

# 建設の機械化

1972 **2**

日本建設機械化協会



川崎・クルップ  
バケットホイールエクスキャベータ  
C-500型  
—川崎重工業株式会社—

# 高度の“バランス”を 追求する

剛性と同時に筋肉のように柔軟な神経機能を持つことが、住友設計陣の最も追求するもの。それは運転者の呼吸を敏感に感じとる生きた機械を意味するもので、すぐれた性能の高度のバランスから始めて生れるもの。すなわち“荷ブレ”

の零化と同時に、旋回、巻上、俯仰に於ける高い“感応力”のいわれであり、スムーズな機動力と相まって、どんな悪条件の下でも快適で安全な作業能力の保証を意味するものです。



→住友のパワーシリーズ

**ST-120 HT-216J HT-537J**

〈12t〉

〈16t〉

〈37t〉

- ブーム最長 27m
- ブーム最長 34.5m
- ブーム最長 50m
- 最大揚程 27m
- 最大揚程 34m
- 最大揚程 50m

**住友** 油圧式

**トラッククレーン**



**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4/09/(03)342-1381 〒160

目次

□巻頭言 建設機械化の発展について思う……………望月邦夫/1

新東京国際空港の大土工事……………内田哲郎/2  
 稲富茂

新豊根発電所建設工事の現況……………福田克彦/13

利根川河口堰建設事業(その2)

— 施工実績(1) —……………君塚昂/22

グラビア——利根川河口堰の建設

阿讃トンネルの施工実績……………稲田長徳/33  
 西菊池正伍

沈埋管沈設のための機器……………松並仁茂/43  
 岡並尾正己

新関門トンネルの技術的問題点……………佐藤能章/51  
 宮崎正義

□随想 のんびりした話……………坪質/58

フランス政府技術給費生を終えて……………青沼英明/60

プレハブ工場の設備と作業の流れ……………引地重俊/67

宅地造成工事における搬土計画

— コンピュータを使用して —……………浦山功二/70  
 谷地森健

静止レオナードについて……………伊藤昌明/77

□建設機械化講座 第102回

現場フォアマンのための土木と施工法

XVII. 建設機械概説

2. トラクタ系建設機械(その2)……………本多忠彦/81

□研究所巡り

工業技術院機械技術研究所……………川上久正/89  
 渡辺

日本国有鉄道鉄道技術研究所……………内田秋雄/92  
 二富嘉弘

□文献調査

オランダにおける土の安定処理……………広報部会/95  
 文献調査委員会

□支部だより

第8回建設機械展示会開催……………九州支部/97

ニューズ……………(編集部)/98

理事会の開催……………/100

行事一覧……………/101

編集後記……………(高橋・川上)/102

◀表紙写真説明▶

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

大型化する土木工事に対応して土木機械も大型化、連続化、省力化、高速化が要求されてきている。

本機はその要請に応える新しいタイプの土木機械である。数多くの実績をもつクルップの実績をもとにして製作される本機は、いままでの機械と異なって土から軟岩までの広い範囲の土質に適應し、理論掘削とおり土を掘削できる高性能の機械である。

主要仕様

運転重量	332t
掘削能力	2,100 m <sup>3</sup> /hr
総電気容量	860 kW

## 日本建設機械化協会発行図書

1971年版日本建設機械要覧	B5判	1,000頁	会 員 7,200円 非 会 員 8,000円	〒 350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	〒 200円
ダムの工事設備	B5判	690頁	会 員 4,000円 非 会 員 5,000円	〒 350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	〒 300円
オペレータハンドブックシリーズ4 モータグレーダと締固め機械	B5判	426頁	会 員 1,800円 非 会 員 2,200円	〒 300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	〒 200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	〒 200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	〒 200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	〒 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	〒 150円
「建設の機械化」文献抄録集	B5判	374頁	頒 価 2,500円	〒 200円
現場技術者のための「建設機械と施工法」	B5判	346頁	頒 価 1,800円	〒 300円
自走式クレーン安全作業マニュアル	A5判	170頁	会 員 680円 非 会 員 760円	〒 200円
建設機械の管理記録 (管理記録の必要性とその利用方法)	B5判	60頁	頒 価 400円	〒 150円
道路清掃ハンドブック	A5判	150頁	頒 価 1,200円	〒 200円
道路除雪ハンドブック	A5判	232頁	頒 価 1,600円	〒 200円

## 昭和47年度 建設機械展示会開催予定

---

	主催	本協会東北支部
仙台	期日	5月26日～31日(6日間)
	場所	仙台市卸団地

---

	主催	本協会本部
東京	期日	7月中(8日間)
	場所	東京都中央区晴海町(国際見本市会場跡)

---

	主催	本協会中部支部
名古屋	期日	10月中
	場所	名古屋市内

---

▶新刊図書ご案内

### 道路除雪ハンドブック (改訂版)

体裁 A5判 8ポ1段組 232頁

頒価 1,600円 ㊦ 200円

▶申込先 社団法人 日本建設機械化協会  
本部 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 電話 03(433)1501  
取引銀行 三菱銀行銀座支店 振替口座 東京 71122 番  
北海道支部 東北支部 北陸支部 中部支部 関西支部 中国四国支部 九州支部  
(各支部の住所および電話番号は本誌 102 頁の奥付を参照ください)

# 機 関 誌 編 集 委 員 会

(順 序 不 同)

編集顧問	加藤三重次	本協会専務理事	編集委員	塚原 重美	電源開発(株) 水力建設部
・	坪 質	建設省大臣官房建設機械課・広報部会長	・	牧 宏	日立建機(株)技術部 トラッククレーン課
・	浅井新一郎	建設省道路局 高速国道課	・	布施 行雄	(株)小松製作所 技術本部開発管理部
・	寺島 旭	水資源開発公団 第一工務部	・	小竹 秀雄	三菱重工業(株) 建設機械部
・	石川 正夫	日本鉄道建設公団 青函建設局	・	島村進之助	キャタピラー三菱(株) 西関東支社東京東支店
・	神部 節男	(株)間組常務取締役	・	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械本部設計部
・	伊丹 康夫	日本国土開発(株) 常務取締役	・	高橋 勝重	(株)間 組 機材部管理課
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	・	斎藤 二郎	(株)大林組 技術研究所
編集委員 幹 事	中野 俊次	建設省 大臣官房建設機械課	・	大蝶 堅	東亜港湾工業(株) 船舶機械部
・	佐藤 和夫	建設省道路局国道二課	・	渡辺 正敏	鹿島建設(株) 土木工務部
編集委員	長瀬 顕	農林省 農地局建設部設計課	・	鈴木 康一	日本鋪道(株) 技術部技術第一課
・	柴田 吉蔵	運輸省港湾局機材課	・	木下 秀一	大成建設(株) 機械部調達課
・	合田 昌満	通商産業省 公益事業局水力課	・	水野 一明	(株)熊谷組 土木部土木課
・	桜沢 昇	日本鉄道建設公団 海峽線部海峽線第一課	・	高木 三郎	清水建設(株)機械部
・	峯本 守	日本国有鉄道 建設局線増課	・	三浦 満雄	(株)竹中工務店 技術研究所
・	杉田 美昭	日本道路公団 企画部企画課	・	川上 久	日本国土開発(株) 研究部
・	鈴木真太郎	首都高速道路公団 第三建設部設計課			
・	高橋 彰	水資源開発公団 第一工務部機械課			

## 建設機械化の発展について思う

## □ 巻頭言

望月邦夫



私は毎日甲州街道を通過して通勤しているが、現在甲州街道では首都高速道路、地下鉄工事等が急ピッチで進められている。この状況を朝夕見ていると、建設工事の機械化が数年前と比較して質量ともに飛躍的に発達し、いわゆる成熟期に入っているのに驚かされる。と同時に、一方「機械化は今後どのように発展しなければならないか」という設問がどうしても念頭に浮んでくる。このような問題は広範多岐にわたるむずかしいものであるから、個人がいくら考えてもどうにもならない問題であると思いつつも、機械が現実活躍している現場を見ているとつい考えたくなくなってしまふ。建設機械は日進月歩に進歩しており、現状のまま進展するとしても十分社会の要請に応ずることが可能と考える。しかし、今後わが国は社会資本のおくれを取り戻すために多額の公共投資がなされるであろうと予想され、このようになると、建設事業は質的に向上するとともに量的にもますます増大するので、建設事業の中核をなす建設機械の重要性は一層高まり、国家経済的な観点からしても十分その効率化を考えなければならない。

最近、建設工事をめぐる情勢は公害、労働災害等決してなまやさしいものではない。公害についても種々の手段がとられているが、真実のところ決め手となるものがない。社会資本の開発と住民の反対という大きな社会問題が根深く横たわっている。また、労働災害の問題は工事の機械化に伴って機械に関連する災害が増大する傾向にあり、建設工事の機械化にとって由々しい問題を提起するような感じがする。このほか、いくつかの問題があるであろうが、この二つの問題をとってみても、いままでのようなやり方ではすまされるものではなく、現場の施工方法あるいは労働者の質等までも十分検討した上で、単なる精神訓練だけでなく、実質的な具体策を出すように努力しなければならないと思う。

次に機械化について常に話題になることはわが国における建設機械の自主開発の問題である。計測器具から大形機械まで身のまわりの機械すべてが外国で開発されたものであることに技術者としていささか反発を感ずることは当然であるかもしれないが、これはいくら口で叫んでみてもどうにもならないものであって、要は自主開発が産み出されるような素地を作ることが先決である。やたらに大形機械を投入して物量で工事を押しまくってしまうやり方は反省する必要がある。やはり工程を科学的に管理する施工態度が大切ではないかと思う。科学的工程管理については一般にその重要性が認識されているのであるが、未だ十分に受け入れられていないのは誠に残念なことで、その原因は十分明らかにされなければならない。ただ各政府機関の研究発表等を見ていると、工程管理の立派な論文があるのであるが、簡単に埋没してしまうのは惜しまれてならない。

以上のように、機械化の進むべき方向の問題として社会的、技術的に幾多の問題があるように思われる。私の関係しているダムについても、1973年に開催される世界大ダム会議の提出論文の項目に「ダムの施工設備の改良について」という議題が採択されている。ダムの施工設備もいささかマンネリ化した感があるのは独りわが国だけでなく、世界共通のものようであるが、この問題を国際会議において広く衆知を求めて検討しようとする努力は貴いものと思う。わが国においても本協会あたりが中心になって有効適切な組織を作り、広く意見を採り入れて今後の機械化の発展の進路を具体的に作り上げられることが今日機械化の進歩のために最も緊要なことではないかと思う。 (水資源開発公団理事)

# 新東京国際空港の大土工工事

内田 哲郎\* 稲富 茂\*\*

## 1. まえがき

航空機の大形化および高速化に対処して成田市三里塚の地域に建設される新東京国際空港は、羽田に代わる日本の新しい空の玄関として1日も早い実現が内外とも期待されており、現在夜を日についで活発に工事が進められている。この新空港の敷地は千葉県北東部下総台地のほぼ中央に位置する成田市三里塚を中心とする地区にあり、都心から東へ直線距離で約60kmの地点にある。面積は約1,065haで、標点の位置は北緯35度45分50秒、東経140度23分18秒、その標高は41mである。

建設工事は第1期、第2期に分けて行なっているが、第1期工事では造成区域約588haであり、昭和47年6月供用開始を別途として4,000m滑走路と、これに対応する誘導路、航空保安施設などのほか、旅客、貨物ターミナルならびに整備施設などを建設することになっている。なお、第2期工事については、第1期工事完了

後引続き実施する予定であり、2,500m平行滑走路、3,200m横風用滑走路および旅客エプロンその他の施設がある。

また、空港の関連施設として、ハイウェイ、電鉄の建設も本工事と平行に着々と進められている。

本文においてはこれら第1期工事の主体となる土木工事の設計、施工について述べることにする。

## 2. 計画の概要

新東京国際空港の規模は現在の羽田空港が運航上限界に近いこと、最近就航したジャンボジェット機(B-747)等の大形化、また近く予定されている超巨人機(コンコルド)等に対応する諸施設を完備したおもに国際線を取扱う近代的な空港とするものである。

第1期工事計画の概要は次のとおりである。

(1) 敷地面積 約588ha

(2) 滑走路

平行滑走路(A) 長さ4,000m×幅60m……1期

〃 (B) 長さ2,500m×幅60m……2期

横風用滑走路(C) 長さ3,200m×幅60m

うち800m……1期

ショルダ 滑走路両側に各9.5m幅

誘導路両側に各7.5m幅

オーバーラン滑走路両端に幅60m×長さ60m

(3) 誘導路

平行誘導路 延長(換算)13,900m

幅30m 舗装厚150cm

連絡誘導路 延長(換算)600m

幅30m 舗装厚130cm

(4) エプロン

総面積1,227,000m<sup>2</sup>

A地区 798,000m<sup>2</sup>(旅客、貨物地域)

B地区 429,000m<sup>2</sup>(整備地域)

(5) 設計諸元および舗装構造

(表-1 および図-1 参照)

(6) 芝工(着陸帯その他)

総面積約163万m<sup>2</sup>

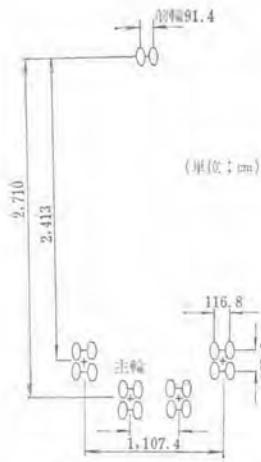
表-1 設計諸元

設計条件	アスファルト舗装		連続鉄筋コンクリート舗装	
	滑走路端部	滑走路中央部	ローディングエプロン	メンテナンスエプロン
設計荷重 lb(t)	1,102,000 (500)	1,102,000 (500)	1,102,000 (500)	772,000 (350)
脚荷重 lb(t)	267,300 (121)	267,300 (121)	267,300 (121)	187,200 (85)
クイックヤ庄 psi(kg/cm <sup>2</sup> )	262 (18.4)	262 (18.4)	262 (18.4)	184 (12.9)
接地面積 in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	255 (1,645)	255 (1,645)	255 (1,645)	255 (1,645)
路床土設計 CBR(%)	5.5	5.5		
路床土K値 psi(kg/cm <sup>2</sup> )			125 (3.5)	125 (3.5)
上層路床K値 psi(kg/cm <sup>2</sup> )			350 (10)	250 (7)
Couarrage	5,000	5,000		
コンクリート版厚 in(cm)			16.5 (41.9)	15.0 (38.1)
コンクリート版安全率(Fs)			1.7	2.0
舗装総厚 (cm)	178	152		
換算実舗装厚	150	130		

\* 新東京国際空港公団土木部

\*\* 新東京国際空港公団土木部

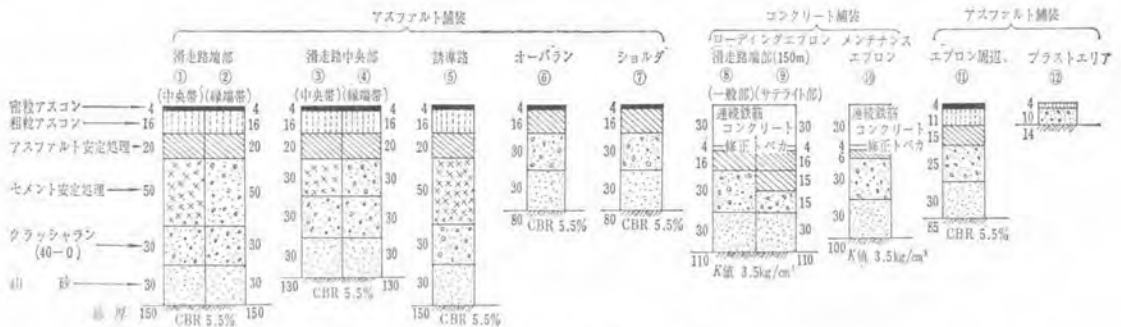




図一(A) B-747形式の脚配置



写真一 新空港の建設状況(昭和46年11月上旬)



図一(B) 舗装構造図(単位:cm)

(7) ターミナル関連施設(旅客、貨物、整備各施設等)

総面積 約 20 万 m<sup>2</sup>

(8) その他給油施設、電気施設、保安施設等(図一 2 参照)

### 3. 工程計画

工程計画の作成にあたっては、空港の供用開始時期、現地の特殊性、短期間における大土工量の施工、高盛土の圧密沈下期間その他大量の材料搬入等の制約が考えられる。これらの諸条件に加えて各施設の建設を同時に着手することになり、もっとも迅速に、かつ、経済的に施工するために総合工程計画を PERT により検討した結果、第 1 期工事の所要日数は表一 2 に示すとおり 699 日間が得られた。また土工計画については、前述の総合工程計画に基づいて、施工時期、土量の配分、土工機械の投入台数、資材、労務等を考慮して工区割りを設定し、表一 3 に基づき施工することにした。なお、土工と舗装工事は各工区単位に継続して工事を進めることとして

計画した。

### 4. 気象、地形および地質

気象については、特に土工の稼働日数に影響を与える降雨および降雪日数をあげれば、三里塚周辺においては過去 10 年間の統計から年平均降雨日数は 140 日、年平均降雨量は 1,401 mm であり、年平均降雪日数は 6 日である。さらに千葉測候所の最近 5 カ年間のデータと他機関の施工実績を参考にして月平均稼働日数を 20 日とした。

地形は比較的単純で、標高は約 40 m の平坦な洪積台地と、この台地を浸食して生じた樹枝状の入りくんだ幅 100~150 m の沖積台地からなっている。台地と谷地とは約 20 m の高低差があり、明瞭な崖で接している。

地質は、下総台地は成田層群と呼ばれる 10 m 以上の成田砂質層がある。その上に厚さ 50 cm から数 m の下末吉ロームと厚さ 2.5~3 m の立川、武蔵野ローム、ついで 50 cm 以上の黒色表土が堆積したものである。また谷地田部は沖積層低湿地であり、不完全腐食を多量に含有

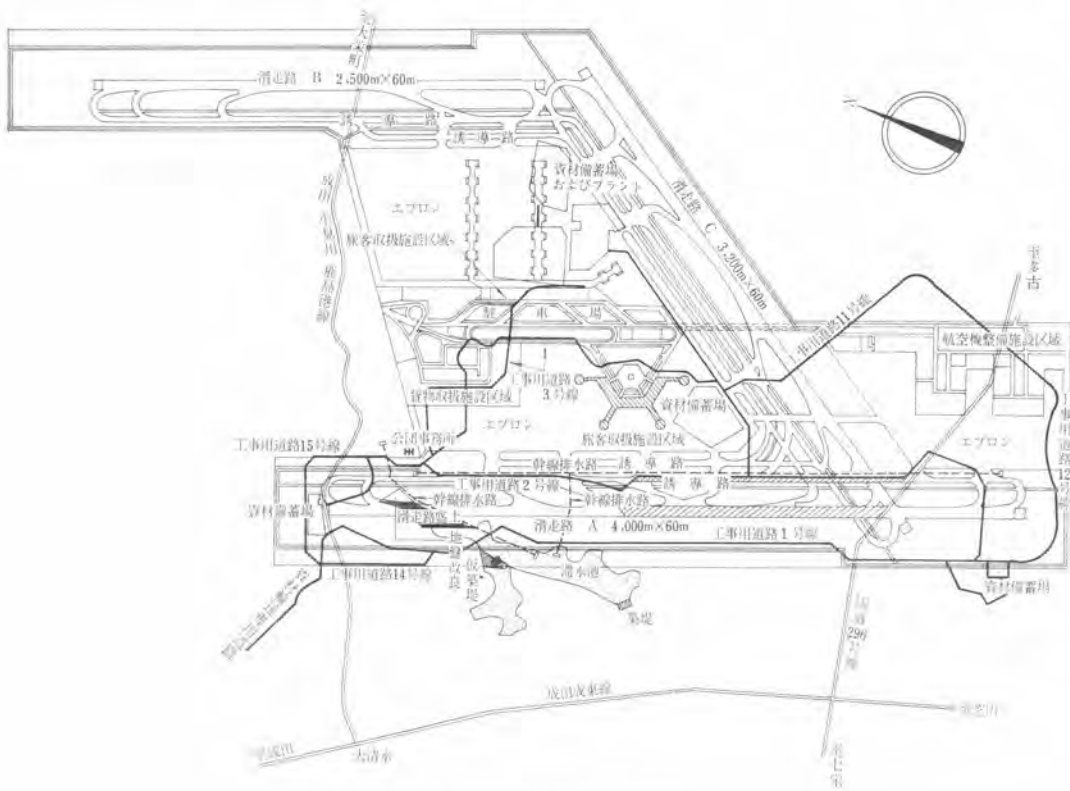


図-2 計画平面および工事概況図

表-2 新東京国際空港建設総合工程表

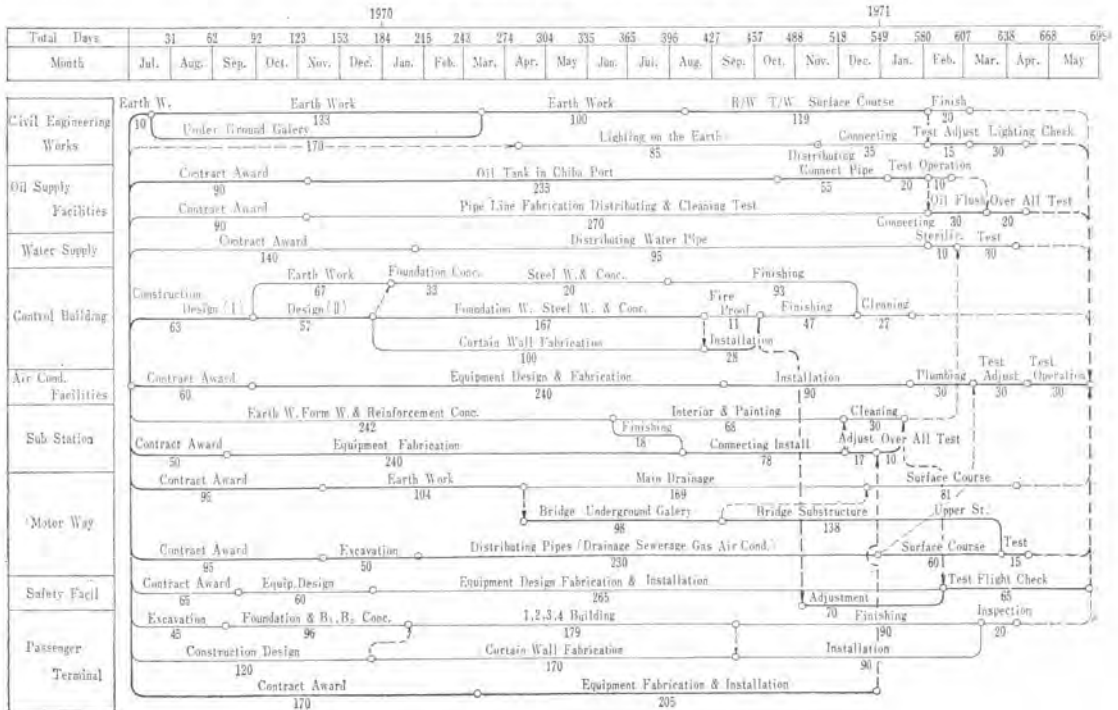
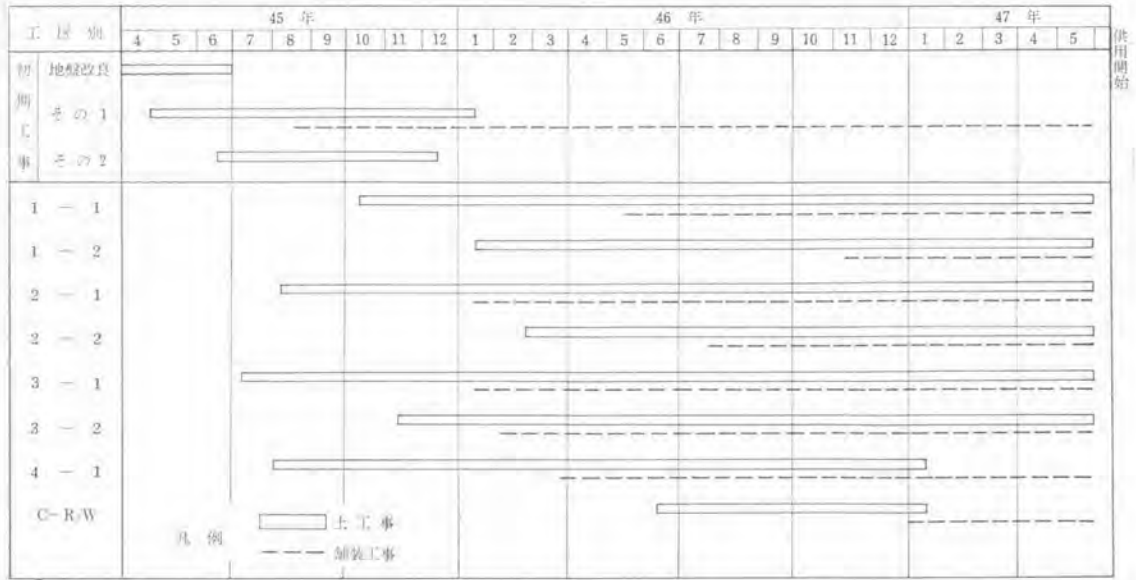


表-3 土工事総合工程表



する腐食土からなっている。また、地下水位は下末吉層とローム層の間に宙水性の地下水が存在するほかは、成田砂層下部に達するまで確認されない。土質調査および試験の結果を集約すれば表-4、表-5、図-3のとおりである。

盛土に使用される材料は切土によって流用されるロームである。これらのロームはいわゆる関東ロームと呼ばれ、表-4 でわかるように非常に含水比も高く、塑性、液性限界の高い土であるため、大規模な機械化施工の能率を阻害することが多く、しかも急速な施工によっては十分な安定した強度をもった盛土あるいは路床とすることが困難である。また、敷地内で施工しなければならない高盛土を軟弱な低地部に築造した場合、基礎地盤の圧密沈下と盛土自体の圧縮変形によって盛土部は切土部に比べてかなりの不等沈下が予想され、多くの問題が介在している。

5. 設計、施工

- (1) 土工事
- (a) 土工計画
- (i) 土工量

土工量の計算方法には一般に横断法、メッシュ法、コンター法の三つが考えられるが、比較検討の結果、メッシュ法を採用し、20m×20mメッシュ、0.1m単位の点高法によって電算で算出した。これにより広大な面積の土量が敏速に、かつ正確に求められた。特に配分計算については、マスカーブから算出する方法では搬土距離別の土工量が正確に求められないため電算はきわめて有効であった。第1期工事の工区割り、総土量および配分

表-4 谷部土質調査表

深度(m)	柱状図	W(%)	e	Cc	Cv (cm <sup>2</sup> /sec)	θ <sub>s</sub> (kg/cm <sup>3</sup> )
-0.5~1.0	粘土状のシルト、砂	75~90	2.0	0.7	5×10 <sup>-1</sup>	0.2~0.45
-2.0~3.0	ビート	100~300	4.0~6.0	2.5~4.5	5×10 <sup>-1</sup> ~1×10 <sup>-1</sup>	0.1~0.2
-5.0~6.0	ゼート型ビートシルト or 砂	40~80	1~2	0.3~1.0	1×10 <sup>-3</sup>	0.25~0.35
	成田層					

表-5 台地部土質調査表

深度(m)	柱状図	土質分類	W <sub>o</sub> (%)	LL(%)	現場CBR	現場C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	γ <sub>sat</sub>	γ <sub>sub</sub>	管内CBR
-0.5~0.7		表土	OH	70~90					
-3.2~3.7	成田武蔵野ローム	MH	100~150	110~150%	7~8	kg/cm <sup>2</sup> 12~16			0.7~2.0 (W <sub>o</sub> )
-4.0~6.0	下末吉コナ	MH	30~80	60~110	4~6	5~7			0.5~1.5 (W <sub>o</sub> )
-8.0~10.6	成田層	SP SM	10~20		10~50	不能	13~18%	1.65~1.75	g/cm <sup>3</sup> 19~23 (W <sub>o</sub> ) 14~20 (水浸)

土量はそれぞれ図-4、表-6、表-7のとおりである。

土の変化率は当初 C=0.85, L=1.3 を用いたが、変化率は各工区の立地条件により流動性が高いので各工区ごとに実績による若干の修正を加えた。

なお表土厚は 50 cm とし、地上部全域および盛土部にあつては高さ 5 m 以内の表土をすき取り、一部は着

陸帯の芝用の客土として流用するとともに、残余については着陸帯部分あるいは防音林の築堤に充当した。

(ii) 土工の規模

土工事は最終的な播芝工の完了時期、昭和 47 年 5 月末をもって完了としている。施工面積は約 588 ha、切土量約 580 万 m<sup>3</sup>、盛土量約 530 万 m<sup>3</sup> であり、工期の制約から経済性を考慮した急速施工である。

また、施工については、もっとも信頼性の高い一般的な作業方式を採用し、盛土の残留沈下量を最小限度になるよう努めた。土工計画において 1 日当りの作業量は 1 万~2 万 m<sup>3</sup>、切盛は平坦な丘陵で 1.5~3.0 m にすぎ取るもので、平均運搬距離は近距離土工で約 35 m、中距離土工で約 250 m、遠距離土工で 1,000 m 前後、その他残土処分運搬距離は 2,000~4,000 m である。

使用機械については関東ロームの特性からブルドーザ類、ショベル類、ダンプトラック等が主体となり、ピーク時の所要台数および 1 日当り施工能力はそれぞれ表-

8. 表-9 に示すとおりである。

(b) 施工機械の選定

施工機械の選定にあたっては、搬土距離別土工量および掘削搬土作業に必要なコーン指数を考慮し、時間当り作業量、m<sup>3</sup> 当り単価を比較検討して各距離別に選定した。

(i) 近距離土工

17 t ブルドーザで掘削押出し、11 t 湿地ブルドーザで敷きならし、転圧する作業で、運搬距離は 0~80 m とした。

(ii) 中距離土工

最近ツイシモータスクレーパやスクレープドーザ等の自走式運搬機がクローズアップされているが、これらはまだ日が浅く、性能、実績、生産、保有台数等若干の問題があるので、当空港建設の場合には一般に普及している機械を使用する観点から、従来どおりキャリアールスクレーパを選定した。すなわち、6 m<sup>3</sup> キャリアールスク

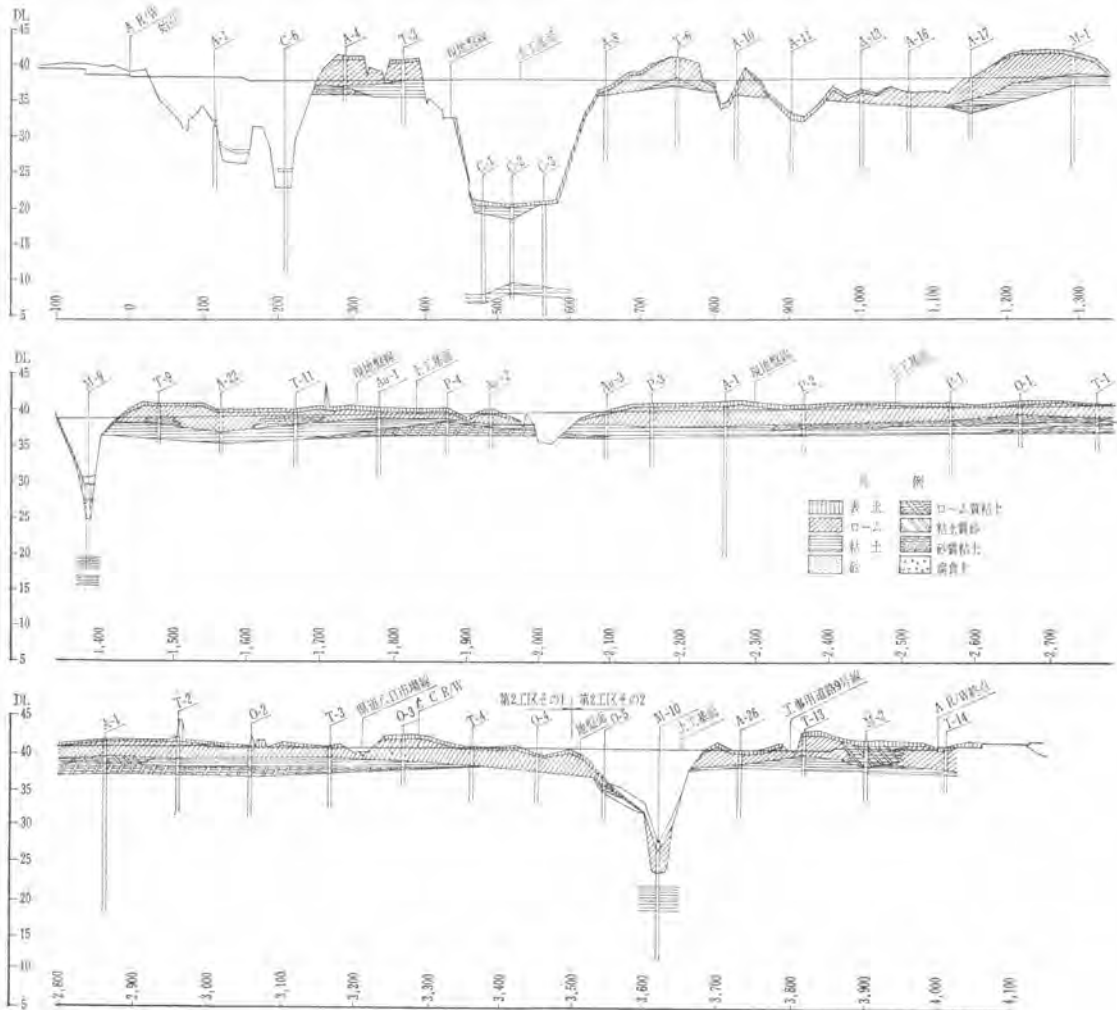


図-3(A) A滑走路縦断面土層図

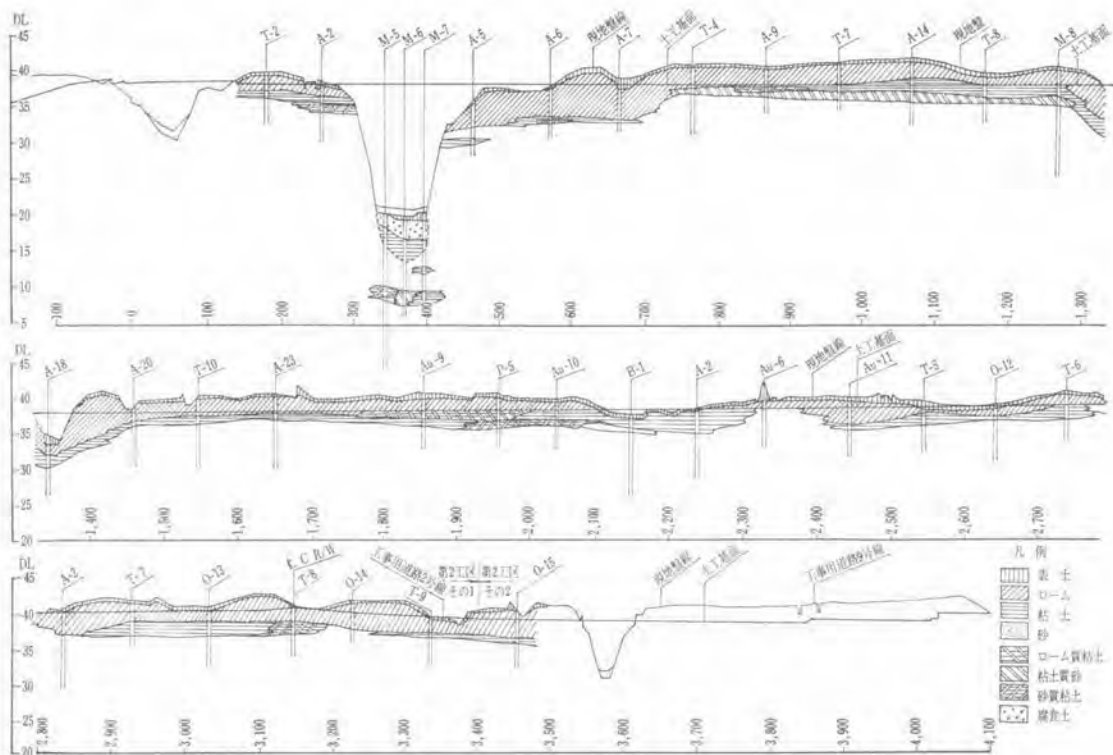


図-3 (B) A誘導路線断面土層図

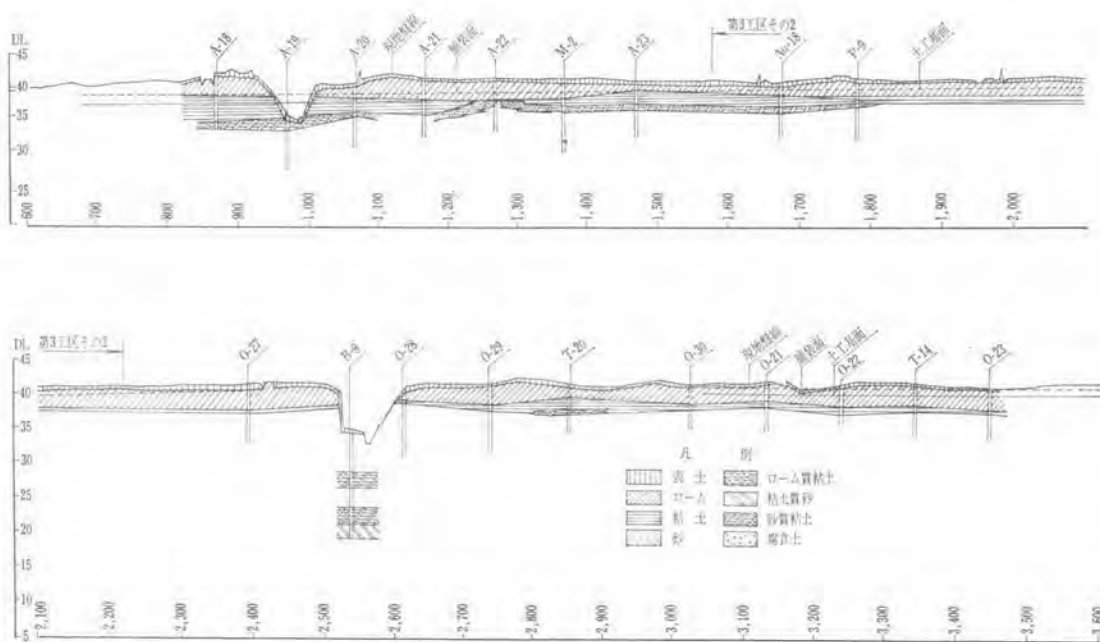


図-3 (C) B-30 縦断面土層図 (エブロン地区)



図-4 第1期工区割り計画平面図

レーバ(プッシングブルドーザ付)で掘削搬土し、11t 湿地ブルドーザで敷きならし、転圧する作業で、運搬距離は80~500mまでとした。

(iii) 遠距離土工

500m以上の搬土を必要とする場合、関東ロームの路床を搬路として運搬しなければならないので、ロームをこねかえさないよう細心の注意を払い、0.6m<sup>3</sup> バックホウを積込機とし、8t ダンプで運搬、11t 湿地ブルドーザで敷きならし、転圧する。なお、掘削、集積には立地条件により17tブルドーザ、もしくは6m<sup>3</sup> キャリオールスクレーバ(プッシングブルドーザ付)を選定した。

その他抜根、排根については、17t級レーキドーザで、集積は17t級ブルドーザで行ない、1.5m<sup>3</sup> トラクタショベルでダンプトラックに積込み、運搬する。播芝については7t級トラクタ、ロータリティラー、ライムソワーおよびけん引式ローラ(300kg)を組合わせた。

(c) 切土

切土路床の整形にあたっては、切土によって所要のCBR 5.5%が確保できなかった場合、すなわち、平均CBRが4~5.5%の場合は路床面下30cmを、平均CBRが4%以下の場合は路床面下50cmを良質山砂

表-6 切盛土集計表

	切 土				盛 土			通 不 足 ⑦=②-④
	①	②	③=①-② 流用土		④	⑤	⑥=④-⑤	
	総切土	表土等	地	山	ローム	山砂	総盛土	
敷地造成 その1	221,600	104,700	116,900		31,200	30,400	61,600	= 68,100 (80,100)
敷地造成 その2	30,670	30,670	0		0	161,400	161,400	0
第1工区 その1	1,039,880	318,580	721,300	613,100	911,400	674,900	1,586,300	-298,300
第1工区 その2	465,760	132,360	333,400	283,400	283,400	293,400	576,800	0
第2工区 その1	618,200	349,200	269,000	222,600	317,200	55,400	372,600	-94,600
第2工区 その2	371,300	52,100	319,200	271,300	767,400	259,500	1,026,900	-476,100
第3工区 その1	1,032,000	400,200	631,800	534,400	712,200	189,500	901,700	-177,800
第3工区 その2	1,024,600	252,500	772,100	656,300	4,400	660	5,060	+651,900(766,900)
第4工区 その1	674,900	311,100	363,800	293,700	246,100	137,500	383,600	+47,600(59,000)
C/R	328,000	205,300	122,700	104,200	96,800	76,900	173,700	+7,400(8,800)
計	5,806,910	2,156,710	3,650,200	3,078,300	3,370,100	1,879,560	5,249,660	-291,800

表-7 搬土距離別集計表

種別 工区別	場 内 土 工										不足土 (ローム +山砂) (m <sup>3</sup> )	盛土量 (m <sup>3</sup> )	除根 (m <sup>2</sup> )	芝工 (m <sup>2</sup> )			
	近距離土工			中距離土工			遠距離土工			路床砂 および サン マット					場内土工集計		
	ローム	山砂	計	ローム	山砂	計	ローム	山砂	計						ローム	山砂	計
その1	20,500	6,830	27,330	10,740	3,580	14,320	0	0	0	19,990	31,200	30,400	61,600	0	61,600	63,200	
その2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161,400	0	161,400	161,400	0	161,400	25,800	
1-1	92,660	13,850	106,510	215,340	52,120	267,460	305,100	76,200	381,300	510,360	613,100	652,530	1,265,630	320,670	1,586,300	188,700	550,500
1-2	128,500	19,200	147,700	154,900	23,100	178,000	0	0	0	251,130	283,400	293,400	576,800	0	576,800	154,700	290,800
2-1	60,500	4,100	64,600	40,600	3,900	44,500	121,500	9,900	131,400	23,200	222,600	41,100	263,700	108,900	372,600	96,400	382,000
2-2	58,600	11,100	69,700	137,600	26,000	163,600	75,000	11,300	86,300	29,900	271,200	78,300	349,500	677,400	1,026,900	127,500	219,100
3-1	82,500	12,300	94,800	363,900	54,300	418,200	88,000	-13,100	101,100	85,900	534,400	165,600	700,000	201,700	901,700	165,400	24,300
3-2	4,400	660	5,060	0	0	0	0	0	0	4,400	0	660	5,060	0	5,060	30,900	36,100
4-1	48,700	10,800	59,500	184,800	41,800	226,600	12,500	2,700	15,200	82,200	246,100	137,500	383,600	0	383,600	123,800	
C/R	31,500	5,300	36,800	65,300	10,900	76,200	0	0	0	60,700	96,800	76,900	173,700	0	173,700	137,000	128,900
計	527,860	84,140	612,000	1,173,180	215,700	1,388,880	602,100	113,200	715,300	1,224,780	2,303,200	1,637,790	3,940,990	1,308,670	5,249,660	1,113,400	1,631,700

表-8 機械山積表

機 種	除 機				表土処理		掘削, 積込み, 運搬, 盛土						転圧, 整地 (台/日)						
	17t	17t	1.5m <sup>3</sup>	8t	6m <sup>3</sup>	11t	11t	17t	19t	6m <sup>3</sup>	0.6m <sup>3</sup>	8t	17t	15t	10t	散 水 車	ア フ ィ ー ン グ マ シ ン		
	レイ キ ド ー ザ	ブ ル ド ー ザ	ト レ ラ コ ウ ベ タル	ダ ン ク ン ブ	キ ャ ッ リ	ブ ル ド ー ザ	ブ ル ド ー ザ	ブ ル ド ー ザ	ブ ル ド ー ザ	キ ャ ッ リ	パ ワ ー シ ョ ン ベ ル	ダ ン ク ン ブ	ブ ル ド ー ザ	モ ト タ グ レ ー ダ	タ イ ヤ ロ ー ラ			マ カ ダ ム ロ ー ラ	
初期工事	その1 その2	2 3	1 0	1 1	1 0	1 0	6 6	13 2	19 0	16 0	7 3	16 15	0 0	10 3	6 3	7 1	1 0	1 0	
第1工区	その1 その2	3 3	2 2	3 2	3 23	26 26	22 23	9 38	28 12	17 12	5 3	24 3	31 3	32 3	20 3	11 3	4 1	0 1	
第2工区	その1 その2	2 7	1 5	2 5	1 15	17 17	7 26	4 59	11 48	4 48	2 11	8 8	8 13	9 12	9 7	2 3	0 1	0 1	
第3工区	その1 その2	5 5	1 1	2 3	3 35	11 11	21 10	16 7	53 12	7 38	7 26	22 172	15 14	20 16	14 13	1 1	0 0	0 0	
第4工区	その1	1	1	1	1	30	9	20	13	38	26	6	18	7	16	12	14	1	0
C 滑走路地区		4		5				12	33		27	30	78		6	9	5		
計		29	6	25	10	104	64	153	194	161	225	86	367	61	126	104	86	13	3

により置換えを行なった。また、路床面下 1m 範囲内において下末吉層が露出した場合は、路床面下 1m はすべて良質山砂により置換えを行なった。なお、現在のところ下末吉層の置換えは約 47 万 m<sup>3</sup> に達している。

(d) 盛 土

盛土に使用する材料は切土によって流用される土で、主として表土を除いた良質ロームである。これらの土の性質は、一度乱された土の締固めの強度は非常に低く、また施工機械のトラフィカビリティもきわめて悪い。そのうえ自然含水比も高く、完成後の圧密沈下量が相当に残り、舗装体に対して有害である。

この対策として含水調節および工事の速効性から図-

表-9 工区別施工能力表

工 区	工 事 量 (m <sup>3</sup> )	日 当 り 能 力 (m <sup>3</sup> /日)	工 期 (日)	実工期 (月)	摘 要
初期工事	C 221,600 B 61,600	2,250 350	200	10	ブル キャ リ ダ ン プ 38 16 16
	C 30,670 B 161,400	400 2,050	80	4	ブル ダ ン プ 8 15
第1工区	C 1,039,880 B 1,586,300	3,500 5,300	300	15	ブル キャ リ ダ ン プ 59 17 24
	C 465,760 B 576,800	2,150 2,650	220	11	ブル キャ リ ダ ン プ 61 12 3
第2工区	C 618,200 B 372,600	1,950 1,200	320	16	ブル キャ リ ダ ン プ 22 4 8
	C 371,300 B 1,026,900	2,350 6,450	160	8	ブル キャ リ ダ ン プ 85 48 11
第3工区	C 1,032,000 B 901,700	2,900 2,500	360	18	ブル キャ リ ダ ン プ 90 37 22
	C 1,024,600 B 5,060	3,950 20	260	13	ブル キャ リ ダ ン プ 17 38 172
第4工区	C 674,900 B 383,600	2,250 1,300	300	15	ブル キャ リ ダ ン プ 71 26 18
	C 328,000 B 173,700	2,050 1,100	160	8	ブル キャ リ ダ ン プ 45 27 78

(注) C: 切土量 (地山) B: 盛土量

5 に示すとおりフィルタ層を設けることにした。すなわち、滑走路の盛土については成田周辺の山砂 50cm と台地を構成している良質ローム 150cm の互層構造、着陸帯の盛土については山砂 45cm、ローム 300cm の互層構造として施工する、いわゆる複合土法を採用した。また、盛土高 5m 以上の個所については在来地盤上に厚さ 1m の山砂をサンドマットとして敷込み、圧密沈下の促進をはかり、地盤上に出る水を急速に排出させることにした。

盛土路床の場合はロームのまき出し厚を薄まき出しとし、間げき水圧の発生を少なくして施工を行なうとしても、一度乱された土の締固め支持力は非常に低く、強度の復元には長時間を要するので、所要 CBR をすみやかに保持させるために盛土路床面下 1m の構造は山砂とした。

転圧は転圧試験の結果、敷きならし転圧には 17t 級の湿地ブルドーザで転圧回数を 3 回とし、ローム、山砂とも各層の最終仕上げ面で 15t 級タイヤローラで転圧回数 5 回を実施することにした。なお、各層の仕上げ厚さはロームで 25cm、山砂で 15cm とした。

締固めの管理については、一般の盛土路体に要求される CBR の最小値は 2.5% とされているが、今回の転圧機械による締固めによって CBR が 2.8% 得られているので、極力ロームの含水量の低下に努めるとともに、現場含水比で CBR が 2.5% 以上確保できることを考慮のうえ、もっとも安定した状態にある飽和度 85~90% に締固めるようロームの締固め規準とした。また、山砂盛土では含水量調節が比較的容易であり、締固め度 90% に相当する含水比内に現場含水比が存在しているので、山砂に対しては締固め度による管理規準の適用が可能であった。

(e) 大谷地田盛土

4,000m 滑走路およびこれに平行な誘導路の北部約

120 m は、図-6 に示すとおり大谷地田を横断して建設するため約 20 m の高盛土を必要とし、盛土後さらに厚さ 1.5 m の舗装体が施工されることになるが、これらの盛土によって在来地盤の粘性土層は圧密沈下を生じ、また、盛土本体も自重によって沈下を起し、将来の残留沈下により舗装体が大きな影響を受けることになる。これがため、この高盛土の施工にあたり、残留沈下の問題に主眼をおいて工事の速効性、安全性および確実性を十分に確保するため、次のような施工を行なった。

(i) 軟弱地盤の改良

この大谷地田は洪積台を樹枝状に浸食したもので、軟

弱な沖積層が堆積している。この沖積層は腐食土や有機質土の沼沢地堆積物（ピート層）が層をなし、湿田であるため地下水位が高く、腐食物混入の粘土混じり細砂で、 $q_n=0.3\sim 0.5\text{ kg/cm}^2$ 、 $\gamma_t=1.5\text{ t/m}^3$ 、層厚 4~6 m の軟弱地盤である。

工法としては、まずサンドマットを 54,000 m<sup>2</sup> におたり厚さ 1 m の佐原の良質山砂で敷きならし、滑走路および誘導路の直下には径 40 cm、平均深さ 6 m のサンドパイルを間隔 1.5 m の正三角形に総数 9,750 本打設した。さらに、のり面直下部にはすべり破壊防止のためサンドコンパクションを径 70 cm で平均深さ 6.1 m、総数 6,120 本打設し、地盤の排水効果と強度増加をはかった。

(ii) 高盛土

滑走路および誘導路の盛土は、当初、図-5 に示すとおり成田周辺の山砂 50 cm と台地を構成している良質ローム 150 cm の互層構造として施工する複合土法とし、ローム盛土内の高間げき水圧を防止して圧縮を促進させることにしたが、観測結果により盛土高 8 m の段階で残留沈下が滑走路の舗装開始時期に相当見込まれるため、それより上部の盛土はすべて山砂に切換え、図-7 に示す構造とした。その後、土工基面 38 m の路床に達したのち、高さ 4 m の山砂をサーチャージとして 60 日間おくことにより、計算の結果、残留沈下が最小限になるよう施工した。表-10 は盛土材料の土性である。この盛土材料の変更に伴い、他の滑走路および誘導路についてもすべて山砂盛土に変更した。

なお、工事中における排水対策としてフィルタ層の山砂は水平方向ドレーン効果とあわせてこれと接続する鉛直方向に砕石くいを打設することにより予想外の排水効果を得た。なお、舗装工事の着手と相まって残留沈下に対する予測については、現在観測体制を強化し、実測解析に努めている。

(iii) のり面こう配およびのり面保護

のり面こう配は、直高 5 m につき幅 5 m の大走りをつけることにより安全率は 1.4 となった。盛土中の排水はサンドマット、フィルタ層をとおして排水するが、のり面に出た排水はのり面の浸食崩壊の原因となるので、フィルタのり面口に幅 1.2 m のふとん管を設けて山砂の

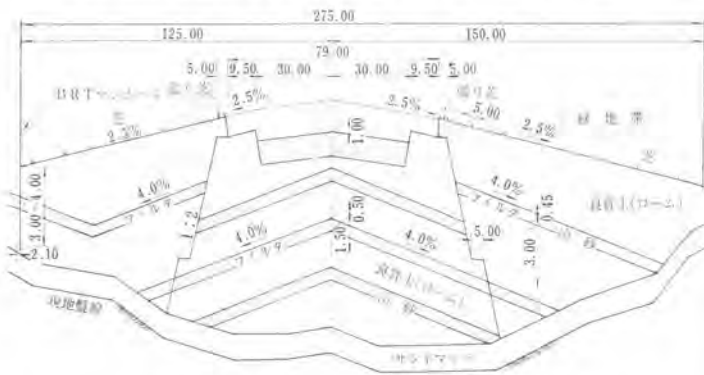


図-5 フィルタ工A滑走路標準横断面図(盛土部)

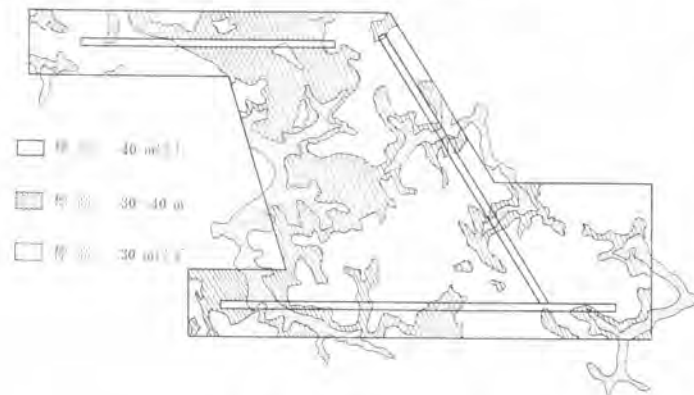


図-6 敷地内地形図

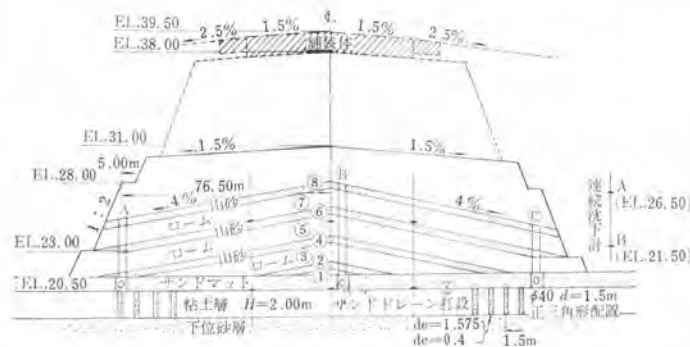


図-7 滑走路高盛土の標準横断面図



流出崩壊を防止し、のり面縦方向には 30 m 間隔で蛇籠を設け、フィルタから排水した水を集水し、犬走りに設けた U 形側溝 (U-240) に落としながら排水することにした。のり面全体の保護は筋芝あるいは張芝によって行なった。

(f) 芝地造成

離着陸施設の舗装部を除いた着陸帯の造成こう配は 2.5%，その他の地域は 5% として造成することにしたが、約 163 万 m<sup>2</sup> に及ぶ芝地造成面に対して、特にジェットエンジンによる砂じん防止、雨水による浸食防止、その他美観等を保持するため十分な植物被覆を必要とする。したがって、芝試験の結果に基づき、滑走路、誘導路、高速離脱誘導路およびエプロン舗装部のショルダの外側、幅 5 m に全面張芝を行なうとともに、その他の着陸帯に対しては集約施工、工期の短縮、工費の節約および活着後の維持管理上、ティフトン 328 芝の播芝を採用した。肥料については、関東ロームは一般に酸性土壌であるので緩急性窒素入り化成肥料、土壌中和剤は炭酸苦土石灰、土壌改良剤はキノックス等とし、昭和 47 年 3 月上旬から播芝を行なうことになっている。また、芝に必要な客土は土工で処理した良質な表土を流用するものとし、客土仕上げ厚は 20 cm を標準とし、これを肥灌土とした。

(g) 仮設工事

(i) 工事用道路

工事用道路は敷地造成工事、雨水排水管布設工事、滑走路、誘導路、エプロンの舗装工事およびターミナルビル等の建築工事を実施するため、図-2 に示すとおり配置した。有効幅員 10 m、路肩 0.5~2.0 m で、総延長は約 19 km (アスファルト舗装) に及んだ。また、これに接続する支線の工事用道路は工事の進捗に伴って必要なつど各種工事の仮設として設置し、総延長は約 30 km に及んでいる。

(ii) 仮排水

敷地内の約 111 ha に及ぶ立木を伐採し、約 430 ha の表土を除くことにより雨水の流水、濁度が大きくなるので、敷地内にあつては、各工区ごとの施工に際し、滑

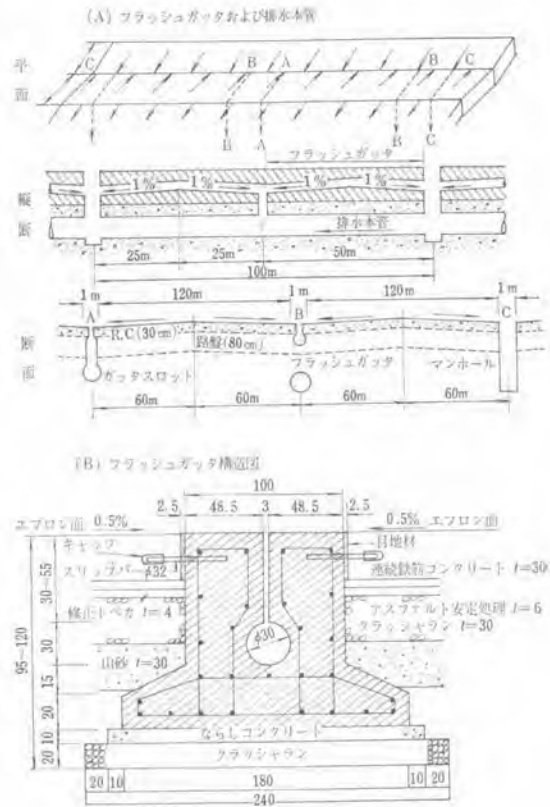


図-8 フラッシュゴッタ方式

走路、誘導路の両側に素掘り側溝を設けるとともに、これに接続する釜場を適宜設置したり、あるいは場内の雨水排水用の人孔に極力接続させ、滞水池に放流させた。

敷地外用地に対しては場内の雨水が他に被害を及ぼさないよう谷地部の数箇所防災堰堤を設置してこれの対策とした。なお、設計には降雨強度、3年確率 28 mm/hr を基準とした。

(2) 排水工事

第 1 期工事の排水は敷地内のほぼ中央、滑走路に平行に幹線水路を設け、その両側から支管によって集水する。集水された雨水は滑走路を横断する幹線函きよ (3.6 m × 3.6 m) に導入し、滑走路西側の滞水池 (用地

表-10 盛土材料 (関東ローム、成田砂) の土性

盛土材料	比重 (G <sub>s</sub> )	含水比 (W <sub>n</sub> ) (%)	湿潤密度 (γ <sub>w</sub> ) (g/cm <sup>3</sup> )	乾燥密度 (γ <sub>d</sub> ) (g/cm <sup>3</sup> )	開き比 (飽和度)	粒 度 (%)			均等係数	LL	PL	圧縮指数
						砂 分	シルト分	粘土分				
(A) 立川・武蔵野ム	2.79~2.86	107.9~123.0	1.32~1.44		3.07~3.75 (93.6~97.9)	5~8	32~58.5	36.5~60		100~200		0.91~1.28
(B) 立川・武蔵野ム	2.54~2.86 (2.70~2.81)	90~130 (120 に集中)			3~5	10 以下				LL=W <sub>n</sub> + (20~60)%		
(A) 山 砂	2.72~2.78	17.3~29.0	1.80~1.93	1.65	0.68~0.96		420 μ パス	74 μ パス				
(B) 山砂(欠 注)	2.75	12.3	1.75~1.77	1.58~1.56		52	47	1	2			
(B) 山砂(下総町名木)	2.71	12	1.81~1.91	1.68~1.69		66	32	2	2			
(B) 山砂(大栗奈土)						45.2	47.8	7	3			

注: (A) は盛土後チェックボーリングによって得られた結果を示す。

(B) は土取場での材料試験結果である。

面積 12.9 ha、貯水能力 41.4 万  $m^3$  に放流する。さらに滑走路を横断 ( $\phi 2,000$  mm 管きょ) して、取香川上流に水量調節を行ないながら流出させることにしており、これらの幹線支線排水の総延長は約 28 km に及んでいる。なお、この排水系統の一部は工事中における仮排水にきわめて有効であり、滞水池も泥水の沈殿に有効であった。

設計にあたっては、この地区の降雨強度は 10 年確率 50 mm/hr を採用し、各構造物別の流出係数を算出して排水断面を決定した。なお、第 1 期工事区域の流域面積は 686 ha で、流出量は  $50 m^3/sec$  と算出された。

排水方法の特色として、広大なエプロン地区 (122.7 ha) は航空機運航上から平坦性が要求され、表面こう配は 1% 以下 (横方向 0.5%) とした。なお、メンテナンス・エプロン地区では従来のグレーティング排水方法に代わって、図-8 に示すような舗装面に連続した幅 3 cm の開口部で集水するフラッシュガッタ方式を採用した。

## 6. あとがき

現在昭和 47 年 6 月オープンを目指して総力を結集し



写真-2 滑走路が着々と作られて行く (遠方が北)

て突貫工事が進められている。なにぶんにも短期間に大土工を実施しているので、計画面と実施面のそごはいなめないが、今後建設される第 2 期工事も第 1 期と同様な条件が想定されるので、引続き圧密沈下量、路体、路床の強度の測定および土の変化率、機械の稼働率等の調査を行ない、今期の実績資料を整理し、これらのデータを解析して、不明確な事項を解明したい所存である。

## — 図 書 案 内 —

# ダムの工事設備

〔体裁〕 B5判 (8ポ1段組み 688頁) 上製・布クロス  
真珠アルトン紙使用・工事実績収録ダム 143 箇所

〔頒価〕 5,000 円 (ただし会員は 4,000 円) 送料 350 円

■申込先■ 社団法人 日本建設機械化協会

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

## 新豊根発電所建設工事の現況

福田 克彦\*

### 1. 概要

新豊根発電所計画の概要についてはすでに本誌昭和45年9月号に述べたが、当時の計画は発電専用の計画であり、その後、治水参加により当計画は発電および治水の多目的計画となって計画に変更を生じたので、変更後の計画の概要について以下述べることとする。

新豊根発電所計画は天竜川支流大入川に高さ116.5mのアーチダムを築造し、これによって得られる有効貯水量4,000万 $m^3$ の貯水池を上池とし、一方、既設の佐久間貯水池を下池として両者を長さ約2km、内径7.6mおよび9.3mの2本の圧力トンネルで結び、佐久間貯水池側に地下発電所を設け、佐久間貯水池の水をポンプアップすることにより自流分と併せて1,125,000kWの混合揚水発電を行ない、関東および中部地区の電力需要に応えるとともに、夏期出水期には前記4,000万 $m^3$ の有効容量のうち1,000万 $m^3$ を利用して洪水調節を併せ行ない、1,800 $m^3$ /secの計画洪水量のうち1,100 $m^3$ /sec

をカットする(表-1参照)。

本工事は昭和44年11月に450MW分を着工し、次いで電力需要の伸びに応じて残り675MW分を昭和45年3月に着工したものであるが、その後治水参加によりダムを2.5mかさ上げするなどして現在に至り、現在昭和47年12月の発電開始を目途に、鋭意工事を実施しつつある。

工事の進捗状況について述べれば、昭和46年11月15日現在において土木工事は総合進捗率で約70%であり、ダムは21万 $m^3$ を打設し、導水路トンネルは2本とも貫通して巻立て中、発電所においては1号機および2号機の水車を据付中の段階にある。

今後、ダムは昭和47年9月に完成し、直ちに湛水を開始し、同年12月には1号発電機の運転を開始し、昭和48年12月までには残りの2号～5号の発電機もすべて運転の運びとなる予定である。

### 2. ダム

ダムサイトは両岸が切り立ち、河幅は狭く、新鮮堅硬な花崗岩から成り、一部に輝緑岩が貫入分布しており、河床の堆積砂れきは一般に浅い。ダムは高さ116.5m、長さ307mの放物線アーチダムであり、ダム中央の容量480 $m^3$ /secのオリフィス形洪水吐(3.8m $\times$ 3.8m油圧式ローラゲート1門)とダム天端の容量1,320 $m^3$ /secの自由落下式洪水吐(高さ8m $\times$ 幅13.8mローラゲート2門)を有している。エプロンは長さ110mで、エプロン末端には高さ11mの副ダムを有する。工事数量は表-2に示すとおりである。

ダム掘削に先立ち、河流処理に際しては、ダム上流の大入川本流河床中に設けたダム土捨場を迂回



写真-1 工事中のダム全景

\* 電源開発(株)新豊根建設所長

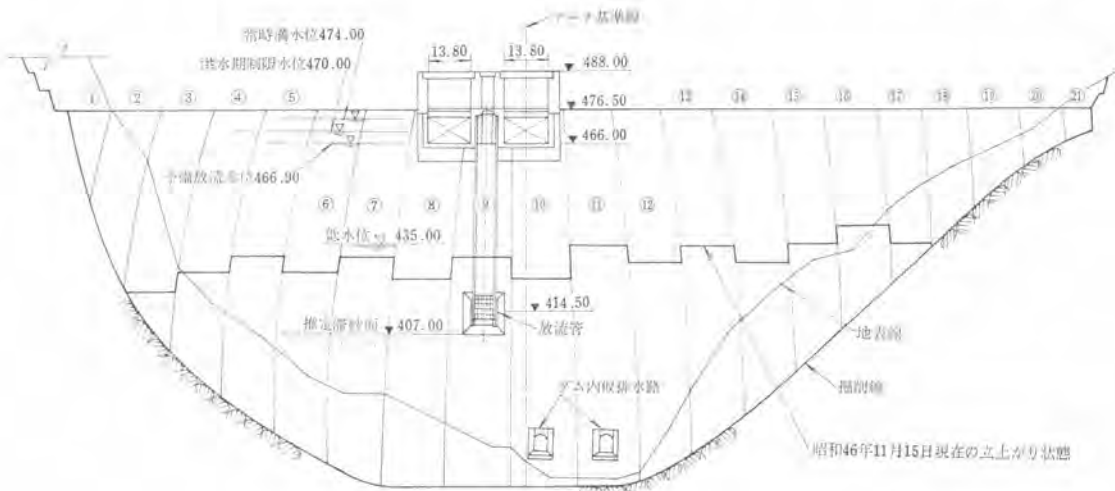


図-1 ダム上流面展開

する1号仮排水路トンネル（容量 700 m<sup>3</sup>/sec）とダムを迂回する2号仮排水路トンネル（容量：開水路で 150 m<sup>3</sup>/sec）を直列に設けることとした。土捨場はダム付近が地形急峻のため両岸に適地を求めることができなかつたためにダム上流の大入川本流を埋める形で設けたものである。

河流切替工事は昭和 45 年 1 月に着手し、同年 7 月上旬に完了した。なお、その後ダムの立上りに応じてダム内に幅 4.2 m×高さ 5.4 m の堤内仮排水路を 2 本設けた。

ダムの基礎掘削は河流切替の完了後直ちに開始し、左右岸とも 3~6 m のベンチカット工法で掘り下がり、昭和 45 年 12 月に完了した。掘削にあたっては、両岸のベンチをおのおの 2~3 の区域に分け、各区域を交互に掘削することとし、一つの区域の上にクロードリル 3 台ずつを配置し、孔間隔 2.5 m、列間隔 3 m でさく孔し、ANFO を主体とした装薬を行なった。1 回の爆破量は地山量で片岸で 500~1,500 m<sup>3</sup> 程度とし、爆破後は D-150、D-120 クラスのブルドーザ 6 台（両岸おのおの 3 台）でずりを

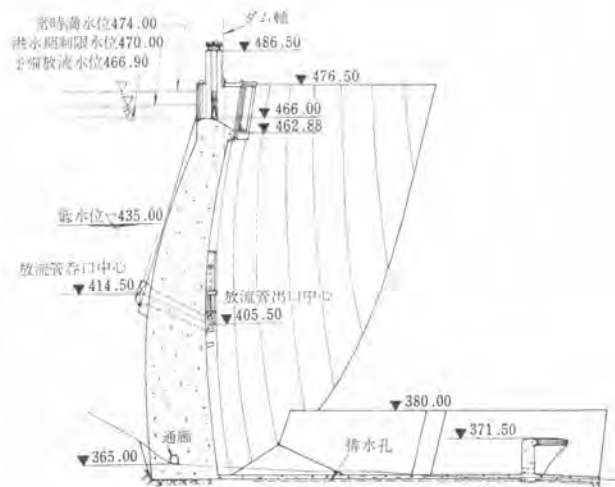


図-2 ダム標準断面

河床にたたき落とし、河床に配置した 2 m<sup>3</sup> ショベル、4 m<sup>3</sup> ホイールドーザおよびドーザショベル（D-75 S、D-60 S）等で 13.5 t ダンプトラックに積込み、ダム上流約 600 m の土捨場へ運搬捨土した。このような掘削のサイクルは平均して 2 日で 3 回程度であった。

掘削中間問題となったのは、左岸アバットメントの断崖絶壁部分の掘削で、ベンチが狭くて作業性が悪く、作業は難渋した。また、発破時にはクロードリルおよびブルドーザの退避場所がないため、これら機械をベンチの片隅に集め、畳をかぶせるなどの防護方法を採用しながら掘削を行なったが、発破時の岩石の飛散により多少機械

表-1 新豊根発電所計画概要

項 目	計 画		
	上 池 (新豊根)	下 池 (佐久間)	
ダム 位置	愛知県北設楽郡豊根村	静岡県磐田郡佐久間町	
流域面積	136.3 km <sup>2</sup>	3,827.0 km <sup>2</sup>	
満水位標高	474 m	260 m	
貯水面積	1.56 km <sup>2</sup>	7.15 km <sup>2</sup>	
利用水深	39 m	30 m	
総貯水容量	5,350 万 m <sup>3</sup>	3 億 2,684.8 万 m <sup>3</sup>	
有効貯水容量	4,040 万 m <sup>3</sup>	1 億 6,550.0 万 m <sup>3</sup>	
治水容量	1,050 万 m <sup>3</sup>		
発電計画	最大使用水量	645 m <sup>3</sup> /sec	
	有効落差	203 m	
	最大発電電力	1,125,000 kW	
	電力量	8 億 7,370 万 kWh(うち自産 1 億 2,740 万 kWh)	

表-2 主要工事数量

工 事	数 量	工 事	数 量
掘 削	306,000 m <sup>3</sup>	カーテングラウト	22,600 m
本体コンクリート	350,000 m <sup>3</sup>	コンソリデーショングラウト	12,500 m
副ダム・エプロンコンクリート	15,000 m <sup>3</sup>		



写真-2 ダム掘削状況

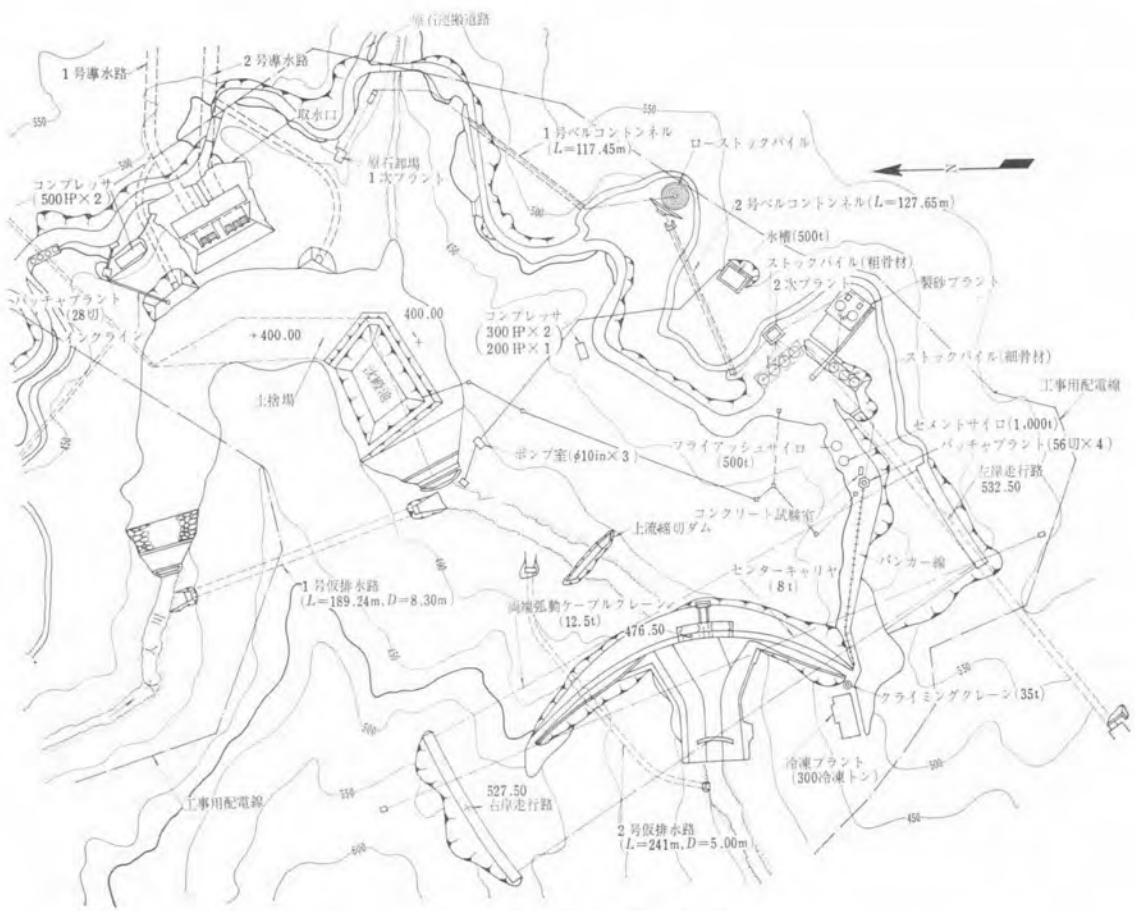


図-3 仮設備一般平面

の損傷を生じた。

仕上げ掘削としては、基盤の損傷を避けるため、クローラドリルによるさく孔の孔尻は掘削線から1.5m離すこととし、この残り1.5mの部分はジャックハンマにより孔ぐりし、少量ずつ発破した後、最後にピック、ボール等を用いて仕上げた。掘削の最盛期は昭和45年10月で、この月の掘削量は約93,000m<sup>3</sup>、日最大掘削量は約6,000m<sup>3</sup>である。掘削に使用した機械は表-3に示すとおりであり、月別掘削実績は表-4に示すとおりである。

