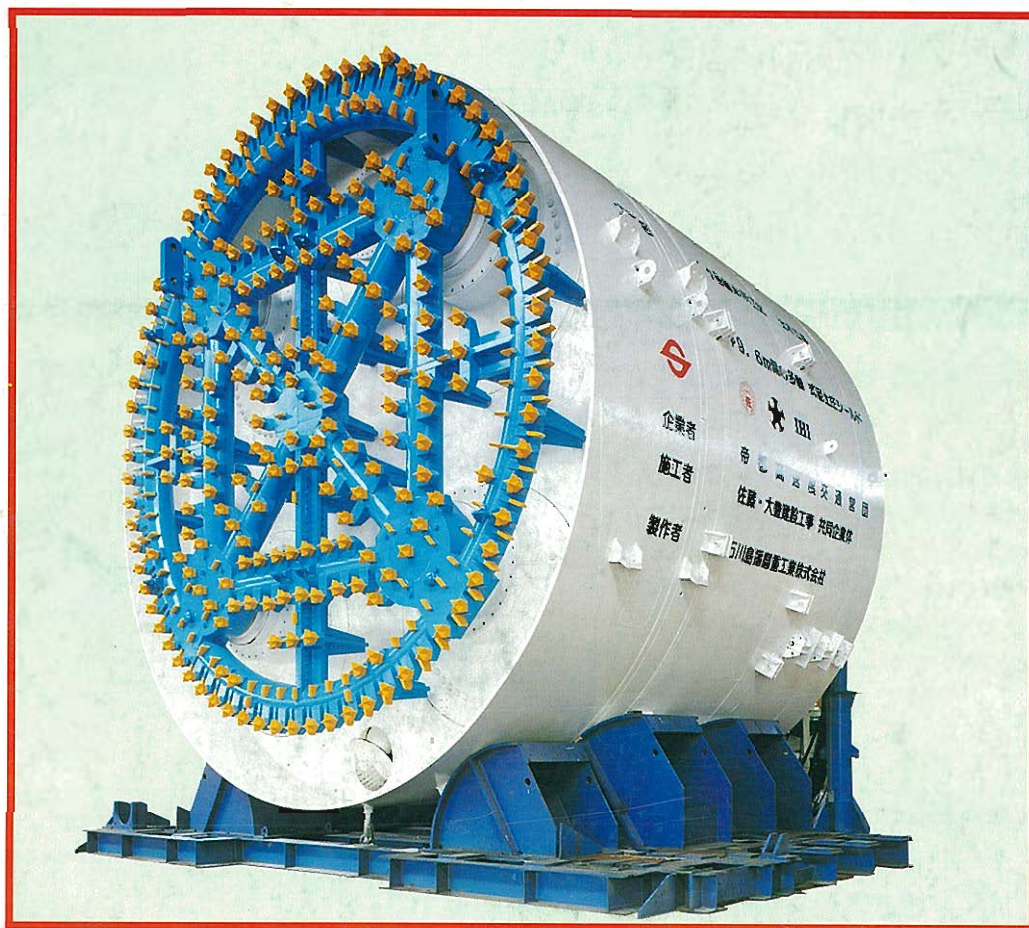


# 建設の機械化

2001 FEBRUARY No.612 JCOMA

2

\* グラビヤ\* ニューマチックケーソン自動掘削工法  
650トン大型クレーンの採用による屋根トラス架設



大口径偏心多軸式泥土圧シールド 石川島播磨重工業株式会社

**巻頭言**

## これからの駅

安藤 恵一郎



19世紀後半に始まる日本の駅は、鉄道事業の成功と共に20世紀に入ると次々と建て替えられ、地域の象徴的建物としての姿を整えた。駅前広場から連続する地平駅の吹き抜けのあるコンコースは、誰もが自由に入出りでき、時代の鼓動を体験できる庶民にとって非日常の代表的な場であった。

都市鉄道の発達と共に多くの駅は高架化や橋上化され、更に自動車の発達と共に鉄道は衰退し、歴史的な継続性と非日常性を失って駅は日常の通過点となったが、国鉄民営化に端を発した商品としての鉄道の見直しは、環境保全やエネルギー問題に加え高齢化対策の追い風を受け、鉄道復権に向かいつつあるように見える。

少子化や高齢化を前提とした今後の社会を考えると、環境への負担が少なく効率的で長寿命なインフラの整備は不可欠であり、各種サービスを広域的にネットワーク化する駅周辺の整備は重要課題と言えよう。これからの駅はどのように変化していくのだろうか。この変化のキーワードは一般的にバリアフリーとユニバーサルデザインと言われているが、私個人の考えとしてもう一つ非日常性を加えたい。

まずバリアフリーであるが、バリア（障害）フリー（除去）の意味であり、障害には物理的、心理的、制度的なものが考えられる。この物理的障害に対して鉄道では1983年に運輸省により「公共交通ターミナルにおける障害者のための施設整備ガイドライン」が制定され、駅内における交通弱者対応設備に一定の基準が示された。

駅には様々な物理的障壁があり、最大のもは地上からプラットホームに行くまでに約6m程度の上下移動が不可欠であることと、電車とプラットホームが不連続で、線路に落ちたり電車に接触すると生命の危険があることである。また不特定多数の旅客が波動的に集中利用するため、群衆流動が生じやすく歩行速度の遅い人や不慣れた人に危険が生じることも大きな課題といえる。

この駅内の上下移動については、1991年に「鉄道駅におけるエスカレーターの整備

指針」, 1993年に「同エレベーターの整備指針」が制定され, 駅を新設または大改良時にはプラットフォームの高低差5m以上かつ乗降人員5,000人/日以上以上の駅には上下各専用のエスカレーターを設置することと, プラットホームには一基以上のエレベーターを設置することとされた。既設駅についても同規模の駅は順次整備するとされている。この指針は1999年に一本化して改定され, 駅周辺に福祉施設がある場合などを設置条件に加えた。また先の「ガイドライン」も1994年に対象範囲を高齢者まで広げられた。

20年後には国民の4人に1人は65歳以上の高齢者となる社会変化を受けて, 建設省では1994年に「高齢者, 障害者等が円滑に利用できる特定建築物の建築の促進に関する法律」いわゆるハートビル法を施行し, 公共的建築物の設備基準を制定した。

さらに省庁の壁を越えて2000年11月に「高齢者, 身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律」いわゆる交通バリアフリー法が施行された。この法律は今まで縦割りで整備されていた交通を, 横断的にバリアフリー化しようというもので, 今までの整備を点のみでなく利用者の移動に従って線で結び, かつ面にまで広がっていきこうというものである。具体的には, 国土交通省(運輸省)は全国で約3,000駅ある乗降人員5,000人/日以上以上の駅について2010年までにバリアフリー化し, 国土交通省(建設省)は一日の利用者が5,000人以上の駅周辺を重点整備地区として, 道路や駅前広場のバリアフリー化を道路管理者や鉄道会社に義務づけ, 例えば乗降客の多い駅周辺の歩道橋にエレベーター設置をさせていきこうというもので, 国土交通省の発足に伴い, 一体的な整備が一層進むものと期待されている。

第二にあげたユニバーサルデザインとは, 1980年代後半にアメリカで生まれた考えで, 交通・建物・工業製品等を, 当初から健常者や障害者, 老若男女を問わず誰でも利用できるデザイン・環境にすることを言い, 例えば握力が弱くても開けられるドアハンドル等で, バリアフリー対策と同時に施設計画にあたって丁寧に配慮していくべき重要テーマである。

最後に様々なサービスを求めて集まる空間が, 必要な機能のみで構成されているとしたら, 本当に必要な場合以外には利用されず, 結果として無駄な投資になる恐れがある。そこに行くことが喜びであることが, 長寿命の社会資本としての必要要件であろう。馴れ親しんだ安心感の中でくつろぎながら, 期待を裏切らない楽しさや活気に触れる空間づくり, つまり非日常性の体験の場の提供が, これからの駅周辺整備に不可欠な要素ではないかと考えている。

# シールドトンネルの長距離・急速施工技術

## —石岡トンネルシールド掘進機の点検・整備実績—

鈴木 勇喜・西尾 誠高・石野 智文

国土交通省関東地方整備局の実施する霞ヶ浦導水事業では、シールド区間が、36.1 kmと長いと、工期短縮とコスト削減を目的とし、シールド工事の長距離（連続5 km）・急速施工（日進20 m）のための技術開発に平成元年度から取り組み、その技術を石岡トンネル区間にてパイロット事業として導入し、平成9～10年にかけて施工を行い、平成11年に次工事へ転用するために整備を行った。ここでは、シールド掘進機的设计仕様の妥当性と転用に向けた評価のために実施した、掘進後のシールド掘進機の点検整備と評価結果について報告する

キーワード：導水路，長距離，急速施工

### 1. はじめに

国土交通省関東地方整備局の実施する霞ヶ浦導水事業における石岡トンネル（その1）工事において長距離・急速施工シールドシステム（シールド掘進機とセグメントストック装置、およびセグメント自動搬送システムより構成される）が採用された。

長距離・急速施工シールドシステムは、長距離トンネルの工期の短縮、立坑数の減少によるコスト削減等を目的として開発されたものであり、本工事において初めて実施工に適用されたところである。

本報文では、本工事で使用したシールド掘進機を次工事に転用するに当たり、実施した点検整備と評価結果について報告する。

### 2. 工事概要

#### （1）霞ヶ浦導水事業の概要

霞ヶ浦導水事業は、利根川下流部、霞ヶ浦および那珂川下流部を結ぶ流況調整河川を建設し、水の広域的かつ有効利用を図ることにより、

- ① 河川・湖沼の水質浄化
- ② 既得用水の補給
- ③ 新たな都市用水の確保

を目的としている。

本事業は、茨城県水戸市渡里町地先の那珂川から、同県石岡市三村地先の霞ヶ浦高浜を経て、同県土浦市湖北地先の霞ヶ浦に至る那珂導水路と、茨城県稲敷郡東町結佐地先の利根川から、同町上須田地先の霞ヶ浦麻生沖に至る利根導水路から成っている。導水路は総延長45.5 kmに及び、地下20 mから50 mの深さに建設される我が国では例を見ない長距離かつ大深度のトンネルである。

#### （2）石岡トンネル（その1）工事の概要

本工事は、那珂導水路の内、高浜立坑から玉里立坑までの2.4 kmのトンネル工事である。工事諸元を表-1に示す。

表-1 工事諸元

工 法	泥水式シールド工法
シールド外径	φ5,810 mm
セグメント	RCセグメント(6等分割) 外径：5,650 mm 内径：5,200 mm 桁高：225 mm 幅：1,200 mm
延 長	2.4 km
土 被 り	21.6～33.0 m
地下水圧	0.24～0.29 MPa
平面線形	直 線
勾 配	0.2～20‰
シールド発進・到達工法	NOMST工法

### 3. 地質概要

シールド路線は、沖積低地および東茨城台地に

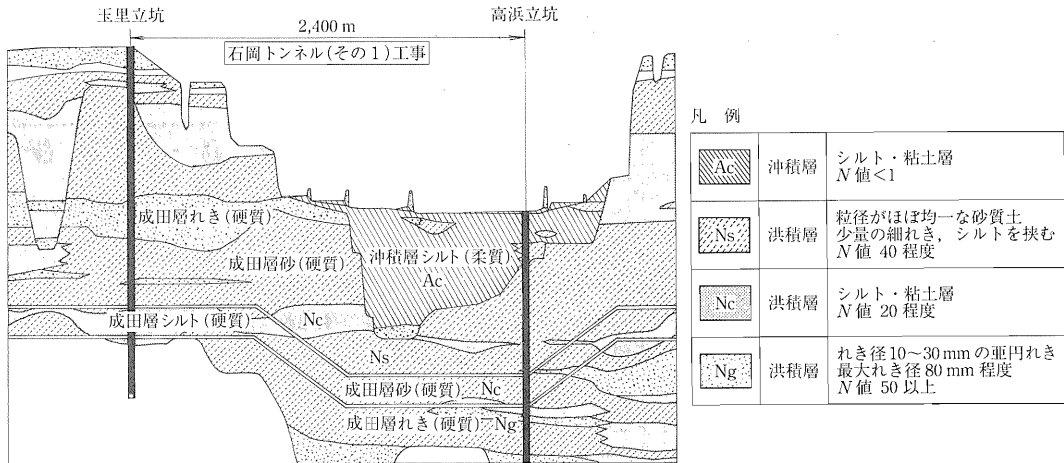


図-1 石岡トンネル (その1) 工事地質縦断面図

位置し、上部より沖積層、成田層上部砂層、成田層上部シルト粘土、成田層上部砂礫層から構成される。シールド掘進機は、発進部で成田層上部砂層および成田層上部砂礫層、到達付近で成田層上部シルト・粘土層を掘進する。

地下水位は地表面近くに分布し、シールド掘進機中心での地下水圧は、0.24~0.29 MPa程度である。

#### 4. シールド掘進機の概要

本工事で使用したシールド掘進機は、耐摩耗性ビットを採用して長距離施工を可能としている。また、掘進とセグメント組立てが同時にでき、急速施工を可能としている。図-2に本機の構造図

を示し、その主要目を表-2に示す。

表-2 シールド掘進機主要目

シールド外径	φ5,810 mm
スキムプレート全長	9,480 mm
シールドジャッキ	1,700 kN×28.9 MPa×2,550 mm×30 本
シールドジャッキ伸長速度	(最大) 100 mm/min
カッタ駆動方式	電動駆動
装備トルク	(常用) 2,647.8 kN・m (α=13.7) (最大) 3,177.4 kN・m (α=16.5)
カッタ回転数	1.6 rpm/0.8 rpm
カッタ駆動用電動機	45/22.5 kW×4/8 P×400 V×10 台
推進用パワーユニット	(ポンプ) 90 l/min×34.3 MPa×2 台 (電動機) 75 kW×4 P×400 V×2 台

#### 5. シールド掘進機の転用

那珂導水路の施工に当たり、国土交通省は平成元年度から石岡トンネル施工検討委員会(委員

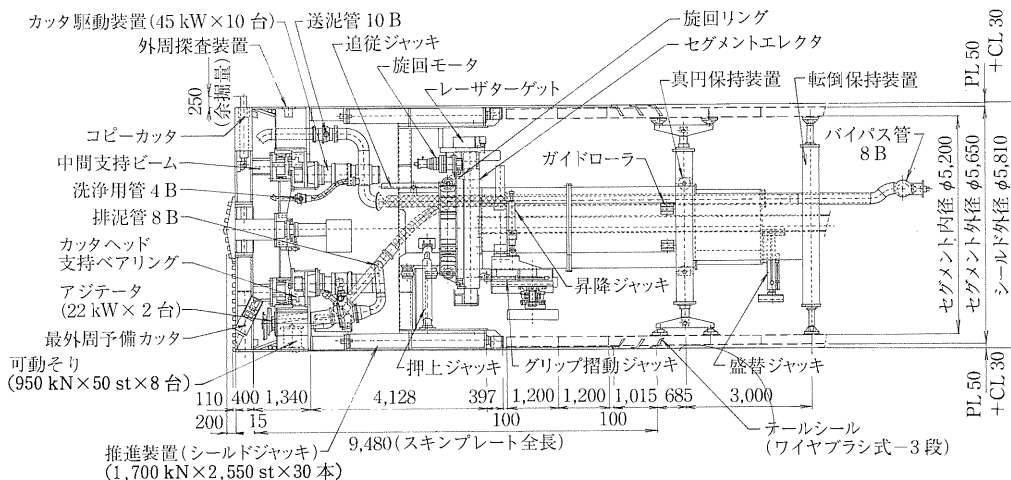


図-2 シールド掘進機全体組立て図

長：東京都立大学・今田教授，事務局：（財）先端建設技術センター）を設置し，そのパイロット事業として石岡トンネル区間が選定された。その中で，本機は，1回転用することを前提に設計されたが，長距離施工については，機械の耐久性が課題であり，本工事施工後の検証で，機器単位で調査することとした。

特に，長距離掘進における耐久性の調査実績の例が少ないことから，現場での転用可否の判定が困難である。そのため，到達後のシールド掘進機を工場へ持ち帰り，各機器の点検を行い，そのうえで転用先での使用に耐えられるように整備を実施した。

## 6. シールド掘進機の点検結果と整備内容

### (1) カッタフレーム

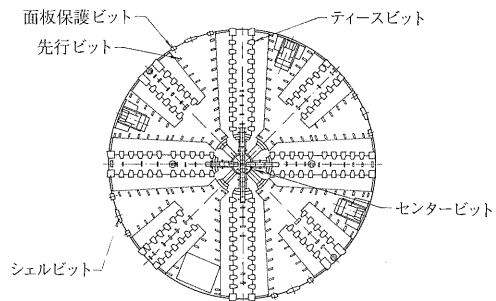
カッタフレーム面板の摩耗量は，1.35～1.55 mmであった。これは，カッタビットが異常摩耗することなくカッタフレーム面板を保護していたため，摩耗が少なかったと考えられる。カッタフレーム外周リングの摩耗量は，1.8～6.6 mmであった。これは，カッタフレーム外周リングの硬化肉盛りに付加して保護ビットを取付けた効果により，摩耗が少なかったと考えるが，一部流れ摩耗により6 mm摩耗しているところがあった。しかし，板厚測定結果から，次工事でも十分な板厚が残存すると考えられるので，問題はないと考えられる。

なお，外周リングには，リングの全幅にわたって摩耗を保護するためのビットを取付けており，大きく摩耗しないものと考えられる。

### (2) カッタビット

カッタビットの配置を図—3に，主なビットの摩耗計測結果を表—3に示す。

本工事では，長距離施工と礫の出現を考慮して，カッタビットのチップの材質はE3種とし，母材は工具鋼とした。そして，洪積層をティースビットに先行して掘削することによる目入れ効果と礫からティースビットを保護することを目的として先行ビットを装備した。さらに，立坑のNOMST (Novel Material Shield-cuttable Tun-



図—3 カッタビット配置図

表—3 ビットの摩耗計測データ

ビット名称	面板からの高さ (mm)	最大摩耗量 (mm)	最小摩耗量 (mm)	最大摩耗係数 (mm/km)	最小摩耗係数 (mm/km)
ティースビット	110	4	0.1	0.0034	0.0002
先行ビット	130	10.4	2.5	0.0102	0.0025
センタービット	80	2.2	0.4	0.0091	0.0010
外周リング保護ビット	0	2	0.5	0.0013	0.0003
シェルビット	160	24	20.5	0.0151	0.0129
面板保護ビット	60	1.12	0	0.0007	0

nel-wall System) 掘削対応として，NOMST用の先行ビットを装備し，最外周にはシェルビットを配置した。

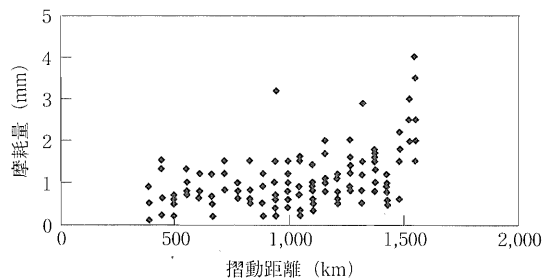
計測結果から，カッタ面板からの高さが高いビットほど摩耗量が多いという傾向がみられる。

なお，本工事におけるカッタビットは，砂質土または粘性土，砂礫において掘進延長2.4 kmの使用に耐えられるように設計したものである。

以下に主なビットの調査結果を報告する。

#### (a) ティースビット

ティースビットの摩耗計測結果を図—4に示す。



図—4 ティースビットの摩耗量と摺動距離の関係

カッタビットの摩耗量は，シールド掘進機の機種，土質，カッタビットの形状や材質等により決まるが，一般的にカッタビットの摺動距離に比例

すると言われており、このことを裏付ける結果である。

カッタビットの摩耗量が摺動距離に比例することから、摩耗量 $\delta$ は、次式で表すことができる。

$$\delta = K \times L$$

ここで、 $\delta$ : 摩耗量 (mm)

$K$ : 摩耗係数 (mm/km)

$L$ : 摺動距離 (km)

上式における摩耗係数は、主に掘削対象である土質により決定されるものである。つぎに、摩耗係数と摺動距離の関係を図-5に示す。

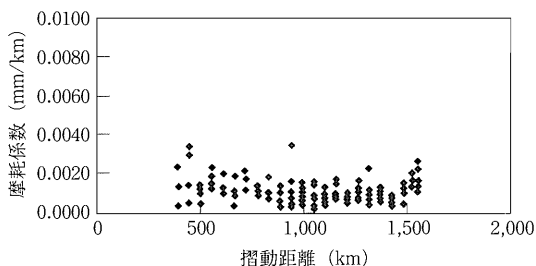


図-5 ティースビットの摩耗係数と摺動距離の関係

図-5に示すとおり、摩耗係数と摺動距離のプロットデータはほぼ水平に分布していることから、一定の値をとることがわかる。

摩耗係数は、0.0002~0.0034 mm/kmの範囲にあり、設計段階での予測を下回るものであった。この理由としては、先行ビットが設計で意図した以上の効果を発揮した結果であると考えられる。

ティースビットの摩耗は少なかったが、大半のものが一部欠損していた。これは、想定した礫径を大きく上回る礫(200~300 mm程度)が出現し、想定以上の厳しい礫層であったためと考えられる。

以上のことから、摩耗量の点ではティースビットを次工事に転用することは可能と考えられるが、ティースビットの欠損状況から、転用不可能であるので全数新規製作した。

次工事は、本工事の2倍近い距離を掘削することから、ティースビットを高低差配置とし、寿命を本工事以上に長くする。また、掘削対象となる地質が洪積粘性土となるので、切削性を考慮して、形状も次工事での条件に適合するようにした。

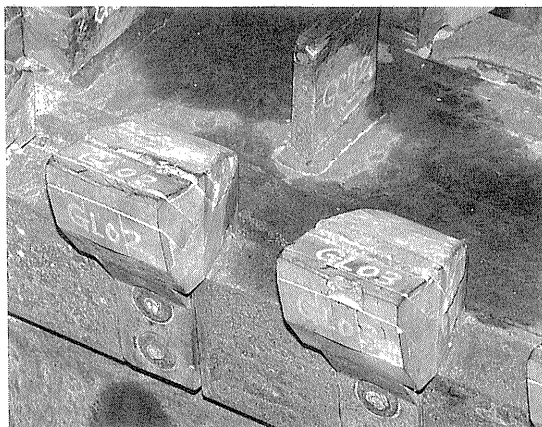


写真-1 ティースビット

(b) 先行ビット

図-6に示す先行ビットの摩耗計測結果から、先行ビットの摩耗量は、ティースビットと同様に、ビットの摺動距離の増加とともに増える傾向にあることがわかる。

摩耗係数は、0.0025~0.0102 mm/kmの範囲にあり、最大値は、ティースビットの約3倍である。これは、先行ビットがティースビットより地山の掘削を先行するので、ティースビットの摩耗低減と礫からの衝撃を防ぐ働きをしたためと推測できる。

本工事の最大摩耗量が、10.4 mmであることから、先行ビットを転用した場合、次工事の推定合計摩耗量は39.2 mmとなる。このことは、次工事の約半分の地点でティースビットと先行ビットの高さが同じとなり、次工事の約半分の地点から先行ビットの先掘り効果が無くなることを示し、カッタとしての掘削性能の低下が懸念されることから先行ビットは転用しないこととした。

また、本工事の到達立坑のNOMSTを無事掘削できたのも、先行ビットが機能していたからで

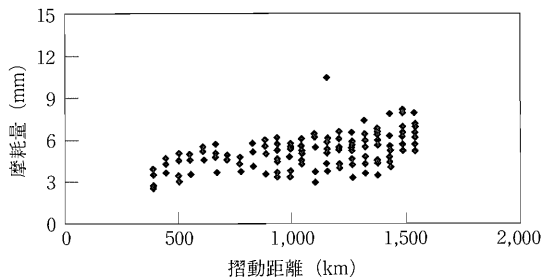


図-6 先行ビットの摩耗量と摺動距離の関係

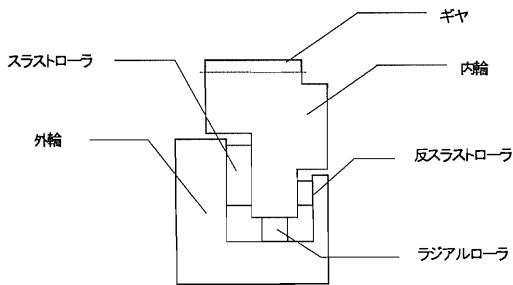
あると考えられるので、次工事も到達立坑のNOMST壁を先行ビットで掘削することを考えると、先行ビットの役割りの重要性から転用せずに、すべて新品と交換した。なお、次工事の推定摩耗量から、先行ビットの高さを本工事より10mm高くした。

(3) カッタ軸受

本機は、図一7に示すようにカッタ軸受に3列ローラころ軸受を装備した。

開放確認したところ、転動面には損耗や有害な傷は無く、摩耗量は、軸方向で0.01~0.02mmであり、円周方向で0.05~0.06mmでありごく僅かである。また、カッタギヤの歯面の状態も良好で、傷や損耗はみられなかった。

このように、カッタ軸受は摩耗量が微小で、回転振れ量も非常に少ないことから、次工事への転用と使用に問題無いと考えられる。



図一7 3列ローラころ軸受の概略断面図

(4) 土砂シール及び摺動面

(a) 土砂シール

土砂シールの摩耗は、ラビリンスのコーナシールの角部が最大4mm摩耗していたが健全であった。リップシールは、取付けによる圧縮により、倒れ方向に僅かながら永久歪みが発生していた。

点検結果から、土砂シールの摩耗は問題無く、若干の永久歪みも締め代としては十分確保されていることが確認できた。

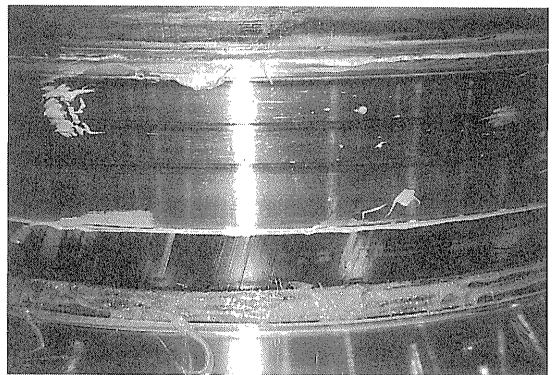
なお、本機は、製作後約5年経過していること、解体でシールの当たりが変わること、コーナシール部の摩耗が土砂の噛込み状況により大きく変わる場合があること、および掘削途中で交換するこ

とができない重要部品であるので新規交換した。

(b) 土砂シール摺動面 (写真一2 参照)

本機は、高張力鋼を土砂シール摺動面に採用した結果、土砂シール摺動面の摩耗は極めて少なく、長距離対策、急速施工対策をした設計の効果が確認できた。

なお、摩耗については問題無かったが、土砂シールと同様の理由から新規交換した。



写真一2 土砂シール摺動面

(5) スキンプレート

スキンプレートは、シールド掘進機外部から作用する荷重に対し内部を保護する鋼殻である。スキンプレートの推定残存板厚は、スキンプレートの強度計算結果から、設計上必要とされる厚さ以上であるので、次工事での施工に問題はないと考えられる。

(6) シールドジャッキ

シールドジャッキのシリンダチューブ、ピストン、ピストンロッド、ロッドブッシュを点検し、測定結果から各部の摩耗量は0~0.05mmと微小であった。

ジャッキの使用限界は、油の漏れ量によって決まり、油の漏れ量は、摺動部の摩耗量による。本機においては、シールの締め代より摺動部の許容クリアランスを定めており、本工事の結果から次

表一4 シールドジャッキ摺動部のクリアランス

項目	許容クリアランス	製作時の最大値	本工事	次工事
チューブとピストン	0.57 mm	0.27 mm	0.35 mm	0.42 mm
ロッドとブッシュ	0.53 mm	0.23 mm	0.27 mm	0.30 mm



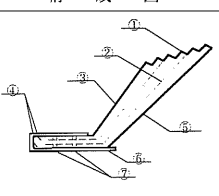
工事のクリアランス推定値を表—4に示す。

結果は、許容クリアランス以内に収まっており、次工事でもシール性能を満足できると考えられる。

### (7) テールシール

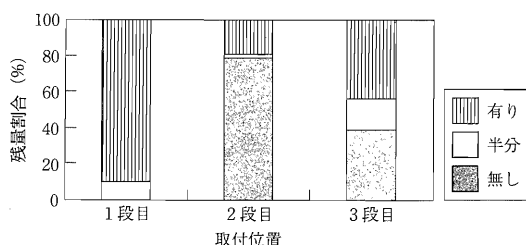
本機では、実績として最も多く、また、その性能を評価されているワイヤブラシ式テールシールを採用した(表—5参照)。

表—5 ワイヤブラシ式テールシールの構成

名称	材質	構成図
①ワイヤブラシ	φ0.35 SUS304 WPD	
②金網	SUS304 #40	
③内側保護板	SUS631 0.5 t	
④ワイヤブラシ止め芯線	SUS304	
⑤外側保護板	SUS631 1.0 t	
⑥ベースプレート	SS400	
⑦皿リベット	SS400	

本シールの止水性は、基本的にワイヤブラシに金網を挟み、繊維質の充填材注入による目詰まり効果を利用したものであり、今回、長距離対応として装備段数を3段とし、材質にステンレスを採用した。

ワイヤブラシは、内側保護板と外側保護板に保護されており、ワイヤブラシ式テールシールの止水性の低下は、ワイヤブラシが損耗することに起因する。特に、内側保護板の有無がワイヤブラシの損耗の程度に大きく影響すると考えられるので、内側保護板の有無を調査した結果を図—8に示す。



図—8 テールシールの取付け位置ごとの内側鋼板残量

最も損耗度合いが大きかったのは、2段目のテールシールである。これは、3段装備したうちの中央に取付けられていたものである。今回、

テールシール間に充填材を注入しており、この注入圧力により2段目のテールシールが拘束され、セグメントとの接触圧が高まった結果、セグメントとテールシール間の摩擦抵抗が大きくなり、内側保護板の損耗を招いたものと推測される。

次工事においては、トンネル延長がさらに長くなるので、テールシールの段数を増やし、全体でシールの長寿命化を図った。また、装備段数の増加により、機内側シールの交換が容易になるので、トンネル施工中に定期点検を行い、必要に応じてテールシールの交換を行うことが可能である。

## 7. 点検・整備結果の総括

点検の結果、得られた計測データは、当初の設計時点での予測を下回るものが大半であった。この要因としては、装備した機器類の寿命時間に対する稼働時間の割合が小さいということがあげられる。それは、本機が、自動化技術を導入した急速施工(掘進速度とカット回転速度の高速化)の実現によって、長距離掘進でも稼働時間を短縮することができたからであると考えられる。

また、本機の形式が泥水式であることも、機械が受ける負担を軽減していると思われる。そして、掘削地盤が細砂を中心とするシルト分を含む砂質土が多かったため、結果的に、機械に致命的な損傷を与えなかったのではないかと考える。さらに、機械の損傷の程度は、使用方法に大きく左右されると言われるが、今回の結果を見ると、施工者の機械に対する十分な配慮がうかがえた。

## 8. おわりに

長距離・急速施工シールドシステム対応のシールド掘進機は、構成機器単位での点検を行うことで、転用先での使用に耐えられる整備をすることができたと考える。

施工後のシールド掘進機を解体し、機器単位で点検計測を実施したというのは、これまであまり例のないことであり、この結果は今後の長距離・急速施工のシールド掘進機を検計するうえで、貴重な記録になるのではないかとと思われる。

最後に、本業務を進めるに当たり、ご協力いただいた関係者の皆様に心から感謝の意を表する。

〔筆者紹介〕

鈴木 勇喜 (すずき ゆうき)  
国土交通省関東地方整備局  
霞ヶ浦導水工事事務所  
機械課長



西尾 誠高 (にしお まさたか)  
財団法人先端建設技術センター  
先端建設技術研究所  
研究第二部  
主任研究員  
技術士



石野 智文 (いしの ともふみ)  
石川島播磨重工業株式会社  
油機・シールド事業部  
設計部シールド設計グループ  
課長代理

建設省建設経済局建設機械課監修

# 建設機械等損料算定表

——平成12年度版(全面改訂)——

建設省においては、「平成11年度版 建設機械等損料算定表」を全面改訂し、平成12年度の請負工事の予定価格の積算に使用する建設機械等の諸規格を全面的にSI単位に移行し、建設事務次官から全国の各地方建設局長宛に、また、建設経済局長から都道府県知事等に、平成12年4月1日以降の工事費の積算に適用するよう通知されました。

平成12年度版改訂のポイントは下記のとおりです。

- ① 基礎価格、残存率、標準使用年数等実態調査に基づき各数値とも全面的に改訂した。
- ② 近年普及が進み、公共工事等において使用される頻度が高くなった建設機械について新に損料を設定した。(例：超小旋回型及び後方超小旋回型バックホウ、自走式破碎機等)
- ③ 建設用仮設材の損料、建設機械の消耗部品の損耗費・補修費、及びウエルポイント施工機械器具損料等について改訂した。

平成12年度版主要目次

■建設省の関連通達	■建設機械の消耗部品の	基準別表
■算定表の見方・使い方	消耗費及び補修費	■無賠償と機械に係る現場
■建設機械等損料算定表	■ウエルポイント施工機	修理費率表
■ダム施工機械等損料算定表	械器具損料算定表	
■除雪機械等損料算定表	■建設用仮設材損料算定	

B5判、約520頁 平成12年4月発刊  
定価 会員 4,200円(本体4,000円) 送料600円(官公庁は会員価格です)  
非会員 4,725円(本体4,500円) 送料600円

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館)  
Tel.: 03(3433)1501 Fax.: 03(3432)0289

# 大口径偏心多軸シールド機によるトンネルの施工

—みなとみらい21線・本町シールドトンネル—

木村光夫・宇部三津男・藤本明生

みなとみらい21線・本町トンネルは、延長452m、外径 $\phi$ 7.0mの単線並列トンネルである。鉄道では最初となる大口径偏心多軸方式の泥土圧シールド機を採用している。

偏心多軸シールド機による施工の結果、カッタの平行リンク運動に伴う機体の揺動は2mm程度であり、マシンの姿勢安定性には影響しない。また、切羽安定については、塑性流動化の管理を適切に行うことで、従来機と同等の安定性を確保できる。さらに、ビットの摩耗特性は、最外周のクロスルーフビット母材の摩耗が大きいものの、内周部のビットの摩耗は従来機に比較して小さい。全体として偏心多軸シールド機は砂礫地盤にも有効に対応でき、長距離掘進にも適するといえる。

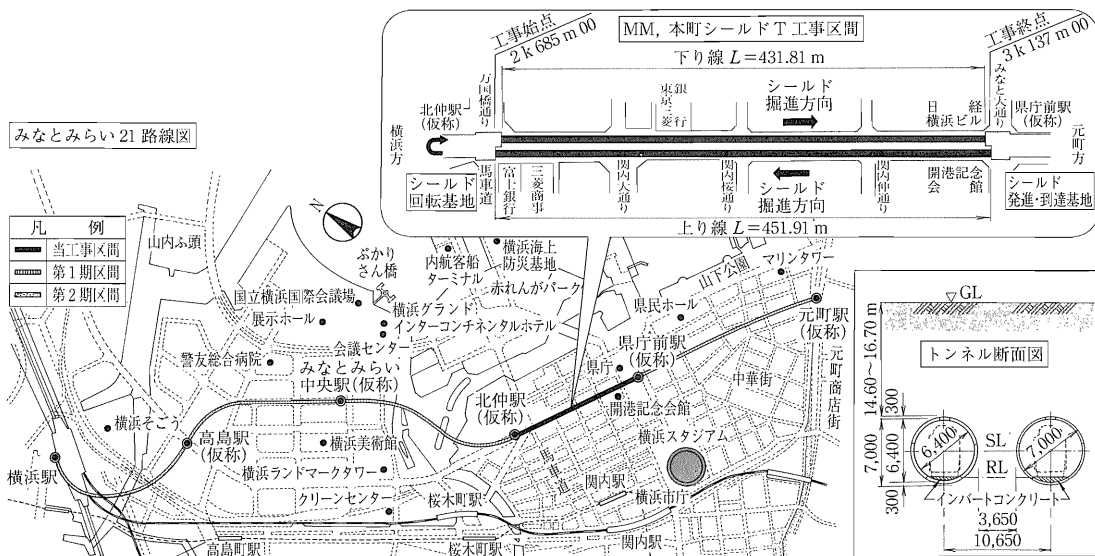
キーワード：鉄道トンネル、単線並列型、偏心多軸方式、泥土圧シールド、ビット摩耗

## 1. はじめに

みなとみらい21線は、横浜駅から「みなとみらい21地区」を経て、元町駅（仮称）に至る延長4.1kmの地下鉄新線である（図—1参照）。この路線は、「みなとみらい21地区」の円滑な旅客輸送と、既成市街地の「関内・山下町地区」の交通便利性の向上を目的として、平成16年春の開業を目指して現在建設中である。

路線は六つの駅と駅間を結ぶ5区間のシールドトンネルで構成される。このうち、本町シールドトンネル工区では、地下鉄工事では最初となる大口径偏心多軸方式（DPLEX）の泥土圧シールド機を採用している。

本報文では、偏心多軸シールド機の姿勢安定性、切羽安定性、カッタの負荷特性、カッタの攪拌能力、カッタビットの耐久性などについて報告する。



図—1 みなとみらい21路線図

## 2. 本町シールド工事の概要

- ・工事名：MM，本町シールド T
- ・工事場所：横浜市中区本町1丁目
- ・発注者：日本鉄道建設公団東京支社
- ・施工者：間・大豊・森本特定建設工事共同企業体
- ・工期：平成10年3月～平成13年2月
- ・工事内容：トンネル延長：上り線 452 m  
：下り線 432 m  
トンネル勾配：+2～+12‰  
トンネル土被り：14.6～16.7 m  
シールド機外径：φ7,150 mm  
セグメント外径：φ7,000 mm  
セグメント内径：φ6,400 mm

単線並列型のトンネルを1台の偏心多軸式シールド機で施工する。県庁前駅（仮称）を発進基地として、まず上り線を掘進し、北仲駅（仮称）にてシールド機を回転させて下り線を施工する。図-2にシールド機概要、表-1にシールド機仕様を示す。仕様については、参考として隣接する大岡川 T 工区の単軸方式の仕様を示す。

上り線の掘進は、平成12年5月から開始し、8月初旬に完了している。写真-1に上り線到達時のシールド機を示す。下り線の掘進は、10月初旬に開始し、12月中旬に無事到達した。

## 3. 地質概要

工事位置は沖積低地にあたり、シールドの通過する地層は、大半がシルトとシルト質粘土で構成される粘性土層（Ac1）である。県庁前駅付近では、約100 mにわたり礫層（Ag）及び砂層（As）が出現した。図-3に地質縦断面図を示す。

表-1 シールド機仕様

	本町シールド T	大岡川シールド T
カット掘削方式	偏心多軸方式	単軸方式（従来機）
シールド機外径×機長 (mm)	7,150×7,485	φ7,260×8,000
シールド 推力 (kN)	43,120	47,040
ジャッキ 速度 (mm/min)	50	48
カットトルク 常用 (kN・m)	1,475	8,203
最高 (kN・m)	2,213	—
カット回転数 (rpm)	1.33～2.00	0.32～0.83

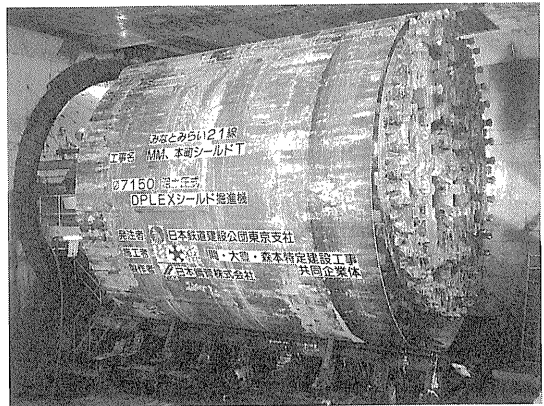


写真-1 偏心多軸シールド機

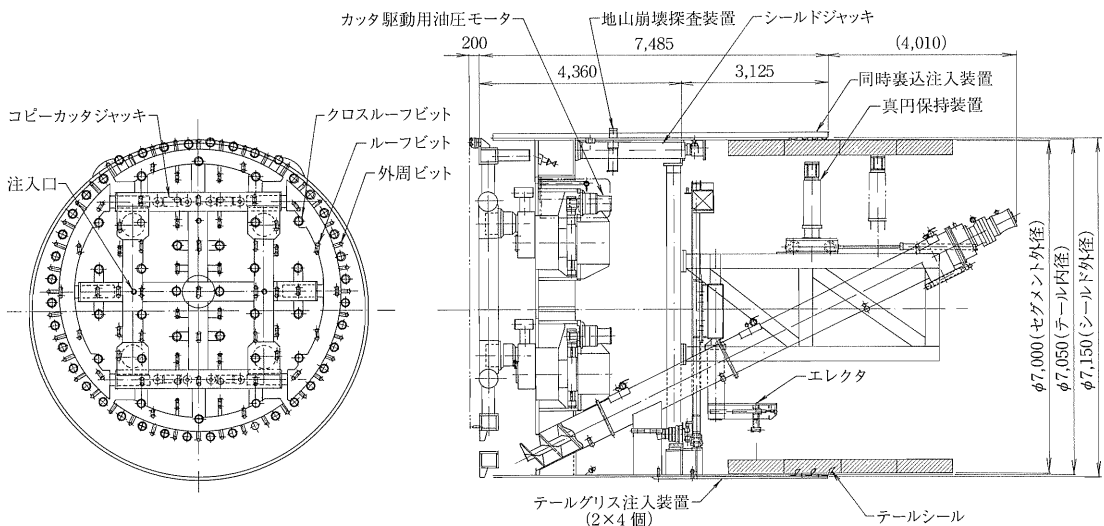
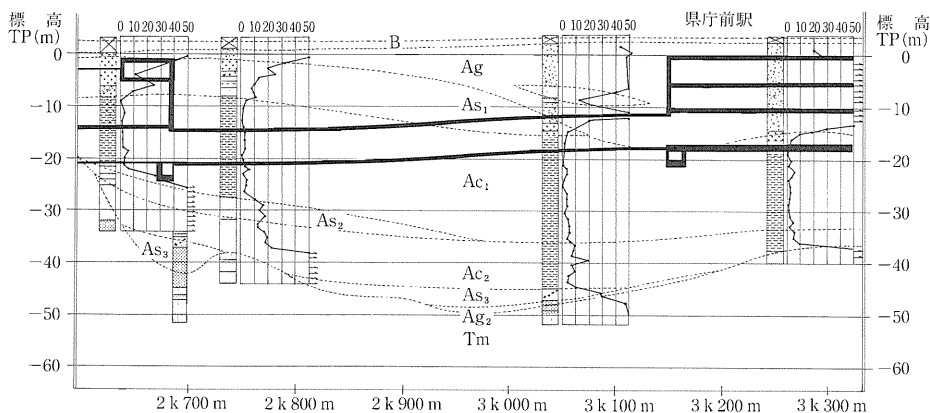


図-2 シールド機概要図



図—3 地質縦断面図

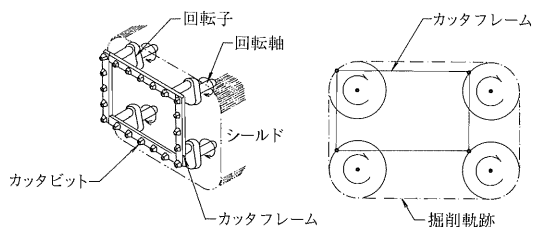
Ag層は、大岡川河口付近にのみ出現する玉石混じり砂礫層であり、層厚・分布範囲とも不規則で、沖積細粒土層に入替わるケースが見られる。当工事においても、シールド機製作の時点では出現することを想定しておらず、シルト・砂層を対象にシールド機的设计・製作を行った。

Ac1層は、 $N$ 値2~5、一軸圧縮強度0.1~0.2  $N/mm^2$ の比較的安定した地層である。Ag層は、礫分を90%以上含み、 $N$ 値は50以上と高いものの細粒分がほとんどない、崩壊性の地盤である。最大礫径は250 mmを示す。As層は $N$ 値5~15と緩く、切羽の安定には特に注意が必要であった。

#### 4. 偏心多軸シールド機の概要

##### (1) 工法原理

複数の駆動軸の先端にカッターフレームを偏心支持して回転させると、「平行リンク運動」を行い、カッターフレームとほぼ相似形の断面を掘削することができる(図—4参照)。



図—4 偏心多軸方式の掘削機構

##### (2) 工法の特徴

偏心多軸方式には、次の特徴がある。

- ① カッターフレームの形状を変えることで、円形、矩形、楕円形等任意の断面を掘削できる。
- ② 全ビットの摺動距離が同じであり、従来機に比べて摺動距離は小さいことから摩耗量が小さく、長距離掘進に適する。
- ③ カッターの回転半径が小さいため、カッタートルクを低減できる。また、駆動部がコンパクトになることで電力設備・消費電力等のランニングコストを低減できる。

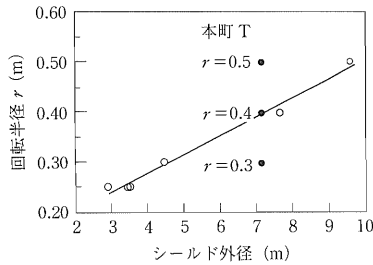
#### 5. 偏心多軸シールド機的设计・製作

##### (1) 軸数の決定

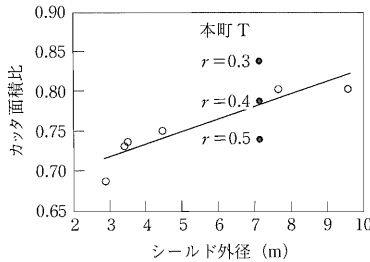
本機は $\phi 7.15$  mと大口径であることから、4軸としている。3軸では1軸当たりの負荷が増大し、構造的に設計が難しい。また、輸送・組立ての面でも3軸では分割重量が大きくなりすぎ、各軸のユニット化が図れない。

##### (2) カッター回転半径の決定

偏心多軸方式の回転半径の設定に際しては、トルク、攪拌能力、ビット配置、駆動部構造等の要因を考慮する。回転半径が小さいほどトルクが小さくなり、駆動部の構造補強の面では有利となる。その反面、攪拌能力が低下したり、ビットの配置数が多くなりカッターに土砂が付着しやすくなる。



図—5 外径と回転半径の関係



図—6 外径とカット面積比の関係

本機の設計では、 $r=0.3$ 、 $0.4$ 、 $0.5$  mの3ケースについて比較し、施工実績も考慮して回転半径を $0.4$  mに決定した。図—5及び図—6に、偏心多軸方式のシールド外径と回転半径、カット面積比（カット面積/シールド面積）の実績を示す。他の実績と比べても、 $0.4$  mが妥当であるといえる。なお、本機の設計当時の実績は、 $\phi 3.5\sim 4.5$  m（矩形断面については面積比で換算）の3件である。

### （3） カッタ駆動方式

平行リンク運動の条件として、各駆動軸を同位相で同期回転させる必要がある。このことを考慮して、カッタ駆動方式を油圧駆動としている。油圧駆動のメリットとして次の2点がある。

- ① 同一の油圧源により4軸を駆動するので、作動圧が一定になり各軸の仕事量が均等化する。
- ② 回転が遅れた軸からは回転トルクが伝達されなくなり、作動圧が低下する。油圧源が同一であるため、作動油は圧力の低い軸に多量に流れ、結果的に回転遅れは解消される。すなわち、4軸が常にバランスしながら同期回転する。

### （4） カッタトルクの設定

従来機では、計算所用トルクの1.5倍程度のトルクを装備している。今回は初めての大口径ということ considering, 常用トルクは計算値の1.3倍を装備し、最高トルクは2倍の装備としている。

## 6. 偏心多軸シールド機による施工

### （1） 姿勢安定性

偏心多軸方式シールド機では、カッタの偏心回転に伴い、シールド機体が揺動する特徴がある。すなわち、カッタの切削反力を受けて、機体が同方向に揺動（首振り運動）する。

機体の首振り運動に伴って、掘進速度、ピッチングは連動して変動する。変動量は、掘進速度 $\pm 3$  mm/min、ピッチング $\pm 0.01^\circ$ 程度である。

ピッチング変化より、首振り量に換算すると $1\sim 2$  mm程度となる。今回、首振り量が比較的小さいのは、カッタのオーバカット（余掘り）が全周ではなく掘り残しがあることから、シールド機胴体部の地盤による拘束が大きいためと考えられる。

余掘り量が小さいと、機体外周部と地盤との摩擦抵抗が大きくなり、推進力を増大させたり地盤を乱す要因となる。一方、余掘り量を大きくすると、機体の首振りも大きくなると考えられる。したがって、偏心多軸方式の余掘り量を決定する際には、地盤特性を把握して慎重に検討する必要がある。

### （2） 切羽安定性

偏心多軸方式の切羽安定性を評価するには、カッタの平行リンク運動に伴う、切羽土圧の変動幅、および、地盤の押し上げ・引込み現象の有無を確認する必要がある。

図—7に切羽土圧データの一例を示す。図中にはカッタ位置を併せて示す。切羽土圧は、カッタの回転に伴い規則性をもって変動していることがわかる。これは、前述の首振り運動に起因するものであるが、変動幅は $20\sim 30$  kPaと小さい。

カッタ掘削機構からすると、土圧の変動幅は、チャンバ内泥土の塑性流動化状態によって大きく左右されると考えられる。塑性流動化が良好に管

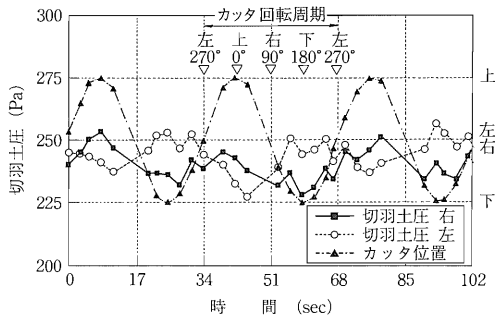


図-7 切羽土圧データの変動幅

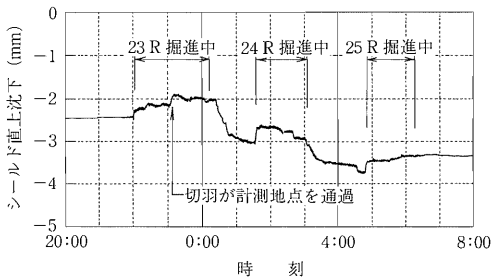


図-8 シールド直上の地中変位計測値

理されていれば、切羽土圧の変動幅は従来機と同じ程度であるといえる。

図-8にシールド直上1mの地中変位の計測結果を示す。カッタの回転に伴う地盤変位は見られず、カッタが上下動しても、切羽安定性には影響しないことが分かった。

(3) カッタの負荷特性

単軸のシールド機のカッタトルク係数 $\alpha$ は、トルク $T$ とシールド外径 $D$ の3乗比で表される。これに対して、偏心多軸方式シールド機のカッタトルク $T$ は次式で表すことができる。

$$T = \beta r D^2$$

ここに、 $\beta$ ：トルク係数 (kN/m<sup>2</sup>)

$T$ ：カッタトルク (kN・m)

$r$ ：カッタ回転半径 (m)

