昭和26年6月5日第三種郵便物認可　昭和45年10月25日発行（毎月1回25日）第248号

建設の機械化

1970 10

日本建設機械化協会

日本道路公団本四連絡道路調査事務所
支持わく製作工事
―施工：三菱重工業株式会社―

コストは11トンクラス!!能力は13トンクラス!!

ST-120…この点にご注目ください

- 巻上スピードは2段変速
- 巻上、旋回、俯仰・伸縮の同時操作が可能——3連ポンプ採用
- 旋回停止時の荷振れをふせぐ、旋回フリー機構
- 強力なH型アウトリガ
- 安全装置を完備

視界の広いフルビジョンキャブ

住友 油圧式 トラッククレーン ◆ ST-120

住友重機械建機販売株式会社

大阪・大阪市東区北浜5丁目22番地/(06)203−2321 〒541
東京・東京都新宿区西新宿1の4の9/(03)342−1381 〒160

北海道(011)231・3732 仙台(0222)23・0191 郡山(02492)2・2806 新潟(0252)47・3411 前橋 宇都宮(0286)22・7060 水戸(0292)31・2985
千葉(0472)82・1161 横浜(045)201・7374 静岡(0542)53・4033 北陸(0764)41・4664 名古屋(052)262・0685 京都(075)361・3860
和歌山(0734)23・6028 神戸(078)22・7530 岡山(08629)3・1059 広島(0822)48・2458 徳島 新居浜(0897)37・1212 福岡(092)78・0066
北九州(093)67・1568 南九州(09922)55・1775

日本建設機械化協会
J.C.M.A.

建設の機械化　1970年10月号　No. 248

目　次

□巻頭言
本州四国連絡橋公団の発足にあたって……富樫凱一／1
本四架橋基礎工事施工技術上の問題点（鳴門海上実験）……今中靖雄／2
関門橋の上部工架設計画……大橋昭光／9
グラビヤ――関門架橋工事の現況
山陽新幹線高塚山トンネルにおけるビッグジョンによる掘削実績……原口正一／17
大平山トンネルの機械掘削……田村昌弥／25
恵那山トンネル工事の現況と問題点……山本元望／月久雄／30
メッセル工法の施工実績……原口正一／35
多摩川河底沈埋工法の施工実績……大平拓也／鳥取孝雄／42
沈埋工事用材料と機械の発達……村上良丸／47
室蘭製鉄所くい式桟橋の特殊施工……本間利明／55
建設工事と鉄鋼材料……三宅淳達／62
□随　想
猫の投身自殺……木島忱／66
□建設機械化講座　第89回　現場フォアマンのための土木と施工法
XVI. 機械化施工の安全指針
6. 爆破，コンクリート，トンネル等……水野一明／横田高良／加藤善弘／68
□新機種紹介
小松 WS 16-2 モータスクレーパ……助友利隆／77
□建設機械化研究所抄報
試験研究報告（No. 68）……建設機械化研究所／78
□文献調査
モータグレーダの騒音防止……調査部会文献調査委員会／85
連続鉄筋コンクリート舗装工事のプレハブ鉄筋とはめ込みチェアの使用による省力化……調査部会文献調査委員会／89
軽量スリップフォーマ……調査部会文献調査委員会／90
新しい舗装機械の得失……調査部会文献調査委員会／91
□支部だより
優良建設機械運転員を表彰……中国四国支部／92
ニュース……（編集部）／93
行事一覧……／95
編集後記……（渡辺・神津）／96

◀表紙写真説明▶

日本道路公団本四連絡道路調査事務所
支持わく製作工事
三菱重工業株式会社

写真は，日本道路公団が本四連絡橋の基礎工第2次海上実験用の支持わくを据付地点に1,000 t クレーンで輸送中のものである。この支持わくは縦横 22 m，高さ約 40 m の立体トラス構造で，鋼重約 600 t である。中央部は直径 10 m，3.5 m の鋼製ウエルを入れ，支持できるようになっている。この支持わくは鳴門海峡飛島付近の水深 30 m，潮流5～7ノットの地点に設置され，埋設アンカー築造，海底掘削，超大口径さく孔を中心とした実験に使用されるもので，基礎工施工法の抱えている問題点解決の糸口になるものと期待されている。

日本建設機械化協会発行図書

1971年版日本建設機械要覧	1月末刊行予定			
Construction Equipment in Japan, 1969	A4判	80頁	会員 1,000円 非会員 1,200円	〒150円
建設機械化の20年—現状と将来—	A4判	142頁	会員 1,000円 非会員 1,200円	〒150円
ダムの工事設備	B5判	690頁	会員 4,000円 非会員 5,000円	〒200円
オペレータハンドブックシリーズ1 エンジン	B5判	256頁	会員 1,000円 非会員 1,200円	〒200円
オペレータハンドブックシリーズ4 モータグレーダと締固め機械	B5判	426頁	会員 1,800円 非会員 2,200円	〒200円
防雪工学ハンドブック	A5判	270頁	会員 1,300円 非会員 1,500円	〒150円
場所打ちぐい施工ハンドブック	A5判	288頁	会員 1,350円 非会員 1,500円	〒150円
ころがり軸受の使用限度判定方法	B5判	170頁	会員 1,260円 非会員 1,400円	〒150円
建設機械の損料と経費	A5判	220頁	会員 850円 非会員 1,000円	〒100円
建設機械損料等算定表	B5判	251頁	頒価 450円	〒150円
岩石トンネル掘進機文献抄録集	B5判	128頁	会員 1,200円 非会員 1,500円	〒100円
「建設の機械化」文献抄録集	B5判	374頁	頒価 2,500円	〒150円
建設機械の現状—昭和44年—	B5判	234頁	会員 800円 非会員 1,000円	〒100円
建設機械整備標準工数および標準料金	B5判	20頁	会員 150円 非会員 200円	〒50円
現場技術者のための「建設機械と施工法」	B5判	346頁	頒価 1,800円	〒200円

「建設機械の損料と経費」講習会

□ 北 陸 地 区

日　　時　昭和 45 年 10 月 19 日（月）13：00～17：00
会　　場　新潟県建設会館
　　新潟市学校町二番丁　　電話　新潟（22）7101
主　　催　日本建設機械化協会**北陸支部**
　　新潟市東堀前通六番丁 1061 中央ビル　電話　新潟（23）1161

□ 東 北 地 区

日　　時　昭和 45 年 10 月 21 日（水）13:30～16:00
会　　場　仙台駅前「日乃出会館」7 階ホール　電話 仙台（23）3165
主　　催　日本建設機械化協会**東北支部**
　　仙台市国分丁 3—10—21　徳和ビル　電話 仙台（22）3915

□ 北 海 道 地 区

日　　時　昭和 45 年 10 月 29 日（木）13:00～17:00
会　　場　北海道建設会館 9 階大会議室
　　札幌市北 4 条西 3 丁目　電話 札幌（261）6181
主　　催　日本建設機械化協会**北海道支部**
　　札幌市北 3 条西 2—6　富山会館　電話 札幌（231）4428

1971 年 1 月 末 発 行 予 定

1971 年版日本建設機械要覧

11 月 予 約 募 集 開 始

詳 細 は 本 誌 11 月 号 参 照

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
〃	坏　　質	建設省大臣官房建設機械課・広報部会長
〃	寺島　旭	水資源開発公団 工務部機械課
〃	石川　正夫	日本鉄道建設公団青函トンネル調査事務所
〃	神部　節男	（株）間　組　機械部
編集委員長	上東　広民	建設省関東地方建設局大宮国道工事事務所
編集委員幹事	中野　俊次	建設省大臣官房建設機械課
編集委員	長瀬　　顕	農林省農地局建設部設計課
〃	柴田　吉蔵	運輸省港湾局機材課
〃	山田　俊英	通商産業省公益事業局水力課
〃	桜沢　　昇	日本鉄道建設公団　海峡線調査部青函調査課
〃	峯本　　守	日本国有鉄道建設局線増課
〃	杉田　美昭	日本道路公団企画部企画課
〃	鈴木貫太郎	首都高速道路公団工務部第二工務課
〃	塚原　重美	電源開発（株）水力建設部
編集委員	柴田　研治	日立建機（株）サービス部
〃	神津　勝時	（株）小松製作所技術本部製品管理部
〃	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設計部
〃	戸田　良一	（株）間　組機械部機械課
〃	斎藤　二郎	（株）大林組技術研究所
〃	伊丹　康夫	日本国土開発（株）研究部
〃	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
〃	小峰和三郎	大成建設（株）機械部調達課
〃	水野　一明	（株）熊谷組土木部土木課
〃	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

□ 巻 頭 言

本州四国連絡橋公団の発足にあたって

富　樫　凱　一

いよいよ本州と四国とを結ぶ架橋の機運が熟してまいりまして，本州四国連絡橋公団が７月発足いたしました。この事業は他に類例のないような厳しい条件下でのまったく未経験の大工事でありますだけに，いままでにも国内の英知を集めて長い年月と多くの費用をかけて準備調査が行なわれてきました。これらの成果は，耐風，耐震，海中土木等の技術レベルの向上にあずかって力があったばかりでなく，現在施工中の関門架橋や大阪港新埠頭連絡橋，大島架橋，平戸架橋に少なからず役立っております。

終戦直後の数年間は，戦時中放置されていた尨大な数の木造橋の維持補修や，乏しい資材をかき集めて永久構造の橋梁建設に着手したものであります。それから 20 余年，ようやくこのような海峡を渡る長大橋が本格的にとりあげられるようになったことは誠に感慨深いものがあります。

最近，ダム，道路，鉄道などの大規模事業が早くしかも安全に施工されるようになった背景には，すぐれた大型建設機械の開発があることを見逃すことはできません。本四架橋の場合にはさらにその影響は著しく，作業用船舶や施工機械の開発如何が工費，工期を左右するといっても過言ではありますまい。しかしながら質的にも量的な意味でも従来の工事と異なっているので，新しい研究開発が必要不可欠であります。いままでの調査でも各種海上作業台，大型投錨船，重錘式や回転式および高圧ジェット水を用いた掘削機，モルタルやコンクリート混合船など種々のものに及んでおりますが，今後はさらに意欲的にこれらの研究開発を押し進め，かつ発展させて工事に有効に結びつけてゆかなければなりません。

瀬戸内海の海中視界は予想外に悪く，おびただしいマリンスノーなどで光が乱反射され，冬期間で4～5m，夏で 3m ぐらいの距離しか見えません。また大型台風の風圧に匹敵する潮流圧はわずか 4 ノット程度ですから，ダイバー作業が可能なのは1.5ノット以下ということになります。この盲作業，強流水圧というものが海での測量調査や準備工事などを非常に困難にしている主要因なのです。また2～3ヵ月で工事の区切りのつくようなものですと，台風期や強い季節風時を避けて施工することができるのですが，巨大な基礎工事の場合にはどうしても幾度かの台風の洗礼を考えなければなりません。工事途中のきわめて不安定な弱い状態のとき，どうしたら安全に守ることができるか，この点が施工を考える上での最も重要な要素となります。

海では築造するよりも，これを完全に撤去する方がより困難で費用も多くかかることが少なくありませんから，主要事項の失敗は許されません。また輻輳する航行や漁業への影響などから強い制約下の工事ということになりますし，海上作業は気象条件に大きく左右されます。しかも未経験な仕事なだけに特殊な技術者や熟練技能者を如何にして養成して強力な現場体制をつくるかなど難問が数多く前途に横たわっています。

このような事業では，用意周到な計画，十分な準備，高度な技術的判断，そして困難を克服して遂行する決意が何よりも必要になります。各分野からの経験知識による御教示をお願いして目的の貫徹に邁進いたしたいと存じます。

（本州四国連絡橋公団総裁）

本四架橋基礎工事施工技術上の問題点

——鳴門海上実験——

今　中　靖　雄*

1. まえがき

瀬戸内海をまたぎ，本州と四国を橋で連絡する構想は明治の先覚者達によって提唱され，四国400万人の島民の胸のうちで，いつの時代にも絶えることなく燃えつづけてきた。この夢が本州四国連絡橋公団の誕生によっていよいよ現実のものとなった。だが，いざ着工となると技術的問題点もまた数多く残されている。ここではその問題点のうち基礎施工に関するものだけ取り上げて述べることにしたい。

本四連絡橋の調査は昭和38年に建設省の調査事務所が設置されてから本格的に進められてきたが，昭和42年6月，土木学会・本四連絡橋技術調査委員会から技術調査報告書が提出され，その中で今後特に重点をおいて調査すべき事項として次の項目が指摘されている。

① 詳細な地質調査，特に巨大基礎に対する基礎地盤の工学的諸性質の把握
② 耐震設計法の合理化と施工時を含めた耐風安定性の確認
③ 水深40～50 m，根入れ35 m，潮流4 m/secの個所を含んだ基礎施工の裏付けのための大規模実験
④ 主径間1,500 m級のつり橋に対する耐風性のすぐれたケーブルや補剛トラスの架設工法の裏付け実験
⑤ 海上作業についての実験的裏付け調査
⑥ ③および④に関連する施工機械の開発と実験
⑦ 工事中および完成後の船舶航行対策と安全施設の研究と実験

この中で基礎工事に関するものは6項目をかぞえ，基礎工事のむずかしさを物語っている。そこでわれわれはこの問題を解明するため鳴門海峡で大規模海上実験を実施中である。ここではこの実験を中心に各種の問題および解明方法について紹介する。

2. 基礎工事施工上の問題点の概要

（1） 自然条件の的確な把握

世界に例をみない長大橋の建設にとって，もっとも重大な問題は地形，地質，潮流，波浪，風，霧，雨等の自然条件をいかにして的確に知るかということである。これらの不正確な把握は，本四架橋の設計に施工に致命的な打撃を与え，建設を非常に困難なものにするであろう。

（a） 地形の把握

たとえば明石海峡では幅4 kmの間に舌状の尾根や海釜等が入り乱れ，深部は120 m，橋脚予定地でも40～50 mの水深がある。また瀬戸内海では総じて海底の視距は3～5 mであり，これはマリンスノーが吹雪の中で車を運転するときのように光を乱反射するためで，海底のあらゆる作業に支障を及ぼしている。海底測量にはアクアラングダイバーによる地形測量や，超音波を使用するハイドロジェストや，オートテープを併用して測深とシンクロさせ，測深位置を正確にする方法があるが，船の動揺の影響や水位の変動，反射波の拡がりや乱れがあるので，水深の1～2%の誤差はさけられないし，溝や起伏や転石等はわからない。いまのところダイバーによる実地測量と音響法によるものとの中間に真の値があるように考えている。

なお，レーザー光線も海水中では7 m程度しか到達しないし，海底に圧力ハウスを設置して長時間作業を可能にすることなども考案されているが，悪視界と潮流のためハウスに帰れない危険がある。また見えない光線を使って目に見える像を結ぶ水中テレビの開発も急がれるし，海峡に測量用標点を設置して行なう各種の測量法の開発は，海底地形把握の上で最も重要な要素であろう。

（b） 地　　質

地形の次は海底地質の工学的諸性質の把握である。特に海峡部は複雑な地質を有し，幾多の断層も認められているから入念な調査が必要である。特に海底地盤の自然条件をこわさないで地質資料を取り出すことが重要で，土木研究所で開発したサンプラをれきの大きいものに使用できるようさらに改良する必要がある。

この調査には数多くのボーリングを短時日に実施しなければならないので，各種の能率のよい海上作業足場の開発が急務である。現在考えているものに固定式足場と半水没式の船足場，移動式足場および単柱昇降デッキ式足場があるが，これらの流体力学的検証と機械関係の実

* 本州四国連絡橋公団神戸調査事務所長

用化を急がねばならない。また調査作業員の熟練度が非常に重要で，いまから熟練者の養成を急ぎ，必要人員を確保する必要がある。

（c） 潮流および波浪

明石海峡をはじめ各海峡部では8ノット程度の潮流があり，これが基礎工事を著しく困難なものにしている。この流速を測定する流速計も市販品にはなく，改造しなければならないし，また潮流の全体的動きが工事施工上も航行規制上も必要であるので，船で海面にまいたポリスチレンペーパの流れ方を航空写真で撮影して調査したが，必ずしも満足な結果が得られなかったので検討を必要とする。瀬戸内海では長期間で5m,短期間でも3.5m程度の波高は考えておかねばなるまいが，波高の測定も非常に困難で，方法を検討しないと作業船の施工性に重大な支障を及ぼす。

（d） 風

風が波を起こし，波が船の作業を阻害する。瀬戸内海は外国に比べて風が強く，平均 60 m/sec 程度の風が吹く。したがって船舶等の作業のできる日（稼働率）が工事遂行上問題となる（たとえば港湾内の沖仲仕作業は瞬間 15 m/sec になると禁止される）。基礎工の場合，明石，鳴門，来島海峡等で年間平均稼働率は 0.7～0.5 程度と考えている。したがって波のうねりのひどいときでも作業ができる安定した作業船の開発，接岸施設等が今後の宿題であろう。また，霧による作業の休止も視程 4 km 程度で半分ぐらいと考えている。

（2） 工事中基礎工事を風波からどうして防護するか（埋設アンカーの築造）

海中基礎工事に使用する作業足場を工事の完成まで台風や激浪から守るため強力な埋設アンカーを確実に築造できなければならない。工事が完成すれば丈夫な構造物になるが，工事中は弱く，しかも外力がきびしいので強力なアンカーと支持わくが必要となる。今回の鳴門海上実験では引抜力 200 t のアンカーを8点作ったが，パッカーの構造，モルタルの注入方法，注入材料，およびアンカー索に用いた PWS の取扱い方法等に改良の必要があることが判明した。今後さらに和泉砂岩層や花崗岩で 1,000 t 用アンカーを築造し，引抜試験を実施する予定である。

（3） 海底掘削をいかにして行なうか（海底での岩盤掘削機の開発）

水深が 40～50 m で地盤反力が 300～1,000 t/m² 程度の海底岩盤を掘削するには，より効率的な掘削機の開発が必要であり，ロータリ掘削機，重錘式掘削機，高圧ジェット水掘削機等について開発研究を進めている。外国にはこのほか熱ガスバーナによる岩石掘削機もあるが，海中で使用するにはかなりの検討が必要であろう。

海底掘削は切りならし掘削，大口径掘削，円形断面掘削，大断面掘削等に分けられるが，いずれも掘削機械の開発が急務である。現在海上実験で用いるため試作中の重錘式掘削機は上下作動する機構にチェンを用いており，ずりはエアポンプで吹上げることにしている。これについては後でくわしく述べる。径10mの拡孔機についてはφ3.5mの掘削機を用いて中央にあらかじめφ3.5mの孔をあけ，シャフトをそう入して支柱とし，φ3.5mの掘削機を2台転用して公転させながらφ10mに拡孔する構造としている。このほか 600 kg/cm² の水圧をもったジェットを用いて岩を掘削する機械の機構を現在検討中であるが，限られた面積の足場上でコンパクトにまとめるのは非常にやっかいなことである。なお，水中コンクリートのレイタンス除去の目的で実験を重ねた低圧ジェット（125 kg/cm²）については十分実用化しうる見通しを得た。

（4） そ の 他

本四架橋基礎工はすべて巨大で，応力も大きいから鋼材を使用する割合が大きく，鋼材の防錆が重要な問題となってくる。特に海面下数mの潮流の早いところでは錆が著しく，防錆のむずかしさを痛感している。岩屋沖の浸漬試験の結果，電気防蝕は効果はあるが，巨大構造物の場合の処理について今後検討すべき余地があろう。また水中コンクリートの強度の信頼性の問題がある。大量に施工した場合のばらつきを小さくし，確実な水中コンクリートが施工できると非常に経済的な構造物ができることになる。われわれはこのためコンクリート材質，打設法とも種々の新しい構想で検討中である。

このほか，重要なものの中に，現場の実施体制をどうするかということがある。調査段階から，すべての作業を工事と結びつけて海中工事に馴れた部隊をいまから訓練しておく必要がある。この馴れが工事の際非常に有効な武器となるであろう。さらに世界有数の船舶航行の多い海峡部での工事中および完成後の航行規制が，漁業補償とあわせて今後に残された問題点であろう。

3. 鳴門海上実験の概要

本四架橋の問題点は以上のとおりであるが，きびしい自然条件と調査方法，施工法，これに関連する作業用仮設物や船舶機械類も新しく開発が求められており，工事前に裏付けのための予備実験を必要としている。今回計画した鳴門海上実験は，岩屋沖の第1次実験結果を整理し，その後の施工機械の開発研究の進捗状況を勘案しながら計画したもので，昭和 44 年 12 月着手，現在岩盤掘削準備中である。

実験場所の選定にあたっては，水深 30～35 m，潮流常時 5～6 ノット，底質は風化花崗岩か軟岩であること，一般航行船舶の障害とならないこと，漁業補償が簡単なこと，作業基地として港が近く，緊急事態発生に備えて

図—1　鳴門海峡実験場所

船舶，機械，資材，労力などが入手しやすい地域であることなどから当地点を選定したものである。図—1 はその位置を示す。実験には 18 カ月の工期と調査費約 5.5 億円を要する見込みである。

今回実施する内容とその工程については表—1 に示すとおりである。このうちで主要な着眼点は次のとおりである。

（1）　埋設アンカーの築造

どんな条件の場所でも張力 100～1,000 t の埋設アンカーが確実に施工できることが前提であり，支持わく類の据付ばかりでなく，浮標識や緩衝材の固定などに必要である。今回は支持わく固定用に 200 t アンカー 8 点，浮標識用に 100 t アンカー 2 点を築造した。

（2）　海底掘削

基礎形式がケーソン，多柱にかかわらず岩盤掘削は重要課題であり，全面掘削，トレンチカット，いずれも原理は同じである。今回は水深 30 m，潮流 6 ノットの海底を正方形あるいは矩形に試験掘削する。これに使用する機械は昭和 41 年以来実験を続けてきた φ3.5 m の重錘落下式掘削機と新しく開発中の φ10 m の重錘式拡孔機を使用する。また支持わくの中に設けた中央の空間に φ10 m のケーシングを設置して径 10 m の掘削を実施する。限られた狭い足場と不安定な船運搬に頼らなければならない海上工事の場合は陸上作業では想像もできないほど段取り替えと修理に手間どるので，たとえ掘削速度は遅くとも，故障がなく，鈍感で，連続掘削ができ，しかも取扱いやすい機械が望ましい。

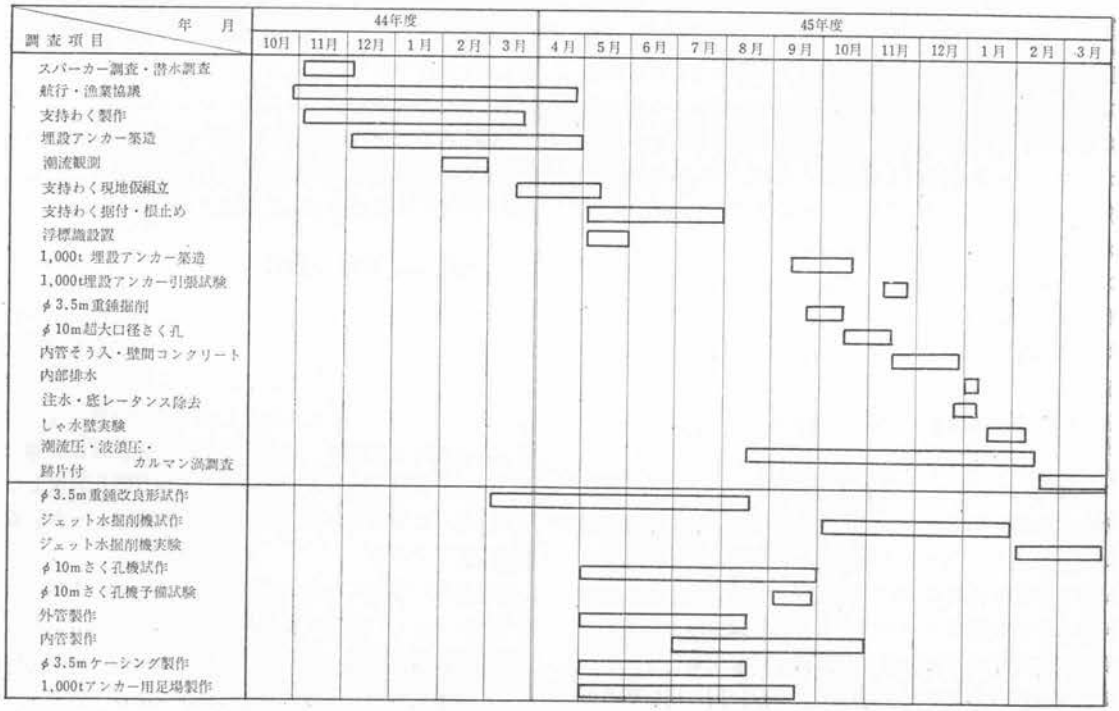
（3）　浮標識

船舶航行には浮標識が重要な役目をするが，大水深で強潮流の個所に設置された例はほとんどないといってよい。今回は支持わく横に浮標識を固定し，干満，潮流，波浪などによる傾斜，移動等を調査する。

（4）　その他

φ10 m で掘削した孔に内管を建込み，壁間に水中コンクリートを打設し，品質，施工性を検討する。中の水をドライにしてからしゃ水工の実験を行なう。また支持わく部材などに作用する潮流圧や波浪圧の調査および単柱昇降デッキ式足場のカルマン渦による振動の実物大調査等を考えている。また実験に先立って行なう海底調査や測量基準点設置，および各段階ごとの状況把握のためにアクアラングダイバーを用いるほか，水中テレビ，潜水球等も予定している。

表—1　実験項目および工程



4. 実施内容

（1） 予備調査

実験予定地一帯をスパーカーで調査し，海底の地形，地質の概況を把握してからアクアラングダイバーによる底質調査と地形測量を実施し，支持わくの設置位置を決定した。結果はいずれもあまり正確でなく，埋設アンカーの施工には玉石と転石の堆積層のため苦労させられた。設置位置は堆積層をさけたため 25% のこう配があり，以後の作業にむずかしさを加えた。

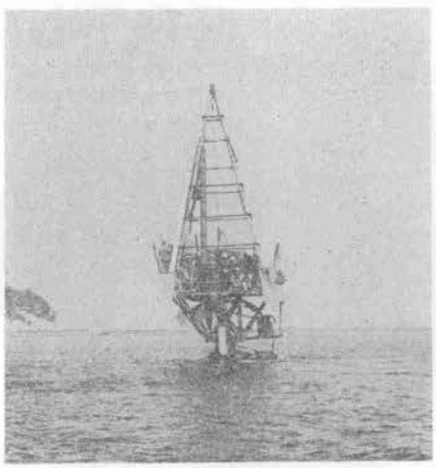
（2） 埋設アンカーの築造

予備調査の終わった段階で支持わくの位置と水深からアンカー 10 点の位置を定め，重量 50 t の投錨で固定した円筒式足場を設置した。この円筒の外側にそわせてあるケーシングをとおして φ300 mm (100 t アンカーのみ φ200 mm)，深さ 5 m の孔をさく孔し，チェンをそう入し，エアパッカーで蓋をし，モルタルを圧入した。このアンカーはフレキシブル形式と呼び，チェンは φ60 mm で材質は G-3 を使用している。

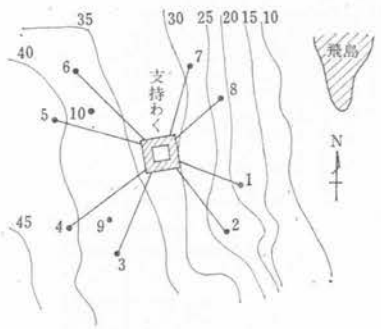
図—2 は支持わくに対する埋設アンカーの配置を示し，**写真—1** は円筒式足場の状況を示す。この工事の結果，エアパッカーが圧入モルタルに押上げられ，圧入をひかえめにしたため，リターンがうまくゆかなかったこと，スライムの回収方法，注入材料，およびアンカー索に用いたワイヤの取扱い等に検討を要することがわかった。今後このエアパッカー方式だけでなく，100 t アンカーに用いた重量蓋方式もあわせて検討を要する。

（3） 浮標識の設置

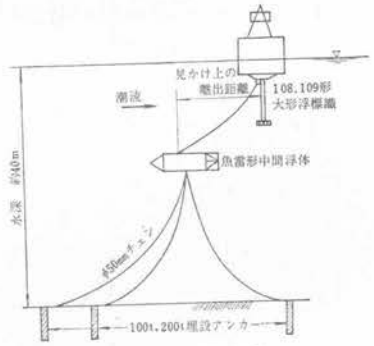
前にも述べたとおり，水深が 30～80 m で潮流の強い場所へ設置された例は少なく，今回は特に強い潮流や風波に対して移動量をできるだけ小さくすることが要求されているので，新形浮標構造の開発研究を進めてきた。今回の実験は従来の方法と異なり，3 本のアンカーチェンで固定し，チェン重量に対抗させるため魚雷形中間浮体を設け，浮体に浮標を取付けている（**図—3** は浮標の繋留状況を示す）。ただ埋設アンカー位置，標高，チェン長さ等に誤差があるので，中間浮体に余裕をもたせ，チェン，中間浮体，浮標識を取付けた後，浮体内に注水し，乾舷を調整した。将来は浮標を応用することによりソーセージ形緩衝材などの開発を考えている。



写真—1　ボーリング用円筒式足場



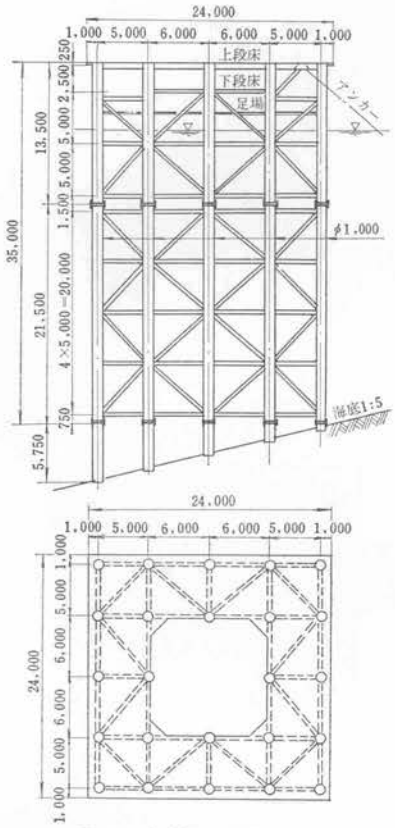
図—2　埋設アンカー配置図



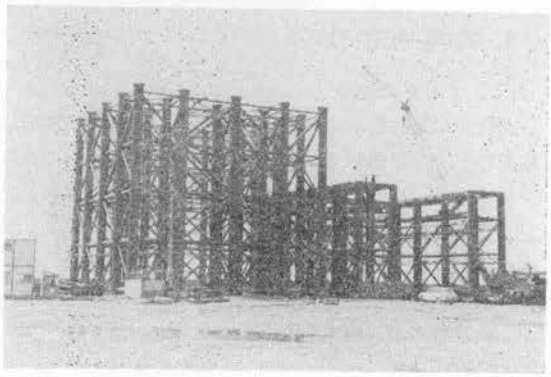
図—3　浮標識繋留図

（4） 海上作業足場の製作，海上輸送，現場設置

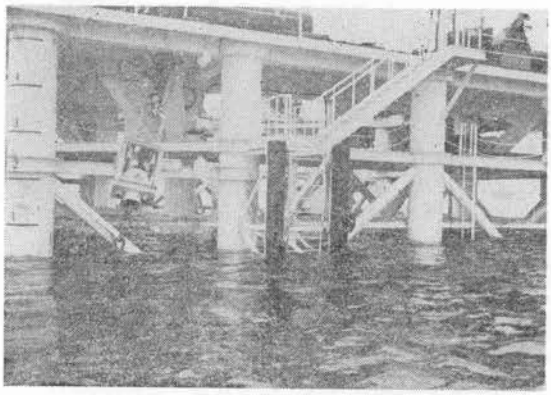
水深 35 m，潮流 6 ノットに耐える足場としては移動式足場（デロング社，ルターナー社，IHC 社等）と船足場（現在公団で小形のものを建造中）および固定式足場があるが，実験期間を約 18 カ月とみて経済的な固定式足場を採用した。これを支持わくと呼ぶが，この構造を **図—4** に示す。支持わくは取扱い上，輸送上，また実験終了後も浅い場所でのボーリングに，あるいは工事中の荷揚場の桟橋として利用するため上下 2 層に分けた構造とした。支柱は φ1 m，水平材や斜材には φ300 mm の鋼管を用い，上部には 24 m×24 m の作業床版を設け，2 t/m² の荷重に耐えられるものにした。総鋼重は約 580 t で，四隅にはアンカーを緊張，定着するための装置を設けている。**写真—2** は製作中の支持わく全景，**写真—3** は緊張，定着装置である。この支持わくを神戸市灘浜から南淡町福良港外の仮置場まで上下段別々にクレーン船でつったまま輸送した。運搬に際してはつり金具に注意し，事前にクレーンの形状角度，台付ワイヤの長さ等を



図—4　支持わく構造図



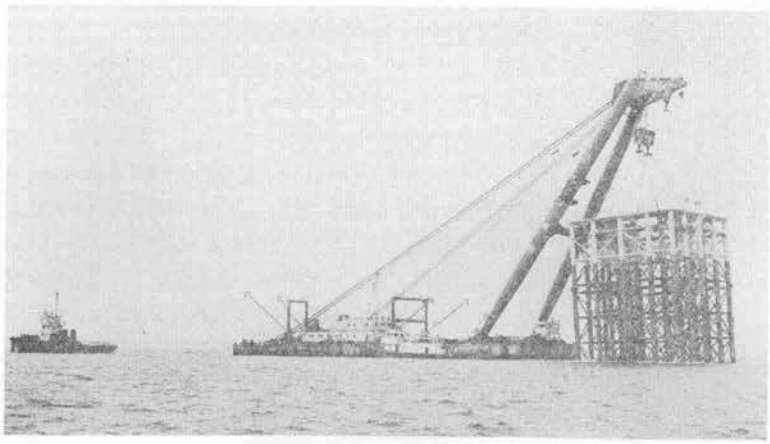
写真—2　製作中の支持わく



写真—3　支持わく緊張，定着装置

入念に検討しておかなければ思わぬ事故の原因となる。上下層を陸上で接合するには作業船のリーチが不足で，洋上接合を行なった。作業は下層転位，下層着底，仮定着，上層重合わせ，ボルト接合（288 本），本定着の順序で行なった。**写真—4** は上下層を接合し，鳴門海峡横断中の状況である。

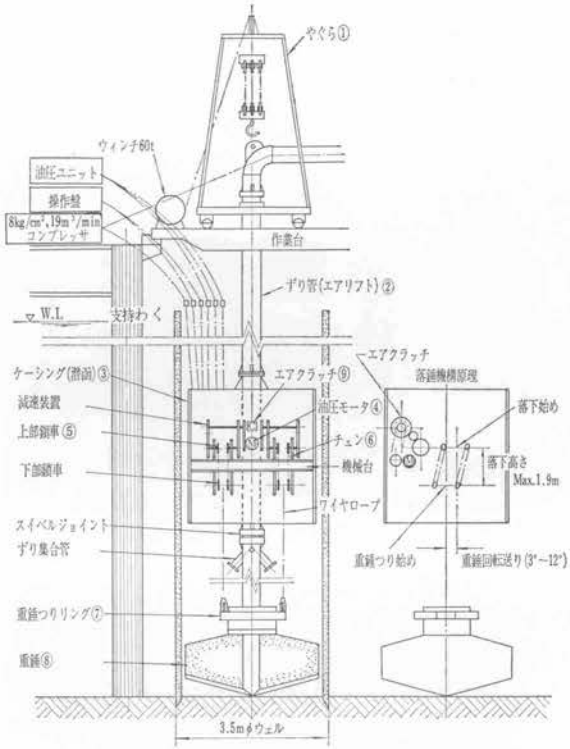
接合を終えた足場を再び 1,000 t クレーン船でつり下げ，鳴門海峡の潮時を検討し，本設置場所までえい航運搬した。設置位置は前もってダイバーにより詳細に測量し，海底に標示しておいた。埋設アンカーから 4 本の位置調整ワイヤを取付け，潮の転流期を利用して沈降し，着底直前の状態で止め，ダイバーに測定させ，ワイヤ長を補正した後次の転流好期に着底させた。この結果両端部で 60 cm の高低差が生じたが，φ1 m の支柱をとおしてφ90 cm のさく孔を行ない，中にφ85 cm の内管をそう入し，押えコンクリートを打設して根固めを行なう作業をとおして 9 cm まで補正し得た。**写真—5** は設置直後の状況を示す。



写真—4　鳴門海峡横断中の支持わく

（5）　大口径掘削（φ3.5 m 重錘掘削機）

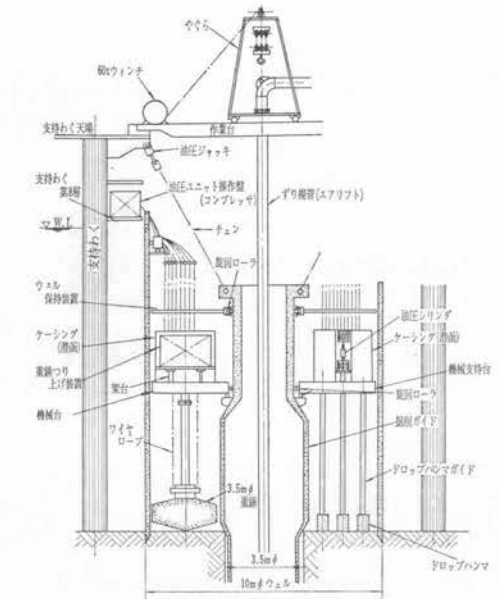
支持わくの根固めが終わってから中央部の 11 m×11 m の空間を使って大口径掘削の実験を行なう。これに用いる掘削機は昭和 41 年に建設省近畿地方建設局が開発試作したもので，岩屋沖で行なった第 1 次試験に使用した実績があり，今回はそれを改良試作して実験を行なうものである。この重錘掘削機は，原理は古いが構造が簡単で，作業面積と機械占有面積の比が大



重錘（1個）		刃先形式 十文字形 重量 13t 刃先全長 540cm 刃先線圧 24kg/cm 刃先角度 90°
油圧ユニット	電動機（1台）	形式 3相かご形 定格電圧 3,300V 容量 180kW 周波数 60Hz
油圧ユニット	主油圧ポンプ（1台）	形式 BZ740-110R-R304 回転数 1,150rpm 吐出量 Max534l/min 圧力 常用140kg/cm²

油圧ユニット	補助ポンプ（2連形）（1台）	形式 PLB240-106-SH 回転数 1,150rpm 吐出力 45l/min 圧力 15kg/cm²
油圧ユニット	補助電動機（1台）	形式 3相かご形 定格電圧 220V 容量 3.7kW 周波数 60Hz
油圧モータ（2台）		形式 S×510 回転数 Max85rpm トルク 570kg-m 圧力 140kg/cm²

図—5　φ3.5 m 重錘式掘削機の構造と仕様



重錘（1個）		刃先形式 十文字形 重量 13t 刃先全長 540cm 刃先線圧 24kg/cm 刃先角度 90°
重錘駆動用油圧ユニット	電動機（1台）	形式 3相かご形 定格電圧 3,300V 容量 180kW 周波数 60Hz
重錘駆動用油圧ユニット	主油圧ポンプ（1台）	形式 BZ740-110R-R304 回転数 1,150rpm 吐出量 Max534l/min 圧力 常用140kg/cm²
重錘つり上げ用油圧モータ（2台）		形式 S×510 回転数 Max85rpm トルク 570kg-m 圧力 140kg/cm²

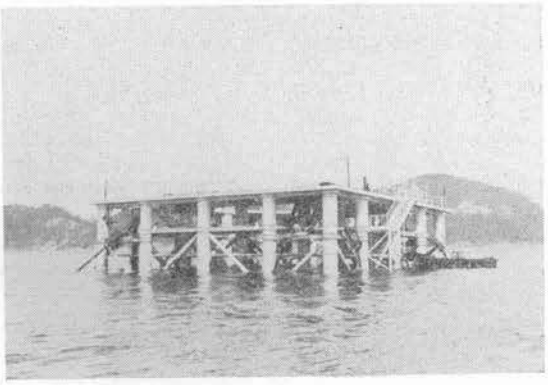
ドロップハンマ（6個）		重量 1.3t×6 刃先全長 65cm 刃先線圧 20kg/cm 刃先角度 60°
ドロップハンマ駆動用油圧ユニット	電動機	形式 3相かご形 定格電圧 3,300V 容量 90kW 周波数 60Hz
ドロップハンマ駆動用油圧ユニット	主油圧ポンプ	形式 BZ740 回転数 1,170rpm 吐出量 290.3l/min 油圧 140kg/cm²
ドロップハンマつり上げ用油圧シリンダ		シリンダ径 110φ ロッド径 70φ ストローク 357mm

図—6　φ10 m 重錘式拡孔掘削機の構造と仕様

きく，故障が少なく，複雑な地質変化にも鈍感で段取り替えの必要がないのが特色である。

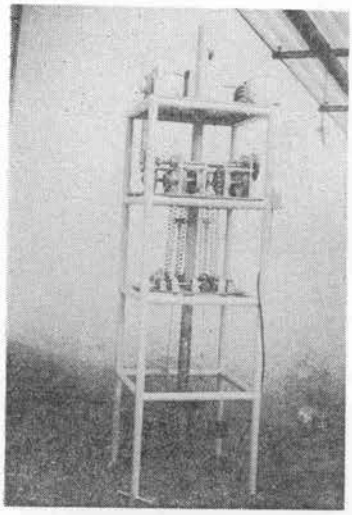
今回はφ10 m のケーシングウェルを建込む前にφ3.5 m のガイドウェルを使用し，φ3.5 m 掘削機で蜂の巣状掘削を行なう。これは地ならしの意味で深さ2 m 程度行なう予定である。ついでφ10 m のケーシングウェルを建込み，その中心部にφ3.5 m の掘削ガイド用ケーシングを建込み，掘削機により中央部にφ3.2 m の掘削を完了する。ずりは中央部のパイプによりエアリフトで排出する。

図—5 は重錘式掘削機の説明図および仕様である。足場上に設置した作業台上のやぐら①により，ずり管②を介してケーシング③に内蔵された駆動部分をつり下げ，駆動部分に組込まれた油圧モータ④により上部鎖車⑤が回され，この鎖車に掛けられたチェン⑥に回転が伝達され，このチェンに取付けられたワイヤロープによりつり

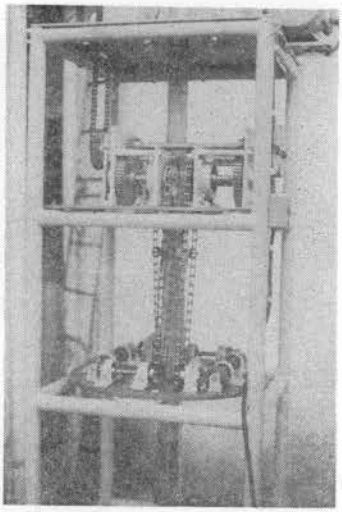


写真—5　本設置直後の支持わく

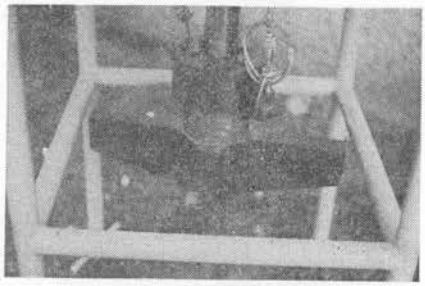
リング⑦を介して重錘⑧が持上げられる。任意の位置（0.5~1.5 m）でエアクラッチ⑨が作動し，クラッチを開放させると重錘が落下する。再度重錘が上がるときに



写真—6　重錘掘削機模型



写真—7　重錘掘削機機械部分



写真—8　重錘掘削機重錘部分

フリーのつりリング⑦により自動的に回転し，チェンの倒れ角，または落下高さを変化させることにより重錘回転角度を変更でき（3～12°），上下動機構のみで打撃と回転力が与えられ，全断面掘削が行なえる。**写真—6** はその模型の全景で，**写真—7** は機械部分，**写真—8** は重錘部を示す。

（6）　φ10m 超大口径重錘式拡孔掘削機

中央部にφ3.2mの孔が完了してから拡孔掘削機を支持するガイドケーシングをさし込み，これを軸にして1対の重錘が公転をしながらさく岩してゆく方法である。**図—6** はその拡孔掘削機の説明図である。動力部は同じく水中とし，ケーシングについたギヤをガイドに位置を決めている。上下動の機構にはチェン方式と油圧ジャッキ方式の二通りを考えている。今回の実験では片側にφ3.5mの掘削機をそのままはめ込んで利用し，他方は多軸の油圧方式によるドロップハンマを使用している。

（7）　そ　の　他

φ10mの全断面掘削が完了するとφ9mのケーシングウェル（内管）を建込み，壁部と底に水中コンクリートを打設して内部排水を行ない，締切工のかぎとなるしゃ水壁の実験を行なう予定である。

このほか，潮流圧，波浪圧，カルマン渦の測定もあわせて実施する。また現在建造中の半水没式の船足場を利用して 1,000 t の埋設アンカーの築造と引抜試験をも実施する予定である。この船足場は各種の形式について水槽実験を行ない，動揺性状を解析し，半水没式のコラム形に決定したものである。

このほかジェット水を使った掘削機の計画もあるが，紙面の都合で省略する。

5. む　す　び

7月末で支持わくの根固めも終わり，φ10m ケーシングの建込みを始める段階である。掘削機も7月末で陸上試運転を終え，作業開始を待っている。昭和 46 年3月には実験も完了し，一応の結果がまとまるので別途報告したい。

図　書　案　内

建設機械の現状—昭和44年—

B 5 判　280頁　頒価 1,000円（会員 800円）

国産建設機械主要諸元表—昭和45年—

B 5 判　50頁　頒価 200円

日本建設機械化協会

関門橋の上部工架設計画

大　橋　昭　光*

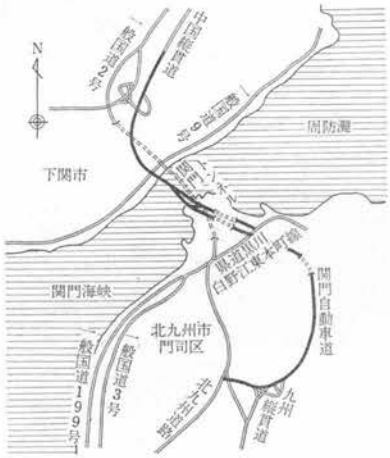
1. まえがき

橋りょうの架設計画には単なる架設の方法論だけではなく，架設機械の能力，架設地点の地形や気象などの自然条件，安全性，地域社会に及ぼす影響などを含めた検討を行なう必要がある。特に長大橋の場合には，架設計画の良否が設計および積算業務に影響を及ぼすだけではなく，工事全体に極めて大きい影響を与えるため，慎重かつ十分な配慮のもとで架設計画の立案がなされねばならない。

関門橋における現段階の主力工事は，昭和 44 年度から開始された下部工工事と昭和 44 年 9 月から開始された塔工事とであるが，この 9 月中旬から塔の架設工事を始める予定である。昭和 46 年度のケーブル架設工事，昭和 47 年度の補剛げた架設工事などの詳細に触れるまでにいたらないが，塔を中心とした架設の概要を紹介する。

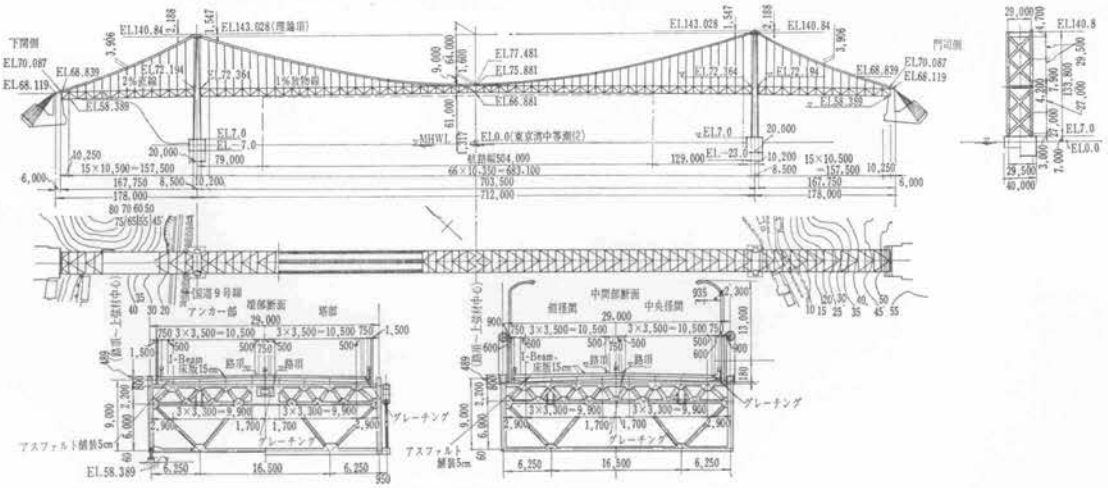
2. 関門橋の概要

関門橋は，関門国道トンネルのバイパスの役目とともに，下関市にある中国縦貫道の終点と北九州市門司区にある九州縦貫道の起点とを結ぶ高速自動車国道として関門海峡の早鞆の瀬戸に架設されるつり橋で，その位置は図—1 に，その構造の概要は図—2 に示すとおりである。



図—1 関門橋位置図

関門橋は中央径間長 712 m，側径間長 178 m，両橋台間のつり橋全長 1,068 m である。けた下高は航路幅に対し満潮面（朔望平均満潮面）から 61 m あり，将来関



図—2 関門橋概要図

* 日本道路公団関門架橋工事事務所長

門航路を通過する可能性のある大形客船が楽に通過できるようになっている。

つり橋は6車線の自動車交通が可能なように設計してあり，さしあたり4車線だけ交通に開放し，交通量の増加に応じて床版を拡幅し，6車線にすることができる。路面を支える補剛げたは耐風安定性，施工性などを比較した結果，けた高 9 m のトラス形式をとり，路面には軽量コンクリートを用いたブロック床版の上にアスファルト舗装を施し，耐風安定性を考えて，路面の中央部と両側にグレイティングと称する風抜きを設けてある。

ケーブルを支える塔本体は鋼板を溶接とボルトで組合わせた矩形断面でできており，力学的にはフレキシブル形式になっている。塔の高さは海面から約 141 m になる。

補剛げたと塔に用いる鋼材は普通鋼材のほかに，引張強さ 5,000～5,600 kg/cm² の高張力鋼材で，補剛げたで約 10,000 t，塔1基で約 3,000 t になる。補剛げたおよび塔の部材はすべて工場において溶接で組立て，現場においてボルトで継ぎ合わせるように設計してある。

つり橋にかかる力を支えるケーブルは直径 667 mm，間隔 29 m で左右2本かけられる。ケーブルには直径 5.04mm の亜鉛メッキ鋼線 14,014 本を平行に束ねる平行線ケーブルを採用しており，ケーブル1本の長さは約 1,160 m になるので，亜鉛メッキ鋼線の総延長は 32,500 km になる。

以上の諸数値を要約すると次に掲げるとおりである。

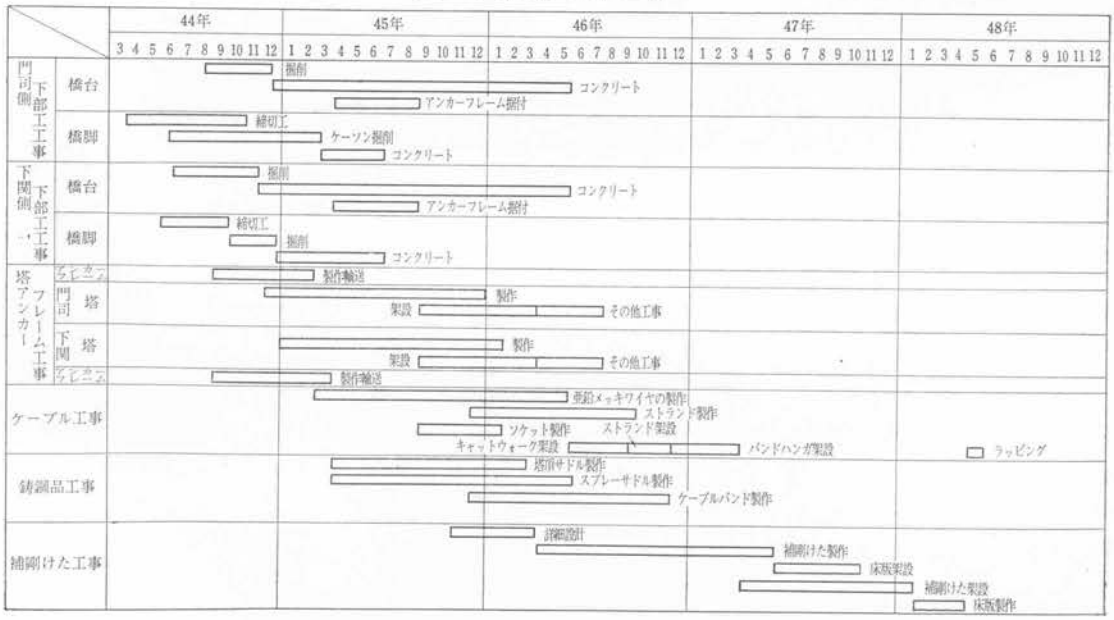
橋の等級	1 等橋
橋長	1,068 m
中央径間長	712 m
側径間長	178 m
けた下高	61 m（朔望平均満潮面より）
車線数	6 車線計画（暫定4車線完成）
塔の高さ	133.8 m（海面上 140.8 m）
ケーブルの直径	667 mm
ワイヤの本数	14,014 本（ケーブル1本当り）
ワイヤの総延長	32,500 km（地球の約 3/4 周）
ハンガーロープの径	53 mm
総鋼重	28,000 t
総コンクリート量	150,000 m³
工期	約 5 年
事業費	306 億円（道路部約 11 km を含む）

3. 関門橋の工程と架設順序

関門橋の全体工程および架設順序は表—1および図—3に示すとおりである。

塔，ケーブル，補剛げたのような一連の架設工事で，台風や冬期の季節風を避けて工程を組むことは極めてむずかしい。したがって，最も強風の影響の大きい架設工事の時期と要求される橋りょうの竣工時期とを考え併せながら工程を組まざるを得ない。この工程ではケーブルのストランド架設時期を昭和46年9月中旬から11月中旬に固定して，その前後の種々の工種の工程を割りふったもので，過去の気象資料からこの時期の気象が非常におだやかで，約 25% の稼働率が得られることと，昼夜の気象がほぼ一定しており，ケーブルストランドのサグ調整に必要な夜間作業が比較的容易に行なえることが，この時期を工程計画のポイントにおいた理由である。

表—1 関門橋全体工程表



このような工程に基づいた現場における架設順序を説明すると **表—2** のようになる。

4. 塔の架設

（1） 塔の架設工事内容

塔の架設工事の内容を述べると次のようになる。

① アンカーフレームの据付
② 橋脚頂部の面仕上げ
③ 塔本体の架設
④ 塔頂サドルの据付
⑤ エレベータ設備の据付
⑥ 電気設備の取付　その他

（2） 架設工事の精度

① 橋脚コンクリート面

仕上げ全面積について平面度（JIS B 0602-1964）1.0 m 以下

最大すき間（JIS B 0602-1964, 7 特例）0.5 mm/m

仕上げ高さの許容誤差　±1.0 mm

② 塔

塔柱中心の偏位許容量　高さ 10 m につき 1.0 mm

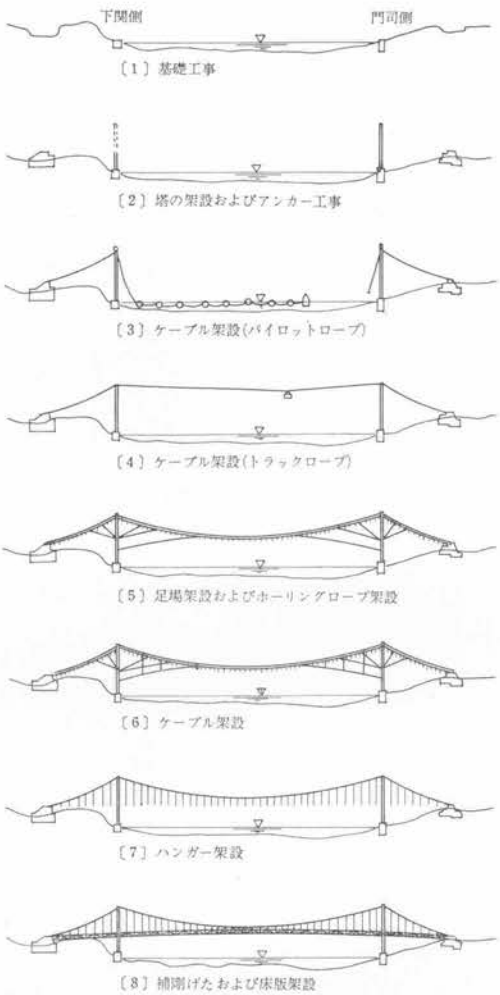
塔柱頂面高さの許容差　±13 mm

（3） 塔の概要

塔の基本寸法，塔柱断面図，使用鋼材などの概要は図—4 に示すとおりで，塔柱断面は矩形をとり，基部の第1段ブロック，下部水平材が連結する第7段ブロックおよび上部水平材が連結する第 13 段ブロックがそれぞれ一体構造で製作されているほかは，矩形ブロックを中心に両側にコの字形のブロックを組合わせた3ブロックで構成させており，中央部分の矩形部材の内側にエレベータが内蔵される。

表—2 架 設 順 序

図番号	架設工事	架設時期	内　容
図—3(1)	基礎工事	昭和44年3月～46年5日	橋脚のみ昭和45年8月に完成
図—3(2)	塔架設およびアンカー工事	昭和45年6月～46年5月	ケーブルを定着する橋台とケーブルを支える塔の完成を遅滞なく同時期に行なわねばならない。
図—3(3)	ケーブル工事（パイロットロープ）	昭和46年6月～7月	トラックロープの架設のためパイロットロープの張渡しを行なう。
図—3(4)	ケーブル工事（トラックロープ）	昭和46年7月	パイロットロープを利用して足場架設に必要なトラックロープを架設する。
図—3(5)	ケーブル工事（足場架設およびホーリングロープ架設）	昭和46年8月	トラックロープを利用して，ケーブル本体を架設する足場（キャットウォーク），ストームケーブル，ケーブルを引出すためのホーリングロープなどの架設を行なう。
図—3(6)	ケーブル工事（本体の架設）	昭和46年9月～11月	ケーブルを構成するストランドの架設，サグ調整，ケーブルの締付を行なう。
図—3(7)	ケーブル工事（ハンガーの架設）	昭和46年12月～47年3月	ケーブルにバンドを取付け，バンドを介してハンガーロープを取付ける。
図—3(8)	補剛げた工事	昭和47年4月～48年5月	補剛げたの架設，床版打設を行なう。この時期でつり橋本体が完成する。



図—3 架 設 順 序 図

高さ方向には 13 のブロックに分割されており，架設用機械のつり上げ能力，稼働率，塔柱と水平材および斜材との連結，塔頂サドルの重量などを考慮した結果，このようなブロック数を採用することになった。架設ブロックの最大重量は約 55 t，最大寸法は 12.5 m になる。

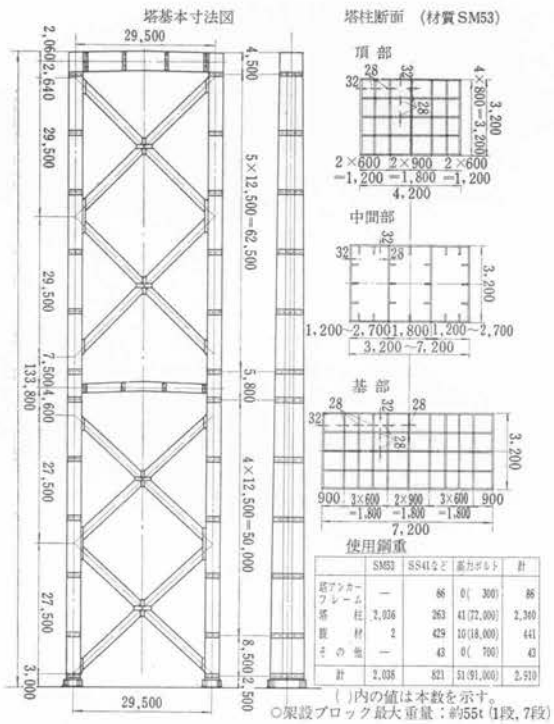
（4） 塔部材の重量

塔部材のブロックの架設重量および各ブロックの総重量は **表—3** に示すとおりである。

（5） 下関側塔の架設工事計画

塔橋脚は国道9号線に接して海峡に突出しており，前面は埋立に用いた締切堤で保護されている。下関側塔の架設に用いる主要機械は，塔部材の水切りに用いる定置三脚デリックと塔本体の架設に用いるクリーパクレーンからなっている。これらの仮設備の配置は **図—5** に示すとおりである。

塔部材は日立造船桜島工場から約 300～400 t の部材

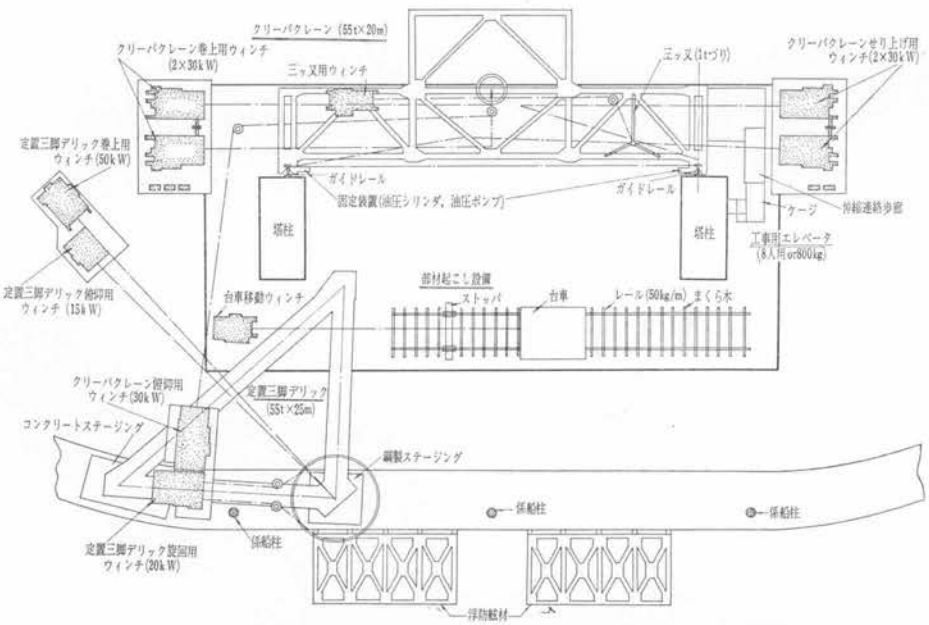


図—4 塔概要図

表—3 塔1基分の各部材重量

名称	1個の分割数	ブロックの架設重量（t）	個数	重量（t）	備考
アンカーフレーム		42.959	2	85.918	
塔柱 1段	1	84.863*	2	169.726	* 底板 31.799 t を含む
〃 2段	3	25.353 25.089 25.372	2	160.412	
〃 3段	3	35.070 35.648 35.070	2	220.896	
〃 4段	3	35.078 37.445 35.078	2	224.714	
〃 5段	3	33.028 35.646 33.028	2	212.524	
〃 6段	3	32.073 36.180 32.072	2	209.482	
〃 7段	1	54.611	2	109.222	
〃 8段	3	29.919 36.645 29.919	2	201.818	
〃 9段	3	28.161 35.418 28.161	2	191.916	
〃 10段	3	27.372 36.787 27.372	2	191.386	
〃 11段	3	25.040 35.648 25.040	2	179.402	
〃 12段	3	24.050 36.668 24.051	2	177.548	
〃 13段	1	45.896**	2	91.792	** 頂板 10.842 t を含む
斜材（上部）				140.854	下部水平材以上
〃（下部）				161.774	下部水平材以下
水平材（上部）			1	64.336	
〃（下部）			1	75.402	
その他				43.925	

（注）重量は添接板，ボルトなどを含むため，ブロック重量の合計と一致しない。



図—5 下関側仮設備配置図

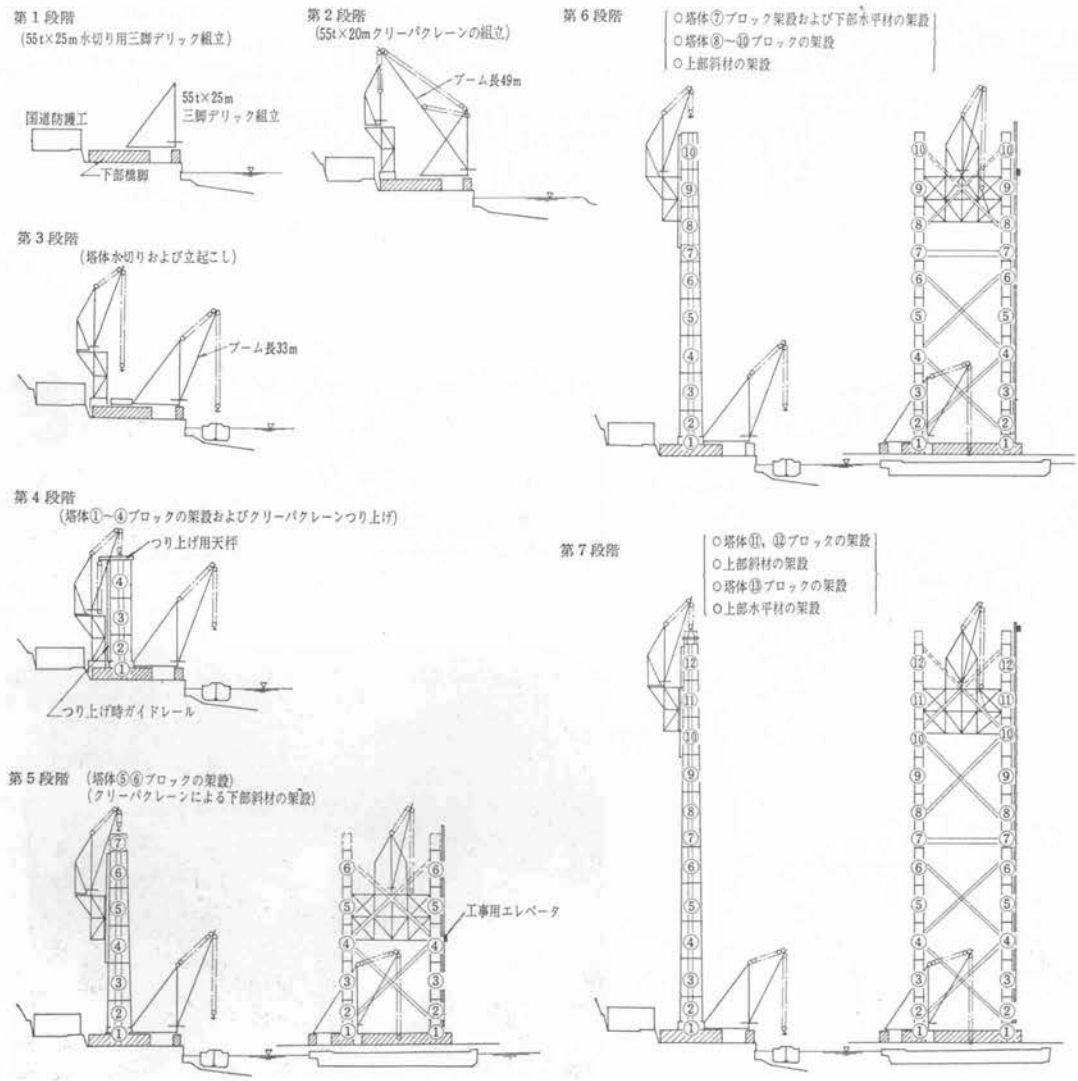
輸送船で海上輸送を行ない，橋脚前面の締切堤に浮防舷材を介して接岸し，水切用の定置三脚デリック（最大容量 55 t×25 m）で水切りを行なう。部材は部材起こし設備の台車に横たえ，橋脚背面にあらかじめ塔柱に接するように設けたクリーパクレーン（最大容量 55 t×20 m）につり換えて架設を行なう。塔柱第1段から第4段まではクリーパクレーンを橋脚上に定置して架設を行ない，第5段以降は図—6に示すように第4段頂部につり上げ用天秤を仮付し，この天秤とクリーパクレーンの間にワイヤロープを介してクレーンのせり上げを行ない，クレーンを塔柱に固定し，天秤を取りはずして第5段以上の架設を繰返す。図—7 はクリーパクレーンせり上げ時の概要を示したものである。

このクリーパクレーンは塔本体の架設を行ない，最後に塔頂サドルを設置した後，橋脚面まで降下させて解体する。写真—1 は下関側橋脚付近の塔架設現場を示したもので，既設の定置三脚デリックが見える。

（6） 門司側塔の架設工事計画

塔橋脚は県道に接して海峡に突出しており，前面は埋立に用いた締切堤で保護されている。門司側塔の架設に用いる主要機械は塔部材の水切りと架設を兼用させたタワークレーンであり，その配置は図—8 に示すとおりである。

塔部材に石川島播磨重工業呉新宮工場から部材輸送船で海上輸送を行ない，橋脚前面の締切堤に接岸し，タワークレーン（最大容量 60 t×35 m）で水切りを行なう。部材は下関と同様に橋脚上の台車に横たえておき，架設に際して改めてタワークレーンで部材を起こしながらつり上げを行なう。架設の方法は図—9 に示すように，タワークレーンが塔本体から独立しているために比較的簡



図—6 下関側塔柱架設順序図

単である。**図—10** はタワークレーンの概要を示したものである。**写真—2** は門司側橋脚付近の塔架設現場と橋脚背面に架設中のタワークレーンの脚柱を示している。

（7） 関門橋の塔架設工事の特徴

関門橋の塔架設工事の特徴を要約すると次のとおりである。

（a） 安全管理

つり橋の塔柱として 133.8 m の高さはわが国で最初のものであり，かつ架設現場が航路，道路および人家に近接しているため，第三者を含めた現場の安全管理に十分な注意を払う必要がある。

（b） タワークレーンの使用

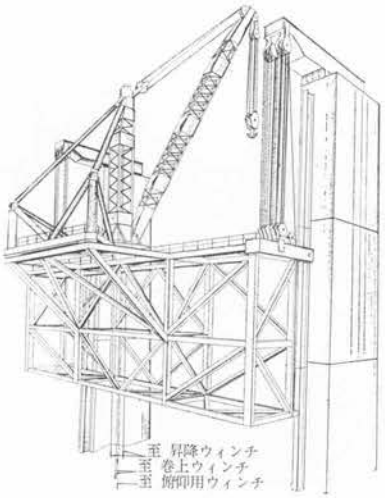
従来，つり橋の塔を架設する主要機械には下関側の塔におけるようなクリーパクレーンが主役を演じてきたが，建築あるいは高炉建設の機械として開発されたタワークレーンが，門司側の塔におけるように，現場の条件によって塔の架設に利用できるようになってきた。一般の常識として，定置式のクレーンあるいはデリックは小規模なつり橋の塔架設に利用できるのみで，マンハッタン橋（1909年，448 m+2×211 m）で最初に使用されたクリーパクレーンによる塔架設法の開発がその後の長径間つり橋の架設を可能にした要因の一つに挙げられている。

（c） 制振装置による耐風対策

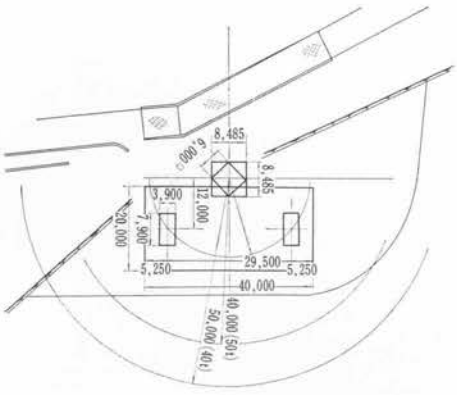
架設地点では海峡に平行した東西の風が卓越しているが，橋脚の背後に迫っている山の影響で収れんをうけるため塔の架設地点の風速は海峡の平均風速よりも大きくなる傾向にある。

塔柱が立ち始めた初期の段階では風による影響が少ないが，塔の上部水平材が閉合する昭和 46 年2月から3月にかけて予想される季節風に対して，塔が橋軸方向に揺れるいわゆる風琴振動が心配されるため，この振動を抑制する制振装置を考えている。この装置は塔柱第 12 段に定着したワイヤロープを橋脚背面に用意したコンクリート製の重錘に結びつけたもので，風胴実験の結果発振が予想される 13 m/sec 以上の風に対し，直ちに制振装置を作動できるように準備してある。

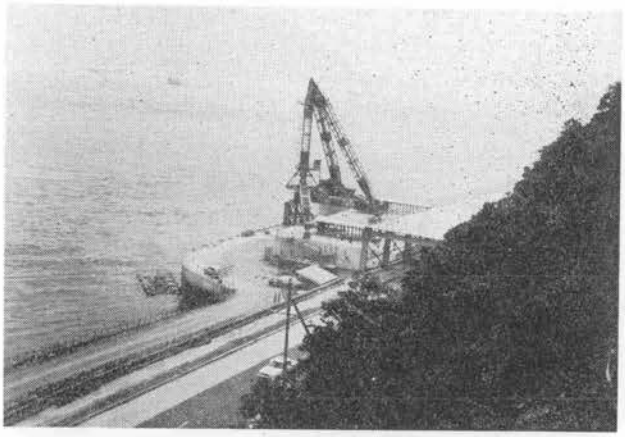
この風琴振動は塔頂にケーブル架設用足場が作られて



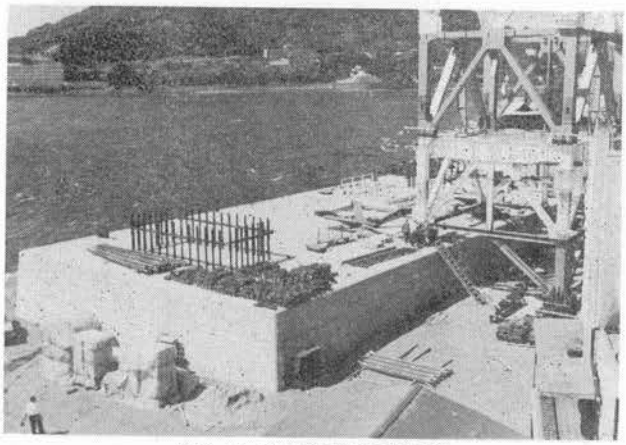
図—7　クリーパクレーン想像図



図—8　門司側仮設備配置図



写真—1　下関側塔架設現場



写真—2　門司側塔架設現場

しまえば，これらが一種の制振装置の作用を及ぼすので，塔に有害な振幅を生じさせる心配がなくなる。

5. ケーブルの架設

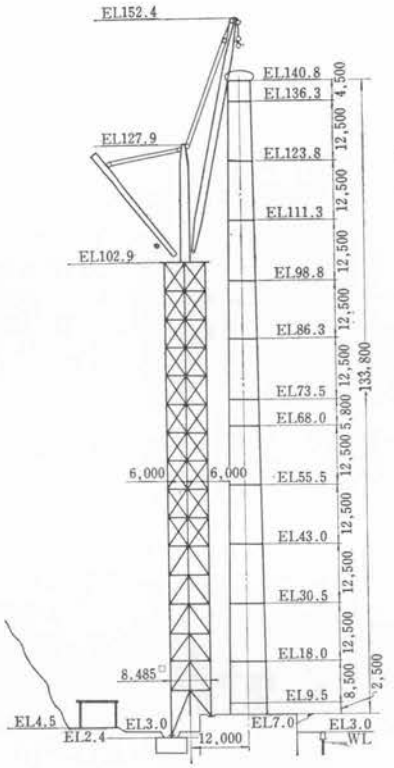
（1） ケーブル架設工事の内容

ケーブル架設工事の内容を述べると次のようになる。

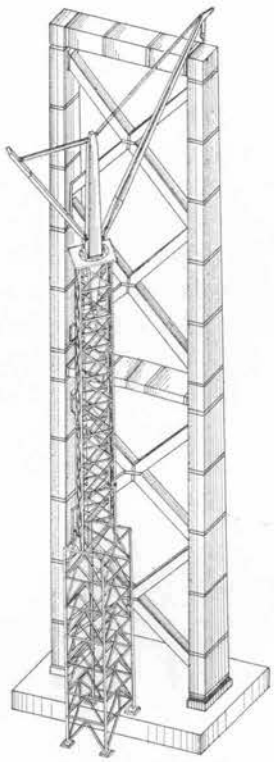
① パイロットロープの架設
② トラッククロープおよびキャリヤ設備の架設
③ ケーブル架設足場，ストームケーブルの架設
④ ケーブルストランドの架設
⑤ ケーブルの締付
⑥ バンドおよびハンガの架設
⑦ ケーブルのラッピング
⑧ その他

（2） ケーブルの概要

ケーブルはワイヤを平行に束ねる平行線ケーブルを用いており，その架設法にはプレハブストランド工法を用いている。ケーブルを構成するストランドはそれぞれ直径5.04 mm の溶融亜鉛メッキワイヤ 91 本からなり，このストランド 154 本で1本のケーブルを構成している。ケーブルの諸元，ストランドの配置などは 図—11 に示すとおりである。



図—9 門司側塔柱架設順序図



図—10 タワークレーン想像図

（3） 関門橋ケーブル架設工事の問題点

工程計画の項で述べたように，ケーブルの本体であるストランドの架設を最も気象条件のよい9月から 11 月に行なえるように，ケーブル架設工事を計画配置してあるが，わが国最初の本格的な平行線ケーブルの架設工事として，これから当面しなければならない問題もいくつか考えられる。

（a） パイロットロープの架設

昭和 46 年6月には橋台と塔の建設が終了し，橋全体にわたってケーブルの架設に現場をわたすわけであるが，最初にこの四つの点を結ぶためのパイロットロープの張渡しを行なわなければならない。現時点ではまだその日時まで決定してないが，図—3(3) に示したように，海峡を横切って浮子のついたロープを引張るため前後数時間にわたって，海峡における船舶の航行を停止させる必要がある。実際には昼間で潮流の停流時，しかも気象条件がよく，船舶側に最も影響の少ない時間帯の選択と予備日の選定など，慎重に配慮すべき要素がからんでいる。

（b） プレハブストランド工法

91 本のワイヤで構成されたケーブルストランドの架設は世界で最初の試みである。このような新しい技術に対する試みは極めて慎重に行なう必要があり，ケーブルの品質を左右する均一性を損わないようストランドの製作および架設には十分な注意を払う心算でいる。

（c） 現場架設技術員の教育

平均 80 m ないし 100 m 以上の高所で行なうケーブル工事で，主役を演じてもらわねばならない鳶職人にケーブルの架設工事の困難さと同時にその重要性を十分に認識させる必要があり，従来彼らが馴れてきた高所鉄骨構造と本質的に異なる点をどのように教育するかが最も意を払わねばならないところであろう。

6. 補剛げたの架設

補剛げたには 図—2 に示したようにトラス構造を採用している。関門海峡，特に架設地点の早鞆瀬戸の潮流と1日約 1,000 隻にも及ぶ大小船舶の航行から考えて，海面を利用した大ブロック架設工法の採用が極めて困難であると判断された。したがって，補剛げたは細かい部材に分割して塔の直下からつり上げ，ケーブルの変形を考慮しながらそれぞれ中央径間側および側径間側に部材を順次連結しつつ補剛げたを伸ばしていく工法を採用し，必然的に補剛げたの構造は比較的重量の軽い単材もしくは面材に分割できるトラス形式が採用された。

補剛げた工事は，これから発注する工種であって，種々の架設計算，耐風対策，安全対策など慎重な検討を進

めているところである。

7. あとがき

現場がようやく塔の架設に入ろうとしている段階であるため，架設の概要にとどまり，十分な紹介をするまでにいたらなかったが，ケーブルおよび補剛げた工事については別の機会に改めて紹介したい。

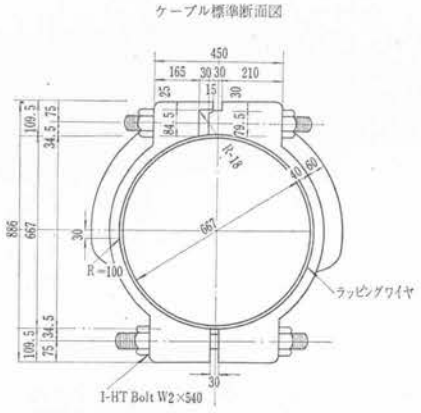
この原稿をまとめていた昭和 45 年 8 月 14 日，台風 9 号が瞬間最大風速 40.4 m/sec で関門海峡を直撃して通り去った。幸い現場に被害がなかったが，関門地区にはほとんど台風が来襲したことがないというわれわれのひそかな期待をくずし去ると同時に，昭和 31 年 8 月 17 日の台風 9 号のもつ 39.2 m/sec の記録をも更新した。

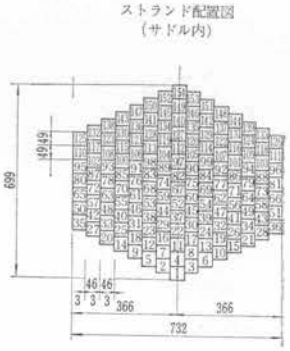
これから開始される約 3 年間の高所作業を慎重にやりとげ，昭和 48 年の竣工に無事結びつけたいと願っている。

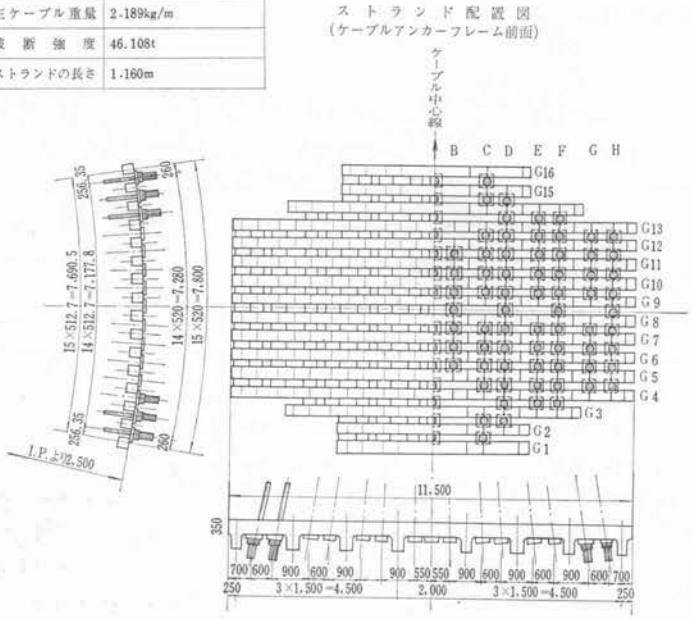
参考文献

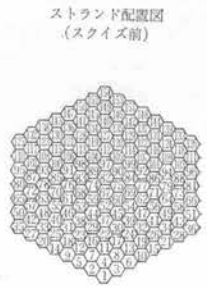
1) 日本道路公団 福岡支社編：若戸橋 調査報告書・若戸橋工事報告書；土木学会，昭和 39 年 2 月
2) 大橋昭光：長径間つり橋の架設；土木ライブラリー No. 17，山海堂，昭和 38 年 2 月

