昭和26年6月5日第三種郵便物認可　平成4年3月25日発行（毎月1回25日）　第505号

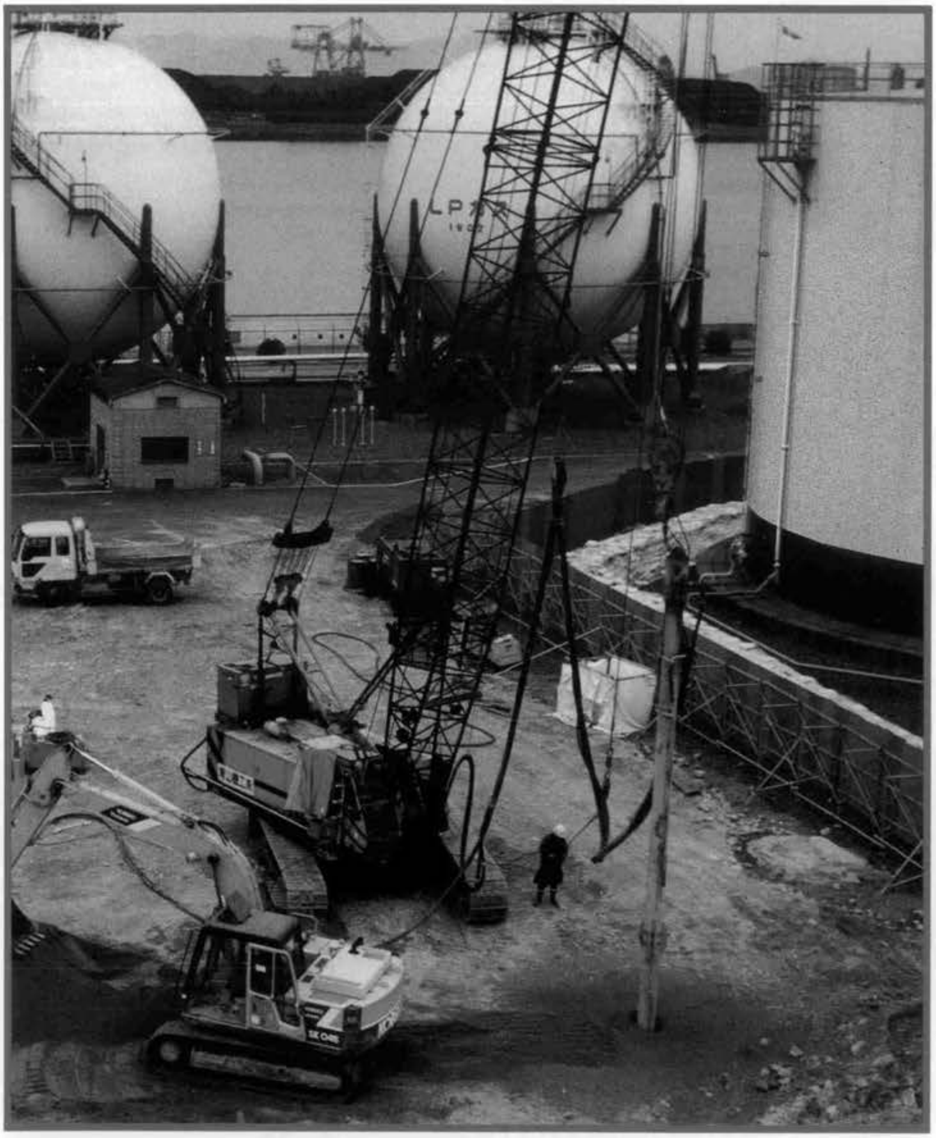
ISSN 0285−5453

建設の機械化

1992 MARCH No.505 JCMA

3

● 軟弱地盤特集 ●



ディプ・バイブロ　バウアージャパン株式会社

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

最新鋭機

国産最大級・全油圧式クローラドリル

CDH-951C

世界で初めて搭載！
ジャーミングフリーシステム
(逆打撃装置)内蔵
大口径・長孔ドリリング(φ127mm・25m)
高圧コンプレッサ搭載。

主要諸元

- ビットゲージ………89～127mm(3½～5")
- 使用ロッド………………51R×3.66m
- ロッドチェンジャー…………格納本数6本
- 装備重量……………………15,000kg
- エキステンダブルブーム…………900mm

東京流機製造株式会社

- 営業部/営業促進部
  〒106 東京都港区西麻布1-2-7(第17興和ビル7F)
  ☎03-3403-8181(代)
- 本社/工場
  〒226 横浜市緑区川和町50-1 ☎045-933-6311(代)
- 営業所 仙台/東京/大阪/広島/福岡

平成４年度

1級・2級 建設機械施工技術検定試験の実施について

（建設業法に基づく建設機械施工技士になるための試験）

建設業法第27条の２に基づく建設大臣の指定試験機関として、平成４年度の標記技術検定の学科試験及び実地試験を行います。合格者には、建設大臣から合格証明書が交付され、１級又は２級建設機械施工技士になることができます。

社団法人　日本建設機械化協会

○**学科試験**　平成４年６月21日（日）

○**実地試験**　平成４年８月下旬～９月下旬（学科試験合格者及び学科試験免除者が受験できます。）

○**申込受付期間**　平成４年４月１日（水）～４月15日（水）

○**申込用紙及び受験の手引の請求先**　１級620円、２級520円

郵便で請求の場合は、送料共１級800円、２級700円（切手不可）。１級又は２級建設機械施工技術検定試験申込用紙請求と明記してください。

当協会本部及び各支部並びに（社）沖縄建設弘済会等で取扱います。

○**関係の皆様へご周知方お願いいたします。**

建設の機械化

1992年3月号

JCMA

建設の機械化

1992.3

No.505

◆巻頭言　軟弱地盤処理の技術動向について……………………久　楽　勝　行　1

◆軟弱地盤特集

軟弱地盤改良工法の概要とその動向………………………苗　村　正　三　3

羽田沖合展開部における高速湾岸線の地盤対策
……………………………………植　木　　博・馬　上　信　一　9

関西国際空港の地盤改良工事
……………………田　辺　義　夫・田　中　伸　佳・中　山　善　幸　18

浮遊式連続埋立工法による人工干潟造成工事
……………………宮　崎　良　彦・篠　崎　　正・川　田　博　明　24

高さ制限下における DJM 工法の施工例
……………………別　所　三千夫・藤　田　俊　文・芦　田　恵　樹　31

スーパージェット工法とその装置……………………………五十殿　侑　弘　37

ディープ・バイブロ工法による地盤改良工事
……………………三　原　正　哉・紅　林　康　信・飯　田　　剛　42

トラフィカビリティ確保と重機足場のための地盤改良工法
……………………………………山　村　真　澄・斉　藤　雅　洋　47

動圧密工法群管理システムの開発と実施例
……………………………………二　宮　康　治・渡　辺　　篤　56

グラビヤ――軟弱地盤改良工事

長島ダム施工設備計画…………………………伊　藤　道　明・五　嶋　政　美　63

◆ずいそう　奥様と亭主………………………………………岡　　哲　68

◆ずいそう　木から花への遍歴………………………………和　気　　功　70

JCMA

目　次

◆新工法紹介　03-75　ACSUS（タワークレーン自動運転および稼働監視システム）／03-76　CB工法／03-77　コンクリート自動締固め装置／04-82　シールド姿勢制御エキスパートシステム…………調　査　部　会　72

◆新機種紹介……………………………………………………………………調　査　部　会　76

◆文献調査　乗車型の歩道清掃車／自走式の切株カッタ／丸太の破砕機／大口径用掘削ドリル／溝用コンパクタ／舗装路面切削機／合せ穴を開けるためのスキッド・ステア・ローダ用アタッチメント／1日型枠の埋立式ゴミ廃棄場カバー・システム
……………………………………………………文献調査委員会　81

◆整備技術　工事用エレベータの整備のポイントと整備基準…………整　備　部　会　85

◆統　　計……………………………………………………………………調　査　部　会　89

行事一覧……………………………………………………………………………………　90

編集後記……………………………………………………（遠藤・平田・和田）　92

◇表紙写真説明◇

ディープ・バイブロ
バウアージャパン株式会社

本機は，振動締固め工法の一つであるディープ・バイブロ工法に使用されるものであり，偏心ウェイトおよびこれを回転させるための油圧モータを内蔵した先端振動部，硬質ラバーが取付けられたアイソレータと呼ばれる振動絶縁装置，および延長パイプから構成されている。

ディープ・バイブロ工法は，在来工法に比較して，低振動・低騒音および地盤変状が小さく，また簡便かつコンパクトな施工機を使用するものであり，特に，都市部や既設構造物周辺での，砂質系地盤における地震時の液状化防止，沈下量の低減，支持力の増加などに適している。

写真は，タンク基礎地盤の改良に日本で初めて本機を使用した既設タンク近傍での施工状況を，示したものである。

<主な仕様>

最大起振力……………………………25 t
振動数……………………………1,500～3,000 rpm
延長パイプ外径……………………………300 mm
構造……………………………継足式

機関誌編集委員会

編 集 顧 問

長尾　満　本協会会長
浅井新一郎　新日本製鉄(株)顧問
上東　広民　本協会建設機械化研究所長
桑垣　悦夫　丸誠重工業(株)取締役副社長
中野　俊次　酒井重工業(株)常務取締役
新開　節治　(株)酉島製作所理事営業本部公共担当部長
田中　康之　(株)エミック代表取締役社長
渡辺　和夫　本協会専務理事
本田　宜史　古河機械金属(株)機械本部付・建機本部付部長
中島　英輔　本州四国連絡橋公団企画開発部長
寺島　旭　本協会技術顧問
石川　正夫　前佐藤工業(株)
神部　節男　前(株)間組
伊丹　康夫　(株)トデック相談役
斎藤　二郎　前(株)大林組
大蝶　堅　東亜建設工業(株)顧問
両角　常美　(株)港湾機材研究所顧問
塚原　重美　前鹿島建設(株)技術研究所

編集委員長　後藤　勇　建設省建設経済局建設機械課長

編 集 委 員

遠藤　元一　建設省道路局有料道路課
林田　光雄　農林水産省構造改善局建設部設計課
吉澤　和美　通商産業省資源エネルギー庁公益事業部発電課
吉本　靖俊　運輸省港湾局技術課
藤崎　正　日本鉄道建設公団設備部機械課
吉持　達郎　日本道路公団施設部施設建設課
小松　信夫　首都高速道路公団第二建設部中央環状線調査事務所
樋下　敏雄　本州四国連絡橋公団工務部設備課
川端　徹哉　水資源開発公団第一工務部機械課
橋元　和男　日本下水道事業団工務部機械課
皆川　勲　電源開発(株)建設部
青山　幹雄　日立建機(株)技術本部OEM推進部
穴見　悠一　KOMATSU 技術本部業務部
金子　勝　三菱重工業(株)建機部
桑島　文彦　新キャタピラー三菱(株)商品開発部
和田　[illegible]　(株)神戸製鋼所建設機械本部大久保建設機械工場設計室
平田　昌孝　(株)間組機電部
加藤　実　(株)大林組機械部
杉本　邦昭　東亜建設工業(株)土木本部機電部
石崎　焜　鹿島建設(株)機械部
後町　知宏　日本鋪道(株)技術開発部
永井　健　大成建設(株)安全・機材本部機械部
森谷　正三　(株)熊谷組第三営業本部
久保　裕之　清水建設(株)機材技術開発部
久木野慶紀　(株)竹中工務店技術研究所
佐藤　輝永　日本国土開発(株)エンジニヤリング本部機電部

巻頭言

軟弱地盤処理の技術動向について

久楽勝行

我が国の地形・地質に起因して，沖積の低平地が多いことから，N 値が 4 以下，含水比が 50 % 以上の粘性土や有機質土，あるいは N 値が 10～15 以下のゆるい砂質土からなる軟弱地盤が全国の各所に存在する。このような地盤に各種の構造物を築造する際には，地盤が軟弱なために施工機械のトラフィカビリティが確保できなかったり，構造物の載荷による地盤のすべり破壊や長期にわたる圧密による地盤の沈下などが問題となる。また，ゆるい砂質土の地盤では，地震時の地盤の液状化によって構造物が多大の被害を受けることがある。このため，古くから地盤処理の方法についていろいろの工法が用いられてきている。特に近年，軟弱地盤での大規模な土工事を早期に行うことや，これまでに遭遇しなかったような超軟弱地盤，あるいは深い軟弱地盤上に大型の構造物を築造することが求められるようになり，各種の施工機械を用いた軟弱地盤処理工法が著しい発展を遂げてきている。

軟弱地盤処理の方法としては，軟弱土の中の水をできるだけ早く抜く方法や土中の密度を高める，あるいは固化材等を加えて土を固めるなどの方法がある。また，盛土等の載荷重を軽くする方法や補強材等で地盤の変形を少なくする，あるいは矢板やくい等の構造物で対処する方法などもある。ここで，水をできるだけ早く抜く，いわゆる圧密促進工法として代表的なものが，昭和 30 年代に我が国に導入されたサンドドレーン工法であり，施工機械を使った本格的な地盤処理の方法である。また，有機質土の地盤等で適用される真空を用いた大気圧載荷法やウェルポイントによる地下水低下工法などの載荷重工法も，圧密促進を目的とした工法である。

土中の密度を高める工法としては，砂ぐいを締固めるサンドコンパクションパイル工法や砂礫ぐい工法，ゆるい砂質土に適用される振動によるバイブロフローテーション工法やロッドコンパクション工法，あるいは重錘をクレーンでつり上げて落下させることにより，地盤を締固める重錘落下締固め工法などがある。また，土を固める方として最近，新たな混合機械の開発により，現地でセメントや石灰等の固化材を土と

攪伴・混合して，軟弱地盤を処理する方法が多用されるようになってきている。この方法には，表層混合処理工法と深層混合処理工法とがあり，地盤を柱状体または全面的に改良することにより，超軟弱地盤や深い軟弱地盤でのすべり破壊の防止や沈下の低減を図ることが可能となってきている。この他にも，土を固める固結工法としては石灰パイル工法や薬液注入工法，凍結工法などがある。

盛土本体の重量を軽減して軟弱地盤への盛土の影響を少なくする軽量盛土工法が注目されるようになり，現場にも適用されている。盛土材としては，発泡スチロールや発泡モルタル，軽石，水砕スラグなどが使用されている。また，土と発泡材および固化材とを現地で混合する軽量盛土材も開発されている。さらに，超軟弱地盤における施工機械のトラフィカビリティの確保のために，高分子材料であるジオテキスタイルの布や網，あるいは鉄網を敷設したり，表層混合処理工法を適用することが行われている。また，盛土中に鋼製ネットやプレート付きアンカー鉄筋，ジオテキスタイル等の補強材を数段設置して，補強材と土との摩擦や引抜き抵抗によって地盤の側方流動やすべり破壊を抑止することも行われている。

上記のように，最近の新しい施工機械の開発や新材料の導入によって軟弱地盤の処理技術が著しく進展し，原理的および技術的にみて可能な工法は一応実用化されており，まさしく軟弱地盤処理工法が花盛りの時期を迎えているといえよう。そして，現場の地盤条件，施工条件および構造物の規模に応じて，それらの軟弱地盤処理工法を適切に選定，あるいは組み合わせることによって地盤処理が行えるようになってきている。一方，最近の建設工事をみると，軟弱層の厚い個所や超軟弱な地盤，あるいは複雑な地層条件下での大規模な構造物の築造や大深度の掘削工事を行うことが増大している。また，市街地等の工事では，近接構造物への影響や住民への環境保全を考慮した施工法や対策が必要となってきている。さらに，地盤処理を安全に，かつ確実に，しかも迅速に経済的に行うことが以前に増して求められている。

従って，花開いた各軟弱地盤処理工法について，いっそうの確実性を増すための技術開発，即ち改良地盤の不均質性をできるだけ少なくするための施工機械や施工方法の改良，ならびに信頼性の向上を図るための施工管理の合理化などの進展がいっそう望まれる。また，深い地盤等への適用範囲の拡大や不均質地盤での施工の対応策などを十分確立することも必要である。さらに，改良地盤の特性や改良効果を判定するための調査法の確立や，低騒音・低振動型の施工機械の開発，ならびに地盤改良時の周辺地盤の変形・沈下を抑制するような施工機械および施工方法の改善，あるいは軟弱地盤での施工機械の安全性の向上や施工性を高めるための技術開発がいっそう期待される。いずれにしても，花盛りの軟弱地盤の各処理技術がさらに進展し，信頼性のある円熟した工法へと進むことを期待したい。

——*KUTARA Katsuyuki* 建設省土木研究所機械施工部長——

軟弱地盤特集

軟弱地盤改良工法の概要とその動向

苗村正三*

1. はじめに

軟弱地盤とは一般にシルトや粘土のような微細な粒子に富んだやわらかい土，間げきが大きく，圧縮性のきわめて高い泥炭やピート等の特殊土，地震時に液状化しやすい飽和したルーズな砂から構成される地盤である。このような軟弱地盤上に盛土や構造物を建設した場合沈下や安定の問題点が生じる。

沈下の主な問題としては軟弱地盤の圧密によって生じる地盤全体の全沈下や荷重，地盤，改良の不均一等によって生じる不同沈下がある。このほかにも構造物の周辺地盤の引込み圧密沈下や掘削工事に伴う側方地盤の沈下等でも問題が生じる。また，これらの沖積地盤での圧密沈下に加え，洪積地盤での二次圧密沈下も最近話題になっている。

安定の問題では地盤のせん断破壊による盛土や構造物の変形，破壊，また，地盤が破壊に至らなくても側方に流動化し，上の盛土などに大きな障害が生じることがある。このほか掘削工事等でのヒービングなどの問題もある。

砂地盤においては地震時の液状化の問題がある。この液状化の問題は，近年では千葉県東方沖地震やロマ・プリータ地震でのマスコミ報道によって一般にもなじみあるものになってきた。液状化は，地盤の支持力の低下によって構造物の沈下や転倒，盛土の沈下やすべり等の破壊のほか，共同溝や下水道管路などの軽量な埋設構造物の浮上がり，杭基礎等での水平変位の増加やすべりだし，転倒，側壊，傾斜面または緩勾配の地盤の流動に伴う大規模な地盤の地位など，大きな被害を与えることがある。

これらの問題に対して現在では各種の対策工法が開発，実用化されており，最近ではジオテキスタイルや発泡スチロール等の新材料・新素材の利用やセンサ等の利用による施工の高度化が進められてきており，本文では，これら軟弱地盤対策の概要と最近の動向を紹介する。

2. 地盤改良工法の分類とその特徴

軟弱地盤を対象として盛土や掘削などの工事を行う場合，前述したようなさまざまな問題が生じる。これらの問題は，構造物の種類や規模，対象地盤の成層状態や土質，軟弱地盤の層厚や位置などによって種々異なったものとなる。このような問題が予測あるいは発生した時には，構造物の種類や目的，工期や経済性等に応じて必要な対策工を実施して障害を取除く必要がある。このような対策工の主なものを整理・分類すると表―1のようになる。第一のグループは施工時の施工機械のトラフィカビリティの確保をその主目的にする地盤の表層改良である。第二のグループは軟弱土を良質な材料で置換したり，軟弱地盤自体を圧密や締固め，固結等の物理化学的な方法で圧縮性の少ない，強固なものにする地盤改良である。第三のものは軟弱地盤の上に載荷される盛土や構造物の荷重を制限したり，あるいは，盛土を補強したり，安定性の高い構造断面などにする構造の改良である。また，第四のものとしては盛土の盛立て速度を制御することによって地盤の圧密による強度増加を図りながら盛土を行う工法の改良などに分けられる。

これらの工法は，それぞれ改良の原理が異なるとともに対象地盤や深度，改良効果等が違っている。したがって，改良工法を選定する際には，軟弱地盤の土質やその成層状態，分布等の地盤の条件や現場の環境，施工条件を十分把握するとともに，せん断強さや構造物の完成後の残留沈下をいくらに押えるか等の改良目的を明確にし，現地の条件や工費，工期等の制約条件を十分勘案し

* NAEMURA Shozo
建設省土木研究所機械施工部施工研究室長

表—1　軟弱対策工法の種類と効果の概要

区分	工法		工法の主たる効果						
			圧密特性の改善		強度特性の改善		動的特性の改善		施工機械のトラフィカビリティの改善
	大分類	小分類	圧密促進	非圧縮化	強度増加促進	せん断変形の抑制	液状化防止	振動性改良	
表層の改良	表層処理工法	表層排水工法			○				○
		サンドマット工法							○
		敷設材工法				○			○
		表層土質安定処理工法		○		○		○	○
軟弱層の改良	置換工法	掘削置換工法 強制置換工法		○		○		○	
	圧密促進工法	バーチカルドレーン工法	○		○				
		載荷重工法：盛土荷重載荷工法 地下水位低下工法 大気圧低下工法	○		○				
	締固め工法	サンドコンパクションパイル工法 振動締固め工法 重錘落下工法		○		○	○		
		石灰パイル工法 深層混合処理工法 薬液注入工法		○		○		○	
盛土構造等の改良	押え盛土工法					○			
	補強土工法					○		○	
	荷重軽減工法					○		○	
	構造物による工法	矢板工法				○			
		パイルネット工法 パイルスラブ工法		○		○		○	
工法の改良	緩速載荷工法	緩速載荷工法	○		○	○			

て対策工法を検討する必要がある。

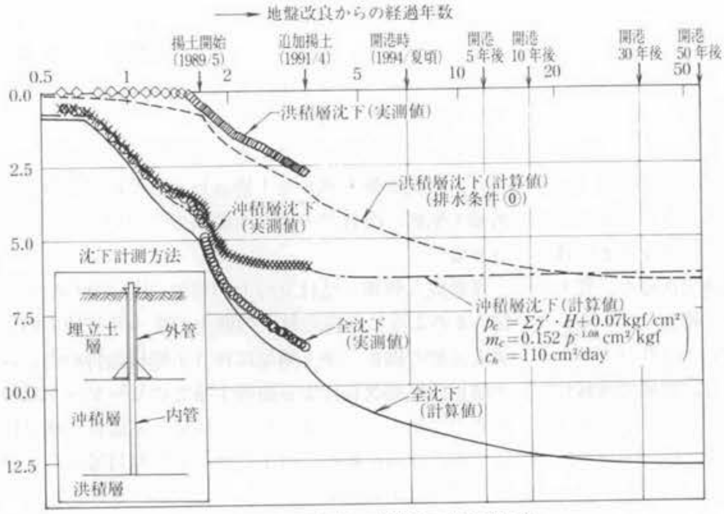
ここでは，紙面の関係からこれらの工法のうち第二のグループの軟弱地盤自体を改良する工法と第三のグループのうち荷重軽減工法について述べる。

3.　軟弱地盤対策工法

(1)　バーチカルドレーン工法

バーチカルドレーン工法は，地盤中に鉛直の排水柱を設け，排水距離を短縮して圧密排水を促進し，構造物の残留沈下の軽減や地盤のせん断強度を向上させる工法で，通常載荷重工法等との組合せで施工され，均質な粘土質地盤に対して有効である。しかし，もともと圧密速度の大きい砂層を挾んだ地盤では圧密沈下促進の効果が少なく，二次圧密に対してはサーチャージ工法を併用する必要があるといわれている。この工法には30〜50 cmの砂杭を設けるサンドドレーン工法と幅10 cm程度の合成樹脂製の排水材を用いるカードボードドレーン工法がある。設計は通常，均質な地盤を対象に一次元の排水が生じるとして，必要なドレーンの配置や圧密に要する時間等を求めているが，最近では，有限要素法などの解析法の発達によって二次元の変形や圧密，排水層のレジスタンスや二次圧密の沈下に対する影響等のより細かな検討が行われるようになり，予測の精度の向上が図られてきている。また，この工法ではその施工効果（圧密の促進状態）を把握するために，沈下量や変位量，間隙水圧等の動態観測が不可欠であり，排水材の透水性，連続性などの設計・施工条件の確認，さらに，動態観測に基づいたこれらの見直しを行うことで正確な沈下予測がおおむね可能となってきている。図—1は関西国際空港の建設事業での実測沈下と予測の値を示しているが，修正後の予測値は実測沈下と良く合致している。また，施工面での最近の動向としては，サンドドレーン工法では，年々良好な砂の入手が困難になってきているために，最近では砂や砕石とともに，環境の保全や資源のリサイクルの観点から下水汚泥溶融スラグの利用などの研究が進められてきている。またドレーンの砂柱の切れを防止するためにメッシュ状の袋に砂を詰めて打設するパックドレーン工法では，経済性の向上を図るため，必要な個所のみ袋で被覆する部分被覆サンドドレーン工法が開発されている。

また，カードボードドレーン工法では，設計面では図

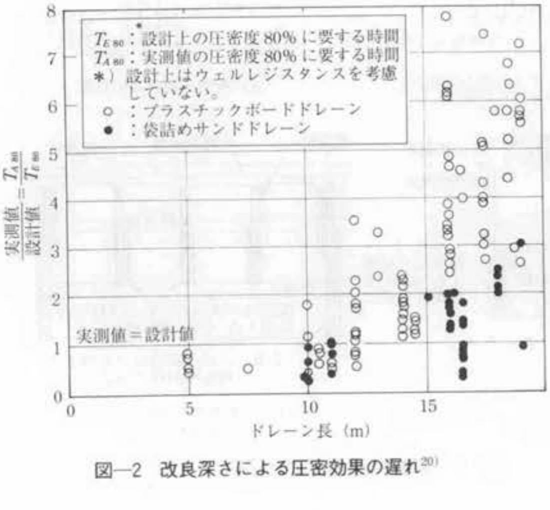


図—1　関西国際空港の実測沈下と予測値[19]

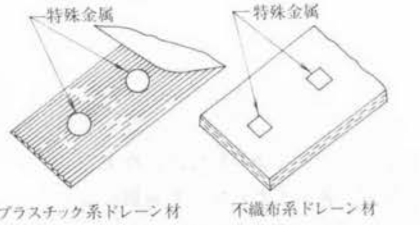
—2のようにドレーン長が長い場合，設計圧密時間が実測値より長くなる傾向にあることや，施工面では打設時にドレーン材が地盤に定置されずにマンドレルと一緒に上がってくる共上がりの発生などが問題となっていた。これらについてはドレーンの排水性を評価し，圧密時間に係数を掛ける方法が提案されている。また，施工法・施工管理法の改良・開発では，アンカーなしに地盤にドレーン材を定着するアンカーレス工法や，図—3に示すようにドレーン材にあらかじめ被感知材を取付け，打設管先端部のセンサで打設時の共上がりを監視するシステムも開発され，ICカードの利用と合せ確実な施工と施工結果の集計・帳表の省力化が図られている。また載荷重に加え，ディープウェル工法を併用することによって軟弱地盤に働く有効応力を増加させ，圧密の進行を促進させる工法も開発されてきている。このほか，砂質地盤の液状化対策工法としてもドレーン工法は広く用いられており，透水性の大きい砕石ドレーン工法のほか，円形ドレーンやグリッドドレーンなどの人工材料を使用した排水工法が開発されている。

（2）締固め工法

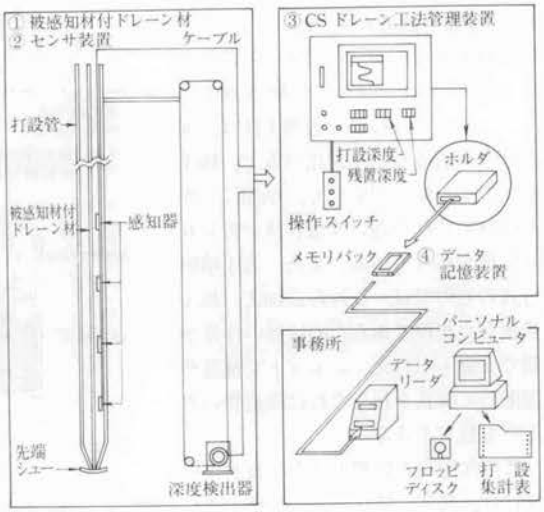
締固め工法はルーズな砂質地盤を衝撃力や振動などで締固めることによって地盤の支持力の向上や圧縮沈下量の低減，液状化の防止等を図る工法で，中空管を用いて地盤中に締固めた砂杭を打設するサンドコンパクション工法やロッド，起振機等で地盤に振動を与え，地盤内に生じた空洞に地表面から補給材を充填するバイブロフローテーション工法，ロッドコンパクション工法等のほか，重錘落下工法などがある。サンドコンパクション工法は，ルーズな砂質地盤の改良のほか，粘土質地盤でも砂杭のせん断抵抗や圧密促進効果などがあるために広く粘性土の軟弱地盤対策でも広く用いられている。この工法はバイブロフローテーション工法等とともに開発・導入以



図—2　改良深さによる圧密効果の遅れ[20]



被感知材付ドレーン材の構造[3]



図—3　ドレーン材の共上がり監視システム[3]

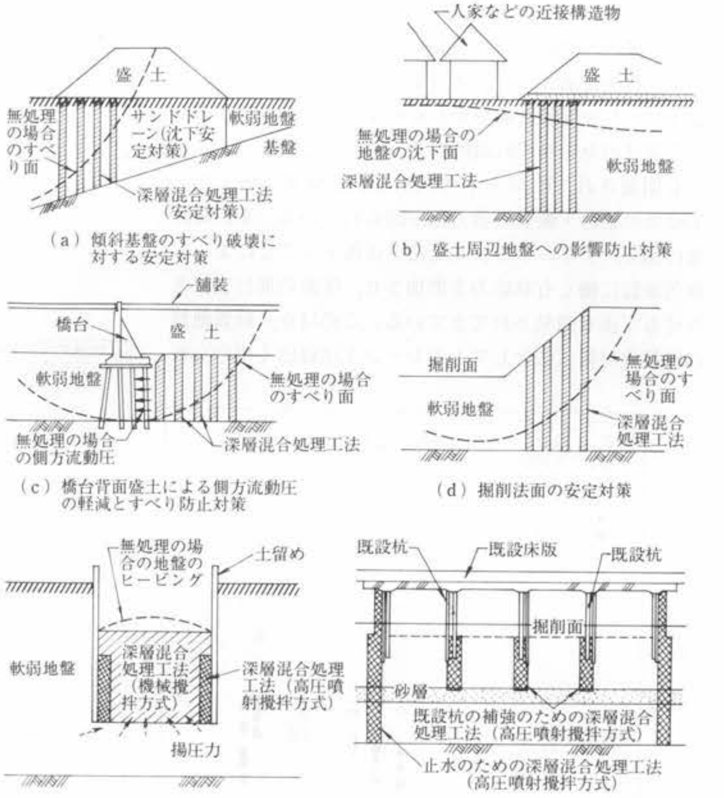
来，すでに25～35年の実績を有しており，最近では特に施工面では目新しい動きはないが，港湾等の岸壁や防波堤では30～50% 程度の低置換率で改良する事例が増加してきている[1)]。このほかの新しい動きとしては，施工の高品質化と省力化を図るためにコンピュータの利用や各種のセンサの開発による施工や施工管理のシステム化や自動化が進められている。最近導入されたディープバイブロ工法は，バイブロフローテーション工法と同様にロッドの先端を振動させる締固め工法であるが，従来のものと比べ高周波数で起振力を大幅に増加している。この結果，砂質地盤での比較試験においてはサンドコンパクション工法の約1.5倍の2.3 m の打設間隔で液状化防止に十分改良効果が見られた。また，砕石ドレーン工法は，締固め工法の範疇に入らない排水工法であるが，最近，施工時に突き棒で砕石を突き固め，密実なドレーン柱を形成すると同時に周辺地盤を N 値で10程度まで締固める施工法が開発されている。また，重錘落下工法は，10～25 tf のハンマを10～30 m の高所より落下させ，その時の衝撃力と振動で急激に地盤を圧密し締固める工法である。この工法の最大改良深度はこれまで10～15 m 程度であったが，最近，改良深度の増大等を目的に60 tf 級の大型施工機の開発がなされるとともに，施工対象地盤として緩い砂地盤や岩砕埋立て地盤に加え，廃棄物地盤の改良事例も増加してきている。

(3) 深層混合処理工法

深層混合処理工法は，石灰，セメント系の安定材を軟弱地盤内に投入し，原位置の軟弱土と安定材を強制混合することによって地中に強固な改良柱体をつくる工法である。深層混合処理工法は，地盤の掘削方法や混合攪拌方法，安定材の地中への供給方式などによって各種のものが開発・使用されている。これらの深層混合処理工法は，他の軟弱地盤改良工法と比べると，施工時に振動や騒音が少なく，早期にしかも比較的強度の高い改良柱体が得られる特徴を持っている。また，高圧噴射方式のものでは，これらに加え，施工機械が小規模であるために狭い作業空間でも施工が行え，ジェットで地盤を掘削して改良を行うために構造物の直近でも施工できる。

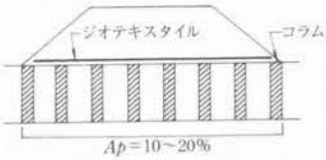
この深層混合処理工法の改良パターンには，杭式，ブロック式，格子式，壁式等がある。杭式の改良は，道路盛土等の基礎地盤の改良に用いられる事例が多く，改良地盤をサンドコンパクション工法と同様に複合地盤として原地盤と改良柱体の面積平均せん断強度等を用いて円弧すべりや沈下の設計がなされている。一方，ブロック式，格子式，壁式では，港湾工事の重量構造物基礎等で用いられ，改良地盤を剛な地中構造物として取扱い構造体の滑動や転倒，改良部のせん断破壊等についての設計がなされる。

深層混合処理工法は支持力の増加，沈下の軽減のほか，図—4のように軟弱地盤上の盛土のすべり破壊の防止や側方流動の抑止，盛土構築に伴う近接構造物の引込み沈下防止，底盤改良による開削工事でのヒービング対策や矢板の受動土圧の増加，地中連続梁，基礎杭の横抵抗値の増加，さらに緩い砂質土地盤の液状化対策としての研究・開発も進められている。また，図—5に示すように高強度，低改良率の深層混合処理工法で盛土直下を改良するとともにジオテキスタイルと組合せて沈下とすべり対策を行っている事例がある。この設計の考え方は，改良柱の頭部をジオテキスタイルで連結し，ジオテキスタイルに発生する引張り力ですべりの力に対抗することによって，改良柱には水平の力がなるべく作用させないよ



(a) 傾斜基盤のすべり破壊に対する安定対策
(b) 盛土周辺地盤への影響防止対策
(c) 橋台背面盛土による側方流動圧の軽減とすべり防止対策
(d) 掘削法面の安定対策
(e) 掘削による地盤のヒービング防止と土留めの補強対策
(f) 地盤掘削における止水と既設杭の補強対策

図—4 深層混合処理工法の用途



図―5　深層混合処理工法とジオテキスタイルの組合せ

うにするとともに不同沈下の低減にも効果がある。この設計法は水平の力に弱い深層混合処理工法の弱点を補う合理的な使用法と思われる。

また，施工法では，改良材等によって生じる施工時の周辺地盤等の変位や変形を解消するため攪拌軸にスパイラルを装備した排土式の深層混合処理工法が開発された。また，より均質な改良体を得るために攪拌方法の改良や施工管理のシステム化が進められている。攪拌方法の改良では攪拌翼と粘性土や泥炭等の切削土塊が一体化して回転するいわゆる「共回り現象」を防止するために，回転しない共回り防止翼を設け，この防止翼と攪拌翼の間で土塊が細かくせん断し，混合する方式や攪拌翼を自転と公転の複合運動を行うもの，二つの攪拌翼がお互いに逆方向に高速で回転するものなど各種の方式のものが開発されている。高圧噴射工法では，より大きな改良体を得るために噴射圧の超高圧化および噴射流量の大幅な増大によって切削エネルギーを飛躍的に大きくした工法が開発されている。この結果，N 値 10～15 のシルト質砂層の地盤での試験施工では従来工法の 2～3 倍程度に当たる直径 4.9 m の改良柱体が得られている。施工管理システムでは，改良範囲の把握と安定材の充填管理のために高圧水で掘削した空洞の形状を超音波センサで計測する工法や品質管理の合理化を図るためにボーリング時の掘削抵抗から改良柱体の強度分布を推定するロータリサウンディング法も実用化されている。

（4） 薬液注入工法

薬液注入工法は，砂質地盤中に注入材を圧入して固結土をつくり，地盤の透水性を低下するとともに地盤の強度増加を図る工法で，主に地下掘削時の湧水や崩壊防止等の仮設的に使用される。施工法は現在では単管ロッド工法に代わって，二重管ストレーナ方式で瞬結型の注入材を用いる単相工法や異なる材料を順次注入する複相注入工法，ダブルパッカー工法が主流になっている。また，使用材料も表―2 のように各種の新しい水ガラス系の材

表―2　新しい注入の材料[17)]

中性グラウト（非アルカリ系注入材）	酸性領域に移行させた水ガラスを，アルカリによってゲル化させるもの
耐久性注入材	活性化（イオン化）させた水ガラスを，あらかじめ土粒子表面にカルシウムイオンを吸着させた地盤へ注入し，セメントの水和物の結晶を生じさせるもの
スラグを主成分とした懸濁型注入材	ゲルタイムと固結強度を独立して決定するために，ゲルタイムを石灰に，強度をスラグに受持たせたスラグ～石灰系材料を用いた懸濁型注入材
懸濁型瞬結性注入材	半水せっこうや水素化カルシウムなどの促進材によりゲルタイムを早め，瞬結性とした懸濁型注入材
炭酸ガスを用いた注入材	硬化材として炭酸ガスや高濃度の炭酸水を用いた注入材
高強度用溶液型注入材	高濃度の水とガラスと有機系硬化剤により，10～20 kgf/cm² の高強度の固結体を得ることが可能なもの
超微粒子セメント	セメント粒子を細粒化したコロイドセメント（15 μm 残分：30% 以下），超微粒子セメント（10 μm 残分：10% 以下）により，浸透性を改善とした懸濁型注入材

表―3　軽量盛土工法の種類[21)]

工　法	使用する材料		単位体積重量 (tf/m³)	特　徴
軽量材を用いる方法	発生材	軽量土砂（火山灰土等）	1.2～1.5	・天然の材料を用いることができる。
		水砕スラブ	1.2～1.35	・粒状材であり，取扱いが容易である。 ・自硬性をもっている。
		石炭灰	1.2～1.3 程度	
		焼却灰	1.0 程度	
	人工素材	発泡スチロール	0.02～0.04	・超軽量盛土材であり，施工が容易である。
		気泡モルタル	0.3 程度以上	・気泡材の量によって自重をコントロールすることができ，流動性がある。
		高分子材料	中空の枠状のもの	・超軽量で排水機能をもっている。
		軽量廃棄物（空缶等）	0.1～0.18	・廃棄物の有効利用が図れる。
現地発生土の軽量化による方法	混合処理	現地発生土／軽量材（発泡スチロールビーズ，気泡材，石炭灰等）／固化材（セメント，石灰等）	1.0 前後	・現地発生の有効利用ができる。 ・混合する軽量材の量をコントロールすることにより，自重の調整が可能である。 ・固化材を入れることにより，強度を増大させることができる。
	流動化処理	現地発生土／水／固化材（セメント系固化材，石灰等）／軽量材（発泡スチロールビーズ，気泡材等）	0.5 程度以上	・同上 ・現地の高含水比粘性土の利用が可能である。 ・流動性があり，固化材の作用により締固めを必要としない。
中空構造物による方法	盛土内に設置	コルゲートパイプ	1.0 前後	・堅固な構造物とすることができる。 ・構造物自体の沈下や変形を，極力少なくすることができる。
		ボックスカルバート	1.0 前後	
	構造物	多連カルバート等		

料が開発され使用されてきている。また，平成2年9月には建設省から薬液注入工法の施工管理の一層の充実を図るため，材料の搬入時や注入時の注入材の品質，数量の厳格な管理，注入施工状況の監視および注入の効果確認，注入工事にかかわる条件の明示の徹底および契約条件の変更の際の設計変更による対応等を示した「薬液注入工事に係わる施工管理等について」の通達が出された。

(5) 軽量盛土工法

軽量盛土工法は，発泡スチロールが超軽量の盛土材として利用されて以来，注目され研究開発や施工事例が急激に増加してきた。この軽量盛土工法は，軟弱地盤の問題の原因となる荷重を軽減するといった極めて単純で合理的な改良原理に基づくもので，それ自体目新しい工法でなく，従来から水砕スラグやコルゲートパイプ等の中空の構造物を用いた荷重軽減工法として，軟弱地盤対策工法の一つに位置付けされてきたものである。軽量盛土工法は最近では超軽量の発泡スチロールのほか表―3のように各種のものが開発，または検討されている。このため気泡モルタルや発泡スチロールビーズとの混合処理材，さらに流動化処理を行った締固めの必要としない材料等，現場条件に適した重量や強度を持った盛土材を入手することが可能である。このような軽量盛土の利用方法としては，軟弱地盤上の盛土の沈下対策や地すべり地におけるすべりの抑制等のほか，流動性を生かした構造物下の空洞の気泡モルタルの充塡，自立性を生かした擁壁やプラットホームへの利用や橋台などに作用する土圧の軽減など広い範囲がある。

4. あとがき

軟弱地盤対策工法は，これまでの多くの経験と研究の成果によって，すでに多数の工法が開発され実用に供せられ，また，施工の効果の判定や予測の精度の向上が図られてきている。このような技術の向上によって関西国際空港のような従来では考えられなかった大規模なかつ，多くの制約のある地盤改良工事も可能になってきている。しかし，軟弱地盤対策に関する問題は複雑，多岐にわたっており，地盤の調査方法や改良効果の判定方法等を含め，軟弱地盤対策の選定や設計・施工面においてまだまだ数多くの課題が残されている。例えば，軽量盛土工法のように開発導入されてから比較的新しく材料の耐久性や強度特性を十分把握されていない反面，新たな使い方，用途に幅広い多くの可能性を秘めているものもある。このために，新しい工法や沈下予測や施工効果の判定方法等の研究・開発に努力する必要がある。

≪参考文献≫

1) 村上順雄他：道路土工—軟弱地盤対策指針の解説，土木施工，(12) 42-50 (1991)
2) 福富　秦他：アンカレス・マンドレル装置の開発と施工実績，建設機械と施工法シンポジウム，82-85 (1989)
3) CSドレーン協会：ペーパードレーン工法新施工管理システム，土木学会論文集Ⅵ，1889.9
4) 小笹博昭他：港湾における低置換率SCP工法の施工例，土木施工，(12) 116-123 (1991)
5) 飯尾正史他：液状化防止対策としてのグリッドドレーン材打設機の開発，建設の機械化，(12) 25-31 (1990)
6) 三原正哉他：ディープ・バイブロ工法の開発，建設の機械化，(11) 38-42 (1990)
7) 伊藤克彦他：締固めを伴うグラベルドレーン工法，土と基礎 (2) 41-50 (1991)
8) 末松直幹他：メカトロニクスコンソリデーションシステム，土木施工臨時増刊号，(11) 78-84 (1985)
9) 山崎結城他：動圧密工法による廃棄物地盤の改良，基礎工，(6) 109-114 (1991)
10) 松尾　修他：固化工法による砂地盤の液状化対策，地盤の液状化対策に関するシンポジウム，土質工学会，(1) 243-250 (1991)
11) 水野，須藤他：軟弱地盤における施工上の問題点とその対策，第3回「施工体験発表会」土木学会，(6)5-12(1986)
12) 日比野信一：テノコラム工法の施工，土木施工，臨時増刊号 (11) 154，160 (1985)
13) 岩崎則夫尾他，新しい攪拌メカニズムの深層地盤改良装置の研究開発，建設機械と施工法シンポジウム，126-129 (1988)
14) 五十嵐佰弘他：スーパージェット工法の試験施工，基礎工，(6) 86-88 (1991)
15) RJP工法研究会：RJP工法技術資料
16) SSS-MAN工法技術委員会：SSS-MAN工法技術資料
17) 苗村正三他：止水技術の現状，基礎工，(8) 42-47 (1990)
18) 国土開発技術研究センター：薬液注入工事の施工管理に関する講習会テキスト，1990.10
19) 小松　明他：関西国際空港，土と基礎，(5) 25-30 (1991)
20) 郁夫他：プラスチックを利用したバーチカルドレーン工法の設計施工の問題点と留意点，基礎工，(12)92-96(1988)
21) 久楽勝行：軽量盛土工法の特徴とその適用，基礎工，(12) 2-9 (1990)

軟弱地盤特集

羽田沖合展開部における高速湾岸線の地盤対策

植木　博*　馬上信一**

1. はじめに

東京湾岸道路は東京湾の外周に沿って横須賀，横浜，川崎，千葉，木更津を経て，富津に至る延長約160 kmの幹線道路である。首都圏における道路網の中核として，東京湾周辺の交通緩和を図ることを目的に計画され，早期完成が切望されている。

首都高速道路公団が建設を行っている高速湾岸線は，市川市高谷から横浜市金沢区並木までの延長64 kmの自動車専用道路である。このうち，太田区東海から市川市高谷までの26 km区間は，1期，2期工事として昭和59年12月に完成し，供用している。3期の区間で環状8号線までは平成5年度，それ以外の3期の区間と4期は，平成6年度の供用開始に向けて工事は急ピッチで進んでいる。

本文は3期工事として施工を行っている羽田沖合展開部における「羽田マヨネーズ層」とも呼ばれている超軟弱地盤の地盤改良工事について紹介するものである（図—1参照）。

2. 高速湾岸線の計画概要

高速湾岸線は羽田新空港内を縦断するような線形で計画されており（表—1参照），構造は半地下構造が中心であるが，滑走路，誘導路等と交差する部分はトンネル構造である（図—2参照）。

横断的には，図—3に示すように，中央に首都高速道路が上下各3車線，計6車線，その両側に，国道357号

表—1　線形概要

道路区分	設計速度 (km/hr)	車線数	最急縦断勾配 (%)	標準横断勾配 (%)	入出路
首都高速	80	6	4	2	A規格
国道357号	80	6	4	2	B規格

が上下各3車線，計6車線が構築されている。

なお，国道357号は環状8号線までの供用であり，それから川崎方は，共同溝が施工されている。

工事の実施に当っては，建設省（国道357号と共同溝）と首都高速道路公団との受委託協定により，図—2に示す区間は全幅員を建設省川崎国道工事事務所が施行し，他の区間は，首都高速道路公団湾岸線建設局が施行している。本文は首都高速道路公団施工区間について述べるもので，建設省施工区間は，文献（塚原正・富岡寛：「東京湾岸道路」羽田地区の概要，道路建設，平成3年2月）を参照していただきたい。

3. 地盤の状況

沖合展開部は多摩川が形成した三角洲の沖積低地の東方にあり，現在の東京国際空港（羽田空港）の東側に隣接した埋立地である。以前は海面で多摩川河口沖や浮島沖で水深10～13 mと最も深く，羽田空港のB滑走路付近で1～3 mと最も浅かった所を昭和41～昭和45年に，東京湾岸の埋立土砂として表層の砂質土（A_{s1}層）がAP−6～−15 mまで浚渫された（APは荒川工事基準面であり，東京港平均海面（TP）と比べ1.134 m低い）。その後，現在までの間に広さ約810 haの所に，運河・航路から浚渫したヘドロと建設残土によりAP＋2.5～＋5.5mの高さに埋立てられている。

このような浚渫埋立の経違を模式化したものを図—4に，地質縦断図を図—5に示す。

また，各土層ごとに，改良前の主要な土性値を表—2

* *UEKI Hiroshi*
首都高速道路公団湾岸線建設局設計課課長補佐
** *MOUE Shinichi*
首都高速道路公団湾岸線建設局設計課班長

図—1 高速湾岸線位置図

に示す。これによると，浚渫埋立層である A_m および A_{c1} 層は非常に軟弱で自然含水比が，かなり大きいものが多く，一軸圧縮強度も著しく小さい。しかも正規圧密状態にあるため，盛土等を構築すると地盤が破壊して円弧すべりや側方流動等を生じやすく，更に，圧密沈下を大きく起こす可能性も高い。

沖積層である A_{c2} 層も軟弱ではあるが，上記の埋立土層に比べ，自然含水比が小さく，一軸圧縮強度もやや大きい。しかも，圧密降伏応力も 5 tf/m² 程度過圧密状態にあるため，数 m 程度の盛土では地盤が破壊したり，大きく圧密沈下を起こしたりする可能性は小さい（表—2 参照）。

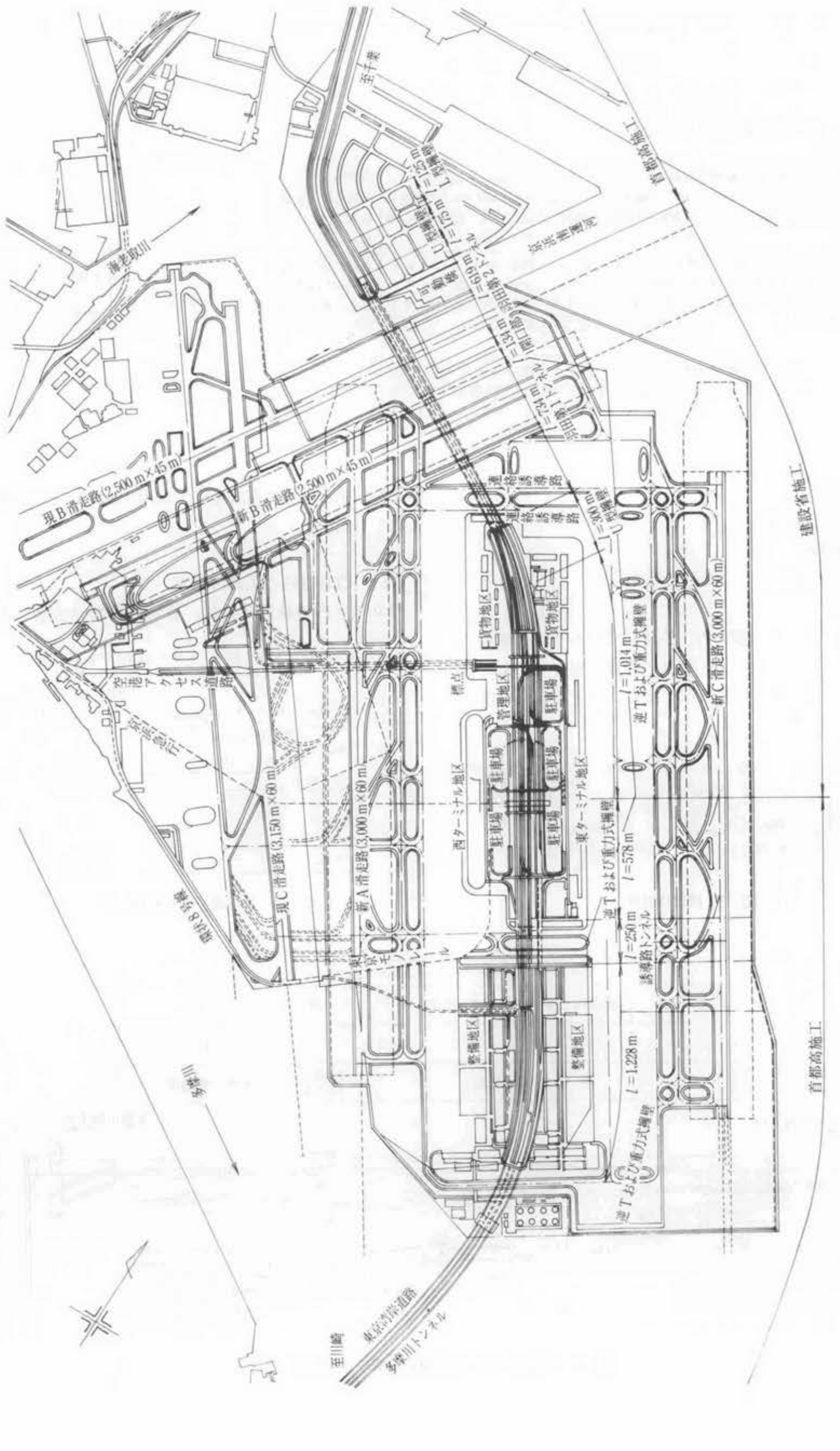
4. 地盤改良工法

（1） 原理と工法分類

半地下構造，トンネル構造の道路構造物が構築される地盤は，A_m, A_{c1} の埋立土層であり，その層厚も 13～23 m と厚い。

とくに，浚渫土の上部にある A_m 層は 3～6 m の層厚で有機質土を多く含み標準貫入試験では，ロッドが自沈するほど超軟弱であり，「羽田マヨネーズ層」とも言われている。このような超軟弱地盤対策工として深層混合処理工法等の地盤改良工を施工した。

地盤改良工の基本原理は，



図—2　羽田地区沖合展開部位置図

表—2　羽田地区沖合展開部の地盤の土性（地盤改良前）

土層区分	物理特性		力学特性			
	自然含水比 W_n	湿潤密度 ρ_t	一軸圧縮強さ q_u	圧密降伏応力 p_c	体積圧縮係数 m_v	圧縮指数 c_v
A_m	W_n=50～180 % の範囲で大きくばらつき，特に W_n=130 % 程度のものが多い。	概ね ρ_t=1.3～1.55 g/cm³ の範囲でばらついている。	概ね q_u=0.1～0.5 kgf/cm² の範囲でばらつき，深度方向に増加する傾向がある。	有効土被圧とほぼ等しく，正規圧密状態にある。	$m_v=10^{-0.92(\log P+1.0)}$	c_v=70 cm²/day
A_{c1}	W_n=40～120 % の範囲で大きくばらつき，特に W_n=80 % 程度のものが多い。	概ね ρ_t=1.35～1.65 g/cm³ の範囲にあり，深度方向に増加する傾向がある。	A_m 層と同様に q_u=0.1～0.5 kgf/cm² の範囲でばらつき，深度方向に増加する傾向がある。	有効土被圧とほぼ等しく，正規圧密状態にある。		
A_{c1}	AP-20 m 以浅では W_n=60～80 %，AP-20 m 以深では W_n=80～100 %程度である。	AP-20 以浅では ρ_t=1.55～1.65 g/cm³,AP-20 m 以深では ρ_t=1.45～1.50 g/cm³ 程度である。	概ね q_u=0.8～2.0 kgf/cm² の範囲でばらつき，深度方向に増加する傾向がある。	有効土被圧より 5 tf/m² 程度大きく，過圧密状態にある。	$m_v=10^{-(0.91\log P+0.87)}$	正規圧密：c_v=100 cm²/day 過圧密：c_v=700 cm²/day
D_c	W_n=40～65% の範囲にあり，深度方向に減少する傾向がある。	概ね ρ_t=1.65～1.75 g/cm³ の範囲にあり，深度方向に増加する傾向がある。	概ね q_u=1.5～2.5 kgf/cm² の範囲でばらつき，深度方向に増加する傾向がある。	—	—	—

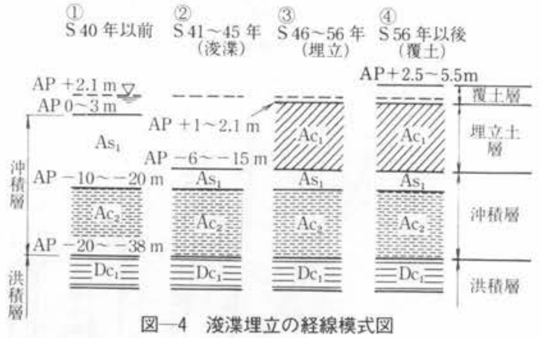
① 置換
② 圧密・排水
③ 締固め
④ 化学的固化
⑤ 補強

等に大別できるが，個々の工法は必ずしも一つの原理に立脚している訳ではなく，複数の原理の組合せによる場合も多い。表—3 に基本原理と地盤改良工法の一般的な関係を示すとともに当該地区で採用されているか否かについても記す。

図—3　標準横断図

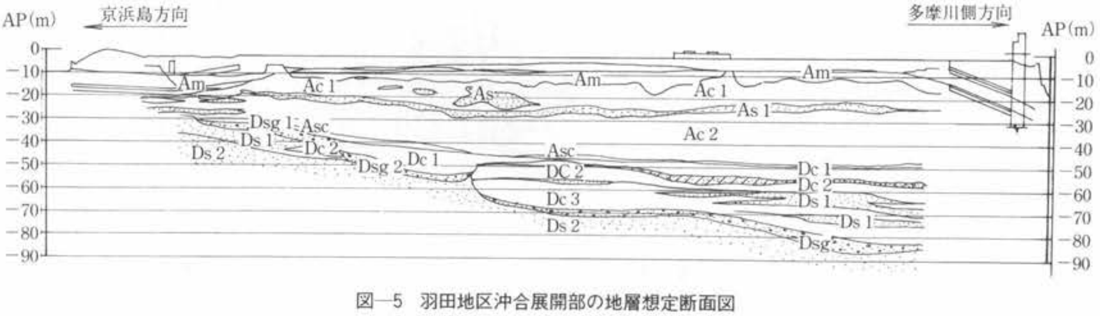
（2）改良目的と工法の選定

埋立地区内の地盤改良は，特に浚渫埋立土層（A_m）



図—4　浚渫埋立の経線模式図

調査区間	3.8 km（No.178+20.00～No.210+26.22）					
沖積層下底面からみた地形区分	埋没段丘Ⅰ面	埋没段丘Ⅱ面	（波食台）	埋没河谷底		
表層土質による区間分け	Ⅳ	Ⅲ		Ⅱ	Ⅰ	
東京湾岸道路構造形式	羽田第1トンネル	半地下構造部			誘導路下トンネル	半地下構造部



