

# 建設の機械化

1979 **2**  
日本建設機械化協会



超大型 CAT D10 ブルドーザ  
—キャタピラー三菱株式会社—

世界共通仕様で  
すべてがトップレベルの  
最新鋭油圧シヨベル登場!



油圧システムは、〈住友〉独自の全馬力制御の3ポンプ+3バルブ方式を採用。また、複合操作をする場合にも、スムーズに操作できる油圧パイロット方式を採用しましたので、長時間の運転にもあまり疲労は感じません。しかも、

キメ細かい防音対策で低騒音化を実現、作業環境への細かい配慮も払っています。仕様はFMC・Link-Beltとの国際分業にもとづき国内外共通。デザインを一新し、ボディカラーは鮮やかな赤と白のツートンになりました。

あざやかに、力強く、フルモデルチェンジ!

★ワールドワイドのビッグマシーン

住友FMC・Link-Belt油圧シヨベル

**S-70**  
LS-2800CJ

- バケット容量：0.45~1.2m<sup>3</sup>
- エンジン出力：105PS/2,000rpm
- 全装備重量：18.6t



★ワールドワイドのタフネスマシーン

住友FMC・Link-Belt油圧シヨベル

**S-90**  
LS-3400J

- バケット容量：0.7~1.3m<sup>3</sup>
- エンジン出力：138PS/1,800rpm
- 全装備重量：23.0t



目次

□巻頭言 電力投資について思うこと	村上省	1
天山発電所の工事計画	迫野秋好	3
瀬戸瀬水力発電所武利ダム アスファルトコンクリートコアの設計	町山宜夫 梶山義徳	10
有峰第三発電所小口川ダムの タワークレーンによるコンクリート打設計画	高瀬博	16
トンネルボーリングマシンによる斜坑掘削計画 ——下郷発電所水圧管路工事	西田義章 松村永晴 宮居明 佐々木哲	21
レーズボーラによる導坑掘削施工実績 ——第二沼沢発電所水圧鉄管路工事	島居明 佐々木哲	27
赤尾発電所建設に伴う小原調整池浚渫工事	山佐博	32

グラビヤ——水力電源開発工事

□随想 過去、現在、未来	山正	37
低振動低騒音鋼矢板圧入工法——DJP工法	進藤太美 竹藤繁樹	40
シールド本体テール部スキンプレーートの 応力変形解析に関する一提案	藤本徹	46

□建設機械の現状

4. せん孔機械およびトンネル掘進機

4.1 せん孔機械	月岡照	50
4.2 トンネル掘進機		
4.2.1 全断面掘削機械	西岳嘉茂 橋保	53
4.2.2 自由断面掘削機械	五十嵐伊三郎	56

5. 骨材生産機械

6. コンクリート機械

6.1 コンクリートプラント	成田英一	65
6.2 トラックミキサ	勝守滋夫	67
6.3 コンクリートポンプ、ポンプ車	三浦達男	68

□新機種ニュース

□整備技術

ハーバート建設のメンテナンス体制	整備技術部会	75
------------------	--------	----

□ISO規格紹介

建設機械の安全性の必要条件および 居住性に関するISO標準規格(14)	ISO部会	78
--	-------	----

□建設機械化研究所抄報 <122>

348. サカイ SV 90 型振動ローラ		80
349. 小松インター 515 型車輪式トラクタショベル		81
350. 古河 FL 320 型車輪式トラクタショベル		82
351. 古河 FL 60 A-PS 型および FL 60 A 型車輪式トラクタショベル		83

□統計

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

行事一覧

編集後記	(合田・田辺)	88
------	---------	----

◀表紙写真説明▶

超大型 CAT D 10 ブルドーザ

キャタピラー三菱株式会社

鉱山、碎石現場や高速道路、空港建設、ダム等の大型土木工事において、工期短縮、コストダウン、発破公害等の減少を実現するためより大きな作業性能が要求されている。キャタピラー社はこの要望に応え、画期的ともいえる超大型 CAT D 10 ブルドーザを開発した。本機の主な特長は次のとおりである。

●動力伝達装置はすべて独立したユニットで、単独に分離し、修理や調整ができる。

●高位置スプロケットの採用でファイナルドライブへの負荷が軽減され、動力伝達装置の寿命が延長した。

●足回りはボギー式機構で衝撃力を緩和し、乗心地とけん引力の向上を計っている。

●ブレードはタグリンク方式で横方向に強く、掘削力にすぐれ、操作が容易である。

●運転室は独立したプラットフォーム構造で騒音や振動が減少した。

●給脂箇所はトラクタ部分がゼロ、ドーザブレース 2 箇所、リッパ装置部 12 箇所のみとなり、維持管理の手間を大幅に省いた。

総重量：86,000 kg (ストレートドーザ・シングルシャックリッパ付)

フライホイール出力：710 PS (CAT D 348)

ブレード寸法：幅 5,490 mm × 高さ 2,160 mm

# 機 関 誌 編 集 委 員 会

## 編 集 顧 問

加藤三重次	本協会副会長	石川 正夫	佐藤工業(株)土木営業部 専門部長
長尾 満	国際協力事業団理事	神部 節男	(株)間組 常務取締役
坪 質	本協会専務理事	伊丹 康夫	日本国土開発(株)専務取締役
浅井新一郎	建設技監	小竹 秀雄	本協会顧問
上東 広民	本協会建設機械化研究所副所長	斎藤 二郎	(株)大林組 技術研究所次長
中野 俊次	建設省大臣官房建設機械課長	大蝶 堅	東亜建設工業(株)取締役
新開 節治	建設省九州地方建設局 九州技術事務所長	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械事業部 作業船担当部長
寺島 旭	八千代エンジニアリング(株) 取締役		

編集委員長 桑 垣 悦 夫 久保田鉄工(株)環境装置事業本部

編集幹事 田 中 康 之 建設省関東地方建設局関東技術事務所

## 編 集 委 員

酒井 孝	建設省道路局有料道路課	新堀 義門	三菱重工業(株)建設機械事業部
西出 定雄	農林水産省構造改善局 建設部設計課	高木 隆夫	キャタピラー三菱(株) 販売促進部商品開発課
合田 昌満	通商産業省資源エネルギー庁 公益事業部水力課	折橋 孝志	(株)神戸製鋼所建設機械事業部 サービス部東京サービス課
平山 勇	運輸省港湾局機材課	松島 顕	(株)間組 機材部機電課
桑原 彌介	日本国有鉄道建設局線増課	兼子 功	(株)大林組 東京本社 機械部計画課
松尾 嘉春	日本鉄道建設公団 工務第一部機械課	鈴木 利夫	東亜建設工業(株)工務部
佐々木武彦	日本道路公団東京第一建設局 建設第二部構造技術課	佐藤 寿	鹿島建設(株)機械部
天野 節夫	首都高速度道路公団第一建設部	鈴木 康一	日本鋪道(株)技術部
大宮 武男	水資源開発公団第一工務部機械課	福来 治	大成建設(株)技術管理部情報室
津田 弘徳	本州四国連絡橋公団 工務第二部設備課	森谷 正三	(株)熊谷組 営業本部 総括部企画課
塚原 重美	電源開発(株)土木部	大平 成夫	清水建設(株)機械部
牧 宏	日立建機(株) クレーン技術部第一課	三浦 満雄	(株)竹中工務店 技術研究所
田辺 法夫	(株)小松製作所 営業本部営業企画部	林 茂樹	日本国土開発(株)研究部



## 電力投資について 思うこと

村上省一



53年度の民間主要13業種の設備投資は総額7兆2,000億円と想定され、前年度に対し17%の増加となった。しかし、54年度の設備投資は約3%の減少が予想されており、明るさを示したものの、民間設備投資の停滞基調は変わっていない。

こうした中で、電気事業の設備投資は53年度3兆2,000億円で、景気浮揚のために要請された繰上げ発注を入れると4兆円に達するといわれる。これは民間設備投資の44%を占めるもので、対前年度伸び率は40%を示し、全体伸び率の8割強を占めている。こうした電力投資の活発化は、ただ単に年々6%程度の経済成長に伴う電力需要に対処するための設備投資ばかりでなく、数年前の石油危機に端を発した電源多様化のための国内投資や、電源立地の遠隔化、都市地域過密化に伴う流通設備の増強改善、置換対策の拡大強化等に伴う投資の膨張によるものである。

このため電力設備投資は電源設備、非電源設備ともに同程度の伸び率を示しており、発電設備で1兆円、送変配電設備で1兆2,000億円、設備改良等で9,000億円となっている。

発電設備は、現有1億kWの設備を60年には1億7,000万kWとするための年度投資で、言うまでもなく水力、火力、原子力の電源開発事業であるが、原子力の4,100億円が最大で、火力3,800億円、水力2,200億円と続いている。

原子力は、60年度の目標4,500万kWは3,300万kWに下方修正されたが、52年末に18基、1,100万kWに達し、名実ともに世界第2の保有国となった上、現在なお1,000万kW以上が建設段階にある。現在建設中のものは何れも沸騰水型または加圧水型軽水炉であるが、ウラン燃料使用の効率化をはかるATRの実証炉の建設や新型炉の導入等も検討されている。

重油専焼火力は石油危機以来、若干手控えられているが、石炭火力、LNG、LPG等多様化路線に沿って目下建設が盛んであり、水力については、一般水力は大規模なものが枯渇して来ているが、残存落差活用の低落差開発と、ピー

## 巻頭言

ク負荷を負担すべく増加出力の 15% 程度を占めるべきといわれる揚水発電が大容量、高落差を以って進められている。

非電源部門では電源の大規模化、遠隔化に対処し、地域間広域運営を促進するための超高压送電線や北海道・本州間直流連系送電線、都市周辺外輸線の建設、また過密地域の流通設備の改良強化等であり、改良部門は安全確保、公害防止、供給信頼度の向上等への投資である。これらの民間投資に加うるに、現在は主として政府投資によっているが、次の世代のエネルギー源としての技術開発、即ち太陽熱発電、石炭の液化、ガス化、水素製造、熱水利用地熱発電、また更に豊富に賦存する地熱を大規模に利用する深部地熱発電の実証調査等、未来技術の開発も民間投資の刺激に役立っている。

こうして見ると、現在の電源開発事業はかつての水主火従時代におけるダム、トンネルの建設が主体であった事業形態に比すべくもなく格段に多様化され、また電源の大型化、集中化によってこれを受け入れる地域社会へのインパクトは非常に増幅し、単に立地の選択、補償の成立に限らず、住民意識の変革、社会構造の改造を迫る規模のものとなり、しばしば社会問題化する例が多い。このため政府においても電源立地促進上の方策として諸対策交付金の増額や重要電源指定地点の対話促進等の施策を講じ、地元福祉の向上、理解の促進をはかっている。

元来、開発そのものは人間生活の物質的豊かさを追い求めるものであるから、それ自体に反対を唱える性質のものではないが、狭い国土の中での立地と恩恵の度合の偏在性に問題があり、あつれきを生ずるのが今日社会の通例である。この中で根本的に住民の理解を得るためには計画自体の合理性と施設の運営、建設の技術に対する信頼が第一である。いかに枢要な開発としても、社会的均衡を欠く計画、あいまいな技術では今日の住民意識を鎮静することはむづかしい。

また一方、開発自体が若干でも自然を改造するものである以上、長年の間には自然の条理によって周囲環境に変化をもたらすものであり、近年この影響予測の技術が重視され、また着々と成果をあげ、徐々に実証を得ている状況であるが、大容量の取排水、貯水によって長期に生ずる影響評価の測定面では未だ技術的解決を必要とする問題が多い。

設備投資の巨大化に伴って戦略的技術開発が先行し易い現今、深く基礎技術の研さんも肝要であり、また、この成果が明日の開発の可能性へとつながる道であると考えられる。

—本協会顧問・電源開発株式会社理事—

# 天山発電所の工事計画

迫 秋 一\*

## 1. まえがき

天山発電所（最大出力 60 万 kW）は電力のピーク需要増加に対処するとともに、系統総合の経済運用、供給信頼度の向上を図るため佐賀県中央部に建設計画中の純揚水発電所である（図-1 参照）。運転開始は 1 号機（30 万 kW）が昭和 59 年 4 月、2 号機が同年 7 月の予定である。

当発電所の着工は、地下発電所の機器搬入路工事の着手時期とし、昭和 54 年 2 月を予定としている。現在工事用道路等の準備工事の一部に着手したばかりであるので、土木本工事の施工計画の細部についての報告は後日にゆずることとし、ここでは工事計画のあらましを述べ

るにとどめる。

## 2. 発電計画

当発電所は六角川水系天山川に高さ 69 m のロックフィルダムを築造して有効容量  $3,000 \times 10^3 \text{ m}^3$ （調整池内の掘削により容量確保）の上部調整池とし、また、松浦川水系敷木川に建設される敷木ダム（特定多目的ダム、高さ 115.5 m の重力式コンクリートダム、利水分的有効容量  $5,600 \times 10^3 \text{ m}^3$  のうち、 $3,000 \times 10^3 \text{ m}^3$  を発電用に使用）を下部調整池とし、その間を約 3,300 m の水路で連絡のうえ、上部ダムの取水口から約 1,100 m の地点にもうける地下発電所において最大使用水量  $140 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、有効落差 520 m を利用して最大出力 60 万 kW を発電するもので、1 日最大 6 時間の運転が可能である（図-2 参照）。

計画の概要は表-1、表-2 に示すとおりである。

## 3. 工事計画

### （1）地形および地質の概要

天山地点は佐賀県のほぼ中央部に位置し、この南東方に標高 1,046 m の天山があるが、全体としては標高 500 ~ 700 m の中起伏の山地が広く分布している。

この山地の北半部には花崗閃緑岩が露出し、この岩体は深江花崗閃緑岩体の一部で、白亜紀頃の貫入と考えられており、中粒でアルカリ長石を多く含む特徴があり、地表ではマサ状に風化するが、一般に堅硬で、また多くのアブライト岩脈を伴っている。

この岩体の南側に接して三郡変成岩類が分布し、これは時代的には古生代の岩石と考えられており、前述の花崗閃緑岩体とはルーフペンダントの関係にあるとされている。この変成岩類はほぼ東西方向の分布を示し、ときには南北方向を示す小岩体も認められる。



図-1 天山ダム位置図

\* 九州電力(株)天山発電所建設所長

上述の各岩石はいずれも風化作用の影響を強く受け、地表から比較的深部まで軟質となっている。岩盤を覆う砂れき層、崖錐（堆積物）等はいく一部に認められるのみで、規模の大きい破砕帯も存在していない。

## (2) 工事工程 (図-3 参照)

当社の電力需給計画からすると、天山発電所は昭和59年4月に1号機、同7月に2号機の運転を開始する必要がある。このため昭和48年7月より現地に調査所を開設して調査準備を進めてきたが、着工時期は、地元情勢から当初計画の昭和53年12月より若干遅れて昭和54年2月になる見込みである。

また、当発電所の下部調整池としても使用する建設省施工の飯木ダム（建設に関する基本計画は昭和52年12月26日告示）も、当初計画では昭和53年3月から工事用道路工事に着手することにしてしたが、地元情勢よりまだ着工に至っていない。しかし、建設省の現地工事事務所では工法の見直し等による工期短縮を検討し、予定のダム竣工時期は確保したいとしている。当社としても昭和53年10月末より工事用道路等の準備工事に着

表-1 計画概要

項目	発電時(基準)	揚水時(基準)
使用(揚)水量	140.00 m <sup>3</sup> /sec	99.00 m <sup>3</sup> /sec
総落差(実揚程)	555.50 m	565.50 m
有効落差(全揚程)	520.00 m	573.55 m
発電力(入力)	600,000 kW	640,000 kW
ピーク継続時間	6 hr	
ポンプ水車	形式：立軸フランス型ポンプ水車 出力：水車使用時 30.8 万 kW、ポンプ使用時 33 万 kW、台数 2 台	
電動発電機	形式：立軸回転界磁全閉型空冷式三相交流同期電動発電機 容量：発電機 31.6 万 kVA、電動機 33 万 kVA、台数 2 台	

手しており、本工事の着工が多少遅れても工期短縮により予定の運転開始時期を確保する予定である。

## (3) 天山ダムの施工

### (a) ダムサイトの地質 (図-4 参照)

基盤を構成する岩石は三郡変成岩に属する黒色片岩、緑色片岩およびアプライトである。片岩類はダムサイトの大部分を占め、このうち緑色片岩は左岸の中腹で黒色



図-2 (A) 計画概要平面図



図-2 (B) 水路縦断および上部ダム標準断面図

表-2 主要工作物の概要

名称	形式および寸法	名称	形式および寸法	名称	形式および寸法
天山ダム	形式：中央土質遮水壁型ロックフィルダム 高さ：69.0m 頂長：380.0m 体積：1,550×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	導水路サージタンク	内径：3.5m (ポート) 高さ：74.75m (本体) 68.25m (ライザ)	発電所	水車中心高：EL 109.6m 形式：差動型サージタンク
取水口	形式：傾斜流入(出)型 幅：17.5m 高さ：11.0m 延長：141.0m (水平長)	水圧鉄管	形式：全溶接上部分岐埋設型 内径：5.5m (1条区間) 4.0~2.25 (2条区間) 長さ：1号 906.804m 2号 916.744m	放水路サージタンク	内径：20.0m (本体) 5.5m (ライザ) 1.3×4.6m (ポート) 高さ：84.3m (本体) 70.8m (ライザ)
導水路	形式：圧力トンネル 長さ：341.0m 断面形：円形 内径：5.5m	発電所	形式：地下鉄筋コンクリート造り 高さ：46.7m (ドラフト室床面 EL 101.0m, 天井アーチ内面 EL 147.7m) 幅：20.0m 長さ：90.0m	放水路	形式：圧力トンネル 長さ：1,894.48m 断面形：円形 内径：5.5m
導水路サージタンク	形式：差動型サージタンク 内径：12.0m (本体) 5.0m (ライザ)			放水口	形式：水平流出(入)型 幅：24.0m 高さ：8.0m 長さ：160.0m (水平長)

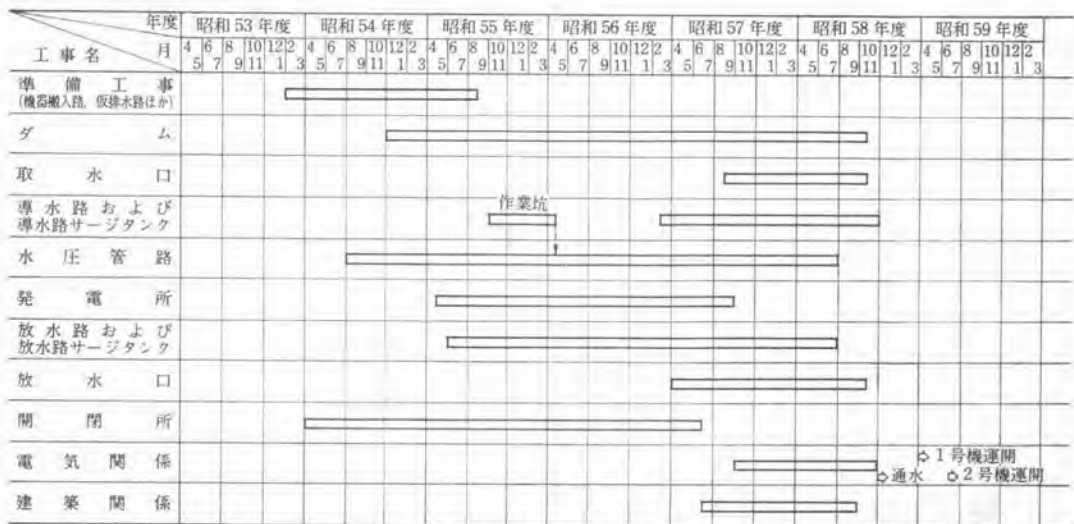


図-3 工事工程

片岩にはさまれて帯状に分布し、この緑色片岩の中にさらにクサビ状に幅 30~40m の黒色片岩がはさまれている。

当ダムサイトの片岩類は風化作用の影響が大きく、特に黒色片岩で顕著である。すなわち、右岸では D~C 下級の厚さは EL 720m 以下で約 10m、満水位 (EL 758m) で 20~25m である。左岸では比較的堅硬な緑色片岩が分布し、満水位における D~C 下級の厚さは 15~20m である。また、破碎帯については特に規模の大きいものは存在しない。基礎の透水性は一般に低く、調査の結果では地表から 60~80m で 2ルジオン以下となっている。

(b) 設計上の配慮

天山ダムおよび調整池の諸元は表-3に示すとおりであり、このダムサイトの特徴は次のとおりである。

① 自然の地形では調整池容量は約 100 万 m<sup>3</sup> を確保できるにすぎない。このため地山掘削によって発電所計

表-3 天山ダムおよび調整池主要諸元

水系河川名	六角川水系天山川
ダム名	天山ダム
所在地	佐賀県東松浦郡厳木町大字天川
形式	中央土質遮水壁型ロックフィルダム
ダム	堤頂高さ：EL 762m 堤高さ：69m 堤長：380m 堤体積：155 万 m <sup>3</sup> (コア 27 万 m <sup>3</sup> , フィルタ 22 万 m <sup>3</sup> , ロック 106 万 m <sup>3</sup> )
調整池	湛水面積：0.14 km <sup>2</sup> 総容量：327 万 m <sup>3</sup> 有効容量：300 万 m <sup>3</sup> 利用水深：30.0m 常時満水位：EL 758.0m 低水位：EL 728.0m

画に必要な調整池容量 300 万 m<sup>3</sup> を確保する。この容量は発電の等価継続 6 時間分であり、利用水深は 30m であるから発電時の調整池水面の降下速度は平均 5m/hr



となり、他の揚水発電用ダムに比べて大きい。

② 基礎岩盤は三郡変成帯に属する緑色片岩および黒色片岩を主体として構成されており、片理が発達し、表層はかなり風化している。

③ 築堤材料は調整池造成のための掘削材料を流用する。すなわち、風化岩をコア材料、地山芯部の新鮮な岩をロック材料、また風化の中程度の岩をフィルタ材料として利用する。

④ 調整池容量確保のために必要な地山掘削量は約 390 万 m<sup>3</sup> となる。一方、ダム盛立量は 155 万 m<sup>3</sup> であり、調整池周辺地山の掘削量のうち 235 万 m<sup>3</sup> は捨土となる。また、このほかにダム基礎、洪水吐基礎等の掘削ずりを合せると捨土総量は約 400 万 m<sup>3</sup> に達する。このため広い面積の土捨場を必要とする。

⑤ 土捨場としては天川土捨場 (50 万 m<sup>3</sup>)、市川土捨場 (400 万 m<sup>3</sup>) を予定しているが、市川土捨場には予定地内に約 3 万 m<sup>2</sup> の湿地部があり、ドライワーク工が必要である。

⑥ 調整池の右岸側に満水位で最小厚 40 m 程度の薄肉部ができる。

以上の地点特性に対して、地質、岩盤の力学的性質、フィルダム材料の力学特性、ダムおよび基礎の浸透破壊に対する安定性、ダムの地震時安定性、破砕帯がダムおよび基礎の安定性に及ぼす影響、調整池切取斜面の掘削時と造成後の安定性、土捨場基礎および斜面の安定性な

表-4 堤体材料の設計値

設計値 材 料	比重 G	含水比 w (%)	乾燥密度 $\gamma_d$ (t/m <sup>3</sup> )	湿潤重量 $\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	間き比 e	飽和重量 $\gamma_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )
コア材	2.80	15.0	1.91	22.0	0.47	2.22
フィルタ材	2.75	3.1	1.90	1.96	0.45	2.21
ロック材①	2.90	0.9	1.93	1.95	0.50	2.27
ロック材②	2.90	0.9	1.93	1.95	0.50	2.27

設計値 材 料	内部摩擦角		粘着力 c (t/m <sup>2</sup> )	透水係数 k (cm/sec)
	$\phi$ (°)	tan $\phi$		
コア材	33.5	0.6619	0	1.0×10 <sup>-3</sup>
フィルタ材	35.0	0.7002	0	1.0×10 <sup>-3</sup>
ロック材①	42.5	0.9163	0	1.0×10 <sup>-3</sup>
ロック材②	39.5	0.8243	0	1.0×10 <sup>-3</sup>

どに関して電力中央研究所と共同で検討した。

上述の検討結果をふまえて、安全性についての十分な配慮のもとにダムおよび調整池斜面の設計を行った。

(c) 堤体材料の物性

天山ダムの築堤材料は調整池周辺地山の掘削土岩の中から流用することとしているので、調整池の各試掘横坑から採取した材料について実施した各種試験結果を検討し、築堤材料として適する区域を選定したうえでダムの設計に使用する物性値を表-4のように定めた。

(d) 施 工

仮締切、仮排水路工事は昭和 54 年春に着手し、転流は昭和 55 年 6 月の予定であるが、これに先立ち昭和 55 年 3 月から調整池、ダム基礎の掘削に着手する。掘削の

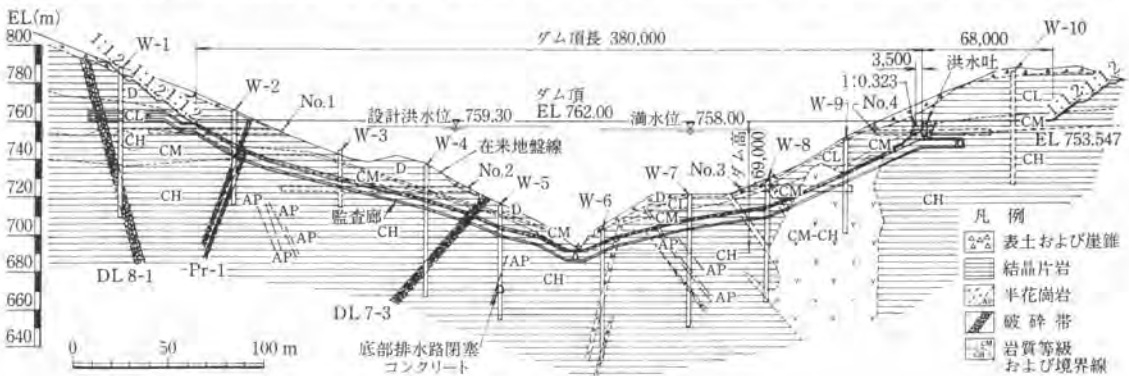


図-4 (A) 天山ダム地質縦断面図

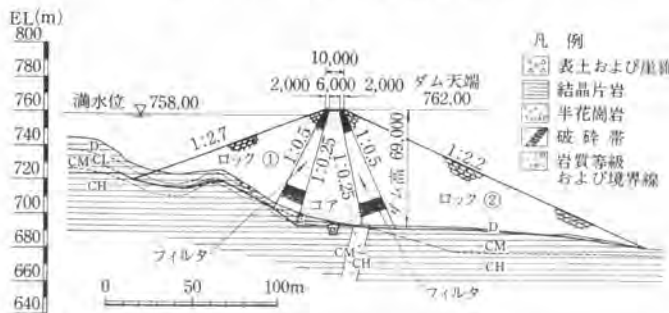


図-4 (B) 天山ダム地質横断面図



表-5 盛立作業日数

工種	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
コア、フィルタ	0	0	12	11	18	8	12	12	15	19	16	7	130
ロック	0	0	23	19	22	17	20	18	21	23	23	19	205

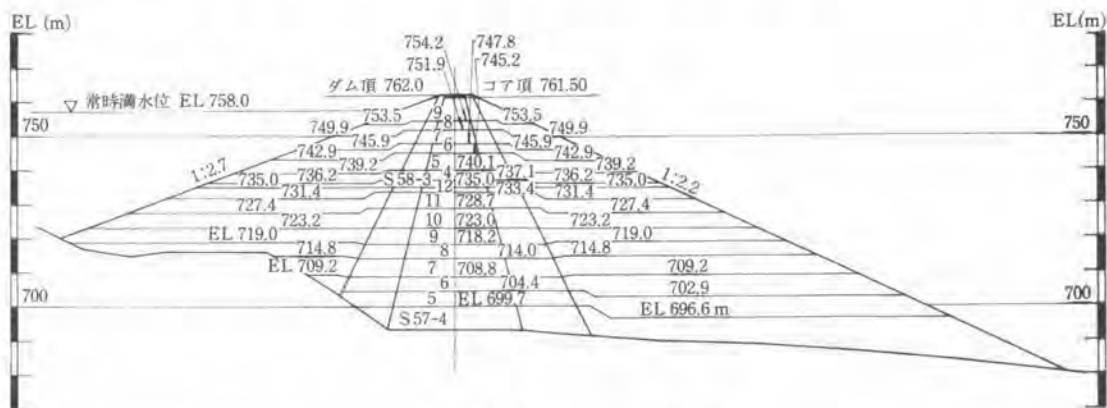


図-5 月別盛立計画図

進行に合わせて監査廊および基礎処理工事を昭和 57 年 3 月から、ダム盛土を昭和 57 年 8 月から始める予定である。

#### (i) 調整池、ダム基礎の掘削計画

調整池の掘削開始までに土捨場までの延長約 2,000 m (幅員 15 m) の工事用道路は完成しているの、まずこの道路の終端から幅員 15 m の運搬道路を調整池の左右岸に設け、これより高い部分の掘削ずりはすべてこの道路盤で収容、積込み、搬出する。上部の掘削が終われば中段に運搬道路を設け、その上部の掘削を行う。このような方法を繰返して調整池の掘削を終了する。

表土、D級、C下級はブルドーザ (32 t 級, 44 t 級) で掘削集土し、トラクタショベル (7 m<sup>3</sup> 級) でダンプトラック (32 t 級) に積込み、運搬する。C中級、C上級でダム材料に使用できるものはベンチカット工法によって採取、直送するが、介在する不良岩は土捨場に搬出する。

ダム基礎掘削のうち、特にコア基礎部については、クローラドリルでのせん孔による発破は基盤上の 2~3 m を残し、残りはジャックハンマの使用等によって基盤を緩めないように施工する。

また、掘削時の汚濁水対策については、沢の付替え、のり面の小段に排水溝の逐次設置、濁水処理プラントの設置等を行うとともに、掘削ずりの即時搬出、切取のり面の逐次保護、降雨時の作業中止等を図って万全を期する計画である。

土捨場への運搬にあたっては、実車を切取部の山側を通らせて盛土の路肩部を保護させること、ダンプトラックは左ハンドルであること等を考慮して右側通行とさせる等、安全面に対しての配慮をしている。いずれにせ

よ、約 500 万 m<sup>3</sup> の掘削を行うので掘削中の土砂流出防止対策、安全な運搬計画等についてさらに入念な検討を行っている。

#### (ii) 材料採取計画

コア材はC下級、フィルタ材はC中級、ロック材はC中級、C上級から採取することとしているが、このうちコア材とフィルタ材は粒度調整、含水比調整のため、また原石山が同一で各材料が重層状態で賦存していることによる施工上の関係から仮置を必要とする。コア材は盛立量 27 万 m<sup>3</sup> の全量を、フィルタ材は盛立量 22 万 m<sup>3</sup> の 50% を仮置するものとする。仮置量は変化率、ロス率を考慮してコア材で 33 万 m<sup>3</sup>、フィルタ材で 13 万 m<sup>3</sup> とし、仮置場所は市川土捨場とする。仮置に必要な敷地必要面積は高さ 14 m として約 43,000 m<sup>2</sup> であるが、これは当該土捨場に十分確保できるものである。仮置材料は適当なエネルギーで転圧し、排水に留意して流出、汚濁水の発生を防止する。

ロック材ならびにフィルタ直送材はベンチカット工法によって採取する。ベンチ高は 10~15 m とし、積込作業、ダンプトラックの通行に支障のないように十分のベンチ幅を確保する。せん孔はクローラドリルによる。

#### (iii) 盛立計画

盛立のまき出し厚さ、転圧機種、転圧回数等については、今後に予定している盛立試験の結果により決定することとしているが、ロック盛立でも、けん引式振動ローラ (15 t 級) による転圧と、その終了後、層間の密着をよくするため 32 t 級ブルドーザのリップで浅くかき起すことも計画している。リアラップの仕上げにはバックホウ (0.6~0.8 m<sup>3</sup> 級)、ブルドーザを使用する。

盛立作業日数は表-5のとおりである。作業休止日数

のうち気象条件によるものは、コアおよびフィルタについては日降水量が3~10mmのときは降雨当日、10mm以上のときは当日と翌日、気温が0°C以下の当日とし、ロックについては日降水量が5mm以上の降雨当日とした。

月別盛立は図-5に示すように計画している。盛立時の材料の品質は試験結果から粒度、含水比、密度、透水係数等の値に基準を設け、これに基づいて施工管理を行うことにしている。また、コア盛立に先行してブランケットグラウトを施工し、カーテングラウトは監査廊内で施工する。

#### (iv) 工事用機械

天山ダム工事に使用する主要工事用機械は表-6のとおりである。なお、転圧機械等については今後の盛立試験によって変更することもある。

### (4) 発電所およびその周辺構造物の施工

#### (a) 発電所周辺の地質

地下発電所地点の地質は花崗閃緑岩である。この花崗閃緑岩は山体深部に入るに従ってその分布範囲を広めていく、いわゆる底盤状を呈しており、節理の少ない堅硬

表-6 天山ダム工事主要機械一覧表

工種	機械名称	規格	最盛期台数	摘 要
掘削	パワーショベル	2.0m <sup>3</sup>	3	掘削積込み(場内道路)
	ブルドーザ	44t	3	掘削(調整池)
	*	32t	2	*(ダム基礎)
	*	21t	2	まき出し(土捨場)
	タイヤローラ	10t	1	転圧(*)
	トラクタショベル	7.7m <sup>3</sup>	2	積込み(調整池)
	*	5.0m <sup>3</sup>	1	*(ダム基礎)
	ダンプトラック	32t	30	運搬(調整池)
	*	20t	4	*(ダム基礎)
	エコーラドリル	CD6級	2	爆砕(ダム基礎)
ポータブルコンプレッサ	17m <sup>3</sup>	2	*(*)	
盛立	ブルドーザ	32t	3	集積,まき出し(ロック)
	*	21t	2	まき出し(コア,フィルタ)
	レーキドーザ	11t	1	
	トラクタショベル	7.7m <sup>3</sup>	2	積込み(ロック)
	*	5.0m <sup>3</sup>	2	*(コア,フィルタ)
	ダンプトラック	32t	8	運搬(ロック)
	*	20t	20	*(コア,フィルタ)
	タンピングローラ	自走30t	1	転圧(コア)
	振動ローラ	自走8t	1	*(フィルタ)
	*	けん引15t	2	*(ロック)
工	ブルドーザ	15t	2	けん引用
	クローラドリル	CD8級	4	爆砕(ロック)
	ポータブルコンプレッサ	25m <sup>3</sup>	4	*
	共設	バクタホウ	0.6m <sup>3</sup>	2
ゲレーダ		4m	2	
放水車		5,500l	2	
トラックトレーラ		15t	1	
タングローリ		2,000l	2	
アシテータトラック		3.2m <sup>3</sup>	1	
バキュームローダ			1	
ダンプトラック		11t	4	
*		2t	2	
トラクタショベル		1.8	1	



図-6 発電所付近地質図

なB級岩盤である。

発電所の位置については当初地表からの長尺ボーリング(370m, 420m)調査によって蛇紋岩を避けた黒色片岩岩体中に予定していたが、試掘横坑(延べ1,700m)調査および横坑内ボーリング調査により近くに堅硬な花崗閃緑岩岩体があることが判明したため、ケーブルトンネルを兼ねた斜坑(前後の水平部を含め600m)を掘って岩質を確認のうえ、現計画の位置を選定した。周辺構造物のうち、水圧管路の下部、ドラフトトンネルおよび放水路サージタンクの地質はこの花崗閃緑岩であるが、その前後の構造物の地質は黒色片岩である。

#### (b) 作業坑および掘削ずりの搬出計画

発電所周辺の地下構造物の地山掘削量は約25万m<sup>3</sup>であるが、これらの掘削ずりを所定の工期内で、しかも最も効率よく搬出するため、作業坑は機器搬入路およびケーブルトンネルを利用した図-7に示すような配置とした。良質のずりは一部コンクリートの骨材に使用する予定である。

#### (c) 水圧管路の施工

水圧管路沿いの地質は上部が黒色片岩、下部が花崗閃緑岩であるが、いずれも良質堅硬なため内圧の一部を岩盤に負担(下方の360m, 最大分担率28%)させることとし、高張力材は使用しない計画である。

掘削にあたっては、全長910mを作業坑によって三つに区分し(最長340m)、その各々についてクライマを用いて導坑を切上り、導坑貫通後上部より切上げを行う計画である。

#### (d) 発電所の施工

発電所(幅20m, 高さ50m, 長さ90m)の施工は、まず天井アーチ部を掘削、コンクリートを巻立てた後、本体部の掘削を行うという通常の工法をとるが、本地点の花崗閃緑岩は極めて堅硬なため(弾性係数=20万~30万kg/cm<sup>2</sup>, せん断強度=120~150kg/cm<sup>2</sup>), 天井アーチ部の支保工、側壁の仮巻コンクリートは省略する予定である。また、湧水量が多いと想定されるため(アーチ調査坑で350l/min, 試掘坑全体で1.5m<sup>3</sup>/min), 発電所下部に通じる作業坑群は、工程上の要請とは別にできるだけ早く設置して、水抜坑としての役割を持たせる予定である。なお、掘削ずりはグローリホールを利用し、機器搬入路経由で屋外閉鎖所位置へ搬出する。



図-7 発電所付近見取図

(e) ドラフトトンネルの施工

発電所本体に隣接する部分は発電所の大空洞掘削によるゆるみの影響を受けるので発電所の掘削に先行して掘削を完了し、仮巻コンクリートを施工する予定である。放水路サージタンクとの隣接部についても同様とする。

(f) 放水路サージタンクの施工

アーチ部、本体部とも発電所とほぼ同じ施工法をとる。掘削ずりにはグローリホールを利用して機器搬入路経由（ダンプ式）で搬出するが、コンクリート打設はケーブルトンネル経由（レール式）で連続打設（シムクリート工法）を行う予定である。

4. む す び

昭和 48 年 7 月に調査所を開設し、本地点の調査、設計、地元対応にあたってきたが、昭和 52 年 12 月 21 日に開催された第 73 回電源開発調整審議会で本地点の開発が決定され、下部調整池として利用する厳木ダムの建設に関する基本計画も同年 12 月 26 日に告示されたので、昭和 53 年 7 月に建設所を開設した。

現在、準備工事にとりかかったばかりの段階で詳細な工事計画の紹介ができなかったことをおわびしたい。

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

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

建設機械取扱安全マニュアル A5判 308頁 \*頒価 3,500円 円 300円

建設機械等損料算定表 (昭和 53 年度版) B5判 300頁 頒価 1,500円 円 300円

橋梁架設工事の積算 (昭和 53 年度版) B5判 214頁 頒価 2,500円 円 300円

建設機械履歴簿 頒価 200円 (送料実費)

(注) \* 印は会員割引あり

# 瀬戸瀬水力発電所武利ダム アスファルトコンクリートコアの設計

町野好宜\* 梶山義夫\*\*

大鶴徳雄\*\*\*

## 1. まえがき

エネルギー源の多様化の一環として国産の循環エネルギーである水力資源の開発促進が国策として推進される気運にあり、当社では地域的な特性も考慮して瀬戸瀬水力発電所の工事に着手した(図-1参照)。

北海道北東部北見地方の電源設備はごく少なく、小水力はあるものの、大部分は道央の火力群および日高方面の水力群によって供給されているが、この送電線は長距離かつ山岳地帯を通過しているため風雪害、雷害などの悪条件下にあり、安定した電源が求められていた。この地域は北海道でも特に降水量の少ない地域であるが、大雪山系に源を發し東流する湧別川、武利川を連係して瀬戸瀬発電所(最大出力 25,000 kW)の開発を計画した。この計画諸元は表-1のとおりである。

武利ダムは湧別川本流からの導水および武利川の自流を調整する調整池用ダムで、湧別川と支流武利川の合流点より上流約 8 km の位置に設けるフィルダムである。その規模は基礎岩盤上の最大高さ 29 m、現河床上からの盛立最大高さ 15.5 m、堤頂長 173 m、堤体積 8 万 m<sup>3</sup>

の調整池ダムである。

## 2. 中央アスファルト遮水壁型フィルダムを採用した経緯

湧別川水系の河川は比較的洪水流量の小さい流域で、ダムサイト付近の地質は粘板岩、砂岩を覆って安山岩質および流紋岩質凝灰岩が大勢を占め、河床は堆積砂れき層が厚く、その深さは 8~18 m に及んでいる等のことを考慮し、ダム形式の選定にあたって

① 基礎岩盤まで開削した後、コンクリート重力式ダムまたはフィルダムを築造する。

② 砂れき層をそのまま残し、グラウトあるいはコンクリート地中壁で遮水し、その上にフィルダムを築造する。

などのケースについて種々調査検討を加えた。その結果、次のような理由により砂れき層をそのまま残すフィルダムとすることとした。

① 河床堆積層はフィルダムの基礎地盤として十分な地耐力を有する。

② 基礎岩盤まで開削する施工法は水替えや洪水対策の面で経済性および安全性に問題がある。

③ フィルダムに使用するロック材はダム近傍で行われるトンネルや洪水吐の掘削工事のずりや河床砂れきが質的にも量的にも使用可能である。

次に砂れき層の遮水の方法については、グラウト工法によるよりもコンクリート地中壁とする方が工期、経済性、確実性の点からすぐれていると判断した。堤体部の遮水については、土質コアによる設計も検討したが、コンクリート地中壁との接合部に力学的な安定性の問題が残ることから、ヨーロッパ各地においてはすでに多数のダムに採用されているアスファルトコンクリートコアによる遮水壁とした。

アスファルトコンクリートコア遮水壁の利点をあげる



図-1 瀬戸瀬発電所位置図

\* 北海道電力(株)瀬戸瀬水力発電所建設所長

\*\* 北海道電力(株)瀬戸瀬水力発電所建設所土木課長

\*\*\* 北海道電力(株)瀬戸瀬水力発電所建設所土木課

と、

① 当地点は冬期間 -30°C、夏期にては +30°C となり、その差が 60°C という気象条件にある。このため外部のシェルによりほぼ一定の安定した温度状態にある堤体内部にアスファルトコンクリートを入れた方が有利である（大雪ダム、新冠ダムの堤体内温度は盛立面からの距離にもよるが年間 5°C~15°C の間でほぼ一定の状態にあり、外気温の影響を受けにくい）。

② 河床堆積層を残置していることから岩盤上に直接盛立を行った場合に比較してロック部、トランジション部の沈下量は大きいと予想されるが、その変化に対してもアスファルトコンクリートは追従できる。

③ 表面フェーシングに比較して少ない面積で遮水することができ、グラウトの範囲も狭められる。また、アスファルトコンクリートの自重がそのまま下向きとなって水密性に有効である。

④ 土質コア材と違い含水比の調整等の作業が不用となり、コア施工日数の制限が少ない。

⑤ 表面フェーシングは斜面の安定性からアスファルトの配合に制限をうけるが、センターコアではある程度自由に配合の選択ができ、最良のものが得られる。

⑥ アスファルトコンクリートの配合と締固め方法を選択することにより透水係数を小さくすることが可能である。

⑦ 透水係数を小さくすることが可能なので、堤高 100 m 級のダムでもコアの厚さは 1.20~0.80 m と薄くしても目的を達する。

⑧ プラントで 1 パッチずつ管理ができるので品質の均一性が得られる。

以上のような特色があげられるが、次の点について留意した設計を行った。

① 下流側トランジションとコンクリート地中壁取合部の直下流に監査廊を設け、堤体の管理、特にアスファルトコンクリートコアからの漏水状況の監視とコンクリート地中壁下部の 2 次グラウトも実施可能であるように配慮し、浸透流対策の設計を考慮した。

② 応力の比較的集中する洪水吐およびコンクリート地中壁とアスファルトコンクリート遮水壁との取合部には変形特性のすぐれているマスキックアスファルトを使用し、応力を緩和させた。

③ 万一アスファルトコアからの漏水が発見された場合、調整池水位を洪水吐門扉の開放により低下させて漏

表-1 計画諸元

使用河川および流域面積	湧別川水系湧別川 330.2 km <sup>2</sup> 湧別川水系武利川 270.7 km <sup>2</sup>	総貯水量 有効容量	820×10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> 500×10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
発電方式	調整池ダム水路式 (本水路圧力式)	ダム形式	中央アスファルト遮水壁型フィルダム
出力諸元 (最大時)		高さ	15.5 m
取水水位	262 m	頂長	173.0 m
放水水位	131.5 m	体積	80×10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
総落差	130.5 m	水路	
有効落差	114.3 m	支水路	5,515 m
使用水量	25.6 m <sup>3</sup> /sec	木水路	9,006 m
出力	25,000 kW	放水路	1,353 m
電力量		逆調整池	
年間	109,358×10 <sup>3</sup> kWh	満水位	131.5 m
冬季	18,466×10 <sup>3</sup> kWh	湛水面積	0.47 km <sup>2</sup>
設備利用率	49.9%	利用水深	1.3 m
調整池		有効容量	500×10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
満水位	262 m	工事費概算額	147 億円
湛水面積	0.22 km <sup>2</sup>	工期	昭和 52 年 6 月……着工 昭和 55 年 8 月……運用
利用水深	3 m		

表-2 武利ダム諸元

ダム形式	中央アスファルト遮水壁型フィルタイプ	堤体積	80,000 m <sup>3</sup>
高さ	15.50 m (基礎岩盤からの高さ 29.0 m)	中央アスファルト遮水壁	厚さ 0.50 m 面積 2,000 m <sup>2</sup>
頂長	173.0 m	放流設備	
頂幅	7.0 m	形式	越流型余水吐 幅 29.9 m ×延長 88.0 m
のり面こう配	本体(上下流とも) 1:2.8 押え盛土(上下流とも) 1:4.0	ゲート	幅 13.7 m ×高さ 9.8 m×2門

水個所の調査ができるように、アスファルトコア下端を洪水吐クレストの標高より 70 cm (35 日流量程度流下可能) 高く設計した。

④ 漏水個所がわかれば、その個所を上流側トランジション部から重点的にグラウト等により補修する等の管理、補修対策を設計に反映させた。

### 3. 調査および設計

#### (1) 概要

武利ダムの主な諸元を示すと表-2 のとおりである。

ダムサイト付近の地質は日高累層群の粘板岩、砂岩を覆って安山岩質および流紋岩質凝灰岩が大勢を占め、左岸の一部にこの露頭がみられる。現河床堆積層は深さ 8~18 m に達するが、表土以外はそのまま残置し、厚さ 1 m のコンクリート地中壁を硬岩層に達するまで施工して遮水し、その上部は厚さ 50 cm のアスファルトコンクリートコアを設けて遮水する。

このアスファルトコンクリートコアの上流側 3 m、下流側 2 m にはトランジションゾーンを設け、また、これらの外側にはのり面こう配 1:2.8 のロックゾーン、さらに上下流のり面の堤趾には天端幅 15 m、のり面こう配 1:4.0 の押え盛土を行い、より安定した形状を採用した。図-2、図-3 に設計断面を示す。







表-4 武利ダムのアスファルトコンクリート試験配合

砕石	13~25 mm	29.4%
"	13~15 mm	29.4%
荒目砂		18.6%
細目砂		8.8%
フイラー	炭酸カルシウム	13.8%
計		100.0%
アスファルト	針入度 80/100	6.4%

表-5 武利ダムのマスチックアスファルト試験配合

豆砂利	10~15 mm	11.3%
自然砂	5~10 mm	73.7%
フイラー	炭酸カルシウム	15.0%
計		100.0%
アスファルト	針入度 80/100	10.5%

(3) アスファルトコンクリート試験

アスファルトコンクリートおよびマスチックアスファルトは現地湧別川産の骨材で供試体を作成し、北海道大学工学部交通材料研究室ならびに当社技術研究所で諸試験を実施している。試験内容は、曲げ試験、三軸圧縮試験、クリープ試験等である。このうち曲げ試験から引張特性を調査し、図-4 に示す破壊包絡線を得た。

また三軸試験は土質試験用の大型三軸圧縮試験機(供試体  $\phi=10\text{ cm}$   $H=20\text{ cm}$ ) に温度調節装置を組合せて定温度制御方式により実施し、その結果は変形速度  $\dot{\epsilon}=1.2\text{ mm/min}$  において、温度  $0^\circ\text{C}$  のとき  $c=24.8\text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi=26^\circ00'$ 、温度  $10^\circ\text{C}$  のとき  $c=8.7\text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi=36^\circ30'$ 、温度  $20^\circ\text{C}$  のとき  $c=3.2\text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi=45^\circ00'$  である。

次に、マスチックアスファルト三軸試験については、実験室内の小型クッカで混合したマスチックアスファルトを直径  $10\text{ cm}$ 、高さ  $20\text{ cm}$  のシリンダに流し込んで作成した。その結果は変形速度  $\dot{\epsilon}=1.2\text{ mm/min}$  において温度  $5^\circ\text{C}$  のとき  $c=5.2\text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi=29^\circ00'$ 、温度  $10^\circ\text{C}$  のとき  $c=2.9\text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi=27^\circ00'$  である。

図-5 にみるように、アスファルトコンクリートとマスチックアスファルトとを比較すると、マスチックアスファルトはかなり変形特性のある材料で応力緩和に有効であるといえる。

表-6 物性値一覧表

項目	湿密度 $\gamma_t$ (t/m <sup>3</sup> )	含水比 $w$ (%)	真比重 $G_s$	せん断抵抗角 $\phi$ (°)	粘着力 $c$ (t/m <sup>2</sup> )	変形係数 $E$ (t/m <sup>2</sup> )	ポアソン比 $\nu$
① ロック	1.93	4.20	2.57	40	0	2,000	0.3
② トランジション	2.06	10.00	2.64	40	0	1,450	0.3
③ アスファルトコンクリート	2.40	0	2.43	36.5	8	3,000	0.4
④ 押え盛土	1.76	7.10	2.39	35	0	1,500	0.3
⑤ コンクリート地中壁	2.30	—	2.30	—	2,000	2,000,000	0.15
⑥ 河床堆積層(上)	1.90	19.60	2.54	35	0	3,000	0.3
⑦ " (下)	2.00	9.80	2.51	40	0	8,000	0.3
⑧ 基礎岩盤(軟岩)	1.79	27.00	2.35	—	—	25,000	0.15
⑨ " (硬岩)	1.83	22.00	2.35	—	—	60,000	0.15

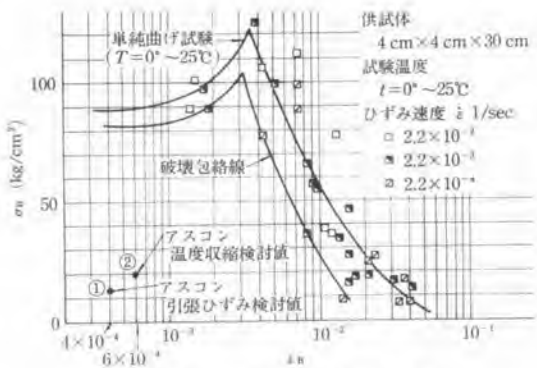


図-4 破壊時の応力とひずみの関係  
「武利ダム用アスファルトコンクリートに関する試験結果」より

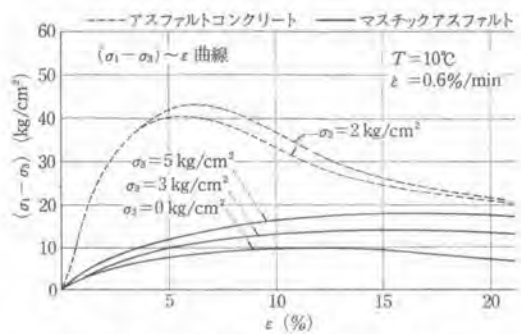


図-5 アスファルトコンクリートとマスチックアスファルト三軸圧縮試験結果

4. 安定計算

安定性の検討は、2次元断面について円弧すべり面法および滑動、支圧に対する検討によってダム全体の安定を確認し、このあと有限要素法によってダム全体の挙動や応力について解析した。特に中央遮水壁周辺が問題となるため、その内部および周辺については要素を細分して検討を加えた(表-6 参照)。

数値解析の結果は、堤体については中央遮水壁周辺を除いてきわめて安定であるが、コンクリート地中壁の剛性が河床堆積層の剛性に比べて非常に大きいため、コンクリート地中壁の内部に比較的大きな応力の発生がある。アスファルトコンクリートコアおよびコンクリート地中壁についての数値解析結果を要約すると表-7のとおりである。

(1) 変形および応力に対する検討

(a) アスファルトコンクリートについては試験その他文献調査を行い、それをもとに安全性の検討を行

表-7 数値解析結果

(マイナス記号は圧縮)