主ケーブル諸元	
線材	JIS G 3 502 SWRS 2
亜鉛メッキ素線破断強度	165kg/mm²≦σ_B≦180kg/mm²
亜鉛メッキ素線（メッキ含む）	φ 5.04mm
亜鉛メッキ素線断面積	0.1995cm²
亜鉛メッキ素線重量	0.156kg/m
弾性係数	E_C =200,000kg/mm²
1 ストランド構成素線数	91本
1 ストランド（外接円）直径	55.44mm
1 ストランド断面積	18.1546cm²
1 ストランド重量	14.215kg/m
主ケーブル構成ストランド数	154本/ケーブル
主ケーブル構成素線数	14,014本/ケーブル
主ケーブル直径（空げき率20%）	667mm（ラッピングワイヤ含む）
主ケーブル断面積 net	0.2796m²
主ケーブル重量	2.189kg/m
破断強度	46.108t
ストランドの長さ	1.160m









図—11 ケーブル概要図

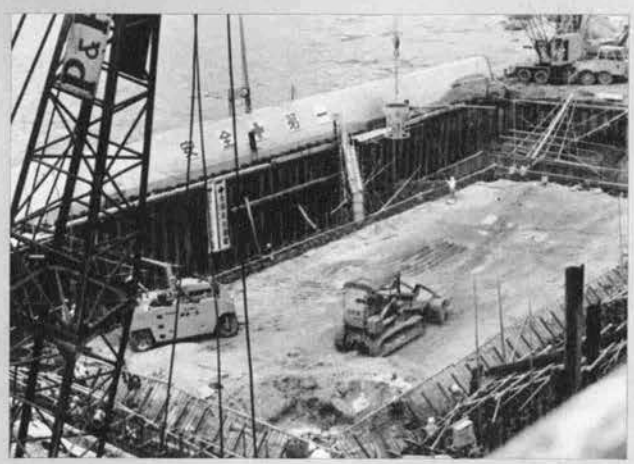
関門架橋工事の現況

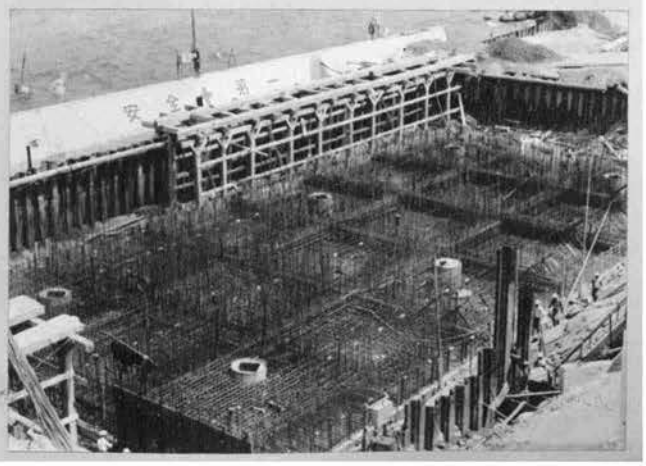
□工事の概要

関門橋は昭和43年4月に施行命令のあった関門高速道路のうち，源平合戦の古戦場として有名な早鞆の瀬戸に架けられる中央径間 712mのつり橋で，わが国では若戸大橋以来の本格的なつり橋として注目を集めている。

工事は昭和43年度末から下関，門司両側の下部工工事から着手し，現在橋脚が完成，橋台が約70%でき上がっている。塔工事は今年8月から架設を開始し，以後ケーブル，補剛けた工事と進み，48年秋には工事を完成する予定である。架橋地点は1日約 1,000隻の船舶が行きかう関門港内で，しかも上部工工事は海面より60m以上の高所作業となり，橋りょうの形式とあいまって大形で新しい施工機械の投入が考えられる。特にケーブルは1本当り素線（径5.04mm）91本からなるストランドを 154本束ねた平行線ケーブルで，その架設および応力，サグ調整には細心の注意を払わなければならない。

本工事を実施するにあたって，設計，施工上得られた種々の技術的知識は，今後予定されている本州四国のような長大つり橋の建設に寄与するところ多大なものがあると考えられる。



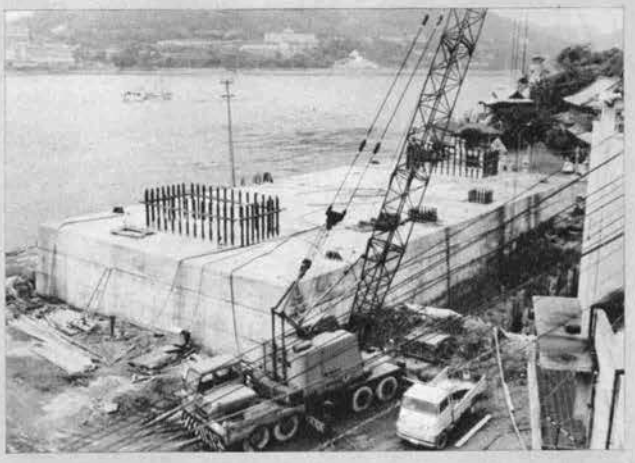


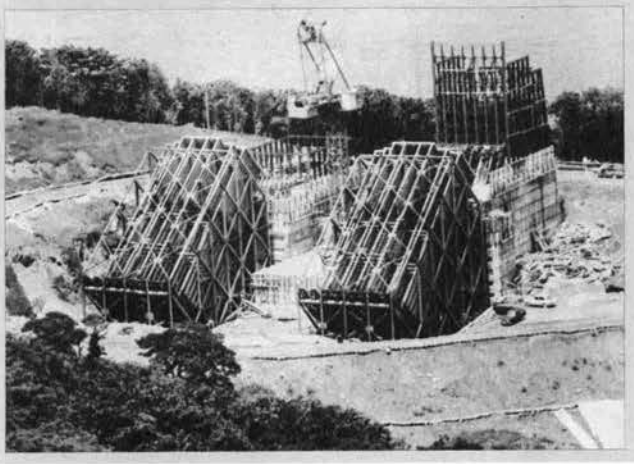
□門司側下部工

■鋼管ぐいによる締切工事（右上）
くいは径 914mm，長さ17mおよび13mを使用した。

■ケーソンの刃口を据付けた後，砂セントルの施工（右中）

■ケーソン天井版コンクリート約960m³の打設(右下)





■ケーソン工事の全景（左上）
橋脚の大きさは20m×40mで－27.0mまで沈下させた。

■ケーソン中での電気ブルドーザによる掘削(右上)

■ケーソン沈下完了後，中詰土砂の施工（左中上）

■完成した橋脚（左中下）

■橋台工事の全景（左下）
橋台の大きさは下関側とほぼ同様で，幅44m，長さ55m，高さは前部で約46mである。なおコンクリートの打設量は約52,000m³である。

□下関側下部工

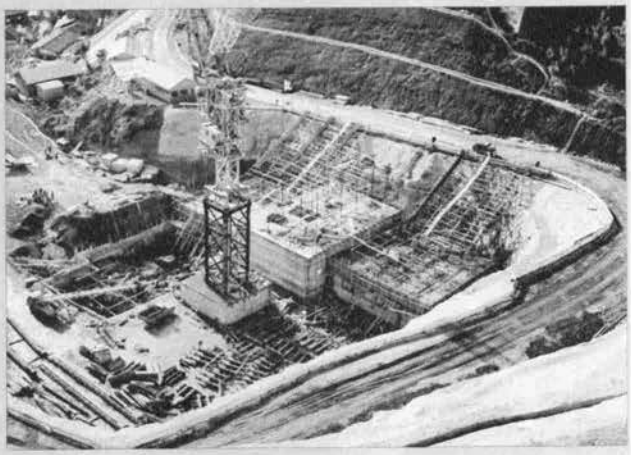
■下関橋台の掘削開始（右上）
掘削量は約95,000m³（土砂28,000m³，軟岩36,000m³，硬岩31,000m³）

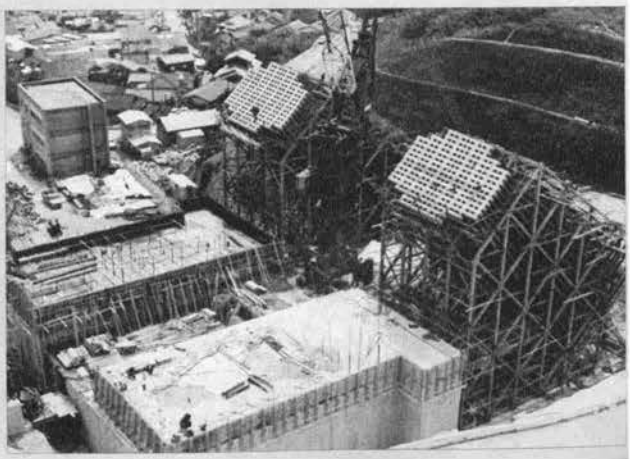
■橋台支持地盤での載荷試験（左下）

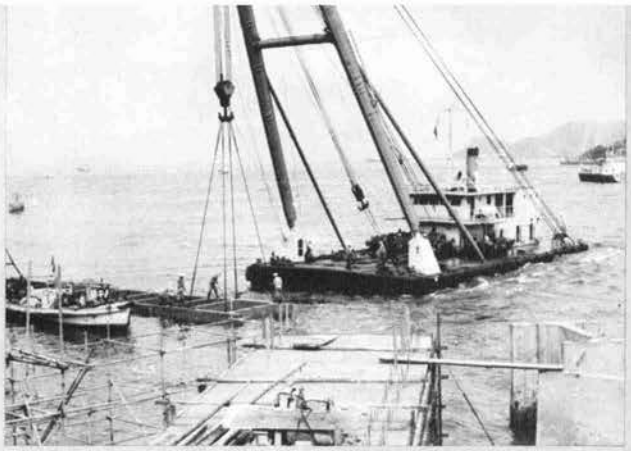
■橋台コンクリートの打設（右中上）
コンクリート量は約57,000m³，中央に見えるのはコンクリート打設用のタワークレーン（旋回半径35m，5.0tづり）

■ケーブルアンカーフレームの組立開始（右中下）
組立にはタワークレーンと32tづりトラッククレーンを使用した。

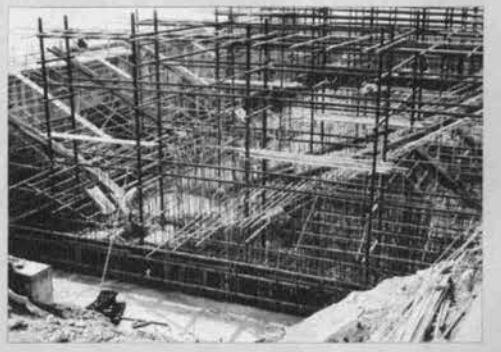
■ケーブルアンカーフレーム組立完了（右下）
アンカーフレームの重量は2基で約1,380t

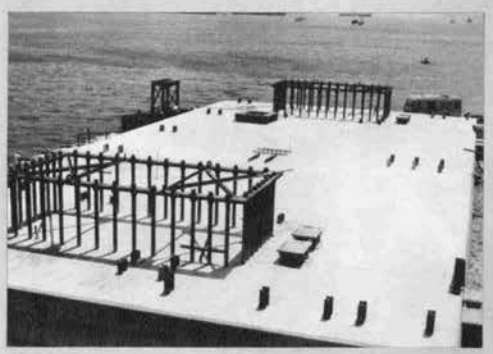






■大形クレーン船による締切用セルラーブロックの据付（下関側橋脚）（左上）
■締切堤が完成し，橋脚の掘削開始（左中上）
掘削は－7.0mまで実施し，その量は約 9,000m³
■クローラショベルのバケット部分を取替え，エアハンマを取付けての岩掘削（左中下）
■橋脚のコンクリート打設（右上）
形鋼で組まれているのは鉄筋組立用の棚
■大形クレーン船での塔アンカーフレームの据付
重量は1基当り約40 t（左下）
■完成した橋脚（右下）





日本道路公団高速道路関門建設所
関門架橋工事事務所提供

山陽新幹線高塚山トンネルにおける ビッグジョンによる掘削実績

原　口　正　一*

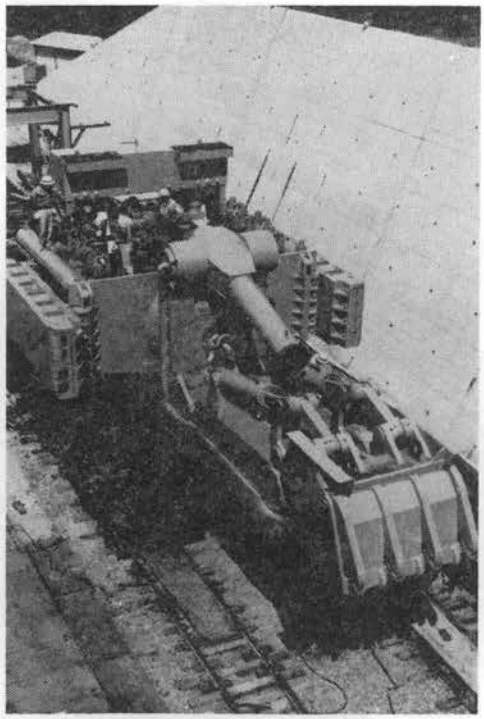
1. トンネル工事の現状

土木工事はほとんどが公共工事であり，1会社の工事でも大形の土木工事はその国の経済力に著しい影響をもつものとなることが多い。現在地表の利用が過度に進み，社会生活が急速度に不快になりつつあるので，都市における各種交通機関はもちろん，電力線，通信線，上水道，下水道等万事できる限り地下を利用する趨勢にある。これは世界各国共通であって，土木工事中に占めるトンネルの量は激増している。

社会生活の充実のため経済発展をはかるのには世界の各国が勝手にやっていては格差がつき，また国際的紛争を生ずるということで各国が協力して発展を促進してゆくようにと国際機関が設けられている。

これが OECD (Organization for Economic Co-Operation and Development) であるが，この機関でも経済発展をはかるためにブレーキになっているものの一つはトンネル工事であると指摘し，先般来加盟各国のトンネルに直接関係する専門家を招集し，討議を重ね，各国政府に対し，トンネル工事に対しいかに対処してゆくべきかの勧告案を作成している。

目的は，より安全に，より廉価に，より早くということになっている。世界中の国がそれぞれこの3点で悩み，新しい工法，能率のよい作業機械，有効な材料を探し求めているので諸々の有効な工法が出現して来ることと思う。



写真—1　ビッグジョン本体

2. トンネル掘削機

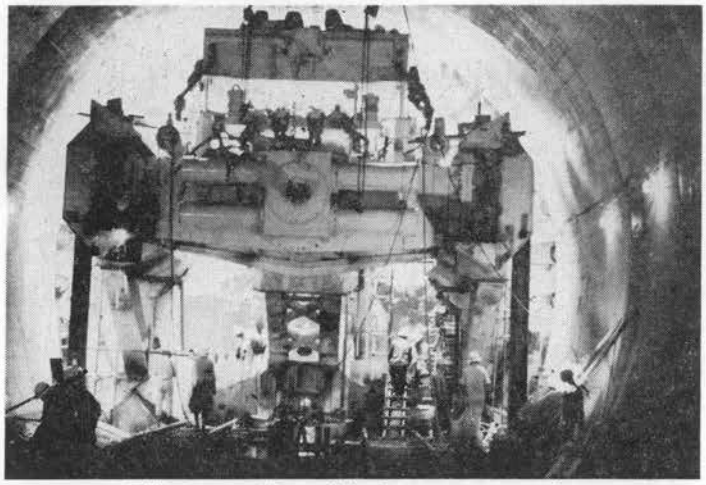
普通のトンネル工事は火薬により地山を爆砕してゆくのであるが，火薬を使う限り地山のゆるみ，悪ガスの発生はさけられず，また山肌が露出した所での作業は免れない。また各種の関連作業が常にシリーズで行なわざるを得ないし，大形の機械は投入できないのがトンネル工事の作業である。これがトンネル工事が危険であり，工事費がかさみ，工期が長くなる原因で，われわれトンネル技術者全部が地山を爆砕せず，山肌の露出しない安全な作業場で作業し，また各作業を重複して行なうことを願望している。

破砕方法としてはエレクトロン，高周波等による熱変化，レーザービーム等による溶融およびジェット，超音波等による破壊等が研究されているが，未だ一般の実用の域に達していない。現在は地山を爆砕せず，また掘削作業とずり積み作業を同時に行なえるものとしてトンネル掘削機が考案され，実用化されている。これは回転盤に切削刃を取付け，地山を削ってゆく方式のもので地山の質の均等性が必要である。極めて軟かい圧縮強度 50 kg/cm² 以下の岩と 1,500 kg/cm² 以上の硬岩を同一切削刃と機構で掘削することは極めてむずかしく，接触変質を受けた軟弱な層や破砕帯はもちろん，堆積層の掘削は不可能といえる。

* 前田建設工業（株）技術研究部長

日本は大陸と違い，地質の変化が激しく，いままでのトンネルでは500～800 mごとに上記のような軟弱層にあたっている。それゆえ単一の機械で地質の変化の広い範囲に適用できるものが望まれている。この希望を幾分かなえるものとして開発されたものがMEMCO社のビッグジョン式トンネル掘削機である。

回転式トンネル掘削機としては，極めて軟弱な地山の掘削用として地下鉄等の工事に使われているようにシールドをもっているが，これは特別で普通のトンネル掘削機は岩石の掘削を対象としているものなので，シールドはもちろん，屋根もないのであるが，日本のように岩の割目が多く，剝離しやすい地山では肌落ちが多く，特に地山にグリッパにより推力をとるものでは肌落ちが助長され，屋根が必要になって来る。



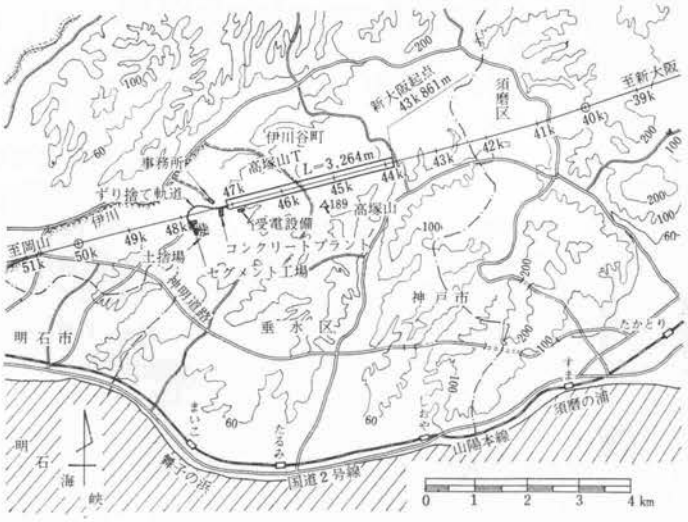
写真—2　ビッグジョン後方（トランスミッション）

MEMCO式の掘削機は洪積層等の堆積層の掘削と数100 kg/cm² の軟かい岩の掘削を兼ねるのでシールド内に掘削機を装備している。同様の機構の掘削機としてはLawrence, Westfalia等の掘削機があるようだが，これらは堆積層用で岩の掘削まではできない。

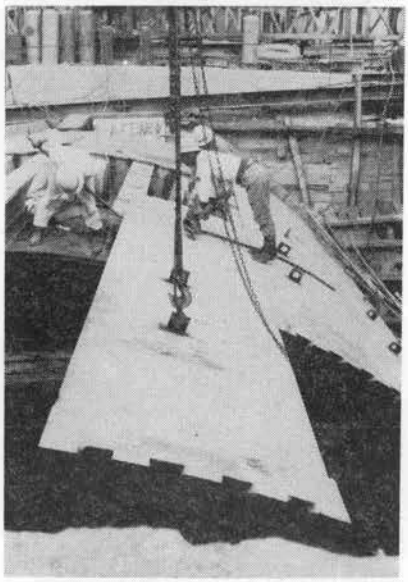
3. ビッグジョントンネル掘削機の採用

ビッグジョン式トンネル掘削機は7年ほど前に初めて実用に供されたようで，その後改良し，1965年California State Water Projectの一連の工事としてロサンゼルス郊外New Hall付近にある掘削外径 7.80 m の Sugus (1,875 m)，Castaic Ⅰ (1,650 m)，Castaic Ⅱ (3,900 m) の水路トンネルに使用されていた。ここの地質は玉石混じりの洪積層が主体で，Castaic Ⅱ トンネルは一部岩石層になっている。

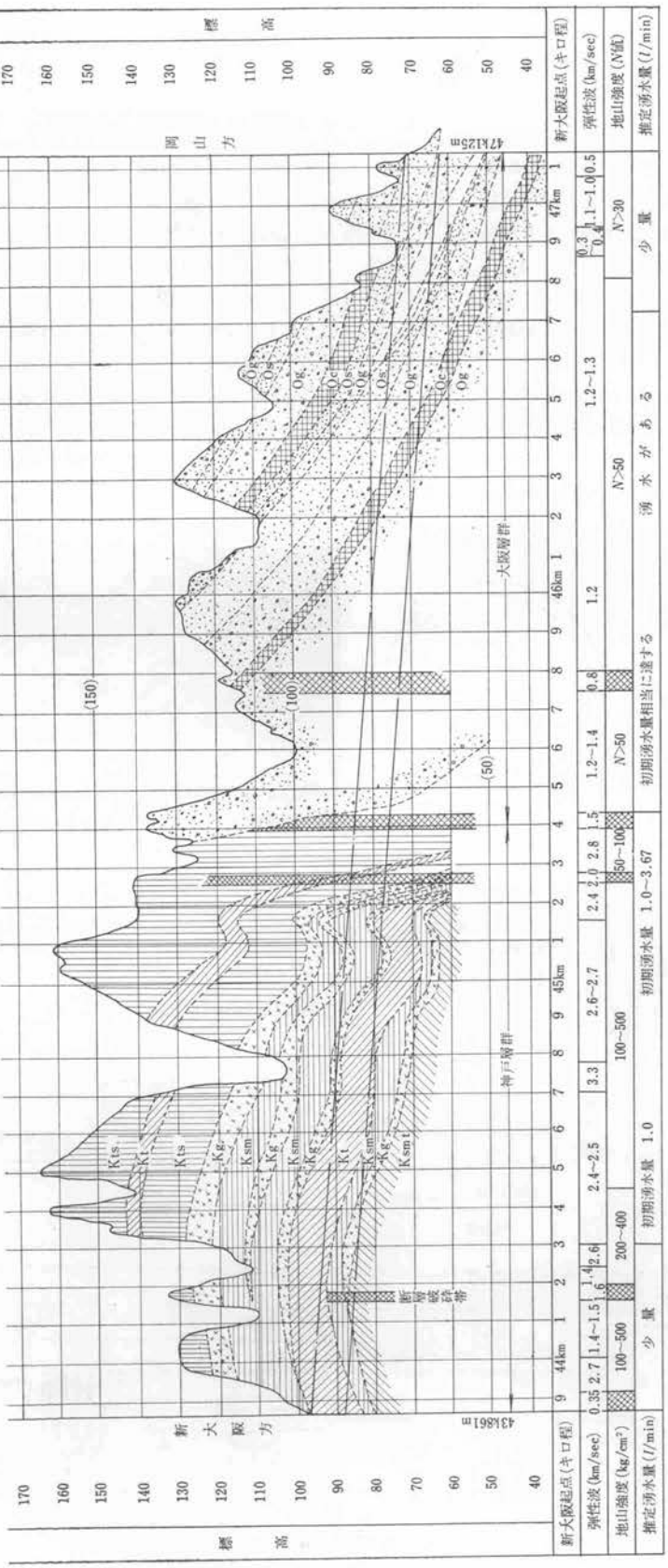
山陽新幹線高塚山トンネルは六甲山系の西端明石市に近い所にあり，延長 3,260 m で複線トンネルである（図—1参照）。断面は複線で掘削断面として約 94 m² ある。地質は東半分が泥岩，砂岩，れき岩，凝灰岩の互層からなっている第3紀層で神戸層と称され，西半分は粘土層，砂層，れき層の互層で大阪層と称せられている。神戸層は大体 100～500 kg/cm² の圧縮強度がほとんどで，一部に 500 kg/cm² を越すものもあり，また大阪層の近くには高塚山断層の存在が認められる。湧水はあるが，さほど多くない。大阪層は第4紀層で締まっているが，N 値として 20～80 程度であるが，海岸の隆起によってできた地形であるから砂層の粒子は比較的そろっている部分



図—1　高塚山トンネル付近平面図



写真—3　シールド組立（ホアボーリングプレート取付）



図—2　地質縦断面図（着工当初）

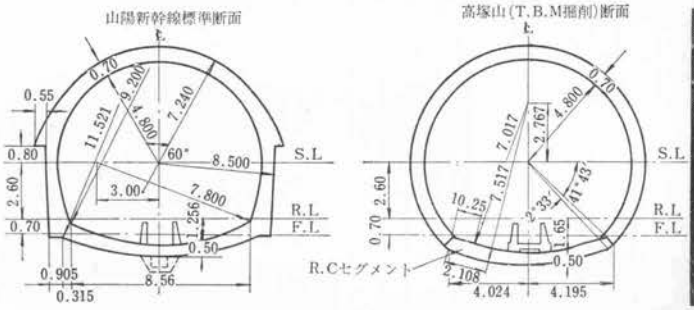
があり，透水係数は小さい。粘土層上部では湧水が相当あると考えられるが，被圧水はないと思われた（図—2参照）。以上が当初の地質の予測であった。

この大阪層に対して普通工法では底設導坑先進のみでは不十分なところもあり，部分的には排水孔，側壁導坑，注入による地盤の強化等，当然必要となると思われた。また回転式のトンネル掘削機はその性能上使用不能である。神戸層に対しては回転式のトンネル掘削機は有効であるが，軟かい泥岩の場合湧水があればずり出しに問題が残る。単一の機械でトンネル全延長を掘削できるものとして MEMCO のビッグジョン式トンネル掘削機を考えた。

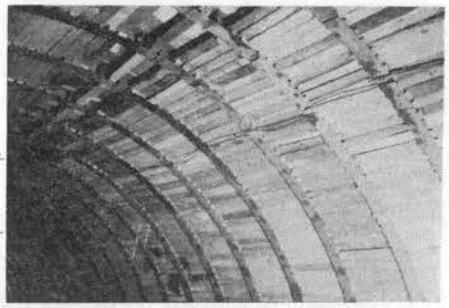
圧縮強度 400 kg/cm² 程度以下はビッグジョンのクリッパおよびホアポーリングプレートで破砕することができ，弛緩した土砂の場合は山留のブレストジャッキ等により切羽上部の山留ができる装備をもち，500 kg/cm² 以上の岩に対してはゆるめ発破を併用し，高塚山トンネル全延長を段取り替えなしで掘進する性能を具備する機械を発注した。

4. トンネル断面および支保工の変更

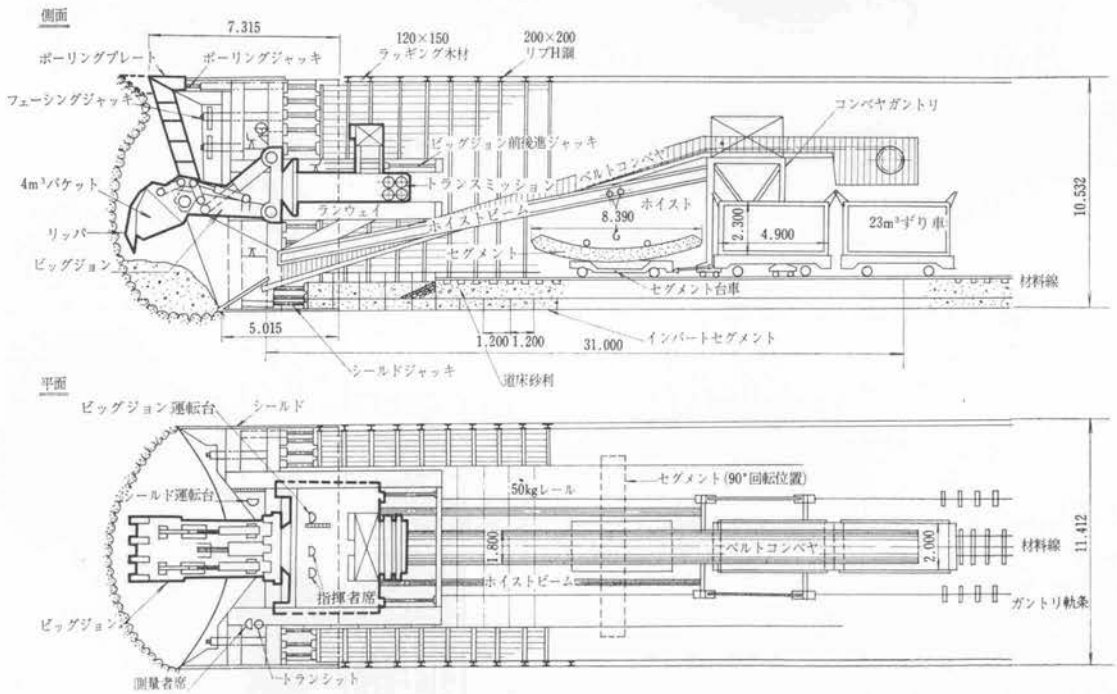
ビッグジョン式トンネル掘削機は回転切削式と違い，円形断面に限らず自由な断面とすることができるので，トンネル断面は山陽新幹線の標準断面である馬蹄形とすることもできるが，堆積層の全断面掘削となるので支保工の強度上インバートのある図—3のような断面に変更された。インバートは支保工からの土圧のみならずシールド推進の反力を受けるのでＲＣセグメントとした。支保工も4ピース程度のＲＣセグメントとする案もあったが，組立てるエレクタの問題等から取扱いの容易なH鋼のリブと木材のラッギングとし，リブの標準間隔を 1.20 m とした。



図—3　トンネル断面図（単位：m）



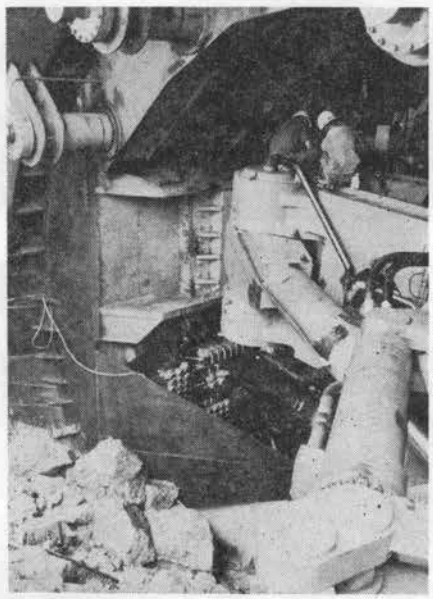
写真—4　リブとラッギング



図—4　ビッグジョン式トンネル掘削機見取図（単位：m）

表—1　ビッグジョン式トンネル掘削機諸元

機械名	種別	諸元
シールド	外径	高さ 10.53 m　幅 11.41 m
	長さ	上部 7.31 m　下部 5.01 m
	ジャッキ	250 t×1.42 m××31 本
	油圧ポンプ	50 HP×2
ポーリングプレート	大きさ	幅 1.30 m　長さ 5.30 m　12 枚
	ジャッキ	300 t×1.20 m×12 本
	油圧ポンプ	50 HP×2（シールドと兼用）
ビッグジョン	アーム長	4.30 m
	バケット	4.0 m³　リッパ 4 本付
	作動	旋回角度 220°　前後進 3.30 m
	ジャッキ	前後進用 400 t×3.30 m×2
	〃	回転用 400 t×1.28 m×4
	〃	ブーム用 1,000 t×3.00 m×1
	〃	バケット用 400 t×1.10 m×2
	油圧ポンプ	ビッグジョン用 200 HP×10
	〃	油圧ベアリング用 75 HP×1
	〃	アカムレータ用 20 HP×1
	〃	ブースタ用 3 HP×1
フェーシング	ジャッキ	30 t×2.50 m×6 本
	油圧ポンプ	50 HP×2（シールドと兼用）
ベルトコンベヤ	ベルト	幅 1.80 m　全長 31.00 m
	速度	137 m/min
	油圧ポンプ	200 HP×2
	駆動モータ	4 個
ホイスト	ビーム	450×175 H(115 kg)×2
	ホイスト	8 t×2
	ウィンチ	6 kW×2
エキスパンダ	ジャッキ	100 t×0.40 m
	油圧ポンプ	3.7 kW
	上下用ジャッキ	10 t×0.25 m 手動
備考	電圧	坑内 6,600 V　機械 440 V
	全設備馬力	2,660 HP（シールド 150 HP　ビッグジョン 2,110 HP　コンベヤ 400 HP）
	全重量	700 t（シールド 250 t　ビッグジョン 370 t　コンベヤ 80 t）



写真—5　シールド前部
（中央下方はシールド運転台）

5. ビッグジョントンネル掘削機の性能

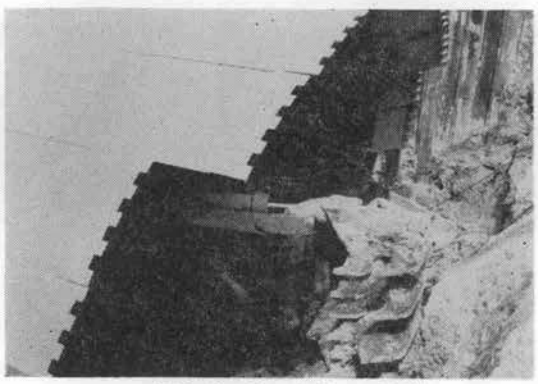
ビッグジョン式トンネル掘削機は 図—4 のように 12 枚のホアポーリングプレートを前部上半に取付けたシールド内にリッパのついた上下動または回転するバケットをもったビッグジョンを装置したものである。

ビッグジョンはシールドに取付けたランウェイ内を前後に摺動し，水平中心軸で左右に 110° 回転する。その性能は 表—1 のとおりである。

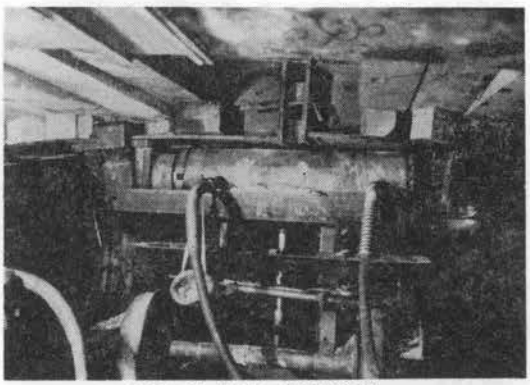
6. ビッグジョントンネル掘削機での掘削方法

掘削は硬い地山の場合はビッグジョンで切羽中央部を心抜き掘削し，次いでホアポーリングプレートを 1 枚ずつ順次地山に貫入させてゆく。崩落したずりはバケットでベルトコンベヤ上にかき落とし，シールドを前進させる。シールド，テールから支保工がはずれたらジャッキで天端を押拡げ，間隔材をそう入して地山に支保工を密着させる。

地山が軟かい場合は切羽中央部を残すようにビッグジョンで掘削し，ホアポーリングプレートを早めに地山に



写真—6　ビッグジョン頭部



写真—7　支保工拡張装置

突込ませる。なお，切羽が崩壊しやすいときはホアボーリングプレートにカーテンプレートを取付け，フェースジャッキに取付けたビームで押え，切羽上部の鏡止めを行ないながら掘進する。

7. 掘削実績

（1） 大阪層中の掘進

昭和 44 年8月下旬，一応組立を完了し，部分的な操作を開始した。9月掘削を伴う試運転に入り，できるだけ荷重をかけず操縦の練習を始めた。湧水もなく，切羽は一応立っていた。山留用のカーテンプレートやブレストジャッキを装備しないでゆっくりと掘進した。200 H 4本およびラッギング約 170 本による支保工の組立はエレクタが不具合のためウィンチ2台を主体にした。当初4時間 30 分ほども かかっていたが，逐次 2 時間以内に短縮できて来た。9 月の 稼働日数 27 日で平均 4.3 m/日，最高 10 m/日 であった。10月下旬までに約 300 m 掘進したところ湧水が増え，地山が軟かくなってきた。

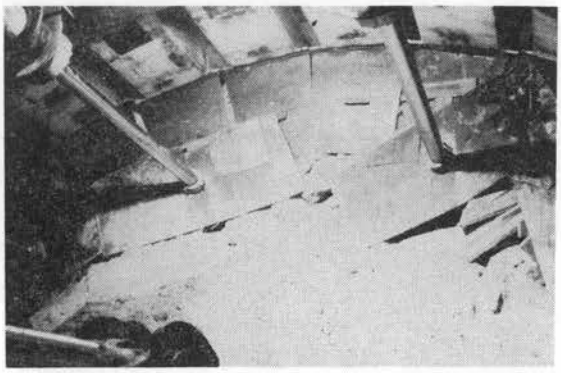
覆工コンクリートは掘削につれて1～2日ごとに 15 m 宛打ってゆく予定であったが，型わくの製作が遅れ，10月に入ってから打設を始めた。覆工コンクリートが追尾するのを待って切羽の山留装置の取付にかかった。完了前の 11 月 2 日，約 100 m^3 が切羽より崩落した。その後再々崩落して切羽に土留の鋼矢板を打込み，土留柵を設け，また左右 No. 4 ポーリングプレートにデッキプレートを取付ける等の防護策を講じたので掘削の稼働日数は9日であり，12 月は 11 日しかなかった。切羽からの注入等も行ない，崩落対策が昭和 45 年1月9日で完了し，10日から掘進を始めた。その後はほぼ順調で1月の稼働日数 20 日，月進 216 m，1日最高 20.4 m（20 リング）を出した。2月は月進約 238 m，3月は最高 24 m/日，月進 304 m で，4月 24 日大阪層の掘進をほぼ終了し，第3紀層（神戸層）の岩の掘削に入るのでシールドおよびビッグジョンの点検，補修にかかった。

大阪層における掘進は，9月以降実働日数 150 日，進行 1,437 m，平均 9.6 m/日 になっており，暦日では平均 7.0 m になっている（**表—2** 参照）。

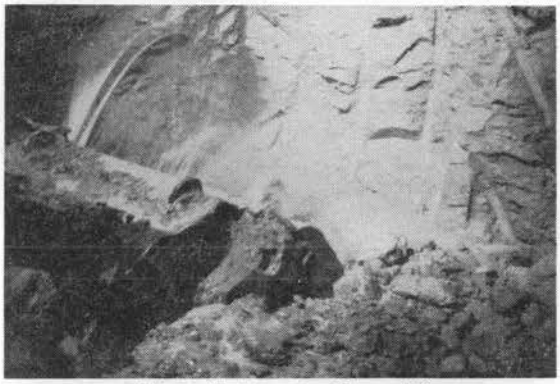
（2） 神戸層中の掘進

シールド部分はポーリングプレートおよびシールド先端部に切削刃を植付け，またスキンプレート部の一部補強を行なった。ビッグジョンは回転軸の補強およびバケット操作用ジャッキ取付部の改造補強とリッパの補強を行なった。約 10 日間で5月5日より掘削を再開した。

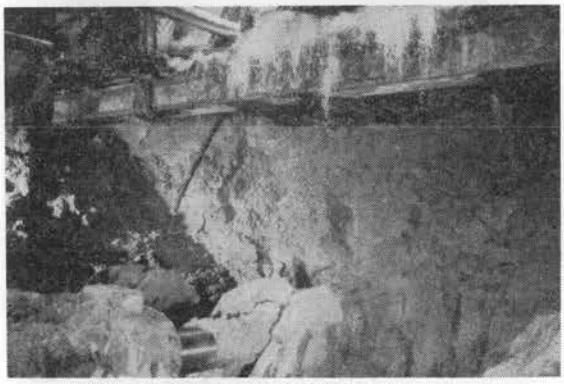
岩石の強度は 300 kg/cm^2 以下であるが，断層が予定されていたのでデッキプレートは取付けたままにしておいた。岩石の層は割合に立っていた。しばしば割目の関係でリッパにねじり力が加わり，また4本の刃に一様に力がかかることにならないのでリッパの折損が再々発生



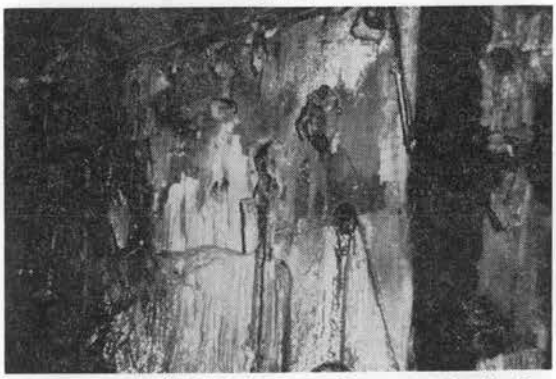
写真—8　カーテンプレートとフェーシングジャッキによる上半鏡止め



写真—9　泥水中のビッグジョン操作



写真—10　デッキ上より鉄矢板を打込み，ビッグジョンで下部掘削



写真—11　切羽崩壊防止（カーテンプレートより注入施工）

した。特にビッグジョンが前進してリッパ先端を岩盤に押付けるような操作をすれば推力が強いのでリッパは折れやすい。岩石掘削の不慣れもあり，掘進は意外に遅くなった。6月下旬から岩は目が少なく，また部分的に硬い凝灰岩質砂岩になってきて，リッパの折損のほかポーリングプレートおよびシールドが内側に屈曲する様相を現わし，一部亀裂を生じた。植付けた切削刃が摩耗により内側に岩を削るような角度になったためと思われる。7月には切削刃および刃間のプレートの肉盛りとリッパの交換等を行なった。5月は実働15日，月進119 m，平均日進 8.0 m，6月は実働24日，月進 133 m，平均日進 5.6 m であった。

シールド部分およびホアポーリングプレートの補強，切削刃の増植肉盛り等の作業，ビッグジョンにおいてはアームのジャッキの 500 t を 1,000 t に取替え，リッパの取替え，バケット部分の改良等，また高圧油管系統の補修等に延べ 30 日程度を要した。しかしこれで完了したわけではなく，1年近く使用したのでビッグジョンのアーム，バケットのヒンジ部分や回転部分およびランウェイ内の摺動部分等も摩耗を生じており，これらの部分の補修が必要となって来ると思われる。

表—2 掘　進　実　績

年　月	実稼働日数	休日整備その他日数	月進 (m)	掘進累計 (m)	稼働日平均進行 (m/日)	最高日進 (m/日)	記事	
1969 年8月	8	12	10.3	10.3	1.3	2.5	(西坑口 47 k 125 m)	大阪層
9月	27	3	115.6	125.9	4.3	10.0		
10月	21	10	178.8	304.7	8.5	14.4	8月12日発進 (46 k 880 m)	
11月	9	21	39.4	344.1	4.4	7.2	大阪層延長 1,731 m	
12月	11	20	31.2	375.3	2.8	6.0		
1970 年1月	20	11	215.8	591.1	10.8	20.4	内普通工法区間 245 m	
2月	18	10	237.6	828.7	13.2	19.2		
3月	25	5	304.2	1,132.9	11.7	24.0	ビッグジョン区間 1,486 m	
4月	19	11	313.2	1,446.1	16.5	22.8		
	3	4	39.6	1,485.7	13.2	20.4	5月7日 大阪層完了	
5月	12	12	79.0	1,564.7	6.6	14.4	(45 k 394.3 m)	神戸層
5月	15	16	118.6	1,564.7	7.9	20.4	神戸層延長 1,533 m	
6月	24	6	133.2	1,697.9	5.5	13.2		
7月	11	20	27.6	1,725.5	2.5	6.0	(東坑口 43 k 861 m)	

表—3　大阪層における掘削1日のサイクルタイム

1　日		1リング (1.20 m) 当り			24時間当り	
リング数	延長 (m)	掘削推進時間 (min)	支保工組立時間 (min)	合計時間 (min)	稼働時間 (hr-min)	損失時間 (hr-min)
12	14.4	42	45	87	17-24	6-36
15	18.0	35	36	71	17-45	6-19
17	20.4	30	39	69	19-33	4-12
20	24.0	25	31	56	18-40	5-20
		最小 12	22	34		
		最大 58	41	99		

8. 掘進のサイクルタイム

掘進はビッグジョンおよびポーリングプレートによる地山の切崩しから始まり，ビッグジョンによりずりをベルトコンベヤにかき載せつつシールドを前進させる。前進が完了すればシールドジャッキを縮めて後部で支保工を組立てる。ずり列車の入替え，軌道の引伸ばし，支保工材の送込み等が順調でなかったり，また地山の崩落等が発生すると掘進が手待ちになる。ビッグジョンの運転，ホアポーリングプレートの操作，シールドの推進，ベルトコンベヤの運転はいずれも互いに干渉されずに行なうことができ，また支保工の組立作業はシールドジャッキの操作以外の上記の各操作に干渉されることなく行なうことができる。

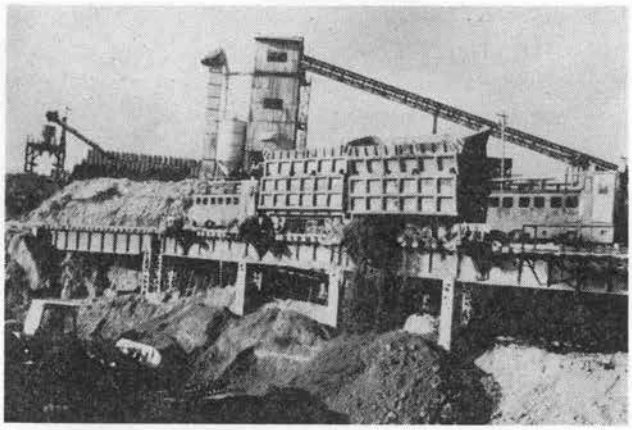
写真—12　ビッグジョンのバケットリンケージの補強

作業の順序は地山の切崩しに始まるが，順調な作業の場合はシールドの推進と支保工の組立の両作業だけがシリーズになるだけである。切崩し作業は支保工組立中に行ない，ずり積みは切崩しとシールド推進作業と重複して行なわれている。

地山が軟かい場合，地山の切崩しに時間がかからないので掘進時間はシールドの推進時間と支保工の組立時間の和で示され，他はロスタイムになる。地山が硬く，切崩しに数時間を要し，またゆるめ発破等を必要とし，その時間が支保工の組立時間より長くなれば切崩し作業の時間とシールド推進作業の時間との和が掘進のサイクルタイムとなる。

大阪層における掘削の1日のサイクルタイムの実績を表—3 に示す。表中損失時間はずり列車の入替え，軌道伸ばし，支保工材の取卸し，機械の手入れ等でビッグジョンおよびシールドの運転が手待ちになった時間をいう。

参考までにロサンゼルス郊外の Castaic 2号トンネルにおける実績を示すと，平均日進 30 m が数カ月続き，最高約 60 m が出ている。表—3 に示す日本の実績からも，洪積層であれば多少の湧水があってもロスタイムを 150 分程度におさえ，掘進を 50 分程度とすれば 25～26 リング 40 m は出せるが，狭い日本では坑外のずり捨てに問題があると思われる。



写真—13　ずり捨て状況（23 m³ ずり車（サイドダンパ）と16 t ディーゼル機関車）

9. ずり処理設備および覆工コンクリート設備

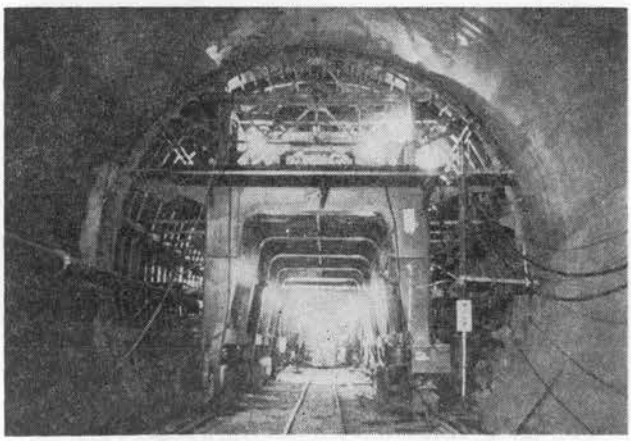
ずり処理設備は最高日進 30 m とし，ずり量約 4,500 m³（地山で 2,820 m³），20 時間で処理するものと考えた。ずり列車速度平均 12 km/hr, 1 ストローク 1.20 m 分のずり量 180 m³ に対し，23 m³ ずり車8両とし，3列車編成とした。けん引機は 16 t ディーゼル車，坑外のこう配区間は重連でけん引する。

覆工コンクリートは毎日 15 m 宛打設することとした。養生時間 12～14 時間および脱形稼働塗油3時間程度とし，7～8 時間で 15 m 分約 240 m³ を打込むために1時間 40 m³ のコンクリートポンプおよび 6 m³ アジテータカー4両を使うこととした。

10. 軌道および油

ずり車の軸重は約 23 t であり，ずり列車は 30 m/日の場合 75 往復，アジテータカー 40 往復，合計 115 往復となる。コンクリート打設個所付近までは複線とし，それから切羽までは単線である。車両の脱線は軸重が重いだけに皆無にする必要があり，レールは 50 kg/m の古レールの貸与を受け，列車運転および保線は国鉄の運転および保線の専門職であった者を充当した。

ビッグジョンの油の消費量は試運転時非常に多かった。油管およびホース等の取付部の不備や操作の未熟のためバルブが飛ぶ等のこともあり，1日ドラム缶 10 本以上になることが多かった。高圧であるから1個所破れれば大量の油が噴出した。補修後は大体定常的になったが，進行当りの消費量では月進 300 m を越したときが最少で 110 l/m であった。



写真—14　コンクリート型わく（15 m スライドホーム）

11. 今　後

ビッグジョン式掘削機は機能的に立派な着想であり，径 7.80 m のものは米国において洪積層および軟岩層において十分予期の成果を挙げた。日進 30 m 以上を相当長期にわたり続けたことは本機械の優秀性を示している。しかしトンネル掘削機はあくまで地山の地質にいかに適合させ得るかにあり，また大形化するとしても自ら経済的の限界がある。

MEMCO 社としては高塚山トンネル用として自信があったと思うが，実績のあるものが径 7.8 m 用のものであり，さらにこれよりトンネル断面で約2倍の大きさに適用するものとしては初めてのものである。岩石の性質に対する見込み違い等も断面の大きさにより倍加されている点があろうし，また機械自体としても個々の部分は十分考慮されたものであっても組上げて全体として操作される場合の強さのバランス等がトンネル断面の比でなく，3～4倍になってくる部分等，予期せぬ荷重を受ける所があるとも思われる。現在まで 10 カ月あまり使用してきたので，ビッグジョンのアームやバケットの連結部分および回転部分，またランウェイ内の摺動部分，その他摩耗を生じつつある部分等で相当補修する所が発生するものと思われる。なお，現在ゆるめ発破を試行しつつある。地質の見込みの差が機械のトラブルの増加，ひいては掘削能率の低下の原因の一つになっていると思われる。

大平山トンネルの機械掘削

田　村　昌　弥*

1. まえがき

この工事は日本国有鉄道盛岡工事局発注にかかる奥羽本線二ツ井～前山間第2工区大平山トンネル新設その他工事で，トンネルボーリングマシンによる施工については，工事局の承認のもとに行なったものである。

TM 450 G による掘削は，当社施工区間 815 m のうち，坑口の崖堆部 56.45 m を発破工法で掘削した残り部分約 759 m の底設導坑部を行なったものである。

2. トンネルの地質等

施工個所の地質および平面，断面図は **表—1** および **図—2**～**図—4** に示すとおりである。

3. 搬入，組立および坑内搬入

本機は小松製作所大阪工場より現場まで約 1,300 km を陸送した。トレーラ4台，大形トラック5台により搬入し，65 t 門形クレーンと 7.5 kW の低速特殊ウィンチ3台により組立を行なった。なお，坑内引込みはまくら木を 50 cm ピッチに敷き，50 kg/m レールを使用した。

地盤が軟弱であったため，カッタヘッドの両側に転倒防止装置を取付けた。

距離約 200 m を約 48 時間を要して引込んだ。なお組立に要した日数は段取りを含めて 10 日間である。

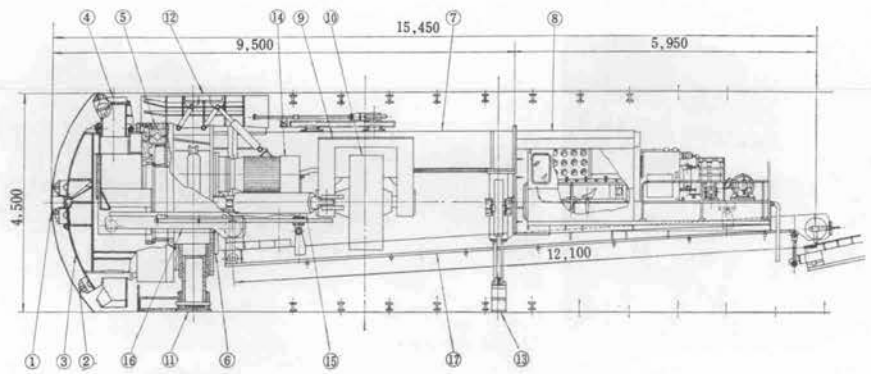
4. 施工実績

トンネル延長	758.55 m
	（アプローチ 56.45 m を含まず）
掘進開始	昭和 44 年 12 月 24 日
掘進終了	昭和 45 年 3 月 10 日
延べ日数	77 日
稼働日数	57 日
純掘進時間	344 時間 14 分
時間当り掘進長	約 2.203 m/hr
日進	約 13.308 m/稼働日
日進	約 9.85 m/延べ日
ストローク数	719 ストローク
1ストローク当り掘進長	約 1.055 m
1ストローク当り時間	28 分
稼働率	23.84%
平均圧縮強度	100～600 kg/cm²
地質	泥岩，凝灰岩，砂岩，頁岩
日進最高	42.64 m（24 時間）
月進最高	321.9 m（1月稼働日数 21 日）

稼働内訳は **表—2** のとおりである。

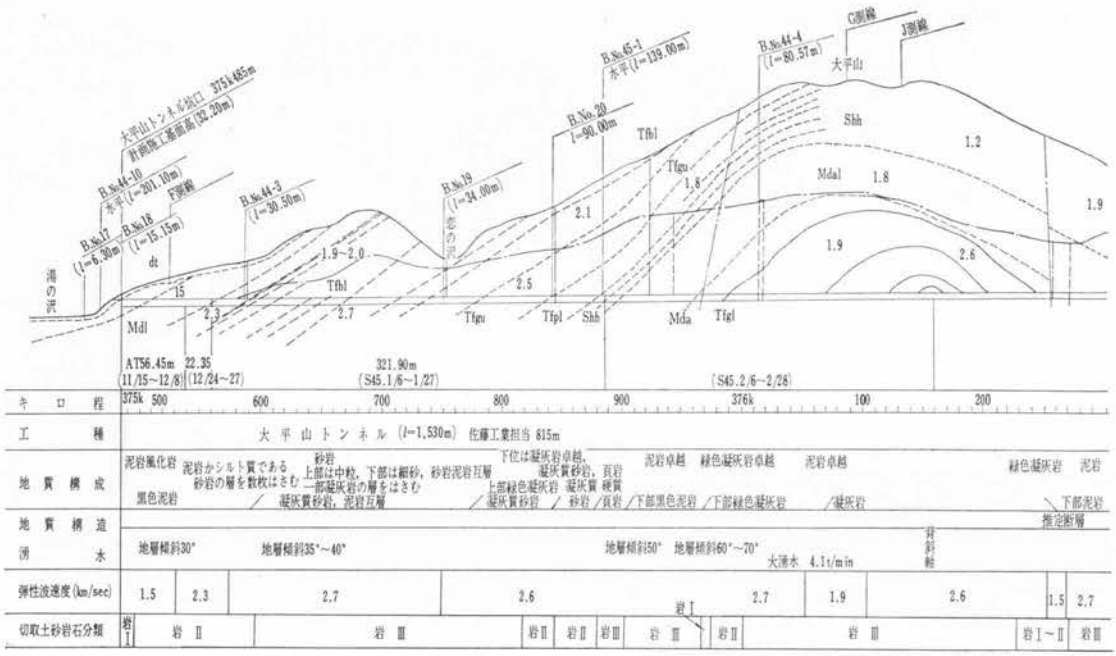
5. トンネルボーリングマシン施工の問題点

① 岩石圧縮強度 100～1,500 kg/cm² ぐらいが掘削に

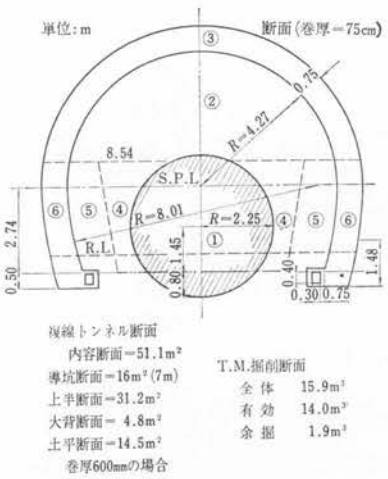


図—1　TM 450 G トンネル機械全体図

* 佐藤工業（株）機材部次長



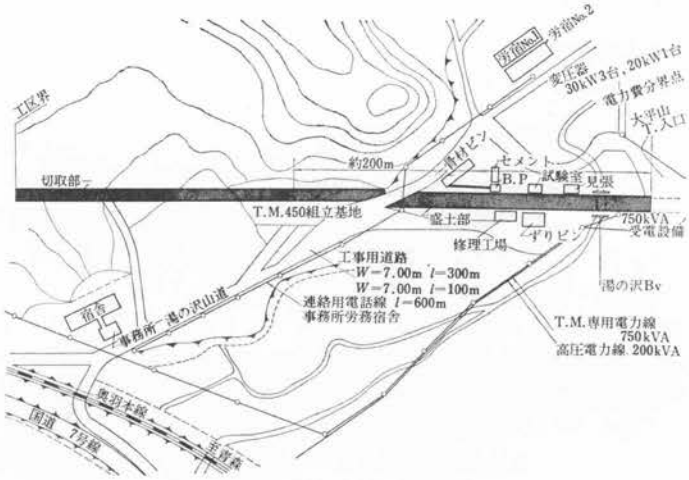
図—2　大平山トンネル地質断面図（第2工区延長 815 m（全長 1,535 m））



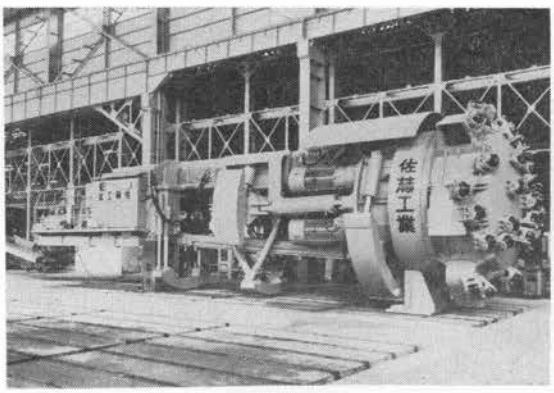
複線トンネル断面
内容断面＝51.1m²
導坑断面＝16m²（7m）
上半断面＝31.2m²
大背断面＝ 4.8m²
土平断面＝14.5m²
巻厚600mmの場合

T.M.掘削断面
全　体　15.9m³
有　効　14.0m³
余　掘　1.9m³

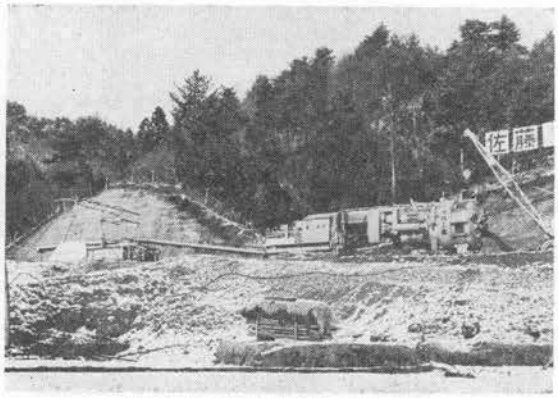
図—3　トンネル断面図



図—4　現場平面図（二ツ井～前山間第2工区）



写真—1　工場での組立完了



写真—2　二ツ井坑外での組立完了

適合しているものと考えられるが，カッタの摩耗の関係上，石英等の少ない岩石が望ましい。

② 今回掘削完了して坑口まで引き戻したが，貫通して出口での解体が望ましい。引き戻すためのまくら木，レールの敷設に労力と日数を要するからである。

③ 搬入，組立，解体，輸送の費用がかさむのでなるべく掘進距離の長いこと（1,500 m 以上）が望ましい。

④ なるべくトンネルが直線で，水平または上りこう配であることが望まれる。下りこう配では後方へ引出さねばならぬときは非常にやっかいである。

⑤ ダイナマイトを使用しないとはいえ，ダスト（岩粉）の多いトンネルではレーザービーム（測量）のため

表—1　地　質　凡　例

地質時代		地層および岩石名	記号	分布	記事
新生代	第4紀	岩錐堆積層	dt	坑口付近	角れき岩塊および崩壊土砂よりなる。固結度悪く，透水性よい。
	新第3紀	黒色泥岩	Mdl	秋田側坑口より 375 k 595 m にかけて分布	暗灰色の泥岩でかなりシルト質層理は不明瞭である。
		凝灰質砂岩泥岩互層	Tfbl	375 k 595 m～780 m の区間と 376 k 810 m～青森方坑口まで分布	層理は明らかで砂岩と泥岩が互層し，一部に凝灰岩をはさむ。
		上部緑色凝灰岩凝灰質砂岩	Tfgu	375 k 780 m～840 m 区間と 376 k 765 m～810 m 間に分布	上部は砂岩，泥岩の互層で，下部に凝灰岩が卓越する。
		凝灰質砂岩	Tfpl	375 k 840 m～880 m と 376 k 700 m～765 m 区間に分布	灰色～淡青灰色の凝灰質砂岩で，ときに泥岩をはさむ。
		硬質頁岩	Shh	375 k 880 m 区間に狭く分布	灰色～暗灰色のやや珪質で硬い頁岩である。
		下部黒色泥岩	Mdal	375 k 880 m～910 m 区間に分布	硬質頁岩の下位にあり，比較的ち密で硬い泥岩
		下部緑色凝灰岩凝灰岩砂岩	Tfgl	背斜面付近に分布	緑色の凝灰岩を主体にし，他に砂岩，泥岩をはさむ。

表—2（A）　月別稼働内訳書（昭和 44 年 12 月）

日	天候	ストローク数	掘進延長(m)	整備時間 日常点検	定期点検	カッタ交換	修理	計	運転時間 掘進	盛替え	その他	計	待時間 軌道延伸	排水溝	電気	ベルコン	ずり出し鋼車	測量測定	送風	待避所	支保工建込み	ずりつまり	試験	その他	計	休憩時間	故障時間	総時間	依算電力計の読み	記事
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														
18																														
19																														
20																														
21																														
22																														
23																														
24	くもり	2	1.8						1.15	2.25		3.40				0.05	0.15								0.20	1.00	6.00	11.00	128	試運転
25	くもり	8	2.4	0.45			0.37	1.22	5.34	11.05		16.39					4.00								4.00	1.00		23.01	140	〃
26	雨	8	7.7	4.17			1.40	5.52	4.58	2.55		7.53					2.40								2.40	2.20	2.35	21.25	148	〃
27	雪	5	5.45	6.35				6.35	2.10	1.35		3.45					0.40								0.40	1.00		12.00	152	〃
28	〃																													TM講習会
29	〃																													
30	〃																													
31	〃																													正月休み
月計	時間	23	22.35	11.37			2.17	13.54	13.57	18.00		31.57				0.05	7.35								7.40	5.20	8.35	67.26	568	
	%			17.0			3.4	20.4	20.4	26.5		46.9				0.1	11.1								11.2	8.9	12.6	100.0		
累計	時間	23	22.35	11.37			2.17	13.54	13.67	18.00		31.57				0.05	7.35								7.40	5.20	8.35	67.26	568	
	%			17.0			3.4	20.4	20.4	26.5		46.9				0.1	11.1								11.2	8.9	12.6	100.0		

にも完全な換気装置が必要である。

⑥ 電力 750 kW を要するので事前に付近の電力事情の調査が必要である。

⑦ 先進ボーリング機械の小形で高性能のものの開発を期待したい。トンネルボーリングマシン掘削の場合は従来工法よりも岩質を知る必要があるからである。

6. トンネルボーリングマシンの問題点

（1） ルーフサポート

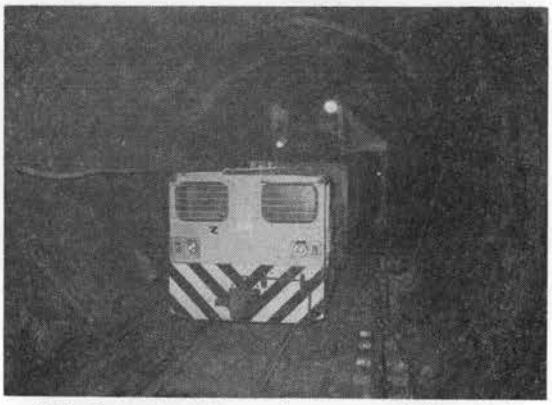
山が悪く，すぐ支保工を組む必要のある場合，ルーフサポートをスライド方式にするか，ルーフサポートの長さを少し短くする必要があると思われる。

（2） グリッパ

軟岩で含水比の高い場合グリッパがすべるので，この場合に特殊なアタッチメントを取付けるなどの考慮が必要であろう。

（3） 制 御 盤

坑内湿度が高いため，盤内にたまる水滴によるマグネットスイッチ等の焼損があり，盤そのものを防滴形にすべきである。



写真—3　トンネルボーリングマシンにより掘削した坑道

（4） そ の 他

操作ハンドルの位置の変更，その他若干問題点もあるが，これは比較的簡単に処理できるので省略する。

7. あ と が き

760 m 弱の掘削であったので，ずり積み・ずり搬出設備を完全なものにしてなかった（ほかで使用中のため）

表—2（B） 月別稼働内訳書（昭和 45 年 1 月）

日	天候	ストローク数	掘進延長(m)	整備時間					運転時間				待時間											休憩時間	故障時間	総時間	積算電力計の読み×10 kW	記事
				日常点検	定期点検	カッタ交換	修理	計	掘進	盛替え	その他	計	軌道延伸	排水溝	電気	ベルコン	ずり出し鋼車	測量測定	送風	待避所	支保工建込み	ずりつまり	試験	その他	計					
1	雪																												正月休み
2	〃																												
3	〃																												
4	〃																												
5	〃																												
6	〃	5	5.2	5.35				5.35	2.35	1.10		3.45					1.00							1.00	1.00		11.20	85	
7	〃	8	8.2	2.58				2.58	4.23	2.34		6.57	1.30				1.15						0.07	2.52	0.30	10.18	23.35	95	
8	くもり	15	15.4	1.45				1.45	8.33	3.33		12.06					2.23							2.23	2.26	5.20	24.00	187	
9	雪	25	27.06	3.24				3.34	12.49	4.00		16.49					3.35							3.35		0.72	24.00	122	
10	〃	12	12.34	1.59			5.00	6.59	6.04	1.23		7.27	5.11				1.37							6.32	2.22	0.40	24.00	255	
11	くもり	18	20.1	5.52	5.16			8.18	9.48	2.54		12.42					2.02							2.02	0.58		24.00	229	
12	〃	39	42.64	2.23				0.23	17.09	3.08		20.19					3.00	0.15						3.20			24.00	364	
13	〃	15	15.4	2.44			2.47	4.51	8.02	3.55		11.57					2.32							5.52	1.20		24.00	38	
14	雪	2	1.6						1.20			1.20					0.10							21.40	1.00		24.00	30	
15	〃	0	0																				24.00	24.00			24.00	34	
16	〃	2	2.2						0.57	0.20		1.17	9.00				0.43				12.00			21.43	1.00		24.00	91	
17	〃	13	14.3	1.32				1.32	6.32	2.02		8.34	12.00				1.54				13.00			1.54			24.00	159	
18	くもり	13	14.2	0.53				0.53	5.39	1.48		7.27					2.40				15.30			15.40			24.00	150	
19	晴	10	10.0	0.46				0.46	4.33	1.15		5.48					1.56				6.27			17.26			24.00	169	
20	〃	21	22.1	2.30				2.30	8.55	3.40		12.35					2.28							8.55			24.00	226	
21	くもり	19	20.68	3.55			3.32	7.27	9.23	3.23		12.51	0.01				2.27							2.28	1.14		24.00	29	
22	雪	11	12.0	2.00				2.00	5.30	3.16		8.46					1.14						11.00	12.14	1.00		24.00	191	
23	〃	11	12.1	0.55				0.55	4.58	1.20		6.18					1.25						15.22	16.47			24.00	250	
24	〃	12	12.53	5.06				5.06	6.02	1.16		7.18					0.55				7.33		0.22	8.50	2.46		24.00	189	
25	〃	19	20.0	3.20				3.20	9.46	3.12		12.58					1.29	0.05			2.55			4.49	2.53		24.00	138	
26	〃	22	22.75	2.52			0.35	3.27	10.55	2.32		13.37					2.17				3.19			5.36	1.30		24.00	155	
27	〃	12	11.1	2.15				2.15	7.11	0.50		8.01			0.16		1.08							1.44			12.00	63	
28	〃			12.00				12.00																			12.00	21	ボーリング調査
29	くもり					12.00		12.00																			12.00	15	
30	〃				12.00			12.00																			12.00	8	
31	雨				12.00			12.00																			12.00	11	
月計	時間	305	321.9	59.14	29.16	12.00	11.54	112.24	151.04	47.36		198.40	27.42		0.16		38.34	0.20			60.44			75.46	203.22	19.59	16.30	550.55	3304	
	%			10.76	5.32	2.18	2.14	20.40	27.43	8.62		36.04	5.04		0.05		7.00	0.05			11.02			13.90	36.90	3.70	2.96	100.00		
累計	時間	328	344.25	70.51	29.16	12.00	14.11	126.18	165.01	65.26		230.37	27.42		0.16	0.05	46.09	0.20			60.44			75.46	211.02	25.19	25.05	618.21	3872	
	%			11.46	4.70	1.94	2.32	20.42	26.68	10.61		37.29	4.48		0.04	0.01	7.46	0.06			98.2			12.25	34.12	4.10	4.07	100.00		

ので1ストローク掘進につき5分程度のロスタイムがあった。この点を直せばさらに掘進記録が伸びたと思う。

岩石トンネルの機械掘りはケースバイケースで種々難問題に遭遇するものと考えられるが，わずかな距離の掘進記録ではあるが一応簡単な報告とした。なお，今回はカッタ摩耗記録は除外した。

末尾ながら盛岡工事局各位のご理解とご指導につき深謝するものである。

表—2（C）　月別稼働内訳書（昭和 45 年 2 月）

日	天候	ストローク数	掘進延長(m)	整備時間 日常点検	定期点検	カッタ交換	修理	計	運転時間 掘進	盛替え	その他	計	待時間 軌道延伸	排水溝	電気	ベルコン	ずり出し鋼車	送風	待避所	支保工建込み	ずりつまり	測量	試験	その他	計	休憩時間	故障時間	総時間	積算電力計の読み×10KW	記事
1	雪																											13	ボーリング調査
2	〃				12.00			12.00																			12.00	45	
3	〃				12.00			12.00																			12.00	42	
4	〃				12.00			12.00																			12.00	54	
5	〃				12.00	12.00		24.00																			24.00	40	
6	〃	23	25.2	2.44				2.44	9.49	5.49		15.38					4.30							1.08	5.38			24.00	120	
7	雨	22	24.2	1.47				1.17	11.00	5.29		16.29					2.14			3.30					5.44	0.30		24.00	111	
8	〃	7	7.5	0.15	12.00			12.15	3.37	1.29		5.06					0.31			3.25					3.56		2.43	24.00	153	
9	雪	19	20.9	0.56			2.57	3.53	9.23	3.17		12.40			0.08		2.12			5.05					7.25		0.02	24.00	210	
10	〃	10	10.5						6.09	3.15		9.24					1.58			12.38					14.36			24.00	107	
11	〃	21	22.4	0.23				0.23	10.37	3.07		13.44					3.21			3.25				1.47	8.33	1.20		24.00	168	
12	〃	13	13.5						4.27	2.32		6.59			9.45		2.09			4.17					16.11	0.50		24.00	32	
13	〃	3	3.2				4.14	4.14	0.57	0.36		1.33			6.13					17.00					18.13			24.00	13	
14	〃	8	8.2						3.47	1.34		5.21					1.03			17.00					18.04	0.35		24.00	35	
15	〃	3	2.75						1.20	0.04		1.24					0.20			22.16					22.36			24.00	30	
16	〃	16	16.45						6.23	1.47		8.10					2.47			11.35					14.22	1.28		24.00	92	
17	〃	7	6.9	1.00				1.00	2.37	1.01		3.38					0.43			16.39					17.22	2.00		24.00	27	
18	〃	6	6.1	0.30				0.30	3.18	0.37		3.55					1.30			16.35					18.05	1.30		24.00	20	
19	〃	3	3.0						1.21	0.26		1.47					1.16			8.57					10.13	12.00		24.00	13	
20	〃	5	4.5	1.30				1.30	1.50	0.44		2.36					0.39			17.20					17.59	1.55		24.00	14	
21	〃	2	1.5	1.00				1.00	0.50	0.30		1.20					0.05			19.35					19.40	2.00		24.00	9	
22	〃	0	0			22.00		22.00																		2.00		24.00	20	
23	〃	8	8.5	0.35			9.06	9.41	3.38	1.16		4.54					0.40			5.58					6.38	2.47		24.00	72	
24	〃	18	19.0	0.30				0.30	8.48	2.04		10.52					1.55			8.31					10.26	2.12		24.00	103	
25	〃	24	25.4	0.57			0.45	1.42	10.19	2.36		12.55					3.26			3.38					7.04	2.19		24.00	101	
26	〃	19	20.0	2.38				2.38	7.50	2.48		10.38					2.04			6.15					8.19	2.25		24.00	98	
27	〃	10	10.8	0.40				0.40	6.13	1.47		8.00					1.20			11.30					12.50	2.30		24.00	60	
28	〃	11	11.9	1.25			1.00	2.25	5.22	1.44		7.06			0.38		2.41			8.40					11.59	2.36		24.00	40	
月計	時間	258	272.4	16.20	60.00	34.00	18.02	128.22	119.37	44.32		164.09			16.44		37.24			218.50				2.55	275.53	40.51	2.45	612.00	1842	
	%			2.61	9.80	5.55	2.75	20.71	19.54	7.56		27.10			2.73		6.11			35.75				0.03	44.63	7.42	0.45	100.00		
累計	時間	586	616.65	87.11	89.16	46.00	32.13	254.40	284.38	110.08		394.46	27.42		17.00	0.05	83.33			279.34	0.20			78.41	486.55	66.10	27.50	1230.21	5714	
	%			7.08	7.10	3.74	2.78	20.70	23.13	8.95		32.08	2.24		1.38	0.01	6.79			22.72	0.04			6.39	39.57	5.39	2.26	100.0		

表—2（D）　月別稼働内訳書（昭和 45 年 3 月）

日	天候	ストローク数	掘進延長(m)	整備時間 日常点検	定期点検	カッタ交換	修理	計	運転時間 掘進	盛替え	その他	計	待時間 軌道延伸	排水溝	電気	ベルコン	ずり出し鋼車	測量測定	送風	待避所	支保工建込み	ずりつまり	試験	その他	計	休憩時間	故障時間	総時間	積算電力計の読み×10KW	記事
1	雪	7	7.5	0.30			2.51	3.2	3.07	0.58		4.05					0.50				2.42				3.32	1.02		12.00	42	
2	〃	11	11.5	1.12			12.23	13.35	4.33	1.22		5.55					1.55				1.35				3.30	1.00		24.00	63	
3	〃	25	27.1	1.09				1.09	9.30	2.30		12.00					3.08				5.43				8.51	2.00		24.00	101	
4	〃	18	19.6	1.44			0.36	2.20	7.18	2.34		9.52					1.57				8.01				9.58	1.50		24.00	72	
5	〃	10	10.4	1.12				1.12	4.37	1.01		5.38					1.20				13.20				14.40	2.30		24.00	40	
6	〃	17	18.2	1.33			3.03	4.36	7.42	2.10		9.52					1.27				6.20				7.47	1.45		24.00	43	
7	〃	11	11.7	0.30				0.30	4.37	1.02		5.39					1.43				14.03				15.51	2.00		24.00	26	
8	〃	9	9.0	1.12				1.12	4.26	1.23		5.49					1.12				14.37				15.49	1.10		24.00	72	
9	〃	18	19.7	0.45			5.55	6.40	9.48	3.36		13.24					1.45				0.55				2.40	1.16		24.00	101	
10	〃	7	7.2	1.00				1.00	3.58	0.51		4.49					1.57				1.27				3.24	0.30		9.43	60	
月計	時間	133	141.9	10.47			24.48	35.35	59.36	17.27		77.03					17.19				68.43				86.02	15.03		213.43	620	
	%			5.10			11.55	16.65	27.88	8.18		36.06					8.15				32.1				40.25	7.04		100.00		
累計	時間	719	758.55	97.58	89.16	46.00	57.01	290.15	344.14	127.35		471.49	27.42		17.00	0.05	100.52	0.20			348.17			78.41	572.57	81.13	27.50	1444.04	6334	
	%			6.78	6.19	3.19	3.94	20.10	23.84	8.83		32.67	1.92		1.17	0.01	6.98	0.04			24.11			5.45	39.68	5.62	1.93	100.00		

恵那山トンネル工事の現況と問題点

山　本　　元*　望　月　久　雄**

1. まえがき

恵那山トンネルはモンブランに次ぐ世界第2の長大道路トンネルとして脚光をあびている。その計画，施工実績等についてはしばしば関連専門雑誌に紹介されてきたので，ごく最近の現況を報告するとともに，遅れているといわれるトンネル工事の建設機械化を望み実施した小松ロビンス（シールド付）T.B.M. 445 G と馬蹄形掘削機についての概略を報告し，あわせてトンネル掘削について最も予測困難な地質，湧水の調査を目的とした急速水平ボーリングについての簡単な実績を報告することとする。

2. 現　　況

恵那山トンネル工事は第1期工事として飯田方および中津川方とも昭和44年10月3日，工期900日で本線トンネル 1,400 m，補助トンネル 3,200 m を発注し，8月31日現在進捗率は 36% に達している（図—1 参照）。

（1） 飯田方の経過および状況

（a） 補助トンネル

小松ロビンストンネル掘削機で試験工事を含め約1,000 m 掘削したが，次のような問題点を残した。

① シールドの推力 1,020 t では不足である。

② シールドテールのスキンプレートは薄い。

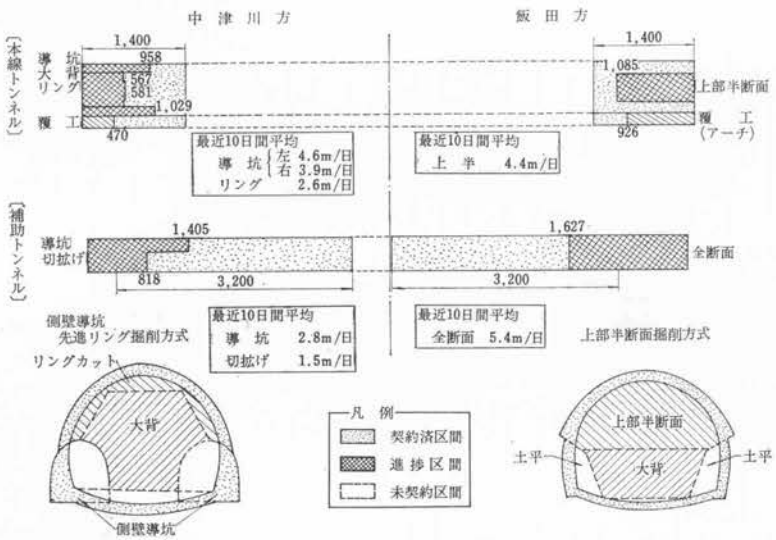
③ シールドの長さ 5.15 m は過大である。

以上のような問題は，昭和44年10月，膨潤性地質に遭遇し，シールド装置をはずすことで解決するかに思えたが，地質が予想より悪く，上部半断面を人力掘削，下部を機械掘削で掘進する工法も施してみたがついに進めない地質に遭遇し，迂回坑に切換え，普通工法で神坂神社断層突破まで掘進する方針をとった。現在切羽は断層手前 100 m 付近に達し，長尺水平ボーリング機ボアロックによる先進ボーリングを行なったのでさく孔実績を次に述べる（図—2 参照）。

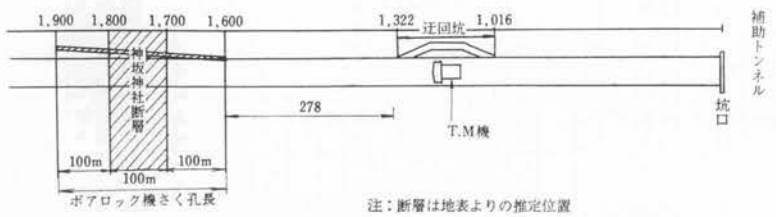
なお断層をボーリングが貫通するように選定し，図—2 のように施工した。

（i） 推力およびビット交換

機械の設計推力は最大 16 t であるが，ビットが破損した場合でも先端のロッドをねじ切り，ロッドを送込む状態を考慮し，推力を 3～10 t におさえた。使



図—1 恵那山トンネル工事の進捗状況（昭和 45 年8月 15 日現在）



図—2 さく孔長とさく孔位置

* 日本道路公団名古屋支社建設第二部調査役
** 〃 〃 工務課長

用ビットはトリコンタイプ 3H 形である。当初ビットライフを 45 m/個 と考えて採用したが，深度 200 m までは岩が硬く，平均ビットライフ 20 m/個 であり，交換に多大の時間を要した（**表—1** 参照）。

（ii） さく孔の所要時間

さく孔は切羽の掘進停止時間を最小限にする必要から作業員の編成を1方パーティとし，連続作業を実施し，ボーリング延長 287 m を 140 時間で完了した（**表—2** 参照）。

(iii) 水　　圧

水圧の測定はビット交換もしくは点検のためドリルロッドを引抜いた際に実施した。その結果，深度 215 m で 10 kg/cm² に達し，以後この値でおちついた。また，さく孔作業終了後 24 時間を経てから最終的に水圧の測定を行なった。孔口元のケーシングパイプをプラグし，その後の時間経過に伴う水圧を測定した結果4分後に 9.2 kg/cm² に達し，その後は切羽鏡面から湧水し，圧は下がり，6分後で 8.2 kg/cm² になり，鏡の崩壊が生じたので中止した。

(iv) 湧 水 量

深度 215 m までは大体一定に増加の傾向を示し，950 *l*/min に達し，大体この前後の値であった。深度 286 m でロッドを引抜いた直後に 1,600 *l*/min を記録したが，しばらく放置しておくと濁水が清水となり，950 *l*/minにおちついた。

（v） 岩の硬軟

掘進速度が深度 200 m 付近までは推力 7～9 t で平均 6～8 cm/min であったが，深度 200 m 以奥では推力 5 t 前後で 9.5 cm/min と伸びた。またビットの摩耗状況も 200 m までは平均 20 m で交換せざるを得なかったが，それ以奥では 45 m までビットライフが伸びた。岩強度の変化する点もこれで判断できる。

長尺水平ボーリング機ボアロックの反省として，トリコンビットによるノーケーシングのボーリングマシンではいかに強大な推力トルクを具備していても，断層の幅が 70～100 m にわたる場合，突破が不可能であるのか，深度286 m でロッドを引抜いたためなのか判然としなかった。湧水，水圧，岩の硬軟については今後トンネル掘進によって正確に判定がくだせると思う。特にこのボーリングの水抜効果がどのような形で今後の掘削に影響するかがたのしみである。