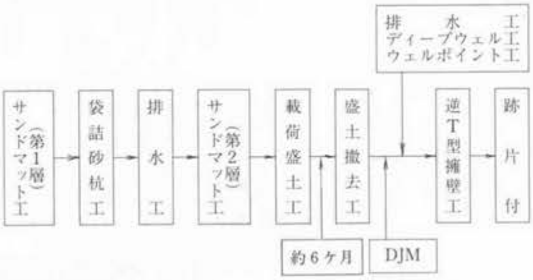
図—5　羽田地区沖合展開部の地層想定断面図

表—3 地盤改良の基本原理と工法の関係

工法区分		地盤改良の基本原理：置換	圧密・排水	締固め	化学的固化	補強	採用工法
表層処理工法	表層排水工法		○				
	敷砂工法（サンドマット工法）		○			○	○
	敷設材工法（シートネット工法）					○	
	表層固結工法				○		○
置換工法	掘削置換工法	○					
	強制置換工法	○					
載荷重工法	盛土荷重載荷工法（サーチャージ・プレロード工法）		○				○
	地下水位低下工法		○				
	大気圧載荷工法		○				
バーチカルドレーン工法	サンドドレーン工法		○				
	袋詰めサンドドレーン工法		○				○
	ペーパードレーン工法		○				
締固め工法	サンドコンパクションパイル工法		○	○		○	
	振動締固め工法（バイブロフローテーション工法）			○			
	動圧密工法（重錘落下締固め工法）			○			
化学的固結工法	深層混合処理工法（機械攪拌方式）				○	○	○
	生石灰パイル工法				○	○	
	深層混合処理工法（噴射混合方式 etc.）				○	○	○
	薬液注入工法				○	○	

が超軟弱であり，施工機械が直接入れないため，まず，浚渫埋立地盤の表面を表層固結工法により改良しトラフィカビリティの確保を行う。次に，建設残土によって所定の高さまで埋立てる。ここまでの作業は財団法人「東京港埠頭公社」で，原則として行っている。

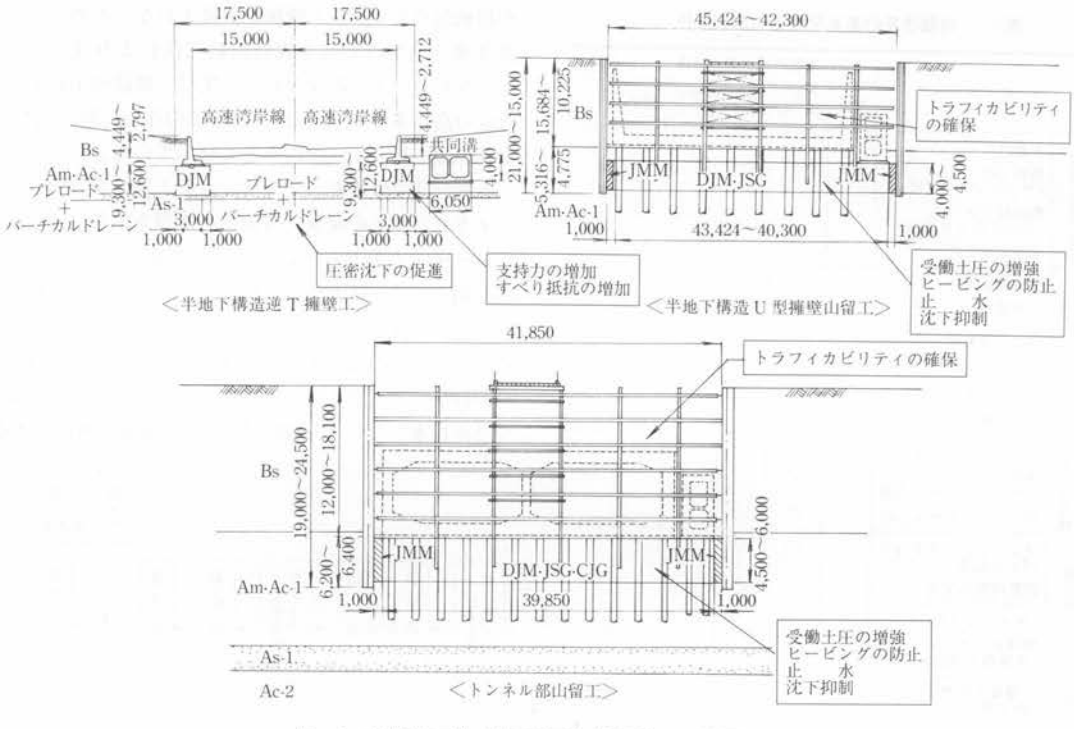
首都公団では敷砂（サンドマット工法）を行い，トラフィカビリティの確保と表面水の処理をする。その上からバーティカルドレーン（パックドレーン）を A_m, A_{c1} 層を超えて A_{s1} 層上端まで打設し，その後，載荷盛土（プレロード工法）を施工して，圧密，排水の促進を図り，道路およびその周辺地盤の全体的な地盤改良を行う。この際砂層の A_{s1} 層までパックドレーンを行うことによって2面排水となり，圧密沈下の著しい促進が期待できる。



図—6 逆T型擁壁による半地下構造施工フロー図

表—4 羽田地区沖合展開部で採用している地盤改良工法

首都高速道路公団湾岸線建設局で採用している地盤改良工法					主要施工個所	施工目的
圧密排水工法	バーチカルドレーン工法（プレロード併用）			袋詰砂杭工法（ファブリパックドレーン）	半地下構造部逆T擁壁工周辺部	圧密沈下促進
固結工法	深層混合処理工法	噴射混合方式	一重管（材料噴射系）	M. M. 工法 (Mini-Max)	トンネル部山留工仮設	受動土圧増強 ヒービング防止 止水 沈下抑制
				J. M. M. 工法 (Jumbo-Mini-Max)	トンネル部山留工仮設 半地下構造部山留工仮設	
				S. M. M. 工法 (Super-Mini-Max)	トンネル部山留工仮設	
			二重管（空気・材料噴射系）	J. S. G. 工法 (Jumbo-Jet-Special-Grout)	トンネル部山留工仮設 半地下構造部山留工仮設	
			三重管（水・空気・材料噴射系）	C. J. G. 工法 (Column-Jet-Grout)	トンネル部山留工仮設 立坑部山留工仮設	
		噴射機械攪拌併用方式		Swing-Jet 工法 (Spreadable-Wing)	立坑部山留工仮設	受動土圧増強，ヒービング防止，止水，沈下抑制，連壁の孔壁崩壊防止
		機械攪拌方式	粉体系（土研系）	D. J. M. 工法 (Dry-Jet-Mixing)	トンネル部山留工仮設	トラフィカビリティ確保，受動土圧増強，ヒービング防止，止水，沈下抑制
					半地下構造部逆T擁壁工	支持力増加，すべり抵抗増加
					半地下構造部山留工仮設	トラフィカビリティ確保，受動土圧増強，ヒービング防止，止水，沈下抑制
			スラリ系（港研系）	C. D. M. 工法 (Cement-Deep-Mixing)	トンネル部山留工仮設	
表層処理工法	表層固結工法	機械攪拌方式	スラリ系		トンネル部	トラフィカビリティ確保



図―7　地盤改良工法の羽田地区沖合展開部での採用例

半地下構造（逆T擁壁）の基礎には深層混合処理工法のうち機械攪拌工法：DTM 工法を用いて A_m, A_{c1} 層を改良し，地盤の支持力と擁壁背面盛土に対する安定を確保している（図―6，図―7 参照）。

トンネル部と半地下構造U型擁壁では，深さ 10～30 m 程度の大規模掘削となる所が多く，鋼管矢板等による山留工の掘削面側を DJM 工法によって改良し，受働土圧の増加等を図っている。その際，鋼管矢板に近接する部分については攪拌翼が支障をきたすため，噴射混合方式の JMM 工法等を用いて間詰め施工をしている。

また，改良範囲内に既設桟橋，既設護岸等の障害物がある場合には DJM 工法を噴射混合方式の JSG 工法，CJG 工法に変更して改良を行っている。

改良強度はトラフィカビリティの確保を主目的とした掘削範囲には粘着力：$C=5\ \mathrm{tf/m^2}$，受働土圧の増強等を主目的とした掘削底面下は $C=20\ \mathrm{tf/m^2}$ 程度である。

なお，JSG，CJG の噴射混合方式はノズルをボーリング方式によって改良の必要な原地盤に設置できるため，周辺地盤の攪拌による強度低下がないのでトラフィカビリティ確保の改良は行っていない。

これらの地盤改良工法の主要施工個所および施工目的を表―4 に，具体的な使用例を図―7 に示す。

（3）施工機械

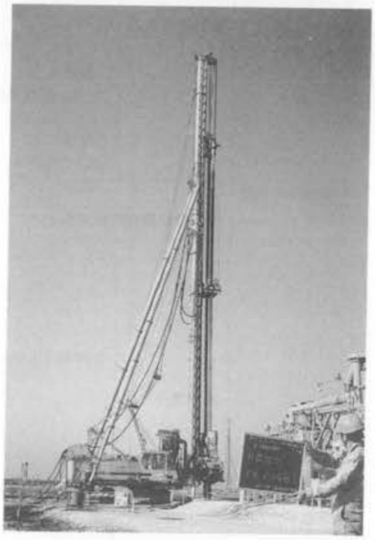
沖合展開部における地盤改良工法の特徴は，多種の工法が用いられていることである。その原因として，

① 空域制限により施工機械の高さが制限されている，

② 地質の変化と道路の縦断勾配により地盤改良を行う深度が 10～40 m と広範囲にある，

③ 既設桟橋，旧護岸等の構造物および建設残土にコンクリートガラ等を含む等支障物が多い，

等があり，経済性，工期等を考えて適切に工法を選定す



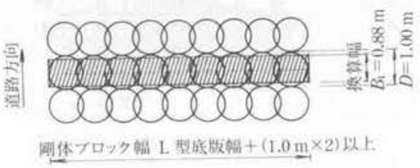
写真―1

写真—2

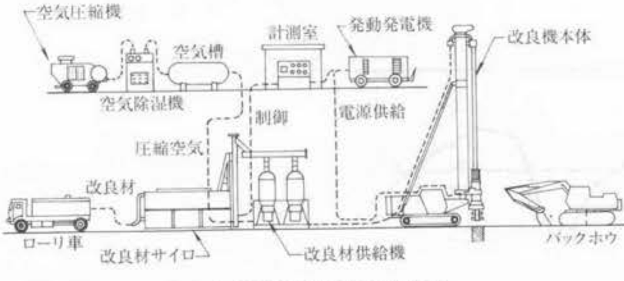
写真—3

表—5　DJM 2070 型

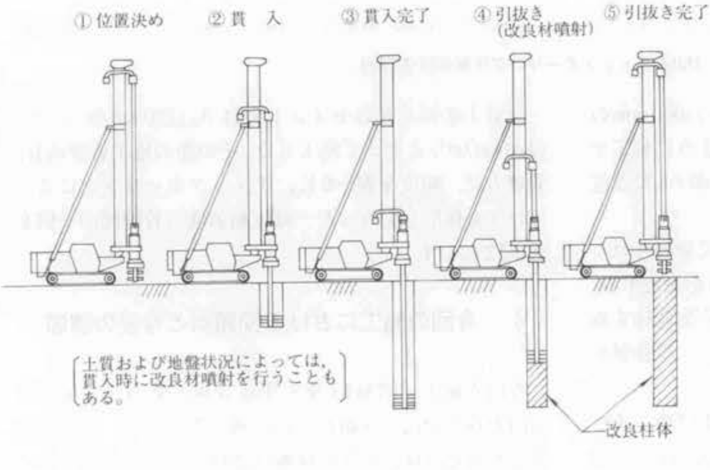
機械名称	型式・規格	単位	数量	備　　考
改良機本体	二軸機 130 PS+55 kW×2	台	1	(DJM 2070 型)
改良材供給機	200 E	式	1	2台で1式
改良材サイロ	容量　30 t	基	1	
空気圧縮機	10.5 m/min　　防音型	台	2	
発動発電機	300 kVA　　防音型	〃	1	改良機本体用
発動発電機	60 kVA　　防音型	〃	1	プラント用
バックホウ	0.70 m³	〃	1	



図—10　剛体ブロックの換算幅の考え方



図—8　DJM 工法の施工システム



図—9　DJM 工法の基本的な施工手順

る必要があった。

全工法は紙面の都合で記述できない。そこで，土木の分野では，地盤改良工法を仮設構造物として用いられることが多い中で，半地下構造の逆T擁壁部基礎に本体構造物として施工した DJM 工法について述べる。

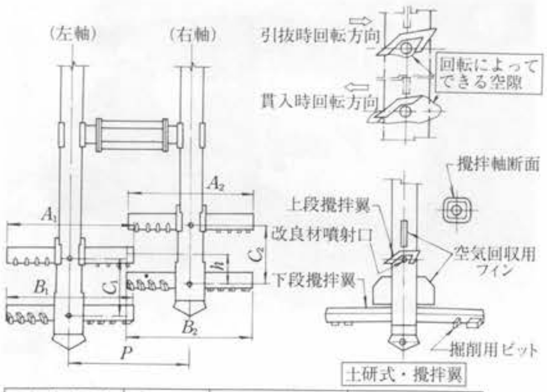
(a)　DJM　工　法　(Dry Jet Mixing Method)

建設省総合技術開発プロジェクトの一環として，建設省土木研究所と日本建設機械化協会によって昭和55年に実用化されたこの工法は，粉体の改良材（セメント，石灰等）を撹拌翼から圧縮空気とともに軟弱地盤中に噴射し，改良材と軟弱土を原位置で撹拌混合して地盤を化学的に固結化するものである（写真—1，写真—2 参照）。

施工に用いる機械類の組合せとその規格は図—8，表—5 に，施工手順を図—9 に示す。

なお，改良柱体の直径は $\phi=1{,}000$ mm であるが，今回の施工は通常行われる接円方式（改良柱体が互いに接する状態）ではなく，ラップ方式（改良柱体が一部オーバーラップしている状態）により改良した。

これは改良柱体を地中構造物と考え，



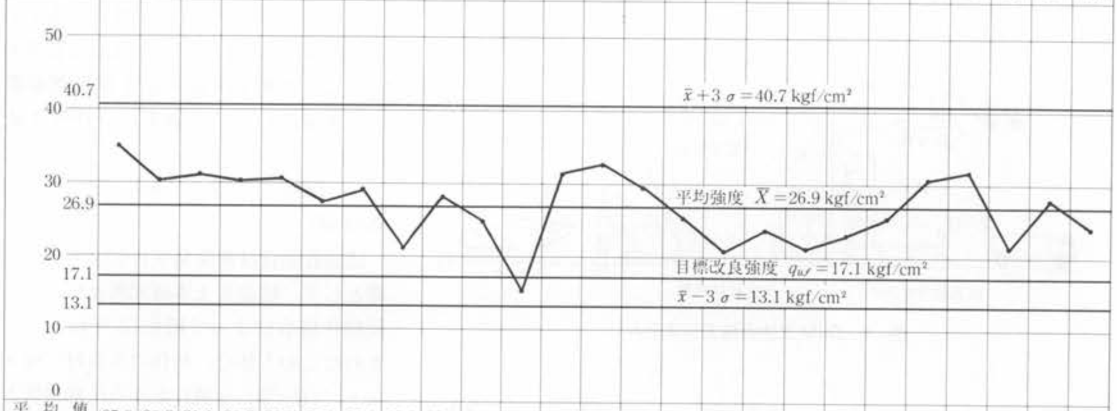
測定個所	計画	左	軸	右	軸
上段翼径	1,000 mm	A_1	1,000 mm	A_2	1,000 mm
下段翼径	1,000 mm	B_1	1,000 mm	B_2	1,000 mm
吐出口間隔	450 mm	C_1	450 mm	C_2	450 mm
攪拌軸間隔	800 mm	P	800 mm		
吐出口段差高	225 mm	h	225 mm		

図—11 攪拌翼の形状

表—6 羽田空港沖合展開部地盤改良施工管理一覧

改良工法	施工管理項目	施工管理方法	施工管理の頻度
バーチカルドレーン工法	貫入深度	施工機械の自動記録により貫入深度を確認	
	盛土の安定および圧密沈下管理	地表面沈下板 層別沈下計 地中変位計 室内土質試験	
深層混合処理工法	施工深度 改良材吐出量 貫入引抜速度 回転数	施工機械の自動記録により確認	
	改良強度 改良深度 改良厚さ	チェックボーリング 室内土質試験	10,000 m³ に1個所
	山留掘削の安定管理	地中変位計 層別沈下計	
表層固結処理	改良厚さ 改良強度	改良体のサンプリング 一軸圧縮強度試験	500 m³ に1個所 上中下3点

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
位置	203 G	228 G	175 G	106 G	80 G	257 C	76 I	201 O	53 C	276 H	114 X	226 M	101 O	127 C	172 J	252 K	97 Y	276 J	129 V	82 V	146 Y	126 L	21 B	37 I	69 O
打設日	8/24	9/14	9/16	9/20	10/14	10/15	10/25	10/26	11/3	11/7	11/11	11/19	11/19	11/21	12/9	12/13	12/16	1/14	2/1	2/7	2/20	3/3	3/4	3/9	3/16
試験日	9/24	10/12	10/14	10/18	11/11	11/12	11/22	11/23	12/1	12/5	12/9	12/17	12/17	12/20	1/6	1/10	1/13	2/10	3/1	3/7	3/20	4/10	4/1	4/6	4/13



平均値 (kgf/cm²)	35.0	30.3	31.1	30.3	30.7	27.5	29.2	21.2	28.1	24.8	15.4	31.3	32.6	29.5	25.4	20.8	23.6	21.2	23.0	25.4	30.7	31.7	21.3	27.9	24.0

図—12 DJMチェックボーリング圧縮強度管理図

基礎を剛体として設計上扱うために，ϕ=1,000 mm の改良体が200 mm ずつオーバーラップするように施工する必要があった。このため，攪拌軸間隔を80 cm に改造している（図—10 参照）。

改良強度は土と改良材の化学反応によって発現されるので，土と改良材との混合度合が品質の良否を決定する。

DJM 工法でも攪拌翼を機械的に回転して改良材を地盤に，いかに均質に混合するかが重要である。攪拌翼形状を図—11 に示す（写真—3 参照）。

設計については，紙面の都合で文献（植木博他：深層混合処理地盤を基礎とした半地下構造物の設計土と基礎，平成3年10月）を参照していただきたい。

設計上必要な普通セメント量は A_m(220 kgf/m³)，A_{c1}(120 kgf/m³) と変えて施工した。その際の施工管理項目，管理方法，頻度を表—6 に，チェックボーリングによってコアを採取して行った一軸圧縮強度の管理図の一例を図—12 に示す。

4. 今回の施工における問題点と今後の課題

今回の施工（昭和61年～平成3年）を通して発生した問題点と今後の課題について述べる。なお，初期に発生した問題点は，現在では解決されつつある事柄もあるが，参考のためにすべてを列記する。

(1) ラップ施工の問題点

改良体をラップ施工したことに起因する問題点は次のとおりである。

① 二軸機においては二つのギアモーターが独立しているため攪拌翼を段違いにして施工せざるを得ない。そのため改良柱の着底部および天端部で改良柱体の長さに差が生じる。

② 連続施工でない場合，改良体の強度の発現によって次のラップ削孔に時間を著しく要する。特に，土曜日に施工した改良体と月曜日に施工する改良体とのラップ施工は困難である。

①に対しては，短い改良体長を設計長として対応した。

②に対しては，改良作業が土曜日に終了するよう調整した。

施工による改良体の品質の信頼性等を考えると，今後ラップ施工に対するニーズも多くなると考えられる。そこでラップ施工を容易にするため改良材に添加する超遅延タイプの混和材料あるいは強度発現の遅いセメントの開発等が必要であり，施工機械もラップ施工に対応できる改良が求められる。

(2) 建設残土の混入

建設残土にコンクリートガラ，木片，鉄筋クズ等が混入しており，削孔が不可能になることがある。その際モータの最大トルクまで能力が上昇するとシャフトが折れて，攪拌翼を地盤内に置いてくることがあった。

そこで，シャフトの強度と攪拌翼を回転させるモータの能力とのバランス，あるいは掘削時の抵抗値によってモータを制止するシステムの導入が必要であると思う。

(3) 改良機本体のより一層の軽量化と安定化

改良機本体は2軸型ではクローラ型のベースマシンに搭載されているが，軟弱地盤上で稼働する機械であり，特に攪拌軸を引上げて未改良地盤上を移動するときでも充分な機体安定性とトラフィカビリティを保つ必要がある。トラフィカビリティは $C=5\ \mathrm{tf/m^2}=0.5\ \mathrm{kgf/cm^2}$, $q_u=2C=1.0\ \mathrm{kgf/cm^2}$ が確保されており，DJM 2090型式以外は安全であるが，地盤の不陸による応力分布のアンバランスおよびインパクトを考えるとバーチカルドレンの施工機械の接地圧（$0.5\ \mathrm{kgf/cm^2}$）程度に抑えたい。今回の施工でも敷鉄板（$t=22$～$25\ \mathrm{mm}$）を用いている。

(4) 地盤改良形状の最適化

今回の施工では地盤改良形状を円形，しかも $\phi=1{,}000\ \mathrm{mm}$ で行った。設計面では径を大きく取りたかったが，施工機械の能力面で $\phi=1{,}000\ \mathrm{mm}$ に制限された。ラップ施工を前提に改良形状を考えると円形は必ずしも有利であるとは思われない。矩形が効果的であり，最近，施工機械も開発されつつある。今後の成果が期待される。

(5) 改良材プラントの能力増加

改良材プラント一台につき1台の改良機本体が対応している。また，かなりのプラントヤード面積を必要とする。今回の施工ではプラントヤードは沖合展開部ということで十分に確保されていたが，都市内等ではプラントヤードの確保もむずかしいと思われる。そこで，プラントが2台の改良機に材料を供給するとともに，プラントヤード面積を多層化等によって減少させていく必要があると思われる。

5. おわりに

本報告は首都高速道路公団が昭和58年～62年の5年間にわたり委託研究した成果を踏まえて行っている地盤改良工について述べたものである。

地盤改良工法は目に見えない土中に施工されるため目視によって改良効果の確認ができず，改良材の量（チャート）の確認等によらざるを得ない。このため施工中の改良地盤の品質は工法自体の原理構成と施工管理に委ねられていることを今回の施工で強く感じた。

現在，幾つかの項目について観測，計測を行っており解析を進めている。これによって地盤改良効果の定量化を図り，改良地盤の信頼性を向上させたいと考えている。

最後に，工事は急ピッチで進んでいる状況にあるが，湾岸道路の一日でも早い供用に向けて関係各位の一層のご理解とご協力をお願いする次第である。

≪参考文献≫

1) 海野善彦他：東京湾岸道路における地盤改良試験施工，土と基礎，[5]（1987）
2) 東京湾岸道路羽田地区地盤改良工法検討委員会（委員長・福岡正巳）：東京湾岸道路羽田地区地盤改良工法検討報告書（昭和59年3月）（昭和60年3月）（昭和61年3月）
3) 半地下構造物設計法に関する調査研究委員会（委員長・浅間達雄）：半地下構造物設計法に関する調査研究（その1）（その2）報告書（1986）（1987）

軟弱地盤特集

関西国際空港の地盤改良工事

干山善幸* 田中伸佳** 田辺義夫***

1. はじめに

関西国際空港の建設工事は，平成6年夏頃の開港を目指し着々と進められている。とくに空港島の埋立工事については，平成3年12月に予定どおり埋立土砂の島内への搬入を終え，空港建設工事の一つの大きなハードルを乗り越えたものと考えている。

本稿では，埋立工事の一環として行われている，埋立土層の地盤改良工事の概要を紹介する。

2. 空港建設の概要

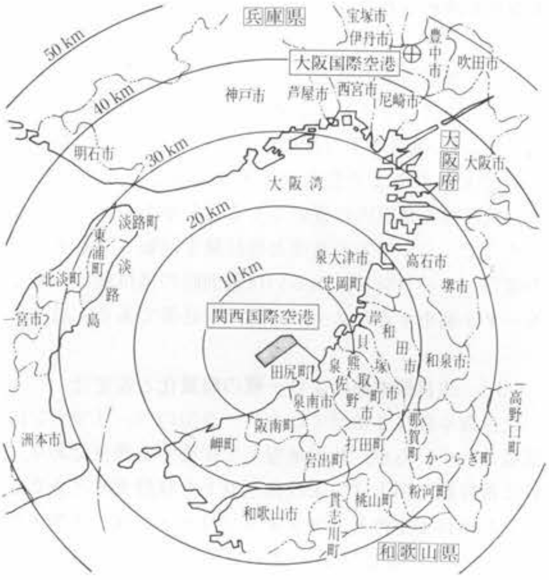
(1) 建設計画

関西国際空港は，図—1に示すとおり，大阪湾南東部の泉州沖約5 kmの海上に建設されている。第1期計画は，空港面積511 haであり，その施設配置計画は図—2のとおりである。第1期計画における滑走路処理能力としては，離着陸回数で年間16万回程度と想定しており，その時点における航空輸送需要を表—1のとおり想定している。

(2) 建設スケジュール

空港島の造成工事は昭和62年1月に，連絡橋工事は同年6月にそれぞれ着手するとともに，平成3年4月には旅客ターミナルビルの建設工事に着手した。平成3年5月には連絡橋の海上部の架設工事が終了し，同年12月には埋立土砂の搬入が終了するなど，空港島の骨格が着々と形成されている。現在，島内幹線道路，旅客ターミナルビル，管制塔，共同溝等の工事が本格化しており，今後はさらに雨水排水幹線路，滑走路・誘導路・エプロ

* HOSHIYAMA Yoshiyuki
関西国際空港（株）工務一部企画課
** TANAKA Nobuyoshi
関西国際空港（株）工務一部設計課
*** TANABE Yoshio
関西国際空港（株）工務一部工務課



図—1 関西国際空港の位置図

表—1 航空輸送需要

区	分		16万回相当時
航空輸送需要	旅客数（万人/年）	国際	1,990
		国内	1,080
		計	3,070
	貨物量（万t/年）	国際	117
		国内	22
		計	139
	離着陸回数（回/日）	国際線	356(74)
		国内線	98
		計	454

注）（ ）内は貨物便を示す。

ンの舗装工事，貨物上屋等の諸施設の建設工事に着手し，平成6年夏頃の開港を目指し鋭意工事を進める予定である。図—3に建設スケジュールを示す。

3.　地盤改良工事の計画

(1)　地盤改良の必要性

空港島は平均水深約18 mの地点に建設されるため，埋立土砂による荷重が大きく，沖積層および洪積層の沈下量は極めて大きいものとなるが，不同沈下の主たる原因となる沖積粘土層の圧密沈下に対しては，サンドドレーン工法等により対処している。

一方，埋立土層は粘土層に比較すると基本的に強度・沈下面での問題は少ないが，次の特徴を有する。

① 最大粒径300 mmと比較的大きな岩砕を含む礫質土砂（砂岩．頁岩）により造成される。

② 造成工程上，水深−3 m以浅は所定の地盤高さまでリクレーマ船で一気に揚土埋立するので，締固めがほとんどなされていない若令地盤となる（図—4埋立方法概念図参照）。

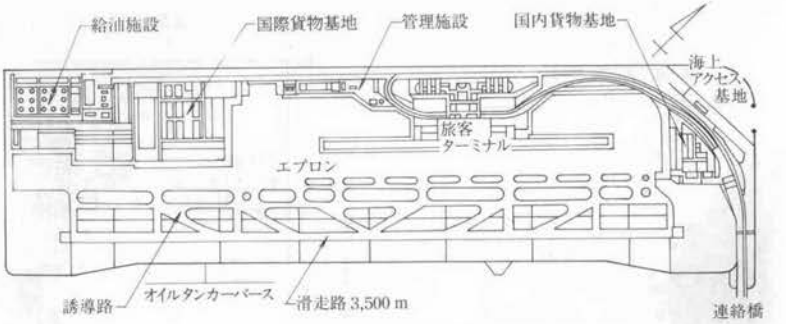
③ 層厚が約33 mと大きい。

このため，空港島埋立地盤には緩い不均一な部分があり，長期的に有害な圧縮沈下の恐れがあるので，空港諸施設の基礎地盤として見た場合，設計条件の厳しい施設に対しては何らかの地盤改良が必要である。

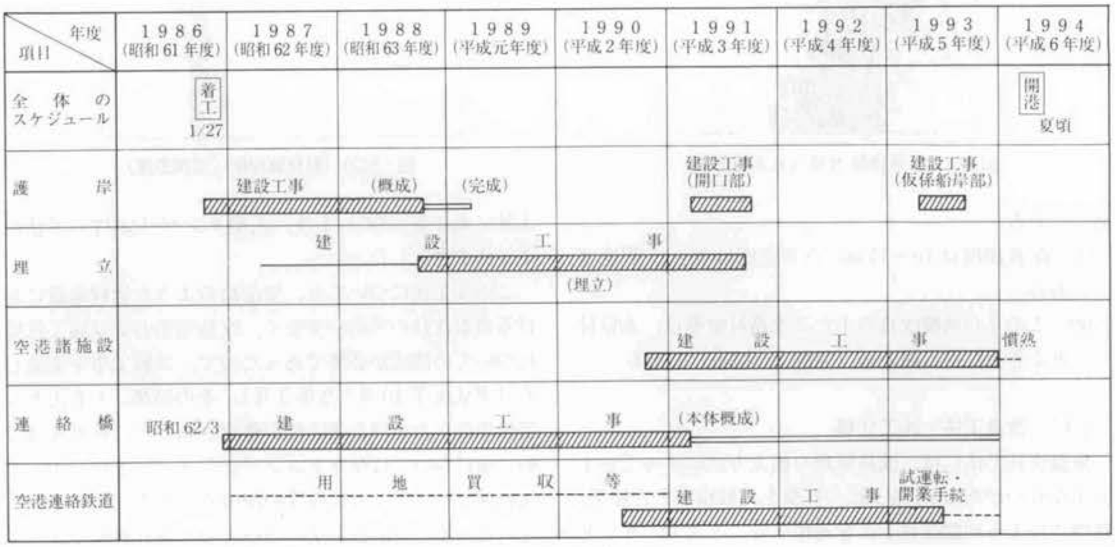
(2)　改良仕様

図—5(1) および図—5(2) は，埋立土層の N 値（礫補正した値）と湿潤密度の深度分布図である。N 値，密度ともにばらつきが大きく，礫質地盤の不均一さを示している。地表面から約15 mまでは平均 N 値が15以下であり，なかでも水位より上の部分は N 値，密度ともに小さく，かつ密度のばらつきが大きいことから，非常に緩くまた不均一な状態にあると考えられる。

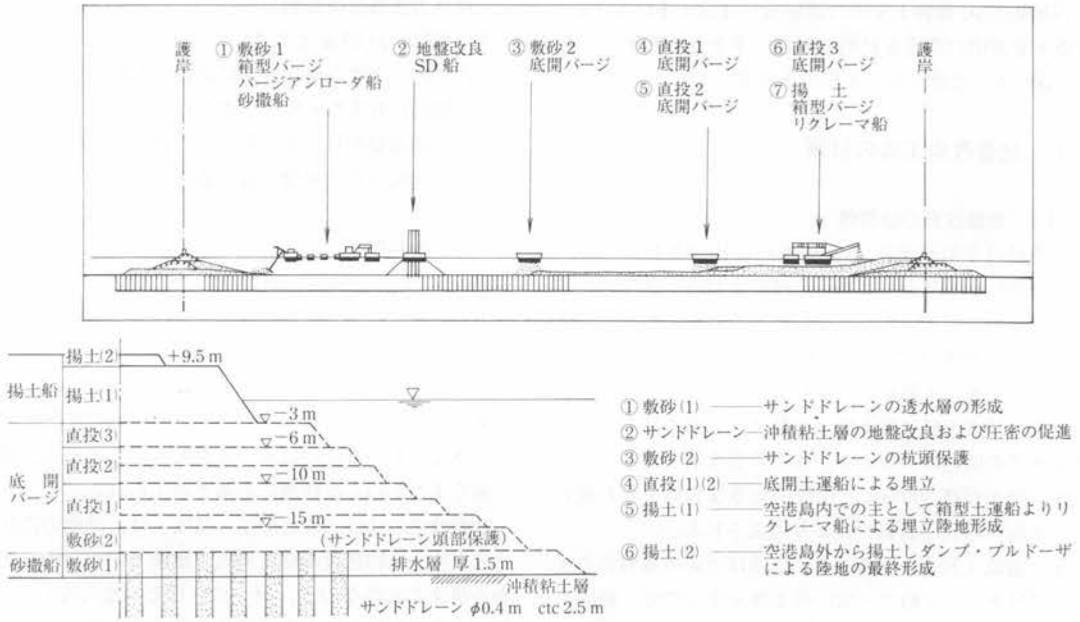
地盤改良の仕様（改良深度・強度）は，地盤の性状だけでなく，上物施設の構造形式，規模との相対的な関係から決まるものなので，単一の仕様とはならないが，N 値，密度の状態からみた標準的な地盤改良仕様は次のと



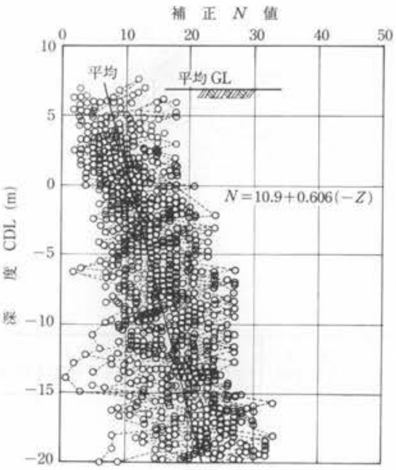
図—2　施設配置計画



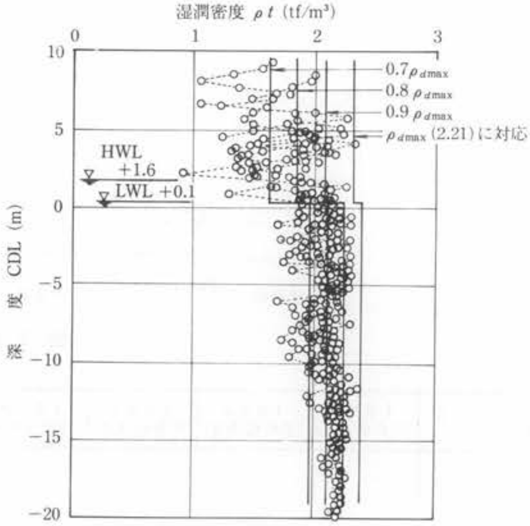
図—3　建設スケジュール



図—4　埋立工法概念図



図—5(1)　原地盤 N 値（れき補正後）



図—5(2)　原地盤密度（湿潤密度）

おりである。

① 改良深度は 10～15 m，改良強度は N=15 程度である。

② このうち地盤改良の主たる改良対象層は，水位付近より上にある緩い層（深度 5～10 m）である。

（3）改良工法・施工仕様

地盤改良工法には，改良原理や施工方法によってさまざまなものがあるが，各工法の特徴を比較検討した結果，締固めによる地盤改良工法を適用することとし，サンドコンパクションパイル（SCP）工法，振動棒締固め（VR）工法，動圧密（DC）工法，大型タンパ（MVT）工法の 4 工法を選定した。

この 4 工法についても，空港島のような岩砕地盤における地盤改良の実績が少なく，改良効果および施工性等についての確認が必要であったので，試験工事を実施した（平成元年 10 月～2 年 3 月）。その結果，4 工法とも岩砕地盤への十分な適応性が確認されたが，振動棒締固め工法についてはサンドコンパクションパイル工法との比較検討の結果，経済性等の理由で本工事への適用を見送った。また動圧密工法についても，現有機械の改良深度の限界から，10 m 以浅の改良に限定した。

表—2 施設別の地盤改良仕様・工法・施工仕様の適用例

施設区分			改良仕様 深度	改良仕様 強度	工法	施工仕様
舗装	1. 一般舗装	誘導路，エプロン，一般道路トラックヤード等	5 m	$N≒10$	大型タンパ (MVT)	タンパー面積 9 m², バイブロ出力 180 kW 1 分間転圧/回×2 回
舗装	2. 重要舗装	滑走路	10 m	$N≒15$	動圧密 (DC)	ハンマー重量 25 t×落下高 25 m, 11 回打撃/点，打撃点配置□5 m
建築物等	3. 一般建築物等	フォワーダ上屋，航空会社上屋，排水処理施設等	10 m	$N≒15$	動圧密 (DC)	ハンマー重量 25 t×落下高 25 m, 11 回打撃/点，打撃点配置□5 m
建築物等	3. 一般建築物等	格納庫，輸入上屋，機内食工場，廃棄物処理施設等	15 m	$N≒15$	サンドコンパクションパイル (SCP)	砂杭径 φ700, 砂杭長 15 m 砂杭配置□2.8 m, 置換率 5 %
建築物等	4. 重要建築物等	ターミナルビルウイング，鉄道駅舎，オイルタンク等	15 m	$N≧15$	サンドコンパクションパイル (SCP)	砂杭径 φ700, 砂杭長 15 m 砂杭配置□2.3 m, 置換率 7 %
建築物等	4. 重要建築物等	管制塔，ターミナルビル本館幹線道路・鉄道掘割部等	20 m	$N≧15$	サンドコンパクションパイル (SCP)	砂杭径 φ700, 砂杭長 20 m 砂杭配置□2.5 m, 置換率 6 %

本工事における施工仕様の設定は，試験工事の結果をもとにして,SCP 工法では従来設計手法をそのまま適用，DC 工法では係数等を一部見直し，MVT 工法では最も効率的な転圧回数を選択することにより対応した。

表—2 に，大まかな施設別の地盤改良仕様，工法，施工仕様の適用例を示す。

舗装は，MVT 工法による 5 m 改良を標準とし，特に重要な施設である滑走路は DC 工法による 10 m 改良とした。建築物等は，構造形式，規模，基礎の深さ等を考慮して，DC 工法による 10 m 改良と SCP 工法による 15～20 m 改良を使い分けた。

写真—1 SCP による地盤改良

4. 地盤改良工事の実施

図—6 は空港島において実施済みまたは今後施工予定の地盤改良工事の状況を工法別に示したものである。以下に各工法による地盤改良工事の実施状況，および進捗状況について述べる。

(1) SCP 工法（写真—1 参照）

(a) 施工方式

SCP 工法の施工方式としては，下記の 3 通りの工法が実用化されている。

① 先端拡径締固め方式

砂などの材料をケーシングパイプ先端から排出するときに，ケーシングパイプ先端に装備した先端拡径締固め装置により，砂杭を造成する。

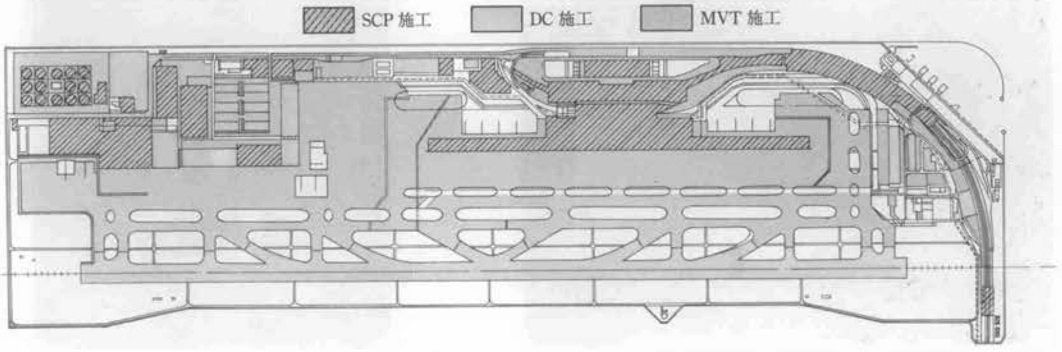
② 打戻し振動締固め方式

砂などの材料をケーシングパイプ先端から排出した後，ケーシングパイプを打戻し拡径，締固めを行う

③ 先端振動締固め方式

排出した砂などの材料をケーシング先端に装備した振動体で締固める。

こぶし大以上の岩砕が貫入・造成時にケーシング先端内に逆流されることが予想される当該地盤の形成状況を



図—6 工法別地盤改良施工区域

考慮して，逆流防止装置を装備できる打戻し振動締固め方式と先端振動締固め方式の2方式で施工することとした。

（b） 施工機械

最大粒径300 mm と比較的大きな岩砕を含む礫質土砂（砂岩頁岩）により造成された当該地盤における施工には，現況の施工機械では，

① 貫入抵抗が大きく，かつケーシングの挫屈の恐れがある。

② ケーシングの摩耗度が大きい。

③ ケーシング内への逆流の恐れがある。

④ 施工中の沈下量が大きく，施工機の安定性への影響が懸念される。

このため，下記項目について改良を行った。

① 装備を大型化（180 kW クラスのバイブロ）するとともにケーシングを工夫（細管先端突起ほか）し，貫入力を高める。

② ケーシングを肉厚化し，挫屈と摩耗に抵抗する。

③ 逆流防止のため，先端に逆流防止弁を設ける。

④ 大型化にともなう振動に対し，部材強度の増強および補強を行う。

⑤ 安定性増加のため，キャタピラ幅を倍増（ワイドシュー $B=1.5$ m）する。

これらの創意工夫によって，改良対象地盤にマッチした施工方式を採用して今までに経験のないこのような地盤での施工を行っている。

（2） 動圧密工法（DC；写真—2参照）

動圧密工法は，重量12〜25 t（底面積3〜4 m²）のハンマ（重錘）をクレーンで10〜25 m の高さから繰返し自由落下させることにより地盤に衝撃エネルギーを与え改良効果を得る，従来から施工実績を有する工法である。

ところが，

① 落下高さ，落下回数，貫入量の測定は，人力に頼っている。

② ハンマのつり上げがスムーズに作用しないことがある。

③ ハンマに土砂が付着し取除きに時間がかかる

④ ハンマの落下姿勢が不安定であった。

などから，本工事の施工に当たり従来機に以下に示す改良を行った。

① ロータリエンコーダ，ロードセル等を使用し落下高さ落下回数，貫入量を自動計測可能にするとともにデータの保存管理を容易にした。

② チャック，ハンマを改良して着脱作業を容易にした。

③ ハンマの改良により付着土砂の取除きを容易にした。

④ チャックの改良により落下姿勢の安定度を高めた。

⑤ フロントステーにより正確な打撃点への落下精度を高めた。

これらの創意工夫によって，改良仕様に沿った精度の高い施工を行っている。DC による地盤改良の様子はグラビヤを参照していただきたい。

（3） 大型タンパ工法（MVT；写真—3参照）

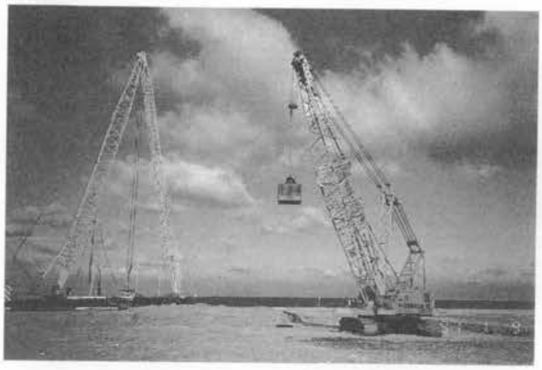
従来大型タンパ工は，75 kW（起振42 t）級のバイブロを用いて，35〜40 t クローラクレーンのブーム式つり方式で4 m² タイプの施工機により，施工が行われている。

ところが，

① 対象地盤が岩砕を含む礫質土砂である，

② 改良深度をより深く（5〜6 m 程度）したいこと，

③ 大規模工事で高性能化をはかりたいこと，



写真—2 DC による地盤改良

写真—3 MVT に よ地盤改良

などから，従来機と同程度の単位体積当たり振動エネルギーを目指して下記に示す改良を行った。

① 180 kW（起振 88 t）級のバイブロを使用した。

② 施工機本体をクローラクレーン 50 t 吊（リーダ傾斜式）に大型化するとともに振動対策を講じた。

③ タンパ台を 9 m² タイプのプレートに大型化した。

なお，これらの改良を施して現地にて起振装置を起動させる際に土砂埃が舞い上がったために，防塵対策としてタンク車による散水を行っている。

（4） 地盤改良工事の進捗状況

地盤改良工事は，平成2年7月に旅客ターミナルビル地区に着手して以来，幹線道路地区，給油タンク地区，国内貨物地区，供給処理施設地区，国際貨物地区と進められてきており，建物等が建設されるランドサイド側では，平成4年2月現在で，格納庫地区を除きその大半の施工が終了している。一方，航空機の離着陸，誘導が行われるエアサイド側では，エプロン地区の地盤改良工事が，平成4年2月末で終了し，現在は，滑走路，誘導路地区の地盤改良工事を実施している。

5. おわりに

冒頭に述べたように，空港島の埋立ても概成し，今後は上物諸施設の工事が本格化することとなるが，工事のピーク時には，数多くの工事が限られたスペースの中で行われることとなるため，きめ細やかな工程調整が必要となる。このため，昨年7月には，当社建設事務所内に総合管理組織が設置されるとともに，11末には島内に当社事務所が開設されるなど，今後の建設工事に備えた体制づくりが進められている。

今後とも，関係各位の御支援を頂きながら平成6年夏頃の開港を目指して工事を進めてまいりたいと考えておりますので，よろしくお願いします。

建設工事に伴う
騒音振動対策ハンドブック
A5判　380頁　5,670円　〒520円

建設工事に伴う
濁水対策ハンドブック
A5判　470頁　6,180円　〒520円

社団法人 日本建設機械化協会
東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館)　TEL03-3433-1501　FAX03-3432-0289

軟弱地盤特集

浮遊式連続埋立工法による人工干潟造成工事

宮崎良彦* 篠崎 正** 川田博明***

1. まえがき

広島県は，広島港の西部に新たな港湾の流通拠点の整備を目的にして，港湾環境整備事業として，約 154 ha の埋立てを行なっている。工事期間は，昭和 61 年度から平成 12 年度で，この埋立てにより，ふ頭用地，都市再開発用地，廃棄物処理用地，緑地，交通機能用地を確保する計画である。

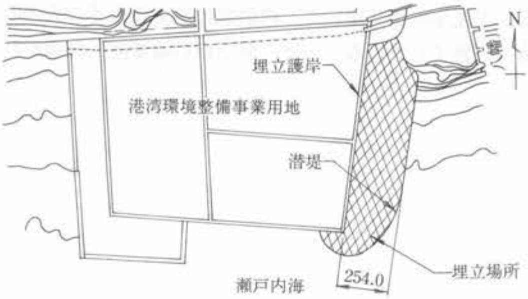
この埋立地に隣接する八幡川河口部には干潟が発達し，広島でも有数の水鳥の飛来地として知られている。この干潟は野鳥の採餌，休息の場として，重要な役割を担ってきたが，本埋立事業により干潟が分断，消滅し，その諸機能が低下する懸念があり，今回代替えとして，現状の干潟と同程度の約 24 ha の人工干潟の造成を行った。

本工事のような施工例が日本ではないことから，工法選定に当たり，客先の各種工法検討が行われた結果，今回当社が開発した浮遊式連続埋立工法（FCS 工法：フローティングコンベヤシステム工法）が採用され，工事施工を行った。

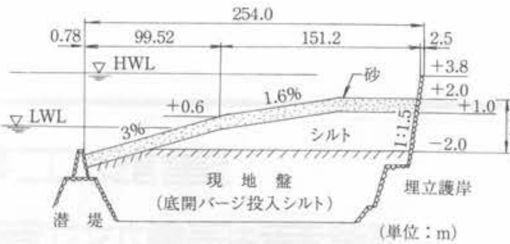
本報では，これらの事業の概要，工法選定経緯，FCS 工法の概要，および工事施工について，報告するものである。

2. 事業の概要

工事を行った名称，場所，期間，構造形式は次のとおりである。



図—1 埋立場所



（単位：m）

図—2 標準埋立断面図

① 工事名称 港湾環境整備事業揚土工事

② 工事場所 広島市佐伯区吉見園沖（図—1 参照）

③ 工事期間 平成元年 5 月～平成 2 年 5 月

④ 構造形式（図—2 参照）

潜 提 延 長：L=1,195 m

天端高：C.D.L.−2.0 m

構 造：捨石潜提

干 潟 面 積：240,000 m^2

天端高：C.D.L.+3.8 m

勾 配：1.6 %, 3.0 %

対象土 シルト：約 1,400,000 m^3

（内 FCS 施工分 470,000 m^3）

覆 砂：約 350,000 m^3

* MIYAZAKI Yoshihiko
（株）神戸製鋼所土木工事プロジェクト室室長
** SHINOZAKI Tadashi
（株）神戸製鋼所土木工事プロジェクト室主任部員
*** KAWADA Hiroaki
（株）神戸製鋼所土木工事プロジェクト室

(内 FCS 施工分 290,000 m³)

3. 工法選定経緯

干潟造成用対象土のシルトは，航路浚渫および床掘土砂(軟弱シルト)，覆砂は，海砂を流用することになった。過去に，同様の緩傾斜の干潟を短期間に，しかも潮位差約 4.0 m の条件下で造成した例がないことから，工事施工に当たり，次のような問題点が予想された。

① 軟弱シルトを如何に盛土するか。

② 軟弱シルト上に覆砂することが可能か。

③ 潮位差約 4.0 m の条件下で効率的な施工が可能か。

④ 汚濁防止対策

これらの問題に対して，FCS 工法の特徴は，次のとおりであり，十分対応が可能であると判断され，本工法の工事施工に採用された。

① 地盤崩壊防止の薄層盛土が可能である。

② 土砂の定量撒出しが可能であり，層厚管理が容易である。

③ コンベヤ台船の移動が容易である。

④ コンベヤで運搬することにより，汚濁防止対策が可能である。

4. FCS 工法の概要

FCS 工法は，埋立工事に使用するコンベヤ設備を海上に浮かせて，連続的に土砂の撒出しを行うものであり，特に軟弱地盤対策，作業効率，経済性の向上等を主眼として，開発したものである。

従来の陸上からの埋立工法と比較して，次のような大きな特徴がある。

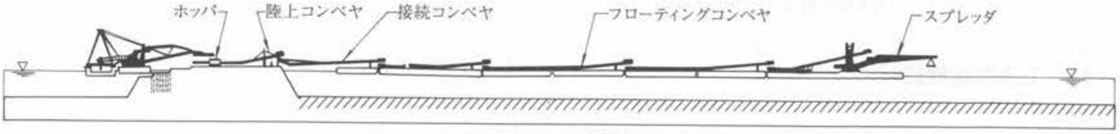
① 均一な施工が可能：軟整地盤上に 0.3～1.0 m 層厚の繰返し薄層盛土することが可能であり，施工段階での地盤崩壊，側方流動を起こすことなく，精度の高い均一な施工が可能である。

② 効率的な施工が可能：コンベヤ台船の吃水が 80 cm と非常に浅く，底開バージによる直投埋立て後の浅水域，および干満差による水深変化に対して，アンカー操作によりコンベヤ台船を自由に移動することができ，効率的な施工が可能である。

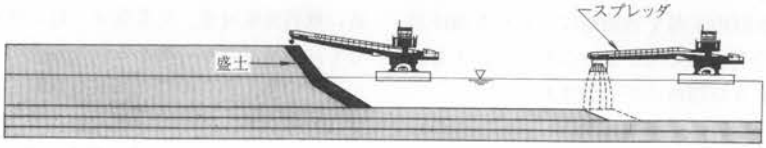
③ 経済性：海上に浮かすことにより，従来の陸上から連続埋立工法で使用したシフタブルコンベヤ，クローラコンベヤ等を必要とせず，機械設備の削減と合理化に

表―1 FCS 工法の施工実績

No.	工事名称	工事場所	施主	工期	土量(千 m³)	土質	揚土方式	備考
1.	姫路 LNG 基地埋立工事	兵庫県姫路市 白浜町地先	兵庫県　企業庁	1978～1981	5,300	山土	ガット船→FCS	指定工法
2.	軟弱土処分工事	千葉県千葉市	川崎製鉄（株） 千葉製鉄所	1980～1982	600	粘性土	グラブ掘削→FCS →土運搬船	民間工事
3.	広島県向洋埋立工事	広島市南区向洋 大原町地先	広島県　企業局	1981～1982	2,370	山土	ダンプトラック→FS	指定工法
4.	西臨 77・78 号埋立工事	兵庫県西宮市 波止場町地先	兵庫県　企業庁	1981～1982	2,200	山土	リクレーマ船→FCS	〃
5.	相生港埋立工事	兵庫県相生市 相生字猪獅子	相生市 土地開発公社	1983～1984	550	山土	ダンプトラック→FCS	〃
6.	博多湾 地行・百道埋立工事	福岡県西区 地行・百道地先	福岡市　港湾局	1984～1986	2,500	浚渫土	リクレーマ船→FCS	指定工法 砂質系粘性土
7.	みなとみらい 21 中央地区埋立工事	横浜市西区 緑町地先	横浜市　港湾局	1986～1987	2,730	①山土 ②公共残土	①リクレーマ船→FCS ②バックホウ→FCS	指定工法 土丹
8.	四日市市霞ヶ浦埠頭用地 埋立工事	三重県四日市市 霞2丁目地先	四日市港 管理組合	1987～1988	671	浚渫土	リクレーマ船→FCS	指定工法 粘性土
9.	摩耶埠頭第 3 突堤 第 4 突堤間埋立工事	神戸市灘区 摩耶埠頭	神戸市　港湾局	1988	235	山土	ガット船→FCS	
10.	尼崎西宮芦屋港 甲子園地区埋立工事	兵庫県西宮市 浜甲子園地先	兵庫県　企業庁	1988	115	山土	ガット船→FCS	指定工法
11.	尼崎西宮芦屋港 芦屋地区埋立工事	兵庫県芦屋市 芦屋浜地先	兵庫県　企業庁	1989	1,100	山土	ガット船→FCS	
12.	みなとみらい 21 中央地区埋立工事	横浜市西区 緑町地先	横浜市　港湾局	1989	138	建設残土	ガット船→FCS	指定工法
13.	広島市五日市港 人工干潟造成工事	広島市 佐伯区地先	広島県広島港 港湾事務所	1989～1990	668	①浚渫土 ②海砂	グラブ船→FCS	〃
14.	尼崎西宮芦屋港 甲子園地区養浜工事	兵庫県西宮市 浜甲子園地先	兵庫県　企業局	1990	391	①山土 ②海砂	ガット船→FCS	〃
15.	神戸ポートアイランドⅡ期 埋立工事	神戸市 神戸港ポートアイランド地先	神戸市　開発局	1990～1991	743	山土	①ガット船→FCS ②リクレーマ船→FCS	
16.	尼崎西宮芦屋港 芦屋地区埋立工事	兵庫県芦屋市 芦屋浜地先	兵庫県　企業庁	1990～1991	243	山土	ガット船→FCS	
17.	尼崎西宮芦屋港 甲子園地区埋立工事	兵庫県西宮市 浜甲子園地先	兵庫県　企業庁	1990	100	山土	ガット船→FCS	指定工法
18.	香椎パークポートⅠ工区 埋立工事	福岡市東区 香椎浜地先	福岡市　港湾局	1991	335	浚渫土	バックホウ→FCS	〃
19.	神戸ポートアイランドⅡ期 埋立工事	神戸市 神戸港ポートアイランド地先	神戸市　開発局	1991～継続中	1,200	山土	アンローダ→FCS	〃



図—3 FCS設備構成



図—4 施工状況

より土工単価が低減となり，経済的である。

④ 低公害システム：ベルトコンベヤを主体とした設備構成であり，従来工法と比較して，振動，騒音，粉塵，汚濁などの公害の発生が少ない。

以上のような特徴が評価され，1978年兵庫県企業庁発注の姫路LNG基地埋立工事において，初めてFCS工法が採用されて以来，表—1に示す施工実績を重ねてきた。

FCS設備への埋立用土砂供給方法は，埋立地背後の土取場から直接コンベアにダンプ等で投入する場合と海上から土運船で投入する場合とがあり，ここに，一つの例として，海上からリクレーマ船で供給する場合の概略設備構成を図—3に，施工状況を図—4に示す。

5. 工事施工

(1) 施工条件

在来地盤層，および投入シルトが軟弱シルトで強度の低い土質であることから，施工に当たって，次のような条件提示があった。

(a) シルト盛土

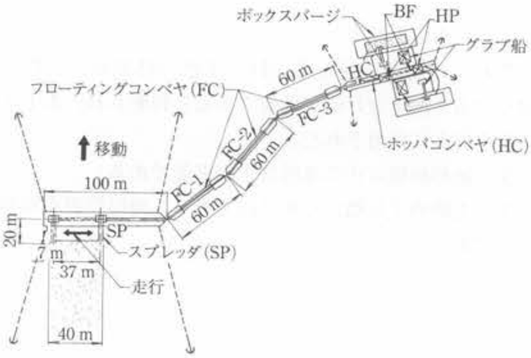
① 在来地盤の地盤崩壊，側方流動等を起こさないよう，シルト盛土層厚を50 cm単位の段階施工とする。

② 施工精度の良否が前述の問題を起こすことから，仕上げ高は，スプレッダ先端撒出部でレッド（測深錘）により出来形確認を常時行い，精度を高めること。

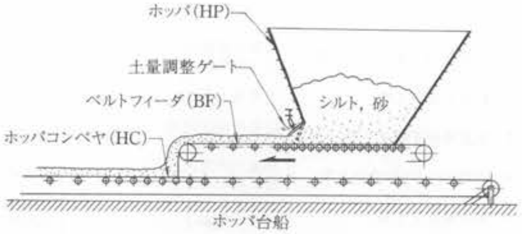
③ 土砂の撒出しは，シルトが水中で攪拌して，土質強度が低下しないよう低位置から行うこと。

(b) 覆 砂

① 粘性シルト上に直接覆砂することにより沈下，シルト中へのめり込み，崩壊，および層厚のばらつき等の問題から第1層（層厚30 cm），第2層（層厚30 cm），第3層（層厚40 cm）の3段階施工とする。第3層は，盛土シルトが圧密進行一定の強度が回復したのち，3カ月後に盛土施工する。



図—5 FCS設備構成



図—6 ホッパ断面図

② 施工順序は，地盤崩壊に対して安全側を考えて，潜提側から埋立護岸方向に向かって施工する。

③ 層厚のばらつきが起きないよう砂は，常時，定量運搬を行うこと。

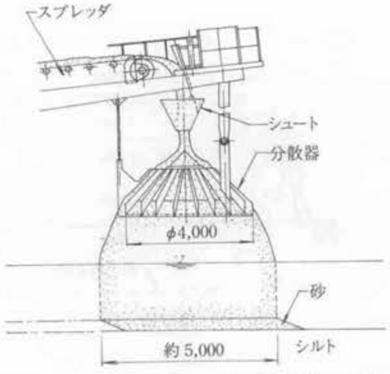
(2) 使用設備

埋立てに使用するFCS設備構成を図—5に，設備仕様を表—2に示す。

グラブ船（工事範囲外）で供給した土砂をホッパ，および中継コンベア（FC）で運搬して，先端のスプレッダで連続的に撒出す設備である。スプレッダはSP台船上を走行（走行距離60 mまで可能），旋回して土砂を撒出す（今回は，走行距離37 mに設定）。SP台船は，ウインチ操作により順時撒出し幅分の距離を移動する。それにともなって，後続のFC台船が追随できるよう各台