ダム本体のコンクリートは骨材最大寸法150mmとし、セメント使用量230kg/m<sup>3</sup>（うち25%はフライアッシュで置換え）で、混和剤としては減水剤サンフローRを用いた。粗骨材は4種類とした。大入川は堆積砂れきがなく、このため河床に天然骨材の材料を求めることができないので、ダム左岸上流500mの月代沢左岸の原石山材料と導水路トンネル掘削ずりを原料としてダム直上流左岸に位置する能力250t/hrの骨材プラントで破碎洗浄分級し、骨材はすべて破碎骨材でまかなうこととした。骨材プラント、その他仮設備のフローシートは図-4に示すとおりである。

ダム用のセメントとしては住友セメント浜松工場製の中庸熱セメントを用い、工場からセメントトラックでダムサイトの1,000tサイロへ直送した。フライアッシュは当社高砂火力発電所産のものをこれまたトラックでダムサイト500tサイロへ直送した。ミキシングプラント

表-3 ダム基礎掘削に使用した主要機械

機械名	仕様	数量	機械名	仕様	数量
ブルドーザ	D-50A	1台	パワーショベル	1.2m <sup>3</sup>	1台
〃	D-80A	2台	ホイールローダ	4.0m <sup>3</sup>	1台
〃	D-120A	4台	ドーザショベル	D75S	1台
〃	D-150A	1台	ダンプトラック	ZG13.5t	15台
クローラドリル	CD-5	6台	〃	8t	4台
レックドリル	TY-24	6台	コンプレッサ	300IP	2台
ビュックハンマ	〃	6台	〃	200IP	1台
パワーショベル	2.0m <sup>3</sup>	1台			

表-4 月別掘削実績

年月	掘削量(m <sup>3</sup> )	備考	年月	掘削量(m <sup>3</sup> )	備考
45-6	3,370	ダム本体基礎	45-12	39,700	ダム本体基礎
7	11,280	〃	46-1	2,700	エプロン添
8	32,850	〃	2	13,000	〃
9	48,000	〃	3	11,900	〃
10	92,800	〃	4	1,000	〃
11	49,400	〃	計	306,000	

は56切4形とし、練り上がったコンクリートは4.5m<sup>3</sup>バケツに入れ、台車でバンカー線を運んだ後、両端走行形の12.5tケーブルクレーンでブロック上へ運搬した。

これらの骨材プラント、ミキシングプラント、バンカー線、ケーブルクレーン等の仮設備の設置工事は昭和45年8月に着手し、同年12月に完了した。なお、左岸側の1および2ブロックは上記ケーブルクレーンの範囲をはずれるので35tクライミングクレーンで打設する予定である。

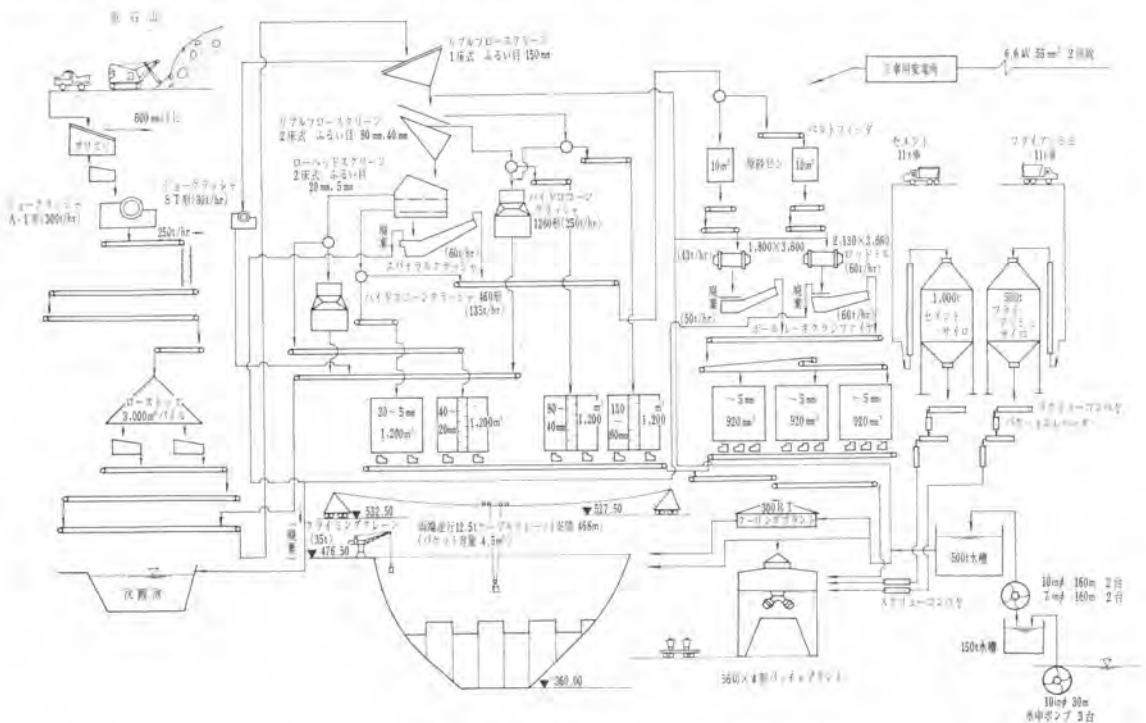


図-4 仮設備フローシート

ダムコンクリートの打設は、昭和45年12月掘削終了後直ちに開始し、冬期は月平均約1万 $m^3$ 、その他の月は約2万～3万 $m^3$ のペースで打設し、昭和46年11月15日現在までに約21万 $m^3$ を打設した。現在までの日最大打設量は1,670 $m^3$ であり、月最大打設量は36,000 $m^3$ である。

打設にあたっては、基準ブロック幅15m、リフト高2mとし、スライドフォームを使用して打上がった。当地方は冬期には気温が零下10 $^{\circ}C$ 程度に下がることもあるので12月中旬から3月中旬までは夜間の打設は行わず、練り混ぜには温水を使用し、打設したコンクリートはヒータマット、リフレクタランプ等を用いてすべて5 $^{\circ}C$ 以上に保温した。

コンクリート製造にあたっては砂ビンを3基(高さ11m×径10m×3基)設けて砂の水切りに努め、パッチャプラントにはデジタル記録式自動計量器を設けて計量精度の向上に努めるなどした結果、スランプ、空気量等まだ固まらないコンクリートの性質も安定し、コンクリート圧縮試験供試体の圧縮強度の変動係数も約3.5～6%という値を示しており、コンクリートの品質については十分均一な品質が得られている。ダムはパイプクーリングにより7.5 $^{\circ}C$ ～8.5 $^{\circ}C$ まで冷却し、継目グラウトを行なう予定であるが、現在ダムの下方部分はずでに2次冷却中である。冷凍プラント容量は300RTである。

当ダムの基礎には、特に大きな断層あるいは好ましくない方向に走る分離面等は存在せず、基礎は堅硬な岩盤よりなるためグラウト工事のみによって基礎を処理することとした。コンソリデーショングラウト工事は原則としてリーク状況の観察を可能にするため、コンクリート打設前に行なうものとし、グラウト孔は長さ10～15m、孔間隔3mの千鳥形配置、注入圧は地表で5 $kg/cm^2$ 、孔底で10～15 $kg/cm^2$ とし、必要に応じてさらに中間孔を設けることとした。なお、高圧のかけられない基礎面直下の浅い部分はダム立上がり後ダム内通廊より高圧で再びグラウトした。



写真-3 仮設プラント

カーテングラウト工事は特に重要な兩岸アバットメントに十分実施する方針であり、原則としてダム内通廊より行なうものとし、グラウト孔の長さは30～50m、孔間隔1～1.5m、注入圧は地表で15 $kg/cm^2$ 、孔底で30～40 $kg/cm^2$ とした。

コンソリデーショングラウト、カーテングラウトとも一部にはステージグラウト工法を採ったが、一般にはパッカーグラウト工法を採用し、配管は単路式とし、注入にあたっては注入効果の向上をねらって油圧式、可変容量形ポンプを用いた。なお、自記圧力計、自記流量計を用いて注入管理の省力化を行ない、非常に好結果を得ている(図-5参照)。

### 3. 取水口

取水口は幅46.25m、高さ78.2mで、2本の導水路トンネルに対応して2本の直立形取水塔を有し、幅7.5m×高さ10mの1号ゲートと幅8.5m×高さ12mの2号ゲートを内蔵する(図-6参照)。呑口付近の作用静水頭は70mと高圧であるため、将来ゲート閉塞時の漏水防止のため、呑口周辺には十分な高圧グラウトを実施し、地山の水密性を向上させる予定である。取水口の掘削は昭和45年10月に開始し、ベンチカット工法で

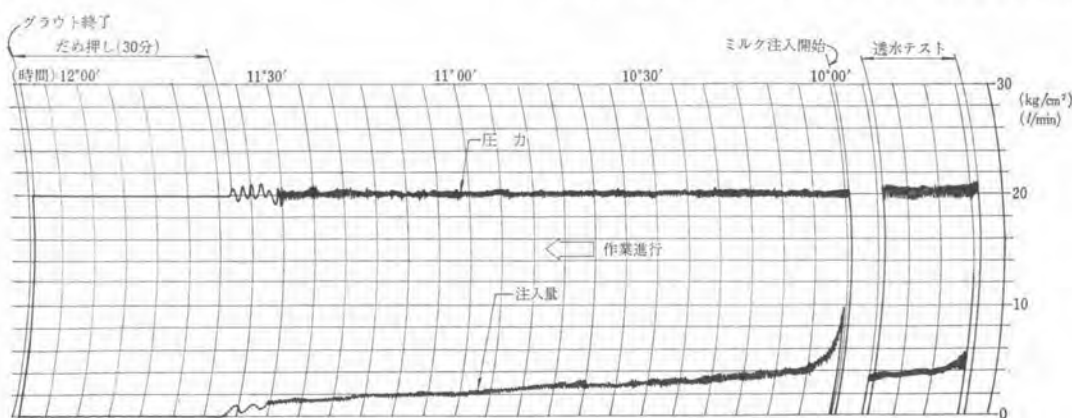


図-5 カーテングラウト自記記録の一例

掘り下がり，昭和 46 年 1 月に終了した。掘削量は約 7 万 m<sup>3</sup> である。

コンクリートの打設は掘削終了後直ちに開始し，現在までに高さ約 50 m を打ち上がった。コンクリートの骨材はダム直上流の骨材ビンからトラック輸送しているが，セメントサイロ (300 t)，ミキシングプラント (28 切×2 形) 等は取水口直上流に設け，1.5 m<sup>3</sup> のバケットを 11.5 t のクライミングクレーンでつってコンクリートを打設している。なお，上記のサイロおよびミキシングプラントは導水路トンネル上口部分の巻立コンクリートと共用している。取水口は，昭和 47 年 5 月までにコンクリート工事を終了し，同年 7 月中旬にはゲート，スクリーン等も据付を完了する予定である。

#### 4. 導水路

図-7 に示すように，導水路は内径 1 号 7.6 m，2 号 9.3 m，延長約 1,800 m である。こう配，地形の関係で上口および下口に分けて施工した。掘削断面積は 67~



写真-4 工事中の取水口

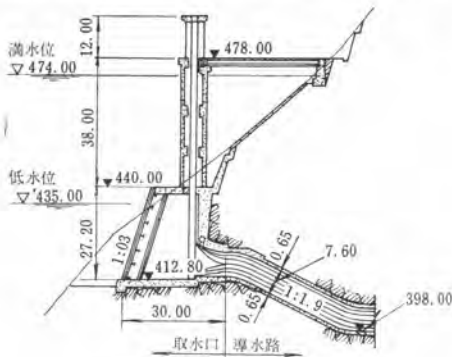


図-6 1号取水口縦断面

100 m<sup>2</sup> で，半断面掘削工法を採用した。上口は延長も短いので，ずり出しはダンプトラック，下口は 7 m<sup>3</sup> 鋼車，10 t バッテリロコにより施工した。2 号下口横坑交点から上流 200 m 地点で断層破砕帯に遭遇して 2.5 月，さらに 300 m 地点で大落盤事故により 1 月掘削進行が停滞したほかはきわめて順調に推移した。掘削実績を表-5 に示す。

コンクリート巻立は 1 号上口全断面巻立，他はインパートを残して巻立で，あとでインパートを打込む方法とした。1 号上口全断面スチールフォームを写真-5 に示

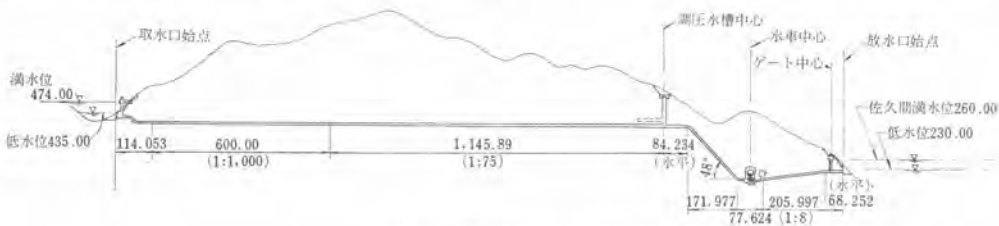
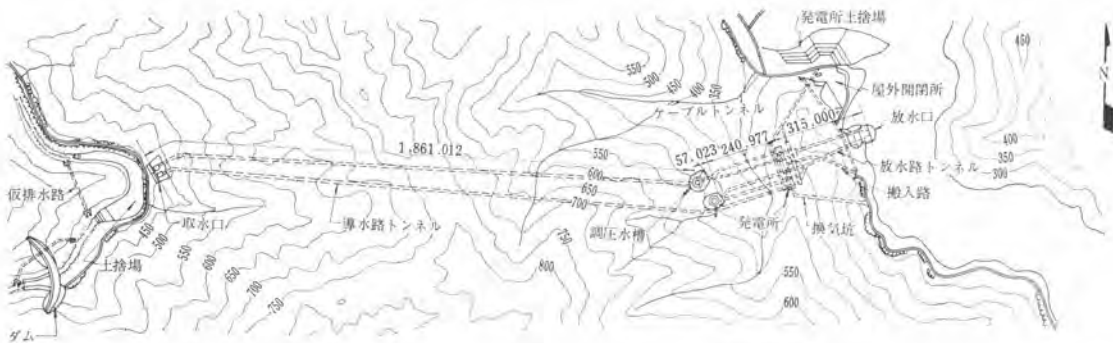


図-7 水路の平面および縦断面



す。

現在1号上口は巻立完了し、下口はインパート打設中である。1号上口は1間 7.5m で巻立進行は 78m/月、1号下口は1間 12m で、201m/月であった。2号導水路は上下ともに巻立中で、全長の約 30% を完了している。

## 5. 調圧水槽

調圧水槽は水室式で、上部水室は内径 30~35m、深さ 14m で、明り工事となる。下部水室は内径1号 8m、2号 10m、延長 90m である。立坑は内径1号 8m、2号 10m、高さ 90m であって、この掘削にあたっては、まずレーズクライマによって 2.2m×2.4m の導坑を開削後、上部から切上げ施工した。導坑掘削実績を表-6に示す。

現在、下部水室のトンネル掘削中で、大断面のため導水路と同様上部半断面工法で進めている。立坑および上部水室の掘削、コンクリートはほぼ完了し、高压グラウトに着手した段階である。

## 6. 水圧管路

水圧管路は傾斜角 48°、掘削内径 6.25m、延長約 300m、5条である。掘削にはまず管路底部に 2.0m×2.5m の導坑をレーズクライマによって掘削し、導坑下端にフィーダを設け、定量のずりを発電所ずり出しベルトコンベヤにのせて搬出した。導坑完了後、上部からグローリーホール式で全断面切上げを行なった。導坑の掘削実績を表-6に示す。

現在 1号、2号は鉄管を据付中であり、3号、4号、5号は切上げ施工中である。

## 7. 発電所

発電所は地下 250m にあり、主機室の空どうはアーチスパン 31m、高さ 46.5m、長さ 140.5m で、変圧器室を含めて 161,000m<sup>3</sup> の掘削を必要とするものであ

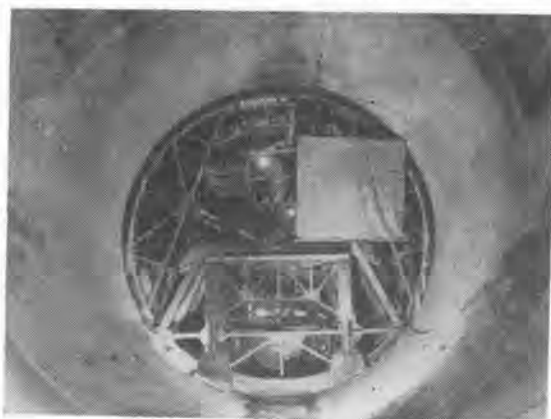


写真-5 1号スチールフォーム

表-5 導水路トンネル掘削実績

工事名	延長 (m)	上半断面 掘削断面 (m <sup>2</sup> )	日進行 (m/日)		月間進行 最大 (m/月)	掘削用 ジャンボ ブーム数
			平均	最大		
1号導水路 上 下 口	634,943	44.20	3.3	9.8	125	6
	1,249,023	43.07	3.7	9.0	174	7
2号導水路 上 下 口	669,999	47.50	2.9	9.0	120	7
	1,214,357	65.17	2.8	10.0	177	13

表-6 レーズクライマによる導坑掘削実績

工事名	種別	断面 (m)	日進行 (m/日)		月間進行 平均
			平均	最大	
1号調圧水槽	立坑	2.2×2.4	3.6	9.5	
2号 "	"	2.2×2.4	4.0	5.0	
1号水圧管路	48°斜坑	2.0×2.5	3.3	7.0	95
2号 "	"	2.0×2.5	3.0	6.0	86
3号 "	"	2.0×2.5	3.6	8.0	102
4号 "	"	2.0×2.5	3.6	8.0	102
5号 "	"	2.0×2.5	3.3	6.0	96

る。現在掘削および側壁コンクリートがほぼ完了し、1号および2号水車据付中である。

ずり出し作業坑は仮設的なものはほとんど設けず、作業完了後すべて発電所の永久施設になるよう設計した。すなわち、斜坑2本（ケーブル引出し用および換気用）および立坑1本（機器搬入路）を設けた。発電所付近仮設備配置を図-8に示す。

換気トンネルが主機室アーチ部に到達してからは 4m×4m の側壁導坑、アーチクラウンに 1.3m×1.7m の頂設導坑を設けた。発電所全長 140.8m を平均 4.8m の 29 ブロックに分け、3ブロックの抜掘りが完了すれば1ブロックを巻立し、つづいて隣りのアーチブロックを抜掘りするというように、できるだけ岩盤をゆるめないうちに慎重に掘削を進めた。

岩盤はきわめて堅硬良質であって、数箇所でもロックボルトによって岩盤のゆるみを止めた以外、アーチスパン 31m の抜掘りには支保工を一切必要としなかった。

アーチ部掘削にはレッグドリル 18台、ロッカショベル RS 85 2台、3m<sup>3</sup> 鋼車 2台、バッテリーロコ (6t) 1台を使用し、ずりはウィンチ (100HP) で坑外に搬出した。アーチ部の切上げスピードは平均 0.9m/日であった。

アーチコンクリートの型わくは組立解体式鋼製センターで、1間 4.8m のもの3基を用い、巻立スピードは発電所延長方向で 1.0m/日であった。アーチ部導坑掘削に着手し、コンクリート完了まで5.5カ月を要した。

本体掘削ずりはすべてベルトコンベヤ (幅 1,050mm) によって搬出した。アーチコンクリート巻立完了時点までにグローリーホール3本を立上げ、このうち1本を 45°の斜坑とし、ブルドーザによるグローリーホールまでのずり押し距離を最大 23m 以下になるよう配置した。本体

盤下げはグローリーホールを中心として1.5m リフトで切上げを行なった。水車中心付近の標高192mまでの盤下げにはブルドーザ3台、ブレーカ1台、クローラドリル2台、レッグドリル20台を使用した。ずり搬出はベルトコンベヤによるため、ずりの最大寸法は300mm以下にするのが能率よく、ブルドーザに積載したブレーカ(打撃数400~450回/min, 空気圧力5~6kg/cm<sup>2</sup>, 空気消費量13~14m<sup>3</sup>/min)を用いて小割りしたが、きわめて効率がよかった。

側壁の仕上げは、あらかじめ掘削を2mぐらいい残し、仕上げ面をいためないようにサイドから払い方式で岩盤のゆるみを極力防止するように掘進した。側壁に施工したロックボルトはφ22mm, 2.5~4m, φ28mm, 9m等で、1~3m間隔で千鳥に打込み、これをさらにチャンネル等で連結し、網状にして岩盤を押えた。ある程度盤下げ掘削が進んだ段階で、厚さ10cmのコンクリート吹付を行なった。発電所の掘削状況を写真-6に示す。



写真-6 発電所掘削状況



図-8 発電所付近仮設備配置

## 8. 放水路

放水路トンネルは内径1号7.3m, 2号9.3m, 延長241mおよび265mで、発電所付近でそれぞれ2条, 3条に分岐し、各水車に連絡する。工事は放水口立坑50mを上方から全断面掘削し、放水路トンネルに到達してからは上部半断面掘削逆巻工法をとった。敷こう配が1:8であるため、ずり出しは100HPウィンチで3m<sup>3</sup>鋼車を巻上げ、さらに立坑に設けたガントリークレーンまたはエレベータで坑外に搬出した。上部半断面掘削の進行は日平均1号1.5m/日, 2号1.4m/日であった。

分岐部の掘削ずりは大半発電所のずり出しベルトコンベヤで搬出し、この部分は内張管形式であるため、現在立坑から内張管を搬入据付中である。

## 9. 放水口

佐久間貯水池は利用水深40m(新豊根発電所完成後は30m)で、年間を通じて需用に応じて常に変動する。放水口は満水位以下46mに達し、きわめて水深の大きい場所における施工となる。佐久間貯水池水位を低下させて施工すれば、工事は簡単となり、工事費も安くなるが、貯水池の水位を長期間にわたり低下させることは、その間発電が不能となるため、電力需給上許されないの、水位低下期間を極力少なくし、安全に施工する特殊工法が必要となった。

放水口の施工は、一般に締切工を設けて行なうものであるが、本地点のように水深の深い所では、特殊な締切工を考慮しなければならない。

昭和45年1月、佐久間発電所水路点検および放水口

掘削のため水位を低水位まで低下したので、この間を利用して明り掘削、敷コンクリートの一部を施工した。一方、放水口立坑から放水口までは約 45 m のトンネルであるが、現在 30 m は上半断面で施工し、貯水池との間は 15 m を残すのみである。放水口の縦断面を 図-9 に示す。

締切用として鋼製沈埋函 1号 (15m×22.5m×11.5 m, 800 t) および 2号 (15m×32.5m×11.5 m, 1,200 t) を佐久間発電所取水口付近で製作し、現在、進水えい航後、放水口付近に係留中である (図-10、写真-7、写真-8 参照)。

昭和 47 年 1 月を目的に佐久間発電所水圧管路の補修、オーパホール、放水口工事のため再度低水位まで水位低下するので、この間を利用して上記の沈埋函を沈設し、水位上昇に応じて周辺コンクリートを完成し、締切りを完成する。その後、沈埋函と放水口トンネルを連結し、スクリーン、放水口ゲート据付後、沈埋函前面の仮壁を撤去し、完成する予定である。



写真-7 沈埋函製作状況



写真-8 沈埋函えい航状況

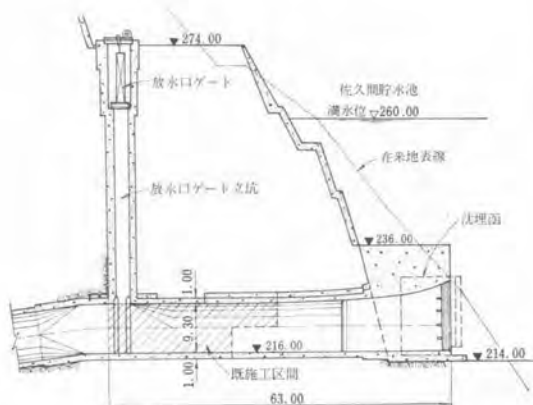


図-9 放水路縦断面

## 10. む す び

以上、新豊根発電所新設工事の工事経過ならびに現況の概略を述べたが、さらに工事は1号機通水まで約1年を残している。今後の工事にあって、なお多くの問題点があると思われるが、以上中間報告的なものをあえてとりまとめたもので、多少とも各位の参考になれば幸いである。

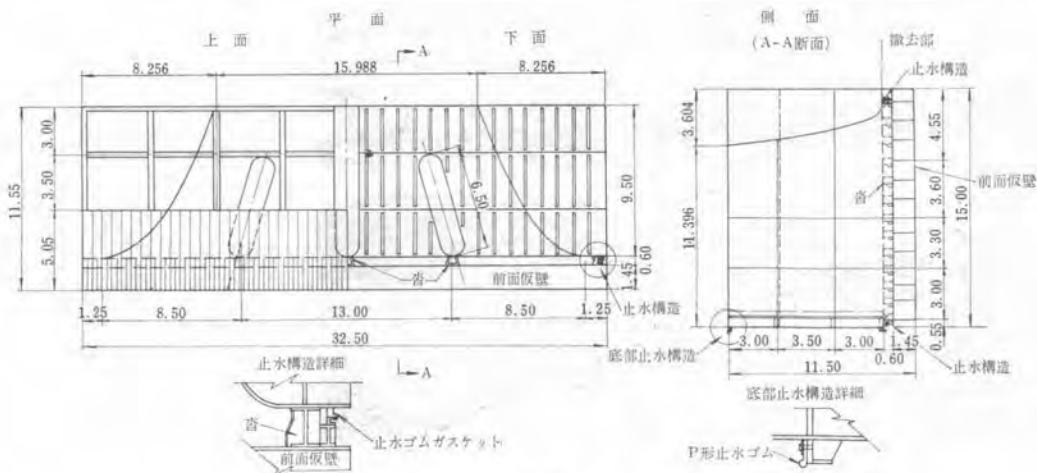


図-10 2号沈埋函断面

## 利根川河口堰建設事業（その2）

### — 施工実績（1） —

君 塚 昂\*

#### 1. 設計・施工の概要

利根川本川部の堰建設地点の地質は図-1に示すように深度約10mまで軟弱シルト層が堆積しており、確固たる支持層が存在しない。また、低水路部の水深も常時6m以上であり、このような悪条件のもとで長大な堰を利水上すぐれた機能を持たせ、しかも治水上、水産資源保護上に悪影響を与えないように構造設計を行ない、さらに工事の安全性、経済性、工期ならびに確実性等の見地からその施工計画を立てなければならず、微細な点についてもなおざりにできなかった。

堰建設地点における水位は、遡望平均満潮位 Y.P.+1.39m、遡望平均干潮位 Y.P.-0.03m、河床高 Y.P.-5.00m であり、毎年7月～10月には洪水の恐れがあって施工条件は極めて悪いため、工事施工計画としてまずドライワーク、水中施工のいずれによるか、また、これらの組み合わせ工法によるかが検討された。

ドライワークによる場合には、巨大な締切堤を必要と

するほか、出水時には利根川の疎通能力を確保しなければならないため、河川を何回かに分割して締切らねばならず、工期と多額の工事費を必要とするが、反面、確実な施工が期待できる。

（注）本川を全川締切りとし、隣接する常陸川や黒部川へ流路を付替えることも考えられるが、霞ヶ浦水系および黒部川の治水上から許されない。なお、左岸に隣接する常陸川水門の建設にあたっては、全川締切りとして流路を本川に付替えて施工された。

水中施工による場合には、治水上に及ぼす影響が少なく、数門同時施工も可能となり、工期を短縮することはできるが、確実性に難点があり、工費もかさむ可能性がある。

以上の観点から、一応考えられる五つの工法について検討された結果、セルラーコフダムを連結することによる4回締切り工法を採用することとした。このことは、また政府の指示によるところの昭和45年度完成に対する年次施工計画をたてた工程の限度でもあった。また、左岸（茨城県側）、右岸（千葉県側）のいずれから先行するかが問題であり、工程上から理想的なのは両岸同時施工であるが、河積の減少率に問題があり、それぞれの利点、難点を比較検討の結果右岸より工事を進めることとした。

以上に基づき、水資源開発公団試験所において模型実験を実施して締切時における利根川下流部の計画高水量（7,500m<sup>3</sup>/sec）が発生した場合の河積の減少率から、背水ならびに洗掘等の状況把握に努め、また、これらに対する対策について検討して処置することとした。

利根川の河川改訂改修計画では、河口堰建設地点の計画低水路幅400mおよび低水路敷高 Y.P.-4.50m となっているが、堰を

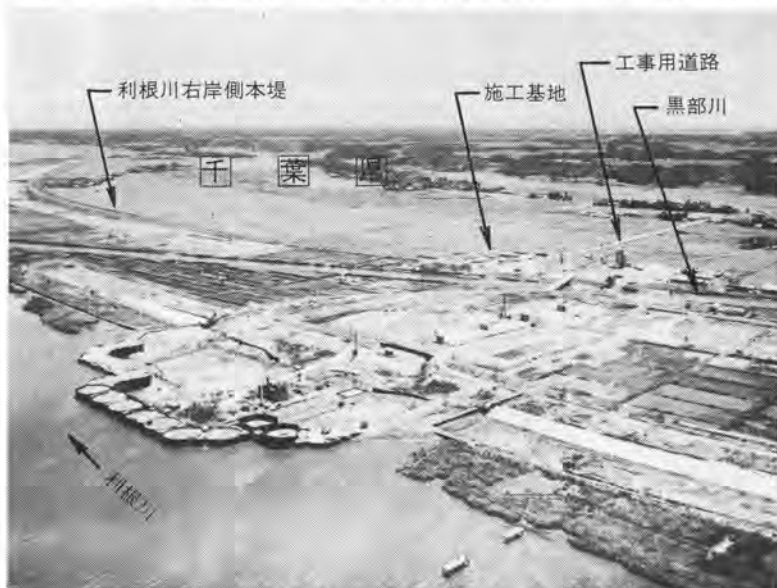


写真-1 第1ブロック施工状況（昭和41年度）

\* 水資源開発公団利根川河口堰管理所長

設置した場合の洪水の疎通能力等を考慮して、低水路幅 465 m、河床高 Y.P.-5.00 m とし、堰柱によるせき上げの影響を小さくするようにした。堰柱間隔は治水上大きいほど好ましいが、水門の製作、施工、管理ならびに経済性等を勘案して純径間を 45 m とし、ゲートの形式は径間にも関係のあることであるが、利水上その操作頻度が高いので複雑な構造のものは故障も多いことが懸念され、特に利根川のような大河川では一朝有事の際の被害規模も大きいことから、構造が単純で確実性のあるものと考えて、鋼製ローラゲートを採用することとした。

なお、魚類の遡上、降下と併せて堰上流側の水位調節ならびに順流時堰下流への河口維持用水の放流量の調節等、きめ細かい操作を可能にするため、本川左右岸両サイドの 2 門は 2 段ゲートの調節門扉とした。

また、堰上流側水位はゲート操作と関連して定まるものであるが、将来霞ヶ浦総合開発との一体化した水利用が行なわれる場合には、河道貯溜することも考えられるので、堰上流側の最高水位は遡望平均満潮位 Y.P.+1.39 m とし、ゲート天端高を Y.P.+2.00 m とした。

## 2. 仮設備

工事の実施にあたり、次のような仮設備等を実施して工事施工の円滑化をはかることとした。

① 基礎地盤の軟弱シルト層は、排除して良質な山砂で置換し、地盤改良を行なうとともに、トラフィカビリティをよくして重機械類の施工を容易にする。軟弱シルト層の浚渫排土総量は約 260 万 m<sup>3</sup> で、電動式 2,000 PS サンドポンプ浚渫船で現場から 4~6 km 離れた千葉県香取郡東庄町桁沼地区 (約 300 ha の湿地地帯) に送泥し、補償工事としてほ場整備事業を併せて実施して地域開発を行なった。置砂総量は約 130 万 m<sup>3</sup> で、150 m<sup>3</sup> 積底開きバージお

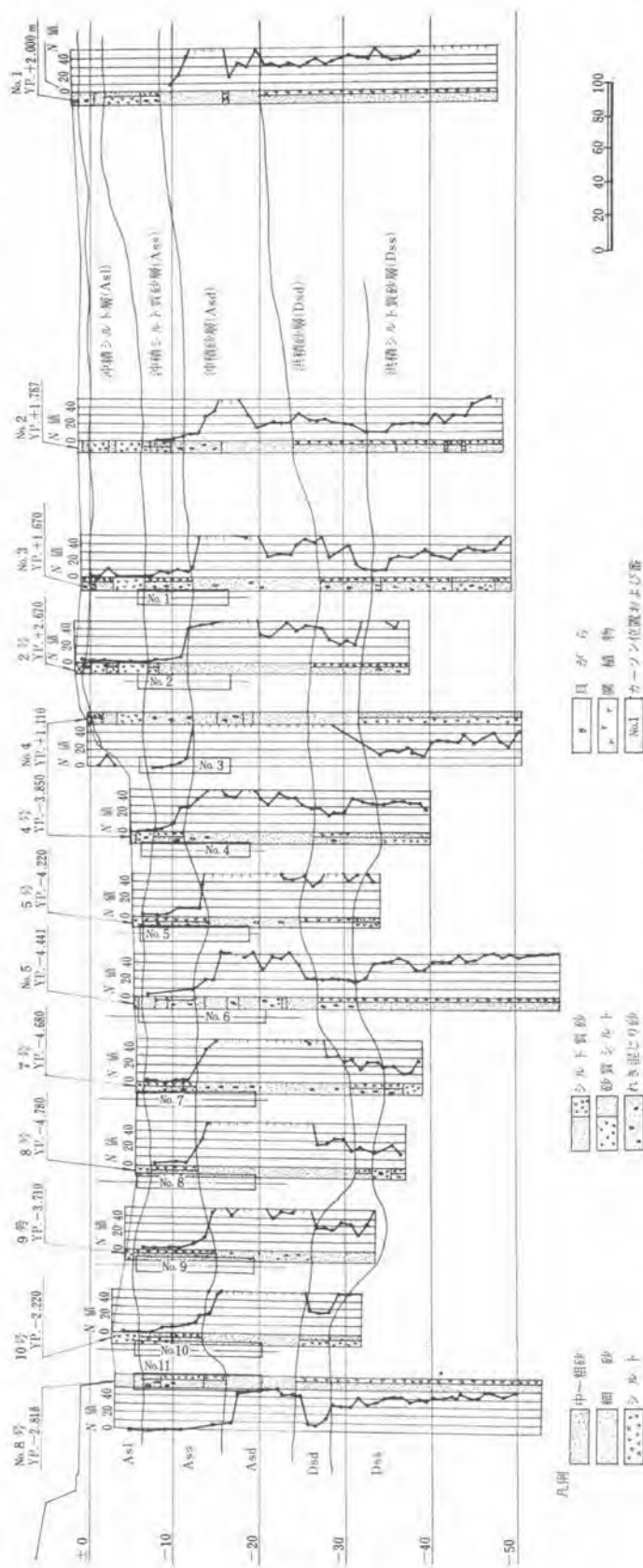


図-1 利根川河口堰地点地質断面図

よびグラブ船を使用し、茨城県鹿島郡波崎町宝山(旧海軍鹿島航空隊射撃練習場)をおもな砂取場とし、常陸川水門左岸側直下に架設した積込用棧橋で積込み、水中投棄置砂することとした。

② ケーソンの沈設は全体工程に与える影響が極めて大きいので、問題点を早急に把握してその対策をたてるために No. 1 号ケーソンだけは早期(本川仮締切施工以前)に築島による陸上施工で単独沈設した。

③ 施工基地として4万m<sup>2</sup>の水田を買収し、盛土して工事用敷地を造成し、そこに出張所庁舎、コンクリートプラントおよびその他資材置場等を設けて、これと県道佐原〜銚子線とを結ぶ工事用道路(有効幅員7m, 延長550m, アスファルト舗装)を新設して資材、機械器具等の搬入、搬出を確保することとした。

④ 低水路部の各仮締切ブロック内への資材、機械器具の搬路としては、本川堰軸下流約200mに鋼製仮橋(有効幅員7m, 設計荷重14t)を架橋した。

⑤ 仮締切り、仮橋等の水上作業に用いる資材や作業船の基地として既設黒部川水門右岸側直下に船付場(岸壁)を設置して資材置場と直結した。

⑥ 管理橋は右岸(千葉県側)より毎年順次架設して、各仮締切ブロック内への搬入路としても利用できるようにした。

⑦ コンクリートは現場施工基地にプラントを設置して品質管理の向上と工程の円滑をはかった。コンクリート総量は約16万m<sup>3</sup>であり、プラントの配置ならびに設備フローシートは図-3のとおりである。

⑧ 土取場は、水中置砂、セル中詰用砂については左岸側宝山地区の山砂を船運搬とし、右岸高水敷置換砂、資材置場および工事用道路等のための盛土用砂は右岸新宿地区の山砂を陸上運搬とした。

⑨ 受電設備は建設省の豊里変電所(銚子河口より上



写真-2 稼働中の 2,000 PS サンドポンプ船

表-1 仮締切りによる河積の減少率(計画高水時)

	昭和40年出水時	41年	42年	43年	44年	45年
河積	3,332 m <sup>3</sup>	2,532 m <sup>3</sup>	2,921 m <sup>3</sup>	2,854 m <sup>3</sup>	2,554 m <sup>3</sup>	3,756 m <sup>3</sup>
減少率	0%	24%	12%	14%	23%	13%

表-2 置砂工事に使用したおもな機械一覧表

使用機械名	規格	台(隻)数	備 考
ブルドーザ	D 50 級	1	運搬路築造, 補修, 表土はき, および土取跡整地
ドーザショベル	1.2~1.6 m <sup>3</sup>	3	積込み(リクレーマおよびパワーショベル0.6 m <sup>3</sup> を使用したことある)
ダンプトラック	6~7.5 t 積	7	4~9 台使用, 平均7台
バ ー ジ	底開式 120~160 m <sup>3</sup> 積	3	水上運搬
引 船	120 PS	2	＊
グ ラ ブ 船	0.6 m <sup>3</sup> 混合 120 m <sup>3</sup>	1	＊
発 動 機 船	5 PS	1	測量, 連絡
サ ン ド ポ ン プ 船	電動式 150 PS	1	積込用棧橋下流土澄澄

流約14km地点)を借り受け、設備共用受電して現場まで約5kmを架線した。設備容量としては、一般土木工事に1,000kW, 浚渫工事に2,000kWを東京電力より特別高圧6.6kVで買電する設備とした。

### 3. セル形仮締切堤

河口堰建設のために使用したセル形仮締切りはサーキュラ形で、この形は1セルずつ区切って施工でき、いずれかがたとえ破壊しても隣接するセルへの影響が少ないこと、セルの直径を大きくしても使用する矢板の数量およびその工事費があまり変わらない等の利点を有している。なお、この形の河川仮締切堤はわが国では初めてである。



図-2 バッチャプラント付近平面図

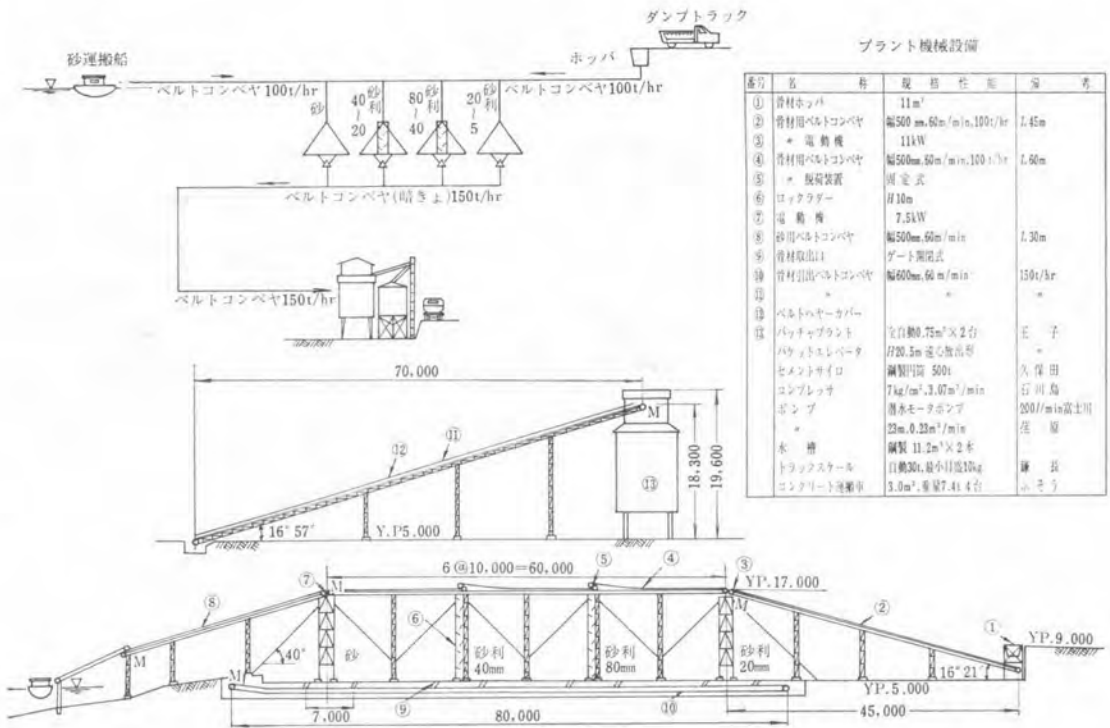


図-3 コンクリート製造設備フローシート



写真-3 ほ場整備事業を完了した排土地区（新沼土地改良区）



写真-4 置砂積込用仮設棧橋



写真-5 工所用仮橋

この設計にあたっては、他の重力式構造物と同様の安定計算を適用し、セル固有の矢板壁の破壊、せん断変形等の応力計算を行なった。なお、外力としては平水位（地震時）および洪水時を与えた。設計条件としては次のようである。

- (1) 基礎地盤の許容支持力 60 t/m<sup>2</sup>  
(Terzaghi の極限支持力から安全率とした数値)
- (2) 基礎地盤の反力係数（プレシオメータの測定結果）  
水平方向反力係数 2 kg/cm<sup>3</sup>  
鉛直方向反力係数 10 kg/cm<sup>3</sup>
- (3) 土砂の内部摩擦角  
河床周辺土砂 25 度 (N 値より推定)  
中詰砂 30 度
- (4) 土砂の単位体積重量  
中詰砂 1.9 t/m<sup>3</sup>  
河床以深の土砂 1.0 t/m<sup>3</sup> (水中)
- (5) 震 度  
水平震度  $K_h=0.1$   
鉛直震度  $K_v=0.0$
- (6) 河床高および水位  
洪水時水位 Y.P.+3.00 m  
遡望平均満潮位 Y.P.+1.39 m  
河床高 Y.P.-7.00 m

以上の各条件を用いて基礎地盤応力，滑動，せん断変形，矢板継手間張力等に対する計算検討を行ない，各項目についての安全性を確保するように設計した。



写真-6 宝山土取場

さらに、これらのセル形仮締切堤が河中に設置された状況における河床部の洗掘ならびにその保護工については、各施工年度ごと（各ブロックごと）の形状を当公団試験所において模型実験して検討し、その対策としての保護工法を、

- ① そだ沈床により，局部的あるいは全面的に保護する。
- ② 簡単なくい出し根固め水制を設ける。
- ③ ①と②を組み合わせる。
- ④ 導流水制により洗掘箇所をセル際から上部部に移行させる。
- ⑤ ①～④までの全部の合成とする。

これら各工法について当公団の試験所および現場での実施実験により検討を重ねた結果，第 2，第 3，第 4 号

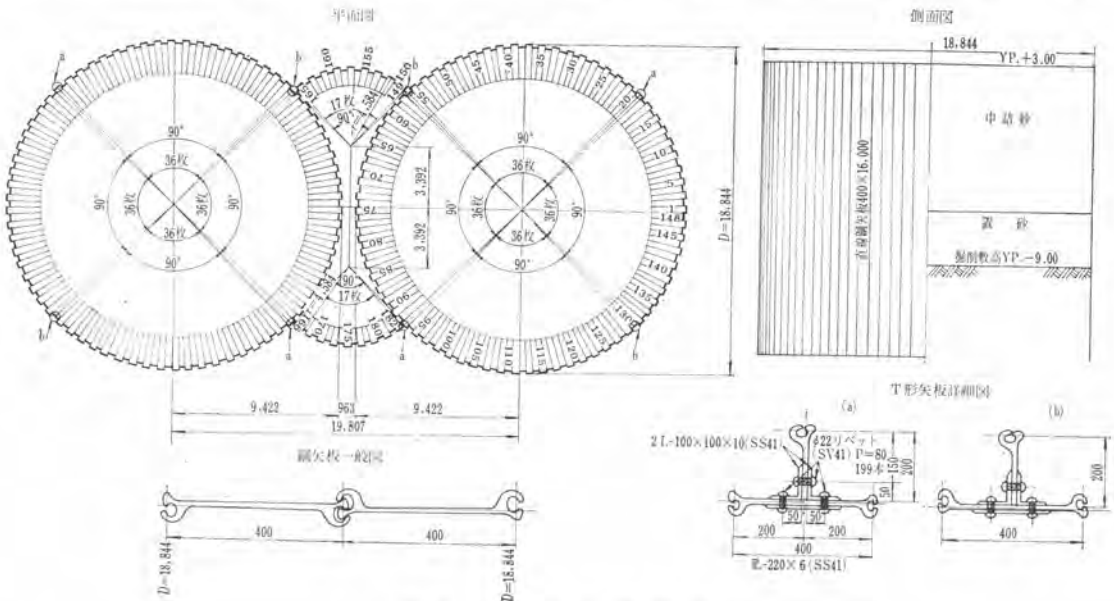


図-4 一般セル標準図





それ以上は作業が困難であった。実績では 10 m/sec 以下の作業に恵まれた日数は約 55%, 13~15 m/sec 以上の作業不能日数は約 30% であった。

一般にセルの築造順序は、まず水中に導わくを支持するための H 形鋼 4 本を打込み、その上に同じく H 形鋼で井げたを組んだ上に導わく(当現場では重量約 17 t/基、6 基製作して順次転用した)を据付け、これに案内矢板を取付けて

それに合わせて直線鋼矢板を建込み、まず最初に全体をならし打ちした後、2 回に分けて所定高に打込む。打込み完了後、導わく撤去、中詰用リングはめ込み、中詰砂填充、中詰用リング撤去の順序で施工される。

当現場においては、類似の港湾工事や外国文献の施工例を参考にして検討し、流速、風力、波浪等の条件を考

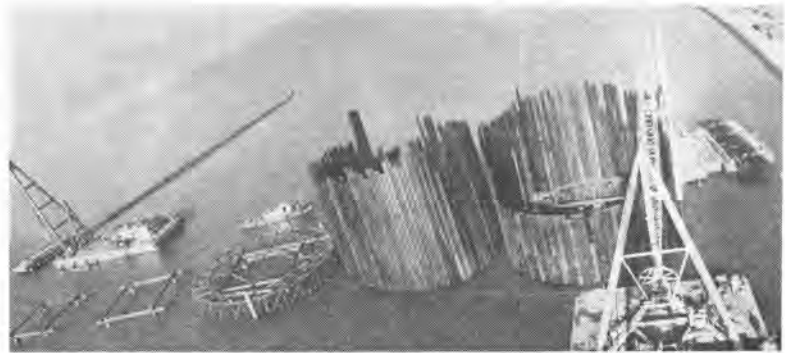


写真-7 井げた、ガイドリング、矢板建込み、および打込み状況  
(左上方の釣針状に伸びているのが洗掘防止の導流水制工)

慮してセルの外側で作業船を使用する方法を採り、また、セル中詰用材料としては比重が大きく、しかも粗粒のものが望ましいが、地理的条件から中詰用材の入手が困難なため、河床置砂に使用した山砂を使うこととし、一度河中に仮置してこれを小形ポンプ船(150 PS 電動式)で水洗いして吹込む方法を採用した。

なお、工事期間中強い季節風により中詰砂が吹き飛ばされて締切ブロック内の本体工事(特にコンクリート工事)および作業員に多大の支障を生ずるため、セル天端をすべてキャンパスで覆いをかぶせて飛砂防止工を施した。

表-3 セル施工主要機械一覧表(第1, 第2ブロック工事)

名称	設備	能力, 形状, 寸法	用途
起重機船	船体 ブーム 二又 主動ウィンチ 補助ウィンチ ディーゼル エンジン ワイヤ	25.00 m × 13.00 m × 2.25 m 旋回, 35.0 m, 6 t ぶり 60 t ぶり 3 段スイング付, 120 PS × 2 4 段, 30 PS 関東機械 120 PS 日野ディーゼル φ62	ガイドリング 掲付, 撤去 中詰リング据 付, 撤去 矢板建込み, 引抜き
3 脚船	船体 デリック 主動ウィンチ 補助ウィンチ ディーゼル エンジン ワイヤ 二又	28.00 m × 14.80 m × 2.50 m 旋回, 40 m, 5 t ぶり 3 段スイング付, クライド社 4 段, 30 PS 関東機械 120 PS 日野ディーゼル φ18	矢板建込み 矢板打込み 矢板引抜き
3 脚船	船体 デリック 主動ウィンチ 補助ウィンチ 主電源 ワイヤ	21.00 m × 11.75 m × 1.50 m 旋回, 35 m, 5 t ぶり s.c.t. 57 形 s.c.t. 59 形 220V φ18	矢板建込み 矢板打込み
グリーン船	船体 ブーム クラムシェル ディーゼル エンジン 手巻ウィンチ	18.00 m × 8.00 m × 1.60 m 11.50 m, 4 t ぶり 0.7 m <sup>3</sup> 120 PS 日野ディーゼル 2台	井げた取付 その他
くぐり打ち船	船体 ポスト 補助ポスト 主動ウィンチ	18.00 m × 11.00 m × 1.90 m 24.00 m 10.00 m 3 段スイング付, クライド社	H ぐい打込み 矢板打込み
引船	2 隻	60 PS ディーゼルエンジン	分船, 引船, 連絡
台船	6 隻	15.00 m × 6.00 m × 1.50 m 80 t 積	矢板と H ぐい 等運搬
伝馬船	4 隻		

表-4 セル施工主要機械一覧表(第3ブロック工事)

名称	設備	能力, 形状, 寸法	用途
起重機船	船体 二又 主動ウィンチ 補助ウィンチ 深船ウィンチ 起重能力 付属機械	22.50 m × 9.00 m × 3.00 m 水面上 20.00 m 50 PS 3 胴 40 PS 2 胴 20 PS 2 胴, 2 台 20 t ぶり × 20.00 m 100 kW 発電機 1 台	ガイドリング 掲付, 撤去 中詰リング据 付, 撤去 井げた取付, 引抜き
3 脚船 (3 隻)	船体 フロート デリック 主動ウィンチ 深船ウィンチ ワイヤ	18.00 m × 7.00 m × 1.50 m 12.00 m × 2.50 m × 1.50 m, 2 台 旋回, 40 m, 5 t ぶり 40 PS 2 胴 15 PS 2 胴, 2 台 φ18	矢板建込み 矢板打込み 引抜き(体版 上セル)
くぐり打ち船	船体 ポスト 主動ウィンチ 補助ウィンチ 深船ウィンチ 起重能力 二又	20.00 m × 8.00 m × 1.80 m 水面上 26.00 m 40 PS 2 胴 30 PS 2 胴 20 PS 単胴, 2 台 15 t ぶり × 18.00 m 17.50 m	矢板打込み H ぐい打込み 矢板引抜き
くぐり打ち船	船体 ポスト 主動ウィンチ 深船ウィンチ 二又	20.00 m × 9.00 m × 2.00 m 水面上 28.00 m 40 PS 2 胴 15 PS 2 胴, 2 台 19.00 m	H ぐい打込み 矢板打込み
引船	2 隻	140 PS ディーゼルエンジン 55 PS ディーゼルエンジン	
台船	6 隻	15.00 m × 6.00 m × 1.25 m 60 t 積	
伝馬船	3 隻		



## (2) 戸当り部

コンクリート中に埋設される部分は、材質 25 mm 以上では SM 41 A、ローラ当り面および水密ゴム当り面はステンレスクラッド (SUS 27) とする。

ゲートの据付は、昭和 41 年度 1 門 (No. 2 号制水ゲート)、昭和 42 年度 3 門 (No. 1 号調節 2 段ゲートおよび No. 3 と 4 号制水ゲート)、昭和 43 年度 2 門 (No. 5 と 6 号制水ゲート)、昭和 44 年度～45 年度 5 門 (No. 7 と 8 号制水ゲート、No. 9 号調節 2 段ゲート、No. 10 と 11 号開門ゲート) の順序に仮締切り内干陸状態で施工した。

(注) No. 1 号調節 2 段ゲートは当初計画では昭和 41 年度の第 1 ブロック仮締切り干陸時に No. 2 号制水ゲートと同時に据付ける予定のところ、水理模型実験の結果大幅な扉体重量の変更を行なったため、現場据付工程に間に合わなくなり、やむをえず昭和 42 年度第 1 ブロック仮締切り撤去後において、水中ステージングを架設して、その上にすでに完成済みの管理橋から各部材をつり下げて扉体組立据付を行なった。

戸当り金物は底部 9 ブロック、側部 @ 9 ブロック×2、計 27 ブロックに分割して搬入し、扉体は 14 ブロック (1 ブロック平均約 11 t) に分割して干陸締切内にトレーラで搬入し、現場組立、溶接、放射線透過試験、塗

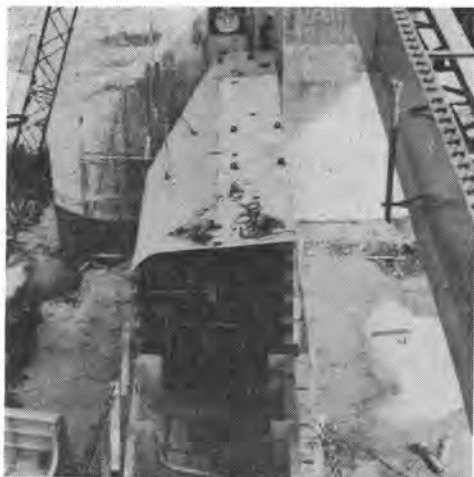
装を行なったが、現場は河川管理者よりの治水上の工程制限があるため、土木工事、管理橋架設工事等と出会丁場となり、著しく錯綜してそれら相互間の工程調整、つり込み・組立用仮設および重機械類の段取り調整等困難を極めたが、それぞれの施工業者が相互に互譲の精神を發揮して無事完了した。

なお、仮締切ブロック内の諸工事がすべて完了し、締切内に注水を開始するにあたり、まずゲートを下限に降ろしてその上流側にポンプ注水して水密テストとゴムスリーブの調整を行なった。また調節 2 段ゲート (No. 1 と 9 号) については、水理模型および実物実験によりゲートの固有振動、流水による強制振動を求め、各水理条件における振動特性を把握してその安全性を確認することとした。

## 5. 開 門

開門はその本来の特性から、河口堰の目的である塩分濃度あるいは水位変動にそれほど微妙な影響を与えるものではなく、船舶の通過時間、安全航行等を第一義的に考えねばならない。

したがって、将来の管理操作、維持保守等の面を考え



← 写真-8 ゲート組立、据付状況



↑ 写真-9  
No. 1 号調節 2 段ゲートの水中ステージングによる組立、据付状況



← 写真-10  
下流側より開門を望む  
(手前は導流堤)

表-6 ゲート据付工事主要機器一覧表

区分 工程	第1ブロック	第2ブロック		第3ブロック	第4ブロック	
	No. 2号ゲート	No. 1号ゲート	No. 3&4号ゲート	No. 5&6号ゲート	No. 7, 8, 9号ゲート	開門ゲート
据 付	トラック クレーン 25t ウィンチ 22kW 複副 グラインダ 205mm 6台 油圧ジャッキ 10t 6台 チェンブロック 5t 2台 ヒッバラ 3t 5台 トランス 1220 U/440 V	トラッククレーン 25t トラッククレーン 8t トラッククレーン 35t トラッククレーン 18t トラッククレーン 7t トラッククレーン 16t コンプレッサ 22kW グラインダ 180mm 7台 油圧ジャッキ 20t 6台 ヒッバラ 1.5t 4台 ヒッバラ 3t 6台 グラインダ 150mm 2台 チェンブロック 20t 1台 チェンブロック 10t 2台 チェンブロック 5t 2台 チェンブロック 3t 2台 エンジンウェルダ 7kW 30.5V	トラッククレーン 22.5t クローラクレーン 5t ウィンチ 30PS 複副 22kW 抵抗器 24kVA 300A 2台 チェンブロック 5t 3台 ヒッバラ 3t 5台 油圧ジャッキ 10t 3台 グラインダ 205mm 2台	トラッククレーン 32t クローラクレーン 5t ウィンチ 35PS 複副 抵抗器 24.5kVA, 13kW 14.5kVA 6.5kW チェンブロック 5t 2台 ヒッバラ 3t 2台 ジャッキ 15t 2台 グラインダ 205mm 2台	トラッククレーン 32t ヤンマーウェルダ YW 230 ウィンチ 30PS 複副 ウィンチ 1PS グラインダ 205mm 2台 チェンブロック 5t 2台 ヒッバラ 10t 4台 ヒッバラ 8t 2台 ヒッバラ 5t 4台 ジャッキ 15t 4台 ジャッキ 30t 2台 ジャッキ 10t 2台 抵抗器 24.5kVA 12kW 2台 抵抗器 24.5kVA 13kW 1台 抵抗器 24kVA 13kW 1台 抵抗器 24.8kVA 13.5kW 1台 変圧器 20kVA 10kW 1台	トラッククレーン ウィンチ チェンブロック 油圧ジャッキ グラインダ コンプレッサ リベットハンマ 溶接機
	木 溶 接	抵抗器 13kW 7台 抵抗器 12kW 1台 コンプレッサ 7.5kW X線透過装置	抵抗器 34kVA 1台 抵抗器 14.5kVA 1台 抵抗器 43kVA 3台 抵抗器 41kVA 4台 コンプレッサ 22kW 1台 X線透過装置	抵抗器 24kVA 2台 抵抗器 19kVA 6台 抵抗器 37kVA 1台 乾燥機 2kW 1台 コンプレッサ 5.5kW 1台 X線透過装置	抵抗器 24.5kVA 1台 抵抗器 13kVA 1台 抵抗器 24kVA 1台 抵抗器 19kVA 3台 乾燥機 2kW 1台 コンプレッサ 5.5kW 1台 X線透過装置	抵抗器 19kVA 6台 抵抗器 37kVA 1台 抵抗器 24.5kVA 2台 送風機 1.5kW 2台 乾燥機 2.8kW 1台 コンプレッサ 5.5kW 1台 X線透過装置
土 木 工 事	コンプレッサ 7.5kW	トラッククレーン 7.5t	クローラクレーン 5t コンプレッサ 30PS	クローラクレーン 5t コンプレッサ 30PS	クローラクレーン 5t コンプレッサ 30PS	クローラクレーン コンプレッサ
塗 装	コンプレッサ 5.5kW 塗料タンク 2台	塗料タンク 2台	コンプレッサ 5.5kW 塗料タンク 2台	コンプレッサ 5.5kW 塗料タンク 2台	コンプレッサ 5.5kW 塗料タンク 2台 ガン 4丁	コンプレッサ 塗料タンク ガン

れば、従来からのバイパス・バルブ方式は好ましくない。水理的に可能な範囲で、安全かつ経済的な開門ゲートの高速開閉操作方法を求めることとし、当公団試験所において模型実験を行ない、各種ゲート開度および水位差における流出係数、通行船舶の大小による2段ゲート方式、バイパス方式と水位調節兼用ゲート方式との比較、ゲート下端からの噴流エネルギーに対する減勢工、ゲート巻上速度と船舶の通過時間、ゲートのリップの形状等について検討を行ない、さらに開門に直接隣接するNo. 9号調節2段ゲートの順流時のオーパフロー操作により左岸低水護岸側への偏流流速が大となり、船舶の航行に危険な状態も生ずるため、この対策としての導流

表-7 導流堤模型実験中流速値、流況の良好なもの

実験 No.	形 状 ・ 寸 法		
	形 状	長 び	導流堤と本体堰柱との間隔
No. 35	半不透過	140m	30m
No. 37	不透過+透過(1列)	140m	30m
No. 41	透過(2列)+透過(1列)	140m	30m
No. 47	不透過+透過(1列)	120m	30m
No. 48	透過(2列)+透過(1列)	120m	30m

堤について、建設省土木研究所に模型実験を委託し、導流堤の長さ、形状およびその効果について計48ケースにわたり検討の結果、実験No. 47を採用して施工した。

開門の規模としては、利根川下流部において通常就航する1,000PS級サンドポンプ浅瀬船を対象として、幅員15m、長さ50mとし、洪水疎通断面より除外されているので高水敷部のない最左岸側に配置することとした。

開室天端は両側に手摺りを設けて管理用の歩廊とした。操船上の配慮としては特に開室の四隅および開門出入口に各1個所、計6個所の10t係

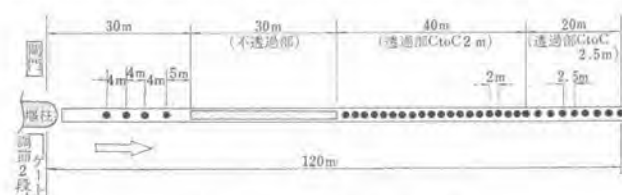


図-9 導流堤模型実験 No. 47

船柱を配置し、また、船体の衝突に対しては接岸速度をそれぞれディーゼルポンプ浚渫船(約 900 排水トン) 0.15 m/sec、土運船(約 150 排水トン) 0.30 m/sec とし、V形硬質ゴム防舷材(150 H)を取付けた。

この場合、操作水位の変動幅が Y.P. +2.00 m ~ Y.P. -0.03 m と大きいので任意水位の下でも防舷材が安全かつ有効に作用するように 3.00 m 間隔で縦形配列とし、通常の小形農舟、漁舟に対しては係船ロープを上下段に取付けて対処した。

閘門堰柱の基礎は、他の本体堰柱基礎と同様にニューマチックケーソンであるが、閘室の基礎は鋼管ぐい(φ 508 mm)を用い、左岸高水敷からの押出しに対し斜ぐい構造を採った。

なお、左岸先行施工(昭和 42 年 6 月の関東一円の千天の際、衆議院災害対策特別委員会から工期短縮を強く要請され、昭和 42 年~43 年に閘門ケーソン 4 基のうち左岸側の 2 基を半築島工法で先行施工した)の築島用仮締切りとして使用した鋼管矢板土留直立壁(φ 711 mm)が閘室の中央線を走っているため、これも上部を切断して下部をそのまま埋殺して閘室基礎ぐいに流用した。

ただし、この場合のぐいの横抵抗については、壁状の構造物であることを考え、砂質土に対し群ぐい効果のな

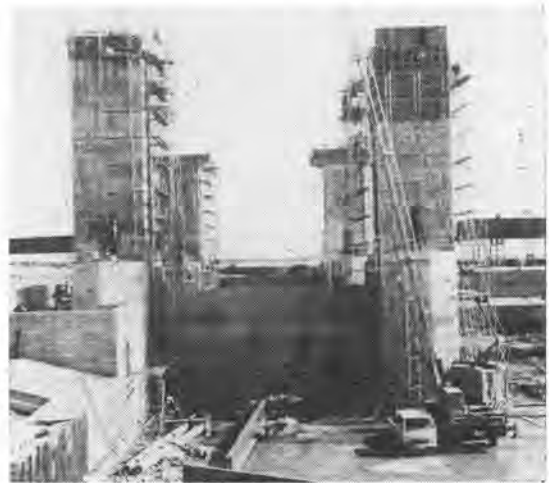


写真-11 閘門工事の施工状況

い範囲としてぐいの 2 倍間隔ごとに 1 本分の支持力をとらせるものとし、さらに、壁直前のぐい横抵抗を無視するものとして全体の横抵抗力を減じた。また、ぐい直前面受働土圧の壁面摩擦角の正負によって  $k$  値が著しく変動するので、斜ぐいについては鉛直ぐいに対する  $K$  値を補正して使用したが、實際上横抵抗力を有効に働かせるために基礎ぐいは千鳥配置とした。

## お知らせ

自貨第 214 号の 2  
自整第 308 号の 2  
昭和 46 年 12 月 4 日

日本建設機械化協会殿

運輸省自動車局長

### ダンプカーによる事故防止対策について(依命通達)

土砂等を運搬する大型自動車による交通事故の防止等に関する特別措置法の実施については、平素から協力を願っているところであるが、なお一層の徹底を図るため、今般、陸運局長に対し、別紙のとおり通達したので、貴会においても、傘下関係事業者へ周知、協力方を取り図らわれない。

自貨第 214 号  
自整第 308 号  
昭和 46 年 12 月 4 日

陸運局長殿

自動車局長

### ダンプカーによる事故防止対策について(依命通達)

最近、行政管理庁から碎石、砂利に関する行政監察の結果について、別添のような勧告を受けたので了知されるとともに、ダンプカーによる碎石、砂利等の運搬に伴う事故防止対策に関し、下記の点について貴管内関係機関と常時緊密な連絡を保持し、かつ、昭和 45 年 10 月 27 日付け交通対策本部決定(ダ

ンプカーによる事故防止対策および踏切道の緊急保安対策について)を勘案しつつ、指導監督上遺憾なきを期せられたい。

なお、別紙 2 の関係団体に対しては、別紙 3 のとおり指示したので了知されたい。

### 記

1. 表示番号が土砂等で汚損し、判読しがたいものが多数見受けられるので、表示番号を塗り替える等により常に鮮明にしておくとともに、積載重量の自重計は、法令で定められた基準に適合するものの取付を維持させるよう指導すること。
2. 表示番号の指定または自動車検査証の交付の際に当該指定等を受ける者に行なっている「ダンプ規制法第 12 条団体」の設立または加入の指導は、チラシ、ビラ等の配付等により積極的に行なうこと。
3. ダンプカーを保有する者に対するダンプ規制法に基づくダンプカーを保有する者の事業場またはダンプカーの所在する場所への立入検査については、関係機関と協力して、街頭における検査と合わせ効率的に実施すること。
4. 自動車整備事業者に対しダンプカーの正規の荷台にさしわくの装着、装着金具の取付を行なうことのないよう厳に指導の徹底を期すること。

また、自動車整備事業者の事業場に定期点検、臨時整備、車体の改造等を行なうため、さしわくまたは装着金具を取付けたダンプカーが入場したときは、当該車両の使用者または所有者に対し、当該装置を撤去させるよう指導すること。

# 利根川河口堰の建設



▲完成した利根川河口堰



▲可動部全景

▼施工前



太平洋（鹿島灘）



▲第1ブロック（昭和41年）

▶堰柱施工状況

（手前はNo.2号制水ゲートの組立）

▼セル形仮締切堤（昭和42年4月）

第1ブロック～第2ブロック切替状況



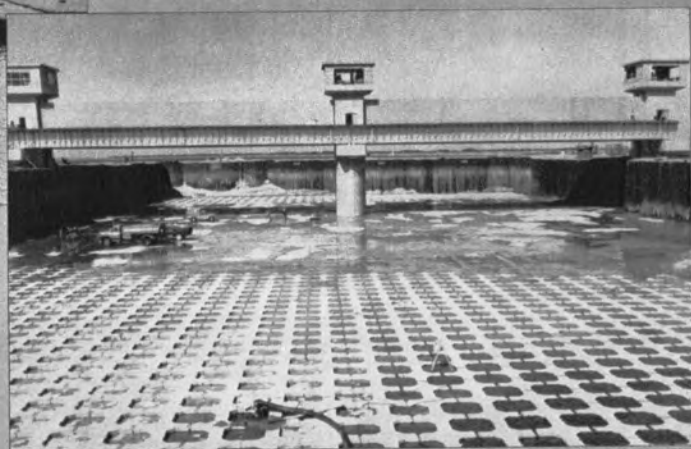




▲セル形仮締切堤（昭和43年5月）  
第2ブロックー第3ブロック切替状況

◀第3ブロック内施工状況

▼締切内注水開始直前（第3ブロック）



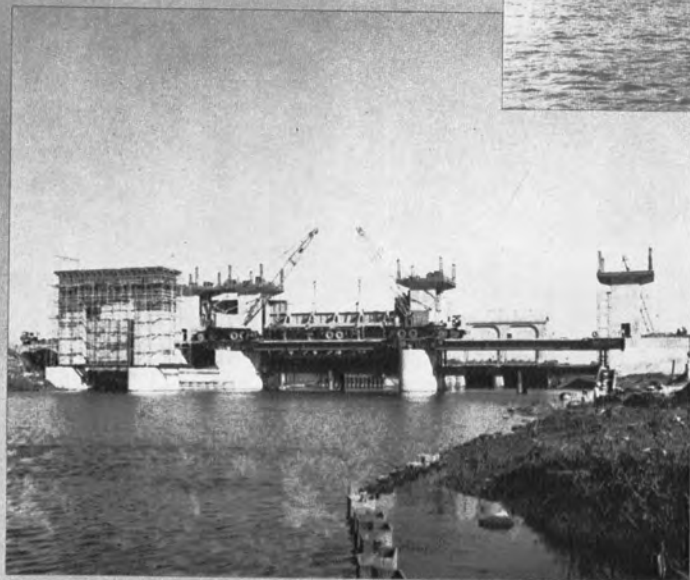
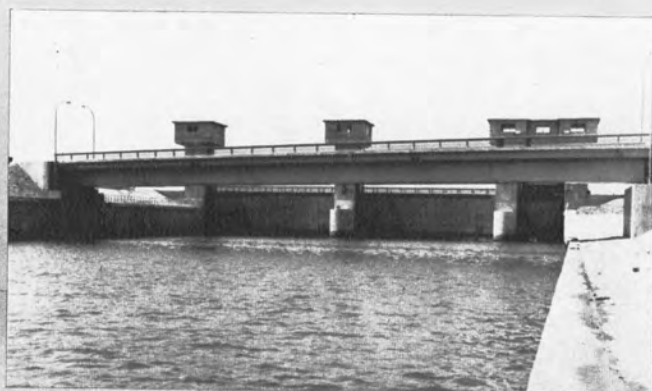


常陸川水門

常陸川

利根川

▲第4ブロック施工状況（昭和44年10月）



▲改築された黒部川水門  
（手前は黒部川大橋）

◀工事中の黒部川水門  
（後方に旧水門が見える）

（水資源開発公団提供）

# 阿讃トンネルの施工実績

稲田 長徳\* 西岡 公\*\*  
菊池 正伍\*\*\*

## 1. まえがき

香川用水事業は、吉野川総合開発計画の一環として水不足を抜本的に解消するため吉野川の豊富な水を香川県に導水するもので、香川用水を供給する区域は5市32町村にまたがり、年間2億4,700万tである。その内訳は、農業用水1億500万t（最大11.3m<sup>3</sup>/sec）、工業用水7,900万t（2.5m<sup>3</sup>/sec）、上水道用水6,300万t（2.0m<sup>3</sup>/sec）、最大通水量15.8m<sup>3</sup>/secとなっている（図-1参照）。

本事業はその水源を遠く高知県早明浦ダムに求め、徳島県三好郡池田町地内に建設される池田ダムの上流約1.8km左岸より取水し、阿讃山脈を一直線に約8kmのトンネルで香川県に導水されるもので、この導水トンネルを「阿讃トンネル」と称している。

