

# 建設の機械化

2003 JUNE No.640 JCOMA

6

## ● トンネル特集 ●



定置式木質系二次粉碎機 FPP 550 古河機械金属株式会社

## 巻頭言

## 今こそ、エンジニアリング

前田 泰生



エンジニアリングとは、数学、自然科学と工学をベースとした技術業であり、解析・総合能力を駆使して人工物とそのシステムの開発、設計、製造、管理を行うものと言われる。その対象範囲は一般的なEPCを代表とするプラント建設から、近年では金融やERPのようなビジネスシステムにまで広がりを見せており、今後、市場、顧客のニーズに応じた新たな領域が開発されていくものと考えられる。

国内では、従来、インハウス技術を主体とし設計、発注、建設、運用管理されていたインフラ整備において、DB、プロポーザル方式等の新発注形態やCM、PFI等の新契約形態等の活用が本格化している。また、EPC型のエンジニアリング国際市場は既に競争が激化し、建設にOMを加えたプロジェクトスコープへの提案や顧客・異業種企業とのアライアンスなど、新たなビジネススキーム構築への模索が進められている。国内外を問わず、「もの造り」に対するコンセプト、手法の潮流が変わってきており、エンジニアリング及びその事業の合理化と競争は確実に進行し、同時に、これらの手順、手続については、国際標準の品質・環境マネジメントやプロジェクトマネジメントが必須のものとなりつつある。

一方、エンジニアリングを担う個体のエンジニアに視点を移してみれば、求められる資質、能力とは、従来にも増した高度な専門性、国際性、倫理・社会性が備わったプロフェッションであり、組織集団の一歯車よりは、独立した一個人としての評価が重要視されつつある。

企業、組織の中で地道に技術開発及びその実施、展開を行っていた我々技術者は、今まさにその真価を、それも国際的な尺度で問われているわけである。市場、顧客また技術自体がドラスティックに変わったわけではないが、プロジェクトやサービスの範囲とその評価手法に対する合理性、客観性、国際性の要求レベルが急速に強まったものと考えられる。ポー

ダレスの競争環境下で、エンジニアリング及びその事業を推進するためには、従来我々技術者が指向したハード技術のみならず、環境対策技術やファイナンスを含むビジネススキーム、IT管理技術などをベースに、顧客、市場に対して魅力ある創造的な提案を打ち出していかなければならない状況にあると言える。

当社は、会社創世期に佐久間ダム建設において、当時としては例の無い海外からの大型建設機械の大量導入による大規模機械化施工を適用するなど、インハウスエンジニアを活用し、これまで国策に沿った揚水を含む大規模水力、大容量石炭火力、系統連携設備の建設と運転を行ってきた。これらの計画・設計、調達、建設、環境等に関する個別基本ノウハウや設備ライフサイクルを通じた全体最適コンセプトは、今後の当社事業維持、開発の有益な技術資源となっている。実際にエンジニアリングを事業として推進していくと、具体的に先のような提案をつくり収益性の高い事業にすることの難しさに直面する。純技術的なハードルであれば自前のリソースでの対応も可能ではあるが、プロジェクト毎の時空間スコープや適用技術といった事業範囲の広さ、高度先進的で千差万別な客先の要求、ステークホルダーの多さに対しては、当然自前主義では限度があり、アライアンス等合理的な対応策は不可避である。

常に市場、顧客の立場で考え、地球規模の視点で見、最適な提案とその実現に向け、あらゆる面で知恵を絞り創造することこそがエンジニアリングの本質であると考えられる。収縮した経済・社会情勢下で、今こそ、我々エンジニアの存在価値を示す時が来たと言えるのではないだろうか。

— まえだ やすお 電源開発株式会社エンジニアリング事業部長 —

# トンネル 特集

## 最近のトンネル施工技術の動向

猪 熊 明

トンネル施工技術の動向について最近の学会発表などを調査した。山岳トンネルでは新しい地質調査法、維持管理上の技術などが注目され、さらに省力化、自動化などの着実な施工技術の開発があった。シールドトンネルでは再利用シールドなどコストダウンに関する技術やリサイクル技術などが注目される。

また2002年1年間で数は少ないが、アイルランドでのトンネル事業など日本企業による海外でのトンネル事業が発表された。このことは、日本のトンネル技術がコストも含めて世界的に評価されたものと考えられる。

キーワード：トンネル、施工技術、山岳トンネル、シールドトンネル、技術動向、地質調査

### 1. はじめに

昨今公共事業に対して逆風が強く技術開発も滞りがちであるが、成熟社会になるほど地下に対する需要は増大し、それに応じてトンネルの施工技術は着実に進歩している。本報文では最近のトンネル施工技術の動向を、2002年の1年間に公表された報告、論文などを調査して把握した。対象として

- ・山岳トンネル、
- ・シールドトンネル、

とし、参考にする文献は、

- ・トンネルと地下（日本トンネル技術協会）、
- ・建設の機械化（日本建設機械化協会）、
- ・土木学会年次学術講演集、土木学会論文集VI、

とした。ただし、発表された報告すべてを本文で述べることはできないので、極力新しい観念を持っていると思われるものについて少し詳しく紹介し、今後のトンネル施工技術の動向も含めて探求したい。

### 2. 山岳トンネル工法

山岳トンネル工法の動向について2002年の土木学会の年次講演会では（山岳）トンネルは9つのセッションが設けられ、それぞれのテーマを筆者の考えでかなり割切って決めると、概略表1のようなになる。また土木学会論文集の施工編（VI）では山岳トンネル施工で5編の発表があり、それらをテーマで整理すると表2のようなになる。また「トンネルと地下」「建設

の機械化」の研究報告を同様にテーマで整理すると表3、表4のようなのである。

以下にこれらに共通なテーマを紹介する。

表1 2002年「土木学会年次講演会」のトンネルセッションのテーマ

セッション番号	テ ー マ
1	FEM 解析
2	地 質 調 査
3	施工中の計測
4	吹付けコンクリート
5	ボルト系の補助工法
6	切羽安定等
7	軟弱地質等
8	地表面沈下
9	湧 水 等

表2 2002年「土木学会論文集（VI）」の山岳トンネル関係発表論文のテーマ

分 野	テ ー マ
調 査	トモグラフィ的弾性波探査手法
施 工	バルクエマルジョン爆薬 膨張性地山と多重支保工法 New PLS工法
建設機械	ベルトコンベヤずり出し

表3 2002年「トンネルと地下」の山岳トンネル関係報文の研究分野でのテーマ

分 野	テ ー マ
調 査	弾性波速度評価
施 工	地震時挙動 鏡止めボルトの作用効果 切羽安定性 地山分類基準
維持管理	新しい打音検査手法 変位計測による覆工保守管理の手法

表一4 2002年「建設の機械化」の山岳トンネル関係報文のテーマ

分野	テーマ
調査	反射法地震探査による切羽前方探査 発破を用いないトンネル切羽前方地質探査法
施工	TULIP 工法を用いた先行支保工 発破振動の自動計測
建設機械	New PLS 工法 集塵強制換気システム 爆薬の遠隔装填 連続ベルトコンベヤ
維持管理	覆工打音点検システムの開発 レーザを用いたトンネル覆工測定

(1) 地質調査

石山<sup>1)</sup>らの報告で、異なる探査法、TDEM 法（比抵抗法電気探査）、TSP（トンネル方向弾性波探査）、DRISS（穿孔探査法）を組合わせて実施し、総合的に結果を検討することで高精度に切羽前方の地山性状を評価できるとしている。

探査対象としたトンネルは、土被り 200 m を超え、凝灰岩および花崗斑岩からなり、数条の断層と交差していることが予想されていた。ここで TDEM 法による事前概査では、断層（脆弱）部の正確な位置を捉えきれていない。

一方、TSP の結果を見ると反射面の密集ゾーンとして断層部が検知されるが、現段階では TSP の結果から反射面（群）および反射面間の脆弱程度を推定することは困難である。地山脆弱部の正確な位置把握および定量的な地山（等級）の評価は施工中の DRISS の穿孔エネルギー、ダンピング圧からの推定が最適としている。

(2) 施工

施工で注目される補助工法については、切羽安定や地表面沈下についての報告がある。内藤<sup>2)</sup>らは未固結砂層大断面トンネル（断面積 147 m<sup>2</sup>）の鏡面の注入を、高村<sup>3)</sup>らは泥岩 2 車線めがねトンネルの長尺鏡ボ

ルト（ボルト長さ 21 m）を報告している。

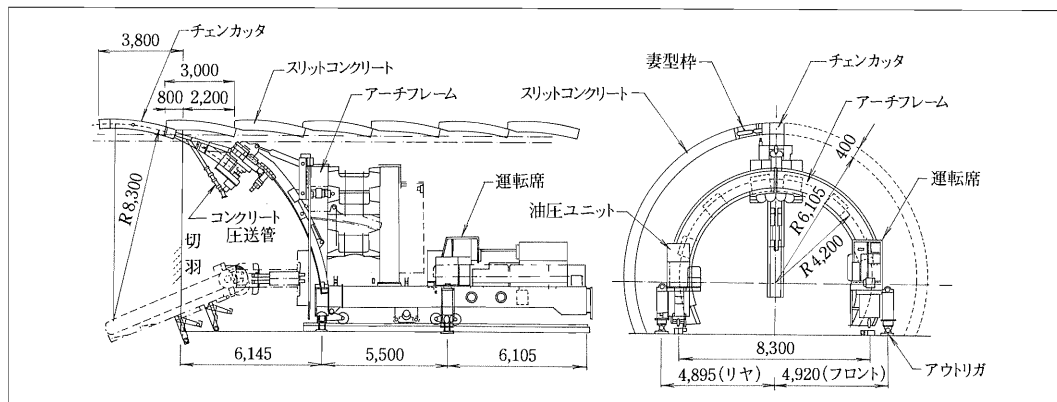
これらの工法自体は目新しいものではないが、両報告を比較すると鏡面の注入と鏡ボルトの作用効果が明らかになる。内藤らは、鏡補強注入は鏡面の安定性に寄与するほか、リバウンドが低減するなど、施工性も改善され鏡面の分割施工数が当初の 5 分割から 2 分割程度で掘削可能となったため、最大月進 41 m を達成し、当初に比較して進捗率を約 15% 向上することができた。また、経済性については切羽毎に打設する注入式鏡ボルトの当初本数の施工費と比較して同程度以下になったとしており、鏡注入の効果を述べている。

一方、高村らは、「切羽の押出し量の測定結果によると、鏡ボルトが有る場合には押出し量が半分以下に収まっている場合も確認されて」いるが、「いくら長尺ボルトで切羽をおさえても、切羽付近 2 m 程度以下の鏡の崩壊は発生する。この場合長尺鏡ボルトの補完として、地山注入または短尺ボルトの追加打設も効果があるものと思われる」としている。したがって、膨張性地山のような切羽の押出しの場合にはボルトがより有効で未固結地山の切羽安定には注入がより有効と思われる。

補助工法についてはそれ以外に AGF による地表面沈下対策などが報告されている。

(3) 建設機械

建設機械の技術動向として爆薬装填についての報告が 2 件ある。岡田<sup>4)</sup>らは数年前、圧縮空気を用いて膠質状爆薬および込め物を装填する機械を開発した。今村<sup>5)</sup>らは膠質状爆薬・顆粒状爆薬（ANFO 爆薬）・バルクエマルジョン爆薬（bulk：ばら物、現地製造できる爆薬）を比較して、バルクエマルジョン爆薬を選定し同爆薬による坑道掘進について報告している。今後発破技術については、長期的な爆薬性能の向上、装薬機械の改良、スムーズブラスティングへの対応など



図一1 New PLS 機構造図

の検討を踏まえ自動化が進むものを考えられる。

また連続ベルトコンベヤの報告も数件ある。ベルトコンベヤのコスト面での課題としてずりを細かく処理するクラッシャのコストがあるが、木村<sup>9)</sup>らはトンネルのずりを盛土工事に使うことを前提として「ずり出しに連続ベルトコンベヤシステムを採用すると、ずりをベルトコンベヤで運べるかたまりにしなければならぬ。これはずりを盛土材に適した状態にするということである。連続ベルトコンベヤシステムを採用しない場合、盛土工事側では、大塊ずりを小割したりして、工事を行う。コスト比較をする場合、トンネル掘削側だけでなく、盛土工事側で生じる費用もカウントしたとしたら、連続ベルトコンベヤシステムは、かなり短いトンネルでも採用できるのではないかとしている。

以上は省力化の観点からの機械化であるが、地表面沈下を抑制する点から先受け工法で遠藤<sup>7)</sup>らの改良 New PLS (図-1) の報告がある。本件は施工中の崩落が報告され、その原因と対策について、「崩落結果から、スリットコンクリートの剛性は高く、周辺地山の変位の抑制に効果を十分発揮していたと考えられるが、無筋コンクリートであり靱性が小さいことから、急激な脚部沈下により崩落に至ったものと考えられた。その対策として当初風化泥岩と想定され実際には異なっている箇所には、追加の脚部補強工（地表からの RJP 工）を実施し、さらに今後の盛土区間においては施工直後の脚部地山判定手法を追加実施する」としている。

#### (4) 維持管理

維持管理面では、調査技術として供用トンネルの覆工打音検査手法が数件報告されている。打音検査シス

テムについては、施工技術総合研究所でも国土交通省関東技術事務所の委託を受けて図-2、写真-1 のようなシステムを開発した。これは打音の音圧レベルの差を解析して健全度を判定しようとするもので、平成12年度から研究を実施している。これまでの実験機を用いた基礎実験および現地試験の結果から、概ね実用化の見通しを得た。

活線拡幅の施工法として今岡<sup>8)</sup>らの移動式プロテクタの報告があるが、今後、より短い工期で現況交通への影響の少ない活線拡幅工法の開発が期待される。

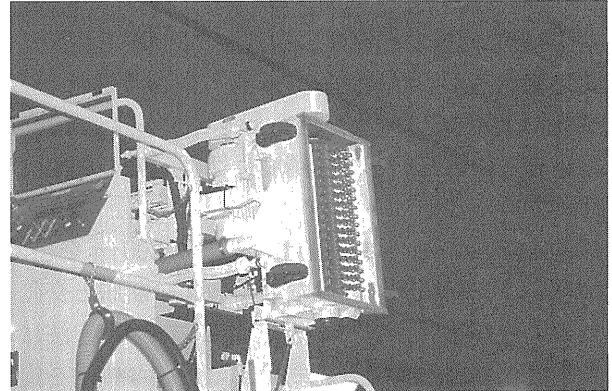


写真-1 打音部分

### 3. シールドトンネル工法

シールドトンネル工法の動向について2002年の土木学会の年次講演会ではシールド（トンネル）は5つのセッションが設けられ、それぞれのテーマは概略表-5 のようである。また土木学会論文集の施工編(VI)ではシールドトンネルの施工での発表はなかった。また「トンネルと地下」「建設の機械化」のシールドトンネルに関する研究報告を同様にテーマで整理

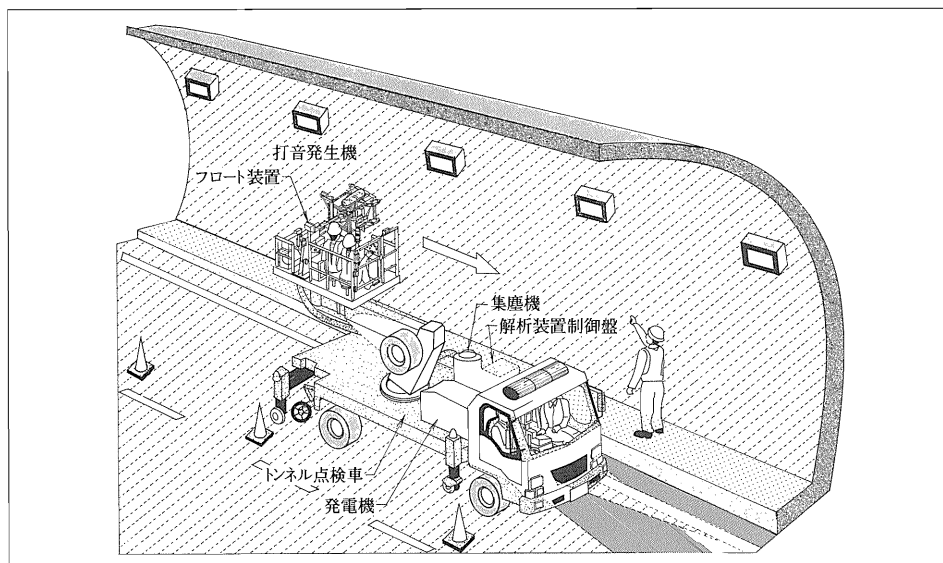


図-2 打音点検装置の全体図

表—5 2002年「土木学会年次講演会」のシールドトンネルセッションのテーマ

セッション番号	共通のテーマ
1	変位・土圧の解析
2	凍結工法、偏平シールド等
3	場所打ち覆工等
4	水密性もしくは多ヒンジ系セグメント等
5	継手・コッターセグメント等

表—6 2002年「トンネルと地下」のシールド関係論文の研究分野でのテーマ

分野	テーマ
施工	シールド機挙動のシミュレーション 施工時荷重
泥土処理	シールド泥土・改良土

表—7 2002年「建設の機械化」のシールド関係論文のテーマ

分野	テーマ
施工	上向きシールド 岩盤対応型泥水シールド 内胴引抜き再利用型シールド 親子シールド掘進機
泥土処理	建設泥土処理とリサイクル

すると表—6、表—7のようである。

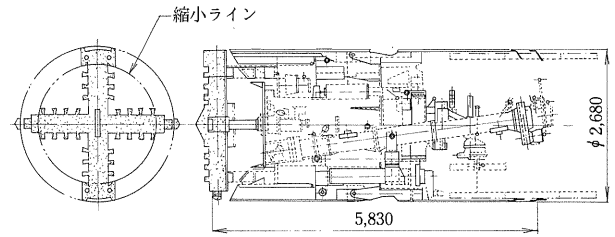
これらに共通なテーマを以下に紹介する。

### (1) 施工

シールドの新技术として、高石<sup>9)</sup>ら、もしくは伊東<sup>10)</sup>らの鉛直方向上向きシールドがある。

「上向きシールド工法」によるマンホールの築造を採用した結果、本工法での施工により、工期短縮（在来工法比で全体工期 1/3、地上作業 1/6）、騒音、振動などによる建設公害の抑制・安全性の向上などの成果が得られた。泥土圧式シールド工法でシールド外径 2,280 mm（3分割）の上向きシールドは、従来の水平トンネルの掘削と異なり、地山の自重に逆らう施工のため、常にチャンバ内を泥材と混練りされた改良土砂で充填した。また留意点として、施工上チャンバを漏斗形状とすること、排土機構には安定した切羽土圧・排土管理が可能なピンチバルブを採用すること、トンネル坑内からのシールド発進部には横シールド施工時にシールドで直接切削できる素材のセグメントを組立てておくこと、管理土圧の設定は地山を緩ませないことを基本に行うこと、などである。

藤崎<sup>11)</sup>らは再利用型シールドについて報告している。従来のシールド工法は、マシンを回収再利用するため到達立坑の規模を大きくしてきた。その結果立坑設置に多額の費用が必要になる等の問題があった。そこで、新しく開発された内胴引抜き再利用型シールドマシン



図—3 再利用型シールド機

(図—3)を採用することによって上記の問題を解決し、工事費削減、周辺環境の配慮を目指した。

再利用型の泥土圧式シールドマシン（外径  $\phi 2,680$  mm）と通常のシールドマシンとの違いは、外胴部と内胴部の二重構造、カッタフェースの縮小機構、スプレッタの取外し、偏心対応ジャッキの回転・収納、内胴収納時走行装置と内胴反力システムなどである。これを、

- ① 掘進,
- ② 到達,
- ③ 分離・移動,
- ④ 内胴回転・再組立て,
- ⑤ 再発進

のように施工し、シールド内部の機器を再利用し、マシン製作費を 25% 縮減したとされる。

こうしたコスト縮減は今後もたゆまず追求されることと思われるが、そうした観点から研究段階ではあるが、岩本<sup>12)</sup>らの多ヒンジ系セグメントの研究や近藤<sup>13)</sup>らの大断面シールド覆工としての場所打ち鉄骨コンクリートライナなどが新しい方向のように思われた。

### (2) 泥土処理

近年の循環型社会を指向する時代の流れを受けて、シールドで発生する汚泥のリサイクル技術が報告されている。

野神<sup>14)</sup>らは泥水シールドの泥水処理について砂質土（1次処理土）を新海面埋立て地へ搬出し、粘性土（2次処理土）は流動化処理土プラントに搬出して地下鉄工事の埋戻しに再利用した。

流動化処理土は、土砂に大量の水を含む泥水（または水）と固化材を加えて混練することにより流動化された安定処理土であり、主材、固化材、調整泥水で構成されている。発生する 2次処理土は、流動化処理土の原料として望ましい以下の条件、

- ① 流動性を伴う泥水であること
- ② 比重 1.3 以上であること
- ③ 凝集剤などの薬剤が混入していないこと

を満たすことができた。

このため、通常の流動化処理土プラントの泥水受入れ費や中間処理場の泥水処分費より安価となり、発生土処分費の縮減が行えた。

また荒木<sup>15)</sup>らは泥土のリサイクルとして、2種類の改良材（セメント系固化材、無機系吸水材）を泥土に連続的に投入し、効率良く攪拌・混合処理する泥土リサイクル装置を報告している。改質土として、無機系吸水材を1.0 wt%、セメント系固化材を5.0 wt%もしくは10.0 wt%添加し、混合、攪拌処理した。泥土では、コーン指数、6価クロム溶出の基準を満足することができた。

#### 4. おわりに

公共事業に対する逆風が強い昨今、技術開発に注力することは今後の一つの重要な方向であると言える。近年VE方式も数多くなってきたし、総合評価方式などの流れは強まりこそすれ弱くなることはない。

こうした中で最近の学会発表などからトンネル施工技術の動向を調べると、山岳トンネルでは新しい地質調査法、維持管理上の技術などが注目され、さらに省力化、自動化などの着実な施工技術の開発がある。シールドトンネルでは再利用シールドなどコストダウンに関する技術やリサイクル技術などが注目される。

こうした技術は国際競争力をもつことによって、一層評価が確立する。2002年1年間で数は少ないが、日本企業によるアイルランドでのトンネル事業や中国へのシールド機の輸出などが発表されたことは、日本のトンネル技術がコストも含めて世界的に評価されたものと言える。

JICMA

#### 《参考文献》

- 1) 石山宏二, 他: 高精度切羽前方探査システムの適用, 土木学会第57回年次学術講演会, p.1327, 2002年9月
- 2) 内藤将史, 他: 未固結砂層における鏡補強注入の効果, 土木学会第57回年次学術講演会, p.515, 2002年9月
- 3) 高村栄二, 他: トンネル掘削に伴う切羽前方地山挙動についての一考察—長尺鏡ボルトの効果の検証—, 土木学会第57回年次学術講演会, p.503, 2002年9月
- 4) 岡田 喬, 他: 山岳トンネル工事における爆薬の遠隔装填システムの導入, 建設の機械化, p.29, 2002年7月
- 5) 今村仁悟, 他: バルクエマルジョン爆薬を用いた坑道掘進, トンネルと地下, 第33巻, 11号, p.17, 2002年11月
- 6) 木村裕俊, 他: 連続ベルトコンベヤシステムを土砂地山に採用, トンネルと地下, 第33巻, 11号, p.7, 2002年11月
- 7) 遠藤元一, 他: 盛土造成地を改良 New PLS 機で施工, トンネルと地下, 第33巻, 5号, p.17, 2002年5月
- 8) 今岡彦三, 他: 移動式プロテクタを用いた発破によるトンネル活線拡幅工法(エルトン)の施工, 建設の機械化, p.3, 2002年7月
- 9) 高石 享, 他: 3か所のマンホールを1機の上向きシールドで築造, トンネルと地下, 第33巻, 9号, p.41, 2002年9月
- 10) 伊東 憲, 他: 上向きシールド工法の開発と実証施工, 建設の機械化, p.21, 2002年4月
- 11) 藤崎 満, 他: 内胴引抜き再利用型シールドマシンによる再構築工事, 建設の機械化, p.22, 2002年7月
- 12) 岩本 勲, 他: シールドトンネル用多ヒンジ系セグメントの耐荷特性1(常時), 土木学会第57回年次学術講演会, p.371, 2002年9月
- 13) 近藤紀夫, 他: 場所打ち鉄骨コンクリートライナーの開発(その4)—せん断実験—, 土木学会第57回年次学術講演会, p.353, 2002年9月
- 14) 野神睦雄, 他: トンネル掘削土のゼロエミッション, トンネルと地下, 第33巻, 3号, p.35, 2002年3月
- 15) 荒木輝夫, 他: 泥土圧式シールド工事における建設泥土処理とリサイクル, 建設の機械化, p.27, 2002年9月

