昭和26年6月5日第三種郵便物認可　昭和47年12月25日発行（毎月1回25日）第274号

建設の機械化

1972 12

日本建設機械化協会

ユタニハイドロローダ
丸　紅　株式会社
—丸紅建設機械販売株式会社—
油　谷　重　工　株式会社

頼りがいのあるヤツ!

そのズバ抜けた作業能力に定評ある、
〈住友・リンクベルト油圧式ショベル〉。
強力なエンジン、たくましい掘削力、
完全無給油式のワイドな足まわり……
すべてが文字通り〝たよりになるヤツ〟
です。
作業の能率アップに、企業の採算向上
に、ぜひお役だてください。

●LS-2500AJ　重量 9.9tバケット容量0.35m³
●LS-2500ALJ 重量11.6tバケット容量0.35m³
　●湿地用ショベル ●三角シューの取付も可能
●LS-2800J　重量17.0tバケット容量0.6m³
●LS-3000AJ　重量22t　バケット容量0.8m³

住友・LINK-BELT
油圧式
ショベル

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番地（新住友ビル2号館） TEL. 大阪(06)220-9014

日本建設機械化協会
J.C.M.A.

建設の機械化

1972年12月号 No. 274

目　次

□**巻頭言**　建設の機械化を想う……北原正一／1
大都市の私鉄通勤輸送工事……伊能忠敏／3
ザイール共和国の鉄道建設計画……渡辺十三男／6
東京都下水道の建設現況……高橋　久／13
大阪府流域下水道の建設現況……三浦　捷・永井秀雄／19
名古屋市下水道の建設現況……加藤幸男・南谷好雄／27
□**随　想**　青函倭武多……石川正夫／34
本工事に着手した青函トンネルの現況……松尾昭吾／36

グラビヤ――青函トンネル工事の現況

東北新幹線第2有壁トンネルの機械化掘削計画……大浦　勲／41
都営地下鉄6号線三田～巣鴨間の施工実績……北本正司／46
リバースサーキュレーション工法による
　連続地中壁の施工……樋口米治郎／52
R. T. M 掘進計画のための岩石調査法……三沢清扶・桜井　孝・高橋昭教／58
ショットクリート用吹付機とその課題……桜沢　昇／63
坑内用車両などの無線操縦……徳井隆三・本田貫一／69
□**建設機械化講座**　第112回　現場フォアマンのための土木と施工法
　XVII. 建設機械概説
　　4. ダンプトラック……鈴木浩一／73
□**研究所巡り**
　清水建設技術研究所……石沢利雄・小竹秀雄／80
　日立製作所機械研究所……内藤　寛・木下秀一／83
□**建設機械化研究所抄報**　No. 90
　266. キャタピラー815形
　　自走式コンパクタ（ブレード付）性能試験……／86
　267. マーシャル・ボッシングBV-6形
　　被けん引式プレートバイブレータ性能試験……／87
　268. ローザ・トランケル AVW 68 形
　　被けん引式振動ローラ性能試験……／89
　269. 日立 UH 06 全油圧式ショベル性能試験……／90
　270. 川崎重工 KLD 80形車輪式トラクタショベル性能試験……／91
□**文献調査**
　天井走行ホイストと現場打ち橋脚柱による
　　湿地帯での高架橋の建設……広報部会・文献調査委員会／94
　ミラーズ社製路面切削機……広報部会・文献調査委員会／96
ニュース……（編集部）／96
行事一覧……／97
編集後記……（桜沢・高橋）／98
既刊目次一覧

◀**表紙写真説明**▶

"ユタニハイドロローダBY-1, BY-2"

丸紅株式会社
丸紅建設機械販売株式会社
油谷重工株式会社

鉄道，道路，あるいは水路などのトンネル工事の増大は必然的に高能率な工法と機械化を促している。本機はこの機械化の一翼を担うもので，坑道，炭鉱機械の製作に豊富な実績を有する西ドイツ・ウェストファリア社との技術提携によって製作されたユニークな設計のものである。すなわち，既存のローダ機種とはまったく異なったテレスコープサイドダンプ積込方式によるクローラ式ずり積込機である。コンベヤと組合せてアームの強い押出力と長いリーチにより，その都度機体を前進させることなく，その場で能率よく積込みを行なうことができる。なお本積込機にはバケット装備数が1個と2個の2機種があるが，いずれもその駆動方法は電動油圧式であるため騒音，排気ガスの発生がなく，また機体の高さが非常に低いためトンネル内の作業に最適である。

主　要　目

	BY-1	BY-2
総重量	約 16 t	約 34 t
バケット容量	標準 0.7 m^3	標準 0.7 m^3
バケット装備数	1個	2個
電動機出力	45 kW	75 kW
公称積込能力	100 m^3/hr	180 m^3/hr
運転者	1人	2人

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
〃	圷 質	広報部会長
〃	浅井新一郎	建設省道路局 高速国道課
〃	寺島 旭	水資源開発公団 第一工務部
〃	石川 正夫	日本鉄道建設公団 青函建設局
〃	神部 節男	（株）間組常務取締役
〃	伊丹 康夫	日本国土開発（株） 常務取締役
編集委員長	上東 広民	建設省 大臣官房建設機械課
編集委員 幹事	中野 俊次	建設省 大臣官房建設機械課
〃	吉越 治雄	建設省道路局企画課
編集委員	西出 定雄	農林省 農地局建設部設計課
〃	合田 昌満	通商産業省 公益事業局水力課
〃	桜沢 昇	日本鉄道建設公団 海峡線部海峡線第一課
〃	峯本 守	日本国有鉄道 建設局線増課
〃	杉田 美昭	日本道路公団東京支社 建設第二部技術第一課
〃	鈴木貫太郎	首都高速道路公団 第三建設部設計課
〃	内田 秋雄	水資源開発公団 第一工務部機械課
編集委員	新開 節治	本州四国連絡橋公団 調査部
〃	塚原 重美	電源開発（株） 水力建設部
〃	牧 宏	日立建機（株）技術部 トラッククレーン課
〃	布施 行雄	（株）小松製作所 技術本部開発管理部
〃	小竹 秀雄	三菱重工業（株） 建設機械部
〃	島村進之助	キャタピラー三菱（株） 西関東支社東京東支店
〃	両角 常美	（株）神戸製鋼所 建設機械本部販売部
〃	高橋 勝重	（株）間 組 機材部管理課
〃	斎藤 二郎	（株）大林組 技術研究所
	大蝶 堅	東亜港湾工業（株） 船舶機械部
〃	渡辺 正敏	鹿島建設（株） 土木工務部
〃	鈴木 康一	日本鋪道（株） 技術部技術第一課
〃	木下 秀一	大成建設（株） 機械部調達課
〃	水野 一明	（株）熊谷組 技術研究所
〃	高木 三郎	清水建設（株）機械部
〃	三浦 満雄	（株）竹中工務店 技術研究所
〃	川上 久	日本国土開発（株） 研究部

□ 巻頭言

建設の機械化を想う

北 原 正 一

近年，わが国の土建界における建設機械の進歩と発展にはめざましいものがある。特に国産の建設機械が世界一流のものとして通用するようになり，外国への輸出も多くなったほか，海外の建設工事に活躍していることは誠によろこばしく，本協会の果たされてきた役割に深く敬意を表するものである。

私と建設機械との出会いは第2次世界大戦の最中であった。当時，米軍が野戦飛行場を驚異的スピードをもって建設し，緒戦で劣勢にたたされた米軍の反攻に極めて大きな貢献をなしたが，それにひきかえ，日本の飛行場建設は遅々たるもので，建設機械の貧弱さを如実に見せつけられていた。学校を卒業するとすぐ陸軍の飛行場建設部隊に入隊したのであるが，米軍の大型建設機械と鉄をふんだんに使った建設工事の情報を聞きながら，乏しい機械力と資材をやりくりしつつ，航空基地設定作戦に奮闘したことを思い出す。昭和 32 年から国鉄の東京操機工事事務所でもっぱら鉄道の機械化建設工事に従事してきたが，欧米の建設機械と国産の建設機械とでは性能の面，故障や整備の面において格段の差があることを痛感させられ，国産品に対するレベルアップを心から願望したものである。

わが国は昭和 30 年代から公共投資事業が著しく増大しはじめ，それとともに驚異的な経済成長を続け，仕事量と鉄と科学技術力とに恵まれて，建設機械もここ数年の間に質，量ともに大きな進展を遂げてきた。昔を知る者にとっては無量の感がする。

建設機械の魅力の第一は何といっても施工速度の高いことにある。大量の仕事を短期間に処理することによって工費を安くするばかりでなく，工事の完成を早め，でき上がった施設の供用を早める効果が大きい。今後，わが国では土木工事量の大幅な増加が見込まれ，その早期完成が嘱望されており，建設機械にかけられる期待はいよいよ重く，大きくなってくるであろう。

建設機械が能力を十分に発揮するには土質の安定，湧水の処理，そのほか機械を活用するための作業

環境の整備をはかることが必要である。あらゆる地質，気候，環境に適応できる万能の機械はないといってよかろう。地質に対して不適当なため，せっかく高価な建設機械を投入してもそれが使用に耐えなかったり，能率がきわめて悪かったりする例がかなり見受けられる。トンネルボーリングマシンなどでは，地山の状態が不良のとき入替えが簡単にできないためその場合における損害が大きい。そこで湧水処理や土質安定処理が望まれるのであるが，これらの分野においては未解決の問題が多く，今後の重要な研究テーマとして早期解決が要望される。

建設労務者の不足は日本列島改造論をまつまでもなく，将来の増大する土木工事量を考えるならば，ますます深刻な問題となってくると思われ，建設の機械化による省力化と安全性の向上が一層期待される所以である。そして作業環境の改善，整備も肝要であるし，いままで人間でなければできなかった悪条件下の作業を機械に行なわせる努力をしなければならない。エレクトロニクスの発達により，建設機械にもコンピュータなど優れた電子技術を導入した無線操縦あるいは遠隔操作のできる機械の開発が活発化してほしいものである。

1970年代の最大の課題として公害問題が急激にクローズアップされ，環境保全の声が台頭してきたことは，人類が月に到着した時代の反作用としてきわめて意義あることである。環境保全という理念に基づき，テンポのはやい技術の進歩に調和する施工法と建設機械の開発はもっとも重要なことである。

建設機械そのものの効率アップとともに前記のような問題点の解決など研究すべき点は多々あるが，機械や施工法の進歩は無限であり，夢を実現した建設機械が縦横無尽に国土開発に活躍する姿を想像するとまことに愉快になる。建設業界および建設機械メーカの方々が今後ますます努力を重ねられ，優秀な施工法を実施して，わが国土の開発に寄与されることを信じて期待する次第である。

（日本鉄道建設公団理事）

大都市の私鉄通勤輸送工事

伊　能　忠　敏*

1. まえがき

大都市への人口集中，なかんずく，郊外における宅地開発の進展に伴って大都市の通勤輸送における私鉄の役割は年々増加しており，複々線化工事，都心地下鉄への直通乗入れ工事，ニュータウンへの新線建設などが強く要望されている。

しかるに，これまでこれらの私鉄輸送力増強工事に対する国の助成方策としては日本開発銀行による融資以外には見るべきものはなかった。しかし，これらの工事は営業的なメリットの少ないものが多く，したがって，工事の進捗が遅くて輸送力の増強が間に合わなくなっている。最も端的な例として，東京都西部に開発されつつある多摩ニュータウンは現在すでに2万人以上が居住し，さらに次々と団地が建設されつつあるにもかかわらず，いまだに鉄道による通勤の足が確保できないため陸の孤島ではないかという非難を生じてしまった。

そこで昭和 47 年からこれら私鉄の大都市通勤輸送工事に対する助成策として，日本鉄道建設公団が事業主体となって長期低利の資金を調達して工事を行なうという間接助成方式が採り入れられることになった。まだ出発したばかりのことであり，今後制度の変遷は予想されるが，現状において考えられ，進められている事柄の概要をここに紹介したいと思う。

2. 日本鉄道建設公団による間接助成

従来，大都市における私鉄の通勤輸送工事は工事種別によって差異はあるが，所要資金の 35～50% を日本開発銀行から融資を受け，残りは各会社が市中銀行から資金を調達して行なってきた。しかし，この方法では平均金利が年 7～8% になり，鉄道のように当初の設備費が非常に大きく，収入は開業してもすぐには急増しないで徐々に増加して行く性質の事業にとっては毎年の利子が大きな負担となる。

そこでこの利子負担をいかに軽減するかが第一の問題となり，政府の財政資金の投入が望まれるので，日本鉄道建設公団が事業主体になることによって工事所要資金の 40% を年利 6～6.5% の財政投融資資金をあて，残りの 60% は公団の発行する鉄道債券（年利 6.8%）によって資金調達し，債券部分については国および地方公共団体から利子補給を受けて全体としての利率を年 6% 程度とすることになった。また，返還方法についても鉄道事業の犠牲を考え，25 年元利均等償還という方法によることになった。

次に，大都市通勤輸送というものは社会的要請の強いものであるから，完成時点を社会的要請にあわせる必要が生ずる。しかし，私鉄にまかしていたのでは私企業としてはどうしても経済ベースから工事工程を考えることになりがちなので，公的な機関である当公団が事業主体として工事工程の管理を行なうことによって社会の要望に応えることができる。

そこで，大都市およびその周辺の私鉄の輸送力増強工事のうち，現在最も重要で，かつ多くの資金を必要とする複々線化工事，地下鉄直通乗入れ工事，ニュータウンへの新線建設工事を日本鉄道建設公団対象工事として低利子，長期の融資で建設を行なうことになった。

これらの当公団対象工事の業務の進め方は次のとおりである。

① 対象範囲の建設工事の「工事施行認可」を私鉄が運輸大臣から受けると，各私鉄はこれらの工事を日本鉄道建設公団によって行なうよう運輸大臣に対して申し出る。

② 運輸大臣はこれらの工事の「工事実施計画」を定めて日本鉄道建設公団に指示する。この計画には工事区間，工事完成の予定年月日などの事項が記載される。工事の設計については工事施行認可の際に示された図面のとおりとされる。

* 日本鉄道建設公団民鉄線部施設課長

③ 指示された「工事実施計画」に従い，公団は各私鉄と工事の実施方法について協議し，日本鉄道建設公団対象となる工事の範囲を定め，私鉄の算定した工事費を審査した後，運輸省に予算を要求する。

④ 公団は各私鉄と当該工事の施行と竣工した施設の私鉄への有償譲渡について協定を締結する。また，当面は建設工事をすべて各当該私鉄に委託することになるので，この工事施行の方法についての施行委託協定をも締結する。

⑤ 各私鉄が工事を施行しはじめると，公団は工事の進捗度に応じて約2カ月ごとに資金の前渡しを行なう。また，必要に応じて進捗状況のチェックを行ない，予定期日までに完成できるよう私鉄と打合せる。

⑥ 工事が竣工すると，公団は竣工の確認を行なうとともに，工事費の精算を行なって完成した構造物の譲渡価格を定め，私鉄に譲渡する。そして 25 年元利均等償還の方法によって返済させる。

以上が日本鉄道建設公団対象工事の業務の進め方であるが，公団の業務の主体は，予算の要求，工事費の審査，資金の運用・管理，工事工程の管理に集約されると思われる。

3. 対象工事の概要

日本鉄道建設公団工事の対象となる大都市は，現在政令によって東京，大阪，名古屋となっているが，当面は東京付近の建設および改良工事ばかりで，昭和 47 年度に着工されたものは次のとおりである（**図―1** 参照）。

（1） 西武8号線練馬～向原間（2.6 km）建設工事

この工事は西武池袋線練馬駅と営団8号線向原駅を結ぶ鉄道で，昭和 50 年3月が完成予定となっている。これが完成すると，西武池袋線の練馬以西（保谷，所沢方面）からの旅客を営団8号線を通して直接都心へ輸送できることになる。練馬駅は高架とし，そこからだんだんに潜って環状7号線の地下を通り，営団の向原地下駅に接続する予定である。

今年度は練馬および向原付近の用地買収と環状7号線道路下の開削トンネル工事を施行する。

（2） 東急新玉川線渋谷～二子玉川園間（9.4 km）建設工事

この工事は，旧玉川電車が走っていた路面の下に地下鉄を建設し，二子玉川園以西の田園都市線と渋谷から都心へ入る営団 11 号線とを結ぶもので，昭和 50 年9月が完成予定となっている。この線が完成すると，現在バスで非常に混雑している玉川通りの交通緩和が期待できるほか，田園都市線二子玉川園～長津田間の多摩田園都市の通勤客を直接都心まで輸送できる。

工事は渋谷から瀬田までは地下で行くが，二子玉川園の近くで高架になって現在の二子玉川園駅に接続する。今年度は渋谷～駒沢間のシールド工事と瀬田付近のトンネル工事を施行する。

（3） 京成本線青砥～高砂間（0.6 km）複々線化工事

京成電鉄本線は青砥において上野からの複線と押上からの複線とが合流する。そして次の駅の高砂で成田，千葉方面への複線と，金町への複線とが分岐する。したがって青砥～高砂間が輸送力のネックになっているので，この区間の複々線化を行なうのがこの工事である。完成予定は昭和 49 年6月で，今年度は中川橋りょうの下部構造工事を施行する。

（4） 京王帝都京王線新宿～笹塚間（3.9 km）複々線化工事

この工事は甲州街道の新宿から笹塚付近までの地下に複線を建設し，笹塚を高架駅として現在の京王線に接続し，また新宿では都心からの都営 10 号線と直通乗入れするもので，完成予定は昭和 50 年3月となっている。この工事が完成すると，新宿～笹塚間の京王線の混雑解消に役立つほか，調布，八王子方面からの通勤客を直接

図―1 日本鉄道建設公団民鉄線建設線図

都心へ輸送できるようになる。

今年度は幡ケ谷～笹塚間の用地買収と新宿～幡ケ谷間の道路面下の開削トンネル工事を施行する。

(5) 小田急小田原線代々木上原～東北沢間(0.7km)複々線化工事

この工事は現在代々木公園駅で止まっている都心からの営団9号線を代々木上原で小田急線と結びつけ，さらに代々木上原～東北沢間を複々線で高架化しようとするものである。

完成予定は昭和 49 年3月で，この工事の完成によって小田急線の奥からの通勤客を直通で都心へ輸送できるようになる。

(6) 京王帝都相模原線京王よみうりランド～多摩センター間（10.2 km）建設工事

この工事は多摩ニュータウンの住民の足の確保のために行なわれるもので，現在京王線調布から分岐して京王よみうりランドまで開業している相模原線を延長して多摩ニュータウンの中央部まで建設しようとするものである〔図—2 参照〕。完成予定は昭和49年3月となっている。

途中には稲城中央，若葉台，乞田の3駅ができる予定で，若葉台～乞田間には約 400 m の山岳トンネルが2本建設される。工期がつまっているので今年度全工区の土木工事を発注し，施行する。

(7) 小田急多摩線新百合ケ丘～多摩中央間（10.1 km）建設工事

この工事は京王帝都相模原線と同じく，多摩ニュータウンの住民の足の確保のために行なわれるもので，小田急小田原線に新百合ケ丘駅を新設し，そこから分岐して多摩ニュータウンの中央部まで新線を建設しようとするものである（図—2 参照）。完成予定は昭和49年3月となっている。

途中には五力田，栗平，黒川，永山（乞田）の4駅が新設される予定で，永山～黒川間に約 400 m の山岳トンネルが2本，200 m のトンネルが1本建設される。工期がつまっているためこの線も今年度中に全工区の土木工事が施行される。

昭和47年度に着工されるのは以上のとおりであるが，48 年度から新規に着工が計画されている工事として小田急小田原線東北沢～豪徳寺間の複々線化工事，京王帝都京王線笹塚～つゝじが丘間の複々線化工事，および北総開発鉄道による新京成北初富から千葉ニュータウンへ至る新線の建設工事などがある。

さらに，49 年度以降は東京付近のほか大阪，名古屋付近の工事も始められることになろう。予算規模としては 47 年度はニュータウン開発者の負担金を含めて 144 億円となっているが，48 年度以降は数 100 億円の規模となることが予想される。

図—2 多摩ニュータウン線略図

4. ニュータウン開発者の建設費負担

最近，大都市の近郊に人口 30 万～40 万人のニュータウン開発が行なわれているが，これらのニュータウンは以前に農地または山林で，交通不便であった地区を開発することになるので，新たに通勤輸送などのための交通機関を設置せねばならない。都心への大量通勤輸送にはどうしても鉄道が必要となるが，この鉄道は私鉄が独自に建設したのでは採算的にペイしない場合が多い。また，ニュータウンの入居計画に合わせて建設するためには資金的な面からもネックが生ずる恐れがある。

そこで，現在社会的に大きな問題となっている多摩ニュータウンへの鉄道の建設に際してニュータウン開発者に鉄道建設のための用地費および工事費の一部を負担してもらうことになり，このルールが大蔵省，建設省，運輸省間の覚え書として次のように定められた。

① ニュータウン区域内の鉄道用地は開発者がニュータウンの用地を取得したときの平均取得価格に取得時から譲渡時までの間の利息を加えた額（素地価格）で開発者から鉄道事業者に譲渡する。

② ニュータウン区域外の最寄駅までの区間の鉄道用地については，別に定める買収予定価格と前記の素地価格との差額を開発者が負担する。

③ ニュータウン区域内および区域外の最寄駅までの施工基面以下の工事費の2分の1を開発者が負担する。

このルールによって鉄道事業者はかなりの建設費の負担軽減が可能となり，適正な運賃での通勤輸送の確保が可能となるのである。

5. あとがき

以上，日本鉄道建設公団方式による私鉄の大都市通勤輸送工事の概要について述べたが，これはまだ緒についたばかりの工事方式であり，問題点も多々残っていると思われる。今後各方面のご指導によって将来の大都市通勤輸送力の増強のために大きな力となることを希望している次第である。

ザイール共和国の鉄道建設計画

渡 辺 十 三 男*

1. まえがき

ザイール共和国バナナ〜マタディ間輸送力増強第2次調査団一行14名は，昭和46年11月28日羽田空港を出発し，約40日間の現地調査を完了して47年1月6日無事帰国した。

本調査団の目的はザイール共和国のバナナ〜マタディ間鉄道の同国における社会的存在理由とその性格を確定し，併せて建設費と工期を推定することである。なお，現地における調査は次のとおりである。

① バナナ〜マタディ間鉄道予定ルートの踏査

② マタディ下流のザイール河橋りょうの渡河点の調査

③ 大西洋岸に新設予定のバナナ新港の調査

④ 上記の建設に必要な各種資料の収集と市場調査

図—1 中部アフリカ地図

表—1 調査団編成表 (敬称略)

団 長	今岡 鶴吉	元日本国有鉄道関東支社長
副団長	片瀬 貴文	日本国有鉄道建設局
総 務	岩本 克	海外技術協力事業団
経済調査	山田 幸正	運 輸 省
〃	片柳 忠雄	〃
線路選定	村上 温	日本国有鉄道施設局
〃	渡辺十三男	日本鉄道建設公団
〃	渋谷 実	パシフィックコンサルタンツ (株)
橋りょう設計	田島 二郎	本州四国連絡橋公団
鉄道設備	平野 利男	日本国有鉄道運転局
〃	町井 且昌	日本国有鉄道施設局
〃	青山 正樹	日本交通技術 (株)
港湾設計	飯島 昭美	運 輸 省
〃	桜井 正憲	〃

なお，調査団員は **表—1** のとおりである。

2. ザイール共和国の概要

（1） 地誌その他

ザイール共和国といっても聞きなれない向きも多いことと思うが，1971年10月末にコンゴ民主共和国を改名した国である。この国はアフリカ大陸の中央部に位置し，赤道にまたがって約234万km²の国土（この面積は日本の国土の約6.5倍）を有し，アフリカ大陸中ではスーダン，アルジェリアに次いで第3の大国である（**図—1** 参照）。

国の地勢は南部の高原地帯，東部の湖水地帯，西部の海岸丘陵地帯に囲まれて国の中央は一大盆地を形成している。そしてこの盆地の中をザイール河本支流が縦横に流れている。ザイール河（旧名コンゴ河）は全長約 4,700 km，流域面積 400万km²，流量は河口付近で約8万tで，流量，流域面積では南米アマゾン河に匹敵する大河である。

* 日本鉄道建設公団工務第一部第三課補佐

人口は約3,000万人と推定され，種族バンツー族を主体とし，数100の部族から成り立っている。ザイールの原住民は小人族で知られているピグミー族といわれているが，現在かれらは東北部の密林地帯にひっそりと住んでいる。

産業の主なものは農業と鉱業で，農業は独立前には気候と地理的事情の多様性により多種多様の産物を生産して輸出国であったが，独立後の内乱などの混乱により急激に生産は減少した。その後政情の安定とともに着実に回復しているようである。農産物の主要なものはパーム油，コーヒー，ゴム，および木材などで，水稲も最近台湾の指導で生産を進めている。

鉱産品はザイールの輸出品の大宗であり，全輸出額の80％近くを占め，この国の重要な収入源である。鉱産品は銅，コバルト，工業用ダイヤモンドなどで，中でも銅はその70％を占めている。この銅鉱は東南部のカタンガ州に集中し，わが国からも日本鉱業が同地方に進出し，採掘を進めている。このため500人近い日本人が現地で活躍している。

なお，言語は長い間ベルギーの植民地であったため公用語はフランス語を使用し，現在の教育もフランス語で行なわれている。

（2） 交通の現況

ザイール国内の交通は国の大部分を流域に納めるザイール河本支流の 12,700 km の河川航路を中心にし，5,170 km の鉄道と海路 140 km，タンガニイ，キブ湖などの湖水路 1,300 km によっていた。道路は約14万 km であるが，舗装道路は 3,600 km 余で，大部分は渡河するのに橋りょうもない悪路である。

以上のようにザイールの交通は水量が豊富で年間を通して水位の変化が少ないザイール河本支流の河川航路が主体で，鉄道は水流が急で航行不可能な区間を連絡する目的で建設されているものが多い（図—2 参照）。

ザイールの鉄道はベルギーの植民地時代に建設され，現在は次の4会社により運営されている。

ザイール運輸公社（国有 ONATRA）

CFMK	366 km
マユンベ鉄道	136 km

バコンゴ～カタンガ鉄道（民有民営 KDL）

サカニヤ～ポールフランキ間	1,833 km
テンケ～ディロロ間	522 km

上コンゴ・アフリカ大湖鉄道（国有民営 CFL）

キンズ～カミナ間	918 km
カバコ～カレミ間	273 km
キサンガニ～ポンチェビル間	125 km

コンゴ地方鉄道

アケチ～ムングベレ間		683 km
ボンド～アケチ間		151 km
アケチ～ブンバ間	建設中	157 km

図—2 ザイール交通略図

以上の各線は，コンゴ地方鉄道，マユンベ線を除いてゲージは 1,067 mm で，2鉄道は 600 mm である。また電化区間は 850 km で，KDL の線区内で交流電化である。

3. 鉄道建設計画

（1） 輸送力増強計画（国民路線について）

すでに述べたようにザイールの鉄道は河川航路の補助手段として建設されたので国内を一貫した路線がない。またザイールの重要な輸出品である鉱産品（銅，コバルトなど）は国の東南部で産出され，農産物は東北部に多い。これらの地域は首都キンシャサから 1,000 km 以上の遠隔地でアフリカ大陸の中心部にあたる。このためこれらの物資を自国内を通し，ザイール唯一の外貿港であるマタディ港まで運搬するには鉄道から船へ 1,000 km 近い河川航路を経て陸揚し，再び鉄道により港へとの輸送方法が採られている。この輸送方式では2度にわたる積替作業による損失と速度の遅い河川航行のための時間損失が近来ようやく問題になってきた。

一方，自国内の輸送手段によらない場合は大西洋の港へはアンゴラの鉄道，インド洋にはタンザニア，ザンビアなどの鉄道により運ばれている。しかしながら，これら他国内の輸送も必ずしも円滑に行なわれていないのが実情である。ザイール政府は 1960 年独立後輸送力増強計画を進め，中でも東南部のカタンガ州と首都キンシャサを経て大西洋岸の港まで鉄道による一貫した輸送体制の確立に意を注いでいる。これは河川航路の補完手段の鉄道から独立した輸送手段となり，大量，高速輸送を可能とするものである。

この輸送力増強計画は次の二つに分かれている。

① 首都キンシャサと東南部のカタンガ州との連絡

② 海港マタディより大西洋岸の新海港との連絡

以上の鉄道の完成によりザイール国内の主輸送軸が確立される。

①については，この計画は現在の鉄道の欠線部を連結させるもので，二つの大きな役割を持っている。一つはすでに述べたように，銅を主体とするカタンガの鉱産品を海外に搬出するのに国内の一貫した輸送路を形成できることである。もう一つはザイールの二大経済圏であるカタンガ地方とキンシャサ，バザイール地方を結び，人および物資の交流が促進され，経済圏相互の発展が推進される。

この計画の推進にあたり，わが国もザイール政府の要請に応え，1967 年 10 月，立花文勝氏（当時日本国有鉄道監察役）を団長とする調査団を派遣し，カタンガ～キンシャサ間の新線建設調査を行なっている。この調査の結果，この欠線部の連絡には前々より BCK 鉄道において計画していた2案のほかにさらに1ルートを加え，3案を提案している。

なお，3ルートは次のとおりである。

北線：キンシャサ～ポールフランキ　857 km
南線：インキシ～チカパ～ルルアブール　1,360 km
中線：キンシャサ～キクイ～ルルアブール　1,267 km

以上の3案のうち中線が追加調査したルートである。

（a） 北　　線

ルートはカサイ河およびザイール河に沿った比較的開発された地域を通過し，建設延長は最も短い。しかしカタンガと海港マタディのルートとしては最も長くなる。建設費は最低で 1967 年時の概算で約 5,000 万ドルである。

（b） 中　　線

建設延長は3ルート中第2位であるが，内陸部の主要都市ケンゲ，キクイなどのほか数市を経由しているので今後の開発効果が大いに期待される。また，線路規格が向上できるので列車の速度向上が可能となる。建設費は 1967 年時の概算で1億 2,200 万ドルと推定される。

（c） 南　　線

このルートはカタンガとマタディ間を最も短い距離で結ぶ線路であるが，CFMK の中間駅インキシに連絡するので，首都キンシャサとカタンガとの距離は最も長くなる。また，経過地は3ルートのうち最標高地点を通過する。建設費は同じく1億 1,000 万ドルである。

以上の3ルートのうちの中線がザイール国の幹線鉄道として最も適当である旨調査報告書は進言しているが，いずれのルートを採るかはザイール国において検討中である。

（2） バナナ～マタディ間新線建設計画

バナナ～マタディ間鉄道は (1) に述べたキンシャサ～カタンガ間鉄道とともにザイール国が輸送力増強のためその完成を熱望しているもので，これらの各線を含め国民路線と呼び，国の強い施策の一つとなっている。

ザイール国は広大な国土を有しているが，海岸線は大西洋に単調な地形で 38 km しかなく，直接大西洋に面した港はない。貿易港はザイール河を約 140 km 遡行したマタディ港が現在まで唯一の港である。ザイール河はマタディ港より上流はキンシャサまで急流となり，舟航は不可能である。このためマタディ港から内陸にある首都までは鉄道が古くから人と物を運んでいる。ザイールの輸送力増強計画の第1段階はこのマタディ港に奥地からの一貫した鉄道輸送を確立することにあった。

しかしながら，ザイール国の経済の発展とともに物資の交流が盛んになるにつれてマタディ港の存在価値が検討されるに至った。この港はザイール河河口より 148 km 遡った川の左岸に位置し，1886 年に開き，1907 年以降数度の拡張工事を経て近代化した荷役設備を有する唯一の貿易港となって今日に至った。しかしながら，向背地は立い丘が屹立する地形上，今後港の拡張余地がなく，現在の荷役能力では年間取扱量は 240 万 t が上限と見られている。このほか次のような問題がある。

① ザイール河はマタディまでも流れが早く，最急流部では 12～20 km/hr に達している。このため事故防止のため夜間航行は禁止となっている。大西洋の河口からの遡行は約半日であるが，夕方河口に達した船は翌朝まで河口で待たねばならず，マタディ港からの出港も夕方はできない。

② ザイール河は常に堆砂があり，航路維持のため浚渫が必要である。

③ マタディ～ボマ間は河幅が狭く，かつ隣国アンゴラとの国境が河中心となっているので浚渫，航路標識などについて問題が多い。

以上，マタディ港の立地条件と大西洋からマタディ港までのザイール河の問題点などが検討され，マタディに代えて大西洋岸に新港を建設して貿易の向上に対処をはかり，この新港に現在の CFMK を延長して一貫した輸送手段が立案された。この新線は前述の「国民路線」とゆくゆくは結ばれ，ザイール国の輸送動脈となるものである。

今回の調査団はこのバナナ（新港予定地）～マタディ間輸送力増強計画に関するフィージビリティ調査を行なうため派遣されたもので，現地調査は次のものを主体とした。

① バナナ～マタディ間鉄道の概略設計とこれによる工費と工期の推定
② 鉄道のルート上にあるザイール河渡河橋りょうの概略設計と工費，工期の推定
③ 関連港湾の概略設計

以上のほか，新設鉄道の必要性，設備，容量の決定などが調査中および帰国後に検討された。

本稿では鉄道とザイール河渡河橋りょうについての調査報告をすることとする。

4. 現地調査

（1） マタディ〜キンシャサ間鉄道の実体調査

すでに述べたように，バナナ〜マタディ間に新設される鉄道はマタディ〜キンシャサ線（CFMK）の延長となる。このため新線は CFMK と関連するものが多いので，この CFMK の実体を知る必要があった。また，鉄道建設地は赤道直下に近い熱帯地で，かつ日本では経験がない長い雨期の豪雨のある風土であれば，このような風土の中に建設されている CFMK を調査し，新線の計画，設計などを進めるための参考とすることとした。

この CFMK は 1890 年に着工，1898 年に完成したが，開通時は軌間 760 mm，最急こう配 45‰，最小曲線半径 50 m の軽便鉄道であった。その後 1932 年に軌間 1,067 mm，最急こう配 17‰，最小曲線半径 250 m に改めた。そのほか主要目は停車場有効長は 700 m，レールは 40 kg/m，枕木は鉄製が主体である。なお，キンシャサから約 90 km 区間は単線 CTC 化している。マタディ〜キンシャサ間を直通する列車本数は，日によって異なるが，だいたい 10 本（片）程度である。動力はすべてディーゼル機関で無煙化している。ディーゼル機関車には日本製も活躍していた。

現地調査は 366 km（現東海道線で東京〜名古屋間）を軌道モータカーにより 2 日間で行なった。現地を実際に確かめた感じでは日本の山間部のそれと大同小異であったが，土地代が無償であることと，雨期に対する排水設備のため施工基面が広く大陸的であった。構造物の保守は比較的良好で鉄げたのペンキの塗替えは 3 年程度で施工していた。建設当時はコンクリートが高価であったのか，小スパンでも鉄げたが架設されている。のり面は切取りで 1 割，盛土で 1 割 5 分で，のり面防護には土留類はほとんど見られなかった。トンネルは極度に避けた選定がなされており，全区間で 100 m 程度のものが 2 本，うち 1 本は素掘りであった。

写真—1 CFMK の路盤

写真—2 マタディ駅

われわれを案内し，説明の労を取ってくれた運輸公社のベルギー人の技術局長はベルギーの工兵将校で，ザイールにあること 28 年，線路，構造物に対しては生字引で，山間の排水管一つに至るまで知りつくしていた。

鉄製品はすべて輸入されるので中古品の保管には神経が行きとどいていた。

（2） バナナ〜マタディ間現地踏査

（a） 新設鉄道ルート

バナナ〜マタディ間約 150 km のルートのうち，CFMK に連絡する終点のマタディ付近ではザイール河を渡る位置によっては線形が大きく変わるが，この比較については次項にゆずる。

予定ルートは出発前に第 1 次調査団の持ち帰ったザイール地理院が作業した 1/100,000，1/25,000 の各地形図により図上選定を行ない，ほぼ決定した案を得た。もちろんルート選定には比較案も検討し，この比較ルート数案が含まれている。また，図上選定にあたって，約 1/40,000 の航空写真が入手できたことは幸いであった。現地調査はこれらのルートに沿って地形，地質の確認を行なうとともに，建設に必要な各種の調査を行なった。

このルートの終点で，CFMK の始点であるマタディから調査は開始された。マタディは人口約 11 万人と推定され，州の首都で，ザイール唯一の外港でもある。ザイール河の左岸に位置し，市は隣国アンゴラとの国境線を形成している。ザイール河はこの付近で 500〜1,000 m の幅で流れも早い。駅はふ頭に接しており，駅本屋の規模も玄関口らしい体裁を整えている。主要な道路は舗装されているが，ザイール河の渡りは車，人とも 3 隻の渡し舟によっている。この渡し舟は国営で運賃は無料であるが，夜間，荒天時は休止している。

新設される鉄道はこの付近で右岸に渡り，ボマ

に向かう。マタディ～ボマ間約 60 km 間は標高 400 m前後の山塊が連なってザイール河に断崖となって落込み，河沿いの平地は少ない。またこの山塊の間は川となってザイール河に流込んでいる。ルートを選ぶにあたって最も苦労した区間でもあるが，建設工事も困難が予想される区間でもある。複雑地形であるから長大トンネルで通過する方法も考えたが，工事費の増加が多く，実現できなかった。この区間はルート付近に道路もなく，現地への立入りはジープ，徒歩によったが，特にボマから船を出して河沿いの調査を行なった。現地踏査の結果，当初予定よりトンネル延長は増加した。

現地の山は丈の短い草ばかりで，谷間は帯状に樹木が繁茂した地相で，地質はマタディ付近は先カンブリア紀の片岩，ボマ付近は白亜紀の砂岩で，大体硬岩である。

ボマはザイール河右岸に位置し，人口6万人の古い町である。ボマから大西洋岸のバナナまでは草原とサバンナの丘陵地帯で大陸的な地形である。ザイール河およびその支流の低湿地にはパピルスが群生し，一部にはマングローブの密林が広がっている。地質は4紀層の砂と砂岩でボマ以遠とは大分異なって軟かい。バナナ～ボマ間は地形はほぼ平らなので線形をできるだけよいものにして高速運転が可能なものにするのに苦心した。

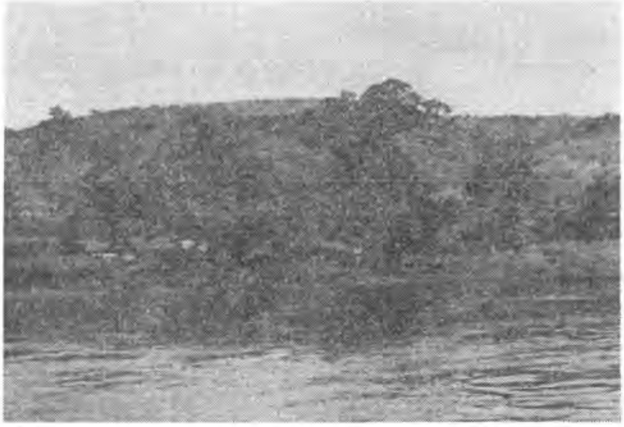
バナナ～マタディ間 150 km を図上選定に基づいて現地を歩いて確定したルートを求めたが，設計協議，用地問題がなく，国をあげて鉄道の建設を待っているので，まったく自由にルートを選べたことは幸いであった。

（b） ザイール河渡河

CFMK の始点で新線と接続するマタディはザイール河左岸にあって隣国アンゴラとの国境に接している。このため新ルートはマタディ付近においてザイール河を渡り右岸に出なければならない。河幅はマタディ港を中心にして上流で約 1,000 m，港口で 500 m，国境付近で 1,000 m と変化している。現在ボマからキンシャサに至る国道は港の上流で渡し舟によっている。なお，ザイール河には橋はない。

この渡河点の位置により鉄道のルートも大きく変わるので図上で可能な渡河点とこれに平行してマタディの交通事情，CFMK との接続方法，道路橋との併用などを検討した。この結果，出発時までに **図—3** のような3案が選定された。現地において地形，地質と交通事情などをさらに検討した結果，マタディ港口で渡る中流案が技術的にも有利で，かつ工費も橋りょう，鉄道と併せても

写真—3 ザイール河に迫る山



写真—4 水辺の部落

写真—5 サバンナ地帯

写真—6 現地人の村落

3案のうち一番安いなどの理由で決定案として採用された。各案の概要は**表—2**に示すとおりである。

計画された橋りょうは中央径間 500 m のつり橋で，側径間は左岸側は 60 m のトラス1連と 20 m のガーダ3連，右岸側は 60 m のトラス2連で全長 790 m，橋の幅員は 16 m の鉄道・道路併用橋とし，鉄道が下，道路が上段の2階形式とした。この道路橋には現在の国道が接続する予定である。なお，マタディ港口に位置するため港に出入する船舶の航行を考慮して，けた下空頭は約 50 m を必要とするので，鉄道はマタディを出てから高さを確保するため左岸でループとなっている。

図—3 ザイール河渡河比較図

5. 建設計画

(1) 建設基準

本鉄道の建設基準は CFMK の基準を基礎とし，将来の輸送増加，高速化に対応できるように決定した。

軌　　　間：1,067 mm
最小曲線半径：400 m
最急こう配：12.5‰（曲線補正は含まず）
駅構内こう配：3‰ 以下

表—2 渡河比較表

	上流案		中流案		下流案	
	延長 (m)	金額 (百万円)	延長 (m)	金額 (百万円)	延長 (m)	金額 (百万円)
鉄道	17,450		18,110		14,080	
ザイール河橋りょう	960	12,405	790	10,899	1,170	21,270
トンネル	10,650	7,322	8,500	6,024	3,950	2,905
一般橋りょう	200	222	410	478	300	330
土工区間	5,700	237	8,460	355	8,660	343
計		20,186		17,756		24,848
取付道路	1,600	312	5,300	1,035	16,000	5,386
合計		20,498		18,791		28,166

本線有効長：700 m
駅　間　距　離：20 km（将来の貨物量の増加に伴い 10 km とできるような配慮をする）
本線レール：50 kg/m（UIC 規格）
枕　　　　木：コンクリート製 1,500 本/km
道　床　厚：200 mm

なお，使用される機関車は 108 t のディーゼル機関車とした。また，トンネルなどの断面は将来の交流電化を考えて決定した。この断面はわが国の国鉄の交流断面のトンネルより大きい。

(2) 工事数量

現地調査終了後最終予定ルートを決定し，そのルートを中心にザイール地理院提供の航空写真により 1/10,000 の地形図を作成し，これにより基礎設計を行なった。この結果得た工事数量は次のとおりである。

全　　　長：146.1 km
切　取　り：200 万 m^3
盛　　　土：280 万 m^3
橋りょう：39 個所（最長 790 m）1,900 m
トンネル：20 個所（最長 3,250 m）16.3 km

図—4 新線略図

カルバート：210 個所
新　設　駅：9 駅
（3） 工 事 計 画

工事計画と工事費算出は極めて密接な関係があるのでここでは両方併せることにする。

本工事の施工計画，工事工程を定めるのに最も苦心したのはザイールと日本との風土，労働気質，経済などに極めて大きな差異があることであった。これらは要約すれば次の諸点となる。

① ザイールの気候は雨期と乾期とに分かれており，雨期には連日相当の降雨がある。したがって，土工作業を雨期に行なうことの是非。

② 重機械等主要な工事機材は輸入となるので，この機械を効率よく転用すること。

③ ザイールではトンネル，橋りょう工事の施工例が少なく，これらの工事に必要な技能者はいないと思われる。したがって，これら技能者の育成が必要である。

これらのことについては，ザイールに入国後特に注意して調査した。幸いにもカタンガにおいて銅の採掘を進めている日本鉱業の工事を担当している鹿島建設の現地の所長をはじめ職員の方々より貴重な経験を聞くことができて大いに参考となった。

土工工事はバナナ～マタディ間に多い。この施工には機械化土工で機械も大形のものが予定される。機械のオペレータはわりあい現地人がいる。工期は乾期のみとし，雨期は休止する。土取り，土捨て場が容易に得られるので土の流用はあまり有利でない。セメントは国内で製造されており，骨材も容易に入手できるが，わりあいコストは高い。

トンネルのうち 1,000 m 以上の延長のものについては全断面工法とした。これは作業個所を集中し，日本人技能者を節約する目的でもある。その他の現場作業についてもできる限り基地方式のギャングシステムが有利と思われる。橋りょうのけた架設，軌道工事などこの方式とした。また現地人労務者の能率は必ずしもよいものとはいえないようなので，この教育は言語，風習などの違いからして日本人程度にすることは不可能に近いと思われる。

工事計画と積算は以上のような点と現地の地形，交通事情を考慮して行なった。工期は5年を要するものと推定され，工費は管理費を含めて約350億円である。

6. あとがき

現地調査を終えて工事計画，積算なども一応完成したが，このバナナ～マタディ間鉄道建設に寄せるザイール国の期待は大統領をはじめとして極めて大きい。マタディでは市民が「橋を架けに来た」と調査団を評価していた。このように，この鉄道の着工を首を長くして待っている。

日本も数多くアフリカに調査団を送っているが，あまり実現したものがない。今回の調査はぜひ調査に終わらせることなく日本の手によってこの鉄道を建設し，さらにはカタンガに結ぶ「国民路線」の建設も日本の鉄道建設技術によることを切に望むものである。

図 書 案 内

道路清掃ハンドブック

A 5 判　約 150 頁　頒価　1200 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

東京都下水道の建設現況

高　橋　　久*

1. まえがき

下水道事業は近年水質汚濁の防止という大きな使命を付与され，世紀的な大事業として全国的な規模で展開されている。従来は生活環境の改善という，比較的に静的な，そして個的な範疇の域を脱していなかった下水道事業が公共用水域の汚濁を防除するチャンピオンとして一躍世論の支持と期待を受け，その建設促進が強く望まれている。

東京都の下水道はその歴史が比較的に古く，明治 16 年に神田の一部において分流式下水道を敷設したことに始まるが，それに引替えて，その普及が著しく遅れており，昭和 47 年3月末での普及状況はその必要面積 53,458 ha に対して普及面積 24,612 ha，普及率 46.0% となっている。

2. 東京都の中期計画

東京都は，シビルミニマムを保障するための施策と自然環境の確保と生活環境の改善の二つを大きな柱とした3カ年の中期計画を策定し，これを毎年その状況に応じてチェックするローリングシステムによって各事業を実施しているが，下水道事業は，汚水およびし尿の衛生的処理，雨水の排除，水質汚濁の防止を，東京都の区部については，昭和 53 年度までに 100% にするための目標を掲げ，その達成に総力を結集している。

3. 本年度の事業概要

この目標を達成するために本年度は次の事項を重点として事業を実施している。

① 幹線管渠の整備を先行実施し，次年度以降の枝線管渠整備の効果的実施に備える。

② 公共用水域の水質汚濁防除のため特にポンプ所，処理場の整備を強力に実施する。

③ 荒川放水路以東の低地盤地域対策として処理場稼働に先行し，幹線管渠，ポンプ所の整備を推進する。

④ 既設区域内の水量増に対応するため管渠，ポンプ所，処理場の整備，拡充を引続き強力に実施する。

以上の4項目を柱としているが，これを処理系統別に概説する。

（1） 芝浦系統

この系統の下水道は都心部を含めた既設地域が主体であるが，その普及はほとんど達成しているが，都市形態の変化による汚水量の増加に対処するための施設の建設拡充を行なう。なお，事業内容は次のとおりである。

管　渠：幹線（渋谷川，早稲田，明石町，銭瓶，高段，溜池，青山，市ケ谷の各幹線管渠の拡充と整備）　延長 4,980 m
　　　　枝線（港区，品川区内の拡充と整備）　延長 5,500 m

ポンプ所：銭瓶ポンプ所の整備
処 理 場：芝浦処理場の拡充と整備
事 業 費：約 55 億円

（2） 三河島系統

この地域も既設区域が中心であり，施設の拡充と整備が主体である。なお，事業内容は次のとおりである。

管　渠：幹線（坂下，雑司ケ谷，藍染川の各幹線管渠の整備）　延長 1,120 m
　　　　枝線（荒川区内の拡充）　延長 300 m

ポンプ所：日本堤，藍染の各ポンプ所の整備
処 理 場：三河島処理場の拡充と整備
事 業 費：約 18 億円

（3） 砂町系統

水洗化区域の拡大と流入水量の増加に合せて処理場の拡張を実施し，同時にポンプ所，管渠の拡張と整備を行なう。なお，事業内容は次のとおりである。

管　渠：幹線（東雲幹線の拡張）　延長 700 m
　　　　枝線（中央，墨田，江東各区の拡張）

* 東京都下水道局建設部工事課長

延長 30,400 m

ポンプ所：吾嬬，東雲，佃島，三之橋の各ポンプ所の拡張，整備

処 理 場：砂町処理場の拡充と整備

事 業 費：約 46 億円

（4） 小 台 系 統

この地域は幹線管渠の建設が本年度で完了し，面的整備の段階に達している。事業内容は次のとおりである。

管　　渠：幹線（向原幹線の拡張）　延長　700 m
枝線（豊島区内の拡張）　延長 32,500 m

ポンプ所：王子，宮城，新田の各ポンプ所の拡充

処 理 場：小台処理場の拡充と整備

事 業 費：約 36 億円

（5） 落 合 系 統

この系統も幹線管渠の建設が本年度で完了し，面的整備の段階であり，事業内容は次のとおりである。

管　　渠：幹線（井の頭，今川各幹線の拡張）
延長 1,400 m
枝線（中野，杉並，練馬各区の拡張）
延長 91,500 m

処 理 場：落合処理場の拡充

事 業 費：約 77 億円

（6） 森ケ崎系統

東京都の城南地域に位置する系統で，工場と住宅が混在している地帯が多い。また，比較的に低地帯が多く，浸水対策としての下水道の建設が急がれている地域で，基幹施設（処理場，ポンプ所，幹線管渠）と面的整備が平行して実施されている。なお，事業内容は次のとおりである。

管　　渠：幹線（烏山，北沢，代沢，立会川，洗足池，目黒川，呑川，蛇崩川，馬込西，馬込東ほか 17 幹線の拡張）　延長 29,700 m
枝線（品川，目黒，大田，世田谷各区の拡張）　延長 172,000 m

ポンプ所：鮫洲，浜川，羽田，六郷の拡張と整備

処 理 場：森ケ崎処理場の拡張

事 業 費：約 769 億円

（7） 小 菅 系 統

いわゆる荒川放水路以東の低湿地帯に位置する系統であり，下水道が未普及の処女地である。雨水氾濫の早期解消を当面の目標とし，基幹施設の先行建設と施設の用地買収が主体であり，事業内容は次のとおりである。

管　　渠：幹線（堀切，本田，西亀有，青戸，保木間，高野，小菅，普賢寺各幹線の拡張）
延長 8,000 m
枝線（足立，葛飾各区の拡張）延長 400 m

ポンプ所：梅田，本田，堀切の各ポンプ所の拡張

処 理 場：小菅処理場の拡張

事 業 費：約 104 億円

（8） 葛 西 系 統

小菅系統と同様に荒川放水路以東の南部に位置する低湿地帯の地域で，雨水排除を当面の目標とする基幹施設の建設を主体として建設工事が実施されている。なお，葛西処理場の着工は昭和 50 年以降となる見込であり，事業内容は次のとおりである。

管　　渠：幹線（葛西，東小松川，西小松川，小岩，細田の各幹線の拡張）　延長 2,700 m
枝線（葛飾区内の拡張）　延長　200 m

ポンプ所：東小松川，西小松川の各ポンプ所の拡張

（9） 新河岸系統

城北地域の重化学工業地帯から排出される産業廃液によって隅田川がはなはだしく汚染され，その社会的影響が著しいものとなり，緊急にその打開をはかるために新河岸川浄化対策事業として実施され，現在その前処理の形で処理場が稼働している。

現在はこれに引続き管渠と処理場の建設を行ない，普及地域の拡大を目途として事業を推進している。なお，事業内容は次のとおりである。

管　　渠：幹線（志村，練馬，下赤塚，新河岸川，田柄川，板橋各幹線の拡張）　延長 4,000 m
枝線（板橋，練馬各区内の拡張）
延長 15,000 m

ポンプ所：浮間ポンプ所の拡充

処 理 場：新河岸処理場の拡張

表―1 東京都下水道事業計画の概要（区部）

系統名	計画面積 (ha)	計画処理人口 (人)	計画処理能力 (m^3/日)	管渠延長 (m)	ポンプ所	処理区域
芝　浦	6,420	1,300,000	1,030,000	1,368,000	8	港区の全部，千代田，中央，新宿，渋谷各区の大部分，文京，品川，目黒，世田谷，豊島各区の一部分
三河島	3,936	1,120,000	520,000	1,042,000	10	台東，荒川各区の全部，文京，豊島各区の大部分，千代田，新宿，北各区の一部分
砂　町	4,309	840,000	680,000	850,000	14	墨田区の全部，江東区の大部分，中央，足立，江戸川各区の一部分
小　台	3,519	770,000	420,000	793,000	4	北区の大部分，板橋，豊島，練馬，足立，新宿各区の一部分
落　合	6,151	1,230,000	450,000	1,355,000		中野，杉並各区の大部分，新宿，世田谷，渋谷，豊島，練馬各区の一部分
森ケ崎	12,551	2,320,000	1,160,000	2,605,000	7	大田区の全部，世田谷，品川，目黒各区の大部分，渋谷，杉並各区の一部分
小　菅	5,382	660,000	290,000	923,000	13	足立区の大部分，葛飾区の一部分
葛　西	5,193	640,000	240,000	1,065,000	12	葛飾，江戸川各区の大部分
新河岸	5,997	890,000	520,000	1,119,000	2	練馬，板橋各区の大部分，中野区の一部分
計	53,458	9,500,000	5,310,000	11,120,000	70	

主要幹線管渠の一覧表(○印は建設整備中または未着工路線)

森ケ崎系統	⑨ 烏山	17 中新井	24 石神井下	㉜ 普賢寺	㊵ 細田	㊾ 宇喜田	三河島系統	64 九段
1 多摩川	⑩ 北沢	新河岸系統	25 谷端川	㉝ 青戸	㊶ 中川	㊿ 新田	(57) 浅草	65 飯田橋
② 呑川	落合系統	⑱ 練馬	小菅系統	㉞ 亀有	㊷ 小岩南	砂町系統	58 藍染川	(66) 銭瓶
③ 洗足池	11 神田川	⑲ 田柄川	㉖ 小菅	㉟ 綾瀬川	㊸ 平井	51 砂町	59 谷田川	67 高段
4 大森	12 十二社	⑳ 新河岸川	㉗ 梅田	㊱ 堀切	㊹ 西小松川	(52) 業平橋	60 湯島	(68) 青山
⑤ 中央	⑬ 井の頭	㉑ 大泉	㉘ 高野	㊲ 本田	㊺ 東小松川	(53) 三之橋	61 水道橋	69 千駄谷
6 森ケ崎	14 善福寺	22 浮間	㉙ 西新井	葛西系統	㊻ 一之江	54 月島	62 白山	70 宇田川
⑦ 立会川	15 妙正寺	小台系統	㉚ 保木間	㊳ 新宿	㊼ 瑞江	(55) 木場	芝浦系統	71 渋谷川
⑧ 目黒川	⑯ 今川	23 岩淵	㉛ 東島根	㊴ 金町	㊽ 葛西	(56) 東雲	(63) 早稲田	(72) 品川

図—1 区部下水道の普及状況と建設の計画

事業費：約 90 億円

以上が各系統別の概要であるが，23 区公共下水道全体事業は次のとおりである。

拡張事業費総計：930 億円

管渠敷設：646 億円

幹線管渠 51,000 m
枝線管渠 363,000 m } 414,000 m

ポンプ所建設：22 ポンプ所 64 億円

処理場建設：9 処理場 128 億円

用地費：35 億円

事務費その他：57 億円

これによって 2,100 ha の面積に下水道が普及され，汚水の衛生的処理と雨水氾濫の解消が達成されることとなるが，その投下資本は公共下水道のみを見ても宅地面積 1 m^2 当り 4,300 円，管渠 1 m 当り 225,000 円を必要としており，下水道の建設には莫大な費用がかかることがわかると思う。

次に，三多摩地域の流域下水道について概説する。

表―2 流域下水道事業計画の概要

水系		系統名	計画排水面積 (ha)	計画排水人口 (人)	関係市町村
多摩川流域下水道	多摩川左岸	野川	4,478	545,000	小金井，武蔵野，府中，三鷹，調布，狛江各市の一部分
		北多摩1号	5,174	616,000	小平，東村山，小金井，立川，府中，国分寺各市の一部分
		北多摩2号	1,595	186,000	立川，国分寺，国立各市の一部分
		多摩川上流	8,591	392,000	青梅，福生，武蔵村山，立川，昭島各市，羽村，瑞穂各町の一部分
	多摩川右岸	南多摩	6,180	550,000	八王子，多摩，稲城，町田，日野各市の一部分
		秋多	2,000	55,000	秋川市，五日市町，日の出村の一部分
荒川右岸流域下水道		荒川右岸	8,010	825,000	武蔵村山，東大和，東村山，清瀬，東久留米，田無，保谷，小平，小金井，武蔵野各市の一部分
計			36,028	3,169,000	

三多摩の各市町が建設，管理する公共下水道が接続される広域的な基幹下水道の建設を流域下水道事業として実施しており，多摩川流域下水道と荒川右岸流域下水道の2水系の基幹施設を昭和55年度末までに完了させることを目途に47年度は78億円を投入して管渠11,500m，処理場3個所の建設を行なっている。

流域下水道事業を実施するにあたっての重点項目は次のとおりである。

① 野川系統については47年度末までに幹線の汚水相当分を全線整備する。

② 北多摩1号系統は幹線1,200mの建設と処理場の一部稼働開始を目標とする。

③ 北多摩2号，多摩川上流，荒川右岸系統については，用地の先行取得を主体として事業を執行する。

④ 南多摩系統はニュータウンの開発に対応した処理場の整備を行なう。

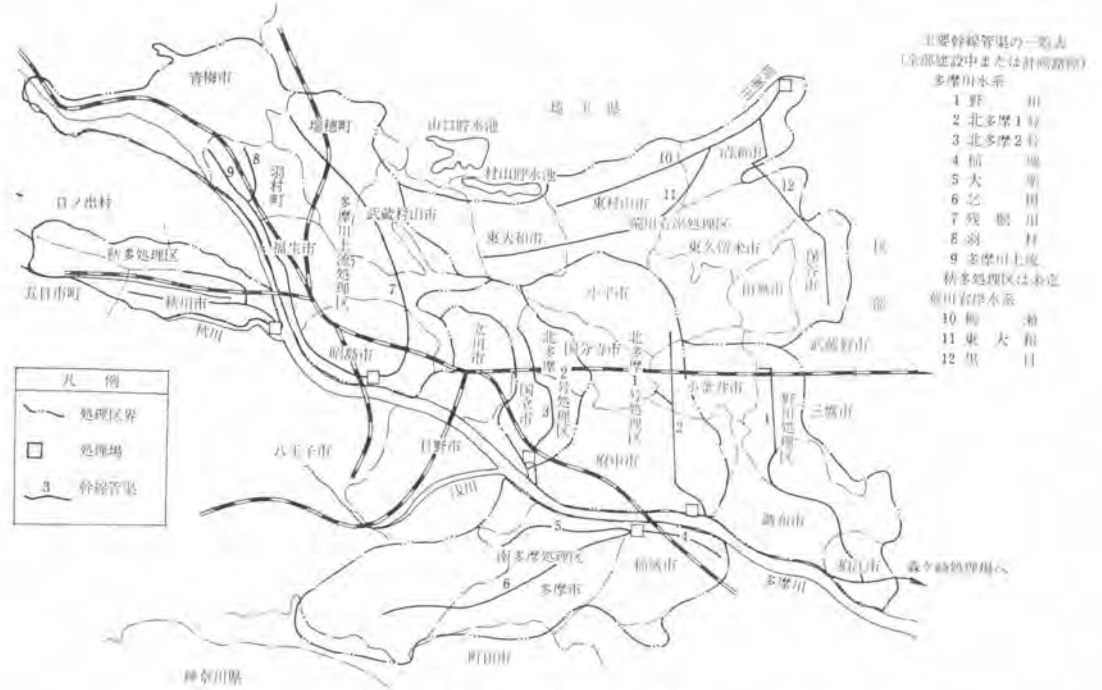
以上，概括的に47年度事業の展望を述べたが，区部公共下水道53年度，流域下水道55年度の完成を目途に，まず幹線管渠，処理場，ポンプ所などの基幹施設を先行させ，普及を効果的に促進すべく，そのための拡張財源として大幅な国庫補助および起債を要請しており，その内訳は**表―3**のとおりとなっている。

表―3 財源内訳

		区部公共下水道	流域下水道
企業債		570 億円	16 億円
国庫補助金		145 億円	34 億円
都費		215 億円	10 億円
市町負担金			18 億円
計		930 億円	78 億円
事業概要	管渠敷設延長	414,000 m	11,468 m
	ポンプ所建設	22 個所	
	処理場建設	8 個所	3 個所

4．最近の動向と特色

下水道の早期普及という時代の要請を受けて大規模な



図―2 流域下水道事業の概要図

工事が非常に多く施工されているが，特に管渠の敷設は過密状態の市街地において施工を強いられており，建設公害の発生を最小限度にとどめる工法と建設機械の開発が急速に要求されてきている。

管渠の敷設は開削工法を主体としているが，埋設深が大きく，大口径の管渠敷設工事は前述の事情によって開削工法によることが著しく困難となってきており，シールド工法，推進工法の採用が増加してきている。

一方，開削工法で施工する場合は，山留用のくいを打設する際に発生する騒音に対して強い批判を受けるようになり，この対策としてアースオーガなどを使用してさく孔し，現場打ちぐいを利用して山留工とする PIP 工法，BHP 工法，あるいは連続地下壁工法などの施工が増加している。

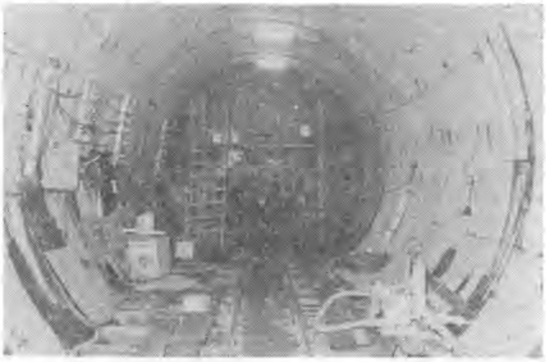
（1） シールド工法

東京都の下水道工事でシールド工法を採用した時期は昭和 37 年度で，1,800～3,700 mm を 1,580 m 実施したことに始まり，以来，昨年度，つまり昭和 47 年3月末までに 11 万m を施工した。

本年度は幹線管渠の敷設 45,000 m を予定しているが，このうち，シールド工法によって敷設を予定している延長は 26,000 m であって，全延長の約6割がシールド工法で施工することとなっている。採用当初は掘進速度が遅かったり，蛇行が激しかったり，いろいろと苦労を重ねてきたが，今日では補助工法の採用と相まって技術の向上の跡が著しいものがある。

最近の注目すべきものとして，泥水還流方式によるもの，あるいは部分圧気方式などによるシールド工法の開発がなされ，採用の範囲が著しく拡大されてきていることが挙げられる。

写真―1　シールド（外径 5,250 mm）1次覆工完了状況（青戸幹線工事）



写真―2　シールド工事のロック

写真―3　シールド切羽の掘削状況

（2） 推 進 工 法

シールド工法と同様に，本格的に採用されてからの歴史は比較的浅いが，現在ではその普及が著しく，土被りの比較的に深い管渠の敷設にあたっては例外なく推進工法といっても過言ではないぐらい実施されており，管径も 700 mm から，大は 2,200 mm と非常に幅広く施工されている。そして工法も長距離連動式，引張り式など，次々に新工法の誕生が見られる状況である。

（3） 場所打ちぐい

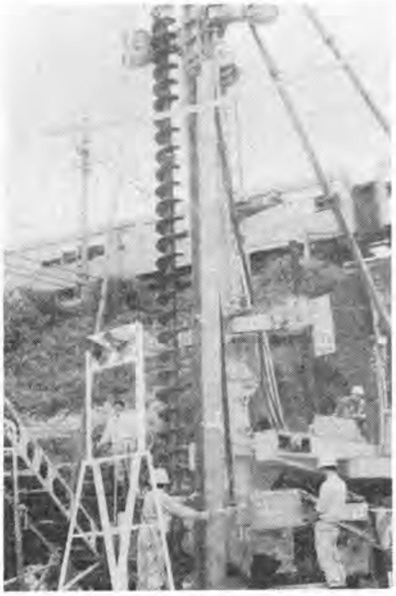
土被りが比較的浅い場合で，管径の大きい円形管，あるいは矩形渠を敷設するときは開削工法によらざるを得ないが，山留用のシートパイルあるいはH鋼ぐいを重錘によって打設することがはなはだ困難な状況になってきており，無騒音，無振動の工法としてベノト工法，リバースサーキュレーション工法（RCD 工法），アースドリル工法などの施工が飛躍的に増加してきており，その建設機械も極めて多様である。これらの一部を紹介すると表―**4** のとおりである。

（4） 軟弱地盤対策

都の下水道事業が最も大規模に実施されている地域は荒川放水路以東の地域（足立，葛飾，江戸川各区）と城南地域（品川，大田各区）であるが，これらの地域はいずれも沖積層よりなる極めて軟弱な地帯である。したがって，工事による地盤沈下が発生し，家屋あるいは地下

表—4 建設機械の一例

会社名	記号	搭載移動方式	重量 (t)	適用工法の一例	備考
加藤製作所	20HR	クローラ自走式	22	アースドリル	機体が全旋回方式
	20TH	〃	27	RCD	ケーシングチューブを挿入して掘削可能
	50TH	〃	50	〃	
	RAC 150	スキット式	2.8	〃	作業時寸法は使用するクローラクレーンによって定まる
	RSC 150	〃	6.8	〃	〃
日立建機	U106A	クローラ自走式	46	アースドリル	
	PS150	トレーラ被けん引式	17	RCD	
	S200	スキット式	8	〃	
三菱重工業	MT-1	クローラ自走式	40	ベノト	
	BT-2S	タイヤ自走式	20	〃	
石川島播磨重工業	L-2S	スキット式	3	RCD	ほかにクローラクレーンが必要
	L-4S	〃	6	〃	〃
神戸製鋼所	50-45B	クローラ自走式	52	アースオーガ	アースオーガとハンマの装着可能
小松製作所	20 THC	〃	23	アースドリル	600～1,200 mm さく孔



写真—4 オーガでさく孔し，H鋼の建込作業
(代沢幹線工事)

埋設物に被害を与え，ときには崩壊事故を惹起することがある。

この対策として現場打ち大口径ぐい，連続地下壁などを応用した山留工法，あるいはジェットグラウト，ケミコパイル，その他の薬液注入，凍結工法等の地盤改良工

写真—5 シールド切羽における薬液注入状況
(保木間幹線工事)

が施工されている。特に荒川放水路以東においては，小菅処理場，各ポンプ所をはじめとして，主要幹線管渠の建設が大規模に展開されており，これに対応する工法が本格化してきたことは注目に価するものと考えている。

5. あとがき

以上，東京都下水道の本年度事業概要および最近の動向と特色について紹介したが，今後ますます大規模に実施されるであろう下水道事業の建設に関連する各産業界ならびに建設業界のご助力を願うとともに，建設機械，新工法の開発を切に期待する次第である。

大阪府流域下水道の建設現況

三　浦　　　捷*
永　井　秀　雄**

1. まえがき

表記題名にて寄稿依頼を受け，本誌の内容に照らして一部適わないものになると思われるが，大阪府が重点施策として推進している流域下水道事業についての概要を紹介する。

2. 大阪府の流域下水道の意義

大阪市をとりまく衛星都市は商業の中心地大阪の背後地として発展してきたが，ここ 10 数年の間に急速にスプロールが進行した。大阪市周辺地区の人口の増加は表—1 のとおりで，この結果，従来低湿地として土地利用の上から敬遠されてきた土地に無秩序な宅地化が進み，また山間部，丘陵部にも次々と新しい市街地が誕生し，湛水地域の減少と雨水流出量の増大を招き，在来水路では排水できなくなった。特に府下の河川は平地部では天井河川となり，しかも寝屋川のようにかなり上流部まで潮の影響を受ける河川があり，雨水の自然排水は極めて困難なものとなってきた。

昭和 43 年の調査では東大阪地域で年平均 1 回以上の浸水をする地域は約 1,400 ha であった。47 年 7 月豪雨では府下で 4 万戸以上の床下浸水の被害が出た。さらに地下水のくみ揚げなどによる府下の地盤沈下は大阪市西淀川地区の沈下量が減少する一方，大東市，東大阪市等周辺地の地盤沈下が激しくなり，年間 8 cm に達する沈下量を記録し，排水条件をさらに悪化させている。

表—1　大阪府の人口推移

年	35 年（人）	40 年（人）	増加率 対35年（%）	45 年（人）	増加率 対40年（%）
全　国	93,418,501	98,274,961	5.20	103,720,060	5.0
大 阪 府	5,504,746	6,657,189	20.94	7,620,480	14.5
大阪市以外の地域	2,493,183	3,500,967	40.42	4,639,993	32.53

（注）　統計からみた大阪のすがた（大阪府企画部統計課・昭和46年 3 月）p. 33 による。

表—2　大阪府の事業所数の推移　（単位：個所）

昭　和　年	30 年	35 年	40 年	44 年
大　阪　府	33,996	40,846	45,892	55,395
大阪市以外の地域	11,166	13,886	18,521	24,888

（注）　表—1 の出典（p. 302）による。

一方，人口の増加と並んで道路の整備，低廉な地価によって周辺地に進出した工場は河川，農業水路の水質を悪化させてきた（表—2 参照）。下水と変わらない河川も現われ，水の利用に大きな支障をきたし，環境の悪化を促進させて行った（表—3 参照）。

このように大阪市周辺部は良好な立地条件により急激な人口増加と工場進出をきたし，地勢上の悪条件もあって河川の水質汚濁，浸水被害を生ぜしめた。もちろん従来から大阪市周辺各市は公共下水道の整備に努力してきたが，これらの地域は地形的に一体化している地区が多く，各市の市街地は隣接して発展しているため各市町単位の下水道整備では 1 市の排水が隣接市町の浸水を招き，また他市の汚水までも処理せねばならない事態も生じ，事業推進の上からも非能率，不経済である。

このような点を考慮してすでに欧米で事業段階に入っていた市町村の行政区界にとらわれない広域的な下水道整備形態を取り入れ，河川流域を単位とした流域下水道事業を全国に先がけて昭和 40 年度より着手した。そして大阪府は各市町村の公共下水道から流入する下水を集める幹線管渠および同付属ポンプ場，そして最終的に下水を処理する処理場を直接建設して各市町村の公共下水道事業と相まって下水道整備を推進している（図—1 参照）。

3. 流域下水道事業の経過とその概要

（1）　経　　過

全国で初めての流域下水道は昭和 38 年および 39 年に寝屋川流域において調査計画され，40 年から寝屋川

* 大阪府土木部下水道課
** 大阪府土木部下水道課

表—3　府下河川主要地点における水質（月1回・年間12回の平均値）の推移

（1）淀　川（大阪府水道部）　　　　　　　　（単位：ppm）

調査地点	項目	昭和40年度	41年度	42年度	43年度	44年度
桂川宮前橋	BOD	8.15	10.12	14.40	10.8	12.0
	NH_4-N	1.25	1.35	3.10	2.33	3.35
木津川御幸橋	BOD	0.85	0.85	0.70	0.94	1.00
	NH_4-N	0.09	0.05	0.06	0.05	0.06
枚方大橋右岸	BOD	4.77	4.49	4.96	4.85	5.52
	NH_4-N	0.68	0.72	1.12	0.859	1.18
枚方大橋左岸	BOD	2.27	2.51	3.25	3.18	4.35
	NH_4-N	0.14	0.20	0.44	0.285	0.39

備考：（分析担当）大阪府水道部水質試験所

（2）寝屋川（大阪府河川課）　　　　　　　　（単位：ppm）

調査地点	項目	昭和40年度	41年度	42年度	43年度	44年度
住道大橋	BOD	23.6	24.2	30.3	34.6	52.6
	DO	2.5	1.9	1.4	1.7	1.2
京　橋	BOD	42.1	38.0	29.2	25.9	50.0
	DO	1.8	2.6	3.5	4.5	2.1