表—2 設備仕様

設備名称		仕様	数量	備考
ホッパコンベヤ	受入れホッパ	5,200 mm×6,000 mm（開口部）	2基	ベルトフィーダ（排出能力：800 m/hr）付き
	コンベヤ設備	ベルト幅：1,200 mm，ベルト速度：280 m/min 機　長：68.6 m，設備動力：90 kW 運搬能力：2,000 m^3 (3,200 t)/hr	1基	
	台船	全　長：79 m，吃　水：80 cm，幅：7 m	1隻	係船ウインチ4基（前後左右各1基）付き
フローティングコンベヤNo.1	コンベヤ設備	ベルト幅：1,400 mm，ベルト速度：240 m/min 機　長：60.8 m，設備動力：90 kW 運搬能力：2,000 m^3 (3,200 t)/hr	1基	発電機接続
	台船	全　長：60 m，吃　水：80 cm 幅　：8 m/4 m（頭尾部/中間部）	1隻	発電機台船，燃料台船係留
フローティングコンベヤNo.2	コンベヤ設備	ベルト幅：1,400 mm，ベルト速度：240 m/min 機　長：60.8 m，設備動力：90 kW 運搬能力：2,000 m^3 (3,200 t)/hr	1基	
	台船	全　長：60 m，吃　水：80 cm 幅　：8 m/4 m（頭尾部/中間部）	1隻	
フローティングコンベヤNo.3	コンベヤ設備	ベルト幅：1,400 mm，ベルト速度：240 m/min 機　長：60.8 m，設備動力：90 kW 運搬能力：2,000 m^3 (3,200 t)/hr	1基	
	台船	全　長：60 m，吃　水：80 cm 幅　：8 m/4 m（頭尾部/中間部）	1隻	
フローティングスプレッダ	トリッパコンベヤ	ベルト幅：1,400 mm，ベルト速度：240 m/min 機　長：97.5 m，設備動力：132 kW 運搬能力：2,000 m^3 (3,200 t)/hr	1基	
	スプレッドコンベヤ	ベルト幅：1,400 mm，ベルト速度：240 m/min 機　長：21.5 m，設備動力：90 kW 運搬能力：2,000 m^3 (3,200 t)/hr	1基	旋回角度：260° 最大揚程：水位 +8.0 m
	台船	全　長：100 m，吃水：80 cm，幅：11 m	1隻	
発電機台船	発電機	形　式：屋外防音型 発電機容量：500 kVA	2基	燃料：A重油
	台船	外形寸法：15.0 m×7.0 m×1.1 m	1隻	
燃料台船		外形寸法：8.0 m×6.0 m×2.0 m	1隻	自動給油装置付き
揚錨船		外形寸法：11.9 m×4.4 m×1.1 m つり能力：6.0 t，主機動力：105 PS×2	1隻	FCS台船アンカー打設/移設用
非航起重機船		外形寸法：21.0 m×11.0 m×1.1 m つり能力：19.8 t	1隻	補助船舶



図—7 スプレッダ撒出要領図（覆砂の場合）

船間の連結は，ユニバーサルジョイント構造である。

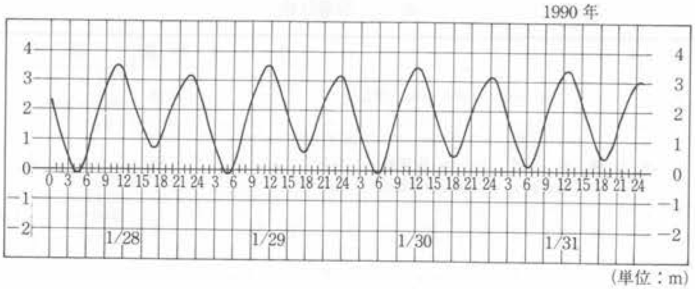
ホッパは，運搬土量にばらつきを起こすことなく，常時，定量切出しができるよう，図—6に示す土量調整ゲートとベルトフィーダを設けた構造である。

スプレッダによる土砂撒出し部（覆砂の場合）は，約5.0 mの分散幅にするために，図—7に示す分散器で均一な盛土施工ができる構造である。

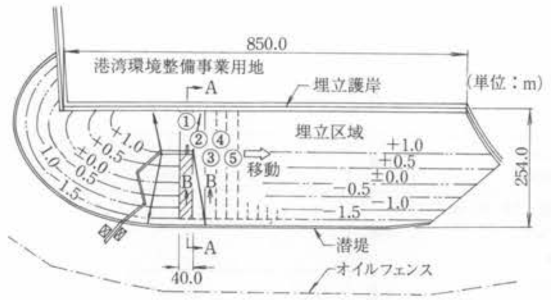
（3）施　工

土砂満載時におけるボックスバージの吃水が深いため，入港時，ボックスバージ船底が潜提に乗り上げることから，ホッパ台船を潜提外側の深い区域に設置し，施工区域に合せてFCS設備，およびグラブ船を横移動しながら施工した。

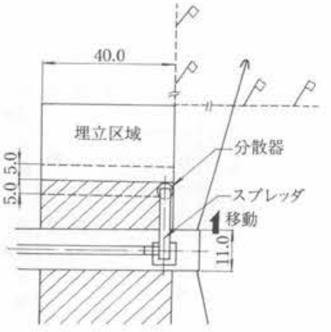
広島港の潮位差が図—8（1990年1月28日～1月31日の潮位）に示すように大きく，SP，およびFC台船が干潮時に盛土盤上に乗り上げることから，基本的に，干



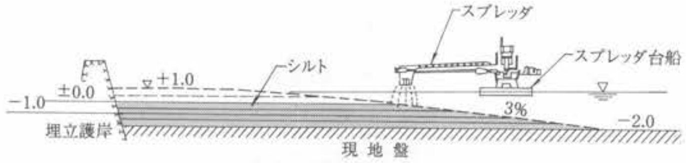
図—8 潮位表（広島港）



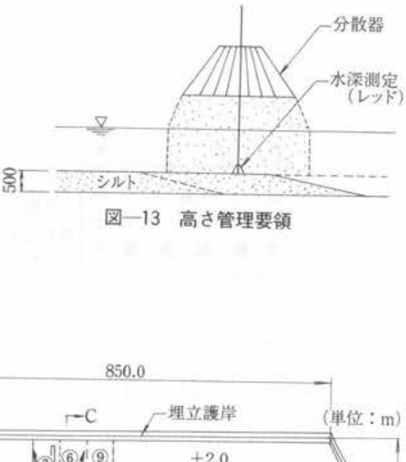
図—9 シルト盛土施工図



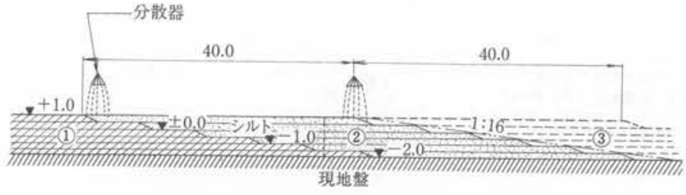
図—12 撒出位置管理要領



図—10 A-A 断面図



図—13 高さ管理要領



図—11 B-B 断面図

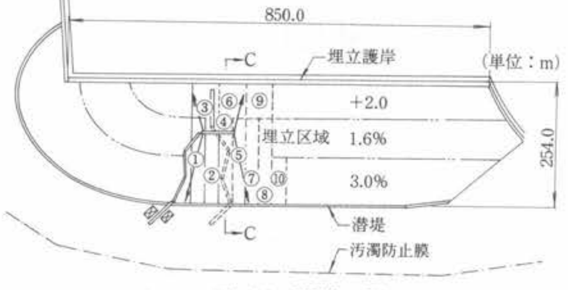
潮時にマイナス盤，満潮時にプラス盤を施工することにした。

（a） シルト盛土

盛土方法は，埋立区域を図—9に示す幅40m単位にブロック分けして，埋立護岸と平行にSP台船を設置し，往復移動しながら施工した。ただし，+1.0m盤のブロックは，FCS設備の長さの関係からSP台船を埋立護岸と直角に設置して施工した。

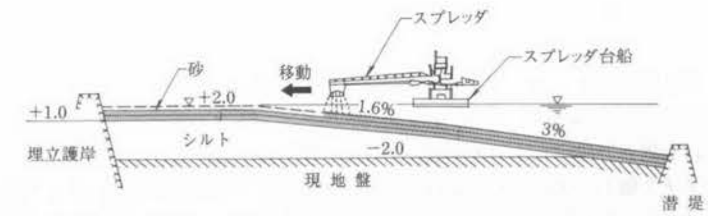
盛土要領は，図—10に示す1層厚50cm単位の6段階施工で設計法面勾配に整形した。これに対して，直角方向の法面は，施工段階での地盤崩壊を防ぐため，図—11に示す勾配（1：16）で整形した。

撒出し位置，および盛土高の確認は，図—12，図—13に示す要領で行った。



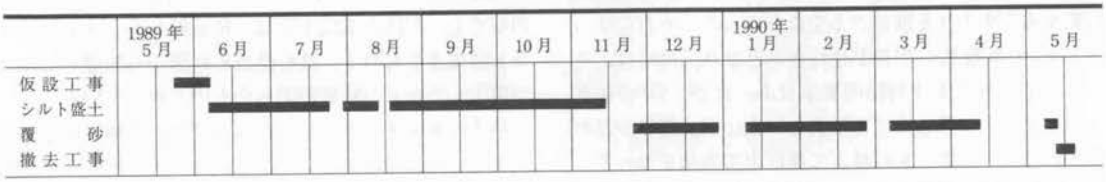
図—14 覆砂施工図

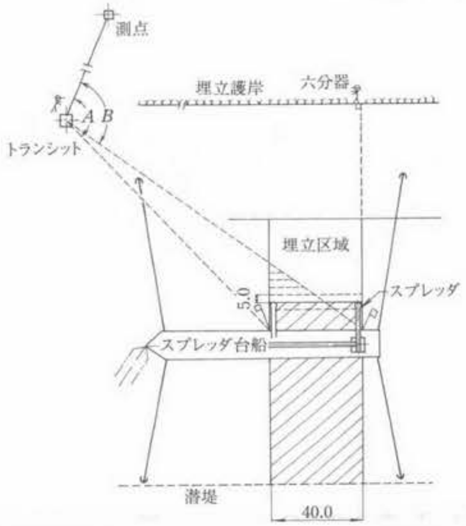
撒出し位置は，各ブロック境界線上にポールで見通し線を設けて，スプレッダのオペレータが確認しながら操船した。盛土高は，撒出し位置の高さをレッドで常時確認し，仕上がった時点で，SP台船をウィンチ操作で移



図—15 C-C 断面図

表—3 実績工程表





図—16 撤出位置管理要領

写真—1 砂撤出し状況

動した。1回の移動距離を約5.0mとしたが，原則的には，盛土高を連続的に確認しながら行う方法となった。

(b) 覆　砂

覆砂方法は，埋立区域を3工区に大別して，工区ごとにシルト盛土と同様に図—14に示す幅40m単位にブロック分けして，順時施工した。先に盛土したシルトの土質強度が低く，施工段階で前述の問題を起こすことが十分考えられることから，図—15に示す3段階施工とし，更に安全を見て潜堤側から埋立護岸方向に向かって撤出した。1回の移動距離は，図—7に示す海中での砂の分散幅を想定して5.0mとした。

今回の施工で最も難しい内容が層厚30cm（第3層は40cm）単位で均等厚に覆砂することであり，仕上げ精度の良否が直接地盤崩壊，砂の食込み量等に影響することから，施工に当たり管理をどのように行うか，元請業者と種々討論を繰返した結果，設備運転，および施工管理を次のとおり行った。

設備運転管理は，層厚30cmの覆砂を行うために，海中での分散幅（5.0m），およびスプレッダ走行速度（8.0m/min）から理論上の時間当たりの撤出し土量を算定し，これに基づいて，土量調整ゲート開閉，およびベルトフィーダベルト速度で所定の運搬土量を調整して，運転を行った。撤出し後の層厚結果をサンプリングにより確認して，修正する必要がある場合は，次の第2層施工時に前述と同様の方法で土量調整を行い，修正した。

施工管理は，撤出し位置を把握するために，図—16に示す要領でSP台船を5.0m単位に移動するごとに，SP台船上2点の座標を事前に測点から算定した角度A，Bをトラシットで誘導し，SP台船を埋立護岸に対して，常時平行状態にした。更に測定距離が長くなった場合の誤差を考慮して，埋立護岸上から六分器により，埋立ブロック境界線撤出し位置の誘導を行った。

写真—1に砂の撤出し状況を示す。

(4) 工　程

実績工程を表—3に示す。運転休止日は，盛土シルト

の圧密放置期間となる。

今回の干潟造成は，潮位との戦いと言っても過言ではない。特に＋2.0ｍ盤覆砂施工の場合は，SP台船を埋立護岸に対して，直角に設置して撤出し，下がり潮でアンカーを打替えて，マイナス盤上に逃げる形をとり，一つタイミングを誤まるとSP台船が覆砂上に乗り上げ，操船不可能な状態となり，多くの問題が発生する危険性があった。その意味から，安全側を考えると早目にSP台船を逃がす方法を取らざるを得なかった。それによって，＋2.0ｍ盤施工が若干遅れぎみとなり，後半は，それまでの経験と多少冒険的要素はあったが，SP台船底面が盛土盤上に乗り上げる手前まで撤出し，運転が終わると同時にアンカーを打替えて逃げ出す方法をとった。最終的に潮待ち作業もほとんどなく，順調に施工ができ，当初予想していた問題も起こすことなく，無事造成工事を完工した。

6. あとがき

今回の干潟造成工事が完工したことは，今後の臨海埋立工事に伴なう自然保護，および浚渫土の有効利用を考えるうえで，一つの工事例として参考になるものと思われる。

当社が現在まで行ってきたFCS工法による埋立工事の中でも，今回の造成工事は，最も難しく，施工に当たり元請業者を含めて，試行錯誤の状態から問題を一つ一つ解決して行った結果が実ったものと思っている。

最後に本工事に当たり，指導並びに，積極的に応援をいただいた広島県および五洋建設の関係各位に深く謝意を表する次第である。

コンクリートポンプハンドブック
付・トラックミキサ
A５判　304頁　3,090円　〒410円

仮設鋼矢板施工ハンドブック
A５判　460頁　4,120円　〒520円

社団法人 日本建設機械化協会
東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館)　TEL03-3433-1501　FAX03-3432-0289

軟弱地盤特集

高さ制限下におけるDJM工法の施工例

別所 三千夫* 藤田 俊 文** 芦田 恵 樹***

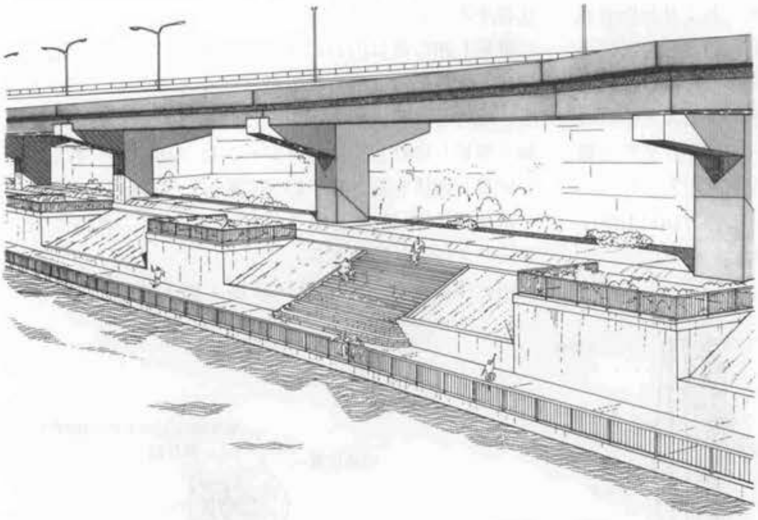
1. はじめに

粉体噴射撹拌工法（DJM 工法）は，軟弱地盤にセメントや石灰などの土質改良材を粉粒体のまま空気搬送によって供給し，機械的に撹拌混合して地盤を改良する工法である。

近年増大する地盤改良需要と相まって，短期間で高強度が得られる深層混合処理工法は，その実績を拡大しつつある。なかでも DJM 工法は，施工の目的に応じた品質の高い地盤改良を短期間で実現することができることから，昭和55年の実用化以来，各方面で広く使用されてきている[1),2)]。

これらの施工実績には，埋立地での適用などの大規模施工に加え，周辺地盤への影響が少ないことや施工環境が良好なことなどの特長を活かした都市部での適用も含まれている。

本稿では，とくに都市部での施工における空間上の制約に着目し，高架線や橋梁など高さの制限がある場所での施工実績の中から，高速道路架橋下での DJM 工法の適用例を紹介する。



図―1 完成予想図

2. 工事の概要

工事名称：（受託占用）631工区，632工区（その1）緩傾斜型堤防新設工事

発注者：首都高速道路公団

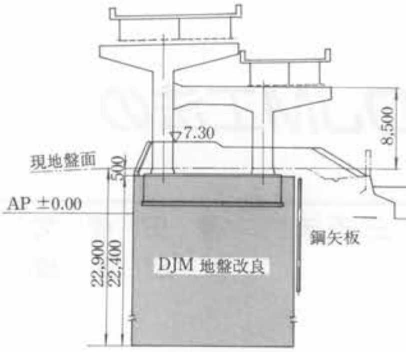
工事場所：東京都墨田区堤通2丁目

工　期：平成3年3月～平成4年7月（地盤改良）

工事内容：DJM 工　2,670本　約 40,000 m^3

当工事は，隅田川の河川堤防の改良と敷地の有効利用を目的とした「緩傾斜型堤防」建設工事の一環として，白髭橋から上流の左岸側約 750 m の区間おいて行われている。当地区は春には桜の名所として有名な場所でもあり，遊歩道や河川堤でのスポーツ等都民の憩いの場所として図―1に示すような親水域として生まれ変わろうとするものである。その中で，DJM 工法によ

* BESSHO Michio
噴射撹拌工法研究会
** FUJITA Toshifumi
噴射撹拌工法研究会
*** ASHIDA Shigeki
噴射撹拌工法研究会



図—2　横断図

写真—1　DJM 1070 E の施工状況

る地盤改良工事は，堤防のかさ上げに伴って発生する堤体盛土の円弧すべりと圧密沈下の防止，および堤防背面にある民家や一般道路への影響防止を目的として計画された。しかし，図—2 に示すように堤防上には首都高速道路 6 号線の高架橋があり，改良範囲のほとんどがこの直下となっていることから，従来の DJM 1070 型施工機に代わって，高さ制限のある場所での施工が容易に行える攪拌ロッド継足し式の特殊仕様施工機（DJM 1070 E 型）を用いた。写真—1 にその施工状況を示す。

写真—2　DJM 1070 E 型施工機

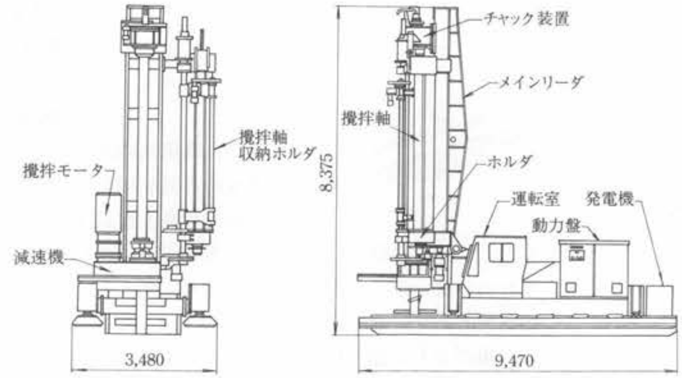
3. 施工機械

本工事で使用している DJM 1070 E 型施工機（写真—2 参照）は，機械高さの制限から，攪拌ロッドを継足して施工する方式を採用している。ロッドは 1 本 4 m で，最大 5 本を継足すことにより，高さ 9 m の下で 23 m まで施工することが可能である。装置の概略図を図—3 に，仕様を表—1 に示す。

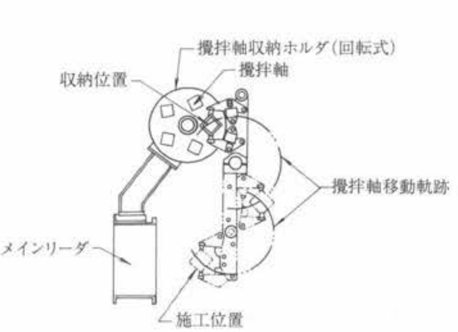
継足し用の軸は円形のホルダに収納され，継足し時にリーダの前部に取出される機構となっている。引抜き時も，取外した軸は順次ホルダに収納される。このため，軸の継足しに際して補助クレーンは一切不要である。軸の継足し機構を図—4 および写真—3，写真—4 に示す。

継足された軸は上端を油圧チャックに保持され，チェーンにより昇降する。

回転駆動部は，一般の DJM 施工機と同様にリーダ下



図—3　DJM 1070 E の概要



図—4　軸の継足し機構

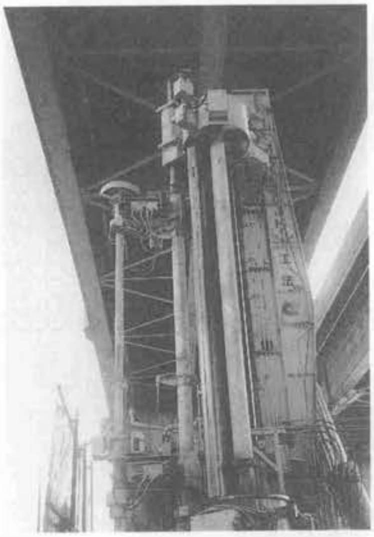
表—1 DJM 1070 E の仕様

削孔系	最大改良深度（軸継足し方式）		m	23
削孔系	撹拌軸×長さ		mm×m	□175×4.0
削孔系	高速	回転数	r.p.m.	48
削孔系	高速	トルク	kgf・m	1,250
削孔系	低速	回転数	r.p.m	24
削孔系	低速	トルク	kgf・m	2,500
削孔系	電動機	形式	全開外着形フランジ式	
削孔系	電動機	極数		4/8
削孔系	電動機	電圧×出力	V×kW	400×70
推進系	推力	貫入	t	13.7
推進系	推力	引抜	t	20.0
推進系	速度	貫入	m/min	0～6
推進系	速度	引抜	m/min	0～4
推進系	ストローク長		mm	4,560
推進系	所要油圧		kgf/cm²	210

機械移動系	フロート接地圧※		kgf/cm²	約0.28
機械移動系	ベット接地圧※		kgf/cm²	約0.33
機械移動系	横移動	ストローク長	mm	400
機械移動系	横移動	右推力	t	43
機械移動系	横移動	左推力	t	43
機械移動系	横移動	速度	m/min	0～2.3
機械移動系	前後移動	ストローク長	mm	1,300
機械移動系	前後移動	前推力	t	20
機械移動系	前後移動	後推力	t	14
機械移動系	前後移動	速度	m/min	0～3.5
機械移動系	機体上下	ストローク長	mm	400
機械移動系	機体上下	上推力	t	100
機械移動系	機体上下	下推力	t	52
機械移動系	機体上下	速度	m/min	0～1
装備重量※			t	約35,250

注記　※印の値は発電機重量を含みません。

写真—3　軸の継足し状況



写真—4　装置概要

部に配置され，軟弱地盤上での機械の安定を図っている。

走行方式はスキッド匍匐式を採用し，機械の接地圧を抑えている。これによって敷き鉄板が不要になり，狭い空間内でのクレーンによる鉄板のハンドリング作業が回避される。

4．施工の概要

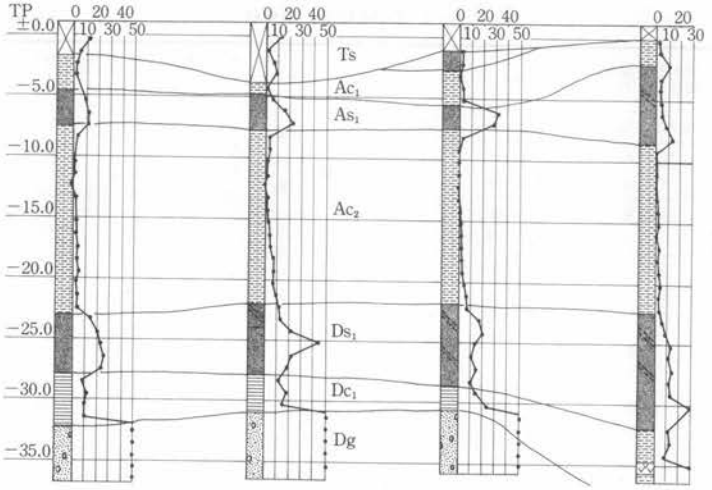
（1）土質状況

当地は隅田川に沿った沖積低地で，図—5 の地層図に示すように，TP－22 m までゆるい砂と軟弱なシルトが堆積している。上層 2～4 m は有機物を含んだシルト層（A_{c1}）で，N 値が 0～4 で含水比は 100 % と比較的高く，現河川堆積物と思われる。砂層（A_{s1}）は層厚 2～6 m でシルトを混入し N 値は 10 以下であるが，一部において 20～30 の値を示しているところもある。下部シルト層（A_{c2}）は全体的に砂の薄層を不規則に介在しているがほぼ均一で，平均的な N 値は 0～2，含水比は約 65 % で，液性限界をやや上回っており鋭敏性の高い土である。TP－22 m 以深は洪積層で，砂（D_{s2}），粘土（D_c），砂礫層（D_g），砂層（D_2）と続いている。

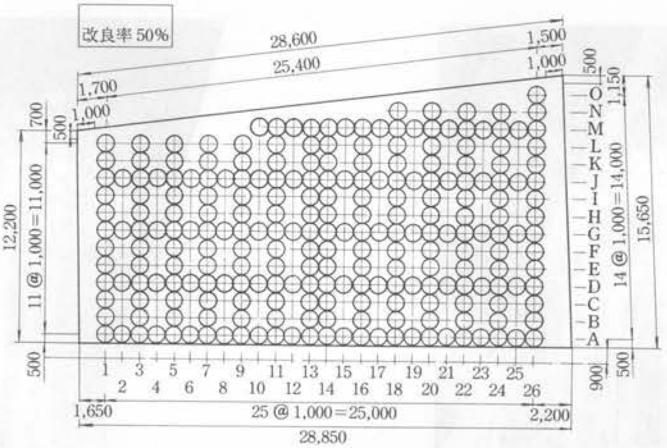
（2）DJM 工の仕様

DJM 工の仕様は次のとおりである。

- 改良率　a_p=50 および 60 %
- 改良強度　q_u=4 kgf/cm²
- 改良深度　L=8.5～23.1 m
- 使用材料　高炉セメント B 種



図—5 地層図

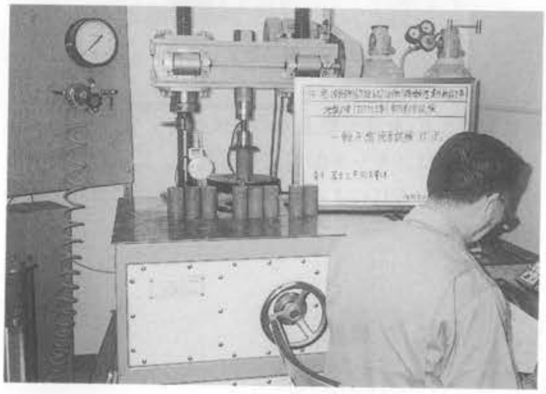


図—6 DJM 配置図

• 混 合 量　250 kg/m³ (T_s, A_{c1} 層)
　　　　　　100 kg/m³(A_s, A_{c2} 層)

改良柱体の配置は，図—6 に示すように改良目的に応じて，全体的にも内部的にも安定性が高い「格子式」になっている。

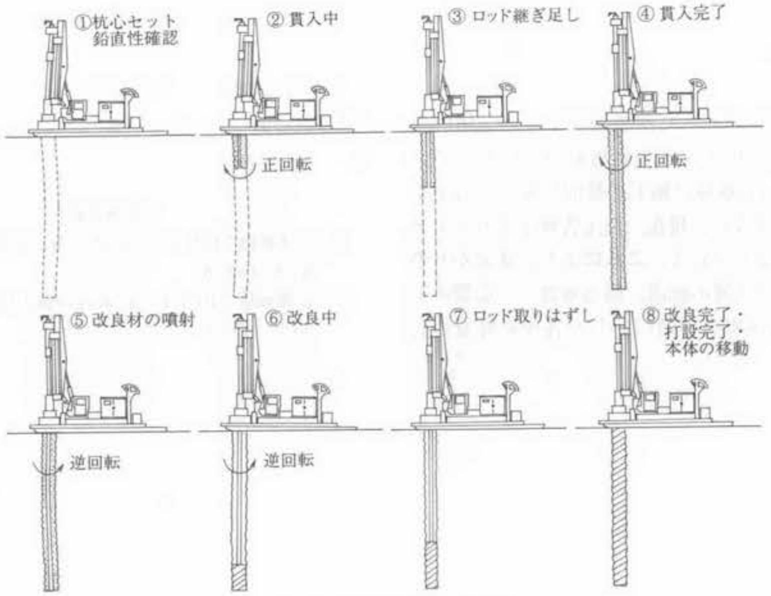
また，材料の混合量の決定において，当工事のように改良区域が長く，土層が一定していない場合には，1~2 個所からの試料採取による室内配合試験結果では不確定要素が多く危険であることから，今回は区域内の 7 個所から試料土を採取し，それぞれの試料を各層ごとに室内配合試験を行い，これらの結果をもとに総合的に判断して混合量を決定した。室内配合試験の状況を写真—5 に示す。



写真—5 室内配合試験状況

(3) 機械構成

DJM 1070 E 型の機械構成は，従来の DJM 1070 型と異なり，施工機本体が特殊仕様となっているほか，攪拌用電動機の出力 70 kW と油圧駆動用電動機の出力 22 kW の合計 92 kW にみあった容量の発電機（175 kVA）を用いた。表—2 に機械構成一覧表を示す。



図―7 施工手順（引抜吐出）

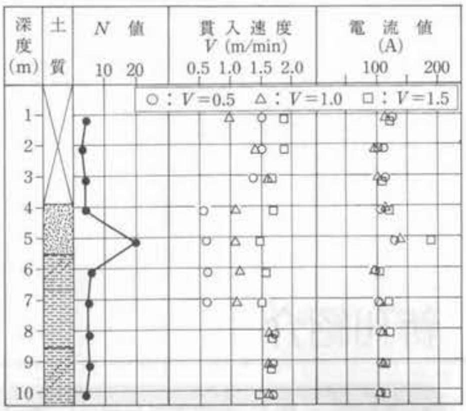
表―2 機械構成

区分	機種	DJM 1070	DJM 1070 E
改良機本体	攪拌軸数 (本)	1	1
	標準攪拌翼径 (mm)	1,000	1,000
	最大貫入深度 (m)	20	23
	攪拌軸回転速度 (rpm)	5～50	24,48 (50 Hz)
	貫入引抜速度 (m/min)	0～7.0	0～6.0
	原動機 駆動方式	電動機 油圧	走行・昇降：電動機 油圧 攪 拌：電動機
	原動機出力	75 kW	走行・昇降 22 kW 攪 拌 70 kW 計 92 kW
プラント	改良材供給機	2.0 m³×1 台	2.0 m³×1 台
	施工管理計器	1 式	1 式
	改良材サイロ	30 t 1 基	30 t 1 基
	空気除湿機	2.2 kW×1 台	2.2 kW×1 台
	レシーバタンク	4.0 m³×1 台	4.0 m³×1 台
付属機器	空気圧縮機	7.0 kgf/cm² 10.5 m³×1 台	7.0 kgf/cm² 10.5 m³×1 台
	発動発電機	125 kVA×1 台 60 kVA×1 台	175 kVA×1 台 60 kVA×1 台
	バックホウ	0.7 m³×1 台	0.7 m³×1 台

（4） 施工手順

施工手順は，攪拌翼の貫入，引抜き時に攪拌ロッドの継足し，切離しが行われることと，油圧チャックの貫入ストロークが通常の5mから4mになるほかは，基本的に従来施工と同様である。図―7に施工手順を示す。

また，通常の施工では貫入開始から引抜きが完了するまで，常に攪拌翼の噴射口から圧縮空気を噴射させて詰まりを防止しているが，DJM 1070 E型では攪拌ロッド継足しと切離しを行うため，一時的に吐出を止める必要があり，土砂の逆流によって噴射口が詰まることが懸念



図―8 貫入能力測定結果

された。そのため当初は硬質ゴム製の逆止弁を噴射口に取付けて施工を行ったが，耐久性に難点がありコスト的にも割高となることから，現在では直径約5cm，長さ約15cmのビニール製のホースに変えて施工を行っている。

（5） 貫入能力

N 値20の中間砂層を対象に貫入速度を変えて貫入抵抗（モータ電流値）のデータを採取し，その測定結果を図―8に示す。標準貫入速度 $V=1.5$ m/min では最大定格電流値（156A）以上となったため，実際の施工では電流値が190Aを示し，貫入速度を調節しながら施工を行った。

5. おわりに

DJM 工法は，今回紹介した高さ制限下での適用例をはじめ，さまざまな用途にその適用範囲を拡大している[2)]。これに応え，各現場の施工の目的に併せた適切な施工管理ができるように，現在，施工管理手法のインテリジェント化に取組んでいる。これにより，従来からの自動管理に加え，着底層の確認，周辺地盤への影響の管理など，DJM 工法適用の目的に応じた各現場特有の管理項目をも含めた幅広い自動管理の実現を目指している。

今後も，各位のご指導のもと，DJM 工法の適用範囲の拡大に向けた各種の取組みを推進していく予定である。

≪参考文献≫

1) 安達徑治：DJM 工法の概要と施工実績，基礎工，vol.17，No.8，1989.8
2) 安達徑治：DJM 工法の最近の施工例，基礎工，vol.19，No.6，1991.6

新刊紹介

最近の軟弱地盤工法と施工例

●B5判・852頁　●定価　会員9,300円(非会員9,800円)　●送料800円

●内　容

軟弱地盤対策工法の選択／軟弱地盤対策におけるジオテキスタイル工法とEPS工法／ドレーン工法による地盤改良／振動締固工法による地盤改良／薬液注入工法による地盤改良／土質改良材の特徴と性能／ライム工法による地盤改良／深層混合撹拌工法による地盤改良／拡幅・拡底式地盤改良／深層混合撹拌装置の改良／深層地盤改良施工機械の装置の精度と自動化／高圧ジェット撹拌工法による地盤改良／軟弱地盤対策工法による改良効果／地盤改良工法の地中連続壁への応用／軟弱建設残土の有効利用

発　行　社団法人 日本建設機械化協会
〒105 東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館内)
TEL(03)3433-1501　FAX(03)3432-0289

軟弱地盤特集

スーパージェット工法とその装置

五十殿 侑 弘*

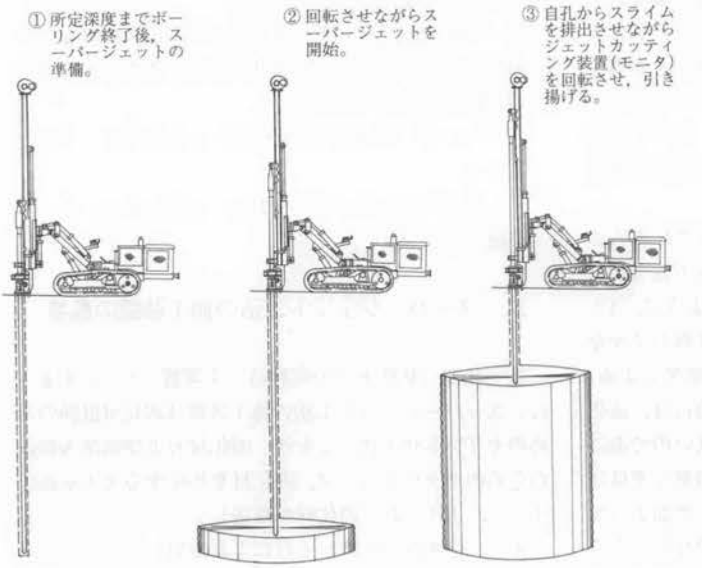
1. はじめに

軟弱地盤を超高圧の水噴流を利用して改良，補強するジェットグラウト工法は，二十数年前に開発され，現在までに，国内において200万m³を上回る施工実績をあげており，また，ヨーロッパを中心とした各国に技術輸出され高い評価を受けている。

現在，国土の狭い我が国では，大規模なウォータフロント計画が話題を呼んでいるが，これらの多くは軟弱地盤であることから，構造物を安全につくるための地盤改良工は，欠かすことのできないものとなっている。また，地下50～70mのジオフロント開発においても，高い品質の地盤改良が必要となる。

このようなニーズに対応して，地盤改良の大型化，高速化ならびに経済性と品質向上を図るために，かねてより，ジェットグラウト工法をベースとした超大型改良工法“スーパージェット工法”の研究を進めてきた。本工法開発に当たっては，その施工装置を海外から購入あるいは技術導入をし，特殊なものとなっている。本文ではこれらの装置について概要を紹介する。

2. スーパージェット工法の概要



図―1　スーパージェットの施工順序

スーパージェット工法は図―1の施工順序図に示すように，

① 所定深度までジェットグラウト管（三重管）を噴射掘削をしながら建込み，
② 固化材（セメントスラリー）を含む高圧ジェットを噴射しつつ，三重管を回転し，
③ 三重管の引上げとスラムの排出を行なう。

排出されたスライムは後述する処理装置により分離される。

本工法の開発は1985年に開始し，ウォータジェットによる地盤掘削にかかわる主要因子として，噴射圧力および噴射流量の掘削特性の基礎実験，引続いてノズル移動速度や繰返し回数などの施工特性に関する基礎実験などを実施した。これらの基礎実験の結果から改良径5m程度の大型地盤改良および施工速度1m/min程度の高速地盤改良の可能性が明らかとなった。実地盤への適応性および施工仕様の決定のため

* *OMIKA Yukihiro*
鹿島スーパージェット工法開発グループコーディネータ

写真―1 粘性土地盤での改良体

写真―2 砂質土地盤での改良体

表―1 試験仕様および試験結果（粘性土）

試験体 No.			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
実験仕様	超高圧	圧力 kgf/cm²	400	300							
		流量 l/min	70	600							
		流体	清水	固化剤							
	空気	圧力 kgf/cm²	7	7							
		流量 m³/min	2.5	7.5							
	引上げ時間 min/m		20	40	40	40	13	8	21	17	21
	注入量 m³/m		3.6	24	24	24	8	5	13	10	13
結果	平均直径 m		1.8	6～8							
	圧縮強度 kgf/cm²		30～50	10～60							

注）①はコラムジェットグラウト工法，②～⑨はスーパージェット工法

表―2 試験仕様および試験結果（砂質土）

試験体 No.			①	②	③
実験仕様	超高圧	圧力 kgf/cm²	400	300	300
		流量 l/min	70	600	600
		流体	清水	固化剤	固化剤
	空気	圧力 kgf/cm²	7	7	7
		流量 m³/min	2.5	7.5	7.5
	引上げ時間 min/m		16	10	2
	固化剤注入量 m³/m		2.8	6.7	1.9
実験結果	平均直径 m		2.1	4.9	1.9
	圧縮強度 kgf/cm²		35～55	20～40	40～55

注）①はコラムジェットグラウト工法，②・③はスーパージェット工法

の試験施工として，粘性土地盤および砂質土地盤で行った。粘性土地盤での施工後，試験体を掘起こした状況を写真―1に示す。同様に，砂質土地盤での状況を写真―2に示す。いずれの地盤においても，改良径5m以上の地盤改良が施工できているのが確認できる。粘性土地盤および砂質土地盤での試験施工の仕様と試験結果の概要を表―1および表―2に示す。

地盤改良工法の中で噴射攪拌工法に分類されるものと，スーパージェット工法を噴射能力や噴射方法で比較したものを表―3に示す。この表で明らかなように，スーパージェット工法は噴射流量が他の工法と比較してかなり多いのが特徴である。この理由は基礎実験結果による。すなわち，地盤の掘削特性を向上させるためには，流体エネルギー（圧力×流量）を増加させれば良いのであるが，噴射圧力および噴射流量の掘削特性への寄与率はほぼ同じであるとの実験結果から，噴射圧力の増加よりも噴射流量の増加の方が装置を開発するうえで容易であるとの判断からである。

スーパージェット工法の特徴は以下のようになる。

① 他の噴射攪拌工法と同様に，地表面から小さなボーリング孔で施工でき，任意の限定された深度を対象として地盤改良が可能である。

② 既存の杭，地下壁，埋設構造物，山止め壁などを損傷させずに隙間を充填改良できる。また，それらの構造物に近接施工ができる。

③ 5m以上の大口径の地盤改良が1本のボーリング孔からできる。

④ 排出されるスライムを大幅に減量化するため，産業廃棄物が少ない。

3. スーパージェット工法の施工装置の概要

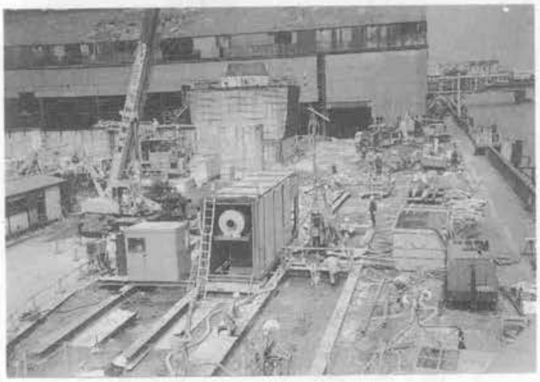
施工状況（粘性土での実験時）を写真―3に示すように，スーパージェット工法の施工装置は固化材混練のためのセメントサイロ，ミキサ，固化材および掘削水輸送のためのグラウトポンプ，固化材を加圧する大流量高圧ポンプ，加圧された固化材を輸送しジェッティングする三重管，三重管を保持しそれによる掘削，施工に際し回転引上げを行う施工機，コンプレッサ，施工中に排出されるスライムを分離する泥水分離機から構成されている。ほとんどの施工装置は従来のジェットグラウト工法のものが使用できるが，スーパージェット工法は高圧大

表—3 スーパージェット工法と噴射攪拌工法の比較

注入材 ＼ 工法			スーパージェット工法	JSG工法	C-JG[注1]	RODIN工法
上部ノズル	水	圧力 (kgf/cm²) 流量 (l/min)			400 70	400 100
	固化材	圧力 (kgf/cm²) 流量 (l/min)	300 600	200 60		
	圧縮空気	圧力 (kgf/cm²) 流量 (m³/min)	7 6.0～10.0	7 1.5～3.0	7 1.5～3.0	7 1.5～3.0
	ノズル個所数		2	1	1	1
下部ノズル	固化材	圧力 (kgf/cm²) 流量 (l/min)			30 180	400 90
	圧縮空気	圧力 (kgf/cm²) 流量 (m³/min)				7 1.5～3.0
	ノズル個所数				1	1
掘削エネルギー[注2]			15	1	3	6
注入状況 (注入管先端モニタ部) W：水 C：固化材 A：空気			C+A　C+A	C+A	W+A C	W+A C+A

注1) C-JGはコラムジェットグラウト工法(コラムジェットパイル工法の商品名)
2) 掘削エネルギーは注入材の圧力と流量で決まり，JSG工法を基準にして表示。

るために，既往の高圧ポンプでの使用は不可能である。そこで，**写真—4**に示す石油関連のセメンティングに用いられている高圧ポンプの導入を図った。石油関係では技術と歴史を持っている米国オクラホマ州ダンカンに本社のあるハリバートン社と提携して高圧ポンプの選択を行った。結果，**写真—4**のような，モデルPSLシングルユニットHT-400を採用した。この高圧ポンプのスキッドの形状は幅1.65m，高さ3.2m，長さ7.32m，重さ11tである。エンジンはGM 92T，トランスミッションはアリソンHT 750である。**写真—4**は本体がむき出しになっているが，実際の施工では全体が防音カバー装備になったサイレントタイプを使用する。この高圧ポンプの動力は335BHPで，三連プランジャータイプで，プランジャ径を換えることにより最大



写真—3 施工状況

写真—4 高圧ポンプ

1,400 barまで加圧できる。運転は移動可能なリモートコントロールボックスにて行う。

流量の固化材（セメントスラリーを主材）を噴射すること，施工能率の良い工法を生かす施工機が必要であること，排出スライムの減量化を図らねばならないことなどから，以下の装置について，新たに開発あるいは技術導入を行った。すなわち，

① 大流量高圧ポンプ
② 大流量高圧三重管
③ 効率の良いジェッティング部
④ 施工機
⑤ 高性能泥水分離装置

である。以下にこれらの装置について，その概要を記す。

(1) 大流量高圧ポンプ

基礎実験結果から，本工法ではセメントスラリーを主材とした流体を圧力300 bar，流量600l/minで噴射す

(2) 大流量高圧三重管

三重管の構造は既往のジェットグラウト工法と同じである。すなわち，内管に高圧の固化材，中管に空気，外管に掘削水を輸送する三重管構造である。全体としては，トップに三重スイベル，ボトムにジェッティングモニタが装備されており，その管の三重管を着脱することで，施工長さを調整する。スーパージェット工法では既往のジェットグラウト工法などと比較すると大流量（600l）であること，セメントスラリーを高圧で流すこと，三重管で掘削することが異なる。技術的な面で見ると，セメントスラリーによる摩耗，腐食および健全性対策である。セメントスラリーを高圧（300 bar）大流量で輸送し，

管径をできるだけ小さくするために，スイベル，各種のジョイント部，およびノズル部の設計と使用材料に特別な工夫を行った。三重管は外径5インチで，**写真―5**に示す形状である。ノズル部は**写真―6**の噴射状況に示すように，非常に整った噴射状況を作り出す整流装置が内蔵されている（特許出願中）。

（3） 施工機

施工機については，国内および海外の種々の機械を検討した結果，イタリア，パルマに本社のあるパキオシ社に特別発注をした。本機は**図―2**に示すように，オートロッドチェンジャ付き（カセット方式）で，10mロッドを5本搭載できるため，60mまでは三重管をジョイントすることなしに施工できる。運転はすべてオートコントロールになっている。エンジンはカミンズ130HPのサイレントプルーフのものを搭載している。本機の主な仕様は，

① アンダーキャリッジ：履帯式，
トラックゲージ：2,400～3,000mm，
② ドリリングヘッド：トルク最大700kg･m，回転数最大600rpm，
③ 最大引上げ力：10t，
④ 最大押込み力：6.5t，
⑤ 引上げ，押込み速度：最大引上げ速度26cm/sec，
最大押込み速度41cm/sec

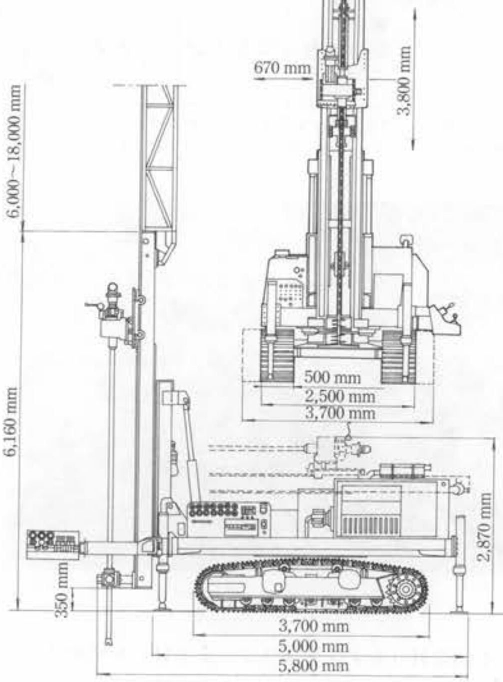
である。

（4） 高性能泥水分離機

施工時に排出されるスライムには掘削した土砂，セメント粒子および水が含まれている。このスライムから水，セメント分および土砂に分離することが望まれるが，土砂の中でシルト分とセメント分の特性，特に粒形が近似しているため，その両者の分離は極めて困難である。そこで，砂質土地盤では，水，セメントおよび砂に分離し，粘性土地盤では水とその他に分離する方針で，国内外の機械を調査検討した。結果，石油関連で掘削泥水の処理

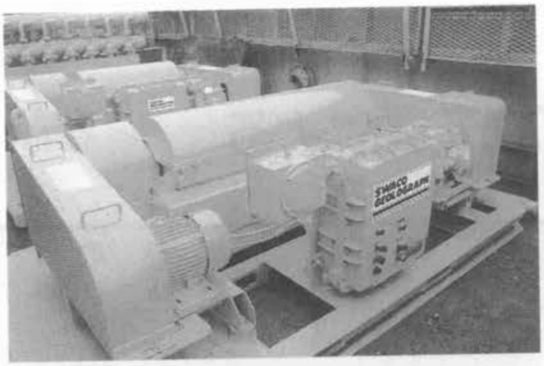
写真―5 三重管

写真―6 噴射状況

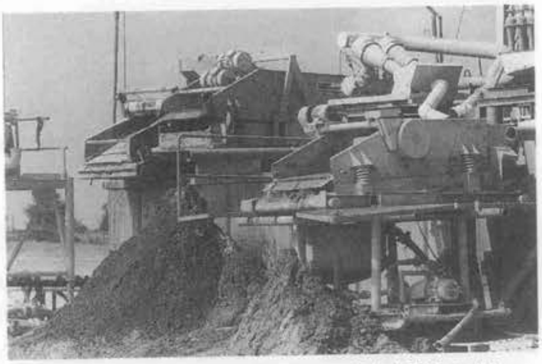


図―2 パキオシ社製施工機

写真―7 スーパースクリーン



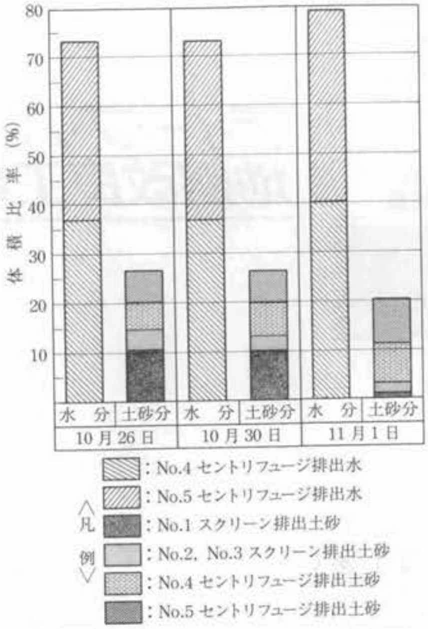
写真—8　セントリフュージ



写真—9　スーパースクリーンからの排出土砂(シルト)

写真—10　スーパースクリーンからの排出土砂(砂)

で実績のあるスコットランドに本社のあるスワコ社と提携して検討を重ね，写真—7のスーパースクリーン（振動篩）と写真—8に示すセントリフュージ（遠心分離機）の組合せで分離することとした。本工法のように，比重1.5程度でかなり粘性のある600l/minのスライムを処理するためには，スーパースクリーン3台とセントリフュージ2台が必要となった。これらの装置を用いてシルト地盤で実験した結果，スーパースクリーンでは，写真—9および写真—10に示すように，土砂分（ほとんどセメントは含まれていない）を分離することができた。セントリフュージからの排出土砂（セメントのほとんどを含んでいる）は写真—11に示すように，かなり含水率の高いものである。分離された水には粒径2～3ミクロンの土粒子を含んだ濁りのあるものとなる。この泥水は高分子凝集剤の添加で簡単に下水への排出が可能である。結果として，分離されるものの体積比率を図—3に示すが，この泥水分離装置を利用すると，排出スライムのうち20～30%の土砂（セメントを含む）を産業廃棄物として処分することになる。また，砂質土での施工では砂分はほとんどセメント分含まないため，掘削残土として処分できるために，産業廃棄物量は更に減少する。



図—3　スライムを分離したものの体積比率

4. おわりに

スーパージェット工法は，既往の噴射攪拌工法に比べて，高能率であるため，既往の工法の適用可能な場合のみならず，地下部分の深い構造物底面以深全体の地盤改良，任意の深さの止水層の造成，先行切り梁的地盤改良層の造成，液状化対策の地盤改良などに適用できると考えられる。なお，現在十数個所の現場で施工検討を行っており，本誌が発行される時には実施工を行っている。今後施工を重ねていくうちに更に改良を加え，よりよい工法へ発展させていくつもりである。

軟弱地盤特集

ディープ・バイブロ工法による地盤改良工事

三原正哉* 紅林康信** 飯田剛***

1. はじめに

ここに紹介するディープ・バイブロ工法は，ドイツにおいて開発されたもので，ロッド先端に取付けた大容量バイブレータを用いて，地盤や供給される補給材を水平方向に振動締固めすることにより，軟弱地盤を改良するものである。

本工法は，他の振動締固工法と比較して低振動・低騒音であること，施工機がコンパクトであることなどの特徴を有しており，特に都市部での地盤改良に適していると考えられる。

本稿は，ディープ・バイブロ工法の概要と，千葉市の市街地に建設される高層事務所棟などの複合施設基礎地盤の液状化対策として，本工法を施工した工事例について報告するものである。

2. ディープ・バイブロ工法の概要

本工法は砂質土の振動締固め工法のひとつに分類されるものであり，振動方向は水平方向，補給材は地表面から供給するタイプ（サフィス・フィード方式）である。また，改良目的としては緩い砂地盤や礫地盤の地震時の液状化抵抗の増加，沈下量の低減，支持力の増加などがあげられる。

本工法と同様な工法として我が国ではバイブロフローテーション工法があり，昭和30年代より使用されていた。しかしながら他の振動締固め工法に比較して改良効果が低いこと，改良深度に限界があることなどから，近年施工実績が減少している。

表―1は，バイブロフロットの容量を本工法のものと現在日本で使用されているバイブロフローテーション工法のものと比較したものであり，本工法の方が，起振力で5～10倍もある。バイブロフローテーション工法と同様，本工法においても海外では貫入・補給材供給の補助として水を使用しているが，起振力が大きいため，水を使用しなくても圧縮空気を補助として使用することにより，貫入可能な地盤も多いと考えられ，排水処理の問題のない水の代わりにエアを使用する施工法の開発も行い，地盤条件による使い分けを可能とした。

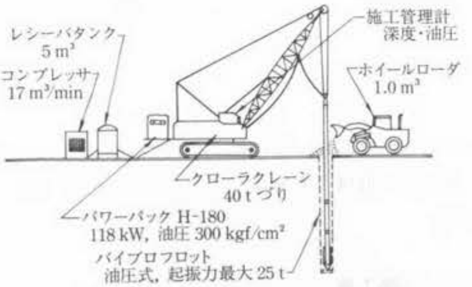
施工機械の構成を図―1に示す。使用する機械は先端部に振動体を有するバイブロフロット，これをつり下げるクローラクレーン（35～50 t クラス），バイブロフロットを起動する油圧パワー・パック（H-180），エア設備（コンプレッサ，10.5 kg/cm² クラス）あるいは水設備（給

表―1 バイブロフロットの諸元

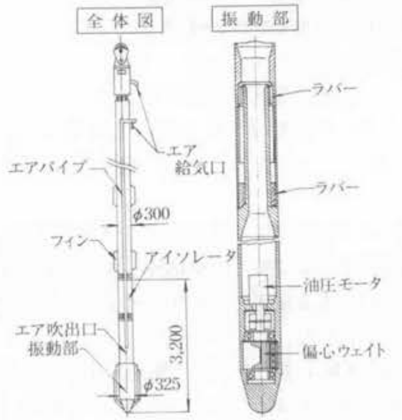
諸元	バイブロフローテーション（日本国内）		ディープ・バイブロ工法
モータタイプ	15 HP型	30 HP型	150 HP
電動機 (kW)	11	22	118（油圧式）
振動数 (rpm)	1,420	1,420	1,500～Max 3,000
起振力 (tf)	2.5	5.1	約25
起振点振幅 (mm)	4～5	6～7	14
全重量 (tf)	1.7	4.3	振動部＋アイソレータ 1.3 tf 延長パイプ 0.22 tf/m
有効長 (m)	7	15	実績 Max 30
ケーシング外径 (mm)	φ319	φ381	振動部 φ325
フィン外径 (mm)	φ469	φ500	延長パイプ φ300
モータ取付け位置	本体上部	本体内蔵下部	本体内蔵下部
構造	一体式	継足し式	継足し式

文献1）を修正，加筆。

* MIHARA Masaya
（株）間組技術研究所研究第一部
** KUREBAYASHI Yasunobu
（株）間組東関東支店千葉新都心出張所
*** IIDA Takeshi
（株）間組建築本部工事監理部



図—1 施工機械の構成（エア使用の場合）



図—2 バイブロフロットの形状

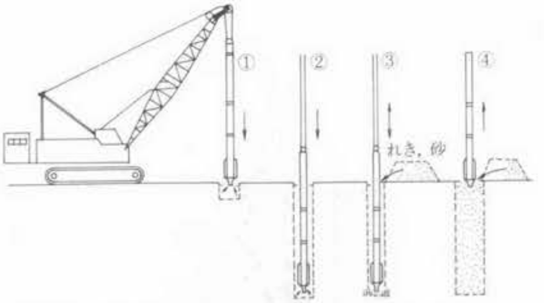
水ポンプ, 7 kg/cm², 15 m³/hr), 補給材を供給するホイールローダおよび施工管理計からなる。

