

# 建設の機械化

1978

3

日本建設機械化協会

軟弱地盤対策工特集



デコム工法専用船“デコム1号”

所有 東亜建設工業株式会社  
製作 株式会社 北川鉄工所

# 土の穴掘りなら全ておまかせ下さい!!

(特許申請中)

## マルゼン・ハイネス・アースドリル



- マルゼンハイネスアースドリルは、米国ハイネス社との提携により発売された画期的な製品です。
- 小型・軽量・操作が簡単、しかも従来のポータブルアースドリルでは考えられない驚異的な性能を有します。
- 操作は一人で楽に扱えます。
- 性能 深さ：縦穴7mまで、横穴：14mまで  
穴径：38φ～400φまで
- 用途 建柱、支柱の穴掘りに  
フェンス、棚の穴掘りに  
植樹、造園土木の穴掘りに  
水道、ガス管の埋設工事の横穴あけに  
道路横断のパイプ埋設に  
その他土への穴掘りなら全て御利用出来ます。



### 丸善工業株式会社

本社 静岡県三島市長伏155-8番地  
TEL0559-77-2140  
営業所 札幌・仙台・三島・大阪・福岡

大規模な採掘作業に

## CD-8

# マイティドリル

### 国産初の高性能大型せん孔機

- |       |              |       |                       |
|-------|--------------|-------|-----------------------|
| ・口径   | 80mmφ～125mmφ | 総重量   | 8,500kg               |
| ・せん孔長 | 30m          | 空気消費量 | 25m <sup>3</sup> /min |
| ・ロッド  | 6m           |       |                       |

## CD-7M クローラドリル

安全性(オートマチックブレーキ装備),せん孔性能(フロントパワーローテーション増トルク型),機動性,使い易さが更に充実!!

総重力 5,200kg 空気消費量 20m<sup>3</sup>/min  
他にCD-1, CD-2L, CD-3A, CD-6Aと各種揃えております。



### 東京流機製造株式会社

本社 東京都港区西麻布1-2-7第17興和ビル 〒106 TEL(03) 403-8181(代)  
横浜工場 横浜市緑区川和町50-1 〒226 TEL(045)934-0031(代)  
営業所 東京・大阪・福岡・仙台・広島



目次

□巻頭言 著にも棒にもかかる話 ..... 鶴田千里 / 1

軟弱地盤改良工法の概説 ..... 奥村樹郎 / 3

軟弱地盤対策工適用へのプロセス ..... 鈴木一正 / 6

扇島建設工事における軟弱地盤対策 ..... 齊藤彰 / 14

広島空港滑走路改良工事 ..... 入江功隆 / 22  
伊村勇

泥炭地盤における対策工法とその適用例 ..... 佐藤嘉則 / 30  
栗原平夫

軟弱地盤改良船による工事実績 ..... 田崎幸哉 / 36

グラビヤ—軟弱地盤対策工に使用される主要建設機械

コンポーザ工法の動向 ..... 大川塚研一 / 41  
上高

セメント系硬化剤による深層混合処理工法 ..... 川崎孝人 / 46  
新名昭土

超軟弱地盤の  
トラフィカビリティ確保の方策と実施例 ..... 清水昭男 / 51

□紀行 中東諸国を旅して ..... 森木基裕 / 58

島根県北神立橋長尺ぐい工事実績 ..... 藤井達視 / 65  
織田幹春  
佐々木徹

除雪機械の評価と選定 ..... 斎恒夫 / 72

□新機種ニュース ..... 調査部会 / 77

□整備技術  
油圧系統のメンテナンス ..... 整備技術部会 / 82

□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(5) ..... ISO部会 / 85

□建設機械化研究所抄報 <No. 120>

341. 古河 FL 160 型車輪式トラクタショベル ..... / 88

342. サカイ SV 25 型振動ローラ ..... / 89

343. サカイ SV 40 型振動ローラ ..... / 90

344. 東洋運搬機 50 B 型車輪式トラクタショベル ..... / 91

345. 光洋機械 KBHS-2000 型コンクリートミキサ ..... / 92

□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 / 93

行事一覧 ..... / 94

編集後記 ..... (菊地・田辺・林) / 96

◀表紙写真説明▶

デコム工法専用船“デコム1号”

所有 東亜建設工業株式会社  
製作 株式会社 北川鉄工所

デコム工法は、スラリー状にしたセメント系安定処理剤を軟弱地盤中にポンプ圧入し、攪拌翼の回転によって軟弱土を練り混ぜ、安定処理剤の硬化反応を利用して軟弱土自体を固化させる地盤改良工法である。デコム1号はデコム工法の専用船として高精度の施工を行う大型地盤改良船である。これまで施工できなかった海面下40mの地盤まで改良できる能力を持っており、また、最新の自動運転システムにより施工管理も容易である。

船体の長さ	46.00 m
船体の幅	25.00 m
船体の深さ	4.50 m
計画満載さき水	3.30 m
塔の高さ	55.90 m
処理能力	60~200 m <sup>3</sup> /hr
処理深度	海面下 40 m
攪拌翼径	2 m
サイロ容量	1,200 t

## 昭和 53 年度 建設機械損料改訂説明会の開催

### 1. プログラム

- 13.30～13.40 挨拶  
 13.40～15.10 建設機械等損料とその運用について  
 15.10～15.20 休憩  
 15.20～16.50 昭和 53 年度建設機械等損料改訂について

### 2. 会 費 会員 5,000 円 非会員 8,000 円

(テキスト「建設機械等損料算定表(昭和 53 年版)」を含む)

### 3. 日程・会場・講師(予定)

開催地と開催日	会 場	講 師
札 幌 4 月 12 日(水)	北海道経済センター 札幌市中央区北 1 条西 2 丁目	本田 宜史(建設省官房建設機械課建設専門官) 和田 清高(北海道開発局官房機械課開発専門官)
仙 台 4 月 18 日(火)	仙台労働福祉会館 仙台市上杉 1-5-13	大平 喜男(建設省官房建設機械課係長) 相沢 実(建設省東北地方建設局道路部機械課長)
東 京 4 月 11 日(火)	農 協 ビ ル 千代田区大手町 1-8-3	海老原 明(建設省官房建設機械課補佐) 山内勇喜男(建設省官房建設機械課補佐)
新 潟 4 月 19 日(水)	婦 人 会 館 新潟市白山浦 1 丁目	大平 喜男(建設省官房建設機械課係長) 槻 朋樹(建設省北陸地方建設局道路部機械課長)
名 古 屋 4 月 19 日(水)	ナ オ リ 会 館 名古屋市東区水筒先町 2-1	海老原 明(建設省官房建設機械課補佐) 谷口 肇(建設省中部地方建設局道路部機械課長)
大 阪 4 月 18 日(火)	大阪科学技術センター 大阪市西区鞠本町 1-8-4	海老原 明(建設省官房建設機械課補佐) 野原以左武(建設省近畿地方建設局道路部機械課長)
広 島 4 月 13 日(木)	広島労働会館 広島市金屋町 1-17	竊 孝(建設省官房建設機械課係長) 畑野 仁(建設省中国地方建設局道路部機械課長)
高 松 4 月 12 日(水)	高松市民文化センター 高松市松島町 1-15	竊 孝(建設省官房建設機械課係長) 黒田 満穂(建設省四国地方建設局道路部機械課長)
福 岡 4 月 14 日(金)	セントラルホテル フクオカ 福岡市中央区渡辺通 4-1-2	竊 孝(建設省官房建設機械課係長) 東原 豊(建設省九州地方建設局道路部機械課長)

なお、申込方法など詳細については、本協会本部および各支部(本誌 96 頁奥付参照)にお問合せ下さい。

## 昭和 53 年度 建設機械展示会（北海道）の開催

1. 主催 社団法人 日本建設機械化協会
2. 会期 昭和 53 年 4 月 20 日（木）より 4 月 24 日（月）まで
3. 公開時間 午前 9 時 30 分より午後 5 時まで（入場無料）  
（ただし、20 日は午前 10 時より、24 日は午後 3 時まで）
4. 場所 札幌市南区川沿町（札幌市立藻岩高校南隣り）……下図参照
5. 交通機関
  - ① 地下鉄……札幌駅→真駒内駅下車・真駒内駅前より会場まで無料バス運転
  - ② 路線バス……札幌駅前より定山溪方面行（8 番系統）に乗車→五輪大橋下車・徒歩 3 分



なお、詳細については下記事務局までお問合せ下さい。

社団法人 日本建設機械化協会

本 部：〒105 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内

電話 東京 (03) 433-1501

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 札幌 (011) 231-4428

# 機 関 誌 編 集 委 員 会

## 編 集 顧 問

加藤三重次	本協会専務理事	石川 正夫	佐藤工業(株)土木営業部
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	本協会常務理事	伊丹 康夫	日本国土開発(株)専務取締役
浅井新一郎	建設省道路局	小竹 秀雄	本協会顧問
上東 広民	本協会建設機械化研究所	斉藤 二郎	(株)大林組 技術研究所
中野 俊次	建設省計画局国際課	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	両角 常美	(株)神戸製鋼所 建設機械事業部
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 建設省大臣官房建設機械課

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) 販売企画部商品開発課
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	堀部 澄夫	(株)神戸製鋼所 建設機械事業部技術開発本部
菊地 和男	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
桂木 定夫	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 建設第二部特殊設計課	寺沢 研穎	鹿島建設(株)土木工務部
天野 節夫	首都高速道路公団第一建設局	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 設計第二部設備課	水野 一明	(株)熊谷組 営業本土木部
塚原 重美	電源開発(株)水力建設部	中尾 秀也	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

## 箸にも棒にも かかる話

鶴田千里



日常良く使われる言葉に“箸にも棒にもかからない”と言うのがある。如何とも仕難いもの、救いようのないものを指すようで、その意味する所は良くわかるような気がするが、さて、その語源についてはまちまちで、定説は無いようである。私なりの解釈では、箸は棒の同類の中では妻楊子の次ぐらいに小さいものであるから、つまりは棒のような大きな物を使っても、又、箸のような小さな物を使っても、何でやっても手に負えないという意味かとも考えて見たりしている。

さて、人間の場合であると、この“箸にも棒にもかからない奴”というのは沢山居て、とんでもない奴、とても手に負えない奴、とても見込みの無い奴という事になり、そのイメージは割合はっきりしている。それでは、“箸にも棒にもかからない物”とは具体的にどんな物を指すのだろうかという事になるとこれが何となくはっきりしない。箸にかからないという事なら、ずるずるしたゆるい水飴か、薄ったれたお汁粉を連想するし、箸が立たないという事ならば敗戦直後の雑炊が思い出される。兎に角、何か極端にずるずるしたような、どろどろしたような、しかもゆるい物のイメージである。

話題が突然変わって誠に恐縮であるが、暫らく前、皇太子が私共の研究所に行啓になり、所内を約3時間に亘って参観された。当研究所の目玉である土質部の超軟弱地盤処理工法実験室に参ると、部屋の中央にどろどろのヘドロが大きなバケツいっぱいに入っていて、その横の机の上に20cm角の硬そうな泥の塊が4個載せてある。ヘドロの方は川崎の埋立地の海底下-10mの所から採取して来たものだそうであるが、それに生石灰混合処理工法を施して3週間経つと、机の上に置かれた硬い泥の塊となるという訳である。ヘドロを棒でかき廻して見ると、先ずは一寸濃いお汁粉程度である。これを基礎としてその上に構造物を作らなければならない訳であるから港湾工事は大変である。先輩に聞いた話では“化物丁場”というのがあって、朝行ってみると昨日打込んだ杭が皆抜け出していたとか。又、私自身の見聞でも、塩釜の要害の埋立地では1尺

## 巻頭言

角の下駄をはかないと歩けなかったり、人を呑み込んでしまった清水港の埋立地などいろいろある。

急にその時“箸にも棒にもかからない物”というのは実はこのような代物ではないかという考えが頭に閃いた。しかし、これが机の上の塊のように固くなるとは一寸考えられない。「本当かいな」と疑問には思ったのであるが、担当者から事前に手渡された台本の筋書にはちゃんとそう書いてあるのであるから仕方がない。切角暗記してきているのにこんな所でうっかり考え込むとつかえて、後々の施設の説明まで忘れてしまう恐れがある。目を閉じ、雑念を払い、筋書通りに、暗記した通りに喋った。又、台本には“ト書き”として、「此処で泥の塊を手で強く押して見る」とある。従って、泥の塊を押した。所が泥の塊は変形するどころか凹みもしない。意外なほど堅く、金属のヘラも突き立たない。説明者の私でさえ意外に思ったぐらいであるから、皇太子がそれ以上に意外に思われたとしても少しも不思議はない。皇太子も私と同じように泥の塊を力を入れて押して見られ、お汁粉との対比にびっくりして、背後の運輸大臣を振り返り、「大臣、押して御覧なさい。物凄く堅くなってますよ」と大声で言われた。皇太子はその後、電磁波と高圧ジェット水によって、今度は硬い岩石がまるで豆腐でも切るように無造作に切断されるのを御覧になって、十分満足されてお帰りになった。

さて、近代的な軟弱地盤処理工法が我が国土木界に取り入れられて以来 25 年余、その間に急速長足の進歩を遂げた土質工学の成果は、この巻の随所でダイヤモンドのような見事な輝きを示している。昔話の“人柱”の代わりに、有効な砂柱、木柱、鋼管柱が超高層、重荷重を不安なく支えてくれるようになり、又、地盤改良の結果、土の強度が著しく大きくなれば、地震の際の杭の横抵抗も十分であるから、摩擦杭としても良く、又、支持杭として使ってもネガティブフリクションの心配もないだろう。軟弱なヘドロも十分杭という“棒にかかる”ようになる。

次に、“箸にかかる”かからないの問題であるが、箸という物は元来オマンマを食べる道具である。従って、“箸にかかる”という事はオマンマが食べられる、言い換えると十分採算がとれて儲かるという事を意味すると解釈出来る訳である。ただ残念な事には、一部の極めて有効な軟弱地盤処理工法のなかには未だ工費がやや高く、広汎に施工実施する事にはやや難点があるようである。今後の課題としては、試験および施工に関する研究を精力的に実施する事によって更に効率をあげ、工費の低廉化に努力し、その結果、“箸にも棒にもかからない”軟弱地盤を十分“箸にも棒にもかかるよう”にして戴きたいと念願する次第である。



## 軟弱地盤対策工特集

## 軟弱地盤改良工法の概説

奥村 樹郎\*

## 1. 軟弱地盤改良工法の歴史的経緯

軟弱地盤の改良工法がいつの時代から用いられたかは定かでない。近代的な意味の地盤改良工法が一般に用いられるようになったのは近々 30 年のことであり、第 2 次世界大戦後の技術革新の波と軌を一にする。しかし、地盤改良工法としての認識はなくとも、構造物の基礎地盤を改良強化するためにプリミティブな地盤改良工法が用いられたのは、数百年あるいはそれ以前にさかのぼるであろう。

昔、河川堤防の構築などでお化け丁場と言われる軟弱地盤地帯にしばしば遭遇した。せっかく堤防を築いても一夜にしてこれが陥没する。そこでまた土砂を盛って堤防を築く。再び陥没して、また土砂を盛る。こうして最終的には築堤土量の何倍もの土砂が投入され、結果的には押し出し方式による置換工法を実施して目的とする堤防を築き上げたものである。

筆者の生まれ育った琵琶湖の東岸はゆるい沖積層が厚く堆積する軟弱地盤地帯である。昔、庄屋などの大きな家を建てるときには柱の下に大石を据え、石の下には厚く砂利を敷き、石搦きと称して大きな錘を高所から落下させて突固めた。石搦きは週余にわたり、遠く対岸の比良山麓にまで地響きが伝わったといわれている。こうして、学問的な裏付けはないものの、大がかりな締固め工法、あるいは最近実用化され始めた動圧密工法が数百年も前から伝承され、採用されていたわけである。

このように原始的な置換工法や締固め工法のような一種の地盤改良工法は先人の経験に基づき昔々から採用されていた。しかし、これらが真の意味の地盤改良工法であるためには学問的な裏付けが必要であり、工学的に評価され、一定の安全率で設計可能なものでなければならぬ。この意味で近代的な地盤改良工法が成立し得たの

はテルツァギーによって土質力学が確立されてからであるといえよう。

終戦後の混乱期を抜け出し、国土の復興が叫ばれるようになると、建設工事にも先進国の新しい技術が導入され始めた。テルツァギーの圧密理論に基づきアメリカで発展したサンドドレーン工法がわが国に導入されたのもこの頃であり、近代的な地盤改良工法が実施された始まりである<sup>1)</sup>。やや遅れて北欧で発展していたベーパードレーン工法が導入され、施工の容易さと施工機械の軽量さが買われて、埋立地などの改良に普及していった<sup>2)</sup>。

緩い砂質地盤の支持力を増すためにはバイプロフローテーション工法が導入され<sup>3)</sup>、新潟地震を契機として、砂質地盤の液状化対策に有効なことが認識されると急激な普及を遂げていった。ほぼ同時期にサンドコンパクションパイル工法が同じ目的で使用され始めた。中でもいわゆるバイプロコンポーザ工法は振動の効果を巧みに利用して能率的であるため爆発的に普及することになった。

そのほか、電気浸透法や電気化学的固結法、ウェルポイント工法や大気圧工法、焼結工法や凍結工法など欧米の先進技術が相次いで導入され、試験工事や現場工事に採用されていった<sup>4)</sup>。こうして地盤改良工法は一時に開花したように多種多様なものとなり、それぞれの目的と現場の条件に応じて選択的に使用されることとなった。

この間、最も古い歴史を持つ置換工法は、施工機械の大型化、能率化がはかられ、シェア的には依然として最も主要な部分を占めていた。また、舶来の技術ばかりでなく、わが国独自の改良工法も次々に生まれていった。前述のバイプロコンポーザ工法のほかに浸透圧工法、生石灰ぐい工法、電気衝撃工法などもその例であり、中でも生石灰ぐい工法はいまなお埋立地などで広く使用されている<sup>5)</sup>。

一方、先進技術として導入はされたものの、経済性の面などでわが国の実情に合わないため一般に普及するに

\* 運輸省港湾技術研究所土質部長

は至らない工法も幾つかある。電気浸透法や焼結工法がその例として挙げられよう。

## 2. 地盤改良の現況と将来

わが国は世界でも有数の軟弱地盤国である。もちろん、ノルウェーやカナダに発達した超鋭敏粘土 (Quick Clay) のように、ちょっとゆするだけで泥水になってしまう土や、数メートルの地盤沈下を引起しているメキシコの火山灰土 (Mexico City Clay) のような例がないわけではない。しかし、国土の全域に軟弱な沖積層が分布し、しかも国土の狭さと過密地に災いされて、この軟弱地盤を重要構造物の基礎としても用いざるを得ない立場を考えると、わが国は世界にその類例を見ないほどの軟弱地盤国であるということができよう。こうしてわが国では多くの建設工事で軟弱層の改良を余儀なくされ、したがって、世界でも最も地盤改良工法が発達し、また、多く使われる国となって来た。すなわち、現在わが国は地盤改良工法に関しては世界の最先進国であるということができよう。

これまでわが国で最も多く使用されて来た軟弱地盤改良工法は置換工法であった。ちなみに、昭和40年以降の10年間に施工された港湾における地盤改良工事で置換工法は件数で68%、改良延長で76%を占めている。次に多いのはサンドドレーン工法またはペーパードレーン工法であり、サンドコンパクションパイル工法も同程度に多用されている。埋立地や道路用地などでは生石灰ぐい工法やパイプロフローテーション工法も普及している。また、仮設的な改良工事としてウェルポイント工法や凍結工法も多く使用されている。

ところが、日本経済の高度成長期の終焉とともに環境問題の高まりが爆発し、これまで最も多用されていた置換工法の採用が非常にむずかしくなって来た。その第1の理由は掘削した粘土の処分地の問題であり、第2は掘削に伴う海水の濁りなどの公害問題である。また、良質な砂が枯渇し始め、工費的にも高価なものとなりつつあるからである。

置換工法に代わる在来工法の一つにサンドドレーン工法やペーパードレーン工法、いわゆるパーティカルドレーン工法がある。最近では透水材料として合成樹脂など各種の工夫がなされ、また、サンドパイルにも袋を用いて途切れがないよう工夫されたりしている。施工機械についてもますます大型化、効率化がはかられ、精度のよい施工がなされるようになって来た。しかし、いずれの方法によっても一定の圧密期間を待つ必要があるため、全体工期としてはかなり長くなるのが避けられない。このため置換工法に代わるものとして、すべての地盤改良をパーティカルドレーン工法でカバーするには難点があ

る。

サンドコンパクションパイル工法は元来砂質地盤の締固めに用いられていたが、最近では粘性土地盤にも適用され、強固な砂柱と軟弱な粘性土とが一体として働く複合地盤としての改良効果を評価するようになって来た。しかし、このような工法の性格から改良効果には自ら限界があり、これを大きくするためには砂柱の割合 (置換率) を上げる必要がある。置換率が大きくなるにつれて地盤の盛上りが著しく、これを除去するには置換工法の場合と同様の問題が生じてしまう。こうしてサンドコンパクションパイル工法も拒否された置換工法をすべてカバーするには幾つかの難点を有している。

これまで使用されて来た地盤改良工法のほとんどは物理的または力学的な改良工法であったが、最近、化学的な地盤改良工法が著しい発展を見せて来た。

化学的な改良工法としては従来から電気浸透法、電気化学的固結法、浸透圧工法、焼結工法などがあつたが、いずれもわが国では工費が高く、一般に普及するには至らなかった。しかし、生石灰を柱状に打込んでその消化吸水作用を利用する生石灰ぐい工法は初めてわが国で開発された化学的な地盤改良工法として現在すでに広く使用されている<sup>5)</sup>。

生石灰ぐいをくいのまま放置せず、周囲の粘性土と均一に混合し、ボゾラン反応など化学的な固結作用を利用して軟弱地盤を改良する深層混合処理工法は生石灰ぐい工法を格段に進歩発展させたものとして注目され<sup>6)</sup>、すでに実用化の域に達した。同様に、深層で混合処理するものの、化学的安定剤としてセメントスラリー、セメントモルタル等を使用し、また、混合方法が若干異なる各種の工法が相次いで開発され、実用化への道を進んでいる<sup>7), 8)</sup>。

これらの化学的な地盤改良工法はその歴史が極めて浅く、実用に際しての問題点も多く残されているが、それだけに将来の発展も大きいものと考えられ、明日を担う地盤改良工法となる可能性も大きい。これらの工法は先進諸国の技術を導入したものではなく、わが国で独自に開発したものであり、今後ともその発展はわが国の技術に依存する性質のものである。したがって、その開発者、施工者、使用者は互いに連繋して工法の改良に努力する必要がある。

わが国のように資源の乏しい狭い国では今後一層スペースの有効利用と省資源、省エネルギーの必要性が大きくなる。したがって、軟弱地盤改良の必要性も大きくなり、しかも省資源、省エネルギーの工法が望まれる。このような観点から改良工法についてもさらに有効で合理的な方法の開発と実用化が望まれる次第である。

### 3. 諸外国における地盤改良工法

ほとんどの技術、科学の分野においてそうであるように、地盤改良についても現代は国境がない。まして最近、わが国は地盤改良について最先進国の立場にあり、いわゆる先進国から学ぶものは少ない。むしろ、わが国独自に開発し、実用し、これを世界に広げる責務を持つ立場にあるといえよう。

しかし、地盤改良はその土地の条件によって支配される要素も大きい。地質条件ばかりでなく、施工や設計の技術、施工機械の有無によっても最適と思われる工法が使用できないことがある。次に幾つかの例を示そう。

ヨーロッパやアメリカでは電気浸透法がいまも広く行われている。わが国では他の工法に比べて工費が高いためにあまり使われなくなっているにもかかわらずである。その原因の一つとしては、電気代の高低もあるが、最大の原因は土中水の塩分濃度であるらしい。わが国のような島国では海成粘土が卓越しており、土中水の塩分濃度は海水と同程度で電導度が良い。電気浸透ではその効果が電圧の対数に比例するが、同一電圧を確保する場合、電導度が良ければ消費電力は多くなり、高価なものとなる。ヨーロッパなどの大陸国では土中水の塩分濃度が極めて低く、電気浸透はむしろ低廉な地盤改良工法となるわけである。同様に、中国やアフリカの奥地でも電気浸透は十分適用できるかも知れない。むしろ、わが国が特殊な条件下にあるようである。

ソ連を含む東欧諸国では焼結工法、電気溶融法などがよく使用される。燃料費が大きく異なるためであろうか。一方、ソ連やカナダなど北極に近いツンドラ地帯では地盤改良の必要性がないといわれる。くいを打込むには凍土を熱して溶かしてから差込み、しばらく放置するとカチカチに凍った強固な地盤に根が生えたようになることである。

人跡まれな大陸国では爆破締固め工法が使用される。地中に埋めた爆薬を順序よく爆破し、その衝撃で緩い砂質地盤を液状化させ、落ち着いたときには十分締まっている仕組みである。この工法は大規模な地盤改良に適しており、かなり安価なものといわれるが、わが国では補償者が膨大となってとても採算に合わないだろう。

開発途上国での地盤改良は極めて困難なものと覚悟しなければならぬ。筆者も幾つかの機会に相談を受け、地盤改良をしなければとても保たないと思うが、その手段がないのである。サンドドレーン工法と思ってもくい打ち機がない。置換工法ではと考えるとグラブさえないのである。

### 4. 施工機械、材料の開発と経済性

地盤改良工法、ことに新しい工法の開発、普及に際して最も重要な要素の一つは施工機械と材料である。原理的にはいかに優れた工法であっても、これを実現させる施工機械がなければ絵に書いた餅であり、何の役に立たない。

最近の地盤改良工事はますます大型化し、短期間での施工が要求される。これに伴って施工機械もまた大型化し、多くの台数が投入され、大量生産のメリットが加わって、通常は工費が低減して行く。

新しく開発された地盤改良工法の場合には初めの段階から機械を大型化するのは無理であり、また、冒険でもある。したがって、当初の工費は割高なものとなり、在来工法との比較において劣ることになる。工法の経済性を評価するにはこのような点をも考慮し、将来の発展性をにらみながら長期的な視野に立って検討する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 石井、矢内：「サンドドレーン工法」"土と基礎" 1巻3号, p. 16~22, 1953年
- 2) 五洋建設技術研究所編：「バーバードレーン工法と大気圧工法」理工図書, 1968年
- 3) 渡辺隆：「バイプロフローテーション工法に関する研究」鹿島出版会, 1962年
- 4) 中瀬、奥村、沢口：「分りやすい基礎工法」鹿島出版会, 1970年
- 5) 伊藤範雄：「生石灰による地盤改良」日刊工業新聞社, 1969年
- 6) 奥村ほか：「石灰による深層混合処理工法（第3報）」"港湾技術研究所報告", 13巻2号, p. 3~44, 1974年
- 7) 寺師昌明：「港湾における化学的地盤改良工法」"昭和52年度港湾技術研究所講演会講演集", p. 63~100, 1977年
- 8) 八尋、吉田、西：「高速水噴流を利用した地下工法の開発研究」"第12回土質工学研究発表会講演集", p. 1,285~1,288, 1977年

## 軟弱地盤対策工特集

# 軟弱地盤対策工適用へのプロセス

鈴木 一 正\*

### 1. まえがき

建設工事は載荷工事と掘削工事とに大別され、工事において発生する問題の対策も共通するものもあるが、その目的とする効果は多分に異なるものがある。例えば、超軟弱な泥炭地盤上への盛土載荷工事であっても、施工中での安定が確保されれば完成後の地盤破壊は地震などがなければまず生じないのに対し、地山の状態では非常に強度の高い泥岩地盤も切土掘削工事の際の応力解放による膨張、乾湿繰り返しによる風化などの影響を受けて急速に強度低下を起し、軟弱化する場合が多々ある。簡単に言えば、載荷工事においては地盤の強度増加が期待しやすいのに対し、掘削工事では地盤の強度低下が生じやすい。

本文は原則として載荷工事に対する軟弱地盤対策工の全体像を把握することを主目的とし、そのため各種の対策工を総合的に分類整理し、同時に建設条件に合せて概略の選定がなし得るように配慮したものである。なお、土質調査および解析、検討などの手法については触れていない。

### 2. 軟弱地盤対策工検討手順

対策工を検討するにあたって一般に図-1に示す手順

がとられる。以下、順に補足説明する。

ある地盤に特別の処理を行わずに構築物を建設する場合、施工中に地盤破壊を起したり、起さないまでも過剰な変形に遭遇することが多い。また、完成後も継続する地盤変形によってその機能を損ない、維持補修に多額の出費を余儀なくされる。そのような地盤を一般に軟弱地盤と呼んでいる。このような問題は単に計画構築物について生ずるばかりではなく、同一敷地内の他の構築物あるいは周辺地域にまで悪影響を及ぼすことがある。

以上の問題を予測するには構築物の建設条件に合せ、敷地の地盤条件を用いて沈下解析および安定解析を行うのであるが、それらの手法もいまだ確立されているとはいえ、便宜上各関係機関によって指導要領化されているに過ぎない。したがって、その予測精度は自然の生成物である地盤の複雑さも加味して、設計技術者の知識および経験により大きく支配されるところである。

解析結果によって問題が生ずると判断された場合にはなんらかの軟弱地盤対策工が必要となるのであるが、それらには数多くのものがあり、それぞれ異なる原理に基づき同一原理でも異なる材料あるいは施工機械を使用している。対策工の検討を行うには対象敷地において行われた詳細土質調査結果を用い、対策工の原理に応じて現象を解析し、選定に関する技術要素を考慮し、1種あるいは数種の組合せで対策工を選定する。

対策工の施工にあたっては、単に設計図書どおりに施

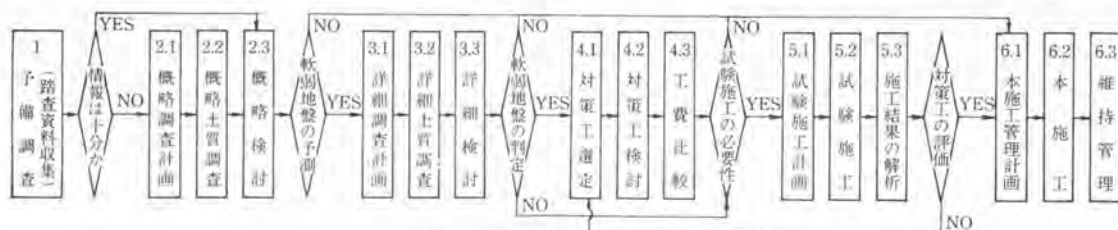


図-1 軟弱地盤対策工検討手順

\* 基礎地盤コンサルタンツ（株）社長室付

表-1 軟弱層の目安

時代	土質名	含水比(%)	N値(回)	備	考
沖積	泥炭	200~1,000	1以下		
	有機質土	70~200	2以下		
沖積	河成および湖成粘性土	40~70	4以下		
	緩い砂・砂質土	20~40	10以下		
世	海成粘性土	60~150	4以下		

(注) ここで示す含水比, N値は最大値である。

工すれば良いのではなく、設計上の予測と比べて実際の地盤の動態を施工管理機器による測定、施工中の土質調査などにより確認し、設計および施工方法を修正していくことが必要となる。適切と思われる対策工が選定されたとしても、その期待どおりの効果の発揮に不安がもたれる場合があり、また、数種の対策工が対案として考えられる場合などには試験施工によりそれらの効果を確認し、最終的に工法を選定する手順がとられる。

### 3. 軟弱地盤の分布およびその概要

軟弱地盤とは、図-1の手順に従い作業を進めた結果なんらかの対策工を必要とすると判断された場合に土質工学的に決められるものであり、一律に定義されるものではない。しかしながら、土質調査計画も含めて実際の作業を進めるうえではあらかじめ軟弱地盤としての見積りも必要となる。ここではいかなる構築物を計画する場合にも調査を必要とすると考えられる未固結の細粒土と定義し、一応の目安を表-1に示す。

これらの土は地質的には絶対年数1万年程度より新しく、いわゆる沖積世の堆積物である。いずれも地下水の含有量が多く、地下水の汲上げ、あるいは荷重によって容易に圧縮沈下を生ずる。地形的には図-2に示す沖積地に位置し、そのなかでも形態的に周囲よりさらに低平であることが起因して排水不良であり、細粒土の堆積しやすい環境にある。なお、表中に示す広義の沖積層の場合は、洪積世末期の海水面の上昇、すなわち、海進によって海湾化された時代に生成した湾内堆積物も含み、一般にはこの地層を含み、下位の基盤までの調査を必要とすることが多い。

土質調査において確認すべき地盤情報としては、軟弱地盤の型、広がり、構成、沈下および安定検討に必要とする力学的性質、地下水圧の分布などのほかに、とりわけ排水層となり得る砂のはさみの有無は重要である。また、これらの情報の解釈にあたっては、広域地盤沈下、地形の生成環境、土地利用、あるいは古地図などの古文書も重要な資料となるものである。

### 4. 軟弱地盤対策工選定に関する技術要素

図-1に従って軟弱地盤と判定された場合、前述「検討手順」で述べたような問題、すなわち、①安定、②沈下、③周辺に与える影響などの問題が生ずることになる。そのうち、③の問題は①と②の解決により処理されることもある。①と②の問題は必ずしも両立せず、片方だけの対策を必要とする場合もある。

沈下および安定検討により必要とする対策工の目的および範囲が求められたならば、工法選定に際しては地盤条件のほかに次の技術的諸要素を考慮しなければならない。

- ① 構築物の種類：盛土、たわみ性基礎、剛性基礎
- ② 構築物の規模：載荷幅、荷重分布
- ③ 許容変形量：全沈下量、不同沈下量、残留沈下量
- ④ 施工時期：工期、季節（雨、雪、寒暑、休祭日）
- ⑤ 環境：地形および土地利用、汚染、振動、騒音、交通、用地取得の難易、捨土場所
- ⑥ 建設材料：粗粒土、軽量土（火山灰、石炭ガラなど）
- ⑦ 維持および安全管理：管理機器によるチェック、変形調整・修復の難易、破壊時の被害
- ⑧ 地震に対する配慮：予想地震規模および震害
- ⑨ 施工性：施工機械の利用性、施工および管理の難易
- ⑩ 信頼性：技術、実績、地盤の乱れ、効果の発揮速度
- ⑪ 経済性：予算、工費、緊急度

### 5. 軟弱地盤対策工の分類および選定

原理的に異なる五つの考え方に基づき大分類し、材料、施工法などの違いにより細分類している。各工法の概要を表-2の左側に示し、選定にあたっての目安となる技術要素の一部を右側に示した。建設条件に合せて本表を用いることにより選定される対策工は数種に限定するこ

とができ、最終的には経済性と信頼性を勘案して決定されることになる。

## 6. 施工および施工管理

各軟弱地盤対策工の施工概要を表-3に示す。それらの多くは記載の便宜上、主に盛土構築物に対するものとして表現している。いずれの対策工も施工管理と測定された地盤動態の解析評価があってはじめて完成されるのであって、工事の修正に要する工期の余裕も前もって確保しておく必要がある。施工管理にあたる技術者は採用した対策工の設計時の考え方について良く理解することが必要であるから、できれば設計した技術者が施工管理にあたることを望ましい。往々にして対策工を採用したことによりかえって本体構築物を安易に施工し、地盤破

壊を招いたり、完成後の残留沈下に悩まされたりすることがあり、注意を要する。

高速道路を例にとり施工管理機器について説明する。図-2に示すように東名路線は海岸に沿って走っている関係上、台地、丘陵間の谷底や沖積低地において随所で軟弱地盤に遭遇している。その合計は総延長346.4kmの約1割に相当し、約32kmである(日本道路公団東名工事資料集、昭和46年2月)。採用されている対策工のほとんどはサンドマット、サーチャージ(载荷重)、緩速载荷工法を用いており、これらと他の工法、パーチカルドレーン、押え盛土、サンドコンパクションパイルなどの併用が多い。この場合、施工管理において必要とされる主要な判断は、管理機器の測定経過に基づき①载荷速度の制御、②サーチャージ除去時期の決定である。これらの対策工の施工にあたって用いられた計器類を表-4

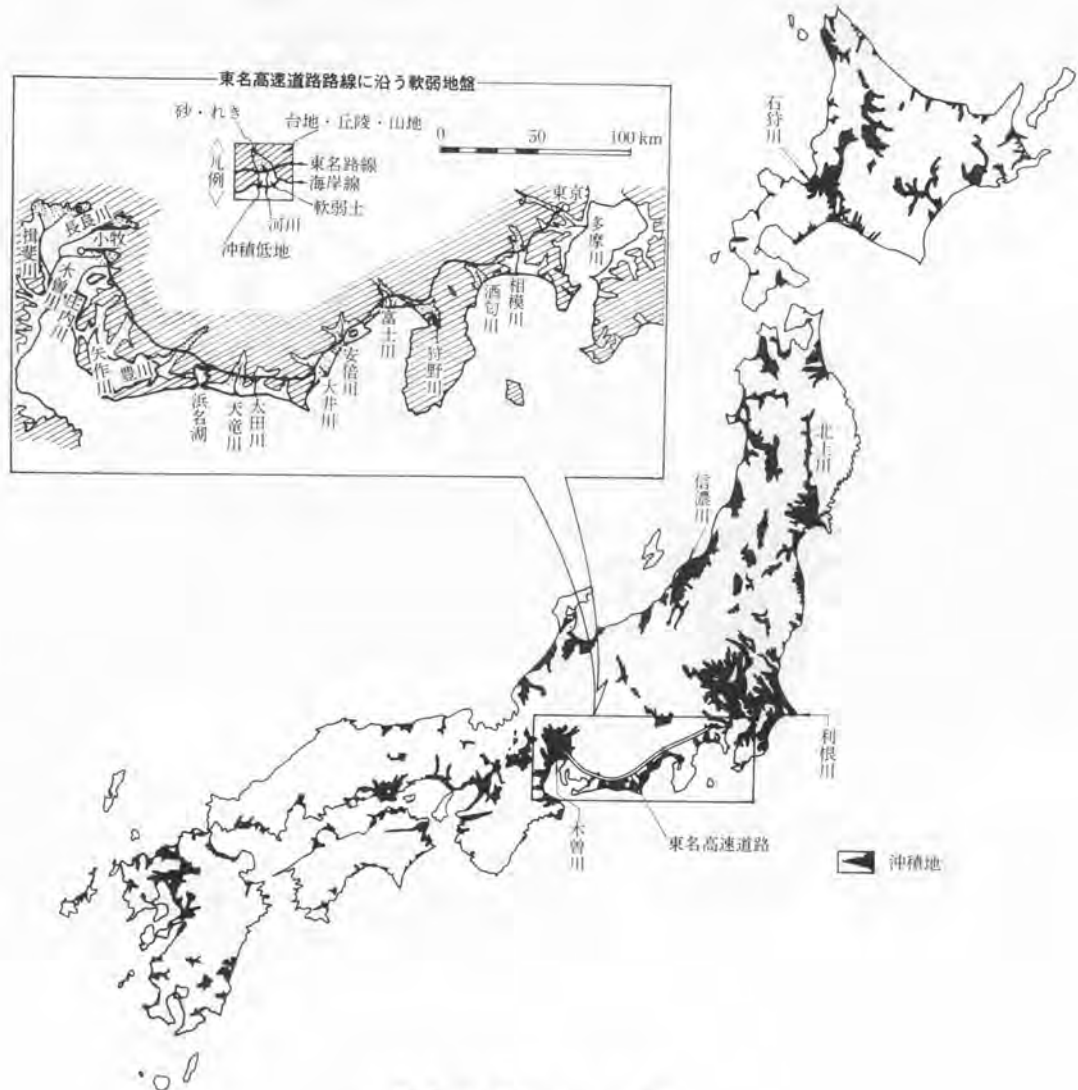


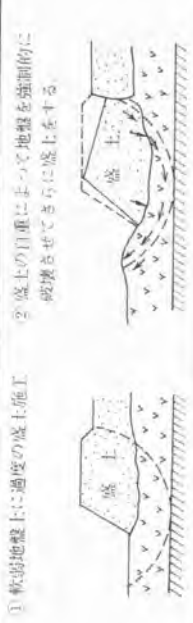

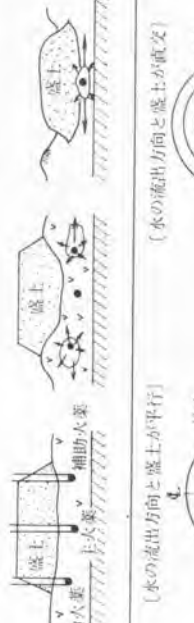

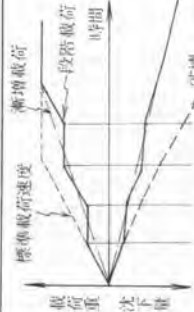
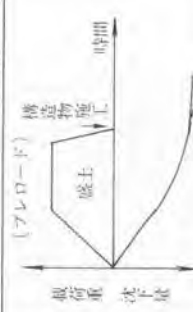

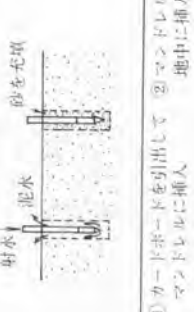
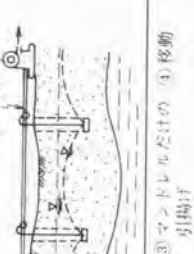
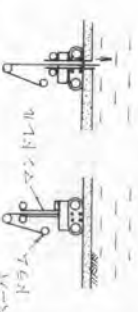







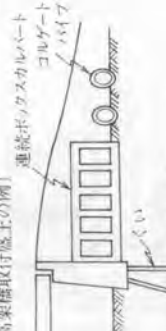

図-2 沖積地分布図



表-3 軟弱地盤対策工施工概要

工法分類	施 工 概 要 図	工 法 分 類	施 工 概 要	図
A	Aa 掘削 置換	Aa <sub>1</sub> 部分掘削	(部分掘削) 	標準荷重速度 時間 段階荷重 破壊 荷重 沈下量
		Aa <sub>2</sub> 全面掘削	(全面掘削) 	
置換	Ab 強固	Ab <sub>1</sub> 盛土自重	① 軟弱地盤上に過度の盛土施工 破壊させてさらに盛土をする。 	標準荷重速度 時間 段階荷重 破壊 荷重 沈下量
		Ab <sub>2</sub> 置換	① 盛土施工後、さく孔し、 水を養分 ② 補助水薬液 ③ 抽出液で土水薬液破 	
B	Ba 地 表	Ba <sub>1</sub> 層 排水	(水の流出方向と盛土が平行) 	① サンドマットを施工し、集気・集水管を 設置する ② サンドマットを最密状態で敷覆し、集気・ 集水管を真空ポンプに連結する ③ 真空ポンプの作用により地盤面に60~ 70%の大気圧が転写される ④ ハーチカドレーンおよび周辺地盤か らの潜水のため、シートウイールとの 併用多し。
		Ba <sub>2</sub> 敷 設 材	(水の流出方向と盛土が垂直) 	
C	Cb 緩 速	Cb <sub>1</sub> 段階荷重		標準荷重速度 時間 段階荷重 破壊 荷重 沈下量
		Cb <sub>2</sub> 漸増荷重		
C	Cc 圧 密	Cc <sub>1</sub> 土 重 載 荷	(プレロード) 構築物施工 盛土 	標準荷重速度 時間 段階荷重 破壊 荷重 沈下量
		Cc <sub>2</sub> 荷 重 (サトチャイ/シアプレロード)	① サンドマットを施工し、集気・集水管を 設置する ② サンドマットを最密状態で敷覆し、集気・ 集水管を真空ポンプに連結する ③ 真空ポンプの作用により地盤面に60~ 70%の大気圧が転写される ④ ハーチカドレーンおよび周辺地盤か らの潜水のため、シートウイールとの 併用多し。 	
D	Cd バ ー ナ カ ル	Cd <sub>1</sub> ベ ー ナ ド レ ー ン	① ワルポイントの設置 射水 泥水 砂を充填 	① ワルポイントの設置 射水 泥水 砂を充填 ② ライザハイク、ヘツダハイク を通して吸水 
		Cd <sub>2</sub> バ ー ナ ド レ ー ン	① カードボードを引出して マンドレルに挿入 マンドレルに挿入 ② マンドレルのまま ③ マンドレルだけの ④ 移動 引揚げ 	



<p>化</p>	<p>Ba<sub>1</sub> 添 加 材</p>	<p>〔路上混合〕 改良剤と相当量の添加剤を散布した後、 攪拌および転圧する。  (ショベルローダ)  〔スタビライザ〕 (タイヤローラ) 混合   〔ハイセルあるいはトレンチ混合〕 添加剤をバレル状、トレンチ状に打設 する。 </p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>	<p>Dr</p>
<p>基</p>	<p>Bb<sub>1</sub> のり 面 覆 料</p>	<p>① 形状の適いにより傾斜面と押え盛土とに分け られるが、効果は同じである。 ② 本体盛土部を含めてでできるだけ広範囲に一樣 に施工する。 ③ 借地が可能な場合、盛土材を一対取置きする ことにより、同様な効果を期待できる。 </p>	<p>D</p>	<p>Da</p>	<p>Da<sub>1</sub></p>	<p>Da<sub>2</sub></p>	<p>Da<sub>3</sub></p>	<p>Da<sub>4</sub></p>	<p>Da<sub>5</sub></p>	<p>Da<sub>6</sub></p>	<p>Da<sub>7</sub></p>	<p>Da<sub>8</sub></p>	<p>Da<sub>9</sub></p>	<p>Da<sub>10</sub></p>	<p>Da<sub>11</sub></p>
<p>礎</p>	<p>Bc<sub>1</sub> 荷 重 軽 減</p>	<p>火山灰、水泥などの軽量材は浸透されやすいた め、のり面に覆土を必要とする場合が多い。 </p>	<p>D</p>	<p>Da</p>	<p>Da<sub>1</sub></p>	<p>Da<sub>2</sub></p>	<p>Da<sub>3</sub></p>	<p>Da<sub>4</sub></p>	<p>Da<sub>5</sub></p>	<p>Da<sub>6</sub></p>	<p>Da<sub>7</sub></p>	<p>Da<sub>8</sub></p>	<p>Da<sub>9</sub></p>	<p>Da<sub>10</sub></p>	<p>Da<sub>11</sub></p>
<p>礎</p>	<p>Ca<sub>1</sub> 中 空 物</p>	<p>図に示すような中空物の場合、 変形に対する許容量が盛土より も小なるため、一般にフレロー ド工法を併用して用いられる。 </p>	<p>D</p>	<p>Da</p>	<p>Da<sub>1</sub></p>	<p>Da<sub>2</sub></p>	<p>Da<sub>3</sub></p>	<p>Da<sub>4</sub></p>	<p>Da<sub>5</sub></p>	<p>Da<sub>6</sub></p>	<p>Da<sub>7</sub></p>	<p>Da<sub>8</sub></p>	<p>Da<sub>9</sub></p>	<p>Da<sub>10</sub></p>	<p>Da<sub>11</sub></p>
<p>礎</p>	<p>Ca<sub>1</sub> 排 水 マ ッ ト</p>	<p>湿地ブルドーザによって凍解にて軟化ならず、地盤がごとく軟弱を場合、 表層強化工法と併用される。 </p>	<p>D</p>	<p>Da</p>	<p>Da<sub>1</sub></p>	<p>Da<sub>2</sub></p>	<p>Da<sub>3</sub></p>	<p>Da<sub>4</sub></p>	<p>Da<sub>5</sub></p>	<p>Da<sub>6</sub></p>	<p>Da<sub>7</sub></p>	<p>Da<sub>8</sub></p>	<p>Da<sub>9</sub></p>	<p>Da<sub>10</sub></p>	<p>Da<sub>11</sub></p>

(次頁につづく)

(表-3 のつづき)

工法分類		施 工 概 要 図		施 工 概 要 図		工 法 分 類						
D	Db <sub>2</sub>	注 入	<p>① 2液混合</p> <p>②</p> <p>(薬液注入の例)</p>	<p>LW系、セメント系の生石灰を用いることが多いが、粘性土層に対して浸透せず、脈状の生石灰となることが多い。盛土地盤の対策工法としては高価なため用いられる例は少ない。</p>	Ea <sub>2</sub>	セ	ル	型				
	Db <sub>1</sub>	固 結	<p>① 陰極・陽極の設置。フィルタ砂を充填しつつ外管を抜きとる。</p> <p>② 電極配線にはビニール被覆線を用い、排水設備として集水管を設置する。</p> <p>(電気浸透法の例)</p>	<p>① 陰極・陽極の設置。フィルタ砂を充填しつつ外管を抜きとる。</p> <p>② 電極配線にはビニール被覆線を用い、排水設備として集水管を設置する。</p> <p>(電気浸透法の例)</p>	Eb <sub>1</sub>	既	製	ぐ	い			
E	Ea <sub>1</sub>	シ	ト	ハ	イ	ル	型					
	Ea	側	方	拘	束							
E	Ea	Ea <sub>1</sub>	<p>① 軟弱層中に矢板打設</p> <p>② アンカーと矢板をタイロッドにより結ぶ。</p> <p>③ 盛土施工</p>	<p>① 軟弱層中に矢板打設</p> <p>② アンカーと矢板をタイロッドにより結ぶ。</p> <p>③ 盛土施工</p>	Eb <sub>3</sub>	場	所	打	ち	混	ぐ	い
			<p>① 軟弱層中に矢板打設</p> <p>② アンカーと矢板をタイロッドにより結ぶ。</p> <p>③ 盛土施工</p>	<p>① 軟弱層中に矢板打設</p> <p>② アンカーと矢板をタイロッドにより結ぶ。</p> <p>③ 盛土施工</p>	Eb <sub>3</sub>	場	所	打	ち	混	ぐ	い

地盤記号凡例 □ 軟弱層 □ 腐植土 □ 高粘性土 □ 粘性土 □ 砂質土 □ 砂土 □ 基礎

に示す。

7. あとがき

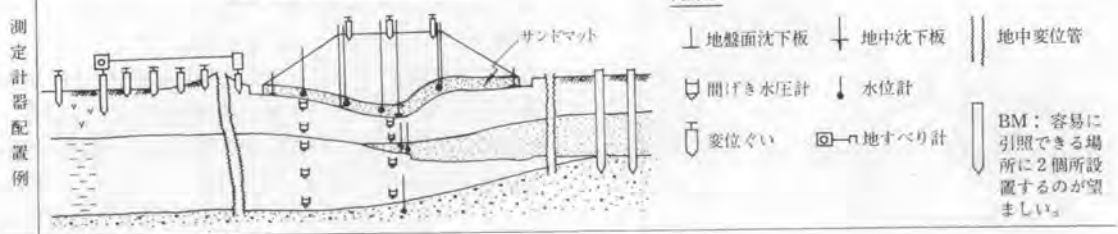
よく用いられている対策工の設計原理ですらも便宜上設定されているものもあり、沈下および安定解析の予測精度、地盤の複雑さ等がからみあって、総合的に効果を発揮しているような場合もある。対象工事を円滑に進めるには施工中の土質調査および管理機器による施工制御を必要とするほか、その一部は完成後にも引続き測定することが望ましい。これらの経験を工学的に解釈することにより次の工事にも役立つ資料となる。地盤を基礎とする、あるいは土を材料とする構築物の場合には机上の検討結果を盲目的に採用することは非常に危険であり、まして対策工を適用するにあたっては慎重な判断力を必要としよう。

\*

表一4 盛土管理で用いられる沈下および安定管理用測定計器一覧

計器種類	設置断面	測定目的および方法	測定頻度		備考
			施工中	放置中	
沈下	地盤面	沈下土量検測および残留沈下量予測のために測定する。沈下板に接続するロッドの長さ $L$ 、ロッド上端の標高 $EL$ 、ロッド上端より盛土上面までの高さ $H$ を測定することにより、設置地盤面の沈下とその測定時の盛土厚を求める。	1回/1日	1カ月まで 1回/2日 3カ月まで 1回/5日 6カ月まで 1回/10日	沈下板設置個所の周囲は、重機による盛土作業に先行して人力で盛土を土まじりゅう型に施工すると良い。
	板地中	地盤中の層の変わり目、あるいは同一層でも厚い場合は適当な深度に設置することにより、深度方向の沈下量分布と深度別の沈下速度を求めることができる。測定方法は地盤面沈下板と同じである。	1回/1日	同上	内容と外管との接触により沈下量が過大に出る場合が多くあるので、摩擦をできるだけ小さくするようにするほか、セントライザを付けると良い。
変位	側方地盤面	盛土側方地盤面に打設された木ぐい頭部の標高 $EL$ 、および基準ぐいよりの距離 $L$ の変化を測定することにより側方地盤の鉛直および水平変化、影響範囲を知り、盛土施工速度の管理に役立たせることができる。	1回/1日	1カ月まで 1回/10日 6カ月まで 1回/1カ月	変位ぐいの動態観測のみで盛土速度の管理はむずかしく、地すべり計との併用が望ましい。また基準ぐいの変位を時々チェックする必要がある。
	ぐい盛土面	盛土放置期間中に盛土上面に打設されたぐい頭部の標高 $EL$ の変化を測定することにより盛土上面の沈下を求めることができる。地盤面沈下板との対比により盛土自体の圧縮量も知ることができる。	無	沈下板と同じ	沈下板設置は重機の施工性などにより制限をうける。放置盛土上面に密に打設されたぐいにより得られた沈下量分布図より地盤の相対的軟弱度を知ることができる。
地すべり計		側方地盤のある2点間の距離 $\Delta L$ をオシログラフに自記記録させることにより盛土のり尻部の側方への時間的変化を知り、盛土速度を管理することができる。	2回/1日	1カ月まで 8日巻き	施工休止期間、例えば夜間などに地盤の変位が記録されている場合には、翌日の盛土作業は原則として休止させた方がよい。
開けき水圧計		電気式 水位式 盛土 シリーング 砂フィルタ	1回/1日	沈下板と同じ	電気的のものは受圧する部分が沈下するに従い、基準値の補正を必要とするのに対し、水位式は自動補正されるほか管の高さにより沈下量を知ることできる。
地中変位管		地中に設置したたわみ性パイプ中に挿入したピッカップによりパイプの傾斜角を測定し、地盤の側方への変位を知ることができる。また沈下板により測定された沈下量のうちから、せん断変形量を取り出すことができる。	1回/1日	1カ月まで 1回/10日 6カ月まで 1回/1カ月	変位管により異なるが、傾斜角度 $10^\circ \sim 30^\circ$ で変位管の機能を失うので、側方の移動が著しいと予想された場合に継続して測定するためには予備の変位管を準備しておく必要がある。

左方向に地盤が変形した場合の例



## 軟弱地盤対策工特集

## 扇島建設工事における軟弱地盤対策

齊藤 彰\*

## 1. まえがき

1960 年来わが国の鉄鋼業は日本経済の高度成長政策と世界的な鉄鋼需要の拡大に支えられ、現在急速に規模の拡大発展を遂げてきたが、最近にみる環境改善の強い社会的要請により、都市近郊に位置する老朽製鉄所の抜本的な改善が必要とされている。当社の扇島更新計画はこうした背景から立案されたもので、その計画の一環として新立地としての海上人工島による扇島の埋立が実施された。

この埋立地の面積は約 515 万  $m^2$  で、所要埋立土量は約 8,500 万  $m^3$  に及ぶ。この埋立の特徴は、埋立地の最大水深が -15 m と深いうえ、在来海底地盤の軟弱粘土

層が平均 25~30 m 厚に堆積しており、埋立工学上からはもっとも埋立に不適当な海域といえる。扇島埋立はこうした点で従来の自然条件を重視した埋立による工業立地とはまったく異なった新しい側面をもっている。このことは従来一般に実施されてきた埋立地周辺からのポンプ船による埋立方式は、埋立後の建設工期、その他の制約条件から不可能に近く、結局は良質の埋立土として対岸の房総半島の浅間山系の山砂を求めるに至った。

以上のような基本計画に基づき埋立工事は昭和 46 年 11 月に着手し、以来約 3 年半の工期でその埋立工事の主体を完了した。

そこで、本文では製鉄所操業後の貯鉄場に対して実施した海底軟弱粘性土地盤の海上サンドドレーン工法と、緩い埋立の砂地盤の液状化対策として実施した振動締固めによる地盤改良について述べ、最後に、埋立地盤の圧密沈下に伴うくいに作用するネガティブスキンプリクシオン対策について述べる。なお、図-1 に扇島埋立地位置図を示す。

## 2. 埋立地の土質概要

扇島地区は多摩川と鶴見川によって形成された三角州の前置斜面に位置しており、在来海底地盤は水深が -3 m から -16 m と沖合に向かって傾斜している。海底地盤を構成している地質は、第三紀に堆積したものと考えられる泥岩を基盤としてその上部に複雑な地層を示す洪積層があり、さらに、その上部に沖積層が堆積している。沖積層は洪積層を削った深い谷を埋めて厚く堆積し、厚い所では 30~40 m に達する所もあり、沖積層はそのほとんどが粘性土で構成されている。図-2 にこの埋立地の代表的な土質断面図を示す。

扇島の沖積粘土は比較的高塑性の無機質粘土からなり、自然含水比は液性限界より 5~10% 低い。これは京浜地区の埋立地の特徴といえる。この沖積粘土は埋立前

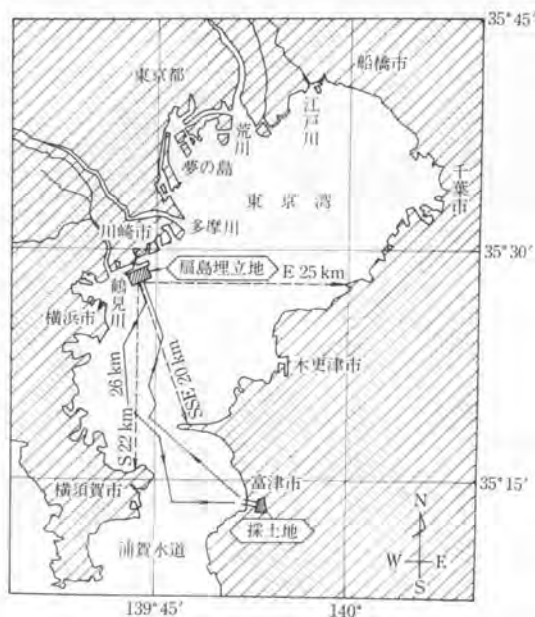


図-1 扇島埋立地位置図

\* 日本鋼管(株)建設本部扇島土建建設部長・工博

の有効土被り応力に対しては過圧密粘土であるが、埋立後は有効土被り応力が  $0.5 \sim 1 \text{ kg/cm}^2$  増加し、この粘土は未圧密粘土として取扱ってよい。したがって、扇島埋立地は埋立土の増加荷重によって圧密沈下が生ずる。また、この沖積粘土は中間に薄い砂層をはさんで第1粘土層と第2粘土層の2層に分けられるが、圧密沈下は第1粘土層と第2粘土層に分けて計算し、将来予想される地盤の沈下量を推定した。これによると、支持層が複雑に分布しているように圧密沈下量も場所によって大きな差を生じ、沈下の継続時間も沖積層の厚い部分では  $10 \sim 15$  年もの長期にわたって起るものと考えられる。埋立地の土質特性を表-1に示す。

### 3. 粘性土地盤の改良工事

製鉄所の操業立上り時点での鉱石原料ヤードには操業前  $20 \text{ t/m}^2$ 、最終時  $35 \text{ t/m}^2$  の鉱石が載荷される。その場合、鉱石載荷による沖積粘土層のすべり破壊に対する地盤の安定性の検討が必要な課題となる。

そこで、先の土質条件をもとにその安全性を検討した結果、埋立土荷重による粘性土の自然圧密による強度増加のみでは貯鉱予定時までに必要な鉄鉱石を貯鉱することが不可能であるとの結論を得た。このため原料ヤード地区をあらかじめ地盤改良し、貯鉱に必要な地盤強度を要求時期までに確保することにした。なお、実施した改良面積は第1期分として約  $13 \text{ 万 m}^2$  である。

#### (1) 海上サンドドレーン

本改良はサンドマット (Sand Mat) 工法による埋立の第1層厚約  $3 \text{ m}$  を海底地盤に均一に敷きならしたうえで着工したもので、埋立の本格工事に先行して施工された。すなわち、

- ① 埋立後の陸上施工の場合、埋立水深が深いため現

表-1 埋立予定地の土質特性

項目	単位	特性	備考
粘土、シルト含有量	%	30~70	
土粒子比重 $G_s$		2.58~2.74	
単位体積重量 $\gamma$	$\text{t/m}^3$	1.4~1.6	
間げき比 $e$		1.5~2.9	
含水比 $w$	%	30~110	
液性限界 $w_L$	%	50~130	
塑性限界 $w_P$	%	20~55	
一軸圧縮強度 $q_u$	$\text{kg/cm}^2$	$0.02+0.056Z$	表層部分 -5m以深
一軸圧縮強度 $q_v$	$\text{kg/cm}^2$	$0.12+0.034Z$	
圧縮指数 $C_c$		0.3~1.2	
体積圧縮係数 $m_v$	$\text{cm}^3/\text{kg}$	$1.0 \times 10^{-4} \sim 1.5 \times 10^{-4}$	
圧密係数 $c_v$	$\text{cm}^2/\text{日}$	$2.0 \times 10^4$	