備考：（分析担当）大阪市立衛生研究所

（3）神崎川（近畿地方建設局・大阪市公害対策部）　　（単位：ppm）

調査地点	項目	昭和40年度	41年度	42年度	43年度	44年度
吹田橋	BOD	10.5	12.8	16.3	21.0	19.3
	DO	5.40	4.4	3.9	3.9	3.2
辰巳橋	BOD	44.7	32.3	46.8	42.4	34.9
	DO	0.3	0.8	0.03	0.05	0.1

備考：（分析担当）大阪市立衛生研究所

（4）猪名川（豊中市水道局）　　　　　　　　（単位：ppm）

調査地点	項目	昭和40年度	41年度	42年度	43年度	44年度
軍行橋	BOD	11.90	10.30	12.20	9.32	12.18
	NH_4-N	0.63	0.55	0.95	0.90	0.802

備考：（分析担当）豊中市水道局

（5）大阪市内河川（大阪市公害対策部）　　　　（単位：ppm）

調査地点	項目	昭和40年度	41年度	42年度	43年度	44年度
堂島川（天神橋右岸）	BOD	5.1	3.1	5.9	5.8	7.8
	DO	7.1	6.8	5.5	6.0	5.0
土佐堀川（天神橋左岸）	BOD	17.2	7.4	16.5	19.2	32.0
	DO	5.2	5.5	3.4	5.2	2.6
道頓堀川（大黒橋）	BOD	20.7	18.5	20.1	17.2	34.1
	DO	2.4	1.7	3.1	3.0	1.4

備考：（分析担当）大阪市立衛生研究所

（6）大和川（近畿地方建設局・堺市水道局）　　（単位：ppm）

調査地点	項目	昭和40年度	41年度	42年度	43年度	44年度
国豊橋*	BOD	6.60	6.60	9.40	9.00	9.00
	NH_4-N	1.85	1.65	3.47	5.21	4.27
浅香山浄水場**（新取水点）	BOD	9.65	10.89	15.11	17.62	16.13
	NH_4-N	3.06	3.25	4.00	3.26	4.36

備考：* （分析担当）大阪府公害監視センター
　　** （分析担当）堺市水道局

（注）1. NH_4-N（アンモニア性窒素）
　主としてし尿系の汚濁を示す指標で，この値が大きいほどその水質は，し尿による汚濁の影響が大きいことを表わす。なお，これが上水道原水に含まれていると，塩素消毒が十分行なわれないため，多量の塩素注入を必要とする。

2. DO（溶存酸素）
　水中に溶解している酸素量を示すもので，この値が大きいほどその水質は良好である。

3. 大阪府公害白書・昭和44年度年次報告，p. 78～79による。

北部流域，41年から同南部流域下水道事業が開始された。その後，猪名川流域，安威川流域，淀川右岸流域，大和川下流西部の各流域において事業が始められ，46年度中には大和川下流東部，同南部，淀川左岸の各流域においても都市計画決定がなされた。また，現在南大阪湾岸流域下水道の調査計画が行なわれており，これで大阪市をとりまく全域に流域下水道が計画されることになる。

現在，大阪府下31市11町2村のうち25市1町が公共下水道を実施中であり，このうち20市1町が流域下水道に関連している。下水道事業は昭和46年度から始まった第3次5カ年計画を執行中で，昭和45年度末の大阪市を除く府下の下水道普及率29.6％を50年度末には46％とするよう事業を実施している。その中で流域下水道事業は昭和50年度末までに上記流域の全事業費の約40％を執行し，昭和60年度末に全施設を完成させたいと考えている。

（2）全体計画

各流域下水道の計画概要は**図—2**および**表—4**のとおりである。

（3）実施状況

各流域下水道の昭和46年度末における実施状況および47年度事業予定は**表—5**のとおりである。

4. 施設の建設

（1）管渠工事

下水管路は自然流下を原則とし，計画下水量を支障なく流下させるような断面およびこう配を決定し，通常，道路敷内に適当な深さをもって埋設される暗渠である。一般に遠心力鉄筋コンクリート管（ヒューム管）または現場打ち鉄筋コンクリートボックス構造で，開削工法によって施工される。

流域下水道幹線管渠について施工法の経過をたどってみると，昭和44年頃までは上記のような一般的な工法による場合が多ったが，最近では交通事情の悪化や機械

図—1　流域下水道のしくみ

作業時の騒音，振動公害の問題など，工事施工上から見ると極めてきびしい条件が付されるようになり，薬液注入，圧気などの補助工法を伴った押込工法，シールド工法の採用を余儀なくされ，しかも夜間工事となる場合が多くなった。

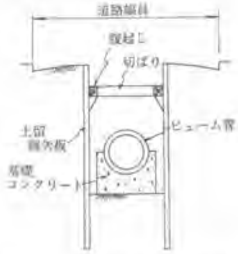
なお，以下に各工法について紹介する。

（a） 開削工法

本工法は路面等現地盤面を開削して基礎を施工し，管渠を布設するものである。通常 **図—3** および **写真—1** のような施工になり，水理学的条件や土質，構造力学的種々の条件を考えて管渠および基礎の構造などを決定する。

（b） 押込工法

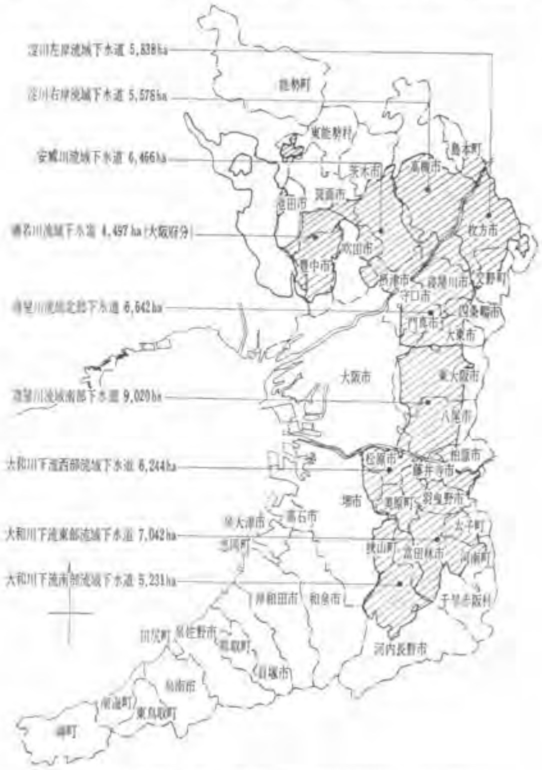
軌道横断，地下埋設物，交通規則などのため開削工法が事実上不可能な場合，または開削工法が可能であっても土被りの厚い場合（金額的に押込みの方が安い場合）等に本工法が用いられるが，管の耐圧力等種々の条件で押込可能距離には制限がある。この工法は押込口坑を設け，ジャッキ操作により管（特圧管等）を到達口坑まで押込むものである（**図—4**，**写真—2** 参照）。



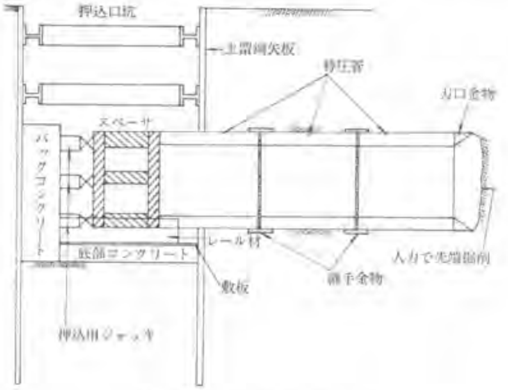
図—3 管渠工事標準断面図

（c） シールド工法

シールド工法は元来海底，河底トンネルなどの極めて悪質な地盤における高度のトンネル技術として開発されたが，前にも説明したとおり種々の事情から特に市街地内での幹線管渠築造の有力な手段として採用されるようになった。工法の概略は，まず発進立坑を作り，そこからシールド掘進機をジャッキ操作により地山に貫入し，前面を掘削し，後部でセグメントを組立て（1次覆工），



図—2 大阪が事業実施している流域下水道の区域



図—4 押込工法略図

表—4 計　画　概　要

流域名	寝屋川北部	寝屋川南部	猪名川	安威川	淀川右岸	大和川下流西部	淀川左岸	大和川下流東部	大和川下流南部
1. 区域面積（ha）	約 6,642	約 9,020	約 10,458（大阪府 4,497）	約 6,466	約 5,578	約 6,244	約 5,838	約 7,042	約 5,231
2. 処理人口（人）	約 830,000	約1,100,000	約 1,280,000（大阪府 654,600）	約 610,000	約 560,000	約 530,000	約 692,000	約 410,000	約 374,000
3. 事業費（億円）	約 338	約 433	約 545（大阪府 252）	約 372	約 288	約 235	約 271	約 156	約 106
（内訳）排水施設	約 231	約 274	約 95（大阪府 36）	約 220	約 105	約 81	約 73	約 43	約 30
処理施設	約 167	約 159	約 450（大阪府 216）	約 152	約 183	約 154	約 198	約 113	約 76
4. 施設の内容									
幹線延長（m）	約 56,100	約 70,850	約 45,820（大阪府 29,650）	約 30,260	約 14,050	約 32,650	約 21,600	約 45,340	約 20,440
ポンプ場（個所）	10	11	0	4	1	1	1	2	3
終末処理場（個所）	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5. 分流・合流の区別	合流 一部分流	合流 一部分流	合流 一部分流	合流 一部分流	合流 一部分流	合流 一部分流	分流	分流	分流

〔注〕 猪名川流域下水道事業は兵庫県との合併事業である。

写真―1　ヒューム管の布設（管渠工事）

これより地山をささえながら順次前進して行く。次に1次覆工の仕上げを目的として2次覆工を行ない，必要な断面を得るものである。

（2）　ポンプ場工事

下水道の排水施設は自然流下を原則としているが，管渠の断面，土被りが非常に大きくなると施工法，維持管理および建設費を比較検討し，ポンプ揚水した方が効果的であればポンプ場を設置する。ただし，雨水を排水する場合は放流先の検討が必要となる。

下水道のポンプ場はその用途により雨水排水用と汚水中継用に分けられる。合流式の下水道，すなわち，雨水，汚水を1本の管渠で排水する下水道では前述二通りの用途を兼ねたポンプ場が一般的である。また雨水，汚水を別々の管渠で排水するものを分流式といい，汚水中継と雨水排水は別系統のポンプ場となる。

大阪府の流域下水道では当初雨水排水が重要な事業目的であったため平地部では合流式，山間丘陵では分流式を併用してきた。しかし昭和 45 年に始まる水質汚濁に係る環境基準の水域類形の指定により府下の主要河川はほとんどその環境基準を達成するよう指定され，流域下水道の事業目的として水質汚濁防止が最重要視されるよ

表―5　事業実施状況　　（単位：100 万円）

事業名		事業着手年度	全体計画（40年～60年）		47 年度計画		46年度までの執行状況		
			事業内容	事業費	事業内容	事業費	事業内容	事業費	進捗率
北大阪地区	猪名川流域下水道	昭和 42 年度	幹線延長 29,650m 処理場 1個所	約54,500 （大阪府 約25,200）	幹線延長 7,000m 処理場 1個所	約 2,680 （大阪府 約 1,442）	幹線延長 5,700m 処理場 1個所	約 3,310 （大阪府 約 2,064）	8.2 (6.6)
	安威川流域下水道	昭和 42 年度	幹線延長 30,260m 処理場 1個所	37,200	幹線延長 8,800m ポンプ場 4個所 処理場 1個所	約 1,620	幹線延長 7,400m ポンプ場 1個所 処理場 1個所	約 6,559	17.6
	淀川右岸流域下水道	昭和 45 年度	幹線延長 14,050m ポンプ場 1個所 処理場 1個所	28,800	幹線延長 300m ポンプ場 1個所 処理場 1個所	約 1,100	幹線延長 200m ポンプ場 1個所 処理場 1個所	約 765	2.7
東大阪地区	淀川左岸流域下水道	昭和 46 年度	幹線延長 21,600m ポンプ場 1個所 処理場 1個所	27,100	処理場 1個所	約 100	処理場 1個所	約 100	0.4
	寝屋川北部流域下水道	昭和 40 年度	幹線延長 56,100m ポンプ場 10個所 処理場 1個所	33,800	幹線延長 28,600m ポンプ場 5個所 処理場 1個所	約 3,368	幹線延長 24,000m ポンプ場 5個所 処理場 1個所	約14,345	42.4
	寝屋川南部流域下水道	昭和 41 年度	幹線延長 70,850m ポンプ場 11個所 処理場 1個所	43,300	幹線延長 14,700m ポンプ場 5個所 処理場 1個所	約 2,672	幹線延長 11,200m ポンプ場 4個所 処理場 1個所	約12,988	28.6
南大阪地区	大和川下流西部流域下水道	昭和 45 年度	幹線延長 32,700m ポンプ場 1個所 処理場 1個所	23,500	幹線延長 700m 処理場 1個所	約 210	幹線延長 360m 処理場 1個所	約 352	1.5
	大和川下流東部流域下水道	昭和 48 年度予定	幹線延長 45,300m ポンプ場 2個所 処理場 1個所	15,600					
	大和川下流南部流域下水道	昭和 47 年度予定	幹線延長 20,400m ポンプ場 3個所 処理場 1個所	10,600	処理場 1個所	約 203			
合計			幹線延長 320,910m ポンプ場 33個所 処理場 9個所	245,100	幹線延長 60,200m ポンプ場 15個所 処理場 8個所	約10,715	幹線延長 48,860m ポンプ場 11個所 処理場 7個所	約37,173	14.9

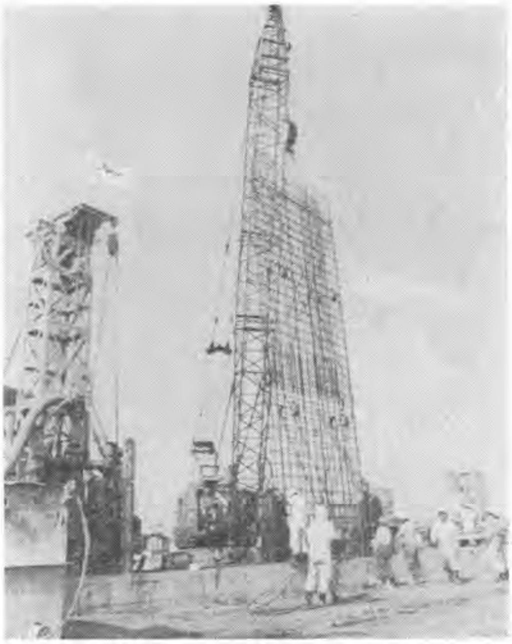
うになり，合流式の欠点が指摘されるようになった。大阪府では 46 年度計画決定をした淀川左岸，大和川下流東部，同南部では全流域を分流式とし，汚水管と同付属ポンプ場および終末処理場を建設し，雨水排水は河川，都市下水路事業などで行なうこととした。

大阪府の施行する流域下水道のポンプ場は全部で 33 個所あり，そのうち汚水中継専用のポンプ場は 11 個所である。

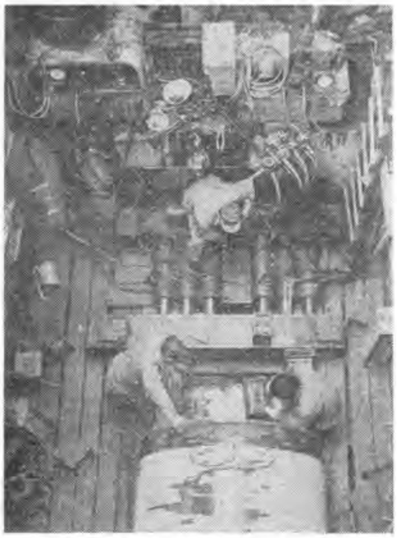
設計施工上われわれが考慮しなければならない点はこれらポンプ場の建設地は市街地が多く，中には住居地域に建設せねばならない場合もあって，大規模な土木建築工事につきものの騒音振動対策が必要なことである。当然夜間工事は極力避け，一般に行なう鋼矢板土留工法，基礎ぐいのパイルハンマ打込みなども行なえない場合も生ずる。

46 年度に着工した新家，茨田の各ポンプ場は土留壁を本体構造物の壁にも用いる連続地中壁工法を上記理由で採用し，基礎ぐいの必要な茨田ポンプ場ではＰＣぐいをせん孔機で掘削し，建込んだ。新家ポンプ場の平面縦断図および工事状況は **図—5** および **写真—4** のとおりである。前述理由のほかにも狭い建設用地内の工事，周辺に精密機械工場を有する所での工事または土質上からこれら無振動，無騒音工法が採用されている。

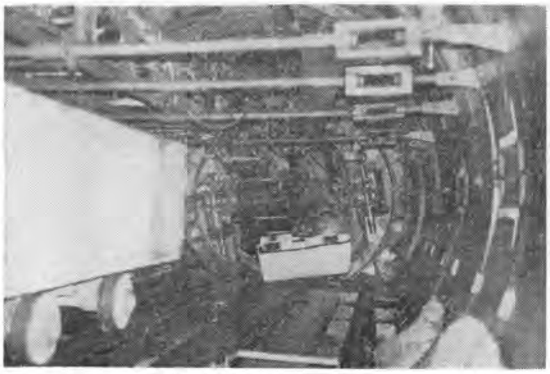
建設時だけでなく雨水排水用ポンプ場には大規模なディーゼルエンジン掛けのポンプ（ϕ1,000 mm (210 PS)～ϕ2,200 mm (1,900 PS)）が設置されるので，ポンプを据える建屋も防振防音構造としている。また最近は臭気対策にも十分な配慮をするようになり，全施設を建屋の中に入れるよう計画されるポンプ場がふえてきた。**写真—5** の氷野ポンプ場は人家に取り囲まれた池を埋立てて建設用地としたが，建設時の配慮はもとより，全施設を建屋に入れ，防臭と同時に周辺の環境に違和感を与えないような外装を施している。前面の舗装道路は連続壁工法で築造した雨水放流渠の頂版を道路としたものであ



写真—4　連続地中壁の鉄筋かごつり込み作業（新家ポンプ場）

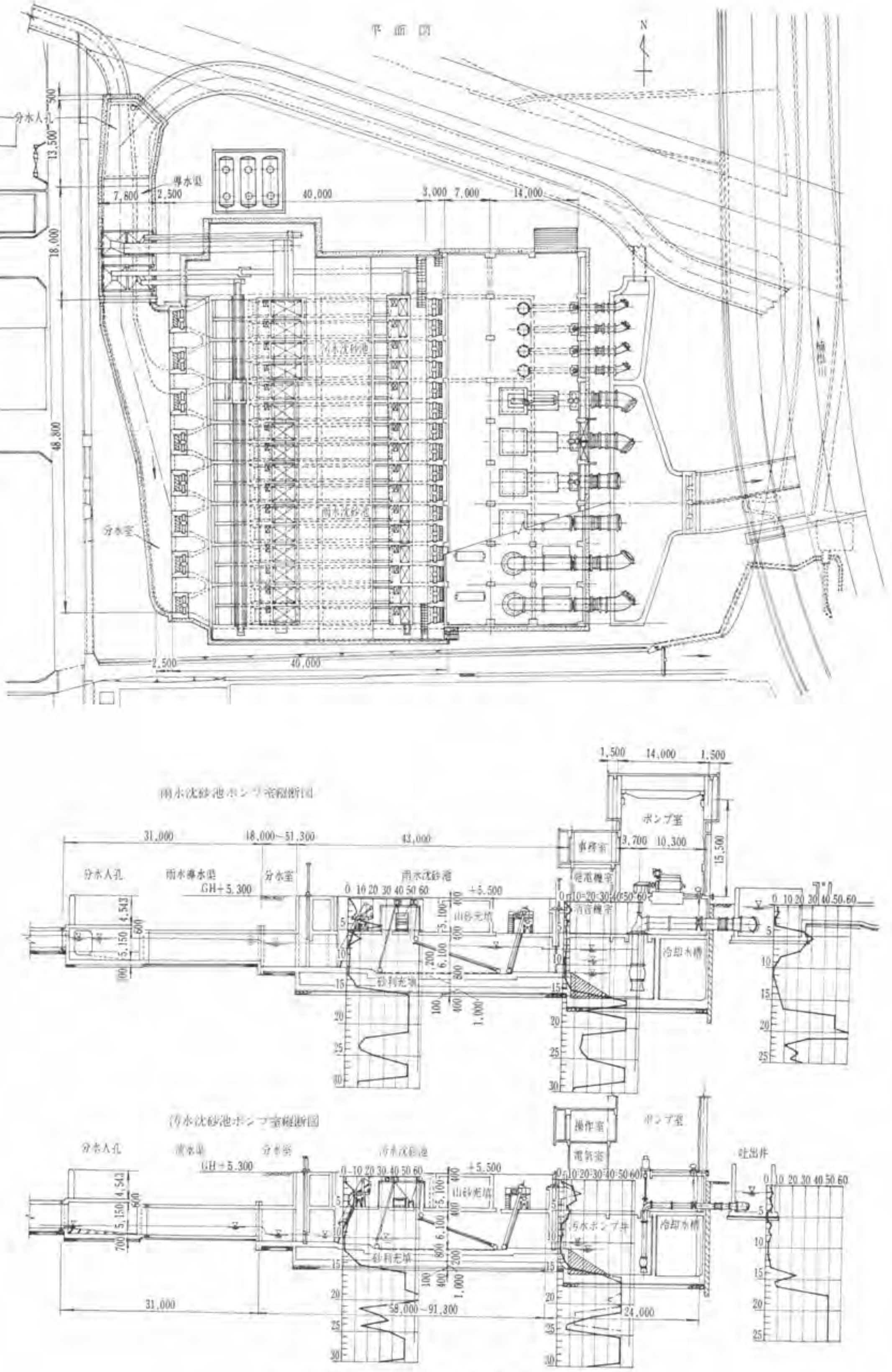


写真—2　押込工法（押込口側）



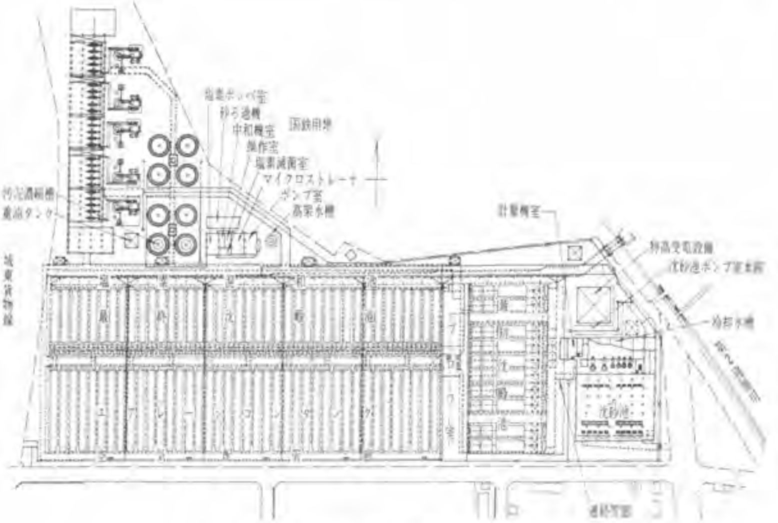
写真—3　シールド工事掘削中

写真—5　ポンプ室，沈砂池上屋（氷野ポンプ場）



図—5 新家ポンプ場平面縦断図

写真—6　φ1,500 mm 立軸渦巻斜流ポンプ（小阪ポンプ場）



図—6　川俣処理場平面図

る。

ポンプ場の設計方針を決めるのに最も重要な点はポンプ場建設費の 50% 以上を占める機械電気設備の機種の選定である。粗大なゴミや流木などを除去する除塵装置，流入してくる土砂分を除去する沈砂かき揚げ装置，そしてポンプ設備，これらは用途，維持管理の難易，経済性などにより機種が決定され，機械設備の機種決定により土木構造物の骨子が決まる。**写真—6** は小阪ポンプ場のポンプ設備（φ1,500 mm 立軸渦巻斜流 $Q=5.0\ m^3/sec$）である。

（3）処理場工事

下水道の終末処理場は下水を最終的に処理し清浄にして河川などに放流する施設である。施設は一般に場内ポンプ場，水処理施設，汚泥処理施設に分けられる。場内ポンプ場は前述ポンプ場と同じ内容であり，ここで揚水された下水は次の水処理施設に入り，自然流下で流れる間に処理される。水処理施設が深い地下構造物になることを避けて工事費の節減，施設の安全性を考慮したものである。

水処理施設は大阪府の流域下水道の終末処理場をはじめ全国で広く使用されている通常の方法として下水に活性汚泥と呼ぶ微生物を加え，空気を吹込むことにより下水中の汚濁物質を除去する施設である。最初沈殿池，曝気槽，最終（後）沈殿池および塩素混和池で構成されており，機械設備を収納するブロワ室，塩素滅菌機室などの付属施設で成り立っている（**表—6**，**図—6**，**写真—7** および **写真—8** 参照）。

汚泥処理施設は下水を処理する際に発生する余剰汚泥を処理する施設で下水処理の中で最もやっかいなものとされている。水処理程度が高度になればなるほどこの汚泥処理量が増大する。汚泥処理方法には種々な方法があるが，大阪府の流域下水道では **表—6** のような方法で行なっている。

設計施工上考慮している点はポンプ場で述べた事項はそのまま処理場にもあてはまるが，周辺の環境保全への配慮はさらに重要になり，防臭および美観上を兼ねて緩衝緑地を設けたり，敷地面積の関係でそれができない場合は臭気の発生しやすい施設を覆蓋することなどを検討しなければならない。

川俣，鴻池処理場は昭和 40 年以前に計画策定されていたので敷地面積が十分広く確保されてなく，また民家と隣接するため沈砂池をはじめ最初沈殿池，曝気槽，濃

表—6　流域下水道処理場概要

流域名	処理場名	計画処理人口（人）	計画処理水量（m^3/日）	処理方法	汚泥処理方法	敷地面積（m^2）	備考
寝屋川北部	鴻池処理場	830,000	800,000	活性汚泥法	消化・脱水・焼却	91,440	現在10万人，3万m^3/日の施設完了 汚泥処理は生汚泥脱水・焼却処理
寝屋川南部	川俣処理場	1,100,000	1,100,000	〃	脱水・焼却	91,600	現在19万人，5.7万m^3/日の施設完了
猪名川	原田処理場	1,280,000（内大阪府分 654,600）	844,500（内大阪府分 393,500）	〃	消化・脱水・焼却	381,810	現在21.1万人，6.2万m^3/日の施設完了 18.9万人，6.8万m^3/日の施設工事中
安威川	中央処理場	610,000	562,500	〃	〃	226,200	現在9万人，4万m^3/日施設完了
淀川右岸	高槻処理場	560,000	450,000	〃	脱水・焼却	302,440	現在5.3万人，1.7万m^3/日施設完了
淀川左岸	渚処理場	692,000	522,000	〃	〃	281,700	計画中
大和川下流西部	今池処理場	530,000	291,000	〃	消化・脱水・焼却	193,110	計画中
大和川下流南部	狭山処理場	374,000	193,000	〃	脱水・焼却	89,290	現在3.3万人，1万m^3/日施設完了
大和川下流東部	大井処理場	410,000	210,000	〃	〃	144,040	計画中

縮槽などに覆蓋工を施し，内部を強制換気し，脱臭を行なえるような構造設計を行なっている。

悪臭防止法が昭和 47 年5月に施行されたため法的にも規制されるようになった。また，汚泥処理施設の焼却炉では大気汚染防止法，大阪府公害防止条例によりその排ガスが規制を受け，硫黄酸化物，ばいじんの除去装置を設けるよう義務づけられている。大阪府では猪名川流域下水道原田処理場に汚泥焼却炉として初めて電気集塵機，アルカリ吸収塔など一連の排ガス処理設備を設け，モデルケースとしている（写真—9 参照）。

これら以外にも下水処理場の建設には一般建築物以上に種々な法規制，諸基準に適合するよう計画設計せねばならない。

5. あ と が き

流域下水道事業を進めるにあたり，二，三の問題を述べたが，これら以外にも下水道事業がかかえている問題は多く，処理場，ポンプ場用地の取得難，専門技術者の不足，他事業との調整，維持管理体制の整備などを克服してゆかねばならない。また設計面では従来特殊工法といわれていた工法もいまでは一般工法以上に採用しなくては工事を進められない種々な事情が生じ，積算ではこれら特殊工法の全国的な統一基準が遅れており，府独自に実績，他府県の実態調査により積算基準を検討したりしている。下水道関係者以外の方々にも広く流域下水道事業について理解していただくため初歩的な説明と紹介をしたが，十分言いつくせないところもある。今後皆様のご指導とご支援をたまわりたい次第です。

← 写真—7　手前は水処理施設，後方は汚泥処理施設（川俣処理場）

写真—8　水処理施設で，将来覆蓋できるよう柱の一部ができている（鴻池処理場）

写真—9　汚泥焼却炉および排ガス処理施設（原田処理場）

名古屋市下水道の建設現況

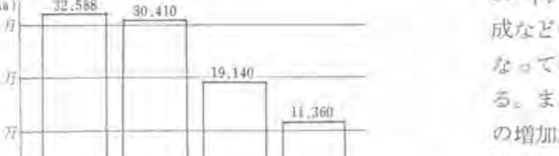
加藤幸男*
南谷好雄**

1. まえがき

下水道は市街地の浸水被害の防止と生活環境の改善をはかる都市の基本的施設であると同時に，公共水域の水質公害防止施設で，その整備の重要性は大きい。しかしこの重要性の認識とうらはらに，わが国の整備は著しく立ち遅れている。

欧米諸国の主要都市の多くは100％またはこれに近い普及率を示しているのに対して，わが国の主要都市の多くは 50％ 以下の現状である。途中戦争によって整備を中断したが，明治 42 年に着工，約 60 年の建設の歴史を持つ名古屋市ですらその普及率は市街化区域面積に対して昭和 46 年度末で 37.4％ にすぎない。従来の都市財政事情のもとでは下水道整備は並大抵のことでないことを物語るものであるが，公共水域の水質公害防止をはじめとし，都市の基本的重要施設である以上，幾多の困難性があるにせよ，これが整備に官民一体となって努力する必要がある（図—1 参照）。

今後，都市化の進行の中で都市機能を失うことなく，財政上，技術的多くの困難を克服して加速度的に整備速度を高めて水質汚濁防止，浸水個所の解消など市民の要望に応える必要がある。そこで，本文では名古屋市下水道の建設現況と施工上の当面の問題点について述べてみた。



図—1 下水道普及状況（昭和 46 年度末現在）

* 名古屋市下水道局建設部企画課長
** 名古屋市下水道局建設部設計課係長

2. 現況と計画概要

名古屋市の下水道は昭和 41 年に着工，大正 12 年，当時の市街地の大部分に下水管渠の築造を完了した。ついで昭和に入り，下水処理場の建設が計画され，昭和5年に堀留，熱田，同8年に露橋，同9年に伝馬町が完成した。また下水処理の結果生ずる汚泥の処理場として昭和7年に天白汚泥処理場を建設し，一応最終処理施設まで整備した。戦後は戦災復興計画に基づき復旧整備に努めた。その後，市勢の発展に伴い相つぐ拡張計画によって建設をすすめ，山崎，千年，名城，岩塚の各処理区の整備を行ない，現在は名古屋市実施計画によって山崎東部および柴田の各処理区と打出，宝神処理区の荒子川流域の建設に努めている（図—2 参照）。

名古屋市では昭和43年12月に将来計画「基本計画」を策定し，名古屋市の将来あるべき姿，都市づくりの大筋の方向を示した。この計画を上位計画とし，前述の実施計画があり，昭和 50 年における行政水準が示されている。すなわち 50 年での下水道整備目標は 16,800 ha，市街化区域面積に対する普及率 55％ で，基本計画では昭和 60 年までに 100％ 普及を目標としている。これに加えて名古屋市では第3次公害防止計画策定指定区域であり，すでに国より基本方針が指示されていて近々策定される運びとなっている。この基本方針によれば，昭和 56 年，水質汚濁防止に係る目標値（環境基準 E）の達成などの行政ノルマが下水道サイドに課せられることとなっていて，一段と整備速度を高める必要に迫られている。また既設区域では市街化の進展に伴って雨水流出量の増加があり，大雨の際，局地的に浸水をみて，都市の健全な活動をはかるためにも既設区域の増補改良工事を促進する必要があり，住民の要望度も高いので，市としては主要施策の一つである。

現在実施されている名古屋市実施計画による下水道の整備は 46 年度を初年度とする国の第3次5カ年計画に

基づいて策定されたものである。この計画は水質汚濁にかかる環境基準の達成ならびに新都市計画法の施行に対処し，この市街化区域の下水道整備，さらに既成市街地における浸水被害を防止することを重点目標に，柴田，荒子川，守山，鳴海の各流域を主体に既設流域の増強もあわせて約 6,000 ha を整備するものであり，管渠延長 1,600 km，ポンプ所新設3個所（中村，鳴尾，名港）拡張9個所（熱田，八剣，土市，宮前，笠寺，大江，弥富，城北，道徳）および処理場新設 4 個所（柴田，宝神，打出，守山），拡張 5 個所（堀留，名城，山崎，西山，山崎東部）の整備を行ない，50 年度末での処理区域面積は 16,800 ha で市街化区域面積に対する普及率を 55% に引上げ，処理能力を 1,500,000 m³/日 として 45 年末の約 2 倍の能力に引上げるもので，事業費は約 1,000 億円を予定している（**表—1** 参照）。

3. 市街地工事としての問題点

（1） 下水道施設の動向

最近の産業，人口の都市集中化は諸々の都市問題を惹起している。特に公共事業の投資のアンバランスによる弊害が目立つ。とりわけ道路舗装率の増加と下水道整備のアンバランスは大雨のとき各地に浸水の発生をみている現状である。一方，晴天時下水量は生活の向上により建設当時1日1人当り平均 110 l であったものが 400 l となっており，飛躍的に増加していて在来の基準では対応しきれない状況下にある。

また，最近における公共水域の水質汚濁に対処するための流域下水道および雨水排除，汚水処理を集約することによる管理の安定化，省力化は大規模な下水道の実現を助長している。これらのため，最近では大規模な処理場，ポンプ所と地下鉄級の大口径管渠が出現している。したがって，必然的に工期の長期化を生み，交通，他埋設物との関連，市民感情もからんでその影響は大きく，施行が難航しているのが現状である（**表—2**，**写真—1** 参照）。

表—1　名古屋市実施計画による下水道整備計画

事業名	事業量	事業費（百万円）	現況（45年度末）	50年度末整備状況
第3次下水道整備5カ年計画	事業年度 46～50年度	100,000	整備面積 10,800 ha	16,800 ha
	整備面積 6,000 ha		市街化区域面積普及率 36%	55%
	管渠延長 1,600 km		管渠延長 2,967 km	4,567 km
	ポンプ所 12個所		ポンプ所 24個所	25個所（統合2個所）
	処理場 9個所		処理場 12個所	15個所（統合1個所）

表—2　名古屋市における大規模施設例

堀留処理場	日最大処理量	270,000 m³	
打出ポンプ所	毎分揚水量	3,440 m³	φ1,200～φ1,700　10 台
打出幹線	流下量（毎秒）	52.90 m³	内径 3,800×3,900（2連）

（2） 工事環境

日本の多くの大都市では河口あるいは干拓地に発達したものが多い。本市の土質も東部ではなだらかな熱田台地で砂と粘土の互層となっているが，西部庄内川付近より南部名古屋港にかけてゼロメートル地帯を含む低湿地帯で地下水位の高いシルト質砂層となっている。下水道など地下構造物の築造はこの軟弱土の処理の優劣がキイポイントになる。

下水道は市街地において施工されるため交通処理，地下埋設物処理および建設公害（騒音，振動，地盤沈下）が大きな問題となる。最近の発表では愛知県の車保有台数は 1台/戸 以上となっている。道路交通はますます輻輳し，開削工法による交通遮断，迂回等交通阻害による損失は多額になるものと推定される（**表—3** 参照）。

地上地下にある他の都市施設（上水道，ガス，電気，電信電話等）はいずれも都市を形成する機能の中枢であり，通信途絶や停電による社会不安は非常に大きい。したがって，工事の進捗にはこれら埋設物を常に念頭におく必要がある。

騒音，振動，地盤沈下などの工事公害は，一般に受忍の範囲の決め方が非常に困難で，下水道工事に限らず紛争が起こればその解決に長時間を要する。このほか，開削工法による土砂の運搬による道路破壊，くい打ちによる振動，地下水位の低下による地下埋設物の損傷，舗装道路，沿道家屋の被害が起こり，補償問題などで工事が中断される場合がしばしばある。

（3） 市街地における諸条件と工法

下水道工事は交通および地下埋設物処理の関連から，機械化施工に苦慮する所であり，深い掘削となるので土質の把握が非常に重要になってくる。地下埋設物は関連企業者の調整などに

図—2　下水道整備計画図

写真—1 建 設 が 進 む 掘 留 処 理 場

表—3 名古屋市における主要道路交通量の変遷 (調査時間 12 時間調査 午前7時～午後7時)

調査場所＼調査年度	23 年 度	28 年 度	33 年 度	37 年 度	40 年 度	43 年 度	46 年 度
国道 41 号線 (新堀町)	843	2,951(3.50)	8,942(3.03)	21,237(2.38)	18,153(0.86)	25,683(1.42)	23,090(0.90)
広 路 I.I.I. (星ケ丘)	171	820(4.80)	4,847(5.91)	10,081(2.08)	13,370(1.33)	33,022(2.47)	43,709(1.33)
国道 153 号線 (八 事)	431	1,479(3.43)	5,573(3.77)	12,090(2.17)	21,952(1.82)	20,479(0.93)	21,959(1.07)
市 道 高 辻		12,049	29,204(2.42)	43,558(1.49)	47,554(1.09)	42,055(0.88)	42,487(1.01)
国道 1 号線 (伝馬町)	611	2,331(3.78)	10,479(4.50)	34,698(3.31)	42,844(1.24)	46,092(1.08)	66,431(1.44)
国道 274 号線 (道 徳)	451	2,191(4.86)	3,869(1.77)	8,718(2.25)	14,250(1.64)	19,610(1.38)	32,169(1.64)
国道 19 号線 (伏見通)		26,152	25,406(0.97)	42,805(1.69)	60,712(1.42)	67,595(1.11)	78,351(1.16)
国道 22 号線 (押 切)	501	4,285(8.55)	16,233(3.79)	26,722(1.65)	36,409(1.36)	42,606(1.17)	40,846(0.96)
平 均 増 加 率		4.56	3.28	2.13	1.35	1.31	1.19

(注) ( ) 内は前年度比

表—4 企業別昭和 46 年度市道掘削実績と既設埋設管延長

	水 道 局	下水道局	県 工 水	電々公社	中部電力	東邦ガス
件 数	520	223	3	158	137	2,315
埋 設 管 延 長 (m)	140,628	140,900	2,840.8	40,188	27,900	202,102
46年度までの既設埋設管延長 (m)	3,528,100	2,968,100	37,700	1,064,500	468,800	3,234,200

道路総延長 4,960,337 m　　道路面積 37,878,348 m²

十分な配慮を必要とし，工事のスムーズな進行はこれに負うところが多い。また事故例からみて，企業者間の協定，責任体制の確立が必要であると思われる。当市では道路占用協議会があり，長期，短期計画事業の調整をはじめとし，各月占用についての位置，関連移設工事などについての打合せの協議会が設けられている。このほか交通処置，騒音対策等幾多の障害がある。これらの処置の優劣は出来ばえに反映することとなり，施工上注意を要するところである。したがって，都市活動全体をふまえた公共的立場から工法の採用が好ましい。従来の開削工法での施工は既成市街地で不可能なことが多く，トラブルも年々増加している。またトラブル減少のため在来の開削工法一辺倒から他の新たな工法が採用されることが多くなっている (**表—5**，および **写真—2～写真—4** 参照)。

(4) 推 進 工 法

表—6 に示すとおり，推進工事は本市において大径管渠の 1/3 を占め，今後この比率はさらに増大するものと思われる。推進工法はいままで多用化されているのにかかわらず，所定の方向，こう配どおりの施工精度を保持するのに苦心している現状である。推進工法は既成の管の先端に鋼製の刃口を取付け，立坑内で直接強力なジャッキで圧入し，土砂を外部に搬出し，特製カラーで管を接続圧入管路を作る方法である。圧入延長が長い場合は中押しをする場合もある。推進延長は一般に 40～50 m といわれる。推進工法は早期に管路こう配を察知し，上下左右の蛇行を修正し，施工精度の向上をはからなけれ

表—5 下水道工事における特殊工法

	工 法	最 近 の 例	摘 要
開削工法	各種注入工法	ポンプ所，処理場，管渠工事	別表参照
	地下水位低下工法	〃	
	各種地中壁工法	幹線管渠，ポンプ所	
	凍 結 工 法	幹線管渠	
	バックドレーン工法	処 理 場	
	各種無騒音工法	ポンプ所，処理場，管渠工事	
	PCアンカー工法	ポンプ所，処理場	
トンネル工 法	推 進 工 法	各種推進工事	
	シールド工法	各種シールド工事	別表参照

表—6 昭和 45 年度下水道工事（管渠）管径別延長

管　　径	θ2400	θ2000	θ1800	θ1650	θ1500	小　　計	θ1350	θ1200	θ1100	θ1000	θ700
開削工法	456	448			804	1,708(I)	95	400	328	488	1,339
トンネル工法		111	488	120		719(F)	258	395	57	275	306
計	456	559	488	120	804	2,427(C)	353	795	385	763	1,645

管　　径	θ600	小　　計	計	θ500 ～θ250	合　　計	θ3060～θ900 鋼　管	□3400×4200 ～□2500×2200	θ4200 (シールド)	小　　計	総　　計
開削工法	3,111	8,138(H)	9,846	120,008	129,854	2,824	2,628		5,452(L)	135,306(G)
トンネル工法	361	2,172(E)	2,891		2,891			309	309(K)	3,200(D)
計	3,472	10,310(B)	12,737	120,008	132,745	2,824	2,628	309	5,761(J)	138,506(A)

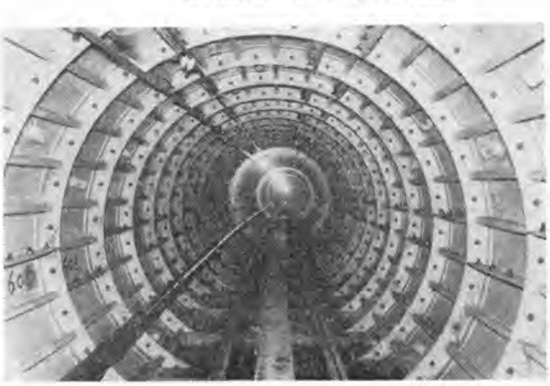
(C+B+J)/A=13.4%　F/C=29.6%　E/B=26.7%　D/A=2.3%

ばならないが，作業員の熟練度に依存する工法である。しかしながら，坑内測量，推進用管の発進台の装備，土質条件に見合った補助工法の採用，管の継手方法の改善，初期推進の精度向上などと相まって正確な施工が可能となる。なお，この推進工法の課題は施工距離の増大である。本市において最近内径 3,000 mm のヒューム管を 60 m 中押しなしで推進し，好結果を得ている。

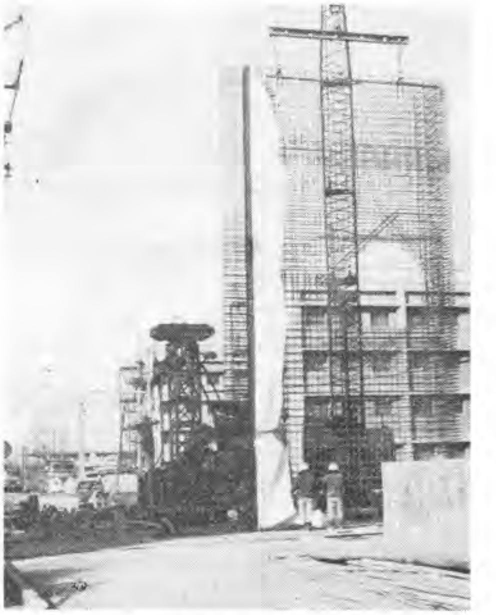
（5） シールド工法

シールド工法は昭和 35 年本市地下鉄覚王山トンネル工事に採用されて以来都市道路事情や土質条件から下水道においても開発の機運が醸成された。この工法は交通量，地下埋設物，沿道被害などにより開削工法では工事

写真—2 従来一般的であった開削工法（打出幹線 2,900×2,700 2 連）



写真—3 工事環境の悪化で大径管渠工事の 1/3 を占めるトンネル工法（稲葉地幹線仕上り内径 3,000 mm 1 次覆工）



写真—4 市街地のシールド工法，特殊推進工法の立坑に採用されている土留壁工法（白水幹線立坑）

が実施できない極限状態に都市が追込まれたために，やむなく採用されているといってよい。本市においても，昭和 40 年田辺幹線において内径 1,500 mm をシールド工法により施工して以後，改良に改良を加え，多くの実績をもっている。

表—7 に最近の本市における施工例をあげた。稲葉地幹線の施工場所は定期バス路線であり，土質は粘土の薄層をはさむ砂層で地下水位が高く，地下埋設物（電力 14 万 V，工業用水 φ900，ガス φ150，上水 φ150，下水 θ600）が輻輳している。立坑付近は薬液注入を施工し，未舗装部分および並行水路の舗装を処置して，エアブローを防いだ。掘削断面を透水係数 10^{-6} cm/sec 程度までになるように珪酸ソーダ系の薬液注入し，圧気 0.2 kg/cm^2 により掘進し，途中圧気の上昇不能により湧水があったので坑内ウェルポイント工法を採用し，一応の成果を得た。萱場幹線については砂れき中における旧河川敷を貫通するシールド工事施工例である。透水係数が大きく，しかも土の相対密度の比較的大きい土質で圧気による止

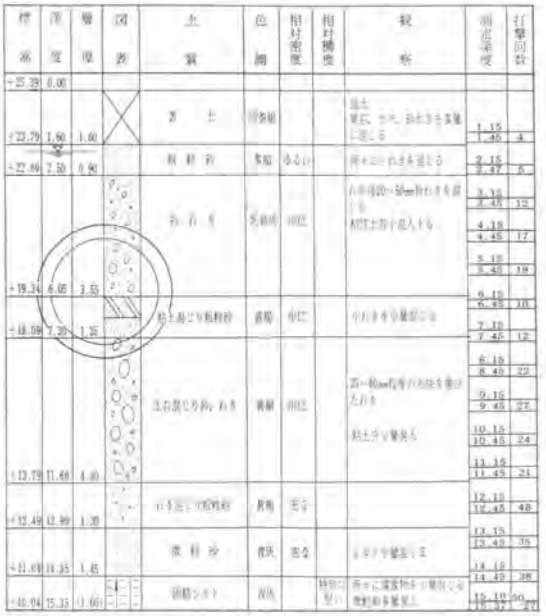
水を主体とし，圧気圧（0.2〜0.3 kg/cm²）に必要な程度まで水ガラス系薬液注入を補助的に施工した。三郷幹線バイパス工事では土被り 2.5〜3.0 m で浅く，上層部は粘土，シールド掘進部は砂層であるため空気量が多く，種々のトラブルが考えられるためウェルポイント工法を全面的に採用し，一部薬液注入を施工し，凍結工法を立坑付近において試験的に採用した。

最近ではシールド工法は補助工法を併用すればかなり過酷な条件についても可能となっているが，施工性および経済性に難があるほか，慎重な施工を行なっても若干の周囲地盤の沈下および蛇行は避けられないようである。萱場幹線の施工において，掘進に先行した薬液注入による舗装面の部分的隆起が最大 5 cm に達し，地盤の止水のための量の調整が非常に困難であった。また掘進時における切羽の掘削方法および土留方法，掘進速度，手早い裏込注入，地山に適合した裏込注入材の選択など各々に慎重を期したが，最大 5 cm の沈下を示した。蛇行については最大水平方向 30 cm，垂直方向 15 cm であった。

シールド工法における工事費の 40% 程度が覆工費用といわれている。1 次覆工は本市においてほとんどスチールセグメントフラットタイプを採用しているが，合成セグメントの例もある。スチールセグメントを採用している理由としては，組立が容易なこと，製作上の精度および組立後の補強の容易さなどによるものである。今後 2 次覆工の省略による経費の節減などから極力コンクリート系セグメントを使用してゆきたい。また，今後セグメントの標準化，規格化によってコスト低減をはかるべきと思う（図—3〜図—5 参照）。

（6） 特殊推進工法

特殊推進工法はセミシールド工法とも呼ばれ，推進工法の課題である施工距離の増大，上下左右蛇行精度の向上とシールド工法の施工性，経済性を進歩させた工法である。通常，直線部で 200 m 以上の長大スパンの推進が可能であり，刃形金物の代わりにシールド掘進機を推進管用の先端に取付け，立坑における発進台も効果的に整備されているため施工精度が高い。またシールド工法によるセグメントが不要となり，2 次覆工もないため工事費が軽減され，工期も短縮される。しかし全延長一度に推進するため所要推力は非常に大きく，土質および推進止めの時間などにより推力を推定し，立坑の反力壁が



図—3 萱場幹線下水道築造工事地質断面図

移動しないよう詳細な検討が必要である。当市では内径 2,100 mm から 1,800 mm に本工法を採用した。土質は全断面が砂れき層で N 値 30〜50 と非常に硬く，締まった地層となっており，湧水はほとんどみられなかった。内径 1,800 mm，推進延長 647 m 工区に押引き工法を採用，使用ヒューム管は方向調整短管，いんろうタイプ，普通タイプと 4 種類の特厚管を使用，先端に短管普通タイプ，中間にいんろう管を挿入，立坑内でコンテナチューブを管全周に覆い，溶接掘進を開始した。

この工法は立坑内の受台のセットで方向が決定されるため特に芯出しには注意し，慎重に行なった。この蛇行量は上下，左右とも 20 cm 以内におさまり，地盤沈下もなく，貫通した。なお薬液注入（本工事の場合はベントナイト液）などは推力を 20% 程度減とし，非常に効果があった。土質によってではなく当然行なうべきで，シールド機械の故障あるいは他のジャッキの故障により掘進を止めるような場合，ベントナイトの注入を行なっておれば再び掘進を始めるときに地山の締付による推力の増加を軽減できる。

（7） 連続地中壁工法

下水道工事は他の埋設物と違い，比較的掘削が深いため市街地では必ず土留工を施さねばならない。従来地下

表—7 名古屋市におけるシールド施工例

場所	トンネル仕上り内径(mm)	施工延長(m)	地質	施工方法	土被り(m)	地盤の事前処理	セグメント	形状	圧気
稲葉地幹線	φ3000	667	砂質土	機械掘式 手掘式	4.2〜5.0	薬液注入	フラットタイプ スチール	φ3,850 d 800	0.42 kg/cm²
萱場幹線	φ3000	323	砂れき	手掘式	9.1	薬液注入	合成	φ3,600 l 900	0.2 kg/cm²
三郷幹線	φ2600	1,005	粗砂	手掘式	2.5〜3.0	薬液注入，ウェルポイント工法	スチール	φ3,450 l 800	

掘削は土留矢板工法で行なわれていたが，その後シートパイル工法からH鋼打込み木矢板土留工へと移行した。これら工法はすべて騒音，振動を発生し，昨今の都市事情では事実上施工が困難になっている。このため連続地中壁工法が採用される例が多くなっている。この工法は建設公害を契機として短期間に普及開発されたものであり，本市における使用例としてはシールド工法，推進工法の立坑として数多く使用されているが，その他のものとして表―8の代表例がある。

一般の下水管渠工事においては，交通頻繁で地下埋設物の多い道路での連続地中壁工法の採用は不適当と思われる（写真―5 参照）。しかし，処理場，ポンプ所を市街地の中に求め，隣地建物付近地で構造物を作る場合，重機械，諸設備の設置および作業が容易であり，構造物と山留工事と兼用できる場合本工法による施工は有利と考えられる。かかることから本市ではポンプ所工事に多く採用している。

（8） パックドレーン工法

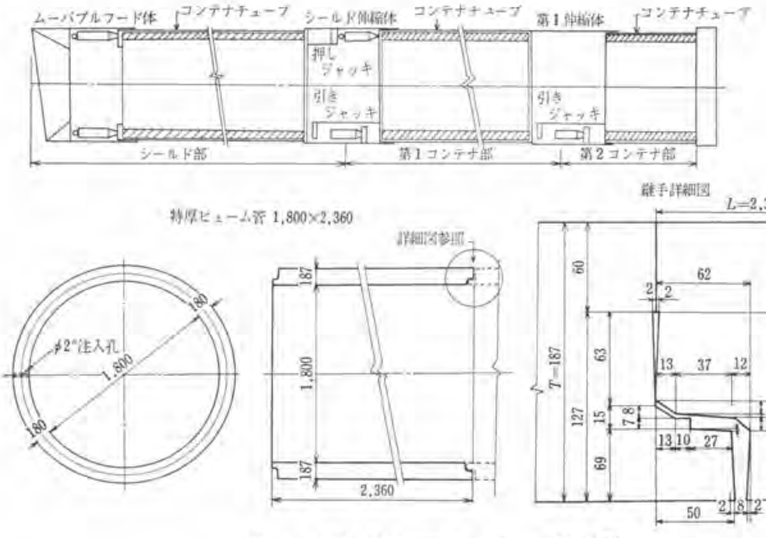
処理場，ポンプ所の建設位置は低湿地であり，軟弱地盤土に建設することが多い。したがってこの場合，事前に地盤改良をし，所要支持力を得ることもある。

本市柴田処理場においてパックドレーン工法により改良工事を施工した。工事概要は次のとおりである。

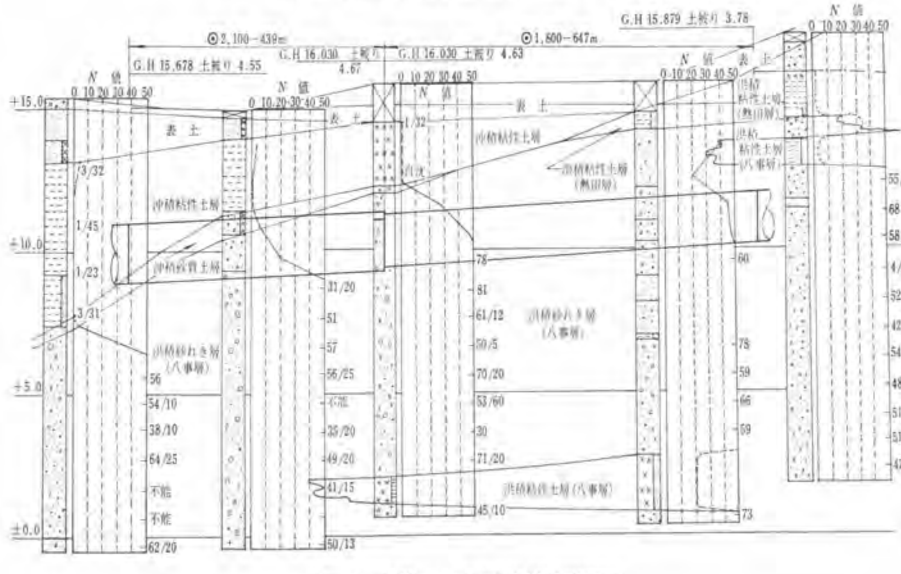
工　事　名：柴田下水処理場簡易処理施設築造に伴う地盤改良工事

場　　　所：名古屋市南区元柴田西町柴田下水処理場敷地内

工　　　期：昭和 45 年 12 月～昭和 46 年 2 月



図―4　内径 1,800 mm セミシールド工法図



図―5　土質および下水道幹線縦断図

構造物概要：構造物　最初沈殿池，曝気槽，その他
　　　　　　大きさ　長さ 50 m×幅 32 m

地盤改良工事概要：
　　　　　　改良面積　6,080 m²
　　　　　　施工基面　　110 m
　　　　　　パックドレーン深さ（直径 φ12 cm）
　　　　　　l=15 m×2,900 本（間隔 1.2 m）
　　　　　　l=10 m×1,900 本（間隔 1.0 m）
　　　　　　プレローディング　大気圧工法

（9）　アンカー工法

処理場施設の建設は，掘削深が深いため幾段もの切ばりが錯綜し，施工性を阻害することがある。本市宝神処理場においては山留支持によるアンカー工法を採用した。しかし採用の場合，土留アンカーの失敗は大事故につながることが多いので確実性，安全性が重要で，長期荷重，繰返し荷重，地震時の影響など問題が山積しているので，アンカー定着後，常時測定することは重要であると思われる。凍結工法を下水道に応用した例は非常に少なく，本市においても三郷幹線シールド工法において立坑発進付近の地盤に低温液化ガスによる凍結工法を採用した例がある。しかし下水道工事においては不経済であり，施工性が悪いなどの欠点がある。凍結工法は凍結時の土の体積変化，凍土の強度，地下水流と凍結の関係，凍結速度に対する凍結管相互の干渉の問題等多くの未解明事項がある。したがって，軟弱地盤で薬液注入でも掘削が不可能な場所とか，構造物のアンダーピニングが困難な場所などにおいて地盤固結，土留，遮水工法としての利用がよい。

4. 今後の建設の展望

公害防止など一連の最近の行政需要に応ずるため国では現行の経済社会発展計画を改訂して昭和 48 年度を初年度とする長期経済計画の策定をする方針とききこれに対応する下水道事業は昭和 60 年までに市街区域 100 %の整備ときく。本市においてもこれにそって近々改訂するよう調査を進めている。したがって今後増加する工事量を消化するには現体制では多くの困難が予想される。在来の官公庁の執行体制の検討もさることながら，責任施工制度の確立，および都市工事における建設公害防止対策としての土木技術の研究開発など，多くの検討が先決と思われる。また前述のとおり交通事情の悪化，地下埋設物の輻輳，建設公害に対する非難等工事環境の中で都市機能を確保し，施工精度の高い構築物をスピーディに施工する方法の探求こそ現今の一大課題である。

← 写真—5　中村幹線築造工事における地中壁（□ 2,900×3,000 mm PIP）

下水道は公共事業として施工され，しかも多くの都市においては条例により負担金を徴収しており，住民監視のなかで施行されるわけであるので，常に安全で合理的な施工により事業を促進するを第一に考えるようにしたい。

5. あとがき

以上，当市における下水道の現況と施工上の二，三の点について述べた。しかし下水道事業にはなお多くの複雑な問題を包含しており，われわれの浅学非才のため十分論じきれなかったことをお詫びするとともに，この拙い一文がなんらかの参考となれば幸いに思う。

表—8　名古屋市における連続地中壁施工例

場所	用途	地質	打継形式	断面・長さ	掘削方式	壁面保護	壁形式	開発会社名
宮前ポンプ所	沈砂池，ポンプ井，土留壁，軀体壁	砂れき	インターロッキング式	厚 600 長さ 7.7～13.3	パーカッションバケット	泥水使用		日本イコス
露橋処理場	エアレーションタンク，最終沈殿池，土留壁，軀体壁	砂質土	〃	厚 500 長さ 12.5～17.5	ロータリカッタ	〃		利根ボーリング
土市ポンプ所	ポンプ井，沈砂池，一部土留壁，軀体壁	砂質 シルト	〃	厚 400 長さ 12,000	〃	〃		〃
中村幹線	土留壁	砂れき ローム		径 350 長さ 12,000	アースオーガ			ライト工業
柴田処理場	ポンプ井，土留壁，軀体壁	粘土質 シルト	インターロッキング式	厚 600 長さ 18,000 〃 24,500	ロータリカッタ	〃	下部凹凸式	利根ボーリング
白水幹線推進立坑	土留壁，軀体壁	シルト 砂質	I ビーム	厚 600 長さ 12,000	リバース	〃		熊谷組

随 想

青函侫武多

石川正夫

北の国の春はおそく，冬ははやい。雪にとざされた長く厳しい冬が終わると，人生の四季で青年を象徴するかのような輝くばかりの夏の訪れが待っている。

この青年の夏に，若人の純粋な情熱と力強い若さを伝統ある郷土芸能の創造に集中，開花してみたいという提案が青函トンネルの工事に従事している青年諸君から出された。伝統ある郷土芸能とは，ここでは青森で有名な侫武多のことである。青森の侫武多は仙台の七夕，秋田の桿灯とならぶ東北地方の三大祭りといわれている。青森の侫武多祭りはその豪華，壮大な侫武多人形と飛び跳ねるはげしい群舞のパレードが見もので，毎年大勢の見物客がくり出し，青森やその周辺の旅館，ホテルは超満員となるほどである。

侫武多は「ねぶた」あるいは「ねぷた」とも読み，津軽地方では数百年の昔から伝統的な年中行事とされている。その起源は，遠く坂上田村麻呂が蝦夷征伐の時に，巨大な人形を作って敵をおびき寄せるのに成功したことにはじまるという伝説もあるくらいで，津軽も弘前では進軍ねぷたといって悲壮感があり，青森は凱旋ねぶたで開放的，陽気であるともいわれ，所によって形，姿は変わるようである。

さて，トンネルの青年連中が函館で侫武多を作りたいといい出して，まず気になるのがその製作費で，聴くところによれば，青森の侫武多は人形花車1基作るのに数 10 万とか 100 万円もかかるということで，そんな大金をどうするのかと思ったが，実行委員会幹事の説明では材料費だけなら数万円でできる見込みで，財源は事務所職員の資金カンパでまかなうという。製作の手間は青年諸君の労働奉仕によるということで，業務に支障しないならばという条件付で青函侫武多の製作が始まった。製作期間は約1カ月，完成目標は8月上旬で，函館の港まつりの行事の中の1万人パレードに参加したいという。今年は青函トンネルの本工事着工の記念すべき年であり，トンネルの無事完成を祈願して青森の伝統芸能である侫武多を函館の街に現示したいという提案説明であった。

製作は青年達の独身寮の各自の部屋で始められたようである。侫武多人形のデッサン，骨組みの準備，金魚提灯の手作りから始まって，人形の台座や人形の組立にかかる頃には独身寮では手狭まなので職員アパートの一画にある広場に移動して来た。この頃になるとアパート居住の職員や家族連中にも侫武多の製作進捗状況が目の前で見られるようになる。

夏の日の暮れるか暮れぬうちから製作担当の若手がどこからともなく集まって来て，暗くなった8時頃にはその数も 10 数名に増え，街路灯に照らされたアパート広場は侫武多人形の製作も最高潮となる。こうなると，それまで比較的無関心だったアパート居住の壮・老年組やその家族も一体全体どんなものができるのか興味深々となってくる。中には陣中見舞に飲物や果物を提供し，進んで製作に手を貸す住人も出てくる。

ある晩，それまでは4階のベランダから高見の見物をきめこんでいた私も，広場まで出かけてその詳細を見学してみようという気持になった。広場に行ってみて驚いたことは，侫武多人形の大きいこと，そして手のこんでいること，広場以外にも隣接した車庫のあき地を利用して，外からは見えなかったが，さらに多くの連中が黙々として侫武多製作に打ち込んでいるのに気が付いたことである。人形は二体一組で，台座の大きさは間口 7 m，奥行 4 m，人形の高さ 2.5 m，台車付で全高 4 m という壮大なものである。

人形の名前，由来などもその時に勉強することができた。「王進と九紋竜」といって，三国志の中に出て来る中国北宋の代の棒術の名手だという。王進は時の端正皇帝の指南番，たまたま通りかかった田舎の村で若さ一杯で腕自慢の九紋竜の挑戦に応じて激しく棒を打ち合うこと二，三合，たちまち若者の棒はかなたへ飛び，仰向けに倒れた青年九紋竜は井の中の蛙であっ

たことを悟り，玉進に師事して大成したという故事によるという。さすれば，目下製作にいそしんでいる青年諸君の姿勢は九紋竜の人形に表わされることになっているのだそうだ。

人形は骨組みを8番線の針金を折り曲げて作り，結合は麻糸と糊で固着させる。人形の手先，足先の指の爪までリアルに表現されている。骨組みが終わると次に内部照明のための電気配線をして紙張りとなる。奉書紙を骨枠にあてて糊付けし，はみ出したところはカミソリで切り落とす。人形の指の間や着物のひだなど手先の届きにくいところの製作は忍耐と根気がいる。

製作中の若者の1人が，いままで佞武多は何度も見たことがあるが，自身の手で作ったのは生まれて初めてですという。おそらくほとんど全員が佞武多製作は初めての体験であろう。そして，こんなに手間のかかるもの，目に見えないところに面倒な仕事が隠れているとは知らなかった，とてもよい精神修養になりますという。製作工程も予定より遅れ気味だが，ここまできたら意地でも完成まで頑張らなくちゃともいう。そういう彼もトレパン姿の頭の先から足の先まで糸くずやら紙くずやら，糊とほこりまみれであった。

さらに幾晩か経って紙張りも形がつき，色付けとなる。しぼり模様や色替りの所は絵具がにじまないように木蝋をとかしたのを点や線で下地を作っておく。色付けが終わって人形の内部に仕掛けた100個の電球に一斉に点灯した瞬間は，それまで根気よく製作にはげんだ連中にも，夜な夜なひやかしに訪れた見物人にもその美しさ，壮大さはまさに感動の一刻であった。

時は港まつり1万人パレードの前夜，青函佞武多は延べ300人を越える青年の意欲と労力によって完成した姿を見せた。佞武多踊りの練習を兼ねて事務所の女子職員やアパートの住人連も混じって，中にはパレード用に遠く津軽の地から取り寄せた花笠，ゆかた，たすき，鈴，けだし姿の踊りの正装で前夜祭に参加する連中も見え，それはにぎやかな楽しい晩であった。

明くればいよいよ函館港まつりの最高潮1万人パレードの当日である。昼過ぎにはその筋にお願いしておいた交通整理員の方々も見え，いよいよ佞武多人形の引出しとなったが，広場から 50 m も移動しないうちに台車の軸受ベアリングがパンク，運行不能となり，これまでの苦労も水の泡かと思うと一同腰も抜けるほどびっくりし，がっくりし，へたへたとその場にへたり込んでしまった。この思いがけない事故は無警告で水爆攻撃をくらったような強烈なショックであった。しかし，人間は生きているうちはバイタルなものである。75 年間は草木も生えないといわれた広島が復興したように，ショック5分後には元気のよい連中が早くも交換予備ベアリングの手配に動き回り，30 分後には佞武多台車は再び移動を開始した。そののち再びベアリングのパンクやら蓄電池をトレーラに積み替えるなど，全員の全智全能をふりしぼったあげく1万人パレードの集結場所まで到達することができた。

時は刻々と流れ，いよいよ正7時，先頭集団から行進開始，わが青函佞武多は津軽太鼓の音の大きいことから最後尾を承ることになる。出発前に全員に指示，万一途中で人形が動けなくなったら人形は行列から切離し，佞武多踊りだけを進行させること。すると若人から返答，ここまで来たら引きずってでもかついででも最後まで運行させて下さい。よぉし，その意気，それでいこう，しっかりやれ，いよいよ出発。

最後尾のしんがりに直径 2 m，長さ 4 m の大太鼓，ドドンドドン，ツトドンドーン，横笛がピイヒャラピッピ，昼からの重労働で空き腹にしみわたるような太鼓，ドドンドドーン，ドドドンドーン，跳ねて回る踊りのかけ掛，ラッセー，ラッセー，セッセーラ。やたらにのどがかわく。太鼓の前にかがみをぶちぬいた酒樽，ひしゃくでグイグイ。

行列の先頭は幅 3 m，高さ 2 m の大プラカード，中に蠟燭で点灯，続いて大提灯2基，その後に竹竿と縄で冂字形に行列体形を整え，その中には金魚型の佞武多提灯を手にした子供，婦人，壮老年約 60 名，ゆかた，たすき，紅いけだし，草履に花笠の正装の踊り子約 50 名，笛吹き，大太鼓，電線上げ，佞武多人形の大行進が続く。2時間かかって市内目抜き通りを約 2 km，途中心配された事故もなく無事1万人パレードの最後尾を盛大にしめくくることができた。沿道を埋めた観衆からも驚嘆の声と盛んな拍手，それにもまして行進の一人一人が佞武多運行に参加した意義を深くかみしめたことであろう。

パレードを終わり，アパートの広場まで人形ともども帰って来た若人達の何人かは，今日は重労働8時間でしたと晴れやかに笑っていた。また別の何人かは，喜びの中に深刻な表情で，みんなで力を合せて目標にぶつかればこの世の中でできないことはないことがわかりましたと感激していた。

私も青年達の目の輝きの中にそれは真実であると思った。そして，目標や規模の違いはあっても，この青函佞武多の体験から，若い連中の手によって世紀の大工事といわれるトンネルも無事完成されることと思っている。　（日本鉄道建設公団青函建設局次長）

本工事に着手した青函トンネルの現況

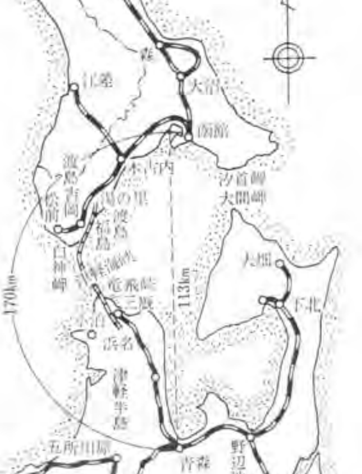
松　尾　昭　吾*

1. 本トンネル着工までの経過

青函トンネルの調査は終戦直後の昭和 21 年から開始され，地質調査を主目的として海底の観察，ドレッジング，ボーリング，物理探査などの外部から行ない得るあらゆる手段を駆使して実施されてきた（**表—1** 参照）。そして 10 数年にわたるこれらの調査結果を総合的に検討して海底地質の概略を把握することができた。なお，青函トンネル工事において遭遇し，または遭遇が予測される地質の性状を示すと **表—2** のとおりである。

昭和 39 年 3 月，日本鉄道建設公団が発足して従来の調査を引継ぐとともに，さらに内部から詳細な地質状況の確認と長大な海底トンネル掘進上の技術的課題の解明のために調査坑の掘削を実施することとした。

掘削は，まず同年 5 月，北海道側調査坑から開始し，



図—1　津軽海峡線位置図

先進ボーリング，止水注入，吹付コンクリートなどの試験を実施しつつ，昭和 42 年 3 月，1,210 m の調査斜坑の掘削を完了した。さらにトンネル掘進機を調査水平坑（現在は先進導坑と呼称），補助調査坑（現在は作業坑と呼称）の掘削に使用し，機械化掘削の検討もあわせて行なってきた。

また，本州側調査坑は昭和 41 年 3 月に着工し，同様の諸試験を実施しつつ，昭和 45 年 1 月，1,315 m の調査斜坑の掘削を完了して調査水平坑（先進導坑）と補助調査坑（作業坑）を北海道側に向け，掘進してきた。

この間，特に竜飛地区では火山岩中にある割目，岩脈の性状を調べるとともに，その不良個所，湧水個所において入念な注入を行なって，種々の注入材料，機械ならびにその注入方法を研究してきた。

たまたま，昭和 44 年 2 月，斜坑底に到達する約 90 m 手前の個所でこのトンネル工事におけるほぼ最大級と思われる圧力をもった大湧水に遭遇したが，入念に施工した注入によって止水に成功し，本トンネル掘削の自信を深めることができた。

なお，これらの技術的諸問題の解明については，公団内に青函トンネル技術調査委員会を設け，部外の学識経験者をも委員に委嘱して慎重に審議を重ねてきた。その結果，昭和 45 年 5 月には「大部分の地質良好区間はもちろん，地質不良個所もセメントを主体とする注入で地盤改良することにより，一般の山岳トンネル掘削方式を採用して新幹線複線断面の掘削が可能である」との結論に達した。