振動締固めの源となるバイブロフロットの形状を図—2に示す。バイブロフロットは先端部に偏心ウェイトがあり，これをその直上部にある油圧モータで回転させることにより，バイブロフロットを水平方向に振動させる。また，先端振動部には，幅 15 cm のフィンが 2 枚取付けられており，偏心ウェイトの回転運動に伴うバイブロフロット自体の回転を防止するだけでなく，地盤への振動伝達を高める働きを持っている。先端部には中空の延長チューブをとおし，エアあるいは水が供給され，先端ノズルから噴出される。

この振動体の上部には，図—2に示すように上下に硬質のラバーが取付けられたアイソレータと呼ばれる振動絶縁装置が接続されており，振動部の振動を上部の延長チューブに伝達しない機構となっている。

本工法の施工法を図—3に示すが，先端部で駆動する振動体で，締固めが必要な地盤を所定の深さで直接締固めることができ，締固め効率が高い。施工時の管理にはバイブロフロットの貫入・引上げ時の深度と油圧モータの圧力を施工管理計により自動記録している。補給材の投入量はホイールローダのバケット回数より算出する。

また，締固め後の改良効果は，貫入地点間の中央において，標準貫入試験を実施し確認する。



①杭心セット：所定の位置にバイブロフロットをセットする。
②貫入：バイブロフロットを起動しエアあるいは水を使用して所定深度まで貫入する。
③引上げ，中詰め材投入。
④中詰め材締固め。
③，④の作業を繰返しながら，所定面まで仕上げる。

図—3 施工方法

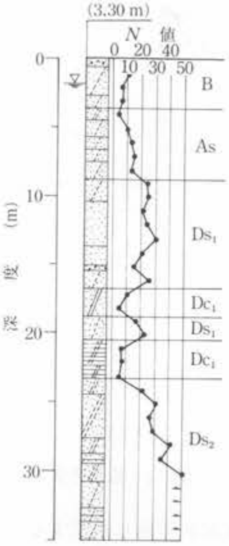
3. 地盤改良工事

(1) 工事概要

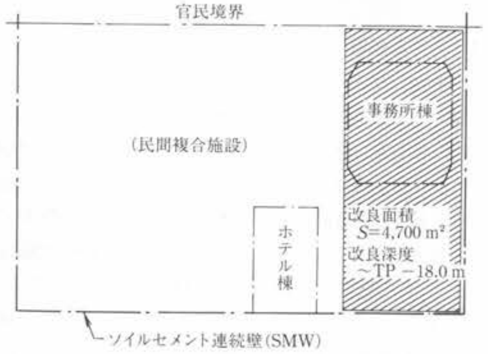
本工事は，JR 総武本線千葉駅の南約 1.2 km の千葉市場跡地の再開発事業として進められている「(仮称) 千葉市総合体育館・複合施設」のうち民間複合施設の基礎地盤の液状化対策としてなされたものである。民間複合施設は，地上 29 階の事務所ならびに地上 21 階のホテル棟その他からなるものである。図—4 に民間複合施設の概要を示す。民間複合施設の基礎面深さは，T.P. −12 m および −10 m であり，基礎形式は杭基礎（鋼管杭 φ800，中掘先端根固め工法）で，浮上り防止および地震時の転倒防止のため永久アンカー（V.S.L. −J 1 工法）の施工も行われた。

本敷地の地盤は，洪積層の成田層群により形成される埋没地形のうえに，軟弱な沖積層が分布する地盤であり，その埋没地形により平面的には，中央部の埋没谷底面とその両側に位置する埋没波食台面に区分される。東側の

図—4 民間複合施設の概要



図—5 土質柱状図（原地盤）



図—6 地盤改良の範囲

埋没波食台には，今回の改良対象層である D_{s1} 層と表示する上部洪積砂層が比較的厚く存在し，他の部分にはほとんど存在しない。図—5に東側埋没波食台の土質柱状図を示す。

基礎構造の設計では，『耐用年限中に繰返し発生する可能性のある程度の地震（25 kine レベルの地震）に対しては，地盤は液状化させない』との基本方針を採用している。そこで，原地盤から採取した不撹乱試料による液状化試験・動的変形試験を実施するとともに，四つの 25 kine に規準化した地震波を用いた地震応答解析を実施し，詳細法による液状化判定を実施した。その結果，A_s 層（沖積砂層）および D_{s1} 層の一部で液状化の可能性があることが判明したが，A_s 層はほぼすべてが掘削される。一方，D_{s1} 層は洪積層であるが，液状化判定結果を踏まえ，N 値が5～50（平均21）とばらつきが大きいこと，基礎面直下に存在することを考慮し，地盤改良を実施することとした。

改良範囲は，D_{s1} 層の分布をもとに事務所棟部を含みソイル地中壁（S.M.W.）で囲まれた図—6に示す範囲とした。また，改良深度は D_{s1} 層の深度分布より T.P. −18 m までとした。

地盤改良工法としては，改良効果の信頼性の高い振動締固め工法の中から，都市部での施工のあることを考慮し，低振動・低騒音であるディープ・バイブロ工法を選定した。

（2） 試験工事

本施工に先立ち，以下の目的で試験工事を実施した。

① 施工法・施工ピッチの決定
② 改良後の地盤物性の確認
③ 振動・騒音のチェック
④ ソイル地中壁への影響チェック

試験工事は原地盤（T.P.＋2 m）より実施し，施工深度は 20 m で，下部 9 m を改良し，上部 11 m は空打ちとした。

当初，エアを使用するドライ施工を試みたが，D_{s1} 層の間に存在する D_{c1} 層（洪積粘性土層）の貫入が困難であったため，水を使用する方法（ウェット方式と呼ぶ）で行うことにした。

表—2に試験工事のケース一覧を示す。ここで，ケース2の先行掘りとは，ディープ・バイブロ（D.V.と表示）の施工前に，ジェット・カッタ（水圧約 120 kg/cm²）を取付けたケーシング（ϕ 400）を所定の深度まで貫入させ引上げる作業を示し，工期短縮の一つの方法として試験したものである。

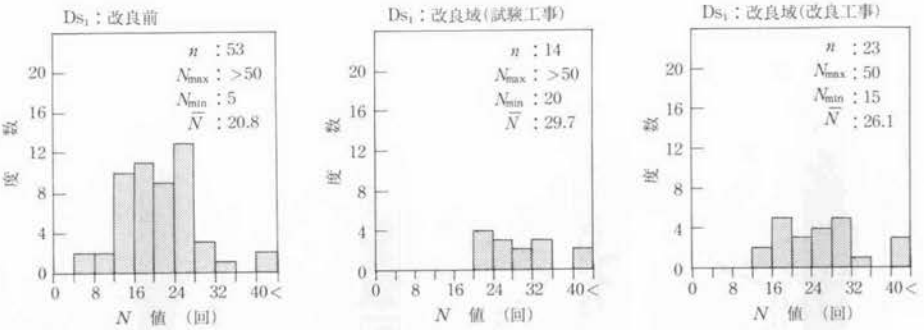
改良後の杭間で実施した標準貫入試験結果では，打設ピッチ・施工方法の違いによる明確な差は認められなかった。図—7は，改良対象層である D_{s1} 層における改良前後の N 値の分布を示したものである。D_{s1} 層では，改良前の N 値が20未満の地点が50％近くあったが，改良後の N 値は点数は少ないがすべて20以上となっている。なお，図—7には，本工事終了後の地盤調査結果も示されている。

表—3に孔内横方向載荷試験（L.L.T.）および液状化試験の結果を示す。これらの試験結果をもとに，前述した地震応答解析結果を用いた液状化判定を行った結

表—2 試験ケースの一覧

ケース	施工方法	本数	打設ピッチ	補給材	地盤調査
ケース1	DV	9	正三角形 2.3 m	3号砕石	・標準貫入試験 ・孔内載荷試験 ・サンプリング
ケース2	先行掘り+DV	7	同　上	同　上	・標準貫入試験
ケース3	DV	7	正三角形 2.0 m	同　上	・標準貫入試験 ・孔内載荷試験 ・サンプリング

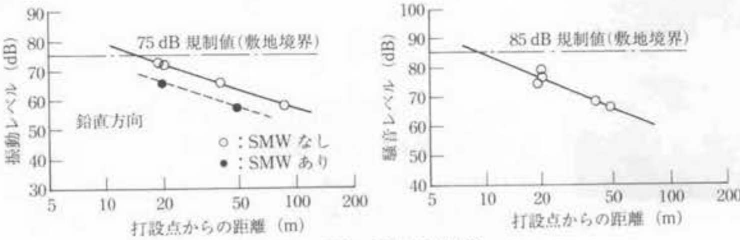
＊サンプリングした試料と液状化試験に使用。



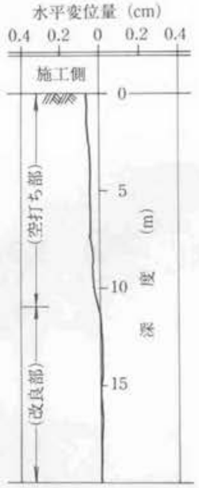
図―7　改良前後の *N* 値分布（D_s 層）

表―3　試験結果の一覧

ケース	土層区分	孔内横方向載荷試験（LLT）深度 GL−(m)	P_0 (kgf/cm²)	P_y (kgf/cm²)	E_m (kgf/cm²)	$K_0=\frac{P_0}{\sigma_v'}$	液状化応力比 (ε=5%, N=15回)
ケース1	D_{S1}上部	12	1.54	4.88	241	1.39	0.34
	D_{C1}	16	1.03	2.53	92	0.75	−
	D_{S1}下部	17.5	1.51	4.86	234	1.01	0.36
ケース3	D_{S1}上部	12	1.38	4.90	225	1.17	0.38
	D_{C1}	16	1.78	2.34	137	1.22	−
	D_{S1}下部	17.5	1.31	4.42	188	0.84	0.34



図―8　振動・騒音測定結果



図―9　ソイルセメント連結壁の測定結果

果，液状化の可能性が少ないことが示された。

図―8にディープ・バイブロ施工時の振動・騒音測定結果を示す。振動では打設点から15 m以上，騒音では打設点から10 m以上離れると規制値を満足することがわかる。施工に立合った時の人的感覚からも振動・騒音に対して近隣周辺から苦情が発生する恐れはないものと思われた。

ディープ・バイブロの施工が地中壁に与える影響を把握するため，ケース1の打設前後で，打設域から1 m離れている地中壁に対して地中壁芯材（H鋼）の水平変位の測定を挿入型傾斜計を用いて行った。測定結果を図―9に示すが，最大水平変位は0.065 cmと非常に小さく，地中壁への影響は考えられない。また，変形状態を詳細にみると，改良部では打設と反対側にわずかに膨れており，空打ち部では逆に打設側に傾いている。これは，空打ち部では貫入孔に現地発生土を埋戻しただけであるためと考えられる。

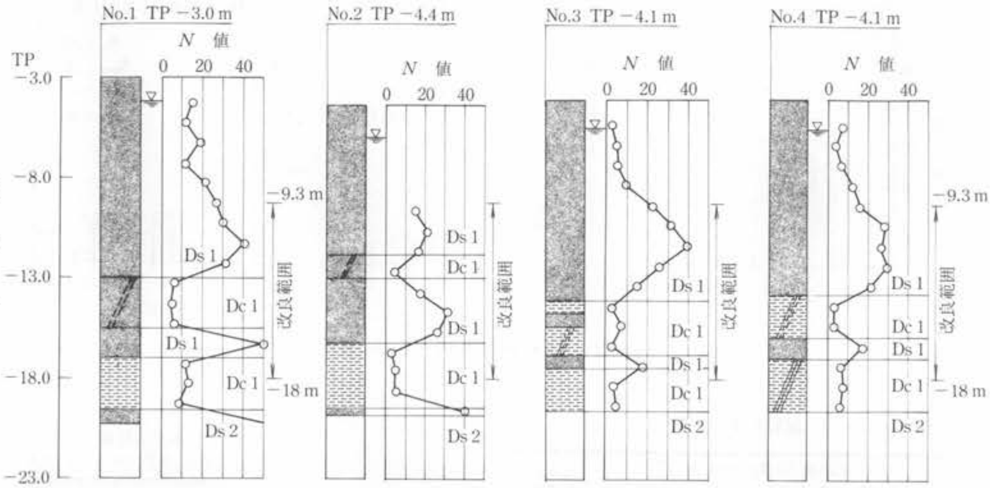
（3） 改良工事

試験工事結果をもとに定めた，改良工事の仕様・諸元は以下のとおりである。

- 施　工　法：ウェット方式
- 打　設　長：15 m（5 m掘削盤より施工）
  改良部は下部9 m，上部6 mは空打ち
- 打設ピッチ：2.3 m正三角形配置
- 管理目標値：*N* 値20以上
- 補　給　材：3号砕石，0.38 m³/m以上
- 打設本数：1,059本

他工種との関係より，施工機は1台のみ使用し，実稼働67日ですべての施工を行い，振動・騒音に対する苦情もなく工事を終了することができた。補給材は，改良部m当たり0.38 m³/m以上使用することとしたが，実績では平均で0.42 m³/mとなった。施工状況を写真―1に示す。

改良後杭間で実施した標準貫入試験結果を図―10に



図—10 改良後の標準貫入試験結果（改良工事）

写真—1 施工状況

示す。また，改良後の N 値の分布は図—7に示したとおりである。

改良対象層である D_{s1} 層の N 値の分布を見ると，改良部全体の平均では $N=26.1$ であり，全体としては十分締固められていると評価できる。ただし，試験工事より定めた目標値20以上を満足しない点が数点生じた。

この主な原因として，試験工事では T.P.＋2 m 盤より改良および地盤調査が行われたのに対し，改良工事では，6 m 掘削した T.P.−4 m 盤で改良および地盤調査が行われたため，有効上載圧で約 0.5 kg/cm² の差が生じたためと考えられる。

この点を考慮すると，改良工事後の液状化抵抗は試験工事時のものと同等以上と考えられる。

今回は，水を使用するウェット方式で行ったが，掘削面下での施工であり，ディープウェルを設置していたが十分な排水ができなかったため，釜場を設け，土砂を含んだ排水を釜場で沈澱させ，うわ水をポンプ排水によって処理した。

4. おわりに

ディープ・バイブロ工法は導入されて日も浅く，オペレータの不慣れもあり，最初の1カ月間の平均施工本数は11本/日であったが，3カ月目には18本/日まで改善された。また，市街地での施工であったが，問題もなく工事を終了することができ，低振動・低騒音性を実証できたものと考えている。

また，本工法の低振動性や地盤変状が小さいなどの特徴を生かし，既設タンク近傍のタンク基礎地盤の改良に本工法を使用したとの報告もあり（表紙参照，地盤工事改良担当：日本海工），既設構造物周辺での施工に対する有効性も確証されてきている。

最後に，本工事を実施するにあたり，ご指導ご協力いただいた関係者の皆様に，感謝の意を表します。

<引用文献>

1）田中誠一：「3. 地盤改良工法 ③ バイブロフローテーション工法」，基礎工，Vol.4，No.5，88-95，1976年5月．

軟弱地盤特集

トラフィカビリティ確保と重機足場のための地盤改良工法

山 村 真 澄*　斉 藤 雅 洋**

1. はじめに

地盤を大規模に堀削するとき対象となる土が軟弱なシルト粘土地盤の場合において，施工（掘削）機械の走行性（トラフィカビリティカ確保）と場外搬出途中，残土受入れ先での泥状化防止などのための地盤改良が必要となることがある。特に下町低地地盤（シルト粘土）では土木，建築工事，掘削，根切りに関する事前地盤改良として生石灰杭が多く使われている。本報文の前半はこの生石灰杭工法の紹介を行う。次に，大型重機（杭打機など）を使用する工事において足場地盤は安全上，充分な支持力が必要であり，足場部分の強度が低い埋土層などで空隙が多く，障害物撤去で地盤が乱れている，などの地盤条件で，第一に鉄板などの敷き物で接地面積を広げる，第二に表層改良により支持力を増加させるなどの対策が通常とられる。特に高いリーダ，ブームを持つ重機足場の確保は，安全に施工する上での絶対条件である。

報文の後半では重機足場確保の地盤改良，表層地盤改良工法の紹介を行う。

2. トラフィカビリティ確保のための生石灰杭工法

（1） 生石灰杭工法

沖積粘性地盤 −10 m〜−20 m 程度までの堀削根切工事において，山留工の安定とトラフィカビリティ向上を目的とする改良工事に生石灰杭工法(ケミコパイル工法)が使われている。特に鉄道，地下鉄の開削部分（駅舎，トンネルアプローチ，換気立坑），道路（開削道路），下水ポンプ場，建築根切りに多くの実績がある。

生石灰杭（ケミコパイル）の採用理由として，

① 地盤の含水比低下と強度増加により鋭敏比が改善されるため，掘削土運搬において所定量の積載ができるとともに運搬途中においても泥土化しない。

② 軟弱地盤での掘削工事では地盤が軟弱化し工程に大きな影響を与えるが，改良地盤は表面水除去のみで次の日から掘削作業が可能なトラフィカビリティが確保できる。

このことから最近特に建築根切工事において工期短縮のメリットが生まれるとの理由で採用も多くなった。

トラフィカビリティ確保を主目的としたときの生石灰杭（ケミコパイル）の標準的な設計仕様を表—1 に示す。

（a） 土質と地盤強度

土工作業における施工機械が軟弱土の上でくり返し走行する場合，含水比の高い粘土，シルト，鋭敏比が高い土質では機械走行が不可能になることがある。

問題となる土質は一般に河川河口部に多く，下町低地

表—1　標準設計仕様

生石灰杭径 （ケミコパイル）	打設径　，膨張後径 ϕ=40 cm　ϕ'=50〜55 cm
打設ピッチ 正方形配置	s=1.5 m×1.5 m 〜2.0 m×2.0 m (2.2 m×2.2 m)
設計強度	増加強度　Δc=1〜3 tf/m² 設計コーン指数　q_c=3〜5 kgf/cm² (換算強度)※　τ'=3〜5 tf/m²

※　$\tau'=(1-a'_s)c'+a'_s\cdot\tau_p$

ここに，τ'：複合地盤強度

c'：改良中間地盤強度

τ_p：ケミコパイルのせん断強度

a'_s：膨張後面積比

$$a'_s=\frac{\frac{\pi\cdot\phi'^2}{4}}{s^2}$$

s：改良ピッチ

* YAMAMURA Masumi
小野田ケミコ（株）設計部部長
** SAITO Masahiro
小野田ケミコ（株）設計部課長代理

に属す軟弱地盤で，沖積粘性土がそれである。沖積粘性土層 $N=0\sim2$ 程度の地盤，含水比が約 50 % 以上，鋭敏比が4以上の土質ではこね返し強度の低下が生じるため施工機の走行性（トラフィカビリティ）確保が難しいと考えられる。

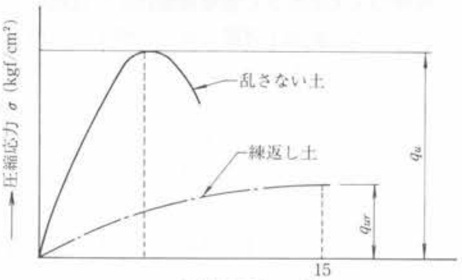
鋭敏比（s_t）を一軸圧縮試験によって求める場合は，（図—1 参照）

$$s_t=\frac{q_u}{q_{ur}}$$

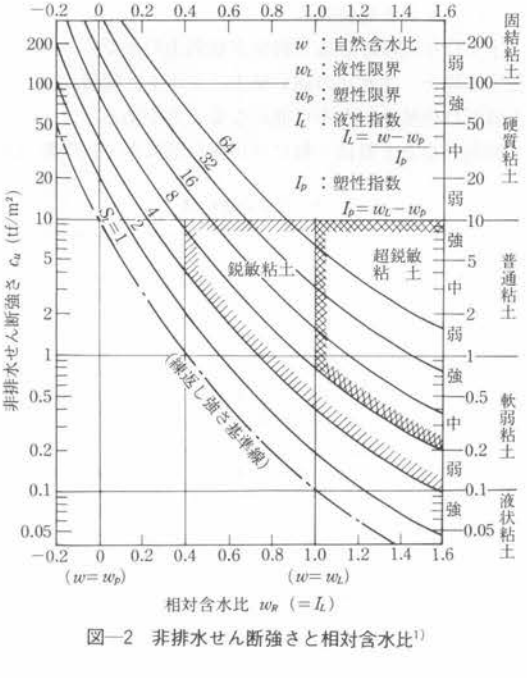
ここに，　q_u：乱さない土の一軸圧縮強さ（kgf/cm²）
q_{ur}：練返した土の一軸圧縮強さ（kgf/cm²）
（圧縮ひずみ 15% における圧縮応力）

しかし，練返し試料が自立しない場合には，コーン，ベーン試験によっても求めることができる。土質工学会[1]によると鋭敏比は，液性指数 $\left(I_L=\dfrac{w-w_p}{I_p}\right)$ と $C_u=1/2\ q_u$（非排水せん断強度）との関数で示されている（図—2 参照）。

鋭敏粘土　　$s_t>4$，$C_u=0.1\sim10$(tf/m²) の範囲



図—1　乱さない土と練返し土の応力比



図—2　非排水せん断強さと相対含水比[1]

$I_L>0.4$

超鋭敏粘土　$s_t>8$，$C_u=0.2\sim10$(tf/m²)の範囲
$I_L>1.0$

（b）トラフィカビリティ

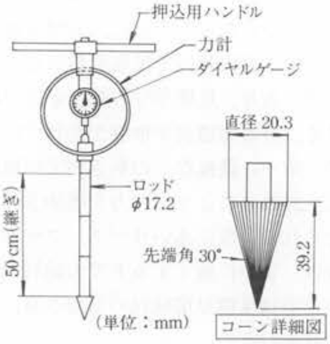
土工機械の走行に耐える土の能力(支持力)をトラフィカビリティという。このトラフィカビリティは，ポータブルコーンペネトロメータ（図—3 参照，写真—1 参照）で測定した，コーン指数 q_c(kgf/cm²) で表される。ポータブルコーンペネトロメータは，ロッド（継ぎ切り 50 cm），荷重計，ダイヤルゲージ，押込み用ハンドルとロッド先端コーンより構成され，人力により押込み，貫入抵抗力を測定する。先端コーンは，ϕ−20.3 mm の円錐形，先端角 30°，底面積 $A=3.24$ cm² でありコーン指数は，

$$q_c=\frac{\text{平均貫入抵抗力 (kg)}}{3.24\ (\text{cm}^2)}\ \text{で求める}$$

土工機械について同一わだちを数回走行が可能な場合のコーン指数を表—2 に示す。

コーン指数と粘性土強度（粘着力，一軸圧縮強度）の相関は個々の土により本来は若干異なると考えられるが概略相関として次の換算式を一般的に採用している[3]。

$q_c \doteqdot 10\cdot c \doteqdot 5\cdot q_u$
q_c：コーン指数（kgf/cm²）
c：粘着力（kgf/cm²）
q_u：一軸圧縮強度（kgf/cm²）



図—3　コーンペネトロメータ

写真—1　ポータブルコーンペネトロメータ作業

表―2　建設機械の走行に必要なコーン指数[2)]

建設機械の種類	コーン指数 q_c (kgf/cm²)	建設機械の接地圧 (kgf/cm²)
超湿地ブルドーザ	2以上	0.15~0.23
湿地ブルドーザ	3 〃	0.22~0.43
普通ブルドーザ(15t級程度)	5 〃	0.50~0.60
普通ブルドーザ(21t級程度)	7 〃	0.60~1.00
スクレープドーザ	6 〃 (超湿地形は4以上)	0.41~0.56 (0.27)
被けん引式スクレーパ(小型)	7以上	1.3~1.4
自走式スクレーパ(小型)	10 〃	4.0~4.5
ダンプトラック	12 〃	3.5~5.5

3. 生石灰杭施工例

(1) 鋭敏比の改善効果

本報告で紹介する生石灰杭(ケミコパイル)は，沖積粘性土地盤での大規模開削において，山留の安定化とトラフィカビリティの向上，盛土材としての利用などの目的で採用されたもので，場所は東京都北区で地下鉄駅舎他のための地盤改良工事である。地層はGL－22m～－24m付近(N=0～2)まで粘土，シルト，それ以深は砂礫層(N≧50)より構成され，生石灰杭で約GL－21.6mまで改良した。図―4に断面図，柱状図を示す。ここにGL－15.0m付近の粘土を対象として鋭敏比の測定のための調査を行った。

生石灰杭は ϕ－40cm，打設ピッチ1.5m×1.5m，試験材令3～4カ月である。

調査深度付近の物理特性，力学特性は，

自然含水比　w=65～95%
単位体積重量　γ_t=1.65 t/m³
液性限界　w_L=68.8%
塑性限界　w_P=34.6%
一軸圧縮強さ　q_u=0.45～1.2 kgf/cm²

鋭敏比試験はボーリングにより採取した試料をビニール袋に包み，手で300回練返す方法で行った。未改良土の鋭敏比 s_t=24～46($\overline{s}_t$=34.5)であったのに対し，改良地盤は

改良地盤含水比　w'=45～55%
鋭敏比は，　s'_t=1.2～9.0 ($\overline{s'_t}$=3.9)

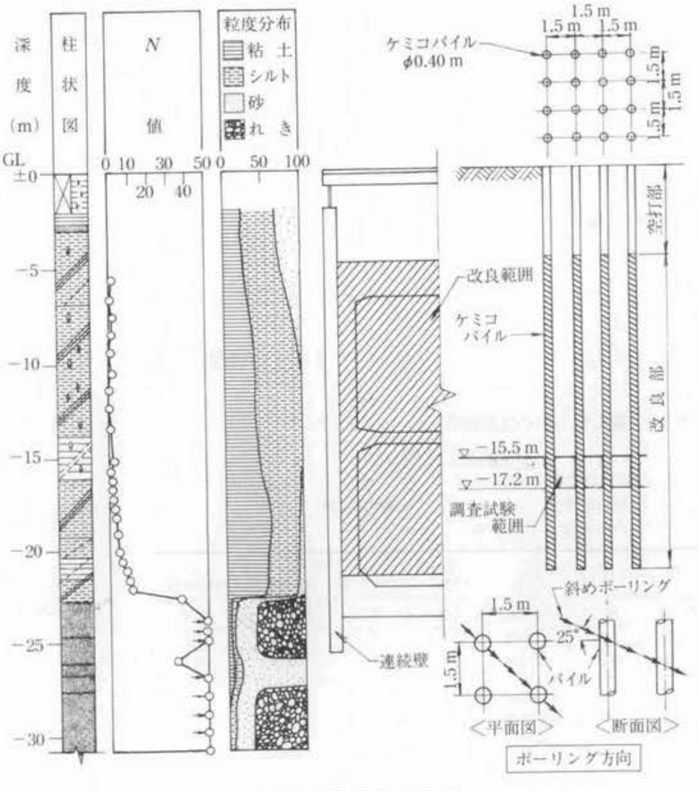
[一軸圧縮強さ　q'_u=0.75～1.9 kgf/cm²
($\overline{q'_u}$=1.45 kgf/cm²)
(換算コーン指数　q_c=4～9 kgf/cm²)
生石灰杭強度　q_{up}=2～5 kgf/cm²
(ε=1～7.5%)]

の試験結果が得られた(図―5参照)。

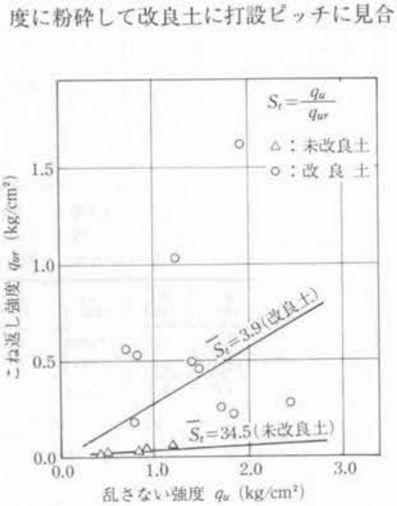
この結果から，

含水比の低減　Δw≒16%
粘着力の増加　Δc≒3.0 tf/m²
鋭敏比の低減　$\frac{s'_t}{s_t} \fallingdotseq \frac{1}{10}$

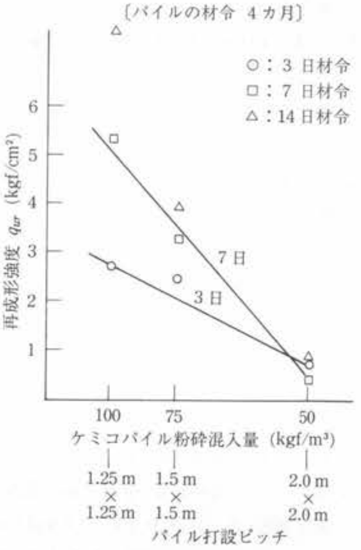
の改善効果が認められた。また，掘削段階においては生石灰杭が掘削土に混合されることから，石灰混合の効果も付加されるため室内試験でケミコパイル混合土の再整形試験(材令3～14日)を行った。消化が終了した生石灰杭を1～2mm程度に粉砕して改良土に打設ピッチに見合



図―4　断面図，柱状図



図―5　鋭敏比試験結果



図—6 ケミコ混合土の強度

うよう重量混合，ϕ−5 cm，h−10 cm のモールドに3層による突き固めを行い材令3〜14日で一軸圧縮強度試験を実施した。その結果を図—6に示す。1.5 m×1.5 m配置での現場掘削施工においてはバックホウ，ブルドーザのトラフィカビリティは充分に確保され，降雨時は作業中止であったが，降雨1日後表面水の排除後，掘削作業の再開ができるなどの施工工程メリットが生まれた。これは，試験でも示されたように鋭敏性の改善，生石灰杭杭体の支持効果などの相乗効果により，トラフィカビリティが確保されたものと考えられる。

（2） トラフィカビリティ確保

本報告は，建築根切掘削に関する掘削重機の走行性(トラフィカビリティ）確保と含水比の低下，残土の搬出輸走時の泥状化防止などのために生石灰杭が採用された施工例である。現場は横浜港に近く，地盤はGL−8.0 mまで埋土，細砂，−37.0 mまでN=0〜1のシルトより成る沖積層である。根切り深さ−15.0 m，に対して生石灰杭（ケミコパイル）の改良は−8.0 m〜−16.0 mの範囲で行った。

ケミコパイルの施工仕様

打設径　ϕ−40 cm

打設ピッチ　s=2.0 m×2.0 m（正方形配置）

GL−12.0 m付近の代表的土質定数

含水比　w_n=80〜110 %

単位体積重量　γ_t=1.45〜1.52 tf/m³

液性限界　w_L=111.4 %

塑性限界　w_p=44.2 %

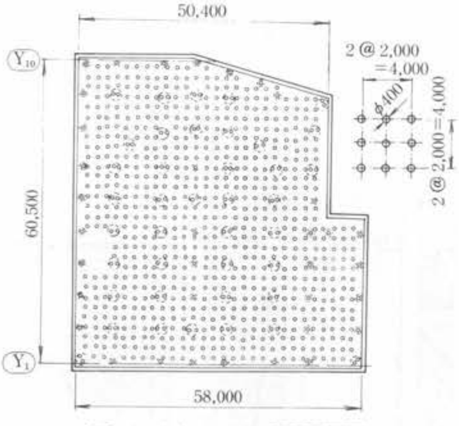
一軸圧縮強度　q_u≒0.5 kgf/cm²

（生石灰杭の設計）

掘削機械として湿地ブルドーザ（q_c>3.0 kgf/cm²）中型ブルドーザ（q_c>5.0 kgf/cm²）を想定，トラフィカビリティ確保の改良目標値（設計値）q_u>4.0 kgf/cm²を設定した。表—3よりケミコパイルの設計は，$\tau'=c$ と考え $\tau' \geq 4.0$ t/m² を設計目標強度としてケミコパイル配置を p=2.0 m×2.0 mとした（図—7，図—8参照）。

（改良結果，コーン試験）

GL−12.0 m付近でボーリング調査およびコーン試験



図—7 ケミコパイル配置平面図

表—3 施工ピッチと改良効果

粘性土（GL −8.0〜−13.0 m）

単位体積重量	1.5 g/cm³	圧密降伏応力	9.00 t/m²
土粒子の比重	2.710	圧縮指数	0.82
自然含水比	82.0 %	パイル強度	15.0 /m²

パイル施工径 ϕ−400 mm

粘着力	2.5 t/m²
強度増加係数	0.25

p_1 (m)	p_2 (m)	a_s (施行)	Δw (%)	Δe	Δp (t/m²)	a'_s (膨張)	Δc (t/m²)	c_0 (t/m²)	$c'=c_0+\Delta c$ (t/m²)	τ (t/m²)
1.8	1.8	0.0388	6.0	0.163	5.2	0.0698	1.3	2.5	3.8	4.6
2.0	2.0	0.0314	4.8	0.130	4.0	0.0565	1.0	2.5	3.5	4.1
2.2	2.2	0.026	4.0	0.108	3.2	0.0468	0.8	2.5	3.3	3.8

ここに，p_1=ピッチ (m)

a_s=打設面積比 $\frac{\pi\cdot\phi^2}{4\cdot p^2}$ (ϕ−0.4 m)

a'_s=膨張後面積比 $\frac{\pi(\phi')^2}{4\cdot p^2}$

Δw=含水比低下量 (%)

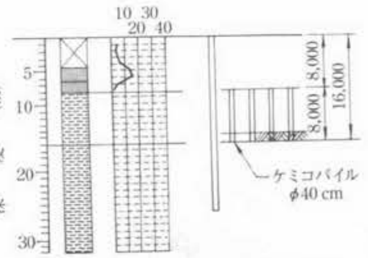
Δe=間隙比低下量

Δc=粘着力増加量 (tf/m²)

c_0=原地盤粘着力 (tf/m²)

$c'=c_0+\alpha\cdot\Delta p$ （中間地盤強度 tf/m²）

$\tau'=(1-a'_s)\,c'+\tau_p\cdot a'_s$ （複合地盤強度 tf/m²）



図―8　ケミコパイル施工断面図

を実施した。その結果,

改良後の地盤含水比　　　$w'=84.7\sim88.1$ %

改良後の一軸圧縮強度　　$q'_u=0.75\sim0.85$ kgf/cm²

改良後のコーン指数 −12.5 m　$q_c=4.1\sim5.5$ kgf/cm²

−13.0 m　$q_c=8.0\sim9.0$ kgf/cm²

が得られ，設計で想定した $q_u>4.0$ kgf/cm² を確保した。なお，掘削工事においては，ブルドーザ，バックホウの掘削，走行におけるトラフィカビリティが十分に確保され，搬出土砂も泥状化することなくダンプトラックへの所定量積載ができ，生石灰杭による改良の目的を達したものと考えられる。

4. 重機足場のための表層改良工法

（1） 表層改良工法

表層改良工法に使用する材料として，石灰系，セメント系固化材があるが重機足場確保の対象となる地盤は比較的不均一な表土，埋土（黒土，シルト，砂，腐植土，各種混合土）より構成されている場所が多い。このような土質の場合，強度増加が期待できる固化材としては，セメント系固化材が選定される。また，セメント系固化材の種類として一般軟弱土用（粘土，シルト，砂混り粘性土等）と高有機質土用（ピート，腐植土）があり土質と必要強度により使い分けがされる。

（工法原理）

セメント系固化材は各種有効な成分（特殊セメント，スラグ，フライアッシュ，石膏など）で構成されている。セメント系固化材が土中で混合される土粒子と結合したとき，物性の改善（エトリンガイト生成などによる含水比の低下，団粒化），各種水和物（ケイ酸カルシウムなど）生成による強度増加，ポゾラン反応（長期的な安定）などの作用が生ずる。これらの作用原理を利用したのがセメント系安定処理工法（表層改良工法）である。

（配合設計）

表層改良を採用するにあたり室内配合試験を実施，固化材添加量を決定するのが原則であるが，室内配合試験ができない場合にはセメント協会"セメント系固化材による地盤改良マニュアル"により推定することもできる

表―4　標準的な重機足場設計，工事仕様

最適な改良対象土質	砂質土，シルト，有機質土
固化剤添加量	砂質土，粘性土　60〜150 kgf/m³ 有機質土　100〜350 kgf/m³
設計改良厚さ	1〜2 m（機械足場改良厚さ）
施工能力	バックホウ混合の場合 100〜150 m³/日
設計強度 q_u	砂質土，粘性土　2〜3 kgf/cm² 有機質土　1〜2 kgf/cm²

（表―4参照）。

（施　　工）

重機足場のための表層改良では，バックホウ，ブルドーザ，転圧機などによる施工となることが多い。ここでは，バックホウ混合の手順について述べる。

① 前準備：位置出し，木根・ガラの除去，水処理，処理土の仮置き。

② 固化材撒布：コンテナバックまたは，パラトラックよりの材料直撒布，人力・バックホウ・ショベルドーザなどによる均等敷きならし。

③ 混合：バックホウ・ショベルドーザによる混合。0.6 m³クラスのバックホウで対象土が粘性土の場合，2〜3分/m³の混合を要す。

④ 締固め（押さえ作業）：バックホウのバケット・ブルドーザによる締固め（押さえ作業）。

⑤ 養生：一定の強度が得られるまで養生。

⑥ 強度確認：所定の材令（7日）コーン試験，一軸圧縮試験による。

施工においては，混合と締固め（押さえ作業）が重要工程で，固化材が均一に混合されるまで行う。締固めにおいては，押さえ作業は密度を増加させ固結作用の促進を図る。1層の締固め仕上がり厚さは，土質，所要強度によって異なるが，重機足場改良では 50〜100 cm/層で行うことが多い。

（2） 重機足場の設計

（a） 地盤強度，支持力度の算定

機械足場として安定検討の対象となる部分は地表面より約1〜3 m の深さであり，この部分の地盤強度，地盤の許容支持力の把握が必要である。一般に地表面付近は埋土層で過去に重機荷重ほどの大きな荷重をことがなく，地盤強度が小さいなどの場合，地盤支持力の増加を目的として，この部分の表層地盤改良を行うケースが多くなった。表層部分の地盤調査法としては，

① 土質調査資料（土質，N 値，一軸圧縮強度など）

② 試掘試験（土質，埋設物，ガラ，地下水など）

③ コーン試験（q_c より粘着力推定）

重機荷重は，短期荷重であり地盤支持力としては短期許容支持力（q_a）[4] を考えている。

$$q_a=\frac{2}{3}\left(\alpha cN_c+\underbrace{\beta\gamma_1\beta N_r+\frac{1}{2}\gamma_2DfN_q}\right)$$

表—5　トラック（T-20）の接地圧

車　両	重　量	接地面形状	接地圧力 (q) kgf/cm²
T-20（トラック）	総重量 w=20 t	（長方形）後輪輪幅 a=50 cm 後輪接地長 b=20 cm	衝撃係数 i=0.3 $q=\frac{p}{a\times b}(1+i)=10.4$
	後輪荷重 $p=0.4\,w$ =8 t	（円　形）接地半径 (r) $r=12+p=20$ cm	衝撃係数 i=0.3 $q=\frac{p}{\pi r^2}(1+i)=8.28$

ここで，q_a：短期許容支持力

α：基礎底面の形状による係数 $\alpha=1.0$（形状係数）

c：原地盤粘着力

N_c：支持力係数（$N_c=5.3$）

└─┘：第2項，第3項は地表面付近での載荷重であり安全側に考え無視した。

（b）　重機の接地圧

重機の足場を検討する場合，必ず資材搬入用トラックの仮設道路が必要である。したがって，重機の荷重条件として，ここでは，

① トラック（T-20）タイヤ接地圧

② 杭打機（例：生石灰杭打設機，90～100 t クラス）クローラ接地圧

について算定した。

T-20の接地圧を表—7に示した。基礎工事用のクローラ式杭打機の接地圧は機種，能力，リーダ長，装備などにより全装備重量と作業方向（機械の重心移動）により接地圧が異なる。したがって，予定する杭打機の全装備重量の接地圧分布はメーカーに問合せておくことが必要である（表—5，図—9参照）。

T-20輪荷重，約100 t クラスの杭打機が直接地盤上で走行するのに必要な支持力は，表—5，表—6より

輪荷重の場合，

$q_a \geqq 8.28\sim10.4$ kgf/cm²（82.8～104 tf/m²）

クローラの場合

$q_a \geqq 1.66\sim2.27$ kgf/cm²（16.6～22.7 tf/m²）

となる。これは，地盤強度として N 値>15～20に相当する良質な地盤において保有する支持力度である。地盤強度が低く，機械足場としての支持力が確保できないときには，

① 砕石，砂，良質土置換による足場の造成

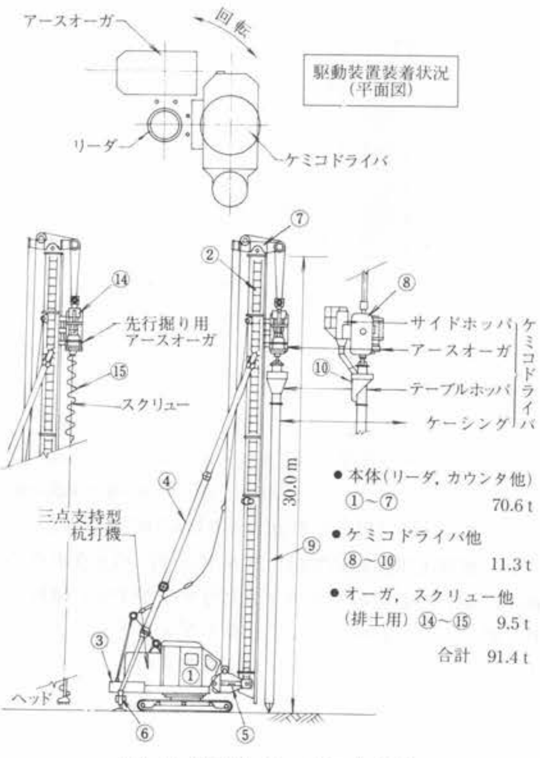
② 鉄板敷きによる荷重低減

③ 表層地盤改良（セメント系，石灰系）による足場地盤の造成

などの対策がとられている。

（c）　改良厚さの設計

輪荷重（円形等分布荷重），杭打機荷重（長方形等分布荷重）の地盤内への伝播荷重（せん断応力，鉛直応力）を地盤のせん断力，短期許容支持力と比較して



図—9　OS型ケミコパイル打設機

地盤のせん断力（c）≧伝播せん断応力（τ_{max}）

地盤の許容支持力（q_a）≧伝播鉛直応力（σ_z）

となる地表面よりの深さを表層改良の改良厚として設定している。荷重伝播は一般にブージネスク式（45°分散）などを考える場合が多い。

（i）　輪荷重（円形等分布荷重）によるせん断応力

ブージネスクによる最大せん断力は次式により求めることができる。

$$\tau_{max}=\frac{3}{4}p_0\left[\frac{(z/a)}{\{1+(z/a)^2\}^{1/2}}-\frac{(z/a)^3}{\{1+(z/a)^2\}^{3/2}}\right]$$

ここに，τ_{max}：輪荷重伝播によるせん断応力（kgf/cm²）

z：地表よりの深度（cm）

a：接地半径　$a=12+p$（cm）

p_0：輪荷重（t）

（ii）　長方形荷重による鉛直応力

長方形等分布荷重による中心軸下の最大鉛直応力は，ブージネスクの式により求めている。

$$\sigma_z=4\left\{\frac{p_0}{4\pi}\left(\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2+m^2n^2+1}\cdot\frac{m^2+n^2+2}{m^2+n^2+1}+\tan^{-1}\frac{2mn\sqrt{m^2+n^2+1}}{m^2+n^2-m^2n^2+1}\right)\right\}$$

ここに，　σ_z：地表より深さ z の鉛直応力（kgf/cm²）

p_0：載荷重量（kgf/cm²）

m, n：長方形の両辺の長さを応力を求める深さ

(z) で，それぞれ除した数

(45° 分散式)

$$\sigma_z = \frac{L \cdot B \cdot p_0}{(L+2z)(B+2z)}$$

L：載荷面長辺 (m)

B：載荷面短辺 (m)

（3） **重機足場の改良（施工例）**

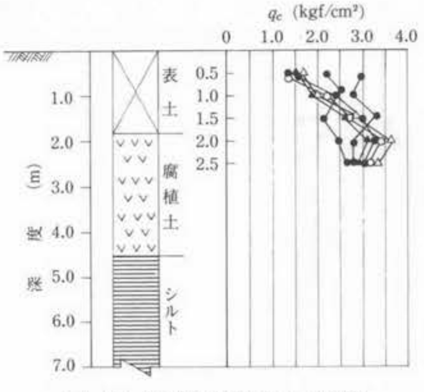
関東地区の建築現場で表土，腐植土，シルトより構成されている地盤で，連壁用機械，リバース杭用機械，地盤改良用杭打機などのための重機足場，材料資材搬入用仮設道を表層改良工法で行ったものについて紹介する。

改良対象の面積 10,000 m²，改良厚 1.0 m である。

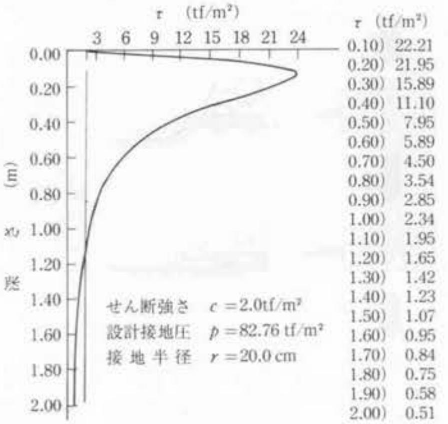
（a） 地盤条件と支持力

地盤は，柱状図に示すように表土（旧耕作土シルト主体），腐植土，シルト，$N=0 \sim 1$ からなる。コーン試験結果より GL－1.0 m 付近のコーン指数は，$q_c \doteqdot 2.0$ kgf/cm² であり $c=\frac{1}{10} \cdot q_c = 2.0$ tf/m² を地盤の強度と考え，GL－1.0 m～－1.5 m 付近の短期許容支持力 (q_a) は，$q_a=\frac{2}{3} a \cdot c \cdot N_e = \frac{2}{3}(1.0 \times 2.0 \times 5.3) = 7.0$ tf/m² を地盤支持力とした（図―10 参照）。

（b） 荷重条件と設計改良厚さ



図―10 原地盤におけるコーン指数



図―11 等分布輪荷重の中心の下のせん断応力度分布

（i） 輪荷重（図―11 参照）

（ii） 生石灰杭打機の接地荷重

軟弱地盤上では杭打機は必ず安全確保の意味から敷鉄板上での杭打作業を行っている。

鉄板仕様

$t=25$ mm，大きさ 1.5 m×6.0 m

重量 1.8 t/枚，通常 6 枚使用する

杭打機は，常時 3～4 枚の鉄板上で走行，稼働する時の鉄板効果による荷重分散は，

$$q_{max} = \frac{q \times 80 \times 150 \times 2}{150 \times 415}(1+i)$$

ここに，q_{max}：鉄板効果による最大接地圧 (kgf/cm²)

q：クローラの最大接地圧

表―6 より $q=2.13$ (kgf/cm²)

80：クローラシュー幅 (cm)

150：鉄板幅員 (cm)

415：クローラ外幅寸法 (335＋80)

i：衝撃係数 $i=0.3$

$$q_{max} = \frac{2.13 \times 80 \times 150 \times 2}{150 \times 415} \times (1+0.3)$$

$$= 1.07 (\text{kgf/cm}^2) = 10.7 (\text{tf/m}^2)$$

杭打機全体荷重は鉄板による荷重分散（鉄板効果）を行った後，地盤へ荷重伝播する。

45° 分散による伝播鉛直応力

$$\sigma_z = \frac{LB}{(L+2z)(B+2z)} \cdot q_{max}$$

L, B：安全側にクローラの外周寸法とした。

$L=4.46$ m

$B=4.15$ m (3.35＋0.8)

伝播鉛直応力 (σ_z) が地盤の支持力より小さくなる深度は $z=1.0$ m となるため，表層改良厚を $H=1.0$ m と設定した（表―7 参照）。

（c） 固化強度と配合設計

（仮設道路）

車両条件

車両種別 T-20

設計輪荷重 p ＝8.0 t

接地半径 r ＝20.0 cm ($r=12+p$)

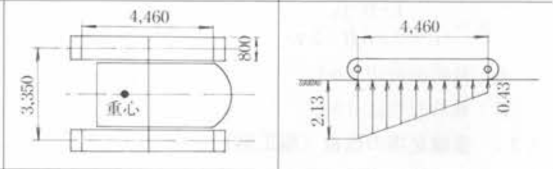
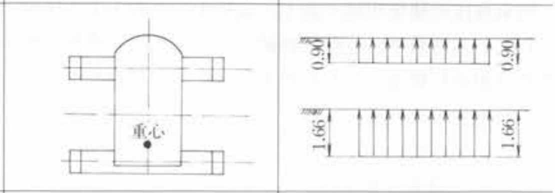
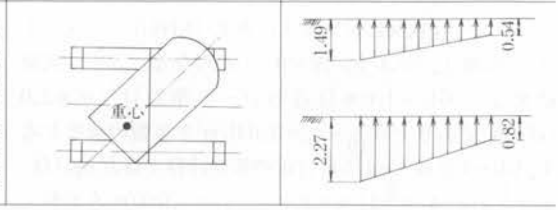
衝撃係数 i ＝0.3

接地圧 p_0 ＝82.8 tf/m² 〔$p_0 = p \div (\pi r^2) \times (1+i)$〕

せん断応力 (τ) が地盤粘着力 (c) より小さくなる深度

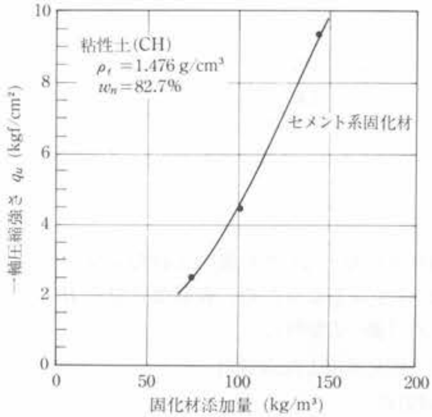
$Z=1.1$ m $\left\{ \begin{array}{l} Z=1.95 \text{ tf/m}^2 \\ c=2.0 \text{ tf/m}^2 \end{array} \right.$

表—6 生石灰杭打設時の作業方向によるクローラ接地圧分布

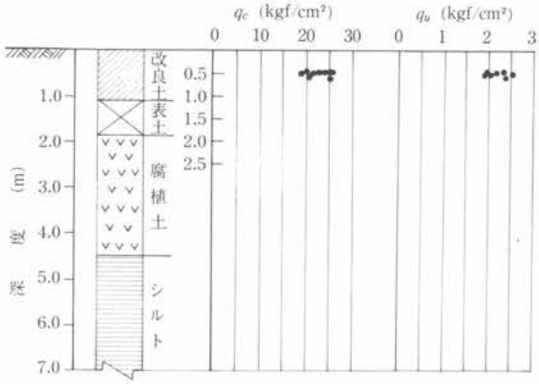
機種	重量	クローラ接地形状	作業方向（杭打ち方向）	接地圧分布 p (kgf/cm²)
日 車 408 リーダ長 30.0 m	本体，リーダ，カウンタウェイト，ステー，他 70.6 t ケミコドライバ，オーガ，φ400 ケーシング 25 m，テーブルホッパ，他 11.3 t 排土用オーガ，スクリュー，他 9.5 t 総重量 91.4 t	クローラ幅 0.8 m クローラ接地長 4.46 m	前方作業 	
			側方作業 	
			斜め前方左45°作業 	

表—7 深さ方向に対する σ_z-q_a

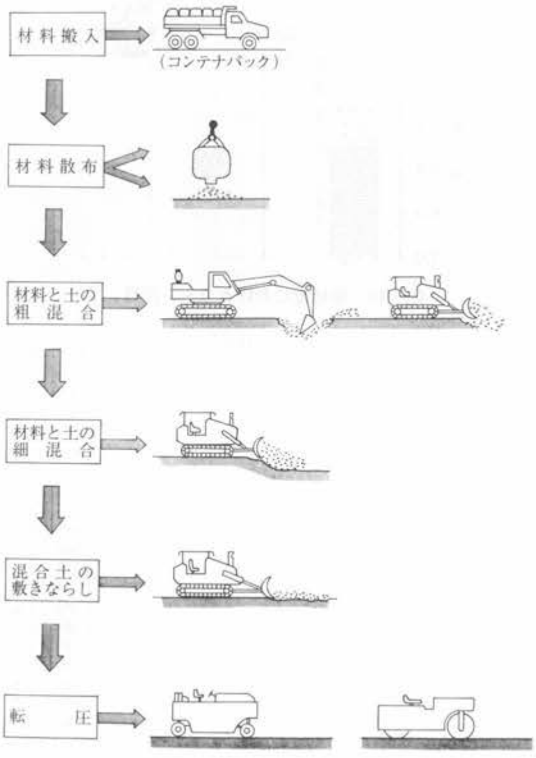
深さ z_m	0.5	1.0	1.5	2.0
伝播応力 σ_z	7.04	5.07	3.71	2.87
許容支持力 q_a	(c_0=1.5 tf/m²) 5.3	(c_0=2.0 tf/m²) 7.0	(c_0=2.0 tf/m²) 7.0	(c_0=3.0 tf/m²) 10.6



図—12 粘性土に対する固化材添加量と強度



図—13 改良土のコーン指数，一軸圧縮強度



図—14 施工順序

写真—2

写真—3

輪荷重は接地面より30～40 cmで大きなせん断応力（τ_{max}=15～25 tf/m²，ダンプトラックの走行に必要なコーン指数 q_c>12 kgf/cm²）が発生する。このため仮設道路は改良面上に砕石層を50 cm程度設けるかまたは，鉄板を敷設して材料搬入用トラックの走行路とした。接地面下50 cm部分のせん断応力（τ_z=7.95 tf/m²）より固化強度（一軸圧葬強度 q_u）は，$q_u \geqq 2\tau = 2 \times 7.95 =$ 1.6 kgf/cm²が必要である。

（杭打機足場）

敷き鉄板直下の鉛直応力（$\sigma_{z=0}$=10.7 tf/m²）より固化強度（一軸圧縮強度 q_u）は $q_u \geqq 10.7$ tf/m² = 1.07 kgf/cm²となりこの場合の改良強度の決定値としては，q_u=1.6 kgf/cm²とした。

（d）配合設計

設計時点において，セメント系固化材マニュアルにある固化材添加量～一軸圧縮強度（図—12参照）の例を参考に設計固化材添加量を100 kgf/m³と決定した（現場強度／室内強度=0.3～0.7）。

（e）改良後のコーン試験の実施（図—13参照）

コーン試験の結果 q_c=18～26 kgf/cm²が，一軸圧縮強度として，q_u=1.8～2.6 kgf/cm²が得られた。

（f）施工順序（図—14，写真—2，写真—3参照）

あとがき

軟弱地盤上で工事を行う場合，トラフィカビリティの確保，残土処理，重機足場改良などを目的とした地盤改良が多用化されてきた。この背景には改良による工事工程の短縮メリット，残土受入れ先を考えた軟弱土の事前処理，最近の杭打機転倒事故などがあげられる。

今後，このような地盤改良において，この報文資料が参考になれば幸いである。

<参考文献>

1）土質工学会：土質試験法
2）日本道路協会：道路土工施工指針
3）日本道路公団：設計要領第一集
4）日本建築学会：建築基礎構造設計指針　地盤の許容支持力度
5）セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル

軟弱地盤特集

動圧密工法群管理システムの開発と実施例

二 宮 康 治* 渡 辺 篤**

1. 動圧密工法の概要

動圧密工法は，重量 12～25 t（底面積 3～4 m²）の鋼または鋼＋鉄筋コンクリート製のハンマ（重錘）を 10～25 m の高所から繰返し落下させ，地盤表面に衝撃力を加えることにより地盤を締固める地盤改良工法である。施工機械は 100～150 t つり級の動圧密改造型クローラクレーンを使用し，改良深度は最大 15 m 程度である。

この工法の特長を挙げると次のとおりである。

① 岩砕，砂礫，砂，火山灰，廃棄物（ゴミ）など，広い範囲の土質に適用できる。

② 特別な材料や資材を必要としない。

③ 改良条件に基づいて深部から締固めていくよう，計画的に施工を行う。

④ 施工の中に測定・試験等の技術管理が含まれており，各種のデータに対する評価・検討・解析がリアルタイムに行われるので，施工への迅速な対応が可能である。

国内における施工実績は，167 万 m²（115 件）に達しており，また最近では埋立地（岩砕混じり土・浚渫砂）の支持力増加・沈下低減・液状化防止，廃棄物地盤の支持力増加・減容等の適用例が増加してきている。

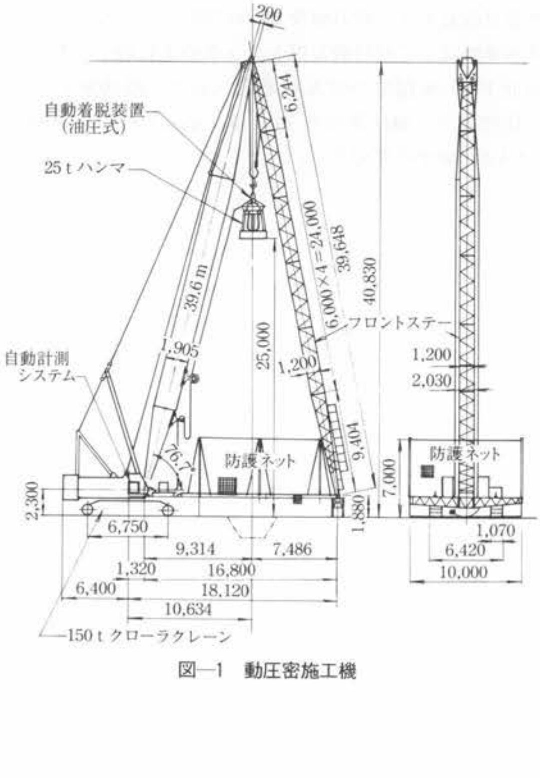
2. 動圧密工法の施工と技術管理

この工法は，クレーン等によってハンマを繰返し地盤に落下させるタンピング工と，施工の効率化を図り，また確実に改良効果が得られるようにタンピング作業をコントロールする技術管理とに分けられる。