水資源開発公団は昭和43年度より昭和47年度まで工費105億円で阿讃トンネル8km、東部幹線35km、および高瀬支線4kmを施工するものであるが、この阿讃トンネルの完成が香川県民の願いである「吉野川の水を香川へ」を実現させる大動脈であり、最大の工期を必

要とするトンネル工事である。このため最新鋭の岩盤用トンネル掘削機、すなわちRTM工法を導入し、目下好成績で施工中であり、 $l=5,252$ mのうち、すでに $l=3,800$ mを掘削したので、その実績を中心として述べてみたい。

なお導入の経過、施工計画等については、農業土木技術研究会発行の「水と土」創刊号（1970年7月）に報告したので省略する。

## 2. 阿讃トンネルの概要

本トンネルは徳島、香川両県の県境を東西に走る阿讃山脈をほぼ南北に横断する延長約8kmのトンネルである。山岳部水路トンネルの規模としては他に例がみられないほどの長大トンネルで、しかも土被りが300~700mと大きく、坑口が上口、下口の2箇所だけに制限されるため長い工期を必要とし、下口は約60カ月の予定である（図-2参照）。

この地域に分布する地質は中生代白亜紀に属する和泉層群であって、ほぼ県境より北側は頁岩で、南側は砂岩となっている。地層の走行はN60°Eで南に30°~60°の傾きを示しているが、中央構造線に近づくにつれて地層の攪乱が著しく、池田方斜面では褶曲し、断層も多いものと推定されている。

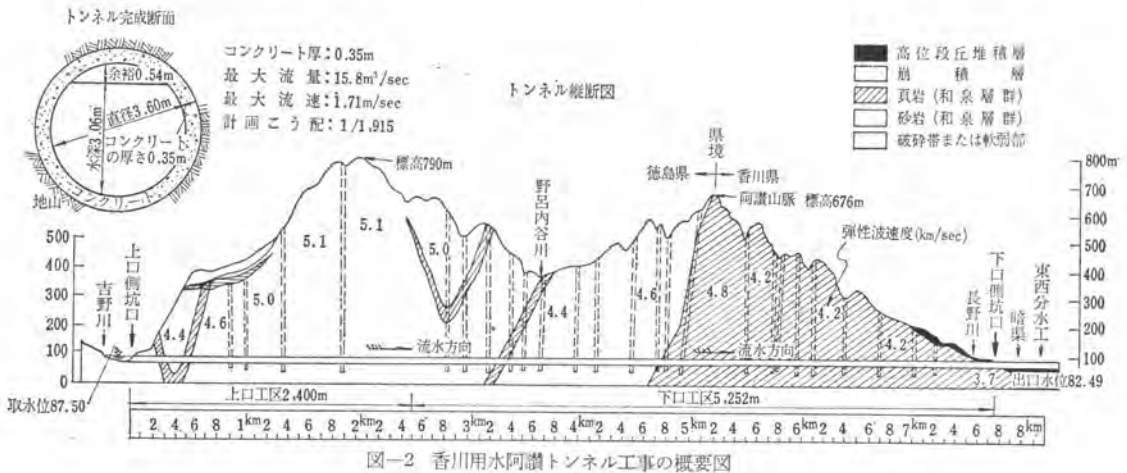
頁岩帯は弾性波速度4.2~4.8km/sec、地山圧縮強度300~700kg/cm<sup>2</sup>、また砂岩帯は4.4~5.1km/sec、1,300~1,900kg/cm<sup>2</sup>と推定されるが、和泉砂岩は相当固いものと思われる。

阿讃トンネルの掘削断面は、上口は $2r=3.5$ mの標準馬蹄形、下口は $\phi=3.6$ mの円形断面で、水路こう配1/1,915、流速1.7m/sec、流量15.8m<sup>3</sup>/secで計画し、RTM工法は下口の円形断面区間 $l=5,032$ mで施工しているものである。



図-1 阿讃トンネル位置図

\* 水資源開発公団香川用水建設所長  
\*\* 農林省農地局建設部設計課設計官  
\*\*\* 水資源開発公団香川用水建設所調査設計課



### 3. 施工実績

#### (1) 搬入組立

本工事に使用する TM 430 G は、名古屋市水道局で犬山導水トンネル約 1,800 m を掘削完了し、大阪枚方小松工場で整備、改造された同機を、40 t トレーラ 3 台、8 t トレーラ 10 台で陸送され、坑口でカッタヘッド部組立のため 65 t 門形クレーンを使用して組立て、小部品はトラッククレーンにより機長約 16 m、重量約 110 t の組立を行なった。輸送より坑口組立まで約 1 カ月を要した。

坑内への引入れは試験区間として掘削した  $2r=3.5$  m 標準馬てい形延長 220 m の区間を写真-1 の状態で 15 kW ウィンチ 2 台を用いて引入れに成功した。切羽手前 8 m の区間を高さ 3.8 m、幅 4.8 m あらかじめ切掛けを行ない、カッタ、バケット、フロントパーチカルシュー等を取付け、掘削外径 4.3 m の組立が完了した。

#### (2) 試運転

機械の解体、搬入から試運転開始まで 43 日間を要したが、昭和 44 年 12 月 28 日、待望の試運転が開始され、切掛け部の通過を行ないながら昭和 45 年 1 月 6 日より本格的に掘削を開始した。労務は 8 人/方、2 交替、20 時間実働でスタートした。

1 月は入念な機械の点検、改造後の軌跡調整等のため 16 日間の掘削にとどまったが、月進 109.6 m、日進 13.5 m を記録した。

カッタの消耗は犬山で 2,000 円/m<sup>3</sup> 程度でハブの転用ができたが、本トンネルでは硬岩のためかディスクカッタハブのベアリングが破碎され、回転しなくなり、偏摩耗をきたし、ハウジン

グが狂う傾向が出てきた。カッタの消耗は外周リング径 280 mm の 2 形カッタを用いたが、50 m<sup>3</sup>/個程度であった。カッタ交換は、改造されたため交換用ポケットを必要とせず、安易に行なえるようになり、オペレータもこの 1 カ月で養成された。

#### (3) ずり出し設備

RTM 工法は機械掘削のため連続掘削が可能であるが、後方設備の能力不足から機械を遊ばせることがないような仮設計画が必要である。本トンネルではトレンローダで 4.2 m<sup>3</sup> ずりトロに積み込み、7 両 1 列車、8 t ディーゼル機関車でけん引し、坑口には連結自動チップラを設置し、ベルトコンベヤで土捨場内に貯蔵する仮設であり、1 サイクル 1.1 m 分のずり約 30 m<sup>3</sup> を 1 度に搬出する設備である。

#### (4) 頁岩帯の掘削

地質調査資料より頁岩帯の延長を 2,652 m と仮定して掘削開始したが、昭和 46 年 10 月 31 日現在 2,570.8 m となっている。頁岩は始点より約 200 m は破碎された風化帯が多く、弾性波速度 3.7 km/sec 程度で、地山



写真-1 TM 430 G 坑口組立完了全景

表-1 RTM掘削作業時間帯集計表  
TM430G 小松ロピンス作業時間の分布

区分 年月	業			備			運			転			待			期			故障	休憩時間	
	日常	定期	交換	修理	計	掘進	盛替え	その他	計	軌道延伸	支保工	換気管	動力線	予り運搬	測量	その他	計	休憩			
44-12	2-00				2-00	1-16	5-02	6-18									0-20	1-00	9-38		
45-1	41-00	9-25	49-30	228-33	328-28	71-01	25-22	13-13	109-36	2-50	24-08	1-35		12-03	7-25	9-30	57-31	52-00	13-40	561-15	
2	62-08	20-20	77-06	93-25	252-59	154-52	40-19	6-05	201-16	3-40	6-25	1-10		35-52	2-50	14-26	64-23	45-30		564-08	
3	60-28	9-00	49-13	42-10	160-51	146-05	64-30	30-52	241-27	2-35	20-35	8-35		34-58	0-15	40-47	107-45	52-20	49-10	611-33	
4	43-06		54-55	154-01	252-02	142-15	23-37	25-49	191-41	3-00	2-45	0-50		2-00	2-00	62-46	93-43	52-05	16-43	606-14	
5	27-29	7-30	137-34	53-35	225-58	238-14	34-31	22-37	295-22	8-29	35-27	2-37		6-00	2-00	21-33	103-00	11-20	34-53	670-33	
6	10-00	5-40	52-48	225-05	293-33	145-04	30-30	32-55	208-29	19-00	87-15	3-05		16-41	1-00	24-10	151-11	9-45	0-30	663-28	
7	11-51	15-55	87-54	100-50	216-30	201-49	30-46	12-33	245-08	39-13	56-24	1-18		29-22	1-31	69-14	197-02	0-05	32-50	691-35	
8	16-20	9-30	80-21	89-30	195-41	147-35	45-48	33-44	227-07	18-15	109-30	3-45		3-10	0-30	67-12	222-14	1-25	11-48	658-15	
9	13-18		40-46	95-00	149-04	164-01	23-05	37-52	224-58	14-54	61-15	124-25		37-30	2-25	64-39	310-08	0-15	11-35	696-00	
10	17-24	8-00	74-55	186-05	286-24	225-48	29-05	14-27	269-20	27-21	13-40	24-12		6-30	11-00	63-15	182-21	0-30	5-25	744-00	
11	4-48		56-52	62-35	124-15	79-18	9-45	5-40	94-43	0-45	5-55	4-20		8-18	8-00	452-49	472-07	0-30	4-25	695-00	
12			152-00	152-00	152-00					8-00	8-00	4-00			8-00	524-00	544-00			696-00	
46-1	3-05		111-25	212-25	326-55	62-03	7-10	41-42	110-55	2-50	19-50	3-23		7-30	5-40	145-57	185-10	1-00		624-00	
2	9-49		85-50	55-41	151-20	199-39	27-58	23-37	251-14	15-22	85-23	20-35		35-56	9-15	63-23	230-29	3-35	11-22	648-00	
3	11-07	2-00	103-58	233-35	350-40	79-16	17-18	13-44	110-18	20-05	76-38	8-20		8-20	0-17	103-55	221-00	5-35	8-32	696-00	
4	20-30		30-40	34-10	85-10	99-55	14-50	2-40	117-25	0-25	2-00	0-50		25-50		3-25	32-30	0-55	4-00	240-00	
5																					
6	3-00		9-05		12-05	39-35	3-20	2-05	45-00	2-10	0-40	1-25		5-20		3-25	13-00	1-55		72-00	
7	23-16		118-10	191-40	333-06	174-40	17-06	23-36	215-22	8-45	32-25	7-53		7-03	2-10	63-52	132-04	8-35	6-53	696-00	
8	21-33		46-55	140-37	279-05	190-16	14-08	30-35	235-00	7-05	29-35	8-05		8-88	0-30	91-12	145-05	6-05	6-45	672-00	
9	17-15	2-00	102-40	115-45	237-40	180-50	15-50	13-10	209-50	5-30	34-35	9-10		4-45	5-40	148-00	217-05	0-50	6-35	672-00	
10	18-27	2-40	87-20	151-55	280-22	135-45	17-40	21-57	175-22	7-57	30-10	7-05		23-39	10-30	152-35	231-56	5-45	22-35	696-00	
合計	437-44	91-50	1,527-57	2,618-37	4,676-08	2,879-17	497-41	408-53	3,785-51	218-11	734-35	251-38		33-28	72-58	2,190-05	3,914-04	304-03	204-33	12,884-39	

(注) 表中の単位は時間 - 分である。

項目の説明

- (1) 整備  
 日常整備：始業点検、 그리스アップ  
 定期整備：毎週日曜日の整備  
 カッター交換：不定期のカッター交換  
 修理：不定期の故障および改造

(2) 運転

- 運転：掘削  
 盛替え：掘削終了時のグリッパ張替え  
 その他：カッター交換時の前進、後退、カッターヘッドの空運転

(3) 待期

- 軌道延伸：レールの延伸、複線部の設置など  
 支保工建込み：支保工の建込み  
 風管延長：換気パイプ布設  
 動力線延長：動力線延長、坑内トランス設置  
 予り運搬：予り捨て

(4) 休憩

- 測風、レーザビーム移動  
 その他：軌道保守、坑内照明、坑内清掃、資材搬入  
 休憩：休憩  
 故障：RTM以外の付属設備の故障修理

強度はコアの取れる節理の少ないもので 300~700 kg/cm<sup>2</sup> となっている。STA 74~STA 55, l=1,900 m の区間は 4.3 km/sec と早く、新鮮な頁岩であるが、節理が発達しており、比較的掘削しやすい岩質で、地山圧縮強度は 700~2,500 kg/cm<sup>2</sup> となっている。

昭和 45 年 2 月より 10 月までの 9 カ月間で 2,240 m 掘削しており、平均月進 248.9 m/月 は、従来の発破工法による中小断面の水路トンネル平均 150 m/月 に比べはるかに早く掘削され、無事故 275,000 時間（昭和 46 年 10 月 31 日現在）を記録し、公害もなく、機械掘削の長所をいかに発揮しているが、カット消耗品等のコストが高く、3,400 円/m<sup>3</sup> の実績となっており、安く強いカットの開発が望まれる。STA 55~STA 49, l=600 m は 4.8 km/sec と調査されていたが、掘削の結果砂岩帯と頁岩帯の互層で、砂岩ははるかに硬く、最高 3,036 kg/cm<sup>2</sup> を記録し、掘削は難行したが、RTM 導入当時、圧縮強度 1,200 kg/cm<sup>2</sup> 以上は掘削不可能と考えられていたが、その限界を大きく乗り越え、昭和 46 年

2 月 27 日、最後の頁岩を掘削し、28 日より全面和泉砂岩帯に入った。

(5) 破碎帯の掘削

調査資料より下口工区の中には大小併せて 21 個所の破碎帯があり、l=180 m を推定したが、表-3 に示すとおりで大したトラブルもなく、日進 1.0~6.0 m で通過できた。

支保工は H-100×100×17.2 kg/m を使い、建込間隔 90 cm, 120 cm の 2 タイプを設計したが、グリッパの盛替え時に支保工を押し、偏圧がかかり蛇行の原因にもなるため、努めて 120 cm 間隔で建込み、縫地矢板工法等によりトップシールドのすぐ後方で施工ができた。

坑内湧水は表-7 のとおりであり、現時点では大した湧水もなく、施工中であるが、野呂内谷川を通過すると大きな破碎帯があるため水平ボーリングを施工し、事前に把握をし、処理する予定である。

(6) 砂岩帯の掘削

当初設計では STA 49~STA 35 の区間で l=1,200 m

表-2 RTM 稼働状況実績調査書

種別 単位	稼働日内訳				掘削状況				稼働率							運転稼働率内訳			掘削 速度 m/hr	支保工 基 数	備 考	
	掘削	整日	休日	計	月進 m/月	最大 m/日	最小 m/日	平均 m/日	整備 %	運転 %	待機 %	休憩 %	故障 %	計 %	掘進 %	盛替 %	その他 %					
																		日				日
44-12	2		2	4	2.3	1.9	0.4	1.15	20.8	65.4	3.4	10.4	0	100.0	13.2	52.2		1.81	0			
45-1	16	11	4	31	109.6	13.5	0.2	6.85	58.5	19.5	10.2	9.3	2.5	100.0	12.6	4.5	2.4	1.55	71			
2	24	2	2	28	260.6	20.8	2.0	10.86	44.8	35.7	11.4	8.1	0	100.0	27.5	7.1	1.1	1.69	171			
3	26	3	2	31	251.8	20.9	1.1	9.68	26.3	39.5	17.6	8.6	8.0	100.0	23.9	10.6	5.0	1.73	177			
4	21	9		30	198.4	15.4	2.5	9.45	41.6	31.6	15.5	8.6	2.7	100.0	23.4	3.9	4.3	1.40	133			
5	28	3		31	317.8	24.1	5.4	11.35	33.7	44.0	15.4	1.7	5.2	100.0	35.5	5.1	3.4	1.33	103			
6	22	7	1	30	179.3	18.5	0.5	8.15	44.3	31.4	22.8	1.5	0	100.0	21.8	4.6	5.0	1.36	62			
7	25	4	2	31	311.1	21.9	1.4	12.44	31.3	35.4	28.5	0	4.8	100.0	29.1	4.4	1.9	1.54	103			
8	22	5	4	31	205.8	19.3	0.9	9.35	29.7	34.5	33.8	0.2	1.8	100.0	22.4	7.0	5.1	1.39	100			
9	22	7	1	30	237.9	19.5	2.2	10.81	21.4	32.3	44.6	0	1.7	100.0	23.5	3.3	5.5	1.45	88			
10	28	2	1	31	277.3	19.8	2.2	9.90	38.5	36.2	24.5	0.1	0.7	100.0	30.3	3.9	2.0	1.23	58			
11	10	19	1	30	82.0	17.9	1.0	8.20	17.9	13.6	67.8	0.1	0.6	100.0	11.4	1.4	0.8	1.03	8	ベアリング交換		
12		29	2	31					21.8		78.2			100.0				0	0	ベアリング交換 58日間		
46-1	11	11	9	31	58.3	9.5	0.5	5.30	52.4	17.8	29.7	0.1		100.0	9.9	1.1	6.8	0.94	25			
2	28		28	373.7	24.0	1.0	13.35	23.3	38.8	35.6	0.6	1.7		100.0	30.8	4.3	3.7	1.95	164			
3	17	12	2	31	115.1	14.6	1.0	6.77	50.4	15.8	31.8	0.8	1.2	100.0	11.4	2.5	1.9	1.45	78			
4	10		10	132.9	15.6	5.0	13.29	35.5	48.9	13.5	0.4	1.7		100.0	41.6	6.2	1.1	1.33	18	掘削中止		
5																		0	0	掘削中止		
6	3		3	37.4	13.9	10.3	12.47	16.8	62.5	18.1	2.6			100.0	55.0	4.6	2.9	0.94	3	掘削中止78日間		
7	25	4	2	31	177.0	13.5	1.5	7.08	47.9	30.9	19.0	1.2	1.0	100.0	25.1	2.5	3.3	1.01	119			
8	27	1	3	31	181.1	12.3	0.5	6.71	41.5	35.0	21.6	0.9	1.0	100.0	28.3	2.1	4.6	0.95	58			
9	23	5	2	30	150.6	15.5	0.4	6.55	35.4	31.2	32.3	0.1	1.0	100.0	26.9	2.4	1.9	0.83	62			
10	24	5	2	31	152.9	13.3	1.9	6.37	37.4	25.2	33.3	0.8	3.3	100.0	19.5	2.5	3.2	1.13	62			
時間合計									4676.1	3785.9	3914.1	304.0	204.5	12884.6	2879.3	497.7	408.9					
稼働率									36.3	29.4	30.4	2.4	1.5	100.0	22.3	3.9	3.2					
計	414	139	42	595	3812.9	24.1	0.2	9.21	44/12~46/10 まで 23 カ月													
平均	23	6	2	31	211.8			9.21	実績 18 カ月と仮定											1.32	1663	
計	362	69	24	455	3390.4	24.1	0.2	9.37	稼働の月 44/12, 45/1, 45/11, 45/12, 46/4, 46/5, 46/6													
15カ月平均	24	4	2	30	226.0			9.42	実績 15 カ月の平均													
計	218	42	13	273	2240.0	24.1	0.2	10.28	45/2~45/10 頁岩帯													
9カ月平均	24	5	1	30	248.9			10.37	実績 9 カ月の平均													
計	99	15	9	123	661.6	15.5	0.4	6.68	46/7~46/10 砂岩帯													
4カ月平均	25	3	2	30	165.4			6.62	実績 4 カ月の平均													

表-3 破碎帯延長調書

掘削年月日		ステーション No.		破碎帯延長 (m)	掘削年月日		ステーション No.		破碎帯延長 (m)
自	至	自	至		自	至	自	至	
45-3-20	45-3-25	69+75.9	69+48.0	27.9	46-7-9	46-7-9	43+6.5	43+4.0	2.5
5-21	5-22	64+91.7	64+84.2	7.5	7-15	7-18	42+71.7	42+51.2	20.5
6-24	6-25	62+40.3	62+28.3	12.0	7-23	7-26	42+37.9	42+26.8	11.1
8-7	8-8	58+16.0	58+0.4	15.6	7-27	8-1	42+15.9	42+0.1	15.8
46-2-16	46-2-17	48+10.8	48+1.0	9.8	8-2	8-2	41+91.0	41+88.5	2.5
2-23	2-24	47+39.3	47+32.1	7.2	8-2	8-3	41+83.8	41+82.6	1.2
2-24	2-25	47+30.5	47+21.9	8.6	8-6	8-27	40+56.0	40+42.4	13.6
2-27	2-27	46+85.4	46+78.5	6.9	8-30	9-1	40+27.9	40+20.4	7.5
3-28	4-1	45+51.0	45+44.9	6.1	9-8	9-9	39+63.6	39+51.6	12.0
4-4	4-4	45+10.6	45+2.5	8.1	10-27	10-30	37+45.0	37+27.8	17.2
4-5	4-8	44+90.8	44+50.1	40.2					
4-9	4-9	44+45.5	44+36.9	8.6	合計	(22箇所)			262.4

表-4 掘削タイプ別カット消耗状況

(1) 砂岩帯の掘削

年月日	日進	掘削速度	ディスクカッタ		年月日	日進	掘削速度	ディスクカッタ		年月日	日進	掘削速度	ディスクカッタ	
			リング	ハブ				リング	ハブ				リング	ハブ
46-1-29	4.9	0.96	2	1	46-3-22	6.1	1.71	6	4	46-7-8	5.2	0.76	4	3
1-30	0.5	0.43	1		3-24	2.0	0.54	4	2	7-10	10.9	1.06	1	
2-1	5.5	0.96	1	1	3-25	6.6	0.86			7-12	2.2	0.71	23	16
2-28	11.9	1.74	7	6	3-26	1.4	0.82	5	3	7-14	6.7	0.88	2	1
3-1	12.5	1.60	6	3	3-28	12.0	1.69	30	18	7-19	1.5	0.86		
3-2	1.0	1.20			4-10	14.9	1.42			7-21	1.5	0.70		
3-4	2.3	1.64	2		6-28	13.9	0.95			7-22	4.8	1.28		
3-6	1.2	1.30	2	1	6-29	13.2	1.16	3	3	7-23	4.9	1.31	5	3
3-8	5.5	1.40	4	2	6-30	10.3	0.76	3	3	7-26	8.8	1.60	4	3
3-9	10.0	1.97	2	1	7-1	10.4	0.92	1	1	7-27	2.2	1.39	4	3
3-10	14.6	1.62	4	2	7-2	12.1	0.90	1		7-30			24	15
3-11	10.3	1.77	7	4	7-3	10.2	0.82			合計	306.6	49.32	212	132
3-12	6.9	1.56			7-4	4.0	0.79	11	9	(4452 m <sup>3</sup> )	7.3 m/日	1.17	21	34
3-17	11.4	1.61	31	17	7-5	4.2	0.62	2	1	第4回変更	8.44 *	1.20	30	40
3-18	9.2	1.16	3	2	7-6	13.3	1.43	1	1					
3-19	2.1	1.48	6	3	7-7	13.5	0.98							

(2) 頁岩帯の掘削

年月日	日進	掘削速度	ディスクカッタ		年月日	日進	掘削速度	ディスクカッタ		年月日	日進	掘削速度	ディスクカッタ	
			リング	ハブ				リング	ハブ				リング	ハブ
46-2-3	16.3	1.51	2	2	46-2-13	13.2	1.63			46-2-25	16.2	2.45	6	5
2-4	17.2	1.80	3	3	2-14	1.0	0.19	4	3	合計	184.3 m	24.68 m/hr	19個	16個
2-5	22.0	2.18			2-15	6.5	1.53			(2676 m <sup>3</sup> )	14.18 m/日	1.90 *	141 m <sup>3</sup> /個	167 m <sup>3</sup> /個
2-6	23.1	2.32			2-16	24.0	2.23			第4回変更	14.45 *	1.90 *	150 *	170 *
2-11	17.7	1.97	4	3	2-19	5.0	2.30							
2-12	13.1	1.88			2-20	9.0	2.69							

(3) 破碎帯の掘削

年月日	日進	掘削速度	ディスクカッタ		年月日	日進	掘削速度	ディスクカッタ		年月日	日進	掘削速度	ディスクカッタ	
			リング	ハブ				リング	ハブ				リング	ハブ
46-2-24	14.4	1.31	3	2	46-7-31	7.7	1.59			46-9-9	7.1	1.28		
4-6	5.0	1.43	5	3	8-2	2.5	1.43	1	1	10-27	5.7	1.43		
4-7	8.3	1.31	3	2	8-26	5.1	0.80	6	5	10-28	8.0	1.48	2	2
4-8	13.3	1.49	1	1	8-27	8.3	0.87	4	2	合計	128.7	22.66	39個	31個
7-16	10.2	1.45			8-30	0.6	0.77			(1869 m <sup>3</sup> )	6.77 m/日	1.19	48 m <sup>3</sup> /個	60 m <sup>3</sup> /個
7-17	7.3	1.27			8-31	4.7	0.65	3	2	第4回変更	8.44 *	1.40	60 *	70 *
7-24	8.8	0.84	5	4	9-1	2.2	0.68							
7-30	4.4	1.35	5	6	9-8	5.1	1.23							

を砂岩帯と推定していたが、昭和45年5月12日に予期しない砂岩が切羽全面に出現し、0.9m/hrで掘削した。幸いにも連続延長4mでまた頁岩帯に戻ったが、この区間突破に12個のカッタを消費した。

昭和45年11月9日より砂岩帯に入ったが、予定した地点より400m下流であり、頁岩の薄層をはさみ、掘進には支障をきたさなかったが、砂岩の圧縮強度は2,357kg/cm<sup>2</sup>もあり、切羽の円軌跡は見事なものであった。この直後にカッタヘッドのXローラベアリング交換を行ない、昭和46年1月9日より2月27日まで砂岩、頁岩の互層地帯を掘削し、28日より全面和泉砂岩帯に入った。弾性波速度4.6km/sec、圧縮強度850~2,450kg/cm<sup>2</sup>、平均1,910kg/cm<sup>2</sup>、圧裂強度180kg/cm<sup>2</sup>、シヨア硬度92.0となっている。

掘進速度は頁岩1.9m/hrに対し砂岩1.2m/hrで、カッタ消費費は9,200円/m<sup>3</sup>と高く、昭和46年7月から10月までの4カ月間についてみると、平均月進165.4m/月で頁岩の66.5%となっている。ディスクカッタリングは25m<sup>3</sup>/個、ハブ35m<sup>3</sup>/個とライフも小さく、表-5に示すように相当の消耗個数となっている。砂岩部は特にハウジングの故障が多く、カッタ軸受部の摩擦、ハウジング母材のひび割れ等材質ともに弱く、このためカッタの軌跡が狂い、トリコンカッタをはじめ、ディスクカッタ等の消耗も一段と激しく、カッタコストが当初予定の2,500円/m<sup>3</sup>に対し9,200円/m<sup>3</sup>と3.7倍

にもなり、かつ、当初予想した地質条件と著しい強度差を生じたため、実績調査のうえ、硬砂岩タイプを設計変更で新設したものである。

#### (7) カッタ、スラスト等の経過

カッタは掘削当初より大田導水トンネルで使用したリング外径280mm(2形カッタと呼ぶ)とまったく同様のカッタを用い、グリップ圧力250kg/cm<sup>2</sup>(最大280kg/cm<sup>2</sup>で700t)、スラスト圧力80~150kg/cm<sup>2</sup>(最大260kg/cm<sup>2</sup>で500t)で掘削開始したが、カッタ内のベアリング破砕が続出し、ハブの寿命が非常に短く、これが対策としてベアリングを若干大きくし、リング外径300mm(4形カッタと呼ぶ)を試作し、材質、リング形状等種々変えてテストの結果、ライフ係数は頁岩部で良好な結果を示した。

昭和45年7月2日よりディスクカッタ32個中、外周ゲージカッタ6個と、バケット近傍の4個、合わせて10個を4形に交換し、昭和46年1月27日まで掘削したが、硬砂岩に入るや、異常な消耗度を示し、コスト高となるため1月28日より輸入品のトリコンカッタおよびディスクカッタ31個を4形に交換して掘削し、現在に及んでいる。4形の破損状況は、リングおよびハブ本体、油漏れなどが相次ぎ、表-6に示す実績となっている。

硬砂岩部のスラストは250kg/cm<sup>2</sup>(480t)をかけ、ヒューズ製トリコンカッタを用いて掘削中である。

表-5 消耗品各月別実績調査

年月	掘削延長	掘削地山量 (m <sup>3</sup> )	トリコンカッタ		センターカッタリング		センターカッタハブ		ディスクカッタリング		ディスクカッタハブ		ボルト類		スナップリング		ディスクタイプ	
			国産	輸入	2形	4形	2形	4形	2形	4形	2形	4形	リテーナ	ボルト	2形	4形	リング	ハブ
45-1	111.9	1,625	0		0		0		35	25			16	30	35		46	65
2	260.6	3,784	1		1		1		62	41			24	106	63		61	92
3	251.8	3,657	0		0		0		47	43			10	70	47		78	85
4	198.4	2,881	1		1		1		55	45			18	110	56		52	64
5	317.8	4,615	2		2		2		86	64			16	200	88		54	72
6	2.5	37	0		0		0		3	3			1	5	3		12	12
小計	1,143.0	16,599	4		4		4		288	221			85	521	292		58	75
45-6	176.8	2,567	2		1		1		27	6	22	6	15	45	28	6	78	92
7	311.1	4,518	1		2		2		17	20	12	20	20	30	19	20	122	141
8	205.8	2,989	1		1		1		39	8	31	8	28	100	40	8	64	77
9	237.9	3,455	1		1		1		14	8	13	7	10	62	15	8	157	172
10	277.3	4,027	3		2		2		25	20	21	20	14	96	27	20	89	98
11	82.0	1,191	1		2		2		25	12	19	10	20	98	27	12	32	41
46-1	51.7	750	4		1		1		56	33	39	24	30	186	57	33	8	12
小計	1,342.6	19,497	13		10		10		203	107	157	95	137	617	213	107	63	77
46-1	6.6	96			0		0						0			3	32	96
2	373.7	5,427			2		1						0			72	77	89
3	115.1	1,671			3		2									114	15	27
4	132.9	1,930			1		0									18	107	175
6	37.4	543			0		0									6	91	91
7	177.0	2,570			1		0									98	26	37
8	181.1	2,630			2		4									81	34	43
9	150.6	2,187			1		2									78	29	45
10	152.9	2,221			2		0									69	32	42
小計	1,327.3	19,275			12		9		69	50	373	180	1,160	505	539	36	52	
計	3,812.9	55,371	17	12	14	9	14	9	491	637	378	468	402	2,298	505	646	49	65



表-6 消耗品実績調書

掘削期間		掘削出来高		トリコンカッタ		センターカッタリング		センターカッタハブ		ディスクカッタリング		ディスクカッタハブ		シャフトリテーナ	
目	至	延長(m)	地山土量(m³)	消耗(個)	ライフ(m/個)	消耗(個)	ライフ(m²/個)	消耗(個)	ライフ(m²/個)	消耗(個)	ライフ(m²/個)	消耗(個)	ライフ(m²/個)	消耗(個)	ライフ(m²/個)
44-12-28	45-6-2	1,143.0	16,599	4	286	4	4,149	4	4,149	288	58	221	75	85	195
45-6-3	45-11-9	1,284.1	18,827	8	161	8	2,353	8	2,353	211	89	181	104	103	183
44-12-28	45-11-9	2,427.1	35,426	12	202	12	2,937	12	2,937	499	71	402	88	188	188
45-6-3	46-1-27	1,342.6	19,497	13	103	10	1,950	10	1,950	310	63	252	77	137	142
46-1-28	46-3-31	495.4	7,194	5	99	3	2,398	3	2,398	185	39	124	58	66	109
46-1-28	46-7-31	842.7	12,238	7	120	3	4,079	3	4,079	308	40	211	58	86	142
46-1-28	46-10-31	1,327.3	19,275	12	110	9	2,142	9	2,142	530	36	373	52	180	107
45-11-10	46-3-31	553.9	8,044	10	55	5	1,609	5	1,609	285	28	195	41	100	80
46-4-1	46-7-31	347.3	5,043	2	174	0		0		122	41	87	58	20	252
46-8-1	46-10-31	484.6	7,038	5	97	6	2,014	6	2,014	222	32	162	43	94	75
44-12-28	46-3-31	2,981.0	43,290	22	135	17	2,546	17	2,546	784	55	597	73	288	150
44-12-28	46-10-31	3,812.9	55,371	29	131	23	2,407	23	2,407	1,128	49	846	65	402	138

ポルト		スナッピング		掘削タイプ				44年度単価	掘削状況	
消耗(個)	ライフ(m²/個)	消耗(個)	ライフ(m²/個)	頁岩(m)	磁砂岩(m)	砂岩(m)	硬砂岩(m)	計(m)	消耗品費(円/m³)	
521	32	292	57	1,103.6	35.4	4.0		1,143.0	3,500	国産トリコン、2形ディスクカッタにより主に頁岩帯を掘削
411	46	219	86	1,229.4	27.6	27.1		1,284.1	3,200	国産トリコン、2形、4形ディスクカッタ併用
932	38	511	69	2,333.0	63.0	31.1		2,427.1	3,400	掘削当初よりおしに頁岩帯を上記カッタで掘削
617	32	320	61	1,329.4	27.6	85.6		1,342.6	4,500	国産トリコン、2形、4形併用、砂岩帯 l=85.6m を含む
467	15	189	38	237.8	32.5	225.1		495.4	7,200	輸入トリコン、4形カッタ
779	16	311	39	237.8	141.7	225.1	238.1	842.7	6,900	-
1,160	17	539	36	237.8	199.4	225.1	665.0	1,327.3	7,700	-
673	12	290	28	237.8	32.5	283.6		553.9	9,800	国産、輸入トリコン、2形、4形カッタ
312	15	122	41		109.2		238.1	347.3	6,500	輸入トリコン、4形カッタおしに砂岩帯を掘削
381	18	228	31					484.6	9,200	-
1,605	27	801	54	2,570.8	95.5	314.7		2,981.0	4,600	昭和44~45年度の実績
3,298	24	1,151	48					3,812.9	5,300	l=3,812.9m (昭和46年10月31日まで) の実績

表-7 坑内湧水量調書

年月日	湧水量(L/sec)	掘削距離(m)	切羽岩質	年月日	湧水量(L/sec)	掘削距離(m)	切羽岩質	年月日	湧水量(L/sec)	掘削距離(m)	切羽岩質
45-1-15	4.3	68.3	Sh	45-9-30	13.3	2,063.7	Sh	46-6-30	8.0	3,144.0	S
2-28	8.4	367.9	Sh	10-30	6.8	2,334.2	Sh	7-30	10.0	3,316.2	S
4-30	10.3	814.3	Sh	46-1-15	9.9	2,461.9	S	8-30	11.0	3,503.7	S
6-15	12.3	1,206.5	Sh	2-15	9.5	2,686.1	Sh	9-30	15.8	3,650.4	S
7-15	13.5	1,429.0	Sh	3-15	9.6	2,805.6	S	10-30	14.5	3,802.7	S
8-30	11.2	1,836.7	Sh	4-15	8.7	2,981.0	S	11-15	50.2	3,879.9	S

(8) Xローラベアリングの交換

小松ロビンスにはカッタヘッド部にXローラベアリングを用いているが、メーカーの説明では、大山導水トンネル掘削後分解点検の結果、なんら異常がなく、4,000~8,000 hr は十分使用に耐えるとのことであった。

阿讃トンネルにおいては、地質条件が厳しいためか昭和45年7月30日にカッタヘッド部オイル交換のとき、ストレーナに砲金粉と、鉄粉が堆積しているのを発見した。現場では直ちに小松製作所に連絡するとともに、回転の際、振れ幅を実測の結果、0.1mm であり、公称0.2mm 以上の場合に交換する値から判断して掘削を続行し、以後堆積状況を観察するとともに、鉄粉の分析を依頼した。その後、堆積状況は進行し、オイル交換を頻繁に行ないながら掘削し、Xローラベアリングを交換することに決定した。

11月6日に至り、漏油が激しく、給油しながら掘進したが、70 l/hr となったため11月11日ついに掘削を

中止し、交換の段取りに移った。日本において坑内での交換実績はなく、熊谷組と小松製作所が一体となり、カッタヘッド部の分解、交換、組立の工程が研究され、その実施工程により国内ではじめて坑内でのXローラベアリング交換に成功したもので、約50日を要した。

TM 430 G のベアリングは犬山との累計で延べ約2,450 hr (掘削時間のみ) 使用して交換され、この交換に要した費用は工期の遅延を除きおよそ4,000万円といわれている。

(9) 労務配置

掘削当初は8人/方、2交替、20時間稼働で開始したが、カッタ交換の時間が多く、進行もあがらないため、昭和45年5月11日より3交替のハンドル交替制に切替え、RTMの長所を発揮させた。5月には初めて月進317.8mを記録し、今日まで順調に進んでいる。

換気については500 m³/minの容量で実施しているが、機械の放熱や投光器、連続稼働などの悪条件が重な

り、坑内の温度、湿度が高く、労務者の肉体的な苦勞は大変なものであったが、毎日 RTM 工法による掘削延長の日本新記録が四国阿讃山脈の 4 km 坑奥で更新され、かつ無事故を続けており、この労苦に対し感謝するものである。

(10) 水平ボーリング

阿讃トンネルは砂岩、頁岩の互層または破碎帯からの湧水が心配されたため、掘削に先立ち、約 370 m の水平ボーリングを実施した。機械は東邦地下製作の「ボアロック」を用い、ビット径  $\phi 4\frac{3}{4}$ "、ロッド径  $\phi 110$  mm を使用した。本トンネルにおいては、切羽にボアロックを据付できないため、図-3 のように RTM の後方より

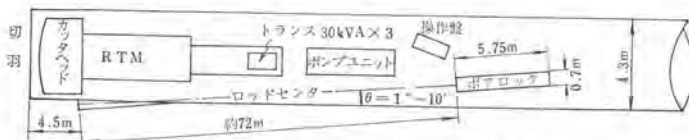


図-3 水平ボーリング坑内配置見取平面図

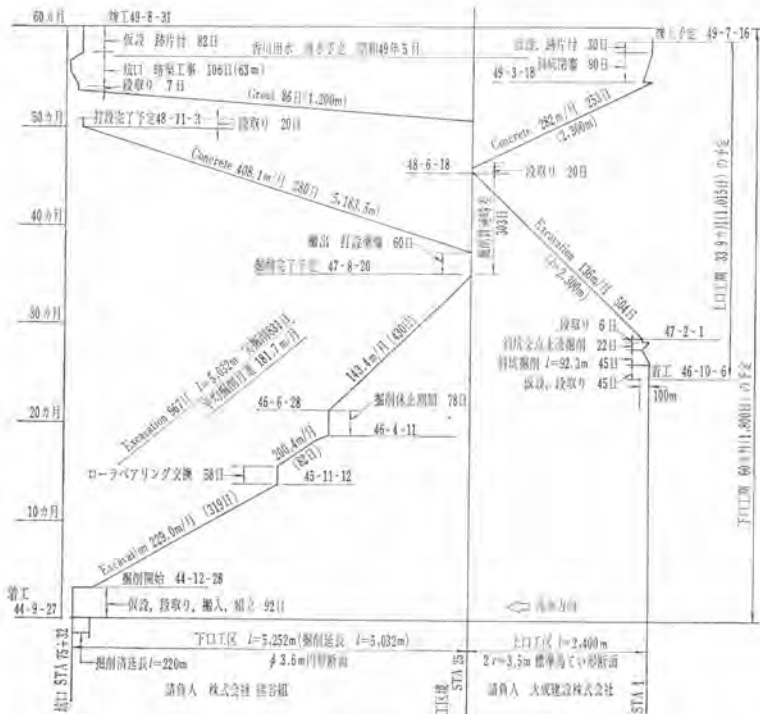


図-4 香川用水阿讃トンネル工事工程

表-9 作業時間内訳

(単位: hr)

日	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	計	百分率 (%)
準備・撤去	56	24	24	8										146	44.3
掘進				6	23	7	12	19	22.5	17.0	20.5			127	38.5
ビット交換					1	2	2	4	1.5	2.5	3.5			16.5	5.0
故障等				10		15	10	1		4.5				40.5	12.2
計		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	330	100.0

(注) 14 日の 56 hr は 12,13 両日の準備を含む。  
水平ボーリングの工程は 11/12~11/26 まで 15 日かかった。

表-8 水平ボーリング進行表

月 日	各 方 の 進 行			日 進 (m)	累 計 (m)
	1 の 方	2 の 方	3 の 方		
11-17	0	12.0	5.0	17.0	17.0
18	1.0	9.0	15.1	25.1	42.1
19	16.0	0	0	16.0	58.1
20	0	5.3	18.0	23.3	81.4
21	19.0	51.1	22.6	92.7	174.1
22	34.0	0	41.8	75.8	249.9
23	5.4	26.9	30.6	62.9	312.8
24	8.5	29.7	27.0	65.2	378.0

実施した。ビットは石油さく井、ヒューズツール、スミス製の 3 種を使用した。さく孔速度には極端な差異は認められず、ビットライフには大きな差がみられた。ボーリングはノンコア方式であり、スライムを採取し、岩盤変化の判定資料とした。

調査結果と同区間の RTM による掘削状況を比較すると、破碎帯の幅、砂岩、頁岩の推定長さ、および岩石の固さは、ボーリングのさく孔速度と RTM の掘進速度との間に相関関係があり、ロッドの摩擦を修正すれば精度の高い RTM 掘進速度が得られることが判明した。

ボーリング孔からの湧水量は最大 20 l/min であり、RTM 掘削により破碎帯の突破は現状の地山状態で施工できる自信を深めた。このボアロックによる急速水平ボーリングはおよそ 25,000 円/m の実績を得た。

(a) 岩石試験

坑内より採取した岩石から供試体を作り、諸機関に依頼して岩石試験を行なっているが、鉄道技術研究所地質研究室の報告書より表-12~表-14 を参考として掲載した。

RTM による掘削の難易は岩石の圧縮強度には比例しないが、硬度、割れ目の状況、圧裂強度等が摩耗掘削能率に影響が大きい傾向にあるといわれている。

(b) 掘削サイクルおよび工程  
掘削サイクル (1 サイクル 1.1 m) の実績はおよそ次のとおりである。

頁岩帯 70 分 14.45 m/日

289.0 m/月進

破碎帯 120分 8.44 m/日 168.8 m/月進

硬砂岩帯 120分 8.44 m/日 151.9 m/月進

なお第5回変更で掘削 1,000 m を追加予定しており、  
工程を図-4 に示した。

#### 4. あとがき

阿讃トンネル片押し 5 km のうち、RTM 工法により 3.8 km 余をすでに掘削完了しているが、現在までのところきわめて順調に進んでいる。今後弾性波速度 5.1 km/sec に挑むことになり、3,000 kg/cm<sup>2</sup> を上回る和泉砂岩帯が予想され、かつ、野呂内谷川破碎帯通過に伴い、かなりの湧水が予想され、これに対処するため、あらかじめ水平ボーリングを実施する予定である。

表-10 ビット内訳

掘進延長 (m)	ビットタイプ	ビットメーカー	消耗個数 (個)	平均ライフ (m/個)	ビット見積価格 (円/個)
55.8	3H	石油さく井	4	13.9	50,000
191.8	R-1	ビューズ	3	63.9	520,000
130.4	T-C8	スミス	3	43.4	470,000
378.0	リーマ		1		400,000

(注) スラスト 5.5t, ロッド回転数 75 rpm

硬砂岩帯の掘削においては、現在までに1サイクル3時間の実績があり、消耗が激しく、ハウジングの材質が弱いためかクラックが頻繁に入り、溶接、軌跡調整のため掘削時間が短く、カッタ、ハウジングの改造研究が急務となっている。また、掘削コストは硬砂岩帯約 22 万円/m (ネット) と高く、コストダウンをはかり、RTM 工法の実用化のためなお一層の研究が望まれる。



写真-2 トリコンカッタ, センターカッタ, およびディスクカッタの取付状況

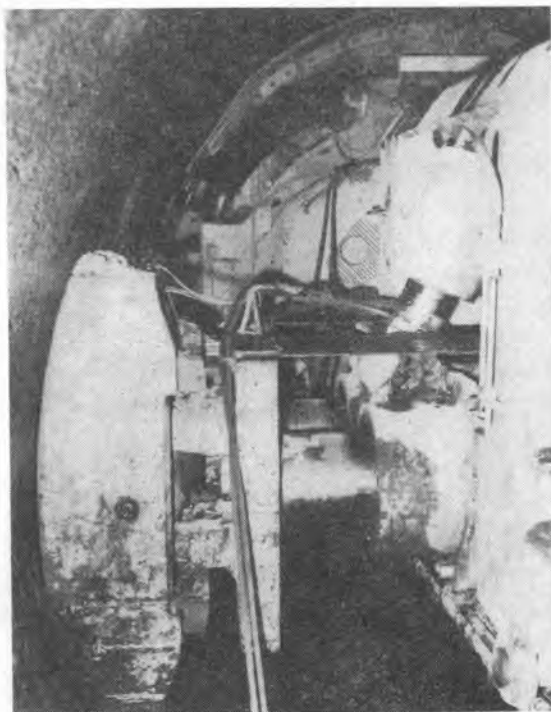


写真-4 グリッパの圧着状況



写真-3 水平ボーリング“ボアロック”



写真-5 水平ボーリング状況

表-11 ビットライフル一覧表

No.	タイプ	ビット No.	掘進長	岩質	交換理由
1	3H	4077	15.0 m	S	正常摩耗
2	R-1	MP-211	24.8	S	〃
3	3H	不明	18.9	S, Sh	ビットおよびタイヤリマ脱落
4	3H	4079	6.0	S, Sh	正常摩耗
5	3H	4085	15.9	S	〃
6	T-C8	2105	19.0	Sh, S	ベアリング不良
7	T-C8	2558	49.4	Sh	正常摩耗
8	R-1	BJ-670	98.0	Sh 一部 S	ベアリング破損
9	R-1	BJ-673	69.0	Sh, S	正常摩耗
10	T-C8	2556	62.0	Sh, S	〃
計			378.0		

表-12 坑内試験結果

岩石名	試料 P 波	ソノタイマ使用坑内弾性波	弾性波野外調査 (物探)	き裂係数	ジュミットハンマ試験
砂岩 B (1,300 m)	5.53 km/sec	4.6 km/sec	頁岩 4.2 km/sec	$(4.6/5.5)^2=0.70$	47.6
砂岩 K (3,000 m)	5.33 km/sec	4.6 km/sec	4.6 km/sec	$(4.6/5.3)^2=0.75$	51.4
頁岩 S (2,400 m)	5.02 km/sec	4.8 km/sec	4.8 km/sec	$(4.8/5.0)^2=0.92$	54.9

表-13 試料物理的試験 (平均値)

岩石名	単位体積重量 (g/cm <sup>3</sup> )	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	P 波速度 (km/sec)	S 波速度 (km/sec)	動的ポアソン比	動的ヤング率 (kg/cm <sup>2</sup> )	じん性試験 (cm)
砂岩 B	2.62	2,080 max 2,480	5.53	2.72	0.340	$53.0 \times 10^4$	39
砂岩 K	2.62	1,910 max 2,450	5.33	2.58	0.347	$47.9 \times 10^4$	
頁岩 S	2.64	1,270 max 1,490	5.02	2.53	0.330	$45.9 \times 10^4$	11

(注) 砂岩 B は頁岩帯に約 4 m の幅で層状に現われたものである。  
 砂岩 K は砂岩・頁岩・互層地帯から砂岩帯に入った付近である。  
 頁岩 S は頁岩帯のほぼ終点付近である。

表-14 岩石試験結果

試料番号	長 (cm)	直 径 (cm)	単位体積重量 (g/cm <sup>3</sup> )	P 波速度 (m/sec)	S 波速度 (m/sec)	ショア硬度	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	圧裂強度 (kg/cm <sup>2</sup> )
砂岩 B-1	1	9.85	4.80	2.61	5,480	2,870		
	2	9.80	4.80	2.61	5,410	2,760		
	3	9.62	4.89	2.61	5,540	2,760		
	4	9.62	4.89	2.63	5,470	2,640		
	5	9.10	4.93	2.63	5,550	2,680		
	6	5.06	4.81	2.64	5,500			
	7	4.96	4.86	2.63	5,570			196
	8	4.82	4.85	2.64	5,600			145
	9	4.40	4.78	2.62	5,640			189
ave			(2.62)	(5,530)	(2,720)	各 20 点 計 80 点 81~108 (95.5)	1,800 1,630 2,480 2,130 2,340 (2,080)	(165)
砂岩 K-1	1	9.85	5.09	2.61	5,440	2,630		
	2	9.74	5.09	2.61	5,440	2,540		
	3	9.78	5.09	2.61	5,370	2,620		
	4	9.71	5.09	2.62	5,460	2,650		
	5	7.48	5.04	2.61	5,380	2,370		
	6	4.79	5.04	2.62	5,260			
	7	4.31	4.88	2.63	5,130			198
	8	4.06	4.91	2.62	5,140			189
	9	3.98	4.88	2.63	5,240			146
	10	3.93	4.91	2.61	5,460			169
ave			(2.62)	(5,330)	(2,580)	各 20 点 計 100 点 79~110 (92.0)	2,450 1,910 2,330 2,010 850 (1,910)	200 (180)
頁岩 S-1	1	10.14	4.62	2.61	5,100	2,570		
	2	9.95	4.59	2.63	5,030	2,550		
	3	9.54	4.70	2.65	4,960	2,460		
	4	8.58	4.65	2.62	4,960	2,530		
	5	5.11	4.94	2.64	4,870			
	6	4.81	4.80	2.63	4,910			
	7	4.67	4.77	2.59	5,190			
	8	4.70	4.22	2.77	5,160			
ave			(2.64)	(5,020)	(2,530)	各 20 点 計 80 点 58~86 (72.4)	970 1,360 1,240 1,490 (1,270)	97 65 95 99 (89)

## 沈埋管沈設のための機器

松 並 仁 茂\* 岡 尾 正 己\*\*

### 1. ま え が き

ここで述べる沈埋管沈設用諸機器は、われわれが建設中の衣浦港海底トンネル工事に使用する端面探査装置、スクリード装置、沈埋管連結装置等である。沈埋管沈設水深は -20 m 以上の深所であるので、潜水夫の作業時間、作業能力に限界があり、そのうえ不可視の場所での作業も考えられるので、沈設に使用する機器はこれらの難題に対処するとともに、十分その能力を発揮し、作業性を向上するものでなければならない。本稿ではそれらの機器の計画内容、構成、機能の概略を述べる。

### 2. 端面探査装置

端面探査装置は沈設管を既設管へ誘導するための装置

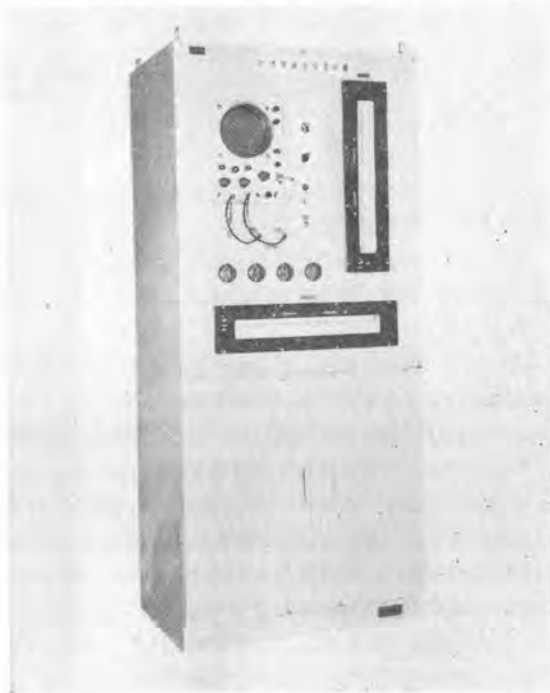


写真-1 沈埋管端面探査装置本体

で、具体的には沈設管に取付けた送波器より 50 kHz の超音波パルスを発射し、これを既設管に取付けた受波器で受け、超音波パルスの伝播時間から管相互の距離および水平、垂直方向のずれを測定する。超音波パルスは水平測定用と垂直測定用を約 0.5 秒ごとに発射し、受けたパルスは電気信号に変わり、情報処理部を経て本体に送られて演算処理のうえ表示される。

#### (1) 装置の構成

主要構成としては送・受波器を内容とする受感部、送信機と前置増幅器を含む情報入力部、表示部と情報処理部および定電圧電源部で構成されている本体、充電機、蓄電池、ロータリインバータ、自動電圧調整器等から成る電源部等で、ケーブルは船内、中継、送・受波の3種類に分かれている(写真-1、写真-2 参照)。

#### (2) 性能および諸元

測定範囲：

端面間斜距離 (Z) 0~30 m (0 は管密着状態)

水平方向のずれ (X) 0~±5 m

垂直方向のずれ (Y) 0~±5 m

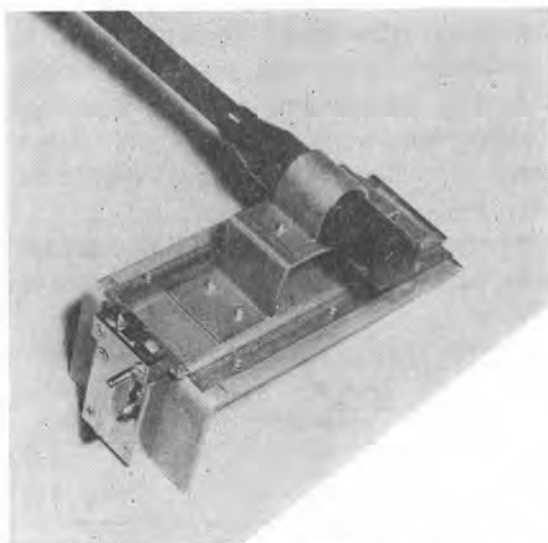


写真-2 沈埋管端面探査装置マイクロホンおよび取付金物

\* 運輸省第五港湾建設局衣浦港工事事務所長

\*\* 運輸省第五港湾建設局衣浦港工事事務所建設専門官

測定周期：約1秒

測定精度：

水平および垂直方向  $\pm 3$  cm 以内

端面間斜距離  $\pm 1$  cm 以内

送・受波器の指向性：無指向性

送・受信周波数：50 kHz

受感部耐水圧性：5 kg/cm<sup>2</sup>

### (3) 測定範囲

測定範囲の決定は沈設方法と不可分の関係にある。沈設作業の第1段階は沈設船が沈埋管をつつたまま水面上で既設管の位置に接近するのであるが、そのような状態では沈設管の後尾に設置してある測量やぐらを目標としてトランシットおよびレーザ照準器等の機器で沈設開始前の姿勢の確認は十分である。また沈設時初期の垂直方向の粗誘導も光学機器等で十分であると考えられたので水平および垂直方向の管のずれの測定範囲はそれぞれ0～±5mとし、測定範囲のレンジの切換えは行なわないこととした。なお、端面間斜距離は既設管と沈設管とが水平になった場合には水平距離を指示することになるわけであるが、一応沈設初期からの斜距離を知ることも必要であろうと考えられ、30mを最大探査距離とした。

### (4) 送・受波器の配置

送・受波器の取付配置と取付数量は相互に関連があるので同時に検討した。送・受波器の取付個数は水平、垂直方向の管のずれと直距離の測定のみであれば、その必要最低数は送波器1、受波器4の組合わせである。ただし、このことは、沈設管と既設管の管端面が平行であることが必要な条件である。したがって、もし管の平行度を考慮に入れて配置を考えると、送・受波器を各4個とし、側面と底面にそれぞれ平行で、また対角線上にもあるように配置するか、またはガスケットビーム上面および側面にそれぞれ送・受波器の1対が対面するように合計4個を配置し、超音波の発射を最初は管端面間の距離および水平、垂直方向のずれを測定し、次の発射で端面の平行度を測定するというように時間差を作れば可能ではあるが、これらの場合には計算回路は一層複雑になるはずである。

それで最終的に測定範囲でも述べたように、沈設作業手順、方法をあらゆる角度から検討の結果、端面間の平

行度のずれの測定は他の手段によるものとし、送波器は管頂部および片側面に各1個、受波器は送波器を頂点として管の接合が終了したときには等辺長の2等辺三角形を組むように、管頂部と側面に各2個を配置し、超音波パルスの発射は1測定サイクル内で2回の発射ですべての測定を完了するものの繰返しとした(図-1参照)。

### (5) 水密性

本装置のうち海中に入るのは中継ケーブル以下のケーブルと分岐および接続箱、送・受波器で、それらに対して耐水性は2.5 kg/cm<sup>2</sup>で十分であるのであるが、非常の場合を考慮して5 kg/cm<sup>2</sup>の耐水性を確保できる構造とした。また異物による損傷に対しても水密性が破壊されないようにケーブルについては亜鉛メッキ鉄線編組を外装とし、その上にゴム被覆を施し、各箱についてはシールを2重に設けることとした。なお、送・受波器は最も重要な部分であるので、マイクロホン全体を合成樹脂で完全モールドして少々手荒に取扱っても水密性がこなわれぬようにした。

### (6) 電気の回路

本装置は、設置面積および重量を小にするために小形化、軽量化をねらって電気回路にはIC回路を採用した。したがって、同程度の性能を持つ装置をトランジスタを使用して製作する場合の約1/3の容積で製作することができた。

### (7) 指示計

管の水平および垂直方向のずれを表示する指示計の方式としては、指示値を直接に読むことのできるものと、位置を映像によって表示し、固定目盛または可動目盛によって座標として測定するものがある。両者にはいずれも長所短所があるわけであるが、主として後者は沈埋管沈設時の誘導を問題とした場合には、粗誘導時に水平および垂直方向のずれを一目で見られるという利点はあるが、精密誘導となると超音波パルスの幅とスコープ上の輝点の大きさによる誤差、およびパララックスによる誤差が生ずる。

このように考えた場合、直接指示値を読むことは沈設作業においてつり下げと水平移動を同時に行なうことがないとすれば、水平または垂直のいずれかの指針を注視することによって大部分の作業過程を把握できるし、さらに重要なことは、その方が注意力の集中に役立つということである。目盛精度の面からも単純な直目盛の方が目盛誤差は少ない。本装置のカードは50mm×50mmで水平、垂直の両指示計とも0を中心として±5mとし、1mの間を10等分し、さらにその間を4等分してある。また端面間斜距離の表示は直線的に把握するのに便利のように計数管によるデジタル表示とした。

### (8) 電源系統

一般に測定器は電源電圧の変動と同一電源を共用して

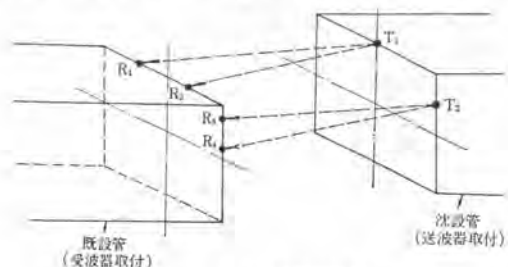


図-1 送・受波器の配置

いる場合に発生する誘導雑音に対しても敏感である。したがって、専用給電を行なうのが理想的であるが、そうでない場合にはなんらかの設備をして前記の障害を排除しなければならない。この装置では作業の性質上共用電源以外には望めないで、これらの問題に対処する給電系統として充電機→蓄電池→ロータリインバーター自動電圧調整器の組合わせとした。この組合わせの有する利点は、もし 100 V の供給電源のない場合でも、十分に充電された蓄電池さえあれば、電圧の変動なく、誘導雑音も僅少の状態で使用可能で、なおセットの蓄電池のみで作動し、連続的に測定を行なっても 10 時間の続行は可能である。

### (9) データ処理

データ処理の方法はアナログ処理とデジタル処理の二つの方法が考えられる。アナログ処理の場合は受信(反射)信号を電圧に変換してデータを算出するので、その回路は簡単ではあるが、電源電圧変動によって計算誤差が発生する要因が多い。特にドリフトのため 0 点付近の指示値の誤差が大きい。デジタル処理の場合は、受信パルス数を計算してデータを算出することで電源電圧の変動、温度変化による計算誤差は生じない。

本装置は以上の理由でデータ処理にはデジタル方式を採用した。ちなみに、本装置では送波器と受波器間の距離を測定する場合、距離は測定用超音波パルスの到達時間に比例するので、送信パルスの発射より受信までを計数時間とし(もちろん、この場合でもパルスの手前の方が技術的に急しゅんにできるので、測定はすべて前端を使用する)、この時間の中に含まれているクロックパルス(周波数 150 kHz)を計数して

距離を求めるのである。クロック信号は水晶発振器をもとにして発生させるようにしてあるが、水晶発振器は温度、電源電圧に対して  $10^{-8}$  の安定度があるので、したがってデジタル処理では、測定精度が非常によいことになる。この測定精度を演算回路に入れた場合、計算結果の精度は  $10^{-8}$  程度になる。つまりデジタル方式の最終結果の精度はクロックパルスの繰返し周期の安定度で決定されるといっても過言ではない(図-2 参照)。



図-2 測定フローチャート

### (10) 雑音除去回路

この回路はフローチャートでは異常指示除去回路に相当するもので、雑音による異常指示を除去するものである。この回路は本装置のように動的な自身の位置を指示し、また情報が刻々に変化する場合には特に有効である。本装置において具体的な方法としては、たとえば 1

sec 以内に指示値が 1 m 以上も変化するような信号が入った場合、それは雑音とみなして除去するようになっている。

### (11) 音速の変化による補正

水中音速は水温、密度、塩分、音を減衰または音の通過を妨害する異物があれば当然異なってくる。本装置は水中音速 1,500 m/sec を設計条件としているが、水中音速に変化がある場合には演算の補正定数を音速に応じて変化させることにより表示差を 0 にすることが可能である。具体的には補正定数の調整は電氣的に送信してから計数開始までの時間を調整するもので、これを現場において行なうには、あらかじめ沈設場所付近に校正治具を降ろして補正定数を調整するわけで、現場の状態に即して直接的に行ない得るものである。

## 3. スクリード装置

スクリード装置は沈埋部の基礎を作る装置で、船上にあるホッパに連続的に供給される砂利をシュートを通じて本体に貯蔵し、あらかじめ海底に敷設された走行軌条上のチェンをたぐりながら前進しつつ敷き、かつ、ならずものである。出来形は基礎面の基準面からの高低差を計測する基礎面測定装置と、海面上の台船から海底のスクリード装置の走行距離を検出する走行計および走行軌条面の横方向ならびに走行方向のこう配を検出する傾斜計等により計測する(図-3 参照)。

### (1) 主要目

機体寸法: 5,500 mm × 20,605 mm × 2,500 mm

ブレード寸法: 17,000 mm

レールゲージ: 19,500 mm

走行速度: ならし時 5 cm/min

ヘドロ除去時 50 cm/min

走行方式: チェンけん引方式

### (2) 構成と構造

本装置は大別すると鋼構造部分と駆動装置より成立っている。鋼構造部分は上部よりホッパ、上部リングユニバーサル、上部シュート、フレキシブル部、中間シュート、下部シュート、下部リングユニバーサル等の砂利供給装置と本体、フロート、サドルの機体部分に分けられ、駆動装置は機体の走行を司り、パワーユニット、油圧配管、油圧モータの駆動部と、減速機、第 1 段および第 2 段減速部および車輪、ローラの走行部に分けられる。供給装置の構造のうち問題となるのは水面上の台船と海底を移動する機体を同速度で進行させることである。その対策として機体の進行に台船の移動が伴わない場合、リングユニバーサルでその傾きに同調させ、さらにシュートの傾きが大きくなったときにはフレキシブル部で傾きに順応させてシュートの折れ曲がりを防止するようにした。フレキシブル部は変形拡大管で床掘りの凹





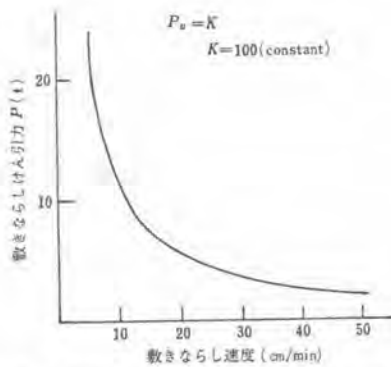


図-4 敷きならしけん引力和敷きならし速度の関係

が2個取付いている。車輪は両フランジとし、軌条(400mm×400mm×13×21mm H鋼)からはずれないようにし、ローラはフランジなしの円筒形である。この形状は装置が片引きになったとき、本体に無理な力をかけないこと、レールの通り、ならびにレールゲージの広狭に関係なく直進するようにとの考慮からである。

走行チェーンは、長期間海中に置かれるのであろうということと、過酷な力のかかり方にも耐えられるようにRSスーパー200特形を使用した。これはRS200形のチェーンに改良を加えたもので、同チェーンの標準構成に錆付を防止するためにローリングプレートとピンリンクプレートの中にステンレス鋼製のワッシャを加えてある(図-4参照)。

### (3) 基礎面測定装置

本装置は沈埋部基礎面の平坦度をスクリード装置のフロントに2.2mの間隔で取付けた8素子の受感部を用いて超音波パルスを発射し、反射してくるパルスを受けて電気信号に変え、情報入力部で増幅、情報検出部でさらに増幅、整形、ゲート、デジタル、アナログ変換等を行ない、記録部で各チャンネルについて送られてくる直流電圧を基礎面の凹凸にしたがってペン書きレコーダで連続記録させるもので、その主要性能と諸元は次のようなものである(図-5参照)。

測定深度：基準値に対して10cm

測定精度： $\pm 3$ cm(相対値)

記録方式：8素子ペン書き

使用超音波周波数：400kHz

耐水圧性：5kg/cm<sup>2</sup>

### (4) 走行距離計

走行距離計は、前述のように走行距離と進行方向および横方向の傾斜をスクリード装置が50cm進行するごとに打点表示する装置である。距離計送信機はスクリード駆動用中間軸端部に取付けられたスプロケットと駆動ベルトおよびセルシンモータから成り、送信用セルシンモータは装置の進行した距離に比例した電気信号に変換し、受信機に伝え、受信用セルシンモータは再び

これを機械信号に変換し、歯車を駆動、装置の進行距離50cmに対して1打点の信号を発生させ、またポテンションメータを駆動させる。ポテンションメータはスクリード装置の進行距離に応じた電圧を発生し、それをXYプロッタのX軸に加えるのである。

また一方傾斜角検出器として差動トランス形傾斜計を走行方向(最大検出 $\pm 150$ 分)と横方向(最大検出 $\pm 50$ 分)に各1台ずつ取付け、ケーブルを介して増幅器に接続している。動作はスクリード装置の進行に伴い、横方向あるいは進行方向の傾斜が発生すると差動トランスの位置が変わり、傾斜角に比例した電圧を発生するので、増幅器はこの電圧を検波、増幅し、記録器であるXYプロッタ制御器に導き、走行距離により発生した信号により交互にY軸方向に打点記録するのである。

本走行距離計の表示を50cmごととしたのは、もちろん連続的な記録も可能ではあるが、主目的が位置の確認と傾斜傾向の把握であって、基礎面の高低は基礎面測定装置を使用するので、その必要がないと判断されたからである(図-6参照)。

## 4. 沈埋管連結装置

本装置は立坑と沈埋管または沈埋管同志を連結し、さらに1次止水を行なうための装置で、この装置の特徴は水圧3kg/cm<sup>2</sup>の海中において使用するので水密性が十分であることはもちろん、動作も確実で、そのうえに広い集合範囲を有することが必要であるとともに、装置中の各パートは不測の事故に対しても圧力の上昇、海水の混入等の事態を生じないように考慮したことである。また油圧シリンダの台数を2台にするか、あるいは4台にするかの点では連結台数が少ない方が結合が容易に行なわれる。

シリンダを収縮させる場合、台数が少ない方がバラ

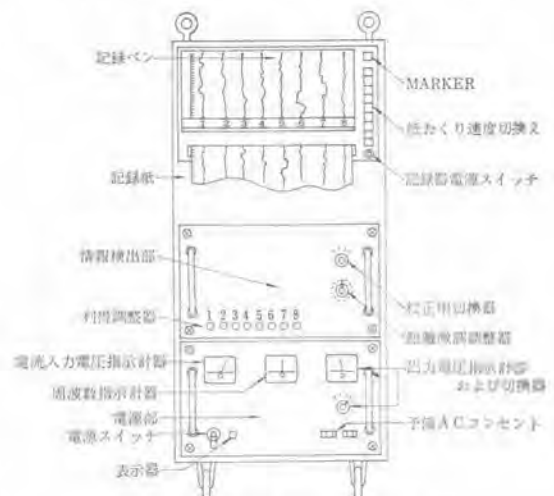


図-5 沈埋部基礎面測定装置本体

スを取りやすい。特に4点での同調は微調整の際困難である。トラブルの発生度も台数の多い方が多いし、取りはずしや取付の作業が2倍になる。さらに台数が減っても作動油圧力を変更する必要がなく、本機の寸法、重量がそれほど大きくなることはない(40%程度)という事で油圧シリンダの台数を2台と定めた(図-7、図-8参照)

(1) 要目および性能

油圧ポンプ: 22.7 l/min (1,200 rpm, 210 kg/cm<sup>2</sup>)

バルブ設定圧力: 収縮時 210 kg/cm<sup>2</sup>

伸張時 50 kg/cm<sup>2</sup>

油圧シリンダ: 285 mmφ×120 mmφ×1,100 mm ST

出力: 収縮側 100 t 伸張側 30 t

(2) 構成と構造

本装置の構成を大別すると、作動側と固定側に、また取付方法から分類すると、沈埋管への取付と立坑への取付に分けられる。ただし、取付の場合にはいずれの場合でも同一油圧シリンダを使用し、連結する部分のアタッチメントさえ変えればそれぞれの目的が達成されるように考慮してある。

パワーユニット製作上考慮した点は、左右のシリンダの伸縮量および速度が常に同一であること、つまり流量調整が完全に近い形で行なわれること、左右いずれのシリンダでも単独作動が可能であること、異常な圧力変動が発生しても装置の破壊までに至らないで、安全確実にバイパスすることが可能であること、シリンダのスト

ロークを監視できること、リザーバタンクの清掃が他のラインに及ぼす影響なく単独で行なえること等々であった。

リザーバは上置式で、ブランチポンプが作動すると絶えず作動油は玉形弁を通してフィルタに入り、作動油中のごみ、スケール等の異物がポンプ内に侵入するのを防いでいるが、このフィルタにはインジケータが付いており、漏過面の状態を常時監視できるようになっている。ポンプより吐出された高圧油はリリーフ弁により上限の圧力が設定されるが、電磁切換弁が中立位置ではセンターバイパスされ、アンロード回路へ流入し、リザーバへ送り返される。シリンダのストロークは各々独立に検出するために各1個の流量計がそれぞれのリターンラインに組込まれている。一方、フル側のラインには各1個の流量調整弁があり、油圧シリンダの伸張および収縮時の速度調整を行なう。

油圧シリンダは復動式で、ストロークは全量では1,100 mmであるが、沈埋管への取付に際しては100 mmの余裕を残すように計画した。

また2次止水の場合の沈埋管の動きはピストンロッドとロッドとを連結しているピン孔が長孔となっており、ピンとのクレビスが吸収するようになっている。油圧シリンダの防水は内圧の方が外圧より高いので問題はないが、海中の異物によってオイルシールの油密性が失われる危険性があるので、ピストンロッドのグランド部にダスタシールを設けて、直接異物がオイルシールに接触