		アスファルトコンクリートコア	コンクリート地中壁	備考
変位	満水常時 満水地震時 (下流向きに)	9.2 mm 下流側に変位 23.9 mm *	14.5 mm 下流側に変位 14.6 mm *	接合部の相対変位 0.9 mm 1.5 mm
引張ひずみ	満水常時 満水地震時	$1 \times 10^{-4}$ $4 \times 10^{-4}$		
主応力	盛立完了時 満水常時 満水地震時 (下流向きに)	$\sigma_1 = -40 \text{ t/m}^2$ $\sigma_3 = -19 \text{ t/m}^2$ $\sigma_1 = -42 \text{ t/m}^2$ $\sigma_3 = -20 \text{ t/m}^2$ $\sigma_1 = -43 \text{ t/m}^2$ $\sigma_3 = -20 \text{ t/m}^2$	$\sigma_1 = -113 \sim -305 \text{ t/m}^2$ $\sigma_3 = 27 \sim -42 \text{ t/m}^2$ $\sigma_1 = -102 \sim -582 \text{ t/m}^2$ $\sigma_3 = 24 \sim -67 \text{ t/m}^2$ $\sigma_1 = -94 \sim -667 \text{ t/m}^2$ $\sigma_3 = 34 \sim -71 \text{ t/m}^2$	・遮水壁：周辺の河床堆積層との剛性の相違に起因する応力集中が発生している。
せん断力	盛立完了時 満水常時 満水地震時 (下流向きに)	$\tau_{max} \approx 14 \text{ t/m}^2$ $\tau_{max} \approx 14 \text{ t/m}^2$ $\tau_{max} \approx 14 \text{ t/m}^2$	$\tau_{max} \approx 142 \text{ t/m}^2$ $\tau_{max} \approx 257 \text{ t/m}^2$ $\tau_{max} \approx 298 \text{ t/m}^2$	・遮水壁：最下端部に最大値が発生している。 ・アスコンコア：せん断力は $14 \text{ t/m}^2$ でほぼ安定した状態である。

った。

(i) 地震時の引張ひずみについて

アスファルトコンクリートコアの下流面における満水時下流向き地震には  $\sigma_1, \sigma_3$  の三軸圧縮状態で合計引張ひずみ  $\epsilon = 4 \times 10^{-4}$  が発生している。

いま曲げ試験による引張ひずみ破壊と対比して安定性を検討する。仮に、このひずみがすべて地震時に発生し、かつ地中温度は安全側に  $5^\circ\text{C}$  として検討する。地震による変形速度は  $1 \sim 2 \text{ Hz}$  と考えられるので、 $dt = 1/(2\pi f) = 8 \times 10^{-2} \text{ sec}$  で引張ひずみ  $\epsilon = 4 \times 10^{-4}$  を与えたときの応力について検討する。 $dt = 8 \times 10^{-2} \text{ sec}$  における

複素弾性率は 図-6 より  $E = 3.3 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$  である。

よって応力は

$$\sigma = E \times \epsilon = 3.3 \times 10^4 \times 4 \times 10^{-4} = 13.2 \text{ kg/cm}^2$$

図-4 の①のところにあり、破壊包絡線内にあるので十分安全である。

(ii) せん断力について

アスファルトコンクリートコアの最下端部のせん断力は最大  $\tau_{max} = 14 \text{ t/m}^2$  が発生しているが、この値は三軸圧縮試験結果からみて十分安全である。

(iii) 温度収縮について

表面フェーシングダムと異なり、中央コア型ダムでは

完成後は急激な温度変化を受けないが、施工時には若干の温度変化を受けることになる。仮に1秒間で温度が  $20^\circ\text{C}$  から  $0^\circ\text{C}$  と極端に低下した場合を想定する。

アスファルトコンクリートの収縮係数は  $\alpha = (2 \sim 3) \times 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$  であるから、ひずみは  $\epsilon = dt \times \alpha = 20 \times (2 \sim 3) \times 10^{-5} = 6 \times 10^{-4}$  である。 $T = 0^\circ\text{C}$ ,  $dt = 1 \text{ sec}$  における緩和弾性率  $E_r(t)$  は 図-7 により  $E_r(t) = E_r(t=1\text{sec}) = 3.5 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$   
 $\therefore \sigma = E_r(t) \times \epsilon = 3.5 \times 10^4 \times 6 \times 10^{-4} = 21 \text{ kg/cm}^2$

で 図-4 の②のところに位置し、十分安全である。

(iv) 遮水性

今回試験を実施したアスファルト ( $A_s = 6\%$ ) では、空げき率がすべて  $1\%$  以下のものが得られている実績により少なくとも空げき率は  $3\%$  は容易に得られるが、実際の施工にあたっては専用コアフィニッシャの使用により  $3\%$  以内の目標で実施する予定である。空げき率と透水係数の関係は 図-8 のとおりであり、 $3\%$  の空げき率の場合、透水係数は  $K = 10^{-8} \text{ cm/sec}$  程度で十分な遮水性を有す

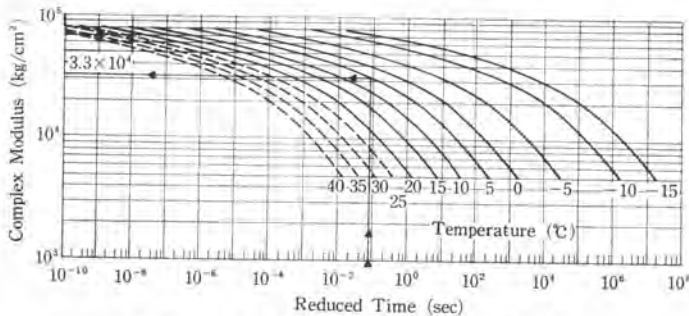


図-6 アスファルトコンクリート ( $A_s=5.55\%$ ) の複素弾性率のマスターカーブ群  
 『土木学会論文集』(1976年10月)笠原より

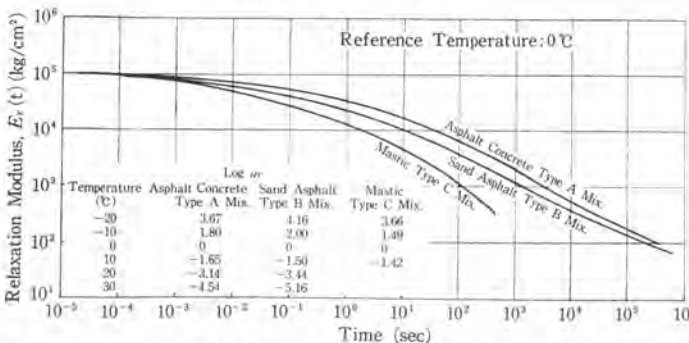


図-7  $0^\circ\text{C}$  における緩和弾性率  $E_r(t)$  曲線  
 『Mastercurves of Relaxation Modulus Measured by Constant Rate of Strain Flexure Test』 第3回アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議 (1972年9月, ロンドン) 菅原より

る。

(v) このほか、耐久性等に関することは文献調査によって検討を行ったが、特に問題のない結果を得ている。

(b) コンクリート地中壁について

下端付近に  $\sigma_1 \approx -670 \text{ t/m}^2$ ,  $\sigma_3 \approx -71 \text{ t/m}^2$  の応力が発生しているが、二軸圧縮強度試験例からみて十分安全である。

### 5. 施工の状況

瀬戸瀬発電所工事は昭和 52 年 6 月着工以来順調に進み、建設所総合進捗率は 70% に達している。このうち武利ダムについては、これまで洪水吐およびコンクリート地中壁を施工し、その大半を終了している。現河床上部のダム盛立は今春早々専用コアフィニッシャを使用し

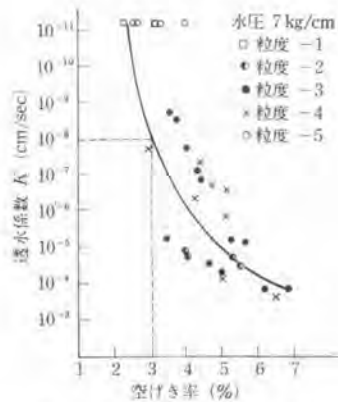


図-8 空けき率と透水係数の関係  
日本アスファルト協会発行「アスファルト」  
第19巻・第107号(51.6)より

た試験盛立を行ったのち 7 月より開始する予定である。

コンクリート地中壁の施工はフランスの Soletanche 社から大林組が技術導入した OWS-Soletanche 工法を採用した。河床堆積層の掘削には KELLY-40 M を、岩盤部は CIS-58 により実施した。掘削時の泥水管理には特に留意し、造壁性、粘性、比重等の試験を厳重に行い、所期の目的を達することができた。この泥水の標準配合は水 1,000 kg, ベントナイト 20 kg, CMC 5 kg である。標準パネル長さは 5 m で施工し、その作業能力はコンクリート打設を含めておおよそ 4~5 日/1 パネルの実績である。表-8 に施工に用いた機械、器具の主なものを示す。

### 6. むすび

瀬戸瀬発電所 武利ダムの設計等について概要を述べた。今回の設計ではダムの安全性に関して特に問題となる点はないが、洪水吐コンクリートとアスファルトコンクリート取合部付近の応力の検討およびアスファルトコンクリートのクリープ特性、せん断抵抗特性についての試験をさらにとり進めることとしている。また、ダム挙動測定の具体的な方法についても検討を継続している。

アスファルトコアの施工は昭和 54 年度に実施する予定であるが、この施工実績がわが国のダム技術向上の一助となれば幸いである。

最後に、建設省、通産省、北海道大学の菅原教授、森吉助教授、笠原助手、電力中央研究所、関西電力、大成建設などから多大の技術協力とご指導を賜りました。ここに紙上をかりて厚くお礼申し上げます。

表-8 コンクリート地中壁主要工事機械

用途	名称	仕様	台数	
掘削機	KELLY 型式(れきき層)	KELLY 型 -40 M	全高 36.08 m, ケリーガイド長さ 24.4 m, ケリーバー長さ 30.0 m, 油圧ホース長さ 3/4"×53 m	1 台
		クローラ クレーン	石川島コーリング 605-2 B, クローラ幅 3.58 m, プーム長さ 21.34 m	1 台
	CIS 型式(岩盤)	KELLY グラブ	800~1,000 mm, 兼用型	1 台
		KELLY グラブ 用ダム	1,000×2,200 mm, 容量 1.0 m <sup>3</sup> , 重量 3.8 t, 給付力 25.8 t	2 台
	掘削機	CIS-58-HS II 型 分離式	全長 5,435 mm, 全幅 2,500 mm 全高 4,500 mm, 打撃ウインチ 4,000 kg 巻, 巻上ウインチ 5,000 kg 巻, 吸上ポンプ φ200 mm, 8 m <sup>3</sup> /min, 重量 128 t, 軌上式	1 台
			同上用チゼル	φ1,000 mm, 岩盤用重量型, 重量 4.3 t
鉄筋移送	クローラ クレーン	神鋼 P&H 335-S 型, 最大つり荷重 32 t	1 台	
泥水フロントおよび送泥設備	ベントナイト ミキサ	剛剛 KLB M-1 型, 1 槽 1.0 m <sup>3</sup> , 混練能力 30 m <sup>3</sup> /hr, 立型サイクロモータ付	1 台	
	水 槽	容量 6.0 m <sup>3</sup>	1 台	
	泥 水 槽	容量 22.0 m <sup>3</sup>	5 台	
	"	容量 27.0 m <sup>3</sup>	5 台	
	攪拌羽根付水中 サンドポンプ	100 mm×15.0 m	2 台	
	セルフサード ポンプ	100 mm×25.0 m	1 台	
サンドポンプ	100 mm×15.0 m	1 台		

# 有峰第三発電所小口川ダムの タワークレーンによるコンクリート打設計画

高瀬 博\*

## 1. まえがき

当社が富山県の常願寺川水系で現在工事中の有峰開発計画の中核をなす小口川ダムにおいて13.5t×70m定位置ジブクライミングタワークレーン2基を用いてコンクリートを打設する計画であるが、その概要について以下に紹介する。

## 2. 有峰発電計画の概要

近年の民生用需要の著しい増加に伴い電力負荷曲線の先鋭化を招いており、今後も冷房需要等の増加からこの傾向がますます強くなることが予想されている。これに対応してピーク供給力の開発が必要となり、この計画が策定されたものである。

発電計画は昭和37年に完成した常願寺川水系和田川の既設の有峰ダムを利用してピーク供給力の飛躍的増強をはかることとし、現在最大39m<sup>3</sup>/secの取水量を113m<sup>3</sup>/secとし、増加分74m<sup>3</sup>/secを既設の同水系小口川の小俣ダムに導水し、その間の落差約750mを利用して有峰第一(26万kW)、有峰第二(12万kW)、有峰第三(2万kW)の各発電所において最大合計出力40万kWの発電を行うものである。

各発電所の位置は図-1に、計画諸元は表-1に示すとおりである。

## 3. 小口川ダムの計画概要

小口川ダムは有峰貯水池からの取水量の増加に伴い既設の小俣ダムとともに下流のかんがい用水等への調整を目的として設けるものであり、本発電計画のなかでも重要な構造物の一つである。

\* 北陸電力(株)有峰発電所建設所取締役所長

本ダムは高さ72m、堤頂長245m、ダム本体、減勢工その他を含めてコンクリート量約30万m<sup>3</sup>のコンクリート重力式ダムであり、調整池は総貯水量285万m<sup>3</sup>、利用水深18m、有効貯水量150万m<sup>3</sup>である。

ダムサイトの地質は先中生代の船津型花崗岩に属する赤色花崗岩であり、河床兩岸部は急崖をなしており、全般に急峻な地形である。なお、本ダムの掘削量は約30万m<sup>3</sup>と相当量にのぼり、工程上、昭和53年4月から掘削を開始し、53年中にほとんどの掘削を終え、54年~55年の2カ年でコンクリートの打設を完了することが必要である。

北陸地方の山間部は有数の多雪地帯で、平年で12月中旬から3月中旬まではコンクリートの打設が不可能な状態であり、実質の工事期間は年間9カ月程度と制約されることになる。

## 4. ダムコンクリートの主要設備

ダムコンクリート打設の施工計画にあたり、基本的な仮設備の規模の決定についてはコンクリート量、工期、ブロック割り、打設間隔日数、気象条件、経済性および環境対策等を考慮して慎重に計画する必要がある。本ダムにおいてはこれらの基準となる数値をコンクリート量30万m<sup>3</sup>、打設延べ月数18カ月、月平均打設日数22日として検討した結果、1.5m<sup>3</sup>×3連の傾動式バッチャプラントを設置することとし、一方、コンクリート運搬設備の選択については次項のような比較検討を行ってタワークレーンを使用することとした。

## 5. タワークレーン採用の経緯

コンクリート運搬設備としてのクレーンの採用にあたっては、カバー範囲、運搬能力、サイクルタイム、ダムサイトの地形、設置工程、操作性、安全性などを考慮し

て決定される。コンクリート重力ダムでは一般にケーブルクレーンまたは走行型ジブクレーンが使用されているが、小型の定置型タワークレーンで施工された例が二、三ある。

本ダムにおいてケーブルクレーンを採用するとすれば軌索式または弧動型となるが、軌索式については、打設条件から必要と考えられた13.5tのつり上げ能力のものは現在までのところわが国における使用実績はなく、両方式ともに地形的な条件によりバンカー線およびアンカーブロックあるいはトレスルを含む走行路の土工量、コンクリート量が多大となり、工程上も厳しく、かつ環境保全上からも好ましくないと考えられる。走行型ジブクレーンについては、本ダムの規模では走行路の設置および移設の費用やそれによる工程上の制約から不適当と考えられた。

一方、定置型タワークレーンは基礎が簡単であること、設置期間が短いこと、地形的に材料貯蔵設備、混合設備、バンカー線などの配置に無理がないなどの利点がある反面、複数のクレーンで打設範囲をカバーしなければならないため、オペレータをはじめほぼ倍近い打設要員を必要とすること、機械費のみを比べればケーブルクレーンより高いことなどの不利な点、およびダムコンクリートの打設用大型機として初めて採用することで、ケーブルクレーンとは異なった条件で使用しな

表-1 計画一覧表

項 目	第一発電所	第二発電所	第三発電所
発電方式	ダム水路式	水路式	ダム式
流域面積	219.21 km <sup>2</sup>	219.21 km <sup>2</sup>	251.13 km <sup>2</sup>
使用水量最大	74.00 m <sup>3</sup> /sec	74.00 m <sup>3</sup> /sec	26.00 m <sup>3</sup> /sec
有効落差最大	411.00 m	189.00 m	92.00 m
発電出力最大	260,000 kW	120,000 kW	20,000 kW
貯水池調整池	満水位	1,088.0 m	437.00 m
	総貯水容量	222.38×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	2.85×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	有効貯水容量	204.38×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1.50×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
	利用水深	48.00 m	18.00 m
ダム	形式	コンクリート重力式 (既設有峰ダム)	コンクリート重力式 (小口川ダム)
	高さ×堤頂長	140 m×500 m	72 m×245 m
	堤体積	1,568,000 m <sup>3</sup>	250,000 m <sup>3</sup>
導水路	延長	4,975.455 m	5,858.057 m
	断面主要寸法	円形 4.50 m (内径)	円形 4.60 m (内径)
水車形式	立軸フランス水車	266,000 kW×1台	立軸フランス水車
		122,600 kW×1台	20,700 kW×1台
	横軸フランス水車		22,000 kW×1台
発電機形式	三相交流同期発電機	280,000 kVA×1台	三相交流同期発電機
			130,000 kVA×1台

ればならない不安がある。

コンクリート運搬設備としての各クレーン方式について工程、経済性、環境保全などその得失を総合的に検討した結果、定置型タワークレーンについて各種条件に十分対処できる技術的確信を得たのでこれを採用することとし、左右両岸に13.5t×70mの定置型ジブクライミングタワークレーン2基を設置することとしたものである。

## 6. クレーンの諸元および構造

### (1) 仕様

クレーンの主要機能、寸法ならびに速度、電動機の仕様は表-2のとおりであり、タワークレーンの配置は図-2、図-3に、概略の構造は図-4に示すとおりである。

なお、本クレーンは荷重、自重のほか、作業時16 m/sec、休業時55 m/secの風圧、地震係数0.2を考慮して設計されている。

### (2) 基礎の構造

タワークレーン本体は2基ともにダム堤体下流部のフィレットを利用して設置するが、ベースであるマスト架台はマストを中心として4方向に張出した鋼板と型鋼で構成されたボックス(シェル)構造となっている。基礎反力の引張力はPCケーブルで抵抗する

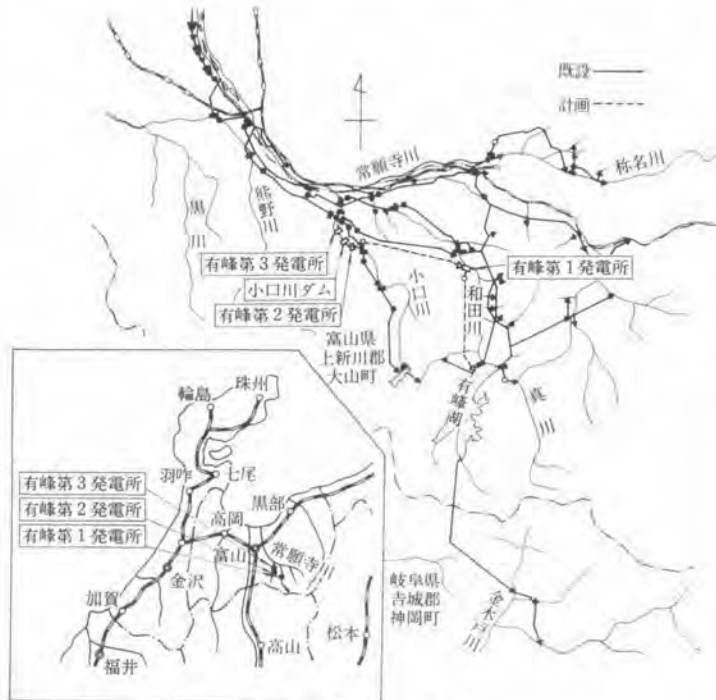


図-1 有峰発電所位置図



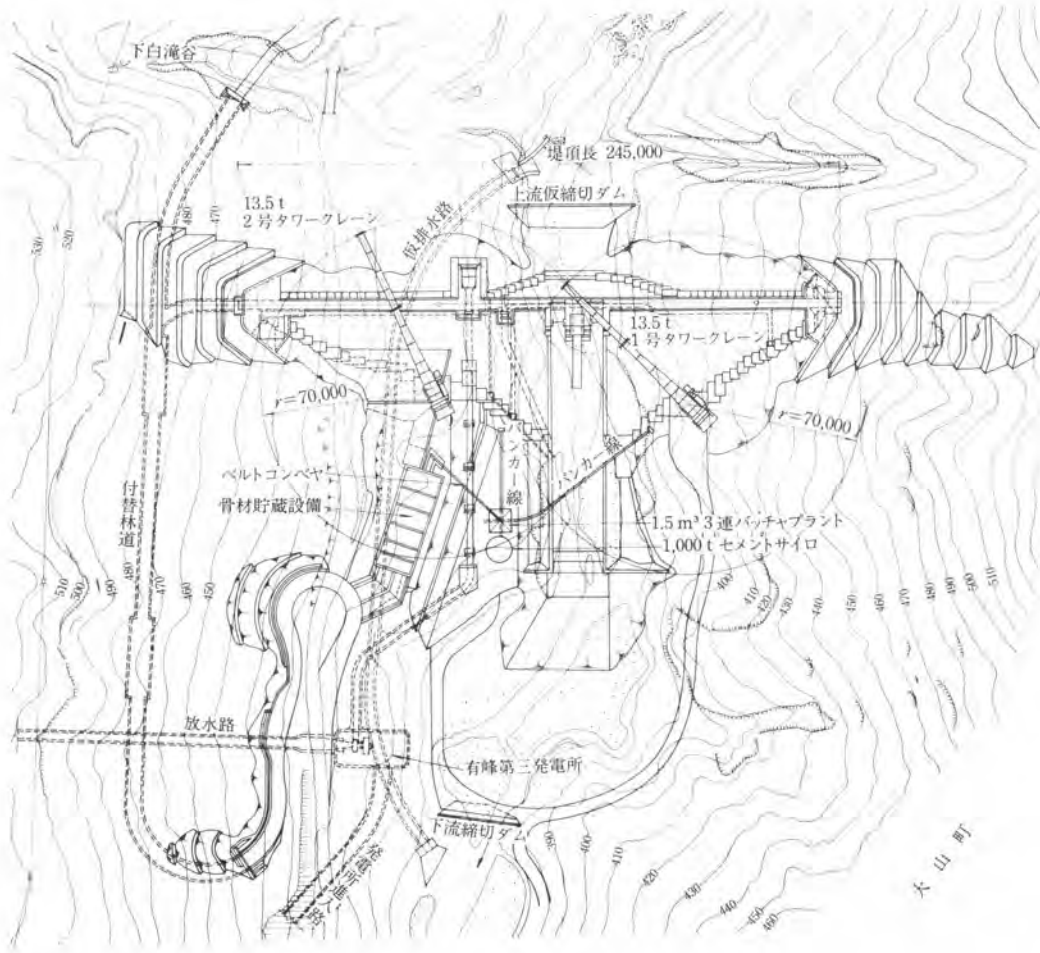


図-2 仮設備配置図

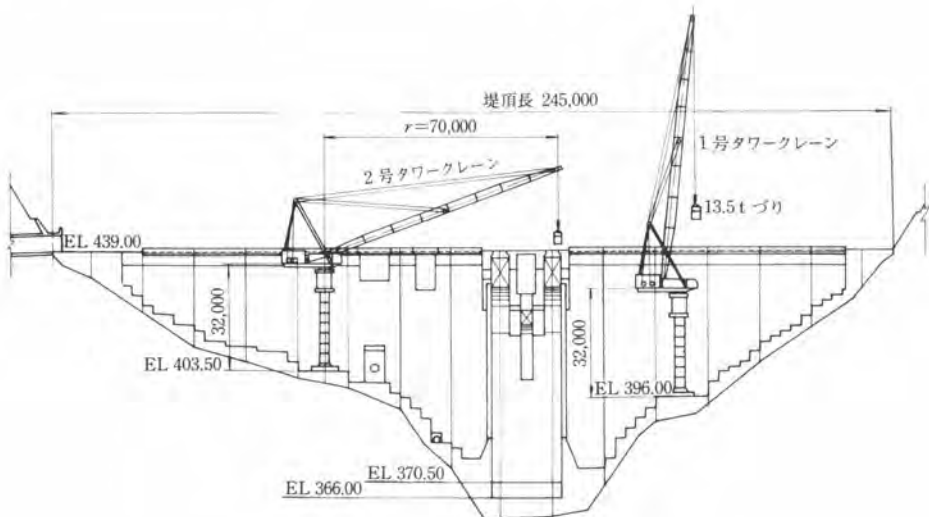


図-3 タワークレーン位置図(ダム下流面)



ものとし、各架台ともマスト中心より4mの位置に各6本ずつのPCケーブルを配置している。

最大基礎反力引張力は1脚当り地震時の410tと計算され、岩盤中に約25mのボーリングを行い、SEEE ストランド F 200, 19×φ9.5 を使用してプレストレスを導入した。

(3) 鉄構部の構造

(a) マスト

マストは外径3m、1本当り高さ3mの鋼板と型钢で構成される円筒型(シェル)構造で、コンクリート打設高さの増加に伴い、最上部のガイドマストに取付けられた昇降(クライミング)機構によりクレーン旋回部を高くし、作業範囲の拡大をはかることとしている。

(b) 旋回フレーム

旋回フレームは鋼板溶接構造で、旋回環を介してガイドマストに取付けられている。旋回フレーム上面には巻上げ、起伏、旋回装置、運転室、および電気品室が置かれている。

(c) ジブ

ジブは有効最大半径70mで主げたとラチス材よりなるトラス構造で、鋼管、鋼板、型钢で構成されている。

(d) 運転室

運転室は旋回フレーム上面と同一面のジブ先端を見た右側の運転操作に十分な高さで見通しのよい位置に取付けられており、薄板鋼板と型钢で構成され、天井および壁面には断熱材が使用されている。

運転室内には制御器などの電気品が配置され、背当て付椅子、簡易ベッド各1個およびエアコンデションが備

表-2 タワークレーン仕様

(1) 主要機能および寸法

巻上能力	13.5 t	揚程	120 m
最大半径	70 m	マスト外径	3.0 m
最小半径	0 m		

(2) 速度ならびに電動機

項目	速度 (m/min)	電動機 (kW)	台数
巻上げ	早巻き(空バケット) 75.0	110	1
	遅巻き(実バケット) 37.5		
巻下げ	早巻き(空バケット) 100.0	110	1
	遅巻き(実バケット) 50.0		
起伏	約 23	110	1
旋回	0.6/0.3 rpm	37	1
昇降	0.3 m/min	30	1

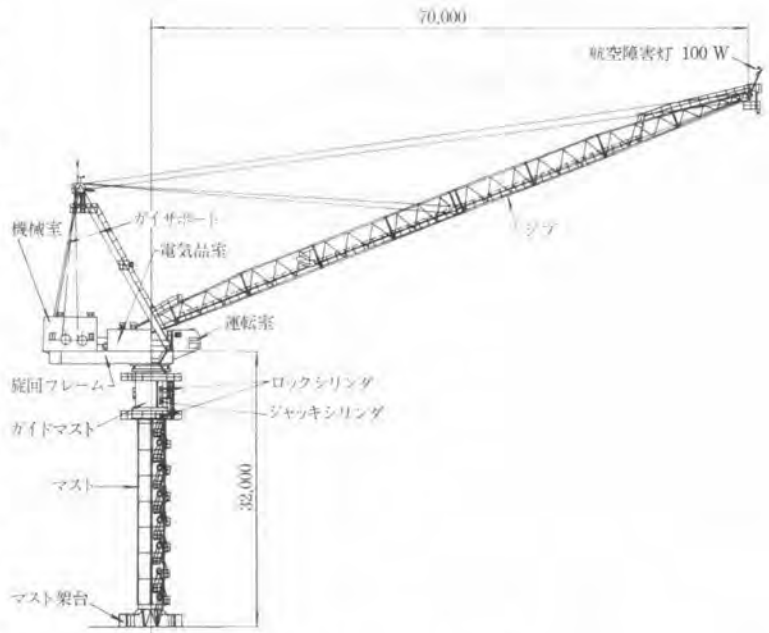


図-4 タワークレーン概略図

えられ、居住性のよいものとなっている。

(4) 機械部の構造

(a) 巻上装置

巻上装置は旋回フレーム上に設けられ、巻上電動機から数段の歯車減速装置を経て巻胴を駆動する。巻上電動機軸には停止用と非常用の油圧ディスクブレーキが備えられている。保安装置としては、特に過巻上げ、過荷重防止用の非常用リミットが付けられている。

(b) 起伏装置

起伏装置は巻上装置と同様に旋回フレーム上に設けられ、数段の歯車減速装置を経て巻胴を駆動するもので、起伏電動機軸には停止用と非常用の2個の油圧ディスクブレーキが備えられている。

(c) 旋回装置

旋回装置は旋回部旋回架構内に設けられ、旋回電動機から数段の歯車減速装置を経たスプロケットピニオンがガイドマスト上に設けられた旋回環の周囲を回る構造であり、旋回電動機軸には停止用油圧ディスクブレーキが備えられている。また、暴風時および突風対策として風向に応じ旋回し、機体の損傷を防止するよう旋回装置に開放用手動クラッチが設けられている。

(d) 昇降装置

昇降装置はガイドマスト下部に設け、電動機により油圧パワーユニットを駆動し、シリンダで旋回部分の昇降を行うものであり、昇降シリンダは2本、ロックシリンダは上下2本、合計4本使用され、安全装置付となっている。

## 7. タワークレーンによる コンクリート打設の特徴

これまでにタワークレーン採用の理由ならびにその諸元、構造について述べたが、ケーブルクレーンと比較してタワークレーン採用による利点と問題点ならびにその対応策について以下列挙する。

① バンカー線、走行路の土工量が少なくすみ、工期の短縮と環境保全上から極めて有利である。

② 運転範囲が狭く、運転室からつり荷、打設現場を直接目視でき、専用無線式通話装置を使用することにより作業員との連絡も容易で確実な運転ができる。

③ 同一機内に機械部、電気品、運転室が全部組込まれているので保守、点検が非常に容易であり、ロープの張替えも比較的簡単にできる。

④ コンクリート排出後のバケットの振れは少ない。

⑤ ゲート、鉄管などコンクリート以外の各種設備の搬入、据付が容易である。

⑥ 転用性にすぐれている。ケーブルクレーンの場合には転用するときに一般に改造を要するが、タワークレーンの場合には地形に左右されず、そのまま転用でき、ダム以外の工事にも流用できる。また、標準化が可能で、それによって互換性がある。

⑦ 基礎がダム本体内にかかる部分があり、本格的打設の前にその部分についての基礎岩盤の仕上げと基礎コンクリートの打設が必要である。

⑧ 洪水時において仮締切を越水する場合を考慮してクレーンマスト、バンカー線等を施工、据付する必要がある。

⑨ 回転機構のねじれによる不安については、回転機構は旋回環式、マストは円筒形で強剛な構造となっており、また、直流モータを使用する制御方式により円滑にスピードをコントロールできるため慣性によるねじれは小さい。

⑩ 強風時においては 16 m/sec 以上で作業を中止し、

相互のジブが干渉しない位置で吹流しとする。

⑪ 積雪に対してはジブの雪荷重は約 70 cm と設計され、除雪が必要である。なお、降雪時の運転の際、脱索防止として各ロープシーブに雪かきプレートが取付けられている。

⑫ オペレータは旋回とともに数分サイクルで動くこととなり、慣れるまでは多少のとまどいがあるとも思われる。また、運転中のたわみは最高自立マスト 32 m 時において頂部の最大たわみが 40 cm 程度であるが、大きな不安は感じないものと思われる。

⑬ 2 台のクレーンジブの接触防止については、相互ジブの旋回、起伏による接触防止装置を設け、危険時にはブザー警報とともに自動停止する。また、運転室にはテレビモニターが取付けられ、相手クレーンのジブ位置が確認される。

⑭ 2 台のクレーンの同時作業の信号についてはそれぞれ周波数の異なる無線装置を使い、信号合図を行うこととする。

⑮ 以上のように各種装置により作業の安全性をはかることとしているが、ダムのコンクリート打設に本格的にタワークレーンを使用するのは初めての例となるので作業員の各種教育については特に徹底する必要がある。

## 8. あとがき

小口川ダムにおけるタワークレーンによるコンクリートの打設計画について紹介した。昭和 53 年 9 月には 2 回にわたってクレーン基礎の一部堤体にかかる部分の岩盤検査を受検し、12 月にはクレーン本体の据付を終え、昭和 54 年 3 月からの堤体コンクリート打設に備えている。わが国においてはダムコンクリート打設の第 1 号機であって、本方式の実績が今後の施工計画の参考になれば幸いである。

なお、本稿をまとめるにあたりご協力下さった小口川ダムの土木本工事を担当する前田建設工業ならびにクレーン納入の石川島播磨重工業に対して感謝します。

# トンネルボーリングマシンによる 斜坑掘削計画

—下郷発電所水圧管路工事—

西田 孜\* 松村 義章\*\*  
宮 永 佳 晴\*\*\*

## 1. まえがき

下郷発電所の水圧管路斜坑をわが国で初めてトンネルボーリングマシン（以下 TBM）を用いて掘削することになったので、導入する TBM の特徴と工事計画の概要を紹介したい。

今回使用する TBM は西ドイツのヴィルト（Wirth）社製で、同社の TBM がわが国に導入されるのは今回

が初めてである。同社の TBM が開発されたのは他の TBM よりもかなり遅く、約 10 年前であるが、超硬岩の領域の掘削が可能なこと、パイロット・リーミングのコンビネーション方式により大口径のトンネルの掘削が可能なこと、斜坑掘削が可能なこと等の大きな特徴があることから急速に普及し、今日ではヨーロッパにおける TBM の主流となっており、特に斜坑の場合はヴィルト TBM の独壇場で、直径 3.6 m、延長 3,200 m の観光ケーブルカー用の斜坑を含めてその実績は 12 箇所、14,000 m に達している。

この TBM は当社が購入し、請負人である開発工事に貸与するもので、土木本工事の請負付託に先だって昭和 53 年 2 月に発注され、パイロット機はすでに工場における仮組立検査も完了し、昭和 54 年 3 月には現地に到着して、5 月から掘進を開始する予定である。

## 2. 下郷発電所計画の概要

下郷発電所は阿賀野川の本流上流部（通称大川）、会津若松市と下郷町の境界に位置する 100 万 kW の純揚水式発電所である（図-1 参照）。

この計画は、建設省が洪水調節、上水道、工業用水、かんがい用水、発電の多目的ダムとして建設する大川ダム総合開発事業に参加するもので、この大川ダム（コンクリート重力式、高さ 78 m）を下池とし、ダム上流 5 km 付近に左岸から流入する小支川小野川の上流部にある大内沼直下流に大内ダム（ロックフィル、高さ 102 m）を新設して上池とし、この間を 3.5 km の水路で結んで得られる約 400 m の有効落差を利用する大規模な純揚水式の発電計画である。

昭和 53 年 4 月に土木本工事に着手し、現在鋭意工事をすすめているが、昭和 58 年には運転を開始し、発生する電力は東京電力と東北電力へ送電される予定である。



図-1 下郷発電所位置図

\* 電源開発（株）下郷建設所長  
\*\* 電源開発（株）下郷建設所発電所工区長  
\*\*\* 電源開発（株）下郷建設所発電所工区長代理

### 3. ヴィルト TBM の特徴

わが国では昭和 39 年に掘削径 2.3 m の TBM が初めて国産化され、東平水路（新居浜）に使用されて以来すでに 15 年の歴史をもち、この間に 30 余例の掘削実績をもつに至っているが、これらの実績をみると、掘削途中で機械掘削を放棄し、工法変更を余儀なくされた例もあり、当初の目的どおりの成果をあげた例は少なく、同一掘削機が 2 回、3 回と転用された例は極めて少ない。これに対してヴィルト TBM は、1967 年に 1 号機が製作されてから今日までに 30 数地点、10 万 m に及ぶ掘削実績があり、今日でもヨーロッパを中心に各地で使用されている。昭和 53 年夏にヨーロッパの 4 箇所のヴィルト TBM 施工現場を見学したが、すべて他地点からの転用機であり、かつ 1967 年の 1 号機が現在も稼働中である。

以下に述べる数々の長所があるにもかかわらず、今日までわが国に導入される機会がなかったのは、ひとえに過去に導入された TBM の成績がかんばしくなく、施工用の土木機械としての将来性が疑問視されだした時期に紹介されたためであろう。

ヴィルト社の TBM の開発目標は「トンネルの建設において、岩石の質や構成とは無関係に掘削が可能であり、かつ、どのような口径の掘削にも適用できる機械の開発」であり、そのためにヴィルト TBM には以下に列挙するような数々の特徴を備えている。

#### (1) 軟岩から超硬岩まであらゆる岩石の掘削が可能

① ボーリングヘッドの形状およびカッタの特徴……  
 発破工法によるトンネル掘削では、中心部を先に破壊して自由面を作った後で周辺部を切拡げるいわゆる心抜き工法が一般的に用いられているが、ヴィルト TBM は中心部が突出しており、外側に行くほど鉛直面とボーリングヘッド面の角度が大きくなっており、センターカッタ部が先行して掘進して自由面を作り、推進力と回転力を利用して周辺のカッタの圧縮力よりもむしろせん断力

により岩片を中心の自由面にはねとばそうという心抜き工法的な考えをとっている。そのためにカッタは軸方向に大きなスラストが発生するので軸方向にもベアリングが挿入してあり、かつディスクカッタの刃先の形状も左右非対称になっており、刃先よりも面の部分を多く利用して掘削する方式をとっている。

② カッタに冷却水を用いる湿式タイプである……硬岩になるほど大きなスラストとトルクが必要であり、切削時に発生する熱も高くなり、空気だけでは冷却不足となる。そのためカッタのベアリングに特殊なシールを用いて水密にして冷却水を噴射している。冷却水の 2 次的な効果として掘削ずりに適度の湿りを与えるので粉塵の発生が防止され、掘進中でも TBM 付近の作業環境はきわめて良好である。

③ 回転、押し出し等の駆動部にはすべて油圧ポンプ、油圧モータを使用しているので、岩質に応じてドリルヘッドの回転数をパイロット機で 0~12 rpm、リーミング機で 0~6 rpm の範囲内で無段変速できると同時に、振動、騒音ともに少なく、掘進中でもグリップ部は全然振動がなく、運転室での会話も可能である。

#### (2) 大口径トンネルはパイロット機、リーミング機のコンビネーション方式で掘削する

同一地質の場合、大口径のトンネルでは支保工が必要であっても、小口径のトンネルでは無支保工で掘削できるケースが多く、坑壁の安定性の面からみれば小口径のトンネルほど掘削が容易である。通常 TBM 掘削においては切羽の直後に本体、電源ユニット類、ベルコン等があるために地質が悪く、切羽の直後で支保工の建込みが必要になった場合には空間が狭いので作業性が悪く、進行が著しく低下する。

一方、リーミング掘削の場合には本体部がパイロット坑内を先行するので切羽の直後に大きな作業スペースが確保でき、そこで支保工、ロックボルト、吹付コンクリート等の作業ができる。そこにパイロット・リーミング方式の大きな利点があり、日本のように地質が複雑で、かつ不良部の多い地質の場合でも TBM を適用できる

可能性が出てくる。大口径の斜坑の場合には在来工法においても導坑を切上り、上部から拡幅するという工法をとっているようにパイロット機で導坑を切上り、リーミング機で上部から拡幅するという方式が非常に有効となる。

また、パイロット・リーミング方式の場合にはリーミング機の突出したカッタ取付部を改造することにより掘削径を自由に変更することができるので（今回購入する TBM は 5.8 m 口径であるが、最大 7.1 m



写真-1 ディスクカッタ



写真-2 インサートカッタ

の口径まで適用できる)転用が容易になるという利点もある。

### (3) 斜坑用後退防止装置

ヴァルト TBM は水平坑にも斜坑にも適用できるようになっており、斜坑に適用する場合にはずりは自然落下させるのでベルトコンベヤとずりかき上げ用のバケットを取りはずし、本体の直後に後退防止装置 (Non-Return Protection) を連結する。水平坑の場合には機械 (グリップのあるアウターケリーの部分) の移動時にはグリップを引込めて前後にある二つの支持脚によりインナーケリー (ボーリングヘッドと油圧モータからなる) を保持することができるが、斜坑の場合には支持脚だけでは機械を保持できないので、この装置により坑壁を押付けて保持し、アウターケリーを移動させる (図-2 参照)。

斜坑の場合にはこの装置が安全性のキーポイントになるので二重の安全装置が施されている。すなわち、掘進中もしくは機械移動中になんらかの原因で油圧が低下しはじめた場合には、第1段階として油圧回復装置が作動し、さらにそれでも油圧が回復せず、ある一定限度以下に油圧が低下した場合には後退防止装置の支持板圧着用シリンダに取付けてある皿バネが自動的に作動して支持板を坑壁に押付けて機械全体の滑落を防止することができる機構になっている。

なお、今回購入する TBM の後退防止装置は日本での地質条件を考慮して次のような機能も加味してある。

① TBM が破砕帯部に突入して坑壁の自立が困難となり、ボーリングヘッド直後においてリング支保工が必要になった場合には、前後2組の支持板が独立した動きをするようになっていて、支保工をまたいで前進することが可能である。

② グリップが破砕帯層に入り、グリップに十分な圧力をかけることができなくなった場合には掘進中にこの装置を作動させてグリップを補助してスラストを分担し、掘進を続けることが可能である。

### (4) 方向制御装置

ヴァルト TBM は8個のグリップによって坑壁を支持するアウターケリーとボーリングヘッドと回転駆動部からなるインナーケリーによって構成され、掘進時にはアウターケリーが固定されてインナーケリーが前進し、機械移動時にはインナーケリーが支持脚によって支えられ、アウターケリーが前方へ引寄せられる。

機械の直進性はレーザー光線によって確認されるが、方向修正はインナーケリーの前後に取付けられた上下、左右に調整可能な油圧シリンダによって短時間に行うことができる。

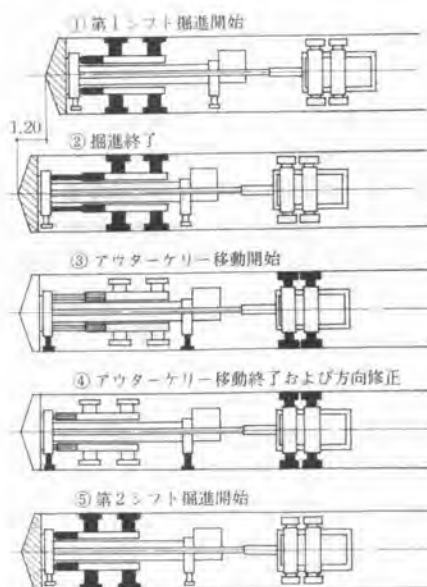


図-2 TBM 作動原理図

なお、このような機構になっているので、最小曲率半径は他の TBM に比べて 150 m と大きいですが、逆にそのために安定した直進性が得られると同時に、ボーリングヘッドのローリングが防止できる。

### (5) 下郷用 TBM の仕様

今回下郷地点に導入する TBM は口径 3.3 mφ のパイロット機と口径 5.8 mφ のリーミング機の1セットであるが、その主要な仕様を「わが国におけるトンネル掘進機の実績と展望」<sup>1)</sup>に記載されている他の TBM と対比できるように表-1に示す。

## 4. TBM による斜坑掘削計画

下郷地点の水圧管路の地質は時代未詳、中世層の大戸層に属し、細かい亀裂の発達した細粒砂岩、頁岩を主体とし、粗粒砂岩層とうすいチャート層を含み、さらに花崗斑岩、玢岩、流紋岩等が貫入している。また、唐沢浴いに縦に走る幅 10 m ぐらいの顕著な断層がある。

TBM で掘削する水圧管路斜坑は延長約 510 m、こう配 37°、掘削直径 5.8 m の2条であり、掘削完了後、内径 4.4 m の水圧鉄管が設置される。

初めに1号水圧管路の下部組立室からパイロット機によって 3.3 mφ の導坑を上向きに切上り、上部組立室まで貫通したら直ちに解体し、2号側の下部組立室に運搬して2号水圧管路の導坑掘削を行う。また、1号側の導坑が貫通してパイロット機を搬出した後、上部組立室においてリーミング機を組立て、口径 5.8 m のリーミング坑を切下り、1号の掘削が完了したら2号側に移設し



て2号水圧管路の掘削を行う。以下、順を追って掘削の方法を説明する。

### (1) 下部組立室、パイロット機掘付斜坑および上部組立室の掘削

TBM による掘進に先だて、下部組立室とパイロット機を掘進可能な状態にセットするための延長 21 m の掘付斜坑を人力掘削し、掘付斜坑はパイロット機の口径 3.3 m に適合するようにコンクリートで巻立てる。また、パイロット機の貫通までに上部組立室も掘削しておく必要がある。

### (2) パイロット機の組立および掘付

坑外において本体、後退防止装置、運転室台車、油圧ユニット台車、トランス台車等の各グループごとに部品を取付け、順序に従って組立室に搬入し、掘付台車、ウインチ、ホイスト、補助油圧ユニット等を用いて本体から順に掘付斜坑内に引込む。後退防止装置が完全に斜坑巻立コンクリート内に掘付けられた状態で後続台車を接続して掘付が完了し、掘進を開始する。しかし、初めの 30 m 区間はずり出し用のシュート設備、インクライン設備等が設置できないので暫定的な掘削となり、それらの設備が完成した後に本格的な掘進に移る。

### (3) パイロット機による掘進

1 ストローク 1.2 m の掘進を繰返し、10 m 程度掘進するごとにレール、給水・給気・排気管、通信線等の延長を行い、同時にスクリーン台車付近で必要に応じてラス (3.2 mmφ 程度の金網であればリーミング時に取り

はずす必要はない) およびロックボルトを取付ける。ここで用いるロックボルトはリーミング時にカッタで切削可能なグラスファイバ製 (φ≒1 m) のものを使用する予定である。

また、途中には調査坑とボーリングによって確認されている唐沢断層があり、全般的に地質はあまり良くないので TBM 上部に油圧ドリフタを装備してたえず地質を調査しながら掘進し、破碎帯が確認された場合にはその手前で掘進を停止し、グラウトにより地盤改良、止水等の処置を行い、必要な場合には人力掘削した後、吹付コンクリートにより TBM の口径よりも小さくなるように巻立て、TBM による掘進を再開する予定である。

TBM までの往復に使用するインクラインのシーブはスクリーン台車にけん引されていて、掘進につれて前進するが、インクライン台車の停車位置は、レールが延長されるまでは前進できないので、スクリーン台車には 10 m 程度の階段が取付けてある。

下郷地点の岩は軟岩～中硬岩で、一軸圧縮強度は 1,000 kg/cm<sup>2</sup> 以下と推定されるので、すべてディスクカッタを使用するか、場合によってはセンター部のみインサートカッタを使用する予定である。ディスクカッタにより切削されたずりは直径 5 cm 以下のうろこ状の岩片となり、インパート部を落下し、トランス台車後部のスクリーンを通過した後、坑底にかぶせるように設置してあるシュート内を冷却水とともに流下する。下部組立室まで流下したずりは水を分離した後、直接トロに積込み、坑外に搬出する。また、分離した水は坑外に設けた濁水プラントへ圧送し、処理する。

下郷程度の岩であればディスクカッタの耐用命数は 300～400 m といわれているので、途中でカッタの交換を行うことになるが、カッタは 1 個 80 kg もあり、斜坑の場合には特にインクラインからボーリングヘッド部までの距離が長く、適当な運搬設備を設けることができないので、運転台車上に取付けられた油圧ウインチを利用して引上げることになり、水平坑の場合よりはかなり困難な作業になる。

TBM では電力の消費量が大きいので、6,000 V の高圧電流を最後尾にけん引しているトランスで 380 V にドロップして使用する。また、TBM は 200 m の高圧ケーブルを装備しているので、200 m 掘進するごと

表-1 下郷用ヴィルト TBM 仕様

	パイロット機 TB II 300/330	リーミング機 TBE II 330/580-612
設計対象岩石・能力	軟岩～硬岩、すべての岩を掘削可能	同 左
全長	約 39 m (トランス台車終端まで)	約 34 m (トランス台車終端まで)
本体機長	約 16 m (後退防止装置まで)	約 14 m (オーリングヘッドまで)
推進装置ストローク	1.2 m (掘進速度 0～3.9 m/hr)	1.5 m (掘進速度 0～3.9 m/hr)
最大スラスト	440 t	550 t
カッタヘッド回転数	0～12 rpm (無段変速)	0～6 rpm (無段変速)
総重量	約 120 t	約 120 t
電動機総出力	460 kW	660 kW
カッタ (センター)	ディスク 5 インサート 2	なし
カッタ (周辺)	ディスク 19 インサート 2 + ディスク 17	ディスク 46
バセット	なし (水平坑の場合は取付可能)	同 左
グリッパ最大推力	1,130 t	1,600 t
グリッパ面積	80 cm × 90 cm × 8 個 = 57,600 cm <sup>2</sup> (20 kg/cm <sup>2</sup> )	150 cm × (86 + 70) cm × 4 個 = 93,600 cm <sup>2</sup> (18 kg/cm <sup>2</sup> )
仰向装置 (フロント)	上下 2 個、左右 1 個の油圧シリンダにより方向修正およびローリング防止	上下 2 個、左右 2 個の油圧シリンダにより方向修正およびローリング防止
仰向装置 (リヤ)	上下 2 個、左右 1 個の油圧シリンダにより方向修正およびローリング防止	2 個の油圧シリンダにより方向修正
最小曲率半径	150 m	150 m
分解最大寸法・重量	30 t 以内	30 t 以内
特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 25°～45° の斜坑掘削可能</li> <li>* 水平坑への転用可能</li> <li>* 全油圧駆動</li> <li>* 後退防止装置付</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 同 左</li> <li>* *</li> <li>* *</li> </ul>



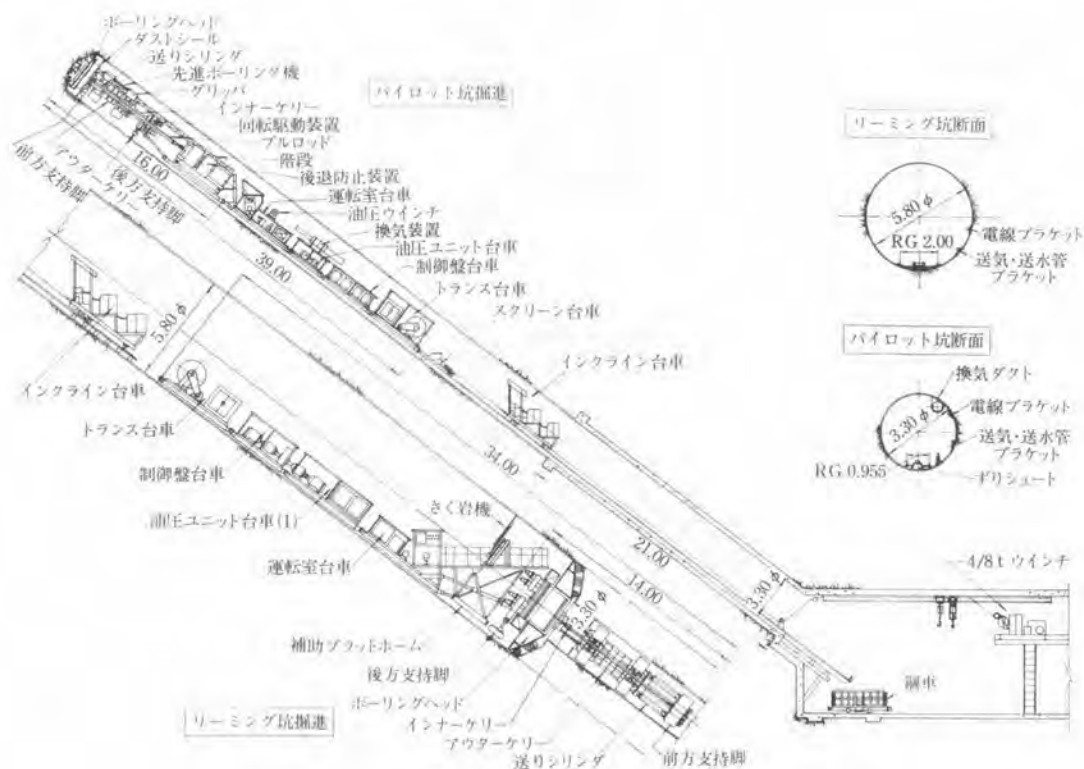


図-3 機器配置図

に自己のケーブルをドラムに巻取り、坑内の高圧配線を延長する。

#### (4) パイロット機の解体およびリーミング機の組立

パイロット機は約 470m 掘進した後、あらかじめ掘削されている上部組立室に到達し、組立時に使用した台車と、ウインチ、ホイスト、補助油圧装置等を用いて上部へ搬出し、再度下部へ運搬して2号側の掘削を行う。

なお、パイロット機の撤去に先だって、パイロット坑内のレール、シュート、配管類はすべて撤去し、下部組立室にリーミング掘削用のずり出しホッパを設置する。

パイロット機の搬出後、直ちにリーミング機の組立を行う。この場合、本体部を坑内に引込んで補助油圧ユニットを用いて固定した状態でホイストによりヘッド部の取付を行い、運転室以下の後続台車を接続して掘進を開始し、約 25m 掘進した後、インクラインを設置して本格的な掘進に移る。