$D$ ：シールド外径 (m)

偏心多軸方式の過去5件の工事実績も含めて、装備トルクと掘削実績トルクを調査し、トルク係数 $\beta$ を整理したものを図-9に示す。

当工区の上り線の施工実績では、シルト層・砂層の区間で $\beta = 25 \sim 30$  kN/m<sup>2</sup>、礫層区間で $\beta = 35 \sim 50$  kN/m<sup>2</sup>である。

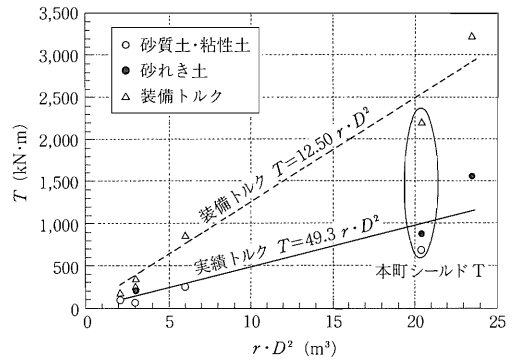


図-9 偏心多軸方式のカッタトルク

(4) カッタの攪拌能力

図-10に攪拌翼の軌跡を示す。カッタの攪拌能力に関しては、偏心多軸方式では、チャンバ内の全体的な攪拌が行われない。このため、県庁前駅付近の砂礫層で、玉石の沈降によるチャンバ閉塞を懸念していた。発進直後に作泥材の注入過多となったとき、若干その傾向が見られたものの、適切な塑性流動化状態を確保できてからは、玉石の沈降現象は起こらず、良好な攪拌状態で排土することができた。

上り線到達後のチャンバ内の状況は、シルト・粘土の固結閉塞も見られず、チャンバ内の攪拌応力は十分であると判断される。なお、砂礫層、シルト層とも、排土のスランプが14~19 cm程度となるように塑性流動性を管理した。

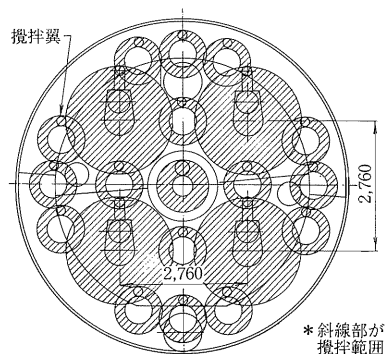


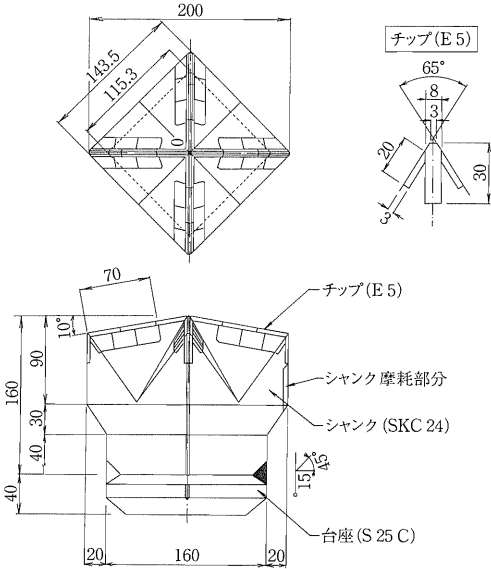
図-10 チャンバ攪拌図

(5) カッタビットの耐久性

上り線掘進後に、ビットの摩耗状況を調査測定した。表-2にビットの摩耗欠損状況の調査結果を示す。表には、従来機の施工実績に基づく土質

表一 2 ビット摩耗・欠損状況

	ビット配置		摩耗係数 (mm/km)		ビット欠損数
	位置	数	チップ	シャンク	
クロスルーフビット	外周	40	0	0.053	10
	内周	32	0	0.008	2
ルーフビット	内周	53	0	0.003	3
外周ビット	外周	40	0.006	—	0
(従来機泥土圧シールド機)					
粘土・シルト			0.007	0.010	
砂			0.020	0.030	
砂礫			0.040	0.060	



図一11 クロスルーフビットの形状と摩耗部位

別の摩耗係数を併せて示す。カッタ総回転数は38,253回、ビット摺動距離は約96kmであった。ビットの材質としては、超硬チップにJIS E5相当、クロスルーフ及びルーフビットのシャンク(母材)にSKC24、外周ビットのシャンクにS25Cを採用している。

従来機の摩耗係数と比べると、チップの摩耗係数はいずれも小さい値となっている。しかし、シャンクの摩耗係数を見ると、最外周に配置したクロスルーフビットの摩耗(図一11参照)が極端に大きいことが分かる。これより、ビットの摩耗特性と耐久性について、以下に考察する。

(a) クロスルーフビットの摩耗特性

まず、クロスルーフビットのチップについては、計測不可能なほど摩耗量が小さかったため、摩耗係数が0 mm/kmとなった。クロスルーフ

ビットは、刃先の先端部に従来型ビットのような逃げ角やすくい角がなく、四方向に対して尖った形状をしており、従来型ビットとは極端に異なる。このため、クロスルーフビット特有の摩耗係数については、施工実績を重ねることで統計的に考え方を構築していく必要があると考える。

次に最外周のクロスルーフビットのシャンクの摩耗が激しいことについては、偏心多軸方式の特徴であるといえる平行リンク運動により、カッタフレームの外周面側は常に泥土を押しつける動作をしており、土砂にさらされて大きく摩耗したものと考えられる。

通常シールド機では、最外周部でパス数を増やしている。これに対して、偏心多軸方式では最外周のビットは他のビットの軌跡と重複することのない完全な1パス部分が存在することも影響していると思われる。

いずれにしろ内周部に配置されたビットと比べて、摩耗条件が格段に厳しいといえるので、長距離掘進では、チップ埋込みなどの対策が必要と考えられる。

(b) 外周ビットの摩耗について

外周ビットのシャンクの材質(S25C)は、クロスルーフビット(SK24)より軟らかい。外周ビットには摩耗防止用に硬化肉盛を施してあり、上り線の掘進完了時ではまだ硬化肉盛が残っていたため、クロスルーフビットのようなシャンクの摩耗は見られない。

(c) 礫に対する耐久性について

想定外の「全断面礫層」を掘進したにも関わらず、ビットの摩耗が比較的になかった。ただし、外周部のビットに大きさ15~25mm程度のチップ欠損が集中的に見られた。

全体的には、ビットの摩耗・欠損が少ないことは、偏心多軸方式のビットの運動特性が理由として考えられる。通常シールド機では、最外周のビット周速は約20m/minであるのに対して、本機では全ビットの移動速度は一律5m/minである。運動エネルギー(速度の2乗に比例)が小さく、礫切削時の衝撃が小さいため、チップが欠損しにくいのである。

最外周にチップの欠損が集中したことは、内周側に比べて礫の逃げ場がなく、カッタフレームで



地山に押込まれる状況が発生したためと考えられる。

大量の礫が出現することを設計時には想定しておらず、刃先角が鋭角なビットを採用していた。結果的には、偏心多軸方式の切削特性及びビット形状が礫に対しても有効であることが実証された。なお、一般的な礫対策としては、チップを厚くしたり、刃先角を鈍角にする方法がある。

## 7. おわりに

偏心多軸方式の泥土圧シールド機を鉄道トンネルで初めて採用し大きなトラブルもなく、無事施工を完了することができた。順調に施工が進んでいる。さらに詳細な施工結果や偏心多軸方式のマシン組立て・解体の効率性については、機会があれば報告したいと考えている。

偏心多軸方式は、任意断面や長距離掘進に対応でき、今後、ますます採用される機会が増えると

思われる。本報文が少しでも参考になれば幸いである。

### 【筆者紹介】

木村 光夫 (きむら みつお)  
日本鉄道建設公団  
東京支社  
横浜鉄道建設所  
所長



宇部三津男 (うべ みつお)  
日本鉄道建設公団  
東京支社  
横浜鉄道建設所  
担当副所長



藤本 明生 (ふじもと あきお)  
間・大豊・森本特定建設工事共同企業体  
監理技術者



//橋梁架設工事業務の必携書//

# 橋梁架設工事の積算

——平成12年度版——

建設省においてはこのたび「土木工事積算基準」の改正を行い、平成12年4月1日以降の工事の積算に適用されました。

そこで、当協会では当該資料に準拠した「橋梁架設工事の積算 平成12年度版」を発行いたしました。

橋梁架設工事の積算業務に携わる関係者には、必携の書です。

■ 改訂内容：建設省土木工事積算基準、建設機械等損料算定表（平成12年度版）の改訂にあわせて、鋼橋・PC橋とも複合損料の改正を行い、また鋼橋のベント設備の見直し等を行っております。

■ B5判 941頁 カラー写真入り

■ 定 価：会 員 7,560円（本体7,200円）、送料 700円  
非会員 8,190円（本体7,800円）、送料 700円  
（官公庁（学校関係を含む）は会員価格です）

## 社団法人 日本建設機械化協会

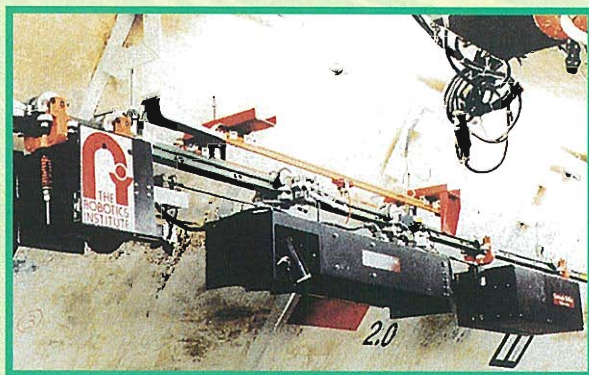
〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

Tel.: 03(3433)1501 Fax.: 03(3432)0289

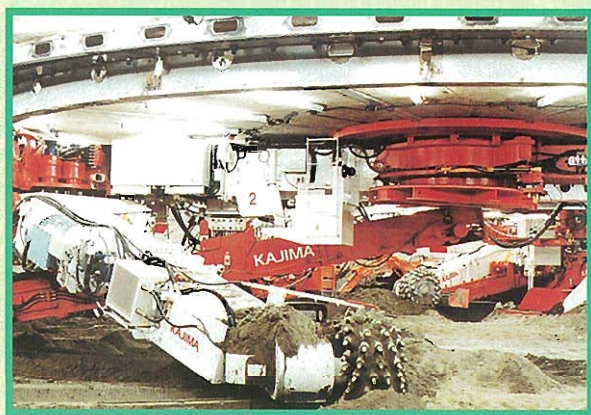
# ニューマチックケーソン 自動掘削工法



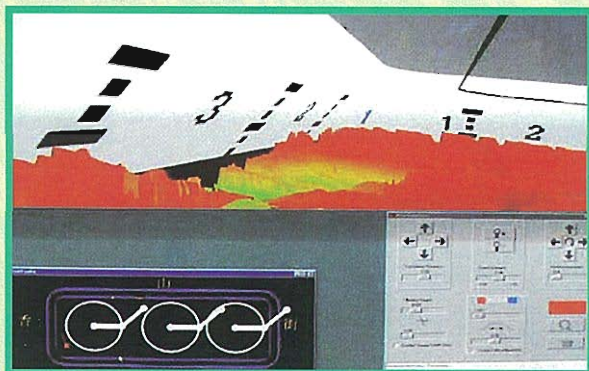
⇩ 女神大橋2P主塔基礎工事全景



⇩ 掘削状況計測装置



⇩ 岩盤掘削機掘削状況



⇩ 刃口部掘削状況表示例

650トン大型クレーンの  
採用による

# 屋根トラス架設



↑建設中スタジアムの全景



↑完成時のイメージ模型



↑スタンド屋根トラスの建方状況



↑スタンド屋根の建方状況



↑スタジアム外形



↑スタジアム内

# ニューマチックケーソン自動掘削工法

## —長崎港湾空港女神大橋下部工事—

山 縣 延 文 ・ 梶 栗 福 留 ・ 松 井 信 行

長崎港の港口に建設される女神大橋（主径間 480 m、鋼斜張橋）主塔基礎（2P、3P）をニューマチックケーソン工法で施工する。そのうち2P工事は傾斜した岩盤に 20 m×50 m の矩形ケーソンを沈設深度 39.6 m 施工する工事であることから、従来の発破工法によらない岩盤掘削機を新たに開発し、2000年9月現在刃口深さで約 20 m 沈設中である。本報文では岩盤掘削システムの概要と沈下掘削の実績を中心に報告する。

キーワード：ニューマチックケーソン、岩盤、岩盤掘削機、刃口掘削機

### 1. はじめに

ニューマチックケーソン工法は、掘削深度の増大とともに高圧気下の作業環境となり、「潜函病等に関する安全性」及び「作業可能な時間が著しく減少する」といった課題を生じる。

この対策として掘削の機械化・遠隔操作化が実用化されて作業室内の無人化が進み、大深度掘削工法として安全性・施工性に対する評価が見直されてきている。また岩盤に適用した実績もでてきているが、ショベル系掘削機では掘削が不可能なため、作業室内に作業員が入り、「削削」「装薬」「発破」等の旧来工法で掘削しており、岩盤を対象とした自動掘削機の開発が望まれてきた。

このことから遠隔操作による函内無人化システムをさらに進めた自動化と岩盤掘削も可能なシステムの開発が行われ、図—1 に示す女神大橋下部工事に適用された。

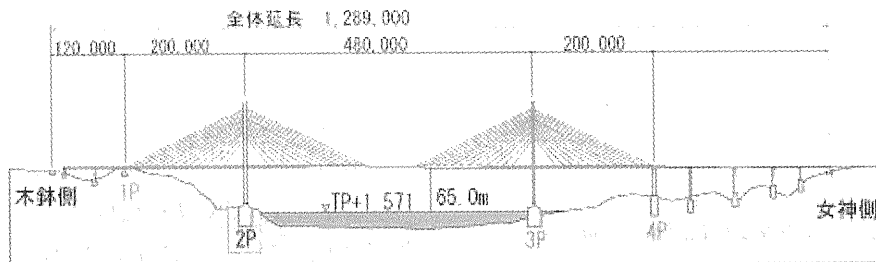
### 2. 工事概要

女神大橋 2P 地点の地盤条件は、上部は埋土層で、途中山側から安山岩が約 60° の角度で出現する。安山岩の強度は 1 軸圧縮強度で最大約 400 kgf/cm<sup>2</sup> の強度を有している。

#### (1) 全体工事概要

- ・工事名：長崎港（女神地区）橋梁（2P）基礎工事
- ・発注者：運輸省第四港湾建設局
- ・工事場所：長崎県長崎市木鉢町地先
- ・工期：平成 10 年 12 月 24 日～平成 13 年 2 月 27 日（構築 10 ロット、沈下掘削 9 ロットまで）

主要工事数量を表—1 に示す。



図—1 女神大橋計画図

表-1 全体工事数量

名称	仕様	数量
先行削孔置換杭	φ2 m×39.6 m	90本
刃口金物	51 m×20 m×2.8 m	86 t
コンクリート(躯体)	24 N-12-20	15,950 m <sup>3</sup>
鉄筋	SD 345	1,410 t
掘削土量(沈下掘削)	岩 24,070 m <sup>3</sup>	
	埋土、雑石等 16,050 m <sup>3</sup>	40,120 m <sup>3</sup>

(2) 工事の特徴

- ① 平面積 1,013 m<sup>2</sup>、沈設深度 39.6 m の大型・大深度のケーソンである。2P基礎の平面図を図-2 に、正面図を図-3 に示す。
- ② 約 60° に傾斜した岩盤(安山岩)中を沈設する。図-4 に地質概要を示す。
- ③ 岩盤掘削機による遠隔無人の機械掘削で施工する。
- ④ 理論函内気圧が 0.39 MPa に達する。
- ⑤ 先行削孔置換杭を刃口下に施工している。

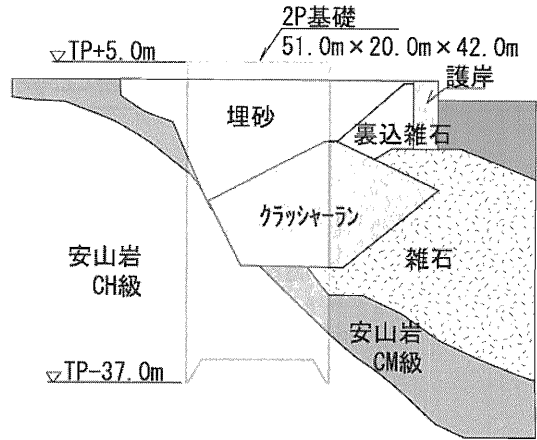


図-4 2P基礎地質概要

(3) 施工手順

施工フローを表-2 に、施工手順図を図-5、図-6 に示す。

表-2 施工フロー

1. 先行削孔置換杭
2. 刃口金物据付け
3. 躯体構築 [1, 2 ロット]
4. ニューマチックケーソン設備設置
5. 沈下掘削⇔躯体構築 [3 ロット以降]
6. 中埋めコンクリート
7. 中詰め土へ頂版コンクリート

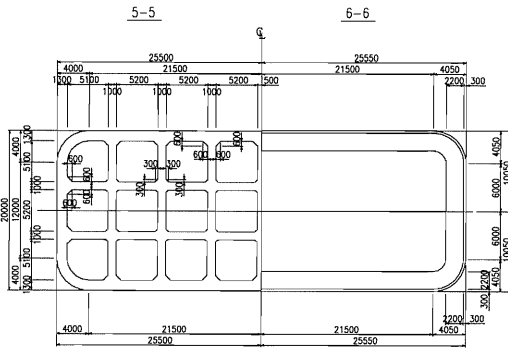


図-2 2P基礎の平面図(単位: mm)

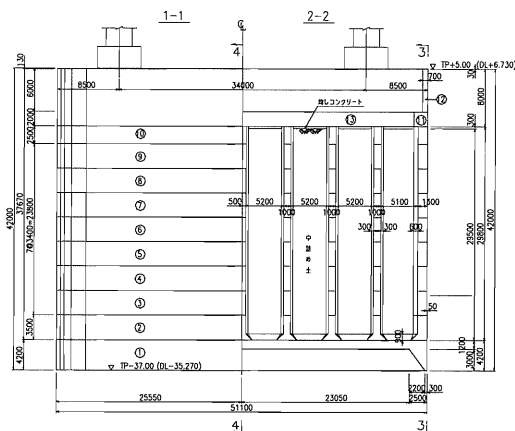


図-3 2P基礎の正面図(単位: mm)

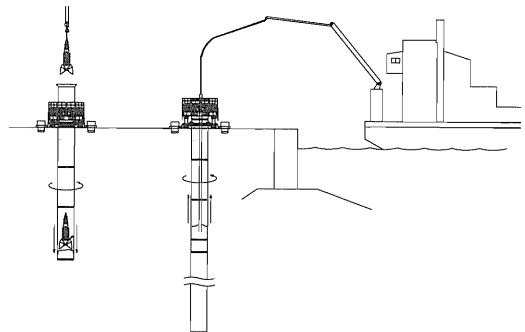
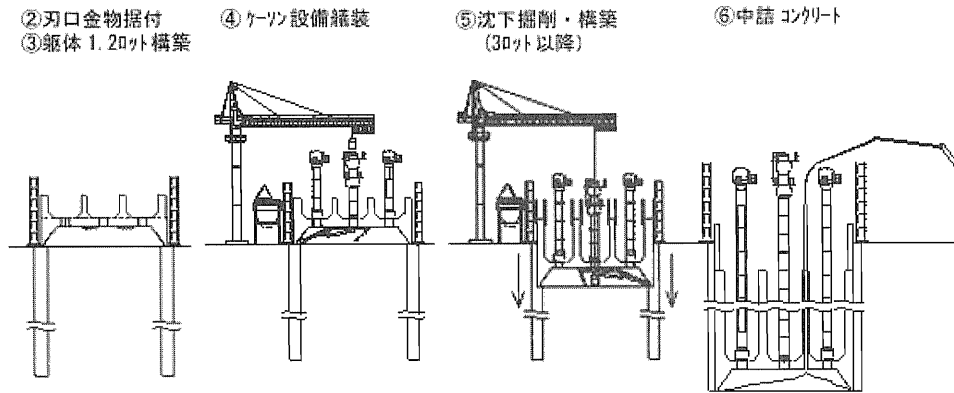


図-5 施工手順(1)

3. システム概要

システムは、「自動岩盤掘削システム」と情報化施工の中核である「掘削形状認識システム」から構成される。



図一6 施工手順 (2)

(1) 自動岩盤掘削システム

自動岩盤掘削機が具備する機能や機構の概要は以下の通りである。掘削システムの基本仕様と能力を表一3に示す。

表一3 掘削基本仕様

項目	仕様
カット	ドラム 径 $\phi 1,200$ mm ドラム 長 680 mm ビット形式 コニカルビット ビット本数 111本
施工条件	切削 深さ Max. 300 mm 切削 速度 1~9.9 m/min
駆動装置	掘削油圧ポンプ 110 kW 操作油圧ポンプ 45 kW
切削性能	5 m <sup>3</sup> /h (地山)
運転方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>掘削パターン選択による自動運転</li> <li>地上切替えによる遠隔操作：半自動運転</li> <li>地上切替えによる遠隔操作：手動運転</li> </ul>

(a) 掘削機能

掘削ビットを外周に配置したドラム回転式掘削機構により、普通土の他、岩盤における連続掘削機能を有する。

(b) 掘削ずりのコンベヤ積込み機能

掘削によるずりを、回転ドラム側方のブレードと、掻込み機構により連続して自動的にチェーンコンベヤに積込む。

(c) 函内掘削ずり移動機能

コンベヤに積込まれた掘削ずりは、掘削機のブームに沿って搬送され、途中で受替えられ都合2本のチェーンコンベヤを通り排土バケットに搬送される。

(d) 掘削ずりの排土バケット積込み機能

圧気下での地上部へのずり搬出は圧気室のロッ

ク開閉のため断続的となる。このため第2コンベヤを貯留コンベヤとし、排土バケット容量1m<sup>3</sup>のずり貯留を検知した時点で掘削・積込みを自動的に中止し、排土バケット到着まで待機する。バケットが函内所定位置に着地後、貯留コンベヤを移動して排土バケットへ自動的に積込みを行う。

(e) 掘削パターンと掘削装置移動機構

ケーソンをスムーズに沈下させるために精度を要する刃口部掘削と掘削効率を重視した中央部掘削とに区分し、合理的な掘削パターンを設定し掘削するシステムを採用した。掘削機本体は作業室天井に設置した周回懸架装置により公転運動を行い、掘削ブームは本体を中心に旋回する自転機構とすることにより、多様な掘削パターンを可能にした。

(f) 制御機構

中央掘削部と刃口掘削部の掘削パターン及び掘削地盤の地質に応じて、掘削深さ、掘削幅、掘削速度、ドラム回転数、スラスト荷重等を制御し掘削する。一方、刃口周辺部の掘削等においては、沈下状況を人が判断しながら掘削する「半自動掘削モード」を選択することも可能である。

(g) 監視装置等

複数の掘削機を設置する場合、掘削機間の位置情報を監視し、掘削機間・躯体間との干渉防止のため近接の度合いを検知し自動的に警報して非常停止する。

地上監視室においては、手動・半自動モードにおける掘削機の操作と共に、掘削機の「カット軌跡」「機構異常」「躯体と掘削機との相対位置」「掘削機等の機器との近接状況」を表示している。

### (h) 刃口掘削装置

沈下の引金となる刃口直下部の掘削を行う削孔装置を、各岩盤掘削機先端に設置し、刃口直下部を削孔する。図-7に刃口掘削機構を示す。

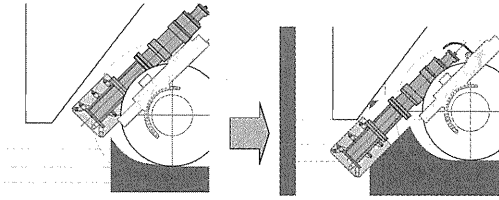


図-7 刃口掘削機構

## (2) 掘削形状認識システム

機械装置の座標を演算処理することで掘削機の掘削位置と軌跡を地上監視画面に表示しており、掘残し等の掘削状況は地上で確認する。しかし掘削地盤の形状は掘削機の移動データでは表示できない。このため掘削機とは独立した掘削形状認識システムを開発している。

### (a) 形状検知システム

ケーソン刃口肩部に函内を周回するモノレールを設置し、ファンレーザとカメラから構成されたストラクチャードライトセンサを搭載した台車を走行させ、掘削盤の3次元形状計測を行う。このシステムは光学的センサ等による計測と比較し、岩盤掘削に伴い発生する塵埃の影響を受けにくい方式である。

### (b) 表示システム

計測データを地上へ送信し、造られた掘削形状モデルと、掘削機からの位置・姿勢情報より作成した掘削機の3次元モデルとを合成し表示する。この3次元表示においてバーチャルカメラの位置・方向を操作し、各掘削機と掘削地盤との相対的な位置、動きをリアルタイムで個別に確認できる。

またバーチャルカメラ位置を地中・天井等に設定することにより見えない領域の可視化も可能となった。さらにデータを加工し地盤高さを色の変化で表示等することで、ITVカメラでは不可能な掘削状況を定量的に把握することができる。

## 4. 施工実績

### (1) 掘削システム

岩盤掘削機を3基設置し51×20 mの矩形断面

を掘削している。地上操作室で掘削状況を確認しながら、自動・半自動・手動掘削を行う。掘削システム概念図を図-8に、沈下掘削概念図を図-9に示す。

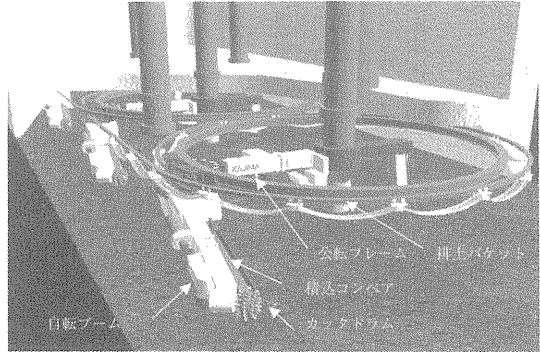
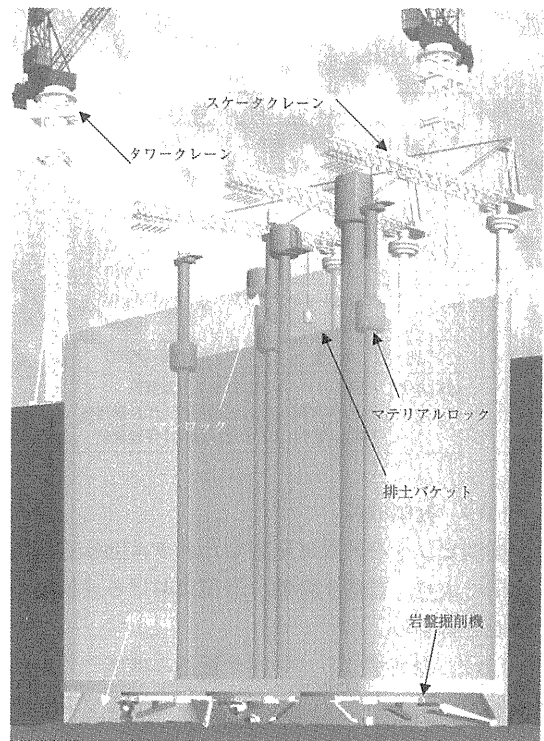


図-8 掘削システム概念図



- ・タワークレーン  
ケーソン躯体の構築、資機材の揚重作業に使用する。
- ・マンロック  
作業のため人が出入するとき、この中で加圧・減圧を行い作業室内の気圧に身体をならす。
- ・作業室  
地下水の浸入を防ぐために地上より高い圧力に調整されている。
- ・スクータークレーン  
排土バケットの揚重作業に使用する。
- ・マテリアルロック  
排土バケットの搬出入のために使用する。作業室内の圧力を一定に保つために、両端気密扉を設けている。
- ・排土バケット  
掘削した土砂・岩ずりを排出するために使用する。
- ・岩盤掘削機

図-9 沈下掘削概念図

沈下に影響のない中央部分の掘削は、ドラムカッタにより掘削し、最終的な沈下掘削は、沈下状況と地盤とにより設定される掘削パターンに従い刃口掘削装置により掘削する。

写真—1 に岩盤掘削機掘削状況を示す。また刃口掘削状況を写真—2、写真—3 に示す。

(2) 掘削状況表示システム

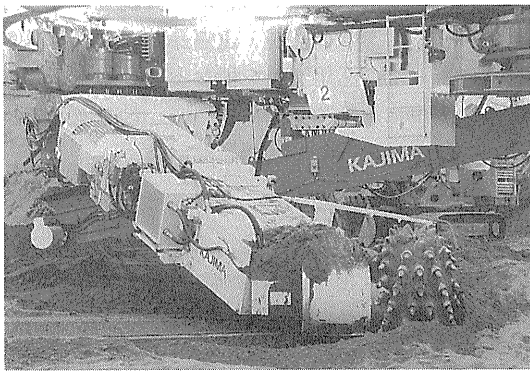
地上操作室における状況を写真—4 に、地上モ

ニタに表示される掘削状況表示と掘削機位置表示状況を写真—5 に示す。

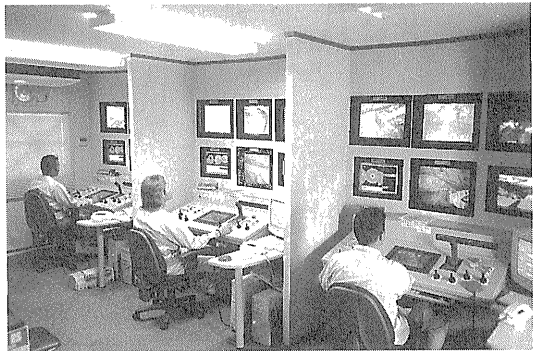
(a) 自動岩盤掘削システム

ケーソン寸法 20 m×51 m に対し、1 台当たり掘削範囲 20 m×20 m (矩形掘削時) の掘削機を 3 台設置している (写真—1 に施工状況を示す)。

耐久性等については今後の岩盤掘削のデータを待つことになるが、システムとして特に問題はなく計画通りの掘削能力を確認している。図—10 に



写真—1 岩盤掘削機掘削状況



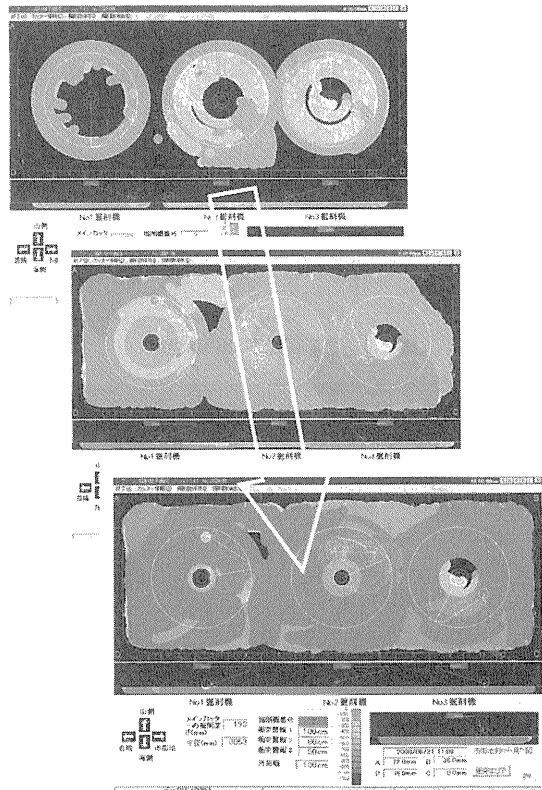
写真—4 地上操作室状況



写真—2 刃口掘削装置掘削状況



写真—3 刃口掘削状況



写真—5 掘削状況と表示画面の推移



掘削機掘削土量のグラフを、図-11 に掘削機稼働率のグラフを示す。

(b) 掘削形状認識システム

ケーソン刃口肩部をセンサ台車1台が走行し、最小15分間隔で更新した掘削地盤形状が作成されている(写真-6参照)。

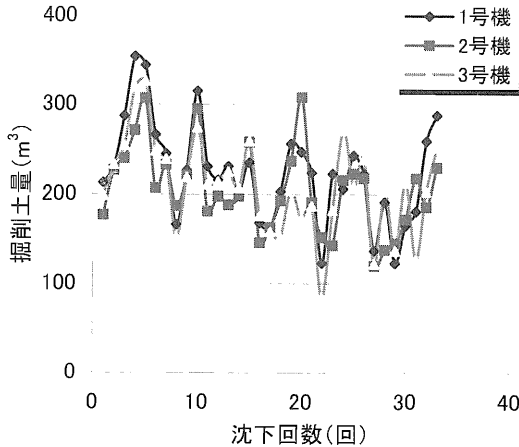


図-10 沈下回数-掘削機掘削土量

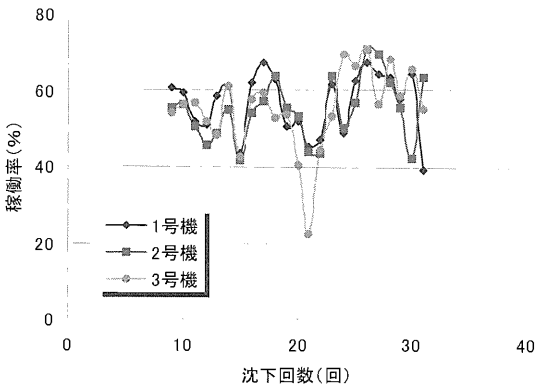


図-11 沈下回数-掘削機稼働率

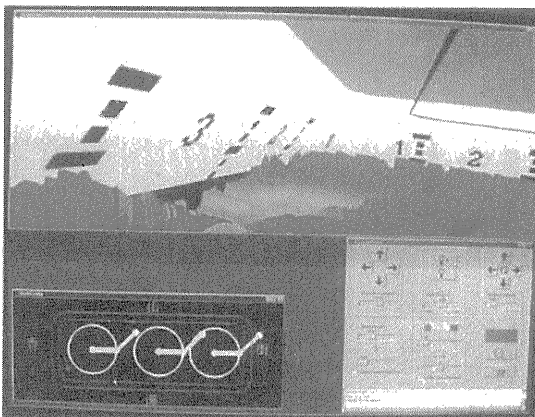


写真-6 掘削形状認識システム表示画面

5. 今後への展開

(1) 自動掘削システム

粘性土掘削への適用研究を進め、岩盤を含めた全地盤対応掘削システムとして展開を図る。また後工程である函外への揚土システムの高速度化・自動化等により一層の省力化・工期短縮を図りたい。

(2) 掘削形状認識システム

自動化システムの監視・遠隔操作における操作ツールとしての活用実績を積むとともに、一般的な建設工事における見えない領域、悪環境下での可視化システムとして展開したい。

【筆者紹介】

山縣 延文 (やまがた のぶふみ)  
 国土交通省九州地方整備局  
 長崎港湾空港工事事務所  
 所長



梶栗 福留 (かじくり ふくとめ)  
 鹿島建設株式会社  
 九州支店  
 女神大橋建設事務所  
 所長



松井 信行 (まつい のぶゆき)  
 鹿島建設株式会社  
 九州支店  
 女神大橋建設事務所  
 技術開発課  
 担当部長



# 大規模埋立てに対応した土運船用 光波式土量自動計測システム

尾崎 正明・大村 光正・今村 一紀

最近の港湾・空港等の埋立てには、大規模かつ急速施工の要請などにより大量の陸上土砂が用いられており、シップローダにより土運船に積込み海上輸送されることが一般的である。従来、土運船の土砂量は、人手により計量されており、安全性や施工性の面で課題があったが、関西国際空港1期工事において、光波距離センサ等を用いた土量自動計測システムを開発・実用化し、安全性や施工性の向上、人員の省力化などが図られた。2期工事においては、1期工事の実績をもとに耐久性の向上と検収業務の更なる合理化を図ることを目的に改良・開発を行い、現在稼働中である。

キーワード：光波式土量自動計測システム、土量検収、ガウス関数近似法、大規模埋立て工事

## 1. はじめに

最近の港湾・空港等の埋立てには、埋立て予定地の周辺海域に適当な土砂が少なくなってきたことや浚渫による海洋汚染が問題となってきたこと、また大規模かつ急速施工の要請などにより陸上土砂がよく用いられている。

大量の陸上土砂を扱う場合、土砂採取地よりベルトコンベヤにて搬送され、シップローダにより土運船に積込まれ海上輸送されることが一般的である。

従来、土運船の土砂量は、人手により計量されていたが、安全性や施工性の面で課題があり、人工島の築造など大規模かつ急速施工が要求される工事では、限られた静穏日に土砂積込み作業を中断させずに安全かつ迅速に積込み土砂の容積を計測する方法が求められていた。

このような背景のもと、わが国が世界に誇る大型プロジェクトである関西国際空港1期工事において、スキャニング機能付き光波距離センサを用いた土量自動計測システムを開発し、実用化した。その結果、安全性や施工性の向上、人員の省力化など大きく改善された。

関西国際空港2期工事においては、1期工事の実績をもとに耐久性の向上と検収業務の更なる合理化を図ることを目的に、システム全体の改良・開発を行った。

ここに光波式土量自動計測システムの概要と関西国際空港2期工事に向けた改良点と実績について紹介する。

## 2. システムの概要

土運船に積込まれた土砂量は、ドラフトによる計量（重量）が主に用いられている。しかし、関西国際空港造成工事では、1期工事を含めて水深、軟弱地盤という条件下で大量急速施工を行う必要があり、軟弱な沖積層や洪積層の沈下の問題から土量の計画出来高をあらかじめ精度良く定めることが困難である。そこで工事途上での出来形の管理や埋立て完了後の施工履歴の管理等を目的として搬入時の土量（容積）を確認することとなった。

土運船に積込まれた土砂の容積検収は、従来、検収員が土運船に乗り込みスタッフや計測器を用いた測量（人力検収方式）にて行っている。人力検収方式は、既に確立された方法であり、精度も良く、多くの実績があるが、大量の土砂を扱い早朝や夜間の作業を伴う場合、安全上や効率上の問題から作業の改善が望まれていた。そこで省力化を目的として土運船の土砂量をスキャニング機構付きの光波距離センサを中心とした自動計測するシステムを開発、関西国際空港1期工事において実用化し、その後改良を重ね、2期工事においても採用されている。本システムの採用実績を表—1

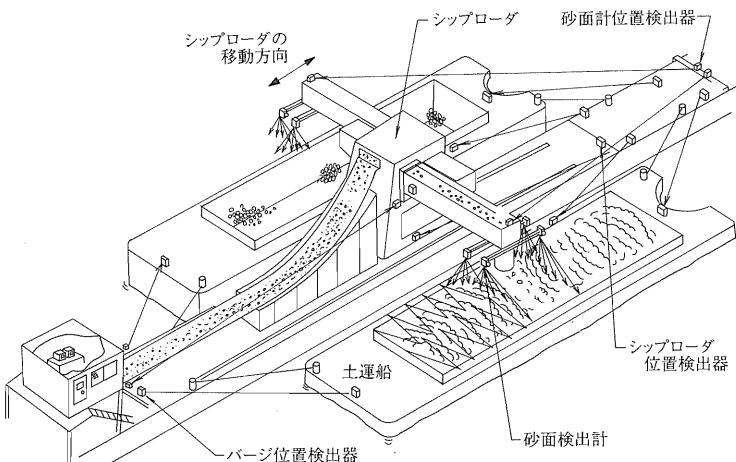
表一 採用実績

年度	発注者	事業名
1989	関西国際空港(株)	関西国際空港埋立土砂搬出工事(一期, 加太)
1989	関西国際空港(株)	関西国際空港埋立土砂搬出工事(一期, 阪南)
1999	関西国際空港用地造成(株)	関西国際空港埋立土砂搬出工事(二期, 洲本)
1999	山口県住宅供給公社	愛宕山地域開発事業
2000	関西国際空港用地造成(株)	関西国際空港埋立土砂搬出工事(二期, 加太…工事中)
2000	関西国際空港用地造成(株)	関西国際空港埋立土砂搬出工事(二期, 岬…工事中)

に示す。

光波式土量自動計測システムは、シップロダの先端に取付けられたスキャニング機構をもつ光波距離センサ(砂面検出器)により土運船の積載土砂面を検出するとともに自動追尾型光波測距測角機でシップロダおよび土運船位置を3次元的にリアルタイムに計測し、土量を求めるシステムである。

砂面計が取付けられたシップロダは、土砂積込みの際に移動し、また、土運船は、波浪の影響により動揺したり、積込み時の荷重変化により船体傾斜が生じる。そこで、計測されたデータを唯一の固定体である積込み栈橋を基準とし一元化するために、積込み栈橋やシップロダ上に取付けられた各計測機器により計測された値の計測時間のずれを合わせるとともにシップロダと土運船の座標系の変換を行っている。変換した計測データは、ガウス関数近似法を用いて解析・積分し、積込み土量を算出している。なお、計測は、



図一 システム概念図

積込み開始から終了まで連続して行い、積込み終了とほぼ同時に終了し、約1分後には、計測データをもとに算出した土量が帳票として出力される。

図一にシステム概念図を示す。

本システムは、以下の特徴がある。

- ① 積込み設備(シップロダ)を利用して土砂積込み作業中に自動的に計測するため土運船への積込み作業に支障を与えない(施工性向上)。
- ② 積込み作業と平行して計測しており、積込み完了後直ちに計測結果が得られる。
- ③ 土運船やシップロダ等の動きをリアルタイムに計測しており、計測データの一元化を図るとともにガウス関数近似法を用いることにより高精度な計測が可能である(高精度)。
- ④ 夜間や人手で対応できなかった荒天時にも計測が可能である(安全性の向上)。

図二に計測フローを示し、図三にガウス関数近似法による土量算出原理図を示す。また、写真一に土砂投入状況、写真二に計測状況を示す。

### 3. 関西国際空港2期工事に向けた改良点

関西国際空港2期工事に向け1期工事の発生した問題点をもとに機器の設計から見直しを行った。特に、約10年前の1期工事と比較してハードウェアやソフトウェア技術の飛躍的な発達によりさまざまな機能の向上が図られている。

以下に主な改善点について挙げる。

- ① シップロダと計測管理室とのデータの伝送

土砂の積込みに伴い移動するシップロダ上に取付けられた機器からの計測データは計測管理室に無線伝送を行っている。

1期工事においては、当時最も伝送速度の速い(単位時間当たりのデータ伝送量が多い: 9600 bps) 光伝送装置を採用し

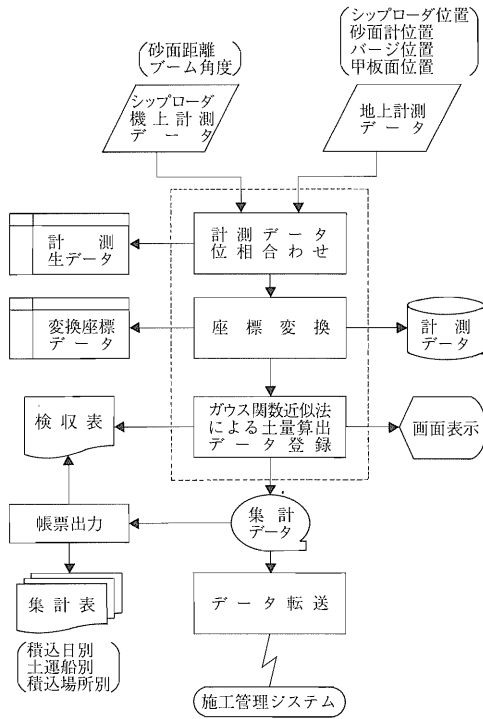
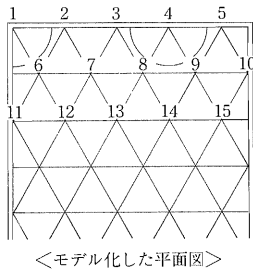


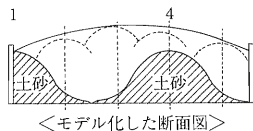
図-2 計測フロー



① 土運船の泥倉の平面上に正三角形の格子を配列し、交点をガウス関数の中心とする。

② 各点をガウス関数にて関数化、加算し、土面形状全体の関数とする。

③ 土面形状の関数を積分し、積載土量を算出する。



\* 自然落下により堆積した土砂面の形状を多数のガウス関数の集合体とみなし算出する。なお、山のなだらかさ(ガウス関数のパラメータ)で規定している。

図-3 ガウス関数近似法による土量算出原理図

ていたが、レンズの汚れに伴う伝送不良や機器交換時の光軸の調整などメンテナンス性に難点があった。2期工事においては無線伝送装置(1Mbps:約100倍の伝送速度)の採用と無線LANの構築によりデータ伝送の信頼性の向上と計測や制御に用いているコンピュータ(全5台)間のデータの共有化を計っている。

② データの通信

1期工事においては、土砂供給施設から関空管

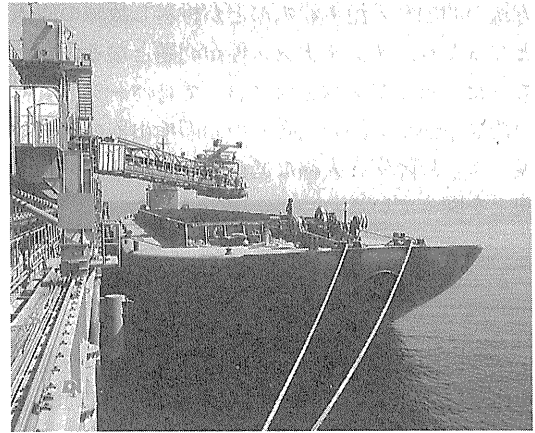


写真-1 土砂投入状況



写真-2 砂面検出器

理センターへフロッピーディスクを用いてデータの受渡しを行っていたがデータを確認するまで時間を要するなどの課題があった。そこで2期工事では施工管理システム(データベース)等へNTT公衆回線を用いてデータの伝送を行っている。

③ 故障時の対応

故障が発生した場合、通常、初期段階では電話によりメーカーとやりとりを行うが、意志の疎通が十分に図れず、対応に時間が掛かることがある。そこで異常が発生した場合、警報を発生し、対処方法のガイダンスを表示する「故障診断支援システム」と遠隔地から即時にメーカーが診断可能な「リモート・メンテナンスシステム」を開発、採用し、異常発生時の対応性向上を計っている。

④ 計測機器および検出方法の改良

1期工事において計測機器の取付け位置や検出

方法の問題から泥や泥水などが付着し故障の原因となったり、メンテナンス性が問題となる場合があった。そこで2期工事においてはバージ位置検出器など検出方法の見直しや砂面検出器の機構改良により故障率の大幅な低減とメンテナンス性の向上を図っている。

#### 4. 関西国際空港2期工事への適用と実績

関西国際空港2期工事は、現在供用中の空港を沖合いに拡張する工事で、面積にして545 haもの広大な敷地を埋立て、4,000 m滑走路の整備を行う大型プロジェクトである。この工事では、大阪側の2箇所、淡路島側の2箇所、計4箇所の土砂供給施設より合計2億5,000万 $m^3$ の土砂を採土し、埋立て、造成する計画となっている。

本システムは、現在2期工事向けの淡路島洲本市の土砂供給施設（公称積込み能力：5,600 t/h 積込み量：約70,000 t/日）において、平成11年12月から運転を開始し、現在順調に稼働しており、さらに、和歌山県加太および大阪府岬においても今年早々の本格的な稼働を目指し工事中である。

導入前には組合せ総合試運転を兼ねて工場内においてさまざまな土砂モデルによる実証実験を行い精度の確認を行った（計測精度＝ $\pm 1\%$ ）。また、洲本の積込み施設への設置に当たっては、その積込み施設の構造、機構ならびに機能を十分に調査し、事前の検討・検証を経て2期工事への適用を確認した。

設置後の総合試運転の際には土砂の積込み様態として想定される、

- ① 底開式土運船の空船計測（積載していない状態での計測）、
- ② 箱型式土運船による空船計測、
- ③ 積込み計測、
- ④ 積込み後の空走計測（同一状態での繰返し計測）、

の4段階でのシステムの作動と精度を確認した。

現在、この積込み施設からの土砂の供給量は、日当たり約4.3万 $m^3$ 、積込み隻数では、約14隻となっている。これらの積込みに対して、計測要員は2名を配置し2交替制で計測管理に当たって

おり、埋立て工事を進める中での施工管理支援システムの一環として大いにその機能を果たしている。

#### 5. おわりに

大規模な埋立て工事では、工事期間が長く、取扱う土砂も膨大である。しかし、本システムのように、近年のIT（情報技術）の革新とともに施工管理の電子化、自動化が進められ、施工の効率化、安全性の向上が図られている。今後、インターネットの普及、定着など、さらなるIT革新により、関連した周辺工事間で電子情報の交換が進められ、工事全体のさらなる効率化が図られるものと考えられる。

最後に、本システムの実用化並びに改良・改善に向けてご指導・ご協力戴いた山口大学工学部・田中正吾教授はじめ関係者の皆様方に深甚なる謝意を申し上げます。

#### 【参考文献】

- 1) 田中正吾ほか：「埋立施工システム—光波式土量検収システム」、計測と制御、第34巻、第2号、1995年2月
- 2) 尾崎正明ほか：「光波式土量自動計測システム」、第8回建設ロボットシンポジウム、2000年7月
- 3) 大河内正博：「関空2期事業における光波式土量検収装置について」、空港土木技術シンポジウム、2000年9月

#### 【筆者紹介】

尾崎正明（おざき まさあき）  
関西国際空港株式会社  
建設事務所  
所長



大村光正（おおむら みつまさ）  
東亜建設工業株式会社  
大阪支店  
関西国際空港総合事務所



今村一紀（いまむら かずき）  
東亜建設工業株式会社  
本社  
機電部



# 650t 大型クレーンの採用による屋根トラス架設 —小笠山総合運動公園スタジアム建設—

馬場 孝文・長谷川 覚・森下 仁

小笠山総合運動公園スタジアム建築工事は、1998年度静岡県発注の公共工事であり、一つのスタジアムをメイン、バック、サイド（2分割）、合計4ブロックに分けての発注である。ここは2002年のワールドカップ開催予定地にもなっている。山を造成してからの着手で、その造成工事が約半年遅れたことにより建築工事においては契約工期を6カ月間短縮することが施主より要求された。

当スタジアムはスタンドを覆う部分に屋根が架けられるために、その施工方法についてもあらゆる角度から検討した。

今回は工期短縮のために採用した屋根トラスの検討から施工に至るまでの検討および実施を報告するものである。

キーワード：大型クローラクレーン、屋根トラス架設、工期短縮、トラス1本吊り建方

## 1. はじめに

小笠山総合運動公園スタジアムは静岡県の中西部にあたる袋井市郊外に整備している総合運動公園の中に建設されており、「健康と、スポーツと自然」のテーマのもと、県内の中心的な施設になる予定である。

スタジアムでは陸上競技をはじめ、サッカー、ラグビー、アメリカンフットボールなど、屋外スポーツはほとんどをまかなうことができると共に、各種イベントの会場としても対応可能な施設である。