表—1 ビット交換状況表

ビット No.	歯の高さ（新品 8 mm）	ビットライフ (m)	交換位置 (m)	平均推力 (t)	備　　考
No. 1	5	33.51	33.51	7-9	10.3 m ケーシング用掘削
No. 2	4	20.34	53.85	7-9	一部偏摩耗
No. 3	4	22.74	76.59	7-8	摩耗均等
No. 4	脱　落	11.88	88.47	7-8	コーンおよびベアリングすべて孔内に脱落，止め金も脱落
No. 5	2	8.22	96.69	6-7	歯先摩耗が大
No. 6	3	3.5	100.19	6-9	〃
No. 7	5	21.54	121.73	4-6	ベアリング不良
No. 8	4	18.86	140.59	4-6	
No. 9	6	27.86	168.45	7-9	No. 1 コーン止め金具
No. 10	5	24.65	193.10	6-8	
No. 11	5	22.0	215.10	4-5	
No. 12	6	45.11	260.21	5-6	
No. 13		26.6	286.80		測定した歯は3個のうち先の突出したコーンを測定

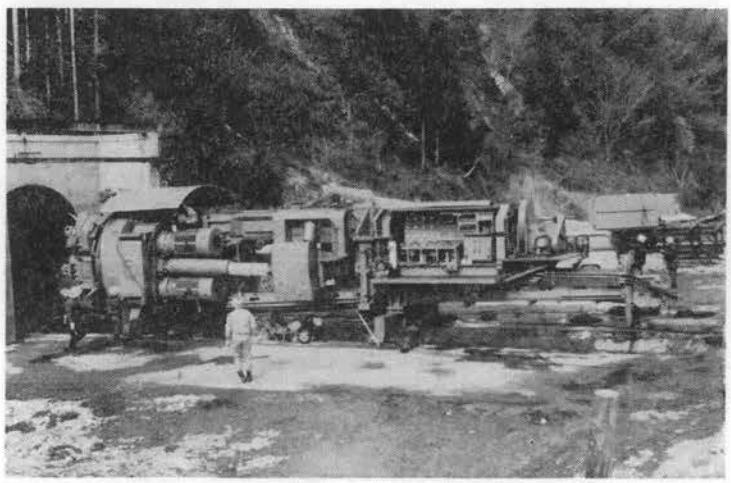
さく孔の所要時間：さく孔は切羽の推進停止時間を最小限にする必要から作業員の編成を1方2パーティとして連続作業を実施し，ボーリング延長 286.8 m を 140 時間で完了した。

表—2 さく孔所要時間

日掘進 (m)	深　度 (m)	純掘進 (min/m)	ビット交換 (min/m)	追切り (min/m)	ケーシング建込み・固定 (min/m)	トラブル (min/m)	スピード (m/hr)
平均 40.97	286.80	15.0	16.0	3.1	2.2	2.2	純掘進 4 掘　進 1.78

（b） 本トンネル

補助トンネルから心々 25 m 離れた本トンネルは，地質，湧水も判明し，坑口から上部半断面掘削方式で施工した。ずりはトラックで搬出し，支保工は 200 mmH 形鋼を建込んでいるが，一部地質の悪い個所で数個所頂設導坑先進で施工した。せん岩と支保工建込みにはトラックジャンボを用い，水の滴下する個所はビニールシートで処理してプレーサでコンクリートを打設中である。



写真—1 小松ロビンス（シールド付）T.B.M. 445 G

（2） 中津川方の経過および状況

（a） 補助トンネル

現在までに掘削済みの個所は，予想以上に脆弱な地質に悩まされてきた。浸み出る程度の湧水でも掘削高 4～5 m の切羽が自立できず，湧水が掘進に従って切羽のまわりをつつむ傾向で鏡押えをしながら進む状態で

ある。また塑性流動による支保工の変形がしばしばあり，根固めコンクリートにストラットをレールにかます状態が続いている。8月20日現在の湧水量は切羽で700～800 *l*/min あり，対策として水抜きボーリング，水抜き迂回坑，導坑先進などいろいろな手を打ったが，現在では導坑先進がもっとも有効と考え，この工法で掘進している。中津川方においては先進ボーリング機としてステニックスパー4形機を使用しているのでこの実績の一部を報告する。

施工場所：中津川方補助トンネル STA. 15+34 付近
使用ロッド径：86 mm

深　度	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	計
実掘進速度 (min/3 m)	20	17	19	22	17	20	22	20	21	22	24	3°56′
湧　水 (*l*/min)				30		70					140	140 *l*/min
スライムによる判定	中硬岩（著しく崩壊）			軟岩	中硬岩（著しく崩壊）							

考　察：ステニックは掘進能力から施工延長が現在までの実績では 50 m 止まりであり，かつ段取り，掘進，撤去等すべての作業時間を合計すると 15 時間ぐらいかかり，能率的でないが，作業の安全と地質確認，とくに不慮の大湧水を事前に握抱するため今後も使って行く方針でいる。

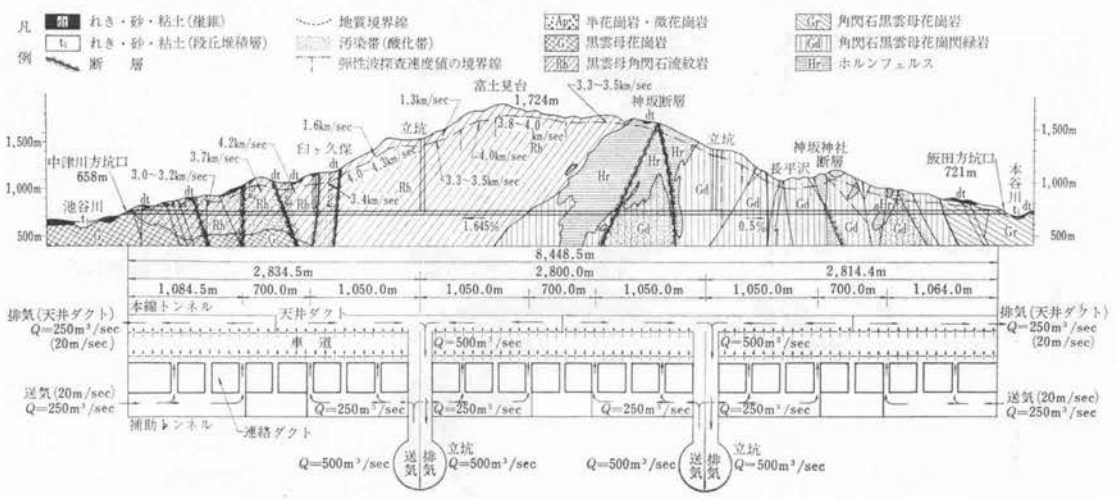
（b）本トンネル

本トンネルは補助トンネルが先行して山の水を排出している効果があり，湧水はほとんどない。掘削工法は側壁導坑先進リング掘削方式で施工している。中央部坑口より 2,500 m 付近では地質が安定すると推定されるので，中央底設導坑先進上部半断面掘削方式に段取り替えする予定でいる。導坑掘削のあと側壁コンクリートを打設し，上半のリング部を掘削する。そのずりは導坑に導いたトロに落とし，アーチ支保工を建込んだあと電動油圧ショベルで大背を一度に掘削する。施工上側壁コンクリートは2度打ちで，側壁の2次巻きとアーチコンクリートを一度に全周打設する。

表—3　使用機械一覧表

	飯田方		中津川方	
貸与機器	小松ロビンスTM445G機	1台	気象観測器	1式
	気象観測器	1式	高圧受電所（408 kW）	1式
	高圧受電所（434 kW）	1式	特高変電所（1,400 kW）	1式
	特高変電所（1,500 kW）	1式		
掘削関係	トラクタショベル	3台	RS-85	4台
	ハイドロショベル	1台	RS-95	1台
	ダンプトラック（7 t）	10台	電動油圧ショベル LC-80 S	1台
	トラックジャンボ（エレクタ付）	2台	バッテリロコ（10 t）	14台
	ターンテーブル（10 t）	1台	鋼　車（4.5 m³）	40台
	ハンマとビック	約40台	ハンマとビック	約50台
	コンプレッサ（405 kW）	3台	コンプレッサ（150 kW）	6台
	バンカトレン（12 m³, 30″）	2台	移動式油圧転倒機	3台
	ディーゼルロコ（UDL-12 t）	3台	レリコン自動制御整流器	3台
	RS-95	1台	レール（30 kg/m）	16 km
	トルクレット（S_3-Ⅱ形）	1台	スライドポイント（36″）	約10基
	レッグドリル（F-8）	5台	固定式ポイント（36″）	約30基
	先進さく孔機（TY-220）	1台		
コンクリート関係	バッチャプラント（強制撹拌式）	1基	バッチャプラント（強制撹拌式）	1基
	スライディングセントル（10.5 m）	1基	スライディングセントル（9.6 m）	1基
	プレスクリート（3 m³×6″）	5台	プレスクリート（3 m³×6″）	1台
	トラックミキサ（3 m³）	3台	プレスクリート（6 m³×8″）	3台
	ムカデコンベヤ（MC-30,60）	2台	鋼製パラセントル	16基
	エアホイスト（5.5 kW）	2台	バイブレータ	10台
	鋼製パラセントル	29基		
	バイブレータ	6台		
換気設備	ターボファン（吸送式）	1台	ローカルファン（10 HP）	17台
	ローカルファン（10 HP）	10台	風管（φ800 mm）	1,400 m
	風管（φ1200 mm）	1,400 m	風管（φ500 mm）	4,000 m
	（φ600 mm）	5,000 m		
リングア先進ボール機	ボアロック	1台	ステニックスーパマイン	1台

以上で現況の報告を概略述べたが，軌道にのった本工事で使用している機械を**表—3**にまとめてみた。



図—3　恵那山トンネル地質断面図

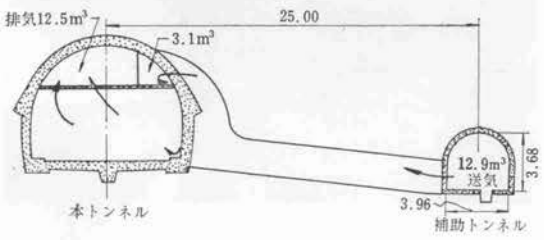
3. 換気方式

この長大なトンネルの換気設備の計画に際して，当初から設計交通量に見合った設備を設けることは道路建設の投資の上から得策でないといろいろ検討した結果，昭和49年度計画交通量約500台/hr に対して半横流式4分割の案もあったが，車道内風速 10 m/sec では走行車にハンドル操作の上で危険を伴う恐れも考慮し，また防災上送風機の逆転時間は 4～5 min ぐらいかかる計算になり，いかに避難ダクトが 350 m 間隔にあっても危険であると判断し，当初より立坑を設け，横流式6分割で送風機 12 台，予備機を送排風各々1台の段階施工でスタートすることを考えている。

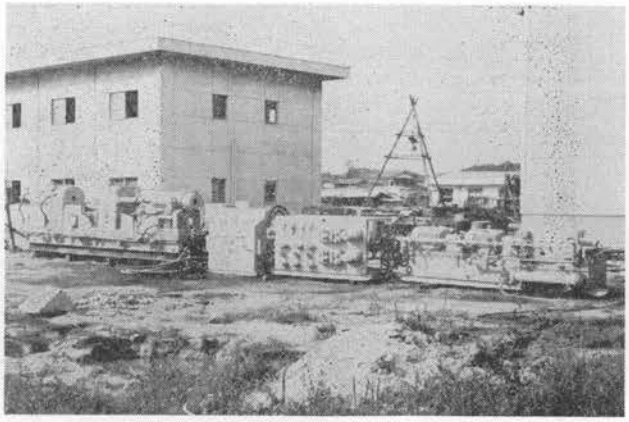
なお立坑について述べると，中津川方は $H=620$ m，内空断面については現段階では $D=8.3$ m，内空断面 56 m² を考えているが，現実には施工上かなり問題があるので，2本の小断面にするか検討中である。

飯田方については計画当初は $H=710$ m の立坑を計画したが，工事用道路の延長が約 4,000 m に達し，かつ施工も困難で，斜坑と比較検討した結果，斜坑にすることを考慮している。斜坑延長は約 1,500 m，こう配 18 %，内空断面約 61 m² を計画したが，斜坑についてもこう配および断面について1本か2本か検討中である。

中間換気所も地上式と地下式を検討したが，管理，点検上から地上式だと昇降設備をつけるため断面が大きくなり，経済比較の結果，地下式を考えている。



図—4　本トンネルと補助トンネル



写真—2　長尺水平ボーリング機“ボアロック”

4. 管理施設

トンネルの保安および管理用の諸設備はいろいろあると思われるが，基本方針として現在の電子技術を十分利用し，省力化をはかることが当然であると考え，**表—4** のものを検討中である。

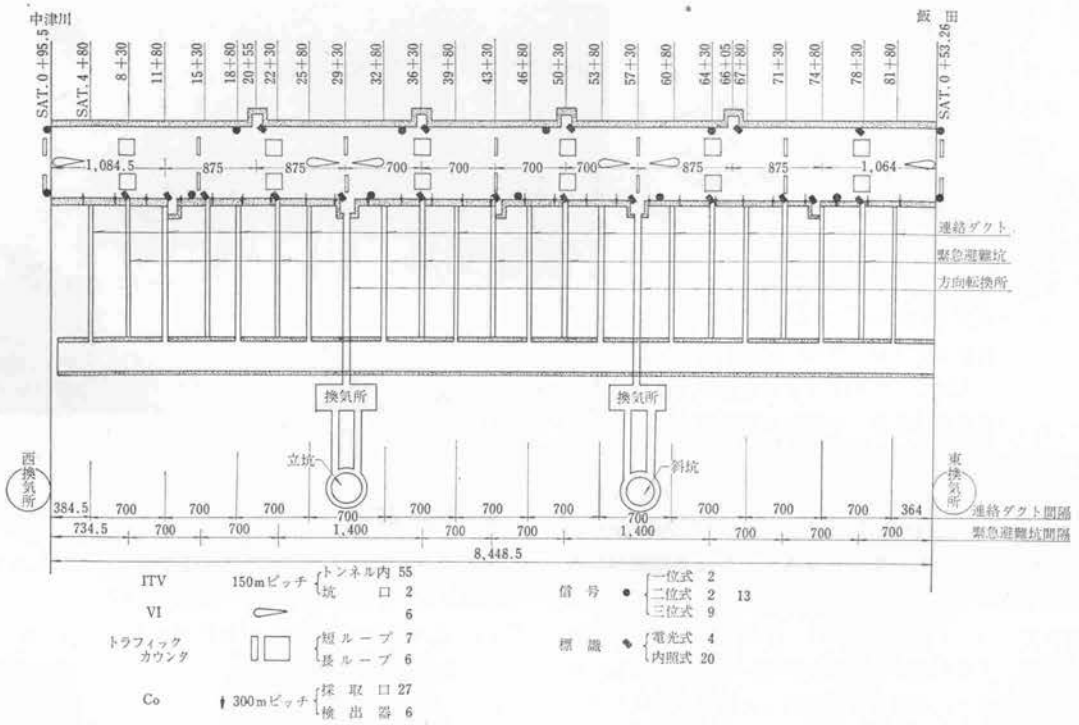
5. あとがき

トンネルの建設の機械化については日本鉄道建設公団において青函トンネルにハーベーガー（旧ウォールマイヤー）を採用し，試掘を始めたのにつづき，建設省において三菱のトンネル掘削機，また山陽新幹線で国鉄がメムコのビッグジョンの採用など，最近日本においてもトンネル工事の機械化が進められていることは，遅れているといわれるトンネル工事の機械化，省力化が，進歩前進する望みに希望を与えるものでよろこばしいことである。

恵那山トンネルにおいてもその一端を担って小松ロビンス，発破併用馬蹄形掘進機等を試作使用してきたが，残念ながら目下両機とも地質が予想外に悪く，稼働できず，待期中である。しかしこのトンネルもまだ補助トンネルを約 3,000 m 掘進したに過ぎず，残る 5,500 m の区間にまだまだ有効に使用できる区間があると信じ，待

表—4　管理施設一覧表

設備名	設備構成主要機器	内容
換気設備	送排風機，電動機，ダンパ，コーナーベン，搬出入装置，付属品	自動車の有害ガス，煤煙を除去
防災設備	自動通報，手動通報，泡噴霧，消火栓，受信盤	自動車の火災の際，乗員，車両を安全に保護する。
受配電設備	特高変電所，自動制御装置，インバータ	諸設備に電力を配電する。
自家発電設備	ディーゼル発電機，燃料タンク，冷却装置	停電をさけるための装置
照明設備	照明器具，自動点滅装置	車両の安全走行のため
計測装置	VI, CO, TV, ITV, 気象観測装置	トンネル内外の状況計測，換気設備の運転のため
標識設備	内照・外照式標識板，電光標示板，信号機	交通状況，気象状況の警告予知
通信設備	電話機，音声装置，交換機	事故等の場合の連絡用
遠方監視装置	総合監視制御装置，総合交通管制システム	各所の諸設備を一括監視制御を行なう。
天井板・内装	シポレックス，ベンキ	騒音，照明の効果
中間換気所建築	電気設備，空調設備，内装	各設備を設置するもので保護を目的とする。
坑口換気所建築	〃	〃



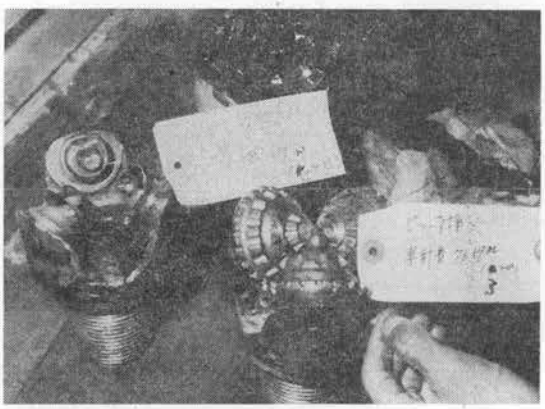
図—5　トンネル内計測装置計画位置

機している次第である。特に前述のように破砕帯幅 100 m の神坂神社断層をはじめ，幅 700 m に及ぶといわれる神坂断層など大断層が待ちかまえている以上，これら断層を突破する工法，機械の開発が切に望まれる。

中津川方において使用し，種々の困難な経験を経て現在坑外に遊休中の発破併用馬蹄形掘削機も神坂神社断層の経験に基づき改造することにより神坂大断層において有効に活躍することも期待され，山トンネルにおけるシールドの使用も開発されるのではなかろうか。

複雑な地質の日本においてのトンネル工事の機械化は前途多難であると思われるが，悪土質，多湿の土工事の機械化を成し遂げた日本の技術がこの難問を解決できぬことは絶体にないことを信じ，恵那山トンネルにおいてもトンネル工事の機械化に今後とも努力する覚悟である。

また道路トンネルに欠くことのできない換気，照明，防災などの管理設備についても，またこれらを制御する



写真—3　トリコンビット

装置などについても，最近長足の進歩をしている電子工学の新技術を大いに採用し，トンネルの安全な交通，経済的，合理的な管理と省力化をはかるべく検討中であるので，また機会があれば報告したいと思っている。

メッセル工法の施工実績

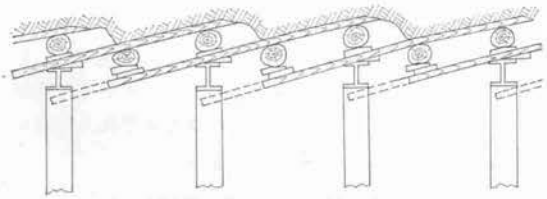
原　口　正　一*

1. メッセル工法の基本

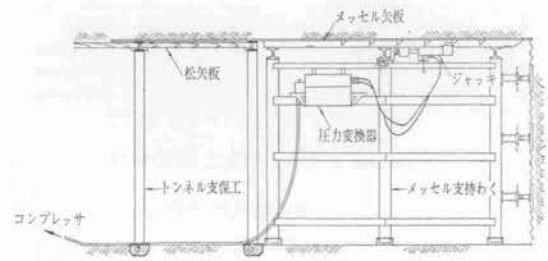
沖積層，洪積層等の堆積層や，岩石帯でも断層による破砕帯，接触変質を受けた地帯，または風化作用を著しく受けた地帯等は，掘削にあたって切羽が立ちにくい脆弱な地質である。このような軟弱地帯でのトンネル掘削は大きい断面の場合は分断して小断面の導坑として縫地工法で掘進するのが基本である。

縫地工法は図—1のように矢板を支保工の支柱と地山の間にそう入して切羽の地山にたたき込みつつ掘削してゆくのである。打込む矢板は普通の場合 3～5 cm の厚い板である。地山が脆弱な場合，支柱の断面は大きくなり，また間隔も詰めるので，打込む矢板は大きく外に開き，余掘りがふえるとともに支柱材のH形鋼のフランジの角で折損されがちである。折れる率を少なくするためトレンチシートパイル等適宜軽量の鋼矢板類を利用するが，打込みはトンネルの外側に向かって行なわれるので余掘りがふえることは防げない。

普通の縫地工法の場合，支保工のH形鋼の大きさとその間隔には限度があり，限界以上に縮めるわけにはゆかない。その限度は 150 H で 60 cm, 175 H で 80 cm, 200 H で 1.00 m, 250 H で 1.20 m 程度である。土圧関係上これ以上に縮める必要がある場合は縫地工法でなく，トンネル軸線に平行に矢板を押込む工法，すなわちメッセル工法またはシールド工法になる。



図—1　縫地工法縦断面図



図—2　メッセル工法縦断面図

鋼矢板のようなものをトンネルの軸と平行に押込んでゆくことができれば余掘りも少なく，地山を荒さないですむ。地山が極めて軟かいときは全体を鋼殻としたシールドになるが，シールドでも切羽部の上半に矢板を押込む式のホアポーリングプレートまたはルーフプレートを装置して切羽の掘削に際して地山の崩壊を防ぎつつ掘削する方式がより効果がある。

普通の縫地式から製作費の高いシールドを使う工法の中間的な工法がメッセル工法で，縫地工法での矢板の代わりにメッセル矢板をトンネル軸線に平行に進めてゆき，このメッセル矢板の尾部で支保工を組んでゆく。シールドに装備されたホアポーリングプレートとまったく同様であるが，鋼体の支えがなく，H形鋼による鋼わくで支えられているのである（図—2 参照）。

したがって，メッセル工法自体は特別な工法ではないが，鋼矢板の形状寸法および剛性またその地山への押込み方に有効な道具を考案し，軟弱な地山のトンネル掘削に安全かつ能率的なものにまとめたものである。

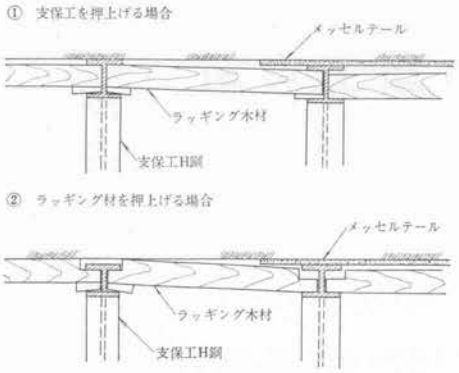
2. メッセル工法の手順

メッセル矢板を支える鋼わくを組立てて逐次メッセル矢板をかけてゆく。メッセル矢板は矢板を支える鋼わくに反力をとってジャッキで押込んで行く。掘削しながら1本宛矢板を押込み，全部押込み終わったら矢板の尾部で地山を押える支保工を組立ててさらに矢板を前進させ，尾部からはずれた所で図—3のように支保工の支柱または矢板を押上げて地山に密着させる。メッセル矢板の前進につれてこの矢板を支持するわくは前方に盛替えてゆく。

トンネルの坑口からメッセル工法を使う場合は写真—1で示すように数m分だけを普通工法で切付け，その内部にメッセル矢板を支持する鋼わくを組む。反力をとるためやらずを設ける。

トンネルの中間でメッセル工法を使う場合は，地山が

* 前田建設工業（株）技術研究部長



図—3　支保工木材図

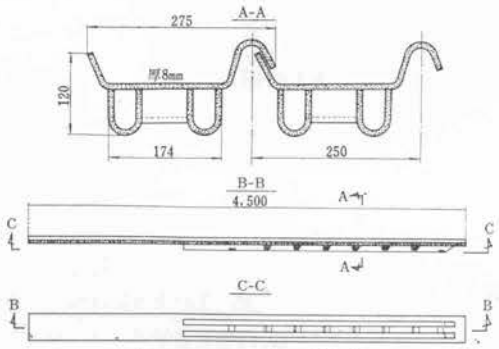
良好な位置で送り矢板または掛矢板工法による普通工法により所定の坑径より大きく掘削し，内側にメッセル矢板の支持わくを組み，メッセル矢板をその中間にそう入する。

当社において実用に供した小樽の道路トンネルおよび大分の水路トンネルはいずれもトンネルの中間においてメッセル工法に切替えたものである。

3．メッセル矢板の形状寸法

メッセル矢板は通常 **図—4** のような形状になっている。普通の縫地用の矢板と違って埋殺しにしないので鋼板は普通の構造用鋼より強いものを使っている。

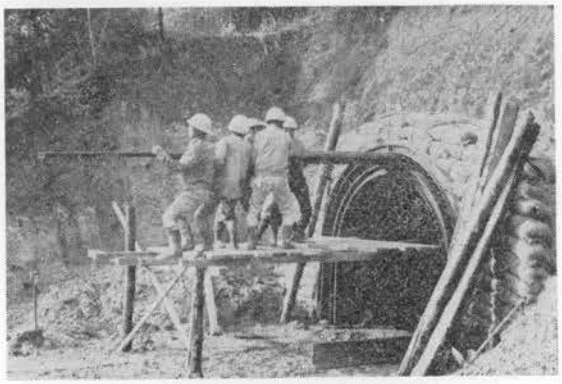
ジャッキ掛りの部分は地山の質や掘削断面により間隔を変え，能率のよいものを考えることができるが，ジャッキは頻繁に移設するので小形で強力なものとするため 30 cm の常用ストローク程度になる。曲線トンネルの場合，また地質によりメッセル矢板の長さ，幅，山の高さ等を変えることがあるが，長さは 4.5～3.5 m 程度で掘削



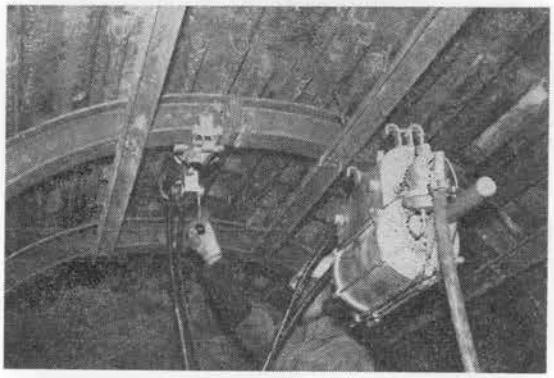
図—4　メッセル矢板形状寸法

表—1　各種矢板の比較

名称	幅 (cm)	断面2次モーメント (cm⁴)	断面係数 (cm³)	幅1cm当り断面係数 (cm³/cm)	許容応力度 (kg/cm²)
メッセル矢板	25.0	560	80	3.2	2,200
シートパイルⅢ形	40.0	1,920	196	4.9	1,400
松矢板　3 cm	20.0	45	30	1.5	80
同　4.5 cm	20.0	152	68	3.4	80



写真—1　取手試験工事（メッセル矢板を支持わくと発進用支保工間にそう入組立）



写真—2　バルブロール社製の油圧ジャッキと圧力変換器

の能率からあまり短いものは有効でない（**表—1** 参照）。

4．推進ジャッキ

トンネルの掘削は軟弱な地質の場合でもピック程度のものを使い，コンリクートの突固めに振動機を使う等のことからトンネル工事には圧搾空気が常に動力として使われる。

ジャッキの作動は油圧が最も適切なので，メッセル矢板の推進は圧搾空気を動力として油圧で動くものとした。現在所有している圧力変換器およびジャッキの性能は **表—2** のようになっている。これはそれぞれ 1 個宛を 1 組として使用する（**写真—2** 参照）。

表—2（A）　メッセル用ジャッキ

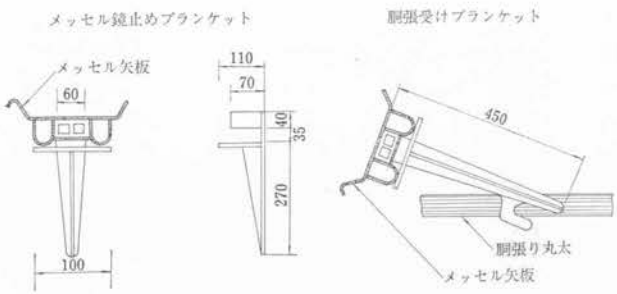
重　量	28 kg
ストローク	36 cm
推　力	<8 t
速　度	<3 cm/sec

表—2（B）　メッセル用圧力変換器

重　量	50 kg
空気圧	7 kg/cm²
油　圧	350 kg/cm²
油吐出量	<70 cm³/sec

5．曲線の掘削および切羽の土留の方法

シールドと同様剛性のある鋼矢板を地山に押込みながら掘進してゆくので長い矢板は扱いにくく，曲線は切りにくい。トンネルの掘削断面の大小によりある程度メッセル矢板の長さを加減する必要がある。



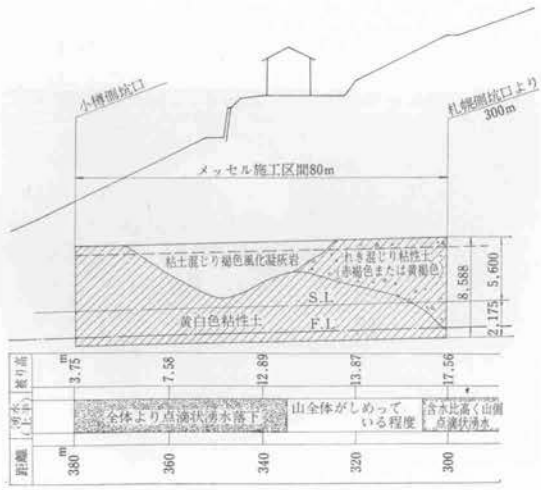
図—5　メッセルブランケット

施工は最先端の鋼わくと矢板の間に適宜の厚さのパッキンをそう入して矢板を押込んでゆく。矢板自体溝形になっているから，カーブの内側の矢板をパッキングによりトンネルの外側に押込んでゆけば，カーブの外側の矢板はこれに伴ってゆき，カーブが切れる。当社ではまだ小さい曲線のトンネルの掘削の実績はないが，ドイツでは **写真—3** のような幅 2.0 m，高さ 4.0 m 程度の倒立卵形の下水トンネル等では半径 50 m 程度の曲線の施工に成功している。

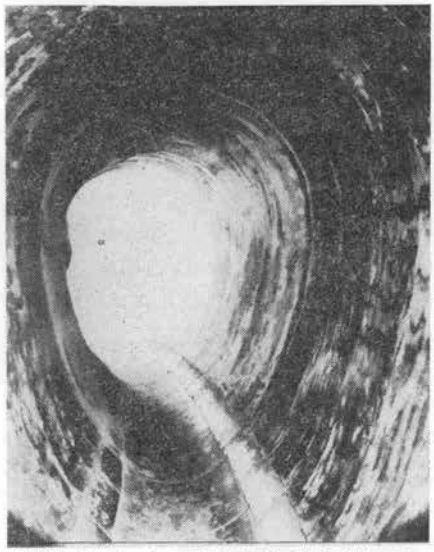
切羽における土留としては普通の方法のほか **図—5** のような道具を使用し，着脱の簡易化を考えている。

6. 小樽熊碓トンネルにおける実績

熊碓トンネルは総延長 380 m の 2 車線道路トンネルで，断面積は約 86 m²，地質はれき混じり粘性土および風化凝灰岩で，地耐力が小さく，サイロット工法によって施工されたが，側壁導坑掘削によって脱水圧密を受け，地表面の家屋に変状を生じた。このため上部半断面を従来の木矢板による縫地工法で施工した場合，沈下がさらに促進されることが予想され，また特に地質が軟弱で，地表に家屋のある小樽側坑口から 80 m の区間をメッセル工法で施工することになった。幅員約 10 m の大断面をメッセル工法で掘削することはわが国で初めての



図—6　メッセル施工区間地質縦断図



写真—3　メッセル工法で建設されたドイツのハンブルグ下水道

ことであり，その成果はトンネル建設界の注目するところとなった。

（1）　地　　質

メッセル施工区間の地質は弾性波速度 600 m/sec，N 値 20 程度の粘性土化した風化凝灰岩でスコップ掘りが可能であり，切羽は自立するが，いったん乱すとトロトロになる鋭敏比の高い粘性土である。土質試験の結果は **表—3** のとおりである（**図—6** 参照）。

（2）　メッセルおよびメッセルジャッキ

メッセルの形状は **図—4** に示されているものと同じである。メッセルの使用数はアーチ部曲線長 12 m に対し 49 枚である。

ジャッキと圧力変換器はドイツ・バルブロール製のもの 2 組を使用した。ジャッキ推力 8 t，ストローク 36 cm である。

（3）　メッセルの組立と発進

本トンネルは側壁導坑先進上部半断面リングカット工

表—3　土質試験結果表（熊碓トンネル）

項目＼試料採集位置		札幌側坑口より 310 m	340 m	360 m	375 m
色		黄褐色	黄褐色に赤褐色混入	黄褐色	黄白色
試料名		粘土質凝灰岩	風化凝灰岩	粘土質凝灰岩	粘土質凝灰岩
比重		2.518	2.612	2.501	
含水比	(%)	70.3	89.0	62.3	71.3
湿潤密度	(g/cm³)	1.25	1.782	1.385	1.58
乾燥密度	(g/cm³)	0.74	0.943	0.853	
間げき比		2.40	1.770	1.932	
飽和度	(%)	73.7	131.33	80.65	
一軸圧縮試験	乱されない圧縮強度 (kg/cm²)	0.367	1.813	0.539	0.76
	乱した圧縮強度 (kg/cm²)		0.125		0.26
	鋭敏比		14.5		2.84

法で施工されており（図—7 参照），途中からメッセル工法を採用したので，トンネル中間にリングカット部を44 cm 拡幅してメッセル発進基地とし，この中にメッセル支持わくを建込み，その外側にメッセル矢板を組みならべた。メッセル矢板外側と拡張した基地支保工のH形鋼とのクリアランスは約 6 cm で，これにパッキンを打込み，メッセル矢板を固定した。メッセル矢板の最初の推進はかみ合わせをはずさないよう慎重に行ない，1回30 cm までとし，頂部より順次左右にジャッキを移した。

（4） メッセル支持わく兼支保工

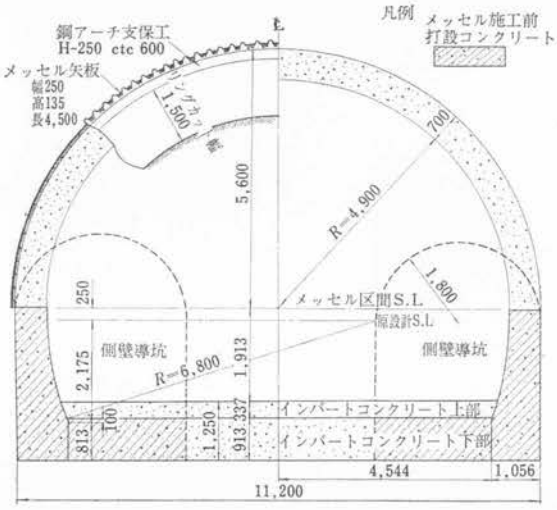
本来メッセル支持わくは 3～4 基使用し，「メッセル工法の手順」で述べた要領で施工されるのである。本トンネルの場合はトンネル断面が大きく，また土圧が大きいので，本来のトンネル支保工に 250×250×9×14 の H 形鋼を 60 cm 間隔で使用することになっている。支保工重量が大きく，組立に時間がかかるので，メッセル矢板の支持は普通の工法のように推進につれて前方へ順次盛替えずに本支保工材をそのまま利用し，本支保工の矢板は 図—8 のようにメッセル矢板の尾部で掛矢板とし，尾部をはずれた所でH形鋼の間にパッキングを入れて地山に密着させる工法とした。

支保工間隔は 60 cm で支保工純間隔は 35 cm となり，支保工のH形鋼間にジャッキが入らないので，先端のH形鋼にジャッキを取付け，メッセル矢板の推進を行なった（写真—4，5 参照）。H形鋼は1本 1.25 t の重量があり，この操作はずり積み用のサイドダンプローダおよびウィンチによった。

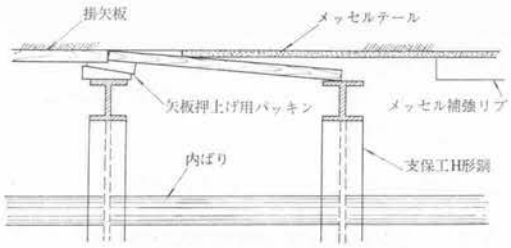
（5） 標準サイクルタイム

メッセル工法での掘削は，メッセル基地のための拡張掘削開始より終わるまで 51 日，リング実掘削平均進行は 1.83 m/日であり，上部コアの実掘削進行は 10 m/日であった。

支保工の間隔 60 cm を1サイクルとし，1日2交代，ずり運搬平均距離 490 m として標準サイクルタイムは 表—4，作業人員は 表—5 となった。ただしメッセル工



図—7　熊碓トンネル標準断面図



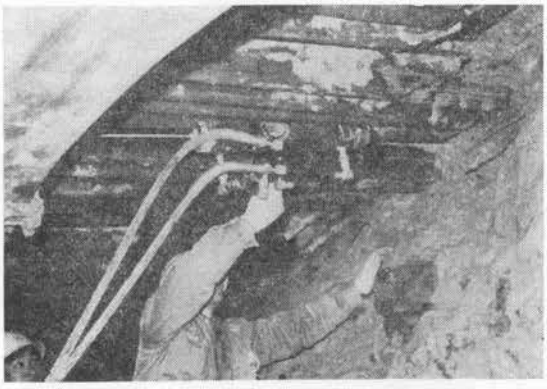
図—8　トンネル支保工とメッセル支持わくと兼用する場合の矢板掛け

法による掘削はアーチコンクリートの打設および下部コアと競合している。

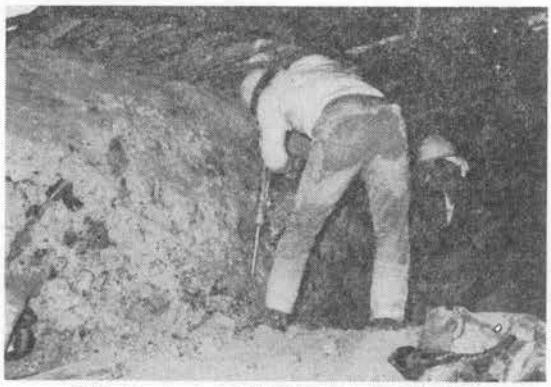
（6） 施工上の問題点

（a） メッセルの長さ

支保工のピッチが 60 cm のためメッセルの長さ 4.5 m では長すぎ，メッセルのかみ合わせの修正，カーブの施工が困難であった。リブ補強部分の長さは支保工の2スパン，尾部は1スパンあればよいから，計3スパンの長さに多少余裕をとった長さのものがよいと思われる。



写真—4　先端の支保工よりメッセル矢板の推進（熊碓トンネル）



写真—5　メッセル矢板の保護のもとに安全掘削（熊碓トンネル）

（b） ジャッキの長さ

ジャッキの長さは伸びきった状態では 99 cm あったので，ジャッキを支持わく間で有効に使うには支柱純間隔は 1 m でなければならない。ジャッキ使用のための先端の片持部の長さは常に 60 cm 2 スパンを必要とする支保工の必要がある。

（c） メッセルの使用枚数

当初の計画はリングカット部を全面的にメッセルで覆うこととしていたが，側部の地山の崩壊する危険がなく，支保工建込誤差の吸収にも有利であったので両側とも起拱部より 3 m 分のメッセルを省略し，掛矢板工法を行なったので使用枚数は 49 枚となった。

（d） メッセルの形状

メッセルのかみ合わせはごくゆるくなっているため推進が楽にできるのであるが，これが欠点となって推進中に相互のかみ合わせがはずれることがある。これは相互の軸線の方向が平行でないためで，支持わくの間隔の分を一度に押す場合などに起こるので注意を要する。

（e） 地山のゆるみ

メッセル支持わく建込みを可能にするにはメッセルを上げ気味に押さねばならない。このため多少の余掘りをする結果となり，テールボイドが大きくなる。矢板をパッキンで締上げても完全にこのボイドをふさぐことができなかった。これを防止するには標準施工法のように本支保工をメッセル矢板の支持わくとして使用しない方がよいと思われる。本支保工は矢板のみの押上げでなく，支保工自体をジャッキアップできるようにするか，シールドにおけるようにセグメントを使用し，グラウトすること等を考慮する必要がある。

表—4 標準サイクルタイム（熊碓トンネル）

1サイクル 60 cm メッセル 49 枚 ジャッキ 2 台 1日 2 方

		2.4 m/日	1.8 m/日
メッセル推進	ジャッキ推進段取り（ジャッキオイル取替え等）	5′	5′
	ジャッキ押込み，戻し	20′	20′
	ジャッキ取付，反力盛替え	9′	9′
	重複しない掘削時間（先掘り等）	36′	36′
	メッセル矢板調整（ねじれ，かみ合わせ等）		50′
	計	70′	120′
掘削	ピック掘り	120′	120′
	計	120′	120′
支保工建込み	支保工（H250）小運搬	15′	15′
	建込段取り（導坑支保工切断等）	15′	15′
	建込み	60′	60′
	支保工建込調整		40′
	計	90′	130′
その他	休憩	45′	60′
	損失（機械故障，トロ待ち等）	35′	50′
	計	80′	110′
合計		360′	480′

表—5 1方の作業人員（熊碓トンネル）

	工長	坑夫	土工	機械工	運転工	計	記事
（切羽）							支保工建込みは左記人員が行なう
ジャッキ操作	2	2		1		5	
掘削		6				6	
矢板掛け材料運搬			4			4	
小計	2	8	4	1		15	
（後向）							
ずり落とし運搬			2		0.5	2.5	
ずり棚作材料運搬	1		2		2	5	
レール撤除支保工			1		0.5	1.5	
小計	1		5		3	9	
計	3	8	9	1	3	24	

7. 大分工業用水白滝トンネルにおける実績

白滝トンネルは大分県企業局発注の工業用水トンネルで，取水口から沈砂池まで延長 380 m の併列トンネルで，それぞれ縦横約 3 m の馬蹄形の断面である。

（1） 地　　質

地質は取水口寄りの 250 m は固結度の高いれき混じり砂層で，残りの区間は大野川の河川堆積物であるルーズなれき混じり砂，細砂および砂質シルトで，湧水が多い。

（2） 施工の経過

工事はまず沈砂池側斜坑の掘削から入ったが，湧水が 1 m³/min 以上あり，支保工の変形が激しくなり，掘削不能の状態となった。この対策については，発注者側として検討の期間が必要なため，沈砂池側からの掘進をあきらめ，取水口側に立坑を掘り，ここから掘削を始めた。掘削は 1，2 号トンネルとも通常のトンネル工法により順調に進んだ。その間，沈砂池側の軟弱地帯の対策としては薬液注入が考慮されたが，薬液注入のみに頼ることは工事費の過大な増加をまねくということと，国道 10 号線の下をくぐるため絶対に安全な施工が要望されたのでメッセル工法の採用となった。

（3） メッセル工法

メッセル矢板は熊碓トンネルで使用したものと同じである。圧力変換器は使用せず，国産の油圧ジャッキを使用した。

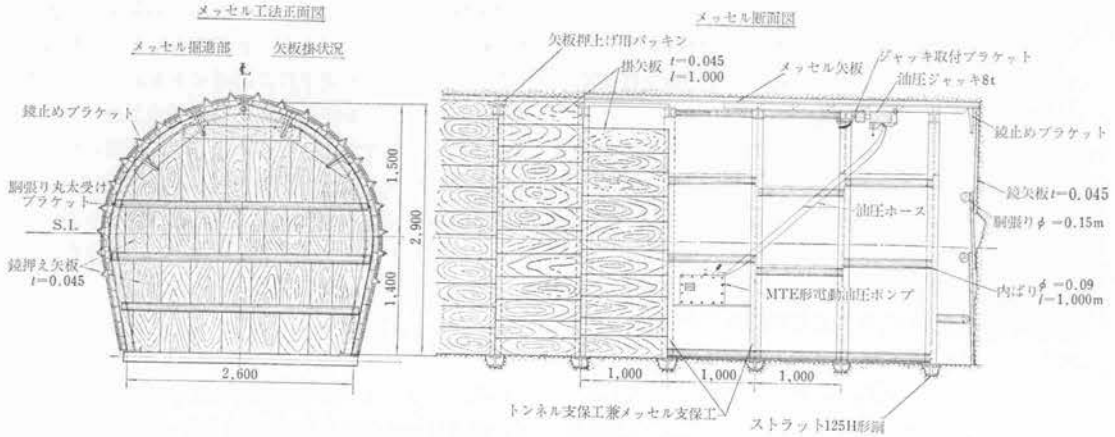
ジャッキ推進力 8 t，ストローク 35 cm，オイルポンプは油吐出量 22 cm³/sec，油圧 800 kg/cm²，電動機 1.5 kW である。ジャッキの伸びは 1 cm/sec でドイツ製の約 1/3 になっており，ストロークは同じであるが，全長が 5 cm 長い。

（4） 支保工

熊碓トンネルと同じくメッセル支持わくとトンネル支保工を併用させる工法とした。支柱としては 125×125×6.9×9 の H 形鋼を用い，脚部の沈下と土圧による内側への移動を防止するために H-125 のまくらをしている。支保工の間隔は 1 m と 80 cm（国道下）である（図—9 参照）。

（5） メッセル矢板組立

軟弱地帯に入った所で縫地工法でメッセル発進のため

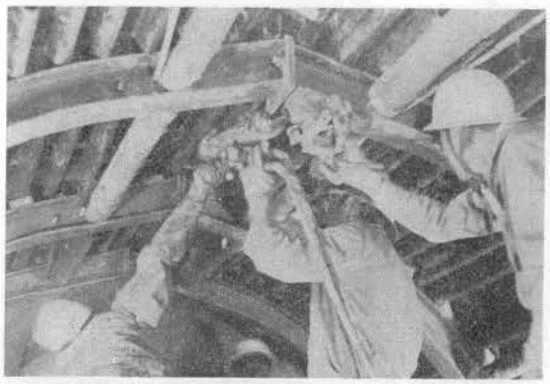


図—9　メッセル工法断面および正面図

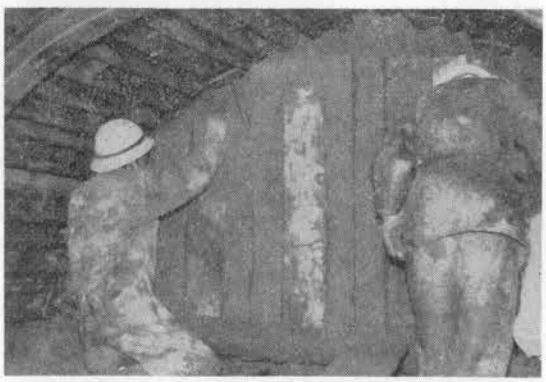
の拡幅を行ない，メッセル支持わくおよびメッセル矢板を組立てた。メッセル矢板は 21 枚，1 枚ずつ鉄線で支柱に緊結し，メッセル矢板の裏には木矢板をきっちりとさし込み，メッセル矢板の推進軸を正確に固定した。加背が大きいので上半掘削のために足場を作り，これは掘進に伴い盛替えた。

（6）　掘　　進

支保工建込みが終わった後，支柱の下に敷いたH形鋼のまくらに反力をとり，トラックジャッキで支保工を持ち上げ，メッセル矢板に密着させた。



写真—6　メッセル矢板の推進（白滝トンネル）



写真—7　上半部の鏡止め（白滝トンネル）

矢先の先掘りを行なわず，常にメッセル矢板を切羽に貫入させて掘ることを原則としたが，地山の状態により若干先掘りすることもあった（**写真—6** 参照）。

上半部を足場上で人力掘削し，**写真—7** のように鏡を張ってから足場を撤去し，下半部はロッカショベルで機械掘りし，側壁部の土留は掛矢板とした。鏡板はメッセル矢板先端に直角に取付け，**図—5** のような山留用ブランケットで押える方法をとった。

メッセル矢板尾部で **写真—8** のように矢板を掛け，推進によりテールがはずれた所でくさびで地山に密着するよう締上げた。

（7）　標準サイクルタイム

メッセル工法で施工した延長および平均 1 日進行は次のとおりである。

1 号トンネル：65 m　　2.36 m/日

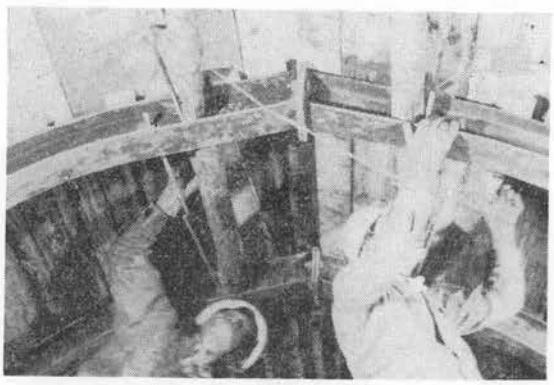
2 号トンネル：85 m　　2.25 m/日

標準サイクルタイムは次の条件で **表—6** に示すとおりである。

① 国産ジャッキおよび国産ポンプ 1 組使用

② メッセル矢板 21 枚，1 サイクルの進行は 1 m

③ ずり出し距離 300 m，競合作業なし。ずり積込み



写真—8　メッセル矢板テールでの掛矢板張り（白滝トンネル）

はロッカショベル使用

④　上半1サイクルごとに鏡板を張る。

⑤　1日2交代，1方の作業人員12名（表—7参照）

（8）　施工上の問題点

（a）　ジャッキの長さ

支保工H形鋼のフランジ間隔は 87.5 cm である。ジャッキの全長は約 86 cm になるから，支保工間で使うと1ストローク 30 cm いっぱい伸ばせないことがある。やむを得ずジャッキは 20 cm 程度推進してからいったん戻し，ジャッキ頭部に木片をあてて再びメッセルを10 cm 推すことが多かった。支保工間隔によりこれに適した長さのジャッキを使用することが望ましい。

（b）　中央部メッセル

アーチ天端に使用する中央部メッセル矢板は横断面に150° の折れ角をもったメッセル矢板を使用したが，推進時浮上がりやすく，かみ合わせがはずれる傾向があった。

（c）　メッセル矢板とジャッキ

メッセル矢板の矢先は下がり気味なので，堅木のくさびを最前部の支柱上に打込んで上げ気味に推進する必要がある。またジャッキはメッセル工法の重要な機器であるので故障がないようにし，また予備品を準備しておく必要がある。

8. おわりに

近年トンネル施工の需要がますます増え，軟弱な地山を掘削する場合も多くなってきている一方，斧指など熟練工が払底してきている今日，メッセル工法は熟練度を要しない極めて簡便な機器を使用して高価なシールド工法のもつ安全性，迅速性，少ない余掘り等の特長をそなえた有効な工法であり，今後ますます採用される機会が多くなることは明らかである。

表—6　標準サイクルタイム（白滝トンネル）

1サイクル 100 cm　メッセル 21 枚　ジャッキ1台　1日2方

作業	1号トンネル	2号トンネル
メッセル推進掘削	270′	220′
メッセルくるい直し	50′	23′
鏡板張り	30′	40′
ずり出し	80′	113′
支保工建込み	70′	75′
土留矢板掛け	10′	12′
その他	105′	137′
計	615′	620′

表—7　1方の作業人員（白滝トンネル）

	工長	工長補	坑夫	土工	かじ工	計	記事
切羽	1	1	4	2		8	
後向	1			2	1	4	
計	2	1	4	4	1	12	

前述の熊碓，白滝トンネルの施工結果から今後特に解決せねばならぬ課題を二，三挙げると，地山にメッセル矢板の幅，長さ，かみ合わせの形の研究が必要である。

試験工事以外の施工例では，掘進能率を上げるためメッセル支持わくとトンネル支保工を兼用したが，これはメッセル支持わくの盛替えの必要がなくなる利点がある。しかしメッセル矢板の補強リブの高さだけ余分に支保工を押上げる必要がある。支保工の矢板と地山の間げきが大きくなるので地山のゆるみに対して得策ではなく，メッセル矢板の支持わくを別にする方が有効である。曲線の施工については前に述べたが，さらに各種の地質，トンネルの断面等と関連し，またメッセル矢板の形状とも併せてさらに研究してゆく必要がある。

図書案内

「建設の機械化」文献抄録集

B5判　7ポイント約374頁　頒価 2500 円　送料 150 円

（社）日本建設機械化協会の機関誌「建設の機械化」の第1号より第190号までに掲載された記録あるいは論文等を分類・抄録し，「建設の機械化」文献抄録集として発刊しました。

□申込先□　社団法人　日本建設機械化協会

東京都港区芝公園21号地1—5機械振興会館内

電話 東京（433）1501　振替口座 東京71122番

多摩川河底沈埋工法の施工実績

大平拓也* 鳥取孝雄**

1. まえがき

わが国における新しい水底トンネル工法として注目をあびた京葉線多摩川河底沈埋トンネル工事も，工事中に懸念された各種の問題点を何とか克服し，計画どおりの水底トンネルを作りあげることができた。現在，本工法による大規模な水底トンネルの計画がわが国各地で計画され，また施工されつつあるが，本工事の実績がなんらかのお役にたてば真に喜ばしいことである。

本文は先に本誌に報告された計画編（昭和 44 年6月号）に引続き，主として工事の施工実績ならびに問題点等について述べたもので，同編と合わせてご一読下さい。

2. 工事概要

京葉線は川崎市塩浜駅を起点とし，船橋，千葉を経て木更津に至る延長 104 km の鉄道新線であり，その大部分は武蔵野線，小金線とともに東京外環状線を形成する重要な線路である。このうち塩浜～大井間約 8 km の区間については，東京国際空港航空制限の関係上トンネルで計画され，現在全面的に工事施工中である。

写真—1 多摩川河底沈埋トンネル工事全景

多摩川横断部分については，図—1 に示すように沈埋トンネル延長 480 m（80 m×6 基）と一部ケーソンおよびシールドトンネルにより河川幅約 600 m を横断している。工事は昭和 42 年 12 月に着手，約1カ年間でまずケーソン4基を施工し，引続いて沈埋工法の施工を行なって本年8月完成したものである（写真—1 参照）。

沈埋工法には主としてアメリカで多く用いられている鋼殻方式と，ヨーロッパで用いられている鉄筋コンクリート方式があるが，本工事では比較検討の結果前者の方式を採用している。したがって工事の施工順序はまず鋼殻製作から始まり，同えい航，現地におけるぎ装，掘削，砕石基層敷きならし，沈設付加荷重の載荷，沈設および水中結合の繰返しによりトンネルが形成され，埋戻しをもって完成される。本文もほぼこの順序を追って報告することとしたい。

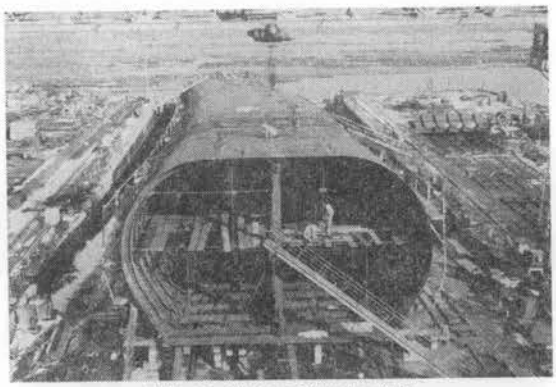
3. 工事施工実績

（1） 鋼殻の製作，えい航

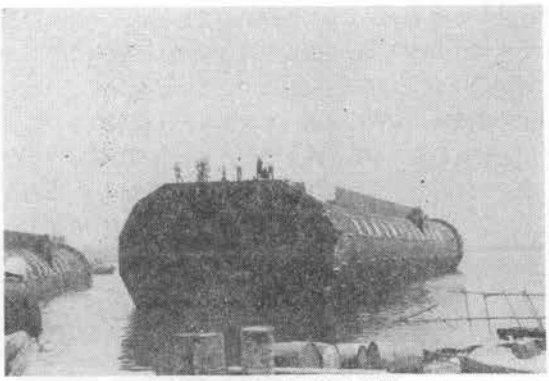
造船所における鋼殻の製作は，船舶の建造と同じように沈埋函を1基ずつ船台上で組立てて進水させる。製作方式はいわゆるブロック建造方式といわれ，工場内で長手方向に 7.5 m，断面方向には底板，側板，頂板の4個に分割製作したブロックを船台上で組立てゆく方法である（写真—2 参照）。

工事と並行または完了後にサルファープリント試験，放射線透過試験，水密試験，寸法検査等が行なわれ，最後に電気防食用アルミニウム合金陽極，端面の止水用ゴムガスケットが取付けられる。製作精度は，鋼殻断面でほぼ ±10 mm，全長で ±20 mm，端面（ゴムガスケット台板）の不陸は ±6 mm 以内におさまっており，良好な精度が確保された。サルファープリント試験はほとんど問題はなく，レントゲン検査は1基当り 300～350 枚の写真のうち，数枚が小手直しを必要とした程度であ

* 日本鉄道建設公団環状線第一課長
** 〃 塩浜鉄道建設所長



写真—2　船台上で組立中の鋼殻



写真—3　現地へ到着した鋼殻

る。水密試験も全6基のうち1個所ピンホールが発見されただけであまり問題はなかった。施工の結果から考えて，鋼殻が造船所で製作される限り，寸法精度，溶接等について相当な信頼をおけるものと思われる。ただ沈埋函の性質上，端面の不陸は継手接合の成否ならびに精度に及ぼす影響が大きいので製作上特に注意を要する。

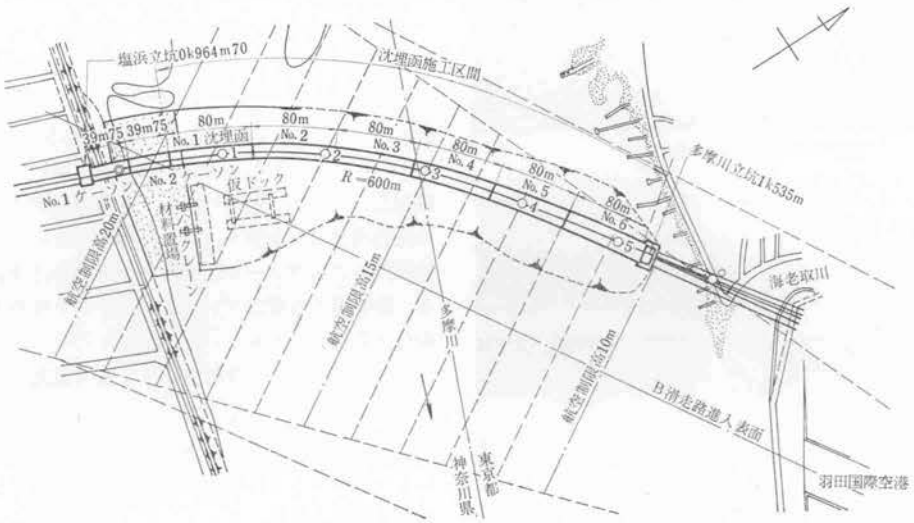
鋼殻製作は工場内約3カ月，船台上約1カ月，計4カ月程度で1基の施工を完了後進水を行ない，好天時を選んで現地まで約22 kmの海上をえい航する。この際，鋼殻のきっ水は約 0.7 m，引船 4〜5 隻，えい航速度 3〜4 ノット，所要時間約4時間で現地まで到着する（**写真—3** 参照）。

（2）　沈埋函のぎ装

沈埋函のコンクリート打ち，函体上部空げきのモルタル注入，測量塔および自動連結装置の取付，バラストポケット用鋼わくの整備等，一連の作業を本工事ではぎ装と称することとした。

現地へ到着した鋼殻は，まず仮設ヤード岸壁に係留し，浮上した状態で覆工鉄筋コンクリート（2,660 m³/基）を施工する。鉄筋，型わく，函内作業足場等の材料は岸壁に設けた2基のタワークレーン（つり上げ荷重 1 t/基）により鋼殻頂面に設けた6個の材料搬出入孔から搬入し，函内で組立てる。1基分全数の鉄筋（160〜190 t）を組立てた後型わくを組立てるが，型わくは鋼殻のフレームを利用したつり型わく構造としたため比較的能率よく施工することができた。コンクリートは1基分約 2,600 m³ を 11 回に分け，底版，側壁，上版，また線路方向には，鋼殻の傾斜と変形が少ないよう数回（底版では4回）に分け，前後対称に順次施工した。

鋼殻はコンクリートの施工によりコンクリート重量と水圧により軸および断面方向に変形を生ずる。沈埋函軸方向変形は鋼殻の外板に生ずる座屈応力（500 kg/cm²）に達するまでとし，かつコンクリート施工ずみ部分はその弾性変形量以内に押えることとしてコンクリート施工区分を決定したが，この際，鋼殻の最大変形量は全長に対し 27 mm の予定であった。施工の結果は各基により 20〜30 mm となり，ほぼ推定値と一致したが，各施工区分に対する変形量ならびにその方向は複雑で必ずしも



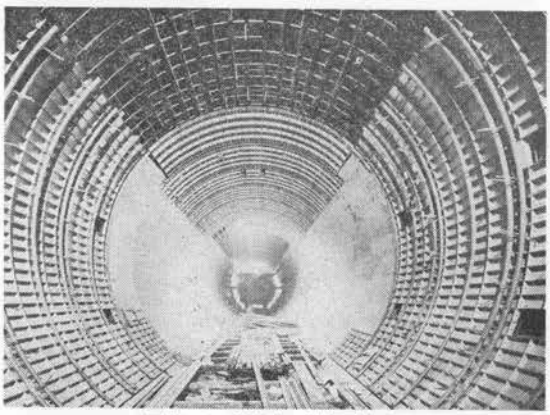
図—1　京葉線多摩川付近平面図

一致していない。このため鋼殻の変形過程を十分に把握できず，10～20 mm 程度の最終変形をさけることができなかった。また断面変形については，コンクリート施工の各段階における自重，コンクリート重量ならびに水圧を格点荷重とする多角形ラーメンとして計算した応力が，いずれも許容曲げ圧縮応力度 2,100 kg/cm² 以内とし，最大 3 mm 程度の変形を予想したが，施工の結果もほぼ同じで，あまり問題はなかった（**写真--4** 参照）。

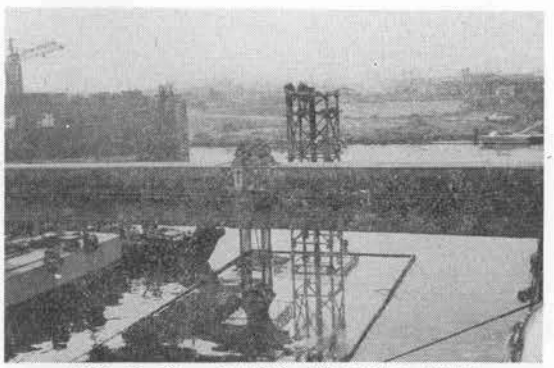
コンクリートの施工が終われば材料搬出入孔の閉塞を行ない，沈埋函上部の鋼殻とコンクリートの間に生じた空げきにモルタル注入（注入実績 20～30 m³/基）を行なって沈埋函を完成させる。その後，沈埋函上部のバラストポケットならびに測量塔を組立てて沈埋函をプレーシングバージにつり込んだ後 600～800 m³/基の砕石付加荷重を載荷し，水中重量を約 240 t とする（**写真—5** 参照）。

（3） トレンチの掘削と維持

トレンチの掘削には大部分ポンプ浚渫船を使用した。ポンプ船容量は 2,000 PS とし，中間に 1,500 PS のブースタを設け，当時，埋立工事中の京浜 6 区まで延長約 4.5 km を排送した。浚渫こう配は 1：3 を標準とし，場所により 1：2 として施工したが，ポンプ船の性質上実際には 4 m 程度の段階式斜面となり，平均こう配がほぼ設計斜面とならざるを得なかった。なお立坑周辺，護岸に近接した部分ならびに航路の常時確保のために施工した代替航路等の浚渫については一部グラブ船を使用して掘削した。浚渫全土量のうち約 350,000 m³ をポンプ船，残り約 90,000 m³ をグラブ船で掘削している。



写真—4　ぎ装中の沈埋函内部



写真—5　プレーシングバージにつられた沈埋函

トレンチ掘削後，沈埋函砕石基層敷きならしまで数カ月を経過することは工程上やむを得ない状態であったため，この間トレンチ底に沈泥が堆積する。測定の結果，ほぼ 0.5～1 cm/日 程度となり，数カ月で 0.5～1 m 程度の堆積厚となることがわかった。砕石基層の敷きならしにより地盤と基層の間に沈泥が残留し，それが将来トンネル沈下の原因となれば重大な問題とならざるを得ない。このため模型実験により河床に近い状況を再現して砕石を載荷の結果，30 cm 程度までの沈泥は基層の空げきを充満するのみでなんら支障のないことがわかった。この結果，堆積した沈泥は砕石基層スクリード直前に可搬式のカッタレスサクションポンプにより吸上げ，施工上局部的に残留する最大 30 cm 厚程度の沈泥については許容することとして施工した。

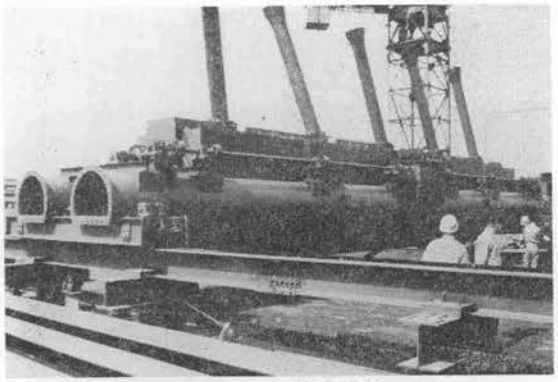
（4） 基層造成

掘削後の水底に 70 cm 厚の砕石基層を精度よく敷きならすことは想像以上に困難な作業である。当初，潜水夫による人力敷きならし案も検討したが，砕石基層面における 10～20 cm 程度の凹凸がさけられないことが予想されたため，機械化敷きならし方式を採用することとした。本機械は水底下に敷設した軌道上をチェンドライブにより走行しながら水面上より漏斗管を通じて供給された砕石をかきならしてゆく方式である。

このようなスクリード方式により所要の基層が得られるかどうかを確認するため模型実験を行なって機械の仕様ならびに使用骨材の種類（3 号砕石）を決定した。機械のおもな仕様は全長 19.4 m，軌間 18.00 m±0.25 m，全幅 4.63 m，全高 2.75 m，重量 30 t（機械の最大浮力 32 t），けん引力 10 t，走行速度 3～61 cm/min である。

設備は，まず砕石基層の両側（掘削のり尻）に 8 m ピッチに長さ 7 m，径 0.5 m の鋼管ぐいを打込み（施工位置精度実績 ±15 cm），くい頭部に H 鋼（400×400×1,200 mm）のまくら木を取付け，その上部に長さ 90 m（H 鋼 400×400 mm）のレールを敷設する。続いてスクリード機械をレール上に据付け，レール両端部をアンカーとする走行用チェンを張り，さらに機械上部に取付けられた油圧モータとプレーシングバージ上の油圧機器を接続する。砕石投入設備はプレーシングバージ舷側を利用して取付けられた投入ホッパとこれよりつり下げた漏斗管を接続してスクリード準備を完了する（**写真—6** 参照）。

スクリードは漏斗管を落下した砕石が機械内部にチャージ（約 30 m³）され，機械の走行（速度 5～10 cm/min）により敷きならされて行く。砕石基層の敷きならし精度は超音波測定装置，ロット，レットの並用により入念に測定したが，最大 ±3 cm 程度で極めて良好であった。



写真—6　スクリード機械走行テスト

（5）　沈埋函の沈設

仮設ぎ装ヤードでプレーシングバージにつられた沈埋函を沈設位置までえい航した後，バージの位置を正確に決定する。位置精度は当初 10 cm 程度であったが，オペレータの数カ月の熟練により 5 cm 以下まで可能となった。沈設準備が完了すれば河水の流れが停止する満潮または干潮に合わせ約2時間前から沈設作業を開始する。沈設は，沈埋函の沈降高さ 5～7 m を3段階に分け，各段階ごとに函体の水中位置を確認しながら降下させる。この際，沈降速度は 0.5 m/min であり，必要に応じて一時停止を行ないながら下げて行く。着地後改めて沈埋函の位置を正確に測量し，位置精度が ±5 cm 以下の確認をもって沈設完了とした。なお，着地誤差が大きい場合には再度，後端のみをつり上げ，バージから沈埋函にとった斜ワイヤ（微調整ワイヤ）により微調整を行なって再着地させることとしていたが，その必要を生じたのは1回限りであった。

沈設にあたり特に注意を要することは沈埋函自重，浮力および沈設付加荷重の関係である。沈埋函の水中重量をあまり重くすると設備が過大となり，あまり軽くすると沈設位置精度の確保が困難となる。本工事では淡水に対する水中重量を 240 t（3点づり各点 80 t）としたが，満潮時の水底では完全に海水となるため沈埋函の浮力が増加し，150 t 程度（函体重量の 2%）まで軽くなったこともある。しかし河水の流速が 0.15 m 程度以下であれば，沈設には特に支障を生じなかった（**写真—7** 参照）。

（6）　沈埋函の水中結合

沈埋函の沈設に引続き，直ちに水中結合を行なう。沈埋函の水中結合は，いわゆる水圧利用圧接工法を利用した。これは沈埋函の接合端面にゴムガスケットと称する止水用ゴムを取付け，ゴムを介して端面が接するまで沈埋函を連結器で引寄せた後，継手内部の水を抜き，当初端面にかかっていた水圧に相当する圧力でゴムガスケットを圧縮して止水を行なう方法である。

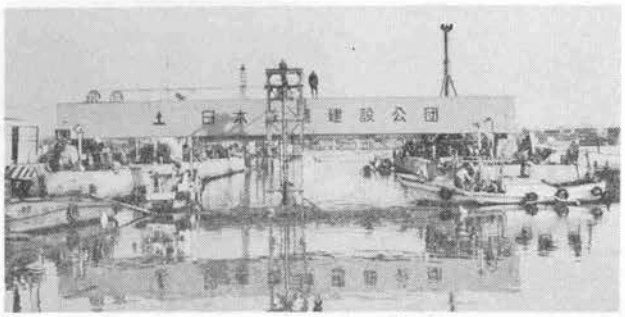
作業は，沈埋函沈設後，既設沈埋函と自動連結器を作動して連結を行なった後，既設函側へ新設函を引寄せる。ゴムガスケットが端面に接していることを確認した後，既設函内部の排水バルブおよび上部の空気抜きバルブを解放して継手内部の水を既設函側へ排水する。排水完了後直ちに既設のマンホールを開いて内部の止水状況を確認し，ドッキングが完了する（**写真—8** 参照）。

継手工の止水については，全6基のいずれも漏水がなく満足な成果を得たが，ゴムガスケット圧縮量が 10 mm 以下となり，若干止水に対し危険を感じた場合も生じた。当初，ゴムガスケットの設計にあたり，ゴムの最少所要圧縮量を 20 mm，端面製作誤差を各 10 mm とし，水圧により 40 mm 圧縮されることを考え，ネオプレンの硬さ（H.S）を 50° と決定した。沈埋函鋼殻の製作にあたり，端面の不陸はほぼ ±6 mm 程度であり，問題はなかったが，鋼殻の覆工コンクリート施工段階で温度変化およびコンクリート打ちによる鋼殻の変形により沈埋函端面に最大 20 mm の傾斜を生じた。このため当初予定したゴム圧縮量 40 mm は数個所 10 mm 未満となった。ゴムガスケットの圧縮量は各種の施工誤差を考慮し，少なくとも 60 mm 程度とすべきであったと考えている。

水中結合完了後，継手ゴムガスケットの内側に鋼板（9 mm）を溶接して鋼殻の連結を行ない，トンネルの埋戻しによる沈下を待って本体と同一断面の継手鉄筋コンクリートの施工を行なった。なお，最終の沈設沈埋函（No. 1 沈埋函）とケーソントンネルとの継手は水圧利用圧接工法が用いられないため継手わく内水中コンクリート方式を採用して施工した。止水は予想外に良好で，完全な継手を施工することができた。

（7）　埋　戻　し

埋戻しは，まずトンネルの両側に砕石（最大寸法 100 mm）の埋戻しを行なってトンネルを固定した後，河床まで普通土砂の埋戻しを行なった。この際，埋戻しによるトンネル底面の荷重増加により若干の不等沈下を生じた。これは河床掘削による載荷重の減少により基層底の粘性土が膨張し，その後，砕石基層敷きならし，沈埋函



写真—7　沈埋函の沈設

沈設，埋戻しによる載荷により再圧密が行なわれるためである。当初行なった圧密試験の結果から，掘削底面において約 20 mm の膨張と埋戻し後の復元を予測していたが，実際には 35～45 mm となり，やや予想を越した。トンネルの継手施工はこのような沈下を待って行なわざるを得ないため数カ月施工時期がずれたが，あまり問題は生じなかった（図—2 参照）。

4. 施工後の反省

工事施工結果からその利害得失，感想等をまとめると次の諸点が挙げられる。

① 沈埋工法は築島式ケーソン工法と異なり，河川をまったく締切らないため河川管理者，航運業者等との問題はなんら生じなかった。ただ，掘削範囲が広くなるため若干餌虫漁業補償費が増加した。

② 沈埋函コンクリート打ちに伴う函体の変形は複雑で，各施工段階については予測できない場合も生じた。若干の最終変形は許容せざるを得ないと思われる。

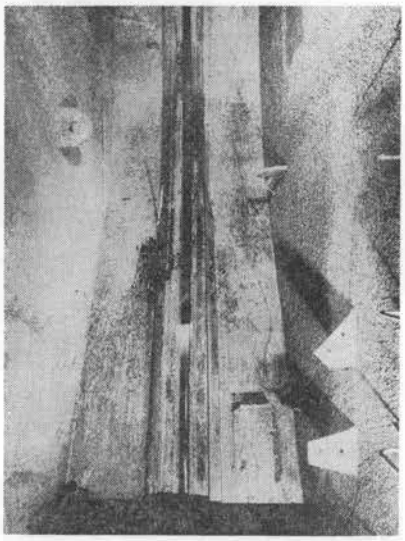
③ 本工法にとって沈埋函の重量管理（特にコンクリートの寸法および単位重量）は重要なことであるが，若干（±1% 以下）の誤差はさけられないことを考慮して計画すべきである。

④ 掘削底面の凹凸は ±15 cm 以下にするよう努力したが，極めて困難であった。現段階では ±30 cm 程度を考慮して計画すべきであると思われる。

⑤ トレンチ内の沈泥対策については本工事ではあまり問題がなかったが，土質により問題もあると思われるのでその都度十分検討すべきである。

⑥ 本工事では砕石基層敷きならしのため特殊な水底スクリード方式を考案し成功した。しかし本方式も施工設備の準備に 1 基当り最低 20 日間を要し，やや非能率である。施工規模に応じその都度十分検討すべきである。

⑦ 沈埋函沈設にプレーシングバージ方式を採用したが，施工能率および施工精度とも予期以上の成果を得ることができたと思われる。



写真—8　ドッキング完了後の継手内部（中央にゴムガスケットが見える）

⑧ 沈設中流速が 0.5～0.6 m/sec となると函体の移動が大きくなり，沈設精度の確保がむずかしくなる。特殊な対策が必要になると思われる。

⑨ 継手におけるゴムガスケットの水密性は十分確実性があるが，その材質，硬度の決定にあたっては，あらゆる施工誤差を吸収できるようやや圧縮量を大きく考えるべきである。

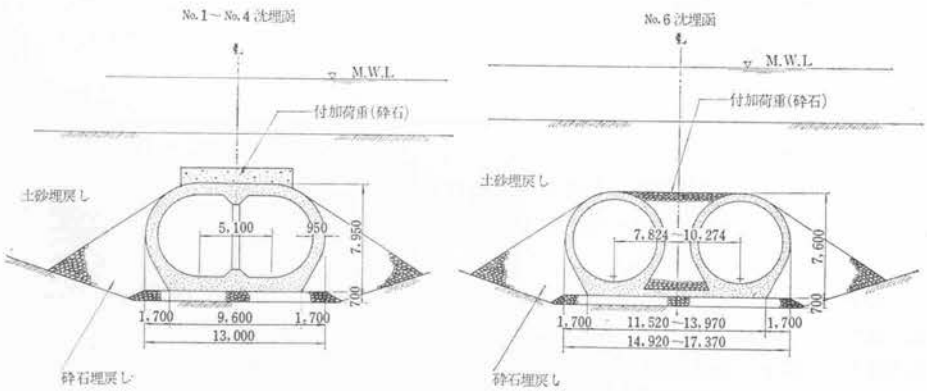
⑩ 水中作業では特に確認の励行が必要である。

⑪ 沈埋トンネルは埋戻しにより若干沈下することを考慮して計画すべきである。

⑫ 本工法は台風，出水等の影響を受けやすい。工事中，不測の事態に対し常に十分な対策を確立しておく必要がある。

5. あとがき

大きな失敗もなく無事沈埋トンネルを完成できたことは企業者，請負人を含め数多くの関係者の一致した努力の賜である。紙面をお借りして厚く謝意を表する。



図—2　沈埋トンネル完成断面図

沈埋工事用材料と機械の発達

村　上　良　丸*

1. まえがき

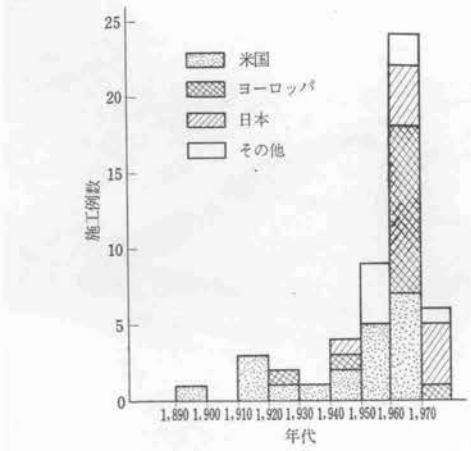
沈埋工法とは，水底構造物の全体ないし一部分をあらかじめ陸上で作っておき，これを水底に掘削した溝の中に沈め，各部分を連結して，その構造物を完成させる工法のことで，初めて実用化されたのはボストン港(米国)内に敷設された Shirley Gut サイフォン（外径 2.6 m, 延長 96 m）と呼ばれる下水道工事のときで，1893 年～1894 年のことであった。

その後，この工法によって作られた水底トンネルの数は表—1 および図—1 に見るとおり，1950 年代までの 60 数年間では米国を中心にした 20 例（主として円形断面）にすぎなかったが，1959 年に完成したカナダ（バンクーバー）の Deas Island トンネルで，矩形断面の沈埋工法に関する画期的な手法が開発されて以来，ヨーロッパで急激に施工例を増し，1960 年代の 10 年間には 24 例が完成し，現在 6 例（うちわが国が 4 例）が施工中である。

このように，沈埋工法は最近の 10 年間に著しく進歩し，いまなお発展途上にある。したがって 1 例ごとに設計面のみならず使用材料や機械類の面でも新しい開発や工夫がなされている。以下，その要点について述べ，諸外国の技術水準を紹介したい。

表—1　年代別沈埋トンネル竣工数

年　代	米　国	ヨーロッパ	日　本	その他	計
1890 年～1899 年	1	0	0	0	1
1900 年～1909 年	0	0	0	0	0
1910 年～1919 年	3	0	0	0	3
1920 年～1929 年	1	1	0	0	2
1930 年～1939 年	1	0	0	0	1
1940 年～1949 年	2	1	1	0	4
1950 年～1959 年	5	0	0	4	9
（小　計）	13	2	1	4	20
1960 年～1969 年	7	11	4	2	24
1970 年～	0	1	4	1	6
合　計	20	14	9	7	50
道路トンネル数	12	11	3	6	32
2 車線	11	0	1	2	14
4 車線	1	7	1	3	12
6 車線	0	4	1	1	6



図—1　沈埋トンネルの年代別竣工

2. 既往例の概要

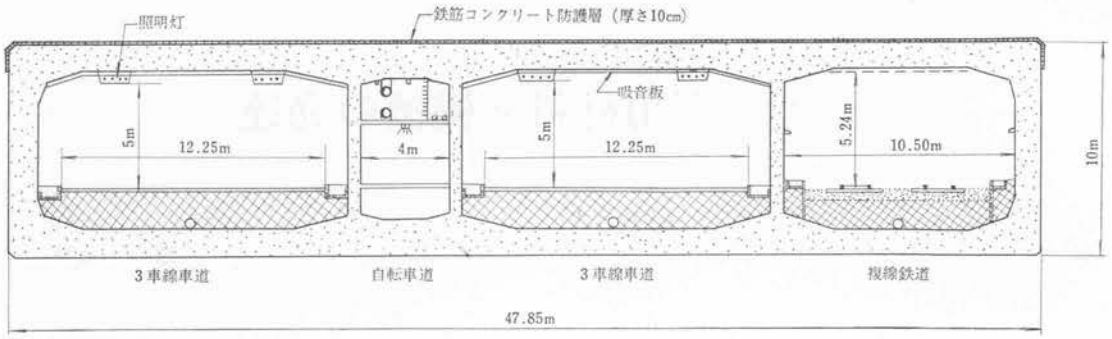
工事中のものも含めた世界中の沈埋トンネル 50 例の用途種別内訳は道路 31，鉄道 12，両者併用 1，下水道 4，モノレール 1，歩道 1 で，道路が圧倒的に多く，さらに 4～6 車線の大断面のものが 18 例もある。

断面の最大は図—2 に示すベルギーの E 3-Schelde トンネル（J.F. Kennedy トンネル，アントワープ市）で，複線鉄道，6 車線車道および自転車道の四つのチューブからなり，外幅 47.85 m，外高 10 m を有している。

延長および施工水深の大なるものとしてはロサンゼルス（米国）の Hyperion 下水道の 8 km，最大水深 61 m とか，サンフランシスコ湾横断地下鉄の BART チューブ 5.83 km，水深 42 m 等のほか，ロッテルダム地下鉄（オランダ）の 3.8 km，サンタフェ（アルゼンチン）の Parana 2 車線道路トンネルの 2.37 km 等が挙げられる。

断面形は，米国は円形，その他の国はほとんど矩形を基調にしており，さらに，わが国や米国では鋼殻方式が多く，造船所施設を利用しているのに対し，ヨーロッパやカナダでは独自に一時的なドライドックを作り，その中で鋼殻を使わない鉄筋コンクリート構造体を製作する方式が採られている。このためトンネル基礎の造成方法

* 首都高速道路公団調査役



図—2　J.F. Kennedy トンネル（ベルギー・アントワープ市，E 3-Schelde）の断面

も，米国では砂利を敷きならすスクリード工法を主としているのに対し，ヨーロッパでは砂の吹込みないしくい基礎工法が採られる等，両者の沈埋工法にはかなりの差がある。

沈設，接合作業の施工速度は，かつては 2～3カ月に1エレメントの割合だったものが，米国では BART チューブが2週間，ヨーロッパではオランダの Heinenoord トンネルが1週間1エレメントの記録を出しており，誤差精度は，前者の 5cm 程度に対し，後者は 2～3 mm のオーダになっている。