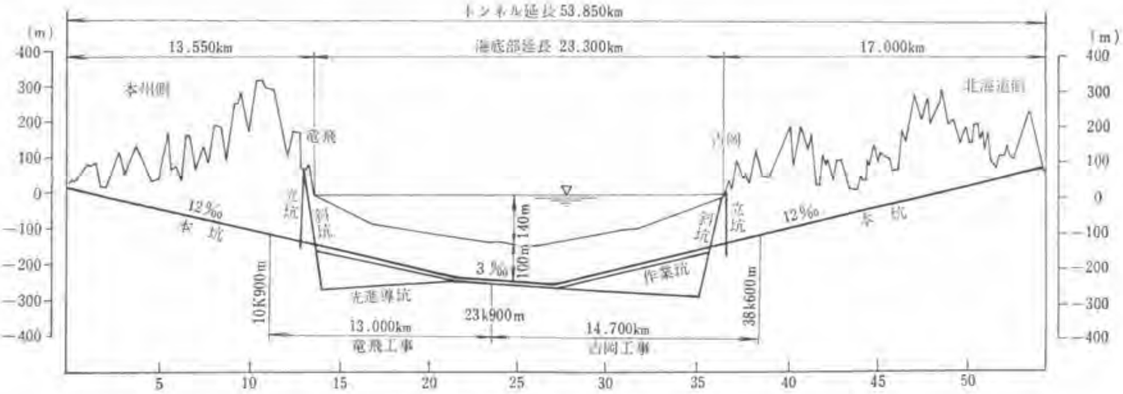
津軽海峡線（**図—1** 参照）は昭和 45 年 9 月に工事線に昇格し，本トンネルの詳細設計を固めて工事実施計画を運輸大臣に提出し，昭和 46 年 9 月，概略次の内容をもって認可された。

（1）工事区間

始　点：青森県東津軽郡今別町浜名

終　点：北海道上磯郡知内町湯の里

* 日本鉄道建設公団青函建設局次長



図―2　青函トンネル縦断面図

図―3　青函トンネル平面図

(2)　トンネル延長

図―2, 図―3 に示すとおりで，延長は 53.850 km(海底部は 23.300 km, 陸上部は 30.550 km) になり，文字どおり世界一の長大トンネルである (図―4 参照)。

(3)　設計基準

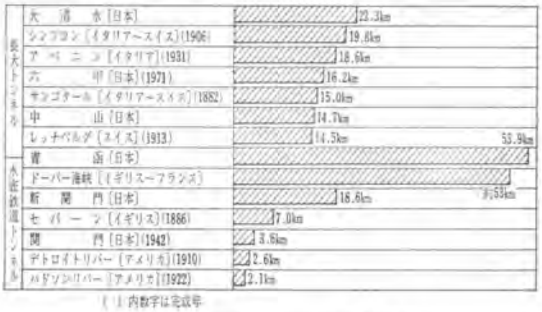
最小曲線半径：6,500 m

最急こう配：12‰

トンネル断面：新幹線複線形 (図―5 参照)

(4)　工　　費　　約2,000 億円

(5)　完成予定　　昭和 54 年3月



図―4　世界のトンネル比較図

2. 施工順序

総延長 53.850 km の青函トンネルは，施工条件から本州側陸上部の 10.900 km，海底部 (一部陸上部を含む) 27.700 km および北海道側陸上部 15.250 km に大きく分割することができる。

このうち両岸からしか施工できないために全体工期を左右する延長 27.700 km の海底部分について最初に着手することとした。この区間は長期かつ大規模で，しかも海底下のトンネル工事であることから請負業者の資金力，技術力および機械力を結集できる共同企業体方式を採用した。

昭和47年3月25日，本州側は鹿島建設，熊谷組および鉄建建設の3社からなる「鹿島・熊谷・鉄建青函ずい道工事共同企業体」に，北海道側は大成建設，間組および前田建設工業の3社からなる「青函ずい道 (吉岡) 工事共同企業体」にそれぞれ工事を発注した。両側とも準備工事が順調に進み，7月頃から掘削に着手して，現在後述の進行をみている。

また両側の陸上部については海底部の工事工程を勘案しながらそれぞれ数工区に分割して今後逐次発注していく計画である。

なお，地質の事前確認と施工の技術的課題の解明および技術開発を目的とする先進導坑については，従来どおり公団が直轄施工する方針である。

表―1 調査経過

調査項目			昭和年度 21～24	28	29	30	31	33	34	35
地形測量	陸上	調査測量	図上研究 福島～白神 三厩～竜飛 } 実測			津軽半島 (航空写真) 1万分の1図化			渡島半島 (航空写真) 1万分の1図化	沿岸 航空写真 両半島
地形測量	海底	音響測深	既存海図研究		精測（2万分の1，2m コンター等深線図）(29～30)					
地質調査	陸上部	踏査	概査			精査	黒松内層 層序調査		福島付近 断層精査	津軽半島 断層概査
地質調査	陸上部	ボーリング	本州側1本 北海道側1本	北海道側1本	本州側1本 北海道側1本	本州側5本 北海道側1本				
地質調査		地震探査	津軽半島陸上および海上概査 北海道側陸上	海上 吉岡沖中央	海上 吉岡沖東西	海上竜飛沖 浮遊式実験				
地質調査	海底部	音波探査							28測線 (208 km)	
地質調査	海底部	磁気探査								
地質調査	海底部	ドレッジング		12地点	36地点	1,932地点				
地質調査	海底部	海底ボーリング						27地点 浅尺注潜式		くろしお号 試作試験
地質調査	海底部	潜水観察								白鯨号 17測線
地質調査	海底部	先進ボーリング								
海気象		潮流長期観測								
施工法の研究		注入固結試験						瀬棚層 (渡島大野)	黒松内層(当別) 安山岩（竜飛）	
施工法の研究		導坑注入試験								安山岩 (八森)
掘削調査	本州側	斜坑								
掘削調査	本州側	水平坑								
掘削調査	本州側	補助坑								
掘削調査	北海道側	斜坑								
掘削調査	北海道側	水平坑								
掘削調査	北海道側	補助坑								
その他										

表―2 地質の主な性状

地層	性質	岩石名	圧縮強度 (kg/cm²) (最低～最高)	引張強度 (kg/cm²) (最低～最高)	比重 (湿)	吸水率 (%)	弾性波速度 (湿) (m/sec)	動弾性係数 (湿) (km/cm²)×10⁴
訓縫層	適度に硬い凝灰岩を主とする。トンネル掘削には適している。	砂質凝灰岩	263(109～335)	28(14～ 40)	2.08	13.0	2,880	18.6
		凝灰岩	219(90～287)	22(11～ 31)	2.19	13.8	2,850	18.2
		シルト岩	474(196～1,066)	33(17～126)	2.18	10.1	3,050	20.7
		砂質凝灰岩	298(182～552)	30(14～ 50)	2.23	6.1	3,010	20.6
		火山れき凝灰岩	185(116～288)	12(10～ 20)	2.24	11.4	2,830	18.3
古期安山岩類	比較的硬いが，構造が複雑で割目の発達する部分がある。	火山れき凝灰岩	167(63.7～293)	22(9～ 36)	2.17	12.5	3,035	20.7
		火山角れき岩	286(12.3～755)	39(2～ 90)	2.36	5.9	3,935	40.8
		安山岩	964(547～1,400)	111(91～131)	2.72	0.7	5,495	84.6
八雲層	部分的にごく硬質の頁岩を有する。比較的掘削しやすい。	硬質頁岩	626(482～822)	107(88～123)	1.82	28.2	2,650	13.0
		シルト岩	583(450～690)	54(48～ 59)	1.86	27.7	2,490	11.8
黒松内層	路線中最もやわらかく，珪藻等を保有しているが，よく固結している。	シルト岩	49.4	8.68	1.11	65.0	1,320	1.97
		砂岩	40.7	5.42	1.44		1,660	4.05
流紋岩	白い灰色の硬い火山岩	流紋岩	854	55.4	2.42		4,615	52.6
玄武岩	岩脈あるいは岩床として各地層に貫入し，周囲の岩石に変質を与え，かつ割目が多い。	玄武岩	571(299～935)	84(8～146)	2.66	1.7	5,030	69.7

一　　覧　　表　　　　　（昭和 47 年3月現在）

36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
津軽渡島両半島（航空写真）		両口実測	津軽海峡両半島（渡海測量）	継　続	継　続				津軽海峡両半島（渡海測量）	
津軽半島断層精査										
北海道側8本	本州側2本	本州側1本 北海道側1本	本州側2本					本州側4本（沿岸斜めボーリング）	北海道側1本	本州側11本 北海道側7本
陸上部吉岡付近			海上吉岡沖斜坑中心沿	継　続	継　続	継　続				
42 測線（309 km）							38 測線（262 km）	61 測線（341 km）	80 測線（907 km）	
	海上45測線 陸上40地点							61 測線（341 km）		
	68 地点							69 地点		
	北海道側1本	北海道側1本		北海道側1本	本州側1本		本州側16本（マリンドリル）			
			北海道側1本	北海道側2本	本州側2本 北海道側8本	本州側2本 北海道側7本	本州側3本 北海道側6本	本州側17本 北海道側5本	本州側25本 北海道側18本	本州側2本 北海道側3本
15日巻自記録式3個所										
継　続										
			準備工事	60 m	590 m	270 m	303 m	92 m		
								坑底設備 41 m	137 m	175 m
									坑底設備 136 m	620 m
		準備工事 10 m	390 m	220 m	590 m					
					坑底設備 30 m	300 m	210 m	845 m	397 m	492 m
								坑底設備 420 m	1,442 m	735 m
						岩盤試験 黒松内層（小泊）	継　続	継　続		

3. 切羽の状況

トンネル切羽の掘削延長は**表―3**に示すとおり，本州側および北海道側の切羽状況は次のとおりである。

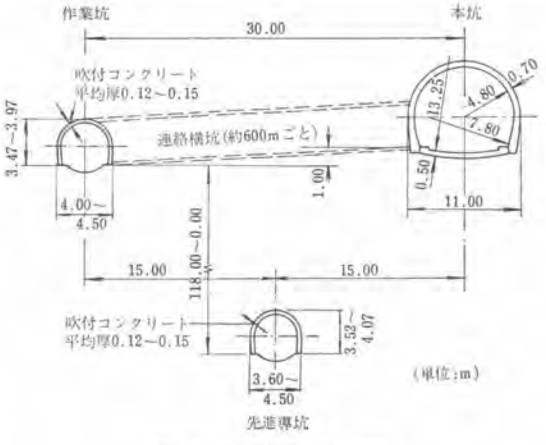
なお，トンネル工事用排水系統の現状を示すと**図―6**のようになっている。

（1） 本州側の現況

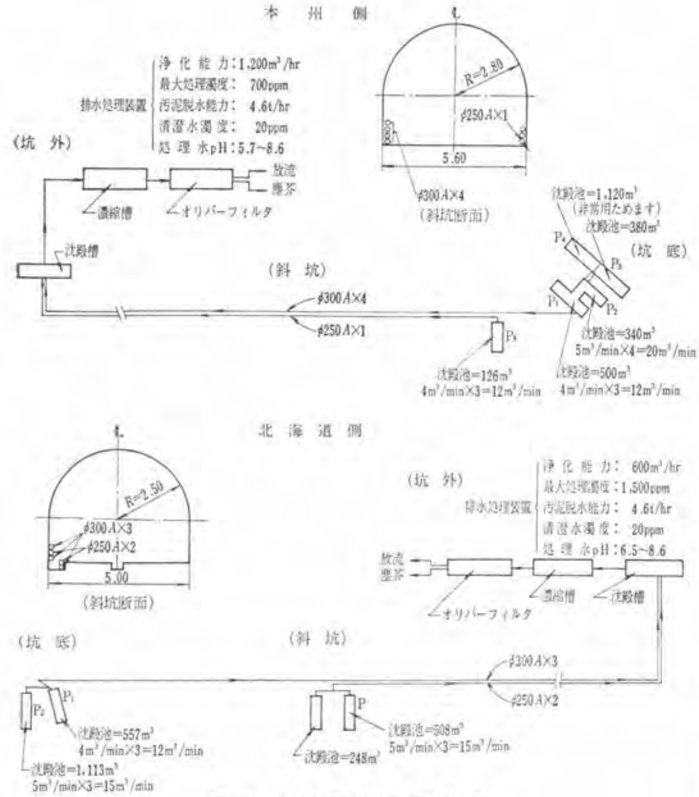
① 先進導坑は玄武岩の岩脈をはさむ凝灰岩層を，止水注入を先行させながら発破工法により掘削中である。

② 作業坑は安山岩層を止水注入を先行させながら発破工法により掘削中である。

③ 連絡横坑は作業坑から本トンネルに通じるための横坑であって 120 m 程度を掘削しつつあり，あと 25 m で本トンネルに達する。



図―5　トンネル標準断面図



図—6 工事用排水系統図

写真—1 青函トンネル竜飛方工事基地

← 写真—2 青函トンネル吉岡方工事基地

表—3 切羽掘削延長
(昭和47年9月末現在)

坑　道　別	本　州　側	北 海 道 側
先 進 導 坑	635 m	2,380 m
作　業　坑	1,292 m	2,729 m
本坑（導坑）	0 m	652 m
〃（上半）	0 m	0 m

（2） 北海道側の現況

① 先進導坑は変質粘土化した玄武岩で軟弱のため上半先進のベンチカット方式により施工中である。

② 作業坑はシルト岩であって順調に掘削している。

③ 本坑は導坑のみが陸上部に向かって 351 m，海底部に向かって 263 m 付近を掘削中で，いずれも岩質は凝灰岩である。

4. む す び

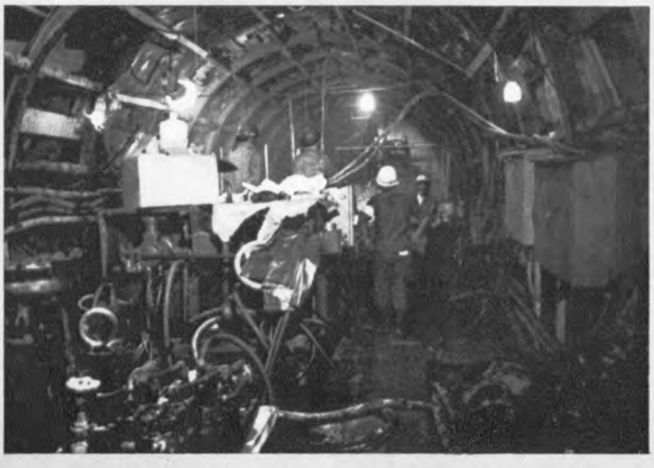
当公団の直轄施工による調査工事から青函トンネルもいよいよ本格的工事に着手したが，まだその緒についたばかりで，本トンネルの施工に関する資料がほとんどなく，今回は本格着工までの経過などが主にならざるを得なかった。

われわれはいままで長い間積み重ねてきた貴重な各種の試験，研究，および施工経験などを十分に生かして本トンネルの完成に日夜努力しているが，断層破砕帯，火山岩地帯の亀裂に対する止水注入，海底中央部に存在する軟質岩に対する設計，施工および北海道側における膨張性地質に対する処置などの難問題に関しては，さらに適切な手段を見つけ出して解決していきたい。そして1日も早く青函トンネルを無事完成するためには各方面からのご指導を仰がなければならない。誌上をかりてご支援をお願いして擱筆する次第である。

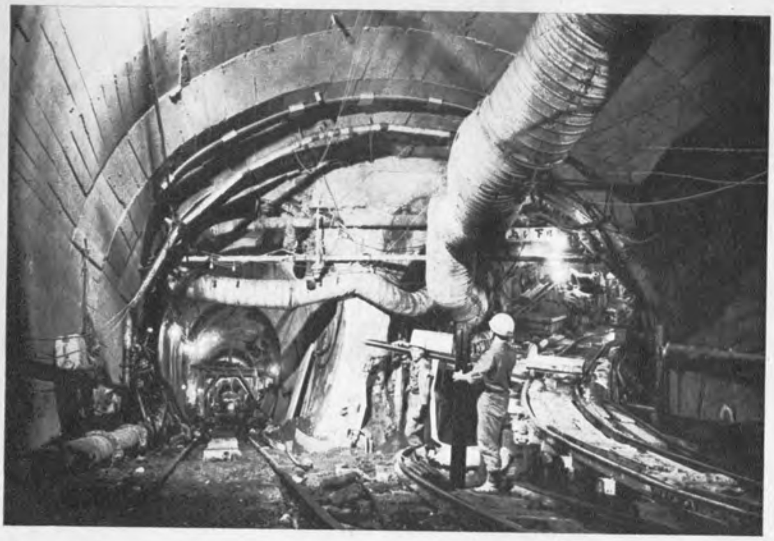
青函トンネル工事の現況

▲本州側工事基地の全景

▲本州側坑内における
先進ボーリング作業
—交通新聞提供—



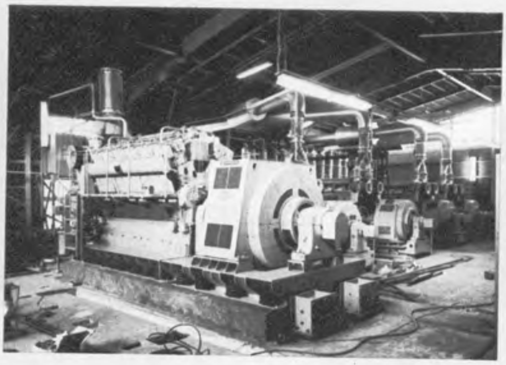
▲本州側坑内における止水注入作業



◀本州側斜坑（作業坑入口付近）
—交通新聞提供—

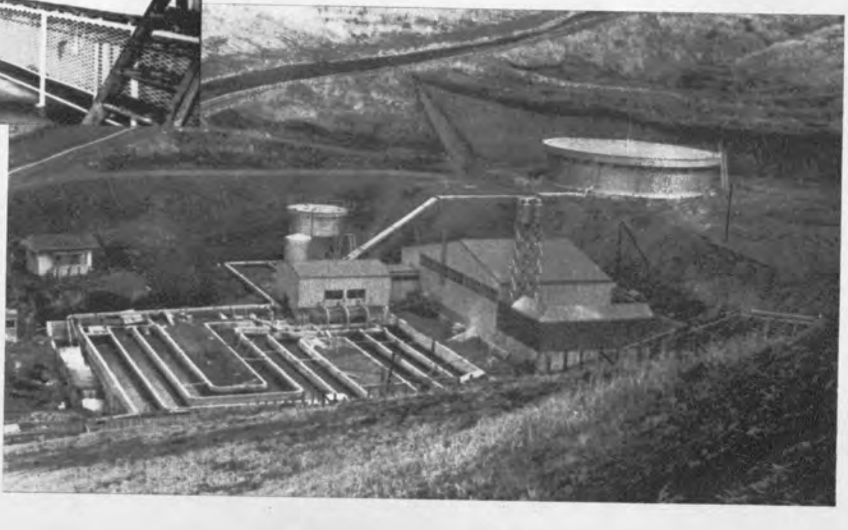
▼本州側斜坑坑口付近

▼予備電源用発電所（本州側）
総出力 4,200kW



◀脱水処理室（本州側）

▼トンネル廃水処理場（本州側）
処理能力1,200m³/hr



▲北海道側工事基地の全景

普通工法区間の状況▶
（北海道側）

▲コンクリート吹付作業
（北海道側）

北海道側坑内状況
左側で吹付作業中▶

◀坑内用食堂・衛生車（北海道側先進導坑）
車内に食堂，シャワー室▼，乾燥室，調理室，水洗便所，クーラ設備，飲料水冷却設備などがある

坑内主排水ポンプ室（北海道側）
室内の壁面は吹付コンクリート施工▶

▲北海道側斜坑内（延長1,210m，こう配14°01′）
坑道上部の左は通風管，右はベルトコンベヤ，中央はコンベヤ保守通路

▲トンネル廃水処理場（北海道側）
処理能力 600m³/hr

◀北海道側坑口設備

—日本鉄道建設公団提供—

東北新幹線第2有壁トンネルの機械化掘削計画

大浦　勲*

1. まえがき

最近わが国におけるトンネルの機械化掘削の施工例も次第に増え，機械化掘削に関するデータも着実に整いつつあるが，反面，わが国のような複雑な地質構造への対応は必ずしも十分であるとはいい難く，また機械化掘削の理想的姿ともいえる全断面機械化掘削についてもいま一歩の感がある。

そこで国鉄では技術課題の一つとしてトンネルの機械化掘削を取り上げ，工費の節減，工期の短縮，安全施工の開発をはかっているが，ここで紹介する第2有壁トンネルは全面的な機械化掘削を目標としてドラム回転式トンネル掘進機(トンネルボーリングマシン，以下R.T.Mと略す)とアーム移動式トンネル掘進機(ロードヘッダ)の併用を計画したものである。

2. 工事の概要

トンネル名：東北新幹線第2有壁トンネル
トンネル延長：2,421 m
トンネル断面：新幹線複線形(図—6 参照)
こう配：14‰，3‰
線形：一部 $R=7{,}000$ m 円曲線
地質：細粒砂岩，凝灰質砂岩，凝灰岩
掘削工法：底設導坑先進上部半断面工法
掘削機械：導坑　ロードヘッダ MRH-S 40 N
　　　　　　　　三菱 RT-45 A
　　　　　上半　ロードヘッダ MRH-S 90
　　　　　下半　ロードヘッダ MRH-S 40 N
　　　　　　　　油圧電動ショベル FC-S

第2有壁トンネルは東北新幹線建設に伴い，岩手県の県境に新設される延長 2,421 m の新幹線複線形断面のトンネルであり，昭和 50 年3月に竣工を予定されている。地質については後述するとおりであるが，新第三紀の凝灰岩，砂岩が大部分を占める比較的掘削の容易な岩質と判断されるため機械化掘削を検討したものである。

まず導坑部分はボーリングマシンによるものとし，山

図—1　第2有壁トンネル位置図

写真—1　第2有壁トンネル坑口付近

* 日本国有鉄道盛岡工事局工事第二課長

陽新幹線の西庄トンネルにおいて流紋岩質凝灰岩の硬岩に挑んだ後，改良を加えられて待機中であった国鉄所有の RT-45（三菱重工・ヒューズ）を導入することとした。ただし，延長 2,421 m のうち坑口より約 600 m 間は砂岩の固結度が低く，R.T.M による掘削は困難であろうと判断し，この部分についてはアプローチ導坑としてロードヘッダの 40 形による掘削を計画した。次に上半部の掘削は最近開発されたロードヘッダの 90 形により，また下半掘削についてもロードヘッダの 40 形，ポクレン等による掘削を計画している。

3. 地形および地質

本地区の岩盤はすべて新第三紀中新世以後のものであり，固結度の低い若い堆積岩である。**図—2** の地質縦断図に示すように盛岡方坑口より約 600 m は特に固結の弱い細粒の砂岩が大部分を占める。この砂岩層は下黒沢層と呼ばれ，次の厳美層と区別される。下黒沢層の上位には厳美層と呼ばれる凝灰岩が存在し，これが東京方坑口までの大部分を占めている。この凝灰岩もあまり固結程度は高くないが，岩盤としては均質であり，き裂，割れ目のほとんどない健康な岩質である。

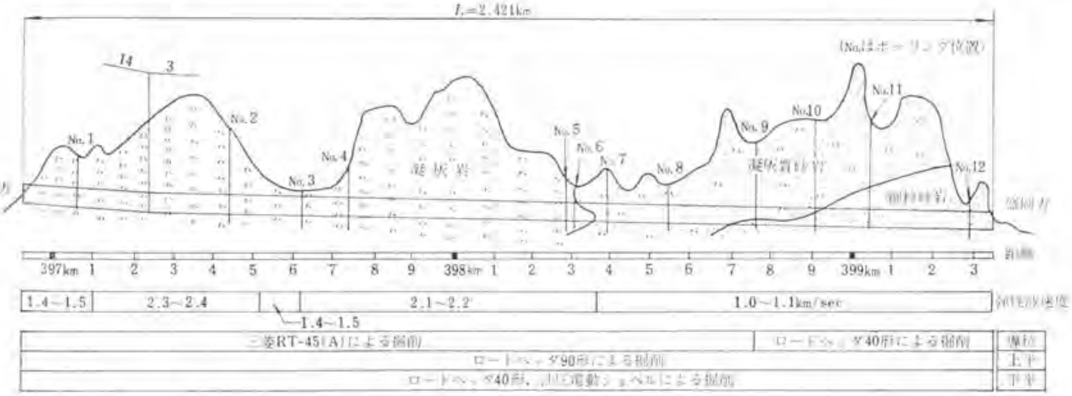
この付近一帯は標高 60～100 m の丘陵地帯であり，被りは最大でも 40 m しかない。沢沿いに開かれた水田地帯では被りが 2～5 m 程度である。また，トンネル上部には灌漑用の溜池が点在し，掘削にあたってはその影響が予想される。盛岡方坑口付近より行なった 300 m の水平ボーリングでは毎分 180 l の湧水があり，現在もなお続いている。しかし，その後の調査として再度水平ボーリングを行なったが，この孔からは湧水が見られず，トンネル施工にあたっての坑口付近での湧水状況は微妙である（表—1 参照）。

4. わが国における機械化掘削の現況

全国的にトンネル工事が増大している現在において，工事量とは逆にトンネル掘削の技能工はますます不足する一方である。この流れに対応しての省力化は当然であり，各地で地質条件，経済性を吟味しつつ機械化掘削が盛んに試用されつつある。これまで全世界での施工延長は 200～300 km 程度に達し，わが国においても昭和 39 年の四国新居浜でのボーリングマシン使用以来現在まで約 13 km に及んでいるといわれる。

最近におけるボーリングマシン使用のよい例としては小松・ロビンス 4 号機 TM-430 G が香川用水導水路トンネルで圧縮強度 800～2,500 kg/cm^2 という相当硬質な所を 3 km 以上も掘削し，最高月進では 374 m という実績を上げている。青函トンネルにおいては石川島播磨・ハーベーガーの 1 号機から 4 号機までを投入し，調査坑，作業坑の掘削に使用して日進最高 31 m を記録している。小松・ロビンス 5 号機 TM 450 G は奥羽本線大平山トンネルの導坑掘削に活躍し，延長 785 m に対し平均日進 13.3 m，最高 42.6 m/日 の実績を上げた。

また，今回第 2 有壁トンネルで使用する三菱重工・ヒューズ 2 号機 RT-45 は山陽新幹線西庄トンネルにおいて圧縮強度2,000～5,000 kg/cm^2 の硬岩に挑み，552 m 掘削の実績を上げた。RT-45 は今度は一変して圧縮強度 100 kg/cm^2 以下のいわゆるボーリングマシン適応範囲の下限値の方に挑むわけである。さらに現在施工中の神奈川県内広域水道企業団の酒匂川導水路トンネルには



図—2 第 2 有壁トンネル地質縦断図

表—1 地 質 調 査 結 果 一 覧 表

地層、岩質区分		見掛比重	一軸圧縮強度 (kg/cm^2)	縦波伝播速度 (km/sec)	動的ポアソン比	動的弾性率 (kg/cm^2)	地山弾性波速度 (km/sec)	き裂係数	準岩盤圧縮強度 (kg/cm^2)	ボーリング No. (図—2 参照)
厳美層	凝灰岩	1.71～1.90	60～100	2.0～2.5	0.28～0.31	0.5×10^5～0.9	2.1～2.4	≒1	60～100	No. 1,2,3,4,5,6
	凝灰質砂岩	1.65～1.86	30～ 45	1.7～2.0	0.29～0.33	0.27～0.53	1.7～1.8	0.7～1	21～ 45	No. 7,8,9,10
下黒沢層	砂岩	1.80～2.00	10～ 20	1.9	0.31～0.33	0.16～0.49	1.7～1.9	0.8～1	15～20	No. 9,10,11,12

小松・ロビンス6号機 TM 480 G，および川崎重工・ジャーバ2号機 MK 17-500 が使用され，それぞれ実績を上げている。

一方，アーム移動式のトンネル掘削機にはロードヘッダ，ウェストファリア等があるが，比較的小形で機械価格が安いため歴史が浅いにもかかわらず軟岩掘削用として急速に発展しつつある。ロードヘッダを例に上げると小形機の 40 形は 37 台，大形機の 75 形，90 形はそれぞれ1台製作され，さらに増加しつつある。

5. 機械化掘削計画

前述したようなトンネルの機械掘削の情況のもとに東北新幹線のトンネル工事に対し，積極的に機械の導入を検討した。東北新幹線中，福島，宮城，岩手県下のトンネル地質は多様であるが，総じて若い地層が多く，特に第三紀の砂岩，凝灰岩類が多い。

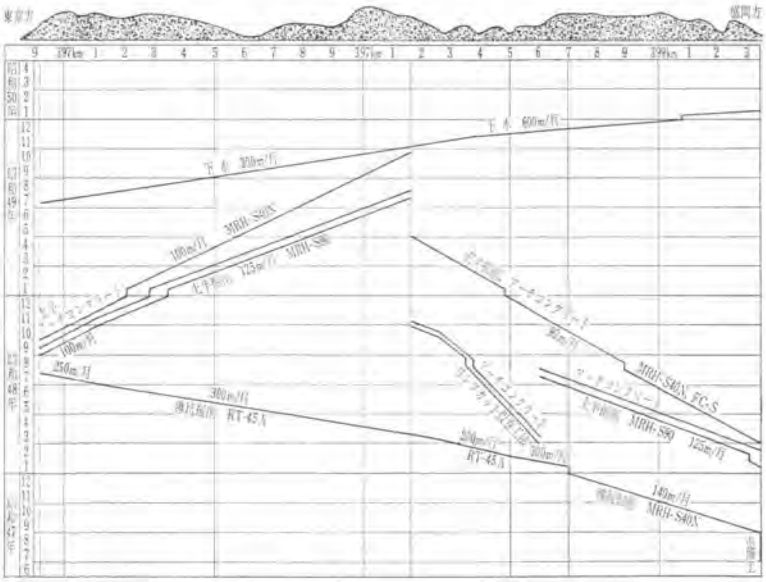
一方， R.T.M 掘削を行なった場合の岩石強度の下限値は 20～30 kg/cm² 程度と考えられる。そのほか，き裂，断層の有無，湧水および地質の変化の程度を考慮し，検討した結果，第2有壁トンネルが一部区間を除いて相当高能率な施工が期待できるものと判断し，導入に踏切ったものである。さらに，わが国のトンネルボーリングマシンは最大径のものでも φ5 m (RT-45 A は φ4.5 m) であり，鉄道トンネル等を掘削する場合は導坑掘削用として使用され，残り上下半部は普通発破工法によっているのが通例である。しかし，第2有壁トンネルの地質は同時にロードヘッダによる掘削に対しても好適であると考えられるため，上下半における掘削にロードヘッダを使用することを検討した。

表―2 主要機械一覧表

名　称	仕　様	台数	摘　要
岩石トンネル掘進機	RT-45 A	1	導坑掘削
ロードヘッダ	MRH-S 90	1	上半掘削
〃	MRH-S 40 N	1	導坑・下半掘削
油圧電動ショベル	FC-S	2	下半掘削・積込み
サイドダンプローダ	ME 642 H	1	上半ずり処理
ドーザショベル	BS 30	1	上半ロードヘッダ補助
トレンローダ	l=24 m. W=750 mm	1	R.T.M ずり処理
コンプレッサ	200 HP	1	
〃	100 HP	1	
門形クレーン	3 t	1	
バッテリロコ	8 t	10	
鋼　車	5 m³ 横転		
油圧転倒装置	5 m H 形	2	
トラッククレーン	15 t	1	
電動ウィンチ	7.5 HP	1	上半用
エアホイスト	7.5 HP	2	上半スライドマット移動用
ガスレーザ照準器	NEC 103 形	1	R.T.M 用
コントラファン	400 m³/min	2	
プロペラファン	190 m³/min	5	
水中ポンプ	4″～2″	5	
タービンポンプ	2″	3	
バッチャプラント	21′×2	1	
ブレスクリート	3 m³	4	
トラックミキサ	3～6 m³		

(1) 工事計画

それぞれの掘削は図―2の下段に示すとおりである。導坑は盛岡方より掘削を行ない，軟質な細粒砂岩部はロードヘッダによって RT-45 の搬入可能な断面（アプローチ導坑と称する）に掘削する。RT-45 の掘削開始位置についてはできるだけ早期使用を考えているが，一度掘削を始めたら再び引出すことは非常に困難が伴うので地質と相談しながら慎重を期するよう考えている。R.T.M の組立は，盛岡方坑口付近で組立を行ない，導坑貫通後は東京方坑口付近で解体される予定である。上半，下半の掘削については前述したとおりである。なお，表―2 に主要機械の一覧を示す。



図―3 工事工程

(2) 工事工程

図―3 に示すように，竣工予定は昭和 50 年3月末であり，工事期間は約2年 10 カ月を要する。RT-45 による掘削は月進平均 260 m を見込んでいる。この工程は普通工法と比べトンネル全完成時において約5カ月の短縮となっている。

(3) RT-45 A について

RT-45 A の概略は図―4 に示すとおりである。表―3 にはおもな諸元を示す。RT-45 A は三菱重工の明石工場で解体，

梱包し，25 t トレーラ等で現地まで運搬する。坑口付近に約 120 m² の組立基地を設け，65 t 門形クレーン等で組立および試運転を行なう。組立後，グリッパシュー，バケット等の部品を取りはずし，ウィンチによる坑内引込みを行なう。また，アプローチ導坑切羽付近に坑内組立基地を設け，再度グリッパ，バケット等の取付を行なう。図—5 には RT-45 A の作業予定を示す。

次にカッタとしてはギヤカッタとディスクカッタが考えられるが，軟質岩の掘削の場合，ギヤカッタに切削ずりの目詰りが考えられるためディスクカッタによることとした。ディスクカッタは米国のヒューズ・ツール社のものであるが，予備の１組は試験的に国産のものも使用してみたいと考えている。

（4） ロードヘッダについて

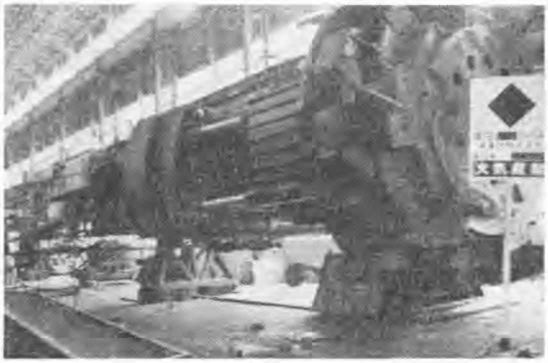
アプローチ導坑の掘削には小形機の MRH-S 40N（写真—3 参照）を使用し，約 600 m の掘削を行なう。上

表—3 RT-45 A 主要諸元表

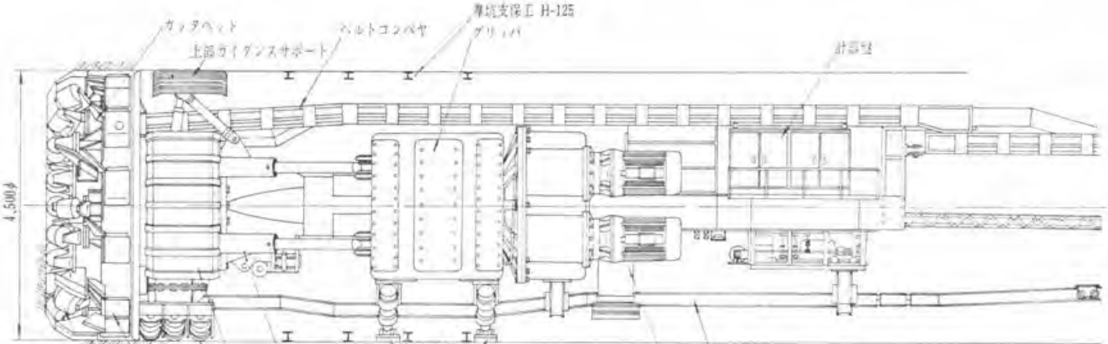
項目	仕様	項目	仕様
掘削径	4.5 m	グリッパストローク	4,500 mm +200 −400
後退径	3.5 m	グリッパ面圧	33 kg/cm²
回転数	50 Hz, 5 rpm, 2.5 rpm	本体全長	13.9 m
カッタモータ	500 kW (125×4)	本体重量	215 t
推進力	max 430 t	曲率半径	100〜175 m
グリッパ力	1,000 t	変圧器容量	3 相 600 kVA
推進ストローク	1,070 mm	電圧	6,000 V ; 440〜220 V

コンベヤ装置	長さ (m)	ベルト幅 (mm)	能力 (t/hr)	ベルトスピード (m/min)
No. 1 ベルコン	14.5	600	250	90
No. 2 ベルコン	7.9	600	250	90
No. 3 ベルコン	9.7	600	250	90
No. 4 ベルコン	3.8	600	250	90

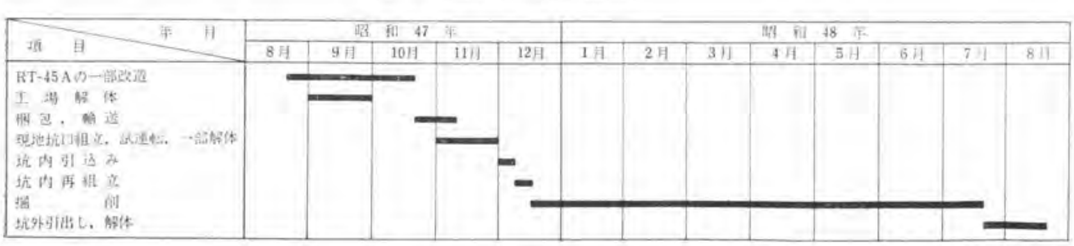
油圧ジャッキ	内径 (mm)	ストローク (mm)	最高圧力 (kg/cm²)	押力 (t)	引力 (t)	本数
推進ジャッキ	245	1,070	245	115	60	4
グリッパジャッキ	235	300	300	130	69	8
バーチカルサポートジャッキ	210	200	300	104	50	2
ロールコレクションジャッキ	170	120	300	68	42	2
上部ガイダンスジャッキ	130	270	300	40	21	2
サイドガイダンスジャッキ	190	440	300	85	17	2
下部ガイダンスジャッキ	190	305	300	85	17	2
アウトリガジャッキ	140	480	300	46	22	2
オギジュアルグリッパジャッキ		330	300	85		2



写真—2 三菱 RT-45 A

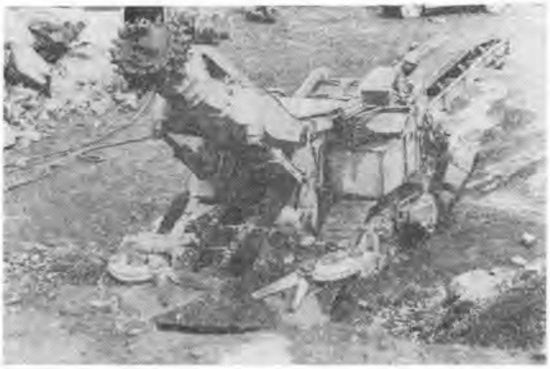


図—4 三菱 RT-45 A 概略図



図—5 RT-45 A の作業予定

写真—3　MRH-S 40 N



写真—4　MRH-S 90

半掘削用としては 40 形 2 台を並べて掘削する案も考えられるが，新幹線断面ではクラウン部に掘り残しができる。また，軟質岩や被りの薄い区間の施工にあたってはリングカットの必要が生ずるため可能な限りアームの長い機種が望まれる。今回の計画にあたっては，新機種ではあるが，現在の最大機である MRH-S 90 形（写真—**4** 参照）を使用することとした。

またロードヘッダの補助としてドーザショベル 1 台を，ずり処理用としてサイドダンプローダを使用する。なお，MRH-S 90 は重量が約 40 t もあり，直接導坑支保工に荷重が作用しないように H 形鋼板によるロードマットを敷いてロードヘッダの掘削に伴ってマットをスライドさせていくよう計画した（MRH-S 75 を使用した土気トンネルの施工例を参考にした）。

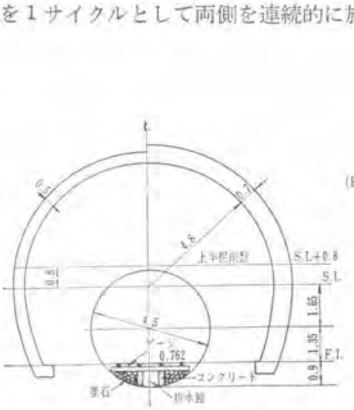
次に，下半の掘削計画を紹介する。まず，盛岡方の掘削は上半ずり出し作業と競合するため上半盤にボクレンを上げて抜掘りを行なう。コンクリート打設後，残部の間抜きを 40 形ロードヘッダで行なう。東京方の掘削はすでに導坑が貫通していて，しかもずり出し方向は盛岡方なので競合もないため 40 形ロードヘッダによる片押し掘削を行なう。すなわち，1 間 12 m のアーチコンクリートに対し，2 の方 4 m 掘削，1 の方 4 m 側壁打設を 1 サイクルとして両側を連続的に施工するものと考えている。表—**4** にはロードヘッダの主要諸元を示す。

表—4　ロードヘッダ主要諸元表

内容	形式	S 40N	S 40K	S 75	S 90
形式	全長 (m)	10.2	11.4	12.45	13.7
	全高 (m)	2.0	1.84	2.6	2.3
	全幅 (m)	1.8	1.8	3.28	3.2
	全幅(アウトリガ) (m)			5.1	5.1
	重量 (t)	15	14	40	40
掘削断面	高さ (m)	4.2	4.1	5.0	5.3
	幅（最大） (m)	3.9	4.6	5.6	5.4
	断面（定置最大） (m^2)	16.0	17.0	25.0	28.0
	盤下切込み (m)	0.28	0.32	0.35	0.35
切削部	ドラム回転数 50/60 Hz (rpm)	43/52	73/88	54/65	54/65
	ストローク (m)	0.51	0.50	0.60	0.80
	原動機 (kW)	37	37	75	90
かき寄せ部	腕回転数 原動機 50/60 Hz (kW)		33/40	26/31	26/31
	かき寄せ深さ (m)	0.1	0.2	0.2	0.2
走行部	形式	クローラ	同左	同左	同左
	接地圧 (kg/cm^2)	0.9	0.9	1.1	1.1
	原動機	油圧モータ 2台	油圧モータ 2台	電動 15kW 2台	電動 15kW 2台
コンベヤ	形式（第 1）	チェンスクレーパ	同左	同左	同左
	（第 2）	チェンスクレーパ	ベルト	ベルト	ベルト
	運搬量 (m^3/min)	1.5	1.4/1.7	3	3

6. あとがき

第 2 有壁トンネルでは現在ロードヘッダによる導坑掘削が始まったばかりである。引続き施工中には種々の試験を行ない，諸データを取りまとめ，いずれ完成時に発表したいと考えている。



図—6　トンネル断面図

図—7　導坑内設備図

都営地下鉄6号線三田~巣鴨間の施工実績

北　本　正　司*

1. まえがき

東京には現在昭和45年8月24日東京都告示第900号で都市計画によって定められた11路線，総延長286.2kmの地下高速鉄道計画網があり，東京都は帝都高速度交通営団と協力して首都東京のふくそうする都市交通緩和のためこれが早期完成を目ざして日夜努力している。

東京都では昭和47年6月30日，6号線高島平～巣鴨間に引続いて巣鴨～日比谷間を完成開通させ，待望の都心乗入れを達成したが，これで都内の地下鉄営業路線は部分開業も含めて7路線，144.7kmとニューヨーク，ロンドン，パリについで世界で第4番目の営業キロを持つ都市となった。

ところで，現在東京都が担当している路線は1号線（押上～西馬込間），6号線（三田～高島平間），10号線（新宿～東大島間）の3路線，その総延長55.68kmで，すでに1号線西馬込～押上間（18.7km）を完工させ，昭和43年11月より全線運輸営業を行なっている。

また，6号線のうち高島平～日比谷間（17.7km）も昭和43年12月の高島平～巣鴨間（10.4km）の部分開業につづいて今年6月30日巣鴨～日比谷間（7.3km）を開通させた。6号線の残部日比谷～三田間（2.7km）は昭和45年3月に着工して本年末には地下鉄構築もほぼ完成し，昭和48年中に開業を目標に目下日夜鋭意工事を進めている。

このほか10号線（新宿～市ケ谷～神保町～須田町～馬喰町～住吉町～東大島14.5km）では現在馬喰町～住吉町間ならびに大島車庫の建設工事が昭和46年5月より工事に着工し，残部の区間も施工業者が決定し，昭和47年度中には全面的に着工の予定である。

そこで本稿では日比谷開通にちなんで巣鴨～三田間の施工概要を述べる（図―1参照）。なお，巣鴨～三田間はこれを3期に分け，すなわち，巣鴨～神田橋間（5.6km）を昭和44年3月～6月，神田橋～日比谷間（1.7km）を営団9号線一体構造同時施工のため営団に委託して昭和43年11月，日比谷～三田間（2.7km）を昭和45年3月よりそれぞれ着工した。

2. 路線経過地と線形・駅施設

地下鉄を計画するにあたっては，経過地の道路状況，既設の地下および地上構造物，ほかの鉄道との連絡，地下鉄と同時または将来建設が予定されている他事業（他の地下鉄路線，共同溝，立体交差，高架道路，洞道など）などを十分考慮し，相互の調整をはかる必要があるが，これらの諸事業の複雑化により地下鉄の建設は年を追ってその困難度が増大している。6号線もその例にもれず，多くの難問題を調整しながら建設したが，それらについて概説する。

すでに運輸営業を行なっていた終端の6号線巣鴨駅は国鉄山手環状線の北側で中仙道（国道17号線）の路面下に位置しているので，6号線は国鉄の線路下を横断する。それから国道17号線を南下し，旧駕籠町（現在は千石）付近に達する。この付近までの国道は東京都の都市計画街路放射9号線築造事業範囲なので道路幅員は40mあるが，間もなく放射9号線と国道17号線が分岐するため幅員は16m余となる。地下鉄工事と放射9号線工事との施工時期の差があり，地下鉄6号線は国道17号線に沿って白山方向に行くが，幅員16mの道路下のみで開削工法を行なうことが困難であり，道路の屈曲もあって地下鉄線形を合わせることができないので複線断面（外径10.5m）シールド工法を採用した。

この付近白山台地下ではほとんど民地下を通過するようになったが，白山下（指ケ谷）からは都道301号線（白山・祝田・田町線）の路面下を通り，春日町から営団丸の内線高架線下を通り，水道橋に至る。指ケ谷付近から水道橋まではまた放射9号線の街路築造工事と競合する。水道橋では神田川下を横断し，国鉄中央線下を通

* 東京都交通局高速電車建設本部工事部工事第二課長

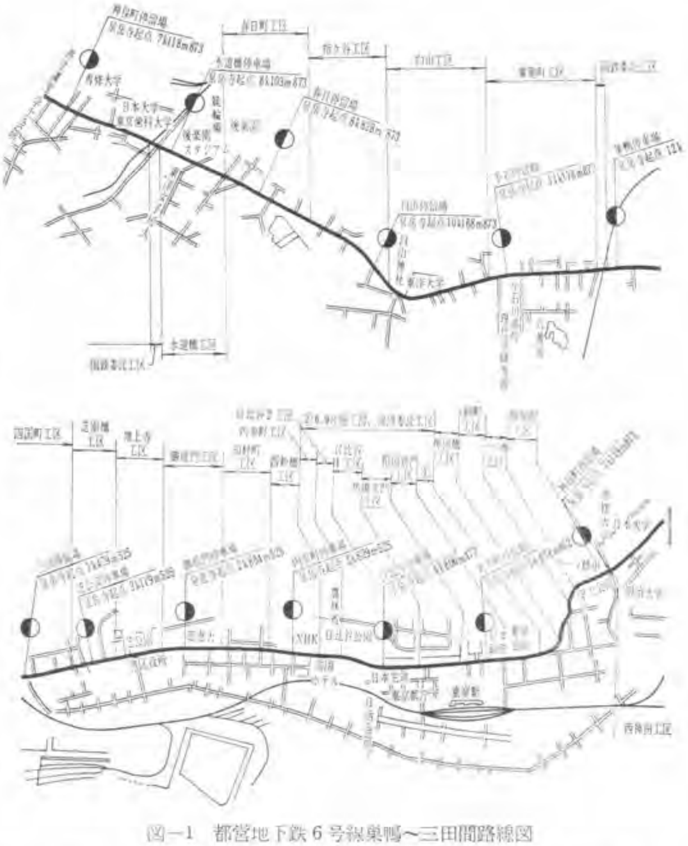
過する。さらに神保町，一つ橋付近を経て錦町付近でまたビルの林立する民地下を複線断面シールド工法で通り，大きく迂回して都道日比谷通りの神田橋下に至る。

神田橋下では日本橋川下を横過し，ここで営団地下鉄9号線（千代田線）と併行して一体構造となり，大手町～日比谷と濠端の西側を通り，日比谷公園付近を通過したところで9号線と分かれて西新橋（旧田村町交差点）へと向かう。ここで営団地下鉄3号線（銀座線）下を横断し，御成門，芝公園前を通り，芝園橋古川下を横過し，三田で都営地下鉄1号線の三田駅と接する。

以上が6号線巣鴨～三田間のおもな経過地であるが，途中 12 駅あり，各駅の施設規模は表—1のとおりである。

3. 施工と施工法

巣鴨～三田間のうち，国鉄線下を通過する巣鴨および水道橋付近はそれぞれ国鉄に委託した。また，前述のように神田橋～日比谷間の6号線と営団9号線の併行する約 1.7 km 区間はまったく一体構造となるので，先に着工した営団に委託した。



図—1　都営地下鉄6号線巣鴨～三田間路線図

施工法としては，開削工法におけるくい打ち土留工法の改良，軟弱地盤の連続地中壁工法，銀座線（3号線），都営1号線の下受工法，民地下の大断面シールドとそれに伴うパイロットによる水抜きシールド工法，各種の民家（ビル）の下受工法，橋りょう下（河川下横過）の凍結工法，凍結工法併用の水平鋼管矢板圧入工法，PC土留アンカー工法などを現地の地形，地質，地上，地下の構造物その他の施工条件に照して各所に使用したが，それらについての施工法についてはすでに他の文献に詳細報告しているので，本稿ではそのおもなものの概要について紹介すると次のとおりである。

（1）シールド工法

白山工区 770 m と錦町工区約 340 m の区間にシールド外径 10.72 m の複線断面シールド工法を採用したが，いずれも前述のように道路下にルートが選定できず，また既設建物のある民地下で曲線をとる関係からこのようにならざるを得なかったものである。

このうち，白山工区は土被りが 7～19 m とシールド外径に比べ土被りが浅く，また，シールド通過地点の地質は大部分が砂層であり，深礎による事前の地質調査の結果かなりの被圧水を伴う湧水が判明したので圧気併用のシールドではあるが，圧気だけでは工事の安全性は確保できないためウェルポイント工法，ディープウェル工法，パイロットトンネル工法などの地下水位低下工法，薬液注入工法などを施工性，用地上の問題，経済性，安全性，工期その他から比較検討した結果，本体シールドの発進に先立ち，本体シールド内の下方に補助工法としてパイロットシールド（外径 2.69 m）を両側より先行施工し，地下水位の低下をはかり，その後本体シールドを施工した。そのため工程的にはパイロットシールド施工期間7カ月を要したが，その後の本シールドは日進 2.34 m（2.6 リング/日）と 11 カ月目に地上建物その他への影響もほとんどなく，無事本シールドの掘進を完了した。なお，この工区にはシールドに接近して2個所のビルがあったが，いずれも BH 連続モルタルぐい工法による縁切り防護を行なった（図—2 参照）。

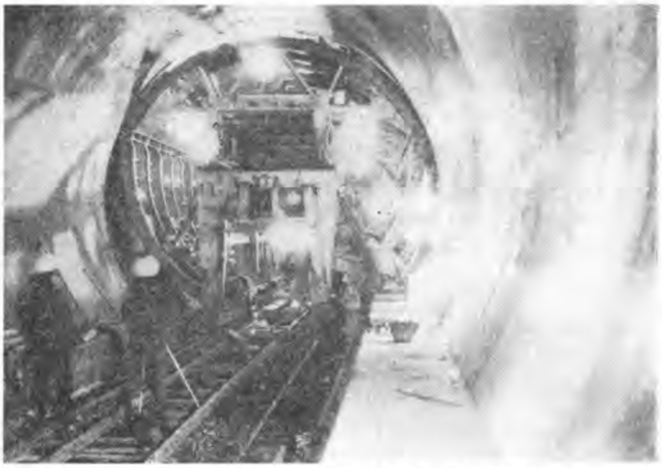
表—1 駅　施　設

駅　名	構築様式	ホーム形式（幅・長さ）	出入口数（エスカレータ数）	備　考
千　石	箱形地下2階	島　式　8m・165m	4 (0)	
白　山	箱形地下2階	相対式4.25m×2・165m	3 (4)	
春　日	箱形地下1階	相対式4.74m×2・165m	6 (5)	
水道橋	箱形地下2階	島　式 11m・165m	5 (3)	
神保町	箱形地下3階	島　式 10m・165m	4 (3)	地下3階に将来11号線
大手町	箱形地下2階	島　式　9m・165m	7 (4)	
日比谷	箱形地下2階	島　式 11.29m・165m	10 (4)	営団2・9号線と連絡
内幸町	箱形地下3階	島　式 12m・165m	8 (10)	
御成門	箱形地下2階	島　式　8m・165m	5 (7)	
芝公園	箱形地下2階	相対式4.3m×2・165m	4 (5)	
三　田	箱形地下3階	二重式 8.6m・170m	4 (9)	都営1号線と連絡

錦町シールド工区は土被りが 14～15 m で，シールド通過地点の地質は N 値 2 前後の軟弱なシルト層の下の固い砂れき層とシルト層の互層をシールドが通ることになり，地下水も多くないので，シールドの掘進は 0.5 kg/cm² 前後の圧気工法のみで実施したが，シールド通過下付近の地上の建物は鉄筋 3 階建以上のものが多く，これらの建物の下やこれに接近してシールドを掘進するので，シールドが通過してもこれらの建物に影響がないように次のように数個所において建物防護のためのアンダーピニング工を実施した。

シールドがビルの真下を通過する個所が 4 個所あるが，このうち 2 個所についてはビルの基礎下に耐圧コンクリート板を打設してジャッキをセットし，在来基礎ＲＣぐいの頭部を切断し，工事中はシールド掘進による沈下をジャッキで調整し，掘進完了後復旧する仮受防護工を実施した。

写真―1　錦町工区複線シールド



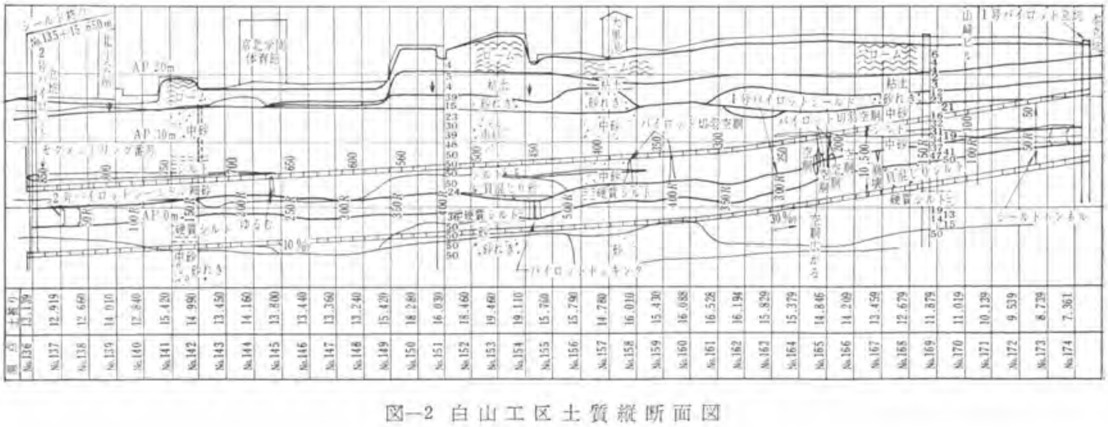
写真―2　西神田工区 2 次巻コンクリート打設状況

また，他の 2 個所については，シールド掘進に伴い在来建物基礎ＲＣぐいまたは場所打ぐいを切断するので，掘進に先立ち，深礎によるアンダーピニング防護工を施工した。

一方，建物の荷重が直接トンネルに作用するような構造にした個所は強固なダクタイルセグメントを使用し，2 次覆工も鉄筋コンクリート構造にした。シールドがビルに接近して通過する 2 個所については PIP による縁切り工法，薬液注入工法による建物基礎ぐいの養生を行なった防護とした。

以上により掘進開始より日進平均 1.9 m(2.1 リング/日)，6 カ月目に地上建物あるいは路面への支障もほとんどなく，無事到達した（**写真―1** 参照）。

シールド工法としてはほかに水道橋～神保町駅間の西神田工区 402.5 m 区間で道路下にシールド外径 7.37 m 単線断面並列シールドがあるが，土被り 11～15 m のシルト，砂れき地盤であり，掘進開始より路面の沈下も数 cm とほとんど支障になるほどの影響もなく，日進平均 2.1 m(2.3 リング/日)，8.5 カ月目に 2 本のシールドを完成した（**写真―2** 参照）。



図―2　白山工区土質縦断面図

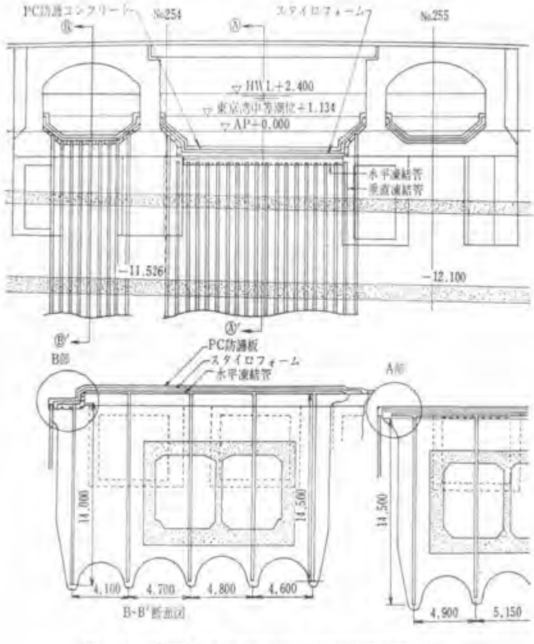
（2） 凍 結 工 法

凍結工法とは −15°C の凍土（粘土シルト）で圧縮強度が 50 kg/cm² 程度となり，その「凍土の優れた力学的強度」と「完全な遮水性」という特色に着目し，河川下横過工法としてすでに都営1号線の古川金杉橋下と目黒川五反田大橋下で実施したが，6号線の凍結工法採用個所は日本橋川神田橋工区，神田川水道橋工区の2個所である。

神田橋工区は線形が大手町方より併行してきた地下鉄6号線と9号線が，神田橋直前で6号線が半径 170 m の曲線で上流側にそれ，縦断的には河底部での最小土被りが約 1.9 という施工環境その他のため，神田橋下の河底，高速道路下，護岸沿いを含めて 83.2 m の区間を3基の立坑より凍結工法を採用した。

凍結管の配置方法としては，河底部は半径 170 m の曲線であり，立坑間の距離があることから鉛直ボーリングとし，その上に水平管を並べ，断熱材でその上部をおおい，さらに上部を鉄筋コンクリートによって防護（インバートコンクリート）した，いわゆるドライ方式を用い，他の個所では主として立坑からの水平ボーリングとした。また，構築底部その他凍結配管の不連続個所は相互干渉により約 9,000 m³ の凍土形成を行ない，トレンチ工法で掘削，構築を昭和46年10月末に完成した。

写真—3　神田橋工区トレンチ内凍土掘削状況



図—3　神田橋工区日本橋川河底凍結工法図

工期は着工以来構築完成まで約 45 カ月と長期間を要したが，これは河底部では9号線（凍結工法採用）との同時施工の関係で，凍上その他により9号線の構築完成まで凍結運転開始を延期したり，凍上による影響を軽減するために凍結切入れ順序の変更による延伸などのためである。また，凍結膨張による周辺への影響を排除するため温水循環その他特殊の工夫をした（**図—3**，**写真—3** 参照）。

水道橋工区では水道橋と併行して神田川の河底より約 4.0 m 下を通過する河底部は両岸にそれぞれ長さ 9.0 m と 10.0 m のケーソンを沈設し，ケーソン間の延長約 21.5 m を側部を鉛直ボーリング，下床下を立坑（ケーソン）からの水平ボーリングでそれぞれ凍結管をセットし，また，構築上部にあたる河底は凍結板をセットして約 2,000 m³ の地盤を凍結させ，側壁中壁部分をトレンチ工法で掘削，構築を施工，昭和 47 年1月末無事完成させた（**図—4**，**写真—4** 参照）。

（3） 凍結工法併用水平鋼管矢板圧入工法

芝園橋工区では，芝園橋下の古川を通過する河底部を当初全面凍結工法で施工する計画であったが，芝園橋上流側に大正末期に築造されたかなり老朽化していると思われるサイフォン幹線下水渠（内径 1.82 m×2 本並列）が橋台に約 70 cm 接しており，全面凍結を実施すれば凍結膨張により破損することはもちろん，周辺構造物に

写真—4　水道橋工区凍土掘削状況

も不等凍上により悪影響を及ぼすことが考えられた。

そこで，これらへの影響を最小限にとどめ，かつ安全確実な工法として本工法を採用した（図—5 参照）。

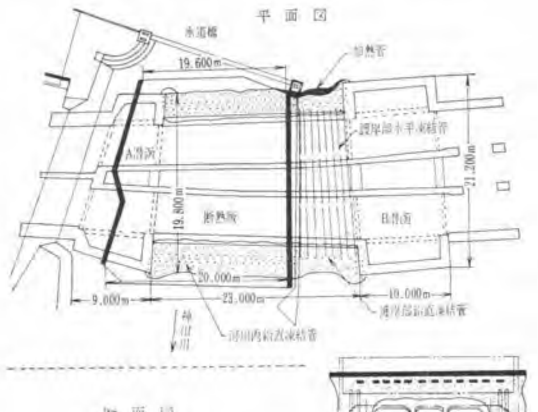
本工法の施工概要としては芝園橋下の河川幅は約 18 m あり，これを横断するトンネルは 29.8 m となる。また，掘削断面は駅部構造に共同溝が併設されるため幅 18.14 m×高さ 12.98 m と非常に大きく，かつ土被りは河底より 4.6 m と少ない。土質はれき混じり砂および細砂層（N 値は 30～50 以上）からなっている。

鋼管圧入のためこの古川の左右岸に近接して A, B 両立坑を設ける。次にこの立坑掘削時および鋼管矢板圧入時に河水の坑内への流入を防止する目的で，河床部に凍結管と断熱材を配置した厚さ 30 cm の凍結板および水平凍結管を，立坑部河川側に鉛直凍結管を配置し，掘削時の安全をはかった。

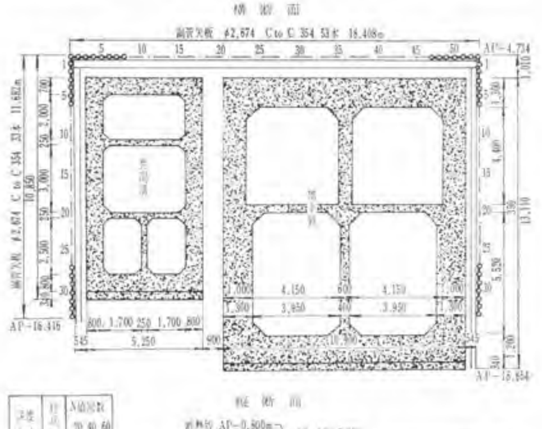
工事はまずこの両立坑のくい打ちを昭和 45 年7月から始め，併せて凍結板の製作および設備などの凍結準備を実施した。凍結開始後，凍土の形成をまって鋼管矢板圧入位置までの立坑掘削を行ない，水平部の鋼管矢板（ϕ 267.4×12.7 mm，l=33 m）を KA-MO-KE-1200 特殊形（石川島コーリング）の水平ボーリングマシン2台で中心付近より両側に向かって順次圧入した。次に鉛直部の鋼管矢板は掘削と同時に水平ボーリングマシンを垂直に移動させながら，上下左右のボーリング精度としては目標の 1/100 以内におさまり，継手部分もはずれることなく完了した。この際，支保工が支障するのでこの部分にはアースアンカーを使用した。

写真—5　春　日　駅

立坑掘削完了後，昭和46年11月末より上部からトンネル導坑掘削を開始し，上床コンクリートを打設する。この後，順次逆巻式に中床，下床と掘削，構築を繰返し，昭和 47 年9月末周辺構造物への影響もほとんどなく無事地下鉄構築を完成した。地下鉄構築の脇に築造さ



図—4　水道橋工区神田川河底凍結工法図



図—5　芝園橋工区古川河底部水平鋼管矢板圧入工法図

れる共同溝については現在同様の順序方法で掘削中である（図―5 参照）。

（4） ＰＣ土留アンカー工法

御成門交差点付近では，三田方面の山側より海側に約40° の角度をもって幹線下水渠（3.3 m×4.1 m 断面）が斜め横断し，また，この下に電々洞道が交差し，地下鉄はさらにその下に施工されるので交差個所前後約 30 m 区間は掘削時の坑内支保工が上下２段設置できない。このためＰＣ土留アンカーを 85 本（1本当り引抜抵抗力 104 t 以上）を土留背面地盤中に打設定着させ，引抜抵抗力によって掘削時の土圧を受持たせて掘削し，この付近駅部（２層）の構築を昭和 47 年８月末完成した。

4. あとがき

以上，あらゆる工法を駆使して昭和 44 年３月着工以来約 40 カ月を経て都営地下鉄としては初めての日比谷駅，都心までの開通を達成したのであるが，このように従来の開業区間に比べ長期間を要したのは，

写真―6 神 保 町 駅

表―2 1号線および6号線着工～開業期間表

（1） 1 号 線

区 間	距 離 (km)	地下鉄着工時期 (昭和年月日)	開業時期 (昭和年月日)	着工～開業期間(カ月)
①押 上～浅草橋	3.2	34. 3. 5	35.12. 4	21.0
②浅草橋～東日本橋	0.7	35. 6.16	37. 5.31	23.5
③東日本橋～人形町	0.7	35.12. 1	37. 9.30	22.0
④人形町～東銀座	2.4	36. 8. 1	38. 2.28	19.0
⑤東銀座～新 橋	0.9	37. 2.10	38.12.12	22.0
⑥新 橋～大 門	1.0	38. 1.25	39.10. 1	20.0
⑦大 門～泉岳寺	2.6	41. 6. 1	43. 6.21	24.5
⑧泉岳寺～西馬込	6.9	41. 1.15	43.11.15	34.0

（2） 6 号 線

区 間	距 離 (km)	地下鉄着工時期 (昭和年月日)	開業時期 (昭和年月日)	着工～開業期間(カ月)
①高島平～巣 鴨	10.4	41. 9. 1	43.12.27	28.0
②巣 鴨～日比谷	7.9	44. 3.16	47. 6.30	39.5

① トンネルの位置が深くなり，単位当り掘削量を主として工事量が増大多量化した。

② 騒音，振動その他沿道住民対策のためのくい打ち工法などの変更，作業時間帯の制限または短縮

③ 共同溝，立体交差道路，他の地下鉄などの他工事，施設との調整の多様化

④ 沿道用地取得の困難，長期化

などによるものである。ちなみに東京都交通局として昭和 34 年３月に初めて地下鉄建設工事に着手して以来，各期別に着工より開業までの期間を示せば表―2 のとおりである。

最後に，３年余の長期間大きな事故もなく無事開業できたことは運輸省，建設省，労働省，東京都建設局等の監督官公庁の関係各位のご指導と沿道住民の皆様のご協力，また各工区を請負った施工業者のご努力の賜であり，紙上をかりて厚くお礼を申し上げる次第である。

図書案内

場所打ちぐい施工ハンドブック

Ａ５判 約288頁 頒価 **1500 円**（会員 **1350 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

リバースサーキュレーション工法による連続地中壁の施工

樋口米治郎*

1. まえがき

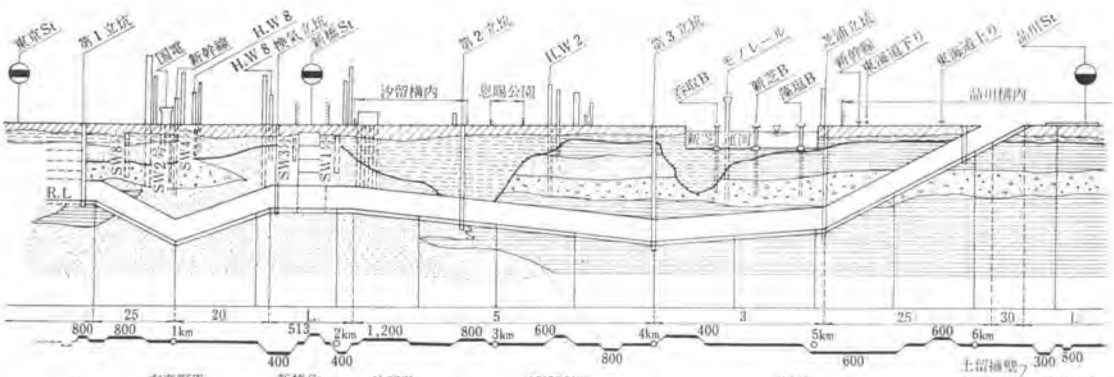
東海道本線東京～小田原間 85 km の線路増設工事（以下線増工事という）のうち，東京～品川間 6.5 km は都心部のため在来線路に併設する線増が非常に困難なため，国鉄として初めての地下利用の線増方式が計画された。このうち，5.5 km をシールド工法によりトンネルとして施工することになり，現在施工中である。

図—1 東海道線線増東京～品川間平面図

このシールドトンネルを分割施工するため施工基地として 3 個所に立坑を設置した（図—1，図—2 参照）。このうち，第 2 立坑は汐留トンネルの発進および排土その他の作業基地，浜松町トンネルの到着基地として，またトンネル完成後は空調の給排気孔，電力設備基地などとして使用するもので，国鉄用地内汐留貨物駅南側東京用品試験所の敷地内に設置したものである。土留壁の工法として泥水利用のリバース工法を応用した連続地中壁を施工したので，以下，施工例としてその概要を紹介する。

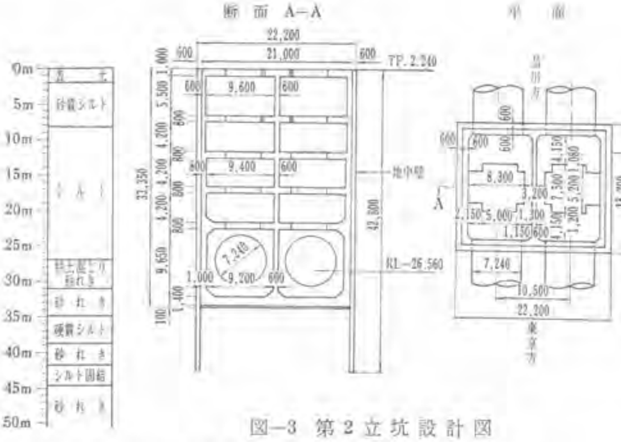
2. 設計概要

本立坑の深さは約 33 m で，この付近の地層は新橋～浜松町間の旧日比谷の入江の跡で，沖積層の谷にあたり，沖積シルト層が深く，その下の洪積砂れき層の地下水圧も大きく，かならずしも立坑の設置位置として好ましい個所ではないが，土地利用の事情から止むを得なかったものである。土

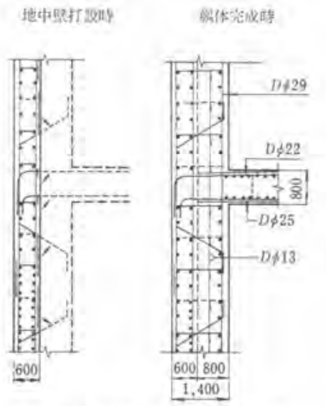


図—2 東海道線線増東京～品川間縦断略図

* 日本国有鉄道東京第一工事局線増第一課計画係長



図—3 第2立坑設計図



図—4 連続地中壁の本体利用

留壁の工法として泥水工法，ケーソン工法，鋼管柱列壁工法の3種類が考えられ，比較検討した結果，上記地下水の遮断，沈下を誘発することがないこと，地中埋設物がないことなどから連続地中壁を泥水工法とした。立坑付近の地層は**図—3**の地層柱状図に示すように表土の下に砂質シルト層があり，その下は TP−28 m まで軟弱な沖積シルト層で，それ以下は洪積層となり，砂れきと硬いシルト層との互層で砂れき層に被圧地下水があり，その水圧は TP−32 m 付近で 2.2 kg/cm^2，TP−43 m 付近で 3.3 kg/cm^2 であった。