2002年のワールドカップの本会場、その翌年の

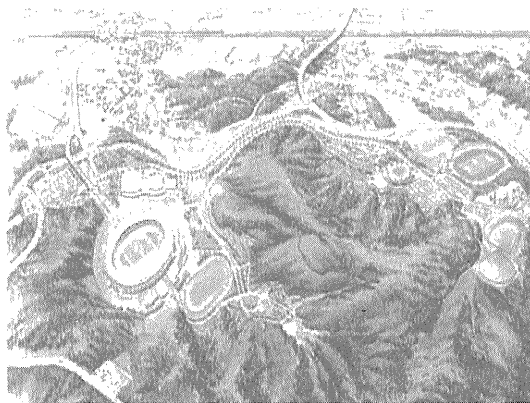


図-2 小笠山総合運動公園完成図

静岡国体のメイン会場となる予定である（図-1、図-2参照）。

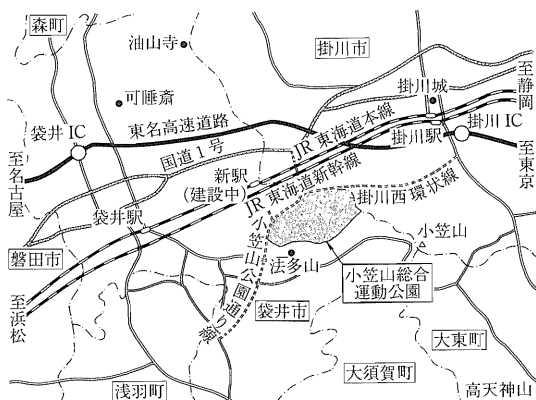


図-1 小笠山総合運動公園スタジアム位置図

## 2. 工事概要

以下にスタジアム建築工事の概要と特徴を示す。

- ・工事名称：小笠山総合運動公園スタジアム建築工事
- ・所在地：静岡県袋井市愛野 2360-1
- ・建築主：静岡県
- ・設計：佐藤総合計画・斎藤公男設計共同企業体
- ・監理：(株)佐藤総合計画

- ・施工：鹿島・竹中・若杉・丸明特定建設  
工事共同業企業体
- ・工期：1998年3月21日～2001年3月26日  
(実質工期 30 カ月)
- ・用途：競技場・球技場(第1種公認陸上  
競技場)
- ・収容人員：固定席 14,074人(全体 51,200  
人)  
可動席 1,480人(全体 5,500  
人)
- ・敷地面積：32,000 m<sup>2</sup>(全体 50,000 m<sup>2</sup>)
- ・建築面積：12,404 m<sup>2</sup>(全体 30,874 m<sup>2</sup>)
- ・延床面積：38,096 m<sup>2</sup>(全体 81,200 m<sup>2</sup>)
- ・フィールド面積：23,744 m<sup>2</sup>
- ・階数：地下1階，地上6階
- ・最高高さ：43.38 m
- ・基礎形式：直接基礎(一部地盤改良)
- ・躯体構造：地下1階・1階 RC造  
2階から6階 SRC造(一部PC  
梁・PC床版)  
屋根 S造(鋼管構造ハイブリッ  
ド方式)
- ・外装仕上：屋根 膜仕上げ(四フッ化エチレ  
ン樹脂コーティングガラス  
繊維膜 A種)  
外装 コンクリート打放し  
建具 アルミ製単窓，連窓
- ・内装仕上：床 タイル，インターロッキン  
グ，防塵塗装等  
壁 コンクリート打放し，タイ  
ル，塗装等  
天井 コンクリート打放し，岩綿  
吸音板等
- ・その他仕上げ：フィールド(芝，ウレタント  
ラック) 23,745 m<sup>2</sup>  
(芝 9,390 m<sup>2</sup>，ウレタント  
ラックほか 14,355 m<sup>2</sup>)
- ・主要躯体数量：掘削 22,250 m<sup>3</sup>  
コンクリート 45,620 m<sup>3</sup>  
鉄筋 7,555 t  
型枠 145,300 m<sup>2</sup>  
鉄骨 3,980 t  
(本体 2,500 t，屋根 1,480 t)

### 3. スタジアムの主な特徴

#### (1) 本建物のデザインの特徴

当スタジアムに盛込まれたデザインの特徴をま  
とめると以下のとおりである。

- ① 屋根はまわりの丘陵に沿って連続するゆる  
やかなカーブを描き，山のスカイラインと重  
なりあって調和する設計となっている。
- ② スタジアム外周を取巻く柱は自然の木立と  
呼応するようにデザインされた Y 字柱と  
なっており，それがすり鉢状のスラブを支え  
ている。
- ③ 屋根を覆う膜はテフロン素材で雲のように  
ふわっとした形状でスタンド全体を覆うと  
ともに，自然のやわらかさを表現している。
- ④ スタンドの形態は近楕円形と近円形の中間  
に位置し，観覧条件の優れたメインスタン  
ド，バックスタンドの収容力を大きくする形  
状になっている。また，地形の高低差を最大  
限利用してメインスタンドは地下から，サイ  
ドスタンド，バックスタンドは2階からの構  
造になっている。
- ⑤ スタンドは大きく四つに分割され機能的に  
独立して成立するような計画となっている。  
また，断面的には2層になっており，可視距  
離への配慮と施設全体が大きくなりすぎない  
ように計画してある。また，陸上競技と，球  
技両方対応のスタジアムであり，サッカー等  
の開催時には臨場感を高めるために，可動席  
が設置されている。
- ⑥ コンコースは3層がスタジアム全周を廻す  
設計になっており各階をつなぐ階段は適切な  
ピッチで配置されている。
- ⑦ フィールドは，第1種公認陸上競技場およ  
び公認サッカー場施設に基づいた計画とされ  
ている(写真—1，図—3参照)。

#### (2) 架構形式

スタジアムの屋根架構とそれを支える下部架構  
の架構形式について述べる。

##### (a) 下部架構

屋根架構を支え観客席を構成する下部架構は，

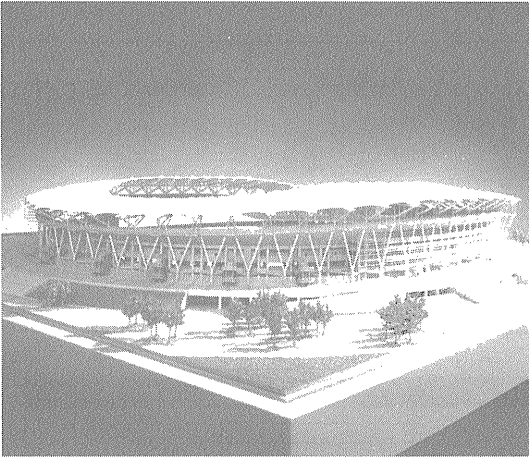


写真-1 完成模型

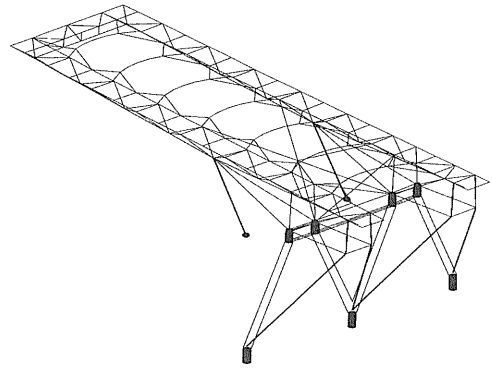


図-4 屋根トラス架構図

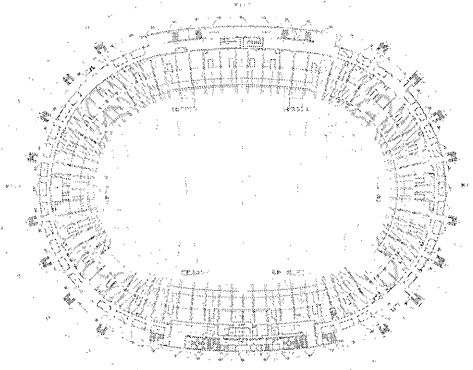


図-3 スタジアム平面図

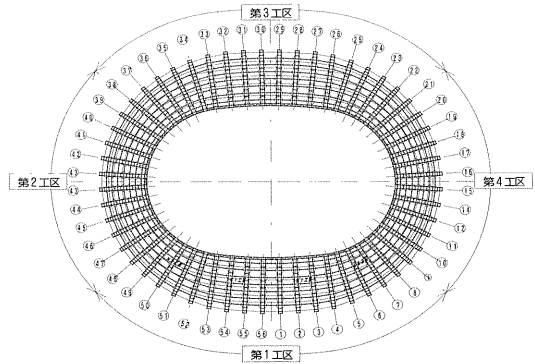


図-5 屋根トラス平面図

地下1階および1階はRC造，2階から6階はSRC造の耐震壁付きラーメン構造であり，柱・壁は現場打ち，地上部梁はPCa梁で構成されている。

(b) 屋根架構

本スタジアムの屋根架構は，スタンド客席のほぼ全面を覆う計画としている。このため屋根の出はメインスタンドおよびバックスタンド部分で40m，サイドスタンド部分で30mのキャンテレバー・トラスガーターとなっている(図-4参照)。

屋根架構部はトラスガーターとそれに架かるアーチ状小梁，およびこれらの荷重を下部架構に伝えるV支柱，トラスガーターに抵抗するバックステーケーブル・耐風ロッド，耐震要素としての斜め耐震ケーブルおよび耐震ブレースによって構成されている。

トラスガーターはスタジアム全周にわたり約15m間隔で56フレーム配置されている(図-5参照)。

4. 施工計画

(1) 施工計画上の問題点

当工事の契約工期は1998年3月より36カ月であったが造成工事の遅れから6カ月後の着手となった。そこで着工の遅れた半年間を有効な検討期間として活用することがポイントとなった。

その中で，当工事にはフィールド工事が含まれて発注されており，特に芝の育成管理上その播種の時期が全体工程のクリティカルポイントになることに着目し，フィールド工事工程に支障をきたすであろう屋根トラスの建方工法を検討した(表-1，表-2参照)。



表-1 工程表

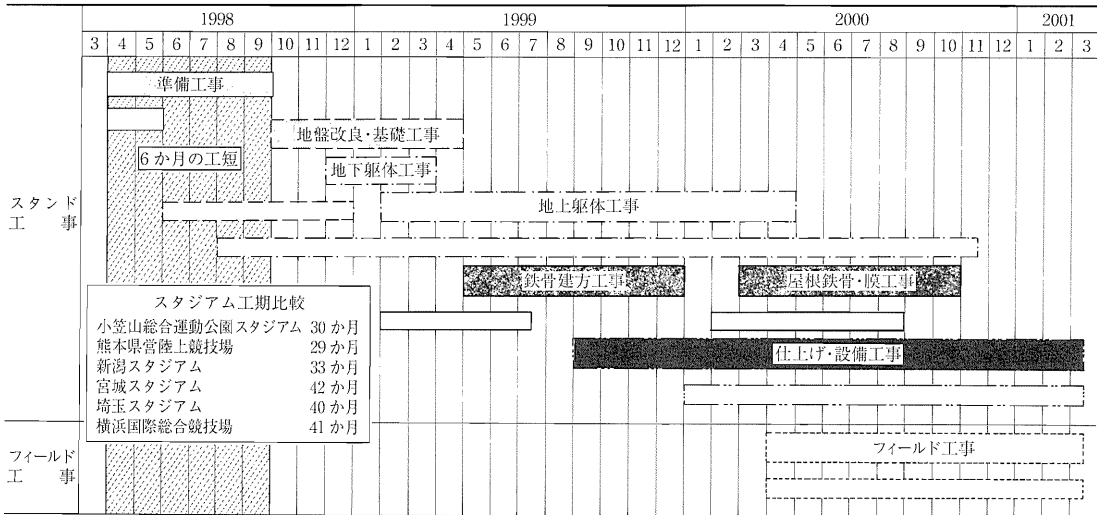


表-2 問題点と対策

	問題点	対策	主な実施例
Q・D	複雑な躯体形状	設計変更の提案	大型スラブの採用 (PCa 合成スラブ)
Q・C	ローコスト受注	VE の提案	スラブ型枠の合理化 (PCa・デッキ採用)
D	短工期 (6 カ月の遅れ)	プレハブ化の検討	メッシュ筋の採用 (壁, 地中梁スターラップ)
S	熟練工の不足	型枠支保工の検討	PCa 梁の鉄骨化
Q・C	片持ち屋根架構の構築	鉄骨建方工法の検討	ベント無し工法
D・S	(最大スパン 50m)		仮設作業床の削減 トラスの地組み
Q・C	4 種類の鋳型	鋳型形状の検討	鋳型の統一化
Q	ラチスの溶接性	設計変更の提案	ラチス材の削減
Q・D・S	4 分割発注	全工区の統一化	総合調整室の設置 (各品質委員会の設置)

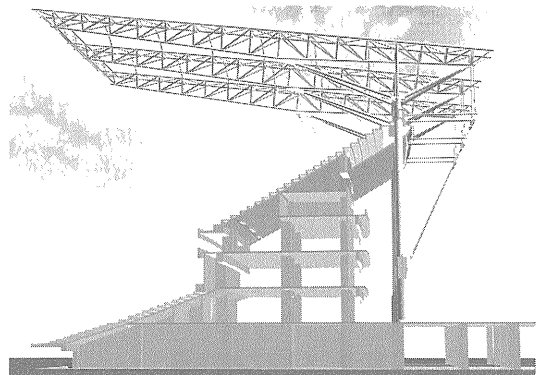


図-6 トラス原案

(2) 屋根トラス建方工法の選択

(a) 建方工法の選定

屋根トラスの建方工法の選定にあたっては、トラスを2~3分割しベント方式で建てる方法、トラスを1本吊りする方法などのQ, C, D, Sに基づき検討した結果、大型重機を用いてトラスを1本吊りする方法が最適であることが明らかになった。

この方法を採用できた背景には、着工当時「スタジアム研究会」を発足させ、屋根トラスの軽量化を目的にトラス形状変更を検討しVE (Value Evaluation) 提案したことが大きかった(表-3, 図-6, 図-7 参照)。

図-6, 図-7 を見比べると分かるように、デザ

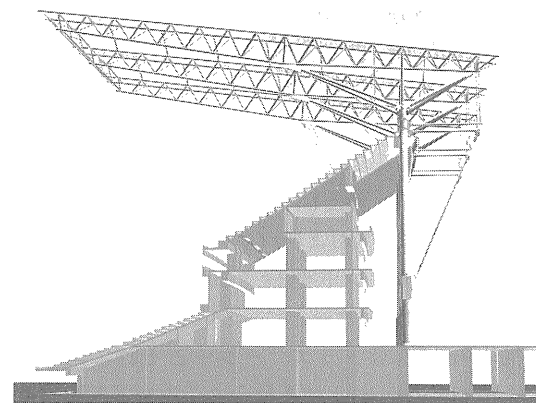


図-7 トラス変更案

イン的にもシンプルになり、トラス重量も原案では最大 74 t あった重量も変更案では約 1 割減の 67 t に軽量化された。

表-3 屋根トラス建方工法検討表

建方工法	地組要領	品質		安全	工程	コスト	判定
		管理項目	判定				
大ブロック案 ・大ブロック（約70t）を650tクローラークレーンで外側より架設する	・4ブロックのトラスをすべて外側で地組みする	管理項目 バックステー-張力管理 トラス先端レベル管理 高所での溶接管理 ペント設備 ワイヤ伸び管理	判定 ○ ○ ◎ 不用 ○	・高所作業は屋根トラス間の繋ぎ材のみとなる	・建方クレーン650t×1台×3カ月 ・フィールド内の工程に支障がない	100	◎
2ブロック案(2+2) ・外側より水下側1ブロック(1+1)を450tクローラークレーンで架設し、それを完了後、水上側の1ブロックを300tクローラークレーンで架設する	・4ブロックをフィールド側と外側で2ブロックずつ地組みする	管理項目 バックステー-張力管理 トラス先端レベル管理 高所での溶接管理 ペント設備 ワイヤ伸び管理	判定 ◎ ◎ ○ △ ○	・高所作業は屋根トラス間の繋ぎ材取付けとブロック間の接合作業となる	・建方クレーン(450t+300t)×2.5カ月	105	○
2ブロック案(3+1) ・外側より水下側端1ブロックを150tクローラークレーンで架設し、それを仮固定した後、残りのブロック(1+1+1)をフィールド側より650tクローラークレーンで架設する	・水上側より3ブロック分をフィールド側で地組みする	管理項目 バックステー-張力管理 トラス先端レベル管理 高所での溶接管理 ペント設備 ワイヤ伸び管理	判定 ○ ○ ○ 必要 △	・高所作業は屋根トラス間の繋ぎ材取付けとブロック間の接合作業となる	・建方クレーン(650t+150t)×2.5カ月 ・ペントの組立工程1.25カ月	115	×
3ブロック案 ・外側より水下側1ブロックを300tクローラークレーンで架設し、仮固定した後、水下側から2番目のブロックを同じクレーンで架設する。その後、フィールド側より1ブロック(1+1)を300tクローラークレーンで架設する	・水上側より2ブロック分をフィールド側で地組みする	管理項目 バックステー-張力管理 トラス先端レベル管理 高所での溶接管理 ペント設備 ワイヤ伸び管理	判定 ○ ○ △ 必要 △	・高所作業は屋根トラス間の繋ぎ材取付けとブロック間の接合作業が2箇所となる	・建方クレーン300t×2台×2.75カ月 ・ペントの組立工程1.25カ月	110	×

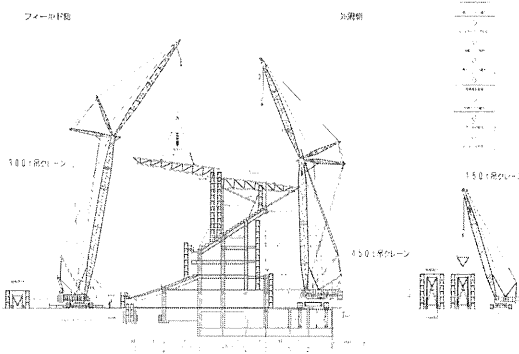


図-8 原案による建方計画

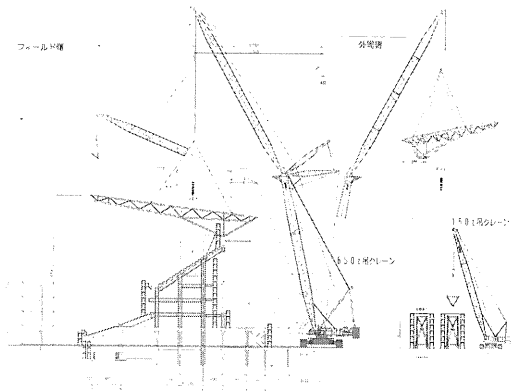


図-9 1本吊りによる建方計画

それによって当初2ブロックに分け、そのジョイント部にペント支柱を設け外側より450t、フィールドより300tのクローラークレーンを使用する建方計画も、650tのクローラークレーン1台での建方が可能になり、ペント支柱も一切使わずに施工することができた。

以下にその建方計画図を示す(図-8、図-9参照)。

## 5. 施工

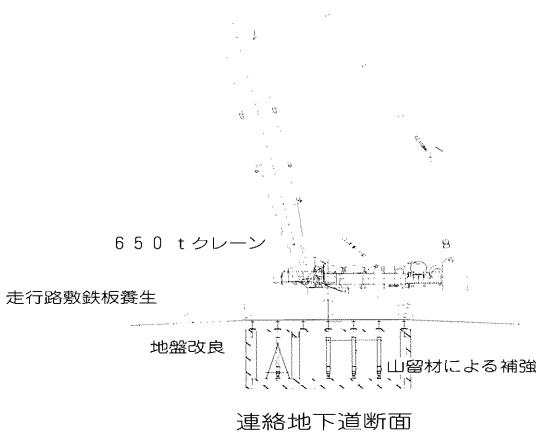
### (1) 施工に当たっての課題とその対策

屋根トラスの1本吊りを実施するにあたって

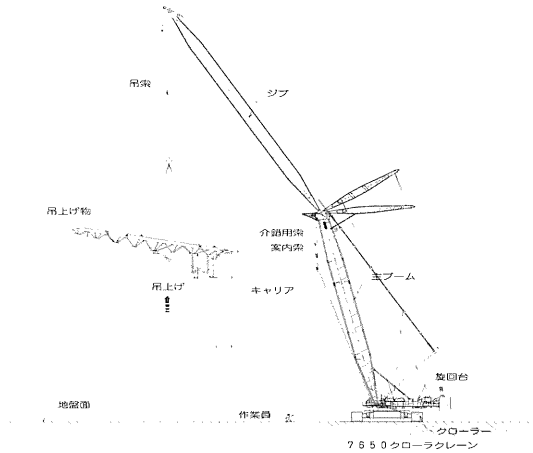
は、幾つかの課題が予測され、それらをクリアしなくてはならなかった。以下にその問題点と対策を示す。

(a) 総重量680t(トラス揚重時最大750t)設置圧最大で60t・f/m<sup>2</sup>のクローラークレーンでの建方

① クローラークレーンの移動、建方時での支持地盤は山の切土した部分であったが、一部には埋戻した箇所もあり、載荷試験を数箇所にてわたって実施した。その結果、地盤改良、碎石敷きの上敷き鉄板(22mm)の仮設を行った。



図—10 躯体・地盤補強図



図—11 トラサ荷振れ・回転防止対策図

(b) 地下構造物の上を通過する

① トラスの建方は一箇所では当然不可能であり、その移動途中には地下連絡通路があったことから、その構造物の解析を行い、650 t クローラークレーンの通行に耐えられるよう 300 H の H 鋼を支柱にし梁の補強を行うとともに、その地上部においては 700 H の H 鋼で栈橋を構築し、クローラークレーンの荷重を地下の支柱で受けるよう補強を行った (図—10 参照)。

(c) トラス重量と揚重機の能力上旋回範囲を最大限に活用するために躯体ぎりぎりまで近づける。

① 躯体外壁面から 60 cm の位置まで近づける必要があり、旋回体が回転した際にカウンタウェイが躯体と干渉することから、その躯体部分奥行き 7 m、幅 260 m わたって、建方後の施工とした。

② 建方時の揚重機の位置には地下へのスロープの擁壁などもあり、それらの構造解析を行い 300 H の H 型鋼等で切り梁を仮設し躯体を補強した。

(d) トラスの揚重時の荷振れ、回転を最小限に押える

① トラスは最長で 50 m もあり、それをおよそ 55 m まで揚重する。その際の荷振れ、回転を防ぐには人力での介錯ロープでは限界があり効果は得にくいと判断し、「クレーンの介錯ロープ装置 (横河工事特許)」を採用した。これは、クレーンのメインブームにメッ

センジャワイヤと滑車を組合せたもので、トラスの昇降に伴って一緒に作動し、吊荷とはほぼ水平状態で介錯ロープを操作できる装置である。その操作は地上で作業員が軽微な力で操作できるのも大きなメリットである (図—11 参照)。

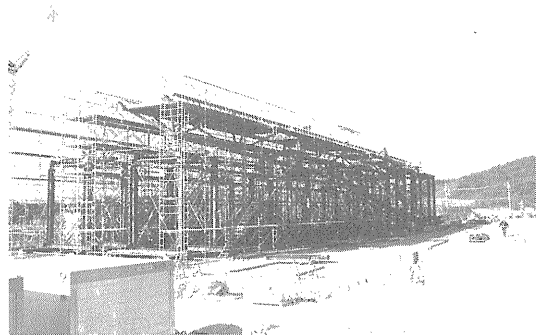
これらの対策の中で躯体補強、地盤改良を行った箇所では水平、垂直変位測定等を毎日実施し、常に良好な状態を維持した。

## (2) 実施状況

写真—2～写真—5 に屋根トラスを 1 本吊り建方時の状況を示す。

## 6. おわりに

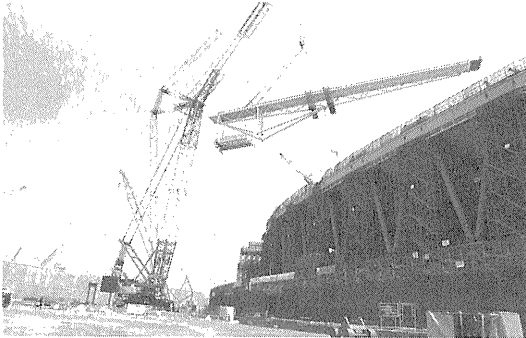
スタジアムの建設工事が着工し、はや 25 カ月が過ぎようとしている。



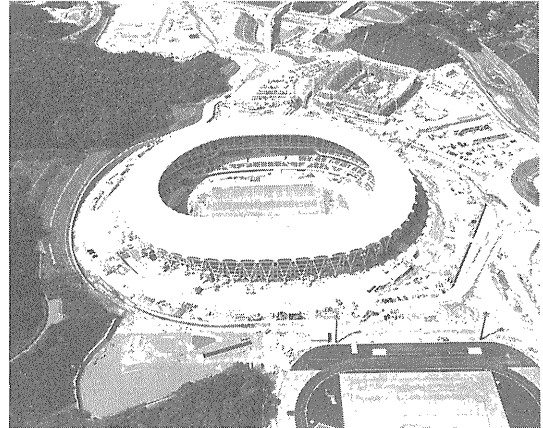
写真—2 屋根トラス地組み足場

着手時の6カ月の遅れを取戻すべく様々な検討を重ね、それに基づいて施工してきた結果、屋根トラスの1本吊り施工も計画どおり実施でき、トラブルも皆無だった。

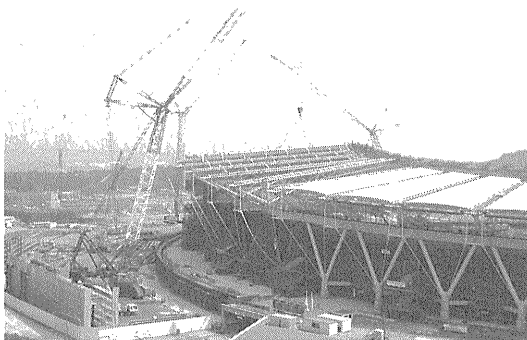
その結果、懸案事項であったフィールド工書の着手も当初の計画どおり開始され、その甲斐あってか芝の葉も青々と生育している（写真—6参照）。



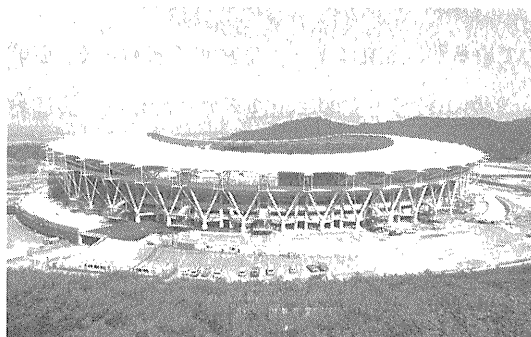
写真—3 屋根トラス揚重状況



写真—6 スタジアム航空写真



写真—4 屋根トラス据付け状況



写真—5 スタジアム全景

【筆者紹介】

馬場 孝文（ばば たかふみ）  
 鹿島建設株式会社  
 建設総事業本部横浜支店  
 小笠山総合運動公園スタジアム  
 建設工事（第1工区JV）  
 所長



長谷川 覚（はせがわ さとる）  
 鹿島建設株式会社  
 建設総事業本部横浜支店  
 小笠山総合運動公園スタジアム  
 建設工事（第1工区JV）  
 副所長



森下 仁（もりした ひとし）  
 鹿島建設株式会社  
 建設総事業本部横浜支店  
 小笠山総合運動公園スタジアム  
 建設工事（第1工区JV）  
 工事課長



## ずいそう



## 犬と親しむ

阿部 裕

我家には、今年の11月に13才になる小犬が同居している。名前はチャムというパピヨンのメスである。

小供が、どうしても犬を飼いたいというので、当時、飼うことが禁じられていた団地で、ひそかに(?)育て始めたのがきっかけである。

息子と娘が気に入った生後数ヶ月の小犬を選んで手に入れた。全体が白色で部分的に黒い部分の混ざったパピヨンである。

性格はおとなしいと聞いていたが、すこぶる活発で、臆病な所もあり、特に鼻の形で言えばシーズ犬タイプの犬とは相性が悪く、散歩中でも身の程知らずに戦いを挑んで飼主をはらはらさせる。時には、興奮の余り飼主にもかみつく始末である。

最近は何のせいかわからない、すっかり目の回りも白くなり動きも鈍くなって来ている。食事は、朝夕2回、いわゆるドッグフードという食物を与えているが、体調によっては残すこともある。以前は、小生が飲んでどんなに夜遅く帰宅しても、ものの数秒で玄関に出迎えてくれたが、最近では、どこにいるのか家中シーンとして誰も出てこない。自分の健康を兼ねて、週末には散歩に連れて行くことにしている。特に道の端や、蚊の多い茂みを好んで鼻をくくんさせながら歩き回るので、夏などは蚊にさされて大変である。何の匂いを嗅いでいるのか良くわからないが、嗅覚の方は、依然、衰えている様子は見られない。散歩では、人間の思うにまかせない行動をする。いつも20~30分程で、無理やり家に連れて帰ることにしている。その内、1度位徹底的に相手がいやと言う程、散歩させたいと思ってはいるが。

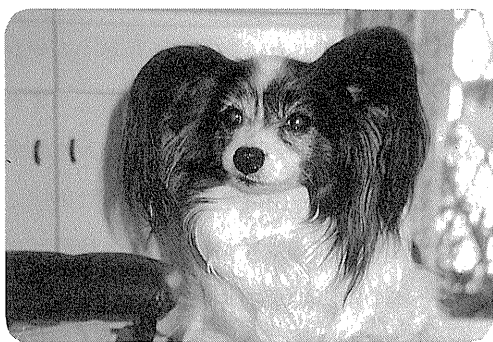
若い時は、綱をはなすとあっという間にいなくなってしまう家族総出で、近所を捜しまわった。もともと猟犬のせいかわからない足はめっぽう速い。特に、幼児には興味が強いらしく近付こうとす

るので引き止めるのに苦労したこともある。

始めの頃は、部屋の中の小屋に入れておいたが、女房と小供が布団の上で遊ばせてから、冬などは小生の布団の上や中に入って寝る習慣がついた。毛が抜けるので、しばらくは手厳しく拒否していたのだが、いつのまにか今では、寝返りを打つと背中にぶつかると寝ていて、びっくりすることがある。それも、いびきをかきながらである。

年とともに、階段を登るのが大変らしく、夜中などに階下で泣き声がしているのを家族のものが聞きつけて2階に抱き上げて連れてくる。階段を降りる時も、たまに足をすべらせる物音が聞こえて、足が折れないかと心配させられる。このように、我家では家族の一員として生活しているが、人間と比べて感心するのは、少し位、体調が悪くてもじっと休んでいて2~3日もすると元気になる事である。薬もほとんど必要なく自己回復力で何とかするのである。これからも、子供の成長とともに我家で育った老人（ちょっと失礼だが）を大事にして暮らして行きたいと思っている。一度何を考えているのか聞いて見たいと思っているが、目を見ているだけで何やら通じ合うものがあるのが不思議である。

もっとも、漱石の「我が輩は猫である」ではないが、犬の方では、「人間というものは時間を潰すために強いて口を運動させて、可笑しくもないことを笑ったり、面白くもないことを嬉しがったりする外に能もない者だと思った。……」などと人間の愚劣さを気の毒に思っているのかもしれないが……。



吾輩はチャムである

風の音に 目をさましたる 秋の夜

横なる犬に 布団かけたり

## ずいそう



## クーデターに遭遇した話

磯部 金治

1990年2月25日、月曜日の早朝、突然運転手からクーデターが始まったと言う知らせで目を覚ました。彼の第一報は、クーデターの成功を期待し、確信する上ずった声であった。彼は、マルコス信奉者だった。私が、JICA プロジェクトの専門家として、1988年3月31日より2年間のフィリピン生活を送っていた後半の出来事だった。

JICAの無償援助プログラムは、フィリピンの通商産業省翼下の建設人材養成センターが実施する技能者のリーダー養成を支援し、指導する事業であった。リーダー研修は、建設機械の運転・整備、鉄筋・鉄骨組立、ブロック積工、型枠工、溶接工、工事電気設備工の6コースで、私はプログラムリーダーとしてセンターの施設、資機材、教材等を供与し、日本から専門家を招請して、センターに所属するフィリピン職員に日本の技術を移転すると同時に、研修マネージメント・研修技法のアドバイスを実施する役目であった。

クーデターは前夜から動きがあり、数ヶ所の基地の軍人が呼応した。週末で、ただ一人マンションに残っていた時のクーデター勃発のニュースで、無意識のうちに近くの百貨店“ルスタン”へ食料品の調達に走った。重い食品類をぶらさげて、ルスタンを出ると同時に出入り口のシャッターが下ろされ、間一髪で食料の確保ができた。これが、その後に発生する危険な事態に対処する余裕を与えてくれた。私の住んだマンションは22階建てのツインビルで、各棟のフロアは4区画の居住区があり、フィリピンの富裕層や各国の国際業務に携わっている人々が居住していた。この21階の広い部屋で、ただ1人5日間の籠城を続ける羽目となった。

買い物後、21階のベランダより静かになった街や街路を眺めていると、約20人の銃を持った反乱軍がルスタンを始め周辺のホテル、スーパー、高層住宅などに進入し始めた。恐怖感で、すぐ部屋に引きこもった。我々のマンションにも20人を越える反乱軍が進駐していた事が後でわかった。マカティエ地区だけでもかなりの数の反乱軍が滞在していたことになる。

奇妙な事に、毎日必ず1~2時間の停電を繰り返していたマニラの電気が、クーデター期間中

一回の停電も無く、TV 情報、クーラーの使用に支障無く生活出来た事は幸이었다。電気、水、電話、食料と当面の生活に必要な物は確保出来そうだったが、安全上は一抹の不安が残った。ここから数キロ離れた軍の司令部を反乱軍のヘリコプター 2 機が執拗に攻撃し破壊する所を部屋から目撃し、こちらにも攻撃を受ける不安を覚えた。夜になると、反乱軍の移動か、威嚇しているのか、各所で砲撃音がし、闇夜の中を赤い光跡を引いて真っ直ぐに飛び交う弾丸の全てが此方に飛んで来るような錯覚に襲われる。時々何処かで砲撃の音がすると、それに合わせて各地で一斉射撃が始まる。丁度、間近で花火大会が何日も続く様だった。

メインルームを隔てるコンクリートの厚い壁を盾にして窓際に寄って外を眺めていると、眼前の対向するタワーの 21 階メインルームを砲弾が直撃し、約 10 m<sup>2</sup> もある大きな窓と窓枠の全てが、物凄い爆発音・爆風、白煙と共に一瞬のうちに無くなってしまった。怖くなって、部屋の中心部にある大理石で固められたメインルームのバス・トイレと洗面所に避難した。そこは、やっと布団が敷けるスペースがあり、必要な食料と生活道具を持ち込んで籠城する事となった。砲声が始まるとそこに逃げ込み、止むとメインルームの電話で連絡を取ったり、TV を見たり、ワープロにクーデターの記録をする生活が続いた。後日、別の部屋には 2 枚のドアを突き抜け、中央にある別のトイレの壁にめり込んだ 2 個の被弾跡が見つかった。

数日が経過し、当面の生活が確保されて外からの情報も入手出来る様になると、人間は恐怖心が薄らぐのか気分的に落ち着いて来た。毎日砲撃音が続いているにも関わらず、気持ちも緩みだし、好奇心も手伝って絶対行かなかった玄関に近づき扉を開けて見ると、22 階へ上る階段に銃を持った反乱軍人がこちらに顔を向けた。大急ぎで扉を閉め、リビング及びメインルームのドアをロックし、再び洗面所に引きこもった。どうも我々に関心があるのではなく、23 階の屋上に大砲が設置してあって、それを監視する歩哨のようだった。そのため、何処かで砲声があると反応するように、近くで物凄い砲撃音が聞こえるのだった。

5 日間が経過し、アキノ政権の転覆もマラカニアン宮殿の占領も出来ず、反乱軍兵士も倦怠して来た様だった。週末が近づき和平の話し合いが進展し、殆ど死傷者の無いクーデターのあっけない終局となった。反乱軍は大した罰も受けず、凱旋將軍のように基地に帰って行った。その後、首謀者の G. ホナサン大佐は逮捕されたが逃げ出してしまったと聞く。



# 大型ブルドーザの 直動式遠隔操縦による押土作業

—中部電力碧南火力発電所建設工事における掘削土の埋立て—

中島 英雄・藤永 友三郎・藤田 全彦

中部電力(株)碧南火力発電所(愛知県碧南市)の増設工事では、建設に伴う掘削発生土や既設発電所から出てくる石炭灰を埋立てる押土機械として、汎用性の高い直動式遠隔操作システム「ALD-System」(Active Lever Drive Control System)を18t級の湿地ブルドーザに搭載し、適用した。比較的高速で機敏な動作を伴うブルドーザの遠隔操作化には、押土量、土質、勾配等の作業場所の諸条件によるものに加え、負荷が急激に減少した場合の車輛の走行慣性力による逸走を止めるとか、機械の前後進切替え時等には、そのつどオペレータの判断により任意の位置に停止させる操作が要求され、信頼性の高い制動制御装置が必要であった。水際法面の土砂崩壊という危険が伴う押土工事に、本遠隔操作システムを採用し、優れた作業性を確保した。

キーワード：埋立て工事，ブルドーザ，直動式遠隔操作，特定小電力無線，無人化施工

## 1. はじめに

近年、建設工事では作業環境の改善や施工効率、安全性の向上を図るため、施工の機械化を推進している。機械化技術の中でも、雲仙・普賢岳のような土砂崩れや河川の氾濫など自然災害による復旧作業の2次災害防止のために、作業車輛の無人化施工技術が確立されてきている。

しかしながら、このような大規模な機械の遠隔操作は先端的な技術の施工事例であり、一般的な土木工事は依然として、山岳地の急峻な箇所、路下、狭隘、線間等の人力に頼らざるを得ない場所での作業が存在しており、そこでの作業環境は危険で苦渋なものとなっている。

また雲仙・普賢岳の重機械無人化施工時では、遠隔操作装置取付けのための関連部品供給体制もできていなかったため、遠隔操作車輛が確保できず、緊急時に対処できないもどかしさがあった。

そこで中小規模の作業所へもできる限り低廉、無駄の少ない、機種を選ばない、容易に取付けが可能な直動式遠隔操作装置の開発、実用化を進めていた。

本埋立て工事では、ブルドーザによる押土作業中に、水際法面の土砂崩壊の発生が懸念されたた

め、オペレータの安全確保を目的として、汎用型の直動式遠隔操作システム(Active Lever Drive Control System; ALD System)を既保有の18t級の湿地ブルドーザに搭載し、施工することとした。

## 2. 工事概要

- ・工事名：碧南火力発電所埋立て工事
- ・発注者：中部電力株式会社
- ・施工場所：愛知県碧南市港南町2-8-2
- ・工期：平成11年1月～平成12年6月  
(ALD搭載機稼働期間)

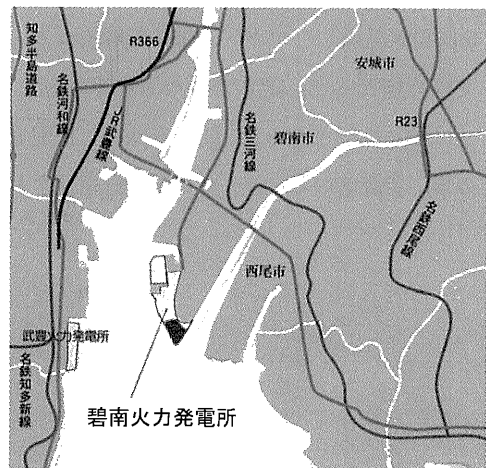
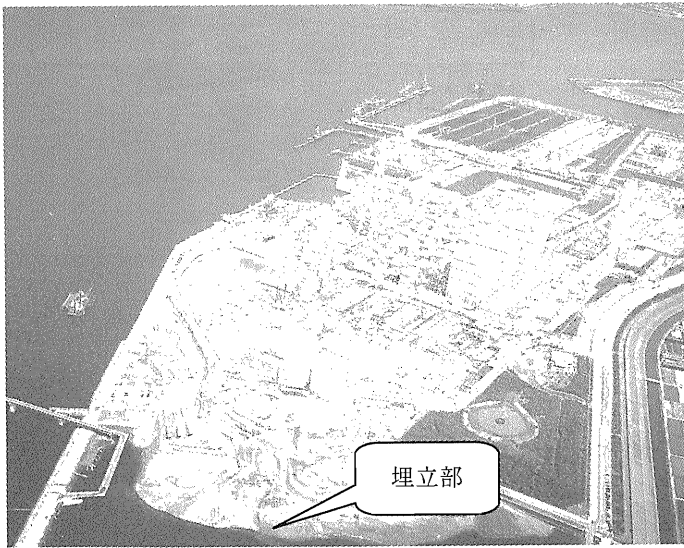


図-1 位置図

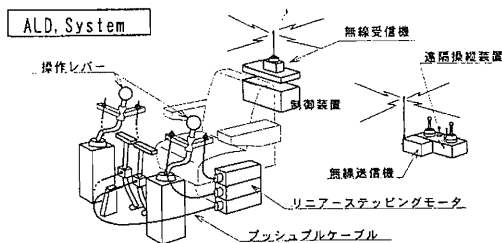
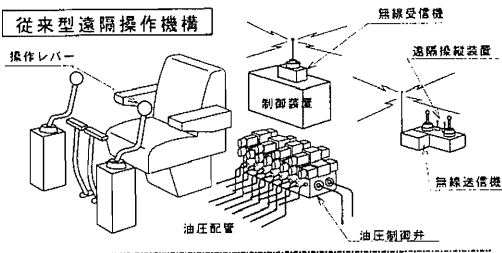


写真—1 碧南火力発電所埋立工事

工事の内容は、写真—1に示すように、建設に伴う掘削発生土や発電所から出てくる石炭灰をブルドーザで水際まで押土して、埋立てるものである。

### 3. システム概要

従来では既存の油圧式掘削機械等の車輛系建設機械に遠隔操作システムを組込む場合、大幅な油圧回路の改造が必要であった。しかも、部品が特注品であるため、納期が2~3カ月かかることも考慮しなければならない。しかし、本ALDシス



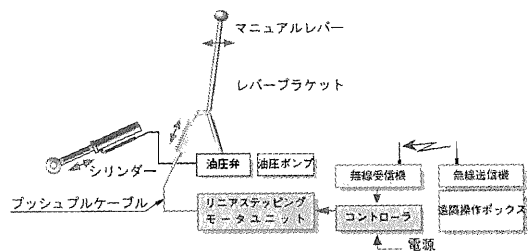
図—2 ALDシステム比較図

テムの場合は、車輛系建設機械本体のマニュアル操作レバーをプッシュ・プルケーブルを介して、リニアステッピングモータで直接押し・引きする直動方式を採用した。

これにより、油圧回路に改造を加えずコントローラとリニアステッピングモータ、プッシュ・プルケーブルおよび周辺機器を取付けるだけで済むため、比較的短時間に建機本体の仕様はそのままに、汎用建機をラジコン化できるのが大きな特徴である(図—2参照)。

#### (1) 制御について

遠隔操縦装置のジョイスティックレバーを操作し送信されたデジタル信号は、特定小電力型無線を通じて無人の建設機械本体に設置されたコントローラに入力される。次に、ジョイスティックレバーの操作量に比例したパルスを出し、モータシャフトを直線駆動できるリニアステッピングモータを作動させ、プッシュ・プルケーブルと建設機械本体のマニュアル操作レバーをX-Y方向にクランプしたブラケットを介してマニュアル操作レバーを作動させる仕組みになっている(図—3参照)。



図—3 ALDシステム系統図

リニアステッピングモータは、回転運動ではなく直線運動をし、ボールねじやベルトなどの変換装置は一切不要のシンプルな構造を提供している(図—4参照)。

操作者のジョイスティックレバーの倒し角度に比例した位置、速度制御にはプログラマブルコントローラを採用しているため、プログラムの変更

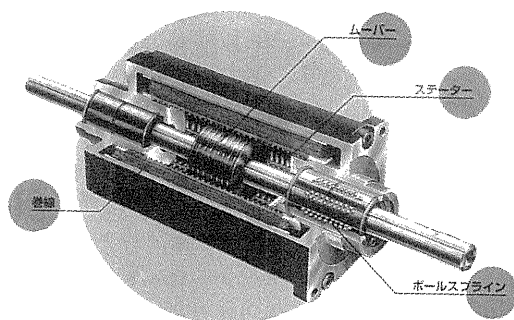


図-4 リニアステッピングモータ

や位置決め、操作フィーリングの微調整も容易に行える。また、リニアステッピングモータの全ストロークを120段階に設定し、高速多点位置決めをすることができ、滑らかな動きを実現した。さらに、遠隔・搭乗操作切替えが可能で、本システムを搭載したまま有人運転が可能となっている。

なお、本工事に使用したようなブルドーザは押土、運土が主体であり、押土量、土質、勾配等の作業条件に加え、負荷が急激に変化した場合の逸走防止や前後進切替え時の発進、制動が要求されるため、アクセル、ブレーキ操作用として、DCモータを駆動源としたアクセル・パーキングブレーキアクチュエータ（電動スクリュージャッキ方式）を採用した（図-5参照）。

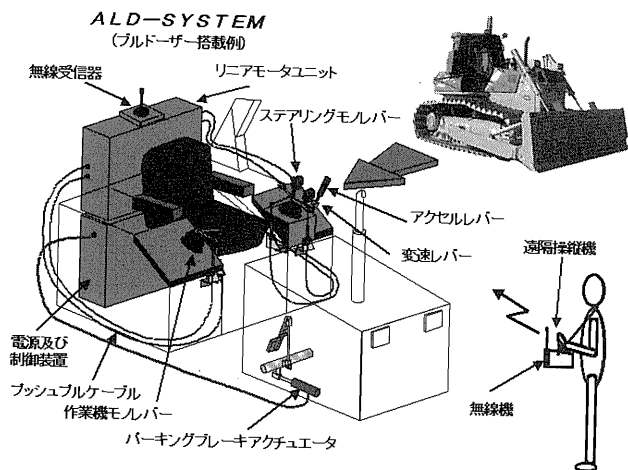


図-5 ブルドーザ搭載のALDシステム

## (2) 無線機について

遠隔操縦に使用している無線方式は制御用無線として実績のある400MHz帯、特定小電力無線

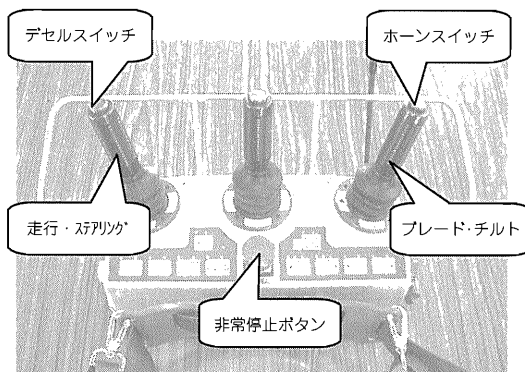


写真-2 ブルドーザ用遠隔操作器

機を採用している（写真-2参照）。

## (3) 安全対策について

非常停止装置や安全装置は以下のとおりである。

機械本体側の電源異常、モータ作動範囲異常、発熱、無線異常、操作レバーに強い外力が働いた時やオペレータが異常を察知し、手元の操作用遠隔操作器の非常停止ボタンを押した場合には、各操作レバーを中立に戻し、車輛エンジンが停止して、機械を全停止させる。

非常停止スイッチロック解除および操作電源リセット後再始動可能としているが、操作電源を入れた時や非常停止を解除した際に機械の暴走を防止するため、操作レバーは中立位置へ復帰するよう制御される。万一操作レバーが倒れたままの状態の時は異常警報ランプ（本体に取付けられた4色のシグナルランプ；写真-3参照）の赤が点灯しエンジンは始動しない。また、エンジン始動前には警報ブザーが鳴り、周囲の人に注意喚起するようにしている。

また、リニアステッピングモータの脱調により制御位置異常が発生した場合、強制的にニュートラルに戻す。さらに機械的な異常により位置異常を起こした場合は非常停止するようプログラムされている。エンジン停止回路の異常により暴走した場合でも、操作機の非常停止により走行操



写真-3 シグナルランプ



写真-4 車輻外部非常停止ボタン

作のセーフティレバーを瞬時に解除し、走行油圧システムを停止させるなど、二重三重のフェイルセーフを施している。

また、遠隔操作器にもオペレータの不意な操作レバー誤操作を防止する上で安全ロックスイッチを設けている。無線のノイズ対策や誤操作防止対策としては、受信機側のチェックサム機構により誤作動をチェックし、連続エラーの検出時には作業機を非常停止させる。

その他、ブルドーザには、レバー中立時に作動する走行ブレーキシステムと万一の場合を想定して、車輻外部に非常停止ボタン(写真-4 参照)を設け、エンジンを停止させるようにしている。

#### (4) 汎用性について

市販されている油圧式レバー操縦方式の様々な建設機械、大型・小型を問わず搭載できる汎用性に優れたシステムである。また、機械本体の油圧系装置をそのまま使用するため、機械本体の仕様の変更は無い。すなわち、既存の機種であれば、ブラケット製作やプログラム調整が必要であるが、約1週間程度で取付け可能である。さらに、現場にてシステムの取外しも比較的簡単にできるようにシンプルなユニット化を行っている。

#### (5) 耐久性について

本システムはすでに、奈良県内深礎杭工事における発破ずりの積込み作業を壁吊り下げ式油圧ショベルを使った遠隔操作システムの実証試験を実施して、その性能を確認している。立坑内は粉塵や湧水、振動と悪条件下での作業環境であったが、制御機器を防塵ボックスに収納し、プッシュ・プルケーブル稼働部にはダストシール・ダストカバーを装着することで対策を講じた。

また、東京都内建築物基礎直下掘削工事に本システム搭載のミニ油圧ショベルを導入し、約半年にもおよぶ連続稼働の実績を有している。

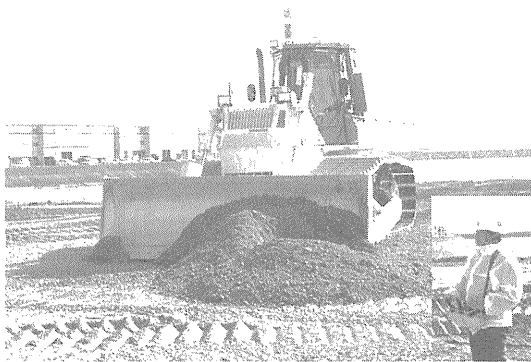
## 4. 稼働状況

稼働開始当初は、施工箇所周辺の電波状況を調査し、無線の周波数を調整しながら、施工を進めた。特定の時間帯ではあるが異常信号を捕らえ、非常停止回路が作動することもあったが、無線機制御信号伝送効率の改善を加えた結果、ほぼ期待どおりの施工能力を達成することができた。

目視範囲での無人運転であったが、上記信号応答性の向上に加え、オペレータの操作技術の向上もあって、機械の操作性、機動性は有人運転と同等との評価を得ることができた。

施工状況の写真を写真-5、写真-6に示す。

なお、本工事のブルドーザに搭載した直動式遠隔操作システム「ALD-System」は奈良県内の宅造工事でも実証した6t級ブルドーザに使用したシステムを18t級の湿地ブルドーザ用に若干の改良、調整をしたものであり、その汎用性が実証された。



写真—5 操作状況 ①



写真—6 操作状況 ②



写真—7 普賢岳におけるALD搭載機（参考）

ニット化と高い汎用性の実現により、すでに全国各地の建設現場へのレンタルが可能となっており、現在では、普賢岳の除石工事他において監視カメラ車（写真—7 参照）として活躍するに至っている。