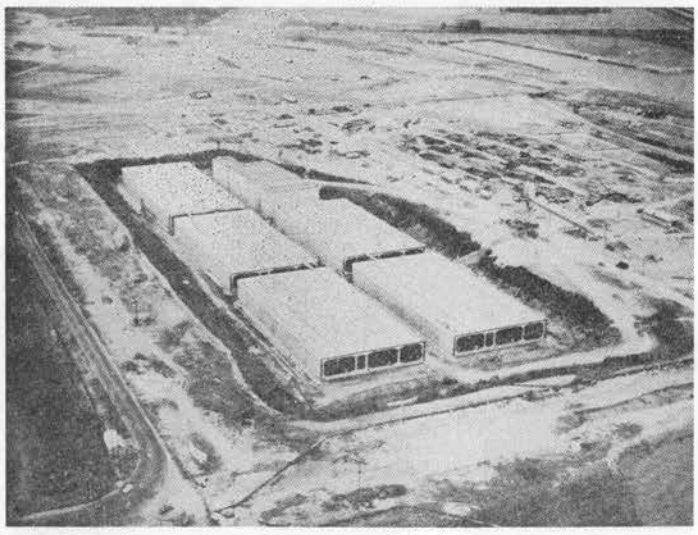
3. エレメント製作方法

既述のとおり，沈埋工法では水底のトンネル部分を普通数個から数十個の区間に分割し，これを陸上で製作する。この分割された個々のトンネル躯体をエレメント（沈埋函）と呼んでおり，水に浮べて敷設現場までえい航する必要上，その両端には一時的な隔壁が取付けられる。このエレメントは高い水圧を永久にうける水底構造物の本体となるものであるから，その水密性をいかにして確保するかが最大の問題である。このため米国東部やわが国ではエレメント全周を完全に鋼板でつつむ鋼殻方式がおもに使われているが，ヨーロッパやカナダではこの鋼板の使用は極力さけ，防水膜で処理する工夫がなされている。

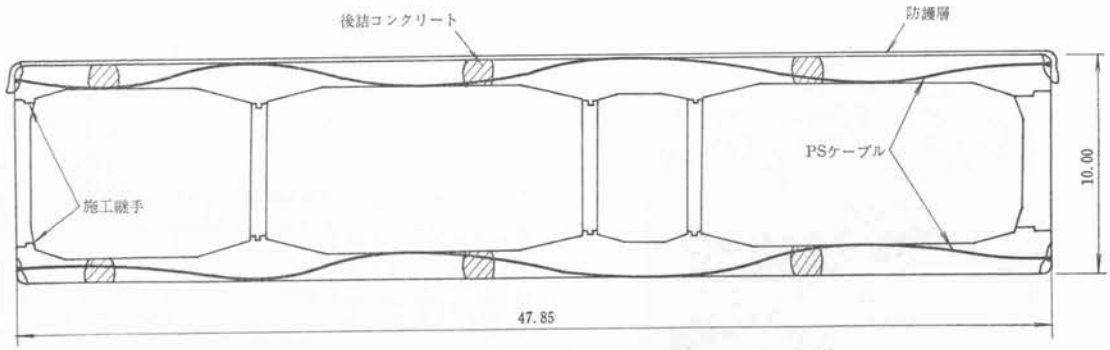
鋼殻方式は，溶接作業が中心で，これが完全なら強度および防水上最もすぐれていることは当然である。しかしながら，ちょっとでも溶接上の欠陥があると，ここからの侵入水は鋼板とコンクリートの間の薄層を通って拡がり，まったく別の場所にあるコンクリートのクラックからトンネル内に出てくることになり，始末におえないものとなる。したがって，完全な溶接を行なうためには造船所施設が利用されることとなり，その結果，造船台からの進水時応力に耐えるだけでなく，浮上状態で，鋼殻内部の構造体コンクリートを打設する際，有害な変形を起こさないだけの補剛をリブ材やスチフナ材で行なわねばならない。このため鋼殻方式は一般に高価であり，特殊な個所条件の制約がない限り，曲げ応力の小さい円形断面に限定される傾向がある。

多車線道路トンネルのような矩形大断面になると，造船所施設の利用は事実上不可能である。したがって，現場付近の水面を締切るとか，陸地内に大きな凹地を掘ってこれを一時的なドライドックにし，その中でエレメントの製作を行なうことになる（**写真—1** 参照）。この場合，防水膜として使う 6～9 mm の薄鋼板は，単に高価であるばかりでなく，その現場溶接には，前述のような技術的危険性を含むため極力さける傾向になっている。

たしかに鉄筋コンクリート構造物はその用途と性質上若干のクラック発生はさけ難いものである。当然大きなクラックは相当な水圧下にある水底構造物では最も好ましくないものであるが，通常の応力状態下で発生する微細なひび割れは水密上さして問題ではないし，また，これによる鉄筋の腐食も水中では起きないといわれている。したがって，適切な配筋と施工継手に対する完全な



写真—1　J.F. Kennedy トンネル（ベルギー・アントワープ市，E 3-Schelde）



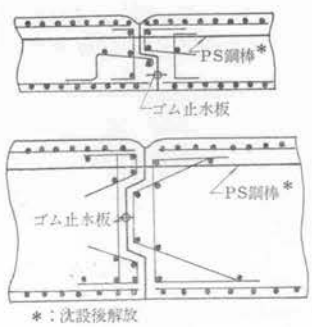
図—3　J.F. Kennedy トンネルの施工継手と PS ケーブルの配置

処理ができるようになればエレメントの防水工は不要になると信じられており，その方向での努力が続けられている。

一方，異常高水位時の静水圧の増加とか，基礎地盤の不同沈下等からくる応力分布状態の変化，さらにはコンクリートの収縮応力とか温度応力，地震時応力等によってより大きなクラックが発生する可能性はある。もちろん鉄筋の許容応力を低くとることで，こうしたクラックを制限したり，その幅を小さくすることはできるが，鉄筋量が増え，コスト高になり，コンクリートの施工性も阻害される。

したがって，現在までのところ交通用のトンネルに対してはクラック最大幅 0.2～0.3 mm ぐらいまでに耐えうる防水膜が常に使用されている。その材料はガラス繊維等で補強された厚さ 5 mm 程度のアスファルト防水膜で，普通これを 3 層重ねて使っている。この欠点は，物理的な被害をうけやすいことである。したがって，底版下とか頂版上に使用する場合は必ず厚さ 10 cm 以上の鉄筋コンクリート版で防護する必要があり，側面に使ったときは木材で防護している。こうした防護材を取付けるためには防水膜を貫通する多数のボルトをアンカー用に埋込まねばならず，それがまた防水上の欠陥になるという悪循環を繰り返している。

この欠点を除去するため在来は底版下ないし底版下の側壁部に対して，エポキシタールで防錆した 6 mm 厚の鋼板を使用する例が多かったが，最近新材料として 2 mm 厚のブチルゴムシートやエポキシの吹付方法が開発され，実用化されてきたことは大いに注目すべきであろう。

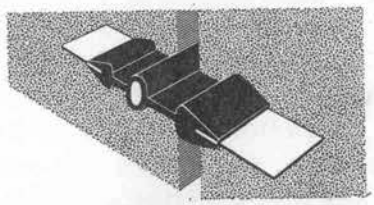


図—4　サブセクション間可撓性継手の例

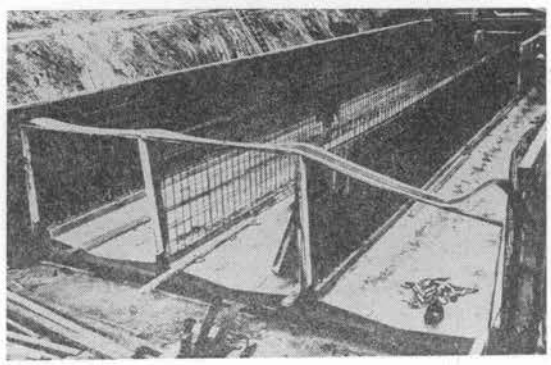
防水膜とは別に，基本的にはクラックのない水密な鉄筋コンクリートの施工こそ最も大切である。このためにはまず発熱および収縮量の少ないコンクリートの配合設計を行なわなくてはならない。これには使用するセメントの品質と量および水量が問題であり，同時に施工の面からはなるべくコンクリートの流動性を高める必要がある。したがって，フライアッシュや混和剤がかなり使われることになる。

次に大切なのは施工継手の位置とその処理方法である。横断面の継手位置は当然底版，壁，頂版の境界付近になるが，前述の J.F. Kennedy トンネルのように，横幅が 47.85 m にも達すると図—3 に示すように頂版および底版の中間にも施工継手が入れられている。そしてこの継手の水密性確保と版厚軽減の目的で，版自重の一部を対象とした部分的なプレストレスが導入されたことは注目に値しよう。

エレメントの長手方向での施工継手間隔は，コンクリートの収縮応力および地盤不同沈下の面から 15 m が基準で，20 m を越すべきでないことが経験的に知られてい

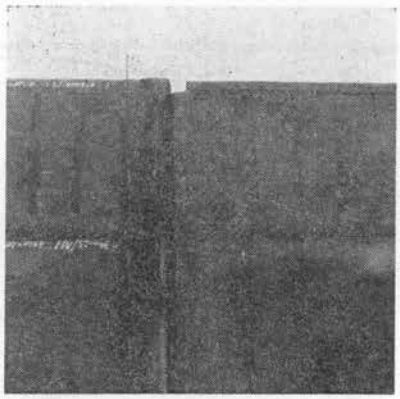


（A）　断面形（両側に金属板のついたゴム）



（B）　取 付 状 況

写真—2　施工継手用止水板

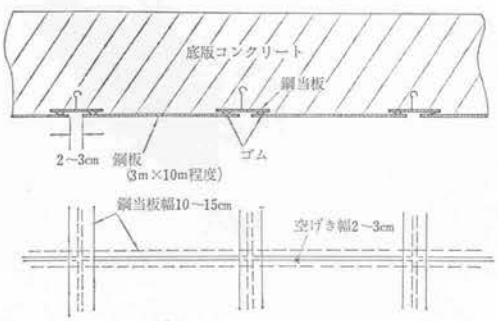


写真—3　E3-エルベトンネル（西ドイツ・ハンブルグ市）のエレメント縦方向施工継手（6 mm 厚溶接鋼板使用，26 m ごとにこの可撓継手があり，ゴム止水板を併用している）

る。したがって長さ 100 m 前後の1エレメントは 6～7 個のサブセクションに分けられる。このサブセクション相互間の施工継手は，縦方向鉄筋を通す場合は 1 m 程度あけておき，後日，収縮の小さいコンクリートで後詰めする方法がとられているが，最近ではむしろ縦方向鉄筋は通さず，**図—4** に示すようなホゾないし段違いを設け，ここにゴムの止水板を入れる方法が一般化しており，えい航，沈設時のみ PS 鋼棒で各サブセクションを継ぎ，沈設後はこれを開放して温度応力の吸収とトンネル基礎の沈下に追随できる工夫がなされている。このゴムの止水板は**写真—2** に示すような断面形を有し，両側に薄鋼板がついていて，これでコンクリートとの接着をはかっている。

このように縦方向ないし横方向に若干のプレストレスを導入する場合，底版下や側壁部に鋼板を使用しているときは工夫が必要である。すなわち溶接鋼板の場合はここに**写真—3** のような Ω 形の鋼板ベローズ継手が設けられる。しかしながら，ドライドック内での溶接の不完全性をさけるため，3 m×10 m 程度の広さの鋼板を敷きならべ，3 cm 程度の空げき部分にゴムを併用した幅 10～15 cm 程度の当て板を使う方法も工夫されている（**図—5** 参照）。

要するに，かなりの水圧下で一滴たりとも漏水発生を許さないコンクリート構造体を作るためには常に細心の注意と入念な施工が行なわれており，同時にほとんど1例ごとに新しい試みがなされているようである。



図—5　溶接しない鋼板の当て板継手

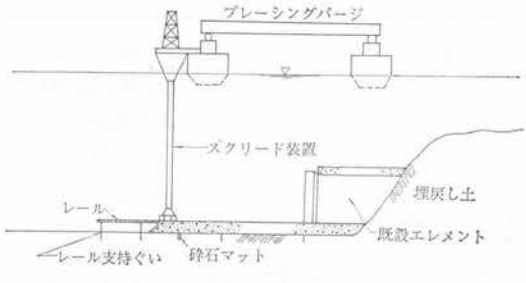
コンクリート工事自体のおもな設備としては，完全な比重管理の行なえるバッチャプラントと，打設作業用の大形クレーン装置，堅牢な移動型わく等が上げられる。特にコンクリート比重の変動は文字どおりエレメントの浮沈に関係するものであり，厳密な管理を行なわなくてはならない。一例として，オランダの Benelux トンネルでの実績は設計比重 2.4 に対して 2.382～2.403 の範囲に納めたと報告されている。

4. トレンチおよび基礎造成

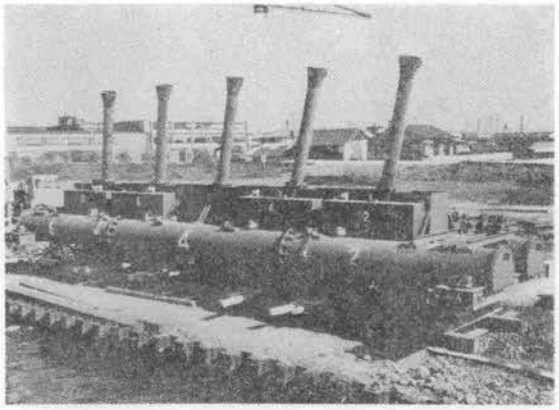
エレメントを沈設する水底の溝（トレンチ）は前もって掘削しておき，沈設作業時には必ず所定深度になるように必要な修正を行なわねばならない。先行する粗掘作業には掘削水深とか土量に応じてバケット船，ラダー船等も使われるが，一般には施工速度と掘削精度の面でポンプ浚渫船が好まれている。

港湾地域での道路トンネルの場合は，この掘削深度は 20～30 m になり，通常の航路浚渫に比べれば相当に深い。しかもこのトレンチ底には多少とも沈殿を発生するし，またトレンチのり面の崩壊もある。ことに流速のある水路では，この問題は極めて重要となるので，前もってテスト用ピットを水路内に設け，かなりの期間にわたってこれらの規模を観測し，対策をたてる必要があるといわれている。

米国で行なわれている円形断面の場合のトレンチ底は 0.7～0.8 m 程度余掘りされ，ここに粗砂ないし細粒の砂利を幅 5～10 m の広さでエレメントのほぼ全長にわたり規定縦断こう配で敷きならべるスクリード工法がとられている。この作業はスクリード船と呼ばれる作業船上に敷いたレール上を自走するウィンチからケーブルでつり下げた大重量の格子状鋼はり（スクリード）をトレンチ底に降ろし，投入された砂ないし砂利をかきならすものである。スクリード船はアンカーで固定され，潮汐の影響はつり下げたケーブルの長さの調整で打消している。このスクリード作業は通常数回繰り返し，下げ振りで仕上がり面をチェックして不陸精度が ±3 cm 程度に



図—6　日本鉄道建設公団が開発したスクリード方式



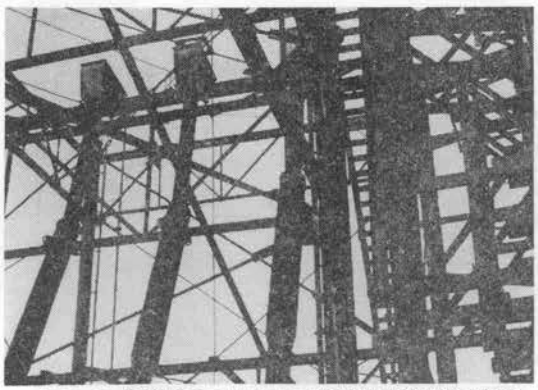
写真—4　スクリード機械の一例（日本鉄道建設公団で羽田トンネルに使用のもの）

なるまで行なっている。日本鉄道建設公団施工中の京葉線羽田トンネルでは，トレンチ底の両側にレールを敷いてこの上にわたした鋼はりをえい航する方法がとられている（**写真—4**，**図—6** 参照）。

このスクリード方式は流速が大きくなったり，沈泥作用のはげしい所では困難であり，また底幅が大きくなると事実上不可能であるため，大きな矩形断面で採用された例はない。

矩形断面ではくい基礎を使った例も二，三あるが，大半はトレンチ底とエレメント底の間の空げきに砂を吹込む方法が採られている。いずれの場合でも余掘り深度は 1 m ぐらいとられており，通常仕上げ浚渫の必要が少なく，また後述の水圧利用によるエレメント相互の接合の際，エレメント底にほとんど摩擦抵抗を発生しないため極めて精密な連結ができる利点を有している。

砂吹込みの場合はエレメントを所定位置に一時的に支持しておく必要からエレメント後端部の両側に 7 m 四方ぐらいの砂利山を作っておく。この砂利山の厚さは通常 0.5～1.0 m ぐらいで，**写真—5** に示すようなやぐら



写真—5　矩形断面エレメントの仮支持用砂利山造成装置（水上まで出るやぐらの上方から3本のトレミー管で砂利を投入する。底には長さ 7 m のブレードがあり，チェンで駆動されて投入された砂利を規定高さにかきならす）

を利用し，極めて短時間に造成している。

5．沈設，接合および埋戻し作業

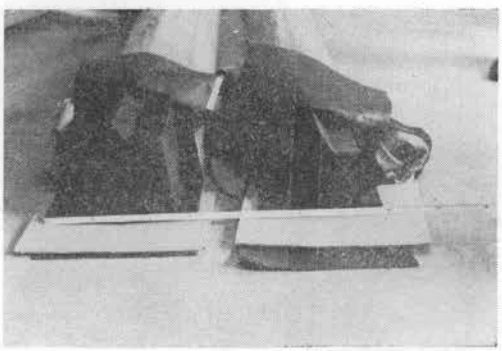
エレメントの製作が完了したらその両端に水密な仮隔壁を取付け，さらにこの外側に 0.5～1.0 m 程度突出するエレメント相互間の接触継手面を精密に鋼わくで仕上げる。次に既設エレメントに接着する側のこの鋼わく上にゴムのガスケットを取付ける。このゴムガスケットはエレメント断面の全周にわたって連続しており，後述のエレメント連結器が作動して初期水密状態になったときエレメント位置の微調整ができるだけの柔軟性を有すると同時に，仮隔壁間の水を抜くとき，エレメント後端からくる全水圧を受けても破壊しないだけの剛度を有していなくてはならない。

かつてはこうした条件を満足する信頼性の高いゴムガスケットがなかったため米国ではもっぱら鋼板による突出フードやダムプレートをこの継手部に用意し，水中コンクリートで1次止水を行なう方法がとられていた。

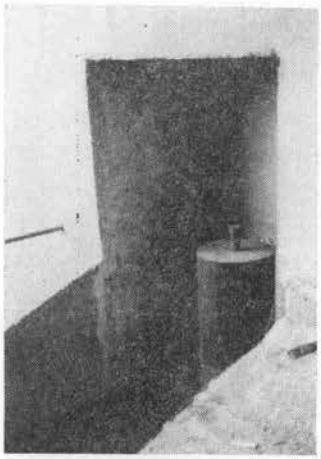
現在ヨーロッパで開発されているこのゴムガスケットは**写真—6** に示すような前面（既設エレメントに接触する側）に三角形の柔かい突起のついた 15 cm ないし 18 cm 角のほぼ正方形断面を有するもので，上述の鋼わくにボルト付できるものである。その材質は天然ゴムで，本体のショア硬度は 50°～60° であり，水中暗所では 50 % の変形をうけてもほぼ永久的に変質しないものであることが 30 年以上にわたる実験で確認されているといわれる。

このゴムガスケットはこのように圧縮だけでなく伸びにも追随できるものであるため，2次止水の必要はほとんどない。したがってエレメント相互間の覆工体を止水のために剛結する必要はなく，このままで伸縮可動継手になり，温度変化や基礎の沈下からくる有害な応力の吸収ができるため，めんどうで困難な剛結継手工法に代わって次第に採用され始めていることは大いに注目すべきであろう。

このほか，ヨーロッパ方式ではドックに注水する前にエレメント内に沈降時のバラスト荷重に使う水槽やその



写真—6　Gina 形ゴムガスケット



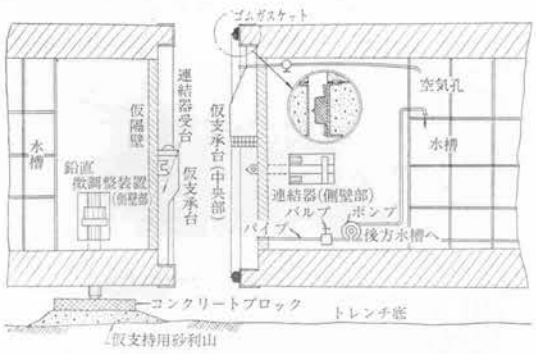
← 写真—7
エレメント後部側壁下端部に準備された仮支持用鋼柱（この上に約 200 t の水圧ジャッキを取付ける）

水槽に水を出し入れするためのパイプ，バルブ，ポンプ等を設置する。さらにエレメント前端中央部には既設エレメントに，沈設作業時に仮支持させるための鋼製支承台が仮隔壁から突出して設けられる。また両側壁のゴムガスケット内側にエレメント連結器が格納される。エレメント後部の両側壁下部にはやはりエレメント沈設時の仮支持ならびに位置微調整用の水圧ジャッキが格納され，底版を貫通する鋼円柱（**写真—7** 参照）を動かす。この鋼円柱はエレメント底版下につり下げられたコンクリートブロックに接触し，このブロックは前述の砂利山の上にのる。これらの諸装置の配置概要を示したものが**図—7** である。

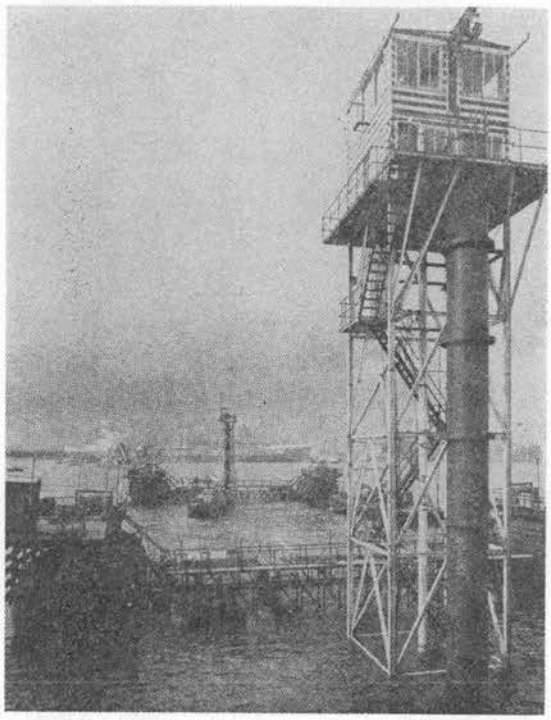
こうした準備が完了した所でドックに注水し，エレメントを浮上させてぎ装場までえい航する。このときのエレメント乾舷量は通常 10～15 cm である。

ぎ装場ではエレメント頂版に設けられている前後2個所の出入口の上に沈設後も水上まで出る径 80～120 cm 程度の鋼管柱が建てられる。そしてその上部には司令室や測量室が設けられる（**写真—8** 参照）。

この出入塔から通常 10～20 人の作業員がエレメント内に入り，前述のバルブやポンプを操作してバラスト水量を調整したり，連結器の操作，仮支持用ジャッキによる微調整，仮隔壁間の排水等の諸作業を行なう。したがって沈設，接合作業では圧気とか潜水夫は必要でなく，使わないことを原則としている。



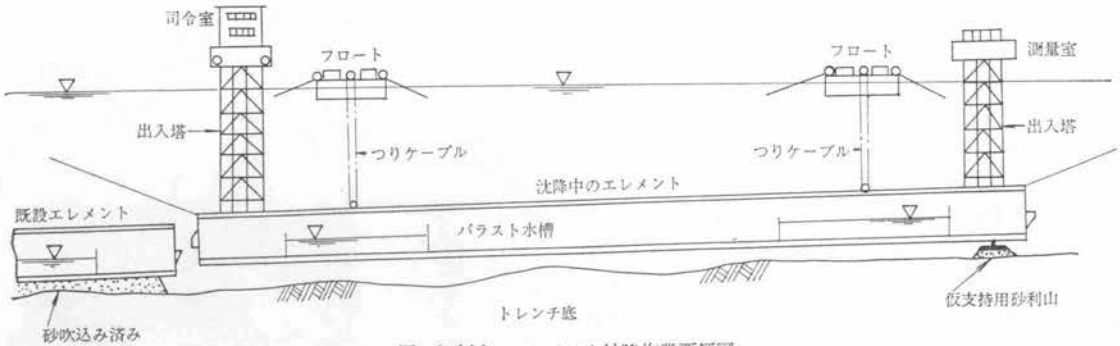
図—7　ヨーロッパ方式における沈設・接合作業用のエレメント部分準備工要領図



写真—8　ぎ装完了時のエレメント（オランダのベネルックストンネル例で，出入塔と司令室および前方の測量室，沈降作業用の4個のフロート等に注意）

出入塔の建込みと前後して，沈設作業船装置も取付けられる。これは通常 100～200 t 程度のフロート4個からなっており，エレメントの前後両端部に取付けられる。各フロートにはエレメントつり下げ用のウィンチとエレメントならびにフロートの水平位置調整用のウィンチが積まれ，司令室との通信機が用意されている。エレメント断面が小さいときは側壁線上部でつるし，大きくなればこのフロートを頂版上にのせ，中間仕切壁線の上部でつれば，沈設のための特別なエレメント補強はほとんど必要でない。また，フロートはエレメント前部と後部の二つずつが別々にトラスで連結され，沈設位置固定時のウィンチラインの数を減らす工夫がなされている。**写真—9** は J.F. Kennedy トンネルのエレメント上に配置された箱形フロートの状況である。

こうしたぎ装の完了したエレメントを細心の注意を払いながら沈設位置までタグボート等でえい航する。沈設位置付近には前もって航路支障のない所に水中アンカーや係船柱を準備しておき，これにエレメントおよび各フロートのウィンチラインをつないで水平位置のコントロールに利用する。こうして張られた各ケーブルに発生する張力を司令室で自記測定し，各ウィンチの適切なコントロールを行なわねばならない。波浪とか強い流速のあ



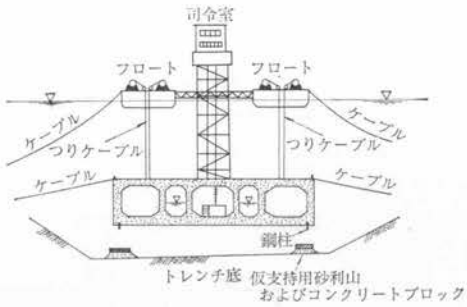
図—8（A）　エレメント沈降作業要領図

る水路で，数万トンに達するエレメントを操作する場合は水平，垂直力は驚くほど高いことがあるので，前もって十分広大な模型試験を行なって対策をたてておかねばならないといわれている。

かくして沈設するエレメントをその最終位置上にセットしたらいよいよ沈降作業がはじまる。これはエレメント内の水槽への注水とフロート上のエレメントつり下げ用ウィンチのコントロールで行なわれ，前述の3個所の仮支持点上に静かに着床させる（図—8 参照）。このときの沈降荷重はエレメントの乾舷量を打消すだけでなく，さらにこれを 200 t 程度上まわらせる必要があるといわれている。

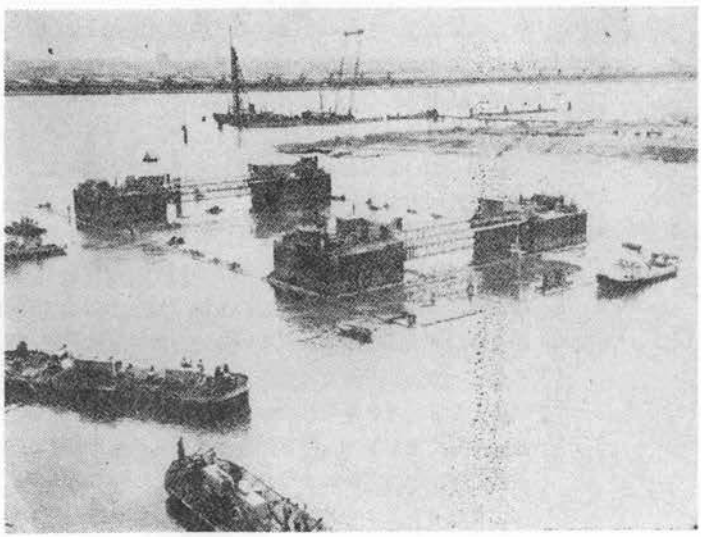
この沈降作業はたえず既設エレメントとの位置関係を確かめながら行なわれる。これに必要な水中距離測定器は反響音を利用して 1 m 以内の距離で 5 mm 以内の精度が出せるものが開発されている。これは自動的に司令室およびエレメント内の連結器操作員に伝達され，十分な精度でこの自動連結器の結合が行なえる。

エレメント前端の両側壁に用意されたこの自動連結器



図—8（B）　エレメント沈降詳細図

の結合が終わると，油圧ジャッキで沈設エレメントは既設エレメントの方に引寄せられ，ゴムガスケットの突起部が変形して初期の水密状態になる（図—9 参照）。この場合の引付力は 2×100～150 t 程度が必要といわれている。この初期水密状態段階でエレメント位置の入念な測量が行なわれ，必要な修正を連結器および尾部の微調整ジャッキで加える。この修正をスムーズに行なうためにゴムガスケットには高い柔軟性が要求されることは前述のとおりである。



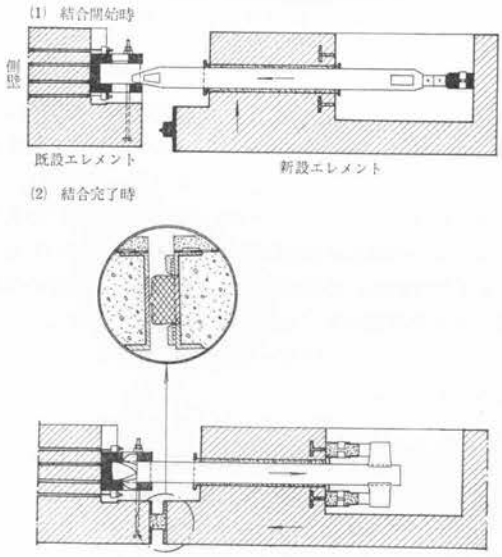
写真—9　J.F. Kennedy トンネル沈設作業用箱形フロートの取付状況
（エレメント頂版上にのせている点に注意）

こうしてエレメントが正規の位置に確保されたことを確認したうえで両エレメントの隔壁間に閉じ込められている水の排水を始める。この排水開始と同時に，沈設エレメント後端にかかっていた全静水圧のためにこのエレメントは既設エレメントの方にしっかりと圧着される。このときの移動量は 3～5 cm で，ゴムガスケットは当初の約 2/3 に圧縮される。この状態になってからのエレメントの微調整はできない。したがってもし測量結果が許容限度を越えていればこの両隔壁間に注水して元の状態に戻し，微調整をやり直すのであるが通常この必要はない。

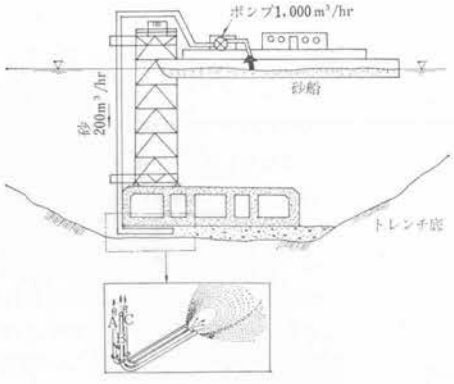
両隔壁間の水が完全に排除された所でこの仮隔壁に用意されている小さな通路扉を開いて初めて両エレメントの連絡ができるようになる。

以上の沈設，接合作業のおもな部分の所要時間（ウィンチラインの設置から撤去まで）は通常 2～4 時間の範囲といわれている。エレメント接合作業が終わると沈降作業用のフロートが取りはらわれ，代わりに砂吹込装置が据付けられる。この装置はエレメント頂版上を自走し，3 本の L 形パイプを支えるだけの簡単なものである。この3本のパイプのうち中央管で特殊粒度の砂と水の混合物をエレメント底に吹込み，他の2本のパイプはサクションポンプにつないで中央管の吹込量に相当するだけの水量吸出しを行なう。そしてこの吸出水の中に混入する砂の量から空げきの充填度合をチェックする（**写真—10**，**図—10** 参照）。

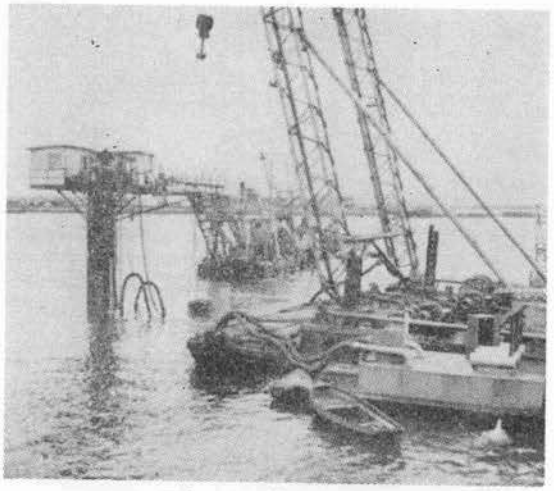
この砂吹込作業の施工速度は 200 m³/hr 程度であるから，底面積 3,000～4,000 m² 程度の大エレメントでも実作業時間は 15～20 時間程度で，おおむね 2 日間で完了する。かくしてエレメント底とトレンチ底の間の空げき約 1 m が砂で充填されたら後部両側壁下でエレメントを仮支持していた鉛直ジャッキを解放する。このとき



図—9　エレメント結合用自動連結器の作動要領



図—10　砂吹込装置要領図



写真—10　砂吹込作業状況

に発生するエレメントの沈下は 5 mm を越えることはないといわれる。かくしてエレメントは全面的にほぼ一様な支持状態でトレンチ底にこの吹込砂を介して着床することになる。

ついでエレメント側方への土砂投入による埋戻し作業が行なわれ，エレメント内部では路床バラストの敷きならし作業が併行する。かくして通常 1 週間で次のエレメントの建設作業が開始できる状態になる。

エレメント相互間の継手部分の仕上げは普通全エレメントの沈設と埋戻し作業が完了した後，砂基礎の沈下が落着いた時点で行なう。砂基礎の最終的な累加沈下量は通常 15 mm 以内であるといわれている。

6. むすび

以上，主としてヨーロッパの沈埋工法が到達している標準的な技術水準の概要を紹介した。その大きな特徴は，エレメントをトレンチ底の 2 個所と既設エレメントとの合計 3 点で仮支持し，ゴムガスケットを使って水圧利用の圧着を行ない（これはさらにエレメント相互間の伸縮可動継手となる），在来地盤との着床には砂の吹込みを行なっている点である。いずれも極めて合理的に，しかも巧妙に水を利用しており，その技術水準は米国をはるかに凌駕しているといえよう。

そしてより強力なトレンチ作業機械や海上足場の開発により英仏海峡トンネルをこの工法で施工する研究が現在彼らの最大関心事になっていることに注意すべきであろう。一方，わが国では地震に対する危惧からこの工法はほとんどかえりみられなかったが，地上構造物に比べれば少なくとも転倒，落下の危険はまったくないし，水密性，継手の確実性の面ではケーソン，シールド等の工法よりはるかにすぐれるものであるから，こうした先進諸国の技術水準を参考にして大いに発展させる価値があるものと信じている。

室蘭製鉄所くい式桟橋の特殊施工

本　間　利　明*

1. まえがき

この数年間，わが国の経済は驚異的な高度成長を遂げ，それを背景として鉄鋼業も今日，年間粗鋼生産量1億tに到達するまでに至った。一方，原料のほとんどを海外に依存する鉄鋼業において，ユーザへ良質な鋼材を安価に供給するためコスト低減の一環として 10 年ほど前から大形専用船による原料輸入を行なっているが，近年さらに専用船の大形化がはかられつつある。

室蘭製鉄所においても 15 万 D.W.T. 級大形鉱石専用船受入れのため水深 −17.0 m のくい式桟橋を昭和 44 年に完成した。この桟橋は昭和 43 年の十勝沖地震により既設原料荷揚岸壁がかなりの被害を受けたため，この修復工事と併行して建設されたものであり，昭和 43 年 10 月 20 日に着工したが，既設岸壁との取付部の撤去等に翌昭和 44 年3月いっぱいかかり，本体工事は4月初旬のくい打ち工事に始まり，同年 11 月 20 日に完成した。この桟橋はわが国でも珍しい工法で，かつコンクリート床版のプレハブ化，施工の機械化，ならびに海上作業を極力陸上作業にかえたことにより工期の短縮をはかったので，ここにその概略を報告する。

図—1　室蘭港平面図

2. 設計条件

水　　深：−17.0 m
天　端　高：+4.0 m
延　　長：300 m
　幅　　：44.3 m
土　　質：図—4 参照
対象船舶：15 万 D.W.T. 鉱石専用船
接岸速度：12 cm/sec
水平震度：$K_H=0.25$
鉛直震度：$K_V=0$
上載荷重：2〜3 t/m²
アンローダ：全重量約 1,400 t，軌間 30 m，
　　輪荷重 39.0〜44.5 t/輪

3. 設計概要

昭和 43 年の十勝沖地震（北海道開発局室蘭開発建設部の測定で $K_H=0.21$ を記録）の経験を生かし，耐震的でかつ経済的な岸壁形式を選定するにあたり各案を比較検討の結果，「くい式桟橋」に決定した。桟橋の平面図，標準断面図は 図—2，図—3 にそれぞれ示す。

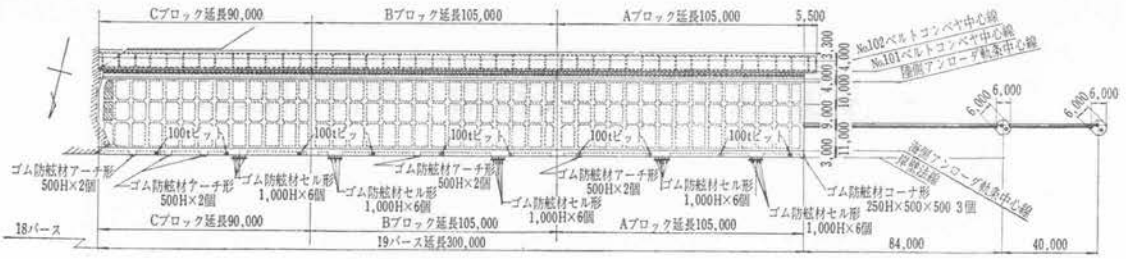
その構造を述べると，2本のアンローダ基礎が海上に走り，その相互間はコンクリートの格子げたで連結され，けたの上にコンクリート床版がのっている。それぞれの基礎およびけたは口径 800 mm の鋼管ぐいで支えられている。前側の基礎を海側アンローダ基礎と称し，鉱石船が接岸するに必要な防舷材，給水栓，係船柱が設備されている。後方の基礎を陸側アンローダ基礎と称し，その基礎ぐいは 30° の斜ぐい4本ずつで組合わされた構造であり，地震時の水平力ならびに船舶の接岸時の水平力に抵抗する。相互を結ぶ格子げたをつなぎばりと称す。

陸側アンローダ基礎の後方に荷揚げされた鉱石を運ぶコンベヤラインの基礎がある。また先端部より約 100 m 沖合に 200 t 係船柱を有するムアリングドルフィン2基が配置されている。

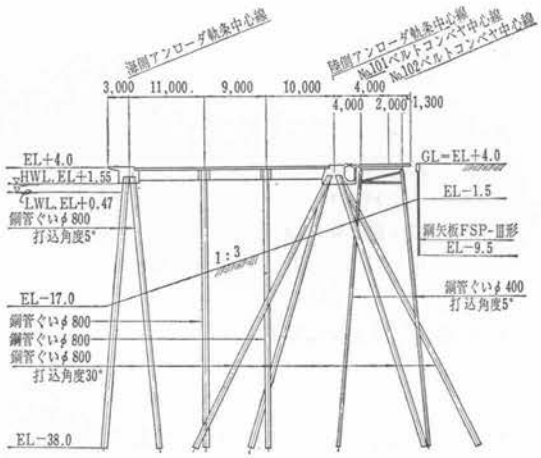
（1）　基礎ぐいの設計

地震時設計水平震度 $K_H=0.25$ による水平力は岸壁

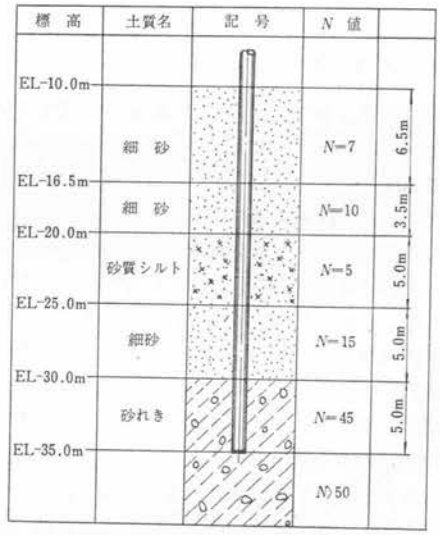
* 新日本製鉄（株）室蘭製鉄所工務部土建課



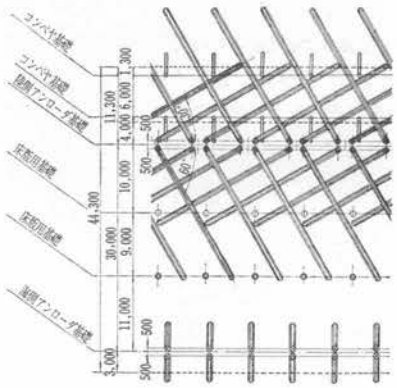
図—2　平　　面　　図



図—3　標準断面図（Cブロック）



図—4　設計用土層断面



図—5　く　い　伏　せ　図

法線方向 1 m 当り 34.1 t/m となり，この水平力を陸側アンローダ基礎にもたせることにした。このため基礎ぐいは鋼管ぐい（800 φ）を打込角度 30° で 4 本 1 組の組ぐいとし，法線方向に 7 m 間隔で連続して打込むことにより処理した。したがってくいの反力は押込み 217 t/本，引抜き 100 t/本となった。これに対し図—4 の標準土質柱状図より EL＝−35 m で N=45 とすると Meyerhof の公式 $Q_a=1/3(40\,NA_p+1/5\,\psi_p\Sigma\,N_iL_i)$ ならびに鋼管ぐいの座屈から決まる許容支持力により設計耐力を次の値とした。

押込力　常時 300 t/本　地震時 450 t/本
引抜力　常時　80 t/本　地震時 100 t/本

（2）　けたおよび床版

けたおよび床版を含む桟橋のフロアシステムは地震時の水平力を桟橋全体に分布させ，斜組ぐいに均等な反力を生ぜしめるためにすべて床版で一体化をはかった。また延長 300 m に及ぶ構造物のため温度伸縮（約 10 cm）によって斜組ぐいに余分な応力が生じることになるため桟橋を法線方向に三つに分け，互いにタイバーによって連結し，かつ伸縮できるジョイント構造にした。床版は工期の短縮化と施工の精度を高めるためコンクリート床版を別の作業場所でプレキャスト化し，現地へ搬入，据付の設計とした。

（3）　防　舷　材

15 万 D.W.T. 級大形専用船が安全に着岸でき，かつ着岸時桟橋への反力が小さく，また船舶の外板強度から面圧 25 t/m² 以下という防舷材は従来なかったため，メーカ，施工業者との共同開発によりセル形防舷材を実用化し，わが国で初めて採用し，取付けた。

4. 工事の実施

昭和 43 年 9 月初旬に工事計画の大綱が決まり，ただ

ちに鋼管ぐい，鋼矢板，H形鋼等の鋼材ならびに使用船舶，機器の手配をした。昭和 45 年1月桟橋使用開始予定であるが，室蘭は 12 月，1月，2月の冬期3カ月間は北西風の風が強く，吹雪の日が多いため，工事は開店休業の状態であり，工程上非常な無理があった。しかしアンローダ組立の工程から桟橋延長 200 m は 10 月末までに完成する予定で工事を進め，その後はアンローダ組立と併行して作業を進めた。

施工全般についての記事は他の機会にゆずり，本稿においては本工事の特筆すべき点についてのみ記述する。

（1） 斜組ぐい打ち工法

施工のむずかしい4本1組の斜組ぐいのくい打ちに際し，他のくいが林立するわずかな間げきをぬって打込むためには打込角度はもちろん，打込位置，高さの精度を上げる必要がある。しかし従来のくい打ち船による打込みではくい打ち船の作業スペースがなく，かつ船の移動，干満の差，波浪等の海象による影響，さらにローリング等により要求される精度が得られないため工法上種々検討の結果，船打ちを止め，陸打ちにした。

これはベルトコンベヤぐいとつなぎばり床版用ぐいの直ぐいをくい打ち船により先行して打込み，これらをH形鋼で結構し，この鋼げたを利用してこれに3条の軌条を敷設し，この上をプレートガーダを走行させ，このガーダ上部に法線直角方向にも軌条を設け，この方向にも移動可能にし，この上に前傾 5°，後傾 45° の特殊くい打ちやぐらをもつ旋回台をのせて 360° 旋回可能とした。動力装置はすべて電動とし，船打ちによる難点を排除し，完全な陸打ちとすることができた。この結果海象による影響はまったくなく，正確な位置で確実なくい打ちが施工できたのである。この特殊くい打ち装置による作業図と写真を **図—6**，**写真—1** に示す。

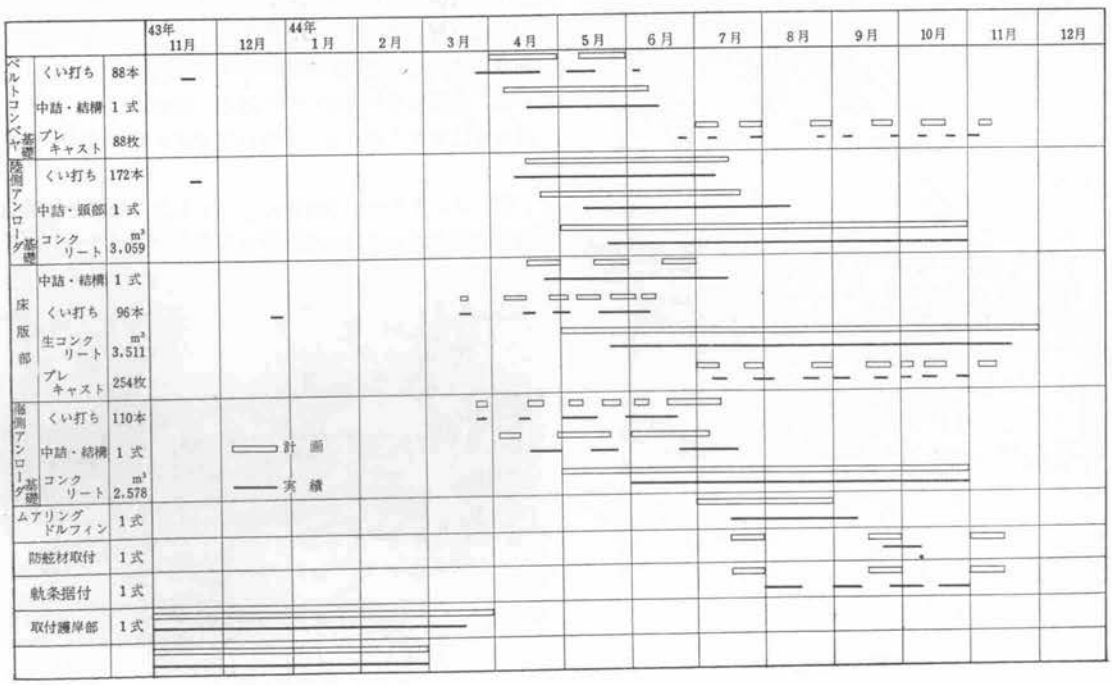
このくい打ち機により4月8日1本目の打込みに始まり，7月9日には斜ぐい（30°）172 本の全数打込みを終了した。1日当りの打込本数は暦日数1日当り 1.8 本，実打込日数1日当り3本であった。また1本打込みに要した時間の標準として **表—3**，打込工程，実績等に関し

表—1 工事主要数量

工程	仕様寸法	数量
鋼管ぐい打ち	400φ～800φ l=38～47 m/本	478 本
鋼管矢板打ち	800φ l=29.5～31.0 m/本	67 本
鋼矢板打ち	ⅣA形 l=13～17 m/枚	143 枚
場所打ちコンクリート工		10,300 m³
プレキャスト版製作・据付	4.4 m×3.85 m～6.4 m×3.85 m（厚さ 20～30 cm）	342 枚
軌条受金物ならびに軌条取付	74 kg/m レール 受金物 H-418×407×20	300 m×4 条=1,200 m
集電ピット	幅 1.52 m×高さ 2.8 m	延長 300 m
給水管敷設	SP 150φ	300 m 給水栓 5 個所
ボラード	100～200 t	100 t 用 10基，200 t 用 4 基
防舷材	セル形，V形，コーナ形	セル形 5 基，V形 10 本 コーナ形 3 個所
電気防蝕	流電方式 120 mm×120 mm×1,500 mm	599 本

（使用材料）品名	数量	
鋼管ぐい（鋼管矢板を含む）	4,470 t	鋼材計 7,390 t
H形鋼	660 t	
異形丸鋼	1,300 t	
その他鋼材	960 t	
生コンクリート	12,700 m³	

表—2 全体工程表

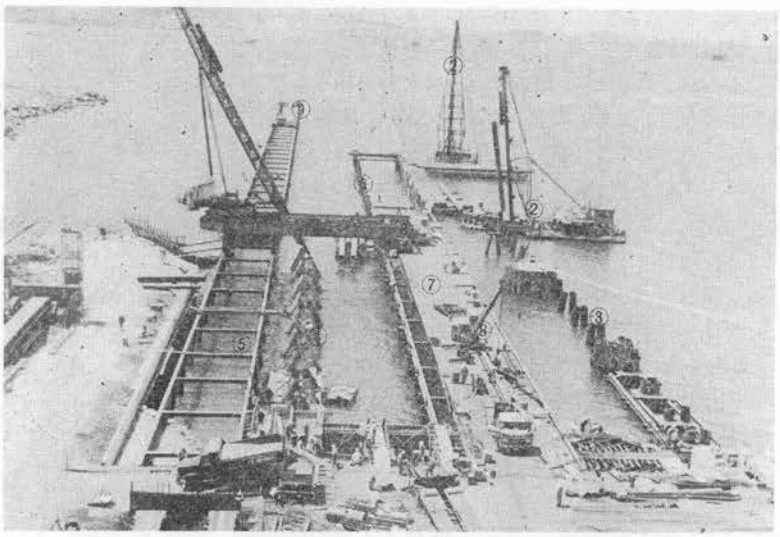


ては **表—4**，**表—5** をそれぞれ参照されたい。

（2） コンクリート床版のプレハブ施工

桟橋のコンクリート床版は工期の短縮化と施工の精度を高めるためプレキャスト版にすることにした。このプレキャスト版は別の作業場所で製作され，現場へ搬入据付の工法をとった。しかし，つなぎばりの上に張られるスラブの大きさは約 7 m×9 m で厚さ 30 cm であり，40 t 以上にもなるため二つ割りに図面化された。しかし設計計算が1枚の版の計算であるためプレキャスト版の小口から鉄筋を出し，それを現場で継ぎ合わせて間詰めのコンクリートを打設し，仕上げることにした。

版の中央に打継目を作ることにより強度の低下が心配されたが，施工業者で実物大の実験を行ない，まったく心配がないとの結論を得てこの工法に決定した。プレキャスト版製作は暦日数1日当り約2.2枚であった。また据付は **写真—2** に示すように 35 t クレーンを使用し，据付けられた。



①特殊くい打ち装置　②くい打ち船　③海側アンローダ基礎　④陸側アンローダ基礎（斜組ぐい）
⑤ベルトコンベヤ基礎　⑥床版用基礎　⑦工事用仮設桟橋　⑧35 t クレーン　⑨ポータブルクレーン

写真—1　斜組ぐい打ちと仮設桟橋

（3） 仮設およびステージング工

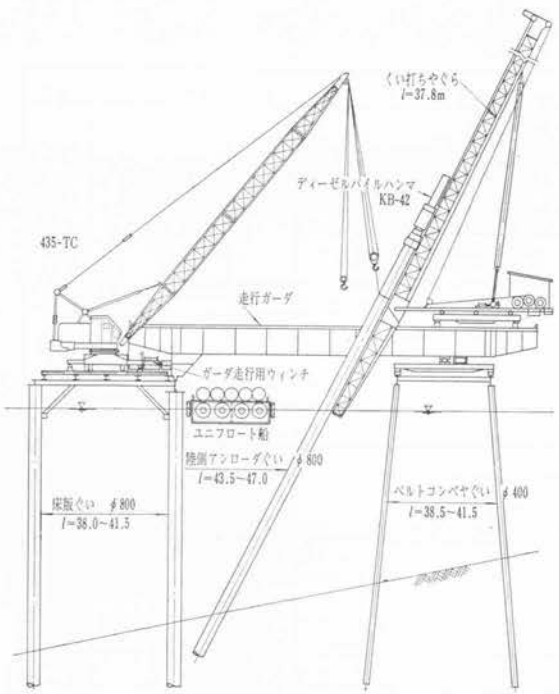
仮設およびステージングに関する基本的な考え方は海上作業を極力陸上作業化し，海象の影響をできるだけさけ，かつ安全な作業ができるようにした。また機械力をとり入れ，工期の短縮化に努力した。

（a） 仮設桟橋

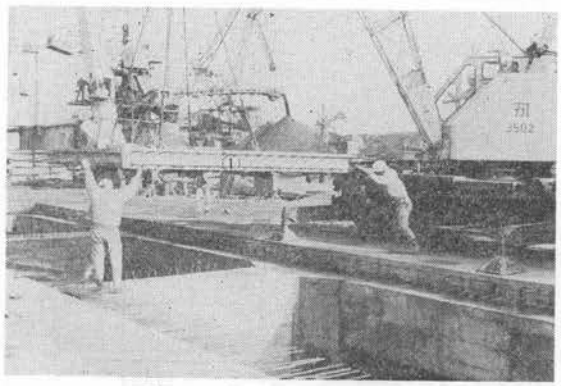
2列に打込まれた床版用基礎ぐいを利用して，この2本のくいの上に **図—7** に示すように幅員 7 m の工事用仮設桟橋を設置した。これにより予想以上の効果があった。これらのいくつかを列挙すると次のとおりである。

① 海側アンローダ基礎，陸側アンローダ基礎のほぼ中心に位置しているため，35 t トラッククレーンの作業範囲内に入り，鋼げた，ステージング材の取付，鉄筋，型わく，係船柱等の資材のつり込み，取付，組立，解体，撤去等に大きく役立ち，工程短縮をはかることができた。

② コンクリートの打設についてもこの桟橋と打設個所を大形ベルトコンベヤを介するだけでアジテータ車を



図—6　斜組ぐい打込作業図



写真—2　プレキャスト床版①据付

表—3　斜組ぐい打込作業時間記録（φ800 mm 傾斜 30°）

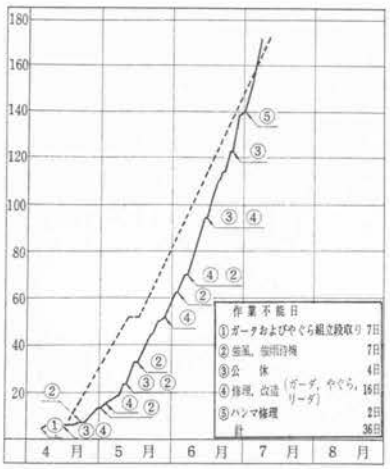
打込みくい種類：陸側アンローダ基礎ぐい　くい番号：B-15　打込月日：昭和 44 年5月8日
天候：曇時々雨　使用ハンマ：MB-40　くい長：47 m

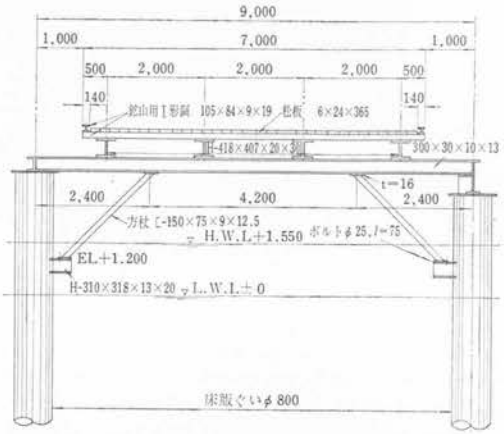
作業時刻	作業内容	主作業所要時間(min)	摘用	作業時刻	作業内容	主作業所要時間(min)	摘要
13：05～13：30	くい打ちやぐら移動	25		15：00～15：05	溶接足場の台付取付，つり込み，据付，撤去	5	
13：30～13：40	鋼管ぐい運搬舜引込み	10		15：05～15：10	NAジョイントリング取付（鋼管ぐい継手部）	5	くい内側ワカジをよくするため
13：40～13：50	鋼管ぐい台付ワイヤ取付	10	他の3本のくい堕落防止	15：10～15：12	NAジョイントリング溶接固定	2	
13：50～14：00	運搬舜上鋼管ぐい固定	10		15：12～15：19	トラッククレーン据付，上ぐいつり込み用台付ワイヤ取付	7	
14：00～14：05	鋼管ぐいつり込み準備，点検	5		15：19～15：28	上ぐいつり込み，打込みキャップセッティング	9	
14：05～14：15	鋼管ぐいつり込み作業（435 TC トラッククレーン）	10		15：28～16：06	上ぐい，中ぐい継手部溶接（3層）	38	（2名）
14：15～14：25	鋼管ぐい打込みキャップセッティング	10		16：06～16：13	溶接足場撤去	7	
14：25～14：28	台付ワイヤ撤去	3		16：13～16：31	上ぐい打込み	18	
14：28～14：40	パイルハンマ燃料給油作業	12	ハンマつりワイヤ混線	16：31～16：36	やぐらストッパ撤去	5	
14：40～14：48	打込準備，ハンマ点検等	8		16：36～16：45	やぐら旋回（直角方向へ）	9	
14：48～14：57	打込み（長尺物，下ぐい，中ぐいの継足物）	9			（以下次ぐいの作業に入る）		
14：57～15：00	パイルハンマつり上げ	3		計		220	

表—4　主要使用機械一覧

名称	仕様性能	数量(台)	使用期間	使用工種
クローラくい打ち機	日立 U106 ASL	1	43年11月～44年1月	既設岸壁取付部くい打ち
ショベル	日立 U106	1	43年11月～44年1月	〃　掘削
〃	P & H 315	1	43年11月～44年2月	〃　〃
〃	P & H 320	1	43年11月～44年2月	〃　〃
ブルドーザ	D-60	1	43年12月～44年1月	〃　〃
ホイールローダ	CAT-950	1	43年11月～44年3月	〃　〃
ポータブルコンプレッサ	50 PS	1	43年11月～44年3月	〃　〃
〃	30 PS	1	44年6月～44年11月	コンクリートはつり
ディーゼルパイルハンマ	KB-42	1	43年11月～44年7月	陸側アンローダ鋼管ぐい打込み
〃	MB-40	1	44年3月～44年8月	海側アンローダつなぎばり床版くい打込み
〃	K-22	1	43年11月～44年6月	ベルトコンベヤ基礎ぐい打込み
〃	M-12	1	44年1月～44年3月	取付部鋼矢板打込み
フライングリーダ	21.5 m	1	43年11月～44年1月	取付部くい打ち
トラッククレーン	P & H 650 TC	1	44年5月～44年10月	プレキャスト版仮置，積込み
〃	P & H 435 TC (35 t)	1	44年3月～44年10月	陸側アンローダくい建込み，プレキャスト版据付，つなぎばり床版Hけた架設
〃	P & H 105 BTC	1	43年12月～44年9月	鋼管ぐい積出し，鉄工ヤード
〃	P & H 105 BTC	1	44年5月～44年8月	くい頭部底部保護工，ステージング工
ハイドロクレーン	多田野 TL-120 (12 t)	1	43年11月～44年6月	鉄鋼加工ヤード
〃	多田野 TS-100 (10 t)	1	43年11月～44年5月	〃
〃	多田野 OC-7 G (7 t)	1	44年3月～44年5月	鋼材積み降ろし
ポータブルクレーン	日立 E-24 (3 t)	1	44年4月～44年9月	陸側アンローダ底部保護工，Hけた工
〃	相模 (2 t)	1	44年3月～44年7月	ベルトコンベヤくい頭部工
ディーゼル発電機	富士 KA 1150 (115 kVA)	2	44年3月～44年8月	くい打ち船溶接用電源
〃	明電舎 ZX 320 (110 kVA)	1	44年3月～44年8月	予備電源
特殊くい打ちやぐら	北井製作所 l=37.8 m	1	44年4月～44年7月	陸側アンローダ鋼管ぐい打込み
走行ガーダ		1	44年4月～44年7月	〃
半自動溶接機	大阪変圧器 500A	4	43年11月～44年8月	鋼管ぐい長尺加工溶接
〃	松下電工 500A	2	44年5月～44年9月	〃
交流アーク溶接機	日立 400A	8	43年11月～44年11月	
〃	日立 300A	40	43年12月～44年11月	
トレーラトラック	日本フルハーフ 16 t	2	44年6月～44年11月	プレキャスト版運搬
ベルトコンベヤ	l=13.5 m	1	44年5月～44年10月	場所打ちコンクリート打設
ベビーコンベヤ	l=7 m	6	44年3月～44年7月	中詰砂打入れ
くい打ち船	クレーンつり能力 30 t	1	44年3月～44年8月	海側アンローダつなぎばり床版くい打ち
〃	〃 20 t	1	44年2月～44年6月	ベルトコンベヤ海側アンローダくい打ち
ブリストマン	0.6 m³, 1.5 m³	2	44年1月～44年6月	取付部掘削，中詰砂入れ
引船	75 PS	1	44年4月～44年8月	くい打ち船，台船えい航
〃	100 PS	1	44年2月～44年6月	〃　〃
〃	350 PS	1	44年2月～44年6月	〃　〃
台船	150 t	2	44年4月～44年8月	鋼管ぐい運搬
〃	100 t	1	44年3月～44年8月	〃
ユニフロート		19	44年3月～44年8月	〃
連絡艇		3	44年2月～44年9月	

表—5　斜組ぐい打込工程と実績





図—7　工事用仮設桟橋断面図

打設場所に横付の状態で打設できた。そのため1ブロックの打設量が 150～200 m³ であったが，6～8 時間で打設が完了した。なおベルトコンベヤは長さ 13.5 m，幅 750 mm，ベルト幅 600 mm，能力 1.5 m³/min，自重 4 t で，コンベヤの受けは基礎の鋼管ぐいより埋殺しのサポートを立て，それに H-200×200 のけたをかけ渡してこれをレールとしてコンベヤの移動を可能にした。

③　35 t クレーンが走れるようになったため，斜組ぐいの打込みに際し，特殊やぐらへの鋼管ぐいのつり込み，リーダへの抱込みをやぐらの自力による場合より迅速，容易にし，サイクルタイムの大幅な短縮を促した。

④　桟橋の幅員は車道2車線分にさらに余裕をもたせたため，溶接用機具，切断用ガスボンベ，配電盤等の置場，あるいは諸資材の一時的置場としても利用された。

⑤　床版用基礎ぐいの打込み完了とともにこのくい頭のH形鋼による結構，仮桟橋の組立も，すでにできている桟橋の上でトレーラトラックで搬入された鋼材等をこの仮桟橋の上にある 35 t クレーンで容易に据付可能にし，漸次仮設桟橋を伸ばすことができた。

⑥　各種工事用資材の海上輸送における危険性，作業能率の低下，艀の積荷，荷揚手間を排除し，したがって高額となる艀，引船の使用を減らし，労務者の通路の確保ができ，海上作業を陸上作業と同じ状態にかえることができ，安全上からも貢献度において非常に大なるものがあった。

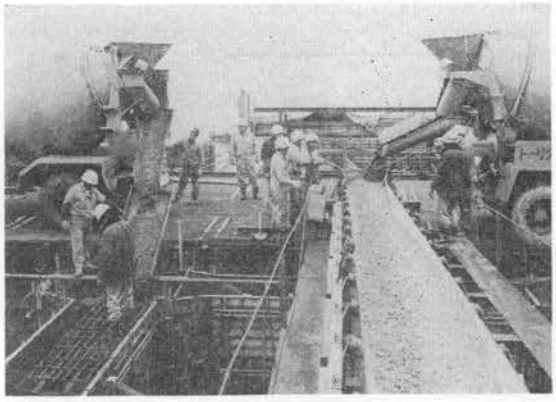
（b）　型わく，鉄筋足場

工事のスピード化と安全面より足場マットと称するものを作り，つなぎばり間の海上空間に敷きつめ，仮設桟橋に直結した。このため，陸上と同じような状態で作業ができた。

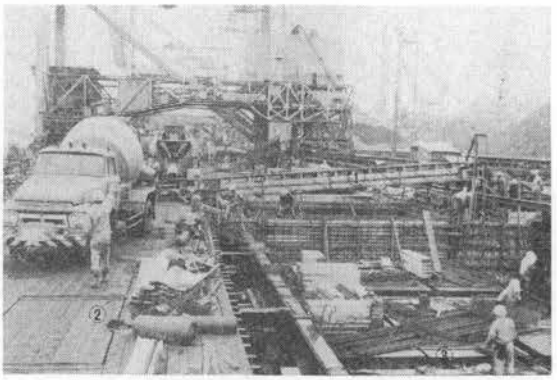
型わくについては，底わくは解体時水中に落とすことになるため木製としたが，側わくはすべてメタルフォームにした。これらの組立，解体，ケレン等はすべてこの足場マットの上でなされた。鉄筋も，加工場で加工されたものを仮設桟橋を利用してトラックとクレーンで足場マットの上にすえられ，組立てる所のすぐ側まで運ぶことができた。

（c）　ステージング

陸側アンローダ基礎の基礎下面は本構造物中最も低く，他の部分のようなH形鋼によるステージングだと水



写真—3　コンベヤによるコンクリート打設

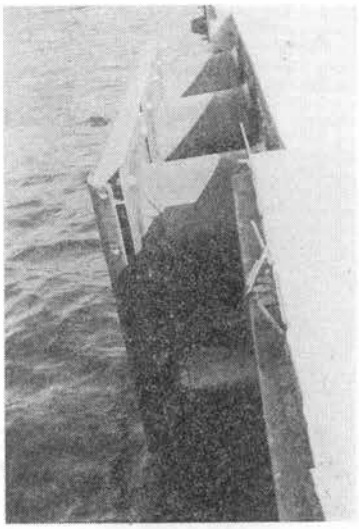


①コンクリート打設用コンベヤ　②工事用仮設桟橋　③足場マット

写真—4　足場マット上での鉄筋組立

①ベルトコンベヤ基礎　②陸側アンローダ基礎（斜組ぐい）
③足場マット　④底わく兼用ステージング

写真—5　足場マットおよびステージング



写真—6　セル形防舷材

中溶接にもなりかねないし，打込角度 30° の斜組ぐいであることなどのためその取付方がむずかしかったが，溝形鋼を骨として，くい間を結構し，これに薄い鋼板を張り，底型わく兼用のステージングとした。この鋼製ステージは斜組ぐいのくい打ち完了後，各くい間隔を実測してそれぞれブロック割にして陸上で製作して干潮時をねらって仮設桟橋の上の 35 t クレーンでつり込み，取付けた。この取付けられた底型わく兼用ステージングに直接生コンが打設された。

表—6　斜組ぐい打込実績

年　月	日数	稼働日数	整備日数	休止日数	稼働日数率	打込本数	稼働1日当り本数
44年4月	23日	9日	12日	2日	39.1%	8本	0.89本/日
44年5月	31日	21日	0日	10日	67.7%	45本	2.14本/日
44年6月	30日	20日	5日	5日	66.7%	86本	4.3本/日
44年7月	10日	8日	1日	1日	80.0%	33本	4.1本/日
計	94日	58日	18日	18日	61.7%	172本	約3本/日

a. 整備日数にはガーダおよびやぐらの改造日数も含む。
b. 休止日数とは公休，強風，強雨，時間待ちをいう。

5. あとがき

工程的にも非常な短期間であるにもかかわらず，施工のむずかしい斜組ぐい打ちを含む海上工事をH形鋼等の建設鋼材を有効に利用し，かつ本構造物を仮設工事にも活用する等により陸上工事と同じ作業にしたため，施工の機械化とプレハブ化により安全でかつ予定工期を1カ月あまり短縮して工事を完成させたことは今後のこの種の工事の参考に値すると思われる。

この工事の実施設計および施工にあたられた鹿島建設の設計陣，ならびに工事担当者の創意と工夫と力強い実行力に対し感謝する次第である。なお，本稿の投稿に際しても鹿島建設の協力に負うところがあり，重ねて謝意を表するものである。

図書案内

建設機械化の20年—現状と将来—

A 4 判 142頁　頒価 1,200円（会員 1,000円）

CONSTRUCTION EQUIPMENT IN JAPAN 1969

A 4 判　80頁　頒価 1,200円（会員 1,000円）

日本建設機械化協会

建設工事と鉄鋼材料

三　宅　淳　達*

1. はじめに

建設工事と鉄鋼材料は現在切っても切れない関係になっている。また建設事業と鉄鋼事業もしかりである。わが国経済の進展により建設事業も年々増大の一途をたどっており，鉄鋼の増進ぶりもまた目を見はるものがある。今年の鉄鋼需要は 9,680 万 t（粗鋼）と推定されるが，過去数年の建設部門の鉄鋼需要は，全需要の約半分を占めていると推定されている。この大きな需要分野に対し，鉄鋼業界は常に新製品と新工法の開発に意を傾注し，さらに使いよい鉄鋼材料への努力を続けている。これらの観点から，ここ数年来の建設分野の傾向と，これに使用される鉄鋼材料および工法などについて眺めてみたい。

2. 建設工事と鉄鋼材料の近年の傾向

（1） 構造物の大形化

経済規模の増大，技術革新などにより，工事規模が非常に大きくなった。なかでも構造物の大形化は超高層ビル，長大橋，大形岸壁など著しいものがあり，鋼構造が圧倒的主位を占めている。

（2） 鋼材の高張力化

鋼構造物の大形化による必要性から鋼材の高張力化は盛んであり，特に溶接性高張力鋼の開発は旺盛で，なかでもことに橋りょう構造に著しい進展を示している。

（3） プレハブ化

建設労働者の不足，労働賃金の上昇などにより，工事の省力化が強く要請されており，これに答えて構造物の標準化と大量生産化によるコストダウンを併せてプレハブ化が積極的に進められている。

（4） 急速施工化

プレハブ化と相まって，施工の機械化もめざましい普及振りを示し，現場工期を大幅に短縮している。

（5） 新分野の開発

（a） 海洋工事の活発化

海洋開発時代を迎え，海底油田開発に伴う海洋工事，海底輸送パイプライン，海底トンネル，大形シーバース，海中基礎工事など，海に関する未知の分野の工事が活発になってきた。

（b） 流体輸送

石油，ガスなどの流体に留まらず，鉱石その他個体を水と一緒に輸送するスラリー輸送も含め，最近脚光をあびつつあり，今後飛躍的に発展する分野と考えられる。

（c） 公害対策関連事業

交通安全施設関係ではガードレールなどかなりの普及をみたものの，都市化，工業化による大小多数の公害問題は目下国家の最も重要なテーマであり，今後これらに関する事業の規模は測り知れないほど大きなものと考えられる。

以上，最近の建設事業を眺めてみるとき，ここには必ず大量の鋼材が使用されており，新分野の未知の事業についても，鋼材は重要な役割りを果たすものと考えられ，鉄鋼材料を日頃扱っている一員として重責を感ずる次第である。

3. 建設工事に用いられる鉄鋼材料

次に建設工事に用いられるおもな鉄鋼材料，あるいは新しい工法などについて述べてみたい。

（1） 高張力鋼

建設工事の中で高張力鋼の適用度が最も高い分野は橋りょうの分野である。他の分野では鋼材は 40 キロ鋼を主体に特殊なものに 50 キロ鋼が使われているのに対し，橋りょうでは 50 キロ鋼を主体とし，一部に 40 キロ鋼，特殊なものに 60 キロ鋼が使われており，80 キロ鋼の適用も実用上の研究が進められている。

表—1 橋りょうに使用される鋼材

記　号	降伏点 (kg/mm²)	引張強さ (kg/mm²)	備　考
SS41	22～25以上	41～52	一般構造用圧延鋼材 JIS G 3101
SM41	22～25以上	41～52	溶接構造用圧延鋼材 JIS G 3106
SM50	30～35以上	50～62	〃
SM50Y	34～37以上	50～62	〃
SM58	44～47以上	58～73	〃（通称 60 キロ鋼）
SMA41	22～25以上	41～52	溶接構造用耐候性圧延鋼材 JIS G 3114
SMA50	34～37以上	50～62	〃
SMA58	44～47以上	58～73	〃（通称 60 キロ鋼）
PZ80	70 以上	80～95	調質 80 キロ鋼
WELTEN 80C	70 以上	80～95	〃

* 新日本製鉄（株）鉄構事業部加工管理部長

50 キロ鋼は高張力鋼の中でも最もポピュラーに使われており，JIS の SM 50 は昭和 34 年の JIS 化以来，溶接性のすぐれた最も加工しやすい鋼種として，橋りょうをはじめ超高層建築等に広く使用され，使いならされている。

SM 50 は C-Si-Mn 系のキルド鋼で非常に使いよい高張力鋼であるが，諸外国の 50 キロ鋼に比べ，降伏点強度がわずかながら低いきらいがある。橋りょうなどのように降伏点強度から割出された設計では，もう少し降伏点が高い方がより経済的であり，この要請に答えて昭和 41 年 SM 50 Y という鋼種が JIS 化された。この鋼種は Nb（ニオビューム）を少量添加することにより，Nb の炭（窒）化物の析出硬化により引張強さと降伏点強さの上昇をはかった鋼種である。また Nb の添加による結晶組織の微細化により，靱性の点でも多少有利となり，セミキルド鋼として製造されるのが一般的であり，経済性を一段と高めている。

プレハブ標準化橋りょうとして普及している H・B・B の主げた材にはこの SM 50 Y が使用され，合理性と経済性を発揮している。

（2） 60 キロ鋼と 80 キロ鋼

構造物の大形化により構造物の死荷重の低減への必要性と部材接合上の難易などから高張力化は 60 キロ鋼の適用へと進んでいる。特に橋りょう分野ではすでにかなり普及され，しかも使いならされてきている。現在大形橋りょうの構造物で応力の大きい部分に相当使用されており，外観のスマートな橋りょうが多くなっている。このような傾向は一方では振動の問題がからんでおり，今後も両面からの論議がなされるものと思われる。

60 キロ鋼は目下のところ調質鋼によっているのが一般的である。すなわち，鋼の焼入れによる強度アップと焼戻しによる靱性の上昇を利用した鋼種で，わが国で発展した独特の鋼種である。昭和 41 年 SM 58 として JIS 化されている。

本州四国連絡橋をはじめ超大形橋りょう時代を迎え，鋼材もさらに強度の高いものが必要とされるようになってきた。80 キロ鋼は米国 U.S. スティール社の有名な T-1 鋼によって代表されていたが，その後の国内各社の開発による 80 キロ鋼も完成され，高圧タンクなどに数多く使用されるようになった。橋りょうでは目下試用の段階ではあるが，超大形橋時代に入り，その実用性が多方面で研究されつつある。

高張力鋼はそれ自身の静的強さは確かに強いが，疲労強度を考慮に入れておく必要がある。疲労強度は静的強度の増加には比例して高くならない。したがって活荷重の影響が敏感に応力に現われるような部材には，高張力鋼は不向きといえる。これに反し，超大形構造物においては死荷重による部材の応力が圧倒的に大きく，疲労強度に対し有利といえる。

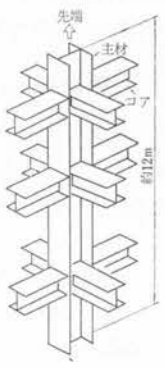
新しい鋼種ですでに広く普及されているものに耐候性高張力鋼がある。きびしい大気環境にさらされる構造物として橋りょうに適用されるものが多い。大気中での腐食に対して強く，また塗装性も良好であり，大気環境の悪い地点に架設される橋りょうによく使われている。

またこの鋼種は無塗装で使用することにより表面に緻密な酸化皮膜（この錆は鋼内部への腐食を防ぐ）が成形され，暗褐色の落着いた色になるので，建築などでは装飾材としても使用されている。この鋼種は昭和 43 年に JIS 化されている。

（3） H形鋼(プレハブフレームから超高層ビルまで)

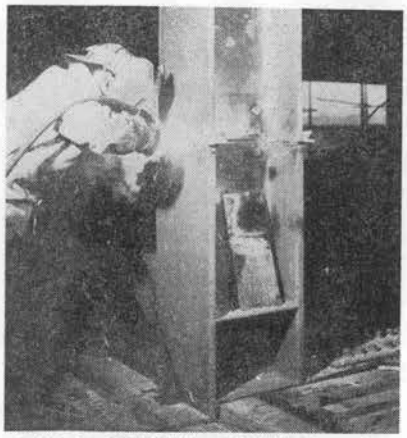
いまやH形鋼は建築構造物の主役鋼材として，また建設用鋼材全般からも最も重要な鋼材としての地位を占めるに至った。わが国でH形鋼が本格生産されはじめたのは昭和 36 年であり，その歴史はまだ 10 年に満たない。H形鋼の特性はいまさら説明するまでもなく，H形鋼自体がひとつのプレハブ材料であるという点に大きな意味があるといえる。H形鋼の出現により建築構造物には一つの変革が行なわれたといって過言ではない。現在H形鋼によるプレハブフレームは工場建屋，倉庫，体育館などに広く普及しており，また，中高層ビルもH形鋼に移っている。さらに霞が関ビルを草分けとする超高層時代の到来により，その支柱に使用される極厚H形鋼（フランジ最大厚 120 mm）の開発も完成され，これら一連の大小H形鋼の加工技術，施工技術も年々新しく移り変わりつつある。

その一つに自動切断穴明けラインがある。従来H形鋼の加工は原寸を引き，罫書を行ない，ガス切断（または鋸断）を行ない，端面を仕げたうえ一つ一つボルト穴を明けていた。さらにこれらの作業には各工程ごとに重い素材のハンドリング作業が伴い，多大の工数と時間を要するものであった。自動切断穴明けラインは，これら一連の作業を機械装置により一挙に行なえるもので，自動定寸装置により高精度な鋸断を行ない，さらに多軸ドリルによりウェッブ，フランジをそれぞれ同時にしかも度精度にせん孔できる。このラインの活用により従来の原寸，罫書，ハンドリング等の作業は省かれ精度のよい部材が製作されるようになった。



図—1　H柱完成図

次に新しいものとしてH柱の自動組立ラインがある。ビルの鉄骨はH形鋼の柱に建物の各フロアごとにはり取付用のH形鋼ブラケット(コア)を溶接し，通常 3 フロア分を 1 本の柱として加工する（図—1 参照）。この組合わせ組立て作業を自動化したものが自動組立ラインであり，従来



写真—1　H形鋼支柱の現場溶接（ノンガスワイヤによる半自動溶接）

の原寸，罫書，ハンドリング等の作業は省かれる。

なおこの装置は前述の自動切断穴明けラインと組合わせることにより一貫ラインとしてさらに省力化，高能率化をはかることができる。

高層，超高層ビルの現場施工技術においても大きな移り変わりが見られる。超高層ビルの支柱用H形鋼は極厚（60 mm），超極厚（70～120 mm）のH形鋼が使用されるため現場継手の方法が重要なポイントである。鈑，ハイテンボルトによる接合では到底この 50 キロ鋼の極厚部材応力の伝達は不可能である。霞が関ビル（H 468×427×40×60）の場合は面タッチとハイテンボルトの併合により解決されたが，各接合部に必要な多数の部材（ボルト，プレート）はおびただしい数にのぼり，この部材管理も無視できないものがあった。

この方法に代わる接合方法としては現場溶接しかない。厚肉の現場溶接技術の研究がこれを解決しつつある。現場溶接に適したノンガスワイヤによる半自動溶接工法がそれであり，鋼管ぐいの現場溶接としてすでに一般に普及されているものの改良であるが，多少の風による弊害もなく，高能率な工法として，建築鉄骨の現場接合として普及しつつある。また現場溶接接合は鉄骨の鋼重を 10 数%軽減することができ，さらに経済性を高めることができる。

4. 構造物とパイプライン

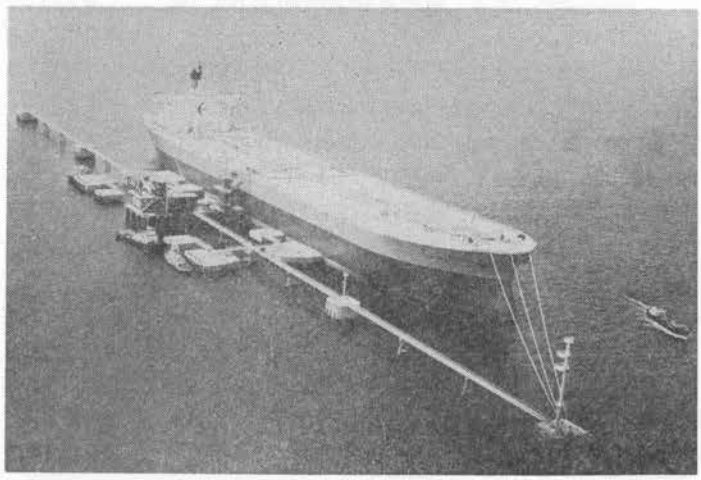
海洋開発に対する関心は近年世界的に高まってきているが，わが国でも数年前から積極的に開発を進めようとする機運が盛り上がってきた。ひと口に海洋開発といってもその分野は非常に広く，開発にあたってはあらゆる科学的知識と技術の結集が必要である。この重要な開発分野に対して資材供給の主幹となるのはなんといっても鉄鋼材料であり，今後 10 年間にわが国の海洋開発に使用される鋼材量だけでも 4,300 万 t にも及ぶと推定されている。海洋開発の分野は多種多様であるが，わが国でもすでに手がけている石油関連事業の一部を占める海上構造物と海底パイプラインに供される鉄鋼材料について眺めてみることにする。

海洋構造物は極めてきびしい気象，海象条件下におかれる構造物であるため，これらの外的条件に耐え得る鋼材が選ばれる。すなわち，風に対する抵抗，潮流，波浪に対する抵抗の少ない，断面性能の高い鋼材として鋼管が選ばれる。タンカーをはじめとする船舶の大形化は航路の浚渫，接岸岸壁の築造を困難なものにしている現状のため，いきおい沖合にシーバースを建設する工事が急速に増えており，鋼種も 50 キロ鋼，あるいは耐海水性鋼（50 キロ鋼）が使用されるようになった。また喜入の石油基地（CTS）には 60 キロ鋼の長尺大口径鋼管が使用されたことは各方面から注目されている。