立坑の大きさは 22.20 m×18.20 m×深さ 33.35 m であるが，地中壁部は止水層と推定される TP−43 m 付近の固結シルト層に定着させる目的で深さを 42.8 m とした。

地中壁の厚さは掘削にしたがって順次H鋼切ばり支保工を 2.00〜4.00 m 間隔で架設するものとして 60 cm とし，また配筋については躯体コンクリートと併せて一体とするものとして（いわゆる本体利用）設計した。

なお，設計数量，施工数量のおもなものは次のとおりである。

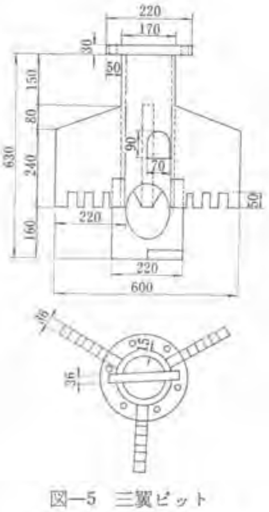
地　中　壁	3,350 m^2（コンクリート 2,010 m^3，鉄筋 205 t）
立坑掘削	11,950 m^3
支保工仮設撤去	1式（410 t）
躯体鉄筋コンクリート	3,370 m^3

3. 施　　工

(1) 施工計画

本工事の施工計画は地層の特性，施工深度，施工機械設備等について各種の連続地中壁工法（エルゼ，OWS，ソレタンシュ，KCC など）と比較検討した結果，リバースサーキュレーションドリル工法（以下，RCD という）を応用することとして施工計画をたてた。

ビットの選定，地中壁の設計厚さ，地質から**図—5**，



図—5 三翼ビット

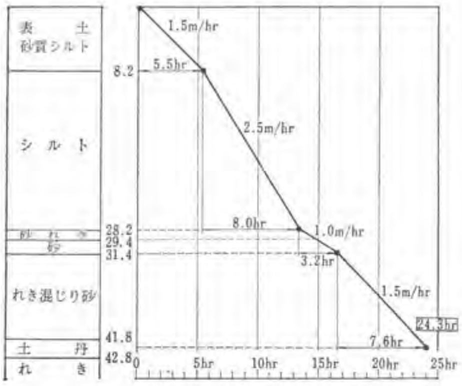
図—6 円筒形ビット

図—6 に示すようなビットを採用することとした。

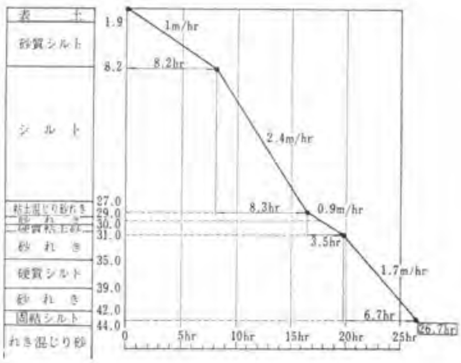
(a) スパン割り

当初1スパン 6 m ぐらいについて検討したが，RCD 工法による1孔 42.8 m のさく孔時間が約 24 時間と想定され（**図—7**（A）参照），また，さく孔順序を **図—8** のように想定すると，3 m スパンについての所要掘削時間は次のとおりとなる。

機械据付移動	7回× 3 hr＝21 hr
A 孔 掘 削	4孔×24 hr＝96 hr
B 孔 掘 削	3孔×18 hr＝54 hr
ジョイント掘削	1回× 6 hr＝ 6 hr（据付移動を含む）
ゲージ通し	2回×10 hr＝20 hr
計	197 hr≒200 hr（約10日）



図—7（A）さく孔想定工程



図—7（B）さく孔実績例（No. 22 スパン）

また，工程上 RCD の施工は 130 日ぐらいと予定されること，孔壁内の泥水の保守管理上 1 スパンの掘削は 10 日以内ぐらいに完了することが望ましいことなどから，機械 1 台の場合所定工期に対し 130日/10日/スパン＝13 スパンとなる。1 スパン 3 m とすると全周長 80.3 m÷3 m＝26.9 スパンとなり，機械設備 2 セットで施工可能と判定できる。以上の検討から 1 スパン長を平均 3 m とし，スパン割りは図—**9** のように計画した。

（b）垂直精度

垂直精度は 1/200 と想定した。これによれば 42.8 m による最大施工誤差は 21.4 cm となるので，施工上地中壁内面と本体コンクリート外面間に 20 cm の施工余裕寸法を設定した。

（2）掘削の施工

（a）A孔，B孔のさく孔

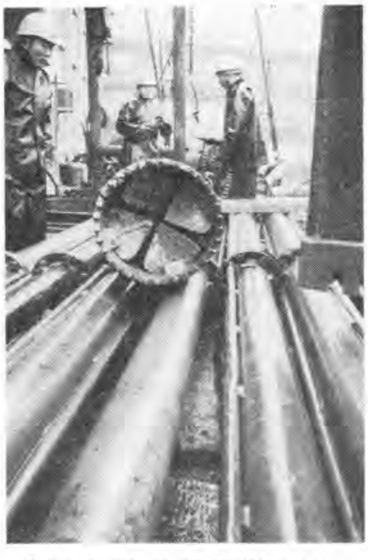
さく孔の施工に先だち，通常の例にしたがって表土層の崩壊防止，施工精度の保持のためガイドウォールを設置した（図—**10** 参照）。

本工事の施工は泥水の還流方式としてエアリフト方式を採用したため，さく孔深さ 5 m ぐらいまではエアリフトができないためガイドウォール内に泥水を溜め，三翼ビットにより盲掘りをしたが，孔芯の狂いを防止するためビット上部の掘管に荷重カラー（径 40 cm，重量 2 t）を付けて垂直性の保持に努めた。5 m 以下は円筒形ビット（内部に四翼ビット取付）により所定深度まで掘削をした。

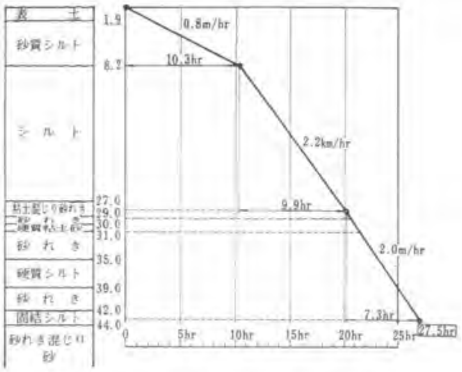
垂直精度の測定は沖積層下粘土混じり砂れき層に入った約 30 m 付近で測定し，所要精度に達していない場合は修正掘りを行ない，所定深度で再度精度を確認した。掘削所要時間は修正掘り，機械調整，埋木，栗石などの破砕（−30〜33 m 付近）などのため予定を大幅に上回る実績が出て改善される見込みも期待できないため着手後 20 日で機械設備を 1 セット増設して工程の維持に努め，140 日を要して完了した。RCD によるさく孔後，ゲー

写真—1　三翼ビット

写真—2　円筒形ビット（垂直精度保持のため荷重カラーを取付けたもの）



写真—3　埋れ木，栗石取除用ビット



図—7（C） さく孔実績例（No. 11 スパン）

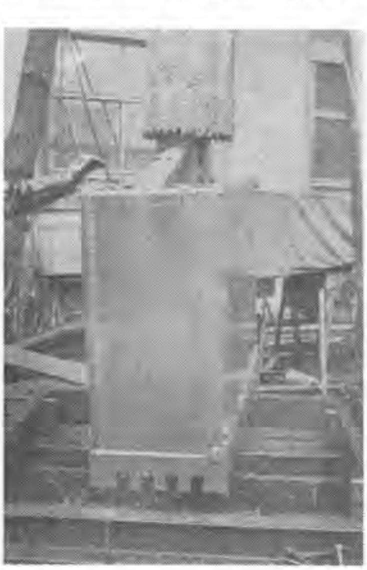
ジ（図—11 参照）を通して修正掘り孔壁の残土削り，孔壁内の掃除を行ない，鉄筋挿入に対する支障の有無を確認した。なお，図—7 の（B），（C）にさく孔実績の実測例を示す。

（b） ジョイント部の掘削

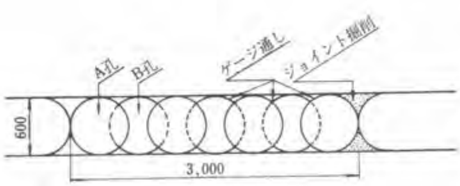
ジョイント部の掘削は当初図—12 に示す①,③スパン完了後，A, E 孔前に径 20 cm のジェットホールをさく孔，ベントナイト溶液ポンプで泥水圧を ①,③ スパン側面に吹付け，ジェット掘削を行なう計画をたてたが，ジェットホールのさく孔に約 20 時間を要することが判明したので，図—12 に示す A, E 孔に 図—13 に示すノズルビットを使用し，30 IP ポンプでベントナイト溶液を 15～20 kg/cm² の圧力で①,③スパン側面に吹付けて掘削清掃を行ない，好結果をおさめたが，この掘削には 6～7 時間を要した。

（3） ベントナイト溶液

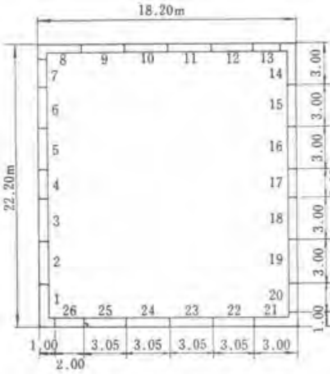
ベントナイトは国峯 V, 250 メッシュを 7～8% に溶解し，比重 1.040～1.046，粘速 29～35 秒を基準として



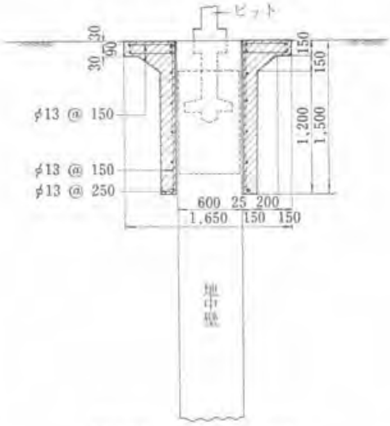
写真—4 鉄筋そう入前に掘削，検測をかねるゲージ通し



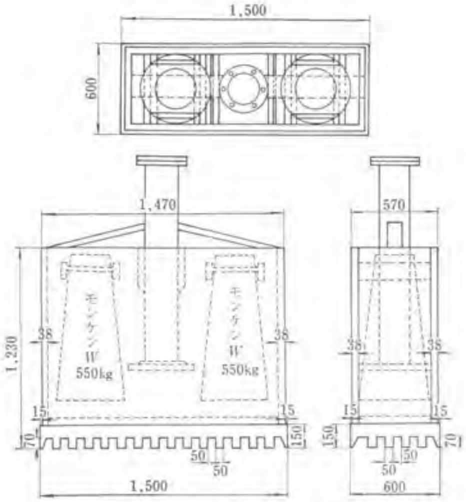
図—8 3 m スパン掘削順序



図—9 スパン割り計画図



図—10 ガイドウォール



図—11 ゲージビット（重量 3 t）

使用した。1日2回の比重，粘速などの測定を行ない，基準値を下回った場合はただちに調泥した。

ベントナイトの溶解は EC ポンプ (60IP) を使用し，ポンプ放出口上でベントナイトを徐々に添加して水圧により溶解させ，これを繰返して完全な泥水を製造した。溶解液の製造速度は1時間 5 m³ ぐらいであった。

（4） 鉄筋建込み，コンクリート打設

鉄筋長は 42.30 m で，作業場置場の関係から5分割で組立て，13 t クローラクレーンで継手を溶接しながら建込みをした。組立の完了したものを置場の関係で重ね置きとすること，トレミー管挿入の際，垂直性と幅を要求されることなどから相当無理をしてもよいように補強筋を多く使用したが，この鉄筋量は設計重量の3％ぐらいを要した。

この地中壁は前述のように本体構造物と一体とするために内側鉄筋をはつり出す設計としているので，鉄筋に

表—1 地中壁施工時間

ブロック	延長	設計掘削量 (m³)	設計コンクリート量 (m³)	実打設コンクリート量 (m³)	掘削				鉄筋	コンクリート打設	合計	摘要
					段取り	掘削	ロス	計	建込み			
1	3.40	87.31	87.31	89.5	13°00′	205°00′	9°00′	227°00′	4°00′	3°30′	234°30′	ホース切断，機械修理，ビット加工
2	3.00	77.04	77.04	83.0	5°00′	227°30′	43°30′	276°00°	6°00′	3°20′	285°20′	曲り修正，ビット詰り，ホース切断その他
3	2.40	61.63	61.63	67.5	28°00′	188°30′	15°00′	231°30′	5°30′	3°00′	240°00′	ガイドウォール内残土搬出，停電他
4-A	2.70	69.34	69.34	70.0	195°00′	149°30′	40°30′	385°00′	9°30′	3°30′	398°00′	尺角引抜き他
4-B	2.10	53.93	53.93	58.0	7°00′	127°00′	5°00′	139°00′	3°00′	3°10′	145°10′	ビット詰り他
5	3.00	77.04	77.04	66.0	7°30′	185°30′	34°00′	227°00′	5°30′	3°00′	235°30′	修正掘り他
6	3.00	77.04	77.04	99.0	7°30′	187°00′	78°00′	268°30′	6°00′	5°00′	279°30′	休日，降雪，曲り修正他
7	2.40	61.63	61.63	66.5	3°30′	138°30′	65°30′	207°30′	2°30′	3°00′	213°00′	ホース詰り，送泥管直し，修正掘り他
8	3.00	77.04	77.04	70.0	12°00′	208°30′	19°00′	239°30′	6°30′	6°00′	252°00′	曲り修正
9	3.05	78.32	78.32	98.0	11°00′	207°00′	131°30′	349°30′	3°30′	4°00′	357°00′	労務者引越し，曲り修正，ビット詰り他
10	3.05	78.32	78.32	87.5	14°00′	196°00′	18°00′	228°00′	3°00′	4°20′	240°20′	曲り修正
11	3.05	78.32	78.32	84.0	7°30′	182°00′	150°30′	340°00′	4°00′	3°20′	347°20′	休日，降雪，スイベル故障他
12	3.05	78.32	78.32	94.5	23°30′	228°00′	57°00′	308°30′	4°00′	5°00′	317°30′	修正掘り，ビット詰り他
13	2.00	51.36	51.36	49.5	24°30′	184°00′	67°00′	275°30′	3°00′	2°00′	280°30′	曲り修正，エアもれ他
14	3.40	87.31	87.31	98.0	11°00′	268°00′	68°00′	347°00′	2°30′	4°30′	354°00′	曲り修正，ビット詰り他
15	3.00	77.04	77.04	82.0	11°00′	267°00′	185°30′	463°30′	7°00′	4°40′	475°10′	機械故障他
16	3.00	77.04	77.04	75.5	2°00′	208°30′	32°00′	242°30′	3°00′	3°20′	248°50′	エアもれ，カラー取換え，ビット詰り他
17-B	2.10	53.93	53.93	58.5	13°00′	143°00′	51°30′	207°30′	2°00′	3°30′	213°00′	ビット破損，機械故障他
17-A	2.10	53.93	53.93	65.5	4°00′	208°30′	125°30′	338°00′	2°30′	3°00′	313°30′	修正掘り，労務者引越し，機械故障
18	3.00	77.04	77.04	84.0	13°30′	236°30′	138°00′	388°00′	3°00′	3°00′	394°00′	曲り修正，ビット詰り他
19	3.00	77.04	77.04	75.5	21°00°	195°00′	16°30′	232°30′	4°00′	3°30′	240°00′	ビット詰り他
20	2.00	51.36	51.36	66.0	26°00′	175°30′	30°00′	281°30′	5°30′	2°40′	239°40′	曲り修正，ビット詰り他
21	3.40	87.31	87.31	80.5	21°00′	197°00′	134°00′	352°00′	5°00′	3°50′	360°50′	機械故障，ポンプ詰り他
22	3.05	78.32	78.32	80.5	5°00′	175°30°	56°30′	237°00′	6°00′	4°30′	247°30′	休日，降雪，機械故障他
23	3.05	78.32	78.32	84.0	16°00′	203°00′	38°00′	257°00′	2°30′	4°10′	263°40′	機械修理，曲り修正他
24	3.05	78.32	78.32	91.0	39°00′	188°30′	56°30′	284°00′	5°00′	5°00′	294°00′	曲り修正，ホース詰り他
25	3.05	78.32	78.32	98.0	49°00′	162°00′	25°00′	236°00′	4°30′	5°00′	245°30′	ビット詰り，曲り修正他
26	2.00	51.36	51.36	61.5	6°00′	149°00′	104°00′	259°00′	4°30′	3°20′	266°50′	曲り修正，ビット交換他
計		2,013.3	2,013.3	2,183.5	596°30′	596°00′	1790°30′	7778°00′	128°00′	106°30′	8012°30′	
平均		71.9	71.9	77.9	21°17′	192°32′	63°56′	277°47′	4°34′	3°47′	286°10′	

表—2 垂直度測定値

スパン No.	孔芯偏倚角	スパン No.	孔芯偏倚角
1	21′	14	30′
2	18′	15	24′
3	15′	16	22′
4	—	17	25′
5	—	18	18′
6	22′	19	21′
7	—	20	22′
8	25′	21	20′
9	16′	22	18′
10	20′	23	6′
11	16′	24	38′
12	10′	25	11′
13	—	26	—

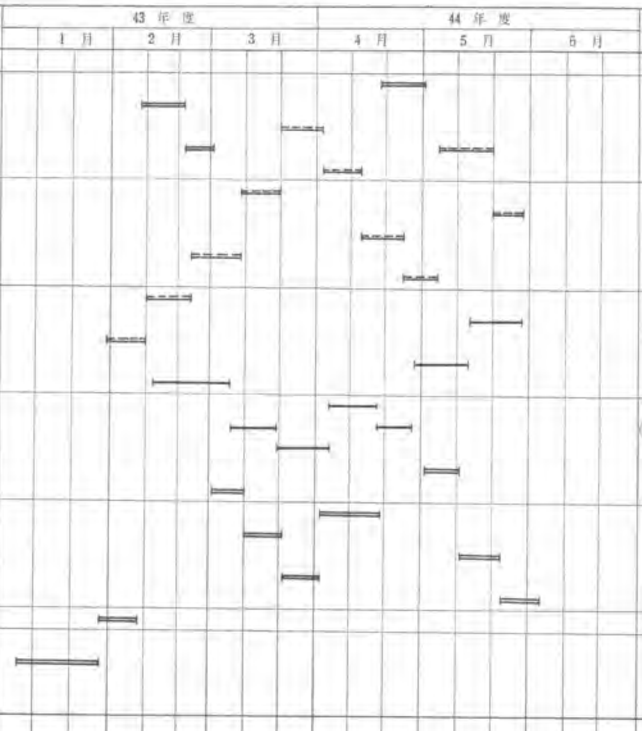
（注） 1. 測定は村田式孔芯偏倚測定器
2. 測定値は各孔の平均
3. —は記録不明のもの
4. 17′(1/200 相当) を越えたものは修正掘り施工

表—3 使用機械

名称	数量	使用動力	馬力	形式	備考
クローラクレーン	1台	D	100IP	日立U106	{11m ブーム つり上げ13 t
リバース掘削機	〃	〃	120IP	WOR	タイヤ式
〃	〃	〃	30IP	GSW	履帯式
〃	〃	〃	60IP	9030	定置式
ベントナイトプラント	〃	〃	60IP	ECポンプ	容量 15m³
ジェット用ポンプ	1式		30IP		
水中ポンプ 6″	2台	E	7.5IP		
〃 4″	3台	〃	5.5IP		
残土タンク	6基				14KL 4基 6KL 2基
トラッククレーン	1台				つり上げ 5 t
バキュームカー	1台				3m³ 積
電溶器	3台				
樋管	120m				6′ を 80m 4′ を 40m
トレミー管	43m				φ8′
ビット	7台				三翼4台 円筒形3台
高圧コンプレッサ	2台	E	75IP		

表—4 連続地中壁実績施工工程表

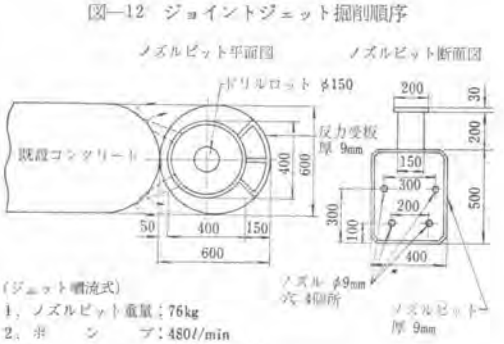
種別	箇所	スパン	作業日数	摘要
地中壁 厚 600mm l=42.8m	1	3.4m	12	作業時間は2交代作業(12時間作業) 8° 20° 8°
	2	3.0	13	
	3	2.4	12	支障物撤去 松角 300×300×9,000=7本
	4	4.8	(8+15)23	
	5	3.0	11	
	6	3.0	12	
	7	2.0	9	
	8	3.4	12	
	9	3.05	14	
	10	3.05	10	
	11	3.05	13	
	12	3.05	15	
	13	2.0	11	
	14	3.4	16	
	15	3.0	22	
	16	3.0	14	
	17	4.2	(14+10)24	
	18	3.0	15	
	19	3.0	10	
	20	2.0	9	
	21	3.4	18	
	22	3.05	11	
	23	3.05	12	
	24	3.05	11	支障物撤去 松角 300×300×9,000=3本
	25	3.05	11	
	26	2.0	11	
ガイドウォール				凡例 1号機 2号機 3号機
計	26個所	78.4m	351日	



表—5 各スパンによる数量表

種別＼スパン	2.0m	2.1m	2.4m	2.7m	3.0m	3.05m	3.4m
掘削 (m³)	52.7	55.3	63.2	71.1	79.2	80.3	89.5
〃 (m²)	85.6	89.9	102.7	115.6	128.4	130.5	145.5
鉄筋 (t)	5.54	5.81	6.64	7.47	8.30	8.43	9.47
コンクリート (m³)	53.9	56.6	64.7	72.8	80.9	82.2	91.7

図—12 ジョイントジェット掘削順序



図—13 ノズルビット平面および断面図

ブリキを貼ってコンクリートをはつりやすくした。コンクリートの打設は径 12 cm のトレミー管を掘削面から 80 cm まで挿入し，この管を利用してエアリフトにより掘削底面にたまった土砂の清掃を行なった後，プランジャを使用して行なった。コンクリートの打設量は設計数量の 5% 増程度で，打設時間は 3～5 時間ぐらいであった。

なお，地中壁の実績を **表—4**，**表—5** に示す。

4. あとがき

本工事は 40 m を越える深度の施工として現在ではレアケースに層するものであり，また，RCD 工法を応用した工法として特異な施工例と思われるが，立坑掘削後の実績から垂直精度，止水性などほぼ満足する成果があり，今後とも期待できる工法と思われる。

しかしながら，施工速度において当初の想定を大幅に上回り，途中において機械の増強を行なったが，これらのおもな原因として垂直精度保持のための修正掘り機械の故障調整など考えられるので，これらの問題点を今後研究改良することにより工期の短縮，工費の節減が期待できるものと思われる。

R.T.M 掘進計画のための岩石調査法

三沢清扶*
桜井孝**
高橋昭教***

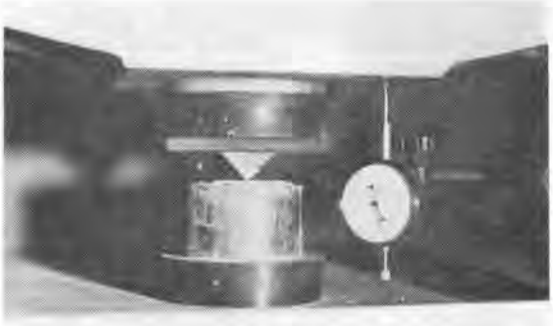
1. まえがき

R.T.M（ロック・トンネリング・マシン）使用の適否あるいはR.T.Mを使用した場合の掘進速度，カッタ寿命などの推定に際し，従来は主として掘削しようとする岩石の圧縮強度が推定の尺度として用いられた。しかしながら，R.T.Mによる掘削実績もかなり得られるようになり，圧縮強度よりの推定値と実績値とは合致しないことが多く，圧縮強度のみで推定することは不適当なことが認識され出した。筆者らはボーリングコアを用いて比較的簡単に行なえる試験法6種を選出し，これらより得られた試験値とR.T.Mによる掘削実績とを対比させ，R.T.M適用の可否，掘進速度，カッタ寿命などを推定するための試験を行なった。その結果，これらの試験値とR.T.M掘削実績との間には相関性が認められ，信頼し得る推定値の得られることが判明した。

2. 試験法の概要

（1） 貫入試験

圧壊タイプのR.T.Mで掘削する場合，カッタ1個当りの押付力と貫入量との関係を求めておけば実際の掘削にあたっての必要推力ならびに掘進速度の推定が可能となる。この目的に沿って刃先幅1.0mm，刃先角度90度，刃先長30mmの直角刃形あるいは直径9.5mmの鋼球を**写真―1**に示すように直径約5.0cmのボーリングコアを内径8.1cm，高さ5.0cmの鋼管の中心部におき，コアと鋼管内面との空間部にコンクリートを詰め，固定した後，両端面を平行に仕上げた供試体の上におき，これを圧縮試験機の中心線上に設置し，一定荷重速度で押込み，このときの荷重と貫入量との関係を求めた。


写真―1 貫入試験装置

（2） 摩耗試験

カッタの摩耗量は岩石中の石英分の多少による影響が最も大きく，単に圧縮強度より推定することは誤りやすい性質をもっている。このため金切のこ盤を使用し，長さ30cm，幅2.5cm，厚さ1.25mm，1in当り歯数9個のNACHI：HIGH SPEED STEELを使用し，直径5.0cmに仕上げた長さ10～15cmのボーリングコアに対し，刃先荷重40kgの一定とし，同一個所を10回切削する。次に供試体を5～10mmずらし，10回切削する。同様にして合計10個所の切削を行ない，各切削ごとにのこ刃の重量ならびに切削面積を求めた。

（3） 切削試験

掘進速度，所要馬力推定の方法として**写真―2**に示す立形旋盤を使用して先の貫入試験用と同一方法で製作した供試体に対し，切削速度27.4cm/hr，切削深さ2.0mmの一定とし，平刃ビット（刃幅10mm，20mm），ディスクカッタ（刃先角度90°，直径10cm），ギヤカッタ（刃先角度60°，刃幅1.5cm，刃数15，直径10cm）でそれぞれ回転切削を行ない，このときの押付力，回転力，ねじり力を3成分動力計を用いて求めた。

（4） 石英含有率

カッタ摩耗の大小は石英含有率の影響をもっとも受け

* 日本国有鉄道鉄道技術研究所地質研究室主任研究員
** 日本国有鉄道仙台幹線工事局（前鉄道技術研究所）
*** 日本国有鉄道鉄道技術研究所地質研究室技術員

やすいので，厚さ 0.03 mm の岩石薄片を作製してこれを偏光顕微鏡下で観察し，ポイントカウンティング法により石英含有率を求めた。

（5） 亀 裂 度

R.T.M により掘削する場合，その岩盤に存在する岩目の多少によって掘進速度，カッタ摩耗量は大きな影響を受け，岩目の多少は機械掘削の場合，重要なファクタとなっている。このため，次式で示す亀裂度（亀裂係数などとも呼ばれている）の大小をもって岩目の多少を判断する資料とした。

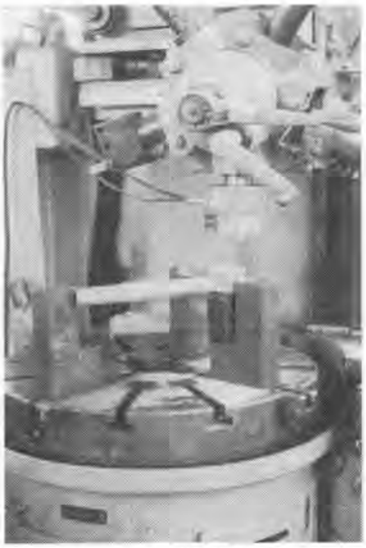
$$\left(\frac{\text{岩盤中の弾性波速度}}{\text{ボーリングコアの弾性波速度}}\right)^2=\text{亀裂度}$$

（6） ボーリング試験

トンネル工事の施工に際しては施工前に地質調査の目的でボーリングを行なうのが一般的常識となっている。このボーリング施工時に，単にコアを採取するだけでなく，回転数，推力，回転トルク，せん孔速度などを測定し，これらの数値と R.T.M 掘削実績との関連性を求め，この集積により将来はボーリングによる数値より R.T.M による掘進速度を推定しようとするものである。この目的に沿って回転数 300 rpm，推力 400 kg の一定条件とし，直径 33 mm，肉厚 7 mm，ダイヤモンド埋込量 2.5 カラットのコアビットを使用して貫入試験と同様の供試体に対しせん孔を行ない，このときの回転トルク，せん孔速度を求めた。

3. 試験結果ならびに考察

今回試験を行なった供試岩石は山陽新幹線西庄トンネル（三菱 RT-45 使用）の流紋岩質凝灰岩と水資源開発公団香川用水阿讃トンネル（小松 TM 430 G 使用）の和泉砂岩，頁岩である。これら岩石の一般的な諸性質は**表—1** に示すとおりである。また，試料採取地点における R.T.M による掘削実績は**表—2** に示すとおりである。なお，同表には参考のため他のトンネルにおける実績も示した。



写真—2 切削試験装置

（1） 貫 入 試 験

貫入試験による荷重と貫入量との関係の一例を阿讃トンネル砂岩Bについて示すと **図—1** のとおりである。同図において • 形（ボタンチップカッタを想定）の場合はほぼ 3.5 t の荷重で岩石の組織が破壊され，急激な貫入が認められる。一方，▼形（ディスク，ギヤカッタを想

表—1 供 試 岩 石 の 性 質

項目 ＼ 岩石	弾性波速度 (km/sec) 岩盤	試料 (P)	試料 (S)	諸強度 (kg/cm²) 圧縮	引張	せん断	石英含有率	ショア硬度
砂岩 B	4.6	5.53	2.72	2,080	165	336	39.0	95.5 (81～108)
砂岩 K	4.6	5.33	2.58	1,910	180	346	39.0	92.0 (79～110)
頁岩 S	4.8	5.02	2.53	1,270	89	189	5.0	72.4 (58～ 86)
流紋岩 ST	4.2	4.25	2.21	1,320	81	181	10.0	59.9 (35～ 89)

表—2 R.T.M 掘 削 実 績

項目 ＼ 岩石名	正味推力 (t)	正味掘進速度 (m/hr)	カッタ1個当り推力 (t)	1回転当り切削深さ (cm)	供試体圧縮強度 (kg/cm²)	亀裂度	岩盤強度 (kg/cm²)	機種	掘削径 (m)	カッタ数 (個)	回転数 (回/min)
阿讃トンネル 砂岩B	260	0.85	8.4	0.28	2,080	0.70	1,460	小松 TM-430G	4.3	31	5
〃 砂岩K	340	0.87	10.9	0.29	1,910	0.75	1,430	〃	4.3	31	5
〃 頁岩S	240	1.28	7.7	0.42	1,270	0.92	1,210	〃	4.3	31	5
西庄トンネル 凝灰岩 ST	300	1.00	9.4	0.28	1,320	0.96	1,270	三菱 RT-45	4.5	32	6
太平山トンネル 凝灰岩 Tu	90	2.50	2.6	1.00	750	0.46	350	小松 TM-450G	4.5	34	4.15
〃 頁岩 Sh	70	2.10	2.1	0.84	1,200	0.39	460	〃	4.5	34	4.15
木の浦トンネル 泥岩M	20	2.80	1.3	0.51	130	0.76	100	小松 TM-230G	2.3	16	9
神奈川馬水トンネル 砂岩 SS	90	1.80	2.5	0.72	1,400	0.61	840	小松 TM-480G	4.8	36	4.15

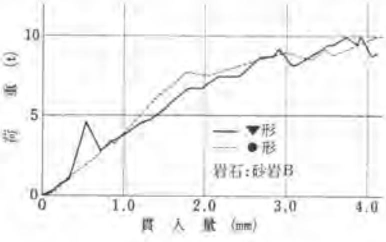
定）の場合は 4.5~5.0 t までは荷重と貫入量とはほぼ比例しているが，5 t 前後で急激な破壊を生じ，試験機の送油が追従しないため，いったん 3 t 程度まで荷重は低下し，再び徐々に増加する挙動を示している。このことは R.T.M で掘削する場合，カッタ1個当り最低●形で 4 t，▼形で 5 t 以上の推力を与えてやらなければカッタの摩耗ばかり著しく，進行はあまり得られないことを示すものである。

次に R.T.M 1回転当りのカッタ貫入量を 2.5 mm，カッタヘッド回転数を 6 rpm として 90 cm/hr の掘進速度を得ようとする場合は，同図より ● 形で 8.2 t，▼形で 7.8 t の推力が各カッタに加わるような推力で R.T.M を切羽面に押付けなければならないことがわかる。逆に，各カッタに 10 t の推力が加わるような推力で掘削した場合にカッタヘッド回転数を 6 rpm とし，1時間当りの正味掘進長を求めれば●形で 1.5 m/hr，▼形で 1.3 m/hr の掘進速度が得られることが推定される。

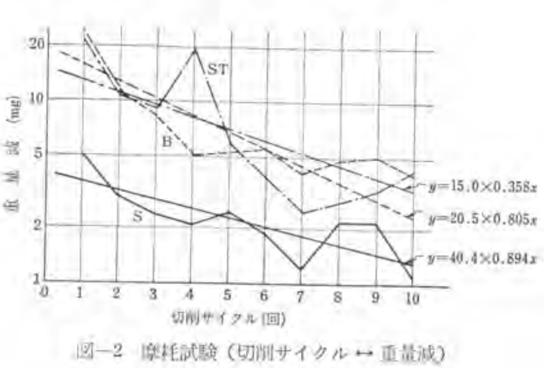
（2） 摩耗試験・石英含有率

摩耗試験における切削サイクル別の金切のこ刃重量減との関係は 図—**2** に示すとおりである。また，図—**3** の実線は圧縮強度と摩耗試験における初回1サイクル分の切削面積，のこ刃重量減との関係を，同様に点線は石英含有率との関係を示したものである。

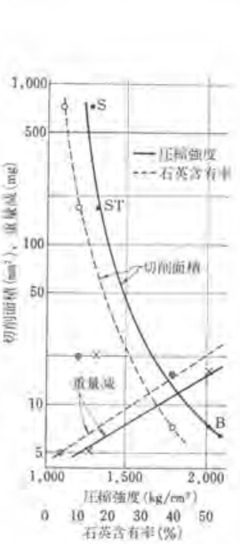
実験数も少なく明言はできないが，圧縮強度，石英含有率と切削面積との間には比較的きれいな比例関係が認められるが，重量減との間には流紋岩質凝灰岩 ST のようにかけはなれた値を示すものもあり，圧縮強度，石英



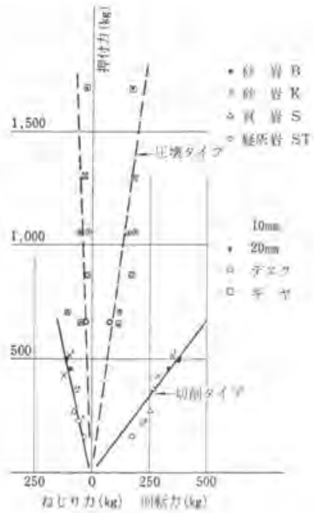
図—1 貫入試験結果の一例



図—2 摩耗試験（切削サイクル ↔ 重量減）



図—3 摩耗試験



図—4 切削試験

含有率の大小のみでカッタ摩耗量を推定することは不適当と考えられる。

（3） 切 削 試 験

ディスク，ギヤカッタならびに平刃ビットによる回転切削時の押付力，回転力，ねじり力の値は 図—**4** に示すとおりで，カッタの形状により切削機構が異なるため，切削タイプと圧壊タイプの二つのグループに分類することができる。そして圧壊タイプに属するディスク，ギヤカッタの場合は大きな押付力が必要な割合には回転力はそれほど必要でない。これに対し，切削タイプのものでは押付力にほぼ等しい回転力が必要なことがわかる。ねじり力はその回転半径によって異なった値を示すものと考えられるが，今回の結果からは切削タイプのものに比べ，圧壊タイプのものはカッタが回転するためか小さな値を示している。

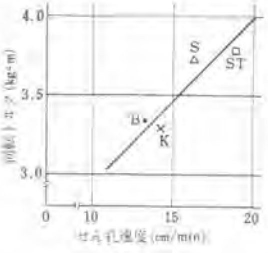
（4） ボーリング試験

ボーリング試験結果のせん孔速度と回転トルクとの関係は 図—**5** に示すとおりで，せん孔速度の大きいものほど1回転当りの貫入量が大きいために回転トルクも大きくなっている。

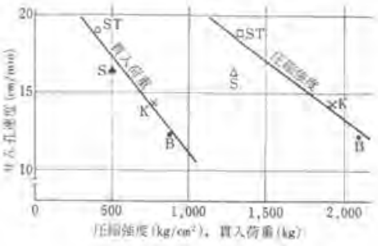
図—**6** は圧縮強度とせん孔速度との関係ならびに先の貫入試験における▼形により貫入深さ 2.0 mm を得るに必要な貫入荷重との関係を示したものである。同図において頁岩Sのみが比較的小さな値を示しているが，これはボーリングに際して送水量が少なかったがためと考えられる。これらよりボーリングによるせん孔速度は圧縮強度に反比例し，また，貫入試験における貫入荷重との間にも反比例関係が存在することが認められる。

（5） 亀 裂 度

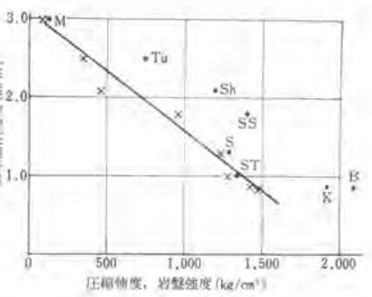
亀裂度の値は先の 表—**2** に示したとおりで，また，同



図―5　ボーリング試験



図―6　ボーリング試験



図―7　亀裂度による比較

表中に示した岩盤強度とは供試体より得られた圧縮強度に亀裂度の値を乗じて求めた推定岩盤強度である。

図―7 の•印は，供試体による圧縮強度と R.T.M による正味1時間当りの掘進速度との関係を示したものであるが，ばらつきが大きく，明確な関連性は認められない。一方，×印で示した推定岩盤強度との間には偶然の一致か明瞭な反比例関係が認められる。

R.T.M で掘削しようとする場合，亀裂度の大小は掘進速度に大きな影響を及ぼすものであり，たとえば神奈川県内広域水道導水路トンネルでの実績によれば供試体の圧縮強度は 1,000 kg/cm² 程度あったにもかかわらず，推力はほとんど 0 で，単にカッタが切羽面にふれている程度でも岩目が非常に多いため 1.2 m/hr の掘進速度が得られているが，西庄トンネルでは岩目がほとんど発達していなかったために圧縮強度は 800～1,300 kg/cm² 程度の岩石であるが，正味推力を 300 t 以上に上げても掘削に困難を来たした例もある。

次に，R.T.M の切削性の難易のみから考えた適用範囲の上限を正味掘進速度 1.0 m/hr とすれば，たとえ供試体による圧縮強度が 2,000 kg/cm² 以上あっても，岩目の発達が大きく，岩盤強度が 1,300 kg/cm² 以下であれば R.T.M の適用は可能なものと判断される。

（6） 貫入試験値と実績との関係

先の 表―2 には R.T.M の走行抵抗を差引いた正味推力が各カッタに均等にかかるものとし，この値をカッタ数で除したカッタ1個当りの推力ならびにカッタ1回転当りの切削深さを示した。これらの値と貫入試験の結果から得られたグラフを利用して実績によるカッタ1回転当りの切削深さと同一貫入量を得るに必要な▼形による貫入荷重との関係を 図―8 に示した。同図において凝灰岩 ST のみがかけはなれた値を示しているが，これはカッタ形式が異なり，同時に2個以上の切削刃が岩石に接するためで，同一カッタであれば←印で示す方向によるものである。以上より貫入試験により得られる値は R.T.M 使用に際しての掘進速度ならびに必要推力の算定にあたり有効な数値を提供する試験法の一つと考えられる。

（7） 磨耗試験値と実績との関係

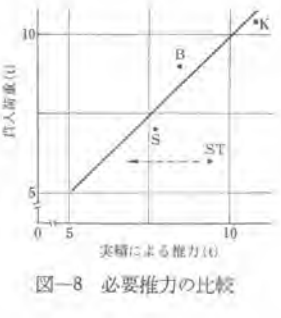
試料採取地点におけるカッタ寿命（カッタ交換までに実動した軌跡総延長）が不明のため，摩耗試験における金切のこ刃重量減の値とカッタ寿命との関連性を求めることはできず，今回は単に砂岩 B，砂岩 K はカッタの摩耗性は著しく，また，凝灰岩 ST のように圧縮強度は小さくてものこ刃の摩耗量は大きい岩石もあることよりカッタ寿命は圧縮強度のみでは推定不可能なことだけは判明した。しかしながら，ほかにカッタ寿命を推定する適当な方法がない現状においてはとりあえずこの方法を採用することとし，実際の掘削にあたっては岩種の変化したとき，あるいは 50～100 m ごとに摩耗試験を行ない，その場所におけるカッタ寿命との関係を数多く求めておけば将来は摩耗試験の値よりカッタ寿命を比較的正確に推定することが可能となるものと考えられる。

（8） ボーリング試験値と実績との関係

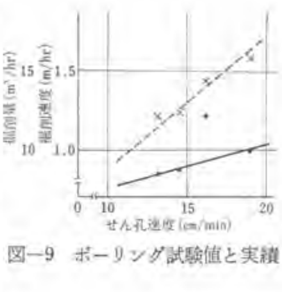
ボーリング試験により得られたせん孔速度の値と R.T.M による正味掘進速度との関係は 図―9 の•印で示すとおりであり，掘削径が異なるので凝灰岩 ST のみがかけはなれた値を示している。一方，×印で示した掘削量との間には比例関係が認められる。以上よりビット形式を統一し，一定推力，回転数でボーリングを行ない，そのときのせん孔速度を求めておけばこの値より R.T.M による掘進速度の推定も可能となる。

4. 結　　論

① 貫入試験による値と R.T.M 掘削実績との間には密接な関連性があり，この値より掘進速度，必要推力を



図―8　必要推力の比較



図―9　ボーリング試験値と実績

推定することは適切な方法と考えられる。

② 摩耗試験は比較的簡単に行なえる試験法であり，データの集積により将来はこの値よりカッタ寿命の推定は容易に可能であるので，有効な試験法の一つと考えられる。

③ 立形旋盤を使用した切削試験は装置もばく大なものとなり，普遍性がなく，かつ，貫入試験の値により掘進速度の推定も可能であるので割愛してよい試験法と考えられる。しかしながら，今回は平刃ビットを使用したタイプのR.T.Mとの対比は行なわなかったが，このタイプのものの推定に際しては必要な試験法である。

④ ボーリング試験により得られるせん孔速度はビット形式，ビット径，推力，回転数の変化により影響を受けるので，これらを統一する必要がある。

⑤ 石英含有率の測定は時間と経費ならびに鉱物の判定に特殊技術を必要とし，一般的な試験法とはいい難い欠点をもっている。また摩耗試験値の方がカッタ摩耗量との関連性が深いので割愛してよい方法と考えられる。

⑥ 亀裂度の大小はR.T.Mでの掘削に際して最も重要なファクタであり，R.T.M適用の可否，掘削の難易を判定する資料として欠かせないものと考えられる。

5. あとがき

硬岩に対するR.T.M適用の可否ならびに掘進速度，カッタ寿命の推定に関し，現時点で有効と考えられる試験を試み，これより得られた数値と現場実績との関連性を求めた。その結果，まだ試験数も少なく，試験法にも改良すべき点も見出され，今回の試験のみでは完全に掘進速度，カッタ寿命を推定するまでに至らなかったが，従来のように単に圧縮強度の大小をもって論じていた時代に比べれば，調査の方法を体形化し，一歩前進させたものと考えられる。今後とも当研究室としても機会あるごとに測定を続行して行く予定であるが，単に国鉄のみでなく，学会，協会などでこのような調査法に対し統一規格を作成し，R.T.Mに関する事前調査，実績データの採り方などを規制し，多分野でのデータの集積が行なわれればより一層正確な推定値が短時間の間に得られるものと考えられる。

最後に，本試験のために試料ならびにデータの提供にご協力下された水資源開発公団香川用水建設所，同熊谷組ならびに大阪幹線工事局太子工事区，同佐藤建設の方々に感謝の意を表します。

図 書 案 内

建設械械の損料と経費

A5判 上製・ビニールカバー 220頁

頒価 会員 850円 非会員 1,000円 送料 150円

本書は，損料の意義と発展の経過，基準値の内容と損料算定法の概念，補正のあり方などについて，実務家であり，理論家である委員により書かれたわが国唯一の実用的解説書である。さらに実務担当者の要望に応えて，機械施工の工事計画と損料を含めた機械経費全般の具体的な積算方法についても計算例なども入れて平易に解説した総合的な参考書であるから，発注者，受注者の各管理者や実務家はもちろん，建設技術，建設経営を学ぶ学生諸君に至るまで幅広い関係者の座右の書となるものと思う。

□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

ショットクリート用吹付機とその課題

桜沢　昇*

1. まえがき

わが国の土木工事において，普通，ショットクリート工法といえばのり面保護工としてのモルタル吹付工を指している。それほどたくさんのモルタル吹付工が20世紀の初め頃からのり面保護に使用されてきた。それは国土の大半が山岳地帯であるわが国では安価で効果的なのり面保護が要求され，風化防止工としての薄い吹付モルタルが多く用いられたことに起因している。

近年，わが国で本格的なコンクリート吹付工が種々の分野に適用されるようになってきたが，ヨーロッパにおいてもコンクリート吹付工の普及はここ10数年来のことであり，トンネルの掘削直後に施す支保工がわりの仮巻，コンクリート構造物の修復，補強などに有効に利用されている。**写真—1** は乾式によるコンクリート吹付作業の状況である。

写真—1　コンクリート吹付作業

* 日本鉄道建設公団海峡線部海峡線第一課補佐

もともとモルタル吹付にしろ，コンクリート吹付にしろ，でき上がった製品については通常施工のモルタルやコンクリートとまったく異質のものでなく，ただ施工のプロセスが違っているだけに過ぎないのである。

仄聞すると，最近西ドイツの吹付専門委員会ではより完全なショットクリート工の示方書作成に着手しているようである。それによると，吹付コンクリートは閉合した耐圧ホースまたはパイプによって打設現場へ運搬され，吹付作用により其所に打込まれるコンクリートであるとし，骨材の最大粒径などは特に指定していないが，16 mm 程度がいろいろの意味において一般的であろうとしている。一方，吹付モルタルは4 mmまでの骨材を使用したセメントモルタルで，吹付コンクリートと同様に1回の施工により運搬し，打設されるものと考えられているようである。

ショットクリートの製品強度は水・セメント比や骨材の粒度によって影響されることが実験的に広く認められている。わが国の場合，一般に用いられているモルタル吹付機は水・セメント比が55～60%程度で骨材の最大粒径を5 mmとし，吹付厚7 cmまでの吹付に採用されている。それ以上の吹付厚のときはコンクリート吹付が適切であるといわれるが，施工能率を別にしても30 cm程度の吹付厚が経済的リミットであろう。

吹付コンクリートの場合における骨材の粒度分布はDIN 1045 (Beton～und Stahlbetonbau. Bemessung und Ausführung) によるのがよいと思われる。大ざっぱにいえば（吹付コンクリートでは感心しない），砂が6.0～6.5%，砂利が35～40%ぐらいの値になる。国内の吹付機でこの比率によって完全に施工できる機種は，たとえ最大骨材径を15 mmに限定したとしても数少ないのが現状である。

以下，ショットクリート用吹付機とその課題などについて述べることにする。

2. 吹付機の歴史

ショットクリート用吹付機の発展の歴史をみると，アメリカ，ヨーロッパではほとんど時期を同じくして開発されている。文献によれば 1914 年アメリカのピッツバーグ鉱山局は積極的に吹付技術を研究し，実用化に成功しており，一方，ヨーロッパでは 1913 年にドイツのトルクレット社がセメントキャノンあるいはセメントガンという名称で吹付機械の販売をはじめている。

わが国では鉄道省第1回隧道会議（大正 13 年：1924 年）の議事録によると，房総線鷹の巣トンネルや上越線清水トンネルの一部で坑壁保護，上越南線・北線でのり面保護などにインターナショナルセメントガン製N1形や日本放射機工業製のセメントガンを用いたモルタル吹付が実施されている。当時のモルタル吹付機は最大径5 mm の乾燥した骨材しか使用できず，機械の吹付能力は非常に小さく，吹付厚も 2 cm 程度であった。もちろん，多層吹付により多少の増し厚はできたが，自ら限度があった。それでもモルタル吹付工によって岩盤を平滑にしたり，クラックにモルタルを加圧して吹付け，水密な巻立てをつくるのに役立った。このことはそれなりに評価され，特に条件の悪い地質，すなわち水密性が不良な地山に対する吹付作業には大いに用いられてきた。

トンネル工事用としてモルタル吹付機があまり賞用されなかったのは吹付の施工法，機械装置，吹付材料の選択，急結剤などが未発達であったことがあげられ，旧来の木製支保工に対する固執ということが考えられる。その後，各方面の技術者が努力して使用骨材の径を大きくし，特別に乾燥せずに吹付厚を増大させるための研究を積みかさねてきた。

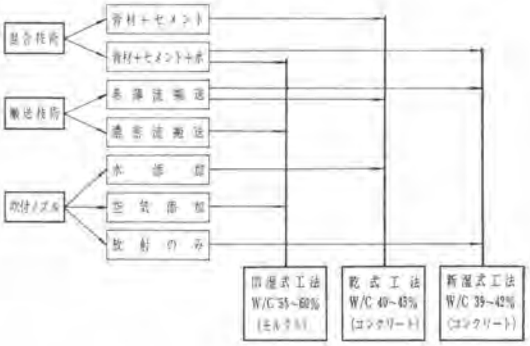
1940 年の初め，ついにヨーロッパにおいてコンクリート吹付工に成功したが，アメリカでもこれに続いて同様の開発に成功している。当時において採用された著名な吹付機械はドイツのトルクレット製 S3-Ⅱ 形機，ベトンスプリッツマシネン製 BSM 603 形機，スイスのアリバ製 BS 12 形機などである。これらの吹付機はそれまでのモルタル吹付機に比較すると使用骨材径が 25～30 mm と大きくなり，骨材は特に乾燥する必要もなく自然湿潤状態（含水比 5～6% 程度）のものが吹付けられ，搬送能力も 5～8 m^3/hr 程度に向上した。また，吹付厚は急結剤の開発と相まって，経済性を無視すれば 30 cm 以上にすることも可能になった。このことによって吹付コンクリートは従来からある支保工，防護工を広い範囲にわたって駆逐してきた。

わが国における本格的なコンクリート吹付工は池原発電所ののり面保護にはじめて採用され，トルクレット社がこれを施工した。それ以来，青函トンネルの斜坑，導坑などで仮巻立てとしての1次覆工，東名高速道路ののり面保護，その他おもな鉱山で適用された。その結果，コンクリート吹付工は各方面において高く評価され，着々と進展しつつある。

なお，表―1 におもなコンクリート吹付機の主要諸元を示す。

3. 吹付機の種類と特徴

ショットクリート用吹付機の種類は図―1 の工法種別に示すとおり旧湿式，乾式および新湿式の3種に大別することができる。また，これを機械的な構造・形態，材料の混合方法，材料の搬送方法あるいは吹付ノズル部の技術面から説明すると次のようになる。



図―1 ショットクリート工法の種別

表―1 コンクリート吹付機の主要諸元

項目 ＼ 機種別		トルクレット S3-Ⅱ	コンパルナス TR-70	アリバ BS 12	アリバ 600	B.S.M 604	アイムコ 61	アイムコ G-17
骨材の最大粒径	(mm)	25	25	30	25	30	20	20
搬送能力（ルーズな材料）	(m^3/hr)	5	3～6	5	5	5	5～8	3～4
平均搬送距離（水平）	(m)	50	50	30	50	50	30	30
最大搬送距離（水平）	(m)	200	100	100	300	300		
最大搬送距離（垂直）	(m)	80	25	40	100	80		
機械重量	(kg)	700	1,700	800	600	1,000	250	1,300
投入ホッパ上縁までの高さ	(m)	1.50	1.60	0.95	1.55	1.63	1.25	1.60
所要圧気量（合計）	(m^3/min)	12	10～12	25	14	18	17	12
所要圧気量（吹込室）	(m^3/min)			8				
スクリューコンベヤ出力	(kW)		5.5×2	18	4.4		6.5	
作業圧力（ホース長さにより異なる）	(kg/cm^2)	1.5～5	1.5～5	3～6	6	1.5～5		
搬送ホース径	(mm)	50	50～60	60	50/70	65	50	50

写真—2　トルクレット S3-II 形吹付機

写真—3　B.S.M 12 形吹付機

写真—4　アリバ 600 形吹付機

(1)　構造・形態

吹付機にはチャンバ形，ロータ形，スクリュー形，スクリュー・チャンバ併用形などがある。

(a)　チャンバ形

チャンバ形の代表的な機械はトルクレット機（写真—2 参照），B.S.M 機（写真—3 参照），エアプレースメント機，セメントガン機，ブラストクリートイクイップメント機などであり，わが国にもこれに似た構造のモルタル吹付専用機がある。この機種の特徴はトルクレットの S3-II 形機を例にしてあげれば，最大 25 mm までの骨材が使用可能で，水平 400 m，垂直 100 m の長距離搬送を行なうことができ，搬送能力は 6～8 m³/hr（ルーズな材料の場合）である。弱点としては連続運転することができるが，手動操作によってバルブの切替えを行なう必要がある。

(b)　ロータ形

ロータ形にはアリバのロータタイプ機のシリーズ（写真—4 参照），アイムコのロータタイプ機，ヘルタ機，マイナディア機，エンジニアードイクイップメント機などがある。これらの機械は外観，構造上に大きな違いがなく，その長所は自動運転ができることである。短所はチャンバ形のものに比較すると消耗品代がかさむこと，原動機に電動機を使用しているので材料送りが調節自在でなく，ノズルマンやオペレータの熟練度が問題になる（もちろん，エアモータに変更はできるが，その場合のエア消費量はチャンバ形機より 50% 程度増加する），搬送距離がおちることなどである。

(c)　スクリュー形

スクリュー形にはアリバの BS 12 形機があり，一般によく知られている。この機械はコンパクトになっていて自動運転できるのを特徴とするが，搬送距離は非常に短く，エア消費量の大きいことが欠点である。

(d)　スクリュー・チャンバ併用形

スクリュー・チャンバ併用形としては，きわめて最近西ドイツで開発され，実用に供されているコンパルナス

写真—5　コンパルナス TR 70 形吹付機

機（写真—5 参照）がある。この機械の特徴は湿式に属するが，在来の湿式と異なり，水・セメント比が 39～42% 程度のスランプ 0 に近い硬練りコンクリートを用い，ノズル部で水やエアを添加せず，トルクレット機にみられるような浮遊搬送を行なうもので，ダストがなく，良質均一な吹付コンクリートができる。短所は 2 個のチャンバから成り立っているためやや大形になることである。

(2)　材料混合

吹付材料の混合の仕方による相違であって，乾式と湿式の吹付機に分けられる。

(a)　乾式機

乾式機は骨材とセメントをミキサによって空練りされたドライミックスを機内に投入する（投入直前に急結剤を添加する場合もある）。水は別に設けられた水ホースでノズル部に送り，ノズルマンのバルブ操作により任意に添加される。

トルクレット機，B.S.M 機，アリバの BS 12 形機，ロータ形機などがこのタイプに属している。

(b)　湿式機

湿式機は骨材，セメント，水および特殊添加剤（必要がある場合に添加する）を計量のうえ，ミキサによりミキシングして機内に投入する。

この方式にはポンプタイプのものが多く，ライト工業

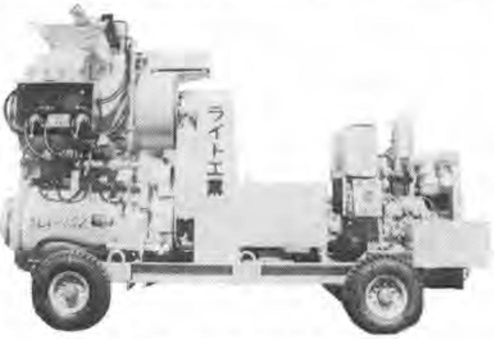
8形機（写真—6参照），エシック機，エロセム機などのモルタル吹付機があげられる。コンパルナス機も湿式にはいるが，混合水量はむしろ乾式機に近いほどセメントの水和作用に必要最小限の量である。そのほか特殊な機械としてツルーガンオール機がある。原理がこれと同一でトンネル工事用のものにアイムコ機（写真—7参照）がある。本機は骨材の湿潤状態を見て適量の水と吹付材料を機内で攪拌してから吹付けるもので，水量調節は熟練したノズルマンによってバルブセットされる。

（3） 材料搬送

吹付材料を圧気中に浮遊搬送させる方式と材料をホースまたはパイプによって密流搬送させる方式とに区分される。前者の方式による機械ではトルクレット機などの乾式吹付機その他の乾式セメントガンがある。写真—8にセメントガンの一例を示す。

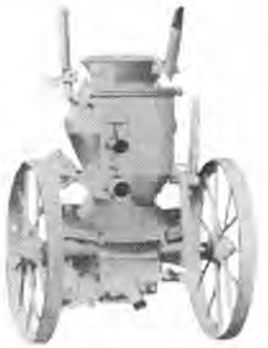
密流搬送方式によるものにコンパルナス機およびコンクリートプレーサがある。特殊な機械の例として硬練りコンクリート（水・セメント比50％程度）を搬送，打設するベルノルト製スピロクリート（図—2参照）があげられる。これは材料の送出口に特別部品を取付けて吹付を行なうというもので，国内に導入されて目下何度目かの吹付試験を実施中である。

また，両搬送方式の中間的な存在では前記のツルーガンオール機があげられる。吹付材料を完全な密流とせず，圧縮空気でサンドウィッチとし，中スピード搬送してノズル部からの補助空気の噴射によって吹付けるもの



写真—6 ライト工業 8L-700 形吹付機

写真—7 アイムコ G-17 形吹付機（トンネル用）



写真—8 野上鉄工 B-O 形セメントガン

である。

（4） 吹付ノズル部

乾式吹付機による吹付材料の浮遊搬送方式では，ほとんどの場合がノズル部においてノズルマンの勘にたよる水添加をしなければならない。水は通常特殊なウォータリングから放射状にノズル内へ噴射され，別の材料ホースで送られてきた吹付材料と瞬間的に混合する。すなわち，ノズル部はドライな材料と水との練り混ぜをするミキサの役目をつかさどる部分である。ノズル部では場合により液状の添加剤を添加することもある。

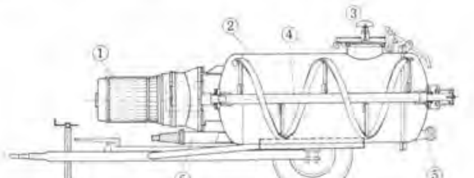
ポンプタイプのもので吹付材料を密流搬送させる湿式吹付機はノズル部において圧縮空気または必要に応じ急結剤をノズルマンが任意に添加する。したがって，ノズル部は吹付材料，空気および急結剤の混合部としての機能をもたねばならない。

ノズル部がノズルマンによって何の添加操作もなされず，単なる吹付機能だけを有すればよいというものは現在のところコンパルナス機および特殊プレーサとしてのスピロクリート機である。

4. 吹付機の機構概要

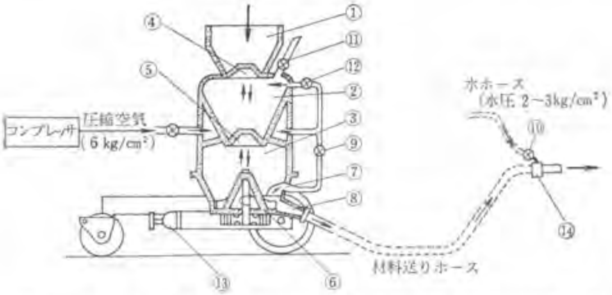
（1） 乾式チャンバ形機

現在，わが国で最も多く使用されている乾式チャンバ形のトルクレット機の機構は図—3に示すとおりで，上下2室からなる内圧容器が主体になっている。容器の上部にホッパ①が取付けられており，ドライミックスが上室②から下室③に投入されるとエア送入バルブ⑫を開



① 減速機付電動機 ② 内圧容器 ③ コンクリート投入口
④ らせん羽根車 ⑤ 掃除口 ⑥ コンクリート送出部

図—2 スピロクリート概要図



① ホッパ　② 上室　③ 下室　④ 上室用ベル形バルブ　⑤ 下室用ベル形バルブ
⑥ フィードホイール　⑦ 圧縮空気吹出し口　⑧ 吹出し口（材料）
⑨ メインバルブ　⑩ 水調整用バルブ　⑪ エア放出バルブ　⑫ エア送入バルブ
⑬ エアモータ　⑭ ノズル部

図―3　乾式チャンバ形吹付機の原理

き，上室用ベル形バルブ④を閉じる。次にメインバルブ⑨を徐々に開いて下方からも圧気を送入する。搬送距離に適応した空気圧を設定し，エアモータ⑬を専用バルブの操作により回転させる。このエアモータは材料ポケットを有するフィードホイール⑥を駆動して圧縮空気吹出し口⑦の直下にある吹出し口（材料）⑧へ連続的に投下する。材料は直ちに材料送りホースに導かれ，圧気中を浮動して先端のノズル部⑭へ送られる。ノズル部には水ホースが取付けられていてノズルマンが水調整用バルブ⑩を操作し，圧力水をスプレー添加して材料が放射される。上室のミックスが全部下室に落ちたときエア放出バルブ⑪を開くことにより，自動的に下室用ベル形バルブ⑤が閉じて上室用ベル形バルブ④が開くようになっている。したがって，ホッパにあらかじめストックされていたミックスは上室内に落ちるのである。

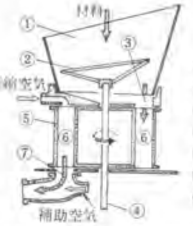
（2）　乾式ロータ形機

乾式ロータ形機にはアリバ機，ヘルタ機，マイナディア機，アイムコのロータ形機など多数の機種があるが，機構上の違いはあまりなく，**図―4** に示すようになっている。

ロータ形吹付機はドライミックスが開放された無圧のホッパ①からアジテータ②を通ってロータ⑤に適当数設けられたシリンダ⑥へ送り込まれる。ロータは上下にパッキンがあり，気密になっていて変速可能なエアモータまたは電動機によって駆動される。ミックスが入ったシリンダが圧縮空気吹出し口の下にきたとき，ミックスは材料吹出し口⑦を経てホースに導かれる。その際，ロータ下部から補助空気がさらに送り込まれてミックスをノズル部まで浮遊圧送する。それからはチャンバ形機と同様にしてミックスが放射されるのである。

（3）　スクリュー・チャンバ併用機

乾式および湿式吹付機の双方の長所を採用した最新形吹付機と考えられるコンパルナス機がスクリュー・チャンバ併用機である。コンパルナス機の内圧容器に強制混



① ホッパ
② アジテータ
③ 材料送込み口
④ 駆動軸
⑤ ロータ
⑥ シリンダ
⑦ 材料吹出し口

図―4　乾式ロータ形吹付機の原理

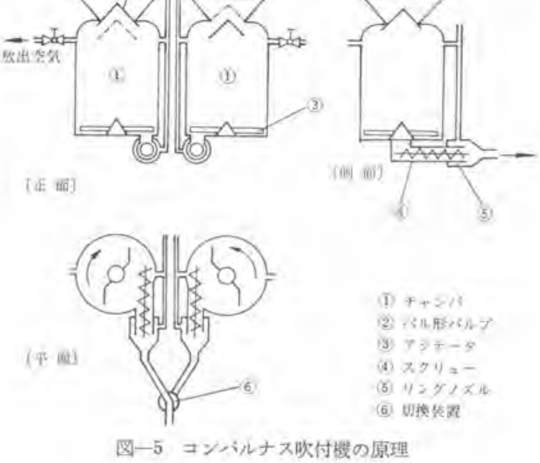
練されたウェットミックスを投入すると，ミックスはアジテータ，スクリューを経て圧縮空気によってホース中を浮遊搬送され，ノズル部から放射されるのである。

この機械は **図―5** に示すような機械で，連続運転を行なうため2個の内圧容器があって，切換装置⑥により吹出しパイプの接続替えができる。あらかじめ計量し，ミキサで硬練りしたコンクリートがチャンバ①に投入されるとベル形バルブ②が閉じられる。次にアジテータ③によってウォームホイール室に送り込まれ，スクリュー④で吹出し口の方へ送出される。送出されてきたコンクリートは特殊のリングノズル⑤から吹出す圧縮空気によりホースの先端に浮遊搬送されてノズルから放射される。なお，吹付材料に混合される添加剤はセメント重量の 0.3〜0.4%が適量といわれる。

（4）　ポンプタイプ機

ポンプタイプのツルーガンオール吹付機（**図―6** 参照）およびトンネル用のアイムコ吹付機はチャンバ形の一種ではあるが，機構的にはトルクレット機とだいぶ異なる点がある。チャンバが2個になっていて片方のチャンバでミキシングを行なう。

最初，水量計②によって計量した水を先に投入しておいたセメントに添加してセメントペーストを作る。これに骨材を加えてゴムライニング付の鉄製パドル⑥で攪拌



① チャンバ
② ベル形バルブ
③ アジテータ
④ スクリュー
⑤ リングノズル
⑥ 切換装置

図―5　コンパルナス吹付機の原理

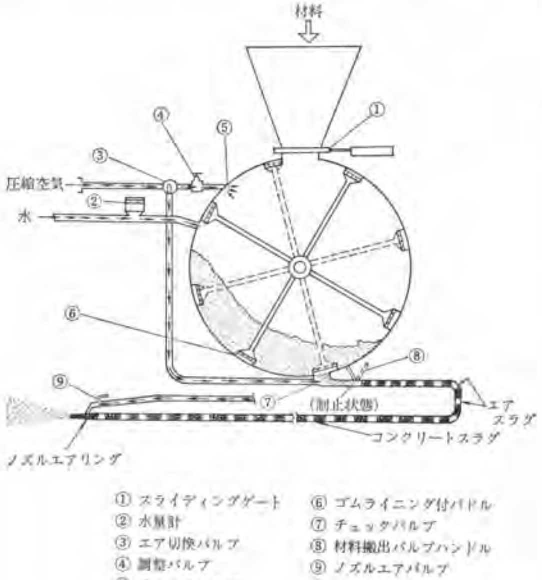
する。材料搬送は圧縮空気によって行なうが，材料搬出バルブハンドル⑧の操作により材料，空気，材料という半密流状態で送り出すことができる。片方のチャンバで材料を搬送している間にもう一方のチャンバではミキシングを行ない，切替弁を操作して連続運転ができるようになっている。また，ノズルエアバルブ⑨をノズルマンが操作すると補助エアの噴射によりコンクリートスラグは加速されて放射される。

5. 今後の課題

わが国におけるショットクリート工法および吹付機の発展は，わが国独特の地理的条件や施工体制を考えるとき必ずしも欧米と同一視することはできないが，いずれにしても暫時，欧米諸国のそれと同じ方向をたどっていくのではなかろうか。

公害防止，環境保全，用地問題などから今後の地下工事は急激に増大すると思われるが，トンネル工事の場合に一つのグループがあるサイクルのもとでさく孔，火薬充填，爆破，ずり出しおよび支保工建込みを順次行なう工程で，たまたま鋼製支保に代えてコンクリート吹付を施工するとすれば，比較的容易なのり面防護などの吹付を行なってきた労務者が一番むずかしいアーチ部の吹付をやることは歓迎されないし，熟練するまでは出来高も少なく，品質的にも良好なものは望めないであろう。さりとて掘削後ただちに行なうコンクリートの吹付に専門業者をはりつけたのでは経済的にも成り立たなくなることは明瞭である。

この問題の解決はわが国におけるこれからのトンネル工事では最も重要なことであり，このために吹付機械の



① スライディングゲート
② 水量計
③ エア切換バルブ
④ 調整バルブ
⑤ チェックバルブ
⑥ ゴムライニング付パドル
⑦ チェックバルブ
⑧ 材料搬出バルブハンドル
⑨ ノズルエアバルブ

図—6　ツルーガンオール吹付機の原理

面では取扱いが容易で，小形かつ高性能のものを開発するのが急務である。また作業上，労務者が一番いやがるはね返り現象やダストの発生を極力抑さえる機械であってほしい。それには土木技術者が当然骨材の最適配合を研究して指示するのはもちろんであるが，短時間の高強度の要求に応ずるために努力する必要がある。

はね返りを減少させるためには対象面に吹付材料が付着し，それに細骨材が漸次付着してセメントモルタル層の中に砂利がたたき込まれていくことを考えると，わが国で採用されている 5 mm 以下の砂には DIN に規定する 0～0.2 mm および 0～0.3 mm の細粒が非常に少ないようであり，骨材粒度分布のほか，添加剤や水・セメント比についても十分研究しなければならないと思う。

吹付機自体について取り上げてみれば，能力増大のためにノズルマンが支持できる限界の 50 mm ホースを機械的支持によって大きくし，プレーサなみに近づけるとともに安全性の意味からも人間の腕と同等の運動自由度をもつマテリアル・ハンドリング・システムの機械（操縦形ロボット）による吹付などを検討するほか，吹付作業の全般にわたる省力化，合理化を行ない，効果的な作業改善をはかる必要があろう。

6. あ と が き

ショットクリート用吹付機について概略説明したが，以上述べてきた諸条件を満足させる機械の出現はそう遠いことではないであろう。そしてショットクリートが建築面でも大いに採用される兆候のあることは，すでに万国博覧会の太陽の塔など会場施設に適用されていることからも明らかである。

ショットクリート工法が建設業界のあらゆる面で大きくとりあげられるとともに，エポックメーキングな工法として脚光を浴びる日の近いことを期待する。

参 考 文 献

1) 粕谷逸男：吹付けコンクリートによるトンネルの 1 次覆工（土木学会誌 53-2）
2) 岩渕　丞：吹付けコンクリート工学およびその応用（土木学会　技術講座 S. 47. 2. 17）
3) E. Taeger : Neue Spritzbeton-Verfahren, Technologie und Anwendung
4) H. Kastner : Spritzbetonverfahren
5) C. Alberts : Sprutbetong
6) E. Rotter : Anwendung von Spritzbeton
7) G. Fettweis : Spritzbeton im Grubenbetrieb
8) E. Stalp : Ausbau einer Hauptförderstrecke im Torkretier-Verfahren
9) L.V. Rabcewicz : Spritzbeton und Ankerung als Hilfsmittel zum Vortrieb und als endgültiger Tunnelausbau
10) Dr. A. Kreutzwald : Das Compernaβ-Verfahrungen (Ein Neues naβverfahren zur Herstellung von Spritzbeton) Tiefbau Heit 1-1971

坑内用車両などの無線操縦

徳井隆三*
本田貫一**

1. まえがき

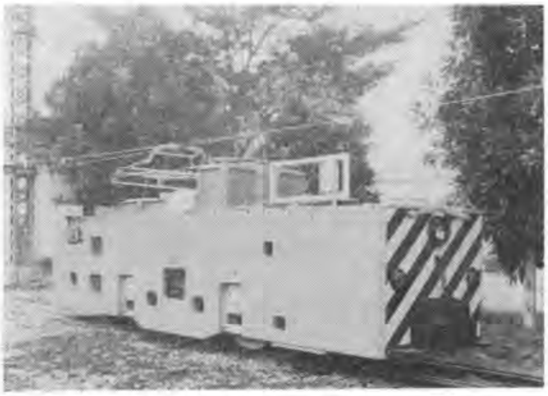
車両の無線操縦化の試みはすでに 10 年ほど前から行なわれてきており，昭和 39 年，日鉄鉱業釜石鉱山で坑内用 15 t 架空線式電気機関車の試作が行なわれて以来，各所で無線操縦化が行なわれており，試行錯誤の繰返しにより，昭和 44 年頃から一部の産業で無線操縦式車両の実用化が推進され，作業の省力化などに予期以上の効果をあげている。