これらの採用事例に見られるように、汎用性のある「ALD-SYSTEM」は建設機械による無人化施工の普及促進へ寄与していけるものと考えている。

最後に、ご指導、ご協力を頂いた関係各位に謝意を表します。

## 5. おわりに

本システムの特徴を以下に示す。

- ① 従来の油圧装置系をそのまま使用するため、スピード、パワー、微調整、複合操作等のフィーリングを損なわない。
- ② 面倒な油圧系の改造が不要でシステムの取付けが比較的容易であり、改造にかかる期間、コストの低減が可能。
- ③ プッシュ・プルケーブルを介して作動させるためリニアステッピングモータやコントローラ本体の設置場所が選べる。
- ④ 車輛系だけではなく、油圧レバー操作型のどのような建設機械への取付けも可能である。
- ⑤ 遠隔操作装置を搭載したままスイッチ切替えのみで、手動運転も可能である。

これらの特徴を有する直動式遠隔操作システム「ALD-SYSTEM」は、システム構成機器のユ

### 【筆者紹介】

中島 英雄（なかしま ひでお）  
中部電力株式会社  
碧南火力建設事務所  
土木課  
課長



藤永 友三郎（ふじなが ともさぶろう）  
清水建設株式会社  
土木本部  
機械技術部  
主査



藤田 全彦（ふじた まさひこ）  
西尾レントオール株式会社  
大阪支店  
技術開発課  
課長代理



# スーパーストラクチュアフレームの合理化施工

石川 敦雄・安富 良久・井ノ口 浩一

(仮称) PCP 丸の内ビルは、直径3.4 m、高さ55 mのCFT柱(スーパーコラム)と梁せい6 m、梁幅2 mのBOX梁(トランスファガーダ)で構成されるスーパーストラクチュアフレームを有する超高層ビルである。この大規模フレームの施工は、掘削工事・逆打躯体工事と並行して作業を進めながら、約6カ月間という非常に短い期間で完了させなければならなかった。また、高層部荷重を支える架構として構造上非常に高い品質が要求される部位でもあった。

ここでは、当プロジェクトにおいてスーパーコラムおよびトランスファガーダの構築に採用した二つの施工法の施工計画・実施結果について報告する。

キーワード：スーパーストラクチュア、先行構築、リフトアップ

## 1. はじめに

(仮称) PCP 丸の内ビルは、東京駅八重洲南口に建設される地下4階、地上32階の超高層オフィスビルであり、地下・低層部には高層部荷重の1/2以上を支えるスーパーストラクチュアフレームがある。全体工期27.5カ月(工期率85%)の短工期でこの建物を完成させるためには、スーパーストラクチュアフレームの構築を合理化する必要があった。

当プロジェクトではこの巨大な架構の施工法として、スーパーコラムの先行構築、トランスファ

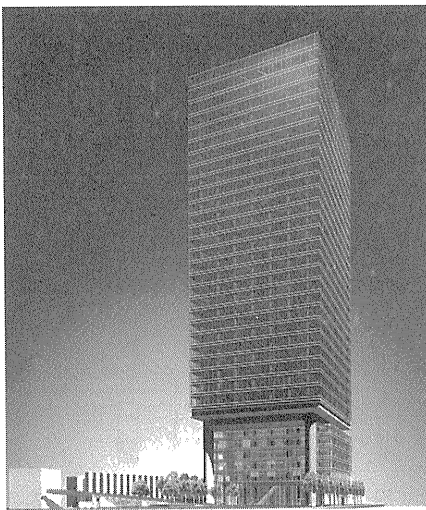
ガーダのリフトアップ施工を採用し、順調な工程と設計品質を確保した。

これら二つの施工法について、施工計画および実施結果について報告する。

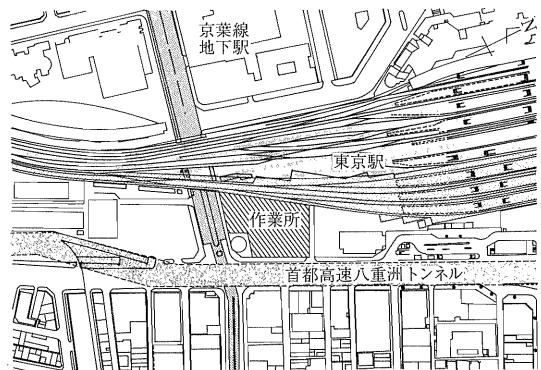
## 2. プロジェクト概要

プロジェクトの概要を以下の項目別に示す。

- ・工事名称：(仮称) PCP 丸の内ビル新築工事
- ・建築地：千代田区丸の内1-1-25 外
- ・事業主：日本パシフィックセンチュリーグループ(株)  
東日本旅客鉄道(株)
- ・建築主：レールシティ東開発(株)
- ・設計・監理：日建設計(株)、(株)竹中工務店
- ・施工：竹中・鹿島共同企業体
- ・工事期間：1999年8月5日



図一 建物外観



図二 建築地および周辺状況

～2001年11月20日

- ・用途：事務所，店舗，ホテル
- ・規模：地下4階，地上32階，塔屋1階
- ・敷地面積：6,382.87 m<sup>2</sup>
- ・建築面積：3,051.90 m<sup>2</sup>
- ・延床面積：81,751.97 m<sup>2</sup>
- ・建物高さ：SGL+149.8 m

### 3. 構造概要

この建物のスーパーストラクチャフレームは、地下20 mから地上35 mまで立上がる直径3,400 mmのCFT柱（スーパーコラム）4本とそれらをつなぐ梁せい6,000 mm，梁幅2,000 mmのBOX梁4台で構成されている。

表一 スーパーストラクチャ部材構成

	スーパーコラム	トランスファガーダ
ピース分割	10ピース/本	10ピース/台
最長ピース	7,700 mm	10,800 mm
最大重量ピース	46 t	36 t
鉄骨総重量	柱1本 350 t	梁1台 250 t

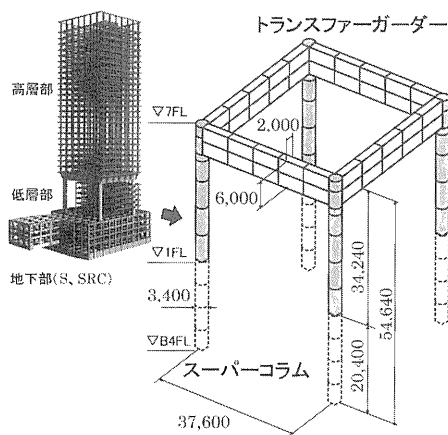


図-3 スーパーストラクチャフレーム

### 4. 工法概要

#### (1) スーパーコラムの先行構築

当プロジェクトを契約期限内に完成させるためには、2000年8月にスーパーストラクチャ工事を完了させ高層鉄骨工事に着手しなければならなかった。この条件を解決するためには、従来の構

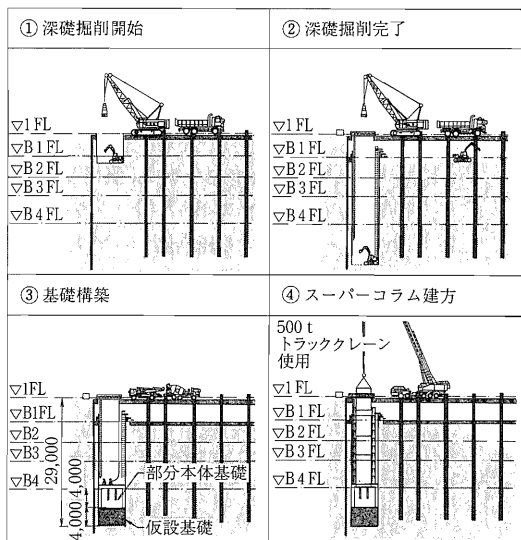


図-4 スーパーコラムの先行構築

真柱施工法で設置できないスーパーコラムを逆打ち地下躯体工事に先行して構築する必要があった。そこで、大口径深礎掘削を本体建物掘削工事に先行して行い、その堅孔内部に部分基礎を構築することによりスーパーコラムを先行設置する施工方法を考案・実施した。

#### (2) トランスファガーダのリフトアップ施工

トランスファガーダを地下工事と並行で作業しながら構築するためには、限られた作業エリア・動線の中で搬入から組立て・接合までの全ての作業を行わなければならない。

複数の施工法を比較・検討した結果、当プロジェクトでは、省仮設・省スペースで施工可能なリフトアップ工法を採用した。

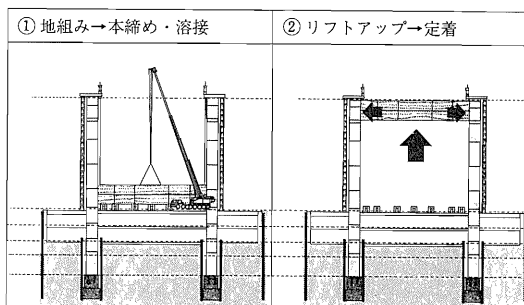


図-5 トランスファガーダのリフトアップ

## 5. スーパーコラムの先行構築

### (1) 施工計画

深礎掘削は山止めとして円形鋼矢板ユニットを採用した。掘削径は、建方・溶接作業を行うための足場が設置できるサイズとして直径6 mとした。また、部分基礎の下部には本体基礎が完全に構築されるまでの鉛直荷重を支持するための仮設基礎が必要となる。部分基礎のみで支持しなくてはならない鉛直荷重2,300 t/本（6節完了時）に対する地盤支持力、弾性沈下量の解析結果をもとに、直径6 m、深さ4 mの円柱状仮設基礎を構築した。

### (2) 実施結果

#### (a) 円形鋼矢板ユニットによる深礎掘削

GL-28.5 mまでの大口深礎掘削は、土砂搬出をクラムシェルとミニバックホウで、山止め組立てを人力で行い、豎孔1箇所を20日間で完了させた。

#### (b) スーパーコラム

スーパーコラムは「建方-溶接-高強度コンクリート打設」という手順を10節分繰返して施工した。スーパーコラム4本を同時に効率よく建方するため、作業エリア中央に500 tトラック

表-2 地盤支持力の検討

仮設基礎深さ	支持層	地盤許容支持力度	判定 (> 81 t/m <sup>2</sup> )
0 m	砂	54.7 t/m <sup>2</sup>	×
1.0 m	砂	89.0 t/m <sup>2</sup>	△
2.5 m	砂	126.5 t/m <sup>2</sup>	○
4.0 m	固結シルト	178.6 t/m <sup>2</sup>	○

○；安全に支持できる，△；支持できる，×；支持できない

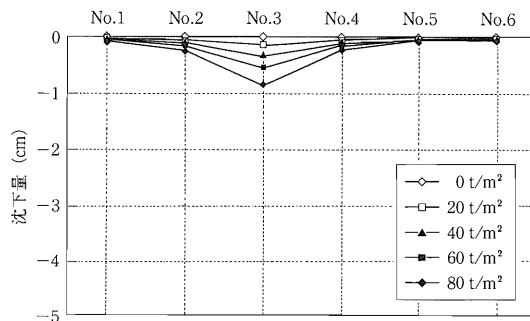


図-7 弾性沈下量の検討（基礎深さ4.0 m）

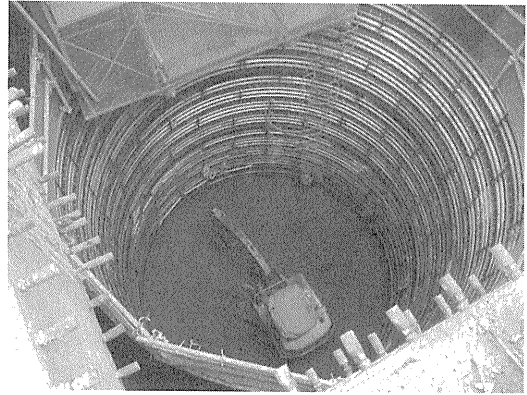


写真-1 深礎掘削状況

レーンを定置して40 tを超える大重量ピースの建方を行った。

直径3,400 mm、板厚32~100 mmのピースを溶接で接合するスーパーコラムは、柱1本の延べ溶接長さが10,000 mを超える。

そこで溶接作業を準標準化し、クリティカルとなる溶接作業を中断なく進めるため、柱4本の工程を時間単位で調整して5~8名の溶接工により対応可能な工程を組立てた。結果として柱1本の施工を60日間という短工期で完了させることができた。

#### (c) 建方精度の確保

スーパーコラムとトランスファガーダとの溶接接合部のルートギャップは15 mmに設定されており、構造上の品質を確保するため、スーパーコラムの鉛直精度は±10 mm以内が要求された。

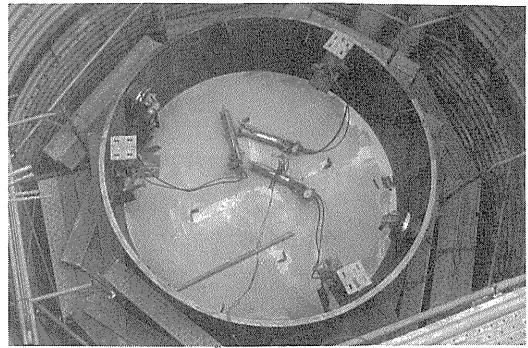
高さが55 mある鋼管柱を自立建方する施工において要求精度を確保するためには、ジョイント部の目違いおよび建方ピースの鉛直度を微細に調整するための機構が必要であった。また、スーパーコラムはピース重量が40 tを超えるため、歪み直しワイヤ等を用いた通常の見直し方法を適用できなかった。そこで4箇所ガイドピース（写真-3参照）と3台の油圧ジャッキ（50 t、ロックナット付き、写真-4参照）を用いた建方方法を考案・実施した。

建方・調整手順としては第一に、ガイドピースに従って所定の位置に落とし込まれたスーパーコラムに対して、ガイドピースに付けたボルトの押し引きにより水平位置、目違いの調整を行う。その後、油圧ジャッキ3台を連動させて建方ピース

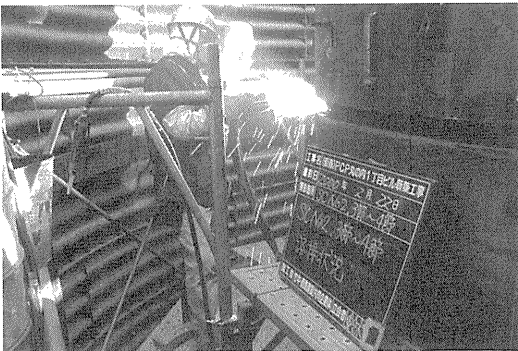




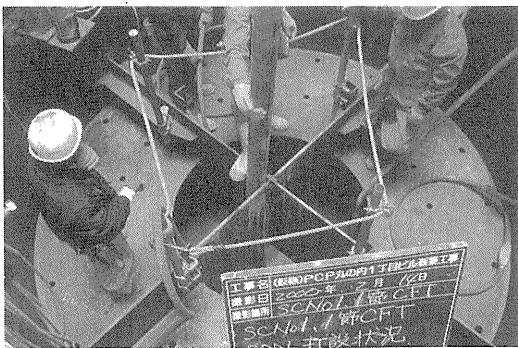
(建方状況)



写真—4 建入れ調整ジャッキ

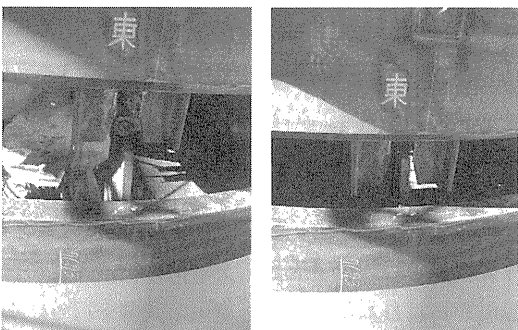


(容接状況)

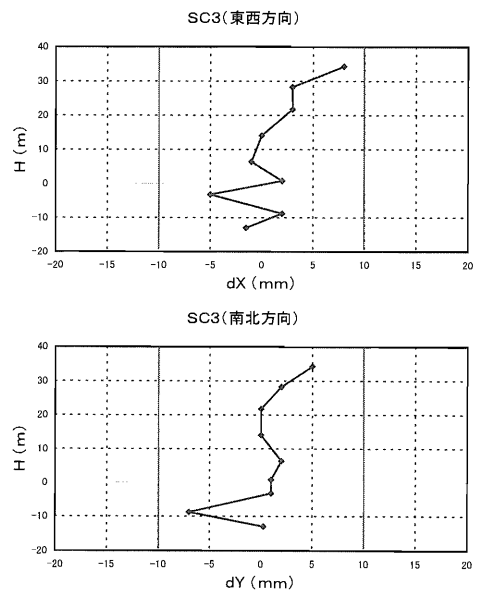


(コンクリート打設状況)

写真—2 スーパーコラム施工状況



写真—3 ガイドピース



図—8 建方精度測定結果

の鉛直度・レベルおよび上端での水平位置を調整し振り固定する。

溶接後の建方精度は、最終的に図—8 に示すように柱全長にわたって±10 mm 以内を確保できた。

## 6. トランスファガーダリフトアップ工法

### (1) 施工計画

#### (a) リフトアップ工事の概要

今回のリフトアップ工事では地下工事の動線、作業エリアを確保するため、トランスファガーダを1台ずつ地組みして、順次リフトアップした。この手順の採用によりリフトアップ設備の転用が可能となり、作業の平準化ならびに施工コストの低減が実現できた。

また、トランスファガーダ組立て精度の確保、地組み日数の短縮のため、全てのトランスファガーダを製作工場で仮組みしパイロットホールを設けた。リフトアップ工事内容を表-3に示す。

#### (b) 狭小隙間でのリフトアップ

通常のリフトアップ工事では躯体施工誤差を考慮し、定着部に調整のための部材を設けてリフトアップ後の実測により製作・取付けを行う方法が一般的である。この方法を採用した場合、調整材を製作する期間だけ工期が延び、部材製作、ジョイント部増加によるコストアップが生じる。

リフトアップ施工時の構造解析から、吊上げるトランスファガーダの荷重によりスーパーコラムは約10mm内側に変位することが予測された。

表-3 リフトアップ内容

項目	内容
リフトアップ重量	250 t/回
リフトアップ回数	4回
揚程	27 m
ジャッキ設備	200 tステップロッドジャッキ×2台
計測項目	ジャッキ荷重, ジャッキストローク

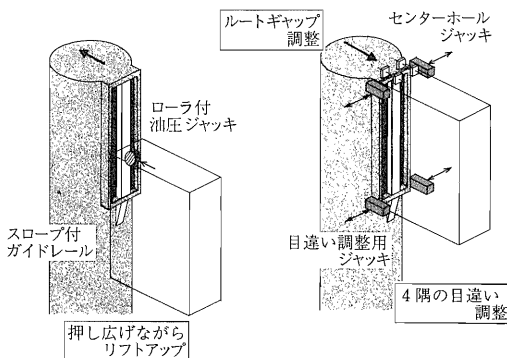
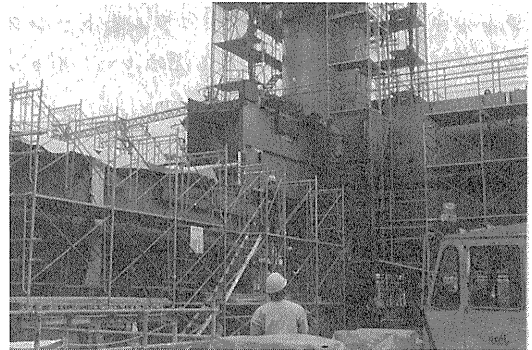


図-9 調整機構

この変位および施工誤差によりスーパーコラム仕口とトランスファガーダがリフトアップ時に干渉する可能性があった。

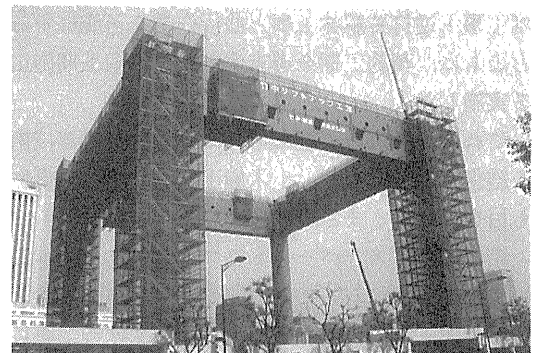
そこでトランスファガーダ内側上部にローラ付きジャッキを取付け、スーパーコラムを押し広げながらリフトアップする方法を考案し、互いの干渉を回避する機構を設けた(図-9参照)。この方法により調整材を設けることなく定着を可能にした。



(1F床上でのトランスファガーダ組立て状況)



(第1回リフトアップ状況)



(リフトアップ完了後)

写真-5 リフトアップ施工状況

## (2) 実施結果

### (a) 調整材不要のリフトアップ工法

調整材を不要にしたことによってリフトアップ設備の即日盛替えが可能となり、1台目の地組み構台組立てから4台目の仮定着までの全てのリフトアップ工事を実動35日間で完了させることができた。

### (b) 接合部の調整

図-9に示すように定着高さまでリフトアップした段階でローラ付きジャッキとセンタホールジャッキを用いて、スーパーコラムとトランスファガーダとの溶接ジョイント部のルートギャップを調整した。

仕口のずれに対しては、トランスファガーダの隅に取付けた油圧ジャッキ4台を用いて目違いを構造上許容される寸法内に調整した。このような調整機構を採用したことにより、設計品質を確保したスーパーストラクチュアを構築することができた。調整機構の仕様を表-4に示す。

表-4 調整機構

機能	仕様	台数
柱スパンをひろげる	ローラ付き油圧ジャッキ (50t) + ガイドレール	2
柱スパンを狭める	センターホールジャッキ (50t) + ロッド	4
目違いを調整する	油圧ジャッキ + 仮設アーム	8

## 7. おわりに

スーパーストラクチュアフレームの施工法として、スーパーコラム先行構築工法、トランスファガーダリフトアップ工法のそれぞれを採用し、掘削工事・逆打ち躯体工事と並行作業を可能にするとともに、契約工期を遵守するための短工期施工を実施した。

これら2工法の実施にあたっては保有する技術を結集するとともに、土木施工技術などの分野にも目を向け、さまざまな課題を克服した。

結果としてスーパーストラクチュアフレーム工事を計画工程に対して3週間短縮し、2000年5月中旬に完了させた。これにより、地上鉄骨工事に早期に着手することができ、順調な工程を確保できた。

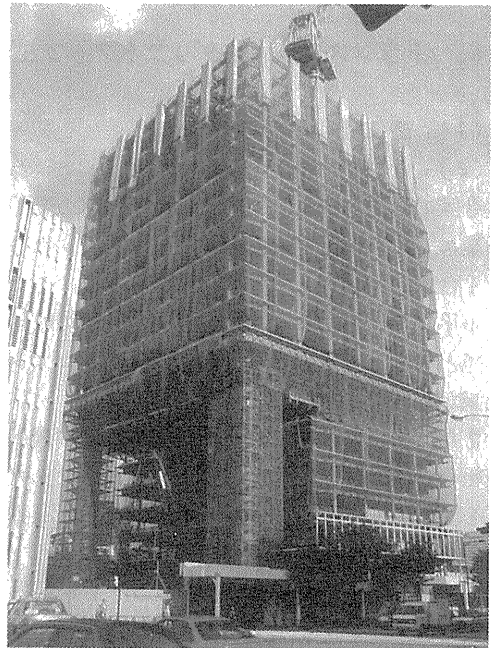


写真-7 2000年10月の施工状況

2001年11月には、スーパーストラクチュアフレームに支持され、透明なガラスカーテンウォールに包まれたこのビルが東京駅の新たなランドマークタワーとして人々の目を引くことになるところであろう。

### [筆者紹介]

石川 敦雄 (いしかわ あつお)  
 (仮称) PCP丸の内ビル新築工事竹中・鹿島共同企業体  
 計画担当



安富 良久 (やすとみ よしひさ)  
 (仮称) PCP丸の内ビル新築工事竹中・鹿島共同企業体  
 作業所長



井ノ口 浩一 (いのくち こういち)  
 (仮称) PCP丸の内ビル新築工事竹中・鹿島共同企業体  
 工事長



# 省散水型路面清掃車の開発

井手 隆 幸

道路の路面維持管理は、交通事故対策や周囲の環境・景観保持等その重要性は益々増大している事とは別に、近年における3K(きつい、きけん、きたない)問題や公共事業への投資効率等厳しい社会情勢下にある。中でもコストについては、特に重要な課題であり、現在さまざまな取組みがなされているところである。

今回、そのような背景を基に道路維持作業でもウエイトの大きい路面清掃車について、コストの縮減を重視した「省散水型路面清掃車」の開発を行った。

キーワード：路面清掃車，コスト縮減，省力化，合理化，作業性の向上，安全性

## 1. はじめに

日本の社会資本整備の進捗や生活環境の向上に伴い、道路環境の保全として路面清掃は、交通事故防止や交通車両の快適な走行を確保するとともに、環境美化等についても社会的に重要な役割を担っている。

また、道路整備延長の増加と比例して、その維持管理における作業性は増加の一途をたどっているが、維持管理予算の増加は少なく、厳しい状況に直面している。また、作業内容においても、弱者対策としてのバリアフリー化、交差点等の増加、沿線地域環境の多様化などに伴い、道路形状も複雑化してきており清掃作業の減速化を起すなど、交通渋滞や事故を誘因する原因の一つとなっていることもある。

以上の背景を基に、サービスレベルを維持しながら維持管理費のコスト縮減、さらに交通渋滞の

緩和、安全性、作業効率の向上を実現させた路面清掃車(省散水型)(写真—1参照)の開発を行ったので報告するものである。

## 2. 現在の路面塵埃状況

路面清掃機械による清掃作業での回収物は、従来では、土・砂等が主であったが最近では都市化や道路整備が進み、また生活様式の変化によって目の細かい砂、塵埃、一般ごみ、空缶、タバコの吸い殻等、種類や性状も多様化し(写真—2参照)、車両や二輪車等の走行障害や沿線環境の低下が懸念されている。

## 3. 路面清掃における作業機械の特性

路面の清掃機械は大別すると、ブラシ式と真空式に分けられる。それぞれに長所・短所があるが、清掃作業全体として排出ガスの低減、作業時



写真—1 省散水型路面清掃車



写真—2 路面清掃を待つ路面

等の低騒音化、路側帯側及び中央分離帯側への左右清掃切替の容易性等を考慮し、今回は、4輪ブラシ式について以下の2点の検討を行った。

- ① 組合せ機械の見直し
- ② 作業における安全性、作業効率の向上

#### 4. 省散水型路面清掃車の開発経緯

通常の路面清掃は、清掃に先だって散水を行う、塵埃の巻き上げ防止や散逸防止を行うため、清掃車と散水車との組合せ施工が一般的である。そこで、清掃車に散水車の機能を付加することによりコストの削減を行えないか検討した結果、散水方法を改善する事で機能の付加が可能である事が推察された。

以上の事を基に、清掃車に散水車を組合せた場合と同等以上の性能を出せる省散水型路面清掃車の開発・製作を行うこととした。

#### 5. 開発の目標

開発を行うに当たり、清掃車に散水車を組合せた場合と同等の防塵能力を清掃車に持たせるために、現在の散水車等による連続散水方式から、路面状況に合わせて、散水量にめりはりを付けること

とした。すなわち、路面上には常時一定の塵埃があるわけではなく、塵埃の量が多い、少ない、中程度、といったように同一の清掃区間においても塵埃量は常時変化しているため、それに見合った効率の良い散水を行うことにより、制限された水タンク容量内で一日の作業をまかなえるようにしたものである(図-1参照)。また、開発に当たり、下記の項目についても考慮した。

- ① 現行の車両寸法と同等以下とする
- ② 可能な限り自動制御とする
- ③ 安全性、作業効率の向上を図る

#### 6. 省散水型路面清掃車の仕様

2.5 m<sup>3</sup>リヤリフトダンプ(ブラシ式・両ガッタ仕様)の性能、諸元は以下のとおりである。

- ① 性能
  - 清掃速度 3.0~30 km
  - 回送速度 100 km/h
  - 清掃幅 両側 3.00 m, 片側 2.24 m
- ② 諸元
  - 全長 7.260 m
  - 全幅 2.420 m (回送時)
  - 3.00 m (作業時最大)
  - 標準塵埃収納容量 2.0 m<sup>3</sup>

#### 新路面清掃車(ブラシ式)の開発

- (1) 散水パターンを調整するため配管の区分を行う。
  - 前バンパダスプレイと前方集中ノズルの個別操作化
  - 側ブラシ前方スプレイの増設
  - 側ブラシ補助スプレイの増設
- (2) 側ブラシノズルの一部を円錐パターンノズルから散水効率の良いフラットパターンノズルに変更
- (3) 散水パターンを塵埃量すなわち発塵状態にあわせて自動で調整する。
- (4) 粉塵の飛散を防止するためにカバーを車両側部に取付ける。
- (5) 発生した粉塵を集塵散水するためのプロワファン(防水型)を増設する。回収物は埃のみのためホースは詰まることはない。

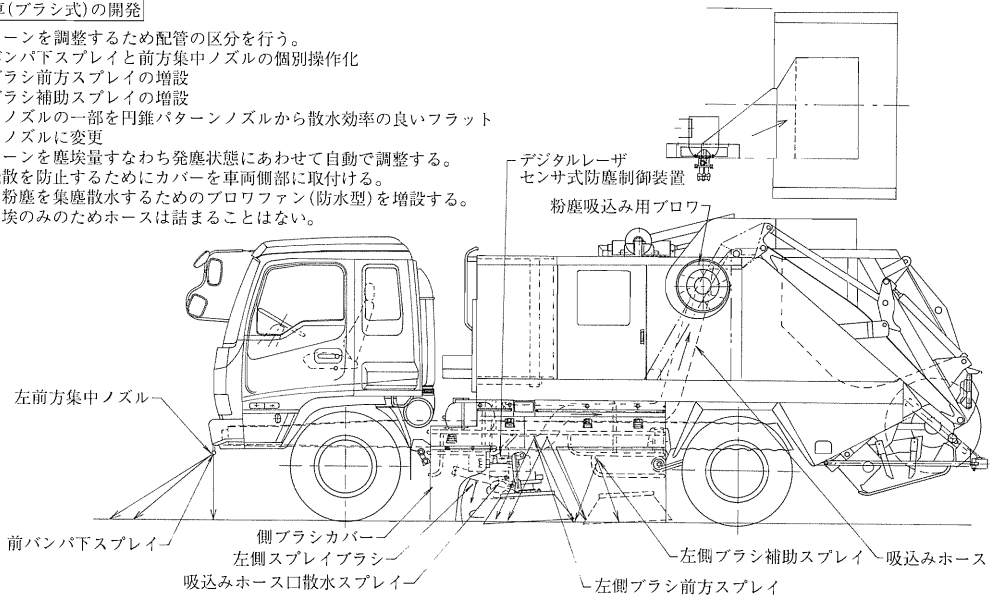


図-1 平面図

水タンク容量 1,900 L

③ 防塵装置（粉塵吸込み装置）

ブロウ

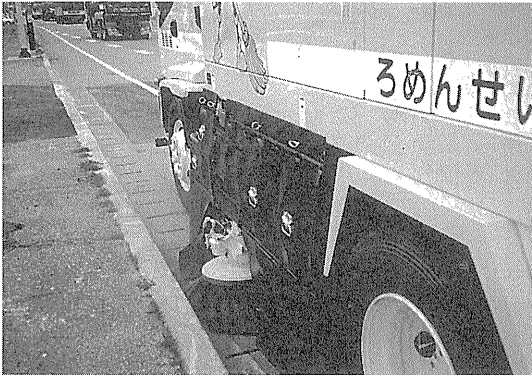
油圧モータ直結1段ターボ式

吸塵口風速 12 m/s

ホッパ排気口風速 1 m/s

④ 防塵カバー

型式 一部開放簡易着脱ゴム板式（写真—3参照）



写真—3 防塵カバー

⑤ 散水制御装置

粉塵量検知装置

半導体レーザーセンサ式

最小検知物 φ 8~50 μm

型式

デジタル式透過率3段階制御式

制御パターン

3段階制御（通常清掃，発塵小，  
発塵大）

⑥ 散水ノズルの形状

左側ブラシノズル

円錐，フラットの組合せ 各1個

左側ブラシ補助ノズル

円錐 1個

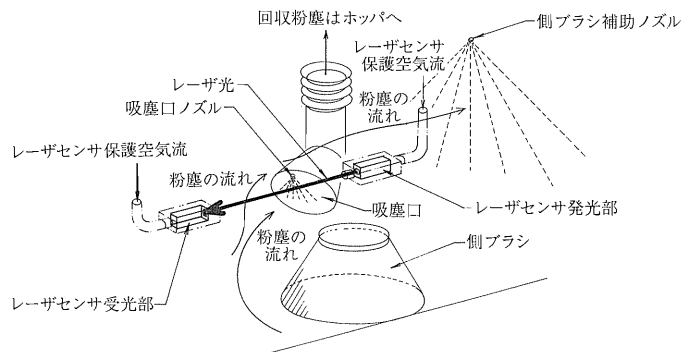
左側ブラシ前方ノズル

フラット 2個

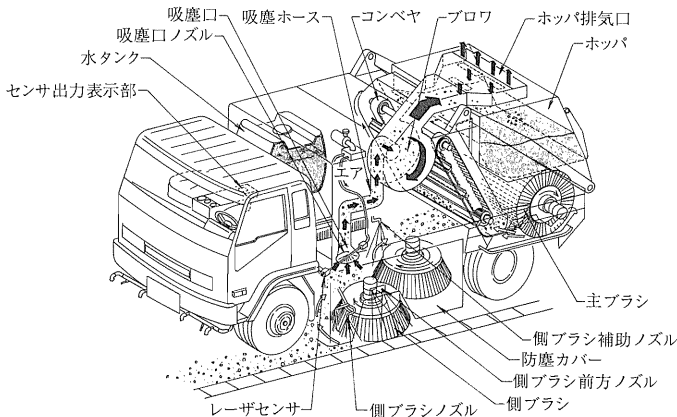
7. 各装置の構造

(1) 粉塵量検知装置

側ブラシにより発生した塵埃を，塵埃吸込みホース部付近に設置したレーザーセンサで検知する（図—3参照）。センサは塵埃量に応じ散水量を3段階に制御し，効率良く発塵を抑制する。センサは，現地の状況に対応出来るよう，感度の調整が可能であるとともに，タイムラグタイムを設けることによりセンサ指令による散水電磁バルブの頻繁なオン・オフを抑制し，チャタリングを防止した。



図—3 粉塵量検知装置の構造図



図—2 イメージ図

(2) 散水装置

発塵状況に合わせて，3段階に設定された散水量を効率的に選択するため制御する電磁バルブの数を増やすとともに，散水ノズル本体の改良により散水ノズル数を減らした（図—4，図—5参照）。

(3) 散水ノズルの改良

側ブラシと路肩が接触する部分の散水には，円錐パターンノズルを使用し

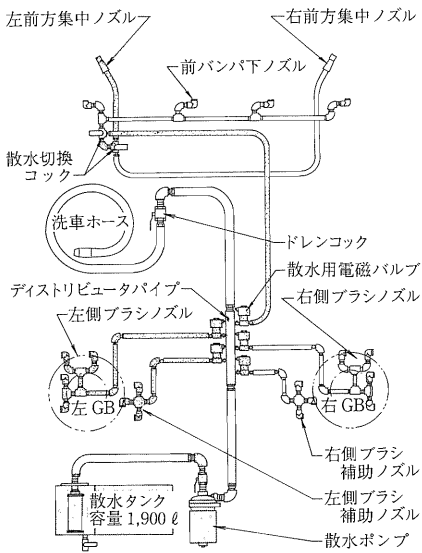


図-4 標準仕様車の配管系統図

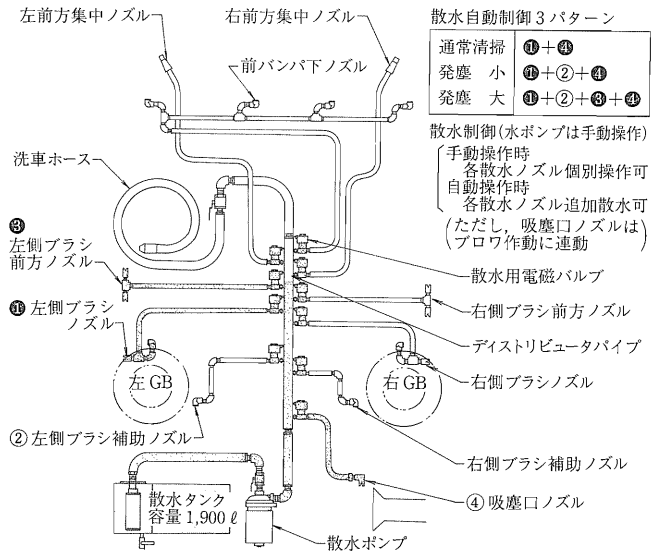


図-5 省散水型車の配管系統図

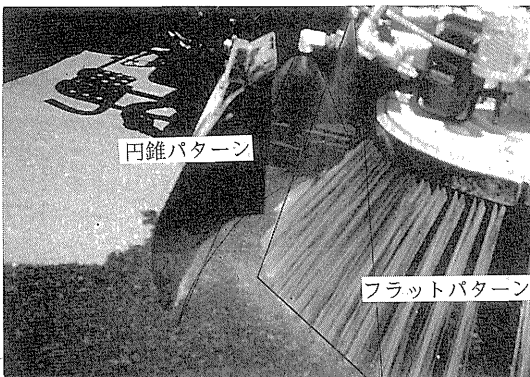


写真-4 ノズルの組合せ

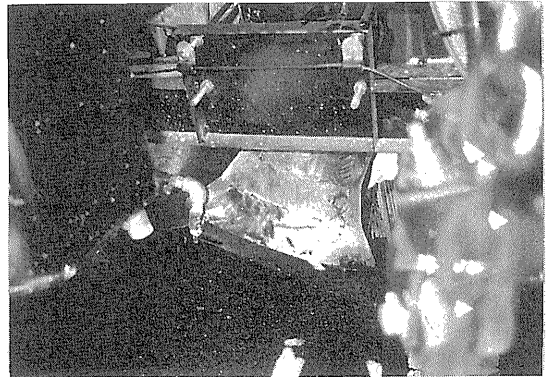


写真-5 粉塵及び吸込み部

ていたが、土、砂が掻き出された形状に合わせて散水出来るフラットパターンノズルを採用した(写真-4参照)。また両ノズルの組合せを最適化する事により、少量の散水で発塵を押えるようにした。

#### (4) 粉塵吸込装置

側ブラシによる掻寄せ時に発生した巻き上げ塵埃を、側ブラシ上部付近に設置した吸込みホース口からホッパ内に集塵する(写真-5参照)。その際、ホース入口部において霧状散水を行うことにより塵埃の比重を増やしホッパ内へ自然落下するようにした。

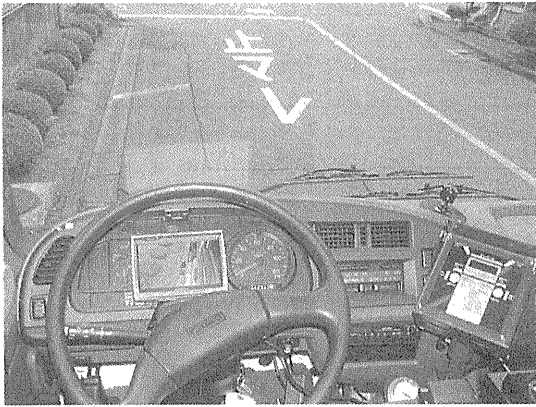
そのことにより吸込み部付近における風速12 m/sは、最終出口風速1 m/sとなり、ホッパ内で

はほとんど風速は無くなるためフィルタ等は不用とした。

#### (5) 安全性及び作業効率の向上

従来は、路肩と側ブラシの接地部位の確認はサイドミラーで行っていたが、小型カメラを設置し、運転席正面の作業確認モニターで左右および後方のブラシの追従および発塵状況等の確認を集中化する事で、視線の動きを少なくすることにより安全性を高めた(写真-6, 写真-7参照)。

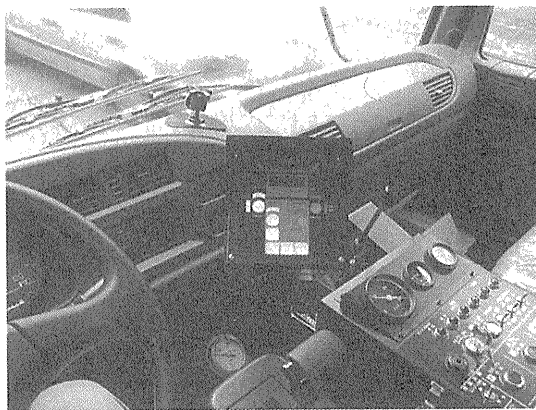
さらに、清掃作業中の散水状況やブラシの作動状況が瞬時に分かるよう、運転席にインフォメーションパネルを設置し、作業効率の向上を図り運転操作性の改善を行った(写真-8参照)。



写真—6 運転席全景



写真—7 作業確認モニター



写真—8 インフォメーションパネル

## 7. 作業試験の比較評価

清掃時の発塵および清掃後の仕上がり状況を、

標準仕様車と省散水型清掃車について評価基準を設定し、比較評価を行った。

### (1) 発塵及び仕上がり評価表

表—1、表—2 に評価基準を示した。

表—1 発塵評価基準

評価点	状 態
1	塵埃がほとんど立たない
2	側ブラシに少し塵埃が立つ
3	側ブラシ、主ブラシ付近の足回りに塵埃が少し立つ
4	清掃車の周りに塵埃が少し立つ
5	清掃車は見えるがかなりの塵埃が立っている

表—2 仕上がり評価基準

評価点	状 態
1	路面が乾燥し、散水の後が少し見られる
2	路面は濡れているが、塵埃は付着していない
3	路面は濡れ、塵埃が僅かに付着している
4	路面は濡れ、塵埃が付着している
5	路面は壁土を塗布したようになっている

### (2) 発塵と仕上がり評価表

上記の評価基準で、乾燥土砂を散布した性能試験の結果を表—3、表—4 に示した。

### (3) 散水量の影響

各種散布土砂量による散水量の仕上がり精度評価の効果を表—5、表—6 に示した。

## 8. 作業試験結果

### (1) 散水量に対する発塵評価

散布土砂量が  $0.2 \text{ m}^3/\text{km}$  および  $0.5 \text{ m}^3/\text{km}$  において側ブラシのノズルのみの散水条件と比較すると、省散水型車の側ブラシノズル等の改善によって、標準仕様車より発塵防止効果が十分得られた。さらに、実清掃に即した散布土砂量  $0.2 \text{ m}^3/\text{km}$  においては、標準仕様車の散水量を省散水型車と同条件の散水量（通常の半分）にした場合、その差が顕著に現れた。よって、標準仕様車では、発塵抑制に散水量の寄与が大きい事が分かった。また発塵はブラシの回転速度による影響は受けなかった。



表—3 乾燥土砂散布による防塵性能試験結果（標準仕様車）

・試験条件：①散布土砂の含水比2% ②散布土砂は山砂 ③作業装置は左側ブラシ（左GB），主ブラシ，コンベヤ ④作業用エンジン回転数：2,200 min<sup>-1</sup> ⑤側ブラシ回転数：187 min<sup>-1</sup> ⑥主ブラシ回転数：167 min<sup>-1</sup> ⑦測定区間：30 m  
試験 No. A 気象条件：無風状態

試験 No.	散布量 m <sup>3</sup> /km	清掃速度 km/h	散水量 L/min				発塵評価値						残留土砂量 cc (1m間)	備考
			左GB	左前方集中	前ハンパ下	合計	仕上がり評価値							
							A	B	C	D	E	総加平均		
A-1	0.2	6	6.2	—	—	6.2	2 3	2 3	3 3	2 2	2 3	2.2 2.8	25	
A-2	0.5	6	6.2	—	—	6.2	4 3	4 3	5 3	4 3	4 3	4.2 3.0	50	
A-3	0.1	6	6.2	—	—	6.2	2 4	2 4	2 3	2 3	2 4	2.0 3.6	15	
A-4	0.2	6	4.1	—	—	4.1	5 2	5 2	5 2	5 2	5 1	5.0 1.8	12	左GBノズル4個→2個
A-5	0.5	6	6.0	3.8	—	9.8	2 3	2 3	2 3	2 3	2 3	2.0 3.0	45	

表—4 乾燥土砂散布による防塵性能試験結果（省散水仕様車）

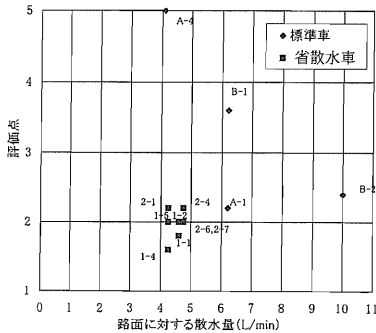
・試験条件：①散布土砂の含水比2% ②散布土砂は山砂 ③作業装置は左側ブラシ（左GB），主ブラシ，コンベヤ，ブロウを作動 ④作業用エンジン回転数：2,600 min<sup>-1</sup> ⑤主ブラシ回転数：166 min<sup>-1</sup> ⑥ブロウ回転数：2,950 min<sup>-1</sup>，ブロウ風量：52 m<sup>3</sup>/min ⑦測定区間：30 m

(1) 発塵と仕上がり

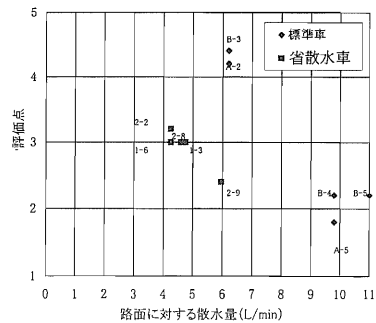
試験 No. 1 気象条件：無風状態

試験 No.	散布量 m <sup>3</sup> /km	清掃速度 km/h	散水量 L/min					発塵評価値						残留土砂量 cc (1m間)	備考
			左GB	左GB前方	左GB補助	吸塵口	合計	仕上がり評価値							
							A	B	C	D	E	総加平均			
1-1	0.2	6	3.6	—	—	1.0	4.6	1 2	2 2	2 2	2 2	2 2	1.8 2.0	16	GB回転数 140 min <sup>-1</sup>
1-2	0.2	6	3.6	—	—	1.0	4.6	1 2	2 3	2 3	2 3	2 3	2.0 2.8	20	GB回転数 180 min <sup>-1</sup>
1-3	0.5	6	3.6	—	—	1.0	4.6	3 2	3 2	3 2	3 2	3.0 2.0	50	GB回転数 180 min <sup>-1</sup>	
1-4	0.2	6	3.6	—	—	0.65	4.25	1 1	2 1	2 1	1 1	2 1	1.6 1.0	16	GB回転数 180 min <sup>-1</sup>
1-5	0.2	6	3.6	—	—	0.65	4.25	2 1	2 1	2 2	2 1	2 1	2.0 1.2	20	GB回転数 140 min <sup>-1</sup>
1-6	0.5	6	3.6	—	—	0.65	4.25	3 2.5	3 2	3 2	3 2	3.0 2.3	35	GB回転数 140 min <sup>-1</sup>	

表—5 散水量による発塵評価

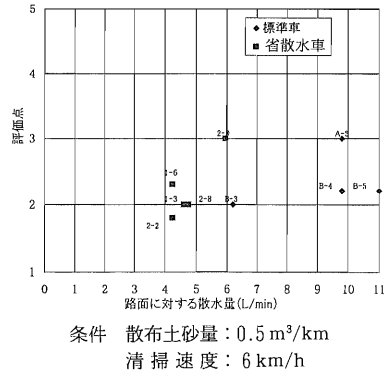
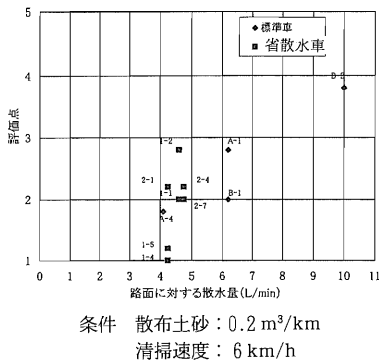


条件 散布土砂：0.2 m<sup>3</sup>/km  
清掃速度：6 km/h



条件 散布土砂量：0.5 m<sup>3</sup>/km  
清掃速度：6 km/h

表一六 散水量に対する仕上がり精度評価



(2) 仕上がり評価 (散水量に対する、仕上がりおよび仕上がり精度評価)

散布土砂量が 0.2 m<sup>3</sup>/km の場合、省散水型は散水量を少なくすることにより、仕上がり評価及び仕上がり精度がともに標準仕様車と比較して向上している。ちなみに、標準仕様車で側ブラシ部の散水量を半分にした場合、仕上がり精度は良くなるが、発塵状況がかなり悪くなった。散布土砂量が 0.5 m<sup>3</sup>/km の場合は仕上がり及び仕上がり精度評価は同等であった。

以上の試験結果から、省散水型は散水量を減らしても発塵、仕上がりとも標準仕様車に比べ良好な結果が得られた。また、防塵装置の設置、吸塵・散水ノズルの改善などにより散水量を減らすことができ、表一七のように積載水容量による散水時間の延長を図ることが可能となった。

表一七 1日当たりの散水量の削減効果 (標準車を 100 とした場合)

	省散水車散水量 (L/min)	標準車散水量 (L/min)	散水量削減率 (%)
通常清掃	4.75	6.2	77
発塵少	5.55	6.2	89
発塵大	7.45	12.0	62

9. コストによる比較

省散水型清掃車は、組合せ機械である散水車を省くことにより経費が約 27% 縮減できる。また、散水車の保有に係る間接的な経費の縮減が行える (表一八 参照)。

表一八 コストの比較 (%)

名称	標準仕様車+散水車	省散水型路面清掃車
比較	100	73

10. あとがき

省散水型路面清掃車の開発は、現場を十分に観察することで現在の清掃における問題点を抽出し、路上試験を繰返しながら行った結果、当初目標に近い成果を収める事が出来た。この清掃車は現在、順調に稼働中であり、良好な結果を得ている。しかしながら、塵埃量や1日当たりの清掃延長など、現場条件によっては省散水車では、満足できない場合も考えられる。今後も追跡調査を行い、さらなるコスト縮減や作業効率の向上に努める予定である。

さらに、これからの清掃車 (維持機械全般を含めて) は、CNG 車やハイブリッド車等、地球環境にも寄与できる車両であることが望ましいと考える。

【筆者紹介】

井手 隆幸 (いで たかゆき)  
国土交通省九州地方整備局  
福岡国道工事事務所  
機械課



# 無機性汚泥の再生利用システム

—脱水ケーキリサイクル装置「ケークル」—

栗原正春・伊勢屋 宏・川手雅嗣

西暦2000年を目標とした「建設副産物対策行動計画」(リサイクルプラン21)が建設省(国土交通省)によって策定され各種の施策が講じられてきた。その結果、全体としてのリサイクル率は、向上し、なかでもアスファルト・コンクリート塊のリサイクル率は80%を超え一定の成果は見られるが、一方建設混合廃棄物、建設汚泥、建設発生土のリサイクル率は、平成12年度目標60%に対して平成7年度実績値は14%と低迷している。このため従来の施策を見直し抜本的に充実、強化することが必要となっている。本報文では、広島県福山土木建築事務所で施工中の四川治水ダム本体工事で発生する汚泥(脱水ケーキ)を、建設資材として使用可能な状態にした土質改良処理施設について、その概要を紹介するとともに、当再生利用システムの特徴、改良土の品質基準とその適用・用途などについても報告する。