#### (5) リーミング機による掘進

リーミング掘削の場合には、滑落のおそれがなく、かつ事前に地質が判明しており、切羽の直後でロックボルト、ラス等により坑壁の保護ができるのでパイロット掘削の場合のような特別の問題はない。ただ、掘削径が 5.8m と比較的大きく、鉄管据付後の詰込みコンクリー

ト施工までの放置期間が長いので、ロックボルト（この場合は鋼製でよい）、ラスのほかに、ある程度吹付コンクリートも必要になってくるものと思われるが、H型钢によるリング支保工は極力使用しない方針である。

リーミング機のストローク長は 1.5m であり、掘削ずりは冷却水とともに 3.3mφ の導坑内を落下して下部組立室内に設置したホッパに入り、ザリトロで坑外に搬出される。リーミング機もパイロット機と同様の方向制御機構を備えているが、大きな方向修正はできないので、パイロット坑の精度を上げるように努力しなければならない。パイロット坑の場合と同様に給気・給水管、高圧ケーブル、通信線等は必要であるが、導坑が貫通しているため換気用の風管は必要ない。しかし、強制換気が可能なように、ホッパ上部にパイロット掘削時の風管を利用して換気ファンを設置する予定である。

#### (6) リーミング機の解体

リーミング機が下部に到達した場合にはヘッド部より本体部が先行しているので約 8m の区間は機械による掘削は不可能となる。そこで運転室、油圧ユニット等の台車は上部に引上げ、ヘッド部を取りはずした後、本体は下部へ引きおろし、最後に 8m の区間は発破工法により掘削する。

斜坑掘削の手順は以上のとおりであり、下郷地点の掘

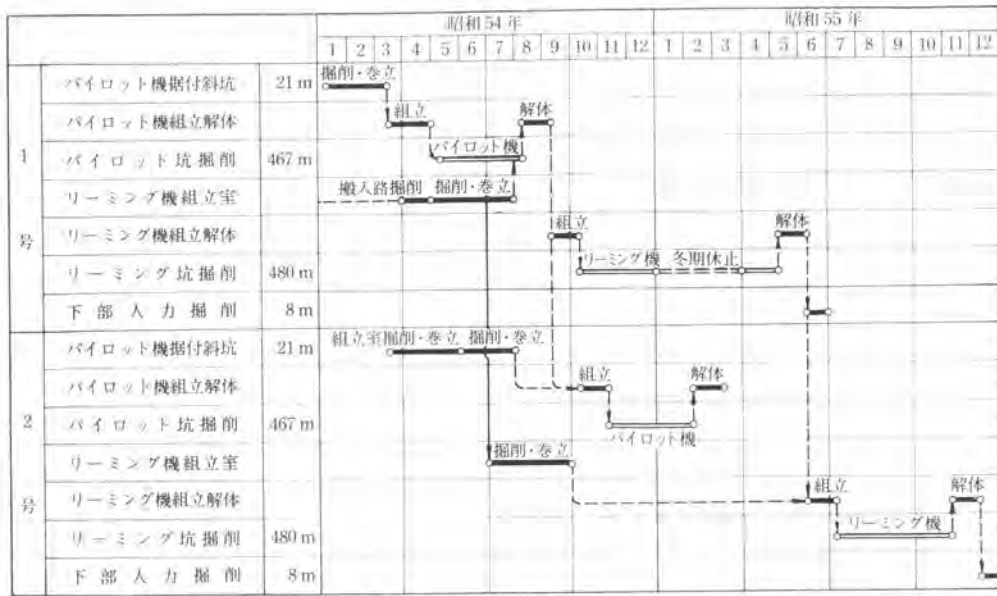


図-4 TBM による斜坑掘削工程

削工程は図-4に示すとおりで、昭和55年末には掘削を完了する予定であるが、唐沢断層の規模および他の部分の地質いかんによっては大がかりな破砕帯処理が必要となり、工程が若干伸びる可能性もある。

5. あとがき

ヨーロッパの施工現場を見学したかぎりではヴァルトTBMは硬岩領域でもその性能をいかに発揮し、かなりの進行を確保している。スイスにはヴァルトTBMを10数台保有するTBM専門の請負人もおり、小口径の延長の長いトンネルや斜坑では従来の発破工法と競争して受注に成功しており、TBM工法が順調に成長し

つつあるようである。

わが国でも硬岩領域の掘削が可能となればTBM工法における最大の障害が除去され、TBMの適用範囲もかなり拡大されるものと期待している。下郷地点ではダム、地下発電所の工事と平行してTBM掘削の前段となる搬入路、組立室等の工事が進行中である。斜坑の場合には水平坑に比べてかなりむずかしい工事となるので、詳細計画については現在最後の詰めを行っている中であり、工事がある程度進んだ時点で施工実績、問題点等についてあらためて紹介するつもりである。

参考文献

- 1) 「わが国におけるトンネル掘進機の実績と展望」土木学会岩盤力学委員会

社団法人 日本建設機械化協会発行図書

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

地下連続壁工法 <small>設計 施工</small> ハンドブック	A5判 528頁 *定価 5,500円 千300円
建設機械用 油圧機器 ハンドブック	B5判 260頁 *定価 3,500円 千300円
道路清掃 ハンドブック	A5判 150頁 *定価 1,200円 千300円
場所打ちぐい施工ハンドブック	A5判 288頁 *定価 2,000円 千300円
建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック	A5判 250頁 *定価 4,000円 千300円

(注) \* 印は会員割引あり

# レーズボーラによる導坑掘削施工実績

## ——第二沼沢発電所水圧鉄管路工事——

鳥居良明\* 佐々木哲郎\*\*

### 1. はじめに

第二沼沢発電所（図-1 参照）は東北電力管内におけるピーク供給力として昭和55年10月に1号機、同12月に2号機を運転開始する最大出力46万kWの純揚水式発電所である。このうち、水圧鉄管路は調圧水槽と発電所を延長約320mで結び、途中に高さ約200mの鉛直部を有している。

この立坑掘削法として大口径のレーズボーラによる導坑掘削を一挙に行い、その後、これをグローリホールとして全断面の切掛けを実施する工法を採用した。このレーズボーラの導坑掘削はわが国の発電所工事としては最長のものであり、このほど立坑部の導坑掘削を完了したので、その施工実績の概要を報告する。

### 2. 第二沼沢計画の概要

第二沼沢発電所の計画概要を表-1に、また水路縦断を図-2に示す。

本発電所工事は、調圧水槽および取放水口ゲート室の頭部を除き発電所をはじめとして水路構造物をすべて地下埋設方式とした。



図-1 第二沼沢発電所位置図

\* 東北電力(株)理事・第二沼沢発電所建設所長

\*\* 東北電力(株)第二沼沢発電所建設所土木課

表-1 第二沼沢発電所計画概要

項目	概 要
河川名	阿賀野川水系只見川および沼沢湖
最大発生電力	460,000 kW
最大有効落差	214.00 m
最大使用水量	250.00 m <sup>3</sup> /sec
上部調整池 (沼沢湖)	有効容量 44.7×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> 利用水深 15.00 m
下部調整池 (宮下調整池)	有効容量 6.1×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> 利用水深 5.00 m
取水口	高さ 8,000~7,200 m×幅 32,000~7,200 m× 延長 337.750 m
導水路	内径 7.20 m×延長 1,230.544 m
調圧水槽	内径 14.00 m×深さ 87.50 m
水圧鉄管路	断面：内径 6.00 m×4.20 m×3.10 m 延長：1号 318.310 m, 2号 302.796 m
発電所	幅 21.00 m×長さ 92.50 m×高さ 46.00 m
放水路	内径 6.500~4.500 m×延長 174.719~238.408 m
放水口	高さ 5,650~21,500 m×幅 7,126~8,000 m× 延長 8,000 m

### 3. 立坑施工計画

#### (1) 地 質

水圧鉄管路および発電所は第三系の流紋岩よりなる急峻な山体の中に設けられる。立坑部のボーリング調査を直接には実施していないが、発電所位置での調査横坑等から想定し、部分的には粘土をはさむシームや湧水を伴う節理がみられるものの、ダム基礎岩盤の分類法によるB~C<sub>H</sub>級の堅硬な岩盤ないしはこれに近い岩盤で構成されている。またシームや節理の傾斜は60°~80°NEと鉛直に近いものが卓越すると推定されるものの、水圧鉄管路の経過地質として特に問題はない。

#### (2) レーズボーラの採用

立坑掘削で特に問題になるのは掘削ずりの処理である。一般的にはキブル巻上方式を使ってずりを上部へ搬出するか、アリマッククライマで導坑を切上げ、これをグローリホールとして下部へずりを落とす方式を採用する例が多い。

ずりを上部へ搬出する方法は当地点の場合、山の被りが約 100 m で、坑外に巻上げタワーなどの仮設備を設置するのは非常に不経済であり、坑内にこれら設備を設置するにしても大断面の拡幅が必要である。アリマッククライマでの導坑切上げ方式は 200 m の長さを考えると非常に危険な作業となり、安全性に欠ける。また、上述 2 方法は工程確保の点から立坑部の中間へ横坑をもう 1 本入れ、上下二つの切羽で掘進する必要がある。

以上の点から、鉄管の搬入スペースをそのまま利用でき、しかも安全性にもすぐれているレーズボーラによるグロリー方式を採用した。

(3) 施工順序 (図-3 参照)

① 最初に鉄管搬入および将来の点検を兼ねる水圧管路点検トンネル (延長 124.8 m) を掘進する。

② ①が完了すると鉄管つり込み用の上部作業室 (掘削量 5,600 m<sup>3</sup>) を仕上げる。

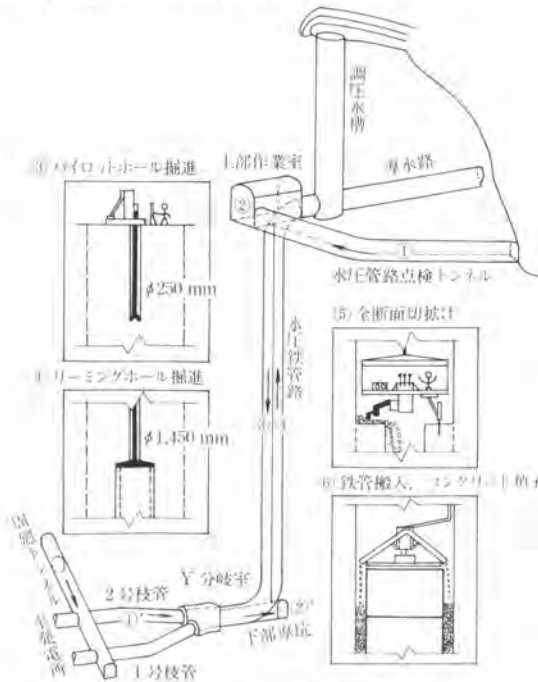


図-3 施工順序図

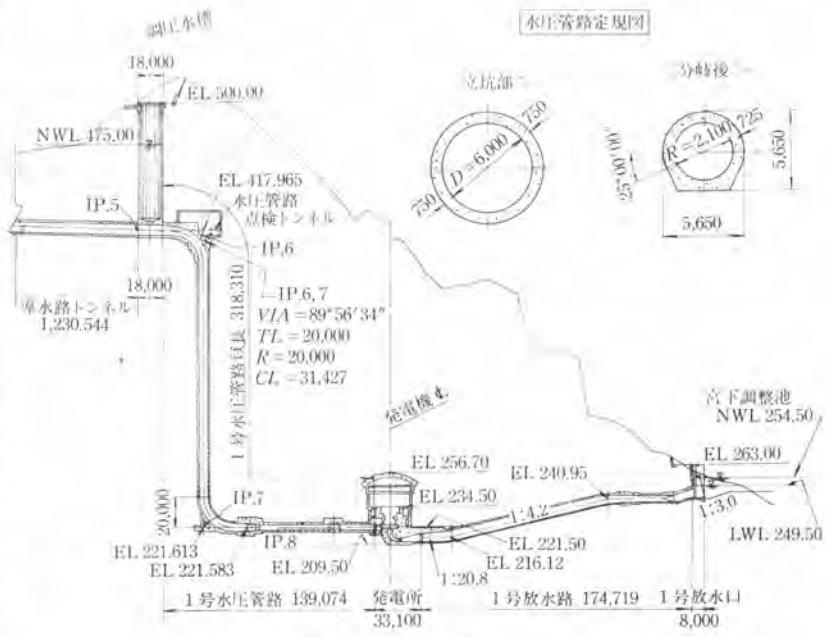


図-2 水路縦断面図

一方、下部では

- ①' 周回トンネルおよび水圧鉄管の 2 号枝管を掘進する。
- ②' Y 分岐室に到達すると、ずり出し用の下部坑道として立坑直下まで導坑 (延長 39.8 m) を掘進し、パイロットホール到達前に完了させる。
- ③ 上部作業室ではレーズボーラの搬入セットを行い、径 250 mm のパイロットホールを約 190 m 掘進し、下部導坑に貫通させる。
- ④ 径 1,450 mm のリーミングビットに交換し、リーミングを行い、上部作業室まで引上げる。
- ⑤ その後、上部より円形支保工を配しながら全断面 (掘削径 7.3 m) の切上げを実施する。
- ⑥ 最後に鉄管を搬入し、コンクリートを充填して完了となる。

4. レーズボーラの性能

今回使用したレーズボーラは国産の BIG MAN であ

表-2 BIG MAN (BM-100 N) の仕様

項目	仕様	単位	値
パイロット径	250 mm	mm	250
リーミング径	1,450 mm (1,150~1,750 mm)	mm	1,450
標準掘進深さ	180 m	m	180
標準掘削角度	-45° ~ +90° (水平から)	°	-45 ~ 90
スピンドル回転数	0~57 rpm (3段)	rpm	0 ~ 57
最大トルク	7,000 kg-m (押込) 最大 110 t (引抜) 最大 160 t	kg-m	7,000
スラスト	94 kW	kW	94
全長	4,540 mm	mm	4,540
全幅	1,640 mm	mm	1,640
全高	4,365 mm	mm	4,365
重量	12,000 kg	kg	12,000
適応岩石強度	1,000 kg/cm <sup>2</sup> 以上 (H 210)	kg/cm <sup>2</sup>	1,000
ドリルロッド	φ203 mm × 1,160 mm	mm	φ203 × 1,160
付属ユニット	パワーユニット、バルブユニット、スイッチユニット、コントローラユニット		

る。機種は BM-50 N, BM-100 N, BM-120 N, BM-200 N の 4 種がある。今回使用した機種はこれまでの実績に基づき表-2 に示す仕様様の BM-100 N 型である。本機は移動性を重視した構造となっており、伝動方式は全油圧作動で、操作制御は電気式である。

BM-100 N のリーミングビットには径 1,150 mm, 1,450 mm, 1,750 mm の 3 種類がある。グローリホールとしての機能を果たすためには大口径のものが望ましいが、径 1,750 mm のビットはビットにかける適正荷重およびロッドにかかるトルクの関係から掘進深さは 120 m 程度が限度である。したがって、今回は一般に使用されている径 1,450 mm のリーミングビットを選定することとした。

レーズボラを採用するにあたり問題点は孔曲り量などの程度生ずるかという点と、掘進深さが 190 m で標準能力の 180 m を越え、しかも岩質が硬いことが予想されたためロッドの破断が発生しないかの 2 点であった。

孔曲りについては、これまでの BM-100 N による実績を掘削深度との関係で図-4 に示す。掘削深度と孔曲りの関係は相当パラッキがあるが(相関係数 0.76)、孔曲り量は掘削深度のほぼ 1.0% となっており、9 割は 1.5% 以内におさまっている。このことから、190 m の掘進深さでは 2.0 m 近くの孔曲り量が出るものと予想され、最大生じて 3.0 m 以内におさえることができ、掘削径 7.3 m 内におさめることができるものと考えた。

ロッドの破断については、300 m の掘進深さの実績(リーミング径 1,150 mm)もあり、ビットにかけるトルクを制御すれば特に問題はないとの結論を得た。しかしながら、万が一破断した場合のことを考え、ロッド内にチェーンを挿入し、ビットとロッドの切断が発生しても、ビットおよびロッドの墜落を防止し、それらの回収を容易にし、破損を極力少なくする対策を講ずることとした。

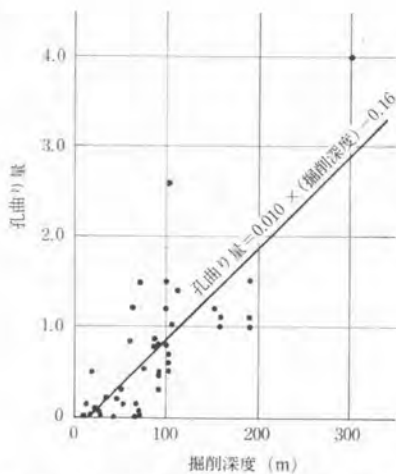


図-4 BM-100 N による掘削深度と孔曲りの実績



写真-1 パイロットホールの掘進開始を待つスリーコーンビット(φ250 mm)



写真-2 パイロットホール掘進中の BM-100 N のドリルユニット



写真-3 リーミングビットの交換作業(φ1,450 mm, ローラカッタ 12 個)

## 5. 施工実績

### (1) 概要

BM-100 N の搬入は昭和 53 年 8 月 10 日に行い、セットに 2 日、調整に 4 日かけて盆明けの 8 月 22 日にパイロットホール(径 250 mm)の掘進を開始した。特に調整は孔曲り量を左右するため念入りに実施し、万全を期した。BM-100 N の上部作業室内における機器配置を図-5 に、進行実績を図-6 に示す。

ざり出し用の下部導坑は最大 3.0 m 程度の孔曲りが



生じてもいいように掘削幅を 6.3 m とし、パイロットホール到達より 1 週間前に掘削を完了した。パイロットホールは掘進を開始してから 14 日目に下部導坑に貫通したが、孔曲り量は下部導坑方向に 2.0 m、直角方向に 3.3 m で、その偏心距離は 3.9 m と予想値を上回った。このため下部導坑の拡幅を実施し、ビット (径 1,450 mm) 交換を行い、9 月 15 日にリーミングを開始した。リーミングの所要日数は 19 日間で 10 月 4 日に上部作業室に到達し、10 月 9 日までに撤去作業を終えてレーズボラの全工程を完了することができた。

(2) 人員配置と稼働時間

作業は標準として昼夜 2 交替の 2 班編成で実施した。作業員の構成は総員 9 名で、その配置は 1 班当りチーフドリラー 1 人、サブドリラー 2 人、作業補助 1 人の 4 人編成とし、これに現場責任者 1 人が昼夜どちらかに適宜着いた。

表-3 に稼働一覧を示す。稼働時間当りの実績進行はパイロットホール 0.97 m、リーミングホール 0.50 m で、計画で考えた 1.0 m および 0.5 m と一致するものであった。日進行もパイロットホールが 13.5 m (計画 14.0 m)、リーミングホールが 10.5 m (計画 7.0 m) と順調であった。パイロットホールが計画よりも若干下回ったのは、ペントナイトの大量逸水および電気系統の故障があったためである。

稼働率は、昼夜 2 班稼働した日だけを拾うとパイロットが 16.7 時間で 70%、リーミングが 22.5 時間で 94% であった。パイロットの稼働率が低いのはペントナイトの逸水により機械を停止したためである。

(3) パイロットホール掘進実績

図-7 にパイロットホールの掘進実績を、右欄には掘

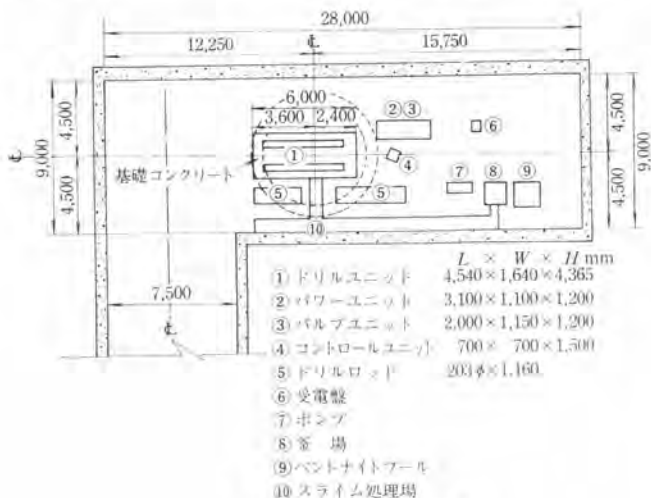


図-5 BM-100 N 機器配置図

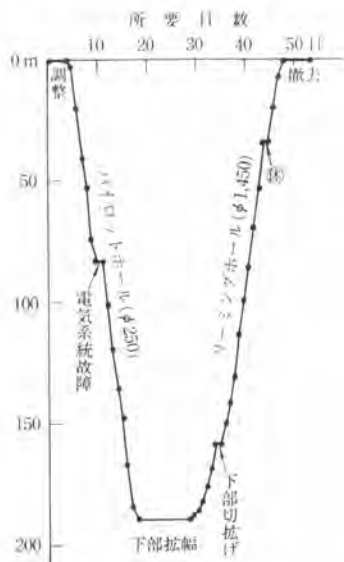


図-6 進行実績

表-3 稼働一覧

項目	パイロット	リーミング
掘進深さ	189.16 m	189.16 m
稼働日数	14 日	18 日
稼働延べ時間	196 時間	377 時間
稼働延べ人数	116 人	160 人
稼働時間当り進行	0.97 m	0.50 m
稼働日当り進行	13.5 m	10.5 m
計画日進行	14.0 m	7.0 m

削スライムから判定した変色の有無、掘進中におけるペントナイトの逸水量ならびにパイロットホール掘削完了後、ボアホールカメラを入れて孔内の状況を確認した結果をそれぞれ示している。

パイロットホール掘進中のスラスト力は 65 m までは 15 t、65~147 m 区間はロッド自重の 15~20 t で、これ以降は 20 t とした。掘進速度は平均 1.6 cm/min で、

これまでの実績の中庸値であったが、ところによって 3.0 cm/min を越え、最大で 5.6 cm/min のところもあった。掘進速度の大きい部分はスライムの状態から岩盤が変色している個所に出ており、ボアホールカメラによってもクラッキーである個所に進んでいることが確認された。

ペントナイトの逸水量は合計 92 m<sup>3</sup> と多く、特に 82~85 m 間に集中している。この区間ではオガクズをペントナイトに混ぜながら掘進した。掘削スライムは 1 m ごとに還流してくるペントナイトから採取し、地質および岩盤の状況を判断する参考とした。スライムの大きさは良好岩盤部で豆粒~米粒大で、変色を受けている部分では泥状のものも混じっていた。

孔壁の状態はボアホールカメラでの孔内の状況から判断し、局所的にクラッキーな部分などが存在するもの、おおむね良好であった。パイロットホールの孔曲り量が3.9 mと予想を上回った理由については、岩質にクラッキーな部分が存在し、かつその傾斜が鉛直に近いためであると考えられる。

(4) リーミングホール掘進実績

図-8 にリーミングホールの掘進実績を示す。リーミング時はロッド破断を防止するためビットにかけるトルクを1.0 t-m以下とし、スラスト力を調整して掘進した。またロッド破断時を考え、各ロッド内に70 lのつり能力をもつチェーンを装着した。平均掘進速度は0.84 cm/minで、パイロット掘進時よりはバラツキは少ないが、最大2.86 cm/minの部分もあった。また、パイロットの掘進速度との相関は特にみられない。これはビット径に起因するもので、パイロットビットは局所的な地質状態に左右されやすく、岩盤強度との対応という点からはリーミングビットの方が判断材料として適している。

図-8 の右欄には岩盤強度を検討するために掘進速度をトルクで除した値を示した。トルクを極力一定とするよう制御したため掘進速度と似た傾向を示すが、この図

から判断して、120~130 m 区間に強度が低い岩盤があり、40 m 層と60 m 層にも狭在している可能性がある。約135 m 以深が最も岩質がよく、下部導坑から考えて圧縮強度で1,000 kg/cm<sup>2</sup>以上は十分に期待できるものと判断している。この区間は変色もそれほど受けておらず、クラックも少ない。

以上のこと等から考え、リーミングホールをそのままグローリホールとして利用するには坑壁の拡大および閉塞などの不安があるので、坑壁の防護のため内径1,200 mmの鋼管ケーシングの挿入を検討中である。

6. おわりに

今回無事にレーズボーラの導坑掘削を完了することができたが、本工法は岩質および節理などに左右される孔曲り量の点から、本地点での場合には200 m程度が限界であったと考えている。

昭和53年11月末現在、上部曲管の変断部を掘削中で、立坑工事もこれからが正念場である。今回使用したレーズボーラの掘削実績および地質を十分考慮し、慎重に工事を実施していく所存であり、現工程で進めば昭和54年5月には立坑掘削が完了する予定である。

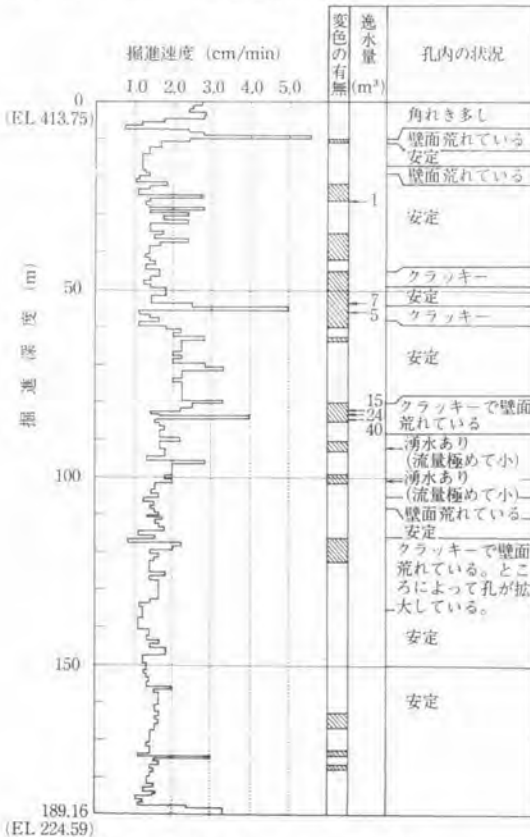


図-7 パイロットホール掘進実績

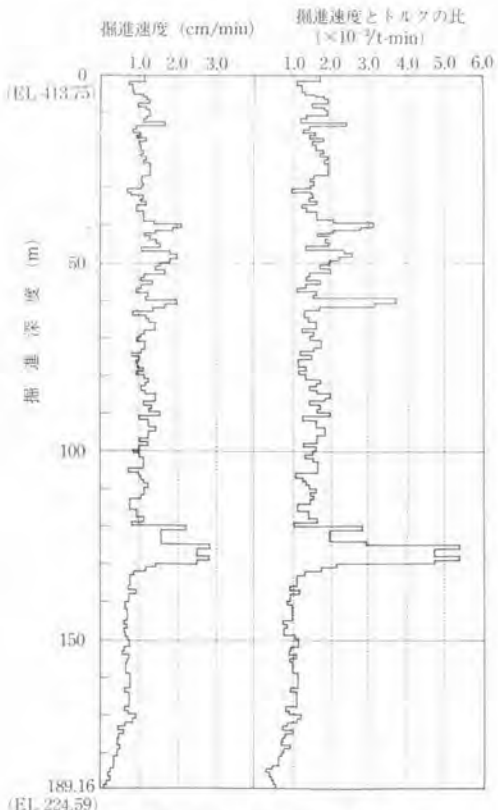


図-8 リーミングホール掘進実績

# 赤尾発電所建設に伴う 小原調整池浚渫工事

山 佐 博\*

## 1. ま え が き

庄川水系の水力開発は上流部の平瀬発電所 (11,000 kW) が大正 15 年にまず完成し、ついで下流部の小牧 (72,000 kW)、祖山 (54,000 kW) の両発電所が昭和 5 年に完成し、順次中流から上流に向けて小原 (45,700 kW)、成出 (35,000 kW)、椿原 (38,700 kW)、鳩谷 (40,300 kW) と各発電所が昭和 17 年～31 年にかけて開発され、昭和 36 年に最上流部に有効貯水量 3 億 m<sup>3</sup> の貯水池を有する御母衣発電所 (215,000 kW) が完成し、年間を通じて安定した水量を流せるようになり、こ

の安定した豊富な水の有効利用をはかるため、水系一貫計画の一部としてこれまでに下流部に新祖山 (68,000 kW)、雄神 (14,000 kW)、中流部に新椿原 (63,100 kW)、新成出 (58,200 kW) の 4 発電所を昭和 42 年～50 年の間に増設し、現在までに庄川水系全体で 18 発電所、総出力 87 万 kW が開発されてきた。

昭和 48 年秋に端を発した石油危機を契機に水力があらためて見直しをされ、水力の緊急開発が推進されることになった。関西電力でもこれに呼応して庄川水系から赤尾発電所 (32,500 kW) がとりあげられた。このため赤尾発電所は水系の一貫した運用を図ることはもちろん、既設の成出、小原発電所間の未利用落差を最大限に活用することにした。したがって、発電所はダム直下式とし、落差については図-1 に示すように成出発電所の放水水位と小原ダムの満水位との差 18.1 m を徹底的に利用する計画にした。

しかしながら、着工前には小原調整池内に堆積した土砂により赤尾地点の河床は元河床より約 9 m 上昇していたので、浚渫により河床を低下させることにした。図-2 に示すように、赤尾発電所より下流 3,590 m にわたって約 100 万 m<sup>3</sup> の土砂を浚渫することにした。浚渫によってできた開渠は一方では赤尾発電所の放水路の性格をもち、他方では小原調整池の有効貯水容量の回復をはかるとともに洪水時の疎通能力を増大させるものでもある。

以下、赤尾発電所の簡単な紹介と小原調整池浚渫工事について報告する。

## 2. 赤尾発電所

赤尾発電所の概要は表-1、図-3 に示すようにダムは高さ 29.2 m、長さ 153.4 m で、左岸側の取水口より最大 220 m<sup>3</sup>/sec を取水し、発電所、

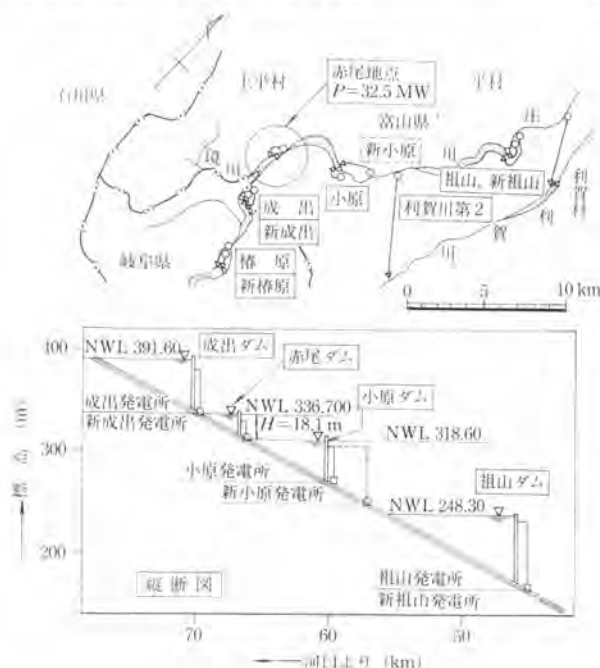


図-1 赤尾発電所位置図

\* 関西電力 (株) 北陸支社社長代理



図-2 小原調整池浚渫概要図

放水口を経て還流するもので、取水口から放水口まで長さ約111mの一体構造物である(写真-1参照)。特色は、円筒水車(チューブラ水車)発電機の採用で、この形式では単機容量(34,000kW)としては国内最大、世界でも第5番目の大きさのものである(写真-2参照)。

建設工事は昭和51年3月に着手し、昭和53年10月に営業運転を開始したもので、工事費は約100億円であった。

### 3. 小原調整池浚渫工事

#### (1) 概要

小原ダムは昭和17年に完成して以来、土砂堆積量は現在までに約900万 $m^3$ となり、総貯水量1,170万 $m^3$ の約8割に達し、このうち、有効貯水量470万 $m^3$ の中に堆積しているものが240万 $m^3$ もある。今回の浚渫工事はこの240万 $m^3$ のうち、100万 $m^3$ を浚渫するものである。浚渫の範囲、形状を図-4に示す。

縦断面では赤尾ダム直下で河床を約9m浚渫し、それから下流に向かって1/1,000のこう配で浚渫する。横断面は底辺を17mとし、のり面こう配を2割としたもので、面積は約300 $m^2$ である。浚渫土砂は一部分をコンクリート用骨材として利用するほかは4個所に土砂を仮置した。工期は1期、2期に分割し、3年間で施工した。工事費は約10億円である。

#### (2) 小原調整池の土砂堆積状況

最近の小原ダムへの流入土砂量は約6万 $m^3$ /年であり、その最大の供給源は支流の境川である。境川は流域面積約44 $km^2$ で、富山県によって砂防ダムが次々と設置されている。さらに昭和52年より境川ダム(高さ120m)の建設が着手され、ダム完成後は流入土砂が大

表-1 赤尾発電所概要

#### (1) 発電計画概要

取水河川名	庄川水系庄川		
取水口位置	富山県東砺波郡上平村大字西赤尾		
発電所位置	同上		
放水口位置	同上		
流域面積	庄川 778.10 $km^2$		
調整池	総貯水量 1,618,970 $m^3$ 利用水深 4.00m	有効貯水量 819,370 $m^3$ 湛水面積 0.26 $km^2$	
河川流量 (昭和21年~30年 の10カ年平均)	豊水量 91.51 $m^3/sec$ 低水量 33.78 $m^3/sec$ 年平均 79.47 $m^3/sec$	平水量 52.64 $m^3/sec$ 忍水量 20.80 $m^3/sec$	
発電所諸元	(最大)	(常時)	(常時尖頭)
	取水水位 336.70m	334.70m	334.70m
	放水水位 318.60m	316.95m	318.20m
	有効落差 17.40m	17.65m	15.75m
	使用水量 220 $m^3/sec$	47.96 $m^3/sec$	209 $m^3/sec$
発電元	32,500kW	5,800kW	27,800kW
年間可能発生電力量	自己 101,261MWh 純増 101,261MWh		

#### (2) 水路工作物

ダム	赤尾ダム
位置	(左岸) 富山県東砺波郡上平村大字西赤尾 (右岸) 富山県東砺波郡上平村大字真木
形式	可動堰型直線重力式コンクリートダム
高さ	29.20m
堤頂長×堤頂幅	151m×2m
敷設	28.00m
設計洪水量	4.30 $m^3/sec$
洪水社	鋼製ローゲート 9.6m×13.7m×5門
取水口	側方取水型
幅員×高さ×延長	15.5m×14.2m×38.855m
制水門	鋼製ローゲート 5.5m×13.0m×2門
発電所	地下式鉄筋コンクリート造
幅×長さ×高さ	16.0m×35.0m×37.5m
水車中心高	EL.309.80m
放水路	矩形および台形開渠
敷幅×高さ	9.074×7.624m~15.447m×10.00m
延長	37.081m
制水門	鋼製スライドゲート 9.074m×7.624m×1門

#### (3) 主要機器

水車	横軸円筒型可動羽根プロペラ水車(チューブラ型), 34,000kW, 129rpm, 1台
発電機	横軸三相交流同期発電機, 36,000kVA, 60Hr, 1台
変圧器	屋外用三相変圧器, 36,000kVA, 1台

幅に減少するものと期待されている。流入土砂のうち、浮遊土砂を除きその大部分が小原調整池内に堆積している。

#### (3) 浚渫断面幅とのりこう配

幅はある流量に対して河床こう配に関係なく一定の幅で安定しようとする傾向がある。経験上、 $B=5.5Q^{1/2}$ (m単位、B:幅、Q:流量)で、この式から平均発電流量時の河幅は約60mとなるが、現地の状況から浚渫河幅は50mを標準とした。また、のり面のこう配については安定上1:2を採用した。

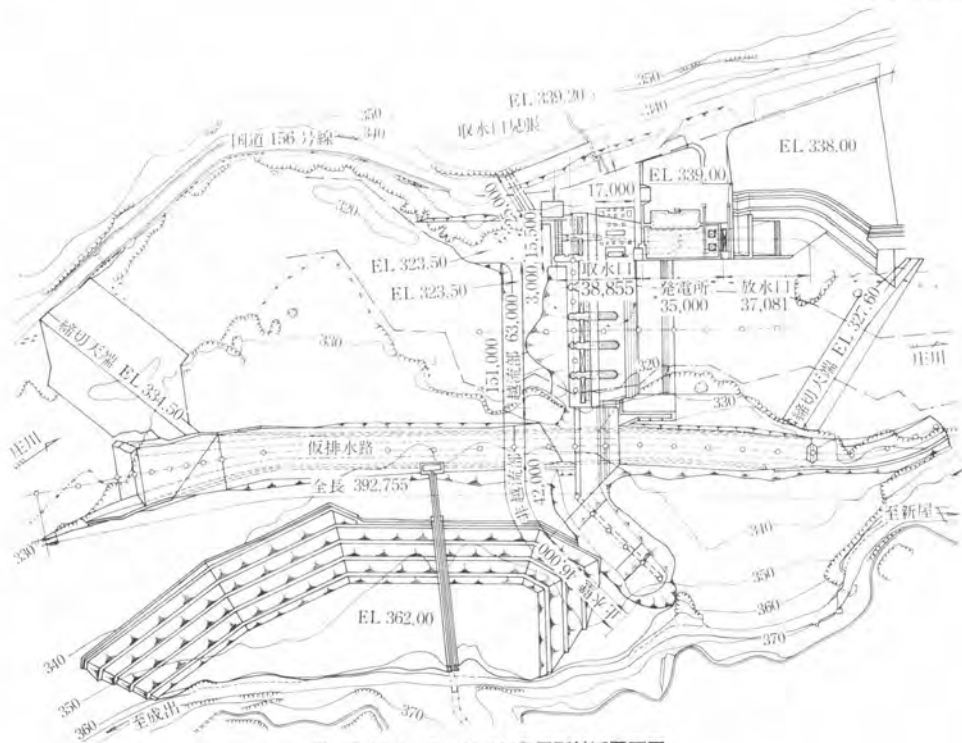


図-3 (A) ダムおよび発電所付近平面図

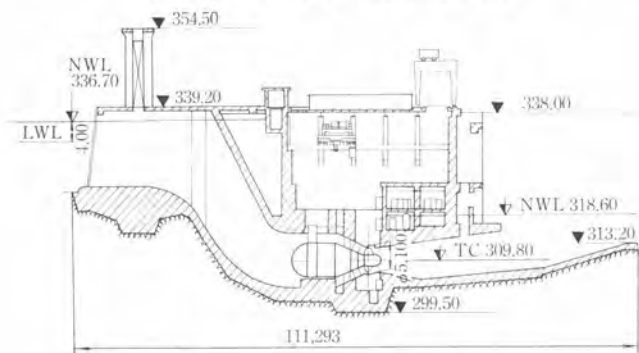


図-3 (B) 発電所断面図



写真-1 赤尾ダム上流面



(4) 浚渫河床こう配

現在の縦断方向の河床こう配が約 1/600~1/1,000 で安定化しようとしていると思われるので、浚渫工事中の掃流力を期待して第1期工事の河床こう配は 1/600 とし、第2期では 1/1,000 とした。

(5) 浚渫数量

落差を最大限に利用することと浚渫費用の最小を狙って、①発電時の運転水位が浚渫の数量によってどのように変化するか、②洪水時も同様に变化するの種々の検討をした結果、図-4の(B)に示すように、①発電水位は最大使用水量のとき、小原調整池の水位が-2m水位の場合、赤尾発電所放水口水位が小原調整池の満水面標高となるように考えた。また、②洪水時には既往最大洪水量に対して浸水防止用として設置した防水壁が十分に余裕をもつように考えた。このような過程で浚渫の範囲がきまり、浚渫数量も約 100 万 m<sup>3</sup> となった。

(6) 浚渫工法の検討

浚渫工法については図-5のようにドラグライン、水陸両用ブルドーザ、クラムシェル、パケット式浚渫船に

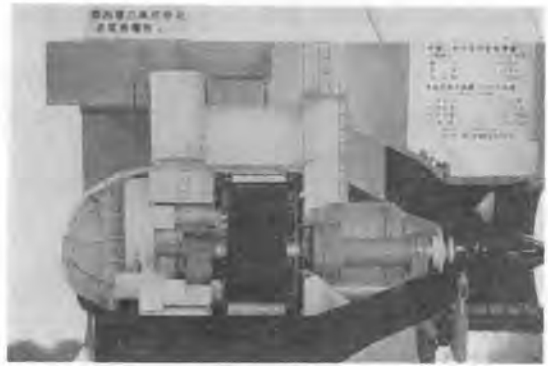


写真-2 円筒水車発電機模型

よる方法等について検討したが、①堆積土砂の粒度が荒く、玉石も相当量あること、②河川には常時発電用水が 100~200 m<sup>3</sup>/sec 流れて、流速は 1~2 m/sec であること等を考えてドラグライン工法を採用した。

(7) 浚渫工期の分割

当初の計画では工期を6年とし、1期、2期に分割して各々を3年とした。これは

- ① 大規模な浚渫の経験がない。

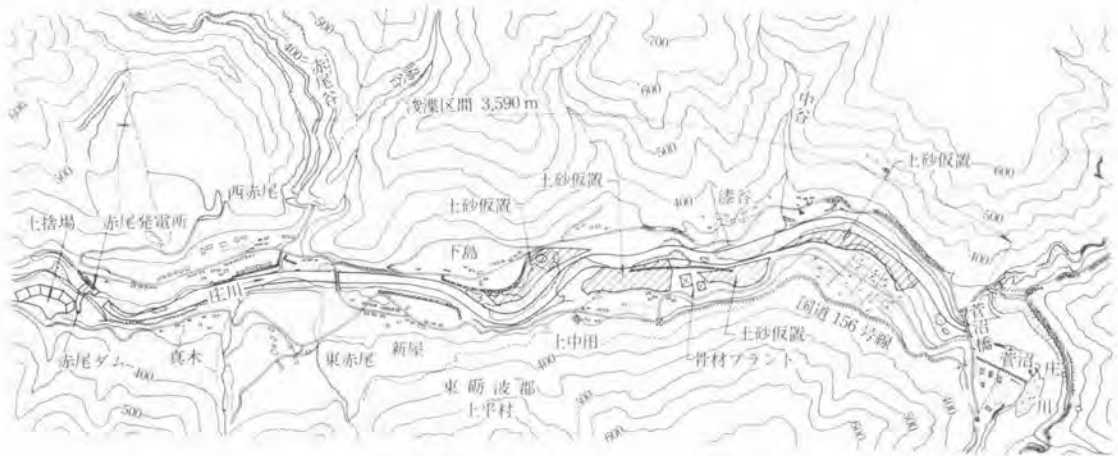


図-4(A) 小原調整池浚渫工事計画平面図

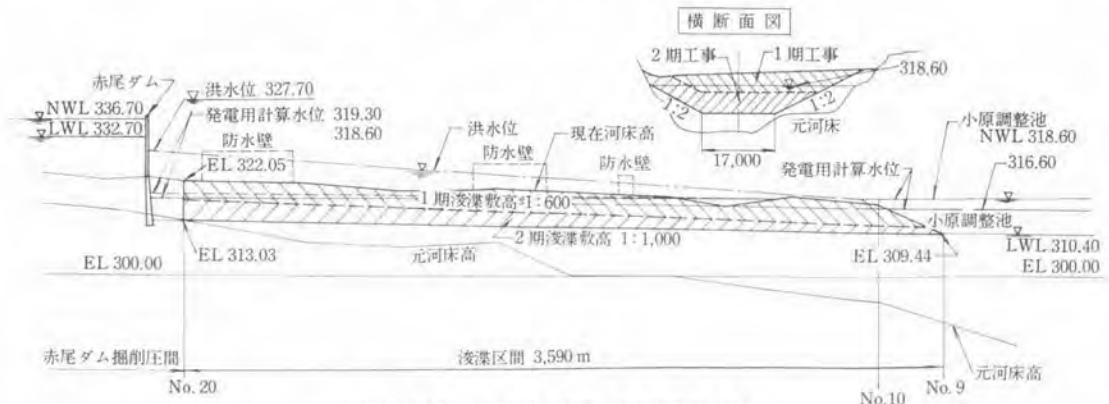


図-4(B) 小原調整池浚渫工事計画縦断面図

② 浚渫による濁水、騒音、土砂運搬による交通公害等をさけるため工事量の低減、長期化をはかる。

③ ドラグラインによる浚渫は河幅 50m ぐらいでは深さ 5m 程度が能率上好ましい。したがって、堆砂深さが 9m もあるので 2 分割した方がよい。

④ 浚渫の 1 期工事が終了した時点で、赤尾発電所は一応小出力で営業運転が可能である。等の理由によるものである。実際の工期は前述のように 3 年間で完了し、発電所の建設工事と相まって全出力で運用することができた。

(8) 施工

(a) 施工計画

約 100 万 m<sup>3</sup> を昭和 51 年から 53 年までの 3 年間(冬期間を除く)、24 カ月で施工する場合、平均施工数量は月間 4 万 m<sup>3</sup>、日平均 1,600 m<sup>3</sup> で、これをもとに施工計画を確立した。

(b) 施工要領

図-6 に示すように、進入路より浚渫箇所併行にドラグラインのアクセス道路を設置し、ドラグラインで土砂を掘削し、水切りのために一時野積みにし、その後、ドーザショベルでダンプトラックに積込み、所要の土砂仮置場に運搬する。主要使用機械は表-2 に示すとおりである。

なお、浚渫部分に岩石が露頭した場合は上流の発電所の発電流量を制限し、かつ小原ダムの水位低下を行って通常の火薬類による掘削を行い、バックホウでダンプトラックに積込み、運搬、捨土した。

4. むすび

当地方は越中五箇山として観光地化されており、発電所建設にあたり、特に浚渫工事については施工区間長も長く、地元住民、観光客等に迷惑をかけないよう作業時

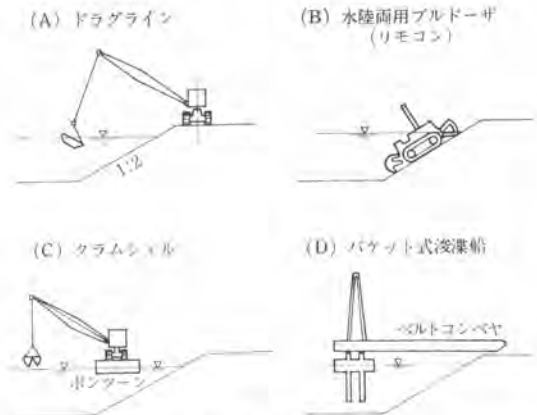


図-5 浚渫工法

表-2 浚渫工事主要使用機械

機 種	型 式	台数	摘 要
ドラグライン	住友 408 J 2.0 m <sup>3</sup>	2	掘削
〃	石川島 2.0 m <sup>3</sup>	2	〃
〃	住友 108 1.0 m <sup>3</sup>	1	〃
〃	住友 78 0.8 m <sup>3</sup>	2	〃
〃	日立 0.8 m <sup>3</sup>	1	〃
ドーザショベル	CAT P 77 K	1	積込
〃	CAT P 55 L	1	〃
〃	小松 D 60 S	1	〃
ブルドーザ	CAT D 80 H	1	岩掘削・整地用
〃	小松 D 60 A	1	〃
バックホウ	小松 20 HT	1	〃・積込
ダンプトラック	10~8 t	20	運搬
グロウドラドリル	東洋工業 TY-10	1	岩さく孔
ロータリコンプレッサ	200 IP	1	〃
台 車	11 t	1	機器小運搬
小型トラック	2 t	2	管理用

間の短縮、各種公害発生防止等に多大の努力を払った。浚渫工事に従事された佐藤工業ならびに岡部組の関係者は地元の要望にそうとともに、ドラグラインのバケット等に種々改良を重ねて作業能率の向上をはかり、短期間で浚渫工事を完了し得たことについて、ここに感謝する次第である。

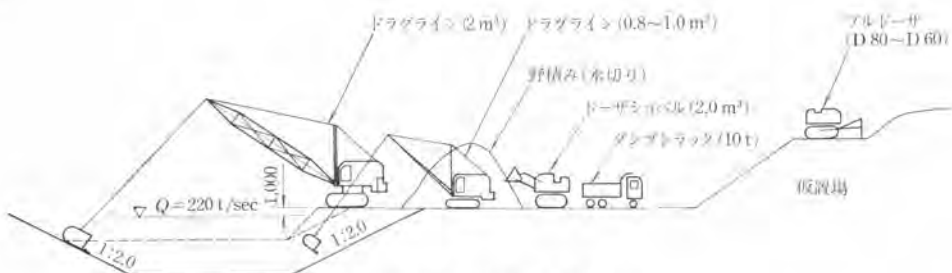


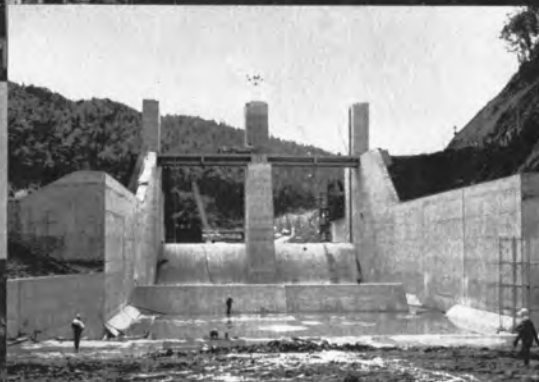
図-6 浚渫(土砂)施工図

# 水力電源開発工事

\*瀬戸瀬発電所関連



↑ 武利ダム全景（右岸より望む）



↑ 武利ダム洪水吐  
（下流より望む）

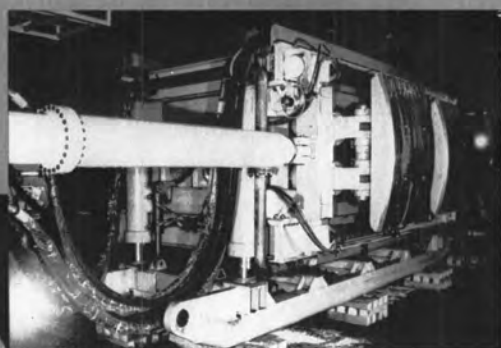


← 武利ダム洪水吐  
（左岸より望む）

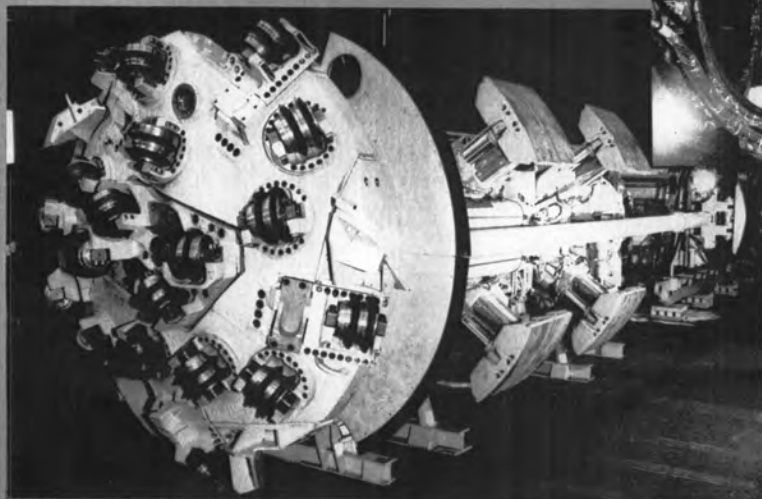
\*下郷発電所

EL. 796.50

↑大内ダム掘削全景  
(上流より下流を望む)



←トンネルボーリングマシン  
パイロット機本体部  
↗運転室  
↑後退防止装置





\* 第二沼沢発電所

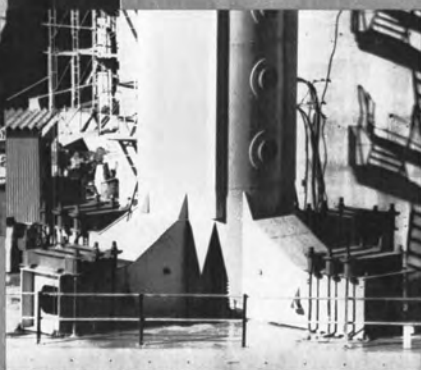


- ↑ 地下発電所掘削工事状況
- ← トンネル施工状況
- ↓ 調圧水槽内張管施工状況





\* 有峰第三発電所小口川ダム



↑コンクリート打設用タワークレーン  
同タワークレーン基礎➡

\* 赤尾発電所



←発電所（左岸）およびダム全景  
↓河床浚渫工事状況




 随想

# 過去，現在，未来

島 山 正

復員船 V056 が東名古屋港に着岸したのは確か昭和 21 年 5 月 10 日だったと思う。上陸して、所々に立哨する見慣れないアメリカ憲兵の横を通して、鉄条網に囲まれた一面の焼野原に僅かに残った倉庫に入れられた。入るとき襟首から真白い粉末を浴びせられた記憶が何故か忘れられない。あれが DDT だった。

何ということなく外を見た。小さなブルドーザが小砂利を押し退き、また同じことを繰り返している。小砂利の山は少しずつ高くなってゆく。何をしているのだろうか？。そのときバケットエクスカベータを自動車に積んだような車両がバックして小砂利の山に突込む。続いてダンプトラックがバックして縦列に並んだとみるや、バケットが回転して円錐状になった小砂利をすくってダンプトラックにあつという間に積込んでしまった。