（1） 施工方法

タンピング工に用いるベースマシンは，100～150 t つりクローラクレーンに巻上力の向上，クラッチ，ブレーキ部の補強，本体各構造に耐衝撃性の改造が行われている。

ベースマシンにフロントステーというアタッチメントを装着した施工機を図—1 に示す。これにより，安定した施工が可能となった。



図—1 動圧密施工機

* NINOMIYA Koji
日本国土開発（株）エンジニアリング本部技術開発部
土木技術課課長
** WATANABE Atsushi
日本国土開発（株）エンジニアリング本部技術開発部
土木技術課

タンピングは，油圧式の自動着脱装置を用いてハンマを繰返し自由落下させることにより行われる。

施工の流れは，打撃点の表示→タンピング工→打撃孔の測定→打撃孔の埋戻し→整地後の水準測量の繰返し作業，となる。

(2) 技術管理

動圧密工法の技術管理は，改良条件に基づいてタンピング仕様を決定し施工を進め，これと並行して施工途中に各種の測定・試験を行い，これらの結果に基づいて施工修正を行いながら，いわゆる「情報化施工」を実施する。技術管理によって次の施工段階で打撃エネルギーの変更を行い，所定の強度を有し，かつ均一な地盤に改良されるように効果的な施工を行う。

施工中に行う技術管理にはいくつかの方法がある。その代表的なものを紹介する。

(a) 地盤のばらつきと打撃エネルギーの配分

第1シリーズのタンピングを一定の打撃回数で施工し，各打撃孔の沈下体積を求めてその分布を調べると，沈下体積にばらつきが現れる。これは地盤強度の強弱を反映しているものと考えられるので，沈下体積の分布状態に応じて第2シリーズ以降の打撃エネルギー（打撃回数）を調整する。これによって，地盤はより均一に改良が行われることになる。

(b) 沈下勾配と N 値による管理

地盤はシリーズの進行にともなって締固められるため，タンピングによる地盤（平均）沈下量 $\overline{S}$ は打撃エネルギー E が増加しても打撃当初のような沈下勾配 $\overline{S}/E$ を示さなくなる。湯浅らは，既往の実績に基づいて $\overline{S}/E$ と標準貫入 N 値，変形係数 E_p の関係を整理し，施工中に得られる $\overline{S}/E$ から概略の改良値を予測しつつ管理しながら施工を進める方法を提案している。

(c) その他の試験による管理

調査方法は，改良対象地盤，改良目標の設定によって異なるが，主に標準貫入試験，孔内水平載荷試験，コーン貫入試験等が利用されている。特に，廃棄物地盤ではプレシオメータ試験が改良効果を良く反映できる。また，岩砕系地盤においては巨礫等の影響を受けやすいので標準貫入試験の代わりに大型貫入試験を用い，比較的良好な試験結果を得ている。

3. 動圧密工法群管理システム

(1) システムの概要

本システムは広範囲の地盤改良現場に複数台の動圧密機を投入し，並列に工事を進める場合，それらの動圧密機の工事の進捗状況を遠隔のある一個所で集中的に把握し，工事全体の管理を簡易化するものである。図―2にこのシステムの概念図を示す。

(a) 動圧密施工機

複数台の各々の動圧密施工機には，以下の三つのセンサとオペレーションユニット，ランニングユニットが組込まれている。

① ロータリエンコーダ

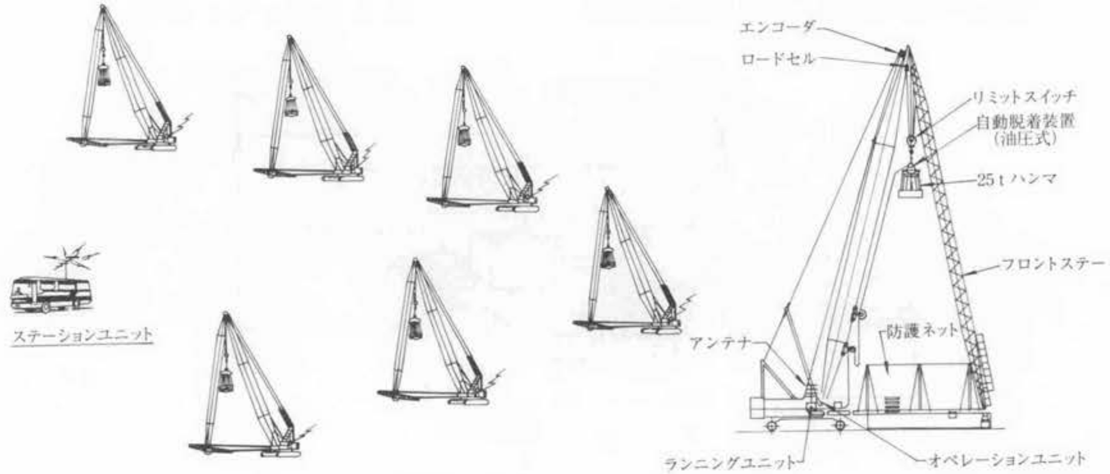
ハンマの巻上げワイヤを通しているトップシーブの回転をロータリエンコーダに伝え，ハンマ地切り位置から落下位置までの距離を算出する。

② 荷重測定器（ロードセル）

巻上げワイヤの端末にロードセルを配し，クレーンの巻上げによりハンマ重量および地切荷重に応じた信号を出力する。ハンマ落下高および貫入量を計測するためのトリガー信号として用いられる。

③ ハンマ落下位置センサ（リミットスイッチ）

クレーンにより巻上げられたハンマが定位置まで上昇



図―2 動圧密工法群管理システム

すると自動的に着脱装置が働き，ハンマはチャックから切離されて自由落下する。

その落下タイミングをリミットスイッチの信号で得て，荷重測定器信号とハンマ落下位置センサ信号を組合わせることにより打撃回数として計測し，オペレータに供するためのセンサである。

各々の動圧密機は「ランニングユニット」と呼ばれる計測制御装置が配され，上記三つのセンサからの情報とオペレータ室に配される「オペレーションユニット」から入力されるオペ情報との組合せにより，打撃回数，落下高，貫入量，地切力等をコンピュータで処理しデータ保管する。保管されたデータは可搬式ディスクにより取出すことができる。一方「ランニングユニット」は後述する「ステーションユニット」との電波による送受信機能を持ち，計測されたデータをこのステーションユニットに転送する。

（b） ステーションユニット

複数台の動圧密機に蓄積されたデータを一個所で効率的に管理するため「ステーションユニット」がある。「ステーションユニット」は各々の動圧密機とは離れた位置に配され，移動車両等に搭載されたハウス（コントロールルーム）内に収納されている。

コントロールルーム内には専任のオペレータがおり，各々の動圧密機が得た情報を無線で収集し，そのデータを現場におけるその施工機の位置情報とともにコンピュータ処理して工事全体の進捗状況を工事管理者が見やすい表示に変換してブラウン管上に表示するとともに，プリンタによるデータシートとして提供する機能を持っている。

（c） 性能・仕様

① 無線通信
- 方式：FM 電波による多重双方向通信
- 強度：「特定小電力」による max 10 mW
（参考通信距離の目安は，見通し範囲で約 300 m）
- チャンネル数：8 ch（予備 2 ch 含む）

② 精度
- 荷重値：ロードセル校正後 F.S. の±1% 以内
- 貫入値：エンコーダ仕様±5 cm/ビット以内

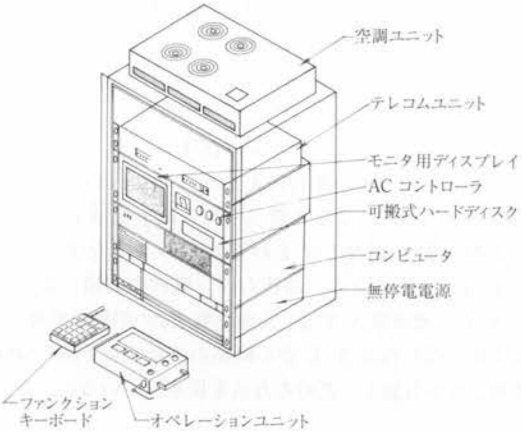
③ 耐環境
- 温度：−5°C〜＋55°C
- 湿度：80% 以内
- 衝撃：10G 以内
- 防塵，防雨性：個体ラック及び外部機構にて実施
（但しランニングユニットのみ）

④ 操作方法およびソフト
- 操作方法：主としてマウスによるマイコン操作
- プログラム言語：アセンブラおよびC言語

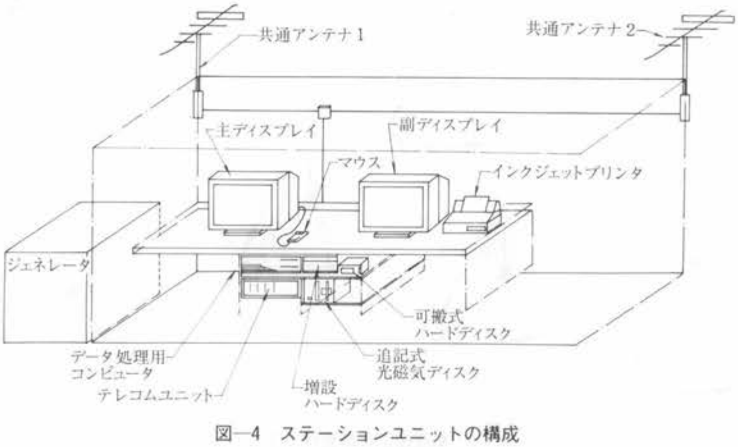
⑤ 装置構成
- ランニングユニット：図―3による。
- ステーションユニット：図―4による。

（2） システムの機能

本システムは，地盤改良工法として従来実施されてき



図―3 ランニングユニット外観



図―4 ステーションユニットの構成

た動圧密工法の施工管理を，身近なパーソナルコンピュータを核としてMCA（マルチチャンネルアクセス）方式の無線通信技術によって自動化することを目的としたシステムである。

すなわち，改良区域（ヤード）をメッシュに区切り，これらの位置情報をベースに，ハンマ貫入量，打撃回数等をランニング（施工側）ユニットごとにデータ収集し，複数台のランニング側から一斉に無線データ送信して，ステーション（管理本部）ユニット側でこれを一括処理するシステムである。各ユニットのシステムブロック図を図—5，図—6に示す。

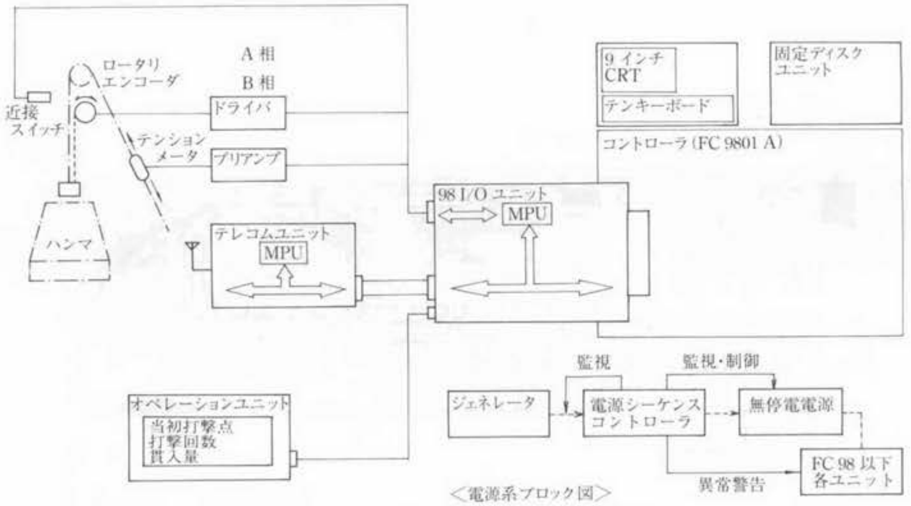
本システムにより，従来多くの煩雑な作業のデータ収集を機械に置換えることが可能になったため，データの欠落，ミスが防止されるようになった。

本システムでは各施工機ごとに以下の項目についてリアルタイムに施工情報，データが収集できるとともに，施工状況が集中的に把握・管理できる。

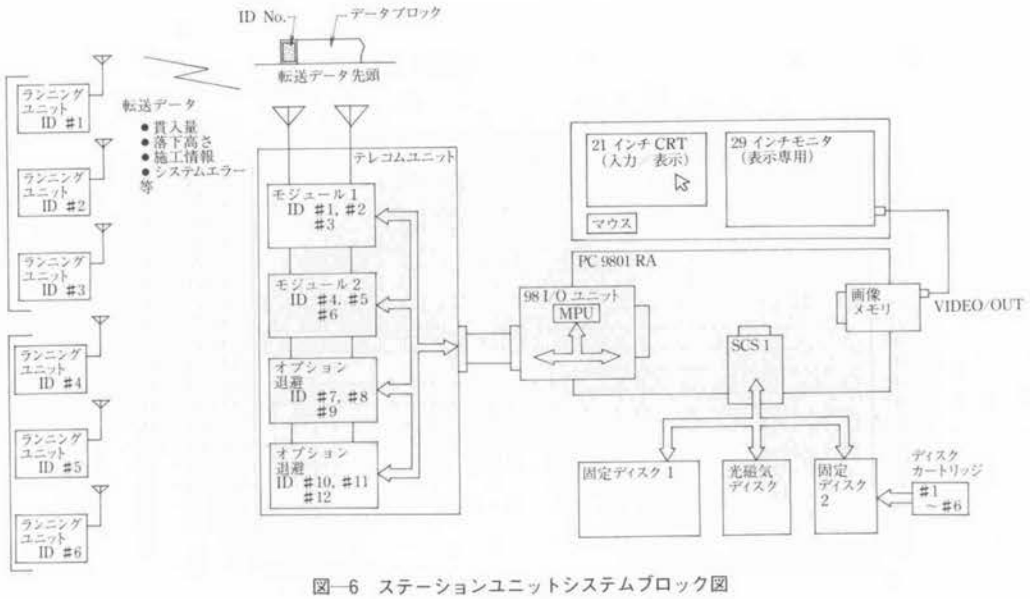
① 打撃回数
② 各打撃点の落下高さ
③ 各打撃ごとのハンマ貫入量
④ ハンマ地切力
⑤ 日報作製
⑥ 施工進捗図

（3） 動圧密工法群管理システムの特徴

① 広範囲に複数の動圧密施工機が稼働している場合



図—5　ランニングユニットシステムブロック図



図—6　ステーションユニットシステムブロック図

でも，一個所で施工管理，技術管理が行える。

② 打撃回数，貫入量，落下高，地切力をリアルタイムで計測，データ処理でき，日報作製機能を有している。

③ 打撃回数～貫入量の関係から各打撃点の打撃回数を変更することにより，均質な地盤改良が可能である。

④ 動圧密施工機に設置した「オペレーションユニット」により，クレーンオペレータが打撃回数，落下高，次回打撃点の確認が容易にでき，安全性・施工能率が向上する。

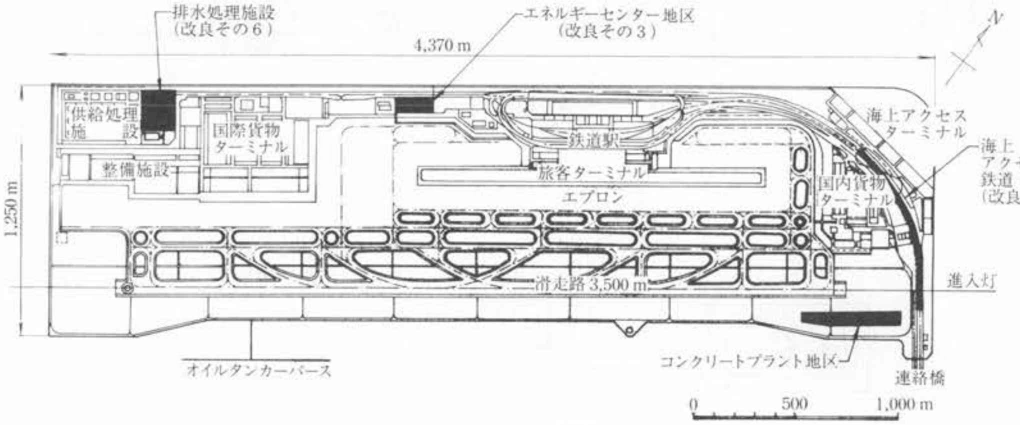
⑤ 動圧密機に設置した「ランニングユニット」のセルフチェック機能により，施工データが確実に採取できる。

4. 実 施 例

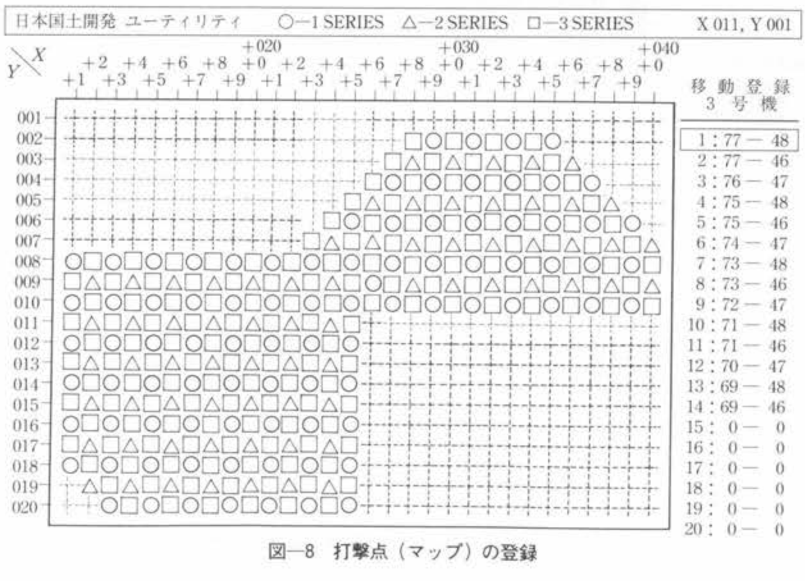
(1) 関西国際空港地盤改良工事の概要

関西国際空港の建設にともない，埋立地盤の改良としてサンドコンパクションパイル工，重錘落下締固め（動圧密）工，マンモスタンパ工が行われている。

動圧密工は，主に深度約 10 m の改良に用いられている。これまでにエネルギーセンター地区（改良その 3），コンクリートプラント地区，海上アクセス地区の鉄道，道路部（改良その 5），排水処理施設（改良その 6）で採用された（約 9 万 m^2）。現在も引続き，フロントステー方式の施工機が 5 台，その他のタイプの施工機が 5 台稼働している。動圧密工によりすでに改良された個所を図—7 に示す。



図—7 改良区域位置図



図—8 打撃点（マップ）の登録

(2) 施工管理例

実際の施工現場での実施例を示す。複数台の動圧密施工機の集中管理を行うために施工前に以下の準備を行う。

(a) マップの作成（図—8 参照）

地盤改良を行う範囲をステーション側で設定する。改良範囲は簡単な操作で矩形，三角形など任意の形状に設定できる。

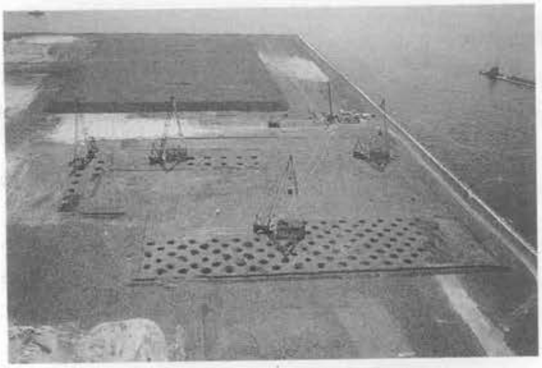
(b) 各施工機の移動登録

(a)で作成したマップをもとに各施工機の移動(施工)順序を設定する。移動順序は随時変更可能である。このとき各打撃点の打撃回数も同時に設定する。

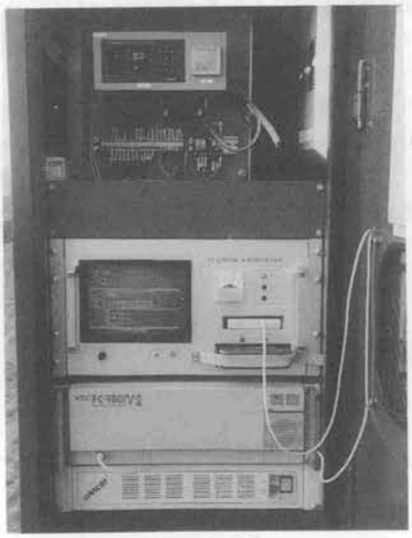
なお，ステーションユニットで登録した内容は，可搬式ディスクを介して各施工機のランニングユニットに転送され，同時にオペレータ席に設置したオペレーションユニットに表示される。

(c) 施工状況

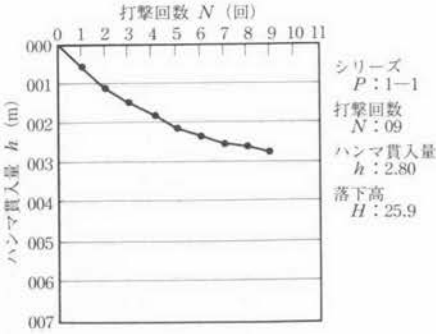
動圧密施工機による関西国際空港での施工状況を写真—1 に示す。各シリーズの施工時には，写真のように各打撃点ごとに地盤の圧縮により生じたクレータができる。写真—2 に各動圧密施工機に搭載しているランニングユニットを示す。



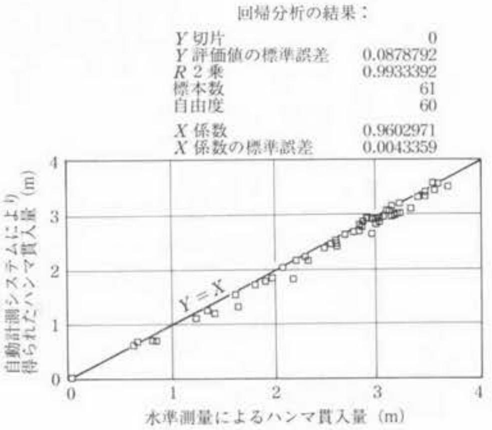
写真—1 関西国際空港での施工状況



写真—2 ランニングユニット



図—9 ハンマ貫入量



図—10 ハンマ貫入量計測例

(d) 施工管理状況

各シリーズの打撃に伴う各施工機のハンマの貫入量，打撃回数の関係は，複数台同時にモニタ画面（図—9 参照）に表示される。またモニタ画面には各施工機別にシリーズ，パス，ハンマ落下高も同時に表示される。

ハンマ貫入量をこのシステムで測定した値と水準測量による値と比較したものを図—10 に示す。同図よりこれらはリニアな関係にあることが確認された。

施工管理は，1人の管理者が各施工機の施工状況を同時に把握できるため，施工状況に応じてタイムリーな施工管理（打撃回数の変更）ができ，かつ施工管理者の人数を減らすことができる。

1日の施工終了後各打撃の施工状況（打撃回数と貫入量の関係，ハンマ落下高）とともに各打撃点の進捗状況を日報形式（図—11 参照）で作成することが可能で，迅速な施工結果報告ができる。

＿＿＿年＿＿月＿＿日（　）天候＿＿＿＿

報告者＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿印

シリーズ パス	W × H (tm)	施工個所 X	施工個所 Y	打撃回数 (回)	落下高 (m)	最終貫入量 (m)	打撃孔上径 (m)	沈下体積 (m^3)	備考
1－1	25 × 25	25	7	18	25.75	3.25	5.45	40.1	
		25	5	18	25.43	3.51	5.25	40.9	
		27	5	18	25.49	2.94	5.35	35.2	
		25	3	18	25.32	3.52	4.70	34.8	
		27	3	18	25.55	3.47	4.60	33.3	
		1	11	18	25.41	4.20	5.95	59.3	
		3	9	18	25.76	2.99	5.20	34.3	
		1	9	18	25.62	3.31	5.40	40.2	
		3	7	18	25.45	3.09	5.30	36.5	
		1	7	18	25.88	3.16	5.50	39.4	
		3	5	18	25.18	2.93	5.30	34.6	

	12(t)×10(m)	25(t)×25(m)	記事
本日打撃回数		198	
前日までの打撃回数		1,143	
累計打撃回数		1,341	
進捗率		18.0	

図―11　日報の出力例

5.　情報化施工への応用

動圧密工法の品質管理は，一般的には打撃前後の N 値の増加判定により行う。このため，打撃により地盤改良が目標強度に達してない場合には，再度打撃を行う必要がある。この場合には地盤調査が終了するまで動圧密施工機を待機させることになる。

このように，事前事後の地盤調査のみでは，地盤の不均一性を反映させた施工が行えないため，地盤改良の本来の目的である均質な改良ができない。通常，現場での技術管理は，ハンマによる打撃回数，ハンマ貫入量，1シリーズごとの打撃完了後に行う地盤沈下量を指標として行う。

特に，ハンマ打撃回数と貫入量の関係は，地盤改良前の地盤の締まり具合を反映するため，このデータを基に次のシリーズの各打撃回数の変更を行い，より均質な地盤改良が行える。

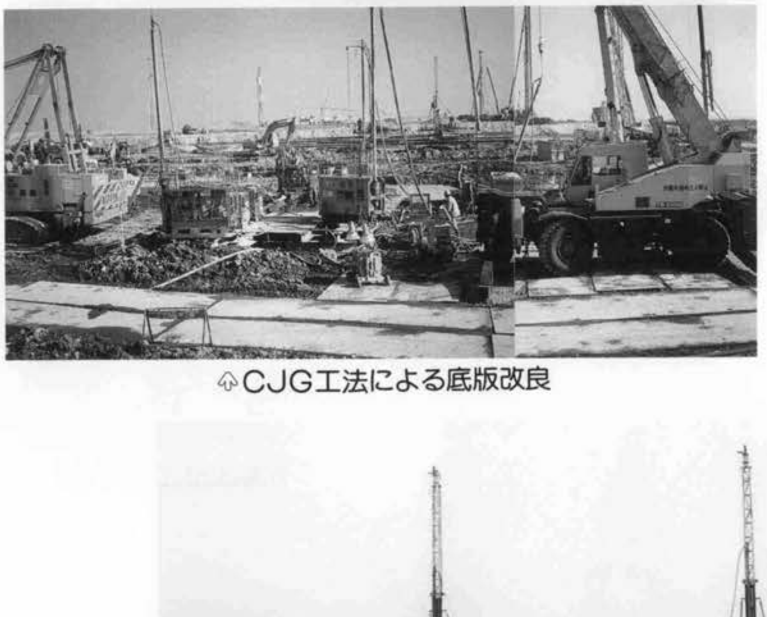
従来は，この技術管理を手作業で行っていたため，施工速度に見合ったタイムリーな管理ができなかったが，今回導入した「動圧密工法群管理システム」により，ハンマによる打撃中，リアルタイムに打撃回数と貫入量の関係が把握できるため，改良前の地盤の不均一性にかかわらず，均質な地盤改良が可能となった。

今後，打撃時のハンマ加速度を測定することにより，地中加速度の推定による N 値の増加，あるいは加速度-リバウンド時間による地盤改良の度合いを判定するシステムへと発展させる予定である。

このような動圧密工法の新しい施工管理手法を実施工に適用するためには，多くのデータの蓄積・分析が必要であり，この目的に本システムを活用しつつ，動圧密工法の施工管理システムを完成させていく予定である。

軟弱地盤改良工事

羽田沖合展開部



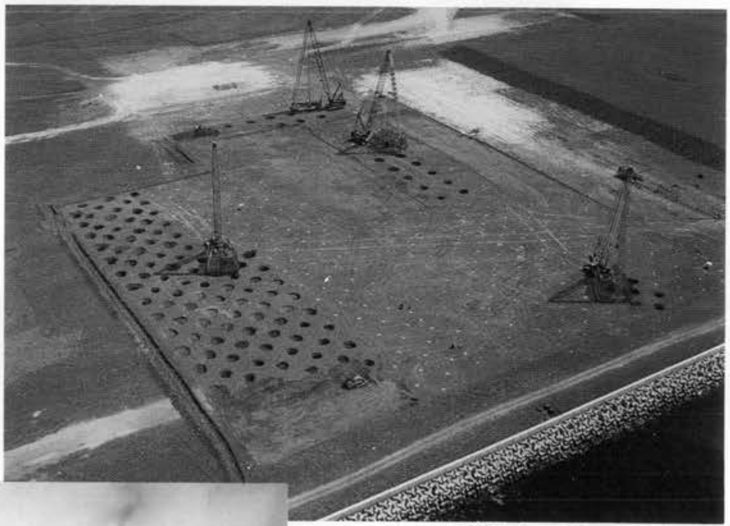
⇧CJG工法による底版改良

⇧パックドレーンによる圧密沈下促進

⇧JMM工法による鋼管杭との間詰め部改良

関西国際空港

⇧島内への埋立土砂の搬入終了



⇧供給処理施設地区の
地盤改良(DC工法)

動圧密工法

⇦動圧密工法による施工

浮遊式連続埋立工法(FCS)

⇧FCS設備構成

スーパージェット工法

⇧スーパージェット工法による改良体

⇧スーパージェット工法施工機

DJM工法

⇧DJM工法施工機

生石灰パイル工法

⇧生石灰杭打機

ディープバイブロ工法

⇧ディープバイブロ工法施工機

⇧ディープバイブロ工法による施工

⇧ケミコパイル掘削断面(φ40cm打設)

長島ダム施工設備計画

伊藤道明*　五嶋　政美**

1. はじめに

長島ダムは，大井川水系大井川の中流部で河口から約84 kmの静岡県榛原郡本川根町に建設中の多目的ダムである。

昭和62年に仮排水路トンネル工事に着手，ついで平成元年1月には本体建設第1期工事を発注し，平成3年12月現在本体の基礎掘削が90％を終了している。

施工設備では骨材プラント，コンクリート製造設備および濁水処理設備等の据付が終了している。

本稿では，長島ダムの施工設備の計画について紹介するものである。

2. ダムの概要

ダムの型式は，重力式コンクリートダムで，その規模は堤高109 m，堤頂長308 m，堤体積約842,000 m^{3}である。

図—1 位置図

また総貯水容量は7,800万m^3，有効貯水容量は6,800万m^{3}となっている。

事業の目的は，洪水調節，流水の正常な機能の維持，農地へのかんがいおよび水道用水の供給である。

本ダムの特長としては，計画高水流量6,600 m^3/secのうち1,600 m^3/secを調節して5,000 m^3/secを放流可能な放流設備（幅5.0 m×高さ6.4 m，6門）を有していることであり，これは国内最大規模のゲートである。ダム諸元を表—1に示す。

表—1 ダム諸元

位　置	
左　岸	静岡県榛原郡本川根町大字梅地
右　岸	静岡県榛原郡本川根町大字犬間
ダ　ム	
型　式	重力式コンクリートダム
堤　高	109 m（予定）
堤頂長	308 m
堤体積	842,000 m^3（予定）
非越流部標高	EL 482.0 m
貯水池	
集水面積	534.3 km^2
湛水面積	2.33 km^2
総貯水量	78,000,000 m^3
有効貯水容量	68,000,000 m^3
常時満水位	EL 470 m
サーチャージ水位	EL 480 m
使用コンクリート（単位セメント使用量）	外部210 kg（表面より3 m厚） 内部150 kg
放流設備	
非常用放流設備（クレストゲート）	高11.25 m×幅6.8 m×2門
主放流設備（コンジットゲート）	高6.4 m×幅5.0 m×6門
水位維持管理用放流設備	φ2,350 mm
低水放流設備	φ1,700 mm
計画高水流量	6,600 m^3/sce
ダム設計洪水流量	6,800 m^3/sce

* ITO Michiaki
建設省中部地方建設局長島ダム工事事務所長
** GOSHIMA Masami
建設省中部地方建設局長島ダム工事事務所機械課長

図—2 越流部断面図

3. ダム本体の施工法

本体の打設工法は，堤内構造物として主放流設備の他，水位維持用，低水放流用の放流管が堤体の下部に設置されるため，通常の柱状ブロック工法を採用している。ブロック割は，ブロック間隔 15 m（全ブロック数は 21 となる），リフト高は 2.0 m，基本レヤー長 23 m となっている。コンクリート打設は，タワークレーン 2 基によって打設する。これにより本体ブロックの大部分をカバーできるが，カバーエリヤ外の各部の打設方法は次のとおりである。

① 本体右岸端部（BL－19～21）は，2 号タワークレーンの範囲までコンクリートを運びトラッククレーンにて打設する。

② タワークレーンおよびトレッスルの基礎はコンクリートポンプ車で打設する。

③ 水叩き，導流壁および副ダムは 2 号タワークレーンを介してホッパへ投入，運搬してトラッククレーンにて打設する。

ただし，基礎底部の狭窄部と減勢工の河床埋戻し部（EL 388 m 以下）は RCD 工法で行う予定であり 11 t ダンプトラックにて直送しブルドーザにて敷きならし，振動ローラで締固めを行う。

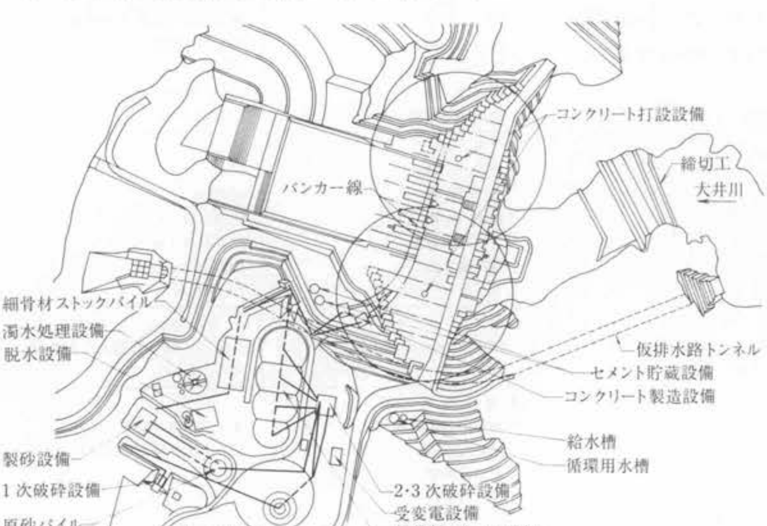
クーリングは，河川水によるパイプクーリングを予定しているが，夏期の外部コンクリート打設においては規制最高温度をクリアできないためリフト高さをハーフ分割して打設を行う予定である。

4. 施工設備計画

骨材は，貯水池内の河床砂礫を利用するものとし，ダム上流約 5 km までの範囲で原石を採取する。採取場からは，ダムプトラック（11 t）により骨材製造設備に運搬しここで 1 次破砕，2 次・3 次破砕およびふるい分け，製砂を行い骨材貯蔵設備に貯蔵する。コンクリート製造設備にはベルトコンベヤにより供給する。

コンクリート運搬は，コンクリート製造設備からコンクリート打設現場までバンカー線上をトランスファーカーにより運搬し，バケット受台車のバケットに供給する。

コンクリート打設は，前述のとおりタワークレーンおよび補助打設設備（トラッククレーン）により行う。給水は，大井川本川よりダムサイト左岸の EL 510 m に設けた給水槽に貯水し使用する。骨材の洗浄水およびダムサイトの濁水は，濁水処理設備に送り処理する。仮設備計画平面および骨材製造仮設備フローを図—3，図—4 に示す。



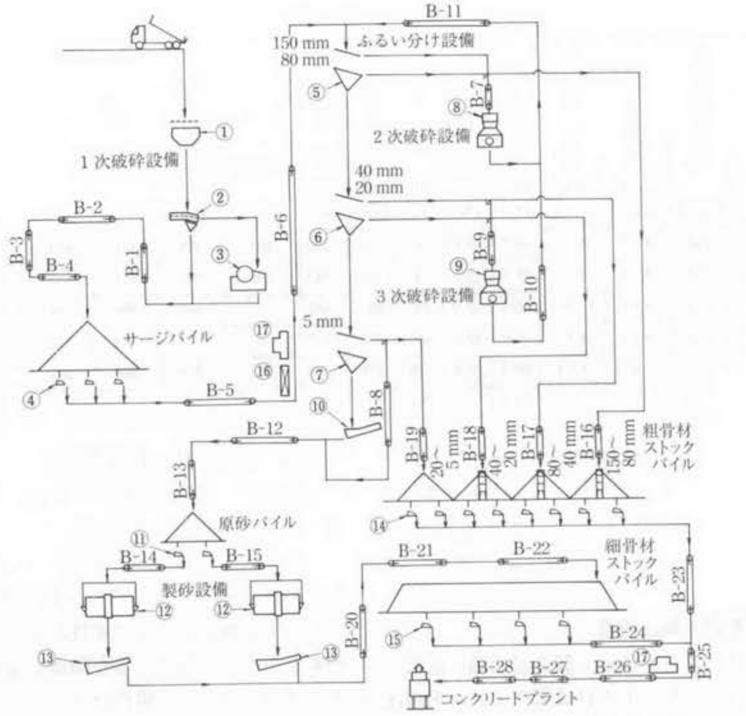
図—3 施工設備平面図

（1） 骨材プラント

骨材プラントは，骨材製造設備（1 次破砕，ふるい分け，2 次および 3 次破砕，製砂設備），骨材貯蔵・引出しおよび輸送設備で構成される。骨材プラントの位置は，ダムサイト左岸直下流 EL 450 m～EL 480 m 付近の地山を一部造成して設置した。骨材は，原石を直接河川から採取し 1 次破砕設備に送られるが，洪水時等で採取不可能なときには，ダムサイト上流に仮置きされている骨材を使用する。

（a） 骨材製造設備

1 次破砕設備は最大打設月の運転時間を，原石の搬入に際しダン



No.	機器名称	台数	仕様	No.	機器名称	台数	仕様
①	グリズリバー	1	グリズリ間隙 500 mm	⑨	3次破砕用 コーンクラッシャ	1	マントル径 φ1,200 mm, 95 kW
②	グリズリ付 振動フィーダ	1	機械式 1,800 mm×4,800 mm, 30 kW	⑩	スパイラル クラッシファイヤ	1	ダブルピッチ φ1,350 mm×L 9,000 mm, 7.5 kW
③	1次破砕用 ジョークラッシャ	1	ダブルトッグル型ジョークラッシャ 800 mm×1,000 mm, 95 kW	⑪	振動フィーダ	2	振動電動機式 558 mm×1,067 mm, 0.6 kW
④	振動フィーダ	3	振動電動機式 900 mm×1,500 mm, 2 kW	⑫	ロッドミル	2	中央周辺排出型 φ2,100 mm×3,600 mm, 190 kW
⑤	150 mm/80 mm 振動ふるい	1	1,500 mm×3,600 mm, 11 kW	⑬	スパイラル クラッシファイヤ	2	ダブルピッチ φ1,200 mm×L 8,000 mm, 5.5 kW
⑥	40 mm/20 mm 振動ふるい	1	1,500 mm×4,200 mm, 11 kW	⑭	振動フィーダ	8	振動電動機式 1,200 mm×1,500 mm, 3 kW
⑦	5 mm 振動ふるい	1	2,100 mm×4,800 mm, 22 kW	⑮	引出しゲート	4	パワーシリンダ式　0.8 kW
⑧	2次破砕用 コーンクラッシャ	1	マントル径 φ1,200 mm, 95 kW	⑯	金属探知器	1	750用
				⑰	ベルトスケール	2	750用

図—4　骨材製造フロー

プトラックが民家附近を通行することなどから10時間／日，運転日数は原石の採取が洪水時の影響で採取日が減少することなどから月21日とした。2次破砕設備の方は特に制約事項がないことから，全工期内平均的な運転時間と設備規模から12時間／日とした。骨材製造能力は，月最大コンクリート打設量32,000 m³（単位骨材使用量2.15 t/m³）で計画されていることから骨材製造設備は2次破砕設備の運転時間に対し230 t/hr，1次破砕設備への原石投入量は360 t/hr（ロス率8%）である。機種の選定については，原石が河床堆積砂礫であることから原石粒度が粗粒，平均，細粒の3種の場合について計算を行い3ケースのうち処理量が最大のものを基準とした。破砕機械設備の設置基数は，1系列としたが製砂設備については関連部品の消耗がはげしく日常の整備点検が欠かせない事等を考慮し2系列（能力40 t/hr×2）で計画した。1次破砕設備での洗浄設備については河床砂礫であることから設置しなかった。コンクリート1 m³当りの配合及び骨材粒度を表—2に示す。

（b）　骨材貯蔵・引出しおよび輸送設備

貯蔵設備の各パイルは野積みとし，その貯蔵容量は，1次サージパイルで3日分，砂原料パイルで1日分，粗骨材ストックパイルおよび細骨材ストックパイルで各4日分とした。粗骨材ストックパイルは直射日光による製品骨材の温度上昇防止のため上屋を設け，また各骨材の間には隔壁を設けて骨材が混合するのを防ぐこととした。細骨材ストックパイルも温度上昇防止の他，主に降雨による細骨材水分量の変動を防ぐため上屋を設けた。

骨材引出し暗渠は，工事終了後の撤去を考慮しすべて

表—2 標準示方配合

配合の種類	粗骨材最大寸法 (mm)	スランプの範囲 UH (cm)	空気量の範囲 UH (%)	水・セメント比 w/c (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量								摘要
						水 W (kg)	セメント C (kg)	細骨材 S (kg)	粗骨材 G				混和剤	
									150 mm ～ 80 mm (kg)	80 mm ～ 40 mm (kg)	40 mm ～ 20 mm (kg)	20 mm ～ 5 mm (kg)		
A	150	4±1	3±1	51.5	24.0	108	210	500	384	384	401	433		外　部
B	150	4±1	3±1	74.0	25.5	111	150	543	385	385	401	433		内　部
C_1	80	4±1	3.5±1	56.1	27.0	129	230	539	–	500	486	486		鉄筋部A
C_2	40	8±1	4±1	55.0	38.0	165	300	697	–	–	574	573		鉄筋部B
D	150	0	3±1	82.5	30.0	99	120	656	372	372	386	418		埋戻し部
モルタル	5	–	–	45.0	–	270	600	1,400	–	–	–	–		

コルゲートパイプϕ3,000を使用した。

骨材の運搬は，骨材プラント内および各ストックパイルからコンクリート製造設備へはすべてベルトコンベヤで行う。

(2) セメント貯蔵・輸送設備

セメントサイロは，コンクリート製造設備脇に配置した。貯蔵容量は，コンクリートの打設量やセメントの運搬の状況などを考慮して決定するが，長島ダムのセメント運搬方法は船積みされてきたものをダムサイトまで道路輸送されるので，道路事情等を考え3日分として1,000tとした。コンクリート製造設備1基につき，セメントサイロ1基の配置で，1基当り500tとする。輸送設備は，空気輸送式とし，その能力は40t/hrとする。

(3) コンクリート製造設備

コンクリート製造設備は，打設をタワークレーン設備2基により施工するので同時打設することを考慮し2基とし，ダムサイト左岸（EL 430 m）の平場に設置した。

機種については，最大粒径150 mm程度の大きな骨材を含む練り混ぜが容易で所要動力が小さく，保守管理も容易な重力式ミキサー（1.5 m^3×3台）とした。

(4) コンクリート運搬設備

バンカー線はクレーンの能力を十分発揮できるように検討した結果，平面配置上はダム軸に平行としできる限り上流側に近ずけた。設置標高はコンクリート製造設備と同標高となる。また線路は左岸から中間点までは複線，中間点以降は単線とし同時打設も可能とした。

運搬方式としては，作業人員が少なく経済性，安全性にすぐれ，無人化の対応もしやすいことを考慮してトランスファカー方式とし，バケット受台車上のバケット（4.5 m^3）まで運搬する。

(5) コンクリート打設設備

コンクリート打設設備としては，ケーブルクレーン，走行式ジブクレーン，固定式ジブクレーン（タワークレーン）が考えられる。選定にあたっては，この3案について経済性，施工性，安全性等を比較検討した結果，タワークレーンが他に比べて経済性にすぐれ自然環境への影響が最も少なく，特に大きな問題もないのでこれを採用した。タワークレーン規模はコンクリート量と主打設設備の関係，打設範囲，実績最大機種を考慮し，つり能力13.5t，作業半径75 mのものとした。組合せは，タワークレーン2基を並列配置し堤体の大部分を打設する。打設範囲からはずれる右岸端部は，打設機械の能力を小さくしても工程上大きな影響がないことからトラッククレーンによる打設とする。

設置位置については，

① 1基当りの打設コンクリート量が，できるだけ均等となる位置

② 本体のカバー範囲を出来るだけ広くとること，特に主放流設備および埋設物（放流管等）のあるブロックに配慮すること

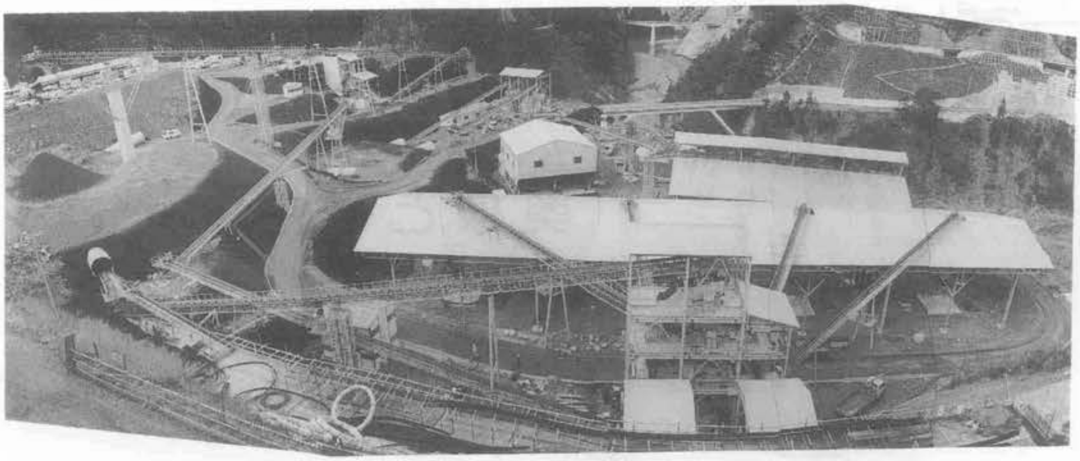
等を考慮して1号はBL−6，2号はBL−14に設置した。

(6) 濁水処理設備

ダム建設によって，発生する濁水は大別してダムサイト濁水と骨材洗浄濁水である。処理設備は，骨材製造設備とダム本体が近接していること，およびダムサイト付近では仮設備用地が狭く単独の処理設備を設置する用地がないため，ダムサイト濁水および骨材洗浄濁水を合せて処理する設備とし，骨材プラントエリア内に設置した。

長島ダムの原水量はダムサイト（コンクリート養生水・型枠洗浄水等）で330 m^3/hr，骨材洗浄（ふるい分け設備，製砂設備で350 m^3/hrそれにダスト量が20 t/hr）で370 m^3/hrとなる。よって，処理能力は700 m^3/hrとなる。

濁水処理の方法は，脱水設備を設けた機械処理脱水方



写真—1　骨材プラント工事状況

式とする。ダムサイト濁水のアルカリ性の中和に使用する薬剤は，過剰注入による二次公害を防止するために炭酸ガスとし，凝集沈澱用の薬品については，濁水処理試験を行い一次凝集剤にPAC，二次凝集剤にアニオン系の高分子凝集剤を使用することにした。処理水は，骨材洗浄用水として循環使用するが，処理水の最終目標値を一時的に河川に放流する場合に問題（水質汚濁防止法における大井川水域での排水出の規制値）とならないようにSSは50 ppm以下，pHは5.8～8.6とした。

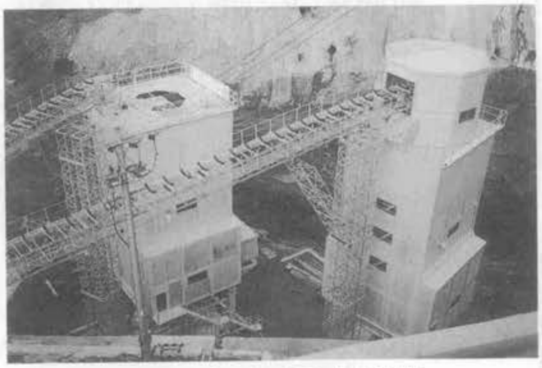
（7）　給水設備

給水系統の水源は大井川本川とし，仮排水路トンネル出口付近の左岸側下流を取水点とする。取水した水は，中継用水槽を経由し，EL 510 mに設置した給水槽(100 t)に送水する。この水は主としてダムサイト用水やコンクリート混合水であるが，同標高に設置した循環用水槽（250 t）への補給水も供給する。循環用水槽の用水は，骨材洗浄用用水として骨材プラントへ供給される。

洗浄後の水は濁水処理され，ポンプアップで循環用水槽に供給される。また，ダムサイト設備に供給された大半の回収水も濁水処理設備で処理された後，循環用水槽に送水され再循環される。

（8）　電力設備

工事期間中の負荷設備の容量は，工事の実施時期により変動するが最大になるのは，コンクリート打設時で約3,500 kVAである。需要率等から，受電設備容量は1,860 kVAとなった。受電の方式は，中部電力の電気供給規定における契約電力が，2,000 kW以下の高圧受電方式に該当することから高圧受電方式とすることとした。工事用の電力は左岸の骨材プラント近傍に設置する受電設備において，中部電力から3相3線6,600 V，60 Hzにより供給され，受電設備から高圧幹線を3フィーダに分岐し，7個所に設置する変電設備に送電する。6,600 Vにより高圧幹線から変電設備に送電された電力は，変圧器により各負荷設備の使用電圧に降圧して供給する。



写真—2　バッチャプラント工事状況

5.　あとがき

以上，長島ダムの施工設備計画について概要を紹介した。平成3年12月現在の仮設備の現状は，**写真—1**，**写真—2**のとおりである。今後，残っているタワークレーン，トレッスル（バンカ線）等のコンクリート運搬・打設設備の据付を完成させ，所期の本体コンクリートの打設に入る。

ずいそう

奥様と亭主

岡　　　哲

新郎新婦，及び御両家の皆様方，本日はまことにお芽出度うございます。ご挨拶という事で一言述べさせていただきます。

私は36年前の結婚式で，女房と次の二つを約束しました。毎朝会社へ出勤するため自宅を出てから帰宅するまで，我家の事は一切忘れさせてもらいたい。そして帰宅して家に居る間は，会社の事はすべて忘れたい。その代り月給袋はそのまま女房に渡すので自由に使ってもらって結構です。但し交際や，レクリエーションのために使う費用として，時間外手当とボーナスを２人で相談して人生を楽しむことに使い，貯金は一切しない。どうせ将来故郷へ帰れば，生活に困らないだけの土地はあり，貴重な２人の人生を，金に縛られたくなかったからです。

もう一つの約束ごとは，子供が生まれた時，教育についてです。男の子が生まれたら亭主が教育し，女の子であれば女房が教育することに決めていました。神様の思召か男児が２人生まれました。まず幼稚園に行く年令になって，テレビのチャンネル争いで喧嘩が起きました。早速２人を並べて座らせ，「１日に30分だけテレビを見ても良い時間を与えるので，２人で相談し一週間のテレビ予定表を作り，チャンネルと時間と番組名を書いて，日曜日の夜，お父さんへ出しなさい。」と言いつけました。小学校を卒業するまで続けさせました。２日分をまとめて１時間番組を見たり，コマーシャルの時間を計算していくつかの番組を並行して見たり，２人で相談して計画を立てていました。勿論，私達夫婦もニュース以外はテレビをつけない事にしていました。小学校も高学年になるにしたがって，段々と大人が見ても楽しい番組になってきたのは愉快でした。

デパートに行った時，子供が欲しがるのはその場では買わない事にしていました。出張した時のお土産として同じものを２つ買って帰る事に決めておき，私の出張を楽しむ様にしておきました。何れも自分の欲望を判断し，２人が相談する習性と，『計画を立てる楽しさ』を勉強させたかったからです。

小学校1年から6年までの間に将棋，碁，マージャンの順に教えました。何れも父親と大体同じレベルにまで相手してやりました。目的は瞬間的な相手の考え方を判断しながら，自分の責任で行動をしていく訓練に最上の方法だと思ったからです。

休日は公園へ行き，ラグビーボールやバトミントンで一緒に遊ぶ事に決めていました。スポーツの楽しさを体験させるためです。

それ以外は，勉強その他何一つ命令した事はありません。そして小学校を卒業して中学1年になる時，次の一言だけを言いました。「今後はお父さんは君を大人として考えていくので，自分の事は自分で責任をもって行動しなさい。」高校受験，大学受験，会社選び，結婚等をはじめ，全ての事について2人とも各人が自分の思うままにさせました。

出来るだけ家族と一緒に暮すことをモットーに，19回の引越，6回の転校とあわただしい生活の連続でしたが，今思い出しても家族4人で楽しい家庭を作り，一つの時期を楽しく送れてよかったなーと思っています。夏休みには安くて過せる会社の保養所などを選び，夏休み日記のタネだけは出来る様に気をつけていました。

静岡県の佐久間ダムの現場にいた時，郷里久留米市で最初の御見合をし，そのまま6ケ月後の結婚式まで会う暇もなく一緒になった夫婦ですが，この36年間の夫婦生活で一回の喧嘩もしなくて済んでいるのも，結婚式で決めた夫婦間の仕事の受持区分の約束を，お互いに守ろうと努力したからでしょう。

新婚2年間は，2ケ所の現場とも夜勤があったため，夜に我家で寝るのは1年間の半分であり，また1日の勤務が7時から19時までという長時間のため，帰宅しても御飯を食べるだけが精一杯という多忙な毎日でした。もっとも多忙さはその後も続き，九州で支店長をやっている時は自分の家で夜の食事をした事が無い程でとても喧嘩をする時間が取れなかったというのが，本当の理由かも判りません。

人間は一人では生きていけない動物であり，好むと好まざるとに係らず集団生活をしているのですが，もっとも基本的な集団生活が家庭であり，その家庭の中で次の世代を担っていく青少年が育っていくものです。お互が責任を分担して新しい家庭を作っていかれる，新郎新婦の御二人に，還暦を迎えた先輩の経験談が，何か少しでも役立つ事があれば幸だと思い，無駄口を叩いた次第でございます。新郎新婦，御親戚の皆様方，そして御列席の皆様方の益々の御健勝をお祈り致しまして，ご挨拶を終ります。御清聴有難うございました。

——*OKA Satoshi* 株式会社間組常務取締役土木本部長——

ずいそう

木から花への遍歴

和気　功

今から約20年前に山口県防府市の毛利邸のそばの閑静な所で3年間過ごしたことがある。その家の庭は広くて一面に芝が張ってあった。たまの日曜日には芝刈りに汗をながしたものである。しかし通常は朝出勤したら何時に帰宅できるか見当もつかないような多忙な日々を送っていた。そんな生活をしていたためか，その頃から将来，我が家をもてる日が来たら小さくても庭の池に鯉を泳がせ，そこに枝振りの良い松を植え，五月雨の雫が松葉を伝ってぽたりと池に落ちて波紋を描く情景を部屋に寝転んで眺めることを夢見ていた。そんなある日，友人が立派な黒松の古木盆栽をくれた。その後，手作りの見事なサツキの盆栽を届けてくれたりした。それまで全く盆栽に興味がなかった私も徐々にその良さが解り始め，山歩きの途中で実生の松を取ってきて盆栽にしたり，モミジ・ケヤキなども実生から育てて寄せ植えにしたりしたが，なかなか思うようにうまくいかなかった。その頃には本もあれこれ読み，理屈はかなり詳しくなっていたが，悲しいことに美しく作られた盆栽をある程度観賞することは出来ても，その美を自ら創造する芸術的感覚がまるで無かったのである。鋏を持っても全くイメージが湧かないのである。下手をするとやたらに枝を切り落として最後には丸裸にしかねないのである。結局20年経った今，手元に残っている盆栽は最初に貰った松とサツキ，それに最近友人が持ち込んだ直幹の津山桧の盆栽で，自作のものはたったひと鉢の赤紫の花をつける深山キリシマだけである。さんざん盆栽に手を焼いたあげくに私は自然のままで美しい花作りへと移っていった。

その過渡期の頃，ある店頭で薄紫の綺麗な花をつけた草花を見付けて買い求め，庭の片隅に植えたが翌年は絶えていた。今思えばそれは夏エビネ蘭であった。その後エビネ蘭を色々と見るうちに，以前絶やした夏エビネ蘭を思い出して惜しいことをしたと思っている。しかしエビネ蘭は苦労して咲かす割に花の期間が短いのが欠点だと思っている。今約20種類ぐらい育てている。中にはかなりのものもある。今年の春，修善寺に旅をした時，広島あたりでは見掛けない花色のものが安く買えたのではるばると持ち帰った。こうしてまた厄介者が一つ増えたわ

けである。

エビネ蘭と時を同じくして東洋蘭の寒蘭・春蘭の類にも凝り始めた。庭の片隅に放置しても毎年沢山の花を咲かせるもの（概して安もの）があるのに，名札を付けて良い鉢に植え，毎日眺めて花を持つものはなかなか花を付けない。今，大屯素心（台湾春蘭）が優雅な花を付け部屋中芳香に満ちているが，これも求めて4年目からやっと我が家に慣れて花を付け始めたものである。今年は西谷寒蘭も初めて蕾ができている。

3年前に友人の事務室に花が終わりかけた白の胡蝶蘭があった。彼は花が終わったらどうしようもないからと言って私にくれた。貰って来て始めたのが温室の必要な洋ランに手を染める契機となった。以来，妻の還暦の祝いに送られたカトレアもうまく咲き続けている。圧巻は昨年植物園で求めたバンダがこの夏に美しい薄紫色の花を10輪も付けたことである。これなどは少々自慢したい気分になったものである。洋ランは花持ちが良いことが長所であり，1ヶ月近く楽しめる。シンビジュームは広島では品種改良が盛んである。これは温室が無くても結構咲かせることができる。デンドロビュームなども同様である。この頃は花を楽しんだ後で捨てる人が多い。それだけ手頃な花になっているとも言えよう。デンドロビュームなどは捨てられて殆ど干涸びていたものを蘇生させて育ててみたら今年真紅の珍しい花をつけた。デンファレ・オンシジュームも見れば咲かせたくなるから我が家の小温室はもう満員である。