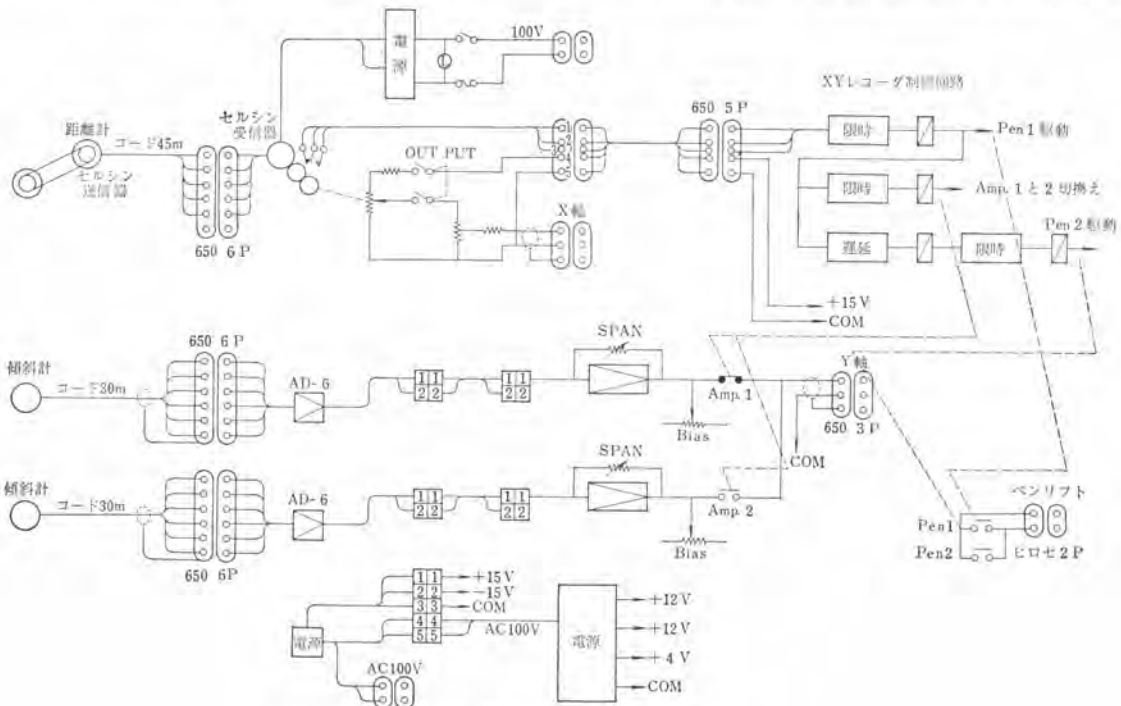


図-6 走行距離計系統図

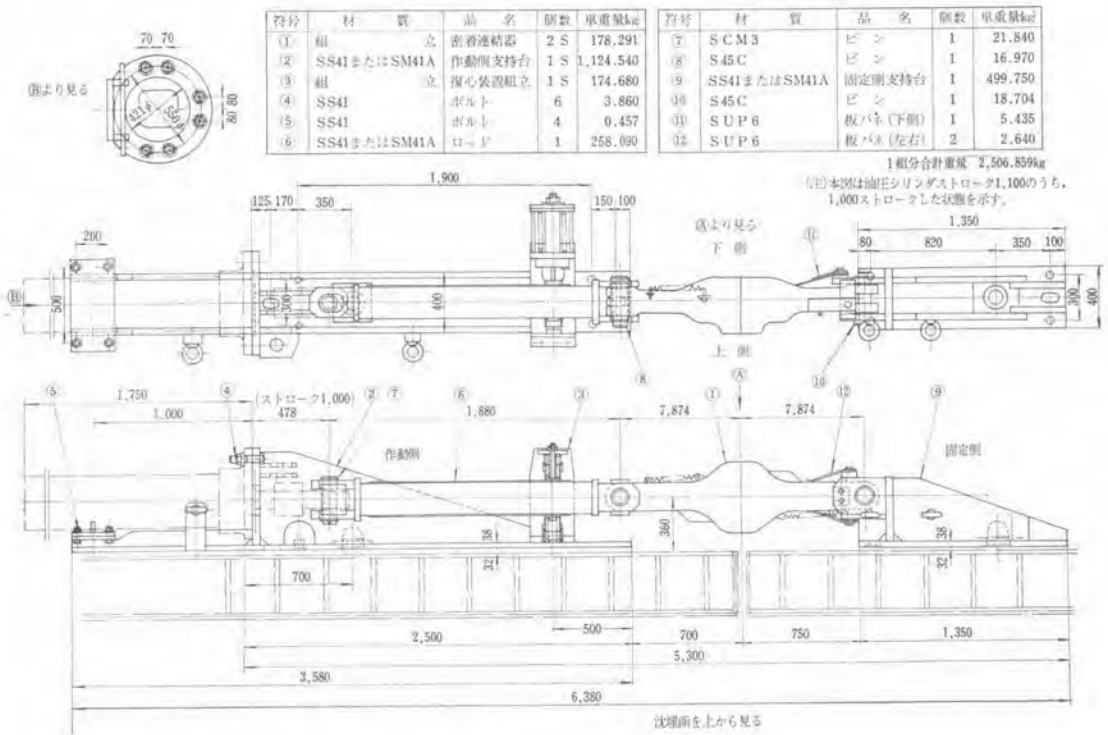


図-7 沈埋函連結装置 (沈埋管と沈埋管)

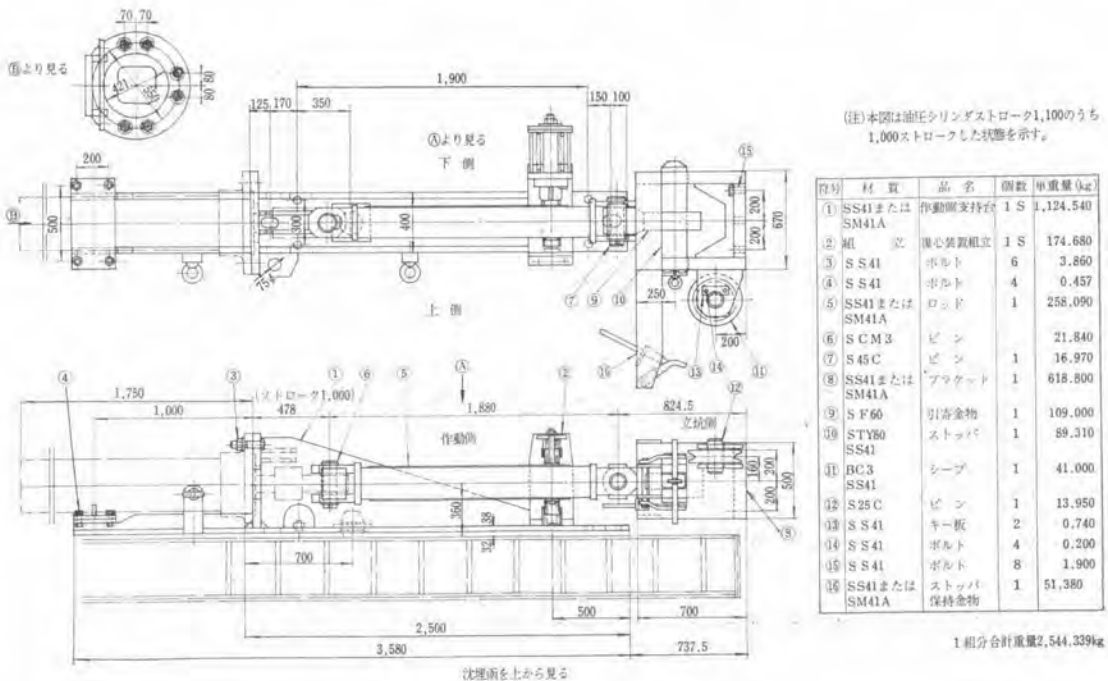


図-8 沈埋函連結装置 (沈埋函と立坑)

符号	材質	品名	個数	単重量kg	符号	材質	品名	個数	単重量kg	
①	組	立	密着連結器	2 S	178,291	⑦	S C M 3	ピン	1	21,840
②	SS41またはSM41A	立	作動側支持台	1 S	1,124,540	⑧	S 45 C	ピン	1	16,970
③	組	立	固定側支持台	1 S	174,680	⑨	SS41またはSM41A	固定側支持台	1	499,750
④	SS41	立	ボルト	6	3,860	⑩	S 45 C	ピン	1	18,704
⑤	SS41	立	ボルト	4	0,457	⑪	S U P 6	板バネ (下側)	1	5,435
⑥	SS41またはSM41A	立	ロッド	1	258,090	⑫	S U P 6	板バネ (左右)	2	2,640

1組分合計重量 2,506.859kg

(注)本図は油圧シリンダストローク1,100のうち、1,000ストロークした状態を示す。

(注)本図は油圧シリンダストローク1,100のうち、1,000ストロークした状態を示す。

符号	材質	品名	個数	単重量kg	
①	SS41またはSM41A	作動側支持台	1 S	1,124,540	
②	組	立	固定側支持台	1 S	174,680
③	S S 41	ボルト	6	3,860	
④	S S 41	ボルト	4	0,457	
⑤	SS41またはSM41A	ロッド	1	258,090	
⑥	S C M 3	ピン	1	21,840	
⑦	S 45 C	ピン	1	16,970	
⑧	SS41またはSM41A	フレーム	1	618,800	
⑨	S F 60	引寄せ物	1	109,000	
⑩	STY80	ストッパー	1	89,310	
⑪	BC 3	シーブ	1	41,000	
⑫	S 25 C	ピン	1	13,950	
⑬	S S 41	キー板	2	0,740	
⑭	S S 41	ボルト	4	0,200	
⑮	S S 41	ボルト	8	1,900	
⑯	SS41またはSM41A	ストッパー	1	51,380	

1組分合計重量 2,544.339kg

しないように防護している。またピストンロッドの防錆に対してはクロームメッキを施してある。

パワーユニットと油圧シリンダを連絡している油圧ホースには超高圧油圧ホースを使用し、ホースの端部にはセルフシールカップリングが取付けてある。このセルフシールカップリングを採用したのは、主として作業上の必要と作業性の向上に役立たせようとするもので、配管管路の結合、分離が簡単で、回路中の流体の流出や外気の混入を最小限度に押えることができ、振動の激しい個所でも使用することができるということからである。

連結器は水中で連結が行なわれるので、構造が簡単で、動作が確実であること、広い集合範囲を有すること、大きな強度を有すること等の諸点を考慮して「回子式密着連結器」を採用した。

これは本体の中に取付けてある回子が作動側と固定側の本体が接触するにつれて回転し、連結を完了するもので、最大で上下左右各 100 mm の偏心があった場合でも連結が完全に行なわれるものである。連結試験の結果は偏心 0 の場合の連結時の圧力は  $5 \text{ kg/cm}^2$  (2.4 t)、50 mm 偏心の場合  $5 \text{ kg/cm}^2$  (2.4 t)、100 mm の最大偏心時の最大圧力は  $9 \text{ kg/cm}^2$  (4.3 t) と極めて少ない力で連結することを得た。油圧シリンダと対になって働く固定側金物は、沈埋管同志の結合の場合と立坑との結合の場合とはまったく異なっている。沈埋管同志の場合は前述の連結器を水平、垂直の中心線に保持するとともに、油圧シリンダの収縮力に耐えるわく組みがあればよいのであるが、沈埋管と立坑との連結を行なう際の立坑取付金物は、箱形のブラケットとストップおよびストップ保持金物、シーブ等で構成されている。

また油圧シリンダ側は連結器を取りはずし、その代わりに立坑取付金物のストップに適合した短冊形の引寄せ金物が取付けられる。これらの作動方法は

① ブラケットはあらかじめ立坑に植え込まれたグミールボルトを取りはずしてブラケット取付ボルトにより所定の位置に取付ける。このときにはストップはストップ保持金物に支えられている。

② 油圧シリンダロッドの先端に取付けられた引寄せ金物が沈埋管の接近につれブラケットの中へ入り込む。

③ ちょうどよい位置まで入り込んだところでストップを保持金物よりはずしてブラケットの中へ落とし込む。

という三つの過程を経て行なわれる。なお、ブラケットには左右に、引寄せ金物には前後に長い溝が切つてあるので、必ずしも両者の軸心が一致しない場合でも結合が可能になっている。

ブラケットに付属しているシーブはガイドシーブで、沈埋管を水平誘導する場合には油圧シリンダフレームのワイヤロープ止め穴にワイヤロープを固定し、このガイドシーブを介して引けば、おおよその高さや平行度とを持って沈埋管が立坑に接近するというものである。

## 5. おわりに

以上で沈埋管沈設用諸機器について計画内容、構成、機能の概略を述べたが、今回（昭和 46 年 11 月 25 日）第 1 号管を沈設するに際しては、最初の使用ではあったが、一応計画どおりの結果を得ることができた。特に沈設時の精密誘導が夜間にかかったので端面探査装置がその威力を発揮したこと、スクリード装置は予期したとおりの結果であったこと、走行計はスクリード装置の走行と台船の移動時期の決定にも有用であったことなどであるが、さらに一層の工夫と改良によって作業性との関連においてその機能を十分に引出し、所期の目的を達成するよう努力したいと思っている。

## — 図 書 案 内 —

# 防雪工学ハンドブック

A 5 判 8 ポ 2 段組 270 頁

会員 1,300 円 (非会員 1,500 円) 送料 200 円

— 日本建設機械化協会 —

## 新関門トンネルの技術的問題点

佐藤能章\* 宮崎正義\*\*

### 1. まえがき

新関門トンネルの工事概要を本誌で紹介したのは昭和46年6月号であった。以後、昭和46年末には導坑の既掘進延長約6,000m、上半延長約2,400mと順調な工事進行を見せている。本年4月下旬には新関門トンネルはじめての導坑貫通が和布刈工区と金山工区の間で予定されている。

これから工事最盛期を迎えることになるが、本稿では本工事が対面している技術的問題のうち、新幹線工事では初めて本格的に施工されている吹付コンクリート工法と海底部掘削工法のうち長孔先進ボーリング工法および注入工法について若干の紹介を行ないたい。

### 2. 吹付コンクリート

新関門トンネルでは全7工区のうち藤ヶ谷、和布刈、金山、奥田、桃山の5工区の斜坑および坑底設備において総延長約700mの吹付コンクリートを施工した。その結果、この工法はH形鋼支保工に取って替わる新しい支保工法になり得るとの自信を深めた。斜坑での実績を踏まえて、新幹線上部半断面においても従来のH形鋼支保工に代わる1次覆工として本坑吹付を約7kmにわたって計画した。昭和46年末現在、和布刈、金山、奥田の3工区で延長600mの本坑吹付コンクリートを施工しているが、条件が整い次第、他の工区でもH形鋼支保工を吹付コンクリートに替える予定である。以下、斜坑吹付、本坑吹付の順に紹介する。

#### (1) 斜坑吹付コンクリート

##### (a) 設 計

縫地工法によらざるを得ないような地山が自立できな

い区間を除いて、H形鋼支保工および矢板に換えて吹付コンクリートを用いる。これが斜坑における吹付コンクリート設計の基本方針である。吹付コンクリートの適用にあたっては、対象とする地山の強度によって次の3種類を設けた。

- ① 吹付コンクリート（平均厚10cm）と鋼アーチ支保工の併用
- ② 吹付コンクリート（平均厚10cm）
- ③ 吹付コンクリート（平均厚5cm）

表-1は吹付コンクリートの標準配合である。

#### (b) 施 工

吹付コンクリート工法には乾式工法と湿式工法があるが、新関門では乾式工法によった。まず、坑外の簡易バッチャプラントで粗骨材と細骨材を設計にしたがって計量、混合し、坑内の骨材置場へ運搬する。切羽で爆破が完了したらただちに吹付作業を開始する。まず骨材とセメントを容積配合し、強制ミキサで空練りし、吹付機械（トルクレットまたはB.S.M.）の釜へ搬送する。途中、ベルコン上で急結剤を添加する。吹付機械内で加圧された材料は内径50mmのホース中を切羽まで圧送される。材料はノズルの首元で水と混合し、高速度でノズルから噴出し、掘削されたばかりの山肌に付着する。

以上が施工概要であるが、工事発注にあたっては、アーチ部の吹付は1発破ごとに行なうこと、吹付前に掘削面の浮石落としを入念に行なうこと、吹付コンクリートの仕上がり断面は応力集中を生じないようなアーチアクションの期待できる形状とすることを示方した。図-1に斜坑吹付の概要を示す。

#### (c) 実 績

表-2は斜坑吹付コンクリートの施工実績である。奥

表-1 吹付コンクリート用標準配合

粗骨材 最大寸法	単 位 セメント量	水セメント比 W/C	細骨材率 S/A	単 位 細骨材量	単 位 粗骨材量	急 結 剤 量	記 事	
							セメントの種類	急結剤の種類
20mm	300kg	50%	65%	1,267kg	714kg	12kg	ポルトランドセメント	QP500と同等品

\* 日本国有鉄道下関工事局関門工事区次長

\*\* 日本国有鉄道下関工事局関門工事区

表一2 斜坑吹付コンクリート実績総括表

	藤ヶ谷	和布刈	金山	奥田
掘工延長 (m)	208.5	267.5	225	
材料使用量 (m <sup>3</sup> )	447	323	482.8	
設計材料 (m <sup>3</sup> )	240.8	149.5	249	
材料割増率	1.856	2.161	1.939	
実測はね返り率 (%)	32.1	41.7	33.1	
釘による実測吹付厚 (cm)	10.4	6.38	10.1	
時間当り吹付量 (m <sup>3</sup> /hr)	1.91	1.78	1.39	
掘削 m <sup>3</sup> 当り火薬使用量 (kg/m <sup>3</sup> )	0.9	1.5	0.95	1.04
平均セメント孔数 (孔)	63	74	55	60
切羽人員 (人)	10	11	7	11
レックハジマ数 (台)	4	5	4	7
斜坑湧水量 (l/min)	400	30	80	150
日進 (平均) (m/日)	5.09	6.83	5.04	5.94
月進 (最大) (m/月)	142	194	142	165
地質	砂岩 花崗閃緑岩	花崗閃緑岩	チャート	チャート

表一3 はりによる材令別圧縮強度

No.	材令日	供試体数	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	備考
I	1	3	112	
II	3	3	137	供試体寸法
III	7	4	161	15×15×15
IV	28	4	199	

表一4 コアによる圧縮強度

No.	W/C (%)	S/A (%)	急結剤		コア個数	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	比重	材令
			名称	添加量 C <sub>X</sub> %				
I	30	71	QP-500	4	20	178	2.43	26日
II	34	74	QP-500	4	28	154	2.36	58日

(注) 1. コアは 4.4φ×8.8l 標準とし、それに満たないものは JIS A 1107 により補正  
 2. Iにおける標準偏差 48.7, 変動係数 27.5%  
 IIにおける標準偏差 24.4, 変動係数 15.5%  
 以上のように圧縮強度自体かなりのばらつきを見せている。

表一5 洗い分析による付着配分およびはね返り配分

	工区	付着		はね返り		F.M. (S)	F.M. (G)
		C (kg)	W/C (%)	S (kg)	G (kg)		
付着	藤ヶ谷	387	68.0	1,291	388	77	2.73
	和布刈	587	30.1	1,202	466	71	1.99
	金山	728	34.4	1,030	354	74	2.25
	奥田	545	50.0	1,257	165	88	2.61
はね返り	藤ヶ谷	293	49.0	1,134	950	54	2.18
	和布刈	347	34.3	1,112	919	55	2.27
	金山	416	43.5	1,089	780	58	2.50
	奥田	321	51.0	903	1,029	47	3.10

表一6 斜坑吹付の経済効果 (斜坑単位: m 当り工事費)

工法	掘削	吹付コンクリート平均厚 10cm	125H 支保工 c/c 1.50m	覆工コンクリート厚 30cm	原固コンクリート h=1m, b=0.3m	合計 (円/m)
吹付工法	159,000	25,500				174,500
支保工および覆工	168,000		16,200	64,000		248,200
支保工および根固め	168,000		16,200		10,300	194,500

(注) 金山斜坑, 吹付延長 235 m, ナリ運搬を除く。

田斜坑は受電設備を設けて将来とも使用する計画なので H 形鋼支保工と巻立コンクリートにより施工したが, 地質的には金山斜坑に類似しており, 新旧工法の比較のために併記した。

(d) 試験

斜坑より吹付コンクリートのコアを採取して整形の後圧縮強度試験を行なった。同時にコアの縦波速度も測定した。また, ビーム状型わくで吹付コンクリート供試体を採取して, はりによる圧縮強度試験も試みた。表一3, 表一4, 図一2 に結果の一部を示す。

吹付コンクリートの品質管理の一助として洗い分析を試みた。表一5 が結果の一部である。一般に付着配合は吹付配合より富配合であり, S/A も大である。

(e) 経済効果

本トンネルの各斜坑は火の山, 奥田を除いて工事期間中のみ使用する仮設備であるとの観点に立って地質が悪い坑口付近等に覆工 (厚 30 cm) を施工するが, その他の地質のよい区間では吹付厚 5~10 cm のみで, 2 次覆工を施さない設計とした。その結果, 金山斜坑を例にとれば, 表一6 に示すような工事経費の節減ができた。すなわち, コンクリート覆工に比べれば約 1,400 万円の節減であり, 支保工に根固めをした場合に比べても約 236 万円の減となっている。

なお, 斜坑吹付コンクリートは施工後約 1 年経過しているが, まったく変状は見られず, 十分な支保機能を果たしている。

(2) 本坑吹付コンクリート

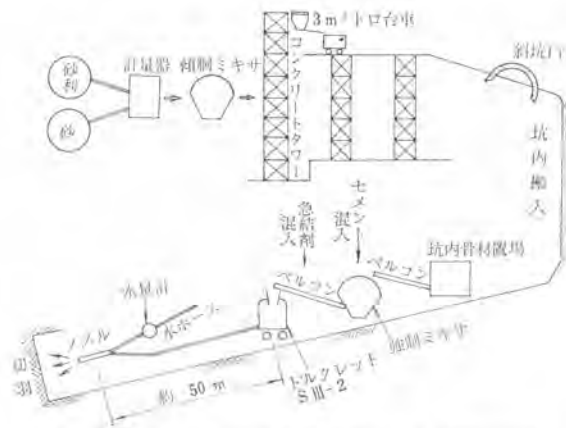
(a) 設計

(i) 対象地質

地山の弾性波速度がおおよそ 4 km/sec 以上の区間に對して適用する。従来は 150 H 支保工が 1.5 m ピッチに建込まれていた区間である。

(ii) 吹付厚

平均吹付厚は 10 cm, 最小厚を 3 cm とした。地質の



図一1 斜坑吹付コンクリートのフローチャート (和布刈工区)

状況によってはさらに吹付厚を薄くできる区間もあるが、大断面への吹付コンクリートの施工経験がないこと、吹付厚を増した場合の施工性の検討を目的に一律な吹付厚 10 cm とした。

(iii) 覆工厚

アーチコンクリートの巻厚は支保工区間と同様 50 cm とした (図-3 参照)。

ただし、吹付コンクリートはアーチコンクリートの余巻きの一部とした。吹付コンクリート区間は覆工と地山が密着しており、覆工への均等な荷重が期待できること、また、トンネル周辺地山自体のアーチアクションを期待できること等を考え、いずれは覆工厚を減らしたい。

(iv) 悪い地質に対する併用工法

弾性波速度 4 km/sec 以上の地質を吹付工法の対象区間と設定したが、上部半断面への吹付作業が本格化しはじめれば掘削断面、作業方式、作業員配置がすべて違うために地質が悪化したからといって即座に旧来の支保工法へ戻ることが困難である。

そこで、岩質の悪い区間に対しても極力吹付コンクリートを主体として掘進する経験を積んでいる。金山工区では国鉄旧岩盤分類の岩Ⅲに相当する肌落ちの多い軟質の地山に遭遇したが、1発破ごとの吹付厚を極力厚くすること、2次吹付を切羽に近づけることにより吹付コンクリートのみで、しかも平均日進 6 m と支保工時代と大差ないサイクルで突破し、吹付コンクリートへの自信を深めている。悪い地質に対しては、このように吹付厚を増すことにより対処するほかにロックボルトを併用することを検討している。金山工区ではアーチ部に 5~7本の全面填充形ロックボルトを試験的に併用し、施工性、支保効果の研究中である。

支保工の併用も考えられるが、掘削断面を大きくする必要があり、矢板、パッキンを使わねばならないこと、数基の支保工のみではトンネル方向の力に弱く、土圧、爆風に対してやらずあるいはロックボルトで補強する必要がありことなどを考えると、特に地山が悪化しな

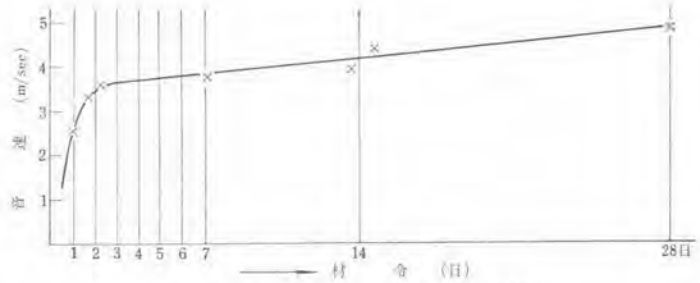


図-2 吹付コンクリート材令と超音波速度

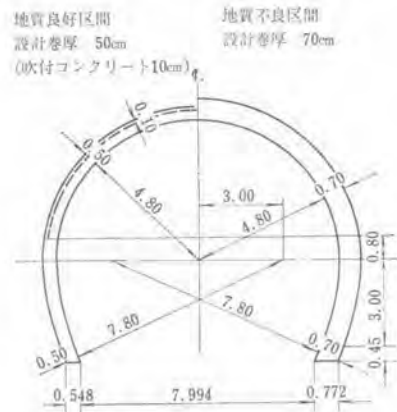


図-3 本坑断面 (直線用)

い限り使用する機会は減少の傾向にある。

(b) 設備

本坑吹付コンクリートの設備を図-4に示す。設備の特徴は骨材運搬用のコンテナ、コンテナを導坑から上半へ持ち上げるクレーン設備、および骨材とセメントを練り混ぜるスパイラルミキサである。上半の吹付設備一式はレール上を自走できる構造とした。設備は底設導坑先進上部半断面掘削工法のためかなり大仕掛けになったが、上半先進工法、全断面工法の場合はさらに簡易化できるだろう。

(c) 問題点

(i) 余掘り、余巻き

余掘り、余巻きの問題は吹付コンクリートの実用化と

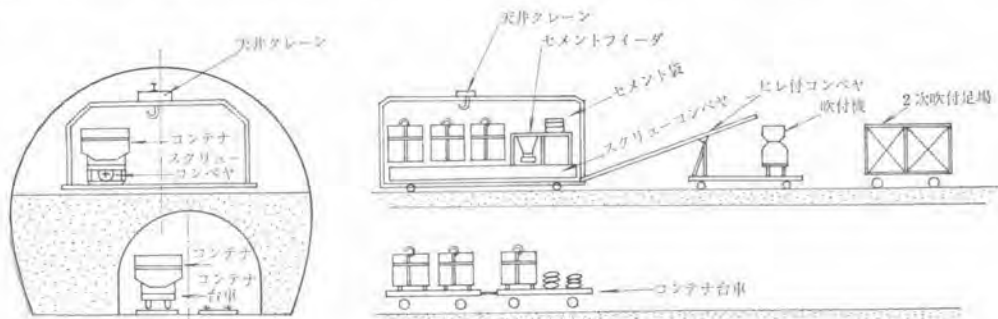


図-4 本坑吹付コンクリート設備

併行して検討しなければならない重要な問題である。理屈で考えれば、掘削断面は支保工時代に比べて小さくなるべきだし、実際減少しているが、コンクリートの填充率は100%近くになるので、余巻きの点ではむしろ支保工区間に比べて増大する恐れもある。今後は支保工使用の区間に比べて、吹付コンクリートを施工した場合は設計断面に対する堅岩の突出しの許容の程度についても覆工厚の概念を根本的に変えて再考すべきである。

さらに、せん孔に先立って設計外周線を切羽に正確に描き、のみの方向もトンネル方向に平行にするなどスムーズプラスティンクに心掛けるべきである。奥田工区では中心測量と水準測量にレーザ光線を利用して能率を上げている。また、2次吹付台車に設計断面を形どった櫛形を取付け、掘削断面の検測にも努めている。

#### (ii) サイクルタイム

実用上からも、吹付を採用したときに支保工施工の場合に比べてサイクルタイムが長くなることは許されない。

現時点では吹付機の2台同時使用、吹付を2層に分けて2層目を後普請にする方法、なるべく長孔発破で1発破進行を伸ばすなどの工夫で、支保工使用に比べて遜色のない進行を出しているが、地山が悪化した場合は早急に設計吹付厚を確保するためにどうしても多大な吹付時間を要することになる。今後はロボット吹付機を遠隔操作することによってずり取り時間中に1発破ごと吹付コンクリート平均厚10cmを確保できる施工法の開発を急ぐ必要がある。

#### (iii) 材料運搬

吹付厚10cmを確保するには、上半断面延長1mにつき、1m<sup>3</sup>コンテナ約4台を運ばねばならず、ずり運搬、その他トロ線の競合が問題になる。骨材のパイプ輸送方式などの開発が望まれる。

#### (iv) 設備

掘削工法に合わせたので吹付設備がかなり高額なものになったが、もし、上半先進工法のタイヤ方式に吹付コンクリートを採用できれば、より機動力のある能率のよい仕事が可能であろう。また、吹付機械の能力はサイクルタイムに直接影響を与えるので、より性能の向上をめざしての改良が望まれる。

#### (d) 経済性

吹付コンクリートと支保工の工事経費の比較を和布刈工区の場合を例にすれば、表-7のように吹付によりト

表-7 本坑吹付の経済効果(本坑単位:m当り工事費)

工種 工法	掘削	吹付 (平均厚 10cm)	150H 支保工 etc 1.50m	アーチコン クリート巻 厚 50cm	合計 (円/m)
吹付工法	383,000	47,700		82,100	512,800
支保工法	390,000		36,000	87,900	513,800

(注) 和布刈工区、吹付延長2,032m、側壁コンクリートおよびずり運搬を除く。

ンネル延長あたり約1,000円の節減になる。施工法の研究が進み、巻厚50cmを巻厚40cmに減少できれば、さらに経済効果が顕著になるであろう。

#### (3) 吹付コンクリートの長所と短所

##### (a) 長所

① 早期施工により地山のゆるみ進行を最小限に抑え、トンネル形状の維持にあたり地山自体のアーチ作用を期待できる。

② 型わくが不用で、任意な形状、任意の厚さのコンクリート構造物を作れる。

③ コンクリート覆工と地山との間に矢板などの腐食物あるいは空けきを残さないでコンクリート覆工への地山からの均等な荷重が期待できる。

④ 機械化施工の可能性を有し、トンネルの急速施工、経済掘進、省力化に寄与する。

⑤ ずり取りとの併行作業によりトンネルのサイクルタイムの短縮が可能である。

⑥ 木材資源潤渇のおり、高価な木材を節約できる。

##### (b) 短所

① はね返りによる材料の損失がある。

② コンクリートの品質管理が困難である。

③ 出来高の検査、確認が困難である。

④ 湧水個所に対する吹付が困難である。

⑤ 吹付作業中に発生する粉塵が坑内環境を悪化させる。

⑥ 吹付作業に馴れるまで若干の時間を要する。

### 3. 海底部長尺先進ボーリング

海底部分の施工法の概略については本誌昭和46年6月号に紹介している。昭和45年3月末、海峡をはさむ火の山、和布刈の両工区を発注して以来約1年8カ月を経て、ようやく懸案の海底工事が始まった。

まず、昭和46年10月23日に和布刈(門司)方より、続いて12月2日に火の山(下関)方よりそれぞれ海峡中央部へ向かって約500mの長孔水平ボーリングを開始した。

以下、工事の経緯を述べつつ、施工上の問題点を紹介する。

#### (1) 予想地質

火の山方はホルンフェルス化した砂岩、頁岩が主体をなし、一部ひん岩、花崗岩も分布する。ボーリング口元より280m付近までは破砕帯および断層が発達して相当もめているものと考えられる。弾性波速度は2.4~4.5km/secと幅があるが、全体として硬岩で亀裂の発達したものと考えられ、海底下の土被りがわずかに20~30mなので、相当量の湧水が予想される。280mより和布刈方までは弾性波速度5km/secとなり、断層も少なく、硬岩であり、比較的安定している。和布刈方のボーリン



グ実績によれば亀裂のきわめて少ない花崗閃緑岩系統の地質であり、コア採取率も100%と恵まれた岩質となっている。

### (2) 施工計画

火の山方の先進ボーリング計画を図-5に、使用機械の仕様を表-8に示した。

ボーリングはオールコアリングとし、トンネル中心線に沿って行なう。ボーリング位置のトンネル中心線よりの離れは20m程度を目標にした。コア採取は長孔のため、ロッドを昇降せずにコアを内包したインナーチューブをワイヤで引上げるることによってコア採取可能なワイヤライン工法を採用した。

コア径は大きい方が地質の想定に有利であるが、経済性、工程とにらみ合わせてNQサイズ(孔径75.8mm)を最小径とした。

口元管は想定約7kg/cm<sup>2</sup>の異常湧水に遭遇した場合、口元に設けたプリベンタで湧水を止めたときにかかる水圧に耐え得る長さとして約5mのケーシングをモルタルを充填して地山に固定した。

また、火の山方には破砕帯突破のための孔径の段落ちを3回程度に想定して内径125mmの口元管を用いた。硬岩のためメタルクラウンでは掘進不能であり、ダイヤモンドビットを使用する。

### (3) 施工上の問題点

#### (a) ビットの損耗

硬岩なので、平均6m程度の使用でダイヤモンドビットが損耗し、リセットの必要が生ずる。ワイヤライン工法はコア採取率がよければ最大3mのコアを一度に採取できるが、ビット交換のために6m程度ごとにロッドの

昇降を行なわねばならず、ワイヤラインの効果を減殺している。また、ビットのリセット料がかさみ、高価なボーリングになっている。

#### (b) 孔曲がり

当初計画ではボーリング延長100mにつき±1°程度の孔曲がりを目指した。孔曲がりは地質により異なり、予想が困難なところから、和布刈方では当初口元を水平にセットしたところ、実施工の結果、図-6に示すように $l=150m$ で+2°50'の孔曲がりを生じた。

孔曲がりには種々の原因があり、その予知あるいは予防がむずかしいが、次のように想像される。

硬質の岩であり、ビットの損耗が激しいのでスラスト(推力)をあげ、掘進速度の向上をはかる。その結果としてロッドの剛性に応じてロッドにたわみを生じ、ビットの先端が曲がる。ビットの方向に一度癖が生ずると、スラストによってしなりはさらに助長され、孔曲がりを加速する。スラストを低めに抑えれば掘進速度が落ち、しかもビットの摩耗はそれに比例して落ちないのでリセット長が短くなり、不経済である。

和布刈の2号孔および火の山方口元は上向きの孔曲がりを想定してそれぞれ-3°および-4°でセットした。ところが、和布刈の2号孔は $l=188m$ で+4°、火の山孔は $l=100m$ で-5°と、孔曲がりのままならない傾向を示している。当海底トンネルは最小土被りが25mであり、孔曲がりの方向によっては延長500mに至らないうちにボーリングが海底に首を出す懸念もある。

孔曲がり修正には図-7に示すような種々の方法を試みたが、いずれも十分な効果を上げ得なかった。本質的にはボーリング自体に方向制御機能を有するものの開発

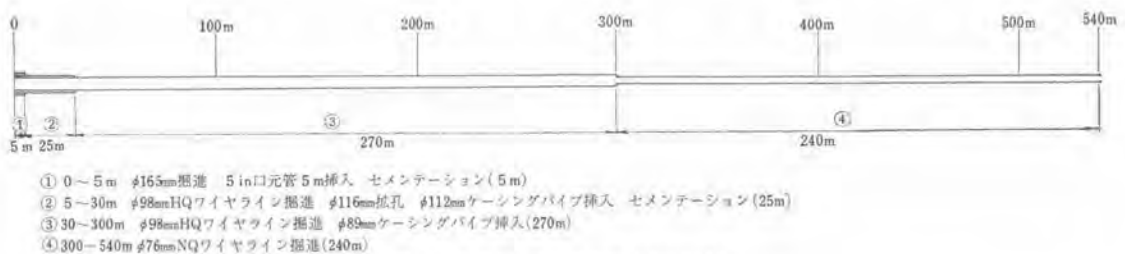


図-5 先進ボーリング計画(火の山方)

表-8 長孔先進ボーリング機械諸元

[1] 試 験 機	(2) ポ ン プ	大 き さ	1.0×0.8×0.6m 0.2t
形 式	形 式	(4) セメントミキサ	
TEL-2C	NAS-250 D	形 式	MV-190 形
利根ボーリング	常用吐出量	能 力	2 段 式
NQ 800 m	250 l/min		容 量 各 段 190 l
能 力	常用圧力	回 転 数	70 rpm
50 cm	25 kg/cm <sup>2</sup>	電 動 機	1.5 kW
ストローク長	電 動 機	大 き さ	1.2×0.9×1.2 m
12 t	15 kW		0.2 t
最大バランス力	大 き さ		
12 t	3.0×1.3×1.3 m		
回 転 数	0.8 t		
最小 90 rpm	(3) ワイヤラインホイスト		
最大 1,200 rpm	形 式		
電 動 機	WLH-M 形		
40 kW	能 力		
大 き さ	800 m(5 mmワイヤロープ)		
3.4×1.2×1.8 m	電 動 機		
2.3 t	3 kW		

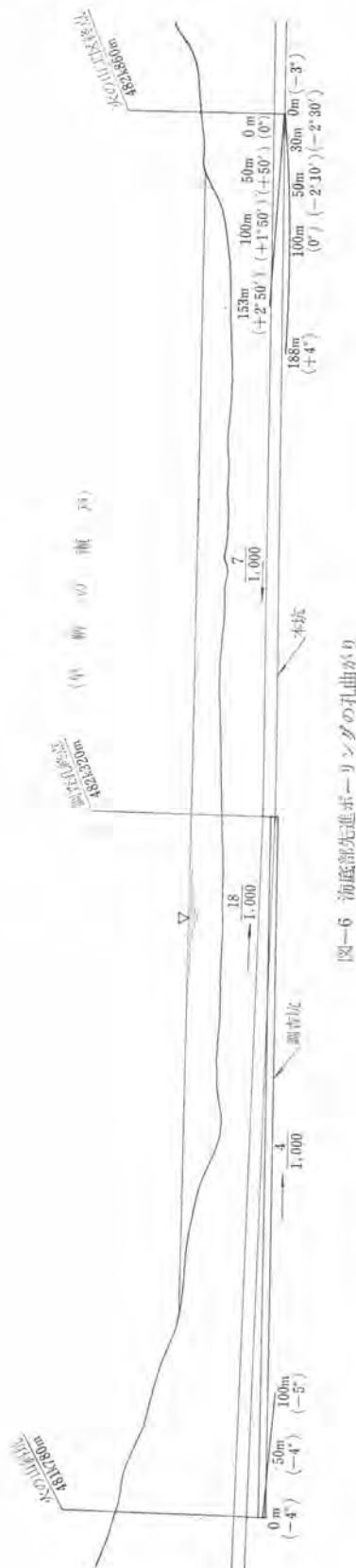


図-6 海底部先進ボーリングの孔曲がり

が望まれる。

### (c) 注 入

ボーリングが破碎帯に突入すると、孔壁の崩壊、コア詰まり、湧水を伴い、掘進不能に陥り、セメント注入を行なう。火の山方ボーリング孔は当初の想定どおり複数の破碎帯が存在しており、延長 100 m に至らずして注入回数はすでに 10 回を越えている。

注入回数が多くなれば注入孔の追切り時間が無視できない。よってパッカ位置はなるべくボーリング先端に近づけている。ただしパッカ後方でミルク漏出事故を防止するためにミルク注入に先立って着色液を注入してパッカ効果を確認している。

注入の効果が期待できない地質、パッカが効かず、追切り延長が長くなる場合、調査坑掘進時の注入液が先進ボーリング孔内にリークするおそれがある場合は孔内にケーシングをそう入する計画である。

## 4. 注入工法

前述長孔先進ボーリングに約 100 m ほど遅れて調査坑の掘進を開始する。先進ボーリングによって得た資料、コア形状、湧水、水圧などから、あらかじめ問題の箇所は予知されるが、先進ボーリングは長孔であり、孔曲がり大きいこと、地層の展開は複雑であり、径 100 mm に満たないコアボーリング 1 本では施工上必要な調査坑断面 (最小 9 m<sup>2</sup>) の地質は想定できず、予知しない危険に遭遇する恐れがある。そこで、調査坑の切羽から 4~5 本のさく岩機によるノンコアのさぐりボーリングを約 50 m ほど先進させ (図-8 参照)、切羽前面の地質を確認し、湧水、破碎帯に対しては万全の注入処理で止水、地盤強化を行なった後切羽を前進させる。下関側の断層破碎部はちょうど海底が深くえぐられているので水深があり、しかも土被りの最も薄い部分にあっている。この部分の突破が本トンネル施工の成否を握っているといえる。

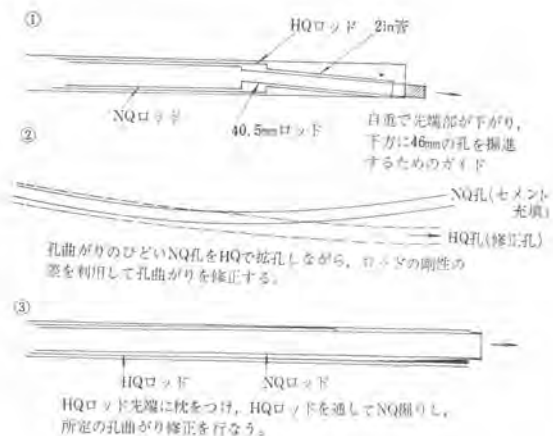


図-7 孔曲がり修正方法

海底部における注入パターン、注入材料、施工方法を検討するために昭和46年12月末現在、火の山の坑底ザリピンを対象に試験注入を施工中である。試験注入において当面している問題を含めて注入工法の有する問題点を簡単に述べたい。

(1) せん孔方法

早瀬の瀬戸の下関方の地質は風化砂岩および風化ひん岩が主体をなし、一部熱変成を受け、ホルンフェルス化したものが多い。岩質そのものは堅硬だが、亀裂に富み、海底からの湧水を伴う。現在火の山斜坑よりの全揚水量は毎分2tに達し、完全な海水である。

注入は岩の亀裂にセメントミルク等を圧入し、岩相互をつなぎ合わせて補強し、あわせて止水する脈状注入が主体となる。

岩質が堅硬であるから、ロータリ方式(D-2程度)では能率が上がらず、さく岩に大半の時間を空費する。そこでパーカッション・ロータリ方式のDH99, PR100などの大形さく岩機を用い、全孔せん孔後、口元でのバッカ注入工法を試用し、効果を上げている。両さく岩機とも打撃、回転を行ない、特にPR100は打撃、回転をそれぞれ別々に作動、調整できるのが特徴である。

亀裂が発達しているのでジャーミング(孔壁の崩壊)を起こし、そのためにロッドの引抜きに時間を要し、悪くすればロッドの回収が不可能になることもある。そこ

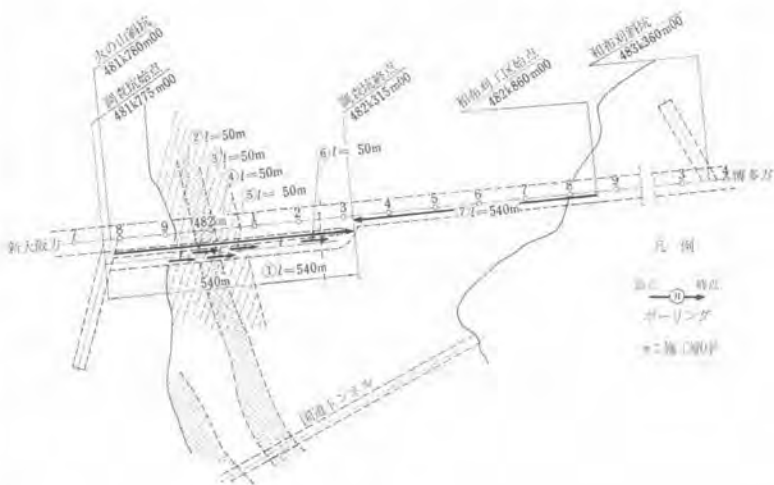


図-8 先進ボーリング一般図

で孔壁の状況によってはせん孔を数区分に分割し、注入しながら前進する場合もある。

(2) 注入材料

経済性、安定性、強度の面からセメントを主体にした注入を考えている。ベントナイトを併用させれば浸透性を増すが、ベントナイトは注入前に練置き膨潤させるなど、施工が複雑であり、また強度の面からはマイナスの効果を持つので使用を避け、代わりに最近開発の進んでいる微粒子セメントによって浸透性を改良させたいと考えている。微粒子セメントでも浸透できない地盤に対しては、従来のLW工法に替えてMS工法が採用できないものかと考えている。LWは海水に接すると脆化する傾向を有するからである。MSとはLWに併用するセメントミルクの普通ポルトランドセメントの一部分をスラグセメントに置換したものである。本工法によれば、W/C比を小さくしてもゲルタイムが短くならない。いい換えれば、浸透性がすぐれて、しかも強度を有する注入材とされている。

本トンネル海底部は土破りが薄いので注入圧力を20kg/cm<sup>2</sup>程度に抑えないと注入材が海底へリークする懸念があり、浸透性がよく、強度が期待できる注入材が必要である。

5. あとがき

以上、技術上の二、三の問題点について紹介したが、新関門トンネルは長大トンネルなので、7工区がそれぞれ七色の虹にたとえられるような個性、特色を持っている。本稿で紹介した問題以外にも数々の興味ある問題を擁しているが、紙面の関係で割愛し、紹介は次の機会に譲りたいと思う。

表-9 注入孔せん孔機主要諸元

(1) ボーリング機械(ロッド注入用)

形式	D-2形	常用ロッド径	40.5mm
製作会社	東邦地下工機	給送方式	油圧
能力	垂直 200m	原動機	7.5kW
スピンドル回転数	120, 225, 400, 740 rpm	長×幅×高	1,200×1,085×1,920mm
せん孔方向	左右 360°	重量	420kg
巻上装置最大荷重	1,500kg		

(2) さく岩機(バッカ注入用)

形式	TYPR100	打撃数	1,700回
製作会社	東洋さく岩機	全長	745mm
せん孔能力	30m	シリンダ径	100mm
せん孔径	55φ~65φ	ストローク	80mm
ロッド回転方式	打撃・回転独立	使用ロッド	25mm六角中空鋼
空気消費量	5.6kg/cm <sup>2</sup> 9.0m <sup>3</sup> /min	送り長さ	1,500mm
回転数	260rpm	重量	87kg

編集委員のT君から随想を書けという注文である。この随想欄は「建設の機械化」が真面目すぎて肩が凝るといってお小言にいくらかでも応えようと始めた企画であって、毎号おもしろく拝見している。経験豊富な先輩連のようにうまく書ける自信もないが、T君もよほど考えあぐねて最後に小生のところへまわって来たのであろうと思って引受けた次第である。

この号の出る2月初旬頃にはメーカ筋は円切上げの対策で、コントラクタ筋は年度末工事の最中で、大変多忙な時期だと思うが、しばらく無駄話でも読んでいただきたい。

\* \* \*

日比友好道路建設計画というのがあって、1967年から1970年までに3回ほどフィリピンを訪れる機会があった。なにぶんにも鈍感な小輩のことであるから、現地では現地人とあまり違って見えならしく、フレンドシップの方は割合うまく行った



## ▶ 随 想

### のんびりした話

坏 質

ような感じているものの、同行のF氏のような鋭い観察記も書けなかった。ただ3回も同じ所に行ったためいささか感じたところを書いて見ることにする。

この道路計画はルソン島の北端ラオアグ（毎日やっている気象情報にも名前が出てくる）から、マニラ、レガスピを経てサマル島、レイテ島を縦断し、ミンダナオ島のダバオ市に至る2,400kmの幹線国道の改良舗装工事である。

日本政府が円借款を供与するのに適したものかどうかを調査するため小栗良知氏（現首都高速道路公団理事）を団長とする一行5人に加えられて訪比したのは1967年の暮れであった。フィリピンは熱帯に属する国であるから、11月の中旬でも日本の9月上旬ぐらいの気候で、まことに渡しやすい時期であった。小栗氏はマニラの日本大使館に在任された経験もあり、現地人の知己も多く、何かとご指導を得たこともあり、加えて現地の邦人も何くれとなく世話をしてくれたせいもあり、フィリピンの印象は悪くなかった。ヨーロッパの先進国を肩の凝る思いで回るより気楽に感じたのも事実である。

日本の国内の世論はフィリピンが何か暗いイメージで語られており、昨年のS商事支店長射殺事件やマニラ湾海賊事件のようなことが年中起こっている血なまぐさい国のように印象づけられている。たしかにマニ

ラは東京に比べれば安全な町ではないだろうが、最近のニューヨークやワシントンの話などを聞くと、東京の安全さに慣れすぎたせいではないかという気もする。

視察団一行の日程は約1カ月で、計画書の検討と現場視察を行なうことになっていた。なにしろ鉄道のほとんどない国で、約7,000余の島々でできているので、飛行機はわりあいポピュラーである。私どもはフィリピン空軍の連絡機DC3に乗って約6,000kmの空の旅をしたわけである。このDC3は時代ものではあったが、翼面積が広くて安全な上にプロペラ機特有のゆったりした爆音は晴れた日の空の旅にはまことに適した飛行機である。時速200km、高度約1,000mで緑の平野や青々とした海岸線を飛んでいると、仕事のことも忘れて眼下の風景を楽しむことができた。

農村地帯では、平地部は水田、丘陵部はココナツのプランテーションが広がり、河は原始のまま蛇行して流れている。現道の存在する所はその上を、ない所は新道の予定線の上を、あるいは海岸に沿ってゆっくりと飛ぶ。1時間もすると昼に飲んだビールのだき目と単調なエンジン音のためか、初めは飽きずに眺めていた下界の緑もだんだんとかすんで見えてくる。

同行のF氏は道路の専門家だけあって睡魔と闘う小生とは違って、地

図と首引きで眼下の地形を視察し、重要な地点ではカメラで記録するのに余念がない。地図といっても日本の陸地測量部発行の1/50,000のような立派なものではなく、ガソリンスタンドでくれるロードマップだから、国道は太く赤く、村は○、町は◎、県庁所在地は◎のように書いてはあるものの、現存する国道は幅7~8mの砂利道で、◎印の町でも人口は1万~2万ぐらいだから、うっかりウトウトすると、どこを飛んでいるのかわからなくなる仕末である。

改良予定路線の大部分は砂利道として存在しており、山岳部の一部ができていないのと、大きな河川を渡る橋梁ができていないのを除けば、大部分は砂利道の拡幅とかさ上げを行なってあとは舗装をするだけである。用地の心配はほとんどなく、レイテ島での丘陵部では60円/m<sup>2</sup>ぐらいだったから、日本流の考えではきわめて簡単な仕事に思えたのである。

山岳部では約1,000mぐらいの峠を越すところもあるが、トンネルの計画はなく、箱根の旧1号線の砂利道のようになっている。ちなみにフィリピンの道路では山岳トンネルは現存しない。

最後の行程約400kmぐらいを自動車で視察することになった。ルソン島中北部にCagayan Valleyという広大な盆地があり、米、タバコ等の生産地がある。その中心地にあるIlagan市からマニラに向けて南下するのである。小栗氏の説明によれば、日本軍はマニラから逆にこの道を北へ北へと退いたそうで、途中のDaltan峠には米軍戦没者の記念碑などもあり、私達も先輩達の苦難を偲んでしばし合掌したのである。

砂利道を車で飛ばすものなかなか骨の折れるもので、乾いた砂利道は砂埃がひどく、瘦せた砂利道では中心部だけに玉石が残り、アメリカ車ではあったが、10年ぐらいも経っ

た車はガタガタと走った。地図では○で示してある小さな村落には道路に沿って40~50戸のニッパハウスが並んでおり、豚や鶏は放し飼いにされている。道路で遊んでいる鶏などは時速100kmに近い自動車に驚いて逃げるのであるが、鶏の習性として追えばタテ方向に逃げるので、結果的には自動車心中をする奴も出てくる仕末であった。少し大きな町の近くとか中心部は舗装が進んでおり、教会、学校、町役場の建物が目立つ。一般民家は木造トタン葺である。

峠に近い軒家では子供が天秤棒で水を運んでいた。近くの谷川からでも汲んできたものであろう。

マニラに近づいてあと100kmぐらいになると舗装がふえるが、コンクリート舗装の割れ目をアスファルトで補修したのがちょうドクモの巣のように見える部分も続く。案内の道路部長氏の説明では、1939年の舗装で、厚さは10cmとのこと、日本の国内ならとくに打替えているところであろう。

マニラが近代的な都市であるのに比べて、地方農村部は現在の日本では想像もつかないくらい社会施設が揃っていない。道路ばかりでなく、通信、電力、治水等あらゆる面で整備が遅れている面が多い。ちょうど1930年代の日本の田舎によく似ている。日本の農村部では砂利道はあたり前で、子供達はワラ草履に筒袖の着物が普段着で、ズック靴や小倉地の洋服は外行きの晴着であった。手押しポンプもあったが、たいていの家ではツルベで水を汲み、天秤棒に木桶を下げて風呂水とか飲用水を運ぶのが大変であった。現在、東京の水道料金は1m<sup>3</sup>当り7円であるが、これを10円にあげたら大騒ぎになることだろう。どうやら便利さと安いのに慣れすぎたようにも思える。

かくして日比友好道路は3,000万ドルの建設機械や橋梁資材をもって

現在進行中である。その後、1969年、1970年と都合3回進行状況を見に行ったが、現地の工事費が不十分とのことで、当初の計画どおりにはいっていない。先日もNHKの南北問題の番組の一部に取上げられ、未完成の橋梁や未使用のプラントなどが放映された。関係者の一人として興味深く、かついささか残念な気持ちであった。どこの国でも道路技術者は道路を良くするのに熱情を傾けている。フィリピンでも同じで、政治家の無理解や予算の不足を嘆く声を聞いた。

しかし、道路関係の組織とか技術者の数とかレベル等にも問題は多い。たとえば、舗装とか橋梁の設計はアメリカ育ちの技師さんもいて立派にできているのであるが、こと施工となると機械はあっても施工技術者やオペレータの不足や地域的較差などが目立つ。トップが考えるほどには全体はうまく動かない。現状で彼らを批判することは容易である。しかし、20年前の日本をアメリカの技術者が見たらまさに同じような感じがしたであろう。

これからは、日本の後進国援助はGNPの1%を目途とすることが公約されている。アメリカの例にもあるように感謝されるとは限らず、国内にもまだやることはたくさんあるから、いろいろと困難なことが多いだろう。

私の年代は昭和の初めと昭和45年の世の中の変化を眺めて来たわけで、現在見るときわめて当り前なことでも、ここまで来るのには関係者の苦労は並大抵ではなかったことだろうと思う。次の時代を担う人々にもあわせてゆっくりに自信を持って進んでもらいたいと思うとともに、こと国土建設に関する限りは仕事は際限なくあるし、特にアジアには日本の精神的、経済的援助を待ち望んでいる国々が多いことも考えて欲しいものである。

(建設省大臣官房建設機械課長)

## フランス政府技術給費生を終えて

青 沼 英 明\*

私は昭和 45 年 9 月 30 日より昭和 46 年 7 月 10 日までの約 280 日間、フランス政府技術給費生としてフランス共和国に滞在する機会を与えられ、3 カ月間の語学研修ののち、主としてフランス政府公共施設住宅省の中央土木研究所、主要な地方土木研究所、道路技術研究センター、公共施設技術研究センター、建築物公共施設実験センターなどを訪問し、また高速道路および国際空港の建設現場、フランス電力会社のアルプス地方にあるダム式水力発電所群、および建設機械メーカ (ALBARET, RICHIER, BENOTO, POCLAIN, CROUSOT-LOIRE)、砕石工場、パリ市内の都市計画および外郭環状道路などを見学した。また公共施設住宅省と経済技術協力事業団の共催による外国人技術者のための道路工学セミナーに約 2 カ月間出席した。なお、概略日程を表 1 に、訪問地を 図-1 に示す。

そのほか、日曜日のウォークエンドや訪問見学先への旅行の途中に散在する名所旧跡もできるだけ観てきたので、滞在期間中の研修概況を中心に見聞したものや、私自身が肌で感じたものを思い出しながら紹介する。



図-1 訪問地略図

### 渡仏の経緯

まず最初に、私が渡仏することとなった経過について簡単に述べさせていただく。

私自身は建設省の職員であるが、昭和 42 年に総理府科学技術庁に出向を命ぜられ、3 年 7 カ月間、振興局国際課に勤務した。業務内容は主として各省庁に付属する国立試験研究機関 (機関数約 80) の研究職員 (約 1 万名) を選抜して欧米先進諸国に 1 年間派遣し、大学または研究機関で研究活動に従事していただき、外国の研究状況、研究手法、ものの考え方等について新しい知識を日本に持ち帰って、わが国の自主技術開発に貢献していただくという誠に結構な在外研究員制度を運用することであった。建設省在勤中の業務内容とは 180 度の転換であったので、ひと通りのみ込むのには苦勞した。

この間、米国 2 回、フランス 1 回の在外研究のキャリアをもつ鳴原国際課長が在京フランス大使館の当時の科学参事官 Dr. FABRE と協議のうえ、科学技術庁においてフランス語研修会を昭和 42 年度から開講することになった。講師としてはフランス大使館から若い書記官が派遣され、週 2 回、午後 6 時から 1 時間半庁内会議室で実施した。現在、この研修会もすでに 4 年を経過し、第 5 回目が大使館の現科学参事官 Dr. DUPUIS 夫人の献身的なご協力により実施されている。受講者は各省庁試験研究機関から推せんされた 20 数名であった。

余談であるが、この研修発足の主旨は、フランス大使館が毎年実施しているフランス政府技術給費生試験受験者のフランス語能力が極端に不足しており、肝心のフランス国内での技術研修に支障をきたしているため、せめて技術系公務員だけでも、そのレベルアップを計ろうとしたものであった。特にわれわれは島国育ちのせいで、日頃諸外国の人々と接触する機会もほとんどなく、また一般的に技術系を志向する者は語学面に弱いという傾向があるので、文科系の方々に比べて見劣りするの否めない事実であろう。しかし、フランス政府は毎年 70 名に及ぶ日本人技術者を招せいで、日仏間の科学技術交流に貢献している。しかしながら、G.N.P. 世界第 3 位を誇るわが国は、フランス人に対するこのような給費制度が皆無に等しい状態である。

\* 建設省関東地方建設局川治ダム工事事務所機械課長

話を元に戻して、私の場合、職務柄この研修会のお守り役を引受け、聴講させていただいたことがフランス語に接触する結果となり、フランス政府技術給費生試験を受験し、幸じて合格した。そして、昭和45年8月には科学技術庁から建設省関東地方建設局に戻り、建設省から「公共事業の施工に関する研究のためフランス共和国へ出張を命ずる」という誠に幅の広い出張命令をいただき、昭和45年9月30日、羽田空港を出発した。

その夜、パリの南にあるオルリー国際空港よりフランス国内に入国した。空港には身元引受先であるフランス政府外務省の特殊法人国際研修センター(C.I.S.)から車で出迎えにきており、専用宿舎に案内された。

### 語学研修

パリ到着の翌日から身体検査やC.I.S.での諸手続きに数日を費したけれど、おぼつかない私のフランス語の能力では相手の喋っている話の内容もさっぱりつかめず、意志疎通がまったく困難であった。だから、その場の雰囲気でも適当に判断して行動する以外に、自分1人ではどうにも仕方がなく、最初はまったく困惑してしまっただけで、日が経つにつれて判らないものはどうにもならぬとあきらめの境地に至り、あまり気にしないことに決めた。

来仏最初のウィークエンドはパリ市内を地下鉄に乗ってルーブル博物館、セヌ河畔、シャンゼリゼ通り、サクレ寺院など、初めて訪れた興味深さから疲れも忘れて歩きまわった。

世界各国からフランスに招へいされてくる研修生の中には、私と同様、言葉の不自由な人が相当数いるので、各自の能力に応じて語学研修期間が決められ、地方の大学などに付属しているフランス語教習所に入所させ、フランス語を覚えさせるシステムとなっている。私の場合は3カ月と決まり、研修場所はフランス中央部にある人口2万人のVICHYという温泉町であった。

この町は第2次大戦初期のベタン元帥の率いたVICHY政府のあったところで、私の宿泊していた一つ星の安ホテルの前にある三つ星ホテルがその司令部だったところであった。研修所は近くにあるCLERMONT-FERRAND市にある国立大学の人文科学文学部とVICHY市の共立となっているC.A.V.L.M.(Centre Audio-Visuel de Langues Modernes—近代言語視聴覚センター)という教習所で、その教育システムは子供が目と耳から自然と言葉を覚え込むのと同じように、教室にはスライドフィルムとテープレコーダを備え、文字はいっさい使わずに、絵と音だけを使って1人1人が完全にその言葉を理解し、同じように発音できるようになるまで反復練習させるという徹底したやり方であった。先生は年の頃20才ぐらいの女子大生で、目のさめるよう

表-1 概略日程

年 月	場 所	研修および訪問先
1970年10月 ~12月	VICHY	C.A.V.L.M.でフランス語研修
1971年1月 2月	PARIS	中央土木研究所で研修
	ORLY LYON	中央土木研究所オルリー支所で研修 リヨン地方土木研究所で研修
3月	TRAPPES	トラップ地方土木研究所で研修
	CREIL	ALBARET 社工場見学
	CHARLEVILLE	RICHIER 社工場見学
	GRENOBLE	RICHIER 社工場見学
	BETHUNE	BENOTO 社工場見学
	LE PLESSIS- BELLEVILLE	POCLAIN 社工場見学
	SAINT-CHAMOND	CROUSOT-LOIRE 社工場見学
	ANGERS	試験研究機器試作開発センター訪問
	LES PONTS- DE-CÉ	アンジュール地方土木研究所で研修
	NOUBLEAU	礫石工学見学
4月	ALPES 地方	MONTEYNARD ダム
	"	DIGVE DE NOTRE- DAME ダム
	"	ST-GEORGES 発電所
	"	LA BATHIE 発電所
	"	SERRE-PONÇON ダム
	"	CURBANS ダム
	PARIS	※道路工学研究会開講
	"	国立地理院訪問
	"	公共施設住宅省高速道路研究技術センター訪問
	"	建築公共施設実験センター
5月	ST-REMY	建築公共施設実験センター
	ROISSY-EN- FRANCE	新国際空港建設現場見学
	PARIS	BAGNOLET インターチェンジ見 学
6月	AIX-EN- PROVENCE	51号高速国道建設現場見学
	"	公共施設住宅省公共施設研究技術センター訪問
6月	PARIS	※道路工学研究会開講
	LILLE	リール地方土木研究所で研修

なフランス美人であった。到着後あまり日が経っていない頃であったので、女の子が皆美人に見えたのかも知れない。授業は1日5時間の週5日で、土、日は休日である。1日の授業は9時から12時までと、午後は2時から3時までの計4時間がオーディオビジュアルで、3時から4時までがラボであった。

語学研修の内容はごくありふれた日常生活に出てくる会話を主題としたものであった。私どもが学生時代に学校で受けた語学教育は、その内容が文学的で程度が高かったけれども、ほとんどヒヤリングやスピーキングに無頓着な、ただ外国文字の暗号翻訳だけのことであったことを痛感させられた。これでは外国の人々と接して会話を通じて相互理解をすることなど何10年やってみただけで不可能である。最近の日本の外国語教育も多少は改善されてきてはいると思うが、まだまだ日常のありふれた事項を軽蔑視する思想がわれわれの心の底流に流れているのではないであろうか。

C.A.V.L.M.での研修も、1カ月が過ぎる頃になると慣れがでてきて、片言のフランス語でクラスメートとやりとりをしたりするようにはなっていたが、お互いにプロ

ーゲンで、フランス語とはほど遠いものであった。しかし、いまになって考えてみると、この語学研修期間中はちょうど人間が動物に芸を教え込む調教小屋のようなものであったような気がする。また、ここにはアジア、中近東、南米、アフリカ、北欧、東欧などの諸国およびアメリカ、ドイツ、スペインなど世界各国から若い男女が集まってフランス語を学んでおり、まるで世界中の人種の坩堝のようであった。

毎週のウィークエンドには C.A.V.L.M. 主催の催し物があり、エキスカージョン、映画、音楽会、ダンスパーティーなど盛り沢山のプログラムが組まれていた。そして研修員相互の親睦とフランスでの生活を楽ませるように気を配っていた。私も極力これらの催し物に参加し、エキスカージョンではフランスの庭園といわれてローワル河に沿って散在する中世フランスの王侯貴族が居城したシャトウ(CHEVERNY, CHAMBORD, BLOIS, CHENONCEAUX など)を見物した。これらの建造物は豪壮な石造りで、広々とした緑の田園の森の中にひときわ目立ってそそりたっているのを見ると、その辺の木蔭から中世の騎士が現われてくるのではないかと錯覚するぐらいの雰囲気であった。また、その内部の豪華さにも吃驚させられ、日本の武士の質素さに比べると雲泥の差があったようである。そのほか 10 世紀頃から建てられた古い教会がいまも近在の人々の心のよりどころとなって存在している情景もたくさん目についた。また、国境を越えてスイスのレマン湖の周遊やアルプスの高峰モンブラントンネルの潜り抜け、雪のシャモニーなど、楽しい旅行が思い出される。

### 技術研修

1970 年末で 3 カ月の語学研修も終わり、再びパリに戻ってきた。ちょうどそのときは南フランス一帯が何 10 年ぶりの大雪に見舞われ、鉄道、道路が寸断され、大騒ぎを起こしていた。パリでは C.I.S. 本部で私自身の今後の技術個別研修の打合わせや宿舎の斡旋を受け、また警視庁へ行ってあちこちの窓口をうろろしながら滞在証明書等の交付申請などの手続きをした。3 カ月の語学研修の成果で少しは喋れるようになったので、来仏当初よりは楽であった。

宿舎はパリ南の郊外で、地下鉄 SEAU 線の MASSY-PLESEAU の近くの団地の中にある MASSY 国際宿舎であった。ここはほとんどフランス政府から給費を受けている研修員が宿泊しており、建物は 10 階建の真新しいものであった。ここはオルリー国際空港に近い所で、毎日離着陸するジェット機が団地の上空で爆音を響かせていた。結局この宿舎に半年間滞在し、ここを根城に日程に示すような研修活動をした。

研修の方は、C.I.S. から公共施設住宅省の技術協力

部研修課に出頭するように手配され、ナポレオンを祀る INVALIDES 寺院の近くにある古い庁舎に出掛けて行った。主任担当官は年の頃 50 を過ぎた白髪の紳士、M. BOSSE という方で、実際の細かな面倒は彼の秘書の Mme. MAFFRE が見てくれた。公共施設住宅省の組織概要は図-2 の機構図に示すとおりである。

わが国の建設省と比較すると、内部部局では河川局がなく、その代わりに港湾・航路局がある。これは国土面積が日本の 1.5 倍で、平野部が約 85% を占め、山岳部は南のスペイン国境となっているピレネー山脈とスイス、イタリアとの国境をなすアルプス連山部、および中央部に丘陵地帯 (Massif Central) があるのみの見渡す限りの大平野で、牧場が果てしなく続いている。河川はこれらの山岳部から流出して平野に入ると蛇行して眼で見ただけではどちらの方向に流れているのか判らないような緩流で、河幅も広く、流量も豊富で、いつも満々と水をたたえている。年間を通じて水位の変動も日本のように極端な差がないようで、そのほとんどが無堤地であるので、日本のような河川改修の必要性がないのだと思う。それにこれらの河川を大きな船が航行して大量の物資を輸送している。

国道は高速道路を含めて全部公共施設住宅省により直轄管理施工されている。そしてすべての国道が四方八方からパリに集まっていることからわかるように、典型的に中央集権の強い国で、良きも悪きもパリに集約されている感じである。こうした永い伝統の集積が芸術文化の都を築いたのではないかと思う。その典型的な事例がルーブル博物館で、広い館内にはフランス国内はいうに及ばず、世界中の芸術作品を一堂に集めた大コレクションである。市内には大小さまざまな博物館があり、その保存には政府および国民が多大の努力を払っているようである。

どうも話が余談になってしまったが、国内には 90 の県があり、すべて政府の官選知事によって統治され、各県ごとに建設局がある。これは日本の県の土木部と建設省の地方建設局を合わせたような役割を持っており、その主体は道路整備事業である。この下に各公共事業を受持つ工事事務所がある。私も 2~3 箇所を訪問したが、

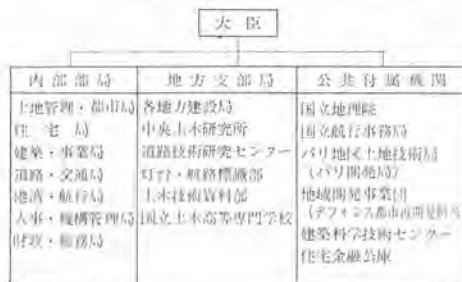


図-2 フランス政府公共施設住宅省機構図



その規模は私どもの出張所ぐらいの感じで、その役割は請負工事の監督と施工管理が主力のようである。それから5ないし6県を1ブロックとして、そこに地方土木研究所(L.P.C.)が設置され、全国で17箇所ある。そのうち4箇所ばかりをめぐり歩いたので後で、概況を説明する。なお、このL.P.C.はそのうちの大きな県の建設局に所属していて、経常経費いっさいが支弁されているが、人事および研究業務はすべてパリにある中央土木研究所が統轄しているようである。

中央土木研究所 (L.C.P.C.)