最近海外における民族系資本による石油開発事業が活発になっているが，これらの開発工事用鋼構造物もまた鋼管構造物が圧倒的に多い。なかでも石油採掘用の固定式プラットフォームは巨大な鋼管構造よりできているジャケットと呼ばれるやぐら形式のもので，海底に設置されたのち主脚（鋼管）内を通して海底にくいを打込んで固定される。このような構造物はこのほかフローステーション（自噴調整設備），ギャザリングステーション（集油設備），ローデングステーション（積出設備）など海洋の巨大な構造物として建設されてゆく。

また，これらの設備間を海底パイプラインにより結ぶことになるが，これらのパイプライン布設に投下される資金も大きな比重を占めており，海底パイプライン産業が出現したとまでいわれている。

わが国でも石油関係で海底パイプラインが各所に布設



写真—2　京葉シーバース：沖合約 7 km の地点に建設され，これより 3 本のパイプラインが海底に布設されている。

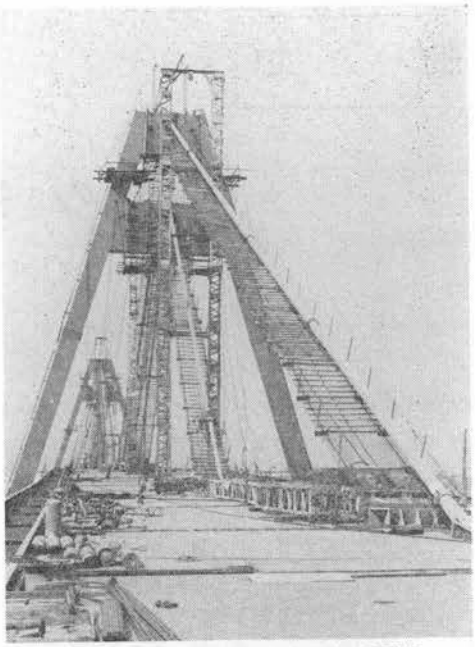
されており，その布設工法も，海底えい航法，浮遊えい航法などあるが，なかでもその花形は布設船工法であろう。鋼管の製造面でもいまや単管長 18 m が常識化されつつあり，この 18 m 単管を用い，布設船工法により 1 日 2,000 m 程度の布設能力をもつ布設船がすでに外国にはある。布設船工法の技術も日進月歩の時勢であり，大水深に対する技術，高能率化など種々の技術開発が続けられている。

海上に限らず陸上においても石油，ガス輸送用の長距離パイプラインは，わが国ではこれからの事業として今後の発展が大きく注目されている。

5. 長大つり橋用ケーブルの架設とその材料

つり橋の構造は橋体をケーブルによりつっていることに特徴があり，このケーブルがつり橋の最も主要な部分となる。ケーブルには通常ワイヤが使われるが，中央径間 500 m を境として短い方にはヘリカルワイヤ（撚ったワイヤ）を，また長い方にはパラレルワイヤ（撚らない平行線ワイヤ）を使用するのが合理的であり，経済的であるといわれている。撚ったワイヤは平行線ワイヤに比べて同じ素線を使いながら強さ，弾性係数で約 15% 減少する。

わが国にも長大つり橋時代が到来し，関門橋，また隣の韓国にも南海大橋とそれぞれ着工もしくは実施段階へと入ってきており，本四連絡橋など今後の発展も注目されている。このパラレルワイヤによるケーブルを架設する方法に現在二つの工法がある。その一つがエアスピニング工法であり，過去 1 世紀にわたり欧米の長大つり橋に適用されたものである。径 5 mm の素線の一端を固定し，一つのスピニングホイールにひっかけて対岸に張り渡すとすれば，2 本の素線が架線されることになる。通常 2 個のホイールを使用し，素線 4 本を架線する。この方法はあくまで 1 本 1 本の素線のサグ調整により数千，数万本のケーブルを構成する工法である。



写真—3　PWS 工法により架設中の斜張橋
（大阪市淀川新橋・豊里大橋）

もう一つの工法はプレハブパラレルワイヤストランド工法である。この方法はあらかじめ径 5 mm の素線を数十本束にした平行線のストランドを工場で製作し，現場ではこのストランドを 1 束ずつ張り渡す方法である。この工法は新しい工法であり，長大つり橋としては米国のニューポート橋（1969 年完成）が最初のつり橋となっている。わが国では斜張橋のつり材として大阪の淀川新橋，東京の小松川橋（首都高速）等にこのストランドが使用されている。

現在工事中の韓国の南海大橋は，東洋初の長大つり橋として日本の技術により，前者のエアスピンニング工法によりケーブルが架設される（1971 年）ことになっており，また注目の関門橋は従来のパラレルワイヤストランド工法により架設される（1971 年）ことになっている。

なお，これらに使用される素線は通常のつり橋用ワイヤと特に異なるところはない。すなわち，約 10 mm のピアノ線材を冷間圧延により 5 mm 径に伸線し，熱処理後，亜鉛メッキを施したピアノ線である。引張強さ 165 kg/mm² 以上，0.7% 耐力 122 kg/mm² 以上，伸び 4.0% 以上である。

表—2　海洋構造物，パイプラインに用いられるおもな鋼材規格

規格名	引張強さ (kg/mm²)	降伏強度 (kg/mm²)	備考	用途
SM41	41～52	22～25以上	溶接構造用圧延鋼材	海洋構造物，パイプライン
SM50	50～62	30～33以上	〃	〃
SM58	58～73	44～47以上	〃	海洋構造物
STK41	41 以上	24 以上	一般構造用鋼管	くい，海洋構造物
STK51	51 以上	36 以上	〃	〃
マリナースチール	50 以上	36 以上	耐海水性高張力鋼	〃
STPY-41	41 以上	23 以上	配管用アーク溶接鋼管	パイプライン
(API) 5 L-B	42.2以上	24.6以上	ラインパイプ	〃
5 LX-X 52	46.4以上	36.6以上	ハイテストラインパイプ	〃
5 LX-X 60	52.7以上	42.2以上	〃	〃
その他				
5 LS-B	42.2以上	24.6以上	スパイラルラインパイプ	パイプライン
5 LS-X 52	46.4以上	36.6以上	〃	〃
5 LS-X 60	52.7以上	42.2以上	〃	〃
その他				

随　　想

猫の投身自殺

木　島　　忱*

漱石の「吾輩は猫である」のなかの理学士水島寒月君のモデルだといわれている寺田寅彦博士（漱石門下の異彩，同時に物理学の泰斗）は，かの有名な「天災は忘れたころにやってくる」という名言を残している。

これは余談で恐縮だが，池田自民党に社会党が挑戦して「麦めしは忘れたころに食わされる」と国民に警告して大いに気勢をあげたというが，もちろんこれは博士の名言と故池田総理がつい正直に思ったことをしゃべった「貧乏人は麦めしを食えばいい」の失言とをうまく嚙み合わせてもじり，揶揄したものであったが，今日このごろのことだったらだいぶヤジの趣きも変わってきて，「古々米は忘れたころ捨てられる」になったかも知れないし，ヤジどころか，実際に「古々々米，忘れたころに食わされる」にならないようにと，天災以上に心配でおちおち安心していられなくなってきている。

余談はさておいて，確かに終戦後，土木建設工事にいち早く機械化施工法を採り入れ，研究に研究を重ねて外国製品に比べても少しも遜色を感じない優秀なしかもわが国の国土に適合した国産建設機械もどしどし生産され，施工技術の進歩，向上と相まって，この寺田博士の名言のような忘れたころやってくる天災というよりも，むしろ近ごろは少し様相が変わって「天災は思わぬところにおきてくる」という感じが強くなったかのように思う。

近代医学の進歩，発達は，病気にかかってからの治療法もさることながら，最近は病気にかかる前の予防医学の面で急速な進展を遂げて，X線投視等で人体内部の諸疾患を早期に発見して，発病以前にその適切な治癒対策がとれるようになっているぐらい科学の進歩した今日のことだから，そこで思うのだが，土木の方でも予防土木工学か何かを進めてもらって，？線撮影の鳥瞰写真か何かにより地球内部の欠陥を事前に発見して対策を講じ，思わぬところに発生するような天災，地変の絶無を期するわけにはいかないものだろうかと思う次第である。

実際こんな夢みたいなことを夢みたくなるのも，それこそ世界中で天災地変が数多く発生し，そのたびにたくさんの犠牲者と莫大な国費を失っている日本で，科学者がそういう技術の開発に世界にさきがけて情熱をかけてほしいと思うからにほかならない。

いつのころの“水俣タイムズ”だったか覚えていないが，その記事に，「島倉千代子が来演した。昼夜とも超満員で札止め，前売券を初めてダフ屋なるものに買い占められたので，150円の入場券を200円で皆買わされていた。島倉千代子は日窒正門前に座りこんでいる奇病互助会に1万円の寄付，同バンドも金一封をおくった」とあったように思う。

ここに記されている奇病とは，まだ何とも名前のつけようがない，ともかく猫も気狂いになってそこらじゅう走りまわったあげくの果てに次から次へと海に飛びこんで死んでしまい，この地方には1匹の猫もいなくなったという，猫の集団投身自殺で全世界をアッと驚かし，一躍有名になったあの「水俣病」のことで，この水俣病とともに“日本の4大公害裁判”ともいわれているところの，“四日市市のぜんそく”，“富山県のイタイイタイ病”，“新潟県阿賀野川の第2水俣病”等はみな工場や会社が出す排水，ばい煙によって数多くの人命が失われ，多数の被害者の患者がいまもって病床に呻吟していて，いつ快癒するものかまったく見当もつかないまま放置されているのが現状である。

近ごろになって，これら排水の濃度制限が問題となって研究され出したが，現在行なわれてる廃液に対する規制は，有害物質をその工場が排出する場合，一定の濃度以下，つまり○○ ppm 以下でなければならないというだけである。

だから，この規制に違反しないようにするには至って簡単である。すごく多量の工場用水（きれいな水や地下水など）で，工場廃液を○○ ppm 以下になるように薄

* 西部油谷ショベルサービス販売（株）社長

めて放出したらいいのだからわけはない。がしかし，この簡便法をどの工場もやったからたまらない。その結果として今度はたまりたまって，貝に魚に残留と濃縮の効果をもたらし，これらをたくさん食べた猫や人間が奇病にかかってしまったというのである。

これを逆説的な考え方でいえば，工業用水をたくさん使用している工場や会社は有害物質をたくさん排出していると考えられても仕方がないことになる。

国民はもっと身近なところで，人間の体内にこの“残留”と“濃縮”の効果が国民の健康と生命をおびやかしていないだろうかと考えてみる必要がある。第一，朝起きてから水道栓をひねって顔を洗うが，この初めて出す水道の水には多量の鉛が含まれている。鉛管による水道水の汚染がまず問題である。

次に，配給され，市販される農作物（米穀類，蔬菜類，果実類）で農薬が使用されてないものはほとんどないといっても過言ではない。化学肥料と農薬—DDT（この研究は皮肉なことにだいぶ以前にノーベル賞をもらっている），BHC，パラチオンなど—を二大支柱としている現在の農法は，数量的増産のみを考えて，人間の健康と生命をいささかも尊重したとはいえない“死の農法”であるときめつけている人さえある。

錫メッキ，カドミウムメッキの容器や器具等が食品工場でよく使用されるようになり，酸性食品にこれら金属は解けこみやすいので，食中毒が多くなったという。有毒食品添加物—着色剤，漂白剤，防腐剤，殺菌剤，人工甘味料，防虫剤，結着剤，乳化剤，香料—等などの一つを採り上げても，相当専門家が議論をたたかわすに十二分な問題をはらむ毒性食品類が国民の身近にうようよとある。

ハイオクタンガソリン，白いスモッグ，紫のスモッグ（光化学のスモッグとか称している）等まだ耳新しい。刹那的な公害問題が解決しきらないまま文字どおりいろいろの新形スモッグや変種公害がいつ起こらないとも限らないのがいまの日本の状態である。

このことは日本の社会が国民があまりにもいままで公害に対して寛容でありすぎたためであって，今日いますぐにでもあなたのすぐそばでより有害，有毒な新奇公害が発生するかも知れない危険に国民はさらされているということを強く認識しなければならない。

明治以来，日本の政府は数々の公害紛争を富国強兵政策に反するものであると強力に取締まり，それが全国に波及することを極力押えてきたもので，その結果，東の足尾鉱毒事件，西の別子銅山煙害問題のように，ものすごく激しい社会問題を引き起こした紛争以外はほとんど記録にも残っていない。

37 年間にわたるこの別子の山の煙害克服苦闘の足跡は，歴史上特筆すべき公害問題で，特に禍を転じて，農村にいままで害であった亜硫酸ガスを“硫安”に精製して，今度は農民の喜ぶ肥料として配給しようというすばらしい化学的解決策をとったうえ，世界にも珍しい，“煙突のいらない精錬所”になし得た技術は，一私企業だけでの研究努力の結果だから，特に激賞に値するものといえる。

「主権在民」の日本国民は，われわれ人間の生命や健康がおびやかされても，国の繁栄を保たねばならないと考えること自体がまったく誤った考え方と思わねばならぬ。カラスやスズメが鳴かない日はあったとしても，今日このごろでは新聞やテレビに“公害”の文字が見られない日はない。

もっとも，逆に公害がひどくなったからこそ，カラスも鳴かなくなったのだともいえる。子供に蛍合戦を聞いても，そんなおとぎばなしは知らないという。

自然はだんだんと公害に負かされて，地球の表面から遠のいていってる。はたしてこれでいいものだろうか。

ずっと昔，小学校のころ教わった外国地理で，イギリスの“霧の街，ロンドン”と，いやに風流な呼び方で世界的に有名だったロンドンの霧も，あるいはそのころスモッグという怪文字はよくわからなかったから，ただ霧と訳したものか。実は工場や各家庭のたく石炭のばい煙のせいだったと聞いてがっかりしたものだが，政府と市民が協力して，思いきった対策を講じた努力の結果，昔の“霧のロンドン”という愛称は返上して，現在は“霧のないロンドン”となっているというからご立派である。

わが国ではいままで「お国のために」という殺し文句で私企業の利益追求のあらゆる行為手段がほとんど泣き寝入りのまま認容され，少しでも反対しようものなら，文句なしに「国賊」呼ばわりされていたのが実情であった。主権在民の民主主義の今日，人民の生命や健康がむしばまれっ放しで，国の隆盛，企業の繁栄は許さるべきではない。みんなもっと怒らなければいけない。

わが国産業のなかにも，「有害な廃液を自ら回収して立派に企業経営をつづけている会社も数多くある」ことだから1日も早く人民のために「公害防止省」ともいうべきお役所を設置して，いままで国の繁栄のため眼をつぶらされた国民の身近に存在する諸々の公害類をびしびしやっつけてほしいと願うのは私一人の無理な注文だろうか。

建設機械化講座 第89回

現場フォアマンのための土木と施工法

XVI. 機械化施工の安全指針

6. 爆破，コンクリート，トンネル等

水野一明* 横田高良** 加藤善弘***

1. 爆　　薬

1.1 概　　要

火薬類の製造，販売，貯蔵，運搬，消費，その他の取扱いは国または都道府県の法律等に従わなければならない。発破方法については次の三つの一般的な教訓がある。

① 酒を飲んだ者が発破の仕事にたずさわってはいけない。

② 悪ふざけやいたずらはいけない。それらは大惨事を発生させる原因となる。

③ 喫煙や裸火の使用はいけない。いずれも危険である。

1.2 発破記録

次の二つの形式の発破記録が工事請負人にとって証明物件となり，特にそれは発破災害に関しての責任の所在を決定することになる。

① 各発破ごとの発破記録の内容は，発破記録，発破時間，せん孔本数，使用爆薬の形式，不発の数，装薬当りの不発量，残薬，雷管の種類と数である。なおせん孔図と発破結果を示す見取図がこの報告書に付けられる。

② すべての火薬類は火薬庫に貯蔵し，受渡しするには完全に記録されなければならない。

1.3 係　　員

どのような仕事においても，最善の安全計画とは有能な経験豊かな人が実施を運用することである。このことは特に発破が行なわれるときにいえる。

一般の法則として，発破作業が安全に行なわれるためにできる限り少数の人間で発破を行なうことである。火薬および火薬類の取扱いの上で大切なことは決められた者が行なうべきであるということである。そして係員以外の者に火薬や雷管の受け出しをさせてはいけない。

火薬を取扱う者は知識，経験，健全な判断を持つ人を選ばなければならない。そして火薬類の取扱い者は火薬類を取扱うにあたり，何が安全であるか，何が危険であるか，火薬類の知識がなければならない。

知識は本来は経験によって得られるものであり，補足的に書物等によって得られるべきものである。いつもいちかばちか的判断でやって見る人は，この種の仕事に使用してはいけない。

1.4 運　　搬

① 一般に火薬類は火薬業者により消費者の火薬庫まで運搬され，引渡される。

② 請負人が工事現場内で火薬類を運搬するときの運搬箱はしっかりした強い第一級品で，火花を出さない物質で密閉された箱で，さらに落下しないような十分な大きさを持ったものでなければならない。

③ すべて火花を出す金属は木材とか他に火花を出さない物質等によって被覆されていなければならない。

④ 火薬類の運搬を行なうに先だって，適用される法令，規則を調べなければならない。

⑤ 火薬または爆薬と雷管等の火工品とはトラックの荷台に別々の荷箱で運ばなければならない。

⑥ 火薬類を運搬するトラックに前もって程度の良い二炭素四塩化炭素消火器が準備されているか点検しなければならない。

⑦ 火薬類は，セミトレーラを除いて火薬類を運べる容器を取付けたトレーラ以外に任意のトラックを使用する場合には，全部の荷が完全に天候とか，ロコの通過によることや，別の原因によって生ずるスパークから荷を保護するために火と水に強い防水帆布で被わなければならない。

⑧ 火薬を持ち運びする貨車は製造工場の示す安全量を越えたり，車体の側板よりも高く積み重ねてはならない。

⑨ 火薬類を運搬するときは交通の混雑時をできる限りさけ，不必要な停止をしてはいけない。

* (株) 熊谷組技術研究所主任研究員
** 〃 〃
*** 〃 〃

⑩ 蓄電池を固定している所や火薬運搬車にかけるワイヤは火薬と接触を生じてはいけない。さらにショートとか火災を防止するためにすべてのワイヤは完全に絶縁され，しっかりと結ばれていなければならない。

⑪ 爆発の危険性を引起こす原因となるトラックのエンジン，パン，シャシ，ボディは清掃し，余分のオイル，グリスを取り除かなければならない。

⑫ 火薬類を運搬する車両には昼間は赤地に㊎と白書きした 0.35 m 以上×0.50 m 以上の標示板を車両の前後部および両側の見やすいところに掲げねばならない。

⑬ 夜間においては，標示板の㊎の部分に反射剤を用い，150 m 以上の距離から明瞭に確認できる光度の赤色灯を車両の前後部の見やすいところに付けなくてはならない。

⑭ 車両には道路上で不慮の停止に使用する反射器，あるいは電気的旋光を3個用意することが望ましい。

⑮ 喫煙は火薬を運搬する車では禁止しなければならない。

⑯ 金属，金属機具，カーバイト，オイル，マッチ，小火器，蓄電池，可燃性物質，酸，酸化物，腐食性化合物は火薬を積んだ車に入れて運搬してはいけない。

1.5 取扱いおよび貯蔵

1.5.1 取 扱 い

① 火薬取扱い中あるいは火薬に接して仕事をしている間は喫煙は禁止しなければならない。このことは荷降ろしばかりでなく，爆破作業の場所においても同じく適用される。

② 容器は常に注意深く持ち上げたり，降ろしたりしなければならない。

③ 決してすべらせたり，落としてはいけない。

④ 手かぎや別の金属道具類は火薬の取扱い中は絶対に使用してはいけない。

1.5.2 貯 蔵

① 火薬は火薬取締法施行規則第 23 条以下第 32 条に合致する火薬庫に保管されなければならない。

② 担当者による使用時以外は常時鍵をかけておかなければならない。

③ 火薬は子供あるいは動物が通過するような場所に置き忘れたり，置いたり，貯蔵してはいけない。

毎年多くの子供達が置きざりになった火薬類を拾い死亡傷害事故を起こしている。最も重要な一つ，または効果的安全尺度は火薬の貯蔵のためによく換気のきいた場所で乾燥させなければならないことである。湿気あるいは極端な湿りは不発の原因となり，その結果死亡あるいは損傷事故を引起こす。火薬類は**表—1～表—6** に従った場所で，隔離した火薬庫に貯蔵しなければならない。また，すべての火薬の受渡し，あるいは火薬庫に戻されるものの完全な詳細商品目録はいつでも保存されていなければならない。

表—1～表—6 は火薬庫を定めるのに使用される火薬取締法および施行令および規則によって示されるものである。この表で得られるすべての距離は自然あるいは人工の土堤で防護された建物に爆薬を貯蔵する場合である。火薬の貯蔵や，安全に取扱うための注意として繰返し記述すると次のとおりである。

① 爆薬の容器は木製のウェッジ（クサビ）と木づちで開けなければならない。金属の工具を使って容器を開けてはならない。

② 爆薬のケースは火薬庫の中で開いてはいけない。

③ 爆薬または雷管を運ぶ車，あるいは火薬庫の囲いの中では運搬人は喫煙をしてはならない。

④ もし明りが必要ならば鉱山局の指示しているフラッシュライトあるいは懐中電灯を用いる。

⑤ 火薬庫の中に貯蔵してある爆薬，雷管は古いものから先に使われるべきである。

⑥ 火薬庫，または火薬を道路に出す場合，危険とか注意の表示をはっきり示すこと。表示の板は小銃弾を打っても火薬庫には届かない場所に掲げておかなければならない。

⑦ 高度の爆薬の容器，実弾は横にしたり，立てたりしないよう規則に従って貯蔵しなければならない。

⑧ 爆薬を入れた箱は屋外の離れた場所で燃やすことによって消滅しなければならない。

⑨ 火花の原因となる可能性のある金属板や釘のついた靴は爆薬の周囲や火薬庫内では使用してはいけない。

表—1 火薬類の貯蔵火薬庫

貯蔵火薬類の区分	貯蔵すべき火薬庫
火薬（信号焔管，信号火せん，煙火の原料用火薬を除く），爆薬（信号焔管，信号火せん，煙火の原料用爆薬を除く），実包，空包，導爆線，電気導火線，および導火線	1級火薬庫
火薬（信号焔管，信号火せん，煙火の原料用火薬を除く），爆薬（信号焔管，信号火せん，煙火の原料用爆薬を除く），導爆線，電気導火線および導火線	2級火薬庫
火薬（信号焔管，信号火せん，煙火の原料用火薬を除く），爆薬（信号焔管，信号火せん，煙火の原料用爆薬を除く），および火工品（信号焔管，信号火せん，煙火を除く）	3級火薬庫
無煙火薬	水蓄火薬庫
実包および空包	実包火薬庫
火工品（信号焔管，信号火せん，煙火を除く）	1級火薬庫
工業雷管，電気雷管，建設用びょう打ち銃用空包，導爆線，導火線，および電気導火線	2級火薬庫
トリニトロトルエン，トリメチレントリニトロアミンおよびこれらの混合物ならびにこれらを主とする爆薬	水蓄火薬庫
信号焔管，および信号火せん	1級火薬庫
信号焔管，および信号火せん	3級火薬庫
信号焔管，信号火せん，煙火，電気導火線および導火線ならびに信号焔管，信号火せん，煙火の原料用火薬および爆薬	煙火火薬庫
がん具煙火（第1条の5第1号ヘ(2)に掲げるものを除く）	がん具煙火貯蔵庫
導火線および電気導火線	導火線庫

表—2 貯蔵火薬庫と火薬量

火薬庫の種類	1級火薬庫	2級火薬庫	3級火薬庫	水蓄火薬庫	実包火薬庫	煙火火薬庫	がん具煙火貯蔵庫	導火線庫
火薬	40 t	20 t	50 kg	400 t				
爆薬	20 t	10 t	25 kg	200 t				
工業雷管・電気雷管	2,000 万個	1,000 万個	1 万個					
信号雷管	500 万個		1 万個					
導爆線	1,000 km	500 km	1,500 m					
銃用雷管	5,000 万個		10 万個					
実包・空包	4,000 万個	2,000 万個	6 万個		4,000 万個			
信管・火管	100 万個		3 万個					
信号煙管，信号火せん，煙火ならびにこれらの原料用火薬および爆薬	40 t		100 kg			2 t		

⑩ 雷管は不完全な包装で洋服のポケットの中に入れて運んではならない。雷管を運搬の目的で作られた絶縁された容器を使用しなければならない。

1.6 せん孔と装薬

① 孔は薬包より直径が大きくなければならない。

② せん孔は装薬されているホールから 11.5 m 以内に近づいて行なってはいけない。

③ 装薬条件を決定するためにテープメジャーや木の棒で掘った孔をあらかじめ調べる。特にドリルビットの破片類で熱くなった物質が孔にないことを確かめねばならない。

④ せん孔する前に不発の爆薬を生じないように岩および岩層をよく調査すべきである。

⑤ 前回の発破孔をもう一度せん孔したり，ピックで掘ってはいけない。

⑥ いかにしようと発破孔内に残っている爆薬を取り除こうとすることは無理である。その場合不発薬があればせん孔および点火は安全な距離ですべきである。

⑦ 電気点火，電気雷管，導火管を可能な限り使用することが好ましい。

⑧ 雷が鳴っていたり，接近している間，火薬や雷管に近づいたり，使用してはいけない。

⑨ すべての人は安全な場所に退避しなければならない。

⑩ 常に雷管のタイプと火薬の種類や強度を考え，製造業者の基準を考慮に入れ，そして有効に仕事を行なうように適当な強さの火薬で最少の量を使用するようにすべきである。

⑪ 火薬と雷管はできる限り使用直前まで離しておかなければならない。

⑫ できる限りいつでも雷管と火薬は別の容器に貯蔵し，別々の人間で運搬しなければならない。

⑬ 安全導火線（信管）は注意して取扱い，貯蔵しなければならない。

⑭ 湿気，極端な温度（特に熱），オイル，蒸留水にさらした導火線は損傷や不発を非常に起こしやすい。

⑮ 温度が 7°C から 25°C 以下程度の乾燥した建物で貯蔵された導火線は相当な期間でも良好な状態を保つものである。

⑯ すべてのドリルホールが準備されて後に火薬を装薬しなくてはならない。

⑰ 火薬を装薬し，詰込み，点火する作業はできる限り少数の人間で行ない，できるだけすみやかに注意深く仕事を行なわなければならない。

⑱ 次の発破で点火する孔だけに装薬すべきで，それ以外の孔には絶対に装薬してはいけない。

⑲ 1行程で装薬したホールはいつでも可能な限りその行程で点火し，装薬したホールを次の行程まで，あるいは次の日まで置きざりにしてはいけない。

⑳ プライマは火薬庫から離れた，また必要に応じていつでも使用できる安全地域で作っておかなければならない。

㉑ 正しい設計のキャップクリッパ（雷管口締器）を使用しなければならない。

㉒ 導火線についている雷管の口締めを行なうために歯とかナイフを使用してはいけない。

㉓ 不発が生じないように雷管は薬包に縦に安全にそう入されていなければならない。それには導火線や雷管の線に引っぱりを生じさせないで，しかも偶然でも引っぱり出されないように結線すべきである。

㉔ 大径ホールの電気点火をする場合に，各々の電気雷管のついたプライマがホールに装薬後，再度発破器がプライマカートリッジにセットされる前にテスタでテストをしなければならない。

㉕ 最後のテスト後に脚線は末端をたがいによじり合わせることによって短絡回線にしなければならない。そして点火回線の結線に準備ができるまでそのままの状態にしておかなければならない。

㉖ 断回線の場合に，両結線のできる小口径で電気発破を行なう場合には，分路（電気）はキャップがテスタで試験され，発破回線に結合されるまで移動してはいけない。

㉗ せん孔の終了や火薬でホールを拡げた後のボアホールに装薬する前にボアホールが冷えていることを確かめねばならない。そして熱い金属や燃焼，あるいはくすぶっている物質を入れてはいけない。65°C を越える温

度は危険である。

1.7 装　　薬

① 使用直前以外ダイナマイトはカートリッジから動かしてはいけない。もし動かしたならばルーズなダイナマイトを突固めてはいけない。

② 中空棒の火花を出さない金属コネクタを使うか，非金属物でできた込め棒のみを使用しなくてはならない。

③ 決して堅く装薬するために必要以上に突固めてはいけない。

④ 火薬は砂，土，粘土，あるいは他の適した不可燃性物質で発破孔にてん塞しなければならない。

⑤ ステシングは手で形作るときに形をとどめるよう十分に湿らせなければならない。

⑥ 空気による装薬については，キャップなし鋭敏発破薬は電気装置で装薬しなければならない。また特別の取扱いについては製造業者の指示に従うべきである。

表—3 貯蔵火薬量に対する保安距離

貯蔵火薬類の種類		保安物件の種類および保安距離（m以上） 第1種保安物件	第2種保安物件	第3種保安物件	第4種保安物件	火薬庫
導火線・電気導火線無制限	爆薬 20 t 以下	440	380	220	140	1級火薬庫・2級火薬庫または実包火薬庫
	〃 19 〃	430	370	210	130	
	〃 18 〃	420	370	210	130	
	〃 17 〃	420	360	210	130	
	〃 16 〃	410	350	200	130	
	〃 15 〃	400	350	200	120	
	〃 14 〃	390	340	190	120	
	〃 13 〃	380	330	190	120	
	〃 12 〃	370	320	180	110	
	〃 11 〃	360	310	180	110	
	〃 10 〃	340	300	170	110	
	〃 9 〃	330	290	170	100	
	〃 8 〃	320	280	160	100	
	〃 7 〃	310	270	150	95	
	〃 6 〃	290	250	150	90	
	〃 5 〃	280	240	140	85	
	〃 4 〃	260	220	130	80	
	〃 3 〃	230	200	120	70	
	〃 2 〃	200	180	100	60	
	〃 1 〃	160	140	80	50	
	〃 0.7〃	140	120	70	45	
	〃 0.5〃	130	110	65	40	
	〃 0.3〃	110	95	55	35	
	〃 200 〃	200	200	100	100	水火薬蓄庫
	〃 50 〃	100	100	50	50	
導火線・電気導火線無制限	爆薬 25 kg 以下 火薬 50 kg 以下 工業雷管，電気雷管，信号雷管 1万個以下 銃用雷管 10万個以下 実包，空包 6万個以下 導爆線 1,500m 以下 信管，火管 3万個以下 信号焔管，信号火せん 100 kg 以下	10	10	10	10	3級火薬庫
導火線・電気導火線無制限	火薬，爆薬 2,000 kg 以下	150	110	75	35	煙火火薬庫
	〃 1,700 〃	140	100	70	35	
	〃 1,400 〃	130	100	65	35	
	〃 1,100 〃	120	90	60	30	
	〃 900 〃	110	85	55	30	
	〃 700 〃	100	80	50	25	
	〃 500 〃	90	70	45	20	
	〃 300 〃	80	60	40	20	
	〃 2,000 〃	7	7	7	7	火がん具煙貯蔵庫
導火線・電気導火線無制限		5	5	5	5	導火線庫

表—4 貯蔵量に応ずる地盤の厚さ

貯蔵爆薬（t以上）	地盤厚さ（m以上）	貯蔵爆薬（t以上）	地盤厚さ（m以上）	貯蔵爆薬（t以上）	地盤厚さ（m以上）	貯蔵爆薬（t以上）	地盤厚さ（m以上）
20	21.5	15	19.0	10	15.5	5	11.0
19	21.0	14	18.0	9	15.0	4	9.5
18	20.5	13	17.5	8	14.0	3	8.0
17	20.0	12	17.0	7	13.0	2	6.0
16	19.5	11	16.5	6	12.0	1	3.5

1.8 警告信号と往来管理

① 発破が点火されるときは標準的な信号で示されるべきである。

② その地域で作業をしているだれもがこれらの信号をよく知っていることや，もし信号が使用されたときにだれもがすぐに従うことは重要なことである。

③ 警告信号のタイプおよび内容を一般に通告しておかねばならない。

④ このタイプの信号の使用は発破の実施の結果からくる一般公共の責任要求を最少限にするものである。

⑤ 発破実施のための警告信号は次の3通りになる。

i）発破5分前の信号

ii）発破1分前の第2信号

iii）点火が終わった後の第3信号

⑥ 最初の警告は明らかに任命された職員が発破の行なわれる地域にいたるすべての人に警告し，危険地帯のすべての人々に指示する信号である。

⑦ 同時に赤旗を用意して，立入禁止すべき発破地域に対してあらゆる道に監視人を配置する。

⑧ 明らかな音があるまで発破地帯に立入りを許された者以外は地域内への立入りをさせてはいけない。

1.9 電気発破

① 電気発破では発電タイプの発破器のラックバーを強く，かつ早く押し下げねばならない。

② ラックバーを下により早く押すことは，いっそう多い電流がストロークの末端で回路を通じて流れることになる。この事実を注意深く守ることは多くの不発を防止する。

③ 発破手は，別のタイプの携帯発破器が与えられてそれを行なわねばならないときは，製造業者の注意書または指示書に従って注意して行なわねばならない。

④ パワーや電灯線からの電気によって点火する場合はスイッチが断時にバーが下に降りた位置になければならない。

⑤ 漏電，迷走や点灯による早まった点火の機会を生

じてしまわないようにスイッチのパワーサイド上に線で明らかな目盛を付けなければならない。

⑥ このギャップは爆発物を点火するためジャンパケーブルで閉じられていなければならない。

⑦ スイッチは鍵をかけた箱に固定しなければいけない。そして鍵は装薬の作業を行なう発破手によって保管されなければならない。

⑧ 電気発破での災害を防止するために次の項の規則を守るべきである。

i）結線は十分に堅く行なう。

ii）リード線に破れやショート回路がないように確かめる。

iii）すべての電気雷管に点火できるように十分な電流であることを確かめる。

表—5　貯蔵火薬量に対する保安距離

貯蔵火薬類の数量		保安物件の種類および保安距離（m以上）			火薬庫
		第2種保安物件	第3種保安物件	第4種保安物件	
導火線・電気導火線無制限	爆薬 20 t 以下	270	140	100	1級火薬庫または2級火薬庫
	〃 19 〃	270	130	100	
	〃 18 〃	260	130	95	
	〃 17 〃	260	130	95	
	〃 16 〃	250	130	95	
	〃 15 〃	250	120	90	
	〃 14 〃	240	120	90	
	〃 13 〃	240	120	85	
	〃 12 〃	230	110	85	
	〃 11 〃	220	110	80	
	〃 10 〃	220	110	80	
	〃 9 〃	210	100	75	
	〃 8 〃	200	100	75	
	〃 7 〃	190	95	70	
	〃 6 〃	180	90	65	
	〃 5 〃	170	85	65	
	〃 4 〃	160	80	60	
	〃 3 〃	140	70	50	
	〃 2 〃	130	60	45	
	〃 1 〃	100	50	40	
	〃 0.7〃	90	45	35	
	〃 0.5〃	80	40	30	
	〃 0.3〃	65	35	25	
導火線・電気導火線無制限	火薬・爆薬 2,000 kg 以下	75	35	30	煙火火薬庫
	〃 1,700 〃	70	35	30	
	〃 1,400 〃	65	35	25	
	〃 1,100 〃	60	30	25	
	〃 900 〃	55	30	25	
	〃 700 〃	50	25	20	
	〃 500 〃	45	20	20	
	〃 300 〃	40	20	20	

表—6　貯蔵量に対する火薬庫相互の距離

貯蔵する爆薬（t以上）	火薬庫相互の距離（m以上）	貯蔵する爆薬（t以上）	火薬庫相互の距離（m以上）
10	33	5	26
9	32	4	24
8	30	3	22
7	29	2	19
6	28	1	15

（注）貯蔵する爆薬の量は火薬庫の貯蔵量のうちいずれか大なるものとする。

iv）発破器で点火するときには直列結線とするか，または製造業者の仕様に従って並列結線とする。

v）発破器が良程度のものであり，回路に結合したすべての電気雷管が点火すべき安全容量のものであることを確かめねばならない。なお，発破器をレオスタットでテストする。

vi）結線する前に何回か発電タイプ発破器をテストする。このことは最大容量の発電のために発破器を準備し，その作用をテストすることになるだろう。

vii）いつも最大容量で発電タイプの発破器を操作する。

viii）同一発破で異なった製造業者の電気雷管および遅延電気雷管を使用してはいけない。

ix）装薬をするときに脚線の絶縁をそこなわないように注意する。

x）点火する前に結合結線をチェックすべき十分な時間を取る。発破電流で電気雷管の回路をテストし，点火を試みる前に抵抗が正しいことを確かめる。

xi）無線電信周波数エネルギー：ラジオ，テレビジョン，そして電波探知送信器は電気的エネルギーの範囲を引起こし，特別の場合に電気雷管を爆発することができる。

1.10　導火線発破

① 被覆に損傷をさけるように注意深く導火線を取扱わねばならない。寒い天候の場合には防水がだめになるのを防ぐために使用前に手早く暖める。

② 安全な長さの導火線を使用する。決して 60 cm よりも短いものを使用してはいけない。

③ プラスティングギャップ内に導火線をそう入する準備ができるまでは導火線を切ってはいけない。

④ 乾いた末端にするため 2.5～5 cm 端を切落としなさい。

⑤ 導火線はよく切れる刃物できちんと切る。

⑥ 据付けた後でからまないよう装薬に対して正しく導火線を据付ける。

⑦ キャップはそのために設計された道具でのみ縮らせて確実に導火線をしばりつける。

⑧ 導火線はその目的のために設計されたライタで火を付けなければならない。もしマッチがライタとして使用されるならば導火線末端を切り開き，マッチの頭をさし込んで適当な研摩材でこすって点火する。火薬の触れ合いからマッチベッドを飛ばせたり，火花を防止すべき十分なステミングが行なわれない限り，点火してはいけない。

⑨ 導火線に火を付けている間は決して手に火薬を持っていてはいけない。

1.11　張付け発破

張付け発破（マッドキャッピング）とはショベルで 2

～3 杯の泥，砂やロームをかぶせて岩の表面の高速度ダイナマイトに点火することにより，ゆるんだ岩とか，大転石を破壊するための方法である。

この方法は恐ろしい爆風を引起こし，社会的に苦情を起こしやすい。

岩をハンマで打ちこわす場所で火薬を大転石にセットして大転石をこわすこともできる。セットする場所は頂部でも側部でもよい。もし大転石が地中に埋もれているならば，大転石の地下でなく斜面の下側にへび穴を掘り，表面に大転石がすべり出るようにしなければならない。なぜならば，とじ込められた転石はマッドキャップでこわすにはあまりにも堅すぎるからである。

マッドカバリングは少なくとも 12.5～15 cm の厚さより大きくすることが肝心である。

岩から離れて小銃弾が空き抜けるように爆風がマッドを飛ばすかも知れない。同様な理由から決してマッドの頂部に石を置いてはいけない。マッドキャップショットが二つか，あるいはさらに多い装薬のときには同時に電気雷管か導火線で点火すべきである。

1.12 点火後の検査

① 発破後直ちにリード線を発破器あるいは電源よりはずし，ショート回路にしなければならない。

② 検査はすべての装薬が爆発したかどうか確認をしなければならない。

③ すべての線を捜し出す。そして不発のカートリッジの探索は発破作業の装薬をした人がしなくてはいけない。

④ 探索のために十分時間をかけ，不発をチェックするのに急いではいけない。

⑤ 岩のゆるんだ部分や岩片等はこの仕事を行なう前に岩の表面からかき落とさなければならない。

1.13 不　　発

不発を取扱うための絶対的な方法はない。大部分の失火は高性能爆薬の正しい使用と装薬する前に発破電流計による各々の電気雷管のテスト，あるいは発破の点火前に完全な回路のテストを行なうことによって防止することができる。

不発の近くで，あるいは不発に関して仕事をすることは発破に関しての最も危険な作業である。原因の調査および規正は規律正しい方法で，この仕事をするために許可された注意深く経験のある人だけにまかせなければならない。もし岩の飛散が許されるなら，不発処理をするための最も安全な方法は不発に対し発破することである。

もし電気雷管が使用されているならば再発破する前に電源からリード線を断線させるようにしなければならない。もし脚線が得やすい場合にはテスタで雷管をテストし，電流計が回路をなしている場合には回路を結合し，普通の方法で点火するようにすべきである。これは過失結線によって生じた場合の作業である。

もし発破が再び失敗し，線が届くことができない場合，あるいはキャップと導火線が使用されている場合ならば，新しいプライマでホールを発破するように試みてよい。もしこれがまたも再び失敗したならばステミングが当然動かされるので新しいプライマを差込んで点火してよい。

最も危険の少ない方法は力の強い水ジェットの方法によってステミングを洗い出すことである。

ホールに差込んだパイプは装薬の爆発を防止するためゴムやプラスチック製のものでなければならない。

このように，ステミングを取除いてなお火薬が水に抵抗して残っている場合には，新しいプライマをセットし，ステムに点火すればよい。このことに関しての指導書は“Safety in the Handling and Use of Exploripes”である。また，Wilmingtor, Delaware, or Institute of Makers of Explorives Panphlet No. 17 によって出版され，売られている “The Blasteis Handbook” を参照するとよい。

1.14 火薬の処理

使用しないとか，悪くなった，あるいは取扱い中に容器から落ちた火薬を処理することはしばしば起こることである。たとえ火薬の物質がどんな状態であり，また理由があろうとも，いかなる場合でも火薬を捨ててはいけない。

① 火薬類を法規に示す量以上廃棄しなくてはならないときは火薬類廃棄許可申請書を都道府県知事に提出しなくてはならない。廃棄方法は施行規則第 67 条によらなければならない。

② 火薬の荷造りに使用した木材，紙，繊維，あるいは他の材料はストーブ，暖炉，その他のせまい場所で燃やしてはならない。このような材料は隔離された戸外で燃やすこと。燃焼が始まってからはだれも 30 m 以内に接近してはいけない。

1.15 雷　　管

作業場所の近くで防護しないで置き放しにされたダイナマイト雷管の不注意な取扱いにより，作業者や一般の人，特に子供が傷つくといった問題に対するもっとも効果的な回答は，すべての火薬とアクセサリに対して責任をもって注意深い取扱いをするということである。

1.16 硝酸アンモニア

硝酸アンモニア（NH_4NO_3）は多年の間混合物として使用されてきた。最近では他の物と混合しないでこれだけで爆薬として広く使用されている。そして硝酸アンモニアは比較的ショックに鈍感で，もししっかりと閉鎖するか，高熱にさらされるといったことがない限り取扱いも安全である。

この硝酸アンモニアの安全性も，作業者が不注意な使用，取扱いをすれば多くの災害を起こすものである。硝酸アンモニウムが爆発するとき，他の火薬と違いはないことを記憶すべきである。

基本的な安全勧告として次の点があげられる。

① 硝酸アンモニアはガソリンと同じ方法で取扱う。この意味は普通の状況で，かつ注意を持って取扱えば安全な品物ということである。

② 極端な高温（華氏数百度）の状態，または欠陥に対しては硝酸アンモニアは危険な品物である。

③ 硝酸アンモニアは特に燃えやすくはない。しかし火が付いたとき激しく燃える。

④ 貯蔵庫は十分に換気する。

⑤ 換気の悪い建物に格納しない。たとえば小さい窓のある石造り，あるいはコンクリート造りの建物。

⑥ よごれをさけるために製造業者による混合は進められない。

⑦ 危険な量の限界はわずかに 100 t である。したがって貯蔵には 40 t あるいは 50 t，それ以下に分離する。

⑧ 窒素の酸化毒は材料が燃えたときに生ずる。オーバヘッド散水装置は貯蔵場所の火の管理に推奨できる。

⑨ この火薬はそれ自体が酸素の供給源となるので，水浸しにすることは防火としてはもっとも効果的な方法である。

⑩ 破れた袋からの硝酸はかき集めてフリーのままにしておく。粉末は燃えやすいものである。

2. コンクリート工事

2.1 材　　料

袋詰めセメントを取扱うときにはちりよけメガネをかけ，手首，足首，首の部分がきちんとしまった耐久性のある服装を着用しなければならない。皮膚が露出するところには保護クリームをぬるのがよい。ばら荷のセメントを取扱うときには上記に加えてちりよけマスクを着用しなければならない。日射しのある場所で作業をするときには太陽光線と刺激物から身を守るためシャツおよび帽子を着用しなければならない。

セメントによる皮膚まけを防ぐ最上の方法の一つは各人が清潔にすることである。保護クリームをぬるとともに，たえずていねいに手，顔を洗うことがよい方法である。

2.2 型　わ　く

型わく材および支保工はいかなる荷重が作用するか，スパンはどの程度か，凝結温度はどの程度か，コンクリートの打設の速度はどの程度か，支持される荷重はどの程度かを十分考慮したうえで選択しなければならない。

落下物，釘，木材のとげなどによる災害を防ぐために良好な管理，計画が重要となる。

作業の安全をはかるために，はりにデッキを設置する前に足場を組立てておかねばならない。墜落の恐れのある場所で型わくの設置や鉄骨の組立作業をするときには安全ベルトを付けるか，その他の適当な防護装置を設けておかねばならない。

2.3 支　　柱

荷重はすべて支柱を通して地盤に伝達しなければならない。型わく，コンクリート，作業員，装置，器具等の重量の正しい許容値が決められていなければならない。支柱は垂直に組立て，保持され，十分なフーチングがなければならない。支柱の間隔は経済性と使用材料等を考慮して決められる。安全係数を 4 以上として支柱間隔を決めるべきである。調整の可能な支柱は製造者の指示に従って設置され，締付けねばならない。支柱は水平あるいは斜めに支柱線にそった両方向に正しく突張りをしなければならない。

支柱線の 15 m に少なくも 1 個所 70 スプレーシングを使用することが必要である（垂直支柱を重ねつぐ場合には A.C.I. は各継手高さに垂直荷重の 1 %を伝達するように十分な斜めに突張られたストラットの線を互いに直角な 2 方向に設置するよう求めている）。鉄製のパイプ足場が型わく支保材として広く利用されているが，製造者または販売業者の組立，載荷に対する仕様どおりに施工しなくてはならない。各足場単位は自立できるので，ほとんどが内部に両方向の突張りを有するタイプである。

取付はすべて垂直にし，十分なフーチングを設けなければならない。支柱はいかなるときでも移動する車や揺動する荷重による破損を防護しなければならない。コンクリート打設時は型わくや支保工に不要の急激な衝撃を与えないよう心掛け，特に偏荷重とならぬよう留意すべきである。

コンクリートの打設中は専門の監視員，職員，大工などを置いて，支保工の沈下や支保工下部の変形等に留意させ，特にわずかの沈下，変形も許されない場合には，沈下測定装置を設けてコンクリート工事中の安全を確保する。

2.4 型わく，支柱の取りはずし

型わくを取りはずすのに早過ぎてはならない（コンクリートは確実に凝結させよ。凍結させるな）。

現場養生された供試体のみがコンクリートが荷重に対して十分な強度に達しているかどうかを証明する。これらの試験に加えて問題になっている部材について，表面の硬さを調べる衝撃試験を行なえば十分である。型わくを取りはずす前に工事仕様書および組立図を調べておかねばならない。

これらの前もって注意することは主としてスラブやビームのような可撓性の部材に対するものである。壁用の

垂直型わくはいつでも取りはずすことができる。型わくの取りはずし作業に従事している者以外は作業中現場内に立入ってはならない。作業員はヘルメット，手袋，安全靴を着用しなければならない。2 m 以上の高さの所に適当な足場がないときは安全ベルトと命綱を用意しなければならない。コンクリートの凝結中，センタリングは支柱によって安全に支持されていなければならない。布丸太はセンタリングが落下しないよう支柱に締結しておかねばならない。

緊張している締結ワイヤを切断するとき，はねかえりによって身体，特に顔や目，のどを打たないよう十分な注意をしなければならない。

2.5 コンクリートポンプ車

コンクリートポンプ車でコンクリート打設を行なう場合の諸注意事項を次にあげる。

① コンクリート打設前にまず配管内をよく点検しておく（特に夾雑物などがないかどうか）。

② コンクリート打設を行なう前に吐出口は万一の場合を考えて防護しておく（特に加圧用安全装置のない場合）。

③ ポンプ車を使用する現場は往々にして狭い所が多いので，特に車道や歩道に面したところにポンプ車を置かなければならない場合，ポンプ車の周囲をよく防護しておく。

④ コンクリート圧送時にはパイプが相当振動するから，立配管の支持物は堅固にしておく。

⑤ 生コン車の誘導上の事故に十分注意する。生コン車がバックするときには，トラックの後の視界のよい，そして運転手に明確に見える所にいる信号手の指示に従わせることが肝要である。

3. トンネル

トンネルは建設作業のうちでもっとも危険なものの一つである。トンネルでは火薬と重機が使われることがあたりまえになっている。しかも狭い場所，不自然な明り，ハタ落ちの恐れがあり，湿ってすべりやすく，また悪い空気のなかで多数の作業員が働いていることを忘れてはならない。

監督員は作業員に対して安全規則を十分に教育し，かつその安全規則がいつの場合でも守られるようにすべきである。

3.1 一般事項

① トンネル作業員は必ず安全帽と適当な靴を着用しなくてはならない。頭上にトロリー線があるとき，安全帽は絶縁材料を使用したものでなければならない。

② トンネルでガスが出る恐れがあるか，また出ていることが判明したときは別に定める“ガスのある場所での作業規則”を守らねばならない。

③ 応急手当のための品物はガスマスク，安全ランプ，ガス検出器と同様，必ず用意しておかなくてはならない。

④ 安全な飲料水を供給すること。それにはコップ付の密封したコンテナを使用したり，または携帯用の水タンクが望ましい。飲料水タンクまたは水入れは毎日清潔に殺菌しなくてはならない。

⑤ 可燃物はそれぞれの目的のために設計された建物に貯蔵し，かつその場所は立坑，トンネル，またはトンネルで連結された構造物から少なくとも 30 m 離れて位置しなくてはならない。可燃物はトンネル，立坑の中においてはいけない。

⑥ 火薬庫は第1章爆薬に示された位置と様式に従って建てられねばならない。

⑦ 防火については第3編第5章“火事の危険防止”を参照されたい。消火器は使いやすい所におき，またよくわかるようにしておかねばならない。

⑧ 損傷を受けたため危険になったと判断され，またはその恐れがある設備は直ちに使用を停止しなければならない。

⑨ 酒気を帯びたものを入坑させてはならない。また坑内では一定の指示した場所以外では禁煙である。

3.2 照　　明

① 坑内は安全に通行ができるよう電灯を取付けねばならない。照明器具は非金属で防水性でなければならない。

② 作業中は立坑，トンネル，階段等すべての場所は 2.5 lux 以上の明るさでなければならない。

③ ホイストポンプ等の機械類は十分に照明しなくてはならない。

④ すべての電線は法規に定められた絶縁を有するものでなくてはならない。電線は丸めたり，結んだり，パイプ，犬釘またはそのほか代用の品物に結んではならない。すべて電線はショートを防止するよう保持されねばならない。

⑤ スイッチはカバー付のものでなければならない。

⑥ ランプや非常用ライトは仕事があったときすぐに使用できる所になければならない。

3.3 通信設備

電話は作業員がいる場所あるいはブースタファンが位置している所で，坑口の方向またはトンネルの切羽の近所になければならない。

3.4 換気設備

① 換気システムはトンネルのいかなる場所でも呼吸できるものでなくてはならない。ブロワを使用する場合，作業員に対し少なくとも1人当り 0.26 m^3/min を供給すべきである。もしディーゼルロコが運転されているときはさらに加えて馬力当り 0.84 m^3/min を供給す

べきである。

② 坑内では原則としてガソリンおよびL.P.G.エンジンを使用してはならない。もしガソリンエンジン等を使用するときはガスがトンネルの外部に排出できるような位置に設置すべきである。

③ 危険有害ガスのテストは絶えず行なうべきである。空気中の有害物は，一酸化炭素 0.01%，二酸化炭素 1.5%，メタン 1.1%，硫化水素 0.001%，酸素の含有量は少なくとも 16% 以上でなければならない。テストでガスがこれらの値を越えるならば，限界以内にするために別に空気を供給すべきである。

④ 可燃性ガスにメタンガスが2%以上になると危険である。もし危険なガスが発見された場合，検査官による調査が終わるまで作業を中止しなくてはならない。

3.5 ずり出し設備

機械ずり出し装置の安全速度はこう配，カーブ，余裕寸法より決められる。

① ロコ，その他各機械の運転手は有資格者でなくてはならない。

② ロコの前部と後部に灯火や警鐘を付けなければならない。

③ 作業員は車の間，ロコの上，または乗用として定められた車以外の所に乗ってはならない。

④ 停止中の車は暴走防止装置をしておくべきである。

⑤ ロッカおよびクレードルは不時の投げ降ろしに対し錠を備える。

⑥ ロッカショベルの近くに立ってはならない。またその近くで作業するときは十分注意しなくてはならない。

3.6 土砂トンネル

トンネル作業の安全の一般は 3.1～3.5 を守ることにつきる。ただ土砂トンネルについては，次の項目に示すとおりである。

3.6.1 支保工

① 土砂あるいは岩石混じりの土砂トンネルは堅固な支保を考えるべきである。支保工の詳細についてはそのときどきの土の状態ならびに現場技師の指示によるべきである。

② 支保は品質がよく，具合よく取付けられるものであり，しばしば点検しなくてはならない。

③ 裏込めは確実に行なわなければならない。

3.7 岩トンネル

一般必要条件は前述の 3.1～3.5 を守ることである。

3.8 せん孔

ジャンボあるいはドリルプラットフォームは慎重に設計され，安全な作業環境でなければならない。

湿式せん孔はほこりが出ないので望ましい。工具は使いやすい状態に保つこと，いつも正しいビットを使うことである。また空気ホースとその連結部は十分に防護しておかなければならない。

3.9 発破

発破については，その他の火薬類の取扱いを含めて第1章爆薬の各条項を厳重に守らねばならない。

① 発破前に全員安全位置に退避すべきである。発破士およびフォアマンは最後に切羽を立ち去らねばならない。

② 雷管，導火線，爆薬は別々に梱包して切羽に運ばねばならない。

③ 点火後，発破士および監督より先に人を入れてはいけない。

④ 切羽や落石の検査では特に切羽のカットオフ孔や不発孔は念入りな点検をしなくてはならない。

3.10 トンネル支保工

少なくとも1日に1度，アーチャ側壁に浮石や他の物があるか十分な点検をしなくてはならない。

4. 立坑

4.1 上部構造

上部構造の建設およびこれらに使用される材料はその工事により起こる応力に耐え，かつ十分に耐久力がなくてはならない。滑車，ワイヤおよびその他の装備は，第5編2章のホイスト，クレーン，デリックの一般説明に適合するものでなくてはならない。防火のため上部構造はオープンのわく組みとし，耐火塗料等を施した木材以外は鋼構造であることが必要である。

4.2 立坑保護

立坑は材料その他が坑内に落ちぬよう裾板を取付け，少なくとも 91.5 cm の高さに 2 本のガードレールを備える必要がある。

立坑の出入口の戸は材料を降ろすとき，バケットを上げるとき，立坑出入りの場合を除いて，いつでも閉めておかねばならない。このマニュアルはシャフトのホイスト作業，換気，照明等に適用される。火薬等は火薬の使用，取扱いの場合を参照のこと。

4.3 はしご

立坑は上から下まで，はしごを備えねばならない。はしごはいつも良好な状態におき，定期的に点検すべきである。9.2 m ごとにおどり場を備えねばならない。また，はしご段は十分なかけ込みを設けねばならない。壁とか立坑内の障害物より少なくとも 16.5 cm 離しておかねばならない。

［新機種紹介］

小松 WS16-2 モータスクレーパ

助　友　利　隆*

ここに紹介する「小松 WS16-2」は日本の土質，気象条件や土工規模を十分考えた 2-エンジン式総輪駆動モータスクレーパである。すなわち，狭い急坂の多い現場，軟弱地の多い関東地方の現場，平坦で長距離運土の必要な現場などあらゆる作業条件に適合でき，降雨後の休車日数が少なく，稼働率を上げられるなどの特長を有する。なお，本機の主要仕様を 表—1 に，その外観を写真—1 に示した。

WS16-2 の特長と構造の概要

① 前後に各々エンジンを搭載した 2-エンジン総輪駆動で，重量当りのエンジン出力が大きいので加速性にすぐれ，急坂地，不整地での作業能力がすぐれている。

② モータスクレーパでは世界で初めての前後車軸にハイドロニューマチックサスペンションを採用している。これによりいままでスクレーパの弱点であった高速走行時のピッチング，バウンシングなく，不整地でも高速が出せるのでサイクルタイムを短縮でき，時間当り土工量が大きい。図—2 は標準土工量である。

③ 33.5-33 と同級モータスクレーパよりふた回りも大形タイヤを採用しているので，すぐれた湿地作業能力をもっている。表—2 にその性能を示した。このためいままでモータスクレーパでは考えられなかった関東ローム地の現場で十分稼働することができる。

④ 前後の車軸にデフロックを装着し，運転席から自由にコントロールすることができる。これは大形タイヤの採用と相まって軟弱地での作業にスリップが少なく，走行，脱出が容易となっている。

⑤ 前後のトランスミッションは小松トルクフローを搭載している。コントロールは電子回路空気圧コントロールで故障がなく，スムーズに変速を行なうことができる。トルクコンバータにはダイレクトクラッチを内蔵しており，高速走行時はコンバータをロックアップすることにより燃費の節約，サイクルタイムの短縮ができる。

⑥ 運転席は人間工学的検討が十分されており，シートはショックアブソーバ付エアサスペンションバケットシートを採用している。ハイドロニューマチックサスペンションとともに乗心地が非常にすぐれており，長時間の運転でも疲れない運転席となっている。

⑦ 作業機は作業性，耐久性ともにすぐれ，特にボウル形状はテラメカニクス研究の成果を取入れ，どんな土質でもスムーズに掘削積込みができる。

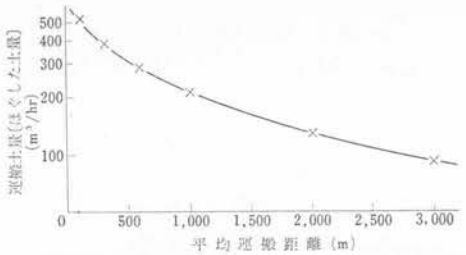
表—1　小松 WS16-2 主要仕様

形　式	2-エンジン 4 輪駆動自走式	エンジン（数—名称）	2-小松カミンズ NTO-6ディーゼルエンジン
容　量	山積 16 m³ 平積 12 m³	定格出力	230 PS/2,000 rpm
積載量	22,000 kg	最高速度	60 km/hr
重　量	29,500 kg(運転整備)	登坂能力	最大 30 度
全　長	12,900 mm	カッティング幅	3,030 mm
全　幅	3,290 mm	切削深さ	最大 300 mm
全　高	3,450 mm	敷土厚さ	500 mm
軸　距	7,400 mm	タイヤサイズ	33.5-33-20 P R
輪　距	2,100 mm		

表—2　コーン指数と通過可能回数

車両の状態	通過可能回数			わだちの最終沈下量 (cm)
	初期の q_c=8	初期の q_c=6	初期の q_c=4	
積載	16	11	3	60
空車	22	16	4	70

写真—1　小松 WS16-2 モータスクレーパ



図—1　標準運搬土量（建設機械化研究所テストデータによる）

* (株) 小松製作所第2技術センタ

建設機械化研究所抄報

試 験 研 究 報 告 (No. 68)

建 設 機 械 化 研 究 所

建設機械化研究所において昭和 45 年5月までに三菱シュビングコンクリートポンプ車ダイヤクリート 100 の現場打設性能試験，および小松 GD 22 HT-1 形モータグレーダ，小松 GD 37-6 H 形モータグレーダ，日立 K-40 形ディーゼル機関，日立 K-60 形ディーゼル機関，川崎 KG 25 形モータグレーダの性能試験を行なったのでその概要を報告する。

206. 三菱シュビングコンクリートポンプ車 ダイヤクリート 100 現場打設性能試験

（1） 試験期日　昭和 45 年1月 24 日～1月 31 日

（2） 機械主要諸元

最大吐出量：65 m³/hr

最大輸送距離：水平 400 m（輸送管 150 A）
垂直 60 m
ただし，セメント量 300 kg/m³ 以上
スランプ 18～22 cm
最大吐出量と距離は同時には得られない。

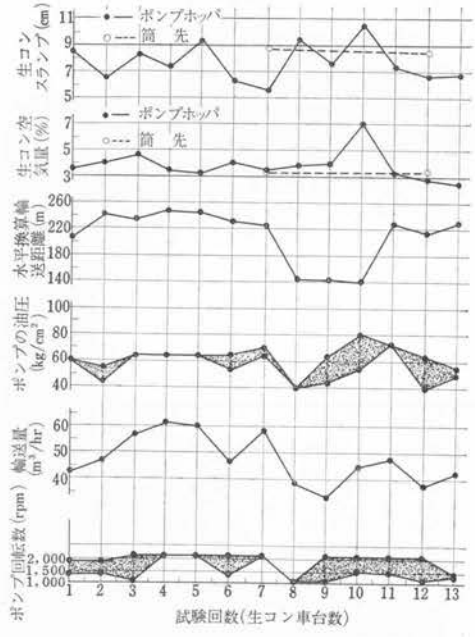
残コンクリート排出方式：水洗式

骨材最大寸法：玉砂利 50 mm　砕石 40 mm

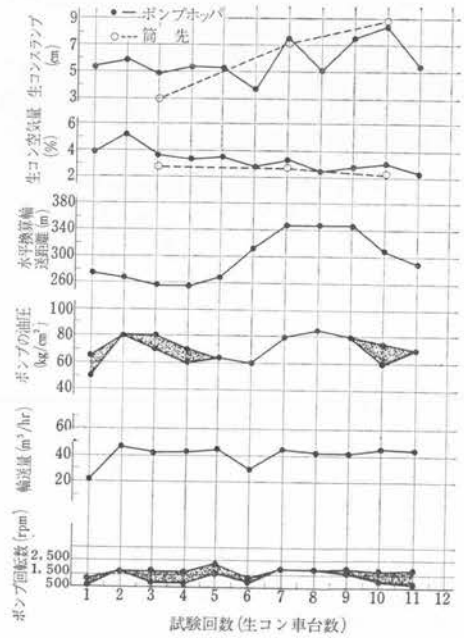
シリンダ数：2 個

シリンダ内径×ストローク：180 mm×1,500 mm

油圧ポンプ：本体用　110 kg/cm²×400 l/min



図—206.1 P-1 の輸送データ（スランプ，空気量，輸送距離，油圧，輸送量，ポンプ回転数）



図—206.2 P-2 の輸送データ（スランプ，空気量，輸送距離，ポンプ回転数）

表—206.1 試験時のコンクリート配合

項目 / 試験場所 記号，試験日	指定圧縮強度 σ_{28} (kg/cm²)	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	単位水量 W(kg)	単位セメント量 C(kg)	水セメント比 W/C(%)	絶対細骨材率 S/a(%)	単位粗骨材量 G(kg)	単位細骨材量 S(kg)	AE剤量 (kg, cc)	空気量の範囲 (%)
1号線バイパス沼津高架橋〔新黄瀬川橋〕 [P−1] [P−2] 1月24日 1月29日	240	25(玉)	8	150	300	50	38.4	1,190	729	1.5 kg	3.8
沼津市植田〔原海岸堤防工事〕 [P−3] 1月31日	—	40(玉)	5±1	143	260	55	36.2	1,245	699	130 cc	3〜4

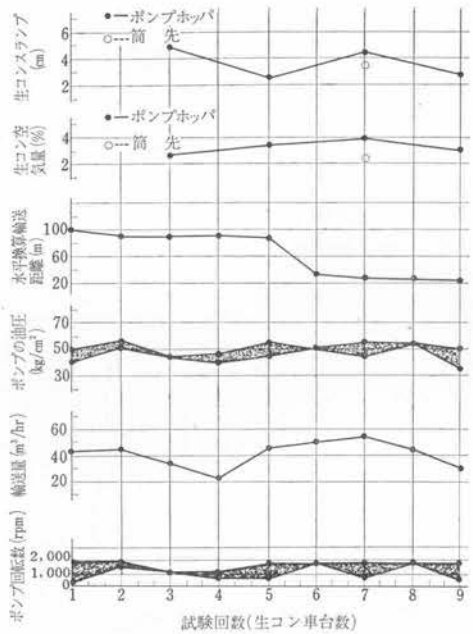
アジテータ用　110 kg/cm²×35 l/min

トラックの形式：ふそう T 480　6.5 t 車

重　　量：11,330 kg

（3） 試験結果

試験は表—**206.1** に示す2種類のコンクリートについて行ない，その結果を図—**206.1**〜図—**206.3** に示す。



→

図—206.3 P-3 の輸送データ（スランプ，空気量，輸送距離，油圧，輸送量，ポンプ回転数）

207. 小松 GD 22 HT-1 形モータグレーダ性能試験

表—207.1 走行抵抗試験成績表

試験車両形式名称：小松 GD 22 HT-1 形モータグレーダ
試験車両番号：1001
試験車両総重量：W 5,030 kg（乗員1名含む）
風　　速：0 m/sec
試 験 期 日：昭和 45 年 2 月 16 日
試 験 場 所：建設機械化研究所
試 験 路 面：コンクリート舗装

走行方向	測定距離 (m)	測定時間 (sec)	けん引速度 m/sec	けん引速度 km/hr	走行抵抗 R(kg)	R/W (%)
東→西	20	14.26	1.40	5.05	140	2.6
西→東	20	14.22	1.41	5.06	140	2.6
東→西	30	11.15	2.96	9.69	140	2.6
西→東	30	12.01	2.50	8.99	135	2.55
東→西	30	7.94	3.78	13.6	145	2.7
西→東	30	7.81	3.84	13.8	150	2.8
東→西	30	5.72	5.24	18.9	150	2.8
西→東	30	5.90	5.08	18.3	150	2.8

（1） 試験期日　昭和 45 年 1 月 31 日〜3 月 3 日

（2） 機械主要諸元

車両総重量：5,000 kg

前輪荷重：1,500 kg（30%）

後輪荷重：3,500 kg（70%）

全長×全幅×全高：5,390 mm×1,720 mm
×2,500 mm（黄色回転灯頂上まで）

軸　　距：3,500 mm

輪　　距：前輪 1,380 mm　後輪 1,400 mm

最低地上高：300 mm（変速機下部）

走行速度：

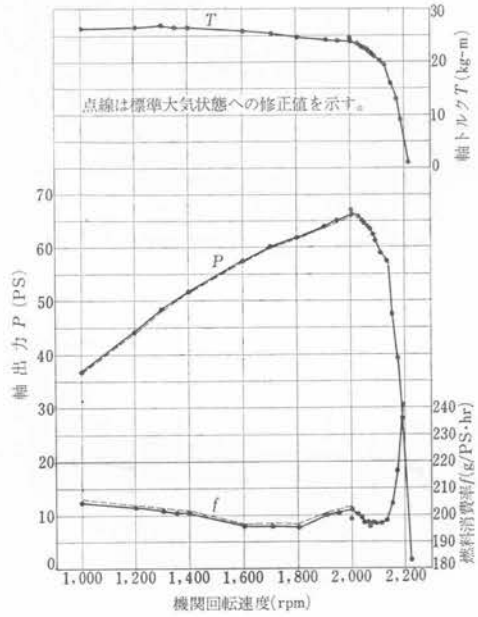
	1 速	2 速	3 速	4 速
前進 (km/hr)	0〜6.4	0〜11.9	0〜18.8	0〜34.8
後進 (km/hr)	0〜6.3	0〜11.8	0〜18.7	0〜34.6

登坂能力：27度
最小旋回半径：4.5 m
傾斜限界角：37度
機　　関：小松 4D105 ディーゼル機関
　　4サイクル水冷立形直接噴射式
シリンダ数－径×行程：4-105 mm×115 mm
定格出力：65 PS/2,000 rpm
トルクコンバータ：TCS 32-3X，4要素，1段3相
ブレード寸法：箱形 2,200 mm×425 mm×9 mm
スカリファイヤ：アタッチメント
作動伝達方式：油圧式

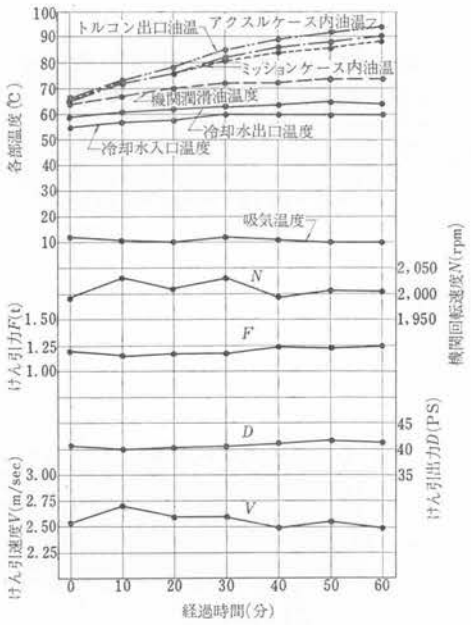
（3）試験結果

試験は機関，定置，作業装置，走行，けん引の各項目について行なった。

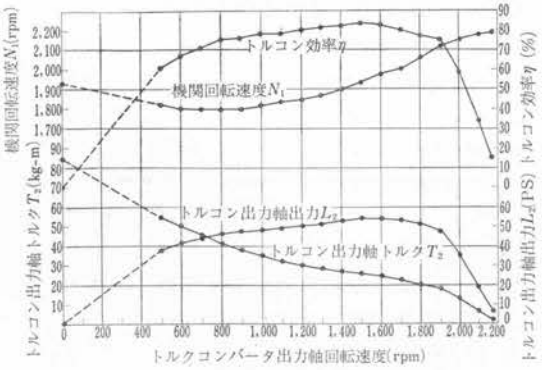
その結果を図—**207.1**～図—**207.3**に，また表—**207.1**～表—**207.2**に示す。



図—207.1　機関性能曲線図



図—207.3　連続けん引試験中の各部温度



図—207.2　トルクコンバータ実用性能曲線図

表—207.2　最大けん引力試験成績表

試験車両形式名称：小松 GD 22 HT-1 形モータグレーダ
試験車両番号：1001
試験車両重量：4,975 kg
大気圧・気温：747 mmHg・10°C,
風向・風速：SSW・1.5 m/sec
タイヤ空気圧：前輪（左）3.5 kg/cm² 前輪（右）3.5 kg/cm²
　　後輪（左）3.1 kg/cm² 後輪（右）3.1 kg/cm²
試験期日：昭和45年2月17日
試験場所：建設機械化研究所
試験路面：コンクリート舗装

試験番号	変速段	試験時車両総重量 (kg)	仕様値 (t)	測定値3秒間平均 (t)	機関回転速度 (rpm)	摘要
1	F-1	5,050	2.80	4.5	1,760	タイヤスリップ
2	F-2	5,050	2.80	4.5	1,830	トルクコンバータストール
3	F-3	5,050	2.80	2.85	1,850	〃

208. 小松 GD 37-6 H 形モータグレーダ性能試験

（1） 試験期日 昭和45年2月4日～3月3日

（2） 機械主要諸元

車両総重量：12,100 kg

前輪荷重：3,370 kg（27.8%）

後輪荷重：8,730 kg（72.2%）

全長×全幅×全高：8,065 mm×2,315 mm
×3,055 mm（黄色回転灯頂上まで）

軸距：5,850 mm

タンデムホイール中心距離：1,491 mm

輪距：前輪 1,960 mm 後輪 1,950 mm

最低地上高：約 415 mm（駆動装置下面まで）

走行速度：

	1速	2速	3速	4速	5速	6速
前進 (km/hr)	3.9	5.8	9.9	14.9	21.7	32.7
後進 (km/hr)	6.6	9.9				

登坂能力：24 度

最小旋回半径：10.5 m

傾斜限界角：38 度

機関：NH 220-CI 形ディーゼル機関，4サイクル水冷頭上弁式直列立形直接噴射式

表—208.1 走行抵抗試験成績表

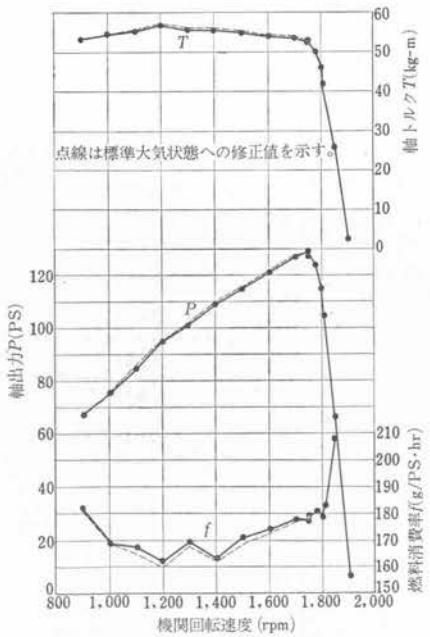
試験車両形式名称：小松 GD 37-6 H 形モータグレーダ
試験車両番号：2591
試験車両総重量：W 12,050 kg（乗員1名含む）
風速：0 m/sec
試験期日：昭和45年2月16日
試験場所：建設機械化研究所
試験路面：コンクリート舗装

走行方向	測定距離 (m)	測定時間 (sec)	けん引速度 m/sec	けん引速度 km/hr	走行抵抗 R(kg)	R/W (%)
東→西	20	15.20	1.32	4.74	315	2.6
西→東	20	14.63	1.37	4.92	315	2.6
東→西	30	11.21	2.68	9.63	360	2.9
西→東	30	11.28	2.66	9.57	350	2.9
東→西	30	7.05	4.26	15.3	370	3.05
西→東	30	6.65	4.51	16.2	380	3.15
東→西	30	5.24	5.73	20.6	385	3.2
西→東	30	5.93	5.06	18.2	375	3.1

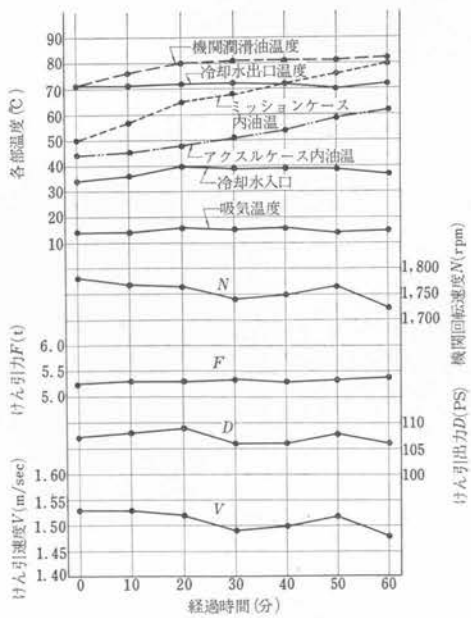
表—208.2 最大けん引力試験成績表

試験車両形式名称：小松 GD 37-6 H 形モータグレーダ
試験車両番号：2591
試験車両重量：11,995 kg
大気圧・気温：748 mmHg・15°C
風向・風速：S・2.5 m/sec
試験期日：昭和45年2月19日
試験場所：建設機械化研究所コンクリート舗装路面
タイヤ空気圧：前輪（左）3.5 kg/cm² 前輪（右）3.5 kg/cm²
後輪タンデム前（左）2.1 kg/cm²
後輪タンデム前（右）2.1 kg/cm²
後輪タンデム後（左）2.1 kg/cm²
後輪タンデム後（右）2.1 kg/cm²

試験番号	変速段	試験時車両総重量 (kg)	仕様値 (t)	測定値3秒間平均 (t)	機関回転速度 (rpm)	摘要
1	F-1	12,060	6.99	10.2	1,100	タイヤスリップ
2	F-2	12,060	4.60	6.45		エンスト
3	F-3	12,060	2.55	3.6		〃



図—208.1 機関性能曲線図



図—208.2 連続けん引試験成績図

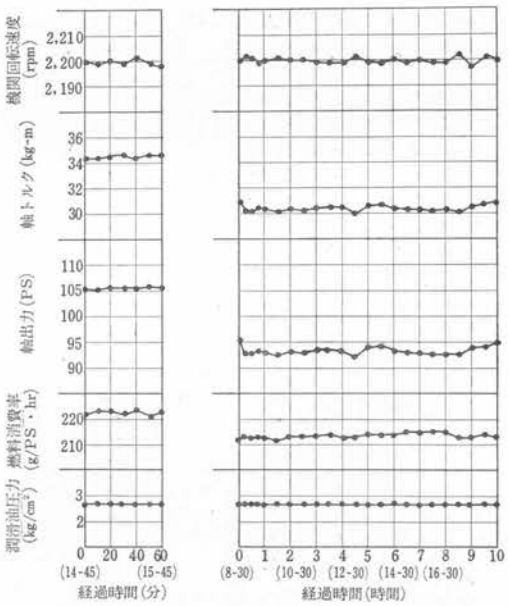
シリンダ数－径×行程：6-130.2 mm×152.4 mm
出　　力：125 PS/1,750 rpm
ブ レ ー ド：二重側刃付箱形 3,710 mm×530 mm ×12 mm
スカリファイヤ：V形2段調節式　11 本
作動伝達方式：油圧式

（3） 試 験 結 果

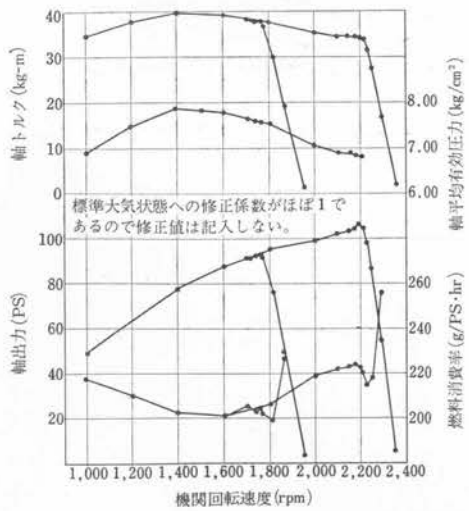
試験は機関，定置，作業装置，走行，けん引の各項目について行なった。その結果を図—**208.1**～図—**208.2**，および 表—**208.1**～表—**208.2** に示す。

209. 日立 K-40 形ディーゼル機関性能試験

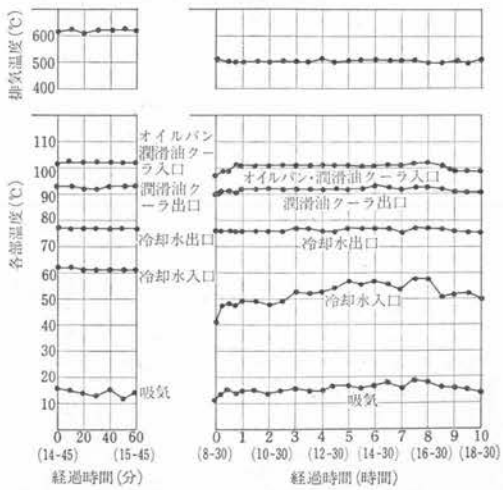
（1） 試 験 期 日　昭和 45 年 3 月 11 日～3 月 14 日
（2） 機関主要諸元
製 造 業 者 名：日立建設機械製造（株）
機 関 形 式：4 サイクル，水冷，頭上弁式，直列立形
シリンダ数－径×行程：4-120 mm×140 mm
総 行 程 容 積：6.33 *l*
定 格 出 力：105 PS/2,200 rpm
最 大 トル ク：39 kg·m（約 1,400 rpm において）
機関乾燥重量：700 kg（ファン，エアクリーナ含む）
（3） 試 験 結 果
試験結果を図—**209.1**～図—**209.3** に示す。



図—209.2　定格負荷および連続負荷試験成績図



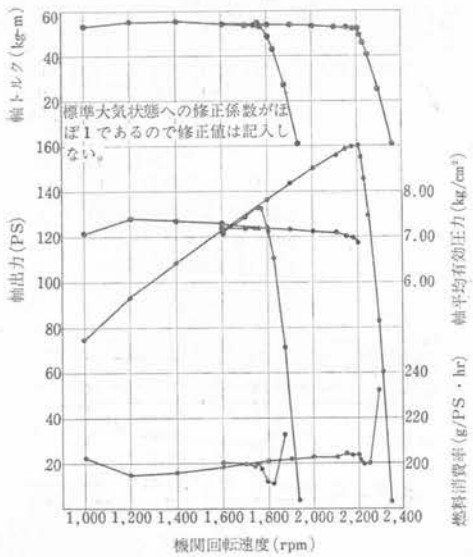
図—209.1　機関性能曲線図



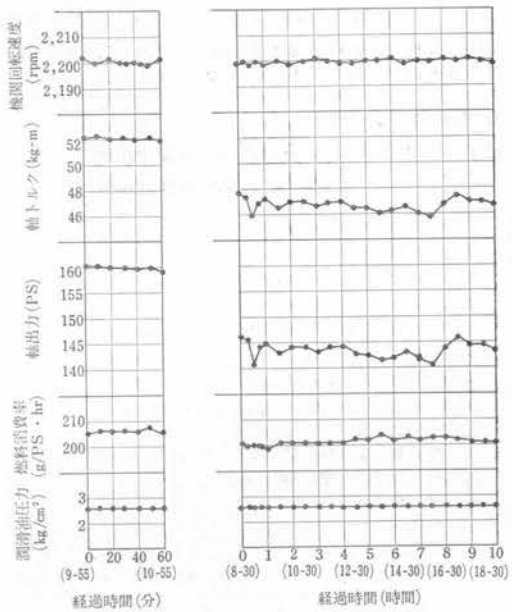
図—209.3　定格負荷および連続負荷試験中の各部温度

210. 日立 K-60 形ディーゼル機関性能試験

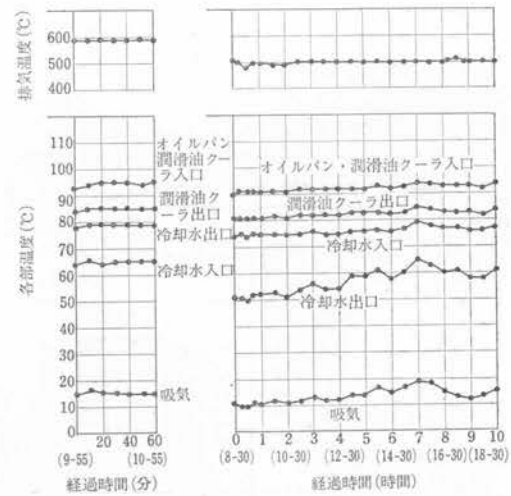
（1） 試験期日 昭和45年3月16日～3月18日
（2） 機関主要諸元
製造業者名：日立建設機械製造（株）
機関形式：4サイクル，水冷，頭上弁式，直列立形
シリンダ数－径×行程：6-120 mm×140 mm
総行程容積：9.5 *l*
定格出力：160 PS/2,200 rpm
最大トルク：55.5 kg·m（約 1,400 rpm において）
機関乾燥重量：970 kg
（3） 試験結果
試験結果を図—**210.1**～図—**210.3** に示す。



図—210.1 機関性能曲線図



図—210.2 定格負荷および連続負荷試験成績図



図—210.3 定格負荷および連続負荷試験中の各部温度 →

211. 川崎 KG 25 形モータグレーダ性能試験

（1） 試験期日 昭和45年4月19日～5月1日
（2） 機械主要諸元
車両総重量：8,400 kg
前輪荷重：2,600 kg（約 31%）
後輪荷重：5,800 kg（約 69%）
全長×全幅×全高：6,955 mm×1,975 mm×2,510 mm（ステアリングホイールまで）