お陰でこの20年来本棚は植物の本で埋まってしまった。元来，技術屋の習性として自分の手で色々とやってみることが楽しいのである。芸術的創造性は無いが育てることは結構楽しいものである。一般に植物は自生地の環境に近い環境を作ってやる必要がある。狭い庭で鉢を移動して適所を探し，採光・温度・通風・灌水・施肥・消毒など所詮経験の産物である。また台風シーズンともなると台風の進路を気にしながら鉢の避難に一苦労である。それも空振りになることが多い。

先に自生地の環境重視と言ったが，自然の厳しさも重要な環境であることを忘れてはならない。化学肥料漬・消毒漬の野菜がまずいように，また人間でも苦労を知らない過保護の子が往々にしてしっかりしないように，花も例外ではない。平凡な一例を挙げれば新聞などでよく月下美人の花（一夜咲きの白い豪華な花）が咲いたと書いてあるが，この花などは冬は室内に置き枯死しない程度まで水やりを止めておくことが花を咲かせるこつである。余談であるが不思議なことにこの花が咲く時は広島市では殆ど同時であり，3日と狂わないようである。

花の魅力は私に来年を期待させてくれる。だから今後もずっとこの道楽は続くであろう。

——*WAKE Isao*　株式会社ヒロコン代表取締役社長——

新工法紹介 調査部会

03-75	ACSUS（タワークレーン自動運転および稼働監視システム）	鴻池組

▶概　　要

本システムは，タワークレーンの自動運転および稼働監視（衝突防止および稼働管理）により，タワークレーンの運転をより迅速に，また安全に行う総合運転監視システムである。

① 自動運転システム

マイクロコンピュータ制御により，複雑なレバー操作をすることなく，ボタン操作だけで高精度，高速度かつ荷振れ防止をした揚重作業を行うことができる。

② 稼働監視システム（衝突防止＋稼働管理）

タワークレーン間の空間距離を演算し，その接近速度に応じた警戒を行うことにより，システムを止めることなく，接近作業が安全に行える。また，オペレータにはディスプレィおよび音声により警報を行い，危険時は自動停止をかける。また，事務所に設置したホストコンピュータに，クレーンの稼働データを記録し，各種日報，管理帳票を作成することができる。

▶特　　長

① 行先指定ボタン操作により，指定されたポイントへ安全かつ最短ルートにて荷振れを防止し，高速・高精度に揚重作業を行う。

② 三動作複合により，時間ロスの少ない運転を行う。

③ クレーン間の接近速度に応じた，三次元警戒衝突防止を行う。

▶用　　途

RC 超高層ビルの高強度コンクリートのバケット打設作業，ダム工事におけるコンクリート打設など，繰返し動作を多く含むクレーン作業に適す。

▶実　　績

• 高見フローラルタウン 15 号棟建設工事（RC 造 31 階建，昭和 63 年）

• 川口駅西口再開発 A 棟建設工事（RC 造 25 階建，平成元年）

▶参 考 資 料

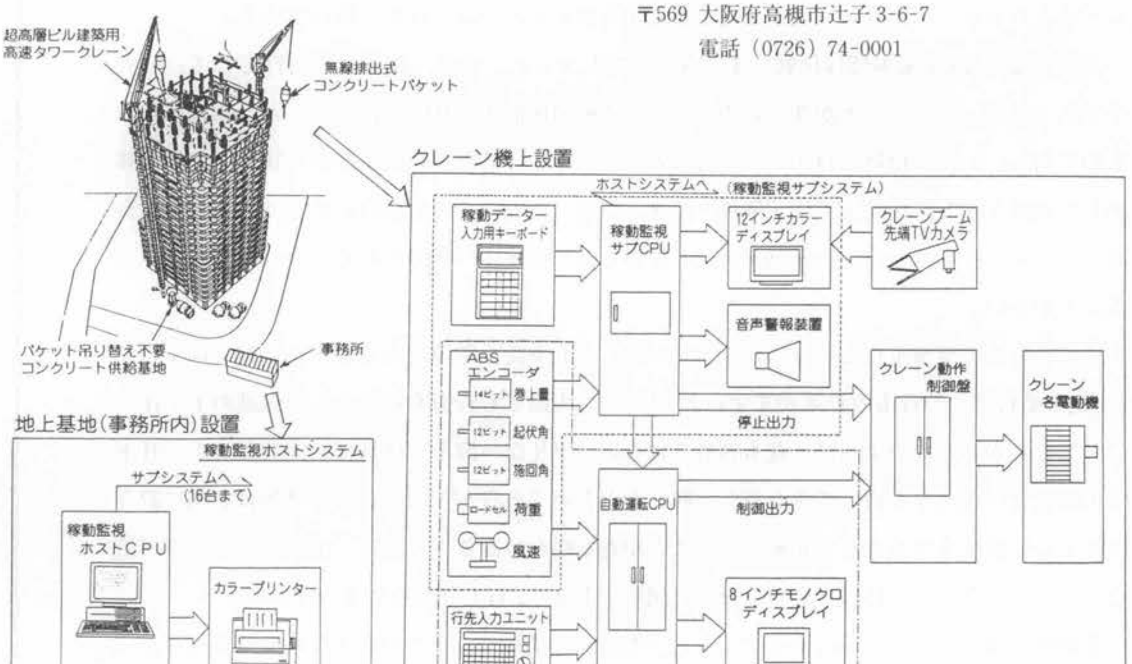
•「タワークレーン自動運転・稼働監視システム」“第2回建設ロボットシンポジウム”（平成 3 年 7 月）

▶工業所有権

特許出願公開　平 2-56396

▶問 合 せ 先

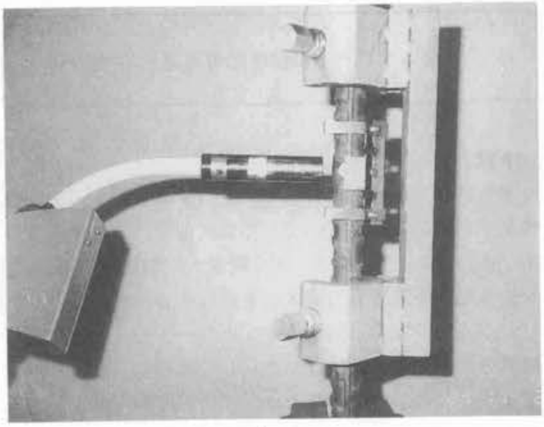
（株）鴻池組大阪本店機材センター
〒569 大阪府高槻市辻子 3-6-7
電話（0726）74-0001



図—1　システム構成

新工法紹介 調査部会

03-76	CB 工法	日本国土開発



写真―1

▶概　　要

CB 工法は CB（セラミックパッキング）を使用した異形鉄筋の溶接継手工法である。特殊なセラミックパッキング材とワンタッチでパッキングを鉄筋に保持させる軽量な CB ホルダーを用いた省力化工法である。

鉄筋コンクリート構造物はますます高層化し，大型化の一途をたどっており，適用される鉄筋も太径化，高強度化し，より高い寸法精度や鉄筋の整合性が要求されている。従来の異形鉄筋の接合工法では，① 接合部が鉄筋径よりも太くなりコンクリートの充填性が悪くなる，② 目視検査等の品質管理が困難，③ 鉄筋を引寄せなければならない，などさまざまな問題点がある。

CB 工法はこれらの技術的な要求を満足させ，問題をクリアし，省力化と合理化を実現させた。またその技術が評価された結果，平成2年6月，日本建築センターにおいて一般評定を取得し，建設省の認定を得た。

▶特　　長

① セラミックパッキングは，溶接後除去するため，溶接部の目視検査が可能となり，信頼性が増す。

② 継手部分は鉄筋とほぼ同径なため，鉄筋間隔やコンクリート被覆などで効率の良い設計が可能となり，コンクリートの充填性を高める。

③ 接合しようとする鉄筋を引寄せる必要がないため，鉄筋の先組工法や PC 工法にも適用できる。

④ セラミックパッキング材は軽量なため，CB ホルダーによって鉄筋溶接部にワンタッチ装着が可能となり，アークタイム以外の準備作業の簡略化により，総合的な接合作業時間の短縮が実現する。

⑤ セラミックパッキング，CB ホルダー，鉄筋支持金具は小型軽量なため，高所や狭い場所でも作業ができる。

▶用　　途

本工法は D 19～D 51，SD 40 までの鉄筋を使用する土木・建築構造物の施工に適用可能である。

▶実　　績

日本国土開発(株)宮津作業所　D 25，D 29　5,000 個所
日本国土開発(株)北陸作業所　D 25，D 29　6,000 個所
日本国土開発(株)青山作業所　D 25，D 29　5,000 個所
日本国土開発(株)宮崎作業所　D 25，D 29　4,000 個所
ほか多数

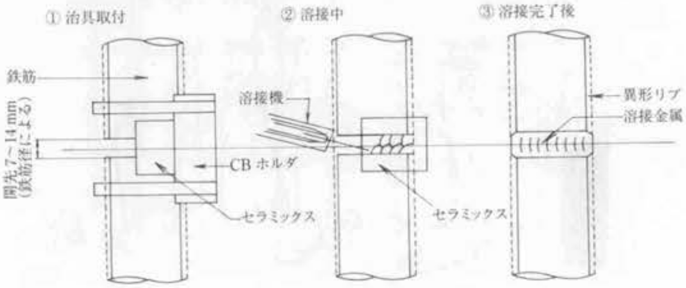
▶参 考 資 料

- 建築センター報告書，建設省住指発第 643 号-2
- 建築学会大会梗概集，平成2年度
- 建築学会大会梗概集，平成3年度

▶工業所有権　申請中

▶問 合 せ 先

日本国土開発（株）エンジニアリング本部
〒107 東京都港区赤坂 4-9-9
電話（03）3423-1306
FAX（03）3470-7964



図―1　CB 工法要領図

新工法紹介 調査部会

03-77	コンクリート自動締固め装置	熊谷組

▶概　　要

本装置は，型枠内に打込まれたコンクリートの締固め作業を自動的に行うもので，型枠に取付けて使用する。本装置は，おもにつりフックで横端太に取付けるポスト，型枠振動機を装着してポストを昇降する移動部，コンクリート充塡位置を感知するコンクリートセンサなどから構成されている。操作は，独立した制御盤，およびハンディタイプの手動操作リモコンによって行うことができる。

本装置による締固めは，まずコンクリートセンサによって，型枠内に打込まれたコンクリートを感知し，型枠振動機が所定の時間だけ作動して締固める。そして，締固め終了後，型枠振動機の作動を停止し，ポストに沿って次の位置（上部）まで移動し，順次自動的に締固めを繰返しながら，全体を締固めていく。

▶特　　長

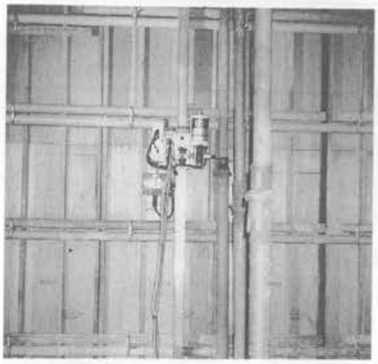
① センサによりコンクリートの充塡位置を感知し，型枠振動機を自動的に作動させる機構となっているので，締固め忘れがなくなり，均一に締固められる。

② 型枠振動機の移動，設置が自動的に行えるので，人手による盛替えが不要となり，高所作業を排除できる。

③ 振動機の加振時間は，0～3分の範囲で任意に設定できる。

④ ポストと移動部は脱着自在で，ポストを事前配置しておくことによって，盛替えが移動部だけになり，能率的に作業が行える。

⑤ 作業が単純になるため，熟練した作業員が不要になる。



写真—1 現場稼働中のコンクリート自動締固め装置

▶用　　途

柱・壁などの垂直部分のコンクリートの締固めに幅広く適用でき，特に階高の高い建築物，耐震壁，打放し仕様の壁・擁壁，高品質コンクリートを要求される建築物などの構造物に有効である。

▶実　　績

• ゴルフ場クラブハウス新築工事（愛知県南設楽郡，RC造地上2階，延床面積3,210 m²，建築面積2,676 m²，平成2年）ほか

▶参考資料

•「コンクリート工事の自動化・省力化」"第4回建築施工ロボットシンポジウム予稿集"（平成2年2月）

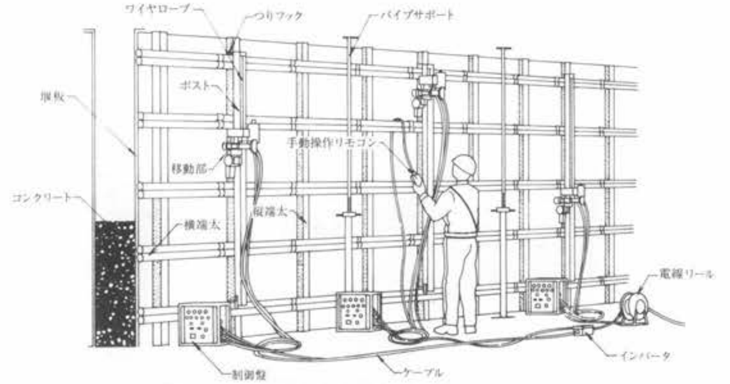
•「コンクリート自動締め固め装置の開発」"日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）"（平成2年10月）

▶工業所有権

特願平1-105750ほか

▶問 合 せ 先

(株)熊谷組技術開発本部建築生産技術部
〒162 東京都新宿区津久戸町2-1
電話（03）3235-8655



図—1 コンクリート自動締固め装置概念図

新工法紹介 調査部会

04-82	シールド姿勢制御 エキスパートシステム	フジタ

▶概　　要

本システムは，AI を利用してシールド掘進機の姿勢制御を完全自動化したシステムである。

このシステムは，位置・姿勢自動計測システムとリンクすることにより，正確な測量データと算出された変位量，変位角データおよび推進力，ストローク等の各種データを，リアルタイムに取得することができる。

これらのデータとそれまでに蓄積された経験データと知識データに基づいて，AI 手法を駆使し，計画センターとのずれが生じた場合には，スムーズに計画線に乗せるための予想曲線を策定し，ジャッキパターンの選択を逐次変更しながら姿勢制御を行う。

これら一連の制御を，エキスパートシステム化する事により，管理者およびオペレータ等の人的関与を要することなく，シールドマシンの姿勢制御を，完全に自動化したシステムである。

▶特　　長

本システムは，CLIPS と呼ばれる AI 構築ツールを導入している。このツールは，NASA で開発されたもので，米国の SDI や NASA/JPL 計画に使用されたものである。

① AI（人工知能）を，利用して学習機能を持ったエキスパートシステムを採用することにより，きめの細かい高精度の制御を実現している。

② シールド機の位置・姿勢データは，自動計測システムにより，オンラインでリアルタイムに送られてくる。

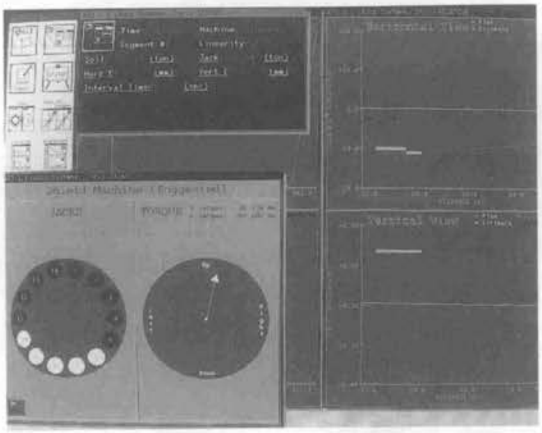
③ マシンの設計計画線に対する変位は，マシン先端中心部での変位量に換算して示す。

④ 変位量を補正するための仮想制御線を策定する際は，使用セグメントの種類や，現在位置が直線上あるいは曲線上にあるのか等の，想定できる環境条件を考慮して自動的に決定する。

⑤ データベース中のターン・トルク式はマシンのくせ，地山の変化等をデータ解析の結果，上下・左右のバイアスとして自動的に取込み，これに基づいてトルクベクトル量を定める。

⑥ 上記ベクトル量に最も近くて，なおかつ知識ベースのルール条件を満たしたジャッキパターンを瞬時に，選択・決定する。

⑦ シールドジャッキは，全ジャッキ追従方式としてスピードアップを図る。



写真―1　ディスプレイの例

▶用　　途

本システムは，シールド掘進機の姿勢制御を自動化したものであり，泥水式・土圧式等の工法を問わず，あらゆるシールド工法に適用できる。

▶実　　績

- 東京電力千駄ケ谷管工事（昭和 62 年）　$L=$　650 m
- 東京都下水道局雨水幹線（昭和 63 年）　$L=$　640 m
- 千葉印旛沼流域下水道（平成元年）　$L=1{,}090$ m
- 埼玉県荒川右岸下水道（平成 2 年）　$L=$　510 m
- 尼崎市第 2 増穂幹線（平成 3 年）　$L=1{,}250$ m
- 横浜市三保幹線下水道（平成 3 年）　$L=$　855 m

▶参 考 資 料

- 第 45 回土木学会年次学術講演会集（土木学会：平成 2 年 9 月）
- 建設マネジメント問題に関する研究発表講演集（土木学会：平成 2 年 12 月）

▶工業所有権

- 特願　平 2-25842

▶問 合 せ 先

(株) フジタイチケン

〒181 東京都千代田区神田須田町 2-17 サガミビル
電話 (03) 3253-3694

新機種紹介 調査部会

▶掘削機械

91-02-20	東洋運搬機 小型油圧ショベル **TB** 020	'91.12 新機種

竹内製作所からのOEM製品，NEW TBシリーズの最小機種で，コンパクトながら，力強くスピーディな新製品である。最小旋回半径が小さい割に，作業範囲が大きく，操作が楽で使いやすく，静かに安全作業ができる。輸送も鉄クローラ製品ながら，2トントラックで楽にできる。

写真—1 東洋運搬機 **TB** 020 ミニバックホウ

表—1 **TB** 020 の主な仕様

標準バケット容量	0.05 m^3	輸送時全長×全幅	4.05×1.31 m
機械重量	1.97 t	走行速度	2.2/4.0 km/hr
定格出力	21 PS/2,500 rpm	登坂能力	30°
最大掘削深さ×同半径	2.32×4.04 m	最大掘削力	1.5 t
最小旋回半径（フロント＋後端）	1.035＋1.22 m	価格	4.6百万円

注：フロント最小旋回半径はフロントスイング時の値を示した。また本表は鉄クローラ，キャノピ式の場合の値を示しているが，価格はゴムクローラ型で15万円増，キャブ付は50万円増となる。

91-02-21	神戸製鋼所 小型油圧ショベル **SK** 005 ほか	'91.12 新機種

クローラ幅が油圧伸縮し，狭隘地の作業に好適なボーダレスショベルシリーズである。左右各90°のブームスイングで側溝掘りも容易にでき，旋回フラッシャ，衝撃に強い新素材DCPD製のセイフティバンパ，油圧取出口（013型以上は2ウェイ）と操作ペダルなどを装備した，都市感覚デザインの樹脂成形多用製品である。005型では2tダンプに積込める高さが得られ，走行操作はすべて1本のレバーででき，013型以上では，2連走行モータ，シート一体型の油圧パイロット式操作レバー，ワンタッチ可倒式キャノピ，点検モニタなどを採用したほか，フロントに超エンプラ製無給油軸受，樹脂製スラストワッシャを採用して，整備性を上げ騒音を低くしている。

写真—2 神鋼 **SK** 005，**SK** 013，**SK** 015 ボーダレスショベル

表—2 **SK** 005 ほかの主な仕様

	SK 005	SK 013	SK 015
標準バケット容量（m^3）	0.01	0.035	0.04
機械重量（t）	0.5	1.3	1.45
定格出力（PS/rpm）	4.5/2,500	12.5/2,600	16/2,550
最大掘削深さ×同半径（mm）	1,350×2,495	1,915×3,500	2,160×3,780
最小旋回半径（フロント＋後端）（mm）	690+710	945+1,065	955+1,070
輸送時全長/クローラ全長（mm）	2,410/1,095	3,485/1,385	3,695/1,385
クローラ全幅（mm）	600/780	880/1,140	980/1,320
走行速度（km/hr）	1.6	3.7/1.9	4.2/2.2
登坂能力（%）	58	58	58
最大掘削力（t）	0.55	1.0	1.11
価格（百万円）	1.65	2.5	2.65

注：標準はゴムクローラ付であるがSK 013以上は鉄クローラ仕様もあり，SK 015にはキャブ付もある。フロント最小旋回半径はスイング時の値を示す。縮小時のクローラ幅は，既販の007型は木造住宅布基礎内進入幅680 mmを採ったが，005型では宅内基礎，配管工事への最適進入幅，013型では半間道路進入幅，015型ではキャブ搭載の最小幅を目やすとしている。

91-02-22	住友建機 油圧ショベル **S 160 F 2 U**	'91.11 応用製品

掘削性能，操作性，静粛性などで好評のF2標準機の特徴をそのままに，特に狭隘地での都市工事などに向くよう更に小回り性を追求した超小旋回機である。ドアを開放した状態で車幅内旋回ができ，左右各1,125 mmのオフセットによりクローラ外側の掘削もできる。ブームとアームの2連化，走行2連化によりスピードとパワーに溢れる作業ができ，油圧パイロット式操作レバー，低

騒音，広い視界のほか，オプションで低振動のショートピッチゴムクローラもあり，快適に作業できる。

写真―3　住友 S 160 F 2 U スピンエース超小旋回機

表―3　S 160 F 2 V の主な仕様

バケット容量	0.25 m^3	クローラ全長×全幅	2.88×2.32 m
全装備重量	7.92 t		
定格出力	50 PS/2,000 rpm	走行速度	4.4/3.1 km/hr
最大掘削深さ×同半径	4.2×6.45 m	登坂能力	49 %
		最大掘削力	4.8 t
最小旋回半径（フロント＋後端）	1.15+1.15 m	価格	14.5 百万円

▶クレーン，高所作業車ほか

91-05-16	住友建機 クローラクレーン　SC 50	'91.10 新機種

建築，下水道など，狭い都市工事現場で自在に作業できるよう，小回り性，操作性，静粛性を重視した3段伸縮クレーンである。後端旋回半径1.6 m と狭い場所でも楽に全旋回でき，作業範囲も大きい。アクセルペダル，旋回フリースイングの標準装備で使いやすく，ゴムクローラのため走行も静かにでき，自動停止機能付きのモーメントリミッタ等によって安全に作業できる。

表―4　SC 50 の主な仕様

最大つり上荷重	4.9 t×2.0 m	ブーム長さ	4.2～8.8 m
全装備重量	8.0 t	巻上ロープ速度	56 m/min(3層時)
定格出力	57 PS/2,200 rpm	走行速度	3.7 km/hr
地上揚程/総揚程	9.2/15.7 m	クローラ全長×全幅	2.93×2.27 m
最大作業半径	8.5 m	価格	13.5 百万円

注：つり荷走行は最大 2 t×2 m である。総揚程はロープ長さ 80 m 時の4本掛けで表示しているが，オプションで 120 m ロープとしたとき 25.7 m までとれる。

写真―4　住友 SC 50 アストロボーイ・テレスコクレーン

91-05-17	神戸製鋼所 クローラクレーン　BM 1200	'91.11 新機種

今後進展が期待される大深度，大壁厚の地下連壁工事に威力を示す水平カッタ式掘削機械（エレクトロミル，ハイドロフレーズなど）のベースマシンとして最適なハイパワー，高強度で，ロープ速度の微細制御性にすぐれた大型全油圧式機である。一層で 49 m のロープを巻取る広幅大径ドラム，32 t の大ラインプル，高速ロープ速度の1軸2モータウインチは，20 cm/hr の超低速までの定速制御や地盤状態に合せての定速降下もできる。また硬土掘削時の刃先荷重制限機能，大型放熱フィン付ブ

表―5　BM 1200 の主な仕様

最大つり上荷重	100 t×5.5 m	本体全長×全幅	9.39×6.32 m
全装備重量	115 t	クローラ全長×シュー幅	7.78×1.07 m
定格出力	405 PS/2,200 rpm		
最大ブーム長さ	73.15 m	接地圧	0.75 kg/cm^2
同ジブ付長さ	64.01+18.29 m	走行速度	1.6/0.8 km/hr
巻上ロープ速度	100/50, 54/27 m/min	登坂能力	40 %
		燃料タンク容量	600 l
最大(定格)ラインプル	32(15)t	価格	153 百万円

注：全装備重量は基本ブーム (18.29 m)，100 t フック付の値を示す。

新機種紹介

レーキ装備のほか，操作性，安全性にすぐれた全油圧式のため，高精度な建築建方や基礎相半作業も安全確実に施工できる。

写真―5　神鋼コベルコ **BM** 1200 全油圧式ヘビーデューティクローラクレーン

91-05-18	神戸製鋼所 ホイールクレーン **RK** 250-3 ほか	'91.12 モデルチェンジ

快適，高性能，小型化のために各所に新機能を盛りこんだ，未来指向型パンサーシリーズのいわゆるラフテレンクレーンである。独自のバーテブラ（脊椎）フレーム採用により車幅を10 cm 以上も縮め，転倒防止の旋回自動停止装置，走行安定の良いハイドロニューマチックサスペンション，アウトリガ幅自動検出装置，過負荷防止パネルと別に8種の作業状況把握のできるCRTマルチディスプレイなどを標準装備したほか，3速の馬力アップと走行時ハイロウ切換自在で登坂性を改善しており，視界性，居住性の良い新型キャブ採用などにより，能率良く作業を処理できる。

写真―6　神鋼コベルコ **Panther** 500，350，250 シティコンシャスクレーン

表―6　**RK** 250-3 ほかの主な仕様

	Panther 250 (RK 250-3)	Panther 350 (RK 350)	Panther 500 (RK 450-2)
最大つり上荷重 (t×m)	25×3.5	35×3.0	45×3.0
ブーム/最大ジブ付長さ (m)	9.3～30.6/42.6	9.4～35/48.5	10.2～39/54
最高出力 (PS/rpm)	220/2,800	270/2,200	320/2,200
車両総重量 (t)	26.5	31.92	37.57
主巻ロープ速度(m/min)	124/60	124/60	122/52
最大地上揚程(主/ジブ) (m)	31.8/43.6	36/49.5	40.1/54.6
走行速度 (km/hr)	49	49	49
最小回転半径 (2輪/4輪操向) (m)	9.3/5.4	9.2/5.2	10.6/5.9
軸距×輪距 (m)	3.7×2.02	3.89×2.13	4.82×2.33
タイヤサイズ	16.00-25-28 PR	16.00 R 25 (OR)	18.00 R 25 (OR)
価格 (百万円)	44.0	55.5	7.33

注：走行駆動は電子制御フルオートマティック の ロックアップ付トルコンによる，4×4，4×2 切換式で，登坂能力はいずれも tan θ=0.6 (31°) である。

91-05-19	加藤製作所 ホイールクレーン **MR** 100，**MR** 100 **M**	'91.12 新機種

複雑化，狭隘化する工事現場で小回りよく作業を処理できるミニラフテレンクレーンである。6段全自動伸縮式フルパワーブームで0.35 t つり×20 m の威力を発揮でき，アウトリガ幅自動検出装置，作業範囲制限機能をもち，ドラム回転インジケータを内蔵するACSモーメントリミッタで安全に運転できる。前後輪のインディペ

写真―8　加藤 **MR**-100 シティエース・ミニラフター

ンデントマルチステア，モード切換自在のクロスオーバ操向，ワンタッチオートリターンの後輪ステアロックなどで進入性よく，325 mm の最低地上高，偏平型デフケースの採用で悪路にも強いほか，67 dB(A)/7 m（エネルギー平均）と騒音レベルも低い。

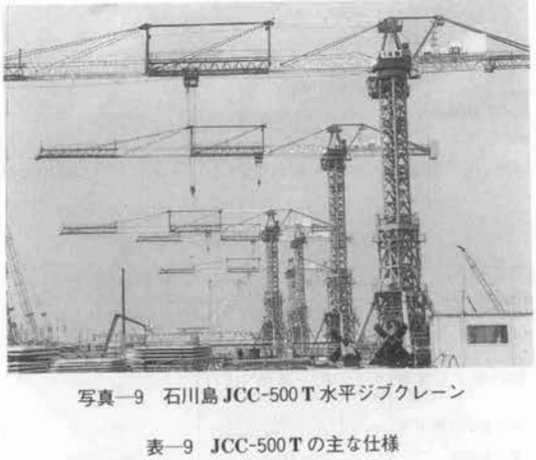
表—8　**MR** 100 ほかの主な仕様

最大つり上荷重	10 t×2.5 m [4.9 t×4.2 m]	最大地上揚程	ブーム 22.5 m ジブ 24.2 m
車両総重量	11,985 kg	走行速度	49 km/hr
エンジン出力	140 PS/3,000 rpm	登坂能力	tan θ 0.6
ブーム/ジブ長さ	5～21.5/1.8 m	最小回転半径	4 輪操向 3.82 m 2 輪操向 6.4 m
巻上ロープ速度	112 m/min（主巻，5 層目）	アウトリガ幅	1.64～4.5 m
全長×全幅	6,620×1,995 mm	価格	18.0 [17.2] 百万円

注：表中 MR 100 M の数値が MR 100 と異なる項目については，[　] 内に 100 M の値を示した。

91-05-20	石川島輸送機 タワークレーン　**JCC**-500 **T**	'91.2 新機種

上空制限のある場所でも使いやすいよう，上部構のディプスを押さえ，リフトを確保した特殊水平ジブ式の油圧クライミングクレーンで，頻繁な組立解体に向くよう重量制限，輸送制限を考えた構造を採るなど，大成建設との共同研究により，現場の作業性を良く配慮して開発した製品である。ジブは 15 m 節構成とし，ジブブロックの取外しのみで最大作業半径を変更（ジブ長さ 60, 45, 30 m など）できるほか，巻上，横行，旋回とも故障診断機能付のサイリスタレオナード制御とし，遊星ギア採用でコンパクト化している。運転室はコンソールデスクで操縦性も良く，燃焼式トイレ装備などにより快適な作業ができる。



写真—9　石川島 **JCC**-500 **T** 水平ジブクレーン

表—9　**JCC**-500 **T** の主な仕様

定格荷重/作業半径	10 t/4 m～10 t/33 m～7 t/60 m	巻上速度	80～25 m/min
電動機出力	巻上 55 kW，横行 11 kW 旋回 15 kW，昇降 30 kW	横行速度	50 m/min
電源トランス	150 kVA 以上	旋回速度	0.4/0.25 rpm
全装備重量	281 t	昇降速度	0.15/0.18 m/min
揚程	60 m	自立高さ	48 m（6 m×8 本）
		価格	350 百万円

91-05-21	愛知車輌 高所作業車　**SR**-182	'91.5 モデルチェンジ

安全性と作業効率の向上を図ったクローラ型の，3 段同時伸縮ブーム装備機で，不整地の作業に威力を示す新型機である。狭い現場にも入れるよう，車両デザインを一新して小型軽量化を実現しており，左右各 90° の広角首振りバケット採用により，鉄骨などを回りこんでの作

写真—10　愛知 **SR**-182 スカイマスター

表—10　**SR**-182 の主な仕様

積載荷重	250 kg	全長×全幅	8.61×2.46 m
最大地上高	18 m	タンブラ中心距離	2,575 mm
最高出力	69.5 PS/2,200 rpm	クローラ中心距離	1,960 mm
機械重量	13.5 t	走行速度	0.9 km/hr
最大作業半径	16.3 m	けん引力	10.3 t
ブーム長さ	7.19～16.86 m	価格	17 百万円

新機種紹介

業もやりやすい。走行速度制限装置，セイフティスイッチ，車体傾斜警報装置などによって，作業の安全性を高めている。

▶トンネル掘進機，シールド機および推進機

91-08-01	イセキ開発工機 小口径管推進機 アンクルモールZ	'91.12 新機種

レーザ光軸線の反射を利用した方向誘導装置（RSG）の採用により，高精度な施工が容易にできるようにした新製品である。地上操作盤TVモニタ上に照射されるレーザスポットの制御で掘進機の位置決めを正確に行うことができ，また従来の先端部指針が不要のため，掘進機を4分割し内径90 cmのマンホールなど小さな立坑からでも回収できるようにした。排泥パイプ閉塞防止用の機内バイパス弁を標準装備したほか，独自開発のクラッシャヘッドにより幅広い土質に対応でき，1スパン100 m以上の推進も可能としている。

写真—11　イセキアンクルモールZ小口径管推進機

表—11　アンクルモールZの主な仕様

	250	300	350	400	450	500
呼び径(内径)　(mm)	250	300	350	400	450	500
推進機(外径)　(mm)	375	432	490	545	605	660
同　全　長　(mm)	1,950	2,000	2,100	2,120	2,346	2,482
カッタヘッド出力　(kW)	1.5	2.2	3.7	3.7	5.5	5.5
取込最大礫径　(mm)	110	130	145	180	190	210
ジャッキ推力　(t×本)	5.0×2	8.3×2	9.4×2	12.3×2	16.0×2	17.6×2
本体価格（百万円）	29.1	30.2	30.7	31.8	33.12	34.4
システム価格（百万円）	66.42	67.52	67.01	68.11	69.59	70.87

注：礫破砕はコーンクラッシャにより，一軸圧縮強度2 t/cm² 以下を対象とし，20 mm以下に破砕する。カッタヘッドの許容対抗土圧は50 t/m²，機内油圧ユニットは0.4 kWで，ギヤポンプ1 l/minを装備している。システム価格は本体のほか，元押装置，流体輸送装置，泥水処理装置，操作盤などを含むもので，価格はいずれも概略値である。

▶作業船および海洋水平作業機械

91-15-01	神戸製鋼所 クレーン・グラブ兼用作業船 F & G 1324ほか	'91.12 新機種

クレーンによるケーソンや根固め方塊据付，グラブバケットによる海底浚渫，また塊石，土砂の投入など，防波堤工事や護岸工事の各作業を1台で対応できる。「ファーストクラスシリーズ」大型機で，'90年5月上市の200 t級に続くものである。大きなアウトリーチ，広い甲板，速いロープ速度に加え，オメガクラッチの結合度を工種によりコンピュータで変えるモード選択，複合動作時のメカトロ馬力制御，速度制御とトルク制御の切換システムなどで能率の良い作業ができる。また2本のレバーにすべての操作機能を集約しており，ワンタッチフリーボタンでタイミングよくブロックなどの海中据付もできるほか，各種安全装置が装備され，作業データ23種のリアルタイム液晶表示機能も備えている。

写真—12　神鋼コベルコF & G 1324クレーン・グラブ兼用大型作業船

表—12　F & G 1324ほかの主な仕様

	F & G 1324 [F & G 1340]	F & G 1824 [F & G 1840]
クレーン能力	160 t×8.3 m	200 t×8.5 m
グラブ能力（直巻き）	24 t×18 m [40 t×18 m]	24 t×19 m [40 t×19 m]
同バケット容量（自重）	3 m³(18 t)〜6 m³(12 t) [4 m³(32 t)〜10 m³(20 t)]	同　左
エンジン定格出力	564 PS/2,000 rpm [1,130 PS/2,000/rpm]	同　左
ブーム長さ	22〜31 m	22〜34 m
巻上ロープ速度（クレーン/グラブ）	100/56[60] m/min	同　左
旋回速度	1.8/0.9 rpm	同　左
標準台船寸法	44×18×3.6 m	46×20×4 m
価格（除船体）	215[240] 百万円	245[270] 百万円

注：各モデルともグラブの浚渫深度は水面下40 m，グラブの水面上揚程は6 mである。

文献調査　文献調査委員会

乗車型の歩道清掃車

Alternative to Hand Sweeping

Construction Equipment
July 1992

運搬容易で運転の簡単な回転ブラシ式の小型路面清掃車の紹介。本機は Lay-Mor 社の Model 4-A でブラシの幅は 1.2 m，14 PS のエンジンで駆動され，乗車して運転する。

オプションとして 130 l の撒水タンクもあり，歩道等の戸外の路面清掃に最適である。

＜委員：湯原　昭廣＞

自走式の切株カッタ

Stump Cutter is Self Propelled

Construction Equipment
Aug. 1991

地上 27 cm，地下 53 cm，幅 74 cm の範囲で切株を切断するハンドガイドタイプの自走式切株カッタの紹介。

20 PS のガソリンエンジンを搭載し，タイヤは油圧駆動で，カッタの回転はベルトで行っている。車幅は 900 mm と狭く車重は 370 kg で公園，果樹園等で使用するのに便利である。

＜委員：湯原　昭廣＞

文献調査

丸太の破砕機

Log Buster Easily Quaters 50-Inch Logs

Construction Equipment
Aug. 1991

長さ3 m，太さ1.3 mまでの太い丸太や切株を4分割に破断するBandit Industries製木材破砕機の紹介。

破断は2本の油圧シリンダで90,000 kgfの力で行う。油圧の圧力は175 kgf/cm²，油量は284 l/minで，65～100 PSのガソリンまたはディーゼルエンジンで駆動する。車体重量は7,200 kgである。

無線によるリモートコントロールも可能である。価格は52,950米ドル。

<委員：湯原　昭廣>

大口径用掘削ドリル

Cluster Drill Line

International Construction
Nov. 1991

Ingersoll-Rand社の新しいCluster drill（Crown & Cross Bit）は，エレベータと換気用シャフト，ケーソン，接続マンホール，電柱，パイプライン支持架台および地中壁の大口径孔の掘削用として設計された。

この新しいダウンホールドリルは，強固な積層土およびその下にある玉石や硬岩などの組成物をも容易に切削することができる。

ドリルは，610 mmで始まる多くのサイズのものに利用でき，ユーザの要望に合せて製作することもできる。

Ingersoll-Rand社は，コンプレッサ，その他の搭載物および付属品を含むcluster drill作業用の装備一式をも販売している。

<委員：菅原　謙一>

溝用コンパクタ

Trench Compactor

International Construction
Oct. 1991

ボマーク社が最近開発した運転重量3,100 kgの溝用のコンパクタは，振動ローラのコンセプトを取入れている。フロントフレームには，幅広のローラの代りに幅細のローラが組込まれている。そのローラは，溝の深さに応じて800 mmまで下方に下げることができる。締固め方法は，ドラム円周上にじかに配列された突起物によってドラムが起こす振動の力による。

オペレータは，土質のそれぞれのタイプにより，28 Hz周期と1.6 mmの振幅か，40 Hzと0.8 mmの振幅のどちらかふさわしい方を選択できる。正確な周期と振幅，40.8 kgf/mの高い静線荷重に関係のある高速心力は，最小の作用力で高い締固め状態を作り出す。

溝幅の異なる場合は，素早くしかも簡単に交換できる190，240，320 mm幅の3種類の締固め用の車輪もある。締固め輪の上下動と同様にこのような振動，前後進，操向とすべての駆動は，ボマークの大型コンパクタがそうであるように全油圧式になっている。その動力源は出力21.7 kWの空冷2気筒のドイツディーゼルエンジンである。

＜委員：菅原　謙一＞

舗装路面切削機

One Pass Milling

International Construction
Oct. 1991

Wirtgen社は，3台の納入実績のある深さ300 mmまで切削可能な一連のMilling Machineを売り出している。

これらは，呼称ナンバーが1300 DC，1500 DCおよび1900 DCで示されているように（即ち1.3 m，1.5 m，1.9 m），切削幅を変えることができる。

運転重量はそれぞれ21.3 t，21.6 tおよび22.1 tであり，納入した3台すべてにMercedesの243 kWエンジンが装備されている。

これらの機械の技術的ないくつかの特徴は，深さ300 mmまでカットできるMillingを有していることと，前方積込みと4組の操行が可能な足回りを有していることなどである。

＜委員：菅原　謙一＞

文献調査

合せ穴を開けるためのスキッド・ステア・ローダ用アタッチメント

Easily Drills Dowel Holes

Public Works
Aug. 1991

モデル200垂直2連型は，新しい胸壁を取付けるために，橋に合せ穴を開けるためのスキッド・ステア・ローダのアタッチメントである。

この2連のドリルは，数多くの穴のパターンに対応できるように間隔を変化させることができる。

全空気ユニットは，エアスイッチのリモート操作パネルを持ち，185 cfm エア・コンプレッサを流す。

このフィードシステムは，水平の削穴に対するために横にすることができる。

<委員：梶田　洋規>

1日型枠の埋立式ゴミ廃棄場カバー・システム

Daily Form Landfill Cover System

Public Works
Aug. 1991

TerraFoam は，埋立式ゴミ廃棄場での1日カバーの材質のように，地盤に代わるものとして使うように設計された無毒で，微生物による分解が可能な蛋白質の型枠である。TerraFoam は，次の日の廃物の下に完全につぶれるので，スペースを使い切らない。また，地形に適合し，落込んだり，たわんだりしない。

TerraMAC はドーザスタイルの多目的装置であり，スペシャル型枠アプリケーションシステムを使い，型枠の約15 cm の層に適合するよう設計されている。TerraMAC は，高圧スプレーで廃物コンテナを清浄でき，屋根に取付けられたタレットとハンドラインによって消火能力を持つことができる。

<委員：梶田　洋規>

整備技術　整備部会

工事用エレベータの整備のポイントと整備基準

整備部会整備技術委員会

1．はじめに

昭和40年初め工事用エレベータの製作を開始してより，はやく25年を経過している。

その間，旺盛な住宅需要および瀬戸大橋など都市開発をはじめとする大型プロジェクトの推進により，工事用エレベータの用途範囲拡大の一途をたどり現在では，高速人荷エレベータ・ラック式人荷エレベータ・ロングスパン工事用エレベータ等多種多様の機械が開発されている現状である。

地価高騰による土地利用の効率化，建築技術のめざましい発達等により更に超高層ビルの建設は進むものと思われ，高度技術による新しい機械が製作されるようになり相応の整備工場の充実化とメンテナンスの向上が要求される。

2．機能および構造

① 高速用は積載荷重へ1,000～4,000 kg以下のインバータ制御方式による揚程50～300 m，昇降速度0 m/min～110 m/minの高速人荷エレベータ

② 低速用は積載荷重240～2,000 kg，揚程50～250 m，昇降速度30/36 m/min（50/60 Hz）の人荷用エレベータ

③ 積載荷重600～1,200 kg，揚程50～100 m，昇降速度10 m/minのロングスパン工事用エレベータ

があり，いずれもラックピニオン駆動方式で，ガバナ式安全装置を備えており極めて安全性の高い構造となっている。

3．整備のポイントと整備基準

前述したとおり，工事用エレベータも用途に応じ多機種にわたっており，これらについて一様に整備基準を明示することは困難であるので，ここでは極めて一般的に使用されている。「1,000 kg積載人荷エレベータ（型式HCE-1000 B）」の整備要領を述べる。

（1）全体のチェック

ポスト，地上囲い駆動部，ケージ，各階扉等は，組立，解体，運送時接触，衝突により損傷が生じやすいので計器測定または，目視により全体的なチェックを行い不良個所の補修を行う。

① 溶接部の亀裂および，ひび割れはないか

② 部材の曲がり，くぼみはないか

③ 腐触はないか
塗装を施したものは腐触の発見が困難であるので打診，またはショットブラストのうえ点検を行う。

④ モルタル等異物付着の除去
全体のチェックが終了後，表―1の点検表に基づき各部材ごとのチェックを行う。但しボルト類は，特に危険防止のため，全数一現場終了のつど交換を行う。

⑤ 整備基準について記述する。

（2）ポスト

ジョイント部（図―1，図―2参照のこと）の変形はないか点検する。変形の場合は，クライミング時ねじれの原因となる。

（3）ラックギアおよびピニオンギヤ

① 歯形に異常な，磨耗，欠損，亀裂を生じていないか

② 歯面および歯先が磨耗により，図―3，図―4に示す寸法のいずれかとなった場合は交換する。

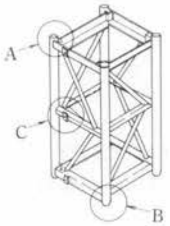
（4）ローラ関係

① ローラがスムーズに回転しなかったり，異常音を発する場合は，ベアリングにゴミ付着または，欠損なのでベアリングを取出し清掃または交換のうえ給

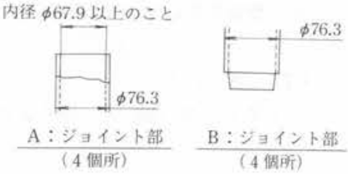
整備技術

表—1　点検表

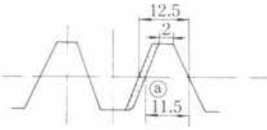
装置	検査項目	良否	処置	装置	検査項目	良否	処置
地上囲い	1. 扉ロックの作動			各階扉	22. 扉ロック装置		
	2. 囲いの変形損傷				23. 変形損傷		
	3.			制御盤	24. 各マグネットの作動		
ケージ本体	4. 扉の開閉状況				25. 配線セットの状況		
	5. 本体の変形損傷				26. 各メタルコンセント部		
	6. 天井板，床板の損傷				27. 操作スイッチ		
	7. ガイドローラの摩耗，回転				28. 非常停止ボタンの作動		
	8. 各ローラの調整			リミットスイッチ	29. 上昇制限 L.S.		
駆動部	9. モータの異常，発熱，音				30. 下降制限 L.S.		
	10. ブレーキのすべり				31. ケージ扉 L.S.		
	11. モータ取付位置の調整				32. 過昇ストッパ L.S.		
	12. ギヤの摩耗，損傷				33. 各階扉 L.S.		
	13. ギヤのカミ合い				34. 地上囲い扉 L.S.		
	14.				35. ガバナ L.S.		
安全装置	15. ブレーキライニング				36. 非常出口扉 L.S.		
	16. ガバナ作動				37. 各 L.S. の取付状況		
	17. ギヤの摩耗損傷			電気	38. キャブタイヤ類の損傷		
	18.				39. 絶縁抵抗制御盤 MΩ		
ポスト	20. 変形，曲り損傷				40. 絶縁抵抗ブレーキ MΩ		
	21.				41. 絶縁抵抗モータ MΩ		



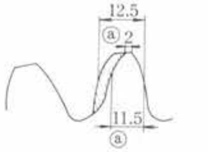
図—1　ポスト



図—2　ポストジョイント部



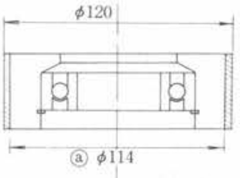
図—3　ラックギヤ使用限度



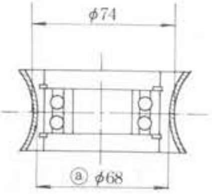
図—4　ピニオンギヤ使用限度

油を行う。

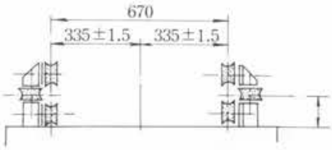
② ラック押さえローラ。ロッラ外径磨耗が図—5ⓐに示す寸法となった場合は交換する。



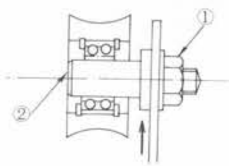
図—5　押さえローラ使用限度



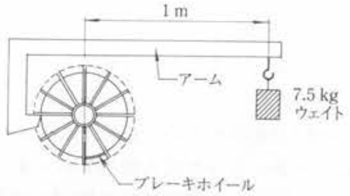
図—6　ガイドローラ使用限度



図—7　ガイドローラ組立基準寸法



図—8　ガイドローラ調整方法



図—9　ブレーキトルク調整方法

③ バイドローラ。ローラ外径磨耗が図—6ⓐに示す寸法となった場合は交換する。

なお，ガイドローラ中心の寸法が図—7 以上となった場合およびピニオンとラックギヤの噛合不良，または歯幅方向の異常なずれを生じる場合は，次の方法により間隔調整を行う。

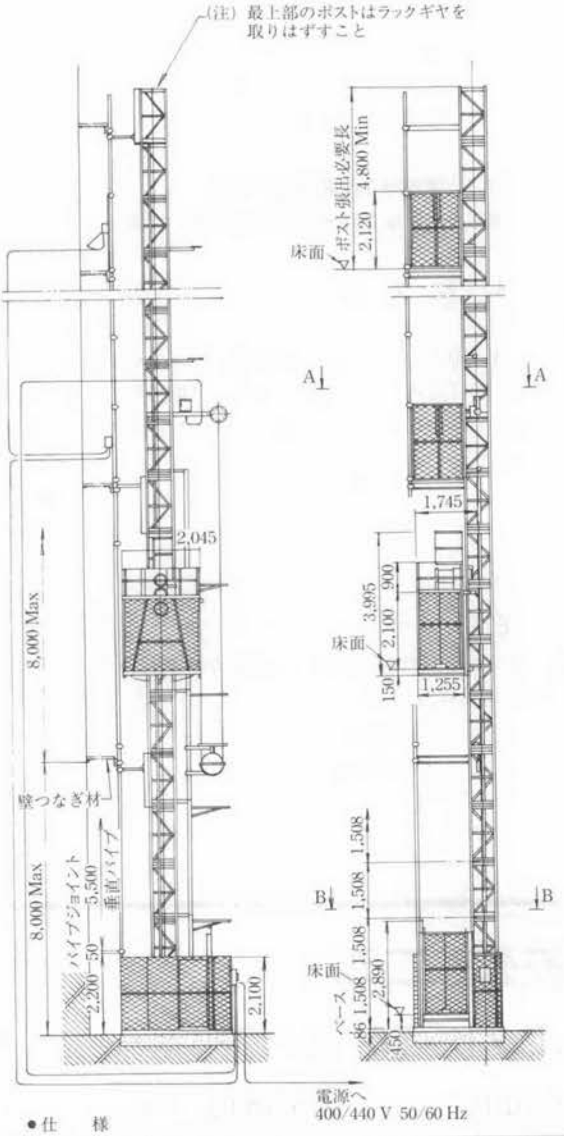
ⓐ 図—8①の部分のナットを緩める。

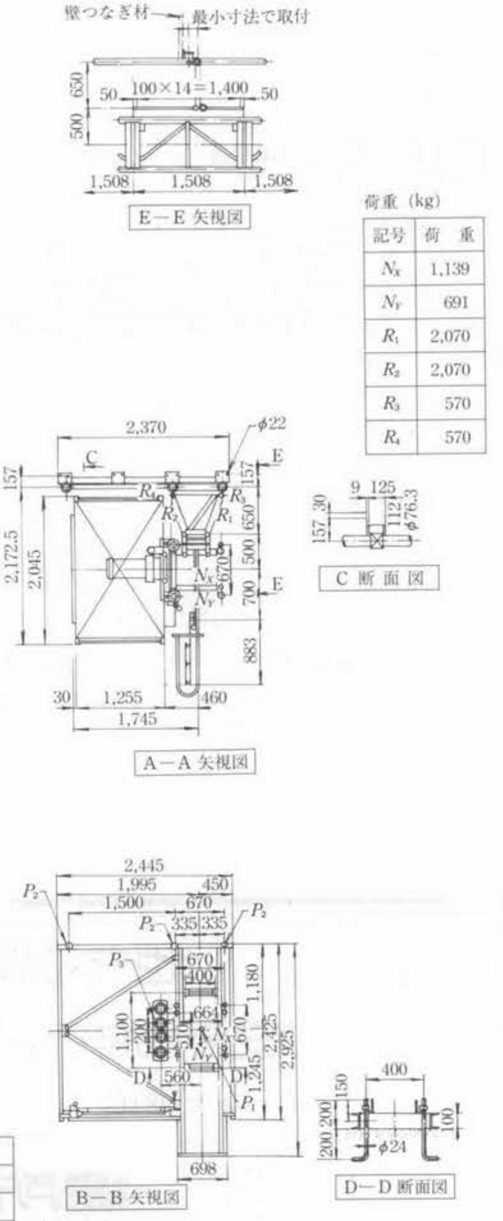
ⓑ 図—8 ↑印部に付属のスパナを差込み偏心シャフト図—8②を回転させてガイドローラとポスト面との間隙を下図のとおり調整すること。

(5) 駆動モータ

① モータブレーキトルクの測定（方法一例）。トルク測定は，図—9 の要領において行い設定トルクを 7.5 kg-m 以上とする。

② 異常音を発する場合，または使用期間 2 年（もし





荷重 (kg)

記号	荷重
N_X	1,139
N_Y	691
R_1	2,070
R_2	2,070
R_3	570
R_4	570

●仕　様

項目	HCE-1000 B	HCE-1000 T
積載荷重	1,000 kg (15人)	1,000 kg (15人)×2基
昇降速度	30/36 m/min・50/60 Hz	
最大揚程	200 m	
電動機	7.5 kW×2	7.5 kW×2×2基
操作方法	ケージ内操作	
ケージ内寸法	1,250×1,900×2,100	1,250×1,900×2,100 2基
駆動方式	ギヤラック方式	
呼出方式	インターホン方式または呼出盤方式	
電源	3相・400/440 V・50/60 Hz	
各階扉	スイング2枚扉	
安全装置	ガバナ，バッファ，非常停止，各扉リミットスイッチ，ファイナルリミットスイッチ	
壁つなぎ間隔	最大8 m	

荷重 (t)

記号＼揚程	50 m	75 m	100 m	125 m	150 m	175 m	200 m
P_1	8.8	11.7	14.6	17.5	20.4	23.1	26.2
P_2	1.5	2.1	2.6	3.2	3.7	4.2	4.7
P_3	5.5						
N_X	1.14						
N_Y	0.7						

図―10　工事用エレベータ HCE-1000 B 型組立全体図

整備技術

くは，三現場）で一回は専門工場でオーバーホールを行う。

（6） ガバナ式落下防止装置

① 錆の発生はないか。

② スプリングは弱まっていないか。

③ ベアリングの状況

等を点検，不良個所は清掃，または交換を行う。

なお，点検単独の性能検査テストを行い規定上の作動調整を行う。

（7） 電気関係

① 各電装品の絶縁抵抗を測定し，測定値が5 MΩ以上であることを確認する。

② 制御盤，操作盤の作動試験を行う。マグネットスイッチおよびリレーの接触不良または接点の溶着等があれば接点の交換を行う。

（8） 場内組立性能検査の実施

出庫事前の検査成績書の作成を施して置くこと。

4. むすび

多々申し述べたが，日常整備に係っている人にとっては，特に目新しいものでもなく，至極当然のことばかりであるが，当然のことを漏れなく確実に実施することが最も大切な事である。

（渡辺 重信）

[訂 正]

本誌2月号掲載の「平成3年度建設機械と施工法シンポジウム」p.49（左段下から7行目）に誤りがありましたことをおわびし，下記のとおり訂正いたします。

（誤） 「高精度レベリングアスファルトフィニッシャ」（日本鋪道）

（正） 「高精度レベリングアスファルトフィニッシャ」（日本道路）

地下連続壁工法
設計施行ハンドブック
A5判 528頁 6,700円 〒520円

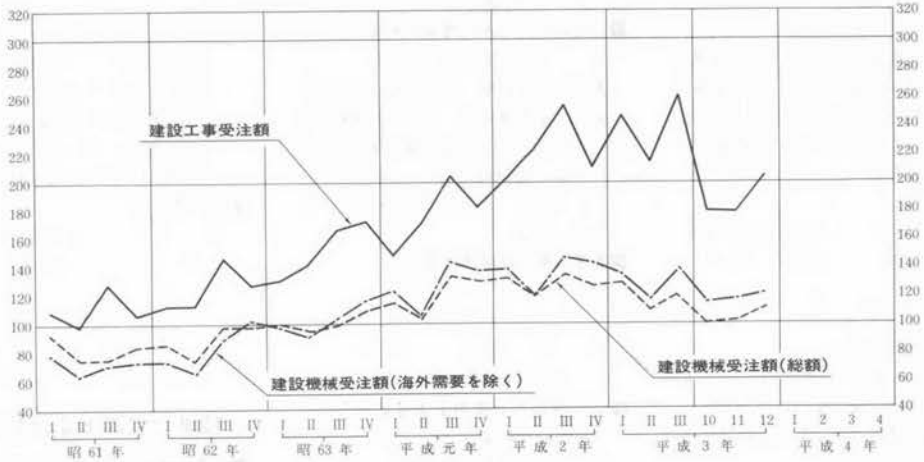
場所打ち杭
設計施工ハンドブック
A5判 290頁 4,640円 〒460円

社団法人 日本建設機械化協会
東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館） TEL03-3433-1501 FAX03-3432-0289

統　　計　調査部会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注調査A調査（大手50社）　（指数基準昭和59年度平均＝100）
建設機械受注額：機械受注実績調査（建設機械企業数20前後）（　〃　昭和55年平均＝100）



建設工事受注A調査（大手50社）

（単位：億円）

年　月	総　計	受注者別 民間 計	受注者別 民間 製造業	受注者別 民間 非製造業	受注者別 官公庁	受注者別 その他	受注者別 海外	工事種類別 建築	工事種類別 土木	未消化工事高	施工高
昭和61年	126,587	78,242	13,066	65,179	37,179	4,353	6,814	78,356	48,232	122,631	124,257
62年	142,891	94,306	15,077	79,231	38,057	4,789	5,738	92,834	50,058	137,119	137,673
63年	174,693	123,641	23,316	100,325	40,819	5,549	4,685	120,339	54,354	161,969	156,424
平成元年	202,714	144,486	29,607	114,880	44,984	5,055	8,189	140,963	61,751	188,119	180,315
2年	255,511	192,065	37,151	154,914	50,349	5,075	8,022	184,852	70,660	230,955	217,586
2年12月	21,124	15,503	3,355	12,148	4,788	440	393	15,367	5,757	230,955	20,585
3年1月	15,118	11,659	2,509	9,151	2,837	339	283	11,239	3,879	227,550	18,589
2月	19,279	14,614	3,031	11,583	3,918	415	333	14,382	4,896	229,833	19,275
3月	36,281	26,282	5,227	21,055	8,074	574	1,352	25,514	10,766	239,136	26,782
4月	21,592	17,410	3,829	13,582	3,273	442	467	16,254	5,338	243,713	17,205
5月	19,161	14,210	3,090	11,120	4,311	379	261	13,911	5,250	243,978	18,930
6月	20,671	15,196	3,110	12,086	4,385	430	660	14,768	5,904	245,019	19,802
7月	20,250	15,357	3,322	12,036	4,216	430	247	14,421	5,830	245,246	20,357
8月	21,804	14,192	4,342	9,850	6,448	414	750	15,869	5,935	247,460	19,763
9月	32,631	23,992	4,654	19,337	7,222	462	955	22,445	10,186	256,283	23,534
10月	17,119	11,923	2,044	9,879	4,553	429	219	11,832	5,288	257,200	19,271
11月	17,011	10,556	2,652	7,904	5,553	438	468	10,861	6,150	253,952	20,945
12月	19,619	13,386	2,704	10,682	4,889	452	891	13,526	6,092	—	—