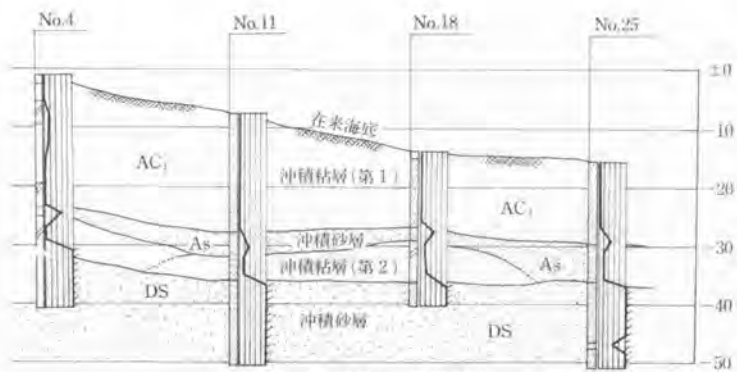


図-2 埋立地地盤構成図

有機械の改良深さに限度があり、必要な粘土地盤の改良が不可能に近いうえ、埋立砂地盤の空打長が増える。

- ② サンドドレーンの効果は改良後の時間が重要な要素であるため埋立土を圧密荷重として利用できる。すなわち、載荷期間が長くとれる。などの有利な理由により、海上サンドドレーン工法を採用することにした。

#### (2) 設計

改良地区の土質条件は前述の表-1に示した土質特性を用いた。なお、粘着力増加係数  $dc/dp$  は三軸圧縮試験結果より得られた値、 $0.3 < dc/dp < 0.4$  よりも低い  $0.25$  を採用した。また、圧密先行荷重  $p_0 = 2.0 + 0.5z$  ( $\text{t/m}^2$ ) である。

サンドドレーンの径は  $400 \text{ mm}$  とし、圧密度の算定はバロン (Barron) の理論に基づいて行い、所定の圧密度が得られるようにピッチおよび配置を決定した。本地盤のように埋立砂層の下に粘性土層が続いている場合の地盤の支持力については、小泉、山口らの研究があるが、扇島貯鉱ヤードのように部分破壊の考えられるものを対象としたものでなく、剛性基礎の安定を解析したものである。

そこで、本設計では上載荷重を粘性土地盤の表面に荷重強度分布を仮定したいわゆる2層地盤の支持力理論を採用した。図-3に実際の安定計算の一例を示したが、扇島で実際の設計に採用された許容安全率は  $F_s = 1.2$  とした。

#### (3) 施工

施工機械は海象および工程の関係から6連装、12連装の2形式のドレーン船を使用した。これらドレーン船の稼働日当りの打設本数は6連装の場合で約160本/日、12連装で約230本/日であった。陸上施工の場合、機械1台当りの改良長が  $400 \text{ m/日}$  程度であるのに対し、本工事の場合、ケーシング1本当り  $360 \sim 400 \text{ m/日}$  で、陸上改良とほとんど能率は変化していない。しかし、海上

施工は海象に影響されやすく、陸上施工に比較して一般に工費は割高となるが、本工事のように表層部に改良不要な砂層が厚くある場合はむしろ工費低減につながる。

また、工事管理は図-4に示すようなケーシング貫入深さを記録する貫入ゲージとケーシングの砂面高さを記録する砂面ゲージを用いて砂柱が途中で切断されたかどうかの確認チェックを次に示す要領で行った。

① まず砂面ゲージにより現位置の水深を測定する。

② ケーシングが改良の所定深さまで貫入していることを確認する。

③ 砂をケーシング頂部まで投入し、砂面ゲージをセットする。

④ ケーシングの引抜きに合わせて砂面の位置を追跡する。もしケーシング中の砂がケーシングの引抜きに追随する場合、砂面ゲージが上昇するのでサンドパイルが切断されたと思なし、増ぐいを行う。

⑤ ケーシング引抜き完了後、サンドパイルの天端を測定し、天端が海底面以上にあることを確認する。

以上のような方法で工事管理を行った結果、不良パイルの比率は6連装で1.5%、12連装で2.5%が確認された。

#### (4) 追跡調査結果

改良効果の追跡調査試験として、改良前後の一軸圧縮

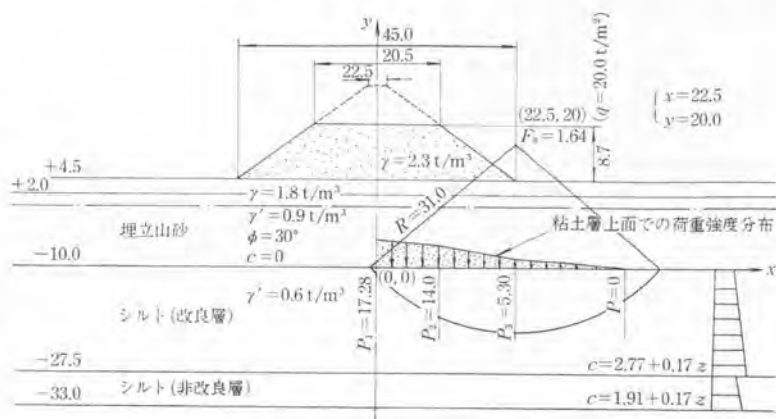


図-3 貯鉢開始時安定計算結果

強度試験の結果は、

昭和 47 年 5 月 (改良前)

$$q_{u0} = 0.12 + 0.034 z \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

昭和 49 年 11 月 (無改良地区)

$$q_{u1} = 0.44 + 0.034 z \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

昭和 49 年 11 月 (改良地区)

$$q_{u2} = 0.82 + 0.034 z \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

となり、良好な改良効果を示している。また、2層地盤の支持力理論を適用した安定解析の場合は、今後地中応力測定を行ってこうした解析が正しいかどうかを検証することが望ましい。

#### 4. 砂質地盤の改良工事

従来一般に砂地盤は堅固で、特別ゆるい地盤でなければ力学的安定性は高く、構造物の支持層としての問題は少ないとされてきた。しかし、昭和 39 年の新潟地震は

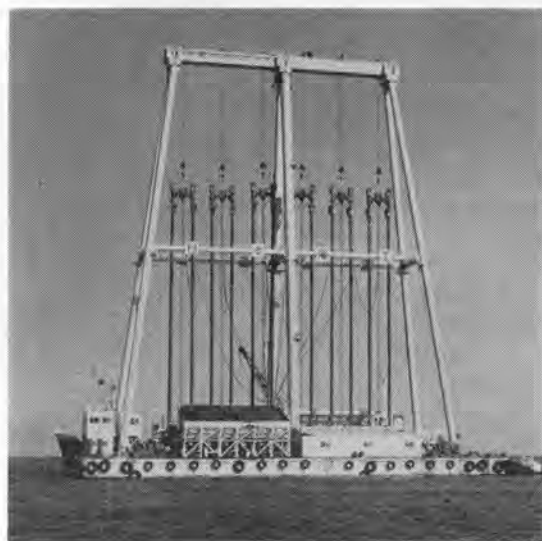


写真-1 12連装サンドドレーン船

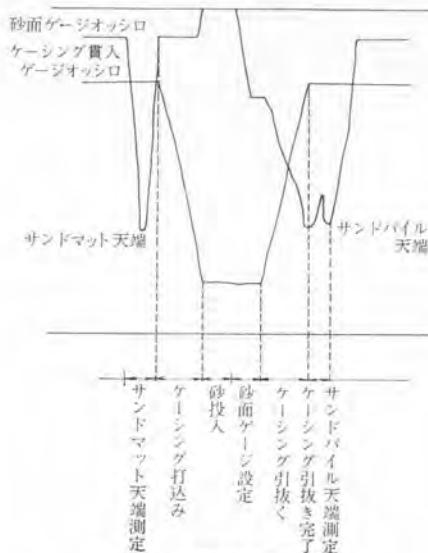


図-4 自記録モード

砂質地盤の液状化を引起し、多くの被害をもたらした。こうした現象は地震時の振動力が地中の間げき水圧を上昇させ、有効応力を減少させ、地盤の抵抗力、支持力を消失させることが原因で、砂のような粒状体に特有なものであることが報告されている。

扇島埋立砂は粒径均一の細砂で構成され、しかも埋立造成後の経過日数が浅いために地下水位以下は緩い飽和砂層となっており、地震による液状化の可能性が極めて高いことが想定された。そこで、液状化の発生機構に基づいた各種の実験および解析を行った結果、扇島の埋立砂層は大規模な地震が起きた場合、地下水位以下の全砂層が液状化するというきびしい判定となった。そこで、扇島では液状化防止対策の一つとして構造物の基礎地盤を振動締固めによって地盤改良することにした。

### (1) 液状化予測

液状化の可能性に対する予測法には過去の実例に基づく判定法と解析的な手法によるいわゆる簡易な判定法、さらには、もっと厳密で合理的な手法である地震応答解析法に基づく予測法などが現在提案されている。ここでは紙面の都合でその一例として解析的手法に基づいた簡易予測のうち、Seed のものを選んで示すと 図-5 のようになる。地表面加速度 100 gal 程度でも GL -5m 近くが液状化するというきびしい判定になっている。

扇島の埋立砂は以上のいずれの判定法によっても液状化の可能性のきわめて高いことが確認された。特に応答計算の結果、

① 荒川沈降帯を震源とした近距離地震よりも相模トラフの遠距離地震の方が危険度が高く、震度 5 以上で一部が液状化する。

② 液状化しないための地盤改良の目標  $D_r$  値は -5 m ~ 10 m で 80 ~ 90%、目標  $N$  値は 30 弱で、地下水位以下の全埋立砂層の改良が必要である。

以上のような結論を得た。

### (2) 耐震対策の基本方針

扇島の新製鉄所の構造物は高層で重量構造物が多く、そのうえ、2次災害を招く恐れのあるガス設備などが全地区にわたって配置されている。したがって、これらの構造物の基礎が地震によって破壊、沈下、傾斜などを起さないことが要求される。しかし、この液状化現象に対して、すべての構造物が安全であるような設計と対策を

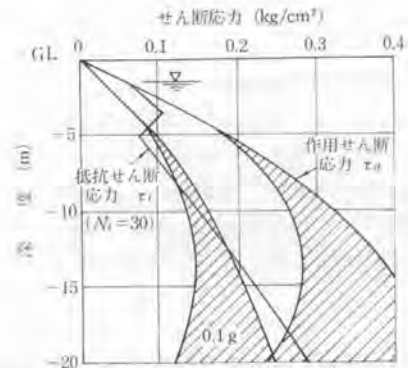


図-5 Seed の簡易法による判定図

することは経済的にも成立しないし、また、その必要性もない。こうした観点から被害を受けることによって、

- ① 直接人命を損う恐れがある。
- ② 工場機能に決定的なダメージを与える。
- ③ 火災、爆発などの2次災害を起す。
- ④ 復旧に多くの時間と費用を要する。

ような構造物、設備に対して重点的な対策を施すことを基本方針とした。すなわち、構造物および設備の重要度のランク付けを行い、それぞれのランクに応じた対応策をとることとした。その一例を表-2に示す。

### (3) 締固めによる地盤改良

液状化に対する抵抗力は主に砂地盤の密度に関係するといわれている。そのため液状化対策としては地盤を締固めて液状化抵抗力を増強させれば良いことが判断できる。また、そのほかにも地盤の全体的な透水係数を増す工法、上載荷重を増加させる工法などが考えられるが、ここでは一般的に多く実施されている振動締固めによる地盤改良工法について述べる。

締固めを実施するにあたっては各種締固め工法のうち現地砂の特性にもっとも効果的な工法を現場で確認し、かつ締固めピッチなどを合理的に定める必要がある。そこで、パイプロコンポーザ、パイプロッド、パイプロフローテーションの3工法についての比較試験を扇島では実施した。ここにいうパイプロッド工は今回扇島で初めて考案されたもので、この機能は図-6に示すように先端を特殊加工したロッドを振動くい打ち機により地盤中に打込み、引抜きをくり返すことによって地盤を締固めるもので、簡便で、しかも能率のよいのが特色である。

上記3工法のうちで扇島にもっとも適している機械の選定のために行った実験結果を図-7に示す。パイプロッドおよびパイプロコンポーザの改良効果はきわめてよく、GL -3 m ~ 8 m 付近で  $N=30 \sim 35$  にも達している。しかし、パイプロフローテーションの効果はそれほどでなく、 $N=10 \sim 20$  程度にとどまった。また、施

表-2 設備重要度別地盤改良目標

	目標 $N$ 値	改良深度 (m)	改良範囲
クラス I	25 以上	GL - 15 m	基礎の直下および周囲 20 m
クラス II	20	GL - 10 m	基礎の直下および周囲 15 m
クラス III	埋戻し時に十分締固める以外、特に考慮しない。		

工能率に関してはパイプロッドがもっとも能率よく、パイプロフローテーションがもっとも悪かった。

以上の経緯から扇島地盤の改良にはパイプロッド工法を最適工法として選定した(写真-2 参照)。

また、液状化対策としてのパイプロッドによる改良工事は構造物の重要度、特性に応じて、①打設ピッチ、②改良深度および改良幅面積を適切に決定して実施した。その改良面積は第1期工事分で約 45 万 m<sup>2</sup> に達している。

### 5. S.L(Slip Layer) 工法による N.F 低減法

軟弱地盤における長尺ぐいにとって、もっとも配慮しなければならないのは地盤沈下に伴うぐいに作用する負の周面摩擦である。扇島は埋立土が大きな圧密荷重となって、建設当初は年間 200~300 mm の地盤沈下が生



写真-2 施工中のパイプロッド工

じ、10~15 年間にわたり沈下が継続するものと想定された。こうした地盤に高層で重量の構造物の製鉄所の建設を行うにあたり、ぐいに作用するネガティブフリクション(Negative Friction)対策をしない限り扇島でのぐい基礎は成立し得ない。ぐいに作用する N.F の現象は古くから指摘され、これまでに多くの研究者によってその実態や理論機構については報告されているが、その反面、有効な対策工法については現在あまり見るべきものはない。

そこで、扇島では欧州で数年前から研究されていた特殊アスファルトをぐい表面に塗布して N.F を低減する S.L 工法に着目し、わが国で初めて本工法の実用化に成功した。本文では扇島で本格的に採用したこの S.L 工法についての概要について述べる。

#### (1) 原 理

アスファルトは粘弾性体の代表的な材料であり、これを Stiffness の概念で力学的に解析され、S.L 工法として理論的に体系付けられた。一般的にアスファルトは次のような特性をもっている。

- ① 温度、荷重時間によりその力学的特性が異なる。
- ② 荷重時間が非常に小さい範囲ではアスファルトの挙動は大部分弾性的であり、時間が長くなるに従って粘性流体としての挙動を示す。

③ 中間の荷重時間では遅延弾性の挙動を示す。

ぐいに利用する場合にはここでは粘性体、流動体として理論的構成を行い、力学的解析を行う。これらの関係を示したのが図-8 である。

一般にアスファルトの応力  $\sigma$  とひずみ  $\epsilon$  との関係は、

$$\sigma = \epsilon \cdot S \dots\dots\dots (1)$$

$$\epsilon = \epsilon_E + \epsilon_D + \epsilon_V \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{E} + \frac{1}{D} + \frac{t}{3\eta} \dots\dots\dots (3)$$

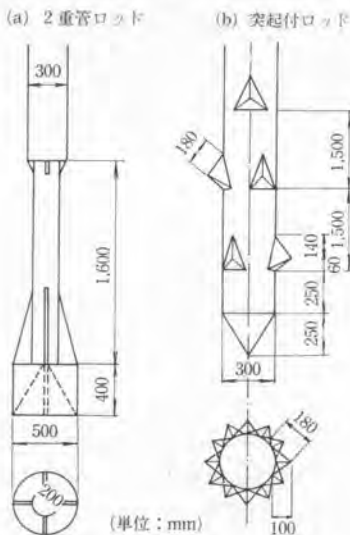


図-6 パイプロッド工法で用いられる圧入ロッドの例

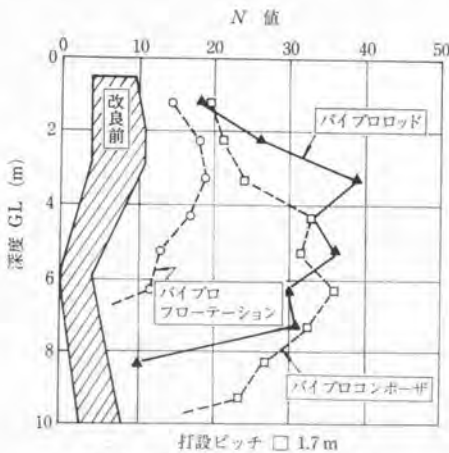


図-7 工法による改良効果の比較



- ただし、 $E$ : 弾性係数 ( $Nt/m^2$ )
- $D$ : 遅延弾性係数 ( $Nt/m^2$ )
- $S$ : スチフネス係数 ( $Nt/m^2$ )
- $\eta$ : 粘性係数 ( $t\text{-sec}/m^2$ )
- $t$ : 載荷時間 (sec)

(3) 式より  $t \rightarrow 0$  の範囲では (弾性領域)

$$S = E \text{ (弾性係数)}$$

$t \rightarrow \infty$  範囲では (粘性流体領域)

$$S = \frac{3\eta}{t} \dots\dots\dots (4)$$

の関係が成り立つ。

このS.L工法では載荷時間の短い打設時のような場合のチェックを図-8の(1)の領域で行い、地盤沈下のように載荷時間の長い場合のチェックは(3)の領域で行う。すなわち、アスファルト自体の流動および地盤沈下に伴うくいに作用する負の周面摩擦低減の機能チェックはこの(3)の領域で行うことになる。

(2) S.Lぐいの実験および生産機械

実験ぐいは  $\phi 711.2 \text{ mm} \times l 60 \text{ m} \times t 12.7 \text{ mm}$  の鋼ぐい4本で、これらのうち2本が無処理ぐい、残り2本がアスファルト塗布ぐい (3mm 塗布, 6mm 塗布厚) とした。塗布ぐいは下端から9mを無塗布とし、先端開放で支持層まで打込んだ。ぐい先端は  $N$  値30~40の砂

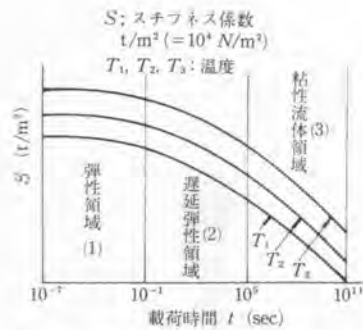
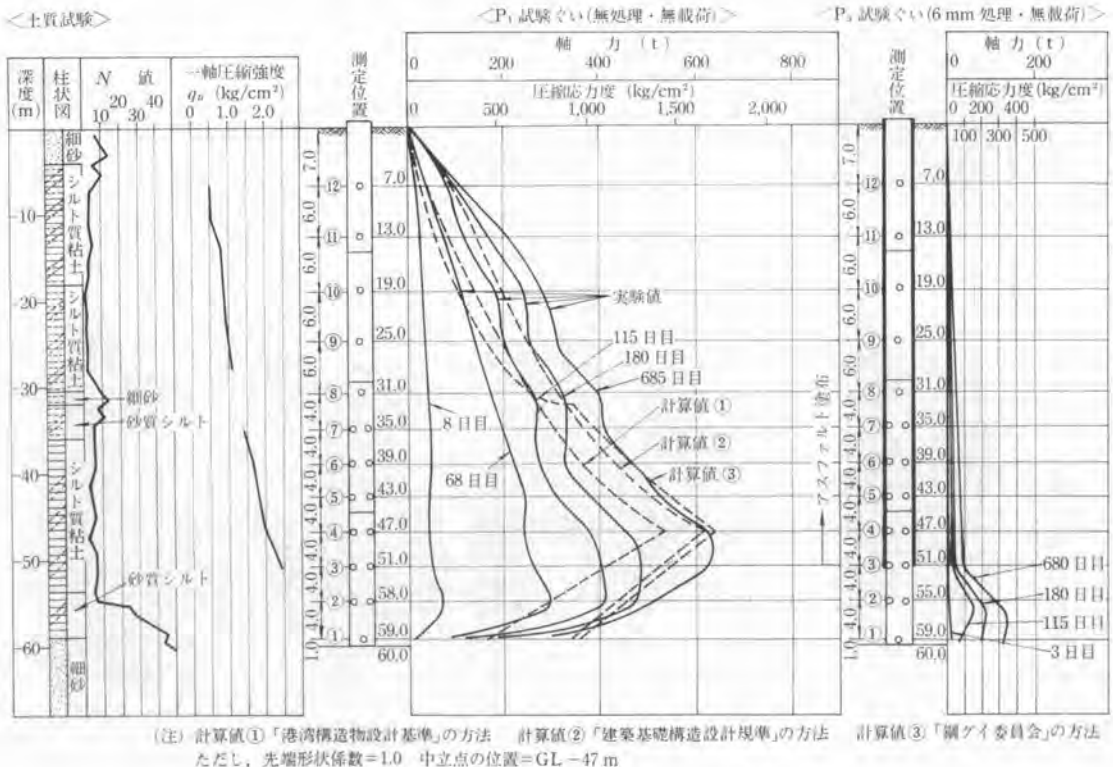


図-8 スチフネスと載荷時間との関係

質シルト層に4m貫入して  $N$  値50の細砂層まで打設されたものである。この実験結果を図-9に示す。

くい打設後、約680日経過した現在無塗布ぐいには600tの荷重が作用しているのに対し、6mm厚塗布ぐいには塗布下端部で約40t前後の荷重しか作用していないことは負の周面摩擦が約1/15前後に低減されていることを示している。すなわち、塗布ぐい、無処理ぐいを同一地盤で実測した結果では、負の周面摩擦の低減によって両ぐいの挙動には大きな差が生じ、このアスファルトをくい表面に塗布する工法がくいに軟弱地盤でのくいの支持力に寄与するものであるかが明らかである。

以上のことから、このS.L工法を扇島で実際に適用す



(注) 計算値①「港湾構造物設計基準」の方法 計算値②「建築基礎構造設計規程」の方法 計算値③「鋼ぐい委員会」の方法  
ただし、先端形状係数=1.0 中立点の位置=GL-47m

図-9 軸力 (負の周面摩擦) の鉛直分布 (無載荷の場合)

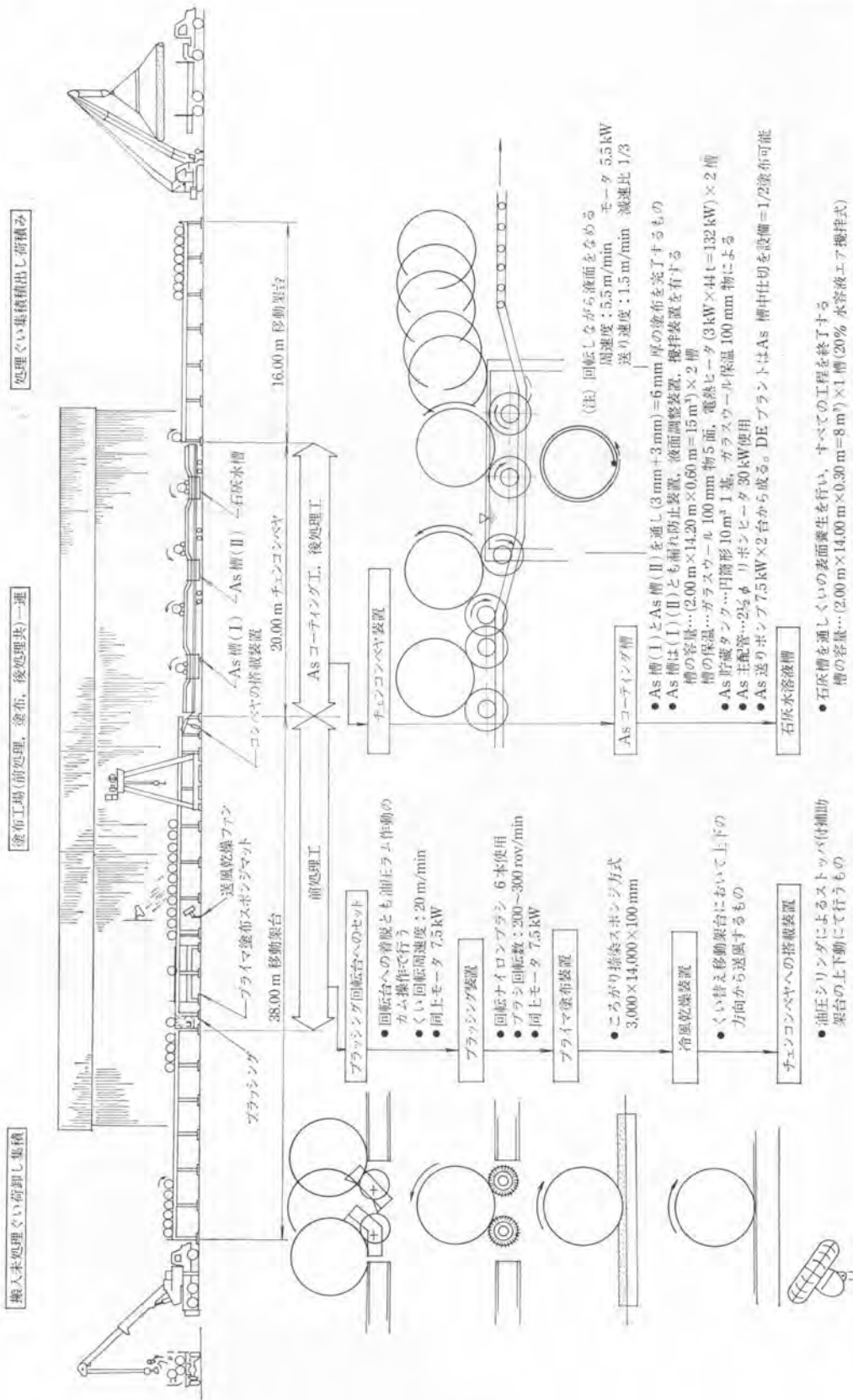


図-10 浴槽方式によるS.L.ぐい生産プラント

るにあたって、年間を通じての打込・引抜実験、および夏、冬期におけるこのアスファルトの流動・固結現象の実験調査を行い、それぞれの対策を実施した。

また、この一連の実験に基づいて扇島建設現場内に大規模な機械化による連続塗布プラント6基を建設し、鋼ぐい42万tに及ぶ大量の需要をまかなった。塗布方法はアスファルトスプレー方式と、くい回転移送による浸付け浴槽方式の2種類とし、1日約1,000本を生産した。以下、各方式について簡単に述べる。

#### (a) 浴槽方式

このプラントはアスファルト塗布槽を2槽とし、それぞれの浴槽で3mm厚ずつ塗布し、浴槽間はチェーンコンベヤの速度で約10分間を要する距離とした。くいは常に回転移送され、その周速度と浴槽中の時間は回転ローラとチェーンコンベヤの速度によって常に一定である。その概要を図-10に示す。

#### (b) スプレー方式

このプラントは実験でその機能を確認できたメルトコ

ータ6台(スプレーガン6丁)を使用し、スプレーからのアスファルト吐出しを自動制御して塗布する。くい移送は台車を使用し、台車の支点位置を変えることで、どのような長さのくいでも塗布可能であることが特長である。また、スプレー方式のため台車送り速度を変更すれば塗布ぐいの径も自由である。その点、浴槽方式より能率では劣るけれども、その応用範囲は非常に大きい。

## 6. あとがき

扇島建設工事はこうした軟弱地盤の埋立地で実施されただけに土質工学的諸問題が多く派生したが、前述のような対策を施して第1期建設工事は昭和51年11月に完工した。その後も首題に関するトラブルは発生しておらず、現在第2期工事を鋭意推進中である。

紙面の都合により首題に関してその意を十分に言い尽くせなかったが、大意をご理解いただき、今後とも各位のご指導を承ればまことに幸甚である。

## 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 2,500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
道路除雪ハンドブック	A5判	232頁	*頒価 1,600円	〒300円
道路清掃ハンドブック	A5判	150頁	*頒価 1,200円	〒300円
場所打ちくい施工ハンドブック	A5判	288頁	*定価 1,500円	〒300円

(注)\*印は会員割引あり

## 軟弱地盤対策工特集

## 広島空港滑走路改良工事

入江 功\* 伊村 勇隆\*\*

## 1. はじめに

広島空港は、昭和 42 年度から 46 年度にかけて既設護岸から海側へ幅 250 m、長さ 520 m 埋立てることにより、滑走路延長 1,200 m から 1,800 m に整備拡張され、昭和 47 年 4 月から第 2 種 C 級空港として供用開始された。その後、この埋立区域のうち、サンドドレーン工法で地盤改良した滑走路部分および護岸部分と地盤改良を施していない着陸帯との間に不等沈下が発生し、これに起因すると考えられるクラックが滑走路目地部に発生するようになった。このため昭和 51 年度には広島空港滑走路改良工法検討委員会が発足し、諸調査と並行してクラック発生の原因、対策工法が検討され、その結論を踏まえた工法でもって昭和 52 年 4 月から 9 月にかけて滑走路改良の本工事が施工された。

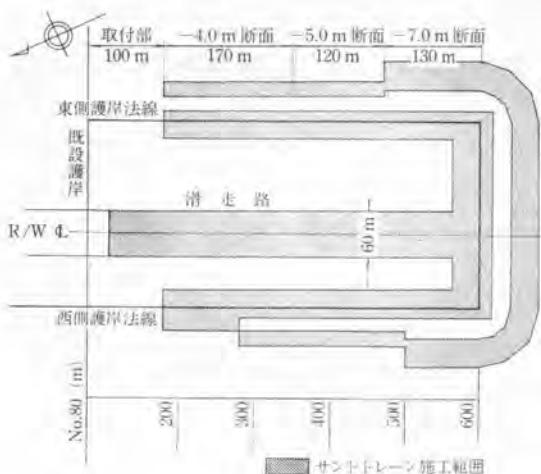


図-1 用地造成平面図

本報告では不等沈下、クラック発生という特殊な現象に対処するために取られたいくつかの工夫、すなわち、将来の沈下を考慮した着陸帯盛土厚の設計、地盤のゆるみを改良するためとられたサンドコンパクション工法の実績、クラックを発生しにくくするためアスファルト含有率を 7.3% と非常に多くして滑走路舗装体の破壊ひずみを大きくして施工した結果等について述べるものである。

## 2. 滑走路におけるクラックの発生とその対策

沖出し埋立区域の原海底地盤はシルト質粘土、粘土、砂質粘土等より成る厚さ 30 m 弱の軟弱粘土層であったため、図-1 に示すように滑走路および護岸下部にはサンドドレーン工法（ドレーンパイプ直径  $D_w=0.50$  m、ドレーンパイプ打込間隔  $d=2.50$  m）による地盤改良が施されたが、滑走路と護岸との間の着陸帯部分は自然圧密に委ねることとし、地盤改良は施されなかった。

空港の拡張整備は昭和 47 年 3 月に完了し、同年 4 月より供用が開始されたが、約 1 年経過後、埋立部滑走路表面にクラックが発生し始めたため、その後、昭和 51 年に至るまで 3~4 カ月ごとに発生したクラックの規模に応じて繰返し補修が行われてきた。その間、生じた全クラックの分布を図示したのが図-2 である。写真-2 にその状況の一例を示すが、クラックの幅は大きいものではアスファルト舗装表面で 3 cm 程度、その下の路盤、路床では 20 cm 幅のものもあり（これは雨水により両側がくずれて拡大したものと考えられる）、深さは路床以下の層まで及んでいることが判明した。このまま局部的維持補修を続けて行くのみでは安全の確保にも支障が出る恐れがあるので、その抜本的対策を講ずるため、昭和 51 年度には広島空港滑走路改良工法検討委員会で検討され、その結果、クラックの発生原因として図-3 に示すように地盤改良部と未改良部分の圧密沈下特性の

\* 運輸省第三港湾建設局広島港工事事務所長

\*\* 運輸省第三港湾建設局広島港工事事務所工事課長



写真-1 広島空港 (昭和52年10月1日)



写真-2 クラックの状況

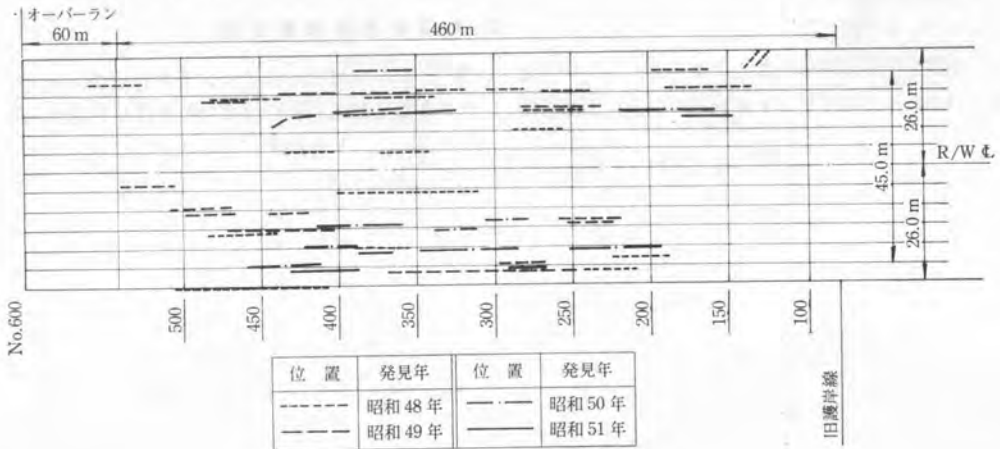


図-2 クラック発生状況

差、すなわち、不等沈下により滑走路表面付近に引張力が働いたことが主たる原因であること、対策工法としては、未改良部分の沈下を防ぐためサンドドレーン工法の適用が最良としつつも、空港の継続利用の必要性という社会的事情も勘案し、後述する一定の付加条件を前提に舗装打換工法が選定された。

### 3. 滑走路改良の基本設計 および施工上の留意点

#### (1) 着陸帯

未改良部の着陸帯下部の軟弱粘土層の圧密度は種々の調査の結果、昭和51年3月時点で約60%であることがわかった。このため舗装打換を施したあともなお不等沈下は継続し、4年後には再びクラックが最初発生した頃の状態に戻ると

して設計された。したがって、着陸帯のこう配修正盛土厚は4年後に規定の横断こう配が確保されるよう、今後の不等沈下を考慮して決定されたものである。なお、盛土材料としてはできるだけ盛土荷重を軽減させるため単位体積重量 $\gamma=1.2\text{ t/m}^3$ の水淬を一部使用した。滑走路の標準断面を図-4に示す。

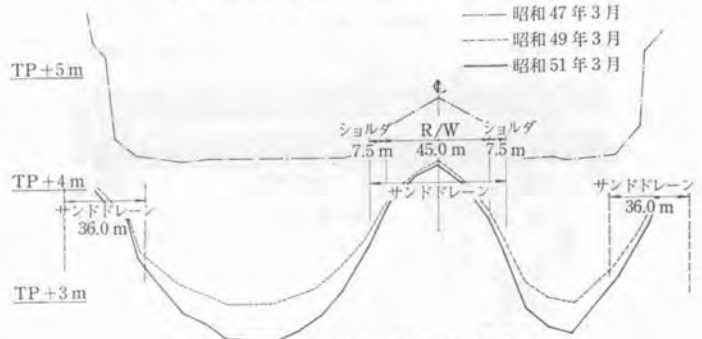


図-3 -5m断面 (No. 460) の沈下状況

(2) 滑走路

設計条件の主なものとしては対象荷重 B-737-200, 設計荷重 LA-3, 設計年数 5年, 反復回数 3,000 回であり, 路床の設計 CBR=12% である。これは現場 CBR=12.7% が最低値であったことから決まったものである。ただし, 施工にあたっては, この値をできるだけ大きく上回ることを目標にした。

一方, 図-2 に見られるようなクラック群は解体調査等で路床下にまで及んでいることが認められたため, このクラックを埋めるとともに地盤全体を締固めることによりクラックの再発生を極力おさえる目的でサンドコンパクション工法を採

用することになった。サンドコンパクションについては, N値を施工当初の値まで引上げる目的で, 砂圧入量

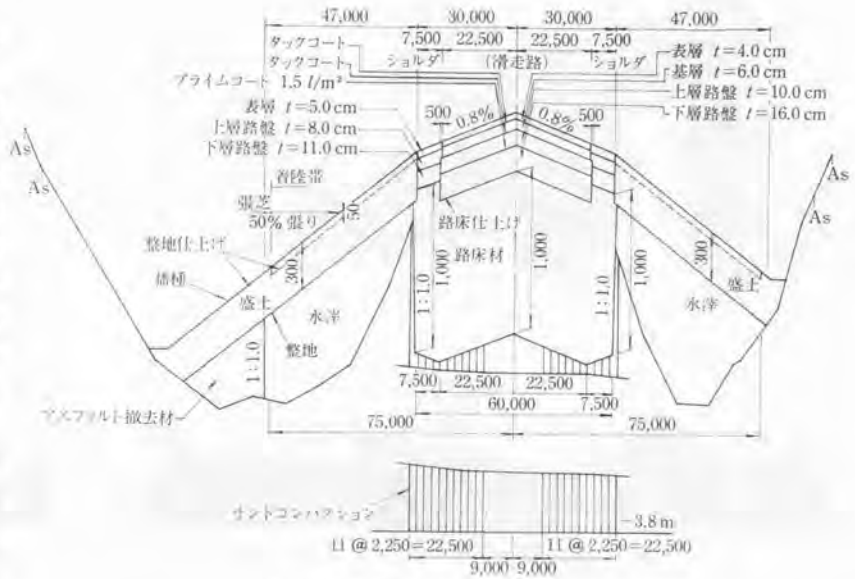


図-4 滑走路標準断面図

Vを路床下のゆるんだ部分の現状のN値に応じて以下のように決めた。

取付部, -5 m 断面……

$V=0.32 \text{ m}^3/\text{m}$  (現状 N値=9)

-3 m, -4 m, -7 m 断面……

$V=0.24 \text{ m}^3/\text{m}$  (現状 N値=12)

深さは, 感潮域を考慮して TP -3.8 m (DL -2.0 m) までとした。

今後の不等沈下により滑走路舗装体には再び引張力が作用することになるが, 特にクラックの発生が打設レーンの目地部に多く見られたことに着目し(目地部の破断ひずみは一般部に比べ小さい), 表層は滑走路と平行に打設するが, 基層および上層路盤は滑走路と直角方向に打設し, 横方向の引張応力にできるだけ耐えるよう施工工夫することにした。また, アスファルト合材についても, 所要の物理的性質を具備し, かつ破断ひずみをできるだけ大きくするため種々試験した結果, アスファルト量を  $7.4 \pm 0.1\%$  とした。

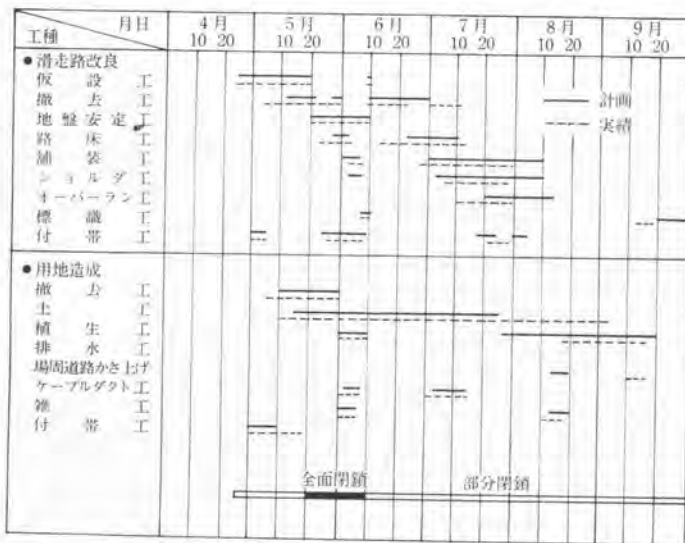


図-5 工程図

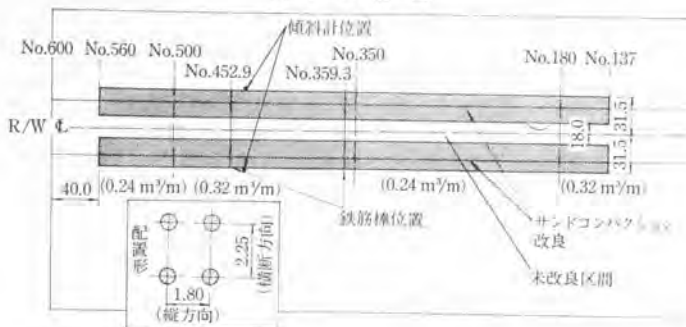


図-6 サンドコンパクション打設範囲

4. 工事の概要

施工計画上で最も配慮せねばならなかった点は, 広島空港を使用状態で施工し, 全面閉鎖は極力短くすることであった。図

—5、図—6 に本工事の工程と施工範囲を示すが、現在運航中のYS-11の離発着に必要な最小滑走路延長1,200 m が確保できないA工区の改良工事期間および地盤安定工のためのサンドコンパクション施工期間はどうしても全面閉鎖の必要があったので、図—5の工程図に示すように昭和52年5月19日から6月11日までの22日間を全面閉鎖とし、昼夜兼行の突貫工事で実施した。

以下、施工の順序に沿って概要を述べる。

① 撤去工：既設アスファルト舗装を舗装版破砕機（ドロップハンマ）500 kg 級で30 cm 角程度に破砕し、着陸帯より外側の盛土の中に埋込んだ。

② 地盤安定工：後述する方法でサンドコンパクシ

ョン5,192本を全面閉鎖の22日間で打設した。

③ 路床工：サンドコンパクション完了後、路床厚1 mを掘削し、15 t および25 t タイヤローラで薄層転圧で再度仕上げた。締固め度90%以上で施工管理をしたが、現場CBR=15~25%であり、施工目標は十分達せられている。

④ 路盤工：下層路盤厚16 cmは旧上層路盤より発生した粒調砕石を用い、締固め度95%以上で施工した。上層路盤は厚さ10 cmのアスファルト安定処理を施したが、後述するように舗装を滑走路に直角方向に施工したのが特徴的である。

⑤ アスファルト舗装工：後述する方法で基層6 cmは密粒アスファルトを滑走路に直角方向に舗設し、表層は4 cm厚で法線方向に舗設した。

⑥ 着陸帯盛土：設計表面から30 cm厚さは植生を考慮して砂層としたが、それ以下は水滓を用いた。

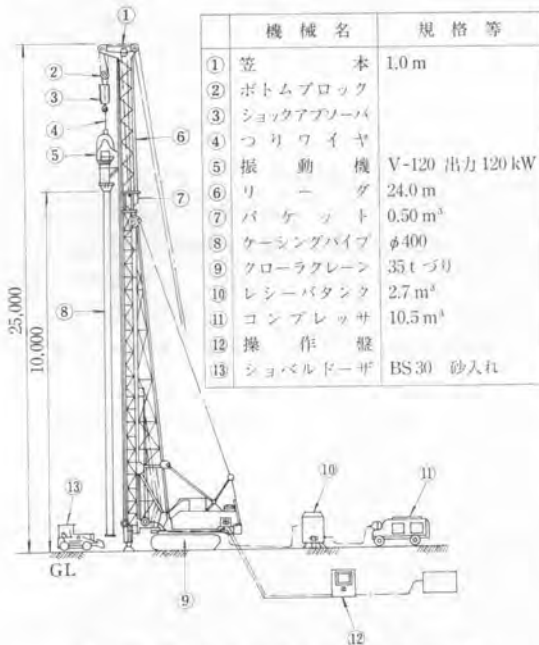
以上が施工の概要であるが、このうち、地盤安定工とアスファルト舗装工について以下に詳述する。

### 5. 地盤安定工（サンドコンパクション）

#### (1) 施工方法

図—6 にサンドコンパクションの施工範囲と砂圧入量を、図—7 に施工機械の概要図を示す。当該地区は特殊建設作業に対する広島市条例による騒音規制を受け、夜間施工、日曜、祭日の施工が禁止されており、さらに全面閉鎖期間の22日間に5,192本の打設を完了する必要があるため、サンドコンパクションの施工機械を11台、アースオーガ6台を全施工区域に配置し、一斉に打設を実施した。

まず、打設に先立ちアースオーガ（オーガモータ40~50 p）で縦横2メッシュごとにせん孔し、サンドコンパ



図—7 サンドコンパクション施工機械概要図



写真—3 サンドコンパクション打設状況

クッションの打設を滑走路の外側の列から順次内側の列へ打上げて行った。また、施工機械を現地に入れるに際しては、重量が60tもあり、リーダの高さが25mもあるため、その傾斜角が3度を越えると危険であることを配慮し、上層路盤を水平に十分整地した。

打設の施工管理は、ケーシングの上下位置を示すGL計、砂供給用バケットの回数を示すバケットマーク、ケーシング内の砂面を示すSL計で行った。図-8はその記録の一例で、下がケーシングの上下位置を示し、上はバケットマークで、往復の二つの印でバケット(0.5m<sup>3</sup>)1杯を示す。

(2) 砂圧入量

設計砂圧入量は区域によって0.24 m<sup>3</sup>/mと0.32 m<sup>3</sup>/mとあるが、これにアースオーガせん孔時の土砂の損失(0.09 m<sup>3</sup>/m)を加えた土量を圧入する必要があり、これとSL計またはGL計より得られる圧入砂量の実績(施工実績と設計量との比)を比較したのが図-9である。

(3) 地盤改良効果

図-10の(1)はくい間における打設前後のボーリング結果を示すが、打設前は全平均N値がN=14程度でN値10以下の個所が多数あり、クラック発生によるゆるみが深く及んでいることを思わせるが、打設後はN=10以下の部分はほとんどなくなり、全平均N値=24程度に改良されている。同様の効果は密度 $\gamma_t$ (g/cm<sup>3</sup>)にも見られる。図-10の(2)のくい芯のN値は全平均N=30となっている。図-10の(3)はサンドコンパクシ

表-1 サンドコンパクション施工機一覽

機 械 名	規 格	数 量	備 考
本体リーダ	25m	11台	鋼製
クローラクレーン	住友 LS-78	5台	27tぶり
クローラクレーン	住友 LS-78RS II	3台	35tぶり
クローラクレーン	神鋼 P&H 330	1台	27tぶり
クローラクレーン	神鋼 P&H 335 AS	2台	35tぶり
組立・修理用クレーン	神鋼 P&H 335 AS	1台	35tぶり
発電機	日本車輛 DG 220	11台	220kW
振動機	V-120	11台	出力 120kW
コンプレッサ	北越工業 PDR 370	11台	100 HP 10.5m <sup>3</sup>
レシーバタンク		11台	
記録計	GL計器 SL計器	11セット	
ショベルドーザ	小松 BS 30	9台	砂入れ用
ショベルドーザ	三菱 D 3S	2台	砂入れ用
ブルドーザ	三菱 D 4	1台	整地用
ブルドーザ	三菱 D 6	1台	整地用
ケーシングマイブ	φ 400	11本	先端・不動製作
砂バケツ	0.50m <sup>3</sup> 用	11台	不動製作
アーク溶接機	200~250A	11台	
タイヤショベル			仮置砂積込用
トラッククレーン	40t, 20tぶり	2台	組立・解体用

ョンを施していない滑走路中心の打設前後の結果であるが、サンドコンパクションを外側から滑走路中心へ向けて打設したことにより中心部でも締固めが行われたためと思われる。このことはコンパクション打設前後の地表面の移動を調べた図-11の(1)を見ても明らかにわかる。図-11の(2)は同じ測点の鉛直方向の変位を調べたものであるが、中央部の盛り上がりからも同様のことが確認できる。また、図-12は図-6に示す滑走路両側の位置に設置した傾斜計によりコンパクション打設前後の地中側方変位量の鉛直分布を示したものであるが、コンパクションの効果が相当深部まで及んでいることがわかる。

(4) サンドコンパクション工法の振動締固め効果

砂地盤をサンドコンパクションで改良するとき、砂圧入量V(m<sup>3</sup>/m)がくい間の間げき比の変化に寄与するとして、

$$V/x \cdot y = \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0}$$

とする考え方がある。ここに、x, yは打設ぐいの縦横メッシュ(m)、e<sub>0</sub>は打設前の間げき比、e<sub>1</sub>は打設後の間げき比である。

そこで、今回の工事の実績から、x=1.8m, y=2.25mとし、各ボーリング調査地点におけるe<sub>0</sub>, e<sub>1</sub>の実績および各ボーリング地点周辺のくいにおけるVの実績を用いて上式の左辺=V/x・yと

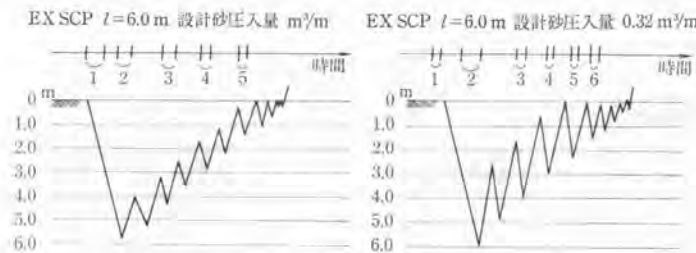


図-8 オシログラフ模式図

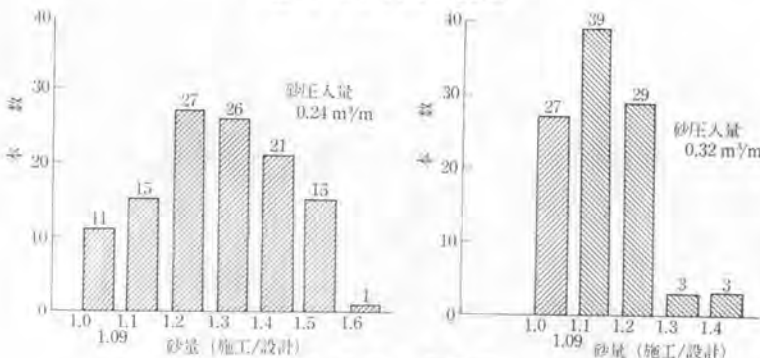


図-9 砂圧入量実績



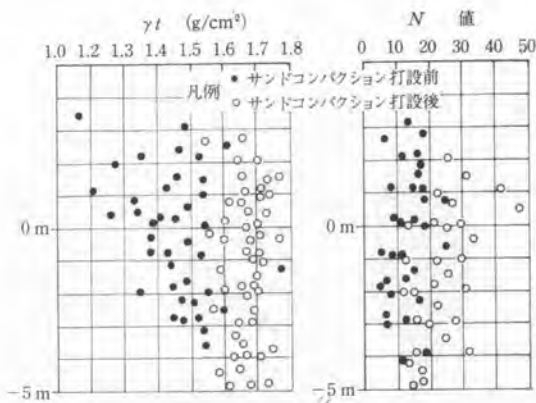


図-10 (1) くい間での  $\gamma_t$  および  $N$  値

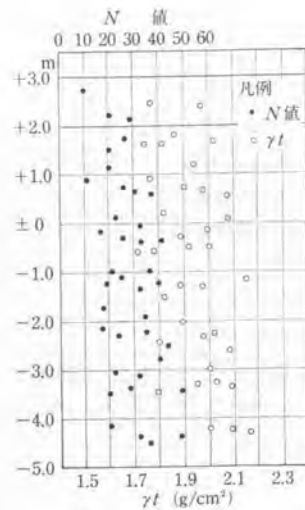


図-10 (2) くい芯における  $\gamma_t$  および  $N$  値

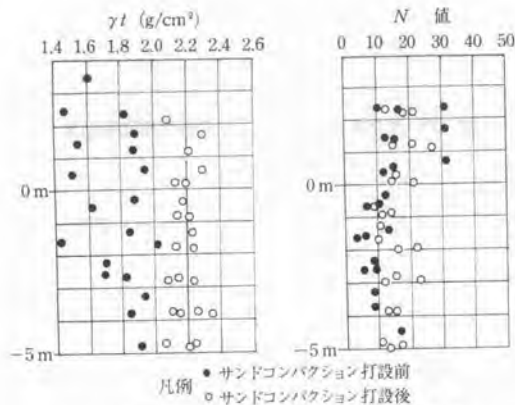


図-10 (3) 滑走路中心部での  $\gamma_t$  および  $N$  値

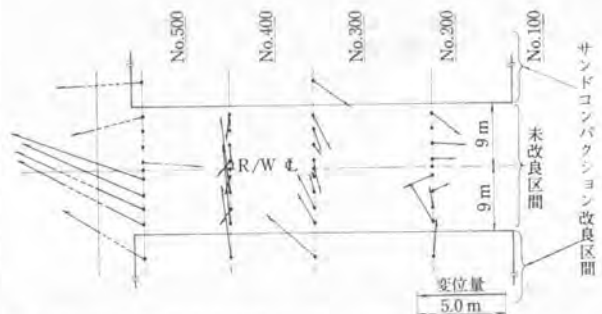


図-11 (1) サンドコンパクション打設による地表面の水平変位

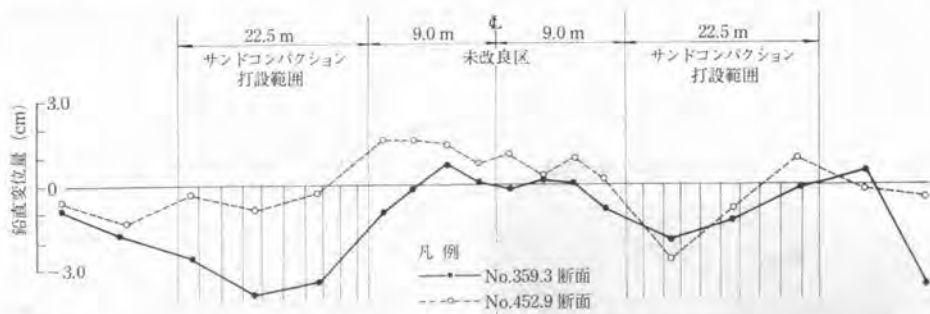


図-11 (2) サンドコンパクション打設による地表面の鉛直変位

右辺  $= (e_0 - e_1) / (1 + e_0)$  とを求め同時プロットしたのが図-13である。 $[V/x \cdot y \text{の平均値} = 0.10] < [(e_0 - e_1) / (1 + e_0) \text{の平均値} = 0.20]$  となっており、砂圧入量の倍の量だけ振動締め効果による間げき率の減少、すなわち、締め固めがあったことを示している。このことは図-11の(2)において、サンドコンパクションの打設区間の地盤が低下収縮していることからわかるようである。

図-14の(1)および(2)はそれぞれサンドコンパクションの施工に伴う騒音、振動の測定結果を示す。

## 6. 舗装工

### (1) アスファルト合材の配合

予備実験でアスファルト量  $7.4 \pm 0.1\%$ 、マーシャル

試験の基準値を満足する骨材粒度調整を行った結果、図-15 に示すような合成粒度曲線が得られた。工事前の配合を決定する時点と工事中の合材について引張試験を実施したのが 図-16 の (1) および (2) である。工事用として 7.3% のアスファルト量を使用したのが、0°C の温度においても破壊ひずみ  $\epsilon_b=1.5\%$  程度となっており、非常に良い結果が出ている。

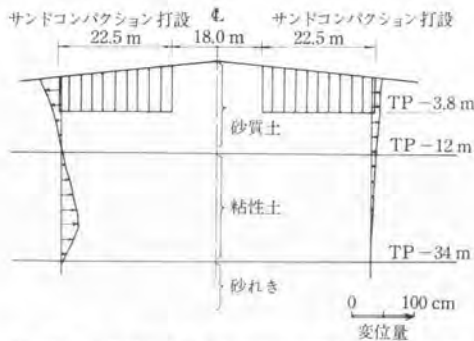


図-12 傾斜計によるサンドコンパクション施工に伴う地中側方変位

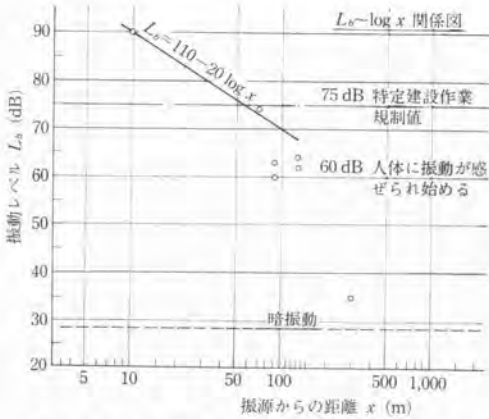


図-14 (1) サンドコンパクション施工に伴う振動

(2) 施工方法

上層路盤 (安定処理  $t=10$  cm) と基層 ( $t=6$  cm) はクラック発生防止のため横引き舗設としたが、その概要を 図-17 に示す。フィニッシャ No. 1 が A ラインよりスタートし、センターラインを通過すればフィニッシャ

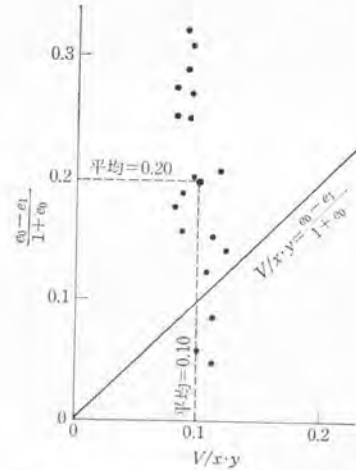


図-13 サンドコンパクションの振動締固め効果

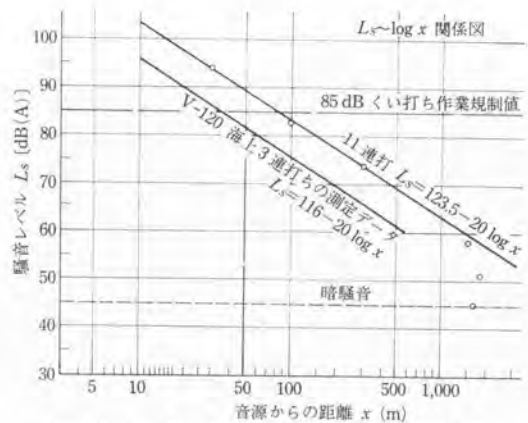


図-14 (2) サンドコンパクション施工に伴う騒音

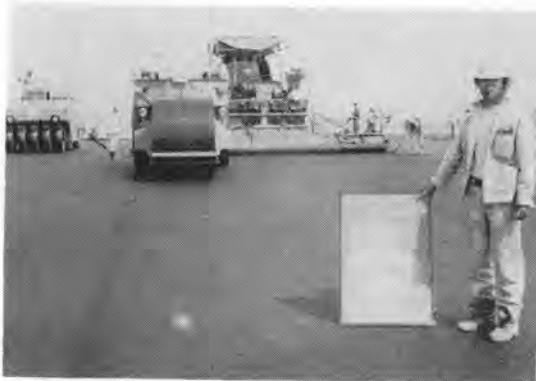


写真-4 基層舗設状況 (横引き施工)

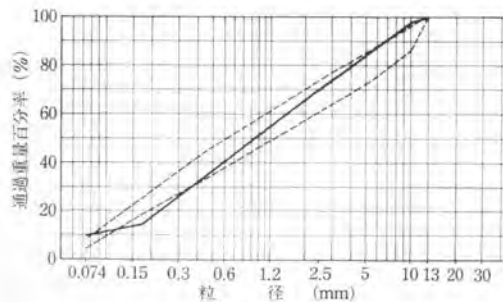


図-15 骨材合成粒度曲線

表-2 アスファルトフィニッシュ諸元

名称	フェーゲルスーパ -2000	舗装速度	0~20m/min
走行長	5.75m	舗装面の 厚さの調節	電子油圧式(押ボ タン操作による)
全幅=走行幅	3.00m	電気式 加熱装置	23kW直流発電機 による
全高	2.70m	重量標準型 スーパ-2000	18.0t
舗装能力	800t/hr	舗装幅12.0m で延長部を含 む	25.0t
舗装幅	2.5~12.0m		
舗装厚	1~30cm		
走行速度	0~60m/min		

No. 2 がスタートし、No. 1 が B ラインに到着すると③にバックし、再び進入する方法を繰返して施工した。このようにして基層と上層路盤との施工目地は 1 m ずつずらして施工した。ジョイント部の施工はホットジョイント工法とした。横引き工法では時間はそれだけかかったが、滑走路法線方向の平坦性は非常によくできた。平坦性についても、 $[r=0.084\sim0.182\text{ cm}] < [\text{規格値}=0.24\text{ cm}]$ 、すべり抵抗値は BPN=69~70 と大きかった。

以上のようにアスファルト量は 7.3% と多かったが、仕上りは滑走路舗装体として十分満足行くものとすることができた。

### 7. むすび

広島空港の滑走路のクラックは不等沈下が大きな要因であると一応結論されているが、粘性土層の応力のバランス等、なおその原因については現状では解明し難い点が多々残されている。これらについては今後長期的に詳細な調査を継続して行き、その結果に基づいて真の原因

