>)

◎米国 "HYDRAULIC PRODUCTS INCORPORATED" 製油圧モータは、油圧業界では考えられなかった苛酷な条件の下で安定した性能と、絶大なる耐久力を保証致します。M2A・シリーズ油圧モータは、既に米国に於ては、数多くの実績をもつユニークな存在の優秀製品であります。

今回、日本に於ては、NOPグループが製造提携を前提とした販売を担当致す事になりました。よろしく御愛用の程お願い申し上げます。尚、"GEROTOR" で有名なアメリカマサチューセッツ州ウォルサムにある "W.H.NICHOLS CO." とこの "HYDRAULIC PRODUCTS INCORPORATED" は、姉妹会社である事をつけ加えさせて頂きます。

製品コード	70kg/cm <sup>2</sup> 理論トルク値 kg-m	理論吐出量 cm <sup>3</sup> /rev	ローター巾 (mm)	ポート NPTF	速度
042	0.776	6.882	6.35	1"	75~7500 RPM
085	1.552	13.955	12.70	1"	50~5000 RPM
127	2.328	20.811	19.05	1"	40~4000 RPM
169	3.992	27.694	25.4	1"	36~3600 RPM
254	4.647	41.622	38.1	1½"	30~3000 RPM
339	6.198	55.551	50.8	1½"	20~2000 RPM



**NEW OUTSTANDING PRODUCTS.**

製造元 日本オイルポンプ製造株式会社  
 日本ジェローター株式会社  
 販売元 オイルポンプ販売株式会社



東京都品川区上大崎2-15-18 TEL 442-7231



時代の要請にこたえて  
一段と静かになりました!

# ロビン エンジン

あらゆる産業機械の動力源に… 1馬力から20馬力まで各種

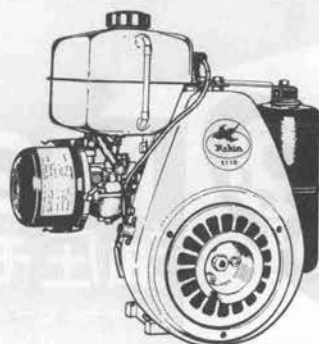
★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

**無鉛ガソリンOK**

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★



◀EY18形



▲EC10形

## EY18-3形

- ★タフネス
- ★始動容易
- ★軽量・小形
- ★最新の技術

### ロビンエンジン部品特約店一覽

地区	県名	店名	〒	所在地	電話
北海道	北海道	北富士産業機械(株)	060	札幌市南区南三十条西8丁目366-28	札幌011(582)1191
東北	宮城	興立産業(株)	980	仙台市中央4-7-13	仙台0222(66)2641
甲信越	新潟	(株)カマヤ	955	新潟市女池和合町1231	新潟0252(44)4191
関東	東京	国光工業(株)	104	東京都中央区八丁堀2-1-5	東京03(552)0925
中部	愛知	豊和機械工業(株)	460	名古屋市中区大須3-14-43	名古屋052(251)7581
北陸	富山	丸三開発工機(株)	930	富山市上飯野27	富山0764(41)3511
近畿	大阪	フジ産業機械(株)	556	大阪市浪速区堀草町1130	大阪06(562)3236
"	"	川口機械産業(株)	537	大阪市東成区大今里西1-19-1	大阪06(972)3361
中国	広島	梅原内燃機商会	730	広島市大州5-10-28	広島0822(82)6968
九州	福岡	愛知ポンプ工業(株)	810	福岡市中央区長浜2-28	福岡092(781)4928