#### 【筆者紹介】

猪熊 明 (いのくま あきら)  
 独立法人土木研究所  
 基礎道路技術研究グループ長  
 前施工技術総合研究所技術部長



現場技術者のための

## 建設機械整備用工具ハンドブック

- ・ 建設機械整備用工具約180点の用語解説と約70点の使い方を収録。
- ・ 建設機械の整備に携わる初心者から熟練者まで幅広い方々の参考書として好適。

■ A5判 120頁

■ 定 価: 会 員 1,050円(消費税込), 送料420円

非会員 1,260円(消費税込), 送料420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

## トンネル 特集

# T字型接合シールド工法を採用した地中接合工事

## — T-BOSS/W方式 —

高橋 範 俊・平間 利 昭・原田 喜 可・山崎 幸 司

T-BOSS工法は、シールド機に格納装備された切削補強リングにより既設トンネルを直接切削・貫入し、新設トンネルをT字型に機械接合する新しい地中接合工法である。本工法には、切削補強リングが二重構造のもの（W方式）と一重構造のもの（S方式）の2種類があるが、今般、W方式を採用した工事が完了した。W方式では、内周リングをカッタヘッドにより旋回させて既設管を切削し、外周リングから既設管切削部の空隙へ止水充填材を注入する。本報文では切削補強リング部の構造と仕様について説明し、施工手順および施工状況について報告する。

キーワード：トンネル、シールド工法、大深度、高水圧、機内注入、T字型接合

### 1. はじめに

近年、都市部におけるシールドトンネルは大深度化、輻輳化していく傾向にある。シールドトンネル同士の接合は、接合箇所立坑を設置して行のが一般的であるが、大深度の立坑を構築するためには費用がかかり過ぎることや、交通量の多い道路では設置そのものが困難な場合が多く、立坑を必要としない管渠同士の地中接合方法が要求されている。

T字接合研究会（東京都下水道サービス株式会社、株式会社熊谷組、五洋建設株式会社、清水建設株式会社、東急建設株式会社、西松建設株式会社、株式会社間組、ジオスター株式会社、日立造船株式会社、三菱重工業株式会社）は、シールド機に格納装備された切削補強リングにより既設トンネルを直接切削・貫入し、新設トンネルをT字型に機械接合する「機械式T字接合シールド工法（T-BOSS工法；T-type Basement Branch off Shield System）」を開発し、東急・竹中土木・熊谷JVが東京都下水道局発注のシールド工事にて施工を行った。

### 2. 工事概要

T字型接合シールド工法を適用した工事概要、地質環境は以下のとおりである。

・工事件名：東京都港区赤坂一丁目、六本木二丁目付

### 近再構築工事

・工事場所：東京都港区赤坂1, 2丁目、六本木1, 2丁目（図-1）

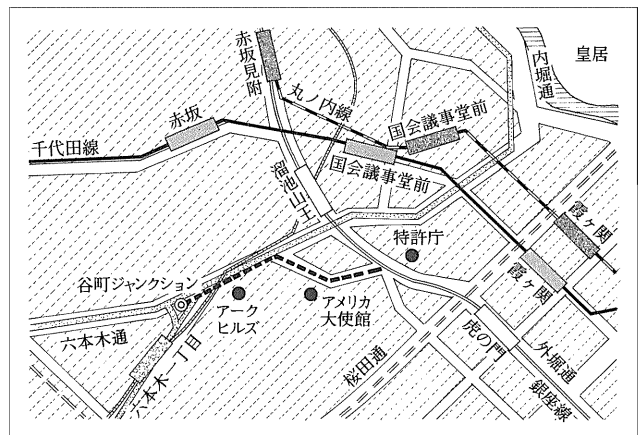


図-1 施工位置図

- ・発注者：東京都下水道局
- ・施工者：東急・竹中土木・熊谷建設共同企業体
- ・シールド機製作者：三菱重工業株式会社
- ・工期：平成13年5月～平成15年3月
- ・工事内容：泥水加圧式シールド工法
- ・一次覆工：仕上り内径φ2,400mm, 施工延長877.8m
- ・地質：江戸川層/砂質土層・粘性土層（図-2）

### 3. 採用の経緯

地中接合地点は外堀通りの交差点で交通量も多く、



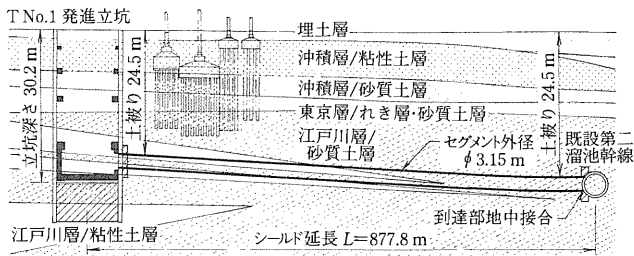


図-2 地質断面図

接合点直上の地下には営団地下鉄銀座線，電力洞道，電力マンホールなどが輻輳しており地上から開削できない状況にある。また，地下水圧は0.43 MPaの高水圧であり，このような厳しい条件のなかで，

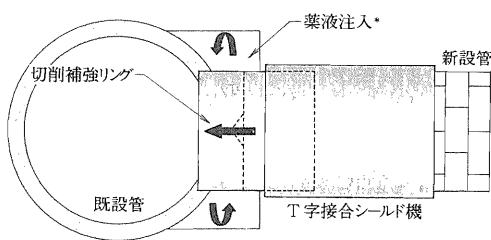
- ① 止水対策が確実な工法であること。
- ② 既設管渠内の作業が不要であること。
- ③ 機構的に地山のゆるみが発生しにくいこと。

などの理由から T-BOSS/W 工法が最も安全で合理的と判断して，本工事への採用を決定した。

なお，接合先である第二溜池幹線は，仕上り内径φ6,500 mm，セグメント外径φ7,750 mmで深さ（管芯までの距離）44.1 mである。

#### 4. 工法の概要

T-BOSS 工法は，シールド機に格納装備された切削ビット付きの鋼製リング（切削補強リング）をカッターヘッドの回転トルクを利用して回転させ，既設管を直接切削・貫入し，新設トンネルを T 字型に機械接合する新しいシールド地中接合工法である（図-3）。



\*薬液注入の要否は施工条件による。

図-3 T-BOSS 工法概要図

本工法には S 方式と W 方式の 2 種類の接合方法があり，高水圧下での接合となるため，外周リングから充填材を注入できる構造を持つ W 方式を当工事では採用した。

##### ① T-BOSS/S 方式

切削リングが一重構造で，既設管内に防護コンクリートを設置する事により止水性を確保して貫通する方法。

##### ② T-BOSS/W 方式

切削リングを二重構造とし，外周リングと充填材に

より止水性を確保した後，内周リングのみ回転しながら押し出し，切削・貫通する方法。

#### 5. シールド機の概要

シールド機の全体構造を図-4 に示す。シールド外径はφ3,290 mm で機長は前胴内側に切削リング（内周リング・外周リング）が格納装備されていることから，7,985 mm と長いことが特徴である（写真-1）。

既設管切削時は 4 本の伸縮スポークを縮め，切削リングをリングスライドジャッキにて前方へ押し出し，ドッキングジャッキを内周リングの溝にはめ込むことでカッターの回転力を内周リングに伝達させ，切削を行う。外周リングは，回転せず内周リングと共に前方へスライドし，止水充填材注入後前胴に固定される（写真-2）。

#### 6. 切削装置の仕様

##### (1) 切削ビット

- ① 切削ビットは棒状の超硬チップを母材に埋込んだ構造の自生刃ビットを採用した。

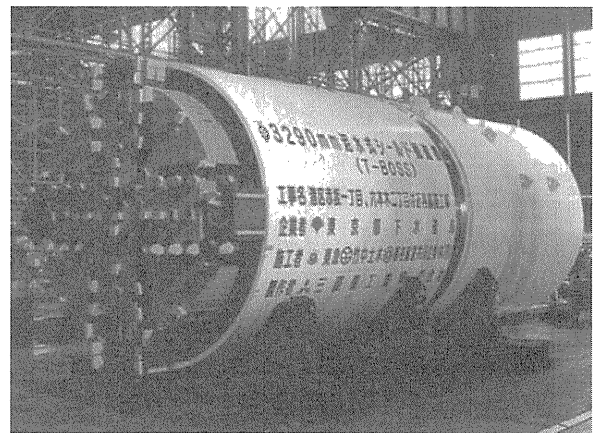


写真-1 シールド機（通常掘進時）



写真-2 シールド機（切削リング押し出し時）

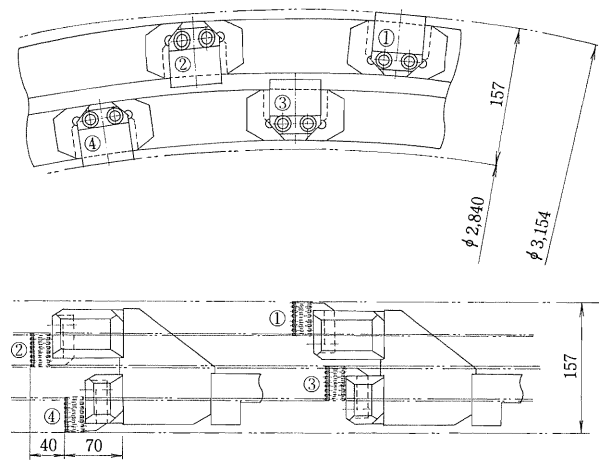
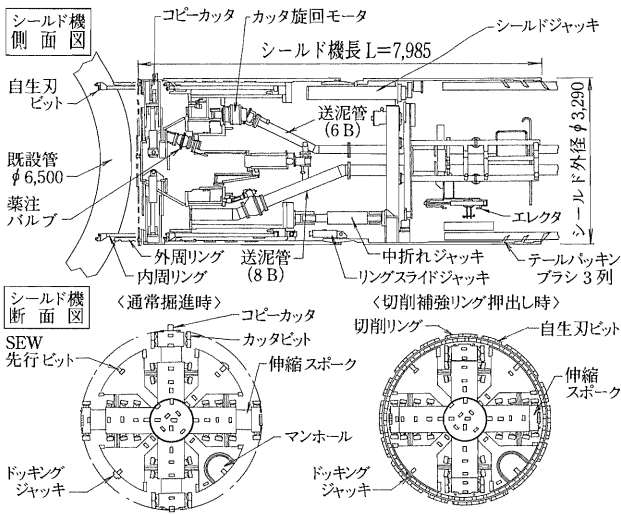


図-5 切削ビット配列図

カッタ・T-BOSS装置の仕様	
カッタ回転数	1.51 rpm (常用), 4.6 rpm (最大)
カッタトルク	442 kN・m ( $\alpha=12.4$ ), 573 kN・m ( $\alpha=16.1$ )
スポーク伸縮ジャッキ	400 kN×260 s×35 MPa×4本
ドッキングジャッキ	70 kN×75 s×21 MPa×2本
リングスライドジャッキ	200 kN×250 s×25 MPa×8本

図-4 機械式T字接合シールド機全体構造図

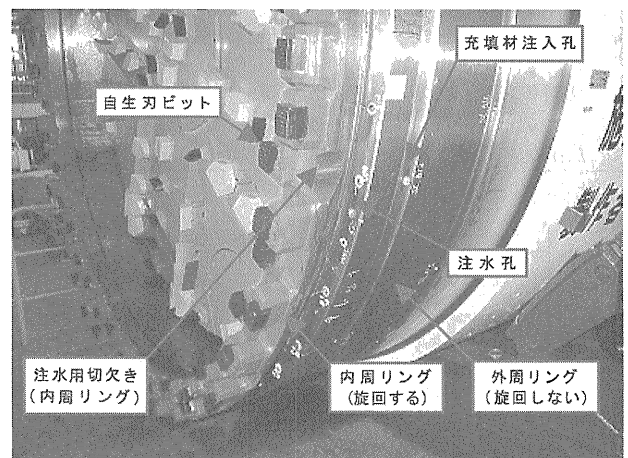


写真-3 切削ビット

- ② 切削ずりの排出性を考慮し、所要切削幅 157 mm に対しビットを内周・外周に分け、外周側ビットを 40 mm 切羽側に突出させた。更に、内周・外周の各々について 2 列のビット配置とし、合計 4 列とした (図-5、写真-3)。
- ③ ビット 1 個の切削幅は 41 mm とし、1 列当たり 21 個配置として、合計 84 個を装備した。
- ④ 外周リング先端に注水孔を設け、更に内周リングのビット間に注水用の切欠きを設けることで、注水による切削ずりの排出性向上を可能とした。

## (2) 切削リング部の構造

切削リング部の構造を以下に述べる。

- ① 噛込み等の不測事態に備えて後退可能な構造とした。
- ② 内周リングの溝へカッタヘッド部のドッキングジャッキが正確に収まるよう、シールド本体に位置決めピンを設置した。
- ③ 止水充填材注入後の内周リングのみのスライドに対応するため、内周・外周リング接続ピン穴を利用し、外周リングとシールド本体を別途ピン接合が可能な構造とした (図-6)。
- ④ 土砂侵入を防止するため、内周リング内側に注水装置を装備した (注水量

10 L/min, 注水圧 0.5 MPa)。

## (3) 切削リングの回転速度とトルク

切削リングの回転速度、装備トルク、安全率を以下のように設定した。

- ① 安定切削に必要な回転周速は 40 m/min 以上に設定し、回転数は 4.6 rpm とした。

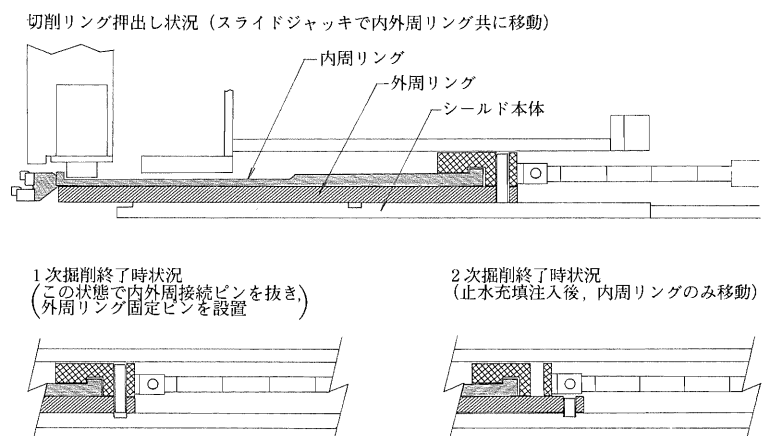


図-6 切削リング部詳細図

- ② 装備トルクは所要トルクに対する安全率を3に設定し 573 kN・m とした (掘進速度: 1 mm/min)。

### 7. T字型接合法の施工実績

T字型接合法の施工フローを図一7、写真一4、

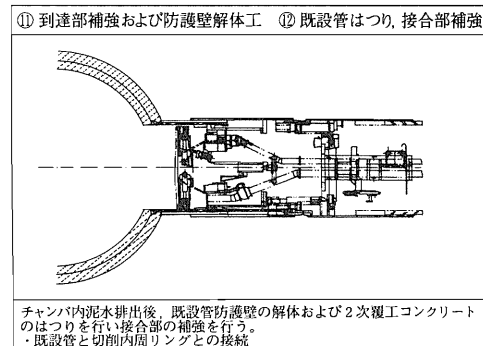
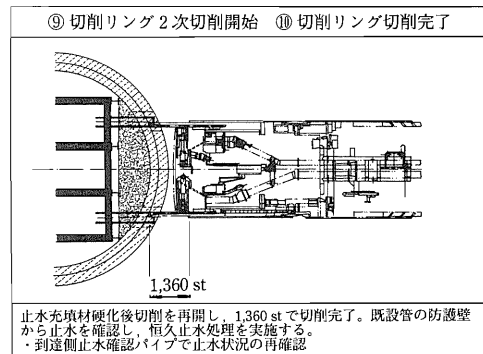
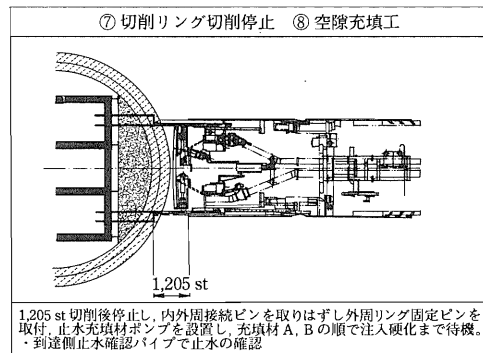
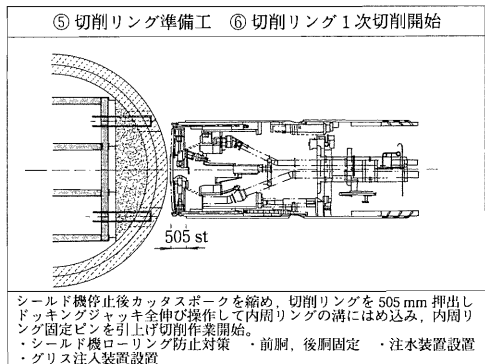
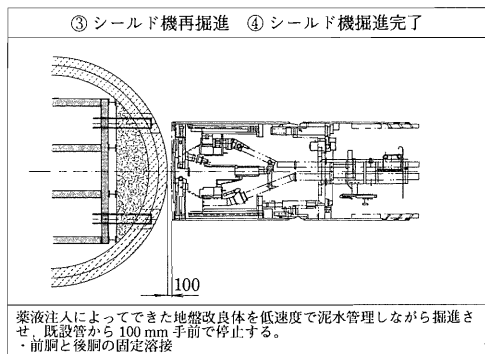
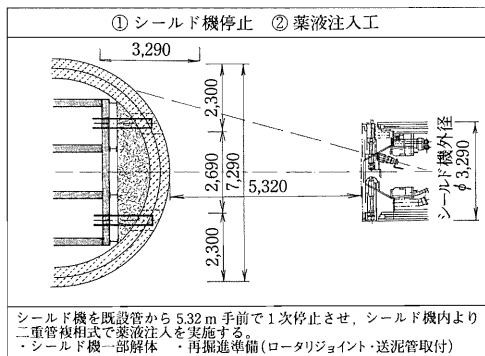
- |                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| 1. シールド機停止      | 8. 空隙充填工            |
| 2. 薬液注入工 (写真一4) | 9. 切削リング2次切削        |
| 3. シールド機再掘進     | 10. 切削リング切削完了       |
| 4. シールド機掘進完了    | 11. 到達部防護壁解体 (写真一5) |
| 5. 切削リング準備工     | 12. 既設管接合部補強        |
| 6. 切削リング1次切削    | 13. シールド機解体         |
| 7. 切削リング切削停止    | 14. 2次覆工コンクリート打設    |

写真一5に示す。

### 8. 技術的・経済的効果

接合箇所における制約条件が少ないT字接合法の技術的、経済的効果を以下にまとめる。

- ① 新設トンネル側の作業が主体であるため、道路上での作業を必要としない。
- ② 切削ビットは鋼製およびRCセグメントともに切削可能である。
- ③ 既設管の開口補強など事前準備なしでの接合が行える。
- ④ 既設管が供用中であっても接合可能である。
- ⑤ 切削補強リングが接合時の山留めと止水の機能を有するため、地盤改良を大幅に低減することができる。
- ⑥ 切削補強リングによる機械的な接合法のため、



図一7 T字型接合法

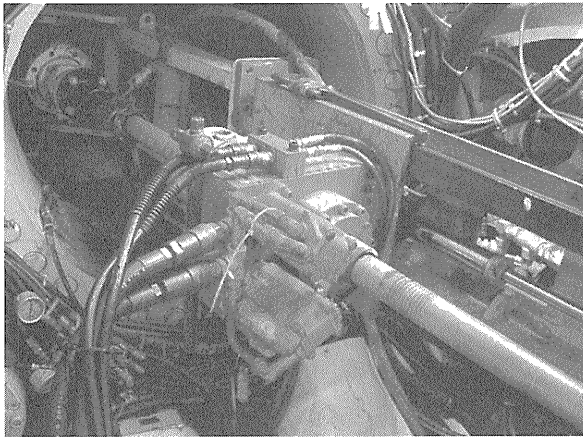


写真-4 機内薬液注入状況



写真-5 到達状況

安全かつ効率的な接合ができ工期短縮を実現できる。また、地盤改良の低減により、なお一層の工期短縮も可能となる。

## 9. おわりに

今回のシールド機は、平成14年3月発進基地に搬入され、11月に機内薬液注入およびシールド掘進を終了、12月には地中接合を開始し、既設第二溜池幹線（仕上り内径φ6,500mm、セグメント外径φ7,750mm）の切削、既設管と本トンネルとの接合部の止水、シールド機の一部解体を実施した。

平成15年1月に既設管の解体、シールド機カッター部を解体し、2月に予定どおり接合を終了した。

今後都市部においては、地下構造物が輻輳するとともに、立坑設置位置が交通量の多い道路上であるなど、地上での制約条件も厳しくなり、立坑施工や地盤改良

などの補助工法ができないケースがますます増加してくると考えられる。本T-BOSS工法（図-8）も今回の実績からこのような厳しい条件下でも管路同士の地中接合を可能にする工法の一役を担う方式であると期待される。

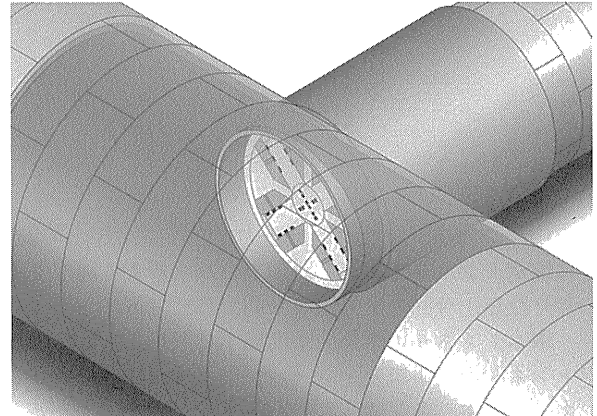


図-8 T-BOSS工法イメージ図

最後に本シールド機の採用・計画にあたり、ご指導、ご協力いただいた東京都下水道局、T字接合研究会をはじめ関係各位に対し、深く感謝します。 **JCMMA**

### [筆者紹介]

高橋 範俊（たかはし のりとし）  
東京都下水道局  
南部建設事務所  
工事第一課  
工事第二係  
主任



平間 利昭（ひらま としあき）  
東急建設株式会社  
営業推進本部  
機械技術部  
機電技術G  
グループリーダー



原田 喜可（はらだ きよし）  
東急建設株式会社  
首都圏本部  
土木事業部  
港区赤坂一丁目、六本木二丁目付近再構築工事  
現場代理人



山崎 幸司（やまざき こうじ）  
三菱重工業株式会社  
神戸造船所  
建設機械部  
設計課  
課長代理



## トンネル 特集

# 圧気併用シールド工法による海底取水トンネルの施工

## — 中部電力浜岡原子力発電所5号機取水塔・取水トンネル工事 —

清水 昇・石切山 勝好・川 森 崇 史

中部電力株式会社浜岡原子力発電所の冷却水の取水は、浜岡沖合約 600 m の地点に取水塔を設置し、海底岩盤内に取水トンネルを構築し、陸上の取水槽まで海水を取水 (95 m<sup>3</sup>/sec) する方式としている。これは、既設号機 (1~4号) 及び、今回の5号機とも同じ方式である。

取水トンネルの大部分が海底下であることから、補助工法として圧気工法を採用してきた。以下に5号機海底取水トンネルの工事概要、シールド掘進機、なぜ圧気が必要であるのかという問題とその設備について報告する。

キーワード：トンネル、海底取水トンネル、シールドトンネル、圧気工法

### 1. 概 要

当工事では、浜岡沖合の遠州灘に取水塔を設置し (ニューマチックケーソン工法)、陸上に構築した作業立坑より取水トンネルを掘削する。この内、延長 689 m の海底部は、掘削外径 8.06 m の開放型機械式シールド (半密閉式機械式シールド<sup>a)</sup>) 工法を、延長 34 m の陸上部は山岳トンネル工法にて施工した。