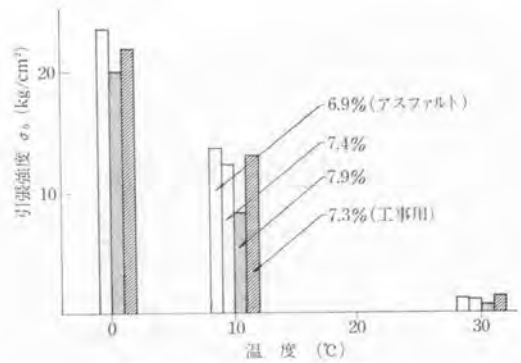


図-16 (1) 引張強度と温度

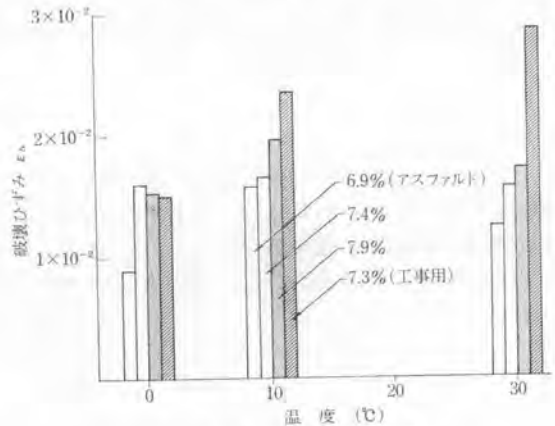


図-16 (2) 破壊ひずみと温度

を究明し、抜本的対策を講ずる必要があるものと思われる。

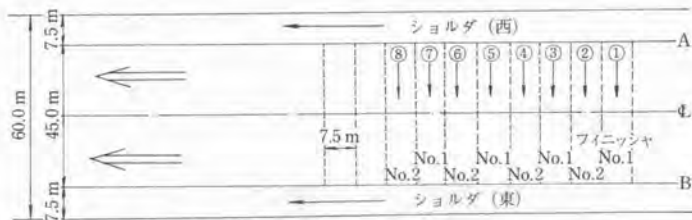


図-17 舗装状況平面図

## 軟弱地盤対策工特集

# 泥炭地盤における対策工法と その適用例

佐藤嘉平\* 栗原則夫\*\*

### 1. はじめに

日本において泥炭といえばすぐに北海道のことを思い浮べる人が多いことであろう。事実、日本における泥炭の分布はその大部分が北海道に集中しており、日本での泥炭や泥炭地盤の利用の歴史はごく最近までは北海道の開発史そのものであったといってもよい。しかし、1960年代に入って東海道新幹線や東名高速道路の建設が始まると、北海道外においても泥炭地盤が土木工事の対象となるようになり、泥炭や泥炭地盤はもはや一地域の問題ではなくなってきた。そして、今後は国土の開発利用が進むにつれて泥炭地盤の利用も一層多くなるものと考えられる。

本文では泥炭地盤における道路等の盛土建設上の問題点と対策工法の概要について述べ、最近の新しいいくつかの対策工法の適用例について紹介したい。

### 2. 泥炭地盤における盛土建設上の問題点

有機質土というのは一般の粘性土や砂質土のような無機質土に対する言葉であるが、泥炭はその有機質土の中でも有機物含有量が20%以上の高含水比のものとして定義されるのが普通である。そして、泥炭はその構成主体が未分解の植物繊維ないしそれが分解したコロイド状物質である点で、他の土とまったく異なる特殊性をもっている。

わが国の泥炭はいわゆる沼沢性泥炭であって、地下水位がほぼ地表にあることが多く、その堆積過程で異種の植物や分解度の異なるものが混在する一方、洪水などによる土砂の混入や火山活動による降灰作用によって無機物を含むことが多い。したがって、泥炭地盤は一般に

平面的にも深さ方向にもきわめて不均質である。泥炭を構成する植物の主なものはヨシ、スゲ、スギナ、ハシノキ（低位泥炭）、ワタスゲ、ヌマガヤ、ホロムイソウ、シラカバ（中間泥炭）、ミズゴケ、ホロムイソグ、ミカズキグサ、ツルコケモモ（高位泥炭）などであるが、これらの植物が単相で泥炭を構成することはほとんどなく、複数の植物で構成されている。泥炭の堆積速度はこれまでの研究によると大体1年に1mm程度といわれており、わが国での泥炭の堆積年代は約5,000~6,000年と推定されている。実際、わが国の泥炭層の厚さは5~6m以内のものが多い。泥炭の大まかな工学的性質は、例えば通常の粘土のそれと比較した表-1などから理解されるであろう。

このような泥炭地盤における盛土建設上の問題点を列挙してみよう。

まず、地盤の平面的かつ深さ方向の不均質性が著しいため土質調査によってその全体としての性状を正確に把握するのが非常に困難である。ボーリング、サンプリング、土質試験から設計定数の決定まで、そのむずかしさは普通の軟弱地盤における以上のものがある。盛土などの構造物の施工にあたっては、地盤の破壊に対する安定の問題と非常に大きな沈下およびその長時間継続性（長期沈下）の問題がある。泥炭の圧縮性には1次圧密的性格の部分の急速に終り、2次圧密部分が長時間継続するという特徴がある。

また、せん断強さについては、粘土に比べて非常に小さく、破壊ひずみも大きい、圧縮性が大きいのと、いわゆる強度増加率  $dc/dp$  も大きい（表-1参照）ため、特に繊維質泥炭では割合早期に大きい強度が期待できるという特性もある。したがって、安定に対して泥炭、特に繊維質泥炭自体が決定的役割を果たすことはむしろ少なく、泥炭層直下の基底層が砂質土層であるような場合は安定上の問題は少ない。しかし、実際の泥炭地盤は基底層がしばしば軟弱な粘土層から成り、その厚さが20

\* 日本道路公団札幌建設局技術部技術課長

\*\* 日本道路公団札幌建設局札幌工事事務所試験課長

～40m に達することも少なくない。

このような地盤ではこの泥炭層直下の粘土層が安定上有害な役割を果たしたり、長期沈下の主因となったりすることが多い。事実、過去に泥炭地盤での盛土建設において安定や沈下の上で問題を起しているのは大半がこのような地盤である。さらに、このような地盤では泥炭層と粘土層の境界に極度に軟弱な高含水比のヘドロ層（有機質粘土層）を挟在することがあり、そのような場合、このヘドロ層が安定上の弱点となって大規模なすべり破壊を生ずることがある。

以上はどちらかというが高盛土の場合の問題であって、低盛土の場合は問題の起り方も多少異なるようである。すなわち、低盛土の場合には泥炭自体の強度が安定に及ぼす影響はより大きいし、その2次圧密的性格や交通荷重による圧縮などが長期沈下の要因となる。

このほか、施工時の周辺地盤の大きな変状や振動、さらには近接構造物への影響などの対策に苦慮することが多い。橋梁部では基礎ぐいのネガティブフリクションや橋台の水平移動などの問題がある。橋梁と盛土の取付部の不等沈下による段差はその量が大きく、普通の軟弱地盤以上に深刻な問題である。そのほか、カルバート等の横断構造物の変状、施工機械のトラフィカビリティなどトラブルは多い。

### 3. 泥炭地盤における対策工法

泥炭地盤においてこれまでどのような対策工法が採用され、それぞれどのような評価をうけているのであろう

表-2 泥炭地盤における代表的な対策工法

表層処理工法	表層排水、サンドマット、敷設材、添加材
置換工法	掘削置換、強制置換
押え盛土工法	押え盛土、緩斜面
緩速載荷工法	漸増載荷、段階載荷
載荷重工法	盛土荷重載荷、大気圧載荷、地下水位低下
バーチカルドレイン工法	サンドドレイン、ベーパードレイン
サンドコンパクションパイル工法	サンドコンパクションパイル
固結パイル工法	石灰パイル、(深層)混合処理
くい工法	パイルスラブ、パイルキャップ、パイルネット

か。ここでは最近北海道開発局がまとめた調査研究資料を参考にして簡単に述べておこう。これまで実績のある主な対策工法は表-2に示すようなものであるが、これらは実際にはいくつか組合せて用いられるのが普通であり、個々の工法を正確に評価することはむずかしいが、定性的にいわれていることも含めて整理すると次のようになる。

#### (1) 表層処理工法

泥炭地盤の表面に砂、粗砂、シート、ネットなどを敷設して施工機械のトラフィカビリティを確保し、盛土の不等沈下やめり込み（局部破壊）を防止する工法である。この工法は敷粗だ工法などとして古くから用いられており、その効果は大きいですが、設計方法についてはまだよくわからない点がある。また、この工法の性格上、他の工法と併用されることが多い。

#### (2) 置換工法

泥炭層厚が2～3m程度の場合、完全に除去して良質材で置換すればその効果は大きい。しかし、層厚が大きくて置換が部分的置換に終わったり、強制置換によって十分な置換ができなかったりして中途半端な置換になると、残留層の性質や厚さによっては安定、沈下ともに効果がないばかりか、悪くすると逆効果になるケースがある。

#### (3) 押え盛土工法

用地が十分確保できる個所では安定上非常に効果のある信頼性の高い工法であり、泥炭地盤における主要な対策工法の一つになっている。また、施工時に生じたすべり破壊に対する復旧対策工法としても有効かつ確実な工法として多用されている。

表-1 泥炭と軟弱粘土の物理的・力学的性質の比較

項目	土質	泥炭 (主として 石狩泥炭)	軟弱粘土	備考
湿潤密度 $\gamma_r$ (g/cm <sup>3</sup> )		0.95～1.12	1.5～1.7	
乾燥密度 $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )		0.09～0.27	0.8～1.4	
含水比 $w$ (%)		115～1.150	30～60	
焼失減量 $L_{100}$ (%)		30～90	<20	
比重 $G$		1.3～2.1	2.6～2.8	
間げき比 $e$		5～19	0.8～2.8	
透水係数 $k$ (cm/sec)	透水係数 方向比	10 <sup>-4</sup> ～10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup> ～10 <sup>-4</sup>	
		3～7		
ベンゼン断強さ $\tau_p$ (kg/cm <sup>2</sup> )		0.05～0.30	0.2～0.4	5.5×11cm
コーン支持力 $q_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )		1.0～3.0	2.0～5.0	土試 WP-20型
一面せん断強さ $\tau$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\alpha=0^\circ$ $\alpha=40^\circ$ $\alpha=90^\circ$	0.08	0.1～0.3	供試体寸法 15×15×10cm 泥炭層の深さ 30～100cm
		0.12		
		0.20		
引張強さ $\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	水平方向 垂直方向 方向比	0.13		供試体寸法 10×10×20cm 泥炭深さ 100cm
		0.03		
		4		
圧縮指数 $C_c$		2.6～5.3	0.2～1.0	沖積粘土
せん断抵抗の増加と圧縮力の増加比 $dC/dp$		0.3～1.0	0.2～0.3	
圧密係数 $C_v$ (cm <sup>2</sup> /sec)		10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-4</sup> ～10 <sup>-4</sup>	{ 粘土 Ch=3～5 $c_p$ 泥炭の $C_v$ は不明 なことが多い }
体積減少係数 $M_v$ (kg/cm <sup>2</sup> )		0.1～1.8	6×10 <sup>-2</sup>	{ 正規圧密粘土(沖積粘土)泥炭について は $P=0.3\sim 0.4$ kg/cm <sup>2</sup> に対する値 }

(注) 小林、佐々木による。

#### (4) 緩速載荷工法

地盤の強度増加を確保しながら順次盛土を施工して行く工法で、時間はかかるがもっとも確実な工法である。泥炭地盤における盛土の破壊例の多くは盛土施工速度が早すぎたケースであり、緩速載荷は泥炭地盤における基本的な施工法となっている。

ところで、もともと軟弱地盤対策工法というのは主として構造物の設計荷重に対して不足する地盤の支持力を時間をかけて確保する代りに、金をかけて短時間で確保しようとするものであるといってもよいから、時間をかけるといえるのは対策工法としてことさらに取り上げる必要がないことかも知れない。しかし、どんな対策工法を用いたとしても、必要以上に急速に施工すれば破壊や有害な沈下、変位を生ずるし、必要以上にゆっくり施工したのでは不経済である。したがって、緩速載荷工法というものは、ただゆっくり施工すればよいというのではなく、いかに適正な速度で施工するかという点に眼目があるのであり、このことはあらゆる対策工法の基本である。

#### (5) 載荷重工法

この工法は比較的低い盛土に対しては有効であるが、ある程度高い盛土になると安定に対する確認や放置期間の検討などが必要である。橋台部やカルバートボックス部におけるプレロード工法の採用は不可欠といえよう。なお、余盛りをする代りに地盤の地下水位を低下させることによって実質的な載荷重効果を得ようとする試みも最近報告されている。

#### (6) パーチカルドレーン工法

これまでの施工実績によれば、ドレーンを打設してもしなくても沈下速度に有意差が認められず、地盤の強度増加もそれほど顕著でないことから、最近ではあまり採用されていない。しかし、ドレーン材の連続性、ドレーン材や敷砂層の透水性、さらには圧密過程における泥炭の透水性の急減傾向などとの関係で、ドレーン工法に対する究明はまだ残されている点が多い。

#### (7) サンドコンパクションパイル工法

低盛土の場合は置換工法としての沈下軽減効果、高盛土の場合は複合地盤としての強度増加効果を認め、泥炭地盤の地盤改良工法として広く用いられている。しかし、パイル打設時の周辺地盤の変状や振動が非常に大きいため適用個所に留意しなければならない。

#### (8) 固結パイル工法

生石灰パイル工法は泥炭地盤に対しては溶解、拡散などの問題点があるが、サンドコンパクションパイル工法と同程度の効果が期待できるとされている。一方、混合

処理工法はもともと粘土地盤において生石灰と現状土を攪拌混合して固結パイルを造成する工法（深層混合処理工法）として開発されたが、最近セメントによって泥炭地盤中に泥炭とセメントの混合された固結パイルを造成する工法が施工されはじめている。しかし、まだ施工実績が少なく、その評価は確立していない。

#### (9) くい工法

これは地盤中に既製あるいは現場打ちくいを打設し、盛土荷重をくいによって支持させようとする、どちらかといえば構造物形式の工法である。パイルスラブ工法は低盛土で軟弱層が深いがしっかりした支持層がある場合に有効な工法である。しかし、地震時の安定に対する不安があるほか、工費が非常に高いため代替工法がない場合以外は不経済である。

パイルキャップ工法は摩擦くい形式によって多少の不等沈下を許容する工法であり、それをさらに経済的かつ施工性のよいものに改善した工法としてパイルネット工法が最近用いられ始めている。これらの工法は最近施工例が増えているが、設計理論に不明な点があることや地震時の安定に不安があることなど今後究明を要する点を含んでいる。また、一般に工費が高いため特殊な個所での施工に限られるであろう。

### 4. 新しい対策工法の適用例

前節で述べたように、過去の実績からみた泥炭地盤における盛土の一般的な対策工法の基本をなすのは緩速載荷工法と押え盛土工法である。地盤改良工法としてはサンドコンパクションパイル工法が多用されているが、これはサンドパイル打設による泥炭地盤の部分的置換効果を認めたものである。一方、近年高盛土や橋梁取付部盛土の対策工法として固結パイル工法やくい工法など新しい工法が開発され、施工例が増えている。これらはいずれも一般の対策工法より工費が高いが、現場や施工の条件によっては有効な工法として今後採用されるケースが増えるであろう。

一般的な対策工法の適用例についてはこれまでいろいろ報告されているので、ここでは固結パイル工法およびくい工法の最近のいくつかの適用例について紹介する。

#### (1) 混合処理工法の適用例

混合処理工法とはセメントモルタルを泥炭あるいは粘土と強制的に攪拌混合し、軟弱地盤中に固結パイルを造成する工法で、これは運輸省で開発された深層混合処理工法（混合材として粒状の生石灰を用いる）を応用してセメント系材料のスラリー状混合材が使用できるように改良したものである。施工機械は図-1に示すように一

対の攪拌翼および攪拌軸、それにセメントモルタルの打設管、油圧モータ等の処理機本体部をクローラークレーンに装着した鋼製リーダに沿って自由に上下できるように組立てたものを用いる。

パイルの造成は、①所定の位置に処理機本体をセットした後、攪拌翼を回転させながら地盤中に貫入させ、②所定の深さまで貫入したらモルタル排出口から地盤中へモルタルを供給し始め、③攪拌翼の回転で原地盤の土とモルタルを強制的に攪拌混合しながら処理機本体を一定速度で引上げてゆくという順序で行われる。

この混合処理工法で泥炭地盤を改良する試みが最近当公団による道央自動車道江別試験盛土工事において実施された。施工箇所は泥炭層（厚さ5.5m、含水比800%）と粘土層（厚さ4~6m、含水比52%）の2層地盤である。室内試験の結果から、セメント材料としてケミコ201、高炉B種セメントおよび高炉B種セメントに消石灰を重量比で15%添加したものの3種類を選び、重量比でセメント：砂=1：1のモルタルにより施工した。泥炭層と粘土層で、できるだけ同じような強度のパイルが得られるように泥炭層については2度打ちを行っている（図-2参照）。なお、モルタルの水量はセメント材料によって多少異なっているが、ポンプ打設に必要なコンシステンシーが得られる最少限の量にしている（例えば高炉B種の場合、重量比でセメント：砂：水=1：1：0.4であった）。

施工後21日目に各パイルより供試体をサンプリングし、一軸圧縮試験を実施した。その結果が図-3である。泥炭層で $q_u=1\sim4\text{ kg/cm}^2$ 、粘土層で $q_u=3\sim8\text{ kg/cm}^2$ のパイルが造成されていることが確認

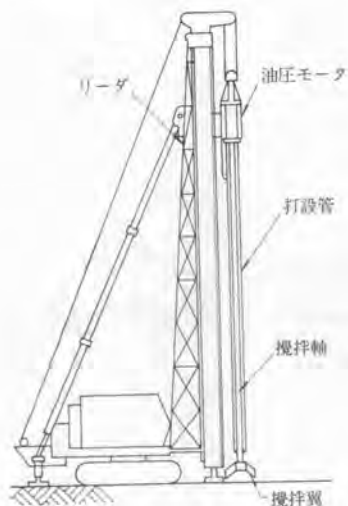


図-1 混合処理工法施工機械概要図

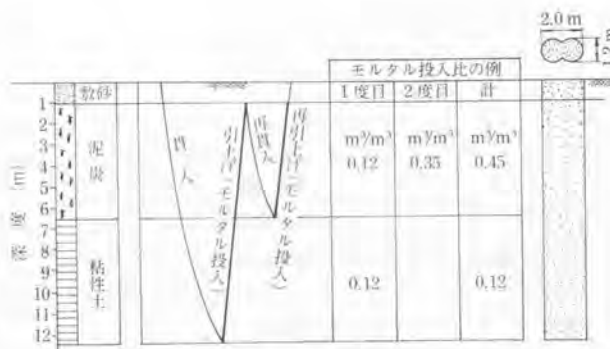


図-2 混合処理工法施工図

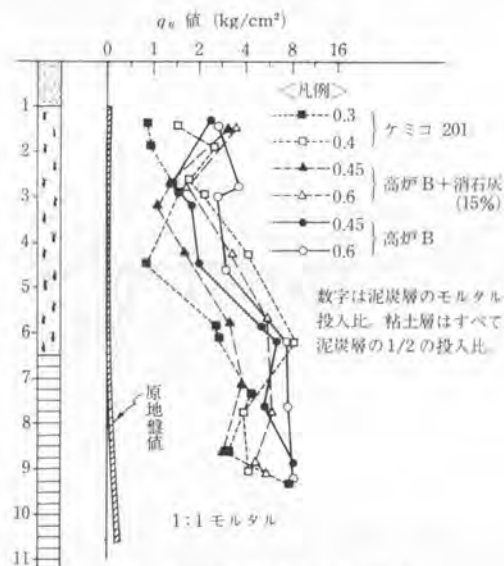


図-3 混合処理パイルの強度 (21日)

された。この試験工事では $q_u=1.0\text{ kg/cm}^2$ 程度のパイルを置換率50%ぐらいに造成することにより地盤をmassとして改良することを目的としているが、造成されたパイルは強度が出すぎている。なお、この工法で処理された地盤上に昭和53年春より盛土（計画高6.5m）が施工される計画である。

(2) パイルスラブ工法の適用例

泥炭地盤に橋梁をつくる場合、橋台、橋脚の基礎にいいが用いられることが多いが、泥炭地盤に施工されたくい基礎の水平抵抗は非常に小さく、橋台が水平変位を起したり傾斜したりする事例が少なくない。

北海道開発局が実施した一般国道238号の志撫子道路改良工事において、橋台取付部盛土の対策工法としてパイルスラブ工法が用いられた。これは、橋台取付部の盛土荷重をパイルスラブによって受持たせ、盛土の縦断方向のすべり破壊防止と沈下軽減をはかり、同時に橋台の基礎ぐいに偏土圧が作用するのを防止しようとするもの

である。この工法は支持層まで打込んだパイルの上にコンクリートスラブを打設し、その上に盛土するものである。

図-4に示すように、この現場ではパイルとしてφ350のPCパイル（ピッチ2.0m）が用いられ、その頭部に厚さ30cmのコンクリートスラブが施工された。また、当現場ではこのパイルスラブ区間に隣接してパイルキャップ区間を設け、一般盛土部と沈下が滑らかに接続するような設計がなされた。このパイルキャップ工法は摩擦ぐい形式のパイルの1本1本の頭部にコンクリートブロック等のキャップをのせ、盛土荷重によるパイルの多少の沈下と各パイルの不等沈下を許容するもので、当現場ではφ300のPCパイル（ピッチ2.5m）の頭部に3種

類の大きさ（1辺が1.6m, 1.9m, 2.4mの正方形）のコンクリートブロックが用いられた。これらの工法はパイル間の原地盤が軟弱なまま残る点に将来の不安があるが、この道路は供用開始後特別な沈下や変状も観測されず現在に至っている。

(3) パイルネット工法の適用例

パイルネット工法は盛土荷重に応じて群ぐい理論により設計された長さの既製ぐい（木、コンクリート、鋼など）や現場打ちぐいを泥炭地盤中に打設し、ぐい頭を鉄筋で連結して、その上部にサンドマットおよびネットあるいはシートを敷設して盛土を行うもので、最近北海道開発局によって開発されたものである。この工法はパイ

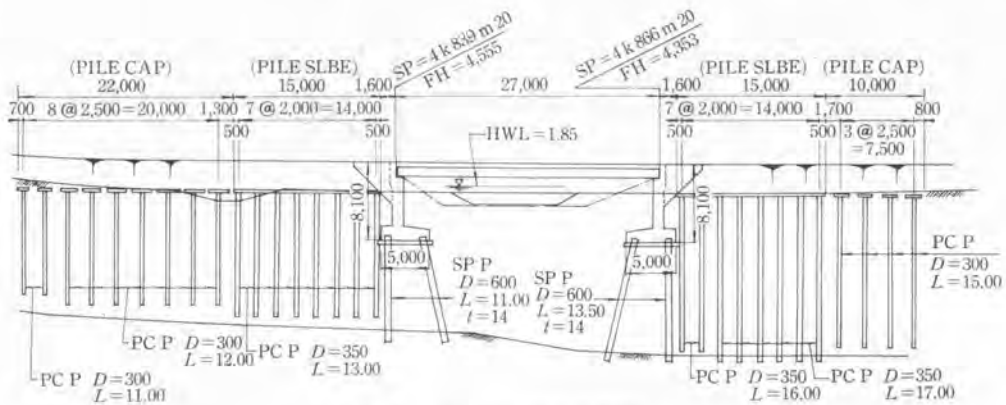


図-4 パイルスラブ工法の適用例

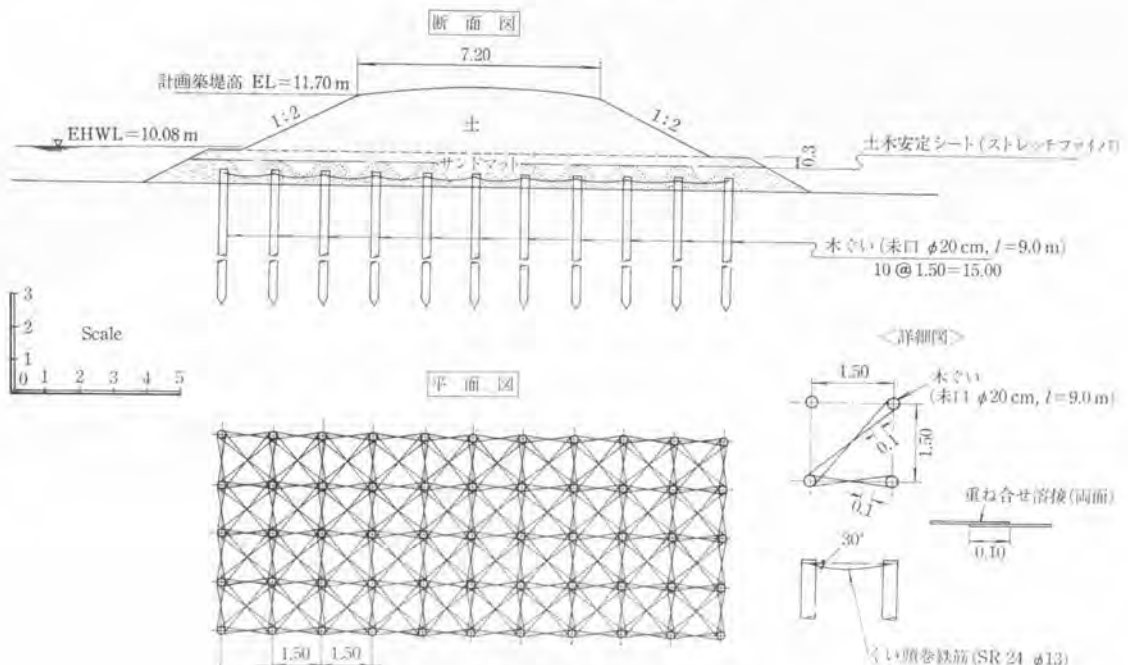


図-5 パイルネット工法の適用例



ルキャップ工法と同系列のものであるが、経済性、施工性ともにすぐれており、河川築堤工事を中心に施工例が増えている。

図-5 にパイルネット工法による築堤工事の一例を示す。この築堤工事では当初サンドコンパクションパイルを 1.5m ピッチで打設して約 1m 盛土したところ、ナベリ破壊が生じ、河道が閉塞された。そこで、地盤中に末口 20cm、長さ 9m の木くい丸太を 1.5m ピッチに打込み、φ13 の鉄筋でくい頭部を連結し、サンドマットを 1m 敷いてさらに土木用シートを敷設したのち、3.4m の盛土が施工された。その結果、周辺地盤の変位もほとんどなく、無事盛土は完了した。なお、くい打ちには 1.0~1.5t 級のモンケンで十分な能率が得られたと報告されている。

## 5. あとがき

以上、泥炭地盤における対策工法について、著者の乏しい経験と能力も顧みず述べてきたが、その定量的な効

果については粘土地盤以上に不明な点が多い。今後より定量的な評価を可能とするためにはもっと系統的な現場データの集積が必要であると痛感する。

なお、本文作成にあたっては下記の文献を参考にさせていただいた。ここに紙面を借りて厚くお礼申し上げる次第である。

### 参 考 文 献

- 1) 宮川：「有機質土—とくに高有機質土および泥炭性地盤について」"土と基礎" Vol. 21, No. 2 (1973 年) p. 3~6
- 2) 小林・佐々木：「北海道の泥炭地における河川工事実施例」"土と基礎" Vol. 21, No. 2 (1973 年), p. 21~27
- 3) 北海道開発局：「軟弱地盤対策工法の効果ならびに選定に関する調査研究」第 19 回北海道開発局技術研究発表会資料 (1976 年)
- 4) 北海道開発局：「パイルネット工法」石狩川開発建設部部内検討資料 (1977 年)
- 5) 森谷ほか：「志撫子橋取付部における軟弱地盤処理工法について」"第 16 回北海道開発局技術研究発表会論文集" (1972 年) p. 307~313

## 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

オペレータハンドブック「エンジン」	B 5 判 256 頁 *頒価 1,200 円 円 300 円
オペレータハンドブック 「モータグレーダと締固め機械」	B 5 判 426 頁 *頒価 2,200 円 円 300 円
建設機械用語	B 6 判 326 頁 *定価 3,000 円 円 300 円
ころがり軸受の使用限度判定方法	B 5 判 170 頁 *定価 1,400 円 円 300 円
「建設の機械化」誌文献抄録集	B 5 判 374 頁 *頒価 2,500 円 円 300 円
建設機械化施工の安全指針	A 5 判 294 頁 *定価 1,500 円 円 300 円
仮設鋼矢板施工ハンドブック	A 5 判 460 頁 *定価 2,500 円 円 300 円
地下連続壁工法 <sup>設計 施工</sup> ハンドブック	A 5 判 528 頁 *定価 5,500 円 円 300 円
建設機械用油圧機器ハンドブック	B 5 判 260 頁 *定価 3,500 円 円 300 円

(注) \* 印は会員割引あり

## 軟弱地盤対策工特集

## 軟弱地盤改良船による工事实績

田 崎 幸 哉\*

## 1. はじめに

東京都では廃棄物処分地確保の要請に対処するため相次いで処分地を造成してきたが、これらの処分地もほぼ満杯となり、新たに処分地を求めて現在中央防波堤の沖側に約 120 ha の処分地を造成中である。この処分地は四方を二重鋼管矢板構造の護岸で囲い、さらに、この処分地を二分するため中仕切堤を並行して建設中である。

周知のことながら、東京湾は厚い沖積粘土層に覆われているため、この中仕切堤の基礎部も地盤改良が当然のことながら必要となった。そこで東京都は初めての試みとしてセメントによる地盤改良を採用した。工事は順調に進み、昭和 52 年 10 月にすべての改良作業が完了したので、この機会に当社が施工した工区についての実績ならびに工法、地盤改良専用船の機能について述べてみたい(図-1 参照)。

## 2. 工事概要

中仕切堤基礎部の地盤改良延長は 946 m で、当社はそのうちの 300 m を昭和 51 年度、52 年度の两年度にわたって施工した。改良断面を図-2 に示すが、この断面において、改良部は主壁と副壁の組合せからなっており、櫛歯型の断面となっている。このため改良率は最大辺相乗積土量を 100 とするなら 37.5% となり、非常に経済的な断面となっている。主壁により全上載荷重を支持し、副壁は改良地盤上部の敷砂層の沈下を防止するためのもので、蓋の役目をしている。主壁、副壁との間には接合が要求されている。

施工について触れると、主壁をはさむ両側に副壁があり、この主壁 1 個と副壁 2 個の組合せを一つの単位としてブロックと呼んでいる。改良作業はブロック単位で行

\* 東亜建設工業(株)技術開発室長



図-1 施工位置図

い、各ブロックとも主壁を先行改良し、副壁に移行するという手順を踏んでいる(表-1、表-2 参照)。

## 3. 深層連続混合処理工法

東京都が今回採用した工法は深層連続混合処理工法(略称デコム工法)といい、セメント系土質安定剤をあらかじめスラリー状にして、注入ポンプによって地盤中に注入しながら混練して軟弱地盤を連続的に改良しようとする現位置混合処理システムである。

## (1) 混練機構

スラリー化した土質安定剤と軟弱土を混練する攪拌翼付の縦型軸がある。この軸を攪拌軸と呼び、機械加工によって中空孔が設けてあり、この孔は攪拌翼先端の吐出口へとつながっている。この軸、翼を通してスラリー化した安定剤を地盤中に吐出し、翼を回転させながら混練を行い、攪拌軸を上下動させると同時に、水平移動させてやれば連続壁状の改良地盤が得られる。

要領についてふれると、上下、水平移動を同時に行う

表-1 施工数量内訳

	壁数	長さ	幅	深さ	土量
主壁	50壁	36m	2m	26.5m	95,400m <sup>3</sup>
副壁	100壁	16.5m	2m	4.0m	13,200m <sup>3</sup>

表-2 改良諸元

項目	主壁	副壁	備考
練り回数 (回)	6	6	3回/1軸
攪拌軸昇降速度 (m/min)	1.5	1.2	
船体移動速度 (m/min)	0.0377	0.204	
攪拌軸回転数 (rpm)	45	45	
水・セメント比	1.2:1	1.2:1	
セメント添加量 (kg/m <sup>3</sup> )	140	140	堆積土単位体積重量当り10% ( $\gamma'_s = 1.4 t/m^3$ )
改良能力 (m <sup>3</sup> /hr)	120	96	
壁当り改良時間 (hr)	18.1	1.8	
強度指定 (kg/cm <sup>2</sup> )	6	6	試験方法は改良後の地盤の $q_v$ 値

ことは図-3に示すように攪拌軸先端がV字型の軌跡を描き、このときの水平移動速度を加減してやれば所定回数の混合が可能となる。これを「ねり回数」と定義し、連続壁改良に対して新しく導入された重要な要素となっている。

(2) 連続壁改良時の能力算定

連続壁改良時の能力算定は図-4の要領で行う。

ここで、 $D$  : 攪拌翼直径 (m)

$B$  : 改良幅 ( $\approx D$ ) (m)

$H$  : 改良深さ (m)

$N$  : ねり回数 (回)

$V_v$  : 攪拌軸昇降速度 (m/min)

$V_h$  : 攪拌軸移動速度 (m/min)

とすると、

$$S_t \times N = D \quad \therefore S_t = D/N \dots\dots\dots (1)$$

$$S_t \times V_v = H \quad \therefore S_t = H/V_v \dots\dots\dots (2)$$

式(1)、式(2)より

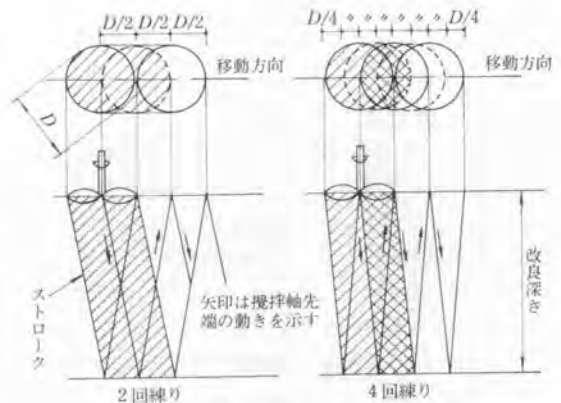


図-3 ねり回数の数え方

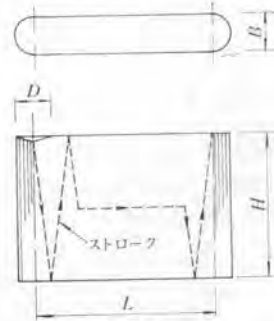


図-4 改良要領図

$$V_h = S_t / S_t = DV_v / NH \dots\dots\dots (3)$$

ただし、 $S_t$  : 1ストローク当りの移動距離

$S_t$  : 1ストローク当りの所要時間

したがって、1時間当りの改良能力は次式で求まる。

$$Q_{Hr} = V_h \times B \times H \times 60 = \frac{D \cdot V_v}{N \cdot H} \times B \times H$$

$$\approx \frac{D^2 \cdot V_v}{N} \times 60$$

以上の式より改良能力は昇降速度とねり回数で決定され、所定の改良が連続的に行える。

4. 地盤改良専用船とその機能

デコム1号は海底の軟弱な地盤を深層連続混合処理工法によって改良強化することを目的として建造された専用作業船で、完成1年目を迎えた。当初の計画段階では在来作業船と同様に多目的用途に供し得る作業船として検討してきたが、構造的に従来の作業船の機構とまったく異なり、共用機構をもたせることによって改良時の施工性がそこなわれてはならないとの結論に達し、専用船の

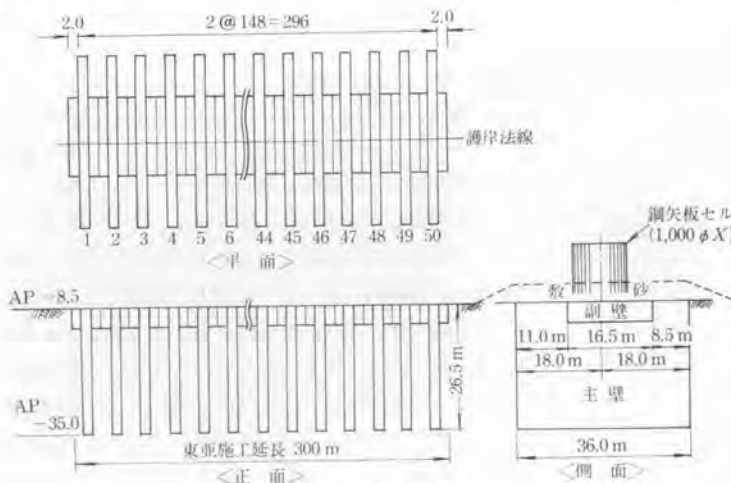


図-2 施工断面図

誕生となった次第である。このため改良機能の充実に思いきった方策がとられた。

### (1) 設備概要

船首部に、スラリーを地盤中に注入し、攪拌混合する改良装置とそれを保持するガイドタワーが設置されている。このガイドタワーには機械加工された案内レールが四隅に取付けられており、改良装置はこのレールに沿って昇降する仕組みとなっている。船体中央の左右舷対称の位置に安定剤貯蔵用サイロがあり、このサイロにはさまれる位置には改良装置の昇降用ウインチが設けられている。この昇降ウインチの背面にはスラリープラント建屋が5層になっており、建屋4階には改良作業時のすべての管理を行う制御室がある。

このほか、施工時の操船ウインチを船首部に2基、船尾に2基、各々左右対称に位置させ、船体移動用の真芯ウインチをガイドタワーの右舷側に併設している。船底の船尾側には機関室があり、このほか、機械室、燃料タンク等が改良作業時の船体バランスを保つように配置されている(図-5、図-6 参照)。

なお、設備の主な諸元は表-3のとおりである。

### (2) 設備の機能と役割

地盤改良においてはその改良状況を視覚に納めることができず、変化に対応した処置がとれない。このため施工管理、品質管理を十分行うことによってその成果を期待してきた。このことは本船においても同様であり、特にセメント等の土質安定剤を用いた場合、軟弱土との反応は非常にデリケートであるため、いままで以上の施工

表-3 設備の主な諸元

船	体	46m×25m×4.5m(鋼製箱型)
動	力(出力)	機関2,530PS 発電機2,030kVA
プ ラ ン ト	サイロ	300t×4基
	スクリュウコンベヤ	40t/hr×4基
	バケットエレベータ	40t/hr×2基
	貯蔵ビン	20m <sup>3</sup>
	計量器	安定剤1,600kg/5kg 水2,500kg/10kg 添加剤40kg/0.1kg
	スラリーミキサ	3.0m <sup>3</sup> /バッチ
	アジテータ	6.0m <sup>3</sup>
	スラリーポンプ	110~440l/min×2基
地 盤 改 良 攪 拌 混 合 装 置	攪拌装置	直径2,000φ×2軸 ストローク(最大)43m 軸回転数0~60rpm 翼トルク3,000kg-m 翼昇降速度0.3~3.0m/min 電動機出力 185kW×2基 油圧ユニット式 改良能力60~200m <sup>3</sup> /hr
	ガイドタワー	53.5m(デッキ面より)
	昇降ウインチ	1台 能力30t×1.2~12m/min ワイヤ径 46φ(14号) 電動機出力200kW×4P×440V
	操船ウインチ	5台
	[操船時]	能力18t×6.0m/min~6t/18m/min 電動機出力30kW×4P×440V 油圧駆動 ワイヤ径40φ×300m
[施工時]	能力20t×0.034~0.205m/min 電動機出力3.7kW×4P×440V 油圧駆動	

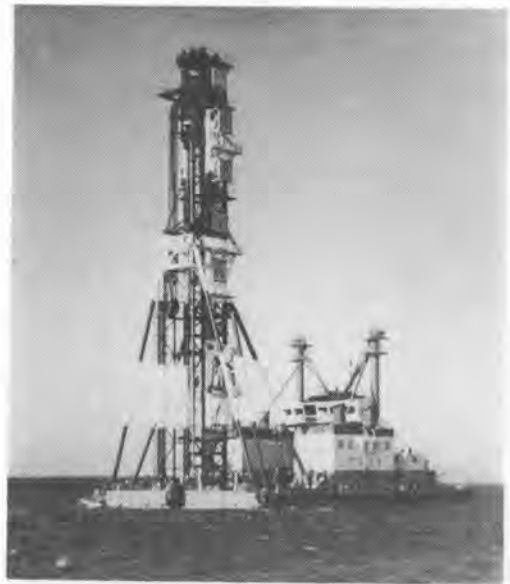


写真-1 デコム1号

管理体制を整えておかなければ所期の目的は達せられない。本船においてはこの点を重要な改良ポイントとしてとらえ、機能の充実を計った。

#### (a) 船体の動揺防止

船体が外力(波力, 風力, 潮流等)を受けたときその揺れ動く幅は単純にいうなら排水量に反比例するといわれている。本船においてはこれに対応すべく船体を大型化し、特にきつ水を深くしてその影響を最小限に食い止めるようにしている。ちなみに、本船の排水量は作業時4,000tとなっている。また、施工時の設計仕様としては風速16m/sec, 波高1m, 潮流3ktを連続改良時の施工限界として建造されているが、今回の工事において最大風速20m/secのもとで施した実績があり、このときのトリムとヒールは±30'におさまっていた。

#### (b) 船体の維持および固定

船体を大型化することは動揺防止にはなっても維持固定までには至らない。このため5基の特殊ウインチを駆使して船体の維持, 固定にあたっている。このウインチは油圧駆動, 最大定格20tの緊張力を有しており、これらのウインチから繰出したワイヤを所定の位置に投錨する。投錨要領は船首部の左右舷ウインチから繰出したワイヤを船首左右舷方向に、船尾ウインチから繰出したワイヤは船尾45°の方向にクロスで投錨し、さらに真芯ウインチから繰出したワイヤは前方に投錨する。これによって5点支持となり、所定の張力になるまでワイヤを巻込み、船体を固定する。これらのウインチの強力な緊張力によって船体はしっかり固定される。これらの操作はすべて制御室で行い、張力設定器のダイヤルを必要な張力にセットしてやれば所定の張力が得られ、さらに張力計に表示される。

(c) 改良作業時の操船法

前項で固定法について述べたが、実際には作業中は船体が移動する。この要領について説明すると、真芯ウインチワイヤを一定速度でまき込み、それと同時に船尾ウインチワイヤを同量だけ張力をかけながら繰出してやれば船体は定速で移動する。このときも5点のワイヤが船体を定位置に固定したときと同じ強い張力により維持されたまま船体が微速で移動するため船体の動揺も少なく、位置の制御も容易に行える。ちなみに、東京での工事での前進速度は0.038 m/minであった。

(d) 船体の誘導法

改良は所定の長さが終了するまで連続して行われる。このため改良途中で船体の移動軌跡が蛇行したり、湾曲したりすることは好ましくない。そこで、船体を直線的に誘導することが要求される。誘導の仕方は、船体の視準点を法線方向と法線直角方向から視準し、所定の位置に誘導固定する。この方法は在来の方  
法と変わるところはない。対岸上に船首と相対するようにレーザトランシットを設置し、その位置から光波を発生する。この光波軌跡が船体移動時の軌道となる。

一方、船上のガイドタワーの左側に投影受光板が設け

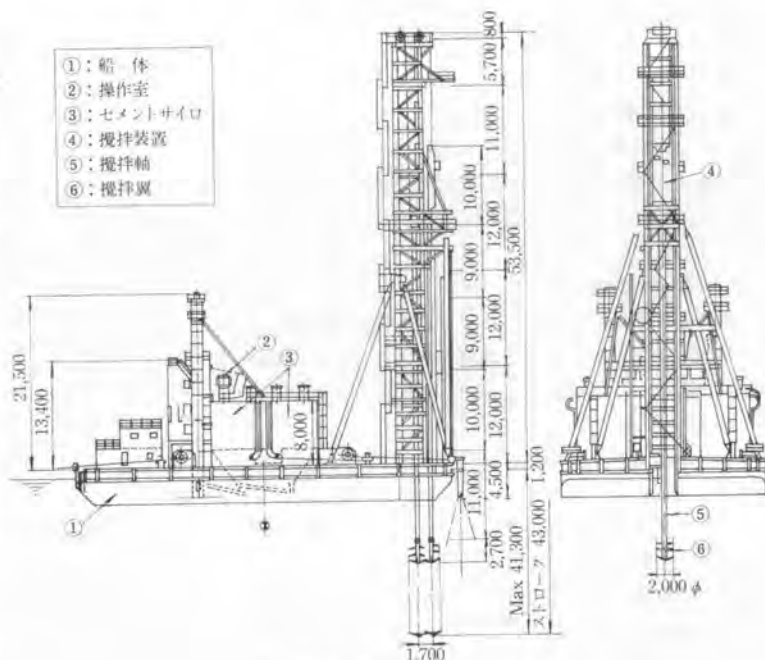


図-5 船体図

てあり、レーザ光があたると紅色の光を発生する。この受光板の中央には垂直基線がひかれており、この基線とレーザ光が重なるように船体を操作する。位置入れ時の法線直角方向の誘導にも併用でき、東京都の工事においてはこの方法を採用してきた。船体の移動が微速移動のため船体が大幅に軌道をはずれることなく、例えば、はずれたとしてもその量は左右に対して±5cm以内で収まっている。誘導軌跡をオペレータが目で確認できることが作業を容易にしていると同時に精度の高い作業が行える。移動中攪拌混合装置(自重210t)が昇降を繰返し、所定のねり回数が得られ、改良は連続的に行える。

5. 施工管理

施工管理はいかなる工事においてもつきまとう問題であり、海上作業において気象、海象を考えあわせるなら、より厄介な問題である。今回施工した工事において、単に地盤改良といっても、改良部の各々が構造物としての性格が強くなってくれば施工管理体制も非常に重要になってくる。工事の際の施工管理としては施工精度と品質管理があげられるが、本船においては操作室ですべて

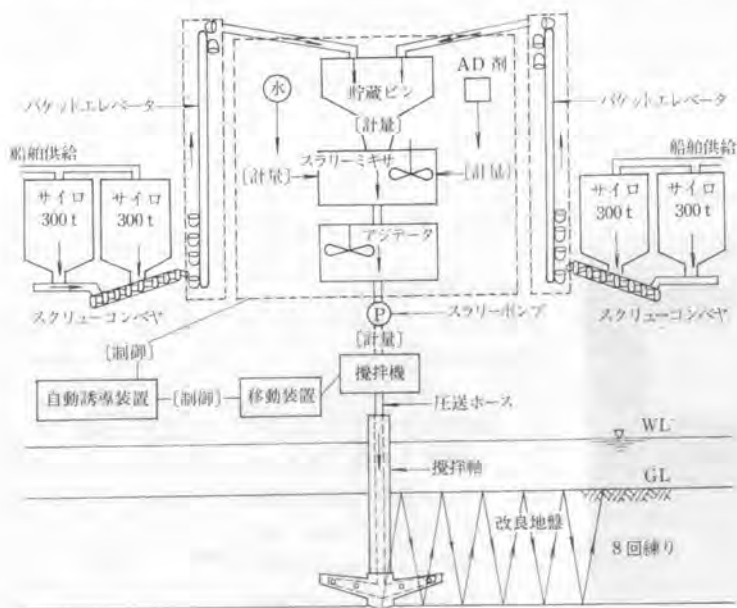


図-6 改良機構フローチャート

の管理を行うようにしている。施工精度に対する考え方は前項で述べたので省略し、品質管理について述べる。

### (1) 材料管理

セメントが改良母剤となるため補給時ごとに抜取り検査を実施し、成分分析、比重測定、凝結試験、安定性、圧縮・曲げ強さ、フロー値を測定する。

### (2) 管理機器

改良作業は連続施工で行われるため改良作業が終了するまで連続管理が行われる。管理方法としては、連続記録、回分記録、目視確認を基本的な考え方としており、主な管理計器は次のとおりである。

① 計量器：プラントにおいてセメント、水（海水）、混和剤を計量し、計量のたびに印字記録を残す。

② スラリー流量計：改良時のスラリー注入量を定量化するために電磁流量計で目視確認を行うと同時に、積算流量計を併設して通算流量値を搅拌軸の上限、下限位置で印字記録として残す。

③ 移動距離計：施工時の真芯ウインチの巻取量を船体の移動量として各ストロークの上限、下限で通算距離を印字記録として残す。

④ 貫入深度計：搅拌混合装置が決められた改良深度間を往復運動するように上限、下限を入力してやり、作業中は逐次その深度がデジタル表示される。また、深度設定によって混合装置は上限、下限に達したとき自動的に反転する。ストロークの上限、下限で深度を印字記録として残す。

⑤ 回転数：搅拌軸の回転数をメータ表示で表わす。

⑥ 軸昇降速度：搅拌軸の上下する速度をデジタル表示すると同時に、ストロークごとに印字記録を残す。

⑦ 軸トルク：搅拌時の翼トルクの変動を連続的にペンレコーダで記録する。

⑧ 光波測距儀：船体移動量は真芯ウインチワイヤの巻取量を正值としているが、確認のため光波測距儀により距離の測定を船上から行う。測距時の反射ミラーはレ

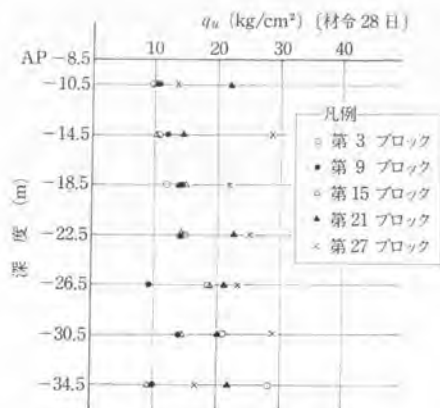


図-7 改良成果

ーザトランシットと併設する。

以上の要領で施工管理を行うが、各計器とも改良作業前に所定の設計値にダイヤルを設定し、いったん作業が始まるとその設計値が正常に作動しているかをオペレータが監視し、途中で変化が生じた場合にダイヤル修正を行うという形で管理が行われる。これによって在来のオペレータの勘に頼る管理から機械の自動化により計器による管理が可能となり、非常に信頼性のもてる施工が可能となっている。

## 6. 改良成果

改良後の地盤の土性および改良効果確認のためのチェックボーリングを行い、得られた試料をもとに一連の土質試験を行った。ボーリングについては改良ブロック50の中から任意に8ブロックを選び出し、主壁の中央、主壁長手端部、副壁の中央ならびに接合部の計4箇所を連続的にコアボーリングし、所定の深度について一軸圧縮試験を行った。改良結果としては指定強度をすべて満足しており、当初の目的は十分達せられた。改良結果の一例を図-7に示す。

## 7. むすび

海底の軟弱地盤改良にセメントを用いたのは今回の工事が最初のことと思う。数多くの実験を通して本工法の確立がなされたとはいえ、いざ工事となると一まつ不安があったが、その成果をみると、工期の大幅短縮ができ、数週間後には上部工に着手できる見通しが得られ、さらに強度も当初の予想を上回り所期の目的を十分達し得た。これは地盤改良船の機能が十分発揮された結果といえるであろうが、反面、強度のパラツキが見られることから判断するならばまだ完璧なものとはいえない。現在この問題を解決すべく研究課題として取り組んでいる。今回の工事経験を生かし、より充実したものとした。



写真-2 制御室

# 軟弱地盤対策工

## に使用される 主要建設機械



▲D 40 PLL 超々湿地ブルドーザ  
—小松製作所—

超軟弱地盤用推進型スクレーパ▶  
“クローバ” —国土開発工業—



▲C-20 MP-1 ディーブミックス型スタビライザ  
—日本舗道—



▲FNS 45 ライムスプレッド  
—新潟鉄工所—

TD-12 A ベーバドレンドライバ▶

—加藤製作所—



▲MA 100H 泥上作業車

—日立建機—



▼NQ 1500 サンドドレイン機

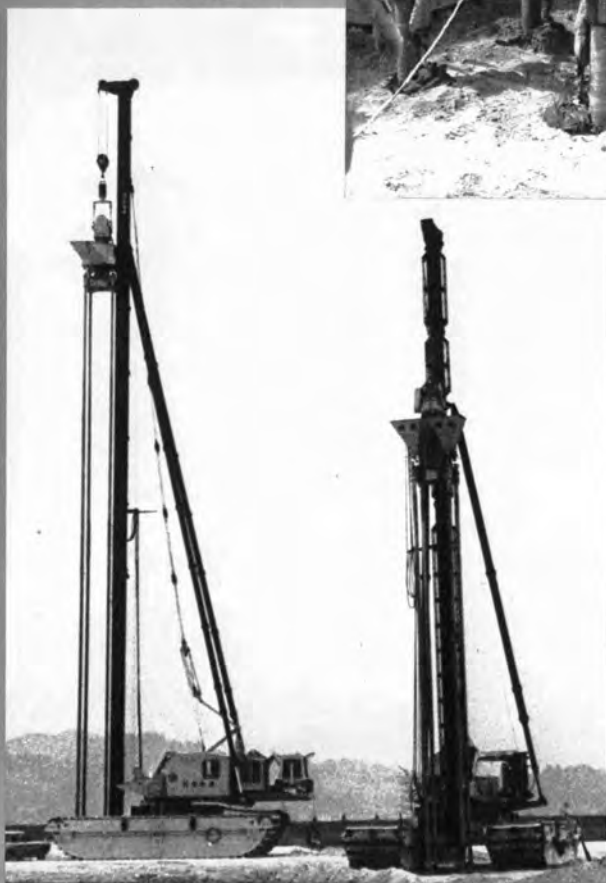
—日本車輛製造—



▼フィドロマチック

コンポーザ施工機

—不動建設—



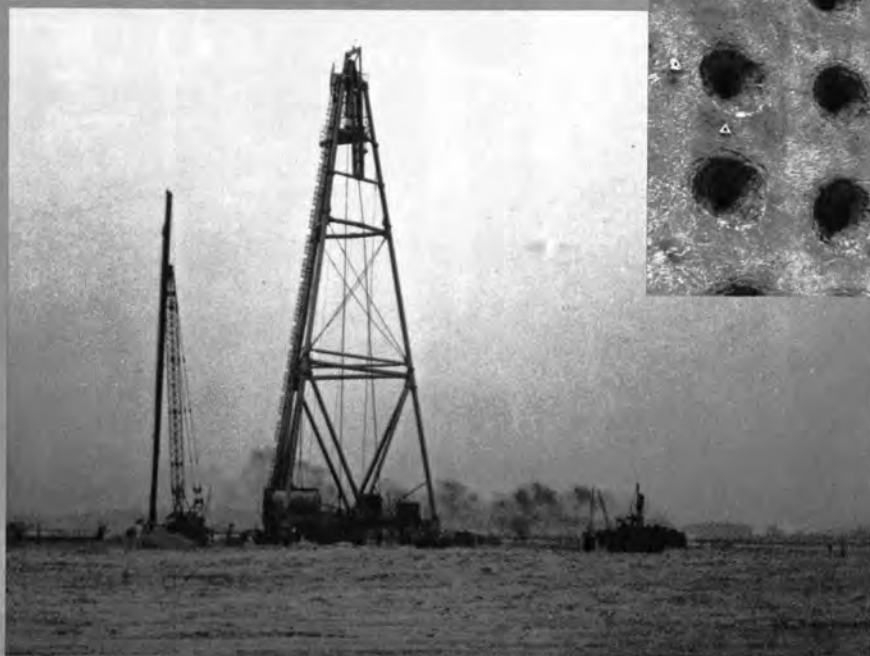
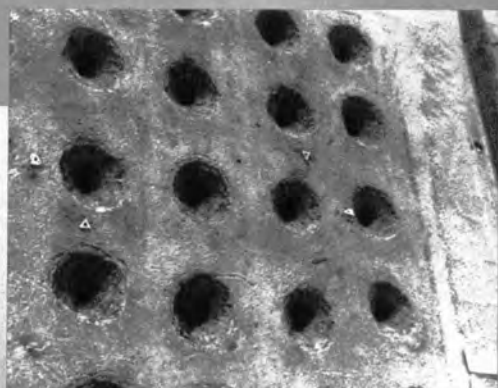


▼KSV-12000 型パイロット  
—建設機械調査—



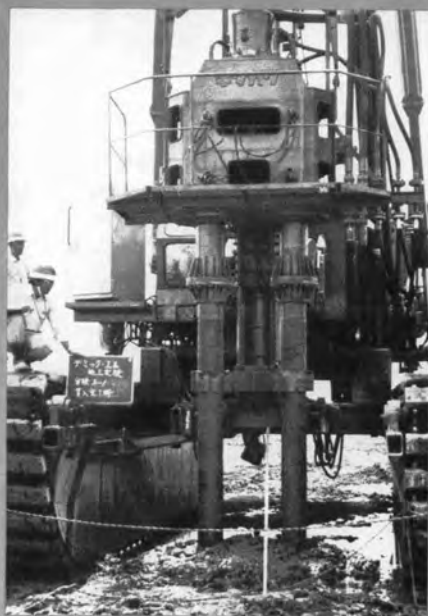
▲ケミコドライバS型  
—小野田セメント—

▼動圧密工法専用 40t トライポット型タンピングマシン (フランス製・海外工事例)  
—日本国土開発提供—





◀ 深層混合処理機  
— 神戸製鋼所 —



▲ HCM 陸上深層地盤  
改良機 — 北川鉄工所 —



▲ JST 工法施工機  
— 三和機材 —



軟弱地盤対策工特集

コンポーザ工法の動向

大塚 研一\* 川上 高広\*\*

1. ま え が き

コンポーザ工法は軟弱地盤中に圧縮された径の大きい砂ぐいを造成し、地盤の安定化をはかる工法である。元来この工法はサンドコンパクションパイル工法であり、砂ぐいの造成に振動あるいは衝撃エネルギーを利用する施工法である。このうち、振動エネルギーを利用した砂ぐいの造成法は、中空管（マンドレル）を使用するため衝撃を利用する場合より施工能率の増大、砂ぐいの品質管理、自動記録による施工管理などにすぐれ、現在では振動を利用する工法、すなわち、バイプロコンポーザ工法の利用が多い。

昭和30年代初期に開発されたこの工法はすでに20年以上の実施経験と数千万メートルにも及ぶ施工実績をもち、時とともに変わる社会情勢に対応させるように改善し、種々の研究成果などを積み重ねながら日本経済の発展とともに成長してきた。

ここでは数多くの実績経験をもとにコンポーザ工法の地盤改良工法としての位置付け、発展して来た時代背景について述べ、さらに最近の施工管理システムと機械設備について紹介する。

表一 1 コンポーザ工法の改良原理

改良原理	対象土	主な他工法	備 考
物理的方法 (力学的的方法)	締固め 砂質土 中間土	コンパクションパイル工法 バイプロフローテーション工法 バイプロロード工法 ダイレクトパワー工法	複合地盤として使用
	圧密排水 粘性土	バクドレーン工法 サンドドレーン工法 ベーパードレーン工法	
置換的方法	強制置換 粘性土	ノシフローコンポーザ工法 掘 削 置 換	マンモスコンポーザともいう

2. コンポーザ工法の特徴

——地盤改良工法に占める位置付け

数多くの地盤改良工法を分類する場合、改良原理に基づいて分類されることが多い<sup>1)</sup>。これに従ってコンポーザ工法の改良原理をあてはめてみると表一1のようになる。このように一つの工法が多くの改良原理を有するところにこの工法の特徴がある。

ここで実績を示す。表一2は改良目的、土質状況などコンポーザ工法の適用実績を概括したものであるが<sup>2)</sup>、コンポーザ工法の適用土質の広さと幅広い改良原理に基づく改良目的の多いことがわかる。すべり破壊防止とか、あるいは締固めと圧密排水効果をとともに目的とするとかいったこの工法の特性を生かした使用法が多い。

コンポーザ工法が地盤改良工法全体に占める割合は統計資料がないので確かなことはいえない。一例として、ある製鉄所における実績<sup>3)</sup>をあげると、昭和40年から45年までに施工された各工法の施工数量は表一3のようになっている。地盤の特性、製鉄所という地域性、当時の社会情勢、改良工法の種類などといった特殊性はあるにしても、コンポーザ工法はかなりの割合で使用されてきたことは間違いない。

このように見てくると、コンポーザ工法の輪郭がかなりはっきりしてくる。すなわち、①かなり多くの施工量があること、②改良原理が締固め、圧密排水、置換とあり、③砂質土、中間土、粘性土と適用土質の幅が広いこと、④改良目的の多い等である。

3. 発展の背景

コンポーザ工法が開発された昭和30年代の初めには名神高速道路、東海道新幹線が着

\* 不動建設（株）特殊工法事業部研究室長

\*\* 不動建設（株）中央研究所次長

工されている。これらの建設地点は集落を避けたため軟弱な低湿地を通ることになり、地盤改良工法が取り入れられ、コンポーザ工法も部分的に採用された。これらの結果等から、盛土のすべり破壊の安定、橋梁と盛土の取付部などに対する適用が多くなってきた。

同じ頃から臨海工業地帯建設のために埋立工事が始められていたが、埋立護岸の基礎に対しては、当時の情勢からこの工法が入り込む余地はほとんどなかった。わが国の都市が河口付近の沖積平野に発達したように、臨海工業地帯もこのような地域に建設され、製鉄、石油等の基幹産業が誘致されたが、埋立は軟弱地盤上に軟弱地盤を造成する結果となった。製鉄所のヤード類、石油タンク等を中心に、コンポーザ工法が積極的に用いられ始めたのは昭和 40 年頃からである。