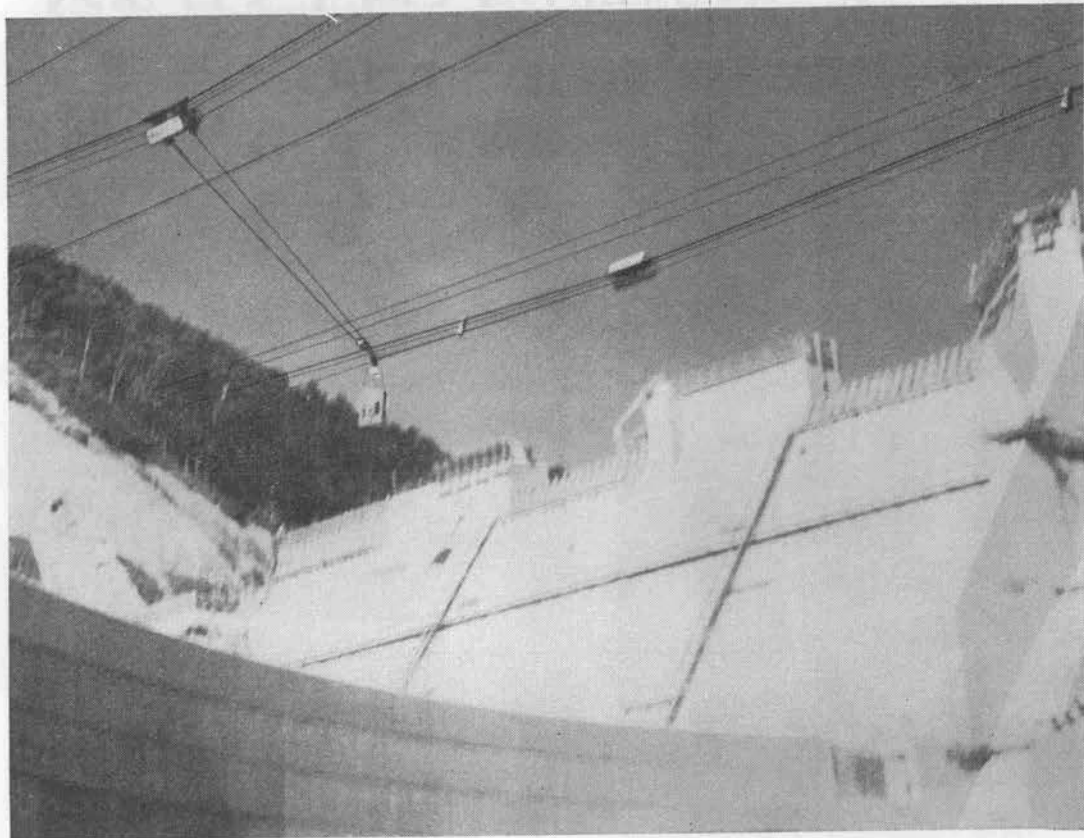
※部品及アフターサービスは全国に部品特約店、部品販売店及指定整備工場があります。ご利用下さい。

## 富士重工業株式会社

本社・産機部 〒160 東京都新宿区西新宿1-7-2 電話 東京03(347)2406~2409.2418  
(347)2411~2412.2419  
大阪連絡所 〒550 大阪市西区新町通り3-21 電話 大阪06(532)0613

# 南星の複線式ケーブルクレーン

特許出願中



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



株式会社 南星

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

公害を除いて綺麗な河川や海に！

最も経済的で簡単な自吸式

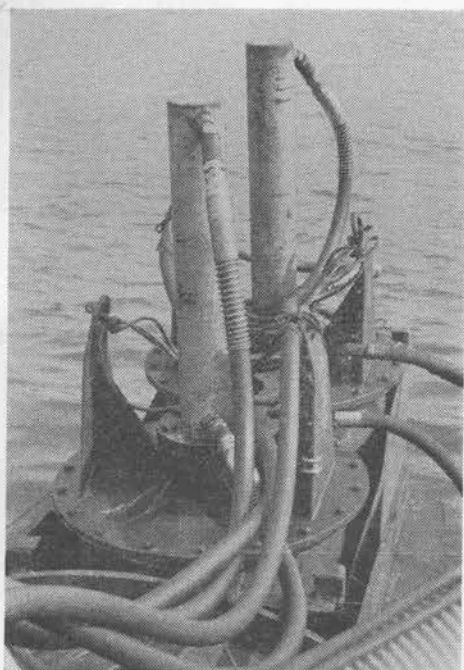
ヘドロ浚渫機

# マドラ

特長：

- 1) 高濃度、高粘性のヘドロ浚渫が出来る。
- 2) 効率が高い。(含泥率95%)
- 3) 周囲の汚染がない。
- 4) 長距離輸送が可能。

機種：45、80、150、300、500m<sup>3</sup>/h.