1971年1月5日に公共施設住宅省からの紹介状を持ってパリ15区のPORTE DE VERSAILLEの近くにある中央土木研究所の技術協力研修担当者 M. RICO をたずねた。彼はまず私に、当研究所の研究活動について隣りの研修室に文献資料が網羅してあるので、当分の間それを読み、もっとも興味深いものをピックアップしてくれば、それに合わせて研修プログラムの日程を作って上げようということであった。

さて、それから毎日研究所通いをして、明けても暮れても研修室で唯一人文献を読まされたけれど、私の頭の中にはほとんどフランス語の技術用語が入っていなかったもので、持っていった仏和辞典ではどうにもならず、街の本屋から土木、機械に関する英仏辞書を買ってきて、来る日も来る日も辞書引きに費してしまったのは少々

うんざりするのと同時に、事前にテクニカルタームを調べておけば非常に助かったのではないかと後悔した次第であった。

そこで、私は主としてフランスの土木研究所により開発されている道路管理と施工管理用の試験機械に興味をもっていたので、これらに関係のありそうなテーマを拾い出して研修してくれるようお願いしておいた。むこうの人達は広い国でおおらかに育っているせいか、仕事ものんびりとやっており、煩雑になってくると、またあした(à demain)というような調子なので、最初はこちらの方がとまどってしまった。われわれ日本人が日頃あまりにもせわしく働きまわる癖があるのだと思った。この研究所の組織は図-3に示すとおりで、所長のもとに計画、実施、技術資料、総務担当の4人の次長があり、4研究部と五つの共通サービス部門から成っている。

私など、本来研究者ではないのでよくわからないが、その組織が研究活動面からみて、きわめて機能的、即物的に分類されたものとなっているようである。当研究所はパリ市内の限られた狭い敷地内にあり、増大する研究陣を10階建の研究棟に収容している。さらに道路部と地質部はオルリー空港敷地内の分室にあり、研究要員はパリから毎日専用バスで通勤している。私は滞在中にひと通りの研究室を見せていただいた。

私の研修はオルリー分室の道路部で行なわれ、道路部



図-3 中央土木研究所機構図

次長の Ph. LEGER から研究部の組織、研究概要の説明を受けた後、研修テーマとして次の3項目をあげた。

#### (1) 動的路面走行性状測定装置

小形自動車の後部に自転車車輪に懸架された測定装置をけん引し、自転車車輪が路面の不整により受ける振動数と振幅を磁気テープに記録し、これを電子計算機で統計的に解析して路面性状を測定する装置で、時速 120 km ぐらいまで測定可能なものもある。

#### (2) 重荷重振動測定装置

主として剛性舗装体の挙動を試験する装置で、大形トラックに架装され、3.5 t の重錘を負荷した油圧式振動発生器を備えており、これをトラックに搭載した専用のディーゼルエンジンで駆動するもので、振動発生器を路面上に置いて振動を与え、舗装体の微小な上下・水平方向の変位を電磁ソレノイド計で測定する。

また研究所では、米、英、独製の試験装置および日本製の電子部品や計測機器をたくさん使っていて、特に日本製品は低廉で高品質だと評判がよいようである。

#### (3) 高周波振動伝播速度測定装置

電磁式の振動発生器と発動発電機を小形トラックに搭載している測定車で、道路に高周波振動を与え、その伝播速度を測定することにより舗装体の疲労および劣化状況を診断するものである。そしてそれぞれの担当技師を紹介してくれた。各研究室では技師がその研究目的、手法、測定装置の概要およびいままでの研究成果などについて説明をしてくれた。また、これらの装置を使つての測定作業は担当の技術員が装置の構造、測定項目、取扱など、懇切丁寧に実物を見せたり、黒板に図を画いたり、また文献などを示しながら説明してくれたので、耳で聴くより目で聴いているようなものであった。

### 地方土木研究所 (L.P.C.)

#### (1) LYON

1971年の2月中旬にフランス第2の都市リオンを訪れた。パリの中央土木研究所から電話で事前に連絡をしておいてくれたので、リオン地方土木研究所から車が駅に出迎えてくれた。目じるしのため中央研究所の研究報告書を手を持って行けば相手が見付けてくれるとのことだったので直ぐに見付けてもらえた。しかし見知らぬ外国での1人旅は地理がわからず、まったく氣を使う。研究所はオルリーと同様にリオン国際空港の敷地の中にあり、まだ建てたばかりの真新しい庁舎であった。

リオンはフランスきっての工業都市で、重化学、機械、自動車などの産業が立地している。これは地中海に流れ込んでいるローヌ川の中流部に位置し、大量の原材料は船で内陸まで航行されている。人口も周辺を合わせて150万人ぐらいである。

パリを筆頭にフランスの都市は日本のそれらと比較すると人口規模は大したことはないが、都心部および住宅

地区などゆったりとした幅広い道路と随所に見られる公園緑地などが数世紀前から完備され、また建物は200年以上を経過したものが多く、石積の実に堂々としたもので平均5階建の、外観は誠に優雅なものである。これは、西欧が石により築かれた文化であることに起因し、その耐久性が子孫に偉大な遺産として引継がれているのだと思う。これは国土が大陸の安定した地盤に支えられ、良質な石材が豊富であり、また地震がなく、それに高緯度のため長い冬の寒さから身を守るのに必要であったのだと思う。

方々旅行しているうちにつくづく感じたことは、われわれの祖先ほど残す遺産の少ない民族はないのではないかと思えてきた。でも、国土の8割を山で覆われた狭い平地に、目ぼしい資源もほとんどなく、地震、台風などの自然災害に見舞われながら、その日その日を食うのに追われて生活しなければならなかったことを考えると、それを望む方が無理だったのかも知れない。

G.N.P. 世界第3位になった現在のわれわれは、当然西欧の祖先が残した以上の大いなる遺産をわれわれの子孫に残すことを真剣に考えるべきだと思う。住宅、下水道、公園などの生活環境施設の完備されていない先進国など、東洋にただ一つ日本があるだけなのではないであろうか。茨の道を歩み続けた日本にそれをするだけの余力がなかったことも確かな事実だと思うが、諸外国に対して経済的に侵略することだけを生き甲斐とせず、国内の公共施設の整備を大いに推し進め、内外面ともども、世界の人々から信頼される日本を築くことが大切だと思う。それにわれわれ日本人は勤勉で優れた素質をもち、日本語だけで意志疎通ができる単一民族、1億人というのは世界に誇るべきもので、そうざらにあるものではない。そして、わが国の発展はますます世界の人々から注目を集めるであろう。フランスでも、近年日本に対する関心が非常に高くなっており、ポンピドー大統領など、テレビ、ラジオで日本に追いつき、日本を追い越せと国民にハッパをかけている。

どうも話が横道にずれてしまつて誠に申しわけない。話を元に戻して、リオンの研究所では次の2種の舗装面摩擦係数測定車を見せてもらった。

#### (a) 被けん引式路面摩擦測定車

この測定車は路上を高速走行する乗用車の車輪の輪荷重に合わせた重量をもった1輪の被けん引式測定装置である。これは小形車によりけん引され、150 km/hr までの速度で試験することができる。測定時は1輪の測定輪を完全に停止させた状態で、この車輪が路面摩擦により後方に引かれる力を電磁ソレノイドで検出して、測定時の車速、ブレーキ力、測定長、路面摩擦係数などの必要データを自動記録できるような構造となっている。そのうえ、ご丁寧に水タンクまで搭載し、水厚3 mm まで任意

に測定車上で自動制御できる散水装置も付いていて、試験方法の万全を期している。フランスではこの測定車を使ってすでに 2,000 km 以上の国道を測定し、道路管理の貴重な技術資料を提供している。また、これらの測定は各研究所がおのおの測定車を保有して個別に実施するのではなく、所轄区域を越えて実施し、パリ中央土木研究所と連絡調整をとり、欠点を改良しながら実施している。これは測定値の信頼性の向上と技術基準の確立およびスペシャリストの養成に役立っているようである。

#### (b) 路面すべり測定自動安定車

これは普通の乗用車を局部改造した新しいタイプのものである。通常左右の摩擦係数が大きく異なる舗装面上で車が急ブレーキをかけた場合は車がスピターンもしくは大きく方向を替え、この現象に起因した衝突もしくは大きな交通事故が頻繁しているのが実情である。

そこで、この測定車は上記のような状態の路面上で急ブレーキをかけても常に車は進行方向に正しく向かって停止するような構造になっており（これは日本の自動車メーカーにより開発された機構だと向こうの連中から聞かされた）、ブレーキ時の左右のタイヤの制動力の差を検出して左右舗装面のすべり差（摩擦係数）を測定する装置を備えている。この機種はまだ実験段階で、リヨン国際空港敷地に設けた延長 2 km の試験舗装区間で測定が行なわれ、装置の改良と測定作業標準の検討が地道に進められているようだった。

#### (2) TRAPPES

パリの西南 10 数 km の、ルイ王朝がその栄華をきわめて築造したベルサイユ宮殿にほど近いのどかな田園の中にあるのがトラップ地方土木研究所である。ここではアスファルト舗装体のたわみを自動的に測定する測定車について主として研修させていただいた。

#### (a) 路面たわみ自動測定車

これは通常自動ベンケルマンビームともいわれているものである。フランスでは走行車両の 1 軸許容軸荷重が 13 t（日本では 10 t）と規定されているので、大形トラックのシャシ下に T フレームで形成された測定装置を装備し、左右後部ダブルタイヤの間に測定ビーム触子をそう入する仕掛けとなっている。

測定は計測装置をワイヤロープで路面上を引きずりながら前方に引張り、静止した直後に測定レバー触子の反対側に装着してある電磁ソレノイドの芯棒をレバーに確実に固着させ、後から後輪が接近して路面が下部にたわむ変位量を電気量で検出する。そして運転室に装着した記録用計測電子回路を経て、数値変換して 1/4" の磁気テープに記録するシステムである。

計測は車輪 1 回転に 1 回ずつ測定するので 3.4 m おきの測定間隔となっている。測定車は平均速度 2 km/hr で道路上を走行し、km 当り約 600 の測定値を得ている。

本機の開発にはすでに 10 年近い月日を費し、当初は測定装置に大きな振動が発生し、また記録装置などにも多くのトラブルが続出して使いものにならなかったものを、ねばり強い改良を重ねて使いものに仕上げたといっていた。

現在、全フランスで 27 台が使用され、1 日 8 時間の測定作業を実施しているので、毎日およそ 20 万のデータがこの研究所に集まってくる。ここで電算機用の 1/2" テープに吹替え、パリの L.C.P.C. のコンピュータで統計処理したのち、測定路線のたわみ状況を一目瞭然に判るような表を作成して各工事事務所に送付している。

たわみ量の限界は 3 mm を基準としており、3 mm 以上が連続している区間はその路線の自動車交通量の程度と予算を勘案して修繕工事を実施している。現実にはたわみ量 3 mm 程度では路面を肉眼で見た限りクラックの発生に見られないけれど、そのままの状態でも供用していると、ごく短期間のうちにクラックが生ずるので、その手前でオーパレイを実施するのだとの担当者の説明であった。またこれら修繕工事の発注区間も平均 20 km 単位となっているようで、オーパレイによる若干の路面の上昇などほとんど問題にならない。

広い平野の牧場を貫通する国道は幅員も広く、日本の国道のような家屋連垣部は街を一步過ぎるとほとんどない。また 3 車線の国道が多く、中央車線が上下線の車の追越しに用いられて、車の走行は誠にスムーズで快適である。路肩も平均 3 m ぐらいとってあるので、事故車の待避など、自動車交通上十分な余裕幅をとっている。これは現在の国道網が、長い馬車交通を可能とするためすでに中世期に完成しており、また、それに必要な広い国土を有していたためだと思う。わが国では「水を治める者は国を治める」という諺があるけれども、欧州大陸では「道を治める者は国を治める」ということだったのでないかと考えられる。

#### (b) 道路走行車軸重自動測定装置

主要国道上に埋設されている装置で、1 t から 20 t まで 1 t きざみの軸重を路肩または歩道上に設置した計器箱のカウンタに記録するようになっていて、必要に応じて所員がカウンタを読み取りに出掛けるということである。これによって交通状態の量および質を正確に把握することができ、道路の技術管理に役立っている。

この装置の概要は、鉄鋼製のフレームの下に 3 個の圧感セルをもった簡単なものである。フランスの道路整備は封建時代から道路行政体制が確立されており、その永い伝統は現在なお脈々と生き続けている。また自動車保有量に対する道路延長も十分な余裕をもっていて、車両は高速国道で 140 km、一般国道で 120 km ぐらいの速度で走行しているが、広い平野で、路側には牧場の丸太困いかな生垣程度しか目に入らないので、車に乗っていても

大したスピード感はない。また市街地を出ると速度制限標識などぜんぜんなく、案内標識が親切丁寧に設置されており、初めて走るドライバーでもほとんどまどうことなく目的地に案内してくれる。

### (3) ANGERS

パリから南西 300 km 離れたブルグニョー地方のアンジュール市郊外の Ponts-et-Ce にあるのが当地方土木研究所である。所員は 140 名ぐらいで、所長の下に 2 名の次長があり、その組織概要は図-4 のとおりである。ここの所長は気さくな人で、いろいろと親切に話をしてくれた。特に研究所の組織については時間をかけて説明してくれた。それから研究所の各研究室を個別に訪問して、実施中の実験概要と試験機器の構造の説明を受けたので、特異に感じたものを紹介する。

まずコンクリート試験室ではコンクリートミキサで練り上がりコンクリートのウォーカービリティを駆動用電動機の電流値を測定することにより数値的に決定する計測機器の開発研究をしているところを見た。次に瀝青材化学研究室では種々の配合合材テストピースに繰返しのおねくり力（上下支持台が偏心のボールジョイントでできており、これを油圧モータで駆動）を与え、その疲労破壊限度を測定する試験機を実演して見せてもらった。それから各種配合によるアスファルト合材により舗装した材料に規定の荷輪重 3.75 t のタイヤを繰返し往復運動させて舗装材の変形を試験する大形専用試験室も見た。

土質試験室では、内面にゴム製の袋を備えた大形の高圧タンクが設備しており、各種土質材料をゴム袋に入れて蓋をしめ、ゴム袋外圧に高圧エアを吹込んで土質材内部に生ずる応力、ひずみなどを内部に仕掛けた計器により測定していた。また路盤研究室では道路盛土の土圧および沈下量を精密に測定するため、炭酸ガスと水を使っ

た簡単な計器を開発して使用していた。

## あとがき

L.C.P.C. および 4 個所の L.P.C. を訪問して強く感じたことは、研究開発、技術管理、および施工管理についての実施体制が機能的に、また有機的に確立されており、それぞれの研究テーマも、公共事業の実施にあたって、実際に必要な基礎および応用研究にきびしく限定されているようであった。

それにフランス人の国民性として、オリジナリティを尊重する思想が強く、他人の独創性を容認する態度がある。これは逆説的にいえば、彼らの合理的な、また徹底した個人主義的生活態度に起因するものであるといえるかも知れない。しかし、これとは逆にわれわれ日本人は仲間の誰かが独創的なアイデアを打出すと、たいがい否定的、批判的な反論をもってたたきつぶす習性が強すぎるように思える。どうもこれは家族主義、職場主義のように、いつも物事を全体的な立場から考えすぎる生活態度からくるようで、個人の独創性のあるものが育ちにくい感情構造をもっているように思えてならない。しかし反面、物のあわれとか義理人情など暖かい感情をもっているのであるから、お互い仲間同志の心情の中にもっと柔らかなゆとりと、人間的な個性を持つべきではないであろうか。洋の東西で感情のとらえ方がこんなにも違っているものかと認識させられた。

それから向こうの連中に、日本では高品質な電子機械部品が多種多量に生産されているので、お前達のところでもさぞかし優秀な技術および施工管理機器を開発しているだろうと質問されたのには少々とまどい、われわれは増大する公共事業の施行に追いまわられて、まだそこまで手がまわらないと返答しておいた。

技術管理も施工管理も一言でいえば、ものの値を計測機器で客観的に正確に測定し、収集した多量のデータを処理して、出てきた事象から物事を科学的に判断することで、これらの手法を規準化し、仕事をシステムティックに処理していく体系を確立し、これを実施する体制を整えることだと思う。

中央土木研究所と三つの地方土木研究所をまわったところでちょうど私の技術研修の半道中が終わったところである。今回は誌面の都合で残り半分は省略させていただいて、機会を改めて報告させていただきたいと思う。

また、向こうからは相当量の技術資料をもらって持ち帰っているので、暇をみながら翻訳し、機会があったら本誌に発表させていただきたいと思っている。未熟なフランス語での一人旅であったので、私の聞き違いや思い違いなどにより内容が曲解されて記述している部分もあると思うが、ご容赦をお願いします。



図-4 アンジュール地方土木研究所組織図

# プレハブ工場の設備と作業の流れ

引 地 重 俊\*

## 1. ま え が き

鉄筋コンクリート造の住宅を建設するにあたり、あらかじめ工場で鉄筋コンクリートの板を製作し、トラックで建設現場に運搬し、現場で建方用クレーンを使用して組立てる工法をテルトアップ工法と称するのであるが、一般にコンクリート系プレハブ住宅とっている。

この工法で現在では1戸建の個人住宅から2階建テラスハウス、5階建40戸の中層アパートに至るまで建築され、欧州では30階建の高層アパートも建造されている。また、この工法は第2次大戦後、戦災に会ったフランス、ソ連、ドイツ、イギリス、デンマーク、スウェーデン等で開発され、日本では昭和30年頃から日本独自で開発し、発展して今日に至ったものである。

表-1 生産能力

ライン名	日産	月産	年間	備考
A L	2戸	50戸	600戸	屋内作業
B L	2戸	50戸	600戸	〃
C L	2戸	50戸	600戸	〃
D L	2戸	44戸	528戸	屋外作業
K L	2戸	44戸	528戸	〃
F L	2戸	44戸	528戸	〃
計	12戸	282戸	3,384戸	

この工法の特長は、工場における量産方式によって従来の工法より早く、安く、そして品質のよいものができる。さらに今日の人手不足の折り、工場で製造可能なものはできるだけ工場で製造して建築現場の作業を少なくし、工場を機械化することによって省力化することができるのである。

## 2. 工場の設備

プレハブ工場の設備は年々進歩し、機械化され、省力化されている。ここでは大成プレハブの千葉工場を紹介する。

### (1) 千葉工場の概要

所在地：千葉県千葉市六方町字元小深 60 番地

設立：昭和 42 年 6 月

敷地面積：64,377 m<sup>2</sup>

人員構成：

社員 24 名（技術、事務）

技能員 80 名（オペレータ、機械工、電工、ボイラーマン他）

連業者 230 名（鉄筋工、左官、PC工他）

生産能力：表-1 に示す。

工場配置：図-1 に示す。

### (2) 主要設備

使用しているおもな機械は表-2 のとおりである。

## 3. 作業の流れ

工場で製造する鉄筋コンクリートの板（PC板という）の製作工程を図示すれば図-2 のようになる。

以下、作業の流れについて説明する。

### (1) 清掃、ケレン

これは周辺わくの掃除で、作業員を一番多く必要とし、時間もかかる作業である。

### (2) 型わくセット

パレット（定盤）に周辺わくを取付け



図-1 工場配置図

\* 大成プレハブ（株）工事部機材課長



写真-1 型わく、配筋、埋込金物等のセット

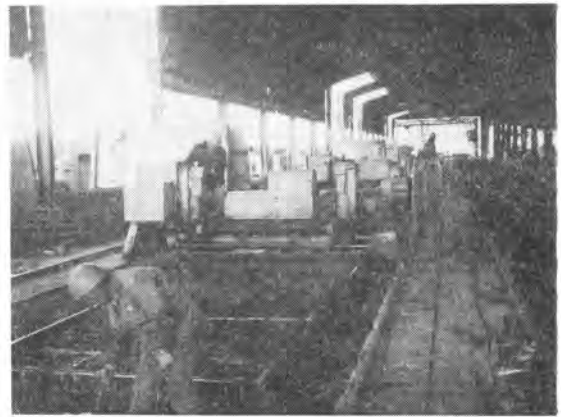


写真-3 コンパクト作業



写真-2 スプレッド作業



写真-4 PC板のつり起こし作業

る作業で、セットには精度が要求され、付属品の取付は正確に行なわれる。

### (3) 剥離剤散布

PC板を取り出すとき、パレット、周辺わくから簡単に引離すために塗布するものである。

### (4) 配筋、埋込金物、配管、木レンガ、スリーブ、サッシュ取付

次に行なわれる作業は鉄筋加工場で加工し、組立てられた鉄筋を配筋し、PC板つり上げ用フック、差筋を入れる(写真-1参照)。

また、電気配管の塩化ビニール管もセットする。さら

表-2 主要設備

名 称	数 量	性 能
円形クレーン	12 台	つり上げ荷重 7t、揚程 8m
天井走行クレーン	4 台	つり上げ荷重 7t
パッチャプラント	2 基	1m <sup>2</sup> ×1 連、0.8m <sup>2</sup> ×1 連
ボ イ ラ	3 台	5t/hr, 4t/hr, 3t/hr
コンクリート打設機	6 台	2.5m <sup>3</sup> (バケット容量)
鉄筋切断機	9 台	32mmφ
鉄筋曲機	12 台	25mmφ
ショベルローダ	1 台	0.85m <sup>3</sup> (バケット容量)
ホークリフト	2 台	2t
ダンプトラック	4 台	4t
パレット (定盤)	612 枚	3m×6m, 3m×5m, 3m×4m

に木レンガ、スリーブ等を入れ、サッシュもセットしておく。

### (5) コンクリート打設

型わくセット、配筋等の諸準備ができればセットをよく検査してからいよいよコンクリート打設が始まる。コンクリート打設は西ドイツのアルパウ社から輸入したコンクリート打設機によって機械打ちする。なお、機械は次のように3台に分かれており、諸元は表-3に示すとおりである。

① スプレッド：コンクリートを適当に流し込む作業をする。

② コンパクタ：バイブレータの作業をする。

③ フィニッシングスクリード：表面をならし、左官仕上げの作業をする。

作業は、まず工場内のパッチャプラントで練ったコンクリートをダンプトラックによってスプレッドまで運ぶ。これをスプレッドが本体のバケットに受取り、走行しながらバケット下部の6個のゲートから適当な量を排出して進む(写真-2参照)。

次にコンパクタが自走しながら振動を与え、コンクリートを十分に充填する(写真-3参照)。さらにフィニ

ッシングスクリードが同じく自走しながら表面の左官仕上げをする。この頃から蒸気を通して前養生を始める。

(6) 本養生

最後の左官仕上げが終わったらシートを掛け、本養生をする。本養生は蒸気を約7時間、80°C に維持して通気し、養生する。その後、通気を止め、余熱養生をして翌朝脱型する。

(7) 脱型、取出し

一晚蒸気養生されたPC板は120 kg/cm<sup>2</sup> ぐらいの圧縮強度になっており、蓋のシートを取り除き、脱型作業を行なう。注意して作業しないとPC板の破損が多く出る。脱型されたPC板はクレーンでつり起こされる(写真-4 参照)。

(8) 仮ストック

つり起こされたPC板は直ちに仮ストックヤードにストックされる。この作業も静かにつり下げなければ板を破損するので注意しなければならない。

(9) 搬出

ストックされたPC板は建方の作業に応じて工場から建築現場へ逐次搬出される。搬出には普通の平ボデーのトラックに鉄製架台を乗せ、これにPC板をもたせかけて固定し運搬する。

4. あとがき

現在はここまで機械化しているが、流れ作業を取入れたシステムはソ連、デンマーク、スウェーデン等ではもっと進んでいる。特にデンマークでは立打ち工法(パツテリシステム)が発達しており、さらにホットコンクリートの使用も盛んである。将来は日本のプレハブ工場も急速に合理化、機械化され、そして自動化、省力化された工場になるであろう。

表-3 コンクリート打設機主要諸元

スプレッタ		コンパクタ		フィニッシングスクリード	
バケツ容量	2.5m <sup>2</sup>	走行馬力	2 PS	走行馬力	5 PS
走行馬力	4 PS	走行速度	0.8~3.2 m/min	走行速度	0.75~3.0 m/min
走行速度	高速 20 m/min 低速 10 m/min	無段変速		無段変速	
バケツ昇降量	140 mm	パイプブレーダ		スクリード	
レール面上	300 mm	馬力	7.5 PS	馬力	1.5 PS
レール面下	2,800 mm	幅	2,900 mm	ストローク数	75 cpm
バケツ幅	6 個	振動数	4,500 cpm	ストローク量	80 mm
シャック数		振幅	2 mm	幅	2,950 mm
振動モータ		パイプブレーダ昇降量		スクリード昇降量	
馬力	0.2 PS	レール面上	140 mm	レール面上	140 mm
振動数	2,800 cpm	レール面下	300 mm	レール面下	300 mm
数量	6 個	油圧馬力	3 PS	油圧馬力	3 PS
油圧馬力	7.5 PS	軌間	3,900 mm	軌間	3,900 mm
軌間	3,900 mm	重量	1,400 kg	重量	1,400 kg
重量	2,800 kg				

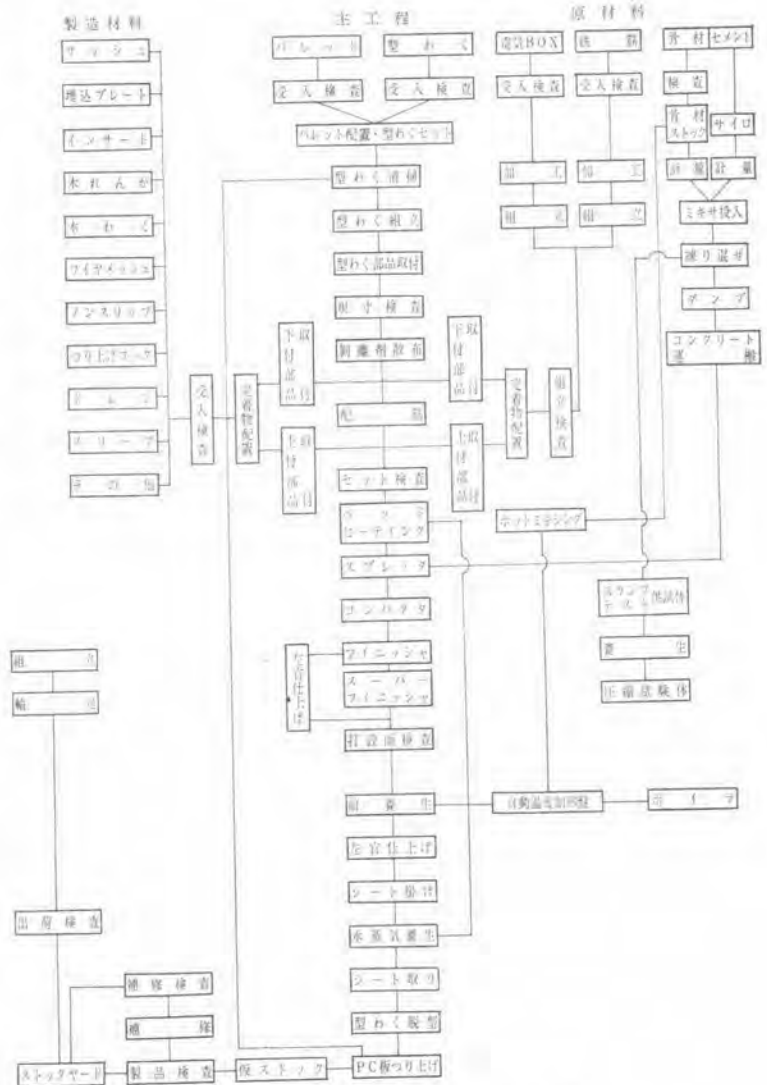


図-2 PC板製作工程図(フローチャート)

# 宅地造成工事における搬土計画

—コンピュータを使用して—

浦山 功\* 谷地森 健 二\*\*

## 1. はじめに

仙台新港の建設、臨海工業地帯の開発、さらには東北自動車道、東北新幹線の開通をひかえた仙台市は、東北の経済拠点都市としてますます発展を遂げつつあるが、これは同時に他市町村からの人口の流入、市部への労働力集中化を招来し、いきおい新しい住宅地を求める動きとなり、仙台市および周辺地域の宅地造成工事は現在きわめて盛んに行なわれている状況である。

宅地造成工事は国または地方自治体などにより企業されるものと、民間デベロッパにより企業されるものととの二通りがあるが、後者においては用地の取得から計画、設計、各種許認可申請、施工までを一貫して建設業者に依頼し、効率の高い造成を行なわせる、いわゆるターンキー形の工事が増加しており、当社においても仙台市周辺の宅地造成工事にあたってはこの形の受注が多くなりつつある。

しかも最近の宅地開発はその規模が大形化し、また地形の急峻な山地部へと移行する傾向がみられ、計画、設計のみならず、施工においても解決の困難な多くの問題の発生をみている。これは従来の経験によれば実際に工事に着手するまでに相当数の年月を要することを意味し、これらの諸作業の遂行のための労力もあわせて考えるならば、実にぼう大な“Big Project”の処理にさえ通じるものである。計画から施工までを一括して依頼された請負側としては、企業主の側に立って採算性を十分に考慮し、その範囲で最良の設計と施工を、しかもできるだけ短期間に仕上げるという命題に取り組むことであり、これが企業主に対する請負者の最大の責任であることは論をまたない。

当社では、これらの使命を十分に果たすべくコンピュータを宅地造成の計画、設計、施工等の面にフルに活用し、すでにいくつかの工事で特筆すべき効果をあげているので、ここにその一端を紹介したい。

## 2. 搬土計画におけるコンピュータの利用

最近の大規模な宅地造成工事を施工する場合、もっとも問題とされることは土工事費の全工事費に占める割合がきわめて大きく、3~4割に達することであり、この大量の土をいかに効率よく経済的に所定の場所へ運搬し、落ちつかせるかということである。

請負者側としては、きびしい環境の中で工事費のコストダウンをはかり、企業者に満足してもらうためには、まず全工事費に占める割合の大きいこの切盛土工事に対して十分な検討を行なわなければならない。

しかしながら、従来の宅地造成計画の第1段階においては、経験を積んだ技術者が施工状況を想定しつつ、まず検討の対象としている地域の近傍で切盛土バランスを考え、次にさらにこの地域を広げてはバランス計算をするという過程を踏んでいる。しかし、これらの検討は人間（技術者）の思考領域の範囲内で行なわれるため、おのずと限界があり、最も経済的な計画の設定に到達するには相当の無理があろう。

(1) コンピュータの利用にあたって考えるべきこと  
そこでコンピュータの使用による計画立案が推進されるが、一般にみられるコンピュータプログラムでは平面上において数量の加減を行なうのみで、山や沢の変形を立体的にとらえて計画したものではなく、したがって、このような搬土計画（切盛土量のバランス計算から土量の運搬量までを計算）によって請負者が参考にできることはそこに存在する土量の位置変換を知ることのみで、いかにしてその場所に土を移動させるかということに関しては現場技術者の経験と勘とによって行なわれる。またこのような方法によって算出された搬土距離、使用重機数、および工事費は実際の施工におけるものとは相当のひらきがあることは明白であり、平面的計画によるコンピュータの計算結果をそのままのみにするようでは工事の採算が危ぶまれる状態に追いこまれよう。

たとえば、ある土量が計算上200mの運搬距離であれば当然スクレーバ作業として計画される。平坦な地形

\* 鹿島建設（株）仙台支店仙塩出張所長

\*\* 鹿島建設（株）仙台支店仙塩出張所工務主任



でスクレーパが直接稼働できる地区であれば問題はないが、これが制約条件の多い山地部での大規模な宅地造成においては、こう配等の関係からスクレーパが初めから稼働することは不可能で、まずブルドーザによりスクレーパが稼働できる状態に達するまで作業しなければならない。この場合はブルドーザの搬土距離が長くなり、機械効率は極端に低下するはずである。

### (2) 立体的な計画の必要性

このような事態を防ぐため、当社では地形の状況を加味できる立体的な計画設定のためのコンピュータプログラムを開発、所有している。これは重機の効率、土量のバランス、最小作業量といった種々の条件を満足し、より現実に即したものの計画を立案するプログラムである。これによれば、当初の搬土計画においてすでに考慮すべき条件が組み込まれ、あとは工事の進行状況に応じて施工のやり方を吟味できる。そのため計画的な施工管理を行なうことができ、経済性の追求においても工事着手前にある程度の目安をつけることができる。

ただ、機械的に計算処理できるものと、技術者の介入をどうしても必要とするものとの両者があることは避けられず、当社では前者の場合をすべてコンピュータで処理することとし、施工順序に応じた何段階もの搬土計画を自動図化機（プロッタ）で図化し、土の動き、山の変形を時々刻々把握できるようにしている。すなわち、施工順序に従った計画立案なので、施工管理のためのPERT系手法にも組み込みやすい。土量の変化率、地形測定の誤差等によって生じる土量の調整、設計変更、それによる搬土計画の変更に対しては、その都度データを付加することにより容易に処理することができる。

## 3. コンピュータによる 搬土計画

これまで述べてきたように、当社のコンピュータプログラムは立体的な計画立案を行なうものであるが、日一日と変化する現場をそのまま再現することはむしろたぐみなやり方ではない。現場の状況は天候という条件で1日単位でみれば大きく変わるものであるし、この条件を事前に予測することは誤りを伴うことになる。そこで、現場サイドとしては統計的に知り得る範囲でのある期間（たとえば、1カ月）を設定し、こ

のサイクルでの現場の状況を再現させる方式を採っている。このような考えで得られた結果は現場での施工に対する諸検討の大きな目安になるはずである。

### (1) コンピュータプログラムの概要

当社の搬土計画のためのコンピュータプログラムの特徴および利用性を列記すると次のようなものである。

① 十分に施工地区を検討して重機の投入順序を考えたいうでの計画なので、現実に即した搬土計画が得られる。

② 機種ごとに段階をおって搬土計画をたてることができるので、重機の効率を高める距離およびこう配の条件が組み込み、理想的な搬土計画が得られる。

③ 運搬作業量を現地に即した最小のものとすることができる。

④ 土量計算プログラムによるアウトプットデータが利用できることでデータ作成が容易である。

⑤ 自動図化機（プロッタ）により図化された結果が得られるので、結果の概念がつかみやすく、現場ですぐ使用できる。

### (2) コンピュータによる計算結果

搬土計画を立体的にとらえ、土工事に使用する機種をブルドーザとスクレーパに大別し、ブルドーザ主体の施工時期とスクレーパ主体の施工時期における搬土計画が

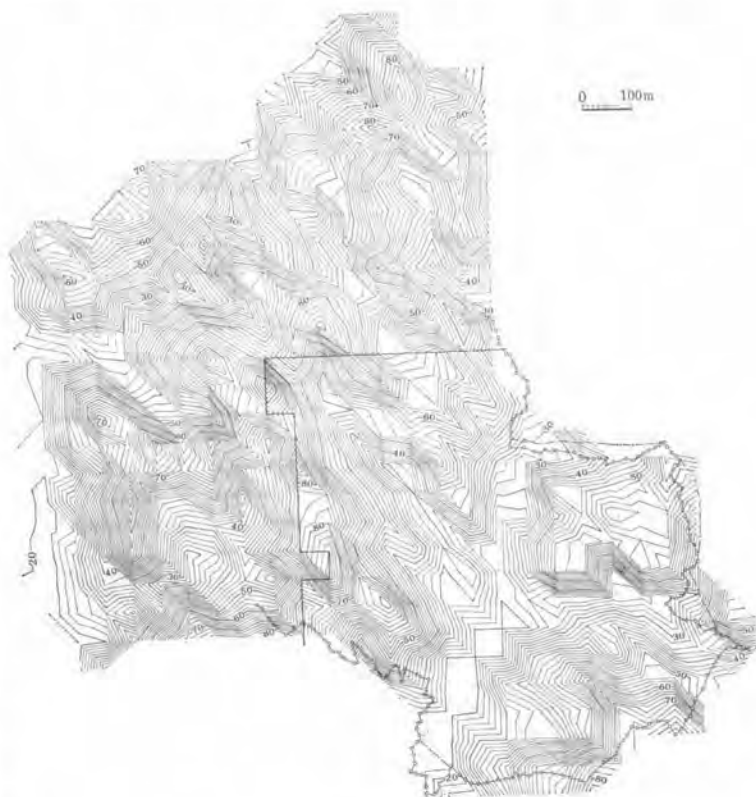


図-1 現況地形図





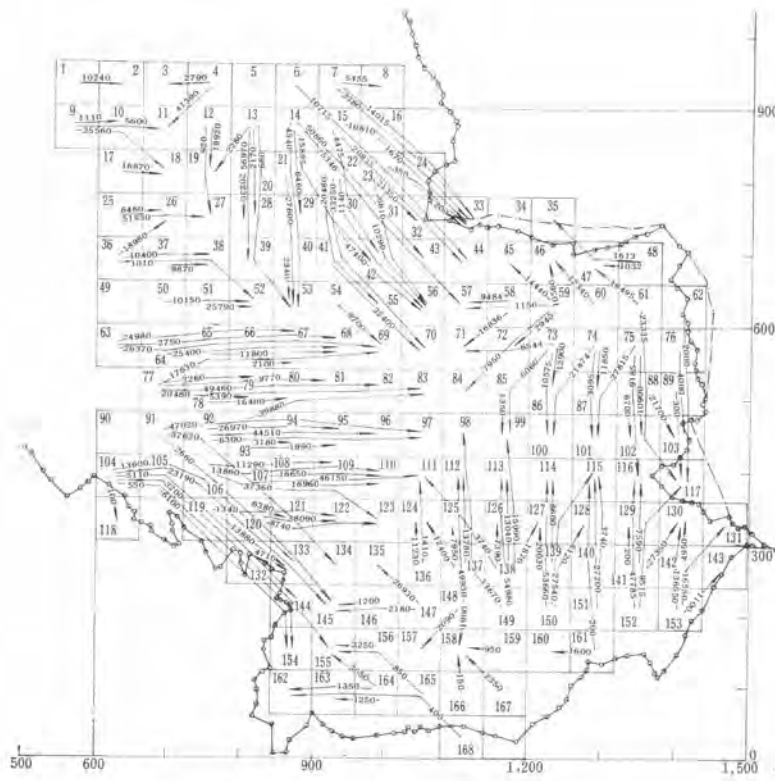


図-3 搬土計画矢線図(準備ステップ)

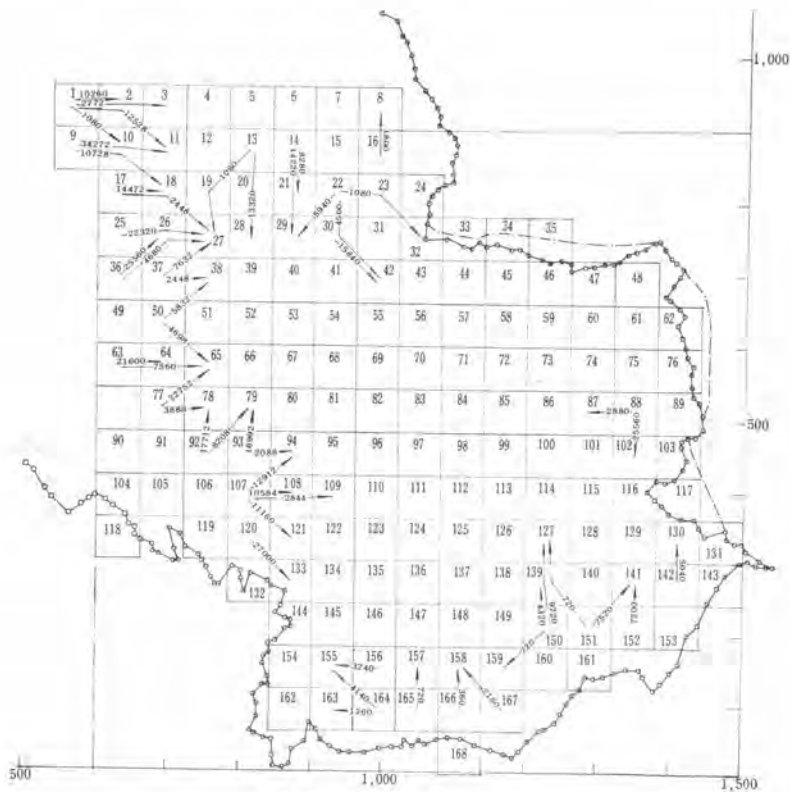


図-4 搬土計画矢線図(ステップ1)

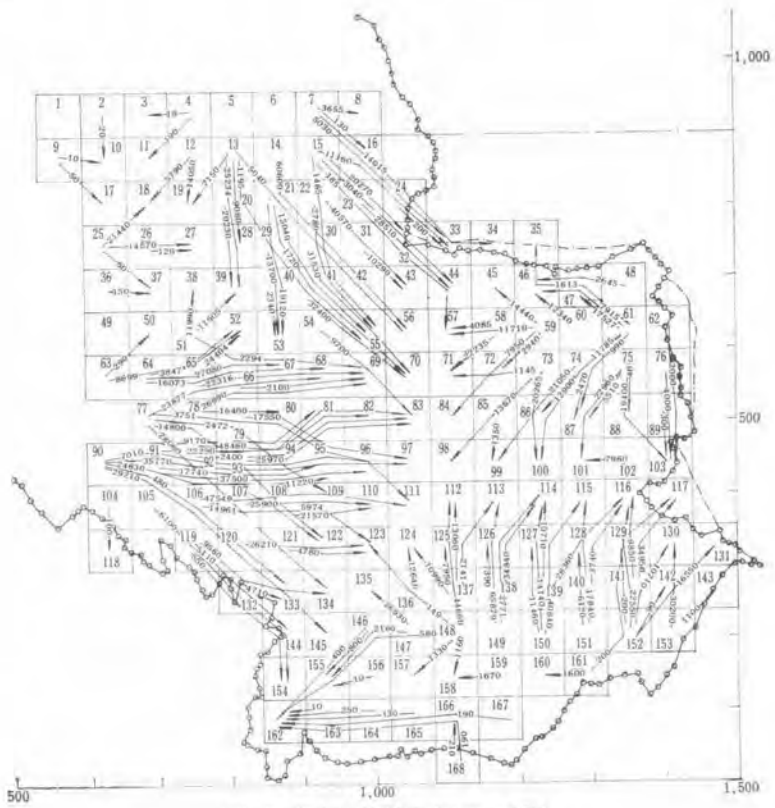


図-5 搬土計画矢線図 (ステップ2)

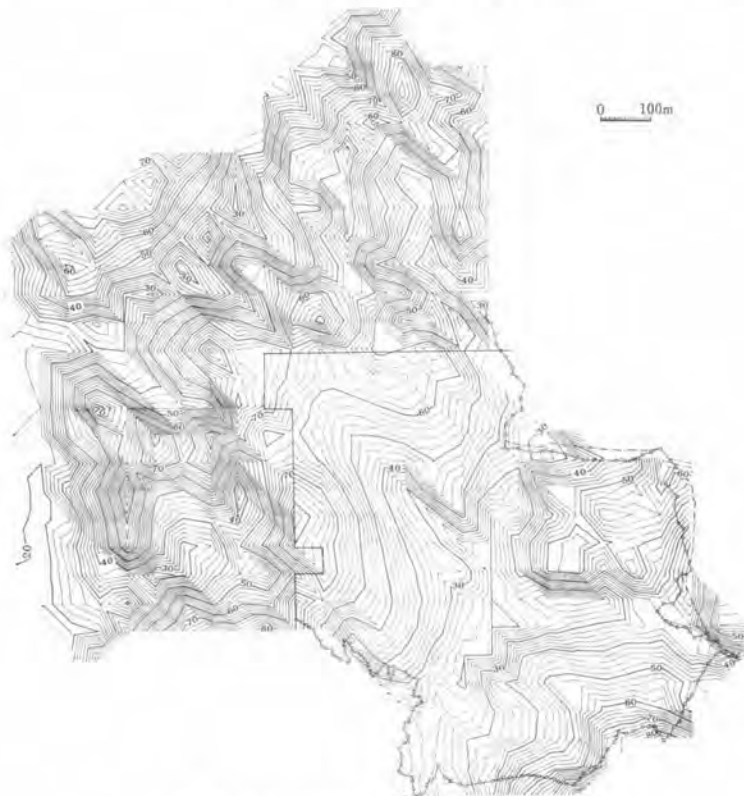


図-6 ステップ1終了後の地形図 (第1工区)

計画で工事数量および工事費の積算を行なっている場合が多いため工事の採算上、重大な問題となることがままある。

4. おわりに

宅地造成工事にかぎらず、最近の土木工事はその規模がますます大形化し、それに伴い大形機械が大量に投入されてきている。設計者による工事量の算出、施工者による計画が現実に即さない不十分なものであれば、工事費に及ぼす影響はかなりのものとなり、工事が大形になればなるほど、それが大きな結果となってあらわれてくる。合理的な計画に基づいた機械化施工こそこれからの大形工事にかかせない要素である。

このような考えから、コンピュータの設計、施工への大幅な活用をはかる現場技術者にとって現状でのコンピュータプログラムは必ずしも十分なものとは思えないが、現場での使用目的に合わせた使い方をすることによってここで紹介したような有用な価値をもつのである。

ともすれば、コンピュータプログラムはコンピュータの専門家にまかせてしまいがちであるが、プログラムの

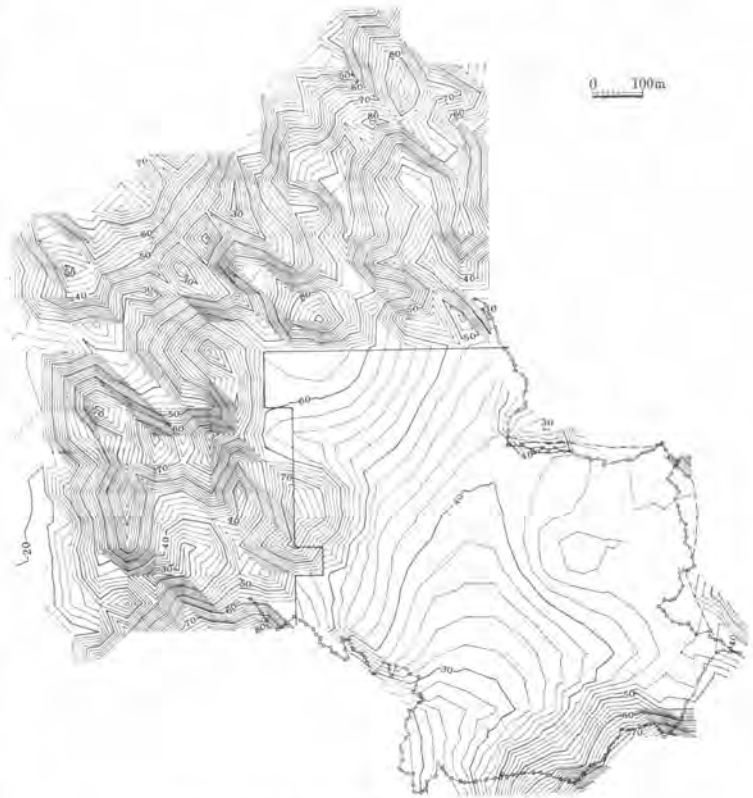


図-7 ステップ2終了後の地形図(第1工区)

作成の際、現場サイドの助言が役立つことが多い。今後も積極的にコンピュータを活用することによってネックとなっている問題点、すなわち

① 時間的経過に伴って変化する条件(たとえば、機械の組合わせならびに効率)を考慮できる動的計画法(ダイナミックプログラミング)

② 限られたボーリング個所から対象全領域に対しての地質図を図化する方法

などの解決をはかり、現場の施工における経済性の追求を行なうことこそがこの種の工事を企業される方々に対するわれわれの責任ともなることを銘記し、コンピュータプログラムの方向付けなど研究を続けたい。

表-1 平面的な搬土計画(図-3の場合)

搬土距離(m)	土量(m <sup>3</sup> )	単価係数	工事費	使用重機
60以下	480,800	1.0	480,800	ブルドーザ
100	660,500	0.9	594,450	スクレーバ
200	776,300	1.2	931,560	*
300	394,900	1.5	592,350	*
400	120,800	1.7	205,360	*
合計	2,433,300		2,804,520	

表-2 立体的な搬土計画(図-4、図-5の場合)

搬土距離(m)	土量(m <sup>3</sup> )	単価係数	工事費	使用重機
ステップ1				
60以下	358,100	1.0	358,100	ブルドーザ
100	327,800	1.9	622,820	*
小計	685,900		980,920	
ステップ2				
60以下	103,200	1.0	103,200	ブルドーザ
100	575,900	0.9	518,310	スクレーバ
200	710,000	1.2	852,000	*
300	428,300	1.5	642,450	*
400	98,000	1.7	166,600	*
小計	1,915,400		2,282,560	
合計	2,601,300		3,263,480	

\*

# 静止レオナードについて

伊 藤 昌 明\*

## 1. はじめに

最近、わが国のみならず、世界的に産業機械および建設用機械は大形化、高速化の傾向にある。このような機械に使用される電動機は、その使用目的、作業の性質に応じたものを選び、かつ適切な電気制御を得てはじめてその本来の能力をフルに発揮できるものである。

電動機には種々のものがあるが、大きく分けて直流電動機と交流電動機がある。交流電動機は一般的に価格も安く、簡単なため多く使用されている。最近、直流電源が簡単に得られることから直流電動機がその応用範囲を拡大してきている。すなわち、サイリスタ、トランジスタ、IC等のエレクトロニクス技術の発展が従来使用されていた電動発電機にとってかわってきた。ここでは速度制御範囲が広く、効率がよく、保守の手数のかからないサイリスタ式静止レオナードについて述べる。

## 2. 直流電動機の世界速度制御

直流電動機の回転速度  $n$  は、

$$n = K \frac{(E_t - I \cdot R)}{\phi}$$

ここに  $\phi$ : 界磁磁束  $E_t$ : 端子電圧  
 $R$ : 電機子抵抗  $I$ : 電機子電流

で表わされるから、速度制御するには  $E_t$ ,  $R$ ,  $\phi$  のうち一つまたは他のいずれかを組合わせて制御すればよいこ

とがわかる。また回転方向の逆転は電機子電圧が磁束の極性を逆にすればよい。

直流電動機には他励磁、分巻電動機および直巻電動機がある。これらの制御方法には大別して界磁制御法、抵抗制御法、電圧制御法がある。一般にワードレオナード制御方式といわれるのは図-1に示すような電圧制御法で、電機子の端子電圧を変えて速度を調整する方法である。

ワードレオナード方式の最も特徴とするところは、直接主回路を開閉する必要がなく、別に設けた発電機の界磁を加減して任意の速度が得られることである。図に明らかのように、電動機 DCM は発電機 DCG と電氣的に直結されているためその速度はまったく発電機 DCG の電圧に比例する。あらかじめ電動機 IM を運転しておき、次いで加減抵抗器  $R_2$  によって発電機 DCG の電圧を任意に加減することにより主電動機 DCM をまったく自由な速度で運転することができる。主電動機 DCM を逆回転させるためには発電機 DCG の電圧を反対方向に発生させればよい。これら電動発電機を静止機器（水銀整流器、サイリスタ）に置換えたものを一般に静止レオナードと呼んでいる。

サイリスタの急速な発展によりその応用が拡大されてきたのは昭和40年頃で、現在単基で数万kWの容量まで構成することができるようになってきた。

## 3. サイリスタの動作原理

サイリスタ (SCR) はダイオード、トランジスタと同様、P形半導体（シリコンに3個元素を不純物として含め、正の電荷である漂遊正孔を持っているもの）とN形半導体（シリコンに5個元素を不純物として含め、負の電荷である漂遊電子を持っているもの）の接合部の特性を利用したものである。

参考のためにダイオード、トランジスタとその構成を比較してみると、ダイオードは図-2の(a)のようにP-N構成であり、Aが正、Bが負の極性のとき、電流が流れ、逆の特性のときには流れないという単なる弁作用を持つのみである。トランジスタは(b)のようにN-

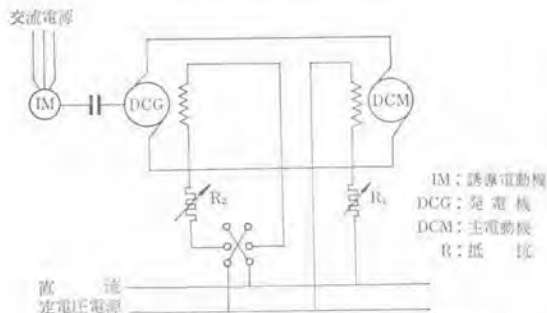


図-1 直流発電機を用いたレオナード方式結線図

\* (株) 日立製作所機電事業本部産業技術本部

P-N 構成であり、AB 間に流れ、いわゆる増幅作用を持っている。しかし、その製作上大電力を制御することはできない。

これに対してサイリスタは (c) のように P-N-P-N 構成であり、A を正、B を負の極性にしても電流は流れないが、DB 間にわずかの電流を流すと電流阻止特性を失って電流が流れるようになる。一度電流が流れ出すと、DB 間の電流を取去っても AB 間の電流がある一定値（これを保持電流という）以下に減少しない限り流れ続ける。サイリスタの場合、A を陽極、B を陰極、D をゲートと呼ぶ。サイリスタはトランジスタと異なり、大電力の制御ができる。サイリスタの出力を制御することはゲートに加えるパルスの時間的制御をすることにほかならない。図-3 のように、サイリスタとダイオード

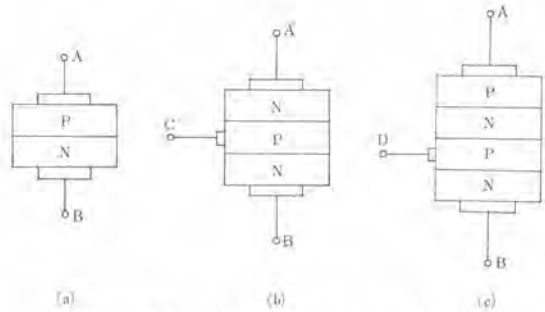


図-2 ダイオード、トランジスタ、サイリスタの構成比較

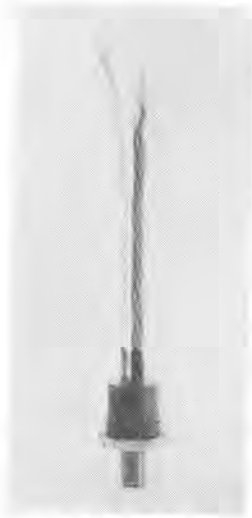


写真-1 サイリスタ

でブリッジを組み、交流電圧を加える。一方、交流電源と同期し、入力と比例した位相角を生じさせるパルス位相制御回路を通してパルスをサイリスタのゲートに加えると、負荷には図-4 に示すような電圧がかかり、電流が流れる。一度流れた電流は半周期後、電流が保持電流以下に減少したとき、再び電流阻止特性が回復し、次のパルスがゲートに加えられるまで通流を阻止する。このようにして入力に比例した直流出力を得ることができる。

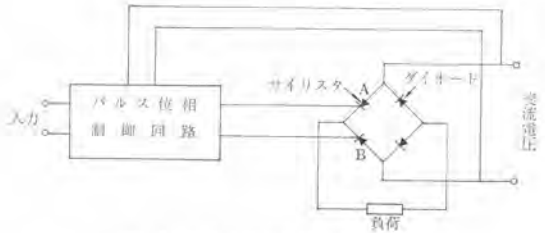


図-3 サイリスタを用いた制御回路

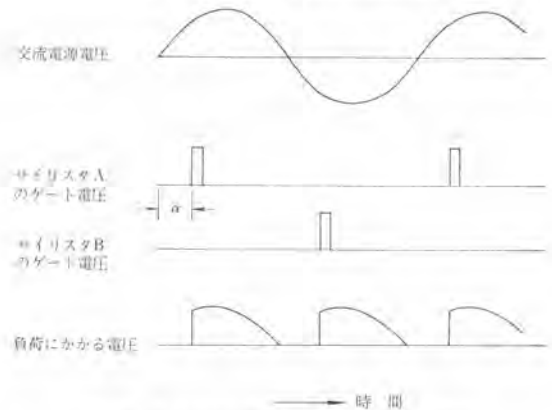


図-4 サイリスタを用いた制御回路の各電圧

用されていた。しかし、サイリスタはこれらと比較して次のようなすぐれた特長をもっている。

- ① 長寿命であり、消耗部分がない。
- ② 取扱いが簡単である。
- ③ 高効率である。
- ④ 小容量から大容量まで任意の大きさの装置が製作できる。
- ⑤ 寸法、重量が小さい。

しかし、電子装置であるため、通常の強電機器には異なり、次のような点に注意が払われている。

- ① サイリスタが電動機の突入電流に十分耐えること
- ② 使用範囲内での負荷変動、電源変動に対し、十分安定であること
- ③ 過負荷や回転子のロック状態にあたっては部品の破損や焼損を生じないこと
- ④ 外部条件の影響を受けにくいこと

#### 4. サイリスタ式静止レオナード

サイリスタはその特性がすぐれているほか、取扱いが簡単で、かつ装置として大容量のものまで容易に製作可能であるため、その用途は非常に広い。したがって、電動機応用の分野においても

- ① 直流電動機の主回路または励磁回路電源
- ② 誘導電動機速度制御
- ③ 同期電動機の力率制御
- ④ 制御回路における増幅器
- ⑤ 高周波電源
- ⑥ 一般直流電源

のようにその用途には膨大なものがある。サイリスタを①の直流電動機の主回路電源に応用した場合がサイリスタ静止レオナードと一般に呼ばれているわけである。従来、直流電動機電源として、先にも述べたが、水銀整流器、電動発電機、磁気増幅器、サイトatronなどが使



⑤ 装置全体がコンパクトにまとめられ、操作や保守が容易なこと

静止レオナード方式の主回路の構成方式により、いくつかの種類があり、それぞれ容量、デューティ、精度によって適切なものが選ばなければならない。図-5にそのいくつかの種類を示す。

(1) 逆並列方式

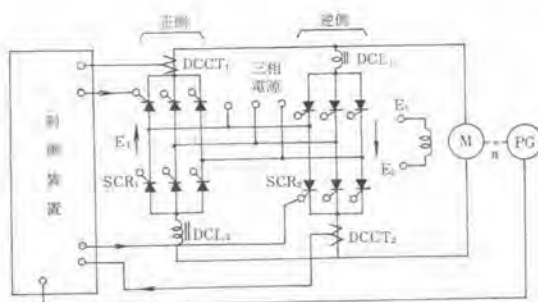
逆並列方式は主回路に正逆一対のサイリスタ変換器を逆並列に接続し、直流電動機を可逆駆動する。正方向加速時には一方のサイリスタが順変換器として動作し、減速時には他のサイリスタが逆変換器として動作し、電動機速度が反転すると、そのまま順変換器として動作して逆方向設定速度へ加速する。逆方向回転からの減速時には一方のサイリスタが逆変換器として動作する。

これらの動作交替は高速応トランジスタあるいはIC論理回路により主回路電流がゼロを切る時点にほとんど瞬時に遂行される。負荷を通らず、正方向サイリスタと逆方向サイリスタとの間を循環するいわゆる循環電流はこの方式によると定常時および正逆方向切換の過渡時にもともに存在しない。この無循環電流逆並列接続制御は、サイリスタや変圧器などの設備容量をむだな循環電流のために増加させる必要がなく、また、むだな電力損失もないという大きな特長をもっている。図-6に逆並列接続を示す。

これに対するものを循環電流サイリスタ静止レオナード方式と呼んでおり、これらの比較は後で述べる。

(2) 界磁逆転方式

界磁逆転方式は、主回路には単方向のみサイリスタ変換器を配し、界磁に逆並列の変換器を配して電動機トルクを反転し、可逆運転を行なうものである。界磁逆転時に界磁が極性を変えるまでの0.1~0.2secのむだ時間を有するが、これが実用上問題にならない機械設備なら主回路逆並列方式に比べ設備費の低減となり、採用されることが多い。電動機が正方向トルクを出すべきか、



M: 直流電動機 PG: パイロット発電機 SCR: サイリスタ  
DCL: 直流リアクトル DCCT: 直流変流器

図-6 逆並列接続

逆方向トルクを出すべきかは速度帰還値と速度指令値との差の符号により判別できるし、切換論理回路はこの極性を判別して界磁信号の極性切換器を制御する回路であり、これらの回路はトランジスタやICから構成されている。写真-2にIC使用のサイリスタ制御盤を示す。

上記2方式のほかに図-5の(a), (b), (c), (d)に示した各方式があり、小容量の可逆設備、一部の大容量設備にも使用されているが、主回路切換開閉器の寿命等問題があつて、高頻度の可逆運転を行なう用途には適していないので、無循環電流制御サイリスタ静止レオナード方式が多く採用されている。

次にサイリスタレオナードの制御方式の代表的な方式には十字結線循環電流制御と逆並列無循環電流制御とがあることは前にも述べたが、ここでその比較を述べる。

循環電流制御は電動機定格電流の約5~7%の電流を常時流し、負荷の電流方向を切替えるときのデットタイムをなくすように運転する方式である。したがって、負荷電流の断続を検出することなく、順逆変換の切替が可能なので、すぐれた制御特性を示す。しかし、順逆いずれのサイリスタも常時動作状態にあるため、ノイズおよびリップルなどによるミス点弧時の相互短絡および負荷急変時の転流失敗など、事故の起こる確率が高いこと、

また循環電流制限用直流リアクトルが必要であり、サイリスタトランスおよびサイリスタの容量が大きくなって設備費が高価になることが難点である。

無循環電流制御は負荷の電流方向に対応して順逆いずれか一方のサイリスタのみが動作状態にあり、他方は不動作状態で待期している方式である。不動作状態で待期する方法としては一般にサイリスタのゲートに制御信号を与えない方法が用いられている。順逆の切替は電流指令の極性とサイリス

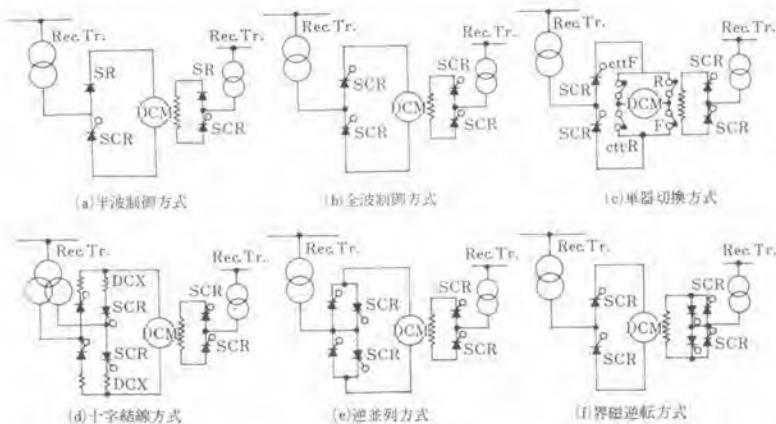


図-5 サイリスタによる各種静止レオナード方式

タ電流が断続していることを検出して行なわれ、切替時にデットタイムがある。本方式は循環電流制御に比べ次のような特長を有している。

① サイリスタレオナードではマイナーループとして迅速かつ安定な電流制御回路を付加することができるので、順逆の切替は数 msec で行なわれ、このデットタイムは実際上問題にならない。

② 順逆いずれか一方しか動作していないため、ミス点弧による逆並列短絡、転流失敗など事故の起こる確率がほとんどない。

③ 切替を迅速かつ安定に行なうため順逆切替用検出(ロジック)回路が必要である。

④ 循環電流制限用直流リアクトルが不要であり、サイリスタトランスが順逆共用にでき、サイリスタの容量が小さくでき、設備費が安価となる。

以上サイリスタ静止レオナードの一般的比較について述べたが、最後に、従来のワードレオナード方式とどんな違いがあるか表-1に示し、比較して述べる。

従来のワードレオナード制御と静止レオナード制御と比較すると次のとおりである。

#### (1) 制御性能

ワードレオナード方式は磁気増幅、励磁機、直流発電機とからなり、大きな時定数を有する機器であった。静止レオナード方式はトランジスタ演算増幅器、トランジスタ自動パルス移相器、サイリスタを使用しているので時定数は非常に小さく、制御性能にすぐれている。

#### (2) 効 率

ワードレオナードの電力効率はほぼ 85% 程度であるが、静止レオナードは 95% 以上可能である。特に負荷が軽くなると回転部分を有するワードレオナード方式では定損失が大きいため損失分の差はさらに大きくなる。

#### (3) 力率および定格制御率

サイリスタ変換器の力率はほぼ出力電圧に比例する。定格制御率は電源電圧変動、電動機の IR 降下などに対

する制御余裕を考慮して設計されるので、力率は 80% 前後となる。頻度の多い加減速をくり返す建設機械用などは平均力率は低下する。特に低速運転を必要とするものは力率は小さくなる。

力率改善用としては種々の方法があるが、数 100kW 程度の小容量機では問題にならない。ワードレオナード方式では誘導電動機を使用した場合に力率はほぼ 85% であるが、負荷が軽くなると低下する。

#### (4) 保守点検

ワードレオナード方式では整流子などの点検が必要であるが、静止レオナード方式は制御機器の進歩によりユニット化されている。このため保守点検は容易であり、また保護装置が付いているため、万一故障したときでも故障箇所は早期発見され、不稼働時間を短縮することができる。なお、保護インターロックの数の特に多い場合には故障検出器を設けることもできる。

## 5. む す び

以上述べたように、ワードレオナード方式よりは静止レオナード方式、なかでも逆並列無循環サイリスタレオナード方式が最適であることがわかった。マイナ自動電圧制御(AVR)にするか、自動速度制御(ASR)または AVR 系にすることにより、電動機を有効に利用することができ、制御性能も従来のワードレオナード方式より一段とすぐれている。

このような静止レオナード方式の機械への利用として代表的なものには、小さなものでは工作機械、大きなものでは圧延機、これらは精密性が要求され、またケーブルクレーン、アンローダ、巻上機、パワーショベル等あり、ケーブルクレーンのような移送回数の多い機械には点検、改造修理に手数がかからないため、アンローダのようなクレーンには機上へ搭載のため小形軽量を目的とし、その他建設機械、産業機械へもますます応用され、拡大してきている。

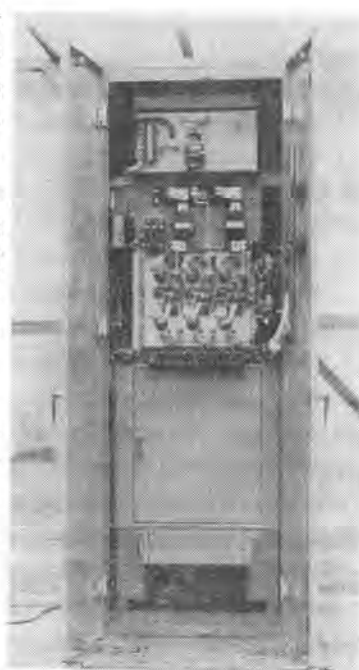


写真-2 ICを使用したサイリスタ制御盤

表-1 各種電源方式の性能比較

項 目	電動発電機 (MG)	水銀整流器 (MR)	サイリスタ変換器 (SCR)
調 節 性 能 (電力増幅率/時定数)	やや劣る (20~200)	すぐれている (10 <sup>3</sup> ~10 <sup>5</sup> )	最もすぐれている (10 <sup>2</sup> ~10 <sup>4</sup> )
効 率	88~90%	93~95%	95~98%
力 率	良 好	やや悪い	やや悪い
電 圧 変 動 率	普通	やや悪い	良 い
波 形 ひ ら み	良 好	やや悪い	やや悪い
低 電 圧 運 転	普通	困 難	普通
騒 音 お よ び 振 動	大	小	小
保 守	やや難	やや難	容易
電 気 室 床 面 積 比	100%	80~90%	70~80%
建 屋 基 礎 工 事 費	大	小	小
通 風, 冷 却 設 備 費	大	中	小
配 付, 配 線 工 事 費	大	中	小
保 守 費	大	小	小
予 備 品, 消 耗 品 費	大	大	小
力 率 改 善 費	小	普通	普通

# 建設機械化講座 第102回

## 現場フォアマンのための土木と施工法

### XVII. 建設機械概説

#### 2. トラクタ系建設機械 (その2)

本 多 忠 彦\*

#### 3. 構造

##### 3.1 履带式トラクタ

写真-2 に外観を、写真-3 にその内部構造の概要を示す。また動力伝達系統の代表的なものは図-2 のとおりである。

写真-3 と 図-2 に示すように、車体前方の内部にエンジンがあり、そこで発生された動力は主クラッチ、ユニバーサルジョイントを経て変速機に伝えられ、ここで作業条件に応じた適当な速度段を選択する。ここを出た動力は次の傘歯車で方向を直角に変え、左右に2分され

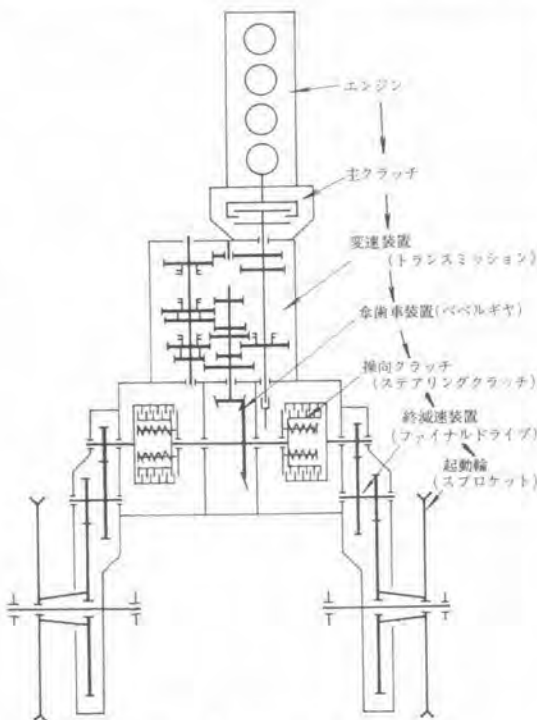


図-2 トラクタ動力伝達順序図

て操向クラッチ、終減速を経てスプロケットを回し、これで地面の上に敷かれたエンドレスの履帯を自ら敷きのべながらその上を走行する。

写真-4 は操向ケース（両側が終減速室の内側半分を形成している）にエンジンフレームが溶接されて一体になったもので、これが履带式トラクタの骨幹を形成し、これに写真-5 のように動力伝達系統の各装置が取付けられ、さらに座席、燃料タンク、外側のカバー類などが取付けられる。なお、操向ケースとメインフレームとの組立は鋼板や鋳鋼品の溶接構成で写真-4 のように一体構造になっているものが多いが、一部の小形車では写真-5 のように鋳鉄の操向ケースに鋼板製のエンジンフレームをボルト締めにしたものもある。

さらに、これらトラクタの胴体の組立品が写真-6 に示すような左右トラックフレーム、履帯の組立品の上に載せられて後部（写真の左側）で連結され、前部は横はりで支え、履帯を巻付けた組立の最後の姿が写真-2（ただし、この写真はブルドーザ装置付）である。

以下、各装置について概要を述べる。

##### 3.1.1 エンジンおよび伝動装置

###### (1) エンジン

ほとんどディーゼルエンジンに限られており、その詳細は本講座のエンジンの項で述べられるので省略する。

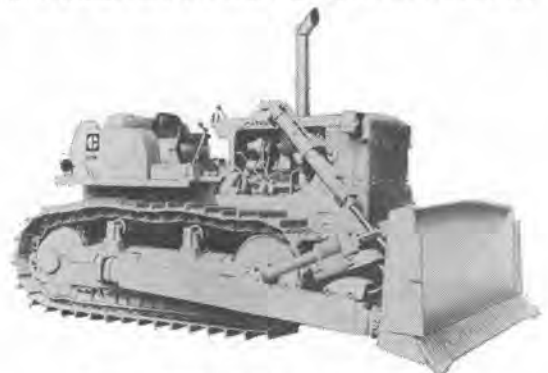


写真-2 履带式トラクタ（ストレートドーザ付）

\* (株) ユニック設計部長

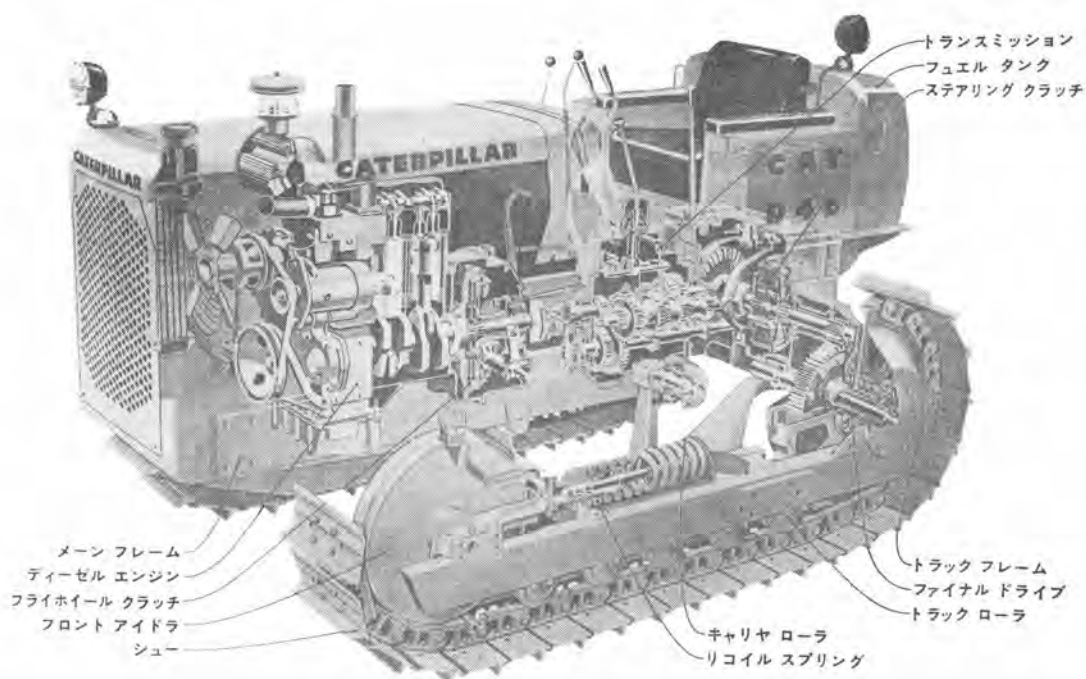


写真-3 履带式トラクタ構造概略

履带式トラクタのエンジンとして特に要求されることは、その能力を最大限に実作業に利用できること、連続してフルに大出力を要求するブルドーザ作業に十分耐え得ることなどである。前者に対してはトルクライズの大きいことが要求され、最近はこのことが 20% を越えるものが少なくない。

なお、最近是小形で大出力のエンジンが望まれ、中形以上のトラクタでは排気タービン過給のものが多く、また定格回転速度をかなり高く押えている。ことに近年その数を増しつつあるパワーシフト車ではトルクコンバータを小形ですませるためにも高速にすることが望ましく、大形ブルドーザでも 2,000 rpm ぐらいのものも見られる。また、以前は中形以上のブルドーザのエンジンには始動用ガソリンエンジンを取付けたものが多かったが、最近は大形ブルドーザないしは特殊用途のものに限られ、大部分が操作の簡単なセルモータスタートになっている。

エアクリーナも濾過性能がすぐれ、取扱いが容易で、万一整備が不良でもエンジンに悪影響の少ない乾式（濾紙式）が一般的になった。

(2) 主クラッチおよび変速機（ダイレクトドライブ）ブルドーザなどでは短いサイクルで前後進を繰返したり、高負荷のもとで変速したりすることが多く、主クラッチは非常に過酷な条件下で頻繁に断続される。このため自動車等で一般に使用されている乾式では耐久性が不足するため、摩擦面を油膜で保護し、油で冷却する湿式のものが多い。乾式のは一部小形機に見られる

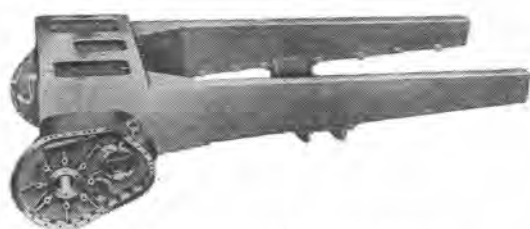


写真-4 履带式トラクタのメインフレーム

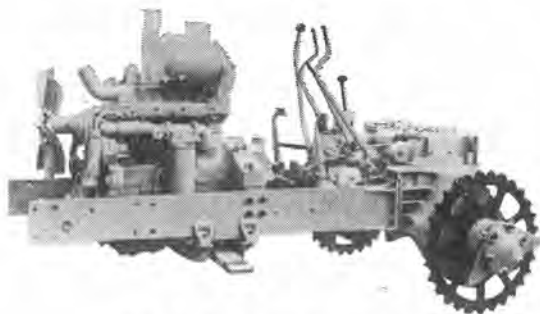


写真-5 履带式トラクタの本体内内部

程度である。摩擦板の材質はメタリックまたはセミメタリックが普通で、主クラッチの機構としては図-3のようなオーバーセンター式が多い。

変速機は用途の上から前述のように多段のものが多く、また同一速度段で前進より後進の方が高速になっているのが普通である。小形でははねかけ潤滑、すべりかみ合い式、中形では強制潤滑、すべりかみ合い式、大形になると強制潤滑、常時かみ合い式が多い。また自動車

と異なり、高速より低速側が多く使われるので、低速ギヤの耐久性に考慮が払われていることも特長である。さらに連続高負荷のもとで使用されるので、ギヤのはずれ止めにインターロックの機構が採用されているのが普通である。

### (3) トルクコンバータおよび油圧操縦変速機 (パワーシフト)

最近オペレータの疲労軽減、作業能率の増進の面からパワーシフトに移行する傾向が見られる。

パワーシフトでは主クラッチ、機械式変速機の代わりにトルクコンバータと油圧操縦式の変速機が組合わされて使用される。トルクコンバータは1段のものが多く使われている。これはストールトルクはさほど大きくないが、広い範囲で効率がよく、構造も簡単で故障が少ない。また一部ではさらに高効率の範囲を拡げるため2~3相形が使われているが、最近では単相でも性能が向上され、高速度比で高効率を得られるようになったので故障率の低い1相形が多く採用されている。