キーワード：脱水ケーキ、改良土、品質基準及び用途、再生利用、リサイクル

例を示す。

## 1. はじめに

建設省は、平成11年11月建設汚泥リサイクル指針の骨格と指針のうち技術基準に関するパートを担う「建設汚泥再生利用技術基準」を取りまとめ、処理土の利用用途を示した。

建設工事、砂利採取業、砕石業(以下「建設工事等」という)から発生する無機性汚泥を対象に再生利用技術について考え、本報文で紹介する「無機性汚泥の再生利用システム」はこれらに沿った工法として近年増加しているシステムであり、処理土は強度のある改良土となって埋立て、盛土、裏込め、堤防、土地造成、公園、グラウンドなどの他、セメント原料にも利用出来る。またクラッシャーランや再生クラッシャーランと混合すれば、水硬性複合路盤材としても利用出来る。

## 2. 再生利用の主な処理方法と利用用途例

利用するにあたっては、汚泥の性状、発生量、利用目的などに応じて適切な処理方法を考えなければならない。本技術は、脱水ケーキにセメント、石灰などによる安定処理を行い改良土とする処理システムをとっている(安定処理方法)。

表一1に主な再生利用処理方法とその利用用途

表一1 再生利用処理方法とその利用用途例

再資源化方法	形状等	主な利用用途例
焼成処理	粒状	ドレーン材 骨材 緑化基盤材 園芸用土 ブロック
スラリー化安定処理	スラリー状→ 固化体	埋戻し材 充填材
高度安定処理 <sup>*1</sup>	粒状 塊状	砕石代替品 砂代替品 ブロック
熔融処理 <sup>*2</sup>	粒状 塊状	砕石代替品 砂代替品 石材代替品
高度脱水処理	脱水ケーキ	盛土材 埋戻し材
安定処理	改良土	盛土材 埋戻し材
乾燥処理	土～粉体	盛土材

注)<sup>\*1</sup>：安定処理とプレスやオートクレープ養生の併用等による高強度化や、セメント等の添加量の増加により可能。  
オートクレープ養生：高温高压養生によりコンクリートを促進養生すること。

<sup>\*2</sup>：熔融スラグ化の技術は一般廃棄物や下水汚泥などではほぼ確立されているが、建設汚泥の分野ではまだ研究中である。

## 3. 処理システム概要(ケークル)

脱水ケーキ(以下「ケーキ」という)は、粘性があるため大変にハンドリングが難しい。これを定量的にかつ安定した改良土にするためには、そ

れ相応の機能を備える必要がある。

(1) 機能

ケーキ処理に求められる機能は次のとおり。

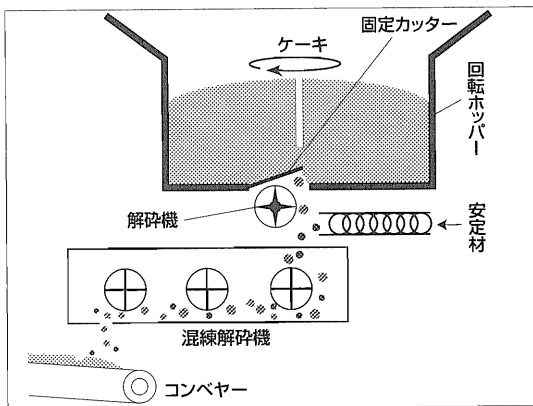
- ① 粘性があってもケーキを定量的に切出すこと。
- ② そのケーキを数ミリ単位の細片状に解砕すること。
- ③ 安定材を細片のすみずみまで均等に添加すること。
- ④ よく混練すること。
- ⑤ 製品(改良土)の見掛粒度として5 mm以下が95%以上であること。

(2) ケーキ処理機

ケーキ処理機「ケークル」は、独特の構造によりこの内容をクリアしている。図一1にその内容を示すが、概要は次のとおりである。

- ① 受入れホップ自体がゆっくり回転して、底部の固定カッタからケーキが定量切出される。
- ② 切出されたケーキは、解砕機により数ミリ単位の細片状に解砕される。
- ③ 細片状のケーキ隔々まで一定量の安定材を添加する。
- ④ 多軸式混練解砕機により十分に混練した後、5 mm以下に解砕する。

以上のごとく、本処理システム(ケークル)は、定量切出し→解砕→安定材添加→混練→再解砕、の5工程を連続的に行うコンパクトな一体構造と



図一1 構造図

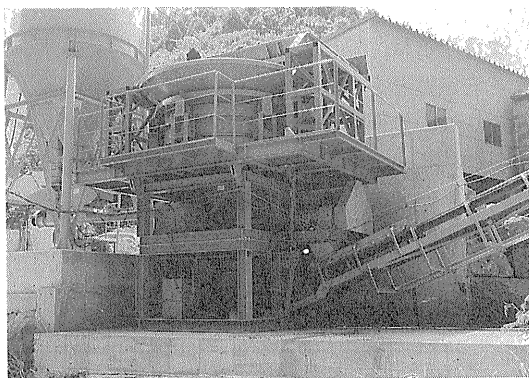
なっているシステムである。また安定処理した改良土は、この後強度を増すために、一定期間の養生を行い、それぞれの用途に応じた土質材料としての品質基準値をクリアさせる。

(3) 機械仕様

処理システムの本体並びに安定材サイロ等の機械仕様を表一2に、またケークル50本体写真を写真一1に示す。

表一2 主仕様書

処理能力	50 t/h
回転ホップ	・容量 9 m <sup>3</sup> 回転式 2 rpm (インバータ制御) 5.5 kW×2 基=11 kW 起伏用油圧装置付き 2.2 kW
解 砕 機	・回転数 500~700 rpm 15 kW 先端刃 ボルト交換式
混練解砕機	・回転数 500~700 rpm 3 連式、解砕機、15 kW×3 基=45 kW 先端刃 ボルト交換式
安定材サイロ	・容量 標準 40 (2種類貯留式) ・付属品：ロータリーフィーダ 0.75 kW, バグフィルタ、スクリュウコンベヤ 2.2 kW, コンプレッサ 1.5 kW
ベルトコンベヤ	600 mm 幅×20 m 長さ, 3.7 kW ※長さは、ストック量に合わせて自由



写真一1 ケークル50本体

4. 安定材とは

改良土の用途や経済的な面も考慮して最も適切な安定材を選ぶべきである。大きく分けると、生石灰、セメント系安定材、セメントと生石灰の複合系安定材などがある。なお図一2に安定材のバリエーションを、また表一3に安定材を選定する場合の目安を示す。

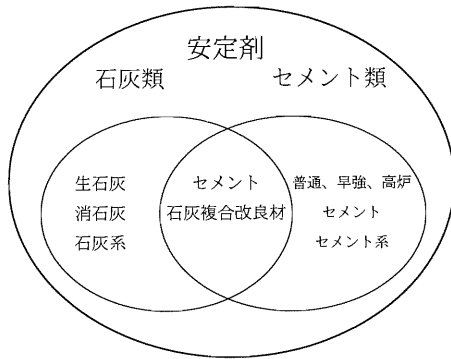


図-2 安定材のバリエーション

表-3 安定材の比較

種類	生石灰系	セメント系
化学反応	素早く反応 長時間持続	ゆっくり反応 一定時間で反応終了
発生時間	数時間～7日間	1～7日間
処理状態	さらさらになる	硬くなる
強度	最初急速に強くなり、後は徐々に強度が増す	平均的に強度が増す
施工性	施工後も反応が継続	施工現場に搬入後、直ちに転圧をすれば施工性良い 時間をおくと転圧しにくい

### 5. 改良土とは

改良土とは、処理土のうちセメント、石灰等による安定処理を行ったものを言い、用途は多様である。この処理土を土質材料として利用する場合の品質区分は、原則としてコーン指数を指標とし、表-4に示す区分と品質基準とする。また処理土の利用用途は、表-5に示す適用用途標準を

表-4 処理土の土質材料としての品質区分と品質基準値

区分	基準値 コーン指数*1 qc (kN/m <sup>2</sup> )	備考
第1種処理土	—	固結強度が高く隣、砂状を呈するもの
第2種処理土	800以上	
第3種処理土	400以上	
第4種処理土	200以上	

\*1) 所定の方法でモールドに締固めた試料に対し、ポータブルコーンペネトロメータで測定したコーン指数

目安とし、利用用途に応じた品質区分を決定し処理を行わなければならない。

### 6. 広島県福山土木建築事務所四川治水ダム本体工事向け脱水ケーキ処理施設の概要

工事場所は広島県福山市加茂町字北山地先の四川治水ダムである。本ダムは、一級河川芦田川水系加茂川（支川四川）に治水ダムとして建設されるもので、洪水の調節、取得取水の安定化および河川環境の保全を目的として、加茂川治水計画の一環をなすものである。

この四川治水ダムが建設される加茂川は、その源を広島県福山市の北部笠木山（標高512.5m）に発して南へ向かって流れ、途中四川と百合川を合流しながら福山市加茂町の家屋密集地を通抜け、福山市御幸町地先で高屋川に合流する流域面積32.7km<sup>2</sup>、流路延長13.4kmの一級河川である。

本施設は四川治水ダム建設事業（ダム本体工事）による骨材洗浄濁水処理に伴い、発生する汚

表-5 処理土の適用用途標準

用途 品質区分	工作物の埋戻し		道路路床盛土		構造物の裏込め		道路路体用盛土		河川堤防				土地造成			
									高規格堤防		一般堤防		宅地造成		公園・緑地	
	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件	評価	付帯条件
第1種処理土	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	最大粒径注意	◎	—
第2種処理土	◎	—	◎	—	◎	—	◎	—	◎	—	◎	—	◎	—	◎	—
第3種処理土	○	施工上の工夫	○	施工上の工夫	○	施工上の工夫	◎	—	◎	—	◎	—	◎	—	◎	—
第4種処理土	×	/	×	/	×	/	○	施工上の工夫	×	/	○	施工上の工夫	○	施工上の工夫	○	施工上の工夫

凡例：[評価] ◎：そのまま利用が可能なもの  
○：施工上の工夫を行えば利用可能なもの  
×：利用が不適なもの

[付帯条件] —：十分な施工を行えばそのまま利用可能なもの  
/：施工上の工夫をしても利用が不適なもの



写真-2 四川治水ダム現地案内板

泥（脱水ケーキ）を建設資材として使用可能となる土質改良等の処理を行う施設である。

写真-2 に四川治水ダム現地案内板を示す。

写真-3 に汚泥処理設備フローシートを示す。

(1) 処理施設概要

以下に処理施設の概要を記す。

- ・ 工事名称：四川治水ダム本体工事  
汚泥（脱水ケーキ）処理設備
- ・ 処理設備運転対象時間：33 カ月  
(実働 30 カ月)
- ・ 発注者：広島県福山土木建築事務所

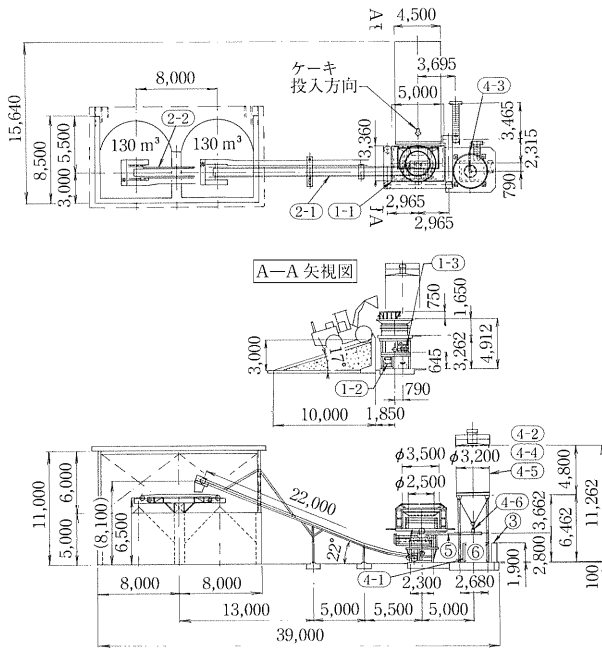


写真-3 汚泥処理設備 フローシート

- ・ 施工者：五洋・三井・鴻池共同企業体  
株式会社気工社
- ・ 脱水ケーキ発生量：実稼働期間中における発生量として、100,800 t  
(含水率 35% の場合)

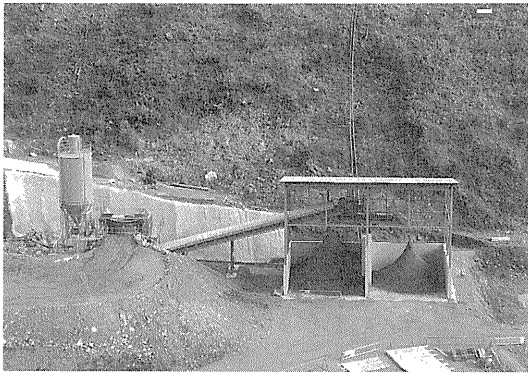
(2) 処理設備概要

- ・ 型式：ケークル 50
  - ・ 処理能力：50 t/h (35 m<sup>3</sup>/h)
  - ・ 所要電力：63.85 kW
  - ・ 全長
  - ・ 全幅
  - ・ 全高
  - ・ 機器仕様
- 図-3 に示す汚泥（脱水ケーキ）処理設備全体配置図を参照



記号	名称	数量	概要	動力 (kW)
①	ケークル	1式	処理能力 35 m <sup>3</sup>	
①-1	ケークル本体	1	解砕機 600 rpm 回転ホップ 9 m <sup>2</sup> × 2 rpm	5.5 × 2 22
①-2	油圧ユニット	1	オイルタンク 40 ℓ ポンプ吐出量 7.7 ℓ/min	2.2
①-3	泥練機	1	ST-50	15
②-1	ベルトコンベヤ (1)	1式	750 W × 22" × 22 m	5.5
	支給品		バルバーン 2 式 雨カバー 引き網スイッチ バックストップカムクラッチ付	
②-2	ベルトコンベヤ (2) (正・逆転コンベヤ)	1式	750 W × 0" × 8 m	3.7
	支給品		バルバーン 2 式 引き網スイッチ	
③	制御盤	1面	1,200 W × 1,900 H × 550 D	
④	改良材用サイロ	1式	50 t サイロ	
④-1	サイロ本体および架台	1	50 t サイロ用	
④-2	満空レベル計	1式		
④-3	受入圧送管	1	SGP 100 A	
④-4	バグフィルタ	1	手動シューキング	
④-5	ブリッジ防止装置	1	エアレーション	
④-6	ロータリフィーダ	1	最大 6.0 m <sup>3</sup> /hr: インバータ制御	0.75
④-7	改良材計量装置	1		
⑤	移送コンベヤ	1	φ200 A × 4,300 L × 0" スパイラルチューブコンベヤ	2.2
⑥	コンプレッサ	1	KA 10" - 15 TAD ドライヤ内蔵型	1.5
⑦	ケーキ養生ヤード	1式	130 m <sup>2</sup> × 2	
	電気配線工事	1式	制御盤～各電動機 キュービクル～制御盤	
				合計電力 63.85 kW

図-3 汚泥（脱水ケーキ）処理設備全体配置図



写真—4 汚泥（脱水ケーキ）処理設備 全景

写真—4に汚泥（脱水ケーキ）処理施設全景を示す。

### （3） 処理目的

ダム本体工事に伴い、発生する発生土（汚泥）を建設資材として使用可能な処理土（改良土）とする。

### （4） 処理内容

フィルタプレスより発生する脱水ケーキに、生石灰を混合して脱水ケーキの安定処理を行うものとし、リサイクル法、廃棄物処理法、発生土利用基準、建設汚泥再生利用技術基準によるものとする。

### （5） 適用用途基準

ここでは、処理方法の決定から改良後の改良土の性状および施工に当たり、計画、決定しなければならない事柄を列挙する。

#### （a） 発生土の土質区分

発生土の土質区分は、原則としてコーン指数と日本統一土質区分値を指標とし、土質区分基準によるものとする。なお、土質改良を行った場合は、改良後の性状で判定するものとする。

#### （b） 用語の定義

- ・発生土は、細粒子（75 $\mu$ m以下の粒度）の汚泥。
- ・汚泥は、含水比が高く、粒子の微細な泥状のものであり、標準仕様ダンプトラックに山積みが出来ず、またその上を人が歩けない状態のもの（コーン指数がおおむね200 kN/m<sup>2</sup>

以下、または一軸圧縮強さがおおむね50 kN/m<sup>2</sup>以下）である。

- ・コーン指数は、JGS T 716-1990の締固めたコーン指数試験による。

#### （c） 処理土（改良土）

安定材を混合し、化学的に性状を改良したものである。具体的には、発生土、または泥土を安定処理し、コーン指数800 kN/m<sup>2</sup>以下の性状に改良したものである。締固めて路床盛土に使用したものが、安易に溶出しないこと。

#### （d） 道路路床盛土

- ① 敷均し、締固めの施工が容易で、かつ締固めた後の強さ大きいこと。
- ② 圧縮性が少ないこと。
- ③ 雨水の浸食に対して強いこと。
- ④ 吸水による膨潤性が低いこと（写真—5の改良土参照）。



写真—5 改良土

## 7. 締固めた土のコーン指数試験結果

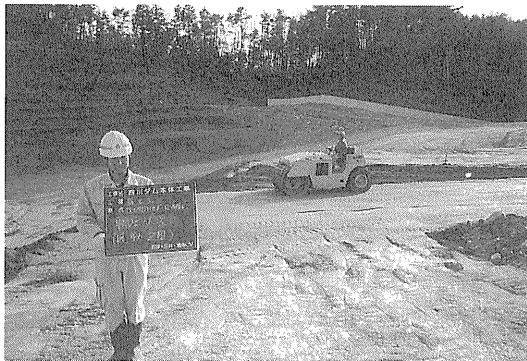
平成11年10月28日現在、ダム本体工事に着手した当時での改良土に対する安定材の最適な添加量並びに各々添加されて製造された改良土のコーン指数測定結果を述べる。

含水比33.1%の脱水ケーキに安定材としては石灰を2~6%添加した4種類の検体（改良土）を採取し、コーン指数値を各々測定した結果、表—6に示されるとおり目標としていた第2種処理土で基準とされているコーン指数値800 kN/m<sup>2</sup>を十分にクリアしており、処理土の適用用途標準に示されている用途には、ほとんど適用可能である。なおここで安定処理された改良土は、ダム工事施工契約より約5 km離れた所に福山都市整備

公社で開発中の宅地造成地があり、ここへ全量搬送して建設機械で転圧し（写真—6の盛土利用転圧状況を参照）、発生した脱水ケーキを改良土として資源化している。

表—6 JGS T 716 締固めた土のコーン指数試験

客先名 五洋建設・三井建設・鴻治組共同企業体 四川ダム工事事務所 殿						
1. 試験月日 11年10月28日				試験担当 河合		
2. 試験目的 固化剤の最適添加量						
3. 脱水ケーキの性状						
含水比		33.1%	含水率		24.9%	
湿潤密度		1.88 t/m <sup>3</sup>				
乾燥密度		1.41 t/m <sup>3</sup>				
コーン指数		—kN/m <sup>2</sup>				
4. 試験結果 コーン指数測定結果						
改良材の種類	養生時間	ブルーピングダイヤルゲージ 平均値 (50・75・100)	荷重 (kg)	コーン指数 (kN/m <sup>2</sup> )	含水比 (%)	乾燥密度 (t/m <sup>3</sup> )
生石灰	2%	10日	112.7	50.0	1,544	31.2
	3%	10日	134.3	59.8	1,846	31.1
	4%	10日	174.6	77.7	2,400	30.0
	6%	10日	220以上	100以上	3,000以上	29.5



写真—6 盛土利用転圧状況

安定材に生石灰を使用した安定処理方法であり、製造された改良土を使用して作業を行う場合、現場での施工性、作業効率の向上並びに地盤の支持力の向上等を第一に考えて検討され実施されたものである。今回紹介した処理技術並びに施工実績が、今後のリサイクルの推進に貢献出来れば幸いである。

《参考文献》

- 1) 監修・建設大臣官房技術調査室ほか：建設汚泥リサイクル指針（1999）
- 2) 監修・建設省大臣官房技術調査室：建設発生土利用技術マニュアル（1998）
- 3) 川手雅嗣：建設工事等から発生する無機性汚泥の再生利用システムについて，第10回廃棄物学会研究発表会講演論文集（1999）

【筆者紹介】



栗原 正春（くりはら まさはる）  
広島県福山土木建築事務所  
四川ダム建設事業所  
所長



伊勢屋 宏（いせや ひろし）  
五洋建設株式会社  
土木本部土木部  
統括工事長（四川ダム本体内工事共同企業体  
所長）



川手 雅嗣（かわて まさつぐ）  
株式会社気工社  
営業部  
技術担当部長

8. おわりに

今回、採用した「再生利用処理システム」は、



# 脱水ケーキリサイクルプラント「RPS」

## —混練造粒ミキサ「ペレガイア」—

江草 忠男・田中 伸幸

脱水ケーキリサイクルプラント「RPS」は、湿式製砂工場等から発生する濁水ケーキを混練・造粒し土木材料や農業用資材に再生する装置である。特徴は、

- ① 完全に混練できる専用ミキサ「ペレガイア」
- ② 安定した配合管理と固化材の無駄遣いをなくす累積計量装置
- ③ 様々な材料と用途に使用できる応用機能

の3点である。

現在全国10箇所でプラントが稼働中である。各プラントで様々な用途の再生品を製造中であり有用性が確認されたので、その状況について報告する。

キーワード：再溶解しない混練・造粒，累積ミキサ計量，用途別設定変更

### 1. はじめに

近年、骨材生産の主力は天然骨材（河川砂，海砂）から砕砂，洗砂に移行してきている。これにともない湿式の製砂プラントから排出される濁水の脱水ケーキ処理が大きな問題となっている。

この脱水ケーキは粘土およびシルト分で構成されており粘性の高い性状となっているが，シリカを主成分とした無害の物質なので，用途に応じた加工を行えば再生材として充分使用できる。

加工方法としては焼成処理，固化材処理，造粒処理，成形処理等があるが，全ての処理において固化材もしくは副資材との混合が必要となってくる。また，混合後の利用に際してほとんどの場合，

粒状処理が求められる。

そこで，北川鉄工所では脱水ケーキと固化材，副資材を完全に混練し，かつ造粒するミキサ「ペレガイア」を搭載した再生材製造プラント「RPS」（Soil Recycle Plant）シリーズを開発し現在実用機として10プラントが稼働中である（図-1参照）。以下に機械の特徴と用途について報告する。

### 2. システム概要

標準的な「RPS」プラントは，ケーキフィーダ，固化材サイロ，「ペレガイア」ミキサ，製品排出ベルトコンベヤ，の4ブロックで構成され非常にシンプルな構造となっている。この4ブロックを連動させ自動運転を行う制御盤にはミキサ用インバータ，制御用シーケンサが組込まれており，幅広くケーキ性状，配合パターン，製品別品質に対応できるようになっている。

この制御盤にプリンタを接続すれば，配合データをプリントアウトする事が可能で，製品管理上有効である。また製品ベルトコンベヤはセンサ付き起伏式を採用し製品落下時の圧密を防止する構造となっている。

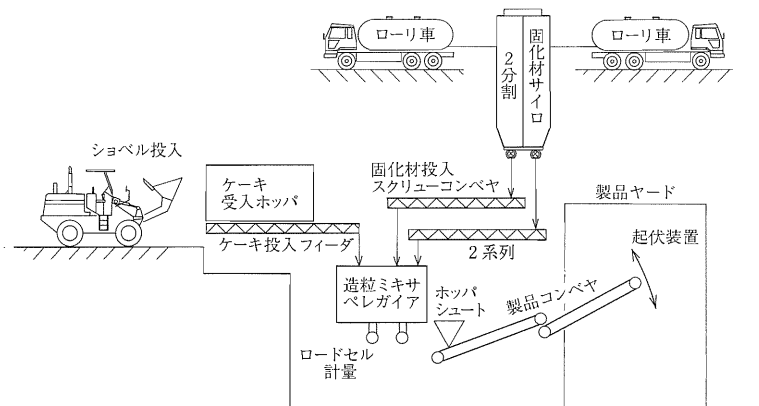


図-1 プラントフロー図

### 3. 特 徴

#### (1) 完全混合

従来型の安定化処理機で脱水ケーキを図-2のプロセスで混合造粒した場合、固化材が粒の内部まで練込めないため、水に再溶解し雨水等で泥濘化してしまう事が多くあった。

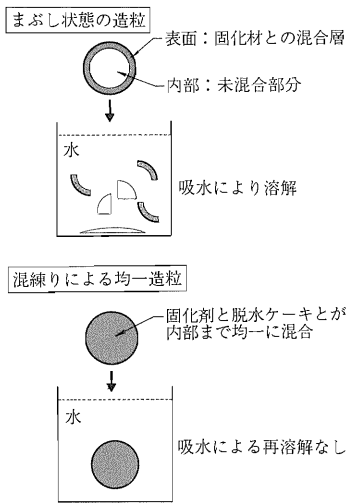


図-2 造粒モデル図

「ペレガイア」ミキサの羽根は自転ロータと正逆ブレードとし、ロータは自転しながら公転し正逆ブレードで練込んだ材料を造粒していく構造となっている。これにより内部まで均一に混練された再溶解しない造粒物製造が可能となった。

#### (2) 累積ミキサ計量

本プラントの配合管理は図-3に示す構造のミキサによる累積計量システムである。

これは連続式ミキサにありがちな配合誤差をなくし安定した配合で製品をつくり出すためである。ミキサ自体が計量器となっているので、別置き計量装置を必要とせず、投入されたケーキ重量に合わせて固化材や副資材が計量配合されるので、kg単位で管理可能となっている。

脱水ケーキ固化再生に占める最も大きいコストは固化材費用であり、誤差のない計量システムによりシビアに固化材を管理すれば固化材を多めに投入する無駄がなくなりランニングコストが大幅に削減できる。

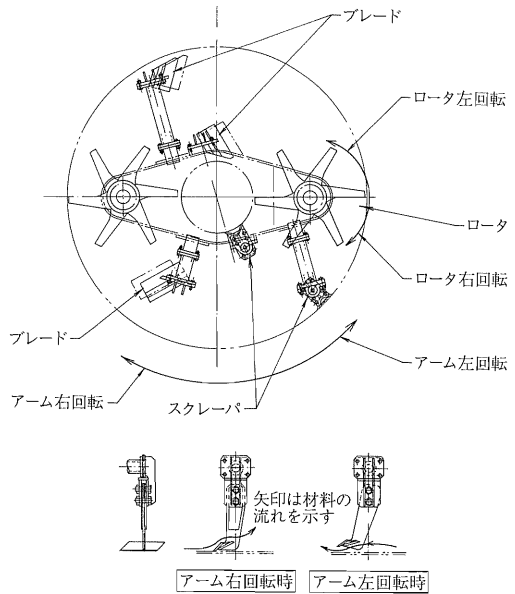


図-3 ミキサ構造図

当初累積計量システムは、個別計量システムと比べて1バッチ当りのタイムロスが懸念されたが、脱水ケーキにおいては、ケーキを解砕してから固化材を投入したほうが、混練性が向上することが実証されたので、ケーキ計量中も解砕を行う事とした。そのため計量ロードセルは、動荷重に耐えうる3点ロードセルを採用した。

これによって累積計量時のタイムロスをなくし混練性のアップに成功した。

また、脱水ケーキ+山砂+固化材2種、と言うような多種類の配合においてもプラント本体は標準的なもので対応でき、シンプルな構造とするこ

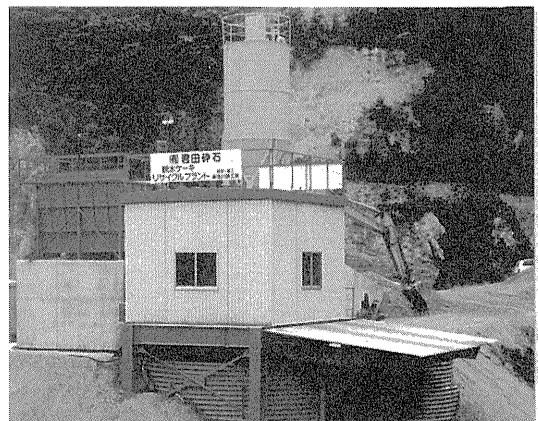


写真-1 プラント外形

とができた（写真—1 参照）。

### （3） 応用 機能

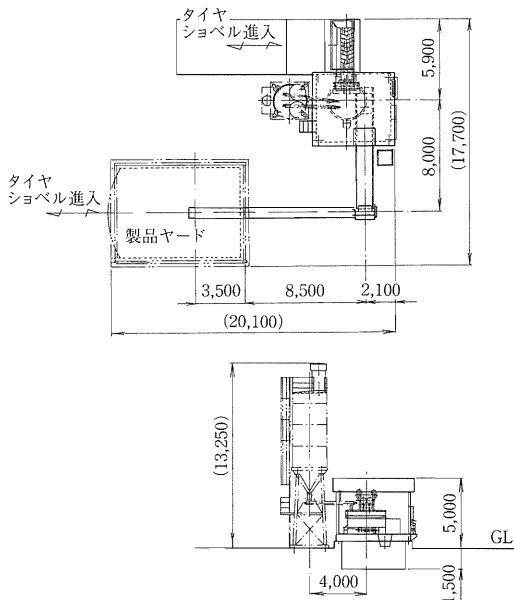
本プラントのもうひとつの特徴は、材料、用途によって様々な応用が可能な事である。

廃棄物や副産物のリサイクルは、一般の工業製品と違い、製品の需要に合わせて材料の調達量を調整する事が難しい。まず材料の発生が前提であるため、需要によってはプラント稼働率が極端に減少したり製品ストックが山積みされたりする。これが採算割れの大きな要因となっている。

これを出来るだけ解消するためには、単一プラントで複数の製品（用途）を製造できるようにする事が有効な手段となる。

本プラントはその点を考慮し、材料供給ラインや製品ヤードの複数化にともなう製品コンベヤの振り分けシステムの追加、バッチ時間、配合比、混練パターン（ミキサ内ロータおよびブレードの回転数、回転方向）の設定変更が可能となっている。初期導入時、図—4の標準的なプラントを設置しておけば、用途幅の拡大に対して最低限の機器の追加で対応できるシステムとなっている。

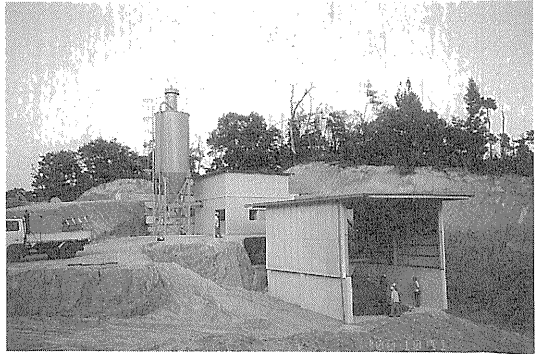
また、ペレガイアミキサは濁水ケーキだけでなく、一般産業より排出されるスラッジケーキでも混練・造粒が可能であり、材料の選択幅が広がっ



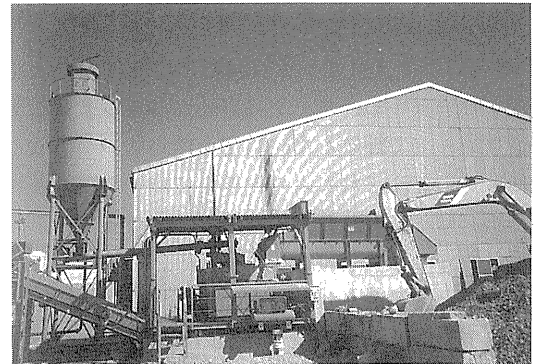
図—4 標準プラント配置図



写真—2 プラント配置例（1）



写真—3 プラント配置例（2）



写真—4 プラント配置例（3）



写真—5 プラント配置例（4）

ている。

さらにケーキ状の物ばかりでなく、集塵した石粉やフライアッシュ等の粉体においても混練造粒が可能な事が確認されている。

加水混合すれば、粉体単体で造粒でき、脱水ケーキやスラリー状のものと混合すれば、水分調整材として利用できる。実際に2分割サイロの片方を粉体サイロとし助材として副産物利用をしている事業所もある。

プラント配置については標準的な平地置きタイプのほか、段差利用タイプ、既設プラント組込み型等、さまざまなパターンに配置でき、現場の状況に合わせて最適なスタイルを取れるようになっている（写真—2～写真—5参照）。

#### 4. 用途例

現在、路盤混合材としての脱水ケーキ造粒物が着目されており有効な活用方法であるが、その消費量や地域性から考えて、発生量に対し十分な消費量とは言えない。

本プラントを稼働させている事業所においても前述の特徴を生かしてさまざまな用途製品が作られている。路盤混合材以外の主な例を紹介する。

##### (1) 土木用材料

- ① 盛土材：宅地造成や道路盛土  
配合例：脱水ケーキ+生石灰
- ② 表層材料：土系舗装材，グラウンドサーフェス材

公園遊歩道等に利用される排水性のものと，グラウンド等に使用される透水性のものに大別され，配合を変える事により作りわけける。

配合例：脱水ケーキ+山砂+生石灰

##### (2) 農業用資材

- ① 培土：水稻や野菜の育苗マットやポット用培養土  
配合例：脱水ケーキ+肥料分等
- ② 堆肥混合土：耕地や公園緑地の土質改良材  
配合例：脱水ケーキ+バーク堆肥+窒素等  
上記のほか，成形ブロック，配管埋戻し材，流

動化処理土等，多種類の用途開発が行われている。

各用途が成功する要因には製造技術要素以外に販売ルートや需要量等の問題もあり，全てが実用化し採算ベースにのるとは言えないが，本プラントは「完全混練」「配合管理」「柔軟な応用性」と言う特徴を有しており，実稼働させながら並行して用途開発を行うには最適なプラントとなっている（表—1参照）。

表—1 脱水ケーキリサイクルプラント仕様内訳

機器名称	数量	規格	動力(kW)
ベレガイアミキサ	1	1 m <sup>3</sup> ，3点ロードセル付き	45+30.2
脱水ケーキ供給フィーダ	1	150 t/h，2連スクルー式	15+15
No.1 製品コンベヤ	1	50 t/h，900 幅×8.5 m，固定式	2.2
No.2 製品コンベヤ	1	50 t/h，600 幅×14 m，起伏式	2.2
サイロ本体	1	15 t+15 t，満空レベラ付き	
製品ヤード	1	7 m×7 m×5.5 mH	

#### 5. おわりに

大量に発生する濁水ケーキは，現状「やっかいもの」の域を脱していない。しかし本プラントを活用する事により，有効な資源としての価値を創造出来るよう期待している。

今後は更に応用範囲を広げて脱水ケーキにとどまらず様々な副産物に活用出来るように展開していきたい。

プラントを採用いただいた事業所の皆様から数々の御助言と御協力を頂いた事に深く御礼申し上げます。

##### 【筆者紹介】



江草 忠男（えぐさ ただお）  
株式会社北川鉄工所  
産業機械事業部技術部  
環境エンジニアリング室  
主席



田中 伸幸（たなか のぶゆき）  
株式会社北川鉄工所  
産業機械事業部技術部  
環境エンジニアリング室  
係長

# 平成12年度 建設機械と施工法シンポジウム

社団法人日本建設機械化協会による平成12年度の「建設機械化と施工法シンポジウム」は平成12年10月25日(水)～26日(木)の両日、東京都港区の機械振興会館において開催された。

シンポジウムは「建築とその機械」6件、「基礎とその機械」4件、「維持とその機械」2件、「自動化・ロボット化・施工管理」4件、「コンクリートとその機械」3件、「舗装とその機械」3件、「土工とその機械」1件、「その他の機械」4件、「環境リサイクルとその機械」5件、「トンネルとその機械」16件、計48件と広範囲にわたる論文が発表され熱心な討論が展開された。今回は画像による情報管理を取入れた論文が目立った。

## [1] 建築とその機械

(座長：坪田 章)

「全自動ビル建設システムによる高層ビルの施工」(大林組)は建設業に従事する労働者の高齢化および技能工不足の解消、3Kに代表される労働環境の改善を目的として開発され、建設工事の自動化、ロボット化を図り、情報化を積極的に推進した建設生産システムである。SCF(Super Construction Factory)と並列搬送システムにより構成され、地上26階の本格的な高層ビル新築工事に適用し、新規開発機械の初期コストを抑制し、装置の組立て・解体を含め19フロアを8.5カ月で終了させ、トータルでの工期短縮が図れた。

「スーパーRCフレーム構法を支える新しい機械装置の開発」(鹿島建設)は超高層RC建築構法である「スーパーRCフレーム構法」において「施工効率の向上」「品質の向上」「安全性の確保」を目的とした「自動昇降式鉄筋縦組装置」と「自昇式型枠内蔵足場」の装置開発と実施工適用に関する報告である。これらの装置は太径鉄筋の配筋、プレハブ鉄筋吊込み、型枠取付け・解体、コンクリート打設の作業性を考慮し設計されており、いずれにもラチェット型油圧昇降装置による昇降機能を有している。実施工では、好評な作業性のもと所期の目的を達成した。

「頂部球形仕上部を有する煙突工事合理化施工法の計画と実施」(竹中工務店)は都市と環境の共存を目指して計画された清掃工場煙突工事の合理化施工法の実施事例

である。採用工法は、冬季でのコンクリート凝結時間短縮のための面状発熱体による採暖養生システムを導入した変断面スリップフォーム工法である。地上100mの煙突頂部に外筒より大きい径の球形仕上部を連続高揚程計測システム、無線作業所LANおよび振止装置を導入してリフトアップすることにより、「環境創造型モデル都市」にふさわしい清掃工場を安全に施工した。

「ラフテレンクレーンのパワーズーム仕様車の開発」(小松製作所)は狭所での補助ジブ張出し・格納・差込み作業を可能とし、その作業時間短縮をねらいとした油圧伸縮(パワーズーム)、ジブ仕様のラフテレンクレーンの開発報告である。パワーズームジブは1段目ジブと2段目ジブを復動式油圧シリンダで結合し、それを操作することで2段目ジブを伸縮させる構造を採用している。補助ジブの起伏・伸縮は操作レバー1本でコントロールができそのための充実した安全機能と1段目から2段目の範囲で定格総荷重の任意設定機能を有している。これらの機能により狭所での作業性が向上でき所期の目的を達成した。

「大型昇降ステージの開発と逆打工法への適用」(竹中工務店・小川製作所)は建築の地下工法である「逆打工法」による土砂搬出・資材搬送の効率向上による工期短縮を目的として、ダンプトラック等を地下掘削階に揚重可能とした「大型昇降ステージ」の開発報告である。本装置は3種類のスパンに対応できる門型架台とその架台よりインバータホイストで吊下げられているステージから構成され、ステージにはトラック乗降用のアウトリガとフラップの連動機構を有し、安全を確保している。1カ月

程度の試験的使用の結果、所期の開発目的を達成した。

「外壁板取付システムの開発」(東急建設)は積層工法で外壁板取付けにおいて障害物がある場合、その取付けを安全かつ容易に行うことを目的とした揚重補助システムの開発と最上階に養生足場等障害物のある超高層ビル建築工事への適用報告。本システムはSよりとZよりの2本のワイヤロープを反力とし、動力を用いて吊荷を回転させる「吊荷回転誘導装置」と揚重時資材の吊心を天秤構造により変更する「吊心変更バランス装置」により構成される。実施工に適用した結果、従来工法より時間当たりの取付け枚数が47%向上する成果が得られた。

## [ 2 ] 基礎とその機械

(座長：志村英雄)

「浮体上からの硬質岩盤層への鋼管杭の施工」(鹿島建設)は、ダム堤体上流側湖底部に浮体(組立て式台船)上から、水面下20m、急傾斜地、硬質岩盤層という状況下で鋼管杭(φ700)の打設を実施した報告である。大掛りな施工設備等を要さない簡便な方法を検討した結果、鋼管杭先端にビットを溶接し、ダウンザホールハンマ掘削等の補助工法も可能なケーシング回転掘削機を用い、回転力、スラスト力を加え、鋼管杭を直接岩盤層に根入れさせる方法で実施した。作業足場は浮体を使用し、掘削時の回転反力対策はダム堤体を利用した。傾斜部はダウンザホールハンマの併用、事前のチゼルによる破碎での基面整形で対応した。打設精度実績は杭芯ずれが±5cm以下と型枠支持杭としては予想以上の結果を得た。

「掘削機5台の遠隔操作による大型ケーソンの掘削管理」(大豊建設)は、ニューマチックケーソン工事において作業員が高気圧下に入らずに、5台の掘削機を遠隔操作することによる無人化施工に関する報告である。

「掘削機監視システム」「接触防止統括監視システム」「ケーソン形状設定システム」からなる「DREAMⅡ型ケーソン掘削機制御システム」は、掘削機本体と遠隔操作盤内にプログラムコントローラを装備し、PCL専用通信線により操作盤と掘削機のパソコン等を結び、遠隔操作を行うものである。このシステムを導入したことにより地上遠隔操作室にて掘削機の状態、位置関係等を的確に把握でき、かつ相互接触防止トラブルも未然に防いで、作業効率と安全性を高めることができた。

「SAVEコンポーザー(静的締固め砂杭工法)の開発・実用化」(不動建設)は、液状化防止工法である従来型SCP工法の施工時の騒音振動を押さえ、同等の効果を有する工法の開発・実用化に関する報告である。

この工法の特徴はパイプロの代わりにケーシングを回転させる駆動装置と油圧式ギヤ駆動の強制昇降装置で構成される静的回転圧入機構の採用である。また、施工管理システムによりケーシングの動き、砂面の動きをリアルタイムで検出、制御できるので信頼性の高い確実な施工ができる。工費は従来型SCP工法の1.3~1.5倍であり、環境対応型地盤改良工法に比べ経済的である。実用化から5年弱で、市街地や近接工事を中心に150件以上の実績がある。

「遠心力吹付け工法の開発」(三井建設・東京電力)は、深礎工法基礎杭の品質、施工能率、安全性の向上及びコスト削減を目標に開発した、遠心力を利用してモルタル土留め壁を構築する吹付け工法に関する報告。本体はモルタルホップ、スクリュウ、インペラ等で構成されるが開発に当たり試作機を製作し数々の実験を重ねた。スクリュウ、インペラの回転は調節可能なインバータ制御とした。良好な急結剤混合方法や適正なモルタル配合等についても確認した。同時に中空変位測定方法、土留め設計方法も開発した。本工法は本体をクレーンで吹付け位置に吊下げ、遠隔操作で本体を上下させ所定の範囲の吹付けを行うもので、低粉塵、低リバウンド等の特長から送電線鉄塔、道路橋梁深礎基礎に330本の実績がある。

## [ 3 ] 維持とその機械

(座長：志村英雄)

「新型路面清掃機械の開発」(建設省関東技術事務所)は、路面清掃作業効率の向上およびコスト縮減を目的に散水車、路面清掃車、塵埃運搬用トラックの機能を複合した新型路面清掃機械の開発に関する報告である。

開発内容は

- ① ブラシ部にエアフードを取付け、粉塵を押え、塵埃を吸込み部に直接回収することで散水量を60%低減し清掃車の水タンクのみでの作業を可能とした、
- ② ホップと水タンクの仕切りを可動床とし、水量が減るとともに床が下降し、ホップ内容が60%増す機構を考案し、1回の作業での回収塵埃を収納可能とした、ことの2点である。

開発車の新機構の確認試験、実作業での性能試験を実施し機能及び効果を確認した。清掃車1台での作業が可能となるため安全性の向上、渋滞緩和も期待できる。

「非開削配水本管布設替工法(プラズマモール工法)」(清水建設)は、老朽化等による水道管の布設替えに際し工事に伴う制約や近隣への影響の多い開削工法をとらずに旧管を拡張破断し、新管と置換える工法の開発に関する報告である。本工法は布設替えする埋設水道管の内部

にブラズマ切断機で円周及び軸方向に切込み溝を入れ次に水道管用推進管（新管）の先端に取付けたクサビ状の破断機を旧管に押し込み破断しながら押広げ旧管内側に新管を布設する工法である。コンクリート製箱型水路下に布設された管路（内径φ708）6mを、本工法により新管（内径φ700）に布設替えを実施した。その結果、開発段階の目的である、振動騒音の低減、同口径管への布設替えの品質確保等の効果が十分実証された。

#### [4] 自動化・ロボット化・施工管理

（座長：荒井政男）

「大規模土工事における車両総合管理システムの開発」（清水建設）は、休日を中心に渋滞が頻発している中央自動車道の拡幅事業のうち、上り談合坂SAの拡張工事で採用した、盛土運搬車両などの管理システムの開発に関する報告である。

本システムは、

- ① 土運搬車両入退場システム、
  - ② 渋滞監視システム、
  - ③ GPS 盛土地形測量システム、
- から構成され、1日2,000台を超す土運搬車両等の入退場や行先をスムーズにコントロールするとともに、盛土を自動画像処理して管理することにより、工事管理に関する省人化等に大きな効果をあげる事ができた。

「トンネル断面形状測定システム」（大成建設）は、レーザ距離スキャニング装置とコンピュータを利用して、トンネルや地下構造物の内空断面形状を測定するシステム開発に関する報告である。

本システムは、トンネル内の任意の位置に装置を設置し1箇所の内空断面1周360°を720点の測定点として一括処理し、測定データ中の欠落・異常測定データは自動的に補完処理され高精度（2mm以下）に内空断面形状として表示され、内空断面積の算出や設計中心とのずれ確認などにも利用でき、従来に比較し自動的かつ、高精度の管理をすることが可能となった。

「壁面作業ロボットの石炭サイロ補修工事への適用」（東急建設）は、壁面作業ロボットに高圧洗浄ノズルを取付け、埃やかび等で汚れた石炭サイロ壁面を清掃するシステムと施工結果に関する報告である。

実施した工事は沖縄県石川石炭火力発電所の建築後12年が経過したRC構造の石炭サイロで、壁面全体の82.8%である18,508m<sup>2</sup>を本ロボットで清掃した。

施工に当たり、作業条件に適合した洗浄パターンや屋根吊り台車、施工時の安全警報システム等を開発して採用し、工費や工期の短縮を実現した。今後も本システム

を利用した塗装洗浄工法の現場適用を推進する。

「ICカードによる大型重機稼働の集中管理」（間組）は、施工情報化協議会で標準化されたカードを使用した大型重機の集中管理システムに関する報告である。

本システムは、有資格者か否かを識別する「オペレータカード」と重機の稼働データを記憶する「機械情報カード」の2枚を1セットとし、車載ターミナルと給油ターミナルより重機の稼働データと給油データを収集し、カードデータを事務所のパソコンで読取り自動的に稼働日報や月報を作成し、従来数時間必要とした管理作業を大幅に省力化する事が可能になると共に、効率の良い配置計画等が可能で生産性が向上した。

#### [5] コンクリートとその機械

（座長：中村俊男）

「特殊形状超高RC塔状構造物の施工技術」（大林組）。

高さ150m～200mの超高RC塔状構造物として知られているものとして、発電所や清掃工場の超高煙突がある。近年は周辺環境、景観に配慮した六角、楕円などの特殊断面形状の超高煙突がある。このような超高煙突の施工にあたっては、従来以上の精度、品質が要求される。こういった厳しい条件に対応できる新型スリップフォーム（ジャッキ、ヨーク、型枠、計測、制御装置等から構成される）の性能、機能について述べられている。

「トータルリフトアップフォーム工法によるRC矩形ケーソンの製作」（運輸省第二港湾建設局ほか）。

RC矩形ケーソンは港湾施設の岸壁、護岸あるいは防波堤などに用いられる。従来の製作手順は鉄筋組立て、型枠脱着、コンクリート打設、足場設置などの繰返しであった。さらに、作業は人力によるところが多く、施工が進むにつれて、高所作業となっていくことで、墜落災害の危険性が大きかった。トータルリフトアップフォーム工法は油圧式自動昇降型枠設備の採用により、自動化を図り安全性作業効率の向上を図ったものである。

「ダムフォームスライド機の開発」（鹿島建設）。

コンクリートダムの打設作業は、鋼製型枠を使用し、逐次所定の高さまで上昇（スライド）させて、コンクリート打設を行ってダムの堤体を構築していく。この場合ダム型枠の堤体への固定やスライドは、小型移動式クレーンによる型枠移動作業と、型枠上足場の作業員による取付け作業との協調作業となる。また、このような作業は危険かつ熟練を要する作業である。ダムフォームスライド機はダムフォームスライド作業の専用機として、型枠の把持、脱型、スライド、位置決め、ボルト締結な

どの作業を遠隔操作により行うものである。

## [ 6 ] 舗装とその機械

(座長：中村俊男)

「情報管路敷設ペーパーの開発」(鹿島道路)。

従来の情報管路埋設工法はバックホウにより深さ1~1.5m、幅50~70cmの溝を掘削した後、管路を設置して発生材の埋戻し、砕石敷均し、舗装の仮復旧まで人力とバックホウにより敷設するものである。本開発技術は、アスファルトフィニッシャーでスクリーン部分を改造したトレンチペーパーにより行ったもので、埋戻し材の投入から敷均しまでを行う。従来方法に比べ、埋戻し材の敷均し高さ管理を容易にし、また仕上がり品質の向上、工期短縮、安全性の向上が図られた。

「ウッドファイバーフィニッシャーの開発と施工」(大成ロテック)。

ウッドファイバー舗装とは、針葉樹チップを繊維方向に破碎したウッドファイバーに安定化剤として湿気硬化型ポリウレタン樹脂を混練りし、舗装した木質系の自然色舗装で、散策路や公園歩道などに使用されている。この舗装材は高粘度で流動性に乏しく、比重が小さいことから機械化が難しかった。本件は生産性の向上、省力化、施工精度の向上を目指して、ミニアスファルトフィニッシャーをベースマシンとして作業機構の改造により、ウッドファイバーフィニッシャーを開発した。

「マルチアスファルトペーパー(MAP)の開発と施工方法」(東亜道路工業)。

近年の道路事情として騒音の苦情など、環境問題に対応する必要性に対して長寿命舗装や低騒音舗装等の開発がなされた。このような新工法に対して、従来舗装機械は外国製が多かったが、MAPは日本で開発された初の舗装機械である。本機械はユニットの組み合わせにより、

- ① デュアルアスファルトペーパーメント工法、
- ② マルチレーンペーパーメント工法、
- ③ スムーズアスファルトペーパーメント工法、

が可能となる。

## [ 7 ] 土工とその機械

(座長：高橋繁夫)

「スカイステーション工法」(スカイフォース)は、急傾斜地の崩落防止工事における安全性の向上、工費の削減、工期短縮、作業員の高齢化対策などを目的とした機械化施工システム「法面作業車スカイステーション」を開発し、その特徴と適用事例についての報告である。ス

カイステーションAT-550Sは最大積載重量6.7tの重量物旋回デッキを装備した高所作業車で、最大地上高55m、最大作業半径30mを実現している。また、軟岩掘削では従来工法に対して経済性が67%、工期で33%の向上効果が報告されている。

## [ 8 ] その他の機械

(座長：高橋繁夫)