しかし，工事現場，特に坑内車両に関してはようやく試用の段階に到達したばかりであり，他の産業部門で発生した問題点と建設業の特殊条件を合せて検討することにより建設業の合理化促進，安全作業の確立がより早く達成されるものと考え，以下，坑内車両の無線操縦化についての状況と技術的な問題点を含めここに述べる。

2. 無線操縦のあゆみ

坑内車両の無線操縦化の開始は先に述べた釜石鉱山の 15 t 電気機関車で，試用期間 2 年を経て実用化に踏切り，すでに 10 両以上の坑内機関車の遠隔無線操縦化が行なわれている。

写真—1　わが国初の無線操縦式 6 t 蓄電池機関車



写真—2　タンデム運転用 12 t 電気機関車

この鉱山での無線化の目的はホッパなどの鉱石，ずり積込運転のワンマン化，切羽付近の片押し運転（押込み）の安全性の向上などに使用されている。

このような単なる切羽作業のワンマン化をはかるには主要運搬の大形車両ではなく，小形の蓄電池機関車や鉱石積込機により大きな利点があるものと考えられ，釜石鉱山では 6 t 蓄電池機関車を，また同和鉱業小坂鉱山では無軌条式空気駆動の積込機のそれぞれ無線操縦化が計画され，昭和 42 年と昭和 43 年にそれぞれ試作機が製作されたが，価格，操作性，使用範囲などからいまだに実用化されていない（**写真—1** 参照）。

この切羽作業とは別に主要運搬坑の作業合理化の促進が考えられ，電波到達距離の長い誘導無線を使用したタンデム運転（協調），セミタンデム運転の方式が三井金属鉱業神岡鉱山で昭和 43 年に実用化され，坑内運搬作業の大幅な省力化と安全作業の確立が実現されている（**写真—2**，**写真—3** 参照）。

坑内車両以外の車両の無線操縦化も活発に行なわれ，製鉄所などに使用されている 20～80 t クラスのディーゼル機関車は自動運転装置と組合せた無線操縦式自動運

* 前田建設工業（株）機材部管理課長
** 東京芝浦電気（株）電鉄技術部車両技術担当

転が昭和 44 年実用化され，すでに全国の製鉄所で 200 両以上が運行している。また，決められた単一区域または区間内ではプログラム自動運転装置と組合された誘導無線による完全無人運転について昭和 40 年から試作が続けられ，最近になりようやく実用化される状態となっている。

3. 無線操縦の種別と方式

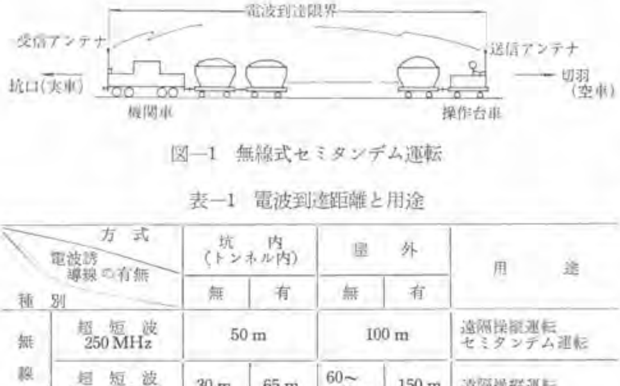
車両の無線操縦の方式には次の四つの形態がある。これらの運転方式はいずれも単独で使用される例は極めてまれで，常に幾つかの方式が併用されている。

① 遠隔操縦運転方式
② セミタンデム運転方式
③ タンデム運転方式
④ 無人運転方式

この四つの方式のうち，工事現場で近い将来実用化されるものが前者 2 方式であり，これらは常に併用される形態が工事用の一基本形となるものと考えられる。

なお，セミタンデム運転とは片押し運転時，常に列車編成の進行方向側先頭に位置し，前方監視とポイント切替えを常に運転士が行なう方式である（図―1 参照)。

無線操縦の種別には使用される電波帯域と用途により



図―1　無線式セミタンデム運転

表―1　電波到達距離と用途

種別	方式 / 電波誘導線の有無	坑内（トンネル内） 無	坑内（トンネル内） 有	屋外 無	屋外 有	用途
無線方式	超短波 250 MHz	50 m		100 m		遠隔操縦運転 セミタンデム運転
	超短波 150～40 MHz	30 m	65 m	60～100 m	150 m	遠隔操縦運転
	中波 100～500 kHz	10 m	100～300 m	10 m	70～80 m	遠隔操縦運転 セミタンデム運転
誘導無線方式			200～1,000 m		200～1,000 m	セミタンデム運転 タンデム運転 無人運転 (遠隔操縦運転)

表―2　12 t 遠隔操縦用サイリスタ制御式蓄電池機関車主要諸元

形式	東芝 SLSB-2C12J 形	けん引力	定格 2,400 kg 最大 3,300 kg
車体形態	固定 2 軸中央運転室式		
呼び重量	12 t	蓄電池	192 V, 516 Ah
運転整備重量	13,600 kg	制御方式	回生付サイリスタチョッパ制御式
軌間	914 mm	制動	電磁油圧ブレーキ，電磁軌条ブレーキ，回生ブレーキ，手ブレーキ
定格	1 時間		
機関車出力	28.5 kW×2	外形寸法	L4,700 mm×W1,440 mm ×H2,000 mm
走行速度	定格 8.4 km/hr 許容最大 20 km/hr	固定軸距	2,300 mm
		車輪径	660 mm

写真―3　セミタンデム運転用 12 t 電気機関車

次の 4 種類に区分される。

① 無線方式：超短波　250 MHz 帯
② 同　　上：超短波　150～40 MHz 帯
③ 同　　上：中　波　100～500 kHz 帯
④ 誘導無線方式：長波　100～250 kHz 帯

このうち，工事用トンネル坑内に最も適した種別は①の無線方式 250 MHz 帯と考えられる。これは鉱山坑内と異なり，トンネル自体の最小曲率半径が大きく，直進性の優れた周波数帯を使用することが電波到達距離を伸ばし，作業の信頼性を確保するうえで重要と考えられたためである。なお，各電波種別による用途，到達距離は表―1 に示す。

以上，種別と方式のほかに車両の制御方式により幾つかの運転方法を選択することができる。一般に車両制御方式は次のとおりであり，それぞれの制御系により用途が区分される。

① 直接制御：空気式車両，交流式電気車両，サイリスタ応用電気車両，ディーゼル式車両

② 自動制御（プログラム方式も含む)：直流式電気車両，交流式電気車両，油圧駆動式車両，ディーゼル式車両

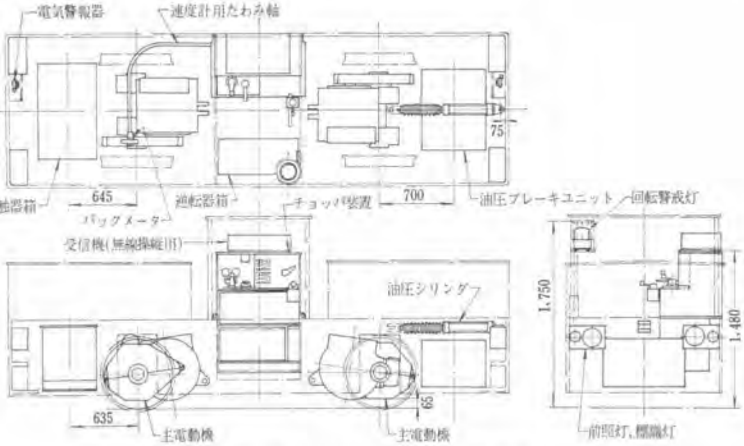
このうち，電気式車両は抵抗，サイリスタ応用いずれの機種も含む。

4. 無線操縦の実例

(1) 坑内用蓄電池機関車

トンネル坑内のずり，資材運搬の主力である本車両の無線操縦化は幾つかの鉱山で実験や試用が行なわれたが，実用化の段階には到達していない。しかし工事現場のトンネルと鉱山のトンネルでは先に述べたようにトンネル自体の曲率半径が大きく異なり，工事用トンネルの方が無線操縦化するうえではるかに有利である。

このような事実に基づき，250 MHz 帯を用いた実用車両の製作が前田建設で施工中の中央高速



図—2　12 t 遠隔操縦機関車機器配置図

道路笹子トンネル西工区用として行なわれており，この機関車の主要諸元は表—2に示すが，無線運転と手動運転がまったく同一の扱いで行なえるよう考慮されている（図—2 参照）。

本車両の運用方法は笹子トンネル上り 10‰（空車運転，9 m³ ずり運搬車5両けん引）を無線によるセミタンデム運転，下りは回生チョッパを用いた手動抑速運転，このほかに切羽におけるずり積込み時のインチング（寸動）運転やポイント切替時の低速通過，ずり積卸し時のインチング，低速通過などの遠隔操縦運転を目的としている。

無線操縦装置の操作は極力片手運転（左手操作）が可能な構造とし（右手は車体につかまるものとしている），主操作はハンドル式，補助操作は押ボタンまたは切替スイッチ式としており，操作内容と制御状態を表—3に，操縦装置の外観を写真—4にそれぞれ示す。

本機関車は昭和 47 年 11 月頃から実稼働に入る予定である。

（2）　空気式ずり積込機

トンネル切羽で使用される空気式のずり積込機の無線操縦化は同和鉱業小坂鉱山で無軌条式の小容量機を実験的に実施したが，この結果，切羽作業の安全性の向上が

写真—4　無線操縦装置制御器外観

表—3　無線操縦装置の操作内容および制御状態

	操作ノッチ	操作内容	制御状態
主操作	力行 II	中速	指令時のみ，走行速度 5～8 km/hr
	力行 I	低速	同上　走行速度 0.5～2 km/hr
	中立	切	同上　惰行（力行，ブレーキとも切）
	ブレーキ I	弱ブレーキ	同上　油圧弱ブレーキ（ブレーキ率 20%）
	ブレーキ II	強ブレーキ	同上　油圧強ブレーキ（ブレーキ率 65%）
	デッドマン	非常ブレーキ	同上および事故発生時（保護動作），油圧強ブレーキ，電磁軌条ブレーキ併用
補助操作	右進		パルス指令で進行方向を保持 解錠の場合は主操作ハンドルをブレーキ位置に移す
	切		
	左進		
	警報		指令時のみ
保護動作	混信 操作員転倒 到達範囲外 ブレーキ不良	非常ブレーキ	デッドマンと同様，解錠はブレーキ II で行なえる。

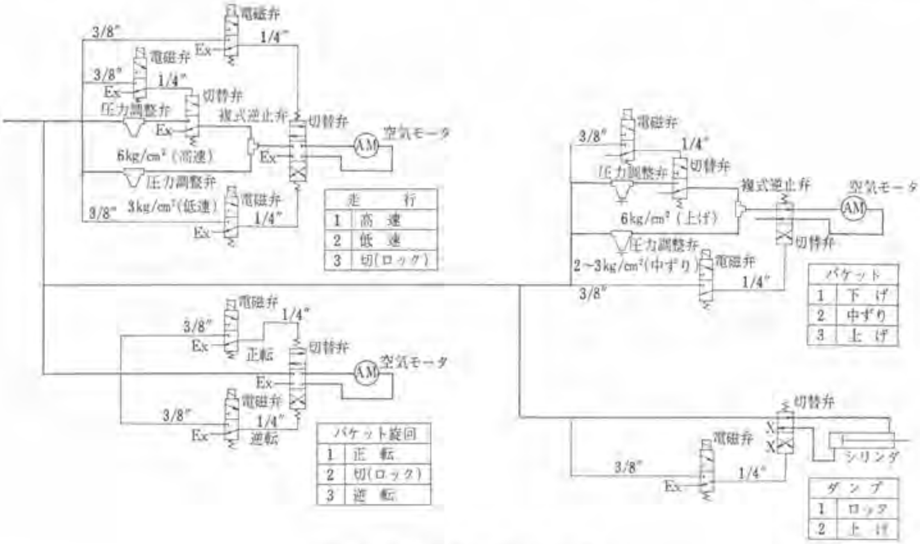
十分に期待できることが実証され，現場作業者にも比較的好評であった。

この積込機の操作数は8ポジションで，走行，旋回，バケット操作，ダンプの4種の作業が行なえる。空気式車両の無線操縦化の大きな障害は車両の後部から出る圧縮空気供給のゴムホースで，他の車両のように車両運転上，最も適した場所がホースの処置により限定され，ずり積込みの能率化を考えると作業の省力化としてはあまり期待できない。しかし，レール式の場合は無軌条式より作業の省力化には有利と考えることはできる。

図—3は大形の空気式ずり積込機用として考えられた空気回路図である。空気式車両の無線化を実施する際に従来搭載されていない電気機器の取付があるため空気式発電機と蓄電池の搭載が必要となる。

5．無線操縦の問題点

坑内車両の無線操縦化の問題点には大別して2種に分類することができる。



図―3 空気式ずり積込機回路図

① 装置自体の信頼性と安全性

② 運用上の作業環境の整備

このうち，前者の問題は製作者に，後者は使用者にそれぞれ関係するが，前者は無線操縦システム全体の基本方針を確立し，無線操縦化に必要な各装置の信頼性の向上と安全対策を十分に検討すれば比較的容易に解決できる。この点は現在製作されている無線操縦装置にも生かされており，たとえば，操作員の転倒時の暴走防止，類似電波による誤動作防止，ブレーキ回路最優先などが組込まれている。なお，類似電波による誤動作防止には常に2信号受信による周波数交換誤動作防止回路が組込まれており，車両暴走につながる事故は現在まで皆無である。

後者の作業環境の整備の最も重要な点は無線操縦式車両の操作員の固定と，周囲作業者の無線操縦に対する理解である。この意味は，無線操縦化された車両の操作は通常の運転において極めて簡単になるようにする傾向があり，誰にでも操作できるが，緊急扱いを正しく行なうには各装置，機器類に対する正しい知識が十分になければならない。また不慮の事故発生の際もその程度を最小限に抑えるだけの能力者でなければならない。さらに，無線操縦の車両は遠隔操作時は車両自体に運転士が乗車しておらず，ある一定の区間は周囲の作業者自身が車両に注意する必要があり，同時にその旨の表示を各所に掲示することが望ましい。

各所において行なわれた無線操縦の成功の可否を決定してきた大部分の要素は運転士の能力と周囲作業者の理解度であり，作業環境の整備程度である。

このような問題点を現場でどの程度理解し，解決するか，また無線操縦化に伴う新しい作業システムを積極的に消化できるかが今後の課題である。

6. あとがき

ここで述べた坑内車両の無線操縦化は坑内作業の合理化，安全性向上に十分な効果を期待して記述した。これは本年 11 月より中央高速道路笹子トンネル西工区・前田建設の作業現場で試用される無線操縦付 12 t チョッパ制御式蓄電池機関車の作業実績いかんにより工事現場における無線操縦化の動向がある程度決定づけられて行くものと考えられるので，現場の試用実績に関してもある程度把握された時点で再度発表する予定である。

建設機械化講座 第112回

現場フォアマンのための土木と施工法

XVII. 建設機械概説

4. ダンプトラック

鈴木浩一*

1. まえがき

土砂等を運搬する車両としてダンプトラックが最も普通に使われており，使用現場により大略分類すると次のようになる。

① 普通ダンプトラック：道路運送車両の保安基準に適合し，公道を自由に走行できる車両

② 専用ダンプトラック：工事現場専用に設計製作された車両で，一般に公道は走行できない車両

このほかに車両の形状による分類，ダンプ機構による分類，その他種々の分類方法があるが，ここでは省略する。

普通ダンプについてはなじみが深いと思われるので，ここでは専用ダンプについて話を進める。

土砂等を運搬する場合，運土距離により大略次のような車両が使用されている。

① 50 m まで：ブルドーザによる押土

② 50～100 m：ホイールローダによるロードアンドキャリ

③ 100～1,000 m：土の場合にはモータスクレーパによる運土

④ 200～2,500 m：積込機とダンプによる運土

普通ダンプは使われ方に非常に差があるが，公道を走行できるため専用ダンプよりも一般に走行距離はかなり長くなる（約 5～80 km）。

以上により専用ダンプの位置づけができると思う。

次に専用ダンプの積載量による使い分けについての日本の場合に関して簡単に述べる。まず土木工事関係では

① 土工量 150 万 m^3 クラスまで
　普通ダンプおよび 15 t 積クラスのダンプ

② 土工量 100 万～300 万 m^3 クラス
　20 t 積クラスのダンプ

③ 土工量 300 万～1,000 万 m^3 クラス
　32 t 積クラスのダンプ

土工量 1,000 万 m^3 クラス以上では 50 t 積クラスのダンプも使用されはじめている。

次に採石業関係では（石灰石および山砂利等）

④ 生産量 20 万 t/月 クラスまで
　普通ダンプおよび 13.5～18 t 積ダンプ

⑤ 生産量 20 万～50 万 t/月 クラス
　32 t 積クラスのダンプ

⑥ 生産量 50 万 t/月 以上
　50～70 t 積クラスのダンプ

採石関係では生産が同一現場でかなり長期にわたり行なわれる関係上，車両の大形化の意向はかなり強く持っている。25～40 t 積のトレーラダンプも採用されているが，ここでは省略する。

製鉄所内における原料およびノロ等の運搬に関しては 50 t 積以上という意向はあるが，地下の埋設物の関係上車両の軸重を大きくとれないため大形化が行きづまっているが，新工場ではダンプの大形化が行なわれている。

専用ダンプは以上のような使い分けがあるが，高価であるため採用にあたっては設備も含めたメリット計算を行ない，その上に安全のための車両台数の制限，サービスの難易，人件費および管理費の上昇，および生産量に増減がある場合のフレキシビリティ等を考慮のうえ車種選定を行なう必要がある。

2. 性能について

ダンプの選択にあたって考慮すべき事項について概略説明する。

2.1 最大積載量

これはダンプトラックの大きさを示す目安として使われている。どの程度の積載量のダンプを使用するかは前に述べた。しかし，これはメインとして使われるダンプで，サブ用として普通ダンプのフレーム，足まわり，お

* 三菱自動車工業（株）第二技術センター車両技術部重車両設計課

よびばねを強化した 15〜20 t 積ダンプをいかに上手に使用するかがこれからの課題になると思う。なお，最大積載量に対するベッセル容量としては，

最大積載量（t）÷比重（t/m³）

≒1/3 こう配山積容量（m³）

が大体の目安になっている。

2.2 積込機

2〜3 回の積込みでベッセルに 1/3 山積できるような積込機がそのダンプに最もよく合っている。ベルトコンベヤやホッパを使用する場合には 1.5 分で 1/3 山積になることが目安になる。またパワーショベル，ホイールローダまたはトラクタショベルのどれを使用するかは土取場と土質によって異なるため一般的なことはいえない。

2.3 最高速度

同一のエンジン出力の場合最高速度の早い車両は遅い車両と比較すると実用速度（15〜20 km/hr）でのけん引力が小さくなる。一般的には最高速度の 70〜80% がその現場での最高速度とすれば経済的な使い方ができる。

2.4 走行性能

図—1 に走行性能曲線の例を示す（平坦地および登坂用）。縦軸には力（車両のけん引力および走行抵抗）を t で示し，横軸は車両の走行速度を km/hr で示している。この性能曲線を読むにあたっての条件は右上に示してある。走行抵抗は横軸に対し幾分右上りに左側より出ている曲線で示され，曲線の右端の数値は登りこう配を sin で計算し，これを 100 倍した値である。左上から右下へときている曲線が走行性能曲線（けん引力の大きさを示している）である。例として5%登りこう配の砂利道をとると，走行抵抗は約 4,300 kg ある。ここを4速でアクセルをいっぱいふかして走行するときの車両速度は4速の走行性能曲線と5%の走行抵抗曲線の交点を横軸に下ろした点で約 17 km/hr となる。次に空車で同じ場所を登坂する場合の車両速度の推定は次のようにする（空車時タイヤの有効半径が大きくなることは無視する）。

5% こう配の走行抵抗（kg）

$$\times\frac{\text{車両総重量 (kg)}-\text{最大積載量 (kg)}}{\text{車両総重量 (kg)}}$$

＝5% こう配空車走行時の抵抗（kg）

これで計算すると走行抵抗は 1,870 kg となり，走行性能曲線との交点から6速で約 40 km/hr まで出ることがわかる（5速のときは約 42 km/hr）。

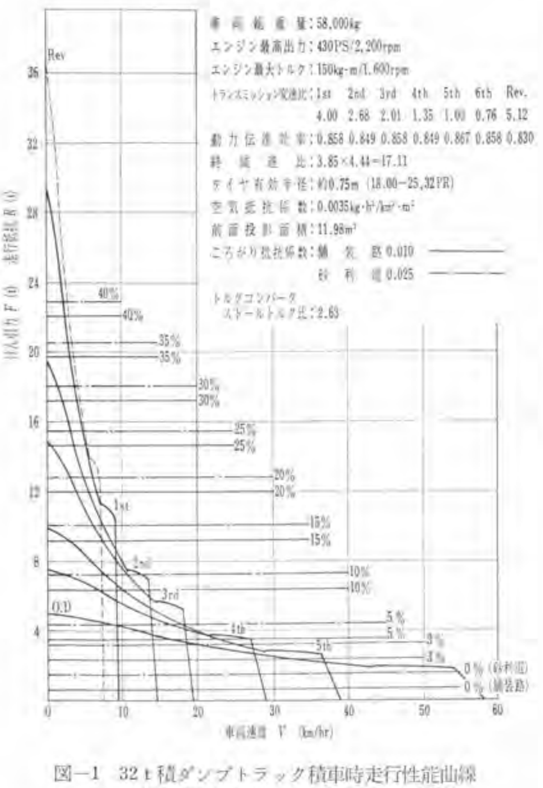
次に路面の状況が異なる場合について車両速度を計算する場合には次式により走行抵抗 D を計算する。

$$D=W(\sin\theta+\rho\cos\theta)+1/2\,CAv^2\ \text{(kg)}$$

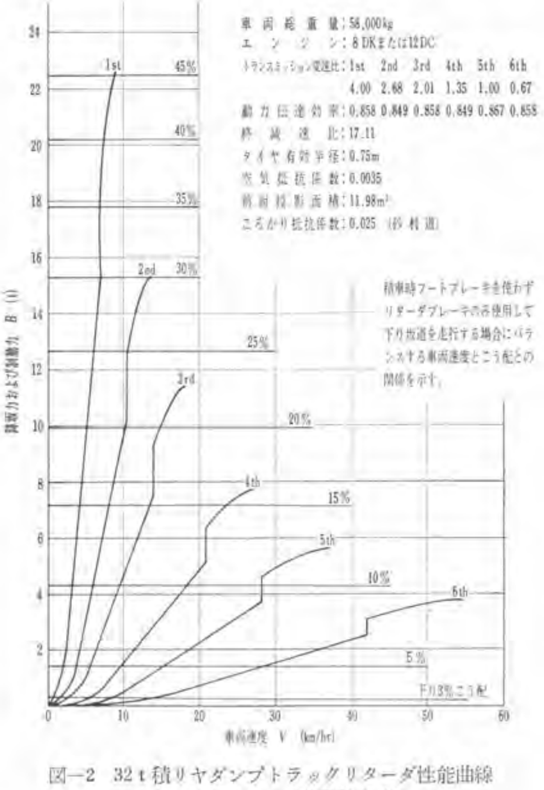
W：車両重量（kg）

θ：道路こう配（登坂）（°）

ρ：ころがり抵抗係数



図—1　32 t 積ダンプトラック積車時走行性能曲線
（430 PS/2,200 rpm，18.00-25-32 PR）



図—2　32 t 積リヤダンプトラックリターダ性能曲線
（アリソン CLBT 5860）

C：(空気密度)×(空気抵抗係数) で，ダンプトラックでは普通 0.0035 とする。
A：車両の前面投影面積 (m^2)
v：走行速度 (km/hr)

降坂時の走行性能に関しては **図—2** にその例を示す。縦軸に降坂力および制動力を示す以外図の読み方は走行性能曲線の場合と同様である。ただし，降坂力 F の計算式は次のようになる。

$$F=W(\sin\theta-\rho\cos\theta)-1/2\,CAv^2\ \text{(kg)}$$

降坂時にはエンジンをオーバランさせないよう特に注意する必要がある。積車降坂で使用する場合には各車両で決まっている速度段の守備範囲を必ず守るようオペレータに徹底させると同時に，車両にもオーバラン防止警報ランプかブザーの取付を要求すべきと考える。

2.5 車両総重量当りエンジン出力 (PS/t)

エンジンのフライホイール出力 (PS) を車両総重量 (t) で割った値は車の機動性の良し悪しを判断する目安として使用されている。

普通トラック	10 PS/t 以上
トレーラトラック	7 PS/t 以上
専用ダンプ（規定はない）	6 PS/t 以上

専用ダンプとしては 7～8 PS/t ぐらいが使いやすいのではないかと思われる。すなわち，この値の大きいことはサイクルタイムの短縮に効果があり，しかも車両速度のコントロールの容易さから余裕をもった運転ができ，オペレータに疲労を感じさせない。しかし，この値があまり大きいと現時点では車両性能のアンバランスをまねきやすくなる。

2.6 安 全 性

ブレーキの安全性に関しては十分注意する必要がある。専用ダンプは車両重量が大きいためと坂道での使用割合が多いためブレーキの安全性に対しては乗用車や普通トラックよりも早くから考慮され，前後輪独立配管式のブレーキシステム，すべりやすい道路での尻ふり防止のためのブレーキ力半減装置，ライニングの摩耗防止とフェード現象防止のためのリターダブレーキ，万一の場合に自動的に作動するパーキングブレーキ等種々の安全装置が採用されている。視野を確保するための大形のアンダーミラーやフェンダミラー，ヘッドランプやバックランプの照度増大，音量の大きなヘッドホーンやバックホーン，ダンプコーションブザー等，専用ダンプなりの安全装置が採用されている。

2.7 整 備 性

専用ダンプは一般に設備の完備した所で修理されることは少ないため採用にあたっては設備との関連において整備性を十分考慮する必要がある。パワーライン等における各ユニットが独立に取りはずせるか，取付等に際してボルト等の締付が容易か，溶接補修のしやすい材料を使用しているか，日常整備やエンジン点検は車載状態でそのままできるか等を目で確認する必要がある。また，当然のことであるが，ベッセルをダンプしたときの全高が整備工場の天井高さよりも低いか，天井走行クレーンの能力は使用するダンプの各装置の重量に対し十分であるかどうかも確認していただきたい。

3. 構造について

普通トラックの構造は大体きまりきったパターンがあるが，専用ダンプの構造は非常にバラエティに富んでいる。紙数の面から詳細説明は困難であるので概略の傾向につき説明する。

3.1 パワーライン

パワーラインの例を **図—3** に示す。エンジンとトランスミッションが一体になったものをトランスミッションのダイレクトマウント式といっており，ホイールベースの小さな車両ではコンパクトにまとめる必要上この方式を採用しているが，一般に整備性に難点がある。

一方，エンジンとトランスミッションをおのおの独立に取付ける方式をトランスミッションのリモートマウント式といい，整備性は非常によくなるが，エンジンとトランスミッション間をプロペラシャフトでつなぐ関係上，エンジンのねじり振動防止のためフライホイールの後にトーショナルダンパをもうける必要がある。一部にはこのトーショナルダンパをはぶき，しかもコンパクトにまとめるためにトルクコンバータをエンジンにダイレクトマウントし，トランスミッションをリヤアクスルへ取付けている車両も出現している。普通はトランスミッションとリヤアクスル間はプロペラシャフトでつないでリヤアクスルのばね下荷重を少なくしている。

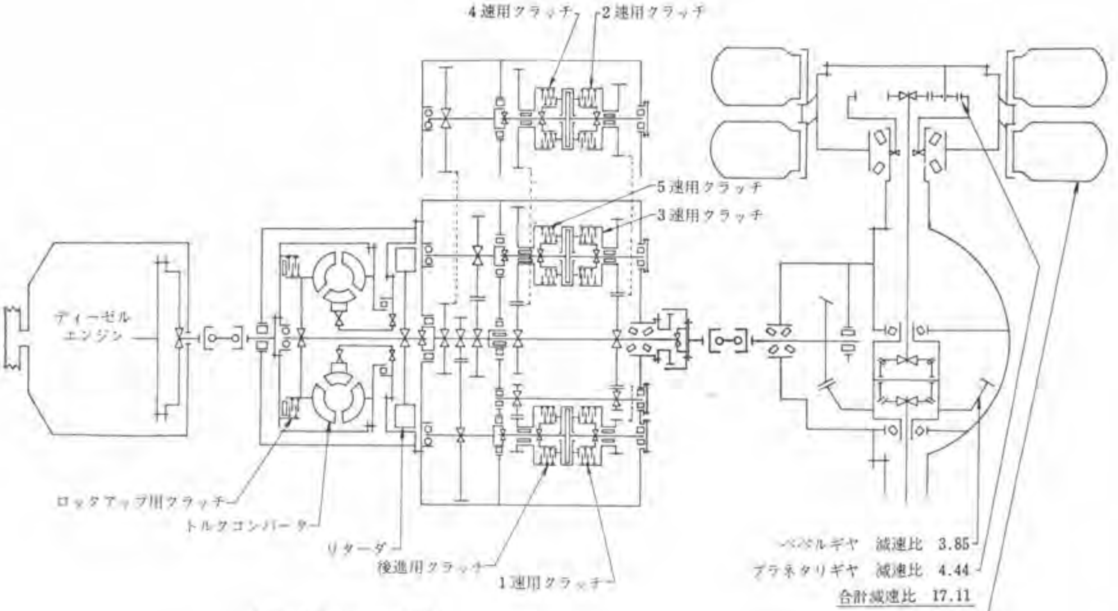
駆動方式として 6×4 のダンプも以前は使用されていたが，旋回半径が大きいことやタイヤ費が高くつく等で最近はほとんど 4×2 の駆動方式になっている。しかし，米国では 4×4 の車両も使用されている。また車両価格が安いという点で普通ダンプを改造した 6×4 方式の 15～20 t 積ダンプが土砂の運搬に限って使用されている。

3.2 エ ン ジ ン

ディーゼルエンジンがほとんどであるが，米国の 100 t 積以上のダンプではディーゼル・エレクトリックやガスタービン・エレクトリック等も使用されている。

専用ダンプの最大出力の設定がどうあるべきかははっきり決まっていないが，自動車用の3分定格では苦しく，建設機械用の1時間定格に近いガバナセットが必要であると考えられる。また，Min～Max 式のガバナを使用しているためエンジンの回転数を記録する方式のアワメータは回転数いくつで1時間をカウントさせるかが決まっていないため使用できず，今後組織的な調査研究により規格化を急ぐ必要がある。

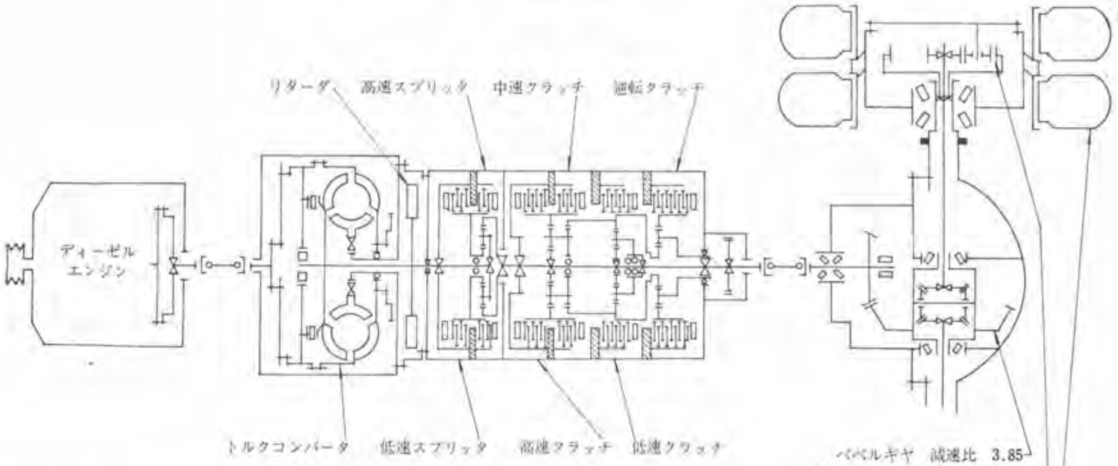
パワートレインスケルトンダイヤグラム
ツインデスク TACN−51−2002



トランスミッションギヤ比

1速	2速	3速	4速	5速	後進
4.09	2.69	1.70	1.08	0.684	4.09

パワートレインスケルトンダイヤグラム
アリソン CLBT 5860



トランスミッションギヤ比

	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	Rev.
CLBT 5860	4.00	2.68	2.01	1.35	1.00	0.67	5.12

図—3 パワーラインの一例

過給器を使用したエンジンは普通ダンプでは登坂時エンジン回転数が低下し，エンジンの低速トルク不足からねばりがないといわれ，きらわれるが，専用ダンプではほとんどがトルクコンバータ付であるため登坂時におけるエンジン回転数の低下が少なく，また高地における出力低下の割合が過給器付の場合は少ないためエンジンのコンパクトと相まって好んで使用される。

3.3 トランスミッション

現在までのところオフロードダンプとしてはエンジン出力 300 PS ぐらいを境としてこれ以下がクラッチを使用したダイレクトトランスミッション，これ以上がトルクコンバータ付トランスミッションを採用している傾向が見られる。最大積載量では 20～25 t 積ぐらいを境としてこれ以上がトルクコンバータ付である。

以前はトルクコンバータ側を多段多相化してトランスミッション側のギヤトレーンを簡単化していたが，専用ダンプ用としてのトランスミッションはトルクコンバータの故障防止のためトルクコンバータを最も簡単な3要素1段式にし，トランスミッションのギヤトレーンを多段化して多様な使用条件に対処している。また，燃費の経済化のためトルクコンバータには自動ロックアップクラッチが採用されている。

専用ダンプは車両重量が大きいため降坂時エンジンブレーキのみでは容量が少なく（しかもトルクコンバータを採用しているとエンジンブレーキの効果はさらに低下する），リターダブレーキが採用されている。電磁式のものもあるが，オイル式のリターダが一般である。これは普通トルクコンバータとトランスミッションの間にはインペラが回転軸に固定されていて（図—3 参照），普通は空を切って回転しているが，リターダ "ON" の場合にはトランスミッションオイルがここに循環し，オイルの渦損失として降坂エネルギーを吸収する。一方，オイルに吸収されたエネルギーは熱となってトランスミッションの外に出，オイルクーラにより冷却される。リターダ容量は一般にエンジン出力と同程度が適当である。

トルクコンバータ付トランスミッションではパワーシフトが一般であるが，近時オートマチックシフトも採用されはじめ，オペレータの疲労軽減と運転の容易化に貢献している。また，大切なことはトランスミッションのメーカにより使用オイルが厳密に決められているのでトラブル防止と寿命延長のためメーカの指定オイルを使用する必要がある。

3.4 パーキングブレーキ

これはトランスミッションの出力軸の所についており，内部拡張式のブレーキで，操作は一般にエアサーボシリンダで行なわれ，主ブレーキのエア圧力が低下した場合には自動的にブレーキがかかる安全ブレーキの役目もしている。

3.5 プロペラシャフト

これはエンジン～トランスミッション，トランスミッション～リヤアクスル間に使用されている。プロペラシャフトの最高回転数により交角に制限があり，一例を示すと，3,000 rpm で交角は 6° 以下である。

3.6 リヤアクスル

デファレンシャルの所は普通トラックと同じ構造であるが，ノンスリップデファレンシャルを採用している車両もある。この場合は左右のアクスルシャフトに伝達されるトルクが両側に均分化されず，一方にかたよる場合があるためアクスルシャフトを丈夫にする必要がある。

大きなけん引力を出すためファイナルドライブにプラネタリ式のハブリダクションを採用している車両が大部分であるが，ブルドーザのファイナルドライブと同様，2段減速式のものもある。

3.7 ブレーキ

内部拡張式のドラムブレーキがほとんどで，安定性のあるブレーキになっている。一方，最近ブルドーザの操向クラッチから出発した油圧式の多板ディスクブレーキが見なおされて来た。操作方法としてはフルエアブレーキとエアオーバハイドロリックが大体半々に採用されている。その他については上述のパワーラインおよびトランスミッションの項を参照していただきたい。

3.8 タイヤ

チューブ付およびチューブレスの両方のタイヤがあり，外国ではほとんどチューブレスタイヤが使用されている。チューブ付のタイヤは簡単な補修により一時的な使用に供することができるため日本ではまだチューブ付タイヤがかなり使用されているが，タイヤの寿命までを考えるとパンク修理を完全にしてパンクの回数を減らして使用するチューブレスタイヤの方が結局はメリットがあるものと考えられる。チーブレスタイヤにおけるエアもれの事故は非常に少なくなっている。

専用ダンプが工事現場で使用されている間はタイヤのヒートセパレーションやバーストの問題はほとんどないが，陸送時は走行速度が速いため空車であってもタイヤに蓄熱され，タイヤのヒートセパレーションを起こす恐れがある。この点が OR タイヤ（オフロード用タイヤ）と TB 用タイヤ（トラック，バス用タイヤ）と異なる点である。特に岩場用としてカットレジスタンスのタイヤを装着している車両は陸送時のヒートセパレーションに注意する必要があり，陸送方法についてはメーカに問合せてそれに従う必要がある。

3.9 サスペンション

これは各メーカごとに特色のある構造をとっている。

① 普通トラックと同様，前軸，後軸ともリーフスプリングで支えているもの

② 前軸が左右独立懸架でコイルスプリングとショッ

クアブソーバを使用して柔らい乗心地を与え，後軸には安定性のあるリーフスプリングを使用したもの

③ 前軸スライディングピラー（上下動）式，後軸リーディングアーム式で N_2 ガスとオイルを使用したハイドロニューマチック式

④ 上記の③式で，N_2 ガスとオイルの代わりにラバーパッドの積層を利用したもの

⑤ ハイドロニューマチックシリンダを前軸マクファーソン式，後軸リーディングアーム式に使用したもの

乗心地を比較すると①以外は積車時の乗心地に大差ないが，空車走行時はハイドロニューマチックシリンダを使用したものが乗心地がよいようである。

3.10 ステアリングおよびホイスト

車両が大きいため走行時オペレータは周囲に十分注意を払う必要があり，運転の容易化と疲労軽減のための操作力の低下がはかられているためステアリングには大容量のパワーステアリングを採用し，普通トラックよりも軽くハンドルを切ることができる。

ホイストの操作にはコントロールバルブが使われるが，これの操作位置として「上げ」，「中立」，「下げ」，「浮き」の4位置があり，走行時にベッセルがゆられてオイルパイプ（またはホース）に高圧が発生しないよう「浮き」の位置にレバーを置くよう注意して下さい。

3.11 ベッセル

ベッセルの構造については各メーカがそれぞれ特色をもっているが，使用材料の板厚には大差ない。32 t 積で比較すると，底板 19 mm，側面板 9 mm および 12 mm，前面板 12 mm となっており，土砂のあたる所には 70～80 kg/mm² 高抗張力鋼を使用しているので溶接補修等を行なう場合には注意が必要である。

粘着性のある土砂や寒冷地における土砂の荷はけをよくするためエンジンの排気ガスを通すエキゾーストヒーティング式ベッセルの採用が一般であるが，エンジンから排出される熱量に対してはベッセル底板の隅部を重点的にガスを通すようにしないと効果はない（排気ガスの通路を分散させては効果が薄くなる）。

ベッセルに対するホイストシリンダの取付はロッドのメッキ部に付着した泥をかき落とすようシリンダヘッド側をベッセルに，ロッド側をフレームに，ちょうどたけのこを逆さにしたように取付けるのが普通である。

3.12 キャブ

建設機械用のキャブは乗心地の改善およびオペレータの疲労軽減のためデラックス化が進んでいるが，専用ダンプの場合にはその傾向が特に著しくみられる。たとえば，カークーラの装着率は北海道向けの車両以外では国産の車両で 70% を越すものと推定される（過去2年間における納入車両で）。

また最近グラスファイバ製のキャブも出現し，重量軽減，防音，保温等の面ではメリットがあるが，変形防止，補修方法や後で何かのものを取付ける場合等に関してはあらかじめその方法を習得しておく必要がある。

3.13 電気装置関係

普通ダンプと異なるのは専用ダンプはオフロード用であり，使用環境が非常にきびしい点である。ヘッドランプやバックランプの光度増大の必要なことについては前に述べたが，さらにこれらは耐震構造になっていなくてはならない。ストップランプやターンシグナルランプも防振を考慮した取付にする必要がある。また防水に対する考慮も必要である。

配線に関しては石はねに対する保護と泥の付着防止，寒冷時においては水を含んだ泥が配線に凍結し，大きな重量になって断線に至ることがあるのでクランプが適当かも見る必要がある。また，エンジンの低温始動に対しても考慮が払われているかチェックする必要がある。

4. 取扱いについて

メーカの取扱説明書に従って運転および定期整備を行なうことは当然必要であるが，これをすべてオペレータにまかせることは普通は非常に困難と思われる。だからといってオペレータは運転のみ，点検整備はそれ専門の人にまかせる場合にはオペレータが「おかしい」と感じ

表―1 毎日点検表

C/#

日付　昭和　年　月　日		アワメータ　　hr		
氏名		走行粁　　km		
No.	点検項目	良	否	備考
1	エンジンオイルレベル確認			
2	ラジエータ水確認			
3	ラジエータパイピングの水しれはないか			
4	T/M クーラパイピングからのオイルもれはないか			
5	ステアリングリンケージの変形異常はないか			
6	〃　パイピングからのオイルもれはないか			
7	ハイドロリックタンクオイルレベル確認			
8	ブレーキエアラインのエアしれはないか			
9	タイヤの外傷はないか			
10	石とりバーブラケットに異常はないか			
11	キャブまわりの異常はないか			
12	エアタンクドレーンより水抜きしたか			
13	ハンドブレーキ作動確認			
14	計器，灯火類は正常か			
15	ベッセルまわりグリース給脂，その他のグリース状況確認			
16	燃料タンク水抜き（左右ドレーンコックより）			
17				
18				

（特記事項）

た点まで神経を通した点検整備を行なうことも困難である。オペレータにまず運転方法を説明すると同時に各部の取扱いや構造の概略も説明し，その後は月1回程度30分ぐらい定期的に取扱いや構造および整備している人達の苦労話等をし，オペレータには**表—1**に一例を示す毎日点検表による点検を義務づけ，**表—2**に示す週間点検は整備専門の人と一緒にオペレータも行なうようにすると車両に愛着が出ると同時に取扱いもよくなり，意欲をもって仕事をしてもらえるものと思われる。

オペレータ指導時にはやってはいけない注意事項（たとえば，エンジンのオーバラン防止のため各速度段の速度の守備範囲を十分頭に入れて運転し，降坂時にはこれに10％程度の余裕をみて運転すること，降坂時にはトランスミッションレバーをニュートラルにしないこと，キャブの外側には人を乗せないこと，エンジンの始動時や車を動かすときにはホーンで知らせること等）を重点的に説明すれば効果的である。

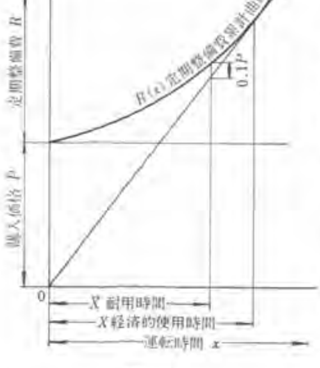
5．車両の寿命

車両の使用環境や使用方法により寿命は決まってくる。ブルドーザやパワーショベルに関しては過去における寿命がどのぐらい，故にこれからはたとえば20,000時間の寿命をめざす必要があるというようなことがいえるが，専用ダンプに関してはまだこういうデータが集まっていない。**図—4**に示す経済的使用時間を求めるためメーカおよびユーザは協力してデータを集める必要がある。メーカはこれにより車両の改善のために努力し，ユーザはこれにより正確な施工計画を立て，またメリット計算を行なうことができる。

6．あとがき

以上，使い方を主にして専用ダンプについて述べてきたが，正確性に欠けたり，偏った内容のところも多々あることと思う。浅学のいたり，お許し願います。

私達メーカは車両を製作することに関しては各々エキスパートと自負しているが，車両の使われ方については，特に専用ダンプのように歴史の浅いものに関しては経験が少なく，ユーザの満足を得るためにはもっともっと調査研究の必要がある。早く，使いやすく，よい車両にするためには現場で実際に使用されている方々の率直な意見が最も大切であり，これをぜひメーカにぶつけていただきたい。



図—4

表—2　150 hr 週間点検表

C/#

日付　昭和　年　月　日　アワメータ　hr
氏名　走行粁　km

No.	点検項目	良	否	備考
1	エンジンVベルト張り調整（中央部へこみ10 mm）			
2	〃　ガスケットのガスもれ点検			
3	〃　コントロールの作動			
4	〃　マウントブラケット　ボルト締付 800～1,000 kg-cm			
5	エアクリーナ目詰まりフィルタ清掃または交換			
6	ガード（クーラ，T/M）の変形，ボルトゆるみ			
7	フロントサスペンション，ショックアブソーバブラケットボルト締付			
8	T/M マウントブラケットボルト締付			
9	キャブマウントボルト締付 2,500～2,600 kg-cm			
10	プロペラシャフトリーマボルト締付 500～700 kg-cm とグリスアップ			
11	ブレーキチャンバブラケット締付確認			
12	〃　チャンバストローク 25～35 mm 確認　スラックアジャスタフロント 右まわり，リヤ左まわり			
13	ホイールハブボルトの締付 Fr 2,700～3,200，Re 4,600～5,600 kg-cm			
14	リヤサスペンションUボルト締付 19,000 kg-cm			
15	ベッセルピボットベアリングボルト締付 4,000 kg-cm			
16	T/M オイルレベル（1,000 rpm にて上レベル確認）			
17	リヤサスペンションブロックの給脂			
18	デフケースオイルレベル			
19	フレーム，ベッセル溶接部チェック			
20	タイヤ空気圧（5.0 kg/cm²）			
21				

（特記事項）

さて専用ダンプは現在20 t 積クラスまでが一般で，ここ3～4年の間に32 t 積が，46年には50 t 積ダンプが輸入され，使われ出した。海外作業の場合は別として，国内では土木工事用としては20 t 積クラスは将来32 t 積へ移行するものと思われる。工事終了時の現場間の移動を考えると，32 t 積からその上に移行するにはかなり時間がかかると思う。

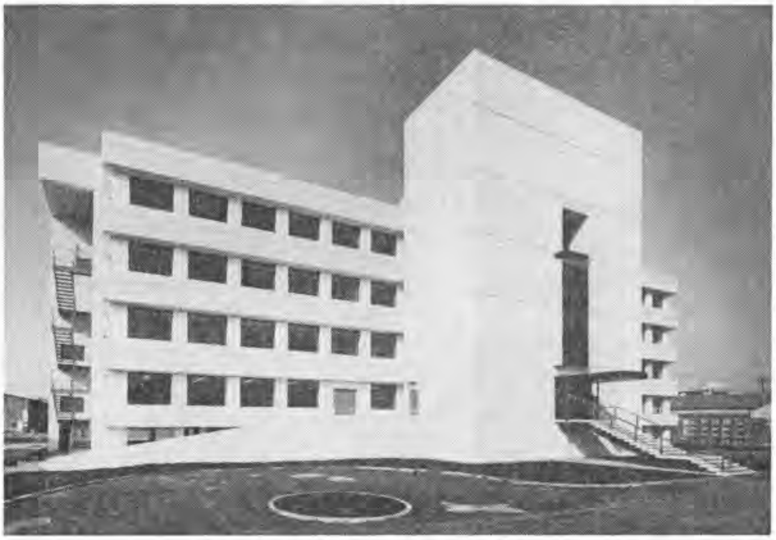
採石業関係では32 t 積が多く使われ出したが，現場間移動の必要性がほとんどないため，将来は50～70 t 積へ移行するものと考えられる。

しかし，専用ダンプがいまの形そのままでこのような移行が行なわれるのではなくて，専用ダンプ採用の効果をさらに上げるため各業種における専用化（たとえば石灰石採掘用，製鉄所内におけるノロやクロップの運搬用および土木工事用等）が進められると思う。またトランスミッションのオートマチック化は当然進むが，専用ダンプの使われ方からして，これの無人運転化はユーザおよびメーカとも常に頭の中に入れておき，これの実現に努める必要がある。

● 研究所巡り

清水建設技術研究所

石 沢 利 雄* 小 竹 秀 雄**



写真—1 清水建設技術研究所全景

10 月 9 日，秋晴れのさわやかな午後，私達は江東区越中島の清水建設技術研究所を訪問した。旧高等商船学校，現在の商船大学の筋向いである。昔だったらこんな良い天気なら紺碧の海と空高く聳ゆる富士の勇姿が眺められたであろうここ越中島も，今日はスモッグに包まれている。

来意を告げ，お忙しい中を鳥田所長，本社機械部の本郷事務課長にいろいろお話しを聞き，所内を見学させていただいた。以下，その概要について報告する。

研究所の沿革と規模

新しい研究所は清水建設が同社の創立 170 周年の記念事業の一環として完成した瀟洒な白亜の建物である。同社では現場工事との関係から昭和 20 年頃本社地下室で小規模な各種試験を始めていたが，これがだんだん充実して，やや技術研究所としての形態を供えたのは昭和 30 年頃とのことである。

その後，逐次増強されて現在までに至ったが，時代の要請もあり，**写真—1** に見るようなモダンな 4 階建の研究所が完成に至ったわけである。この建物の総面積は 5,435 m² で，1 階が管理棟，2 階，3 階が研究所，4 階に計算センターが併設されている。したがって，研究所としての面積はおよそその 2/3 程度である。

現在，建物が完成して職員関係の引越しが完了したところであり，これまで分散していた各種実験設備の移設が完了するのは昭和 48 年度一杯を要する見込みとのことである。 さらにその後研究所の裏にある約 6,000 m² の倉庫を引続き大形構造物の実験場として改装するとのことである。

10 月現在，この研究所で研究に従事している社員は 81 名で，その中に約 15 名の事務職員が含まれているとのことであり，設備の完成に伴い，さらに増強される見込みとのことである。

研究所の組織

研究所の組織を **表—1** に示した。すなわち，事務一課

* 建設省大臣官房建設機械課
** 三菱重工業（株）建設機械部顧問

表—1　研究所の組織

研究所長——事務課
研究所長——研究部——計画研究部
　　　　　　　　　——材料研究部
　　　　　　　　　——施工研究部
　　　　　　　　　——土質研究部
　　　　　　　　　——力学研究部
　　　　　　　　　——汚染研究部

写真—3　執 務 室

と計画，材料，施工，土質，力学，汚染の6研究部から構成されている。

主要研究事項はテーマごとにプロジェクトチームを編成して研究に取り組むが，こうした組織でありがちな横の連絡を十分にするため，各部は大きいスタッフルームに机を並べて執務することで研究員の融和をはかっているのも面白い。各研究部が取り組んでいる現在の作業内容はおよそ次のようなものである。

なお，**写真—2** に資料室を，**写真—3** にスタッフルームの概況を示す。

（1）　計画研究部

計画研究部というと各研究部にまたがる一般的な事柄をやると思われやすいが，そうではなく，ここでは各種設計の合理化，基準化，コンピュータの導入，ネットワーク，スケジュールなどのシステム化などの事項を取扱っている。

（2）　材料研究部

新材料の出現に伴う材料自体の検討，施工を含む適材適所的な利用法，仕上がりを含む材料の選定，工事の大形化と使用材料の研究などが行なわれている。したがって，本研究部においては，たとえば材料の接着工法，コンクリート構造物の亀裂防止，コンクリートの輸送システム，コンクリートと耐熱，耐放射能性，海水に対する耐久性，諸材料の防水性，耐火性，最近とみに発達した高分子材料とその応用性など，現場に密接な関係のある研究が行なわれている。

（3）　施工研究部

各種工事のシステマチックな施工法を研究する部門であるが，現在特に取り急ぎ研究が進められているものにはダイヤフラムウォール工法における泥水処理，諸溶接工事における溶接技術と非破壊検査，深海におけるプレパクトコンクリート工法，スライディングシステムによるコンクリートの施工，鉄筋コンクリートの大形原子力容器の建設計画，現場各種工事の人手減らしのための機械化，その他の研究がなされている。

（4）　土質研究部

本研究部においては軟弱地盤の改良，くいと基礎，鋼管矢板締切工法，土工基準の研究，地質とトンネル掘削，諸地下工事の施工法の検討，工事と湧水処理などの研究が行なわれている（**写真—4** 参照）。

写真—2　資 料 室

写真—4　土質実験室

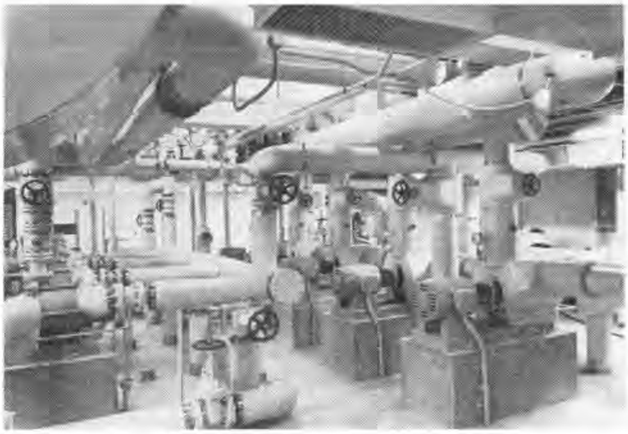
（5） 力学研究部

諸構造物の構造解析，大形コンクリート原子力容器の開発，振動，地震と構造物，構造物と風の及ぼす影響，超高層ビルに関する検討などが行なわれている。

（6） 汚染研究部

建築と吸排気の浄化，汚水処理，建築諸設備のコンピュータ制御などの研究が行なわれている。

以上，各研究部において研究中のもの，あるいは近く研究を考えているものの概要について述べたので，各研究部が今後どんな方向に研究が進められるであろうかを想像していただけるものと思う。



写真—5　2層に設けられた空調機械室

また，一例をあげれば，新しく完成した研究所の冷暖房は夜間電力を利用したヒートポンプシステム方式で，各室に取付けた各種装置と計測によるミニコンピュータコントロールを採用して温度，空気の浄化なども自動調節を行なう研究のテーマの一つになっている（**写真—5** 参照）。

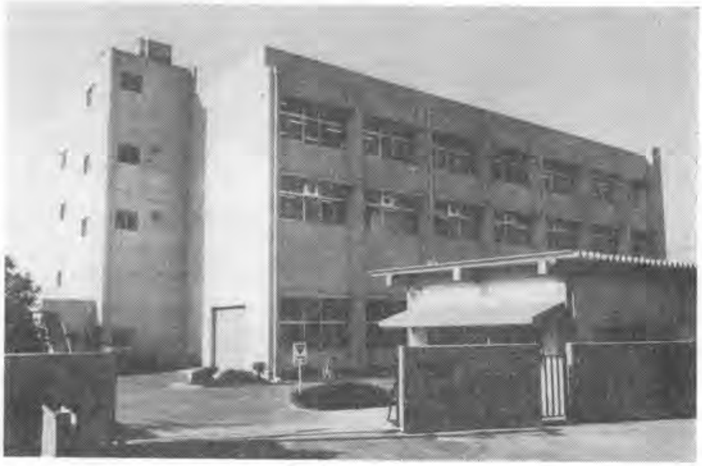
＊　　＊　　＊

私たちが研究所を見学した感じでは，まず第一に新しい立派な研究所の建物と，研究内容として特に現在に必要な研究だけでなく，基礎的研究に力が注がれているとともに，将来必要な新しい研究が地道に実施されていることである。また，各実験装置，設備の移設が完了するとともに，大形構造物の実験場の完成されることによって同研究所の研究開発が今後ますます充実され，わが国における建築，建設事業の発展に寄与されることが期待される。

最後に，忙しい中をご案内，ご説明いただいた鳥田所長ならびに本郷事務課長に厚くお礼を申し上げます。

日立製作所機械研究所

内藤　寛* 木下秀一**



写真—1　日立製作所機械研究所正面

ようやく秋もたけなわの 10 月 18 日の昼すぎ，私達は日立製作所亀有工場の一隅にある日立製作所機械研究所を訪れた。かつてショベル系掘削機の検査などのためよく下車した亀有駅。国電有楽町駅近くで待ち合せた私達にとっては，地下鉄の常磐線乗入れにより乗換えもふえ，かえって不便になった感があった。

その亀有駅より車で約5分の亀有工場の敷地に機械研究所がある。日立製作所の数ある研究所の一つで，ほかに中央研究所，日立研究所，家電研究所，情報研究所，原子力研究所，横浜研究所，生産技術研究所があり，これらの中で主として機械工場の機械の生産過程に直結した研究所としての特色をもっている。わが国の大企業の一つの研究所のこととて，その内容については企業の秘密に属することもあり，本文ではその概要を紹介するにとどめたい。

研究所の沿革とその組織

本研究所の沿革は次のとおりである。

昭和 41 年2月　中央研究所，亀有工場，川崎工場の機械研究部門を併合して設立

昭和 43 年2月　清水工場に清水分室を設置

昭和 44 年6月　中央研究所在勤部門を廃止

昭和 46 年6月　生産加工研究部門を生産技術研究所として分離

以上がその沿革の概要で，その組織は表—1のとおりである。沿革，組織図でもわかるように，機械研究所はこの亀有以外に第3部の気体機の研究部門を川崎工場内に，そして清水工場内に清水分室として空調機などの研究部門があり，総員は約370人ぐらいとのことである。

表—1　機械研究所組織

所長
- 企画室……研究の計画および管理
- 第1部……流体機器，空調，冷熱
- 第2部……油圧制御，振動，騒音機構，計測
- 第3部……気体機
- 第4部……強度，機械要素
- 第5部……鋳造，金属材料
- 清水分室……空調機，小形冷凍機
- プロジェクト……
  - 海洋開発研究室（水中作業システムの開発）
  - 遠心機開発研究室（ウラン濃縮用遠心機の開発）
  - その他
- 技術計算室
- 工作室
- 総務課

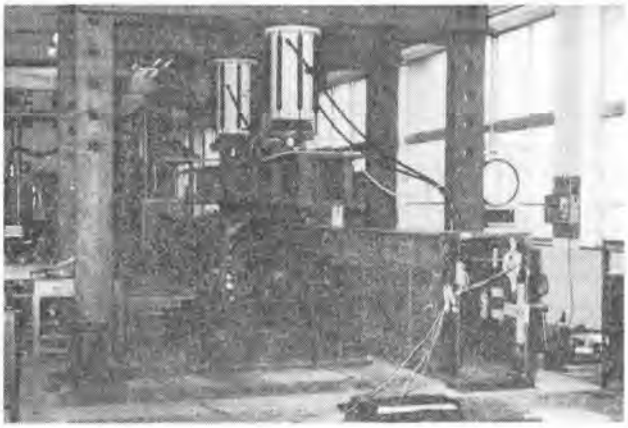
* 日本道路公団維持施設部機械電気課調査役
** 大成建設（株）機械部調達課長

研 究 内 容

ここ日立機械研究所で研究されている内容は，組織図でわかるように一応1部，2部というように分けられてはいるが，お互い関連があり，明確に区分し難い点もあるので，ここではテーマ別に紹介してみることにした。

（1） 流体機械関係

各種のポンプ，送風機，圧縮機，流体変速機などの開発およびその性能向上を目途とするとともに，これらの基礎となる水力学，空気力学の研究が行なわれている。また流体機械の高速小形化，大容量化に対処するため，その性能の精密測定をはじめ，超小形高速機械の開発などの研究に取り組んでいる。この一例として，毎分 50 万回転のガスベアリングの開発が挙げられる。



写真―3 構造強度実験室

（2） 油圧・制御関係

建設機械の自動化，省力化の一環として油圧，制御に関する研究がなされている。たとえば，ブルドーザの排土板操作の自動操縦機構が挙げられる。本機構はブルドーザの排土作業にあたり，その排土面の平坦性を保つためのもので，操作の未熟なオペレータでも自動的に排土板昇降の油圧機構が操作するため，この装置により切削面の平坦性が保たれるようになっている。このほか，油圧式の自動変速機構，電気油圧サーボ機構に関する研究開発が行なわれている。

（3） 振動・騒音関係

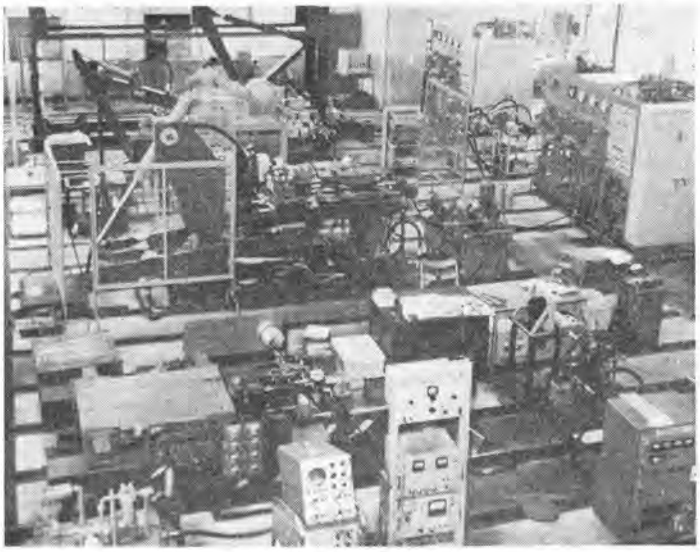
構造物の耐震設計法の確立，配管系の圧力脈動の軽減などの研究を行ない，騒音対策の研究としては，無響室を活用して家庭電化製品などの騒音防止の研究を行なっている。また，空調研究の一つとして，暖房機の燃焼騒音の軽減に対しても手を染めている。

（4） 空 調 関 係

空調用の大小の冷凍機，カークーラ，ルームクーラなど空調関係の機械についての研究を行なっている。圧縮機の羽根車の流体性能を高める研究，蒸発器，凝縮器などの熱交換器の小形化などの研究，暖房機については，各種バーナなどの燃焼器について種々の燃焼に関する研究などが行なわれている。

（5） 材料強度関係

各種機械，構造物の高性能化，軽量化をはかるため動的強さおよび応力解析について研究を行なっている。トラッククレーンなどのブームの強度およびその材料の疲労などに対する研究が建設機械に特に密接したものの一つの例である。また焼入れなど表面硬化材の疲労弾性限界に対する解明，有限要素法による構造解析の研究が行なわれている。従来ややもすれば材料の疲労であろうとかたづけられたものが，正しく原因の究明が行なわれ，材質加工面に対し大きく役立っている。



写真―2 油圧・制御実験室

（6） 機械要素関係

高速小形化されつつある機械にとって高速回転をする歯車，軸受の負荷容量の向上，オイルシールなどについての研究を行なっている。そしてこれら研究の成果がタービンなどに活用されている。

（7） 計 測 関 係

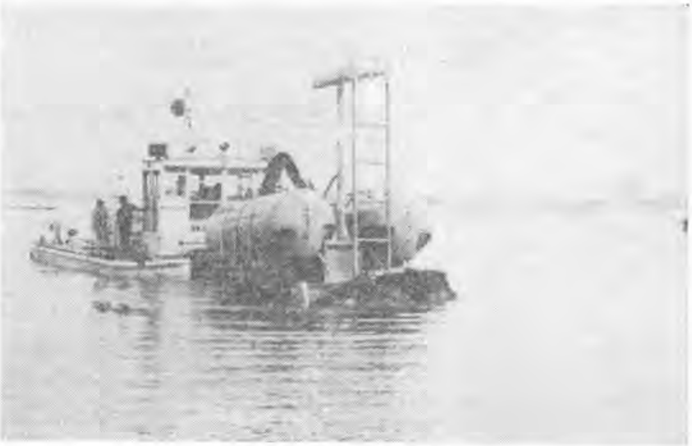
以上の各種の研究をなすにあたり，測定は欠くべからざるものであることはいうまでもない。そしてこれらの検出方法，測定器の研究開発がなされている。前述のクレーンブームの強度の解析にその研究成果が発揮されている。

（8） 材料関係

機械を製作する場合の材料として鋳物は欠くべからざるものの一つである。ここでは精密鋳物の鋳造法，鉄鋼の熱処理方法，不銹鋼の腐食に対する研究がなされている。

（9） その他

プロジェクトチームとして新機種の開発などに関する研究がなされている。海洋開発を目途とした水中ブルドーザの開発などが挙げられる。



写真—4 浅形水中ブルドーザ

* * *

以上が研究所の概要であるが，ここで私達が感じたことは研究課程において測定などの自動化がはかられ，研究室にも合理化が種々の形ですすめられている点が見受けられたことである。

聞くところによると，機械工場の首都圏脱出の大構想のもとに本研究所も遠からず茨城県土浦周辺に亀有工場，川崎工場などとともに新しい場所を求めて移転するとか。建築後いくらも経っていないコンクリート3階建の本館がもったいないという感がするとともに，このような機関の移転に伴う莫大な出費にもかかわらず，あえて移転を決意した大企業の偉大さをいまさらのように認識させられた。

最後に，多忙中にもかかわらず貴重な時間をさいて説明役を引受け，所内を案内していただいた同所の松崎淳氏，鯉渕興二氏，藤芳利光氏にこの紙面をかりて厚くお礼申し上げて今回の報告を終わりたいと思う。

建設機械化研究所抄報 No. 90

266. キャタピラー815形 自走式コンパクタ（ブレード付）性能試験

（1） 試験期間　昭和47年3月15日～4月19日

（2） 構造・形式

トルコン・パワーシフト，前後輪駆動，アーティキュレート式

（3） 主要諸元（表―**266.1** 参照）

（4） 走行・けん引性能（表―**266.2** 参照）

（5） 締固め性能

コンクリート製のテストピット（幅2.5 m，深さ1 m，長さ24 m）内に試験用土をまき厚約50 cmで敷きならし，これを初期転圧ローラにより8回締固めを行なった後，試験車を通過させて乾燥密度，支持力（CBR）および試験用土表面の沈下量を測定した。

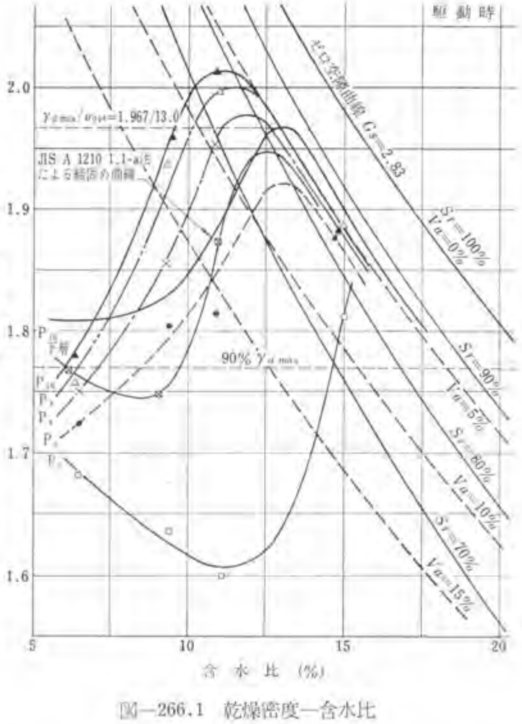
試験用土には砂66%，シルト24%，粘土10%からなる砂質ロームを用いた。また，試験は含水比および転圧回数を変えて行なった。試験条件を表―**266.3** に示す。

表―266.1 主要諸元

項目	単位	仕様値	測定値	備考
最大車両重量	kg	18,100	18,210	オペレータ含まず
前軸荷重	kg	8,330	8,515	
後軸荷重	kg	9,770	9,695	
水平重心位置	mm		1,441	後軸中心より
重心高さ	mm		835	
車両重量	kg	16,700	16,895	オペレータ含まず
前軸荷重	kg	7,600	7,870	
後軸荷重	kg	9,100	9,025	
重心高さ	mm		857	
バラスト重量	kg	1,400	1,315	水
全長	mm	6,225	6,247	ブレード付
全幅	mm	3,630	3,640	〃
〃	mm	3,405	3,390	クリーナバー外側
全高	mm	3,405	3,515	排気管上端まで
転圧輪直径	mm	1,410	1,408	前後輪ともフート付
幅	mm	965	980	〃
フートの高さ	mm	190	190	
上下揺動量(前)	mm	0	0	
〃 (後)	mm	350	529	左右平均
締固め幅	mm	3,200	3,213	踏み残し幅 1,253
軸距	mm	3,100	3,099	
最低地上高	mm	265	383	
ブレード幅	mm	3,630	3,640	
ブレード高さ	mm	865	860	
最大掘削深さ	mm	355	376	フート高さを加算
けん引具地上高	mm	780	800	

表―266.2 走行・けん引性能

	速度段	前進		後進		備考
		仕様値	実測値	仕様値	実測値	
平地最高速度 (km/hr)	1速	0～6.3	5.7	0～7.6	6.7	
	2速	0～10.8	9.7	0～12.6	11.4	
	3速	0～17.9	15.5	0～21.6	17.8	
	4速	0～30.0	19.7	0～35.7	19.2	
11度坂路登坂速度 (km/hr)	1速		3.5		3.5	
	2速		3.5		2.5	
	3速		登坂不能		登坂不能	
最小回転半径 (m)	右回転		5.25		5.18	最外輪中心
	〃		5.67		5.61	車両最外側
	左回転		5.17		5.19	最外輪中心
	〃		5.59		5.64	車両最外側
最大けん引力 (kg)	1速		12,150			スリップ
	2速		9,560			トルコンストール
	3速		4,960			〃
	4速		2,190			〃
ブレーキ性能	測定初速度 15.1 km/hr における停止距離					3.09 m
	測定初速度 10.7 km/hr における停止距離					1.54 m



図―266.1 乾燥密度―含水比

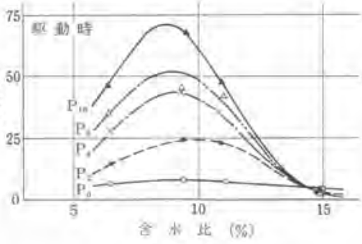
表―266.3 試験条件

土質	まき厚 (cm)	含水比 (%)	試験時車両重量* (kg)	通過速度 (km/hr)	通過回数
砂質ローム	50	乾燥側 6～9 最適含水比 11 湿潤側 15	輪荷重 4,842	1.3	2，4，8，16 回

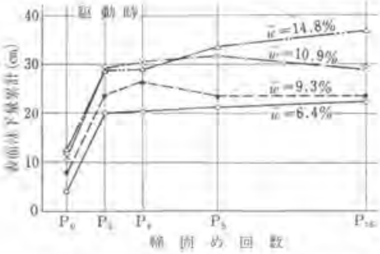
* ピットサイズが本機の実車テストに対し不足であったため転圧輪1輪のみのテストを実施した。

図—**266.1** は含水比の変化に対する乾燥密度の変化を通過回数ごとに示したものである。図中，P_0, P_2…は通過前，2回通過後などの値を示す。なお，P_{16} 下層とは表面から約 30 cm における測定値である。また，この図には試験用土の JIS A 1210 による締固め曲線，最大乾燥密度 ($\gamma_{d\,max}$)，最適含水比 (w_{opt})，締固め度90%の乾燥密度 (90% $\gamma_{d\,max}$)，飽和度 (S_r) および空気間げき率 (V_a) 曲線を示してあるので，締固め度判断の際の参考とされたい。

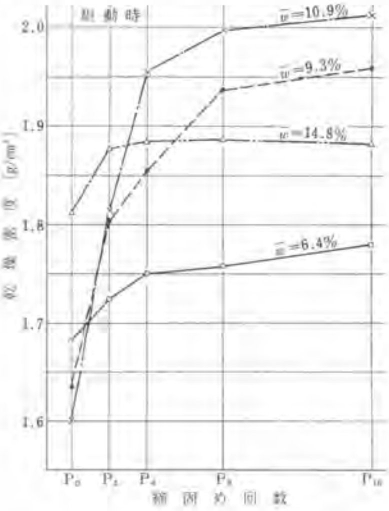
図—**266.2** は乾燥密度が通過回数により変化する状態を含水比ごとに示したものである。同様に，含水比と支持力の関係を図—**266.3** に，通過回数と表面沈下量の関係を図—**266.4** に，通過回数と支持力の関係を図—**266.5** にそれぞれ示す。