なお、トルクコンバータの性能をさらに改善し、適度の衝撃力も残すため遊星歯車形のトルクディバイダを組合わせて使用しているものもある。エンジンからの入力トルクを一定比に分けてトルクコンバータと直接出力側に流すインプットトルクディバイダ形式と、エンジンからの直接のトルクとトルクコンバータを経たトルクとを一定比で組合わせて出力側に流すアウトプットトルクディバイダ形式とがある。図-4に示すのは後者で、変速機の入力トルクはトルクコンバータを経たもの約2/3、エンジンからの直接トルク約1/3の組合わせである。

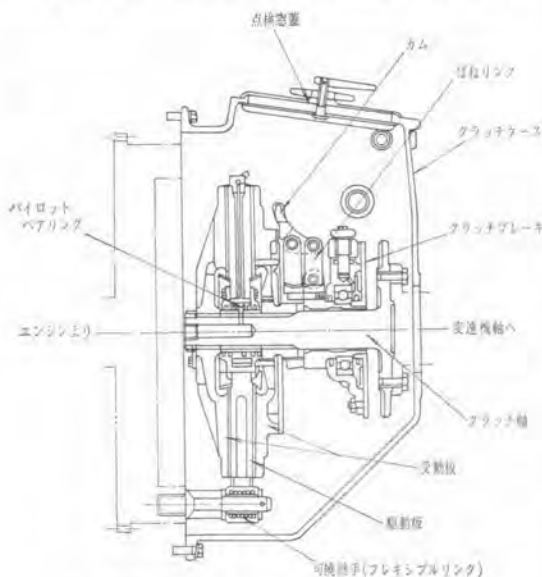


図-3 オーパセンタ形クラッチ断面図

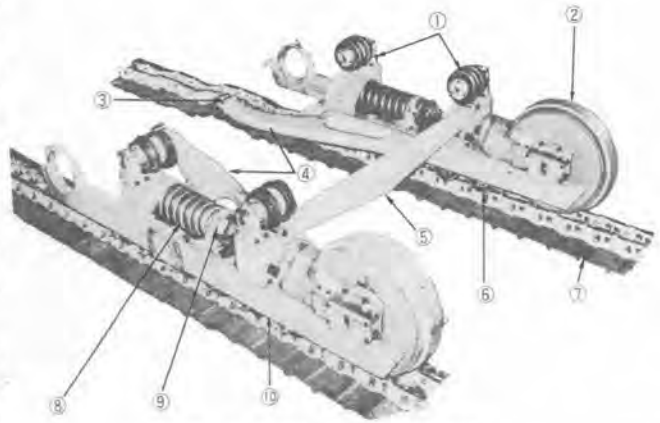


写真-6 履帯式トラクタの足回り組立

油圧操縦式変速機(パワーシフトトランスミッション)は常時かみ合い式で、油圧により一部の歯車を制動したり、クラッチを入れたりして前後進切換えや変速を行なうもので、図-4にプラネタリ式のパワーシフトトランスミッションの内部機構を紹介する。

この機構では右側の2組が前後進を、左側の3組が速度段を受持ち、それらを各1組選択することによって希望する速度で操縦するのであるが、その各々の外側の摩擦板はその側面にあるドーナツ形のピストンに油圧をかければ、その内側の内歯歯車を制動し、その組の遊星歯車機構を動かせるようになっていいる。したがって、切換えのたびに歯車のかみ合いを変える面倒がなく、レバーを動かして油圧コントロールバルブを操作するだけで走行中でも容易に変速することができる。

また切換え時に衝撃がかかって、操縦者に不快感を与えたり、機械に悪影響を及ぼすことのないように切換え時の油圧を制御するため種々の考慮が払われており、これが適切に行なわれれば前後進切換えの際もブレーキをかけずにレバー操作だけで静止の時間がほとんどなく、滑らかな運転ができる。

### (4) 横軸装置 (傘歯車、操向クラッチ、ブレーキ)

変速機を出たところにベベルピニオンがあり、操向ケースの中央の室にあるベベルギヤとかみ合せてエンジンからの動力は直角に2分される。履帯式トラクタの場合、後進が頻繁なので、傘歯車には前後進で軸推力の変化がないゼロール歯車が使われている。

傘歯車室の左右の室には操向クラッチとブレーキが入っている。操向クラッチは主クラッチに似ているが、すでに回転が減速されてトルクが大きくなっているため容量を大きくする必要があり、クラッチ板は大形で枚数も多い。中形以上では発熱が激しいので湿式が多く採用されている。強力なクラッチスプリングを備え、これを解放するためには大きな力が要るので、小形車でスプリングプースタ、少し大きくなると油圧プースタ、中形以

上ではスプリングを直接ピストンで圧縮する油圧操作式が多く採用されている。

ブレーキはクラッチ板を内蔵するドラムを外側から締付けるバンド式で、締付力を強くしてブレーキ力を増大するため、バンド両端の取付について種々の機構が採用されているが、大形ではさらにバンド締付に油圧ブースタを用いている。

#### (5) 終減速装置

操向ケースの両側に取り付けられ、ここで大幅に減速して終減速室の外側のスプロケットを強力に回転して履帯を駆動し、トラクタとしての性能を発揮するための装置で、強大なトルクと外部からの衝撃を受けるので条件としては一番厳しいところである。小形で1段減速、中形以上で2段減速が普通だが、最近大形で2段目を遊星歯車機構にしているものがある。

スプロケットは鋳鋼の一体鍛造が普通だったが、スプロケットとシャフトをテーパセレーション等を介して数10tの力で圧入して、がたの発生を防止しているため、整備を容易にするため、スプロケットはもちろん、履帯も付けたままでも摩耗した歯の部分だけ交換できるセグメントタイプにしたものがふえてきている。

終減速室からの漏油、外部からの泥水等の侵入を防ぐため、最近是小形車にも金属製のライフタイムシールが取り付けられている。

#### 3.1.2 足回り装置

スプロケットで回される履帯(写真-6の⑦)とそれを案内する上下部ローラ(写真-6の①と⑥)、フロントアイドラ(写真-6の②)、これらのものを支えるローラフレーム(写真-6の⑩)などを一般に足回りと称し、履帯式トラクタの部品の中でも最も重要視される部分で、土砂や水分による摩耗が激しく、ブルドーザの保守に要する経費の半ばを占めている。したがって、ほと

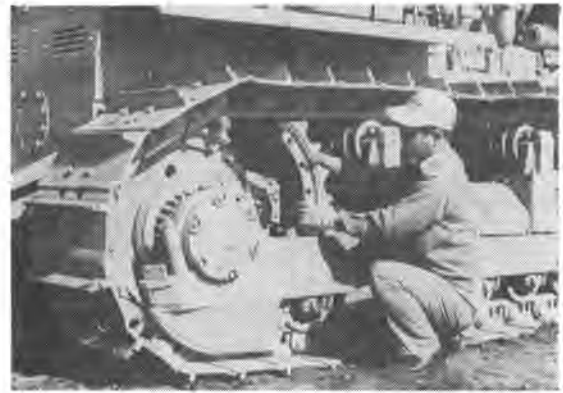


写真-7 セグメント式スプロケット

んど部品に特殊な熱処理を施し、摩耗表面は高周波焼入、フレーム焼入、浸炭焼入、特殊な局所急激焼入などされて耐摩耗性と靱性とを同時に与えるよう苦心されている。各社とも足回り部品の改善には心を砕いているが、質的改善にも限度があるので、耐久性を増すため逐次部品寸法を大きくし、硬化層を深くして行く傾向が見られる。

履板は標準のグローサシューのほか作業条件に応じて各種のものが用意されているが、湿地、軟弱地用には三角断面の広幅シューが広く用いられている。

フロントアイドラは足回りの最前端で履帯の案内をするもので、前方から衝撃を受けたり、足回り部品の間に土砂や異物が入り込んで履帯が張ったりした場合に、異常な力が履帯や他の部分に働かないように、リコイルスプリング(写真-6の④)を介して取り付けられている。また、正常の状態では履帯にある程度のゆるみをもたせて足回り部品にむだな応力を発生させたり、余分な動力損失を生じないようにしている。その位置調整には従来頑丈な調整ネジが使用されていたが、最近の一部の機械

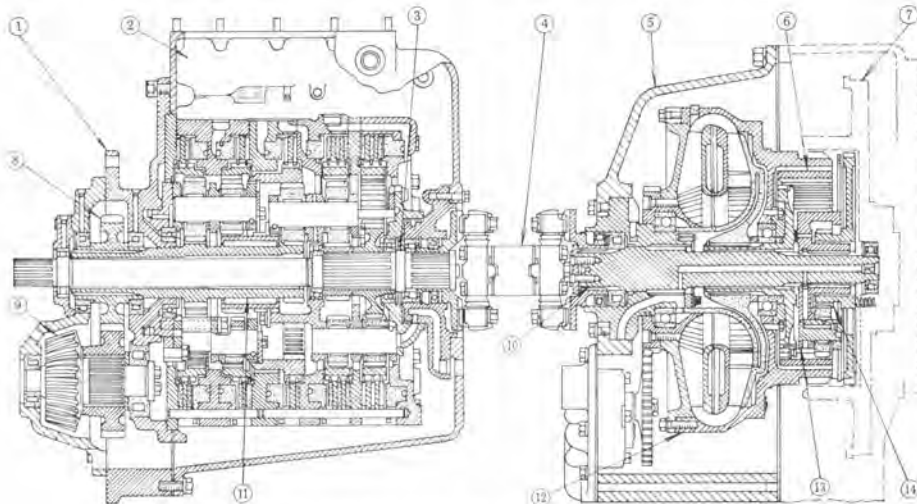


図-4 トルクディバイダとパワーシフト式変速機

を除いては油圧調整式に切換えられ、グリースポンプによる油脂の注入で容易に履帯が張れるようになっている。

ローラ類の密封機構として使用されているライフタイムシールには写真-8のようなものが一般に使われている。その形状からデュオコンシール、また取付けられた状態からフローティングシールとも呼ばれており、両側の太いOリングを介して中央2個の円錐形の金属シールを圧着、密封して取付け、金属のラップされた面で摺動してシールするもので、何1,000時間もの間、漏油、異物の侵入を完全に防ぎ、日常給油脂の手間を省いている。

また、リンクの継目には土砂侵入防止のため、各メーカーごとに独自のものを考案、使用して摩耗の減少に努めている。

### 3.1.3 その他

これらの足回り装置と車体の本体とは後部の軸受で連結されているが、車体の前部の重量は一般にイコライザを介してメインフレームを左右のトラックフレームの上に支えるようにし、不整地走行の際、イコライザの揺動によって地面の凹凸に追従できるようにしてある。このイコライザは、小形車では板ばねを使用しているが、中形以上ではイコライザバーが多く使われ、バーとローラフレームの間には硬質ゴムを使った緩衝装置を備えているものが多い。

運転席の計器板には各種計器、電装品のスイッチ類が取付けられており、最近の計器類は見やすいように正常な範囲、危険範囲を色分けしたものが多い。

運転座席はオペレータの体格に合わせて位置の調整ができるものが多く、またレバー、ペダル類の配置、操作力等を適正にするとともに、なるべくその数を減らして居住性、操縦性を向上し、オペレータの疲労を軽減して長時間の連続運転に高能率を維持できるよう配慮されている。

### 3.1.4 ブルドーザ装置

履帯式トラクタは、既述のとおりいろいろなアタッチメントを装着して各種の作業に使用される。これらのア

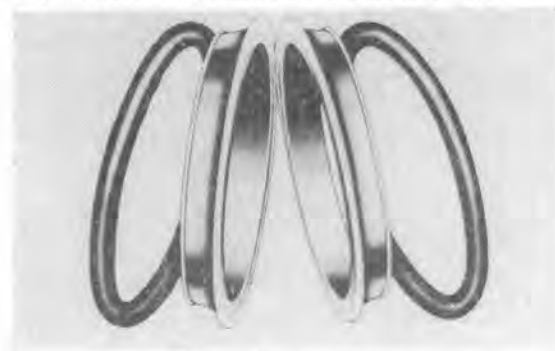


写真-8 デュオコンシール



写真-9 ストレートドーザのスライディングセンターボール

タッチメントに関してはアタッチメントの項で述べられることになっているが、わが国では履帯式トラクタはほとんどがブルドーザの形で使用され、他のアタッチメントはそのブルドーザにさらに装着されているのが現状で、ブルドーザ装置はアタッチメントというより、ブルドーザという基本的な建設機械の一装置となっていると考えられる。

そこで、ここではブルドーザ装置のみについて簡単に説明する。

ブルドーザ装置で標準的に使われているものは、トラクタの中心線に対して直角に取付けられるストレートドーザ、直角のみでなく左右に角度を変えて(普通各25°)取付けて斜押しもできるアングルドーザの2種類である。従来、斜押しも可能な後者の方が標準装備的に多く使用されてきているが、斜押しをする機会には実際には少なく、重掘削に向く前者が最近次第に多く使われるようになってきた。特に前者は写真-2のように、ブレードを斜め上方に突張るブレースにチルトシリンダを取付けると、油圧により運転席からこれを操作することができ、水平面に対して自在にブレードを傾け(チルト)て、片側のエッジで強力掘削したり、傾斜面の掘削押土もできるので大変便利である。

このブレードの操作には、以前はウィンチを使用するケーブル式が一般的だったが、最近ではブレードに車体重量もかけて強力な掘削のできる油圧式の方が多く使用されている。また従来油圧式の欠点とされていたブレード降下速度の遅い点も、クイックドロップバルブの採用で取除くことができるようになってきている。

なお、ブレードを大きくチルトさせたり、作業中横方向から強い力が働いた場合、各メンバーに無理がかかるので、これに対してストレートドーザでは最近いろいろな考案がなされている。その一例として写真-9にキャ

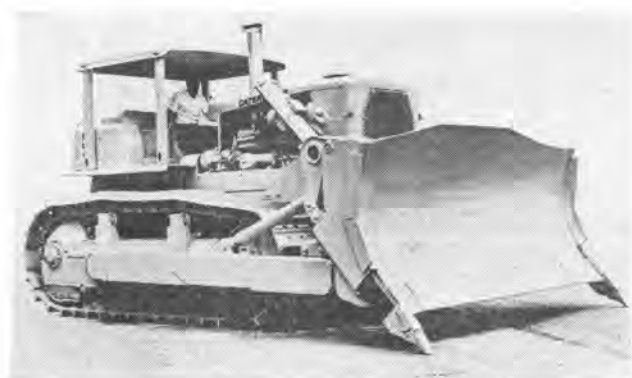


写真-10 リップドーザ

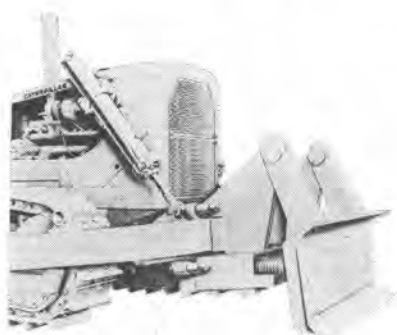


写真-11 クッションドーザ

タビラーのスライディングセンターボールを示す。

以上が標準的なブレードであるが、このほか運土のブレード両側へのこぼれを少なくするUドーザや、船内荷役などで押土ばかりでなく引土もできるツウエイドーザ、その他作業に応じて多種多様な特殊ブレードが使われている。そのうち珍しいものを二つほど紹介する。

写真-10 はリップドーザで、ブレードの両端に取付けられたリップを油圧で出入れし、必要に応じて重掘削ができる。写真-11 はモータスクレーパのローディング時、後押しをするためのプッシュ用のブレードで、内部に強力なバネを備えたクッションドーザと呼ばれているものである。

### 3.2 履帯式トラクタショベル

#### 3.2.1 車体関係

履帯式トラクタと構造上異なる点は積込装置を備えていることで、そのためリフトアーム、コントロールアーム、油圧シリンダ（リフト用およびチルト用）等を支持するローダフレームが必要で、メインフレームにローダフレームを締付けるものと、両者を一体溶接構造にしたものなどがある。また、積込作業のため車体のバランスが問題になるので、普通同クラスのトラクタより接地長を増し、また車体本体とトラックフレームとの間にイコライザを用いず、リジッドバーで固定しているものが多い。シューは一般に3本爪（トリプルグロウサ）のものが用いられ、わが国ではけん引力を重視し、その1本が高い異高シューを多く用いているが、諸外国では等高シューが一般的になっている。この等高トリプルグロウサシューは旋回時足回りに無理がかからず、地表面を荒らすことが少なく、フラットシューよりはスリップが少なく、さらにダイレクトドライブ車の場合、エンストを防ぐなどの特長をもっており、現場の条件によってはわが国でももっと使用することを考えてよいと思う。

操縦装置はトラクタに比べ一般に多くのレバー、ペダル類を頻繁に操作する必要があるので、数年前から特にパワーシフト車で 写真-12 のような3ペダル、または中央で互いに交錯した2ペダル方式を採用したものが多

くなった。左か右を踏むとその側の操向クラッチが切れ、さらに踏込むとブレーキが利き、中央を踏むと伝動は断たれずに左右のブレーキが利くようになっており、左手でエンジン回転速度と変速、前後進切換えを、右手はバケット操作を、足で操向、ブレーキをと、運転操作を単純化している。

#### 3.2.2 荷役装置

バケットリンケージは昔のものはオペレータの両側まで伸びていたが、最近のものはシリンダだけが運転席の両側に取付けられているものが多く、さらに現在のキャタビラー製品ではこれらのものがすべて前方に移され、運転席は左右に通抜けできる構造に改善されている（写真-13 参照）。

バケットは土砂、岩石、鉱石などをすくい込む役をするため、これらに突込みやすく、容易に多量をすくい込める形状になっていなければならない。また足回り部品とともに最も摩耗破損の多い部分であり、半面作業時のバランス上重く作るとその分だけ積込量が減るので、設計製作がむずかしく、最近では高張力鋼板を多く使うようになっている。また、わが国では掘削性を増すためほとんど爪付で使われているが、この爪の損耗が激しく、経費がばかにならない。丈夫でエッジへの取付が強固で、

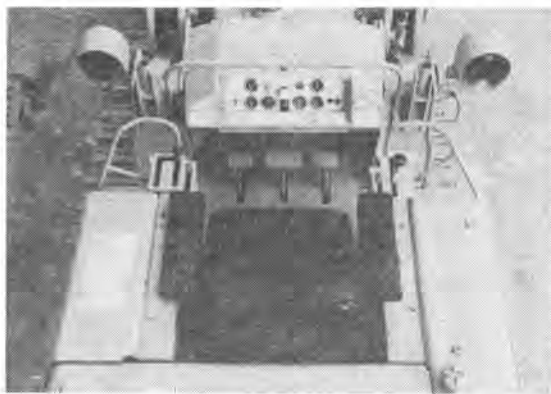


写真-12 履帯式トラクタショベルの運転席  
(パワーシフト、スリーペダル式)



摩耗に強く、摩耗しても鋭利さが失われないものが望まれる。

標準バケットのほかにサイドダンプバケット、マルチパーパスバケット等種々のものが準備されている。

なお、最近のバケットコントロールには、バケット最高位置で自動的にリフト用レバーが上げの位置から中立位置に戻るキックアウト、バケットの開きの状態から掘削に適する角度に戻ったときにチルトレバーが自動的に閉じの位置から中立位置に戻るようにしたバケットポジション装置を付けたものが多い。

### 3.2.3 油圧装置

作動油タンク、油圧ポンプ、コントロールバルブ、リーフバルブ、油圧シリンダ、フィルタなどから成り、これらをパイプ、ホースなどで結んで油圧回路を形成させている。タンク内の圧を常時大気圧に保つ開放式と、油圧回路を外気から絶縁した密閉式とがあるが、油圧機器は塵埃を極度に嫌うため、最近では密閉式を採用しているものが多く、さらに作動油を外界から完全にシャ断するため、油圧シリンダのロッドシールやロッド表面の塵埃をふきとるスクレーパ等の改善、抵抗をあまり増さずに作動油中の微細なごみまで取去れるフィルタの開発等が行なわれている。特に最近はこの方面に対する関心が高まり、油圧機器の寿命延長、性能向上に努めている。

ポンプはギヤタイプが多いが、ベントタイプも一部に使われており、それぞれ特長があるが、いずれも急速に性能が向上し、シールや高圧油圧ホースの品質改善もあって、 $150 \text{ kg/cm}^2$  以上のリリーフ圧にセットして使用されているものも少なくない。

このように、次第に高圧化し、過酷な要求に対して強力な油圧機器を狭いスペースに納めて実用化することに成功している。

油圧ホースの改善も急速に進んで、高温高圧に耐えて長時間使用できるものが作られている。以前は鋼線を編



写真-13 CAT 955 の旧形、新形の比較 (右は旧形 955 H, 左は新形 955 K)

んだもので補強したブレードワイヤホースがもっぱら使用されていたが、高圧大形の油圧機器が要求されるにつれてホースの可撓性の問題も出てきて、これと耐久性の問題を同時に解決するため、鋼線を螺旋状に4層に巻付けて補強した超高圧のスパイラルワイヤホースがわが国でも実用化されはじめた。

### 3.3 車輪式トラクタショベル

履帯式トラクタショベルの車体を車輪式に置換えたものであるが、構造上车体や伝動装置、操向機構等が履帯式とかなり異なっている。その伝動系統は図-5に示すとおりである。

#### 3.3.1 伝動装置

車輪操向のものはほとんどが後輪操向で、走行時はタイヤに無理がかからないように前輪駆動とし、作業時はけん引力増加のため全輪駆動に切換え得るような構造にしたものが多く、後車軸はツェッパージョイント等の等角速度のユニバーサルジョイントを備えている。最近数を増した車体屈折操向式では前後輪の旋回半径が等しく、タイヤスリップが少ないので全輪駆動だけで、もちろん車軸にユニバーサルジョイントも必要がない。

伝動方式は大部分がパワーシフトであるが、普通リヤエンジンで、トルクコンバータ、パワーシフトトランスミッションを経た動力はトランスファで伝動軸を下方に移し、そこから前後車軸に向けてドライブシャフトを出して駆動力を伝える。前後車軸の中央にはデファレンシャルがあり、ここで伝動方向を $90^\circ$ 変え、差動機構を経て両車輪に動力を伝えるのであるが、この種装輪車は大けん引力を必要とする頻度が多いので、車軸のトルクを軽減するため、車輪の内部に遊星歯車式の終減速機を備えているのが特長である。デブロックの装置を特別仕様で準備しているものが多い。

#### 3.3.2 制動装置

内部拡張式全輪制動で自動車のそれと大差がないが、車

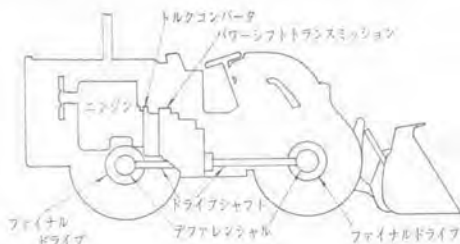


図-5 車輪式トラクタショベルの伝動系統

体重量が大きいのでエアマスタをもったものが多い。さらに前後車輪に行くエア系統を分けて、万一エア漏れの場合にも、いずれか一方は制動が利くようになっているものが多く、また空気圧が下がるとブザーが鳴り、同時に正常時は空気圧で殺されているスプリングが圧の低下につれて働き始め、自動的にブレーキが利くなど、危険防止についてのいろいろな配慮がなされている。また最近の一部の機械でディスクブレーキを採用したものがあり、過酷な使用下でブレーキの寿命延長をはかるとともに、水中作業にもブレーキの利きを確保している。

なお、一部の機種ではブレーキペダルを2個もっていて、右を踏めばそのままブレーキが作動し、左を踏むとその間だけ変速機が中立になってブレーキが利き、伝動システムの負荷をなくして全エンジン出力を油圧に利用できるようにしたものもある。

### 3.3.3 その他

車体屈折操向はセンターピンの両側に油圧シリンダを置いてその伸縮で車体を折曲げて走行することにより旋回するもので、もちろん油圧操縦である。また後輪操向式も油圧ブースタを使用しているのが普通である。

車体は不整地走行のため後車軸を揺動できるようにしてあるのが普通で、前車軸は車体に固定し、バケット作業で前荷になっても車両の安定が保たれる。

車体屈折操向式の場合、運転席は後部車体（エンジンフレーム）にあるものが多いが、前部車体（ロードフレーム）に置かれているものもある。

操縦装置は機種により様々で、一概には説明することはできないが、写真-14 にその一例を示す。

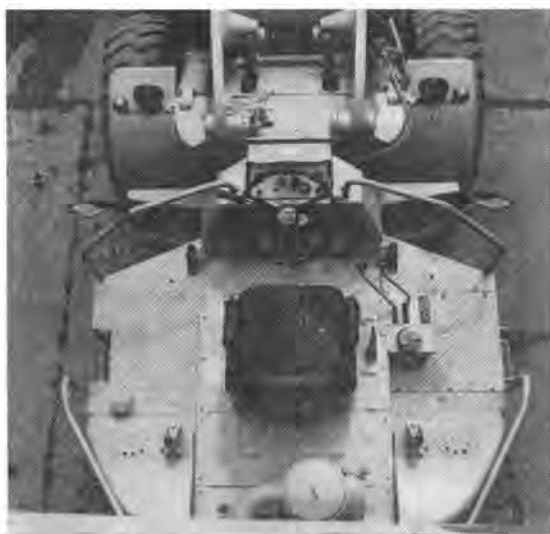


写真-14 車輪式トラクタショベルの運転席

操向ハンドルの左下に出ているのがミッションレバーで、前後に動かすと前後進、握りを回せば1~4速の切換えができる。床面前方右側にあるのがアクセルペダル、中央左右にあるのがブレーキペダルで、先に述べた2種のブレーキである。座席の右側の2本のレバーがバケット操作用で、リフトレバーを上げ位置に入れて置いてチルトレバーを動かすと、チルトだけが作動し、チルトレバーが中立にきたときだけリフトが働くので、掘削時前進のレバーを入れたままこのような操作をすれば、バケットは上下に開閉しながら間欠的に少しずつ上昇し、掘削作業を効果的に行なうことができる。

## 図 書 案 内

# 岩石トンネル掘進機文献抄録集

B5判 130頁 頒価 1,500円(会員 1,200円) 送料 150円

本書は岩石トンネル掘進機に関する外国文献および国内文献の中から125編を抄訳して集録したもので、掘進機の機構の紹介と工事実績の報告が多く、掘進機に関する内外の趨勢を知るためにも、またトンネル掘進機に関する入門の手引としても欠くことのできない参考書である。

□ 申込先 □ 社団法人 日本建設機械化協会

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

## 工業技術院機械技術研究所

川上 久\* 渡辺 正\*\*



東村山分室

昨年の12月初旬のある晴れた日に私達は西武新宿線井荻駅の近くにある通商産業省工業技術院機械技術研究所本所を訪れた。大学の構内を思わすような広い敷地にゆったりと配置された建屋の一室で、伊藤業務課長より当研究所のアウトラインをうかがってから、いくつかの研究室を案内していただいた。さらに少し間をおいて、当研究所の東村山分室も福田技官の案内で見学させていただいた。

### 研究所の沿革

当該研究所は通産省工業技術院に所属する15の試験研究機関の一つで、機械工業に関するわが国唯一の国立研究所である。昭和12年に“機械試験所”として設立され、当初は日本が外国から購入する機器を検査試験するのが主たる業務であったが、近年は未来志向形の未踏分野の基礎研究と高度なシステム化の研究を行なっている。昭和46年4月に“機械技術研究所”と名前が変わり、同時に機構改革も行なわれている。

当該研究所は本所（東京都杉並区井草4-12-1、敷地44,000m<sup>2</sup>）、東村山分室（東京都東村山市富士見町5-12-1、敷地233,000m<sup>2</sup>、1周2kmの自動車テストコースがある）、および谷田部実験場（茨城県筑波郡谷田部町刈間、敷地46,000m<sup>2</sup>、自動車の衝突試験設備がある）

の3個所に分かれている。

ここに入所5~6年以上の第一線研究者が約120名（うち女子5名）、これを補佐する研究者が約100名（うち女子2~3名）、事務関係者が約110名、総勢約330名が年間13億円（研究費8億円、人件費3億7,000万円、経常費1億3,000万円）の資金で、数多くの様々な研究に従事している。個々の研究テーマは大体3年単位で考えられるとのことであった。

### 研究内容

昭和46年度の研究テーマを表-1に示す。これらのうち特に重点的に行なっている研究は、システム工学と自動制御研究部門、安全工学と公害防止技術の研究部門、および応用物理や熱流体部門などの基礎技術であるようで、これら各分野を総合した大きな方向としては、将来における機械工場の無人化と、宇宙開発ならびに海洋開発の拡大を狙っているように感じられた。

以下、各部の研究内容に触れてみるが、とにかく研究対象が複雑多岐にわたっていてとても全部は紹介しきれないし、また、私達にそれだけの能力もないので、私達の興味を引いた範囲内に止めて紹介したい。

#### (1) 基礎部

フルイディックス課では海洋開発関連技術の一環として海水の噴流を使って潜水体の姿勢や方向、位置などを制御するための基礎技術と、超音波を使って海中物体の

\* 日本国土開発(株) 研究部主任研究員

\*\* 日立建機(株) 技術部トラクタ課主任

● 研究所巡り

影響をとらえる技術の研究を行なっている。海はぼう大なボリュームを有している。その開発を有効に進めるためにはできるだけ多くの情報が必要であり、その意味で当課の研究成果が待ち望まれる。特に超音波による影像技術は、本四連架梁橋工事や東京湾岸道路工事を間近に控えて、すぐにでも欲しい技術の一つではなからうか。

(2) システム部

当部の終局的狙いは、本項の冒頭でも述べたように、コンピュータをフルに活用して機械工業における設計から製造まで一貫したシステムを開発し、工場の無人化をはかることにあるようだ。そのために生産工学部と協力して機械が自動的に最適な切削条件を決定し、制御できる適応制御機械の開発や、図面上の情報をコンピュータに入ると工程、使用工具、切削条件等を自動的に決定してテープと作業指導書を出力する数値制御自動プログラミングシステム(図-1 参照)の開発を行なっている。

光学情報課では非常に興味のある研究を行なっていた。一つはロボットの眼の研究で、人工複眼を作るべく現在エビの複眼をいろいろ調査している。人間の代わりをするロボットなら眼も人間同様単眼2個にしたらと素人考えて思うが、それが果たしていまの技術ではまだ不可能なのか、あるいはかえって不都合なのか理由を聞き落としてしまった。もう一つはホログラフィ(波の干渉縞を利用した光学技術)に関する研究で、これが進めば立体像の記録、再生や、粗面物体の形状、変形の精密測

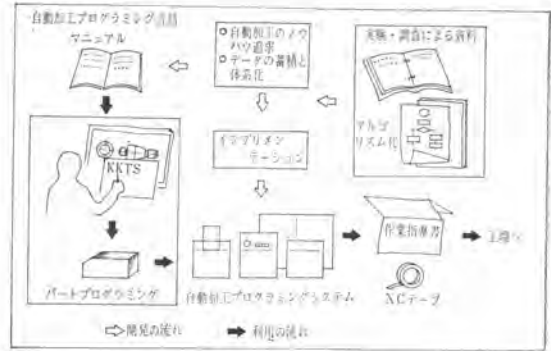


図-1 数値制御自動プログラミングシステム

定、さらにレーザ光を使えば多量の情報処理ができるものである。近い将来各家庭においてテレビによる立体映像を楽しめる時代が必ずやってくるとのことであった。

(3) 機械部

騒音振動課では、公害防止の立場から広くテーマをとらえており、自動車の排気音減少対策、道路周辺構造物の遮音効果、工場用送風機騒音の減少対策等の研究が行なわれており、さらに木工用電気カンナの騒音低減方法については一応の成果が得られているようであった。

(4) 材料工学部

材料物性課では、おもにプラスチック関係を見せていただいた。電気自動車は特に車体を軽くする必要があるそうで、プラスチックボディ車を作り、普通の鋼製ボデ

表-1 昭和46年度研究題目

<p>(1) 基礎部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>自動車無害排気取動機*</li> <li>宇宙機器への潤滑剤応用*</li> <li>海中における純流体素子への応用</li> <li>超音波の水中利用</li> <li>金属薄膜の機械部品への応用</li> <li>電磁流体力学</li> <li>電気流体力学の応用</li> <li>プラスチックの摩擦摩耗潤滑</li> <li>RI利用による潤滑</li> <li>海中における高分子材料の利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>強磁気体薄膜トランジューナ</li> <li>システム理論と交通システムの最適化</li> <li>自動車排気の拡散</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラスチック廃棄物処理*</li> <li>FRP圧力容器の成形技術*</li> <li>FRPのプレス成形技術*</li> <li>遊星ロール式極薄板矯正機</li> <li>疲れき裂の発生と伝播</li> <li>核燃料輸送容器の安全性</li> <li>薄板加工における精度向上</li> <li>複層アークおよび半自動溶接</li> <li>摩擦圧接法</li> <li>放電圧力加工法</li> <li>気相メッキ法</li> <li>電解加工法</li> <li>電解加工における電気化学的現象</li> <li>電解小穴加工法</li> <li>海水による機械および構造物の腐食</li> <li>板金の引出し成形法</li> <li>エキスパンダ加工</li> <li>ヘリカルロール加工</li> <li>棒材のせん断加工</li> <li>冷間押出しおよび鍛造</li> <li>プレス機械の騒音</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>μ*</li> <li>数値制御プログラミング*</li> <li>バイハンドリングシステム*</li> <li>研削加工の最適化</li> <li>ホーニング</li> <li>切削の基礎と被削性</li> <li>ペルト研削</li> <li>加工面および工具面の微小分析</li> <li>マンマシシ・ハンドの機能評価</li> </ul>
<p>(2) システム部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>生産ラインのシステム工学による解</li> <li>析と設計*</li> <li>機械設計の自動化*</li> <li>工作機械の適応制御*</li> <li>ホログラフィによる情報処理*</li> <li>複眼に代わる光学情報処理*</li> <li>自動生産システムのための工程設計*</li> <li>オンライン実時間旋削加工システム*</li> <li>数値制御プログラミン*</li> <li>ロケット搭載用分岐装置*</li> <li>3次元光学情報処理</li> <li>光電測光技術</li> <li>流体制御技術の工作機械への応用</li> </ul>	<p>(3) 機械部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>グループテクノロジー*</li> <li>機械騒音*</li> <li>機械振動*</li> <li>ロケット歯車の性能*</li> <li>おじ加工の工具寿命*</li> <li>金属薄膜の機械部品への応用</li> <li>工作機械の性能</li> <li>工作機械の送り駆動系</li> <li>ころがり軸受</li> <li>歯車の負荷性能</li> <li>摩擦率</li> <li>動力伝達系の解析</li> <li>海中用機械要素</li> <li>波形ウォームギヤ</li> <li>歯車加工の効率化</li> <li>流体駆動フライス削り法</li> <li>人間能力の拡張の調査</li> <li>海況機器の損傷対策</li> </ul>	<p>(5) 生産工学部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>工作機械の適応制御*</li> <li>データバンク*</li> <li>自動生産システムのための工程設計*</li> <li>オンライン実時間旋削加工システム</li> </ul>	<p>(6) 自動車安全公害部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>人間-自動車系の安全性*</li> <li>自動安全走行の制御系*</li> <li>自動車の安全設計*</li> <li>自動車排気*</li> <li>乗用車のブレーキ性能試験方法*</li> <li>標準ダストおよび標準ミスト*</li> <li>実験車の評価および試験方法*</li> <li>自動車用電装品の電波雑音防止器</li> <li>電子装置を応用した自動車用補器</li> <li>移動機械に必要な移動機能</li> <li>移動機械に必要なパターン認識機能</li> <li>自動車ブレーキ要素</li> <li>ゲストおよびミスト</li> </ul>
	<p>(4) 材料工学部</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>電解加工機の最適制御*</li> <li>非金属自動車ボディの耐衝撃性*</li> </ul>		<p>* 特別研究</p>

一車と正面衝突させて、その耐衝撃性を研究している。ただ、別の面ではプラスチックにしてあまり車重が軽くなっても、横風を受けて横転する危険が考えられ、どこまで軽量化が許されるのか新たな問題も含んでいるようである。現在プロパンガスボンベ等圧力容器は一般に重く頑丈に造られているが、これをガラス繊維と合成樹脂で造れば軽くて丈夫な、かつ透明な容器ができるという観点から、フィラメントワインディング(FW)成形技術の研究(写真-1参照)が行なわれている。この技術が完成すれば、ロケットで宇宙開発に、潜水体等で海洋開発にもそれぞれ応用可能とのことであった。

エネルギー加工課では、同種金属や異種金属はもちろん、プラスチックなど非金属の接合も可能といわれる摩擦圧接法の研究室を見せていただいた。圧接後の引張り試験結果を見たら、圧接部ではなく母材が切れていた。

#### (5) 自動車安全公害部

運動制御課では、自動車交通の安全性向上の観点から訓練用シミュレータの開発を目的とした高速自動車シミュレータの研究(写真-2参照)と、道路側設備と走行中の自動車との通信システムの開発(図-2参照)に取り組んでいる。高速自動車シミュレータでは道路模型、テレビ方式と映画方式の二通りがあるが、いずれも前方の情報だけで、実際のドライブならバックミラーから得る後方情報についてはまだ扱われていないように思った。

安全設計課では、事故発生時乗員の被害を最少限に食い止めるべく、シートベルトやヘッドレストの効果、シートの動特性、ステアリングコラムやインストルメントパネルの特性などの研究を衝突模擬実験装置を使って行なっている。また、実車による追突や障害部への衝突試験も行なっているが、実験車にどのメーカーのものを使うかによってデータが微妙に変わってくるのが考えら

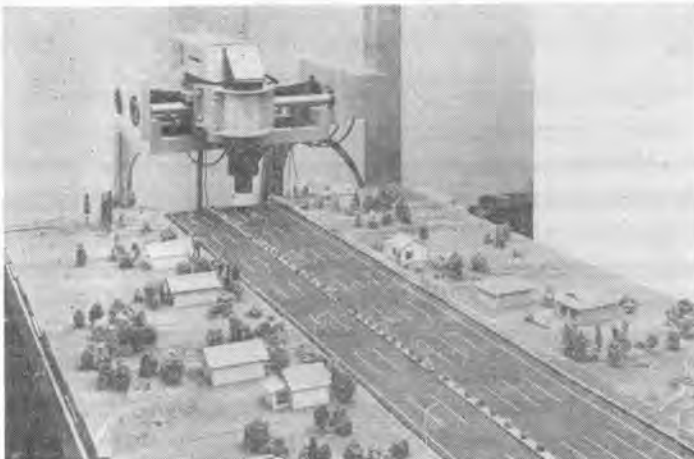


写真-2 道路環境映像装置

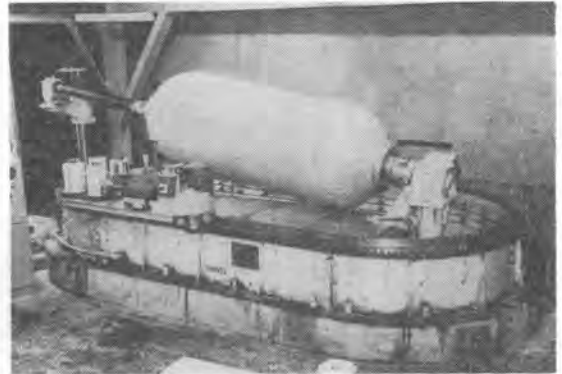


写真-1 FW成形機

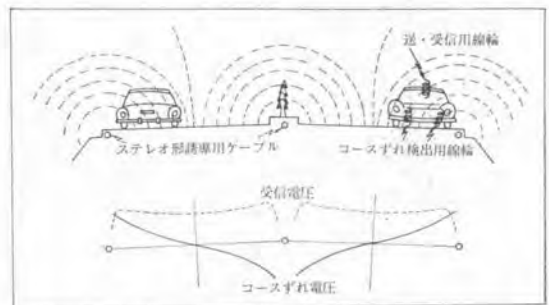


図-2 道路～自動車間の通信制御システム

れ、なかなかむずかしいようである。なお、実験車を使い速度 30 km/hr、進入角度 15° でガードレールへの衝突実験を行なったところ、まるで障害馬のようにもの見事に乗り越えたそうであるから、オーナーの方々はくれぐれも安全運転を心掛けていただきたい。

排気課では、実験室内で光化学スモッグを作ることのできるスモッグチャンバを使って自動車排出ガスの光化学反応の研究を行なっているが、この研究でほしい精度の微量ガス成分分析計が世界にもまだないということで、分析手法の研究も合わせて行なっているとのことであった。

\* \* \*

当研究所内いたる所で“団地化反対”の貼紙を目にしたが、聞くところによると、茨城県方へ工業技術院のすべての関係研究機関を移そうというプランに対する反対運動らしい。研究者も人の子ゆえ、いろいろとむずかしい問題がからんでくるものと思われるが、いずれにしろ、快適な人間生活と人類の発展を目指した技術革新が叫ばれている昨今、機械技術だけでなく他分野との有機的な連携のもとに、各研究からすぐれた成果が上がることを願ってやまない。

## ●研究所巡り

## 日本国有鉄道鉄道技術研究所

内田 秋雄\* 二宮 嘉弘\*\*



武蔵国のど真中，国立駅から歩いて5分ぐらいの所にみるからに広々とした感じで白亜の研究所がある。しっかりとしたたたずまいである。

恋しけば 袖を振らんを武蔵野の

うけらが花の色に出なゆめ

万葉集の歌であるが，万葉集のなかの武蔵野の歌はすべて感情を外に出さないたとえに使われている。うけらという植物がどんなものか知らないが，激情や情熱をまったく外に出さないものらしい。科学技術の先端をいき，燃えるがごとき創造の情熱を深く秘めている研究所の場所として最も適した土地柄のように思われた。

ここ鉄道技術研究所は，鉄道関係の研究所としては世界第一とのことであるが，国鉄の幅広い技術に関する研究，試験のほか国鉄全体に対する技術情報活動，科学技術計算，技術コンサルタントの役割も果たしている。

東海道新幹線はこの研究所でなされたたくさんの研究成果をとり入れて完成された。これが陸上の大量輸送機関としての鉄道が再認識されて世界の注目をあびたことは改めて強調するまでもないことである。

しかし，研究所は小成に安んじようとはしていない。東海道新幹線以上に近代的な姿に衣替えしなければ21世紀に価値ある輸送機関として飛躍できないとして，積極的に新技術の導入と開発に挑んでいる。その一部はあとで報告するが，外観の静寂さからは想像することので

きない熱気がその内部に充滿している。

## 技研のあゆみ

生立ちはまことに古く，輝かしい歴史をもっている。明治40年に鉄道調査所として生まれ，鉄道試験所時代を経て昭和17年に現在の近代的な技術研究所となった。60数年の伝統と最新の研究施設，830人の優秀な頭脳，年間予算30億は総合研究所としても屈指である。

## 組織と規模

規模はさすがに大きい。国立本所のほかに全国6個所に実験所をもっていて，広範な研究を行なっている。

組織は図-1のような構成となっており，総合研究所であるため35の研究室は施設関係，電気関係，車両関係，共通関係と大別され，鉄道に必要なすべての分野が含まれている。

研究室のほかに総務部，整備部，技術情報部，研究管理室，電算センターの6部門がある。技術情報部は国内外の有効な情報の収集と必要部局への新しい情報の提供を行なっており，研究管理室は個々の研究の調整を行な

表-1 施設概要 (昭和46年4月現在)

国立本所	土地総面積	218,812 m <sup>2</sup>	実験所	土地総面積	16,086 m <sup>2</sup>	
	建物延面積	49,256 m <sup>2</sup>		建物延面積	2,455 m <sup>2</sup>	
	水 節	管理棟 4,483 m <sup>2</sup> 研究棟 11,837 m <sup>2</sup>		特 勝	土地総面積	295,740 m <sup>2</sup>
	別 館	7,175 m <sup>2</sup>		実験棟	建物延面積	188 m <sup>2</sup>
	実 験 棟 他	25,761 m <sup>2</sup>				

\* 水資源開発公団第一工務部調査役

\*\* 鹿島建設(株)大和工作所長

っている。

研究の実態

研究活動は、国鉄全社の技術開発体制の一部として、技術開発長期計画に基づいて計画実施される。昭和46年度は約370件の研究テーマがあり、それを大別すると新幹線等の建設のための研究と現線の運行、保守等の省力化のための研究になるようである。

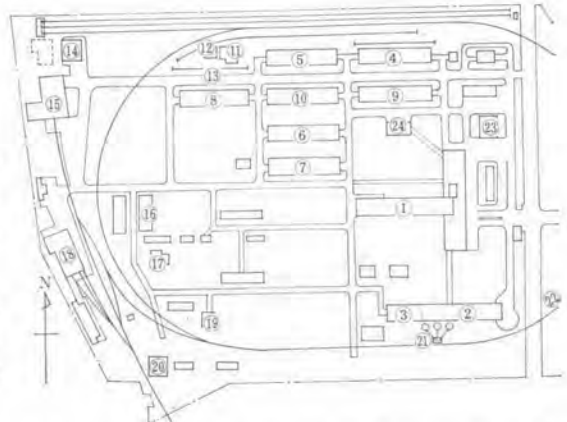
研究テーマは各専門分野を担当する研究室において実施されているが、鉄道技術は広範な専門分野の総合技術であるため、研究室のわくを越えたグループ研究の組織が作られ、重点的な推進がはかられている。

グループ研究のおもなテーマは次のとおりである。

- ① 超高速鉄道の開発
- ② 山陽および全国新幹線の技術開発
- ③ 在来線の速度向上
- ④ 貨物ヤードの自動化システムの開発
- ⑤ パイプラインの輸送方式の確立
- ⑥ 出改札自動化システムと旅客予約システムの開発
- ⑦ 構造物の地震対策
- ⑧ 貨車の走行安全性の向上
- (1) 未来の鉄道への挑戦

東海道新幹線の技術は海外でも高く評価されており、自動車の及ぼす事故と公害の問題から、世界的に新しい交通システムに対する関心が高まり、空間をうまく利用して効率のよい輸送機関として鉄道を大きくクローズアップさせている。

未来の鉄道として時速500km級の超高速鉄道を実現するには在来技術の改良合理化では達成されず、新技術の開発が必要になるわけである。現在の鉄道の車輪とレ



- ① 本館
- ② 別館
- ③ 電子計算センター
- ④ 実験A棟
- ⑤ 実験B棟
- ⑥ 実験C棟
- ⑦ 実験D棟
- ⑧ 実験F棟
- ⑨ 実験Y棟
- ⑩ X棟(試作室)
- ⑪ リニアモータ実験棟
- ⑫ 空気浮上実験棟
- ⑬ ヤード機器試験線
- ⑭ 交流電源設備
- ⑮ 車両試験台
- ⑯ 輪軸疲労実験棟
- ⑰ 盛土振動台
- ⑱ 試験車庫
- ⑲ 摩擦ブレーキ実験棟
- ⑳ 放射線実験室
- ㉑ パイプライン試験装置
- ㉒ 試験線路
- ㉓ 講堂
- ㉔ 食堂

図-2 構内平面略図

ールとの間に働く粘着力(摩擦力)によって走る粘着駆動方式では時速300kmが実用の限界であるため、時速500kmの速度を出すためには車体を浮かせ、それに強力な力を加えて走らせる必要がある。この車体の浮上方式としてはホバークラフトのような周辺ジェットによる空気浮上方式や超電導の応用による磁気浮上方式の研究が進められている。空気浮上方式は騒音や多量の空気を使うための問題があり、トンネルの場合、空気力学上断面を大きくしなければならぬなど、日本では磁気浮上方式が有利なようである。磁気浮上方式として永久磁石と電磁石が考えられるが、大容量のため重量とコスト面から実用しがたく、そこで超電導の技術の導入が必要である。

超電導の技術はここ10年間ぐらいで非常に進歩して

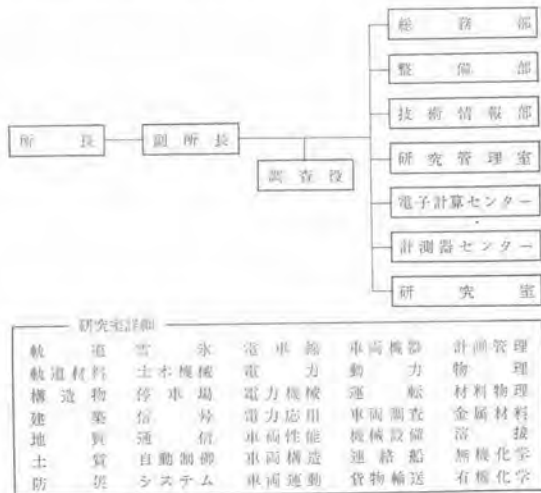


図-1 組織図

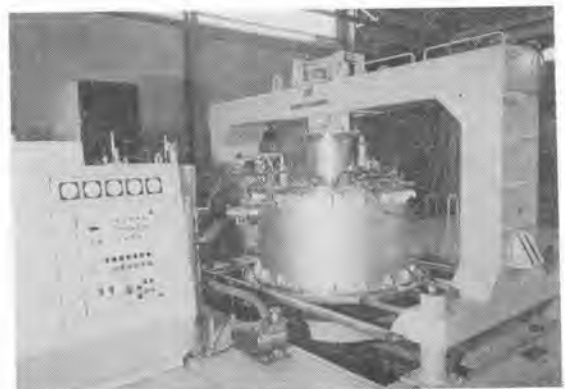


写真-1 超電導磁気浮上特性試験

## ● 研究所巡り

いる分野で、日本では MHD 発電の関連研究で世界的レベルに到達している。超電導マグネットは物性物理関係の研究室では多量に使われていて、それを鉄道に応用するわけである。超電導マグネットの利点は高い磁場が出せること、大容量の磁場が出せること、それに運転経費がほとんどゼロに近いことである。しかし、零下 269 度という気の遠くなるような低温は実用化の大きな障害に違いない。また、駆動方式として大馬力の出しやすいリニアモータについては、室内において 500 km/hr に相当する条件での性能試験や屋外における模型の走行試験等着々と研究が進められている。

そのほか、集電の問題、起電方式等超高速鉄道には数々の難問があり、その壁を破るべく努力されている姿は頼もしく感じた。

### (2) 全国新幹線網の整備

昭和 60 年を目標に主要都市相互間を結ぶ全国新幹線網 7,000 km の整備が考えられている。このため、列車の運行制御をさらに進める問題、列車運転の自動化の研究、多雪地帯を通過する新幹線を雪害から守るための研究がいろいろとなされている。また鉄道建設の工期はトンネルの掘削に左右され、高速化された鉄道ではトンネルの比率が高くなるなどトンネル掘削の高速化が要望され、それに対処するため超高压水の噴射による岩掘削機の開発が進められている。

### (3) 貨車輸送の近代化

貨車操車場の自動化システムの開発が進められており、その成果の一つとしてリニアモータ利用による貨車の加減速装置の実用機が富山ヤードで働いている。また貨車の切離しは熟練を要し危険であるため、これを機械的に行なう研究がなされている。

### (4) 保線の省力化

大量輸送時代の保線は大変である。そのため保線の省力化のための機械が考案され、実用に供されている。線路の位置決め、砂利の突固め、レールを止めているボルトの締直し、給油等が一連の機械により能率的に行なわれている。また保守を少なくするためパラストレス軌道としてスラブ式軌道が研究され、山陽新幹線で本格的に使用されている。

### (5) 輸送の安全確保

鉄道にとって安全の確保は最も重要な課題である。実験棟を案内していただいて強く印象に残ったのは疲労試験機が多かったことである。特に車輪車軸に非常な注意が払われているように見受けられた。変わったところでは、コンクリートや合成げたの疲労破壊の試験がなされていたことである。そのほかレールの折損防止の研究や新しいブレーキの開発等に努力されている。

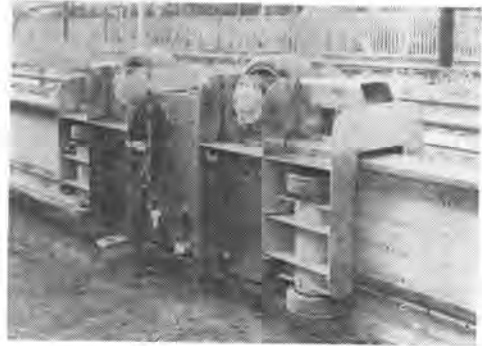


写真-2 リニアモータ屋外試験

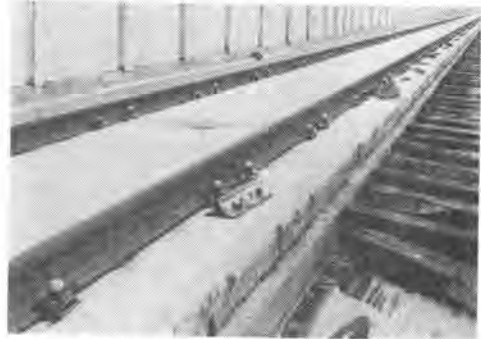


写真-3 山陽新幹線のスラブ軌道

地震に強い盛土を見出すため、実物大の盛土を振動させる大形の振動台があり、軟弱層上の盛土も再現できる構造となっていて、土の強度と振動の関係等が究明されつつあるようである。

本四連絡用つり橋に生ずるであろう線路の大きな変形が車両の走行に支障があるかどうかの試験が貨車の脱線実験と平行して北海道の狩勝実験線で行なわれている。

\* \* \*

自動車公害で悩みはじめたわが国のモータリゼーションが鉄道という古くて新しい輸送機関に屈服しようとしている。深い英知と信念に支えられて鉄道技術の研究を怠らなかつた日本の鉄道行政は、いま再び世界の脚光をあびている。時速 250 km の山陽新幹線も間もなく開通しようとしているし、昭和 52 年春の開通をめざす東北、上越両新幹線も 11 月 28 日に起工式を終わった。かくて東京を中心に盛岡、新潟、大阪～博多が結ばれる日本列島の大動脈はこの研究所の基礎研究のうえに実現するわけである。また超高速の第 2 東海道新幹線も近い将来実現するであろうし、アメリカをはじめ西欧各国も日本に遅れまいと研究に一生懸命である。

今後の日本の文化の推進を新幹線が大きくなることになろうが、その基盤はこの研究所でつくられるわけである。われわれは軽い興奮を感じながら駅前の菓子屋でコーヒを飲んで気を落ち着ける必要があった。



---

 文 献 調 査
 

---

## オランダにおける土の安定処理

広報部会 文献調査委員会

セメントによる路盤の安定処理は 1930 年代にイギリスで行なわれていたが、以後の工事量は少なく、したがって関連する施工機械類の進歩もほとんど見られない。それは安定処理工法に適した砂質土が少ないかわりに、コンクリートやアスファルト基層および表層用骨材としてすぐに利用できる材料があったことによる。

一方、オランダの状況はイギリスとは逆で、骨材はほとんどないが、セメント安定処理に適した砂質土が十分にあった。1956 年以降、オランダの土質がセメント安定処理に好適であるとの理解が普及し、さらに、1958 年にでき上がったワンバスで 400 mm の深さが処理できる新しい機械が開発されたことが一つのポイントであった。また、それに先だって、オランダの多くの建設会社は SAG (Stabilisatie Aannemers Groep) なる協会をすでに組織し、安定処理工法の普及と施工技術の進歩のため情報交換していた。この安定処理工法のオランダにおける汎用性は施工業者をして大形かつ高価な安定処理機械への投資を容易にしている。

オランダの地勢は低く平坦で、地質は不連続に存在する大きな砂層のある沖積土である。この砂はパイプで至る所に運ばれる。ときには 60 km も離れた所まで送ら

れ、潟の埋立や築堤に使われる。それから乾燥のため長期間放置される。道路の盛土の場合はその期間は 5~6 年である。その間、下層の沖積土の沈下は盛土の厚さによって変化する。国道 15 号線では全沈下量は 150 mm 程度であった。

さて、安定処理工法の順序としては、まず、表土の除去に始まり、次に表層を正確なレベルに成形する。それから安定処理班が現場に入り、作業を開始する。最初、スプレッダでセメントを散布する。この車は 20 t 以上のセメントが積み、二つの台車にそれぞれ 8 本の特殊タイヤ (空気圧 8 lb/in<sup>2</sup>) がついている。セメント散布後ただちにスタビライザが続き、1 回の通過で 400 mm の深さまで材料を粉碎し、セメントを均一に混合する。水は必要に応じて加えられる。それからその混合物は普通振動ローラまたはタイヤローラで締固められ、最後にタンデムローラで仕上げられ、アスファルトと砂で養生する。なお、約 2.5 m の幅で帯状に進行するのであるが、作業速度を左右する要因はセメントのまき出しおよび散布速度である。

### 国道 15 号線

この工事は中央政府道局の指示のもとに施工されている。距離は 26 km で、堅固な路肩で盛土されたレーンの鉄道敷設路で、契約期間は 18 カ月である。なお、舗装の標準仕様は次のとおりである。

40 mm 厚の密粒アスファルト層：

砕石 57%、瀝青 7%

40 mm 厚のバインダ：

砕石 65%、瀝青 6%

120 mm 厚のセメント安定処理層：

セメント含有量は 150 kg/m<sup>3</sup>

あるいは重量百分率で 9.6%

このうち、セメント安定処理層の仕様は一寸興味ある。すなわち、当局は頭初に一定強度 (28 日強度 75 kg/cm<sup>2</sup>) を要求し、その強



写真-1 ワンバススタビライザ

度に合致するセメント量を業者と立会いのもとに確認し、支払いはそのセメント量に基づいてなされたが、仕様はあくまでも最終生産物の強度（100φコアの90日強度40 kg/cm<sup>2</sup>以上）である。したがって、業者はセメント使用量についてはなんら拘束を受けないが、強度減少分については違約金を取られる。さらに、過剰な強度についても特別な支払いはなされない。

なお、過去2~3年の経験では、違約金の総額は契約額の1.5~4%の範囲にあるにすぎない。自然状態の砂を整地してプロクタの乾燥密度で98%まで締固めてから砂は400mmの深さまで安定処理される。

なお、作業を行なう一群の機械は次のとおりである。

- ① セメントスプレッダ……ハウラー
- ② ワンパス粉砕混合機……レックス
- ③ タイヤローラ……シャイト
- ④ グレーダ……アベリング

この機械類で1週間当り1,500m<sup>2</sup>から2,500m<sup>2</sup>の施工量が見積られた。この現場は他とは異なり、タイヤローラでは所要の深さまで締固められず、振動ローラの方がかなりよく締固められることがわかった。

#### ロッテルダムのコテナ停泊所

この停泊所の設計はロッテルダムでは普通のことだ



写真-2 セメントディストリビュータ



写真-3 スタビライザ

が、イギリス人の目には奇異に見える。それは厚さ320mmのセメント安定処理土の上に厚さ25mmに砕石が敷かれ、さらにその上に縦、横、高さがそれぞれ12cm、10cm、24cmのコンクリートブロックが間隔をおいて杉綾状に敷設されている。

この変わった仕様の背後にある目的は、沖積のサブグレードに発生すると思われる沈下を考慮するためであった。すなわち、沈下が起こったら敷石をはがし、その下の砕石層をレベルまで整地してからまた敷石しようという意図である。

なお、この現場で採用された機械類は次のとおりである。

- ① セメントスプレッダ……RSB
- ② スタビライザ………プロス
- ③ タイヤローラ………シャイト
- ④ 振動ローラ………ハトラ

1日約1万m<sup>2</sup>の施工量が見られた。なお、水は間隔をおいて敷設されているブロックの間から必ず流入するから、安定処理完了後36時間経過したら全施工面上に2in径の穴を1m間隔にあげ、排水のために砂利をつめる。すべて人力で敷設されるブロックは1人1日140m<sup>2</sup>の施工量であった。この現場ではワンパスでできなくはなかったが、業者は2回通過で行なった。最初にセメントを乾燥した砂と混合し、それから水を加えて2回目の混合を行なった。ここで処理された砂は国道15号線のものよりよく、等級は#25ふるい通過100%、#52ふるい通過95%、#100ふるい通過45%、#200ふるい通過1~2%、要求強度は7cm実験室立方体の7日強度が35 kg/cm<sup>2</sup>、使用セメント量は重量%で11.5%であった。

この契約には違約規定はなかったが、コアの90日強度は25 kg/cm<sup>2</sup>の要求であった。実際の平均強度は50 kg/cm<sup>2</sup>であった。

(委員：野本国夫)

“Soil Stabilisation in the Netherlands”  
Roads & Road Construction, June  
1971

## 第8回建設機械展示会開催

## ▶ 支部だより

## 九州支部



昭和46年10月20日より10月25日までの6日間、福岡市大字箱崎字汐井町地先(埋立地)において当支部の最大行事である第8回建設機械展示会を関係官公庁の後援と支部会員の総力を挙げて開催した。

**開会式** 10月20日、この日は雲一つない日本晴れ、午前9時、関係者一同会場正門前式場に集合、南部支部長の挨拶、桑垣会長代理の挨拶、つづいて福岡県知事代理、市長代理、県建設業協会高木会長、出品社代表田中小松九州支社長等の祝辞をうけた。あと南部支部長と桑垣会長代理によってテープにハサミが入れられた。同時にくす玉が割られ、鳩、風船と色とりどりに開会式を飾り、拍手のうちに入場。パーティを終えて会場を一巡、10時より一般の入場者を迎えた。

**会場** 回を重ねるごとに会場の予定地が都心から遠ざかるばかりでなく、適地をさがすのに大変苦労する。昭和45年度から仮決めしていた予定地が昭和46年に入ってから思わしく取決めが進まず、話合いがもたついていた折りに、はからずも支部長のあっせんで福岡市港湾局管轄の箱崎埋立地の借用ができ、担当者一同胸をなでおろした。会場にあてた面積28,000㎡、駐車場7,000㎡を借り受けて整地した。借り受けた地域は市が公園緑地としての計画用地で一見すばらしい広場だが、埋立後の日もあまりたっていないため乗用車ですらめり込む箇所がそこそこ出てきて、重量物を受付けるまでの地固めには約2,000㎡からのシャモットを投入してタイヤローラで締固め、またシャモットのはこり止めに塩カリを相当散布した。いろいろ会場委員の方々には大変な重荷がかかり、蔭のご苦労に感謝しなければなら

い。

**出品社および出品点数** 出品社の申込み締切りは9月10日になっていたが、締切り後の出品社が多く、出足がにぶいので、今回は少数でとまるのではないかとけねんされたが、最終的には75社の参加で、前回は上回った。出品機械の総価格は約17億6,000万円ぐらいの見込みだった。

**主な出品機械内容** 掘削機械および積込機械、ブルドーザ、クレーン、コンクリート機械、締固め機、くい打ち機、採石機械、アスファルト機械、さく岩機、空気機械、ポンプ類などである。

**出品機械から見た最近の傾向** 超大形機械が目立って多くなった一方、省力化に超小形機械が幅をきかせてきた。また騒音防止や遠隔操作(ラジコン)などが取入れられてきた。また油圧機構が各所に採用され、フィンガコントロール機械が普通になってきた。外国との提携機械も日本的に改良がなされ、性能の向上はもちろん、耐久性もさらによくなってきた。最近高層建築工事現場の至る所で見うけるトラッククレーンが一堂に会してブームの高さを競い、秋空高く林立した様は壮観そのものであったが、板付の空路が近く、ブームの高さが気になり、夜間は標識灯をともした。

**実演場** 3箇所に設け、50台の実演機が割当てられた時間一ぱいにデモを行なって人を集めていた。

**入場者** 入場者は官公庁、学校、諸団体、関連業界の人々で引っぱりなしに会場をうずめ、日曜日には家族連れが多く、親を手こずらせているいたずら子のために場内アナウンスが流され、注意をうながしていた。6日間を通して約20,420人余の入場者で予想を下回った。

\* \* \*

今回は目新しい思いつきとして、宣伝部企画として抽せん券つき案内はがきを出品社より客筋に出してもらうことにした。閉会式で公平な抽せんを行ない、1等のカラーテレビから5等のポケットライトまで総数79点を出した。会期を通して晴天に恵まれ、周囲の人家にもさしさわりなく、負傷者、事故も出さず、なごやかなうちに展示会の幕を閉じることができた。

## ニュース ●

### 大口径岩掘削機 “BM-1”

新日本製鉄（株）では、最大掘削径 3.6 m、最大掘削深度 50 m の大口径岩掘削機を昨年 10 月に開発した。

本機は、逆循環エアリフト方式を採用し、多柱式工法の施工機械として開発されたもので、掘削可能最大圧縮強度 1,000 kg/cm<sup>2</sup>、ビット最大トルク 56 t・m の能力を有し、この種のものでは国産最大である。

本機のおもな特徴は次のとおりである。

① 大容量の昇降装置を装備しているのでクレーンを常駐させる必要がなく、ウェイト、掘管などの連続作業が効率的である。

② 浮かし掘り方式なので圧下荷重の制御が正確にでき、穴曲がりほとんどない。

③ 多柱式工法に適合するよう全装置が移動式となっている。

本機のおもな仕様を表-1 に示す。

表-1 BM-1 主要仕様

最大掘削径	3.6 m	ビット最大トルク	56 t・m
最大掘削深度	50 m	ビット回転速度	0~10 rpm
ズリ上げ方式	逆循環エアリフト方式	ビット最大推力	120 t
駆動方式	水中油圧モータ駆動	掘削機本体重量 (掘削時)	210 t
原動機出力	175 kW×2台		

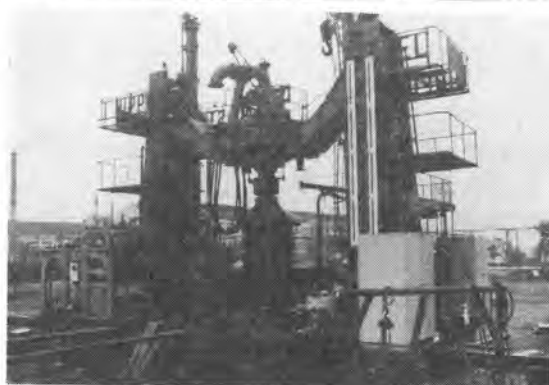


写真-1 大口径岩掘削機 “BM-1”

### 第 53 回建設機械新機種発表会（関西支部）

当協会では昭和 46 年 11 月 25 日、26 日の両日、神戸市須磨区名田谷地区において第 53 回建設機械新機種発表会を開催し、川崎重工業（株）が西ドイツ・クルップ社より輸入（技術提携により 1 号機は製作中）したバケットホイールエキスカベータ “C-500” の実演発表を行なった。

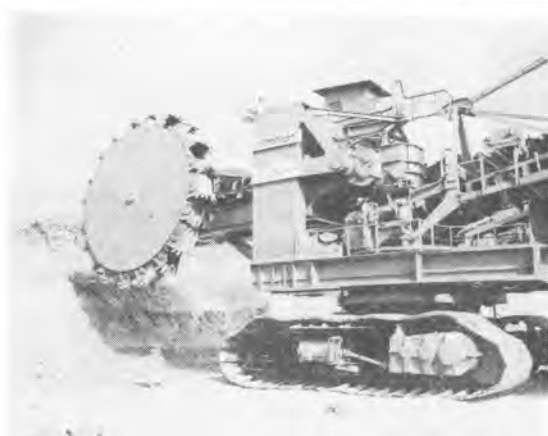


写真-2 バケットホイールエキスカベータ “C-500”

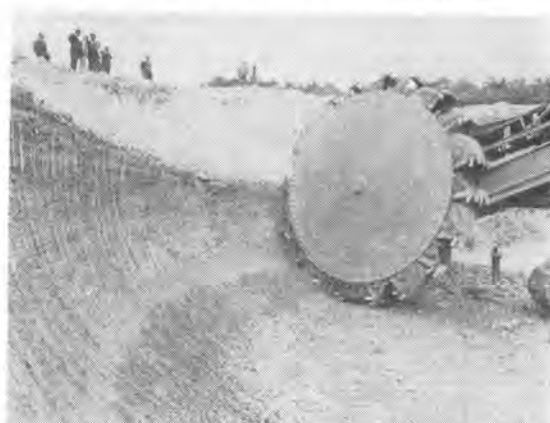


写真-3 “C-500” の実演

当日発表された新機種は、特に海岸埋立、宅地造成、道路建設などの大土工用に開発されたもので、実演は宅地造成の工事現場で行なわれ、機械の概要説明後、約 2 時間稼働した。

本機のおもな特徴は次のとおりである。

① 掘削高さおよび幅が大きく、シフトブルコンベヤのシフト回数が少ないので掘削量が多く、かなり硬い地山（圧縮強度 1,200 kg/cm<sup>2</sup>）でも掘削できる、わが国では最大のバケットホイールエキスカベータである。

② ベルトコンベヤ、トランスファーワゴン、スプレッダなどを併用することにより、一連作業の完全機械化、工期の大幅短縮、労力の節減ができる。

③ 掘削から運搬、積込みまで、一連作業を連続して行なうのでピークロードがなく、したがって単位掘削量に対する所要動力費が少なくなり、機械の寿命が長くなる。

④ アースムービング用として開発されたもので、き

わめて広範囲な土質に適する。

本機のおもな仕様を表-2に示す。

表-2 C-500 主要仕様

理論掘削能力(ルーズ)	2,100 m <sup>3</sup> /hr	排土ブーム旋回長さ	20 m
実掘削能力(地山)	1,450 m <sup>3</sup> /hr	排土ブーム旋回範囲	180 度
掘削高さ(低さ)	10(0.6)m	走行速度	7.3 m/min
バケット容量(1個当り)	0.5 m <sup>3</sup>	総電気容量	860 kW
ホイールブーム旋回半径	11 m	全装備重量	332 t
ホイールブーム旋回範囲	360 度		

### 公害対策アスファルトプラント “NAP-800 AZBN”

日工(株)では混合能力 210 t/hr の公害対策アスファルトプラントを昨年 11 月に開発した。

本機は騒音、粉塵などの公害を防除するために開発されたもので、ドライヤ、集塵装置、排風機、本体タワーの 4 ブロックに分かれ、種々の対策が施されている。

#### ≪騒音対策≫

① コールドエレベータをベルトフィーダに換え、シートの閉塞をなくした。

② ドライヤバーナに密閉形低圧空気噴霧式全自動バーナを採用し、バーナ燃焼時のエゼクト騒音を防いだ。

③ 排風機に低騒音形のものをを用い、防音カバーを付け、排風機出口にサイレンサを設置した。

④ 本体タワー、ドライヤなどをコルゲート鉄板にロックウールを張った防音材で囲んだ。

#### ≪煤塵対策≫

① 集塵装置にバッグフィルタを採用した。

なお、騒音および煤塵の測定結果は表-3のとおりで

表-3 測定結果

測定項目	区分	実測値	都条例
騒音「ホン(A) 30 m 地点」		54	85
煤塵 (g/Nm <sup>3</sup> )		0.027	0.4



写真-4 公害対策アスファルトプラント  
“NAP-800 AZBN”

ある。

### 電気式パワーショベル “191 M”

住友重機械工業(株)ではディッパ容量 11.5 m<sup>3</sup> の電気式パワーショベルを昨年 11 月に開発した。

本機は米国マリオン社との技術提携によるもので、国産最大級の電気式パワーショベルで、おもな特徴は次のとおりである。

① ワードレオナード制御方式を採用しているので掘削力、運転性にすぐれている。

② マグネトルク方式のようにパワロスがないので消費電力が少なく、サイクルタイムが小形並みに短いので作業能率がよい。

③ クローラ部分とフロントアタッチメントは特殊鋼鋼を使用しているため耐久性がよく、全自動給油装置を採用しているため整備性がよい。

本機のおもな仕様を表-4に示す。

表-4 191 M 主要仕様

ディッパ容量	11.5 m <sup>3</sup>	旋回速度	3 rpm
全装備重量	404 t	走行速度	1.77 km/hr
電動機出力	800 PS	登坂能力	30%
最大掘削高さ	15.6 m	全長×全幅×全高	26,210×6,553 ×15,240 mm
最大掘削半径	19.2 m		



写真-5 電気式パワーショベル “191 M”

(編集部)

## 理事会の開催

本協会は理事会を去る昭和 46 年 11 月 13 日（土）午後 5 時 30 分より伊東市川奈ホテルにおいて開催し、最上会長ほか理事 44 名が出席して次の議題について審議決定を行なった。

### 議 事

1. 昭和 46 年度上半期事業報告について  
本件については、昭和 46 年 4 月以降 9 月までの事業実施状況について報告し、異議なくこれを承認した。
2. 昭和 46 年度上半期経理概況報告について

## お知らせ

### 車両制限令の改正に関する陳情書提出について

本協会においては、道路法および車両制限令の改正に伴う諸問題について検討中でありましたが、とり急ぎ要望事項をとりまとめた次の通り陳情いたしましたのでお知らせいたします。

昭和 46 年 12 月 24 日

建設省道路局長

高橋 国一郎 殿

社団法人日本建設機械化協会  
会長 最上 武雄

### 車両制限令の改正に関する陳情書

拝啓 時下ますます御清栄のこと大慶に存じ上げます。

さて、本協会におきましては、今回の車両制限令の改正に伴う諸問題について検討を行ない、今般取り急ぎ下記のとおり要望申し上げますので、事情御賢察のうえ、格段の御配慮を頂きたく、陳情申し上げます。

