

平成12年度官公庁・建設業界で採用した新機種

建設業界（その1）

矢嶋 茂*

平成12年度に建設業界で採用した新機種について、本協会の主だった建設会社四十数社に資料の提供を依頼し、その回答をもとに取りまとめた。対象とした新機種とは、平成12年度中に各社において新たに国産化された機種、新規に開発し実用化された機種、あるいは従来機種に顕著な改造を加え採用された機種等、それぞれ効果をあげた機種および工法である。

この調査は毎年継続して行われており、その時々を情勢を反映した新機種、新工法が登場し貴重な資料となっている。

今回、回答をいただいたのは、14社延べ25件で前年度より6件の減であった。それぞれの回答を分野別にみると、例年同様、トンネル工事用機械、シールド工事用機械、路盤用機械・締固め機械およびそれらの関連機械などが多い。また、環境保全・リサイクル関連の機械も近年見うけられるようになった。

全体的にその内容を分類してみると、

- ① 創意工夫された機械装置および工法の改善（13件）
- ② 施工の特異条件に合わせた新機種の開発（10件）
- ③ 総合的に生産性を高める各種管理システム（2件）

等に取組んできたことが窺える。

ここに紹介する多くの新機種、新システムから、業界の関係者が新たなニーズと視点のもとに考案し、メーカーの協力を得て実用化への努力をした成果の一端であることをご理解いただくと共に、今後の建設の機械化のさらなる推進の参考としていただければ幸いである。

なお、新機種の回答件数が、平成7年度をピークとして年々下向き傾向にある。建設業界の置かれている極めて厳しい実情を反映し、機械の新規開発・研究への投資が減少しているとも考えられる。しかし、生産性の向上・品質の向上・安全性の向上および環境への対応に対するニーズはまだまだ大きいものがあり、業界各社のより一層の取組みはもとより、メーカーならびに関係者各位のご支援、ご協力を期待したい。

最後になりますが、本稿執筆にあたり資料を提供していただいた各社の担当者の方々に紙面を借りて御礼申し上げます。

など自在な操作が可能である。

- ① 狭い場所での移動に有効
- ② 4台のチェーンブロックを装備して、4点吊りとしているので、荷の水平微調整が可能、また必ずしも重心を吊らなくても水平に吊れる。
- ③ チェーンブロックは過荷重防止装置(自動停止)装備
- ④ 伸縮梁を採用。全幅が4,600mmから3,800mmに調整可能

エア浮上装置によって、床面との摩擦係数が1/1,000程度になるので、3t、4tの荷を人力でも動かすことができるが、直進性や任意の方向性を持たせるため、バッテリー駆動型の走行車輪にて行う。

熊谷組では、躯体の床スラブを平滑に仕上げたエポキシ樹脂を塗装することにより、脱型時の剝離性が良くなるPCaベッドとして使用する「フロアフォーム工法」を開発し、その床スラブがそのまま当クレーンの走行エリアとなっている。

1. クレーンおよびその他荷役機械

(1) エア浮上式門型クレーン（スケータクレーン）

（表—1、写真—1参照）

熊谷組は、その脚（柱）の裏に装備したエア浮上装置にコンプレッサでエアを供給することにより、わずかに浮上させ、自由に走行できる門型クレーンを開発し、横浜の石川町東口計画作業所に導入した。

この機械は、建築工事における躯体施工済みの現場内に設置された簡易PCa工場内のPCa床板製作エリアを自由に移動・搬送させる目的で製作されたもので、鉄筋の搬入、コンクリート打設、脱型、搬送を行う。