今日ではショベルやバケットをつけたフォークリフトによるこんな作業が工事現場や生コン工場ですらに見られる光景だが、少なくともそのときはひどく感心してしまった。

私は昭和 11 年、水力行政の分野で社会人としてスタートし、時あたかも電力国営論が話題にのぼり、水力建設が全国的に活発に進んでいたもので、あちらこちらの現場を見る機会に恵まれたが、フーパーダムを始めとするアメリカにおけるブルドーザの話題については、技術雑誌で僅かに知るだけだった。その実物は戦争中、スマトラの



プキット・アサム炭砒でオランダが輸入し放置したのを見たのが初めてである。表土を削いで片付けるのに使われていたそうだ。この炭砒の委託経営をしていた会社の人によれば、誰もこんな機械を知らなかったし、軍の指導者らは機械名すら知らなかったとのこと。私はそれよりまし

だったかも知れないが、工事現場で排土してゆく強力な重機械という知識だから五十歩百歩である。

ところが、小型ではあるが、そのブルドーザが小砂利の山を築き、積み込み作業の準備を黙々とやっているのを見て、こんな使い方もあるのかと知り得たのは上陸第一歩の収穫であった。考えてみると、積み込み作業は設備のない場所では人力でシャベルを

用いて放り込む以外にない。その労力、労賃をこんな風にして合理化しているのが驚きだった。

飛行場の建設などにおける彼らのすばやさや戦後次第に明らかになってくると、かつて軍の指導的立場にあった人が「鋼の簾を巻物にして平坦に整地した飛行場に広げ、たちまち重い飛行機を滑走させた」などの話を感心して聞かせてくれた。そのとき「そのような簾は昭和 12~13 年頃のアメリカの土木雑誌の中に写真がのっていた」と私が答えると、彼はただ「そうですか」というだけだった。

\* \* \*

街の中、山の中の土木工事でモッコやトロッコによる土運搬法は全く見られなくなったし、自動車の通るところ、全国で舗装されていない道路が珍しくなった。昭和 10 年夏、大分県に実習に行ったとき、当時の県土木課長に、「せめて国道でも舗装されるのは何年ぐらい先でしょうか」と質問したら、「君、そんなこと夢だよ」と言われたことを覚えている。土木学会が大阪~東京間の自動車ツアーを催したのは昭和 35 年だったと思うが、そのとき豊橋付近の一部が工事中で凸凹道であったにせよ、その他は全線舗装道を走った。あれから 10 年余の今日、津々浦々といえるほど舗装が進み、高速自動車道も伸びてきた。都市中心部、橋梁の上だけがほこりを上げず、がたつかないで走れた自動車旅行など、今の人は相像も出来ないだろう。

それと同じく、昭和 20 年以前の世を騒がせた種々の事件を今日活字で示されて、「こんなことがあり得たのだろうか」と？を投げかける壮青年も多いだろう。だが、社会主義の宣伝ビラを街頭で配布した、ただそれだけで退学処分を受けた学生を友人にもつ経験、

また大学卒業直前、徴兵された青年を部下にして起した 2・26 事件をみた私達年代の者には、そのような記事が虚構でないことを体で感じる。

このような今日の世相との相異、旧新憲法下の常識の相異は、戦前、戦後ほぼ同じく 30 年間生きてきた私にとってはほとんどどうことさえある。アメリカやイギリスの民主主義は彼ら民衆が永年かかってみずから獲得したものであるが、わが国のそれは占領軍の政策として当初与えられたもので、それだけに未熟さが目立つ。責任ある言動という美辞麗句は演説や評論には高らかに叫ばれても、それらは民主主義社会の一つの武器である言葉の魔術に過ぎないことが多い。雄弁に魅せられないで各人が社会人としての勉強を続けることが要求される。これを怠れば豹変する君子のように右往左往するだけだ。従順に勤労することしか知らない者は物価高、土地高に押しつぶされ、住の不安におののくか、一生金しばりとなる。これも民主主義が育つために必然的に通ってゆかなければならない道かも知れない。

土木工事の世界にも、社会生活の面にも、発想の転換がどのように世の中を変えてゆくかをまざまざと見せられた戦後の 30 年間である。

\* \* \*

私は戦時中、陸軍技師としてマレー、スマトラに渡ったが、その動機はスマトラ北部標高 900 m の高所に水面をもつトバ湖の開発であった。ポルセアに流出口をもつ湖の水はアサハン河となり、約 20 km を極めてゆるい勾配で流れ、やがて有名な滝（当時、ウイヘルミナ滝と言った）、さらに急流、タンガ滝と過ぎ、タンジョンバレーでマラッカ海に

注ぐ。オランダ政府はウイヘルミナ滝の一部を利用する5万kWの電力開発に着手、接近道路は下流からこの滝まで完成していた。

日本の占領時代、この発電計画を修正して約20万kWとし、ピタン島のボーキサイトをアルミナ、ここでアルミニウムへの電気精錬、そしてジュラルミン、航空機材料増産とする。戦いながら開発という勇ましい掛声であったが、戦局の悪化で昭和18年暮に中止の止むなきに至った。戦後30年余り、さらに計画を練り直して昭和53年起工式をあげるに至ったのは私にとっても喜びであると共に、過去から現在に至る幾十年間が頭、胸の中に点滅する。

この年の春、私にとって教官生活19年、行政官生活23年と併せて42年の公務員生活に終止符を打った。公務員としては東京湾口を見下す小原台の防衛大学校に一番長い月日を送ったことになる。

土木工学の一端を教壇の上から学生にしゃべりながら、今日の大学学部教育とは何かという疑問を幾度か感じ、それに自分なりに解答を見出そうと試みた。教育の場においても“科学的”という言葉は折にふれて用いられるけれど、これは要するに「ものごとをあるがままに見、自然の法則にさからわない」ということに過ぎないと思うようになった。偉い人、強い人が言うことだから「そうなんだ」ではないのである。

教育を科学的とするためには、中学、高校の基礎課目の上をしっかり根を下ろした大学学部教育でなくてはならない。専門教育に走りすぎ、いたずらにテクニックをもてあそぶより、基礎と専門の密接なつながりを学生に把握せしめなければならないし、さらに、もの見方、現象の見方を学ぶことがさらに重要だと思う。発想の原点がその後の10年に

どんな変革をもたらすかを、技術面にも社会面にもいやというほど見せられた体験から、そのように私は思う。

これが欠けると暗記と受売りとコンピュータ盲信につながってゆく危険がある。コンピュータを駆使したとしても、そのインプットが独善的、希望的観測にたよっていたならば答が先に出て後から理屈をつけるかつてのやり方と一寸も変わらない。コンピュータなる言葉の魔術に迷わされず、これは使うもので、人がこれに使われてはいけぬ。受験テクニックにエネルギーを浪費してきた若者達の中には落ち着いて考えることに途迷う者が多い。学部教育では大学普通教育としてみっちりこの訓練をすべきだと思う。専門をもっと学びたかったら修士、博士課程もあり、実社会だってその人の心がけ次第で可能である。

情報過多の当今、「そんなに急いで何処へゆく」、「ゆっくり走ろう」の自動車運転用語は、教育の場でもっと重要視されてよいだろう。

(昭和53年11月6日)

—防衛大学校名誉教授—

# 低振動低騒音鋼矢板圧入工法

## —DJP工法—

進 藤 太美雄\* 竹 藤 繁 樹\*\*

### 1. ま え が き

環境保全に関する法的規制は、社会的な要請を背景に昭和42年の公害対策基本法の制定を契機として急速に整備されている。工事公害に対しては騒音規制法等の制定ならびにこれを受けた各地方自治体の公害防止条例の制定などがあげられ、特に特定建設作業（くい打ち機、さく岩機等を使用する作業）に対しては各地方自治体が独自でその規制値を定めている。また、昭和51年6月には振動規制法が制定され、従来の騒音規制法と相まって法的規制も厳しくなってきた。

このように、これからの建設工事の遂行にはこれらの法的規制に基づく施工内容とすることが絶対条件となってきたため、特定建設作業関係者の間では従来の工法を再検討し、種々の新しい工法の開発がなされてきた。

当会社においても建設工事の経済化、省力化、安全確保等とともに環境保全対策を重視し、特に工事公害の主流である騒音、振動問題に力を注いできた。本稿で紹介する「鋼矢板圧入工法」も環境保全技術の一環として取り組んできたものの一つである。

従来、鋼矢板（シートパイル）の打設には主として打撃式、振動式のくい打ち機を使用してきたが、施工時の騒音、振動が激しく、市街地における使用が困難となり、騒音、振動の少ない新工法が主流となりつつある。しかし、この新工法も騒音、振動の問題は解消したが、従来の工法に比べ能率が悪く、工費の割高、工期の延長が問題として残り、改良の余地を残している。そこで打撃式、振動式に代り、かつ施工能率の高いくい打ち工法としてウォータージェットのもつ地盤掘削力の利用とワイヤ引込力を併用したDJP工法（DENDENKOSHA Pulling Method by Water Jet & Pulling の略）を開発し、

実用化した。その結果、低騒音、低振動であり、しかも従来極めて打設困難とされていた  $N$  値 50 以上の地盤にも適用できることが確認された。以下、本工法の開発経緯および使用機器の機構、特長等について紹介する。

### 2. 開発の経緯

ウォータージェットを利用した水力掘削の技術は以前から水力採炭、ダム工事での断層処理等に利用され、また最近では水中での掘削や硬岩切削への研究もさかんに行われている。当会社においてもウォータージェットのもつ掘削力に着目し、以前から基礎実験が行われ、建設工事への利用が検討されていた。

しかしながら、このウォータージェットの掘削力にも限度があり、実用的な低振動低騒音工法としてウォータージェットのくい打ち工法を考えるとときには、くい打込みに必要とする載荷重（20～30 t）の載荷方式について検討する必要があった。

載荷方式については打撃式、振動式、圧入式等が考えられたが、ウォータージェットの鋼矢板打設工法への応用はその低騒音低振動化に主眼のあることを考慮し、圧入方式を採用することにした。そこで連続圧入可能な独自のワイヤ引込機構を備えたDJP式くい打ち機を日立建機と共同開発した。

### 3. 本工法に使用する機器

#### （1）DJP式くい打ち機

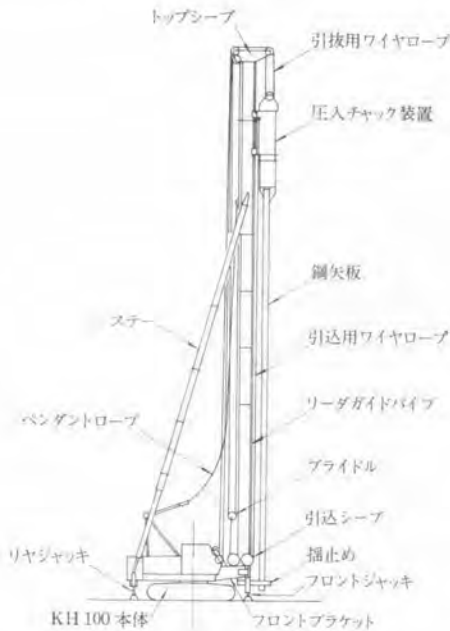
##### （a）本体およびパイルドライバフロント

本体は30 t ほどの日立 KH100 全油圧式クローラクレーン、パイルドライバフロントは40型ディーゼルパイルハンマを装着できる日立40S型直結式リーダーを使用している。パイルドライバ用シリンダ駆動のための油圧源は本体に搭載され、運転席でその切替操作が可能で

\* 日本電信電話公社建設技術開発室土木技術部調査役

\*\* 日本電信電話公社建設技術開発室土木技術部





図一 DJP 式くい打ち機

ある。また、この油圧源を利用して鋼矢板のチャック操作およびチャック後の位置合せのための鋼矢板回転操作が可能である。

パイルドライバフロントは最大リーダー長さを 27 m とし、長さ 21 m の鋼矢板の打設が可能である。フロントジャッキは鋼矢板のガイドトレンチをまたぐことができるようにリーダーに対し左右に張出す 2 本足式とした（写真一、図一 参照）。

(b) 圧入チャック装置

圧入チャック装置はリーダーに保持される本体、つり上げシーブ、チャック回転装置、鋼矢板チャック部、リーダーガイドパイプおよび引込用ワイヤロープ取付部より構成されている。

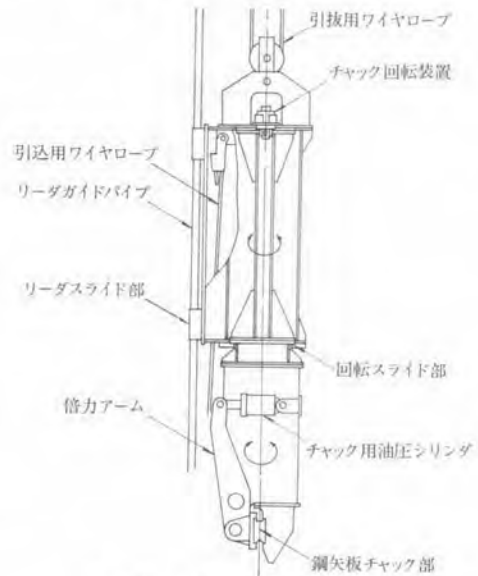
チャック回転装置は 360° 回転（揺動）が可能で、鋼矢板の向きを自由にセットすることができる。また引込中の鋼矢板の回転振れを防止するため、このチャック回転装置にチェックバルブを組込んである。鋼矢板チャック部は油圧シリンダ、倍力アームおよびチャック用つめで構成されており、チャック保持のため圧入チャック装置本体内にチェックバルブおよびアキュムレータを組込んである。なお、鋼矢板のチャック力は引込力、引抜力とも 20 t を必要とすることから、安全性を考慮して 100 t とした。また、鋼矢板チャック部をリーダーガイドパイプの下方に位置させることによりヤットコを用いずに鋼矢板頭部を地表面下 1 m まで打設可能とした（図二 参照）。

(c) ワイヤロープの構成

ワイヤロープは鋼矢板の引込み、引抜き、およびつり



写真一 DJP 式くい打ち機



図二 圧入チャック装置の構造

込み用の 3 種類で構成されており、鋼矢板の引込みに主巻ドラム、引抜きに補巻ドラムおよびつり込みに第 3 ドラムを使用した。

引込用ワイヤロープおよび引抜き用ワイヤロープはともに 4 本掛けである。引込用ワイヤロープは途中でブライドルにより 2 本掛けとし、リーダー下部左右両側の引込用シーブを介して圧入チャック装置の左右両側にロープ端末を固定する構造とした（図三 参照）。

(2) 高圧水発生および噴射装置

本装置はウォータージェット発生ポンプ、高圧パイラ

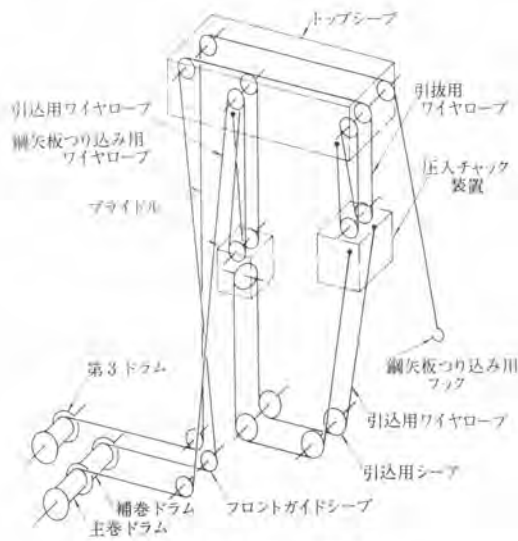


図-3 ワイヤロープの構成

ルホース、導水管およびノズル部で構成され、その仕様は表-1のとおりである。

#### 4. 施工手順

本工法による鋼矢板の打込施工手順は図-4に示すとおりである。

#### 5. 本工法の特長

本工法は従来の工法に比べて種々の特長があるが、ここではその主要な項目について述べる。

##### (1) 圧入能力

当公社建設技術開発室の筑波建技センターにおける地盤は図-5のとおり地下11m付近からN値50以上と

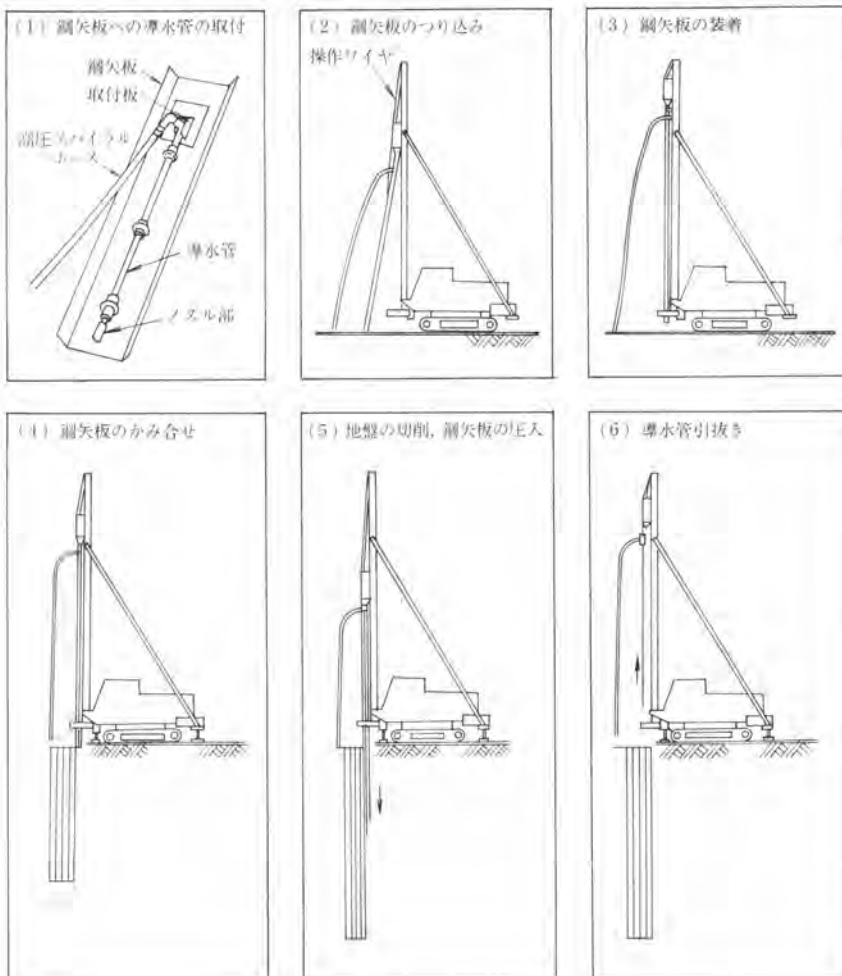


図-4 施工手順概要図

表-1 高圧水発生・噴射装置の仕様

機器および機材	仕様
ウォータージェット発生ポンプ	3連式プランジャポンプ 吐出量 120 l/min 吐出圧力 200 kg/cm <sup>2</sup>
ジェット送水用 スパイラルホース	ホース内径 25.4 mm 常用圧力 280 kg/cm <sup>2</sup>
ジェット送水用導水管	材質 STS 38 内径 21.2 mm 肉厚 6.4 mm
ジェットノズル	材質 G-3 内径 3.0 mm, 4.0 mm
高圧モニタ (ジェットノズル 内包用カバー)	材質 SS 41

いかなり締固まった地盤となっている。この地盤においてくい長を変えて数次の実験を行った結果、本工法により問題なく鋼矢板の打設が可能であること、また施工能率も期待値を満足していること等が確認された。なお通常鋼矢板工法は  $N$  値 20 程度までが適用範囲とされているが、本工法を採用すれば  $N$  値 50 以上まで範囲を大幅に広げることが可能であることも判明した。

(2) 騒音および振動

施工に伴う騒音、振動の調査結果はいずれも図-6のとおり規制値をはるかに下回っている。ただ、騒音についてはウォータージェット発生装置から 5 m 地点までは 75 dB を越える騒音を伴う場合があるので、可能な限り商用電源 (200 V, 60 kVA) を用いること、やむを得ず発電機を用いる場合には防音型とするか、配置場所等に十分留意することが望ましい。

(3) 支持力

本工法は水を使用するためくい支持力の低下が危惧された。そこで鉛直支持力については土質学会の「クイの鉛直載荷試験基準-1971」に準じ、鋼矢板 III 型 (10.0 m 単ぐい) について試験を実施し、水平荷重に対する支持力については鋼矢板 5 枚を連続打設し、振動くい打ち機により打設したものと対比で試験を行った。結果は図-7、図-8 に示すとおりである。

鉛直荷重による沈下量は鋼矢板 1 枚当り 15~20 t の載荷重で 20 mm 以下であり、通常鋼矢板は 1 枚で荷重を受持つわけではなく、覆工板等とおし数枚で受けるものであるから、支持力は十分あるものと考えられる。一方、水平荷重に対しては振動くい打ち機による打設に比べ 15% 程度の支持力低下である。

なお、これは実験の過程で実測されたことであるが、支持力は鋼矢板建込み後、日がたつにつれてもとの地盤の支持力近くまで回復する。この現象は建込時にジェット水で乱された部分の土が時間の経過とともにくい周辺の水の散逸により再びもとの地盤に近い状態まで締固まる結果と考えられる。

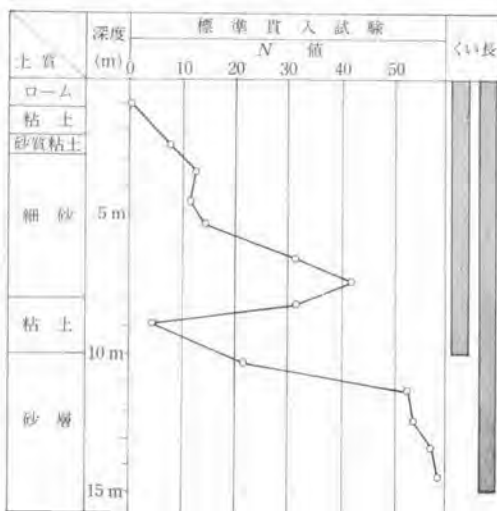


図-5 筑波建技センター地区の土質柱状図

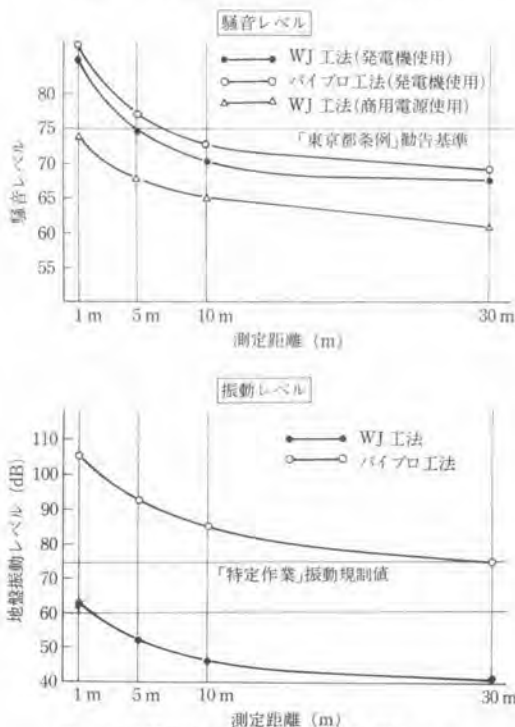


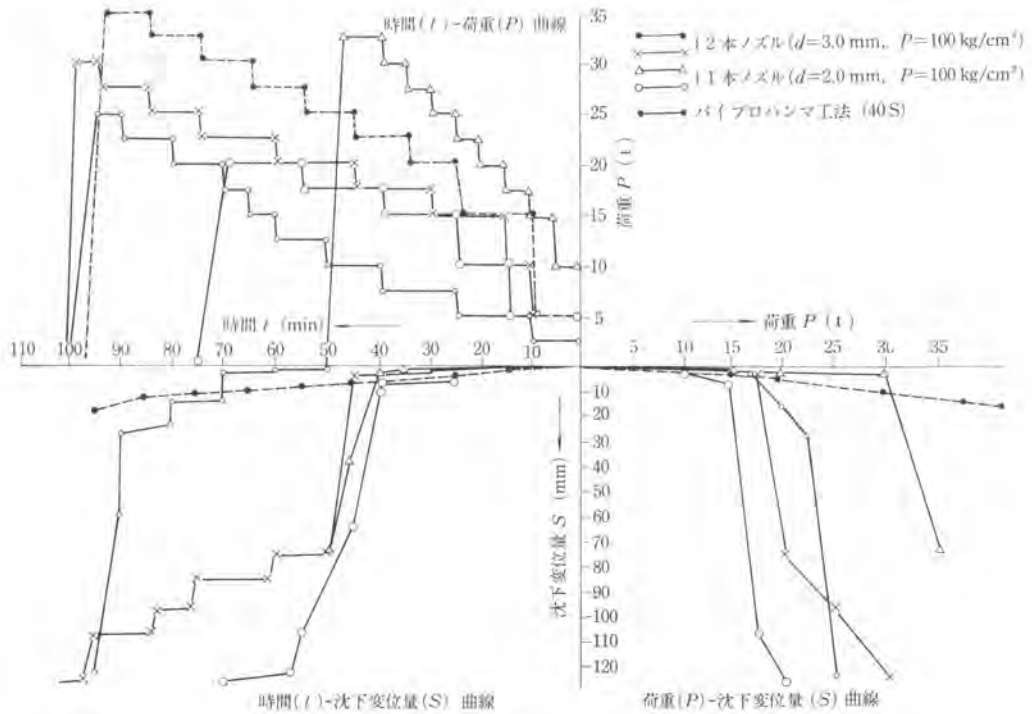
図-6 各種工法の騒音レベルと地盤振動レベル

6. 施工実績

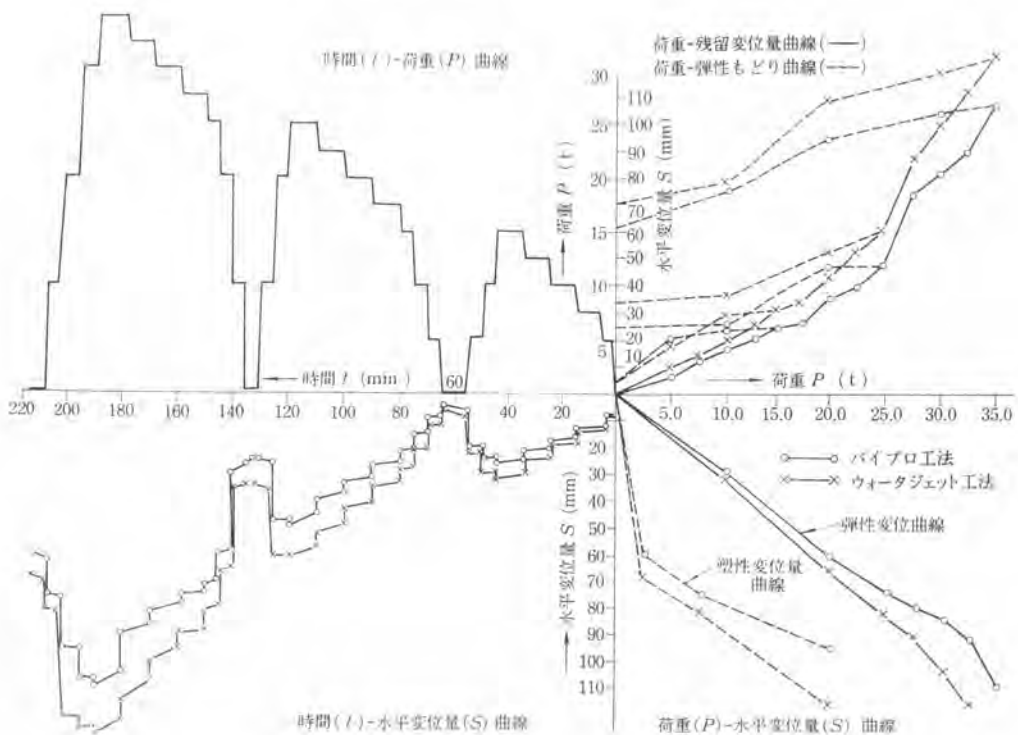
とう道工事 (写真-2 参照) の施工実績を図-9に、共同溝工事 (写真-3 参照) の施工実績を図-10に、立坑工事 (写真-4 参照) の施工実績を図-11に示す。

7. あとがき

建設工事における工事公害の中で最も問題とされるの



図一七 鉛直載荷試験 (荷重-沈下変位量-時間曲線)



図一八 水平載荷試験 (荷重-水平変位量-時間曲線)

場 所：東京都足立区血沼2-2  
 使用材料：SP III型  $l=10.0$  m  
 環 境：民家に接近  
 状 況：30枚/日

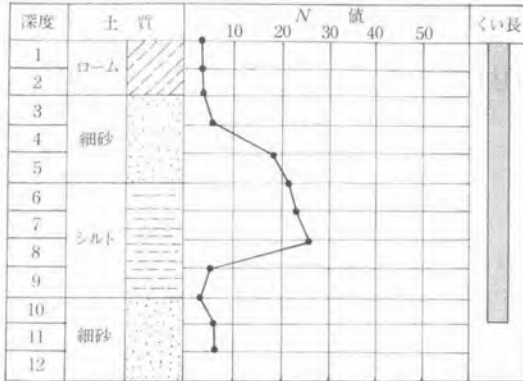


図-9 とう道工事施工実績

場 所：川崎市川崎区日進町1-24  
 使用材料：SP III型  $l=11.0$  m  
 環 境：民家密集  
 状 況：22枚/日、2枚同時打設

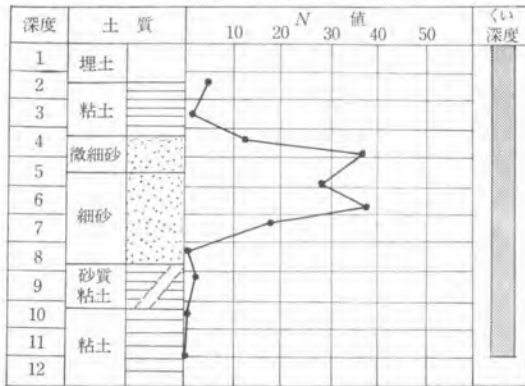


図-10 共同溝工事施工実績

がくい打ち作業における騒音、振動である。これらの工事公害に対しては工事に携わる各企業においてそれぞれ対策に工夫を重ねてきた。

当公社の通信設備工事は主に市街地での工事が多く、工事公害の防止対策については常に配慮してきたが、今回ウォータージェットを利用した低騒音低振動鋼矢板圧入工法の実用化に成功したので、施工例も含めてここに紹介した。なお、本工法は既設ぐいに反力をとらないことから H 型鋼にも応用できるものと考え、目下開発を急いでいる。

本工法が広く一般に利用され、社会環境の保全に役立つならば望外の喜びである。

場 所：東京都中央区築地4-4  
 使用材料：SP III型  $l=14.0$  m, SP IV型  $l=16.0$  m  
 環 境：病院、料亭に接近  
 状 況：SP III型 12枚/日, SP IV型 7枚/日

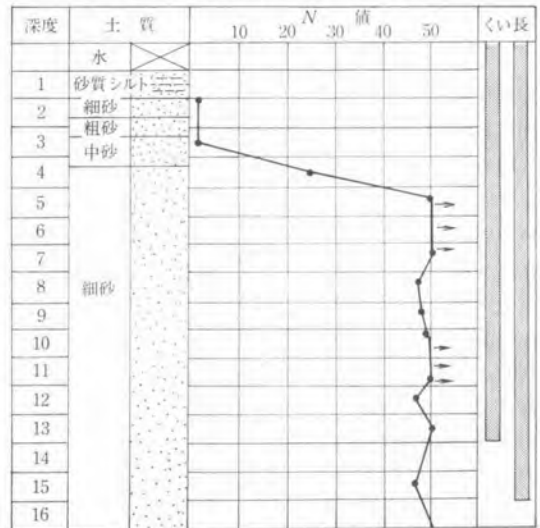


図-11 立坑工事施工実績



写真-2 とう道工事



写真-3 共同溝工事



写真-4 立坑工事



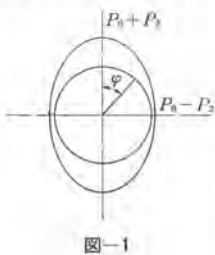
# シールド本体テール部スキンプレートの 応力変形解析に関する一提案

藤 本 徹\*

## 1. ま え が き

シールド本体が作業中に土圧を受けてどのような応力変形状態にあるかということについては、今日まで各方面においていろいろと討議されており、解明が要求されている重要な課題の一つである。

まず、通常の掘削状態においてはシールド上方から垂直土圧を受け、側方からは水平土圧を受けると考えられる。これは図-1に示すように頂点およびインバートで最大、側方からは最小の土圧を受け、その中間はなだらかな曲線で結んだ形状であると想定する。この場合、シールドの長手方向には一様な分布状態であると仮定すれば、この土圧はすべてスキンプレートを介してリングガーダに伝達される。この際にテール部より前方ではリングガーダや多くのリブがあるために、構造解析としてはむしろ平易な方法に帰着させることが可能である。しかし、テール部はスキンプレートの円筒殻構造のみで土圧を支持すると考えられるから、この状態に応じた応力変形解析が必要となる。



次に、シールド本体が曲線部を通過する際に周辺地山から受ける変向荷重<sup>1)</sup>については、先に述べた通常の掘削状態における土圧よりもさらに複雑な土圧を受けることが予想されるが<sup>2)</sup>、これについては機会を改めて検討したい。

## 2. テール部の応力変形解析

テール部の構造は、リングガーダとの境界面は固定端、先端は自由端と見なされる円筒殻である。したがっ

て、図-2に示す円筒殻に先に述べた土圧が作用した場合の解析方法について検討を行う。

円筒殻の解法としては、基本式を階差法で解くか、または有限要素法によるなどの数値解析法が考えられるが、これらは電子計算機の発達した今日では平易な方法といえる。しかし、これに相当する簡便な近似解法があれば、電子計算機の力をあまり借りなくても解くことができるから便利な方法といえる。

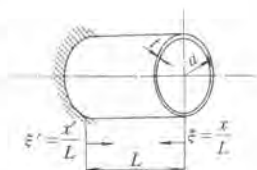


図-2

円筒殻の近似解法としては、Zernaが提案した級数解<sup>3)</sup>によるいくつかの試みがなされていることは周知のとおりであるが、このうち、横尾らが提案した解法<sup>4)</sup>が多くの実用例においてすぐれた成果をおさめているので、これを利用してシールド本体テール部の解析方法の一つとした。

これらの近似解法では通常基本式の特解に相当する部分に膜理論を、余関数に対しては曲げ理論をあてている。そこで、今回膜理論としてはFlüggeの導いたもの<sup>5)</sup>を用い、曲げ理論としては横尾らの方法を適用した。

図-1で示される土圧は次式で表わすことにし、これは実用上簡単なものである。そして、中心線とスプリングラインに関して対称であると仮定すると1/4円だけ考えればよい。

$$Z = P_0 + P_2 \cos 2\varphi \quad (0 \leq \varphi \leq 90^\circ) \dots \dots \dots (1)$$

次に、膜理論および曲げ理論を導くための座標軸、殻の微小要素、変形、および断面力などの設定方法については図-3のように定め、以下説明を省略する。

このとき、(A)図において力のつり合い条件とz軸のまわりのモーメントのつり合い条件、円筒殻の膜理論におけるひずみと変形の関係ならびに断面力とひずみの関

\* (株)熊谷組豊川工場検査部検査課・工博

係式などから変形および断面力を土圧  $Z$  と積分常数だけで表わすことができる。これらについては参考文献5)の56~57ページおよび77~91ページに詳述してある。

ここに、各量の単位はすべて  $\text{kg}$  と  $\text{cm}$  とから成り立つとし、膜理論で求まる変形を  $U^m, V^m, W^m$  で表わし、このほか、ヤング率  $E \text{ kg/cm}^2$ , ポアソン比を  $\nu$ ,  $C_1(\varphi), C_2(\varphi), C_3(\varphi), C_4(\varphi)$  は積分常数である。このとき導かれる変形は次式で示される。

$$\left. \begin{aligned} U^m &= -\frac{a^2}{Et} \left[ \dots Z' - \nu' Z + C_1(\varphi) \frac{\xi^2}{2a} - C_2(\varphi) \frac{\xi}{a} + C_3(\varphi) \right] \\ V^m &= -\frac{a^2}{Et} \left[ -\dots Z - (2+\nu) Z - 2(1+\nu) C_1(\varphi) \frac{\xi}{a} - C_1(\varphi) \frac{\xi^2}{6a} + C_2(\varphi) \frac{\xi^2}{2a} - C_3(\varphi) + C_4(\varphi) \right] \\ W^m &= \frac{a^2}{Et} \left[ \dots Z'' + 2'' Z' + Z + (2+\nu) C_1(\varphi) \frac{\xi}{a} + C_1(\varphi) \frac{\xi^2}{6a} + \nu \frac{C_2(\varphi)}{a} - C_2(\varphi) \frac{\xi^2}{2a} + C_3(\varphi) \xi - C_4(\varphi) \right] \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

このとき、同時に  $N_x^m, N_\varphi^m, N_{x\varphi}^m$  も得られるが、ここでは省略する。

次に、図-3の(A),(B)において、力のつり合い条件と  $x$  軸,  $\varphi$  軸,  $z$  軸のまわりのモーメントのつり合い条件を導き、次に円筒殻の曲げ理論における応力と断面力

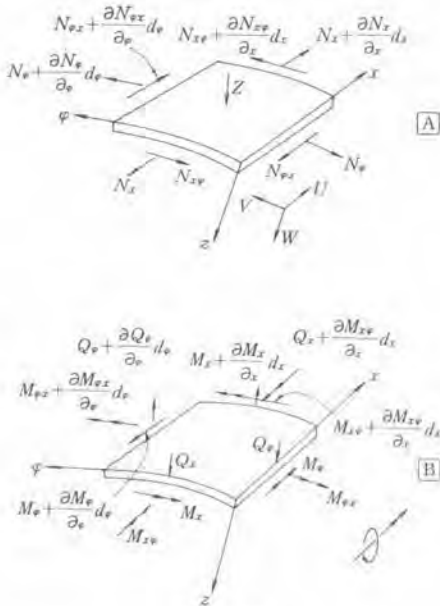


図-3

との関係、応力とひずみの関係、ひずみと変形の関係などから断面力と変形との関係を導く。このとき、板厚が十分小さいと仮定していくつかの省略を行う。これらは先に述べたように横尾らが導いたものであるが、このほか、例えば参考文献5)において130~139ページにも述べてある。

いま次のような関数  $\psi$  を考える。

$$N_x = \psi''/a, N_\varphi = \psi''/a^2, N_{x\varphi} = -\psi''/a^2, \dots (3)$$

これと先に述べたつり合い式および断面力と変形との関係式より次式を得、これを満足する  $\psi$ , すなわち  $W, \psi$  を求めることが横尾らの提案する曲げ理論の解を求めることに帰着する。

$$r^2 r^2 \psi + \frac{ai\sqrt{12(1-\nu^2)}}{t} \psi'' = 0 \dots (4)$$

$$\psi = W + iK'\phi \dots (5)$$

$\psi$  の解を近似的に求めるために次のような級数解におく。ただし、 $K', m, n$  は常数である。

$$\psi = e^{m(x/a)} \cos n\varphi \dots (6)$$

(5)式, (6)式から曲げ理論における  $W^B$  と  $\psi^B$  を導くことができるが、これらを示すと、

$$\left. \begin{aligned} W^B &= \frac{a^2}{Et} \sqrt{12(1-\nu^2)} [e^{-n\xi'} (D_1 \cos \beta\xi' - D_2 \sin \beta\xi') + e^{-n\xi} (D_3 \cos \beta\xi - D_4 \sin \beta\xi) \cos n\varphi] \\ \psi^B &= a^2 [e^{-n\xi'} (D_2 \cos \beta\xi' + D_1 \sin \beta\xi') + e^{-n\xi} (D_1 \cos \beta\xi + D_3 \sin \beta\xi) \cos n\varphi] \end{aligned} \right\} \dots (7)$$

ここに、 $D_1, D_2, D_3, D_4$  は積分常数、 $\alpha, \beta$  は常数とする。以上の考察より求めた  $U, V, W, N_x, N_\varphi, N_{x\varphi}, \psi$  などから円筒殻の曲げモーメントおよび軸力などの断面力を導くことができることは明らかである。

なお、先に示した積分常数を求めるためにはテール部両端の境界条件を与える必要がある。これらは、まず固定端では  $U, V, W$  およびたわみ角  $\partial W/\partial \xi'$  が0、自由端では  $M_x, N_x$  および換算せん断力  $S(x)$ , 換算接線力  $T(x)$  がそれぞれ0である。この  $S(x), T(x)$  については、例えば参考文献5)の150~151ページに詳述してある。

(1)式において、 $\varphi$  の係数は0および2であるから、(6)式, (7)式における  $n$  の値も0, 2として別々に解き、これらの解を重ね合せてもよい。この場合、この近似解は実用上十分な精度を有するものである。

### 3. 実計算例と室内模型実験の結果について

以上の過程により求めた解析結果に数値を代入してみる。実例として、大口径下水道幹線シールドを想定して土圧  $P_0 = 2.9 \text{ kg/cm}^2$ ,  $P_3 = 0.7 \text{ kg/cm}^2$ , シールド半径

$a=250$  cm, テール長さ  $L=200$  cm, 板厚  $t=3.2$  cm, ポアソン比  $\nu=0.3$ , ヤング率  $E=2.1 \times 10^8$  kg/cm<sup>2</sup> とする。このとき得られた自由端の 1/4 円の  $M_\phi$ ,  $N_\phi$ , およびシールド頂点母線上における  $M_x$ ,  $N_x$ ,  $W$  の分布を図-4 に示す。また, 自由端頂点における  $\phi$  方向の応力度は  $\sigma_\phi = -281.4$  kg/cm<sup>2</sup> (圧縮) であり, 固定端頂点における  $x$  方向の応力度は  $\sigma_x = 104.9$  kg/cm<sup>2</sup> (引張) である。そして, 頂点のたわみは  $W=0.02776$  cm である。これらの数値から, この解析結果は与えられた土圧の下の円筒殻応力変形状態をかなりよく示すことができ, かつ妥当な結果を得たと思われる。

次に, 以上のような方法で得られた解析結果がどの程度実物に近いものか知るための一つの試みとして室内模型実験を行った。

図-5 に示すように, 砂槽に外径 600 mm, 板厚 6 mm のシールド模型を埋設し, 上方に薄鋼板を積むことにより载荷を行った。シールドテール部に相当する部分には自由端内外縁にひずみ計を貼って応力度を測定し, 変形

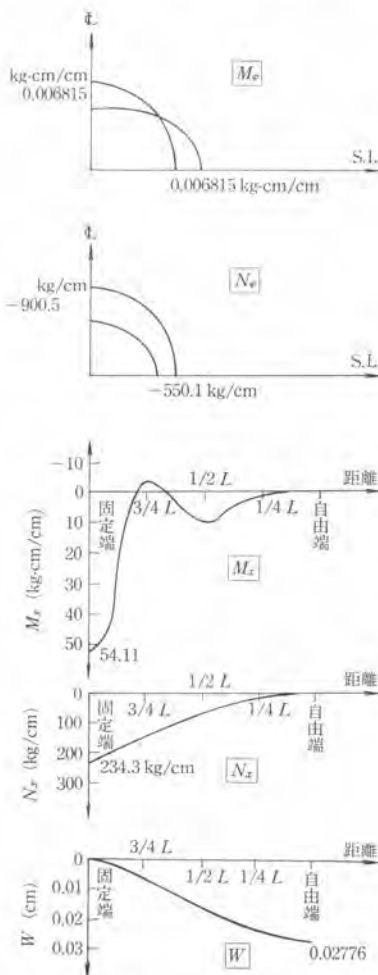


図-4



写真-1

はダイヤルゲージにより測定した。作用土圧は砂中に埋設した土圧計により計測した。このときの状況を写真-1 に示す。

次に, 図-6 には数多くの载荷実験のうち最大荷重のときの自由端内外縁の応力度の実測値と, このときの頂点における垂直土圧の測定値  $P_0 + P_2 = 1.054$  kg/cm<sup>2</sup>, 側方の水平土圧の測定値  $P_0 - P_2 = 0.0975$  kg/cm<sup>2</sup> をインプットした場合のモデルの縁応力度の理論値を対比して示したものである。この結果から, 精度は幾分劣るとはいえ, 大体両者はほぼ接近しているといえる。もとより, このような方法で载荷や計測を行った場合には当然精度のあまり高い成果は望めないかと思われるが, このような実験も解析結果を検討する際の一つの参考資料となる。

先ほど述べたように, 近似解の精度を吟味するためには数値解と比較することがもっとも妥当な方法であり, シールド本体が実現場でどのような土圧を受けているかという点について考察を行うためには, シールド本体に土圧計を装着して現場測定を多く実施すべきである。

しかるに, この場合には土圧計の取付部分における土圧集中, シールド本体のねじれと土圧計周辺部分の変形による初期値の変動などの問題があり, 計測にはかなりの困難が予想される。なお, 土圧  $P_0 + P_2$ ,  $P_0 - P_2$  の値

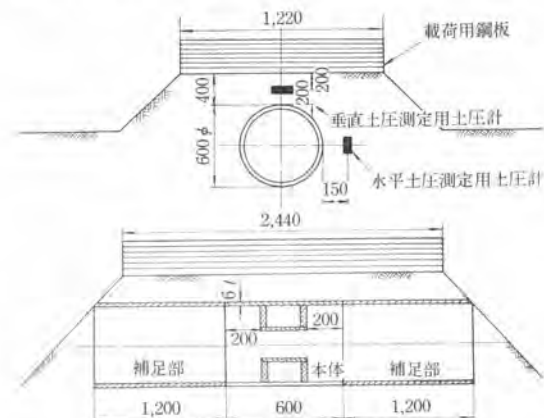


図-5

は土質、切羽における掘削状態、シールドの操縦方法などの多くの要因に支配されることは明らかである。これらの事柄は今後に残された興味ある問題点といえよう。

#### 4. ま と め

今回の研究で得た結果を以下に列挙する。

① シールド本体テール部の応力変形解析には数値解析による厳密法は電子計算機の発達した現在では有効な方法である。

② 横尾らの提案する曲げ理論を用いた近似解は①に匹敵する有利な方法であり、精度も高い。

③ 作用土圧は図-1および(1)式で与えられるが、この点について詳しく論じるためには、シールド本体に土圧計を装着して実現場における測定を行う必要がある。

④ ここで得られた解析結果より求めたシールド本体テール部スキンプレートの最大応力度およびたわみは、これらを知ることにより安心感をもって実設計にのぞむことができる。

なお、本研究の遂行にあたり、京都大学建築学教室横尾義貫教授（現豊橋技術科学大学副学長）に終始ご指導を賜った。そして当社豊川工場の諸氏にも絶大な協力をいただいた。ここにこれらの方々から心からお礼申し上げる次第である。

#### 参 考 文 献

1) トンネル標準示方書（シールド編）同解説（昭和52年度

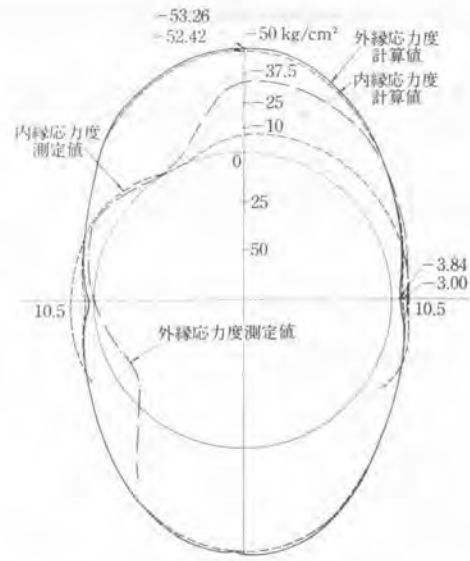


図-6

版) 土木学会

- 2) 藤本徹：「シールドテール部スキンプレートの設計方法について」(その2)、昭和45年度土木学会関西支部年次学術講演概要 V16
- 3) W. Zerna: Zur Berechnung der Randstürmungen Kreiszyklischer Tonnenschalen, Ingenieur Archiv XXBd 1952, S 357~362
- 4) 横尾義貫, 松岡理, 国枝治郎：「容器類の応力解析」, 日本建築学会論文報告集, 第63号, 1959, pp. 477~480
- 5) Wilhelm Flügge 原著：「曲面版の力学」(寺崎恒正訳) コロナ社, 昭和38年5月

### 社団法人 日本建設機械化協会発行図書

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

日本建設機械要覧 (1977年版)	B5判	1,030頁	*頒価 25,000円	〒 800円
建設機械化の20年—現状と将来—	A4判	142頁	*頒価 1,200円	〒 300円
現場技術者のための「建設機械と施工法」	B5判	346頁	*定価 3,000円	〒 300円
骨材の採取と生産	B5判	700頁	*定価 15,000円	〒 800円
ダムの工事設備	B5判	690頁	*頒価 5,000円	〒 600円
橋梁架設工事の手引	上巻/調査・計画編 下巻/施工編	232頁 144頁	*定価 3,500円 *定価 2,500円	〒 300円 〒 300円
自走式クレーン安全作業マニュアル	A5判	170頁	*定価 760円	〒 300円

(注) \* 印は会員割引あり

## 4. せん孔機械およびトンネル掘進機

### 4.1 せん孔機械

月 岡 照\*

#### 1. さく岩機その他

##### 1.1 全般的傾向

さく岩機使用上の選択は、地質に対応した施工法によって重量大型化か軽量小型化かの採用が決められるのが通例である。過去一時期、欧州式のレッグドリルやハンドハンマの軽量小型機械を数多く使用したり、他方、米国式のドリフタヤブームジャンボによる重量大型機械を使用した時代もあった。いずれもせん孔作業の機械化、省力化を図ったもので、経済性の追求を命題に行われたものである。しかし、最近ではこれら貴重な体験をふまえて、特にトンネル現場における技術的なせん孔能率の改善と併せて作業環境改善による技術労働力の確保という面から機械自体は自動化を組入れてきているため全般的に大型化の傾向にあるといえる。

また、付帯設備を含めた経済性あるいは省エネルギー的な考えから、従来の空気動式から油圧駆動式のさく岩機が数年前から海外において研究開発されており、一部輸入して使用されているが、わが国生産業界においても最近試作開発され、ここ数年の間にさく岩機の歴史が大きく変わるような情勢にあると思われる。

##### 1.2 生産動向

さく岩機生産高について過去3年の統計は表-1のとおりである。昭和50年に一時落込みの傾向にあるが、昭和51年、52年には徐々に回復の傾向がみられる。また、レッグドリル、ハンドハンマに比べドリフタその他の機械の方が年々生産高が伸びていることも一つの傾向ではないかと思われる。ワゴンドリル、クローラ

表-1 さく岩機生産高統計

昭和年	総生産高		レッグドリル、 ハンドハンマ		ドリフタ、ストー パ、コールピック	
	数量	金額 (百万円)	数量	金額 (百万円)	数量	金額 (百万円)
50年	35,112	3,584	18,529	1,593	16,583	1,991
51年	38,386	4,065	17,591	1,584	20,795	2,481
52年	35,156	4,659	10,709	1,024	24,447	3,634
53年 (1月~7月)	22,553	2,980	9,092	810	13,461	2,170

\* 日本国有鉄道東京第二工務局機械部長補佐

ドリルについても表-2のとおり昭和50年は低調であり、51年、52年と倍増の傾向にあり、景気回復の一端がうかがえる。

輸出状況については表-3のとおりで、過去3カ年の統計によると年産高の30~35%程度が毎年輸出されている。主な輸出先としては西欧、東南アジア、アメリカ、中近東、南米、アフリカ等があげられる。

表-2 ワゴンドリル、クローラドリル生産高統計

昭和年	数量	金額 (百万円)
50年	263	911
51年	607	2,133
52年	452	1,808
53年 (1月~7月)	472	2,067

表-3 さく岩機の輸出統計

昭和年	数量	金額 (FOB \$)
50年	12,043	4,449,894
51年	11,676	4,638,598
52年	11,680	7,222,802

##### 1.3 性能、機構面から見た最近の傾向

さく岩機による岩石破碎の機構はピストンによってロッドに打撃を与え、ロッド先端のビットで岩石を破碎すると同時に、ビットに回転を与えてビットの打撃面を逐次変えながら掘進し、砕かれた岩粒を水または空気て排出するのが基本的な構造である。