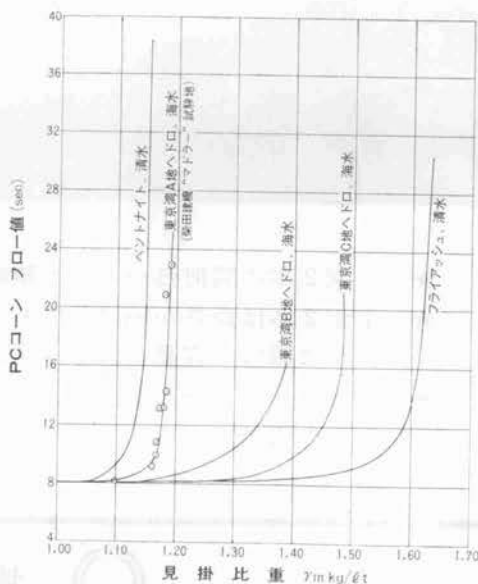


マドラ本体



揚泥(含泥率93.5%)状況

海底状態のフロー値



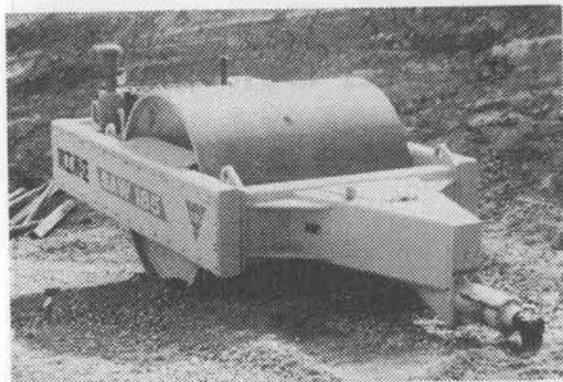
株式  
会社

## 柴田建機研究所

埼玉県川口市飯塚 4-3-32 電話 川口(0482) 51-7270(代)



# 西独 ABG 社の振動ローラー



## ■ ロックフィルダムの転圧に!

被牽引式SAW 185型ローラー

自重 13.5トン

振動数 1400サイクル/毎分



## ■ あらゆる種類の転圧に! (アスファルト、ソイル、砕石等)

自走式PUMA WZ 176, 177, 178型

自重 11トン, 11.5トン, 12トン

振動数 2000, 2500, 3000サイクル/毎分



## ■ アスファルト舗装転圧に! (ベースからトップ迄)

自走式 ALEXANDER 128型

自重 11トン

振動数 2000又は3000サイクル/毎分



輸入販売総代理店

**極東貿易株式会社**

建設機械第一部第二課

本店：〒100-91 東京都千代田区大手町2-2-1  
(新大手町ビル7階) ☎03(244)3810

支店：札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡

国土建設に

三井グループの建設機械・荷役運搬機械

生活環境整備に

公害防止機械設備・環境改善機械設備

## 日本ウェイン ストリートスイーパー-NW945

作業速度：2.5～24km/h

最高速度：88km/h



6トントラックシャーシに架装した画期的な四輪ブラシ式道路スイーパーで、高速性と強力ガッターブラシによってどんな悪条件の清掃も難くこなします。



### 三井物産機械販売サービス株式会社

本 社 東京都港区西新橋2丁目2番1号 第3東洋海事ビル TEL (436)2851(大代表)

札幌営業所 011-271-3651  
仙台営業所 0222-86-0432  
新潟営業所 0252-47-8381  
東京第一営業所 03-436-2851  
東京第二営業所 03-436-2851

設備機械営業所 03-436-2851  
湘南営業所 045-681-6521  
名古屋営業所 052-623-5311  
大阪産業  
機械営業所 06-203-7371

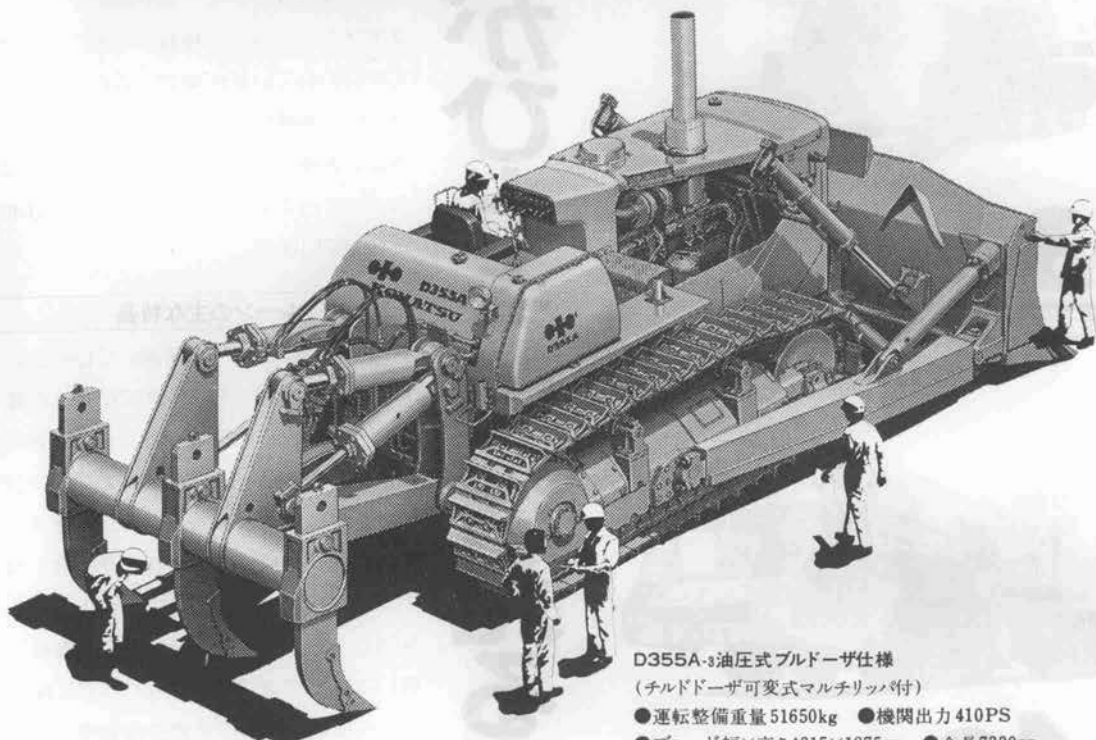
大阪営業所 0726-43-6631  
高松営業所 0878-51-3737  
広島営業所 0822-83-3311  
福岡営業所 092-431-6761  
那覇出張所 0988-68-3131