軸　　距：5,100 mm
タンデムホイール中心距離：1,200 mm
輪　　距：前輪 1,700 mm 後輪 1,700 mm
最低地上高：240 mm（後車軸）
走行速度：

	低1速	低2速	低3速	高1速	高2速	高3速
前進 (km/hr)	2.8	8.8	16.5	5.9	18.5	34.8
後進 (km/hr)	2.9	9.2	17.2	6.1	19.3	36.2

登能坂力：約 25 度
最小回転半径：車体標準時 9,300 mm
　　車体最大屈折時 5,900 mm
傾斜限界角：約 35 度

機　　関：日野 DM 100 形　4サイクル水冷頭上弁式直列予燃焼式
シリンダ数－径×行程：6–90 mm×113 mm
定格出力：73 PS/2,400 rpm
ブレード：断面円弦形　側刃付
　　3,100 mm×445 mm×12 mm
スカリファイヤ：平形　2段調節式　8本
作動伝達方式：油圧式

（3）試験結果

試験は機関，定置，作業装置，走行，けん引の各項目について行なった。その結果を図—211.1～図—211.2，および 表—211.1～表—211.2 に示す。

表—211.1　走行抵抗試験成績表

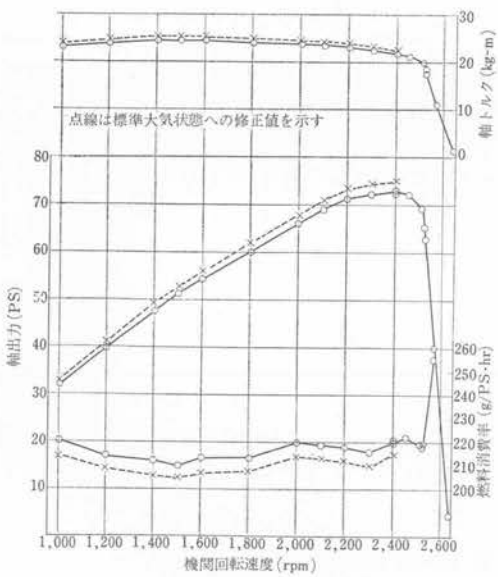
試験車両形式名称：川崎 KG 25 形モータグレーダ
試験車両番号：KG 25-0001
試験車両総重量：W 8,460 kg（乗員1名含む）
風向・風速：S・3.5 m/sec
試験期日：昭和 45 年5月1日
試験場所：建設機械化研究所
試験路面：コンクリート舗装

走行方向	測定距離 (m)	所要時間 (sec)	けん引速度 m/sec	けん引速度 km/hr	走行抵抗 R(kg)	R/W (%)
東→西	20	14.0	1.43	5.1	170	2.0
西→東	20	14.0	1.43	5.1	170	2.0
東→西	50	14.6	3.42	12.3	190	2.2
西→東	50	14.6	3.42	12.3	190	2.2
東→西	50	9.0	5.56	20.0	200	2.4
西→東	50	9.2	5.43	19.6	200	2.4

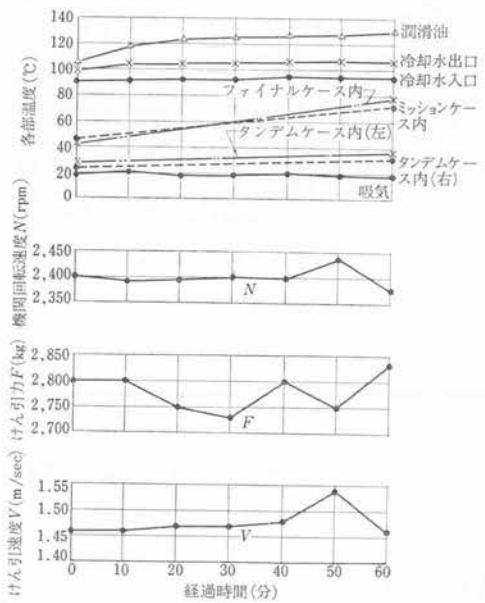
表—211.2　最大けん引力試験成績表

試験車両形式名称：川崎 KG 25 形モータグレーダ
試験車両番号：KG 25-0001
試験車両重量：8,460 kg（乗員1名含む）
大気圧・気温：749.5 mmHg・19.7°C
風向・風速：S・3.5 m/sec
試験期日：昭和 45 年5月1日
試験場所：建設機械化研究所
試験路面：コンクリート舗装
タイヤ空気圧：前輪（左）3.0 kg/cm² 前輪（右）3.0 kg/cm²
　　後輪前左 3.0 kg/cm² 後輪前右 3.0 kg/cm²
　　後輪後左 3.0 kg/cm² 後輪後右 3.0 kg/cm²

試験番号	変速段	試験時車両総重量 (kg)	最大けん引力（t） 仕様値	最大けん引力（t） 測定値	機関回転速度 (rpm)	摘要
1	F-1	8,460	4.70	5.99	2,274	スリップ
2	F-2	8,460	3.06	3.50	エンスト	
3	F-3	8,460	1.98	2.40	エンスト	



図—211.1　機関性能曲線図



図—211.2　連続けん引試験成績図

文献調査

モータグレーダの騒音防止

調査部会　文献調査委員会

1. はじめに

技術の進歩に伴い機械はいやおうなく重装備化して騒音レベルは全般に高くなっている。したがって，機械騒音防止対策は不可避となってくる。公共の保護のためにも，機械のそばで働く人達のためにもそうである。

以下，O & K 社の G8 形および G16 形モータグレーダの防音設計について述べる。これは外部騒音と運転室内騒音の防止を目的としている。2次側について特にエンジンルームを密閉し，コスト的に引合う構造をとり入れたが，1次側については対策がなされていない。これらの研究成果は G8 形と G16 形の標準仕様として取り入れてある。この騒音防止対策はノルトライン・ヴェストファーレン州労働社会局の協力により実施された。

2. 法的規定

この問題にかかわる法規により建設機械騒音防止対策は一段ときびしく求められることになった。特に重要なのは次の2点である。すなわち，1965 年9月9日制定のドイツ連邦共和国建設騒音防止法と 1962 年4月 30 日制定のノルトライン・ヴェストファーレン州騒音煤煙防止法とである。

建設騒音防止法第2項によれば，

「公共に危険，著しい不利益もしくは著しい迷惑を及ぼさないよう保護するために必要なかぎり，技術的に避けうる建設機械の騒音を防止し，建設現場からの不可避な騒音を最少限に止める予防手段を講ずる」

よう留意せねばならない。

この法律の第4項によれば，各州は建設機械の使用を地域的に制限することができる。さらに各州は強力な保護を必要とする区域のために，

「該当地域での使用を禁止された機械の使用は許されず，また機械類の運転に際しては一定の要求を満足せねばならない。」

という規定を定めることができる。

ノルトライン・ヴェストファーレン州は法で認められたこの可能性のわく内で騒音，煤煙等防止法 (Imsch G) に基づき，同法を実施するために第4条令（建設機械の騒音防止）を発令した。この条令の第2項は内燃機関によって駆動される建設機械は，

「事業場および官庁建造物（これらの施設が工業，産業地帯または外国領域にない限り），病院，養老院，教会，学校およびこれに類する設備，公園およびこれに類する保養施設」

から 150 m 以上離れていないところでは，内燃機関が効果的な排気消音装置を備えていない場合には運転してはならない旨を定めている。

上記の場所から 80 m 以下の距離で運転される建設機械に対しては，これ以上の要求が課せられる。保護要求の高いそのような地域での機械の運転は，ある一定の内燃機関運転状態において，外部騒音レベルが所定の測定方法で求めた値で 75 dB(A) を越えない場合のみ許可される。

3. 技術的概要

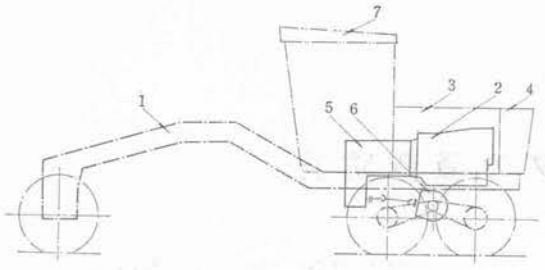
G8 形および G16 形モータグレーダの設計にあたり，運転技術上の問題や音響および構造上の問題の相互調和をはかった。仕様の概要を以下に示す。

	G8 形	G16 形
運転整備重量	8.2 t	15 t
原動機	空冷ディーゼル機関	
気筒数	直列6気筒	V形8気筒
出力	88 PS/2,300 rpm	165 PS/2,000 rpm
動力伝達方式	トルクコンバータおよび副変速機	
移動速度	40 km/hr 以上	
後車軸構造	複軸タンデム駆動	
主ブレード幅	3,210 mm	3,780 mm
作業操作方式	油圧式	

フレーム，エンジン，変速機，車軸，運転室，エンジン室などは図—1のように配置されている。防音対策を施すには構造要素の合理的な空間配置を考慮せねばならなかった。

4. 音響測定方法

空気振動測定による研究の過程で常に測定の有効性をチェックし，このために高感度音響レベル測定器や磁気



①フレーム　②エンジン　③エンジン囲い　④クランクバッテリ
⑤ギヤボックス　⑥タンデム軸　⑦運転席
図—1　G8 形および G16 形モータグレーダ概要図

テープレコーダ，3 度音程分析器やレベル記録計からなる一連の計器を用いた。

測定値は空気振動圧実効値のレベルであった。評価音圧レベル L_A は dB(A) 値で直接測定計器から読み取った。3 度音程レベル分析による比較が時間と場所に関係なくいつでもできるように騒音をテープに録音した。外部騒音の測定記録は，全部マイクの高さを 1.2 m にしてグレーダの外周（ブレード部分を除く車体輪郭）から 7 m 離れた地点のいろいろの場所で行なった。これらの測定点は均等な間隔に配置した。1 回の測定に標準測定点として 8 個所を選んだ。外部騒音量の基礎単位はおのおの 8 点で測定した L_A の算術平均値であり，これを L_A 平均と呼ぶ。

外部騒音の測定は自由空間で行なった。排気音は非常に有効な消音器によってほとんど完全に近く消音された。運転室内では運転者の頭の高さで測定した。

5. 運転状態

明確に容易に再現できる騒音特性運転状態としてすべての測定について次のように運転状態を単純化し，厳守した。すなわち，機関回転数は定格回転数の 100% とし，無負荷，変速機レバーは中立，入力側歯車はかみ合わせておく。

6. 可能な 2 次的騒音対策

機関騒音の減少は音響封入や吸音材内張りの通路への冷却空気の導入など，あるいはわずかではあるが機関の弾性支持によって達せられる。これ以上の対策は排気ガスの干渉騒音に左右される。その応用例は，

① 一体構造の機関室。G 16 形では底部が開く。
② 鉱物繊維製吸音材の内張りを施す。
③ 冷却空気導入の吸音通路をもうける。導入口は発泡ポリウレタン吸音材で内張りする。
④ 排気マフラは特殊形状の集合マフラを用いる。

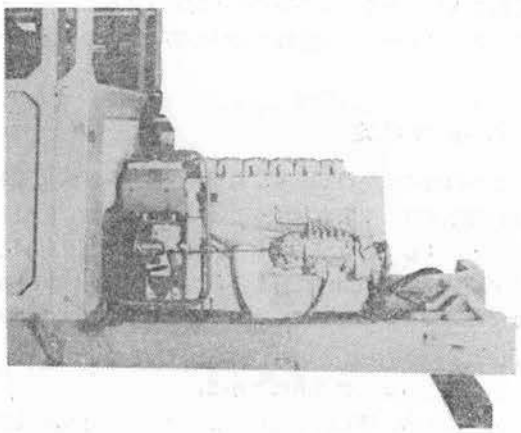
消音効果のある機関の弾性支持は必ずしも容易ではない。今回の場合は機関支持部の特殊構造のために機関と弾性支持部間にかなり低周波の振動系が必要となってくるであろうと考えられた。このために必要なスペースはとれないのでその方法は断念した。また吸気口の騒音レベルは一般レベルよりも十分に下回っていたので燃焼空気系の特殊吸音装置も省略した。

7. G 8 形グレーダによるモデル実験の例

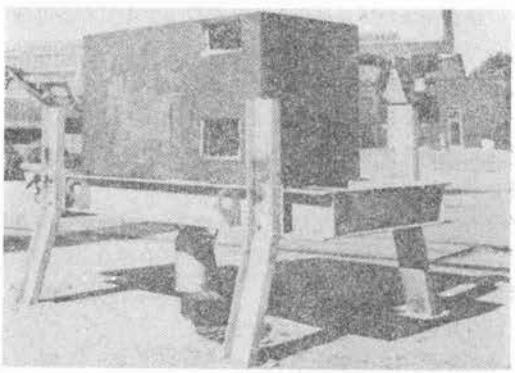
グレーダ自体の騒音対策を行なうまえに特別に用意したフレームに取付けたエンジンで実験を行なった。これらの実験では予備段階として「手作り」の簡単な機関室を準備した。この実験は機関室モデルの音響実験と排気管集合マフラの音響実験と流体技術的実験ならびに機関支持部の調査を包括している。写真—1 は G 8 形グレーダのシャシに機関を取付けたところを示す。このような取付状況に注意しながらモデル実験は行なわれた。

最も困難な問題は，冷却空気導入口の騒音を十分に低下した状態でなお十分必要な流れを確保することであった。このために吸音材で内張りした空気導入箱が設計された。この箱に導入される空気量は機関の吸気口で合流する二つの分岐流になる。モデル実験ではその空気導入箱のいろいろな形状で流体の測定を行なった。この結果はグレーダの構造に適当な形状を見出すのに役立った（写真—3 参照）。

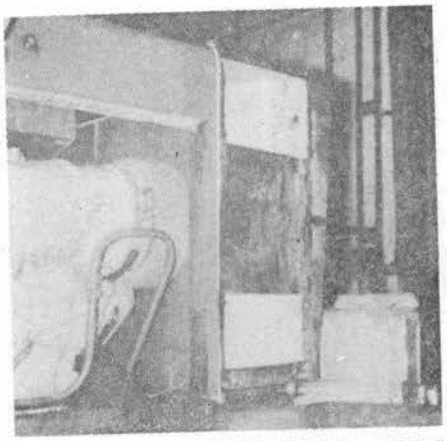
同様にして冷却空気排気通路も開発された。写真—4



写真—1　G8 形モータグレーダのエンジン



写真—2　エンジン囲いのモデル箱

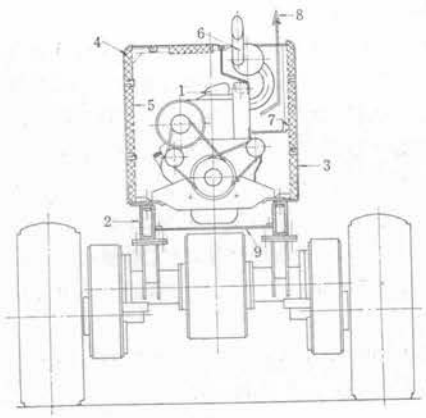


写真—3 発泡ポリウレタン吸音材で内張りされた空気導入箱

はこの通路をモデル箱とともに示している。機関後部に排出される空気は通路で直角上方に向きが変えられる。シリンダやシリンダヘッドから出る騒音は吸音材の内張りによって弱められた。モデル実験で見出された形態上，あるべき主要寸法は最終的な機関室の設計に適用された。これを 図—2 に示す。その断面図は車体フレーム，エンジンおよび冷却空気の排気通路とともに室の全体を示している。取扱作業上，必要な室内の空間は十分考慮された。

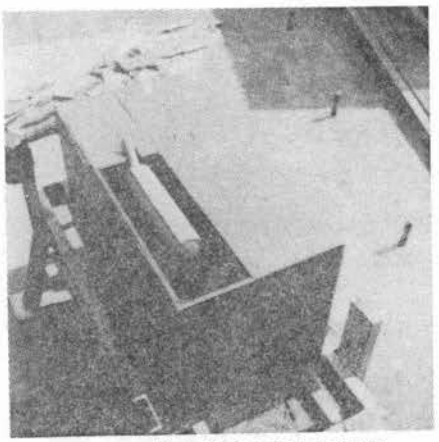
室内側面部は外へ開き得る形とし，排気集合マフラは湾曲した長い管でエンジンに取付けられている（写真—5 参照）。

マフラ本体はそれらの湾曲したパイプで支えられ，出口の方向に向かって拡がっている冷却空気排出開口部にちょうどうまくはまるようにしてある。排気消音をさらに効果的にするため，試みに吸収マフラをあとから取付けた（写真—6 参照）。このマフラはあとで集合マフラの消音能力を向上することができたので結局省略することができた。

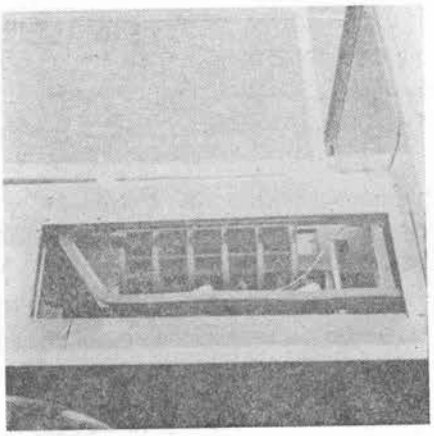


①エンジン ②フレーム ③鋼板の外囲い ④鉱物性の吸音物質 ⑤穴のあいた囲い板 ⑥排気マフラ ⑦ケースと排気部との弾性シール ⑧冷却空気排出口 ⑨ケースの底

図—2 G8 形モータグレーダの減音エンジンケース部分図



写真—4 冷却空気排気通路とモデル箱

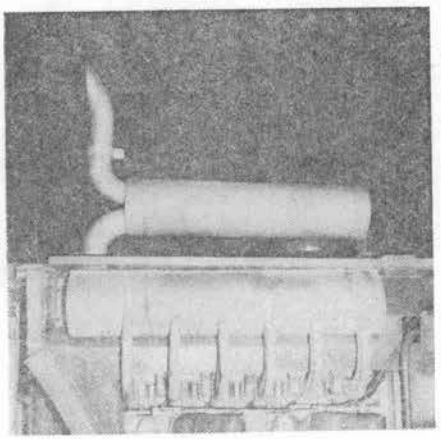


写真—5 G8 形モータグレーダの外開き箱

8. 一体構造の機関室

これによる防音能力には限度がある。下げ得るレベルの幅は既述の例のように屋外の自由空間での実用が問題になるような場合，使用した吸音材料の吸音係数よりはずっと低い。

吸音材料による内張りは鋼板製の壁面が音響伝播に対



写真—6 吸収マフラの取付

してもっている固有の抵抗を本質的には高めないが，限られた大きさの音響に対しては確かに有効である。

9. G8 形モータグレーダについての防音対策の成果

外部騒音の測定結果を次に示す。

1.1　被覆なしのエンジン音
L_A 平均＝84 dB(A)

1.2　外部を覆ったエンジン音
L_A 平均＝74 dB(A)

2.1　被覆なしのエンジンを取付けたグレーダ　L_A 平均＝85 dB(A)

2.2　外部を覆ったエンジンを取付けたグレーダ　L_A 平均＝74.7 dB(A)

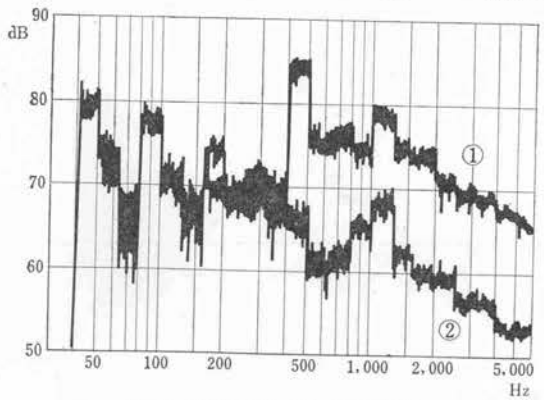
対策を講じた結果は完成後（**写真—7** 参照）ではモデル実験の結果とよく一致し，10 dB だけ騒音レベルを引下げ得た。防音箱に入れた場合と入れない場合での 3 度音程レベル分析の比較によれば，高周波領域でかなりの騒音の減少がみとめられる（**図—3** 参照）。

完成機とモデル実験との結果が同一であるという事実はモデル実験から再現性のある値が求められることを示す。このような実験の結果を用いれば，実際に現物に取付けた場合，期待し得る効果についてかなり正確な予測が可能である。

10. G16 形モータグレーダについての防音対策の成果

これの機関室は底部が開放されているにもかかわらず，外部音のレベルは 8 dB (A) も下がっていた。L_A 平均は 78 dB(A) である。

一部が開放されている構造をとる場合，騒音レベル低下の程度は吸音内張り材の厚さに関係することがわかった。試験的にこの厚さを減らしたところ，レベル低減の



図—3　サイクルとデシベルの関係
（①ケースなし，②ケースあり）

写真—7　減音ケースを付けた完成機

程度が減少した。

11. 運　転　室

運転室は簡単で丈夫な構造にするためフレームに固定した。弾性支持は行なわなかったので剛体振動を避けうる可能性はなくなったが，空気振動を克服する種々の方法で内部騒音を減少することができた。

エンジンを囲うだけでも G8 形の室内騒音レベルは 10 dB 緩和された。内張りの空気振動遮断性能の改良，防振および空気振動減衰方法はさらに 8 dB の室内騒音レベルの減少をもたらした。

したがって室内騒音は 18 dB という驚異的な値で小さくすることができた。これにより運転者の居住性は本質的に改善された。

12. ま　と　め

グレーダの外騒音，運転室内騒音の防音対策はモデル実験による予備調査の後，実地応用でためされた。その結果，外騒音は著しく減少し，同じく運転室内騒音はかなり低くなった。

モデル実験での予備調査は二つの点で有意義であることがわった。モデル実験は応用対策について迅速かつ定量的に十分確実な予測を可能にした。防音箱に封入する内燃機関の支持についての問題も迅速に解決できた。O & K 製のグレーダはノルトライン・ヴェストファーレン州の規定に合致している。有効測定値は許容値以下にある。メーカはこの規定を満足する機械に「ミニフォン」の名を付けている。　　（委員：小山富士夫）

"Geräuschminderung bei O & K-Gradern"
Baumaschine und Bautechnik
Heft 12 Dezember 1969–16. Jahrgang

文献調査

連続鉄筋コンクリート舗装工事の プレハブ鉄筋とはめ込みチェアの使用による省力化

調査部会　文献調査委員会

インデアナ州の舗装工事において，連続的に鉄筋を敷設して現場労力を半分またはそれ以下に合理化した。ミシガン州 Grosse Pointe Woods の Denton 建設会社は，昨年の夏，インデアナ州 Evansille の国道 460 号でこの好成績を達成した。この工事はスリップフォームによって1日当り 1,200～1,650 m の割で舗装した。インデアナ州のスリップフォームの示方書によればチェアの上に鉄筋を敷設せねばならないとなっている。そこでその工事に先立って，Denton 社の技術者はプレハブの鉄筋マット（幅 3.6 m×長さ 9.0 m）を使用することに決定した。

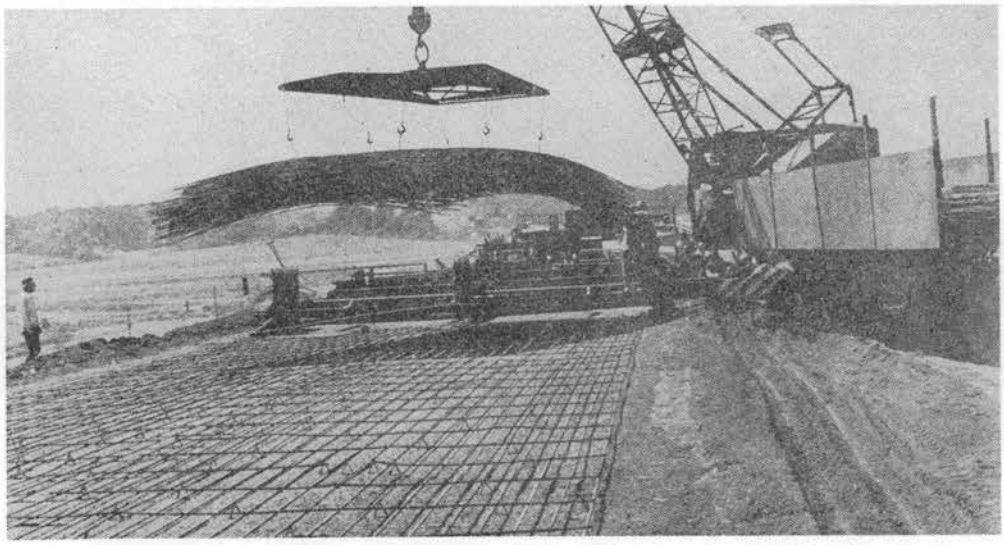
この工事の段取りは次のように行なった。

（1） 180 m×7.2 m の舗装に要する鉄筋マットをトレーラからトラッククレーンを使用して運搬車へ積替える。その鉄筋マットはつり下げ時の傾きや鉄筋の急激な曲げを避けるため6個のフックをもつ特殊つり上げ装置を使用し，数枚を積重ねてつり下げる。鉄筋マットは半幅であるので運搬車からうまく引出せるような位置に2列に並べて積重ねる。その運搬車は Heltzel 社製のものにクローラ装置を付け，プラットフォームを長くするなど改造したもので，原動機はディーゼルエンジンを使用した。

（2） 鉄筋マットを運搬車に積重ねた後，特殊な 7.2 m 幅をもつシュートに Texas 形チェアが積込まれ，運搬車上のマットの山の後部に置かれる。

（3） マット運搬車を先頭に舗装機械の列が移動しながら 10 人の労務者がその重い鉄筋マットを引き降ろす。そのため鉄筋マットは半幅員になっている。マットは引き降ろされながら路盤の近くまでくると，労務者によって所定位置にチェアをはめ込まれ，さらに引き降ろされながら正しい位置に据付けられる。マットをプレハブにする特色は つなぎ部分を 3.6 m の横幅全体にわたってV形にくい違わせるようにした縦鉄筋の位置のとり方にある。このラップをくい違わせることは州の示方書で定められている。この作業が止まるのは運搬車が 180 m 進んだときのみであり，そのとき鉄筋工はスタートの位置に戻り，一度にすべてのラップを結束する。この段取りによるインデアナの工事は標準の鉄筋舗装工事より省力化することができた。　　（委員：杉山　篤）

"Prefab mats and clamp-on chairs saved labor on CRC paving job"
Roads & Streets, May 1970



3.6 m×9.0 m のプレハブ式鉄筋マットを特殊つり上げ装置を使用してトレーラから運搬車へ積替えている。

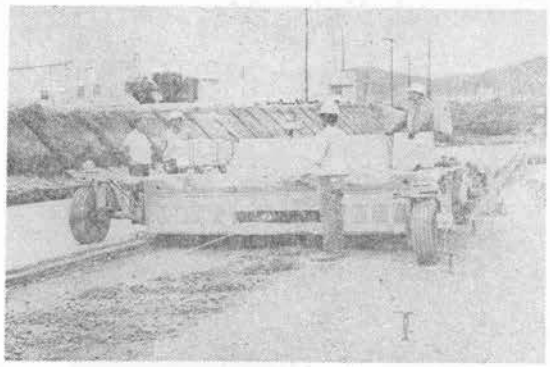
文献調査

軽量スリップフォーマ

調査部会　文献調査委員会

ロサンゼルス市内のサンタ・フェ・スプリングスのストレッカ建設会社が舗装を請負った区間は，同市郊外のラ・プエンテにあるアズサ・アベニューの6車線，1/2 mile の区間であった。こうした密集地帯における中規模のコンクリート舗装工事には小形舗装機械が請負者にとって有利である。この中心となる機械はウィンチで自身を前方に引張る単道用スリップフォーマであり，2台の自力推進式パイプスクリードがこれを補助している。パイプスクリードは場所が制限されているためスリップフォーマが作業できない個所やテーパ付ヘッダが舗装の出入口で必要とされる場所に使用される。工事の際，道路は中央部が舗装される間，現道を通れるように短い区間に分割されていた。さらに舗装部分を横切って車両が通過できるように，また鉄道直下の地下道の2ブロック分の土の取り除きが可能なようにされていた。

サウスダコタ州ヒューロン市のヒューロン製作会社によるスリップフォーマは4個のゴムタイヤ式で，その上に電気油圧式のアウトリガを持つものである。施工幅や車輪の方向は調節可能である。車輪に対して本体の主フレームは持ち上がり，また両側で施工面の高さの調節が可能である。一方の側の車輪を舗装上に乗せ，他方をスリップフォーマに不均衡を与えることなく地面上に乗せることができる。スリップフォーマは張られた線に接触する3個のセンサ（うち2個は線上に，他の1個は地面に対して取付けられる）によって方向が定められる。機械が前方に移動するには 3.6 m の舗装部分を中心に横方向に 5.4 m 必要である。地下道の掘削物が道路の外側を埋めるとヘッダが舗装端を決定する。そして 4.2 m 幅のスクリードが使用され，縁の部分は後に舗装される。



自力推進式のスリップフォーマの全景（ウィンチはフィードボックスの下部にセットされ，ケーブルは ミックストラック がその上を走ることのできるように 地面よりわずか上に張られる。車体の右下にはセンサが見られる）

機械を前方に引張るのに用いられる油圧式ウィンチは 13 mm 径で，コンクリート用フィードボックス の下の底部中央に設けられ，地面のわずか上を渡される。ケーブルは排土板を硬い路面等に押し入れた農業用トラクタに鎖を介してアンカーされ，トラクタはまた CTB 締固めに使用されるタイヤローラに結ばれる。舗装工事進行中，通行はケーブルを横切って行なわれる。スリップフォーマには2人の運転者が乗り，1人は操作台に乗り，他はフィードボックス上にいてミキサからきたコンクリートを分散させる。ミックストラックはケーブルをまたがって機械まで下がる。50 mm のスランプのコンクリートが入るとミックストラックのホースを用いてシュートを落ちるように水が加えられる。適度にスリップフォームするためには 13～50 mm のスランプが必要である。フィードボックスから送り込まれた コンクリートは 95 cm/min 以上でシックスバイブレータの所に 落 と され る。振動が加えられる間，1.8 m の上部整形板と 2.4 m の側面整形板により表面が整えられる。機械は5分以内で 20 cm 厚，7.2 m 幅のスラブを施工することができる。スリップフォーマには 6 m 以上のシートを敷く鉄製フロートが斜めに取付けられ，3人の作業員が手操作を行ない，舗装を完成させる。舗装が終了すると機械はトレーラトラックで他の場所へ移動される。

自力推進式スクリードはカリフォルニア州アルハンブラのクレーリ製作会社で製作された。スクリードには両側の舗装上に乗せられ，その間のコンクリートを敷きならす一つのヘッダがある。スクリードは舗装面を前後進し，最初にコンクリートが入れられ，次に振動が与えられる。満足な仕上げには3回の通過が必要である。

（委員：水野正憲）

"Lightweight Slipformer Shows Its Stuff on 12 ft Lanes for Medium-Size Job"
Construction Methods & Equipment, June 1970

文献調査

新しい舗装機械の得失

調査部会　文献調査委員会

ミズリー州カンサス市において2月9日から 11 日まで「アスファルト舗装における新しい機械の効果」のシンポジュウムで新しい舗装機械の得失について討論された。プラントの自動化，サージビン，加熱合材貯蔵庫，広幅アスファルトスプレヤ，厚層用締固め機械の分科会に分かれて合材の特性，設計，性能，そしてアスファルトについて討論され，マンスフィールド・アスファルト舗装会社の Richard Stander Jr. が司会した。

プラントの自動化

自動計量装置が 1955 年に開発され，1960 年ミシガン州で仕様化されてから混合の自動インターロックや時間調整装置が長い間使用されてきた。これによって手動バッチャプラントでオペレータの操作に代わって自動制御で行なうようになり，操作が非常に正確になった。

ニューヨーク州では自動計量と記録を仕様書で規定しているが，その過去6年間の実績によると，製品の不合格割合が非常に少なくなり，かつ機械の故障が減少したのでアスファルト成分試験の回数が減少し，プラント検査員が他の業務につくことができ，合理化することができた。

自動化したある会社の 20 基のイニシャルコストは平均1基当り 900 万円で，さらに排出ゲートを操作するために電子装置，大形空気バルブと大形コンプレッサを加える必要がある。その装置の年間の維持費は平均1基当り 18 万円で，合材 1 t 当り 36～72 円程度であった。

記　　録

個々の材料の重量が数値的に記録紙にまたはグラフにどちらにも記入でき，オペレータが正しいバッチ選択ボタンを押したかどうかも表示される。また管理者は記録計を見ることによりプラントの運転状態がわかる利点がある一方，不利益な点は，記録計が狂うと大きな損失をまねき，またオペレータが遠隔操作室で操作するため，トラックと材料がよく見えないので好ましくない材料が入ってきた場合，操作が不確実になる。

加熱合材貯蔵庫

合材の最長貯蔵時間は，開放非加熱形貯蔵庫と，加熱し，空気をしゃ断し，不活性ガスを入れた貯蔵庫までその形式によって変化する。しかしながら長時間貯蔵すると，貯蔵庫の形式にかかわらずアスファルトは硬化するが，シリコン処理することによって3倍まで貯蔵時間を延長できる。

加熱合材の貯蔵の利点は次のようである。

すなわち，貯蔵庫は生産の波を平滑化し，材料の均一性が保て，トラック回転率を高め，特殊な需要者に対しても連続的に供給することができる。貯蔵庫がある場合とない場合の生産コストを比較すると，たとえば貯蔵庫から 13.5 m^3 の合材を積込む場合と パグミル から 2.7 m^3 の 5 バッチを積込む場合と比較すると，積込時間で3分，生産コストでトン当り 290 円節約できる。加熱合材貯蔵庫に用いる不活性ガスは加熱に使用した排気ガスが利用できる。

舗装機械

異なる1車線と2車線舗装に使用される種々のコントロールシステムについて論じられた。

仕様書の内容を拡げることにより請負者は工事条件にあう適切な工法と機械の選定がより容易になった。両側の路肩と走行車線を継目なしで同時に舗装する3台の1車線用 舗装機械が オハイオ州の 再舗装工事に 使用された。

1台はブレードアタッチメントをもち，内側の路肩と追越車線を，もう1台の機械は走行車線を，3台目は外側の路肩を舗設した。固定式スクリード舗装機械は遷青基礎舗装の場合広く用いられるが，平滑な表面を要する上層舗装にはフローティングスクリードを必要とする。

締固め機械

この分野における 最近の進歩は 限られている。この 10 年間での アスファルト締固めにおける 最大の進歩は アスファルト合材の厚層舗装が薄層舗装と同じぐらい容易に締固めることができることがわかったことである。

アスファルト用に特別に設計された振動ローラは締固め機械の中で最も新しいものである。スウェーデン製の CC 40 形 10 t タンデム形振動ローラ（直径 120 cm×幅 142 cm）の試験結果が好成績であったことが報告された。厚層アスファルト（締固め厚さが 10 cm または

それ以上）の締固めについて次のように論じられた。

すなわち，在来の締固め手順は厚層舗装の場合，ときには逆にしなければならない。転圧は縁から出発すべきではなく，縁より 30～40 cm 程度離すべきである。厚層転圧でタイヤローラを使用するためにはタイヤは少なくとも 23 cm または 28 cm×51 cm を使用し，締固め用最適空気圧は 5 kg/cm²（常温）であるが，合材の状態とローラ重量によって空気圧を変化させるべきである。

厚層舗装は下層のみに使用し，平滑な舗装を得るために表層には普通の厚さを用いるべきである。振動ローラの1回の転圧で示方書密度を達成することはいまだ実施段階ではない。出席者の多くが振動ローラについて異なる経験をしており，示方書以上の高密度を得た人や普通の機械を使用した場合より低密度しか得られなかった人もあった。（委員：杉山　篤）

"at AAPT meeting :
Pros and Cons of Newpaving equipment"
Roads & Streets, May 1970

支部だより

優良建設機械運転員を表彰

中国四国支部

建設工事の増大に伴い，機械化施工における有能なオペレータ不足は省力化の要請とともに近年ますます深刻な課題となっているが，このたび当支部では会員業界からの要望もあり，オペレータ優遇対策の一環として，当支部第1回目の優良建設機械運転員の表彰式を去る6月19日の第19回支部定時総会に引続いて新広島ホテル（広島市中島町 1-4）において挙行した。

今回の推薦基準は以前より行なっている北海道支部のものを参考として，会員会社より1社1名とし，同一会社に満5年以上勤続し，オペレータ要員として職務成績，技術ともに優秀で，他の模範とするに足る者を各社の代表者に推薦依頼した結果，22社より推薦があり，理事会等で慎重に選考の結果19名を表彰することに決めた。

選考過程で気付いた点は，表彰資格の一つとして建設機械施工技術検定に合格した者を最優先することにしていたが，意外にこの有資格者は少なく（約半数），建設工事に従事している者は今後施工技術の向上と，運転技術者の地位向上のためにも卒先して建設機械施工技術士を取得されることを望むものである。

表彰式は菅副支部長より一人一人に表彰状に記念品を添えて贈られ，お祝いのあいさつがあって終了した。

なお，当表彰式はオペレータの意欲高揚にも非常に有意義であるので，当支部では今後も引続き行なう予定である。

今回表彰された優良運転員は次のとおりである。青木四郎（大成建設 広島支店），秋本晴雄（大成建設高松支店），大館順次（西松建設中国支店），小笠原静夫（熊谷組 四国 支店），片山 賢一（姫野組），加藤秋三（日本舗道高松 支店），加納裕雄（日本舗道広島支店），加納　豊（前田道路広島支店），清水利夫（中外企業），杉田俊明（竹中工務店広島支店），田中　歩（五洋建設），戸川多亀治（大本組），福山昇（清水建設四国支店），細川　清（安達組），松浦敏（亀井組），松岡安彦（竹内建設），御堂河内節生（中国四国建設機械運営協会），山本久光（中外機工），渡辺　繁（鯉機会）

ニュース

1. 機械式トラッククレーン "MC-8150"

石川島コーリング（株）では 150 t づり機械式トラッククレーンを8月より発売した。

本機は，大形プロジェクトの需要に対応するため米国コーリング社よりの輸入機で，国内最大の機械式トラッククレーンであり，次のような特徴がある。

① ブームに角管を使用しているので軽く頑丈であり，各作業における適応性が広い。

② 10×4 キャリヤで1輪当りの接地圧が低く，旋回は油圧により無段変速で，シェアボールの採用により，滑らかで確実である。

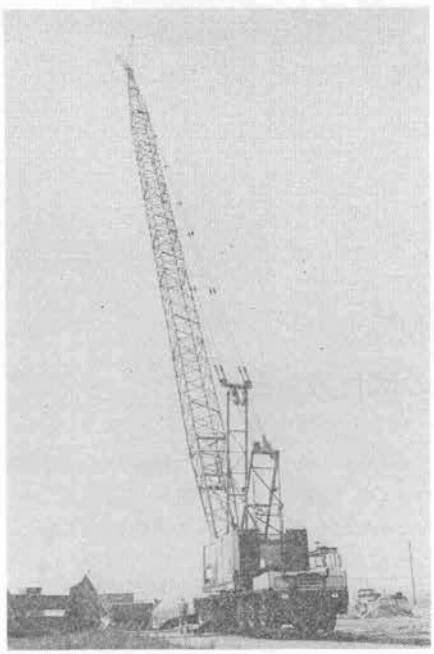
③ バーチパワセットアウトリガはたて方向の動きが可能なため，凹凸地や障害物のある場合も容易にセットできる。

④ 十分なスペースと広い視野，ルームクーラ付，作業員と同時通話できるトランシーバ付，リクライニングシートなど，操作性および居住性がよい。

なお，本機のおもな仕様を **表—1** に示す。

表—1 MC-8150 主要仕様

つり上げ能力	150 t×3.6 m	最高走行速度	61.2 km/hr
最大ブーム長さ	85.3 m+15.2 m	最小回転半径	20.1 m
総揚程	95.0 m	登坂能力	25 度
重量	96 t	機関出力	走行用 335 PS
全長×全幅×全高	12.0×3.3×4.0 m		作業用 246 PS



写真—1 機械式トラッククレーン "MC-8150"

2. 大形ブルドーザ "D 150 A" "D 155 A"

（株）小松製作所では 32 t 大形ブルドーザを9月より発売した。

本機は，近年ますます増大している大形土木工事に対処するため，従来の D 120 A（ダイレクト式）および D 125 A（トルクフロー式）の代替機として発売されたもので，次のような特徴がある。

① このクラス最大の定格出力 300 PS 機関を搭載し，トルクライズが大きく，ねばり強さが増大した。

② ステアリングクラッチ，ブレーキに2レバー2ペダル方式および湿式を採用したので，レバーだけの操作が可能となり，クラッチ，ブレーキの耐久性が増大した。

③ 終減速歯車ベアリング，スプロケットシャフトを強化し，スプロケットにセグメント形式を使用したので重作業に耐えられ，保守点検が容易になった。

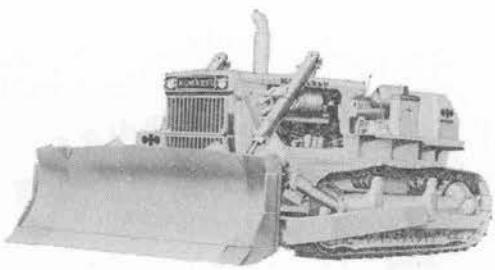
④ 接地長さを長くし，重心位置の適正化により作業時の安定性がよくなり，減速ペダルを採用したのでダイレクト式は変速操作が容易となり，トルクフロー式は負荷変動に対する安全性が大きくなった。

⑤ ブレード容量，ブレード上昇・下降量が大きく，クイックドロップバルブを採用したので下降速度が速く，ブレード操作レバーをモノレバー化したのでブレードの上下，チルト操作を1本の操作レバーでできる。

D 150 A および D 155 A のおもな仕様を **表—2** に示す。

表—2 D 150 A および D 155 A 主要仕様

全装備重量	31,760 kg	走行速度	D 150 A（ダイレクト式）
機関出力	300 PS	前進（6段）	2.5～12.9 km/hr
最大けん引力	ダイレクト式 34,500 kg	後進（4段）	3.6～10.6 km/hr
	トルクフロー式 35,000 kg		D 155 A（トルクフロー式）
		前進（3段）	3.6～11.4 km/hr
登坂能力	30 度	後進（3段）	4.3～13.2 km/hr
履帯幅×接地長	560×3,160 mm	全長×全幅×全高	6,710×4,065×3,440 mm
履帯中心距離	2,140 mm		

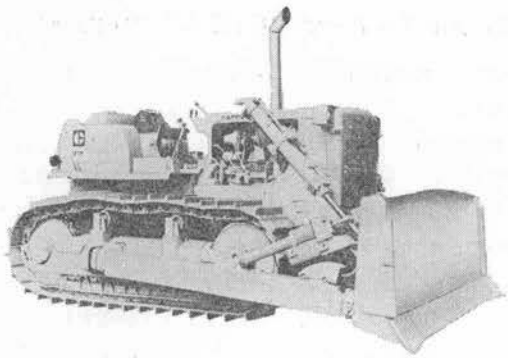


写真—2 大形ブルドーザ "D 150 A"

3. 大形ブルドーザ "D 7 F"

キャタピラー三菱（株）では全装備重量 20 t の大形ブルドーザを9月より発売した。

本機は，CATERPILLAR 社従来の D 7 E を大幅に



写真—3　大形ブルドーザ“D 7 F”

モデルチェンジし，国産化したものである。

本機のおもな特徴は次のとおりである。

① CAT D 333 C 6 気筒ディーゼル機関を搭載したので機関本体のバランスが安定し，振動が少なく，耐久性も向上した。

② トルクライズが 20% から 24% へと大きくなったのでねばり強さが増大し，マフラを改良したので機関騒音が減少した。

③ 従来のシューより 33% も重い強力シューの採用，トラックローラフレームの強化，リンク高さの増大など，足回り全体に改良を加えた。

④ ストレートドーザ，Uドーザ，リップドーザにスライディングセンターボール機構を採用したので排土装置の耐久性が大幅に向上した。

本機のおもな仕様を 表—3 に示す。

表—3　D 7 F 主要仕様

全装備重量	20,000 kg	走行速度	パワーシフト式
機関出力	183 PS	前進(3段)	3.5～9.7 km/hr
最大けん引力	パワーシフト式 38,000 kg	後進(3段)	4.2～11.4 km/hr
	ダイレクトドライブ式 21,000 kg		ダイレクトドライブ式
登坂能力	30 度	前進(5段)	2.4～9.5 km/hr
履帯幅×接地長	560×2,720 mm	後進(4段)	2.9～8.7 km/hr
履帯中心距離	1,980 mm	全長×全幅×全高	5,595×3,650×3,130 mm

4.　セメントコンクリート舗装機“SFP-1”

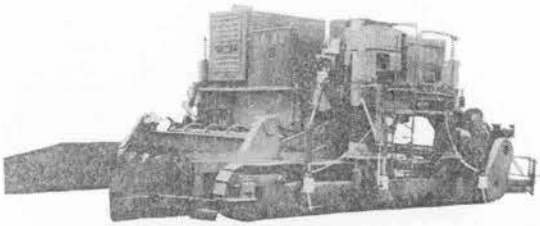
汽車製造（株）では最大舗装幅 4.5 m のセメントコンクリート舗装機を開発，9月同社滋賀製作所で公開テストを行なった。

本機は，従来の型わくを必要とせず，スリップフォームをけん引して舗装路盤上をクローラで自走しながら生コンを連続して打設するもので，スクリューオーガ（拡散），ストライクオフ（敷きならし），インナバイブレータおよびタンパ（締固め），エクスツルージョンメータ（成形），フロート（表面仕上げ）などの一連の作業装置からなっている国産初のセメントコンクリート舗装機である。また特殊な検出装置により機械の進行方向および舗装面の高さと横断方向の傾斜が自動的に調整でき，段違い中打ち施工も容易に行なえるものである。

表—4 に SFP-1 のおもな仕様を示す。

表—4　SFP-1 主要仕様

標準舗装幅	3.5 m	最大移動速度	6 m/min
最大舗装幅	4.5 m	最大作業速度	3 m/min
標準舗装厚	25 cm	全長×全幅	9,460×4,760
最大舗装厚	32 cm	×全高	×3,340 mm
		全装備重量	25.5 t



写真—4　セメントコンクリート舗装機“SFP-1”

（編集部）

お知らせ

工事用水中ポンプ使用に際して
“漏電遮断器”の取付方お願い

ご高承のとおり，昭和 44 年4月1日付省令をもって労働省より，水等導電性の高い液体によって湿潤している場所等において使用される移動形または可搬形の電動機を有する機械器具については，漏電による感電の危害を防止するため，感電防止用漏電遮断器の取付が規定されております。工事用水中ポンプもこの条例に規定されている機器に該当しますので，工事用水中ポンプ使用に際してはお忘れなく保護装置を設置してご使用方お願いします。

（本協会関西支部工事用水中ポンプ委員会）

行事一覧

広報部会

■出版委員会要覧編集委員会（第5章クレーンその他）
日　時：昭和45年8月5日10時～
出席者：岡田壮志委員ほか2名
議　題：仕様一覧表の作成

■出版委員会要覧編集委員会（第4章運搬機械）
日　時：昭和45年8月6日10時～
出席者：梅田亮栄委員長ほか13名
議　題：ページ割当などの検討

■出版委員会要覧編集委員会（第2章掘削機械）
日　時：昭和45年8月6日14時～
出席者：高井照治委員長ほか6名
議　題：編集打合わせ

■出版委員会要覧編集委員会小委員会（第10章骨材生産機械）
日　時：昭和45年8月6日14時～
出席者：塚原重美委員長ほか4名
議　題：仕様一覧表の検討

■機関誌編集委員会
日　時：昭和45年8月8日17時～
出席者：浅井新一郎委員長ほか16名
議　題：①機関誌昭和45年10月号（第248号）原稿内容の検討・割付　②機関誌昭和45年12月号（第250号）の計画

■出版委員会要覧編集委員会審査会
日　時：昭和45年8月10日14時～
出席者：坪　　質部会長ほか23名
議　題：掲載内容の審査

■機関誌編集委員会小委員会
日　時：昭和45年8月11日13時～
出席者：水野一明，杉田美昭
議　題：機関誌昭和45年12月号（第250号）の計画の再検討

■出版委員会要覧編集委員会（第15章空気機械・送風機およびポンプ）
日　時：昭和45年8月18日13時～
出席者：大城忠士委員長ほか6名
議　題：概説の検討

■出版委員会要覧編集委員会小委員会（第5章クレーンその他）
日　時：昭和45年8月18日14時～
出席者：沢　静男委員長ほか5名
議　題：①ページ数の最終決定　②メーカ書式の決定

■出版委員会要覧編集委員会（第4章運搬機械）
日　時：昭和45年8月19日10時～
出席者：梅田亮栄委員長ほか12名
議　題：ページ割当再検討

■出版委員会要覧編集委員会（第15章空気機械・送風機およびポンプ）
日　時：昭和45年8月19日13時～
出席者：大城忠士委員長ほか5名
議　題：ポンプ編の打合わせ

■出版委員会要覧編集委員会（第10章骨材生産機械）
日　時：昭和45年8月21日14時～
出席者：塚原重美委員長ほか2名
議　題：ページ割当および仕様一覧表の最終検討

■出版委員会要覧編集委員会（第15章空気機械・送風機およびポンプ）
日　時：昭和45年8月25日14時～
出席者：大城忠士委員長ほか3名
議　題：送風機の原稿内容打合わせ

■出版委員会要覧編集委員会（第7章せん孔機械およびトンネル掘進機）
日　時：昭和45年8月26日14時～
出席者：斉藤二郎委員長ほか14名
議　題：第1，第2分科会のページ数の決定

■出版委員会要覧編集委員会（第15章空気機械・送風機およびポンプ）
日　時：昭和45年8月28日10時～
出席者：大城忠士委員長ほか4名
議　題：ポンプ編最終打合わせ

■出版委員会要覧編集委員会（第13章道路維持および除雪機械）
日　時：昭和45年8月28日12時～
出席者：後藤　勇委員長ほか3名
議　題：ページ割当の最終打合わせ

■出版委員会要覧編集委員会（第1章ブルドーザおよびスクレーパ）
日　時：昭和45年8月29日14時～
出席者：田中康之委員長ほか6名
議　題：掲載会社ページ割当の審議

機械技術部会

■ショベル系技術委員会 JIS原案作成委員会
日　時：昭和45年8月7日13時～
出席者：富岡　直主査ほか3名
議　題：JIS A 8401 の見直しと油圧式性能構造基準（案）の同一規格化

■建設機械用電装品計器研究委員会計器分科会小委員会
日　時：昭和45年8月11日13時～
出席者：木津　実幹事ほか7名
議　題：小松の実車経過報告，キャタピラー三菱の実車経過報告

■締固め機械技術委員会
日　時：昭和45年8月25日10時～
出席者：倉田保造委員長ほか6名
議　題：JIS タイヤローラ性能試験方法のまとめ

■トルクコンバータ技術委員会
日　時：昭和45年8月26日13時～
出席者：大蝶　堅委員長ほか23名
議　題：本委員会の経過報告

■空気機械およびポンプ技術委員会水中ポンプ分科会第2小委員会
日　時：昭和45年8月28日15時～
出席者：長谷川宏主査ほか3名
議　題：水中ポンプ耐久力テスト規格についての検討

■空気機械およびポンプ技術委員会水中ポンプ分科会第1小委員会
日　時：昭和45年8月28日13時～
出席者：永井庸三主査ほか3名
議　題：工事用水中ポンプの問題点

施工技術部会

■空港建設委員会海上委員会小委員会
日　時：昭和45年8月5日11時～
出席者：平井磨磔夫幹事ほか10名
議　題：沈埋トンネルについて

■空港建設委員会陸上委員会
日　時：昭和45年8月8日11時～
出席者：三谷　健分科会長ほか21名
議　題：研究方針の打合わせ

■場所打杭委員会鋼矢板工法分科会第1専門分科会
日　時：昭和45年8月11日14時～
出席者：伊藤圭典幹事ほか10名
議　題：施工指導書のまとめ「打込工法編」

■空港建設委員会海上委員会
日　時：昭和45年8月11日12時～
出席者：大谷　博幹事ほか23名
議　題：研究経過について

■空港建設委員会海上委員会小委員会
日　時：昭和45年8月15日13時～
出席者：大蝶　堅委員ほか5名
議　題：研究方針の打合わせ

■空港建設委員会陸上委員会
日　時：昭和45年8月20日12時～
出席者：永盛峰雄委員長ほか18名
議　題：研究経過について

■空港建設委員会海上委員会沈埋トンネル分科会
日　時：昭和45年8月20日12時～
出席者：村上良丸委員ほか8名
議　題：研究方針の打合わせ

■場所打杭委員会鋼矢板工法分科会第1専門分科会小委員会
日　時：昭和45年8月20日13時～
出席者：伊藤圭典幹事ほか5名
議　題：鋼矢板施工指導書「打込工法編」最終審議（執筆担当打合わせ）

■場所打杭委員会鋼矢板工法分科会第3専門分科会

日　時：昭和45年8月21日13時～
出席者：浅川美利主査ほか4名
議　題：施工指導書最終まとめ「静的衝撃特殊引抜工法編」

■道路維持委員会
日　時：昭和45年8月24日12時～
出席者：藤原　武委員長ほか9名
議　題：①委員会運営の件　②今年度の事業計画の件　③高速道路における維持工法の機械化の件

■骨材生産委員会小委員会
日　時：昭和45年8月25日14時～
出席者：塚原重美幹事ほか6名
議　題：「骨材生産」第2章執筆者打合わせ

■道路維持委員会
日　時：昭和45年8月27日12時～
出席者：塩野久夫幹事ほか13名
議　題：道路清掃ハンドブック原稿の取りまとめ

■空港建設委員会海上委員会
日　時：昭和45年8月29日10時～
出席者：大野正夫委員長ほか24名
議　題：研究経過について

整備技術部会

■税制委員会
日　時：昭和45年8月25日18時～
出席者：森木基裕委員長ほか5名
議　題：建設機械整備業種の税法上確立するためのアンケート集計の分析

調査部会

■建設機械損料調査委員会小委員会
日　時：昭和45年8月21日18時～
出席者：川崎迪一委員ほか3名
議　題：損料説明会の打合わせ

■建設機械損料調査委員会雑機械分科会
日　時：昭和45年8月25日13時～
出席者：長瀬　顕分科会長ほか10名
議　題：建設機械購入価格調査様式の検討

■文献調査委員会
日　時：昭和45年8月28日15時～
出席者：田中康之委員長ほか4名
議　題：機関誌11月号の原稿検討

■建設機械損料調査委員会小委員会
日　時：昭和45年8月28日15時～
出席者：田崎正一委員ほか4名
議　題：損料の打合わせ

ISO部会

■第3委員会第3小委員会
日　時：昭和45年8月19日14時～
出席者：北島喜久良委員長ほか11名
議　題：業務担当分科会の業務の件

業種別部会

■製造業部会
日　時：昭和45年8月20日14時～
出席者：キャタピラー三菱ほか27社
議　題：新形自動車等取扱要領に関する運輸省自動車局車両課担当官説明

その他

■本支部連絡会議
日　時：昭和45年8月29日10時～
出席者：桑垣悦夫運営幹事長ほか18名
議　題：①経理事務処理要綱改正等の件　②定款の一部改正（案）の件　③支部規定準則（案）の件　④建設機械化研究所規定改正（案）の件

編集後記

先の東京オリンピック，そして今回の万国博とそれぞれ世界的な行事が成功できたのは日本人の組織力が優秀であり，国民的エネルギーを結集したからと思います。万国博が終わって次に国民の関心を向けさせる大きな行事はいかなるものとなるでしょうか。

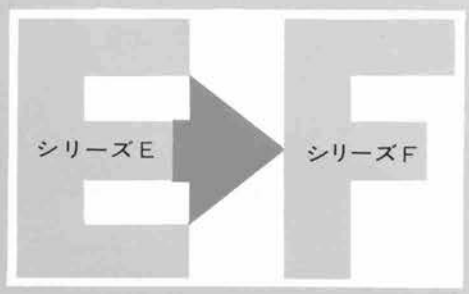
GNP が世界第3位となり，経済大国を自他ともに認めるに至ったが，これも日本人のエネルギーのすさまじさをあらわしています。ただし日本の経済発展を驚異と尊敬の念をもって見ていた世界の目は次第は危惧の色を帯びて来ているように思われます。そしてこの頃毎日のように新聞で論ぜられている公害問題は，これまで経済優先で他をかえりみず突進する日本人の特攻精神の結果でもあります。公害の恐ろしさに気付いた国民は今度は公害の告発にエネルギーを結集するでありましょう。われわれの関係する建設業界にも公害防止に関する要求がますます強まって来ることと思います。工法および機械の改善に一層の努力が望まれます。

お暑いさなか私どもの企画に対して貴重なご報告をいただいたことを厚く感謝いたします。（渡辺・神津）

No. 248　「建設の機械化」　1970年10月号
〔定価〕1部200円
年間1,800円（前金）
昭和45年10月20日印刷　昭和45年10月25日発行（毎月1回25日発行）
編集兼発行人　最上武雄　印刷人　大沼正吉
発行所　社団法人 日本建設機械化協会
〒105
東京都港区芝公園21号地1—5 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 静岡県富士市大淵 3154（吉原郵便局区内）　電話（0545）35-0212
北海道支部—〒060 札幌市北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

新発売

CATERPILLAR D7F ブルドーザ



生産開始以来35年の歴史をもち世界中いたるところでいろいろな仕事に使われてきたCAT D7ブルドーザ。そして改良に改良を重ねいわば“理想のブルドーザ”といわれるほどユーザーの皆さまから信頼されているD7。このD7をつねに高性能・高品質を追求してやまないCATERPILLARの技術陣はさらに新しく改良を加えました。

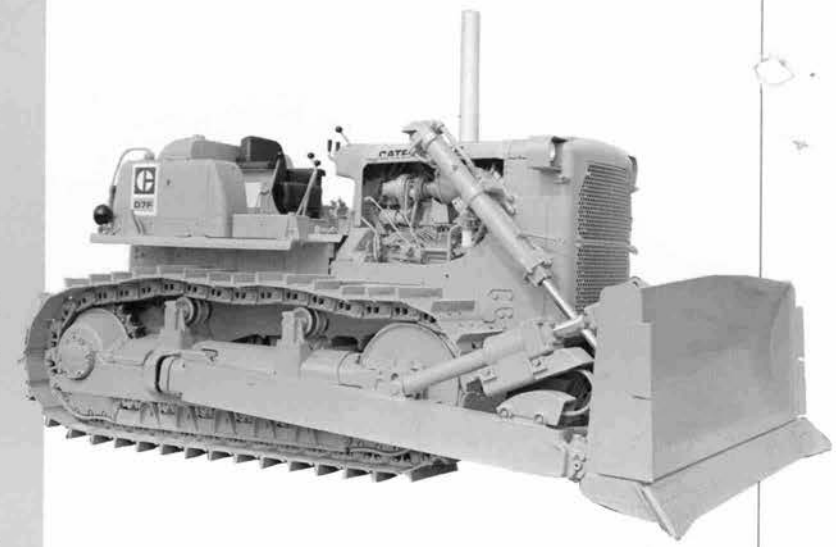
また　このニューモデルD7Fからキャタピラー三菱で“国産化”を始めます。一段とレベルアップした高性能機が　さらにお求めやすくなりました。

新形D7Fも従来のD7E同様　パワーシフト車とダイレクトドライブ車の2つのタイプを用意。操作が簡単で高能率を発揮するパワーシフト車。動力伝達の効率が高く　経済性に富んだダイレクトドライブ車。お仕事に合わせてどちらでもお選びいただけます。

モデルチェンジ

エンジン性能向上

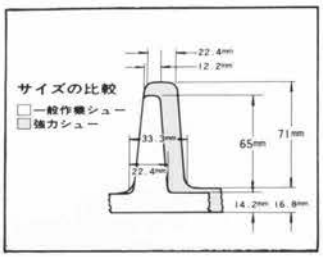
6気筒トルクライズ24%



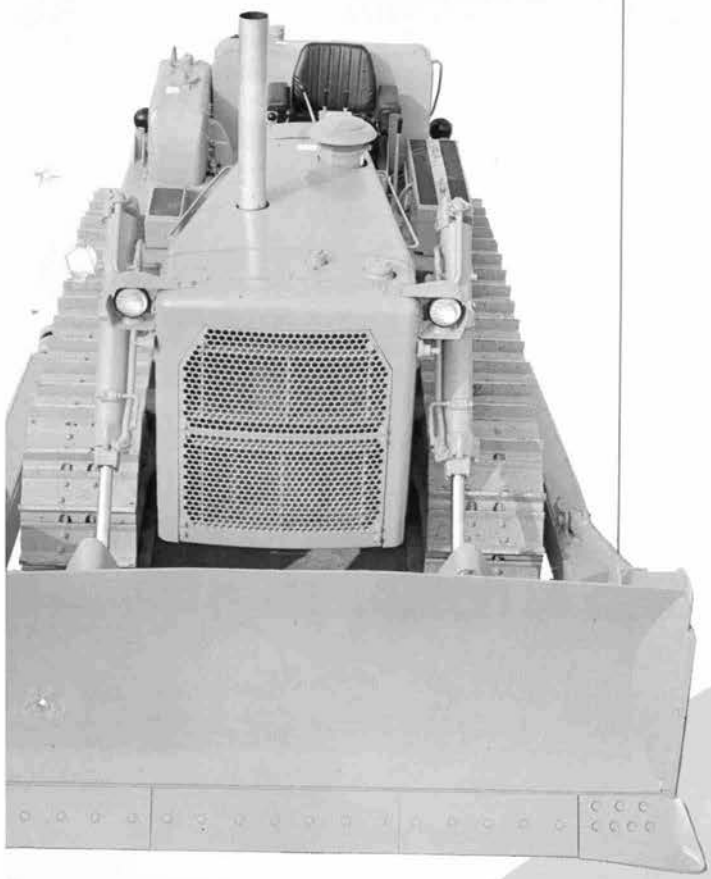
出力183ps。6気筒D333Cエンジン。今までの4気筒エンジンから　さらに力強く安定したエンジンへ。トルクライズも20%から24%へとアップし　粘り強さを増大。ますます苛酷な作業に負けないタフネスを発揮します。

足回りを強化

強力シューを標準装備

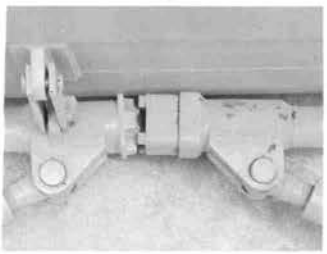


今まで特別装備品であった「強力シュー」を標準装備としました。従来のシューに比べ厚さが約20%グローサ高さが約10%増すなど全体に大きくなりました。リンクも高さ・摩耗許容量を増大。さらに「強力形フロントアイドラ」「トラックローラガード」を標準装備化。これらの特長によって　足回り全体の耐久性を大きく高めました。



排土装置の改良

特許スライディングセンターポールの採用



ドーザの耐久力を増す機構として**D7F**では画期的な「スライディングセンターポール」と呼ぶ設計を採用しました。

このCATERPILLAR 特許の設計により排土板の左右にかかる偏荷重を均等化しプッシュアーム・ブレードの耐久性を一段と高めます。

（スライディングセンターポールはストレートドーザ・ユニバーサルドーザに採用されています。）

その他の主な改良点

●チルトシリンダ用の油圧ラインをドーザプッシュアームに内蔵。これによりホースの破損が少なくなります。

●トラックローラフレームのチャンネル下部プレートの板厚を増加。またダイアゴナルブレースの取つけ長さを増加するなどトラックローラフレームを強化しました。

●マフラーを標準装備。ファンの直経を大きくファンの回転速度を遅くしたためエンジン騒音が非常に小さくなりました。

CAT D7F ブルドーザ

	パワーシフト式	ダイレクトドライブ式
フライホイール出力	183ps	183ps
トランスミッション	プラネタリ式 前後進各3段	常時 噛み合い手動式 前進5段 後進4段
走行速度	前進 (km/h) / 後進 (km/h) 速度段 1 0～3.5 / 0～4.2 速度段 2 0～6.3 / 0～7.4 速度段 3 0～9.7 / 0～11.4	前進 (km/h) / 後進 (km/h) 速度段 1 2.4 / 2.9 速度段 2 3.5 / 4.0 速度段 3 5.0 / 6.0 速度段 4 7.4 / 8.7 速度段 5 9.5 / —
排土装置 幅×高さ (ストレートドーザの場合)	3,650mm×1,270mm	3,650mm×1,270mm
総重量 (ストレートドーザの場合)	20,000kg	19,700kg

CATERPILLAR

Caterpillar, Cat および ⊞ はいずれも Caterpillar Tractor Co. の商標です

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　東京都千代田区霞ヶ関3－6－14(三久ビル)〒100 ☎(03)581－6351

東関東支社 ☎柏(0471)67－1151
西関東支社 ☎八王子(0426)42－1111
北陸支社 ☎新潟(0252)66－9171
東海支社 ☎安城(05667)7－8411
近畿支社 ☎茨木(0726)43－1121
中国支社 ☎瀬野川(08289)2－2151

特約販売店
北海道建設機械販売㈱ ☎札幌(011)881－2321
東北建設機械販売㈱ ☎岩沼(022312)3111
四国建設機械販売㈱ ☎松山(0899)72－1481
九州建設機械販売㈱ ☎二日市(09292)2－6661

41520－338－01730 PRINTED IN JAPAN

道路作りにたゆまぬ研究開発を続ける

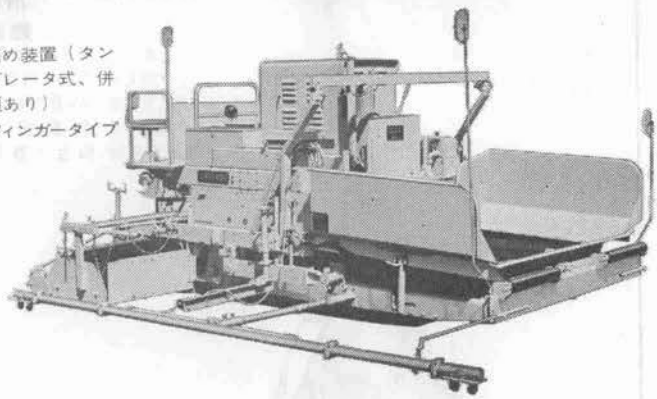
道路舗装機械専門メーカー

〈特長〉
1.運転経費の軽減
2.品質良好均一な合材
3.簡易な運転操作
4.完全な公害防止
5.行きとどいた部品供給
アフターサービス

大型完全自動のアスファルトプラント

TK-503型 全自動アスファルト・フィニッシャ

〈特長〉
1）巾員 5.0m 迄舗装可能
2）向上された平坦性
3）優秀な仕上り面
4）容積の充分なホッパー
5）効果的な締固め装置（タンパ式、バイブレータ式、併用式の3種類あり）
6）運転操作はフィンガータイプ



〈営業品目〉
アスファルト・プラント
アスファルト・フィニッシャ
アスファルト・エンジンスプレヤ
コンクリートスプレッダ・フイニッシヤ
スタビライザ
其の他道路舗装機械器具

東京工機株式會社

〒101 本 社 東京都千代田区内神田3丁目2番11号（水島ビル） ☎ 東京(256)4311(代)
〒550 大阪営業所 ☎ 八尾(49)1071 〒060 札幌営業所 ☎ 札幌(56)3796

4つの作業を一度にできる！

営業品目

CH 503
4.8t吊り
CH 105
10t吊り
CT 130
13t吊り
CT 150
15t吊り
CT 200
20t吊り

CH105
東急トラッククレーン

製造元 東急車輛製造株式会社

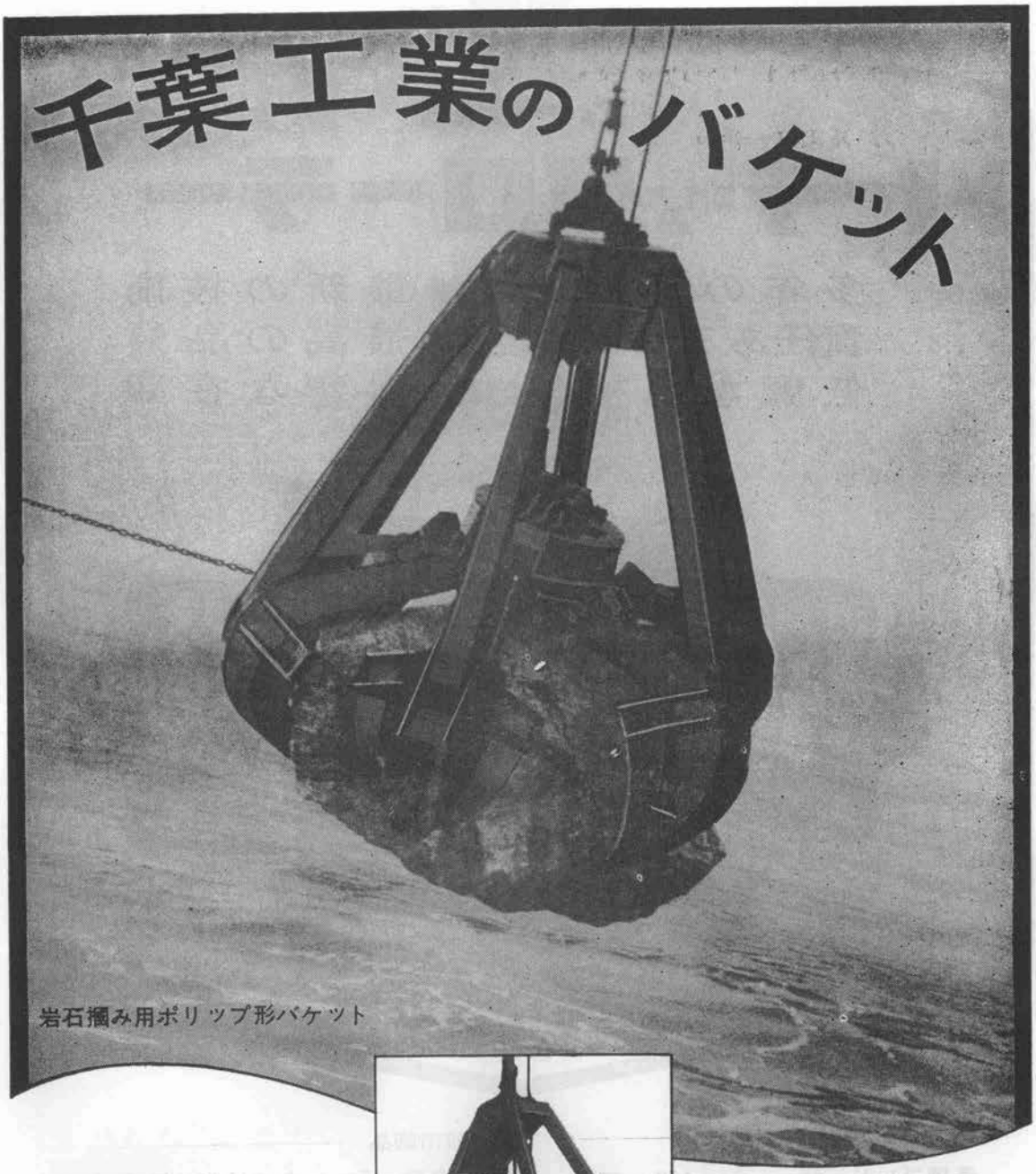
代理店 新東亞交易株式會社

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、ユンボバワーショベル、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、ディ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

千葉工業のバケット



岩石摑み用ポリップ形バケット

建設現場にて活躍するクラムシェルバケット

営業品目

1. 各種専用のグラブバケット
2. 掘削・浚渫用クラムシェルバケット
3. 単索バケット
4. 土木・建設工事専用機械設備
5. 各種起重機

Chiba

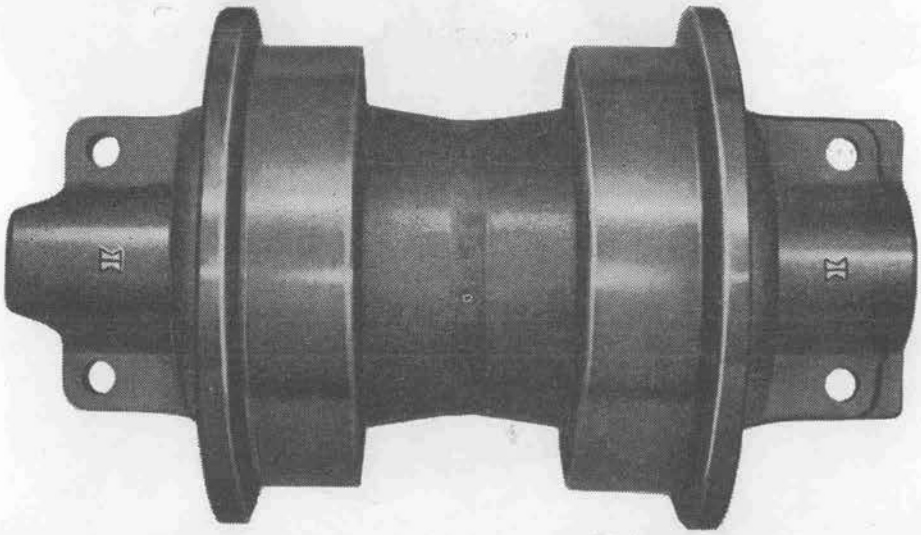
千葉工業株式会社

千葉県松戸市串崎新田１８９番地
電話　松戸0473 (87) 4082・4083・4528

ローラ印

トラックローラー

多年の経験 ⟺ 最新の技術
責任ある材質 ⟺ 最高の品質
低廉な価格 ⟺ 豊富な在庫



■オリジナル製作機種

各種ブルドーザー、ショベル、アスファルトフイニッシャー等のクローラーローラー、スプロケット、フロントアイドラーなど足廻り部品のオリジナル製作については各メーカーより御信頼をいただいております是非台数の多小にかかわらず製作については御相談下さい。

■一般市販品

トラックローラー，キャリヤーローラー，フロントアイドラー，スプロケット，及びその関連部品，その他ツース，エンドビット等内外各車種を取りそろえております。

〈ローラ印　下転輪／上転輪／製造元〉

株式会社 建設部品

東京都江東区大島5丁目42番3号　電話 (683)3571(代)～4
(683)1922

Yutani-Poclain

ユタニ・ポクレンの定評ある耐久性、経済性、作業性の特長を結集して完成した最新大形クローラ式全油圧掘削機

■ 特 長

1/丈夫で強力な足廻り
2/給油のいらない足廻り
3/**油圧は超高圧**(世界最大)
4/抜群の作業能率
5/快適な運転
6/苛酷な作業に耐える
7/低廉な維持費
8/安全な作業
9/アタッチメントの交換は容易

バケット容量：0.7m³～1.6m³
全 重 量：21ton

ポクレンシリーズ ■Fシリーズ ■Tシリーズ ■Lシリーズ ■Gシリーズ

G.C.120

油谷重工株式会社

本 社 東京都港区新橋2丁目1番3号 電話 (502) 代 2351
工 場 広島県安佐郡祇園町南下安550 電話 祇園4局 代 1111
営業所 札幌・仙台・北陸・東京・厚木・名古屋・大阪・広島・高松・福岡

総 代 理 店 丸紅飯田株式會社

特許 MEIWA の締固め機械

■通産大臣賞 ■発明協会長賞

バイブロ ランマ

道路・水道・ガス管
電設・盛土・埋戻
路盤砕石固め

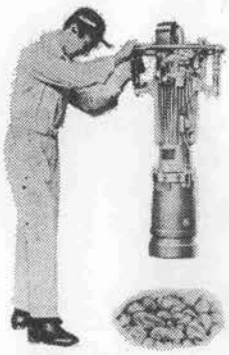
VRA 120 (kg)
〃 80 (〃)
〃 60 (〃)

バイブロ プレート

アスファルト舗装
表面整形

VP−110(kg)
〃 − 70(〃)
〃 − 60(〃)

ジャンプ ランマ



建築基礎
栗石搗き固め

A型100(kg)
B型 85(〃)
C型 60(〃)

テニコン《新製品》

のり面転圧

TN−40(kg)
〃 −50(〃)

共同出願中 国鉄と特許

日本最初の 両輪駆動振動ローラ

アスファルト舗装最適
転圧力強大・サイド転圧
スリップ少ない・登坂25°
ステアリング簡単

MVR 8型 0.8t
〃 27型 2.7t

■カタログ進呈 全国各地に販売店有

株式会社 明和製作所

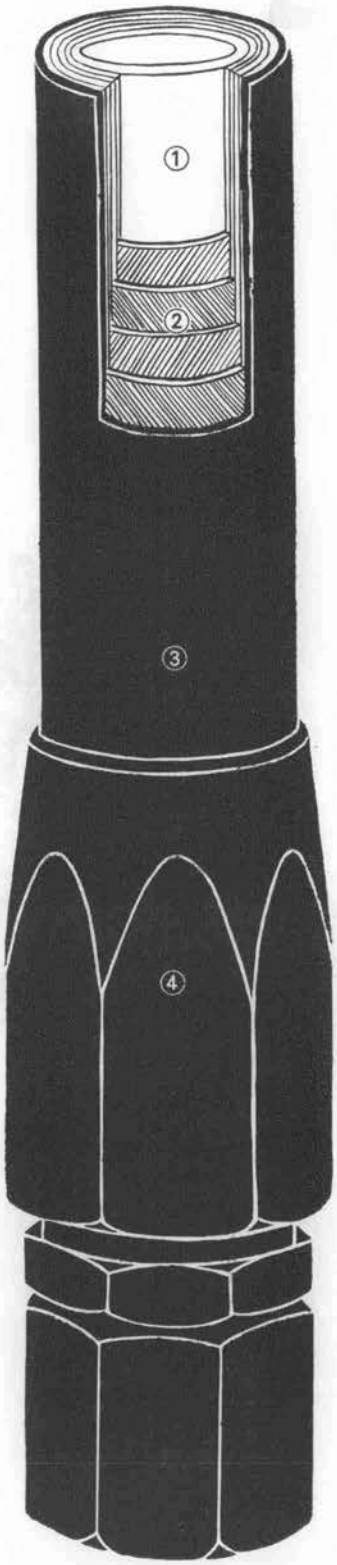
本社工場	川口市青木町1の448	電話(0482)(51)4525−9
大阪営業所	大阪市城東区諏訪西3-25	電話(961) 0747−8
福岡営業所	福岡市上牟田町21	電話(092)(41)4991-0878
名古屋出張所	名古屋市中川区八家町3-42	電話(052)(361)1646

シンフレックス
超高圧ホース

リューザブル・フィッティング
スウエィヂ・フィッティング

■ゴム高圧ホース並びに銅管・鋼管にとってかわり，急速に普及しつつある。

- フレックスインパルスライフ（油圧衝撃・寿命）は7倍以上。
- 作動が正確。
- フレキシビリティが大きく、コンパクトな設計ができる。
- フィッティングの取付が容易で、何回も使える。
- 超高圧力性—常用 700kgs。
- 不燃性作動油にも使用できる。



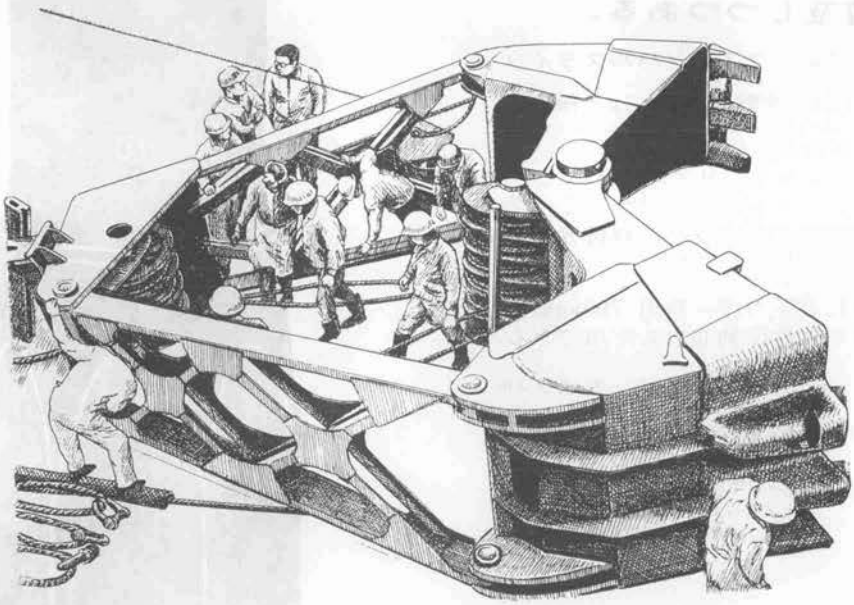
①シームレス安定化　フレキシブルナイロンコアー
②4重スパイラル　超高抗張力・安定化ポリエステルコード
③タフ耐摩耗性フレキシブルウレタンゴムカバー
④リューザブルフィッティング

ニツタ・ムアー・カンパニー

新田ベルト株式会社

本　社	大阪市浪速区久保吉町1281 556 電話 大阪（06）561—0581（代）
奈良工場	奈良県大和郡山市池沢町172 639-11 電話 大和郡山（07435）6-0581（代）
東京支店	東京都中央区銀座8丁目2番1号 104 電話 東京（03）572—2301（代）
名古屋支店	名古屋市中村区広小路西通2丁目18 450 電話 名古屋（052）586—2121（代）
札幌営業所	札幌市北一条西7丁目1 060 電話 札幌（0122）24—0858（代）
福岡営業所	福岡市東浜町1丁目1 812 電話 福岡（092）65—7527（代）
北陸出張所	金沢市小坂町北164 920 電話 金沢（0762）52—8908
広島サービスセンター	広島市上東雲町1519号 730 電話 広島（0822）81—7350