補助工法となる圧気工法は、海底部の内、汀線<sup>b)</sup>部より先にて併用した (圧気施工延長 590 m)。

図-1 に浜岡原子力位置図を、図-2 に取水トンネルの位置図を、図-3 に概略縦断図を示す。

### 2. 海底取水トンネル掘削の施工条件

#### (1) 自然条件

まず海底取水トンネル掘削施工の自然条件を以下に列挙する。

- ① 海底下である (理論水圧 0.29 MPa)
  - ：取水塔部海深 10 m
  - ：土被り 18 m
- ② 弱層部がある (約 50 m~80 m 間隔)
- ③ 海底地盤は、新第三紀中新世後期から鮮新世前期の相良層で泥岩優勢な、泥岩と砂岩の互層である。
- ④ 一軸圧縮強度は、砂岩 3 N/mm<sup>2</sup>、泥岩 10 N/mm<sup>2</sup>

a) 当現場で採用したシールド名称：密閉式と開放型との中間。

b) 汀線 (ていせん、みぎわせん) 陸と海との境界を連ねた線。海岸線。

mm<sup>2</sup> 程度である。

#### (2) トンネル湧水

既設号機の施工実績より、トンネル湧水はトンネル

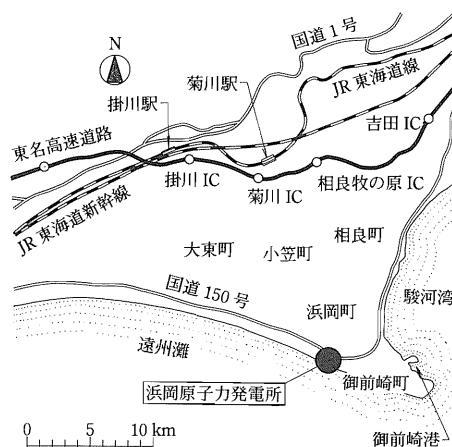


図-1 広域位置図

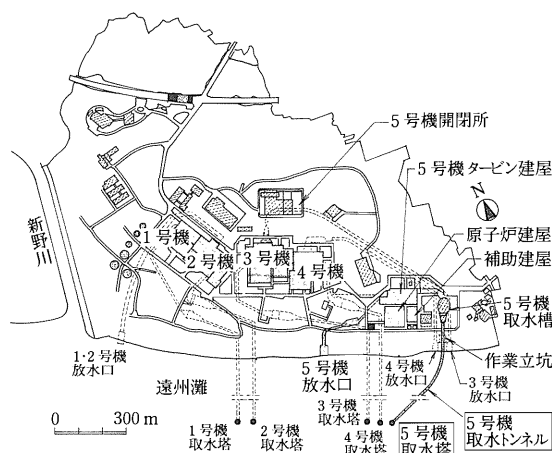


図-2 5号機取水トンネル位置図

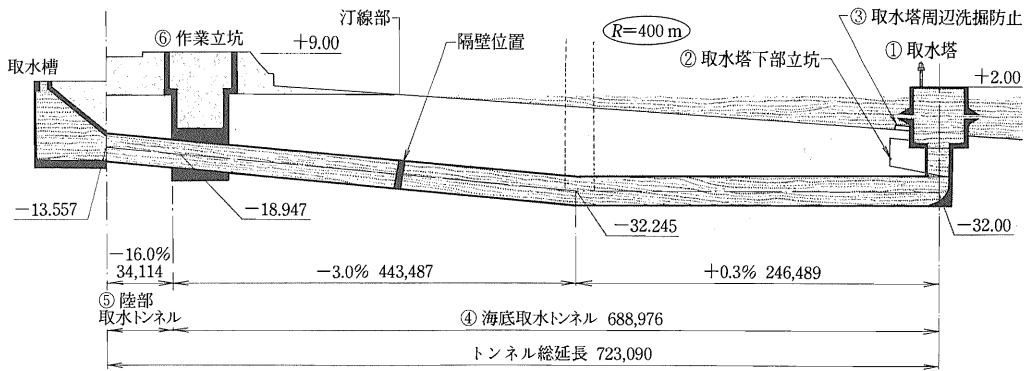


図-3 縦断面

全体で 50~80 L/min である。

### 3. 圧気併用施工に至る経緯

昭和 46 年からの浜岡原子力発電所 1 号機建設当時は、外洋からの取水方式は前例が全く無く、海底トンネルをいかに安全に掘削するか検討に苦慮した。

地質条件で前記したように、トンネル全体は安定した岩盤である事は確認されていた。しかし、当時最も心配とされていたのが、

- ① 海底トンネルである ……………水深 max 10 m
- ② 海底部の地質状態が不確定である  
……………海底での弱層部の状態が不明
- ③ 地山の性質、特に湧水との関係が不確定である  
と言う事であって、不測事態における対応策が必要であった。

掘削は安全性を重要視した結果、海底トンネルはシールド工法を採用したわけであるが、1号機当初ではシールドのオーバカットに対する危険性さえ議論されていた。また、カット部は地山の必要に応じて脱着可能な、面板を装備した。さらに、工事の遅れによる影響は取水トンネルだけにおさまらず、発電所の建設全体にも及ぼすことも考慮しなければならなかった。海底取水トンネル工事においてシールド工法と圧気工法との併用方式を採用した理由は下記に述べるとおりである。

- ① 海底トンネルの土被りが少ない (18 m) 事による安全性の確保
- ② 異常出水からの作業員の救出
- ③ 異常出水によるトンネルの早急な復旧を可能にする
- ④ 既施工の海上ボーリング孔からの出水の可能性  
対応 (モルタル填充不足による出水)

以上が主な理由であるが、5号機においては、

- ① 先進ボーリング省略におけるリスクアップ
- ② 原子力発電所に対する信頼性向上の必至等、社

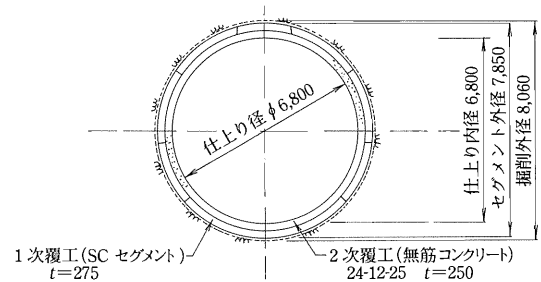


図-4 トンネル標準断面図

会的注目度アップ

- ③ 圧気設備省略によって生じるリスクの増大とトンネル水没が生じた場合の発電所工事全体への影響と被害額に対する比較検討による判定等をも配慮した。

以下、5号機建設（実施工）における圧気設備について説明する。

### 4. 圧気のお考え方

#### (1) 圧気の効果

圧気工法の排水、山留め、地山改良の一般的効果は以下のとおりである。

- ① 排水効果  
圧気圧により切羽からの湧水を阻止し、切羽の崩壊を防止する効果。
- ② 山留め効果  
圧気圧自体が山留め作用になり、切羽を安定させる効果。
- ③ 地山改良効果  
圧気で地山を脱水することにより、土固有の強度を発揮させ、切羽の安定を向上させる効果。

#### (2) 今回工事で圧気に期待する効果

- ① 探りボーリング<sup>⑤</sup>で異常湧水あるいは地山不良

⑤ 切羽前面の地質及び湧水状況を調査するために行うボーリング調査。トンネル進行 30 m 毎に行い、穿孔回転数、トルク等を測定し、その変化より地質の変状を把握する。また、湧水の有無も確認する。

箇所が確認された場合、事前に坑内気圧を高めて、その後切羽の安定を保ちながら掘削できる。

- ② 通常掘削時、圧気圧 0.05~0.06 MPa で運用することで（アイドリング効果<sup>d)</sup>）異常出水時の対応を即座に行うことが出来る（理論圧気をかけないのは工程上作業効率を下げない事を考慮したからである）。

**(3) 圧気の方式**

隔壁を設置しトンネル全体圧気方式を採用した最も一般的な圧気方法である。これは、トンネル内に隔壁を設置して圧気側と大気側を仕切り、切羽側のトンネル全体に圧気をかける方式である。隔壁は、汀線部に設置した。

ロックについては、掘削断面が大きいので人間出入り用のマンロックと、材料搬入・ずり出し用にマテリアルロックを設けた。ロックが分かれていることから作業性も安全性も向上する。

トンネル全体圧気方式には、トンネル周囲の地山に常時圧気圧を作用させているため湧水防止、坑内排水、地盤安定、裏込め注入効果が良くなるというメリットがある。しかし、圧気容積が大きくなり送気設備が大型化すること、作業環境も気圧下となるため作業員の作業性が悪い、圧気によって酸素密度が増加しており、火災の危険性が高くなるというデメリットもある。

**5. シールド機**

トンネル全体圧気方式を採用したことと、経験により切羽の安定度が高い。さらに、岩砕の取込み効率等考慮し、面板はスポーク形式で、開口率を 57% とした。

表一 シールド機仕様

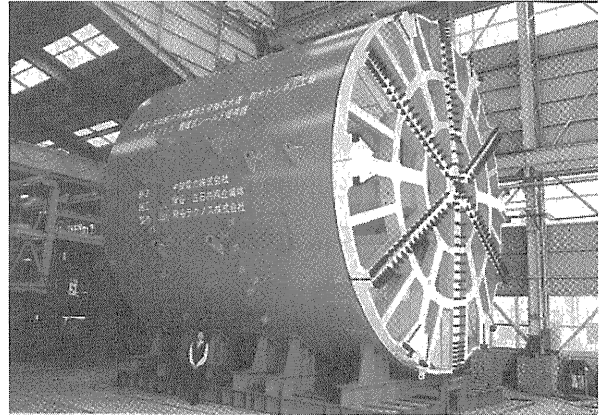
外 径	8,030 mm
内 径	7,910 mm
機 長	デッキ含まず 7,900 mm
スキムプレート厚	60 mm
テールクリアランス	30 mm
総 推 力	39,000 kN (770 kN/m <sup>2</sup> )
シールドジャッキ	1,500 kN×1,400 st ×at 35 MPa 26 本
ジャッキ速度	3.5 cm/min (全数稼働時)
ポンプユニット	45 L/min at 35 MPa 30 kW×4 P×440 V

d) 常時設備を稼働させる事により対応を早くする。

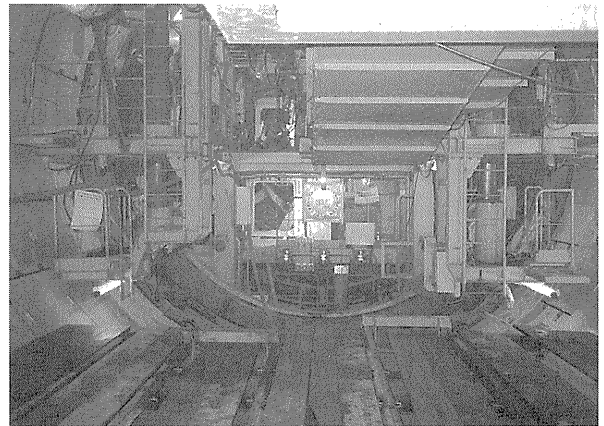
シールド機の仕様（表一）、外観と詳細図を写真一1、写真二と図一5に示す。

**6. 地上に設ける圧気設備**

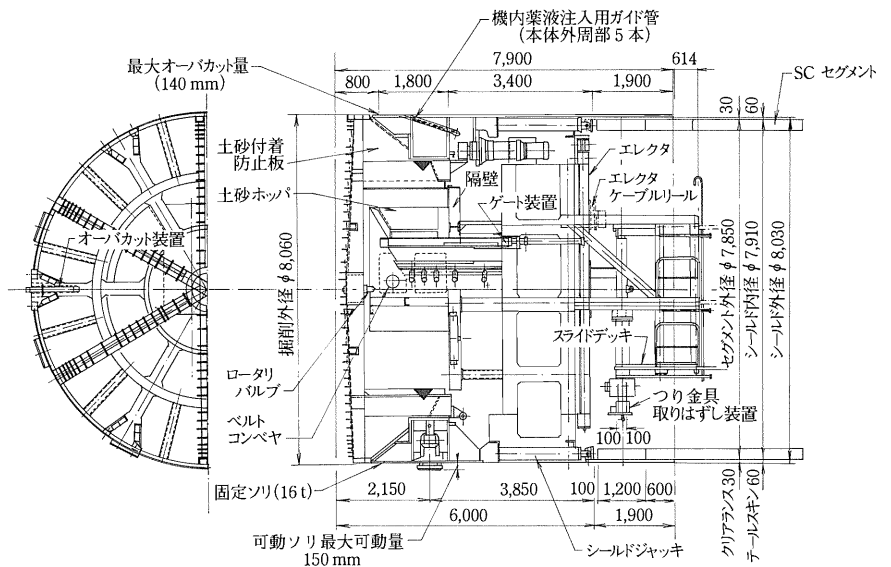
後続設備を含めたシールド機が、汀線部を超えたところで、圧気の設定に入った（図一6）。



写真一 シールド機



写真二 掘削状況



図一5 シールド機

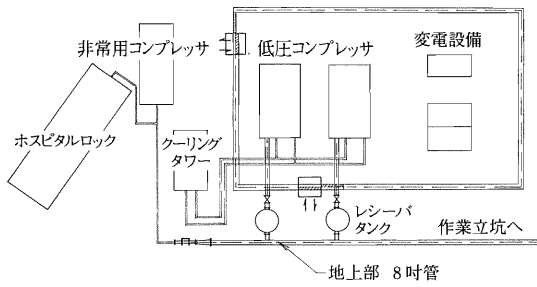


図-6 地上圧気設備配置

(1) 空気圧縮設備 (低圧コンプレッサ; 写真-3)

計画された空気圧, 送気容量を送ると共に, 清浄で適温, 適湿の空気を供給する。

圧縮空気に油分を含まないオイルフリー圧縮機を採用した。また, 吐出される圧縮空気を冷却するアフタークーラ機能と異常温度警報装置 (「高圧作業安全衛生規則」に準ずる) を内蔵している型式とした。

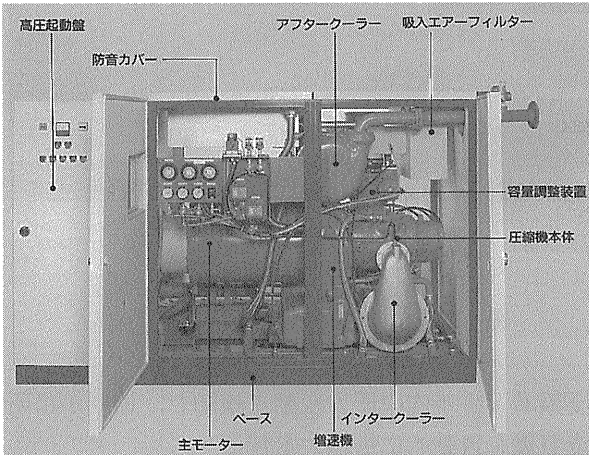


写真-3 低圧コンプレッサ

(2) 空気槽 (レシーバタンク) (容量: 1.8 m<sup>3</sup>; 写真-4)

空気槽は, 圧縮空気を蓄えておく槽である。空気槽

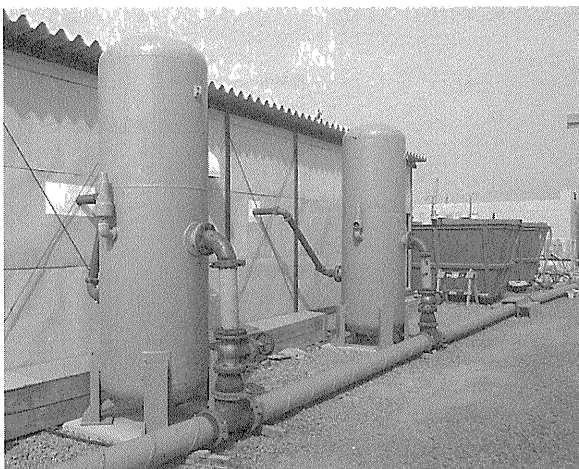


写真-4 レシーバタンク

は, 「ボイラー及び圧力容器安全規則」における第二種圧力容器の適用を受ける。

(3) 冷却用給水設備 (クーリングタワー; 写真-5)

コンプレッサの冷却水給水方法として, 貯留水をクーリングタワーで冷却しながらポンプで強制循環させる方法にした。



写真-5 非常用コンプレッサ (左), クーリングタワー (右)

(4) 再圧室 (ホスピタルロック; 写真-6)

高圧則に従い坑内気圧を最大 0.3 MPa としているので, 再圧室を設けた。第二種圧力容器の個別検定に合格したものを設置した。



写真-6 ホスピタルロック (1人用)

(5) 非常用設備 (能力: 220 ps)

通常は, 施主の中部電力より工事用電力の供給を受けて作業を行うが, 万が一その供給が止まった時のために, ディーゼルコンプレッサを設けた。能力は電動コンプレッサ 1 台分で, 作業員全員退避するための設備とした。

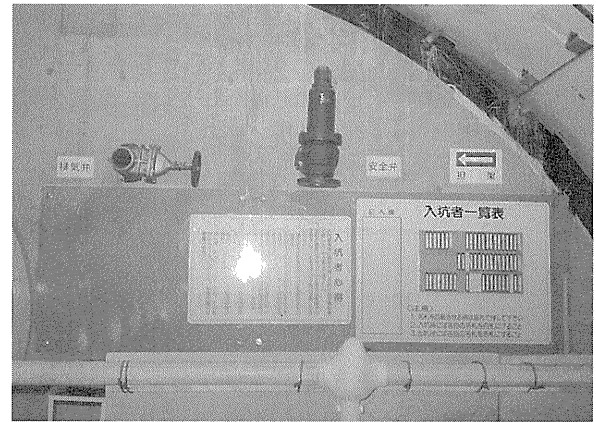
(6) 上 屋

電気受電設備併設のため, 上屋を設けた。コンプレッサより発せられる熱除去のため換気設備 (換気扉) を多く取付け冷却に配慮した。





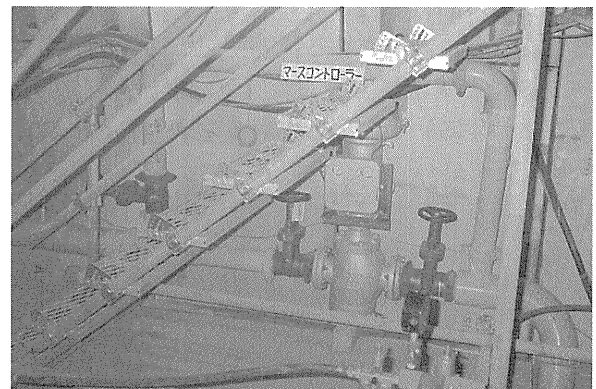
写真一7 坑内写真



写真一9 隔壁安全設備



写真一8 坑内写真



写真一10 マースコントローラ

7. 坑内の圧気用設備 (写真一7, 写真一8)

(1) ロック設備

マンロック, マテリアルロック共, 第二種圧力容器の適用を受ける。

① マンロック

$\phi 1,800 \times L 3,600$

定員 10 名, 床面積  $3.3 \text{ m}^2$ , 気積  $8.7 \text{ m}^3$

② マテリアルロック

$\phi 2,800$  (両端は  $\phi 3,150$ )  $\times L = 22,740$

出入口には坑内車両用のレール転倒装置を併設, 扉の開閉は油圧式 (バッテリー+ずりトロッコ 3 台分の長さのスペース長とした)。

(2) 隔壁 (写真一9)

RC 構造と鋼製構造とを比較した結果, 大断面であるということからコスト的な面で RC 構造を採用した。送・排水管, 送気管, 動力電線, 通信電線, 安全弁などを設けた。

(3) 自動圧力調整装置 (マースコントローラ; 写

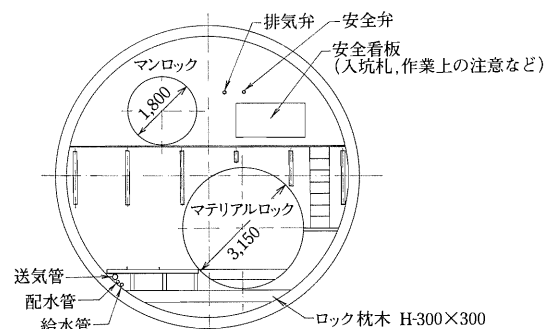
真一10)

[メーカー: フシマン]

圧気トンネル内の圧力変動を検知し, 速やかに所定の空気量を自動的に供給する装置

(4) 配管他

陸上より坑口までを, 8 インチつる巻鋼管, 坑内を 6 インチつる巻鋼管にて配管した。先端にはフラップバルブ (逆止弁) を取付け (図一7, 図一8), 漏気防止とした。



図一7 圧気設備配管図

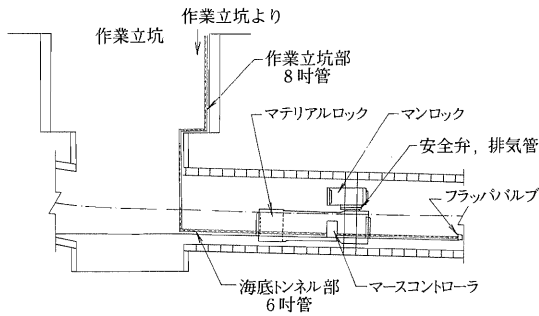


図-8 坑内断面図

## 8. 圧気工法における安全対策

予想される災害とその対策を表-2, 表-3, 表-4に示す。

表-2 関係法規

- ① 労働安全衛生法
- ② 労働安全衛生規則
- ③ 高気圧作業安全衛生規則
- ④ ボイラ及び圧力容器安全規則
- ⑤ 圧力容器構造規則

表-3 必要な免許・資格

作業内容	資格名称	免許	技能講習	特別教育	関係法令
圧気工法	高圧室内作業主任者	○			高圧則 10
	高圧室内作業員			○	高圧則 11
	送気調節係員			○	高圧則 11
	空気圧縮機運転者			○	高圧則 11
	加減圧調節係員			○	高圧則 11
	再圧室係員			○	高圧則 11

表-4 災害防止対策

種別	作業重点安全管理目標	
	予想される災害	災害防止対策
① 職業性疾病の防止 ・高圧室内における健康障害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ロック室で気圧操作中、気分が悪くなる</li> <li>・圧気側と大気側を何度も行き来すると、気分が悪くなる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気圧操作を行うものは、全員の体調を確認しながら行う</li> <li>・体調の悪いものは、圧気内に入らないとともに、朝のKYC時職長に申し出て、配置替えを行う</li> <li>・作業開始前に、該当作業員に対し、“高圧室内作業に関する特別教育”を実施する</li> <li>・マンロック内に非常ベルを設け、外部へ連絡できるようにする</li> <li>・圧気内で作業する人員を固定する。動力車の運転手は、圧気側と大気側で交替する</li> </ul>
② 坑内災害の防止 ・火災の発生	<ul style="list-style-type: none"> <li>・溶断、溶接作業時、火災が起きる</li> <li>・漏電により、火災が起きる</li> <li>・煙草により、火災が起きる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業箇所付近には、ウェス等、引火性のものを置かない</li> <li>・消火器を備える</li> <li>・圧気室内で作業を行う時は、事前に火元責任者（JV職員）に連絡する</li> <li>・グリス等の油脂類は、安全な場所に保管すると共に少量保管とする</li> <li>・漏電遮断機の点検を、毎日行う</li> <li>・圧気室内は、禁煙とする。隔壁（立坑側）に喫煙所を設置する</li> </ul>

## (1) ロック付近の安全対策

トンネル全体としては、複線であるがロック付近は単線となる。マテリアルロックの両端に手動の信号を設け入室する時、反対側を赤にする。その操作は、坑口側はロック担当者。坑内側は、坑内車両運転手が行う。

## (2) 異常時の対応

火災の発生や異常出水時など、即座の退避が必要になることを考慮し、マンロック内は常に圧気側気圧とした（注：出坑時、外のバルブ操作にて送気し、作業室内気圧とするようにした）。

## 9. 終わりに

現在、シールド工法は密閉型シールドが主流であり、今回工事のような開放型シールドにおける圧気併用シールド工法の採用は少なくなってきている。しかし、圧気工法は切羽前面の障害物の撤去やカッタビットの交換など切羽開放の必要な場合には、有効な手段であることも確かである。又、今後予定される大深度トンネル掘削に必要とされる。従って、その適用には十分な検討が必要であるが、是非その利点を活用して頂きたいところである。