なお、本協会としては、改正車両制限令の趣旨に沿って、別紙のとおり積極的に業界を指導する所存でありますことを申し添えます。 敬 具

### 記

1. 道路網の整備を早急に実施され、特に昭和 31 年制定の鋼道路橋設計示方書の一等級の規格に満たない主要幹線道路の橋梁については、3 年以内を目途に、積極的な補強、架替を行なわれるようお願いいたします。
2. 旧車両制限令および昭和 44 年 6 月 3 日付（道政第 39 号）に基づき通行の認定を受けられた特殊車両に対しては、業界が受ける影響を緩和するため、当分の間通行不許可とならないよ

う経過措置を講ぜられるようお願いいたします。

3. 昭和 46 年度各支部上半期事業報告および経理概況報告について

本件については、北海道、東北、北陸、中部、関西、中国四国および九州の各支部の順序で昭和 46 年度の上半年（4 月から 9 月末まで）の事業実施状況および経理概況について報告し、承認を求めた。審議の結果、異議なくこれを承認した。

4. 定款一部改正に伴う「支部に関する規程」（案）について

本件については、審議に先だてて原案についてその提案理由を説明させ、審議の結果、原案どおりこれを承認した。

次いで報告事項として本協会の事務所の住所表示が昭和 47 年 1 月 1 日以降「東京都港区芝公園 3 丁目 5 番 8 号」に変更する旨を報告し、本理事会は終了した。

う経過措置を講ぜられるようお願いいたします。

3. 特殊車両の通行許可手続等は簡素かつ迅速に行なわれるようお願いいたします。
4. 建設省以外の公共工事発注機関にも、改正車両制限令の趣旨の周知徹底方をよろしく願います。
5. 貴省所管の建設工事の計画および積算に際しては、改正車両制限令の趣旨に沿った建設部材および機械を使用し、また輸送に際し、分解組立を要する大型建設機械を使用する場合は、実情に即した適正な経費を計上されるよう関係機関に周知徹底方願います。
6. 現在、貴省で考えられている通行条件の分類によれば、A、B、C、D の 4 条件を示されておりますが、D 条件においても分解輸送が可能なものに対しては、経路中の橋梁について、個別にその安全性を検討して、通行許可が得られるよう特段の御配慮をお願いします。
7. 前項においてもなお通行不許可となる車両で、かつ現に業界が保有する大型建設機械のうち今後も工事施工上必要不可欠のものについては、特段の御指導を承りたくお願いいたします。

### <別紙>

貴省における今回の措置は橋梁の管理、保全の見地から、当然採られるべき御措置と思われま。

本協会はこれに対処すべく当面次のことを行なう所存であります。

- なお陳情書の要望事項中第 6 項の安全性の検討については、本協会としても御協力申し上げるべく現在検討中であります。
1. 本協会の会員に対し、改正車両制限令の趣旨の徹底を図るため、講習会、研究会を開催するなど種々の措置を行なう。
  2. 今後 3 年以内を目途に、大型建設機械の分解、輸送に便ならしめるためのユニット化、また橋梁の負担を軽減するための特殊トレーラの開発および現存する機械の改造等を推進する。

# 行 事 一 覧

## 運 営 幹 事 会

日 時：昭和 46 年 12 月 4 日 8 時～  
出席者：桑垣悦夫幹事長ほか 39 名  
議 題：行事予定について

### ■車両制限令対策委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 10 日 14 時～  
出席者：坪 質委員長ほか 23 名  
議 題：①経過報告 ②要望事項取りまとめ方針案の説明 ③保有台数調査報告 ④同取りまとめ方法

### ■車両制限令対策委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 22 日 12 時～  
出席者：坪 質委員長ほか 20 名  
議 題：関係書原案検討ほか

## 広 報 部 会

### ■機関誌編集委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 9 日 16 時～  
出席者：斎藤二郎委員長ほか 16 名  
議 題：①機関誌昭和 47 年 2 月号（第 264 号）の原稿内容の検討、割付  
②同 4 月号（第 266 号）の計画 ③「研究所巡り」の訪問先、訪問者等の検討

### ■広報委員会「クレーンの安全作業に関する講習会」

日 時：昭和 46 年 12 月 15 日 13 時～  
受講者：約 150 名  
演題・講師：①自定式クレーンの事故例について：長塚 貢 ②自定式クレーンの特性からみた安全作業の注意点：豊田耕一 ③ワイヤロープの取扱い：沢田一男

### ■文献調査委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 22 日 15 時～  
出席者：後藤 勇幹事ほか 7 名  
議 題：機関誌原稿の検討

### ■運営連絡会

日 時：昭和 46 年 12 月 23 日 12 時～  
出席者：坪 質部会長ほか 14 名  
議 題：①昭和 47 年度建設機械展示会について ②図書出版状況についで

## 機 械 技 術 部 会

### ■舗装機械技術委員会アスファルト舗装

### 機械小委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 1 日 14 時～  
出席者：今田元氏委員長ほか 7 名  
議 題：無公害アスファルトプラント仕様書の検討

### ■空気機械およびポンプ技術委員会ポンプ分科会

日 時：昭和 46 年 12 月 3 日 14 時～  
出席者：沢田茂良委員長ほか 6 名  
議 題：工事用水中ポンプ耐久試験方法の試験結果の検討

### ■グレーダ技術委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 7 日 13 時～  
出席者：藤井 信委員長ほか 6 名  
議 題：JIS D 6502 モータグレーダ性能試験方法改訂案作成

### ■トラクタ技術委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 10 日 14 時～  
出席者：上屋 実委員長ほか 8 名  
議 題：ブルドーザ掘削作業試験方法の JIS 化の検討

### ■潤滑油研究委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 14 日 13 時～  
出席者：今井淳之幹事ほか 16 名  
議 題：銘柄表の検討

### ■ショベル系技術委員会小委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 14 日 13 時～  
出席者：富岡 直幹事ほか 6 名  
議 題：ショベル系掘削機用語の統一

### ■スクレーパ技術委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 21 日 13 時～  
出席者：小岩則也委員長代理ほか 7 名  
議 題：JIS D 6504 改訂原案作成

### ■建設機械用電装品・計器研究委員会計器分科会

日 時：昭和 46 年 12 月 21 日 15 時～  
出席者：岩崎 賢委員長ほか 10 名  
議 題：①実車試験供試品の進行状況報告 ②稼働記録計の規格化 ③管理記録と稼働記録計との併用性

## 施 工 技 術 部 会

### ■道路除雪委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 1 日 12 時～  
出席者：比留間 豊委員長ほか 12 名  
議 題：①「道路除雪ハンドブック」改訂分科会の経過報告 ②スノーシェッド分科会の今年度予定

### ■道路維持管理委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 2 日 10 時～  
出席者：権平靖生幹事ほか 13 名  
議 題：高速道路の維持管理合理化のための調査様式の作成について

### ■道路除雪委員会スノーシェッド分科会

日 時：昭和 46 年 12 月 2 日 14 時～  
出席者：松下勝二分科会長ほか 18 名  
議 題：①これまでの経過と今年度の

方向について（東京地区、北陸地区）

②今後のスケジュールについて

### ■機械施工積算方式研究委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 3 日 14 時～  
出席者：北野 章委員長ほか 21 名  
議 題：①トラック運賃の改訂について（東京陸運局より説明） ②昭和 45 年度会計実地検査について

### ■軟弱地盤処理委員会第 1 分科会

日 時：昭和 46 年 12 月 10 日 14 時～  
出席者：内山茂樹委員ほか 5 名  
議 題：①工法選定フローチャート案の検討 ②分科会の今後の進め方

### ■軟弱地盤処理委員会工事現場見学会

日 時：昭和 46 年 12 月 11 日 13 時～  
出席者：内山茂樹委員ほか 9 名  
場 所：沼津工事現場

### ■高速道路建設単価（土工）委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 14 日 15 時～  
出席者：伊丹康夫委員長ほか 14 名  
議 題：①現地調査（東北、北陸、九州）の報告 ②今後のまとめ

### ■道路維持管理委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 15 日 10 時～  
出席者：吉田 盛委員長ほか 14 名  
議 題：①高速道路の維持管理合理化のための調査様式の作成 ②今後のとりまとめ方針

### ■道路除雪委員会スノーシェッド分科会

日 時：昭和 46 年 12 月 15 日 13 時～  
出席者：権平靖生幹事ほか 6 名  
議 題：除雪施設設置基準案作成の資料および問題点の整理

### ■骨材生産委員会小委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 16 日 13 時～  
出席者：長瀬 顕・駒村忠雄委員  
議 題：「骨材の生産」（仮称）第 7 章の原稿整理

### ■場所打杭委員会鋼矢板工法分科会

日 時：昭和 46 年 12 月 16 日 14 時～  
出席者：田中康之分科会長ほか 13 名  
議 題：「鋼矢板施工ハンドブック」分科会における最終打合せ

### ■骨材生産委員会小委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 21 日 13 時～  
出席者：塚原重美幹事ほか 3 名  
議 題：「骨材の生産」（仮称）第 7 章の原稿整理

### ■宅地土工計画準備会

日 時：昭和 46 年 12 月 22 日 17 時～  
出席者：内山茂樹委員ほか 6 名  
議 題：宅地造成工事における機械施工に関する調査研究について

### ■橋梁工事機械化施工委員会

日 時：昭和 46 年 12 月 24 日 12 時～  
出席者：玉野治光委員長ほか 8 名  
議 題：本州四国連絡橋団体の当面す

る問題について(主として基礎工法)

### 機械損料部会

#### ■作業船委員会

日時:昭和46年12月1日14時～  
出席者:西村俊之委員長ほか18名  
議題:作業船損料改訂の方向について

#### ■橋梁架設用機械委員会小委員会

日時:昭和46年12月1日14時～  
出席者:内山茂樹委員長ほか6名  
議題:「橋梁架設工事の積算」の編

集打合わせ

#### ■鋼製仮設材委員会小委員会

日時:昭和46年12月2日10時～  
出席者:田崎正一委員長ほか4名  
議題:鋼製仮設材の諸数値の決定について

#### ■鋼製仮設材委員会小委員会

日時:昭和46年12月6日14時～  
出席者:田崎正一委員長ほか7名  
議題:仮設材損料の検討

#### ■機械損料基準化委員会およびその他各

委員会正副委員長による合同委員会  
日時:昭和46年12月15日13時～

出席者:田中靖一部会幹事長ほか20名  
議題:建設機械損料の改訂について

#### ■鋼製仮設材委員会

日時:昭和46年12月20日14時～  
出席者:田崎正一委員長ほか20名  
議題:仮設材損料の検討

### ISO部会

#### ■第3委員会第2小委員会

日時:昭和46年12月13日13時～  
出席者:佐伯賢治委員長ほか12名  
議題:試作燃料給油口の実験について

## 編集後記



この2月号が皆様のお手許に届く頃、札幌では冬季オリンピック大会が連日にぎやかに催されていることと思いますが、昨年の本誌3月号には、当時のプレオリンピック大会に間に合わせるために急がれた、急峻な大倉山ジャンプ競技場建設の苦心談が掲載されていましたが、いまさらながら日本の建設技術が国際的な

検舞台でさん然と輝いていることを心強く思い起こされます。東京に居ながらにして種々の貴重なデータをいただき、この機関誌を通じて広く皆様にお伝えできることは、われわれ編集担当の冥利につきることと痛感しております。

今回は着々成果の現われている各種の建設工事の中間発表と、時代の覚児としていろいろな分野で活用されている電算機のうちから、電算機による運用・管理面での応用を、さらに最近の傾向として機械の大形化が進められていますが、これと関連のある電動式機械の運転制御面で、従来は回転機によって直流変換制御を行っていたワードレオナード方式が、SCRによる静止レオナードの出現によって重量、スペースの節約、騒音の低減がはかれるとい

た面等でクローズアップされてきましたので採り上げてみました。また70年代に入って水の利用がますます叫ばれ、特にまさに大海にそそがんとする一步手前の河口における水の活用として都市用水や灌漑用水、また防潮堰としての河口堰が脚光をあびてまいりました。それで関東地方の生活を背負っている大利根川の河口堰建設について1月号から掲載されておりますが、大作となった関係で3月号にもリレーすることになりました。

この後記を書いておりますときに1ドル308円の新レートが発表されました。輸出関連の方々は大変な試練を負わされたこととなりますが、ゴルフのハンディアップになぞらえて、皆様一層ご活躍下さいませように……。 (高橋・川上)

No. 264 「建設の機械化」 1972年2月号

〔定価〕1部250円  
年間2,400円(前金)

昭和47年2月20日印刷 昭和47年2月25日発行 (毎月1回25日発行)

編集兼発行人 最上武雄 印刷人 大沼正吉

発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105

東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内 電話(03)433-1501

建設機械化研究所〒417 静岡県富士市大淵3154(吉原郵便局区内)

北海道支部〒060 札幌市北3条西2-6 常山会館内

東北支部〒980 仙台市国分丁3-10-21 徳和ビル内

北陸支部〒951 新潟市東堀通6番丁1061 中央ビル内

中部支部〒460 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル内

関西支部〒540 大阪市東区谷町1-50 大手前建設会館内

中国四国支部〒730 広島市八丁堀12-22 築地ビル内

九州支部〒810 福岡市舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内

振替口座 東京71122 帯  
取引銀行三菱銀行銀座支店

電話 (0545) 35-0212

電話 (011) 231-4428

電話 (0222) 22-3915

電話 (0252) 23-1161

電話 (052) 241-2394

電話 (05) 941-8845

電話 (0822) 21-6841

電話 (092) 719380

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂1-3-6



〈現場の証言〉

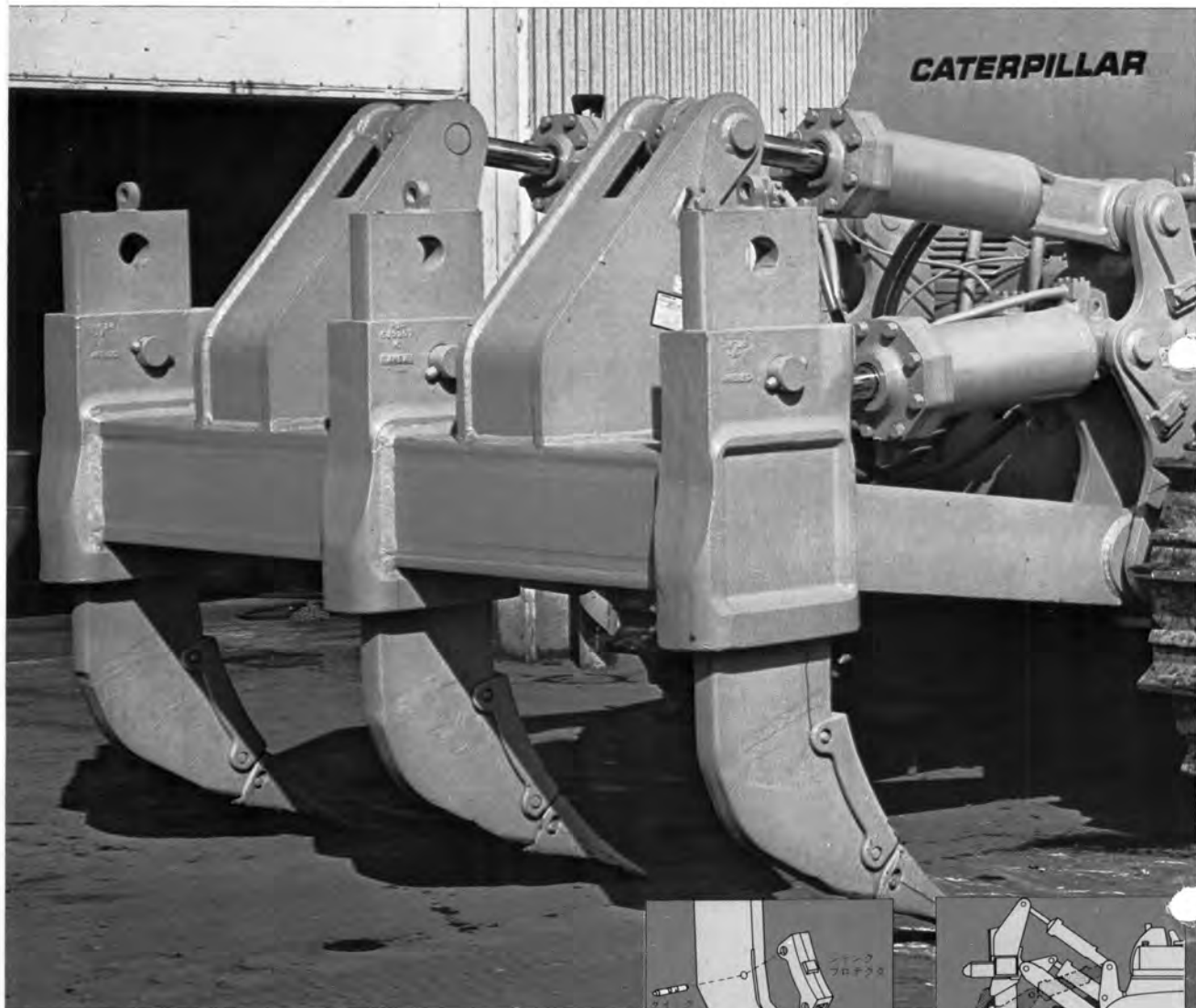
「硬い所に行くほど  
切れ味が違います」

CATD8H・D9Gブルドーザ リッパ付



# 岩場で信頼される牙<sup>リップ</sup>

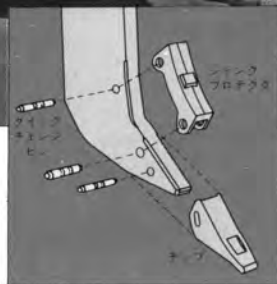
碎石、道路工事、ノロ処理などに活躍・D8H、D9G ブルドーザ



リップ付ブルは岩場の先兵。手間と費用のかかるハツクを使う前に、リップ可能なところは極力リップでこなす—これが採算向上のための定石です。先兵の責任は重大。あとに控えるショベル、ダンプ、クラッシャーなどを遊ばせないために、すばやい作業速度と優れた耐久性が要求されます。

**D8H、D9G**は、運転操作の楽なパワーシフト式。エンストがなく、油圧は常に強力ですから、リップングに最適。作業が速く、組合わせ機械を待たせません。

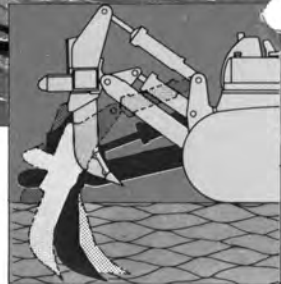
故障の少ない、その耐久性とあいまって、「大形ブルは**CATERPILLAR**」との、高いご信頼をいただいています。



#### ●鋭い切れ味

**CAT**リップの切れ味の秘密は、独特のシャック形状と、強力な油圧力にあります。チップは、摩耗しきるまで鋭さを失わないセルフシャープニング式。

**CAT**独自の全体焼入れで、硬く、耐摩耗性に優れ、反転使用も可能です。



#### ●掘削角調節式(アジャスタブル)

運転席からの操作で上部のシリンダが伸縮し、掘削角度が28°変えられます。引き起こした岩石をかかえ込むことがなく、法面を掘削することも可能です。貫入角を最大にすれば、穴や崖のそばの作業も安全にできます。

# 中国自動車道工事でも絶賛!



岸本建設  
西宮工事々務所重機主任  
石川吉蔵氏  
中国自動車道西宮  
インターチェンジ工事に使用

談) DBHの良いところは、何といっ  
ても故障の少ないこと。多くの機械を  
組み合わせるので休車が一番困る。その  
点 DBHは、全く信頼できる。丈夫で、  
運転操作が楽で、作業が速い。硬い所に  
いくほど、他の機械と差がでてくるよ  
うだ。多少無理な所でも安心して使え  
る。リップの切れ味といい、本体の耐  
久性といい、やはりCATだと思っ  
ています。



株奥村組 関西支店  
塩瀬工事所機械係長  
加治利勝氏  
中国自動車道西宮西工事に使用

談) リップ作業には、やはりパワーシ  
フトだ。大きな負荷がかかった時など、  
ダイレクト車ではエンストの不安があ  
り、操作もめんどろ。パワーシフトの  
DBHなら、油圧が常に強力で、安定  
した掘削力が得られる。また岩盤の目  
に合わせて貫入角度を変えられるア  
ジャスタブルも、とても便利。大きな岩  
の引きこしにも都合がいい。とにかく  
大形ブルはCATというのが通念にな  
っています。

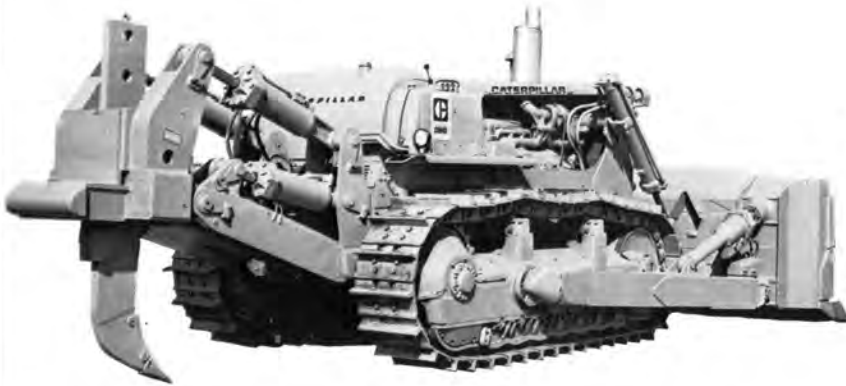


三藤開発株  
神戸作業所々々長  
前田 通氏  
中国自動車道神戸北工事に使用

談) この現場は土丹で、「孔くり」が非常  
に難しい。しかもハッパのかがりが以  
外に悪いので、ハッパコストは馬鹿高  
くついてしまう。今のところDBHを  
使って生産性をあげているが、土質が  
もっと硬くなったら、ひとクラス上の  
D9Gを投入して、作業量をさらにア  
ップしようと思っている。CATの機  
械は生産性が高い。この辺の工事には  
ほとんどCATの大形が使われています。


**D8H**

●フライホイール出力	274ps
●トランスミッション	パワーシフト
●走行速度	前進3段0~10.5km/h 後進3段0~13.0km/h
●重量 (リップドーザ、マルチシリンダ マルチシャングトリップ付)	37,050kg


**D9G**

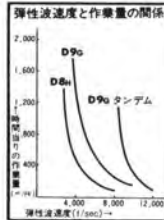
●フライホイール出力	390ps
●トランスミッション	パワーシフト
●走行速度	前進3段0~10.5km/h 後進3段0~12.7km/h
●重量 (Uドーザ、マルチシリンダ シングルシャングトリップ付)	46,700kg

**(油圧リップ装置)**

	形 式	方 式	シャング数	最大掘削深さ	重量(※トウス3本するとき)
<b>D8H</b>	NO.8Dシングルシャング	掘削角調節式	1	1,780mm	4,850kg
	NO.8Dマルチシャング	"	1~3	710mm	※ 5,150kg
<b>D9G</b>	NO.9Dシングルシャング	掘削角調節式	1	1,960mm	5,900kg
	NO.9Dマルチシャング	"	1~3	1,020mm	※ 6,750kg

●D8Hは掘削角手動調節式もあります。

●D8H D9Gともシングルシャングには標準と深掘削形の2種類があります。(仕様には深掘削形を表示)


**現場に向くサイズモグラフィ隊**

現場によって千変万化の岩質。わたくしたちはサイズモグラフィ(弾性波測定器)をフルに活用、従来カンだけになっていた岩質と作業量との関係を科学的に測定します。ご用命があれば、お客さまの現場のリップパビリティ(リップングの可能性)を判定し、最適なリップ工法をご提案いたします。

48220-338-01141

ブルのことなら

# キャタピラー 三菱株式会社

本社・工場 神奈川県相模原市田名3700 〒229 ☎(0427)52-1121 直納輸出部 東京都千代田区霞ヶ関3-6-14(三久ビル)〒100☎(03)581-6351  
 東関東支社群(0471)67-1151 西関東支社群八王子(0426)42-1111 北陸支社群新潟(0252)66-9171 東海支社群安城(05667)7-8411 近畿支社群茨木(0726)43-1121 中国支社群瀬野川(08289)2-2151  
 (特約販売店) 北海道建設機械販売(株)群札幌(011)681-2321 東北建設機械販売(株)群岩沼(022312)3111 四国建設機械販売(株)群松山(0899)72-1481 九州建設機械販売(株)群二日市(09292)2-6661



## 国外及び新幹線工事で大活躍 サガのスチールフォーム

### 〔営業品目〕

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

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



# 佐賀工業株式会社

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

東京事務所・工場 埼玉県鴻巣市箕田字二本木3838  
TEL (0485) 41-3366-8  
大阪事務所・工場 大阪市北区源蔵町10  
TEL (06) 362-8495-6  
仙台事務所・工場 宮城県岩沼市桑原町4-9-12  
TEL (022312) 4316 (代)  
4317-2301

# 日本車輛の 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 重車輛工業株式会社

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)

D-207LC-M40D型杭打機

代理店 **新東亞交易株式会社**  
建設機械部第二課

本店 東京都千代田区丸の内3-3-1(新東京ビル5階) TEL 東京(212)8411大代  
大阪支店 大阪市西区靱1-102(辰巳ビル6~7階) TEL 大阪(444)1431大代  
名古屋支店 名古屋市中村区広井町3-88(大名古屋ビル7階) TEL 名古屋(561)3511代  
宇都宮支店 宇都宮市小幡2-2-12 TEL 宇都宮(2)2765・2656  
支店所在地 仙台・静岡・岡山・広島・福岡・北九州・鹿児島・長崎

●取扱建設機械=3軸ローラー、タンピングローラー、ユンボパワーショベル、アスファルトフィニッシャー、ロードローラー、アスファルトプラント、チェーンバイルハンマー、スタビライザー、バッチャープラント、砕石プラント、コンプレッサー、他

製造元  
**東急車輛**

4つの作業を  
1度にできる  
**SuperLift**  
シリーズ

CH 5 ~ CT 36 トン  
トラッククレーン





## Seibu 高風圧サージレスファン



形式	風量 m <sup>3</sup> / min	送風機 全圧 mmAq	口径 mm	回転数 rpm	電動機 kW	周波数 Hz
FE-5302	200	300	530	3550	15	60
FE-5713			570	2940	15	50
FE-7014	400	250	700	2960	25	50
FE-8707			870	1780	25	60

ターボブロウに匹敵する風圧!

- 風量、風圧曲線に左下りの部分がなく、サージングが起らない
- ターボブロウ・シロッコファンに比べて運搬据付が極めて容易
- 水平、垂直、斜め、どの方向にも自由に取付ができる
- 小型

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)2-7071(大代)  
営業所 東京・名古屋・大阪・広島・札幌

# 無事故！無災害！ 記録をグングン伸 ばしてください

計器運転 / 自動停止 /  
**コンピュータ**  
**ACS** 付(安全)  
トラッククレーン



■NK-360B(36t)



クレーン作業の一層の安全を確保する画期的な《安全装置》ACSコンピュータ付トラッククレーンがついに完成しました。

年々大型化する建設工事、作業のスピードアップにより、オペレーターの一寸した判断違いや誤作業、カンの狂いが貴重な物品、人身にかかわる大きな事故の発生源になっています。

これらの事故を未然に防止し、最小限におさえる《安全装置》……それが一歩進んだACSコンピュータ付カトウ・トラッククレーンです。

■この安全装置(コンピュータ)は、20t～75tまで装置可能です。

■ACSコンピュータ付トラッククレーンは、新幹線、国電に取付けられたATSと同じように危険が迫ったとき、未然にそれを察知し、ランプ、ブザーで警報し、さらに自動停止することにより事故を未然に防止する画期的な安全装置です。

■ACSコンピュータは、従来の安全装置と比べ安全精度は抜群に高く、誤差が非常に少なくなっています。

■ACSコンピュータ付トラッククレーンは、オペレータの肉体的、精神的疲労を非常に少なくします。

こうして、**KATO**の技術陣が総力をあげて研究し、一歩進んだ最新技術で開発した《安全装置》ACSコンピュータ付トラッククレーンをご採用していただき無事故無災害記録をグングン持続させて下さい。

今日の対話を明日の技術へ

## KATO

株式会社 **加藤製作所**

本社 社/東京都品川区東大井1の9の37

(電)40 (47)1811(大代表)

営業本部/東京都港区芝西久保桜川町2

(電)105 (業)17森ビル (59)1511(大代表)

茨城支店 (02)2533114 福岡支店 (092)8210155

千葉支店 (047)4217746 岡山支店 (086)23111291

横浜支店 (045)3111992 広島支店 (082)214810461

静岡支店 (054)27861214 松山支店 (089)4315240

札幌支店 (011)24112888 徳山支店 (0834)2212426

仙台支店 (022)21714896 九州支店 (092)17815571

群馬支店 (028)5321811 高松支店 (087)5515088

名古屋支店 (052)5825501 水戸支店 (049)792166550

富山支店 (076)43219168 東京支店 (03)581582226

大阪支店 (06)43031131



# 標準ギヤードモータに流体継手の利点を加えた コンパクトな実用機



## 島津ハイドロフレックス ギヤードモータ 《減速機＋流体継手＋モータ》



- 標準形ギヤードモータに流体継手を組込んで一体としたものですから、小形軽量で取り付けが簡単です。
- 部品が標準化されているので、設備費が安くなります。
- 始動時にモータの高トルクが利用できるのです、始動がきわめてスムーズに行なえます。

〈主要製品〉 ギヤードモータ・パウダフレックス ギヤードモータ・歯車減速機  
歯車増速機・船用歯車減速機(西独・ローマン社提携品)



### 島津製作所

機械事業部

●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 48-4311 / 札幌 231-8811 / 神戸 331-9661

# 排気ガス、騒音をシャットアウト ユタニ・ポクレン 電動式油圧シヨベル

GC120S  
(電動機併設)

LC80S  
(電動機併設)

TS50S  
(電動式)

FCS  
(電動式)



- トンネル、都市土木、地下鉄工事に最適
- 高油圧(300kg/cm<sup>2</sup>)の使用により機械はコンパクト
- 安定した作業で高性能を発揮
- 耐久性にすぐれ、ランニングコストが安い

**YUTANI** 油谷重工株式会社

東京都港区新橋2丁目1番3号 電話(502)2351

総代理店 丸紅飯田株式会社

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

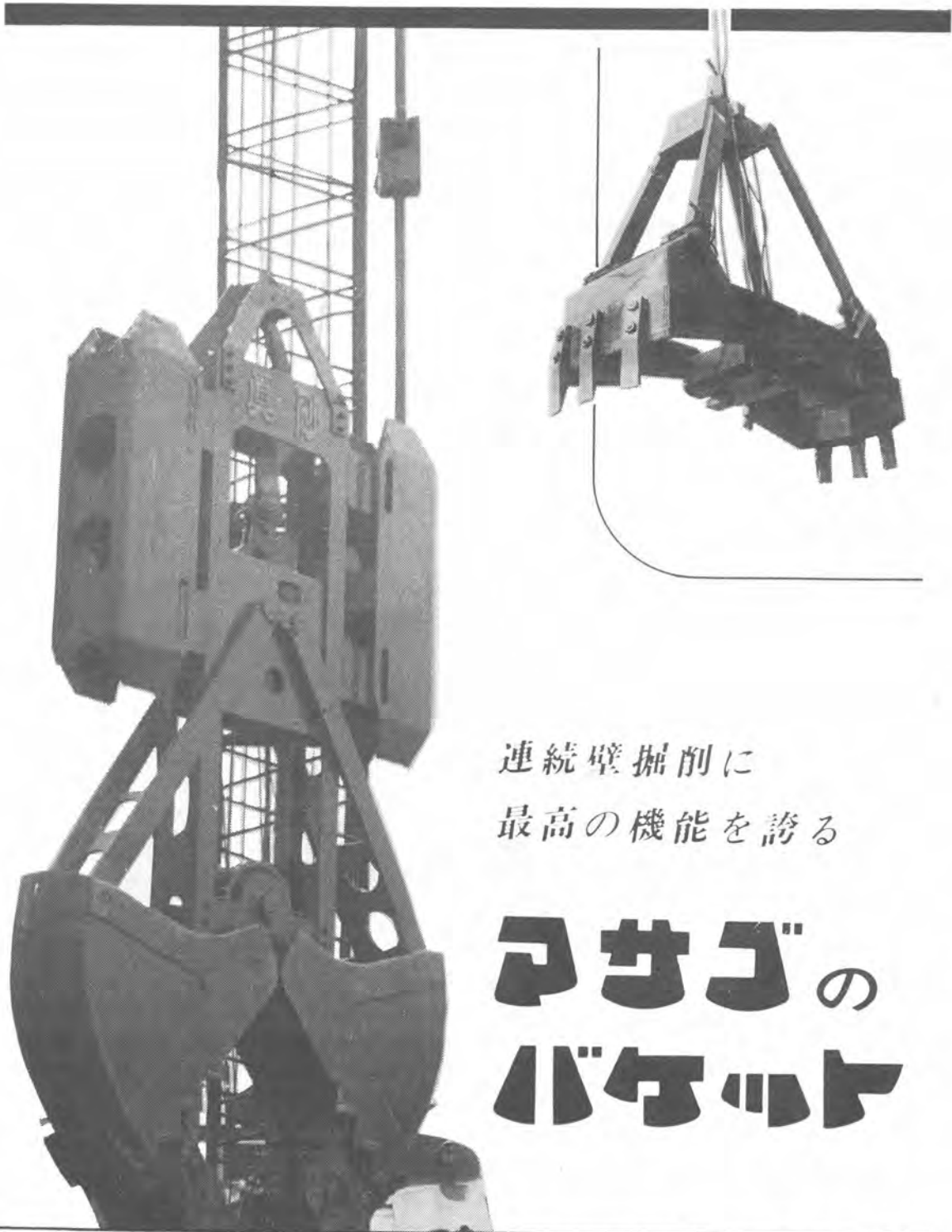
- 純日本技術で出来たエアマンスクリークコンプレッサー！
- 日本で最初にして最大のポータブルコンプレッサー！
- 空気量は世界最大の34.0m<sup>3</sup>/min(AMS 1200)  
25.5m<sup>3</sup>/min(AMS 900)



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)アトラスコブコ  
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1 2 3 5-1 ● 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) 3 2 0 1 (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



連続壁掘削に  
最高の機能を誇る

# かさゴの バケット



**眞砂工業株式会社**

本社 東京都足立区花畑町4074 TEL (03) 884-1636代  
大阪営業所 大阪市北区牛丸町52(日生ビル)TEL(06)371-4751代  
北九州出張所 北九州市小倉区熊本町2-3-3(旭ビル)TEL(093)52-4276

# OGAWA PILO CRANE


油圧クライミング装置装備!

国内最多の実績を誇るOTシリーズ

- OT-3030型 (3t×30m)
- OT-4030型 (4t×30m)
- OT-5030型 (5t×30m)
- OT-6030型 (6t×30m)
- OT-7030型 (7t×30m)
- OT-5035型 (5t×35m)
- OT-3040型 (3t×40m)
- OT-5040型 (5t×40m)
- OT-10030型 (10t×30m)



OTA-3040型  
(油圧クライミング型)

製造元  株式会社小川製作所

本社 千葉県松戸市稲台440 電話 松戸(0473)62-代表1231

総販売元  兼松江商株式会社

東京本社	東京都中央区宝町2-5(兼松江商ビル)	建機自動車課	電話(562)7133
大阪支社	大阪市東区淡路町5丁目33番地	建機船舶課	電話(228)3829
名古屋支社	名古屋市中区錦1-20-19(名神ビル)	機械第3課	電話(052)(211)1311
福岡支店	福岡市天神2-14-2(福岡証券ビル)	機械課	電話(092)(76)2931
札幌支店	札幌市大通り西4-6-1(秋田銀行ビル)	機械課	電話(011)(261)5631

## 「修理は安心して委せられる」

### ◆24時間サービス

部品及フィールドサービス

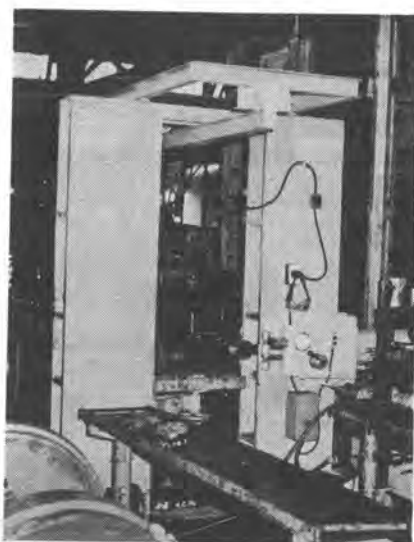
電話(03)429-2136

### ◆M.U.S (マルマユニットサービス)

ユニット交換即日サービス

### ◆道路舗装機械・プラント専門整備

### ◆油圧機器・各種ポンプテスト装置



## 建設機械整備!! 建設機械特殊アタッチメント設計製作!!

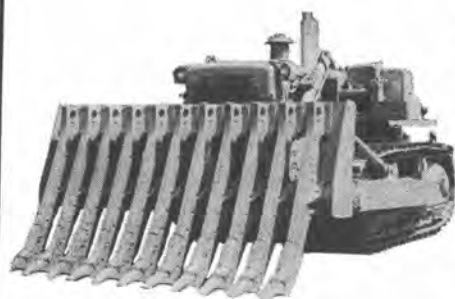
コストの低廉・優れた品質・完全アフターサービス



# マルマ重車輜株式会社

本社・東京工場	東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号	電話(03)429-2131(大代)加入電信242-2367	〒156
名古屋工場	愛知県小牧市小針町中市場25番地	電話(0568)77-3311(代)加入電信4485-988	〒485
相模原工場	神奈川県相模原市大沼2209番地	電話(0427)52-9211(代)	〒229
水島出張所	岡山県倉敷市中畝2-2-1	電話(0864)55-7559	〒712
神戸出張所	兵庫県神戸市垂水区高丸7丁目17号	電話(078)706-5173	〒665
鹿島出張所	茨城県鹿島郡神橋町大字知守南部団地		〒314-02

## 「仕様には出ていませんが」特殊アタッチメントは マルマが引受けます。



- ◆排気処理装置(トンネル仕様)
- ◆騒音防止工事
- ◆森林用ガード、雪用キャブ安全プロテクタ
- ◆ロックヒルダム用ロックレーキ・転圧ローラ等
- ◆バッテリー利用自動給油装置
- ◆パイプレイヤ、のり面処理装置等。



# 内外車輦部品株式会社

本社 東京都目黒区柿の木坂1丁目19番8号 TEL (03) 718-8291(代)  
 名古屋営業所 名古屋市中区千早町5丁目9番5号 TEL(052)261-7361(代)

各種建設機械部品及整備・診断用機器・工具

## FLO-tech

## Hydraulic Test Units

最新式携帯用油圧装置テスト!!

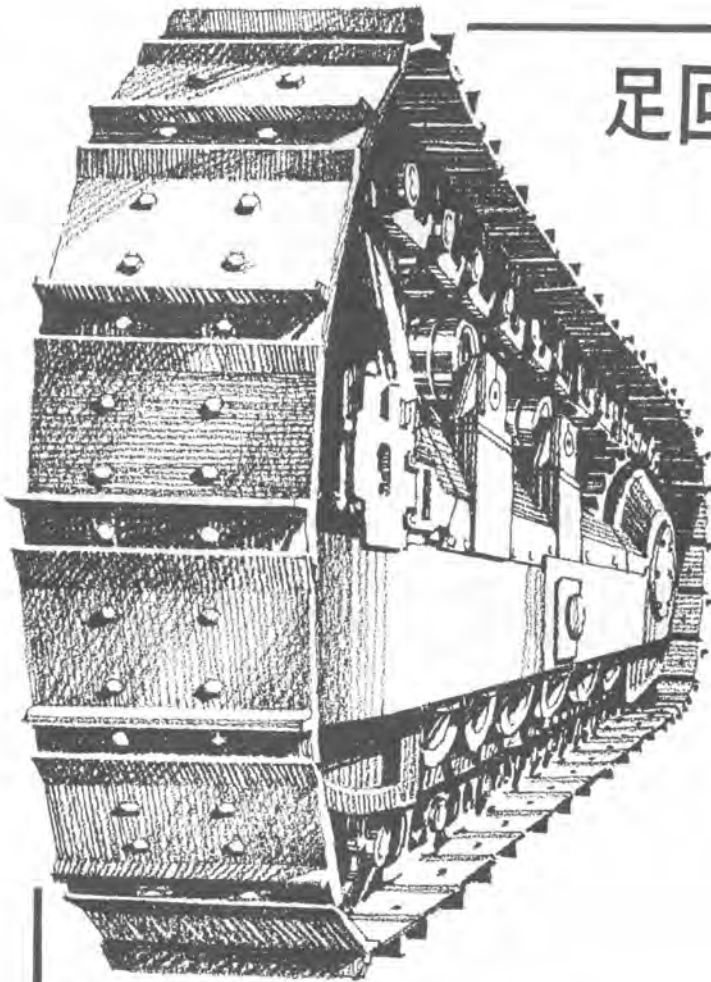


### 特長!!

FLO-tech ハイドロリックテストはあらゆる油圧装置の油量、油圧・油温を正確、且つ迅速に測定するために油圧テスト専門メーカーのFLO-tech社で造られている最新の高性能油圧装置テストです。取扱い易く精度の高い各種のテストは油圧装置の各部分の故障探究、保守、点検に著しい時間と経費の節約をお約束致します。

### FLo-tech テスタ仕様

型式	15-3 PFM	25-3 PFM	50-3 PFM	100-3 PFM	150-3 PFM
油圧	0-5000 PSI迄	同じ	同じ	同じ	同じ
油量	1-15 GPM	2-25 GPM	3-50 GPM	5-100 GPM	7-150 GPM
油温	50°F-350°F	同じ	同じ	同じ	同じ
重量	7.25kg	7.25kg	7.5kg	10.0kg	10.0kg
寸法	L×W×H (mm) 245×185×165	L×W×H (mm) 245×185×172		L×W×H (mm) 267×178×190	



# 足回りの専門家!

クローラー足廻り関係の  
設計製作について  
ご相談下さい……………  
アフターサービスも  
万全です……

## 〈営業品目〉

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

トラック・リンクは  
トキロンへ……



### 湯浅金物株式会社

札幌市北三条西四丁目(日本生命ビル) 06 6271(代)

### 中外機工株式会社

仙台市本材木町4 6 (57) 7541(代)

### 東日興産株式会社

東京都世田谷区野沢3-2-18 (424) 1 0 2 1(代)

### 川原産業株式会社

愛知県西春日井郡筋藤町大字敷之庄4709-7 01 3141

### 国際モータース株式会社

福岡市白鷺町7 (41) 8131(代)

### 中吉自動車株式会社

広島市西観音町9-5 (32) 3325(代)

### 辰己屋興業株式会社

大阪市福島区鷺州上1の92 (458) 5212(代)

### 川原産業株式会社

大阪市浪速区泉町4-1 (561) 0555(代)

土浦工場  
(株)東京鉄工所

TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

# TOKIRON

株式会社 東京鉄工所

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



# Mr.トルクフロー

ブルの中のブル、男の中の男

## “ミスター・トルクフロー”は世界の合言葉です。



英国・マンチェスターで活躍のコマツD155Aフルドーザ(トルクフロータイプ)とD・J・リードさん

### コマツのブルも操縦者も 「ミスター・トルクフロー」と呼ばれています

ここは、英国のマンチェスター郊外。「ミスター・トルクフロー」と親しまれているコマツのトルクフロー車・D155Aが、ここでも活躍中です。「ノックラッチタイプなので、仕事が終わっても、まったく疲れないネ。リッパ作業の働きぶりもワンドラフル！」とオペレーターのD・J・リードさんは大喜び。男らしく、いつも陽気な彼も「ミスター・トルクフロー」と呼ばれています。

#### D155A(油圧リッパ付)の主な仕様

●重量=37100kg/●出力=300PS/●ブレード=4065×1360mm  
リッパ装置=シャング個数 3本/ビーム長さ 2420mm/最大切削深さ 925mm/切削深さ 2段交換可能/最大上昇量 770mm

#### コマツD155A(トルクフロータイプ)の主な特徴

- 約37トン(リッパ付)の巨体も、レバー1本で前後進・空速が自由自在。
- リッパ作業などで、車体に大きな負荷がかかってもトルクコンバータがその負荷を受けとめ、エンジンや車体の寿命を長持ちさせます。
- 大型ブレードの昇降からチルト操作まで、すべてモノレバー。また、ステアリングクラッチとブレーキは2レバー・2ペダル方式。ステアリングクラッチとブレーキは運動しているため、レバーだけでも操向が可能です。
- オペレーターの安全を守る減速ペダル付。ゆったり座れる運転席。広い視野でオペレーターは疲れません。

**小松製作所**

東京都港区赤坂2-3-6 千107・☎03(584)7111(大代表)

北海道支社 ☎札幌011(661)8111  
東北支社 ☎仙台0222(56)7111  
北陸支社 ☎新潟0252(66)9511  
関東支社 ☎鴻巣0485(42)5211

東京支社 ☎東京 03(584)7111  
東海支社 ☎横浜045(311)1531  
中部支社 ☎一宮0586(77)1131  
近畿支社 ☎西山075(922)2101

大阪支社 ☎豊中 068(64)2121  
四国支社 ☎高松 0878(41)1181  
中国支社 ☎五日市0829(22)3111  
九州支社 ☎福岡 092(64)3111



プロパンカンテキKN-4

ロードパッチャーRP-5

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。

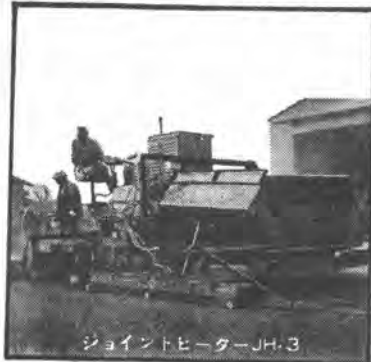


アスファルトホットローラHR-E

アスファルトホットローラHR-1

コテロンKT-2

## 道路の決定版 ジョイントヒーター!



ジョイントヒーターJH-3

従来道路舗装に於ける縦継目の施工は一般的に舗設の終了した施行車線の舗設部が冷えてから次の車線を行なういわゆるコールドジョイント施行であります。コールドジョイント施行の場合如何に入念に作業しても密着度、転圧等の点においても不十分です。アスファルトフィニッシャーにとりつけられたジョイントヒーターは、既に舗設した部分の縦および横継目を適当な温度に加熱して、新しく施行する施行車線の舗設混合物と一体化させます。この場合、混合

物の変質を防ぐため間接加熱法(赤外線バーナー)を採用しています。

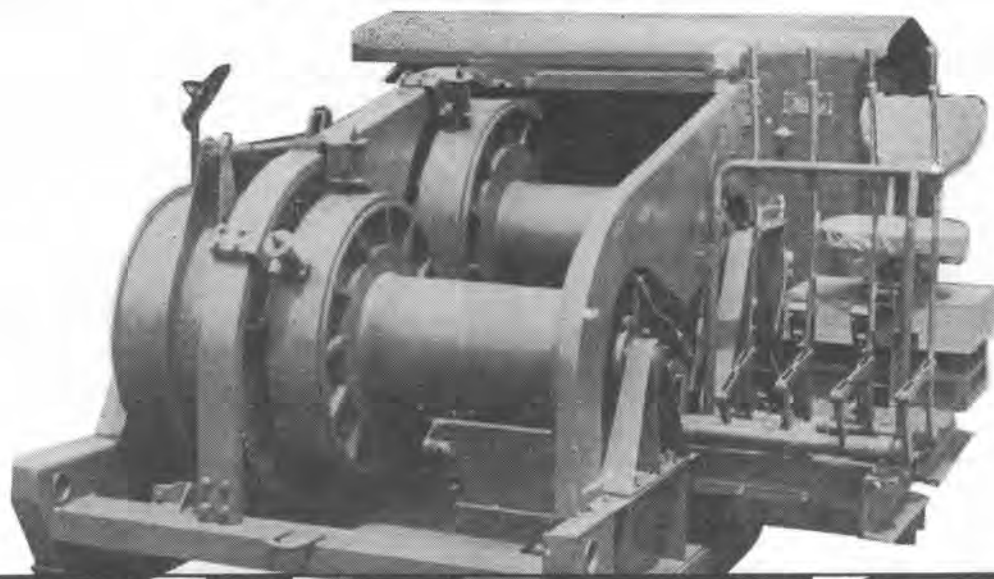
- 全長..... 2,375mm
- 全幅..... 371mm
- 全高..... 200mm
- 重量..... 110kg
- 加熱装置..... 赤外線バーナー16個
- 加熱面積..... 2,320mm×250mm
- 熱浸透度..... 20mm
- 瀝青温度..... 140℃



株式会社 東洋内燃機工業社

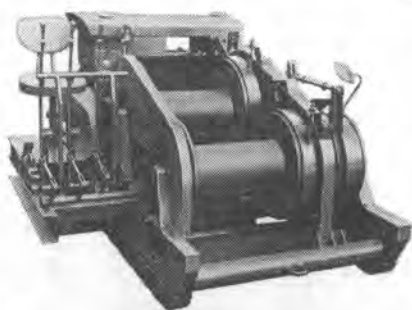
本社・販売部 川崎市元木1丁目3番11号  
電話 川崎 044(24)5171~3

国土建設化時代に備え  
南星のウインチを!!



# RKC-73

## ●大型3胴ウインチ



直引力・ ドラムフランジ経の中心で3000kgs  
 変速・ シンクロメッシュ正転4段、逆転4段  
 最大捲上速度・ 460m/min  
 捲代・ 12mmロープ 1280m  
 エンジン・ HINO DM-100 77PS/2400rpm

## ●中型3胴ウインチ

直引力・ ドラムフランジ経の中心で2300kgs  
 変速・ 摺動歯車変速正転4段、逆転4段  
 最大捲上速度・ 310m/min.  
 捲代・ 12mmロープ 1000m

株式会社南星工作所  南星機械販売株式会社

		労働省クレーン製造認可工場							
本社工場	熊本 (52)	8191	代表	仙台営業所	仙台 (27)	2	4	5	5
東京営業所	東京 (504)	0831	代表	盛岡営業所	盛岡 (24)	5	2	3	1
大阪営業所	大阪 (372)	7371	代表	新潟営業所	新潟 (45)	5	5	8	5
名古屋営業所	名古屋 (962)	5681	代表	長野営業所	長野 (85)	23	15		代表
札幌営業所	札幌 (781)	1611	代表	広島営業所	広島 (32)	12	8	5	代表
宮崎営業所	宮崎 (24)	6441		大分営業所	大分 (4)	2	7	8	5

特許

# 明和の締め機械

## バイブロ ランマ



道路・水道・ガス管  
電設・盛土・埋戻  
路盤碎石固め

VRA 120 (kg)  
# 80 (#)  
# 60 (#)

■通産大臣賞

## 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(#)

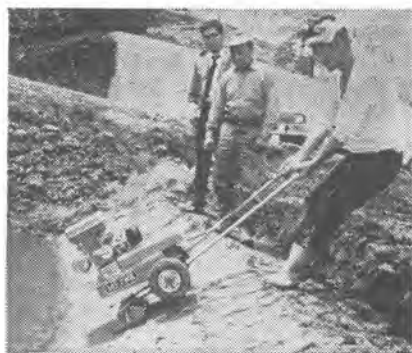
■発明協会賞

## テニコン《新製品》

のり  
面  
転圧

TN-40(kg)  
# - 80(#)

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°  
ステアリング軽快

MVR 10型 1.0t  
# 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1-448	TEL(0482)51-4525-9	☎332
大阪営業所	大阪市城東区諏訪西3-25	TEL(06)961-0747-8	☎536
福岡営業所	福岡市上牟田町2-1	TEL(092)41-0878-4991	☎816
名古屋営業所	名古屋市中川区八家町3-31	TEL(052)361-5285-6	☎454

抜群の作業性能 小型ならではの融通性

# 高能率作業で採算アップを推進!

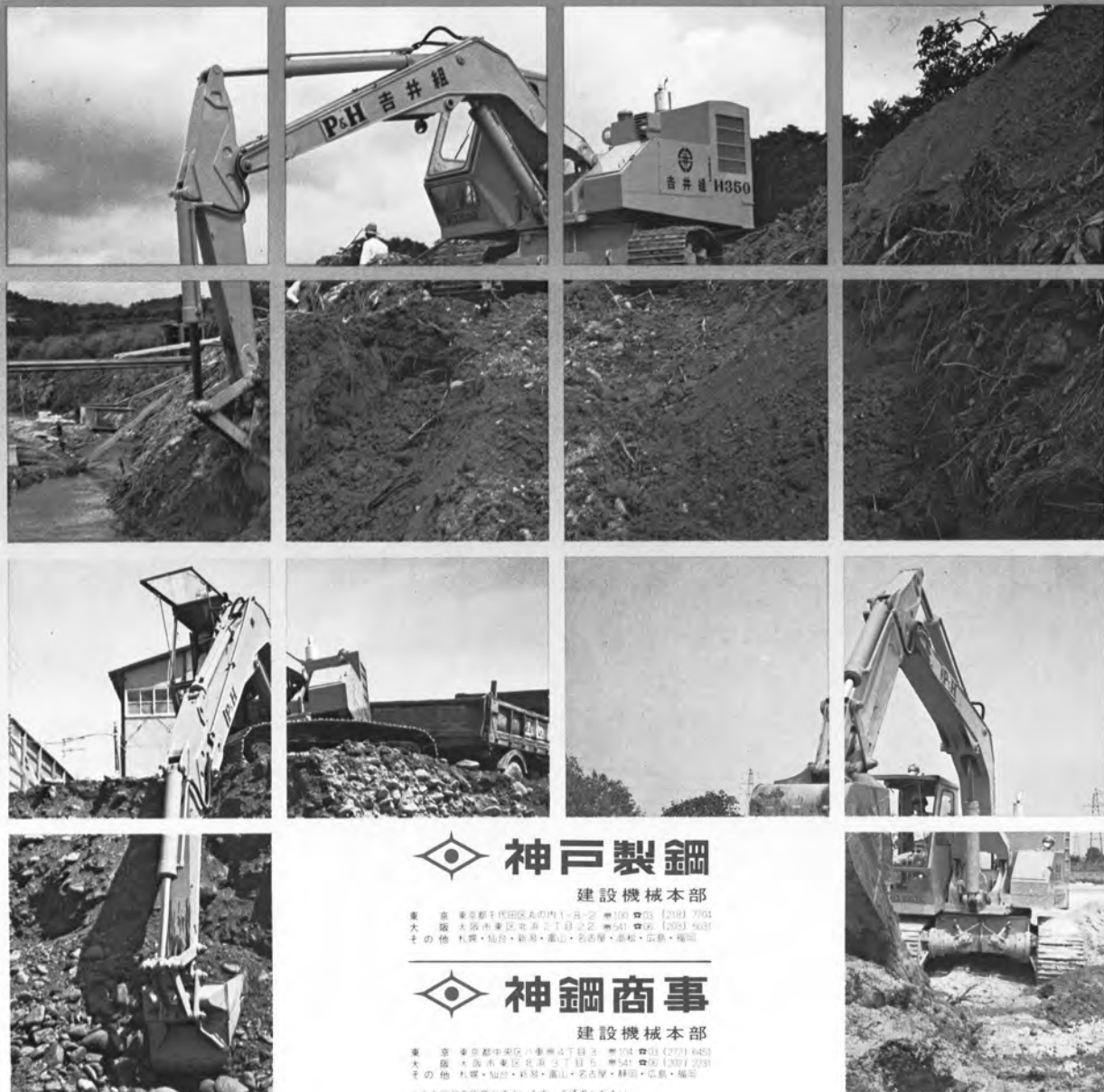
	H350	H350L
バケット容量	0.35 m <sup>3</sup>	0.35 m <sup>3</sup>
接地圧	0.37 kg/cm <sup>2</sup> 500mmシュー付	0.26 kg/cm <sup>2</sup> 700mmシュー付
総重量	9.0 トン	9.5 トン

コンパクトで強力な機構を誇る **P&H** 油圧ショベル。抜群の作業性能、軽快で容易な運転操作など、狭い現場でも自由自在。小型ながらも高能率に作業がすすめられます。しかも、無類のタフさで、整備もきわめて簡単。安全性・経済性とも、他機の追従を許しません。あなたのお仕事の合理化、省力化に、ぜひお役立てください。

# P&H

# 油圧ショベル

## H350/H350L



## ◆ 神戸製鋼

建設機械本部

東京 東京都千代田区本の内1-5-2 ☎101 ☎73 (216) 7904  
大阪 大阪市東区北浜3丁目2-2 ☎541 ☎06 (253) 6157  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・横浜・広島・福岡

## ◆ 神鋼商事

建設機械本部

東京 東京都中央区八重洲4丁目3 ☎104 ☎33 (273) 6453  
大阪 大阪市東区北浜3丁目5 ☎541 ☎06 (253) 2231  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・横浜・広島・福岡

※各支店の掲載がございます。ご購入ください。

たくましいパワー 小回りのきく機動性

# 作業能率の飛躍的な向上を実現!

	545H	645	745
バケット容量	1.6-2.3m <sup>3</sup>	2.1-2.7m <sup>3</sup>	2.7-3.4m <sup>3</sup>
常用荷量	3.6ト <sub>ン</sub>	4.1ト <sub>ン</sub>	5.5ト <sub>ン</sub>
最小回転半径	4.3m	4.55m	5.16m
総重量	約10.3ト <sub>ン</sub>	約12.2ト <sub>ン</sub>	約18.2ト <sub>ン</sub>

国産唯一の全90度屈折を実現した **A** ホイールローダ!  
 小回りのきく機動性は日本の工事事情にピッタリ。そのほか、作業性・安全性・耐久性など、総合力でも他機を断然リードしています。砕石をはじめ、土砂の積込み、運搬、砂利の採取に縦横無尽の動きをする **A** のホイールローダで、能率向上、採算向上を、ぜひおはかりください。



全90°アーティキュレート式

## ホイールローダ 545H/645/745



### ◆ 神戸製鋼

建設機械本部

東京 東京都千代田区大の内の1-1-2 電話 103-5031 (218) 7704  
 大阪 大阪市東区北浜3丁目2-2 電話 541-5006 (203) 5031  
 その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡

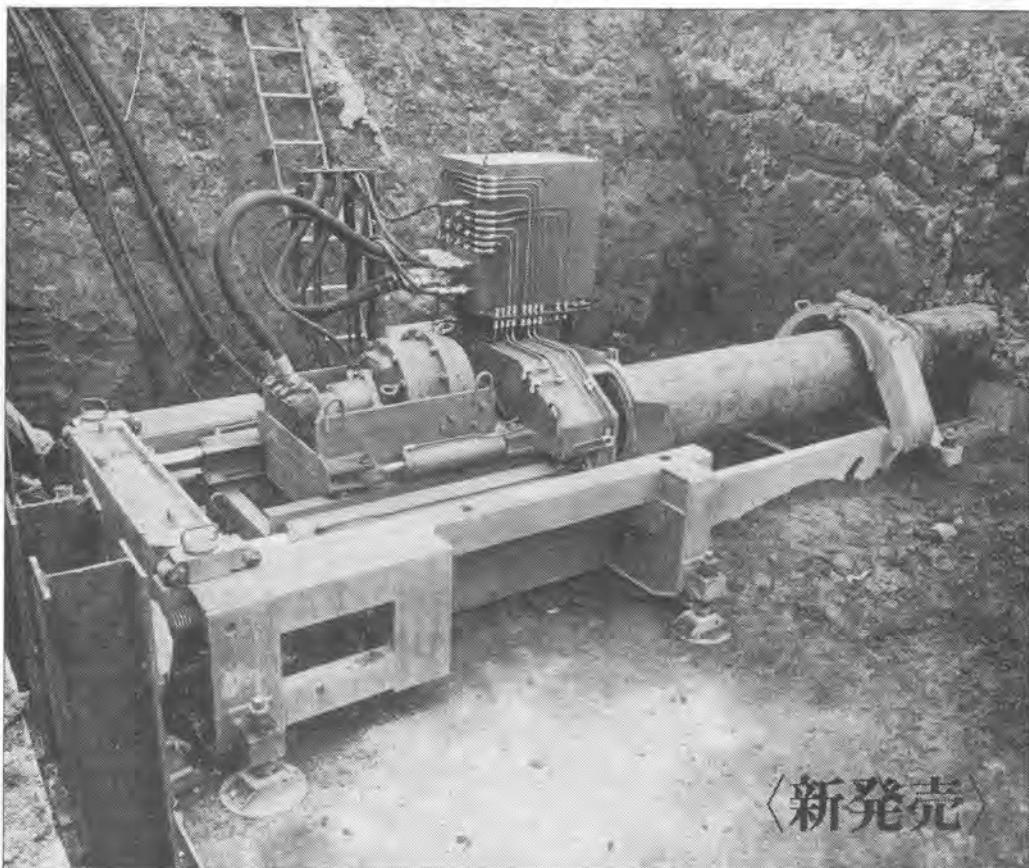
### ◆ 神鋼商事

建設機械本部

東京 東京都中央区八重洲4丁目3 電話 104-0103 (272) 6451  
 大阪 大阪市東区北浜3丁目5 電話 541-0106 (202) 2231  
 その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・静岡・広島・福岡

★カタログの用紙がございます。ご請求ください。

# 開削せつに鋼管を埋設できる—— ホリゾンガー®



下水道管、ガス管、ケーブル挿入管などの鋼管埋設は推進工法にして下さい。

三和機材が、開発した、水平ボーリングマシン・ホリゾンガーは、埋設する鋼管内にスクリューを挿入し、掘削しながら鋼管を推進、埋設します。地上構築物を損壊することなく、しかも狭い場所でも楽に作業が出来る新鋭機。

- 掘削推進方式 ●全油圧駆動方式 ●スイベル内蔵減速機方式
- 掘削調整シリンダ組込方式 ●口径調整ガイド方式 ●ワンマン操作方式
- 合理的機能設計方式の7大方式が、掘削の作業能率を大巾にアップさせます。

#### ■主なる営業品目

アースオーガー・ドーナツオーガー・ホリゾンガー・モルタル用パッチャープラント・テプリフト・フォークリフト  
ペビークレーン・バルハンド・配合飼料用サイロプラント・各種プラント・その他土木建設及び荷役諸機械、設計製作



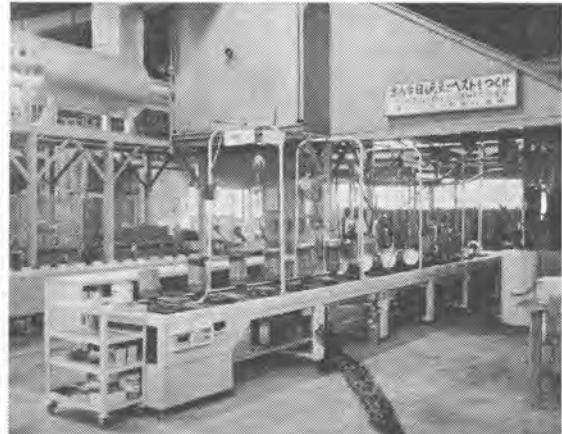
#### 三和機材株式会社

本社 / ☎103 東京都中央区日本橋茅場町2-10 電話03(667)8961(大代表)  
大阪営業所 / ☎541 大阪市東区北久宝寺町2-60-1 電話06(261)3771(代表)

# ツルミの木中ポンプは 業界初のライン工場生産されます。



大型組立ライン

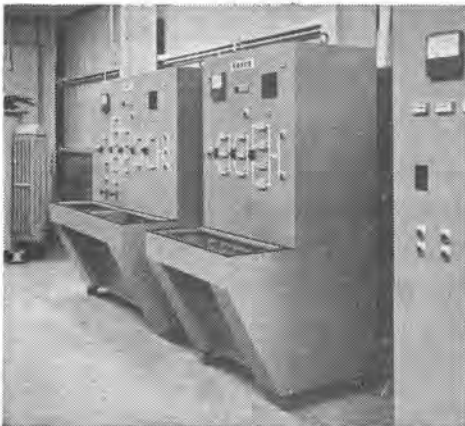
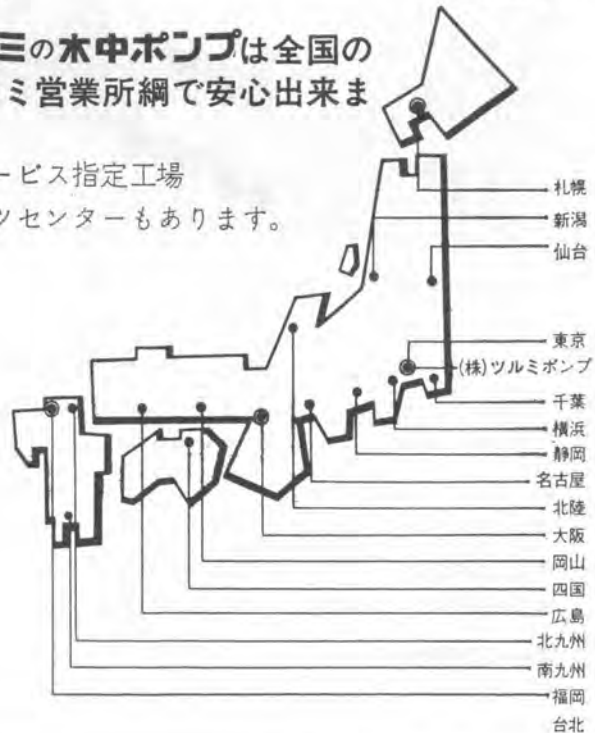


小型組立ライン

受入れ  
から  
出荷迄

ツルミの木中ポンプは全国の  
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

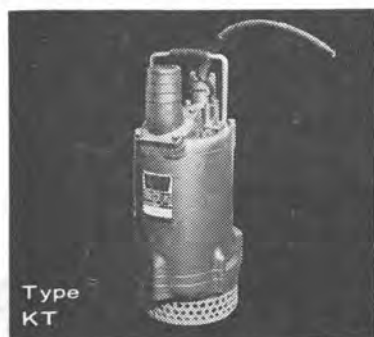


水に挑み水と斗うツルミポンプ  
株式会社 鶴見製作所

本社 大阪市城東区鶴見4丁目7-17  
電話 (06)911-2351 (大代表)  
工場 大阪市城東区鶴見4丁目6-4  
電話 (06)911-7271 (代表)

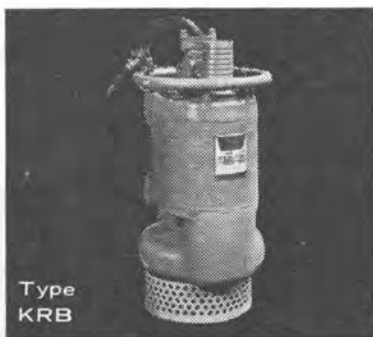


# ツルミの水中ポンプは 用途別に機種がほうふです。



Type  
KT

軽量 1.5KW~11KW  
揚程 15~45m



Type  
KRB

0.75KW~22KW  
揚程 10~33m



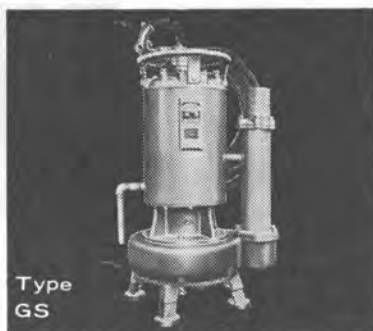
Type  
BB

0.15KW~0.4KW  
(型式承認取得済み)



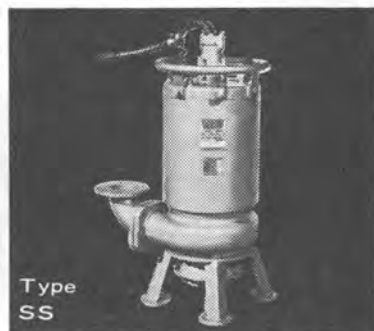
Type  
NKV

2.2KW~22KW  
揚程 10~33m



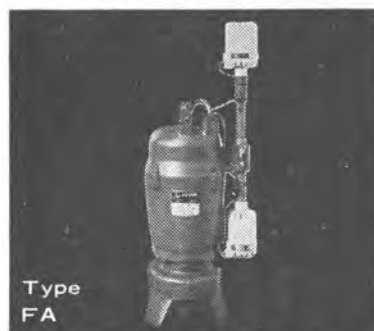
Type  
GS

22KW~37KW  
揚程 15~31m



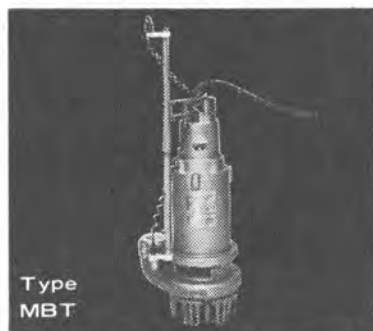
Type  
SS

1.5KW~11KW  
揚程 8m~16m



Type  
FA

自動液面装置内ぞう  
0.15KW~0.4KW



Type  
MBT

自動液面装置内ぞう  
0.75KW~2.2KW



Type  
KSM

11KW~22KW  
揚程 15~27m

※電気用品取締法により500W以下の水中ポンプは型式承認が必要です(昭和43年11月19日政令第318号)

●支店・営業所

札幌 (011)731-8385(代)  
仙台 (0222)94-4107(代)  
新潟 (0252)45-2371(代)  
東京 (03)862-5961(代)  
川口 (0482)22-4025(代)  
横浜 (045)461-1721(代)

静岡 (0542)55-2943(代)  
北陸 (0762)63-7891(代)  
名古屋 (052)221-6486(代)  
京滋 (075)821-4804(代)  
神戸 (078)321-1888(代)  
広島 (0822)28-4562(代)  
岡山 (0862)31-2967(代)

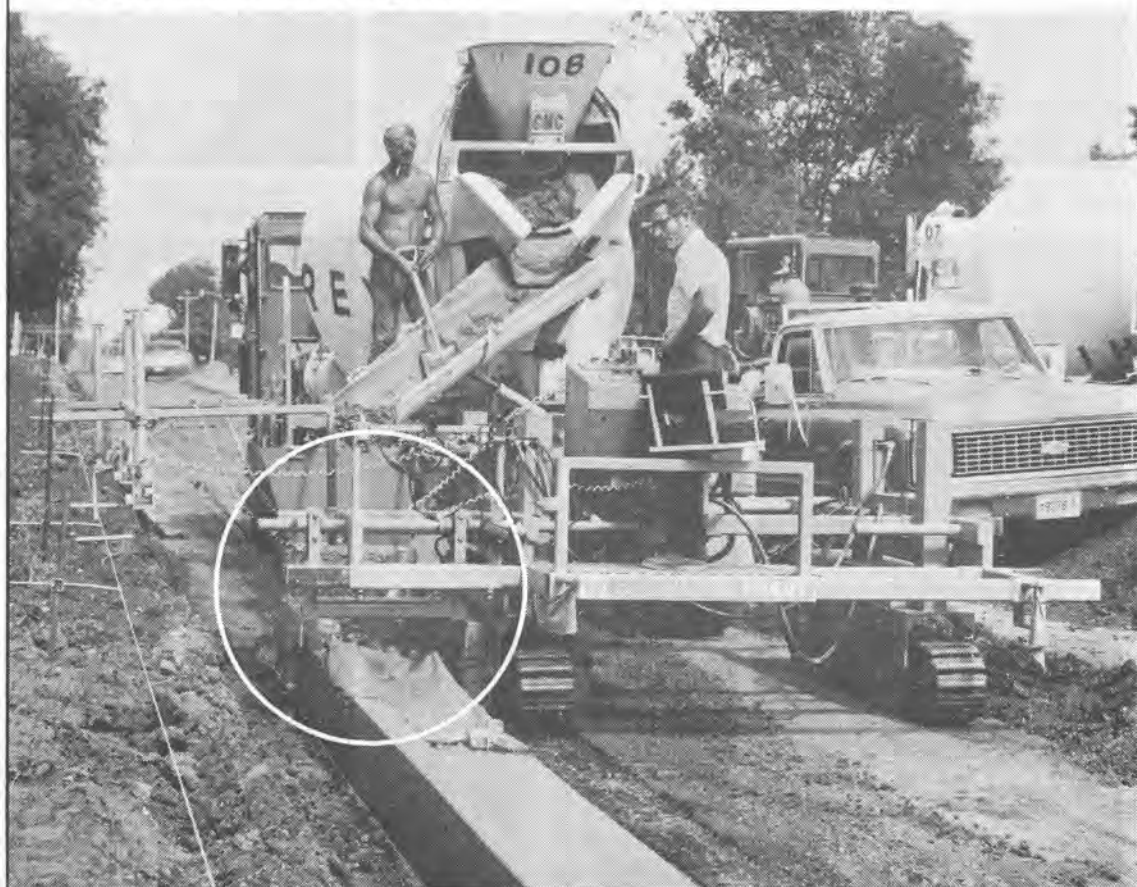
四国 (0878)31-1896(代)  
北九州 (093)92-6624(代)  
福岡 (092)43-0371(代)  
大分 (09752)8-6256(代)  
南九州 (0992)51-7070(代)  
台北 332316

(米)Curbmaster (カーブマスター社)

## 小型スリップフォームペーパー

ROBOT ロボット 72年型 (カーブ、ガッター、サイドウォーク用)

- カーブ、ガッター、歩道、中間地帯拡大等に最適
- 型枠一切不要
- 歩道が障害物に近接したカーブやガッターを作る場合も  
わずかのスペースがあれば施工可能
- GL式グレード、スロープコントローラ、ステアリングコントローラ付
- 最高毎時500米の打設能力あり



アウトサイドマウント付ロボット型スリップフォームペーパー(72年型)

〈仕様〉	カーブ最大高さ…………… 485耗	重量……………約3400kg
	サイドウォーク最大巾……………1900耗	速度……………0～10.2 <sup>米</sup> /分

Curbmaster  
Grad-Line, Inc.