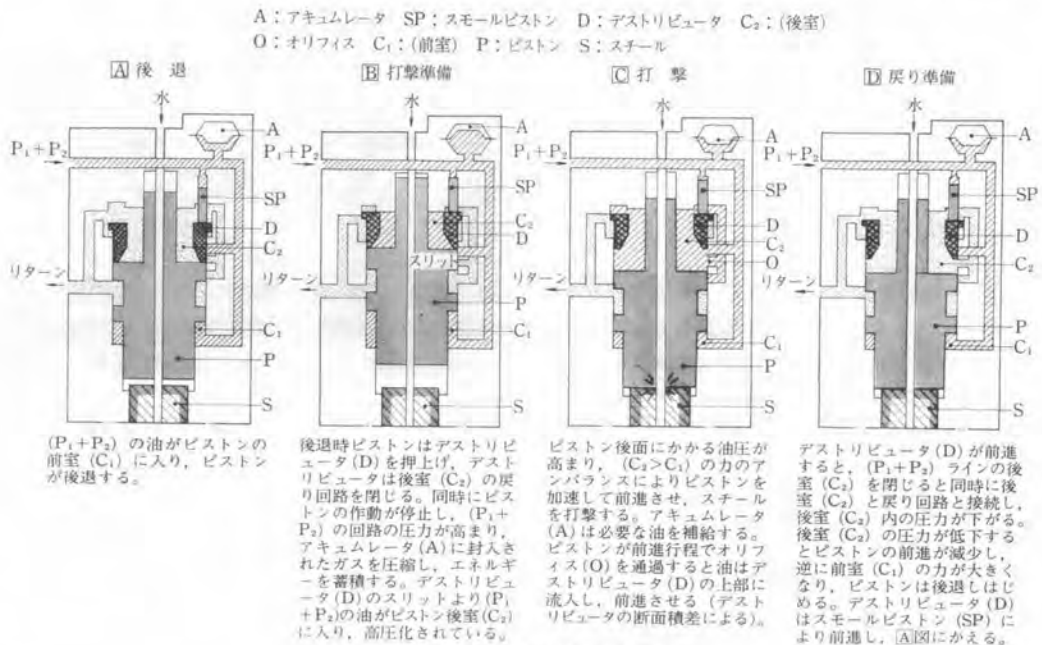
圧縮空気を動力とした打撃方式は1870年頃から実用化され、今日でもさく岩機の主流をなしている。打撃の動力を油圧化する試みは15~20年前から関係者の関心の対象になっていた。初めて油圧さく岩機が作られたのは1970年頃フランスにおいて行われたといわれている。わが国においても4~5年前から本格的に開発にとり組み、最近実用機が製作されるようになった。

油圧さく岩機の打撃機構作動説明図は図-1のとおりである。特徴とする点は、

① 空気動式に比べエンジン出力に対する効率が2~3倍よい。またコンプレッサ設備、配管等が不要で、せん孔に必要な送水管と油圧発生動力のみですむので設備費、電力料金等省エネルギー的にも有利である。

② 掘進速度がよい。掘進速度を上げるには1打撃のエネルギーを大きくすることと打撃数を増すことによるが、空気動式は圧力5~7 kg/cm<sup>2</sup>、油圧駆動式は圧力100~175 kg/cm<sup>2</sup>で加速するため打撃数が2~3倍上がる。国内の実績によると岩石圧縮強度1,000~2,000 kg/cm<sup>2</sup>程度でのみ下りが2.4 m/min というすぐれた数値が出





図一 油圧さく岩機打撃機構作動図

ている。

③ 労働力の削減に役立つ。空気動式の場合、40~50 m<sup>2</sup>の掘削断面でせん孔に必要なさく岩機台数は7~9ブーム程度必要であるが、同じ時間でせん孔とした場合、油圧駆動式では4ブームで間に合うので労働力を30~40%程度削減可能である。

④ 騒音が低い。空気動式は排気音が高く、騒音により作業環境を悪くしているが、油圧駆動式は排気音がなく、せん孔後の残響音による不快感がない。

⑤ 坑内の視界がよくなる。坑内は湿度が高く、圧縮空気を使用する場合は断熱膨張により冷えた空気が排出されるので曇りや霧が発生し、視界が悪くなり、作業環



写真一2 2ブーム全油圧式クローラドリル



写真一1 油圧さく岩機搭載の8ブームドリルジャンボ (関越トンネル)

境を著しく害するが、油圧式ではこの現象が起らない。

以上主な利点とするところであるが、坑内外の設備を含めたトータルコストでも外国の施工例では約10%は安くなるといわれている。特にトンネル工事のせん孔現場は建設工事のうちで騒音、振動、塵埃等最も作業環境の悪い現場の一つとして定評のあるところであり、その環境が改善されることは長年の願望である。

しかし一方、ユーザ側として考えなければならないことは、このように装置全体が油圧化されてきた場合、①機構的に複雑になる。②修理部品も高価になる。③循環油が高級化し、高価になるといったように、機械全体の価格も高額になるので、運転、保守管理の面で従来のさく岩機に対する概念を変えた管理体制とか技術者の投

## 建設機械の現状

入という問題を真剣に検討することが必要と思われる。

写真-1 は日本道路公団の関越トンネルに使用中の油圧さく岩機を搭載したガントリー型全油圧式8ブームドリルジャンボである(本誌1978年9月号を参照)。また、写真-2 は2ブーム全油圧式クローラドリルである。

## 2. ボーリングマシン

### 2.1 全般的傾向および生産動向

ボーリングマシンは元来探鉱、地質調査用あるいは温泉、石油等のさく井用機械として開発され進歩してきた機械であるが、最近の使用の傾向をみると、建設工事における大口径基礎ぐい、地すべり防止ぐい、地盤改良のための注入工事等基礎工事に使用されるものが多くなっている。したがって、機械も大型化の傾向になり、大口径で長尺ボーリングの可能なものが要求されている。もちろん従来から行われている温泉、油井、天然ガス等資源開発用のボーリングマシンも生産されているが、新しい機種としては地熱開発用機械、海洋開発用機械等があげられる。

ボーリングマシン業界の特性としてあげられる点は、使用目的が多岐にわたるため多種少量の注文生産的な面があり、各メーカーともこれを克服することが大きな課題といえる。

生産動向としては、過去3年間の生産高は表-4のとおりで、昭和52年から生産台数、金額とも上昇の傾向

表-4 ボーリングマシン生産高統計

昭和年	総生産高		ボーリングマシン		その他せん孔機	
	数量	金額 (百万円)	数量	金額 (百万円)	数量	金額 (百万円)
50年	881	4,047	700	1,702	181	2,345
51年	978	3,556	696	1,982	282	1,574
52年	2,533	5,888	786	2,393	1,747	3,495
53年 (1月~7月)	1,622	4,258	605	1,614	1,017	2,644



写真-3 横型ボーリングマシン (塩嶺トンネル)



写真-4 長尺ボーリングマシン (青函トンネル)

をみせている。輸出については正確な資料は得られなかったが、中近東、東南アジア、アフリカ等産油国を対象としたさく井、土木工事等に活発な動きをみせている。

### 2.2 性能、機構面から見た最近の傾向

前述のとおりボーリングマシンは注文生産的な傾向が強く、性能、機構面で傾向的に集約することはわずかしいが、最近の建設工事に用として開発された機種のいくつかの特徴を列記すると次のようなことがいえる。

① 専用機化している。従来工事に供したボーリングマシンは地質調査用のものを利用したり、一部改造したものが使用され、いわば万能型のなものであったが、最近では専用機として使用目的を絞った機構のものが多。例えばトンネル工事に用いた先進ボーリングあるいは水抜きボーリングに使用する機械は、狭い坑内に適応するよう外形的には高さの低い機型とし、掘進機構も回転力、推力をパワーアップし、従来の3~6倍の能率向上を図っている。また、掘削機構についても孔壁の崩壊防止やずり出しに二重管式リバース方式あるいはエアハンマ方式等地質の変化に対応できるようにつくられているのが特徴といえる(写真-3参照)。

② 大型化、大トルク化している。ボーリング工事は元来交通不便な山間僻地で使用するため機械は小型で分解組立が容易であることが特徴の一つとされていた。そのため回転トルクも数10~数100kg-mであり、掘進能力も垂直400~500m、水平100m程度のものであったが、最近の大型機になると回転トルクは3,000~7,000kg-mと巨大になり、掘進能力も水平2,000mの長尺ボーリングマシンも出現している(写真-4参照)。

③ 油圧化されている。スピンドルの回転、推力、ロッドチャック、ロッドホルダ、ロッドの着脱等省力化できる部門はほとんど油圧化されている。また、運転・操作部門もボタンタッチあるいはハイドロリックレバーにより容易に行える。

## 4.2 トンネル掘進機

### 4.2.1 全断面掘削機械

西 岳 茂\*  
橋 嘉 保\*\*

#### 1. 全断面掘削用シールド式掘削機

シールド式掘削機の中で該形式に分類される機械はロータリカッターヘッドを持ち、所要掘削断面を切削可能な掘削機であることが必要条件である。各メーカーにより掘削機の名称は異なるが、大別して次の3形式が該当する。

- ① 泥水加圧式シールド掘削機
- ② 土圧式シールド掘削機（削土密封式シールド、泥水加圧式シールド、圧力保持式シールド等）
- ③ オープンタイプ機械式シールド掘削機

##### 1.1 全般的傾向

昭和39年初の該形式輸入機による工事が都内下水道敷設工事用機械として適用され、まもなく43年にはやはり輸入機ではあるが複線断面用掘削機（ $\phi 10,014$  mm オープンタイプ機械式シールド）が鉄道用トンネル工事に供された。この間、国内シールドメーカーによる該形式シールド掘削機も実工事に使用され、45年には当時世界最大径の泥水加圧式シールド掘削機（ $\phi 7,290$  mm）が成功を納め、以後の泥水加圧式シールド機の基礎を形成したといっても過言ではない（写真-1 参照）。

シールド工法により管渠敷設工事等を行う場合、従来



写真-1  $\phi 7,290$  現有国産最大泥水加圧式シールド掘削機

\* 三菱重工業（株）明石製作所建技部トンネル機械設計課

\*\* 三菱重工業（株）明石製作所建技部基礎道路機械設計課

止水および地盤強化を目的とし、高分子系の薬液注入による補助工法を行うのが一般的であった。しかし、昭和49年、薬液の持つ毒性による事故が発生し、薬液使用制限の行政指導が行われたこと、薬液注入工法に必要な工事費が膨大なこと、また53年に至っては圧気工法が労働安全衛生法の改正により使用が条件付けられたこと等から無圧気、無薬液注入シールドが囑望され、これら条件を満足するシールド掘削機の開発に力が注がれ、種々の新機軸が開発されて実工事に適用されてきた。中でも泥水加圧式や土圧式シールド掘削機の伸びが著しい。

これらのシールド掘削機が飛躍的な生産向上を果たした背景としては上述の理由によるが多かっただけではなく、人工費高騰による人工省力化に対処する手段として、また、切羽安定をより理論的、実的に追求し、工事の安全性を高めるためによることも重要な要素であった。

##### 1.2 生産動向

該形式シールド掘削機が生産台数は昭和52年以後顕著な伸びを示している。これは環境保全整備事業に対する政府景気刺激策が功を奏したこと、および前項で述べた事由によるとみられる。

昭和48年～50年の全断面掘削用シールド機械は総生産台数のわずか15%程度であったが、51年～52年に至っては約40%を占め、53年はさらにその比率が増大して60%に達している。このような傾向はさらに続き、その率も増大していく動向にある。具体的な生産台数として、大手6社による集計値であるが、泥水加圧式シールド掘削機は累計200台を越え、土圧式シールド掘削機は100台を越えている（図-1、図-2 参照）。

##### 1.3 性能、機構面から見た最近の傾向

###### 1.3.1 泥水加圧式シールド掘削機

当該機は軟弱滞水地層掘削に適合する機種として開発されたが、各種の付帯補助機械設備を併用することにより今日ではあらゆる土質に対処可能となっている。特に最近ニーズが高いのは大口径れきが介在する場合の掘削機であり、写真-2～写真-4に見るような泥水加圧式シールド掘削機として開発されている（図-3 参照）。

建設機械の現状



写真-2 振動ふるい付泥水加圧式シールド掘削機



写真-3 開放式泥水加圧式シールド掘削機

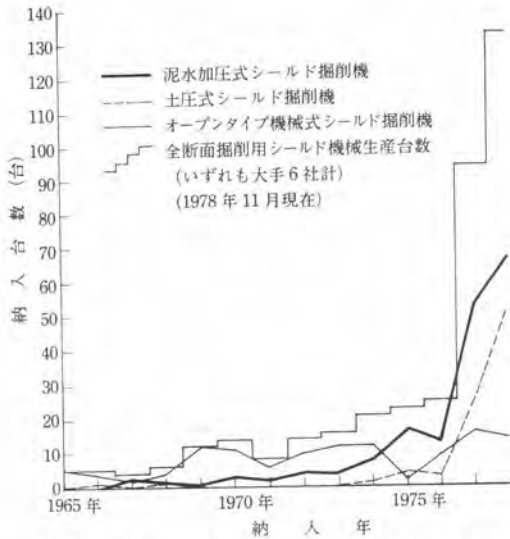


図-1 全断面掘削用シールド機械の形式別生産動向

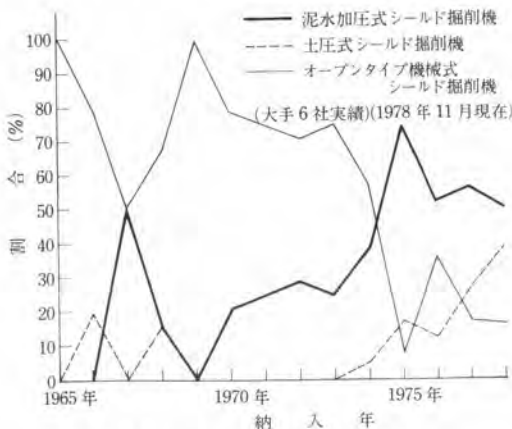


図-2 各種形式掘削機が総生産台数に占める割合

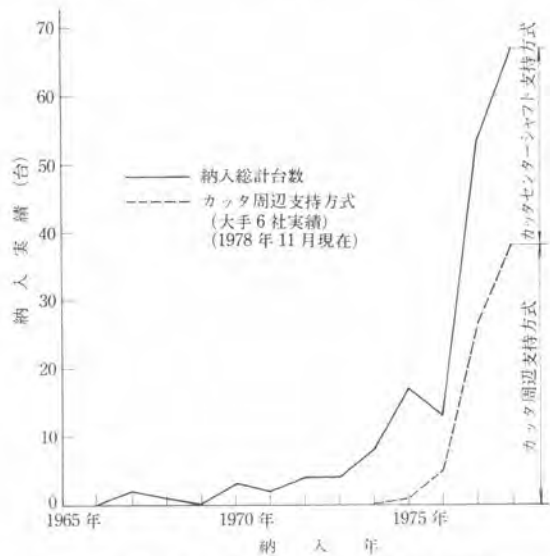


図-3 泥水加圧式シールド掘削機の納入実績

写真-2 は大れき分級用振動ふるい付泥水加圧式シールド掘削機で、機内に分級用ふるいおよびふるい揺動装置を組込んであり、れき分布状態により分級点を自在に選択できる。小口径断面で巨れき介在のシールド掘削に特に有利である〔実績：れき径 580 mm×290 mm×200 mm (マシン外径 φ2,900 mm)〕。

写真-3 は大れき分級用ロータリバルブ付泥水加圧式シールド掘削機で、機内設置の複数のセルを持ったロータリバルブにより排泥水を直接大気圧下に連続的に排出するので排泥水を坑内で目視できる〔実績：れき径 580 mm×190 mm×200 mm (マシン外径 φ2,680 mm)〕。

写真-4 は連続れき排出装置付トロンメル内蔵型泥水加圧式シールド掘削機で、従来使用されていたれきバッチ処理型トロンメルのれき取出し作業時間を考慮して開発され、連続れき排出可能である。φ4 m 以下のシールド



写真-4 連続れき排出装置付トンネル内蔵型泥水加圧式シールド掘削機



写真-5 国産最大径土圧式シールド



写真-6 泥水加圧式シールド掘削機

下機ではトンネルは坑内に設置される。

### 1.3.2 土圧式シールド掘削機

該形式による施工事例は昭和 52 年から急激に増加を始め、53 年は前年に比べ倍増している。当初問題視されていた切羽安定策は、各種の補助機械設備（スクリーコンベヤ排土口における自由水の止水等）および切羽土圧計測、掘削土量管理システムの開発等により徐々に解決されつつある。

ここに最近の土圧式シールドで特徴のあるものを紹介すると、図-4 は削土密封式シールド掘削機で、水密・気密性を持ったボールバルブ型ロータリホッパを使用し、透水係数が大きな地山に対しても自由水の移動を阻止できる。写真-5 は土圧式シールド掘削機のうち、国産最大径 8,480 mmφ（全断面掘削用シールド掘削機）のもので、スクリーコンベヤ 3 本を使用している。また写真-6 は泥水加圧式シールド掘削機の一例で、透水係

数の大きい地盤に対し膨潤性の高い（ベントナイト等）粘土鉱物の作用により止水，切羽崩壊を防止する。

### 1.4 問題点と今後の見通し

最近の小都市部での下水道事業の整備拡張により小口径泥水加圧式シールドで大きき処理機構を備えたシールド掘削機はさらに需要が伸びるであろう。また切羽安定保持もさらに要求されつづけ、これらニーズに応えるシールド掘削機が将来開発されるであろうが、当面の問題点と思われる事項を掲げておく。

- ① 機内大きき連続処理機構の開発（機内クラッシャは近々実用に供される）
- ② ドラム泥水式シールド掘削機の粘性土付着対策
- ③ 全断面掘削用シールド掘削機（密閉タイプ）の切羽状況検知を行う補助機械設

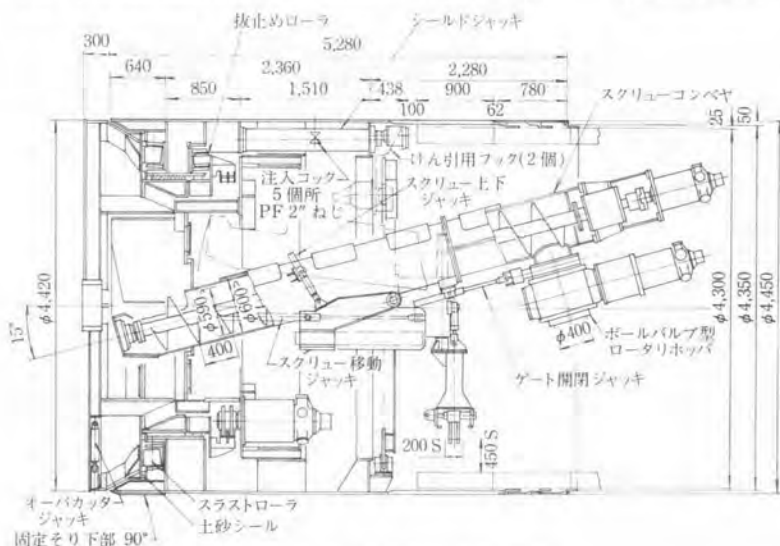


図-4 削土密封式シールド掘削機



## 建設機械の現状

## 備の開発

- ④ マシン全自動推進制御系の確立

## 2. 硬岩トンネル掘進機

昭和 39 年に掘削径 2.3 m のロビンス機が水路トンネルに使用されて以来、わが国の各所で硬岩用トンネル掘進機が稼働し、現在では世界中で 13 社以上の会社が製作している。わが国で製作されている主な全断面掘削硬岩トンネル掘進機には表-1 に示すものがある。

この 2 年間に行われた日本での硬岩トンネル掘削は約 4 本と思われる。写真-7 に第 3 白坂トンネル掘削に使用された三菱 RT 45 A を示す。

現段階では軟・中硬岩（圧縮強度 200~800 kg/cm<sup>2</sup>）に対しては、能率的にも経済的にも不良地質層のないかぎり十分実用化の範囲にあるとされているが、硬質岩（1,000 kg/cm<sup>2</sup> 以上）に対する掘進速度やカッタの摩耗

表-1

メーカー名	技術提携先	掘削形式
小松製作所	ロビンス社(米国)	圧砕型
石川島播磨重工業	アトラスコプロ社(スイス)	切削・破碎型
川崎重工業	ジューバ社(米国)	圧砕型
三菱重工業	ヒューズ社(米国)	圧砕型

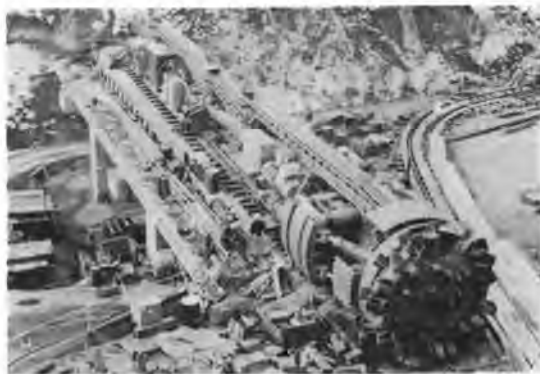


写真-7 第 3 白坂トンネル掘削用三菱 RT 45 A

に伴う経済性はまだ不十分である。条件的に適合した岩質であれば、掘削径 4.5 m で平均掘進長 15 m/日、300 m/月と経済的掘進速度で掘削されている。硬岩トンネル掘進機の問題点はいままでに種々発表されているが、わが国のような非常に変化の多い地質に適合させるためには相当な改善が望まれるところである。

最近トンネルの水平坑のほか斜坑を掘削する需要が多くなりつつある。下郷ダム斜坑掘削にヴィルト社の掘削機が導入される計画であるが、日本での初めての試みとして注目されよう。

## 4.2.2 自由断面掘削機械

五十嵐 伊三郎\*

## 1. 全般的傾向

自由断面掘削機は開発当時主として炭鉱の坑道掘削に使用されてきたが、最近では鉄道、道路、水路トンネルなどの軟岩用トンネル掘削機として広く使用されている。製作会社によってロードヘッダ、ブームヘッダ、アルピネマイナ、カッターローダ、スライズローダ、ユニヘッダ、レムなどと呼ばれているが、基本的な構造には大差がなく、ほとんど共通したものと見える。

一般的な構造は、走行台車上にカッタドラムの付いたブームを搭載し、上下、左右に回転しながら掘削したずりを連続的にかき込むギャザリング装置と、これを運搬するコンベヤ装置とで構成されている。カッタドラムはブームの軸線を中心にして回転するものと軸線と直角方

\* 日本国有鉄道建設局線増課

向に回転するものがあるが、岩質や施工方法に応じて機種を選択が行われている。

自由断面掘削機は岩石用トンネル掘進機(RTM)と比べて軽量小型のため機動性がよく、地質や工法の変更に容易に即応できる利点があり、わが国の複雑な地質からも今後の需要はかなり増大するものと思われる。

## 2. 生産動向

自由断面掘削機はわが国で実用化されてから約 10 年になるが、この間、高度成長期には年間生産台数も 50 台から 60 台を数え、東北、上越新幹線をはじめ道路トンネルの掘削などに盛んに使用されるようになった。

その後、低成長期に入って需要も幾分減少してきたが、昭和 50 年度から 53 年度にかけては生産台数もピーク時の約半数である 25 台から 30 台の横這い状態と

なっている。このことは新幹線関係のトンネル工事が終了時期に近づいたことにも原因があるものと思われる。

また、これとは別に自由断面掘削機の掘削機構をシールド内に組込んだメカニカルシールド掘削機の需要が伸びている。

### 3. 最近の傾向

建設公害に対する配慮から発破工法に代って機械掘削工法が盛んになり、掘削能力も軟岩から中硬岩の範囲へ次第に拡大される傾向になってきた。

自由断面掘削機は一般的に圧縮強度が  $150 \text{ kg/cm}^2$  以下の軟岩が対象とされていたが、最近では性能、構造も大型化し、 $300 \text{ kg/cm}^2$  から  $500 \text{ kg/cm}^2$  程度までの掘削が可能な機械も開発されており、実用化が期待されている。

さらに硬岩掘削で問題になっている粉塵の発生に対しては、効果的なドラムからの散水や集塵装置を組合せたものがあり、作業環境の改善に寄与している。

またクローラ式の走行台車では左右別個に駆動する油圧モータを備え、狭い坑内での機動性をもたせている。クローラの緊張はグリースシリンダ方式で容易に調整できるものもあり、バネ式アキュムレータによって異常張力を緩衝する方式をとるなど、作業性の向上がはかられている。

そのほか、ビットの交換を迅速に行うためワンタッチ式ビットホルダの採用を行うなど、今後の需要に対応して各機種ごとに性能の向上がはかられている。



写真-1 日本車輛 NH-46 ユニヘッダ



写真-2 三井三池 S-125 ロードヘッダ



写真-3 石川島 REM (レム)

### 4. 今後の問題点

自由断面掘削機は軽量小型で移動運搬が容易であり、地質の変化に即応できる利点があるため今後ますます使用頻度が高くなると考えられる。しかし、軟岩から中硬岩に対する適用範囲の拡大は長年の願望であるが、今後かなりの技術革新が必要であろう。その課題としては、

- ① ビットの消費コストの低減
- ② 掘削能力の増大
- ③ 粉塵に対する対策

などがあげられる。これらの問題点が解決したときに機械の需要は一層増大するものと思われる。

## 5. 骨材生産機械

塚原重美\*

### 1. 骨材生産の最近の動向

わが国の骨材供給源は河川砂利がその大半を占めてきたが、その後、治山治水の整備や発電用ダムなどの築造に伴ってその補給量は減少していったが、骨材の需要量は逐年増大していったので、これを賄うために骨材源を他に求める努力が払われた結果、昭和52年度においては全体供給量の約84%（重量計算）が河川砂利以外の骨材源に依存するまでになった。なかでも砕石の比重は最も高く、その中の約53%を占めているのは国の指導のもとに砕石転換策が強力に推進された結果といえよう。骨材は将来とも砂利、砕石が主体と考えられるが、砂利から砕石への代替はさらに進み、骨材の安定供給は砕石を主体とせざるを得なくなるものと考えられている。

わが国の骨材の需給はおしなべて増勢の一途をたどってきたが、昭和48年の石油ショックを契機として急激に低落し、以降、生産の規模を縮小せざるを得ない状態を強いられている。このためこの業界に強く求められている体質の近代化は停滞を続けている。そして骨材生産機械製造業の受注状況もまたこの例を免れない。しかし、昭和52年度後半に入ってから骨材の需給にやや好

転のきざしが認められ、昭和53年には関連設備機械の受注にも明るさが見えはじめた。

骨材は、その原石が砂利、山石にかかわらず、骨材生産機械によって選別、破碎など調整されて使用に供されるが、とりわけ岩石を破碎して生産される砕石は加工を受ける度合いが高い。ここに、よりすぐれた骨材生産機械やそれらを駆使する理論の確立が強く望まれるゆえんがある。

骨材の生産業者はそのほとんどが中小規模の企業によって占められており、特に砂利採取業者は数こそ多いが零細性が強い。これがこの業界の特徴といえよう。昭和51年度のがわが国の骨材供給業者の数は表-1のとおりとなっている。また、骨材種別の供給の推移についてみると表-2のとおりで、河川砂利採取に対し、砕石および他の砂利採取が漸増していることがわかる。

砕石とは採石法の対象となる岩石を破碎したもの、鉱業法の対象となる石灰石などを破碎したもの、および砂利採取法の対象となる玉石などを破碎したもので、量的には岩石砕石が主体で、石灰石、玉石は少ない。

砕石製造業者の生産量の推移を表-3に示す。砕石製造業者は昭和40年頃まではほとんどの工場が月当たり1万tに満たない能力で生産性が低かったが、その後、中

表-1 骨材供給業者数

(昭和51年度)

		北海道	東北	関東	北陸	中部	関西	中国	四国	九州	沖縄	計
企業数	砕石	137	433	366	112	147	192	316	75	474		2,252
	砂利	1,646	1,139	1,029	795	803	466	415	354	763	34	7,444
人工軽量骨材(工場数)		0	0	4	0	0	2	1	0	0	0	7

(注) 通商産業省生活産業局窯業建材課資料より

表-2 骨材供給の推移

(単位:百万t)

種別	年度	44年度	45年度	46年度	47年度	48年度	49年度	50年度	51年度	52年度
河川砂利		159	150	133	123	110	107	107	105	115
山砂利		56	76	84	106	140	118	106	96	94
陸砂利		54	64	109	113	84	80	80	83	94
海砂利		62	64	71	65	70	57	60	60	82
砕石		168	208	237	298	341	316	297	298	328
その他		17	18	22	24	25	23	19	22	22
計		516	580	633	725	799	725	669	662	735

(注) 1. 通商産業省生活産業局窯業建材課推計資料より

3. 人工軽量骨材、天然軽量骨材は天然骨材に換算(1/3)する。

2. 砕石には砕石、砂、玉石を含む。

\* 電願開発(株)土木部長代理

小企業近代化促進法の指定業種となり、近代化計画に基づいて企業経営の近代化に努めてきたが、なお需要の不均衡、流通機構の未発達、取引関係の非近代化性などがその体質の健全化を阻害しており、加えて自然環境の保全、公害規制の強化などの諸問題を抱えて厳しい環境におかれている。しかし、砕石製造業は将来とも安定的発展をぜひ確保する必要があるため昭和 53 年に特定業種に指定され、規模の適正化、経営管理の合理化、取引構造の改善などを中心とした構造改善事業が実施されることとなった。

骨材生産業は砂利や山石を掘削採取してこれを選別、破碎、洗浄などして製品とするので、掘削採取に必要な採取船、採取機械、さく岩機、小割り機、運搬機械などのほかに選別、破碎の機械設備を保有する。砂利採取業の場合は選別機が主体となり、これに粒度調整のための破碎機などを付加したものを備えるが、砕石製造業の場合は破碎機と選別機との組合せが主体である。

玉石、山石の 1 次破碎にはジョークラッシャが用いられることが多いが、機側における小割り作業を削減するために受入口の大きい大型機を導入する傾向がある。2 次、3 次破碎にもジョークラッシャが用いられるが、最近ではコーンクラッシャの採用が多くみられる。ふるい分けには能率のよい振動ふるいが多用されるが、トロンメルの例も多い。湿式分級機はスパイラル式のものが大半である。

現河川の堆積砂利はその産状から比較的清浄なものが多いが、旧河川の産物にはごみ、どろ、粘土、木根などの混入量が多い。また、山石にも表土、夾雑物が混入してくるので、いずれも浄化対策が必要であるが、これら

表-3 砕石製造業者の生産量 (単位:千t)

年 度	企 業 数	生 産 量		
		中小企業	大企業	計
48 年 度	2,288	306,000	35,000	341,000
49 年 度	2,282	277,700	34,300	312,000
50 年 度	2,257	248,000	32,000	280,000
51 年 度	2,252	251,000	32,000	283,000
52 年 度	2,014			

(注) 日本砕石協会調べ

を水で洗浄する場合には濁水が相当量発生することとなる。また、骨材の十分な清浄度や細骨材の良好な分級を期待する場合には一般に水を使用しなければならないが、用済みの水は濁水となる。これら濁水を出す設備には濁水処理装置を付加して用済み濁水を浄化して放出するか、循環使用しなければならない。海砂の場合はごみ、どろ、貝殻などの対策のほかに脱塩装置が必要である。

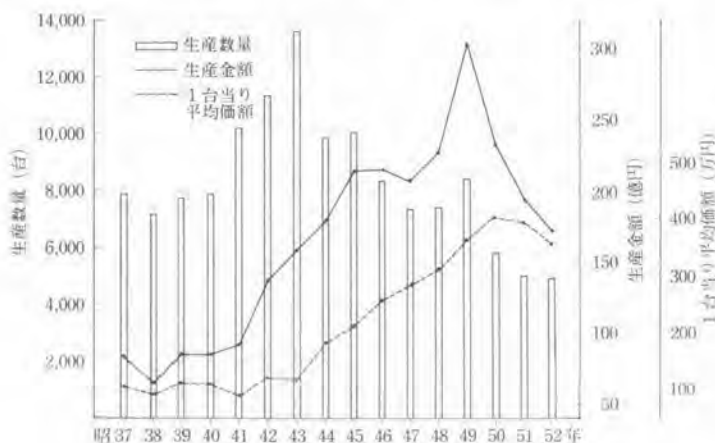
骨材生産には以上のほかに設備の運転によって発生する騒音、振動、発塵、原石の採取に伴う掘採上の災害、トラックなど運搬に伴う災害などがある。

骨材生産機械の生産の動向については、通商産業大臣官房調査統計部編の機械統計年報に見ることができる。破碎機、摩砕機、選別機の総合生産高推移を図-1に掲げる。生産数量は昭和 40 年代前半に至るまでは大幅な伸長ぶりを示してきたが、その後は伸びなやみ、昭和 48 年から 49 年を小さな頂点として低落している。一方、生産金額をみると大体連続して上昇線をたどっているが、49 年を頂点として低落している。1 台当り平均価額は通年上昇し、50 年を境に横這いに移行している。

また、機種別には図-2～図-4 のとおりで、ジョークラッシャの落込みは他の破碎機や摩砕機のそれに比べてやや大きい。

なお、これらの実績は土木建設鉱山用が合算されたもので、骨材生産用以外の用途向け機種も含まれているが、おおよそその傾向はつかむことができよう。

骨材生産業の設備機械の保有状況については表-4 および表-5 に示すとおりである。昭和 43 年度から 47 年度にかけて生産設備の大型化が進められ、その後、質的充実が求められ、特に砕石において調整破碎や選別面の整備が進められた。昭和 48 年度以降における設備の保有状況は、機種別には増減がみられても、能力的にはほぼ横這いとなっているが、最近の公共事業



(注) 1. 通商産業大臣官房調査統計部編「機械統計年報」より  
2. 昭和 48 年およびそれ以降の生産数量と 1 台当り平均価額には一部に筆者の推算を含む。

図-1 破碎機、摩砕機、選別機の総合生産高推移

## 建設機械の現状

などによる骨材の需要増に対応して一部に機械設備の入替えが進んでいる模様である。

以下、骨材生産機械および骨材生産プラントについて現状を概説する。なお、人工軽量骨材の生産機械に関連するものは除く。

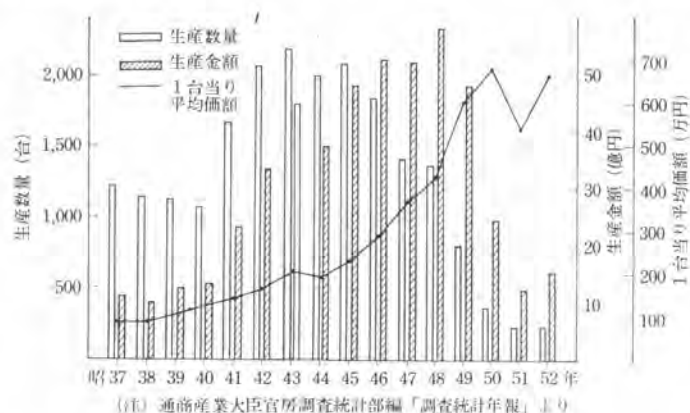


図-2 ジョークラッシャの生産高推移

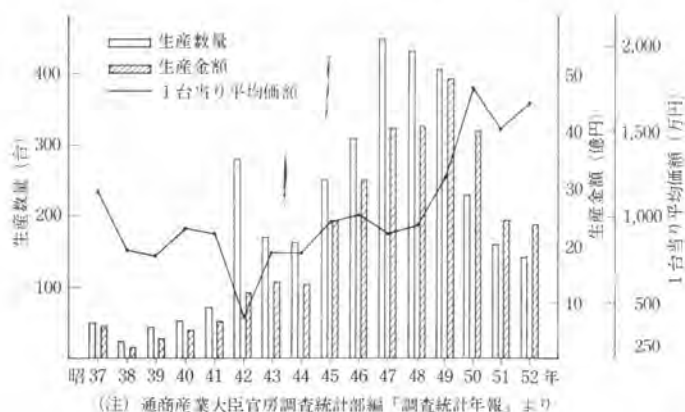


図-3 ジャイレトリおよびコーンクラッシャの生産高推移

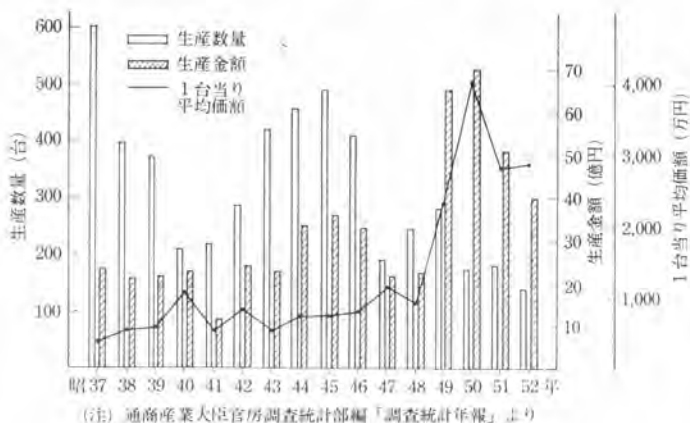


図-4 摩砕機の生産高推移

## 2. フィーダ

骨材生産に用いられるフィーダが取扱う材料は主として砂れきもしくは破碎された石塊など石材料であるが、

これらは骨材として要求される品質を保持する関係上、比較的堅硬で比重の大きいものである。このためフィーダの各部分が受ける衝撃力や摩耗の程度は大きい。また、材料の有する粒度構成や湿分、粘着分の程度もさまざまであり、これらによって材料の流れの挙動は相当に変動することが多い。したがって、フィーダの種類は多岐にわたるが、以上の条件を満たして骨材生産用に使用されるものはおのずから限られてくる。

チェーンフィーダは古くからあるが、構造が簡単で、しかも頑丈であるためグロリーホール排出口など主として原石取出し用に使われている。

エプロンフィーダ、プレートフィーダ、バーフィーダ、ベルトフィーダなどは機械式フィーダの標準的なものである。特にエプロンフィーダは、1,500 mm 級の大塊原石を取扱える特重型まで種々あり、材料によって広く使い分けられている。また、ベルトフィーダは主に小塊以下、砂用として安定供給が期待でき

表-4 設備機械の保有状況(砕石)

(単位:台,式)

機種別	年度	48年度	49年度	50年度	51年度
破 砕 機		5,864	5,962	6,015	5,559
摩 砕 機		5,057	5,453	5,377	5,084
ふるい		749	898	413	959
分 級 機		649	613	697	763
汚濁水処理装置		357			361
防 塵 設 備		199	253	244	243
沈 殿 槽		644	725	766	836

(注) 日本砕石協会調べ

表-5 設備機械の保有状況(砂利)

(単位:台)

機種別	年度	48年度	49年度	50年度	51年度
破 砕 機		4,603	4,716	4,328	3,827
製砂機		215	276	224	158
水洗選別機		3,586	3,571	3,432	3,157
汚濁水処理施設(基)		4,065	4,050	3,897	3,579

(注) 砂利採取業務状況報告より



る。

振動式フィーダは起振装置に機械式のものと同電磁式のものがある。機械振動フィーダは比較的大きい振幅と小さい振動数によって材料を移送供給するもので中・小塊に適する。振動は電動機で起振機を駆動して発生させるが、電動機と起振機を合体した振動電動機を用いたものである。電磁フィーダは電磁振動器によって高速小振幅の振動を与えて材料を流すもので、主に中塊以下のものに適する。従来から機械式フィーダが多用されてきたが、故障する部分が少なく、操作も容易な電磁式が広く採用されるようになってきた。

### 3. 破 碎 機

破碎機は原料を砕いて所望の大きさの製品を生産するもので、種々の形式があるが、特に砕石のためのものを砕石機と呼んでいる。砕石機は硬質で圧縮強度も高い石を破碎しなければならないため、作動時には各部に強大な圧縮力や衝撃力などを受けることとなるので、これに耐えうる十分堅牢な構造を有する。

#### 3.1 ジョークラッシャ

ジョークラッシャは大塊原料を受入れることができること、能力に対する設備費が比較的安いこと、機高が低いこと、他機器との取合いが有利であること、構造が比較的簡単で保守が楽であるなどの特徴を有するため、粗砕機として幅広く使用されている。

ダブルトッグル型とシングルトッグル型とがあるが、これらの基本的差異は動歯板に揺動運動を与える機構にある。前者は偏心軸の回転をピットマンによって上下動に変え、2個のトッグルプレートによって動歯に往復運動を与えるのに対して、後者は偏心軸によって直接動歯に往復運動を与える。したがって、前者は歯板の摩耗が少ないが、後者は動歯板下端が摺動して摩耗が大きく、運転費はかさむ。しかし、後者は機械重量や寸法が小さく、価格も低廉であるなどの長所も有するため、特に中小規模の設備には1次破碎や2次以降の中・細砕用などとして使われている。セットの調整には油圧機構を用いて簡単に行えるものがある。なお、ジョークラッシャは小型の試験用から1,000 t/hr級の大型まで広く生産されている。

#### 3.2 ジャイレートリ型クラッシャ

ジャイレートリ型クラッシャにはジャイレートリクラッシャとコーンクラッシャの2種類がある。

この機構は原料受入口が円形をなし、上方に開口して

フィーダを設けることなく直接に原料を受入れることができる。能力に対する受入口の最大供給寸法はジョークラッシャに比べて大きくないが、その構造上、一般に大型で処理能力が大きく、安定した操作が可能である反面、機高が高く、重く、かつ高価でもある。したがって、粗砕機としてのジャイレートリクラッシャは大規模プラントにおける原石受入れ1次破碎機や2次破碎機として使用される例が多い。

コーンクラッシャは2次以下の中・細砕用として最近使用例が多くなってきている。現在、最も多く使用されているのはハイドロコーン型とサイモンズ型であるが、いずれもセット変更や補正が短時間にできるよう工夫されており、異物に対する自動保護対策も考慮されている。

最近の動向として、道路用砕石、特に6号、7号、-2.5 mmの需要割合が増加している。また、コンクリート用として天然砂に代る砕砂にも関心が寄せられてきていることはともに注目される。このため、これら需要の多い粒度範囲の骨材生産により適合性のある細砕用機械の開発が盛んで、特にコーンクラッシャをベースとしたものに種々工夫をこらしたものが各社から紹介されている。

本来、コーンクラッシャの破碎は出口間げきを所望の製品寸法に近い寸法にセットして原料粒子を直接に圧碎するものであるため、細粒製品を多く得るのに出口セットを小さくしようとしても限界があつて能力も落ち、運転の安定性を保持することがむずかしかつた。新しい細砕用コーンクラッシャは、破碎室の形状を特殊なものにすることによって、従来の直接圧碎に代えて粒子間の圧縮破碎が主体となるよう考慮したものである。

破碎室の形状は各社によって異なるが、いずれも粒子層内の圧縮破碎を破碎室内で十分に起こさせることのできるような適当な主軸偏心量と高い密度の粒子層が形成される広い破碎域を持つよう設計されている。その結果、製品に含まれる細粒分は相当に増加するとともに、製品の粒形がよくなり、粒形補正処理を要さない、より適切な細砕機としての機能を備えてきた。

最近、コンクリート用砕砂の需要も増えているが、砕砂製造にこの細砕機を用いて製品の相当部分を砕砂として取出す提案もみられる。ロッドミルによらない砕砂生産の一方式として期待される。神戸製鋼のオートファインクラッシャ、栗本鉄工のLH型油圧コーンクラッシャ、大塚鉄工の大塚ディスクコーンクラッシャ、川崎重工のスーパーファインコーンクラッシャなどは、いずれもこの目的のために開発されたもので、それぞれ独自の特徴を有する。図-5に構造の一例を示す。

## 建設機械の現状



図-5 LH型油圧コーンクラッシャ (栗本鉄工所)

## 3.3 ロールクラッシャ

ロールクラッシャは、ロールの回転によって破碎するもので、シングル型とダブル型とがあるが、コーンクラッシャに置換えられてあまり使用されていない。しかし、構造が簡単で取扱いやすく、材料の含水率の影響をあまり受けないので道路用などに一部使用されている。

## 3.4 衝撃型クラッシャ

衝撃型クラッシャは原料に打撃を加えて破碎する形式のもので、インパクトクラッシャ、ハンマクラッシャ、ケージミルなどがあるが、これらにいろいろ工夫を加えたものが種々開発されている。衝撃破碎であるために摩耗性の高いものの処理には難があり、部品の消耗に追われることが多い。しかし、他のクラッシャの製品を緩速度で運転する本機にかけ、混在する好ましくない形の粒子を再破碎する粒形補正用として使用する場合は部品の損耗も少ないので多用されている。

最近、1本の立軸にブレーカとグラインダを順次に設け、上部よりブレーカ、次いでグラインダと1台で2段破碎する方式が開発されている。例えば、久保田鉄工のRS シュレグダで、製品粒形のよい衝撃式の細碎機として有用で、前述の細碎用コーンクラッシャと同じように製品の一部を砕砂として取り出すことができる。

## 3.5 製砂機

粉碎機の中で骨材用砕砂のために使用されるものを製砂機と呼んでいる。製砂機としては能力、経済性、粒度管理の容易性などからロッドミルが湿式で広く使用されている。ロッドミルは過粉碎が少なく、湿式とすれば粒度管理も容易に行える特徴を有し、またその特性上、砂の粒度調整にも使えるため、最近の細骨材の不足傾向と

相まって広く採用されている。特に専用製砂機として開発されたロッドミルは骨材生産用の操作ベースに合せた構造で、運転経費も低廉なことを目途としている。また、自製粉碎ミルの開発も続けられており、実績の蓄積が期待されている。

なお、ロッドミルを湿式で使用することは上述のような利点を有するが、反面、排出濁水の処理や経済性の追求などから問題なしとはいえない。したがって、乾式で、しかもより経済的な製砂について検討が進められている。

本協会でも骨材生産委員会に砕砂研究分科会を設けてこの方面の研究を行っている。まだ模索の段階ではあるが、大型の乾式のロッドミル、コーンクラッシャ、衝撃式クラッシャ、自製ミルなどをベースとして改善を加えたものが当面有望であるようである。

## 4. 選別機

選別機はふるいと分級機に大別されるが、骨材生産用に使用されるものは種類が限られている。

ふるいのうちで、原石受入れなどに用いられる固定グリズリを除けば、ほとんどが振動式であるといつて過言ではないが、小規模プラントなどには、なお回転ふるい(トロンメルなど)の使用がみられる。

振動ふるいはリプルフロー型とローヘッド型に大別できるが、これらは取扱う材料と使用目的によって使い分けられている。機械式の起振機構を電動機によって駆動し、強制的に網面に振動を与えるもので、最も広く用いられている。このほか、共振振動ふるいやローテックス型、旋回型、電磁振動型、タイロック型、エアロパイプ型などがある。

分級機にも多くの種類があるが、骨材生産用には湿式の機械の一種であるスパイラル分級機がもっぱら使用されている。これはこの機種が細骨材として求められる粒度に対し、機能的、経済的に最も適合していると考えられているからである。乾式としては空気分級機がある。

湿式プラントの濁水問題を回避できる乾式プラントの検討が増加しており、空気分級機は各社からエアセパレータなどの名称で紹介されている。大体は従来のサイクロンに種々の工夫を加え、回転分配盤、振動機構、ブレイドやコントロールバルブなどを適宜に設けて粒度の調整ができるようにしたものが多い。湿式分級に比べて乾式分級は精度が低く、むずかしいといわれるが、環境対策上からも、よりすぐれた機器の普及が望まれる。

空気分級機の一例を図-6に示す。上部のファンブレードで起こされる循環流の上昇部分に、分配盤で分散さ

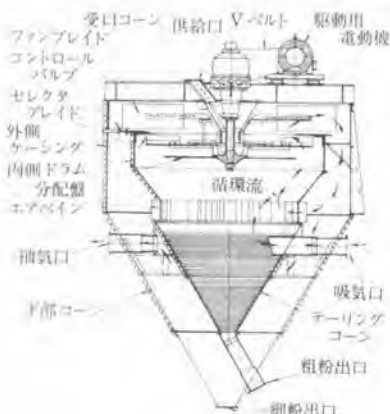


図-6 S型エアセパレータ（神戸製鋼所）

れた粉粒体がさらされて粗粉はそのまま落下し、細粉は外側ケーシングのサイクロン効果により捕集されるといふものである。

## 5. 洗浄機

洗浄機としては、強力な洗浄が求められる場合にはドラムスクラバが、また、通常程度の洗浄には湿式ふるいが、細かいものにはスパイラル、ロータリ、ドラグなどの各分級機が用いられている。

## 6. 骨材生産プラント

骨材生産プラントは骨材生産機械の有機的組合せによって構成され、原石を破碎、選別、洗浄などして所定の粒度、品質の骨材製品を生産するが、原石の性状、所要粒度と量、生産目的と期間、設置位置の地形、環境など種々の条件によってプラントの構成内容も異なってくる。

骨材生産プラントの計画にみられる最近の傾向についてみると、おおよそ次のようなものがある。

### 6.1 原石受入れ1次破碎機の大形化

原石山から掘削採取された原石には大きすぎる塊が混在するが、これを間違いなく1次破碎機の入入口に入れるよう採取現場で小割り調整することは労務費や資材費がかさんで次第に困難になってきた。

一方、これをプラント受入口まで運んだうえで機側で小割りし、もしくは側方へ捨てることも労務費、捨て場所などの関係で現実にはむずかしくなってきた。また、原石の採取、運搬作業の性質上、その供給量は絶えず増減することがむしろ通常である。このため平均所要能力

より相当に大型にしても受入口寸法や能力を大きくしてたいいの大塊を受入れることができ、受入れの波もこなすことのできる大型機を設置する傾向が強くなっている。

### 6.2 プラント構成内容の単純化

最近ではプラントの構成機器の組合せ内容は単純化され、使用機種も限定されてきた。これは機器の信頼性が相当に向上し、故障の頻度も漸減し、また、サービス網も整備されて故障の場合の復旧も比較的短時日のうちに可能となってきたためである。したがって、大規模もしくは特殊な目的のプラントを除けばできるだけ1系列を採用して大型機械を設置し、台数を減らし、保守、運転に便利ように計画されることが多くなっている。この場合、据付面積も縮小でき、土木工事費などを含めて考えれば大幅な経費の節減につながる。

### 6.3 サージパイル

従来からダム用プラントや大容量プラントにはサージパイルを設けているものが多い。骨材生産をより効率的に行うために1次系統と2次以降の系統との間にサージパイルを設けて分離し、1次系統で原石受入れの波を吸収し、2次以降において安定な稼働を確保するとともにプラント機器の故障や原料貯蔵に対する安全弁の役目を持たせたものが一般のプラントについても多くなっている。

サージパイルを設けることは相当な投資を要するが、プラント全体の能率の向上に資する利点は大きく、決してむだなものではない。

### 6.4 製品需要の変動に対する即応性

骨材の品種や量の需要予測はプラントの計画当時と稼行に入ってからでは一致しないことが多い。また、需要には季節変動などがあつて量的にも品種的にも異なってくるものである。したがって、プラントの計画には長時間プラントを休止することなく、これら製品の需要変動に即応できるような対策を考慮しておく必要がある。

例えば、短時間にクラッシャの出口セットが変更でき、被碎物の粒度を簡単に調節できる機械を設置するか、材料の流れをシュート、ホッパなどの簡単な変更で変えられるようあらかじめ機器を配置するか、これらの変更によっても要求を賄えうる性能の機器をあらかじめ計画しておく等である。

### 6.5 シュート・ホッパ対策

プラントが故障して停止する原因には機器の故障以外

建設機械の現状

にシュート、ホップの閉塞と摩滅がある。シュート、ホップの傾斜角度や形状、摩耗の程度などは材料の性状と粒度によって大幅に異なるので、ぜひ経験豊富な設計者によって設計されることが望ましい。たかがシュート、ホップと軽視すると思わぬときに苦勞をすることがある。運転中のいかなるトラブルも利益を損う原因となるものである。

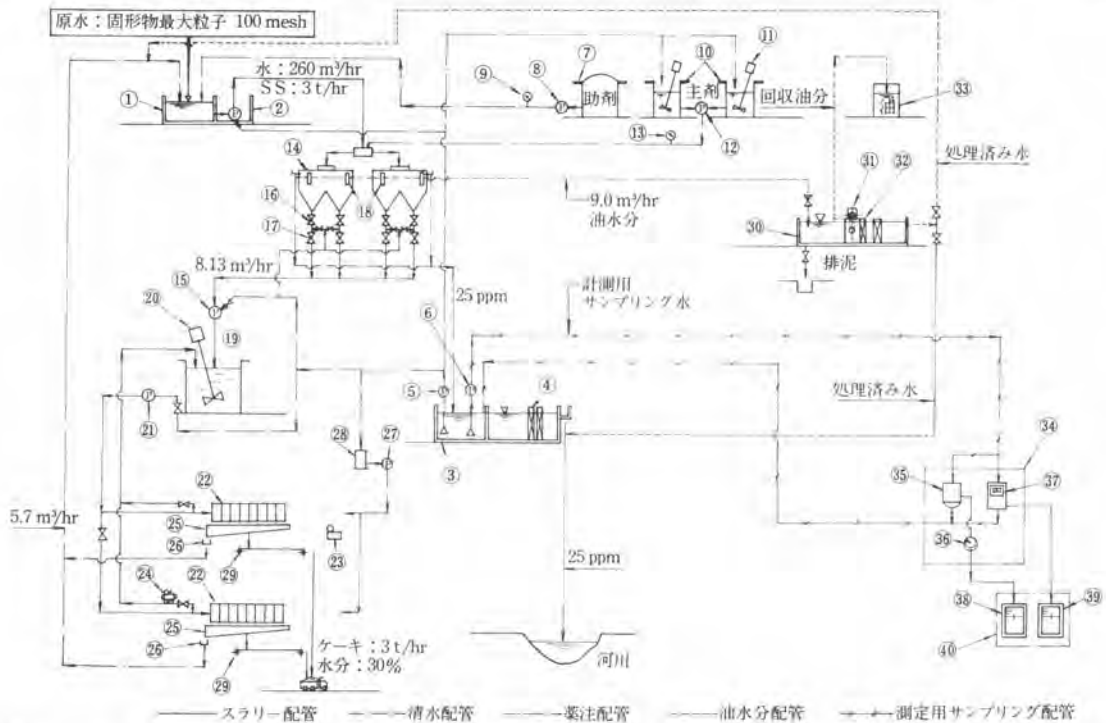
6.6 濁水の処理

骨材生産プラントに湿式で運転する機械がある場合には濁水が発生するが、これによって排出される固形分は原石投入量に対して川砂利で 1~6%、陸砂利で 4~20%、山石砕石で 10~15% にも及ぶといわれている。