世界初の水陸両用ブルドーザD155Wを  
海洋博エキスポポートに出展参加。

EXPO'75  
5D-0025



# たくましく育てました。 強くなって新発売。 D355A-3



## D355A-3油圧式ブルドーザ仕様

(チルドドーザ可変式マルチリッパ付)

- 運転整備重量 51650kg
- 機関出力 410PS
- ブレード幅×高さ 4315×1875mm
- 全長 7330mm
- 全幅 4315mm
- 登坂能力 30°

現在、世界各地でたいへん好評を得ている  
コマツの大型ブルドーザ。この大型ブルドーザ  
の品質をさらにアップさせるためにコマツは  
文字通り総力をあげてとりくみました。ボルト  
1本に至るまで改良に改良を加え、考えられる  
最高のブルを追求したのです。その結果が「たく  
ましく育った」D355A-3ブルドーザの誕生で  
す。足まわりをはじめとする各部分の信頼性  
と耐久性の向上をはかりました。

いま問題となっている騒音についても、こまか  
な配慮をほどこしました。日常管理をやさしく  
するために、整備性も向上させました。オペ  
レータのために運転居住性も十分に改良しま  
した。コマツは、この「たくましく育った」  
D355A-3ブルドーザを自信満々で、新発売し  
ます。また、一クラス下のD155Aブルドーザも  
D355A-3ブルドーザと同様に、品質をアップ  
して、ひろく発売しております。

 **小松製作所**

東京都港区赤坂2-3-6 〒107 ☎03(584)7111(大代表)

北海道支社	☎札幌011(661)8111	中部支社	☎一宮0586(77)1131
東北支社	☎仙台0222(56)7111	大阪支社	☎大阪06(864)2121
北陸支社	☎新潟0252(66)9511	四国支社	☎高松0878(41)1181
関東支社	☎鴻巣0485(91)3111	中国支社	☎五日市0829(22)3111
東京支社	☎東京03(584)7111	九州支社	☎福岡092(641)3111

# 活躍ぶりがひとときわ冴える！

**20t**  
**NK-200A**



**30t**  
**NK-300**



**40t**  
**NK-400**



## クレーン作業もカンから科学へ

現代の建築は、高層化・大型化に向っています。そんな工事現場では、操作性にすぐれ、安全で、しかも機動力のあるクレーンの登場が早くから待たれていました。こうした新しい時代の要求に応えて開発されたのが、カトウのトラック・クレーンです。

従来オペレーターの経験や目測にたよって行なわれていた作業が、ACSコンピュータの装備によって、さらに安全に、さらに正確になりました。カンから科学へ、いま日本のクレーンは大きく生まれ変わっています。

## トラック・クレーンの主な特長

- ACSコンピュータ装備。クレーンの転倒事故や折損事故を未然に防ぎ、荷重も測ることのできる画期的な全自動過負荷防止装置です。限界に達するとランプが点灯、全作業が自動的に停止します。
- ウインチ機構には、変速自在の強力なハイパワーフレオマチック・ウインチを採用し、あわせて自動ブレーキ装置を完備したことで従来とは異なりペダル操作なしで任意の位置に荷物を自動停止することができる……など。

## ★この他に

- (全油圧式)トラッククレーン (4.9、8、11、16、75t)
- トラッククレーン (13、16、20、35t) もあります。

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  
(株140) ☎(471)8111(大代表)  
営業本部 東京都港区芝西久保桜川町2  
(株105) (第17番ビル) ☎(591)5111(大代表)