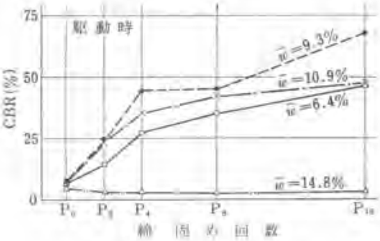
図—266.3 CBR—含水比



図—266.4 表面沈下量—締固め回数



図—266.2 乾燥密度—締固め回数



図—266.5 CBR—締固め回数

267. マーシャル・ボッシング BV-6 形 被けん引式プレートバイブレータ性能試験

（1） 試験期間 昭和 47 年5月 16 日～6月 10 日

（2） 構造・形式

ウニモグでけん引され，振動動力の供給を受ける。

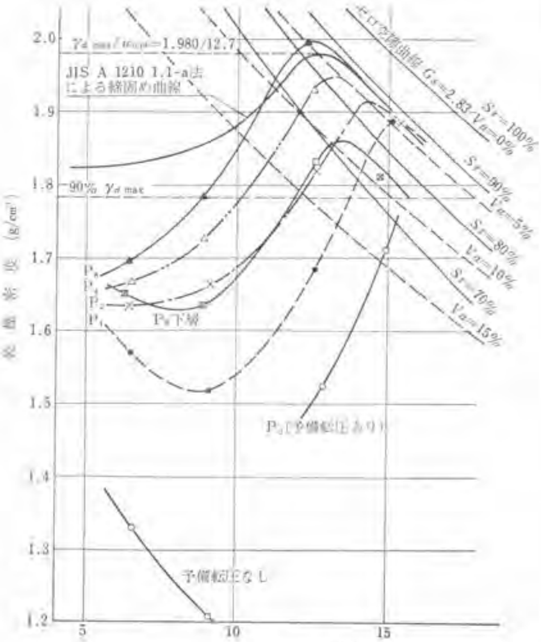
（3） 主要諸元および定置性能（表—**267.1** 参照）

（4） 締固め性能

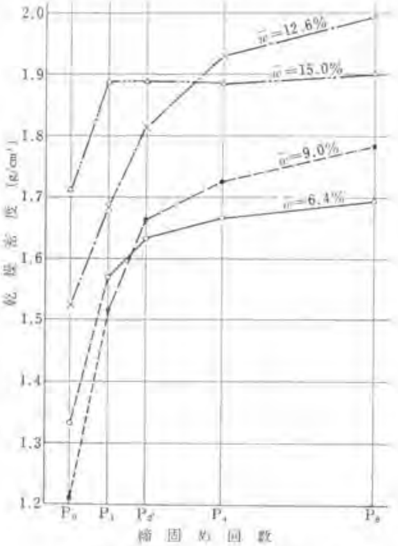
コンクリート製のテストピット（幅 3.5 m，深さ 1 m，長さ 24 m）内に試験用土をまき厚約 30 cm で敷きならし，これを初期転圧ローラにより8回締固めを行なった後，試験車を通過させて乾燥密度，支持力（CBR）および試験用土表面の沈下量を測定した。

試験用土には砂 64%，シルト 26.5%，粘土9.5%からなる砂質ロームを用いた。また，試験は含水比および転圧回数を変えて行なった。試験条件を表—**267.2** に示す。

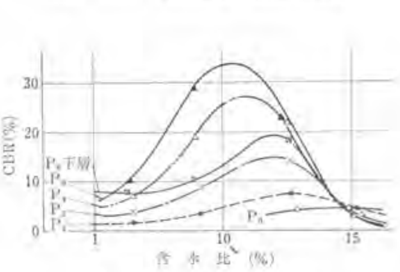
図—**267.1** は含水比の変化に対する乾燥密度の変化を通過回数ごとに示したものである。図中，P_0, P_2… は通過前，2回通過後などの値を示す。なお，P_{16} 下層とは表面から約 15 cm における測定値である。また，この図には試験用土の JIS A 1210 による締固め曲線，最大乾燥密度 ($\gamma_{d\,max}$)，最適含水比 (w_{opt})，締固め度90%の乾燥密度 (90% $\gamma_{d\,max}$)，飽和度 (S_r) および空気間げき率 (V_a) 曲線を示してあるので，締固め度判断の際



図—267.1　乾燥密度—含水比



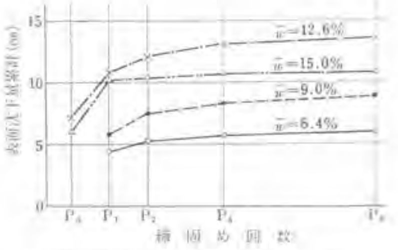
図—267.2　乾燥密度—締固め回数



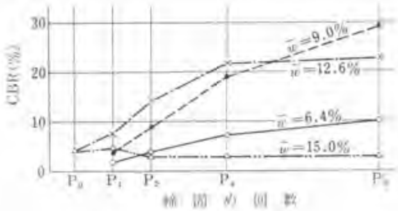
図—267.3　CBR—含水比

の参考とされたい。

図—**267.2** は乾燥密度が通過回数により変化する状態を含水比ごとに示したものである。同様に，含水比と支持力の関係を図—**267.3** に，通過回数と表面沈下量の関係を図—**267.4** に，通過回数と支持力の関係を図—**267.5** にそれぞれ示す。



図—267.4　表面沈下量—締固め回数



図—267.5　CBR—締固め回数

表—267.1　主要諸元および定置性能

項目	単位	仕様値	測定値	備考
重量(前部プレート バイブレータ)	kg	950	1,050	
接地圧（前部 〃 ）	kg/cm²		0.106	
重量（後部 〃 ）	kg	900	950	
接地圧（後部 〃 ）	kg/cm²		0.096	
全長（前部 〃 ）	mm		1,657	トラクタに取付時
〃（後部 〃 ）	mm		1,030	〃
全幅（前部 〃 ）	mm		2,435	
〃（後部 〃 ）	mm		2,410	
全高（前部 〃 ）	mm		915	
〃（後部 〃 ）	mm		830	
締固め幅（前部 〃 ）	mm		2,425	
〃（後部 〃 ）	mm		2,410	
接地長（前部 〃 ）	mm		410	
〃（後部 〃 ）	mm		413	
接地面積（前部 〃 ）	cm²		9,865	
〃（後部 〃 ）	cm²		9,912	
起振軸回転速度（前部）	rpm	3,400	3,390	{機関回転 2,550 rpm 時
〃（後部）	rpm	3,400	3,450	〃

表—267.2 試験条件

土質	まき厚 (cm)	含水比 (%)	試験時車両重量 (kg)	通過速度 (km/hr)	通過回数
砂質ローム	30	乾燥側 6~9 最適含水比 13 湿潤側 15	前 1,050 後 950	0.1 ~0.5	2, 4, 8, 16 回

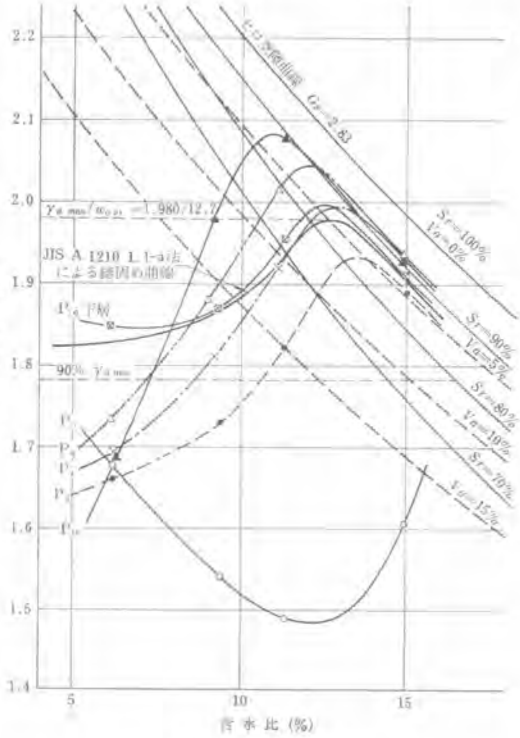
268．ローザ・トランケル AVW 68 形 被けん引式振動ローラ性能試験

（1） 試験期間　昭和 47 年 5 月 16 日～6 月 10 日

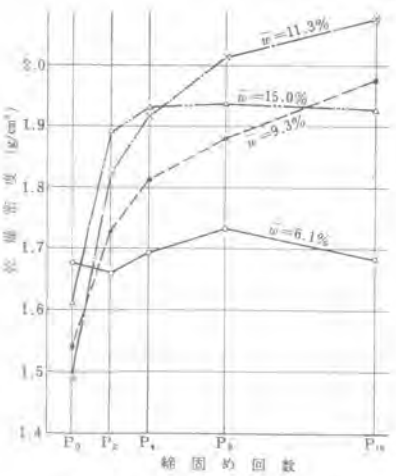
（2） 構造・形式

ウニモグでけん引され，振動動力の供給を受ける。

（3） 主要諸元および定置性能（表—**268**.1 参照）



図—268.1　乾燥密度—含水比



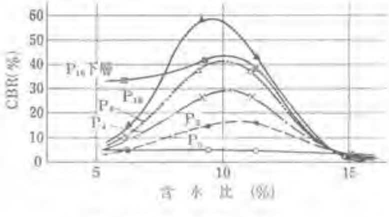
図—268.2　乾燥密度—締固め回数

（4） 締固め性能

コンクリート製のテストピット（幅 3.5 m，深さ 1 m，長さ 24 m）内に試験用土をまき厚約 30 cm で敷きならし，これを初期転圧ローラにより締固めを行なった後，試験車を通過させて乾燥密度，支持力（CBR）および試験用土表面の沈下量を測定した。

試験用土には，砂 64%，シルト 26.5%，粘土 9.5% からなる砂質ロームを用いた。また，試験は含水比および転圧回数を変えて行なった。試験条件を表—**268**.**2** に示す。

図—**268**.**1** は含水比の変化に対する乾燥密度の変化を通過回数ごとに示したものである。図中，P_0, P_2… は通過前，2 回通過後などの値を示す。なお，P_{16} 下層とは表面から約 15 cm における測定値である。また，この図には試験用土の JIS A 1210 による締固め曲線，最大乾燥密度（$\gamma_{d\,max}$），最適含水比（w_{opt}），締固め度 90% の乾燥密度（90% $\gamma_{d\,max}$），飽和度（S_r）および空気間



図—268.3　CBR—含水比

表—268.1　主要諸元および定置性能

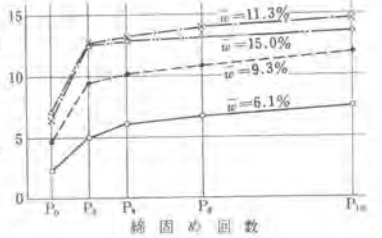
項目	単位	仕様値	測定値	備考
重量	kg	5,000	4,885	
線圧	kg/cm		2.71	
全長	mm	(3,050)	3,515	フレーム水平時
全幅	mm	2,270	2,265	
全高	mm	1,300	1,300	
ローラ径	mm	1,300	1,300	
ローラ幅	mm	1,800	1,800	
けん引具地上高(前)	mm		592	
〃 (後)	mm		625	
締固め幅	mm	1,800	1,800	
起振軸回転速度	rpm	1,800	1,670	走行中機関回転 2,550 rpm

表—268.2　試験条件

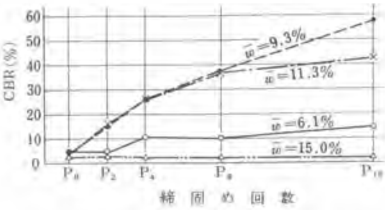
土質	まき厚 (cm)	含水比 (%)	試験時車両重量 (kg)	通過速度 (km/hr)	通過回数
砂質ローム	30	乾燥側 6~9 最適含水比 11 湿潤側 15	4,885	1.0~4.9	2, 4, 8, 16 回

げき率 (V_a) 曲線を示してあるので，締固め度判断の際の参考とされたい。

図—**268.2** は乾燥密度が通過回数により変化する状態を含水比ごとに示したものである。同様に，含水比と支持力の関係を図—**268.3** に，通過回数と表面沈下量の関係を図—**268.4** に，通過回数と支持力の関係を図—**268.5** にそれぞれ示す。



図—268.4 表面沈下量—締固め回数



図—268.5 CBR—締固め回数

269. 日立 UH 06 全油圧式ショベル性能試験

（1） 試験期間 昭和 47 年 3 月 13 日～5 月 18 日

（2） 構造・形式

全油圧駆動，全旋回式，クローラタイプ

（3） 主要諸元（表—**269.1** 参照）

（4） 転倒荷重および掘削力（表—**269.2** 参照）

（5） 作業装置作動速度（表—**269.3** 参照）

（6） 上部旋回体（表—**269.4** 参照）

（7） 走行性能（表—**269.5** 参照）

（8） 騒音レベル（表—**269.6** 参照）

表—269.1 主 要 諸 元

項 目	単 位	仕様値	測定値	備 考
全装備重量	kg	17,000	17,160	
水平方向重心位置（起動輪から）	mm		1,830	最大リーチ姿勢で
重心高さ	mm		1,210	〃
接地圧	kg/cm²		0.404	
全長	mm		9,060	輸送時
全幅	mm	2,740	2,743	〃
全高	mm	2,770	2,817	〃
後端旋回半径	mm	2,580	2,566	
タンブラ中心距離	mm	3,170	3,173	
クローラ中心距離	mm	2,100	2,105	
クローラシュー幅	mm	610	613	
最低地上高	mm	400	395	
ブーム長さ	mm		5,475	
アーム長さ	mm		2,960	
バケット爪先端半径	mm		1,452	
最大掘削深さ	mm	6,440	6,511	
最大掘削高さ	mm	8,950	9,103	
最大掘削半径	mm	9,700	9,709	
最大床面掘削半径	mm		9,529	
ダンプ始め高さ	mm		5,486	
最大ダンプ始め半径	mm	5,250	5,215	
ダンプ終わり半径	mm		7,220	最高ダンプ位置で
最大ダンプ高さ	mm	6,200	6,332	
標準バケット容量	m³	0.6/0.7	0.60/0.69	平積/山積

（9） 作 業 性 能

この試験の目的は一定の作業条件のもとにおける機械の最大作業能力を知ることである。試験は標準バケット (0.6 m³) のほかに，0.8 m³ のバケットを取付けた場合についても実施した。

（a） 溝掘り試験（表—**269.7** 参照）

一定の幅（バケットの幅にほぼ等しい）と深さ（1 m および 2 m の 2 種類）を持つ直線状の溝を掘削し，約 90° 旋回して溝の片側に排土する作業を 20～30 分間連

表—269.2 転倒荷重および掘削力

測 定 条 件	項 目	測定値	単位	備 考
ブームが車両進行方向と平行で，転倒支点がドライブタンブラ上にある場合	下向転倒荷重	3,560	kg	
	支点～力点距離	6,120	mm	
	転倒モーメント	21.8	t·m	
ブームが車両進行方向と平行で，転倒支点がテークアップタンブラ上にある場合	下向転倒荷重	3,210	kg	
	支点～力点距離	6,030	mm	
	転倒モーメント	19.4	t·m	
ブームが車両進行方向と直角で，転倒支点が荷重側のクローラ上にある場合	下向転倒荷重	1,900	kg	
	支点～力点距離	6,250	mm	
	転倒モーメント	11.9	t·m	
各シリンダを単独に作用させた場合，バケット刃先の接線方向の力が最大となるフロントの姿勢	ブームシリンダ	9,500	kg	荷重半径 3.8 m
	アームシリンダ	8,250	kg	
	バケットシリンダ	16,000	kg	

表—269.3 作業装置作動速度

項 目		時 間 (sec)	速 度 (mm/sec)	積載荷重 (t)
ブームシリンダ	上 昇	5.9	217	0
	下 降	3.6	356	0
アームシリンダ	引 込 み	6.4	258	0
	押 出 し	5.0	331	0
バケットシリンダ	巻 込 み	3.1	260	0
	ダ ン プ	2.7	299	0

続して行ない，作業時間，跡坪土量，サイクルタイムおよび燃料消費量を測定した。

土質は砂質ローム土で，30 cm 程度の転石がわずかに散在している。試験時の地山の湿潤密度は 1.64～1.80 g/cm³，含水比は 19～28% であった。

（b） つぼ掘り試験（表—**269.8** 参照）

バケット幅の 4 倍の幅を持ち，深さが 2 m の溝を掘削し，溝の両側に排土する作業を約 30 分間連続して行ない，(a) と同様の測定を行なった。

試験時の地山の湿潤密度は 1.84～1.88 g/cm³，含水比は 20% であった。

（c） 積込試験（表—**269.9** 参照）

地表面下を掘削し，90° および 180° 旋回して 7.5 t 積ダンプトラック 1 台に満載する作業を行なって積込土量（ルーズ），作業時間，サイクルタイムおよび燃料消費量を測定した。

表—269.4 上部旋回体

旋回角度	0～90°	0～180°	0～360°	積載荷重 (t)
旋回所要時間 (sec)	3.0	4.6	7.6	0

表—269.5 走行性能

	速度段	前進		後進		備考
		仕様値	実測値	仕様値	実測値	
平地最高速度 (km/hr)	1速	2.6	2.66	2.6	2.70	
25度坂路登坂速度 (km/hr)	1速		1.43		1.36	
最小回転半径 (m)	右回転	2.325	2.33			履帯最外側
	〃		3.98			フロント最外側
	左回転	2.325	2.46			履帯最外側
	〃		3.98			フロント最外側

表—269.6 騒音レベル

測定条件	マイクロホン位置	騒音 (ホンA)	備考
車両停止 機関最高回転	オペレータの耳もと	90.5	
	15m右方，地上 1.2m	82	
作業中	オペレータの耳もと	94	キャビン開
	15m右方，地上 1.2m	81	
テストコース走行中	オペレータの耳もと	89	走行速度 2.7 km/hr
	15m右方，地上 1.2m	83	

表—269.7 溝掘り試験

使用バケット	溝幅 (m)	溝深 (m)		作業能力 (m³/hr)	1回作業量 (m³/回)	サイクルタイム (sec/回)	燃料消費 (l/hr)	m³/l
0.6 m³	1.25	1.1	範囲	267～282	0.78～0.82	10.4～10.7	19.2～20.0	13.4～14.3
			平均	274	0.81	10.6	19.7	13.9
	1.34	1.8	範囲	227～260	0.75～0.83	11.1～12.4	19.3～20.0	11.4～13.5
			平均	243	0.79	11.7	19.7	12.3
0.8 m³	1.6	1.8	範囲	282～287	0.91～1.06	11.6～13.3	19.3～19.4	14.6～14.8
			平均	284	0.98	12.4	19.4	14.7

表—269.8 つぼ掘り試験

使用バケット	溝幅 (m)	溝深 (m)		作業能力 (m³/hr)	1回作業量 (m³/回)	サイクルタイム (sec/回)	燃料消費 (l/hr)	m³/l
0.6 m³	4.7	1.75	範囲	266～280	0.84～0.90	11.4～11.6	19.4～19.7	13.5～14.5
			平均	273	0.87	11.5	19.6	14.0
0.8 m³	5.9	1.8	範囲	261～293	0.93～1.11	11.9～13.6	19.4～19.7	13.4～15.0
			平均	279	1.00	12.9	19.6	14.2

表—269.9 積込試験

使用バケット	旋回角度		作業能力* (m³/hr)	1回作業量* (m³/回)	サイクルタイム (sec/回)	燃料消費 (l/hr)	m³/l*
0.6 m³	90°	範囲	286～307	1.06～1.15	12.5～14.3	18.8～19.5	14.7～15.7
		平均	294	1.10	13.5	19.2	15.2
	180°	範囲	226～237	1.04～1.13	15.9～17.1	18.4～18.9	12.2～12.7
		平均	233	1.07	16.5	18.6	12.5

* ここに示す土量はルーズ土量である。

270. 川崎重工 KLD 80 形 車輪式トラクタショベル性能試験

（1） 試験期間　昭和47年5月31日～7月7日

（2） 構造・形式

トルコン・パワーシフト，アーティキュレート式，フロントエンド形

（3） 機関性能

主要性能の仕様値と実測値の比較を表—**270.1** に示す。なお，修正値とは計算により標準大気状態へ実測値を修正したものである。また，図—**270.1** は試験結果から作成した性能曲線である。

（4） トルクコンバータ性能（表—**270.2**，図—**270.2** 参照）

（5） 主要諸元および定置性能（表—**270.3** 参照）

（6） 走行およびけん引性能（表—**270.4**，図—**270.3** 参照）

（7） 作業性能（表—**270.5**，図—**270.5** 参照）

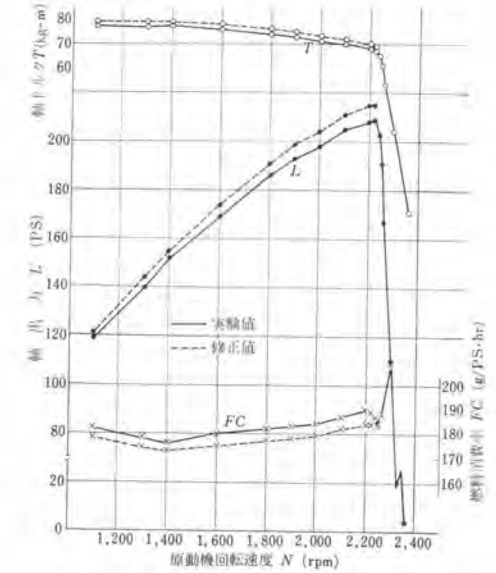
試験の方法は試験車とダンプトラックの相対位置を図—**270.4** に示す4種について，作業対象物をすくい込みダンプトラックに積込作業を1台のダンプトラックが満

載になるまで行なって作業時間および積込量を測定するものである。

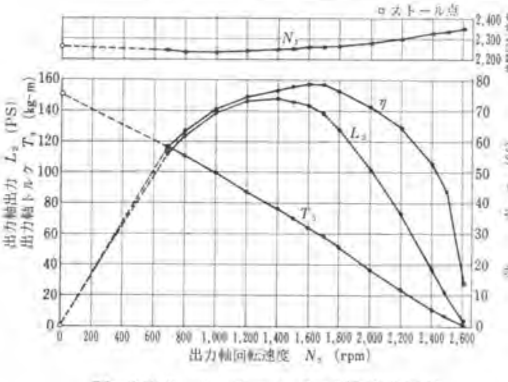
試験場内は平坦で，作業対象物は砂質ローム土，4号砕石および発破をかけてくずした原石（最大粒径 300 mm，土砂を含む）の3種を試験前にブルドーザなどで盛り上げておく。使用したダンプトラックは 7.5 t 積，荷台内法寸法 2.20 m×3.80 m，荷台上縁地上高 2.0 m であった。

なお，この試験はトラクタショベルの1回当りすくい込み量およびサイクルタイムについての最大能力を知ることを目的としたものであることに特に注意されたい。

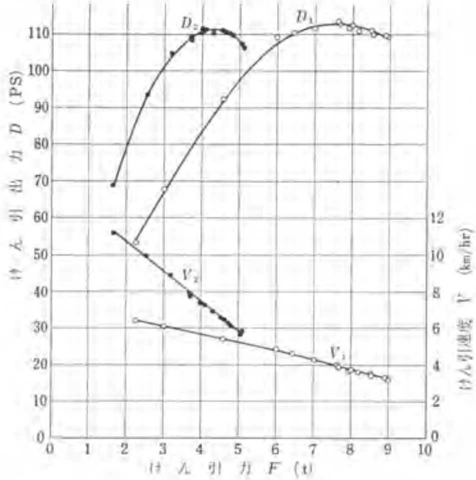
（8） 騒音レベル（表—**270.6** 参照）



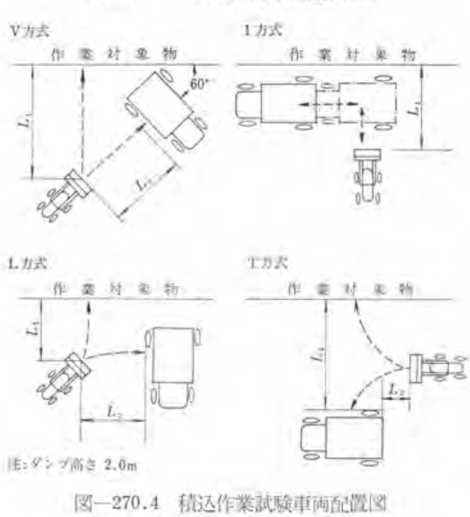
図—270.1 機関性能曲線図



図—270.2 トルクコンバータ性能曲線図



図—270.3 けん引出力性能曲線図



図—270.4 積込作業試験車両配置図

表—270.1 仕様値と実測値の比較

機関形式名称：いすゞ E120 形 4サイクル水冷直接噴射式ディーゼル機関
シリンダ数—内径×行程：6—135 mm×140 mm 総排気量：12.023 l 圧縮比：15.5：1

	定格出力 (PS/rpm)	最大トルク (kg·m/rpm)	燃料消費率 (g/PS·hr)	定格出力時排気温度 (°C)	同左時冷却水温度 (°C)	同左時潤滑油温度 (°C)	同左時燃料消費量 (l/hr)	無負荷最高回転速度(rpm)	同最低回転速度 (rpm)
仕様値	205/2,200	75/1,400	180						
実測値	208/2,200	77.6/1,400	190	650	86	104	47.6	2,360	456
修正値	215	79.3	184						

表—270.2 トルクコンバータ性能

トルクコンバータ形式名称：岡村 328 形 3要素1段1相式

	出力軸最大出力 (PS/rpm)	最高伝達効率 (%/速度比)	最大吸収トルク (kg·m/速度比)	ストールトルク (kg·m)	ストールトルク比	最大出力時 TC 油温度 (°C)	ストール時 TC 油温度 (°C)	TC 油出口油圧 (kg/cm²)	最高回転速度 (rpm)
仕様値					3.54				
実測値	148/1,400	79/1,600	63/0.4	151	3.19	102	100	3.7～3.9	2,614

表—270.3 主要諸元および定置性能

項目	単位	仕様値	実測値	備考
全装備重量	kg	16,900	16,715	オペレータ含まず
水平重心位置	mm		1,473	前車軸中心から
重心高さ	mm		1,082	
接地圧	kg/cm²		4.8(3.2)	( ) はみかけ
全長	mm	7,465	7,478	
全幅	mm	2,950	2,950	バケット外幅
全高(バケット地上)	mm	2,530	2,523	輸送状態
全高(バケット上昇)	mm	5,140	5,109	
最低地上高	mm	385	384	
バケットヒンジピン高さ	mm	3,950	3,933	
ダンピングクリヤランス	mm	2,975	2,952	45° 前傾
ダンピングリーチ	mm	880	879	同上
バケット後傾角	度	46	4.4	地上
バケット前傾角	度	45	45	最高位置
掘削深さ	mm	310	330	10° 前傾
バケット容量(平積)	m³	1.9	1.88	
バケット容量(山積)	m³	2.3	2.27	
転倒荷重*(直進姿勢)	kg		11,300	常用荷重 4,600 kg の2倍以上であることが望ましい
転倒荷重(右旋回時)	kg		10,000	
転倒荷重(左旋回時)	kg		9,800	
バケット上昇時間	sec	6.8	6.1	4,600 kg 積載
バケット下降時間	sec	3.8	3.5	無負荷
バケットダンプ時間	sec	2.0	1.8	同上
最高持揚荷重	kg		8,300	
最大掘起力	kg		14,500	

* 車両に転倒状態を起こさせるバケット内荷重で，転倒状態とは車輪が地面から離れる状態をいう。

表—270.4 走行・けん引性能

	速度段	前進 仕様値	前進 実測値	後進 仕様値	後進 実測値	備考
平地最高速度 (km/hr)	1速	7.5	7.6	7.5	7.5	
	2速	13.5	13.7	13.5	13.7	
	3速	23	23.7	23	23.7	
	4速	36	36.5	36		
20度坂路登坂速度 (km/hr)	1速		4.7		4.8	
	2速		4.3		4.1	
	3速		登坂不能		登坂不能	
最小旋回半径 (m)	右旋回	5.8	5.81	5.8	5.81	最外輪中心
	〃	6.6	6.51	6.6	6.61	バケット最外側
	左旋回	5.8	5.81	5.8	5.78	最外輪中心
	〃	6.6	6.51	6.6	6.61	バケット最外側
最大けん引力 (kg)	1速	14,800	14,900			
	2速		7,600			
	3速		4,300			
けん引性能*				F1	F2	
	最大けん引出力 (PS)			114	112	
	同上時けん引力 (kg)			7,610	4,020	
	同上時けん引速度 (km/hr)			4.0	7.4	
ブレーキ性能	測定初速度 36.7 km/hr からの制動距離 (m)					11.7
	初速度 35 km/hr への補正制動距離 (m)					10.95
	ブレーキ効率					0.44

* けん引力の変化に対するけん引出力およびけん引速度の関係を図—270.3 に示す。

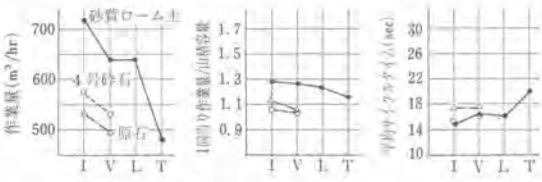
表—270.5 作　業　性　能

作業方式	作業対象物	区分	作業時間 (sec)	サイクル数	積込量 (t)	積込量 (m³)	平均サイクルタイム (sec)	1回当り積込量 (m³)	作業量 (t/hr)	作業量 (m³/hr)
V	砂質ローム土	上限	33.0	2	8.60	5.93	16.5	2.97	961	663
		下限	32.2	2	8.18	5.64	16.1	2.82	892	615
		平均	32.5				16.3	2.90	930	641
	砕石	上限	32.7	2	7.66	4.73	15.5	2.36	885	547
		下限	30.9	2	7.60	4.69	16.4	2.35	842	520
		平均	31.9				16.0	2.36	861	532
	原石	上限	34.9	2	8.80	4.78	17.5	2.39	918	499
		下限	34.5	2	8.76	4.76	17.3	2.38	904	491
		平均	34.7				17.4	2.38	911	495
I	砂質ローム土	上限	30.1	2	8.59	5.92	15.1	2.96	1,059	730
		下限	29.1	2	8.44	5.82	14.6	2.91	1,021	704
		平均	29.5				14.8	2.94	1,041	718
	砕石	上限	31.0	2	8.09	4.99	15.5	2.50	949	586
		下限	29.8	2	7.53	4.65	14.9	2.32	910	562
		平均	30.3				15.2	2.43	933	576
	原石	上限	35.8	2	9.66	5.25	17.9	2.63	1,026	558
		下限	33.5	2	9.30	5.05	16.8	2.53	962	523
		平均	34.7				17.4	2.59	986	536
L	砂質ローム土	上限	33.0	2	8.43	5.81	16.5	2.91	960	662
		下限	31.6	2	8.20	5.66	15.8	2.83	895	617
		平均	32.1				16.0	2.86	930	641
T	砂質ローム土	上限	41.3	2	7.90	5.45	20.7	2.72	707	488
		下限	38.3	2	7.50	5.17	19.2	2.59	683	471
		平均	39.9				20.0	2.67	698	482

作業方式別の性能比較を図—270.5 に示す。

表—270.6 騒音レベル

測定条件	マイクロホン位置	騒音(ホンA)	備考
車両停止	オペレータの耳もと	92.5	機関回転 2,260 rpm
機関最高回転	15m左方，地上 1.2m	84	
作業中	同上	85	
テストコース	オペレータの耳もと	95.5	走行速度 23.7 km/hr
走行中	15m左方，地上 1.2m	86	

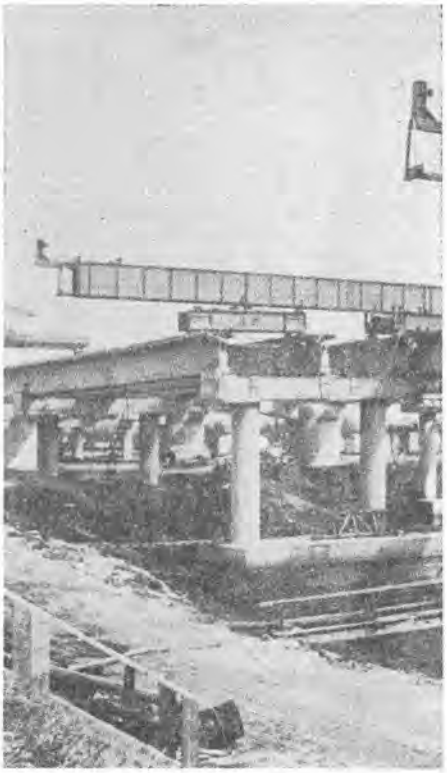


図—270.5 作業方式と作業性能

文献調査

天井走行ホイストと現場打ち橋脚柱による湿地帯での高架橋の建設

広報部会
文献調査委員会



→
天井走行ホイストによる
橋げたの設置

ストックホルム（スウェーデン）とリスボン（ポルトガル）を結ぶヨーロッパ縦断高速自動車道の建設が現在行なわれているが，その一部となるホクストラス・エルベマーシと呼ばれる高架橋の架設に天井走行ホイストと現場打ち橋脚柱をもちいて工期の短縮と工費の節減をはかった。

この高架橋はハンブルグ（西ドイツ）のエルベ川近くの湿地帯にかかるもので，幅 17 m，6 車線の高架橋が長さ 3.8 km にわたって平行に 2 橋が走るものである。

エルベ湿地帯は地下 12 m の深さにも達する軟らかな粘土と泥炭の堆積層で非常に不安定な土質であり，したがって，盛土道とする場合には莫大な量の底土の入換えが必要であり，また，盛土道のみでは完成せず，いくつもの橋の架設も必要である。

一方，これを高架橋とするならば，盛土道と比較して全体の工期が 3 年短縮されるのみでなく，工費もおよそ 1/2 に節減される。

しかし，この高架橋の基礎をどのような経済的な工法で行なうかが大きな問題であった。この問題を解決するために大規模な実験と研究が行なわれた。その結果，現場打ち橋脚柱がもっとも適した工法であるという結論に達し，この高架橋の基礎工事に採用することになった。

天井走行ホイストによる橋げたの設置

この天井走行ホイストは湿地帯での工事であるため普通一般のクレーン車による橋げたの設置がきわめて困難で，したがって，これに代わる設置方法として考えられたものである。愛称“ディノサウル”と呼ばれるこの天井走行ホイストは，二つの高架橋を同時にまたぐ長さ 46 m の横げた 2 本と，ホイストの横方向移動用の長さ 41 m の縦げたおよびつり上げ能力 72 t のホイスト 2 台とにより構成され，その総重量は 300 t である。

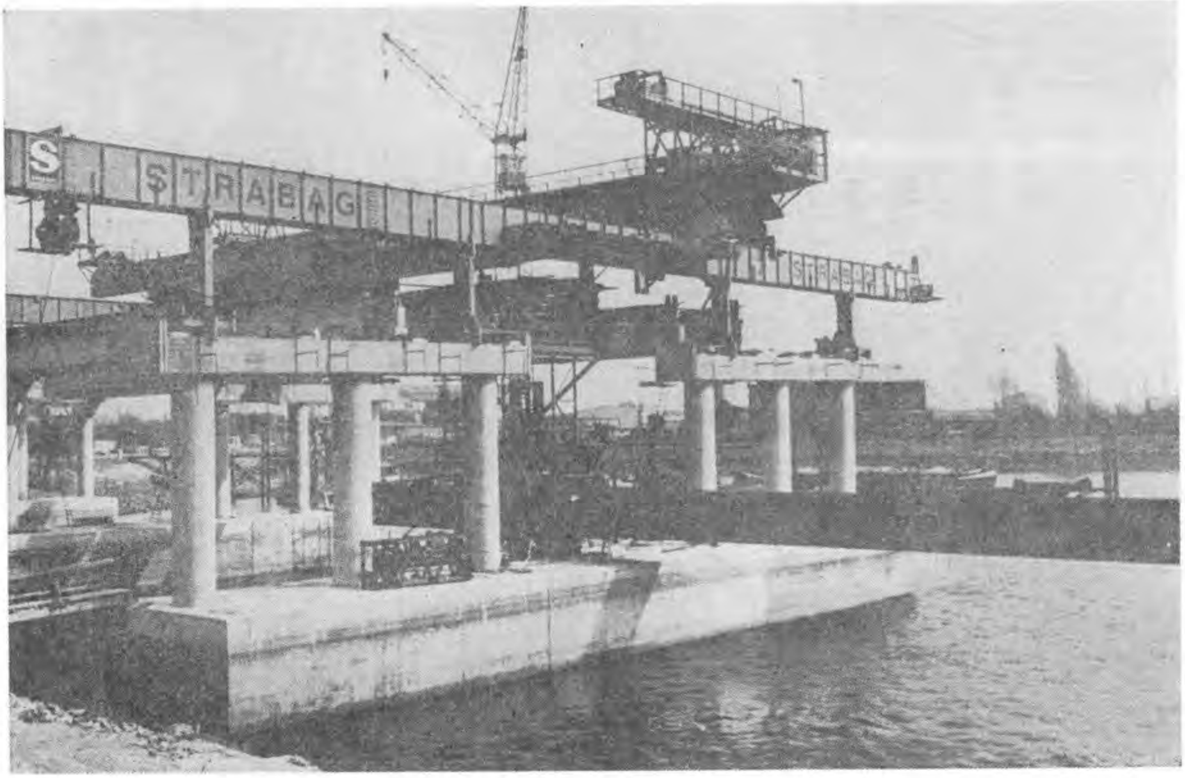
2 本の横げたのうち，後方のけたはすでに橋げたの設置されたスパンの前方端にのり，前方のけたは次の橋脚のキャップビームの上にのる。縦げたにはホイスト 2 台が架装され，縦げた上を移動できるようになっている。また，縦げた全体は横げた上を左右に移動できる。

重さ 121 t，長さ 35 m のプレキャストされた橋げたがディノサウルの下に運搬装置により運ばれてくると，2 台のホイストにより十分な高さまでつり上げられ，次に縦げたの横方向への移動によって所定の位置に設置される。橋げたは一つのスパンに 4 本で，2 橋分 8 本の橋げた設置は 4 日間で完了する。

一つのスパン完了後，次のスパンに移動するが，後方の横げたは設置された橋げたの上を，また，前方の横げたは移動台となる箱げたの上にのり，電動ウィンチにより前方に引かれ，徐々に移動する。

底土の支持力増加

設置された橋げたはキャップビームを介して直径 1.3



mの3本の橋脚柱によって支えられている。この橋脚柱は地中においては直径 1.5 m で，12～18 m の長さにわたって伸びている。

この橋脚柱を打設するにあたり，底土の支持力増大が必要であり，このためバイブロコンパクション工法が採用された。

まず，橋脚柱となる地点を中心に直径 2.5 m の仮想円上に4個所の締固め点を定め，この締固め点にオシレーティングバイブレータ（3,000 rpm において締固め力 17.5 t）を作動させ，直径 350 mm の円柱を地中に 25 m までの深さに押込んでゆく。この円柱の押込みによって生じた空げきに粗い砂を注ぎ，充填する。この円柱の押込みと砂の充填に要する時間は 30～60 分である。

このようにして4個所の締固め点を終了した底土は十分に排水され，その結果，支持力は最初の状態における支持力の 2～3 倍に増加する。そしてこの支持力の増加は橋脚柱全体に必要なコンクリートのうちの数 1,000 m^3 もの節減をもたらした。

穴明けと橋脚柱の打設

底土の締固めが完了したのち，橋脚柱となる地点にフランキーボーラによる穴明けが行なわれる。フランキーボーラは揺動力 77 t，押込力 110 t で直径 1.5 m のケーシングを地中に押込み，また，ケーシング内では3枚羽根の掘削機で泥土が掘削され，ケーシング外に排除される。ケーシングの長さは 4.8 m で，順次継ぎたされて地中に 12～18 m の範囲で押込まれ，その最底部は直径 2.1 m のわん状に拡大掘削される。

次にコンクリートの注入が行なわれる。この際もフランキーボーラが使用され，注入の際のトレミー管を支え，かつ，2ステップ上がって1ステップ下がる上下運動を行ない，注入されたコンクリートの突固めをする。ケーシングはコンクリートの注入と合わせて1セクションごとに地上に抜かれる。

この橋脚柱の穴明けとコンクリート注入に要する時間は1本につき1日半で，普通3台のフランキーボーラが稼働して週平均9本の橋脚柱が完成する。また，橋脚柱総数は 1,100 本である。

なお，この橋脚柱基礎工事に要する費用のうち 15% が底土の締固めに要し，残り 85% が穴明けとコンクリート注入に要する。　　（委員：須田光俊）

"Viaduct's needs spawn host of solutions"
Construction Methods & Equipment, 1972 July

文献調査

ミラーズ社製路面切削機

広報部会 文献調査委員会

ミラーズ社はプロパンガス加熱方式の路面切削機を開発した。カッタ部はタングステンカーバイドチップでできており，切削幅は 8 ft であるが，半分の 4 ft でも使用可能である。ヒータの浸透能力は道路の状態にもよるが，$1^1/_2$ in までは可能である。本機の構造は固定車軸上にフレームがあり，その上に走行用1台，油圧用1台，計 2 台のエンジンが乗っている。走行速度は 17 mile/hr (27 km/hr) が可能であり，低床トレーラなどを使用せずに移動が可能である。さらに副変速機により 4～15 ft/min (12～45 m/min) の速度も可能である。

本体はフォード製 75 HP エンジンで駆動され，変速は8段である。後輪は水封入形タイヤであり，チェンにより駆動される。運転席は車体前方に配置され，視界は良好である。カッタ駆動用の油圧制御レバー，ヒータパン，操向ハンドルなどは地上より操作可能となっている。ヒータは油圧により上下移動可能であり，2分割された発光壁形式 (Luminous wall type) である。またヒータ用プロパンガスは車体後部の容器より供給され，ガスの制御は手動バルブ，電磁バルブなどで行なわれ，点火は自動的に行なわれる。

カッタ部は四つのヘッドから成り，油圧により上下の移動が可能である。またカッタで削られた切粉はガイドで集められ，エレベータに乗せられ，トラックの荷台へ運び上げる構造となっている。油圧系統はフォード製 120 HP のエンジンによりポンプを駆動して得られる。また，油圧系統の制御は車体側面で行なえる。付属品としてはコンプレッサ，油圧ジャッキなどがある。

（委員：野本国夫）

"New Plant, Equipment and Materials"
Roads & Road Construction, 1972 May

●ニューズ●

中形湿地ブルドーザ "N 7 P-3"

日特金属工業（株）では 16 t 中形湿地ブルドーザを10 月より発売した。

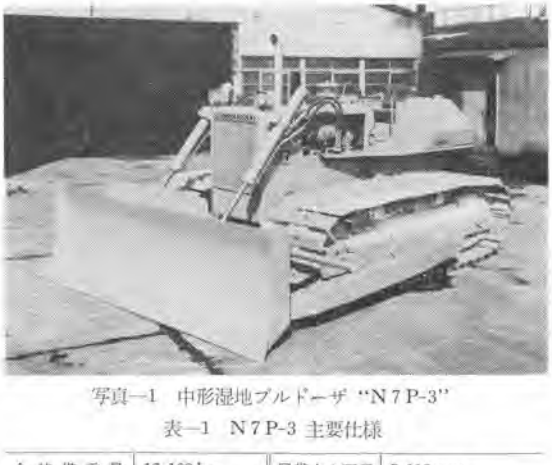
本機は従来の N 7 P-2 に改良を加えたもので，次のような特徴がある。

① 機関出力が 145 PS とこのクラス最大で，トルクライズが大きく，湿地，軟弱地，傾斜地での作業に最適のけん引力を発揮する。

② 操向クラッチは湿式油圧作動式を採用しているので調整が不要であり，操向ブレーキは湿式二重巻バンドブレーキなので軽い操作力で効き，耐久性，整備性が向上した。

③ 湿式多板クラッチに油圧ブースタを採用したので操作力が非常に軽く，トランスミッションは強制潤滑式なので切れがよい。

本機のおもな仕様を表—1に示す。



写真—1 中形湿地ブルドーザ "N 7 P-3"

表—1 N 7 P-3 主要仕様

全装備重量	16,100 kg	履帯中心距離	2,110 mm
機関出力	145 PS	走行速度	（前後進とも 5 段）
最大けん引力	17,260 kg		前進 2.5～10.6km/hr
登坂能力	40 度		後進 3.3～14.2km/hr
接地圧	0.3 kg/cm²	全長×全幅×全高	5,340×3,780×2,950 mm
履帯幅×接地長	860×3,085 mm		

（編集部）

行事一覧

（昭和 47 年 10 月 1 日～31 日）

運営幹事会

日　時：10 月 20 日（金）15 時～
出席者：桑垣悦夫幹事長ほか 24 名
議　題：①昭和 47 年度上半期事業報告書（案）について　②同経理概況報告について

広報部会

■機関誌編集委員会
日　時：10 月 6 日（金）12 時～
出席者：上東広民委員長ほか 10 名
議　題：①機関誌昭和 47 年 12 月号（第 274 号）原稿内容の検討，割付　②同昭和 48 年 2 月号（第 276 号）の計画　③昭和 48 年度編集担当委員の件

■機関誌編集委員会座談会
日　時：10 月 12 日（木）15 時～
出席者：中野俊次（司会）ほか 13 名
議　題："建設機械化の夢" について

■広報委員会（第 98 回建設機械新機種発表会）
日　時：10 月 17 日（火）13 時～
参加者：約 200 名
機　種：日立製作所製 "日立マイティファン"

■文献調査委員会
日　時：10 月 26 日（木）15 時～
出席者：田中康之委員長ほか 5 名
議　題：機関誌昭和 48 年 2 月号の掲載予定について

機械技術部会

■運営連絡会「研究成果発表会」
日　時：10 月 24 日（火）14 時～
参加者：約 150 名
演　題：①32 t 積み専用ダンプトラック実用試験について（本郷慎一）　②工事用水中ポンプの耐久性能試験について（谷口　肇）　③建設機械用稼働記録計について（木津　実）　④ディーゼル機関の補機類に関する問題点について（石井国佐）

■油圧機器技術委員会
日　時：10 月 25 日（水）13 時～
出席者：大蝶　堅委員長ほか 4 名
議　題：オペレータハンドブック・油圧編の審議

■ショベル系技術委員会第 2 分科会
日　時：10 月 26 日（木）13 時～
出席者：富岡　直幹事ほか 4 名
議　題：用語の補足審議について

■空気機械・ポンプ技術委員会ポンプ分科会
日　時：10 月 26 日（木）13 時～
出席者：荒井一郎幹事ほか 14 名
議　題：工事用水中ポンプ修理基準の検討

■建設機械用電装品・計器研究委員会計器分科会
日　時：10 月 31 日（火）13 時～
出席者：秋山　勲委員ほか 5 名
議　題：稼働記録計の規格の検討

施工技術部会

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会
日　時：10 月 4 日～6 日
出席者：森　　茂委員長ほか 6 名
議　題：高速自動車国道北陸自動車道の現地調査

■高速道路土工委員会ベルトコンベヤ輸送分科会
日　時：10 月 11 日（水）10 時～
出席者：佐藤裕俊分科会長ほか 5 名
議　題：①現地調査のまとめ　②報告書のまとめ

■岩石トンネル機械化施工委員会トンネル建設システム分析小委員会
日　時：10 月 13 日（金）13 時～
出席者：内山茂樹幹事ほか 17 名
議　題：①トンネル工事のスピード化と合理化を目標として，現状の作業の分析と新しい機械化作業システムの開発について施工業者の意見を聞く

■運営連絡会「研究成果発表会」
日　時：10 月 18 日（水）13 時～
出席者：約 150 名
演　題：①高速道路工事における土工単価および施工上の問題点について（森　茂）　②地下連続壁工法の設計施工上の問題点について（高岡　博）　③シールド機械に関する調査結果について（内藤和章）　④高速道路維持管理調査結果について（吉田　滋）

■橋梁工事機械化施工委員会架設工法分科会
日　時：10 月 19 日（木）14 時～
出席者：玉野治光委員長ほか 6 名
議　題：①橋梁架設のチェックリストについて　②架設工法の選定について

■道路維持委員会
日　時：10 月 19 日（木）15 時～
出席者：吉田　滋委員長ほか 10 名
議　題：①高速道路の維持管理合理化のための受託調査内容について　②作業計画と取りまとめについて　③委員の追加について

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会
日　時：10 月 19 日～21 日
出席者：横山二朗委員ほか 6 名
議　題：中国高速道路の現地調査

■橋梁工事機械化施工委員会基礎工法分科会
日　時：10 月 25 日（水）14 時～
出席者：東　盛之幹事ほか 4 名
議　題：分科会の今後の方針について

■宅地造成土工計画委員会
日　時：10 月 31 日（火）13 時～
出席者：安達径治委員ほか 12 名
議　題：現地調査報告およびまとめ

■道路維持委員会
日　時：10 月 31 日（火）14 時～
出席者：吉田　滋委員長ほか 12 名
議　題：①前年度までの経過報告　②今後の作業計画

整備技術部会

■技術委員会部品工具分科会
日　時：10 月 24 日（火）10 時～
出席者：奥　敦分科会長ほか 6 名
議　題：ソケットレンチの最終案について

機 械 損 料 部 会

■鋼製仮設材委員会小委員会

日　時：10月17日（火）13時～
出席者：田崎正一委員ほか6名
議　題：仮設材損料の検討

■ダム工事用機械委員会小委員会

日　時：10月23日（月）13時～
出席者：内田秋雄委員長ほか6名
議　題：ダム損料調査票作成について

ISO 部 会

■第2委員会

日　時：10月6日（金）15時～
出席者：光石芳二委員長ほか10名
議　題：① ISO/TC 127/SC 2 N 66 および N 67 について　② ISO/DIS 2860 および 2867 について

■第3委員会第3小委員会

日　時：10月31日（火）10時～
出席者：山口英幸委員長ほか8名
議　題：工具，計器関係議案のとりまとめ

専 門 部 会

■東京湾横断道路施工計画委員会盛土分科会

日　時：10月16日（月）12時～
出席者：永盛峰雄分科会長ほか12名
議　題：施工計画について

■東京湾横断道路施工計画委員会沈埋トンネル分科会

日　時：10月19日（木）10時～
出席者：木村康宏分科会長ほか9名
議　題：施工計画について

■重建設機械輸送対策委員会車両制限対策小委員会

日　時：10月20日（金）13時～
出席者：内田保之委員長ほか28名
議　題：その後の経過報告および今後の対策検討

■海底掘削工法調査委員会（現地調査）

日　時：10月23日～25日
参加者：畠 昭治郎分科会長ほか13名
場　所：①日本道路公団大鳴架橋 3.6m径ロータリ掘削機（海上実験調査）②本州四国連絡橋公団塩生 2.5m径ロータリ掘削機（ビット摩耗試験調査）

■東京湾横断道路施工計画委員会盛土分科会

日　時：10月25日（水）12時～
出席者：永盛峰雄分科会長ほか13名
議　題：施工計画について

編 集 後 記

北に南に新幹線工事が続々と発注され，これに伴って長大トンネル工事がどんどん計画，実現されている現況から，今回はトンネル工事に主体をおき，着々成果の現われている各現場の施工記録と新しい工法，トンネル掘削の未来形へのチャレンジとして第2有壁トンネル工事の施工計画およびトンネルボーリングマシンによる掘削の可否に関する研究，また都市の近代化につれて欠くことのできない下水道の整備について，三大都市の担当者に執筆をお願いしました。

これらトンネル工事はますます長大化の傾向にあり，工期の短縮が要望されている反面，労働力の極端な逼迫から機械化施工による省力化が強く期待されています。本号の企画がトンネル工事に従事される各位のご参考になれば望外の喜びです。

ドルショックによる不況も徐々に立直りの兆しを見せており，来年度着工予定の大プロジェクトもいくつか期待される今日，日本の建設技術が世界的なレベルで発展することを祈りながら筆をおきます。

最後に，ご多忙の中で執筆下さいました方々に厚くお礼を申し上げます。　（桜沢・高橋）

No. 274　「建 設 の 機 械 化」　1972年12月号　〔定 価〕1部 250円　年間 2,400円（前金）

昭和47年12月20日印刷　昭和47年12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　振替口座 東京71122番　取引銀行三菱銀行銀座支店

建設機械化研究所—〒417 静岡県富士市大渕3154（吉原郵便局区内）　電話（0545）35-0212
北海道支部—〒060 札幌市中央区北3条西2—6 富山会館内　電話（011）231-4428
東北支部—〒980 仙台市国分丁3—10—21 徳和ビル内　電話（0222）22-3915
北陸支部—〒951 新潟市東堀前通6番丁1061 中央ビル内　電話（0252）23-1161
中部支部—〒460 名古屋市中区栄4—3—26 昭和ビル内　電話（052）241-2394
関西支部—〒540 大阪市東区谷町1—50 大手前建設会館内　電話（06）941-8845 / 8789
中国四国支部—〒730 広島市八丁堀12—22 築地ビル内　電話（0822）21-6841
九州支部—〒810 福岡市中央区舞鶴1—1—5 舞鶴ビル内　電話（092）74-9380

印 刷 所　株式会社 技 報 堂　東京都港区赤坂 1-3-6

「建設の機械化」誌　既刊目次一覧

昭和47年1月号（第263号）～昭和47年12月号（第274号）

昭和 47 年 1 月号（第 263 号）

表紙写真
"DYSTRED 988 クッションドラッグローダ"
キャタピラー三菱株式会社

□巻頭言
偶感……最上武雄…1
□座談会
建設機械化の将来……3
首都地震対策の構想……佐藤俊一…19
建設工事省力化への具体的道
発注側より見た省力化……北野章…24
受注側から見た省力化……安間泰介…27
□随想
大学のこと……伊藤富雄…30
東北縦貫道土工工事の実態……関根栄一・桂木睦夫・松岡国太郎…32
利根川河口堰建設事業（その 1）―事業概要―……君塚昂…44

グラビヤ――関門橋の架設現況

都市ごみの埋立処分に関する考察……栗原四郎…57
土木施工管理技術検定の実態……清水博…66
□建設機械化講座　第 101 回
現場フォアマンのための土木と施工法
XVII. 建設機械概説
2. トラクタ系建設機械（その 1）……木多忠彦…70
□研究所巡り
建設機械化研究所……長瀬顕・木下秀一…74
建設省土木研究所千葉支所……鈴木康一・島村道之助…77
□新機種紹介
スノースイーパ……内藤寛…80
ハマダ HB-2 工法（TALL-MAN Bucket 掘削方式）……浜田文男…82
□建設機械化研究所抄報
試験研究報告（No. 82）……建設機械化研究所…83
□文献調査
プレハブ壁材による地下連続壁の建込み……広報部会文献調査委員会…85
悪条件下における世界最大鐘状潜函の埋設……広報部会文献調査委員会…87
小形機で十分大形機に匹敵するスクレーパ作業……広報部会文献調査委員会…89
行事一覧……91
編集後記……（上東・島村・木下）…92

昭和 47 年 2 月号（第 264 号）

表紙写真
"川崎・クルップ
バケットホイールエキスカベータ C-500 型"
川崎重工業株式会社

□巻頭言
建設機械化の発展について思う……望月邦夫…1
新東京国際空港の大土工工事……内田哲郎・稲富茂…2
新豊根発電所建設工事の現況……福田克彦…13
利根川河口堰建設事業（その 2）
―施工実績（1）―……君塚昂…22

グラビヤ――利根川河口堰の建設

阿讃トンネルの施工実績……稲田長徳・西岡公・菊池正伍…33
沈埋管沈設のための機器……松並仁茂・岡尾正己…43
新関門トンネルの技術的問題点……佐藤能章・宮崎正義…51
□随想
のんびりした話……圷質…58
フランス政府技術給費生を終えて……青沼英明…60
プレハブ工場の設備と作業の流れ……引地重俊…67
宅地造成工事における搬土計画―コンピュータを使用して―……浦山功・谷地森健二…70
静止レオナードについて……伊藤昌明…77
□建設機械化講座　第 102 回
現場フォアマンのための土木と施工法
XVII. 建設機械概説
2. トラクタ系建設機械（その 2）……木多忠彦…81
□研究所巡り
工業技術院機械技術研究所……川上久・渡辺正…89
日本国有鉄道鉄道技術研究所……内田秋雄・二宮嘉弘…92
□文献調査
オランダにおける土の安定処理……広報部会文献調査委員会…95
□支部だより
第 8 回建設機械展示会開催……九州支部…97
ニューズ……（編集部）…98
理事会の開催……100
行事一覧……101
編集後記……（高橋・川上）…102

昭和 47 年 3 月号（第 265 号）

表紙写真
"三井自揚式海上作業台 MSEP-1 せと"
三井造船株式会社

□巻頭言
海洋開発と機械化……木内政蔵…1
海洋開発用作業船の動向……石田実…3
海上作業台"かいよう"による海底地質調査……松村喜美…6
自揚式水上作業台"せと"による沈埋トンネル工事……矢村家利…12
小形潜水船"はくよう"による海底作業……荒木浅吉…18
津軽海峡におけるケーブル布設のための海底地質調査方法……中西信彦…23
水中ブルドーザによる浚渫工事……古沢平治・藤瀬健一郎…27
空気中と水中における水力掘削特性の比較……岩田尚生…31
海図作成システムについて……清水良次・上田慶之助…36
□随想
うつりかわり……河野正吉…40
扇島埋立工事の計画概要……斎藤彰・石神公一…42
鹿島港地下水低下工法による陸上掘削工事……運輸省鹿島港工事事務所…52
グラビヤ――掘込港湾
名古屋港金城ふ頭のサンドドレーン工事……大島義盛・新妻弘…61
仙台空港滑走路建設工事の概要……斎藤久光…67
秋田港大浜地区の掘込港湾工事……勝部弘…73
利根川河口堰建設事業（その 3）
—施工実績（2）—……君塚昌…81
□建設機械化講座 第 103 回
現場フォアマンのための土木と施工法
XVII. 建設機械概説
2. トラクタ系建設機械（その 3）……高橋九郎…89
□研究所巡り
運輸省船舶技術研究所……高井照治・大蝶堅…94
運輸省港湾技術研究所……白浜正芳・両角常美…97
□文献調査
文献目録紹介……広報部会文献調査委員会…100
ニューズ……（編集部）…104
行事一覧……105
編集後記……（柴田・高木）…106

昭和 47 年 4 月号（第 266 号）

表紙写真
"札幌市高速電車真駒内駅"
大成建設株式会社

□巻頭言
建設業……有江義晴…1
東北新幹線の施工計画……高瀬徹・安原明…3
上越新幹線の施工計画……植月磚…10
札幌地下鉄の特色……加藤善弘…23
積雪寒冷地における道路計画……米村正頼…37
アフリカ横断道路計画……寺内常晃…46
グラビヤ――アフリカ横断道路計画・マニラのハイウェイ計画
首都高速道路の当面する諸問題……八木田功…55
東京シティ・エアターミナルの工事概要……今村国三…63
南港連絡橋の架設工事……笹戸松二・松本忠夫・松橋数保…75
□随想
続・土の名前……三木五三郎…84
"道路と公害" 欧米事情（1）……渡辺辰生・福屋智宜…86
□建設機械化講座 第 104 回
現場フォアマンのための土木と施工法
XVII. 建設機械概説
2. トラクタ系建設機械（その 4）……高橋九郎…95
□研究所巡り
日本道路公団試験所……川端徹哉・清水昭男…100
竹中工務所技術研究所……桜沢昇・田中康之…103
□建設機械化研究所抄報
試験研究報告（No. 83）……建設機械化研究所…106
ニューズ……（編集部）…114
行事一覧……114
編集後記……（鈴木貫・水野）…116
国産建設機械主要諸元表集録

昭和 47 年 5 月号（第 267 号）

表 紙 写 真

“沼原調整池におけるアスファルトフェーシング工事”

施工・鹿島建設株式会社

□巻 頭 言

独自の技術開発を……清 水 四 郎… 1

□協会の事業活動

社団法人日本建設機械化協会定款…… 3

本協会の事業について…… 4

本協会各部会および建設機械化研究所の動き…… 5

□部 会 報 告

ISO/TC 127/SC 1, SC 4 会議報告……本 郷 慎 一…14

□部 会 研 究 報 告

建設機械損料の検討（建設機械等損料算定表の一部改正）……機械損料部会…17

オペレータの体格について……ISO部会 第2委員会…24

□昭和 47 年度官公庁の事業概要

建設省の事業概要……谷 沢 義 広…25

日本道路公団の事業概要……高 橋 大 輔…31

首都高速道路公団の事業概要……川 上 滐…37

阪神高速道路公団の事業概要……北 村 正 也…42

本州四国連絡橋公団の事業概要……池 田 哲 夫…46

水資源開発公団の事業概要……内 田 孝 吉…51

日本住宅公団宅地開発事業の概要……浅 谷 陽 治…56

グラビヤ――水力・火力・原子力発電所

今後の電源開発の動向……合 田 昌 瀧…59

手取川開発計画の概要……村 上 省 一…63

奥清津揚水発電所計画の概要……村 上 省 一…67

□随 想

休 日 雑 考……村 上 省 一…74

“道路と公害” 欧米事情（2）……渡 辺 辰 生／福 屋 智 亘…76

□建設機械化講座 第 105 回

現場フォアマンのための土木と施工法

XⅦ. 建設機械概説

2. トラクタ系建設機械（その 5）……高 橋 九 郎…85

□研究所巡り

電力中央研究所……合 田 昌 瀧／三 浦 満 雄…90

鹿島建設技術研究所……新 開 節 治／牧 宏…93

□建設機械化研究所抄報

試験研究報告（No. 84）……建設機械化研究所…96

□文 献 調 査

1 台で 200 t 運ぶ最近の巨大ダンプ……広報部会 文献調査委員会…100

エアクッションで 500 t タンクを新しい基礎に移動させる……広報部会 文献調査委員会…101

□支 部 便 り

第 9 回除雪機械展示会開催……北 海 道 支 部…102

昭和 46 年度除雪機械展示実演会開催……東 北 支 部…104

ニ ュ ー ズ……（編 集 部）…106

行 事 一 覧……108

編 集 後 記……（合 田・小 竹）…110

昭和 47 年 6 月号（第 268 号）

表 紙 写 真

“無人潜函掘削装置”

三菱重工業株式会社

□巻 頭 言

建設機械の進む方向……山 本 房 生… 1

□昭和 47 年度官公庁の事業概要

運輸省港湾関係事業の概要……中 田 弘… 3

運輸省空港整備関係事業の概要……安 田 善 守… 9

京浜外貿埠頭公団の事業概要……御代田 敬 一…13

阪神外貿埠頭公団の事業概要……横 山 顕 二…18

新東京国際空港公団の事業概要……真 鍋 重 遠…22

日本国有鉄道の事業概要……立 石 巍…26

農林省農地局の事業概要……山 本 純…30

農地開発機械公団の事業概要……鈴 木 益 夫…35

科学技術庁の事業概要……細 野 武 庸…38

グラビヤ――開港間近い新東京国際空港

香港クワイチュン

コンテナターミナル建設工事の概要……田 中 悦 次…41

新大村空港の建設計画……西之園 直 聴…46

無人潜函掘削機の試験施工報告……西 山 徹／森 田 英 嗣…55

大口径ウェル掘削機の性能試験報告……山 本 忠 一／玉 村 良 三…63

強力締固め形アスファルトフィニッシャの性能試験報告……桑 垣 悦 夫／高 井 照 治…72

□随 想

路面雪の調査のことなど……木 下 誠 一…80

改正車両制限令の解説……横 沢 伯 達…82

□部会研究報告

地下連続壁工法に関するアンケート調査……施工技術部会 場所打杭委員会…89

□建設機械化講座 第 106 回

現場フォアマンのための土木と施工法

XⅦ. 建設機械概説

3. ショベル系建設機械（その 1）……田 中 成 一…96

□研究所巡り

京都大学防災研究所……今 中 靖 雄／若 木 三 夫…103

大林組技術研究所……峯 木 守／布 施 行 雄…105

□建設機械化研究所抄報

試験研究報告（No. 85）……建設機械化研究所…107

□文 献 調 査

リール式パイプ敷設バージ……広報部会 文献調査委員会…112

ニ ュ ー ズ……（編 集 部）…114

行 事 一 覧……115

編 集 後 記……（中 野・両 角）…116

昭和 47 年 7 月号（第 269 号）

表紙写真
“直上高架施工機”
施工：熊谷組・大林組・東急建設 J.V

□巻頭言
線から面への除雪……神谷 洋…1
東北道岩槻～宇都宮間の工事概要とその現況……桂木静夫／千々岩敏彌…3
東京港大井コンテナふ頭の建設……御代田敬一…10
直上高架施工法の概要と施工例……白木原俊介／横田高良…17
スラブ軌道敷設工事の概要……大月隆士／鳥居興彦…23
□随想
過密のとりめぐし……渡辺 隆…28
酒匂川導水トンネル第 10 工区の施工実績……池田 功／井上堯之…30
大口径ロータリ掘削機の陸上掘削試験……松木克己…38
大口径掘削機 BM-1 の性能試験……福家竜男／波多野 孝…44

グラビヤ――東北道（岩槻～仙台）建設工事を見る

□部会研究報告
ブルドーザの作業試験方法……機械技術部会 トラクタ技術委員会…49
ショベル系掘削機 性能試験方法の審議経過報告……機械技術部会 ショベル系技術委員会…53
建設機械の潤滑管理……機械技術部会 潤滑油研究委員会…57
工事用水中ポンプ耐久試験方法の研究報告……機械技術部会 ポンプ技術委員会…63
高速道路建設単価（土工）の調査……施工技術部会 高速道路建設単価（土工）委員会…68
□建設機械化講座 第 107 回
現場フォアマンのための土木と施工法
XⅦ. 建設機械概説
3. ショベル系建設機械（その 2）……田中成一…73
□研究所巡り
東京大学生産技術研究所……沢田茂良／渡辺正敏…79
大成建設技術研究所……西出定雄／杉田美昭…82
□建設機械化研究所抄報
試験研究報告（No. 86）……建設機械化研究所…85
□文献調査
コンパクトなプラント配置と運搬機械が大量のコンクリート打込みを維持している……広報部会 文献調査委員会…88
ニューズ……（編集部）…90
行事一覧……91
編集後記……（新開・鈴木康）…92

昭和 47 年 8 月号（第 270 号）

表紙写真
“日立水陸両用油圧ショベル”
日立建機株式会社

□巻頭言
建設の機械化に想う……飯田房太郎…1
□昭和 47 年度官公庁の事業概要
通商産業省電源開発事業の概要……中村範次…2
庄内平野における送泥客土の計画と施工……茂野啓一…8
大雪ダムの機械設備と施工実績……相田俊郎／今井正司…14
J.C.M.A. 欧州建設機械化視察団報告……林 正治…19

グラビヤ――フランス・パリ・エキスポマット

ハノーバー国際産業見本市見学記……森川 勝…32
□随想
平均気温 28°C……丸安隆和…36
□昭和 46 年度官公庁・建設業界で採用した新機種
建設省で採用した新機種……中野俊次／石沢利雄…38
農林省で採用した新機種……西出定雄…48
日本国有鉄道で採用した新機種……石黒敏正…52
日本鉄道建設公団で採用した新機種……桜沢 昇…55
本州四国連絡橋公団で採用した新機種……沢田茂良…61
建設業界で採用した新機種……佐藤裕俊…64
□建設機械化講座 第 108 回
現場フォアマンのための土木と施工法
XⅦ. 建設機械概説
3. ショベル系建設機械（その 3）……田中成一…77
□研究所巡り
東京都土木技術研究所……沢 静男／島村進之助…86
三菱重工業技術本部広島研究所……井岡 進／太田孝博…89
第 23 回定時総会開催……92
□文献調査
溝掘り機と専用型わくを用いた地下トンネルの建設……広報部会 文献調査委員会…100
ニューズ……（編集部）…102
行事一覧……103
編集後記……（西出・牧）…104

昭和 47 年 9 月号（第 271 号）

表紙写真
"超大形グラブ浚渫船—第八関門号—"
株式会社 神戸製鋼所

□巻頭言
本四水車……田中行男…1
山陽新幹線竹原トンネルの施工概要……長浦弘・古田澄輔…3
酒匂川導水路トンネル第 4 工区の施工実績……杉野栄二・内田義明…8
酒匂川導水路トンネル第 9 工区の施工実績……大久保紀生・前沢敏三…14
大久保架道橋工事におけるメッセル新工法—スライディング・アーマ工法—……宮坂達夫…21
ロータリ掘削機による面掘削実験……松本克己…28
東京地下駅工事の設備機械……太田晃…34

グラビヤ——東京地下駅工事

中浦水門におけるゲートの設計および施工概要……松尾和重…40
□随想
転換期に想う……斎藤義治…44
超大形グラブ浚渫船"第六関門号""第八関門号"の概要と施工実績……海原正憲…46
大形くい打ち船"うきしま号"の概要と施工実績……松村敏明…51
D.E. 8,000 PS ポンプ船"駿河"の概要……五洋建設 船舶機械部…56
□建設機械化講座 第 109 回
現場フォアマンのための土木と施工法
XⅦ. 建設機械概説
3. ショベル系建設機械（その 4）……田中成一…61
□研究所巡り
防衛庁技術研究本部第 4 研究所……梅田亮栄・斎藤二郎…67
フジタ工業技術研究所……千田昌平・黒田清穂…70
□新機種紹介
アスファルト道路補修車……猪股登…73
□建設機械化研究所抄報
試験研究報告（No. 87）……建設機械化研究所…74
□文献調査
文献目録紹介……広報部会 文献調査委員会…79
□支部だより
北海道支部第 20 回定時総会開催……82
東北支部第 20 回定時総会開催……83
北陸支部第 10 回定時総会開催……84
中部支部第 15 回定時総会開催……85
関西支部第 23 回定時総会開催……86
中国四国支部第 21 回定時総会開催……87
九州支部第 16 回定時総会開催……89
創立 20 年記念行事の開催……北海道支部…91
建設機械優良運転員・整備員の表彰……北海道支部…92
創立 20 周年記念行事の開催……東北支部…92
第 11 回建設機械展示会の開催……東北支部…94
創立 10 周年記念行事の開催……北陸支部…95
創立 20 周年記念行事の開催……中国四国支部…96
優良建設機械運転員・整備員の表彰……中国四国支部…98
行事一覧……99
編集後記……（峯木・大塚）…100

昭和 47 年 10 月号（第 272 号）

表紙写真
"水資源開発公団・木曽川大堰（馬飼頭首工）"
施工：前田建設工業株式会社

□巻頭言
思いつくままに……岡千寿夫…1
東京湾岸道路の整備状況……松野一博…2

グラビヤ——東京湾岸道路工事

九州縦貫自動車道の工事概況と土工計画における特殊問題……玫野光男…7
北陸自動車道の除雪対策……大森勇・山上俊二…14
木曽川用水事業の計画と現況……藪亀淳夫…18
真名川ダムの施工設備……伊集院敏…24
□随想
機械開拓の思い出……永盛峰雄…32
水陸両用掘削機の開発……梅田亮栄・秋沢尚…34
ヘドロ浚渫装置の開発……桑垣悦夫・富士野昭典…38
公害測定用機器の現況
1. 建設騒音・振動測定機器……田中康之…42
2. 水質測定用機器……安中徳二…45
3. 大気汚染計測器……今上一成…47
第 4 回路外車両国際会議に出席して……増田正三…54
昭和 47 年度建設機械展示会雑感……高井照治…56
□部会研究報告
建設機械用ディーゼル機関の補機類の問題点の調査研究報告……機械技術部会 ディーゼル機関技術委員会…62
□建設機械化講座 第 110 回
現場フォアマンのための土木と施工法
XⅦ. 建設機械概説
3. ショベル系建設機械（その 5）……田中成一…67
□研究所巡り
農林省農業土木試験場……山崎善雄・高橋勝重…73
日本鋪道技術研究所……鈴木貫太郎・柴田吉蔵…76
□新機種紹介
軟弱地盤用特殊作業車……猪股登…79
□建設機械化研究所抄報 No. 88
261. 特殊電機 PL-80 形振動プレート性能試験……80
262. 川崎重工 KLD 70 形車輪式トラクタショベル性能試験……80
□文献調査
精度を要する堤防のり面アスファルト舗装……広報部会 文献調査委員会…83
直読式小形ベーンせん断試験機……広報部会 文献調査委員会…85
□文献抄訳
高層ビル鉄骨フレーム大形ブロック架設工事…訳・伊藤正…86
ニュース……（編集部）…88
行事一覧……89
編集後記……（内田・布施）…90