一方、昭和 40 年代の前半には早くもこれまでの経済急成長のひずみが現われた。企業中心の生産所得の極大化をはかる土木事業から環境を考慮した事業へと転換する時期が来たのである<sup>5)</sup>。公害対策基本法(昭和 42 年)、水質汚濁防止法(昭和 45 年)などが制定され、悪化する環境に歯止めをかけようとした。また、大都市周辺の廃棄物処理の問題が表面に現われ、海面に埋立てられることになった。

海上におけるコンポーザ工法はこれらを契機として採

表-3 地盤改良工事施工数量(実績)

施工期間	工 法	対象面積 (m <sup>2</sup> )	施工延長 (m)
1 期 工 事	サンドドレーン	193,600	986,750
	ペーパードレーン	81,000	1,025,960
	サンドコンパクション	59,700	290,350
2 期 工 事	サンドドレーン	62,000	226,800
	サンドコンパクション	133,400	544,500
3 期 工 事	サンドドレーン	77,400	366,260
	ペーパードレーン	48,000	1,237,400
	サンドコンパクション	119,800	561,100
4 期 工 事	サンドドレーン	96,200	354,000
	ペーパードレーン	44,400	657,450
	サンドコンパクション	156,600	912,210
計		1,072,100	7,162,780

用される機会が多くなった。すなわち、埋立護岸の基礎として地盤改良を促すケースが増してきた。これには①水質の汚濁が浚渫の場合より少ない、②埋立地の立地条件、水深が深くなり、軟弱層も厚くなってきた、③廃棄物処理場としては護岸内の容積を確保したい(浚渫土の処理が困難)、④施工管理システムの確立が信頼性を増した等が挙げられている。

4. 機械設備

(1) 施工順序

コンポーザの造成原理については現在までに各種文献等に紹介されているためここでは造成過程だけを図-1に示す。コンポーザ工法は従来陸上を中心であったが、ここ数年の間に次第に主力が海上工事に移行している。そこで施工順序も海上施工を中心に述べる。

海上施工においてはケーシング内の砂の状態によりドライ、ウェットの施工方法に大別される。ドライ施工とは陸上の施工順序をそのまま海上施工に転用し、ケーシング内の砂の含水比が自然含水比の状態であるところからそのように称し、陸上施工と多少異なる点は、貫入時にケーシング内へ海水が入るのを防ぐために前回の造成終了時点でケーシング内に所定量の砂を残しておき、次の貫入に備える手順を取るところにある。この施工方法は図-2に示すとおりである。

ウェット施工はドライ施工とまったく逆で、ケーシング内部に砂とともに適量の水を加え(飽和状態以下)、砂と水を混合状態で排出する。このときケーシング内で砂と水とが流動的挙動を示すことから、ケーシング内壁との摩擦が少なく、砂抜けは非常によい。このため圧縮空気、加水量、引抜き速度などの適切な選択によってケーシング直径の3~4倍の砂ぐいを造成することが可能であ

表-2 適用実績概要

改良目的	改良原理		超粘軟性弱土	やいねらからかす	ゆゆる質い土	砂性土互粘層	深層の支保適合	特殊土	実 績
	締め固め	圧排 <sup>2)</sup> 置換 <sup>2)</sup> 密水							
すべり破壊防止	△	●	●	○	○	△		○	●
盛土の取付	○	○	○	○	○	○		○	○
振動・流動化防止	●	●	●	○	○	○		○	○
積重鉄道路盤、路床	○	○	○	○	○	○		△	○
鉱石など原料ヤードのすべり抵抗	○	●	●	●	○	○		○	●
タンク基礎	●	●	△	●	●	●	△	○	●
一般構造物基礎	○	△		△	○	○	○	△	○
セル岸壁中詰砂の締め固め	○	○		○	○	○		○	○
岸壁、護岸のすべり抵抗	○	○	○	○	○	○		○	○
地盤の水平抵抗	△	△	○	△	△	△		△	△
沈下低減または防止	△	△	○	△	△	△		△	△
沈下促進	△	△	○	△	△	△		△	△
道路路盤、路床の改善	△	△	○	△	△	△		△	△
欄柵などのヒービング防止	△	△	○	△	△	△		△	△

(注) ●:非常に多い ○:多い △:比較的少ない  
 1) 複合地盤を含む。 2) 置換率30%以上、複合地盤を含む。  
 3) ビード、シラス等。

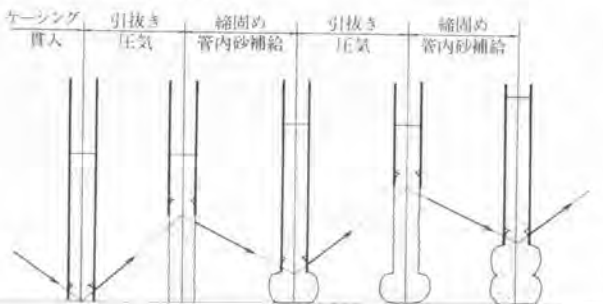


図-1 砂ぐい造成過程

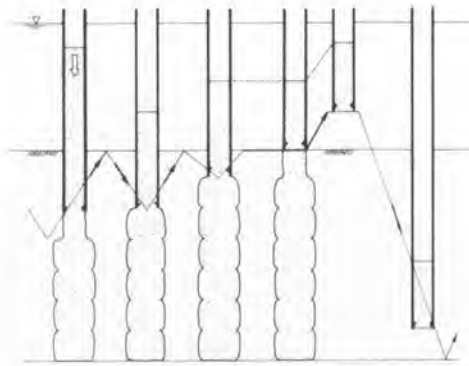


図-2 海上ドライ施工（砂残し施工）

る。施工記録は図-3のようになり、仕上げ時間はドライ施工に比べてかなり短縮できる。なお、砂ぐいの強度をさらにアップするため加水量を調節すること、締固め工程を付加すること、先端に特殊機構を設けること等が考えられる。これらは適用対象に応じて使い分けられている。

(2) 機械設備

陸上施工、海上施工それぞれの場合の全構成機械設備ならびにその仕様を図-4、図-5に示す。

陸上施工機はその本体は主として35tブリクラスのクローラークレーンであり、20m余のくい長まで造成可能である。それ以上の長尺ぐいの打設になるとやぐら形式や特殊大型施工機本体を用いることもある。起振機はV-75、V-90、V-120が陸上施工時の主体であり、ケーシング長、径、原地盤強度等に応じて使い分けられている。ケーシングへの砂補給は、ショベルドーザ、昇降バケット、ホップ、ケーシングの経路をたどる。そのほか、ケ

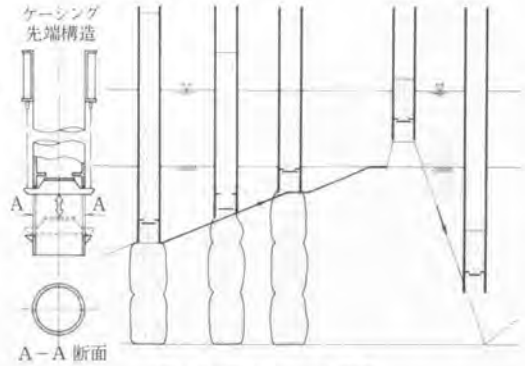


図-3 海上ウェット施工

ーシング内圧気用コンプレッサ、電源設備として発電機、場合によってはウォータージェット用タービンポンプを備えることもある。

海上施工機はクレーン船を主体として構成されており、一般的なコンポーザの場合、打設機1連装に対して100t程度のつり能力を持つ船が必要である。起振機はV-120、V-240、さらに最近開発されたV-300を用途に応じて使い分けている。砂供給は一般的には砂運搬船、サンドバージ、ガット船、作業船上のグランドホップ、ベルトコンベヤ、定置バケット、昇降バケット、ホップの順を経てケーシングへ補給される。そのほか、発電設備、コンプレッサ等が備えられている。

5. 施工管理システム

(1) 施工管理の基本概念

コンポーザ工法は一般に仕上り状態が直接目に見えないため品質管理施工が重要項目となる。この品質管理は

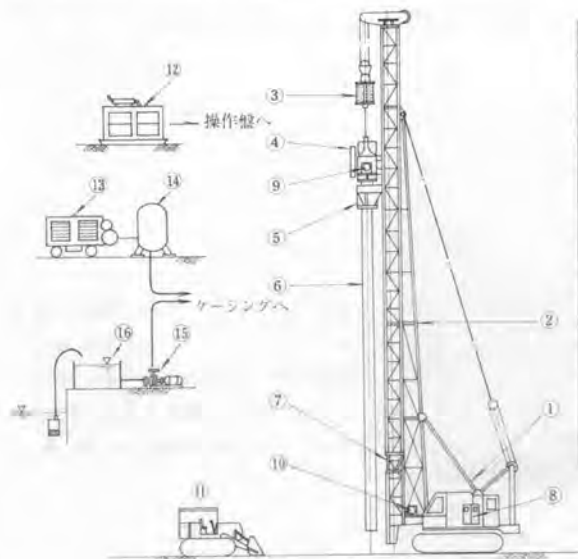


図-4 陸上施工機

No.	名 称	仕 様
①	クレーン	35tブリクラス
②	副製リーダ	750°×28.00m
③	ショックアブソーバ	
④	振 動 機	75 kW、起振力 40t、振動数 10 Hz
⑤	ホ ッ プ	
⑥	ケ ー シ ン グ	500φ×22.00m
⑦	バ ケ ッ ト	0.5 m <sup>3</sup>
⑧	操 作 盤	
⑨	砂 面 計	
⑩	深 度 検 出 器	
⑪	ショベルドーザ	0.6 m <sup>3</sup>
⑫	発 電 機	125 kVA
⑬	コ ン プ レ ッ サ	10.5 m <sup>3</sup> /min、7 kg/cm <sup>2</sup>
⑭	レシーバクタック	2.5 m <sup>3</sup>
⑮	タービンポンプ	0.4 m <sup>3</sup> /min、10 kg/cm <sup>2</sup>
⑯	水 槽	

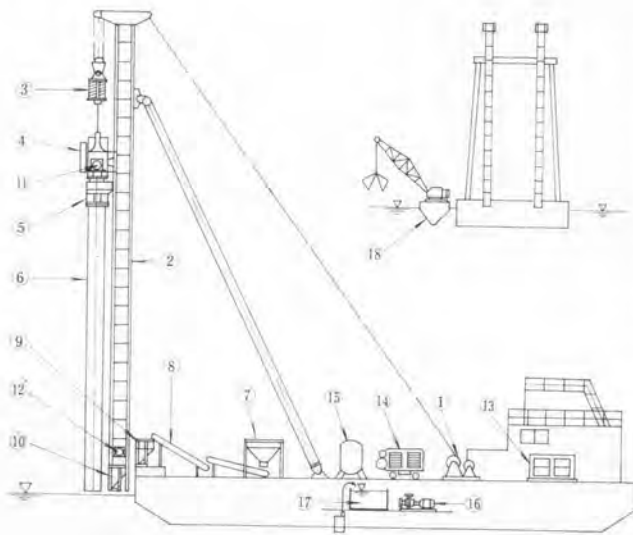


図-5 海上施工機

No.	名称	仕様	台数
①	主巻ウインチ	40 t × 7.5 m/min	2
②	鋼製リーダ	1.50 m × 50.00 m	2
③	ショックアブソーバ		2
④	振動機	300 kW, 起振力 158 t 振動数 10 Hz	2
⑤	ホック		2
⑥	ケーシング	800 φ × 44.00 m	2
⑦	グラウンドホック	10 m <sup>3</sup>	3
⑧	バルトコンベヤ	500 × 7.00 m	8
⑨	定置バケット	2 m <sup>3</sup>	2
⑩	移動バケット	2 m <sup>3</sup>	2
⑪	砂面計		2
⑫	深度検出器		2
⑬	発電機	250 kVA	4
⑭	コンプレッサ	17 m <sup>3</sup> /min, 7 kg/cm <sup>2</sup>	9
⑮	レーシパタンク	10 m <sup>3</sup>	2
⑯	タービンポンプ	1 m <sup>3</sup> /min, 12 kg/cm <sup>2</sup>	2
⑰	水槽		
⑱	ガット船		

ケーシング引抜時の砂抜量を検出し、次の締固め終了点を演算指示し、単位深さ当り所定の砂量を圧入することを満足させるものである。締固め前後での地中の砂量の体積変化を考えなければ、その締固め比は図-6に示すものとなり、これを圧入比（V値）と称する。砂の体積変化を考える場合はその体積変化率に応じてV値を割増しする。これを各引抜終了後にオペレータに指示するためケーシングからの砂抜量を検出する砂面計（SL計）、ケーシング先端深度を示す深度検出器（GL計）、およびこれらの信号に基づいて締固め終了点を演算指示する指示記録計がコンポーザ工法の品質管理計器と呼ばれるものであり、以下、各計器について説明する。

## (2) 深度検出器

ケーシング先端部の深度を時間経過とともに連続的に検出するものであり、その動作原理はケーシングの上下

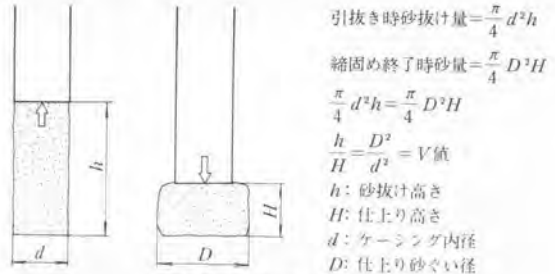


図-6 締固め比（V値）

$$\begin{aligned} \text{引抜き時砂抜け量} &= \frac{\pi}{4} d^2 h \\ \text{締固め終了時砂量} &= \frac{\pi}{4} D^2 H \\ \frac{\pi}{4} d^2 h &= \frac{\pi}{4} D^2 H \\ \frac{h}{H} &= \frac{D^2}{d^2} = V \text{値} \\ h &: \text{砂抜け高さ} \\ H &: \text{仕上がり高さ} \\ d &: \text{ケーシング内径} \\ D &: \text{仕上がり砂径} \end{aligned}$$

動をドラムの回転に換え、そのドラムに仕掛けた可動抵抗の摺動子と他端の電圧との信号を電子管自動平衡式で連続検出するものであり、図-7にその概略を示す。

## (3) 砂面計

施工中のケーシング内の砂面高さの変化状態を把握する目的でケーシング下端から砂面までの高さを連続的に測定する。この動作原理は、ケーシング内で電極錘と砂面のスイッチ作用により ON, OFF の信号を得、これをワイヤ巻取ドラムの回転信号、すなわち ON ならば巻上げ、OFF ならば巻下げとすることにより電極錘を絶えず砂面に接触追隨させ、このときのドラムの回転量を深度検出器と同様の方法で検知することにより砂面変化量を検出するものであり、砂面計の構成を図-8に示す。

## (4) 指示記録計

指示記録計は設計砂量を満足する



写真-1 海上施工機

ように深度と砂抜量を入力としてオペレータに砂くい造成経過を指示し、かつその施工管理履歴を記録するものである。ここでは最近開発された2種類の施工管理計器について紹介する。

(a) 仕上げ点表示式

前述の  $V=h/H \rightarrow H=h/V$  に基づき、引抜後の砂抜高さ  $h$  を砂面計から知り、これを  $V$  値で割ってやることによりその仕上げぐい高さ  $H$  は容易に判明する。この  $H$  を引抜終了後の深度に加えたものが締固め終了点となるわけであり、この締固め指示線が引抜終了の信号と同時に記録紙上に次の引抜終了前まで水平に記録される。これは図-9の平砂線で示している。

(b) くい径比表示式

くい径比とは前述した  $V$  値を

$$V = D^2/d^2 \rightarrow \sqrt{V} = D/d = DR \text{ (くい径比)}$$

と定義しなおしたものであり、 $DR$  が設定値になったところで締固めを終了するようにオペレータに指示を与える。この記録状態を図-10に示す。

6. あとがき

最近の社会情勢はますます厳しくなっており、地盤改良工法も社会的要請に合致したものが要求される。コン

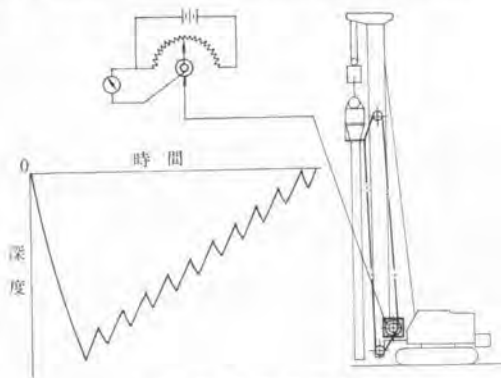


図-7 深度検出器

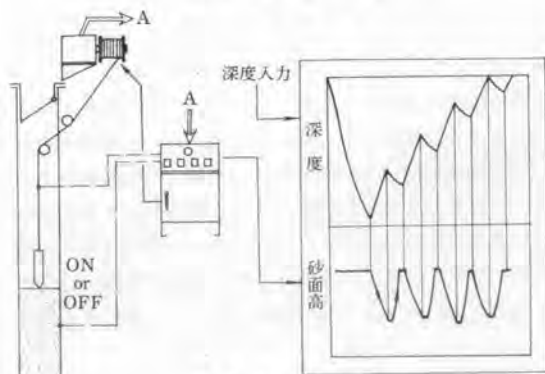


図-8 砂面計

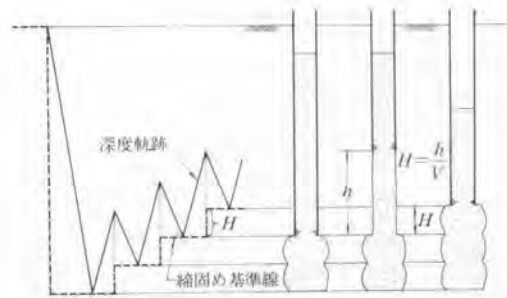


図-9 仕上げ点表示式記録例

ポーザ工法についても、このような観点に立って技術開発を進めている。次にこれらの例を二、三挙げる。

- ① 環境保全：例えば海上コンポーザ施工時の海の汚染防止システム
  - ② 資源の枯渇化対策：砂に代わる材料の利用
  - ③ 大深度施工：施工システムの大型化
- コンポーザ工法からのパリエーションとして出てきた工法としてはフィドロマチックコンポーザ工法など種々の工法があるが、詳しい説明は他の機会にゆずることにしたい。

参考文献

- 1) 網干寿夫：「軟弱地盤改良工法の現状と展望」総合土木研究所 (1975年2月)
- 2) 松尾新一郎編：「土質安定工法便覧」日刊工業新聞社 (1972年12月, p. 133~164)
- 3) 北川典生：「福山製鉄所の土地造成と地盤改良」"土木学会誌" Vol. 55 (1970年12月)
- 4) 浜田定男：「東名高速道路愛甲工事における施工例」"建設の機械化" (1970年11月)
- 5) 長尾義三：「戦後の巨大土木事業」"土木学会誌" Vol. 62 (1977年1月)
- 6) 中瀬明男：「港湾工事における地盤改良工法」"基礎工" Vol. 1-No. 4 (1973年9月)

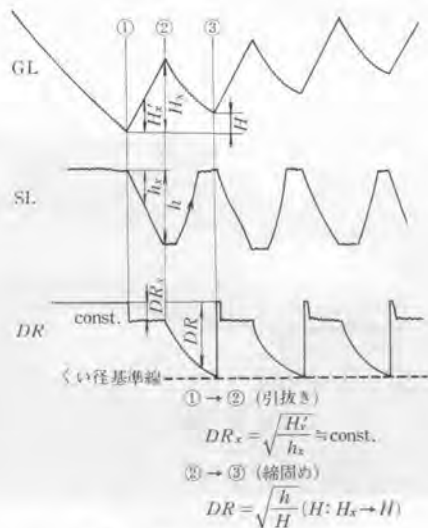


図-10 くい径比表示式記録例

## 軟弱地盤対策工特集

セメント系硬化剤による  
深層混合処理工法

川崎孝人\* 新名昭士\*\*

## 1. まえがき

わが国の多くの港湾地域においては軟弱な粘性土層が厚く堆積しており、これらの地盤上に港湾構造物を構築する場合、なんらかの形で軟弱地盤への対策工事が必要となる。これまでの地盤改良工法としては砂を用いた工法が多く、軟弱土層を良質な砂で置換えるいわゆる置換工法、圧密効果の促進を計るサンドドレーン工法、あるいは締め砂ぐい工法などが用いられていた。

近年の港湾構造物の大型化あるいは軟弱土層の厚い地域への進出に伴い従来の工法では地盤改良のために除去しなければならない軟弱土の量ならびに必要な砂の量は急速に増大している。一方、環境面などの制約もあって浚渫時の濁り、排出土の処分についての規制、大量の良質砂の入手難など地盤改良工事の実施にあたって多くの問題が生じている。

このような情勢を背景として、新しい地盤改良工法としてセメント系硬化剤を用いる深層混合処理工法(Deep Chemical Mixing Method, 略称 DCM 工法)が開発

され、すでに実用化の段階に入っている。本工法は今までに東京港、横浜港などの地盤改良工事に採用されており、以下、本工法の概要とその施工実績の概要について報告する。

## 2. DCM 工法の概要とその特徴

本工法はスラリー状のセメント系硬化剤と海底または陸上の軟弱な粘性土層やゆるい砂層を多軸式深層混合処理機によって現位置で攪拌混合し、地盤を改良する工法である。本工法はこれまでの地盤改良工法では得られなかった十分な強度を持つ改良土を短期間に確実に施工することができる。この改良土の強度を有効に利用し、経済性を高める目的から、各種の形状の改良を検討した結果、壁状による部分改良が多くの利点を備えていることに着目し、壁状改良の可能な深層混合処理機と施工法の開発に努めてきた。

昭和 50 年 8 月に運輸省研究補助金の交付を受けて開発試作した実験機を用いて東京都江東区有明地区において陸上実験を実施し、1回の施工でできるくい状の改良部を一定時間ごとに接合して施工することによって連続した壁状の改良土が得られることを確認したり(写真-1参照)。昭和 51 年 6 月には東京都港湾局の指導を得て東京港の海上において DCM 深層混合処理 1号機による海上実験を実施し、所要の施工精度と改良効果を確保できることを確認した。特に本工法で用いる深層混合処理機は掘削羽根と攪拌羽根を持つ 8 本の回転軸を備えており、自重により鉛直に貫入する。回転軸は 4 本の回転軸が基本単位となり、これらの 4 本の回転軸は相互に逆方向に回転し、掘削、攪拌混合時に周囲の地盤から受ける反力を相殺し、施工中に機械が安定して作動するような仕組みになっている。

このように、本工法は連続施工によって壁状改良を行う目標に沿って開発されており、軟弱地盤上に構築され



写真-1 壁状の改良土

\* (株) 竹中工務店技術研究所 首席研究員

\*\* (株) 竹中工務店技術研究所 主任研究員



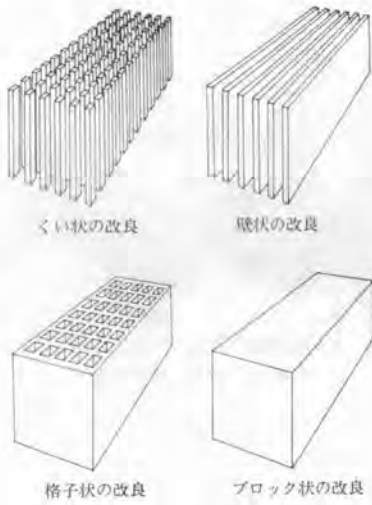


図-1 改良の形状

る構造物や埋立土などの荷重に対して最も合理的な形状の改良地盤を形成することができる。すなわち、くい状の改良土を組合せて図-1に示すようなくい状の改良、壁状の改良、格子状の改良、ブロック状の改良など各種の形状の改良が可能である。なお、2号機では軟弱な粘性土層のみでなく、*N* 値 10~20 の砂層も施工できる能力を持っている<sup>2)</sup>。

### 3. DCM 深層混合処理機と船団構成

#### (1) DCM 深層混合処理機

本処理機は図-2に示すように1本の支柱鋼管に多段の軸受を介して4本の回転軸が支持されており、それぞれの回転軸には最先端に3枚刃の掘削羽根が、その上部に2枚刃の攪拌羽根が2段に取付けられている。1号機、2号機とも4軸2連型の8軸構成となっている。これら8本の回転軸は処理機上部の油圧モータにより減速機を通じて駆動され、常に同期を保って回転できる機構となっている。表-1に2号機の諸元を、図-2に機械の構成を示す。

セメントスラリーの圧送パイプ4本は支柱鋼管にそってガイドされ、吐出孔は攪拌羽根の上端に設けられている。このセメントスラリーの圧送パイプは必要に応じて油圧ジャッキにより押下げられ、吐出孔を掘削羽根の上端まで移動することができる。セメントスラリーの吐出孔はこのほかに各掘削羽根にそって1個所ずつ設けられており、中空の回転軸とスイベルを介して掘削羽根先端

表-1 DCM 2号機主要諸元

機 種	DCM 2号機	攪拌 直径	860mm
改良深度	29m	木体重量	115t
改良面積	4.2m <sup>2</sup> (1.56m×3.01m)	攪拌動力	720kW
攪拌軸数	8軸	回 転 数	30~60rpm

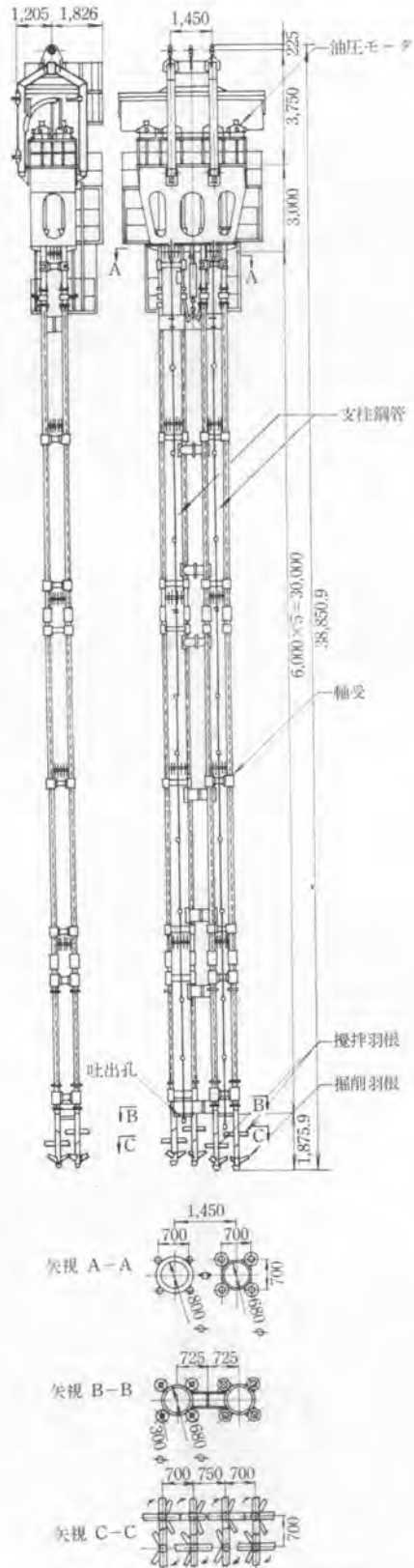


図-2 DCM 深層混合処理機構成図

の吐出孔からセメントスラリーを吐出しながら掘削、攪拌ができるようになっている。写真-2 に掘削・攪拌羽根を示す。処理機は機械全体を海水中に沈められる機構になっており、上部の駆動装置部分を除いて支柱鋼管全長が海底面下に貫入することが可能で、改良深度は海底面下 30m を確保できる。

(2) 施工時の基本動作

本工法による施工の基本となるくい状改良土の施工順序は①位置決め、②掘削・貫入、③先端部固化、④攪拌混合・引抜き、⑤完了・羽先点検、⑥転船である。

①と⑥については、施工精度向上のために光波距離計などを使用しているが、一般の海上施工に準じている。②においては回転軸を正転させつつ機械を貫入させる。このとき掘削・攪拌羽根は土を上方へ押し上げる方向へ回転しつつ引抜き時に供給されるセメントスラリーの分散効果を高めるために予備攪拌を行う。③においては、図-3 に示す各種の工法によって先端部の固化を行う。④においては、回転軸を逆転させつつ攪拌羽根上端面から吐出されるセメントスラリーと対象土とを攪拌混合する。



写真-2 掘削・攪拌羽根

このとき掘削・攪拌羽根は硬化剤と混合された土を下方へ押下げる方向に回転することとなる。⑤においては、処理機先端部を海面上までつり上げて羽根の点検を行う。以下、同様なサイクルによって連続的に改良を行うものである。

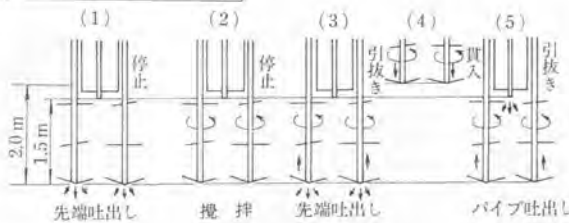
(3) 船団構成

表-2 に主要船舶の諸元を示す。DCM 本船には処理機を駆動するための油圧パワーユニットを搭載し、プラント船はセメントスラリーを圧送するグラウトポンプを搭載している。なお、図-4 は船団の配置である。

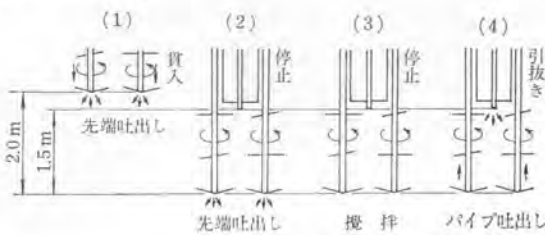
4. セメント系硬化剤による改良土の性質

セメント系硬化剤による地盤改良の原理は粘土鉱物とセメントの物理化学的相互作用によるものであり、

ダブルリング (スイベル方式)



先端吐出掘削



スライド吐出し

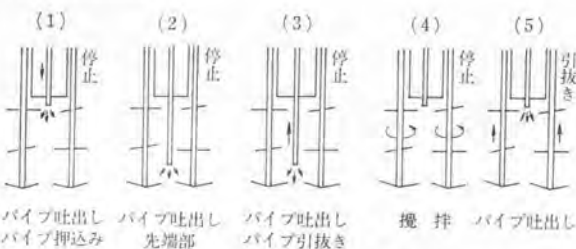


図-3 先端部固化工法

表-2 DCM 2号機船団の深層混合処理船とプラント船の主要諸元

深層混合処理船	L 43.2m × B 24.0m × D 3.2m 機 関 760 PS × 2 発電機 300kVA × 4基
プラント船	L 36.0m × B 14.0m × D 3.0m ミキサ容量 2.0m³ × 2基: 30m³/hr セメントサイロ 100t + 2基

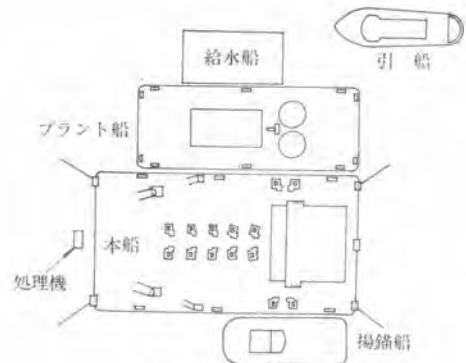


図-4 船団配置図

セメントの自硬作用とともに陽イオン交換、ポズラン反応、炭酸化作用等の総合的效果を利用するものである。これまでの多くの比較実験から、本工法による現位置改良土の性質は基本的には室内で混練した改良土の性質と同じであり、以下に述べるような性質を持っている。

(1) 改良効果に関連する要素

セメントスラリーの添加量の増大に伴い改良効果は増大する<sup>3)</sup>。同一の対象土でも含水比の高いほど改良効果は小さい<sup>3)</sup>。堆積場所の異なる改良対象土では同一含水比でも改良効果の差が大きく現われる<sup>3)</sup>。改良対象土中の砂分の含有率はある程度(約60%)までは含有率が高いほど改良効果は大きい<sup>3)</sup>。セメントスラリーの練り混ぜ水として水道水を用いた場合と海水を用いた場合とでは有意の差を示さない<sup>3)</sup>。

(2) 改良土の性質

(a) 一軸圧縮強さ

改良土の強度は初期の約2カ月は材令の対数にほぼ比例して増加し、材令1年までは継続して増加する<sup>3)</sup>。深層混合処理1号機を用いて東京港海底の粘性土層を現位置改良した改良土の一軸圧縮強さは、同一硬化剤添加率の室内完全混合による場合と比較して1/3~1/2の値を得ている<sup>3)</sup>。

(b) 改良土の圧密特性

改良土の圧密降伏応力は硬化剤添加率の増大とともに

増大し、その値は一軸圧縮強さよりやや大きい<sup>4)</sup>。

(c) その他の力学特性

一面せん断試験によるせん断強さは垂直応力が大きい範囲では  $\tau_f \approx q_u/2$  であるが、垂直応力0では  $\tau_f \approx 0.4 q_u$  であり、単純引張強さは  $\sigma_t \approx (0.2 \sim 0.3) q_u$  の関係を得ている<sup>4)</sup>。

(d) 未改良土と改良土の物理特性

改良土は未改良土に比べて含水比は減少し、単位体積重量は増大する傾向がある<sup>3)</sup>。改良土の透水係数は硬化剤の添加率が増大するに従って減少し、これらの値は改良前の乱されない粘性土の透水係数より小さい値となる<sup>4)</sup>。

5. 施工例と設計の考え方

DCM 工法は現在までに東京港、横浜港での施工実績がある。東京港における工事は壁状施工の例であり、横浜港における工事はブロック状施工の例である。

(1) 東京港工事の場合

東京都港湾局では中央防波堤外側廃棄物処理場中仕切護岸の地盤改良として深層混合処理工法による壁状の改良を採用した。現地の地盤性状は海底面が AP - 8.5 m で軟弱な粘土質シルト層が AP - 45 m まで堆積しており、その下部に砂れき層が堆積している。上部構造は砂マウンドによって根固めされたセル式堤体である。

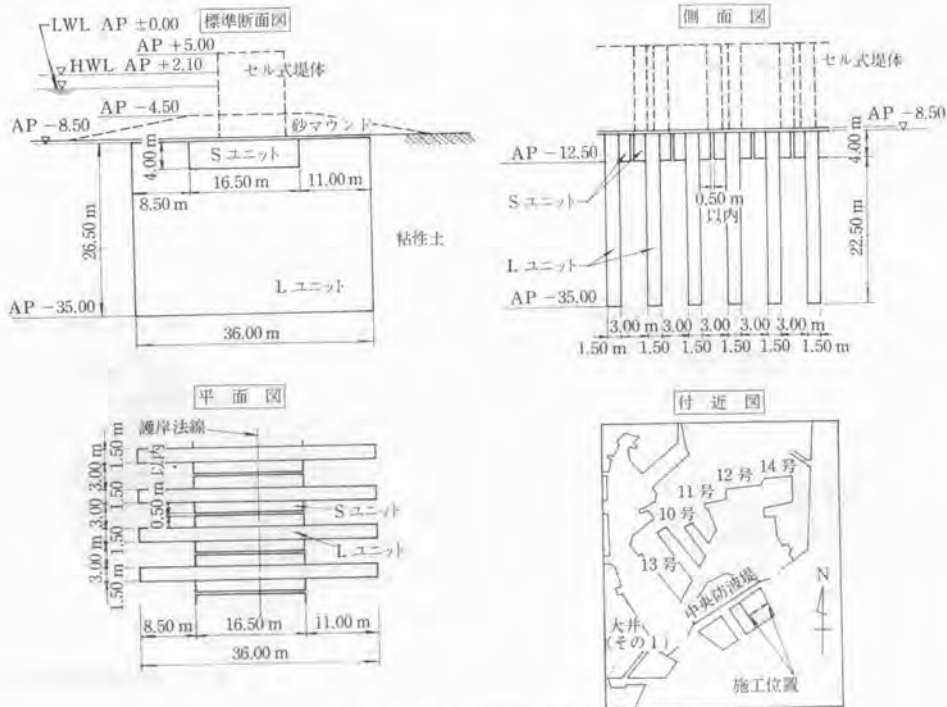


図-5 東京港工事標準断面図

壁状の部分改良は主に埋立護岸などのような背面からの土圧、水圧による大きな水平力が作用する構造物を対象として、改良地盤の水平抵抗を増大させるために考えられた改良形式である。設計の考え方については、基本的には港湾構造物設計基準に準拠し、かつ軟弱な未改良土と剛な壁状改良部が一体となって挙動する条件を考慮した設計手順が運輸省港湾技術研究所と竹中技術研究所の共同研究の一環として提案されている<sup>61,62</sup>。

上記設計手順をもとに東京都港湾局で採用された標準断面を図-5に示す。総工事規模は護岸法線延長 894 m であり、このうち DCM 工法は 3 工区、延べ法線長 294 m の施工を実施した。1 期工事終了時のチェックボーリングによって得られた改良地盤の一軸圧縮強さの度数分布を図-6に示す。図にみられるように設計用一軸圧縮強さ  $6.0 \text{ kg/cm}^2$  に対して良好な結果が得られている。

## (2) 横浜港工事の場合

運輸省第二港湾建設局では横浜港大黒ふ頭 -12 m 岸壁の建設にあたって本工法を採用した<sup>21,71</sup>。種々検討の結果、採用された標準断面を図-7に示す<sup>72</sup>。同図に示すように本工事はブロック状改良の例である。特に本工事では各改良ぐいのオーバラップの確保と先端の締まった砂層への定着が不可欠の要素であり、十分な施工管理のもとに工事が進められている。昭和 52 年末までに延べ法線長 177 m の施工を完了し、なお継続中である。

## 6. あとがき

本稿ではセメント系硬化剤を用いる深層混合処理工法

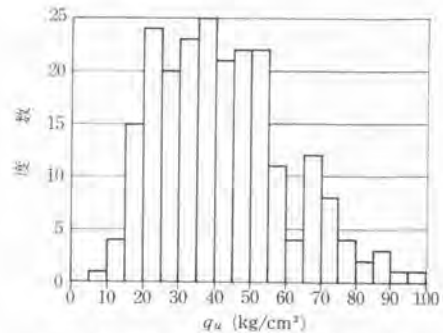


図-6 改良地盤の一軸圧縮強さ度数分布

(DCM 工法)について、工法、改良土の工学的特性、ならびに施工実績などの概要について紹介した。本工法は工期の短縮、資源の有効利用、環境保全の立場などからみて従来の地盤改良工法に比べて多くの利点を備えており、今日の社会的要請に応え得る工法として期待されるものである。

最後に、共同研究を通じて多くの助言と指導をいただいた運輸省港湾技術研究所の各位、ならびに引用させていただいた文献の著者に深く感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 齊藤ほか：「セメント系硬化剤による深層混合処理工法に関する研究（その3）」「第12回土質工学研究発表会講演集」（1977年）
- 2) 中村龍二：「セメントスラリーを用いた深層混合処理工法【1】—横浜港大黒埠頭-12m岸壁における試験工事と設計について—」「埋立と浚渫 No. 78（1977年）」
- 3) 新名ほか：「セメント系硬化剤による深層混合処理工法に関する研究（その1）」「第12回土質工学研究発表会講演集」（1977年）
- 4) 馬場崎ほか：「セメント系硬化剤による深層混合処理工法に関する研究（その2）」「第12回土質工学研究発表会講演集」（1977年）
- 5) 本城ほか：「セメント系硬化剤による深層混合処理工法に関する研究（その4）」「第12回土質工学研究発表会講演集」（1977年）
- 6) 西中川ほか：「セメント系硬化剤による深層混合処理工法に関する研究（その5）」「第12回土質工学研究発表会講演集」（1977年）
- 7) 寺師昌明：「港湾における化学的地盤改良工法」「昭和52年度港湾技術研究所講演会講演集」（1977年）

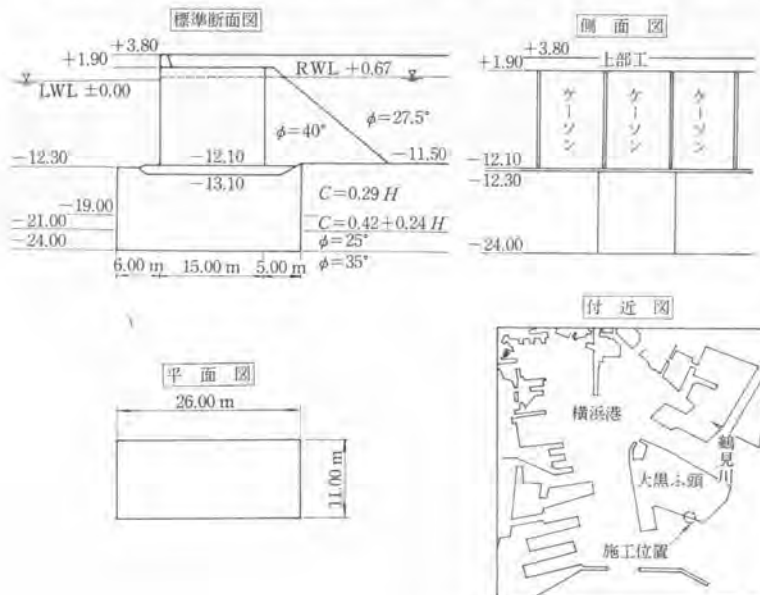


図-7 横浜港工事標準断面図

## 軟弱地盤対策工特集

超軟弱地盤のトラフィカビリティ確保の  
方策と実施例

清水 昭 男\*

## 1. ま え が き

四日市港霞ヶ浦地区の埋立地は昭和 51 年末までに浚渫により埋立てられ、その厚さは約 7m、旧地盤のものを加えると  $H=30\text{m}$  の超軟弱地盤である。土質は地表面から約 7m は含水比  $w=120\%$ 、粘着力  $c=0.02\text{t/m}^2$  で、その下部には含水比  $w=40\sim 70\%$ 、粘着力  $c=1.2\sim 3.0\text{t/m}^2$  の旧軟弱地盤のシルト質粘土層が約 30m まで堆積している。この軟弱地盤上に山土を盛土し、将来工業用地として使用する計画であるが、しかし、粘着力が  $c=0.02\text{t/m}^2$  と非常に軟弱なため直接山土を盛土することは不可能であった。

そこで、まず超軟弱地盤の表面を処理するために「トリカルネット工法」を採用したので、ここにまとめてその実施例について報告する。

## 2. 表面処理工法選定のための実験計画

超軟弱地盤の表面処理方法として従来から採用されてきた①表面固化工法、②シート敷設工法と、今回初めて使用した③トリカルネット工法の 3 工法について、ここでの適否を検討するための実験工事を計画した。表面処理工法の目的は中型湿地ブルドーザ (D50P 程度) の走行可能な地盤 (地耐力  $3\text{t/m}^2$  以上) を確保すること、その後の地盤改良工事を可能にするための予備工事である。

①の全般的な固化工法は将来の地盤改良工事にあたってケーシングの打込みに支障をきたし、貫入不可能となる。また、工事単価も他工法に比較して非常に高く、不経済となるので、今回の実験ではシートの固定わくとして幅 1.5m、厚さ 1m の周辺のみを固地盤を作ることにより地盤改良も容易に行われ、また工費も安価になると考えた。

②のシート工法は地盤改良を行う場合には問題はないが、しかし、引張強度に対するシートと地山とのせん断抵抗が小さいと、シートそのものの引張強度が弱いために盛土荷重により軟弱地盤が大きな圧密沈下を生じ、アンカーが引抜かれたり、シート自体が切断されるので、今回引張強度もあり、かつかなりの弾性変形が可能なトリカルネットの使用を考えた。

トリカルネットは軟弱地盤の表面処理に使用されるのは初めてであるが、次のような長所が考えられる。

① ネットの網目と土粒子との間にインターロッキングに起因するせ



図-1 四日市霞ヶ浦埋立工事位置図

\* (株) 熊谷組土木本部土木設計部長

ん断抵抗が期待できる。

- ② 弾性変形が可能のために沈下に対しては伸びることにより追従できる。
- ③ 工費が安い。
- ④ 敷設が容易で安全である。

上述のようにシートと比べて総合的に有利であると判断した。そこで実験の種類としては表面固化工法を除きシート工法とネット工法について実験を行った。

実験工事を計画するにあたり考慮した点は、将来地盤改良工事は必ず行わなければならないので、そのときケーシングの打込みに支障をきたさないことと、盛土材に透水性の良い材料を使用することによりサンドマットとして使用することができるようにしたことである。これは地盤改良工事を行うにあたり作業の重複をさげ、全体工事としては非常に経済的なものになると判断したためである。

実験の種類としては次の4種類について行った。

- ① シート (PPF 700 #)+山砂+K ソイル固定わく
- ② シート (PPF 700 #)+水滓
- ③ ネット (トリカルネット N 29)+山砂
- ④ ネット (トリカルネット N 893)+山砂

なお、シートの固定わくはKソイル工法により築造した。

### 3. 各種工法の実験結果

(1) シート(PPF 700 #)+山砂+K ソイル固定わく  
マーシに搭載した攪拌機(トレンチャ)により、広さ26m×17.5mの周囲に幅1.5m、厚さ1.0mの形でK

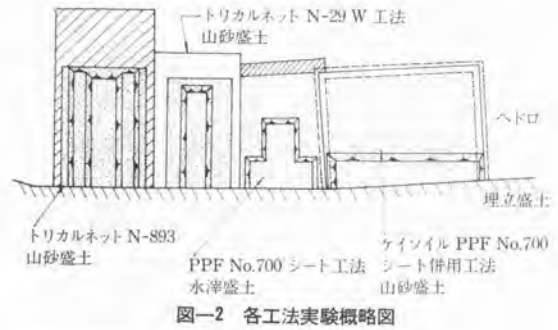


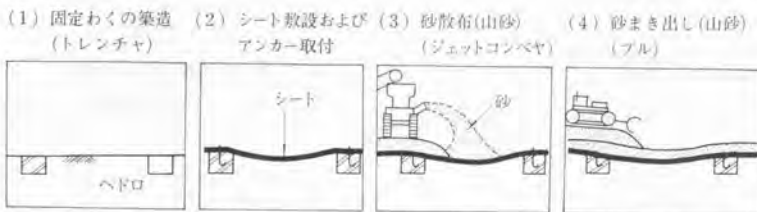
図-2 各工法実験概略図



写真-1 ファゴットシート+山砂+K ソイル固定わく

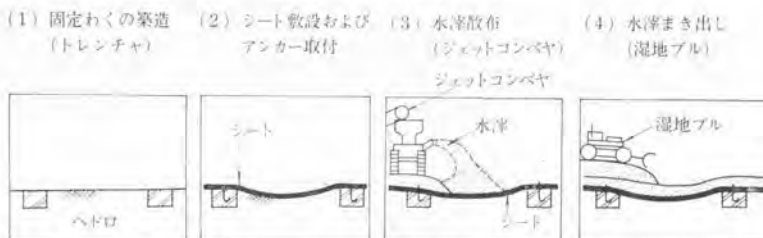
ソイル固定わくを築造し、この固定わくに鉄筋でアンカーを取り、シートを敷設した。その後、ジェットコンベヤで山砂を均等に1.0m厚に散布した後、ブルドーザD20Pで砂を1.0m厚に押し出した。しかし、めり込み沈下量が大きく、ほとんど沈下したため周辺の軟弱土は側方流動を起し、20mにわたって隆起した。

Kソイル固定わくの施工は表面が超軟弱であるためマーシの走行性が悪く、施工に時間がかかるのでけん引機械が必要である。トレンチャによる攪拌は強度にバラツキがあったが、施工後、Kソイル固定わく上で行った平板荷重試験の結果では長期許容支持力  $q_a=9 \text{ t/m}^2$  が得られた。



- ① 固定わくの築造に手間どる。
- ② マーシの走行性が悪い。
- ③ シート敷設に手間どる。
- ④ シート面の歩行に不安感がある。
- ⑤ めり込みが激しい。
- ⑥ 固定わくの移動が見られる。
- ⑦ 広範囲の施工は困難。

図-3 シート工法 I (山砂)



- ① 水滓の掃まりが良い。
- ② 水滓の透水性は良好。
- ③ 他はシート工法 I と同様。

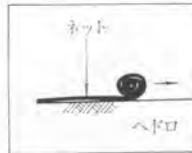
図-4 シート工法 II (水滓)

(2) シート(PPF 700 #)  
+水滓

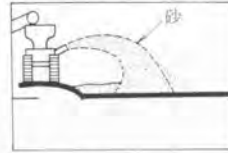
軟弱地盤上にシートを敷設した後、ジェットコンベヤで水滓を50cm散布し、次にブルドーザD20Pで水滓をさらに50cmまき出し、その上に山砂を30cmまき出した。水滓は

山砂に比較して締まりが良く、ブルドーザ作業が容易であり、透水性も非常に優れていたが、めり込み量は前述(1)と同様であり、盛土表面の支持力は平板載荷試験結果では長期許容支持力  $q_a=3.57 \text{ t/m}^2$  であった。

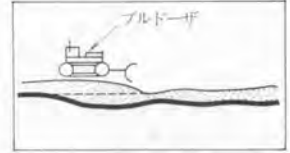
(1) ネット敷設



(2) 砂散布  
(ジェットコンベヤ)



(3) 砂まき出し  
(湿地ブル)



- ① ネットの敷設が容易。
- ② ネット面の歩行に不安感がない。
- ③ めり込みが均等で比較的小さい。
- ④ 最も経済的であり、広範囲の施工に適する。

(3) ネット(トリカルネット N 29)+山砂

ネットを軟弱地盤表面に敷き、その後ジェットコンベヤで山砂を 50 cm 散布し、さらにその上にネットを敷き、ブルドーザ D 20 P で厚さ 1.0 m の山砂をまき出した。盛土表面の支持力は平板載荷試験結果では長期許容支持力  $q_a=9.4 \text{ t/m}^2$  であった。

(4) ネット(トリカルネット N 893)+山砂

ネットを軟弱地盤表面に敷き、ジェットコンベヤで山砂を 50 cm 均等に散布した後、ブルドーザ D 20 P で 50 cm と 75 cm の 2 回に分けてまき出しを行った。

ブルドーザによるまき出しは容易で施工性も非常に良

図-5 ネット工法

好であった。めり込み量は前述(3)と比較して小さく、ネット敷設はシートと比べて非常に作業性が良く、ネット表面の歩行は安定していた。また、山砂をジェットコンベヤで 50 cm 程度散布するとブルドーザによるまき出しは容易となった。

以上の実験結果からシート工法および固化工法と比較してトリカルネット工法が超軟弱地盤の表面処理工事には非常に適しており、かつ経済的であることが明らかとなった。

トリカルネット工法の長所は次のとおりである。

- ① ネット敷設は非常に容易であり、ネット表面の歩行に不安感がない。



写真-2 トリカルネット(N 29)+山砂

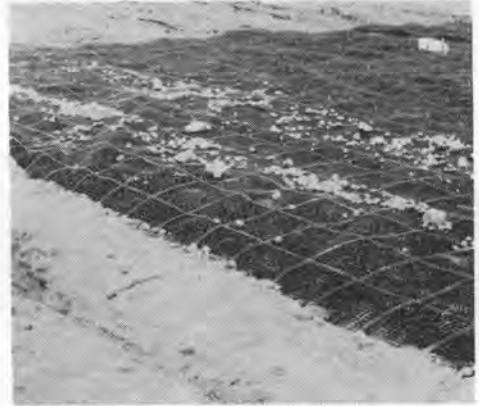


写真-3 トリカルネット(N 893)+山砂



写真-4 まき出し前の状況



写真-5 トリカルネットの効用

表-1 各工法比較一覧

項目	ネット工法	シート工法Ⅰ(山砂)	シート工法Ⅱ(水渾)	モルタル表面処理工法
材 料	トリカルネット・山砂	シート・山砂・アンカー筋・固化材	シート・水渾・アンカー筋・固化材	山砂・固化材
主 要 機 械	ジェットコンベヤ・湿地ブル	ジェットコンベヤ・湿地ブル・オーガマスタ	ジェットコンベヤ・湿地ブル・オーガマスタ	湿地ブル・オーガマスタ・モルタルプラント
透 水 性 (サンドマット効果)	極めて良い	良い ( $K=10^{-2} \sim 10^{-1} \text{cm/sec}$ )	良い ( $K=10^{-2} \sim 10^{-1} \text{cm/sec}$ )	極めて悪い ( $K=10^{-6} \text{cm/sec}$ )
広 範 囲 施 工	◎	△	△	○
経 済 性 順 位	1	2	3	4
総 合	◎	○	△	△

② ネット敷設後、ジェットコンベヤで 50 cm 程度山砂を散布すればブルドーザによるまき出しが可能である。

③ ブルドーザなどによってネットが破壊しても局部的にネットを敷くことにより応急処置が簡単にできる。なお、表-1 に各工法の比較を示す。

#### 4. 施工機械 (砂散布機)

トリカルネット工法の施工においてももっとも重要な点はネット上に山砂を均等に散布することであり、従来のブルドーザによるまき出しでは均等に散布することは不可能である。そこで均等な散布方法として考えられる工法としてはジェットコンベヤ方式、デストリビュータ方式および水搬方式の三つが挙げられる。

上述3方式のうち、水搬方式は多量の水を使用して山砂を運搬する方法で、このために多量の水により軟弱地盤の強度が低下し、その回復に長時間かかり、また、その水を排水することも必要となるので短期間に施工する場合には適当でない。したがって、ドライワークが可能なジェットコンベヤかデストリビュータを使用する方がよい。今回の施工でも種々検討した結果、ジェットコン

表-2 設備機械一覧

クローラ ショベル	自重約 5t	散 布 機 (自 走 式)	ジェットコンベヤ JC-500×2台
ホッパ	容量 3m <sup>3</sup>		サイクロン減速機付
フィーダ	シントロンフィーダ 能力 60m <sup>3</sup> /hr		90°旋回・投射 角度変換装置付
No.1, No.2ペ ルトコンベヤ	BW=450mm L=10m 能力 60m <sup>3</sup> /hr		超湿地クローラ指 載型(エンジン)
No.3, No.4ペ ルトコンベヤ (伸縮コンベヤ)	BW=450mm L=12m 能力 60m <sup>3</sup> /hr 伸縮長 10m タイヤ付	発 電 機	40kVA
		駆 工 能 力	60m <sup>3</sup> /hr
		散 布 機 自 重	約 5,000kg
		散 布 機 接 地 圧	2t/m <sup>2</sup>

ベヤを使用することが最適と考えられたので、当社において K.D.J (Kumagai Double Jetconveyer) 工法を考案した。

K.D.J 工法の特徴はドライワークが可能である点とジェットコンベヤが自ら通路を造成しつつ走行するためにジェットコンベヤの重量によって山砂散布後の地盤支持力を確認できるので地盤支持力の信頼性が高いものとなる。

以下、K.D.J 工法の概要について述べる。

##### (1) 設備機械

設備機械は表-2 に示すとおりである。

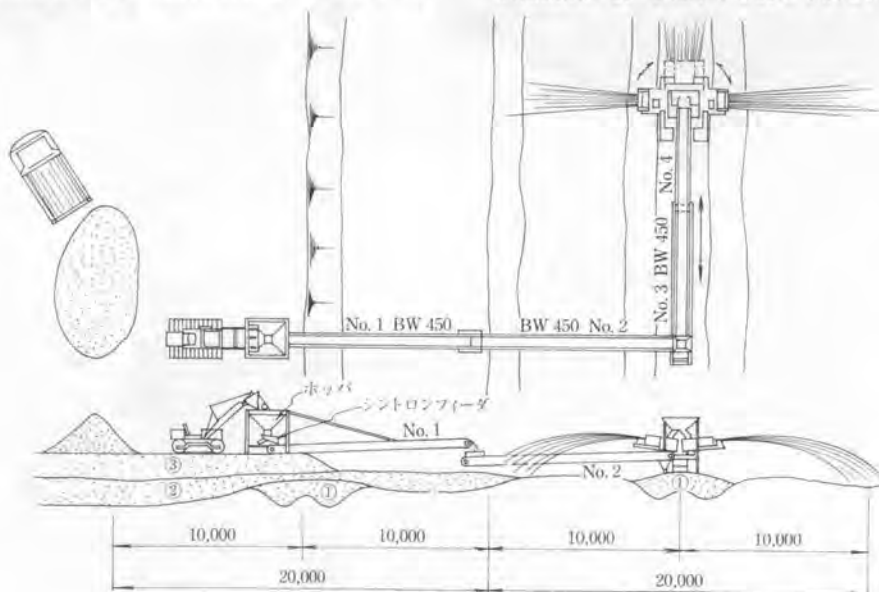


図-6 K.D.J 工法概略図



(2) 散布機の特徴

軟弱地盤上において施工するの  
で機械の接地圧を小さくする必要  
があり、そのために特殊な超湿地  
タローラを使用し、エンジンによ  
り自走できるものとした。このク  
ローラ上にジェットコンベヤ JC  
500 を2台搭載し、ジェットコン  
ベヤは各々 90° 旋回ができ、投射  
角度を任意にセットできる構造と  
した。コンベヤから2台のジェ  
ットコンベヤへの山砂の分配はシュートによって行われ、  
No. 3 および No. 4 の伸縮コンベヤは本機がけん引し  
ていくものである。

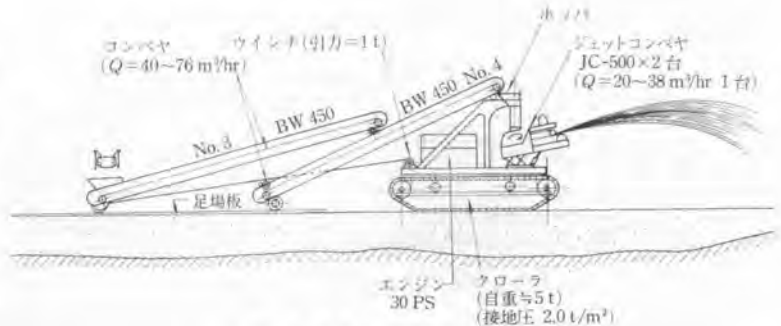


図-7 K.D.J 工法散布機概略図

下し、周辺は反対にふくれあがり、小さな円弧すべりが発生する。そこで、この現象を防止するために軟弱地盤上にネットを敷き、その上にサンドマットをまき出すことによりその後の盛土作業が安価に容易にできるものである。このサンドマットおよびネットの支持力機構については従来から次の計算式が使用されている。

$$P_{s+c} = \alpha \cdot c \cdot N_c \cdot b + 2 P \sin \theta + \frac{P}{r} N_q \cdot b$$

上式の第1項は原地盤の限界支持力を表わしたものであり、ネット敷設によってさらに第2項と第3項が加算され、それだけ支持力が増大することになる。この計算式はいままで広く使用されているが、次のような問題も含んでいると考えられる。

- ① 第1項は地盤破壊を起さない状態の支持力であり、第2項、第3項は地盤破壊を起した状態の支持力で、両者が合成されることに矛盾がある。
- ② 粘着力による影響が非常に大きく、土質試験結果の粘着力が大きな問題となり、判断を誤りやすい。
- ③ 沈下量に対してまったく算定できない。

このようなことから現実の判断式としては不十分であると思われる。そこで、次のような計算方法を提案したい。

主に軟弱地盤上の荷重は沈下することによって安定する点に着目し、荷重値と沈下量およびネットに作用する応力の関係について地盤係数法による計算式を考案した。地盤係数法はたわみ性基礎の沈下を求める場合に広く適用される方法で、地盤のせん断抵抗力が大きいほどその誤差は大きく、水の性質に近づけば近づくほど地盤係数法は現実によく対応するので、超軟弱地盤に対してはもっとも適当な計算方法と考えられる。

(2) ネットのたわみ曲線

ネットが非常にたわみやすい材料であるので、その剛性は無視できると仮定する。そこで、Winklerの地盤係数法とケーブルの理論を用いて沈下曲線方程式を誘導してみた。図-10の微小部分  $dx$  について考察すると、 $dx$  が十分微小であるので、 $\theta_1 \approx \theta_2$  とする。したがって

(3) 施工方法

施工方法としては、まず第1段階として散布機が走行するのに必要な築堤を施工するために散布機のジェットコンベヤを前方に旋回して山砂の散布を行う。次に第2段階としては築堤の両側に1次散布幅 7.5 m を均等に散布しながら前進する。前進する場合には No. 3 および No. 4 の伸縮コンベヤ (長さ 10 m)、ホッパおよび No. 1, No. 2 コンベヤの移設は 10 m までは必要でない。築堤をダンプの通行可能な強度にまき出した場合には No. 1 および No. 2 コンベヤを省き、ダイレクトに No. 3 および No. 4 伸縮コンベヤに砂を投入することが可能である。1次散布完了後、2次散布は築堤まで施工するが、この方法によれば2次散布によるすべり現象を築堤反対側の1次散布分の重量で抑える形となり、もっともすべり現象が発生しにくい施工方法となる。