建設機械受注実績

（単位：億円）

年　月	昭和61年	62年	63年	平成元年	2年	2年12月	3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
総　額	8,229	8,892	10,075	12,014	12,808	1,017	933	1,058	1,207	930	848	912	927	842	1,207	827	842	923
海外需要	3,508	3,437	3,330	3,608	3,797	287	275	384	322	313	213	252	235	215	257	204	201	254
海外需要を除く	4,721	5,455	6,745	8,406	9,011	730	658	674	885	617	635	660	692	627	950	623	641	669

（注）昭和61年～平成3年9月は四半期ごとの平均値で図示した。

出典：建設省建設工事受注調査
　　　経済企画庁機械受注実績調査

…行事一覧…

（平成4年1月1日～31日）

広報部会

■機関誌編集委員会
月　　日：1月10日（金）
出 席 者：後藤　勇委員長ほか27名
議　　題：①平成4年3月号（第505号）原稿内容の検討・割付　②平成4年5月号（第507号）の計画

■文献調査委員会
月　　日：1月28日（火）
出 席 者：杉山　篤委員長ほか3名
議　　題：機関誌掲載原稿について

技術部会

■自動化委員会幹事会
月　　日：1月9日（木）
出 席 者：田中康之委員長ほか9名
議　　題：建設ロボットの合同委員会への参画について

■建設工事情報化委員会幹事会
月　　日：1月9日（木）
出 席 者：三浦正之分科会長ほか8名
議　　題：今後の委員会の進め方について

■建設工事情報化委員会建設業分科会
月　　日：1月13日（月）
出 席 者：三浦正之分科会長ほか22名
議　　題：建設業分科会の進め方について

■建設工事情報化委員会
月　　日：1月30日（木）
出 席 者：上田　敏委員長ほか19名
議　　題：①平成3年度報告書のまとめ方の審議　②今後の行事の打合せ

■建設工事情報化委員会建設業分科会事務W/G，施工W/G打合会
月　　日：1月30日（木）
出 席 者：麻生公裕W/G長ほか16名
議　　題：対象とする帳票の収集整理について

■建設工事情報化委員会建設業分科会開発W/G打合会
月　　日：1月30日（木）
出 席 者：鈴木明人W/G長ほか10名
議　　題：各社の現場情報化の現状について

機械部会

■タイヤ技術委員会
月　　日：1月17日（金）
出 席 者：久保田靖彦委員長ほか8名
議　　題：①建設車両用，用済タイヤの処理に関する調査票（案）の審議　②今後の活動テーマについて審議

■シールド・せん孔機械技術委員会
月　　日：1月22日（水）
出 席 者：岡崎　登委員長ほか40名
議　　題：講演会　①ドーバ海峡トンネル，フランス側工事の機械とシステム　②DOT工法，二連系泥土圧シールド　③TELS工法・ECL工法の一工法

■基礎工事用機械技術委員会
月　　日：1月23日（木）
出 席 者：成田秀志委員長ほか5名
議　　題：①委員会の運営について　②調査研究課題とスケジュール

■荷役機械技術委員会定置式タワークレーン分科会
月　　日：1月28日（火）
出 席 者：大澤一弘委員ほか9名
議　　題：「タワークレーンマニュアル」の作成について

■原動機技術委員会
月　　日：1月29日（水）
出 席 者：中戸恒夫委員長ほか10名
議　　題：①建機エンジンのエレクトロニクス自動化の調査研究について　②建機排気ガス問題の調査研究について

■路盤・舗装機械技術委員会締固め機械分科会
月　　日：1月31日（金）
出 席 者：土井清徳分科会長ほか9名
議　　題：JISの改正について審議

整備部会

■整備機器工具委員会
月　　日：1月24日（金）
出 席 者：斉藤次男委員長ほか6名
議　　題：建設機械整備用工具の用語と意味について

■技術委員会小委員会
月　　日：1月30日（木）
出 席 者：後　英治委員長ほか9名
議　　題：建設の機械化の整備技術情報の原稿審議

機械損料部会

■橋梁積算委員会
月　　日：1月14日（火）
出 席 者：上田　敏委員長ほか20名
議　　題：橋梁架設工事の積算（平成4年版）の編集について

ＩＳＯ部会

■第2委員会
月　　日：1月22日（水）
出 席 者：渡辺寄生委員長ほか14名
議　　題：①ISO/TC 127/SC 2 N 412 ミニ・エキスカベータ TOPS　②ISO/TC 127/SC/2 N 414 オペレータの身体寸法と最少空間　③ISO/TC 127/SC 2 N 417 操縦装置　④ISO/TC 127/SC 2 N 418 ブレーキ性能　⑤ISO/TC 127/SC 2 N 419 座席寸法

■第3委員会
月　　日：1月23日（木）
出 席 者：滝沢幸利委員長ほか11名
議　　題：①ISO 6392 グリースフィッティング（改訂案）②チャック式グリースガン（原案）③ISO 4510/2 サービスツール（改訂案）

標準化会議および規格部会

■JIS 新規原案作成委員会第1小委員
月　　日：1月17日（金）
出 席 者：会田紀雄委員長ほか6名
議　　題：土工機械―けん引力測定方法

■JIS 新規原案作成（本）委員会
月　　日：1月21日（火）
出 席 者：森木泰光委員長ほか12名
議　　題：①土工機械―けん引力測定方法　②グレーダおよび作業装置の用語と仕様項目

■規格委員会
月　　日：1月24日（金）
出 席 者：前田祥彦委員長ほか10名
議　　題：アスファルトプラント用語

■JIS 新規原案作成委員会第2小委員会
月　　日：1月27日（月）
出 席 者：渡辺　正委員長ほか6名
議　　題：グレーダおよび作業装置の用語と仕様項目

業種別部会

■建設業部会小幹事会
月　　日：1月24日（金）
出 席 者：木村一夫部会長ほか9名
議　　題：移動式クレーンによる事故防止について

専門部会

■建設機械安全対策分科会支持地盤養生基準W/G
月　　日：1月10日（金）
出 席 者：三木博史W/G長ほか10名

議　　題：トラッククレーンアウトリガーフロートの支持力に関する現地試験について

■建設機械安全対策分科会移動式クレーン打合会
月　　日：1月14日（火）
出 席 者：上田　敏幹事ほか7名
議　　題：移動式クレーン操作方式についての打合せ

■水中構造物維持更新，機能向上技術開発共同研究
月　　日：1月17日（金）
出 席 者：杉山　篤座長ほか10名
議　　題：①土木部会の報告　②協定書について　③基準化，特許調査について　④実態調査について　⑤現地技術調査について　⑥3年度報告書執筆要領について

■建設機械安全対策分科会支持地盤養生基準W/G
月　　日：1月28日（火）
出 席 者：三木博史W/G長ほか8名
議　　題：トラッククレーンアウトリガーフロート支持力に関する現地試験について

…支部行事一覧…

北 海 道 支 部

■常任運営委員・幹事合同会議
月　　日：1月24日（月）
出 席 者：小西郁夫支部長ほか22名
議　　題：①平成4年度事業計画(案)の概要　②その他

東 北 支 部

■EE東北92準備会
月　　日：1月16日（木）
出 席 者：協会側　栗原事務局長
議　　題：①EE東北92開催時期について　②開催準備について

■平成3年度除雪機械展示会
月　　日：1月31日（金），2月1日（土）
場　　所：福島県会津若松市
出 品 者：24社　除雪機械65台ほか
入 場 者：約5,700名

■建設部会
月　　日：1月27日（月）
出 席 者：小坂金雄部会長ほか6名
議　　題：①平成3年度部会活動報告　②平成4年度部会活動計画

■放流設備合理化施工検討委員会第2回土木・機械分科会
月　　日：1月27日（月）
出 席 者：京極正昭土木分科会長，山崎　晃機械分科会長ほか23名
議　　題：①施工要領・事例集とりまとめ　②合理化施工とりまとめ

北 陸 支 部

■技術部会建設機械整備工数分科会
月　　日：1月9日（木）
出 席 者：古川貴英班長ほか7名
議　　題：除雪ロータリー車の整備標準工数表改訂検討（第3回）

■技術部会冬期施工機械に関する技術委員会
月　　日：1月16日（木）
出 席 者：二木満男代表委員ほか14名
議　　題：ウェザーシェルターの普及について

■技術部会建設機械整備工数分科会
月　　日：1月17日（金）
出 席 者：古川貴英班長ほか6名
議　　題：除雪ドーザの整備標準工数表改訂検討（第3回）

■技術部会技術改善委員会
月　　日：1月18日（土）
出 席 者：丸山幹雄委員長ほか7名
議　　題：建設工事の機械化，省力化アンケート調査について

■技術部会技術改善委員会
月　　日：1月25日（土）
出 席 者：平田五男ほか6名
議　　題：建設工事の機械化，省力化アンケート調査について

■支部30周年記行事実行委員会
・出版班会議（第3回）
月　　日：1月20日（月）
出 席 者：中森良治班長ほか4名
議　　題：記念誌目次等について
・総務班会議（第2回）
月　　日：1月24日（金）
出 席 者：中郁　脩班長ほか5名
議　　題：支部旗・テレホンカードの図案について
・表彰班会議（第2回）
月　　日：1月28日（火）
出 席 者：石崎　博班長ほか5名
議　　題：団体，個人等リストアップについて意見交換

■普及部会ゆきみらい'92見学会
月　　日：1月31日（金）～2月1日（土）
場　　所：会津若松市
参 加 者：24名

中 部 支 部

■技術部会委員会
月　　日：1月7日（火）
出 席 者：岩崎博臣部会長ほか2名
議　　題：排水機場点検保守講習会について

■広報部会委員会
月　　日：1月21日（火）
出 席 者：山口義一委員ほか2名
議　　題：支部だより51号発刊について

関 西 支 部

■技術部会第67回海洋開発委員会
月　　日：1月20日（月）
出 席 者：室　達朗委員長ほか9名
議　　題：①海洋構造物の実施例と新しい構造形式の開発　②インドネシアでの建設工事の実施例　③海洋開発に関する文献調査

■技術部会第152回摩耗対策委員会
月　　日：1月21日（火）
出 席 者：室　達朗委員長ほか11名
議　　題：①最近の建設機械のメンテナンスについて　②摩耗に関する文献調査

■建設業部会第75回建設用電気設備特別委員会
月　　日：1月22日（火）
出 席 者：三浦士郎委員長ほか27名
議　　題：①平成3年の委員会の活動状況について　②近畿エネルギープラントについての講話

■平成3年度施工技術報告会
月　　日：1月23日（木）
会　　場：建設交流館グリーンホール
聴 講 者：302名
内　　容：「最近の建設技術と施工事例」について9件の報告発表

中 国 支 部

■創立40周年記念事業実行委員会
月　　日：1月20日（月）
出 席 者：佐々木輝夫幹事長ほか10名
議　　題：①40周年記念行事の準備事項について　②40周年記念写真集の編集について

四 国 支 部

■普及部会
月　　日：1月27日（月）
出 席 者：江本　平幹事長ほか3名
議　　題：①平成4年度1級・2級建設機械施工技術検定試験の実施につ

いて　②建設機械等損料算定表説明会　③平成4年度優良建設機械運転員・整備員表彰について

九　州　支　部

■舗装小委員会

月　　日：1月20日（月），27日（月）
出 席 者：稲田徹郎委員ほか4名
議　　題：「アスファルト舗装工事における再生資材活用の当面の運用」に対する問題について打合せ，および検討事項のとりまとめ

■新機種発表委員会

月　　日：1月21日（火）
出 席 者：村松　博委員長（吉岡部会長出席）ほか14名
議　　題：①みる，きく，ふれる，建設技術展'91の報告と反省　②今後の建機展について打合せ

■第12回幹事会

月　　日：1月21日（火）
場　　所：福岡市天神「平和楼」
出 席 者：村上　晃幹事長（坂梨支部長，辻副支部長出席）ほか15名
議　　題：①支部行事の推進について　②支部組織の改正について

■新春講演会（第38回）

月　　日：1月28日（火）
場　　所：福岡市博多区博多駅前3-27-15，「ホテルリッチ博多」
演　　題：「九州における建設事業の展開と技術開発への取組み」
講　　師：建設省九州地方建設局企画部長，井上靖武氏
聴 講 者：72名

■九州建設技術開発会議

月　　日：1月29日（水）
場　　所：福岡市博多区博多駅南1-3-6，第3偕成ビル
出 席 者：九州建企画部長ほか10名，民間協会側5名
議　　題：九州建設技術開発会議発足準備会（同会議は官民一体となって時代の求める新技術開発に取組むもので，当日は開発テーマなど当面の検討事項等について協議した）

編集後記

弥生3月は，春らしい日があるかと思うと，急に真冬に立ち返ったような寒い日もある月で，気温だけでなく天候もはげしい変わり方をします。3日は桃の節句，12日は奈良のお水取り，20日は暑さ寒さも彼岸の中日で，春近しの頃となります。

さて，3月号は春の特集号です。ご存知のとおり全国のウォータフロントでは巨大な建設のプロジェクトが推進されております。これらプロジェクトの建設では軟弱地盤への対応技術が幅広く採用されております。そこで本号は「軟弱地盤特集」を採り上げました。本誌第337号（1978年3月号）でも掲載されておりますが，世情が類似しているようにも思われます。

巻頭言には，建設省土木研究所機械施工部長の久楽勝行氏から「軟弱地盤処理の技術動向について」と題して執筆いただきました。特集の報文としては，「軟弱地盤改良工法の概要とその動向」と題して建設省土木研究所の苗村正三氏に執筆いただき，各論として，計画と施工例および技術開発に関し，8題をいただきました。

随想につきましては，「奥様と亭主」と題して（株）間組常務取締役土木本部長の岡哲氏に，「木から花への遍歴」と題して（株）ヒロコン代表取締役社長の和気功氏にそれぞれ素晴らしいライフスタイルについての玉稿をいただきました。

また，一般報文として，建設省長島ダム工事事務所の五嶋政美氏より「長島ダム施工設備計画」について執筆いただきました。

執筆各位には原稿締切が年末のご多忙中でありましたがご投稿いただき厚くお礼申し上げます。

冒頭に述べましたように，気候の変わりやすい頃，会員読者の皆様にはくれぐれもお身体に気を付けられ，ご活躍されますようお祈り申し上げます。　（遠藤・平田・和田）

No. 505　「建設の機械化」　1992年3月号　〔定価〕1部　670円（本体650円）
年間7,440円（前金）
平成4年3月20日印刷　平成4年3月25日発行（毎月1回25日発行）
編集兼発行人　長尾　満　　印刷人　大沼光靖
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）3433—1501　FAX（03）3432—0289
取引銀行三菱銀行銀座支店　振替口座東京 7—71122番
建設機械化研究所—〒417　静岡県富士市大渕 3154（吉原郵便局区内）　電話（0545）35—0212
北海道支部—〒060　札幌市中央区北三条西 2—8　さつけんビル内　電話（011）231—4428
東北支部—〒980　仙台市青葉区国分町 3—10—21　徳和ビル内　電話（022）222—3915
北陸支部—〒951　新潟市学校町通二番町 5295　興和ビル内　電話（025）224—0896
中部支部—〒460　名古屋市中区栄 4—3—26　昭和ビル内　電話（052）241—2394
関西支部—〒540　大阪市中央区谷町 1—3—27　大手前建設会館内　電話（06）941—8845／8789
中国支部—〒730　広島市中区八丁堀 12—22　築地ビル内　電話（082）221—6841
四国支部—〒760　高松市福岡町 4—28—30　小竹ビル内　電話（0878）21—8074
九州支部—〒810　福岡市中央区天神 1—3—9　天神ユーアイビル内　電話（092）741—9380
印刷所　株式会社 技報堂　東京都港区赤坂 1-3-6

コンパクトで計量精度は抜群…

丸友の移動式コンクリートプラント

製造・販売・リース

生産量 10～90m³/H

電子制御自動式
及び簡易自動式

(工事の内容により御選定下さい)

丸友機械株式會社

本社 〒461 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 〒101 東京都千代田区神田和泉町1の5 ミツバビル 電話〈03〉(3861)9461(代)
大阪営業所 〒556 大阪市浪速区塩草3-3-26池永ビル 電話〈06〉(562)2 9 6 1(代)
恵那工場 〒509-71 岐阜県恵那市武並町藤字相戸2284番地 電話〈05732〉(8)2 0 8 0(代)

新しいアイデアと、豊かな実績。

ずり出し機械

■電動油圧バケット式
- 把握力が従来の2倍の新型バケットを採用しました。
- 巻上下横行速度が3倍になり能率がぐんとUPしました。

■その他のずり出し機械 等
- 自動土砂排土装置
- スキップ式排出装置
- 掘削櫓
- 土砂ホッパー

※その他 特殊型にも対応します。
※機種によりレンタルも行ないます。

9.5M³電動油圧バケット付橋形クレーン

巻上速度 70m/min 横行速度 70m/min 走行速度 8m/min

吉永機械株式会社

■TEL 03－3634－5651
■FAX 03－3632－0562

■本社：東京都墨田区江東橋2-2-3 丸山ビル■工場：千葉・茨城

トクデン

トクデン投光機

●トップライトシリーズ

■灯器の旋回・迎角は全自動ワンタッチシステム(REタイプ)。
■長寿命メタルハライドランプ使用。
■高圧ナトリウム・水銀ランプも使用可能、操作が簡単。
■軽トラックに搭載できるコンパクト設計。

トクデンタンパー

●安定性と使いやすさ抜群!
道路、滑走路、堤防、アスコン等の路床、路盤の転圧、建築工事の盛土、栗石の突き固め等。

プレートコンパクター

●前後進自在!!

PL-60HS型

1台3役

■高周波発電機
■熔接機
■交流発電機

高周波バイブレーター

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(3951)0161〜5 TELEX No.2723075 TOKDEN J	〒161
浦和工場	浦和市田島10丁目5番10号	☎浦和 0488(62)5321〜3	〒336
大阪営業所	大阪市西区九条南3丁目25番地15号	☎大阪 06 (581) 2576	〒550
九州営業所	福岡市博多区諸岡4丁目2−27	☎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6−1	☎札幌 011 (864) 1411	〒003
名古屋営業所	名古屋市港区南11番町4−11−21	☎名古屋052(651)8301-2	〒455
仙台出張所	仙台市小田原大行院丁1番地	☎仙台 022 (293) 0563	〒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	広島市安佐南区沼田町伴4217−3	☎広島 082 (848) 4603	〒731-31
山梨出張所	山梨県東山梨郡勝沼町下岩崎1837	☎勝沼 05534 (4) 2555	〒409-13
松山事務所	松山市竹原町2丁目15番38号	☎松山 0899 (32) 4097	〒790

OKADA

Active Innovat Young Original Network

POWER & SILENT

オカダアイヨンは、破砕・解体・切断・小割そして、ガラ処理にいたる解体の一連作業をシステムとしてとらえ、
多様な現場のニーズに応えるため、各種アタッチメントを豊富に取揃えています。

強力・軽量 NEW油圧ブレーカー

OUB300シリーズ

強力パンチで好評のUBシリーズをさらにグレードアップ。エネルギーロスをより少なくし、打撃力と打撃数の大幅アップを実現しました。さらに、軽量化・スリム化により、作業性も一段と向上。また、OUB308以上の機種は打撃数変換装置を装備していますから、現場に合わせた能率のよい作業が行えます。

ビッグパワーのベストセラー機

サイレントクラッシャー

柱や梁、基礎などの解体作業を楽々とこなす解体機のベストセラー。360°フリー旋回なので、縦向き、横向き自在に連続作業ができ、能率抜群です。0.05m³のミニショベル用や高所解体に最適のライトクラッシャーも加わり全8機種。ベスト機種が選べます。

小割り・片付けのプロフェッショナル

サイレントコワリクン

サイレントクラッシャーで大割りされた柱・梁・PC杭などのガラをバリバリかみ砕くので、解体作業の効率アップとガラ搬出のコストダウンが計れます。また、ガラに含まれる鉄筋とコンクリートを完全に分離し、その後の鉄筋回収から積み込みまで1台でOK。さらに、壁や土間、道路の破砕にも活躍します。

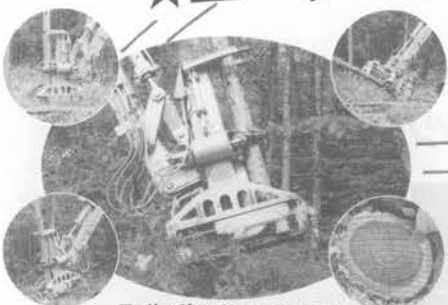
オカダ アイヨン 株式会社

本社 〒552 大阪市港区海岸通4-1-18 ☎06-576-1271

大阪本店	☎06-576-1261	北陸営業所	☎0762-91-1301
東京本店	☎03-3975-2011	九州営業所	☎092-503-3343
仙台営業所	☎022-288-8657	札幌出張所	☎011-631-8611
盛岡営業所	☎0196-38-2791	広島出張所	☎082-871-1138
中部営業所	☎0584-89-7650		

建設機械用 特殊アタッチメントの 専門メーカ マルマ

★ユーザーの多様なニーズに 新技術、新製品で応えます!!



フェリングヘッド (伐倒機)
Felling Head

ラバウンティーシアー (切断機)
Labounty Mobile Shear

フレールカッター (雑木カッター)
FLAIL CTTER

ルートレーキ
Root Rake

ツリースペード (樹木移植機)
Tree Spade

折たたみ式CAB

※他、土木用、港湾荷役用、農業用、林業用、各種アタッチメント装置の設計、製作及び本体の改造取付工事も行っております。

■詳細は下記へ問い合わせ下さい。

マルマ重車輌株式会社
MARUMA TECHNICA CO., LTD.

本社東京工場　東京都世田谷区桜丘1丁目2番19号　〒156
☎(03)3429-2141(国内) 2134(海外)
TELEX.242-2367 FAX.03-3420-3336・03-3426-2025

相模原工場　神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号　〒229
☎(0427)51-3800(代表)
TELEX.2872-356 FAX.0427-56-4389・0427-51-2686

名古屋工場　愛知県小牧市小針町中市場25番地　〒485
☎(0568)77-3311(代表) FAX.0568-72-5209

FLEX-HONE T.M.

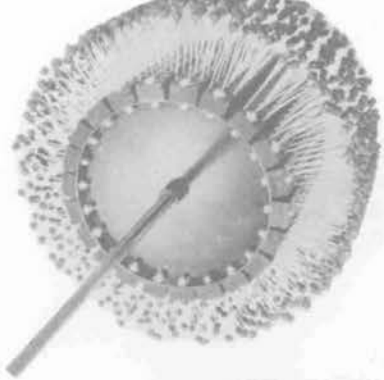
米国特許No.3384915
日本特許No. 055422

フレックスホーン

BC

GB

GBD

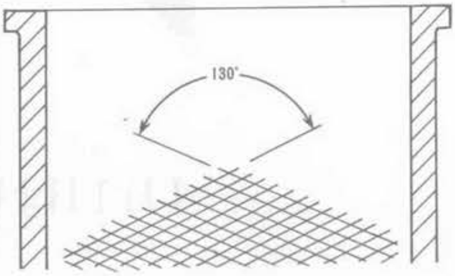


GBDX

シリンダー壁の皮膜を除去し内面壁を再生する

〈特　長〉

◎内燃機関シリンダーを、このフレックスホーンで仕上げた時のリングとシリンダーの当り面(RING SEATING)は非常に精度が高く、シリンダーに全く新しい生命を与えます。
（その内面に下図のような良好な斜線模様がなければなりません。）



斜線の交差模様

◎芯出しの必要がないので操作が簡単、短時間で作業ができます。

〈用　途〉

自動車のブレーキシリンダーからエンジン付チェンソー、農耕用小型エンジン、オートバイ、乗用車からブルドーザ及び油圧ジャッキ、油圧シリンダー等あらゆる円筒物の内面研磨に最適な特殊ホーニング用ブラシです。

日本総代理店
N.M.T
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
TEL.03-3425-4331（代表） FAX.03-3439-5720 〒156
名古屋営業所　名古屋市中区千代田5丁目10番18号
TEL.052-261-7361（代表） FAX.052-261-2234 〒460

やってきたことが、社名を超えました。

Taisei Rotec

4月1日より、社名が変わります。

たとえば、道路の幅を広げていく、10mから100m、そして1kmへ。
その時、でき上がったものは、もう「道路」という言葉でくくることはできなくなる。
これが今の私たちの姿であるといえます。
私たちは31年間にわたって道路づくりの技術を進歩させてきました。
近年、その技術がさまざまな分野で花開いています。
宅地や公園などの街づくり、スポーツ・レジャー施設の建設、
そして空港や港湾といったインフラストラクチャーの整備など、
私たちの仕事の現実は、もう「大成道路」という社名よりも進化してしまっているのです。
そうした仕事領域を、私たちは「環境の創造」と考えています。
これからの時代、人間にとっても地球にとっても
「環境」はますます大切なものになっていくでしょう。
よりよい環境づくりのために、
私たちは道路づくりで培ってきた技術を一層高めていきたい。
こうした気持ちをこめて、ROAD(道路) TECHNOLOGY(技術)の言葉から、
新社名を「大成ロテック」といたしました。
これから「大成ロテック」をよろしくお願いいたします。

大成道路株式会社（4月1日からは、大成ロテック株式会社です。）
〒104東京都中央区京橋3-13-1 TEL.03-3567-9431(代表)

移動式 骨材選別機

SBN3900形　シンバグリッド

本機は従来の固定式骨材選別機の諸問題を大幅に解決する為に開発した画期的な骨材選別機です。

本機の特徴
- 移動が可能である
- 目詰りがない
- バーの間隙を自由に調整出来る
- 積込みの省力化が計れる
- 動力は一切不用

製造元 株式会社 中山鉄工所
《本社・工場》 佐賀県武雄市朝日町大字甘久2246-1
〒843　TEL：(0954) 22－4171(代表)

総販売元 MKS 三井物産機械販売株式會社

本　社　〒105 東京都港区西新橋2丁目23番1号　第3東洋海事ビル　TEL 03(3436)2851 大代表

東京支店	03－3436－2871	北陸営業所	0764－32－2610	盛岡出張所	0196－25－5250
名古屋支店	052－961－3751	長野営業所	0262－26－2391	松本出張所	0263－34－1542
大阪支店	06－352－2221	宇都宮営業所	0286－34－7241	那覇出張所	098－863－0781
札幌営業所	011－271－3651	広島営業所	082－227－1801	産業機械営業部	03－3436－2861
仙台営業所	022－291－6280	福岡営業所	092－431－6761	設備機械営業部	03－3436－2860
新潟営業所	025－247－8381	鹿児島営業所	0992－26－3081	L＆R事業推進室	03－3436－3681

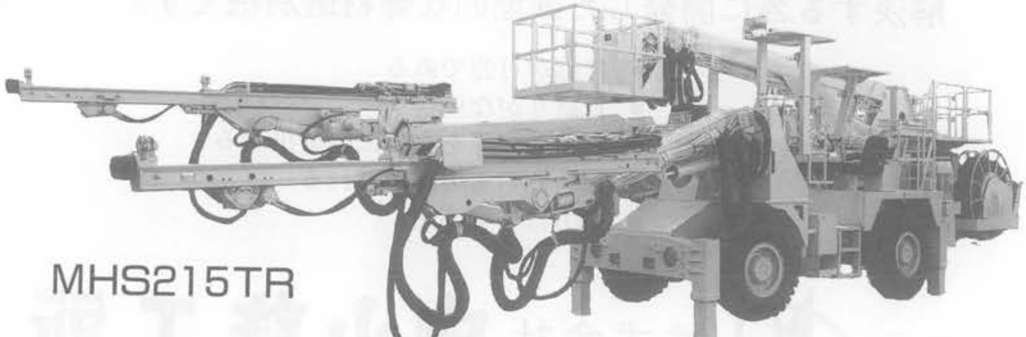
KEMCO トンネル 急速施行の最新鋭機！

KEMCO！ Schaeff ・ローダ

KL41

型式	KL 7	KL15	KL20	KL41	KL51
適用ずり取り断面	4.5～14m²	7～20m²	10～25m²	20～50m²	20～90m²
油圧パワーパック	30KW×1	45KW×1	45KW×1	90KW×1	90KW×1
コンベア能力	70m³/h	150m³/h	150m³/h	300m³/h	300m³/h
重量	8.5TON	12TON	13TON	25TON	25.5TON

KEMCO TAMROCK 油圧モービル・ジャンボー



MHS215TR

型式	HS215DR	MHS215TR	MHS325TR
適用堀さく断面	8～52m²	16～100m²	25～110m²
油圧パワーパック	45KW×2	45KW×2, 11KW×1	45KW×3
エンジン出力	90PS/2,800rpm	180PS/2,200rpm	180PS/2,200rpm
重量	19.5TON	31TON	41TON

コトブキ技研工業株式会社

■本　　社　〒100 東京都千代田区大手町2-6-2 日本ビル ☎03(3242)3366㈹
■広島営業所　〒737-01 広島県呉市広白岳1－2－2 ☎0823(73)1134
■大阪営業所　☎06 231) 5141　■仙台営業所　☎0222(62) 5470
■支　　社／札幌・名古屋・岡山・松山・福岡 ■広事業所

Wirtgen

SF 1000 C Cold Milling Machine

◆エンジン　140ps
◆切削深さ　100mm（標準）
◆切削巾　1000mm
◆作業速度　13 m/分（最大）
◆駆動型式　4WD
◆ベルトコンベア
可変スピード首振左右計 42°
◆フラッシュカット
右後の車輪をドラムの前へ移動して縁石ギリギリまで切削可能
◆騒音対策は標準装備

●オプション●

1. トレンチカッティング（写真左）
深さ **180mm**、巾 **80mm**
2. ディープカッティング（写真右）
a. 深さ **250mm**、巾 **750mm**
b. 深さ **300mm**、巾 **500mm**
（特注品）

※多様なセグメントにより特殊工事可能

製造元：西独 WIRTGEN GMBH
販売：株式会社 **東洋内燃機工業社**
アフターサービス：道路機械部

〒213 川崎市宮前区神木本町2-20-1 TEL044-866-8171 FAX044-866-8176

(独)Göpfert社製　Vacuum Lifting System

省力・安全・正確な設置に抜群の威力を発揮する画期的な

真空吊上げ装置

用途

- ○舗装用ブロック
- ○ヒューム管
- ○コンクリートプレート
- ○各種側溝
- ○建築用のパネル(縁石)
- ○各種建設資材
- ○L型ブロック

○お手持のエキスカベータに装着し使用出来ます。

○ワイヤーを使用しないで正確な位置決めが迅速容易に出来ます。

○特許の吸引装置によって種々の形状の物を容易に吊上げ出来ます。

製造元　Göpfert, GERMANY

総代理店　JEMCO 日本ゼム株式会社

〒143　東京都大田区大森北1－28－6　ゼムコビル

TEL. 03 (3766) 2671 FAX. 03 (3762) 4144

道路建設・維持補修

路面切削機

アスファルト/コンクリート、舗装面をヒーターなしで切削する。
切削材を自動的に車に積載

型式：MRH-50

型式：MRH-60

アスファルト路面補修車

- 路面の穴埋に
- 凹凸面の補修転圧に
- 簡易路面舗装に

アスファルト ディストリビューター

- 道路建設に
- 道路の維持補修に
- 高粘度液剤散布に

株式会社 堀田鉄工所

本社工場 〒454 名古屋市中川区十番町6丁目3番地
電話 (052) 651－3361(代)
FAX (052) 661－2904

コンクリート ハッリ 機

重機取付式
(取付重機0.2以上)

スパイキ ハンマー

機　種	能力 m³/H	空気量 m³/min
KA-200型	40	7
KA-100型	20	5
KA-60型(手持式)	6	2.1

コンクリート打継目ハッリ

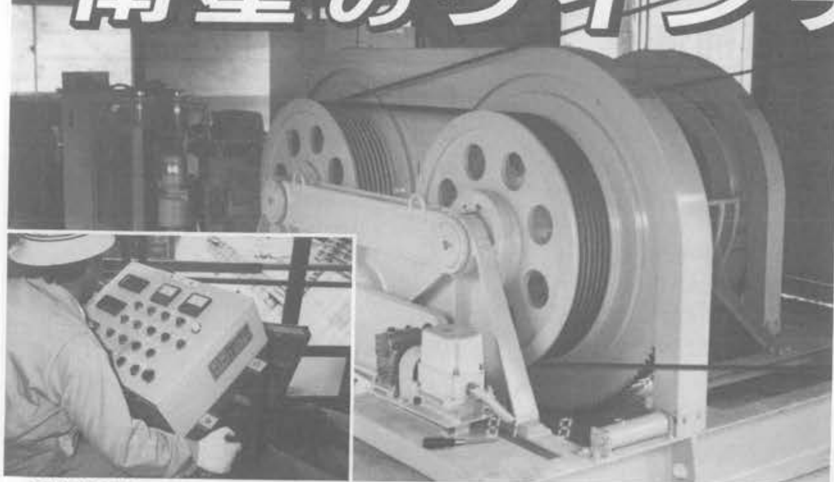
- ○トンネル補修
- ○ダム工事
- ○防波堤補修
- ○連続地中壁

三輪自走式

栗田さく岩機株式会社

東京都江東区東陽4-5-15東陽町ISビル4階 TEL(03)5690-3431

南星のウインチ



遠隔操作で誰でも運転出来る油圧ウインチ

営業品目

- ★ケーブルクレーン
- ★林業、送電線索道
- ★インクライン
- ★ゴルファカー
- ★ランニングウエイ
- ★ゴンドラ
- ★天井クレーン
- ★門型クレーン
- ★トラッククレーン
- ★スクラッププローダー
- ★立体駐車装置
- ★自動倉庫用
  スタッカークレーン
- ★その他特殊装置

設計、製作、取付工事まで行います。全国26ヶ所の各支店、営業所で完璧なアフターサービスを行います。

株式會社 南星

本社工場　熊本市十禅寺町4の4　☎096(352)8191
東京支店　東京都港区西新橋1-18-14 小里会館　☎03(3504)0831
支店・営業所・出張所、全国各地26ヶ所

振動応用技術で世界をひらく

VIBRATION SPECIALIST

EXEN 振動応用技術で、世界をひらく

エクセン株式会社

(旧 林バイブレーター株式会社)

本社 〒105 東京都港区浜松町1-17-13 ☎03(3434)8455代 FAX03(3434)8368

東京支店 東京北営業所 鹿児島営業所
大阪支店 名古屋営業所 盛岡出張所
札幌営業所 高松営業所 草加工場
仙台営業所 広島営業所
関越営業所 福岡営業所

足もと安全。

ニッケンのゴムマット。

ぬかるみ、軟弱地の現場に敷くだけ!便利なゴムマット。タテ2mヨコ1m厚さ2cmの使い易い形で重さ48kgと軽量です。これで現場も安全です。

▲高松市内繁華街で建築現場への資材搬入に道路タイル養生にゴムマット稼動。

岡山市内S造高所作業車使用時、▶
スラブ養生にゴムマット稼動。

レンタルのニッケン

東京都千代田区永田町2-14-2 山王グランドビル 03(3593)1551

無料電話▶0120-14-4141(ヨイヨイ)(最寄の支店につながります。)

オバケタイヤダンプ

3ton積
4WDの駆動力
中折れ操舵方式

レンタル&販売

新開発の低接地圧、スーパージャンボタイヤと4WDの駆動力により、湿地・ぬかるみなどどんな悪条件でも抜群の走破力を発揮。操舵は小回りのきく中折れ方式。　不整地の整備・運搬に最適！

大型特殊
ナンバー付で
公道を走れます！（未積載時）
そして抜群の
不整地走破力！

タイヤ幅
700mm

全国150の営業所からレンタル&販売中！

レンタルのニッケン

本社／東京都千代田区永田町2-14-2 山王グランドビル3F

無料電話▶0120-14-4141（担当:大福）

無料FAX▶0120-37-4741

全国155の営業所からご利用頂けます。

レンタルのニッケン 無料電話▶0120-14-4141

本社／東京都千代田区永田町2-14-2 山王グランドビル3F 無料FAX▶0120-37-4741（担当：平安）

長ーい腕！

てながユンボ

河川に堆積した泥土・ヘドロ等の浚渫工事、護岸工事、法面工事、圃場整備等に、両岸から長いアームで効率の良い作業が可能です。

最大掘削半径15.2m
バケット容量 0.4m³
最大掘削深さ11.7m
ベースマシン0.7クラス

※テレスコアーム（4.6m〜9.4m型）、深掘バックホー（5.5m〜23m型）、深掘トラックバックホー（5.5m〜8m型）も用意致しております。各種アタッチメントも用意致しておりますのでご利用下さい。

HANTA
ミニアスファルトフィニッシャ
更にグレードアップ!!
21年目の自信作。
1970年、小型アスファルトフィニッシャが産声をあげ、
昨年、晴れて二十歳の誕生日を向かえました。
その間、お客様や現場の人たちの数限りない声に
支えられ、おかげさまで「ミニ」ならHANTAという
声をいただくようになりました。
お客様に鍛えられ、スタッフ一同で育てた
フィニッシャをさらにグレードアップ、
モデルチェンジし、21年目に向け、ふたたび社会に
おくり出すことになった、自信のフィニッシャを
ぜひご覧ください。
CRAWLER
ニュースクリード搭載!
ベースペーパにも対応!
F25C
F31C
最大舗装幅3.1m
低騒音型認定機種
最大舗装幅2.5m
低騒音型認定機種
WHEEL
フルモデルチェンジ!
F25W
F31W
最大舗装幅3.1m
最大舗装幅2.5m
範多機械株式会社
大阪営業部●大阪市西淀川区御幣島2丁目14-21☎(06)473-1741
東京営業所●東京都板橋区三園1丁目50-15☎(03)3979-4311
福岡営業所●福岡市博多区博多駅南3丁目5-30☎(092)472-0127

新登場！

新技術で、性能アップ!!

CASHIMEX

カシメックス

フレキシブルチューブを加締めてアセンブリーする、
全くの新タイプが登場しました。
加締めタイプのフレキシブルチューブ、CASHIMEX。
実績ある高圧ホースの、あのノウハウを応用し、カタチにしたわけです。
フレキシブルチューブならではの配管の分野に、いま、新しい高性能をお届けします。

■特 徴

1 加締めタイプ
加締めタイプのフレキシブルチューブ、CASHIMEX。その名の通りフレキシブルチューブに金具を加締めてアセンブリーする、わが国初のニュータイプ。実績ある高圧ホースの技術を生かしたフレキです。

2 インパルス性能
従来のフレキシブルチューブに比べ、インパルス性能（最高使用圧力）を向上させました。

3 便利な互換性
ゴムホースの口金（アダプター）との互換性を持たせているため、使用範囲も拡大。
極めて便利です。

4 首元が強固
チューブとブレードが一体に加締められているため、首元が強固になっています。

5 ねじれ配管防止
配管時に共回りしにくいので、ねじれ配管防止につながります。

6 フィールドクリンプ
フィールドクリンプマシンにより、現地でのアセンブリーも可能です。（開発中）

カシメックスの主な仕様は、
使用流体：水、油、空気、ガス、石油、薬品など。
使用温度範囲：－50～280℃
使用チューブ：スパイラル型
サイズ：8－25A
である。

流体移送のシステムプロデューサー
Y·A 横浜エイロクイップ株式会社

本　　社	東京都港区新橋5－10－5（同和ビル）	〒105	☎03-3437-3540
東京支店	東京都港区新橋5－10－5（同和ビル）	〒105	☎03-3437-3525
大阪支店	大阪市北区堂島浜2-1-29（古河大阪ビル）	〒530	☎06- 344-8531
名古屋支店	名古屋市中区錦1－17－13（名興ビル）	〒460	☎052-221-7041
広島支店	広島市中区橋本町10－10（広島インテスビル）	〒730	☎082-227-7521
平塚工場	神奈川具平塚市東八幡4－6－40	〒254	☎0463-23-0331
長野工場	長野県下伊那郡高森町吉田548	〒399-31	☎0265-35-3211

マサゴの電動油圧式バケット

8.0M³鉄鉱石用電動油圧グラブバケット

2.0M³岩石用電動油圧ポリップ型バケット

電動油圧木材グラップル

木材グラップルの特長（特許出願中）

■電動機が小さいので使用電力が少ない。
■開閉速度が非常に速いので高能率。
■掴み力が大きい。（小さくも出来る切換式）
■保持性能が非常に良いので安全である。
■油温上昇が小さいので連続使用出来る。
■本体が非常に頑丈に作られているので安心。
■油の寿命が長くなるような設計なので、油交換が少なくてすむ。

グラブバケット・ポリップ型バケットの特長

■どんなクレーンにもつけられる。
■操作が極めて簡単。
■掴み力が大きい。
■機構が簡単で故障が少ない。
■強度が強く、頑丈である。
■耐摩耗性が高く長もちする。

バケットの専門メーカー
眞砂工業株式会社

柏事業所 千葉県東葛飾郡沼南町沼南工業団地
電話(沼南)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 東京都足立区南花畑1－1－8
電話(東京)03-3884-1636(代) 〒121

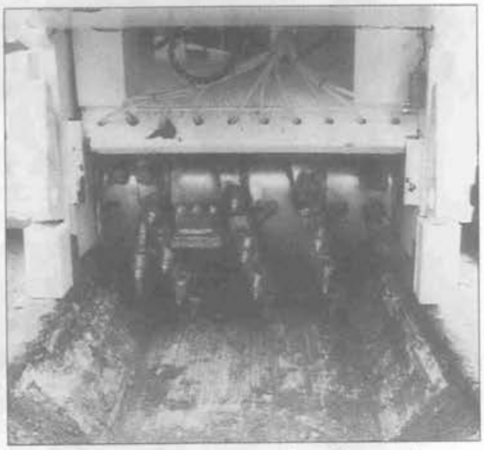
NEW

Wirtgen

300mm切削機の時代。

"DEEP CUT MACHINE" を各機種揃えました!!

2100DC



1000DC V-カット（オプション）

《Wirtgenディープ・カット・シリーズ》

	切削幅	切削深さ
◎2100 DC	2000mm	300mm
◎1900 DC	1905mm	300mm
◎1500 DC	1500mm	300mm
◎1300 DC	1320mm	300mm
○1000 DC	1000mm	280mm
	＊OptionにてV-cutも可能	
○ 500 DC	500mm	280mm
	＊OptionにてV-cutも可能	

（◎はクローラー・タイプ、○はホイール・タイプです。）

500DC

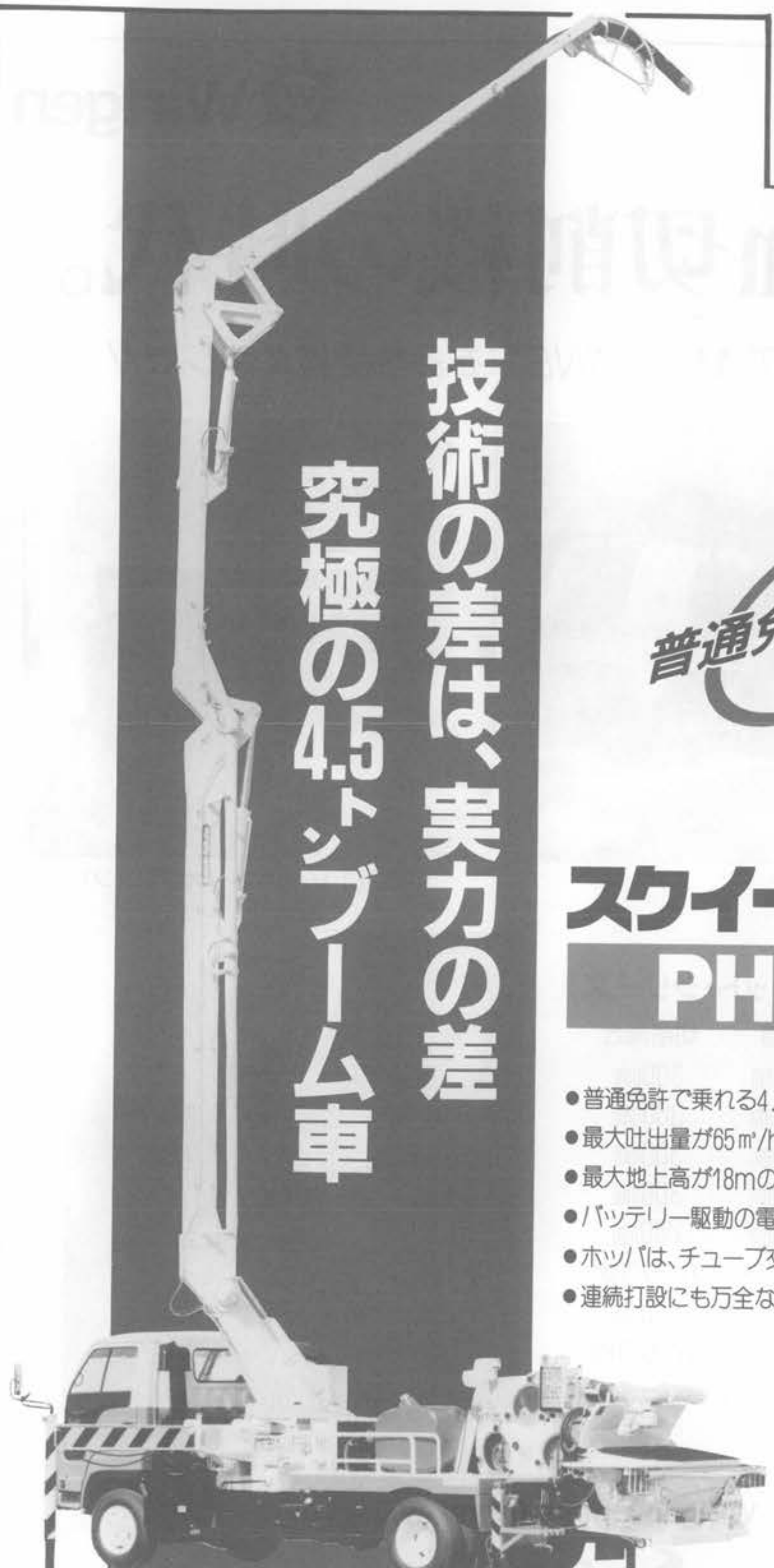
製　造　Wirtgen GmbH, Germany

輸入・販売
総代理店
アフター・サービス

Suntech サンテック 株式会社

〒111 東京都台東区西浅草3-26-15
TEL. 03-3847-9500　FAX. 03-3847-9502

新登場



技術の差は、実力の差
究極の4.5トンブーム車

普通免許でOK

スクイーズクリート PH65-18

- 普通免許で乗れる4.5トン車に架装。
- 最大吐出量が65㎥/hの5B(125A)ポンプ搭載。
- 最大地上高が18mの３段屈折ブームを搭載。
- バッテリー駆動の電動式真空ポンプを採用。
- ホッパは、チューブ交換に便利なチルト機能を装備。
- 連続打設にも万全なオイルクーラを標準装備。

極東開発工業株式会社
本　社　西宮市甲子園口６－１－45　〒663　TEL(0798)66-1000

コンクリートポンプ営業部
東京都港区浜松町２－４－１　〒105　TEL(03)3435-5363
世界貿易センター24F

TOKIRON

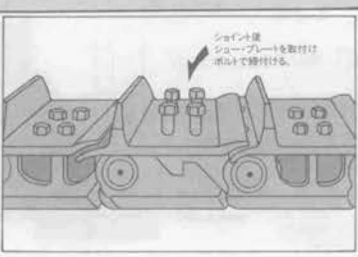
低騒音で優れた耐久性、より経済的なリンク！
トラックピンとブッシュの間隙に密封されたオイルの効果

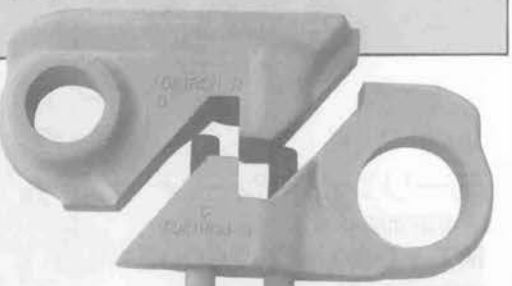
オイル密封潤滑式
ソルト リンク

省資源、無公害が要求される新時代にマッチした、タフなリンクのエースです。ますます多様化、高度化する農業、土木、港湾建設工事を足元から支え、安全性と経済性を追求した信頼の高いリンクです。

マスター リンク

安全、簡単、強靱！リンクの取付作業が安全且つスピーディーに出来ます。ダイナミックな噛み合わせ構造により作業現場での省人化、スピード化を安全に果す、ゆるみのこない頑丈なマスターリンクです。





実用新案
第1751164号

トラック・リンクはトキロンへ

〈営業品目〉
- 建設機械足廻り装置一式
- リンク・ピン・ブッシュ・シュー
- その他足廻り部品

株式会社 東京鉄工所

本　社　〒140 東京都品川区南大井6-17-16（第二藤ビル）
☎(03)3766-7811　FAX.(03)3766-7817
土浦工場　〒300 茨城県土浦市北神立町1-10
☎(0298)31-2211　FAX.(0298)31-2216

インガソール・ランドの道路機械

TOKYO RYUKI
Part of worldwide
INGERSOLL-RAND

切削、敷均し、転圧と
あらゆる道路工事の局面で活躍します。

振動ローラ
SD-100D
重　量：10.5ton
振動数：1,800v.p.m
起振力：22,680kgf

両輪振動ローラ
DD-65
重　量：6.60ton
振動数：3,300v.p.m
起振力：8,200kgf（最大）

ミニフィニッシャー
340T
舗装幅：1.22～2.13m（2.59m）
（エクステンション付）

ミーリングマシーン
大型路面切削機
MT-7000/MT-7000E
（クローラタイプ）
切 削 幅：2,000mm
切削深さ：250mm/300mm

●メンテナンスは全国ネットのサービス体制で万全です。

INGERSOLL-RAND®
ROAD MACHINERY

東京流機製造株式会社
道路機械部
〒106 東京都港区西麻布1-2-7（第17興和ビル7F）
TEL.(03)3403-8181㈹ FAX.(03)3403-8830

本社・工場 ● TEL.(045)933-6311㈹ FAX.(045)933-3591
仙台営業所 ● TEL.(022)291-1653㈹ FAX.(022)291-1654
東京営業所 ● TEL.(045)933-8802㈹ FAX.(045)934-8992
大阪営業所 ● TEL.(06) 323-0007㈹ FAX.(06) 323-0028
広島営業所 ● TEL.(082)228-6366㈹ FAX.(082)228-6365
福岡営業所 ● TEL.(092)721-1651㈹ FAX.(092)721-1652

■PMJ-120 ■PMJ-200 ■PMJ-400

油圧コンバータ内蔵
パイルマスター

昭和58年度・建設省 建設技術評価第83104

東京湾横断道路工事で活躍する
鈴木の「大型油圧ハンマー」

❶より低騒音
❷より低振動
❸杭の破損防止
❹土質・地盤に応じた施工が可能

低騒音・低振動・杭体保護型「油圧ハンマー」
環境新時代に向けて7つの理想を実現!!

❺ラム・ストロークが任意に設定可能
❻1台で大径・小径の杭に対応できるワイドタイプ
❼施工能率が良い

PMJ-200

油圧ハンマーの仕様

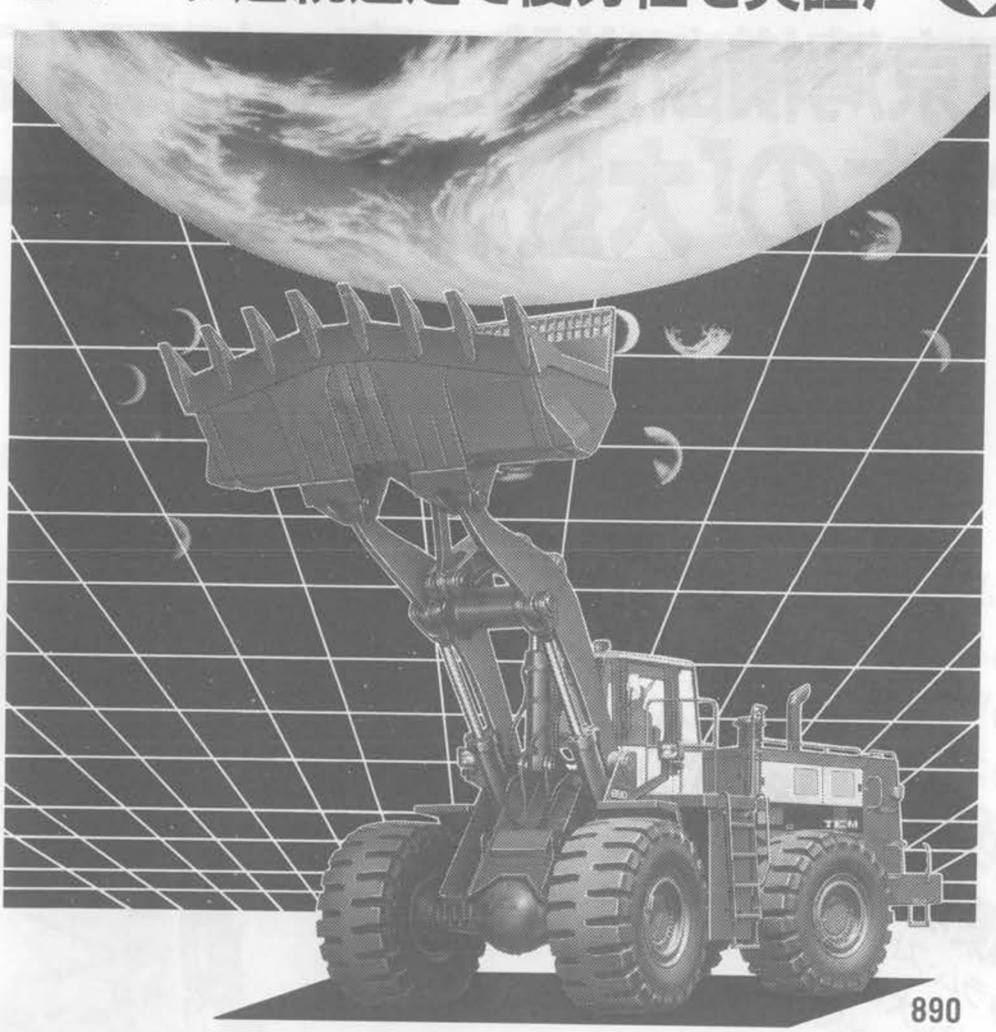
型 式	打撃仕事量 (t−m)	ラム重量 (T)	最大落降 (m)
PMJ-120	13.0	7.2	1.8
PMJ-200	20.0	12.0	1.7
PMJ-400	40.0	24.0	1.7

鈴木技研工業株式會社

本 社 〒115 東京都北区赤羽西1丁目34番1号
☎03(3905)2311 FAX.03(3905)2317

東京製造所 〒332 埼玉県川口市領家5丁目7番14号
☎0482(23)5600 FAX.0482(23)7561

Gマーク連続選定で優秀性を実証!



4年連続選定! 確かな技術が大きく評価されました。

技術の独創性と優秀性が高く評価されて、TCMホイールローダ800シリーズが、4年連続で通産省「グッドデザイン商品」に選定されました。居住性、耐久性、作業性、安全性、そして経済性を徹底的に追求。「ほんとうに使い易い製品を」というTCMの思いを結晶させた成果です。Gマークで実証されて800シリーズは、いまホイールローダの頂点へ。

■800シリーズGマーク選定商品

1986年度選定/870(バケット容量:3.5m³)
1987年度選定/830(バケット容量:1.2m³)
1988年度選定/815・820(バケット容量:0.6m³・0.8m³)
1989年度選定/890(バケット容量:5.5m³)

TCM 東洋運搬機

本　社　〒550 大阪市西区京町堀1-15-10 ☎06(441)9141
東京支社　〒105 東京都港区西新橋1-15-5 ☎03(591)8175

TCMホイールローダ

NEW800シリーズ/808A・810A・815・820・830・835・840・850・860・865・870・880・890

多芸多才のマルチタレント

価格従来形式の1/2！

TAIYU DISTRIC

ワイヤーロープ式多目的コンクリート打設装置

TAIYU-DISTRIC（ディストリック）は従来のディストリビューターのイメージを一新。構造をより単純化，シンプルにし，かつ機能は飛躍的にアップ。コンクリート打設を主目的にオプションとしてクレーン機能も兼ねそなえました。

★本四架橋でも偉力を発揮

本機はワイヤーロープ式でありますので……

- 各部材が小さく軽量
- ブーム先端部の移動が自在
- ブーム屈曲によるワイドな作業空間
- 合理設計による大幅なコストダウン
- 各機構をシンプル設計しているので、メンテナンスは非常に楽々

（本四架橋現場設置例）

――TAIYUのコンクリート打設関連機器

※オプション，特殊仕様等なんなりとお申しつけ下さい。

●手動式ディストリビューター

●油圧式ディストリビューター

●コンクリート分岐バルブ

さらなる安全とクオリティを求めて
TAIYUは生まれ変わります

旧社名 大裕鉄工株式会社

我々は身も心も一新してスタートします――

新社名 CREATIVE ENGINEERING TAIYU
大裕株式会社
〒572 大阪府寝屋川市点野4丁目11-7
TEL(0720)29-8101代 FAX(0720)29-8121

コードレス信号機

新登場

現場への移動・設置・維持に——省力革命!!

- 複雑な地形の現場でも設置が"カンタン"。
- 道路横断不要で"安全""安心"。
- 長期間の設置にもコード類の点検不要。
- コード類が無いので移動・収納が"ラクラク"。

FAUN

VIMA

あなたの街に似合います!!