昭和 47 年11月号（第273号）

表紙写真
"KE-2000 バケットホイールエキスカベータ"
株式会社 神戸製鋼所

□巻頭言
建設機械の創意工夫……秋竹敏実…1
建設機械の周辺問題……清水四郎…2
大阪湾岸道路の計画概要……南部繁春・栗本典彦…6
東北道宇都宮～仙台間の工事概要とその現況……北村照喜…12

グラビヤ――新規5道など道路工事の現況

浜名バイパスの工事概要……今村浩三…17
黒之瀬戸大橋の工事計画……姫野紘宇…21
ブラインド式シールド工法の概要と施工例……斎藤二郎・内藤和章・藤原紀夫…27
□随想
建設の機械化と私……比留間豊…34
最近の超大形ドック建設状況……原田哲也…36
筑波研究学園都市の建設概要……浅谷陽治・桑田紀一…42
バケットホイールエキスカベータ
KE-2000 の掘削試験……片岡建一…47
バケットホイールエキスカベータ
C-500 の掘削実験と C-300 の掘削実績……高田豊・宇野正…52
バケットホイールエキスカベータと
コンベヤによる施工例……隈元力…58
□建設機械化講座 第 111 回
現場フォアマンのための土木と施工法
XVII. 建設機械概説
3. ショベル系建設機械（その6）……田中成一…64
□研究所巡り
国立防災科学技術センター……内田秋雄・塩野久夫…67
小松製作所技術研究所……吉越治雄・鈴木康一…70
□建設機械化研究所抄報 No. 89
263. IHI コンクリートポンプ PTF 85T 形の
低スランプコンクリート輸送試験……73
264. 日本ウエイン NW 900 H-IID 形
ブラシ式ロードスイーパ性能試験……74
265. 神鋼 KE-2000 バケットホイールエキスカベータ
性能試験……75
□文献調査
悪路を恐れぬ浮上運搬機……広報部会文献調査委員会…77
ニュース……（編集部）…78
行事一覧……78
編集後記……（杉田・斎藤）…80

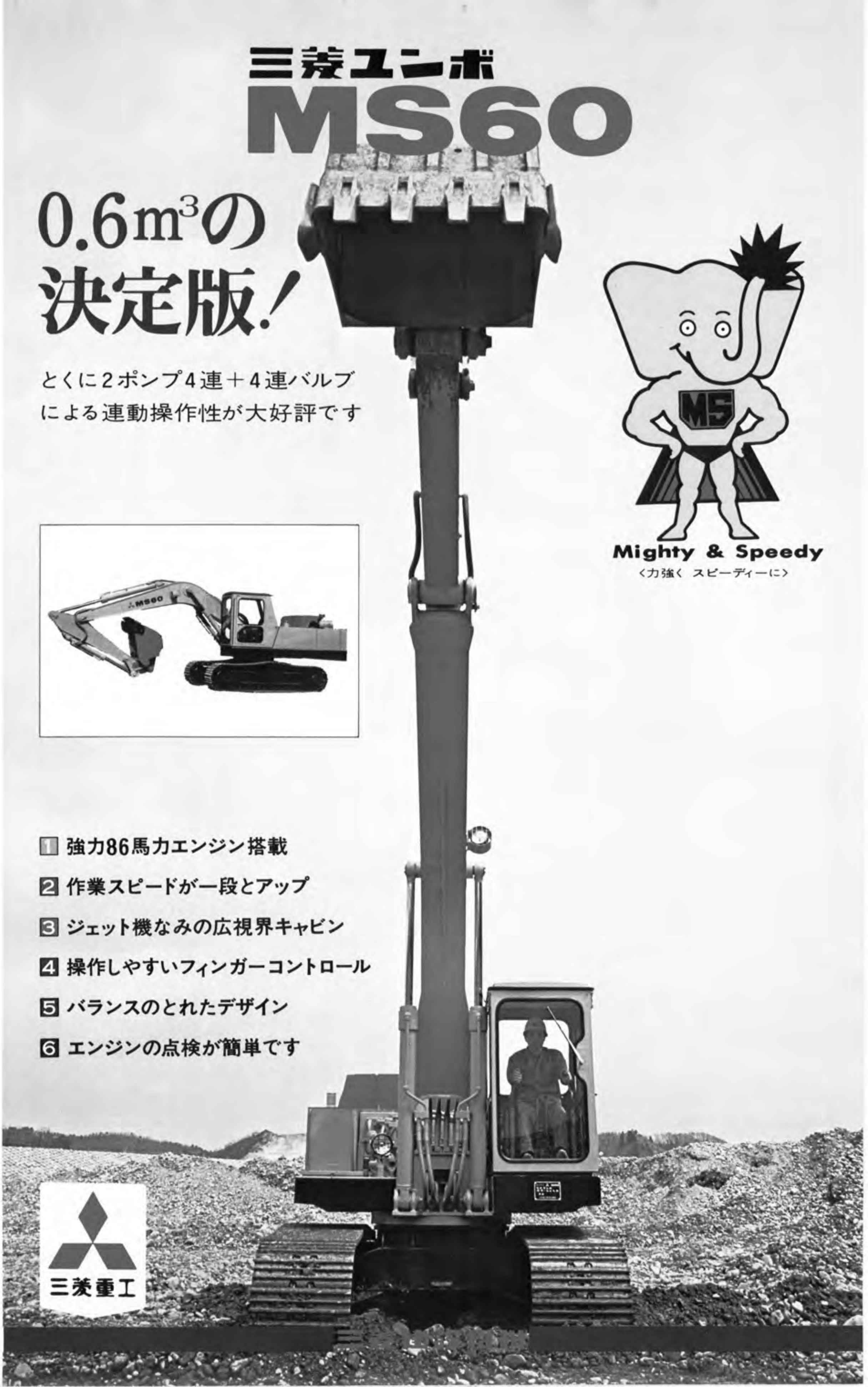
昭和 47 年12月号（第274号）

表紙写真
"ユタニハイドロローダ"
丸紅株式会社
丸紅建設機械販売株式会社
油谷重工株式会社

□巻頭言
建設の機械化を想う……北原正一…1
大都市の私鉄通勤輸送工事……伊能忠敏…3
ザイール共和国の鉄道建設計画……渡辺十三男…6
東京都下水道の建設現況……高橋久…13
大阪府流域下水道の建設現況……三浦捷・永井秀雄…19
名古屋市下水道の建設現況……加藤幸男・南谷好雄…27
□随想
青函俵武多……石川正夫…34
本工事に着手した青函トンネルの現況……松尾昭吾…36

グラビヤ――青函トンネル工事の現況

東北新幹線第2有壁トンネルの機械化掘削計画……大浦勲…41
都営地下鉄6号線三田～巣鴨間の施工実績……北本正司…46
リバースサーキュレーション工法による連続地中壁の施工……樋口米治郎…52
R.T.M 掘進計画の岩石調査法……三沢清扶・桜井孝・高橋昭教…58
ショットクリート用吹付機とその課題……桜沢昇…63
坑内用車両などの無線操縦……徳井隆三・本田貫一…69
□建設機械化講座 第 112 回
現場フォアマンのための土木と施工法
XVII. 建設機械概説
4. ダンプトラック……鈴木浩一…73
□研究所巡り
清水建設技術研究所……石沢利雄・小竹秀雄…80
日立製作所機械研究所……内藤寛・木下秀一…83
□建設機械化研究所抄報 No. 90
266. キャタピラー 815 形
自走式コンパクタ（ブレード付）性能試験……86
267. マーシャル・ボッシング BV-6 形
被けん引式プレートバイブレータ性能試験……87
268. ローザ・トランケル AVW 68 形
被けん引式振動ローラ性能試験……89
269. 日立 UH 06 全油圧式ショベル性能試験……90
270. 川崎重工 KLD 80 形
車輪式トラクタショベル性能試験……91
□文献調査
天井走行ホイストと現場打ち橋脚柱による湿地帯での高架橋の建設……広報部会文献調査委員会…94
ミラーズ社製路面切削機……広報部会文献調査委員会…96
ニュース……（編集部）…96
行事一覧……97
編集後記……（桜沢・高橋）…98
既刊目次一覧



三菱ユンボ
MS60
0.6m^3の
決定版！
とくに2ポンプ4連＋4連バルブ
による連動操作性が大好評です
MS60
Mighty & Speedy
〈力強く スピーディーに〉
1 強力86馬力エンジン搭載
2 作業スピードが一段とアップ
3 ジェット機なみの広視界キャビン
4 操作しやすいフィンガーコントロール
5 バランスのとれたデザイン
6 エンジンの点検が簡単です
三菱重工

三菱重工

Y-55A

パワーショベルのベストセラー

エース宣言1年

三菱重工業株式會社 建設機械事業部
東京都千代田区丸の内2－5－1 東京(212)3111

総販売代理店 **三菱商事株式会社** 建機冷機部
東京都千代田区丸の内2－6－3 東京(210)4627～31

販売店
東京産業㈱☎東京(03)212-7611
新東亜交易㈱☎東京(03)212-8411
㈱米井商店☎東京(03)561-1171
ツバコー重機総業㈱☎東京(03)433-0181
新菱重機㈱☎東京(03)582-3231
楢崎産業㈱☎札幌(011)261-3241
四国機器㈱☎高松(0878)33-9111
北菱重機㈱☎小松(0761)21-3311
みづほ工業㈱☎浜松(0534)61-6171
中吉自動車㈱☎広島(0822)32-3325
西日本重機㈱☎福岡 (092)27-2128
新菱新潟重機㈱☎新潟(0252)41-0500
重菱建機㈱☎姫路(0792)24-1392
牧港自動車㈱☎那覇(0988) 3 -3161

三菱建設機械

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・プレートフィダー・ずりびん・クレーン・シールド工事用機器・各種プラント・橋梁・鋼製プール・その他鉄骨製缶工事設計製作

山陽新幹線トンネル工事各社納入
上部半断面打設用スチールフォーム
L：15,000　自走装置付
特許　下蕗引上装置（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（022312）4316（代）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　青森県青森市新城字福田57　TEL（0177）88－4640

D-207LC-M40D型 杭打機

日本車輌の
建設機械

三点支持杭打機
万能掘削機
スクレープドーザー
トラッククレーン
トレイラー
ディーゼル発電機

建設機械代理店 **重車輌工業株式会社**

本　社　東京都中央区銀座1－20－9　電話（535）7301（代）－5
東京工場　東京都西多摩郡羽村町神明台4-5-12　電話0425（52）1611（代）

代理店 **新東亞交易株式會社**
建設機械部第二課

本店 東京都千代田区丸ノ内3−3−1(新東京ビル5階) TEL 東京(212)8411大代
大阪支店 大阪市西区靱1−102(辰巳ビル6〜7階) TEL 大阪(444)1431大代
名古屋支店 名古屋市中村区広井町3−88(大名古屋ビル7階) TEL 名古屋(561)3511代
宇都宮支店 宇都宮市小幡2−2−12 TEL 宇都宮(2)2765・2656
支店所在地 仙台・静岡・岡山・広島・福岡・北九州・鹿児島・長崎

●**取扱建設機械**＝3軸ローラー、タンピングローラー、ユンボパワーショベル、アスファルトフィニッシャー、ロードローラー、アスファルトプラント、ヂーゼルパイルハンマー、スタビライザー、バッチャープラント、砕石プラント、コンプレッサー、他

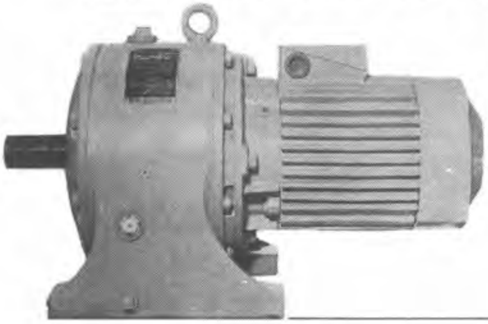
製造元
東急車輌

4つの作業を 1度にできる

SuperLift シリーズ

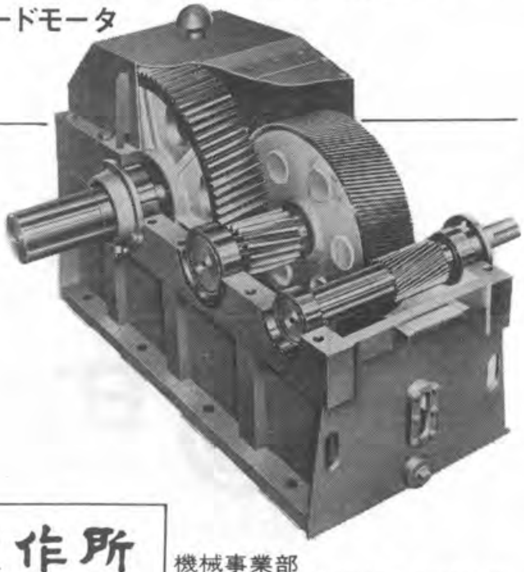
CH5〜CT36トン
トラッククレーン

島津の総合精密技術から生まれる高性能減速機



EF シリーズ
島津ギヤードモータ

0.4～150kWの広い範囲にわたりシリーズ化。耐摩耗性歯車の採用により，タフで強力です。たて形・たてよこ兼用形・流体継手・粉体継手内蔵形・ブレーキモータつきなど応用機種も豊富です。



DC シリーズ
島津歯車減速機

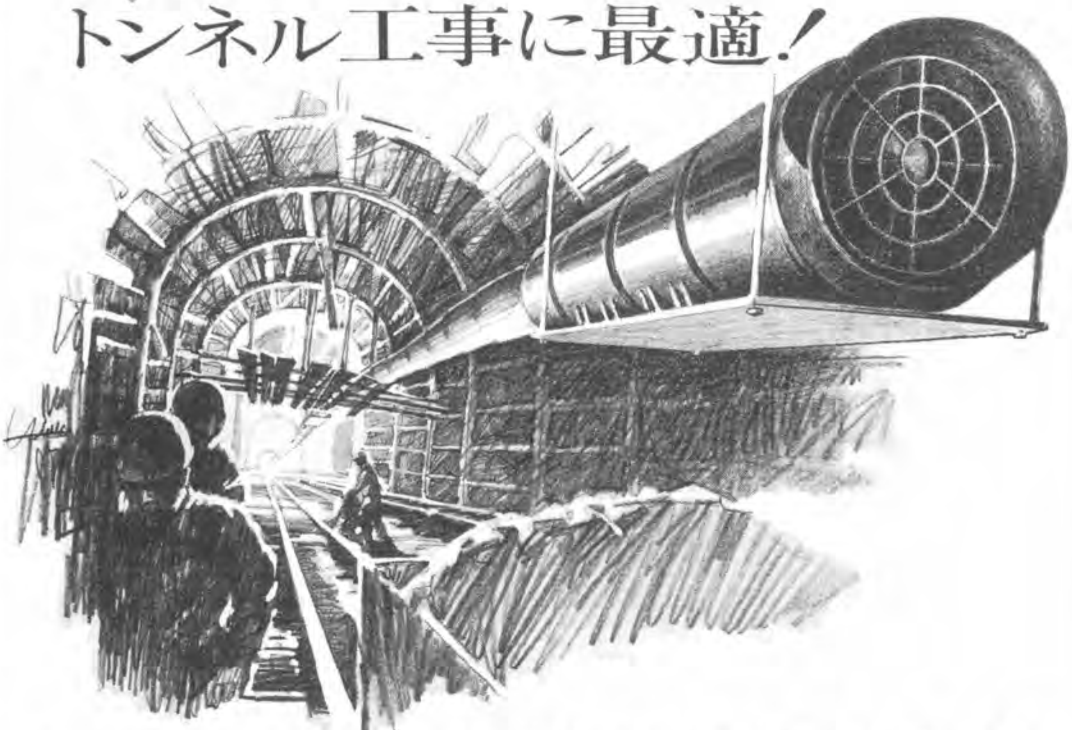
強度と性能を画期的に向上させたコンパクト設計。減速比は1/12.5 ～ 1/50，さらにEFギヤードモータを直接組込むことによって，1/62.5 ～ 1/1500まで広いレンジをカバーします。

島津製作所 機械事業部
604 京都市中京区西ノ京桑原町1 (075)811-1111

●カタログご請求・お問合せはもよりの営業所へ 東京 296－2261／大阪 373－6626／福岡 27－0331／名古屋 563－8111／広島 48－4311／札幌 231－8811

技術の日立

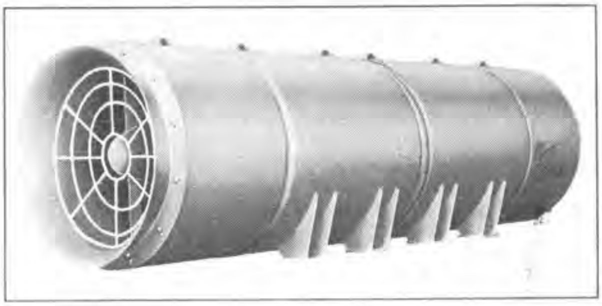
低騒音――
トンネル工事に最適！



ファンづくり半世紀以上、日立の技術がトンネル工事の浄化管理を解決しました。あらゆるトンネル工事の主換気用として活躍する低騒音・コントラタイプの《日立マイティファン》新登場！

- **低騒音**…ケーシング内面に特殊吸音材を使用し、90ホン以下の大幅な低騒音化を実現。
- **経済的**…静翼が不用なため78～80％と高い効率を発揮し、運転経費が年間300,000円もお得。

＊局部換気には日立小形プロペラファンを！



HITACHI

日立マイティファン

日立製作所

営業所　東京(03)435-4111　大阪(06)203-5781　名古屋(052)251-3111　福岡(092)74-5831　札幌(011)261-3131
仙台(0222)27-1771　富山(0764)25-1211　広島(0822)21-6191　高松(0878)31-2111

日本で生まれ、世界で活躍する── KATO

より深く，より高く，より広く
より大きな作業量!

HD-1100(バケット容量最大 1.2m³)

0.35m³
HD-350(0.15〜0.5m³)

0.55m³
HD-550(0.2 〜0.6m³)

0.75m³
HD-750(0.45〜1.0m³)

1.0m³
HD-1100(0.5 〜1.2m³)

近代の土木建設工事は、増々大型化するとともに"工期の短縮、作業コストの低減、作業のスピードアップ"が要求されてきております。**KATO**の**HD**型ショベル HD-350, HD 550, HD 750, HD 1100はあらゆる工事現場の主役として活躍をつづけ採算向上を計る機種として、ひっぱりだこです。
その秘密は、なんといっても**●頑強な足廻り●バランスのとれた構造●連続作業にもビクともしないネバリ強いエンジン●オペレータ本位に設計され、取扱の簡単な運転操作機構**など、これら1つ1つが強力な掘削力の原動源となって高能率を発揮しております。
工事の規模、内容に応じて高性能なカトウ・**HD**型ショベルシリーズから最適な機種をお選びいただき、工期の短縮・採算向上にお役立てください。

今日の対話を明日の技術へ

KATO

株式会社 加藤製作所

本　社／東京都品川区東大井1の9の37
(〒140)　☎(471)8111(大代表)

営業本部／東京都港区芝西久保桜川町2
(〒105)(第17森ビル)☎(591)5111(大代表)

高崎営業所	☎0273(25)1311	大阪支店	☎06(303)1131
千葉営業所	☎0472(42)1746	姫路営業所	☎0792(82)0135
横浜営業所	☎045(311)7992	岡山支店	☎0862(31)1291
静岡営業所	☎0542(86)3141	広島支店	☎0822(48)0481
札幌支店	☎011(241)2888	松山営業所	☎0899(43)5240
釧路営業所	☎0154(22)5600	徳山営業所	☎0834(22)2426
仙台支店	☎0222(22)4896	九州支店	☎092(78)5571
郡山営業所	☎0249(32)1811	小倉営業所	☎093(55)5088
名古屋支店	☎052(382)5601	大分営業所	☎0975(36)6650
富山営業所	☎0764(32)8168	鹿児島営業所	☎0992(51)3317

中形タイヤ式掘削機 ユタニ-ポクレン LY80

すぐれた走行力と掘削力

ＬＹ80は、国産されたホイール式の掘削機中最も大きな機種です。本機は機動性に重点をおいて設計され、前後輪駆動により、55%の登坂力をもち、この力で悪い足場の起伏を乗り越え、軟弱地でも平気で作業できます。また道路走行では27km／ｈの速力が得られ、スピーディに現場から現場へ移動できます。
アウトリガは前後に各２個装着し、重掘削にも一そう安定した作業ができ、また四輪形式のシヤシは走行時の安定性を一段と向上させています。

■要目

標準バケット容量	0.55m³
エンジン出力	88 PS
全装備重量	14,780kg
掘削深さ	4,700mm
掘削半径	8,200mm
最小回転半径	7,800mm

総代理店　丸紅株式会社

YUTANI 油谷重工株式会社

本　　社　東京都港区新橋２－１－３新橋富士ビル５階　ＴＥＬ03（502）2351（代）
広島製作所　広島県安佐郡祇園町南下安５５０　ＴＥＬ08287(4)1111（代）

日立バランス形圧縮機BT・BSシリーズは、50Hzでも60Hzでも同一モートルで駆動できる共用形ですから、フルに活用できます。電力費も少なくてすみますので経済的。さらに小形・軽量なので、移動、運搬にすぐれた機動性を発揮します。また振動も少なくなりました。まさに圧縮機の決定版です。

このほか小形圧縮機ベビコン・VHCからスクリュー圧縮機まで豊富にそろっております。

150kW

日立汎用バランス形圧縮機

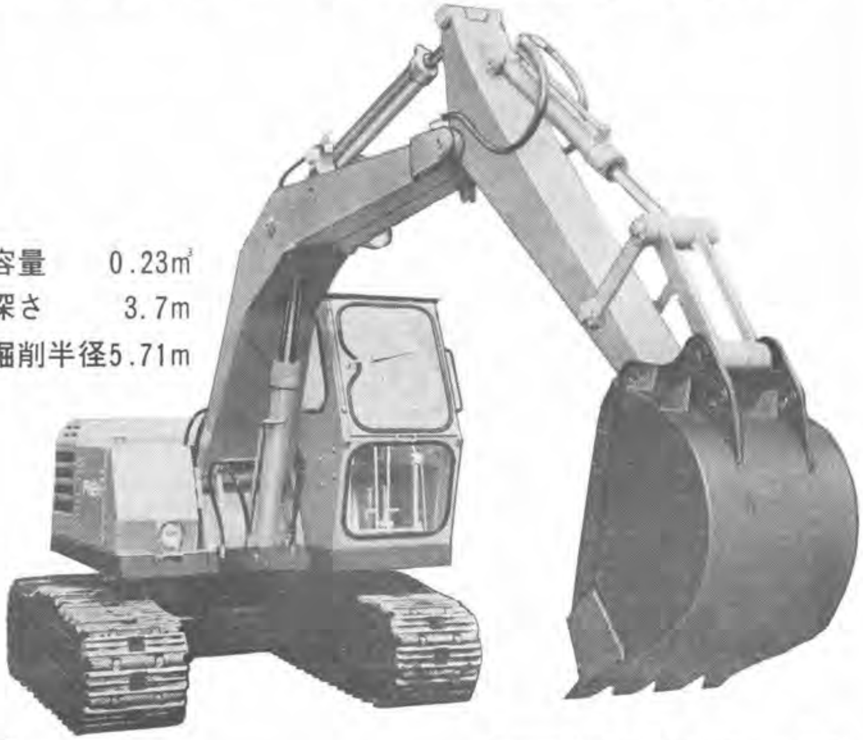
HITACHI

●お問い合わせは＝もよりの営業所へ　東京(435)4111・大阪(203)5781・福岡(74)5831・名古屋(251)3111
札幌(261)3131・仙台(27)1771・富山(25)1211・広島(21)6191・高松(31)2111　または商品事業部へ
東京都港区浜松町2丁目4番1号(世界貿易センタービル)　郵便番号105　電話 東京(435)4111〈大代〉

日立製作所

機動性に経済性をプラスした全油圧式掘削機!!

■バケット容量　　0.23m³
■最大掘削深さ　　3.7m
■最大床面掘削半径5.71m



古河の パワーショベル FH2A

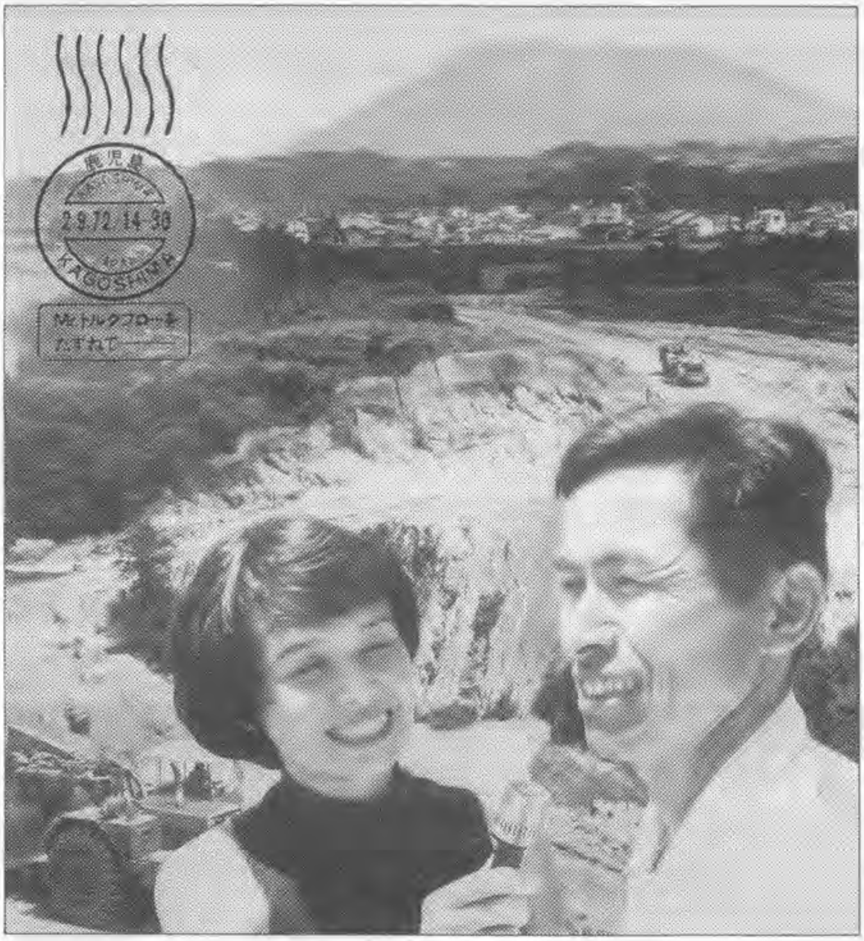
〈特　長〉

- せまい場所での作業が容易
- 運搬に便利
- 接地圧が低い
- 掘削力が強力でサイクルタイムが短い
- シューの張力調整が簡単
- 居住性が快適
- 運転操作が簡単
- 最低地上高さが大きい
- ラグ付シューで、足回りは無給油式
- 高精度フィルタの採用
- 完全密封式のオイルタンク
- 各油圧回路に安全弁使用
- 寒冷地でもエンジン始動が確実で、作業開始までの時間が極めて短い

古河鉱業
FURUKAWA CO., LTD.
本　社　東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

東　京(03) 212―6551	福　岡(092) 74―2261
大　阪(06) 344―2531	名古屋(052)561―4586
岡　山(0862)79―2325	金　沢(0762)61―1591
広　島(0822)21―8921	仙　台(0222)21―3531
高　松(0878)51―1111	札　幌(011)261―5686
建機販売・サービスセンター	田　無(0424)73―2641

桜島の眺めも雄大な総面積20万坪の宅地造成現場。大規模工事こそうってつけのWS16モータスクレーパ。



鹿児島市上野団地宅地造成現場で作業している(株)上野タンス店・不動産部　下松八重　東二さん

ここは鹿児島。燃えてあがる桜島を東に見る上野団地の造成現場です。入居者1300世帯、総面積20万坪の大規模工事は、48年の完成めざして、ただいま工事のまっさい中。たくさんの重機がうなりをあげて大活躍です。中でも、タイヤの大きさが人の背たけもあり、積載時の総重量56トン、一度にダンプカー7～8台分の土を運んでしまう〈WS16モータスクレーパ〉6台の活躍ぶりは、めざましいものです。さっそく、オペレーターの下松八重さんにインタビュー。「いやぁ、よく働いてくれます。1台当り、1日の運土量は1500㎥、それにトルクフロードライブとダイレクトドライブの併用で変速は自由自在だし、疲れませんね。おまけに、前後輪それぞれにデフロックがかけられるので、軟弱地盤での威力も抜群。大きなタイヤの転圧はまさにローラなみで、すぐ家が建つくらいです。」完成の日が、なによりの楽しみというMr.トルクフローの下松八重さん。インタビューにも快く答えてくれました。

WS16モータスクレーパの主な特徴

- ネバリ強い2エンジン4輪駆動式
- ICを使った無接点式電気コントロール
- 前後にハイドロニューマチック・サスペンションを採用
- 揺動ヒッチ機構の採用で高速での安全性も抜群
- このクラス最大のタイヤを装着
- エンジンは前後片方だけでも走行OK

主な仕様

- 容量＝山積・16㎥　●最大積載量＝22000kg
- 定格出力＝210PS　●最高速度＝60km/h
- タイヤ＝(前輪・後輪共) 33.5－30－20PR

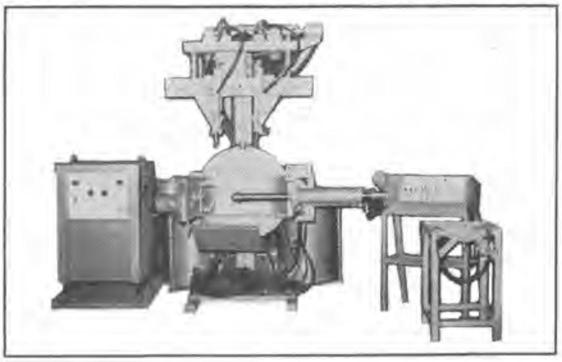
レバー1本――ワンタッチシフトのトルクフロー

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	近畿支社☎西　山075(922)2101
北陸支社☎新潟0252(66)9511	大阪支社☎豊　中068(64)2121
関東支社☎鴻巣0485(91)3111	四国支社☎高　松0878(41)1181
東京支社☎東京03(584)7111	中国支社☎五日市0829(22)3111
東海支社☎横浜045(311)1531	九州支社☎福　団092(64)3111

整備工場設備機器専門メーカのマルマ



◇足廻り自動肉盛溶接機

米国ウルフ社と技術提携国産化成功
トラックリンク自動溶接機、ローラ、
アイドラ自動溶接機等

◇足廻り再生設備

ローラ、アイドラ分解組立プレス
トラックリンク巻き装置
シューボルト分解組立スタンド
トラックリンクプレス等

◇エンジン及油圧装置整備機器・テスタ

エンジン整備ポジショナ　　油圧ポンプ同シリンダテストスタンド

◇整備工場コンサルタント業務

整備工場設備のレイアウト　　規模に応じた設備計画等
特に海外へ進出の土木工事のサービス工場に御利用下さい。

マルマ重車輌株式会社

本社・東京工場	東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号	電話(03)429-2131(大代)加入電信242-2367	〒156
名古屋工場	愛知県小牧市小針町中市場25番地	電話(0568)77—3311(代)加入電信4485-988	〒485
相模原工場	神奈川県相模原市大沼2209番地	電話(0427)52—9211(代)加入電信2872-356	〒229
水島出張所	岡山県倉敷市中畝2—2—1	電話(0864)55—7559	〒712
神戸出張所	兵庫県神戸市垂水区高丸7丁目17号	電話(078)706—5173	〒665
鹿島出張所	茨城県鹿島郡神栖町大字知守南部団地		〒314-02

整備は安心して委せられるマルマへ

◆24時間サービス
　部品及フィールドサービス

◆M.U.S(マルマユニットサービス)
　ユニット交換即日サービス
◆道路舗装機械・プラント専門整備

建設機械用特殊アタッチメントは マルマが引受ます。

◆排気処理装置(トンネル仕様)
◆騒音防止工事(サイレンサ)
◆森林用ガード、雪用キャブ安全プロテクタ
◆ロックヒルダム用ロックレーキ・転圧ローラ等
◆パイプレイヤ、のり面処理装置等
◆運転管理、報告にオペレーショングラフ

米国L＆B自動溶接機：ロヂャースハイドロリック油圧機器：スナップオン工具　日本総代理店

NSB 内外車輛部品株式会社

本　　社　東京都世田谷区桜3丁目11番12号　TEL (03) 425－4331（代）
名古屋営業所　名古屋市中区千早町5丁目9番5号　TEL (052)261－7361（代）

各種建設機械部品及整備・診断用機器・工具

FLO-tech
Hydraulic Test Units

最新式携帯用油圧装置テスタ!!

特長!!

FLO-tech ハイドロリックテスタはあらゆる油圧装置の油量、油圧・油温を正確、且つ迅速に測定するために油圧テスタ専門メーカーのFLO-tech社で造られている最新の高性能油圧装置テスタです。取扱い易く精度の高い各種のテスタは油圧装置の各部分の故障探究、保守、点検に著しい時間と経費の節約をお約束致します。

FLo-techテスタ仕様

型式	15-3 PFM	25-3 PFM	50-3 PFM	100-3 PFM	150-3 PFM
油圧	0-5000 PS1迄	同　じ	同　じ	同　じ	同　じ
油量	1-15 GPM	2-25 GPM	3-50 GPM	5-100 GPM	7-150 GPM
油温	50°F-350°F	同　じ	同　じ	同　じ	同　じ
重量	7.25kg	7.25kg	7.5kg	10.0kg	10.0kg
寸法	L×W×H (m/m) 245×185×165	L×W×H (m/m) 245×185×172		L×W×H (m/m) 267×178×190	

三菱建設機械

三菱重工

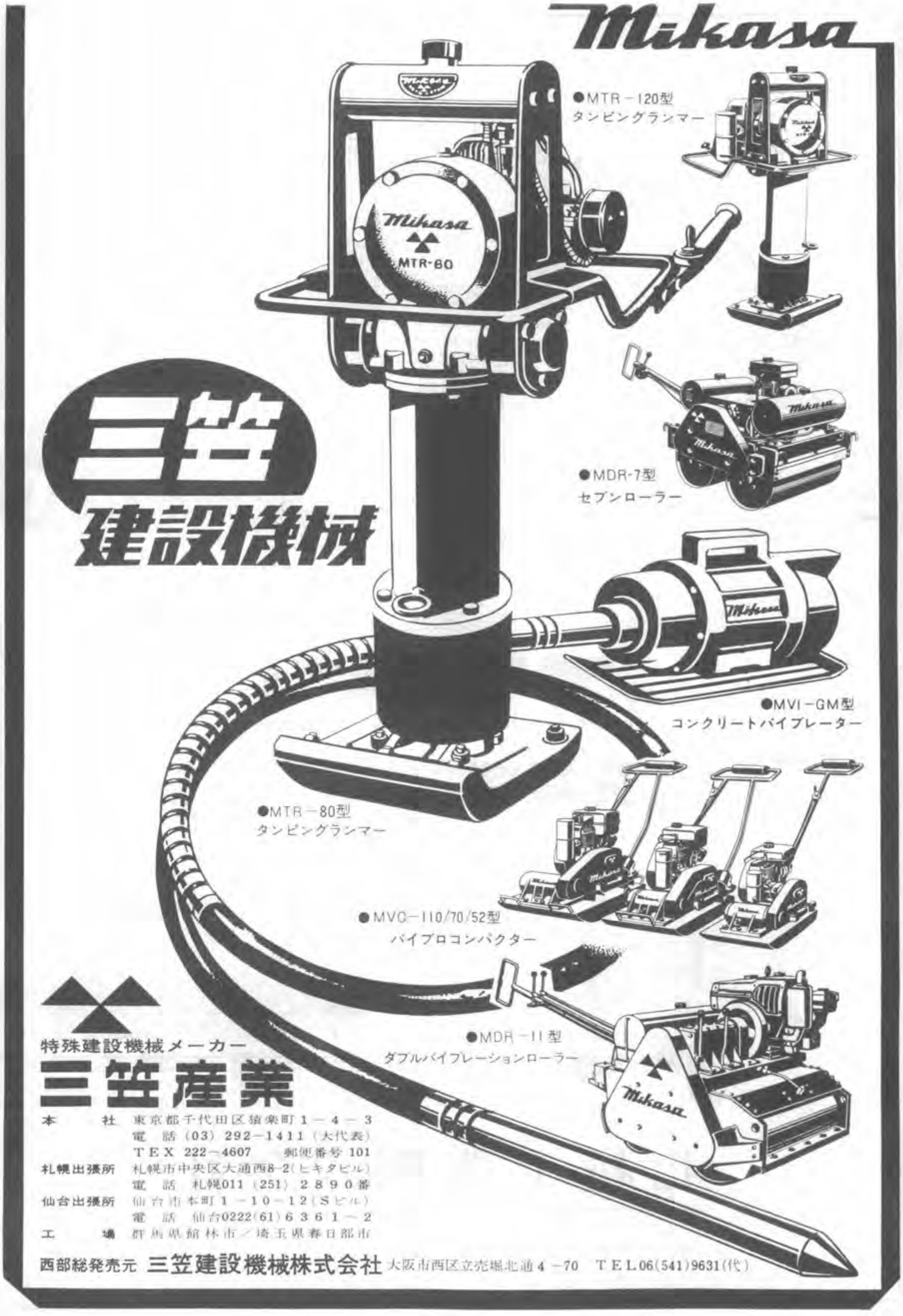
最高の実績を誇る！
三菱トンネル掘削機

多年の経験と最新の研究の成果をもとに、わが国の複雑な地質に適した新しい時代の新しいトンネル掘削機を製作する三菱重工は、これまでに 270台におよぶ国内最高の実績を誇っております。

豊富な製作経歴の主なもの

- わが国最大の地下鉄複線シールド
- 世界にも類のない浚せつ式シールド
- 軟弱地盤掘削用として画期的なテレスコピックシールド
- 切刃部のみを圧気する限定圧気式シールド
- 前面ブラインドあるいはシャッタによる密閉式シールド
- 単軸・多軸カッタ方式の本格的な機械掘削式シールド
- 馬蹄形・矩形など特殊断面のシールド
- 山岳トンネル工事用の硬岩トンネル掘進機

三菱重工業株式會社 本社建設機械事業部 東京都千代田区丸ノ内2-5-1 〒100 ☎東京(212)3111


Mikasa
●MTR－120型
タンピングランマー
三笠
建設機械
●MDR-7型
セブンローラー
●MVI－GM型
コンクリートバイブレーター
●MTR－80型
タンピングランマー
●MVC－110/70/52型
バイブロコンパクター
●MDR－11型
ダブルバイブレーションローラー
特殊建設機械メーカー
三笠産業
本　　社　東京都千代田区猿楽町１－４－３
電　話（03）292－1411（大代表）
ＴＥＸ　222－4607　郵便番号 101
札幌出張所　札幌市中央区大通西8-2（ヒキタビル）
電　話　札幌011（251）２８９０番
仙台出張所　仙台市本町１－１０－１２（Ｓビル）
電　話　仙台0222(61)６３６１－２
工　　場　群馬県館林市／埼玉県春日部市
西部総発売元　三笠建設機械株式会社　大阪市西区立売堀北通４－70　ＴＥＬ06(541)9631(代)

日本で世界で—独自の技術でリードするエアマン

エアマン

ポータブル
ディーゼル
発電機

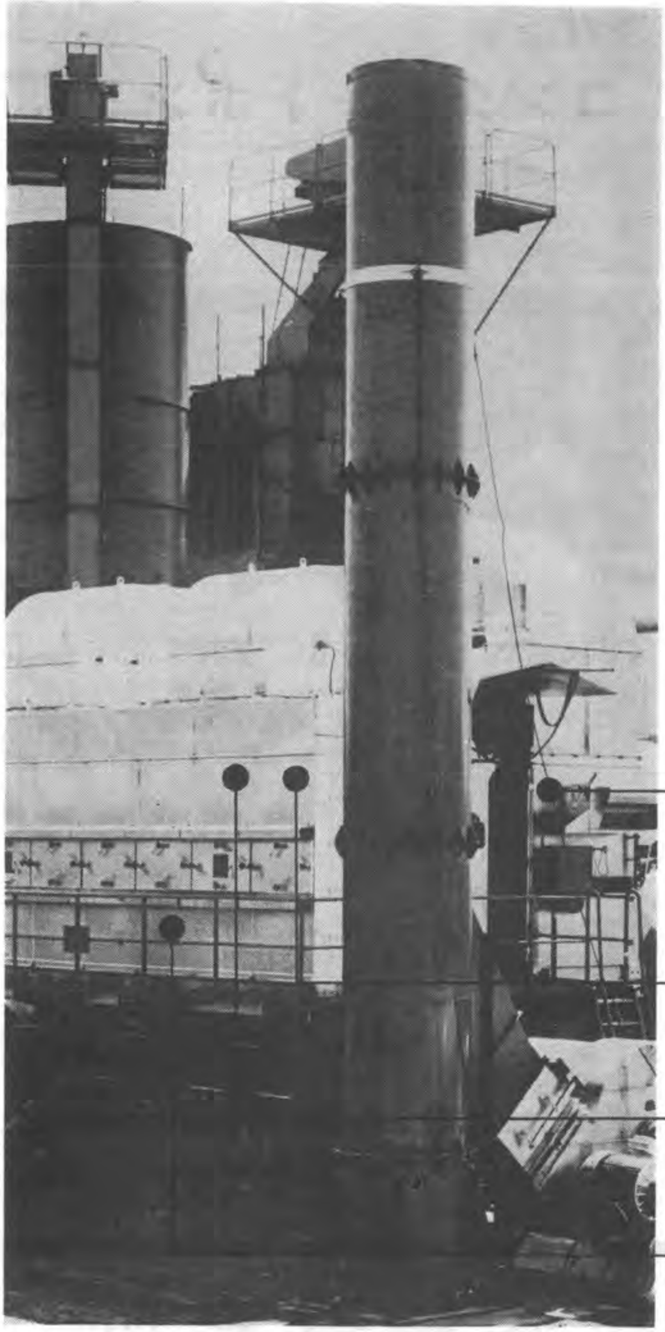
ポータブル
コンプレッサー

10KVA～200KVA

2.0m³/min～34m³/min

北越工業株式会社

東京支社●東京都千代田区神田駿河台2-1 近江兄弟社ビル ●TEL (03) 293-3351 (大代)
大阪支社●大阪府摂津市大字一津屋1235-1 ●TEL (06) 383-3631 (代)
本社・工場●新潟県西蒲原郡分水町地蔵堂 ●TEL 分水 (025697) 3201 (代)
営業所●札幌、盛岡、仙台、高崎、松本、横浜、静岡、名古屋、金沢、岡山、広島、高松、福岡、大分、鹿児島



アスファルト・プラントの粉じん公害は、三菱ルーアフィルタが解決します。

当社は、欧州のアスファルト・プラント用集じん装置に多くの納入実績を誇る"西独HEINRICH LÜHR社"と乾式集じん装置を技術提携し、同機の製作・販売を行なっています。

【特長】

- 特殊構造のガスクーラの併用により安定した連続運転ができます。
- ろ布を取り付けたままで、移設できます。
- ろ布の交換は、誰にでも簡単にできます。
- エレメントは、パネル形のため据付面積は少なくてすみます。

＊なお、詳細については下記にお問い合せいただければ、係員を派遣いたします。

三菱化工機株式會社 営業第2部・集じん機グループ

本社 東京都千代田区丸の内2-6-2☎03(212)0611 大阪営業所 大阪市東区伏見町5-1☎06(231)8001

柴田の建設機械

砂防えん堤コンクリート打設用

“スクリュー圧気式 コンクリートポンプ”

本機はトンネルコンクリート打設用として開発した“スクリュー圧気式コンクリートポンプ”を更に用途を一歩進めて玉石80㎜φでも充分圧送し得る砂防えん堤のコンクリート打設専用機であります。

※タイヤ式も製作致します。

標準仕様

項目 ＼ 型式		SKC—30D型	SKC—45D型	SKC—60D型
全長	(mm)	4,860	6,050	6,250
全高	(mm)	1,800	2,210	2,350
全巾	(mm)	1,350	1,500	1,525
車輪間隔	(mm)	1,600	1,800	2,500
軌条巾	(mm)	610～762～914	610～762～914	762～914
連結器高さ	(mm)	ご指定	ご指定	ご指定
ドラム容量	(m^3)	3.7	5.5	7.5
運搬容量	(m^3)	3.0	4.5	6.0
圧送パイプ径	(mmφ)	250 (10″)	250 (10″)	250 (10″)
圧送時吐出時間	(min)	1.0～3.0	1.5～4.5	2.0～6.0
圧送距離(水平換算)	(m)	100	100	100
操作空気圧力	(kg/cm^2)	1.5～7.0	1.5～7.0	1.5～7.0
使用空気量 7 kg/cm^2	(m^3/min)	1.0～5.5	1.2～6.0	1.5～7.0
最大骨材 砕石／丸石	(mmφ)	70／80	70／80	70／80
セメント配合比	(kg/m^3)	220以上	220 以上	220 以上
スランプ範囲	(cm)	7～13	7～13	7～13
電動機出力	(kw)	11	15	22
総重量	(kg)	5,250	8,900	9,800

SKK

株式会社 **柴田建機研究所**

本　社　東京都中央区日本橋小伝馬町3—9(ムスビ会館)　電話 東京(03)(662)—1941代

工　場　埼玉県川口市飯塚町2丁目50番地　電話 川口(0482)(51)—7270代

■総代理店

三井物産機械販売サービス株式会社　東京都港区西新橋2～23～1　TEL (436)2851

世界主要各国特許及び特許出願中

NPK 油圧ハンマ

新製品

エーマイト

油圧ハンマ

NPK エーマイト

- 台車（パワーショベル）の油圧を利用して強力な打撃!!
- 破壊コストを大巾にダウン
- どのような台車（パワーショベル）にも取付けられる。
- コンプレッサを使わないので作業音がが小さく、市街地作業にも最適です

碎石作業・解体作業業界で

安全・省力化のパイオニア

アイヨン シリーズ IPH－200 IPH－400 IPH－500 IPH－600 IPH－1000 メーカのNPKが

油圧・空圧の特長を生かしたユニークなメカニズムで、またまた破砕工法の省力化にチャレンジする!!

●特長は多く

1）静かな打撃音
従来の大形エアハンマと異り排気音がなく、騒音が低くなりました。

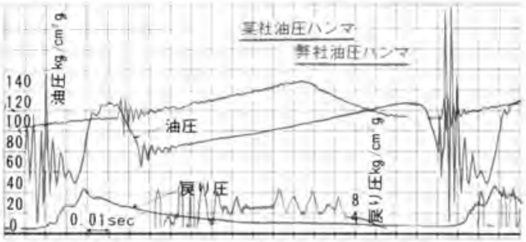
2）破砕力は抜群です
油圧式ショベルのパワーユニットを動力とし、強力な打撃エネルギーを発生します。

3）どのような油圧式ショベルにも取付けられます
バケット容量 0.3m³以上の油圧式ショベルであれば、各社メーカーのショベルに取付けることができます。

4）チゼルはクイックチェンジができます
チゼルの取替えが数分で行え、回り止めも備えています。〔特許出願中〕

5）油圧系統に無理を生じません
弊社ハンマの圧力は図から解るように変動が少なく、油圧系統に無理が生じません。(ライン圧力線図参照下さい)
圧力に急激な変化がありますと、油圧系統に悪影響を及ぼす可能性があります。

ライン圧力線図



●用途は広い

コンクリート解体、舗装路面の破砕砕石、石炭石等小割破砕、銑鉄ノロ塊、銑鉄の湯道除去、電気炉のカス除去作業

●仕様表

形式	打撃数(毎分)	油量	全長	重量	ホース径	――
HPH-500L	400～550	80～110ℓ/min	1724mm	500kg	給油側 3/4 排油側 1 1/4	新発売

㊟使用油圧 250kg/cm²以上の場合は形式がHPH－500Hとなります。
HPH－200L形・HPH－800L形・近日発売予定

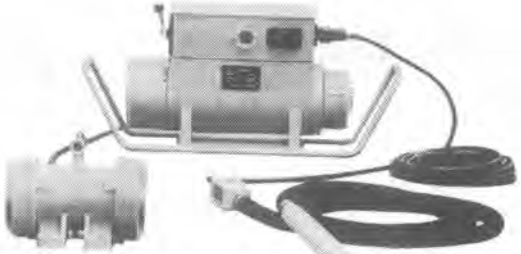
日本ニューマチック工業株式会社

NPK Air Tools

本社工場	大阪市東成区神路4丁目11番5号	〒537	電話(06) 976－1151(代)
第二工場	東大阪市菱江475番地	〒578	電話(0729)61－0405(代)
東京営業所	東京都港区新橋6丁目9番地7号	〒105	電話(03) 434－6841(代)
名古屋営業所	名古屋市中村区日置通2丁目11番地	〒450	電話(052)586－1193(代)
福岡営業所	福岡市住吉4丁目28番16号	〒812	電話(092)41－0956・0958

Hayashi VIBRATORS

長い伝統
最新の技術



高周波バイブレーターシリーズ
"48V→安全ボルト"
"9,000～10,800vpm→高振動"

周波数変換機

HFC 3A型（3KVA）	外振型	**HKM 40A**型 **HKM 120A**型
HFC 6A型（6KVA）	内部型（モーター内臓型）	**HMV 40**型 **HMV 60**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

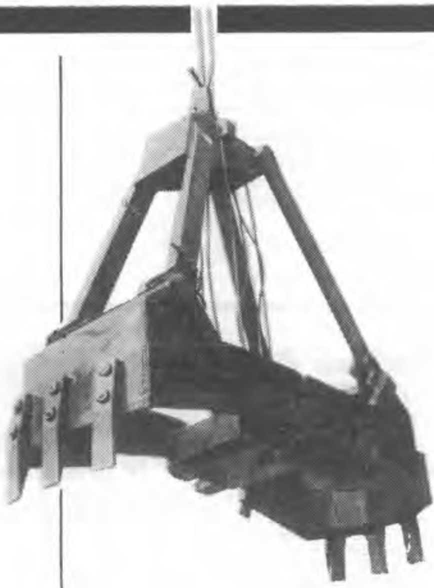
林バイブレーター株式会社

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	大阪市西区本田町2－15－4	〒550	電話 06(581)2875(代)	テレックス 525－6283
札幌出張所	札幌市豊平区平岸3条5－172	〒062	電話011(811)0993	テレックス 934－268
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	名古屋市西区牛島町837	〒451	電話052(565)1065	
広島出張所	広島市舟入中町2－18	〒733	電話0822(33)3030	
九州出張所	福岡市博多区美野島3－13－17	〒812	電話 092(45)5616(代)	テレックス 723－979
工場	埼玉県草加市稲荷町1558	〒340	電話0489(24)1111(代)	テレックス2972－057

TURT CRANE

製造元
株式会社 小川製作所
本　社：千葉県松戸市稔台440　電話 松戸0473(62)1231(代表)
営業所：大阪06(228)3576／福岡092(76)2931　出張所：長崎0958(26)6101

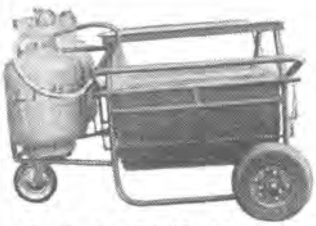
総発売元
兼松江商株式会社
東京本社：東京都中央区宝町2－5　重機輸送機部建設機械課　電話03(562)7133
支　社：大阪06(228)3829／名古屋052(211)1311　支店：福岡092(76)2931／札幌011(261)5631



連続壁掘削に
最高の機能を誇る

マサゴの
バケット

眞砂工業株式会社
本　社　東京都足立区花畑町4074　TEL(03)884−1636(代)
東京営業所　東京都千代田区内神田1−9−12(第2興亜ビル)　TEL(03)293−8841(代)
大阪営業所　大阪市北区牛丸町52(日生ビル)　TEL(06)371−4751(代)
北九州出張所　北九州市小倉区熊本町2−3−3(旭ビル)　TEL(093)52−4276

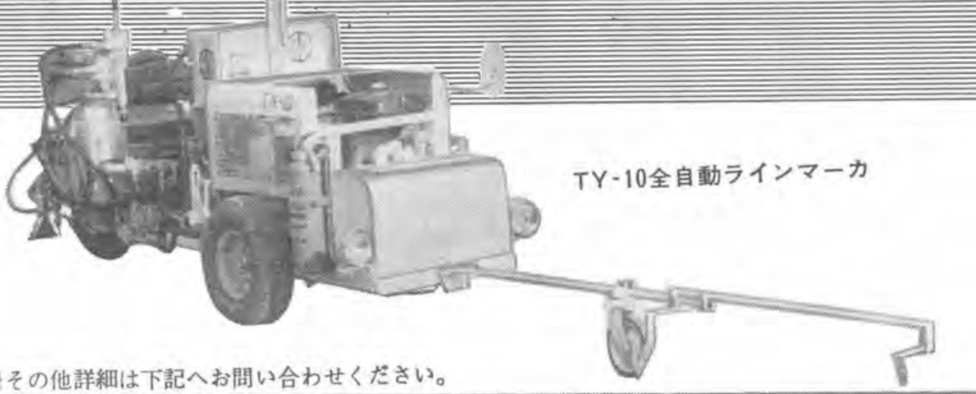


プロパンカンテキKN-4

ロードパッチヤーRP-S

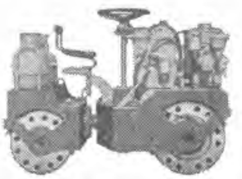
プロパンバーナーPB-2

東洋の道路維持機械



TY-10全自動ラインマーカ

●仕様その他詳細は下記へお問い合わせください。



アスファルトホットロードローラHR-E

アスファルトホットローラ HR-1

コテロンKT-2

道路の決定版　ジョイントヒーター！

ジョイントヒーターJH-3

従来道路舗装に於ける縦継目の施工は一般的に舗設の終了した施行車線の舗設部が冷えてから次の車線を行なういわゆるコールドジョイント施行であります。コールドジョイント施行の場合如何に入念に作業しても密着度、転圧等の点においても不十分です。アスファルトフィニッシャーにとりつけられたジョイントヒーターは、既に舗設した部分の縦および横継目を適当な温度に加熱して、新しく施行する施行車線の舗設混合物と一体化させます。この場合、混合物の変質を防ぐため間接加熱法（赤外線バーナー）を採用しています。

全　長	2,375mm
全　幅	371mm
全　高	200mm
重　量	110kg
加熱装置	赤外線バーナー16個
加熱面積	2,320mm×250mm
熱浸透度	20mm
瀝青温度	140℃

株式会社 東洋内燃機工業社

本社・販売部　川崎市元木1丁目3番11号
電話　川崎　044（24）5171～3

“新型登場” 他をグンと引きはなした高級品!!

コンバック®

日の本CB-4S

●スコップがわりにお使い下さい!

■水道配管工事
■電気ガス設備工事
■浄化槽設備工事
■住宅基礎工事
■造園工事
■農業用排水工事
■その他一般土木工事

●1.5~2t車で運搬できます
●最小回転半径1.6mの小回り性能
●ダンプ高さは 2.3m ダンプに土砂を積み込めます

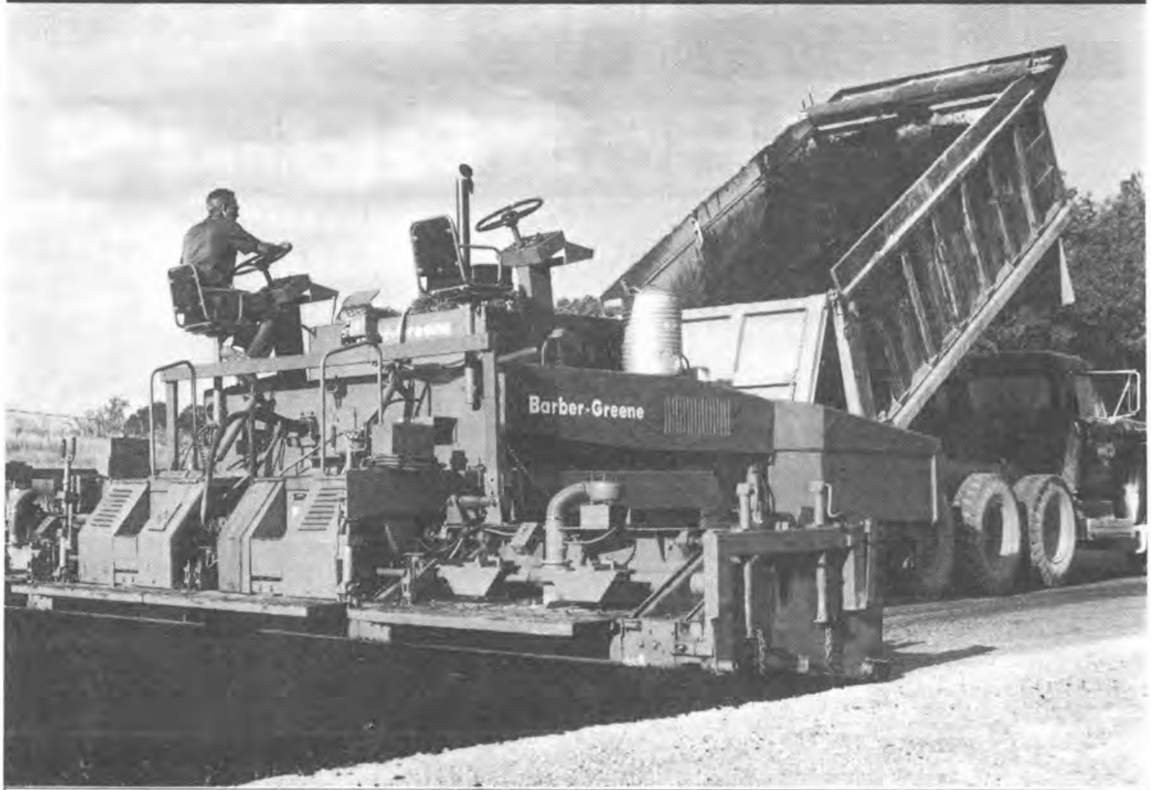
仕様	本体重量	1,150kg	最大出力/タンク容量	14HP / 14ℓ
	全長	3,685%m	変速	前進9段・後進3段
	全幅	1,150%m	最高速度	13.5km / H
	全高	1,975%m	バルブセット吐出圧	130kg / cm²
	最大掘削深さ	2,000%m	排土能力	450kg
	ブーム旋回角	165度	排土板(巾×高)	920×450%m

*お問い合せは…………

株式会社 東洋社
大阪府門真市常称寺町16-55(〒571) 06(908)2461(代)

北海道営業所 旭川市四条通23丁目右5号(〒070) 0166(32)4481(代)
古河営業所 茨城県古河市5丁目(〒306) 0280(22)3121(代)
名古屋営業所 愛知県西春日井郡西枇杷島町(〒452) 052(501)2974(代)
熊本営業所 熊本市上熊本2丁目12-11(〒860) 0963(53)2221(代)

最大舗装巾8.5mの画期的新製品



BARBER-GREENE SB-170型 ASPHALT FINISHER

卓越した特徴

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

●詳細は右記にお問い合わせ下さい。

Barber-Greene

極東貿易株式会社
建設機械部
本店 〒100-91 東京都千代田区大手町2の2の1（新大手町ビル7階）電話（270）7711（大代）
支店 札幌・　津・名古屋・大阪・福岡
指定整備工場：マルマ重車輌株式会社

明和

振動ローラ

両輪・駆動・振動

ハンドガイド

(折曲ゲ自由)

5型 0.5t

(特許出願中)

30型 3.0t アスファルト舗装
23型 2.3t 転圧力強大
11型 1.1t ステアリング軽快

バイブロ
プレート

アスファルト舗装
表面整形
VP－110kg
VP－ 70kg
VP－ 60kg

バイブロ
ランマ

道路・水道・瓦斯管
電設・盛土・埋戻し
VRA－120kg
VRA－ 80kg
VRA－ 60kg

(カタログ進呈)

スロープ
コンパクタ

《新製品》
路肩のり面転圧機
SC－1 150kg
(特許出願中)

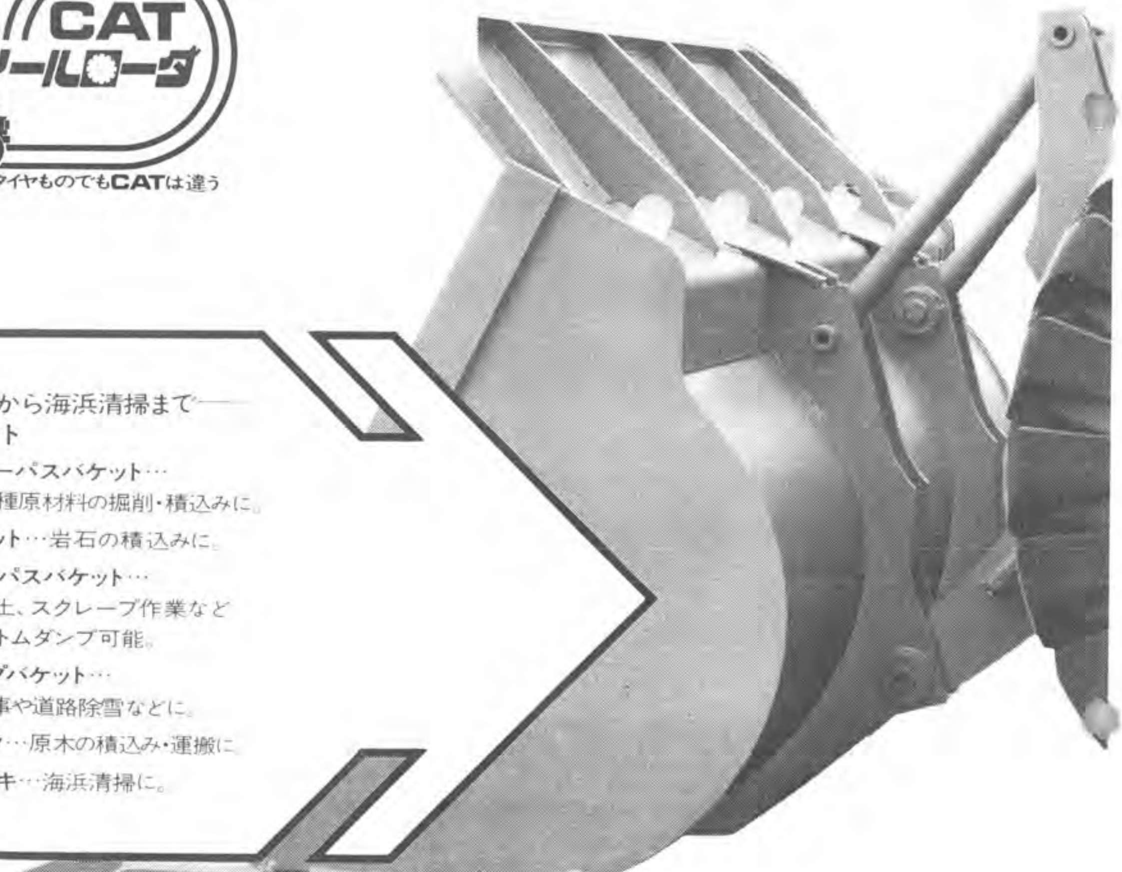
株式会社
明和製作所
川口市青木町1－448
本社・工場 Tel.(0482)代表(51)4525～9 〒332
大阪営業所 Tel.(06) 961－0747－8 〒536
福岡営業所 Tel.(092) 41－0878・4991 〒812
名古屋営業所 Tel.(052)361－5285－6 〒454
仙台営業所 Tel.(0222)56－4232・57－1446 〒982

タイヤものでも、

現場や作業を選びません。
選ぶのは最適なタイヤとアタッチメントだけ。

CAT ホイールローダ

タイヤものでもCATは違う



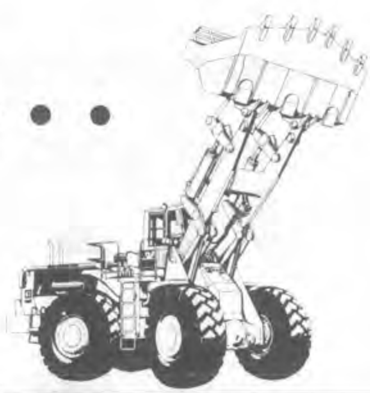
砕石、木材から海浜清掃まで——
各種バケット

- ゼネラルパーパスバケット…
  土砂及び各種原材料の掘削・積込みに。
- ロックバケット…岩石の積込みに。
- マルチパーパスバケット…
  積込み、排土、スクレープ作業など多目的。ボトムダンプ可能。
- サイドダンプバケット…
  トンネル工事や道路除雪などに。
- ログフォーク…原木の積込み・運搬に。
- ビーチレーキ…海浜清掃に。

	920	950	966C	980B	988	992
重量	8,400kg	11,650kg	16,800kg	23,900kg	31,200kg	56,400kg
定格出力	82ps	132ps	172ps	264ps	330ps	558ps
バケット容量	1.34m³	2.1m³	3.1m³	3.44m³	4.59m³	7.65m³

(特約販売店)

CATなら・・・・



CATホイールローダの5大特長

1 パワーシフト式1本レバーによる切換えの速さ。

2 車体屈折式操向による小回りの良さ。

3 チルト優先回路による掘削力の強さ。

4 長年の経験によるすぐれた耐久性。

5 CAT独自の安全設計。

軟弱地から岩現場まで——各種タイヤ

- **トラクションタイプ**…けん引力を主体とする軟弱地や砂利掘削に(広幅もあります)
- **ロックタイプ**…不整地の多い山砕石の重掘削に(広幅もあります)
- **スチールブレーカ**…岩石の破砕角が鋭利な現場に。

◎タイヤ経費のとくにかさむ岩現場には
DYSTRED988クッショントラックローダ
重量33,800kg・定格出力330ps・バケット容量4.59m³

CATERPILLAR

72113

ブルのことなら——

キャタピラー三菱株式会社

本社・工場　神奈川県相模原市田名3700〒229☎(0427)52-1121　直納輸出部　☎東京(03)581-6351

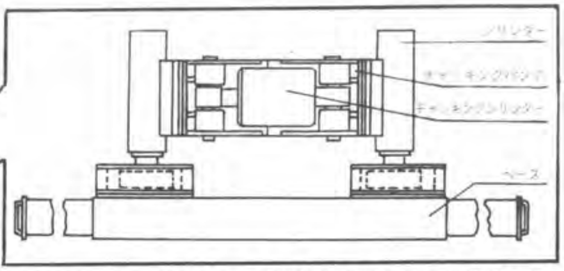
パワーケーシング ジャッキ

無振動、無騒音、無公害
場所打杭のパイオニヤ!!