最後に、工事計画、施工を進めるに当たり、多大なご指導を賜った施主である中部電力株式会社浜岡原子力建設所の方々に深く感謝の意を表します。 **JICMA**

### 【筆者紹介】



清水 昇(しみず のぼる)  
株式会社熊谷組  
熊谷・白石JV  
浜岡原子力作業所  
作業所長



石切山 勝好(いしきりやま かつよし)  
株式会社熊谷組  
熊谷・白石JV  
浜岡原子力作業所  
工事課長



川森 崇史(かわもり たかし)  
株式会社熊谷組  
熊谷・白石JV  
浜岡原子力作業所

## トンネル 特集

# 揺動型シールド工法の開発と実工事への展開

永森邦博・真鍋 智

揺動型シールド工法（Wagging Cutter Shield 工法）は、カッタを左右に揺動させる掘削機構をもつシールド掘進機を用いた工法である。カッタ揺動には、モータではなく油圧ジャッキ駆動を採用しており、掘削機構の簡素化とシールド機長の短縮、及び伸縮スポークとの併用による非円形断面掘削への対応が可能である。本工法は、2002年度までに6件（うち鹿島建設施工5件）の適用実績があり、新たな要素技術の開発により各工事の課題に対応した。本報文では、適用工事の実績に触れながら、開発した要素技術の内容について紹介する。

キーワード：トンネル、シールド工法、揺動型シールド工法、シールド掘進機、矩形シールド、急曲線施工

## 1. はじめに

近年、都市部のインフラ整備において、シールド工法は地上構造物や地下埋設構造物による線形計画上の制約が少ないことと、技術の進歩により、施工件数が増加している。また、種々のトンネル形状への適応、及び低コスト化への技術開発により、都市部のトンネル構築分野においてますます有利性が発揮されている。

揺動型シールド工法（Wagging Cutter Shield 工法）は、油圧ジャッキシリンダの伸縮によってカッタを揺動させる駆動方式を採用した。この結果、従来の回転型カッタを用いたシールド掘進機と比較すると、駆動部の構造が簡素化され、機長を短縮することができた。また、カッタスポークを伸縮させることにより、矩形断面掘削にも適用できる。

本工法は、1997年に実工事に導入した矩形揺動型シールド工法<sup>1),2)</sup>の技術を展開して、2002年までに6件（うち鹿島建設施工5件）の工事適用実績を上げている。各種工事への適用の過程で、世界初の複線断面地下鉄工事への導入（写真-1）や、揺動型掘削機構の耐久性が要求される長距離掘進、矩形揺動カッタのスポーク伸縮に伴い発生する切羽土圧変動の抑止対策、そして、最小曲率の急曲線施工などの課題に対して、新たに開発した要素技術により克服した。

本報文では、各工事への適用実績について述べるとともに、導入した揺動型シールド工法の各種要素技術

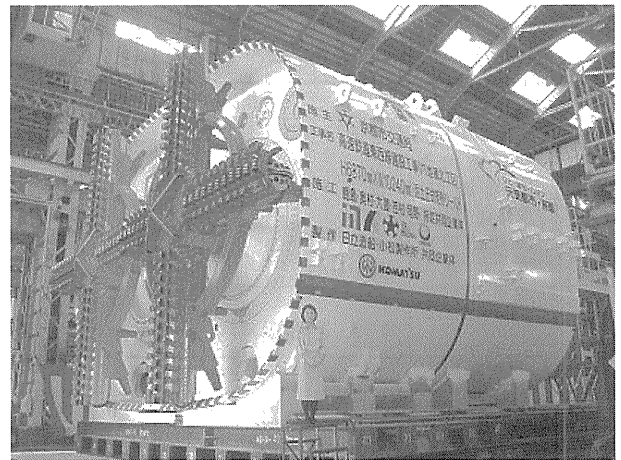


写真-1 京都地下鉄六地藏北工区シールド掘進機

を紹介する。

## 2. 揺動型シールド工法の概要

### (1) 開発のねらい

揺動型シールド工法は、油圧ジャッキを用いたカッタ揺動機構とカッタスポークの伸縮機構の併用により、非円形断面掘削に対応することを目的として開発した。揺動型カッタによる矩形断面トンネル掘進機では、図-1に示すようなカッタ動作による掘削を行う。なお、矩形形状としたトンネル覆工体は別途構造検討を行い、実施工において有効性が既実証されている<sup>3)</sup>。

さらに、円形断面トンネルに対しても矩形揺動型シー

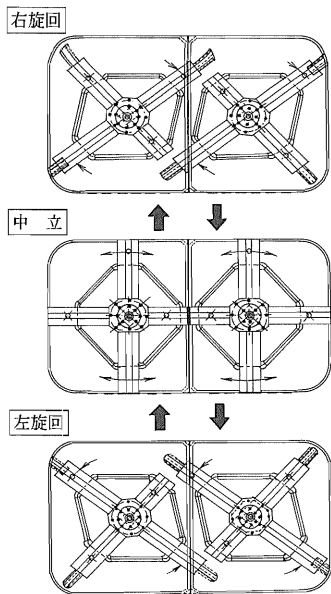
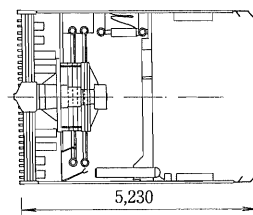


図-1 揺動型掘削機構模式図

構造説明図 Structural Diagram  
ワギングカッタ Wagging Cutter



回転カッタ Rotating Cutter

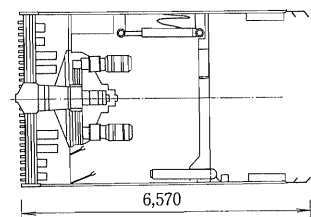


図-2 揺動型シールド掘削機の機長短縮効果

シールドで実績を上げた掘削機構を適用し、図-2に示すように外径φ4m相当の掘進機において、機長が約1.3m短縮されることに着目して、発進、到達時における作業範囲の省スペース化と急曲線施工に有効であることから実工事に適用した。

(2) 揺動型掘削機構

掘削機構は、図-3に示すように2本の油圧ジャッキの一方をシールド掘進機本体に、他方をカッタヘッドの支持センタシャフトから伸びる揺動アームに取付けた構造とした。

カッタ動作は、片方を伸ばし、他方は縮めることで、センタシャフトを介してカッタを一方向に動作させる

方式とした。油圧ジャッキは、95度(左右各47.5度)の揺動ストロークを有し、回転角度センサが±47.5度の位置で検知した時点で、伸縮運動を停止させ、瞬時に油圧制御弁を切替えて逆方向に伸縮させることでカッタに反転動作を加えている。これを繰り返すことにより、カッタの揺動運動を行う機構とした。さらに、揺動ジャッキのストロークエンド付近では、発生トルクが構造上小さくなることから、これを補うアシストジャッキ1本を追加した。

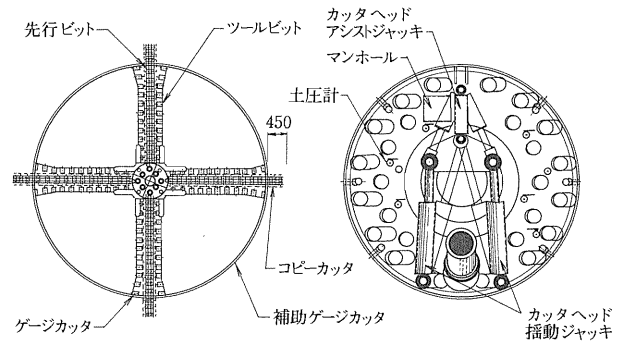


図-3 揺動型シールド掘進機の構造

3. 揺動型シールド工法の開発と工事適用の経緯

揺動型シールド工法の開発における技術課題は、従来の回転型カッタと揺動型カッタの相違点に起因するものを含めて以下の内容が挙げられ、図-4に示す内容で実工事適用において対応した。

- ① 揺動型掘削機構の耐久性確保
- ② 揺動型カッタ掘削トルクの確保
- ③ カッタ揺動中のカッタトルク変動の解消
- ④ 矩形シールドのカッタスポーク伸縮による切羽土圧変動の抑制
- ⑤ 矩形シールド隅角部掘削における伸縮スポークの切削性能評価

4. 適用実績

(1) 矩形トンネル掘削工事への適用<sup>4)</sup>

(a) 工事概要

当該工事は、繁華街路直下に連絡通路を非開削で建設したもので、矩形トンネルを低土被り4.8mで施工する内容であった。工事では、矩形揺動型シールド掘進機を採用したことにより、非開削、かつ埋設物をよけた必要最小限の断面形状で地下通路を構築した。工事概要を表-1に示す。

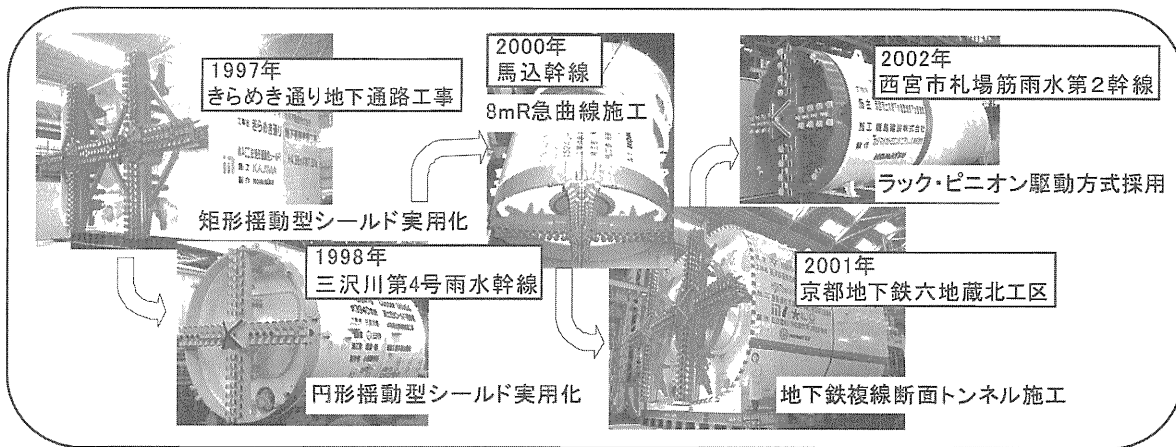


図-4 揺動型シールド工法の実工事に対する開発技術の適用状況

表-1 工事概要

工事名	きらめき通り地下通路建設工事
工事場所	福岡市中央区天神2丁目きらめき通り
工期	平成9年8月1日～平成11年4月30日
シールド機寸法	高4,980mm, 幅7,810mm
躯体内側寸法	高3,300mm, 幅6,200mm
掘進延長	113.86m
発注者	(株)岩田屋, エヌ・ティ・ティ九州不動産(株) (きらめき通り地下通路建設共同事業者)

(b) 施工上の課題

矩形断面隅角部を伸縮スポークにより揺動掘削することから、以下の技術課題が挙げられた。

- ① 装備カッタトルクの設定方法
- ② 伸縮スポークに設置するカッタビットの選定

(c) 適用結果

掘削に要するカッタトルクの算定は解析結果から、スポーク長が最長時の回転半径で評価することにし、適用時の計測結果と照合して性能が十分であることを確認した。また、伸縮部分のカッタビットを室内実験(図-5)で掘削に最適なビット形状と配置を決定し、開発したスパイクビットを採用した。工事は、計画どおりに完了した。

(2) 長距離掘進に向けた掘削機耐久性向上<sup>5)</sup>

(a) 工事概要

当該工事は、市街地における掘進延長約600mの下水道建設工事で、S字状の急曲線が存在することと発進立坑が狭隘であることから、円形揺動型シールド工法が採用された。工事概要を表-2に示す。

(b) 施工上の課題

揺動型シールド工法の適用実績内では、比較的長距離であったことから、次の課題が挙げられた。

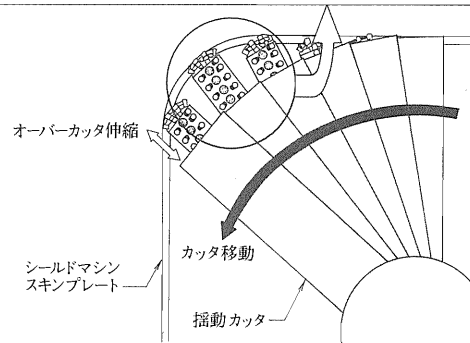
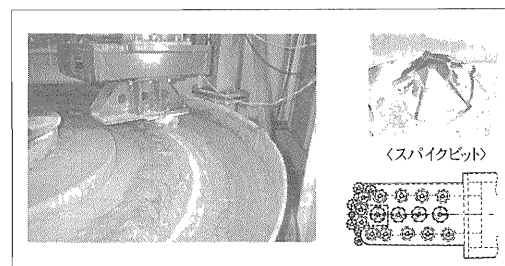


図-5 カッタスポーク伸縮部のビット選定実験

表-2 工事概要

工事名	三沢川第4号雨水幹線築造工事
工事場所	青森県三沢市東岡三沢1丁目他地内
工期	平成10年12月18日～平成13年3月20日
シールド機外径	φ3,940mm
仕上り内径	φ3,000mm
掘進延長	601.5m
発注者	三沢市

- ① 揺動型掘削機構の耐久性の検証
  - ② 揺動角終端付近でのカッタトルク低下の問題
- (c) 適用結果

揺動型掘削機構の耐久性向上と、カッタ揺動時に油圧ジャッキを使用する構造上発生するカッタトルクの低下現象を解消する目的で、前述の図-3に示すようなアシストジャッキを導入した。工事では、急曲線施

工と延長約 600 m におよぶ掘進を工期内で完了した。

(3) 機長短縮を生かした急曲線施工

(a) 工事概要

当該工事は、市街地における掘進延長約 1,300 m の雨水幹線建設工事で、シールド工法として実績のなかった曲率 8 m R の急曲線が存在したことから、円形揺動型シールド工法が採用された。工事概要を表—3 に示す。

表—3 工事概要

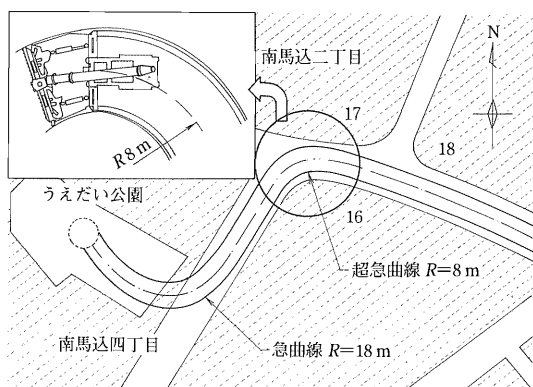
工事名	馬込幹線工事
工事場所	大田区中央1丁目21番地先 ～大田区南馬込4丁目1番地先
工期	平成12年3月30日～平成14年10月22日
シールド機外径	φ5,240 mm
管渠形状	仕上り内径14,400 mm～4,500 mm
掘進延長	1,309 m
発注者	東京都下水道局

(b) 施工上の課題

シールド掘進機は、先端のカッターヘッドで掘削した範囲内でしか機体の向きを変えることができず、施工可能な曲率半径は、主に機長によって制限される。そこで、機長短縮を図り、急曲線施工に対応することを課題とした。

(c) 適用結果

8 m R の急曲線施工では、揺動型シールド掘進機による機長短縮（従来長 7.57 m から 6.62 m に短縮）と、急曲線部手前における掘進機後胴の交換（機長 5.23 m に短縮）、そしてシールド機中折れ 17° で、図—6 に示すように対応し、無事完了した。



図—6 揺動型シールドによる 8 m R 急曲線施工

(4) 切羽土圧変動抑止対策技術の導入<sup>6)</sup>

(a) 工事概要

当該工事は、地下鉄工事において世界初となる複線

断面の矩形トンネルを建設したものである。矩形断面に対応できる揺動型シールド工法が採用され、よく締まった砂礫地盤中で 760 m の掘進を行った。工事概要を表—4 に示す。

表—4 工事概要

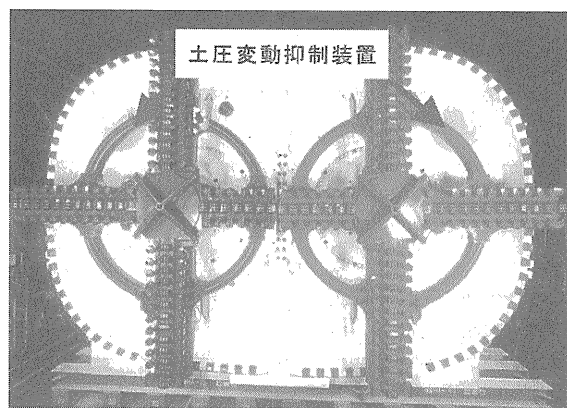
工事名	高速鉄道東西線建設工事（六地藏北工区）
工事場所	宇治市六地藏奈良町 23-1 番地先 ～京都市伏見区石田森東町 27-4 番地先
工期	平成11年10月1日～平成15年10月31日
シールド機寸法	高 6,870 mm 幅 10,240 mm
躯体寸法	高 6,500 mm 幅 9,900 mm
掘進延長	760.79 m
発注者	京都市交通局

(b) 施工上の課題

密閉状態にある掘削機チャンバ内で、大型のオーバカッターを伸縮させることから、切羽土圧変動の影響を受けることが予想され、土圧変動を抑止して切羽安定を図ることが課題であった。

(c) 適用結果

切羽土圧変動を抑制するために、写真—2 に示すように隔壁上部の左右に土圧変動抑制装置を装備した。オーバカッターの伸縮はカッター揺動角度に応じて制御されており、揺動角度に応じて抑制装置のピストンを前後させ、チャンバ容積変化分を相殺して切羽土圧変動を抑制した。切羽変動抑制装置を適用したことにより、切羽安定管理精度が向上し、施工管理値を満足して工事を完了した。



写真—2 土圧変動抑制装置の搭載状況

(5) 装備カッタートルク変動解消への対応

(a) 工事概要

当該工事は、超過降雨時の浸水対策として貯留機能を有する雨水管渠を建設したものである。延長約 1,100 m の区間を仕上り内径 φ 2,200 mm の揺動型シールド工法で築造した。概要を表—5 に示す。

表一5 工事概要

工 事 名	公共下水道新設（札幌筋雨水第2幹線）工事
工 事 場 所	西宮市江上町外
工 期	平成13年12月22日～平成15年3月31日
シールド機外径	φ2,640 mm
管 渠 形 状	仕上り内径φ2,200 mm
掘 進 延 長	1,109 m
発 注 者	西宮市下水道整備部

(b) 施工上の課題と適用結果

掘進機外径がφ2,640 mmの小口径シールドで、30 m Rの急曲線施工を行うことから、円形揺動型シールド工法を採用し、さらに掘削機構の簡素化を進めることを課題とした。

(c) 適用結果

揺動型シールド掘進機は、油圧ジャッキの揺動に伴い、カッタトルクのピーク値が変動する性質を有する。これにより、掘進機の装備トルクは、変動範囲の下限域に合わせて設定する必要があったが、油圧ジャッキからのカッタ動力伝達部に図一7に示すラック・ピニオンギヤを採用することで、カッタトルク変動を解消

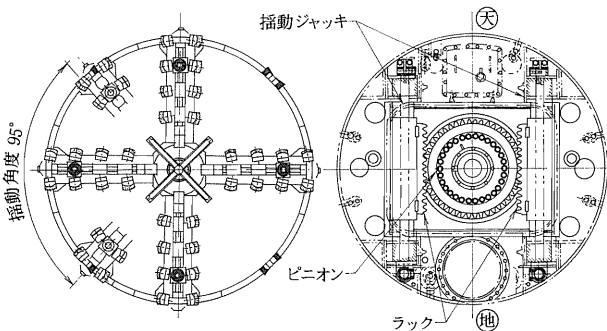
し、装備動力を必要最小限に抑えて経済性を向上させた（図一8）。工事は地下重要埋設物近接施工を含む難易度の高いものであったが、無事掘進を完了した。

5. おわりに

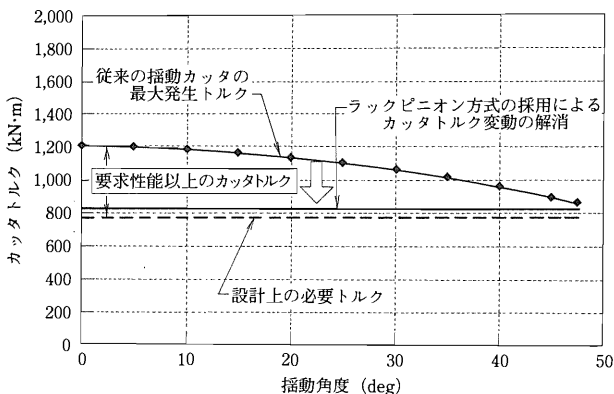
揺動型シールド工法は、非円形断面掘削や急曲線施工への適応性から、工事への適用実績を着実に重ねており、都市部の狭隘な掘進条件に対する適応性を高く評価できる工法であるといえる。揺動型シールド工法の有利性を生かした工事への展開と同時に、切羽土圧変動などの揺動型掘削機構に特有の課題も既に克服しており、今後もより一層の技術向上と工法の普及に励みたいと考える。 JCMIA

【参考文献】

- 1) 三井 隆, 吉川 正, 尾上順吉:新しい矩形シールドトンネルの開発と施工, トンネルと地下, vol.30, pp.37-46, 1999.6
- 2) 小坂琢郎, 吉川 正, 田中耕一, 今川 勉, 池添勝次:揺動型シールドマシンによる矩形トンネル構築方法の開発, 土木学会第53回年次学術講演会, VI-75, pp.150-151, 1998.10
- 3) 吉川 正, 三井 隆, 田中耕一, 柳井修司, 中川浩二:矩形シールドトンネル覆工としてのオープンサンドイッチ構造の開発と実施工による有効性の検証, 土木学会論文集, No.690/V-53, pp.133-146, 2001.11
- 4) 尾上順吉, 池添勝次, 福田昌弘:矩形・揺動シールドの開発, 平成10年度建設機械と施工法シンポジウム論文集, 日本建設機械化協会, pp.182-187, 1998.10
- 5) 遠藤哲朗, 平野明彦:S字状急曲線(R=12m)の施工実績, 土木学会第55回年次学術講演会, VI-60, pp.120-121, 2000.9
- 6) 中村 浩, 久保田敏和, 古川 衛, 中尾 努;大断面矩形シールドで渡り線部と一般線路部を施工・京都市高速鉄道東西線(六地藏～醍醐間)六地藏北工区, トンネルと地下, vol.33, pp.27-33, 巻頭グラビア「目で見るトンネル工事」, 2002.8



図一7 ラック・ピニオンギヤによる揺動掘削機構



図一8 カッタ揺動時のトルク低下の解消

【筆者紹介】

永森 邦博 (ながもり くにひろ)  
鹿島建設株式会社  
機械部  
技術グループ  
次長



真鍋 智 (まなべ さとし)  
鹿島建設株式会社  
機械部  
技術グループ  
課長代理



## トンネル 特集

シールド機内からカタビット交換が可能な  
テレスポークビット工法の施工

磯村 繁樹・山本 裕三

近年のシールド工事は、工事用地の確保難や輻輳する地下構造物、大深度化に伴う立坑設置が不可能な場合、あるいはコストダウンを目的に、長距離化されてきている。長距離化に伴う課題として、カタビットの延命・更新技術があるが、種々提案実証されている。

このようななかで、回数に制限なくシールド機内より機械的にビット交換が可能な工法としてテレスポークビット工法が開発された。この装置を装備したシールド機が現在稼働中であり、中間点でのビット交換が完了した。

本報文では、テレスポークビット工法の概要と、このシールド工事でのビット交換実績を報告する。

キーワード：トンネル、シールド工法、ビット交換、機械式ビット交換、地中接合、MSD工法、長距離掘進

## 1. はじめに

名古屋市では、平成12年9月11日～12日に発生した東海豪雨をうけ、緊急雨水整備計画を策定し、従来からの雨水対策とともに「雨に強いまちづくり」を進めている。その一環として名古屋市西区小田井地区において貯留量54,000 m<sup>3</sup>の雨水貯留管が計画された。この貯留管はシールド工法によって施工されるが、計画路線約4 kmの全線が密集した市街地であり、シールド発進基地は路線両端部に隣接する公園用地によって確保が可能である(図-1)。

本工事はこの貯留管の下流側工区を担当し、約2.4 kmの区間を泥土圧シールド工法にて築造し、MSD

工法によって上流側工区と接続するものである。このなかには、路線のほぼ中間点において、取水人孔立坑内を利用したカタビット交換工事が含まれており、市街地内での立坑築造、立坑前後での補助地盤改良を必要とした。

このビット交換工事に着目し、補助地盤改良工を対象としたVE(Value Engineering)提案によってシールド機内よりの機械式カタビット交換工法(テレスポークビット工法)を採用した。本報文では1,250 m地点でビット交換を実施したので概要と実績について報告するものである。