5. ネット工法の計算式

(1) ネット効果と支持力機構

超軟弱地盤の上に直接土砂をまき出した場合、強度がきわめて低いためまき出した土砂はその中にどんどん沈



図-8 ヘドロまき出し土の陥没現象

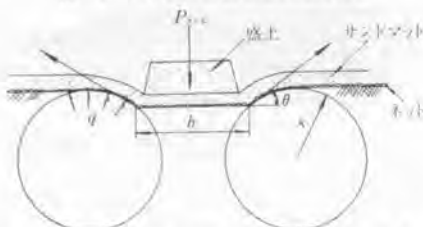


図-9 サンドマットとネットを敷設した場合

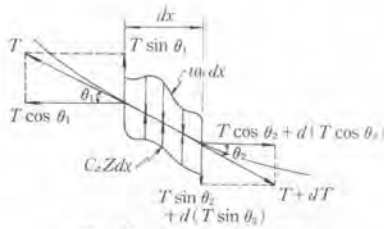


図-10 ネットの応力状態

力のつり合いから次の基本方程式が求められる。

$$X_0 \frac{d^2 z}{dx^2} - C_z Z = -W_0$$

ここに、 $X_0$  : ネットの X 方向の引張力 (t/m)

$C_z$  : 地盤係数 (t/m<sup>2</sup>)

$Z$  : 鉛直変位 (m)

$W_0$  : 荷重強度 (t/m<sup>2</sup>)

上式を解くと鉛直変位  $Z$  と接地圧  $q$  は次のようになる。

$$Z = \frac{W_0}{C_z} \left\{ 1 - \frac{0.5}{\sin h \beta} \left[ (1 - e^{-\beta}) e^{\beta \frac{x}{L_0}} + (e^{\beta} - 1) e^{-\beta \frac{x}{L_0}} \right] \right\}$$

$$q = W_0 \left\{ 1 - \frac{0.5}{\sin h \beta} \left[ (1 - e^{-\beta}) e^{\beta \frac{x}{L_0}} + (e^{\beta} - 1) e^{-\beta \frac{x}{L_0}} \right] \right\}$$

ただし、 $\beta = \sqrt{\frac{C_z \cdot L_0^2}{T_0 \cos \theta_0}}$      $W_0 = \frac{\gamma_a b h}{(a - D_f)(b + D_f)}$

$L_0 = 2B = 2(b + D_f)$

$2a$  : 上載荷重の短手方向の幅 (m)

$2b$  : 上載荷重の長手方向の幅 (m)

$D_f$  : まき出し厚 (m)

$h$  : 盛土高 (m)

$\gamma$  : 盛土材の単位体積重量 (t/m<sup>3</sup>)

$T_0$  : ネットに生ずる最大引張力 (t/m)

$\theta_0$  : ネットの傾斜角 (度)

最大沈下量  $Z_{max}$  は載荷幅の中間にある。すなわち、

$$Z_{max} = \frac{W_0}{C_z} \left\{ 1 - 2 \frac{\sin h 0.5 \beta}{\sin h \beta} \right\}$$

載荷幅  $L_0$  が大きい場合  $\beta$  が

大きくなるので、 $e^{-\beta}$ 、 $e^{-\frac{\beta}{2}}$  の項が無視できるから、

$$Z_{max} = \frac{W_0}{C_z} \{ 1 - 2e^{-0.5\beta} \}$$

さらに、載荷が半無限長と考えると、沈下量は位置に関係なく  $Z(X) = Z = W_0/C_z$  となり、沈下性状が等沈下となる (図-11 参照)。これは載荷幅が大きいほどネットの引張力による支え効果が小さくなるためである。逆に載荷幅が小さい場合、ネットの支え効果が大きいので、このときの沈下は円弧状となる (図-12 参照)。

(3) 計算パラメータの決定法

次にネットのたわみ性状および地盤の底面における接地圧を決定するために必要な計算パラメータについて次のような考察を行う。

まず  $C_z$  について考察してみる。Goldbeck によると沈下量は同一地盤、同一載荷強度であるならば載荷面の大きさに比例する。すなわち、

$$\delta = KWA$$

ただし、 $\delta$  : 沈下量 (m)

$K$  : 比例定数 (m/t)

$W$  : 荷重強度 (t/m<sup>2</sup>)

$A$  : 載荷面積 (m<sup>2</sup>)

一方、地盤係数法によると  $\delta = W/C_z$  であるから、上式と比較して  $C_z = 1/K \cdot A$  となり、地盤係数  $C_z$  は載荷底面積に反比例することがわかる。また、Emperger によると、沈下量は同一地盤、同一載荷強度ならば載荷面の平方根に比例するので、 $\delta = KW\sqrt{A}$  となる。前と同様にして  $C_z = 1/(K\sqrt{A})$  で、 $C_z$  が載荷底面積の平方根に反比例することになる。

以上のことから、地盤係数は地盤自体だけの性質によるものでなく、外的要素、すなわち、上述の載荷面積にも影響されるものである。しかし、現在その相互関係がまだはっきりわからないが、載荷面積のほか土の粒度 ( $D_{60}/D_{10}$ )、含水比 ( $w$ )、単位体積重量 ( $\gamma_s$ )、粘着力 ( $c$ ) と載荷速度などにも影響されると考えられ、これを数式で簡単に表わすと、

$$C_z = f \left( A \cdot \frac{D_{60}}{D_{10}} \cdot w \cdot \gamma_s \cdot c \cdot \text{etc} \right)$$

となる。

今回特に沈下性状をもっとも支配する要素が地盤係数であることから、今後多くの実験を行って上述の関係式

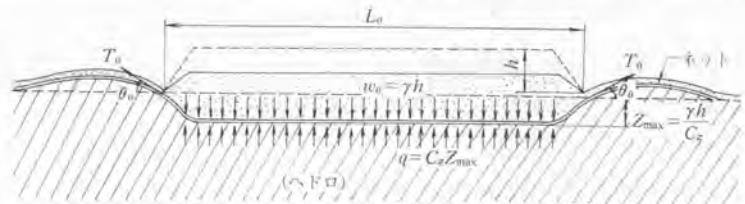


図-11 載荷幅が半無限長の場合における沈下性状

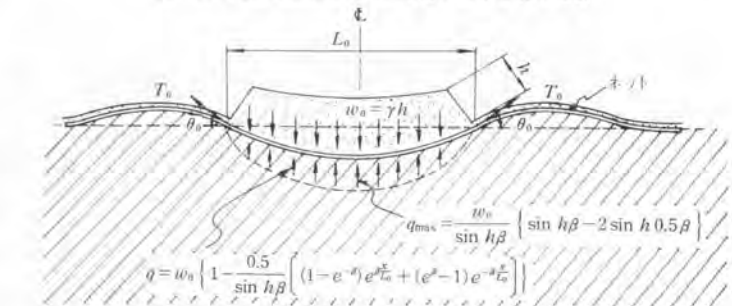


図-12 載荷幅が小さい場合における沈下性状

を明らかにする必要がある。そうすれば一般の既存データから地盤係数を容易に推定できるであろう。

次に地盤の沈下性状と塑性流動を考慮してネットの傾斜角  $\theta_n$  を求めた。すなわち、

$$\theta_n = \left[ \arcsin \left\{ \frac{W_0(2C_2 - \gamma_s) - 2C_2(2 + \pi)c - \gamma_s \cdot r \cdot D_f}{4C_2(\tau ns_1 + \tau ns_2)} \right\} \right]$$

$\tau ns_1$ : ネットと盛土材料間に働くせん断抵抗 (t/m<sup>2</sup>)

$\tau ns_2$ : ネットと地盤間に働くせん断抵抗 (t/m<sup>2</sup>)

$W_0$ : 荷重強度 (t/m<sup>2</sup>)

$c$ : ヘドロの粘着力 (t/m<sup>2</sup>)

$r$ : まき出し砂の単位体積重量 (t/m<sup>3</sup>)

$D_f$ : まき出し厚さ (m)

$\gamma_s$ : ヘドロの単位体積重量 (t/m<sup>3</sup>)

また、ネットの性状を考慮して  $\tau ns_1$  と  $\tau ns_2$  を求めると、

$$\tau ns_1 = (1 - \mu_0) \gamma \cdot D_f \tan \phi_{ns} + \xi \left\{ \frac{K_p \cdot \gamma b_2}{2} (2D_f + b_2)(n_2 - n_1) + \frac{K_p \cdot \gamma \cdot b_1 n_1}{2} (2D_f + b_1) \right\}$$

$$\tau ns_2 = (1 - \mu_0) C_{nh}$$

$\mu_0$ : ネットの開口率 (%)

$\gamma$ : まき出し砂の単位体積重量 (t/m<sup>3</sup>)

$D_f$ : まき出し厚さ (m)

$\phi_{ns}$ : ネットと砂間の粗さ角 (度)

$\xi$ :  $\{1.0 - n_2 a_3 - (n_1 - n_3) a_1\}$  (m<sup>3</sup>/m 本)

$n_1$ : ネットのm当りの横方向の糸本数

$n_2$ : ネットのm当りの縦方向の糸本数

$n_3$ : ネットのm当りの横方向の帯本数

$n_4$ : ネットのm当りの縦方向の帯本数

$a_1 \times b_1$ : 横方向の糸の断面 (m × m)

$a_2 \times b_2$ : 縦方向の糸の断面 (m × m)

$a_3 \times b_3$ : 横方向の帯の断面 (m × m)

$a_4 \times b_4$ : 縦方向の帯の断面 (m × m)

$K_p$ : Rankine の受動土圧係数

$C_{nh}$ : ネットとヘドロ間の付着力 (t/m<sup>2</sup>)

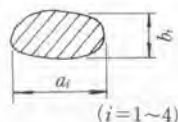


図-13 ネットの糸断面

#### (4) ネット工法の設計

ネット工法の設計にあたって次の二つの条件を満たさなければならない。

① 盛土荷重あるいは輪荷重に対して地盤の沈下量を施工に適する許容沈下量以下に抑えること。

② 上載荷重を受けたネットが破断しないこと。

設計手順として、まず条件①から許容沈下量以下に抑えるために必要な引張力を計算して条件②を満足するよ

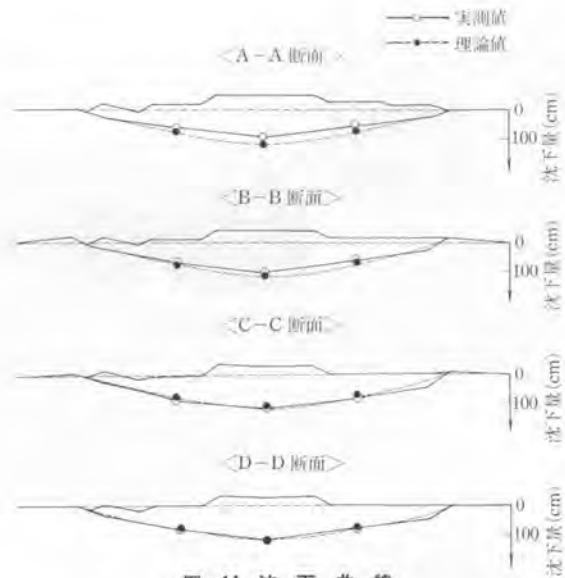


図-14 沈下曲線

うなネットの種類を選ぶ。さらにネットの発生引張力に見合う敷き延ばし長を算定する。ここで載荷幅が大きい場合を考え、必要なネット引張力を許容沈下量から出してみると次式が成り立つ。

$$T_0 = C_2 L_0^2 \{ 2 \cos^{1/2} \theta [ I_n 2 W_0 - I_n (W_0 - C_2 \delta_{at}) ] \}^{-2}$$

$\delta_{at}$ : 許容沈下量

次に必要ネット長  $L$  は

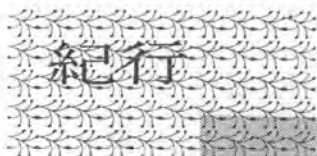
$$L = 2(b + D_f) + \frac{C_2 L_0^2}{2 \cos \theta_0 (\tau ns_1 + \tau ns_2) \{ I_n 2 W_0 - I_n (W_0 - C_2 \delta_{at}) \}^2}$$

ただし、塑性流動を十分抑えるために  $L \geq 3L_0$ 、 $L_0$  が換算載荷幅であり、 $2(b + D_f)$  に等しいので、 $L \geq 6(b + D_f)$  となる。以上の計算式を使用して理論沈下量と実測沈下量を比較するとほぼ一致することが明らかとなった。

## 6. あとがき

今回の実験工事を通してトリカルネット工法とK.D.J工法の組合せによる施工法が考案された。この工法は広範囲の施工に適するものであり、ドライワークが可能で、しかも支持力を確認しながら施工する点に特徴がある。今後、四日市港第2期工事をはじめとして各地で表面処理工事が計画されており、参考にしていただければ幸いである。

また、トリカルネットの支持力機構についての理論の検討を行ったが、軟弱地盤の力学的特性が明らかでないために理論解析は相当困難であった。それだけに問題点も多く含み、今後の研究課題として検討していくつもりであるのでご批判ご指導をいただきたい。



## 中東諸国を旅して

森 木 基 裕

昨年6月から7月にかけて中東の国々（イラク、シリア、そしてイラン）を巡回する機会を得た。出発前と帰国後ではこれらの国々に対する考え方が大きく変わって来たが、それらを项目的に整理しつつ、今後中東の地域に行かれる方々にとって少しでも参考になってもらえればと願い、稿を起してみようと思う。

### “月の砂漠”とはまったく違う現実

私にとって中東諸国とは“アラブ、砂漠、回教”という大ざっぱな固定概念で整理されていたし、子供の頃から“月の砂漠とらくだのいるロマンチックな絵姿の国”あるいは“ナイル川とピラミッド、スフィンクスのある熱い国”くらいに教えられていたが、聞くと見るとではまったくの違いであり、現実的には大変に酷いものを感じたのが率直な気持である。

飛んでいる飛行機の窓から見たこれらの国は何処も

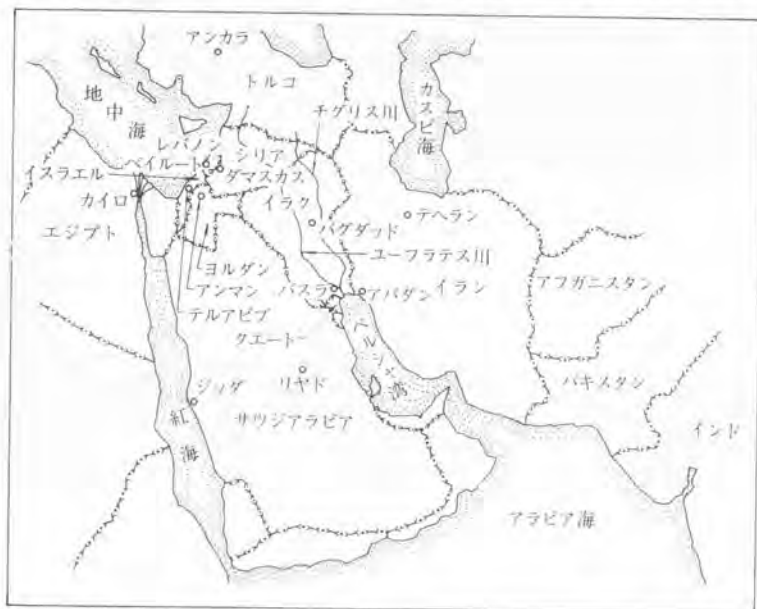
一望千里、すべて土色一色、緑らしいものはまったく見当たらない。山の起伏もあり、川らしいものも眼下に蛇行して見えるのだが、その末端は土の中に消えているものが多い（ただし、いずれの国も首都およびそれらしい大都市では緑が見られるが、それらは人為的に日中散水することによって緑が保たれているのを何箇所でも見た）。日本や欧米の国々、東南アジアの緑と水の流れの豊かな所しか知らなかった私にとってはまず第一の驚きであった。

そして午後2時頃着陸。飛行機のタラップに一步足を踏み出した途端感じたものは「暑い！」のただこの一語である。日本では涼しいはずのそよ風も、熱いヘヤドライヤから吹き出るようないわゆる熱風である。そのうえ暑さをかき立てるかのように目に入るものは見渡す限り赤茶けた土、土、土……。大変な国があるものと思った。年間雨量50ミリから100ミリ、たとえようもない暑さの連日が5月から10月にかけての

中東のほとんどの国々の夏の気候だと思えば良い。

私の服装はいわゆる半袖のサファリルックスタイルである。これで十分。洋服、ネクタイスタイルはほとんど着用の時がない。皮膚の弱い人で肌を守りたければ長袖のシャツがよいが、ズボンは夏の長いズボンあるいは作業服のズボンでよい。靴は通常履いている靴（底が合成のものでも皮製でも）で大丈夫。

午後3時頃で50℃前後（私の滞在期間における最高気温はバスラ郊外で54℃）はある。ただし湿度は低く、ほとんど15～20%。せめて夜に



なれば幾らか涼しくなるかと期待もしたが、午後 10 時頃就寝する時でも 32~35°C であり、夜風は涼しいどころか相変わらずムツとする暑い風である。日本での生活になれている体ではクーラなしではなかなか寝つかれるものではない。

一日中雲一つない青空だから、さぞかし夜の月は美しかろうと思ったが、この温度と土漠（砂漠ではない。土と石のみで、わずかに雑草の枯れたのが各所にある壮大な原っぱ）の国で見た月は、たしかに冴え冴えと美しいが、“月の砂漠の王子様”の夢やロマンとはほど違い過酷な現実であった。

朝 5 時頃起床してみる。風はやや爽やかな感じがするが、気温はすでに 32°C に上がっている。空にはまったく雲片一つ見られず、周囲は見渡す限りカラカラの土漠が広がっていて、今日もまた暑くなることを想像させる。そのうえ、7 月から 8 月にかけて日中吹きまくる強風はいわゆる“砂嵐”となり、20m 先も見えなくなる状況がよく起る。作業をする人は皆スキーのとき使用するゴーグルを着用するが、高所作業はこの砂嵐の時は中止して静まるのを待っている。

さて、日中、自動車に乗ると、まず停車中の車内温度は 80°C 以上になっているであろう。車内のものはすべて熱せられ、ちょっと触れても火傷しそうである。ハンドルは素手では持てない。だから皮手袋が準備されている。カークーラは使い放しなので大体において機能は落ちている。動き出してみると日本にいる習慣から自然に窓を開けて風を入れたいくなるが、窓を開けたら大変、待ってましたばかり熱風が入って来るから、むしろ窓は閉めておいた方がよい。車の中でも陽の当る所と影になっている所とでは低温度のためか 10°C ぐらいの温度差を感じる。

一事が万事、ザッとこんな具合なのであるが、“暑さ”については日本とあまりにも内容が違うので、説明したくらいでは、なかなか理解してもらえないと思う。それでも風のない日はまだよいが、ひとたび砂嵐



シリアのダマスカス郊外にて

が吹き出すと砂ぼこりを吹き上げ、空はすっかり曇ってしまうし、部屋はどんなに閉めておいても（窓はアルミサッシのピチッとしたものなのだが……）机の上や寝具の上に薄い砂ぼこりが積り、雑巾でふかねばならなくなる。しかし、洗濯物のよく乾くのは見事なもので、寝る前に洗濯しておけば、大して絞らない上衣のようなものでも朝には大体乾き上がっている。

すなわち、この“炎える暑さ”の砂漠の状況は、緑あり、水ありの四季に恵まれている日本においてはおよそ考えられるものではなく、その“暑さ”ゆえに現地での勤労意欲にも影響するところが大きいといえる。この“暑さ”に早く慣れることが必要である。この膨大な太陽熱エネルギーを何とか有効に活用できないものだろうかとか真剣に考える。

### イスラム(回教)の国をよく知っておこう

宗教ほど民衆の心を支えたり、支配したりするものではなく、そのために古今東西の歴史において宗教戦争が記録されることは多くある。ひと口に中東諸国といってもイランはペルシャ語を話し、イラク、シリア、サウジアラビア、エジプト等のアラブ諸国は等しくアラブ語を話す。イランは王制国家であり、イラク、シリア等は社会主義国家である。いわゆる民族も国家体制も違うが、当然民族意識も各々において強烈に出て来ることになり、現在でもアラブ諸国、イスラエル、パレスチナ開放機構



見渡す限り土、土、土……。まったく緑なし（バスラ郊外）

等々において血なまぐさい戦争状態がニュースになっているが、これら全地域においてただ一つ同じとみられることは、いずれの国々においても 90% 程度の国民が“回教”を信奉していることである。すなわち、厳しい戒律を持ち、“アラーの神”を唯一絶対として民衆の心を支えている宗教である。キリスト教や東洋的儒教思想の感覚を持つ我々や先進諸国家の感覚でこれら回教国の考え方をみると基本的に違う幾つかの点を見る。たとえば、

#### (1) 物を与えること、無くなること

物を持っている人は持たない人達に恵み与えることよって“アラーの神様”の下に近づくことができるという思想が戒律の中にある。そこで、進歩している先進諸国が低開発国に教え、恩恵を与え、あるいは品物を贈与することにおいても、彼等回教を信奉する人達からみれば、結局それは当然の行為であるとみられ、アラーの神様のお恵みにかない、先進国の人達をアラーの神に近づけてあげる善行を施しているとみるわけである。これが中東諸国（回教信奉民族）の創意や前進の意欲を鈍らせているともいえる。だから、ちょっと置いておく物、あるいは忘れ物をした場合、まず無くなると思つてよい。それらを持って行く人達にしてみても、“物のある人”から“ない人”に与えられることよってアラーの神に近づかせてあげるので、基本的に悪いことをしているのではないという感覚である。何でも身につけておくか、工具箱などもしっかり鍵をかけておく必要がある。

#### (2) “I'm sorry”

自動車でも建設機械でも、明らかに運転が悪くてぶ

つけたり、破損して来ても絶対に「I'm sorry!」とは言わない。必ず「俺の運転は間違っていないが、ここにこんな物を置いておく奴がいけないんだ」と言う。現場を発見したり確認しない限り「それは俺がやったのではない。誰か他の人が運転した時やったんだろう」となる。

法律に裁かれることの恐ろしさ、および監獄のひどさは周知のことである。

#### (3) コーランで決められていることは絶対である

イスラムの人達にとっては“法学”は“神学”の一部であり、法を破ることは神に背くことである。故にその刑罰は単純な報復の意味だけではない。すなわち、死刑の執行すらも、来世に赴く罪人のためのこの世での清めとして存在するのであるから、イスラム法思想からは死刑廃止論などは引き出せないと書いてあるものを読んだことがある。厳しいイスラムの戒律を唯一絶対のものとして守る回教諸国では、刑罰の内容を紙に書いて貼り出しても、一般的に文盲率は 80% から 90% と言われているので読めない人達が多く、依然として公衆の面前で刑罰が執行されることにより（考えてみれば日本でも 150 年ほど前までの江戸時代までは同じことが行われていた）法の尊厳を理解させている。“指”が、あるいは“腕”が悪いことをしたと決められれば、公衆の面前でその“指”を、あるいは“腕”を切り落とされるが、切り落とされればそれで罪はすっかり消えて行くことになるというのも、戒律から来る解釈によるためであろう。

ただし、日本の商社や工場が雇っている現地人の女性達はほとんど大学教育を終えた人達であるが、彼女達は等しく“4人の女性と結婚できる”戒律や“日に5回聖地の方向に礼拝する”戒律および異性に自分の顔をみせないために着る黒衣（イランでは“チャドル”（天幕の意の由）と呼んでいたが……）等についてまったく批判的であった。すなわち、為政者達は 10 年ほど前から“教育”を重視し、学制を整備しつつあるようであり、それらができ上がり、2世代（約 40 年）を経て行けば、これらの戒律について現在ほどのことはなくなるであろうことは想像できる。

#### (4) 誇り高いチグリス川、ユーフラテス川流域の国民達

「世界の文明はチグリス川、ユーフラテス川の流域から起ったのであるから、我々の祖先のおかげで現在“先進文明国”といわれる国々が存在するのである」とイラクおよびシリアの民族は思い続けている。自分達がいかにか文盲であろうとも、日本も西ドイツもアメリカも我々の祖先のおかげでいまは先進国といえるよ



各地でよく見るモスク（ダマスカス市内にて）

うになっているんだということを“誇り”に思い、加えて、回教的な考え方から“持てる国の人達”は持たない国である我々に恵むことは神の思召しによるものだという考えである。

こう書いて来ると、現地人が、ちょっと眼を離すと働いていなかったり、機械の陰に腰を下ろしていたり、あるいは文盲故にいかに教えてもなかなか覚えられない、覚えようとしていない意味も理解されるかと思う。

### (5) 5A ということ

中東諸国を巡回している時、日本企業の某氏が「我々は現地の人達を使役する場合、“5A”を旨として考えています」と……。

5A とは、

あせらず  
あわてず  
あたまにこず  
あきらめず  
あてにせず

ということで、日本人同志が組織内で行動するのはまったく違う人間の集団（現地人）と同じ仕事をするときの様々な状況に日常ぶつかるわけである。

「あたまにこず、あきらめず、あてにせず」の心境になるにはやはり相当な時間を必要とするだろう。そしてそれだけに、どんな仕事でも「任せておいて大丈夫」とか、「現地人の誰それがやったというから安心」等ということではなく、必ずもう一度彼等のやった仕事の後を確認する気持で仕事と取り組む必要がある。

### (6) I.B.M. ということ

これを聞いた時、私はコンピュータメーカーのI.B.M.かと思ったが、まったく違った内容である。しかも中東諸国の人達はこのI.B.M.の考え方を基本に持っているので、5Aといわれるような動きになる。すなわち、

I……インシュアラー（アラーの神様のお恵みによって）

B……ブックラー（明日は何とかなるさ）

M……マレーシュ（大丈夫さ）

I.B.M.の考え方は上記訳文のとおりであるから、現地人はどんなにのんびり働いていても、その行動の裏側には日本人のように一生懸命働きとおさなくても“生活ができるんだ”という考え方を永い間で作ってしまっていると説明されると、「なるほど、そうかな」



バスラ市内 Bagar にて

と思えるような全般の動きである。

以上、様々な角度からイスラム（回教）の国について書いたが、これらの内容の複合したものが現実の動きであるから、言葉としてでなく内容として知っておけば、現地の人達を使って仕事を進めるにあたって参考になると思う。だから、我々は現地人を使って仕事をさせる場合、よく説き、常に教え、そして先頭に立って動きつつ、かつ彼等の仕事の結果をよくチェックする必要がある。いかに超スローな動きの彼等とて、“働いて仕上げて行く喜び”と“働いて収入を得る必要”を感じているのであるから、日本人同志が内地でなら3日でできることを、現地では1週間かかるかもしれない、あるいは10日かかるかもしれない（まして、ほとんどの資材、部品は輸入に頼らねばならないので、計画をよくしないと資材待ち、部品待ちのこともあるので……）という気持でいれば、あせることなく仕事の遂行ができると思う。

### 太陽と屋根について

—現地における居住、格納に当り—

太陽は英語でサン、アラブ語でシャムスという。いづれも同じくあの太陽のことであるが、我々（きっと欧米の人達も同じであろうが……）とアラブ人、ペルシャ人とでは各々の抱く“太陽”のイメージが違うと思う。

すなわち、“さんさんと降り注ぐ慈母のような太陽の恵み”や“太陽の光、明るさ”が日本の四季を自然の中に作り、折々の風情を与え、そして国民の勤勉を進めるのが我々の“太陽”についての子供の頃から肌で感じて来たことであるが、ここ中東の国々では“何

でも焼き尽す灼熱の炎える太陽”である。だから、“家や工場の屋根”の概念も両者で自然に違って来る。我々は屋根は雨、風や雪から住む人を守り、防ぐものであると思い、当然のことながら雪や風の圧力に耐えるものでなければならぬと思っている。

しかし、中東諸国のそれは実に簡単な解釈で、“陰を作るもの”であり、“日除け”であればよいことになる。だから、トタン屋根、天幕張り、板1枚あるいは泥屋根等の極めて単純な屋根を数多く見ることができる。また、土漠の中で演習中の軍隊の天幕群を多くの国で見た。あるいはまた、日本の建設会社の現地車庫や整備関係の工場も丸屋根方式の天幕張りであったが、それらの屋根の下はなんら暑さを感じさせない所となる。すなわち、日本の夏では考えられないが、灼熱の暑さはこれらの陰の下に入るとそれを感じさせないようになる。

前にも書いたが、この現象は低温度のためで、太陽の下と日陰とでは約10°Cの温度差があることによる瞬間的にヒヤリと感ずるわけであるが、といっても50°Cが40°Cになる程度で、ここに風が吹いてくれば、それが熱風であることには変わりはない。それにしても、“炎える太陽の暑さに対して陰を作るための屋根”の考え方は、永い年月の間に彼等現地の人達の経験が生んだ貴重な生活様式といえよう。

## 水について

ある一日、現場視察のため宿舎を乗用車で午前10時に出発し、現地の酷暑の土漠地帯に約1時間30分ほど居て午後3時に宿舎へ戻ったことがある。もちろん途中で通常の昼食をとり、暑いので出されたコーラを3本と水もコップで5杯飲んだが、宿舎に帰った時計量したら体重は2.4kg減っていた。焼けつくような炎天下で水分はどんどん蒸発して行き、人体からは常に発汗が行われているので、その咽喉の乾き具合というものは湿度の高い日本ではとても感ぜられないもので、口中がカラカラになると、まぎ唇が乾いて来る。これを舌でなめながら湿らせて乾きを防がなければならないが、苦しいものである。かといって、湿度の高い日本の夏のように汗がダラダラ流れるということもなく、汗が乾いて肌に白い塩が残る状況がよくある。屋外で労働する人達の作業衣には塩の画いた白い模様ができたりしている。人間にとって飲み水の大切なことは当然なことだが、中東諸国においては、“飲料水”はいかなる場所に行くにしても欠くことのできない必需品である。

イラクでもイランでも、南部海岸地区に近づくに従い道路に近い土漠の中でよく塩の山を見ることができ。これは数千万年来（あるいは数億年か？）照りつけていて、水分が蒸発していったために、多少の雨があっても地表が塩で白くなっているわけで、これを集めて塩の山にしているのである。このような塩気のある土地だから、そもそも緑の草原になるわけがない。

某社が社員の娯楽施設の一環として敷地内に地下水を汲み上げたプールを作っているが、これが塩水である。このくらいに地表面は照りつけられ通し、水分はほとんど蒸発し続けている。だから、湿度も低くなるわけである。

こんなわけで、どこでも飲料水は貴重品であるが、皆硬水であり、我々日本人がこれをそのまま飲むと大体において下痢をする。煮沸してから冷やしたり、飲料適にするため特別装置をつけたり、飲料適の水を水道の水として施設して購入していた。こんな貴重な水だから、使い捨てにすることなく、毎日わかす風呂の残り水を掃除用の水としたり、野菜畑の散水に利用したりなどして創意工夫している事業体もあった。現地の住民達はちょっとした川のように見える所で洗濯もし、食事関係の水をとり、さらに体を洗い、子供達は泳いだりしているのを何回も見た。あるいは雨水を貯めておく“大がめ”や“貯水槽”を備えている家がたくさんあることも聞いている。

外国に行くたびに思うことだが、何の心配もなく、どこでも平気で“水”が飲める、この山紫水明の国、日本はまったく有難い、よい国なんだろうと思うのは私だけではあるまい。日本に初めて来たイラクの人々が、もし自分の国に日本のように水があれば、石油なんか出なくてもよいといったような話を聞いたが、これも彼等の実感であろうとなぜける。

## アラビア数字について

我々は子供の頃から算用数字またはアラビア数字として

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

を習って来て、極めて自然にそうだと思っていた。ところが、アラブ諸国は共通して、貨幣をはじめ定価表も自動車のナンバープレートも

١ ٢ ٣ ٤ ٥ (または ٥) ٦ ٧ ٨ ٩ .

で数字が表示されており、親切な所で両方が併記されている。



まず、これを覚えないと、コインを使ってチップを払うときも、電話をかける場合も、そして買物をして釣銭をもらった時も困ることになる。紙幣は一般的にコインより高額であり、しかも表面がこのアラビア数字表示で、裏面が西洋流の算用数字表示なので間違えることはないが、コインは全部このアラビアの数字で表示されている。故にこの文字はどうしても覚えておく必要がある。例えば、

۱۹۷۷.۶.۲۵ (1977. 6. 25)

のごとくである。

我々が子供の時から教わった数字は、明治以後にいわゆる西洋の国々から移入されたものであるが、上記アラビアの数字がアラブ民族と共にあり、ゲルマン民族やアングロサクソン民族とともに歴史的に変化しつつ形を変えて今日の姿になったのであろう。数字だけは世界中が、たとえ発音は違っても皆同じ文字かと思っていたが、これがまったく違っていただけを知らただけでも、歴史的なものも含み大きな勉強になったと思う。

地図を拡げ、大西洋をはさんでいるヨーロッパ、アメリカ大陸からアジア、日本をみると、Far East (極東) であり、アラビア半島やペルシャ地区は Middle East (中東) である。有史以後多くの文明がヨーロッパから発しているが、中東の国々は有史以前から歴史的な事実が証明しているように、いまでも全体としては“西”の方向、すなわち、欧米を向いていると思う。だから、中東諸国に外国企業が入り込む場合もイギリス、アメリカ、西ドイツ、フランス、イタリア、オランダ等々の国が圧倒的に多い。それに比べて、極東を含む東洋の人達が本当に回教諸国の人達と接触しているのは(シルクロード時代以来の細々とした隊商の接触を除けば)、極端にいえばつい最近発生し、今日の世界経済を激しく揺り動かしている、いわゆる“オイルショック”以後ではあるまいか。

4年前の第1次中東戦争以後、我が国の政府要人が相次いでアラブ諸国を訪問し、彼等の国々の要人も日



50 リアル紙幣

本を訪れるなどして、経済、政治面における接触が始められたように思う。その後のアラブ諸国の開発の進展とともに日本の企業体が進出を始めたわけであるが、それにしても“極東の日本”と“中東の国々”とは欧米諸国よりも近い所にあるのに、「やはり“遠い国”だな」と思う。その証拠として、ちなみに、今回の私の出張にあたり、多少の予備知識が欲しくて都内の有名書店を何軒か回ったが、アラブ、ペルシャに関する書物はほとんどなく、あってもそれがジャーナリストの眼から見たエジプト方面から眺めるもの、あるいは中東戦争的な見方からする政治的なもの等であった。外務省に行って書物を探してみても単行本的な各国の説明書しかない。生活様式、言語に関するもので一般的に見る「何々語4週間」をはじめとするもの、会話的なものはまったくない。これだけ情報が発達している現在でも、書物としての中東諸国の紹介がほとんどないということは、やはり日本にとってアラブ諸国、ペルシャ等の国々は“遠い国”だったと思わざるを得なかった。

### 食べ物について

最後になったが、食べ物について一言触れておきたい。暑い国、回教の戒律で一般的に豚肉の食べられない所、加えて農耕地が少ないので青い物、いわゆる野菜が少ない国々等を考えてみれば、自然に答えが出て来るが、日本料理とはまったく違う。しかし、「郷に入っては郷に従え」で、どこの国の食べ物もそれなりの工夫がしてあり、おいしい。

アラブのパンとチーズ、これはおいしい。パンは西欧風でもなく、また、フランスパン風でもないが、味がいい。また土地の人達の常食としている煎餅の大きいような、一般的な呼び方で“ヌー”といっているパンに様々なものをはさんで食べるのもおいしかったし、羊肉による焼肉のいわゆる“シシカバブ”も実に美



10 リアル硬貨



5 リアル硬貨



2 リアル硬貨

味である。“米”そのものはあるが、東洋、ことに日本の“米”とは味が違い、炊き方も違うようで、これもバターと混ぜて食べるとバターライスになり、他の副食とともに食べられる味になる。現地人と一緒になる気持ちで現地食に慣れることは、現地に溶け込むためにも大切なことであると思っている。

\* \* \*

今回私が中東の国々を訪れたのも、その各地に日本の企業が進出し、その企業内に社員が出張していることが動機であるが、前述したような様々な酷しい条件下において、それらをその都度克服して頑張っている日本人の方々に対しまず敬意を表したい。

日本をはじめ韓国も相当数の企業が進出していたし、西ドイツ、スウェーデン、アメリカ、イタリア、フランス、オランダ等の西欧の国々の企業体も、各々がそれぞれの国柄に応じた方法でアラブの国々、ペルシャ地区に進出しているが、これらに伍して堂々と進出している日本の企業体およびそこに所属して働いている日本人の方々は一箇所数人の所から数百人おられる所までである。イラクのバスラ市周辺は全日本人で2,000人を越えるともいわれ、日本人会ができた、あるいは日本人小学校も開校しようとの話のある地区もあったが、そのほとんどの人は家族、兄弟達と離れての独身赴任で任務についておられ、酷しさと諸条件の辛さを乗り越えて、任務を終えて帰国するまでは「悔いのない仕事をして行くんだ」の気概で頑張っておられる姿に、等しく頭が下がるものを感じる。そして、異国の地に働

く日本人達は企業の枠を越えて相互に助け合っていると感ぜられるのは、やはり異国における同じ民族の血というものだろうか。

私は短い体験の中から知り得たことを記したが、読み返してみると、現地の酷しさと現地の人達の実生活環境における救いのない状況をあまりにも強調したような気がする。しかし、この資源小国といわれる現在の日本のおかれている政治および経済の構造上、先進諸国に伍して平和国家として堂々と世界に発言して行くことができる方法は、資源のある国々からこれを購入し、日本人のレベルの高い教育、技術と勤勉な労働力によりこれらの資源、原材料を加工し、製品として輸出するか、あるいは技術そのものを輸出することによって外貨を得るのが最良であることは周知のことである。

その資源の中の重要なものの一つが“石油”である。この石油ゆえにいま世界中の国々が中東諸国に注目し、様々な形の行動をしているわけであるが、前述のように、誇り高い歴史を有しつつ、その豊富な地下資源とともに、これだけ脚光を浴びている中東諸国地域が、いかに酷しい生活環境、条件下であれ、また、たとえ“地の果て”を思わせるような所であろうとも、今後の日本にとって極めて大切な存在であることは判りすぎるくらい判っていることである。

それだけに、“協調、協力の精神”と“忍耐心”を堅持して中東諸国の人達と親しく交じわるためにますます多くの経験者達の知識を結集し、さらにアラブ、ペルシャ諸国の政治、経済、文化、産業等々あらゆる分野について研究され、アラブ、ペルシャ

はじめ中東の国々の今後の豊かさが日本の、そして日本人の豊かな繁栄に結びつくことを心から願いつつ稿を終わろうと思う。

—マルマ重車輛(株)

常務取締役—



土漠の現地に建てられている工場

# 島根県北神立橋長尺ぐい工事実績

藤井達視\* 織田幹春\*\*

佐々布 徹\*\*\*

## 1. まえがき

北神立橋は島根県の宍道湖に注ぐ斐伊川下流に施工するため川幅も広く、また地質的にも支持層が深く、かつ大半が砂、砂質シルト層から成り、大口径長尺ぐいには不利な地質条件下にある。また、河口付近であるため天井川となっており、地下水位も高い。さらに、堤内は住宅密集地であるため無振動無騒音工法が施工条件となっている。

これらの諸条件から堤内は武智工務所のTAIP工法を、堤外はディーゼルパイルハンマ打ち工法を用いて施工することに決定した。その工事概要と現在までの施工実績について以下に報告する。

## 2. 工事概要

当工事は島根県農林水産部計画の簸川地区広域営農団地農道整備事業の一部で、1級河川斐伊川を渡る橋長878.06mの北神立橋下部工事で、その工事概要は、

工事名：簸川地区広域営農団地農道整備事業

工期：昭和52年6月15日～55年3月10日

橋台工：2基

橋脚工：23基（堤内8基、堤外15基）

ぐい本数：190セット（堤内70セット、堤外120セット）

橋長：878.06m

管理道路取付工：左岸・右岸一式

護岸および護床工：左岸・右岸一式

で、この施工場所を図-1に、工事概要とぐい数量等を図-2、表-1に示す。

## 3. 地質条件

当施工区域は松江市～宍道湖～出雲市に至る宍道湖中海低地帯に属する。この低地帯は北東・南西方向に帯状に伸びており、周辺地域に分布する段丘における地質構造と密接な関連を有している。当施工区域の地質は中世代の花崗岩類（石英安山岩等）およびこれを不整合的に覆う第3系を基礎とし、後期更新世大庭れき層および沖積層（粘土および砂等）より形成される基盤（主として出雲層群）は上述低地帯にほぼ平行な軸を有する複合斜構造を示し、北に向って開圪する堆積盆を形成している。この堆積盆により



図-1 施工場所位置図

\* 三井建設（株）広島支店機材課長

\*\* 三井福田組建設共同企業体出雲作業所長

\*\*\* 三井建設（株）広島支店機材課

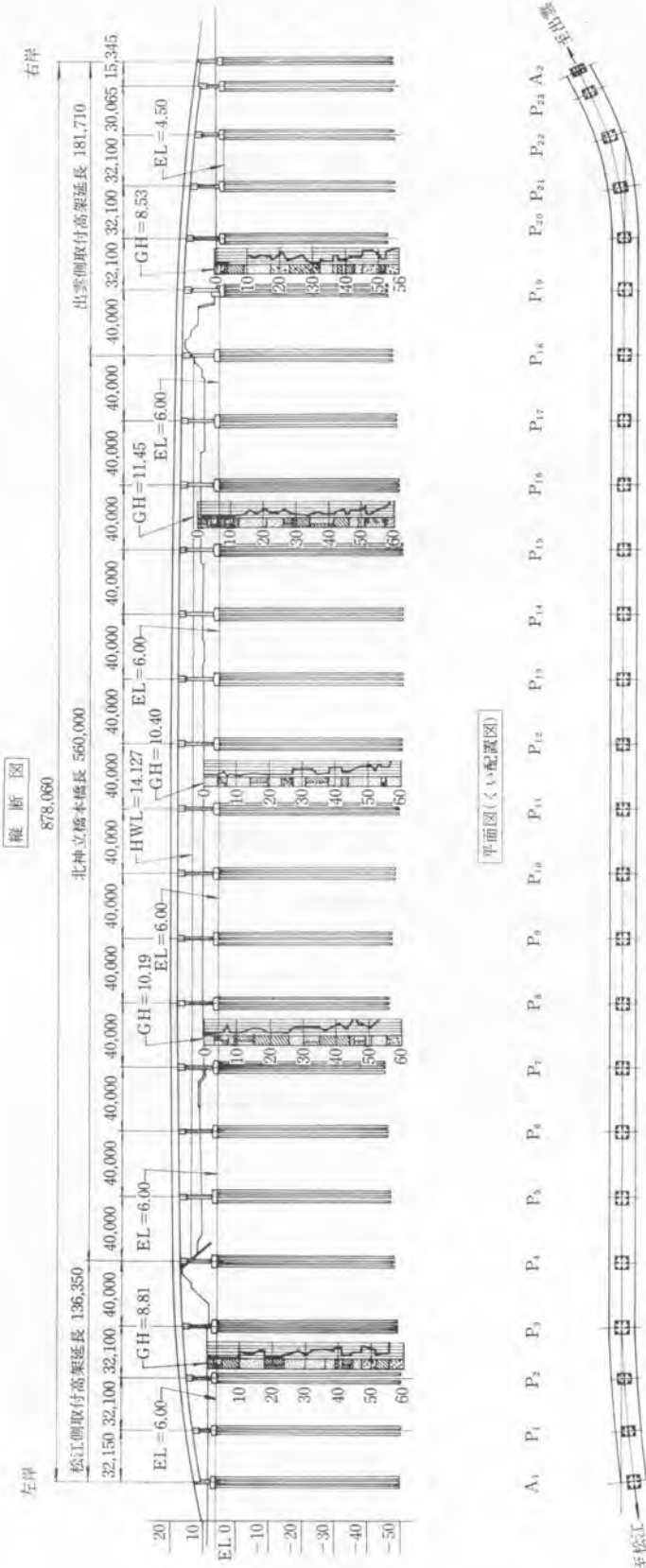


図-2 工事施工図

表-1 鋼管ぐい長

No.	松江側堤内TAIP工法												出雲側堤内TAIP工法													
	A <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>	P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>17</sub>	P <sub>18</sub>	P <sub>19</sub>	P <sub>20</sub>	P <sub>21</sub>	P <sub>22</sub>	A <sub>2</sub>		
ぐい本数	8	6	6	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	6	6	6	12
ぐい長 (m)	56	56	56	55	54	53	52	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56	54	53	53	50	50	52	52	52	52
ぐい長 (mm)	448	336	336	385	432	424	415	408	416	424	432	440	448	448	448	448	448	440	432	424	350	300	312	312	312	624
上ぐい厚さ (mm)	16, 12	12, 9	12, 9	14, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	16, 12	14, 12	14, 12	14, 12	14, 12	14, 12	16, 12
上ぐい長さ (m)	14.5	14.5	14.5	14.5	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0
中ぐい厚さ (mm)	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9	12, 9
中ぐい長さ (m)	14.5	14.5	14.5	14.5	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
下ぐい厚さ (mm)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
下ぐい長さ (m)	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0

(注) 管厚の異なるもの、および管長13m以上のものは工場で接合後納入

基礎までの到達距離は変化が激しく、深い所では 100 m を越えると考えられる。れき層は  $N$  値 30~50 以上の密な状態を呈しており、構造物の支持層としては非常に良好な地層である。

れき層上部に堆積する第四紀の沖積層は非常に厚く、調査地付近では 50 m 程度になる。この沖積層は砂丘砂を含み河岸氾濫原を形成し、一般的に砂層が優勢となっている。砂へ粘土への輪廻を数回示しているが、れきは少ない。粘土層の相対調度は  $N$  値 0~24 と非常にばらつくが、深くなるに従って硬くなる傾向がある。

#### 4. 鋼管ぐい

鋼管ぐいについては、材質は JIS G 3444 の 2 種 (STK-41) に、その形状寸法、重量等は JIS A 5525 (鋼管ぐい) に適合するものとし、その継手は JASPP ジョイント法を使用した。ぐい全長を 4 ピースに分け、13 m 以上の長さ、管厚が変化するぐいについては工場接合とし、また、ぐい天端の補強も工場加工後現場搬入した。鋼管ぐいの継手部等の詳細は 図-3 に示す。

現場継手部の溶接にはノンガス半自動溶接機 2 台で行い、屋外作業となるため気候条件等の影響を受けるので降雨、降雪時、および風速 10 m/sec 以上の風がある場合には防護を行い、溶接部に悪影響が出ないように計画した。半自動溶接機の仕様を 表-2 に示す。

#### 5. 堤内ぐい打ち

##### (1) 工法の選定

堤内ぐい打ちは右岸側  $A_1$ 、 $P_1$ ~ $P_3$  の 4 基 27 セット、



写真一 TAIP 工法作業状況

表-2 半自動溶接機仕様

型式	SN-500 B (MEL-PACK 500)	溶接トーチ	MV-501 B
製造会社	三菱電機	冷却方式	自然冷却
定格電流	500 A	コンジット長	3 m
ワイヤ径	3.2 φ	電 源	MA-500 E (交流アーク溶接機)
供給速度	0.5~6.0 m/min	1 次 側	200 V, 22.5 kW
制御方式	サイリスタ方式	2 次 側	80~500 A (定格 500 A)

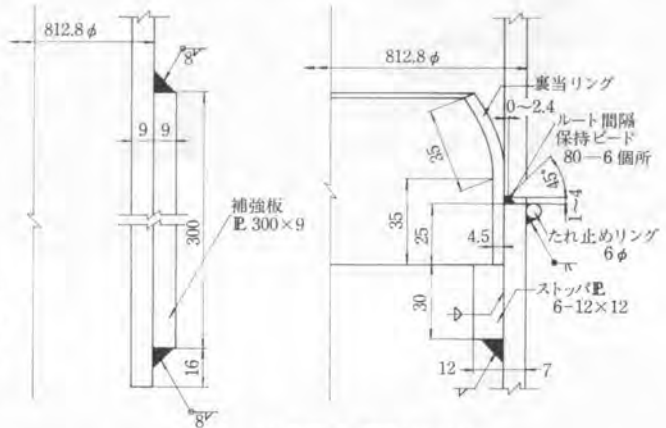


図-3 ぐい先端現場継手部詳細図

左岸側  $P_{19}$ ~ $P_{23}$ 、 $A_2$  の 6 基 43 本の計 70 セットの打込計画で、当施工地は住宅密集地であるため無振動無騒音工法が前提条件となり、また、ぐい長は 3~6 m のヤットコ打ちがあって、特に右岸側では GL -60 m にも達し、なおかつ、土質調査の結果から大半が砂、砂質シルトであるため数種類の同工法を十分検討した結果、工法の合理性および同程度に近い長尺ぐいの実績があることから、中掘工法である武智工務所の TAIP 工法を採用することにした。

TAIP 工法の特長はオーガシャフト先端に拡大刃をセットし、ぐい本体に拡大刃をひっかけて同時回転させ、ジェット水流を拡大刃先端から噴射させ、掘進時のぐい周辺の摩擦抵抗を低減させると同時に土砂を流動化し、ぐい内部に流入させ、ぐいを回転圧入させるため、当施工地には有利と判断された。また、支持層到達後セメントミルクを拡大刃先端から注入し、拡大刃による攪拌作用によってソイルコンクリートを形成し、これによって良好な支持力を得るというものである。

##### (2) 施工方法

TAIP 工法の作業順序を 図-5 により説明する。

① 下ぐいを作業台下部に取込み、この台を前方にスライドさせ、オーガ本体をかわしながらオーガシャフトをぐいの先端より挿入し、シャフト下部に取付けられた拡大刃を開き、ぐいにかける。

② ジェット水をグラウトポンプより圧送し、拡大刃先端より噴射し、オーガを回転させ、オーガシャフトおよびぐいを同時回転させながらぐいを圧入する。

③ ①と同様にして中ぐい、上ぐいを取込み、オーガシャフトをくいの上端より挿入し、下ぐいを芯合せ、立ちを確認後、溶接接合し、回転圧入していく。

④ 最後にヤットコをかぶせ、所定の支持層までくいを回転圧入する。支持層の確認等はアトム装置、これは拡大刃の掘進速度とオーガ用モータに流れる電流値を記録し、この値と  $N$  値とを対比させることによってくいの先端地盤強度を推定する装置で、電流値が高い層および掘進の所要時間が長い層が  $N$  値の高い層との目安にはなるが、土質の状況によってその判定はむずかしい。

⑤ 所定の支持層に到達後ジェット水を止め、かわりにセメントミルク（水セメント比 65%）をオーガを回転させながらくいの先端より圧入すると、拡大刃の搅拌作用によってソイルコンクリートを造成させることができる。

⑥ 所定量のセメントミルクを圧入後、オーガを逆回

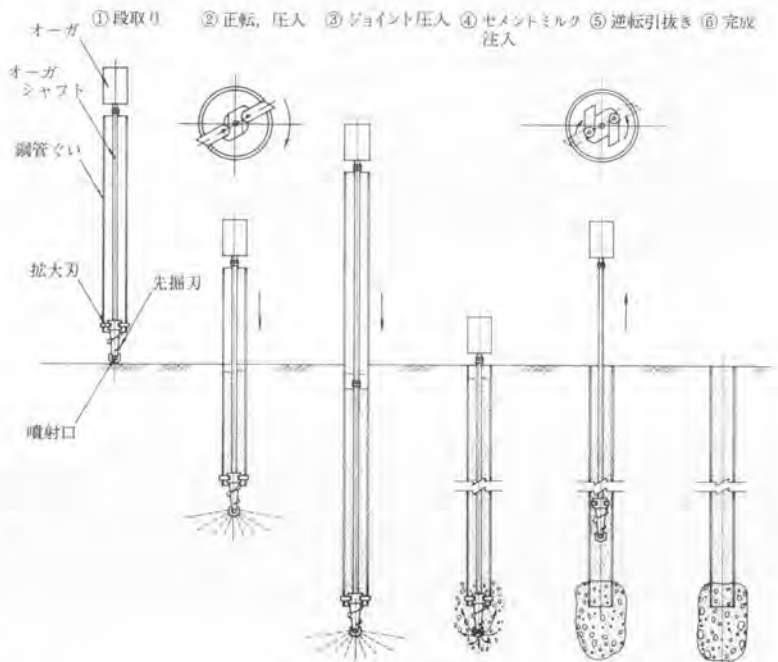


図-5 TAIP 工法施工順序

転させると、拡大刃は自動的に閉じてくいから分離し、オーガ、ヤットコを引抜いて施工を完了する。

⑦ ここにソイルコンクリートはくい内部を閉塞させ、かつくい先端周辺で球根状に固結し、良好な支持層を形成する。

TAIP 工法の主な機械仕様を表-3 に、機械構造を図-4 に、施工順序を図-5 に示す。

(3) 施工結果

機器の搬入後組立に 3 日を要したのち施工を開始したが、途中天候にも恵まれ、順調に作業は進んだ。夜間作業ができないので施工途中で翌日へ持越す場合もあったが、深い位置で停めたときはやはり翌日の下りが悪くなるという傾向が見られた。土質の条件および機械の状況によって打込みの時間は変わってくるが、例をあげると、 $A_1$  橋台では日平均 1.14 セットであった。また、サイクルタイムは図-6 に示すとおりで、これは  $A_1$  橋台 8 本の平均値をとったもので、そのうち 1 本は X 線検査（3 箇所）があったが、それに要した時間は除いている。平均の下りはそれぞれ 0.85 m/min, 0.93 m/min, 0.63 m/min, 0.56 m/min, 0.08 m/min と深くなるに従って悪くなるが、やはり残り 3 m ( $N$  値 50 以上)の部分では極端に下りが悪くなる。

TAIP 工法はオーガとジェット水により掘進させるためくい止まりの  $N$  値を測定することができないので支持層深さにバラツキがあると考え、各ピア

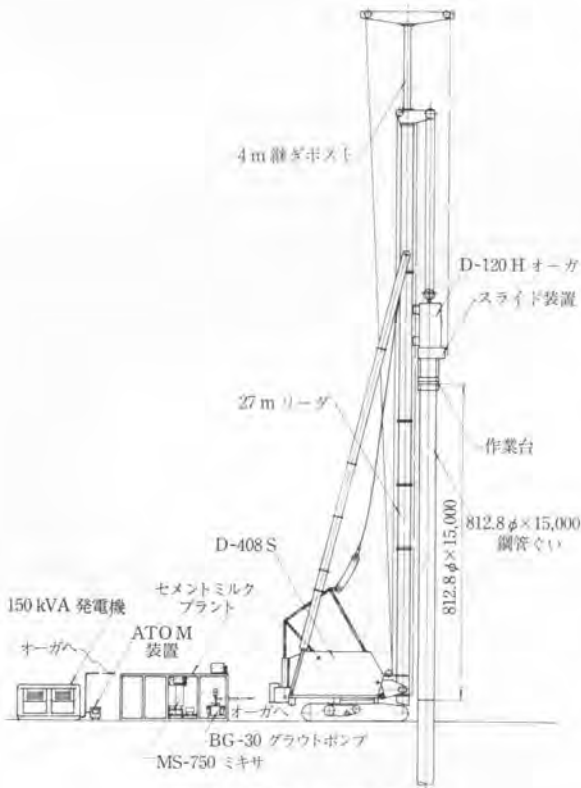


図-4 堤内用くい打ち機構造図

表-3 TAIP 工法機械設備の仕様

(1) くい打ち機本体仕様 機械型式 日車D-408S 主要寸法 全幅 3,300mm(輸送時最大) クローラ全幅 4,000mm(作業時) クローラシュー幅 800mm クローラ全長 5,015mm キャブ高さ 3,171mm ガントリ高さ 4,914mm(作業時) 作業速度(ロープ速度) 荷重巻上速度 低速 46.7m/min 高速 72.3m/min 荷重巻下速度 低速 29.4m/min 高速 45.5m/min ブーム巻上速度 低速 47.9m/min 高速 74.1m/min ブーム巻下速度 低速 30.1m/min 高速 46.6m/min サードドラム巻上速度 低速 59.8m/min 高速 92.4m/min 旋回速度 低速 4.13rpm 高速 6.39rpm	走行速度 低速 0.74km/hr 高速 1.13km/hr 登坂能力 30% (16.7度) 本体自重 約31.5t(走行時最大88t) 接地圧 0.44kg/cm <sup>2</sup> (走行時最大1.21kg/cm <sup>2</sup> ) 機関出力 106PS/1,550rpm トルク 56kg-m/1,000rpm	ボアストロータ 130φ×130 回転数 90rpm 吐出量 540l/min 圧力 18kg/cm <sup>2</sup> 口径 100(IN)×63(OUT) 電動機 22.5kW 重量 1,000kg 主要寸法 {高 1,550mm 幅 2,500mm 奥 750mm	(4) グラウトミキサ仕様 型式 東邦地下MS-750 電動機 11kW×2 槽容量 750l×2 攪拌容量 600l×2 回転数 500rpm 吐出管径 100φ 重量 700kg 主要寸法 {高 1,700mm 幅 2,200mm 奥 1,200mm

ごとに再ボーリングを行い、特に支持層付近のN値を確認し、万全をきした。妻伊川の氾濫原であるため流木等が埋まっていることが懸念されたが、無事両堤内ともくい打ちを完了させることができた。

(4) 堤内くい打ちの载荷試験

無振動無騒音くい打ち工法は打撃工法と異なり、ピアごとに地質確認はしているものの実質確認ができない。そのため出雲側堤内および松江側堤内でそれぞれ1箇所ずつ载荷試験を行った。左岸側は P<sub>10</sub> で、右岸側は P<sub>1</sub> のセンターぐいで行った。P<sub>1</sub> においては 600t 载荷を

を行い、分析した結果、降伏荷重 P<sub>y</sub>=520t で、長期許容支持力 R<sub>a</sub>= $\frac{1}{2}$ P<sub>y</sub>=260t > 142t (構造計算書) となり、十分に満足することが確認された。

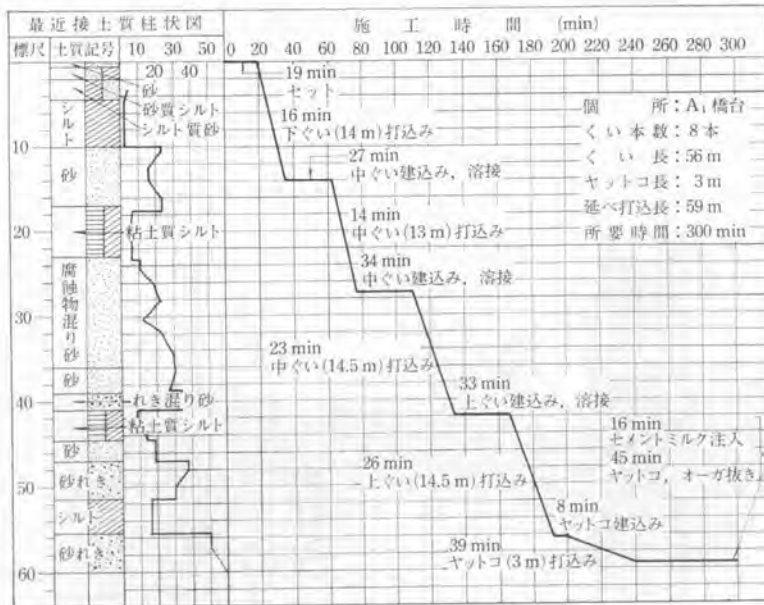
施工工期の関係上、くい打ち後の時間を十分に取ることができず試験が行われたが、実質的には周面摩擦等が働いて計算以上の支持力が得られたと推定される。

6. 堤外くい打ち

(1) 施工方法

堤外くい打ちは P<sub>4</sub>~P<sub>18</sub> の 15 基 120 セットであるが、半川縮切施工が原則であるため P<sub>11</sub>~P<sub>18</sub> の 8 基 64 セットを今年度、P<sub>4</sub>~P<sub>10</sub> の 7 基 56 セットを来年度の渇水期(10月~翌年5月)に、くい打ち、縮切矢板打ち、掘削、ベース、立上りまでを施工する計画とした。

堤外用くい打ち機は当初 7t 級ディーゼルパイルハンマ打ちが設計仕様になっていたが、試験打ちの結果ではかなり打込みがむずかしく、また、たまたま試験くい打ち直後にハンマの故障が重なり、急拠今般新作発表になった神戸製鋼所製の KB-80 型 8t ディーゼルパイルハンマ(図-7、表-4 参照)に入替えて施工することにした。結果は良好で、心配されたくいの損傷もなく順調に打込みがで



(注) 所要時間は8本の平均値。ただし、内1本にはX線検査があるがその時間は除いている。また、段取り替えその他は含まない。

図-6 TAIP 工法による平均サイクルタイム

表-4 KB 80 型ディーゼルパイルハンマ仕様

型式	単動・水冷式	潤滑油	ラム: 40 l
要目		タンク容量	アンビル: 40 l
本体総重量	20,500 kg	冷却水量	
ラム重量	8,000 kg	タンク容量	470 l
最大斜杭打角度	30度	ラム潤滑油	モータオイル SAE 40~50
打撃回数	35~60 blow/min	アンビル潤滑油	シリンダオイル JIS 2号
1打撃の仕事量	22,000 kg-m	主要寸法	
燃焼による 押圧力	250t	全長	6,100 mm
燃料消費量	32~40 l/hr (軽油)	最大幅	1,384 mm
潤滑油消費量	6 l/hr	アンビル最大径	980 mm
燃料タンク容量	210 l	ハンマ中心とガ イドパイプ中心 の距離	850 mm