日本総代理店 **日本ゼム株式会社**

東京都品川区大井4-2-4 波田野ビル

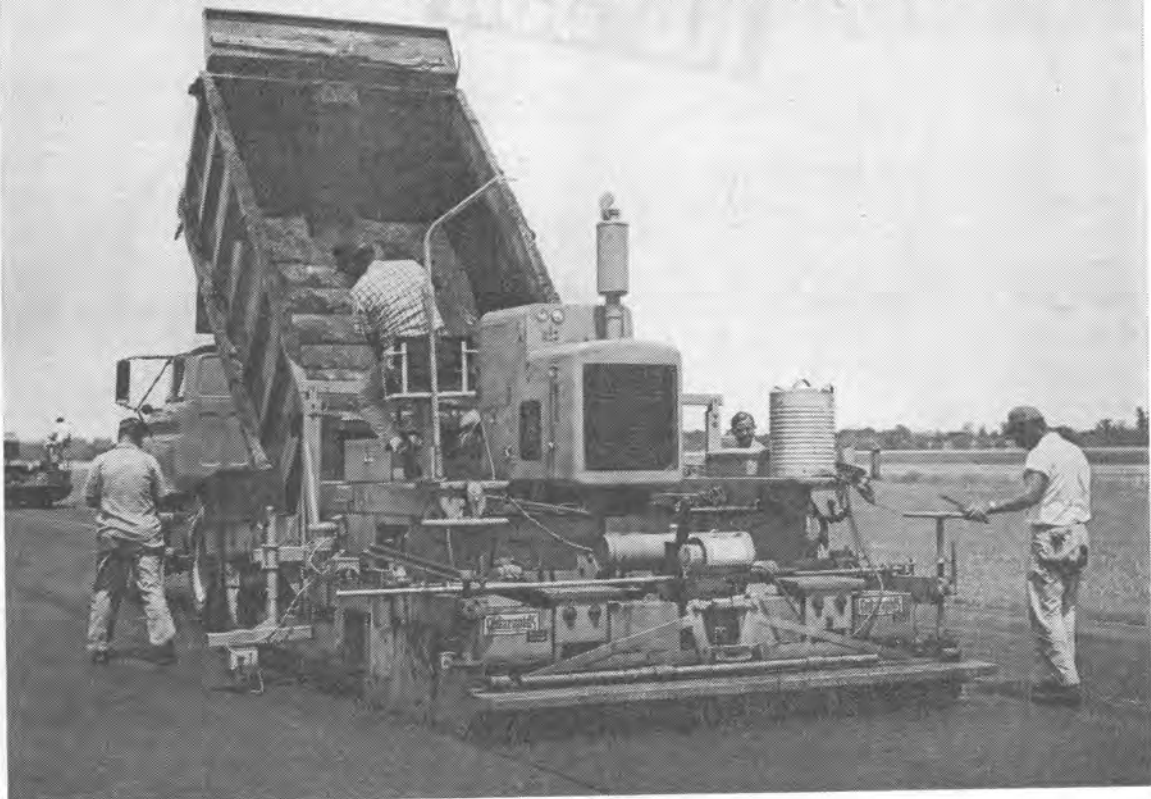
電話 (03) (775) 6311(代表)

Cedarapids

Built by  
IOWA

# 業界に省力革命

セダラピッド BSF-2 アスファルトフィニッシャー



## ■ 特 徴

- 舗装幅は最高 6.0米
- 安定性にすぐれる3点支持装置
- スクリードプールポイントの高低調整により、最低5mm厚の舗設可能
- 困難な舗設要求に応える特殊設計仕様
- 高評のDUO-MATIC電気式自動スクリードコントロール!

スロープセッティングは±13%

IOWA MANUFACTURING COMPANY

CEDAR RAPIDS

日本販売総代理店

サービス代行社

GENERAL ROAD EQUIPMENT SALES CO., LTD.

エム アンド エム サービス株式会社

東京都千代田区内神田二丁目13番地中村ビル 256-7737-8

# 強力な掘削力・ワイドな作業能力

## 黄金の腕 **KB-35R**

強力な掘削力と吊上げ力、余裕あるエンジン馬力と頑強な足まわり  
 泥炭地や湿地でも抜群の威力を発揮します  
 作業速度を2倍にするオーバードライブ方式  
 2本レバーで全作業がOKのユニバーサル方式など合理的な油圧機構によって  
 作業能率もグリーンとアップ  
 待望のビックパワーショベルの登場です

- バケット容量 0.35m<sup>3</sup>
- 最大掘削深さ 4,060mm
- 最大掘削半径 7,360mm
- エンジン出力 64PS 2,300rpm
- アームによる掘削力 4.5t
- ブームによる掘削力 5.7t
- シュー幅 400mm 600mm 900mm



全油圧式

# ロボク アトラス ショベル



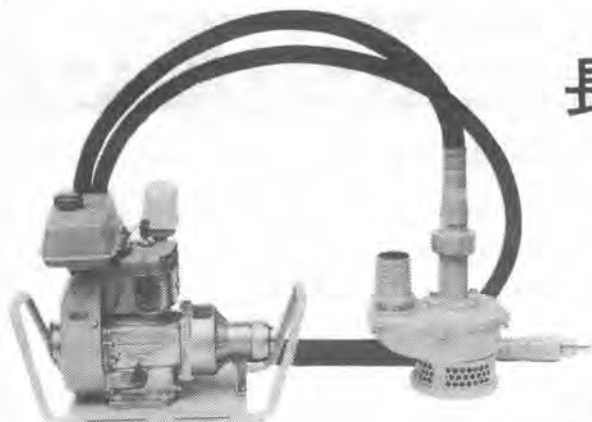
※カタログのご請求・お問い合わせは

久保田鉄工本社 宣伝部・大阪市浪速区船出町2丁目 TEL 06(631)1121 ☎556

# 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	東京都港区浜松町1-18-5	☎105 電話 03(434)8451(代)	テレックス 242-2782
大阪支店	大阪市西区本田町2-15-4	☎530 電話 06(581)2875(代)	テレックス 525-6283
名古屋出張所	名古屋市西区牛島町8-3-7	☎451 電話052(551)0065	
広島出張所	広島市舟入中町2-18	☎733 電話0822(33)3030	
九州出張所	福岡市住吉2-4-10	☎812 電話 092(28)3768(代)	
工場	埼玉県草加市稲荷町1-5-8	☎340 電話0489(24)1111(代)	テレックス 2972-057



省力機械のNO.1 人気増々上昇中!

# コニバック®

## 日本CB-40

●スコップがわりにお使い下さい!

- 水道配管工事 ■浄化槽設備工事 ■造園工事 ■その他一般土木工事
- 電気ガス設備工事 ■住宅基礎工事 ■農業用排水工事



- 1.5～2t車で運搬できます
- 最少回転半径1.6mの小回り性能
- ダンプ高さは2.6m ダンプに土砂を積み込めます

本 体 重 量：1200kg  
全 長：3700mm  
機 関 出 力：14ps  
リーチクリアランス：3850mm  
バケットローテーション：160度  
作業時リガー巾：1800mm  
走行時リガー巾：1000mm  
排 土 板 巾：1000mm

(お問い合わせ・カタログ請求大歓迎)



株式会社 東洋社

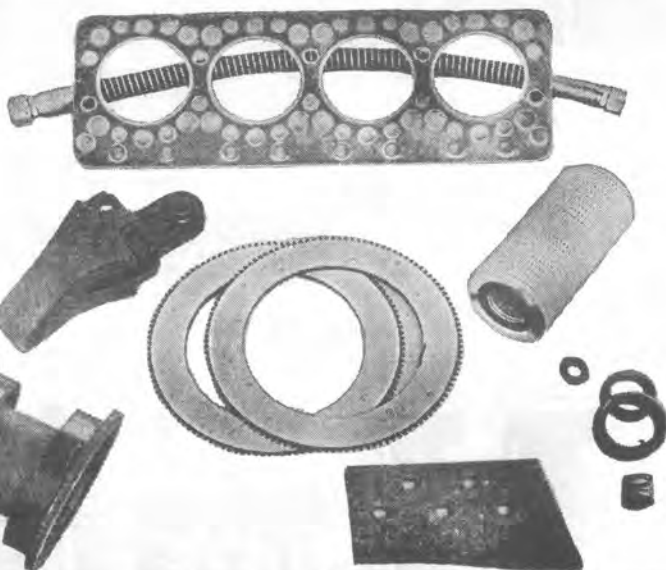
〒571 大阪府門真市常称寺町16-55 TEL 大和田(0720)81-8181(大代)  
大 阪(06)908-2461(代)



中古車なら  
良い機械が  
なんでもそろろ  
フタミ広島屋へ  
どうぞ!



建設機械の  
部品なら  
なんでもそろろ  
フタミ広島屋へ  
どうぞ!



# 中古建設機械並重車輛販売

油谷重工株式会社 | 株式会社小松製作所

パワーショベル ブルドーザ 各種部分品

**株式会社 フタミ広島屋**

本社工場 守口市大日東町1-8-1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(818)9041-3

大阪支店 大阪市福島区上福島南3丁目9-8番地  
電話ベアリング部 大阪(451)1551-4  
部品部 大阪(458)4031-6

モータの焼損に対し  
1ヶ年間無償修理保証



国土開発の推進力

技術の桜川

土木建設工事・下水道工事  
ダム工事・地下鉄工事  
あらゆるピットの排水  
わき水・たまり水の排水

〈揚程〉 8m～38m  
〈水量〉 0.24m<sup>3</sup>/min～5.5m<sup>3</sup>/min  
〈出力〉 0.25kW～37kW  
〈口径〉 40mm～250mm

# Sakuragawa's **水中ポンプ** **U-pump**

★単相ポンプ(U-25B・U-40F 含6機種)★三相ポンプ(U-222A・U-4104A・U-4508 含19機種)★HS水中サンドホンブ(4機種)



株式会社 **桜川ポンプ製作所**

本社・工場・大阪営業所 大阪府茨木市安威1225番地 TEL(0126)43-6431

営業所

☎062 札幌市白石中央3-6-0	☎011(821) 3355
☎983 仙台市原町吉竹北上6の1番地	☎0222(56) 5606
☎950 新潟市笹口1丁目2-3番地 6	☎0252(44) 1943
☎103 東京都中央区東日本橋2丁目25番4号	☎03(861) 2971
☎464 名古屋市千種区穂波町1丁目4.6番地	☎052(751) 0676
☎730 広島市千田町1丁目1番12号	☎0822(41) 3344
☎760 高松市木太町3-2-3番地 2	☎0878(33) 0231
☎810 福岡市春吉3丁目2-4の17	☎092(77) 8871
工場	
☎362 埼玉県上尾市陣屋1-0-5番地	☎0487(71) 0481



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

 **日工株式会社**

本社及び工場	兵庫県明石市大久保町江井ヶ島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	千葉県野田市上三ヶ尾259の1	TEL (22) 3595

# Mikasa

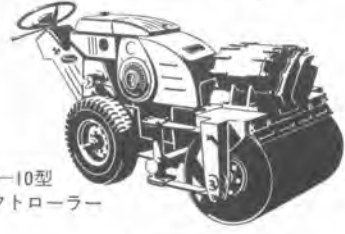
## 三笠 建設機械



●MTR-120型  
タンピングランマー



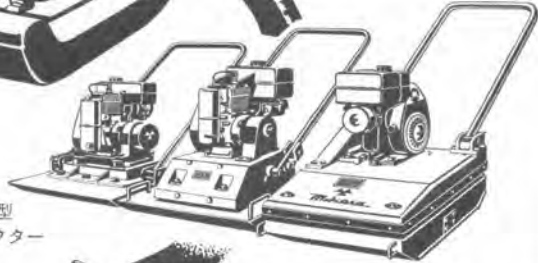
●MRV-10型  
インパクトローラー



●MVI-GM型  
コンクリートバイブレーター

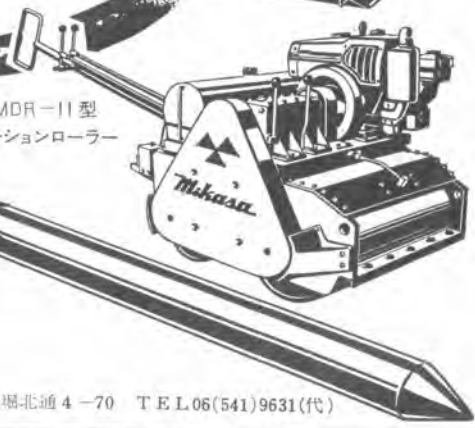


●MTR-80型  
タンピングランマー



●MVC-50/100/200型  
バイブロコンパクター

●MDR-11型  
ダブルバイブレーションローラー



特殊建設機械メーカー

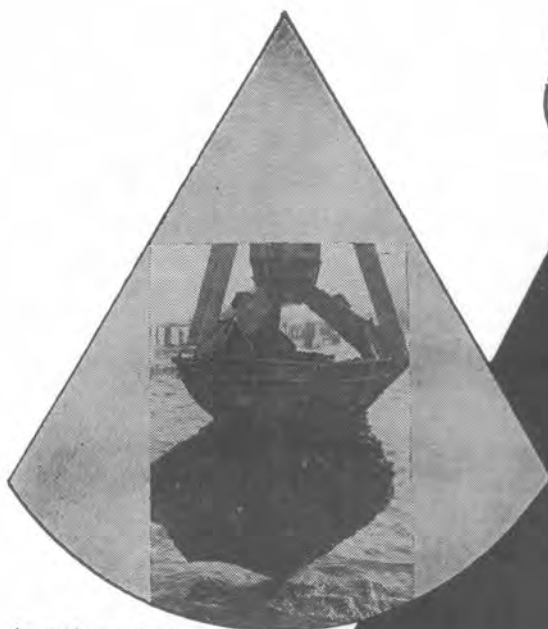
## 三笠産業

本社 東京都千代田区猿樂町1-4-3  
電話 (03) 292-1411 (大代表)  
T E X 222-4607 郵便番号 101  
札幌出張所 札幌市大通西8-2 (ヒキタビル)  
電話 札幌011 (251) 2890番  
工場 群馬県館林市 / 埼玉県春日部市

西部総発売元 三笠建設機械株式会社 大阪市西区立売堀北通4-70 T E L 06(541)9631(代)



# 亦木の バケツ



超大塊には3枚刃  
オレンジピール型  
バケツを!!

好評絶賛をうけている  
石掴みバケツ  
(6枚刃クラッチバケツ)

## 営業 品目

各種クレン  
クラッチバケツ  
クラムシェル型バケツ  
各種専用バケツ

株式会社  
亦木荷役機械工務所

本社工場

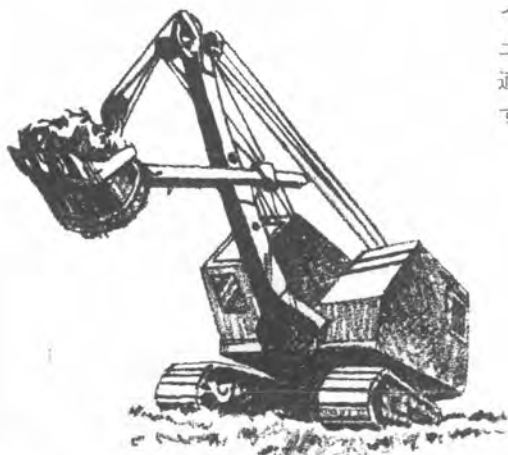
千葉県松戸市上本郷536  
TEL 0473 (62)9131(代)



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、椿本チェーンが、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れば、すぐお納めします。



## 椿本チェーン

〈各地 営業所 出張所〉 チェーン事業部

東京 (274) 6411	浜松 (53) 7526	岡山 (23) 4467
仙台 (25) 8229	四日市 (51) 3191	鳥松 (51) 4568
千葉 (22) 3761	大阪 (313) 3131	広島 (21) 2165
大宮 (42) 3765	富山 (41) 3011	播磨 (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 (57) 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H係へ  
本社・工場 大阪市城東区鶴見4丁目13番地

驚異的  
破砕力を持つ



■ シートパイルドライバー



■ シートパイルエキストラクター



# 40キロ級 コンクリート ブレイカー

- 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
  - ブレイ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イカーは、従来のB-80型ブレイカーの経験を生かして新に製造された40kg級の大型ブレイカーです。  
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、鉬石・石灰石の採取や小割、溶鉬炉内のクラストの研取等広く利用出来ます。

**栗田鑿岩機株式会社**

東京都墨田区錦糸町4-16-17  
TEL (625) 3331(代)

# 作業量急上昇!!

ディガーとドーザのヤンマーコンビが働く——

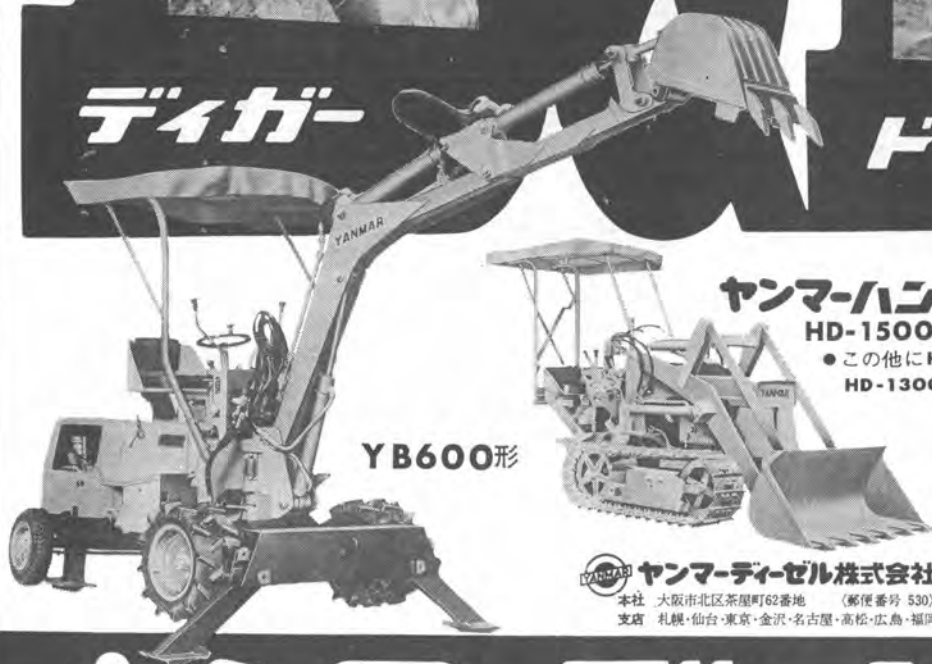
急ピッチですすむ住みよい街づくり……しかしこれらの工事現場での人手不足は深刻です。このなやみを一举に解決するのが《ヤンマーディガー》《ヤンマーハンドドーザ》の名コンビ。上下水道管・ガス管などの配管工事に掘る・削る・埋める・ならす・運ぶ・これらの作業を少ない人手で、能率よく片づけます。省力化のエース工事現場での人気者です。

## 敏速コンビ



### ディガー

### ドーザ



YB600形

ヤンマーハンドドーザ  
HD-1500S形

●この他にHD-800形  
HD-1300形もあります

■土木建設機械用  
3.5~2000馬力



ヤンマーディーゼル株式会社

本社 大阪市北区茶屋町62番地 (郵便番号 530)  
支店 札幌・仙台・東京・金沢・名古屋・高松・広島・福岡

## ヤンマー ディーゼル

# ヤンマーディガー

# 自由自在の ブーム付き

三菱・シュビングコンクリートポンプ車  
タイヤグレート100B5



# 配管無用！現場省力化の決め手として脚光をあびています



高所・長距離打設にかずかずの記録をもつ“ダイヤクリート100”にブームを装着した“ダイヤクリート100B5”が現場省力化の決め手として脚光をあびています。全油圧・同方向屈伸式のブームは稼動範囲がもっとも広く、ボタンひとつで簡単に操作できます。配管無用配筋を痛めないなど、これからはブーム付コンクリートポンプ車“ダイヤクリート100B5”の時代です。

## 三菱・シュベック・コンクリートポンプ車 ダイヤクリート100B5

- 最大吐出量……………65m<sup>3</sup>/h
- スランプ……………8～23cm
- ブーム……………最大長さ 17.7m・最大地上高 20.5m



旋回能力  
旋回角度350°どこでも自由自在



水平打設

遠くから足もとまで幅広く……



地下打設

低いところでもOK



高所打設

高い建物でも奥深く打設



### 三菱重工業株式会社

建設機械事業部 東京都千代田区丸の内2-5-1 〒100 ☎東京03(212)3111

総販売代理店

### 三菱商業株式会社

建機冷機部 東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100 ☎東京03(210)4633-37

#### 販売店

東京産業(株) ☎東京(212)7611  
新東亜交易(株) ☎東京(212)8411  
(株)米井商店 ☎東京(561)1171

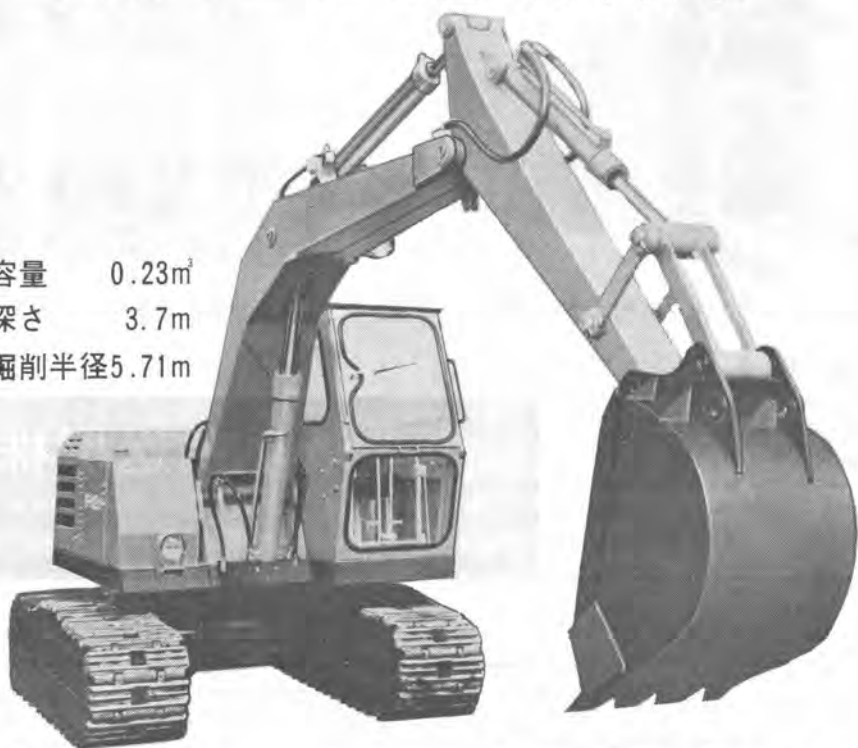
椿本興業(株) ☎東京(214)7531  
新菱重機(株) ☎東京(582)3231  
橘崎産業(株) ☎札幌(261)3241

四国機器(株) ☎高松(61)9111  
北菱重機(株) ☎小松(21)3311  
みづほ工業(株) ☎浜松(61)6171



# 機動性に経済性をプラスした全油圧式掘削機!!

- バケット容量 0.23m<sup>3</sup>
- 最大掘削深さ 3.7m
- 最大床面掘削半径5.71m



## 古河の パワーショベル FH2A

### 〈特長〉

- せまい場所での作業が容易
- 運搬に便利
- 接地圧が低い
- 掘削力が強力でサイクルタイムが短い
- シューの張力調整が簡単
- 居住性が快適
- 運転操作が簡単
- 最底地上高さが大きい
- ラグ付シューで、足回りは無給油式
- 高精度フィルタの採用
- 完全密封式のオイルタンク
- 各油圧回路に安全弁使用
- 寒冷地でもエンジン始動が確実で、作業開始までの時間が極めて短い

**△古河鋳業**

**機械事業部**

FURUKAWA MINING CO., LTD. MACHINERY DIVISION

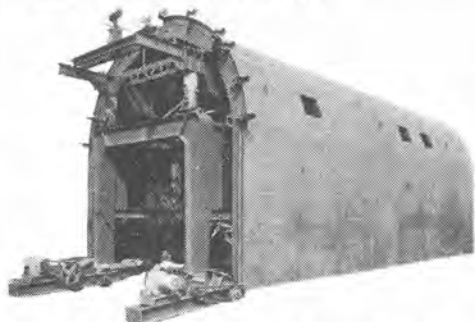
本社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

東京(03) 212-6551 福岡(092) 74-2261  
大阪(06) 344-2531 名古屋(052) 561-4586  
岡山(0862) 79-2325 金沢(0762) 61-1591  
広島(0822) 21-8921 仙台(0222) 21-3531  
高松(0878) 51-1111 札幌(011) 261-5686  
建機販売・サービスセンター 田無(0424) 73-2641

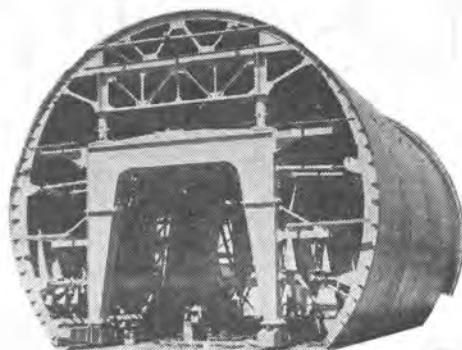
# 山陽新幹線に輝く実績をもつトンネル建設機械メーカー

PAT 32529, 32926, 26661, 39445, 13222, 4277, 24893

韓国・インドネシアに輸出



導水路トンネル用全断面スチールフォーム



新幹線全断面スチールフォーム

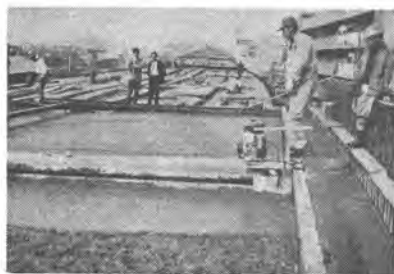
## 営業品目

- 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 ●ケーブルクレーン
- チップラー 認可工場
- スロープフォーム ●その他建設機械一般



## 岐阜輸送機株式会社

本社 岐阜市光明町三丁目四番地  
岐阜工場 TEL 0582(51)-2541~4



### コンクリートスクリーンマシン TYPEKTK

#### 用途

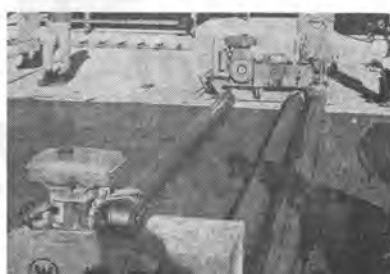
高速道路の床版工事、トンネル舗装工事、橋渠床版工事、工場、倉庫の床等、



### 高性能・高能率 エース タンパー (ET型)

#### 用途

路肩、アスコンの輾圧、割石砕石の搗固め、既設道路の部分補修、狭隘場所の輾圧等。



### コンクリート ローラ・フィニッシャー 舗装幅 3m~12m

#### 用途

道路、空港、倉庫、工場等、

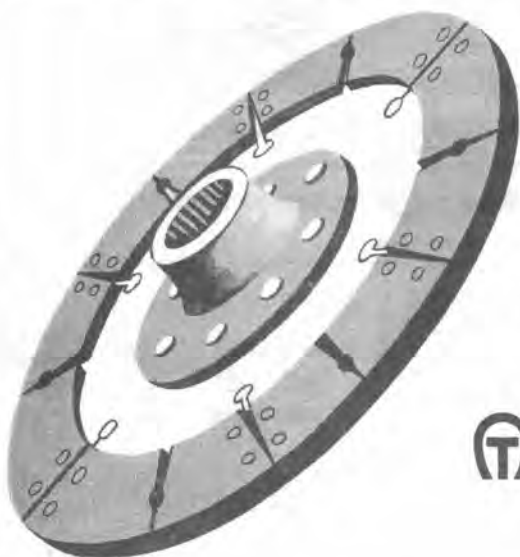
## 有限会社 キタカ製作所

東京都大田区大森西2-22-2  
TEL (764) 0028(代)

# VELVETOUCH®

クラッチフェーシング  
ブレーキライニング  
には

# トヨカロイ



## 《焼結合金摩擦材》

- 長い寿命
- 円滑、確実な作用
- 安定した特性
- 維持費低廉

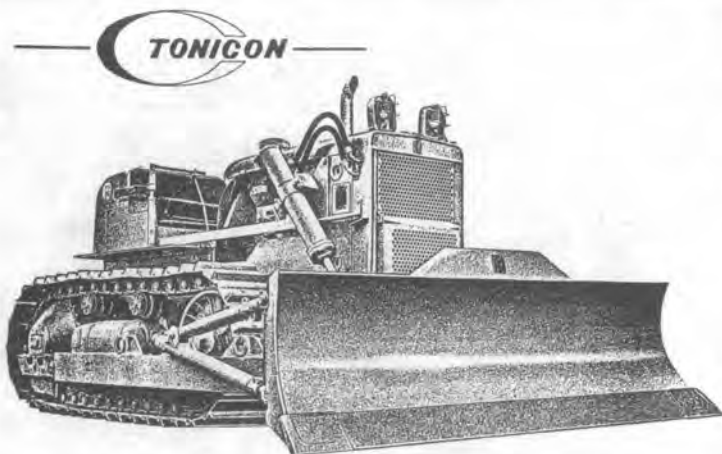
当社は、焼結合金摩擦材料（トヨカロイ）のトップメーカーであるTHE S.K. WELLMAN CORP. の技術導入により、更に世界水準を行く製品として好評を博して居ります。

## ㊤ 東洋カーボン株式会社

本社 東京都中央区日本橋江戸橋2-6 TEL (271)7321(代表)  
大阪営業所 TEL (312)1131 / 名古屋営業所 TEL (211)5401  
福岡営業所 TEL (28) 7187 / 工場・茅ヶ崎・山梨

国産  
外車

# ブルドーザ・サ・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
- カッティングエッジ
- 特殊ボルト
- エンヂンパーツ

重機部品  
総合商社

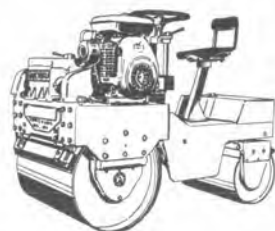


## 東日興産株式会社

本社 東京都世田谷区野沢3-2-18 電話 東京(424)1021(代表)  
福岡営業所 福岡市露町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 仙台市堺町17番地2 電話 仙台(33)3765(34)8014番

\*GAIAはギリシャ語で「大地の女神」

定価68万円



# サイズは小型 パワーは大型

- とにかく安い
- 操作のしやすさは抜群
- 小型トラックに乗るサイズ

小で大をかねる 振動ローラー

## ガイア

GAIA

タイキョク  
 **大旭建機** 株式会社  
川口・東京・大阪・福岡・仙台・札幌  
(代) 0482(52)1981

採掘から → 粗碎・粉碎まで

## 大同中山の 碎石プラント 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 福岡市中央区服町6番1号(善導ビル) 電話 福岡 (29) 0671(代)



Central  
中央ダイヤモンド工業株式会社

剣豪も顔負け  
●日本縦断 3,000,000m

ダイヤモンド  
カッティング・ブレード



**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)



(ダイヤモンド工業協会会員)

# ライカ電潜 工事用 各種 水中ポンプ

関東総代理店  
株式会社 酒井吉之助商店  
東京都渋谷区千駄ヶ谷5-32 (03) 352-4321 代表

関西総代理店  
阪野興業株式会社  
大阪市東区京橋3丁目6-8 (06) 941-0206 代表

製造元  
ライカ電潜株式会社  
本社・工場 洲本市物部3丁目3-4 (07992)2-4407代表  
大阪事務所 東大阪市岩田町5丁目2-43 (0729)61-1081代表  
大阪工場



**ライカ電潜株式会社**

**P&H 神戸製鋼**



**神鋼商事**



三菱自動車工業株式会社

**TCM 東洋運搬機**

- 迅速な修理
- 認められた技術
- コストの低廉
- 能率向上

**技術の三共自工 + サービスの三共自工**  
 中古車及び中古部品在庫豊富

**三共自動車工業株式会社**

本社・工場 神戸市灘区鹿の下通3丁目5番4号 ☎078-861-3074代  
 魚崎工場 神戸市東灘区魚崎浜町4の3 ☎078-411-0731代

サンエイ

# エースカッターDC-5型

特許・意匠登録出願中

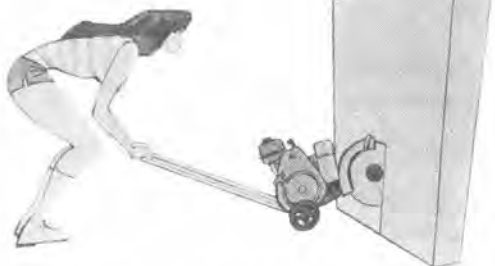
アスファルト道路  
 コンクリート道路  
 深さ8センチまで  
 切れます。

切れる 切れる  
 1時間 50m保証  
 U字溝・大口徑ヒューム管

新発売



ヒューム管・鑄鉄管



発売元



三栄産業株式会社

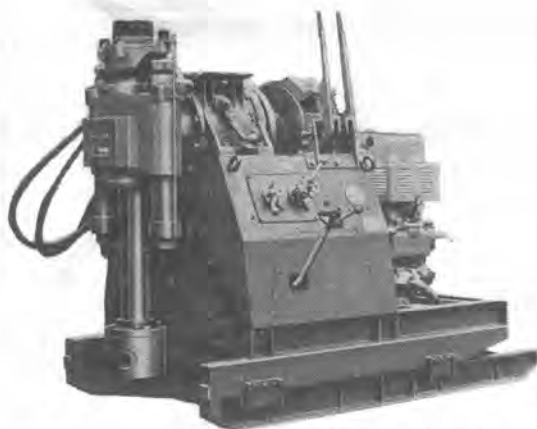
東京都渋谷区渋谷1-14-15森ビル150 TEL407-2519・3765

# 大 孔径穿孔に新威力!!



広範囲な用途を持つ

## 東邦式 大孔径穿孔機 DHシリーズ



Model DH-3B

(カタログ贈呈誌名記入)

機種

- DH-4  
φ1,500<sup>mm</sup>～65<sup>mm</sup>
- DH-3B  
φ1,200<sup>mm</sup>～65<sup>mm</sup>
- DH-2B  
φ1,000<sup>mm</sup>～65<sup>mm</sup>

◆用途◆

- 基礎支持抗孔
- 地這り防止対策用孔
- 穿井・穿泉
- その他 コアボーリング

日本工業規格表示工場



## 東邦地下工機株式会社

営業所

東京都千代田区内幸町1丁目2番2号(大阪ビル1号館) 電話東京 03(591)8301(代表)  
 下関市南郷町25番13～301号 電話下関0832(22)9431(代表)  
 大阪市浪速区幸町通り1丁目7番地(大幸ビル) 電話大阪 06(562)4686  
 福岡市上月隈用中633番地 電話福岡 092(58)3031(代表)

工場

東京都品川区東大井1丁目25番6号 電話東京 03(474)4141(代表)  
 北九州市門司区田門司1丁目6番7号 電話門司 093(33)1461(代表)  
 福岡市上月隈用中633番地 電話福岡 092(58)3031(代表)

各種

## クレーンショベル アタッチメント

製作・改造・修理

## 特殊長尺深堀用 タグライン

■グレーンブーム

各社 ■杭打リーダン

■クラム・ドラ・バケット

※在庫豊富



## 三栄アタッチメント工業株式会社

本社 東京都江戸川区江戸川1-33-4  
 電話(670)1270・1240 番 132  
 工場 東京都江東区深川有明町5-9

*International Patent and Trademark Law*

## 瀧野特許事務所

所長 法学博士・弁理士 瀧野文三  
副所長 弁理士 瀧野秀雄  
建設担当 一級土木施工管理技士 山口朔生  
その他 電気、電子、機械、化学、法律部門

東京都千代田区内幸町2-1-1飯野ビル103・105号室  
電話 東京(502)3171~5  
(585)1802~3(分室)  
テレックス 222局5192 TAKINO TOK

### 各種建設機械・自動車に

手を汚さない  
カートリッジ式グリースガン

# カートガン

グリースは **JT-6**®

《新型万能グリース》



## 協同油脂株式会社

本社 東京都中央区銀座1-19-13(丸美屋ビル)  
電話(03)561-1486(代) テレックス252-3170  
営業所 大阪・名古屋・広島・倉敷・千葉



三菱自動車販売 純正用品

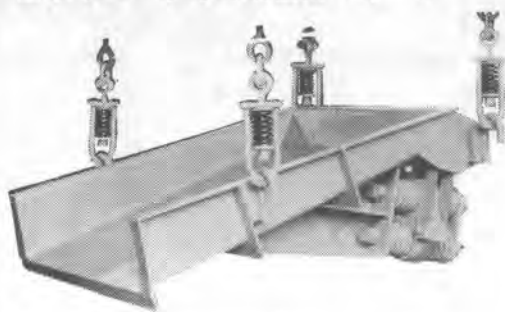


# 省力と合理化を一挙に解決する

## 日東の振動機シリーズ

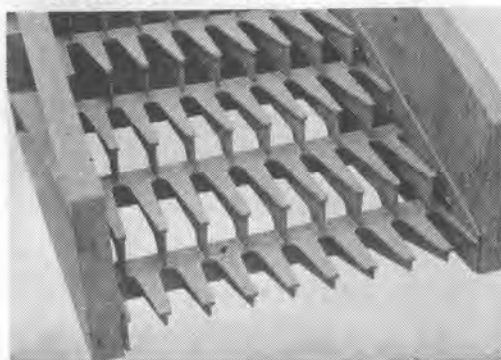
日東電機は振動機の専門メーカーで20余年のキャリアを持っています。

### ■ホッパーからの切出用フィーダー



型 式 RF-700型(能率型)  
モーター 1.5kw 4P  
トラフ 巾110㎝×長160㎝  
処 理 量 500t/h

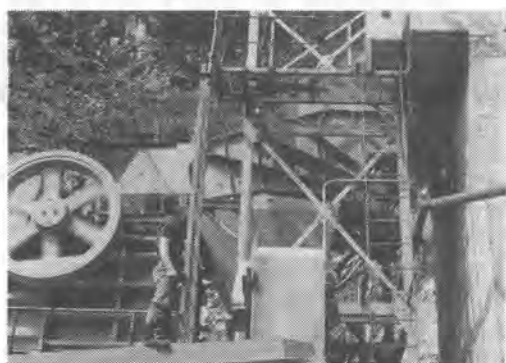
### ■スロットリップフィーダー (目詰りがなく、粗篩には最適)



P A T. No.910953号

御使用目的により電動機直結型(FDS型)と電動共振型(RFS型)を製作致して居ります。型式寸法は豊富に有ります。御照会下さい。  
② 2段篩も製作致します。

### ■FRG-2,500型の現地作業状況

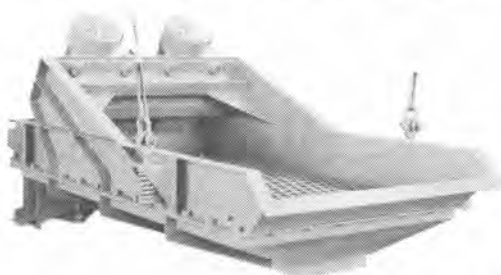


某集採石プラントに納入した、経済動力の共振型電動式。

型 式 FRG-2,500型  
モーター 2.2kw 4P×2台  
トラフ 1,500w×2,900ℓ  
平均開目 100㎖×2段式グリーンリー  
処 理 量 砂利150t/h以上最大塊800㎖

●型式寸法豊富な型録をご請求下さい。

### ■電動機直結型(FDS型)スクリーン



骨材篩分用として某バッチャープラントに納入。

型 式 FDS-120型1段  
モーター 1.5kw 4P×2台  
篩 枠 1,200w×250h×2,350ℓ  
網 44×60 打抜網  
処 理 量 砂及砂利120t/h



株式会社 日東電機製作所

東京都大田区南六郷1-16-26 電話 蒲田(732)5771番(代表)  
技術部(738)0762 総務部(731)4209

10の省力論より三菱1台の解決策



## 三菱フォークリフト 2ton デーゼル

いち日、19時間使えばなしで半年…  
ビクともしませんよ… 頑丈だねえ

日本貨物急送株式会社 日本飲料営業所  
次長 佐藤 実様

### 性能、サービスとも満点です

うちはフォークがないと仕事になりません。3分に1パレットの割でさばかないといけないので、つい走行中、フォークを上下するといったムリな使い方をしてしまいます。それでもエンジン系統はノートラブル、他も目立った故障はありません。サービス？ 電話1本、30分でサービスマンが来てくれます。部品の到着もはやいし、何かにつけてよくやってくれます。三菱にして以来トラブルによるロスタイムがぐんと減りました。

三菱フォークリフトシリーズ7機種12タイプ

**1.35ton・1.5ton・2ton  
2.5ton・3ton・3.5ton**

とりあつかいは

《**ふざう**》

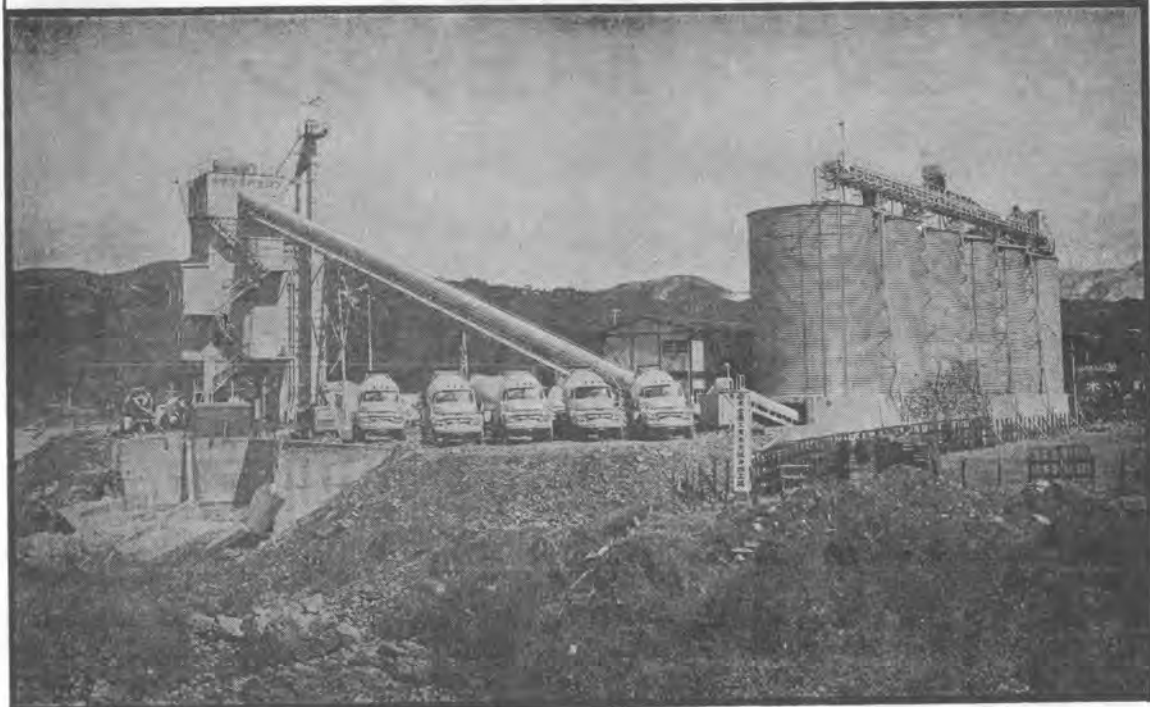
**全販売・サービス網**



三菱自動車販売株式会社  
三菱重工業株式会社

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。

**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)

## 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

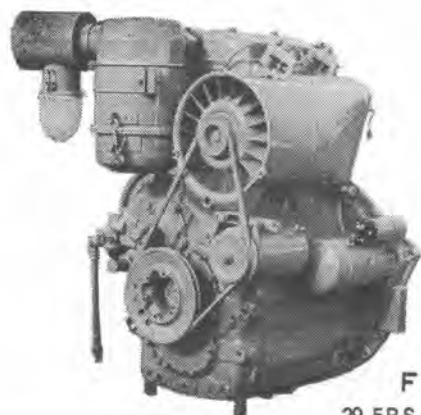
● カタログは本社  
宣伝課宛御請求  
下さい。

**KYC**

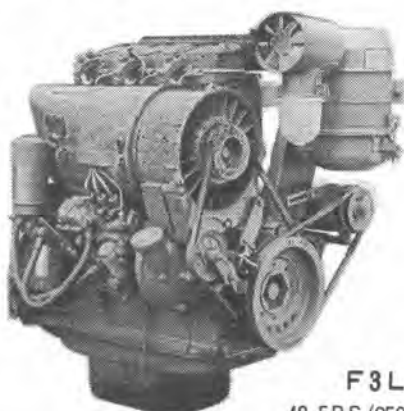
カタログ請求券

# MITSUBI-DEUTZ

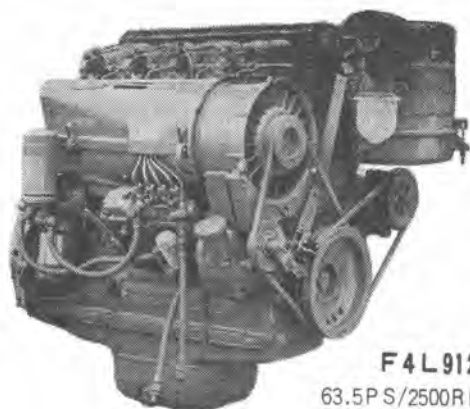
## F/L912シリーズ 空冷・ディーゼル・エンジン



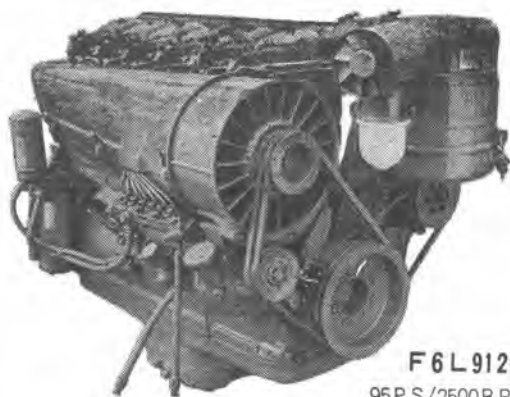
F2L912型  
29.5PS/2300RPM



F3L912型  
48.5PS/2500RPM



F4L912型  
63.5PS/2500RPM



F6L912型  
95PS/2500RPM

空冷ディーゼルの**MITSUBI-DEUTZ**が  
自信をもってお薦めする**最新型 - F/L912シリーズ**  
これぞ、空冷・ディーゼル・エンジンの決定版 !!



**三井・ドイツ・ディーゼル・エンジン株式会社**

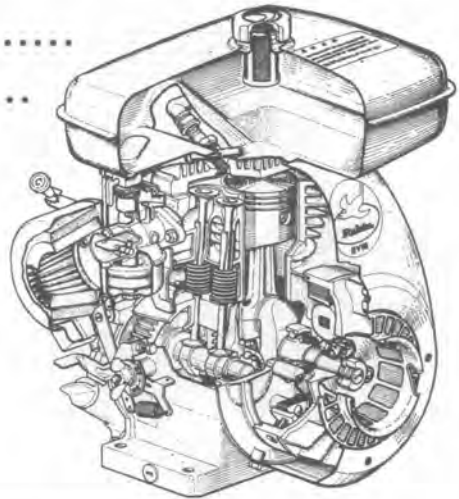
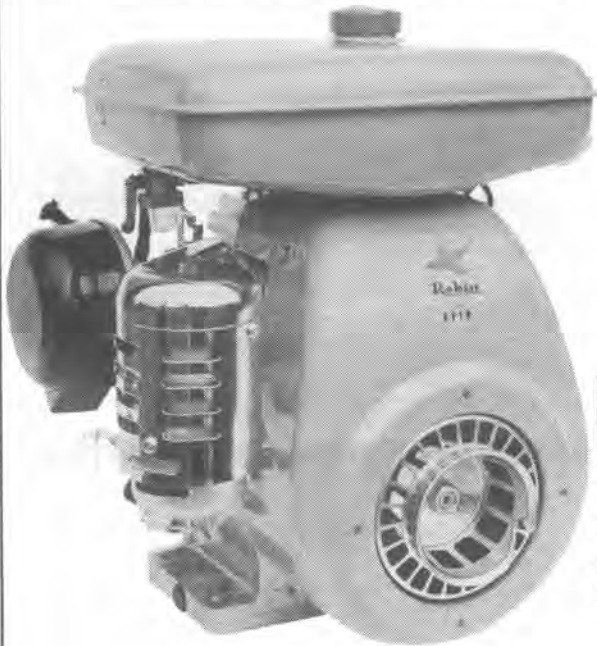
本社 東京都港区新橋4-24-8 (第2東洋海事ビル) 電話 東京(433)1666 (代表)  
大阪営業所 大阪市西区江戸堀北通り1-18 (小谷ビル) 電話 大阪(443)6765 (代表)



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

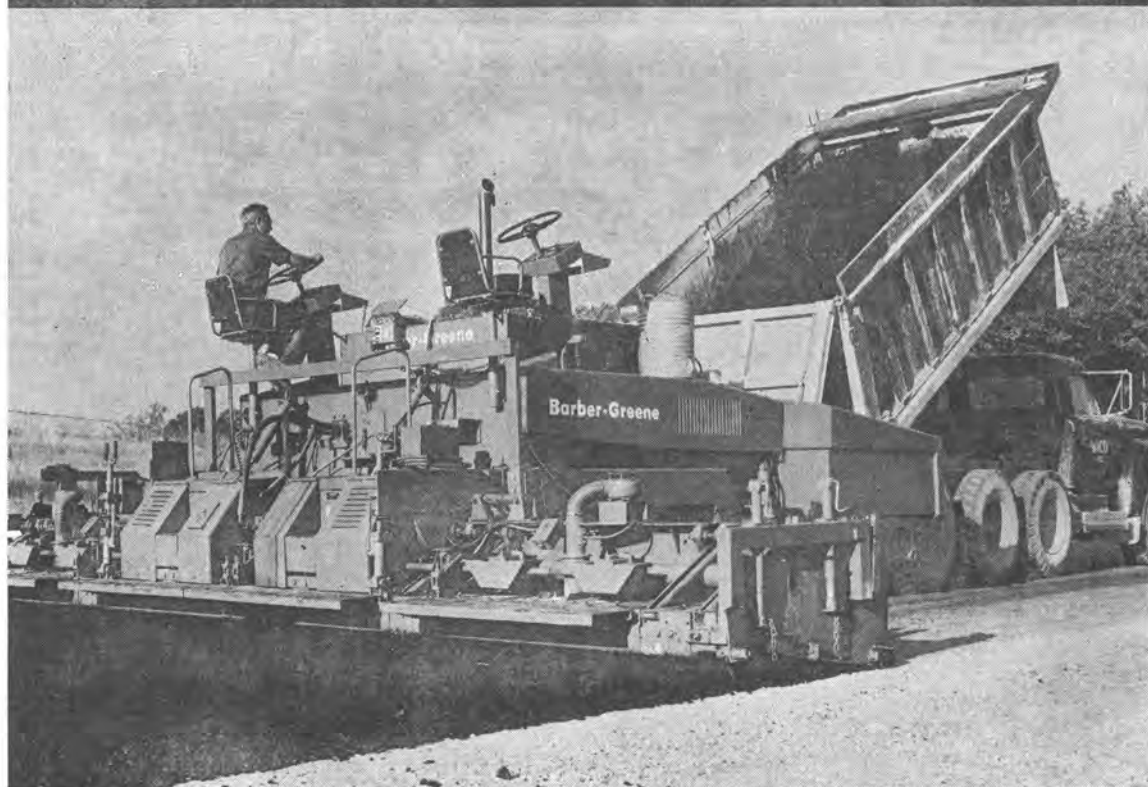
※ 部品及アフターサービスは全国に部品特約店及整備指定工場があります。ご利用下さい。



## 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 大阪市西区新町通り3-21 電話 大阪(532)0613☎550

# 最大舗装巾8.5mの画期的新製品



**BARBER-GREENE SB-50型 ASPHALT FINISHER**

## 卓越した特徴

- 全油圧駆動による円滑な無段変速
- 独特のPave-Commandによる  
全自動運転方式の採用
- 詳細は右記にお問い合わせ下さい。

**Barber-Greene** 

本邦取扱店

**極東貿易株式会社**  
建設機械部

本店 〒100-91 東京都千代田区大手町2の2の1 (新大手町ビル7階) 電話 (270) 7711 (大代)  
支店 札幌・沼津・名古屋・大分・福岡  
指定整備工場：マルマ重車輛株式会社  
東京都世田谷区桜ヶ丘 1-2-19 電話 (429) 2134

**NIPPEI**

パワーアップで杭打抜き能力 大幅に増強!!  
完全省力化のニューモデル登場

ワンタッチで遠隔操作できる自動リモコン・ペンダントを装備

無騒音振動杭打抜き機

**ニッペイバイブ**

高周波スーパー形

**NVA-60S**

■スーパータイプ

NVA-10S  
NVA-20S  
NVA-40S  
NVA-60S  
NVA-80S

■モーメント可変式

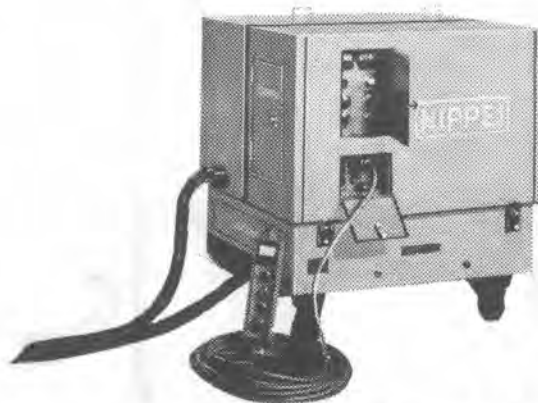
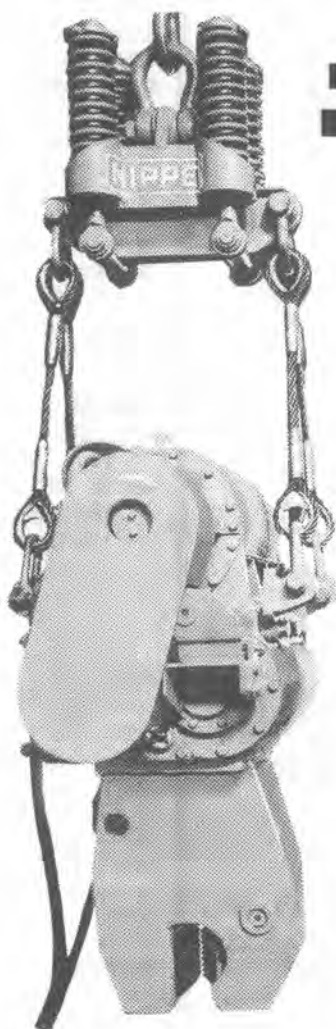
NVC-100

■強力打込倍力装置

DB-80(NVA-80S用)

■バイブローオーガータイプ

NVD-75-M  
NVD-100-M



**日平産業株式会社**

本社 東京都港区浜松町2-4-1(世界貿易センタービル) 電話03(435)4701(FX)・4711(産業機械課直通)  
横浜工場 横浜市金沢区堀口1-2-0 電話045(781)2-1-1-1(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)8-4-8-1(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)9-3-2-1-3  
広島営業所 広島市八丁堀15-10(セントラルビル) 電話0822(28)0-5-5-8  
出張所 札幌 011(261)0331・仙台 0222(21)5151・小山 02852(2)3742  
富山 0764(32)7137・福岡 092(77)3131

実績と技術を誇る特殊電機……!

# トクデン タンパー Y-80型

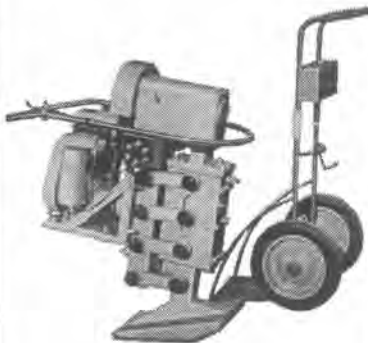
本邦唯一、  
ゴム共振採用

特殊衝撃方式の為故障少  
なく耐久力が大である。

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

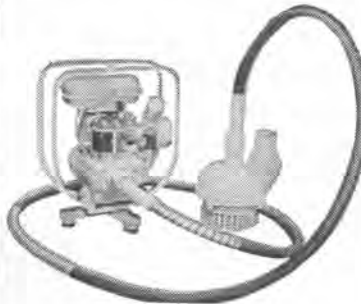
■用途

路床・路盤・アスコン等の軸圧  
埋設工事後の輻圧 法面・法肩  
路肩等法面の輻圧 盛土・栗石  
の突固めその他狭隘場所の輻圧  
締固め



# トクデン ポンプ

軽便高性能



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。
- 呼び水等は切  
り不要。
- 故障少なく耐  
久度大。
- 土砂混入のよ  
れ水でも容易に  
大量揚水出来  
る。
- 原動機は一切  
の部品、工具を  
使わないでパイ  
プレーターに完  
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 パイプレータ



営業品目

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



## 特殊電機工業株式会社

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

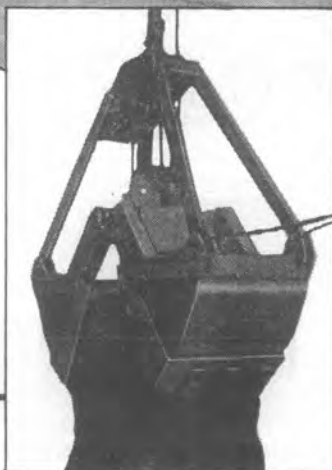


# 千葉工業のバケツト

岩石掘り用ポリツブ形バケツト

## 営業品目

1. 各種専用のグラブバケツト
2. 掘削・浚渫用クラムシェルバケツト
3. 単索バケツト
4. 土木・建設工事専用機械設備
5. 各種起重機



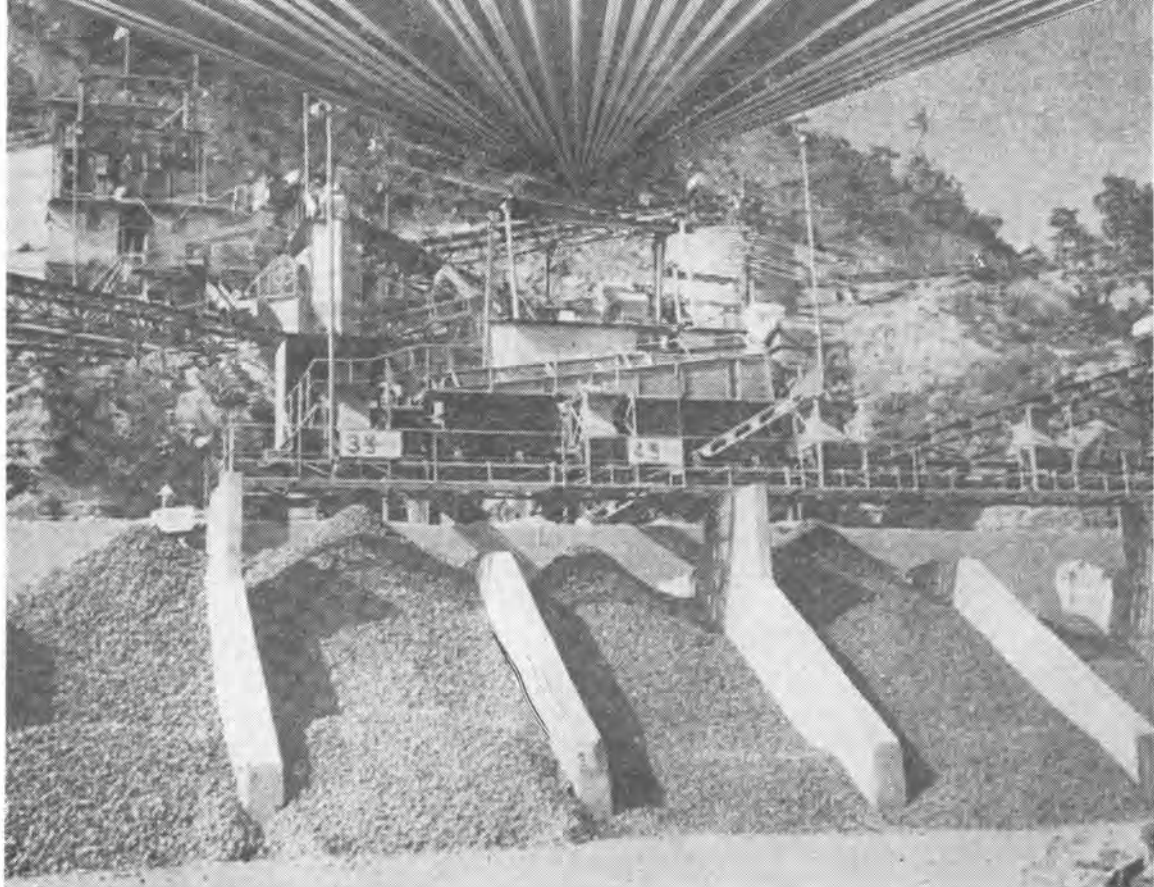
建設現場にて活躍するクラムシェルバケツト

**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

# OTSUKA CRUSHING PLANT



大塚70年のたゆみない努力が生み出す  
量産化時代の碎石プラント——

設計・施工・据付



砕いて70年

SINCE 1901

大塚鉄工株式会社

本社 <〒108>

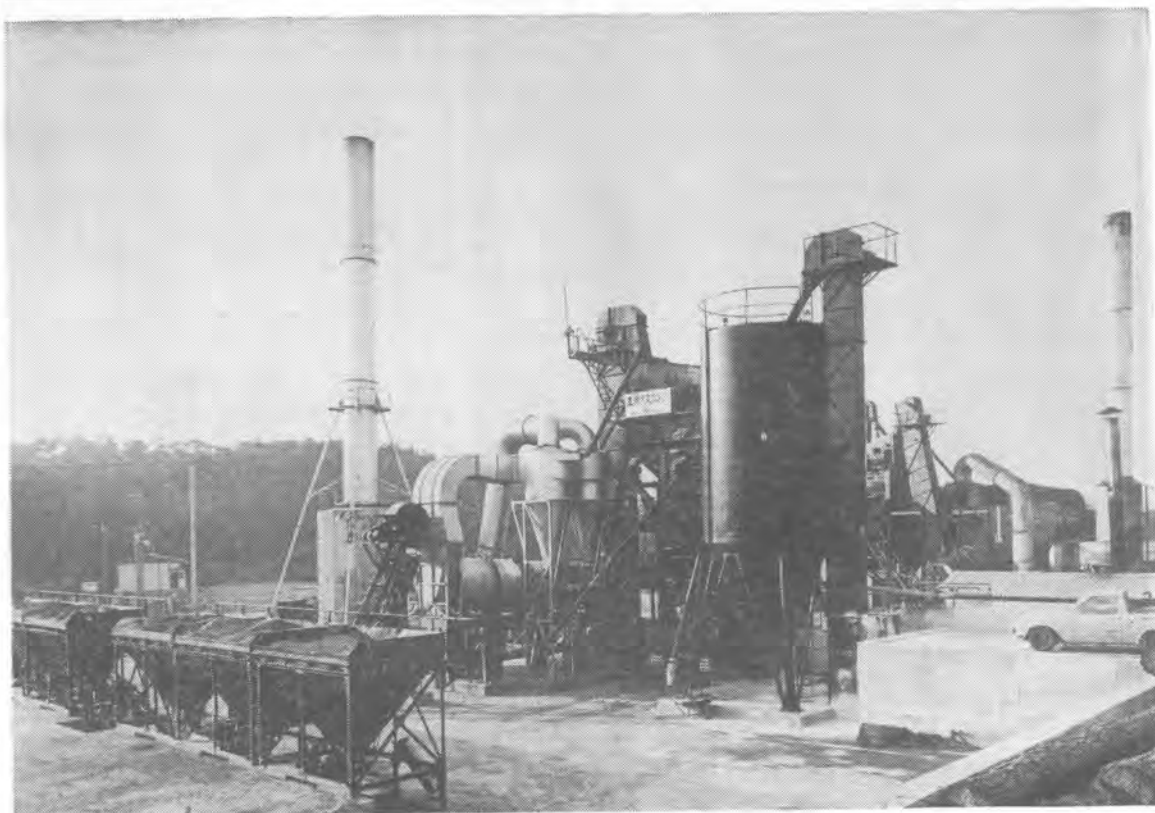
東京都港区三田5丁目7番1-154号 電話 東京(463)1481(4内線)

工場 <〒328>

栃木県宇都宮市東町2-4-2 電話 0282(5)3200(内線)

# 省力化と公害対策に貢献する!!

**TANAKA** の全自動アスファルトプラント



## TSAP アスファルトプラント

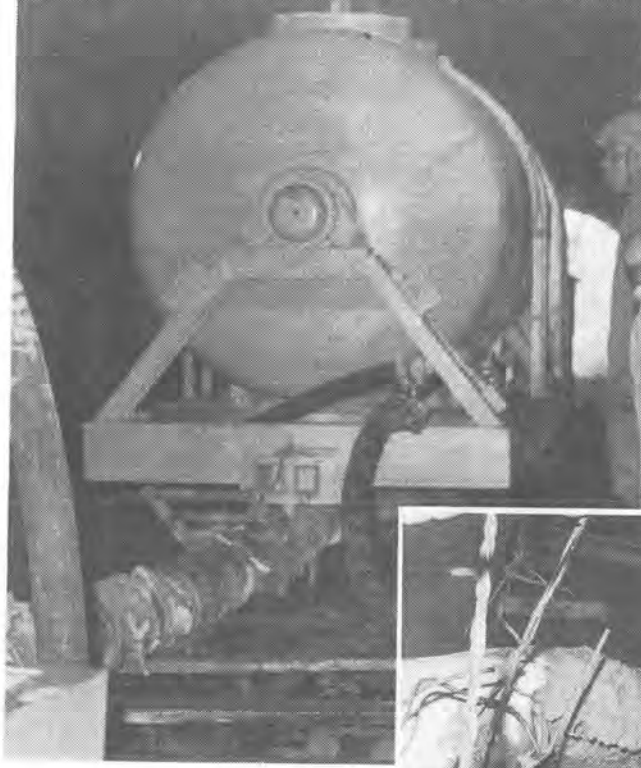


### 田中鉄工株式会社

東京営業所	東京都中央区日本橋本町4丁目1番地	TEL. 03-241-4266(代)
本社工場	福岡県久留米市合川町57番地	TEL. 09422-3-0521(代)
東京工場	東京都東大和市芋窪247番地	TEL. 0425-61-1311(代)
大阪営業所	大阪府吹田市泉町5丁目11番12号	TEL. 06-388-2180
札幌出張所	北海道札幌市澄川2条1丁目	TEL. 011-811-2007
名古屋出張所	愛知県名古屋市東区東片端町1丁目3番地	TEL. 052-971-2923
福山出張所	広島県福山市沖野上町7丁目171番地	TEL. 0849-22-6116

# スクリー圧気式コンクリートポンプ

(特許出願中)



- 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1/2
- 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 M<sup>3</sup>……………3～4分
- ⑧ドラム固定……………危険度少い

## 機 種

1.5 M<sup>3</sup>、2.0 M<sup>3</sup>、3.0 M<sup>3</sup>、4.5 M<sup>3</sup>、6.0 M<sup>3</sup>。  
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。



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) 1 9 4 1-6  
研究所・工場 埼玉県川口市飯塚町2-5 0 TEL(0482) (51)7270代-3

### ■総代理店

三井物産機械販売サービス株式会社 東京都港区西新橋2-23-1 TEL (438)2851

### ■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)

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)

郷田機材株式会社 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)

## 2月号PR目次

### — C —

椿本チエイン	後付30
中央ダイヤモンド工業(株)	” 37
千葉工業(株)	” 49

### — D —

大同中山工業(株)	後付36
-----------	------

### — F —

古河鋳業(株)	後付33
富士重工業(株)	” 45

### — G —

岐阜輸送機(株)	後付34
----------	------

### — H —

日立建機(株)	表紙 4
北越工業(株)	後付 7
林バイプレーター(株)	” 23
(株)フタミ広島屋	” 25

### — J —

重車輛工業(株)	後付 1
----------	------

### — K —

(株)加藤製作所	後付 4
兼松江商(株)	” 9
(株)小松製作所	” 13
久保田鉄工(株)	” 22
栗田鑿岩機(株)	” 31
協同油脂(株)	” 40
光洋機械工業(株)	” 43
極東貿易(株)	” 46
キャタピラー三菱(株)	綴 込

### — M —

マイカ貿易(株)	表紙 3
三井造船(株)	”
真砂工業(株)	後付 8
マルマ重車輛(株)	” 10
(株)明和製作所	” 16
三笠産業(株)	” 28
(株)亦木荷役機械工務所	” 29
三菱自動車販売(株)	” 42
三井・ドイツ・ディーゼル・エンジン(株)	” 44

三菱重工業(株)……………綴 込

— N —

内外車輛部品(株)……………後付11  
南星機械販売(株)……………〃 15  
日本ゼム(株)……………〃 20  
日 工(株)……………〃 27  
(有)キタカ製作所……………〃 34  
日東電機製作所……………〃 41  
日平産業(株)……………〃 47

— O —

大塚鉄工(株)……………後付50

— R —

ライカ電潜(株)……………後付37

— S —

住友重機械建機販売(株)……………表紙 2  
佐賀工業(株)……………後付 1  
新東亜交易(株)……………〃 2  
西部電機工業(株)……………〃 3  
(株)島津製作所……………〃 5  
三和機材(株)……………〃 17  
(株)桜川ポンプ製作所……………〃 26  
三共自動車工業(株)……………〃 38  
三栄産業(株)……………〃 38  
三栄アタッチメント工業(株)……………〃 39  
(株)柴田建機研究所……………〃 52  
神鋼商事(株)……………綴 込

— T —

(株)東京鉄工所……………後付12  
(株)東洋内燃機工業社……………〃 14  
(株)鶴見製作所……………〃 18・19  
(株)東 洋 社……………〃 24  
東洋カーボン(株)……………〃 35  
東日興産(株)……………〃 35  
大旭建機(株)……………〃 36  
東邦地下工機(株)……………〃 39  
滝野特許事務所……………〃 40  
特殊電機工業(株)……………〃 48  
田中鉄工(株)……………〃 51

— Y —

油谷重工業(株)……………後付 6  
ヤンマーディーゼル(株)……………〃 32

— Z —

ゼネラルロードイクイブメントセールズ(株)……………後付21

HL5 姉妹機  
新発売

# HL8 ランドメイト

手頃で使いやすいホイール式トラクタショベル&バックホー



0.8<sup>m³</sup>・4輪駆動・車体屈折式・回転半径4.5<sup>m</sup>・重量4.5トン・全国各地で活躍しているHL5ランドメイトの兄貴分。

あらゆる土木、建設工事でお役にたち生産性の向上、経費の節減、省力化に貢献します。着脱容易なバックホーは容量0.17<sup>m³</sup>掘削深さ3.5<sup>m</sup>・積込高さ3<sup>m</sup>・リサーチ5<sup>m</sup>掘削力4,500<sup>kg</sup>

人間と技術の調和に挑む

## M 三井造船

東京都中央区築地5-6-4 ☎ 03(543)3111

# 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	1,500~4,500 <sup>m³</sup> /h	1,125 <sup>m³</sup> /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

工事の大型化につれ、0.6m<sup>3</sup>クラスの油圧ショベルがどんどん使われています。中でも日立UH06はこの現場でも主役として大活躍、もちまへの強大な掘削力と、使いやすさ、バランスのよさをフルに発揮してダイナミックに稼働しています。同じ0.6m<sup>3</sup>クラスなら、あなたもUH06をお選びください。作業量アップはうけあい、どんな苛酷な作業になっても貫禄がものを言います。

バケット容量…0.6m<sup>3</sup> 定格出力……85PS 全装備重量……16.4t



# UH06

## 日立油圧ショベル

最大掘削半径…8,400mm (9,560mm)  
最大掘削深さ…5,300mm (6,425mm)  
( )内はロングアームの場合



日立建機株式会社  
東京都千代田区内神田1-2-10号  
〒101 TEL(03) 293-3611(代)

# バケット容量は0.6m<sup>3</sup> 掘る量が違います



作業量を  
一挙にアップするUH06

「建設の機械化」

定価 一部 二五〇円

本誌への広告は **特**

■一手取扱いの 株式会社 共栄通信社

本社 千104 東京都中央区築港8の2の1(新田ビル) TEL東京(03)572-3381(代)・3386(代)  
大阪支社 千530 大阪市北区富田町2-7 瑞屋ビル3階 TEL大阪(06) 562-6 5 1 5