特　長

- □無振動
- □無騒音
- □操作が簡単
- □故障がない

機　　種	HC－280T	HC－360T	HC－540T
引 抜 力	280Ton	360Ton	540Ton
最大口径	1000φ～1500φ	1500φ～2000φ	2000φ



仕様詳細についてはカタログ用意あり発売元にお申付下さい。

製造元　**株式会社平林製作所**
京都府宇治市槇島町目川8　☎0774(22)3770

発売元　**住友商事株式会社**
東京・大阪機械部

住商建機販売サービス株式会社
大阪　大阪市西区靱本町1-39　☎06(443)3964
東京　東京都千代田区神田小川町3-9　☎03(294)1341

NIPPEI

パワーアップで杭打抜き能力 大幅に増強!!
完全省力化のニューモデル登場

ワンタッチで遠隔操作できる自動リモコン・ペンダントを装備

無騒音振動杭打抜機
ニッペイバイブロ

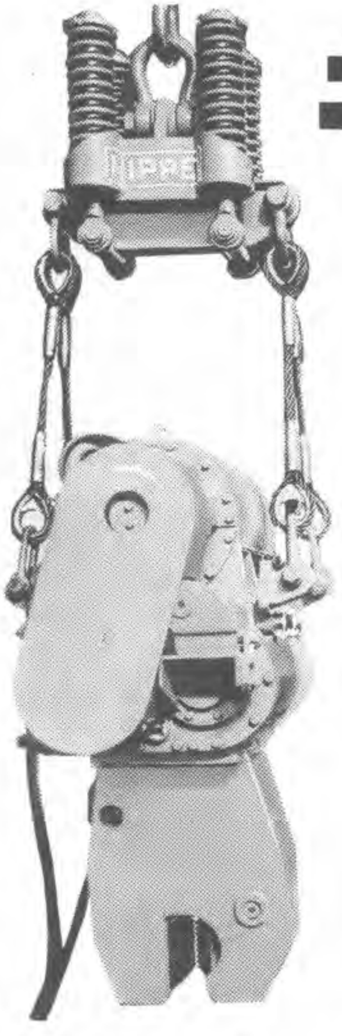
高周波スーパー形
NVA-60S

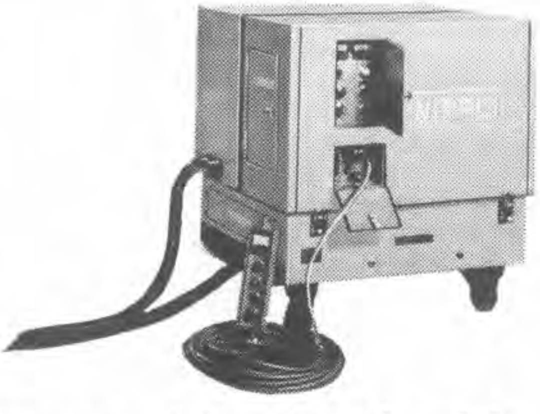
■スーパータイプ
NVA－10S
NVA－20S
NVA－40S
NVA－60S
NVA－80S

■モーメント可変式
NVC－100

■強力打込倍力装置
DB－80(NVA－80S用)

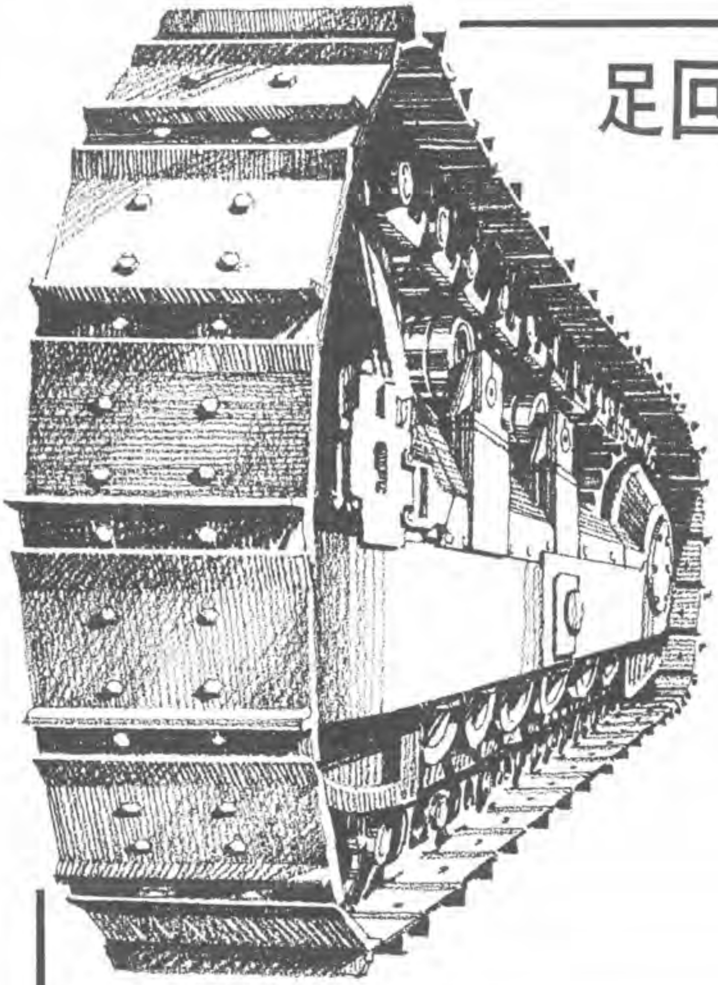
■バイブロオーガータイプ
NVD－75－M
NVD－100－M





日平産業株式会社

本社 東京都港区浜松町2-4-1(世界貿易センタービル) 電話03(435)4701(代)・4711(産業機械課直通)
横浜工場 横浜市金沢区堀口120 電話045(781)2111(大代表)
大阪営業所 大阪市東区南本町4－47(イトウビル) 電話06(252)8481(代表)
名古屋営業所 名古屋市中村区広小路西通3－9(信泉ビル) 電話052(581)9321－3
広島営業所 広島市八丁堀15－10(セントラルビル) 電話0822(28)0558
出張所 札幌 011(261)0331・仙台 0222(21)5151・小山 02852(2)3742
富山 0764(32)7137・福岡 092(77)3131



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・・・・

湯浅金物株式会社
札幌市北三条西四丁目(日本生命ビル)(26)6271(代)

中外機工株式会社
仙台市本材木町46 (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)

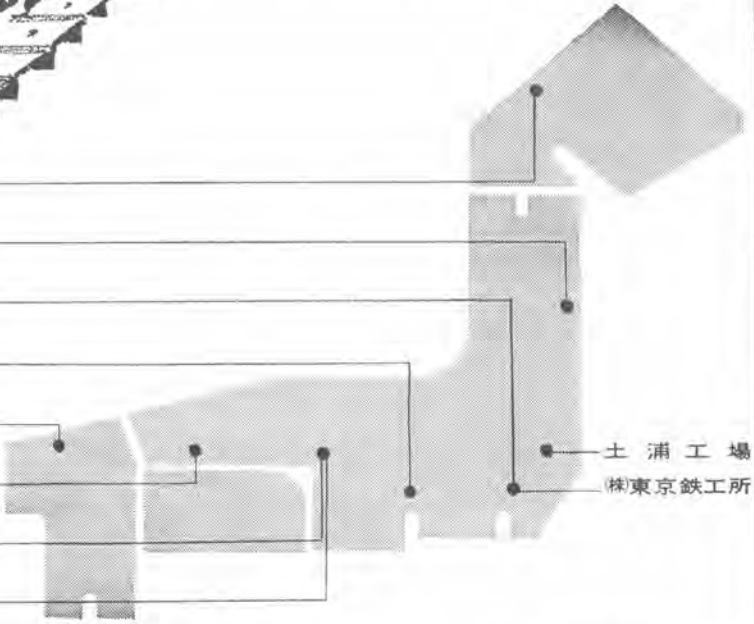
川原産業株式会社
愛知県西春日井郡師勝町大字熊之庄4709-7 (21) 3141

国際モータース株式会社
福岡市白鷺町7 (41) 8131 (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
大阪市福島区鷺州上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)



TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

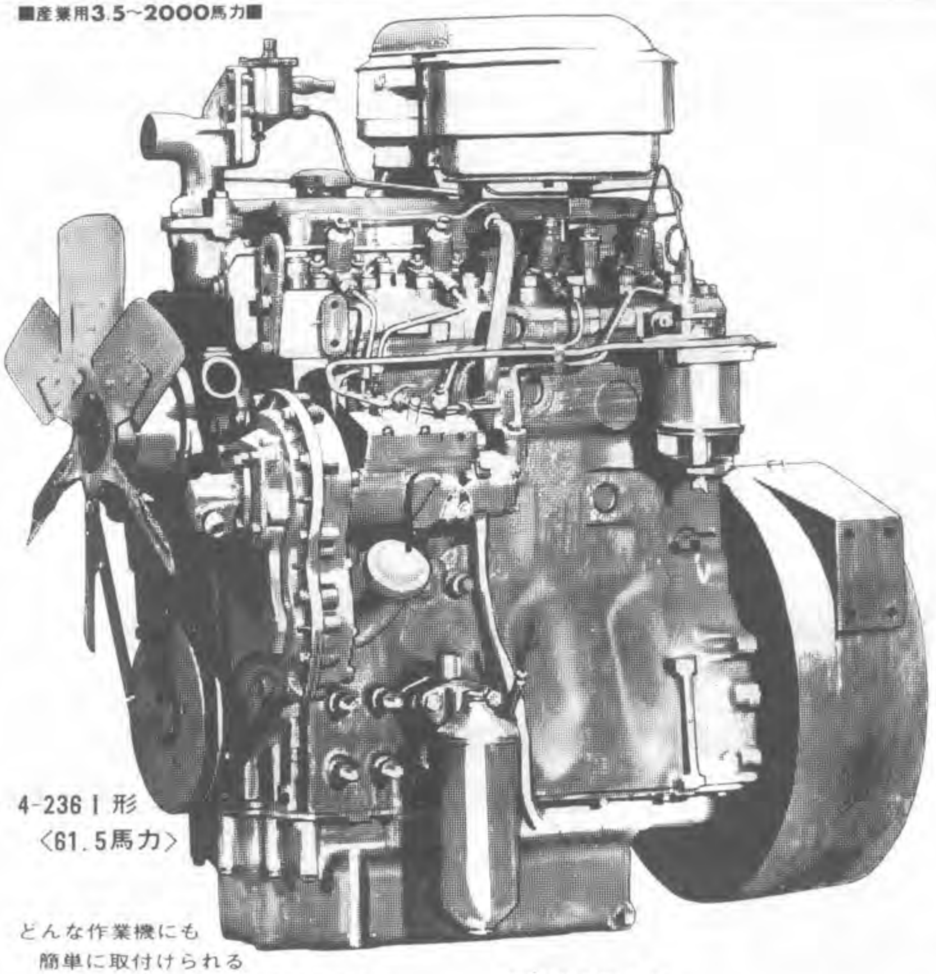
TOKIRON 株式会社 東京鉄工所

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

ユーザーの満足 それがヤンマーの使命です

■産業用3.5～2000馬力■

建設機械のたくましい原動力



4-236Ⅰ形
〈61.5馬力〉

どんな作業機にも
簡単に取付けられる
高性能ヤンマーパーキンスエンジン。
用途を選ばずタフ！あらゆる分野で
エネルギッシュに働きます。

★35馬力から131馬力まで、機種も豊富。

4-236Ⅰ形〈61.5馬力〉 4-154Ⅰ形〈48.5馬力〉
6-354Ⅰ形〈85.5馬力〉 D3-152Ⅰ形〈35馬力〉
4-108Ⅰ形〈35馬力〉T6-354Ⅰ形〈108.5馬力〉
V8-510Ⅰ形〈131馬力〉

■すぐれた経済性
大形機関なみの直接噴射式採用とすぐれた燃焼性能で、燃料消費量が少なく運転費が実に安あがりです。

■抜群の耐久性
ロータリー分配式の燃料噴射ポンプやドライライナの使用で、まったく故障しらず。耐久性はすでに世界各国で立証ずみです。

■ラクな始動
すべて電気始動。サーモスタータ付のため寒冷時での始動も、スイッチひとつでラクに始動できます。

■完ぺきなサービス
全国にはりめぐらされたサービス網。日本中どこでも、安心してお使いください。

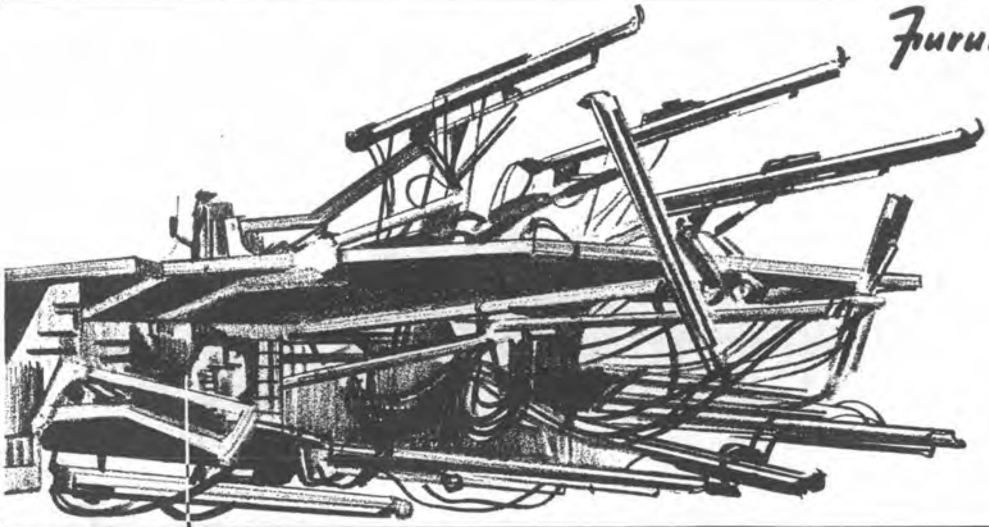
ヤンマーパーキンス ディーゼルエンジン

☆詳しいカタログをお送りします（本社まで）

ヤンマーディーゼル株式会社 本社 大阪市北区茶屋町62 郵便番号530 支店 札幌・仙台・東京・金沢・名古屋・高松・広島・福岡

日本列島を掘って1世紀——
日本の岩は知っている。

Furukawa



トンネルジャンボ

わが国のさく岩機
国産第1号を作って50年あまり。
さく岩機の開発技術が
トンネルジャンボの
製作技術に結実しました。
ダム工事・鉄道トンネル・鉱山坑道の掘削など
キャリアを誇る設計・製作技術は
海外の現場でも
実証されています。

古河さく岩機販売株式会社

本社／東京都千代田区丸の内2の6の1（古河総合ビル）
TEL03（212）6551（大代）
札幌・大館・仙台・名古屋・大阪・高松・広島・福岡・高崎

歩車道境界ブロック・L字型・U字溝等
道路用コンクリート製品の
自動成型施工に挑む！

道路用コンクリート製品連続自動成型施工重機

NP-GOMACO GT6000

★米国 CHALLENGE-COOK社より独占輸入
★米国GOMACO社開発
★建設省届出受理番号 阪機第342号

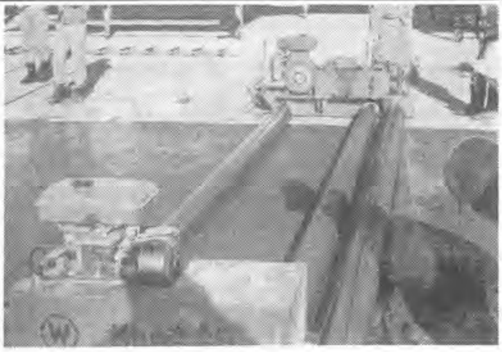
道路工事の省力化と原価低減を実現！

《仕　様》
■寸法／全長350cm・全高185cm・全巾243cm
■整地装置巾／195cm
■重量／4275kg
■作業速度／4.5m／分
■製品施工最大高さ／45cm　最大巾120cm
■最小回転半径／7.5m
■施工登坂力／1：10

ニッパツ
日発実業株式会社
★開発商品の技術相談に応じております。

大阪本社：大阪市都島区都島本通２－９－10　TEL 大阪 (06)922－1972(代表)
東京本店：東京都世田谷区大原２－23－17　TEL 東京 (03)323－3281(代表)
支店工場：栃木・静岡・滋賀・山口・福岡

資料請求券
ニッパツ



コンクリート
ローラ・フイニッシャー
舗装幅　3ｍ～12ｍ

用途
道路、空港、倉庫、工場等、

コンクリートスクリートマシン
TYPEKTK

用途
高速道路の床版工事、トンネル舗装工事、
橋渠床版工事、工場、倉庫の床等、

有限会社キタカ製作所
東京都大田区大森西2－22－2　TEL（764）0028（代）

あらゆる条件を克服しました。

❶ 強大な輾圧力（建設機械化協会が実証した）
❷ 高度の安定走行（従来にないユニバーサルセンタージョイント方式で）
❸ 軽快な操作
❹ 車体の左右に前後進レバー装置（サイド輾圧に便利な）
❺ 強力なギャンドラーを装備（落ち込みや積卸に実力発揮）
❻ サイド輾圧は25mmまで
❼ 安全第一の設計（前後輪独立振動で横転対策）
❽ 任意のスピードで連続運転（フートアクセルとそのロックで）
❾ 抜群の耐久性（寿命試験が実証する）
❿ 仕上げ輾圧にも威力を発揮（センタージョイントステアリングで）
⓫ 点検が簡単（ワンタッチオープンで）
⓬ 200ℓの散水タンクを搭載

両輪駆動・両輪振動ローラー

ガイア2
GAIA

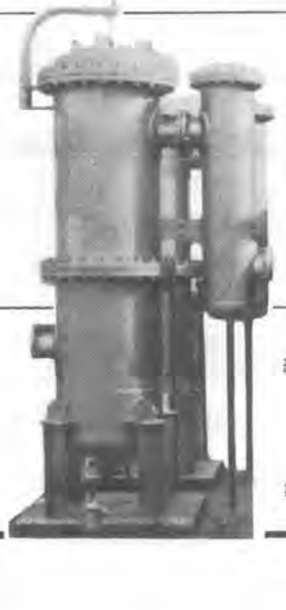
大旭建機株式会社（タイキョク）

〒332 川口市飯塚町1丁目198番地
TEL0482(52)1981
東京・大阪・名古屋・広島・福岡・仙台・札幌

Schumacher
西独シューマッハー製

圧縮空気清浄器
分離効率99.9%

圧気坑内に清浄な空気を！



特長
- 分離効率が大きい
- 長期間連続運転が可能
- 再生が可能
- 卓越した強度と耐蝕性
- 維持費が安い

総発売元 **不二商事株式会社**

本　　社 〒530 大阪市北区万才町50(北大阪ビル3階) ☎(06)313-3161・代
東京支社 〒104 東京都中央区銀座2-4-1(銀楽ビル4.5階) ☎(03)561-9681・代

製造元 **日本シューマッハー株式会社**

剣豪も顔負け
●日本縦断 3,000,000m

ダイヤモンド
カッティング・ブレード

Central
中央ダイヤモンド工業株式会社
東京都葛飾区東新小岩3丁目13番6号
郵便番号 124　電話 697―8254(代)

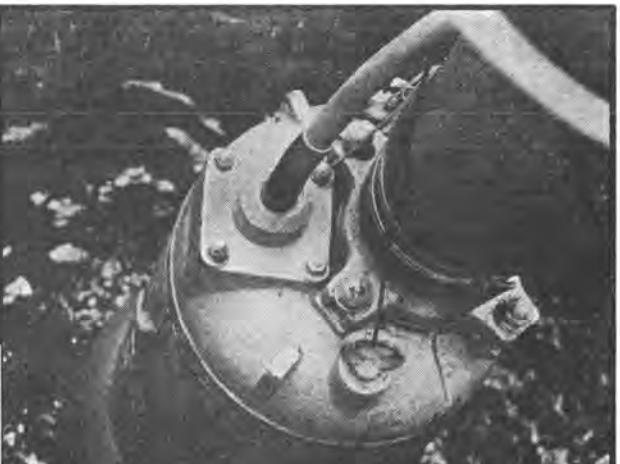
I.D.A.
(ダイヤモンド工業協会会員)

ライカ電潜
工事用 各種
水中ポンプ

関東総代理店
株式会社 酒井吉之助商店
東京都渋谷区千駄ヶ谷5―32　(03) 352―4321 代表

関西総代理店
阪野興業株式会社
大阪市東区京橋3丁目68　(06) 941―0206 代表

製造元
ライカ電潜株式会社
本社・工場　洲本市物部3丁目3―4　(07992)2-4407代表
大阪事務所
大阪工場　東大阪市岩田町5丁目2―43　(0729)61-1081代表



ライカ電潜株式会社

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（トヨカロイ）のトップメーカーであるTHE S.K. WELLMAN CORP. の技術導入により、更に世界水準を行く製品として好評を博して居ります。

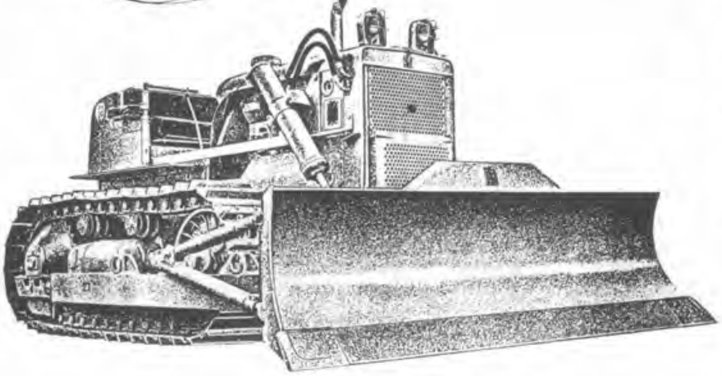
東洋カーボン株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋2-6 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 (28) 7187／工 場・茅ケ崎・山梨

国産 外車

ブルドーザーサービスパーツ

TONICON



●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
●カッテングエッヂ
●特殊ボルト
●エンヂンパーツ

重機部品
綜合商社

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 (59)8432(代表)
札幌営業所 札幌市中央区大通り東7丁目1番地 電話札幌(231)3522(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)

ゆたかな人間環境つくり

強力な足まわり、ワイドな作業能力！

クボタアトラスショベルはその足まわりの強さに定評があります。
クローラ式のAB-1700・KB-35R・KB-30Rは1台の機械でいずれも
3種類のシューが簡単に交換できますから、どんな作業現場にも使えます。
市街地作業には、路面をいためず走行速度の速いホイール式のKB-30Fを。
それぞれの作業条件に合ったアトラスショベルで
作業能率はぐーんとアップ。

KB-35R （クローラ式）

■シューは900.600.400mm
幅の３種類。
●標準バケット容量0.35㎥
●最大掘削半径7.36m
●エンジン　空冷４気筒64馬力

KB-30F （ホイール式）

■４輪駆動ダブルタイヤ、
地面に吸いつく強い足。
●標準バケット容量0.3㎥
●最大掘削半径6.6m
●エンジン　空冷３気筒44.5馬力

KB-30R （クローラ式）

■シューは900.600.400mm
幅の３種類
●標準バケット容量0.3㎥
●最大掘削半径6.6m
●エンジン　空冷３気筒44.5馬力

AB-1700 （クローラ式）

■ピン操作でアームの長さを
８段階に変えられます。
■シューは960.800.600
mm幅の３種類。
●標準バケット容量0.6㎥
●最大掘削半径9.1m
●エンジン　空冷６気筒81.5馬力

全油圧式
クボタ アトラス ショベル

※カタログのご請求・お問い合わせは――
久保田鉄工(株)本社　宣伝部・大阪市浪速区船出町２丁目　TEL06(631)1121　〒556

コンクリート打込工事に
抜群の威力を発揮する
山田の バイブレーター

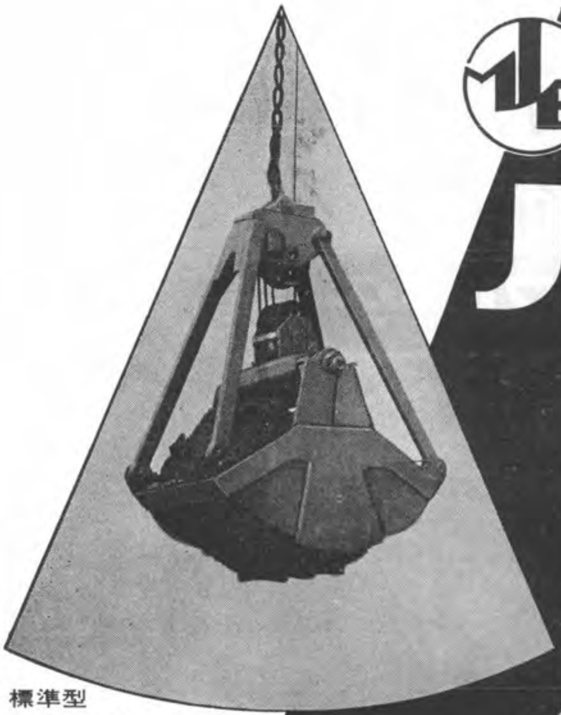
営業品目

各種コンクリート振動機
チャックハンマー振動杭打機
コンクリート製品連続製造設備
振動モーター
コールドフィダー
コンクリート製品用各種型枠

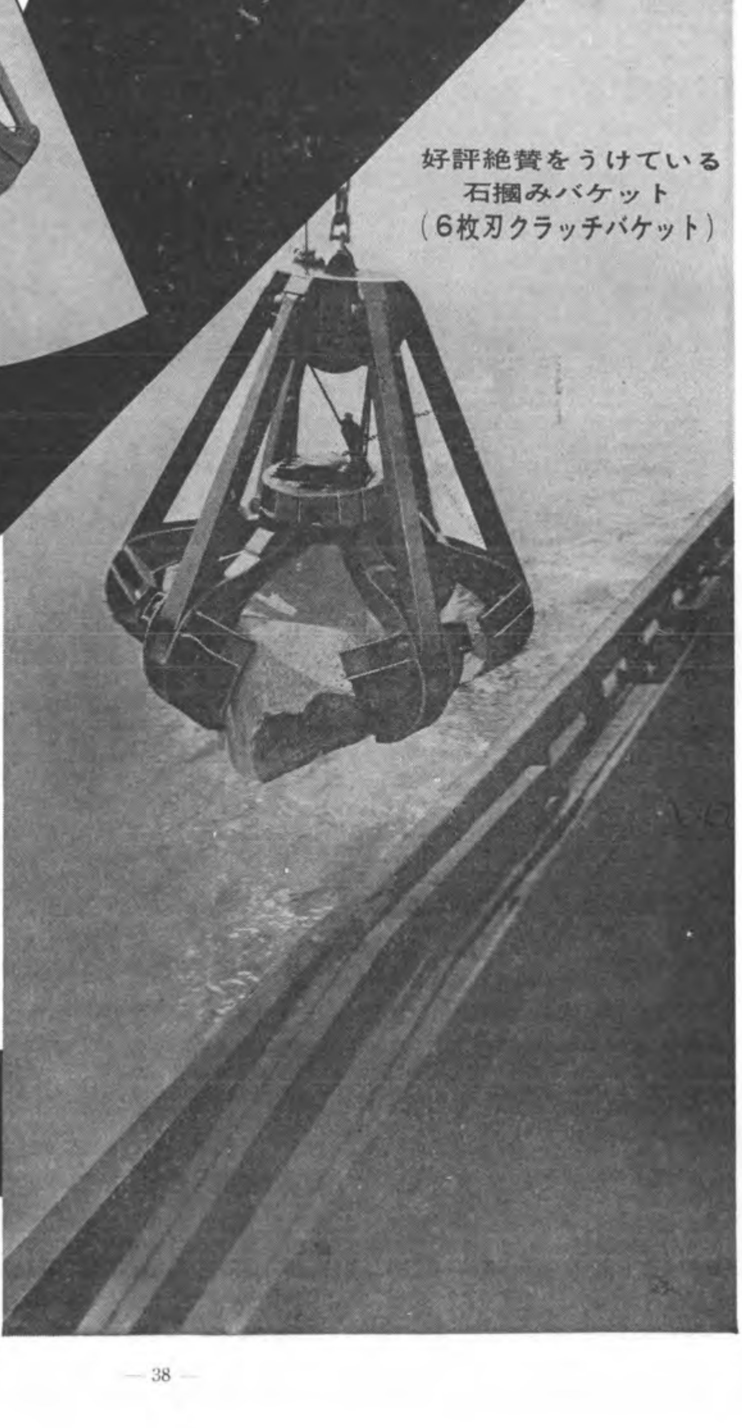
各種コンクリートバイブレーター製造発売元
山田機械工業株式會社

本社 東京都北区赤羽南1丁目7番2号
電話 東京(902)4111(代)
戸田工場 埼玉県戸田市新曽南1−11−5
電話 蕨(0484)42 5059・5060番

亦木のバケット



標準型
浚渫バケット



好評絶賛をうけている
石摑みバケット
（6枚刃クラッチバケット）

営業品目

各種クレン
クラッチバケット
クラムシェル型バケット
各種専用バケット

株式会社
亦木荷役機械工務所

本社・工場

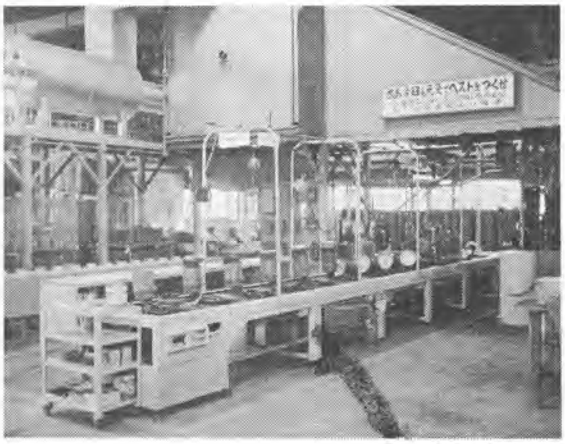
千葉県松戸市上本郷536
TEL 0473(62)9131

強靱な足 S.Tシリーズ
それは……働きものを支えます
S.T WIDE-TYPE SCRAPER
(16.17.22.25C.M)
新発売！油圧式
株式会社 田中製作所
大阪市港区三先2丁目20番62号 TEL (06)572-9241代表〒552
代理店 重車輌工業株式会社
東京都中央区銀座1丁目20の9 TEL (03)535-7301代表〒104

TSURUMI

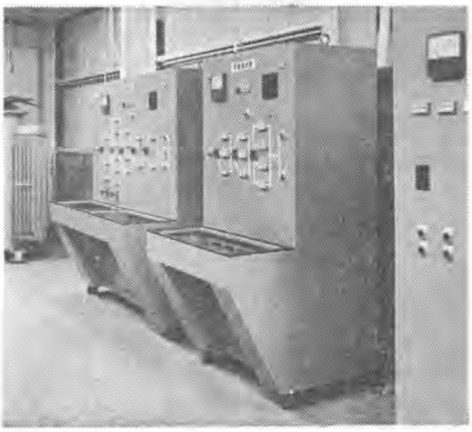
ツルミの水中ポンプは
業界初のライン工場で生産されます。

大型組立ライン



小型組立ライン

受入れ
から
出荷迄



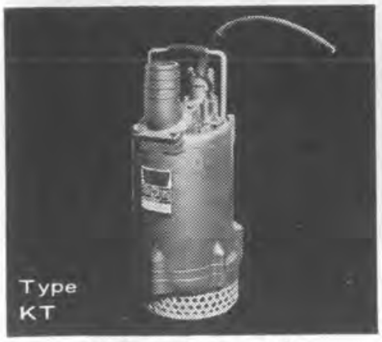
試験設備

ツルミの水中ポンプは全国のツルミ営業所綱で安心出来ます。
又サービス指定工場
パーツセンターもあります。

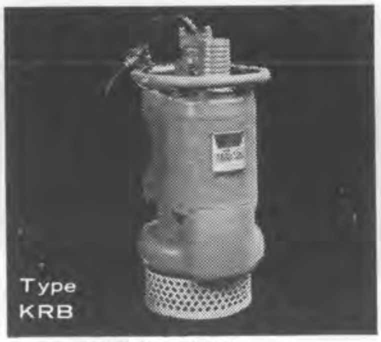
水に挑み水と斗うツルミポンプ
株式会社 鶴見製作所
本　社　大阪市城東区鶴見4丁目7－17
電話　(06)911－2351(大代表)
工　場　大阪市城東区鶴見4丁目6－4
電話　(06)911－7271(代　表)

TSURUMI

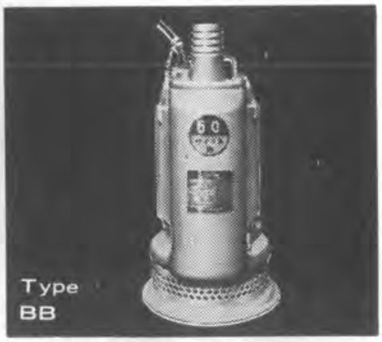
ツルミの水中ポンプは用途別に機種がほうふです。



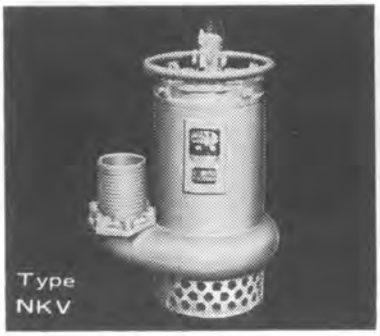
軽量 1.5KW～11KW
揚程　15～45m



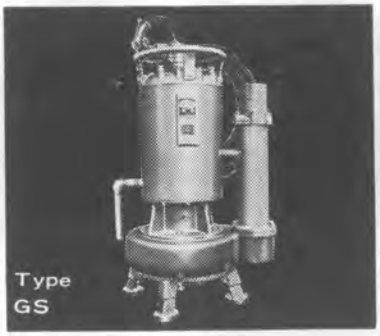
0.75KW～22KW
揚程　10～33m



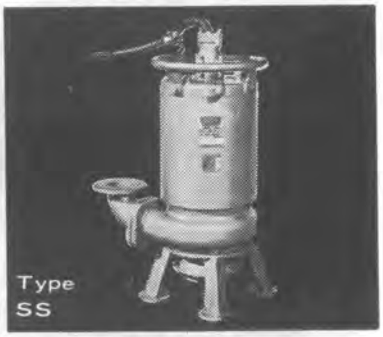
0.15KW～0.4KW
(型式承認取得ずみ)



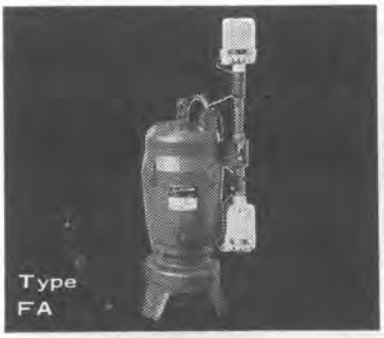
2.2KW～22KW
揚程　10～33m



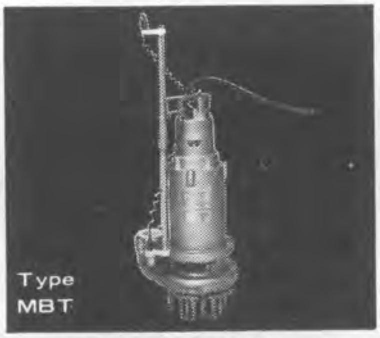
22KW～37KW
揚程　15～31m



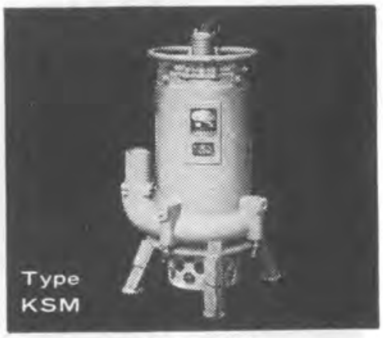
1.5KW～11KW
揚程　8m～16m



自動液面装置内ぞう
0.15KW～0.4KW



自動液面装置内ぞう
0.75KW～2.2KW



11KW～22KW
揚程　15～27m

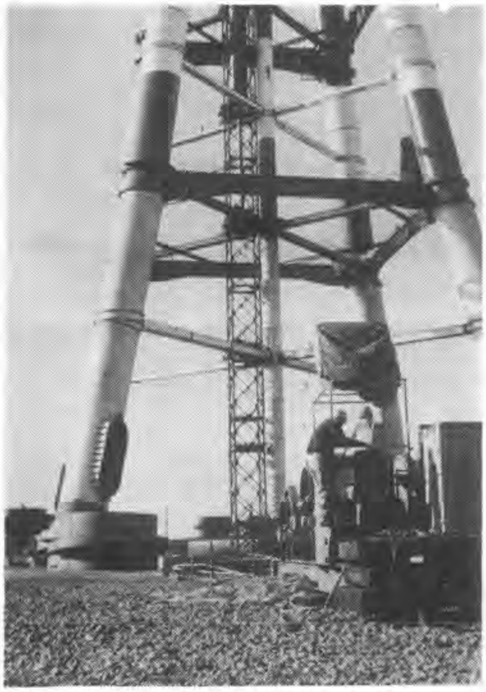
※電気用品取締法により500W以下の水中ポンプは型式承認が必要です(昭和43年11月19日政令第318号)

● 支店・営業所

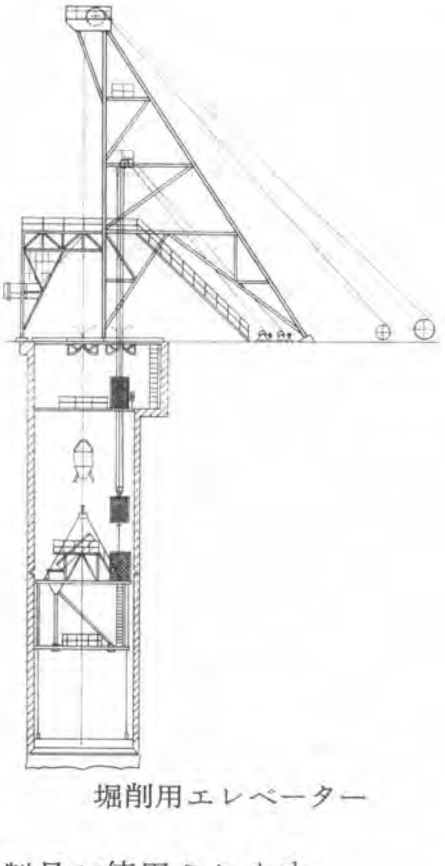
札　幌 (011)731－8385(代)	静　岡 (0542)55－2943(代)	四　国 (0878)31－1896(代)
仙　台 (0222)94－4107(代)	北　陸 (0762)63－7891(代)	北九州 (093)92－6624(代)
新　潟 (0252)45－2371(代)	名古屋 (052)221－6486(代)	福　岡 (092)43－0371(代)
東　京 (03)862－5961(代)	京　滋 (075)821－4804(代)	大　分 (09752)8－6256(代)
川　口 (0482)22－4025(代)	神　戸 (078)321－1888(代)	南九州 (0992)51－7070(代)
横　浜 (045)461－1721(代)	広　島 (0822)28－4562(代)	
	岡　山 (0862)31－2967(代)	台　北 332316

ゴンドラ

工事用エレベーター



高層煙突用ゴンドラ



堀削用エレベーター

- 労働安全衛生規則の構造規格に従った製品が使用されます。
- ウインチは技術と実績を誇る南星の電気制御方式のウインチを使用します。

ゴンドラ製造認可工場

株式會社南星工作所　南星機械販売株式会社

本社工場	熊本市十禅寺町4の4	TEL（代）52−8191
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
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
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
仙台営業所	仙台市本町2丁目9番15号	TEL（代）27−2455
札幌営業所	札幌市北16条東17丁目	TEL（代）781−1611
広島営業所	広島市中広町2丁目17番18号	TEL（代）32−1285
熊本営業所	熊本市十禅寺町9の1	TEL（代）52−8191
宇都宮駐在所	宇都宮市今泉町3016	TEL 61−8088
盛岡営業所	盛岡市開運橋通り3番41号	TEL（代）24−5231
長野営業所	長野市大字中御所岡田152	TEL（代）85−2315
宮崎営業所	宮崎市堀川町54の6	TEL（代）24−6441
新潟出張所	新潟市東万代町4番9号	TEL（代）45−5585
大分出張所	大分市中島西2丁目1〜41	TEL 4−2785
甲府出張所	甲府市千塚町2111	TEL 22−5725
富山出張所	富山市大泉一区東部1139	TEL 21−3295

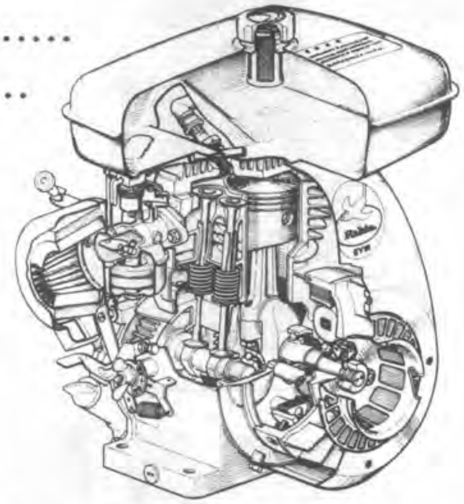
Robin

伝統の技術から生れた 最も信頼性の高い

ロビン エンジン

あらゆる産業機械の動力源に……

1馬力より20馬力まで各種…



EY18形

ジェット機作りの技術が生んだ

3馬力クラスの決定版！

更に増した耐久力

使いやすさ抜群

産業用ロビンエンジン部品特約店一覧

地域	店名	所在地	電話
北海道	北富士産業機械(株)	札幌市南三条西十丁目	札幌（22）7231
東北	興立産業(株)	仙台市中央4－7－13	仙台（25）1868
甲信越	(株)カマヤ	新潟県三条市下須頃字五枚田	三条（4）1511
関東	国光工業(株)	東京都中央区八丁堀2－3－2	東京（552）0546
中部	豊和機械工業(株)	名古屋市中区大須3－14－43	名古屋（251）7581
近畿	フジ産業機械(株)	大阪市浪速区塩草町1130	大阪（562）3236
〃	川口機械産業(株)	大阪市東成区南中本町1～50	大阪（972）3361
九州	愛知ポンプ工業(株)	福岡市天神3丁目16～24	福岡（78）4928

※部品及アフターサービスは全国に部品特約店及整備指定工場があります。ご利用下さい。

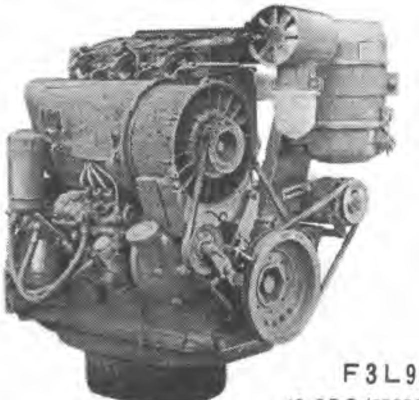
富士重工業株式会社

本社・産機部　東京都新宿区西新宿1－7－2　電話 東京（347）2405～9 〒160

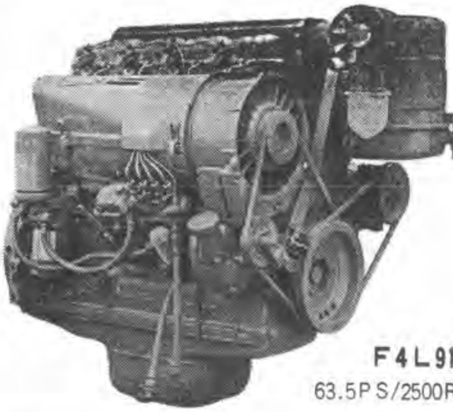
大阪連絡所　大阪市西区新町通り3－21　電話 大阪（532）0613 〒550

MITSUI-DEUTZ
F/L 912シリーズ
空冷・ディーゼル・エンジン

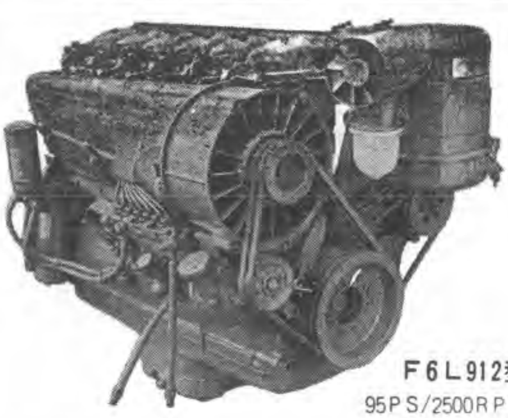
F2L912型
29.5PS/2300RPM



F3L912型
48.5PS/2500RPM



F4L912型
63.5PS/2500RPM



F6L912型
95PS/2500RPM

空冷ディーゼルの**MITSUI-DEUTZ**が
自信をもってお薦めする**最新型－F/L912シリーズ**
これぞ、空冷・ディーゼル・エンジンの決定版!!

三井・ドイツ・ディーゼル・エンジン株式会社

本　　社　東京都港区新橋4－24－8（第2東洋海事ビル）　電話 東京(433)1666(代表)
大阪営業所　大阪市西区江戸堀北通り1－18（小谷ビル）　電話 大阪(443)6765(代表)

驚異的破砕力を持つ

■シートパイルドライバー

■シートパイルエキストラクター

40キロ級 コンクリートブレーカー

- ○強力打撃するので作業能率が向上する
- ○コンクリートは勿論中硬岩も軽く破砕する
- ○ブレーカー以外にシートパイルドライバー打込み及びシーパイルエキストラクター(引抜)等利用範囲が広い

B―85型コンクリートブレーカーは、従来のB―80型ブレーカーの経験を生かして新に製造された40kg級の大型ブレーカです。

本機は道路工事・コンクリート基礎破壊・岩石破砕等に用いられる打撃専門の機械で、強力な破壊力を持って居ります。

用途：舗装道路のコンクリート及びアスファルトの破砕・改修、コンクリート建造物及び基礎の取りこわし、工場内の床コンクリートの破砕、鉱石・石灰石の採取や小割、溶鉱炉内のクラストの研取等広く利用出来ます。

栗田鑿岩機株式会社

東京都墨田区錦糸町4―16―17

TEL (625) 3331(代)

国土開発の推進力　技術の桜川

土木建設工事・下水道工事
ダム工事・地下鉄工事
あらゆるピットの排水
わき水・たまり水の排水

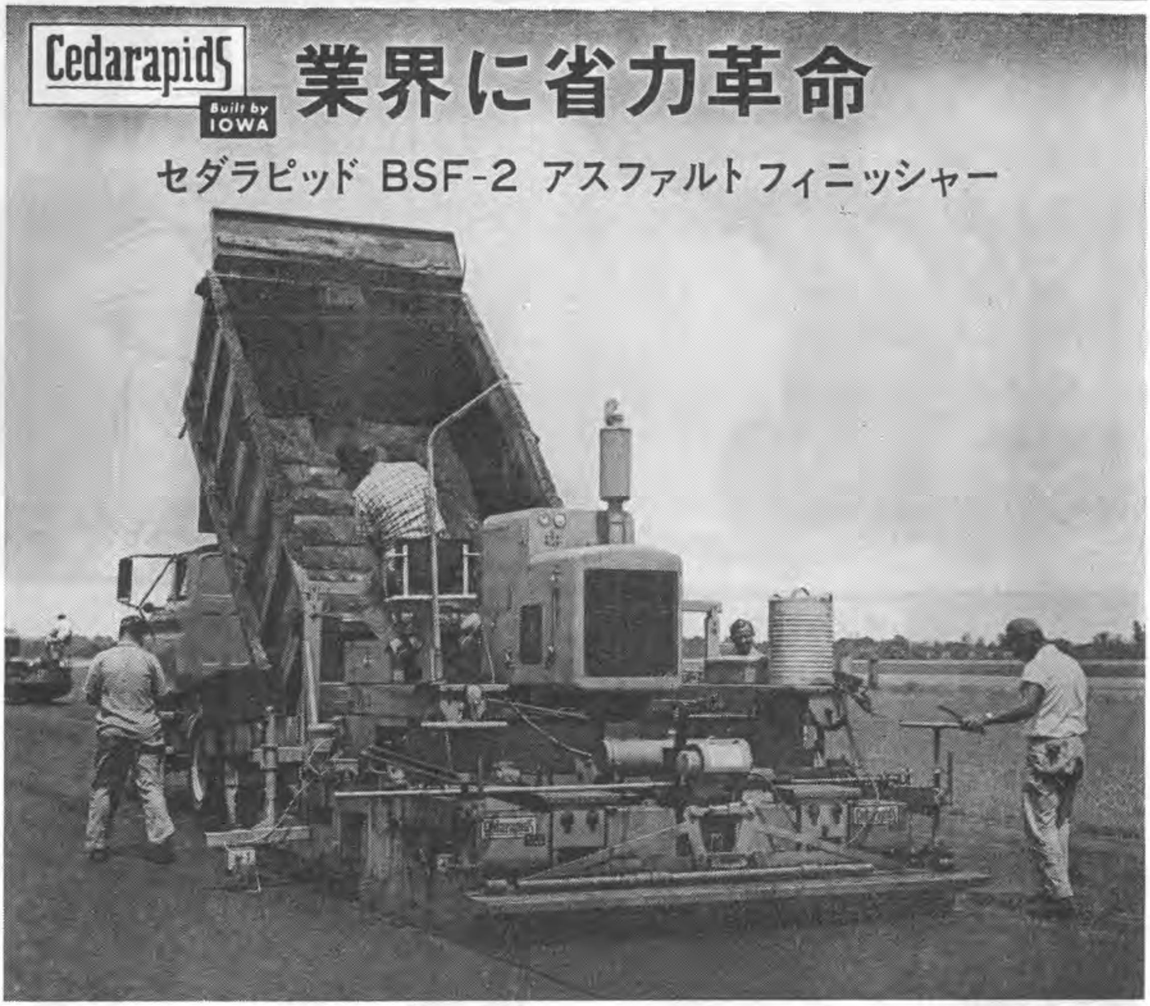
〈揚程〉 8m〜38m
〈水量〉 0.24m³/min〜5.5m³/min
〈出力〉 0.25kW〜37kW
〈口径〉 40mm〜250mm

Sakuragawa's 水中ポンプ
U-pump

★単相ポンプ(U-25B・U-40F 含6機種)★三相ポンプ(U-222A・U-4104A・U-4508含19機種)★HS水中サンドポンプ(4機種)

株式会社 桜川ポンプ製作所
本社・工場・大阪営業所　大阪府茨木市安威1225番地　TEL (0726) 43-6431

営業所
〒062 札幌市白石中央3-60　☎011(821)3355
〒983 仙台市原町苦竹北上6の1番地　☎0222(56)5606
〒950 新潟市笹口1丁目23番地の6　☎0252(44)1943
〒103 東京都中央区東日本橋2丁目25番4号　☎03(861)2971
〒464 名古屋市千種区穂波町1丁目46番地　☎052(751)0676
〒730 広島市千田町1丁目1番12号　☎0822(41)3344
〒760 高松市木太町3236番地の2　☎0878(33)0231
〒810 福岡市春吉3丁目24の17　☎092(77)8871
工場
〒362 埼玉県上尾市陣屋1005番地　☎0487(71)0481



■特　徴

■舗装幅は最高 6.0米

■安定性にすぐれる3点支持装置

■スクリードプールポイントの高低調整により、最低5㎜厚の舗設可能

■困難な舗設要求に応える特殊設計仕様

■高評のＤＵＯ－MATIC電気式自動スクリードコントロール！

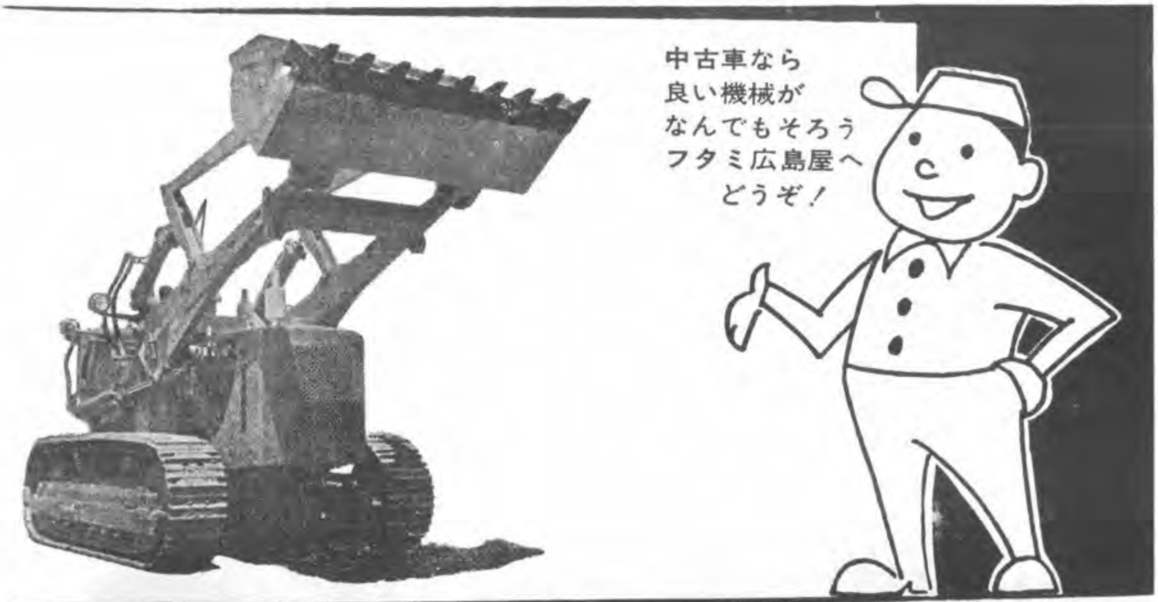
スロープセッテングは±13％

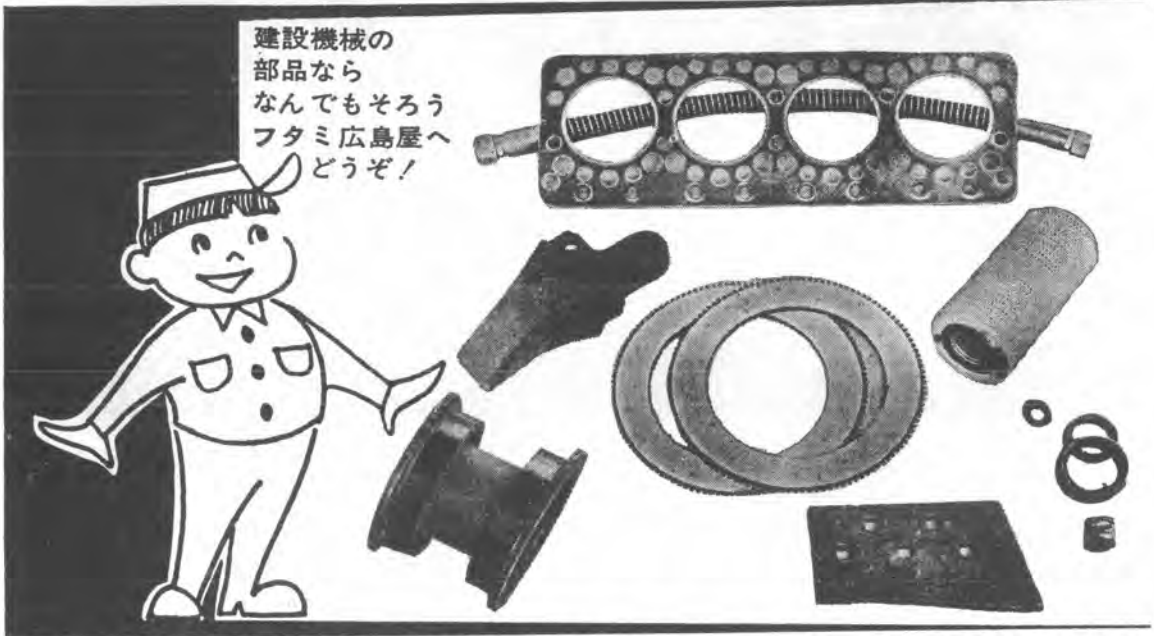
IOWA MANUFACTURING COMPANY　　CEDAR RAPIDS

日本販売総代理店　　サービス代行社

GENERAL ROAD EQUIPMENT SALES CO., LTD.　　エム アンド エム サービス株式会社

東京都千代田区内神田二丁目13番地中村ビル　256－7737－8





中古建設機械並重車輛販売

油谷重工株式会社 ｜ 株式会社小松製作所

パワーショベル　ブルドーザ　各種部分品

株式会社 フタミ広島屋

本社工場　守口市大日東町181
☎06（901）2671（代）
東京支店　東京都文京区湯島2－31－21号
☎03（813）9041～3

大阪支店　大阪市福島区上福島南3－98
☎ベアリング部 06（451）1551～4
部品部 06（458）4031～6
南大阪支店　大阪府松原市岡6－1－2
☎0723（33）2323（代）

スウェーデンからやってきた――
DYNAPAC®

ゆさぶる 効率抜群 ダイナパック

自走式
パッドフート・ドラム振動ローラー
ダム建設をスピードアップ！

CA－25PDは、フィルダム建設など粘着性・半粘着性のシルト(沈泥土)や粘性土壌の盛土作業を迅速かつ経済的に転圧する振動ローラー。CA－25PD独特のすぐれた転圧効果により、最少の転圧回数で密度の均一な仕上げができるほか、通過回数は静止式のものに比べ1/3～1/4で済み、スピードと経済性を要求されるダム建設などに最適です。

自走式
アスファルト用 振動ローラー
道路舗装を効率化！

CA－25Aは、すべての混合材に対して、最少の通過回数で最大の転圧が得られます。可変振幅と可変振動数との組み合わせにより、薄い巻き出しや厚い巻き出し、あるいは仕上げロールなど幅広い作業を効率よく処理します。総重量11トンで作業性は抜群。スプリンクラー装置も150ガロン。回転半径の小さい機動力ある振動ローラーです。

★詳細は一般機械事業部第2営業部へ
ガデリウス
日本総代理店　ガデリウス株式会社
東京都港区元赤坂1－7－8　〒107　TEL(03)403－2141（大代）
大阪市北区梅田町47新阪神ビル　〒530TEL(06)344－3261(代)
札幌・名古屋・神戸・福岡

CA-25 PD

自走式パッドフート・ドラム振動ローラー

●特長

①きわめて経済的な転圧効果

振動によって粘着・半粘着性の土壌を経済的に転圧します。転圧回数は静止式のものに比べ、1/3－1/4の回数で済み、振動数は1700回/分です。

②1インパクトあたり動圧22トン＋静圧7トン

150のパッドが最高500psiまでの圧力を加えます。動圧と静圧とが相乗されるため、強靱なシルトや粘土を適切に転圧することができます。

③水冷式125～129馬力のディーゼルエンジン

急角度傾斜地や逆走行条件下でも自由に操作できます。

④ドラム機構は永久注油

バイブレータベアリングは油の中で回転、フレームベアリングの寿命も半永久的です。

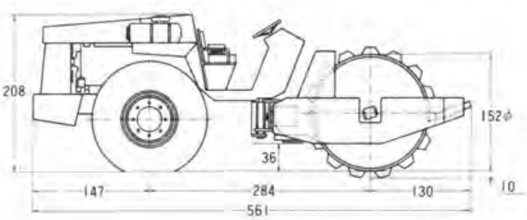
⑤注油フィッテングは8ヵ所、40時間有効

ステアリング機構に6ヵ所、ドライブラインUジョイントに2ヵ所、数分の簡単な作業です。

⑥ロック機構

バッテリーボックス、燃料タンク、機器パネルは鍵がかかり、荒い作業に充分たえます。

■機動力あふれる回転半径2.74m



（単位cm）

CA-25A

自走式アスファルト用振動ローラー

●特長

①可変振幅＋可変高振動数

油圧コントロールバルブで振幅を決め、1700～2400回/分の幅をもつ振動を組み合わせれば、あらゆる混合材を最少の転圧力で密度の均一な仕上げが得られます。

②正味重量11トン

1インチ平方あたり57－254kgの重量で均一な密度に美しく仕上げることができます。

③水冷式125～129馬力のディーゼルエンジン

④容量150ガロン(570リットル)のサビない自動散水装置

タイヤ冷却用15ガロンの別装置を含み、別々に操作できるソレノイドバルブ付きです。

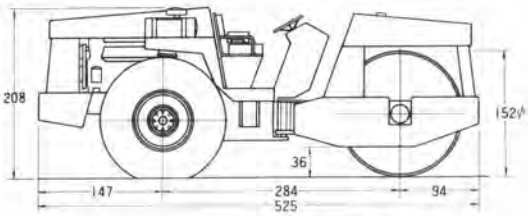
⑤グリース補充は40時間に1回、8ヵ所。

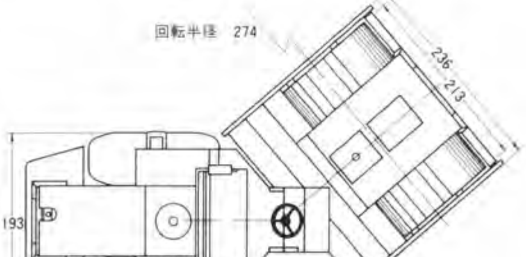
ステアリングに6ヵ所、運転系統のUジョイントに2ヵ所、数分の簡単な作業です。

⑥ロック機構

バッテリーボックス、燃料タンク、機器パネルは鍵がかかり、荒い作業に充分たえます。

■機動力あふれる回転半径2.74m





（単位cm）

コンピューターによる
生コン製造設備の総合管理

（出荷管理・在庫管理・自動設定）

《営業品目》

本式バッチャプラント	セメントサイロ
簡易バッチャプラント	振動ローラ
バッチャスケール	砕石プラント
強制攪拌ミキサ	コンベヤプラント

光洋機械産業株式会社

本　社　大阪市北区南同心町１丁目31番地　TEL大阪（358）3521（大代表）

大阪支店	TEL	06（358）3521	札幌営業所	TEL	011（261）5171～8
東京支店	TEL	03（294）1281～8	鹿児島営業所	TEL	0992（26）1650～2
福岡支店	TEL	092（43）6461～4	岡山営業所	TEL	0862（53）0895
仙台支店	TEL	0222（25）4441～5	富山・盛岡・新潟　高崎・高知・沖縄		
名古屋営業所	TEL	052（262）0251～4			
広島営業所	TEL	0822（43）2261～7	大阪工場	TEL	0720（21）2261～9

アスファルトプラントは

日工のNAPシリーズから

―日工は皆様に性能を売り信頼を買います―

型式NAP-1202AZVW　ミキサー2,000kg　能力150T/H

日工株式會社

本社及び工場	兵庫県明石市大久保町江井ケ島1013	TEL 07894（6）2121(代)
営業所	大阪（538）1771	東京（293）7521
	札幌（23）0441	仙台（24）1133
	名古屋（582）3916	広島（21）7423
	福岡（53）0238	オペレーター研修センター明石工場内
東京工場	千葉県野田市上三ケ尾259の1	TEL（22）3595

油圧を利用したパイル杭頭処理機！

サンエイ パイルクラッシャー SCB-72型

総発売元 **上武産業株式会社**

東京都豊島区南池袋１－18－21　TEL03(984)2211大代表

製造元 **三栄産業株式会社**

東京都渋谷区渋谷1-14-15(森ビル) TEL03(406)3291代表

新しい大きな力

バケット容量　4.8～5.5 m³

エンジン出力　420ps

運転整備重量　36,000kg

長年にわたって“新しい建設の力”を追求してきた川崎重工が、その技術を結集して完成させた国産最大・最新鋭のショベルローダKLD 100。“力”だけでなく、稼働率についても極限まで追いつめて、高い信頼性をもたせています。

川崎ショベルローダ

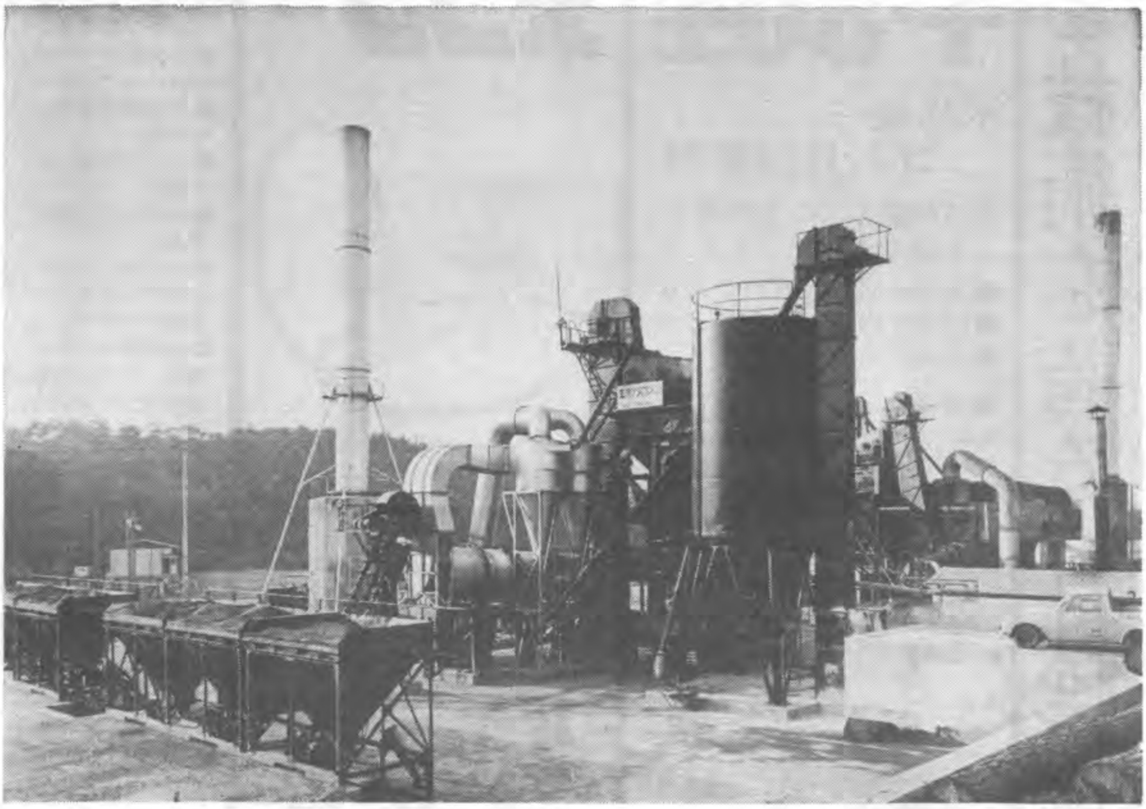
KLD 100

川崎重工

建設機械事業部　東京都港区浜松町2－4－1　世界貿易センタービル　〒105 電話(03)435－2901

省力化と公害対策に貢献する!!

TANAKA の全自動アスファルトプラント



TSAP アスファルトプラント

田中鉄工株式会社

東京営業所	東京都中央区日本橋本町4丁目1番地	TEL. 03−241−4266(代)
本社工場	福岡県久留米市合川町57番地	TEL. 09422−3−0521(代)
東京工場	東京都東大和市芋窪247番地	TEL. 0425−61−1311(代)
大阪営業所	大阪府吹田市泉町5丁目11番12号	TEL. 06−389−1431(代)
札幌出張所	北海道札幌市澄川2条1丁目	TEL. 011−811−2007
名古屋出張所	愛知県名古屋市東区東片端町1丁目3番地	TEL. 052−971−2923
福山出張所	広島県福山市沖野上町7丁目171番地	TEL. 0849−22−6116

実績と技術を誇る特殊電機…！

トクデン タンパー Y-80型

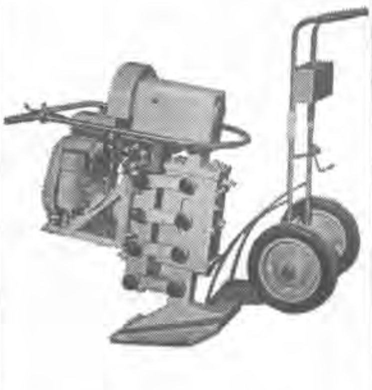
本邦唯一、ゴム共振採用

特殊衝撃方式の為故障少なく耐久力が大である。

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

■用途

路床・路盤・アスコン等の輪圧 埋設工事後の転圧 法面・法肩 路肩等法面の転圧 盛土・栗石の突固めその他狭隘場所の転圧 締固め



軽便高性能 トクデン ポンプ

原動機はエンジンでも、モーターでもO·K

特長

- ●原動機はエンジン、モーターいずれも使用出来る。
- ●小型軽便で持運びは一人で出来る
- ●取扱操作は極めて容易。
- ●呼び水等は一切不要。
- ●故障少なく耐久度大。
- ●土砂混入のよごれ水でも容易に大量揚水出来る。
- ●原動機は一切の部品、工具を使わないでバイ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） 480ℓ/min 1100ℓ/min

トクデン バイブレーター

営業品目

コンクリート・ロード・フィニッシャー 各種コンクリートバイブレーター（エンジン式・空気式・電気式）フィニッシングスクリード・振動モーター・その他振動機械

特殊電機工業株式会社

本社	〒161	東京都新宿区中落合3丁目6番9号	電話東京 03(951)0161～5
浦和工場	〒336	浦和市大字田島字榧沼2025番地	電話浦和0488(62)5321～3
大阪出張所	〒550	大阪市西区九条南通3丁目29番地	電話大阪 06(581)2576
九州出張所	〒816	福岡市南局区内青木真砂町793番地	電話福岡092(41)1324
名古屋出張所	〒457	名古屋市南区汐田町3丁目21番地	電話名古屋052(822)4066
仙台出張所	〒983	仙台市大行院丁1番地	電話仙台0222(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

12月号PR目次

— C —

中央ダイヤモンド工業（株）……………………………後付34

— F —

古河鉱業（株）……………………………後付 8
古河さく岩機販売（株）……………………………〃 30
不二商事（株）……………………………〃 33
富士重工業（株）……………………………〃 43
（株）フタミ広島屋……………………………〃 48

— G —

（株）ガデリウス……………………………綴 込

— H —

日立建機（株）……………………………表紙 4
日立製作所……………………………後付4・7
北越工業（株）……………………………〃 14
林バイブレーター（株）……………………………〃 17

— J —

重車輌工業（株）……………………………後付 1

— K —

（株）加藤製作所……………………………後付 5
（株）小松製作所……………………………〃 9
極東貿易（株）……………………………〃 22
キャタピラー三菱（株）……………………………〃 24・25
（有）キタカ製作所……………………………〃 32
久保田鉄工（株）……………………………〃 36
栗田鑿岩機（株）……………………………〃 45
光洋機械産業（株）……………………………〃 49
川崎重工業（株）……………………………〃 52

— M —

三井造船（株）……………………………表紙 3
マイカイ貿易（株）……………………………〃 〃
マルマ重車両（株）……………………………後付10
三菱重工業（株）……………………………〃 12
三笠産業（株）……………………………〃 13
三菱化工機（株）……………………………〃 15
真砂工業（株）……………………………〃 19
（株）明和製作所……………………………〃 23
（株）赤木荷役機械工務所……………………………〃 38
三井・ドイツ・ディーゼルエンジン（株）……………………………〃 44
三菱重工業（株）……………………………綴 込

— N —

内外車輌部品（株）……………………………………………後付11
日平産業（株）………………………………………………〃 27
日発実業（株）………………………………………………〃 31
南星機械販売（株）…………………………………………〃 42
日　工（株）…………………………………………………〃 50
日本ニューマチック工業（株）……………………………綴 込

— O —

（株）小川製作所……………………………………………後付18

— R —

ライカ電潜（株）……………………………………………後付35

— S —

住友重機械建機販売（株）…………………………………表紙 2
佐賀工業（株）………………………………………………後付 1
新東亜交易（株）……………………………………………〃 2
（株）島津製作所……………………………………………〃 3
（株）柴田建機製作所………………………………………〃 16
住商建機販売サービス（株）………………………………〃 26
（株）桜川ポンプ製作所……………………………………〃 46
三栄産業（株）………………………………………………〃 51
神鋼商事（株）………………………………………………綴 込

— T —

（株）東洋内燃機工業社……………………………………後付20
（株）東 洋 社………………………………………………〃 21
（株）東京鉄工所……………………………………………〃 28
（株）田原製作所……………………………………………〃 32
大旭建機（株）………………………………………………〃 33
東洋カーボン（株）…………………………………………〃 35
東日興産（株）………………………………………………〃 35
（株）田中製作所……………………………………………〃 39
（株）鶴見製作所……………………………………………〃 40・41
田中鉄工（株）………………………………………………〃 53
特殊電機工業（株）…………………………………………〃 54

— Y —

油谷重工（株）………………………………………………後付 6
ヤンマーディーゼル（株）…………………………………〃 29
山田機械工業（株）…………………………………………〃 37

— Z —

ゼネラルロードイクイプメントセールス…………………後付47

HL5姉妹機

HL8ランドメイト

手頃で使いよいホイール式トラクタショベル&バックホー

0.8m³・4輪駆動・車体屈折式・回転半径4.5m・重量4.5トン・全国各地で活躍している**HL5ランドメイト**の兄貴分。
あらゆる土木、建設工事でお役にたち生産性の向上、経費の節減、省力化に貢献します。
着脱容易なバックホーは容量0.17m³掘削深さ3.8m・積込高さ3m・リーチ5m
掘削力4,500kg 全装備重量6トン

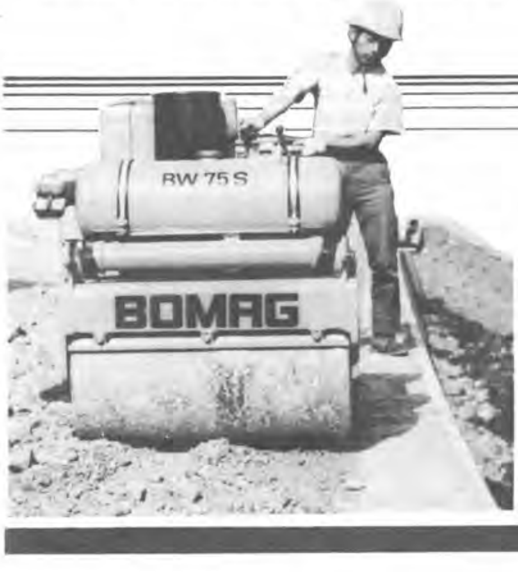
人間と技術の調和に挑む

三井造船

東京都中央区築地5-6-4 ☎03(544)3757

BOMAG〔西独〕全輪駆動振動ローラー

軟弱土、砂質土に挑戦するBOMAG
これは？と思う土質なら御連絡下さい



仕　様

	BW−75S	BW−200
自重	950kg	8,000kg
転圧	10トン	32トン
出力	空冷ディーゼル8.5ps	空冷ディーゼル56ps
ロール径×巾	480×750−2	800×950−4
速度	1.6、2.8km/h	1.0、2.0、3.0km/h
登坂力	25°（1：2.2）	25°（1：2.2）
作業能力	1,200−2,100m²/h	1,500−4,500m²/h

マイカイ貿易株式会社

本　　　社：東京都千代田区麹町3丁目7番地 電話03(263)0281(大代表)
大阪支店：大阪市大淀区大淀町南1−9 電話06(452)1712(直通)
福岡支店：福岡市博多区博多駅東1-1-33(博多近代ビル) 電話092(43)6287
北海道出張所：札幌市中央区大通り東7−12 電話011(241)2061
大館出張所：秋田県大館市豊町4−48 電話01864(2)1667

昭和26年6月5日 第三種郵便物認可
昭和47年12月25日発行
(毎月1回25日) 第274号

かぎりなき土との戦い

柔

柔かい土とは、土粒子がきわめて小さいもの"つまり、シルト、粘土、コロイド状のものをさす。これらの土は排水性が悪く、しかも水分を多く含んでいるため安定性が悪い。これは、降雨量が世界平均の約2倍で、また火山が多いため水を含んだ火山灰土が広い地域に分布しているという日本の風土が原因している。

硬

硬い土とは、土粒子が大きく一般には"れき"と呼ばれているもの。砂利、石片を含んだものから、土でありながら岩のようにかたい土丹まで幅が広く、扱いにくい土をさす。これらの土は、収縮したり膨脹したり安定性が悪い。これは、山岳部が多いため、硬い岩石を多く含む地域がかなり多い日本の風土によるものである。

軟

軟らかな土とは、土粒子の大きさがやや大きいもの。つまり、粗砂、細砂をさす。これらの土は排水性がよく、しかも収縮したり膨脹したりしないため、安定性が良く、地盤がしっかりしている。土木作業の立場から見て、ごく工事がやりやすいが、こうしたしかし、条件の良い土は日本の国土では少ない、といわれている。

土には柔・軟・硬とさまざまな性質があります。このため土木作業をする場合、土質によって作業量は微妙に変化します。しかしショベルづくりに定評のある日立の技術はどんな土質にも適応できるように水陸両用油圧ショベルをはじめ、数々の油圧ショベルを開発。さらにブレーカ、エゼクタ付バケットなどアタッチメントも豊富にそろえ、強大な掘削力と強力な足まわりで、全国の土木現場で大活躍。今日もたくましく、あらゆる"土"と戦っています。

日立油圧ショベル

日立建機株式會社
東京都千代田区内神田1-2-10 〒101
日立31衣別館☎東京03-293-3611(代)

本誌への広告は 共栄
一手取扱いの 株式会社 共栄通信社
本社 〒104 東京都中央区銀座8の2の1(新田ビル) TEL東京(03)572-3381(代)・3386(代)
大阪支社 〒530 大阪市北区富田町27 笹屋ビル3階 TEL大阪(06)362-6515