## 2. 工事概要

小田井貯留管計画の工事内容は以下のとおりである。

- ①工 事 名：小田井貯留管築造工事(その2)
- ②発 注 者：名古屋市緑政土木局
- ③工 期：平成13年10月～平成16年3月
- ④場 所：名古屋市西区中小田井三丁目～赤城町地内
- ⑤施 工 者：大林・西松・大日本特別共同企業体
- ⑥工 事 内 容

- (a) 泥土圧シールド工
  - 掘削外径  $\phi=5,240$  mm
  - 仕上内径  $\phi=4,250$  mm
  - 掘進延長  $l=2,390$  m



図-1 小田井貯留管計画平面図



- 最小曲線半径  $R=40\text{ m}$
- (b) 立坑工  
 発進立坑（開削工法）1箇所  
 取水人孔立坑（ケコム工法）1箇所
- (c) 補助地盤改良工  
 発進防護工一式  
 立坑底盤改良工一式  
 急曲線防護工一式  
 橋杭防護工一式

### 3. 土質概要

施工場所は濃尾平野の東部に位置し、庄内川と新川に挟まれた低地な地域であり、標高はTP+3 m前後で地下水はGL-2.0 m程度である。

ボーリング調査の結果、上位より盛土・埋土層、南陽層、鳥居松礫層、熱田層（上部・下部）、海部弥富累層が確認されている。このうち、当シールド工事の掘進対象地盤は鳥居松礫層（D5）が一部上部に出現するが、主に砂質土層を主体とした熱田層上部（D3U）である（図-2）。

#### ・鳥居松礫層（D5）

土層は砂礫層（D5g）で構成される。N値=25～50以上を示す比較的良く締まった土層である。礫分は $\phi 5\sim 50\text{ mm}$ が多く、 $\phi 70\sim 100\text{ mm}$ 程度の玉石が混入している。

#### ・熱田層（D3U）

粘性土層と砂質土層で構成され、砂質土層が優勢である。

粘性土層（D3Uc）はシルトやシルト質粘土で均質であり、N値=4～10を示す中位の硬さの土層である。

砂質土層（D3Us）は砂、礫混じり砂、シルト混

じり砂、シルト質砂であるが粘性土層をレンズ状に挟みながら比較的良く締まっている。N値は5～50以上を示し、値のばらつきが大きい。

### 4. テレスポークビット工法

#### (1) テレスポークビット工法の概要

テレスポークビット工法は、地下の高度利用や環境問題、コストダウンに伴い長距離化されてきた近代のシールド工事において重要なポイントとなるカッタビットをシールド機内より機械的に交換するシステムであり、株式会社大林組と三菱重工業株式会社によって共同開発された。

中口径以上のシールドを対象とし、場所や回数に制限なく、土質に応じたカッタビット交換が可能である。図-3、図-4に構造概念図および交換手順を示す。

#### (2) テレスポークビット工法実証実験

テレスポークビット交換装置の機能性、止水性、耐久性について検証を行うため、試験装置（実物大）を製作し三菱重工業株式会社神戸造船所内で(a)～(c)の項目について試験を行った。

##### (a) 回転シールの最適形状の選定試験

スポーク開口部に設けた止水シールがインナーチューブを180°回転させる工程（交換手順の図-4③参照）の際、開口部を一時的に通過するため切損する可能性がある。このため開口部に曲面加工、テーパ加工を施し、表-1の止水シール供試体を用いて摺動実験を行い、ビット交換における止水シールの適応検証を行った。

実験は止水シール部を0.8 MPaに加圧し、5回の摺動を行い表-2の結果を得た。

以上の結果より本装置の回転シール部に甲丸型の止

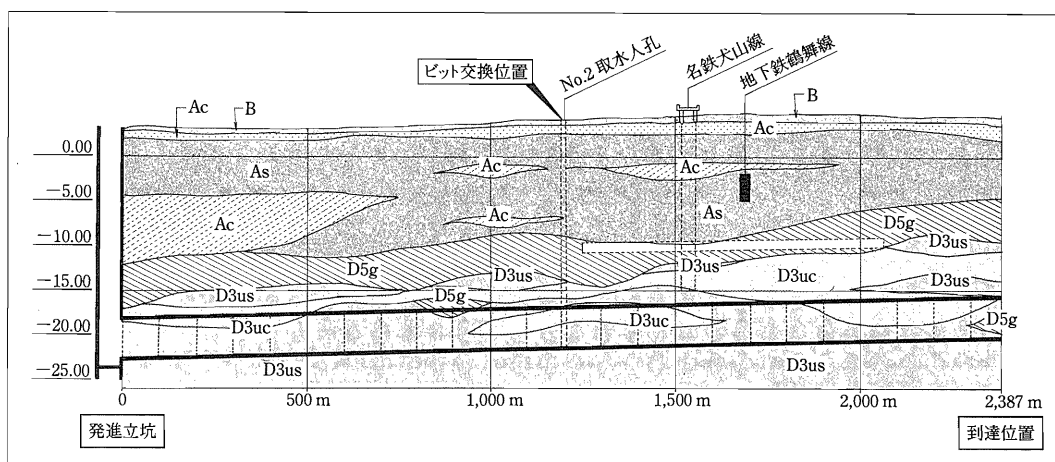


図-2 土質推定縦断面図

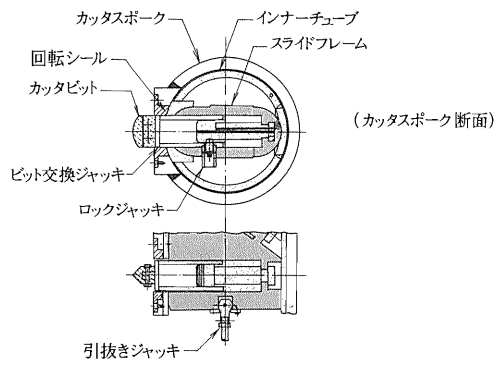
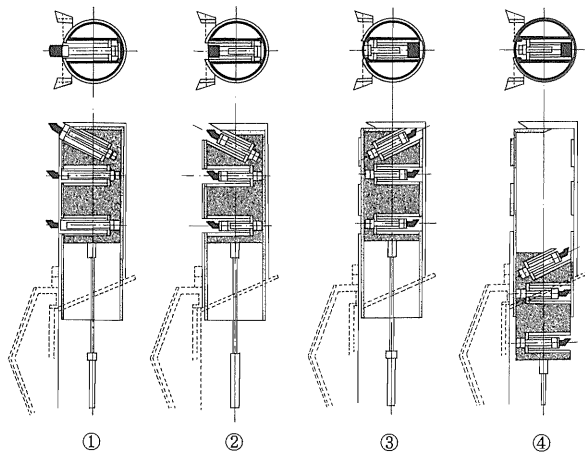


図-3 構造概念図



- ① 通常掘進状態
  - ② ロックジャッキ（縮み防止ジャッキ）解放，ビット交換ジャッキを縮めビットをスポーク内に引込む。
  - ③ インナチューブを180°回転，スポーク開口部を止水。
  - ④ 引抜きジャッキでスライドフレームをビット交換位置まで引込み，ビット交換を実施。
- ビット交換完了後④→①の工程で全行程完了。

図-4 ビット交換手順

表-1 止水シール供試体

供試体	略図(断面)	特徴
甲丸型		外部圧力に対しシールの弾性で止水。耐久性に優れる。
Oリング型		外部圧力に対しシールの弾性で止水。方向性を持たず複雑な形状に有利。
リップ型		外部圧力に対しリップ先端が圧力を受け接地圧で止水。高圧力に対し有利。

表-2 止水シール適性結果

供試体	結果	適性
甲丸型	開口部の面取り状態に関係なくシールの損傷は発生しない。摺動後の圧力も保持する。	◎
Oリング型	開口部の面取りをテーパ加工すれば損傷を防げるが、時間とともに圧力効果を認める。	△
リップ型	摺動面となるリップが開口部の面取りとは関係なく損傷する。	×

水シールを採用した。

(b) 機能性及び耐久性検証

表-3の条件で試験を行い、カッタビットに掘削抵抗を模擬した前面荷重及び、側面荷重を油圧ジャッキにて作用させ、清水にて1,000回、泥水にて19,000回の合計20,000回の負荷試験を繰返し実施し、耐久性を確認した。併せて、0回（大気中）、100回、1,000回、5,000回、10,000回、20,000回目にビット交換の一連の動作確認を実施し、耐久性と併せて機能性の確認をした。

表-3 試験条件

試験条件	
切羽状態	泥水（清水試験は止水性確認の為）
荷重作動状態	切羽圧力保持のため、荷重ジャッキは加圧、開放を繰返し、ストロークの伸縮は行わない。
荷重サイクル	加圧2秒、開放1秒の3秒サイクルを1回とする。

(c) 止水性検証

止水性の確認はカッタスポークとインナチューブ間及びインナチューブとスライドフレーム間の止水を確認するため、ビットを掘進状態とし耐久試験前、清水試験1,000回目、泥水試験5,000回目、泥水試験10,000回目に1MPaにて加圧封入し、時間の経過と保持圧の関係から止水性を確認した。経過時間による大幅な保持圧の変動を認めない結果を得た。

5. シールド機の概要

本工事で掘削に用いるテレスポークビット交換装置を搭載した泥土圧シールド機のシールド機外観とシールド機諸元を写真-1と表-4に示す。

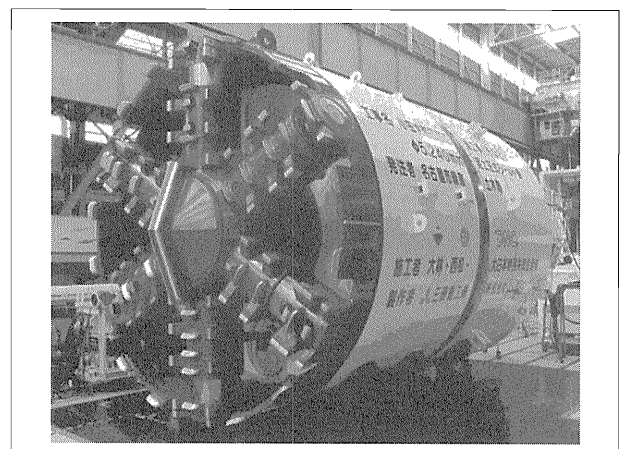


写真-1 シールド機外観

表-4 シールド機諸元

シールド機外径	φ5,240 mm
機長	6,910 mm
シールドジャッキ	装備能力：1,500 kN×16本 総推力：24,000 kN 全数伸び速度：0~7 cm/min ストローク：max 1,150 mm
中折れ装置	タイプ：後胴押し X 型球面中折 角度（テール視）：右 2.0°，左 6.5°，上下 0.5°
カッタヘッド	スポークタイプ：6本 開口率：50% カッタ支持方式：中央支持方式 駆動方式：電動駆動インバータ制御 (37 kW×10台) 駆動トルク：定格 2,835 kN・m MSD 機構（受入側） テレスポークビット交換機構 カッタ回転数：1.27 rpm

### 6. カッタビット交換装置の装備

本工事におけるビットの摩耗量とビット交換の必要性を土質、掘進距離、掘進速度より以下のように推定した。

#### (1) カッタビット摩耗量推定

摩耗係数を設定するにあたり、掘削路線の土質を均一な粘性土と砂質土の互層であると仮定し、設定摩耗係数表（表-5）より粘性土と砂質土の平均を本工事におけるビットの摩耗係数とした。

表-5 設定摩耗係数表

土質	摩耗係数* (×10 <sup>-3</sup> )	掘進速度 (mm/min)
シルト・粘性土	12	30
砂質土	23	25

\*土圧系掘削の場合、切羽添加材や切羽での攪拌具合により差が生じる。

ビットの推定摩耗量は摩耗量が最も大きくなると考えられる外周部のビットに対し下記の推定摩耗量計算式にて算出した。

$$\text{摩耗量 (mm)} = [\text{摩耗係数} \times \text{掘削距離 (m)} \times \text{最外周速度 (m/min)}] / \text{掘進速度 (mm/min)}$$

到達時における摩耗量推定を表-6 に示す。

表-6 摩耗推定量

施工距離 (m)	掘進速度 (mm/min)	最外周速度 (m/min)	摩耗係数 (×10 <sup>-3</sup> )	摩耗量 (mm)
2,388	25	20.9 <sup>#</sup>	18	35.9

\*カッタ回転数：1.27 rpm

限界摩耗量を 20 mm に設定したが、これに対して推定摩耗量が 35.9 mm となり、1 回の交換を要する結果となった。

#### (2) ビット交換装置の配置

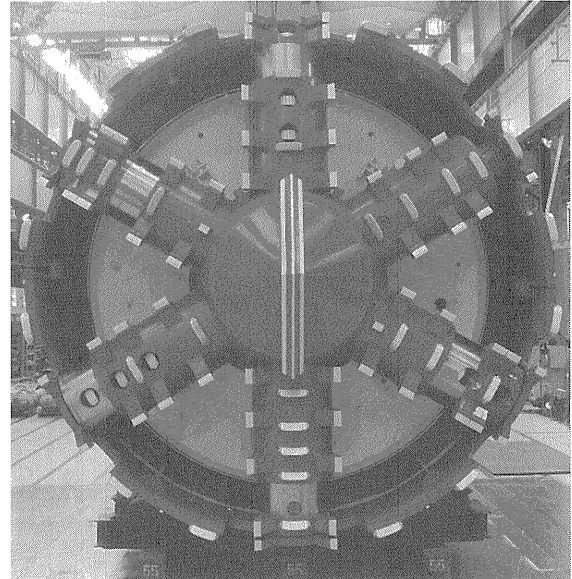


写真-2 テレスポークビット装置配置状況

当シールド機に写真-2のように奇数番号のスポークにテレスポークビット装置を配置し、No.1 および No.3 スポークに各 3 個、No.5 スポークに 2 個、合計 8 個の交換型ビット（写真白丸）を配置した。

### 7. ビット交換実績

#### (1) ビット交換工

ビット交換作業（写真-3）は、表-7 に示すように 3 日間（5.5 方）にて実施し、人員配置は、カッタヘッド内で行う交換実作業に 1 名、道具の搬入・搬



写真-3 ビット交換状況 (No.1 スポークスライドフレーム引抜き、ビット交換時)

表一七 テレスポーク交換工程

	1日目		2日目		3日目	
	昼	夜	昼	夜	昼	夜
配線確認	●	●				
加泥管取外		●●				
ビット格納		●●				
No.3 ポークビット			●	●		
No.1 ポークビット				●	●	
No.5 ポークビット					●	●
ビット押出						●●
加泥管復旧						●●

出のために1名と、作業責任者1名の合計3名で実施した。直接的な交換時間は約37時間で、スポーク1本当たり約12時間程度で交換作業が完了した。

交換作業に多くの時間を費やした項目としてはスポーク引抜きジャッキの盛替え作業であり、スライドフレームの引込み、押出しに約9時間を要している。その他の作業は、ほぼ順調に行うことができた。

(2) ビットの摩耗

各ビットの摩耗状態は、表一八に示すように最外周を掘削するNo.1スポーク外側(トリムビット)で0.7mm、摩耗量が大きかったのはNo.5スポーク外側で4.0mmであった。

表一八 テレスポークビット摩耗係数実績

項目		平均摩耗量 (mm)	ビット取付け径 (mm)	摺動距離 (km)	摩耗係数 (×10 <sup>-3</sup> )
No.1 スポーク	外	0.7	2,630	700.3	1.0
	中	0.3	1,780	474.0	0.6
	内	1.1	1,430	380.8	3.0
No.3 スポーク	外	1.6	2,305	613.8	2.6
	中	1.4	1,955	520.6	2.7
	内	1.0	1,605	427.4	2.3
No.5 スポーク	外	4.0	2,480	660.4	6.1
	内	2.9	2,130	567.2	5.0

No.1スポーク「外側」の摩耗量が少ない理由として、カッタ最外周には十分な高低差(60mm)をつけた12条の特殊先行ビットを採用したため、最外周の交換型ビットによる一次掘削が行われず、ほぐれた地山の二次掘削による摩耗であったと推定することができる。

比較的摩耗量が大きかったNo.5スポーク「外側」に関しては、この円周上を掘削する特殊先行ビットが一条掘削であり、かつ先端部でチップ量が他のビットのに比べて少ない(トリムビットと同様な斜め配置としている)ため先端部の一次摩耗によって他のビットと比較すると摩耗量が大きかったものと考えられる。

全般として実績摩耗係数は0.6~6.1×10<sup>-3</sup>となり、当初計画の18×10<sup>-3</sup>に対し約1/3の値となった。これは特殊先行ビットの配置と適切かつ十分な加泥注入の効果であると推測できる。



写真一四 ビット摩耗状況

8. おわりに

約1,250mの掘進後、テレスポークビット交換工事を予定通り完了したが、この装置ゆえの比較的太いスポークを有するカッタ装置による掘進もほぼ順調に安定した状況であった。今回はコストおよび環境面からテレスポークビット工法を採用したが、工程面あるいは数字となって表れない安全面において大きく寄与できたものとする。

交換回数に制限のない機械式ビット交換装置は種々考案され、実証されているが、テレスポークビット工法は当工事のように機械式地中接合法(MSD工法)との併用が可能というメリットがある。今後更に長距離化されてくるシールドトンネルの構築や、土質条件の厳しいシールド工事などの問題解決策として採用の機会が増えるものと期待する。



【筆者紹介】



磯村 繁樹 (いそむら しげき)  
株式会社大林組  
名古屋支店  
小田井シールドJV工事事務所  
副所長



山本 裕三 (やまもと ゆうぞう)  
株式会社大林組  
東京本社  
土木技術本部  
技術第二部

## トンネル 特集

# 電力工事におけるシールドの高速施工

## — F-NAVI シールド工法 —

田代和登・郡司靖丈・後藤 徹・杉元裕紀

F-NAVI シールド工法は、従来の技術延長上にはないアイデア（前胴部の首振りによる方向制御）を駆使して、いままでの高速施工工法が有していた課題を解決したシールド掘進方法である。今回、同工法を電力洞道工事に適用し、高速施工の実績を上げることができた。シールド掘進当初、予想外の高推力を受けたが、首振りによる方向制御を使用して掘進速度と精度を確保し、高速施工に不利なずり鋼車による排土方式ながら最大月進 500 m を超える記録を残した。この施工実績は、今後のシールド工事長距離化に対応するひとつの方向性を示せたと考える。

キーワード：トンネル，シールド，長距離施工，方向制御，同時施工，高速施工

### 1. はじめに

近年、都市およびその周辺部での地下空間開発において、シールド工法の果たす役割はますます重要となってきた。しかし、過密化した市街地では掘進・到達立坑などの用地の確保が以前にも増して困難となってきた。掘進延長の長大化や多くの曲線施工など高度な施工技術を必要とする工事が目立ってきている。このため、従来技術を超えたシールドの高速施工技術や曲線施工技術が求められ、積極的な技術開発が行われているのが現状である。

その中で高速施工技術に着目すると、従来からの方法として、

① シールド機の掘削（掘進）速度を大幅に上げる方法

② 掘削とセグメント組立ての同時施工による方法等が検討され、部分施工や実施工がなされてきている。

ただし、①の方法は従来技術の延長上にあつて機械の仕様を上げてスピード化を図るものであるが、掘削能力の増大は機械仕様の高度化とともに掘削中の時間あたりの排土量が多くなり、後方の排土関係設備も能力アップしなければならずコスト面でメリットが少ない。また、②の従来方法はセグメント組立て時の掘進停止時間をなくすため、組立て中も推進ジャッキによりシールド機の方向制御を行う必要があるが、セグメントを組む部分の推進ジャッキは開放するため、推進ジャッキの本数を通常の 2 倍近く装備するか、または、推進ジャッキ個別の油圧制御でアンバラ

ンスな力を低減しなければならず、中小口径では適用が難しいなど解決すべき課題が多かった。

今回開発した「F-NAVI シールド工法」はこれらの課題を解決すべく、従来の技術延長上にはないカットが付いた前胴部（以下、前胴部と記す）の首振りによる方向制御方式を開発し、汎用性が高く、しかもシンプルな機構で同時施工による高速施工を実現したものである。本工法は、この開発により平成 11 年度の社団法人土木学会技術開発賞を受賞している。

本報文では、「F-NAVI シールド工法」の特徴、開発の経緯、および電力洞道にて好成果を上げた高速施工の実績などについて報告する。

### 2. 工法の概要

今回開発した F-NAVI シールド機による高速施工工法は、シールド機を本体部と前胴部に分けてそれらを半球状の球面座で接続させており、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（推進ジャッキ）の選択操作に一切関係なく、シールド機の掘進方向制御を実現している。このように、前胴部がシールド機を正しい位置に誘導するという意味で、Front-Navigate の略称として「F-NAVI シールド工法」と呼称している。従来のシールド機との方向制御の違いを図—1 に示す。

#### （1） F-NAVI シールド工法の制御方法

本工法の制御方法を図—2 に説明する。

##### ① アンバランスモーメントの発生

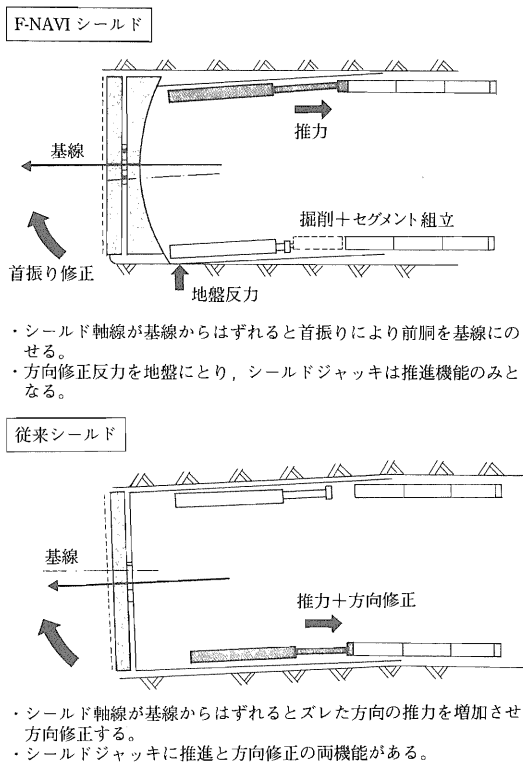


図-1 方向制御方法の違い

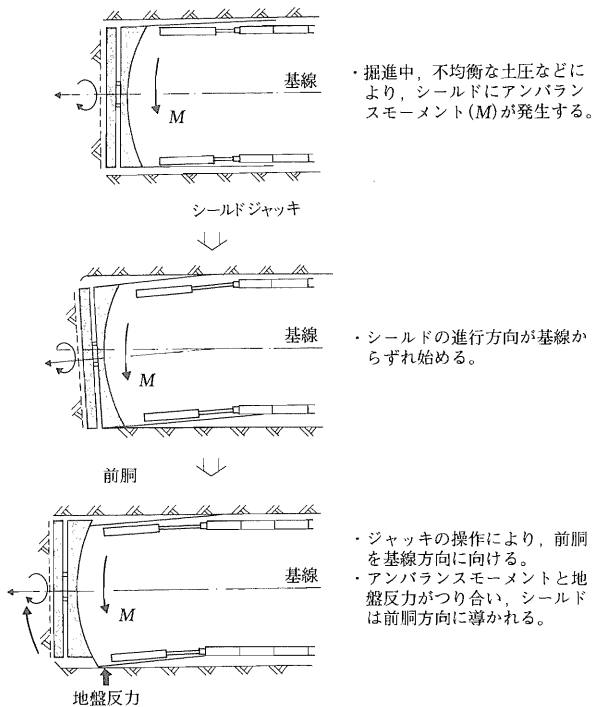


図-2 F-NAVI シールドの制御概念

通常、直線の掘進ではシールドジャッキの数やパターンをなるべく左右対称にし、推力を平均にかける。ところが、掘削とセグメント組立てを同時に行う同時施工の場合は、掘進中セグメント組立てのジャッキ選択によりシールドジャッキの左右バランスが崩れ、シ-

ールド機にアンバランスモーメントが発生する。

② 基線からのずれ

このまま同時施工を継続すると、アンバランスモーメントが生じたまま掘進を続けるためシールド機は徐々に計画線(基線)からずれ、許容限界に近づいてしまう。

③ 方向制御

そこで本工法では、計画線からのずれやシールド機の位置姿勢データを検出・処理し、最適な前胴部の首振り方向と角度を自動的に演算・指示して前胴が計画線に添うように制御する。その結果、シールド機本体は未掘削地山の地盤反力を受けて、アンバランスモーメントを打消しながら前進することができる。