駆動輪と拘束輪にて、直進、直交、旋回、フリー走行

* やじま しげる

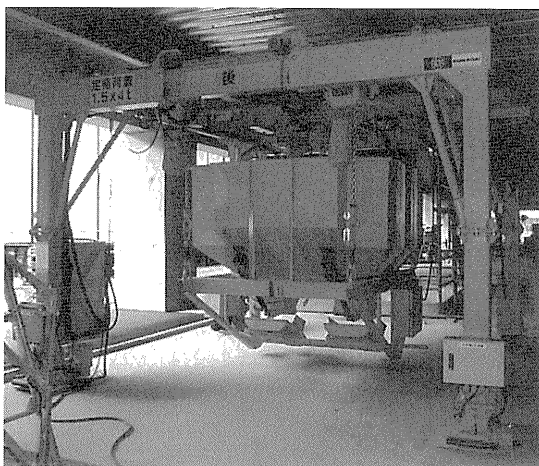
ハザマ 土木事業総本部機電部部长
社団法人日本建設機械化協会建設業部会幹事長

平成12年度建設業界で採用した新機種一覧表

分類	採用した新機種	会社名
1. クレーンおよびその他荷役機械	(1) エア浮上式門型クレーン(スケータクレーン) (2) 自力昇降式インクライン	熊谷組 清水建設
2. シールド工所用機械	(1) 側部先行・中央揺動型三連シールド機 (2) プロシエアミキサ (3) 土砂圧送用大型ロータリポンプ (4) 泥水シールド用ロータリクラッシャ	熊谷組 佐藤工業 佐藤工業 東洋工業
3. トンネル工所用機械	(1) 小型・軽量スロット削孔機「スロットスター」 (2) トンネル活線拡幅移動式ステージ型プロテクタ (3) 自動吹付けロボット (4) ずり搬出ベルトコンベヤ受け台車 (5) 小断面トンネル覆工切削機 (6) 山岳トンネル用小型集塵機	奥村組 佐藤工業 佐藤工業 佐藤工業 清水建設 ハザマ
4. コンクリート機械	(1) 解体コンクリートを全量使用した現場再生コンクリート製造装置 (2) 石炭灰混練りプラント	奥村組 三井建設
5. 路盤用機械および締固め機械	(1) 路床改良工用粉塵抑制装置 (2) 静的締固め杭施工機 (3) フォームドスタビライザ	東亜道路 東洋建設 前田道路
6. 舗装機械	(1) 透水性レジンモルタル敷設機械 (2) 土系舗装「パーフェクトシーダ」用施工機械	日本舗道 日本舗道
7. 環境保全およびリサイクル機械	(1) 都市型アスファルトリサイクリングプラント	日本舗道
8. その他	(1) マトリックス式変位自動計測システム (2) 逆打工法における土砂垂直・水平運搬システム (3) 生産基盤材吹付け用回転式ノズル (4) ベルトコンベヤ搭載ダンプトラック「らくだ」 (5) ICカードによる大型重機稼働の集中管理	大成建設 東急建設 西松建設 ハザマ ハザマ

表-1 機械仕様

吊り荷重	6t	1.5t×4基
揚程	6m	
巻上速度	0.085 m/sec	50 Hz
横行速度	0.167 m/sec	50 Hz
走行速度	0.5 m/sec	50 Hz
所要電力	3相200V, 45A	
所要空気量	0.49 MPa, 2 m ³ /min	
寸法	4.32 m×(3.8~4.6)m×3.2 m	L×W×H
クレーン自重	約2.6t	

写真-1 スケータクレーン
(コンクリートバケット付きの状態)

(2) 自力昇降式インクライン (写真-2 参照)

清水建設 JV は、広島県で建設中である広島空港大橋左岸側下部工において、自力で昇降するインクライン設備を三井三池製作所と共同開発し、導入した。

インクラインは最大積載量 35 t, 最大移動距離が約 200 m の設備であり、34°の登り勾配である架台(H型鋼等で組立て)上を走行する。

本装置は車輜等を積載する「台車部」と駆動用モータ等を搭載する「駆動部」とで構成され、ピン結合されている。

台車部は長さ 14 m×幅 6.5 m の面積を有し、架台架設時には主に 25 t ラフタクレーンを積載する。

架台の中央桁上にはピンラックと駆動部走行用レールを一体化したピンラックフレームを設置し、駆動部には減速機付き電動モータ(出力 30 kW)を上下左右に計 4 台設置した。モータにはギア歯車が取付けられており、これらのギアでピンラックを左右から挟込み、ピンラックから反力を取りながら台車が昇降する設備である。また、駆動用モータ後方には更に左右 2 台のギア歯車が取付けてあり、このギアにはディスクブレーキが取付けられている。台車が逸走した際の緊急ブレーキとなる。

本設備は軌道上の任意の位置に停止することができるため、架台の施工は台車上に配置したラフタクレーンを使用し、ダウンザホールによる杭打ち作業及び架台組立て作業等を行うことができる。また、架台が 1 スパン増設されるごとに更に上方へ移動できる設備となる。