## 10月号PR目次

— A —	
朝日電機(株).....	後付 15
— B —	
バンドー化学(株).....	後付 11
— F —	
富士重工業(株).....	後付 28
古河鋳業(株).....	" 25
— H —	
林パイブレーター(株).....	後付 22
日立建機(株).....	表紙 4
— K —	
(株)加藤製作所.....	後付 34
極東貿易(株).....	" 31
久保田鉄工(株).....	" 24
(株)神戸製鋼所.....	" 26
(株)小松製作所.....	" 33
— M —	
マルマ重車輛(株).....	後付 2
丸友機械(株).....	" 1
三笠産業(株).....	" 9
三井造船アイムコ(株).....	表紙 3
三井造船(株).....	" 3
三井物産機械販売サービス(株).....	" 32
明昭(株).....	" 17
(株)明和製作所.....	" 12
— N —	
内外機器(株).....	後付 3
(株)南星.....	" 29
日揮ユニバーサル(株).....	" 13
日工(株).....	" 16
日鉄鋳業(株).....	" 5
日本ワッカー(株).....	" 14
日平産業(株).....	" 10
— O —	
オイルポンプ販売(株).....	後付 27
— S —	
佐賀工業(株).....	後付 1
(株)柴田建機研究所.....	" 30
住友重機械建機販売(株).....	表紙 2
— T —	
(株)タムラ製作所.....	後付 20
大生工業(株).....	" 6
帝人ボルボ(株).....	" 7
(株)東京鉄工所.....	" 4
東日興産(株).....	" 18
東洋カーボン(株).....	18
特殊電機工業(株).....	" 19
— W —	
(株)ウオターマン.....	後付 18
— Y —	
ヤンマーディーゼル(株).....	後付 8
山田機械工業(株).....	" 23
油谷重工(株).....	" 21

# 腕自慢、かせぎ自慢の省力機。

強いパワーと、中小工事現場にピッタリの機動性—三井ランドメイト  
 ○小回りがきく車体屈折方式を採用      ○4輪駆動と幅広の低圧タイヤ使用  
 ○本体の後部に装着できるバックホー



## 三井ランドメイトシリーズ

HL 5標準型	HL5バックホー付	HL8標準型	HL8バックホー付
バケット 0.5m <sup>3</sup>	バックホー0.1m <sup>3</sup>	バケット 0.8m <sup>3</sup>	バックホー0.17m <sup>3</sup>
重量 3.1ton	全備重量 4ton	重量 4.7ton	全備重量 6.2ton



人間と技術の調和に挑む

## 三井造船

東京都中央区築地5-6-4 千104  
 建設機械事業部 ☎03(544)3755

●取扱店 三井物産機械販売サービス(株)・中道機械産業(株)・中道機械(株)・中道機械・ツバコー重機総業(株)5社の本社・営業所・出張所

# “せん孔から積込みまで、三井アイムコのトンネル用機械

作業環境を改善するトラック工法に……

## EIMCO 900 LHDシリーズ



SECOMA 全油圧式切羽用さく岩機  
 RPH35搭載 PECジャンボ



- 無排気、騒音の低下
- 維持費の低減
- 省エネルギー  
 (大形コンプレッサー不要)



## 三井造船アイムコ株式会社

東京都中央区築地5-4-14 TEL 03(544)3338



技術の日立

# 軽快！クラムシェル作業に活躍。 小形高性能クレーン《KH70》新登場。



## KH70

日立油圧式クローラークレーン

つり上荷重……………22.5t

最長ブーム(ジブ含む)…37m



日立建機株式会社

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

軽快な操作性、正確な作業性…。  
好評の日立KHシリーズに加わった新顔くKH70。つり上荷重22.5t。クレーンとしては最も扱いやすいクラスです。とくに旋回の応答が速く、巻上にネバリがありますので、クラムシェル作業に最適。その他、アタッチメントを替えるだけでドラグライン、アースドリルなど幅広い作業ぶり。持ち前のコンパクトな体をフルに生かしてテキパキと作業をすすめるKH70は、小形クレーンとして各地の現場で大きな期待をよせられています。



「建設の機械化」

定価 一部 四五〇円

本誌への広告は



■一手取扱いの株式会社共栄通信社

本社 千104 東京都中央区銀座8の2の1 (新田ビル) TEL東京(03)572-3381(代)・3386(代)  
大阪支社 〒530 大阪府北区富田町2-7 世屋ビル3階 TEL大阪(06)362-6515

雑誌 3367-10