き、作業能率も上ったのではないと思われる。陸上用  
くい打ち機としては国産最大であり、その能力も一段と  
大きくなっている。これを装備するくい打ち機本体には  
日車 D 408 S を使用し、また、くい長が最大 15 m ある  
ためリーダ長は 27 m を使用した。くい打ち機の構造を  
図-8 に示す。また、くい打ち機の仕様は表-3 に示す  
とおりである。

## (2) 施工結果

施工能率は土質の条件および機械の状況で変わって  
くるが、一例によれば、日平均 1.33 セットという結果と  
なった。標準的なサイクルタイムを図-9 に示すが、表  
わし方は図-6 と同様で、各ピースそれぞれ 2.60 m/  
min, 1.88 m/min, 1.25 m/min, 0.65 m/min, 0.17 m/min  
の下りで、試験打ちのとき心配された支持層上 10 m 前



写真-2 8 t ディーゼルパイルハンマによるくい打ち

後にある  $N$  値 30~40 の層も比較的スムーズに貫き、支  
持層に到達できた。幸いに機械の故障もなく、また、堤  
内同様流木等の障害物等にも当ることなく目標の 64 セ  
ットを短期間で打込むことができ、来年度の 56 セット  
を残すだけとなった。

実質くい支持力は Hiley の公式によって確認した。  
一部を例にとると、ラム重量 8 t, 落下高 270 cm, 貫入

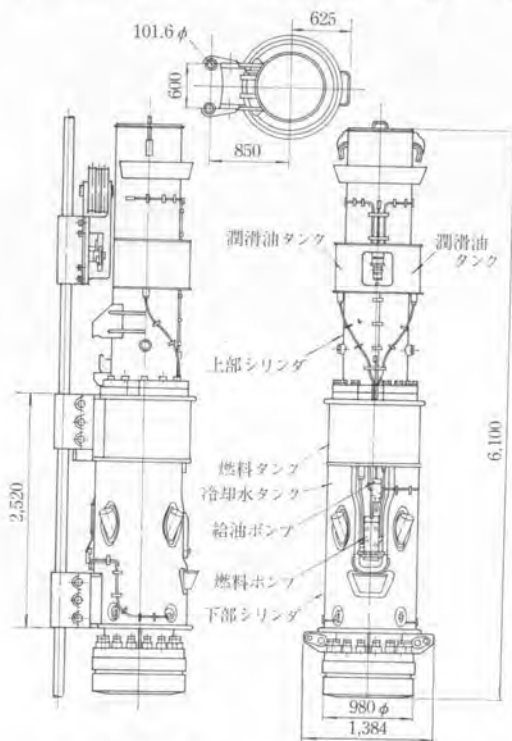


図-7 KB 80 型ディーゼルパイルハンマ全体図

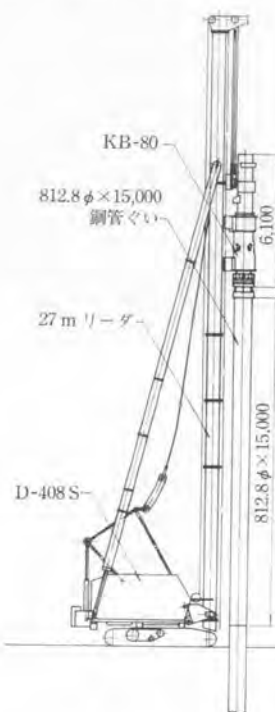


図-8 堤外用くい打ち機構造図



量 0.42 cm, リバウンド量 3.2 cm で支持力 1,179.4 t と算出された。堤外については、打撃工法なので支持力については全セット十分に支持力があることが確認できた。

### 7. あとがき

堤内くい打ち工事は人家に近い位置での施工となるため、無騒音無振動施工と指定されていたため TAIP 工法を採用したが、次に述べるような問題点もあり、参考になれば幸いです。

① N値 50 以上の砂れき部に達したとき、大きい玉石が出た場合に必要根入れ深さの確保に難航したこと。

② 地表より  $L=30\text{m}$  付近までくいを打込むとそこで作業中止できないので近隣の住民の了解を得る問題。

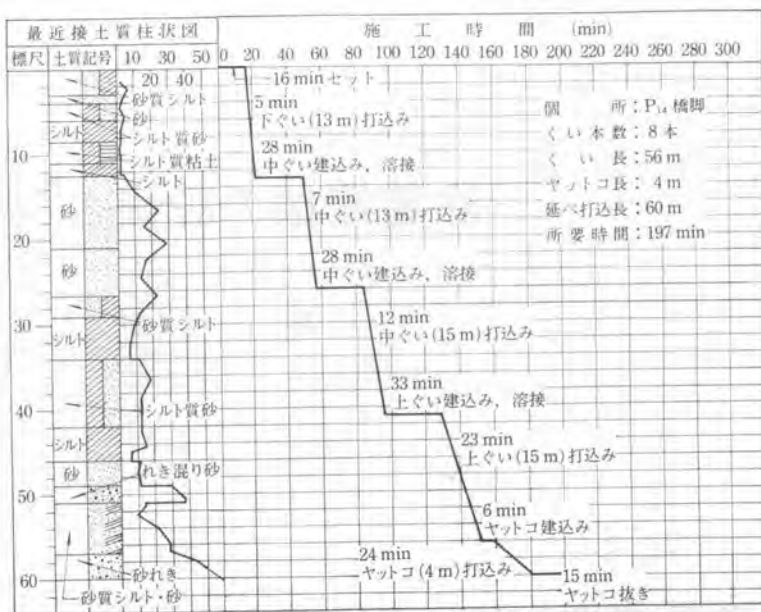
③ 土質がシルトであるため地下水とともに泥水が上り、これの処置の問題。

④ 先端ジェットノズルがつまり、ジェット噴水ができなくなること。

堤内くい打ちも以上のような問題もあったが、総じて順調に施工は進み、9月1日より開始し、途中一時中止

はあったが、11月4日には70セットのくい打ちが完了した。

堤外の打撃工法については、振動測定等を行い、堤内の人家の被害状況を確認しながら施工を進めたが、川幅が広いことと堤防が大きいため被害はなかった。試験くいを10月10日に打ち、11月26日には半川  $P_{11} \sim P_{18}$  までの64セットの施工を終った。天気にも恵まれ、心配していた機械の故障もなく無事完了した。



(注) 所要時間は8本の平均値。ただし、内1本にはX線検査があるがその時間は除いている。ヤットコ抜きにはパイプロを使用したが、当箇所には使用せず。また、殺取り替えその他は含まない。

図-9 8tディーゼルバイルハンマによる平均サイクルタイム

## 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

岩石トンネル掘進機文献抄録集

B5判 130頁 \*頒価 1,500円 〒300円

建設機械と施工法シンポジウム 論文集 (昭和52年度版)

B5判 164頁 頒価 2,000円 〒300円

建設機械等損料算定表 (昭和53年度)

4月初旬発刊 頒価 1,500円 〒300円

Japan Construction Equipment Specification 1976

B5判 60頁 頒価 900円 〒200円

機関誌「建設の機械化」(月刊)

1冊 450円 年間 4,800円 (前金)

(注) \* 印は会員割引あり

# 除雪機械の評価と選定

齋 恒 夫\*

## 1. ま え が き

道路の除雪機械は現在種々のものが生産され、各々作業形態によって選択使用されているが、ここ 10 年程度の動向をみると、量的には大幅な増加がある反面、構造面ではそれほど大きな変化を示しているとはいえない。

一方、機械や施工の現状を見る場合、従来から過去の経験の積み重ねによってほぼ慣例的に選択が行われているのが実情で、施工の環境面からみれば不具合点も多くなっている。これらの顕著な例として沿道の市街化区域の増加に伴った投雪制限区域の異常な増加や歩行者、通行車両の増大にからんだ高速施工の阻害要因をあげることができる。また、広域交通網の整備に伴って交通体系も広域化し、雪国に不慣れな運転者も多く、交通需要の増大と相まって質の高い除雪が要求されている。

このように種々の問題があって、機械をフル能力では使うことが不可能になりつつある。このため除雪機械や施工法も実情にマッチさせるよう選択や評価の見直しが必要な時期であろうと考えられる。

この報文は建設省の建設機械開発調査費による課題「除雪機械の経済性の評価に関する調査試験」の一環とした汎用的な除雪機械について機械と施工の選択手法をいくらかでも合理的なものとしようという意図のもとに経済性、能率、信頼性などを基として総合的な評価選択をする方法と試算した結果について、その概要を紹介するものである。

## 2. 分類別評価

分類別評価は、①能率、②経済性、③信頼性（修理実態）、④施工実態を各々評価するもので、この基礎資料となつたものは昭和 51 年度冬期における東北地建全域に

\* 建設省東北地方建設局東北技術事務所工作課長

わたる直轄管理区間の道路除雪の実態を調査したものの結果である。

### (1) 能率評価

図一1～図一3 は1工区単位の調査区間を設けて各種の異なった条件下で現状では最も妥当と思われる実施工の解析を行った結果である。解析にあたっては、雪質や作業条件はごく一般的なもののみを抽出し、特異な条件は除外しており、これが東北地建における平均的実態である。

図一1～図一3 から能率を評価した場合、次のことがいえる。

① 新雪除雪については、15 cm 程度の新雪では従来からいわれているとおり除雪トラックが優れており、これ以上の積雪となれば除雪グレーダがよい。また、積雪の浅い軽度圧雪では除雪トラックもかなり有用な手段として活用できる。

② 路面整正の除雪グレーダについては、4.0 m 級が圧雪層の深いほど能力を発揮することが明らかである。負荷の小さな場合に 4.0 m 級は 3.7 m 級除雪グレーダと能率は近接するが、この原因はむしろ作業最高速度と操作上の限界を示していることを示唆している。また、圧雪が軽度で浅い場合は除雪トラックも有用な手段とすることができる。

③ 拡幅除雪については、現場条件がかなり制限されている結果、フル能力のおおよそ 0.5～0.7 程度の能力しか発揮できない。また、中型と大型の比較では、大型は中型の 1.5～1.7 倍の能力となっている。大型は一般平地でもきびしい作業条件による投雪方法、操作性でかなり難点のあることが推定できる。

### (2) 経済性評価

経済性の評価方法としては、前述の能率から除雪費用の傾向を試算し、これから経済性の優劣を判断できるも

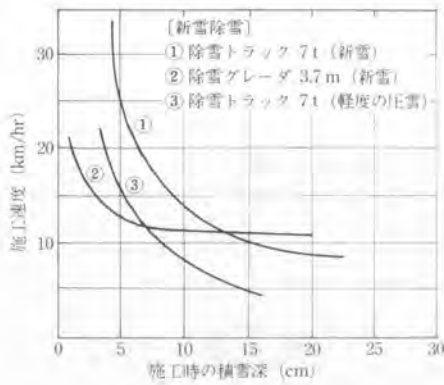


図-1 新雪除雪の施工実態

のとした。

この結果を 図-4~図-6 に示す。試算に用いた運転経費は機械損料、燃費、労務費、タイヤチェーンおよびエッジ損耗費である。

図-4~図-6 から機種別の単位延長当り除雪費用の傾向を考察すれば、

① 新雪除雪は従来からの一般的な施工基準となっている 10 cm 出動を肯定する結果となり、除雪トラックの有用性を示している。

② 圧雪路面整正作業については、4.0 m 級除雪グレーダが優位な結果となるが、圧雪層の薄い場合には 3.7 m 級除雪グレーダとほとんど同費用となる。このことは交通量等によって圧雪生成の早い地域では 4.0 m 級を保有することでより優れた施工ができることを示唆している。また、軽度の圧雪では負荷が軽い場合、除雪トラックもかなり有用な手段とすることができる。

③ 拡幅除雪については、除雪経費からみた場合に大型と中型の差はほとんどなく、処理断面が大きくなるとわずかに大型が有利となってくることから、山岳地等で処理断面が大きく、しかも高速性を発揮できる条件があれば保有は有効であるといえる。

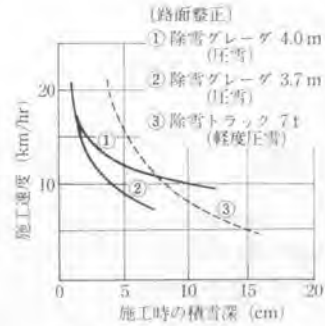


図-2 路面整正の施工実態

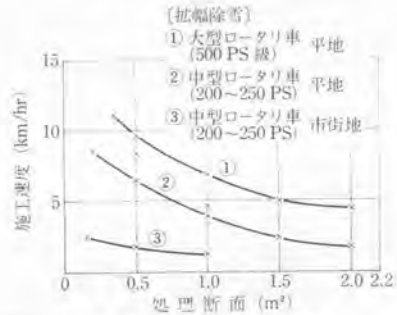


図-3 拡幅除雪の施工実態

(3) 信頼性の評価

機械の信頼性とは、使いたいときにどれだけ使えるかという一種の有用性(Availability)であり、これを機械の故障頻度で表現した。表-1 は東北地建保有の機械から抽出追跡した昭和 51 年度冬期の実態を平均化したものである。また、故障原因と故障個所に関して 図-7、図-8 に示したが、この結果からも信頼性向上の対策の資料とすることができる。

信頼性の調査結果から特に注目できることは、除雪グレーダが非常に高い信頼性を示す反面、除雪トラックは故障頻度が高いことである。この原因としては、高速性を基調とした施工形態のため作業装置(プラウ)故障が

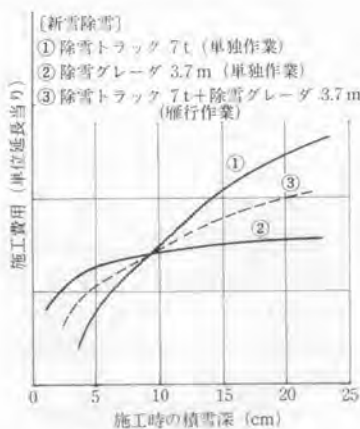


図-4 新雪除雪の積雪と費用

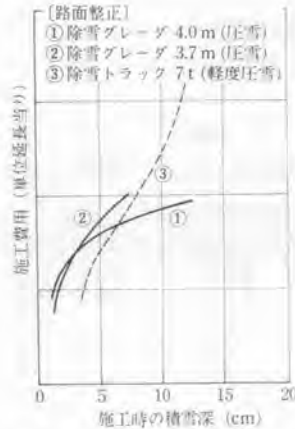


図-5 路面整正の積雪と費用

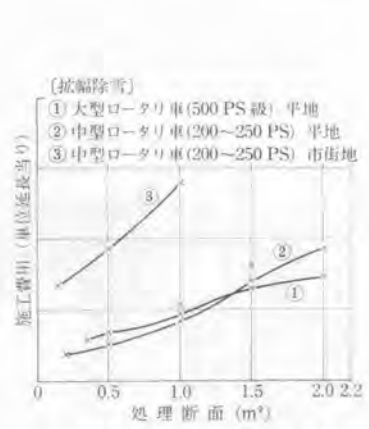


図-6 拡幅除雪の処理断面と費用

信頼度を低めており、故障の原因も取扱いや運転操作不良によるものがほとんどを占めていることに起因している。この対策としてプラウ装置の安全化等も必要となる。

信頼性にあらわれた数値は全面請負による除雪のためオペレータの技量が非常に大きく反映されているとよい。オペレータは一般に土工機械の経験の方が多いため普通であることから、除雪機械に関する整備、運転等の教育の徹底によってはかなり信頼性も向上することとなる。

また、ロータリ除雪車についても除雪トラックとほぼ同様のことがいえるが、機構上の問題もまだ改善の余地を残している。全般的には修理日数がかなり多くかかっており、部品コストの低減とあわせて地方デラーに対するメーカ指導の改善、部品対策など多くの問題を含んでいるといえよう。

〔4〕 施工実態評価

道路除雪の施工は沿道条件等の施工環境によって従来からの施工法に対し数々のネックが提起されるものであるが、以下にその事例をあげて施工実態を評価するものである。

(a) 除雪トラック

除雪トラック施工の問題は沿道の市街化や人家れん坦化の増大による飛雪制限と高速阻害であり、交通量の増大による早期圧雪化で本来の新雪除雪とは異質なものとなり、施工速度もかなり遅いものとなっている。また、雪堤高の高い多雪地帯では中期以降には稼働率が低下している。これらの問題から除雪トラックより除雪グレーダの使用頻度が多くなっている。

しかし、依然として新雪除雪、除雪グレーダとの雁行による中央部の除雪トラック先行などは最適除雪である

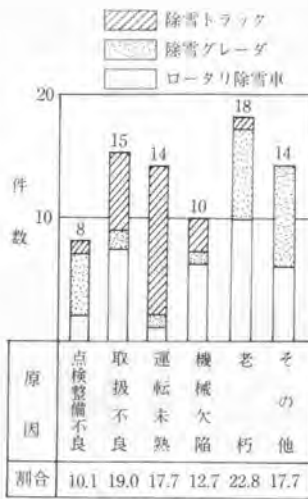


図-7 故障原因別の発生割合 (1件5万円以上について)

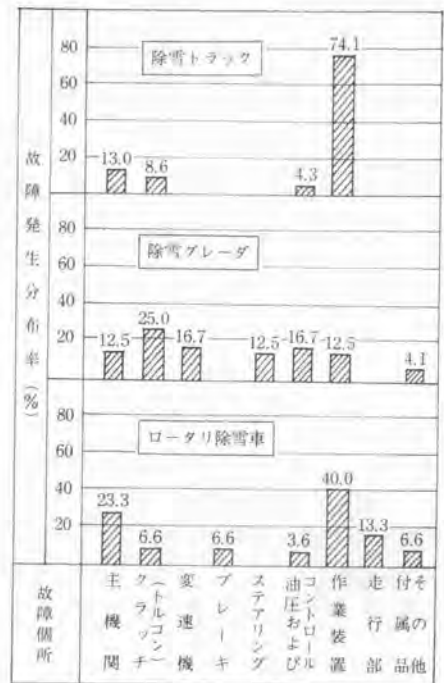


図-8 故障発生部位 (1件5万円以上について)

と評価する人が多い。除雪トラックの効用化が今後の一つの問題となるが、当面トラックグレーダの装着なども一つの手段といえよう。

(b) 除雪グレーダ

新雪除雪、路面整正など同時施工もこなせる多様性をもった機種としての除雪グレーダが除雪トラックよりも好まれる傾向が強くなっており、特に欠点とされる指摘もない。市街化区域の増加によってますますその傾向は強まるものと考えられる。

(c) ロータリ除雪車

道路側方または中央部の吹溜り突破にはこれに代わる高速化された機種は見当たらない。一般にロータリ除雪車の分類である中型、大型の使い分けについて、前者は平地や市街地、後者は多雪地帯の山岳地の専用化の傾向をたどっている。この傾向は、市街地はもちろん、平地では一般に自由な投雪がかなりきびしく制限されてきていることに起因している。投雪制限区域は山林、果樹園、田畑などあらゆる地域に及び、東北の直轄区間を例にと

れば全管理区間の約 65% がなんらかの制約を受けている。このため運搬排雪作業の積込み、既存雪堤への雪の積上げなどかなりきめの細かい作業が要求され、これらは中型機の領域であろう。

これに反し大型機は処理断面が大きく、自由な投雪ができ、しかも比

表-1 除雪機械の信頼性 (東北地建保有の平均)

機 種	評価項目	故障の発生頻度(1回/稼働時間)		出勤必要回数に対する施工完了回数の割合 (%)	1件5万円以上の修理実態	
		1件5万円以上の修理頻度 (1/hr)	修理全件数の修理頻度 (1/hr)		1回当りの修理日数 (日)	1回当りの修理費用 (千円)
除雪トラック	7t級	1/500	1/50	89.5	5.9	134
除雪グレーダ	4.0m	1/3,000	1/470	98.1	11.0	119
除雪グレーダ	3.7m	1/1,950	1/150	97.9	5.3	224
ロータリ除雪車	大 型	1/400	1/70	99.3	3.6	400
ロータリ除雪車	中 型	1/460	1/30	95.8	5.2	238

表-2 分類別評価のまとめ

工種	施工形態	組合せ機械	能率		経済性		信頼性 (故障)	施工実態、出来 映えなど参考と なる事項	
			負荷小	負荷大	負荷小	負荷大			
新 雪		除雪トラック (単独)	<15cm<	△	<10cm<	△	△	高速性が最もよく発揮できる。	
		除雪トラック 除雪グレーダ	○	○	○	○	○	中央部を短時間に開放できる。	
除 雪		除雪グレーダ (単独)	○	○	△	○	○	路面整正も同時にでき、仕上りもよい。	
		除雪グレーダ 除雪トラック	○	△	○	○	○	中央部を良好に仕上げ、かつ雪量の多い場合によい。	
路 面 整 正		4.0m級 除雪グレーダ (単独)	<2cm<	○	<3cm<	○	○	最も一般的な工法。仕上りもよい。	
		3.7m級 除雪グレーダ (単独)	○	○	○	△	○	最も一般的な工法。仕上りもよい。	
		軽度圧雪 除雪トラック (単独)	○	×	<6cm<	×	△	融雪時に高速で施工する場合に適し、軽度圧雪時によい。	
拡 幅 除 雪		ロータリ 除雪車 (大型)	平地	○	○	○	○	○	
			市街地	×	×	×	×	×	操作性、投雪に難点がある。
		ロータリ 除雪車 (中型)	平地	○	○	○	△	○	
			市街地	○	○	△	△	○	

(注) ○：最良 ○：良 △：不良 ×：不可

較的高速な作業の領域での使われ方がなされなければならない。

(5) 個別評価のまとめ

表-2 は前述の個別評価 (1)~(4) までをとりまとめたものである。

3. 施工法と機械の選定

除雪施工者が施工法や機械を準備する場合 (これは主として企画段階の場合においてではあるが)、能率、経

済性、安全性など、現場とのあらゆる適合性を評価して機械を配備しているはずである。このような思考形態を一つの基準化したもので検討選択まで行うための意図として、表-3 のような総合評価を行って機械を選定する方式を提案するものである。

表-3 は現場第一線の技術者 80 数人のアンケート結果を平均化したもので、この表によって選定のための検討項目とその重要度 (ウェイト) が市街地、平地、山地別についており、各人がこの項目を評価した評点 (インパクト) を記入して行って総合評価をを求める方式である。これらのウェイトの中で興味あることは、表でみられるとおり市街地ではコスト、能率を多少犠牲にしても安全性や交通障害に対する関心が高く、反面、山地などでは能率、コスト、耐負荷性に重点をおき、安全度や交通障害には関心が低い等である (表-3 の\*印参照)。

評価手法の実例として前述の分類別評価を参考とした評点 (インパクト) をきめて試算した結果を表-4 に示す。この場合の評点は (最適=4, 適=3, 不良=2, 不可=1) とした例である。

この表から読みとれることは、浅い積雪の新雪除雪の場合に市街地で機種を選定する場合には除雪トラックと除雪グレーダの雁行作業の組合せが最も優れていることとなる。この結果は現在の施工の形態とほぼ一致したものとといえよう。この場合に、もし除雪トラックにトラッ

表-3 除雪工法と機械選定基準

評価項目		沿道条件別ウェイト		
項目	構成	市街地	平地	山地
1. 能率	道路利用者の要望にそえる作業能率があるか	0.21	0.23	0.23*
2. コスト	経済的か	0.08*	0.11	0.12*
3. 安全性と信頼度	対人対物への危険性、機械の信頼度はあるか	0.19*	0.15	0.14*
4. 出来映え	除雪の出来形はどうか	0.12	0.14	0.14
5. 耐負荷性	気象、積雪等の変化に対応が広い	0.09	0.11	0.14
6. 交通障害	作業中に交通流に与える影響はどうか	0.16*	0.13	0.10*
7. 施工の多様性	他の工種にも適応できるか	0.06	0.06	0.08
8. 環境保全	騒音、振動など	0.09	0.07	0.05
総合評価 (合計)		1.00	1.00	1.00

表-4 評価選定の実例(積雪浅い・新雪除雪・市街地の例)

評価項目	ウェイト 市街地 W	インパクト(新雪、浅い)			評 価			備 考
		除雪 トラック $F_T$	除雪 グレーダ $F_G$	グレーダ トラック (雁行) $F_G+T$	除雪 トラック $W \times F_T$	除雪 グレーダ $W \times F_G$	グレーダ トラック (雁行) $W \times F_G+T$	
1.能 率	0.21	4	3	3	0.84	0.63	0.63	図-1 参照 図-4 参照
2.コ ス ト	0.08	4	2	3	0.32	0.16	0.24	
3.安全性と信頼性	0.19	2	4	3	0.38	0.76	0.57	トラック信頼性にやや難点
4.出来映え	0.12	4	4	4	0.48	0.48	0.48	
5.耐 負 荷	0.09	3	4	4	0.27	0.36	0.36	トラック負荷の変化に多少難点
6.交通障害	0.16	4	3	4	0.64	0.48	0.64	グレーダ低速のため影響多い
7.施工の多様性	0.06	3	4	4	0.18	0.24	0.24	トラック圧雪等の場合多少難点
8.環境保全	0.09	4	4	4	0.36	0.36	0.36	
総 合	(1.00)				3.47	3.47	3.52	

表-5 評価による最適機械

機種と条件		新 雪 除 雪						圧雪路面整正			拡 幅 除 雪			
		15cm以下			15cm以上						条 件 良		条 件 不 良	
		市街地	平地	山地	市街地	平地	山地	市街地	平地	山地	市街地	平地	山地	
除雪トラック	甲 単 7t													
除雪トラック	7t } 組合せ	○	○	○										
除雪グレーダ	3.7m }													
除雪グレーダ	3.7m 単独				○	○	○							
除雪グレーダ	4.0m 単独													
ロータリ除雪車	犬 型							○	○	○			○	○
ロータリ除雪車	中 型										○		○	○

(注) ○印は適

クグレーダ装着などがあった場合にはインパクトの数値が当然変わり、機種を選択が逆転することも考えられている。ただ、この場合、総合評価と個別評価との使い分けとして、場合によって作業時間のきびしい制約などがある場合などは能率優先の除雪トラックを使う等の配慮も当然必要となってくる。

以上のような評価手法で最適除雪機械をまとめると表-5のとおりとなる。ただ、これらの結果については評価値の差が極めて僅少なものも含まれ、どちらをとってもよいような結果のものもあったことを付記しておく。この中で特に使用頻度の低下している除雪トラックの有用性について問題が残るが、これにはトラックグレーダの装着普及によっては除雪グレーダと一部逆転のケースも考えられるであろう。シャシ強度とのバランス、ブラウの安全化とあわせて対策を急がねばならない課題である。

#### 4. あとがき

この調査研究は、除雪機械の合理的な配備、施工の基準、作業工区の設定などを現在の作業条件にマッチさせようという意図で行われたものであり、この中から機種

の選定という一つの小部分を報告したものであって、われわれが機種を選定する場合の実際的な思考を具象化しようという試みである。

この方法は、小部分の評価の積み重ねによって全体を評価するという環境アセスメント等ではよく行われている方式で、経済性、能力、信頼度などは調査実態によって評価されるので従来よりは多少客観性を帯びてきているが、その他の事項でインパクトの与え方が各人各様数値で表現できないものもあって、このへんに今後の課題が残っている。ただ、この方式によれば選択のため様々に思考をめぐらしたことを一つの記録として保存整理できることも意義はあるものと思っている。

この調査が東北地方だけを対象にとらえていることや他の機種への発展も当然考えに入れなければならないと思っているが、他の地域の方々にもこの手法を地域に合せたものとして活用いただければと願っている。この調査を発展させ、今後は除雪体制全般の見直しやこの結果から生ずる将来の除雪機械の開発改善指向の基礎とする予定である。

終りにあたって、昭和51年度の異常な豪雪の中でこの調査にご協力いただいた東北地建現場第一線の方々にお礼申し上げる次第である。

# 新機種ニュース

調査部会

## ▶ブルドーザおよびスクレーバ

77-01-04	キャタピラー三菱 (米国キャタピラー社製) ブルドーザ D10	'77.10 輸入(予定) 新機種
----------	---------------------------------------	-------------------------

斬新な設計により開発された世界最大級のクローラトラックである。走行駆動装置は車体重量や走行作業時の衝撃が直接作用しないようにトラックフレーム上方に位置し、足回り懸架装置は弾力性をもたせた構造をとり、従来のダイヤモンドプレートもない。エンジン、ミッション等の伝動装置はサービス性を重視したモジュラ設計とし、車体バランスの向上と人間工学重視の運転席回りの設計により居住性、操作性を向上し、生産性をあげる細かな配慮がなされている。作業量は D9H の 150% 以上という。

表-1 D10 の主な仕様

総重量	83,500 kg (ストレータドーザ、リップ付)	全長	9,500 mm
定格出力	710 PS	全幅	5,460 mm
履帯中心距離	2,900 mm	全高	4,590 mm

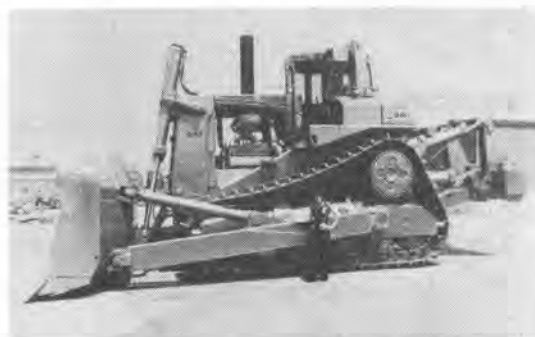


写真-1 キャタピラー D10 ブルドーザ

## ▶掘削機械

77-02-24	日立建機 油圧ショベル UH-M 8	'77.12 新機種
----------	-----------------------	---------------

小規模な管工事、建築関連工事、設備工事、造園農業関係等に適したコンパクトな全旋回式油圧バックホウ

表-2 UH-M8 の主な仕様

バケット容量	0.08 m <sup>3</sup>	登坂能力	58%
機械重量	1,990 kg	最大掘削深さ	2,100 mm
エンジン出力	15 PS/2,800 rpm	最大掘削半径	4,100 mm
走行速度	1.8 km/hr	輸送時全長	4,065 mm
接地圧	0.29 kg/cm <sup>2</sup>	輸送時全幅	1,300 mm



写真-2 日立 UH-M8 油圧ショベル

で、2 t トラックで容易に運搬できるにもかかわらず作業範囲は広く、1.45 t と大きな掘削力をもち、ブームスイング式で壁際の側溝掘りも容易で、ブレードにより溝の埋戻しや整地作業もでき、走行けん引力が強く、最低地上高さも 30.5 cm あり、不整地作業もやりやすい。

## ▶運搬機械

77-04-09	いすゞ自動車 ダンプトラック SSZ 450 D	'77.10 新機種
----------	-----------------------------	---------------

10 t 級大型トラックで、余裕ある高出力車の要望に応え、従来の 260 PS、295 PS の 2 シリーズより一段とパワーアップした V 10 気筒の 10 PB1 エンジン搭載のニューパワー V 10 SS シリーズとして開発されたものである。6×4 で駆動性が良く、低中速トルクの増大も

表-3 SSZ 450 D の主な仕様

最大積載量	10,500 kg	全長	7,715 mm
荷台寸法	5,300×2,200 mm	全幅	2,465 mm
車両総重量	19,840 kg	最小回転半径	6.7 m
最高出力	320 PS/2,600 rpm	登坂能力	(tanθ) 0.44



写真-3 いすゞニューパワー V 10 SS 10.5 t ダンプトラック

## 新機種ニュース 調査部会

はかつて高速時とともに走行性の良さを増し、低騒音で快適な走行フィーリングを確保している。また、ダンプ荷台容積、積載量の増加と耐久性向上もはかっている。

77-04-10	いすゞ自動車 トラックトラクタ VSR 300	'77.12 新機種
----------	----------------------------	---------------

二極化している高速トラクタ市場(350 PS 級の高出力車と 295~305 PS 車)の中間層を埋め、中近距離から長距離輸送まであらゆる輸送形態に適応するトラクタとして開発されたものである。高速性能の良さとともに中低速時の粘りもち、燃費経済性がよく、操作の簡単なシングルスピードのほかに、オプションで経済的なツースピード型もある。



写真-4 いすゞ VSR 300 トラクタ

表-4 VSR 300 の主な仕様

第5輪荷重	8.5 t または 9 t	全長	5,450 mm
車両総重量	14,630 kg または 14,895 kg	全幅	2,485 mm
けん引可能重量	30,690 kg または 30,925 kg	最小回転半径	5.6 m
最大出力	320 PS/2,600 rpm	登坂能力 (MAX・GCW 時)	(tan θ)0.19

### ▶基礎工事に用機械

77-06-09	東洋基礎工業(東京計器製) 拡底式掘削機 TT 1016 TT 0610	'77.11 新機種
----------	--	---------------

TFP (トウヨウフリーダイアメータドリルパイル)と

表-5 TT 1016 および TT 0610 の主な仕様

	TT 1016	TT 0610	
対象土質	N 値 100~200	N 値 50~100	
掘削径	直掘	1,200~2,400 mm	1,200~1,500 mm
	拡底	最大 4,000 mm	最大 3,000 mm
本体重量	16 t	10 t	
掘削トルク	10 t-m	6 t-m	
水中ポンプ	6 m <sup>3</sup> /min	6 m <sup>3</sup> /min	
電動機	132 kW, 400 V	59 kW, 400 V	

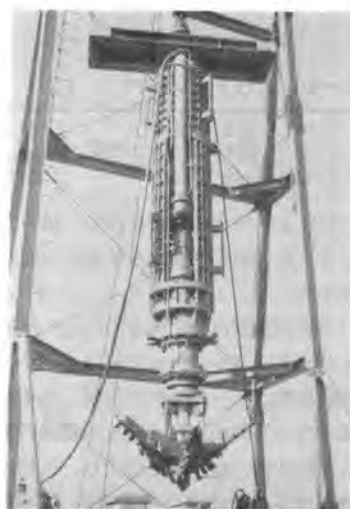


写真-5 東京計器 TFP 型拡底式掘削機

称する、自在ぐい径の直ぐいと球根および拡底ぐいなどの場所打ちコンクリートぐいの施工用の水中掘削機である。ドリルロッド先端の可変径ビットを水中電動機、油圧モータで駆動し、掘削土砂はリバース式に地上へ排出するが、水中ポンプ式のため揚程も大きくとれ、揚泥能力も高く、掘進速度も速い。

### ▶せん孔機械およびトンネル掘進機

77-07-06	三菱重工業 全油圧式クローラドリル MCD 7 電動型	'77.10 応用製品
----------	-----------------------------------	----------------

さきに開発された MCD 7 クローラドリル (当誌昭



写真-6 三菱 MCD 7 電動型全油圧式クローラドリル



## 新機種ニュース 調査部会

和 52 年 5 月号「ニュース」欄参照)の電動型の機械である。昨今の市街地工事や地下工事の増加に応じて低騒音かつ無排気ガスの環境保全型としたもので、エア式に比べ高トルクで 2 倍以上のせん孔能力をもち、運転経費も少ない。また、高出力電動機搭載のため過酷な連続作業に耐え、燃料、水、バッテリーがないため日常点検整備が簡単である。

表-6 MCD 7 電動型の主な仕様

総重量	7,700 kg	フィード長	3,300 mm
定格出力	45 kW	打撃数/打撃エネルギー	1,800 bpm/ 37.7 kg-m
走行速度	0~5 km/hr	回転数/回転トルク	0~40 rpm/ 400 kg-m
ケーシング径	90 mm (最大 132 mm)		
せん孔深さ	約 50 m		

77-07-07	三菱重工業 硬岩立坑掘削機 MD 440	'77.10 新機種
----------	-------------------------	---------------

すである MD 150, MD 360 などのシャフトボーリングマシン MD シリーズで、さらに大口径として開発されたものであり、本四架橋大鳴戸橋工事で稼働している。スラストジャッキの圧力制御でスラストのフラインクコントロールと定スラスト掘削ができ、全油圧式で回転数制御が容易のほか、浅い水深でもずり出しできるなど適応性にすぐれ、掘削孔の鉛直性も確保しやすい。また、多柱基礎、ラップ掘削、大深度立坑掘削、鋼管矢板その他用途も広い。



写真-7 三菱ヒューズ MD 440 シャフトボーリングマシン

表-7 MD 440 の主な仕様

総重量	400 t	ロータリ出力トルク	40 t-m
電動機	90 kW×4	ロータリ速度	0~9 rpm
油圧ポンプ	400 l/min×4 (210 kg/cm <sup>2</sup> )	ドリルパイプ外径	457 mm
掘削口径	4,400 mm		

77-07-08	日立建機 密閉加圧式回転カッターシールド掘進機	'77.5 新機種
----------	----------------------------	--------------

地下水の多い軟弱地層、崩壊性地層では圧気、薬注等の補助工法を併用しても施工がむずかしく、規制も年々厳しくなっている。これらの地層を安全確実かつ経済的に施工するために開発されたもので、チャンバ内充填の掘削土砂、カッターホイール面板で保持しつつ掘進するので切羽の崩壊がない。また、高精度な土圧計装備の自動制御システム HIRAC により掘進量と排出土量のバランスを保持し、各データの監視パネルを見つつワンマンコントロールできるので、きわめて能率的な掘進作業ができる。



写真-8 日立 CP シールド掘進機

表-8 密閉加圧式シールドの主な仕様 (一例)

本体外径	4,414 mm	スクリーヤコンベヤ	110 m <sup>3</sup> /hr
本体機長	4,600 mm	同翼径	520 mm
チープレート厚	32 mm	エレクタ押付ジャッキ	7 t×600 mm×2
シールドジャッキ	100 t×1,050 mm×16	シールド、エレクタ動力	22 kW×4 p×1
カッタートルク	最大 121 t-m	カッター、コンベヤ動力	75 kW×4 p×2
カッター回転数	最大 1.6 rpm		

### ▶ 締りめ機械

77-09-07	ラサ商事(ラサ工業製) 振動ローラ DVR 650	'77.10 新機種
----------	------------------------------	---------------

従来の DVR 800 (自重 760 kg) よりひと回り小型の姉妹機である。両サイドは駆動側、反駆動側とも突起物が少なく、左右とも道路一杯まで方向転換することなく作業できる。また、油圧ミッションにより作業速度は 0~3.5 km/hr の無段階変速でブレーキ作用もあり、坂道での作業や車への積卸しも安全であり、独自の交差振動機

# 新機種ニュース 調査部会



写真-9 ラサ工業 DVR 650 ダブルパイプローラ

表-9 DVR 650 の主な仕様

重量	650 kg	起振力	1,500 kg
定格出力	6.5 PS	振動数	3,000 cpm
ローラ	幅 630× 直径 404 mm	走行速度	0~3.5 km/hr

構の採用で大きな転圧力を誇っている。

## ▶コンクリート機械

77-11-04	油谷重工 (英国ハイマック社製) コンクリート破壊機“ニブラ”	'77.12 輸入新機種(ア タッチメント)
----------	---------------------------------------	------------------------------

最近土木建築工事における騒音振動公害のためにビル解体、道路舗装版破壊などの工法として従来の落錘打撃工法に代るものが各種研究採用されつつある。当機は油圧ショベルのアタッチメントとして開発されたもので、油圧シリンダの作動とブーム、アーム等の操作によりコンクリートのはり、板などはさみ曲げ破壊する機械で



写真-10 ハイマック“ニブラ”コンクリート破壊機

表-10 ニブラの主な仕様

全重量	1,137 kg	つかみ力	45.7 t
シリンダ	径 228.6×スト ローク304.8 mm	破壊能力	400 mm (コンクリート)
常用圧力	190 kg/cm <sup>2</sup>		

ある。操作しやすく、作業能率もよい。

## ▶舗装機械

77-12-04	渡辺機械工業 (カナダ・アラット社製) アスファルトフィニッシャ SP 50	'77.10 輸入新機種
----------	---	-----------------

小型コンパクトで運搬容易な全油圧式アスファルトフィニッシャである。フィーダは独特なレシプロ式(特許)で摩耗部品がなく、スプレッドと自動コントロール装置で結ばれており、均一な舗装ができるほか、路盤材の敷設にも便利である。油圧式エクステンションは作業中変幅容易で複雑な地形に対処でき、走行はスチールベルトラバーのユニークなクロラシステムのためスムーズな作業ができ、低コストで耐久性もよい。

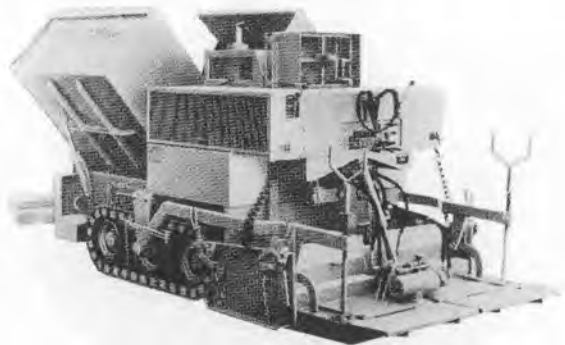


写真-11 アラット SP 50 アスファルトフィニッシャ

表-11 SP 50 の主な仕様

舗設幅	610~2,438 mm (標準 1,372 mm)	全幅	1,372(2,921)mm
舗装厚	6.35~101.6 mm	全高	1,600 mm
エンジン出力	23.7 PS/3,000 rpm	作業速度	0~45.75 m/min
ホッパ容量	ラージ 3.6 t スモール 1.5 t	走行速度	0~2.7 km/hr
全長	3,099 mm	重量	2,938 kg (ラージホッパ)

77-12-05	日本ワッカー (西ドイツ・ワッカー社製) カッタ BTS 11	'77.10 輸入新機種
----------	---------------------------------------	-----------------

コンクリートやアスファルト舗装、ガス管、水道管、石材、レンガ、土管、ヒューム管などの各種の切断作業

# 新機種ニュース 調査部会

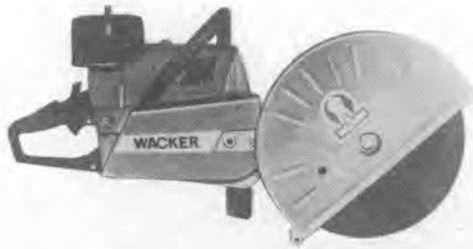


写真-12 ワッカー BTS 11 カッタ

表-12 BTS 11 の主な仕様

重量	11.6 kg	ブレード径	300 mm
エンジン出力	4.5 PS/8,100 rpm	外形寸法	730×330×320 mm

を能率よくできる機械である。火災、自動車事故などの際、スチール類の緊急切断にも便利であり、軽量で、構造的に対象物への接近性が良いため使いやすく、防振ゴム、フィルタ、密閉式点火装置などの装備で、寿命も長い。

### ▶原動機その他

77-16-02	デンヨー 発電機 DCA 40 SSH DCA 53 SSH	'77.11 新機種
----------	--------------------------------------	---------------

市場ニーズをとり入れて開発されたディーゼルエンジ

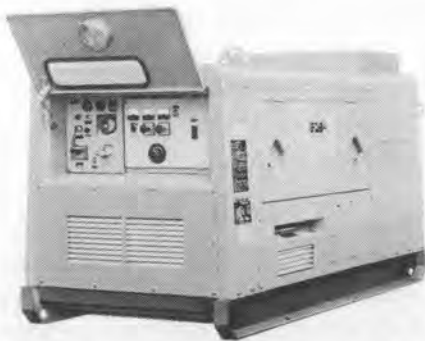


写真-13 デンヨー DCA 53 SSH エンジン発電機

表-13 DCA 40 SSH および 53 SSH の主な仕様

	DCA 40 SSH		DCA 53 SSH	
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz
出力 (kVA)	35	40	45	53
電圧 (V)	200	220	200	220
エンジン出力 (PS/rpm)	44/1,500	53/1,800	55/1,500	64/1,800
寸法 (mm)	2,400×1,200×1,340		2,600×1,200×1,360	
重量 (kg)	1,550	1,550	1,750	1,750

ン駆動の新型発電機である。容量のアップ (5 kVA)、移動性を重視した安定性の確保、独自の防音設計による低騒音化等を考慮しており、パイプロ作業、くい溶接、水中ポンプ、コンベヤ、照明等多方面に利用できる。なおトレーラ付のものも用意されている。

### ▶完成部品・計測機器・整備機器など

77-17-01	スーパー工業 ウェットサンドブラスタ SHB 220	'77.11 新機種
----------	----------------------------------	---------------

水だけの圧力で対象物の表面洗浄しても落ちない強固な付着物 (コンクリートのノロ、船底付着のふじつぼ、橋梁や建築構造物等の塗装、仮設材付着のモルタル等) を落とすために高圧水中に珪砂を混ぜて洗浄する機械である。安定した高圧、少量で処理でき、機構的には伝達効率がよく、耐久性に富み、公害面でも良い。



写真-14 スーパー SHB 220 ウェットサンドブラスタ

表-14 SHB 220 の主な仕様

重量	60 kg	吐出水量	15 l/min
出力	2.2 kW	使用珪砂	4号, 5号
最高圧力	70 kg/cm <sup>2</sup>	珪砂消費量	最大 0.8 kg/min

一杉山 庸夫

## 整備技術 整備技術部会

### 油圧システムのメンテナンス

EM (Heavy Duty Equipment Maintenance) 誌 May 1975

整備の分野でいま一番力を入れるべき問題は故障予知技術の導入、開発であろう。機械の信頼性を高めて生産性の安定を確保するためには機械に関する障害を未然に防止するに如くはない。そのためには保全のシステムを完全にし、診断技術を向上することが必要である。

最近非常に発達してきた潤滑油のテストは興味深い予知技術であるし、メンテナンスコストの節減にも、また石油資源の愛護のためにも重要なことであろう。建設機械の大部分は油圧機構をもっているから、オイルの使用量は非常に多くなった。アメリカではオイル機構のメンテナンスについてどのように考えているかを、モビルオイル社のシニア・エンジニアの M. アレン氏の意見をみってみる。特に油の再使用を推奨しているのは注目すべきことである。

#### 油圧システムのメンテナンスプログラム

モビルオイル社の上級技師アレン氏は、長い間の経験から油圧システムの保全費の 80% は油の汚濁と漏洩で占めており、特にオイルの汚濁は保全費の大部分を左右する原因であり、次の 8 段階の保全プランを注意深く実行すれば保全費の半分を節約できるといふ。

- ① 貯蔵と運搬
- ② 不純物の管理
- ③ 油洩れ防止の対策
- ④ オイルの清浄と再使用
- ⑤ 機械の洗浄とフラッシング
- ⑥ サンプルングとテスト
- ⑦ 予防保全 (PM)
- ⑧ オペレータとメカニックの教育訓練

最少の費用で信頼性の高い運転を保証するためには油圧システムをクリーンに保つことが要諦であるとアレン氏は強調している。以下、この 8 段階プランに関するアレン氏の意見の要点を紹介する。

#### オイルの貯蔵と運搬

油圧システムの保全プログラムの出発点はどんなオイルをどんな注意をもって使用するかということである。これは結局、取扱マニュアルの勉強をすることと、周到な

予防保全スケジュールを組むことといってもよい。

どんな現場でも、経済的ということが第一の目標であることに変わりはない。その結果、えてして貯蔵場のスペースをけちったり、不適当なオイルを採用するようなミスを犯す。作動油は清浄で適当な室温の部屋に貯蔵する必要がある。屋外貯蔵はさげなければならない。

#### コンタミネーションコントロール

汚濁したオイルを使用するとポンプのバルブやシールを損傷し、油洩れの原因となる。その結果、ダウンタイムを生ずることになる。油圧システムのコンタミネーションの原因は大きく三つあげることができる。

▶内部的原因 (Built-in contaminants)……例えばコアサンド、添加剤、金属片、ペイントのへげ、パイプのスケール、錆、シーリングのくず、溶接スパッタなどに基づくもの

▶システムが生み出す原因……オーバヒートしたオイルから出るカーボンやワニス、フィルタの繊維、金属表面から剝離したスクラップおよびエマルジョンなどによるもの

▶外部的原因……使用中に外部から潜入するいろいろなものによる不純物で、これがオイル汚濁のもっとも大きな原因であり、これによる傷害が一番大きい。

こうした汚濁したオイルによる機械の損傷の様子は写真-1 に示すとおりである。

#### 油 洩 れ

現代は森林河川の保存、生態学、経済性などあらゆる面から油洩れの問題は防止しなければならない時世である。油洩れは安全の面からも危険であるし、清掃のために金がかかるし、結果的にはコンタミネーションを作る原因ともなる。点検を行い、オペレータを訓練して防止につとめるべきである。

油洩れはチューブの取付部分、連結部分から、パイプのねじ、連結部分、フレキシブルホースのカップリング部分、シリンダヘッド、バルブキャップ、多岐管の連結部、フィルタ・ポンプ・モータのケーシングといった部位から起る。これらの洩れは不適当なジョイント、粗悪

## 整備技術 整備技術部会

な仕上げ、不完全な結合、パイプやホースの凝ったレイアウトなどのため振動でやられたり、ウォータハンマを起して損傷するのである。運動部分の油洩れは、例えばピストンロッドやラムなどのパッキン、ポンプやオイルモータのシャフトのシーリングなどによく見られる。これらはシールを取替えればよいが、保管してあるシールやパッキンは縮んだりするから、随時調査点検して正確なものを置くようにしなければならない。

### 油の清浄と再使用

新しい油は古い型の油よりサービスライフが長いのが普通である。これは改良されて安定度がよくなり、酸化に対する抵抗力も強くなっているからである。それゆえコンタミネーションの種類の間によっては清浄して再使用すべきである（筆者の追記参照）。

清浄作業の第1段階は、油のサンプリングをして分析し、何が悪いのかを調べることである。一般的な方法としては機械の使用現場（in situ）で検査するのが有利である。大抵のメンテナンス作業長はポータブル清浄装置を使っている。ポンプとモータを組合わせた機械がいろいろ市販されており（日本でもかなり市販されている）、使い方も簡単である。

大抵の作動油は水分と固形夾雑物で汚濁されている。これらは加熱タンクを通して簡単に清浄することができる。コンタミネーションで汚濁した油を検査すると写真-2 のようである。汚濁した油は浄油して再使用する。

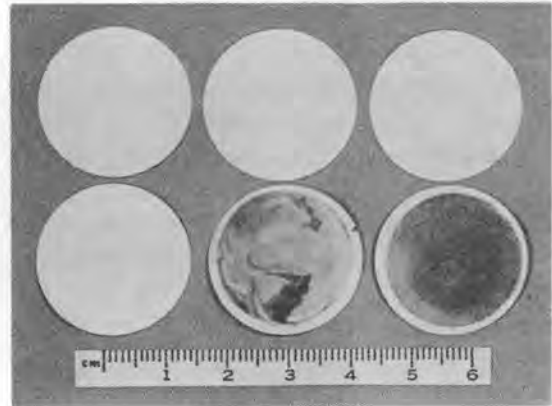


写真-2

### 機械の清浄とフラッシング

新しい機械を使い始めるときはメーカーの指図に従ってフラッシングをする。フラッシングが終わったら、すべてのフィルタカートリッジ、サクションスクリーンは洗浄するか取替える。フィルタハウジングも洗浄する。それから指定の作動油を充滿する。

### サンプリングおよびテスト

作動油の検査はトラブルシューティングおよび予防保全のため極めて有効である。作動油の汚濁条件と油圧系統を清掃することにより潜在的トラブルを発見することができる。すなわち、パーツの摩耗の早期発見ができるし、それを見て修正することにより過度の摩耗とか予定外の修理休車を防ぐことができる。

テストで酸化の程度その他の化学的变化とか、異物の混入、金属の破片等の所在を明らかにできる。サンプリングは機械が作動している時にドレーンとかオイルタンクから取り出せばよい。オイルタンクから抽出したサンプルは最悪の条件を示すことになる。機械の休止している間に水分がたまり、固形物が沈降するからである。固形物をかき取る時はタンク本体を削りとりにならないように十分に注意しなければならない。木質物、ガラス質、プラスチック質等もこのサンプルの中に含まれている。サンプルを入れる容器は清浄なプラスチックか金属の容器がよい。分析テストは必要な情報の種類により次の三つの方法に分けられる。

▶目視検査……目視検査では水分、沈殿物などの総量と燃焼臭をみる。サンプルはガラス容器に

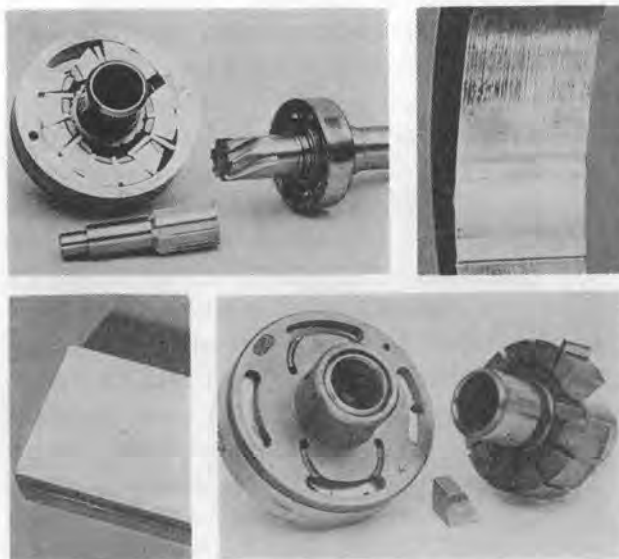


写真-1

## 整備技術 整備技術部会

入れて1夜放置してから観察する。もし水分やごみが観察されたら、油圧系統をチェックしてその原因を調べ、フィルタは取替えた方がよい。そして1週間経ってからもう一度サンプリングを行い、検査する。

▶**現場分析**……現場で行う分析としては油圧系統の温度、作動油の粘度、固形物の定性分析などを行う。10 $\mu$ 以上の沈殿泥は摩耗の原因となる。だから、5~10 $\mu$ のフィルタを使用しなければならない。テスト膜は清浄に保管しておかなければいけない。

▶**研究室分析**……不純物に問題があるときとか、異常な摩耗が発生したときは研究室に分析を依頼するのがよい（最近では原子吸光分析法が開発されて含有不純物を詳細に分析できる……筆者注）。

### コンタミネーションコントロール チェックリスト

- ① 貯油タンク（ドラム缶）の蓋はピシッと閉めておく。ガスケットやボルトはしっかり締まっているか。
- ② ドラム缶のサクション、ドレーン系統のシールは完全か。
- ③ 充填口のフィルタ（スクリーン）、ダストカバーの寸法は適切か。
- ④ 機械の油タンクのブリーザのエアクリーナの寸法は適切で、きれいになっているか。
- ⑤ 油ポンプの吸込側はキャピテーションが起らないようになっていないか。
- ⑥ 油圧シリンダのロッドパッキンは適切か。
- ⑦ 点検検査システムはよいか。ポンプや配管を取除かないでもできるか。
- ⑧ コンタミネーションの検査、分析方式はできているか。
- ⑨ コンタミネーションが限界点にきたときは油の交換をしなければならない。

—筆者追記—

### 最近の浄油動向

作動油、潤滑油の管理に新境地を開くことは機械の寿命を延長し、アベイラビリティを高めることもさることながら、石油資源の節約という観点からも有意義な問題である。以下に、M. アレン氏の論文には記述されていないが、最近のオイル管理と浄油の動向を付記して参考に供したいと思う。それは原子吸光分析をしてオイル中の不純物の所在を確認し、静電法による浄油を行う方法である。現在日立、小松、キャタピラー三菱、東洋運搬

機などの諸会社で実施もしくは準備中と聞いている。このような業務を専門に営業としている会社もすでにできている。キャタピラー三菱では SOS 方式、小松ではオイルクリニック、日立では日立原子吸光分光分析法などと呼んでいる。いずれ機会をみて各社のシステムを紹介してもらいたいと考えている。

そもそも油は新油といえどもきれいなものではないといわれる。ミリポア分析の結果では大変な量のごみが混入していて、透明な新油でも 5 $\mu$  以上の粒子が 120 万個も含まれているとのことである。5 $\mu$  以下のものなら 1 億個以上含まれているかもしれない。大気中のごみは軸受のかじりや焼付きの原因となったり、発熱や異常音発生の原因となる。潤滑剤に混入した泥とか砂の微粒子や金属の酸化物（摩耗粉）は軸受などの摩耗にもっとも大きな悪影響を及ぼす。空気中に浮遊しているごみの硬さはショア硬度 85 以上といわれており、それは大部分が砂(SiO<sub>2</sub>)、ルビー（紅玉 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）の粉末で、砂は焼入鋼より硬く、ルビーは超硬合金と同じで、ダイヤモンドの次の硬度である。大気中に浮遊しているごみの大部分は常人の目には見えない 10 $\mu$  以下のものである。普通われわれの眼で識別できるごみの大きさは明視距離（約 25cm）において 65 $\mu$  以上といわれている。しかし、肉眼で容易に見えるごみは 100 $\mu$  以上である。一方、潤滑膜の厚さは流体潤滑（完全潤滑）では 1 $\mu$ ~数 $\mu$ 、境界潤滑では 0.05~1 $\mu$  程度の油膜であるという。眼に見えない数十 $\mu$  以下のごみでも潤滑膜の厚みに比べれば大変な大きさだということになる。

一般に油は使用中に空気中の酸素と化合して脂肪酸となり、金属面に強く吸着して新油よりもすぐれた油性をもつようになるといわれる。しかし、長期間使用すると重合、縮合を繰り返し、ついに油に不溶性のスラッジを作るようになる。そうなると潤滑故障の原因となる。油中のごみのごみを作り、汚染物が触媒となってさらに油の劣化を促進する。ろ過法という清浄法はフィルタの細孔を通してごみと油を分離する方法であるが、細孔の大きさは工業的には 5 $\mu$  以下にはできないので、せいぜい 5 $\mu$  までのごみしか除去できないわけである。静電浄油法はろ紙の代わりに集塵板を用いてこれにごみを電氣的に吸着させる方式なので、5 $\mu$  以下のごみでも容易に捕捉できる。スラッジのような化学的な汚染物でも吸着できる。油中の不純物を検出する原子吸光分析法はかなり高価な設備を使用しなければならないのでメーカーに依頼する方がよいが、静電処理法による浄油装置はそれほど高価ではない。

—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 (5)ISO Earthmoving Machinery  
Safety Requirement and Human FactorsISO 3457\* 建設機械の防護装置——定義と仕様  
Earthmoving Machinery—Guards and Shield  
—Definitions and Specifications

この ISO 規格は 1975 年に制定されたもので、建設機械の運転中および整備中に発生する災害から人を保護するための各種のガードおよびシールド類の定義と仕様を定めたものである。ここに対象となる災害には機械的、熱的、化学的、または電気的な原因より発生するものがある。公道外で使用される各種の建設機械の設計に際し、この規格を指針とすることが望ましい。ROPS、FOPS、および運転キャブに関しては別規格に定められるので、この規格からは除外してある。以下、この ISO 規格に定められている防護装置の定義と仕様を項目別に述べる。

## (1) フェンダ

フェンダは車輪や履帯の動く部分から運転員を保護し、また、機械の運転中にそれらによりはね飛ばされてくる物体から運転員を保護するため車輪や履帯を部分的に覆う構造物である。フェンダの構造は、これに作用する荷重に十分耐え、車輪や履帯から運転席の方向にはね飛ばされてくる物体に対し、運転員を保護できる十分な強度をもたなければならない。フェンダを乗降、移動の目的のために使用する場合は少なくとも 150 kg の垂直力に耐えるものでなければならない。フェンダは鋭い縁または角があってはならない。また、通路として使用する部分はすべりにくい表面としなければならない。

フェンダは車輪や履帯の全体寸法に応じた安全な形状、覆い長さ、幅および運動部分からの距離を定めなければならない。図-1～図-4 は特定の機械の設計を示したものでなく、車輪式のローダ、ブルドーザ、スクレーパー、ダンプトラックおよび履帯式トラクタに適用でき

る寸法制限を示したものである。

フェンダの形状は運動する部分の全体寸法より定める。車輪式機械ではタイヤを包むよう曲線型または中折れ型としてもよい。履帯式機械では一般に平らで履帯と平行する。フェンダの上面はできれば運転席の床面と同一高さであることが望ましい。

フェンダの覆い長さは運転席 (Z) の位置および寸法により定める。また、運転席はそれへの近接区域をも含めて保護されなければならない。車輪式機械の覆い長さは図-1 に示すようにタイヤを直進位置にしてタイヤとたわみ限界領域 (DLV) の角を結ぶ接線によって定める。