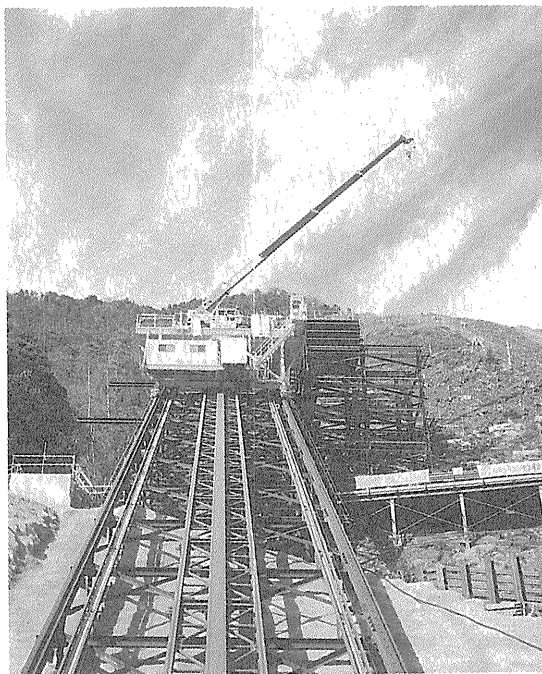


写真-2

インクラインは架台完成後にはワイヤリングされ、巻上げ機の牽引力により、高速(最高75 m/min)で台車を昇降させる設備となる。本インクライン設備(架台増設中)の主要諸元は以下のようである。

- ・最大積載荷重：35 t
- ・台車重量：65 t
- ・台車寸法：14×6.5 m
- ・電動機出力：30/15 kW(4/8 P)×4 台
- ・走行速度：8/4 m/min
- ・軌道延長：199 m

2. シールド工専用機械

(1) 側部先行・中央揺動型三連シールド機

(表-2、写真-3 参照)

営団地下鉄と熊谷組は、島式ホームの駅部と留置線構築を目的にした側部先行中央揺動型の着脱式シールド機を開発し、地下鉄11号線清澄工区工事に導入した。

側部先行・中央揺動型三連シールド機は、駅部シールド掘進終了後に中央揺動部を取外し、側部2台のシールド機を用いて、単線併設のトンネル構築をめざしたもので、今後の地下鉄建設におけるコストダウン及び環境への適応を考慮している。

側部先行カッタの支持方式は、大断面掘削という観点から強度的にも中間支持方式を採用せざるを得ず、中央面板に関しては、回転方式とすると、側部先行シールド機の中間支持サポートと干渉してしまうため、営団地下

表-2 機械仕様

シールド機	泥水式シールド 外径 φ7,440 mm 全幅 16,440 mm 機長 7,525 mm
中央カッターディスク	形式 半断面掘削正逆揺動方式 揺動速度(外周速) 16.8 m/min トルク 1,438 kN-m 揺動方式 ジャッキ駆動(2本) 揺動範囲 24°
セグメント	RCセグメント 14分割 外径(縦) 7,200 mm 外径(幅) 16,200 mm 幅 1,200 mm

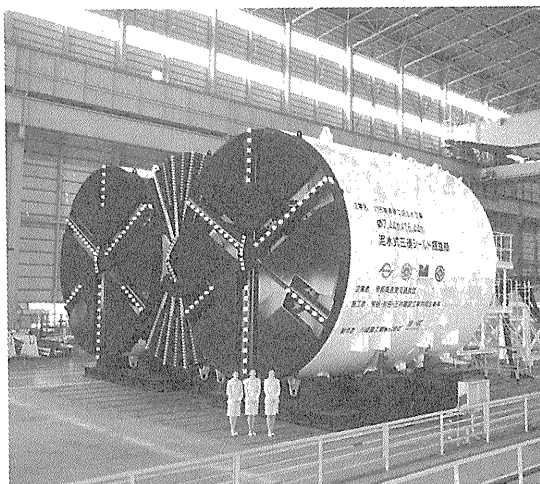


写真-3 側部先行・中央揺動型三連シールド機

鉄南北線白金台駅工事で採用した揺動掘削方式を採用している。

当該機の特徴を以下に示す。

- ① 側部先行(回転作動)、中央揺動型を採用
- ② 側部先行部の支持方式(中間支持)との干渉を防ぐため、揺動角度は24°
- ③ 同一チャンバ方式を採用
- ④ 確実な排泥を得られるよう、左右チャンバ内にそれぞれ2箇所(左右で4箇所)の噴射機能を装備
- ⑤ 中央揺動部センタに駆動を独立したコアカッタを配置(特許出願中)

(2) プロージャミキサ(図-1、写真-4 参照)

佐藤工業は、流動化処理土製造方法および装置を開発し、帝都高速度交通営団の11号線本所工区土木工事における、シールド工事の掘削土をシールドトンネルのインバート材および駐車場の埋戻し材に再利用するため、粘性土を解泥および泥水化する混練機として梳型ショベル羽根式高速混合機「プロージャミキサ」(太平洋機工製)を導入した。