F-NAVI シールド工法は、このようにして、シールド機前胴部の方向を常に計画線に向けることで、掘削とセグメント組立ての同時施工による高速施工を可能にしている。

(2) F-NAVI シールド工法の特徴

本工法の主な特徴は以下にまとめられる。

① 方向制御にシールドジャッキの選択が不要

シールド機の姿勢制御を前胴部の首振りで行う為、蛇行修正を含めた方向制御にシールドジャッキの数やパターンを変える必要がない。この首振り効果で、セグメント組立て時でも常に方向制御しながら掘進ができる為、掘削とセグメント組立ての同時施工を可能にした。

② 迅速で高精度な姿勢制御が可能

シールド機の前胴部と本体部は球面座で接続されており、アーティキュレートジャッキによる上下左右のどの方向にも迅速な首振りで高精度な姿勢制御ができる。

③ 中・小口径の同時施工も可能

同時施工を実施するために特に、シールドジャッキの数や掘削スピードを上げる必要がなく、従来のシールド機仕様をほとんど変えずに需要の多い中・小口径へも適用ができる。

④ 曲線施工での適用性

前胴部の首振り機構は曲線部での余掘り量を減少できる効果もあり、曲線施工の適用性に優れる。周辺地山への影響も少なくなり、品質面の向上も図れる。

(3) シールド機の構造

本シールド機はシールド機本体と前胴部からなり、この二つを繋ぐテンションジャッキと姿勢制御(前胴部首振り)を行うアーティキュレートジャッキ、そして追従エレクタとロングストロークジャッキから成って

いる。F-NAVI シールド機の機器構成を図-3 に示す。

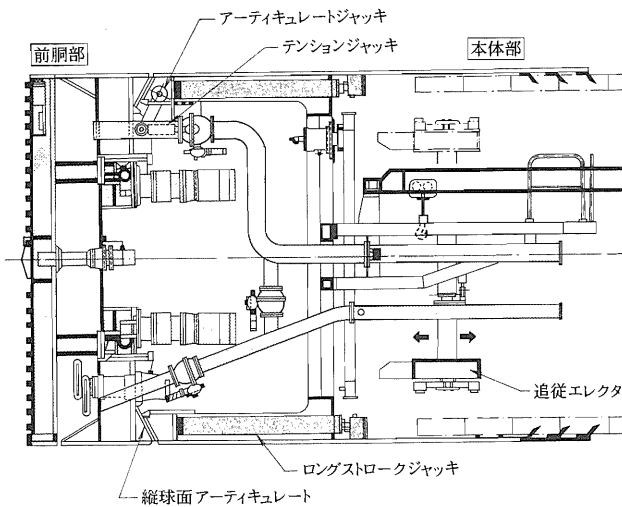


図-3 F-NAVI シールド機の構造

① テンション機構

掘進中に前胴部と本体部が分離しないように、また首振り動作が滑らかに動くように複数のジャッキにより常に一定の力で結合保持されている。

② アーティキュレート機構

前胴部と本体部の接合部にラチス状に配列された複数のジャッキと半球状の球面座からなっており、球面座には、上下左右あらゆる方向へ動けるように止水機構をもった摺動部が形成されている。

③ 自動追従エレクト

シールド機の掘進に同調させながらエレクトを組立て位置に留まるように移動させ、掘削中でもセグメント組立てを可能にしている。

④ 自動盛替えロングストロークジャッキ

セグメント 1.5 または 2 リング分のロングストロークをもった推進ジャッキで、セグメントの組立て位置に合わせて作動の自動選択、自動盛替えが行われる。

3. 高速施工シールド機の電力洞道への採用

近年、市街地でのシールド工法による送電線路建設はやはり立坑用地確保難から長距離化の傾向が強くなり、工期短縮とコスト縮減の観点からシールド施工における高速施工への取組みが課題となっていた。このような背景から今回、九州電力は F-NAVI シールド工法を久留米分岐線新設工事に適用し、所定の成果を上げることができた。工事における高速施工泥土圧シールド機およびボルトレス継手セグメントの採用、ならびに同時掘進への対応を以下に示す。

(1) 工事概要

高速施工に適用した F-NAVI シールド工事概要は以下のとおりである。

- ・工事件名：久留米分岐線新設並びに関連工事のうちトンネル工事（シールド工事）
- ・工 法：泥土圧（気泡式）F-NAVI シールド工法
- ・掘削外径：φ 3.61 m,  
洞道延長：シールド区間 1,934 m
- ・排土方式：レール工法（ずり鋼車）
- ・セグメント：ST セグメント（急曲線 40 R 部）  
RC セグメント（国産ボルトレス継手）  
RC セグメント（韓国産ネジピン継手）300 リング
- ・仕上り内径：二次覆工部（ST）= φ 2.80 m  
RC セグメント部 φ 3.00 m

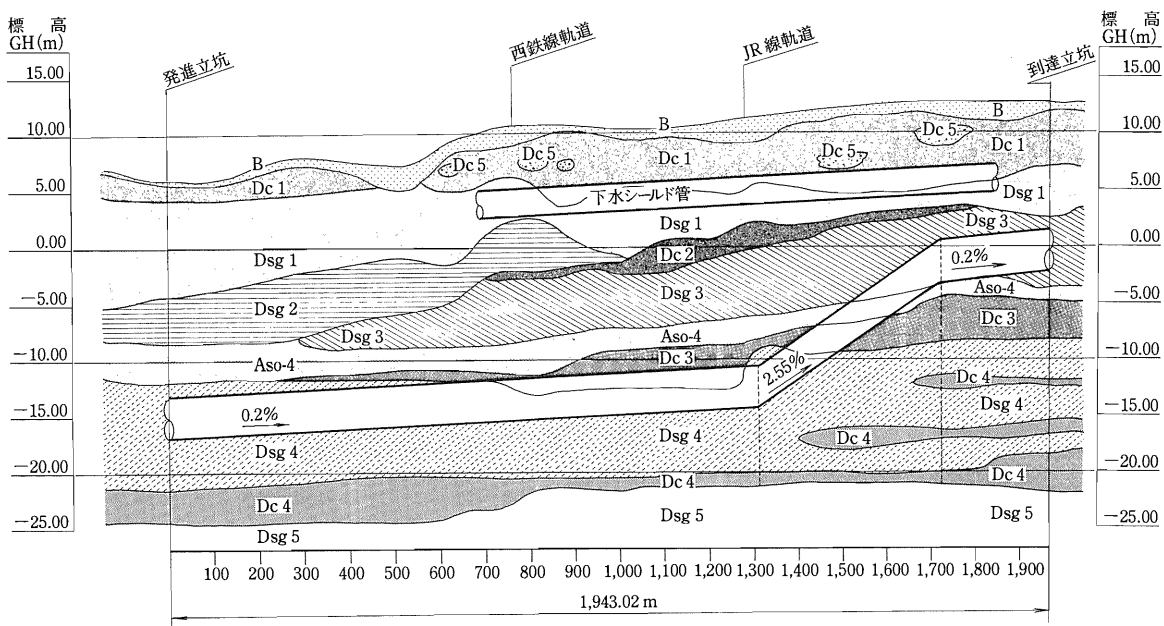


図-4 久留米分岐線の土質縦断面図（更新世砂礫層、阿蘇火砕流堆積物を掘進）

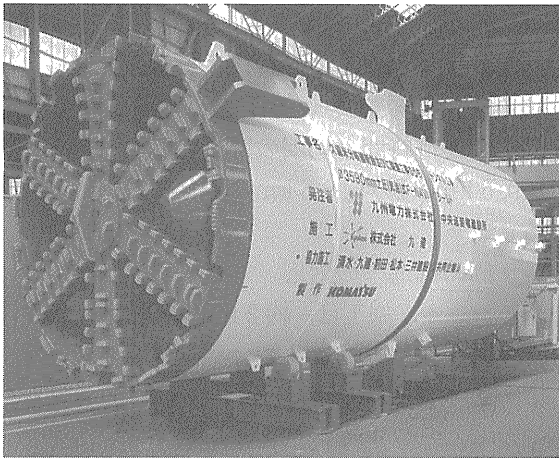


写真-1 久留米分岐線での採用機

(2) 高速施工への取組み

(a) F-NAVI シールド機の採用

F-NAVI シールド工法は、1号機の実績として砂質シルト層、STセグメントにおいて従来実績の2倍強に相当する月進504mを記録していた。工期短縮を要求された今回の工事でも、高速施工による工期短縮効果を期待して同工法の採用に至り、最大月進500m以上を計画した。2号機である当工事では、ずり鋼車およびRCセグメントへの適応が課題となった。

(b) ボルトレス継手RCセグメントの採用

F-NAVI シールド機と合わせて当シールド施工で採用したもう一つの技術は、セグメント組立て時間を大幅に短縮できるボルトレス継手RCセグメントである。ボルトレス継手は従来から研究開発が進められてきたが、今回採用した「マルチブレード継手」と「コッタ継手」の組合せによる施工は国内初の試みである。

① マルチブレード継手（リング間継手）

ピン継手の一種で、リング間にアンカ（再取付け）用異型鉄筋にピンを建込んだ凸側と、スリット付き薄鋼板とスペーサを重ねたインサート凹側で構成されている。組立て時は、FRP製位置決め調芯ピンのガイド効果により、推進ジャッキで容易に押込むことができる（図-5）。

② コッタ継手（セグメント間継手）

楔型継手の一種で、施工実績の豊富な形式である。セグメント端面に埋込まれた溝型金物にH型締結材を打込み、摩擦接合でセグメント同士を堅固に接合するものである（図-6）。

③ ワンタッチ式継手の効果

両者を組合せた今回のボルトレス継手は、RCセグメントのボルト継手による通常組立て所要時間30分程度に対して15分程度に短縮でき、サイクルタイムの大幅な改善となった。これは、堅固なコッタ継手とフレキ

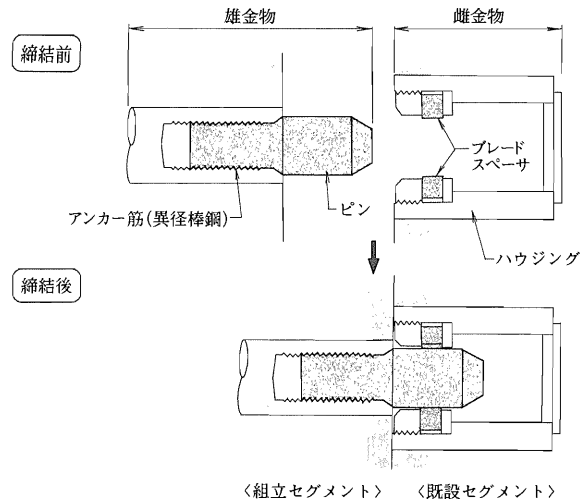


図-5 マルチブレード継手

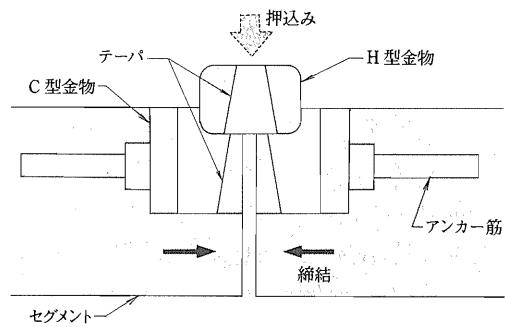


図-6 コッタ継手

シブルなマルチブレード継手の相性のよい組合せが施工性に大きく寄与したものと考える。組立て真円度も上下左右±1mm程度に納まり、非常に良好であった。

(3) 施工実績

平成12年9月末から開始したシールド初期掘進では、予想外の高推力(10,000kN(予想推力:4,500kN))に阻まれて、当初は予定進捗を得ることができなかった。推力低減の各種試験施工を行ったが、コピーカッタによる掘削外周面の余掘増以外に大きな改善は見込めなかった。また、当初予定していた本掘進移行後のRCセグメントにおける同時掘進も高推力に阻まれて、施工困難な状態であった。以下に、同時掘進への対応を記述する。

(a) F-NAVI シールド機による最大月進526m達成

施工時点まで予想できなかった高推力掘進においても、コピーカッタの余掘増及びF-NAVIシールド機を持つ大きな装備推力(予想推力に対する安全率3倍)と首振り機構により、毎分50mmの掘進速度を確保することができた。平成13年1月8日からの掘進においては、日平均20m、最大日進25m、2月7日までの1ヵ月(実稼働日27日)で最大月進526mを達



成した。その後も大きなトラブルも無く順調に掘進を継続し、平成13年5月31日に無事、掘進を完了した(図-7)。

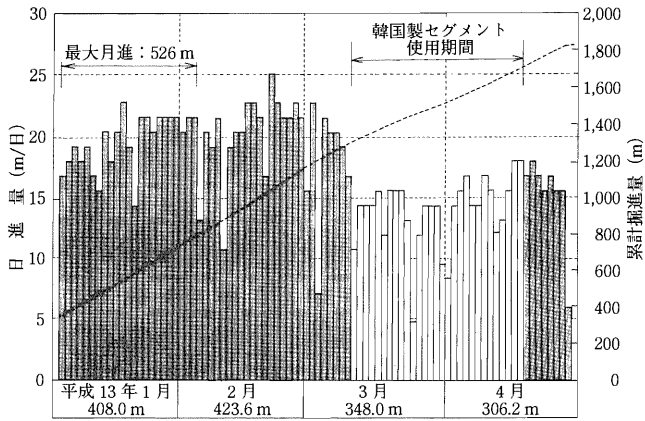


図-7 掘進実績

(b) 一般工法とF-NAVI工法の進捗比較

今回のF-NAVIシールド機による掘進には、初期発進、段取替えを含めて約8ヵ月を要した。その内、初期掘進、到達掘進、段取替えおよび坑内分岐軌条設置等に要した日数は約80日、長期休暇は約20日で、合わせて約100日が掘進休止日となる。これに対して、外径3m級の土圧式シールド機の一般的な月進は初期掘進及び到達掘進を除いて、平均200~250m程度であることから、該当する掘進延長(174m)を考慮して一般工法による所要掘進期間を推定してみると、

$$N = [(1,934 \text{ m} - 174 \text{ m}) / (200 \sim 250 \text{ m})] \times 30 \text{ 日} + 100 \text{ 日} = 311 \sim 364 \text{ 日} \approx 10.3 \sim 12.1 \text{ ヶ月}$$

となる。よって、F-NAVIシールド機により、約2~4ヵ月の工期短縮が図れたと予測できる。

(c) 月別進捗とサイクルタイム

F-NAVIシールド機による月別進捗を表-1に示す。1リング当りのサイクルタイムは、最大月進量を記録した時点では平均45~50分であった。しかし、ずり鋼車による土砂搬出のため、分岐線からの距離に

表-1 月別進捗表

年月	今月出来高(m)	実質稼働日数	平均日進量(m)	備考
平成12年10月	43.200	18.0	2.400	初期掘進
平成12年11月	73.800	15.0	4.900	初期掘進
平成12年12月	225.600	19.0	11.900	本掘進開始
平成13年1月	408.000	20.0	20.400	F-NAVI本格化
平成13年2月	423.600	21.0	20.200	手動F-NAVI開始
平成13年3月	348.000	24.0	14.500	自動F-NAVI開始 韓国製セグメント(ボルト式)
平成13年4月	306.200	20.0	15.300	自動F-NAVI開始 韓国製セグメント(ボルト式)
平成13年5月	105.600	18.0	5.900	急曲線到達掘進

応じて待ち時間が増大し、3月後半や5月は10~15分のタイムロスが生じて月進量に影響した。

ちなみに、分岐線からの距離が500mになると、ずり鋼車の運行時間(切羽の待ち時間)は、

$$[(0.5 \text{ km} \times 2) / (4 \sim 6 \text{ km/h})] \times 60 \text{ 分} = 10 \sim 15 \text{ 分}$$

となる。

(d) 同時掘進への対応

今回のシールド施工は、約2kmの延長をカットビット無交換で計画した。よって、掘進速度が設計値(25mm/min)を下回った場合カットビットの摺動距離が長くなり、ビット摩耗により掘進不能に陥る危険性があった。そこで、本掘進当初の高推力下での同時掘進導入時点(掘進速度3mm/min)では、一時その継続を断念した。同時掘進を再開するために、現場では以下の項目を実施した。

- ① 推力低減の試験施工
- ② ジャッキ能力、本数を増強した手動操作によるF-NAVI同時掘進施工の実施
- ③ 同時掘進時の推進ジャッキ使用本数増に伴う完全自動化ソフトへの変更

上記の同時掘進への対応フローを図-8に示す。結果として、手動操作によるF-NAVI同時掘進を平成13年2月から、完全自動化による同時掘進を平成13年3月から実施した。ずり鋼車、RCセグメント使用によるF-NAVI同時掘進を本施工で確認することができた。

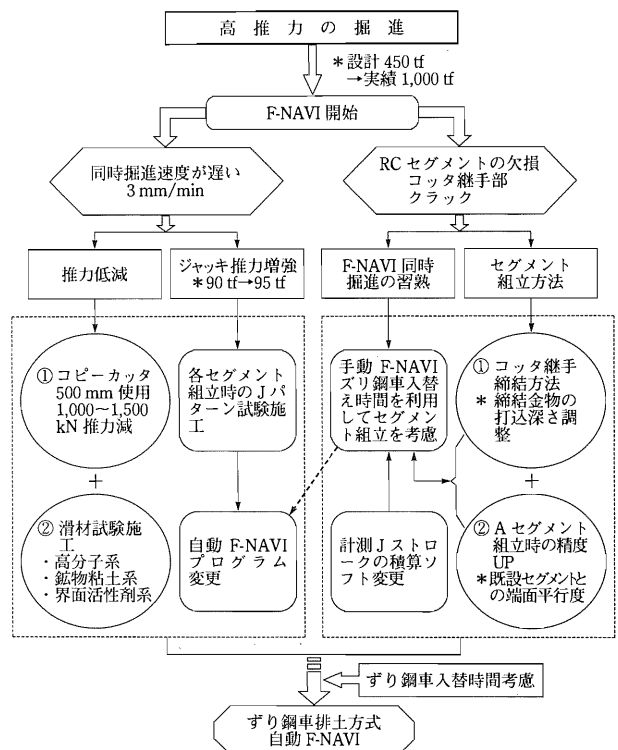


図-8 同時掘進への対応フロー

#### (4) F-NAVI 高速施工の要因

以下には、今回の高速施工を可能とした要因について記述する。

##### (a) F-NAVIシールド機の首振り機構と掘進速度

当現場では、掘進に入り推力が計算値の2倍以上に達する予期せぬ事態が発生したが、シールド推進機構の増強とF-NAVI首振り機構による全ジャッキ推進を行うことにより、掘進速度50 mm/minを確保可能とし、掘進時間を25 min/Rと大幅に短縮できた。また、首振りジャッキの使用による高速掘進での線形出来形も、最大20 mm程度の蛇行量に納まり良好であった。

##### (b) ボルトレス継手RCセグメント

今回使用したRCセグメントは、前述のボルトレス継手を採用した。マルチブレード継手およびコッタ継手の組合せは、サイクルタイムの短縮に大きな効果があり、通常のボルト継手による1リングの組立て時間30分に対して、約半分の15分で組立て可能であった。

##### (c) シールド位置検出装置

手動測量による座標入力とシールド機に搭載したジャイロコンパスの方位角情報による位置検出装置により、シールド機オペレータは掘進中のシールド機の位置をリアルタイムで確認しながら、全ジャッキ推進時の首振りジャッキ操作を容易に行うことができた。位置検出装置は、あたかも自動車のハンドル操作による微妙な方向制御を実現して、ジャッキパターンを変更する時間も省略している。このことも掘進時間の大幅な短縮に繋がったと考える。

##### (d) 後続設備

今回の後続設備はF-NAVI適用のため、セグメント搬入やずり処理用の揚重設備、セグメント置場、土砂ピットなど、月進500 mの施工量を確保する能力を保持していたため円滑な施工を行うことができた。

上述の(a)~(d)のどれが欠けても今回の掘進工期の短縮は実現できなかつたと言える。シールド施工の成否は、立坑から切羽まで各種作業の効率が鍵を握っている。シールド機掘削能力、ずり出し設備、ずり出しダンプの運行などが、すべてバランス良く稼働して初めて順調な進捗が見込める。今回の高速施工は、これらの要因を上手くバランスさせた現場マネジメントによるところも大きいと言える。

## 4. おわりに

新しい発想の同時施工法、「F-NAVI シールド工法」

は、実施工が今回で2件目の新工法ではあったが、首振り機構を使用して方向制御良好な高速施工を実証した。その月進量は従来工法の2~3倍の実績を記録し、十分に満足できる成果であったと考える。

この後、「F-NAVI シールド工法」は既に第3号機が本掘進を完了している。この工事は、小口径(内径 $\phi=2.2$  m)、泥水式、砂礫層掘進と悪条件ながら24 mの日進量(520 m/月)を達成している。

本工法はコスト縮減という社会のニーズにも合致した技術であり、今後増大が予想される地下空間開発の切札として更なる展開が図れるものと考えている。

謝辞：本発表を実施するにあたり、九州電力株式会社、株式会社九建ならびに工事関係者の方々より貴重なデータおよびご意見を頂きました。謹んで感謝いたします。

J C M A

#### 《参考文献》

- 1) 後藤 徹：F-NAVI シールド工法(その工法概要と適用例)：土木技術，pp.98-103，1991.10.
- 2) 後藤和雄，後藤 徹，高橋郁夫，三谷典夫：掘進とセグメント組立ての同時施工法による高速施工：建設の機械化，pp.24-30，2000.4.
- 3) 九州電力：高速施工仕様シールド機の採用；電気評論，pp.8-11，2002.1.