New small スイーパー

発売元 株式会社 ワールド・トレーディング

〒381-01 長野市若穂綿内7484番地
TEL.(0262)82-6091 FAX.(0262)82-5803

技能士をめざす

通信制・訓練講座 受講生募集

いつでも・どこでも・働きながら学べる

職業訓練大学校では、生産現場で働く技能者の皆さん方を対象に、一級・二級技能士課程通信制訓練の講座を開設し、受講生を募集しています。

■一級

建設機械整備科
機械加工科
機械検査科
など8科

■二級

建設機械整備科
機 械 加 工 科
機械・プラント製図科
機 械 検 査 科
など22科

■訓練期間：標準１ヵ年(随時受付)

■受 講 料：一級　8,240円／二級　6,180円

■受講資格：実務経験があれば受講できます。(ただし、一級については一級技能検定受検資格者または１年後にその資格を満たす方)

特典　技能検定の学科試験が免除されます。

●お問合せ、資料請求は下記へ――。

職業訓練大学校委託

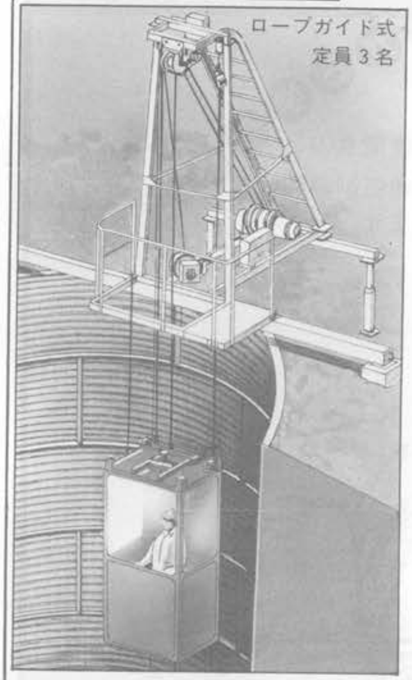
通信訓練事務センター

〒162 東京都牛込郵便局私書箱第109号 TEL.03-3232-4978

豊富な実績

大幅な能率up！ カホ製品

工事用エレベーター



ロープガイド式
定員3名

スロープカー

定員
4名～8名
登坂能力
30°

オートリフト

バケット容量　0.15～2.0㎥

工事用モノレール

KED-2S型　5.5PS
KED-3S型　8　PS

製造元　株式会社嘉穂製作所

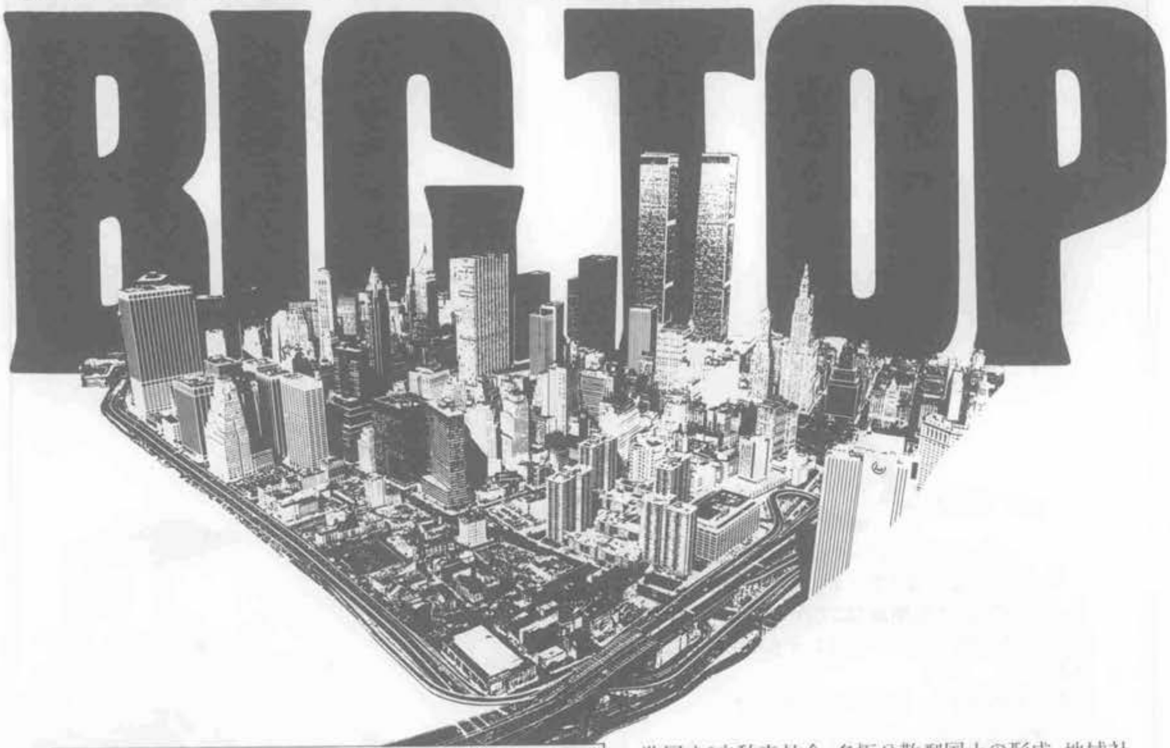
本社工場　福岡県嘉穂郡筑穂町大字大分567　TEL 0948-72-0390(代)
東京支店　TEL 03-3295-1631(代)　札幌営業所　TEL 011-561-5371　仙台営業所　TEL 0222-62-1595
大阪営業所　TEL 06-3241-1671(代)　広島営業所　TEL 082-247-1790

発売元　日鉄鉱業株式会社
総代理店　日鉄鉱機械販売株式会社

本　社　東京都千代田区神田駿河台2丁目8(瀬川ビル7F)　TEL 03-3295-2462(代)
北海道支店(011)561-5371　東北支店(0222)65-2411　大阪支店(06)252-7281　九州支店(092)711-1022

次の時代を見つめると アスファルトプラントは、こうなる。

最先端技術を30年の実績で磨いた新しい形。



進展する自動車社会、多極分散型国土の形成、地域社会の活性化……と、道路整備はいま急務とされ、その長期計画も着々と実現化しています。こうしたニーズに適応するのが、日工のBIG TOP。大容量ホットビンやOA生産システム、リサイクル設備など、多品種少量生産に即応できる環境適応形。30年の実績をベースに、もてる技術を結集して開発した自信作です。

●多品種少量生産が可能な大容量ホットビン●コスト低減を実現するヒートバックドライヤ●高精度電子計量システム●コンピュータ集中管理●45°羽根のスパイラルフローミキサ

合材販売専用
BonDシリーズ **BIG TOP**

日工株式会社

本社/〒674 明石市大久保町江井島1013-1 TEL(078)947-3131代

■営業所
北海道(011)231-0441 東 北(022)266-2601 東 京(03)3294-8129 長 野(0262)28-8340 東 海(052)203-0315
北 陸(0762)91-1303 近 畿(06) 323-0561 近畿西(0792)88-3301 中 国(082)221-7423 四 国(0878)33-3209
九 州(092)574-6211 南九州(0992)26-2156 ■出張所/松 山(0899)33-3061

東京技術サービスセンター TEL(0471)22-4611 明石技術サービスセンター TEL(078)947-3191

"あら、もう?!"

…と、いわれる 頼もしい 実力です。

何といってもホイールローダはカッコが良くって、安全で、乗り心地が良くて…そして…応答性が良くって、強力で、操作が簡単なことが一番!
《フルカワのホイールローダ》は、そんなよくばりにピッタリ。
"アッ"というまにシゴトをやってのけます。

Technology To Our Future

	バケット容量	定格出力	機械重量
FL35-II	0.35	28	2,380
FL50-I	0.5	38	3,300
FL80-IIS	0.8	56	4,700
FL120-II	1.2	87	7,290
FL150-I	1.5	105	9,260
FL160A	1.6	105	9,175
FL200-I	2.0	135	12,775
FL270-I	2.7	180	15,055
FL330-I	3.3	220	19,265
FL460	4.6	300	28,500

FL120-II

アーバン ホイールローダ

古河機械金属

本社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 ☎(03) 3212-0484

大阪支社☎(06)344-2531
岡山建機センター☎(0862)79-2325
九州支店☎(092)741-2261
九州建機センター☎(092)924-3441
札幌支店☎(011)785-1821
北海道建機センター☎(011)784-9644
名古屋支店☎(052)561-4586
名古屋建機センター☎(0568)72-1585
仙台支店☎(022)221-3531
東北建機センター☎(022)384-1301
壬生工場☎(0282)82-3111
古河建機販売㈱☎(0484)21-3733

マイコン
電子制御
バイブレーター
VH-42
新製品
インバーター
FU-1200
高周波
バイブレーター
FG-3000
2年間保証
ステーター&ローター
タンピングランマー
MT-68
MT-50V
FH·FX
Mikasa
●21世紀を創る三笠パワー!
ホワイトマン
パワートロウェル
JRT-36VE-C
プレートコンパクター
MVC-60
MVC-70GA
MVC-77
MVC-90G
MVC-110H
バイブレーションローラー
MR-5G
MR-6DB
特殊建設機械メーカー
三笠産業
●本　　社　東京都千代田区猿楽町1-4-3
TEL.03(3292)1411大代
●札幌営業所　札幌市白石区流通センター6-1-48
TEL.011(892)6920代
●仙台営業所　仙台市若林区卸町5-1-16
TEL.022(238)1521代
●新潟出張所　新潟市堀之内南3-1-21(ユタカビル)
TEL.025(284)6565代
●部品サービスセンター　春日部市緑町3-4
TEL.048(734)2401代
●技術研究所　埼玉県白岡町
●工　　場　館林/春日部/足利
西部地区総発売元
三笠建設機械株式会社
大阪市西区立売堀3-3-10　TEL.06(541)9631代表　●営業所　名古屋/福岡
新製品
R-85B
バイブロコンパクター
MCD-04SGK
(防音型)

Denyo

建設現場で威力を発揮！
デンヨーのパワーソース

エンジン発電機
0.5〜800kVA

DCA-60SPH
50Hz 50kVA・60Hz 60kVA

エンジン溶接機
100〜500A

BLW-280SSW
1人用100〜280A・2人用50〜140A

エンジンコンプレッサー
1.4〜26.9m³/min

DPS-90SSB2
2.5m³/min

●技術で明日を築く
デンヨー株式会社
本社：〒164 東京都中野区上高田4-2-2 TEL.03(3228)1111(大代表)

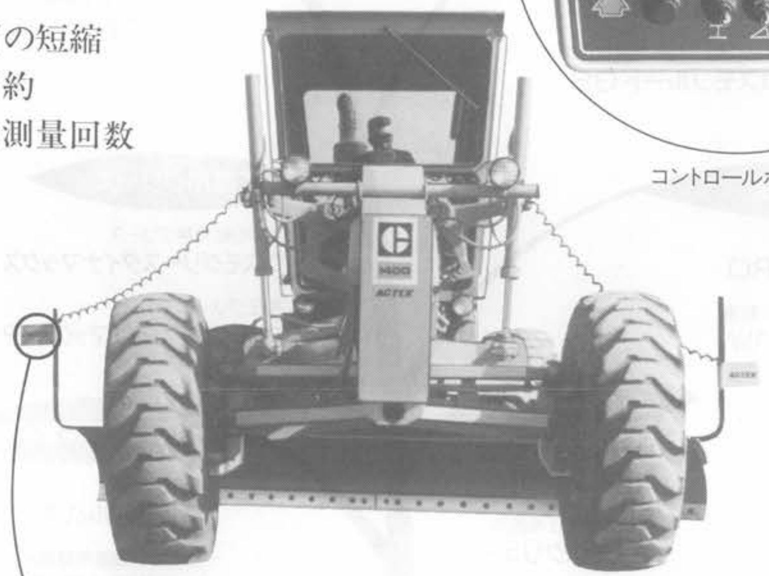
札幌営業所	☎011(862)1221	横浜営業所	☎045(774)0321	大阪営業所	☎06(488)7131
仙台営業所	☎022(286)2511	静岡営業所	☎0542(61)3259	広島営業所	☎082(255)6601
北関東営業所	☎0272(51)1931	名古屋営業所	☎052(935)0621	高松営業所	☎0878(74)3301
東京営業所	☎03(3228)2211	金沢営業所	☎0762(91)1231	福岡営業所	☎092(503)3553

HUMAN ENERGY COMPANY
COSMO OIL
難燃性作動液
水-グリコール系難燃性作動液
コスモフルードHQ
水-グリコール系難燃性作動液
コスモフルードGS
工業用ギヤー油
省エネ型工業用ギヤー油
コスモギヤーSE
省エネ型工業用ギヤー油
コスモギヤーMO
油圧作動油
汎用油圧作動油
コスモハイドロRO
ロングライフ型油圧作動油
コスモハイドロAW
省エネ型油圧作動油
コスモハイドロHV
ノンスラッジ型油圧作動油
コスモエポックES
工業用グリース
転がり軸受用グリース
コスモグリースダイナマックス
極圧グリース
コスモグリースダイナマックスEP
コンプレッサー油
往復動式空気圧縮機油
コスモレシプロ
回転式空気圧縮機油
コスモスクリュー
工作機械用潤滑油
汎用潤滑油
コスモオルパス
油圧摺動面兼用潤滑油
コスモマイティスーパー
摺動面専用潤滑油
コスモダイナウエイ
COSMO
コスモ オイル
適油適所。
★潤滑油に関する資料は下記宛にご請求ください。
コスモ石油株式会社
〒105 東京都港区芝浦1丁目1番1号 東芝ビル（潤滑油部）

建設機械用自動制御装置
システム・フォー

コントロールボックス

- 工事時間の短縮
- 材料の節約
- 最小限の測量回数



ソニックトラッカ：超音波を応用した非接触センサ

建設機械の作業効率を高めるために登場した「システム・フォー」は、超音波を応用した非接触センサを採用して、道路の横断勾配やブレードの高さ制御などを行うユニークな装置です。
すでにお持ちになっている各種建設機械に簡単に取り付けられ、モータグレーダ・ブレード制御，アスファルトフィニッシャ・スクリュード制御，切削機カッタ制御，ブルドーザ排土板制御などに効果を発揮します。

TOKIMEC 株式会社トキメック
新規事業推進室

東京営業所　〒141 東京都品川区西五反田1-31-1 日本生命五反田ビル　電話(03)3490-1931 FAX(03)3490-0897
大阪営業所　〒541 大阪市中央区今橋2-1-7 神戸北浜ビル　電話(06)231-6101 FAX(06)231-9304

APOLLOIL
出光
FINEST LUBRICATING OILS FOR CONSTRUCTION MACHINERIES
アポロイル スーパージーゼルマルチ
建設機械用高性能マルチグレードオイル CD class 10W/30,15W/40
APOLLOIL
SUPER DIESEL MULTI
油種統一・省燃費で工事コストを削減!
●エンジンに
●油圧システムに
●パワーシフトトランスミッションに
出光興産株式会社 〒100 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号 ☎(03)3213-3145

CATERPILLAR®

性能美人。

作業が、美しく、変わっていく。「最適仕様」誕生。

街へ、人へ。新しいCAT油圧ショベル・REGAが、
やさしいメッセージを投げかけます。
暮らしをつくる仕事は、こんなにも美しい。
新思想・フロント バリエーションによる最適仕様。
最先端の操作・居住性。CATだから、の信頼性。
いま性能は、美しく限界に近づきました。
REGA。暮らしを支えるあなたの、自信と誇りの言葉です。

〈新・発・売〉

REGA

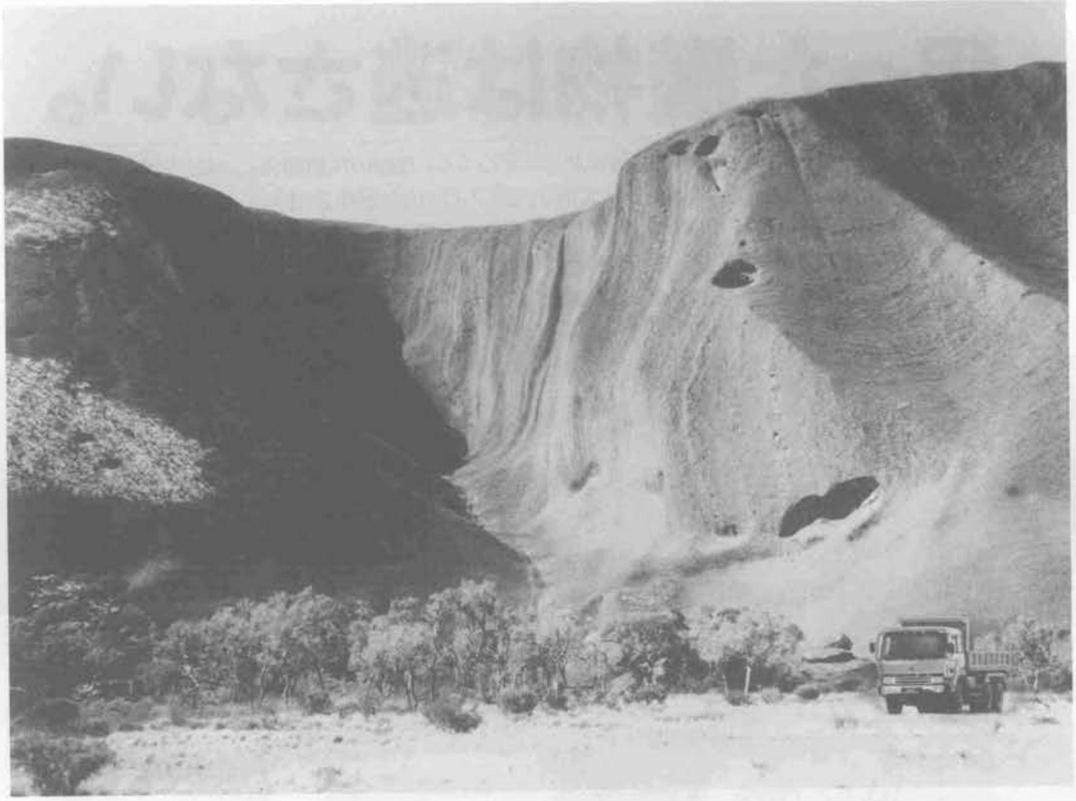
CAT®油圧ショベル

CAT 新キャタピラー三菱

営業本部 〒107 東京都港区赤坂八丁目1-22 TEL.03-5474-6833

New Motoring Wave 新技術を、ときめきに。 **MMC 三菱自動車**

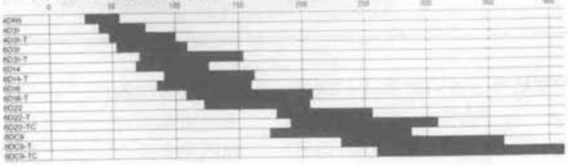
シートベルトをしめて、スピードをひかえめに。安全運転は三菱の願いです。



地球が舞台です。

国内はもとより、世界各地で幅広く使われている三菱自動車の産業用エンジン。その性能は自動車用エンジンの確かな技術に裏付けられ、高出力・高トルク・低振動、しかも抜群の耐久性と経済性も実現しています。地球を舞台に実績を誇る産業用エンジン。三菱自動車ならではの実力です。

幅広いパワーレンジ。豊富な機種。



■2.6ℓ～16ℓまで多彩なパワーバリエーション。

■自動車の技術を生かした高品質なエンジンづくり。

■高度な生産技術により、製品の均一性と低コストを達成。

6D22-TC型インタークーラーターボ付[illegible]エンジン

三菱自動車 産業用エンジン

三菱自動車工業株式会社　本社産業エンジン部
東京都港区芝浦四丁目9番25号　芝浦スクエアビル5F　〒108☎(03)5476-9639

世界へ、未来へ、加速します。

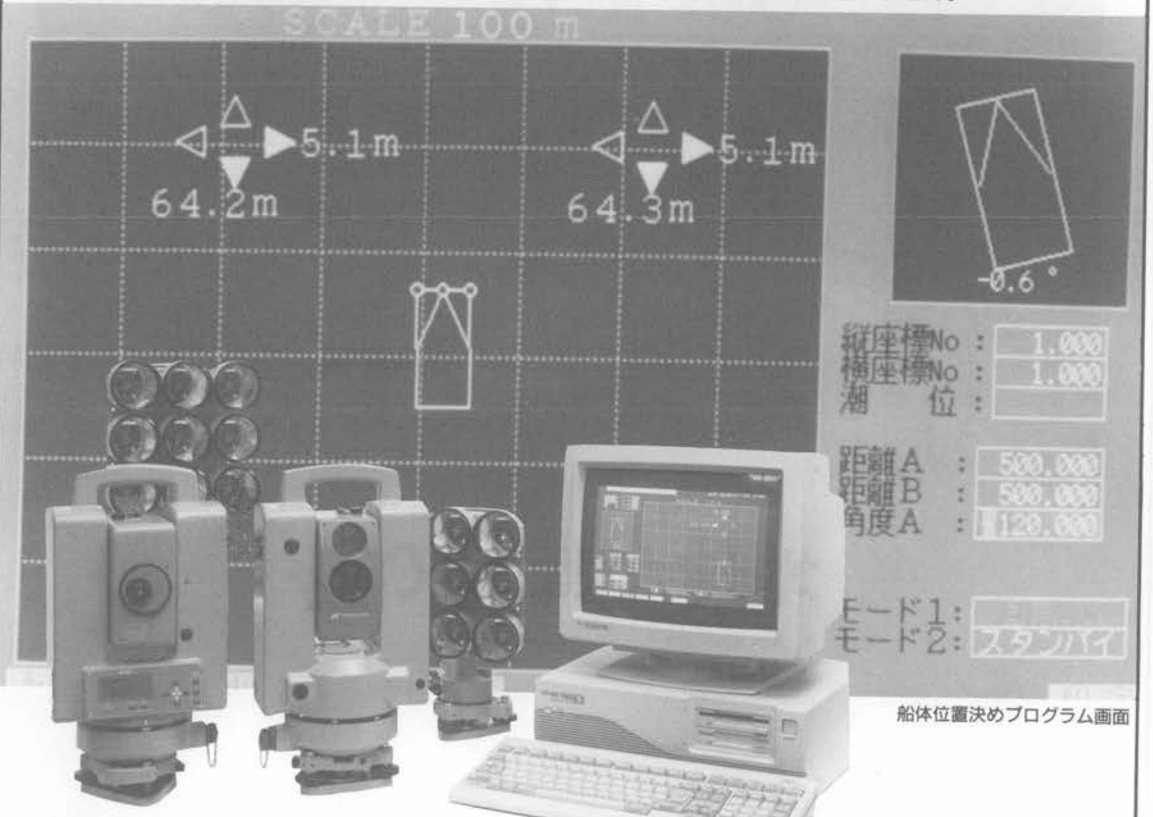
TOPCON

おかげさまで60周年

STEP UP 60

狙った獲物は逃さない。

トプコンAP-S1は作業船位置決めシステムです。独自の技術開発により、「最大自動追尾速度10°/sec.（100m先で17.6m/s、34.2kt）」・「最大測定距離3,500m」・「視準精度±2′以内」を達成。加えてスキャニング機能とサーチ機能で、確実な目標視準はもとより障害物等で測定が中断されても迅速な追尾作業の継続が可能です。高能率追尾システムで狙った目標は逃しません。



船体位置決めプログラム画面

■変化する作業船の位置・方向を連続測定し、モニターに表示。リアルタイムで確認が可能。 ■測距測角同時測定方式採用。■プリズム側には電源不要の本体追尾方式。一般測量用のプリズムセットで広範囲の追尾測定ができます。■現場作業に応じた機器設置及びシステム構成を自由に行えます。

自動追尾式トータルステーション

AP-S1

株式会社トプコン 〒174 東京都板橋区蓮沼町75-1 ☎03(3966)3141(大代表)

札幌営業所 011(726)7051
仙台営業所 022(261)7639
高崎営業所 0273(27)2430
東京営業所 03(3558)2512
横浜営業所 045(313)3170
名古屋営業所 052(971)1381
金沢営業所 0762(23)7061
大阪営業所 06 (541)8467
広島営業所 082(247)1647
高松営業所 0878(21)1155
福岡営業所 092(281)3254
鹿児島営業所 0992(25)5811

マルチ式合材サイロ登場 リサイクル合材大切に！

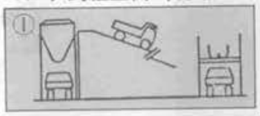
NLC合材サイロ導入で，こんな大きなメリットが！

省エネ　出荷量が少ない場合にはサイロだけでOK。
能力UP　早朝の出荷ピーク時には、プラント、サイロの同時運転で出荷能力が大巾にUP。
無公害　夜間、早朝等、騒音公害地域ではサイロのみの運転でOK。

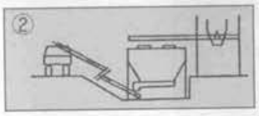
さらに、NLC合材サイロだけの大きな特長！ 千万円台合材サイロ供給実現。

- **コンパクト（簡易式1/3）**
  コンパクト設計により、地上高も低く、どんな場所でも移動可能。
- **低コスト（誘導加熱）**
  徹底した省エネ設計により、低コストが実現。
- **強制排出（二次混合）**
  合材排出には、当社独自の強制排出スクリューを使用し、ゲート部分の詰まりを解消。
- **品質管理（加熱セパレータ）**
  特殊電気加熱及び自動コントロールにより、低ワット密度が実現。
  スクリュー二次混合によりバラつき防止。
- **自由設計（組立自由）**
  どんな場所でも自由なレイアウトが可能。
- **サテライト（マルチ式）**
  6種類に分け敷地に合せ自由に使用出来る。

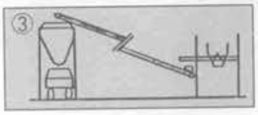
マルチ式組立例（現場に合わせた自由設計）



1. サテライト方式（AP→ダンプ→サイロ→出荷）
サイロ設置場所が自由に選べます。サイロの数を増やすことにより、異った種類の合材を出荷できます。また、計量器の増設も簡易です。



2. トロリー方式（AP→トロリー→サイロ→ベルコン→出荷）
連続運動ができ、合材出荷に合わせ投入が簡易にできます。少量の合材出荷も容易です。



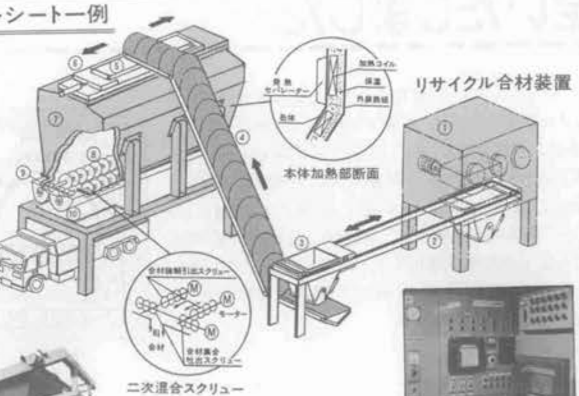
3. ベルコン投入方式（AP→トロリー→ベルコン→サイロ→出荷）
設置場所が自由に選べ、またサイロ容量も比較的自由です。計量器の増設も可能です。

4. ホットエレベーター方式（AP→トロリー→エレベーター→サイロ→出荷）
設置場所をとらず、敷地を有効に利用でき、サイロの増設、計量器の取付も容易です。

●オプション（フル装備可能）豊富なオプションの取りつけで、グレードUPが可能。

フローシート一例

特許



トロリーホッパー

全自動システム明細

①AP本体
②トロリーガイドレール
③トロリーホッパー
④耐熱ベルコン
⑤可逆ベルコン
⑥密閉式投入ゲート
⑦サイロ本体
⑧合材強制引出スクリュー
⑨合材集合吐出スクリュー
⑩排出ゲート

自動制御盤

サイロ本体

製造元　日東技研株式会社

総販売元
株式会社ニチユウ
〒141 東京都品川区西五反田7-1-10 ☎(03)3492-0051代

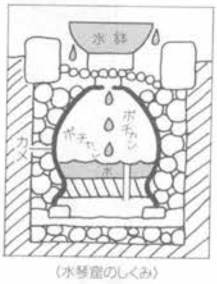
日立建機

忘れていたものを、ありがとう。

〈水琴窟の制作に情熱をかけるメンバーとそれに挑戦するランディキッド〉

ランディキッド「情熱ワーキング人」募集、グランプリは「水琴窟」の制作に決定いたしました。

高性能でキュートなスタイル、日立建機のミニショベル「ランディキッド」を使ってあなたの夢をかなえようという「情熱ワーキング人」募集には、全国からたくさんの楽しいプランが寄せられました。みごとグランプリに輝いたのは、長崎県立佐世保工業高校建築科の杉原先生と7名の3年生生徒の皆さん。高校生活の思い出に、校庭に「水琴窟」をつくろうというのが彼らの夢です。「水琴窟」とは江戸時代に庭師が考案したという、カメを使った音響装置の一種。地中に埋められたカメの内部で、水滴が水面を打つ音が琴を奏でるような風雅な音色を発生することからこの名前がつきました。機械化、合理化が進めば進むほど置いてきぼりにされていく日本人の心。そんな心の片隅に高校生たちがつくるほんの小さなこの音は、いつまでも優しく響き続けることでしょう。合言葉は、「土の中、鳴らせてみせよう琴の音」そんなロマンあふれる情熱ワーキングを、日立建機はずっと応援いたします。



〈水琴窟のしくみ〉

「情報ワーキング人」募集にたくさんの応募を頂き、ありがとうございました。審査の結果次の方が入選となりました。

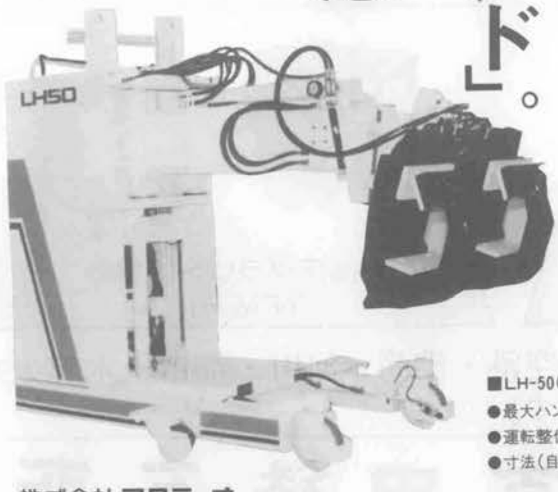
●準グランプリ：佐賀県「木曜会」の皆様、兵庫県自然教室の稲尾豊様●入選：東京都自由学園男子部高等科「肉体労働愛好グループ」の皆様、東京都「日本マウンテンバイク協会」鵜飼洋様、長崎県口ノ里青壮年会山本征男様●特別賞：愛媛県深川正延様

地球に力を貸したい、レンタル未来形。

AKTIO

レンタルのアクティオなら
ロボットもお貸しします。
ハードな作業もラクラクこなす
コマツの「マイティ・ハンド」。
あらゆる壁材に対応
できる高性能の
ロボットです。

コマツ「マイティハンド」



■LH-50(LH-30)仕様
●最大ハンドリング重量：495kg (350kg)
●運転整備重量：1,050kg (700kg)
●寸法(自走時)：1,940(L)×900(W)×1,940(H)mm
(1,730(L)×800(W)×1,790(H)mm)
●使用電圧：AC200V
●操作方式：有線式遠隔操作

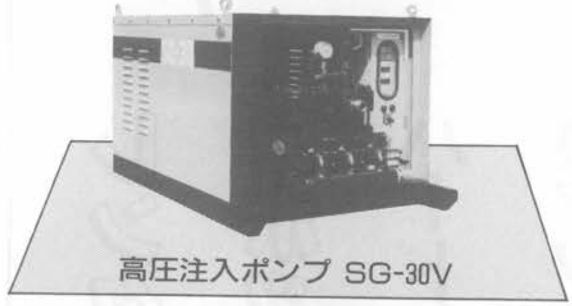
株式会社アクティオ

本社／東京都千代田区岩本町1-5-13 秀和第2岩本町ビル 〒101
Tel:03-3862-1411 Fax:03-3861-7544

東京支店 Tel:03-3687-1465
横浜支店 Tel:045-593-6443
東関東支店 Tel:0436-43-4816
関越支店 Tel:025-284-7422
東北支店 Tel:022-285-3191
東海支店 Tel:0568-77-7320
関西支店 Tel: 06-553-9191

(関連会社) 株式会社アクティオ長野 Tel:0262-73-5933
株式会社アクティオ四国 Tel:0878-66-1479
山梨建機レンタル株式会社 Tel:0552-66-5410

YBMは地盤改良の システムメーカーです

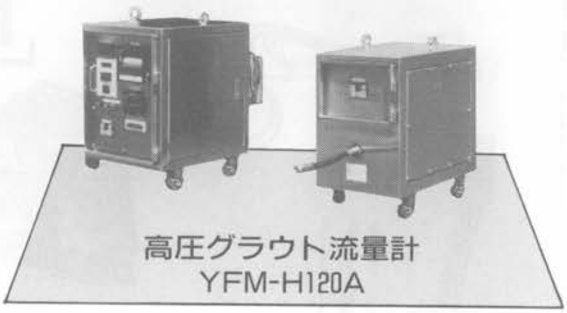

高圧注入ポンプ SG-30V

ジェットグラウトポンプ
SG-75, SG-100

地盤改良機 SS-15S/SS-30S

バックホー搭載型地盤改良機
SS-40BH/SS-60BH

地盤改良プラント SM-600Ⅱ


高圧グラウト流量計
YFM-H120A

YBMの地盤改良システムは、空港・港湾・河川・都市土木等未来を見つめた工事に活躍しています。

YBM 製造元 株式會社 吉田鉄工所

YOSHIDA BORING MACHINE MANUFACTURING CO.,LTD.

本社・工場 佐賀県唐津市原1534 TEL.(0955)77-1121 〒847
FAX.(0955)70-6010 TELEX.747628 YBM RIJ

東京支社 東京都港区芝大門1丁目3番地6号(喜多ビル3F) TEL.(03)3433-0525 〒105
FAX.(03)5472-7852 TELEX.02427142 YBM TOK

サンエーの濁水処理装置

SAF-1015

新製品

（超高速造粒沈澱濃縮装置）

建設工事用の濁水処理装置として、新しい凝集理論と独特の造粒技術からなる、画期的な造粒沈降性能を備えたコンパクトな「パッケージ型濁水処理装置」が完成

■特 長

1）超高速の沈降分離
独特の凝集方式と造粒機構の採用により、従来装置の約10倍に及ぶ超高速の沈降分離を行います
大きな分離速度が得られるため、装置はきわめてコンパクトです

2）安定した処理性能
スラリーブランケットゾーンが高濃度のため、懸濁物の捕捉力が強く、処理水々質が良好で、原水の水量、水質の変動に対しても処理性能はきわめて安定しております

3）経済性の向上
超高速分離に加え、全ての機構を共通スキット上に組込み、コンパクト化された小型装置であるため、敷地面積がきわめて少なくてすみます　また、工事の進捗状況に応じた装置の移動も容易です

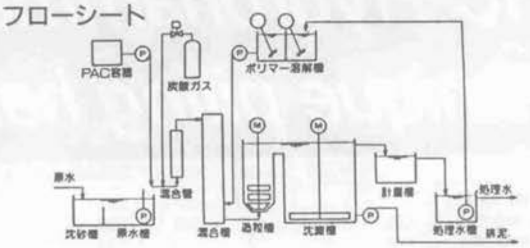
4）優れた操作性
スタートアップが非常に早く断続運転もスムーズに行えます　運転再開後は短時間で良好な水質が得られ、維持管理もきわめて容易です

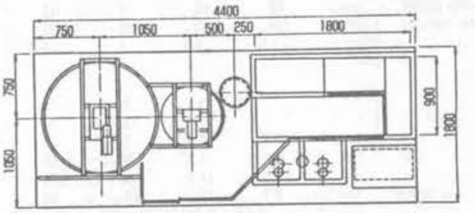
5）高濃度の排泥
排出スラッジは造粒化により高い密度の粒子となるため、濃縮部での圧密性が高く高濃度で排出されます
従って、スラッジ搬出容量を少なく出来ます

6）炭酸ガス中和の採用
炭酸ガス中和は従来の無機酸中和に比べ反応時間が早く、PHの戻り現象も生じません
また、過剰注入の場合でもPHは5.8以下になることなく、運転管理上も安全、無害です

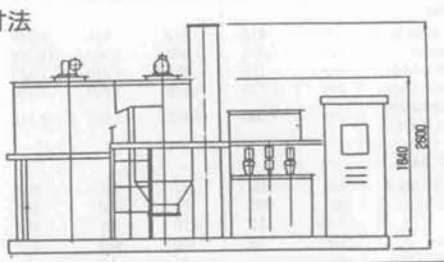
7）小型軽量シンプル設計
狭い場所でも濁水処理が行なえる装置とするため、特に必要としない排出スラッジの脱水装置は処理本体と別にし、必要な場合に組合わせる方式としました　これにより本体は非常にシンプルで小型軽量の使いやすい装置となっています

フローシート





装置寸法



■装置要項

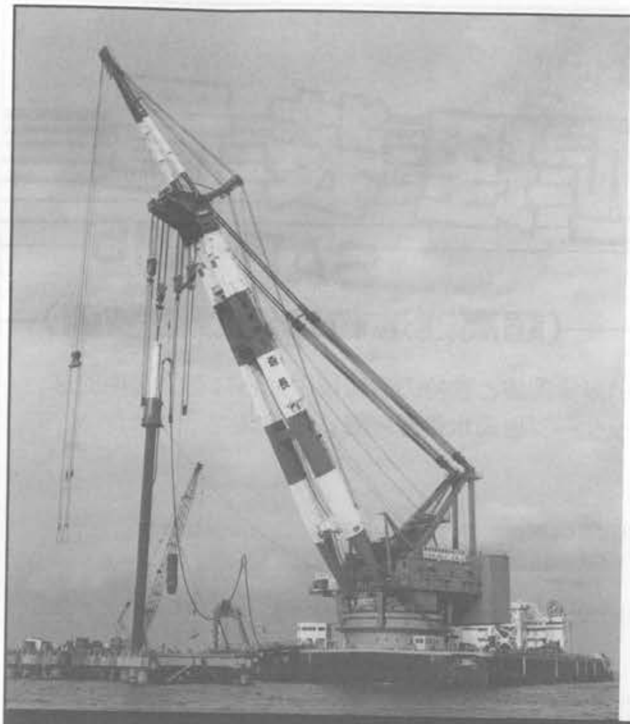
標準処理量	15 m³	中和方式	炭酸ガス（装備ボンベ30kg・4本）
原水水質	SS:1000～5000ppm PH:11	電源供給	3相200/220V 8kW
処理水質	SS:25ppm以下 PH:5.8～8.6		
重　量	搬送:3.5t 運転:10t		

注意：寒冷地や凍結が予想される時期は必らず凍結防止の手段を講じて下さい

■用 途

建設工事全般の排水処理

安全と信頼
SANEE
サンエー工業株式会社
本　社　〒176 東京都練馬区羽沢3-39-1 ☎03-3557-2333 FAX.03-3557-2597
営業部　本社レンタル営業部・G・T・P営業部・機械装置営業部・開発部
営業所　京浜・千葉・北関東・茨城・仙台・青森・北海道・名古屋・大阪



[HAMMER OPERATIONS]
- PILING above and under water.
- BATTERED PILING.
- EXTRACTION.
- ROCK BREAKING.
- COMPACTION.

IHC

TRANS-TOKYO BAY HIGHWAY PROJECT.

IHC Hydrohammer-the unique piling hammer

TYPE		S-35	S-90	S-200	S-500	S-2300
OPERATING DATA						
Max pile energy /blow	kNm	35	90	200	500	2,300
Min pile energy /blow	kNm	2	3	7	20	230
Blow rate(max energy)	bl/min	60	50	45	45	45
Max blow rate	bl/min	130	130	100	100	80
PEW ratio	kNm/ton	5.6	8.2	8	7.9	8
WEIGHTS						
Ram	ton	3.3	4.5	10	25	101
Hammer(in air)	ton	6.3	9.2	22.5	57	234
Flat-bottom anvil	ton	0.7	0.8	3.5	6	33
Pile sleeve incl. ballast	ton	3.5	4.2	9	16	20
Total weight in air	ton	10.5	14.2	35	74	288
Total weight submerged	ton	8.3	11	25	64	225
DIMENSIONS						
Outside dia. of hammer	mm	610	610	915	1,220	1,830
Length of hammer	mm	5,600	7,880	8,900	10,140	17,540
Sleeve for piles up to(OD)	mm	760	915	1,220	1,520	2,740
Length of pile in sleeve	mm	1,220	1,520	2,650	3,470	5,000
Length of hammer with sleeve and ballast	mm	7,300	9,900	12,000	14,120	22,540
HYDRAULIC DATA						
Operating pressure	bar	200	280	200	300	250
Max. pressure	bar	350	350	350	350	320
Oil flow	ℓ/min	150	220	700	1,400	4,000
Power pack	kW	85	140	450	800	2,600
Hydraulic hose(ID)	mm	25	32	50	2×55	2×152

※S-70・250・400・800・1000・1600・2000・3000 types are also available.
※Subject to change without notice.

The Hydrohammer－an universal hydraulic piling hammer－is suitable for use on land and offshore, both above and under water.
The machine's most outstanding features include great controllability of the impact energy and a small number of assembly component parts. The dead weight of the piling hammer is small in relation to the impact energy generated.
The net impact energy delivered to the pile is measured at each stroke and displayed on a control panel.
Thus, it can be continuously controlled at from 10 to 100 percent of the maximun value throughout the piledriving operation.
The piling hammer is modular in structure and its components can be quickly replaced.
Only a small number of spare parts are required.
No mechanical joint, hose or any other connection is used inside the hammer, which helps ensure great reliability in operation.

IHC Hydrohammer
(Netherlands)
JAPAN AGENT

株式会社 森 長 組
MORICHO CORPORATION

本社：兵庫県三原郡南淡町賀集501番地
〒656-05 ☎(0799)54－0721代

MINI CITY CONSCIOUS CRANE

KOBELCO

シティコンシャス
都会派クレーンの正解です。

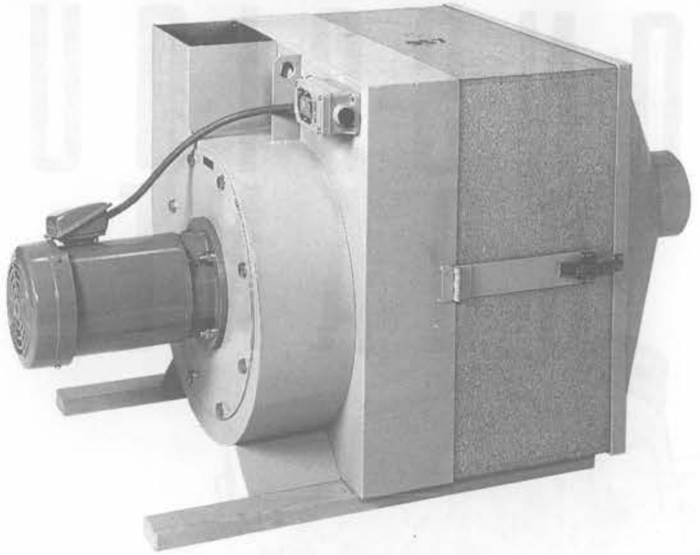
もう〈ラフテレーン・クレーン(荒れ地のクレーン)〉とは呼ばないでください。スタイルも、サイズも、走りも、
作業能力も、操作性も、安全配慮もすべて、ますます都市化が進む現場にぴったり合わせました。
コベルコのNew RK70M/RK70。都会には都会の、〈シティコンシャス・クレーン〉です。

●140PSターボエンジンの採用により走りが一段とパワーアップ。
●最短ブーム長さ5.1mとブーム伸縮力アップにより障害物をかわしながらの作業もスムーズ。
●キャブから出ないでフックの繰り出し・格納作業ができる〈フック自動格納〉。
●作業時の安全性をさらに高めた〈アウトリガ張出幅自動検出装置〉と〈旋回領域制限装置〉。

New **RK70M/RK70**:
●最大つり上げ能力:4.9t×3.7m(RK70M) 7.0t×2.5m(RK70)
●主フック最大揚程:22.6m

お問い合わせ、カタログ請求は、お電話またはおハガキでお気軽にどうぞ。
神鋼コベルコ建機 クレーン営業総括室
本社 〒150 東京都渋谷区神宮前6丁目27番8号 TEL.03-3797-7117

煙が消える？



◇ シールドマシン解体工法がかわった!!

◇ セントル打設，ディーゼル黒煙を吸引処理!!

◇ 熔接ヒューム 100％カット!!

ヒュームコレクタ

RE-20HF

処理風量：30m³/min (MAX)
許容圧損：7 inch H_2O
ダクト：φ200×4m
動　　力：200V3φ 1.5kW
精　度：0.3μ×97％
寸　法：$620^W \times 640^H \times 1180^L$
重　量：80kg

株式会社 流機エンジニアリング

本　　社　〒108 東京都港区芝5丁目16番7号 いのせビル
☎03(3452)7400(代表)　FAX.03(3452)5370
市原工場　〒290 千葉県市原市岩崎西1丁目5番21号
☎0436(24)2181(代表)　FAX.0436(24)2182

どこでも信頼される!!

明和の建機

豊富な品揃えによりユーザーのニーズに応える品質、性能、
信頼性の高い当社製品群。

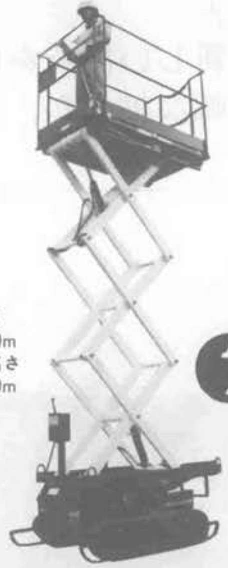
創業45周年

明和ハイリフト

自走式高所作業車

カニタン
（くらぶ走行）
4輪ステアリング（4WS）で
前後左右（タテ、ヨコ）自在に動ける

HL-30
作業高さ
：4.70m
作業台高さ
：2.70m



CL-40
作業高さ
：6.00m
作業台高さ
：4.00m

コンバインド振動ローラ

センターピン方式
アスファルト舗装最適

MUC-40A型4t （前鉄輪・後タイヤ）
MUS-40A型4t （前後輪共・鉄輪）
MUC-30W型3t （前鉄輪・後タイヤ）
MUS-30W型3t （前後輪共・鉄輪）

バイブロコンパクタ

前後進自由自在

PW-6型

ハンドローラー

上下回転式ハンドル

MG-7型 700kg
MG-6型 600kg

タンパランマー

エンジン直結式
オイル自動循環式

RTA-75型
RTB-55型
RTC-65型
RTD-45型

バイブロランマー

ベルト掛け式

RA 110kg
RA 80kg
RA 60kg

バイブロプレート

アスファルト舗装
表面整形・補修

P-12型
P-9型
P-8型
VP-8型
VP-7型
KP-8型
KP-6型
KP-5型

コンクリートカッター

MK-10型
MK-12型
MK-14型
MC-10型
MC-12型

〔道路舗装修理専門機〕

株式会社 明和製作所

本社・営業部 〒332 川口市青木1丁目18番2
第一工場 〒332 川口市青木1丁目18番2
☎ (0482) 51 — 4525㈹ FAX.(0482) 56 — 0409
第二工場 〒334 川口市東本郷5番地
☎ (0482) 83 — 1611 FAX.(0482) 82 — 0234

営業所
大阪	☎(06) 961－0747～8	FAX.(06) 961－9303
名古屋	☎(052) 361－5285～6	FAX.(052) 361－5257
福岡	☎(092) 411－0878・4991	FAX.(092) 471－6098
仙台	☎(022) 236－0235～6	FAX.(022) 236－0237
広島	☎(082) 293－3977・3758	FAX.(082) 295－2022
札幌	☎(011) 857－4889	FAX.(011) 857－4881

新発売

我国最強

240kWカッター

RH-8J-700-WJ型 ブームヘッダー

RH-7J型ブームヘッダーの開発によりトンネル掘削機の大型時代を開いた日本鉱機は，このたび，我国最強掘削機**RH-8J型ブームヘッダー**を開発しました.

プログラミング制御方式など，新しい技術を取り入れた本機の出現により，機械掘削分野の大幅な拡大が，またまた期待できます.

(鹿島建設株式会社修善寺作業所殿納入)

RH-8Jの主な仕様	RH-8Jの主な特徴
カッター出力………………240kW	1. カッター出力 ……………………240kW
カッター回転数…………29/50rpm.	2. カッター切削力　我国最大……………22ton
カッター切削力…………22/13ton	3. シャピンレス方式のカッター採用
重量，接地圧……54ton，1.19kgf/cm²	4. 高圧ウォータージェット方式の採用
切削範囲……………………7.0×6.0m	5. プログラミングおよび集中遠隔操作の採用
総電気量……………………317.3kW	6. 広幅シューを標準採用
	7. コンピューター全自動操作方式の採用（オプション）

油圧カヤバの建機部門

日本鉱機株式会社

本　　社 〒105　東京都港区芝大門2丁目11番1号(富士ビル)　電話(03)3431-9331(代表)
福岡支店 〒812　福岡市博多区博多駅東2-6-26(安川産業ビル9F)　電話（092）411-4998
工　　場 〒514-03 三重県津市雲出鋼管町　電話（0592）34-4111

1992年（平成4年）3月号 PR 目次

—A—

（株）アクティオ……後付 41

—C—

コスモ石油（株）……後付 33

—D—

デンヨー（株）……後付 32

—E—

エクセン（株）……後付 13

—F—

古河機械金属（株）……後付 30

—H—

範多機械（株）……後付 16
日立建機（株）……〃 40
（株）堀田鉄工所……〃 11

—I—

出光興産（株）……後付 35

—K—

コトブキ技研工業（株）……後付 8
コマツ……表紙 4
極東開発工業（株）……後付 20
栗田さく岩機（株）……〃 12

—M—

マルマ重車輌（株）……後付 4
眞砂工業（株）……〃 18
丸善工業（株）……表紙 2
丸友機械（株）……後付 1
三井物産機械販売（株）……〃 7
三笠産業（株）……〃 31
三菱自動車工業（株）……〃 37
（株）明和製作所……〃 47
（株）森長組……〃 44

—N—

(株) ニチユウ……………………………………………………後付 39
内外機器（株）…………………………………………………… 〃 5
(株) 南星……………………………………………………………… 〃 12
日工（株）……………………………………………………………… 〃 29
日鉄鉱機械販売（株）…………………………………表紙3・〃 28
日本鉱機（株）…………………………………………………… 〃 48
日本ゼム（株）…………………………………………………… 〃 10

—O—

オカダ　アイヨン（株）……………………………………後付 3

—R—

(株) レンタルのニッケン……………………………後付 13・14・15
(株) 流機エンジニアリング……………………………………… 〃 46

—S—

サンエー工業（株）………………………………………………後付 43
サンテック（株）…………………………………………………… 〃 19
職業訓練大学校……………………………………………………… 〃 27
新キャタピラー三菱（株）……………………………………… 〃 36
神鋼コベルコ建機（株）………………………………………… 〃 45
鈴木技研工業（株）……………………………………………… 〃 23

—T—

(株) トキメック…………………………………………………後付 34
(株) トプコン……………………………………………………… 〃 38
大成道路（株）……………………………………………………… 〃 6
大裕（株）…………………………………………………………… 〃 25
(株) 東京鉄工所…………………………………………………… 〃 21
東京流機製造（株）……………………………………表紙2・〃 22
東洋運搬機（株）………………………………………………… 〃 24
(株) 東洋内燃機工業社…………………………………………… 〃 9
特殊電機工業（株）……………………………………………… 〃 2

—Y—

横浜エイロクイップ（株）……………………………………後付 17
(株) 吉田鉄工所…………………………………………………… 〃 42
吉永機械（株）…………………………………………………… 〃 1

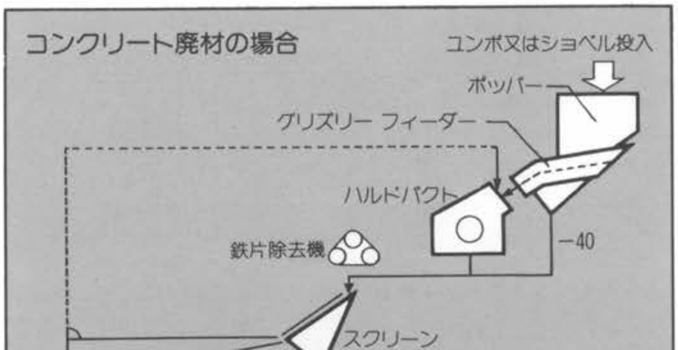
—W—

(株) ワールド・トレーディング………………………………後付 26

廃材を100%再生する
抜群の処理能力

廃材再生処理プラント

コンクリートやアスファルトの廃材を破砕し鉄片などと選別、処理、経済的な骨材として再生させる画期的プラント。



■ハルドパクト一台で一挙に目的の産物が得られます。

- 500mmの大塊から一挙に、40mm以下の粒形のよい目的の産物ができます。
- 設備面積が小さくてすみます。
- 設備費が安く仕上がります。
- 運転管理が容易です。

■鉄筋が着いたコンクリート廃材をそのまま処理できます。

■夏季でもアスファルトが居付きません。

発売元
日鉄鉱業株式会社
総代理店
日鉄鉱機械販売株式会社

東京都千代田区神田駿河台2-8(瀬川ビル)☎03(3295)2502(代)
北海道支店 ☎(011)561-5371(代) 東北支店 ☎(0222)65-2411(代)
大阪支店 ☎(06) 252-7281 名古屋営業所 ☎(052)962-7701(代)
九州支店 ☎(092)711-1022(代) 広島営業所 ☎(0822)43-1924(代)

昭和 26 年 6 月 5 日 第三種郵便物認可

平成 4 年 3 月 25 日 発行
（毎月 1 回 25 日）第 505 号

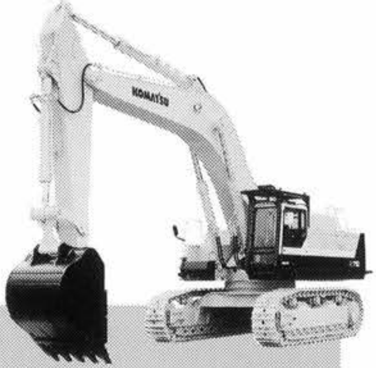
KOMATSU

新たなる力が、
大型PSの主流を変える。

そこにグランド・イズム。

GROUND ISM

グランド・イズム
それはコマツの開発姿勢を表す。
すべての大型建機の全身にみなぎる、
確固たる価値観の主張。



PC710

強靱なる全身と優れた機能性により、高い生産性を実現。
ヘビーデューティ仕様大型パワーショベルPC710

大型建機の新しい理想がここに在る。大型パワーショベルPC710登場。専用設計により細部にわたり徹底して強化した、強靱な全身から伝わる耐久性。あくまでもオペレータを尊重し、快適さにあふれた居住性。先進の作業性と現場の条件をベストマッチングさせることで達成した、サイクルタイムのより一層の短縮。そして人と自然への優しさを配慮し施された各々の装備。コマツは〝グランド・イズム〟として、いま確かな大型建機の存在を打ち出す。

PC300 avance　運転整備重量：29800kg　定格出力：210PS/1950rpm　バケット容量：0.48〜1.2〜1.6㎥

PC300LC ロングクローラ車 avance　運転整備重量：31000kg　定格出力：210PS/1950rpm　バケット容量：0.48〜1.2〜1.6㎥

PC310 avance プラス10　運転整備重量：30400kg　定格出力：210PS/1950rpm　バケット容量：1.20㎥

PC310LC ロングクローラ車 avance プラス10　運転整備重量：31200kg　定格出力：210PS/1950rpm　バケット容量：1.20㎥

PC400 avance　運転整備重量：40700kg　定格出力：280PS/2000rpm　バケット容量：1.2〜1.6〜2.0㎥

PC400LC ロングクローラ車 avance　運転整備重量：42300kg　定格出力：280PS/2000rpm　バケット容量：1.2〜1.6〜2.0㎥

PC400 ローディングショベル avance　運転整備重量：42000kg　定格出力：270PS/2000rpm　バケット容量：2.6㎥

PC410 avance プラス10　運転整備重量：41500kg　定格出力：280PS/2000rpm　バケット容量：1.60㎥

PC410LC ロングクローラ車 avance プラス10　運転整備重量：42700kg　定格出力：280PS/2000rpm　バケット容量：1.60㎥

PC650 avance　運転整備重量：67100kg　定格出力：410PS/1800rpm　バケット容量：2.5㎥

PC650SE avance　運転整備重量：68080kg　定格出力：410PS/1800rpm　バケット容量：3.5㎥

PC650 ローディングショベル　運転整備重量：67000kg　定格出力：410PS/1800rpm　バケット容量：3.8㎥

PC710 avance プラス10　運転整備重量：70600kg　定格出力：410PS/1800rpm　バケット容量：2.6㎥

PC710SE avance プラス10　運転整備重量：70600kg　定格出力：410PS/1800rpm　バケット容量：3.5㎥

PC1000　運転整備重量：95000kg　定格出力：550PS/1700rpm　バケット容量：3.8㎥

PC1000SE　運転整備重量：97000kg　定格出力：550PS/1700rpm　バケット容量：5.0㎥

PC1000 ローディングショベル　運転整備重量：98000kg　定格出力：550PS/1700rpm　バケット容量：6.1㎥

PC1600　運転整備重量：160000kg　定格出力：2×410PS/1800rpm　バケット容量：9.0㎥

PC1600 ローディングショベル　運転整備重量：162000kg　定格出力：2×410PS/1800rpm　バケット容量：9.5㎥

コマツ営業本部 〒107 東京都港区赤坂2-3-6 ☎03(5561)2714
●北海道☎0133(73)9292 ●東北☎022(231)7111 ●関東☎048(647)7211 ●東京☎0462(24)3311
●中部・北陸☎0586(77)1131 ●大阪・四国☎06(864)2121 ●中国・九州☎092(641)3114

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)3572-3381代
大阪支社 〒530 大阪市北区西天満3-6-8 巻屋ビル3階 TEL 大阪(06) 362-6515代

雑誌03435－3

「建設の機械化」　定価 一部 六七〇円（本体価格六五〇円）