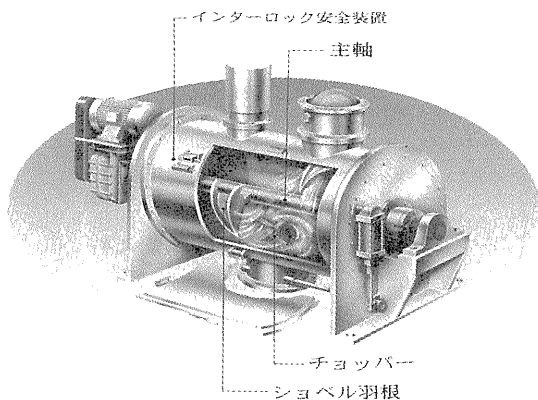


写真-4 プロシエアミキサ

(構造断面図)

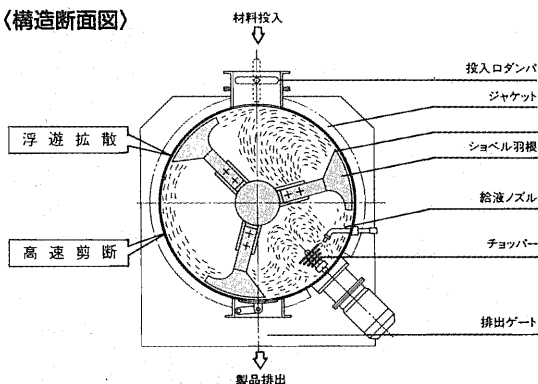


図-1 プロシエアミキサの構造断面図

プロシエアミキサは、主に化学・食品・薬品等の製造業で各種材料の混合および造粒機として使用されている機械である。

プロシエアミキサは、精密混合を行うための分散混合能力が高く、混合作用はショベル羽根による浮遊拡散混合機能を持ち、分散作用は多段式チョッパー羽根による高速剪断分散機能を持っている。

プロシエアミキサの特徴を以下に示す。

- ① バッチ式と連続式とがある。
- ② 浮遊拡散効果で3次元的運動・攪拌され、異粒径、異比重でも短時間で均質混合できる。
- ③ チョッパーの3,000～6,000 rpmの高速回転により、高速剪断分作用を与え、凝集塊の粉碎効果がある。
- ④ 混合・分散・解繊・加湿コーティング～造粒・乾燥等広範囲な分野での用途がある。

(3) 土砂圧送用大型ロータリポンプ

(写真-5, 写真-6, 表-3 参照)

大断面泥土圧シールド工法においてスクリュウコンベヤからの一次圧送ポンプは掘削スピードなどの条件によりピストンシリンダ2系統方式で行われていた。

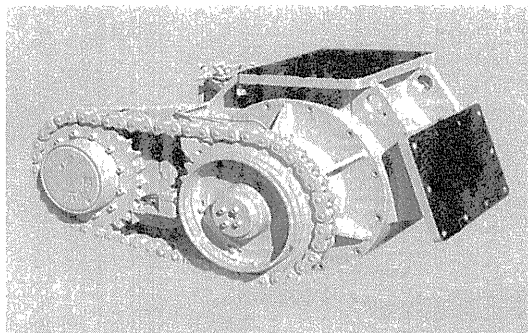


写真-5 ロータリポンプ

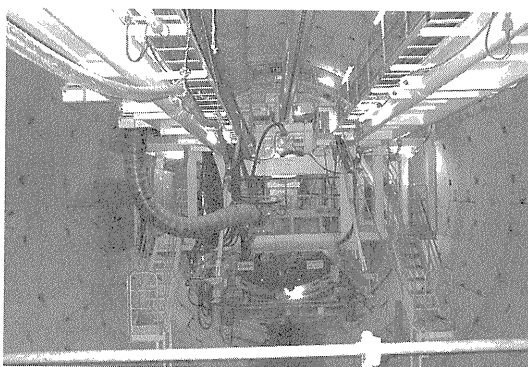


写真-6 設置状況

表-3 仕様諸元

本体外形寸法 (mm)	2,030 L×1,850 W×1,060 H
本体質量 (kg)	約 6,700
最大吐出量 (m ³ /h)	120

佐藤工業と東洋工業は、帝都高速度交通営団11線本所工区土木工事において、シールド外径φ9.6m泥土圧式シールド工法において、一系統で掘削スピード30mm/min及び、切羽土圧と地山水圧を保持・安定させながら掘進する事を可能にした土砂圧送用大型ロータリポンプ (TRP-120) を開発し採用した。

① 構造、性能上の特徴

ケーシング内部の2枚の独立したブレード (羽根) を、ローラチェーンを介して2台の油圧モータで交互に回転させ、この2枚のブレードにより体積変化を行い、吐出圧力を発生させ圧送を行う。

特徴は下記のとおりである。

- ・排土量管理が容易にできる。
- ・振動、騒音が極めて少ない。
- ・大断面泥土圧シールドにおいて1系統で可能。
- ・回転容積型ポンプのため容積効率が低い。
- ・シール性が高いので止水効果が高い。
- ・専有スペースが小さくスペースの確保が可能。