#### [筆者紹介]



田代 和登(たしろ かずと)  
九州電力株式会社  
中央送変電建設所  
送電建設課  
課長



郡司 靖文(ぐんじ やすとも)  
株式会社九建  
ISO推進本部  
グループマネージャー



後藤 徹(ごとう とおる)  
清水建設株式会社  
土木事業本部  
技術第4部  
担当部長



杉元 裕紀(すぎもと ゆうき)  
清水建設株式会社  
九州支店  
西部ガス洞海湾シールド作業所  
副所長

## トンネル 特集

## 2 段伸縮式シールドジャッキを用いた急曲線シールド機の開発

三谷典夫・新宅章治・村西正紀

シールド機の急曲線施工は、中折機構の改良開発によって大幅な発展を遂げたが、最近のセグメント幅の増大や軸方向挿入型セグメントの使用工事の増加などにより、これまでの技術だけでは対応が難しくなっている。

これに対し大幅な機長短縮を可能とする2段伸縮式シールドジャッキを使用したシールド機を開発したので施工事例も含めて紹介する。

この技術は、急曲線施工のほか発進立坑の縮小、掘削とセグメント組立ての同時施工機への適用など種々のシールド機への適用が期待できる。

キーワード：トンネル、シールド機、急曲線施工、中折機構、2段伸縮式シールドジャッキ

## 1. はじめに

昭和50年代に開発された中折式シールド機はその利便性から狭隘な市街地の工事に多用されるとともに、改良が加えられた結果、 $R10\text{ m}$ の超急曲線施工も可能としてきた。

一方、近年はシールド工事の適用拡大に伴う岩盤部等の過酷な土質条件下での急曲線施工や軸方向挿入型セグメントや幅広セグメントを採用した急曲線施工など、中折シールド機に対する性能要求も多様となってきている。

これらの土質条件やセグメント条件を満足する中折装置として各種方式の考案がなされているが、本報文では2段伸縮式シールドジャッキを用いた簡便な方式で各種の急曲線施工に対応可能な新しいシールド機について実績を主体に報告する。

## 2. 急曲線施工シールド機の動向

前述のように都市トンネル施工の活性化に伴い、狭い道路下での超急曲線施工への要求が強くなり、最近では $R8\text{ m}$ ～ $R10\text{ m}$ の超急曲線施工の要求も多くなっている。

また使用するセグメント幅は $1.5\text{ m}$ 程度の幅広タイプの採用も検討されており、軸方向挿入型セグメントの採用とあいまってシールド機長は増大化傾向にあるが、反対に曲線施工の最小曲率半径は小さくなる傾向にある。

このような条件下において急曲線施工を行う場合、従来はシールド機の中折角度を増大させて機体を大屈曲化し、また、大きな余掘量の確保が可能な大ストロークのコピーカッタを装備することなどにより対処してきた。

図-1は上述の機構を採用したシールド機の実施例である。図-2は曲線施工状態図を示す。

シールド機の外径は $\phi 2,890\text{ mm}$ で、中折角度

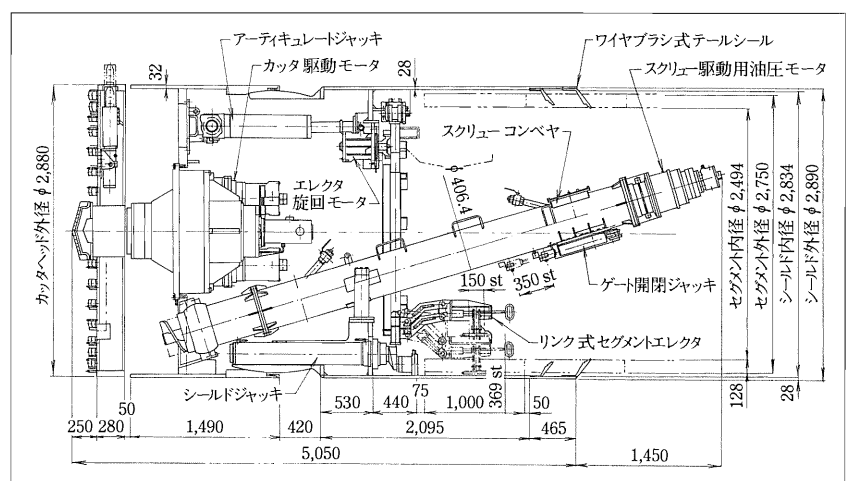


図-1  $\phi 2,890\text{ mm}$  泥土圧式シールド

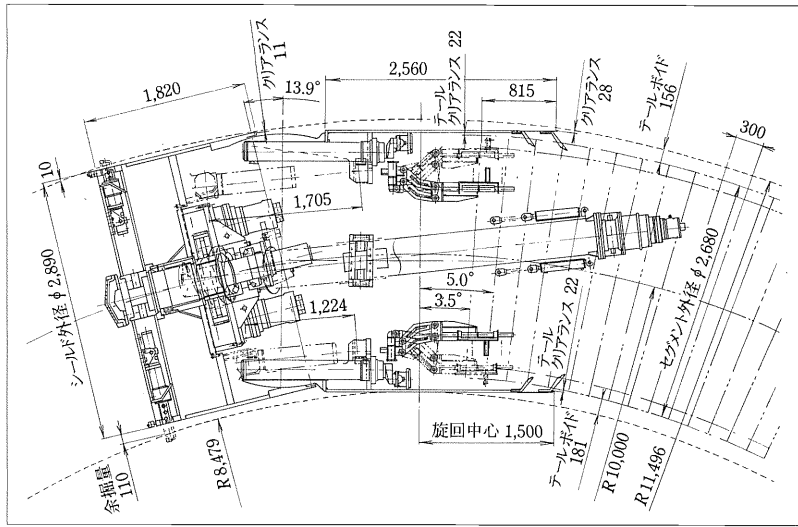


図-2 R10m 曲線施工状態図

13.9度、コピーカッターによる余掘量を110mmとすることにより、R10mの施工を可能としたものである。

また、近年の新しい事例として、従来の大屈曲中折方式に加え、カッター揺動方式(Wagging Cutter方式)によりカッターヘッド駆動部を簡素化・短縮するとともに急曲線施工時にテールシールドを換装することで機長を短縮する方式も考案されており、図-3に本方式を採用したφ5,240mmのシールド機を示す。

図-4にテールシールドを超急曲線用に換装後のシールド機、図-5に超急曲線施工状態図を示す。本機は超急曲線施工時に機長を5,535mmに短縮し、中

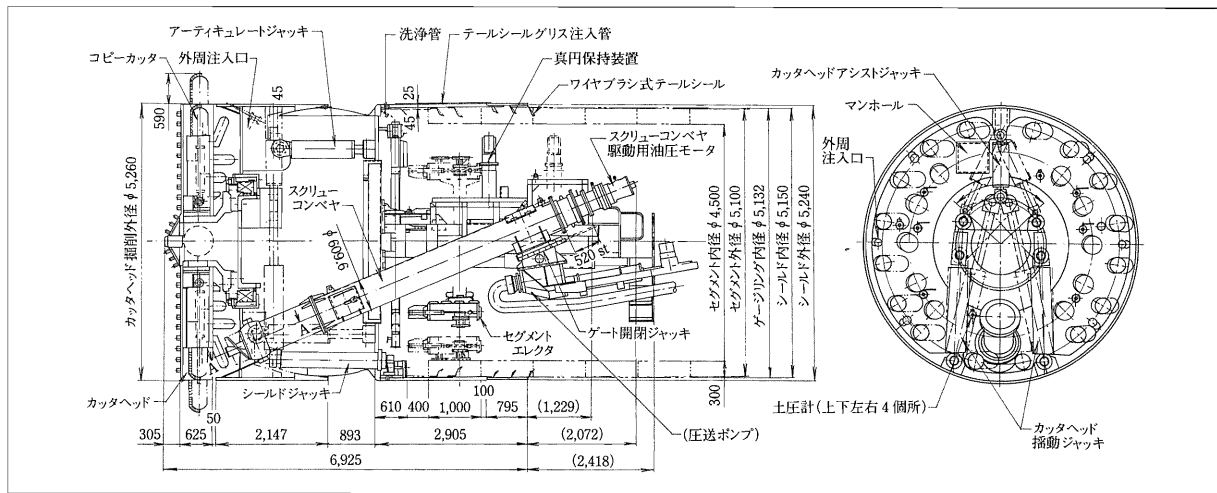


図-3 φ5,240mm 泥土圧式シールド

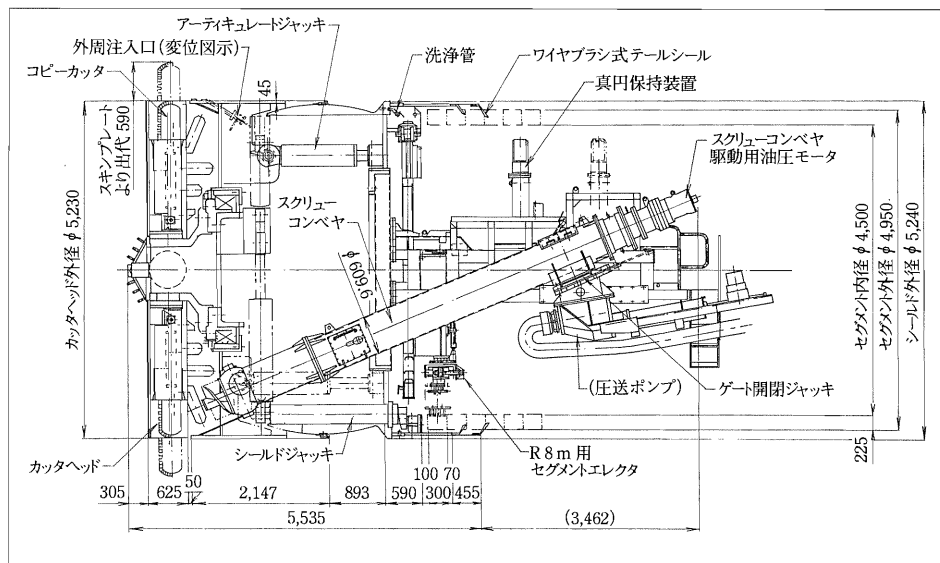


図-4 超急曲線施工時

折角度17度、コピーカッターによる余掘量を301mmとすることでR8mの施工を可能とした。

### 3. 2段伸縮式シールドジャッキ方式による急曲線施工シールド機の開発

前述のとおり、シールド機の開発や施工上の対応により多くの急曲線施工への対応を図ってきたが、いずれも大きな余掘りが可能であることを前提としている。

しかし、最近では岩盤部や



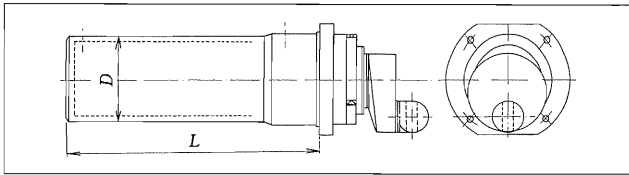


図-7 2段伸縮式シールドジャッキ

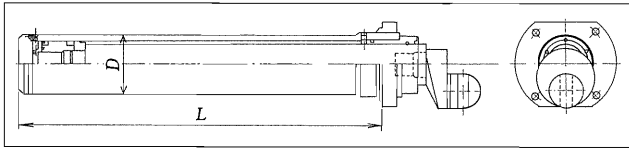


図-8 従来シールドジャッキ

量は 370~492 mm となり、ジャッキサイズが大きくなるにつれて短縮効果が大きくなる。

(3) 2段伸縮式シールドジャッキ方式によるシールド機製作実績

表-2 に 2 段伸縮式シールドジャッキを搭載したシ-

ールド機の製作実績を示す。

表-2 より、いずれのシールド機も急曲線施工時の余掘量が 100 mm 以下の小さな値となり、曲線施工性が向上している。

また、No. 1, No. 3 は岩盤内での急曲線施工であり特に余掘量を低減させることが曲線施工可否につながるため、いずれも余掘量を 50 mm 以下にしている。

(4) 施工実績の具体例

表-2 内の No. 1 に示すシールド機についての詳細を紹介する。

このシールド機は岩盤内で R 10 m の急曲線施工を実施するもので、大きな余掘量を確保することが困難な条件であった。

そこで、2 段伸縮式シールドジャッキを装備して、シールド機の機長を従来のシールドジャッキ装備時よりも 350 mm 短縮して、岩盤層内での急曲線施工時の余掘量を減少し、確実に R 10 m の急曲線施工を実施するようにした (図-9, 図-10 参照)。

表-2 2 段伸縮式シールドジャッキ方式による製作実績

No	呼び推力 (kN)	シールド機 外径 (mm)	最小曲率半径 (m)	土 質	シールド 機長 (mm)	通常施工時 セグメント幅 (mm)	急曲線施工時 余掘量 (mm)	急曲線施工時 最大中折角度 (°)	キーセグメント 挿入方向
1	588	2,140	10	岩盤	4,450	750	34	12.5	半径方向
2	588	2,300	8	シルト	4,750	1,000	93	17.0	半径方向
3	784	2,690	13	岩盤	4,975	1,000	43	7.54	半径方向
4	784	3,290	12	粘土, 砂, 砂礫	4,835	1,000	75	10.78	半径方向
5	980	3,930	15	砂, 砂礫	4,700	1,000	72	7.57	半径方向

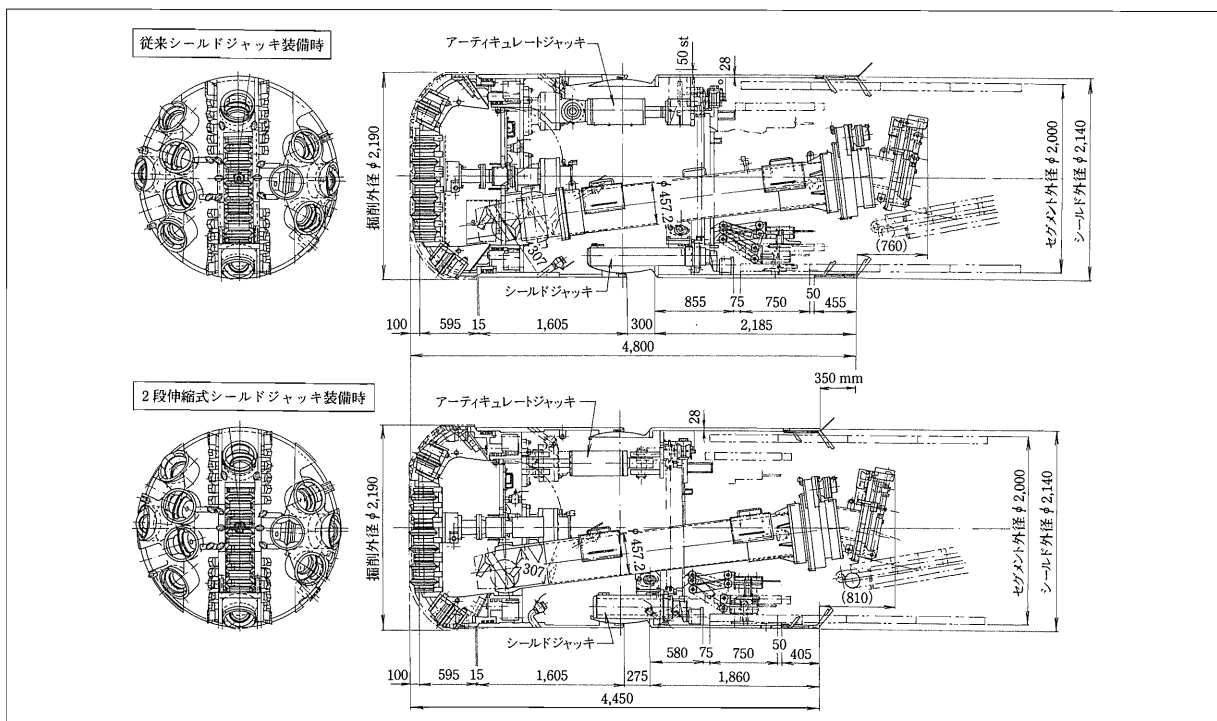


図-9 機長比較図

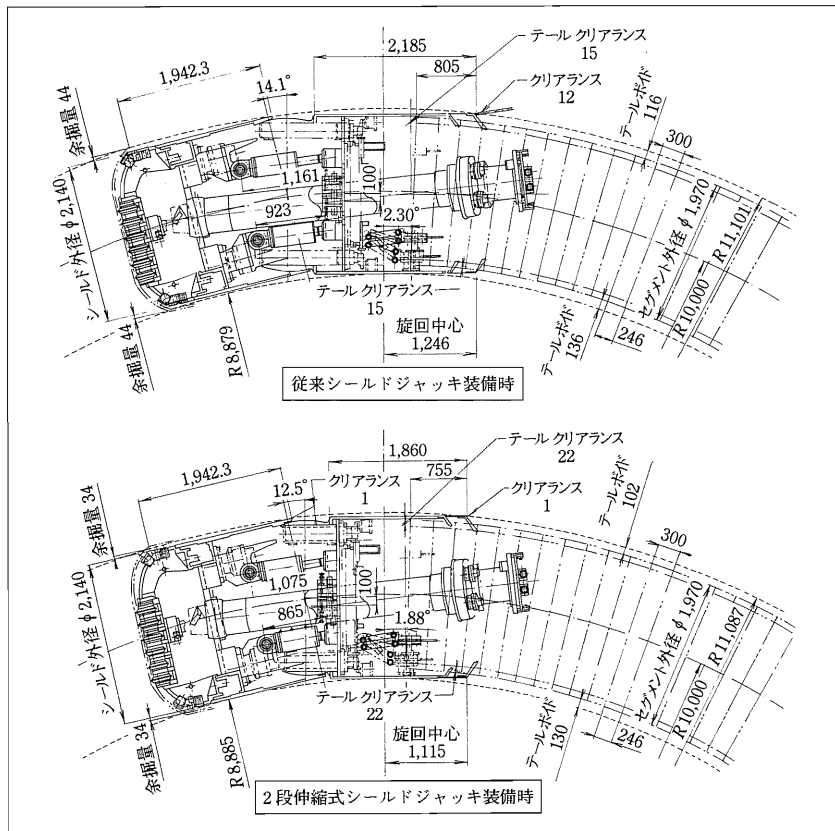
施工実績としては、所定余掘量 34 mm にて岩盤内の R 10 m 超急曲線施工が円滑に行え、施工性の向上を図ることができた。

#### 4. おわりに

新開発した2段伸縮式シールドジャッキおよび本ジャッキを装備したシールド機による急曲線施工実績を紹介

したが、シールド工事はこれまでよりも更に幅広セグメントの採用、二次覆工省略型軸方向挿入セグメントの採用、超急曲線の採用などにより、急曲線対応に向けた新たな技術開発が今後も必要と考えられる。

このため、2段伸縮式シールドジャッキの系列化、軽量化等の改善を図るとともに、シールド工事における急曲線施工への要望に応えるべく、更なる技術開発を進めていく所存である。 JCM A



図—10 曲線施工比較図

#### [筆者紹介]

三谷 典夫  
 (みたに のりお)  
 株式会社小松製作所  
 建機マーケティング本部  
 地下建機事業室  
 担当部長



新宅 章治  
 (しんたく しょうじ)  
 株式会社小松製作所  
 建機マーケティング本部  
 地下建機事業室  
 エンジニアリングセンタ  
 所長

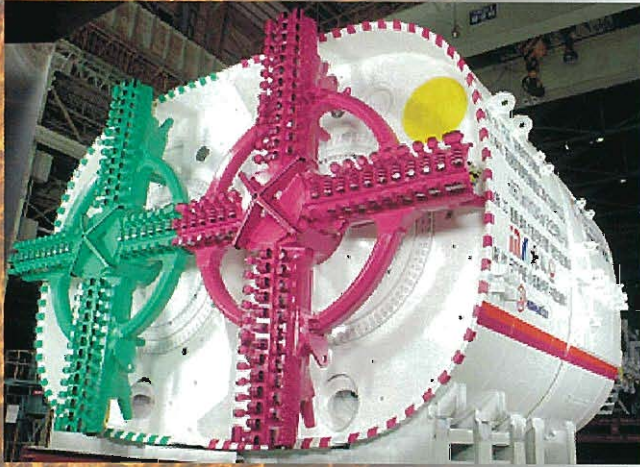


村西 正紀  
 (むらにし まさのり)  
 株式会社小松製作所  
 建機マーケティング本部  
 地下建機事業室  
 エンジニアリングセンタ



# 揺動型シールド工法

～京都市地下鉄六地蔵北工区工事より～



↑ 矩形揺動型シールド掘進機



↑ 特殊合成セグメントによる覆工状況（渡り線部）



↑ ダクタイルセグメントによる覆工状況（一般路線部）



↑ 坑内作業状況（坑口より見る）



↑ 坑内覆工状況（渡り線部から一般路線部への境界）



# ツインシールド 切羽土力を安定制御するTS工法

## ～近接施工のための地盤改良工法を削減した泥土圧シールド工法～



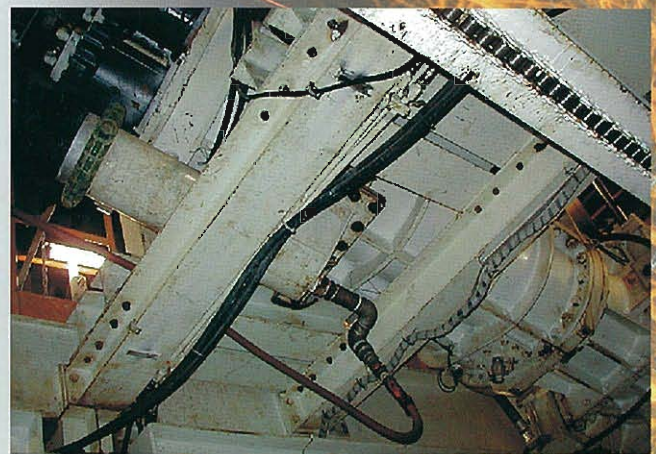
↓坑内状況(地上に建物)



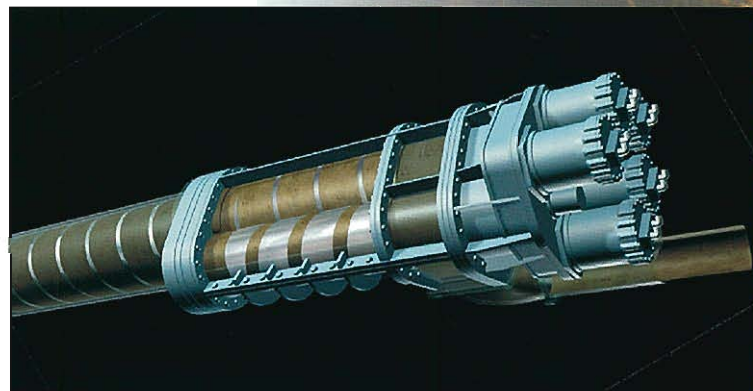
↑発信基地よりシールド進行方向を望む  
(右側建物角部の下を通過)



⇩シールド機内状況



⇩シールド機へのTS装備状況



⇩TS内部構造

⇨駅部へシールド機到達

## トンネル 特集

# 浅深度・大深度における泥土圧式シールド工法への適用

## —ツインスクリュシールド工法の開発と実用化—

伊 東 憲・榮 毅 熾

泥土圧式シールド工法では高水圧下での施工の場合、排土装置であるスクリュコンベヤから掘削土砂が噴出し切羽土圧の制御ができなくなるという問題点等があった。そこで、この問題点を解決するためにツインスクリュシールド工法を開発した。

本技術は、掘進速度が変化しても設定した切羽土圧になるようにツインスクリュが自動回転して切羽土圧を制御し、連続的な排土を可能にしたシステムである。このほか、ツインスクリュの回転数を計測することで掘削土量管理が可能であり、土砂を排土口から後方へ圧送する機能も備えている。

キーワード：トンネル，シールド工法，泥土圧式シールド，切羽土圧制御，大深度，浅深度，排土装置

内容，実験結果，実施工結果について報告する。

### 1. はじめに

近年，都市部においては人口集中による都市施設の需要拡大や都市機能の多様化等のため，地下の過密化が深刻な問題となり，コストダウンを前提とした大深度大断面の地下空間構築技術の開発が急務となっている。

都市部における地下空間の構築，そのうちトンネルの構築においては，シールド工法により施工を行うのが主流となっており，泥水式シールドと泥土圧式シールド工法に大別される。しかし泥土圧式シールド工法は，地下 30 m を超える大深度施工の実績はあまりなかった。

これは，大深度になると切羽が高水圧となり，排土装置であるスクリュコンベヤから掘削土砂を取込む際，掘削土や地下水が押出されてしまう噴発現象を起し，切羽土圧の制御ができなくなるという問題があったからである。切羽土圧を制御できなくなることは，すなわち周辺の地盤を変状させることである。また，スクリュコンベヤの操作はシールド機オペレータが手動で行っていることから，人的な操作ミスもあった。

これらの問題を解決するため，大成建設株式会社と石川島播磨重工業株式会社は，1996 年からその原因であるスクリュコンベヤの構造，手動による操作の改善としてツインスクリュシールド工法（TS シールド工法）の開発を行った。

本報文では，ツインスクリュシールド工法の開発の

### 2. 開発概要

#### （1）開発の目的

本工法の開発の目的は，泥土圧式シールド工法を大深度に適用可能な新しい切羽安定制御技術を完成させることはもちろんであるが，大深度対応，近接施工対策や切羽土圧の安定にとどまらず浅深度まで対応可能な技術開発を行うことである。

#### （2）システムの説明

シールドトンネル施工時には，トンネル周辺地盤の乱れによる周辺への影響を防止することが重要となる。このためには，シールド掘進時に切羽部を適正な土圧に保持するとともに掘進延長に合った土量を掘削し排出することが必要である。

泥土圧式シールド工法では，スクリュコンベヤの回転数を調整して掘削土の排出量を制御することにより切羽土圧の管理を行う。しかしながら，切羽土圧がスクリュコンベヤの排土抵抗を上回った場合には，掘削土が切羽の圧力により押出されてくる。これを防止するため掘削土の排出は，排土ゲートの開度を調整して切羽土圧が変化しないように行っている。これらの作業は手動操作で行われる場合が多く，特にスクリュコンベヤからの噴発が激しい場合には，切羽土圧の制御が不能になる。

また，スクリュコンベヤは土砂との摩擦抵抗により

排土制御を行う機構であり、回転ロスが発生しやすい  
うえ、スクリュ回転速度が排土量とリンクせず排土量  
の把握が難しいという問題がある。

これらの問題を解決するため、スクリュコンベヤ本  
体の土砂排出機構に密閉性を持たせた排土装置である  
ツインスクリュを開発した。これを中央制御システム  
に組込むことで、シールド掘進時の切羽土圧の自動制  
御および掘削土砂量の管理を可能とした。ツインスク  
リュシールドシステムは以下により構成される。

- ① 泥土圧式シールド機
- ② ツインスクリュ
- ③ 中央制御システム

すなわちツインスクリュシールドシステムとは、泥  
土圧式シールド機にツインスクリュを装備し、中央制  
御システムの集中制御により掘進管理を自動化し、切  
羽土圧の制御および掘削土砂量の管理を行うものであ  
る。

またツインスクリュの回転数を計測することで、掘  
削土量管理も可能である。

特徴を以下に示す。

- ① 高水圧下、近接施工等での自動による切羽の安  
定制御
- ② 土量管理が可能
- ③ 排土口から後方へ土砂を圧送可能

図-1 にシステム全体図を示す。

切羽土圧の制御は、あらかじめ土質データより算出  
された適正な土圧に目標土圧を設定する。掘進管理で  
は、切羽土圧をその目標土圧に保持することにより地  
山の乱れを防止する。中央制御システムでは、リアル  
タイムで送られてくるこれらのデータを用いて、ツイ