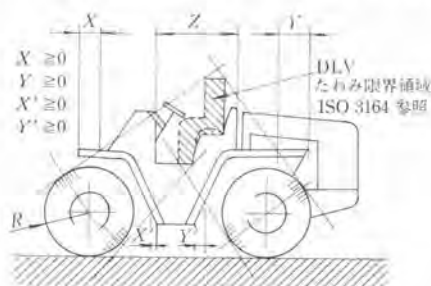


図-1

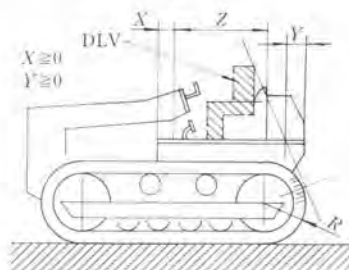


図-2

\* 関連規格：フランス NF E 58056

# ISO規格紹介 ISO部会

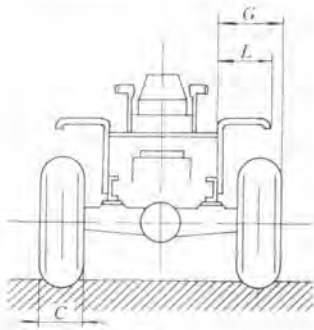


図-3

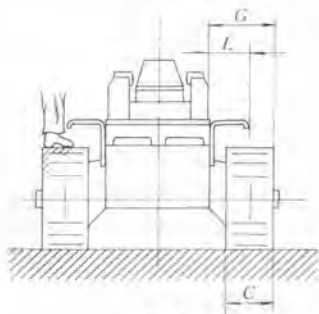


図-4

フェンダの幅は運転席の周囲に動く部分があれば近接区域をも含めて覆わなければならない。運転員がタイヤや履帯の回転と位置が確認できるよう、それらの一部が見えるようにすべきである。履带式機械で履帯を運転席への乗降に使用する場合には、フェンダが突き出ているため足を正しく履帯の上におくことができなかつたり、また、負傷することのないようにフェンダの外縁と履帯の外縁間の寸法は十分にとらなければならない。

運転席の周囲にあるフェンダの幅 ( $L$ ) は履帯の幅 ( $C$ ) を考慮して次のように定める。

$$L \geq 200 \text{ mm}$$

$$C \geq G - L \geq 200 \text{ mm}$$

車輪式機械では運転席の周囲にあるフェンダ幅、タイヤ幅 ( $C$ ) を考慮して次のように定める。

$$L \geq 200 \text{ mm}$$

$$G - L \geq 0.5 C$$

フェンダの運動部分からの距離は次の点を考慮して最小安全距離を定める。

- ① 運動部分に付着し得る土量
- ② 車輪や履帯の縦、横の距離
- ③ タイヤの操向角度
- ④ タイヤチェーンやストリートプレートを装着した場合

合

## (2) プラットホーム

プラットホームは機械上の運転席の床面や通路として使用する平らな構造物で、機械の運動部分、熱、騒音、潤滑油、およびほこりより保護し、運転および整備に役立つ構造物である。プラットホームはすべりにくい表面でなければならない、できるだけ平面で水平にすることが望ましい。また、不必要な障害物や突起があってはならない。プラットホームの構造は予想される人員とその他の負荷との組合せに対し十分耐える強度を有し、運転員を動力伝達軸や高压配管より保護しなければならない。

## (3) ファンガード

ファンガードは機械の整備中に回転羽根より人を保護するため覆っている構造物で、同時にプーリやベルトからも保護するものである。ファンガードは回転羽根と身体が偶発的に接触するのを防ぐため容易にたわまない十分な強度をもたなければならない。ベルトやプーリが使用される場合はそれらにまき込まれないようファンガードで全周を防護すべきである。

## (4) 小物装置用ガード

小物装置用ガードはオルタネータ、ゼネレータ、ブレーキ用・空調用エアコンプレッサおよび油ポンプ等の回転軸、プーリ、ファンおよびベルト等より人を保護する構造物である。露出された運動部分によって身体や衣服がまき込まれたり、これに類する災害を防ぐためガードで覆わなければならない。ガードの構造は身体のいかなる部分の偶発的な接触に対し、運動部分までたわまないよう十分な強度をもたなければならない。

## (5) アクセsguard

アクセスガードは機械への乗降または機械上での移動に際し、運動部分、突起物、潤滑油やほこりで汚れた部分に接触することのないよう保護する構造物である。アクセスガードの構造は作用荷重を加えても運動部分までたわむことのないよう十分な強度を有し、振動を伝達してはならない。ガードの外側には鋭い縁または角があってはならない。これを踏板に使用する際は少なくとも  $150 \text{ kg}$  の垂直力に耐えなければならない。また、踏面はすべりにくい表面としなければならない。

## (6) バケットシールド

バケットシールドは土砂が運転席上にこぼれ落ちるの



## ISO規格紹介 ISO部会

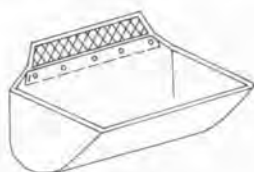


図-5

を防ぐためローダのバケット後方上端に取付ける板である。バケットは後方縁部を十分高く設計することが望ましいが、ある場合には運転員の安全のためにバケット後部上端に継ぎ足しのシールド板を取付けてもよい(図-5参照)。これはバケット容量を増す意図のものではない。継ぎ足し部分はいかなる積土材料に対しても十分な強度をもたなければならない。また、視界をよくするため格子構造が望ましい。

## (7) 運転席用シールド

運転席用シールドはトランスミッションや小物装置の運動部分、熱、騒音、潤滑油、およびほりから人を防護するため運転席を分離または制限するような形状の構造物である。シールドの構造は身体のいかなる部分の偶発的な接触に対しても運動部分までたわまないよう十分な強度を有し、不快な振動を伝達してはならない。また、シールドの外部表面には鋭い縁や角があってはならない。

## (8) 防熱ガード

防熱ガードは機械の高温部と人との偶発的な接触の防止、機械の高熱部と燃えやすい材料との接触による火災の発生を防止するため高温部を覆うガードである。空間に制限があるため通常の運転や整備中に身体が高温部や極端な低温部に接触する恐れのある部分は、覆ったガードの表面温度が安全な温度になるよう絶縁や換気を行ったガードとしなければならない。また、これらのガードは機械の高熱部と燃えやすい材料との接触による火災から運転員を保護しなければならない(図-6参照)。

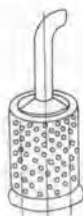


図-6

## (9) ホースシールド

ホースシールドは油圧装置のホースよりの洩れまたは破裂による危険から運転員を保護するためにホースを部分的に覆うシールドである。ホースが  $51 \text{ kg/cm}^2$  以上の

圧力、 $50^\circ\text{C}$  以上の温度で使用される場合、さらに運転員から  $0.5 \text{ m}$  以内に配置されている場合は、ホースの突然の破裂による危害より運転員を保護するため可撓性のシールドを行うことが望ましい。シールドは運転員に対し流体を完全に遮ぎるか、または流出方向をそらすことのできるよう十分な強度を持たなければならない(図-7参照)。



図-7

## (10) バッテリシールド

バッテリシールドは湿式バッテリーより噴出する酸液または蒸気から人を防護するためバッテリーを覆うか、または運転席をバッテリーより遮蔽する構造物である。運転中、機械が急激な動きや動揺した場合、また、バッテリー周囲が異常高温になった際、バッテリーのレベリングプラグより酸液が噴出し、運転員に付着して危害を及ぼさないよう保護する耐蝕性のシールドでなければならない。また、バッテリーの酸液と蒸気はこのシールドによって運転席へ入らないようにしなければならない。

## (11) 電気装置ガード

電気装置ガードは電気装置の危険な電圧の部分と偶発的な接触による危険から人を保護し、また、運転や通常の整備中に起る偶発的な短絡による火災を防止する設備である。この規格の対象となる車両の電気装置は通常最大電圧が  $24 \text{ V}$  であるので、人には危険はない。バッテリーとの接続線には1個の主開閉器を備えなければならない。この主開閉器は無知識の人や無許可の人が容易に操作したり、配線をつなぎ変えたりできないよう適当に防護されなければならない。この主開閉器は整備作業中にエンジンが偶発的に始動するのを防止する安全手段として使用する。また、機械の休止中や運転席に人のいないときにエンジンが意図しない始動をするのを防止する手段でもある。

—高橋 悦郎—

建設機械化研究所抄報

<No. 120>

- 341. 古河 FL 160 型車輪式トラクタショベル
- 342. サカイ SV 25 型振動ローラ
- 343. サカイ SV 40 型振動ローラ
- 344. 東洋運搬機 50 B 型車輪式トラクタショベル
- 345. 光洋機械 KBHS-2000 型コンクリートミキサ

341. 古河 FL 160 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 77-2」を参照されたい。

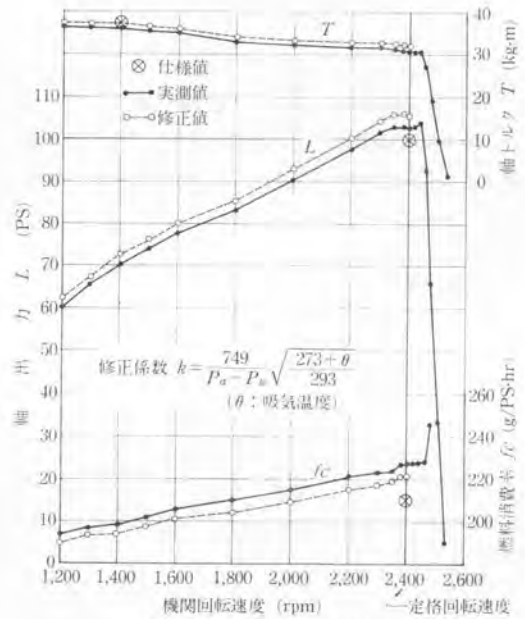


図-341.1 機関性能曲線図

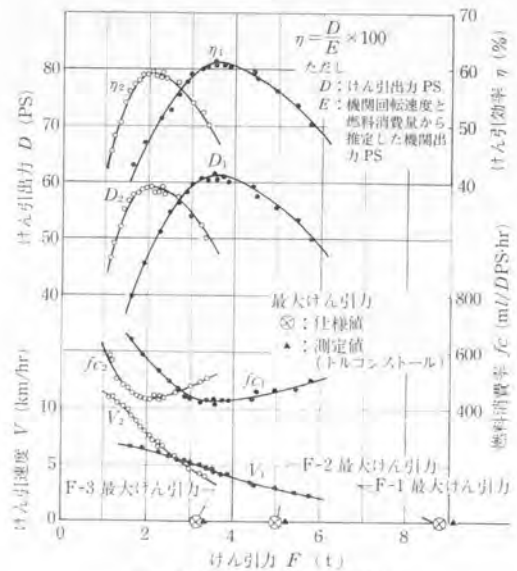


図-341.2 けん引性能曲線図

- ① 機関性能試験：図-341.1 参照
- ② トルクコンバータ性能試験
- ③ 定置試験：バケット山積容量 1.55 m<sup>3</sup> (仕様値 1.6 m<sup>3</sup>)、転倒荷重 5,900 kg (常用荷重比 0.51)
- ④ 作業装置試験：最高持揚荷重 4,000 kg、最大掘起力 10,330 kg
- ⑤ 走行性能試験：最高速度平地 34 km/hr、20°坂路 5 km/hr
- ⑥ けん引性能試験：図-341.2、図-341.3 参照

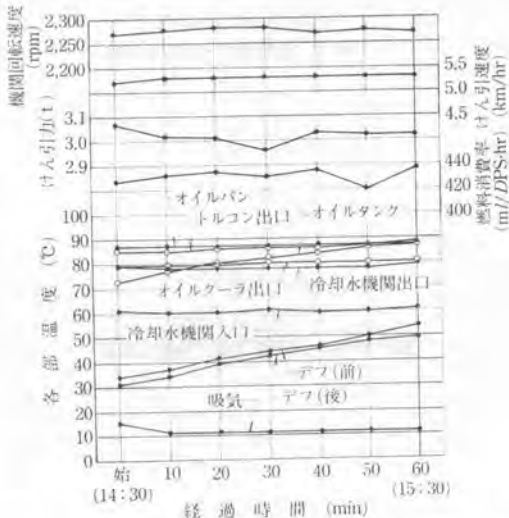


図-341.3 連続けん引試験成績図

	作業対象物名称	みかけの比重	含水比
A	砂質ローム土(盛土)	1.32 t/m <sup>3</sup>	26.8%
B	4号砕石	1.51 t/m <sup>3</sup>	
C	土砂混り原石(最大粒径30cm)	1.78 t/m <sup>3</sup>	

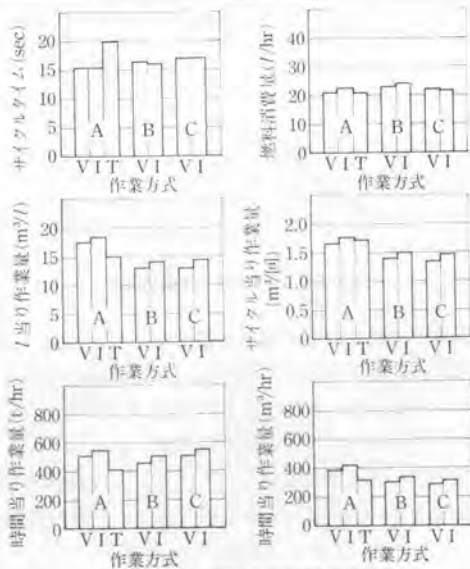


図-341.4 積込作業試験成績図

- ⑦ 作業性能試験：図-341.4 参照
- ⑧ 運転・操作性能試験
- ⑨ 騒音・振動測定：図-341.5、図-341.6 参照



図-341.5 騒音測定結果

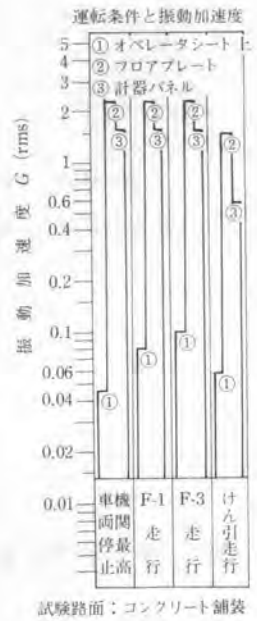


図-341.6 振動測定結果

### 342. サカイ SV 25 型振動ローラ

この試験では加熱アスファルト混合物(密密度, 舗設厚 7 cm)の締固め試験を行った。詳細は「研報 77-3」を参照されたい。

図-342.1, 図-342.2 に試験結果を示す。図-342.1 は締固め回数に対する締固め度を示したものである。ここで、締固め回数とは振動ローラの通過回数をいい、締固め度とは標準マーシャル供試体の密度に対する転圧後に採取したコア密度の比である。

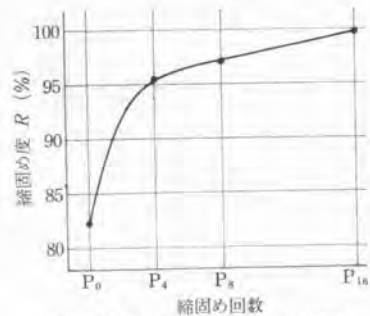


図-342.1 締固め度・締固め回数

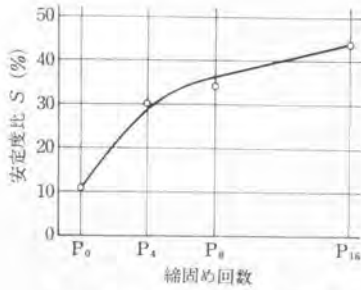


図-342.2 安定度比・締固め回数

図-342.2 は締固め回数に対して安定度比を示したものである。安定度比とは標準マーシャル供試体の安定度（破壊荷重）に対する採取したコアの安定度の比である。ただし、図に示す値はアスファルト舗装要綱による補正を行ったものである。

### 343. サカイ SV 40 型振動ローラ

試験は JIS A 8801（振動ローラ性能試験方法）に基づく土（砂質ローム土）の締固め試験および加熱アスファルト混合物（密粒度、舗設厚約 7 cm）の締固め試験が行われた。詳細は「研報 77-4」を参照されたい。試験結果を図-343.1～図-343.7 に示す。

図-343.1 の中で、P<sub>2</sub>、P<sub>4</sub> のサフィックスは締固

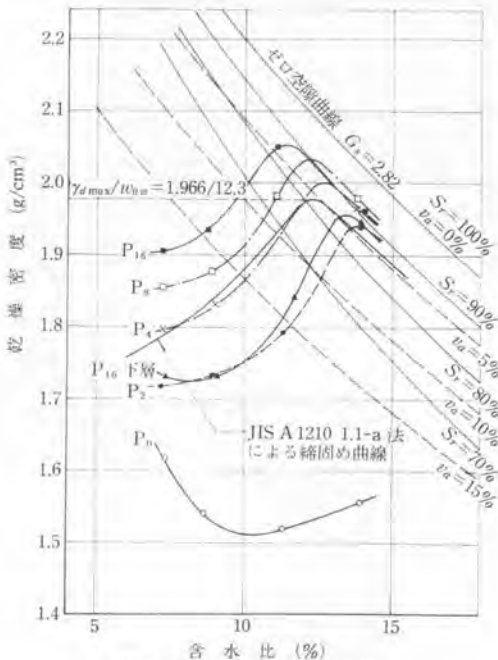


図-343.1 乾燥密度・含水比

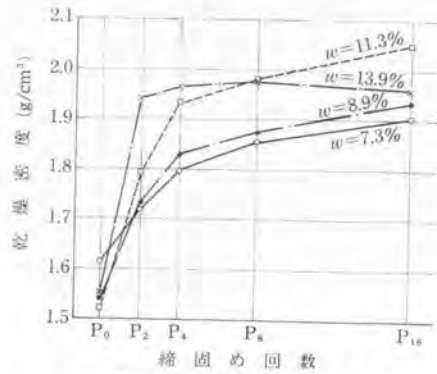


図-343.2 乾燥密度・締固め回数

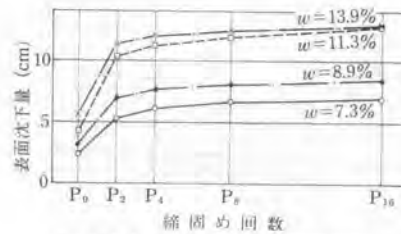


図-343.3 表面沈下量・締固め回数

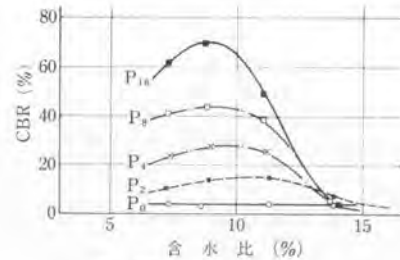


図-343.4 CBR・含水比

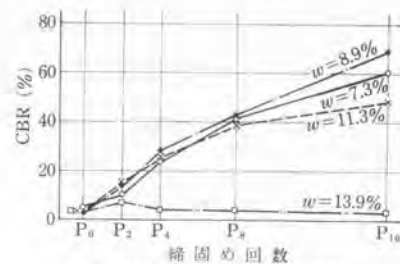


図-343.5 CBR・締固め回数

め回数（振動ローラの通過回数）を示す。なお、密度は上層（表面 10 cm）で測定し、16 回締固め後は下層でも測定を行った。その他の図中の記号は JIS A 1210（突固めによる土の締固め試験）による。

図-343.2 は含水比をパラメータとして締固め回数と乾燥密度の関係を示したものである。同様に、図-343.3 の中のパラメータも含水比である。ただし、表面沈下量とはローラ通過後の中央部の垂直方向変位を

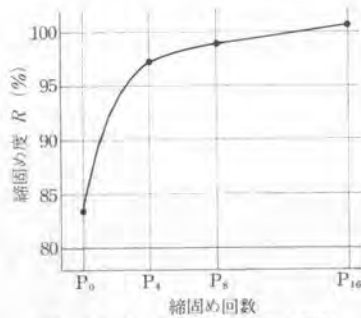


図-343.6 締固め度・締固め回数

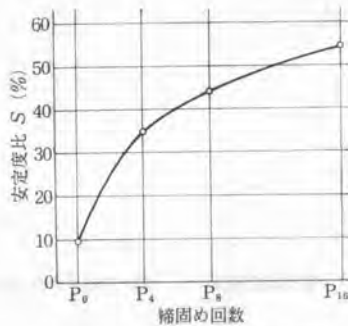


図-343.7 安定度比・締固め回数

1m 間隔の測点で測定し、これらを平均したものである。

図-343.6, 図-343.7 は加熱アスファルトに対する試験結果を示す。ここで締固め度とは標準マーシャル供試体の密度に対する転圧後に採取した供試体の密度の比である。また、安定度比とは標準マーシャル供試体の安定度(破壊荷重)に対する採取した供試体の安定度の比である。

### 344. 東洋運搬機 50 B 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 77-5」を参照されたい。

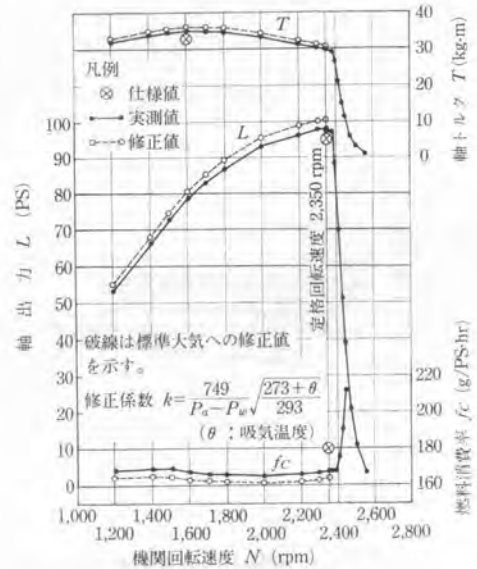
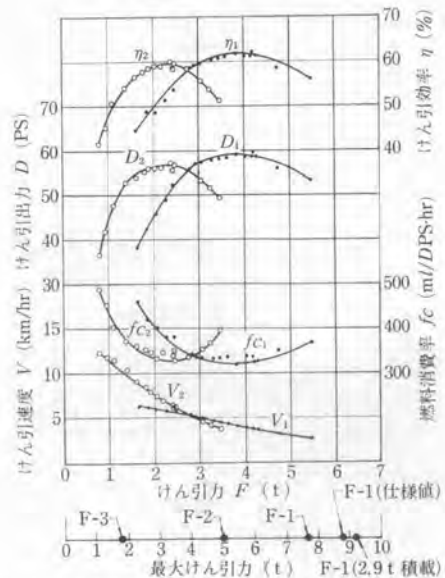


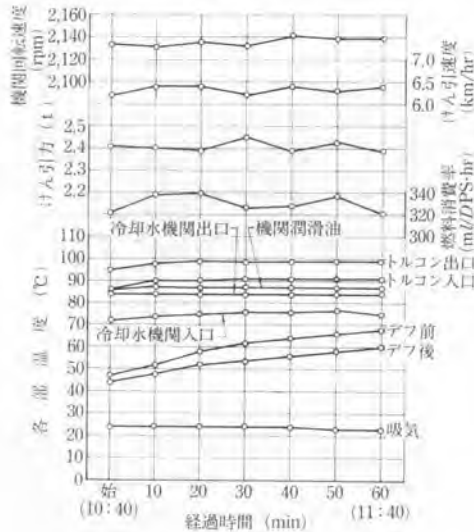
図-344.1 機関性能曲線図



(注) けん引効率は、けん引時の機関出力を機関回転速度および燃料消費量から機関トルクを推定して算出したもので、従って推定値である。

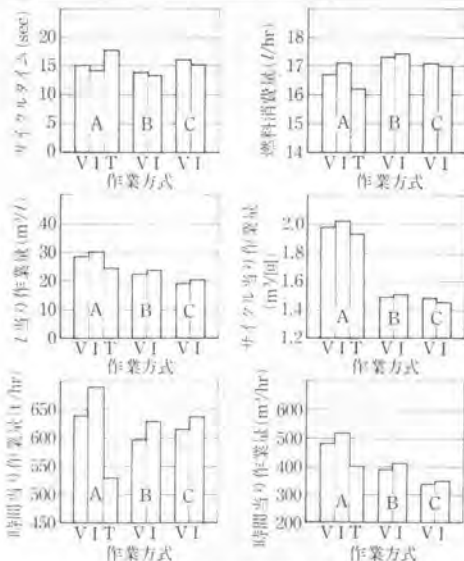
図-344.2 けん引性能曲線図

- ① 機関性能試験：図—344.1 参照
- ② トルクコンバータ性能試験
- ③ 定置試験：バケット山積容量 1.46 m<sup>3</sup> (仕様値 1.5 m<sup>3</sup>)、転倒荷重 6,250 kg (常用荷重比 0.46)
- ④ 作業装置試験：最高持揚荷重 3,800 kg、最大掘起力 7,100 kg
- ⑤ 走行性能試験：最高速度平地 34 km/hr、20° 坂路 5 km/hr
- ⑥ けん引性能試験：図—344.2、図—344.3 参照
- ⑦ 作業性能試験：図—344.4 参照



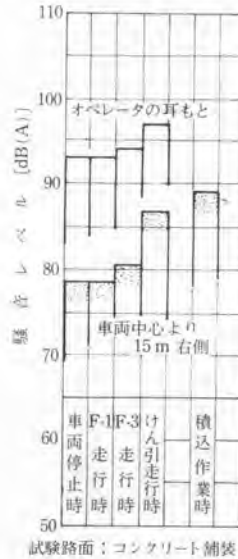
図—344.3 連続けん引試験成績図

作業対象物名称	みかけの比重量	含水比
A 砂質ローム土	1.34 t/m <sup>3</sup>	24.3%
B 4号砕石	1.54 t/m <sup>3</sup>	
C 原石	1.85 t/m <sup>3</sup>	



図—344.4 積込作業試験成績図

- ⑧ 運転・操作性能試験
- ⑨ 騒音・振動測定：図—344.5、図—344.6 参照



図—344.5 騒音測定結果



図—344.6 振動測定結果

### 345. 光洋機械 KBHS-2000 型 コンクリートミキサ

試験はダム用の貧配合コンクリート（骨材最大寸法 80 mm）および一般ダム用コンクリート（骨材最大寸法 150 mm）について、それぞれ練り混ぜ性能試験を行った。詳細は「研報 77-6」を参照されたい。

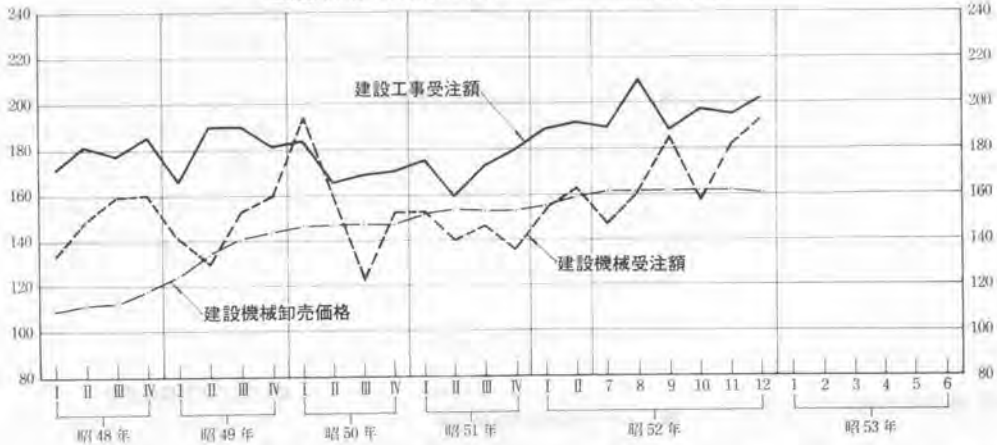
試験結果は次のとおりである。

- ① コンクリート中のモルタルの単位容積重量差は各採取試料を通じて 0.8% 以下であった。
- ② コンクリート中の単位粗骨材重量差は各試料を通じて 5% 以下であった。
- ③ 以上からコンクリートは平均に練り混ぜられていると判断される。
- ④ 練り混ぜに要する標準時間は 40 秒である。
- ⑤ 混練に要する動力はモータ容量の 90~94% であった。
- ⑥ 今回の試験における負荷条件はこのミキサにとり最もシビアであったと考えられる。

# 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	總 計	発 注 者 別				工 事 種 類 別		未消化工事高	施 工 高
		民 間			官 公 庁	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業					
47年	4,849,082	2,626,388	617,987	2,008,883	1,950,018	2,740,630	2,098,047	3,645,070	4,145,107
48年	6,175,262	3,839,404	1,033,151	2,805,323	2,054,608	3,682,542	2,494,392	4,624,563	5,317,033
49年	6,277,800	3,429,021	988,284	2,436,831	2,456,800	3,474,758	2,803,583	4,576,240	6,341,670
50年	5,919,964	2,956,766	664,090	2,292,099	2,567,781	3,214,489	2,793,608	4,833,148	5,863,837
51年	5,927,667	2,973,061	572,398	2,404,298	2,506,979	3,261,565	2,665,782	5,146,934	5,675,375
51年12月	537,697	275,571	42,987	234,999	228,957	309,226	227,510	5,146,934	495,075
52年1月	565,241	270,301	59,293	211,290	279,762	294,396	270,659	5,205,864	497,507
2月	517,435	258,874	52,349	211,358	216,931	335,834	185,430	5,226,460	483,372
3月	546,552	275,753	62,223	214,866	208,780	273,194	275,340	5,359,013	513,135
4月	531,360	273,414	44,890	228,679	191,768	261,008	273,598	5,515,020	477,747
5月	585,500	295,777	54,799	235,137	268,589	324,321	260,332	5,588,432	506,590
6月	535,578	227,143	48,602	284,257	262,073	251,832	278,251	5,637,518	502,284
7月	544,225	260,827	52,990	208,890	254,424	283,078	260,160	5,661,458	507,734
8月	605,116	249,267	37,955	209,738	311,122	302,530	299,455	5,766,030	528,487
9月	541,185	245,557	37,080	207,830	305,609	284,354	269,498	5,773,580	529,008
10月	567,901	302,595	65,436	237,953	255,948	305,759	272,819	5,858,621	521,296
11月	559,110	283,059	50,607	233,501	213,952	299,200	249,647	5,775,532	561,405
12月	578,041	294,991	—	—	243,557	—	—	—	—

52年12月は速報値

### 建設機械受注実績

昭和年月	47年	48年	49年	50年	51年	51年12月	52年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
建設機械	4,101	5,586	5,417	5,855	5,344	481	412	452	562	496	483	529	455	499	575	487	565	595

### 建設機械卸売価格指数

昭和年月	47年平均	48年平均	49年平均	50年平均	51年平均	51年12月	52年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
建設機械（6品目）	106.9	112.7	135.9	146.9	152.7	153.1	153.2	155.7	156.9	157.8	158.7	159.7	161.5	161.3	161.4	162.0	161.7	160.4
掘削機（1品目）	110.3	116.1	133.3	142.9	142.2	142.5	142.1	142.8	140.4	142.8	146.7	148.2	150.6	149.0	149.9	153.6	153.4	148.5
トラクタ（1品目）	108.1	114.5	138.7	145.3	153.2	153.5	153.5	156.3	158.2	158.2	158.2	158.2	160.9	160.9	160.9	160.9	160.9	160.9

- 注 1. 昭和48年～52年6月は四半期ごとの平均値で示した。  
 注 2. 「建設工事受注額」において大手43社のシェアは約24～26%である。  
 注 3. 「建設機械卸売価格」は6品目（4機種、輸出入を含む）につき加重平均した指数である。

# 行事一覽

(昭和53年1月4日～31日)

## 運営幹事会

日時：1月12日(木)15時～  
出席者：田中康之幹事長ほか43名  
議題：①各部会、専門部会および建設機械化研究所の問題点と今後の運営方針について ②昭和53年1月～12月の主要行事予定について

## 運営幹事会本支部打合せ会

日時：1月19日(木)17時～  
出席者：田中康之本部幹事長ほか17名  
議題：①損料算定改訂に伴う講習会開催について ②検定テキスト改訂に伴う講習会開催について

## 広報部会

### ■機関誌編集委員会

日時：1月12日(木)12時～  
出席者：桑垣悦夫委員長ほか22名  
議題：①昭和53年3月号(第337号)の原稿内容の検討、割付 ②同5月号(第339号)の計画

### ■除雪機械展示・実演会

日時：1月25日(水)～26日(木)

場所：山形県新庄市

入場者：約3,000名

## 機械技術部会

### ■タイヤ技術委員会

日時：1月9日(月)14時～  
出席者：古賀与平委員長ほか20名  
議題：①特殊自動車のJIS規格外タイヤ使用に関し要望書提出について ②特殊自動車タイヤの自主試験法案の作成について

### ■ダンブトラック技術委員会専用ダンブトラック分科会

日時：1月19日(木)14時～  
出席者：北畑昌平委員長ほか9名  
議題：専用ダンブトラック性能試験方法(案)の見直し審議

### ■油圧機器技術委員会小委員会

日時：1月24日(火)13時半～  
出席者：井上和夫委員長ほか2名  
議題：「建設機械整備ハンドブック」油圧機器整備編の原稿審議

### ■シールド掘進機技術委員会

日時：1月27日(金)13時半～  
出席者：小竹秀雄委員長ほか10名  
議題：シールド掘進機の仕様書様式の検討

## 施工技術部会

### ■骨材生産委員会水底掘採工法分科会

日時：1月12日(木)14時～  
出席者：佐々木輝夫分科会長ほか17名  
議題：具体的内容の審議

### ■高速道路土工委員会土工単価分析分科会

日時：1月24日(火)14時～  
出席者：伊丹康夫委員長ほか11名  
議題：高速道路建設分析調査(土工)

調査報告書原案の審議

## 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：1月11日(水)14時～  
出席者：二宮嘉弘幹事ほか7名  
議題：管理編の原稿審議

### ■建設機械整備ハンドブック委員会管理編小委員会

日時：1月25日(木)14時～  
出席者：二宮嘉弘幹事ほか5名  
議題：管理編原稿2.1章、2.2章の審議

## 機械損料部会

### ■トンネル工用機械委員会

日時：1月6日(金)14時～  
出席者：古田澄輔委員長ほか16名  
議題：昭和53年度機械損料改訂(案)について

### ■建築工用機械委員会

日時：1月11日(水)14時～  
出席者：五十嵐隆委員長ほか19名  
議題：昭和53年度機械損料改訂(案)について

### ■雑機委員会

日時：1月12日(木)14時～  
出席者：中西一雄委員長ほか12名  
議題：昭和53年度機械損料改訂(案)について

### ■舗装機械委員会

日時：1月13日(金)10時～  
出席者：明石直之助委員長ほか13名  
議題：昭和53年度機械損料改訂(案)について

### ■ダム工用仮設備機械委員会

日時：1月13日(金)14時～

## 新刊図書案内

# 建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

A5判 250頁 頒価 4,000円(会員 3,600円) ㊦ 300円

申込先  社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内  
電話 東京(433)1501 振替口座 東京7-71122番



出席者：大宮武男委員長ほか 20 名  
議 題：昭和53年度機械損料改訂(案)  
について

#### ■土工機械委員会

日 時：1月17日(火)13時～  
出席者：沢 静男委員長ほか 23 名  
議 題：昭和53年度機械損料改訂(案)  
について

#### ■トンネル工事用機械委員会小委員会

日 時：1月17日(火)13時～  
出席者：古田澄輔委員長ほか 9 名  
議 題：昭和53年度機械損料改訂(案)  
について

#### ■基礎工事用機械委員会

日 時：1月18日(水)14時～  
出席者：藤田修照委員長ほか 19 名  
議 題：昭和53年度機械損料改訂(案)  
について

#### ■橋梁架設用機械委員会

日 時：1月20日(金)13時～  
出席者：山内勇喜男委員長ほか 13 名  
議 題：昭和53年度機械損料改訂(案)  
について

#### ■作業船委員会

日 時：1月23日(月)14時～  
出席者：工藤秀雄委員長ほか 12 名  
議 題：昭和53年度機械損料改訂(案)  
について

#### ■運営連絡会

日 時：1月24日(火)14時～  
出席者：永盛峰雄部会長ほか 33 名  
議 題：昭和53年度機械損料改訂(案)  
について

### ISO 部 会

#### ■第2委員会

日 時：1月10日(火)13時半～  
出席者：高橋悦郎委員長ほか 12 名

議 題：① ISO/TC 127/SC 2 N 174～  
Noise, Work cycle test condition  
に対する審議 ② ISO 3450 Brake  
system の邦訳文(規格部会提出用)  
を逐条審議

#### ■第1委員会

日 時：1月11日(水)14時～  
出席者：大橋秀夫委員長ほか 9 名  
議 題：ISO/TC 127/SC 1 N 173,  
N 174 Hydraulic excavator の  
Digging force と Load bearing  
capacity の審議

#### ■第3委員会第2小委員会

日 時：1月31日(火)14時～  
出席者：内田一郎小委員長ほか 3 名  
議 題：ブルドーザ用カッティングエ  
ッジの形状寸法規格案の郵便投票用  
案の作成

### 標準化会議および規格部会

#### ■規格部会第2委員会

日 時：1月20日(金)13時半～  
出席者：高橋悦郎委員長ほか 9 名  
議 題：ISO 3457 防護装置の協会規  
格案の作成

#### ■規格部会第1委員会

日 時：1月25日(水)14時～  
出席者：谷口 進委員長ほか 4 名  
議 題：ISO 4510 車載工具の協会規  
格案作成審議

### — 支部行事一覧 —

#### 北海道支部

#### ■建設機械整備技能検定学科講習会

日 時：1月21日(土)9時半～  
1月22日(日)9時半～

場 所：札幌市北海道経済センター  
聴講者：33 名

#### ■広報部会展示会委員会

日 時：1月25日(水)13時半～  
出席者：高橋英雄副委員長ほか 9 名  
議 題：昭和 53 年度建設機械展示会  
予算について

### 北 陸 支 部

#### ■普及部会運営委員会

日 時：1月23日(月)11時～  
出席者：土屋雷蔵委員長ほか 11 名  
議 題：①優良オペレータ等の表彰の  
実施について ②管外工事現場の見  
学会の実施について

### 中 部 支 部

#### ■建設機械整備技能検定学科講習会

日 時：1月23日(日)9時～  
場 所：名古屋市中区ムツダビル 2 階  
参加者：45 名  
内 容：受験の手引(全国建設機械業  
協会連合会発行)および学科試験問  
題例題集(中央技能検定協会編)を  
テキストとして、講師は住友重機械  
工業の安藤実氏であった。

#### ■広報部会第2分科会

日 時：1月26日(木)15時～  
出席者：山根 昭主査ほか 3 名  
議 題：工場見学会の実施について

### 関 西 支 部

#### ■建設業部会第43回建設用電気設備特 別委員会

日 時：1月12日(木)14時半～  
出席者：岡田徳義委員長ほか 23 名  
議 題：①下部組織である専門委員会  
ならびに研究会での昭和 52 年の事

### — 新刊図書案内 —

## 新防雪工学ハンドブック

A5判 500 頁 定価 4,800 円(会員 4,320 円) 千 300 円

申込先  社団法人 日本建設機械化協会

東京都港区芝公園3丁目5番8号機械振興会館内  
電話 東京(433)1501 振替口座 東京 7-71122 番

業経過について ②大矢知俊雄専門委員会主査辞任に伴う後任選出について ③新春講演「53年の経済見通しについて」日刊工業新聞社大阪支社編集局長高瀬忠男氏

#### ■建設機械整備技能士技能検定に関する実技講習会

日時：1月12日(木)13時～  
場所：浪速区民センター  
講師：松崎規夫氏  
聴講者：36名

#### ■建設機械整備技能士技能検定実技試験

日時：1月22日(日)10時～  
場所：大阪府立堺高等職業訓練校  
受験者：2級45名

#### ■技術部会第69回摩耗対策委員会

日時：1月24日(火)14時～  
出席者：室達朗委員長ほか12名  
議題：①摩耗に関する文献調査について ②リッチパッチ金属特性試験結果について ③モータスクレーバ

のタイヤ摩耗測定結果について ④研究成果中間発表会開催について

#### ■昭和52年度施工技術報告会(土木学会関西支部、土質工学会関西支部と共催)

日時：1月26日(木)9時20分～  
場所：大阪科学技術センター  
主題：建設工事における公害防止技術について  
聴講者：332名

#### ■建設機械整備技能士技能検定実技試験

日時：1月29日(日)10時～  
場所：大阪府立堺高等職業訓練校  
受験者：1級11名、2級36名

### 中国支部

#### ■施工部会幹事会

日時：1月17日(火)13時～  
出席者：三好覚幹事ほか4名  
議題：品質管理のための土質試験実習の実施要領について

#### ■建設機械整備技能士技能検定受検講習会

日時：1月21日(土)9時～  
場所：広島YMCA  
受講者：25名  
内容：建設機械の種類用途、整備法、機械要素、材料力学、燃料油脂類、製図、電気、安全衛生等について

### 九州支部

#### ■広報部会

日時：1月9日(月)11時～  
出席者：吉田信部会長ほか12名  
議題：①今後の行事について ②現在までの実施行事と概略の収支報告

#### ■第11回運営幹事会

日時：1月20日(金)13時半～  
出席者：東原豊幹事長ほか12名  
議題：①今後の行事の実施について ②創立20周年記念誌出版の中間報告 ③本支部幹事長会議の報告

## 編集後記



国内景気の長期的な停滞に加えて昨年秋以来の円高により輸出環境が悪化し、民間企業の設備投資も不振を続けています。この厳しい情勢に対処する昭和53年度の公共投資拡

大型予算では、従来の下水道、住宅などの生活環境関連工事とともに、新幹線、高速道路、石油備蓄など大型プロジェクトにも重点がおかれるものと期待されます。

しかし、狭い国土での建設工事では立地条件もますます制約を受けるようになり、軟弱地盤の改良や海岸を埋立てるケースが増えていきます。この種の記事はすでにいくつか本誌にも発表されていますが、今回は特集号ということで各種工事の実例を紹介するとともに、総合的な内容のものも含めて、一般読者にも何らかの参考にしていただけるよう配慮し

ました。

各執筆者には年末の多忙などきに有益な報文を取りまとめていただき恐縮しております。また、グラビヤ用として代表的な工法の施工機械の写真を提供していただいた各社にもお礼申し上げます。

なお、今回マルマ重車輛の森木氏から興味深い紀行文を頂戴したので随想に代えて掲載させていただきました。

本号が出る頃は陽春の訪れ、会員、読者の皆様のご発展とご健闘をお祈りいたします。

(菊地・林・田辺)

No. 337

「建設の機械化」 1978年3月号

〔定価〕1部450円  
年間4,800円(前金)

昭和53年3月20日印刷 昭和53年3月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 最上武雄 印刷人大沼正吉

発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105

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

建設機械化研究所 〒417 静岡県富士市大淵3154(吉原郵便局区内)

北海道支部 〒060 札幌市中央区北3条西2-6 富山会館内

東北支部 〒980 仙台市国分町3-10-21 徳和ビル内

北陸支部 〒951 新潟市東区大通六番町1061 中央ビル内

中部支部 〒460 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル内

関西支部 〒540 大阪市東区谷町1-50 大手前建設会館内

中国支部 〒730 広島市八丁堀12-22 築地ビル内

四国支部 〒760 高松市福岡町4-28-30 小竹ビル内

九州支部 〒810 福岡市中央区舞鶴1-1-5 舞鶴ビル内

取引銀行三菱銀行銀座支店

振替口座東京7-71122番

電話(0545)35-0212

電話(011)231-4428

電話(0222)22-3915

電話(0252)23-1161

電話(052)241-2394

電話(06)941-8845

電話(0822)21-6841

電話(0878)21-8074

電話(092)741-9380

印刷所 株式会社技報堂 東京都港区赤坂1-3-6

快適な運転席を

---

お届けします。

---



ポストロムシート T-BAR

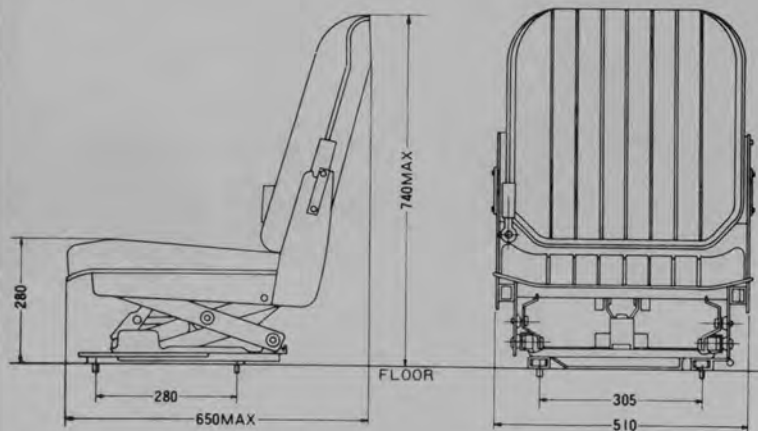
# 快適さと安全性を追求。

## T-BAR型シートの特長

- トーションバーとショックアブソーバーとの組合せにより振動やショックを柔げます。
- 最適な乗り心地を得るための体重調節(55kg～120kg)が簡単に出来ます。
- バッククッションはワンタッチで2段階に調節出来、使用しない時は前に倒しておけます。
- スライドレールはピッチ20mmで前後5段階に調節出来ます。
- サスペンションストロークは100mmあります。
- トーションバーを使用し、リンクはX型パンタグラフ方式となっているため発進、停止時に沈み込み、浮き上がりがなく保守が簡単です。



**適用車輛**：ブルドーザー・ショベル・ホイールローダー等振動の激しい車輛



## BOSTROM

### ボストロムシートT-BAR

第1級のUOP技術を背景に  
よりよい生活環境を目指して行動する

# n-u

## 日揮ユニバーサル株式会社

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

コンパクトで計量精度は抜群…

# 丸友の 移動式生コンプラント

MCP-200P-D(0.2 m<sup>3</sup>) MCP-500P-D(0.5 m<sup>3</sup>)


MCP-750P-D(0.75 m<sup>3</sup>)(実用新案申請中)

モルタル用プラントも  
製作致します。

電子制御自動式

MCP-750P-D



 丸友機械株式会社


本社 名古屋市東区泉一丁目19番12号  
電話 <052> (951) 5 3 8 1 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) 3 8 7 3 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 熊本市十津寺町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(781)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

# “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
- 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
- けん引自動車運転免許  
随時練習、懇切な指導
- 自動車・建設機械整備士免許  
高校卒2ヵ年課程、毎年4月入学  
2級自動車整備士養成コース
- 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
- 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
- 玉掛技能講習  
毎月1回(3日間) 修了証交付
- 移動式クレーン特別教育  
(つり上げ荷重5トン未満)  
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)

ホイールカッター式

小形 **浚せつ船**

標準吐出径 150, 200, 250, 300, 350mm

- 分解して陸搬できる
- 浚せつ圧送能力は絶大
- 周辺の水を濁さない
- 砂・砂利の採取
- ダムの堆砂さらえ
- 港湾のへドロ除去
- 河川の水底掘削



株式  
会社

**ウオターマン**

カタログ説明書贈呈最寄現場ご案内

〒542 大阪市南区豊谷東之町32 TEL 06-252-0241

# 混合攪拌・瞬結

## JST工法

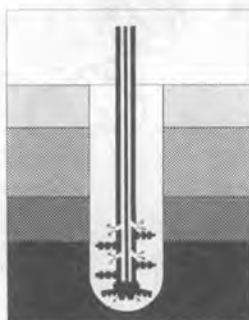
JST工法は、アースオーガ等の掘削軸に2つの流体通路を設け、それぞれ別個のグラウトポンプによりA液・B液を低圧で供給し、A液・B液・土砂を攪拌翼によって混合攪拌しながら瞬時に土壌を凝結させる地盤改良工法です。

### ●特長

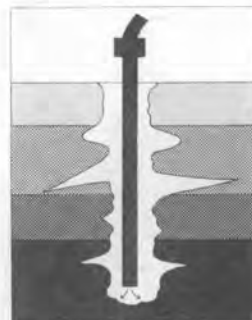
1. あらゆる地盤に適応できます。
2. 確実に施工できます。
3. 広範囲な用途に用いることができます。
4. 無公害工法です。

### ●適用範囲

- 推進工法、シールド工法の堅孔背面と底部の地盤改良ならびに止水および切羽の安定
- シートパイルの歯抜け所の止水
- ヒーピング、ボイリングの防止
- 隣接埋設物、建造物の保護
- トンネル基盤の強化
- 石油タンクの基礎
- その他建造物の基礎強化



(JST工法による改良範囲)



(従来工法による改良範囲)



(JST施工—東海道貨物別線大口高架橋工事)

### J S T 協 会

正会員	京阪工事株式会社	〒600	京都市下京区中堂寺鍵田町12-4	TEL075-341-9261
	建研工業株式会社	〒162	東京都新宿区市ヶ谷富久町118	TEL 03-359-8891
	中央特殊工事株式会社	〒153	東京都目黒区中目黒2-10-1	TEL 03-711-8431
	株式会社テクノックス	〒107	東京都港区赤坂2-4-1	TEL 03-582-3945
	東京建機工業株式会社	〒101	東京都千代田区鍛冶町2-9-3	TEL 03-256-8376
	南日本基礎工業株式会社	〒891-01	鹿児島市南栄町3-2	TEL0992-67-5211
	宮永建設株式会社	〒061-33	北海道石狩郡当別町字対雁通819	TEL01382-3-2620
	ライト工業株式会社	〒102	東京都千代田区九段北4-2-35	TEL 03-265-2551
	株式会社茄子川組	〒980	宮城県仙台市花京院2-2-30	TEL0222-63-1750
	大分基礎工業株式会社	〒874	別府市大字北石垣字天神上田1540-7	TEL0977-24-5152
	大旺建設株式会社	〒780	高知県高知市丸の内2-8-30	TEL0888-23-3161
賛助会員	三和機材株式会社	〒103	東京都中央区日本橋茅場町2-10	TEL 03-667-8961
	住友セメント株式会社	〒101-91	東京都千代田区神田美土代町1番地	TEL 03-295-5111
事務局	〒103 東京都中央区日本橋茅場町2-10(三和機材株式会社内)			TEL 03-667-8961

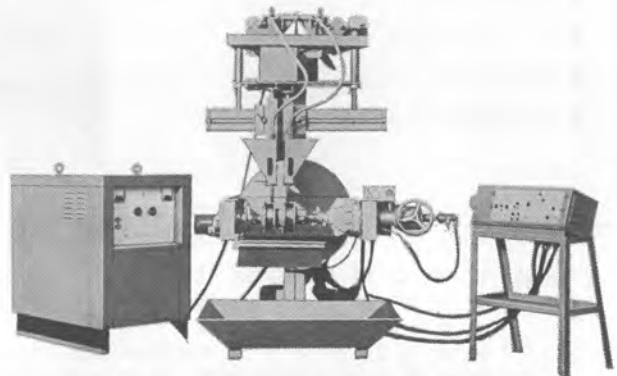
# 世界にはばたくマルマ製品



納入実績52ヶ国

## 主要製品 (建設機械整備) 再生設備

- ローラーアイドラ全自動溶接機
- トラックリンク自動溶接機
- ローラーアイドラプレス
- シュボルトインパクトレンチ
- トラックリンクプレス
- パーツワッシャー
- トラックローラーカラーリムーバー
- トラックローラーカラーインストーラー
- ハイドロリックサービスプレス
- 油圧装置、電装装置、燃料装置  
各テストスタンド



写真はローラーアイドラ全自動溶接機



## マルマ重車輜株式会社

本 社 工 場  
名古屋工場  
相模原工場

東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号  
愛知県小牧市小針中市場25番地  
神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号

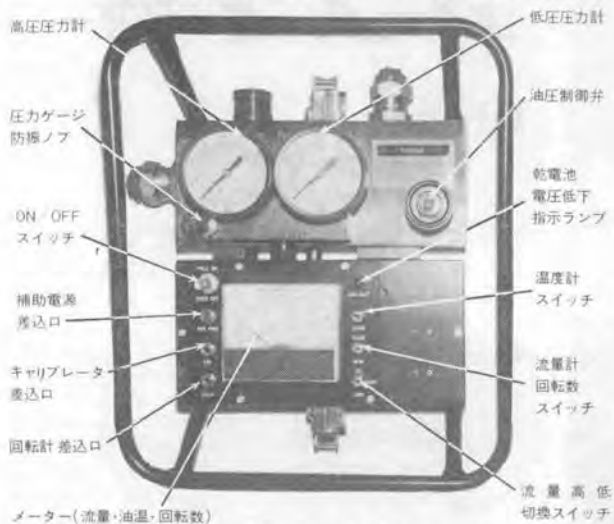
☎(03)429局2131(大代表)  
☎(0568)77局3311代~3番  
☎(0427)52局 9 2 1 1 番

テレックス242-2367番 丁156  
テレックス4485-988番 丁485  
テレックス287-2356番 丁229



# 油圧装置テスター

HT 75型 300 ℓ/min( 75GPM) 350kg/cm<sup>2</sup>(5000PSI)  
HT200型 750 ℓ/min(200GPM) 350kg/cm<sup>2</sup>(5000PSI)



HT75型 操作コントロール

本機は最近の大型化及び複雑化された油圧装置の故障診断に最適のテスターです。

即ち工場及びフィールドにおける勘にたよる故障探究の時間と費用のムダを排除することができます。

### 特長

1. 流量、圧力、油温、回転数の正確迅速容易な計測可能(精度±2%以内)
2. ソリッドステート回路で信頼性最高
3. コンパクト、軽量で保護枠付(8.6kg)
4. 油圧回路のインライン試験可能
5. 目盛りはメトリック、ポンド両用

### 用途

建設機械、農業機械、一般機械、船舶用その他各種の油圧装置の故障探究。

# “Snap-on Tools”

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



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 } 日本総代理店  
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 }

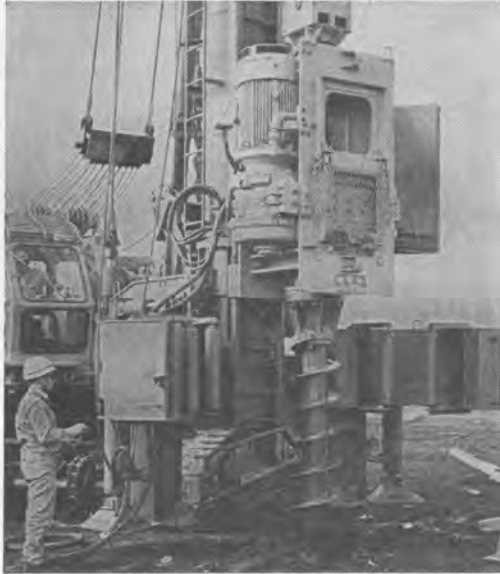


内外機器株式会社

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

— 無騒音・無振動・無公害 —

# 三和機材の建設機械



## アースオーガー

### ●特長

- 騒音・振動がありません。
- 施工速度がスピーディです。
- 極めて硬い地盤まで施工できます。
- あらゆる基礎工事に使用できます。

### ●主なオーガー工法

- 既製杭建込工法
- 場所打杭工法
- 地中連続壁工法
- 地盤改良工法
- 鋼矢板建込工法

## コンデストラー

三和機材のコンデストラーは、日本国  
有鉄道との共同開発により実用化した無騒  
音・無振動コンクリート破壊機です。

### ●特長

- 騒音・振動・粉塵がまったく発生しません。
- 破壊されたコンクリートが周囲に飛び  
ちりません。
- 強力な油圧により作動し、鉄筋等も確  
実に破壊出来ます。
- すべての操作が一人で出来ます。



### ●三和機材の建設機械●

アースオーガ・ドーナツオーガー・シートパイラー・ホリゾンガー・トンネル堀削機・コンクリート破  
壊機・モルタル用バッチャープラント・土木用スクリュウコンベア・その他土木建設機械設計・製作



# 三和機材株式会社

本 社 東京都中央区日本橋茅場町2-10 蛇の目茅場町ビル ☎東京(03)667-8961 〒103  
営業所 大 阪 ☎06-261-3771 福 岡 ☎092-451-8015 札 幌 ☎011-231-6875

ずり出しの省力化に偉力!!