② 施工場所：東京都墨田区錦糸3丁目8番地先

③ 工事内容：

- ・ 径φ9,600mm, 偏心多軸式泥土圧シールド機
- ・ 下部有楽町層粘性土 (yl-c) (N値0~5)
- ・ 工事延長907m, 土被り18.7~15.4
- ・ 施工者：佐藤・大豊建設工事共同企業体

(4) 泥水シールド用ロータリークラッシャ

(表-4, 写真-7参照)

泥水シールド工法において、礫層に対応するため、泥水輸送可能な礫径に破碎するクラッシャを配置するが、低振動で小断面から大断面まで適応できるクラッシャが求められていた。

東洋工業は、主軸に固定されて回転するビット付きロータと固定歯(受歯)により破碎する1軸型ロータリ・クラッシャを開発し、シールド外径2mの小断面から6mクラスで採用され、現在、φ13.23mの首都高速中央環状線トンネル構造新設工事で採用されている。

① 構造、性能上の特徴

現在多く使われているクラッシャ(ジョー型クラッシャ)は、固定歯及び動歯がトンネル進行方向に対し90度に取り付けられている、それに対しロータリ・クラッシャは、トンネル進行方向と同方向に配置されているためトンネル断面に対し有効幅を小さく出来る。

特徴：諸元は下記のとおりである。

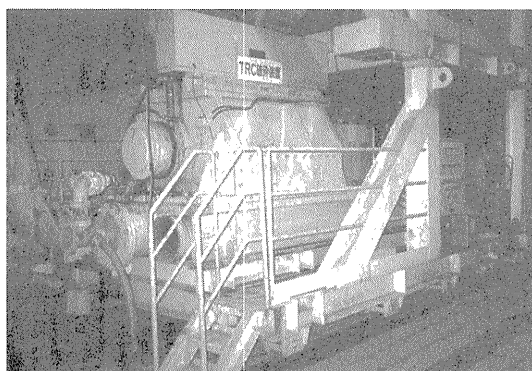


写真-7 TRC-D 350型

表-4 仕様諸元

本体寸法 (mm)	150型	3,030 L×1,364 H×723 W, 3 T	
	250型	3,860 L×1,800 H×1,070 W, 8 T	
	350型	3,900 L×2,190 H×1,350 W, 15.6 T	
配管寸法	150型	供給口 200A	排出口 150A
	250型	供給口 300A	排出口 250A
	350型	供給口 350A	排出口 350A
		セット寸法 (mm)	破碎処理能力 (t/h)
	150型	10, 15, 25	5.4~8.9
	250型	10, 20, 30, 40	8.6~36.5
	350型	30, 50, 70	34.0~92.3

① 粘性土に対し閉塞が少ない。

② 小断面への設置が可能。

③ 破碎機構が固定葉と回転するビット付きロータのため振動力が少ない。

④ 駆動方式は油圧、電動とも可能である。

3. トンネル工専用機械

(1) 小型・軽量スロット削孔機「スロットスター」

(図-2, 表-5, 写真-8参照)

奥村組は、低振動破碎工法であるスロット工法のコストダウンと適用場面の拡大を図るため、小型・軽量スロット削孔機「スロットスター」を古河機械金属と共同開発し、3件の現場に採用した。

本スロットスターは、岩盤やコンクリートに溝(スロット)を掘るための2連式油圧ドリルである。隣り合った2個のビットにより連続孔(図-2参照)が削孔され、これを連続して削孔することでスロットが形成される。形成されたスロットを自由面として利用することにより、比較的小さなエネルギーで破碎することができる。また、スロットをトンネル外周に形成することによって、周辺地山を痛めずに掘削することができる。