「簡易油回収機の開発」(建設省東北技術事務所)は、河川の水質事故の約7割を占める油流出事故の初期対応として開発中の油回収機の報告である。

既存回収機の油回収率の低下原因を調査し、改良試作機による実験の回収性能が報告されている。

試作機の特徴としては、次のとおりである。

- ① 広範囲な集油と油膜厚さの増加を図るため、吸引口を扇型としている。
  - ② 吸引部を支える浮体を大きくし、外乱の影響を少なくしている。
  - ③ 作業時の動揺などが吸引部に作用しないよう、中間浮体を介して操作ハンドルを接続している。
- 今後製作される回収機は小型軽量化が図られるが、現在の試作機でも、油流出事故の初期対応には有効である。

「アーバンリング工法施工報告」(佐藤工業)はJR京浜東北線・同貨物線および住宅密集地に囲まれた狭小な場所でのシールド立坑工事を、日本最大径・最大深度の「アーバンリング工法」で施工した報告である。

本工法は立坑躯体に多分割された鋼製セグメントを使用し、地上で組立て、立坑内掘削と圧入沈設を繰返し所定の深度まで沈設し立坑を構築する工法である。

本工法の特徴は、

- ① 傾斜計・沈下計などを用いた制御圧入により高精度な施工が可能、
  - ② 地上作業が主体のため安全性が高い、
  - ③ 狭隘な敷地・上空制限の厳しい条件下でも施工可能、
  - ④ 躯体養生が無く連続施工が可能で工期短縮が図れる、
- などである。

実施では、JR線などへの影響や漏水もなく所期の目的を達成した。

「パイルベント橋脚の耐震補強“SSP工法”」(白石)は建設省土木研究所の官民共同研究である「既設基礎の耐震補強技術の開発」として共同研究中の5工法の一つである。本報告は施工法確立のために行った実証実験に関するものである。



φ650 mm 補強鋼板の圧入および SSP モルタル（高流動水中不分離無収縮モルタル）の充填性、施工精度、強度など所期の目標が達成できた。

今後は実験の供試体による押抜きせん断試験、曲げ耐力試験を行い、設計・施工法の早期確立を目指す。

「超大型ホイールローダの開発」（小松製作所）は鉱山業界での生産性向上のため、150～200 t ダンプに最適であり、300 t ダンプにも積込み可能なバケット容量 20 m<sup>3</sup> の超大型ホイールローダ（WA 1200-3）に関する報告である。

同機の開発の狙いは次のとおりである。

- ① 既存大型ホイールローダの信頼性・耐久性の更なる向上
- ② 車輛情報の共有化と集中化を図る機械管理システムの採用
- ③ 従来機を凌ぐ整備性・修理性の実現
- ④ オペレータの長時間乗車負荷を軽減する操縦性・居住性の向上

今後もユーザーズに応える品質向上の努力を継続する、としている。

## [9] 環境・リサイクルとその機械

（座長：佐藤政昭）

「タフコンシステム（固結粘性土連続土砂改良工法）」（東洋建設）は、塊状を呈する固結粘性土、固結した浚渫土砂、脱水処理した固結土砂等、比較的含水比の低い粘性土を連続的に改良する、建設発生土の再利用を目的とした、土砂改良システムである。

土砂改良装置は、土砂投入部（解泥部）、混合部、定量引出し部から構成され、以下の特徴を有している。

- ① プラント混合であるため、混合効率が高い。
- ② 均一な混合が難しい粘性土も、均一混合ができる。
- ③ 施工条件に合わせ、システム構成を選択することができる。

本報文は、本工法による試験工場の概要と、実施結果に関する報告である。

「掘削土を利用した地中連続壁の施工」（鹿島建設）は、建設副産物である泥水掘削に伴う、不良土の発生を抑制する工法の一つである。

近年、地下工事の大深度化に伴い、山留壁（遮水壁）工事も、40 m を超える深度の工事が増加している。従来の原位置攪拌工法で生じる、一部壁の不連続による止水不良等の問題を解決する工法として、工事の増加とともに施工実績を増加させている。

本工法は、施工精度および品質に実績のある RC 地中

連続壁の掘削手法を用い、掘削残土を主材料とした泥土モルタル壁を、トレミー工法で打込み構築する工法で、掘削残土の 50～60% を再利用できる。

本報文は、工法の概要説明と、工法採用に至る経緯、施工管理の重点、施工実績等を報告したものである。

「アスファルト再生プラント用脱臭装置について」（鹿島道路）は、環境上大きな問題となっているアスファルト廃材のリサイクル工程で発生する臭気を除去するために、リサイクルプラントに装備されている脱臭装置を従来の直接燃焼式から、蓄熱燃焼式に換えることで、最高 99% の効率で脱臭することに成功した報告である。製造プラントに装備されているセラミック蓄熱体を使用した蓄熱式脱臭装置に、低温部でのアスファルトの凝縮防止、付着固化した成分の空焼きなどの工夫を加え、アスファルト成分を含む排気ガスに対応させた装置である。

本装置の導入は、プラントの経済性向上、CO<sub>2</sub> の削減などの効果もあることが、確認されている。

「PJ マッドスタビを活用した底泥浚渫土の処理事例」（日本舗道）は、浅層地盤を経済的に改良することを目指し開発した工法で、固化材を専用の設備から空気圧送で、連続的に施工場所にある混合装置に供給し、装置に取付けたノズルにより土中噴射しながら、同装置で土と混合するものである。この工法は、固化材を粉状のまま圧送するので、土の含水比を高めず固化材の添加量も低減でき、また水を全く使わないので、清掃時の汚泥の流失がないことが特徴である。

本報文は、庭園改修工事のヘドロの浚渫処理における施工事例を紹介するものである。

「建設工事における無薬注濁水処理及び固化改質システムの開発」（九州電力、ディーアイテクノ）は、トンネル工事、ダム工事から発生する濁水を、化学薬品を一切使用せず固液分離を行い、濾過水は放流もしくは再利用し、スラッジは石灰系固化改質材を用いて改質し、有価物として再生利用するシステムである。

本システムは、常に安定した放流基準以下の濾過水を得ることができ、またスラッジも短時間で再生土としての物性をもつ改良土となるため、環境問題もなくトータルコストの低減効果も期待できる。

本報文は、システムの概要と、ダム建設工事で実施した実証実験結果についての報告である。

## [10] トンネルとその機械

（座長：植松勝之）

「小型・軽量で高効率のスロット削孔機の開発」（奥村

組、古河機械金属)は、市街地や既設構造物に近接した山岳トンネル工事等において、振動軽減のため発破の使用が制限される場合に採用される工法(SD工法)の開発報告であり、スロット削孔機を用いて岩盤やコンクリートにスロット(溝)を掘り、それを自由面として利用することで、振動を抑制して効率的な硬岩掘削を行うものである。今回、開発した2連式SD機は、従来の4連式のSDIII型機をさらに小型軽量化させたことにより、汎用機に搭載できるために、短期間での小規模な工事や狭い空間での工事に適用できるようにした。

「カッタービットの耐久性試験実績」(佐藤工業)においては、シールド工事の長距離施工において、特に重要視されるカッタービットの耐久性を調べるために、砂礫、岩盤層に用いられるディスクカッターの材質およびカッターリング形状に注目し、4種類のディスクカッターを用い、摩擦低減効果を調べるために試験施工を行った。その結果、カッターリング一体型においては、冷間ダイス鋼より改良冷間ダイス鋼が同等以上の耐摩耗性をもち、同材質の冷間ダイス鋼では、刃先形状改良型が従来型より1.6倍耐摩耗向上が図れ、超硬チップインサート型においても、摩耗は微小であることが判明した。

「シールド掘削とセグメント組立ての同時施工による高速施工」(東京ガス、清水建設)は、シールド機を本体部と前胴部に分けて、前胴部を上下左右全方向に向けることで、シールドジャッキの選択操作に関係なく、掘進方向制御を行いながら掘削とセグメント組立てを同時に行う施工法である。シールド機の構造はシールド機本体と前胴部を繋ぐテンションジャッキ、姿勢制御(前胴部首振り)を行うアーティキュレートジャッキ、追従エレクトラとロングジャッキから成り立っている。この同時施工法「F-NAVIシールド工法」を実工事に採用し、従来のシールド工法に比べて約2倍の月進量を記録した。

「円形ワギング(揺動)カッターシールド工法」(鹿島建設)は、カッターヘッドを一定角度の範囲で往復運動(揺動)させながら掘進する工法である。カッターヘッドの揺動は油圧ジャッキを伸縮させることで、カッターヘッドをワイパ状に作動する機構を採用している。この機構を採用することにより、内部の機器を簡素化でき、機長の短縮および軽量化が図れることから、発進立坑をより縮小化できるとともに曲線対応が容易になる等の特徴を有している。同工法をS字状の急曲線を含む実工事に導入し、曲線施工における方向制御の有効性が確認できた。

「小断面トンネルTBM工法におけるずり搬出システム」(佐藤工業)は、従来の小断面トンネルでは作業空間

と汎用機械寸法の制約上、単線軌道方式が用いられているため、ずり搬出と資材搬入の同時作業ができないことから、搬送距離が長くなるほど作業効率が悪くなっていたのを、複線方式を取入れて改良した新しいずり搬出システムである。同システムは、トンネル半断面片側に配置したベルトコンベヤ下部にずり鋼車が侵入していない場合は、下からベルトコンベヤを支持し、侵入している場合は、鋼車で支持する方式であり、水路トンネルに導入した結果、ずり搬出と資材搬入を効率よく行うことができた。

「シールドのスポーク回転式カッタービット交換工法の開発と適用」(清水建設、三菱重工)は、これまで長距離や礫地盤シールド工事においては、カッタービットが摩耗し掘削に支障をきたすため交換の必要があり、従来は交換用の立坑を築造して人力による交換作業を行っていたのを、カッタスポーク背面に予備ビットを装着し、このスポークを回転させることで、損耗したビットと予備ビットを入替える工法についての報告である。スポークの回転はバルクヘッドに取付けられたラックとスポークの歯車を噛み合わせ、カッターヘッドを旋回して行う仕組みであり、現在、実機に適用中である。

## [10] トンネルとその機械

(座長：阿部愛和)

「大口径下水管路補修工法の開発」(熊谷組)は、既設供用下の大口径下水管路の補修を可能にするための開発技術で、劣化コンクリートを削り取るはつりシステムと防食シートを巻付ける覆工システムにより構成されている。はつりシステムを防水型切削システムとし、シート覆工システムではゴム製エアバッグにより上下流を締切り、ドライ状態で作業を行うことを特徴としている。今後営業展開を通じて実施工への適用をめざすとともに小口径の管路や部分補修への対応、管路の無人調査ロボット等の開発を通じ総合的リニューアル技術の開発を進める。

「大型シールドマシンの水平移動の施工報告」(佐藤工業)は、みなとみらい21線にて使用した泥水加圧式シールドマシン及び後続台車を他工区で利用するために水平移動させた施工報告である。マシン及びマシン受台の合計重量1,000tをテフロン加工したスライドベースにより摩擦係数を軽減させ、70tジャッキ(ストローク1,700mm)2本を用い盛替え回数をできるだけ少なくすることにより、移動距離138mを約5日間で水平移動させた。マシンの重心が前方にあるために、前側からジャッキで引くことにより安定した水平移動を実現させた。

「トレンチャーによる中央排水溝の施工法」(大成建設)は、九州新幹線鹿児島ルート田上トンネルにおける中央排水溝の施工を従来他用途に使用されていたトレンチャーを用いて行った報告。本施工法の採用により他工種の車両通行が可能になり工期が短縮し、余掘り量が減少するなどの効果を確認した。また、集塵機・黒煙浄化マフラを取付け、連続ベルトコンベヤずり出しによりダンプを不要とし、坑内環境の改善を図った。硬岩盤地帯ではブレーカや発破工法との組合せ施工も可能とし、今後のトンネル中央排水溝施工の一方法を示唆した。

「都市部で施工の大断面シールドの泥水処理設備」(佐藤工業)は、鉄道単線(シールド外径 $\phi$ 7.26 m)工事と引続き施工される駅部トンネル(シールド外径 $\phi$ 10.3 m)工事で設置された共用の巨大防音ハウスと泥水処理プラントの実施報告である。都市部施工のため狭隘な敷地に近隣の日照権を考慮した2階建て防音ハウスを設置し、その中に振動節、タンク、フィルタプレスなどの東京湾横断道路の規模に匹敵する設備を効率良く配置し、工期の短縮とコストの低減を図ったものである。今回の事例で今後の類似工事の施行計画に役立たせる。

「既設トンネル覆工背面空洞のコンパクトな新充填システム」(清水建設)は、新規に開発した施工システム「アクアコンパクト」を実際の工事に適用した施工報告。NATM以前の工法で施工されたトンネルの覆工背面に存在する空洞の充填を新工法で行うことにより、

- ① 第三者交通への影響が最小限となる、
- ② 充填作業が季節や時間帯の影響を受けにくい、
- ③ 施工箇所数および配置が容易に調整可能となる、
- ④ 準備・片付け作業が少なくなり施工時間が長くとれる、

などの効果を確認した。現在15現場で適用実績があるが、今後より一層の施工性の向上と大量施工をめざす。

## [10] トンネルとその機械

(座長：村本利行)

「勾配12%を含む上水道を急勾配搬送システムで施工」(大豊建設)は、5%を超えるシールド工事に適用する急勾配搬送車「じょくらいまー」の開発に関する報告である。

「じょくらいまー」の仕様と適用結果は次のとおり。

- ① タイヤ駆動式で、牽引力はI型の駆動レールにゴム製駆動輪4輪を左右から挟みつけて発生させる。
- ② 牽引力は33 kNで5種類の制動装置を備え、最小曲線半径 $r=15$  mの走行が可能である。
- ③ 12%勾配の実施工に適用した結果、所期の目的を達

成した。

「複線泥水シールドの調整槽の共有化」(佐藤工業)は、泥水シールドを2本同時に施工する場合の各調整槽を、大型調整槽一つに共有化した泥水処理プラントシステムの紹介と、長所と短所についての報告である。

本システムの通常と異なる点は、上記の他、排泥ラインにクロスバルブを設け、振動節の相互利用を可能とした点である。

長所は、比重変化量の減少、一次処理設備の相互利用等で、短所は、掘削土量管理のプラントからの算定の難しさ、比重調整のタイミングの難しさである。

「縦二連分岐式泥水シールド工法(H&Vシールド工法)に関する施工」(西松建設)は、標記工法での急曲線施工における姿勢制御、地中分岐等の結果に関する報告である。

本工法は、二つの円形断面シールドを接合した複断面シールドをらせん状に掘進することや、分岐したりするもので、本シールドには以下の特徴がある。

- ① 二つの前胴が相反する方向へ中折れするクロスアーティキュレート機構によるローリング制御機構を有する。
- ② 着脱可能な接合ピンによるシールド機間接続。

急曲線( $r=15$  m)での姿勢制御は、満足な結果であった。

「泥土圧シールドの掘削土再利用における流動化処理システムの開発」(佐藤工業)は、泥土圧シールドの発生土の一部を、トンネルのインバート材および路上埋戻し用の流動化処理土として再利用するための製造システムの開発に関する報告である。本システムの特徴は、泥土を効率よく解泥する装置として混合混練と分散混合作用を兼ね備えたプロシエアミキサを、高速でセメントと溶解泥土を強制的に連続混合する装置としてスパイラルピンミキサを採用していることである。

「スパイクハンマー付きコンクリートはつり機の開発」(間組)は、コンクリートの劣化に伴い、増加すると予想される下水道管渠補修工事に対するコンクリートはつり機開発に関する報告である。

本機は、空圧式の打撃によってコンクリートを砕くスパイクハンマーをレール台車に搭載し、管渠アーチ部に沿ってガイドレールを中心に旋回する機構と、トンネル進行方向の前後2 mをスライドする機構とからなる。

実施工での結果、省力化、省人化の成果が得られた。

今後、自動化等を改良し、 $\phi$ 2.0 m級への適用を図る。

## 部 会 報 告

# ISO/TC 214 昇降式作業台 — マーストリヒト国際会議報告 —

## ISO 部 会

### はじめに

ISO/TC 214 は昇降式作業台に関する専門委員会 (TC) で、米国が幹事国を担当する。日本の対応委員会は、(社)日本建設機械化協会に設けられている。

同専門委員会 (TC) の第 4 回国際会議が 2000 年 9 月 18 日から 20 日までの 3 日間、オランダのマーストリヒトで開催され、日本から小田 ((株)タダノ) が第 1 作業グループ (WG1) 会議および TC の本会議に出席した。会議の概要を以下に紹介する。

会議の開催された場所、議題、日程、出席者は下記のとおりである。

- ・場 所：オランダ・マーストリヒト市マーストリヒト見本市/会議場
- ・議 題：審議対象は高所作業車に関する 4 件の ISO 規格案
- ① 「設計計算、安全のための要求条件、試験方法」、ISO/DIS 16368.3, Design calculation, safety requirements and test methods
- ② 「運転者教育」、ISO/CD 18878, Training of drivers
- ③ 「マニュアル」、ISO/CD 18893, Manuals – Safety principles, inspection, maintenance and operation
- ④ 「操作盤等に使用する絵文字」、ISO/DIS 20381, Symbols for operator controls and other displays
- ・会議日程

	午 前	午 後
9月18日(月)	TC 214/WG 1	TC 214/WG 1
9月19日(火)	TC 214/WG 1	TC 214/WG 1
9月20日(水)	TC 214/WG 1	TC 214 本会議

### ・出席者

WG 1 に 19 名、TC 214 本会議には 21 名が審議に参加した。幹事国は米国、議長は Paul Young 氏が務めた。なお、当初議長を予定していた Ekstein 氏は欠席した。出席者の内訳を国別にみると次のとおりである。



写真—1

### ① WG 1 会議 (19 名)

米国 (11 名、議長および事務局 2 名の計 3 名を含む)、カナダ (2)、フランス (2)、ドイツ (1)、イギリス (1)、スウェーデン (1)、日本 (1)

### ② TC 214 本会議 (21 名)

上記 WG 1 メンバーにポーランド (1 名、ISO/TC 195 (建築用機械専門委員会) 議長の Szymanski 氏) およびフィンランド (1) が加わった。

### 審議概要

3 日間にわたる会議は初日、議長の開会の辞、出席者の自己紹介、議題の承認で始まった。事務局から ISO/TC 214 専門委員会と WG 1 の現状説明、関連する委員会の活動状況について簡単な説明があり、WG 1 の議題の審議に入った。

### (1) WG 1 会議

#### (a) 「設計、安全、試験」ISO/DIS 16368.3

ISO/DIS 16368.3 (改訂第 3 版) について審議した。内容そのものは過去の国際会議と投票によってほぼ固まっており、今回は主に個々の項目の表現点検が行われた。しかし本会議の最終段階の裁決でフランスが反対したた

め、規格案を FDIS とすることはできなかった。今回の結果を DIS 改訂第 4 版として今後審議が継続される。

フランスの反対の理由、今後の審議スケジュールについては TC 214 本会議の項で述べる。

(b) 「運転者教育」ISO/CD 18878

フランス提案を手直した米国案について審議した。今回は規格全体の構成のチェックを行った。結果は再度、委員会原案 (CD) として回付され、これについては 2001 年 5 月 16 日 (水)～5 月 18 日 (金) 開催予定のシアトル会議で審議される。

(c) 「マニュアル」ISO/CD 18893

内容についての審議はなかった。DIS 案がこれから回付される (時期触れず) 予定である。同案については 2001 年 5 月 16 日 (水)～18 日 (金) 開催予定のシアトル会議で審議する。

(d) 「絵文字」ISO/DIS 20381

フランスの提案として DIS 案が回付された。詳細はシアトル会議のテーマ。

(2) TC 214 本会議

TC 214 WG 1 の審議結果の報告と総括、および TC 195 (建築用機械専門委員会) の活動報告などが行われた。

(a) TC 214 の審議概要

WG 1 で審議した ISO/DIS 16368.3 (設計、安全、試験) は、採否におけるフランスの反対で承認されず、FDIS とはならなかった。

フランスの反対は同国内の手続き上の理由によるものである。つまり、同国の規格・規則を統括する同国機関 (National Standard Committee、と表現された) が、同日 (9 月 20 日) 決議採択の時点までに WG 1 の審議結果について承認しなかったから、というのがその理由であった。

その結果、ISO/DIS 16368.3 は 16368.4 (第 4 版) として次回の国際会議で審議を継続することになった。次回の会議は 2001 年 5 月 16 日 (水)～5 月 18 日 (金) の 3 日間、米国のシアトルで開催することが決まった。

シアトル会議までのスケジュールはつぎのとおりである。

フランス国内意見まとめ、同国から事務局へ報告：2000 年 12 月から 2001 年 1 月頃に完了の予定である。

- ・ISO/DIS 第 4 版の回付：2001.1 月末頃までに行う。
- ・各国による第 4 版見直し：2000 年 1 月以降に実施する。
- ・シアトル国際会議で審議：2001 年 5 月 16 日～18 日  
フランスの反対 (上記) の影響を受けて議事が混乱したためか、会議の結果を確認する決議案の採択はなかった。



写真-2 マーストリヒト市庁舎

(b) TC 195 よりの報告

- ・2000 年 5 月のワルシャワ会議の結果を中心に、TC 195 の活動状況について同委員会議長の Szymanski 氏 (ポーランド) から報告があった。
- ・同議長から、組立て足場規格を TC 214 で引受けてほしいとの要請があった。しかし、TC 214 にはその分野の専門家がないこと、そして現在高所作業車の複数の規格案を検討中であるなどの理由で TC 214 はこれを断った。

6. おわりに

マーストリヒトはオランダ南部にある、マーストリヒト条約 (連合条約) でもその名がよく知られる人口 12 万ほどの都市である。

会議は「マーストリヒト見本市・会議場」という施設で行われ、会議のあとは高所作業車の国際展示会「APEX 2000」が同じ場所で開催された。実は ISO/TC 214 会議は、事務局が出席者の便宜を考えて時期と場所をこの展示会に合わせたものである。会議出席者のほとんどが高所作業車メーカーの関係者であり、展示会と兼ねて会議へ出向いてきたメンバーが多かった。展示会とあわせて開かれたシンポジウムでは、テーマの一つとして「高所作業車規格」も取上げられ、ISO/TC 214 議長を務めた Young 氏が「高所作業車の世界規格」と題して「設計」、「運転者教育」に関する ISO 規格策定の状況を、今回の会議の結果をまじえて説明していた。もともと ISO 規格原案が欧州から出たこともあってか、米国は勿論、欧州の高所作業車の業界が ISO 規格化の動向に強い関心を持っていることがこのシンポジウムでも窺えた。

(ISO/TC 214 日本代表・小田 淳 [(株) タダノ])

# 部 会 報 告

## シールドトンネルおよび山岳トンネル工事用 建設機械の現状と将来の展望

—アンケート調査結果報告書（抜粋版）—

機械部会トンネル機械技術委員会

1. はじめに	3. シールドトンネル調査結果	4. 山岳トンネル調査結果
(1) 目 的	(1) 「機械設備の要求機能・性能」について	(1) 「機械設備の要求機能・性能」について
2. 調査方法	(2) 「情報化・装置化施工」について	(2) 「自動化・ロボット化」について
(1) 調査対象	(3) 「環境負荷の低減」について	(3) 「環境負荷の低減」について
(2) シールドトンネル工事調査結果	(4) 「工事の安全」について	(4) 「工事の安全」について
(3) 山岳トンネル工事調査結果		5. まとめ

### 1. はじめに

トンネル機械技術委員会では、(社)日本建設機械化協会機械部会の部会運営の基本方針に沿って、シールドトンネル工事及び山岳トンネル工事における建設機械などの現状と将来の展望などについてアンケート調査を実施してきた。

本報告書（抜粋版）は、平成10年度に実施したアンケート調査をもとに、さらにコストパフォーマンスへの分析考察を行い取りまとめたものである。

#### (1) 目 的

建設の施工のみならず、建設資機材の生産のさらなる機械化も視野に入れて、安全性の向上および環境との調和を図りながら、機械技術的な方策を中心として、建設の生産性の向上（建設生産におけるコスト縮減あるいはコストパフォーマンス改善）に貢献することを目的に検討した。

アンケート調査に当たっては、ユーザサイドのニーズをベースに施工法・技術面からの機械化に対する改善要望や機械設備の要求機能、安全性と環境との調和など、21世紀に向けてトンネル施工と機械化のあるべき姿と課題について取りまとめたものである。

アンケート調査項目は以下のとおりである。

- ① 情報化・装置化施工について
- ② 自動化・ロボット化について
- ③ 機械設備の要求機能・性能について
- ④ 工事の安全について
- ⑤ 環境負荷の低減について

### 2. 調査方法

#### (1) 調査対象

アンケート調査は発注者、施工会社、機械メーカを対象とし、調査対象については工事の規模、工法種別などに主眼を置いて調査を行った。

#### (2) シールドトンネル工事調査結果

アンケート対象現場は、協会の会員各社が現場施工でないまたは最近施工を完了したシールド現場から抽出した。アンケートの結果、有効回答件数は200件となった。その工事の内訳を表-1、表-2 および図-1～図-5に示す。

表-1 掘削外径別件数（カッコ内%）

掘削外径	泥水式	泥土式	その他	計
3m未満	18(9.0)	64(32.0)	0(0.0)	82(41.0)
3~5m	16(8.0)	29(14.5)	0(0.0)	45(22.5)
5~7m	10(5.0)	21(10.5)	0(0.0)	31(15.5)
7m以上	19(9.5)	10(5.0)	0(0.0)	29(14.5)
異形断面	6(3.0)	4(2.0)	3(1.5)	13(6.5)
計	69(34.5)	128(64.0)	3(1.5)	200(100.0)

表-2 掘進距離別件数

掘削外径	泥水式	泥土式	その他	計
1km未満	17(8.5)	48(24.0)	2(1.0)	67(33.5)
1.0~1.5km	18(9.0)	40(20.0)	1(0.5)	59(29.5)
1.5~2.0km	15(7.5)	25(12.5)	0(0.0)	40(20.0)
2.0km以上	19(9.5)	15(7.5)	0(0.0)	34(17.0)
計	69(34.5)	128(64.0)	3(1.5)	200(100.0)

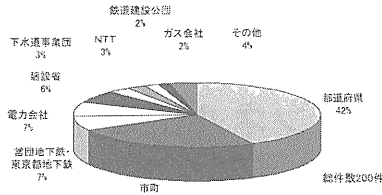


図-1 発注者別工事件数割合

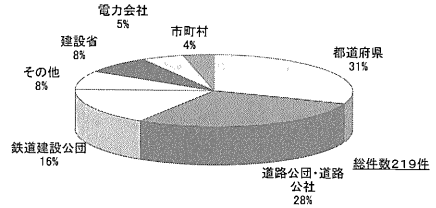


図-6 発注者別工事件数割合

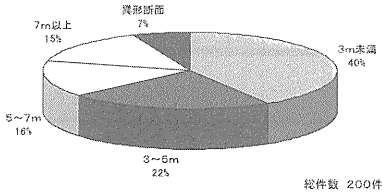


図-2 掘削径別件数割合

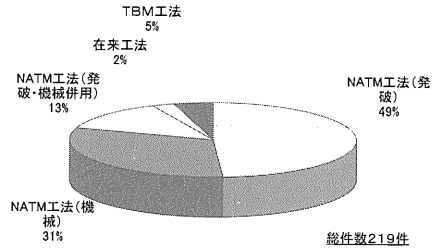


図-7 工法別工事件数割合

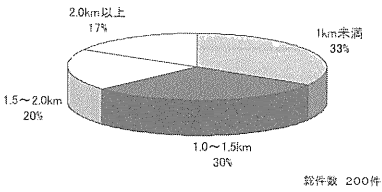


図-3 掘削距離別件数割合

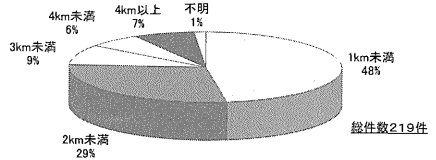


図-8 掘削延長別工事件数割合

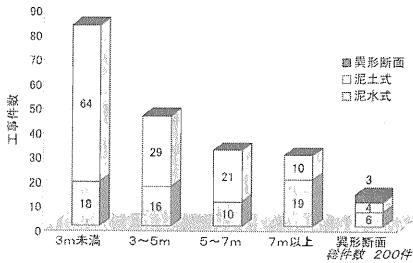


図-4 掘削外径と工法別工事件数

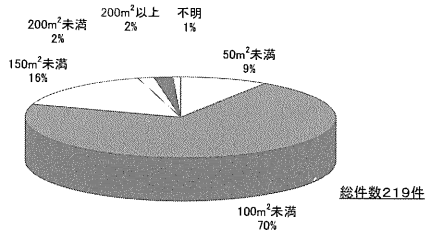


図-9 掘削断面積別工事件数割合

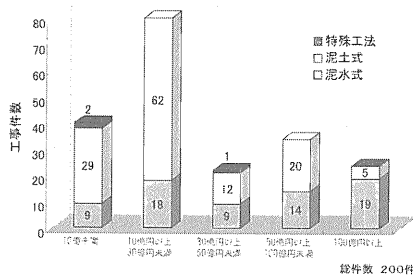


図-5 請負金額別工事件数

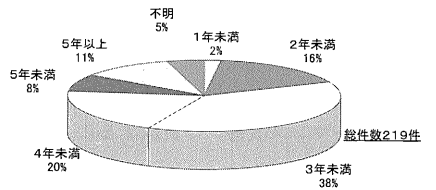


図-10 工期別工事件数割合

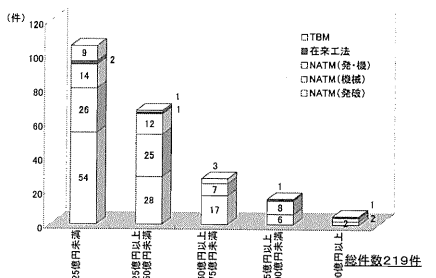


図-11 請負金額別工事件数

(3) 山岳トンネル工事調査結果

アンケート対象現場は、協会の会員各社が現在施工中ないしは最近施工を完了した山岳トンネル現場から抽出した。アンケートの結果、有効回答数は219件となった。その工事の内訳を図-6~図-11に示す。

### 3. シールドトンネル調査結果

#### (1) 「機械設備の要求機能・性能」について（シールドトンネル編）—調査結果の分析—

##### (a) 目的

本アンケートではシールド工法の機械設備の要求機能と性能向上について、施工者およびメーカーにアンケート調査を実施し、将来の機械設備のあるべき姿を把握するとともに基本的なコンセプトイメージを創ることに役立つことを目的とする。

##### (b) アンケート内容

現在主流である泥土圧シールド工法および泥水加圧シールド工法を中心として、要求品質項目に対する新技術の実施状況や将来の必要性を機械設備および機能・性能別に調査した。

新技術の実施状況調査に当たっては、各シールド工法の要求品質項目に対する機械設備および機能・性能の項目から複数回答可能としてアンケートを実施した（表—3）。

##### (c) アンケート結果

##### (i) 全体を通した結果

##### ① 新技術に対する取組み状況（図—12）

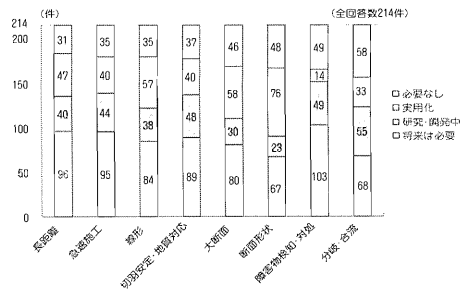
全有効回答数 214 件の内、各要求品質項目に対する機械設備・装置などについて新技術の実用化段階にあるものが 21%、研究開発中のものが 19%、将来は新開発が必要と考えているものは 40%であり、シールド工法における新技術の開発における関心が高いことを示している。

特に矩形、多円形などの最適断面形状や大断面シールドや線形対応に対する新技術の実用化が多い。障害物の検知とその対処方法については、現在の実用化件数は少ないが新技術開発の期待が大きい。

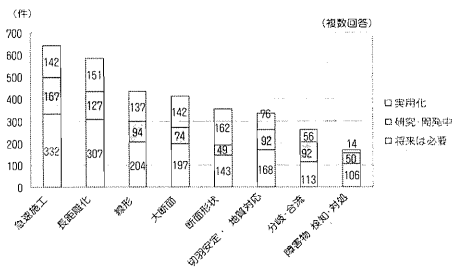
以上の結果は、我が国におけるシールド工法は、企業者、施工会社および機械設備メーカーなどが一体となって新工法、新技術、新装置の開発に力を注ぎ、高度な施工管理のもとで施工されてきており世界的に見ても最先端の技術であることを裏付けている。

表—3 アンケート項目

シールド工法の要求品質項目	機械設備および機能・性能
<ul style="list-style-type: none"> <li>・急速施工</li> <li>・長距離施工</li> <li>・掘削線形</li> <li>・大断面掘削</li> <li>・断面形状の多様化</li> <li>・切羽安定・地質対応</li> <li>・分岐・合流</li> <li>・障害物検知と対応</li> </ul>	A. カッター系（電動、油圧、トルク、回転数、ビット交換など） B. 推進系（推力、本数、ストローク、速度など） C. ざり排土 D. セグメントエレクタ E. 地上設備 F. 裏込め注入設備 G. 二次覆工, H. 構内搬送, 立坑搬入, I. テールシールド J. 方向制御装置, K. 自動運転, L. 添加材（作泥設備） M. 前方探査・切羽安定, N. 換気, O. 測量, P. その他



図—12 新技術に対する取組み状況



図—13 個別要求品質項目に対するアンケート結果

##### ② 個別要求品質項目に対するアンケート結果（図—13）

急速施工、長距離対応、線形対応および大断面シールドの技術開発が盛んであり、これらの技術は今後も必要と考えられている。建設コスト縮減に対しては長距離を安全確実に高速施工することが大きく寄与することを裏付けていると思われる。

##### (ii) 個別要求品質項目と機械装置などの新技術のアンケート結果

以下は個別の要求品質項目に対してどのような機械設備や装置の開発に取組んでいるかのアンケート結果である（図—14）。

シールド工法の要求品質に対する機械設備・要素別の実用化新技術はカッター系、方向制御装置、推進系、セグメントエレクタ、テールシールドや掘削土砂の搬送装置などの実用化が多い。

##### (d) 考察

##### (i) 現状の把握

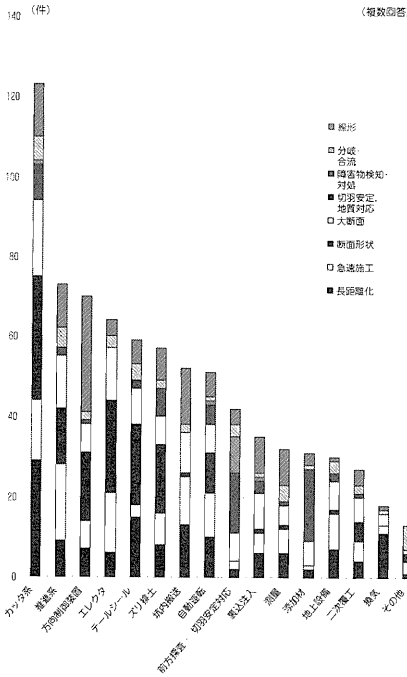
今回のアンケート調査では、シールド工事における機械設備の要求機能・性能の向上について広く調査した。その結果、大断面、大深度、長距離、急速施工のテーマに対して新技術開発の要望が高いことが分かった。

アンケート結果から掘削延長に対する掘削土(m<sup>3</sup>)当たりの請負金額を図—15に示す。

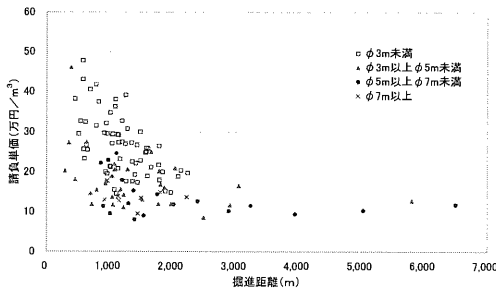
掘削延長が長くなるほど掘削土(m<sup>3</sup>)当たりの施工単価は下がることがわかる。

図—14に示すとおり、急速施工、長距離、線形に対する新技術開発が盛んであることはシールド施工の長距離化





図—14 機械設備・要素別の実用化新技術の実施状況



図—15 シールド工事請負単価 (掘削外径別)

によって、施工コスト低減効果が大きいことを裏付けていることを示している。

(ii) 課題

今後は更にニーズの高い項目について重点的に新技術開発や導入などの課題や制約、開発体制などについて検討し、生産性向上を図るべく機械設備の要求機能・性能の向上に対する基本的なコンセプトイメージを築きあげる必要がある。

(2) 情報化・装置化施工について (シールドトンネル編) — 調査結果の分析 —

(a) 調査の目的

生産性の向上を計る方法として「情報化・装置化」が重要な要素となるが、土木工事の場合には、注文生産でしかも現場生産が主体となるため、他産業に比較して、

表—4 アンケート調査項目

質問項目	回答選択肢
1 採用した情報システム	<p>&lt;情報化&gt; 泥水管理, 裏込注入管理, 土圧管理, 環境計測, 位置測距, 掘削土量管理, 線形管理, ビット摩耗検知, 切羽崩壊探査, 入坑者管理, 立坑変位計測, 地盤変動計測, 出来型管理, 自己診断, 切羽障害物探査, 切羽土質探査, その他</p> <p>&lt;装置化&gt; シールド遠隔操作, 自動裏込め注入, 自動方向制御, 土砂圧送装置, 送排泥管施設装置, ボルト増締装置, 搬入装置, 自動組立て, 自動搬送装置, 軌条施設装置, 半自動組立て, その他</p>
2 システム採用の目的	安全性の向上, 品質精度の向上, 省力化, 作業環境の改善, 工期短縮, コスト削減, 施工の指定, 会社の技術PR, 技術開発, その他
3 採用システムの操作場所	中央・総合管理, 中央・専用管理, 坑内・総合管理, 坑内専用管理, 機働管理, その他
4 システムの実用化度	実用化完了, 開発完了, 開発中
5 採用目的の達成度	十分効果有り, やや効果有り, 変わらない, あまり効果なし, 全く効果なし
6 今後の課題	安全性の向上, 品質精度の向上, 操作・機能の簡易化, 作業環境の向上, 工期短縮, 省資源・省エネルギー, コスト削減, 作業量・作業工数の削減, その他

「情報化・装置化」が遅れている印象は否めない。

今回、土木工事の「情報化・装置化」推進・普及の参考資料とすべく、比較的情報化の進んでいると思われるシールドトンネルでの実態をアンケート調査した。

(b) アンケート内容

アンケートは、工事で採用した「情報化・装置化」に関連するシステム・装置について、表—4の調査票により選択式で下記の内容について質問した。

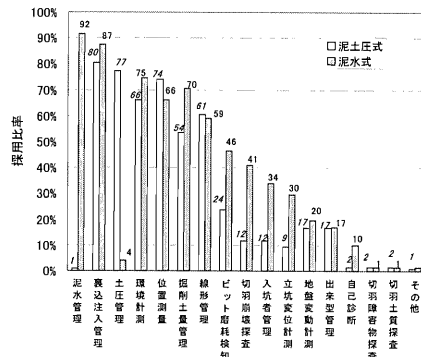
(c) アンケート結果

(i) アンケート現場

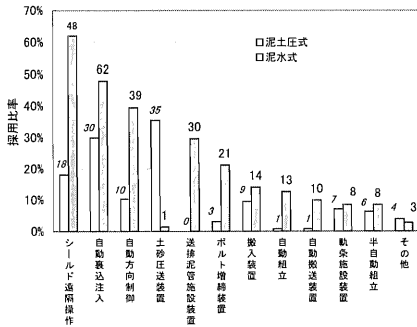
アンケート対象は、(社)日本建設機械化協会のトンネル機械技術委員会の参加各社が、現在施工中ないしは最近施工したシールド工事の中から抽出し実施した。アンケートの有効回答件数は200件で、結果をまとめて下記に紹介する。

(ii) 採用システム

現場で採用されている「情報化・装置化」に関連するシステム・装置の名称と採用件数をまとめると図—16



図—16 情報化システム採用比率



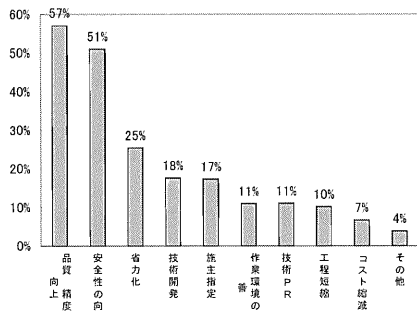
図一17 装置化システムの採用比率

および図一17のようになる。

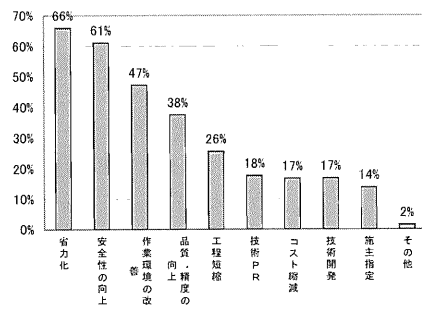
工種別に見ると情報化・装置化システムとも、泥水式での採用比率が土圧式より高いことが分かる。これは、泥水式が掘削土排出が配管による流体輸送のため、ポンプの運転制御に自動化技術が必要としたためで、掘進機や周辺機器の自動化を取込みやすい環境があったからといえる。土圧式でも配管輸送の土砂圧送装置の採用が35%あることで、泥水式と同様の情報化・装置化が進んでいく状況にあると観測される。

(iii) システム採用の目的

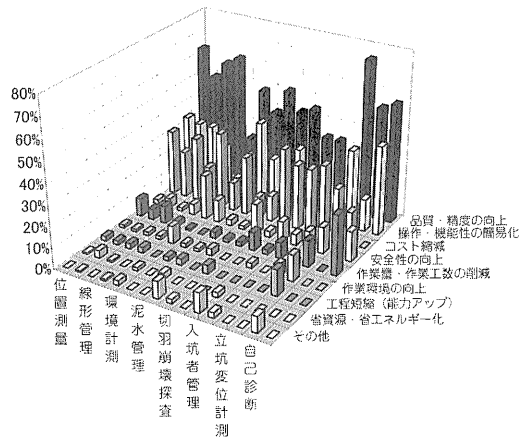
システムの採用目的として回答した現場の割合を図一18、図一19に示す。数値は複数回答でのシステム全体の平均値を示している。



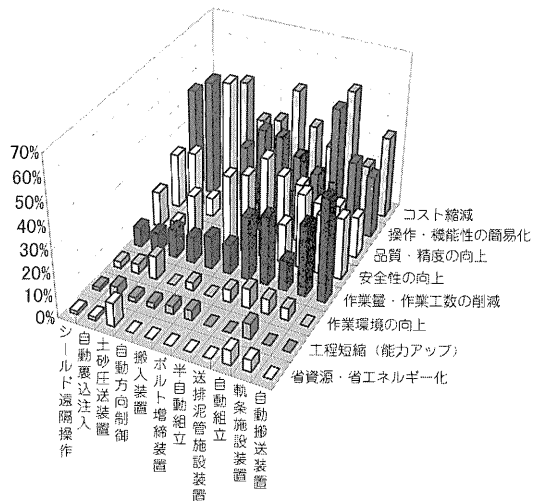
図一18 情報化システム採用目的 (全体の平均値)



図一19 装置化システムの採用目的 (全体の平均値)



図一20 情報化システムの今後の課題



図一21 装置化システムの今後の課題

(iv) 採用システムの課題

システムに対する今後の課題についてのアンケート結果を図一20と図一21に示す。全体の傾向として品質の向上、操作の簡略化、コストの低減が大きな課題として挙げられている。

(d) 考察

(i) 採用の傾向

- ① 情報化・装置化とも機種による大きな差は見られないが、泥水式での採用比率が土圧式より高い傾向にある。
- ② また、土圧式でも土砂圧送システムの採用が30%を超えている。土砂圧送システムの採用が進めば、土圧式と泥水式のシステム的な差は無くなるものと考えられる。

(ii) システム採用の目的

システムを採用する目的で多いのが、品質の向上、安全性の向上、生産性の向上（省力化・工期短縮・コスト低減）であるが、技術開発・施工指定・技術PRの項目も比率が高く、技術競争的な側面の強さも窺える。

### (iii) 今後の課題

今後の課題として多いのが、システムの精度の向上、操作の簡易化、コスト縮減と続いている。これらの項目はお互いに関連するもので、今後システムの在り方やシステムの必要機能、目的などを見直し、コストパフォーマンスの高い装置・システムにする必要があろう。

## (3) 「環境負荷の低減」について（シールドトンネル編）—調査結果の分析—

### (a) 目的

環境負荷には「作業当事者への環境負荷」と、「第三者（近隣住民，周辺地域）への環境負荷」があるが、今回の調査では後者つまり「第三者（近隣住民，周辺地域）への環境負荷」について調査を行った。

ISO 14001 認証取得の動きが全国的に広がってきており、短期的作業現場といえども環境に配慮する気運が高まっている。住民，地域との接点である各工事現場において、騒音・振動，排出ガス，省エネルギー，排出土といった項目につき、シールドトンネルでの問題点とそれに関連する機械，対応等について調べた。今回はそのうち騒音・振動，排出土について報告する。

### (b) アンケート内容

#### ① 騒音・振動について

- ・工種ごとに、住民からの苦情の有無，改善の要否，該当する機械の調査

- ・対応方法

#### ② 排出土について

- ・建設発生土の利用方法，利用用途の調査
- ・建設廃棄物の処理方法，利用用途の調査

### (c) アンケート結果

#### (i) 騒音・振動について

##### ① 環境への影響

図-22，図-23より、工種設備別で一番苦情件数が多いのが「基礎工事，立坑工事に伴う振動・騒音」(58件，全件数の28%)であり、これに関連する機械は油圧ショベル，基礎工事機械（杭打ち・杭抜き機械，地中連続壁機械他）等が挙げられる。以下「坑外設備による騒音・振動」，「掘削による騒音・振動」，「作業敷地内荷役に伴う騒音・振動」が40件前後でこれに続く。

施工者として改善要とした件数が最も多いのが「坑外設備による騒音・振動」(42件)でこれに関連する機械は泥土・泥水処理設備，裏込め注入プラント，添加材プラント等のプラント設備，送風機，門型・天井クレーン等が挙げられる。以下「作業敷地内荷役に伴う騒音・振

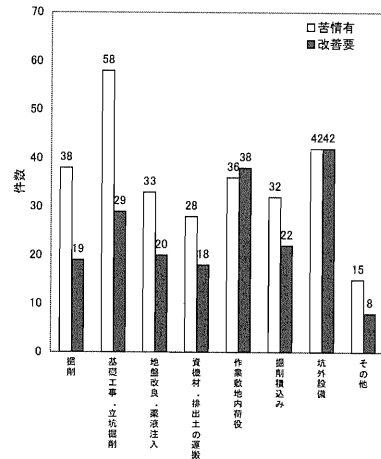


図-22 騒音・振動による環境への影響

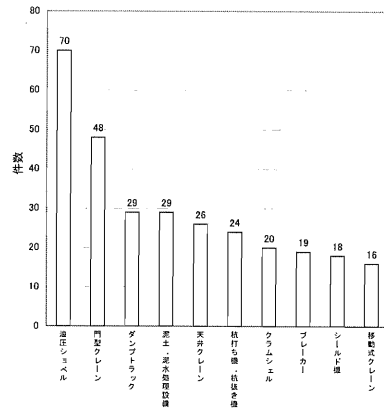


図-23 騒音・振動に関連する機械

動」，「基礎工事・立坑掘削に伴う騒音・振動」がこれに続く。

周辺住民からの苦情と施工者としての改善要の認識については、「坑外設備による騒音・振動」，「作業敷地内荷役に伴う騒音・振動」に関しては両者ほぼ等しいが、「基礎工事・立坑掘削に伴う騒音・振動」，「掘削に伴う騒音・振動」に関してはかなり乖離がある（住民からの苦情が施工者としての改善要の認識の倍ある）。

騒音・振動に関連する機械の中では、油圧ショベルが70件で一番多い。防音対策が取りにくい基礎工事，立坑掘削で油圧ショベルが使われることが多いため，苦情が多くなっていると思われる。次が門型クレーンであるが，同じ用途の天井クレーンと併せれば74件と，油圧ショベルを抜いてしまうことになる。これら荷役設備は使用頻度が高く，昼夜工事の多いシールド工事において対応策の取り難い機械の一つである。

#### ② 影響の評価及び現場での対応

図-24より，騒音・振動の基準・規制については約8

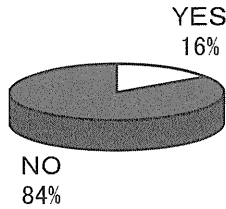


図-24 騒音・振動の基準・規制が厳しすぎる

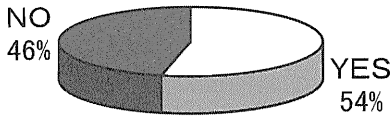


図-25 騒音・振動の基準・規制をクリアしているのに苦情有

割が容認しており、現行の規制が厳しすぎるとは捉えていない。しかし、図-25より基準・規制をクリアしているのに苦情があると6割が回答している。これは、基準・規制をクリアしていても、苦情はそれに関係なく周辺住民の感覚・感情によるものであり、基準・規制さえクリアすれば良いということにはならないことを示している。

アンケートによれば、防音ハウス、防音壁、防音扉等の防音設備は設計に含まれていることが多く、これに基づき対応しているケースが多い。発生源の機械に対する対応は低減処置、設置場所の考慮、作業時間の考慮において約7割強が実施しており、シールド工事では比較的積極的に対応していると思われる。「地元近隣住民への説明会等での了解」については、約9割の現場で実施している。

(ii) 排出土の処理について

① 発注者の指定

発注者による処分方法の指定は、自由処分と指定処分がほぼ半数づつとなっている(図-26参照)。しかしながら、土圧式シールドと泥水式シールドを区分してみると、図示していないが、土圧式では73%が指定処分であり、泥水式では逆に57%が自由処分となっており、シールド形式による違いが出ている。

② 建設発生土

利用できる場合の利用方法として、手を加えずそのままの状態ですべて直接利用が40%、各種の方法で処理し、状態を改良して利用が約60%となっている(図-27参照)。

再利用の用途として、埋戻し69件、盛土36件、埋戻し+盛土11件、その他33件となっている(図-28参照)。埋戻し及び盛土が全体の78.5%であり、予想通りの結果となっている。

③ 建設廃棄物

廃棄物の種類は、図-29に示すように汚泥132件、建

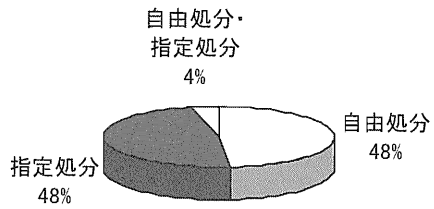


図-26 発注者の指定

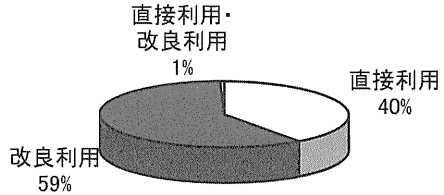


図-27 発生土 利用方法

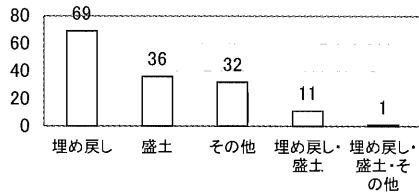


図-28 発生土 再利用の用途

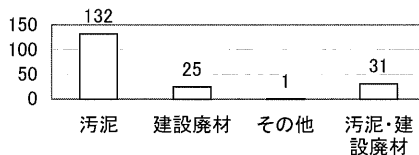


図-29 廃棄物の種類

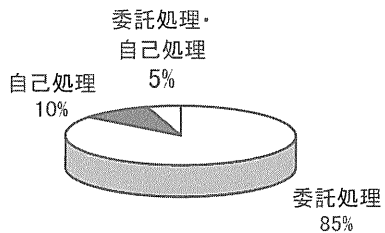


図-30 廃棄物 処理方法

設廃材25件、汚泥+建設廃材31件、その他1件であり、圧倒的に汚泥が多く、シールド工法に付属するものであることは明確である。

処理方法としては、図-30に示すように、委託処理85% (161件)、自己処理10% (19件)、委託処理+自己処理5% (9件)となっており、全体の85%が委託処理である。しかしながら、残り15%と割合は少ないが自己処理もあり、今後の動向が注目される場所である。