濁水処理のシステムとしては沈殿池式と機械式とがあって、一般には前者を採用しがたい場合には後者もしく

は両者併用によることとなる。沈殿池式は排出濁水を 1 次沈殿池に導き、自然沈降する比較的粗い分を沈降させ、さらに 2 次沈殿池に導く段階で凝集剤を混和して微粒分を急速沈降させるものである。機械式は一般には排出濁水を原水槽から混合槽へ導き、ここで凝集剤などを混和してシクナへ送り、粒子を沈降させ、シクナ周辺から清澄水が越流し、これは放流もしくは再使用される。また、シクナ下部で濃縮されたスラッジはポンプで脱水機に送られ、真空力、圧力あるいは遠心力などの作用で脱水されたうえ、ケーキとして搬出されるものである。

濁水処理設備は以上のようにいずれのシステムを用いたとしても、相当な投資を要し、また、保守運転にも負担が増えるため、現在のところその保有率は低く、これが砂利・砕石業が付近の住民に受け入れられない一つの原



番号	名称	数量	番号	名称	数量	番号	名称	数量	番号	名称	数量
①	原水 槽	1	⑪	主 剤 攪 拌 機	2	⑳	スラリー圧入ポンプ	2	㉑	油 水 分 離 機	2
②	原水ポンプキッド	1	⑫	主 剤 定 量 ボ ッ プ	1	㉒	フィルタプレス	2	㉒	吸着ろ過材おびわく	4
③	清 水 槽	2	⑬	積 算 流 量 計	1	㉓	油圧ポンプユニット	1	㉓	油 分 解 取 缶	1
④	吸着ろ過材おびわく	6	⑭	高 速 凝 集 沈 降 槽	2	㉔	エアコンプレッサ	1	㉔	pH 計、濁度計ユニット	1 式
⑤	清 水 ポ ン プ	1	⑮	スラリー排泥ポンプ	1	㉕	水 受 災 装 置	2	㉕	pH 計 発 信 器	1
⑥	水中ポンプ(サンプリング)	1	⑯	スラリー自動弁	2	㉖	集 水 と い	2	㉖	pH 計 変 換 器	1
⑦	助 剤 槽	1	⑰	スラリー手動弁	2	㉗	ろ 布 洗 浄 ボ ッ プ	1	㉗	濁 度 計 発 信 器	1
⑧	助 剤 定 量 ボ ッ プ	1	⑱	取水橋おび調整ゲート	1	㉘	ろ 布 水 槽	1	㉘	pH 記 録 計	1
⑨	積 算 流 量 計	1	⑲	ス ラ リ ー 槽	1	㉙	ベ ル ト コ ン ベ ヤ	2	㉙	濁 度 記 録 計	1
⑩	主 剤 溶 解 槽	2	㉚	ス ラ リ ー 攪 拌 機	1	㉚	油 水 分 離 槽	1	㉚	計 測 用 補 助 盤	1

図一七 ダム濁水処理設備フローシート (川崎重工業)

因ともなっているようである。しかし、環境規制はますます強化の方向にあるので、企業側もこの方面の事情を理解し、進んでその対策を講ずるよう望まれる。濁水処理設備の一例を 図-7 に参考に示す。

### 6.7 砕砂の生産

従来、砕砂は湿式でロッドミルを用いて生産されるケースが多かったが、経済的に天然砂と見合う砕砂の生産は一般にむずかしいといわれ、粒形も天然のものに比べればやや劣ることがあるので、ダム用とか特殊な用途についてのみ生産されてきた。しかし最近、前にも述べてあるように砕砂専用のロッドミルが開発され、また細砕用コーンクラッシャや衝撃クラッシャなどが開発され、その性能も次第に安定してきたので、これを用いた経済的な生産が試みられるようになってきた。細砕用破砕機を用いて砕砂を生産する場合は粗骨材と砕砂とが一つの破砕機で併産される形となり、この場合、製品量のうちに占める砕砂分は最大で 50~60% ぐらいといわれ、ま

た、その粒度構成は FM3~3.3 程度で、必ずしも細骨材としての要件を十分に満たしたものではない。しかし、生産費は若干割安で、粒形も比較的良好であるなど利点も有するので、とりあえず砕石生産時の副産物程度の考え方で、破砕機の入替え時期にこの細砕用破砕機を導入して、需要の多い細砕物の生産と同時に砕砂をも併産して行うとする事例が増えている。

### 7. おわりに

骨材生産機械および骨材生産プラントの現状については紙面の都合もあって概説するにとどまったが、本誌の 1976 年 7 月号に当時の状況について述べてある。また、「建設機械要覧」にもこれらに関連する事項が盛り込まれているので参考にされたい。

本稿執筆にあたっては通商産業省窯業建材課、日本砕石協会、関連メーカー各社にご指導をいただきましたので、この誌面を借りて厚くお礼申し上げます。

## 6. コンクリート機械

### 6.1 コンクリートプラント

成田 英 \*

#### 1. 全般的傾向

コンクリートプラントはここ 10 数年間は生コン工場プラントとして発展してきた。全自動式のプラントは年々改良され、電子制御方式によるパンチカードシステム (PCS) がほとんどであり、何種類もの配合設定ができ、同時に表面水補正、容量変更が容易にでき、さらに生コン工場などで誤納防止装置や事務処理の省力化のための出荷管理装置も組込まれるようになった。また、ここ数年来、材料輸送設備の完全自動化が進み、プラントの貯蔵ビンへの材料供給はノーマンコントロール式となり、生コン工場に限らず現場プラントにおいても完全自動化されたものが多くなった。

そのほか、防音、防塵、廃水処理装置など各種公害防止装置が設備され、特に工場内の廃水を外部に出さないクローズドシステムの廃水処理装置が設備され、残コ

ン、戻りコン等の骨材を回収、再使用し、回収水やスラッジ水も洗車用や練り水用に再利用するようになった。

#### 2. 生産動向

コンクリートプラントは全国で約 4,000 の生コン工場稼働しているが、建設工事の大規模化に伴いプラントも大型化されてきた。また、生コン工場において稼働後約 10 年ぐらい経たずプラントが老朽化し、プラントの建替え工事あるいはプラント内部の各機器を新品と入替える工事が多くなっている。

プラントの付帯設備として公害防止装置が急速に開発され、中でも生コン工場の廃水処理装置は時代の要求により設備する工場が増加している (写真-1 参照)。

#### 3. 主な機器の最近の傾向

##### 3.1 材料輸送設備の自動化

一般的なプラントで骨材、セメント貯蔵ビンに各材料

\* 本協会機械技術部会コンクリート機械技術委員会委員  
日本建機(株)工務部長



## 建設機械の現状



写真-1 生コンプラントと廃水処理設備

を供給するのにプラント最上階（受材室）の操作員が各貯蔵ビン内の残量を見て各ベルトコンベヤやセメントバケットエレベータでビンに補給していたが、近年は無人工化し、各ビンの空量の指示によりプラント内のターンヘッドはその空信号の出ているビンに自動的に向き、プラント外の骨材置場（コルゲートサイロ等）のゲートが開き、材料はコンベヤで輸送され、ビン満量の指示で自動的にゲートは閉じるノーマンコントロール方式となってきた。この自動化のためプラントの操作は計量、混練、積込みだけとなり、遠隔操作が可能で、操作室をプラントより隔離して管理室として別に設けるプラントも出てきている。

写真-2 は現場プラントであるが、プラント内はノーマンで、制御管理はプラントと離れた別棟の管理室で行っているものである。

## 3.2 計量、操作機構

各材料の配合量の指示設定はほとんどがパンチカードのような電気式配合設定になったが、それに付随して次のような各装置を備えることが多くなっている。

- ① 粒度補正……細骨材と粗骨材の粒度分布を補正するためその補正率を設定してそれぞれの量を増減する。
- ② 表面水補正……細骨材の表面水率を設定して細骨材は増量され、水は減量される。
- ③ 容量変更……各材料の配合量の比率を変えずに練り混ぜ量を比例増減する。
- ④ 回収水濃度補正……回収水の濃度の変化または清水との累積計量の比率変更を行うために補正する。
- ⑤ オートボリューム……1車積載量を自動分割容量設定する  $m^3$  設定と連続バッチ進行（計量、混練を連続して行う）とを組合せた装置
- ⑥ 計量記録装置……日時、配合 No.、各材料ごとの実計量値が各バッチごとに電動タイプライタで印字記録されるが、さらに各材料ごとの集計値も記録できる。



写真-2 操作室が独立したプラント

## 3.3 コンクリートミキサ

ミキサは生コン工場、現場プラント用とも大型化し、 $1.5\sim 2.0m^3$  が多く用いられ、その形式は可傾式ミキサと強制練りミキサが主である。

可傾式ミキサ（写真-3 参照）は2台対向に据付けられ、材料は二又振分けシュートを経て各ミキサに投入されるが、以前のスナウトシュートをなくし、二又シュートより直接ミキサに投入され、セメントは別のシュートを経てミキサまでは他の骨材と触れることがないので、シュート類にセメントの付着がなく、点検保守管理が楽になった（写真-4 参照）。強制練りパンタイプミキサ（写真-5 参照）は練り混ぜ時間が早く、 $40mm$  以下の骨材使用の建築工事用コンクリートを主体にした生コン工場に多く用いられている。強制練りミキサの一種であ



写真-3 可傾式ミキサ



写真-4 二又振分け装置とスナウトレスミキサ

る2軸バグミルミキサがあるが、これは長方形の混練槽内に数個のアームとパドルのついた2本の水平軸がパンミキサの約1/2ぐらいの周速(1.5 m/sec 前後)で回転して練り混ぜるものである。

### 3.4 管理装置

管理装置として次のものがある。

① 誤納防止……出荷室より配合 No., 出荷 m<sup>3</sup> 数を指令し、操作室の表示器に情報が表示される。パンチカードと連動して異なった配合のときは計量不能となり、誤納を防止する。



写真-5 パンタイプミキサ

② 出荷管理……納入伝票自動作製し、誤納防止のための出荷連絡装置、トラック No. 等の指示を行う。

## 6.2 トラックミキサ

勝 守 滋 夫\*

### 1. 全般的傾向

昭和48年度には約9,800台生産されたトラックミキサは、同年秋のオイルショック、それに続く政府の総需要抑制策の影響をうけて年間6,300台ないし6,500台の生産にとどまっていたが、昭和52年秋以降の政府の景気刺激のための公共投資の前だし発注等の恩恵をうけて次第に受注生産が伸びはじめ、昭和52年度の生産は約7,600台まで復旧してきた。

トラックミキサのドラムは日本自動車車体工業会の事前審査を通じて運輸省に登録申請され、運輸省で認可になったものは日本自動車車体工業会の登録番号を交付される。そういうトラックミキサは自動車の新規登録にあたっては自動車の改造申請の審査が全国的に統一された規準と書式で行われ、審査手続きが簡略化されている。しかし、登録ドラムの種類がまちまちで数も多く複雑になったので、日本自動車車体工業会では表-1のように各トラックシャシの大きさにドラム諸元を統一して昭和50年から実施している。

表-1 ミキサドラム統一諸元

クラス	改造を行う標準車の最大積載量 (t)	ドラム容量 (m <sup>3</sup> )	最大混合容量 (m <sup>3</sup> )	ドラム取付角度
大型3軸車	10~11	8.9	4.4	16
大型2軸車	7.5~8	6.3	3.2	18
普通車	4~4.5	3.4	1.6	19

\* 本協会機械技術部会コンクリート機械技術委員会幹事  
(株)新潟鉄工所高崎工場設計室長

昭和52年まで減少傾向にあった自動車事故による死傷者の数が53年には再び増加するきざしが見られ、とりわけ大型車の左折時における車体およびバックミラーの死角の問題、および大きな内輪差による後車輪への巻き込みによる死亡事故が目立ち、大きな社会的問題となった。こうした背景から、車両総重量8,000kg以上の大型車ではバックミラーの死角を減らす改良、車体側面に歩行者、自転車およびバイクの運転者からも左折の合図が認識できるように補助方向指示器の取付ならびに後車輪への巻き込み防止のためのサイドガードを従来下端で地上高600mm以下のものが1本でよかったものを、下端で地上高450mm以下、上端で650mm以上、またその間の間隔が150mm以内となるようなものを取付けるように安全対策が強化された。これらの対策は昭和53年11月以降出荷されるシャシから実施されている。

このような安全対策のための重量増加に加え、自動車騒音および自動車排出ガスのNOxに関する公害面の昭和54年規制がトラック、バス等のディーゼル車を含めて間もなく適用されようとしており、トラックシャシの重量増加が予想される。かかる状況から、ミキサユニットの軽量化ないしそれでは対応できない場合には日本自動車車体工業会のドラム統一仕様の再検討が必要となる。

### 2. 生産動向

前述のように昭和48年まで増加していた生産台数はオイルショック以降落込んでいたが、昭和52年後半か

## 建設機械の現状

ら回復してきており、昭和 53 年度も前年度を上回る見込みである（表-2 参照）。

車両の大きさは昭和 52 年度の例をとれば、大型車が 4,213 台で 55.3%、中型車が 2,787 台で 36.6%、小型車は 615 台で 8.1% となっている。大型車は標準車のトラックで最大積載量が 4.5t を越えるシャシであるが、8t シャシに搭載した最大混合容量 3.2m<sup>3</sup> のトラックミキサは全体の 2~3% ぐらいで、大半は 10t シャシに搭載された最大混合容量 4.4m<sup>3</sup> のトラックミキサである。

中型車は 3.5~4.5t のトラックシャシに搭載した最大混合容量 1.6m<sup>3</sup> のトラックミキサで、車両総重量は 8,000kg 未満となるように製作され、普通免許で運転できる。小型車は 2t 車級シャシを使ったもので、ドラムの最大混合容量は 0.8m<sup>3</sup> 程度である。

トラックミキサの輸出については、韓国の経済発展に伴い建設資材の不足から昭和 52 年から 53 年にかけて大型トラックミキサのまとまった完成車の輸出があったが、韓国では日本との輸出入のバランスあるいは国産化育成の方針から完成車の輸入について一定の条件をつけているようである。これからの輸出には円高による競争力に打ち勝つ企業努力が必要となっている。

なお、トラックミキサに関する技術提携ないし供与としては昭和 51 年に韓国と新潟鉄工所・現代洋行、金剛製作所・東亜自動車の間に行われた。

### 3. 性能、機能面から見た最近の傾向

ドラム駆動方式はシャシのフライホイール PTO から動力を取出し、静油圧駆動と遊星減速機、ローラチェーンによるものが定着して特別目新しいことはない。

表-2 トラックミキサ生産台数

年 度	48 年度	49 年度	50 年度	51 年度	52 年度
大 型	5,353	3,603	2,682	3,028	4,213
中 型	4,084	2,462	2,978	2,416	2,787
小 型	339	369	735	832	615
其 他	0	24	0	2	0
合 計	9,776	6,458	6,395	6,278	7,615

(注) 日本自動車車体工業会資料による。

生コンクリートを供給するパッチャプラントは一時設備過剰といわれるぐらいに普及し、中型、大型のトラックミキサで生コンクリートを混練するケースは少なくなり、攪拌運搬するアジテータとしての使用が主となっている。固まったコンクリートの性能をよくするにはなるべくスランブの低い生コンクリートが望ましく、一方、コンクリートポンプの圧送作業性からはスランブの高いコンクリートが望ましい。この矛盾を解決するためにロースランブコンクリートに高性能減水剤を添加して一時的にスランブを高くすることが行われるようになった。高性能減水剤は長時間効果を維持しないので、添加はトラックミキサから生コンクリートを排出する直前に行われる。この際、減水剤が均一に分布するようにドラムには良好な混練性能が要求される。

最近、都会地では生コンクリート排出後、シュート、ドラム等を洗浄した水を道路や側溝にたれ流すことが困難になっている。また、ドラム内に付着固化したコンクリートは定期的にはつる必要があるが、この時間と費用を少なくすればメンテナンス費用が低減される。このような背景から、コンクリートが特に付着固化しやすいドラムの排出口付近を水洗しやすく水の通る孔をあけたり、はつりやすいようにブレードの一部分をボルト止めにして取りはずしできる構造のものも出てきている。

## 6.3 コンクリートポンプ、ポンプ車

三 浦 達 男\*

### 1. 全般的傾向

高度成長期に拡大を続けてきたコンクリートポンプの

需要は昭和 48 年の石油ショック後急激に落込み、その後低迷が続いているが、政府の公共投資による景気刺激策などによる建設需要の回復基調とともに、昭和 51 年より再び需要回復の方向に向っており、52 年度の生産実績は対前年度比、台数で 124%、金額で 135% であるが、それでも 48 年度の約 1/2 である。

\* 本協会機械技術部会コンクリート機械技術委員会幹事  
石川島播磨重工業（株）建機事業室サービス技術部長

輸出については従来より見るべきものは少なく、その比率は小さい。さらに最近の円高傾向は輸出をむずかしくする傾向にあり、東南アジア市場を含め欧州などのコンクリートポンプの攻勢を今後注目する必要がある。

ポンプ施工の面では、急速なポンプの普及に対し主に建築の分野でコンクリートの品質面からポンプ施工時の品質管理に対する反省がなされつつあり、ポンプの使い方も見直され、工法再確立の方向にある。

一方、大半のコンクリートポンプを保有し、多くのコンクリート工事の重要な役割をになっているのは圧送業者であるが、ポンプ圧送業として地歩を確立すべく業者の組織化が進められており、圧送技術面を含めて期待されるところが大きい。

## 2. 生産動向

コンクリートポンプの形式別では車載式のいわゆるポンプ車が主力で、スキッド搭載式のいわゆる定置式ポンプはポンプ車の約 1/3 程度である。コンクリートポンプの最近の国内生産動向を表-1 に示すが、ポンプ車に関して見ると、ブーム付ポンプ車の占める比率が圧倒的に大きく、その比率は全体の約 75~80% を占めている(図-1 参照)。

機種面では 60~80 m<sup>3</sup>/hr 級が主力となっていることは従来と変わりはないが、30 m<sup>3</sup>/hr 以下の小型の分野も数量的には少ないが需要があり、小型簡便な形式として使用分野の制約はあるがダイヤフラム式のポンプ(定置式)などもある。

## 3. 性能、機構面から見た最近の傾向

### 3.1 ポンプ形式

ポンプ形式についてはピストン式がそのほとんどを占めている。従来日本ではピストン式のほか、スクイズ式が建築の分野で広く使用され、現在も多数稼働しているが、スクイズ式は吐出圧力がピストン式に比べて小さく、また比較的高スランプ範囲のコンクリートに適用が限定されること、最近のコンクリートポンプ適用工事の対象として土木の分野のウェイトが高くなったことな

表-1 コンクリートポンプ生産実績

年次(暦年)	台数	金額 (百万円)	年次(暦年)	台数	金額 (百万円)
昭和 48 年	1,165	11,953	昭和 52 年 1~6 月	205	3,434
昭和 49 年	618	8,105	7~12 月	250	4,184
昭和 50 年	416	5,867	昭和 52 年 計	455	7,618
昭和 51 年	346	5,288	昭和 53 年 1~6 月	280	4,533

(通商産業省統計調査による)

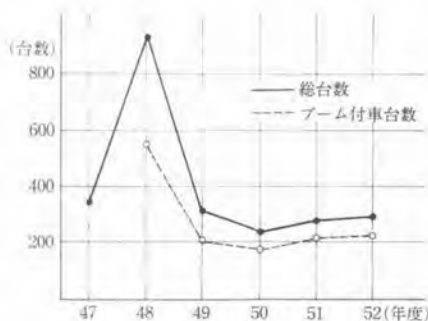


図-1 コンクリートポンプ生産台数推移  
(登録ベース、日本自動車車体工業会調査)



写真-1 ブーム付コンクリートポンプ車 (IHI PTF 75 BZ)

どから、新規需要は急速に減少している。

ブーム付コンクリートポンプ車におけるブームの形式にはいろいろあるが、最近のものはほとんど3段屈折式となり、装備する輸送配管は 125 A 管 (5 in) を標準とし、先端で 100 A (4 in) にも変換できる方式が多い。最近のブーム付コンクリートポンプ車の外観例を写真-1 に示す。

### 3.2 性能

コンクリートポンプの吐出量は使用現場条件、生コンクリートの一般的供給能力とも関連するほか、機械の大きさ、運用面での経済性の点から国産機での吐出量は最大 80~90 m<sup>3</sup>/hr 級までで、それ以上のものは製作されていない。

一方、吐出圧力については、ピストン式の最大理論吐出圧 30~35 kg/cm<sup>2</sup> 程度が以前は一般的であったのが、圧送性能の向上がはかられた結果、最大 40 kg/cm<sup>2</sup> 前後が普通になってきている。さらに輸送距離の長い、または高い現場用として 65 kg/cm<sup>2</sup> 級のものも製作、使用されるようになった。ポンプ車の場合は自動車エンジンをポンプの動力として利用するところから、利用可能動力がエンジン出力によって制限され、したがって、ポンプの性能もこれに制約されることになる。このため最近の

## 建設機械の現状

機種にはオプション仕様としてコンクリートシリンダの口径のみを小さくし、吐出圧力を高められるようにしたものがある。このオプションシリンダを使う場合は圧力が高くなる代わりにシリンダ容積が少なくなるため、最大吐出量が低くなる。この方式の機種の性能曲線の例を図-2に示す。

欧米においては最近 80 kg/cm<sup>2</sup> 級から 120 kg/cm<sup>2</sup> というような高圧のものも現われているが、120 kg/cm<sup>2</sup> は特殊仕様である。

## 3.3 超高層ビルのポンプ施工

100 m 以上の超高層ビルに対するポンプ圧送の施工例はすでに幾つか出ている。ところが、高層ビルには一般に軽量コンクリートが使われることからポンプ施工の場合、圧送中の管内圧による骨材の吸水と、これに伴うスランプ低下が問題とされる。コンクリートスランプ 21~22 cm の場合は圧送によるスランプの低下量は小さいが、20 cm 以下ではスランプ低下率が大きくなり、単に圧送圧を上げればよいというわけにいかなくなる。このために垂直輸送をエレベータで行い、水平のみを定置式ポンプで圧送するという方法も行われている。

最近の 200 m 級の超高層ビルをポンプのみの2段中継圧送で施工している例がある。使用したポンプの理論吐出圧はそれぞれ最大 45 kg/cm<sup>2</sup> のものであり、計画スランプは 21~22 cm の範囲である。中継ポンプは定置

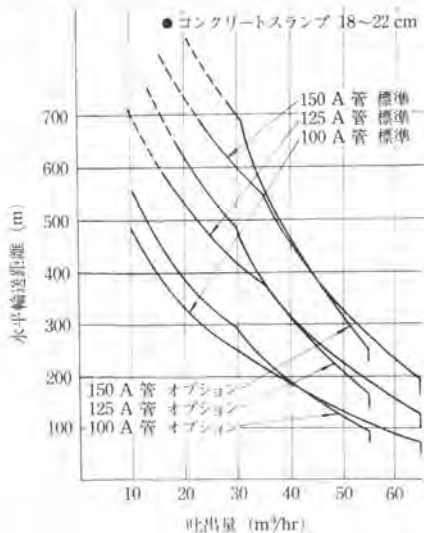


図-2 ポンプ性能曲線例

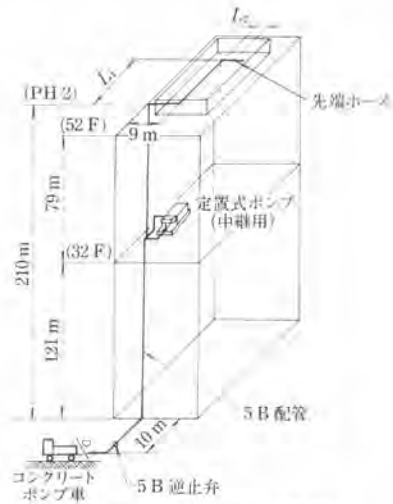


図-3 超高層ビル施工要領図

式で約 100 m 付近に配置している。この例の施工要領を図-3に示す。

## 4. 今後の問題点

対象工事と対象コンクリートについていえば、土木工事への適用増加は当然後配合、大骨材へ指向することになる。現在では 40 mm 骨材はポンプ施工で特に問題なく行われるようになったが、さらに 80 mm についての施工研究が今後必要とされる。また川砂利の枯渇という骨材事情からして碎石の利用率が高まり、これに伴う機械の摩耗寿命減少も大きい課題である。

一方、軽量コンクリートについては、コンクリートの品質上スランプを低く抑える傾向に対処するものとしてポンプによる圧送性を向上できる混和剤(高性能減水剤)の開発が行われていることはポンプ施工上のよい材料である。

機械の構造面では耐久性、操作性、保守性の改良が行われているが、特に重要なことは安全性と低公害化の対策である。現在コンクリートポンプに対する法的規制は一般建設騒音規制の適用のほかはポンプ車の場合、自動車としての道路運送車両法の適用がある程度である。今後はいずれ諸規制が行われる方向に向うであろうが、建設機械業界としての積極的研究を推進してゆく必要がある。特にブーム付ポンプ車におけるブームの安全基準、低騒音化などは大きな課題である。



# 新機種ニュース 調査部会

## ▶掘削機械

78-02-17	三菱重工業 油圧ショベル MS 230-2 MS 280	'78.8 モデルチェンジ
----------	------------------------------------	------------------

作業能力の向上, 信頼性・耐久性の向上などをねらいとしたモデルチェンジ機で, 特に MS 280 は従来の MS 270 より車格のアップを図ったものである。ゆとりのあるエンジンは整備費もやすく, また, MS 230 は直噴式で省燃費を実現している。作業範囲, 掘削力, 安定性などいずれもすぐれた性能をもち, 過酷な作業に耐える極圧耐久型の足回り, 大きなけん引力と走行速度, ハイテンション鋼, 鋳鋼などを大幅に利用し, 剛性構造とした強力なフロント, 低騒音, 大型キャブ, 室内装備ほかの居住性など, ワールドワイドの機械として配慮がなされている。



写真-1 三菱 MS 280 パワーショベル

表-1 MS 230-2 などの主な仕様

	MS 230-2	MS 280
バケット容量	0.7~1.1 (標準 0.9)m <sup>3</sup>	1.0~1.4 (標準 1.2)m <sup>3</sup>
機械重量	23,000 kg	28,000 kg
定格出力	137 PS/1,600 rpm	170 PS/1,600 rpm
最大掘削半径	9,810 (10,670)mm	11,100 (12,000)mm
最大掘削深さ	6,590 (7,580)mm	7,140 (8,140)mm
走行速度	3.0 km/hr	3.0 km/hr
登坂能力	70%	70%

(注) 掘削半径および深さの( )内はロングアームの場合を示す。

78-02-18	日立建機 油圧ショベル UH 02 ショートリーチ	'78.5 アタッチメント
----------	---------------------------------	------------------

地下鉄工事, トンネル工事, ビルの根切その他狭い場



写真-2 日立 UH 02 ショートリーチショベル

表-2 UH 02 ショートリーチの主な仕様

バケット容量	0.25 m <sup>3</sup>	フ ィ ー ス	床面押出最小半径	2,940 mm
全装備重量	6,300 kg		床面水平押出距離	2,190 mm
定格出力	48 PS/2,000 rpm	ホ ウ	最大ダンプ高さ	2,000 mm
走行速度	2.5 km/hr		最小旋回半径	2,170 mm
登坂能力	65%	ウ	同時高さ	4,000 mm
後端旋回半径	1,690 mm		最大掘削深さ	2,000 mm

所での作業用に小さな旋回半径で動かせるようコンパクトにまとめたものである。フェースショベル, バックホウいざれでも使え, 直径約 5.7 m のトンネル内でも作業ができ, ホウの場合, 整地作業や地下鉄工事の溝掘りにも利用できる。軽作業用として 0.3 m<sup>3</sup> のバケットもあり, 600 mm のオプションシューでは接地圧 0.25 kg/cm<sup>2</sup> で, 軟弱地でもすぐれた作業性を発揮できる。

## ▶積込機械

78-03-07	三井造船 車輪式トラクタショベル HL 703	'78.10 新機種
----------	-------------------------------	---------------

超小型ながらアーティキュレート式車体, 4 輪駆動, 後車軸揺動などの構造をもち, 小回りが効くとともに不整地作業にも十分耐える機能をもつ。運転席は通抜け式で, 前後進の切替えは二つのペダルを踏み替えるだけですむハイドロスタティック方式を採用し, 操作が容易である。土木建築のほか, 農林, 造園など幅広い作業に使用できるようバックホウほか各種アタッチメントも準備

表-3 HL 703 の主な仕様

バケット容量	0.25~0.35 m <sup>3</sup>	ダンピング クリアランス	1,670 mm
重量	1,710 kg	ダンピング リーチ	690 mm
エンジン出力	22 PS/ 2,400 rpm	走行速度	0~13 km/hr
全長	3,240 mm	最小回転半径	2,545 mm
全幅	1,335 mm	タイヤ	7.50-15-4 PR

## 新機種ニュース



写真-3 三井 HL 703 ランドメイト

されている。

78-03-08	ヤンマーディーゼル 車輪式トラクタショベル Y 10 W	'78.10 新機種
----------	------------------------------------	---------------

牧畜、造園、園芸、各種土木に広く使われはじめた Y 30 W (0.32 m<sup>3</sup>)、Y 20 W (0.28 m<sup>3</sup>) など 4×4 ホイールローダのシリーズ製品である。小型軽量で回転半径は小さく、走行・操向がレバー1本でできるハイパワーシフト、土こぼれのない平行リンク装備などによりよい作業性を発揮できる。また、フォーク、ブレード、パレットその他各種のバケット類があり、広い用途に活用できる。



写真-4 ヤンマー Y 10 W ホイールローダ

表-4 Y 10 W の主な仕様

バケット容量	0.14(0.21, 0.25)m <sup>3</sup>	ダンピング クリアランス	1,900 mm
運転整備重量	900 kg	ダンピング リーチ	460 mm
エンジン出力	11 PS/2,700 rpm	走行速度	前後進とも最高 6.2 km/hr
常用荷重	230 kg	最小回転半径	1,400 mm

### ▶運搬機械

78-04-07	光洋機械産業 急傾斜用ベルトコンベヤ KFX 型	'78.1 新機種
----------	--------------------------------	--------------

バンドー・西独ショルツ社製フレクスベルトを使用し、開発したポータブルコンベヤである。波形耳棧と横棧の組合せて運搬傾斜角度 20°~75° まで使用でき、スカート板圧によりベルトの局部摩耗や荷こぼれがない。1本のコンベヤで水平→傾斜→水平の変角が簡単にでき、コンベヤ機長や占有面積を節減できる。ベルト幅は 300~600 mm の各種があり、砂利、碎石、生コン、アスファルトプラント、一般土砂など多方面で使用できる。



写真-5 光洋 KFX フレクスコンベヤ

表-5 KFX 型コンベヤの主な仕様

ベルト速度	50/60 m/min	搬送能力	
機長	9,500 mm	30° の場合	60/72 m <sup>3</sup> /hr
電動機	2.2 kW (200 V)	50° の場合	31/37 m <sup>3</sup> /hr
		70° の場合	17/20 m <sup>3</sup> /hr

(注) 表の中で a/b の a は 50 Hz、b は 60 Hz の場合の値を示す。

### ▶クレーンほか

78-05-08	住友重機械 機械式トラッククレーン HC-258 J	'78.9 新機種
----------	----------------------------------	--------------

プラント建設、高速道路建設、橋脚のけた掛けなどますます大型化する建設工事作業に対応するため開発された最大つり上げ荷重 180 t の国内最大のトラッククレーンである。新車限令の適応上、上下分割型とし、キャリアは単独で走行可能、旋回体は別途トレーラで輸送する構造を採用している。分解、組立はボルトやピンなどの

## 新機種ニュース



写真-6 住友 HC-258 J トラッククレーン

表-6 HC-258 J の主な仕様

最大吊り上げ荷重	180 t	ブーム+ジブ(最長)	85.3 m + 21.3 m
標準ブーム長	ハンマヘッド ブーム 12.2 m テーパーブーム 21.3 m	全装備重量	120,000 kg
最長ブーム長	ハンマヘッド ブーム 33.5 m テーパーブーム 94.5 m	キャリア型式	西独 FAUN 社 KF 170
		駆動方式	12×6
		エンジン出力	254 PS/2,000 rpm
		クレーン用	390 PS/2,650 rpm
		キャリア用	

部品を一切使用しない独自の機構で、スムーズに短時間で完了できる。

### ▶基礎工事用機械

78-06-11	川鉄商事(マップ工業・住友重機械製) 低騒音低振動くい打ち機 S70 ミニマップ	'78.10 新機種
----------	--	------------

油圧ショベルをベースにした低公害型くい打ち機が次第に普及しつつあるが、これは従来の S40 の実績をも



写真-7 住友 S70 ミニマップ

表-7 S70 ミニマップの主な仕様

全装備重量	37,000 kg (作業時)	安定度	前方 5°20'
定格出力	105 PS/2,000 rpm	ロープ速度	オーガ 42.5 m/min
リーダ長さ	14 m	走行速度	3.2 km/hr
圧入力	100 t	登坂能力	30% (輸送姿勢)

とに大型化し、住友 S70 ショベルを改良、3点支持式としたもので、鋼矢板・H鋼くいの圧入、鋼矢板の2枚同時圧入、Z型鋼矢板圧入などが一部部品交換でできる。リーダは3個所で折りたたむのでリーダ装着のままトレーラ輸送ができ、能率よく、経費もやくなる。

### ▶骨材生産機械

78-10-01	川崎重工業 振動ふるい NE-VS	'78.10 新機種
----------	-------------------	------------

在来型のE型振動ふるいを軽量、高速振動、小振幅にし、特に粉粒原料の高性能ふるい分けに適すよう開発されたもので、モータ出力が小さく、省エネルギー型であり、かつ低騒音型である。特殊防振ゴムを使用しているため据付が容易で、据付角度の調整も楽にできる。金網の着脱は上下段ともに本体外部からの操作が可能であり、メンテナンス性にもすぐれている。



写真-8 川崎 NE-VS 振動ふるい

表-8 NE型振動ふるいの仕様

呼称	幅	長さ	電動機
3×8 NE-VS	900 mm	2,400 mm	1.5 kW
4×10 NE-VS	1,200 mm	3,000 mm	2.2 kW
5×12 NE-VS	1,500 mm	3,600 mm	2.2 kW

### ▶舗装機械

78-12-07	住友重機械 アスファルトフィニッシャー HA 36 C II	'78.8 モデルチェンジ
----------	--------------------------------	---------------

運転操作が簡単で舗装安定性が高い高能力機の開発要求に応えるために、従来の HA 36 C を大幅に改良したものである。制御装置を機能的に配備し、操作の簡単なワンマンコントロールの運転席を左から右へ移設し、エンジンハウスを低くして視界が広く、ダンプ運転手との確認もスムーズになった。スクリードアームをメイン

## 新機種ニュース



写真-9 住友 HA 36 C II アスファルトフィニッシャ

表-9 HA 36 C II の主な仕様

舗装幅	2.4~3.6 m	舗装速度	2.5~14.8 m/min
舗装厚	10~150 mm	走行速度	5.8 km/hr
全装備重量	8,000 kg	ホッパ容量	6,000 kg
定格出力	37.5 PS/1,950 rpm	全長×全幅	4,385×2,470 mm

レームに取付けて精度向上を計るとともに、油圧式ホッパゲートの採用により合材調整を容易にしている。

78-12-08	三菱重工業 アスファルトフィニッシャ MF 30-2	'78.9 モデルチェンジ
----------	----------------------------------	------------------

操作性の向上、運搬の容易化、走行安定性の向上などをねらいとしたモデルチェンジ機である。全幅をコンパクトにし、舗装幅の調節で狭隘な市街地、農道、林道、市町村道など広く施工でき、稼働率をあげることができ、モノレバースイッチによる電磁クラッチ・ブレーキシステムを採用して操作性よく仕事ができる。4.5 tトラックで運ぶことができ、パイプレタ式一体型スクロードで舗装仕上げも良好にできる。



写真-10 三菱 MF 30-2 アスファルトフィニッシャ

表-10 MF 30-2 の主な仕様

舗装幅	1.8~3 m (オプション 3.6 m)	作業速度	3~17.8 m/min
舗装厚	10~150 mm	走行速度	8.9 km/hr
総重量	4,500 kg	ホッパ容量	4 t
定格出力	32.5 PS/1,600 rpm	全長×全幅	4,255×1,950 mm

### ▶作業船および海洋水中作業機械

78-14-04	三井造船 自航式半没水型起重機船 ボルダー号	'78.6 新機種
----------	------------------------------	--------------

パナマ国ナビア SHIPPING 社向けに建造された世界最大の自航式半没水型クレーン船で、2,000 t ぶりおよび 3,000 t ぶり全旋回型クレーン各 1 基を装備し、北海において各種の海洋工事に従事すべく造られたものである。二つのフロータを有する半没水型構造であるため厳しい海象下でも船体運動を小さくでき、稼働率が高い。2 基のクレーンの同時使用により大荷重のつり上げが可能で、甲板上には 7,500 t までの大ブロックを搭載、運搬できる。原動機の操作、バラストの注排水、姿勢制御はコンピュータにより自動制御され、省力化が計られている。



写真-11 自航式半没水型クレーン船ボルダー号

表-11 ボルダー号の主な仕様

全長	137.0 m	発電装置	(主) 2,765 kW×6 基 (非常用) 707 kW×1 基
全幅	86.0 m	旋回クレーン	3,000 Short ton ×125'
深さ	42.0 m		2,000 Short ton ×100'
フロータ きつ水	22~27 m	乗組員	360 名
推進装置	6,000 PS×2 基		
スラスト装置	2,000 PS×2 基		

—高木隆夫・杉山庸夫—

# 整備技術

## 整備技術部会

### ハーバート建設の メンテナンス体制

"Heavy Duty Equipment  
Maintenance" June 1975

トライボロジはいま学会の関心事である。「潤滑学」と訳されている。テロテクノロジーより少し前にイギリスで作られた新語で、いずれも語源はギリシャ語である。新語であるということは同時に内容も新しいということでもある。つまり単なる潤滑技術とか、単なる整備技術ではなく、システム、経済性なども重視する学際的究明の分野である。整備関係については、アメリカでも単にメンテナンス、リペアで通さないでロジステックスとして扱われており、ロジステックス学会というのがある。いずれも単なる固有技術に固執するのではなく、管理技術、経済性、システム化といった問題を整合、統合して施策の対象にしようとしているのである。去んぬる日、鄧小平副首相が来日して日本の企業を調査したとき「生産は管理することが重要だ。ただ、一生懸命作るだけではだめで、効率や品質をよくするためには管理しなければならない」と言い、生産管理のテクニクを教えてくれと言っていたのはさすがに炯眼であると思う。また、日本規格協会でも TQC の手法の中に予防保全の重要性を説いている。

ひるがえって建設業界をみるに、わが国ではいまだに設備の管理がシステム化されていないことに気がつく。単なる修理業務ぐらいにしか位置づけられていない。これでは工事の経済性、収益性が悪く、むざむざ大きな利

益を見捨てていると考えられる。先進的な建設王国であるアメリカではどうなっているのだろうか。さきにベクトル社の設備管理システムを紹介したが、今回はハーバート社の管理システムを見てみることにする。さすがにガッチリとシステムができており、担当副社長まで配置されている。以下はジョー E. ネルソン副社長の説明によるハーバート社の実情である。

設備管理の組織は七つの地域メンテナンスセンターとこれを統轄する本社メンテナンスセンターで成り立っている。本社センターの所長はバネット氏である。

#### PM の体制とピンクカード

ハーバート社のメンテナンスプログラムは「コンポーネントサービス」という考え方を基盤にして組立てられている。これは長年の経験と機械履歴簿をもとに打ち立てられたものである。ネルソン副社長の言によると、経験上、部品を単純に取替える PM 方式は決して有利でない。ある種のコンポーネントは特に注意深い保全が必要である。単純に一定の時間間隔で整備する方式は割高で、整備の重複が生じたり、パーツや材料のムダ使いになる。

メンテナンス記録は 1962 年からコンピュータにのせた。しかし、スケジューリングや調整や記録は 1967 年まで手作業を併用し、万全を期した。コンピュータから打ち出されるカードを「ピンクカード」という。

標準サービス間隔はミッション、終減速、作動油の交換が 1,000 時間、エンジンオイル、フィルタの交換が 200 時間としてある。しかし、実際は時間がくれば無批判に交換するわけではない。サンプル油を採取し、分析し、その結果によって決定するのである。分析データは 2部コピーし、1部はバネット工場長のもとへ、1部は稼働現場へ送付する。交換したフィルタは切開して沈殿物質を調べる。

1,000 時間 PM チェックは 2名で行う。この要員はターボチャージャの点検ができる者から選ぶ。このとき噴射ポンプ、インジェクタ、バルブの調整も実施する。これも点検検査をして必要ならば行うわけで、点検もしないでいじくりまわすことはしない。第 2次 1,000 時間 PM チェックは機械センターから要員を派遣して実施するわけであるが、機械の性能だけでなく、現場の PM 活動も評価する。

ミッション、コンバータ、クラッチなどのコンポーネントの再生修理までの標準稼働時間は一応定めてある。この値は機械によって異なる。これも標準時間稼働した



## 整備技術

からといって無条件に再生修理をするわけではない。その時間が到達したら、真に再生修理が必要であるかどうかいろいろの検査をしてから実施するのである。中でもオイルの分析はバネット工場長のもとに送られ、チェックされる。潤滑油の中に金属粉が認められたらフラッシングをしてもう一度試料油を採取し、再び分析してから決定する。

エンジンオイルの交換はコンピュータ管理をしていない。標準時間になったら現場の潤滑担当者はオイル交換表に基づいて責任をもって交換する。実施記録は毎週センターに報告される。

エンジンの再生修理をすべきか否かはオイル分析の報告に基づいてきめる。燃料系統、空気系統、潤滑系統のレポートを見てフラッシングを行い、もう一度試料油をとって分析し、そこに金属粉が認められたら機械各部を慎重に検査し、それから決定する。

### 再生整備

ハーバート社ではエンジン、コンバータ、パワーシフト、ミッションの再生整備は実施しない。これらはデラまたはデストリビュータに依頼する。これはコンポーネント交換方式で行う。しかし、オリジナルなものに越したことはないから、シール、ベアリング、ガスケットなどの交換は社内で行う。内部部品の取替えはやらない。その理由は内臓の交換をはじめると非常に高価になってしまうからである。エンジンは再生修理が必要と認められたら、なまじ現場で修理するよりも修理工場に送って完全に精確に整備した方がよい。インフレーションをすると投下資本の回収が不可能になる。その他のコンポーネントは本社の機械センターで再生修理する。重要なコンポが再生修理を要すると認められたら機械ごとセ

ンターへ送り返す。

### 再生整備か更新か

大規模な再生修理を要すると判断したときは、修理コストとその他の諸経費を見積り、これと新車購入の場合のコストとを調べて経済性計算をする。この二つの投資案の優劣を比較するには単位時間当たりコストを用いる。比較コストの安い方を採用すべきで、無批判に新車と交換するのは筋ではない。この投資比較をするとき重要なのは過去の記録資料である。ハーバート社では機械の履歴は長年にわたってコンピュータ管理をしているので、取替え問題の経済計算はすぐできる。

機械の期待寿命はいろいろな条件によって決まるので一概には言えないが、16,000~20,000時間ぐらいと考えている。この間、10,000~12,000時間でエンジンは再生整備する。

コンピュータ記録のほかに工場長は各種の記録帳簿を作っている。そこにはすべてのパーツの納品書、保全作業記録、潤滑油、燃料消費量記録、潤滑油分析表などが記録されている(写真参照)。

### タイヤの管理

最近になってスタッフにタイヤマネージャを置くことになった。その役割は全社で使用するタイヤの購入、ラッキング、保全、廃却などに関することである。タイヤ修理班は大型工事現場にだけ配置してある。小現場の場合は付近のデラによって外注修理をする。また、遠隔地の現場には予備タイヤを在庫しておく方針である。

タイヤは月に一度は検査する。それはタイヤは高価な在庫品であり、保管には機械部品におとらず注意深い管理が必要なものであるからである。タイヤの寿命を伸ば



コンピュータ室と履歴簿の保管室

## 整備技術

すためには、カーカスにダメージが及ばないうちに修理すること、空気圧をいつも正常に保つようチェックを怠らないことが肝要である。

### トレーニング制度

最近、機械センターにトレーニングコーディネータをスタッフとして加えた。これは機械修理工、溶接工、オペレータ、オイルマンの教育にあたる。

ネルソン副社長いわく、「すぐれた人材にはわかen得ることはできない。人間は啓蒙されなければならないし、社風を身につけなければならない。ハーバート社ではトップマネジメントはすべてこの過程を受けている。会社の方針として、マネジメントの地位につくためにはすべて現場を経験しなければならないことになっているのである」と。トレーニングセッションは機械センター、鉱山、建設現場などで行われる。科目としては機械修理、溶接、機械操縦などである。ハーバート社の機械センターには溶接工、メカニック、オイルラーおよびその助手など 50 人が勤務しており、2シフトで仕事に従事している。現場の方はその規模によって配置要員の数はまちまちである。

### その他の機械

ハーバート社にはさきに述べた 1,500 台のほかに 373 台の車両がある。その主なものはセンター備え付けの部品車 (Lowboy) 4 台、現場用の部品車 4 台、散水車、燃料タンカー、緊急サービス車 20 台、潤滑車 14 台などで、そのほか、ピックアップ、小型バン、その他現場支援用のものなどである。潤滑車にはグリース、オイルの給油脂装置、コンプレッサ、ストレージタンクが装備してある。これはハーバート社独得の設計である。

### 部品在庫と部品供給の方式

消費量が予測できる部品 (ホース、フィルタなど) は常備在庫をおくが、会社の在庫方針としては、定期的に消耗するパーツと、にわかには調達の困難な特別のパーツに限るようにしている。現場の在庫は極小に止めるようにし、地方のディーラ、デストリビュータを活用するようにしている。再生修理のスケジュールはコンピュータ管理されているので、修理を要する時期は予見することができる。これによって計画的な再生修理を行い、現場における休止時間 (Down Time) を極小に止めることができる。エンジン、トランスミッションをはじめとして沢山の在庫はもたない方針である。長期計画を効果的

に進めるためには在庫品に資金を固定することを必要最小限にしなければならないからである。在庫部品を多くするよりはかたにしたら休止時間を極小に止めることができるか、そのためには在庫部品をどうすればよいかの計画とスケジューリングに力をそそがなければならないとネルソン副社長は強調している。

ハーバート社の保全プログラムは常に見直しを行っている。保全実務の改善、ダウンタイム削減の研究、機械の寿命を伸ばす研究を怠らない。保全プログラムの効果測定は物差しとしてはアベイラビリティ、すなわち効率である。また、時間当たりコストは保全の価値評価の物差しとして使う。目標としてはアベイラビリティ 90% を考えている。アベイラビリティが 75% を割るようなら廃却する。そのような機械は保有する価値がない。

最近ある現場のアベイラビリティは 95% に到達した。その現場の機械構成はスクレーパ 16 台、モータグレーダ 3 台、ブッシャ 8 台、トラクタ 6 台、コンパクト 5 台である。これはほんの一例にすぎない。92% のアベイラビリティでも良好だとは思いますが、95% にまでもって行きたいし、それは実現可能である。なぜなら、現状を観察、検討してみると、現在のプログラムは改善の余地があるし、改善は可能であると信ずるからであるという。

機械管理の業務は機械の機能の維持と経済性の向上が使命である。それは機械の改良、改善とメンテナンス実務の改良、改善にかかっている。メンテナンスのプログラムが定着すれば会社の生産性水準は向上する。

\* \* \*

以上がネルソン副社長の説明によるハーバート社の設備管理の姿勢であるが、ハーバート社の強み、特徴はそのすぐれた設備管理の哲学と運営の徹底さにあるといっても過言でない。これは必ずや高い収益性に結びつくに違いない。

—二宮 嘉弘—

# ISO規格紹介 ISO部会

## 建設機械の安全性の必要条件 および居住性に関する ISO 標準規格 (14)

ISO Earthmoving Machinery  
Safety Requirement and Human Factors

**ISO 5998\* 土工機械—履带式および車輪式トラクタショベルの  
定格運転荷重**  
**Earth-Moving Machinery—Rated Operating Load  
for Crawler and Wheel Loaders**

1974年、ISO/TC127/SC2「安全性の必要条件」の分科委員会はTC127/SC1「性能試験方法」の分科委員会より、トラクタショベルの定格運転荷重をその転倒荷重に対する割合で規定することを検討するよう依頼を受けた。1975年、米国がこれを担当し、SAE J818a「フロントエンドローダの運転荷重」をベースとした第1次案が提案された。この第1次案に対し各メンバー国よりそれぞれ意見が提出され、それらについて1975年8月のソ連キエフ市におけるISO/TC127/SC2の国際会議において討議がなされた。この会議の決議によって一部修正の後、DISとすることになり、1977年6月、DIS投票が行われた。投票の結果、賛成多数で承認され、1978年5月にISO規格として制定された。

この国際規格は、履带式および車輪式トラクタショベルの定格運転荷重を定めたものであるが、これは各機械間の性能を比較するための標準として定めたもので、必ずしも安全運転の条件とはなんら関係はないとしている。実際の作業に使用される運転荷重は種々の作業条件によって変わるべきである。定格運転荷重の転倒荷重に対する割合を履带式の機械には35%、また車輪式の機械には50%としたのは、履带式の機械は通常車輪式機械より粗い地面で作業するからであり、これらの数字は米国が実際の経験によって定めたSAE J818bの値と同じである。また、持上げ荷重の100%といずれか小さい方としたのは、これが転倒荷重の35%または50%より小さい場合、實際上これ以上持上げることができないからである。また、この作業条件と定格運転荷重の関係

を明確にするため別のISO規格の制定が考えられている。

**ISO 5998 土工機械—履带式および車輪式  
トラクタショベルの定格運転荷重**

### 1. 範囲および適用分野

この国際規格は履带式および車輪式トラクタショベルの比較定格運転荷重を定めるものである。定格運転荷重は機械の持上げ荷重、転倒荷重および特定運転条件のみに基づくものとする。

(注) 機械の特定作業に適した実際の運転荷重は作業条件によりきめられ、定格運転荷重と異なるはずである。

### 2. 規 定

トラクタショベルの定格運転荷重をきめるためには次の各項目が決定され\*\*、記録されなければならない。

- ① バケット山積容量およびバケット形式（ツースを除く）
- ② 機械の質量に含まれるカウンタウエイトの質量およびその取付位置
- ③ 履带式トラクタショベルの履帯形式および幅
- ④ 車輪式トラクタショベルのタイヤ形式、サイズ、ブライ数および規定タイヤ圧
- ⑤ 車体屈折式がじ取り装置付トラクタショベルにつ

\* 関連規格 JIS D 0005, JIS D 6503, JIS D 6505,  
SAE J 818 a, SAE J 732 c, SAE J 742 b

## ISO規格紹介

いてはその最大かじ取り角度

⑥ バケットを最大後傾角度とし、最前方に位置させた状態（車体屈折式かじ取り装置付トラクタショベルの場合は最大かじ取り角度で）における転倒荷重

⑦ すべてのバケット位置における最大持上げ荷重

（注） \*\*トラクタショベルのバケット作動力および転倒荷重ならびにバケット容量測定方法の国際規格は準備中である。

### 3. 定格運転荷重

（1） 運転条件……定格運転荷重とは次の典型的な条件における正規の荷重を表わすための公称値である。

① 最大走行速度：履带式 6 km/hr, 車輪式 15 km/hr

② 車輪式トラクタショベルの走行地面は堅く、適度になめらかで水平であること。

③ 履带式トラクタショベルの走行地面は適用される転倒荷重の割合が減少するような軟かくより粗く、あるいは起伏のあるものとする。

（2） 履带式トラクタショベルの定格運転荷重は前項⑥に規定される転倒荷重の 35% または⑦に規定される最大持上げ荷重の 100% のうち、いずれか小さい方とする。

（3） 車輪式トラクタショベルの定格運転荷重は前項⑥に規定される転倒荷重の 50% または⑦に規定される最大持上げ荷重の 100% のうち、いずれか小さい方とする。

—高橋 悦郎—



建設機械化研究所抄報

122

- 348. サカイ SV 90 型振動ローラ
- 349. 小松インター 515 型車輪式トラクタショベル
- 350. 古河 FL 320 型車輪式トラクタショベル
- 351. 古河 FL 60 A-PS 型および FL 60 A 型車輪式トラクタショベル