本機について写真-8, 図-2に、本機的主要仕様について表-5に示す。

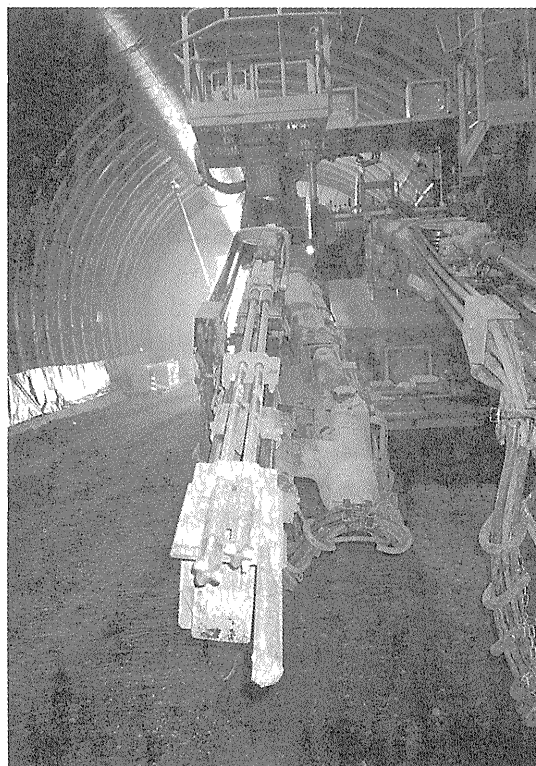


写真-8

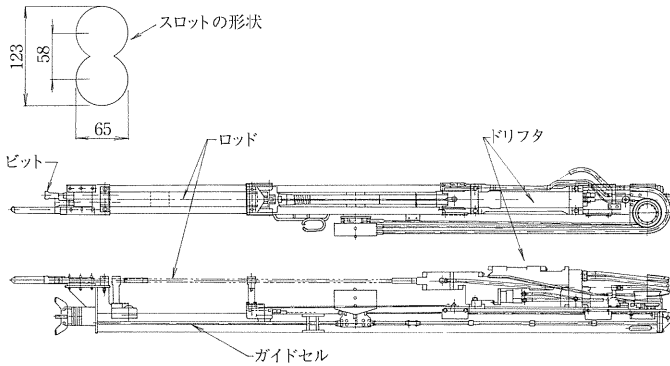


図-2 スロットスターの構造

- ① ドリルジャンボのブームに容易に載替えできる。
- ② 小型の油圧ショベル等にも搭載でき、立坑掘削にも適用できる。
- ③ 機械経費が節減できる分のコストダウンが見込める。

本機の3件の施工実績について以下に示す。

- ① 150号新日本坂トンネル西工区工事：短時間のスロット工法区間に対応するため、現場のドリルジャンボを利用できる本機を採用した。
- ② 新矢作川用水農業水利事業細川幹線水路細川Bトンネル建設工事：民家への振動低減のためのスロット工法が採用され、小断面トンネル（断面約7m²）であることから本機を用いた。
- ③ 奥津第二発電所新設工事のうち土木本工事（第二工区）：放水路トンネル掘削において民家への振動低減のためスロット工法が採用され、小断面トンネル（断面約12m²）であることから本機を用いた。

(2) トンネル活線拡幅移動式ステージ型プロテクタ (図-3参照)

佐藤工業は、トンネルの拡幅工事において、プロテクタを移動式とする発破工法による活線拡幅工法を開発し、トンネル活線拡幅移動式ステージ型プロテクタを、一般国道のトンネル工事に導入した。

この活線拡幅工法は、従来工法のようにプロテクタなどの作業床をトンネル全線に設置する必要がなく、施工時に少なくとも1車線の車両通行帯を確保しながら、移動ステージの先頭部を既設トンネル内に挿入した状態で掘削から吹付けにいたる一連のトンネル改築作業を行い、作業休止時には、改築完了区間にトンネル改築用移動ステージを後退移動し、両側の脚柱をトンネル幅方向の外側位置に移動して車線の開放を行い2車線の車両通行帯を確保できるものである。

トンネル活線拡幅移動式ステージ型プロテクタの構造および特徴を以下に記す。

表-5 スロットスターの主な仕様

重量	730 kg (ガイドセル含む)
全長	5,007 mm (ガイドセル含む)
全高	563 mm (ガイドセル含む)
フィード長	1,800 mm
打撃数	2,600~2,700 bpm
回転数	0~180 min ⁻¹
打撃圧	max 15.7 MPa
回転圧	max 7.8 MPa
ロッド	特φ32
ビット	φ65 ネジビット
水消費量	60 ℓ/min

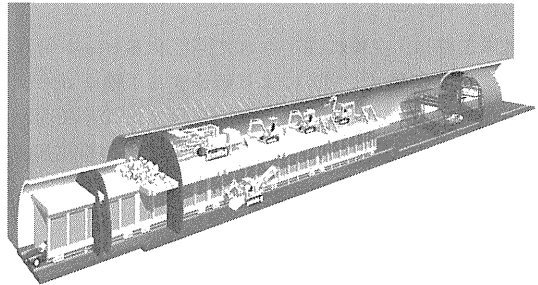


図-3 移動式ステージ型プロテクタ概要図

- ① 作業床と、この作業床の下側に設けられた脚柱とからなり、トンネル長手方向に沿って自由に移動が可能である。
- ② 両側に配置された脚柱は、それぞれトンネル幅方向の外側位置に移動自在であり、車両通行帯の1または2車線への変更が可能である。
- ③ 発破工法によるトンネル掘削を行える強度を有した発破防護用の隔壁を備え、交通安全を確保する。
- ④ 作業床の一部が施工機械の搬出入のために昇降自在となる構造となっている。
- ⑤ 粉じんの拡散を制御するため、集じん機・隔壁を効果的に配置することができる。