## (d) 考 察

## (i) 騒音・振動について

シールド工事中において防音壁、および防音ハウスによる防音設備が完備されるのは本工事時（シールド掘進開始時）であるため、どうしても基礎工事、立坑掘削時には仮の防音設備（良くて防音壁だけ）となってしまう。このため基礎工事、立坑掘削に伴う騒音・振動の苦情が多い。これらの対応としては低騒音、低振動の機械の選定とともに、油圧ブレーカなど構造的に解消できないものは、新機構、新工法の開発が必要である。

周辺住民からの苦情と施工者としての改善必要の認識については、坑外設備、作業敷地内荷役は昼夜を問わず稼働する機会が多いため、施工者としても環境に配慮が必要との認識があり高くなっていると思われる。一方、基礎工事・立坑掘削は、前述の如く対策が取り難いため、意識の上で一歩引いた感があり、住民意識と乖離が生じたものと思われる。

## (ii) 排出土の処理について

現在のシールドは大部分が密閉機械式であり、その掘削土の性状はほぼ汚泥状態である。しかし、今回のアンケートで、建設発生土に対しかかなりの数の回答を得た。これは、量の多寡を問わず、建設発生土が発生すれば、建設発生土の項目に回答するようになってきているためである。したがって、比率は件数に対するものであり、必ずしも量の比を表していないと考えるべきである。このような発生土として、泥水式シールドにおける一次処理土、立坑掘削における発生土等があると考えられる。

建設副産物は環境に大きな影響を持ち、再利用率の向上が要求されている。そのためには、発注条件の改善、自助努力が必要である。今回のアンケートにその一端は見受けられるが、今後更なる改善、努力をする必要がある。

(4) 「工事の安全」について（シールドトンネル編）  
—調査結果の分析—

## (a) 目 的

都市の過密化が進むなかで、最近のシールド工事は大深度・長距離・急速施工が求められる状況にある。これに伴い、シールド機や仮設備等の自動化・システム化が進み、機械設備の取扱いが簡素化される反面、メンテナンスは煩雑化する一途である。

当然ながら、周辺環境や作業環境に対する対策も万全を求められることになる。そこでこれらの現状を踏まえ、最も危険要素が考えられるシールド機、坑内運搬設備、坑内換気設備について工事中における安全管理状況の調査を実施した。

## (b) アンケート内容

アンケート項目を表—5に示す。

表—5 アンケート項目

項 目	調 査 内 容
シールド機	取扱説明書の活用状況、保守点検の実施状況、セグメント搬送組立て
坑内運搬設備	最大勾配、最小曲線半径、坑内運行管理、自動運転
坑内換気設備	坑内有害ガスの有無、換気の方法
安全重点対策	特に策定する工種、機械設備

## (c) アンケート結果

## (i) シールド機

## ① メーカー取扱説明書の活用方法

シールド機を現地搬入時にメーカーから構造、取扱方法等を掲載した取扱説明書が添付されるが、90%以上が有効に活用している。

## ② シールド機の保守点検

シールド機の性能を維持し、過酷な作業条件下で使用するためには、日常の点検・定期点検が重要である。日常の保守点検は、シールド掘進施工業者の作業長や作業員（シールド機の運転手）によって行っているが、月例点検・年次点検になるにつれて、作業所機械担当者やメーカーによって実施している。シールド機の構造が年々複雑化している状況で、保守点検には一層の配慮が必要となる。

## ③ セグメント搬送・供給・組立て

## (イ) セグメント搬送・供給・組立て方法

シールド工事中における発生災害のうちセグメント搬送・供給・組立て中の事例が最も多い。近年、東京湾横断道路をはじめとする大口径・大深度シールド工事の普及に伴い、立坑への搬入からセグメント組立てまでを全自動で施工している事例もあるが、自動化可能なシールド外径に限度があり（約6.0m以上）、その割合はわずか5%である。

## (ロ) セグメント自動（半自動）搬送・供給・組立て時の駆動範囲への立入禁止方法

セグメント組立て等の自動化に伴い、装置付近における作業員等の挟まれ・巻込まれを防止するための安全装置が重要視される。装置が駆動する際に、表示灯やブザーにより付近への立入禁止を喚起する機会が多いが、自動運転の場合には操作者による緊急時の停止が不可能となるため、近接スイッチ等の取付けによる自動停止装置が必要となる。また、セグメント自動組立て装置等に近接スイッチを取付け、自動停止した場合のインタロックの解除方法としては、「周囲の安全を確認した後に手動で行う」が100%であり、新規開発機械に対するの対応が窺える。

## (ハ) セグメント組立て足場およびシールド機内作業足場

シールド機内の狭隘な場所でセグメントを組立てるために後方デッキの使用や専用組立て足場を設置するが、

電装品や油圧部品を組込んだあとでは、手摺りや昇降用梯子の設置変更ができない場合もあるので本体仕様を決定する際にあらかじめ詳細計画までを行うことが肝要である。小口径シールドにおける軽量のスチールセグメントから、1ピース10tの大口徑RCセグメントの取扱いに対する如実なアンケート結果となっている。また、中小口径泥土圧シールドにおいてやむをえず、スクリーコンベヤを足場とする場合があるが、スクリーコンベヤ上に「専用足場を設置する」が65件(53%)、「設置しない」が58件(47%)となっている。

#### ④ シールド機組立て解体

シールド機の組立て・解体は重量物を扱う作業で、万全な計画・管理を行わなければならない。特に、シールドが地中到達の場合、解体は全てが坑内作業となり、最も危険であり災害発生率も高い。組立て工事は、組立て精度や電気機器の配線、油圧機器の配管等、作業の正確さが要求されるため、シールド機製作メーカーを主体として実施されているが、解体工事はそれほど作業の精度を必要とせず、掘進完了直後の坑内作業の熟練度からシールド掘進施工業者を主体として行われている。組立て・解体作業に必要なクレーンは、作業所の直接管理で行われている。組立て・解体作業標準は、メーカーで作成したものを工事ごとに作業条件を組入れて手順書としている。作業足場については、組立て・解体時とも、固定足場が多く使用されている。作業範囲内の区分は作業区域全体あるいは作業箇所のみを立入禁止としている。

#### (ii) 坑内運搬設備

##### ① シールド線形

シールドの縦断勾配は、0~10%が163件(78%)であり施工性を重視した計画がされているが、31%以上が7%(16件)あり、河川横断や埋設構造物、地質変化への対応等、縦断線形を維持できない傾向が見られる。平面線形は、>101mRが35%(75件)、51mR~100mRが23%(47件)、31mR~50mRが8%(16件)、21mR~30mRが13.5%(28件)、16~20mRが9.2%(19件)、<15mRが22件で30mR以下の急曲線は30%以上あり(69件)、施工の困難性を示している。

##### ② 坑内運搬設備の種類

坑内に軌条を敷設して動力車(バッテリーロコ)で台車やずりトロを牽引する方法が大半を占めているが(98%:204件)、最近、軌条を使用しないタイヤ工法が開発された。本調査段階では全体の2%(3件)である。

##### ③ 動力車の運転方法と型式

動力車の運転方法は、運転手が直接運転席で操作する手動運転が90%(187件)、であるが熟練者不足対策や長距離施工対応として自動運転(20件:10%)が普及しつつある。

動力車の型式は従来型(161件:78%)に対し、急勾配

や自走台車、自動運転対応として、サーボロコの採用(46件:22%)が増加している。

#### ④ 動力車の重量とブレーキの構造

動力車の重量は、2tが48%(95件)、4tが16%(33件)で全体の60%以上を占め、中小口径シールドが大半であることを示している。ブレーキの構造は、従来の手動ブレーキと電磁ブレーキが半数以上を占めているが、サーボロコの普及により、サーボブレーキや油圧ブレーキ、トラックブレーキを併用するケースが増加している。

#### ⑤ 自動運転時の緊急停止装置

自動運転時の緊急停止方法として、障害物センサ15件、オーバーランセンサ15件、接触停止式パンパ23件、緊急停止押しボタン36件が取付けられている。障害物センサの感知位置は、直線部で15m→6m→3mで感知するケースが多い。曲線部では6m→3mのケースが多く採用されている。

#### ⑥ 坑内制限速度の設定

シールド坑内において動力車を運行する場合、坑内最高速度を設定する。設定速度は、7~8km/hが51%(106件)で最も多く、ついで5~6km/h、6~7km/hとなっている。

#### (iii) 坑内換気設備

坑内換気は、過去の坑内爆発事故等から、その重要性を認識しなければならない。施工前に十分な現地調査を実施し、危険有害ガスの性状や濃度を把握するとともに、坑内における適切な諸設備計画を行う必要がある。

##### ① 坑内危険有害ガスの有無と性状

- ・坑内危険有害ガスの有無→あり:39件(19%)、なし:168件(81%)
- ・坑内危険有害ガスの性状→溶存型:35件(調査全体の17%)、噴発型:4件(2%)
- ・坑内危険有害ガスの種類→酸化炭素9件(調査全体の4.3%)、メタン21件(10.1%)

##### ② 坑内防爆対策

坑内防爆対策は、坑内の危険有害ガスの性状や量により設備を決定しなければならない。事前調査の結果、噴発型で量も多いことが予想される場合には、坑内全域を防爆設備とし、十分な換気を行う。溶存型で量も比較的少ないと予想される場合には、限定防爆(機内防爆等)とするか、十分な換気に対応する場合もある。また、危険有害ガスの発生が予想される場合には、坑内ガス自動測定装置を設置するとともに各々のガスの許容値を設定し、避難態勢の基準等を定め、関係者全員に周知しておかなければならない。

##### ③ 換気設備の使用状況

換気ファンの型式は、大風量を高圧で送気可能な軸流式が35%(72件)で大・中断面シールドに使用され、少

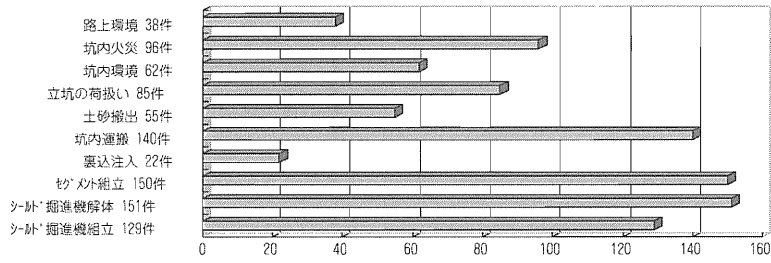


図-31 安全重点対策を策定する機械設備

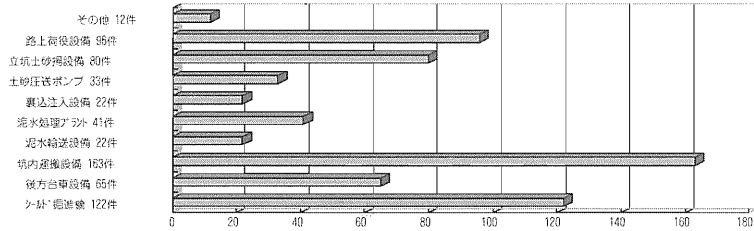


図-32 安全重点対策を策定する工程

風量を高圧で送気するガイドベーン型遠心力式ファンが65% (135 件)、小口径断面シールド使用されている。上記ファンのうち、サイレンサ付きの機種が103 機種、冷却装置付きの機種が3 機種含まれる。送気（排気）する風管の種類は、小口径シールドに使用される遠心力ファン用の鋼管（φ200～φ300 程度）、大風量送気用のビニール（φ600～φ1,500 mm；耐火性を含む）、立坑換気や排気専用に使われるエアダクト等がある。

(iv) シールド一次覆工における安全重点対策

シールド工事の一次覆工において、安全重点対策として策定する項目を「機械設備」「工程」に区分して調査した結果を図-31 および図-32 に示す。

(d) 考 察

(i) 現状の把握

前項の「安全重点対策を策定する工程」および「安全重点対策を策定する機械設備」にみられるように、工程においては、「シールド機組立て・解体」と「坑内運搬」「セグメント組立て」が、また機械設備においては、「坑内運搬設備」と「シールド掘進機」が群を抜いているこ

とを重要視せねばならない。

シールド機の組立て・解体作業において、解体作業における事故・災害の発生率が解体作業に多く、エレクトラ解体中の災害が最も多いように、手順を策定して手順通りの作業を行うことが事故・災害を未然に防ぐ要因といえる。やむを得ず、作業状態を変更する際にも、関係者全員で変更の確認をした後に実施することが、すべての作業に共通すると考える。

(ii) 課題と対応

大断面・大深度・長距離・自動化するシールド工事のなかで、「安全管理」は、その内容を検討し、作業標準を見直さなければならないことは事実である。

しかし、現在発生している事故・災害の大半が取扱運搬災害であり、在来型の「挟まれ・巻込まれ」であることも重要視しなければならない。中小口径の狭隘な坑内における「セグメント組立て作業」や「機内薬液注入作業」は、今後もシールド工事における重点危険作業である。

# 新工法紹介 調査部会

03-143	タワー・スマートシステム	清水建設 NTTファシリティーズ
--------	--------------	---------------------

## 概要

清水建設（株）とエヌ・ティ・ティファシリティーズは共同で、無線中継用アンテナ鉄塔を全天候・機械化施工して確実な品質確保と工期短縮、安全施工を実現する「タワースマートシステム」を開発した。

「タワー・スマートシステム」は、通常使われている天井クレーンを応用した鉄骨の搬送・組立てシステム、プラントを覆う外周養生システム、プラント全体をせり上げるクライミングシステムで構成する施工プラントである。

初めに搬送・組立てシステムで既存屋上から鉄骨柱、梁を垂直搬送してプラント内部に吊込んだ後、水平搬送して所定の位置に据付ける。1節分の鉄骨工事が終了すると、クライミングシステムによりせり上げる。鉄骨の搬送・据付け、溶接、溶射、塗装、そしてプラントのクライミングという施工サイクルを繰り返して鉄塔を建設する。

鉄塔本体の建設後、プラントを鉄塔基部まで一旦降下させた後、外周養生システム並びに搬送・組立てシステムを解体・撤去し、クライミングシステムだけを使うプラットフォームの設置作業を行う。プラットフォームは、クライミングシステム上に作った作業構台の上で先組みした後、所定の設置位置まで構台を上昇させて鉄塔本体に取付ける。そして、構台だけを鉄塔基部まで再び降下させる。この施工サイクルを繰り返して、プラットフォームを設置する。

## 特長

- ・雨・風によって作業が中断することがなく、しかも機械化施工プラントにより鉄塔部の施工スピードが大幅にアップするため、従来の施工法に比べて全体工期を約20%短縮できる。
- ・作業員は屋根、外周養生、床のあるプラントの内部で作業するため、従来のような吹きさらしの鉄塔上での高所作業がなくなり安全性と施工性が格段に向上するとともに、鉄骨の施工品質も向上する。
- ・屋上に設置するワーククレーンや広い敷地が必要な移動式クレーンが不要のため、敷地や屋上の条件などに左右されずに鉄塔を建設できる。

## 実績

- ・エヌ・ティ・ティ・ドコモ関西京都ビル鉄塔新設工事

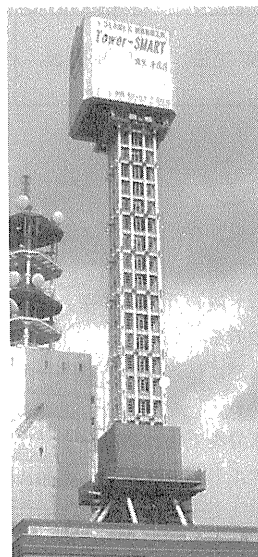


写真-1 鉄塔施工状況

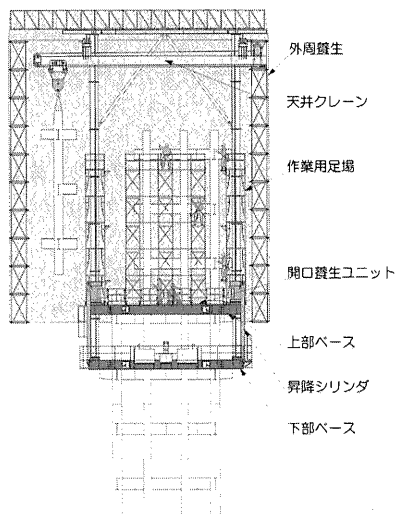
写真-2 プラットフォーム  
施工状況

図-1 システム概要図

## 工業所有権

- ・鉄塔の施工方法および装置（特願平 11-318875）

## 問合せ先

清水建設（株）建築本部機械部

〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンス S 館

電話 03 (5441) 0107



## 新工法紹介

04-215	杭芯材劣化技術 (EW 工法)	飛鳥建設
--------	-----------------	------

### 概要

杭芯材劣化技術 (EW 工法) は、土留め壁のシールド通過部分に電食用杭芯材 (EW 杭) を使用して立坑を築造し、発進・到達に先立ち電食作用で、EW 杭を溶解、薄肉化することにより、シールド機のカッターピットで直接切削して発進到達するものである。

EW 杭はボックス構造で、内部には陰極板と電食制御のための絶縁加工が施されている。

シールド径に合わせ、電食部分を工場にて製作し、立坑の土留め壁築造時、現地でボルトジョイント (写真—1、写真—2 参照) で、杭を接続し建込みを行う。

発進到達時は、シールド機をエントランス内に挿入する等、圧力保持を行った後電食を行う。

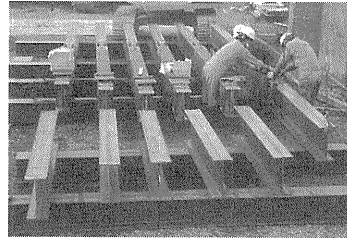
電食は、直流電源装置、電解槽、電解液 (通常 1% 程度の食塩水) を用いて、電解液を循環させながら、電流を流すことにより進行する (図—1 参照)。電食作用で、EW 杭が溶解薄肉化した後、シールド機で直接切削して発進・到達を行う。

### 特長

- ① 発進到達に伴う地盤改良などの補助工法を省略することにより、工期短縮とコスト縮減が可能である。
- ② 発進到達時に地山の露出や開放がなく、シールド機で直接切削するので安全性が向上する。
- ③ 地上部から施工される場合が多い、補助工法を省略することにより、立坑の周辺環境への影響を最小限にし立坑立地条件の緩和が可能となる。
- ④ 鋼材を使用しているため、杭芯材として通常使用される H 形鋼と同様の強度とねばり (靱性) を有する。
- ⑤ 鋼材の板厚変更により、杭の外寸法を変えることもなく断面性能を増減できるため、経済的で長尺杭にも適応可能である。

### 用途

シールド工事における、発進到達立坑のシールド通過部分の土留め壁に使用する。柱列式連続壁工法 (SMW 工法)、ソイルセメント地中連続壁工法 (TRD 工法)、RC 連続壁工法、泥水固化壁工法、等の EW 杭が建込み可能な立坑土留め壁に適用可能。

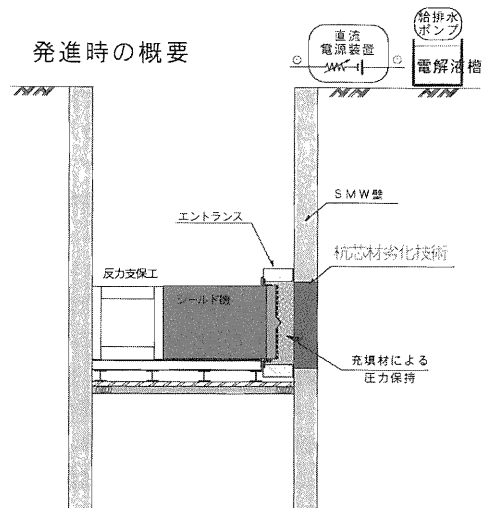


写真—1 ボルトジョイント



写真—2 ボルトジョイント

### 発進時の概要



図—1 発進時の概要

### 実績

- ・京都市交通局高速鉄道東西線建設工事 (石田北工区) において到達立坑に採用し土留め杭打設まで完了 (平成 12 年 8 月)。

### 参考資料

- ・EW 工法リーフレット

### 工業所有権

- ・電食用杭芯材

### 実施許諾

- ・飛鳥建設 (株)、日本防蝕工業 (株)

### 問合せ先

飛鳥建設 (株) 土木事業部技術部  
〒102-8332 東京都千代田区三番町二番地  
電話 03 (3288) 6524

11-68	ソフトコアリング —小径コアによる構造体 コンクリート強度調査法—	ソフト コアリング 協会
-------	---	--------------------

### 概要

ソフトコアリングはコンクリート構造物から直径 20 mm 程度の小径コアを採取して圧縮強度試験を行い、その試験結果をあらかじめ定めた実験式を用いて補正することにより、構造体コンクリート強度を推定する調査法である。既存構造物の調査・診断におけるコンクリート強度の推定を目的として開発されたものである。

ソフトコアリングは、

- ① 推定されるコンクリートの実強度が 60 N/mm<sup>2</sup> 以下、
  - ② 使用骨材は普通骨材、
  - ③ 粗骨材最大寸法が 25 mm 以下、
- を満たすコンクリート構造物に適用することを原則としている。なお、採取するコアの直径は 18 mm から 26 mm の範囲としている。

### 特長

ソフトコアリングでは小さな径のコアを用いるため、従来の直径 100 mm のコアを用いる方法に比べて次のような特長を有している。

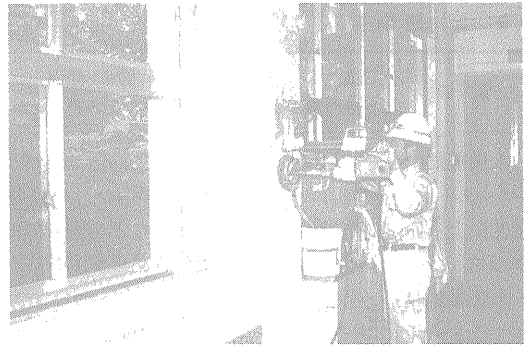
- ① 構造体から直接数多くのサンプルを採取できることから、直径 100 mm コアとほぼ同等の精度でコンクリート強度が推定できる。
- ② コアの直径が 20 mm 程度であり、構造上問題となることが少なく、柱や梁などの主要構造部材からの採取が可能である。
- ③ 同じくコアの直径が小さいため、過密配筋の構造物からも鉄筋を傷つけることなく採取することが可能である。
- ④ コアの採取が容易であるだけでなく、採取跡の補修も容易である。
- ⑤ 圧縮強度試験機の容量が小さくてすむために、簡易な試験機を用いて現場で圧縮試験を行い、コンクリート強度を推定することも可能である。

### 用途

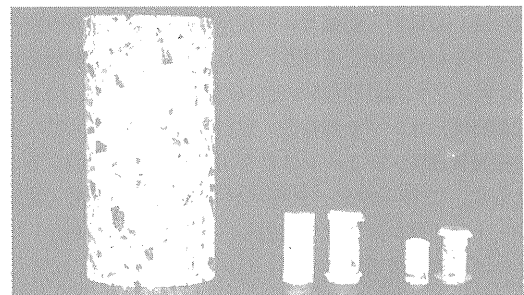
- ・既存コンクリート構造物の強度推定
- ・建築物、土木構造物の耐震診断

### 実績

- ・建設大臣官庁官庁営繕部「コンクリート劣化調査業務(平成 11 年度)」(地方合同庁舎および港湾合同庁舎 40 施設)



写真一 柱からの小径コア採取状況



写真二 コア形状 (右: 小径コア, 左: φ100 コア)

### 工業所有権

- ・特許第 3067016 号「コンクリートの強度推定法」(谷川恭雄, (株)銭高組, 前田建設工業(株), 日本国土開発(株)共同開発)

### 参考資料

- ・(財)日本建築センター・(財)建築保全センター: 建築物の保全技術・技術審査証明 第 0005 号 既存構造物のコンクリート強度調査法「ソフトコアリング」

### 実施許諾

- ・ソフトコアリング協会が独占の実施権を所有

### 問合せ先

ソフトコアリング協会

(事務局: 株式会社構研設計事務所)

〒190-0023 東京都立川市柴崎町 3-15-18 山一ビル

電話 042 (529) 2465

# 新機種紹介 調査部会

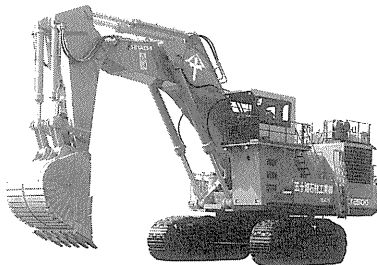
## ▶ (02) 掘削機械

00-(02)-27	日立建機 油圧ショベル EX 2500 <sub>-5</sub>	'00.11 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

大規模鉱山を対象に使用されている大形油圧ショベル(バックホウタイプ&ローディングタイプ)について、居住性向上、通信機能付加、環境対応向上などを図ってモデルチェンジしたものである。170 t級ダンプトラックへの標準的積込み回数は7~8回、85 t級ダンプトラックでは3~4回である。高出力のエンジンは2000年米国EPA(環境保護局)排出ガス規制に適合するものを搭載しており、環境保全に配慮している。キャブには制振効果の高い液体封入防振ゴムを採用して、居住性の改良とキャブの耐久性向上を図り、また、補助席も標準装備した。エンジン、油圧回路などには各種センサを設定して、稼働時間、エンジン回転数、燃料消費量、作動油温などの機械管理やメンテナンスに有用なデータを蓄積するとともに、これらのデータをパソコンや衛星通信(通信キットはオプション)で出力し、インターネットを介してユーザに提供できるようにした。

表一 EX 2500<sub>-5</sub>の主な仕様

	バックホウタイプ	ローディングタイプ
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	15	15
運転質量 (t)	239	242
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	971(1,329)/1,800	971(1,329)/1,800
最大掘削深さ×同半径 (m)	8.57×17.05	3.72×14.06
最大掘削高さ (m)	16.16	15.01
最大掘削力(バケット) (kN)	832	918
走行速度 高速/低速 (km/h)	2.3/1.6	2.3/1.6
登坂能力 (度)	30	30
接地圧 (kPa)	171	173
本体長×全幅×キャブ高 (m)	10.125×6.2×7.04	10.125×6.2×7.04
価格 (百万円)	420	420



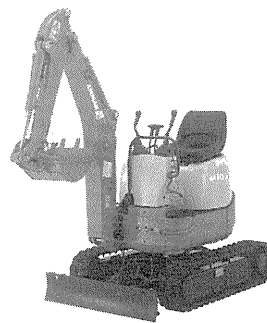
写真一 日立建機 Super Landy EX 2500<sub>-5</sub> 油圧ショベル

00-(02)-28	北越工業 小型油圧ショベル (後方超小旋回型) AX 10 u <sub>-2</sub>	'00.10 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

都市土木工事に使用される小型油圧ショベルについて、狭所作業性、環境対応性、運搬移動性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。クローラ全幅を拡張できる可変脚式であり、狭い作業現場での通過が容易である。また、1 tトラックへの積載が可能な機械質量で、1点吊りにより運搬移動を容易にしている。水平ならし作業がスムーズに行えるアーム油圧再生回路の採用、ブレーカ油圧取出口の標準装備、バケット脱着に工具を不要とするバケット・セットピン方式を採用するなど作業性を向上している。損傷防止のためのブームシリンダの内装化、後方に開くフルオープンボンネット、スイングシリンダやブレード廻りピンに給脂不要の樹脂製ブッシュを使用するなどメンテナンス性も向上している。建設省の超低騒音型指定機械として環境対応も図っている。

表二 AX 10 u<sub>-2</sub>の主な仕様

標準バケット容量	0.024 m <sup>3</sup>
機械質量	0.98 t
定格出力	7.4(10)/2,000 kW(PS)/min <sup>-1</sup>
最大掘削深さ×同半径	1.78×3.35 m
最大掘削高さ	3.06 m
最大掘削力(バケット)	9.9 kN
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	右スイング時 1.19/0.5 m
走行速度	2.0 km/h
登坂能力	30度
接地圧	24.9 kPa
クローラ全幅 縮小時/拡張時	0.85/1.0 m
全長×全幅(最小/最大)×全高	2.995×(0.85/1.0)×1.37 m
価格	3.7百万円



写真二 北越工業 AX 10 u<sub>-2</sub> 小型油圧ショベル  
(後方超小旋回型)

新機種紹介

00-(02)-29	ヤンマーディーゼル 小型油圧ショベル SV 08/SV 08 V	'00.10 発売 新機種
------------	--	------------------

上下水道、電気、ガスなどの配管工事、宅地基礎工事、造園工事などに使用される小型油圧ショベルである。SV 08 は固定脚式で、SV 08 V はクローラ全幅を拡縮変更できる可変脚式であり、狭所進入性がよく、作業時のクローラ拡張時においては旋回体後端のみ出しの少ない後方超小旋回型である。可変脚には左右独立して動かすことのできるリンク機構（“マルチトレット”）を採っており、左右クローラの上下によって、最大10度の左右傾斜地あるいは最大100mmの左右段差地においても機体を垂直に保持できるので安定した走行姿勢あるいは掘削姿勢をとることができる。そのほか走行時の振動を緩和する外つば転輪の使用、バケットシリンダホースのアーム内装化、カバー類の装備などメンテナンス性にも配慮している。クリーンエンジンの搭載とともに超低騒音基準値もクリアして環境対応を図っている。

表—3 SV 08/SV 08 V の主な仕様

	SV 08 (固定脚)	SV 08 V (可変脚)
標準バケット容量 (m³)	0.022	0.022
機械質量 (t)	0.89	0.89
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	6.8(9.3)/2,400	6.8(9.3)/2,400
最大掘削深さ×同半径 (m)	1.5×2.83	(1.4~1.5)×2.83
最大掘削高さ (m)	2.75	2.75~2.85
最大掘削力(バケット) (kN)	10.78	10.78
バケットオフセット量 左/右(m)	0.55/0.29	0.55/0.29
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	0.95/0.5	0.95/0.5
走行速度 高速/低速 (km/h)	3.7×1.8	3.7/1.8
最低地上高 (m)	0.165	0.165~0.265
接地圧 (kPa)	26.5	26.5
全長×全幅×全高 (m)	2.58×0.78×1.39	2.58(2.51)×0.84(0.68)×1.39(1.49)
価格 (百万円)	1.85	2.05

- (1) 作業機最小旋回半径はスイング時を示す。
- (2) 全長×全幅×全高の〔 〕書きは、クローラ全幅縮小時寸法を示す。



写真—3 ヤンマーディーゼル SV 08 小型油圧ショベル

▶ (03) 積み込み機械

00-(03)-07	コマツ ホイールローダ WA 900 <sub>-3</sub>	'00.10 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------------	----------------------

大規模鉱山で使用される大型ホイールローダについて、生産性、居住性、信頼性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。エンジン出力パワーアップとチルトバック角の大きな大容量バケットの装着、バランスのとれた掘削力とけん引力によって効率のよい作業を実現した。掘削・すくい込み時は作業機への油量を減らして油圧負荷を軽減し、その分のパワーを駆動輪に配して掘削突込み力をアップする。また、ブーム上昇中は作業機油量を増やしてブームスピードをアップさせる“2ステージプラス”油圧システムを採用してサイクルタイムを短縮した。バケット各部に高張力鋼を使用し、カッティングエッジ厚さのアップとコーナツースの強化で耐久性を向上した。ピスカスダンパでマウントしたピラレスのワイドキャブは、低振動、低騒音、広視界の居住空間を実現し、パワーウィンドや間欠ワイバも標準装備している。運転席へのリアアクセスステップやフード上には手すりが設けられて安全に配慮されている。ブレーキは全油圧式独立2系統で凍結やさび付きの心配がな

表—4 WA 900<sub>-3</sub> の主な仕様

バケット容量 (山刃ロック・チップ式ツース付き)	13 m³
運転質量	101.55 t
定格出力	637(865)/2,000 kW(PS)/min <sup>-1</sup>
ダンピングクリアランス ×同リーチ(45°刃先/爪先)	5.02/4.64×2.215/2.45 m
最大掘起力(バケットシリンダ)	666 kN
最高走行速度 F <sub>3</sub> /R <sub>3</sub>	28.0/28.3 km/h
登坂能力	25度
最小回転半径(最外輪中心)	9.2 m
軸距×輪距(前後輪とも)	5.45×3.35 m
タイヤサイズ	45/65-45-58 PR
全長×全幅×全高	14.27×5.045×5.275 m
価格	175 百万円



写真—4 コマツ アバンセローダ WA 900<sub>-3</sub> ホイールローダ

## 新機種紹介

く、ブームやシリンダなどの各部への給脂は地上からできるようリモート化されている。

### ▶ 〈06〉 基礎工事機械

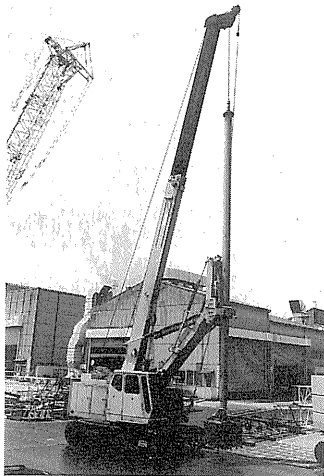
00-(06)-01	住友建機 油圧式アースドリル SD 206	'00.07 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------	----------------------

構造物基礎の拡底工法にも対応できるアースドリルとして、性能アップ、安全性向上、環境対応などを折込んでモデルチェンジしたものである。掘削トルクアップや丸形4段ケリーバの巻上げ力アップ、拡底バケットの装着可能などによって幅広い施工対応を実現した。狭い現場でも杭芯セットが容易なフロントフレーム・シリンダ支持方式（特許申請中）、同時操作がスムーズな1ドラム・1モータ方式、足踏み式巡回ロック（特許申請中）など操作性を向上した。ブームは4段伸縮式で、過負荷防止装置（オプション）とクレーンフックを装備すればクレーン作業（吊上げ能力20t×3.5m）にも使用できる。

表—5 SD 206 の主な仕様

最大掘削穴径 軸掘/拡底	1.8(2.0)/2.0~2.2 m
最大掘削深度(ケリーバのみ)	40 m
機械質量	43.5 t
定格出力	132.4(180)/2,000 kW(PS)/min <sup>-1</sup>
バケット回転トルク	61 kN
ケリーバ巻上げ力	137.3 kN
ケリーバ長さ/ブーム長さ	12.6/17.0 m
走行速度	2.2 km/h
接地圧	93.0 kPa
クローラ全長×全幅(作業時/輸送時) ×上部旋回体高さ	4.64×(3.36/2.80)×3.008 m
価格	62.2 百万円

(注) 掘削、軸掘、穴径は普通土質と〔軟土質〕で示す。



写真—5 住友建機 SD 206 油圧式アースドリル

フック過巻防止、巡回走行警報などの安全装置装備のほか、国土交通省の超低騒音基準値、排出ガス対策基準値をクリアして環境にも配慮している。輸送時は、フロントフレーム・シリンダ支持方式とシュー外側からクローラ全幅を縮小できるリトラクト方式（特許申請中）の採用で、容易に運搬姿勢への切換えができる。

### ▶ 〈09〉 骨材生産機械

00-(09)-03	ノードバグ日本 コーンクラッシャ HP 100 ほか	'00.06 発売 輸入新機種
------------	----------------------------------	--------------------

生産能力と二次、三次、四次の幅広い破碎用途で、建設現場、鉱山などで実績のある輸入新機種である。粒度調整のための間隙セットは、油圧モータによりボウルを回転して行うのでライナの偏摩耗が起りにくく、調整が均一にできる。また、この油圧モータは、ライナ交換の際のボウル外しにも使用できる。鉄片混入などにおける除去装置用の油圧シリンダを備えており、鉄片が通過したあとでもクラッシャのセット調整が直ぐに回復するようになっている。すべてのブッシングには青銅製を使用し、粉塵侵入防止には非接触式ラビリンスシールを使用している。多種のマントル、ボウルライナ、アダプタリングおよびウェッジボルトが用意されており、破碎室

表—6 HP 100 ほかの主な仕様

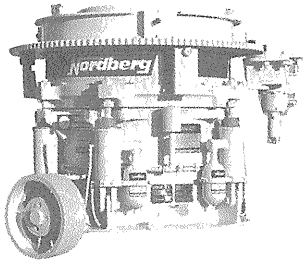
	HP100	HP200	HP300
処理能力(出口最大 間隙にて) (t/h)	32 mm 出口 100~140	38 mm 出口 210~250	45 mm 出口 350~440
入口寸法(標準) (mm)	20~125	95~185	107~240
機械質量 (t)	5.4	10.4	15.81
必要動力 (kW)	90	132	220
ホッパ内径 (m)	0.694	0.914	1.078
排出開口部直径 (m)	0.97	1.24	1.47
アジャストメントリング 外径×全高 (m)	1.505×1.583	1.952×1.927	2.207×2.193
価格(百万円)	21	見積	見積

	HP400	HP500	HP800
処理能力(出口最大 間隙にて) (t/h)	51 mm 出口 465~580	51 mm 出口 580~725	51 mm 出口 535~1,500
入口寸法(標準) (mm)	130~301	130~350	219~353
機械質量 (t)	23.0	33.15	64.1
必要動力 (kW)	315	355	550
ホッパ内径 (m)	1.308	1.535	1.863
排出開口部直径 (m)	1.726	2.04	2.356
アジャストメントリング 外径×全高 (m)	2.37×2.295	2.73×2.715	3.5×4.057
価格(百万円)	見積	48	見積

(注) 1) 処理能力および破碎粒度は、供給原粒の性状により異なる。

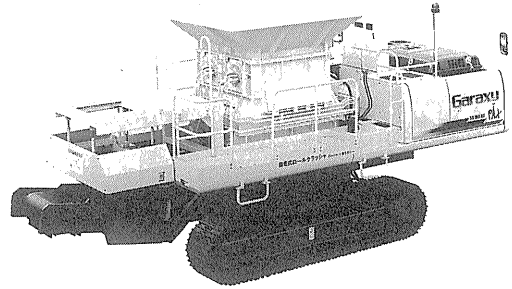
2) HP 100 の出・入口寸法は、ショートヘッド破碎室の寸法で示す。

新機種紹介



写真—6 ノードバーグ日本 HP 200 コーンクラッシャ

形状を適宜変更することにより砕砂用から二次破碎用などに対応できる。機高を比較的低くして既設機との入替えにも配慮しており、設置はラバーパッドを敷くだけとしている。



写真—7 住友建機「ガラクシー」SS 180 RG 建設廃材破碎機

自動反転機能で破碎装置を保護する。操作盤および本体両側には非常停止スイッチを装備して安全運転に備えている。

▶ 〈10〉 泥土・排水ほか建設廃棄物処理機械、環境保全装置など

00-(10)-07	住友建機 建設廃材破碎機（自走式） SS 180 RG	'00.11 発売 新機種
------------	-----------------------------------	------------------

解体工事などで発生するコンクリート、アスファルトガラを破碎し、路盤材や埋戻し材として再生産する全油圧式の機械として開発されたものである。本機は、ホッパ、一次ロール破碎部、二次ロール破碎部、永磁式鉄筋除去機、コンベヤ、ローラ式走行装置などから構成される。一次ロール破碎部は、特殊脱着ピンで耐摩耗性合金鋼ビットをヘリカル状に配置したロール2軸から成り、二次ロール破碎部は、同じく脱着式ビットをダブルヘリカル状に配置したロール2軸からなる。直結駆動されたロールの軸間距離は製品粒度に応じて調整ができる。また、二次ロール破碎部の両サイドには点検窓があり、破碎状況やビットの摩耗状態を運転中でも監視できる。異物（鉄塊など）混入などの過負荷は圧力センサで感知し、

表—7 SS 180 RG の主な仕様

処理能力	30~70 t/h
運転質量	18 t
定格出力	103(140)/1,950 kW(PS)/min <sup>-1</sup>
ホッパ開口寸法	2.35×2.2 m
最大供給塊寸法	0.6×0.4×0.3 m
ベルトコンベヤ幅/同排出高さ	0.6/0.825 m
走行速度 高速/低速	3.8 km/h
登坂能力	20度
クローラ接地長さ×シュー幅	2.78×0.5 m
全長×全幅×全高	7.04×2.7×3.15 m
価 格	39 百万円

▶ 〈12〉 モータグレーダ、路盤用機械および締固め機械

00-(12)-07	コマツ 振動ローラ JV 40 CW <sub>-s</sub> /JV 40 DW <sub>-s</sub>	'00.11 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

前輪振動・両輪駆動のコンバインド型（CW）と両輪振動・両輪駆動のタンデム型（DW）について、作業性、居住性、安全性、整備性の向上を図ったものである。両機のステアリングはアーティキュレート式で、油圧駆動方式を採用している。CW 型の後輪は、2モータ（タイヤ2本に1モータ）の直結駆動で、スムーズな発進、停止と、ディファレンシャル機能によりカーブ転圧時でもタイヤ引きずりの少ない高い仕上げ精度を実現する。サイドオーバーハングが小さく堀ぎわや道端一杯の締固めが可能で、運転席左右に設けた前後進レバーには振動一時停止スイッチが装備されていて適宜に過転圧を防止できる。ブレーキはHST+ネガティブの2系統で、通常のHSTブレーキ、緊急時のHSTブレーキと駐車ディスクブレーキ、駐車時のディスクブレーキとHSTブレーキの3作動があり、駐車ブレーキ作動時はニュートラルバルブによって前後進レバーを動かしても走り出す心配がない。運転席は防振ラバーマウントで、水侵入防止のシームレスを採用している。ボンネットは2分割フルオープン式とし、ストレーナ付き散水ノズルの装着、水抜き容易化などメンテナンス性を向上している。国土交通省の騒音規制、排出ガス対策の基準値をクリアしており、超低騒音型のオプション仕様車も用意している。

## 新機種紹介

表-8 JV 40 CW<sub>-5</sub>/JV 40 DW<sub>-5</sub>の主な仕様

	JV 40 CW <sub>-5</sub> コンバインド型	JV 40 DW <sub>-5</sub> タンデム型
運転質量 (t)	3.6	4.0
前輪荷重/後輪荷重 (kN)	19.6/16.7	19.6/19.6
締固め幅 (m)	1.3	1.3
起振力×振動数 (kN×Hz)	24.5×55	24.5×55-2ヶ
前/後輪径×同幅×軸距 (m)	0.8/-×1.3×2.3	0.8/0.8×1.3×2.3
後輪タイヤサイズ(-)	7.50-16×4本	-
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	20.6(28)/2,550	20.6(28)/2,550
走行速度 低速/高速 (km/h)	0~8.7/0~12	0~8/0~10.5
登坂能力 (度)	24	26
最小回転半径 (m)	4.3	4.3
散水タンク容量 (ℓ)	300	300
全長×全幅×全高 (m)	3.105×1.39×1.73	3.1×1.39×1.73
価格 (百万円)	6.9	7.2



写真-8 コマツ JV 40 CW<sub>-5</sub> 振動ローラ (コンバインド型)

### ▶ (14) 維持修繕機械および除雪機械

00-(14)-05	ウェスタンコーポレーション 多目的作業車 U 300/U 400	'00.11 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------------	----------------------

草刈、清掃、除雪、散水など、作業用アタッチメントを変えて多目的に使用される作業車についてのモデルチェンジである。ドイツ、ダイムラー・クライスラー社製で、居住性、経済性、操作性、安全性などの向上を図った。欧州排出ガス規制ユーロ3(2000年10月施行)に適合の高トルクエンジンを搭載、フルタイム4WDと最適ギヤを選択できるデリジェント・ギヤシフト・システムを採用、センタ/リアのデフロックを標準装備(フロントデフロックはオプション)、ABS(アンチブレーキングシステム)、ALB(積載荷重対応制動力自動調整システム)の採用などで安定した走行を実現した。左右可変式ステアリングシステム(オプション)、作業機操作のジョ

イスティックレバー、フロントPTOのほかに作業機駆動大容量油圧システムの標準装備などにより、既存の作業機の使用を含めて多くの作業機への対応を可能にした。室内高充分なキャビンには、大きなフロント/サイドウィンドウを採用、エアコンディショナを標準装備、新複合素材の使用による振動、騒音の低減などで視界と居住性を確保した。

表-9 U 400の主な仕様

	U 300	U 400
最大積載量 (t)	約3.0(3.3)	約5.5
車両総質量 (t)	約9.5	約12.5
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	130(177)/2,200 (110(150)/2,200)	130(177)/2,200
荷台寸法(長×幅) (m)	2.90(2.40)×2.05	2.90×2.05
最小回転半径 (m)	7.7(6.85)	7.85
最低地上高 (m)	0.37(0.38)	0.41
輪距(前後とも)×軸距 (m)	1.778×3.60(3.08)	1.726×3.6
走行速度 (km/h)	1.2~85(1.26~89)	1.22~86
タイヤサイズ (-)	335/80 R 20 [14.5 R 20]	335/80 R 20
乗車定員 (人)	2	2
全長×全幅×全高 (m)	5.62(5.10)× 2.15×2.83	5.62×2.20×2.87
価格 (百万円)	16.25(15.30)	17.50

(注) (1) ロングホイールベース仕様車の値を示す。

(2) U 300 ショートホイールベース仕様車で異なる値を [ ] 書きで示す。



写真-9 ウェスタンコーポレーション UNIMOG U 400 多目的作業車 (草刈機装着)

# 文献調査 文献調査委員会

## 長い打撃ストロークに設計された 大きな打撃装置

Big Hammer—long piston design—

ENR  
November 20, p.74, 2000

打撃装置は大きな破壊力と石切場プロジェクトのために造られた。G 110 ハンマには 230 kg・m の打撃エネルギーがあり、キャリアの上で 2.4 t から 4.4 t の広範囲な重量で使用することができる。ユニットはすべての打撃の最大のパワーのために最適化された油圧式で、長いピストンデザインを目玉商品にしている。メーカー仕様は 280~650 回/分の打撃回数を提供することができる。また、打撃音は市街地の騒音規制を充たしている。

<委員：佐藤潤一>

## いくらで買ってくれるか

Any offers

International Construction  
October, 2000

「建設機械の世界規模のオークション市場が、急激に拡大している」と、建設機械情報のエキスパートである Wayne Corso 氏がこの状況を報告している。

建設機械のオークション市場は、昨年（1999年）全世界で 10 億ドルに達した。このうち 20% がアメリカ以外の国でのセールスで、カナダがその半分を占める。

バンクーバーのオークション会社である Ritchie Brothers 社は、約 50% のシェアを持つオークションの最大手である。他の北米の会社同様、Ritchie Brothers 社も重要なマーケットになりつつある北米以外にも拠点を設

国	年						
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	
U. S. A	平均	43,000	49,000	59,000	61,000	72,500	77,000
	高値	53,500	57,000	80,000	75,000	85,000	77,000
	低値	32,000	42,000	50,000	39,000	46,000	77,000
U. A. E.	平均	-	41,500	-	48,000	-	-
Singapore	平均	37,000	-	40,000	-	57,500	-
Netherlands	平均	-	54,000	62,000	57,700	61,000	-
Canada	平均	-	39,800	44,900	-	81,600	-
Mexico	平均	-	56,000	67,000	69,500	-	-

立している。

機械は世界中から輸入され、定期的にオークションにかけられるが、カナダ、オーストラリア、英国を除き基本的に米ドルで売買される。オークションの価格と場所の関係は、過去 12 カ月のデータから迅速にはじき出され、ある市場の個別機械の価格は、年式、状態、タイヤ・荷台の状態の順で評価し決定される。米国以外でのオークションのデータは豊富ではないので、価格表は米国のデータから作られた。価格表は、各製造年と人気のある型社の平均価格と幅を示す。米国外のオークションでは、この価格表を参照し、価格の調整を行う。

コマツの PC 200<sub>6</sub> と PC 200 LC<sub>6</sub>、キャタピラーの D 6 H シリーズ II と D 6 HLGP シリーズ II、コマツの D 65 EX<sub>12</sub>、D 65 PX<sub>12</sub> と WA 500、キャタピラーの 980 G、980 F と 320 L を含む一例を表に示す。

価格を決定づける他の要因、例えば特定の機械のローカル的な需要やプロジェクトのスタートにあたるような需要要因は、定量化しにくい。こうしたデータが機械の状態も加味されて、年間を通じて価格帯の高値、低値の範囲を決めている。売買の場所の違いで、この価格帯から外れる場合もある。

カナダとシンガポールのセールスの約半数は、この価格帯の外である。カナダは平均値より多少高く、シンガポールはほとんどの場合低い。オランダは、ほとんど価格帯の範囲内であり、平均値に近い。メキシコは平均値より高く、UAE は常に低い。ただし、これらの地域からのデータは、全てデータレンジ（最高・最低値内）に収まっている。というのは、このタイプの機械の需要が少ないからである。

米国外でのオークションの価格は、特定のモデルと年式においてバラエティーに富んでいる。特にカナダとシンガポールでは顕著である。しかしながら、価格平均値の差は、米国から輸出して利益が得られる程ではない。機械の価格に与える市場のファクターの影響が国際的になってきていることは非常に興味深い。<委員：高坂修一>



## 文献調査

### 加速度とGPSデータによる 運搬車両の衝撃計測

Acceleration and GPS  
data monitor truck-haulage jolts

Mining Engineering  
August, 2000

運搬車両 (haulage truck) の乗り心地を計測するため、サスペンションに取付けた、加速度計と圧力計を用いることが可能である。しかし、圧力と加速度だけでは、何が衝撃 (jolt) を引き起こしているのか、ただちに知ることは困難である。圧力が加速度の衝撃データと同時にGPS (global positioning system) データを記録すれば、正確な発生場所を特定することができる。こうして、鉱山の管理者は何が衝撃を引き起こしていたのかを特定することができる。

この研究はNIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) によるもので、露天掘り鉱山での、衝撃による負傷 (jolting/jarring injuries) を減らすためのプロジェクトである。NIOSH はどのようにすれば、ドライバの作業環境を改善できるのか調査している。MSHA (Mine Safety and Health Administration) によれば、1986~1995年の間に発生した腰痛 (back injuries) のうち、60%は露天掘り鉱山でのトラック (haulage truck) ドライバである。

GPSデータと加速度計を組合せることで、様々な用途に使用可能である。そこで、SRL (Spokane Research Laboratory) の研究者は、どのようにすれば加速度とGPSのデータを結び付け可能かを調査開始した。このツールは、もともと道路とトラックのメンテナンスに有効であると考えられていた。しかしながら、研究が進むにつれて、機器の操作にフィードバックをもたらし、不規則な衝撃を判別することができ、有効であることが明らかになった。