348. サカイ SV 90 型振動ローラ

試験は、JIS A 8801 (振動ローラ性能試験方法) に従って以下の項目について実施された。詳細については「研報 78-1」を参照されたい。

- ① 砂質ローム土の締固め試験 (図-348.1~図-348.5 参照)
- ② 道路上層路盤材の締固め試験 (図-348.6~図-348.7 参照)

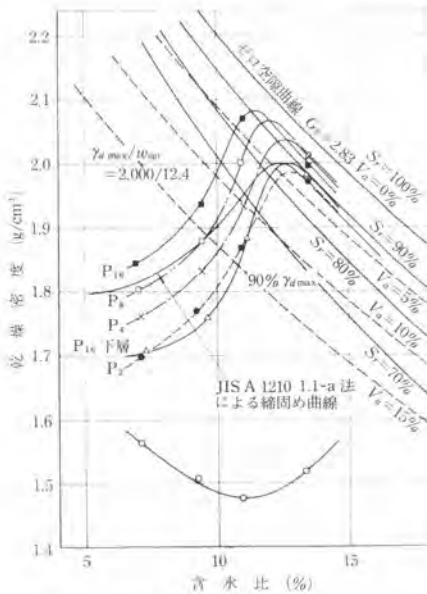


図-348.1 乾燥密度と含水比の関係

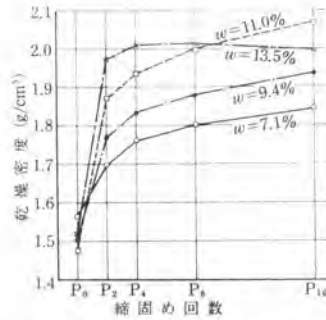


図-348.2 乾燥密度と締固め回数の関係

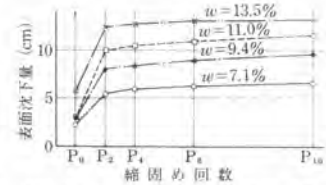


図-348.3 表面沈下量と締固め回数の関係

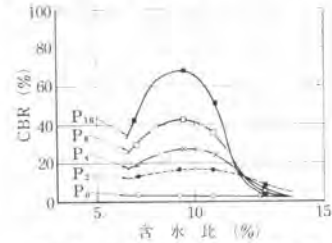


図-348.4 CBR と含水比の関係

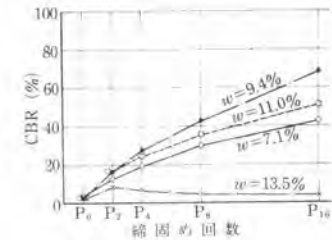


図-348.5 CBR と締固め回数の関係

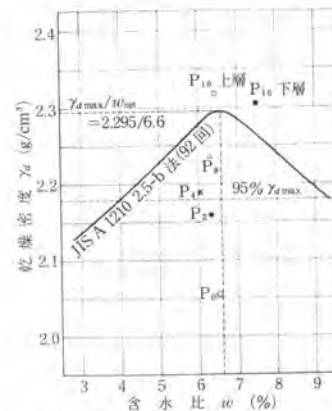


図-348.6 乾燥密度と含水比の関係



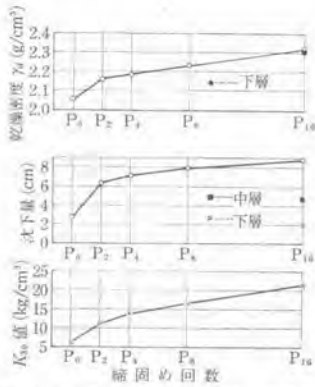


図-348.7 乾燥密度、沈下量、K値と締固め回数の関係

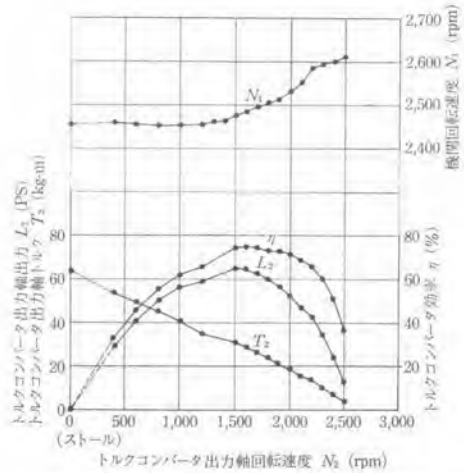


図-349.2 トルクコンバータ実用性能曲線図

### 349. 小松インター 515 型 車輪式トラクタショベル

試験は JIS D 6505 (車輪式および履带式トラクタショベル性能試験方法) に従って以下の項目について実施された。詳細については「研報 78-2」を参照されたい。

- ① 機関性能試験 (図-349.1 参照)
- ② トルクコンバータ性能試験 (図-349.2 参照)
- ③ 定置試験 (転倒荷重 5,620 kg)
- ④ 作業装置試験 (最大掘起力 9,540 kg)
- ⑤ 走行試験
- ⑥ けん引試験 (図-349.3~図-349.4 参照)
- ⑦ 積込作業試験 (図-349.5 参照)
- ⑧ 運転操作試験
- ⑨ 騒音および振動測定

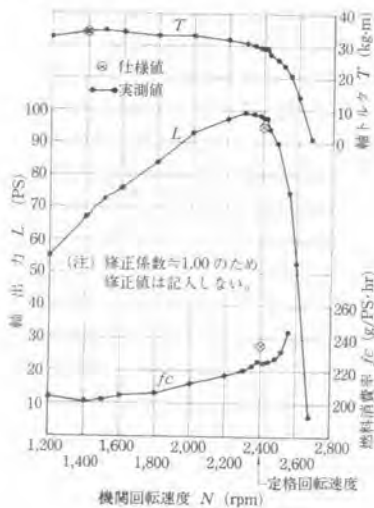


図-349.1 機関性能曲線図

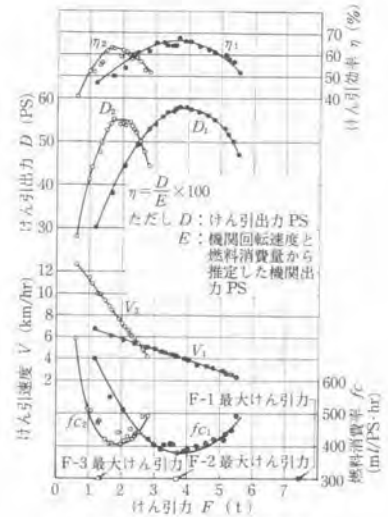


図-349.3 けん引性能曲線図

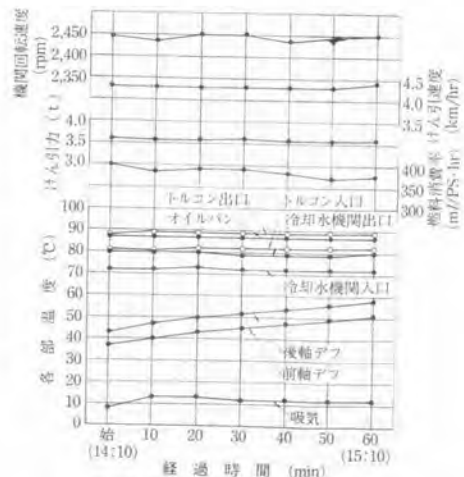


図-349.4 連続けん引試験成績図

	作業対象物名称	みかけの比重量 (t/m <sup>3</sup> )	含水比 (%)
A	砂質ローム土 (盛土)	1.34	30.1
B	4号砕石	1.54	
C	土砂混り原石 (最大粒径 30 cm)	1.79	

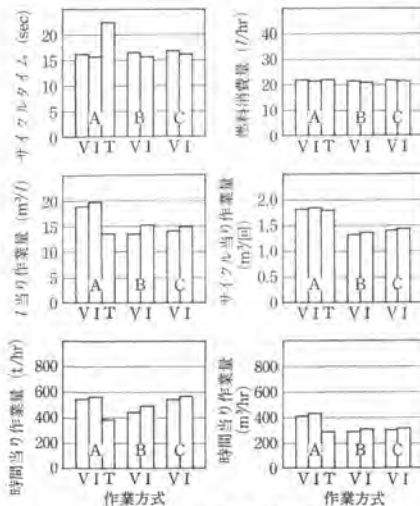


図-349.5 積込作業試験成績図

### 350. 古河 FL 320 型 車輪式トラクタショベル

試験は JIS D 6505 (車輪式および履带式トラクタショベル性能試験方法) に従って以下の項目について実施された。詳細については「研報 78-3」を参照されたい。

① 機関性能試験 (図-350.1 参照)

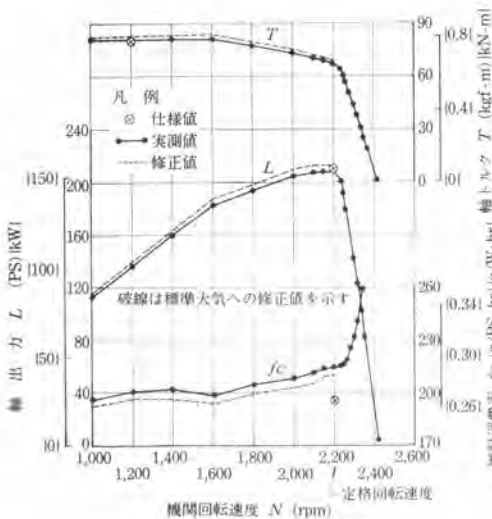


図-350.1 機関性能曲線図

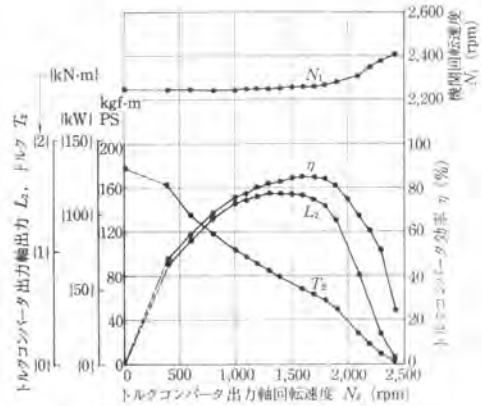


図-350.2 トルクコンバータ実用性能曲線図

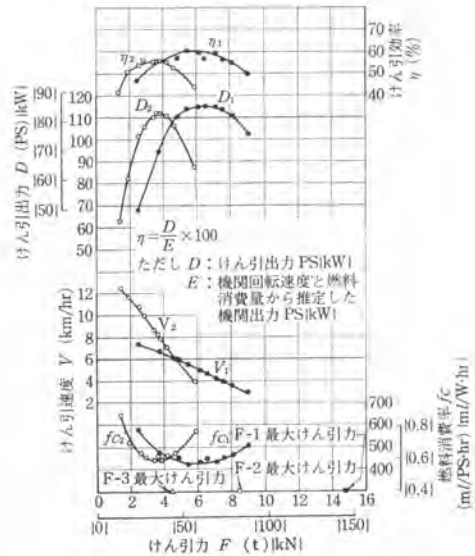


図-350.3 けん引性能曲線図

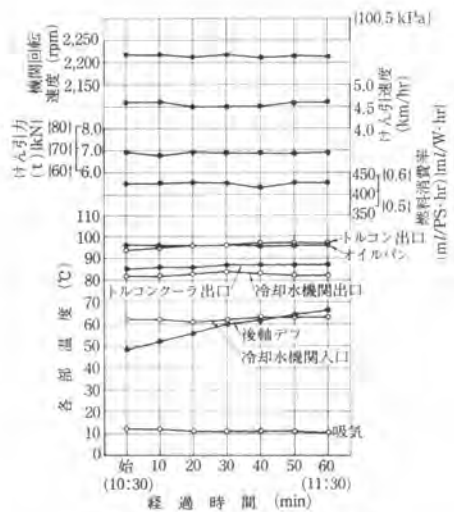


図-350.4 連続けん引試験成績図

- ② トルクコンバータ性能試験 (図-350.2 参照)
- ③ 定置試験 (転倒荷重 13,300 kg)
- ④ 作業装置試験 (最大掘起力 20,150 kg)
- ⑤ 走行試験
- ⑥ けん引試験 (図-350.3~図-350.4 参照)
- ⑦ 積込作業試験 (図-350.5 参照)
- ⑧ 運転操作試験
- ⑨ 騒音および振動測定

	作業対象物名称	みかけの密度 (t/m <sup>3</sup> )	含水比 (%)
A	砂質ローム土 (盛土)	1.28	28.4
B	5号砕石	1.53	
C	土砂混り原土 (最大粒径 30 cm)	1.85	

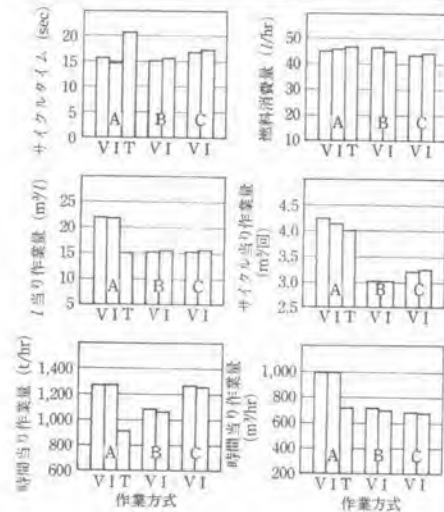


図-350.5 積込作業試験成績図

### 351. 古河 FL 60 A-PS 型 および FL 60 A 型 車輪式トラクタショベル

この2機種の間異点は 60 A-PS 型がトルクコンバータドライブであるのに対し、60 A 型はダイレクトドライブであるという点のみである。

試験は JIS D 6505 (車輪式および履带式トラクタショベル性能試験方法) により行われたが、両者が同様の性能を示す試験項目については 60 A-PS 型を対象として試験を実施し、その他の項目は両者を対象として試験を行った。試験を行ったのは以下の項目である。なお、詳細については「研報 78-4」を参照されたい。

- ① 機関性能試験 (図-351.1 参照)
- ② トルクコンバータ性能試験 (図-351.2 参照)

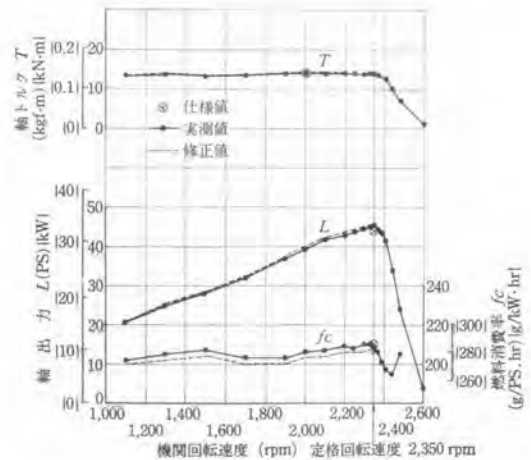


図-351.1 機関性能曲線図

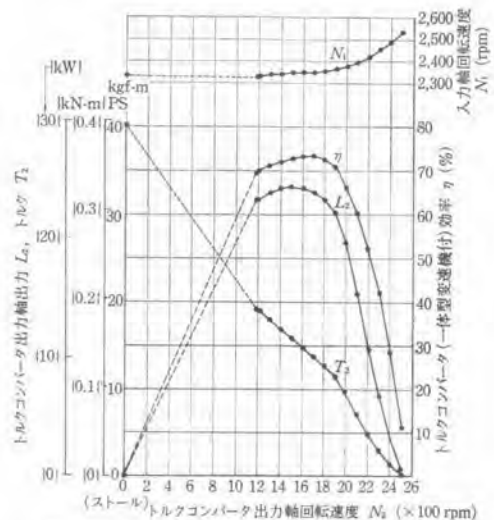


図-351.2 トルクコンバータ (一体型変速機付) 実用性能曲線図

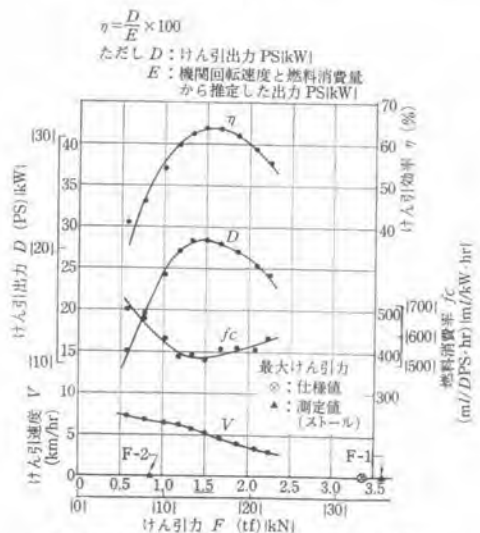


図-351.3 (けん引性能曲線図 (FL 60 A-PS))

- ③ positioning test (overturning weight 2,550 kg)
- ④ operation equipment test (maximum lifting force 2,220 kg)
- ⑤ walking test
- ⑥ pulling test (refer to figures 351.3 and 351.4)
- ⑦ accumulation work test (refer to figures 351.5 and 351.6)
- ⑧ operation test
- ⑨ noise and vibration measurement

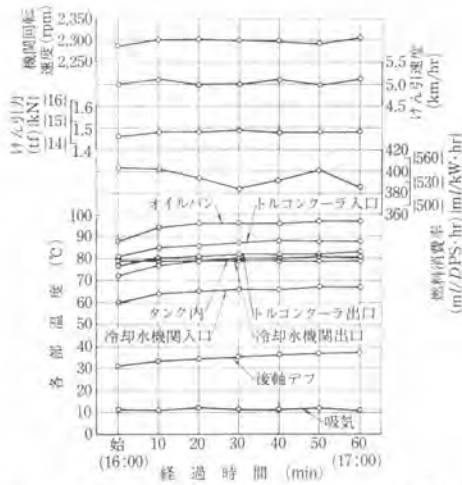


図-351.4 連続けん引試験成績図 (FL 60 A-PS)

	作業対象物名称	みかけの密度 (t/m <sup>3</sup> )	含水比 (%)
A	砂質ローム土(盛土)	1.30	28.0
B	5号砕石	1.50	

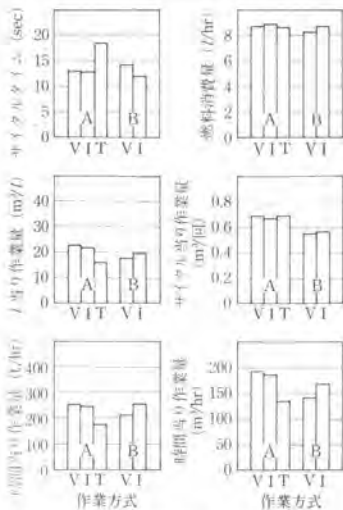


図-351.5 積込作業試験成績図 (FL 60 A-PS)

	作業対象物名称	みかけの密度 (t/m <sup>3</sup> )	含水比 (%)
A	砂質ローム土(盛土)	1.30	28.0
B	5号砕石	1.50	

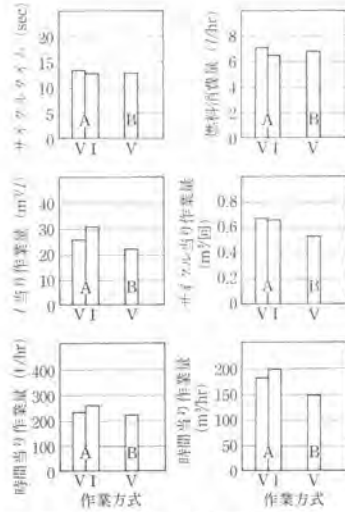
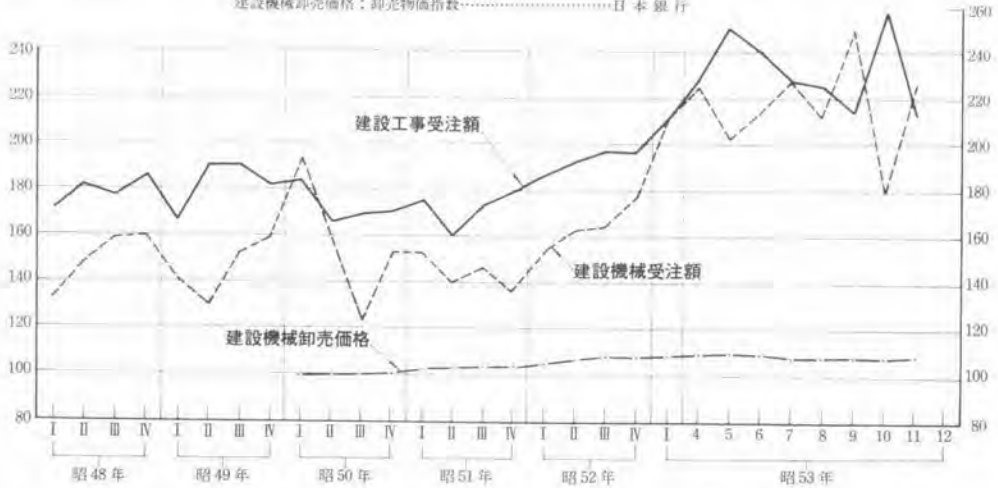


図-351.6 積込作業試験成績図 (FL 60 A)

# 統計 調査部会

## 建設工事受注額・建設機械受注額・建設機械卸売価格の推移

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



建設工事受注（第1次43社分）（受注高）——季節調整済

（単位：百万円）

昭和年月	総計	発注者別				工事種別		未消化工事高	施工高
		民間			官公庁	建築	土木		
		計	製造業	非製造業					
48年	6,174,810	3,839,853	1,032,805	2,805,340	2,054,566	3,683,362	2,493,795	4,629,545	5,317,098
49年	6,280,613	3,430,423	988,025	2,437,866	2,457,698	3,477,514	2,804,225	4,587,849	6,342,655
50年	5,943,030	2,957,409	682,663	2,292,478	2,566,389	3,214,287	2,723,010	4,852,787	5,865,193
51年	5,927,935	2,970,353	571,381	2,400,991	2,500,714	3,256,972	2,666,704	5,176,842	5,681,692
52年	6,672,561	3,231,053	611,512	2,619,019	2,993,535	3,526,572	3,142,915	5,885,953	6,165,102
52年11月	557,353	279,109	52,009	226,835	224,311	295,976	259,512	5,828,263	551,856
12月	568,899	287,516	52,598	234,471	243,040	309,072	260,192	5,885,963	534,536
53年1月	622,613	283,832	61,722	221,173	272,888	333,176	288,957	5,923,200	568,940
2月	609,205	295,807	57,896	239,587	302,000	311,067	297,972	5,950,692	600,897
3月	585,922	263,908	45,102	217,537	309,496	308,555	278,202	6,079,479	587,716
4月	656,083	300,582	60,817	237,478	300,140	335,578	321,618	6,131,395	575,154
5月	723,655	326,878	54,228	273,759	317,237	443,589	281,918	6,257,988	584,309
6月	692,929	311,342	53,597	265,258	318,440	403,103	281,969	6,738,633	604,769
7月	655,973	303,427	55,697	248,536	282,568	336,777	315,744	6,627,662	600,693
8月	649,728	288,566	49,060	237,927	289,780	339,816	314,992	6,797,260	606,550
9月	616,746	260,225	41,817	217,447	349,384	304,979	310,469	6,810,142	613,327
10月	742,205	304,943	58,140	245,962	357,765	314,260	446,576	6,630,100	623,935
11月	615,701	314,736	—	—	253,779	—	—	—	—

53年11月は速報値

### 建設機械受注実績

（単位：億円）

昭和年月	48年	49年	50年	51年	52年	52年11月	12月	53年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
建設機械	5,586	5,417	5,855	5,344	6,112	565	595	520	669	791	699	627	663	708	657	776	557	701

### 建設機械卸売価格指数

昭和年月	50年平均	51年平均	52年平均	52年11月	12月	53年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
建設機械（9品目）	100	103.4	107.2	107.8	106.9	108.5	109.3	109.3	109.6	110.6	109.3	107.0	106.8	108.3	107.8	108.8
掘削機（1品目）	100	102.5	106.8	109.8	107.7	108.7	111.9	112.8	110.9	111.9	110.8	108.4	111.1	111.1	112.6	112.4
建設用トラック	100	105.5	109.4	110.6	110.6	114.1	114.1	114.1	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0	119.0

注 1. 昭和48年～53年3月は四半期ごとの平均値を示した。  
 注 2. 「建設工事受注額」において大手43社のシェアは約20%前後である。  
 注 3. 「建設機械卸売価格」は9品目（6機種、輸出を含む）につき加重平均した指数である。



# 行事一覽

(昭和 53 年 12 月 1 日～28 日)

出席者：井上和夫委員長ほか 5 名  
議 題：「建設機械整備ハンドブック」  
油圧機器整備編原稿の審議

■コンクリート機械技術委員会コンクリートポンプ・トラックミキサ分科会  
日 時：12 月 5 日 (火) 13 時半～  
出席者：三浦満雄委員長ほか 8 名  
議 題：「コンクリートポンプ・トラックミキサハンドブック」最終原稿の審議

■シールド掘進機技術委員会小委員会  
日 時：12 月 8 日 (金) 13 時半～  
出席者：小竹秀雄委員長ほか 5 名  
議 題：シールド検査基準について

■基礎工用機械技術委員会小委員会  
日 時：12 月 13 日 (水) 14 時～  
出席者：千田昌平委員長ほか 3 名  
議 題：用語のとりまとめについて

■ダンプトラック技術委員会重ダンプトラック分科会  
日 時：12 月 14 日 (木) 14 時～  
出席者：野村昌弘委員長ほか 7 名  
議 題：重ダンプトラック性能試験方法の審議

■ショベル技術委員会操作性分科会  
日 時：12 月 15 日 (金) 10 時～  
出席者：山田一彦分科会長ほか 16 名  
議 題：①分科会の活動方向について  
②安全性、操作性に関する問題点について

■ショベル技術委員会仕様書作成分科会  
日 時：12 月 15 日 (金) 13 時半～  
出席者：加茂喜代志分科会長ほか 14 名  
議 題：油圧ショベル仕様書様式(案)の審議

■揚排水ポンプ設備技術委員会第 4 分科会  
日 時：12 月 18 日 (月) 9 時半～  
出席者：大宮武男委員長ほか 11 名  
議 題：揚排水ポンプ設備技術基準(案)の検討

## 施工技術部会

■高速道路土工委員会土工単価分析分科会  
日 時：12 月 11 日 (月) 14 時～  
出席者：伊丹康夫委員長ほか 19 名  
議 題：土工単価分析調査について

■骨材生産委員会砕砂研究分科会  
日 時：12 月 12 日 (火) 13 時～  
出席者：塚原重美委員長ほか 5 名  
議 題：基準内容の統一について

■原位置土質岩質測定研究委員会  
日 時：12 月 21 日 (木) 14 時～  
出席者：宇都一馬委員長ほか 18 名  
議 題：①標準貫入試験における打撃

貫入曲線について ②委員会の運営方針について

## 整備技術部会

■建設機械整備ハンドブック委員会管理編小委員会

日 時：12 月 7 日 (木) 10 時～  
出席者：渡辺和夫幹事ほか 7 名  
議 題：管理編原稿の整理

■建設機械整備ハンドブック委員会基礎技術編小委員会

日 時：12 月 11 日 (月) 10 時～  
出席者：川上康介幹事ほか 1 名  
議 題：基礎技術編原稿の整理

■建設機械整備ハンドブック委員会管理編小委員会

日 時：12 月 14 日 (木) 10 時半～  
出席者：二宮嘉弘幹事ほか 1 名  
議 題：管理編原稿の整理

■料金調査委員会

日 時：12 月 19 日 (火) 13 時～  
出席者：塩野久夫委員長ほか 21 名  
議 題：①昭和 53 年度建設機械整備標準工数ならびに標準料金の最終審議

■税制委員会幹事会

日 時：12 月 21 日 (水) 13 時～  
出席者：森木基裕委員長ほか 4 名  
議 題：建設機械整備工場リストのチェック

■建設機械整備ハンドブック委員会管理編小委員会

日 時：12 月 22 日 (金) 10 時～  
出席者：渡辺和夫幹事ほか 7 名  
議 題：管理編の原稿完成

## I S O 部 会

■第 2 委員会

日 時：12 月 7 日 (木) 13 時半～  
出席者：高橋悦郎委員長ほか 10 名  
議 題：① Casa Grande 会議報告  
② N 195 7-7 ワークサイクルの騒音測定法審議

■運営連絡会

日 時：12 月 11 日 (月) 14 時～  
出席者：山本房生部会長ほか 11 名  
議 題：① Casa Grande 会議報告  
② ISO 部会の事業計画について

## 標準化会議および規格部会

■規格部会第 2 委員会

日 時：12 月 18 日 (月) 14 時～  
出席者：高橋悦郎委員長ほか 5 名  
議 題：ISO 3450 プレーキシステム  
の最低性能基準に対する JCMAS  
案の審議

■規格部会第 1 委員会

## 広 報 部 会

■機関誌編集委員会

日 時：12 月 12 日 (火) 16 時～  
出席者：桑垣悦夫委員長ほか 24 名  
議 題：①昭和 54 年 2 月号(第 348 号)原稿内容検討、割付 ②同 4 月号(第 350 号)の計画

■機関誌編集小委員会

日 時：12 月 25 日 (月) 15 時～  
出席者：田中康之幹事ほか 5 名  
議 題：昭和 54 年 4 月号付録の「国産建設機械主要諸元表(昭和 54 年度版)」の内容検討

## 機 械 技 術 部 会

■油圧機器技術委員会小委員会

日 時：12 月 5 日 (火) 9 時半～

日 時：12月20日(水)14時～  
出席者：中山武夫幹事ほか5名  
議 題：ISO 5005 重心位置測定法に  
対する JCMAS 案の審議

### 業 種 別 部 会

#### ■製造業部会広報連絡会世話人会

日 時：12月11日(月)10時～  
出席者：岩崎正剛世話人代表ほか4名  
議 題：今後の方針について

#### ■サービス業部会

日 時：12月12日(火)14時～  
出席者：柴田敬蔵幹事ほか8名  
議 題：建荷協発足の概要説明

#### ■サービス業部会

日 時：12月22日(金)16時～  
出席者：久保田栄委員長ほか7名  
議 題：①建設荷役車両安全技術協会  
設立総会報告 ②建設機械整備標準  
工数ならびに標準料金についての料  
金調査委員会経過報告

### 建設機械交通対策専門部会

#### ■車両制限令委員会

日 時：12月1日(金)14時～  
出席者：小蒲康雄委員長ほか16名  
議 題：大型機種のトレーラ輸送に関  
する現状と今後の方針について

#### ■車両制限令委員会

日 時：12月14日(木)14時～  
出席者：小蒲康雄委員長ほか2名  
議 題：調査表のまとめについて

#### ■車両制限令委員会

日 時：12月26日(火)14時～  
出席者：小蒲康雄委員長ほか13名  
議 題：調査表のまとめについて

### 建設機械騒音振動対策 専門部会

#### ■技術開発委員会基礎工事機械小幹事会

日 時：12月8日(金)14時～  
出席者：田中康之幹事ほか4名  
議 題：本委員会準備について

#### ■技術開発委員会

日 時：12月11日(月)14時～  
出席者：福岡正巳委員長ほか25名  
議 題：①基礎工事用実験機の仕様等  
について ②土工機械の騒音低減対  
策技術について

#### ■技術開発委員会基礎工事機械小幹事会

日 時：12月27日(水)11時半～  
出席者：田中康之幹事ほか11名  
議 題：埋設杭工法先端処理技術の検  
討について

### 創立 30 周年記念事業 実行委員会

#### ■出版班委員会

日 時：12月5日(火)15時～  
出席者：粕 忠二実行委員長ほか8名  
議 題：①記念出版物「建設機械化の  
30年」全編原稿の審議 ②「Con-  
struction Equipment in Japan,  
1979」の計画

## 支部行事一覧

### 東 北 支 部

#### ■建設工事講演・映画会

日 時：12月6日(水)13時半～  
場 所：仙台市宮城県建設会館  
参加者：100名  
演 題：本州四国連絡橋の事業計画と  
機械設備について(本州四国連絡橋  
公団・津田弘徳氏)  
映 画：①高瀬峡谷に架く(前田建設  
提供) ②泥水式シールド工法(西  
松建設提供)

#### ■除雪委員会

日 時：12月7日(木)14時～  
出席者：宮本藤友委員長ほか25名  
議 題：①今後の除雪計画 ②除雪機  
械の開発について ③除雪機械のサ  
ービス体制について

#### ■運営幹事会

日 時：12月22日(金)15時～  
出席者：相沢 実幹事長ほか12名  
議 題：理事会提出議題について

#### ■理 事 会

日 時：12月22日(金)16時～  
出席者：諏訪貞雄支部長ほか21名  
議 題：①昭和53年度上半期事業報  
告について ②昭和53年度上半期  
経理概況報告について ③その他

### 北 陸 支 部

#### ■「新防雪工学ハンドブック」講習会

日 時：12月7日(木)10時～  
場 所：長岡市市立劇場  
受講者：114名

#### ■除雪展示会打合せ会議

日 時：12月19日(火)10時～  
出席者：中野 脩実行委員長ほか5名  
議 題：展示機械群の配列等について

### 中 部 支 部

#### ■技術部会第1分科会

日 時：12月8日(金)15時～  
出席者：岡島修二主査ほか5名  
議 題：①コンクリート構造物とリ  
こわし工法研究会について ②建設工  
事に伴う騒音、振動対策および測定  
技術講習会について

#### ■広報部会第1分科会

日 時：12月14日(木)15時～  
出席者：谷 守主査ほか2名  
議 題：支部ニュース編集について

#### ■広報部会第2分科会

日 時：12月15日(金)15時～  
出席者：山根 昭主査ほか3名  
議 題：技能検定(建設機械整備)の  
学科講習会について

### 関 西 支 部

#### ■運営幹事会

日 時：12月4日(月)15時～  
出席者：野原以左武幹事長ほか13名  
議 題：①昭和53年度上半期事業報  
告 ②昭和53年度上半期経理概況  
報告 ③役員、顧問等の人事異動報  
告 ④昭和53年度建設機械展示会  
および建設機械と施工法シンポジウ  
ム終了報告

#### ■第 69 回工事用水中ポンプ委員会

日 時：12月6日(水)17時～  
出席者：荒井一郎委員長ほか6名  
議 題：①工事用水中ポンプ用語案に  
ついての経過報告 ②委員会の今後  
の事業について

#### ■理 事 会

日 時：12月7日(木)17時～  
出席者：高昭治部支部長ほか45名  
議 題：①昭和53年度上半期事業報  
告および経理概況報告について ②  
役員、顧問等の人事異動報告につ  
いて ③昭和53年度建設機械展示会  
および建設機械と施工法シンポジウ  
ム終了報告について ④その他

#### ■建設業部会・建設機械リース部会合同 会議

日 時：12月11日(月)14時～  
出席者：近石隆司建設業部会長、西尾  
晃建設機械リース部会長ほか26名  
議 題：特殊建設機械のリースレンガ  
ルに関する意見の交換について

#### ■技術部会第75回摩耗対策委員会

日 時：12月12日(火)14時～  
出席者：高昭治部 委員長代理ほか13  
名  
議 題：①摩耗に関する文献調査につ  
いて ②OR タイヤの現地摩耗調査  
について ③リップチップ摩耗試験  
について

#### ■建設業部会第45回建設用電気設備特 別委員会

日 時：12月12日(火)14時～  
出席者：岡田徳義委員長ほか20名  
議 題：①専門委員会、研究会での今  
年度の審議状況報告について ②ゴ  
ム、プラスチックケーブルの最近の

動向について(住友電気工業より説明)

■昭和 53 年度建設機械展示会(本部主催)実行委員会

日時:12月14日(木)17時半～  
出席者:大塚 宏委員長ほか11名  
議題:展示会の終了報告と委員会の打上げ解散について

■昭和 53 年度建設機械整備士技能検定検定委員会議

日時:12月19日(火)14時～  
出席者:福本 寛主査検定委員ほか11名  
議題:実技試験の運営全般について

中国支部

■技術部会打合せ

日時:12月11日(月)13時～  
出席者:河相浄夫部長ほか5名  
議題:技術部会事業の推進について

■技術部会打合せ

日時:12月19日(火)11時～  
出席者:河相浄夫部長ほか6名

議題:建設機械の構造と安全対策に関する講習会の開催要領等について

四国支部

■施工部会

日時:12月14日(木)13時～  
出席者:亀井昌美部会幹事ほか9名  
議題:昭和53年度施工管理(土質)講習会について

■技術部会騒音調査委員会

日時:12月14日(木)15時～  
出席者:角谷 博部会幹事ほか12名  
議題:最終報告について

九州支部

■見学会(施工部会)

日時:12月4日(月)14時～  
見学先:福岡市地下鉄建設工事のうち西松建設・飛鳥建設施工中の室見・飛石工区(福岡市高速鉄道建設局工事部第一工事事務所長・永松正典氏説明)

参加者:16名(官庁関係)

■第6回運営幹事会

日時:12月8日(金)14時～  
出席者:東原 豊幹事長ほか14名  
議題:常務理事会の運営について

■常務理事会

日時:12月8日(金)15時～  
出席者:坂梨 宏支部長ほか理事28名(うち委任7名)  
議題:①昭和53年度上半期事業報告 ②昭和53年度上半期経理概況報告 ③その他、九州支部懇話会の発足、支部事務局の拡張案等について審議のうえ承認 ④支部長より本部理事会の報告 ⑤吉田広報部会長製作の支部行事の映写会

■第7回運営幹事会

日時:12月25日(月)16時～  
出席者:東原 豊幹事長ほか17名  
議題:昭和53年度(1月～3月)の行事予定について打合せ

編集後記



正月気分も抜けて、本号が皆様のお手元へ届くころには、新しい昭和54年の活動が本格的に始まっていることと思います。官庁関係では新年度予算関係が大詰めの段階でしよ

うし、一方、建設関連業界では年度末へ向けて追込みにかけておられるのではないのでしょうか。

さて、今月は水力発電関係を中心にまとめてみました。巻頭言には電源開発の村上理事から電力投資全般の現状について解説を頂戴し、以下最近の新しい工法を主体に、各電力会社等でまとめていただいた記事を配しました。建設関係だけでなく、最近クローズアップされて来ている堆砂の浚渫工事(富山・庄川系)なども加えて変化をもたせることを考えました。

なお、その他二、三の記事のほか、我々の元先輩であり、昨年防衛大学校を退官された畠山氏から随想を寄せていただきました。ご指摘の通り、ますます多様化する現代において、兎角おろそかになりがちな基本的な事柄を常に忘れてはならないと思います。

年末近く、ご多忙中にもかかわらず執筆いただいた各位に対し、厚くお礼申し上げますとともに、読者の皆様より一層のご活躍を祈ってやみません。

(合田・田辺)

No. 348 「建設の機械化」 1979年2月号

(定価)1部 450円  
年間4,800円(前金)

昭和54年2月20日印刷 昭和54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 千葉 登

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105 東京都港区芝公園3丁目5番8号(機械振興会館内) 電話(03)433-1501  
建設機械化研究所 〒417 静岡県富士市大淵3154(吉原郵便局区内) 電話(0545)35-0212  
北海道支部 〒060 札幌市中央区北3条西2-6 富山会館内 電話(011)231-4428  
東北支部 〒980 仙台市国分町3-10-21 徳和ビル内 電話(0222)22-3915  
北陸支部 〒951 新潟市東區朝霞六番町1061 中央ビル内 電話(0252)23-1161  
中部支部 〒460 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル内 電話(052)241-2394  
關西支部 〒540 大阪市東区谷町1-50 大手前建設会館内 電話(06)941-8845  
中国支部 〒730 広島市八丁堀12-22 築地ビル内 電話(0822)21-6841  
四国支部 〒760 高松市福岡町4-28-30 小竹ビル内 電話(0878)21-8074  
九州支部 〒810 福岡市中央区舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内 電話(092)741-9380

印刷所 株式会社 技報堂 東京都港区赤坂1-3-6

コンパクトで計量精度は抜群…

# 丸友の 移動式生コンプレント


製造・販売・リース

生産量 10～50 m<sup>3</sup>/H(10機種)

電子制御自動式  
及び簡易自動式



(工事の内容により御選定下さい)

 丸友機械株式会社

本 社 名古屋市東区泉一丁目19番12号  
〒461 電話<052>(951)5381(代)  
東京営業所 東京都千代田区神田和泉町1の5  
〒101 ミツバビル 電話<03>(861)9461(代)  
大阪営業所 大阪市浪速区芦原2丁目3の8  
〒556 山下ビル 電話<06>(562)2961(代)  
春日井工場 愛知県春日井市宮町73番地  
〒486 電話<0568>(31)3873(代)

下水道工事などの

泥水シールド工法の作泥に!!

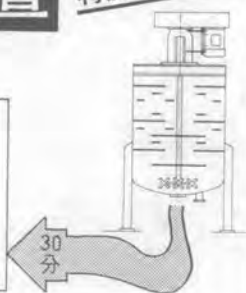
高粘性粘土溶解装置 **特許新製品**

溶解困難な粘土を完全に。

**特長**

- 短時間に溶解で合理化。
- 高価な薬剤(高分子・水ガラス)費のコストダウン。
- 羽根やタンクに粘土が附着しません。
- 小型で移動が容易、設置面積僅少。
- 性能安定、耐久力抜群。

テスト機をご利用下さい。



**TD型溶解装置の仕様**

型 式	溶解量	直 径	所要動力	型 式	溶解量	直 径	所要動力
TD15-5.5	1,500ℓ	1,100φ	5.5kW	TD20-11	2,000ℓ	1,200φ	11kW
TD15-7.5	1,500ℓ	1,100φ	7.5kW	TD30-18	3,000ℓ	1,400φ	18.5kW
TD20-7.5	2,000ℓ	1,200φ	7.5kW	TD60-22	5,000ℓ	2,000φ	22kW



TD-20型

信頼される技術で攪拌機を作って25年

 阪和化工機株式会社

本社・工場 大阪市東淀川区上新庄町1丁目142番地  
(〒533) T E L 大阪 06(329)3471(代)~4番  
東京営業所 東京都港区新橋6丁目18番地の3  
(〒105) T E L 東京 03(436)3881(代)~3番  
九州営業所 北九州市小倉北区若富士町1番26号  
(〒802) T E L 北九州 093(931)3088(代)番

# “プロ”への近道・全国随一



- 大型特殊自動車運転免許  
毎月5日入学、免許確実
- フォークリフト運転技能講習  
毎月1回月上旬に実施、修了証交付
- 移動式クレーン運転士免許  
毎月2回入学(9日間)実技試験免除
- 車輛系建設機械運転技能講習  
毎月1回中旬に実施、修了証交付
- けん引自動車運転免許  
随時練習、懇切な指導
- ショベルローダ運転技能講習  
毎月1回下旬に実施、修了証交付
- 自動車・建設機械整備士免許  
高校卒2年課程(専修学校専門課程)  
2級自動車整備士養成コース  
合格率抜群・求人殺到
- 玉掛技能講習  
毎月1回(3日間) 修了証交付
- 移動式クレーン(5トン未満)特別教育  
毎月1回(3日間) 修了証交付

## 学校法人 久留米工業大学 久留米建設機械専門学校

〒834-01 福岡県八女郡広川町大字新代1428-21 電話 09433②0281(代)



### 特許 南星の複線式 H型ケーブルクレーン

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



株式会社 南星

本社工場 熊本市十禅寺町4-4 TEL.0963(52)8191(代)  
 東京支店 東京都港区西新橋1-18-14(小里会館ビル2F) TEL.03(504)0831(代)  
 営業所 札幌011(78)1611/盛岡0196(24)5231/仙台0222(94)2381/長野0262(85)2315/名古屋052(935)5681  
 大阪06(372)7371/広島0822(32)1285/福岡092(761)6709/熊本0963(52)8191/宮崎0985(24)6441  
 出張所 旭川0166(61)4166/金沢若松02422(3)1665/北関東0286(61)8088/前橋0272(51)3729/甲府0552(52)5725  
 松本0263(25)8101/新潟0252(74)6515/富山0764(21)7532/大分0975(58)2765  
 駐在所 秋田0188(63)5746/鹿児島0992(20)3688



# ■低振動・低騒音 破砕!!



驚異の作業能力65トン…かみ砕く!持ちあげる!

## TSクラッシャー TS500 TS600

- 破壊力抜群!静かです!
- ベースマシンに負担をかけません!
- くわえて移動することが出来ます。

### 仕様

MODEL	TS500	TS600
総重量	1.08 ton	1.35 ton
全長	1800mm	1895mm
最大開口巾	510mm	610mm
破壊力	(油圧145kg/cm以上) 55ton	(油圧200kg/cm以上) 65ton
マシン取付可能範囲	0.4-0.55㎡クラス	0.6㎡以上のクラス

改良のためにこの仕様はことわりなく変更することがあります。

製造・(株)三五重機



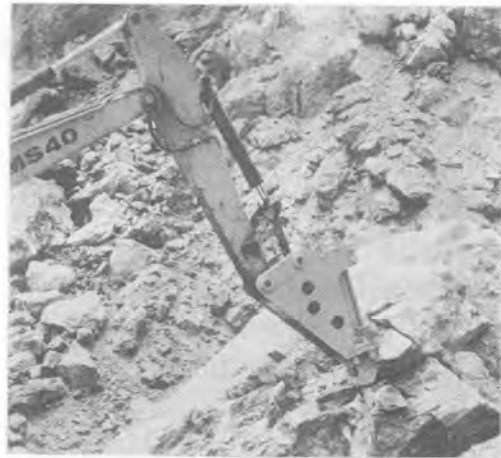
## ■完成されたエアブレーカー

### 空圧 **アイオン** (空圧式大型ブレーカー) BB シリーズ



## ■強力・低騒音・ローコスト

### 油圧 **アイオン** (油圧式大型ブレーカー) UB シリーズ



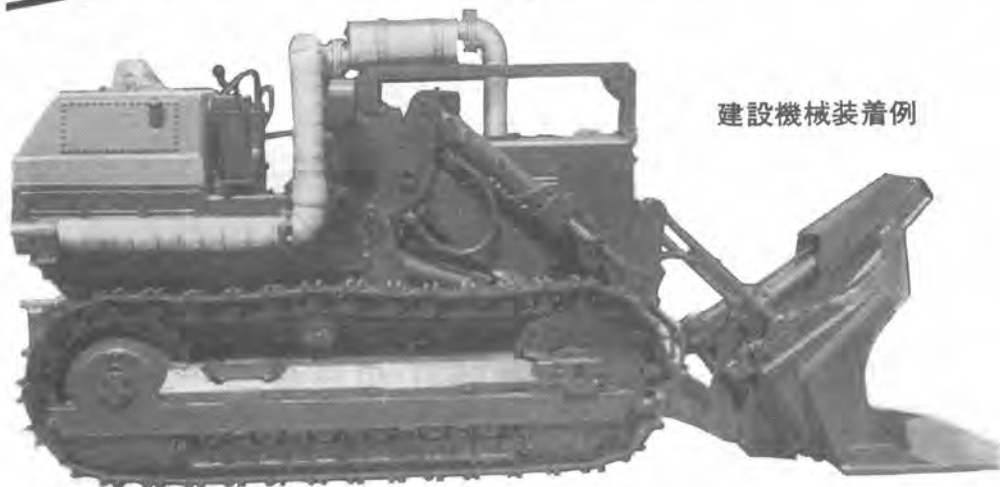
### 営業品目

ビッグブレーカー	コンクリートブレーカー
油圧ブレーカー	ビッグハンマー、チップパー
クローラードリル	ベビードリル
レッグドリル	ミニシンカー
ドリフター	ロッド、ビットなど
コンプレッサー	クローラードリル
ハンドハンマー(シンカー)	CD-2L、CD-310、CD-610、 CD-710、CD-8、TYCD-10

## 創業以来四十年 鑿岩機専門 **アイオン** の オカダ鑿岩機株式會社

本社	〒540 大阪市東区北新町2-2	☎(06) 942-5591(代)
支店	〒115 東京都北区浮間3-30	☎(03) 967-5591(代)
支店	〒503 大垣市久瀬川町6-29	☎(0584) 78-2313(代)
営業所	〒983 仙台市大和町4-4-23	☎(0222) 95-7585(代)
営業所	〒452 名古屋市西区長先町205	☎(052) 503-1741(代)
工場	〒577 東大阪市川俣2-60	☎(06) 787-4606(代)

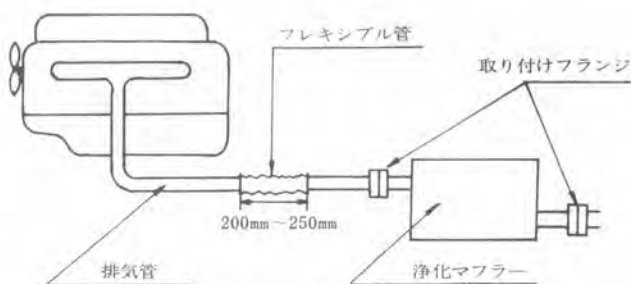
# ディーゼルエンジン用 触媒式浄化マフラー



建設機械装着例

## 大気汚染防止⇒人間尊重

- 人体に有害な（一酸化炭素、炭化水素、アルデヒド類）排気に含まれる成分を除去します。
- 排気温度300℃以上で、除去率 CO85%、HC60%以上の性能を有します。
- 1000時間の触媒耐久時間を有します。
- 対称ディーゼルエンジン 1500cc～13000cc  
浄化マフラー型式 DC200～DC900
- 消音効果もあります。



自動車の場合

総販売元 

# マルマル車輜株式会社

本社工場 東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号 ☎(03)429局2131(大代表) テレックス242 2367番干156  
名古屋工場 愛知県小牧市小針町中市場25番地 ☎(0568)77局3311(代) 3番 テレックス448 5988番干485  
相模原工場 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 ☎(0427)52局9 2 1 1番 テレックス287 2356番干229

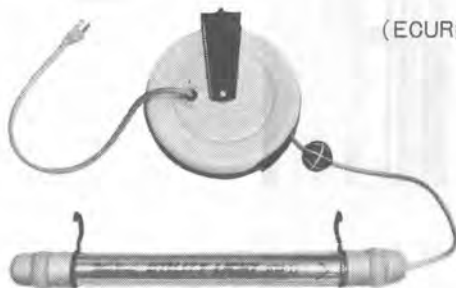
製造元



# 東京滷器株式会社

# Snap-on Tools

## 特殊蛍光作業灯 (アメリカOSHA合格) (意匠登録)



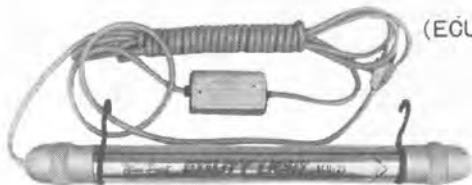
(ECUR型)

### 《特長》

100W電球の明るさ  
防火、耐水、耐油、耐気性  
堅牢、耐衝撃型  
(スイッチ内蔵型)

### 《型式》

ECUR-25	15W(100V用)
ECUR-50	(リール付)
ECU-25	15W(100V用)
"-125	8W( " )
"-115	8W(12V用)



(ECU型)

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



スナップ・オン・ツール / L & B自動溶接機 / ロジャース油圧機器)  
O.T.C.パワーチーム製品 / フレックスホーン / "アルゼン"アルミ半田)

日本総代理店



内外機器株式会社

本社 東京都世田谷区桜3丁目11番12号  
電話 03-425-4331(代表) 加入電信242-3716 千156  
名古屋営業所 名古屋市中区千代田5丁目10番18号  
電話052-261-7361(代表) 加入電信442-2478 千460

# JOY ROTARY BLAST HOLE DRILL SURFACE MINES AND QUARRIES

## MODEL RR10-HD

65,000lbs.(29,484kg)drilling pressure

定 格 ビット圧力：29,484kg

ホ イ ス ト：12,701kg

掘削孔範囲 171mm-270mm

装備寸法 ドリル高さ：マスト降下時：4.04m  
マスト上昇時：11.53m

ドリル巾：3.35m

ドリル長：11.53m

架装車種 ダイレクトドライブ、クローラートラクター

小松D150A、キャタピラーD8、D9(18A、  
49Aシリーズ)

いずれも新車及び中古車に適用可

**新発売**



米国ジョイ社  
日本代理店



## マルマ重車輛株式会社

本社工場 東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号 ☎ 03-429局2131(大代表) テレックス242-2367番千156  
名古屋工場 愛知県小牧市小針町中市場25番地 ☎ 0568-77局3311代-3番 テレックス448-5988番千485  
相模原工場 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 ☎ 0427-52局 9 2 1 1 番 テレックス287-2356番千229