(3) 自動吹付けロボット (写真-9, 図-4参照)

佐藤工業は、小断面TBMにおける自動吹付けロボット（伊藤忠建機テクノス製）を開発し、富山県企業局発注の新大長谷第一発電所建設第1工区（導水路トンネル）工事における、掘削・覆工一体型TBM工法に採用した。

吹付けロボットは、TBMの後方に架設し、TBMの掘削作業と併行して、TBMテール直後で吹付けを行う。

吹付けロボットの特徴を以下に示す。

- ① 掘削断面と相似形でトンネル壁面より内側に一定の距離をおいた周方向に沿ったレール部材（以下「旋回リング」と称す）を、ベルトコンベヤフレーム等の台車に装備する。

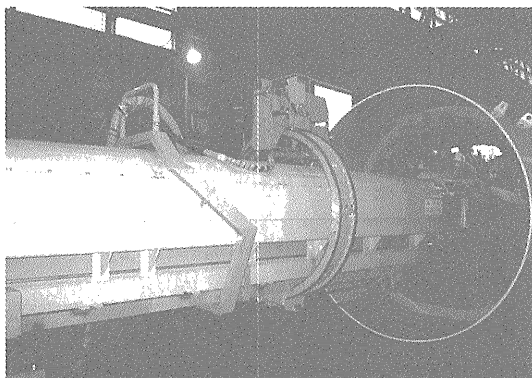


写真-9 自動吹付けロボット

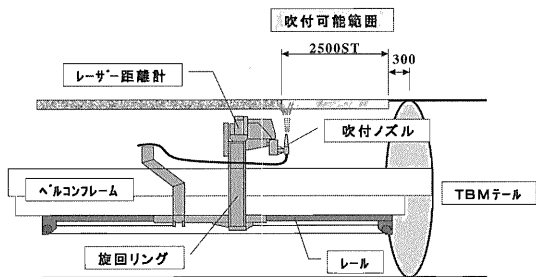


図-4 吹付けロボット概要図

- ② 旋回リング吹付けノズル保持装置を取付ける。これにより、吹付け面に対し垂直な角度で吹付けが可能となり、吹付けノズルと吹付け面の距離を常に一定に保持できる。
- ③ 旋回リング自体もトンネル方向に設置した走行レール上に搭載する。これにより、吹付けノズルは周方向とトンネル方向の壁面全体にわたった移動が可能となる。
- ④ 吹付けノズルに所定の角度を与え、ノズル自体を回転させる操作によって揺動動作を付加できるようにする。

(4) ずり搬出ベルトコンベヤ受け台車

(写真-10 参照)

佐藤工業は、小断面トンネルの狭い空間において軌条設備を複線化しTBMの高速掘進に対応するため、ずり搬出ベルトコンベヤを支持(固定の支持なしで仮受)する伸縮方式(パンタグラフ方式)のベルトコンベヤ受け台車を考案し、富山県企業局発注の新大長谷第一発電所建設第1工区(導水路トンネル)工事に採用した。

このずり搬出ベルトコンベヤ受け台車の採用により、これまで必要とされていた固定式支柱や、トンネル天端にアンカーを設置してベルトコンベヤを吊るの必要がなくなり、小断面トンネルの狭い作業空間においても複線レール工法の採用を可能とした。

ずり搬出コンベヤ受け台車の特徴を以下に示す。



特殊ずり鋼車 受け台車

ベルトコンベヤ パンタグラフ

写真-10 ずり搬出ベルトコンベヤ受け台車

- ① ベルトコンベヤの下部両側に支持用部材としてトンネル方向に溝型レールを設置してある。
- ② コンベヤ受け台車は、上部に支持ローラを装備させ前記溝型レール内にかみ合わせるようにし、複数の受け台車を伸縮式台車連結部材(パンタグラフ)によって相互連結する。これにより、コンベヤ受け台車は進行方向の区間長さが可変自在となる。
- ③ 特殊ずり鋼車は、上部に支持ローラを装備し、前記溝型レールの下部を受け、ベルトコンベヤの支持が可能となる構造となっている。
- ④ コンベヤ受け台車の最後部と特殊ずり鋼車の最前部を直結する構造になっている。これにより、ずり鋼車をコンベヤ受け台車の最後部に連結させることにより、ずり鋼車の進入に合わせてコンベヤ受け台車間隔は伸縮する。