# カホ・オートリフト



**特長**

- ① 単体最大重量 80kg
- ② 組立式、現場組立、解体至って簡単
- ③ 深度に応じレール延長(1m単位)
- ④ 坑底ボタン操作で自動運転
- ⑤ 完璧な安全対策



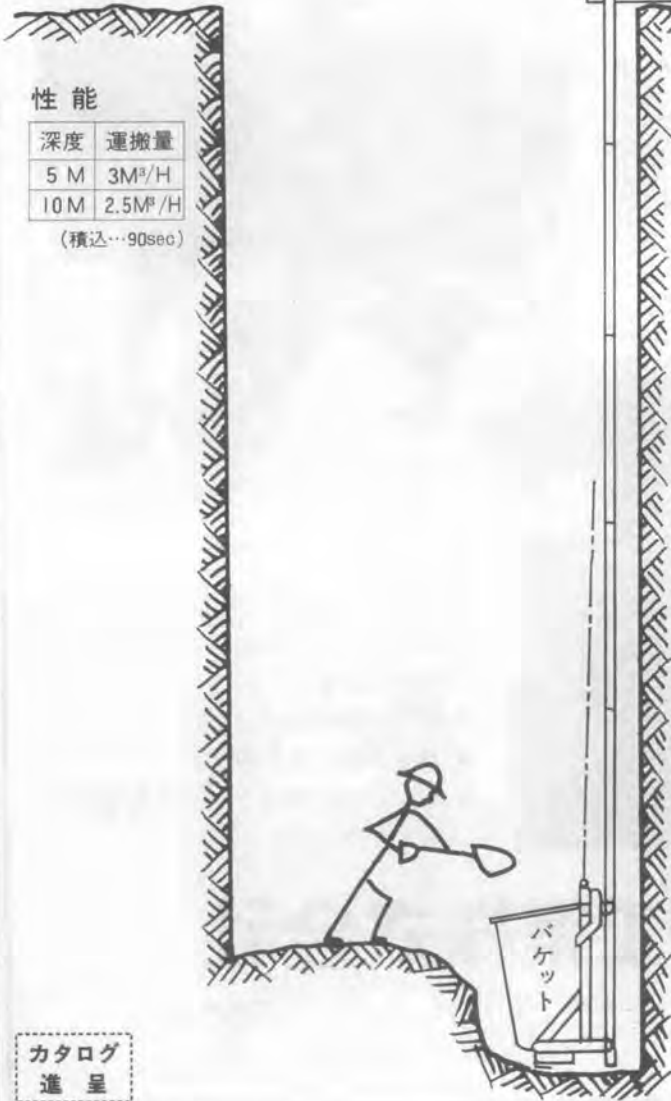
**性能**

深度	運搬量
5 M	3M <sup>3</sup> /H
10 M	2.5M <sup>3</sup> /H

(積込...90sec)


**仕様**

品名	仕様	重量
本体フレーム	一式	68kg
レール	1.0M	9
伸縮レール	1.3~2.3M	20
曲りレール		10
アンカーフレーム	3.6~6.0M	78
台車		47
バケット	0.15M <sup>3</sup>	32
配電盤		40
電動ウインチ	1.2KW 3相	80
ロープ	8mm径	
サポートパイプ	1.8~2.0M	3~6
締付金具	タンバクル式	3
パイプレーター付シュート	0.2KW 3相	45




カタログ  
進呈

発売元

 **日鉄鉱業株式会社**

本社 東京都港区三田1丁目4番28号(三田国際ビル) ☎(03)454-5011(大代表)  
 北海道支店 ☎(011)561-5371 名古屋営業所 ☎(052)962-7701  
 大阪支店 ☎(06)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)嘉穂製作所**

本社工場 福岡県嘉穂郡流穂町大字大分567 ☎(09487)-2-0390

# マサゴの 電動油圧式バケット

1. 電動油圧式ポリップ型バケット
2. 電動油圧式グラブバケット
3. 電動油圧式クラムシェルバケット
4. 電動油圧式水中型ドレッジャーバケット
5. 電動油圧式フォークバケット
6. 電動油圧式木材用バケット
7. 電動油圧式各種吊具



電動油圧式ポリップ型バケット

## 電動油圧式グラブバケット



### 特長

1. どんなクレーンでも取付可能です。
2. 油圧式である為に強力な掴み力を発揮します。
3. 操作が簡単です。
4. 自重が軽くてすみます。
5. バケット荷役と、フック荷役の切替えが簡単です。



## 真砂工業株式会社

柏事業所 千葉県東葛飾郡沼南町沼南工業団地 電話(柏)0471-91-4151(代) ☎270-14  
 大阪営業所 大阪市北区芝田2-3-14(日生ビル) 電話(大阪)06-371-4751(代) ☎530  
 本社 東京都足立区六町4-1-2-19 電話(東京)03-884-1636(代) ☎121

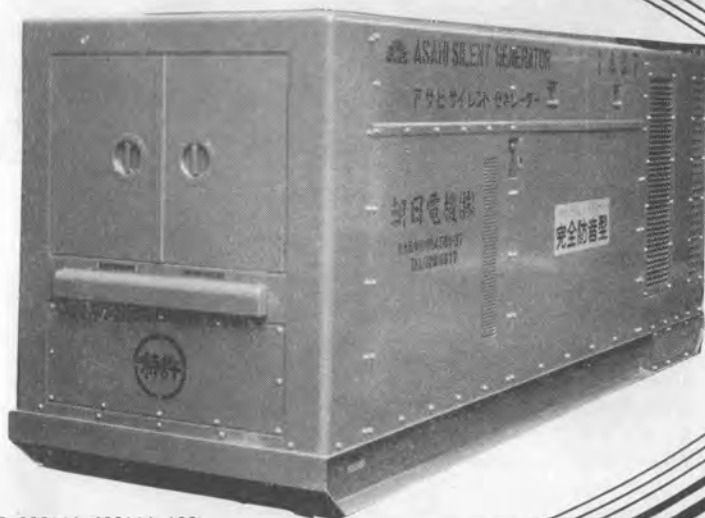
比べてください この製品

# アサヒサイレントゼネレーター

## 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

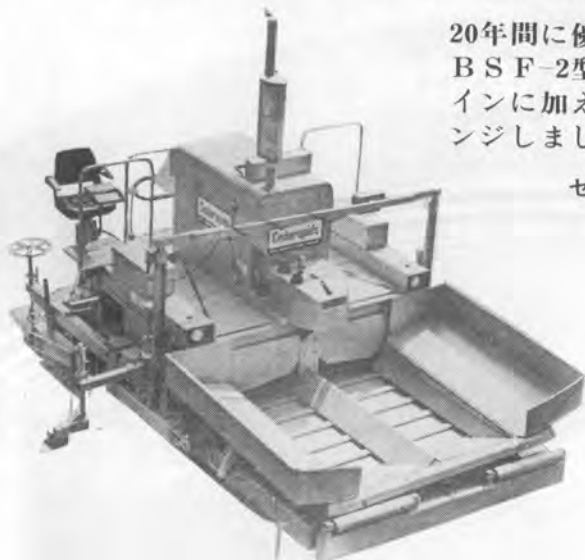
〒577 東大阪市洪川町4-4-37  
☎(06)728-6677~9・728-2457・727-6671~2

# 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ましたセダラピッド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。倍田の御愛顧を！

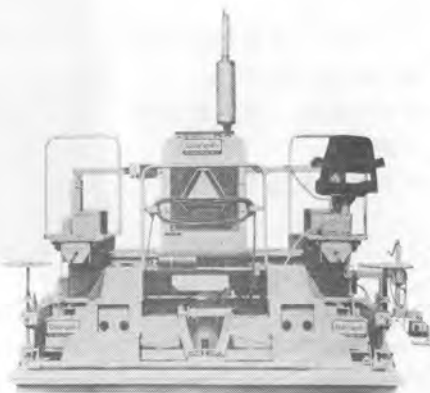
### セダラピッド型式BSF-400一般仕様書

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型のスクリーン機構は、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) 強力型スクリーン自動コントロール。
- (7) 安全対策：安全運転、事故防止、機器破損防止、いたずら防止。
- (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スクリーンライニング、特殊スクリーンエクステンション、各種スクリーンバーナー、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

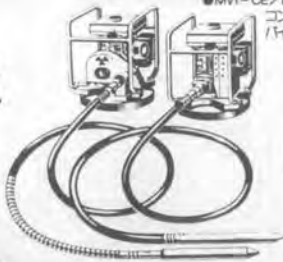
## ゼネラルロードイクイメントセールス株式会社

東京都千代田区内神田2丁目13番地中村ビル ☎03-256-7737~8

●MVI-SM/MVI-GM  
コンクリートパイプレータ



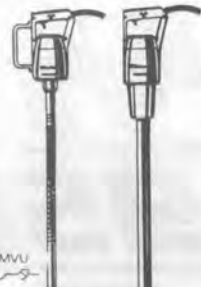
●MVI-CE/MVI-GE  
コンクリートパイプレータ



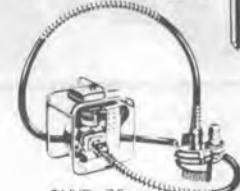
●MVI-PC  
●MVI-PCE  
分断式パイプレータ



●MVU  
軽便型パイプレータ



●MVI-DML  
ロング電線型パイプレータ



●MCD-1U  
●MCD-2B  
●MCD-3  
コンクリートカッター



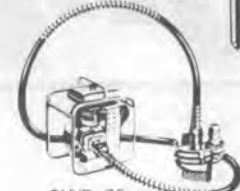
●MHC-8A  
バンドコンクリートカッター



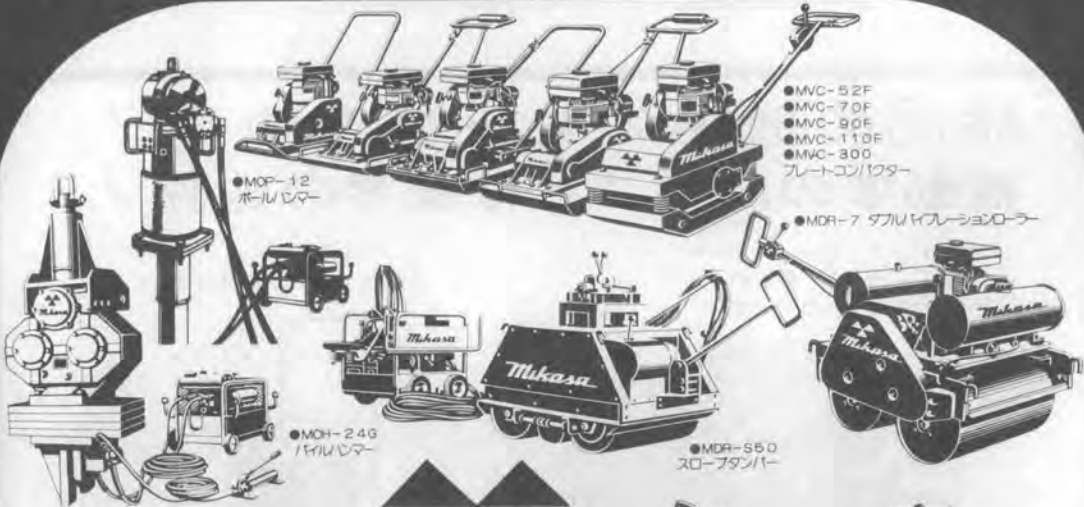
●MVI-MU  
モーターインヘッドパイプレータ



●MVP-3E  
水中ポンプ



# Mikasa CONSTRUCTION EQUIPMENT



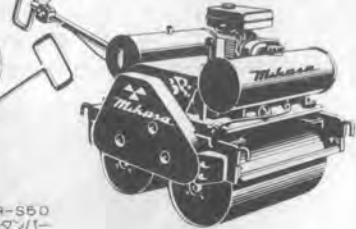
●MOP-12  
ポールビマー



●MVC-5ZF  
●MVC-70F  
●MVC-90E  
●MVC-110F  
●MVC-300  
プレートコンパクター



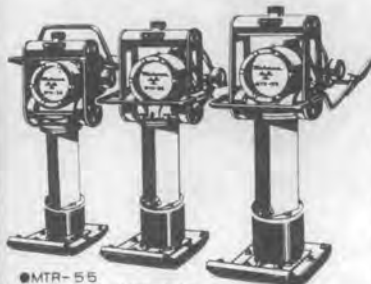
●MDR-7  
ダブルインジェクションローラー



●MOH-24G  
バレルビマー



●MDR-55D  
スローブタンパー



●MTR-55  
●MTR-80H/MTR-120  
タンピングランマー



特殊建設機械メーカー

## 三笠産業

本社 東京都千代田区橋本町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  
大阪市西区立売堀北通4-9  
電話(06)541-9631(代)

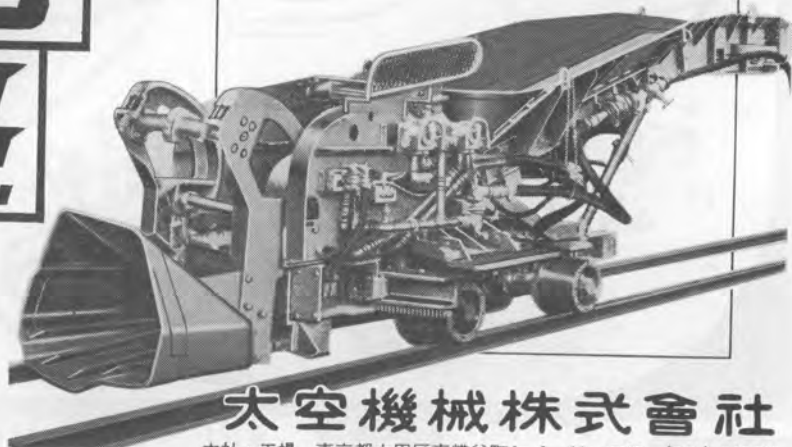


●MDR-90  
ダブルインジェクションローラー

# クワ

# 950B

# 0.4



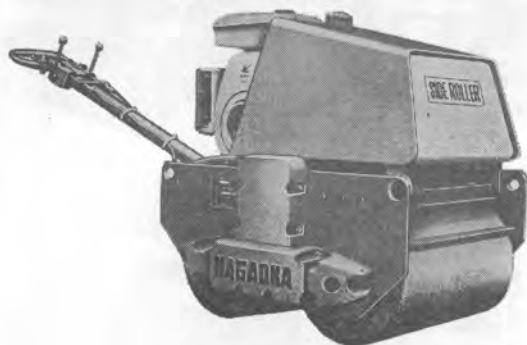
- バケット容量：0.66m<sup>3</sup>
- 本機に太空特許である「斜坑装置」を取付可能

## 太空機械株式会社

本社・工場 東京都大田区東糀谷町4-6-20 ☎03 (741) 6455代  
 営業部 直通 ☎03(742)4724・4725  
 札幌営業所 北海道札幌市南11条西6-419 ☎011 (511) 6151  
 福岡営業所 福岡市大名2-19-30 ☎092 (741) 2881  
 大館営業所 秋田県大館市御成町1-17-3 ☎01864(2) 3704

## 締固め機械のトップをゆく！ 稼働率の高いことは業界の定評！

サイドバイブレーションローラー  
両輪駆動  
振動ローラーの本命



V-6WD型 850kg

長岡タンパー  
ランマーに代る締固め機



NGK-80型 80kg



### 長岡技研株式会社

東京都品川区南品川2-2-15  
TEL (03)474-7151(代)



# 世界に羽ばたくダイハツのローラ群

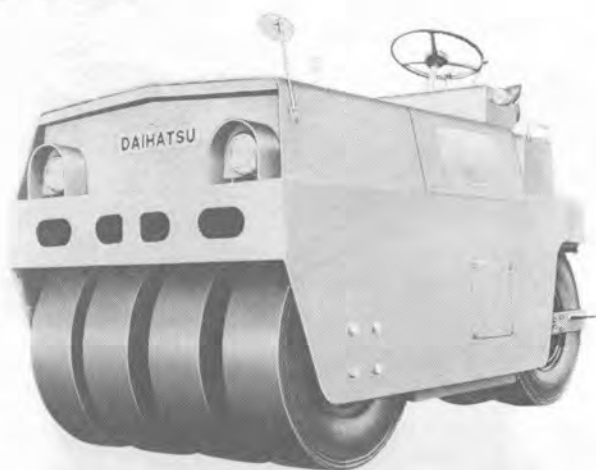
## DAIHATSU

# パイプレーションローラ タイヤローラ

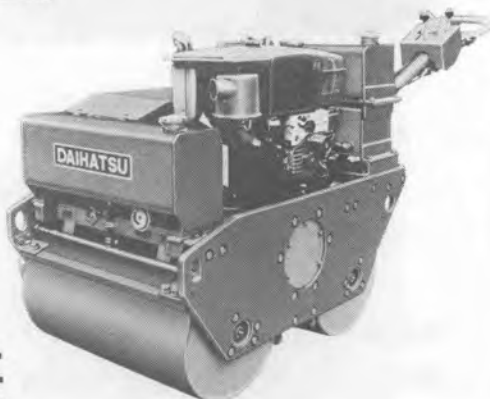
- 低騒音・油圧駆動のタイヤローラ TR33型
- センターピン・両輪駆動・パワーステアリングの採用 VR30A型
- 小形油圧両輪駆動のハンドタイプローラ VRDH型



VR30A型  
2800kg



TR33型  
3300kg



VRDH型  
850kg

## ダイハツディーゼル株式会社

本社 大阪市大淀区大淀中1丁目1番87号  
電話(大代表)大阪(06)451-2551 ㊦ 531

本社・大阪工場 電話(大代)06(451)2551  
守山工場 電話(代)07758(3)2551  
東京営業所 電話(大代)03(279)0811  
札幌営業所 電話(代)011(231)7246  
函館営業所 電話(代)0138(26)8673  
八戸営業所 電話(代)0178(33)9291  
仙台営業所 電話(代)0222(27)1674

名古屋営業所 電話(代)052(321)6431  
清水営業所 電話(代)0543(53)1171  
高松営業所 電話(代)0878(81)4121  
福岡営業所 電話(代)092(411)8431  
下関営業所 電話(代)0832(32)7511  
海外営業所 ロンドン、シドニー、  
ジャカルタ、シンガポール

# FH30A パワーショベル

## 全油圧式万能掘削機

### 仕様

バケット容量	0.18~0.30m <sup>3</sup>
最大掘削深さ	3,750mm
定格出力	47ps
機械重量	6,300kg



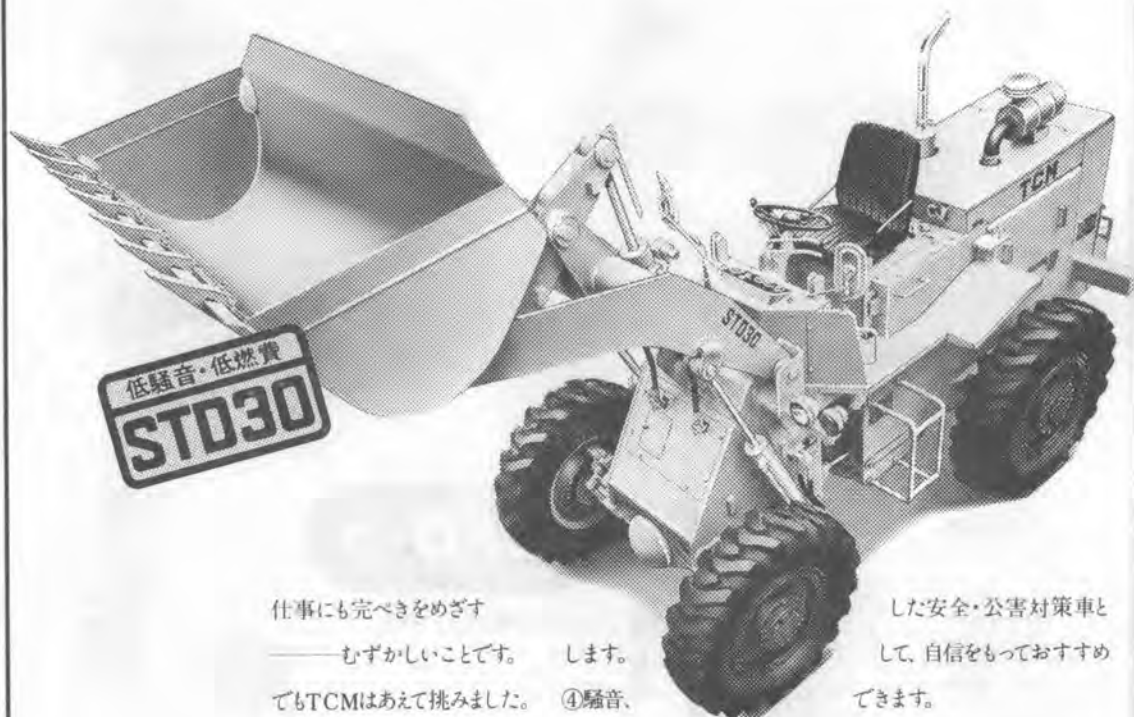
建設機械専用のねばり強く疲れを知らない強力エンジンを搭載していますから、どんな苛酷な作業現場でも十分に威力を発揮します。特に掘削力は、エンジンのパワーアップとともに作動油回路の最高圧力を増大していますから、頗る強く、しかも弊社の特許である油圧回路の自動増量・増圧機構により、硬さには力強く、軟さにはすばやく作動し、作業のサイクルタイムを短縮できるなど、他の機種には見られない優れた特長を有しています。



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  
岡山(0862)79-2325 名古屋(052)561-4586 札幌(011)261-5686  
高松(0878)51-3264 金沢(0762)61-1591 秋田(0188)23-1836

建機・販売サービスセンター 田無(0424)73-2641-6

# 完全主義。



仕事にも完璧をめざす

——むずかしいことです。でもTCMはあえて挑みました。新製品トラクタショベルSTD30がその成果です。新機構モジュレートミッションを採用しました。シフトショックがないので、

- ① オペレータの疲労を軽減、運転操作性も向上します。
- ② 耐久性が大幅に向上します。
- ③ バケットの土砂などのこぼれが少なく、作業員も増大

します。

④騒音、

走行騒音

が少なく低くなっています。

さらに、このクラスでは最高の75馬力と余裕のあるエンジンを搭載しています。同じ量の仕事も、よりラクにこなせます。しかも軽作業では1.2m<sup>3</sup>までOK！ また、蓄積された技術をTCM独自の設計に生かした、時代にマッチ

した安全・公害対策車と

して、自信をもっておすすめできます。

バケット容量	1.2m <sup>3</sup>
最大荷重	2800kg
最大けん引力	7000kg
自重	6260kg

●アーティキュレート式

省力化のシンボル

# TCM

## 東洋運搬機

本社 〒591 大阪府西区京町堀1-15-10  
販売事業本部 〒105 東京都港区西新橋1-15-5

●カタログのご請求は  
販売事業本部 TEL.03(591)8171 にどうぞ。

# TCMトラクタショベルSTD30

# 明和

# 振動ローラ

両輪・駆動・振動

新製品

## マイローラ

MT-30型  
小型3ton



ステアリング軽快・サイド転圧可能

MVR-30型 3.0t

MVR-25型 2.5t

MVR-11型 1.1t



## マイコロプレート

アスファルト舗装  
表面整形

P-120kg

P-90kg

P-80kg

P-60kg

VP-70kg



## ハンドローラ

上下回転式ハンドル

MRA-65型 0.65t

MRA-85型 0.85t

全油圧

(特許出願中)



## マイコロラシマ

道路・水道・瓦斯管  
電設・盛土・埋戻し

RA-120kg

RA-80kg

RA-60kg

《防音型》



(カタログ進呈)

株式会社

# 明和製作所

川口市青木1丁目18-2 〒332

本社・工場	Tel. (0482)代表(51)4525-9
大阪営業所	Tel. (06) 961-0747-8
福岡営業所	Tel. (092)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

# Dart

人気の秘訣は……●特許のバランス・ブーム  
使用により掘進、リフト時に120馬力がフル活  
動。●側面に張り出した視界の広い運転席  
で運転も安心。●低油圧機構の採用で油圧  
器機がタフで長持ち。●車体屈折機構により  
稼働率が大幅にアップ。●200t級トラックに  
も使用可能な万能ブーム。

日本総代理店  
**(株)アンドリュース商会**  
開発機械課

〒105 東京都港区芝大門1-1-26 ニアスビル ☎03-432-7855

## 世界の現場で実証された 腕自慢、**Dart 12M<sup>3</sup> Loader**



200台以上の12M<sup>3</sup> (容量20,000  
kg)級大型ローダが、既に200  
万時間以上稼働しております。

Dart社製造機種●機械式ローダ…D600●電動ローダ…DE620●100tエンドダンプトラック…3100●150tトレーラーボトムダンプ…4150



# 掘削力で

爪交換が早くできるのは

〈三菱エスコ〉のバケットだから

激しい潮流・浮力を圧倒。深海も一気に掘りまくる——強力なパワーを生み出すのは、自重に加えて“特別設計”のバケット形状やワイヤロープの巻掛け数、などの相乗効果。特に掘削力の決め手となる爪が、す早く交換できるアイデア設計。〈三菱エスコ〉ならではの、豊富な経験と技術力の成果です。

MITSUBISHI SEIKO  
**EACO**<sup>®</sup>  
クラムシェルバケット

凌波現場を選ばないのは

〈三菱エスコ〉のカッターだから

引きしまった砂利層でも、硬い岩盤でも、変らぬ掘削力を発揮する——その秘密はカッター先端、独創の爪部分。いつも現場にピッタリの形状の爪をセットでき、交換もハンマー1本でOK。激しい作業による摩耗にも、カッター全体の交換が不要になって経済的。機械の稼働率を飛躍的に高めます。

MITSUBISHI SEIKO  
**EACO**<sup>®</sup>  
ドレッジカッター



# 差をつける

〈港湾土木機械の機能をひろげる爪「コニカルニ体ツース」をあわせてご活用ください〉

特殊鋼をつくり加工する  
**三菱製鋼**

鍛造営業部 東京都千代田区大手町2-6-2(日本ビル) ☎東京03(245)1521(代表) 100

■営業所/大阪(06)343-0841(代)/名古屋(052)561-1561(代)/広島(0822)48-2220(代)/福岡(092)441-0727(代) ■出張所/仙台(0222)21-1366(代)/新潟(0252)41-7237(代)/札幌(011)281-6201(代)

BULLDOZER *Kabutomushi*

# 全旋回式 **BK250R**

スライド式ブーム付



## 余裕たっぷり 掘削作業の省力化に!!

■BK250Rは油圧掘削機界に新分野を開拓した画期的な小型パワーショベルです。今日、ますますスピード化を要求される土木建設工事はもとより管工事においても人手不足は深刻な問題となっております。ハヤサキは豊富な経験と最新の技術を駆使してこの御要望にマッチした小型掘削機としてBK250Rを開発致しました。都市における土木管工事、農林土木などの狭隘地、軟弱地には最適です。上下水道、宅地造成、道路側溝掘、利排水工事などに威力を十分に発揮します。

### ■主な仕様

バケット標準容量……………0.15m <sup>3</sup>	接地長……………1,650mm	走行速度…前後進共0~1.8km/h
運転整備重量……………3,600kg	接地圧……………0.30kg/cm <sup>2</sup>	旋回角度……………360°
エンジン名称…三菱KE31-33HR	最大掘削深さ……………3,200mm	旋回速度……………10r.p.m./min
最大出力……………42ps	最大積込高さ……………2,810mm	燃料タンク容量……………75ℓ
履帯幅……………350mm	スライド移動量……………500mm	作動油タンク容量……………150ℓ



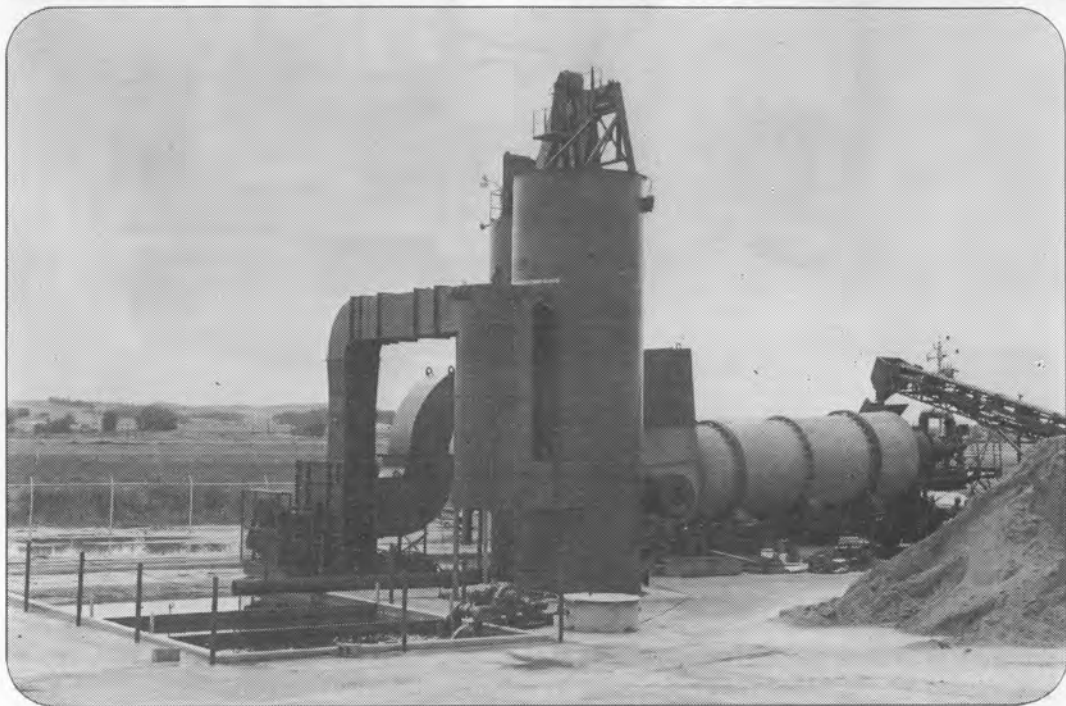
製造元 株式会社早崎鐵工所

総販売元 早崎産業機械株式会社

本社	沼津市上香貫西島町1150番地	TEL 沼津 (31)0463 大代表
東京営業所	東京都中央区宝町2の4(第二ぬ利産ビル)	TEL 東京 (567)4355(代表)
名古屋営業所	名古屋市中区大須3の8の20(高栄ビル)	TEL 名古屋 (261)4649(代表)
大阪営業所	大阪市南区安堂寺橋通り3丁目34(南大和ビル)	TEL 大阪 (252)7365
仙台営業所	仙台市宮城野1丁目4の8	TEL 仙台 (93)1677
岡山営業所	岡山市南方2丁目8-25(大三ビル)	TEL 岡山 (22)9372
福岡営業所	福岡市博多区博多駅東1-11-15(博多駅東口ビル)	TEL 福岡 (431)8027
関西センター	奈良市古市町1340の1	TEL 奈良 (22)7664

# 画期的なアスファルト・プラント

## DRUM MIXING PLANT



BARBER-GREENE

Screen, Hot bin, Weigh hopper, Pugmill等のBatch towerが、省略された画期的なアスファルト・プラント

■従来の形式に比べ格段に安価な本体コスト、メンテナンスコスト、及び秀れた機動性をお約束します。

■150TPH-600TPH迄の3機種を取揃えております。

Barber-Greene



本邦取扱店

極東貿易株式会社  
建設機械第1部第2課

本店 〒100-91 東京都千代田区大手町2の2の1(新大手町ビル7階) 電話03(244)3809  
支店 札幌・沼津・名古屋・大阪・福岡

指定整備工場：マルマ重車輛株式会社  
東京都世田谷区桜ヶ丘1-2-19 電話(429)2131



軟弱地での作業を変えます

# 大形湿地ブローザD7G

## 〔軟弱地での稼働範囲が広い〕

- 接地圧0.43kg/cm<sup>2</sup>(865mmのカーブアベックスシュール)
- 15SBWスクレーパーとのセットでもqc=4程度まで作業が可能。

## 〔余裕あるパワー〕

- トラクション係数が0.63(qc=3-5の場合)でけん引力が大きい。15SBWスクレーパーとのセットでも余剰けん引力が大きいので余裕をもって行えます。\*トラクタの最大けん引力(12,250kg)とスクレーパーの走行抵抗(4,670kg)の差。

## 〔盛土の質の向上が図れる〕

- 15SBWスクレーパー(15m<sup>2</sup>)とのマッチングは抜群。
- こね返しが少ない。
- わだちかき浅いので転圧効果もよく土の支持力が增加。

## 〔雨あがりの待ち時間を短縮〕

- 降雨後の待ち時間を大巾に短縮(関東ロームの場合、従来は降雨量20mmで2-3日の休車。D7G湿地ブローザと15SBWスクレーパーの場合、降雨後1日程度で作業が可能。)

軟弱地での大土量運搬には

CAT D7G湿地ブローザと

コッド15SBWスクレーパーの組合せが抜群

稼働範囲が一段と広くなりました。

### コッド15SBW スクレーパー

空車重量	12,500kg
ボウル容量	15m <sup>2</sup> (山積)
操作方式	油圧式



### D7G(湿地車)

ダイレクトドライブ パワーシフト	
総重量	22,450kg★ 22,550kg
フライホイール出力	2030ps
接地圧 (ブレード付) (単位)	0.43kg/cm <sup>2</sup> 0.35kg/cm <sup>2</sup>

お客さまのための運動です

# OR 運動

良い機械の選定・合理的な機械の維持管理・正しい運転操作…この3つの基本から、お客さまの利益をいっそう大きくするための運動です。くわしくはセールスマンにおたずねください。

## キャタピラー三菱

本社・工場 神奈川県相模原市田名3700 千229 ☎(0427)62-1121  
直納海外部 東京都港区北青山1-2-3(青山ビル12F) 千107 ☎(03)478-3711

関東東支社 ☎ 柏 (0471)31-1151  
西関東支社 ☎ 八王子 (0426)42-1117  
北陸支社 ☎ 新潟 (0252)66-9171

東海支社 ☎ 安城 (0566)718-1111  
近畿支社 ☎ 茨木 (0726)43-1121  
中国支社 ☎ 瀬野川 (0828)913-1111

〔特別販売店〕

北海道建設機械販売㈱ ☎ 札幌 (011)887-2321  
東北建設機械販売㈱ ☎ 岩手 (02232)2-3111

四国建設機械販売㈱ ☎ 高松 (0899)72-1481  
九州建設機械販売㈱ ☎ 福岡 (092)214-1211  
牧港自動車㈱ ☎ 新潟 (0568)86-4173

資料  
請求券  
建機2-2

# ピッカーいち!

# 50トン

総合力で断然リードする50トンブリクローラクレーン〈P&H550-S〉。油圧モータ直結

式の足回り、大容量の巻上ドラム、スムーズな旋回機構などクレーン能力を大幅にアップ。また、油圧伸縮式のクローラで安定性、機動性を増大させるとともに、居住性も一段と充実させた余裕ある50トンブリです。

建設現場、大規模工事現場で待たれていた実力派〈P&H550-Sクローラクレーン〉で能率向上、採算向上をおはかりください。

## P&H 550-S クローラクレーン

最大つり上能力 50トン  
最大ブーム長さ 42.7m+15.2m  
(主ブームのみの場合41.8m)



## ◆ 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)7704  
大阪 大阪市東区備後町5-1(御道筋ビル) ☎541 ☎06(206)6604  
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4-7-8 ☎104 ☎03(273)7651  
大阪 大阪市東区北浜2丁目52-1 ☎541 ☎06(201)4861  
その他 札幌・仙台・新潟・富山・名古屋・広島・福岡

“建設機械の安全対策と整備基準対策用”

# 携帯用高性能 油圧テスター

フローテックは世界中に豊富な実績で

油圧テスターの代名詞になっております。

小型軽量・豊富な種類・性能・品質で他の追随を許しません



油量・油圧・油温の同時測定は勿論の事、更にエンジンやモーター及びポンプ軸の回転数も計れます。

本機は油圧装置の品質管理、保守点検、故障探究を目的として建設、土木機械、運搬機械、工作機械、産業機械、船舶、航空機のポンプ、圧力調整弁、切換弁、シリンダー、その他各種油圧コンポーネントの性能について検査とサービスに大きな威力を発揮しています。

フローテックの豊富な種類の中から最適な機種をお選び下さい。

区分	モデル	PFM 2-15	PFM 2-25	PFM 2-50	PFM 2-100	PFM 2-150	PFM 2-200
流量 (ℓ/MIN)	(A)高流量	3.8~50	7.6~100	11.3~200	19~500	26.5~600	26.5~800
	(B)低流量	2~10	3~20	7~50	11~100	19~120	18~200
圧力測定範囲 (kg/cm <sup>2</sup> )		0~210kg/cm <sup>2</sup> ・0~350kg/cm <sup>2</sup> (kg/cm <sup>2</sup> ・PSI併記式)					
温度 (°C)		0~150°C (°C・下併記式)					
回転数RPM	(C)低回転	1200~3000RPM				1200~1500RPM	
	(D)高回転						
セーフティーテスト		モデル毎セット済 (交換用アスク付) 700kg/cm <sup>2</sup> まで					
電源		1.5V乾電池 (単3) 3本アップ用			1.5V乾電池 (単1) 2本フォートヘッドランプ用		
ポートサイズ		SAEストレートスレッド "O" リングタイプ			SAE4ボルト、スプリット、フランジタイプ		
		#12 (3/4"チューブ) サイズ	#16 (1"チューブ) サイズ	#20 (1 1/4"チューブ) サイズ	#24 (1 1/2"チューブ) サイズ		
重量 (kg)		6.6 kg	6.8 kg	9 kg			
大きさ (縦×横×高)		177×263×188mm		177×263×193mm			203×263×219mm



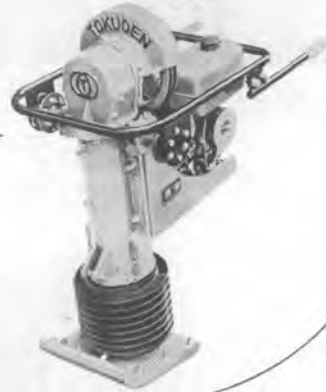
日本総代理店

**クリエイト・エンジニアリング** 株式会社

本社 東京都千代田区神田紺屋町32番地守屋ビル  
〒101 TEL (03)252-2518(代)  
東京中央郵便局私書箱1627号 〒100-91

# 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・インストロー ●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  
 栗石の突固め、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



## バイトツップ

- 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。
- 呼び水がいらぬ。
- 土砂混入のおこれ水でも揚水できる。
- 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(951)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	福岡市博多区膳岡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1-6	札幌	011(871)1411	〒062
名古屋出張所	名古屋市南区汐田町3丁目2-1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

# 人間を数字で語れないように クレーンもまた 仕様だけでは語れません。



## TOTAL FUNCTION

### 安全性

過負荷防止装置「日立ハイリミッタ」はじめ各種安全装置を採用。

### 操作居住性

油圧式で軽い操作力、人間工学にもとづいた合理的なレバー配置。運転室は独立キャブ。

### 輸送性

カウンタウエイトの取りはずしが容易。本体丸積みでトレーラ輸送が可能。(大型機除く)

### 保守性

足まわりおよびクレーンブーム、ドラムまわりは無給脂タイプ。

### 耐久性

信頼のメカニズム。油圧式のパイオニア・メーカーとしての自信と実績を結集。

### 走行移動性

左右独立駆動でスピターン、ピボットターンが容易。

なぜならば、クレーンを操作するのは、あくまでも人間だからです。そこでは操作性、居住性、安全性など、数字では表わせない各機能が最良の状態を整ってこそ、初めて力強いパワーが生き、作業能率も上がります。KHシリーズは、そうしたクレーンのもつ6つの機能がトータルにバランスされた油圧式クローラークレーン。それぞれ

の機能が有機的に結合しあって、クレーンの総合能力を高く確かなものにしていきます。ぜひ、その威力をお試ください。

- |              |                        |
|--------------|------------------------|
| <b>KH70</b>  | ●クレーン能力……………22.5t×3.0m |
|              | ●巻長ブーム長さ(ジブ含む)……………37m |
| <b>KH100</b> | ●クレーン能力……………30t×3.0m   |
|              | ●巻長ブーム長さ(ジブ含む)……………40m |
| <b>KH125</b> | ●クレーン能力……………35t×3.5m   |
|              | ●巻長ブーム長さ(ジブ含む)……………46m |

- |                |                           |
|----------------|---------------------------|
| <b>KH150-2</b> | ●クレーン能力……………40t×3.5m      |
|                | ●巻長ブーム長さ(ジブ含む)……………52.25m |
| <b>KH180</b>   | ●クレーン能力……………50t×3.5m      |
|                | ●巻長ブーム長さ(ジブ含む)……………55.2m  |
| <b>KH300</b>   | ●クレーン能力……………80t×3.7m      |
|                | ●巻長ブーム長さ(ジブ含む)……………58m    |
| <b>KH700</b>   | ●クレーン能力……………150t×4.8m     |
|                | ●巻長ブーム長さ(ジブ含む)……………100m   |
| <b>PD7</b>     | ●走行時総重量……………75t           |

**KHシリーズ**  
日立油圧式クローラークレーン

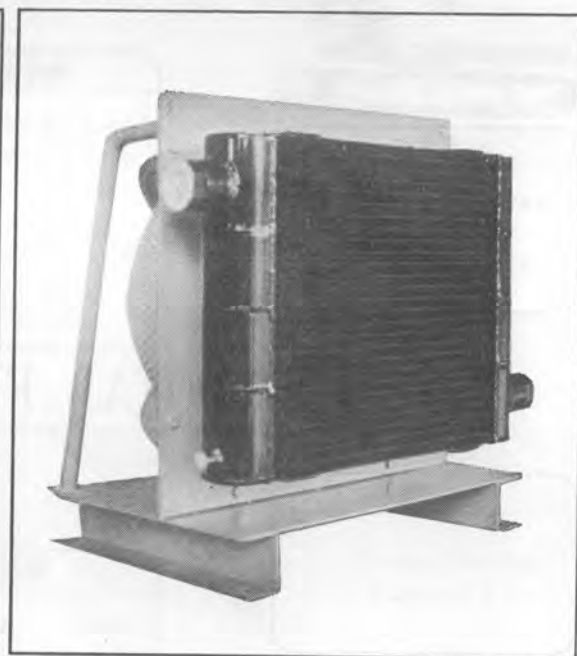
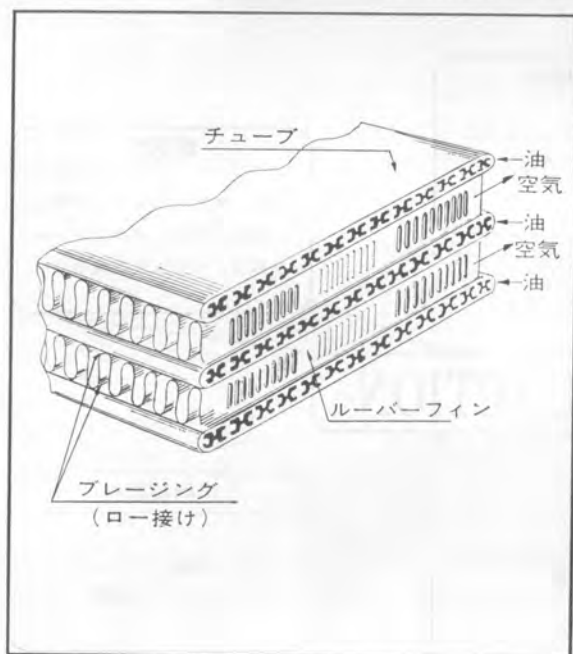


**日立建機株式会社**  
東京都千代田区内神田1-2-10  
〒101 TEL (03)293-3611(内)

# TAISEI

## 大手建設機械メーカーへ 多くの実績を持つ 空冷オイルクーラーシリーズ

— 低価格・高性能・軽量 —



200<sup>□</sup>~900<sup>□</sup>までの多種類・納期迅速材質が総アルミ製なので、軽量で耐圧、耐蝕に優れている。

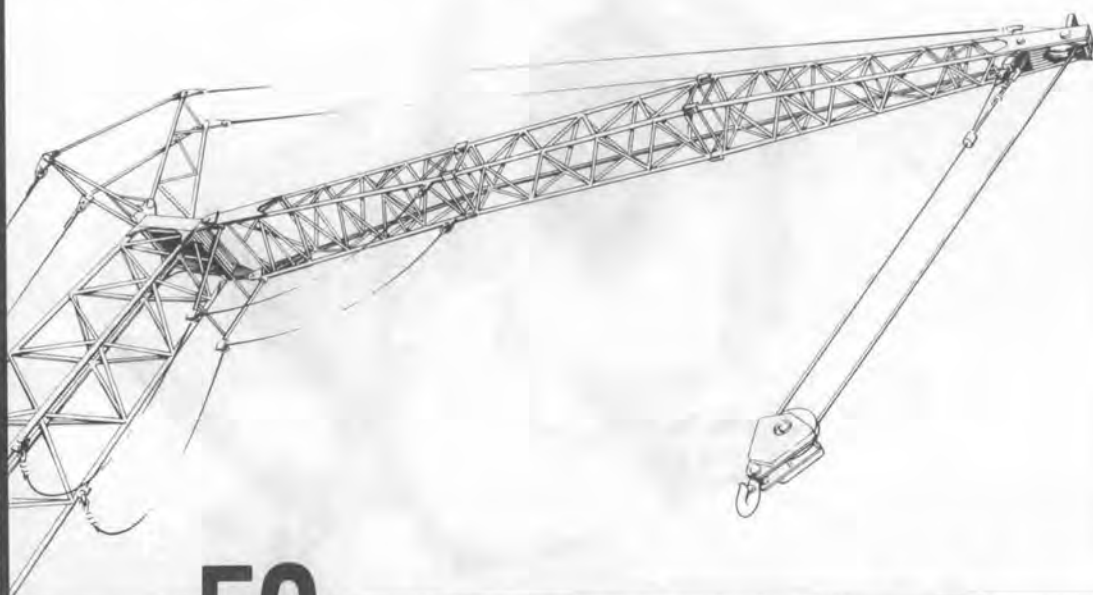
**営業品目** 油圧・潤滑用サクシオン、低、中、高圧、リターン等各種フィルター、水冷、多管式オイルクーラー(自社製ローフィンチューブ組込)強制潤滑装置。



### 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

●建機事業部取扱品目 クローラークレーン(エキスカベータ) / ホイールクレーン / トラッククレーン / 油圧ショベル / バックハープランド / コンクリートミキサ  
 シールド掘進機 / トンネル掘進機 / 各種ボーリングマシン / くい打機 / くい打車 / 定置式コンクリートポンプ / コンクリートポンプ車 / 局部扇風機



地上**50**m。その時オペレータは…  
 荷重**150**t。その時オペレータは…



高所組付けでの微妙なインテン  
 グ作業…。重量物の据え付けや  
 荷役…。時には精密なテクニッ  
 クを、時にはパワフルな持久力  
 を要求されるのがクレーンです。  
 IHIクレーンシリーズは小型か  
 ら超大型まで、力と性能の極限  
 を追求し、どんな時でもオペレ  
 ータの信頼に応え、さまざまなプロ  
 ジェクトに欠かせない存在として  
 活躍しています。

■どんな作業もカバーするクレーン・シリーズ

**70-7クレーン** (最大つり上げ荷重20 - 125トン)

**97-7クレーン** (最大つり上げ荷重9トン、10トン)

**ホイールクレーン** (最大つり上げ荷重4.8トン)

**トラッククレーン** (最大つり上げ荷重35 - 150トン)

**作業船** (最大つり上げ荷重35トン、70トン、100トン)

**IHI**  
 石川島播磨重工業  
 建機事業部

〒104 東京都中央区八重洲2-9-1(石舞ビル) ☎(03)271-3939

北海道建機営業所 ☎(011)728-3061 東北建機営業所 ☎(022)717-9461 北陸建機営業所 ☎(0764)21-8825 関東建機営業所 ☎(03)271-3947  
 中部建機営業所 ☎(0560)149-2881 北越建機営業所 ☎(061)251-1871 中国四国建機営業所 ☎(0822)21-4711 九州建機営業所 ☎(092)503-1845

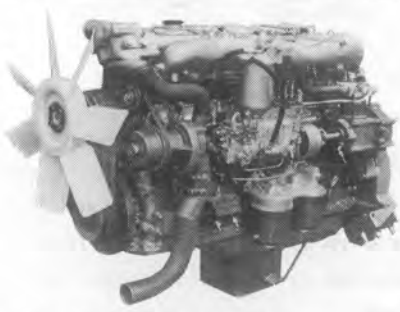


金髪なびかせた、機敏なサル。  
木から木へと、力強く跳んでいく。

《キンイロタマリン編》

ふさふさした、美しい黄金色の毛を全身すっぽりつつみこんで登場したのが本日のスター、キンイロタマリンです。ブラジルの熱帯ジャングルに住み現存する動物の中では、もっとも美しいといわれます。ただ、ちょっと意識過剰気味でヒマさえあれば、たてかみの手入れをしているとか。とはいっても、この金髪サルくんの得意技は生い茂ったジャングルの木から木へヒョイヒョイと移っていく、すばらしい跳躍力。おっとりしているようで、なかなかすばしっこいんです。敏感といえば、三菱の産業用エンジンも同じ。ビル工事、あるいは山間地での工事に産業機械の心臓として、作業をす早くキャッチし安定した性能、耐久性をもって活躍しています。全22タイプ、条件に合わせてお使いください。

高出力・低燃費・低騒音と  
3拍子そろった  
三菱産業用エンジン。



〈あらゆる分野に活躍している三菱産業用エンジン〉  
●大型から小型にいたる各種エンジン。  
●多年の実績の結晶である抜群の信頼性、耐久性、経済性。  
●全国に網をひいた完全なアフターサービス。

「豊富なエンジンからお選び下さい」

機種	型番	総排気容量(l)	質量(kg)	出力(ps)	回転数rpm
ダイセルエンジン	KE65	3.473	330	68	2600
	4DR50	2.659	255	60	3000
	6DR50	3.988	370	90	3000
	6DS30	5.183	425	96	2500
	6DS70	5.430	425	105	2500
	6DI10	5.974	490	110	2500
	6DI11	6.754	525	115	2200
	6DI14(直噴)	6.557	490	117	2500
	6DB10	8.553	750	130	2000
	6DB10T	8.553	790	170	2000
	6DC20	9.955	765	160	2200
	6DC20(直噴)	10.308	950	165	2200
	6DC20T	13.273	900	210	2200
	6DC40(直噴)	13.273	900	207	2200
	6DC60	14.886	930	240	2200
	6DC80(直噴)	14.886	930	240	2200
	6DC20T	13.273	1100	260	2200
	10DC60	18.608	1200	310	2200
10DC80(直噴)	18.608	1200	310	2200	
エカエンジン	20Z2	0.471	72	15	3600
エンジン	4041	1.378	128	39	3600
エンジン	ME24P	0.359	74	12	3600

三菱産業用エンジン

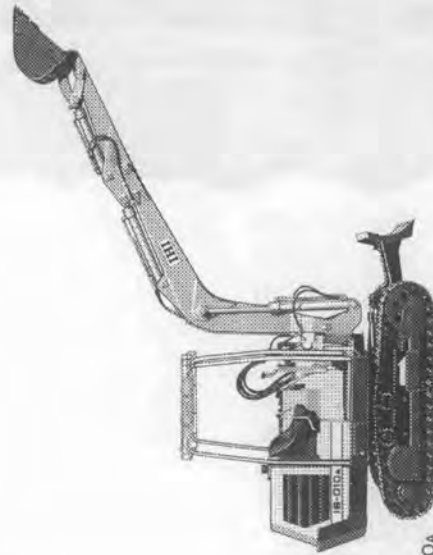
三菱自動車工業株式会社  
(産業エンジン課)  
東京都港区芝5-33-8 下108 ☎東京03(455)1011  
工場：東京・京都・水島



# 小さくするのもメカ。大きくするのもメカ。



●建機専業部取扱品目/クローラクレーン(エキスカベータ)/ホイールクレーン/トラッククレーン/油圧ショベル/バックチャンプラント/コンクリートミキサ/シールド掘進機/トンネル掘進機/くい打機/くい打車/定置式コンクリートポンプ/コンクリートポンプ車/局部扇風機



IS-O10A

それぞれの役割・パワー・機能・操作性  
 逞しく堅実な「パワー」、どんな作業にも対応できる「機能・機動性」、そして常に最高の作業をもたらす「操作性」——  
 IHIの油圧ショベルはどの機種も現場の要請に応える働

きぶりを誇っています。それも、ミニにはミニの、大型には大型の使命と役割を追求し、それぞれの機種に欠かせないメカニズムを実現したから。目に見える部分、見えない部分、どんな機種にも、IHIの伝統と技術が生きています。

## 油圧ショベル-ISシリーズ

モデル名	標準バケット容量(山積m <sup>3</sup> )	エンジン出力(全盛)全盛重量(t)
IS-O10A	0.1	22,2,400 2,86
IS-O14	0.14	28,2,000 3,20
IS-O25	0.25	49,2,150 6,30
IS-O4	0.45	93,2,000 10,65
IS-O5	0.5	93,2,000 13,40
IS-O7	0.7	95,2,000 18,50
IS-75B	0.85	120,1,750 20,00
IS-12	1.2	150,1,800 29,10

# IHI

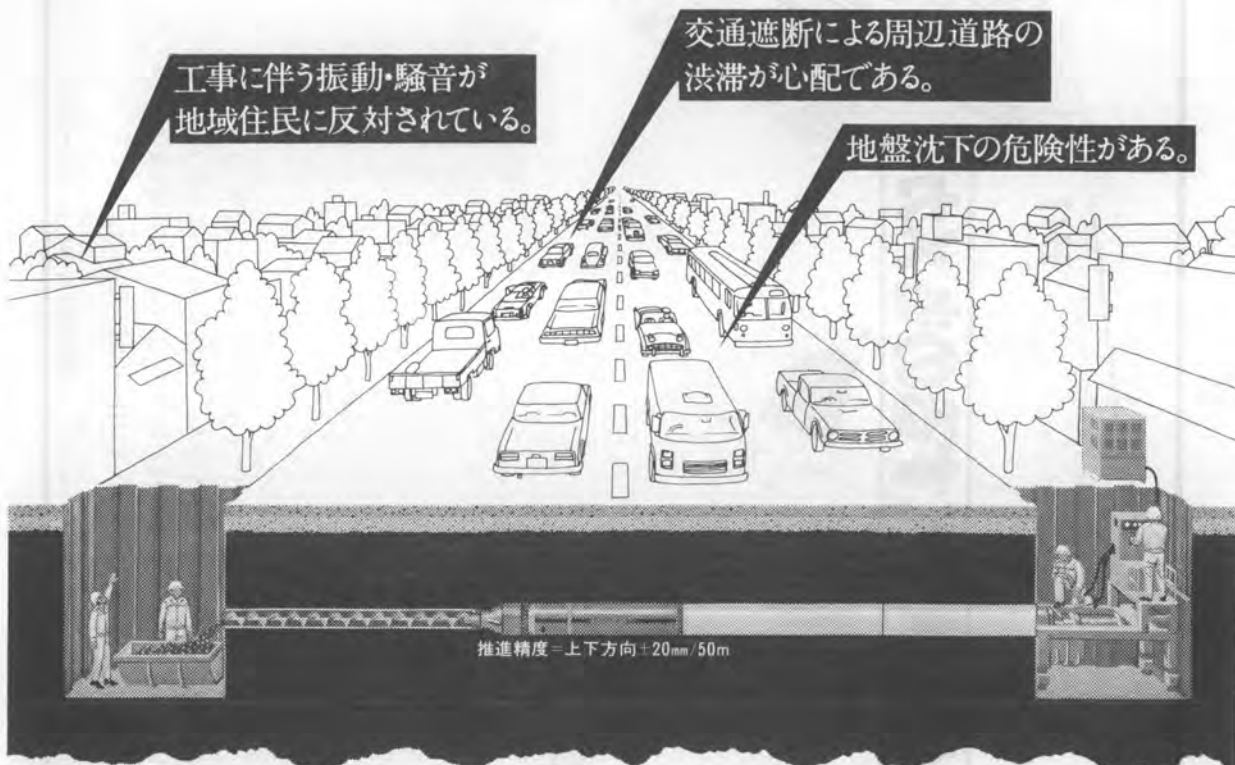
## 石川島播磨重工業

建機専業部

〒104 東京都中央区八重洲2-9-7(石川ビル) ☎(03)277-3935

北海道営業所 ☎(011)281-3061 / 東北営業所 ☎(0237)2-9461 / 北陸営業所 ☎(0764)2-8825 / 関東営業所 ☎(03)277-3947 / 中部営業所 ☎(056)149-2881 / 近畿営業所 ☎(06)1251-7871 / 中国営業所 ☎(082)21-4713 / 九州営業所 ☎(092)503-1855

# 下水道工事、 着工を遅らせている 原因を除け。



市街地での下水道工事が問題になっています。とりわけ開削工法による小口径管の埋設は、工事に伴う弊害が多いため、地域住民の強い反対を受けて、予定通りに着工できないのが現状です。そこで開発されたのが、アイアンモール工法です。これは、開削なしで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。主な特長は①無振動なので、家屋損傷や地盤沈下の心配がない。②低騒音である。③交通遮断を最小にできる。等て、多くの利点があります。

高精度小口径管推進工法

**アイアンモールTP80**

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

資料請求券



建設の機械化

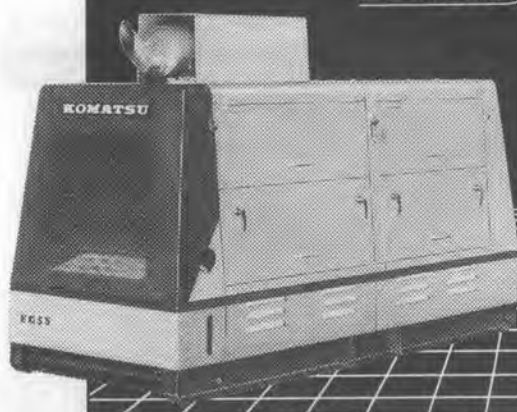
良いの運び 上手に使用して、大いに稼ごう。コマツ  
 ツルはお客様の繁栄を願う総合サービス制度。  
 全国のコマツネットワークがお手伝いいたします。



# コマツの 新しい仲間。

ディーゼル発電機

コンプレッサ



EG55



EC50Z

あの“コマツのエンジン”を採用  
 信頼性抜群の仲間たちです。

豊かな環境づくりをめざして——  
 コマツは数多くの建設機械をつくら  
 せている、いわば建設機械のテニートです。  
 最も望ましい環境づくりに役立つ製品  
 を、つねに提供しつづけています。  
 建設工事現場に欠かせない各種機  
 械の充実も課題のひとつ。すでに、  
 コマツでは、豊富な経験と技術の総  
 力を結集して、ディーゼル発電機EG  
 シリーズとコンプレッサECシリーズを  
 発売しております。しかも、工事中の

環境にも充分配慮をほどこしたく防音  
 タイプも含めて一挙に全機種が勢  
 揃い。どちらも、耐久性・信頼性では  
 折り紙つきのコマツのエンジンを  
 搭載した最新鋭機です。優れたバラ  
 ンス、とびぬけた操作性・安全性、斬  
 新なデザインなどはコマツならでは。さ  
 らに全国650のコマツネットワークが、  
 あとあとまで機械を見守ります。ディーゼル  
 発電機とコンプレッサ仲間入りして、  
 いちだんと充実したコマツ—みなさ  
 まの身近なところでお役に立っています。

- ディーゼル発電機EGシリーズ〈全16機種〉
- ブラシレス交流発電機を採用(EG45以上)

機 種	EG15	EG30	EG45	EG55	EG75	EG100	EG150	EG175
出力(kVA)	13	27	45	55	75	100	145	175
電 圧(V)	220	220	220	220	220	220	220	220
機 種	EG200	EG300	EG350	EG30S	EG45S	EG55S	EG75S	EG100S
出力(kVA)	200	300	350	27	45	55	75	100
電 圧(V)	220	220	220	220	220	220	220	220

(Sは防音・60Hzの場合)

- コンプレッサECシリーズ〈全12機種〉
- 耐久性抜群のベーンタイプと2スクリュタイプ  
 の2タイプ。(Sは防音コンプレッサ)

機 種	EC35V	EC50V	EC105V	EC170V	EC200V	EC50Z	EC75Z
ク ラ イ プ	ベ ー ン 型				2スクリュタイプ		
空 気 量 m <sup>3</sup> /min	3.5	5.0	10.5	17.0	25.5	5.0	7.5
機 種 <th>EC35S</th> <th>EC50S</th> <th>EC105S</th> <th>EC200S</th> <th>EC50ZS</th> <th>EC75ZS</th> <td></td>	EC35S	EC50S	EC105S	EC200S	EC50ZS	EC75ZS	
ク ラ イ プ	ベ ー ン 型				2スクリュタイプ		
空 気 量 m <sup>3</sup> /min	3.5	5.0	10.5	17.0	25.5	5.0	7.5

日本のコマツ・世界のコマツ

**小松製作所**

〒107 東京都港区赤坂2-3-6 ☎03(584)7111

北海道支社 ☎札幌011(861)8111 中部支社 ☎一宮0586(77)1131 中国支社 ☎五日市0829(22)3111  
 東北支社 ☎仙台0222(56)7111 大阪支社 ☎大 阪06(864)2121 九州支社 ☎福岡092(641)3111  
 北陸支社 ☎新 潟0252(66)9511 四国支社 ☎高 松0878(41)1181  
 関東支社 ☎埼 菜0485(91)3111 東京支社 ☎東 京03(584)7111

# 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<sup>®</sup> 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) ☎(47)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) ☎(59)5111(大代表)

## 昭和 53 年 3 月号 PR 目次

### — A —

(株) アンドリュウス商会	後付 17
朝日電機 (株)	” 9

### — C —

キャタピラー三菱 (株)	後付 21
クリエート エンジニアリング (株)	” 23

### — D —

ダイハツディーゼル (株)	後付 13
---------------	-------

### — F —

古河鋳業 (株)	後付 14
----------	-------

### — G —

ゼネラル ロード イクイプメント セールス (株)	後付 10
---------------------------	-------

### — H —

早崎産業機械 (株)	後付 19
日立建機 (株)	” 25

### — I —

石川島播磨重工業 (株)	後付 27, 29
--------------	-----------

### — J —

JST 協会	後付 3
--------	------

### — K —

(株) 加藤製作所	後付 32
川崎重工業 (株)	表紙 4
極東貿易 (株)	後付 20
久留米建設機械専門学校	” 2
(株) 神戸製鋼所	” 22
(株) 小松製作所	” 30, 31

### — M —

真砂工業 (株)	後付 8
マルマ重車輜 (株)	” 4
丸善工業 (株)	表紙 2
丸友機械 (株)	後付 1
三笠産業 (株)	” 11
三井造船 (株)	表紙 3
三菱自動車工業 (株)	後付 28
三菱製鋼 (株)	” 18
(株) 明和製作所	” 16

### — N —

内外機器 (株)	後付 5
長岡技研 (株)	” 12
(株) 南星	” 1
日揮ユニバーサル (株)	さし込
日鉄鋳業 (株)	後付 7

### — S —

三和機材 (株)	後付 6
----------	------

### — T —

太空機械 (株)	後付 12
大生工業 (株)	” 26
(株) 鶴見製作所	表紙 3
東京流機製造 (株)	” 2
東洋運搬機 (株)	” 15
後付特殊電機工業 (株)	” 24

### — W —

(株) ウオターマン	後付 2
------------	------

150KW-150W750タイプ。  
あらゆる用途に対応します。



軽くて強いハリーとお呼び下さい

点検・整備の時期が一目でわかるメンテナンス装置「ツルミ・ライフチェッカー」を内蔵。  
(特許申請中)



ライフチェッカー付

### ツルミ水中ポンプ 軽量型 ハリーHY型

出力:3KW、口径:100mm、重量:34kg。  
標準全揚程:15m・10m、標準吐出量:0.45  
m<sup>3</sup>/min 0.85m<sup>3</sup>/min、オイルパス軸封方  
式を採用、モーター保護装置内蔵。

※ライフチェッカー付水中ポンプKRS.KTVを同時に開発。

水中ポンプの専門メーカー

# ツルミ 水中 ポンプ



株式会社 鶴見製作所

本社:大阪市鶴見区鶴見4丁目16-40  
〒538 ☎(06)911-2351(大代表)  
東京支店、大阪支店、他全国50カ所の営業網

## 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り付けられます

人間と技術の調和に挑む  
**M 三井造船**

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

取扱店 三井物産機械販売サービス(株)・中道機械産業(株)・中道機械(株)・(株)中道機械・ツバコー菱重機械販売(株)5社の本社・営業所

# 川崎重工の パワフルな建設機械



バケット容量1.2-5.5m<sup>3</sup>までの10機種。  
どんな作業条件にも応える

## ショベルローダ KLDシリーズ

せまい坑内をキビキビ動く

## 坑内用ローダ

(1.4m<sup>3</sup>・3.8m<sup>3</sup>の2機種)

灰塵と騒音を追放した  
ワンマン・コントロールのせん孔機

## ロータリードリル

(せん孔径95mm・115mm)

振動鉄輪+タイヤの締固め効果  
1台2役の

## タイヤ振動ローラ

(自重6.3-15.5トンまでの3機種)

土質に合わせて  
作業中にタイヤ空気圧を調整できる

## タイヤローラ

(全装備重量19.7トン・28.4トンの2機種)

三輪式のマカダム形と  
2軸式のタンデム形

## ロードローラ

(全装備重量8-12トンまでの3機種)

安定成長という時代の波は、作業効率の向上によるコストダウンの要求を、ますます厳しいものにしていきます。あらゆる作業に、稼働効率がよく、機能にムリ・ムダのない建設機械が必要とされているのです。

川崎重工は、陸、海、空の幅広い分野にわたる製品群を生み出している総合技術を駆使し、土木建設をシステムでとらえて、必要なあらゆる建設機械を開発、製作しています。

各機種とも、求められるパワーを十分に発揮し、操作性の向上、安全確保、また、省エネルギー効果にも万全を期しています。

充実したシリーズで幅広い需要に応えられるショベルローダをはじめ、それぞれに豊富な機種を揃えていますので、作業条件に合わせて、ムダのない最適の1台をお選びいただけます。

## 川崎重工

建設機械事業部

〒105 東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル

TEL (03) 435-2901

支店/大阪 (06) 341-2970

営業所/札幌 (01137) 6-2241 仙台 (0222) 94-5106

名古屋 (0565) 28-6115 高松 (0878) 82-2151

広島 (08287) 9-3451 福岡 (09296) 2-2121

「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) 572-3381#0  
大阪支社 〒530 大阪市北区西天満3-6-8 世摩ビル3階 TEL 大阪 (06) 362-6515#0

雑誌 3367-3