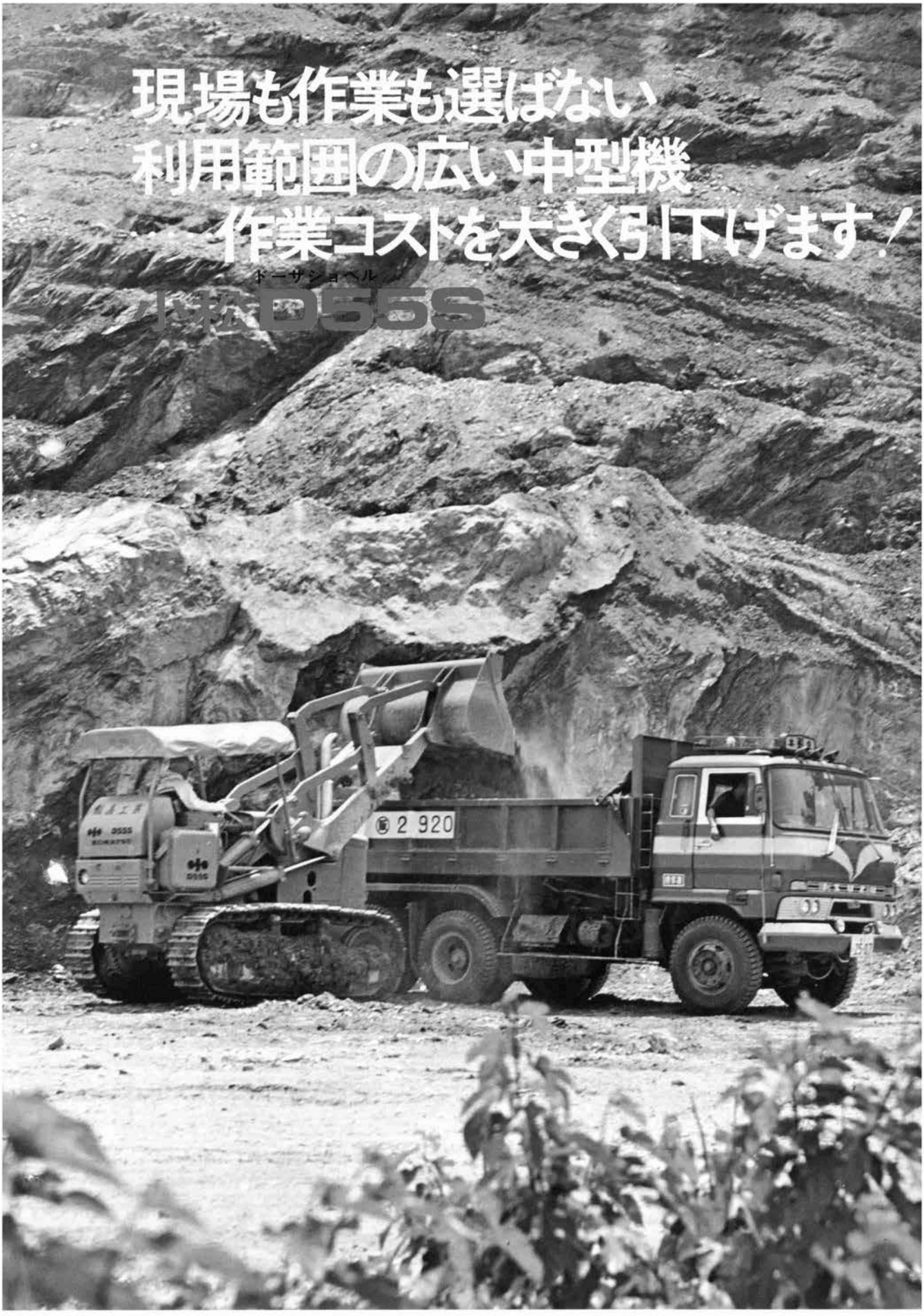
アサゴ



眞砂工業株式会社

本　　社 東京都足立区花畑町４０７４
TEL (884) １６３６(代)～９
大阪営業所 大阪市北区牛丸町52(日生ビル)
TEL (３７２) ３７５１

バケット


現場も作業も選ばない
利用範囲の広い中型機
作業コストを大きく引下げます！
ブルドーザショベル
小松D55S

コマツトルクフロー

小松D55Sは、大型機なみの作業力を備えた中型機として定評があります。1時間当りの作業量は、同クラスのどの車よりも大きく、その差は稼動すればするほど大きな利益率となってあらわれて来ます。

また、変速、前後進はレバー1本、トルクフローだから運転はきわめてラク、オペレータの疲労も少ない上にサイクルタイムはぐんと短縮できます。

アタッチメント

- ●汎用バケット　●4節リンク式油圧リッパ
- ●大型バケット　●トウイングウインチ
- ●岩石バケット　●スキッドローダ

D55S ドーザショベル主な仕様

運転整備重量	13300kg
機関出力	125ps
バケット容量(標準)	1.4m³
走行速度(km/h)	
前進低速1速0～3.3	後進低速1速0～4.2
2速0～6.1	2速0～7.7
前進高速1速0～4.8	後進高速1速0～6.0
2速0～8.8	2速0～11.0
最小旋回半径	2.7m
バケットヒンジピン高さ	3420mm
ダンピングクリアランス(45°前傾)	2665mm

(本仕様は予告なく変更することがあります。)

※日本中を電子計算機でサービスネット！　必要な純正部品をすぐお手元におとどけします。

◇ご希望のカタログ差上げます。ご連絡は本社宣伝部カタログ係まで。

日本のトップ――――世界のコマツ

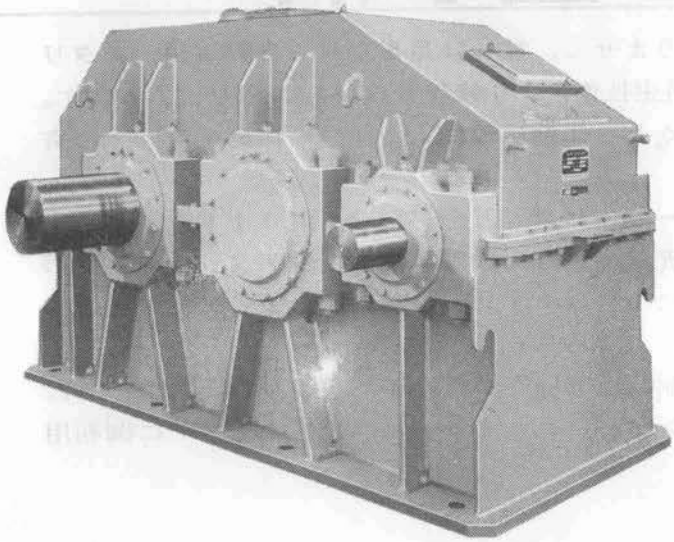
小松製作所

本社　東京都港区赤坂2-3-6　☎(584)7111　〒107

北海道支店―☎ 札幌 (011)(661)8111　中部支店―☎ 一宮 (0586)(77)1131
東北支店―☎ 仙台 (0222)(56)7111　大阪支店―☎ 豊中 (068)(64)2121
北陸支店―☎ 新潟 (0252)(66)9511　中国支店―☎五日市(0829)(22)3111
東京支店―☎ 東京 (03)(584)7111　四国支店―☎ 高松 (0878)(41)1181
東海支店―☎ 横浜 (045)(311)1531　九州支店―☎ 福岡 (092)(64)3111

マスタギヤ級の精密研削歯車

島津歯車機器



大形歯車増減速機

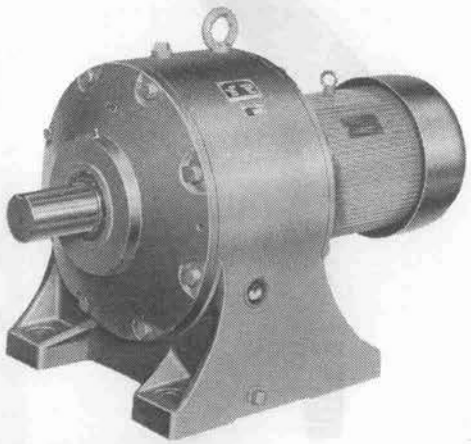
歯車増減速機

- 合理化された斬新な設計
- シェービング加工，研削加工の精密歯車使用
- 最新の機械設備による高精度の機械加工
- 2000kWの大容量まで製作

タフトライド処理による画期的耐摩耗歯車使用

ギヤードモータ EF形

- I.E.C.フランジのE種モータ使用
- クラウニング シェービング加工による高い効率と静かな運転
- ギヤーケースは小形堅ろうで取り扱いが容易
- お求めやすい価格



EF形ギヤードモータ

主要製品　ギヤードモータ●ハイドロフレックスギヤードモータ
パウダーフレックス ギヤードモータ●歯車減速機
歯車増速機● エアモータ

Shimadzu

島津製作所

カタログご請求・お問合せはもよりの営業所へ
東京292-5511　大阪541-9501　福岡27-0331　名古屋563-8111　広島43-4311
京都211-6161　札幌231-8811　神　戸 33-9661
または 機械事業部　604 京都市中京区西ノ京桑原町1　TEL.(075)811-1111

建設機械の修理は安心して委せられる

マルマ車輛へ

◎修理業は部品交換業ではありません。弊社は**足まわり**の**自動熔接、メタリコン、ボーリング**等優れた再生技術により修理費の軽減に努力しています。

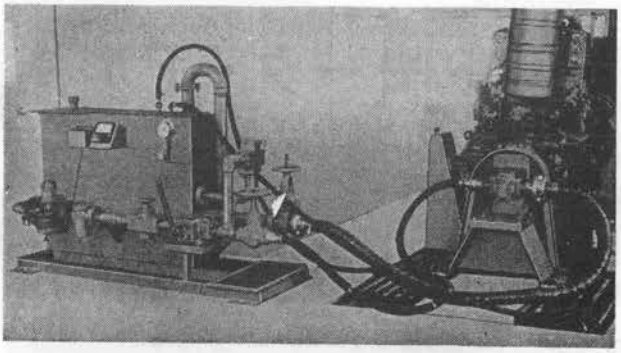
◎徹底した作業の合理化をはかり、**工期短縮**による機械の稼動率の向上に寄与しております。

◎責任を持って保証し**アフターサービス**の万全を期しております。

◎設計スタッフ、製作部門を充実し**修理用設備工具、特殊アタッチメント**の開発を行なっています。特にアタッチメントは新工法による利益の発掘に大いに役立っています。

◎油圧機器の普及に伴ない、耐圧 150kg/cm² の**ハイドロリックテスター**を設備しました。ポンプ、シリンダー、コントロールバルブのテストに御利用下さい。

サイドダンプ(特殊アタッチメント)



ハイドロリックテスター(修理用設備)

大倉商事株式会社　石川島コーリング株式会社
極東貿易株式会社　三井精機工業株式会社
株式会社小松製作所　三井造船株式会社日開工場
小松カミンズ販売株式会社　日本開発機株式会社
三菱重工業株式会社　三井ドイツディーゼールエンジン株式会社
東京三菱ふそう自動車販売株式会社　日本車輌製造株式会社
住機建設機械販売株式会社　日熊工機株式会社
伊藤忠商事株式会社　日本インガーソルランド株式会社
富永物産株式会社　株式会社新潟鉄工所
中道重工株式会社

各社指定整備工場

マルマ車輛株式会社

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4485-020　〒485
相模原工場　神奈川県相模原市大沼字相模原2209番地　電話(0427)52--9211(代)　〒229
水島出張所　岡山県倉敷市水島福田町中畝6662番地　電話(0864)55--7559　〒712

米国L＆B自動溶接機：ロチャースハイドロリックトラックプレス：スナップオン工具　日本総代理店

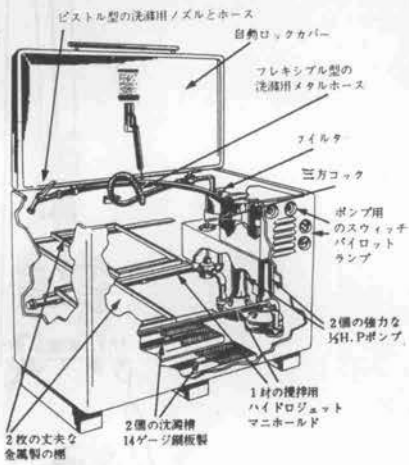
NSB 内外車輛部品株式会社

本　　社　東京都目黒区柿の木坂1丁目19番8号　電話　03-718-8291～5　加入電信 246-6228 〒152
名古屋出張所　名古屋市中区千早町5丁目9番5号　電話 052-261-7361～3　加入電信 442-2478 〒460

各種建設機械・部品及整備用機械工具

ジェット噴流撹拌式自動洗滌器

Graymills



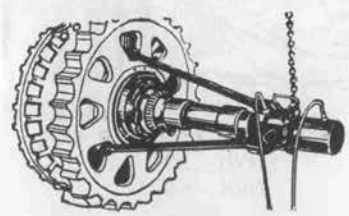
本機は、米国グレイミルコーポレーションで製造されたもので、米本土はもちろん広く欧米全域において製造工場および修理工場の組立部品、分解整備部品の洗滌用に偉力を発揮して多大の好評をはくしております。

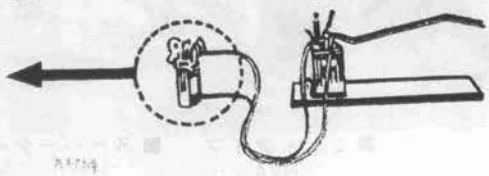
強力なポンプによるジェット噴流撹拌式とターボジェット噴流撹拌式とがあり、どんな複雑な形状の部品および組立品に附着した塵埃、カーボン、油汚れ、切屑でも強力な洗剤との併用により、自動的に非常に短時間で除去し、洗滌液はフィルタにより自動的に沪過され、長期間連続使用ができる省力化時代に欠くべからざる新型洗滌器です。

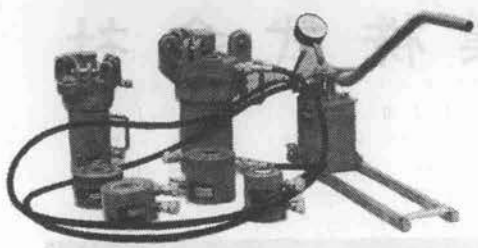
取扱品目

★●酒井重工業(株)製部品
★● D250～D20　● BD23～BD2
● D9～D4用ブルドーザ部品●
★ミシガン　●ルターナ　●バーバーグリーン　●G.M　●アイムコ等各種建設機械部品及特殊工具●
★米国 Snap-on Tool Co.製工具●O.T.C. Tool Co.製工具●ロチャースハイドリック社製油圧機器
★米国L＆B自動溶接機　●ホーバート半自動及手動溶接機　●神鋼溶接棒●
★整備用薬材（米国製）
ネバーシーズ(焼付防止防錆剤)
ロックタイト(特殊接着剤)
ルーズン・オール(特殊弛緩剤)
リキモリ
(摩耗防止、焼付防止剤)
タイトシール（パッキングニス）

ポータブル サービス プレス







能 力　100,70（押引可能）

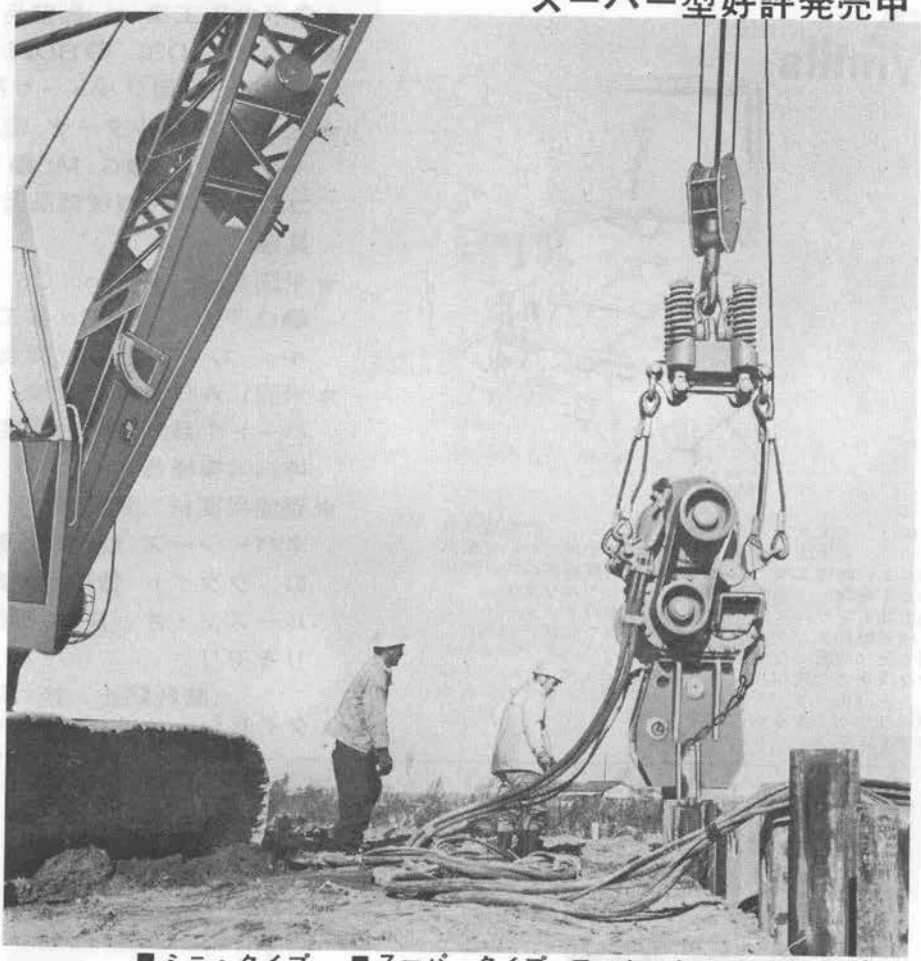
50、30トンあり各種アタッチメント併用により各種建設機械及一般機械の各種多様な作業が可能です。

NIPPEI

安全で高能率——
基礎工事に欠かせぬパワー

ニッペイゼイブロ

スーパー型好評発売中



■ミニ・タイプ　NVA－5

■スーパータイプ　NVA－15S　NVA－30S　NVA－50S　NVA－75S

■エキストラクタータイプ　NVH－30　NVK－50

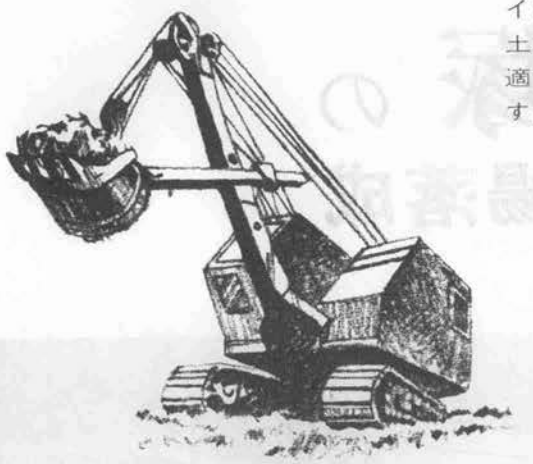
日平産業株式会社

本　社	東京都港区芝浜松町3-5（世界貿易センタービル）	電話 03（435）－4701・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
出張所	札幌 011（261）0331・仙台 0222（21）5151・小山 02852（2）3742	
	富山 0764（32）7137・広島 0822（28）0558・福岡 092（77）3131	

衝撃・疲労・摩耗に強い！

つばき 重荷重用 ローラチェーン

つばき重荷重用ローラチェーンは、椿本チエインが、50年を超える豊富な経験をもとに、土木・建設機械の苛酷な大荷重伝動に、特に適するよう製作した、強力ローラチェーンです。

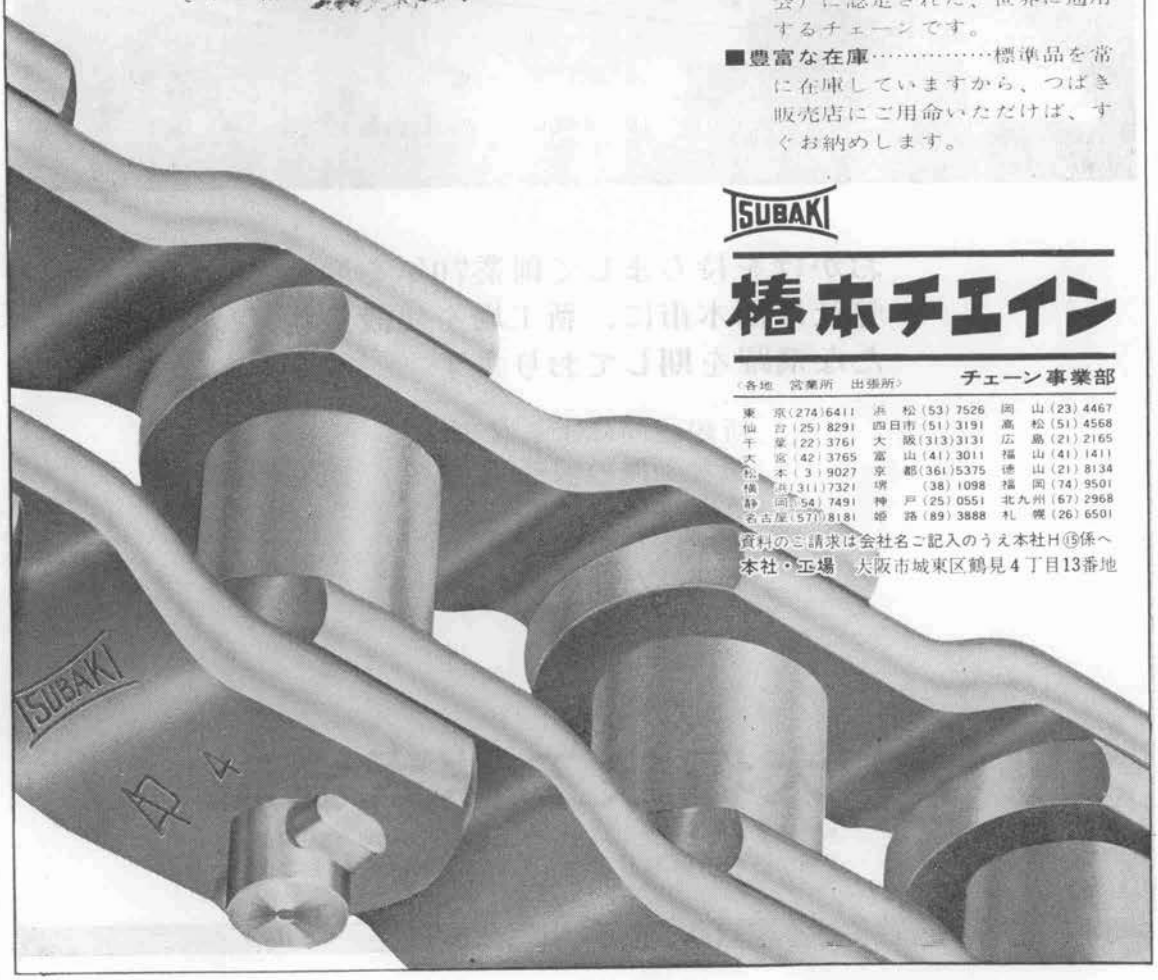


■**衝撃、疲労に強い**……材質・熱処理を特に吟味して製作していますから、耐衝撃・耐疲労強度は抜群です。

■**摩耗にも強い**……合理的な軸受部寸法・形状を採用していますから、潤滑が容易で、耐摩耗性にすぐれています。

■**ＡＰＩ認定**……世界的権威を持つＡＰＩ（アメリカ石油協会）に認定された、世界に通用するチェーンです。

■**豊富な在庫**……標準品を常に在庫していますから、つばき販売店にご用命いただけば、すぐお納めします。



TSUBAKI

椿本チエイン

チェーン事業部

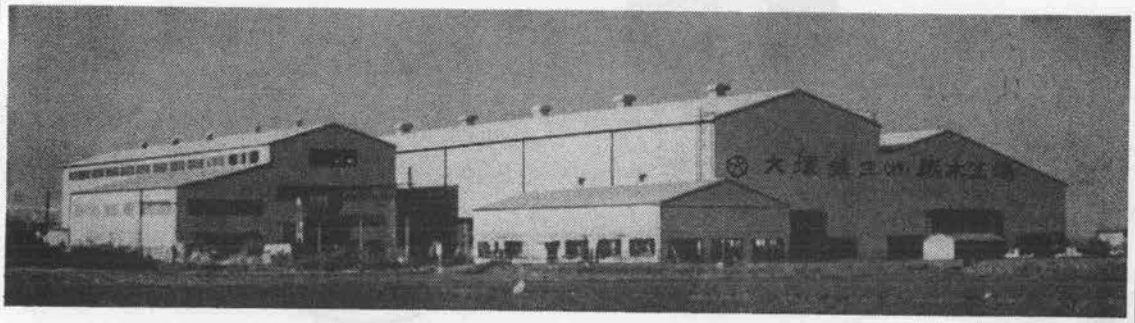
〈各地 営業所 出張所〉

東	京(274)6411	浜	松(53)7526	岡	山(23)4467
仙	台(25)8291	四日市	(51)3191	高	松(51)4568
千	葉(22)3761	大	阪(313)3131	広	島(21)2165
大	宮(42)3765	富	山(41)3011	福	山(41)1411
松	本(3)9027	京	都(361)5375	徳	山(21)8134
横	浜(311)7321	堺	(38)1098	福	岡(74)9501
静	岡(54)7491	神	戸(25)0551	北九州	(67)2968
名古屋	(571)8181	姫	路(89)3888	札	幌(26)6501

資料のご請求は会社名ご記入のうえ本社H⑮係へ

本社・工場　大阪市城東区鶴見4丁目13番地

大塚の
新工場落成



おかげを持ちまして創業70年を迎え、
弊社は栃木市に、新工場を建設、新
たな飛躍を期しております。

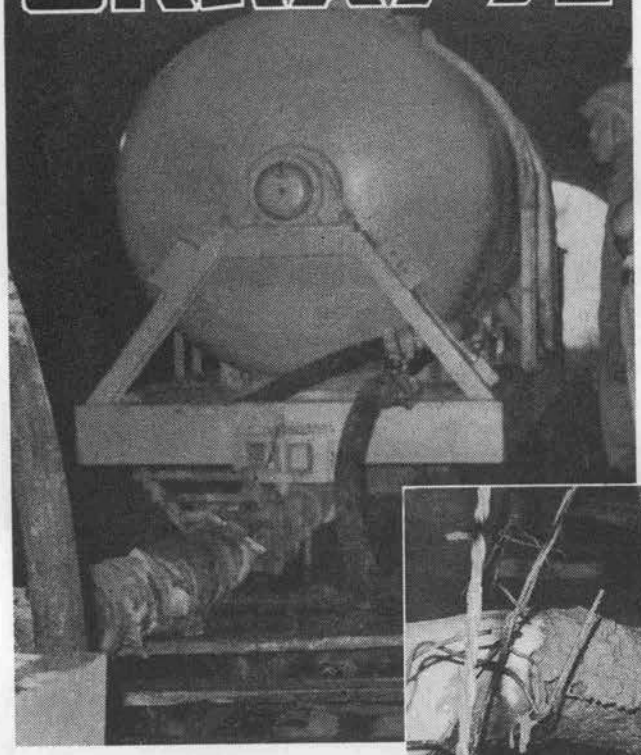
新鋭設備による合理化
超大型機の製造
技術水準の高度化
量産体制の確立
すぐれた性能と品質

大塚鉄工株式会社

本社　東京都港区三田5丁目7～1～104 TEL (03)453-1481(代)
工場　栃木県栃木市大宮町２２４５ TEL 0282(３)3200(代)

画期的な気圧式コンクリートポンプ（特許出願中）

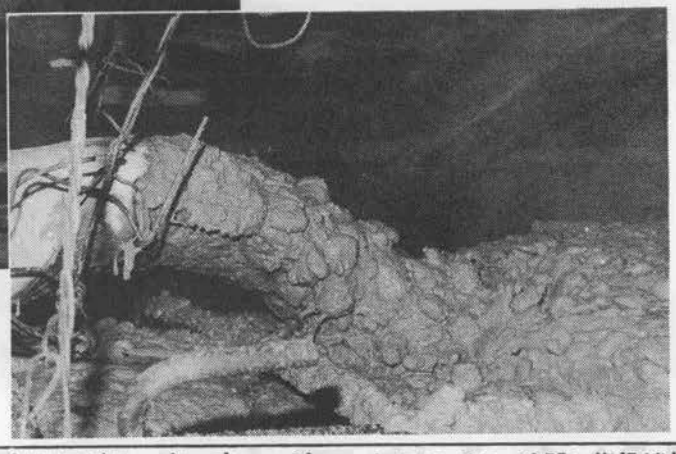
SK式スクリュークリート



①連続圧送……可能
②ノーショック…コンクリート分離皆無
③空気消費量……従来の½
④圧送量の増減……自由
⑤圧送、停止の反復作業……自由
⑥グラウト打設……可能
⑦吐出量3 M³……3～4分
⑧ドラム固定……危険度少い

機　種

1.5 M³、2.0 M³、3.0 M³、4.5 M³、6.0 M³.
固定型、走行時混練型、自走式.



信越本線複線化工事に於て本機による連続吐出状況。

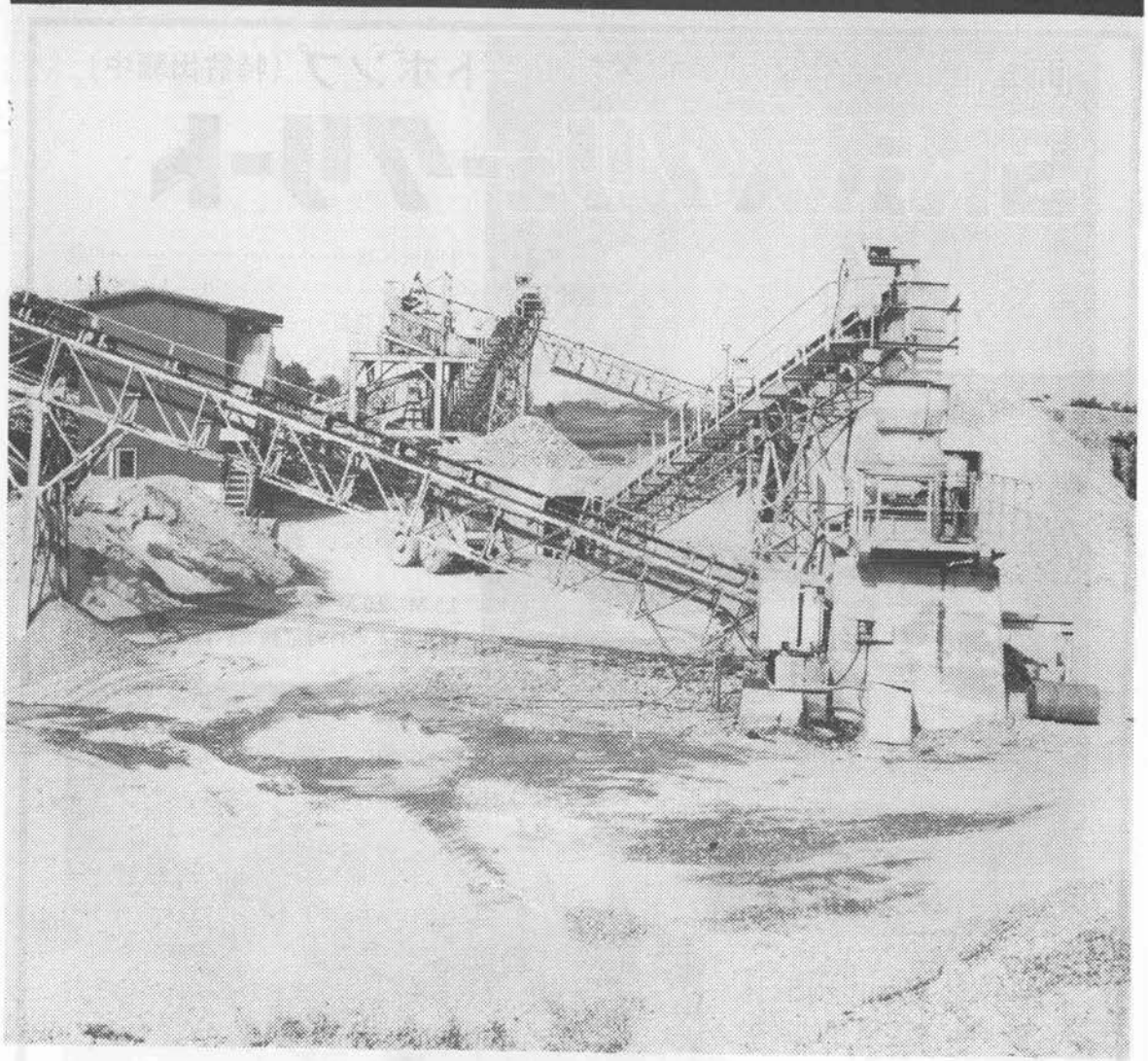
営業品目・ムカデコンベヤ・トンネルアジテーターカー・ジェットコンベヤ・建設・荷役機械

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　TEL(662) 1941～6
研究所・工場　埼玉県川口市飯塚町2－50　TEL(0482)(51)7070(代)～3

■代理店

北炭機械工業株式会社	札幌市北2条西2丁目北炭ビル4階	TEL (26) 5521(代)
遠藤鋼機株式会社	仙台市花京院通り44の2	TEL (21) 4371～3
新東亜交易株式会社	宇都宮市小幡町2丁目2番地12号	TEL (2) 1951～6
株式会社福昌	名古屋市中村区広井町3の98	TEL (551) 3888～9
麓産業株式会社	大阪市浪速区幸町通1丁目4番地	TEL (561)2561(代)
有限会社郷田商会	岡山市幸町8番5号	TEL (24) 5906～8
三新工業株式会社	福岡市天神3丁目6番31号	TEL (77) 7531(代)



設計から施工まで、一貫体制を誇る神戸製鋼の砕石プラント

プラント設計に当っては、試験工場から得たデーターをもとに、構成機器の能力バランスを検討して行ないます。クラッシャーをはじめ機器も、プラントの規模・能力に応じて、あらゆる大きさ、タイプのものを自社で製作しています。施工についても同じこと。数多くの経験を持つ技術者が参加しています。この神戸製鋼ならではの一貫体制が、もっとも合理的で故障の少ない砕石プラントを生み出しているのです。

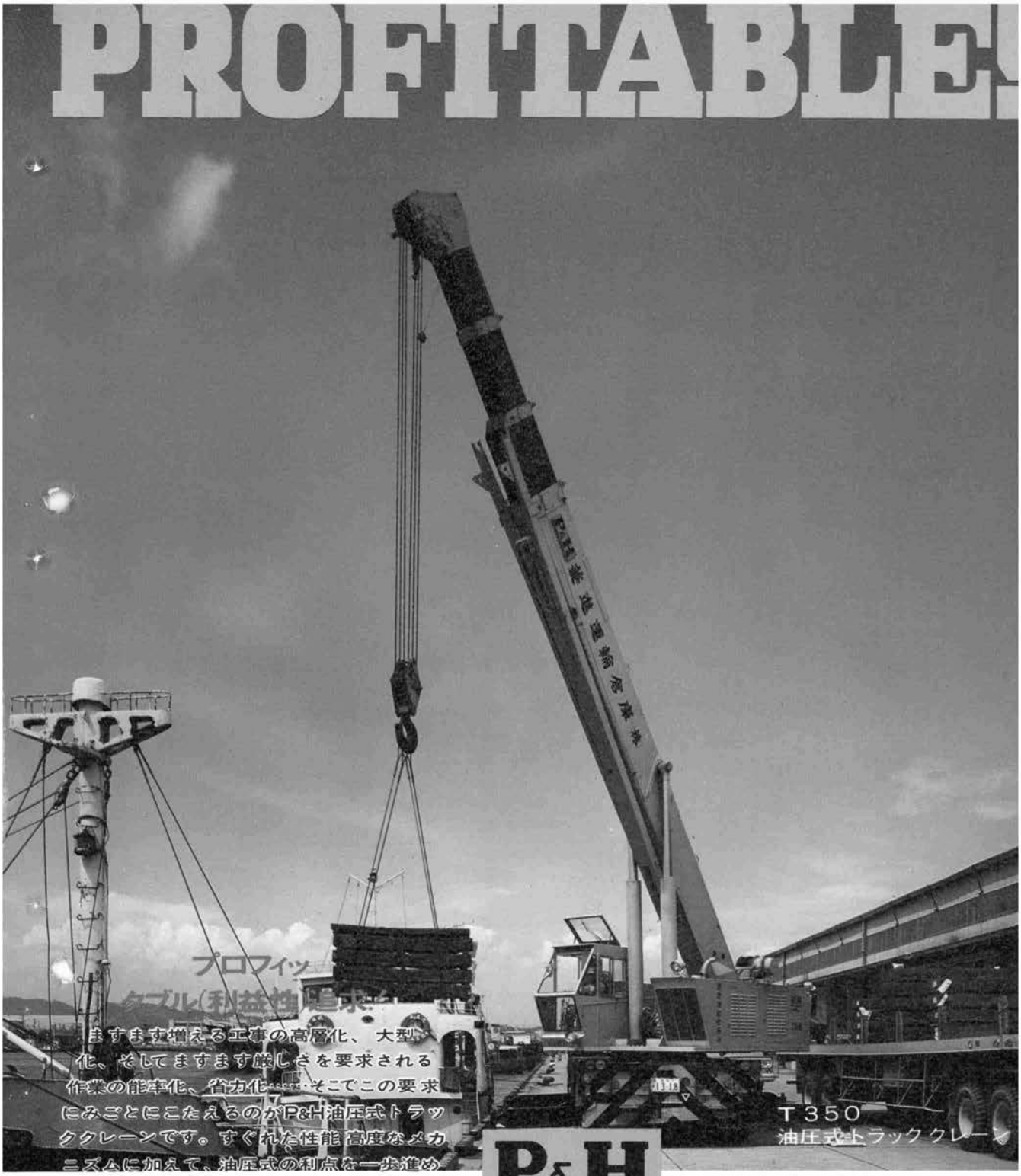
【特長】 ●能力が大きい●耐久性に優れている
●運転・保守が容易 ●工事費・運転費が安価
●据付けが簡便 ●アフターサービスが万全

神戸製鋼

本　　社　神戸市兵庫区脇浜町1丁目36
電　　話　（大代表）神戸（25）1551
支社／営業所　東京・大阪／札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・広島・北九州

●この製品についてのお問合わせは、(株)神戸製鋼所産業機械本部にお申し出下さい。

PROFITABLE



プロフィッタブル(利益的)な要求

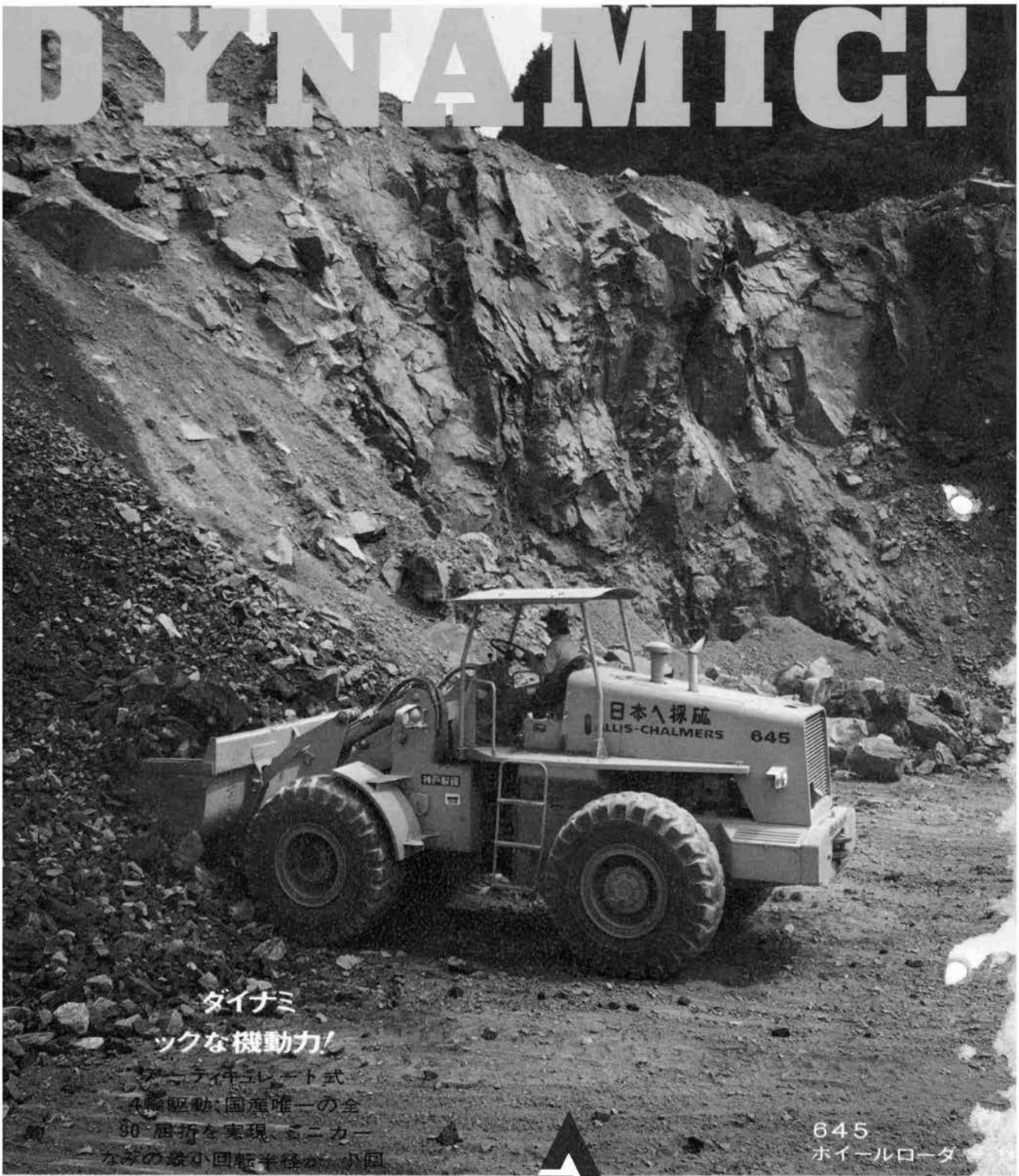
ますます増える工事の高層化、大型化、そしてますます厳しさを要求される作業の能率化、省力化……そこでこの要求にみごとにこたえるのがP&H油圧式トラッククレーンです。すぐれた性能高度なメカニズムに加えて、油圧式の利点を一歩進めた使いやすさ、経済性など、いずれも作業の能率アップ、工事の採算性アップに直接つながります。あなたのお仕事の利益向上にぜひお役立てください。

P&H 油圧式
T130・T150・T200・T270・T350・T600
トラッククレーン

	T130	T150	T200	T270	T350	T600
つり上能力(t)	13.0	15.0	20.0	27.0	35.0	60.0
ブーム長さ(m)	9.5~21.0	9.6~22.5	10.0~24.0	9.5~27.5	10.0~31.9	10.9~32.0
ジブ長さ(m)	7.5	7.5	14	8	8.2~13.7	8.2~13.7

神戸製鋼
建設機械本部
本　社　神戸市灘区脇浜町1丁目36　☎078 (25) 1551
東京支社　東京都千代田区丸の内1-8-2　☎03 (218) 7704
大阪支社　大阪市東区北浜2丁目22　☎06 (203) 5031

神鋼商事
建設機械本部
本　社　大阪市東区北浜3丁目5　☎06 (202) 2231
東京支社　東京都中央区八重洲4丁目3　☎03 (272) 6451



ダイナミックな機動力!

アーティキュレート式4輪駆動、国産唯一の全90°屈折を実現。ミニカーなみの最小回転半径が、小回りのきく機動力を発揮、日本の工事事情にピッタリです。 その他、ぐんを抜く突込力、シフトレバー1本の運転操作、経済性など、総合力が優れており、砕石・土砂の積込み・運搬に、砂利採取に……幅広い用途にお使いいただけます。

645
ホイールローダ

ALLIS-CHALMERS
545H/645/745
ホイールローダ

	545H	645	745
バケット容量	1.6～2.3m³	2.1～2.7m³	2.7～3.4m³
常用荷重	3.6ﾄﾝ	4.1ﾄﾝ	5.5ﾄﾝ
最少回転半径	4.3m	4.55m	5.16m

神戸製鋼
建設機械本部
本　社　神戸市葺合区脇浜町1丁目36　☎078(25)1551
東京支社　東京都千代田区丸の内1-8-2　☎03(218)7704

神鋼商事
建設機械本部
本　社　大阪市東区北浜3丁目5　☎06(202)2231
東京支社　東京都中央区八重洲4丁目3　☎03(272)6451

生産量世界一の北越工業が
独自の技術で開発した
世界最大級の

エアマンジャンボ

AMS-900/1200

●純日本技術で出来たエアマンスクリューコンプレッサー!
●日本で最初にして最大のポータブルコンプレッサー!
●空気量は世界最大の34.0m³/min(AMS 1200)
25.5m³/min(AMS 900)

ポータブルコンプレッサー生産量
世界第1位 年産10,000台 (日 本) 北 越 工 業
第2位 6,000台 (スウェーデン) アトラスコプコ
第3位 5,000台 (アメリカ) インガーソルランド
第4位 4,000台 (アメリカ) ガードナーデンバー
第5位 3,000台 (イギリス) ホ ル マ ン

北越工業株式会社

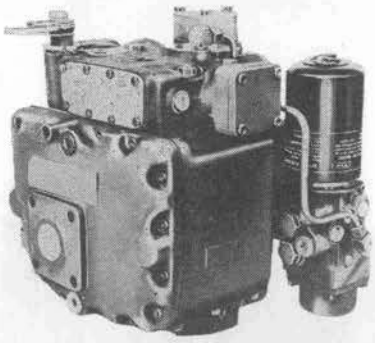
東京支社●東京都千代田区神田駿河台2-1〈近江兄弟社ビル〉●TEL (03) 293-3351 (大代)
大阪支社●大阪府摂津市大字一津屋1235−1●TEL (06) 383−3631 (代)
本社・工場●新潟県西蒲原郡分水町地蔵堂 ●TEL 分水 (025697) 3201 (代)
営業所●札幌、盛岡、仙台、高崎、松本、静岡、名古屋、金沢、岡山、広島、高松、松山
福岡、熊本、鹿児島

○油圧の世界に貢献する……　EBARA

エハラhydro-Stabil
油圧ポンプ・油圧モータ
油圧トランスミッション

■エハラは高圧油圧ポンプ・油圧モータの製作に最大の実績を有しております。
■エハラは油圧トランスミッション・油圧パワーユニットその他の制御装置の製作にも先鞭をつけ、今日に至っております。

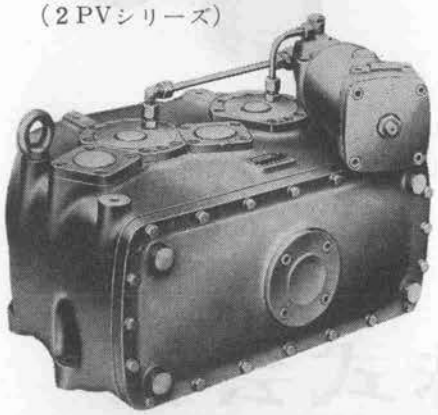
○理論吐出量(最大)　35～186cm³/rev
○使用最高圧力　320kg/cm²
○使用最高回転数　3200～2200rpm



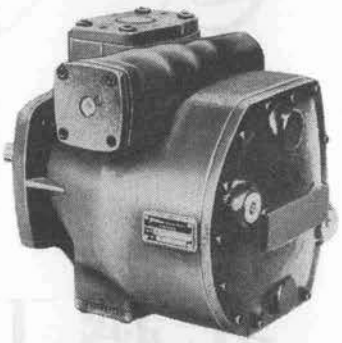
エハラhydro-Stabil可変容量型油圧ポンプ
（PVシリーズ）

エハラhydro-Stabil
定容量型油圧ポンプ・油圧モータ
（PF・MFシリーズ）

エハラhydro-Stabil
2連式可変容量油圧ポンプ
（2PVシリーズ）



エハラhydro-Stabil可変容量型油圧モータ
（MVシリーズ）



これらの油圧機器は工作機械、産業機械、建設機械、船舶甲板機械、港湾機器荷役運搬機械、特装車輌などのあらゆる駆動部・作業部に最適であります。

荏原製作所
川崎工場　精機部
川崎市北加瀬50　Tel(044)41－8111大代

脚光あびる造成工事に!!

ニイガタ モータグレーダー

高速道路の建設、土地造成に、
空港建設にニイガタ・モーターグレーダーは
その性能をいかんなく発揮します。

株式会社 新潟鐵工所

本　　社　東京都台東区台東2－27－7　03(833) 3211(大代)
大山工場　新潟市秋葉 1－2－1　0252(47) 5131(代)

株式会社トーメン

東京本社　東京都千代田区内幸町2－1－1（建設機械部）
TEL03 (501) 8211
大阪本社　大阪市東区瓦町2－64（　〃　）
TEL06 (203) 1351

クライミング ポニークレーン

OTS 2015型

■特長

1.デリックの数倍の能率
2.既設のコンクリートタワー利用
3.クライミング方式
4.リモートコントロール操作方式
5.カーテンウォール、プレコン工法に最適

せまい現場で大きな働らき

■仕様

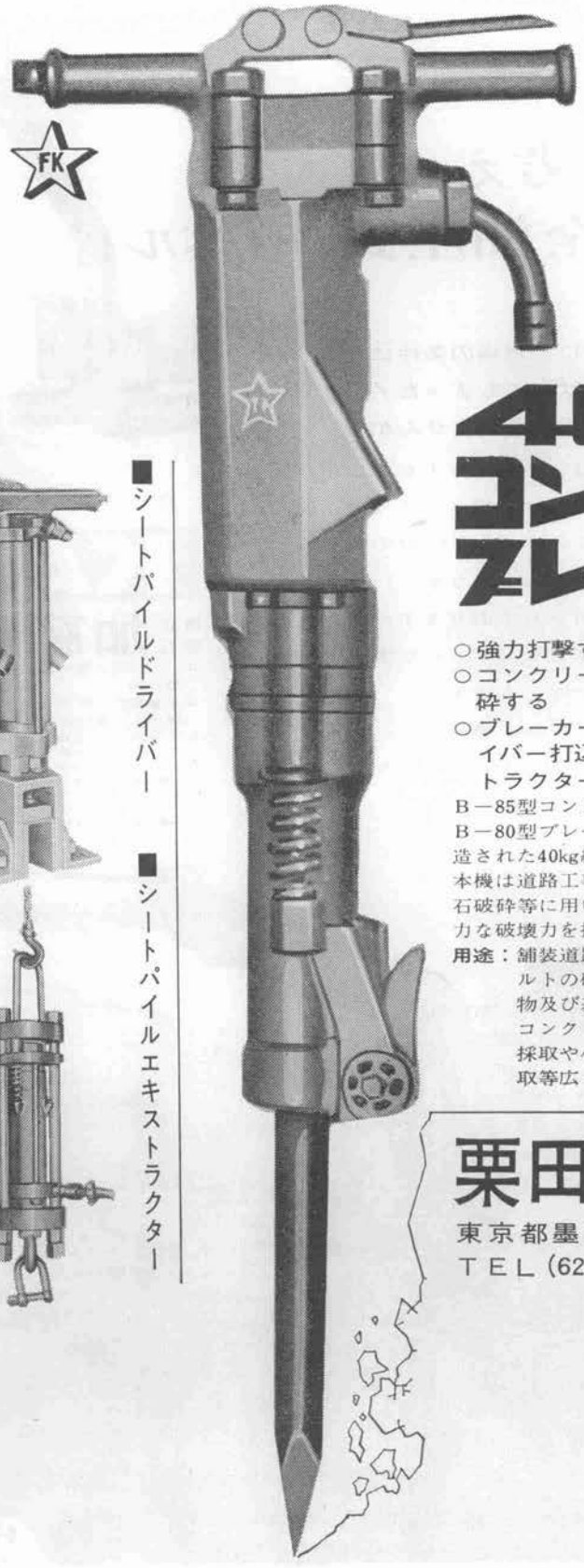
定格荷重	2 Ton
捲上電動機	8 kw 4 P
捲上速度	20m/min
揚程	20m～70m
起伏速度	8 m/min
起伏電動機	4 kw 4 P
旋回半径(最大)	15m
旋回半径(最小)	1.75m
旋回速度	0.4R.P.M.
操作方式	リモートコントロール

株式会社 小川製作所

総代理店

KG 兼松江商株式会社

機械第1部 建設機械課
東京都中央区宝町2～5 TEL(562)7132
大阪市東区淡路町5の33 大阪228－1112(大代)
名古屋市中区錦1丁目20番19号(名神ビル)名古屋(211)1311

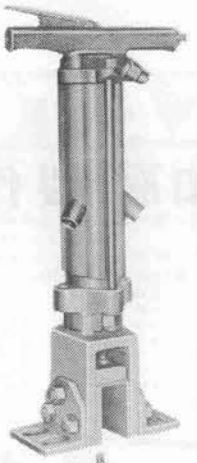


40キロ級 コンクリートブレーカー

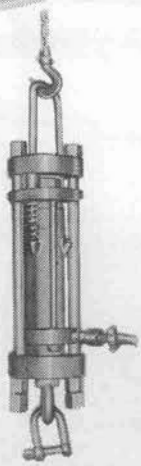
○強力打撃するので作業能率が向上する
○コンクリートは勿論中鍍岩も軽く破砕する
○ブレーカー以外にシートパイルドライバー打込み及びシーパイルエキストラクター(引抜)等利用範囲が広い

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。



■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

驚異的破砕力を持つ

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)

日本で生まれ、世界で活躍する——KATO

国土事情を考え
研究された全油圧式ショベル

HD－750（0.75m³）
純国産最大油圧ショベル

“故障でもないのに、現場の条件に合わないため機械を遊ばせてしまった／”という経験をお持ちではありませんか？

自然の生んだ地形は、ヘンテツもないように見えていて軟弱地盤や岩盤などそうとうに変化の激しいものです。KATOのHD型全油圧式ショベルは、このような厳しい地盤条件を考え合せ設計されておりますから、悪条件下でも強力でスピーディーな掘削作業を持続させることができます。
機械の総合価値は、性能、機能ロス、経済性、作業量の大小によって判断されるものです。ぜひご研究、ご検討下さい。

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)
東京事務所／東京都港区芝西久保桜川町２
（〒105）（第17森ビル）☎(591)5111(大代表)

支　店／	大　阪	☎(303)1131	名古屋	☎(582)5601
	広　島	☎(48)0461	福　岡	☎(78)5571
	仙　台	☎(22)4896	岡　山	☎(31)1291
営業所／	小　倉	☎(55)5088	大　分	☎(8)6011
	札　幌	☎(241)2888	静　岡	☎(26)3141
	富　山	☎(32)8168	松　山	☎(43)5097
出張所／	横　浜	☎(311)7992	高　崎	☎(25)1311

HD-350（0.35m³）
全油圧式ショベル

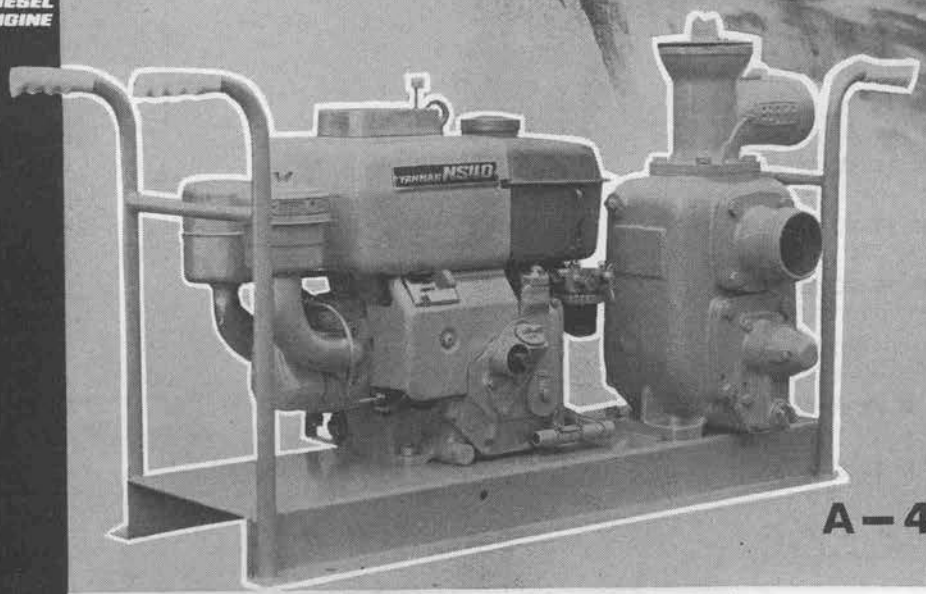
仕事を知ってる

タフな奴

土木建設工事の省力化に…

ヤンマーエースポンプ

YANMAR
DIESEL
ENGINE



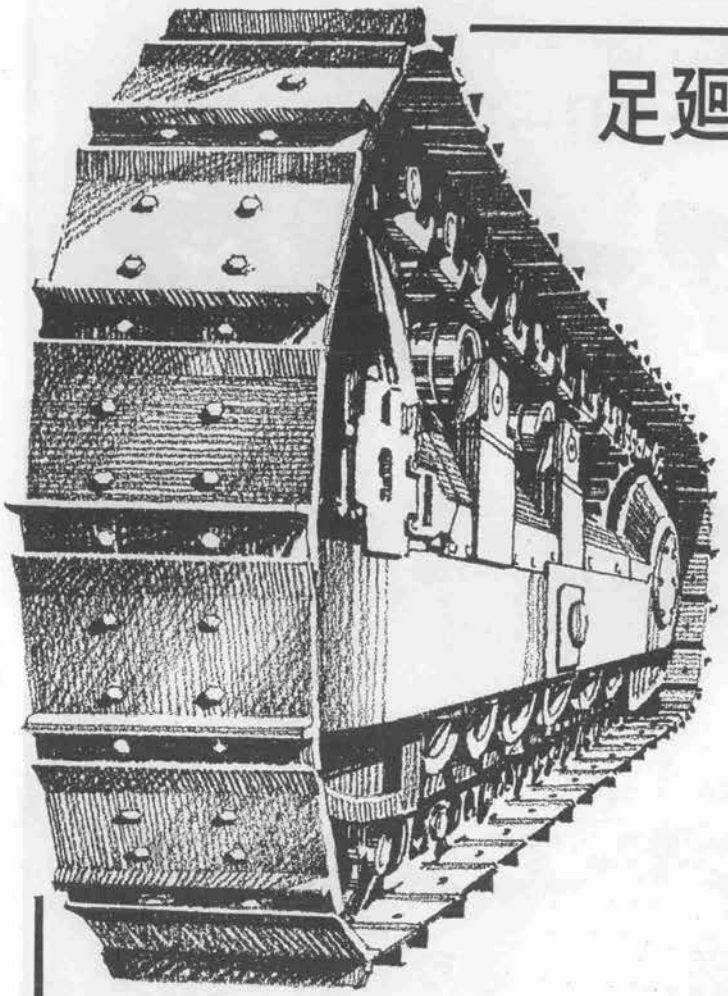
A−450

ヤンマー
ディーゼル

●土木建設機械用・発電用・ポンプ用
2−2000馬力

YANMAR ヤンマーディーゼル株式会社

本社　大阪市北区茶屋町六二番地〈郵便番号・530〉



足廻りの専門家!

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
大阪市福島区鷺洲上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)

(株)東京鉄工所
土浦工場

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

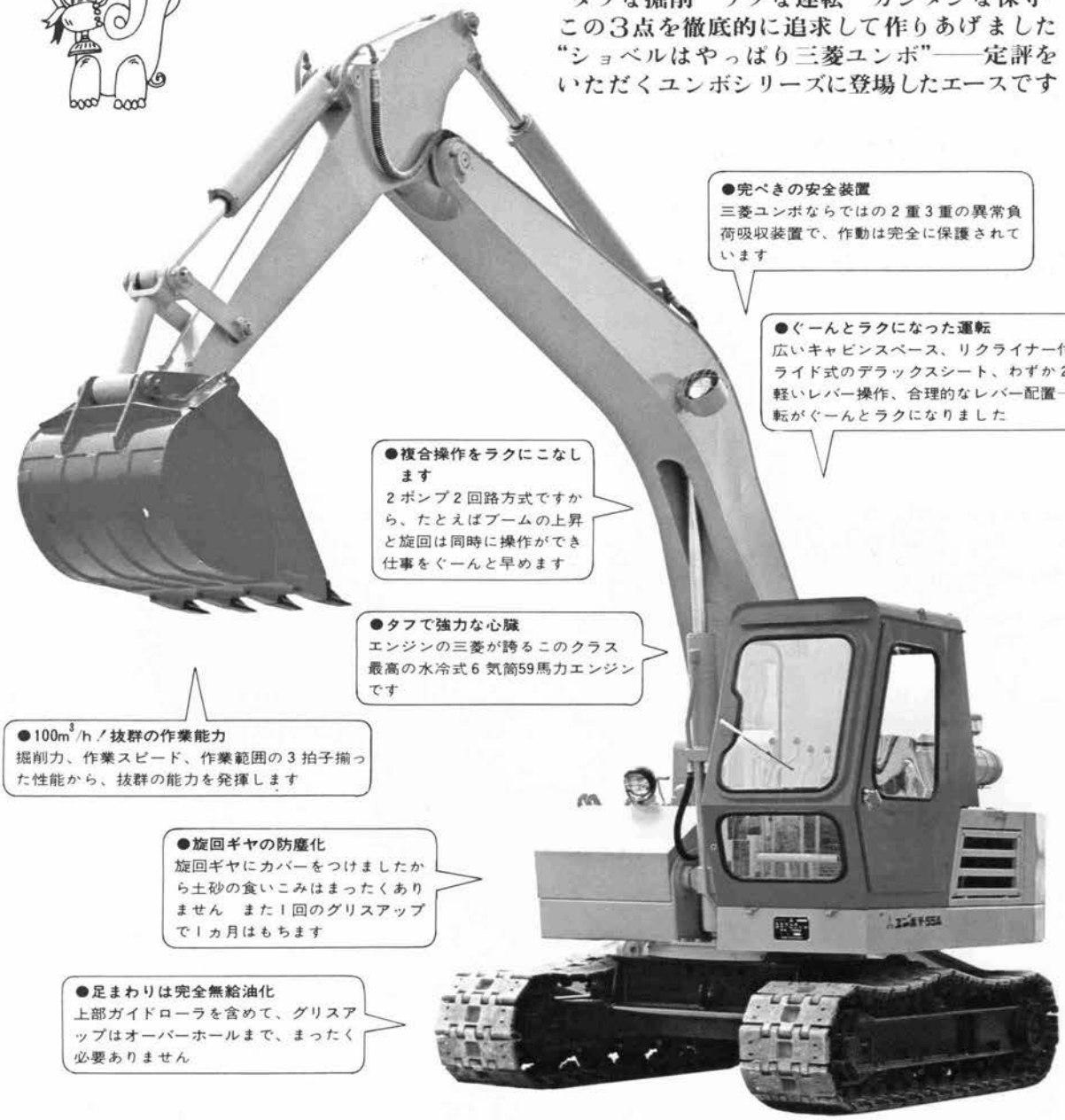
頼もしきニューパートナー

“ショベルはやっぱり三菱ユンボ”——定評あるユンボシリーズに、快心作Y-55Aが登場しました。あなたの声を随所に生かした、あなたのための頼もしいニューパートナーです。

三菱ユンボ Y-55A

あなたのチェックが生きている

ごらん下さい——あなたのチェックを随所に生かしたY－55A
“タフな掘削　ラクな運転　カンタンな保守”
この3点を徹底的に追求して作りあげました
“ショベルはやっぱり三菱ユンボ”——定評をいただくユンボシリーズに登場したエースです



●完ぺきの安全装置
三菱ユンボならではの2重3重の異常負荷吸収装置で、作動は完全に保護されています

●ぐーんとラクになった運転
広いキャビンスペース、リクライナー付きスライド式のデラックスシート、わずか2㎏の軽いレバー操作、合理的なレバー配置——運転がぐーんとラクになりました

●複合操作をラクにこなします
2ポンプ2回路方式ですから、たとえばブームの上昇と旋回は同時に操作ができ仕事をぐーんと早めます

●タフで強力な心臓
エンジンの三菱が誇るこのクラス最高の水冷式6気筒59馬力エンジンです

●100m³/h／抜群の作業能力
掘削力、作業スピード、作業範囲の3拍子揃った性能から、抜群の能力を発揮します

●旋回ギヤの防塵化
旋回ギヤにカバーをつけましたから土砂の食いこみはまったくありません　また1回のグリスアップで1ヵ月はもちます

●足まわりは完全無給油化
上部ガイドローラを含めて、グリスアップはオーバーホールまで、まったく必要ありません

●バケット容量—0.13～0.45m³　●総重量—10,300㎏(標準アタッチメント付き)　●エンジン出力—59PS

三菱ユンボ Y-55A

三菱重工

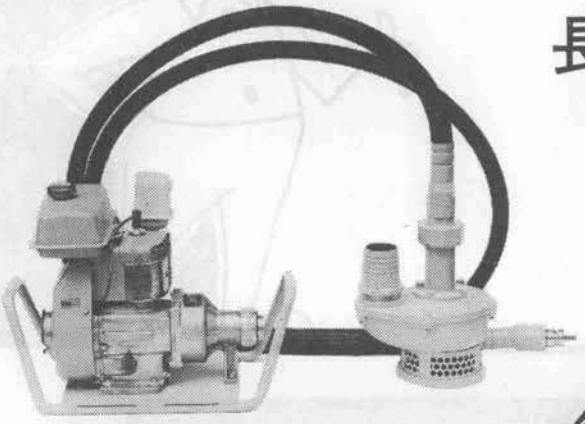
三菱重工業株式會社
建設機械事業部
東京都千代田区丸の内2-5-1　東京(212)3111
神戸造船所・明石工場
明石市魚住町清水字北沢　兵庫(二見2)1531
総販売代理店三菱商事株式会社
建機冷機部
東京都千代田区丸の内2-3-1　東京(211)0211

販売店

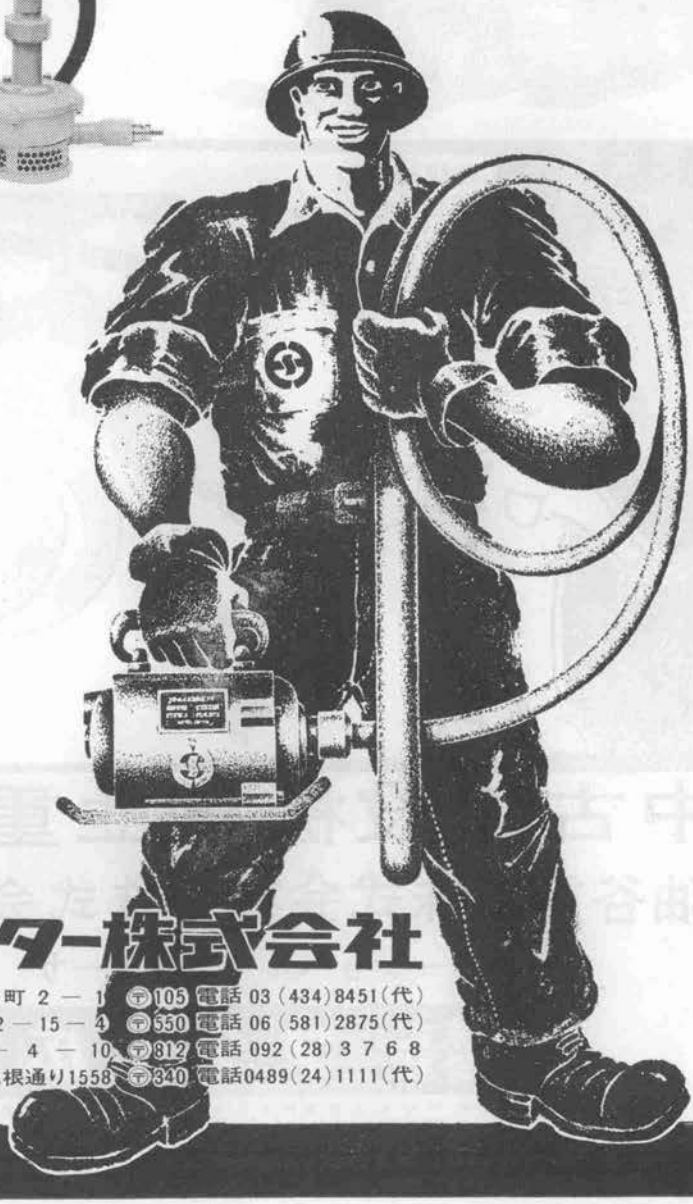
東京産業㈱	東京(212)7611	新菱重機㈱	東京(582)3231
椿本興業㈱	大阪(313)3231	四国機器㈱	高松(61)9111
新東亜交易㈱	東京(212)8411	橘崎産業㈱	札幌(261)3241
㈱米井商店	東京(561)1171	北菱重機㈱	小松(22)3825

Hayashi VIBRATORS

長い伝統
最新の技術



《新発売》
フレキシブル型水中ポンプ
HFP—80型



凡ゆるコンクリート
施工に即応する

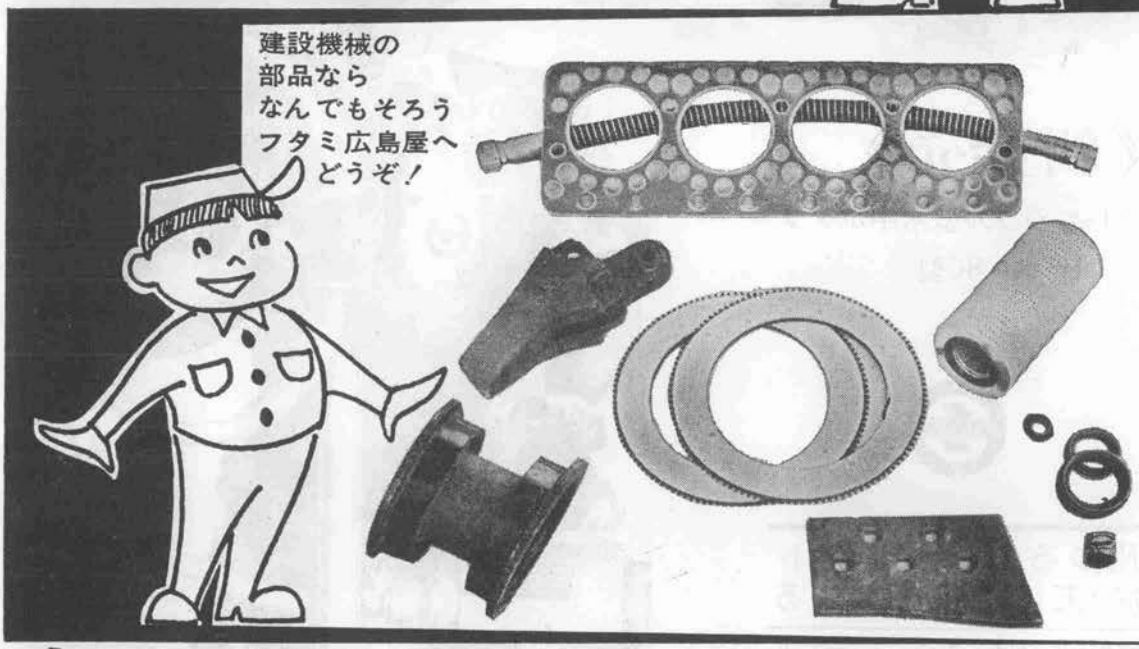
電気式·空気式·エンジン式
各種バイブレーター

林バイブレーター株式会社

本社及東京支店　東京都港区芝浜松町2—1　〒105　電話 03(434)8451(代)
大阪支店　大阪市西区本田町2—15—4　〒550　電話 06(581)2875(代)
九州出張所　福岡市住吉2—4—10　〒812　電話 092(28)3768
工場　埼玉県草加市稲荷町上根通り1558　〒340　電話0489(24)1111(代)

中古車なら
良い機械が
なんでもそろう
フタミ広島屋へ
どうぞ！

建設機械の
部品なら
なんでもそろう
フタミ広島屋へ
どうぞ！



中古建設機械並重車輌販売

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番地
電話大阪(991)2636・5748・5539(992)4276
東京支店　東京都文京区湯島2丁目31の21号
電話　東京　(813) 9041－3

大阪支店　大阪市福島区上福島南3丁目98番地
電話　ベアリング部　大阪(451)1551～4
部　品　部　大阪(458)4031～6

皆んな知ってる三笠のマーク

三笠コンクリートバイブレーター
三笠タンピングランマー

建設機械メーカー

三笠産業

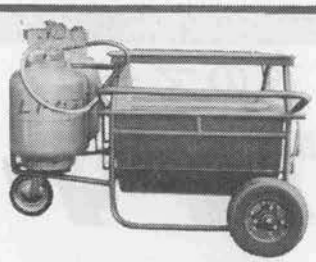
東京都千代田区猿楽町1－4－3
電話 東京03(292)1411大代表 テレックス東京(222)4607

出 張 所・札幌市大通西8-2(ヒキタビル) 電・札幌011(251)2890
技術研究所・埼玉県春日部市柏壁1210 電・春日部0487(35)0069
工 場・群馬県館林市/埼玉県春日部市

西部地区発売元

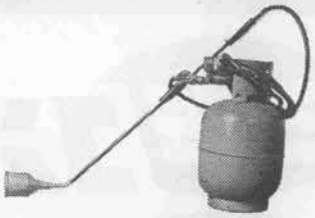
三笠建設機械株式会社

大阪市西区立売堀北通り4－70 電・大阪06(541)9631－4



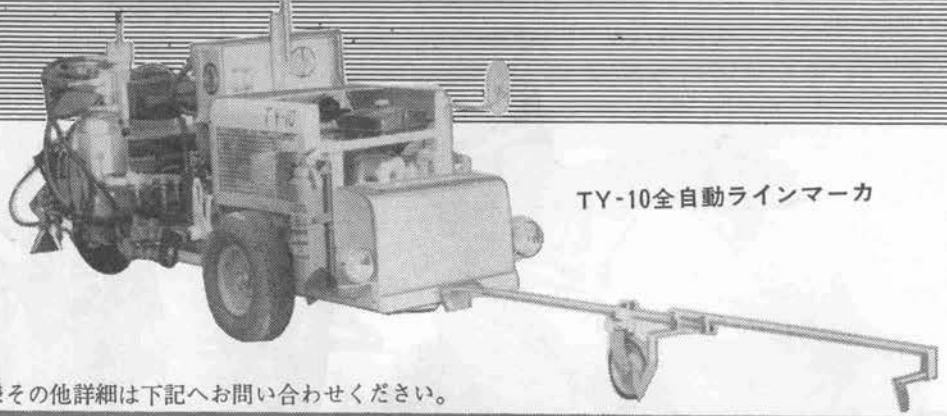
プロパンカンテキKN-4

ロードパッチヤーRP-S



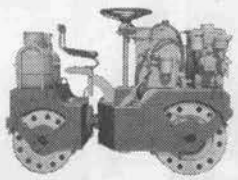
プロパンバーナーPB-2

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-I

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　川崎市元木町40

電話　川崎 044（24）5171～3

パワークレーン

PC-1015吊上荷重1t

特　長

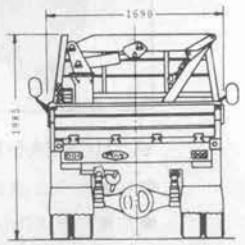
■２ｔ積小型トラックに架装
２ｔ積小型トラックに簡単に架装できますので、狭い道路、混雑した道路でも持前の機動力を充分に発揮します。

■吊上能力1000kg
２ｔ積トラックに架装のクレーンとしては、最もマッチした、作業半径・吊上能力を有します。

■広く使える荷台
クレーンはコンパクトに取付けでき、荷台をカットすることもなく、クレーンなしの場合とほとんど変わりない広い荷台を使用できます。

■減トンなし
積載重量を減すことなく、架装できます。

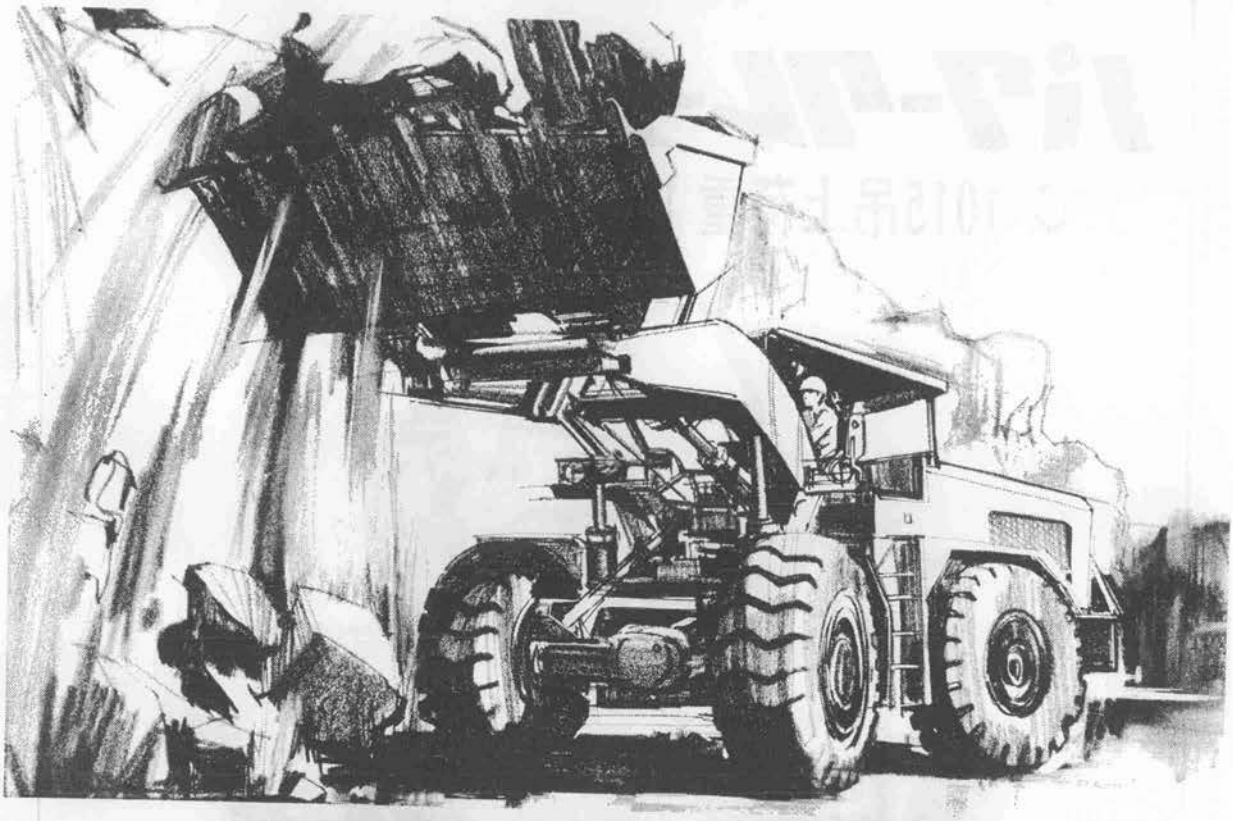
走行時クレーン搭載図

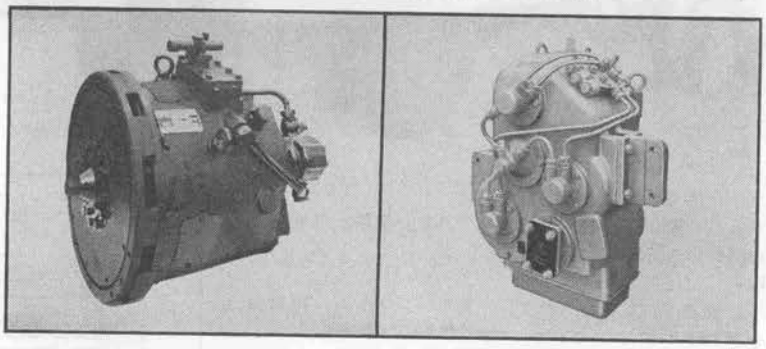


株式會社南星工作所　南星機械販売株式会社

本社工場	熊本市十禅寺町４の４	TEL (代) 52－8191	宇都宮駐在所	宇都宮市今泉町３０１６	TEL　34－3033
東京支店	東京都港区西新橋１の18の14(小里会館ビル２階)	TEL (代)504－0831	盛岡営業所	盛岡市開運橋通り３番４１号	TEL (代) 24－5231
大阪営業所	大阪市大淀区本庄中通３丁目９番地	TEL (代)372－7371	長野営業所	長野市大字中御所岡田１５２	TEL (代) 26－2636
名古屋営業所	名古屋市東区石神堂町２丁目１８の２(大栄ビル)	TEL (代)962－5681	宮崎営業所	宮崎市堀川町５４の６	TEL (代) 24－6441
仙台営業所	仙台市本町２丁目９番１５号	TEL (代) 27－2455	新潟出張所	新潟市東万代町４番９号	TEL (代) 45－5585
札幌営業所	札幌市北三条東５丁目５(岩佐ビル)	TEL (代) 23－3257	大分出張所	大分市中島西２丁目1'～４１	TEL　4－2785
広島営業所	広島市中広町２丁目１７番１８号	TEL (代) 32－1285	甲府出張所	甲府市千塚町２１１１	TEL (　22－5725
熊本営業所	熊本市十禅寺町９の１	TEL (代) 52－8191	富山出張所	富山市大泉一区東部１１３９	TEL　21－3295

マーケットシェアー48%……その実力を誇るオカムラのトルクコンバータ!