試験のために、それぞれの機能が正常で、十分に使用できる機器を取付けた。

Vital Signs と呼ばれる MMS (Modular Mining Systems) を使用した。AMP (Aero-Marine Products) の加速度計を、すでにトラックに搭載した MMS に取付け

た。AMP は船舶航海用として、よく用いられる加速度計である。MMS は生産管理とトラック運行に用いられ、GPSトラッキングを使用している。Vital Signs はアナログかデジタルの信号を記録することができる。Vital Signs のデータとGPSの位置データは、ASCII形式のログファイルとして記録される。機器はCaterpillar 793トラックに取付けた。トラックに取付けた機器を、図-1と図-2に示す。

1998年9月14日のPM 8:30から同AM 6:50までの間、 $2g$  ( $1g=9.81\text{ m/s}^2$ の重力加速度) 以上を閾値として設定し、899回の衝撃を計測した。運搬ルート上の一部でのみ、ほとんどの衝撃を記録しており、他の場所では、まったく衝撃を記録しない (図-3参照)。 $2g$  という衝撃は比較的低いスレッシュホールドである (図-4参照)。



図-1 加速度計を取付けた座席

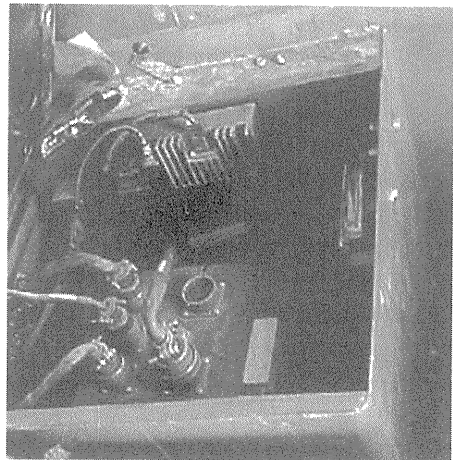


図-2 右上部隅に取付けたAMP加速度計

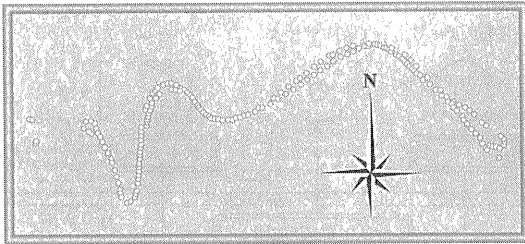


図-3 GPSデータによる加速度測定点

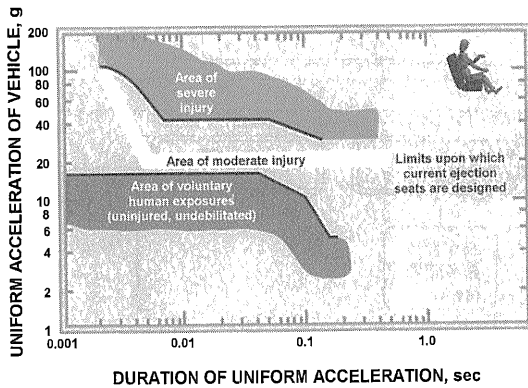


図-4 一樣な加速が人体におよぼす影響

トラックの衝撃発生マークをみることは、赤外線カメラによって、移動している物体の熱信号を捕らえることに類似している。データは非常に有用で、たとえば、以下のように使用できる。

- どのくらいの頻度と強度の衝撃が健康に影響をおよぼすのか。
- 運転のスタイルと技量
- 将来のトラックと性能比較するための情報収集
- 路面状態の監視

適用方法によっては、非常に小さな加速度の閾値が必

要となり、膨大な量のデータ保存手段または、無線電送システムが必要となるであろう。もし、非常に多くの衝撃が特定の場所で発生すれば、くぼみがあると推定できる。

簡単な使い方としては、一般的な操作で生じる加速度よりも高い値に閾値を設定する方法である。この場合、衝撃が発生する回数が少なく、原因を容易に特定できる。たとえば以下のようなものである。

- 道路状況に比べて著しく速い運転速度
- 路肩または他の障害物への乗り上げ
- トラックサイドのショベルの衝突

このデータが生産性に与える影響として、ドライバーが緊張し、運転速度を落とす可能性がある。ポイントはどのようにしてデータを使用するかである。今後は、利点と欠点に注目して研究する予定である。

また、本システムを導入する際のトラック1台あたりのコストは未定で、どの程度の多機能を盛り込むかで変化する。診断に役立つ強力なソフトウェアを構築するためには、高額のコストが必要である。

AMPの加速度計はバッテリーで稼働し、データ蓄積手段を備えているが、次世代のプロトタイプではトラックの電気システムに組み込む予定という。

加速度計とGPS位置情報を結び付けたデータ収集システムを、鉾山の協力のもと、開発に成功した。位置表示ソフトを使用すれば、赤外線カメラによって、移動している物体の熱信号を見た場合と同様に、トラックの加速度履歴を見ることができる。

精密なハードウェアとソフトウェアモジュールを用いれば、非常に小さな加速度信号を見ることができ、多機能を実現できる。また、大きな衝撃のみであれば、廉価なハードウェアとソフトウェアでモニタすることが可能である。

<委員：橋本英樹>

# 整備技術 整備部会

## メンテナンスパーツのインターネット受発注システム

整備技術委員会

### 1. 建設機械業界の現状

パーツカタログのCD化は進展しているが、いまだ印刷物を配布する企業も多い。

パーツカタログが印刷物である場合、一部の改訂でも全ページ、全部数種の印刷直しとなる。工数や経費がかなり、煩わしさや精神的負担も大きい。

大手企業はライフサイクルの長い汎用型製品を市場へ提供し、中堅メーカーは多品種少量型の比較的短命型な製品で勝負をしている。

実は多品種少量型製品を主力とする中堅メーカーに印刷物のパーツリストが多く見受けられる。

印刷物はパーツネームやパーツナンバー自体が間違っていたり、記入ミス等で販売店とのトラブルが絶えない。新製品の市場導入や立上げにも影響する。

### 2. Visualpilot

すでにCD化を実現している企業も、まだ印刷物に対応している企業でも、インターネットを利用したビジネスが今後は必須である。これを低コストで手軽に実現できるパッケージが日立システムアンドサービスの提供する「Visualpilot」である。

以下にこのソフトの概要を説明しよう(図-1, 図-2, 表-1 参照)。

- ① CADデータ (Auto CAD/DWG, DXF), 画像データ (デジタルカメラ, Tiff等のラスターデータ),

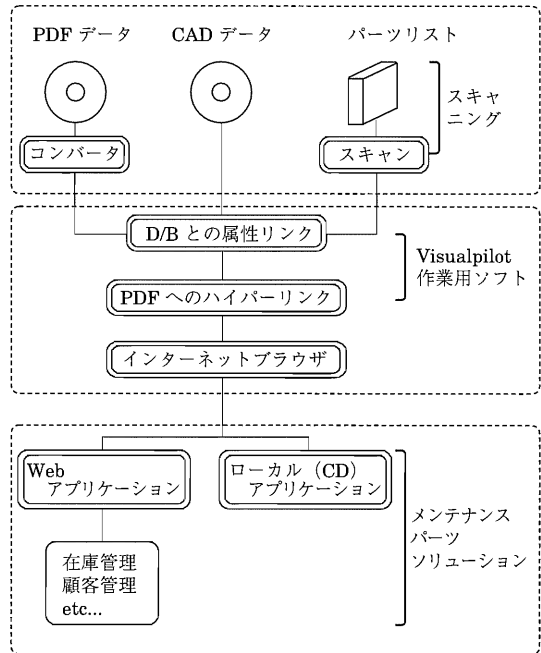


図-1 Visualpilot作業パッケージソフト (印刷物のデジタル化から Web 送受信までのシステム構築を行う)。

表-1 仕様

パッケージ構成	3クライアント/1パッケージ+ソリューション構成サンプル	
標準価格	1,700,000円	
動作環境	OS	Windows95, 98, NT, 2000
	ハードウェア	Pentium II 以上
	メモリー	128 MB 以上
	HD (空き容量)	60 MB 以上
	CRT 解像度	800×600 (SVGA) 以上

ワード, 一太郎, エクセル (CSV) 等のテキストデータを取込んで加筆・修正できる。したがって、印刷物の元データは問わない。

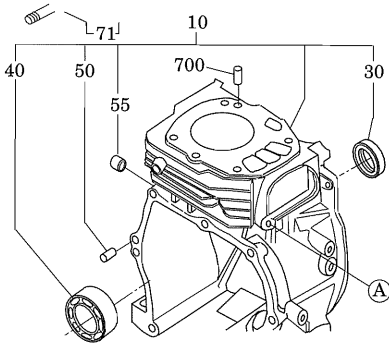
- ② 画像, CAD, テキストの任意部分に属性を埋込み, これをクリックするだけで Data Base (D/B) 上から必須項目を引出すことが出来る。
- ③ 属性埋込み完了後, 一気に PDF に変換できる。これによってブラウザ上での操作が可能となる。

### 3. 受発注システムの構築

Visualpilot の特長を挙げると次のようである。

- ① インターネットでの送受信にあたって取り引き業者

整備技術



風船をクリック  
すると D/B を  
引出す

発注情報 MPS1\_USER001

部品の詳細を確認後、発注数を入力してください

項目	
MODL_NAME	PJ-1904NX
FIG_PAGE	CATDC01A
REF_KEY	MS-0503008T
部品名称	ナベ小ネジ M3×8 (W)
部品番号	MS-05030081
PARTS_NAME	Visualpilot test
個数	1
採用履歴	2000/5/11
採用履歴	
価格	100
備考	Visualpilot test

発注書リスト一覧 MPS1\_USER001

クリックした風船の  
D/B は発注リストと  
して蓄積される

model	fig	ref	部品番号	part name
PJ-1204NX	CAT0001A	WN-38788	WN-38766	左カバー取付板
PJ-1304NX	CAT0001A	WN-	WN-	名称シール
PJ-1304NX	CAT0001A	WN-	WN-	左カバー取付板
PJ-1304NX	CAT0001A	E-NG-19-R	E-NG-19-R	クロメット
PJ-1304NX	CAT0001A	E-NG-19-R	E-NG-19-R	クロメット
PJ-1304NX	CAT0001A	NS-05030081	NS-05030081	ナベ小ネジM3×8(W)
PJ-1304NX	CAT0001A	NS-05030081	NS-05030081	ナベ小ネジM3×8(W)

図-2 Visualpilot の作業

はブラウザとアクロバッテリーダさえあれば費用負担は一切必要ない。

- ② 電話やファクスでのやり取りと異なり、転記ミスがなくなり、タイムリーな送信が可能。カタログ改訂の折しも D/B やイラストの一部手直しで十分である。
- ③ 必要に応じて、伝票形式での送信、既存の在庫管理や顧客管理、価格や仕切り管理データとのリンクも可能となる。

インターネットブラウザに表示可能となったデータをどのような方法でやり取りするかはユーザの要望や事情によって異なる。様々な手法があるので、次に代表的な 2 例を紹介する。

4. 受発注システムの代表例

(1) Web アプリケーション方式 (図-3 参照)

インターネット回線をとおして直接やり取りするオンラインシステムである。社内かホスティングのサーバを

立てる必要があるが、社内で運用されているシステムとのリンケージがスムーズで、即刻、在庫の有無、新規顧客の信用調査、仕切り率などの回答が得られる。

(2) ローカル検索方式 (図-4 参照)

販売店や取引業者へイラストデータと D/B を内蔵させた CD を配布し、発注リスト作成の後、ファクシミリや自動送信や E メールで送信してもらうシステムである。サーバを立てる必要が無く、販売店や取引業者の様子を確認しながら本格的な Web システムへ移行する前段階で活用するには便利で安価なシステムと言える。

以上述べたように、このシステムは

- ① スキャンニング作業部分、
- ② Visualpilot での作業部分、
- ③ ユーザの利用方法や既存システムとリンクする部分、

の 3 要素から構成される。必要に応じてユーザと当社が打合わせをしながら協同で作業をすすめる場合もある

整備技術

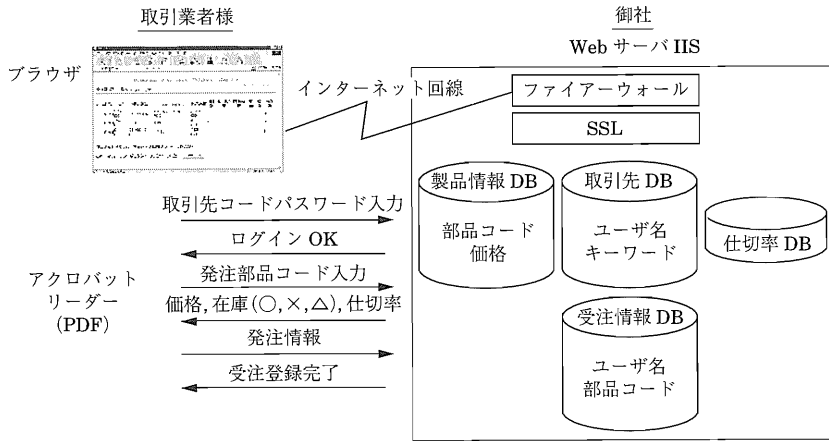


図-3 受発注システム (Webシステム)

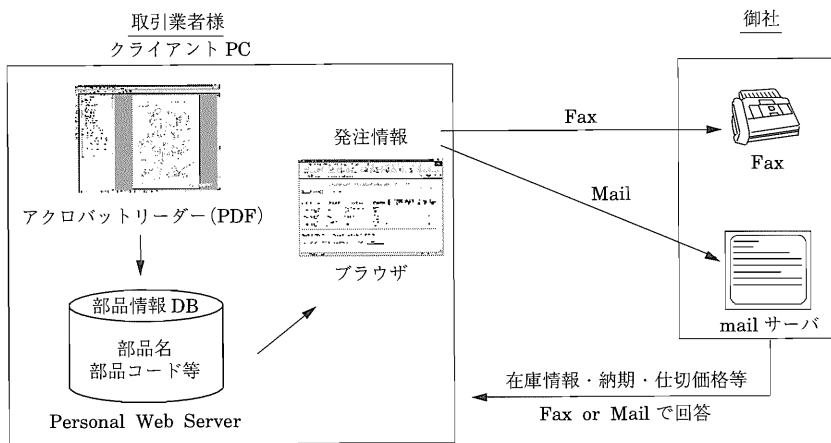


図-4 受発注システム (ローカル検索方式); 相模原市 M.T. 社導入事例

が、当社へすべて委託される場合もある。

自社の体制やインフラストラクチャ、販売資産を勘案しながら、必要部分から着手されることをお勧めしたい。

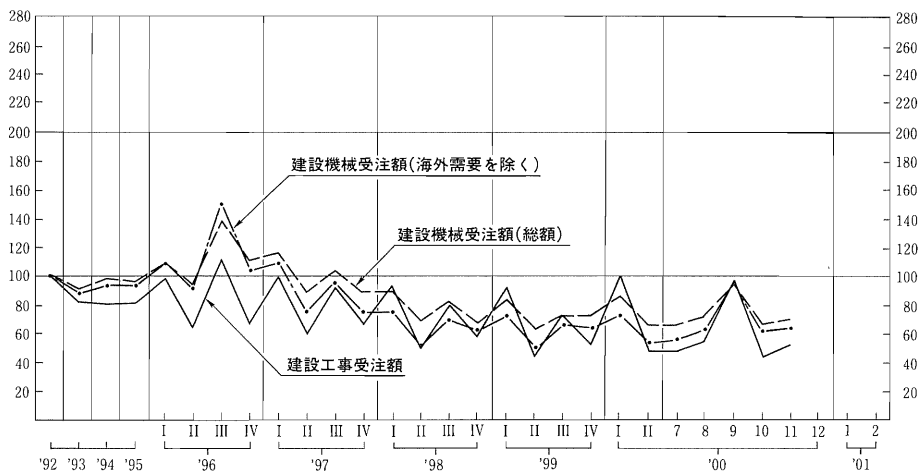
販売元/問合せ先：

株式会社日立システムアンドサービス  
 オープンソリューション事業部第1営業部  
 〒140-0013 東京都品川区南大井 6-26-3  
 大森ベルポート D 館  
 電話 03 (3762) 1171  
 ファクシミリ 03 (3762) 2499

# 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：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 1992年平均=100)  
 建設機械受注額：機械受注統計調査(建設機械企業数27前後) (指数基準 1992年平均=100)



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未 消 化 工 事 高	施 工 高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非 製 造 業							
1995年	194,524	110,954	17,326	93,627	66,793	5,679	11,098	117,867	76,657	219,214	200,862
1996年	203,812	121,077	21,411	99,666	65,304	5,440	11,991	129,686	74,125	216,529	205,590
1997年	186,683	116,190	21,956	94,234	55,485	5,175	11,833	122,737	65,946	204,028	201,180
1998年	167,747	103,361	16,700	86,662	51,132	4,719	8,535	106,206	61,541	193,823	183,759
1999年	155,242	96,192	12,637	83,555	50,169	4,631	4,250	97,073	58,619	186,191	164,564
1999年11月	10,655	6,626	1,086	5,540	3,075	351	603	6,540	4,115	187,943	13,456
12月	12,094	8,586	1,244	7,341	2,869	377	262	8,365	3,730	186,191	13,597
2000年1月	11,380	7,943	1,323	6,620	2,947	305	185	7,670	3,709	185,899	11,676
2月	13,223	8,067	1,171	6,896	4,271	402	483	8,719	4,504	185,847	13,213
3月	35,782	23,809	2,877	20,932	10,284	711	978	22,582	13,200	201,090	20,432
4月	7,165	5,060	860	4,200	1,229	478	399	4,876	2,289	195,981	9,333
5月	9,317	5,580	1,505	4,075	2,640	472	625	6,401	2,916	194,333	11,383
6月	11,656	6,712	1,188	5,524	3,155	573	1,215	7,519	4,137	193,748	12,500
7月	9,447	6,115	1,156	4,958	3,711	500	121	6,390	3,056	190,997	12,268
8月	10,870	6,530	1,150	5,380	3,508	501	330	7,277	3,592	189,657	12,369
9月	19,412	12,903	2,151	10,751	5,023	674	813	13,141	6,270	190,038	16,446
10月	8,763	4,975	1,295	3,680	3,191	453	144	5,290	3,473	186,213	12,656
11月	10,607	6,377	1,390	4,988	3,107	516	606	6,854	3,752	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	'95年	'96年	'97年	'98年	'99年	'99年 11月	12月	'00年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
総 額	12,464	13,720	12,862	10,327	9,471	811	789	696	849	1,258	656	668	794	709	767	1,007	712	750
海 外 需 要	3,602	3,931	4,456	4,171	3,486	266	310	300	339	417	284	272	312	264	277	264	232	244
海外需要を除く	8,862	9,789	8,406	6,156	5,985	545	479	396	510	841	372	396	482	445	490	743	480	506

(注1) '92年～'95年は年平均で、'96年～'00年第1四半期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動態統計調査  
 経済企画庁機械受注統計調査

(注2) 2001年1月以降の官庁名は「建設省」→「国土交通省」、「経済企画庁」→「内閣府」

訂正 1月号90頁に掲載しました「建設関連統計」の「建設投資推計(名目値)」の表中、平成11年度見込み総計民間の358,600は358,800と訂正します。

●お 知 ら せ●

事務連絡  
平成12年12月20日

社団法人日本建設機械化協会会長殿

建設省建設経済局建設機械課  
課長補佐 徳長政光

建設機械の排出ガス浄化装置について

建設省直轄工事における建設機械の排出ガス対策として、排出ガス対策型建設機械以外の未対策建設機械に装着することにより排出ガス対策型建設機械と同等と見なすことができる「排出ガス浄化装置」の型式は平成12年11月末現在、表一の通りとなっております。

平成11年6月28日付け「建設機械の排出ガス浄化装置および黒煙浄化装置について」、平成11年12月16日および平成12年4月13日付け「建設機械の排出ガス浄化装置について」でお知らせしたとおり、表一に該当する型式以外の装置を、建設省により性能が確認された装置であるがごとく表示を行って営業されている事例が見受けられますので、「別添の確認方法」を参照のうえ、再度貴参加関係会員への周知徹底およびご協力をよろしくお願い申し上げます。

なお、トンネル工事用排出ガス対策型建設機械の指定に関する要件である「排出ガス対策型黒煙浄化装置」については、平成12年11月末現在、表二の通りとなっておりますので、併せてお知らせします。

表一 平成7年度建設技術評価制度公募課題「建設機械の排出ガス浄化装置の開発」および民間開発建設技術の技術審査・証明事業により評価された排出ガス浄化装置

会社名	型式
東京濾器(株)	DCR-200 E
東京濾器(株)	DCR-300 E
東京濾器(株)	DCR-600 E
東京濾器(株)	DCR-650 E
東京濾器(株)	DCR-900 E
東京濾器(株)	DCR-1200 E
東京濾器(株)	DCR-1600 E
東京濾器(株)	DPM-250 HE
東京濾器(株)	DPM-500 HE
東京濾器(株)	DPM-900 HE
東京濾器(株)	DPM-1500 HE

表二 排出ガス対策型黒煙浄化装置認定一覧

認定番号	会社名	型式
1	東京濾器(株)	DPM-250 HA
2	東京濾器(株)	DPM-250 H
3	東京濾器(株)	DPM-500 H
4	東京濾器(株)	DPM-900 H
5	東京濾器(株)	DPM-1500 H

表一2 (続)

認定番号	会社名	型式
6	日本ドナルドソン(株)	DCM 08-1
7	日本ドナルドソン(株)	DCM 08-2
8	日本ドナルドソン(株)	DCM 09-2
9	日本ドナルドソン(株)	DCM 16
10	日本ドナルドソン(株)	DCM 24-3
11	日本ドナルドソン(株)	DCM 24-4
12	日本ドナルドソン(株)	DCM 28
13	日本ドナルドソン(株)	GCM 08
14	日本ドナルドソン(株)	GCM 16
15	日本ドナルドソン(株)	GCM 24-3
16	日本ドナルドソン(株)	GCM 24-4
17	日本ドナルドソン(株)	GCM 28
18	(株) テネックス	TNX-1
19	(株) テネックス	TNX-2
20	(株) テネックス	TNX-3
21	イビデン(株)	CF I-100
22	イビデン(株)	CF I-200
23	イビデン(株)	CF I-300
24	イビデン(株)	CF I-400
25	イビデン(株)	CF I-500
26	イビデン(株)	CF I-600
27	イビデン(株)	CF III-200
28	イビデン(株)	CF III-400
29	イビデン(株)	CF III-600
30	イビデン(株)	CF III-800
31	イビデン(株)	CF III-1000
32	イビデン(株)	CF III-1200
33	イビデン(株)	CHZK-75
34	イビデン(株)	CHZK-100
35	イビデン(株)	CHFA-50
36	イビデン(株)	CHFA-75
37	イビデン(株)	CHFA-100
38	住友電気工業(株)	SCD-411
39	住友電気工業(株)	SCD-412
40	住友電気工業(株)	SCD-211
41	住友電気工業(株)	SCD-310
42	九州松下電器(株)	KME-HL-1
43	九州松下電器(株)	KME-HL-2
44	九州松下電器(株)	KME-HL-3
45	九州松下電器(株)	KME-HL-4
46	九州松下電器(株)	KME-HL-5
47	(株) ボーテック	Vsel-50
48	(株) ボーテック	Vsel-100
49	(株) ボーテック	Vsel-200
50	(株) ボーテック	Vsel-300
51	日本ドナルドソン(株)	GCM 60
52	日本ドナルドソン(株)	GCM 08-2
53	日本ドナルドソン(株)	GCM 12
54	日本ドナルドソン(株)	GCM 14
55	日本ドナルドソン(株)	GCM 14 L
56	日本ドナルドソン(株)	GCM 16 M
57	(株) いすゞセラミックス	ATA 15 K
58	(株) いすゞセラミックス	ATA 19 K
59	(株) いすゞセラミックス	ATB 21 K
60	(株) いすゞセラミックス	ATB 33 K
61	(株) いすゞセラミックス	ATB 49 K
62	(株) いすゞセラミックス	ADA 15 K
63	(株) いすゞセラミックス	ADA 19 K
64	(株) いすゞセラミックス	ADB 21 K
65	(株) いすゞセラミックス	ADB 33 K
66	(株) いすゞセラミックス	ADB 49 K

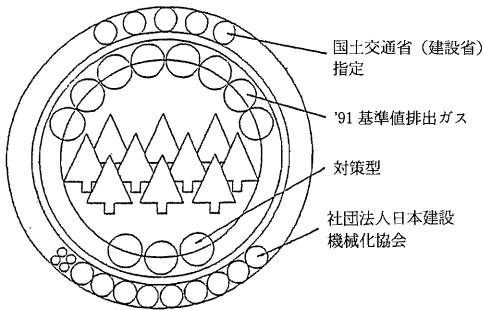
●お 知 ら せ●

(1) 建設省が指定する「排出ガス対策型建設機械」および「これと同等と見なすことができる排出ガス浄化装置を装着した建設機械」の確認方法

建設省が指定する「排出ガス対策型建設機械」および「これと同等と見なすことができる排出ガス浄化装置を装着した建設機械」については、識別ができるように以下(①あるいは②)のラベルが貼付されています。

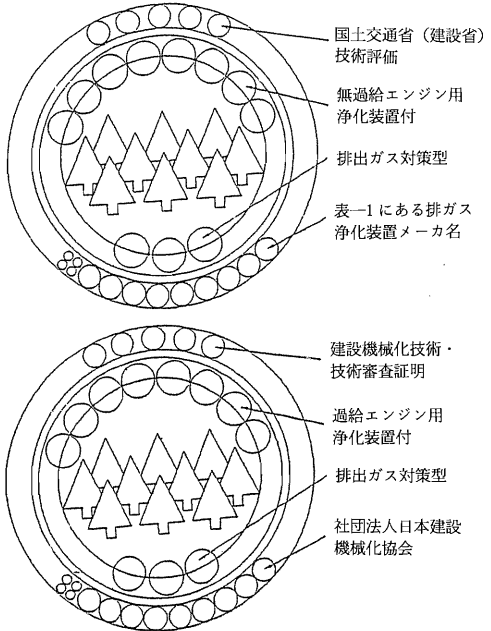
(1) 「排出ガス対策型建設機械」に貼付されるラベル

このラベルの上部には「建設省指定」と記載され、下部には「社団法人日本建設機械化協会」と記載されています。



(2) 「排出ガス対策型建設機械と同等と見なすことができる排出ガス浄化装置を装着した建設機械」に貼付されるラベル

このラベルの上部には「建設省技術評価」あるいは「建設機械化技術・技術審査証明と記載され、下部には表-1にある排出ガス浄化装置メーカー名」あるいは「社団法人日本建設機械化協会」と記載されています。



問合せ先：国土交通省総合政策局建設施工企画課；  
電話 03 (5253) 8285

事務連絡  
平成13年1月25日

社団法人日本建設機械化協会長殿

国土交通省総合政策局建設施工企画課  
課長補佐 徳長 政光

排出ガス対策型建設機械指定要領等の  
取扱いについて

建設機械の排出ガス第2次基準値による排出ガス対策型建設機械の指定開始につきましては、「排出ガス対策型建設機械指定要領」(平成3年10月8日付建設省経機発第249号)および「排出ガス対策型建設機械指定要領の運用」(平成9年10月3日付建設省経機発第128号)

の平成12年12月25日付改正により、平成13年4月1日よりその指定申請の受け付けを開始することとしたところであります。

これに先立ち、建設機械の排出ガス第2次基準値によるエンジン評定の受付は既に開始されており、国土交通省としても第2次基準値に適合した排出ガス対策型建設機械の早急なる普及を支援するためにも、平成13年4月1日から同年4月20日までに第2次基準値による排出ガス対策型エンジンの認定及び建設機械の指定申請が行われたものにつきましては、平成13年6月にそれぞれ認定及び指定が行うことができるよう、所要の措置を講ずることとしておりますので、本取扱いについて、貴参加関係会員への周知徹底及びご協力をよろしくお願い申し上げます。



## …行事一覽…

(平成12年12月1日～31日)

### 広報部会

#### ■Conet 2001 企画委員会

月 日：12月13日(水)  
出席者：太田 宏委員長ほか9名  
議 題：①周知・動員計画の見直しについて ②開催案内について

#### ■文献調査委員会

月 日：12月14日(木)  
出席者：江本 平委員長ほか6名  
議 題：機関誌掲載原稿について

#### ■機関誌編集会議

月 日：12月15日(金)  
出席者：田中康順委員長ほか20名  
場 所：①平成13年4月号(第614号)の計画

#### ■要覧編集委員会(第5章)

月 日：12月14日(木)  
出席者：須田光俊委員長ほか7名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第18章)

月 日：12月14日(木)  
出席者：金丸孝行委員長ほか1名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第3章)

月 日：12月18日(月)  
出席者：矢嶋 茂委員長ほか6名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第9章)

月 日：12月18日(月)  
出席者：松澤孝三委員長ほか7名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第17章)

月 日：12月18日(月)  
出席者：山名至孝委員長ほか6名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第1章)

月 日：12月19日(火)  
出席者：熊谷元伸委員長ほか4名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第4章)

月 日：12月19日(火)  
出席者：小佐部憲憲委員長ほか6名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第10章)

月 日：12月20日(水)  
出席者：染谷 晃委員長ほか4名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第14章)

月 日：12月20日(水)  
出席者：酒井一夫委員長ほか6名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第15章)

月 日：12月20日(水)  
出席者：高野誠紀委員長ほか6名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第2章)

月 日：12月21日(木)  
出席者：関谷洋一委員長ほか4名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第6章)

月 日：12月21日(木)  
出席者：成田秀志委員長ほか7名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第13章)

月 日：12月21日(木)  
出席者：千葉達彦委員長ほか8名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■機関誌編集委員会(第16章)

月 日：12月21日(木)  
出席者：宮口正夫委員長ほか5名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第7章)

月 日：12月22日(金)  
出席者：桑原孝資委員長ほか4名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第11章)

月 日：12月22日(金)  
出席者：鈴木 隆委員長ほか5名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

#### ■要覧編集委員会(第8章)

月 日：10月26日(火)  
出席者：太田 宏委員長ほか6名  
議 題：①総説・概説の見直しについて ②掲載会社原稿のチェック

### 技術部会

#### ■大深度空間施工技術委員会幹事会

月 日：12月13日(木)  
出席者：清水英治委員ほか9名  
議 題：計画打合せ

#### ■情報化施工委員会標準化小委員会

月 日：12月13日(水)  
出席者：喜安和秀委員長ほか18名  
議 題：①情報化施工委員会開催計画 ②プレゼンテーション資料骨子

#### ■大深度空間施工技術委員会

月 日：12月18日(月)  
出席者：清水英治委員長ほか26名  
議 題：技術発表会

#### ■自動化委員会 RD 小委員会

月 日：長 健次委員長ほか6名  
議 題：①小委員会活動方針の検討 ②平成13年度の調査計画の作成

#### ■情報化施工委員会

月 日：12月20日(水)  
出席者：建山和由委員長ほか48名  
議 題：①ISO/TC 127 リオデジャネイロ会議報告 ②今後の方針

#### ■自動化委員会移動体通信小委員会

月 日：12月25日(月)  
出席者：梅田亮栄委員長ほか3名  
議 題：小委員会活動方針の検討

### 機械部会

#### ■基礎工事用機械技術委員会幹事会

月 日：12月4日(月)  
出席者：両角和嘉委員長ほか4名  
議 題：中期事業方針(案)について(平成13年～平成15年)

#### ■建築生産機械技術委員会 WG-A

月 日：12月6日(水)  
出席者：高品 弘リーダーほか5名  
議 題：“50年後の日本の状況都市地方の構造・建築物”から考えられる、また要求される機械について検討し、各自の分担を決める。

#### ■建築生産技術委員会移動式クレーン分科会

月 日：12月6日(水)  
出席者：石倉武久分科会長ほか9名  
議 題：①「4.1作業開始前」原稿審議 ②「4.2作業時」原稿審議 ③「4.3作業終了時」原稿審議 ④「4.4特殊環境下」原稿審議 ⑤「4.5安全設備(施設側)」原稿審議

#### ■トンネル機械技術委員会幹事会

月 日：12月7日(木)  
出席者：菊池雄一委員長ほか7名  
議 題：各班のリーダー・サブリーダーによる活動内容について打合せ

#### ■ショベル技術委員会

月 日：12月7日(木)  
出席者：田中利昌委員長ほか9名  
議 題：油圧ショベルの燃費測定方法について

#### ■建築生産技術委員会

月 日：12月12日(月)

出席者：宮口正夫委員長ほか29名  
見学先：①各分科会活動報告について  
②各WG活動報告について  
③中期活動計画について

#### ■機械部会幹事会

月 日：12月15日(金)

出席者：高松武彦部会長ほか14名  
議題：講演：①「最近の排気ガス規制の動向」原動機技術委員会・杉山誠技術委員長 ②各委員会の中期計画方針(案)の発表

#### ■原動機技術委員会

月 日：11月15日(金)

出席者：杉山誠一委員長ほか19名  
議題：排気ガス2次規制の件 ①PMのJIS化 ②運輸省と建設省の打合せ結果 ③答申の内容ほか

#### ■建築生産機械技術委員会 WG-B

月 日：12月18日(月)

出席者：大森孝夫リーダほか6名  
議題：全体とりまとめ

#### ■建築生産技術委員会 WG-C

月 日：12月18日(月)

出席者：洗光範リーダほか3名  
議題：①建設資材を“投げる”“とばす”機械について ②クレーン以外の対象機械について

#### ■建機環境技術チームワーキンググループ

月 日：12月19日(火)

出席者：松本毅チームリーダほか6名  
議題：「建設機械の環境対応を推進するための技術指針(案)」の内容について審議

#### ■荷役機械技術委員会定置式クレーン分科会

月 日：12月20日(水)

出席者：三浦拓分科会長ほか8名  
議題：①定置式クレーンの動向と将来像について原稿確認 ②リユース・省エネ抽出項目の整理 ③次回テーマの検討

#### ■潤滑油研究分科会

月 日：12月20日(水)

出席者：大川聡分科会長ほか3名  
議題：作動油試験工程について

#### ■電装品・計器研究分科会

月 日：12月21日(木)

出席者：中野一郎分科会長ほか3名  
議題：①環境リサイクル審議 ②JCMAS規格の見直し ③平成13年度活動計画(案)について

#### ■トンネル機械技術委員会IT班

月 日：12月22日(金)

出席者：平地正憲サブリーダほか8名  
議題：①12月7日のグループリーダ・サブリーダ会議報告 ②IT班各グループの活動報告

#### ■原動機技術委員会

月 日：12月26日(火)

出席者：杉山誠一委員長ほか8名  
議題：建設省第2次排気ガス規制について、運輸省の特殊自動車の規制と比較検討を行った。

## 整備部会

#### ■整備技術委員会

月 日：12月4日(月)

場所：東洋内燃機工業社  
出席者：吉田弘喜委員長ほか6名  
議題：①建機整備業としてのISO9000の取得記念見学会 ②ISO9000の取得についての体験紹介

## I S O 部 会

#### ■第1委員会

月 日：11月10日(金)

出席者：定免克昌委員長ほか12名  
議題：①リオデジャネイロ国際会議報告 ②CD 6015 油圧ショベル掘削力改正 ③WD 10256 油圧ショベル吊り上げ力改正 ④油圧ブレーカ作業能力 ⑤建設機械用計器類の信号及び衝撃試験方法

#### ■第2委員会

月 日：11月13日(月)

出席者：田中三郎委員長ほか15名  
議題：①リオデジャネイロ国際会議報告 ②シート寸法追補 FDIS 投票 ③騒音関係改訂 ④DLV 改訂 ⑤アクセス、FOPS、シートベルト ⑥アーティキュレートロック、歩行式機械のブレーキ報告事項 ⑦オペレータコントロール ⑧TOPS及び危険探知及び視界 ⑨リモートコントロール ⑩ライティング及びかじ取り装置追補

#### ■コンクリート機械関係国際規格共同開発調査委員会

月 日：11月16日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか10名  
議題：①コンクリートミキサ練り混ぜ性能試験方法の規格案の件 ②配布済み規格案に対する各国意見検討 ③アジア環太平洋諸国調査及び連帯作業

#### ■第3委員会

月 日：11月21日(火)

出席者：斎藤雄雄委員長ほか9名  
議題：①リオデジャネイロ国際会議

報告 ②ISO 6750 (取扱説明書の様式及び内容) ③ISO 10261 製造識別番号(PIN)改正 DIS 投票 ④電子式機械動作制御システム：要求事項及び試験方法 ⑤リフティングアンドタイイングダウン ⑥ISO 6011 計器類 ⑦ISO 6405-2 (操縦装置等の識別記号) 追補2のDIS投票 ⑧土工機械による施工の情報化 ⑨油圧ショベルアタッチメント取合い部の寸法

#### ■第2委員会

月 日：11月23日(水)

出席者：西ヶ谷忠明分科会主査ほか9名  
議題：①リオデジャネイロ国際会議報告 ②労働省の車両系建設機械の安全対策 ③建設省の建設施工の安全対策 ④今後の進め方

#### ■コンクリート機械関係国際規格共同開発調査小委員会

月 日：12月5日(火)

出席者：大村高慶委員長ほか4名  
議題：①TC 195/WG 国際会議 ②コンクリートミキサ練混ぜ性能試験方法 ③コンクリートミキサ用語及び仕様項目 ④コンクリート吹付けシステム：用語及び仕様項目 ⑤コンクリートポンプ：用語及び仕様項目

#### ■コンクリート機械関係国際規格共同開発調査小委員会

月 日：12月14日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか4名  
議題：①WD 18651 コンクリート棒形振動機 ②WD 18652 コンクリート型枠振動機

#### ■TC 214 国内対策委員会

月 日：12月14日(木)

出席者：角山雅計委員長ほか7名  
議題：①マーストリヒト国際会議報告 ②ISO/DIS 16368.3 高所作業車：設計計算、安全必須項目及び試験方法 ③ISO/CD 18878 高所作業車：トレーニング ④ISO/CD 18893 高所作業車：取扱説明書、安全原則、検査、整備、及び運転 ⑤ISO/DIS 20381 高所作業車：操縦装置などの識別記号

## 標準化会議及び規格部会

#### ■規格部会建設機械 JIS 原案作成委員会

月 日：11月9日(木)

出席者：大橋秀夫委員長ほか10名  
議題：JIS 原案審議 ①A 8507 建設

設用回転圧縮機（仕様書様式及び性能試験方法）②A 8313 土工機械（製品識別番号（PIN））

#### ■標準化会議

月 日：11月24日（金）

出席者：大橋秀夫議長ほか16名

議 題：①G 003-3 建設業務用ICカードデータ記録（第3部：資格 技能コード改正）及びG 003-8 建設業務用ICカードデータ記録（第8部：技能講習 特別教育コード改正）  
②P 034 除雪機械（カッティングエッジ及びエンドビット）寸法及び形状  
③R 001 廃止 ④適正実施規準導入状況

### 調 査 部 会

#### ■建設経済調査委員会

月 日：12月13日（水）

出席者：高井昭治委員長ほか3名

議 題：施工統計の調査

#### ■新機種調査委員会

月 日：12月14日（木）

出席者：渡部 務委員長ほか3名

議 題：新機種調査

### 業 種 別 部 会

#### ■秋期講演会（製造業部会・技術部会合同）

月 日：12月5日（火）

場 所：機械振興会館ホール

参加者：150名

内 容：①「建設コスト縮減新行動計画」（芦田義則・建設省）②「公共工事の品質確保と発注者責任」（深澤淳志・建設省）③「情報化施工について」（喜安和秀・建設省）  
④「失敗を積極的に利用しよう」（畑村洋太郎・東京大学）

#### ■レンタル業部会

月 日：12月19日（火）

出席者：松田寛司部会長ほか9名

議 題：「機械安全の包括的基準（案）」の説明（事務局：渡辺 正）

#### ■サービス業部会

月 日：12月5日（水）

出席者：田村 勉部会長ほか5名

議 題：情報交換

### 専 門 部 会

#### ■建設生産システム研究会

月 日：12月15日（金）

出席者：今岡亮司委員長ほか9名

議 題：①建設生産システムシンポジウムの計画 ②シンポジウムディスカッションシナリオ骨子

#### ■建設機械整備方針検討委員会

月 日：12月18日（月）

出席者：岩見吉輝委員長ほか11名

議 題：建設機械整備の検討

#### ■国際協力専門部会

月 日：12月25日（月）

出席者：後藤 勇部会長ほか13名

議 題：①個別合同研修計画打合せ  
②建設機械整備（仏語）コース反省会

## … 支部行事一覧 …

### 東 北 支 部

#### ■機械第一部会リースレンタル拡大分科会

月 日：12月4日（月）

出席者：石井嘉一分科会長ほか17名

議 題：①リースレンタル業イノベーション戦略について ②本年度業務の展開について

#### ■除雪部会

月 日：12月6日（水）

出席者：山崎 晃部会長ほか2名

議 題：平成12年度除雪機械展示・実演会の対応について

#### ■支部創立50周年準備委員会

月 日：12月11日（月）

出席者：丹野光正委員長ほか5名

議 題：記念イベントの計画の推進方策について

#### ■第2回運営委員会

月 日：12月12日（水）

出席者：岸野佑次支部長ほか37名

議 題：①平成12年度上半期事業及び同予算概要について ②「雪の新世紀・青森」除雪機械展示・実演会について

#### ■2級建設機械施工技術研修

月 日：12月16日（土）～18日（月）

会 場：宮城県民会館

受 講 者：157名

#### ■「雪の新世紀・青森」実行委員会

月 日：12月20日（水）

出席者：斎 恒夫事務局長ほか1名

議 題：「雪の新世紀・青森」全体実施計画について

#### ■除雪部会

月 日：12月22日（金）

出席者：山崎 晃委員長ほか10名

議 題：①平成12年度除雪講習会について ①平成12年度除雪機械展示・実演会の対応について

### 北 陸 支 部

#### ■除雪機械管理施工技術講習会

月 日：12月1日（金）

場 所：新発田市

受 講 者：82名

内 容：①冬期における道路管理  
②除雪作業による事故防止 ③除雪施工法について ④除雪機械の点検、取扱い

#### ■2級建設機械施工技術研修

月 日：12月4日（月）～6日（水）

場 所：新潟厚生年金会館

受 講 者：73名

#### ■「けんせつフェア in 北陸 2001」準備会

月 日：12月8日（金）

出席者：吉川 進事務局長

議 題：基本計画（案）及び実行委員会規約（案）について

#### ■普及部会

月 日：12月8日（金）

出席者：中橋秀順委員ほか5名

内 容：「平成12年度西部地区地方連絡会」準備運営について

#### ■西部地区地方連絡会

月 日：12月13日（水）

出席者：和田 惇支部長ほか82名

議 題：①支部事業について (イ)平成12年度北陸支部事業活動について ②建設省、富山県、石川県の事業概要について (ロ)北陸地建の事業概要について (ハ)富山工事事務所の事業概要について (ニ)石川県の事業概要について ③講演会：「道はどこかにつづる」（ナレーター・和紙花絵作家 中田千鶴子）

#### ■冬期施工機材委員会

月 日：12月21日（木）

出席者：内山和夫委員長ほか10名

議 題：①開発された冬期施工機材が普及（利用）されない理由 ②平成12年度の事業活動経過について

#### ■技術改善委員会

月 日：12月25日（月）

出席者：吉田紘一部会長ほか15名

議 題：①環境・景観などの電子カタログの作成報告 ②「コンクリート製品開発の推移」の報告 ③土木用コンクリート製品施工マニュアル改訂の報告 ④製品開発に関するアンケート調査結果報告

### 中 部 支 部

#### ■運営委員会

月 日：12月5日(火)  
出席者：土屋功一支部長ほか29名  
議題：平成12年度上半期事業報告及び同経理概要について

#### ■2級建設機械施工技術研修

月 日：12月8日(金)～10日(日)  
会場：愛知県産業貿易館  
受講者：145名

#### ■部会長・副部会長会議

月 日：12月13日(水)  
出席者：近藤治久企画部会長ほか7名  
議題：支部規定(案)について

#### ■広報部会

月 日：12月22日(金)  
出席者：石丸俊明部会長ほか7名  
議題：支部ニュース第8号編集

#### ■広報部会

月 日：11月27日(月)  
出席者：石丸俊明部会長ほか9名  
議題：支部ニュース(第8号)の編集について

### 関西支部

#### ■運営委員会

月 日：12月1日(金)  
出席者：高野浩二支部長ほか29名  
議題：平成12年度上半期報告及び同経理概況

#### ■2級建設機械施工技術研修

月 日：12月4日(月)～6日(水)  
場所：大阪キャスルホテル  
受講者：103名

#### ■トンネル施工機材委員会

月 日：12月7日(木)  
出席者：谷本親伯委員長ほか15名  
議題：①前回議事録の確認 ②現場見学会報告 ③「鈴鹿トンネル下り線工事のTBMの施工実績について」 ④「栗東トンネルのTBM施工について」

#### ■建設災害公害委員会幹事会

月 日：12月7日(木)  
出席者：高橋知之委員長ほか4名  
議題：第1回委員会の内容の検討

#### ■橋梁技術委員会

月 日：12月11日(金)  
出席者：岸川秩世委員長ほか11名

議題：①平成12年度橋梁施工技術報告会の開催について ②高所作業車に関する検討

#### ■摩耗対策委員会200回記念講演会

月 日：12月12日(火)  
会場：大阪府立労働センターエルおおさか  
参加者：29名

#### ■広報部会出版班

月 日：12月13日(水)  
出席者：石田啓直班長ほか2名  
議題：「JCMA」関西78号の編集について

#### ■特別講演会

月 日：12月14日(木)  
会場：建設交流館グリーンホール  
参加者：165名  
演題：①「関西再生のシナリオ」(日本経済新聞社編集局経済担当部長・下舞 浩) ②「近畿の道路事業」(近畿地方建設局道路部長・佐野正道)

#### ■海洋開発委員会

月 日：12月15日(金)  
出席者：建山和由委員長ほか7名  
議題：①「廃棄物埋立地盤の管理と跡地利用」 ②海洋開発に関する文献調査

#### ■2級建設機械施工技術研修

月 日：12月18日(月)～20日(水)  
会場：大阪キャスルホテル  
受講者：108名

#### ■新機種新工法委員会

月 日：12月18日(月)  
出席者：畑中照一委員長ほか13名  
議題：①「大津放水路工事現場」見学会の結果について ②シールド工事の長距離施工アンケートのまとめについて ③報告会の開催について

#### ■広報部会出版班

月 日：12月26日(火)  
出席者：石出啓直班長ほか6名  
議題：「JCMA」関西78号の進捗状況について

### 中国支部

#### ■講演会

月 日：12月19日(金)  
場所：八丁堀シャンテ  
参加者：66名  
演題：①これからの建設生産システムの模索 ②中山隧道(村民手掘の千米)について(財)日本建設情報センター理事・今岡亮司

### 四国支部

#### ■2級建設機械施工技術研修

月 日：12月7日(木)～9日(土)  
場所：香川県土木建設会館  
受講者：96名

### 九州支部

#### ■第9回企画委員会

月 日：12月1日(金)  
場所：相川 亮委員長ほか20名  
議題：支部行事の推進について

①2級建設機械施工技術研修会実施の件 ②工事見学研修会実施の件 ③建設機械及びポンプ・水門・換気設備等機械設備の安全対策に関する意見とりまとめ方法について ④平成12年度常任運営委員会運営要領の件

#### ■平成12年度常任運営委員会

月 日：12月1日(金)  
出席者：川崎迪一支部長ほか33名  
議題：①平成12年度上半期報告及び同経理状況報告承認に関する件 ②役員交替及び建設技術フェアー2000開催の件

#### ■建設技術フェアー2000

月 日：12月5日(火)～6日(水)  
会場：福岡ドーム  
内容：テーマ・未来(あす)の社会を支える人と技術。建設に関する様々な最新の技術・機械器具・材料等展示。「見て、触れて、体験」してもらう工夫を凝らし、会場を盛りあげた。

出展社：152社、内支部会員57社  
入場者：13,075名

## 編集後記

史上まれな大接戦から訴訟合戦と混迷をきわめた米大統領選もやっと決着がつき、8年ぶりに共和党のブッシュ・テキサス州知事が大統領に決まりました。世界をけん引する超大国の米国大統領として、世界の平和と安定にリーダーシップを發揮することを期待したいと思います。

さて、巻頭言は、日本鉄道建設公団・安藤恵一郎設備部長から「これからの駅」と題し、鉄道駅および鉄道駅周辺の道路、駅前広場のバリアフリーを目指した一体的な整備が国土交通省の発足に伴い一層進むものと期待され、駅が楽しさや活気に触れる空間となるように計画していく必要があるとのご寄稿いただきました。

随想は「犬と親しむ」と題して鹿島建設技術研究所の阿部裕氏と「ケーデターに遭遇した話」と題しライト工業の磯部金治氏のお二方からご寄稿いただきました。

一般報文としては、工事施工関連7編と機械開発関連が3編あり、「シールドトンネルの長距離・急速施工技術」では掘削完了後シールド機を引揚げ実施した評価結果、「大口径偏芯多軸シールド機によるトンネルの施工」では編心多軸シールドの掘削性能、「ニューマチックケーソン自動掘削工法」では函内無人化システムを更に進めた自動化と岩盤掘削も可能なシステム、「大規模埋立てに対応した土運船用光波式土量自動計測システム」では土運船用光波式土量自動計測システムの改良と実績、「大型ブルドーザの直動式遠隔操作による押土作業」では直動式遠隔操作システムを用いた大型ブルドーザによる水際法面の押土作業、「650トン大型クレーンの採用によるトラス架設」ではサッカースタジアムの40m張り出し屋根トラス架設、「スーパーストラクチャーフレームの合理化施工」ではスーパーストラクチャーフレームの合理化

施工による地上32階建て超高層ビル建設、「省散水型路面清掃車の開発によるコスト縮減」では省散水型路面清掃車の開発成果、「無機性汚泥の再生利用システム（ケーキリサイクル「ケークル」）では汚泥の建設資材として再生利用のための土質改良処理施設、「脱水ケーキリサイクルプラント（造粒固化装置「ベレガイア」）では脱水ケーキの造粒固化装置が紹介されております。

いずれも皆様方に興味を持ってお読みいただけるものと思います。

本誌がお手元に届くころには、季節は厳寒の時期を迎えていると思いますが、会員および読者の皆様方にはお風邪など召さぬよう一層のご注意ご自愛下さるようお祈りいたします。

最後にご多忙中にも関わらず、ご執筆いただいた皆様方には心から厚くお礼申し上げます。

(原川・高坂)

No.612 「建設の機械化」 2001年2月号 (定価) 1部 840円 (本体800円)  
年間 9,000円 (前金)

平成13年2月20日印刷 平成13年2月25日発行 (毎月1回25日発行)

編集兼発行人 玉光弘明 印刷人 山田純一

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011

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

建設機械化研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (吉原郵便局区内) 電話 (0545) 35-0212

北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三條西 2-8 さつげんビル内 電話 (011) 231-4428

東北支 部 〒980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1 二日町東急ビル 電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒951-8131 新潟市白山浦 1-614-5 白山ビル内 電話 (025) 232-0160

中部支 部 〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26 昭和ビル内 電話 (052) 241-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪府中央区谷町 1-3-27 大手前建設会館内 電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22 築地ビル内 電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22 建設クリエイトビル内 電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒810-0041 福岡市中央区大名 1-12-56 八重洲天神ビル内 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