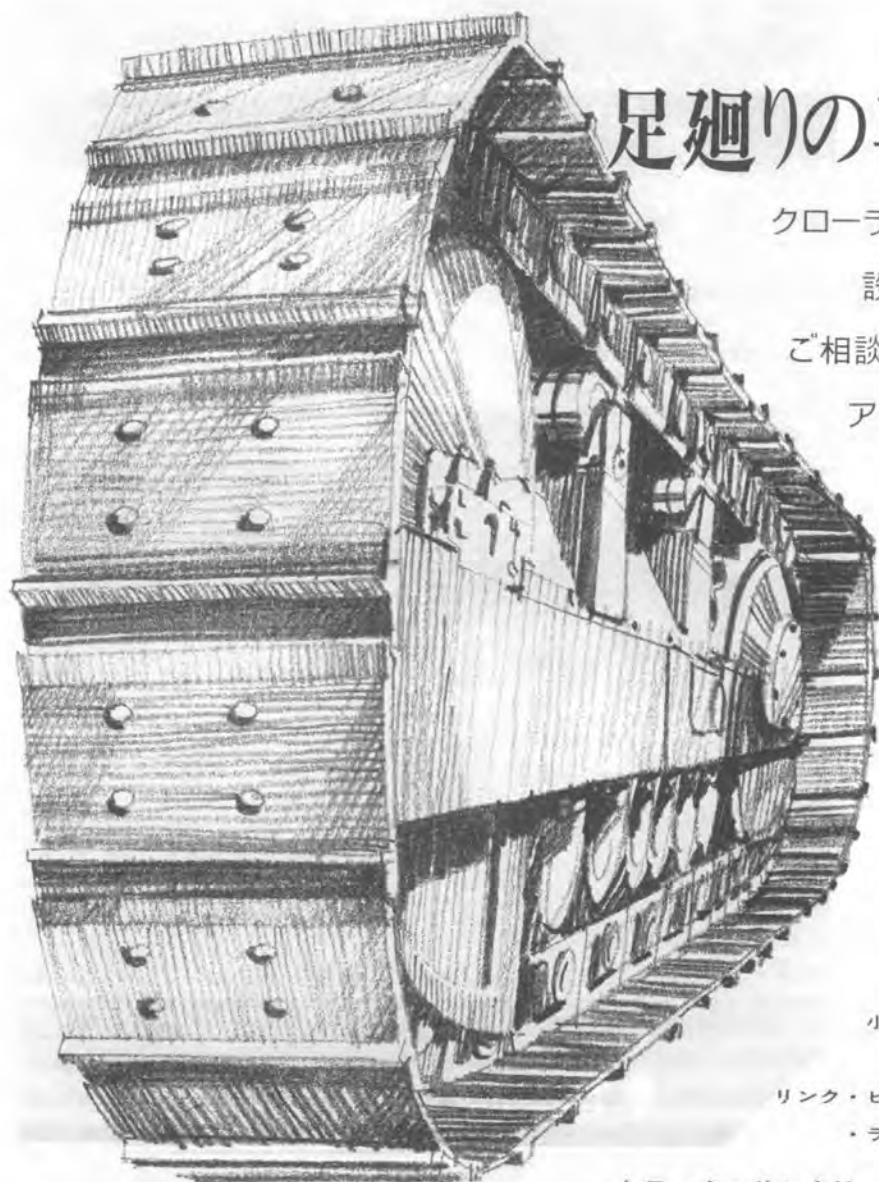


**JOY MANUFACTURING COMPANY**

ROBBINS DIVISION  
300 FLEMING ROAD • P. O. BOX 6505  
BIRMINGHAM, ALABAMA 35217 • 205/849-5811

TRACK PARTS FOR CRAWLER TRACTOR

 **TOKIRON**



## 足廻りの専門家!

クローラー足廻り関係の  
設計製作について  
ご相談下さい……………  
アフターサービスも  
万全です……

### 〈営業品目〉

小松・キャタピラー三菱  
その他各モデル  
リンク・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……

株式会社 **東京鉄工所**

本社 東京都品川区南大井6-17-16(第二藤ビル)  
〒140 ☎(03)766-7811 テレックス246-6098  
大阪出張所 大阪府東大阪市長田東4-98  
〒577 ☎(06)744-2479  
土浦工場 茨城県土浦市北神立町1-10  
〒300 ☎(0298)31-2211



動く仮設道路

土木 } 工  
トンネル } 事  
用

# モノレール

現場での能率向上は先ず運搬作業の合理化と省力化から

### 用途

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



## ●土木工事用モノレール

### 用途

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



## ●トンネル工事用モノレール



発売元

日鉄鉱業株式会社

本社 東京都千代田区丸の内2丁目3番2号(郵船ビル) ☎03(284)0511(代表)  
 北海道支店 ☎(011)561-5371 名古屋営業所 ☎(052)962-7701  
 大阪支店 ☎(06)252-7281 仙台営業所 ☎(0222)22-5857  
 九州支店 ☎(093)761-1631 広島営業所 ☎(0822)43-1924



製造元

株式会社 嘉穂製作所

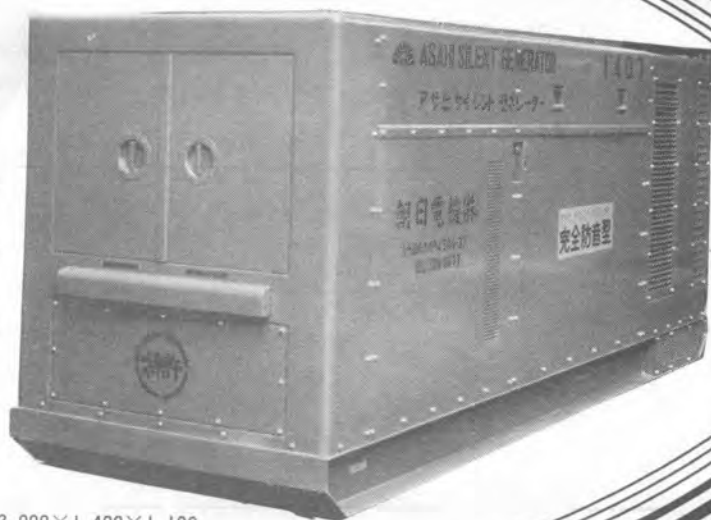
本社工場 福岡県嘉穂郡筑穂町大字大分567 ☎(09487)-2-0390

# 比べてください この製品 アサヒ静音発電機

## 無騒音発電機

〈建設用可搬式〉

- 住宅街・病院・学校でも騒音公害一掃(特許)
- 水空併用で過熱がない
- スイッチオンで自動調整
- 軽量で手軽
- 非常停止の装置(特許)完備で破損の皆無
- ブラシの無い発電機点検不要
- リースで真価を発揮



75KVA 3,000×1,400×1,100

……………重量3,400kg

## 特許

44659

(カタログ贈呈)

リース方式も  
御利用下さい

### 朝日電機株式会社

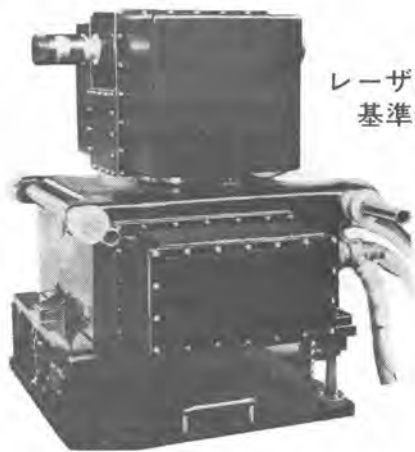
〒577 東大阪市洪川町4-4-37  
☎(06)728-6677~9・728-2457・727-6671~2

# トンネル掘削の精度向上と 常時監視体制のために!

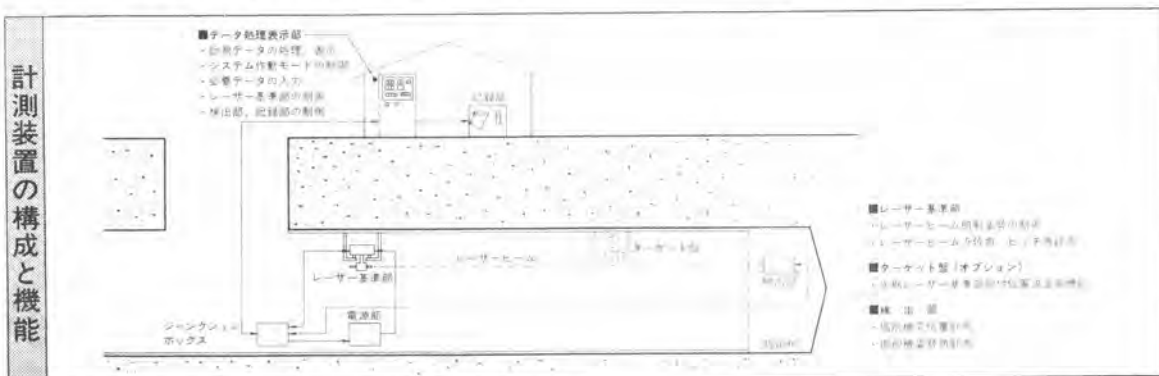
●●●トンネル掘削機・姿勢偏位計測装置●●●

新発売

- 特長
- トンネル掘削計画線はあらかじめ本装置用に翻訳されて、データ処理表示部へ記憶されます。
  - 操作は押釦スイッチとデジタル・スイッチのみで全部行なえます。
  - レーザー基準部は自動追尾機構により検出部即ちシールド機を自動追尾します。特にカーブ上でシールド機がずれて行っても、レーザーが壁に当たる迄は人手を要しません。(レーザーが壁に当たったら、レーザー基準部を前へ移動します。)
  - 計測値は連続出力ですので蛇行の早期修正を測量作業の簡素化に役立ちます。



レーザー  
基準部



■本装置の坑内での機器配置図は上図のとおりです。

レーザー基準部……探北機能を有した高精度ジャイロと加速度計にギアを介して、レーザー発振器が取り付けられます。

検出部……シールド機に取付けられ、前面、後面に受光素子が配置されています。

データ・処理表示部……装置全体の運転制御とレーザー基準部、検出部の信号を合せて演算処理し、計測値をパネル上に表示します。

■シールド機のトンネル掘削計画線に対する

- (1) X 左右ずれ量……精度 5 cm※
- (2) Y 上下ずれ量……精度 2 cm※
- (3) 方位角……精度 2°  
ピッチ角、ロール角……精度 1°

※レーザー基準部、検出部間100m のとき。

**JAE 日本航空電子工業株式会社**

本社 / 東京都渋谷区道玄坂 1-21-6 〒150 ☎ (03)463-3111

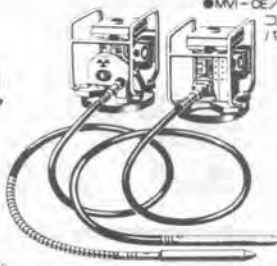
大阪支店 / 大阪市淀川区西中島 1-11-16(住友商事淀川ビル) 〒532 ☎ (06)304-8501  
名古屋出張所 / 名古屋市中区新栄 2-28-22(日電名古屋ビル) 〒460 ☎ (052)262-2311

水戸出張所 / 茨城県勝田市東石川1953-2(遠島ビル) 〒312 ☎ (0292)74-1665  
昭島事業所 / 東京都昭島市中神前1-8-13 〒196 ☎ (0425)41-1814

●MVI-SM/MVI-GM  
コンクリートワイヤースター



●MVI-OE/MVI-GE  
コンクリートワイヤースター



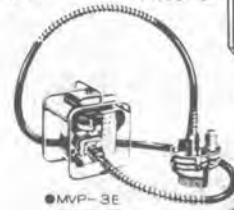
●MVI-PC  
●MVI-PCE  
分断式ワイヤースター



●MVU  
軽便型ワイヤースター



●MVI-DML  
ロング電線型  
ワイヤースター



●MCD-1U  
●MCD-2D  
●MCD-3  
コンクリートカッター



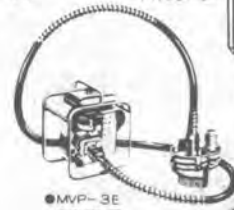
●MHC-8A  
ハンドコンクリートカッター



●MVI-MD  
モーターヘッド  
ワイヤースター



●MVP-3E  
水中ポンプ



# Mikasa CONSTRUCTION EQUIPMENT

●MVC-52F  
●MVC-70F  
●MVC-90F  
●MVC-110F  
●MVC-300  
プレートコンパクター

●MDR-7 ダブルハイレーションローラー

●MOP-12  
ボールビマー

●MDR-20  
ダブルハイレーションローラー

●MOH-24G  
ハイビルビマー

●MTR-55  
●MTR-80H/MTR-120  
タンピングランマー

●MDR-90  
ダブルハイ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 東京都千代田区篠栗町1-4-3  
電話(03)292-1411(大代表)

札幌出張所 札幌市中央区大通西8-2 正田ビル  
電話(011)251-2890-0913

仙台出張所 仙台市本町1-10-12 Sビル  
電話(022)61-6361-3

西部総発売元 三笠建設機械株式会社  
大阪市西区立売堀3-3-10  
電話(06)541-9631(代)

ホイールカッター式

# 小形 浚せつ船

標準吐出径 150, 200, 250, 300, 350mm

- 分解して陸搬できる
- 浚せつ圧送能力は絶大
- 周辺の水を濁さない
- 砂・砂利の採取
- ダムの堆砂さらえ
- 港湾のヘド口除去
- 河川の水底掘削



株式  
会社

## ウオターマン

カタログ説明書贈呈最寄現場ご案内

〒542 大阪市南区鯉谷東之町32 TEL 06-252-0241

### Velvetouch®

クラッチフェーシング、ブレーキライニングには……




# トヨカロイ

《焼結合金摩擦材》

用途 主クラッチ、操行クラッチ、トランスミッション・クラッチ、船用逆転クラッチ、クラッチブレーキ、電磁クラッチ、その他各種クラッチ

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

 東洋カーボン株式会社

本社 東京都中央区日本橋2-10-1 TEL(271)7321(代表)  
大阪営業所 TEL(203)4612/名古屋営業所 TEL(581)4591  
福岡営業所 TEL(281)7187/工場・茅ヶ崎・山梨・滋賀



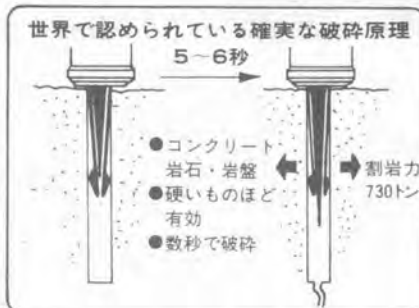
# 騒音・危険のない、コンクリート・岩石破壊

無振動  
無騒音

# ダルダ

西独Hダルダ社製

油圧式ロックスプリッター



ダルダロックスプリッターはくさびの原理を応用した破碎方法で、従来の爆破、打撃方法に比べ危険性、騒音、振動、作業の中断、管理、運経経費等の諸問題が一挙に解決されます。ダルダはその強力な破碎力と小型軽量、操作の容易性により陸上、水中を問わず岩石・コンクリートの破碎工事に活躍して居ります。

西独Hダルダ社  
日本総代理店

## オリент通商株式会社

東京 〒170 東京都豊島区北大塚2-6-8(佐川ビル) ☎03(918)5662(代)  
テレックス 272-2609 ORIET J  
神戸 〒650 神戸市生田区栄町3-10(第二西本ビル) ☎078(332)5280(代)  
広島 〒733 広島市舟入幸町2番3号(三崎ビル) ☎0822(94)8945(代)



## 土木工事の省力化に対応する多彩な顔ぶれ

BOMAG が技術の粋を集めて開発した大型自走式振動ローラーです。経済性、作業性、移動性、走行性、耐久性および将来性に富み、世界の至る所で現代の土木施工に最も適した振動ローラーとして脚光を浴びております。

# BOMAG

**BW-210**  
自走式 振動ローラー

**BW-213**  
自走式 両輪駆動  
振動ローラー

**BW-214**  
自走式 両輪駆動  
タンピング 振動ローラー

**BW-210A**  
自走式 舗装用  
振動ローラー



BW-210



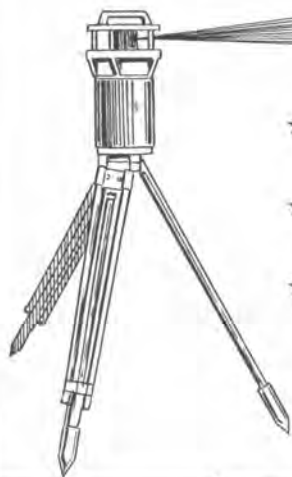
輸入総発売元

## クリステアセアマイカイ株式会社

本社：東京都千代田区麴町3-7 〒102 電話 03(263)0281(大代)  
支店出張所：福岡・大阪・北海道・大館 工場：横浜・千葉

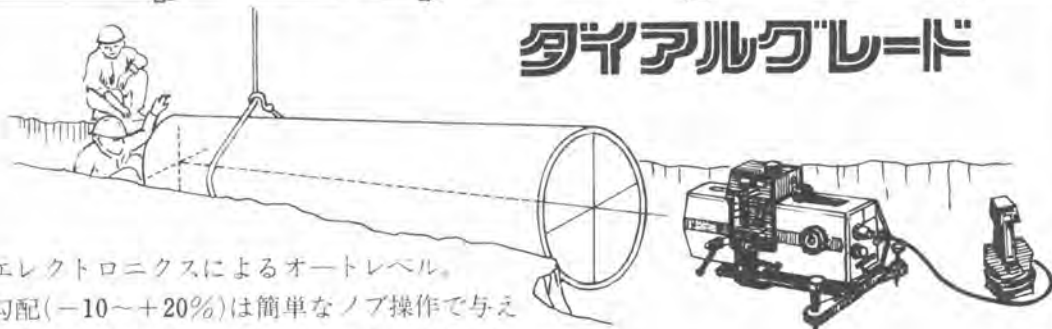
レーザーによる画期的な自動測量システムで省力化を

## レーザーレベル



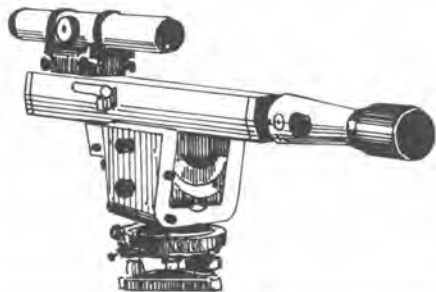
- ★エレクトロニクスで初めて高精度の自動レベル化を実現。
  - ★回転するレーザービームをスタッフが自動的にキャッチ。
  - ★完全防塵・防水・耐震構造。
- めんどうな手間はすべてレーザーレベルにおまかせ下さい。
- 土木・建築工事などあなたの仕事に大きな利益をもたらします。

## ダイヤルグレード



- ★エレクトロニクスによるオートレベル。
- ★勾配(-10~+20%)は簡単なノブ操作で与えられ、デジタルカウンターに表示されます。
- ★完全防塵・防水・耐震構造。下水道配管・埋設管工事・シールド工事に偉力を発揮します。

## トンネルレーザー



- ★到達距離 8 キロメートル以上。
  - ★強力ライフルスコープ付。
  - ★完全防塵・防水・耐震構造。
- 各種トンネル・隧道工事・浚渫工事に多くの実績を持つトンネルレーザーをぜひあなたも。



スーパー工業株式会社

(レーザー部)

上記の製品は米スペクトラ・フィジックス社の製品です。

本社 大阪市東淀川区柴島町 2 7 3 番地  
TEL (06)322-2494(代表) 〒533  
営業所 東京(03)866-4710 札幌(011)741-9171  
仙台(0222)27-1687福岡(092)431-0125

あの現場、この現場で……

# 一目おかれる野郎たち!

チツチャク回って  
デッカク働く行動派

## R903

- 標準バケット容量=0.3m<sup>3</sup>(山積)
- エンジン出力=57PS/2,200rpm
- 騒音レベル=68ホン
- 最小回転半径=2.79m
- 全重量=6.4ton  
(0.3m<sup>3</sup>ホウバケット、400mmシュー付)

バランスのとれた  
総合性能を誇る実力派

## R904B

- 標準バケット容量=0.45m<sup>3</sup>(山積)
- エンジン出力=90PS/1,900rpm
- 騒音レベル=68ホン
- 最小回転半径=2.9m
- 全重量=10.6ton  
(0.45m<sup>3</sup>ホウバケット、500mmシュー付)

湿地を制する  
クラスぎっての健脚派

## R904BL

- 標準バケット容量=0.45m<sup>3</sup>(山積)
- エンジン出力=90PS/1,900rpm
- 騒音レベル=68ホン
- 接地圧=0.28kg/cm<sup>2</sup>
- 全重量=12.0ton  
(0.45m<sup>3</sup>ホウバケット、700mmシュー付)

現場にゆとりをつくる  
クラス1番の豪快派

## R907A

- 標準バケット容量=0.7m<sup>3</sup>(山積)
- エンジン出力=95PS/2,000rpm
- 最大掘削力=9.5ton
- 最大掘削深さ=6.42m
- 全重量=18.8ton  
(0.7m<sup>3</sup>ホウバケット、600mmシュー付)

# KOBE 油圧ショベルRシリーズ

粒選りの4精鋭! 作業内容に最適のショベルを、お選びになり、戦力アップをおはかりください。



●お問合せ、資料のご請求は下記へどうぞ——

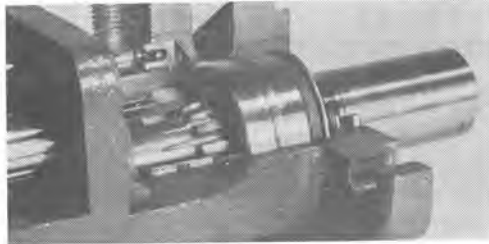
**◆ 神戸製鋼**  
建設機械事業部

東 京○東京都千代田区丸の内1-8-2 ☎100 ☎03(218)7741  
大 阪○大阪市東区備後町5丁目1 ☎541 ☎06(206)6611  
その他○札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・高松・広島・福岡

**◆ 神鋼商事**  
建設機械本部

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

# 210kg/cm<sup>2</sup>の高圧。



# 群を抜く耐久性。



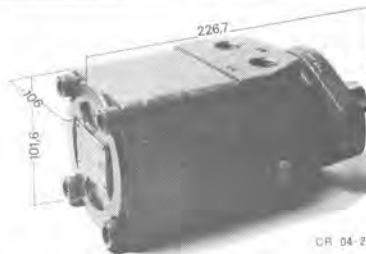
# 決め手は低騒音。

●国産化第一号／東京計器がすぐれた開発力で国産化第一号を実現させた注目の低速高トルク油圧モータ“ハイドロコンプ”です。油圧機器メーカーならではの技術が随所にいかされています。

●連続210kg/cm<sup>2</sup>の高圧／210kg/cm<sup>2</sup>の圧力で連続運転が可能です。最大トルクは実に66.7kg-m。これは他のはるかに大きなモータを機械的減速機で6:1にしたのとおなじトルクです。ハイドロコンプが別名“小さな巨人”といわれるゆえんです。

●抜群の耐久性／分配弁が動力伝達機構から独立して配置されているため、つねに正確なバルブタイミングが得られます。しかもその分配弁は確かなスプール方式。高圧においても弁の内部

## ハイドロコンプ<sup>®</sup> 低速高トルク小形油圧モータ



写真の寸法は  
CR 04-2P3.30 JA 1です

**東京計器**

東京営業所

東京都品川区西五反田1-31-1(日本生命五反田ビル)〒141/(03)490-1921

リークが少なくムダな回転抵抗がありません。そのため長期にわたって安定した性能を約束し、モータの寿命を増大したのです。

●注目の低騒音／分配弁独立というこの独特な心臓部のしくみは、安定した性能とともに、騒音を最小限に押さえるという画期的な成果をおさめました。モータの価値をいちじるしく高めたのです。わが国初の国産化によって納期もグリーンと短縮。アフターサービスはもちろん万全です。

仕様・押しのけ容積:62~383cc/rev,  
使用圧力:連続210kg/cm<sup>2</sup>, 流量(最高):80ℓ/min, トルク(定格):50kg-m, 背圧(定格時):70kg/cm<sup>2</sup>, 回転数(定格流量・定格圧力):max.1,000rpmまで。



# 性能抜群。

## ★余裕あるパワー……!!

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

### 〈CT5A———その他の特長〉

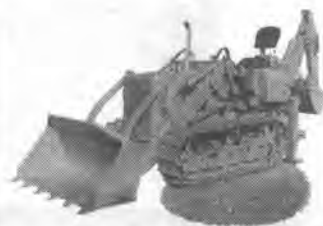
- 運転席は大きなスペースでデラックス。オペレータの身体に合わせた機能設計です。
- 人間工学が生んだ5段階スライド式のシートを採用していますから運転操作も容易です。
- ボンネットが低いため視野が広く、快適な作業ができ、オペレータの疲労を軽減します。



**古河鋳業**  
FURUKAWA CO., LTD.

本社 千100 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 (03)212-6551  
大阪 (06)344-2531 福岡(092)741-2261 仙台(0222)21-3531  
高松(0878)51-3264 名古屋(052)561-4586 札幌(011)261-5686  
岡山(0862)79-2325 金沢(0762)61-1591 秋田(0188)23-1836  
総機・販売サービスセンター 田無(0424)73-2641-6

# 古河のCT5A ショベルバックホウ





# 48V シリーズ

強力な高周波振動、高い安全性、軽便な操作。  
時代の要求に技術で応えます。



棒状バイブレーター  
HMV・40・50N・60N型  
(モーター内蔵式)

高周波振動モーター  
HKM40A・75A・120A型  
HKM40B・75B・120B型

コンバーター  
HFC 1.5A・3A・6A型  
HFC 1.5B・3B・6B・12B型

配電盤  
HFD-S型  
HFD-D型

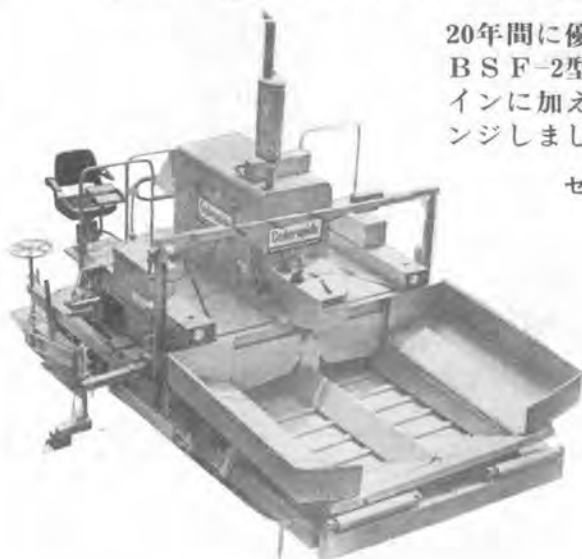
## 林バイブレーター株式会社

本社	〒105 東京都港区浜松町1-28-14(川崎ビル)	Tel. 03(434)8631(代)	大阪支店	〒564 大阪府吹田市江の木町29-8	Tel. 06(385)0151(代)
東京支店	〒105 東京都港区浜松町1-18-5	Tel. 03(434)8451(代)	広島出張所	〒730 広島市南千田東町1-8(大段ビル)	Tel. 0822(43)4981(代)
札幌出張所	〒062 札幌市豊平区平岸2条5-9	Tel. 011(81)0993(代)	高松出張所	〒760 高松市西宝町1-7-1	Tel. 0878(34)3572(代)
仙台出張所	〒982 仙台市中倉3-6-19	Tel. 0222(95)7691(代)	九州出張所	〒812 福岡市博多区美野島3-13-17	Tel. 092(451)5616(代)
名古屋出張所	〒462 名古屋市中区深田町3-60(白竜ビル)	Tel. 052(914)3021(代)	工場	〒340 埼玉県草加市稲荷町1558	Tel. 0489(31)1111(代)

# Cedarapids

# ニューモデル BSF-400

## 標準型 アスファルトペーパー



20年間に優性遺伝を続けたセダラピッドBSF-2型ペーパーは、重みと信頼感をデザインに加えここにBSF-400型にモデルチェンジしました。倍日の御愛顧を！

### セダラピッド型式BSF-400一般仕様書

舗装巾：	(標準)	3.0m
	(MIN.)	1.8m-MAX.6.0m
舗装厚：	(MAX.)	25cm
舗装速度：	(標準)	3.3-39.6m/分
	(低速)	2.4-27.6m/分
走行速度：	(標準)	2.7-6.1km/時
	(低速)	1.9-4.3km/時
重量：	(本体)	10,886kg
	(付属品共)	12,100kg

BSF-400型のスクリード機構は、BSF-2型と同形で、その他のパーツにも総べて互換性があります。

### 型式BSF-400の主な機能と特色

- (1) 装軌式、メカニカルドライブ、24段変速の標準サイズ経済型機。
- (2) 強力GM3-53ディーゼルエンジン、消音密閉。
- (3) 走行速度とフィーダースクリュー速度はシンクロ。
- (4) ホッパー容量1t増加、フィーダートンネル増大。
- (5) 主要構造部鋼板肉厚増大、本体重量約1t増加。
- (6) 強力型スクリード自動コントロール。
- (7) 安全対策：安全運転、事故防止、機器破損防止、いたすら防止。
- (8) 数々のオプション：ホッパーゲート電動遠隔昇降装置、NI-HARDスクリューライニング、特殊スクリードエクステンション、各種スクリードバーナー、フィーダースクリュー2段トランスミッション。



姉妹機種：BSF-420：セダラピッド型式BSF-420の機能は下記を除き総べてBSF-400と同一です。

### 動力伝導系統

エンジン—油圧ポンプ—油圧モーター—2段変速トランスミッション—左右走行電磁クラッチ  
—左右フィーダースクリュー電磁クラッチ

特徴：舗装・走行の2段変速を除き、ダイヤル無段変速が出来る。前後進の変換がスイッチ操作で出来る。但し、走行とフィーダースクリュー速度はシンクロ

IOWA MANUFACTURING COMPANY ● CEDAR RAPIDS, IOWA ● U.S.A.

日本総代理店

## ゼネラルロードイクイPMENTセールス株式会社

東京都千代田区内神田2丁目13番地中村ビル ☎03-256-7737-8

# トクデン は技術派、実力派!

- 営業品目 ●各種コンクリートバイブレーター(エンジン式、電気式、空気式)  
 ●水中ポンプ ●タンパー ●バイブレーションプレート  
 ●振動モーター ●振動フィダー  
 ●コンクリート・ロード・フィニッシャー  
 ●メッシュ・インストーラ ●その他振動機械



●最高の安定性と高効率

## タンパー

- 特殊衝撃方式の採用で耐久力が大。
- 強力な輾圧能力で効率が良い。
- ハイジャンプで前進登坂力が強力。
- 取扱いが簡単で、移動運搬も容易。

用途 ■ 道路・滑走路・堤防・アスコン等の  
 路床、路盤の輾圧、建築工事の盛土  
 礫石の突固め、電信電話・ガス管・  
 水道管等の埋設後の輾圧

●初めて完成された正転・逆転自在の(画期的)なバイブレーター



## バイトトップ

- 鏡面仕上げされた球面によるすばらしいオイル漏れ防止構造
- 特殊加工された強靱なフレキシブルシャフト
- ヒューズフリーの採用によりオーバーロード、単相運転によるコイル焼損をシャットアウト!
- バイブレーター用のエンジンは、そのままポンプの原動機に使用できます。

●騒音公害の解消  
 に新装置



## バイブレーションプレート

- 自走力(毎分25m)抜群で作業効率アップ。
  - 小型軽便な上に輾圧力が大きい。
  - 完全な防振で、快適な作業ができる。
  - 表面仕上げがきれい ●ベルト調整が容易。
- 用途 ●アスファルト舗装の輾圧、表面仕上げ。  
 ●路盤、土間の砂利、碎石、砂等の締固め。  
 ●ガス管、水道管、ケーブル埋設工事の道路補修。

●一人で持運びも、操作もできる(高性能水中ポンプ)

## ポンプ

- エンジンでもモーターでも使用できる。
- 呼び水がいらない。
- 土砂混入のよごれ水でも掘水できる。
- 原動機はバイブレーターと完全兼用できる。
- 故障が少ない。
- エンジンはそのままバイブレーター用に使用できる。



etc.



## 特殊電機工業株式会社

本社	東京都新宿区中落合3丁目6番9号	☎東京	03(851)0161-5	〒161
浦和工場	浦和市大字田島字横沼2025番地	☎浦和	0488(62)5321-3	〒336
大阪営業所	大阪市西区九条南通3丁目29番地	☎大阪	06(581)2576	〒550
九州営業所	福岡市博多区緒町555-6	☎福岡	092(572)0400	〒816
北海道営業所	札幌市白石区平和通10丁目北116	☎札幌	011(871)1411	〒062
名古屋出張所	名古屋市南区汐田町3丁目21番地	☎名古屋	052(822)4066-7	〒457
仙台出張所	仙台市日の出町1丁目2番10号	☎仙台	0222(94)2780	〒983
新潟出張所	新潟市上木戸548番1号	☎新潟	0252(75)3543	〒950
広島出張所	広島市沼田町伴3754	☎広島	08284(8)0067	〒731
			4603	-31

etc. が全国に展開



## 山田の バイブレーター

### 営業品目

各種コンクリート振動機  
 チェックハンマー振動杭打機  
 コンクリート製品連続製造設備  
 振動モーター  
 コールドファイダー  
 コンクリート製品用各種型枠

**コンクリート打込工事に  
 抜群の威力を発揮!!**

総発売元



**山田通商株式会社**

製造元



**山田機械工業株式会社**

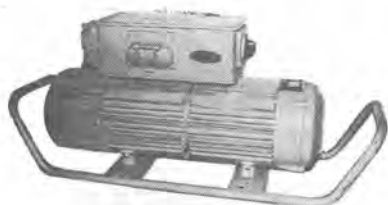
本社 東京都北区赤羽南1丁目7番2号 電話 東京(902)4111(代)  
 戸田工場 埼玉県戸田市新曽南1-11-5 電話 蕨(0484)5059・5060番



ビプロ・ランマー  
 ビプロ・プレート  
 ブレーカー  
 バイブレーター  
 ローラー



## 日増に好評 / ワッカー高周波バイブレーター



コンバーター（電圧・周波変換機）

WACKER コンバーターは静音でコンパクト設計 軽量で出力抜群。

重量・出力33kg・15Amp～182kg・312Ampまで多機種揃います。

FU1.6・FU3・FU4・FU5Z・SFU10・SFU18  
SFU26型



バイブレーター（モーター内蔵型）

WACKER 高周波内部バイブレーターは

・電気クラッチ・ローリングウェイト・オイルジェット潤滑・180°C耐熱ステーター・完全防水  
など模造品には見られない数々のパテントを持っています。振動筒30～110mmφまで多機種揃います。

IREFM03y・IREK05y・IREK1.1y・IREK1.2y  
IREK1.5y・IREK3y型。

### FU + IREK

多機種のコンバーターとバイブレーターの中から工事状況に応じた組合せができ打設の合理化を計れるのもワッカーの特長です。

**日本ワッカー株式会社** 東京都大田区南蒲田2-18 TEL (03)732-9281  
 大阪(0729)53 6270・仙台(0222)62-8737・九州(092)571-2885



ローデンシティ(電熱式)

PAT.AP.

JEMCO

アスファルトタンクヒーター

PHCO.

ホットオイルヒーター



これは60Tonアスファルトプラントにアスファルトタンクヒーターとホットオイルヒーターを設置した例です。

ホットオイルヒーター  
がこんなに……

- コンパクトになりました。
- 全然手がかからなくなりました。
- 格段にランニングコストを節減しました。

## ローデンシティ(電熱式)ヒーターのメリット

### ①熱効率 100%

60Tonアスファルトプラントは重油バーナー方式では80万キロカロリーでしたが、ローデンシティヒーターを使用すると8万キロカロリーです。

### ②煤塵、騒音公害問題はこれで解決。

### ③安全運転と無人自動運転で全くメンテナンスフリー。

### ④保守、整備も全く容易。

### ⑤バーナー直熱ではないので、ライフは長くなりました。

### ⑥タンクヒーターは横型でも堅型でも容易に組込可能。

### ⑦プラント移設のときも解体、組立容易。

### ⑧ホットオイル、アスファルトの劣化の心配もありません。

### ⑨ホットオイルのチャージ量ドラム缶2～3本程度です。



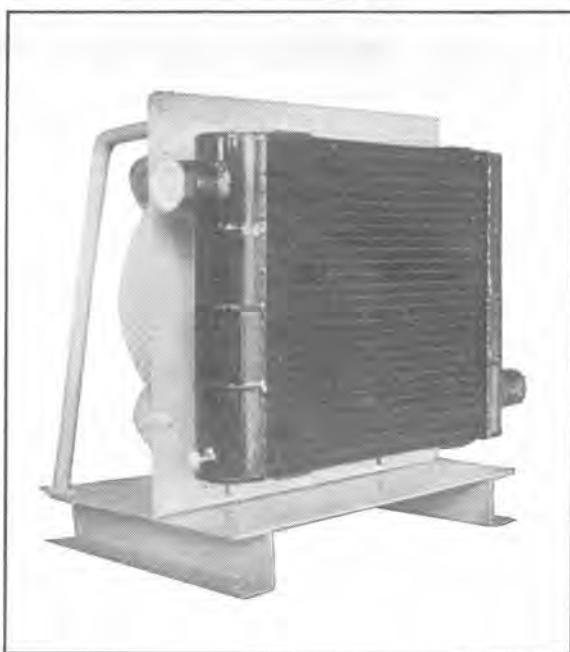
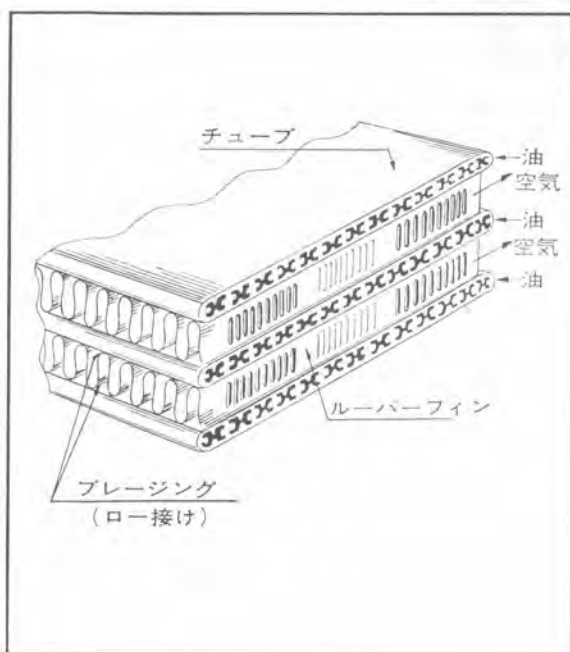
ゼムコインタナショナル株式会社

東京都大田区大森北1-28-6 ☎(03)766-2671代表

# TAISEI

## 大手建設機械メーカーへ 多くの実績を持つ 空冷オイルクーラーシリーズ

— 低価格・高性能・軽量 —



200<sup>□</sup>~900<sup>□</sup>までの多種類・納期迅速材質が総アルミ製なので、軽量で耐圧、耐蝕に優れている。

**営業品目** 油圧・潤滑用サクション、低、中、高圧、リターン等各種フィルター、水冷、多管式オイルクーラー(自社製ローフィンチューブ組込)強制潤滑装置。



### 大生工業株式会社

本社工場 東京都板橋区若木2-32-2 ☎174  
☎東京(03)(934)3281(代) テレックス272-2880  
宇都宮工場 栃木県那須郡南那須町大字南大和久字早坂984-21 ☎321-05  
☎南那須(028788)7211 テレックス3546-295

# 明和

## タイヤローラ

MT-30型  
小型3ton



## 振動ローラ

両輪・駆動・振動

ステアリング軽快・サイド転圧可能

MV-30型 3.0t

MV-26型 2.6t

MUS-12型 1.2t

MVR-11型 1.1t



## バイブロプレート

アスファルト舗装  
表面整形

P-120kg

P-90kg

P-80kg

VP-70kg

KP-60kg



## ハンドローラ

上下回転式ハンドル

MRA-65型 0.65t

MR-75型 0.75t

MRA-85型 0.85t

全油圧  
(特許出願中)



## バイブロランマ

道路・水道・瓦斯管  
電設・盛土・埋戻し

RA-120kg

RA-80kg

RA-60kg

《防音型》



(カタログ道呈)

株式会社

## 明和製作所

川口市青木1丁目18-2 〒332

本社・工場	Tel. (0482)代表(51)4525-9
大阪営業所	Tel. (06) 961-0747-8
福岡営業所	Tel. (092)411-0878・4991
広島営業所	Tel. (0822)93-3977代・3758
名古屋営業所	Tel. (052)361-5285-6
仙台営業所	Tel. (0222)96-0235-7
札幌営業所	Tel. (011)822-0064



ニューMSシリーズ

●燃料消費が少なく、信頼性の高い直噴大形エンジン●剛性構造の衝撃耐久形のフレーム●過酷な作業条件をこなす強化形足まわり●負荷の変動に追従性のよいアキシャルプランジャ形可変容量ポンプ●ブーム・アーム・バケットの全シリンダ合流——4連+5連バルブシステム

■仕様●機械重量=23ton●バケット容量=0.7~1.1m<sup>3</sup>●定格出力=137PS/1,600rpm●輸送時全長=9,390mm●全幅=2,950mm●全高=2,990mm(トレーラ丸積み可)●クローラ全長=4,150mm●シュー幅=600mm

800mm●掘削力=11.5ton●最大掘削深さ=6,590mm

●最大掘削高さ=8,950mm●最大垂直掘削深さ=4,920mm



三菱パワーショベル  
MS230-2  
23ton・0.7 m<sup>3</sup>~1.1 m<sup>3</sup>

# 信頼の大形コンビ

ニューMSシリーズの大形コンビ。船用・産業機械をはじめ自動車のエンジン技術、船舶の溶接技術、航空機の油圧技術など、三菱重工の総合技術力がバックアップしています。現場が大きくなるほど要求されるマシンの信頼性に、自信をもって応える

●抗張力鋼、鍛鋼、鋳鋼を大幅に採用した剛性構造のフロント部●シャーシは四筒支持プレス構造●耐衝撃性を充実した足まわり●ゆりのV8エンジン。総排気量13,000cc●アキシャルプランジャ形可変容量ポンプ搭載●バンク形ディストリビュータ、クイックフローシステム採用の新油圧回路

■仕様●機械重量=28ton●バケット容量=1.0~1.4m<sup>3</sup>●定格出力=170PS/1,600rpm●クローラ全長=4,390mm●シュー幅=600mm●掘削力=15ton●最大掘削深さ=7,140mm●最大掘削高さ=10,070mm●最大垂直掘削深さ=5,720mm



三菱パワーショベル  
MS280  
28ton・1.0 m<sup>3</sup>~1.4 m<sup>3</sup>

三菱重工業株式会社

本社建設機械事業部(パワーショベル課) 東京都千代田区九段2-5-1 東京03(2)1213111  
支店 札幌・仙台・名古屋・大阪・広島・九州 出張所 高松 ●最寄りの営業所・販売店へお問い合わせください。

高出力・低燃費・低騒音  
3拍子そろった、三菱産業用エンジン。



- 大型から小型まで豊富。あらゆる用途にご利用いただけます。
- 抜群の信頼性、耐久性、経済性は、その多年の実績に裏づけられています。
- アフターサービスも完備。全国各地に豊かに広がるサービス網。

秘められたパワー・ナゾのパワーシリーズ

機種	重量	総排気量(L)	重量(kg)	出力(ps)	回転数(rpm)
4DR50	7,659	253	80	3000	
6DR50	3,988	370	90	3000	
6DS70	5,430	425	105	2500	
6D10	5,974	490	110	2500	
6D11	6,754	525	115	2200	
6D14 (直噴)	6,557	490	117	2500	
6D10	8,553	750	130	2000	
6D10T	8,553	780	170	2000	
6D20 (直噴)	10,308	950	165	2200	
8DC20	13,273	950	210	2200	
8DC40 (直噴)	13,273	950	267	2200	
8DC50	14,886	970	240	2200	
8DC80 (直噴)	14,886	970	240	2200	
8DC20T	13,273	1100	260	2200	
10DC60	18,608	1250	310	2200	
10DC80 (直噴)	18,608	1250	310	2200	
4G41	1,378	128	39	3600	

※4G41はガソリンエンジン。他はディーゼルエンジンです。

## 三菱産業用エンジン

三菱自動車工業株式会社

(産業エンジン課)

東京都港区芝5-33-8 ☎東京03(455)1011

工場:東京・京都・水島

モアイは、ナゾに包まれている...

1722年の復活祭(イースター)に発見された島、イースター島にはかつて高度な文明が栄えたといわれている。なかでも注目されるのは、海を背に、島の周りにたっているモアイ(巨人像)である。その数は1千にも及び、大きなものは高さが20メートル、重さは50トンもある。一説では、このモアイは彼らの先祖を崇めるためにつくられた像なのではないかという。が、しかし、モアイは一律に面長で、鼻すじが通り、唇が薄く、額が狭い。原住民であるポリネシア人には似ても似つかない。そして、彼らは50トンもある石像を、どう石切場から海岸まで運び、建てたのだろうか。

クレーンも、トレーラーもない古代文明の中で…。しかも1千個のものを、気が遠くなるような話ではないか。考えてみれば、文明の進歩とはすばらしいものである。彼らにとっては大事業であったものも、今日、私たちは産業機械を使って、いとも簡単に成しとげることができる。もちろん、三菱産業用エンジンは、その欠かせない原動力となるはずである。



# 品質を上げると、コストが下がる。



建設機械用ツール

品質の高いコマツの铸造品なら、  
トータル・コストが下がります。

寸法精度が高く、内部欠陥が極めて少ない。そのため加工時間を短縮し、トータル・コストが下がる。それがコマツ铸造品の最も大きな特徴です。大正8年創業以来、コマツは常に高品質の铸造品をつくり続けてきました。今日、コマツが世界に誇る数多く



铸钢バルブ



铸钢製油圧バルブ



铸钢製ポンプ部品

の建设機械も、この60年間に磨きぬかれた高度な铸造技術に支えられているのです。しかも品質管理の権威デミング賞を受賞。その品質の高さは広く海外でも認められています。一品物から量産物まで、铸物のことなら、経験豊かなコマツにご相談下さい。

铸物造って60年、量産品から原子力製品まで

**コマツの铸造品**

**小松製作所**

東京支社：港区赤坂2-3-6 小松ビル  
〒107 ☎03(584)7111

大阪支社：豊中市服部寿町5-166 〒561  
☎06(864)2121

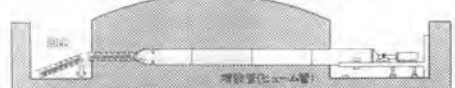
お問い合わせは各支社铸鋼課へどうぞ。

資料請求券  
送・換

# 下水道工事、 着工を遅らせている 原因を除け。



例えば坂道での  
下水道工事の場合、  
従来の開削工法では、  
水平に開削しなければなら  
ないため、土量が多く大きな  
危険をとまないと同時に、ダンプの  
搬出が必要など、大変な手間と時間がか  
かりました。そこで開発されたのが、アイ  
アンモール工法です。これは、約50m間隔の  
立坑だけして小口径管を高精度に推進する、コ



マツ独自の全く新しい工法です。しかも無振  
動・低騒音設計なので家屋損傷や地盤沈下も  
なく、市街地での小口径管の埋設に最適です。

## 高精度小口径管推進工法

## アイアンモール<sup>®</sup> TP80

●アイアンモールという名称は、小松製作所の登録商標です。  
開削工法による問題を解決した、コマツのアイアンモール工法。  
詳しくは、資料をご請求ください。宛先 東京都港区赤坂2-3-6 小松製作所  
営業本部市場開発部アイアンモールチーム ☎03(584)7111 又は、次の各支社販売促進課へ

- 北海道 ☎札幌011(661)8111 ●東北 ☎仙台0222(66)7111 ●北陸 ☎石川0252(66)9511 ●関東 ☎東京0485(91)3111 ●東京 ☎東京03(584)7111
- 中部 ☎一宮0586(77)1131 ●大阪 ☎大阪06(864)2121 ●関西 ☎高松0878(43)1181 ●中国 ☎広島0829(22)3111 ●九州 ☎福岡092(641)3111

資料請求券

建設の機械化

# 逞しさに一段と磨きをかけて。

油圧ショベルの開発を手がけて以来、数々の実績を持つ加藤製作所が、現代にマッチしたハイメカニズムと、

逞しいパワーを秘めた画期的な0.7m<sup>3</sup>の決定版//

HD-700G《全油圧式》ショベルを開発しました。

厳格なまでの「機能、品質主義」から生まれたカトウのショベルは性能、スタイルともに一新。

強力な掘削力、優れた操作性、居住性などすべての面においてパワーアップをはかり、

逞しさに一段と磨きをかけました。

バケット容量……**0.7m<sup>3</sup>**  
最大掘削深さ……**6.4m**  
エンジン出力……**105ps**  
全装備重量……**18.7t**



**HY-DIG® シリーズ**  
**《全油圧式》ショベル**

今日の対話を明日の技術へ

**KATO**

株式会社 加藤製作所

本社 / 東京都品川区東大井 1-9-37  
(☎140) ☎(471)8111(大代表)  
営業本部 / 東京都港区虎ノ門 1-26-5  
(☎105) (第17森ビル) ☎(591)5111(大代表)

## 昭和54年2月号PR目次

— A —	
朝日電機(株).....	後付 9
— C —	
クリステンセンマイカイ(株).....	後付 13
— F —	
古河鋳業(株).....	後付 17
— G —	
ゼネラルロードイクイPMENTセールス(株).....	後付 19
— H —	
林パイブレーター(株).....	後付 18
阪和化工機(株).....	” 1
日立建機(株).....	表紙 4
— J —	
ゼムコインタナショナル(株).....	後付 23
— K —	
(株)加藤製作所.....	後付 30
久留米建設機械専門学校.....	” 2
(株)小松製作所.....	” 28,29
— M —	
マルマ重車輛(株).....	後付4,6
丸友機械(株).....	” 1
三笠産業(株).....	” 11
三井造船アイコム(株).....	表紙 3
三井造船(株).....	” 3
三菱自動車工業(株).....	後付 27
三菱重工業(株).....	” 26
(株)明和製作所.....	” 25
— N —	
内外機器(株).....	後付 5
(株)南星.....	” 2
日鉄鋳業(株).....	” 8
日本航空電子工業(株).....	” 10
日本ワッカー(株).....	” 22
— O —	
オカダ鑿岩機(株).....	後付 3
オリエント通商(株).....	” 13
— S —	
神鋼商事(株).....	後付 15
スーパー工業(株).....	” 14
住友重機械建機販売(株).....	表紙 2
— T —	
大生工業(株).....	後付 24
(株)東京計器.....	” 16
(株)東京鉄工所.....	” 7
東洋カーボン(株).....	” 12
特殊電機工業(株).....	” 20
— W —	
(株)ウオターマン.....	後付 12
— Y —	
山田機械工業(株).....	後付 21

# 三井 ランドメイト HL707



ゆとり  
すべてに余裕  
大地の頼もしい仲間

小形ホイールローダーのバイオニアである三井造船が、長年の実績とユーザーの皆さまのご要望をもとに完成した707は、「すべてに余裕」を相言葉に、0.5～0.6m<sup>3</sup>クラスと同等の外形寸法ながら大形なみのメカニズムと耐久性をそなえた0.7m<sup>3</sup>クラスの実力派ショベルです。

#### HL707の特長

- 燃費も経済的な50馬力 空冷ディーゼルエンジン
- 軽い踏力で確実な制動力、水・泥に強い、このクラス初めての四輪ディスクブレーキ
- 余裕あるパワーをフルに引出す、運転容易なパワーシフト
- このクラス最小の回転半径3.8m
- 最高時速30km/hもこのクラスで随一
- スライド油圧ロック付のバックホウが取付けられます

人間と技術の調和に挑む  
**M** 三井造船

建設機械事業部  
〒230 横浜市鶴見区市場下町11-15  
電話045(521)2147

取扱店 三井物産機械販売サービス㈱・中道機械産業㈱・中道機械㈱ 3社の本社・営業所

三井アイムコの

最新鋭機

# ロッカーショベル RS150

苛酷な作業に対応する耐久性の一段の向上をはかりました。

- バケット容量0.68m<sup>3</sup>  
ずり取り巾 5.5m  
バケット掘起し力 2,300kg
- 整備の容易化、メンテナンス・コストの低減
- 水平、斜坑両用に  
転換可能



RSシリーズ	バケット容量
RS200	1.0m <sup>3</sup>
RS85A	0.4m <sup>3</sup>
RS55	0.23m <sup>3</sup>



三井造船アイムコ株式会社

東京都中央区築地 5-4-14 Tel. 03 (544) 3338





信頼のパートナー  
日立建設機械

# 装いあらたに 動き精悍 パワー充実

ご好評をいただいたUH04-2を、さらにグレードアップし、性能の充実とスタイルの一新…すべてに装いをあらたに登場したUH04-3。汎用性を求められるこのクラスで、なくてはならないタフなパワーとスムーズな操作性、スピーディな機動性を備え、街、山、河や圃場でそのバランスの良い掘削が現場の熱い視線を集めます。

フルモデルチェンジ

## UH04-3 日立油圧ショベル

- バケット容量……………0.15m<sup>3</sup>～0.5m<sup>3</sup>
- エンジン出力……………83PS
- 最大掘削深さ……………4.52m
- 最大掘削半径……………7.25m
- 最大掘削力……………5.7t
- 全装備重量……………10.8t



日立建機株式會社

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



「建設の機械化」

定価 一部 四五〇円

本誌への広告は



■一手取扱いの株式会社共栄通信社

本社 〒104 東京都中央区銀座8の2の1(新田ビル) TEL 東京(03)572-3581(代)  
大阪支社 〒530 大阪府北区西天満3-6-8 豊屋ビル3階 TEL 大阪(06)362-6515(代)

雑誌 03367-2