省力化機械をさらに省力化するオカムラのトルクコンバータ

- ●起動から全速まで自動変速できます
- ●作業効率と経済性を高めます
- ●作業のサイクルタイムが短縮されます
- ●不快なエンストがなくなります
- ●原動機と動力伝達装置を保護します
- ●オペレーターの疲労度が軽減されます

オカムラ
トルクコンバータ

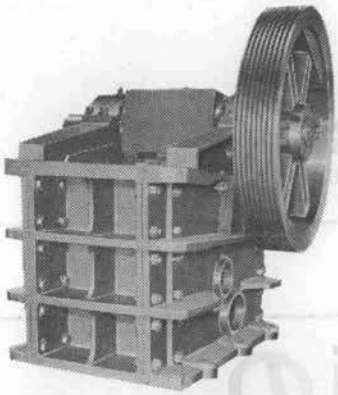
株式会社岡村製作所・機械事業部

カタログさし上げます。お問合せください――●機械営業部　東京営業所：東京都港区赤坂3－6－12　山翠ビル　TEL 03(584)－0331 〒107
●大阪営業所：大阪市東区本町4－4－1 本町野村ビル TEL 06(261)－6373 〒541　●刈谷営業所：愛知県刈谷市東陽町3－15 TEL 0566(21)－4591〒448

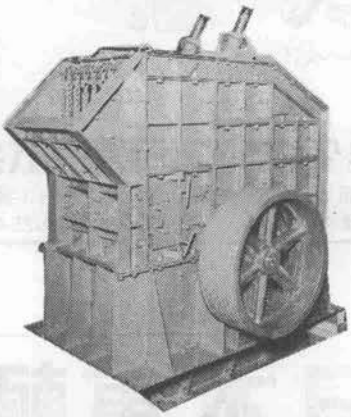
《業界のパイオニア》技術と信用でリードする

新和の骨材生産プラント
バッチャープラント

設計・製作・施工



ST形シングルトッグルクラッシャ



SIC形インパクトクラッシャ

V-3形コンパクター

斬新な技術と長年の経験で皆様のよきコンサルタントとして
御気軽に御相談下さい

主要製品　骨材生産プラント　ジョークラッシャ(シングル形)　フィーダ
インパクトクラッシャ　バイブレーチングスクリーン　クラッシファイヤ
トロンメル　生コンクリートプラント　コンクリートミキサ
簡易バッチャプラント　セメントサイロ(各種)
其の他　ソイルコンパクタ，ベルトコンベヤー並に付帯設備機械

新和機械工業株式会社

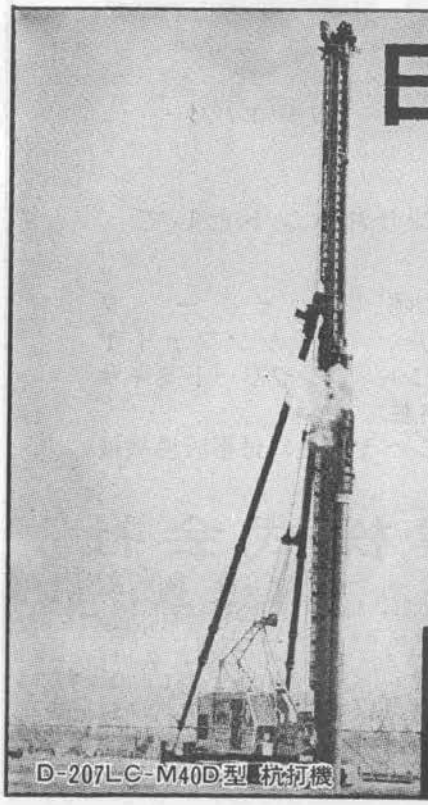
本社及工場　川崎市日進町23番地7
電話　川崎(23)局9151番(大代表)
盛岡支店　岩手県盛岡市本町通3丁目17番10号
電話　0196—22—1867・3523
新潟工場　新潟県西頸城郡名立町大字名立大町1111番地
電話　025549 3—0　1　7　4

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)


D-207LC-M40D型杭打機

日本車輌の
建設機械

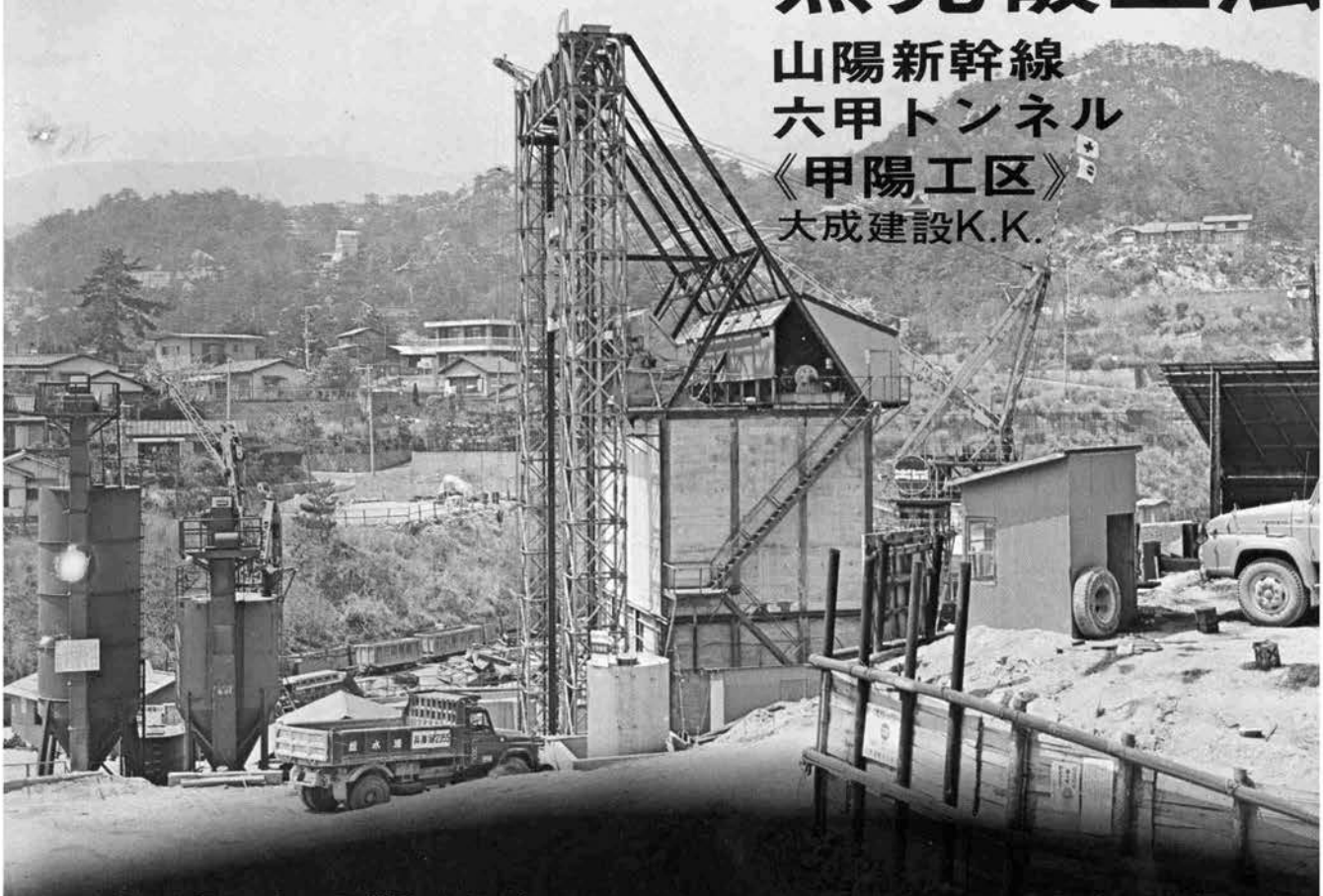
三点支持杭打機
万能掘削機
スクレープドーザー
トラッククレーン
トレイラー
ディーゼル発電機

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
仙台営業所　仙台市国分町3丁目10番21(徳和ビル)　電話0222(21)4411
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)

無発破工法

山陽新幹線
六甲トンネル
《甲陽工区》

大成建設K.K.



六甲トンネルの取付部にあたる当工区は、トンネル上の土かぶりが浅いので、発破工法では住宅地への影響が大きく、工事進行上、困難をきたしていた。

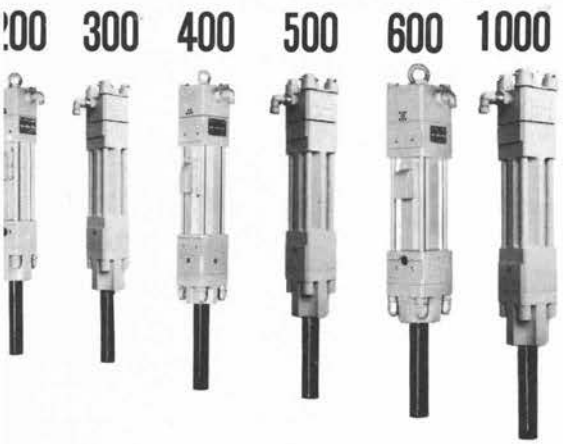
当工区の構成岩石は、風化した花崗岩であるため、超大型ブレーカー《アイヨン》を油圧ショベルの先端に取り付け、無発破工法による掘削を施工した。

注　上部半断面約40m²、延長約150m、1日(10h)当り掘進約1m(40m³)だった。

使用機械：
アイヨン IPH 500 1台

国内1500台　海外3000台

実績に輝くアイヨンシリーズ



アイヨン	200	300	400	500	600	1000
本体重量(チゼル付) kg	200	300	400	500	600	1000
本体全長 mm	1181	1200	1339	1459	1445	1875
四角対辺 mm	190	196	225	245	285	310
打撃数/min	280~350	280~350	280~350	300~360	280~350	250~290
正味空気圧力kg/cm³	5~6	5~6	5~6	5~6	5~6	5~6
空気消費量m³/min	4.5~5.6	4.5~5.6	5.5~6.6	6.5~7.5	8.0~9.2	12.8~14.9
使用ホース mm	25φ	25φ	25~32φ	32~38φ	38φ	50φ
タガネ太さ mm	80φ	80φ	100φ	110φ	115φ	140φ

日本ニューマチック工業(株)製

各地の現場で活躍！

家

山

海

道

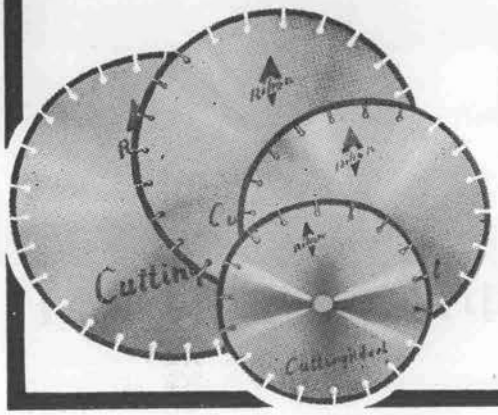
CAT.NO.
259B

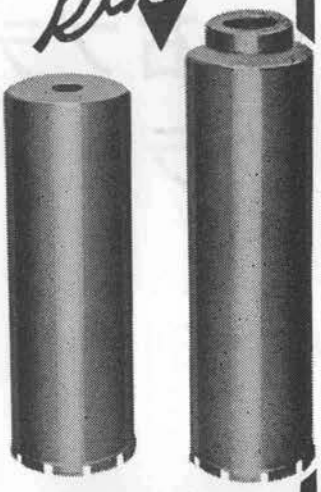
オカダ鑿岩機株式會社
O.R.D.
本　社　〒540大阪市東区北新町2－2 ☎(06) 942－5591(代)
企画室　〒540大阪市東区南新町2-34 ☎(06) 943－1411(代)
支　店　〒115東京都北区浮間3－30 ☎(03) 967－5591(代)
支　店　〒503大垣市久瀬川町6－29 ☎(0584)78－2313(代)

理研ダイヤの

Riken

ダイヤモンドホイール
ダイヤモンドコアービット





■営業品目
ダイヤモンドブレード
ダイヤモンドポリッシング
道路、石材、耐火練瓦用
各種在庫

理研ダイヤモンド工業株式会社

本　　社　東京都千代田区三崎町２－８－２　TEL(261)8870(代表)
三河島工場　荒川区荒川１－５３　TEL(801) ７８３５

群を抜く耐久力！

CT35BL
トラクタショベル

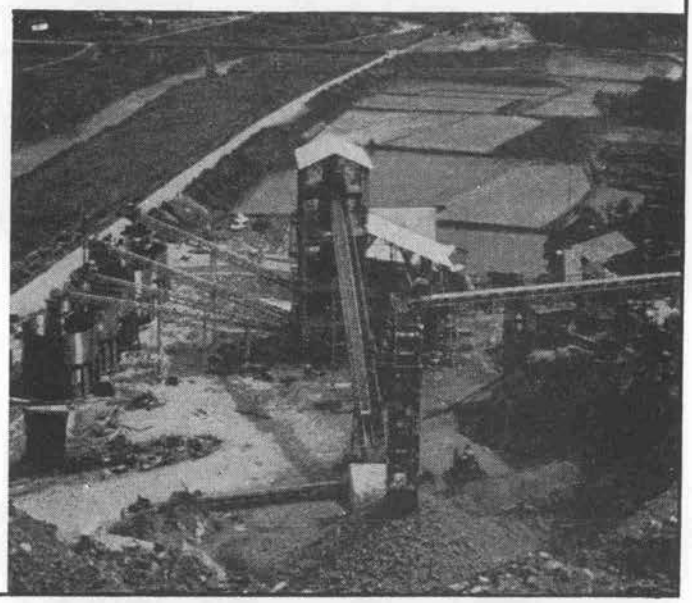
整備重量：6.7t，バケット容量：0.8m³
エンジン：いすゞＤＡ220形 55ＰＳ または
三井ドイツＦ６Ｌ812形 62ＰＳ

岩手富士産業株式会社
工場・営業所：札幌・岩手・東京・群馬・大阪・熊本

本社　東京都新宿区西新宿１－７－２
（スバルビル）
TEL東京(342)2281大代表

採掘から ⟶ 粗砕・粉砕まで

大同中山の
砕石プラント
クラッシャー



大同中山工業株式会社

本　　社　大阪市東淀川区野中南通3丁目12　電話　大阪（303）7551(代)
東京支店　東京都中央区西八丁堀4丁目8の4　電話　東京（552）6537(代)
福岡支店　福岡市中呉服町6番1号(善導ビル)　電話　福岡（29）0671(代)

ラサの **砕石プラント**

定評ある単体機器 高度なプラントエンジニヤリング

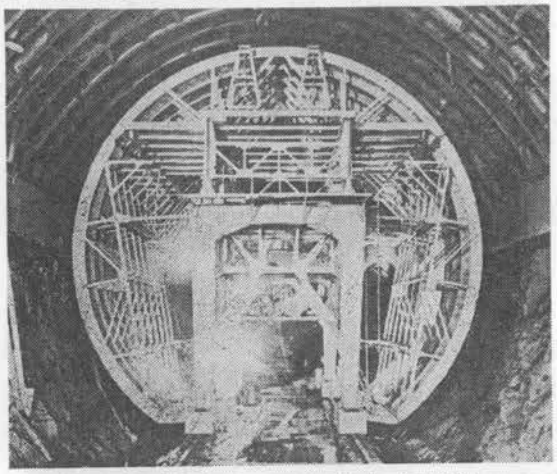
ラサ工業株式会社

機械営業所
東京 TEL 03（861）0281　名古屋 TEL 052(731)1422
大阪 TEL 06（345）6421　広島 TEL 0822(48)0528
仙台 TEL 0222(23)0333(25)1676　福岡 TEL 092（76）4636～9
北海道総代理店三信産業(株)　熊本 TEL 0963(54)4615
TEL 0122(25)5231(代)　羽大塚製作所 TEL 094252～2121(代)

国外でも大活躍
サガのトンネル工事用機械

PAT 313458 478374
539684 579207
795496 804217
804236 810864

全自動式スチールフォーム D=12,030mm L=7,200mm



台湾曽文渓ダム工事納入（2基）

営業品目

スチールフォーム、スライディングセントルフォーム、セントル、鋼製支保工、クレーン、パネル護岸及ダム用フォーム、各種コンベヤー、落雪（落石）防護柵、すりびん、プレートフィーダー、シールド工事用機器、各種ジャンボ、各種プラント、鋼製プール、橋梁、その他鉄骨製缶工事設計製作

クレーン製造認可工場
富第73号
富第80号

建設大臣登録
（ワ）8511号

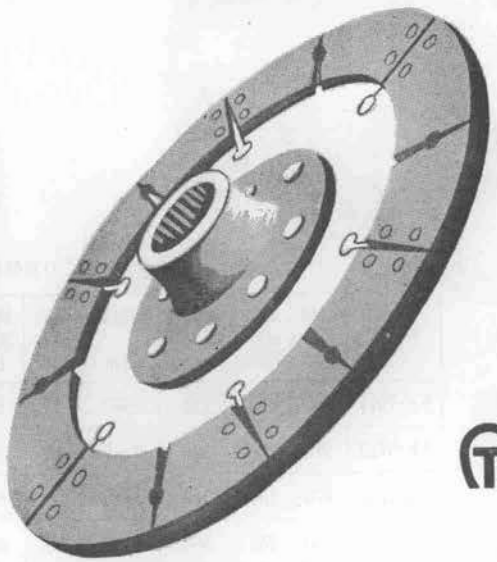
佐賀工業株式会社

本社・工場 富山県高岡市荻布209 TEL高岡0766－23－1500
事務所 東京（鴻巣）0485－41－3366 大阪（大阪）06－362－8995
仙台（岩沼） 022312－2301 高岡（高岡）0766－23－1500
工場 東京（鴻巣）0485－41－3366 大阪（大阪）06－362－8495
仙台（岩沼） 022312－2301 高岡（高岡）0766－23－1500

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ABEX社（旧称アメリカンブレーキ・シュー社、ウエルマン社吸収により社名、商標変更）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)
大阪支店 TEL(344)8321/名古屋営業所 TEL(211)5401
福岡営業所 TEL(28)7187/工場・茅ケ崎・山梨

完全な防錆… メタルキーパー METAL KEEPER

鉄をはじめ金属はもう錆びません

『メタルキーパー』とは動物性脂肪を主原料とし金属に対する親和性、浸透性が抜群で完全に金属の表面をおゝい、塩水、水、空気等々錆発生の要因から金属を防護し半永久に持続する新らしい防錆剤です数ある防錆剤の中で最も優れた実績のある『メタルキーパー』を是非とも一度試して見て下さい。

- ◉塩水に一番強い(完全な防錆)
- ◉商品の価値を下げる油やけはしません
- ◉錆の上から、又水のついた上から塗布が出来ます
- ◉半永久的に防錆効果が持続します
- ◉そのまゝ優れた潤滑剤となります

種　類

◆METAL KEEPER　不乾性完全防錆剤

HI-VIS（ハイビス）
- エアゾールタイプ
- エアスプレータイプ

LOW-VIS（ローピス）
- 18ℓ缶入 MB230（刷毛塗可）

●その他防錆に就いて御相談に応じます。

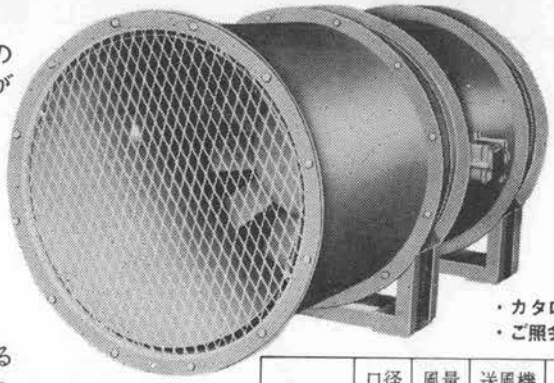
発売元　株式会社　拓　和
東京都中央区銀座6丁目8番7号　電話 東京(573)2551(代)

製造元　日本アルゴンクイン株式会社
東京都中央区西八丁堀2丁目4番地　電話 東京(552)0431(代)

ターボブロワに匹敵する風圧！

Seibu 高風圧サージレスプロペラファン

- ●風量一風圧曲線に左下りの部分がなく、サージングが起らない
- ●ターボブロワ・シロッコファンに比べて運搬据付が極めて容易
- ●小　形



F9

・カタログ進呈
・ご照会はお近くの営業所へ

機・電一体で省力化を推進する

Seibu 西部電機工業

本社・工場
福岡県古賀町 TEL古賀(09294)2-2661(代)
営業所
東京・名古屋・大阪・広島・九州・札幌

形式	口径 mm	風量 m³/min	送風機全圧 mmAg	回転数 rpm	電動機 kW	周波数 Hz
FE-7014	700	400	250	2960	25	50
FE-5713	570	200	300	2940	15	50
FE-8107	870	400	250	1780	25	60
FE-5302	530	200	300	3550	15	60

締固め機械のトップをゆく！
稼動率の高いことは業界の定評！

¥165,000.-

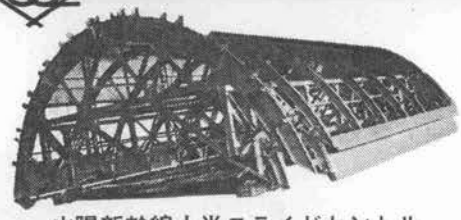
WORK-UP ワーカップ プレート
◆自走性
◆締固め力 ＞ 抜群
◆自重100kg

¥830,000.-

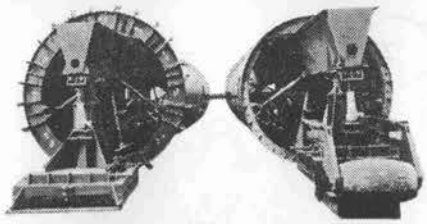
両輪駆動
ニューサイドバイブレーションローラー
◆構道物の端まで完全に転圧できる
◆道路，一般土木工事いづれにも最適
◆自重750kg

NAGAOKA
長岡技研株式会社
東京都大田区大森北3－13－1（下川ビル）
電話（764）8117（代）

東洋一のトンネル建設機械メーカー



山陽新幹線上半スライドセントル



シールド工事用円型スチールフォーム

営業品目

○スチールフォーム　○バラセントル
○スライドセントル　○スキップカー
○トレンローダー　○ダム用ライトゲージ
○プレートフィダー　○支保工
○チップラー　○橋梁
○スロープフォーム　○その他建設機械一般

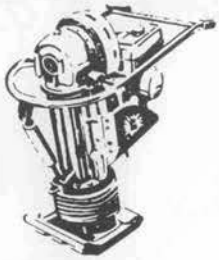
PAT
32529
32926
26661
39445
13222
4277
24893

プレートフィダー

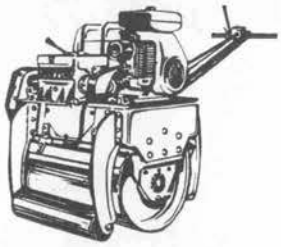
岐阜輸送機株式会社
本社　岐阜市光明町3丁目4番地　電話（0582）51－2541～3
那加工場　岐阜県各務原市那加新加納南荒子　電話（0583）82－1251～3

世界の建設現場で活躍する 大旭（タイキョク）の轢圧機

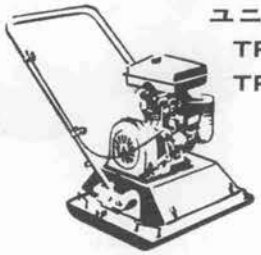
ビブラー
TV-808
TV-110



振動ローラ
TR－55



ユニプレート
TP－ 80
TP－120



コンプレッサー
TC－8
TC－10
TC－15

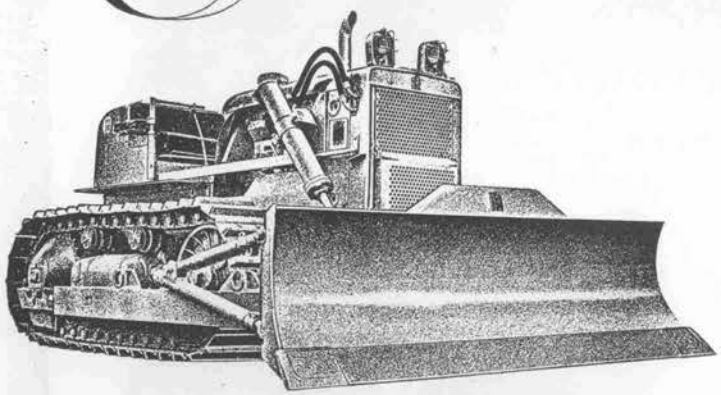
大旭

大旭建機株式会社

本社・工場 川口市飯塚町1丁目198番地 ☎川口局(0482)52)1981－4
海外部 東京都台東区上野5丁目16番14号(高石ビル) ☎東京(03)(832)6714
大阪支店 大阪市東区谷町4－21(第2谷町ビル) ☎大阪(06)(942)1925
福岡営業所 福岡市田中町44番地 ☎福岡(092)(41)6612
仙台営業所 仙台市原町苦竹字町70番地の1 ☎仙台(0222)57)4760

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 福岡市露町134番地 電話 福岡(53)3435－7番
札幌営業所 札幌市大通り東7丁目1番地 電話 札幌(231)3522(代表)
仙台営業所 仙台市堤町17番地2 電話 仙台(33)3765(34)8014番

古河の超小形——
パワーショベル FH2

人手不足を解消し、機動性に経済性をプラスした国産最小
全油圧式パワーショベルの決定版

特長

- ■狭い場所での作業が容易で運搬に便利
- ■接地圧が低い
- ■掘削力が強力でサイクルタイムが短い
- ■ラグ付きシューを採用し、シューの張力調整が簡単
- ■運転操作が簡単で居住性が快適

仕様

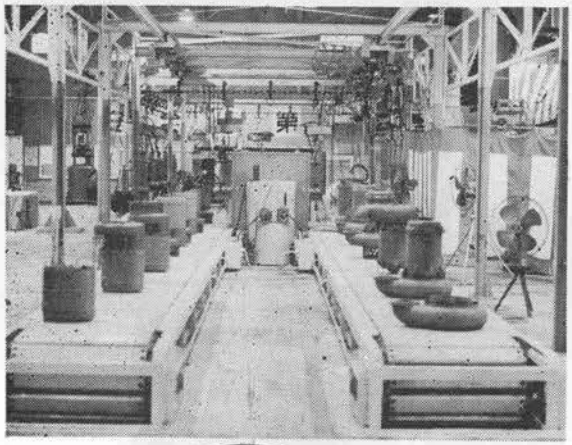
バックホウ	
バケット容量	0.18m³
最大掘削深さ	3,420mm
全装備重量	6,200kg
最大掘削力	4,000kg
走行速度	2.34km/h
エンジン出力	39PS/2,350rpm

古河鉱業
機械事業部
FURUKAWA MINING CO., LTD. MACHINERY DIVISION
本　社　東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

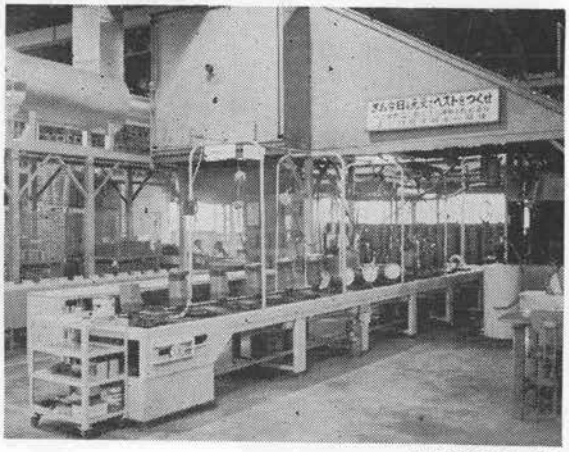
東　京 (03) 212-6551　　名古屋 (052) 561-4586
福　岡 (092) 74-2261　　仙　台 (0222) 21-3531
大　阪 (06) 344-2531　　札　幌 (0122) 26-5686
建機販売・サービスセンター
東京都北多摩郡久留米町南沢5—19
田無 (0424) 73—2641

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

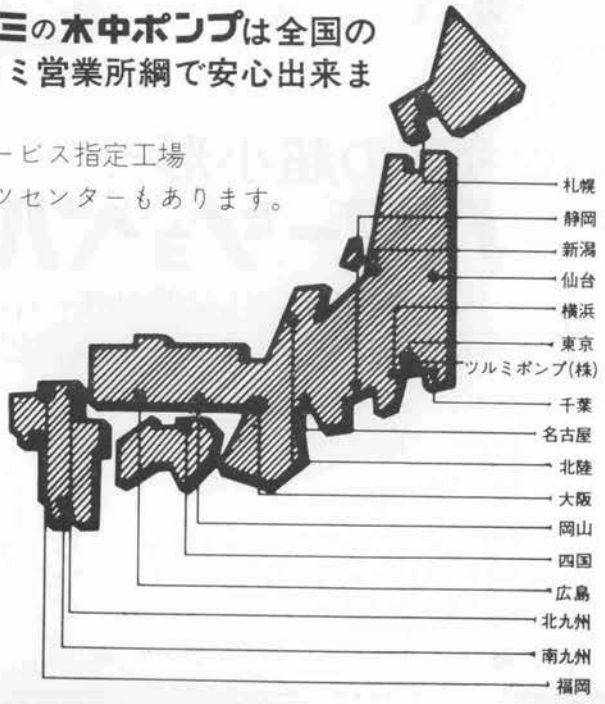


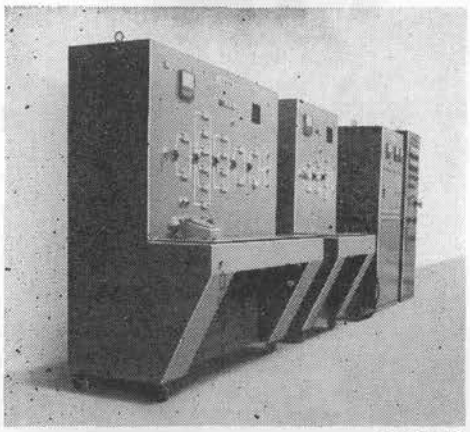
小型組立ライン

受入れから出荷迄

ツルミの水中ポンプは全国のツルミ営業所網で安心出来ます。

又サービス指定工場
パーツセンターもあります。





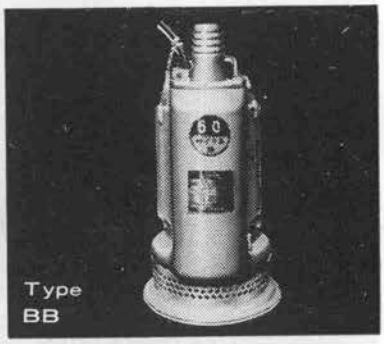
試験設備

TSURUMI

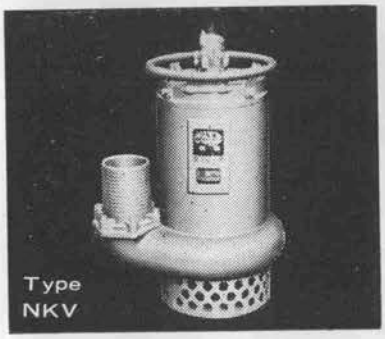
ツルミの水中ポンプは
用途別に機種がほうふです。

軽量　1.5KW～11KW
揚程　15～45米

1.5KW～11KW
揚程　10～28米

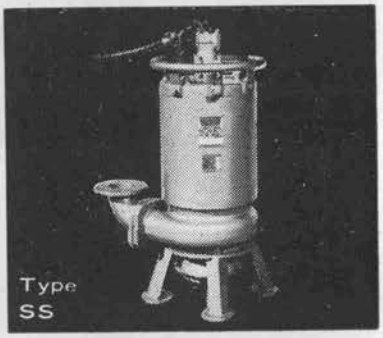


0.15KW～0.4KW
（型式承認取得ずみ）



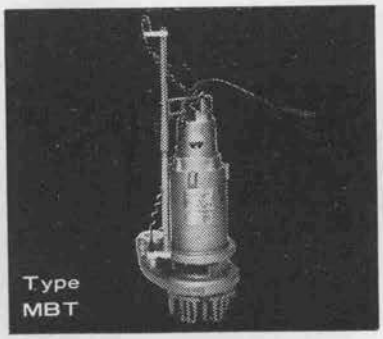
2.2KW～22KW
揚程　13m～20m

22KW～37KW
揚程　21m～25m

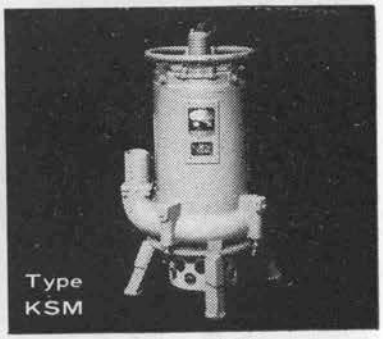


1.5KW～11KW
揚程　8m～16m

自動液面装置内ぞう
0.15KW～0.4KW



自動液面装置内ぞう
0.75～2.2KW



11KW～22KW
揚程25m～26m

※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）

水に挑み水と斗うツルミポンプ

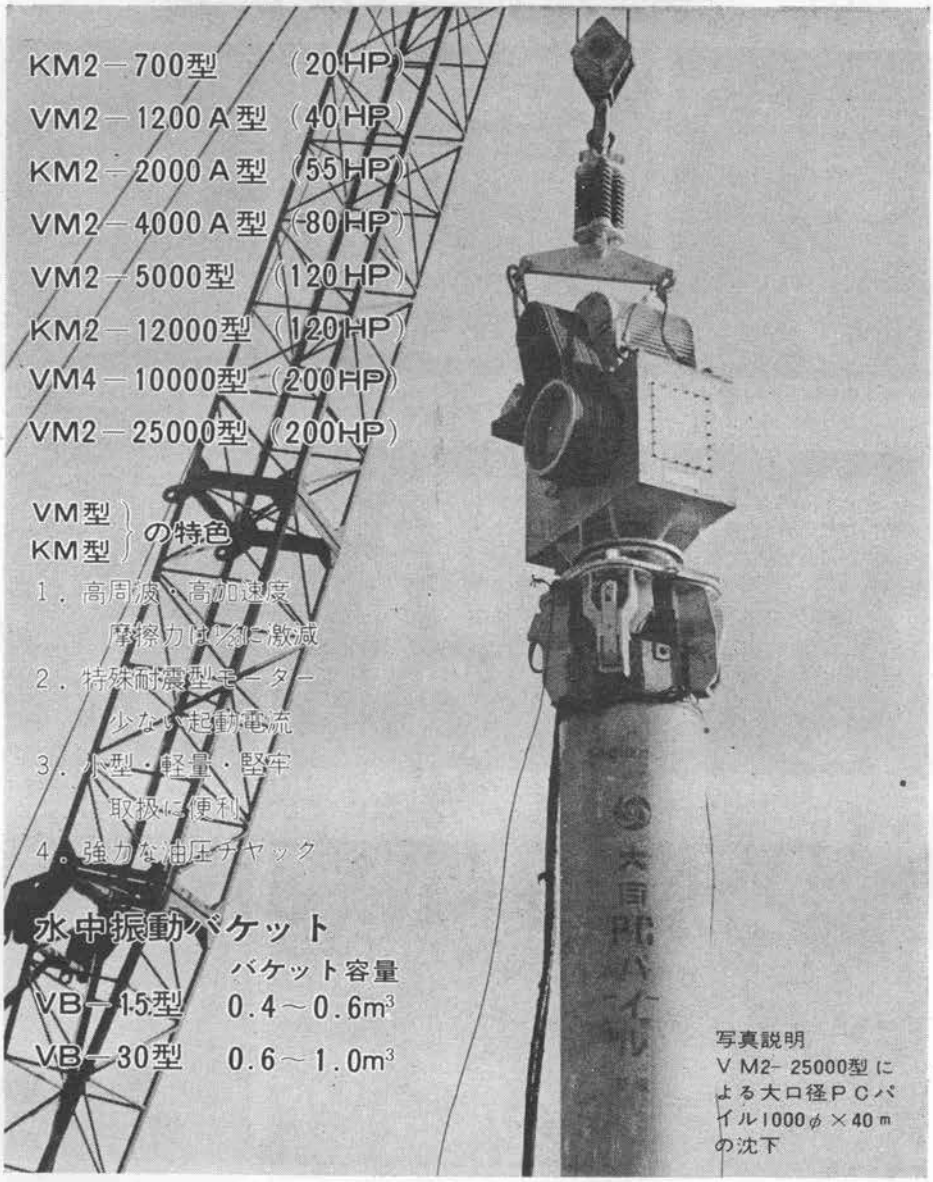
株式会社 鶴見製作所

本　社　大阪市城東区鶴見4丁目7－17
電話（06）911－2351（大代表）

営業所　札幌・仙台・新潟・千葉・東京
横浜・静岡・北陸・名古屋・岡山
広島・四国・北九州・福岡
南九州・台北

トーメン バイブロ

高周波振動杭打機



KM2－700型　（20HP）
VM2－1200A型（40HP）
KM2－2000A型（55HP）
VM2－4000A型（80HP）
VM2－5000型　（120HP）
KM2－12000型（120HP）
VM4－10000型（200HP）
VM2－25000型（200HP）

VM型
KM型　の特色

1．高周波・高加速度
　摩擦力は1/3に激減
2．特殊耐震型モーター
　少ない起動電流
3．小型・軽量・堅牢
　取扱に便利
4．強力な油圧チャック

水中振動バケット

	バケット容量
VB－15型	0.4～0.6m³
VB－30型	0.6～1.0m³

写真説明
VM2－25000型による大口径PCパイル1000φ×40mの沈下

総発売元

株式会社 トーメン
建設機械部

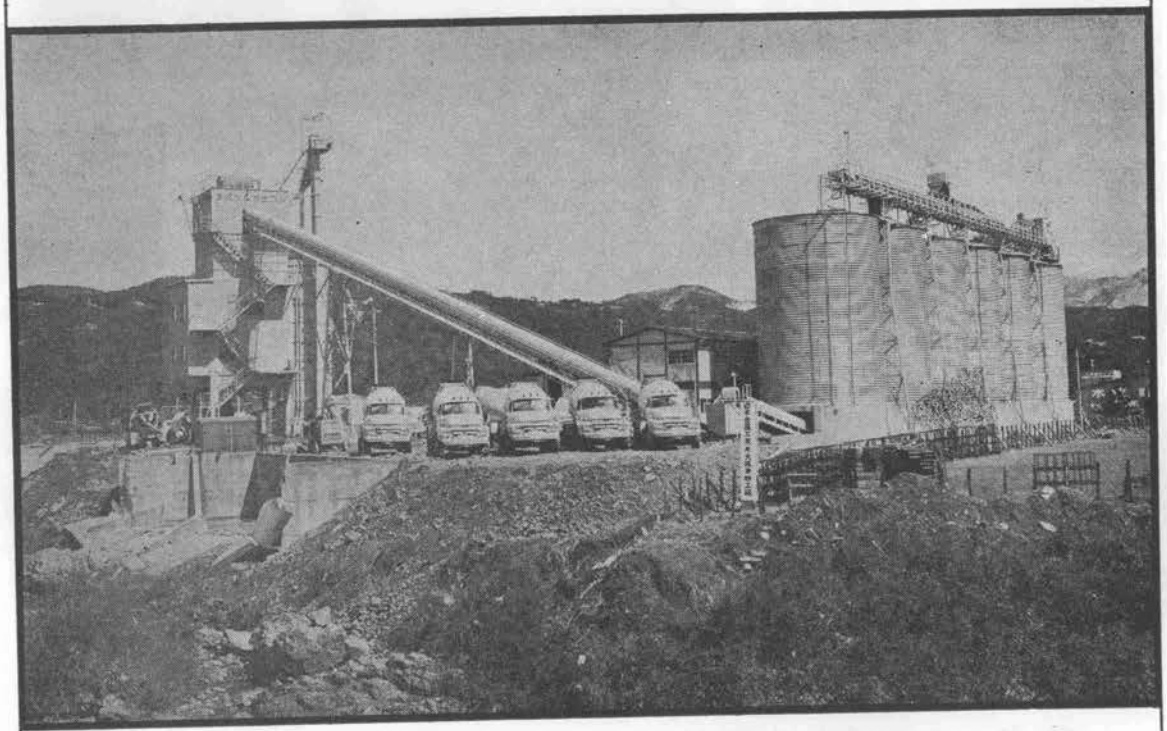
設計監理　建設機械調査株式会社
製作工場　伊丹工業株式会社

大阪本社	大阪市東区瓦町2丁目64番地	TEL 06－203－1351
東京本社	東京都千代田区内幸町2丁目1-1(飯野ビル)	TEL 03－506－3573
名古屋支社	名古屋市中区錦町2丁目6番2号	TEL052－201－8111
広島支店	広島市紙屋町1丁目2番地26号(三井ビル)	TEL0822－48－1471
大阪本社	大阪市北区梅ヶ枝町157(高橋ビル西館)	TEL 06－362－6801
東京事務所	東京都港区高輪4-23-5(品川ステーションビル)	TEL 03－443－2116
名古屋事務所	名古屋市中区錦2丁目17番30号(河輪ビル)	TEL052－211－6081
大阪事務所	大阪市北区末広町32番地(高橋ビル東3号館)	TEL 06－353－1961
広島事務所	広島市紙屋町1丁目2番地26号(三井ビル)	TEL0822－48－3761

兵庫県伊丹市南本町8丁目28番地　TEL伊丹（0727）82－0201

現想的な生コンを迅速に生産する！

KYCバッチャープラント



■ 他社メーカーにはみられない独特の設計

■ 優秀な技術から生まれる高度な性能

■ 合理的設計から生まれるズバ抜けた経済性

■設計・施工から、アフターサービスまで
一貫して行ないます。

営業品目

- 砕石プラント
- バッチャープラント
- アスファルトプラント
- クラッシャー
- バッチャースケール
- コンクリートミキサー
- ベルトコンベヤー
- 設備コンベヤー

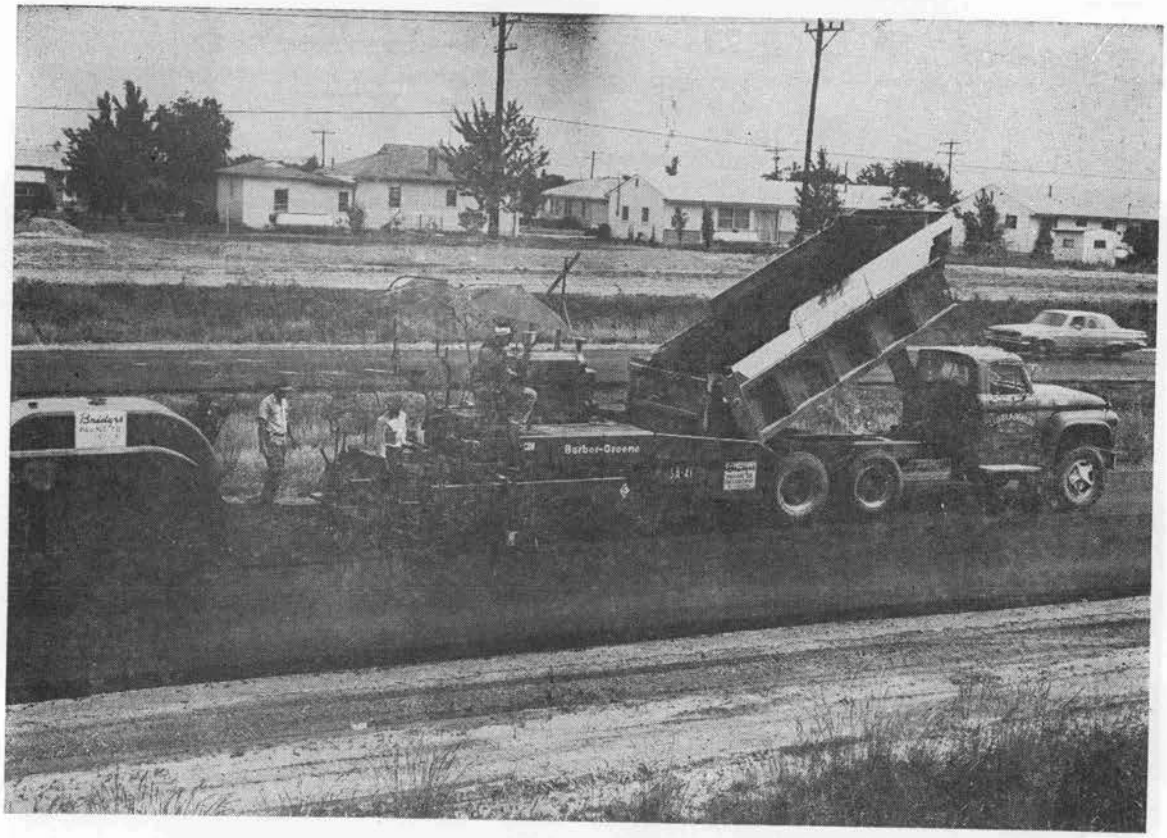
KYC 建設機械の総合メーカー
光洋機械工業株式会社

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大阪(358)6531(代表)	東京支店TEL東京(294)1281(代表)
福岡支店 TEL福岡(43)6461(代表)	仙台支店TEL仙台(25)4441(代表)
札幌支店 TEL札幌(26)5171(代表)	名古屋営業所TEL名古屋(262)0251(代表)
広島営業所 TEL広島(43)2261(代表)	鹿児島出張所TEL鹿児島(26)1650(代表)

●カタログは本社宣伝課宛御請求下さい。

KYC
カタログ請求券



最新式 BARBER-GREENE SA-41型 ASPHALT FINISHER

SA—41型Asphalt Finisherは、25%のスロープをウインチなしで、独力で楽々と舗装することが出来ます。

本機の主な特徴

- 大型ホッパー：ホッパー容量は10屯
- 堅牢な構造：機体重量は約11屯
- 安定度の高い足廻り：クローラーの長さは9フィート4インチ
- 強力なエンジン馬力：70HP 2000r.p.m. ディーゼル・エンジン

簡単な保守整備：動力伝達機構には、耐摩耗のボール及びベアリングが採用され、機械各部のサービス・ポイントには、容易に手が届くように製作設計されています。

Barber-Greene BG

本邦取扱店

極東貿易株式会社

建設機械部

本店 東京都千代田区大手町2の4（新大手町ビル7階）電話（270）7711（大代）

支店 札　幌・沼　津・名古屋・大　阪・福　岡

指定整備工場：マルマ重車輌株式会社

東京都世田谷区桜ケ丘1－2－19 電話（429）2131

実績と技術を誇る特殊電機…！

トクデン タンパー YT-80型

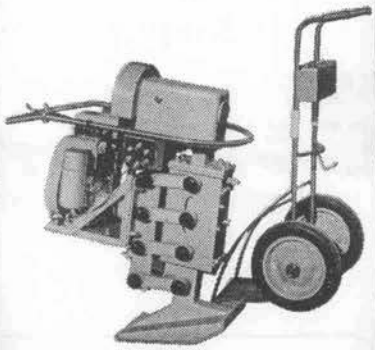
本邦唯一、ゴム共振採用

特殊衝撃方式の為故障少なく耐久力が大である。

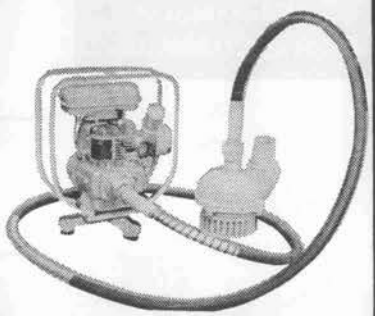
- ●突固め能力が強力である
- ●前進登坂力が強力である
- ●注油の必要がない

■用途

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



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

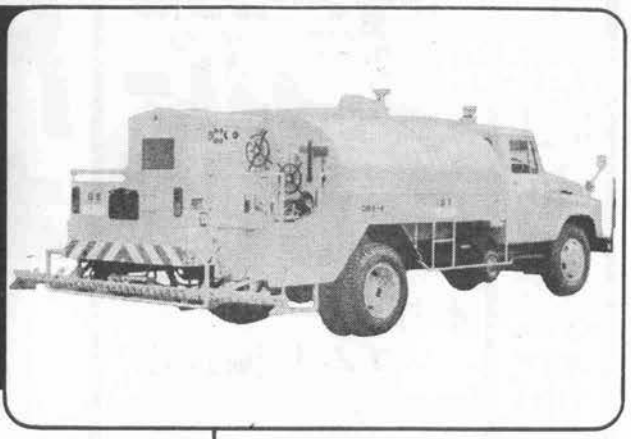
特殊電機工業株式会社

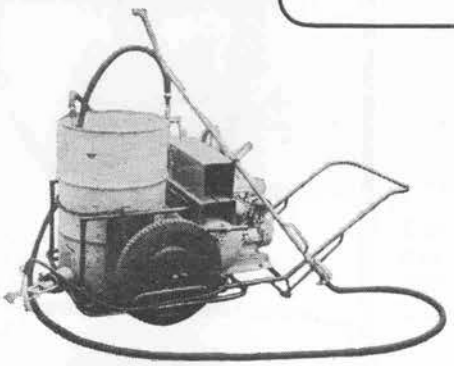
本　　社	東京都新宿区中落合3丁目6番9号	電　話・東　京	03 (951)0161～5
浦和工場	浦和市大字田島字櫃沼2025番地	電　話・浦　和	0488(62)5321～3
大阪出張所	大阪市西区九条南通3丁目29	電　話・大　阪	06 (581)2576
九州出張所	福岡市南局区内青木真砂町793	電　話・福　岡	092(41) 1324
名古屋出張所	名古屋市南区汐田町3丁目21	電　話・名古屋	052(811) 4066
仙台出張所	仙台市大行院町1	電　話・仙　台	022(57) 3860

ハンタのスプレヤー

ハンタ式 ディストリビューター

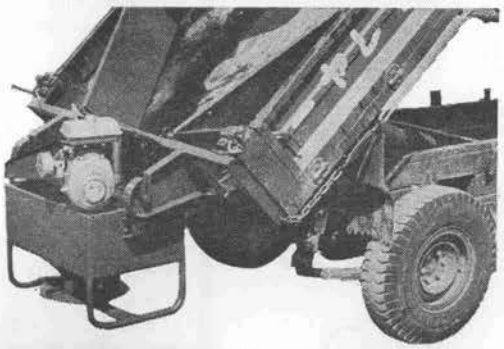
□撒布能力：毎分約300～600ℓ
□タンク容量：1500.2000.3000ℓ
4000.5000.6000ℓ
□機　　種：自走式及積載式





便利で能率的な!!
ユニット型
エンジンスプレヤー

■撒布能力：毎分30ℓ
■ドラム缶一直接撒布
■ケットル一溶融撒布

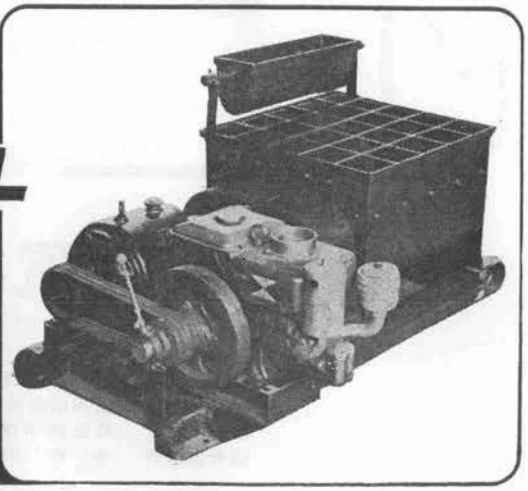


骨材自動供給
骨材撒布作業の省力化に!!
マテリアル（シュート付）エンジンスプレッダー

■撒布骨材粒度一砂～30m/m
■最大撒布巾一 6 m
■適応トラック（ダンプ）－2t～8t車

アスファルト乳剤・
タール等の常温混合に!!
ハンタ式 パグミル

■混合能力：100.150.200.300.500kg
■常温混合プラント各種設計 製作



範多機械株式會社

本　　社　大阪市北区兎我野町8番地（ニューナショナルビル4階）
電話大阪（313）代表　2　7　8　1　番
東京営業所　東京都港区南青山6丁目14番11号
電話東京（400）代表　1　9　0　1　番

減速機のいらない

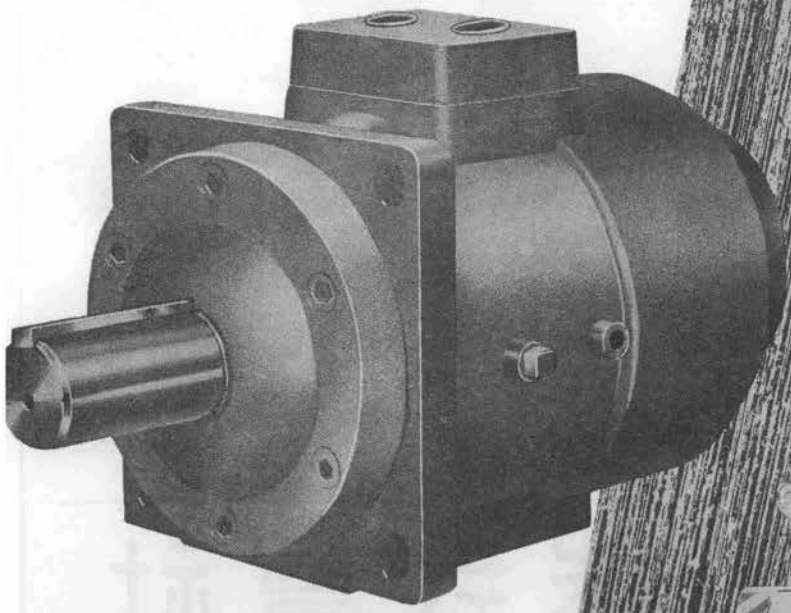
HIHY-MOTOR®

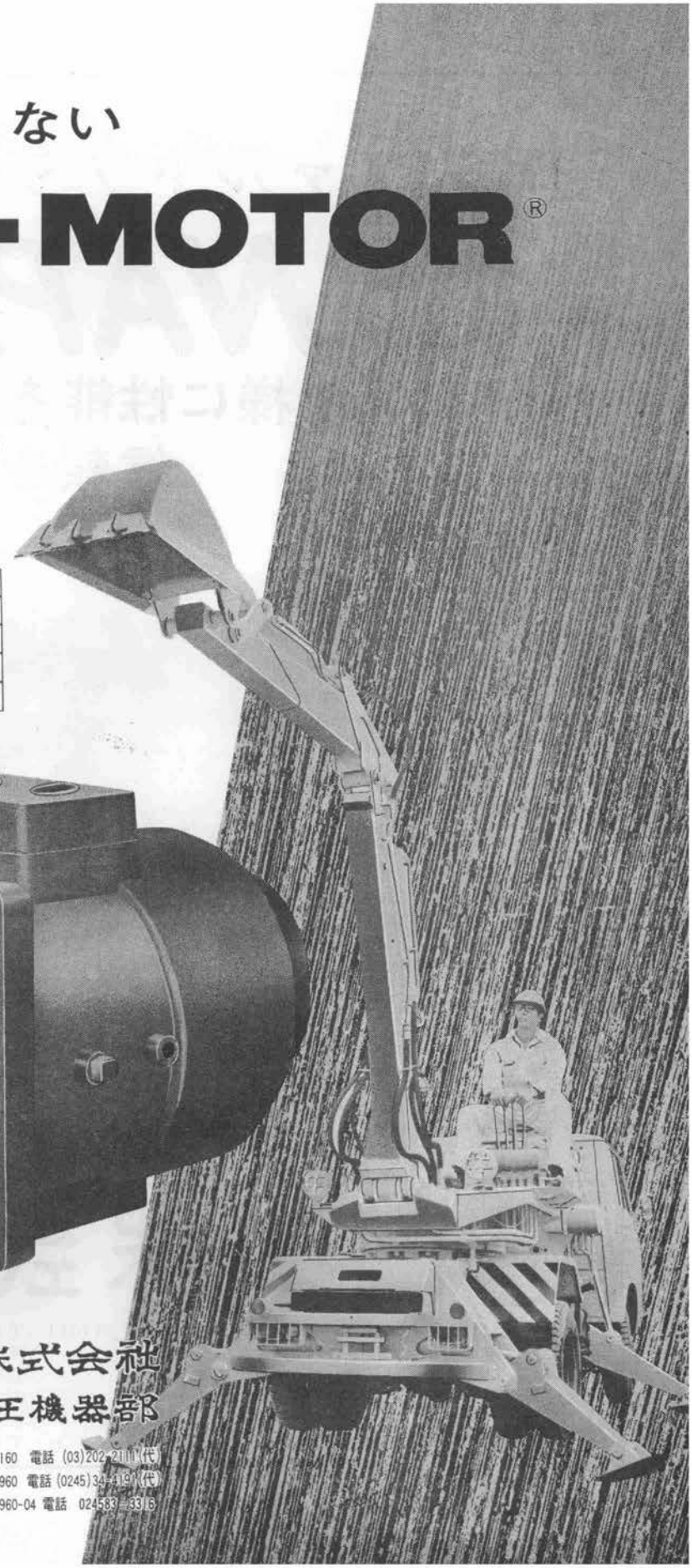
特　長

- 全く新しい型式の油圧機器である
- 小型で高トルクである
- 高減速比なので低速である
- 中間減速装置が不要である
- インボリュート歯車なので動力の伝達が円滑である
- 簡単に正逆が得られる

仕　様

形　　式	HMP—2024
最大トルク	80$^{kg\text{-}m}$(140$^{kg/cm^2}$)
回　転　数	30～150rpm
理論排出量	500cc / rev
重　　量	50kg





協三工業株式会社

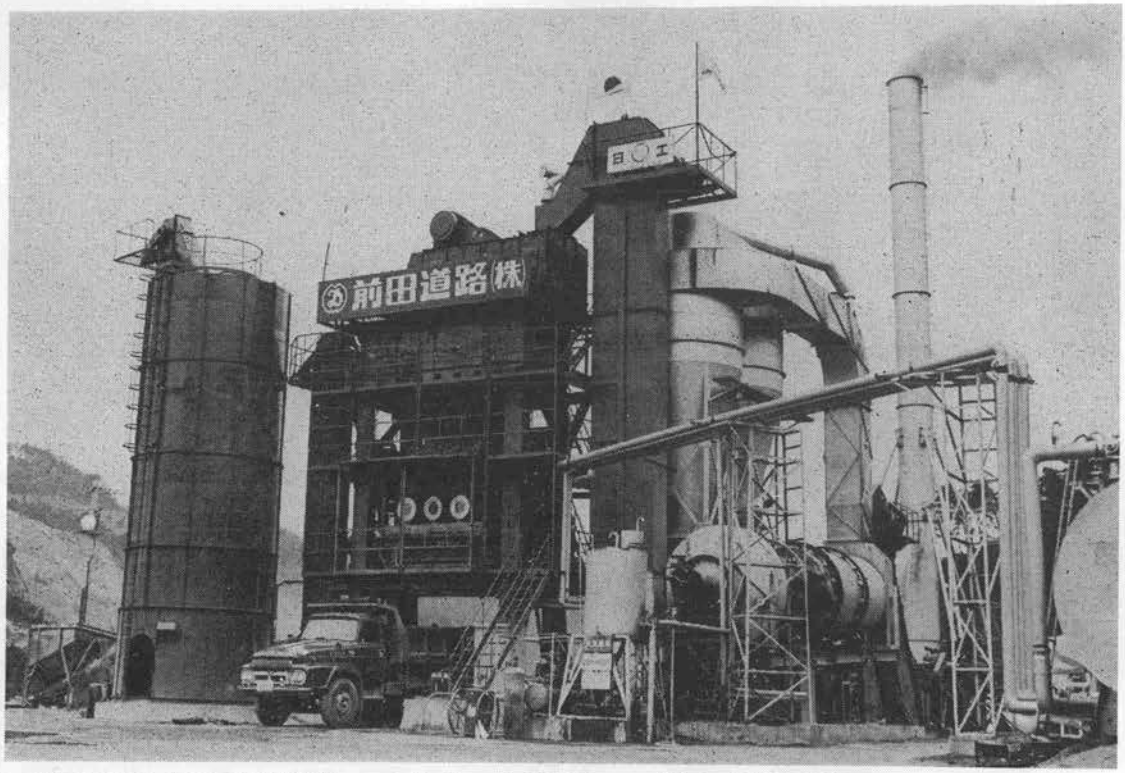
油圧機器部

東京事務所　東京都新宿区西大久保1-433(西北ビル3階)　〒160　電話 (03)202-2111(代)
本社・工場　福島市三河南町8－36　〒960　電話 (0245)34-4191(代)
伊達工場　福島市外伊達町雪車町28－1　〒960-04　電話 024583-3316

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)

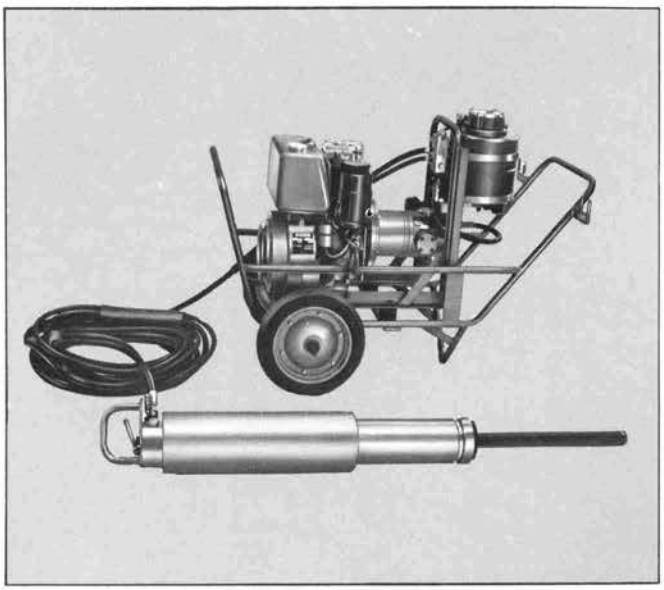
営業所
大阪（538）1771　東京（293）7521
札幌（23）0441　仙台（24）1133
名古屋（582）3916　広島（21）7423
福岡（53）0238　オペレーター研修センター明石工場内

東京工場　千葉県野田市上三ケ尾259の1　TEL（22）3595

難作業で真価を発揮する
アトラス・コプコ製品

地下鉄工事現場のコンクリート破砕作業に活躍する〈ダルダ〉ロック・スプリッター

安全・無騒音でしかも敏速——
〈ダルダ〉油圧式ロック・スプリッター



アトラス・コプコ社製油圧式ロック・スプリッター"ダルダ"は安全で敏速、爆破せず無騒音・無振動で岩石などを破砕する機械です。とくに爆破によって危険が生じたり、音が問題となる場所の作業に最適。高度な油圧システムによるウェッジ・セットを、あらかじめせん孔した穴に差込むだけで堅い岩石など数秒間で割れるため、コンクリート構造物の取りこわしなども得意の分野です。軽合金製"ダルダ"ロック・スプリッターの油圧システムは最高使用圧500 kg/cm^2。2輪車に搭載されたスプリッターは機動性も抜群。作業現場が遠方のときでも、ステーション・ワゴンにそのまま乗せて運搬することができます。なお、異質の岩石に適するよう2種類のウェッジがあります。

新タイプの汎用型トンネル・ジャンボ用ロータリー・ブーム

トンネル断面に応じてブームの取付け位置から台数まで自由に変更可能。機動性と使い易さは抜群の汎用型ロータリー・ブームです。

BUT　14型ブーム

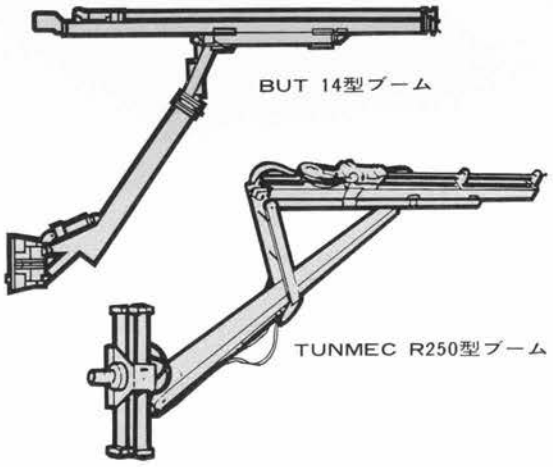
標準化された一連の4タイプがあり、目的に応じたタイプを選択できるとともに、他のタイプへの改造も簡単。

- 広いせん孔範囲
- 動作は敏速で正確
- 平行せん孔、Vカットのいずれも可能
- ブーム取り付け方法は5種類

TUNMEC　R250型ブーム

まったく新しいアイデアの油圧式回転ブームで、各ブームごとにドリフター油圧装置、コントロール装置を備え、必要台数をジャンボに搭載しておけば、エアホースを継ぐだけで準備完了。

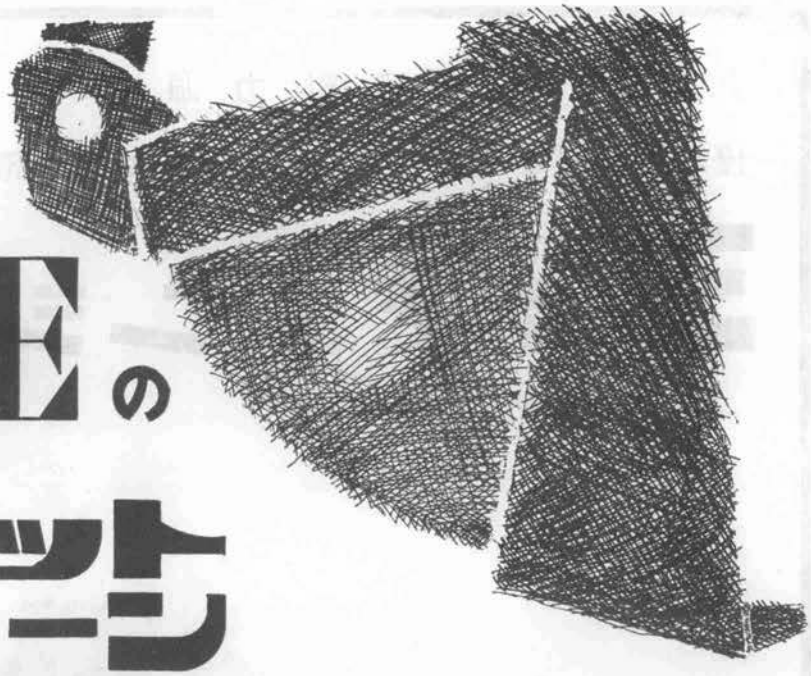
- ブーム回転360°、ラック・ピニオン式
- せん孔に死角なし
- 平行せん孔可能のため、スムース・ブラスティングに最適
- ボルト4本でブーム取り付け完了



詳細は弊社鉱山建設機械部へ

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
神戸市生田区浪花町27興銀ビル　〒650　TEL(078)39－7251
出張所　札幌・名古屋・福岡



M.T.Eのバケットクレーン

株式会社 亦木荷役機械工務所

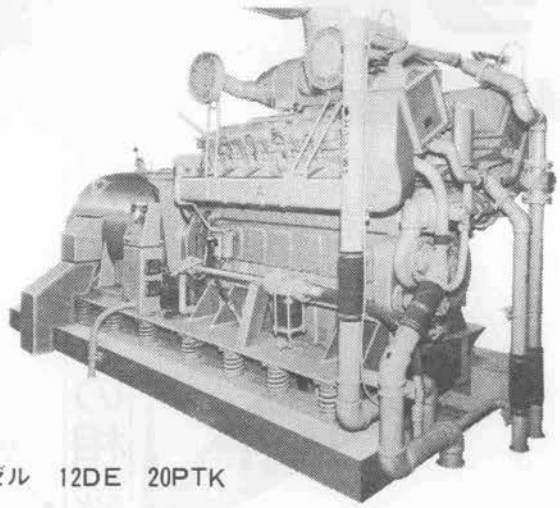
千葉県松戸市上本郷536　電話 松戸(0473)62-9131(代)

凡ゆる機械の動力源に

優れた品質と完全なアフターサービスを誇る

三菱エンジンを

エンジンの御用命は
エンジンコンサルタント
の当社へ是非!!



三菱高速ディーゼル　12DE　20PTK

三菱ＪＨ形　三菱ＫＥ形
三菱ダイヤ形　三菱ＡＤ形
三菱ＮＥ形　三菱ＭＥ形
三菱かつら形　三菱メイキ形
三菱４ＤＱ形　三菱６ＤＢ形
三菱８ＤＢ形　三菱ＤＨ形
三菱ＤＦ形　三菱ＤＥ形
三菱６ＤＳ形

各種エンジン

其他取扱品

無段変速機
各種産業機械
エンジン部品
流体継手、減速機

三菱重工業株式會社

総販売店 極東機械産業株式会社

本社	東京都港区芝浜松町２丁目15番地	電話　０３（432）4311（代表）
盛岡営業所	盛岡市盛岡駅前通り１３の２３	電話　0196(22)2064・(23)7875
神奈川営業所	川崎市菅生字水沢３０７９の３	電話　044（97）1034・1900
北関東出張所	宇都宮市泉町５番１３号	電話　0286(2)0696(代表)

国土開発に貢献する

三井グループの建設機械

三井機販

あらゆる建設機械の販売とアフターサービスの一体化を推進している三井機販は、建築、荷役運搬、産業機械などの分野でもその合理化・省力化に努力しております。

高層建築工事の省力化に

三井P.I.A.T自動足場

電動により、人員及び機材を安全に昇降させ、且つ必要な位置で作業が行なえる画期的な足場です。

MKS 三井物産機械販売サービス株式會社

本　社　東京都港区西新橋2丁目23番1号　第3東洋海事ビル　TEL (436)2851(大代表)

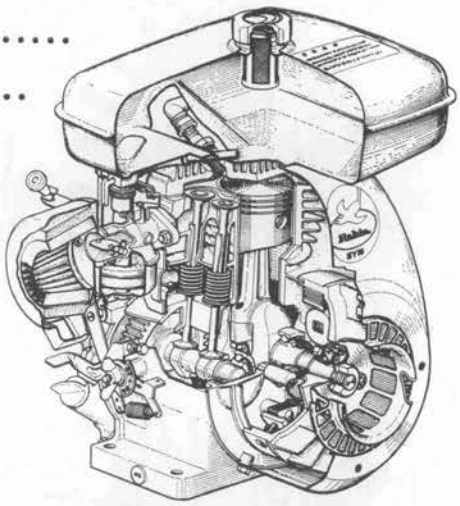
札幌営業所	011—271—3151	第一営業所	03—436—2851	大阪営業所	0726—43—6631
仙台営業所	0222—86—0432	第二営業所	03—436—2851	広島営業所	0822—47—2441
新潟営業所	0252—47—8381	名古屋営業所	052—623—5311	福岡営業所	092—43—6761

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
中国・四国	川口機械産業(株)広島営業所	広島市観音町15	広島（32）8571
九州	愛知ポンプ工業(株)	福岡市天神3丁目16～24	福岡（78）4928

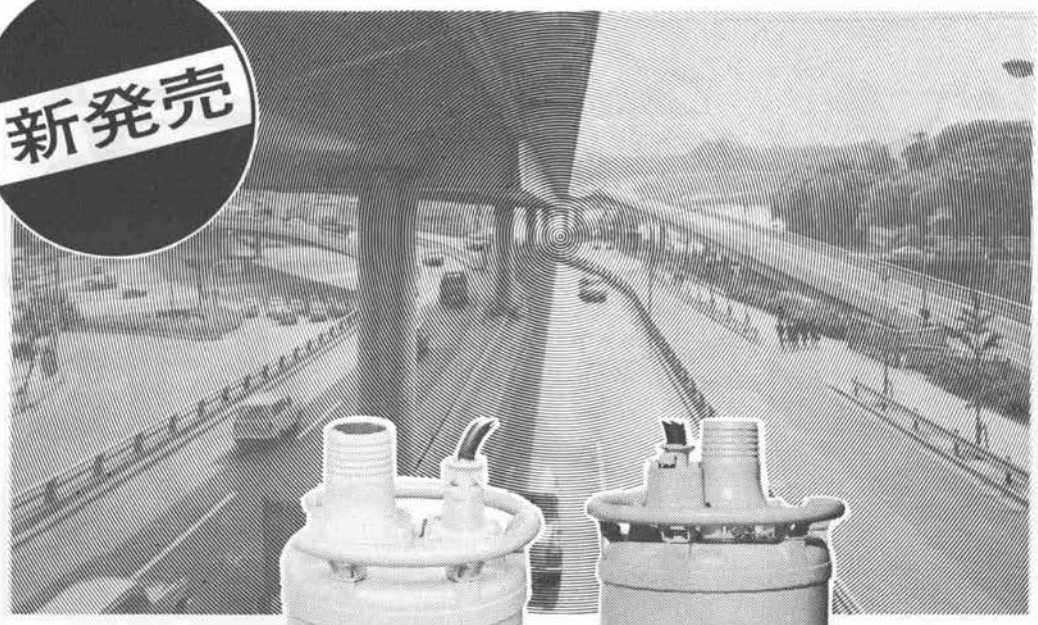
※部品及アフターサービスは全国に部品特約店及整備指定工場があります。ご利用下さい。

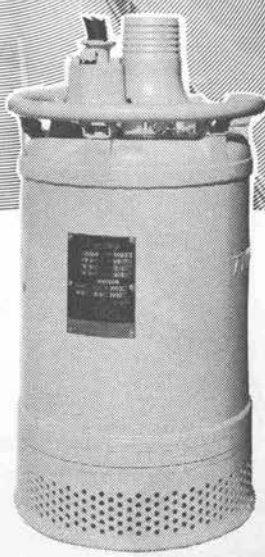
富士重工業株式会社

本社・産機部　東京都新宿区西新宿1－7－2　電話 東京(343)5311(大代表)〒160
大阪連絡所　大阪市西区立売堀南通り1の2(エイコービル)　電話 大阪(532)0613〒550

新発売

技術の桜川が2機種を新発売!!





■特長
- オートカットの組込によりモータコイルの温度上昇による焼損が皆無となりました。
- 摩耗部品に対して材質および加工法を研究し耐摩耗性が強化されました。
- 部品数を少なくし、かつ共通部品が多くなりましたので修理が非常に簡単になりました。
- 非常に小型化され軽量になりました。

■用途
- 土木建設工事
- マンホール・下水道工事
- わき水・たまり水の排水
- 地下道・地下室のピットの排水

U-484S
〈出力〉5.5kW〈口径〉100mm
〈揚程〉15m　〈水量〉1.0m³/min

U-2154S
〈出力〉11kW〈口径〉100mm
〈揚程〉35m〈水量〉1.0m³/min

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

株式会社桜川ポンプ製作所

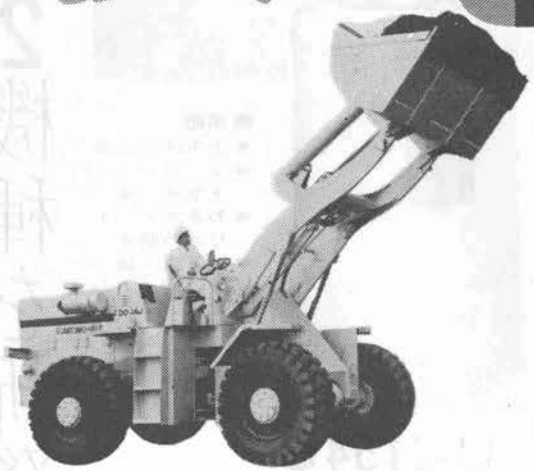
本社・工場　大阪府茨木市安威1225番地　TEL(0726)43-6431(代)

東京営業所	東京都中央区日本橋両国6〈須賀ビル〉	TEL 東京(861)2971
大阪営業所	大阪府茨木市安威1225	TEL 茨木(43)6431
福岡営業所	福岡市春吉3丁目24の17	TEL 福岡(77)8871
札幌出張所	札幌市豊平三条2の10(梅川ビル3階)	TEL 札幌(83)2613
仙台出張所	仙台市原町苦竹北上6の1	TEL 仙台(56)5606
名古屋出張所	名古屋市千種区穂波町1の46	TEL 名古屋(751)0676
広島出張所	広島市千田町1丁目1番12号	TEL 広島(41)3344
上尾工場	埼玉県上尾市陣屋1005	TEL 上尾(71)0481

軽快と豪快

車体の安定性は
両車とも抜群。

住友ーエールホイールローダは、採石、川砂利・残土処理、道路整備…と広範囲の現場で威力を発揮します。それぞれ高性能を秘めた、この２台―。軽快と豪快。どちらを選びますか。



首振り角80°―同クラス最小の旋回半径。軽快そのもののダッシュ！２分割式車体ならではの、すばらしい機動力を発揮します。●長いホイールベース、広いトレッド。すぐれた荷重配分●苛酷な作業に適した大型ロックタイヤ標準装備。作業に最適の、強い2速で稼動力多大。●保守、点検も容易。●快適運転への配慮も十分。

頑強なフレーム構造のボディ。同クラス最大のエンジンパワー(106PS搭載)と車重が、一直線にバケット刃先へかかる設計！同クラス最大、豪快そのものの掘削力を発揮します。●長いホイールベース、広いトレッド、低重心…抜群の安定性や居住性のよさは、2000AJ同様。●エンジン、ブレーキなど安全対策も最高●軽快なハンドルさばき。前・後進の敏速な切換えＯＫ。

住友―エール　ホイールローダ
2000AJ
総重量 11,400kg／
バケット容量 2.0m³
定格出力 140ｐｓ

住友―エール　ホイールローダ
134AJ
総重量 8,200kg／
バケット容量 1.4m³
定格出力 106ｐｓ

NTK

(製造元)
日特金属工業株式會社
本社・工場 東京都田無市谷戸町2-1-1 ☎0424(63)2121(代)
千葉工場 千葉市長沼原町７６５ ☎0472(82)0521(代)

(販売・サービス)
日特重車輌株式会社
東京都新宿区西新宿1丁目4番9号(新宿西ビル) ☎03(342)4151(代)
日特重車輌販売株式会社
札幌市大通西５の８（昭和ビル） ☎(24)４２２１(代)

代理店連合会 全国日特会

10月号PR目次

— C —

千葉工業（株）……後付 3
中央ダイヤモンド工業（株）…… 〃 32

— D …

大同中山工業（株）……後付34

— E —

荏原製作所……後付18

— F —

（株）フタミ広島屋 ……後付26
古河鉱業（株）…… 〃 39
富士重工業（株）…… 〃 52

— G —

岐阜輸送機（株）……後付37
ガデリウス（株）……綴　込

— H —

日立建機（株）……表紙 4
北越工業（株）……後付17
林パイプレーター（株）…… 〃 25
範多機械（株）…… 〃 46

— I —

岩手富士産業（株）……後付33

— J —

重車輌工業（株）……後付32

— K —

（株）建設部品 ……後付 4
（株）神戸製鋼 …… 〃 16
兼松江商（株）…… 〃 20
栗田鑿岩機（株）…… 〃 21
（株）加藤製作所 …… 〃 22
光洋機械工業（株）…… 〃 43
極東貿易（株）…… 〃 44
協三工業（株）…… 〃 47
極東機械産業（株）…… 〃 50
キャタピラー三菱（株）……綴　込
（株）小松製作所 …… 〃

— M —

三井造船（株）……表紙 3
マイカイ貿易（株）…… 〃
（株）明和製作所 ……後付 6
真砂工業（株）…… 〃 8

マルマ重車輌（株）……後付10
三笠産業（株）…… 〃 27
（株）亦木荷役機械工務所 …… 〃 49
三井物産機械販売サービス…… 〃 51
三菱重工業（株）……綴　込

— N —

新田ベルト（株）……後付 7
内外車輌部品（株）…… 〃 11
日平産業（株）…… 〃 12
南星機械販売（株）…… 〃 29
長岡技研（株）…… 〃 37
日工（株）…… 〃 48
日特金属工業（株）…… 〃 54

— O —

大塚鉄工（株）……後付14
（株）岡村製作所 …… 〃 30
オカダ鑿岩機（株）……綴　込

— R —

理研ダイヤモンド工業（株）……後付33
ラサ工業（株）…… 〃 34

— S —

住友重機械建機販売（株）……表紙 2
新東亜交易（株）……後付 2
（株）島津製作所 …… 〃 9
（株）柴田建機研究所 …… 〃 15
新和機械工業（株）…… 〃 31
佐賀工業（株）…… 〃 35
西部電機工業（株）…… 〃 36
（株）桜川ポンプ製作所 …… 〃 53
神鋼商事（株）……綴　込

— T —

東京工機（株）……後付 1
椿本チエイン…… 〃 13
（株）トーメン …… 〃 19・42
（株）東京鉄工所 …… 〃 24
（株）東洋内燃機工業社 …… 〃 28
東洋カーボン（株）…… 〃 35
（株）拓　和…… 〃 36
大旭建機（株）…… 〃 38
東日興産（株）…… 〃 〃
（株）鶴見製作所…… 〃 40・41
特殊電機工業（株）…… 〃 45

— U —

油谷重工（株）……後付 5

— Y —

ヤンマーディーゼル（株）……後付23

省力施工機械の No.1

HL5ランドメイト

4 輪 駆 動

車 体 屈 折 式

バックホー 0.1m³

製 造 元

三井造船

販売代理店

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 第3東洋海事ビル 電話(436)2851

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

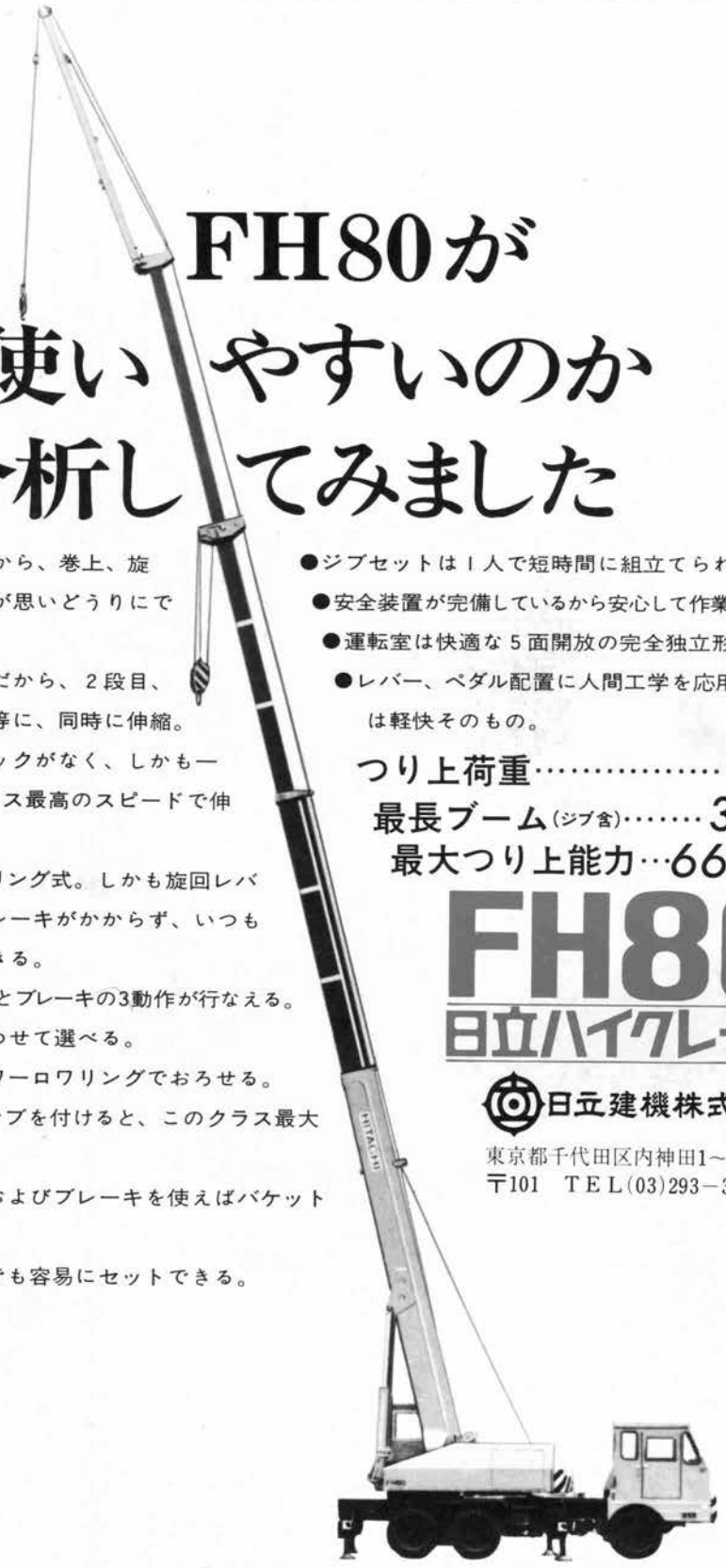
	BW−200	BW−75
自 重	7,000kg	850kg
転 圧	32トン	10トン
出 力	空冷ディーゼル56ps	空冷ディーゼル9ps
ロール径×巾	800×950−4	500×750−2
速 度	1.0, 2.0, 3.0km/h	1.5km/h
登 坂 力	25°(1:2.2)	25°(1:2.2)
作 業 能 力	1,500−4,500m²/h	1,125m²/h

マイカイ貿易株式会社

東京本社 東京都千代田区麹町3−7 ☎263-0281(大代)
大阪支店 大阪市北区堂島浜通り2−4(古河ビル) ☎344-8096
福岡支店 福岡市上辻の堂26(ナショナルビル) ☎43-6287
北海道出張所 札幌市大通り東7−12 ☎24-2061

昭和26年6月5日 第三種郵便物認可
昭和45年10月25日 発行
（毎月1回25日） 第248号

FH80が なぜ使い やすいのか 分析してみました



●3ポンプシステムだから、巻上、旋回、俯仰の複合操作が思いどうりにできる。
●独自のパラ伸縮方式だから、2段目、3段目のブームは均等に、同時に伸縮。
●ブームの伸縮はショックがなく、しかも一挙に13.4mというクラス最高のスピードで伸縮する。
●旋回輪はボールベアリング式。しかも旋回レバーを中立にしてもブレーキがかからず、いつもスムーズな旋回ができる。
●レバー1本で左右旋回とブレーキの3動作が行なえる。
●巻上速度が作業に合わせて選べる。
●フルロードでも、パワーロワリングでおろせる。
●実作業範囲が広く、ジブを付けると、このクラス最大の38mになる。
●主巻・補巻クラッチおよびブレーキを使えばバケット作業もできる。
●アウトリガは不整地でも容易にセットできる。

●ジブセットは1人で短時間に組立てられる。
●安全装置が完備しているから安心して作業できる。
●運転室は快適な5面開放の完全独立形。
●レバー、ペダル配置に人間工学を応用、操作は軽快そのもの。

つり上荷重……22t
最長ブーム（ジブ含）……38m
最大つり上能力…66t・m

FH80
日立ハイクレーン

日立建機株式會社
東京都千代田区内神田1～2～10号
〒101 TEL(03)293－3611(代)

「建設の機械化」
定価 一部 二〇〇円

本誌への広告は
■一手取扱いの 株式会社 共栄通信社
本社 〒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) 362-6 5 1 5