(5) 小断面トンネル覆工切削機

(写真-11, 写真-12 参照)

清水建設は、老朽化した導水路トンネルの覆工を所要厚さだけ切削できる機械を三井三池製作所と共同開発し、導入した。

本工事は、内空断面約4.9 m²の内巻き覆工のうち17 cmを切削し新規ライニングすることにより、内空断面拡大と粗度の改良を行い、通水量を増大させるものである。

本切削機は、構造を簡素化することによりメンテナンス性を良くし、曲線部(R 40 m)への対応も可能となった。ずり搬出を既設の覆工側から行えるため切削作業と他工事(覆工, 止水, 補助工等)との並行作業が可能であり、約20%の工期が短縮できた。

本切削機の特徴を以下に示す。

- ① 先端に円筒形のドラムを持つ伸縮ブームが時計の針のように本体を中心に回転し、全断面壁面を一定の厚みで切削できる。

② 切削反力を既存の覆工から直接グリップで確保することにより、自重に頼る機種に比べて、重量が約半分（約10t）である。

③ 本体を2t程度に分割可能なため搬入が容易である。

④ アーム旋回と伸縮を組み合わせることにより、多様な切削形状に追従することが出来る。

⑤ 機体が小型であり曲線部にも対応できる。

⑥ 他機種との並行作業が可能である。

⑦ 遠隔操作ができる。

本切削機の仕様は次のとおり。

- ・ 切削機寸法：全長 6,576 mm × 全幅 1,880 mm × 全高 2,037 mm
- ・ 重量：約 10 t
- ・ 電動機：60 kW × 4 P
- ・ 電圧：400/440 V



写真-11 トンネル覆工切削機

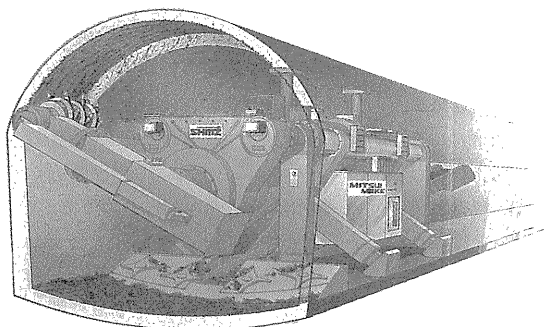


写真-12 施工中の切削機

(6) 山岳トンネル用小型電気集塵機

(図-5、写真-13 参照)

従来、山岳トンネル工事で使用される集塵設備は大型であることから、機械費、ランニングコスト（維持修理

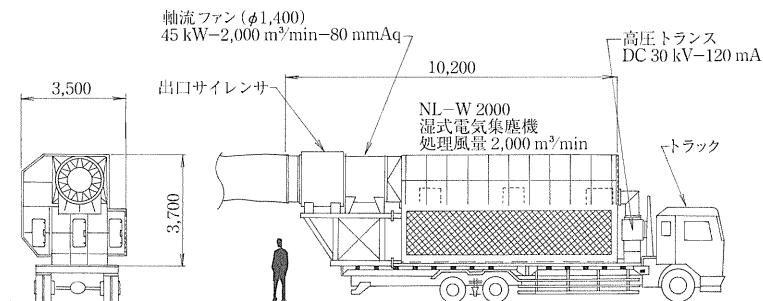


図-5 電気集塵機 (2,000 m³/min, 車載型)



写真-13 電気集塵機の設置状況

費、電気料金)が高く、また騒音による作業環境への影響が問題となっていた。

ハザマでは、これらの問題を解決するために平成9年山岳トンネル工事に用いた電気集塵機「すうぞ〜」をエルデックと共同開発した。

昨年度は、この集塵機開発のノウハウをベースに、さらに高効率・小型化を目標に開発を進め、集塵極と放電極の間隔を従来の電気集塵機の約1/4としたノイルフト式集塵機構を開発・採用することにより高効率・小型化を実現した。また集塵機の仕様は、様々なトンネル断面、換気方式に対応可能とするため、1,500、2,000、3,600 m³/minと能力毎にシリーズ化し、現在(2001年4月)までに10件以上の現場に導入した。小型電気集塵機の特徴を以下に示す。

- ① 圧力損失が低いため、送風機の設備費を安くでき、電気料金を低減(従来の1/2)できる。
- ② フィルタが無く、少量の水で電極を洗浄できるため、ダクト排出作業が不要等、メンテナンスが容易である。
- ③ 側面吸込み方式の採用により、90%以上の高い集塵効率を得られる。
- ④ 小型化の実現により(相対比70%)、トラックに搭載して坑内移動が可能である。
- ⑤ 装置の音が小さく、作業環境が改善できる。

(以下8月号)