ンスクリュを自動回転させて切羽制御を可能にする。

### (3) ツインスクリュの構造

ツインスクリュは、2本の軸付きスクリュコンベヤ  
とそのケーシング、および駆動モータから構成されて  
いる。2本の軸付きスクリュコンベヤは、フライト  
(羽根)の厚みが異なる2本のスクリュを相互に逆方  
向の螺旋にして組合せる構造としている。構造図を  
図-2 に示す。

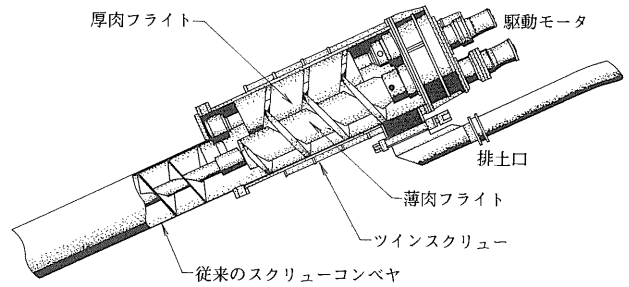


図-2 構造図

この機械的密閉構造により、ツインスクリュは低水  
圧～高水圧に対して止水性能を発揮し、掘削土の排土  
性能を連続的に行える。

## 3. 実証実験

### (1) 実験概要

実証実験は、排土能力 100 m<sup>3</sup>/h のツインスクリュ  
排土装置に対して、寸法で約 1/3 に縮小したモデル実  
験装置 (排土能力 1.4 m<sup>3</sup>/h) を製作して行った。実  
験装置の装置図を図-3 に、その諸元を表-1、全景  
を写真-2 に示す。

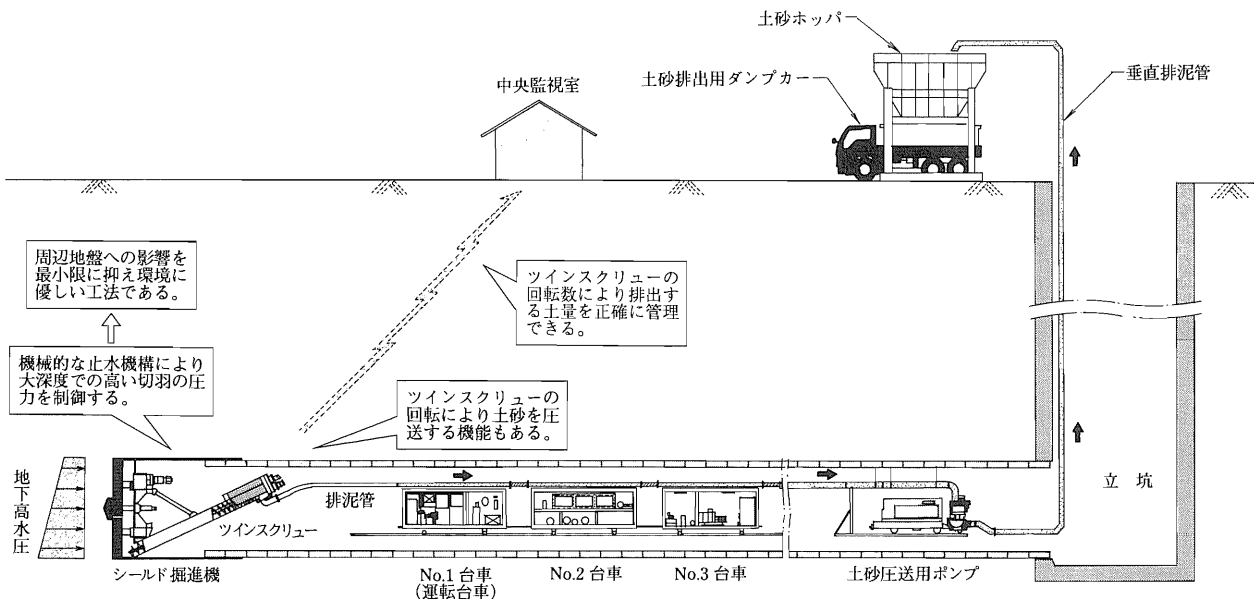


図-1 ツインスクリュシールド工法システム図

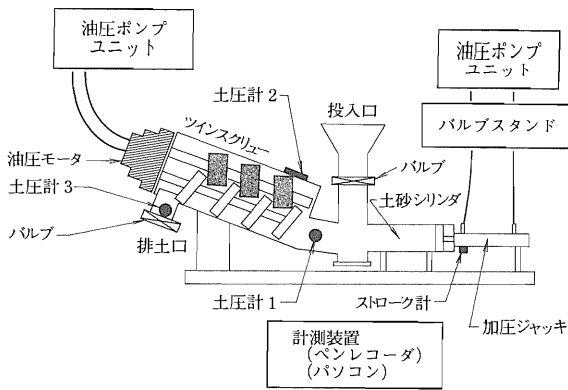


図-3 実験装置図

表-1 実験装置の諸元

輸送能力	1.4 m <sup>3</sup> /h
回転数	0~12 rpm
薄肉フライト径×フライトピッチ	φ199 mm×P 92 mm
厚肉フライト径×フライトピッチ	φ199 mm×P 92 mm
駆動トルク	12.2 kN·m

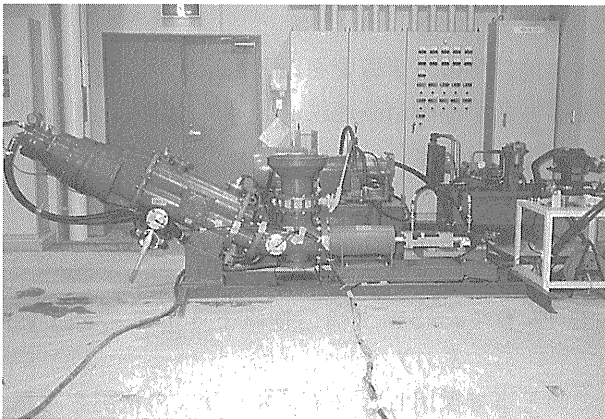


写真-2 実験装置全景

## (2) 実験の方法

実験パラメータとして、試料の粒度分布、スランプ、切羽土圧、スクリュの回転数を変化させることにより、ツインスクリュ排土装置前後での土圧、スクリュの回転トルク、排土される土砂量の変化を計測した。また、2本のスクリュの羽根が噛込む部分の隙間や、羽根と回転軸との隙間が止水性に大きく影響するものと考え、その隙間を5 mm、3 mm および1 mm 以下と変化させて実験を行った。

実験に用いる泥土は、砂質泥土と砂礫泥土の2種類としスランプ10 cmと20 cmに調整して行った。切羽土圧は0.3, 0.6, 1.0 MPaの3種類、スクリュ回

表-2 実験条件一覧表

泥土種類	砂質泥土, 砂礫泥土
スランプ	20 cm, 10 cm
切羽土圧	0.3, 0.6, 1.0 MPa
スクリュ回転数	3, 6, 12 rpm
羽根の隙間	5 mm, 3 mm, 1 mm 以下

転数は3, 6, 12 rpmの3種類とした。表-2に実験条件一覧表を示す。

## (3) 実験結果

### (a) 高水圧切羽の安定制御

図-4に砂質泥土、スランプ20 cm、羽根の隙間1 mm以下という条件における切羽土圧の経時変化図を示す(凡例の1M-3は、切羽土圧1 MPa、スクリュ回転数3 rpmの条件を表す)。

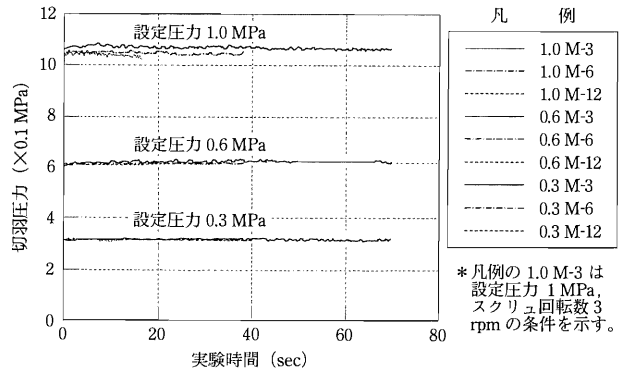


図-4 切羽土圧経時変化図(砂質泥土)

開発したツインスクリュ排土装置は、高水圧(1 MPa)という条件下において、設定した切羽土圧を安定制御しながら排土でき、また切羽土圧の大きさ、スクリュ回転数の影響をほとんど受けずに、切羽土圧を安定制御できる装置であることがわかった。スクリュ回転時の切羽土圧平均値に対して、瞬間的に低下する変動圧力は、各切羽土圧においても0.01~0.03 MPaという結果であった。また、スランプ10 cmの砂質泥土については、羽根の隙間3 mmという条件においても切羽土圧を同様に安定制御することができた。

砂礫泥土に関しては、羽根の隙間3 mm, 5 mmという条件においてもスランプの大きさに影響されず、切羽土圧を同様に安定制御することができた。

### (b) 排土状況

実験における排土量と理論排土量(スクリュ1回転当りの土砂搬送容量と回転時間から計算)を比べた結果、このツインスクリュ排土装置の場合は、羽根の隙間が大きい場合、実際の排土量の方が多くなる傾向があるが、羽根の隙間を小さくすれば理論排土量と実際の排土量がほぼ一致し、スクリュ回転数に合った定量の排土が可能であることを確認した。

## 4. 実用化

粘性土地盤と砂礫地盤の工事での切羽土圧の制御、

土量管理の実績について以下に紹介する。

(1) 粘性土地盤での施工

(a) 工事概要

粘性土地盤の工事概要を以下に示す。

- 工事件名：平成 8 年度 23 号川越共同溝シールド  
その 2 工事
- 工事概要：泥土圧式シールド，掘削外径 5.74 m，  
延長 1,755 m
- 土質：沖積粘性土層， $N$  値=0~7
- 土被り：19~22 m

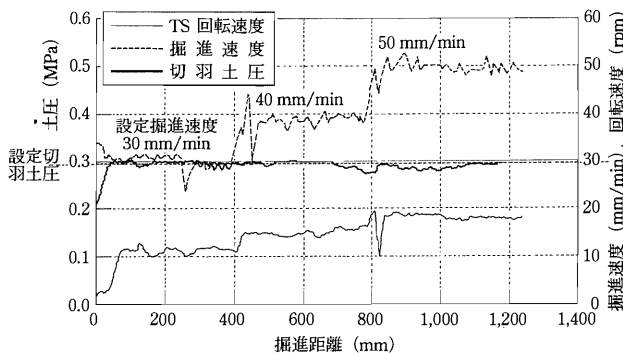
この工事で採用したツインスクリュの仕様を表—3に示す。

表—3 使用したツインスクリュの仕様

輸送能力	101.7 m <sup>3</sup> /h
回転数	0~23.5 rpm
薄肉フライト径×フライトピッチ	φ625 mm×P 450 mm
厚肉フライト径×フライトピッチ	φ395 mm×P 450 mm
駆動トルク	56.1 kN·m

(b) 切羽土圧の自動制御の実績

1 リング掘進中に掘進速度を 30, 40, 50 mm/min と強制的に変化させツインスクリュが自動制御できるか否かの確認を行った。データは掘進速度，切羽土圧とツインスクリュ回転速度の実測値とした。結果を図—5に示す。



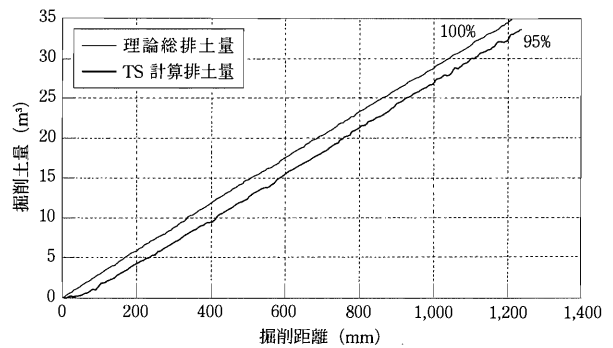
図—5 切羽土圧の自動制御の実績図

この結果，掘進速度が速くなるにつれてツインスクリュの回転数も自動的に高くなり，回転数の変化は速度の変化に追従していることが確認できた。また，このような速度の変化があっても，実測の切羽土圧は設定値の 0.3 MPa に制御できていた。

(c) 土量管理の実績

土量管理においても，同じく 1 リング掘進中のデータとし，掘進距離に応じた掘削土量の理論値（掘削土量に泥材の注入量を加算した値）に対して，ツインスクリュの回転数から算出した土量値の比較を行った。

結果を図—6に示す。



図—6 掘削土量管理の実績図

理論総排土量を 100% とし比較すると，ツインスクリュ回転数から算出した総排土量は 95% と理論値に近い値となった。

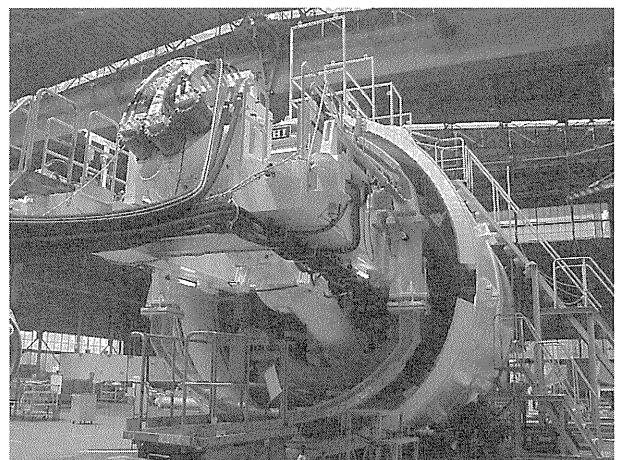
(2) 砂礫地盤での施工

(a) 工事概要

砂礫地盤での工事概要を以下に示す。

- 工事件名：福岡市高速鉄道 3 号線渡辺通南工区建設  
工事
- 工事概要：泥土圧式シールド，掘削外径 5.44 m，  
延長 756 m
- 土質：沖積砂礫層， $N$  値=10~30
- 土被り：7~9 m（構造物直下 3 m での施工区間あり）

この工事で採用したツインスクリュの状況を写真—3に，その仕様を表—4に示す。



写真—3 ツインスクリュを装備したシールド機

表—4 使用したツインスクリュの仕様

輸送能力	67 m <sup>3</sup> /h
回転数	0~23 rpm
薄肉フライト径×フライトピッチ	φ597 mm×P 324 mm
厚肉フライト径×フライトピッチ	φ387 mm×P 324 mm
駆動トルク	48.7 kN·m

(b) 切羽土圧の自動制御の実績

前工事と同様に、ツインスクリュが自動制御できるか否かの確認を行った。この時の掘進速度の変化は10, 15, 20 mm/minとした。その結果を図-7に示す。

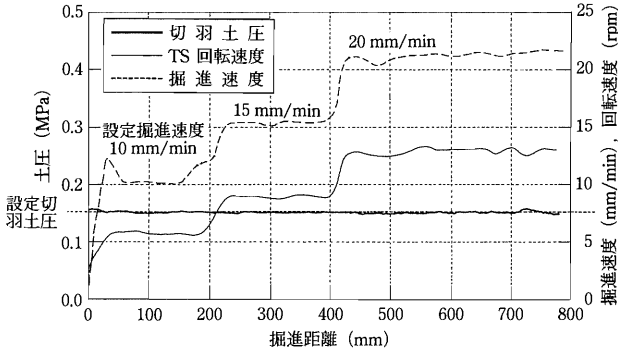


図-7 切羽土圧の自動制御の実績図

この結果、ツインスクリュ回転速度が掘進速度の変化に追従し、切羽土圧が設定値の0.15 MPaに制御できた。

(c) 土量管理の実績

土量管理においても、前工事と同様の確認を行った。その結果を図-8に示す。

理論総排土量（掘削土量に加泥材の注入量を加算し

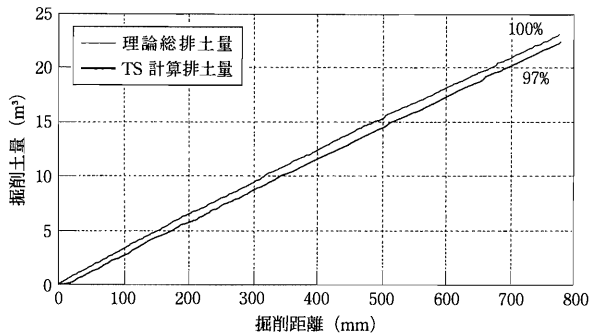


図-8 掘削土量管理の実績図

た値)を100%とし比較すると、ツインスクリュ回転数から算出した総排土量は97%と理論値に近い値となった。

5. おわりに

本システムは、粘性土および砂礫地盤での実施工により切羽土圧制御、掘削土量管理の性能が確認された。しかし、礫を多く含む地盤ではツインスクリュ内のフライトやケーシングの摩耗が想定されるため、現在摩耗に対する研究を進めている。この研究で耐久性を向上させ、ツインスクリュシールド工法を泥土圧シールドの一般工法に目指したい。

JCM A

《参考文献》

- 1) 栄 毅熾, 土橋 功, 北山仁志: 大深度土圧式シールドにおける切羽土圧制御装置の開発と実証実験, 建設機械と施工法シンポジウム論文集, pp. 50-53, 1997年10月.
- 2) 土橋 功, 栄 毅熾, 広重典昭, 北山仁志: ツインスクリュによる大深度土圧式シールドシステムの実証, 土木学会第54回年次学術講演会講演概要集, 第6部, pp. 152-153, 1999年9月.
- 3) 伊東 憲, 栄 毅熾, 中根 隆, 常松 優: ツインスクリュシールド工法による砂礫地盤での実証施工, 土木学会第57回年次学術講演会講演概要集, 第6部, pp. 131-132, 2002年9月.

[筆者紹介]



伊東 憲 (いとう けん)  
大成建設株式会社  
技術センター  
土木技術開発部  
シールド・TBM工法開発室  
課長代理



栄 毅熾 (さかえ たけし)  
大成建設株式会社  
技術センター  
土木技術開発部  
シールド・TBM工法開発室  
部長

## トンネル 特集

# インターネットを活用した TBM 掘進管理 支援システム

— 第二名神高速道路甲南トンネル上り線工事 —

戸田 浩

日本道路公団甲南トンネル上り線工事では、TBM 工事の掘進管理システム（TBM 状況の表示、TBM 位置データの表示、掘削土量データの表示、掘進状況の画像表示）を採用して、掘進管理に必要な情報を入手し、施工管理を実施している。

さらに、掘進管理システムからの各種計測データや画像を、逐次 Web サーバにアップロードすることで、インターネットに接続できるパソコンであれば、どこでも簡単に計測データ、画像データの閲覧や帳票印刷及び解析用データのダウンロードが可能なシステムを導入している。

本報文は、システムの概要及びその取組みについて紹介するものである。

キーワード：トンネル、TBM、インターネット、リアルタイム、掘進管理、データ共有

## 1. はじめに

山岳部でのトンネル掘削工事において、自動化、省力化、急速施工化、作業環境の改善、また振動・騒音等の環境問題という観点から TBM 工法が採用される例が多くなっている。

そうした中、TBM の掘進管理に必要な情報を提供する掘進管理システム（TBM 状況の表示、TBM 位置データの表示、掘削土量データの表示、掘進状況の画像表示）が開発導入され、事務所でリアルタイムに TBM の運転状況（施工データ）が監視できる等、施工管理に貢献している。

しかしながら、現場で各種の計測を行いその計測データを監視したり、また監視カメラにより映像を監視する場合、従来は現場計測室か専用回線で接続した事務所で、専用パソコンや専用モニタを使用している。

本システムは、現場に設置する専用アップロードサーバにより、計測データや映像（静止画）データを逐次 Web サーバ（インターネット用のコンピュータ）にアップロード（データをサーバに複写）することで、インターネットに接続できるパソコンで、通常の Web ブラウザ（Internet Explorer などのホームページを見るためのソフト）がインストールされていれば、どこでも簡単に計測データや画像を見たり帳票印刷ができる。

ハードウェアおよびソフトウェア（ブラウザ）を構

成するにあたっては、従来のインターネットの基盤をそのまま利用することができるため、きわめて汎用性の高いシステムとなり、どの現場でも採用することができる。

本システムは、このようなネットワーク技術を利用することで、建設現場での自動監視および施工データの収集を省設備、低コストで実現したものである。

以下、工事概要、システム概要および実施例について報告する。

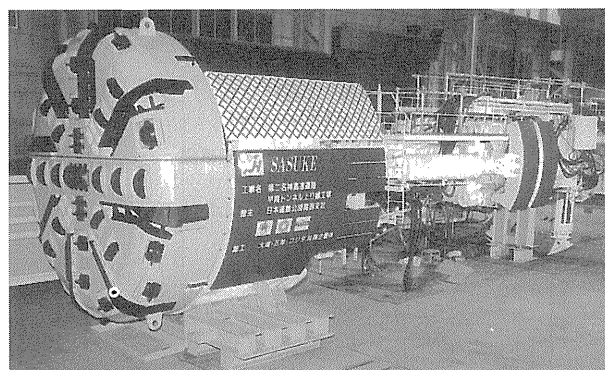


写真-1 TBM 全体

## 2. 工事概要

第二名神高速道路は愛知県名古屋市を起点に三重県亀山市、滋賀県土山町、大津市、京都府城陽市、大阪府高槻市、兵庫県川西市を経て、神戸市に至る総延長約 174 km の高速自動車国道である。

「第二名神」は現名神高速道路と一体となって、第四次全国総合開発計画で提唱されている「交流ネットワーク構想」を推進するための、「高規格幹線道路網」の根幹として、将来における一層の高速交通機能を確保しようとするものである。

掘削断面積は従来の2車線トンネルの80m<sup>2</sup>に比べて約2.5倍の190m<sup>2</sup>という大断面で計画されている。

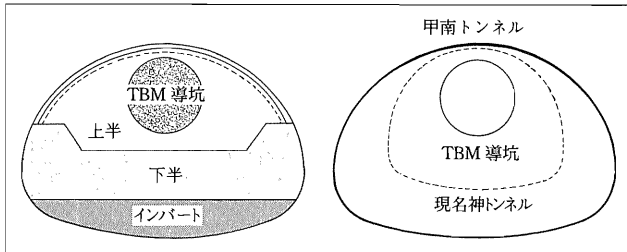


図-1 甲南トンネルの掘削断面積 TBM 導坑先進切掘り工法

道路規格は第1種第1級A規格で、設計速度は120km/h、最小曲線半径は3,000m、最急縦断勾配2.0%、片側3車線(3.75m×3の幅員)の断面で、安全性および補修時の作業スペース、走行空間の確保のため、両サイドに2.5mと1.25mの路肩を設けている。

大断面トンネルの施工に当たっては十分な配慮が必要であり、当トンネルではTBM 導坑先進切掘り工法を採用している。この工法の目的を以下に示す。

- ① 確実な地質状況の把握
- ② 水抜きによる地山の改良効果

- ③ 切掘り時の先行補強
- ④ 切掘り時の爆破効果の向上
- ⑤ 切掘り時の坑内環境(換気効率)の向上

### 3. 地形・地質概要

甲南トンネルは、<sup>たなかみ</sup>田上・<sup>しがらき</sup>信楽山地と称され標高200~600m程度の山地が広がり、全体に開折が進み、入り組んだ地形である。山腹斜面は30°~40°の急峻な山地で、トンネル西側坑口付近の山麓は20°以下の緩い地形を呈しており、トンネルはこの山地を東西に横切る谷筋(国道307号線および信楽高原鉄道)とほぼ平行に計画されている。当地はこの谷間を流れる滝川(野洲川支流)、隼人川(大戸川支流)の分水嶺に当たる。

山地構成岩体としては花崗岩類が分布し、その被覆層として崖錐性堆積物、現河床堆積物が分布している。当地の花崗岩類は中生代白亜紀後期の貫入岩体であり、田上花崗岩と呼ばれている。花崗岩は沢部や深部では硬質な岩盤として分布しているが、屋根や斜面部では表層から数m~十数m程度風化が進み、マサ状の脆弱な岩盤である。また西側坑口周辺には、熱水貫入による変質を受けたと推定される変質花崗岩が分布し、全体に圧砕されたような状態で、軟質で脆弱な岩盤である(図-2)。

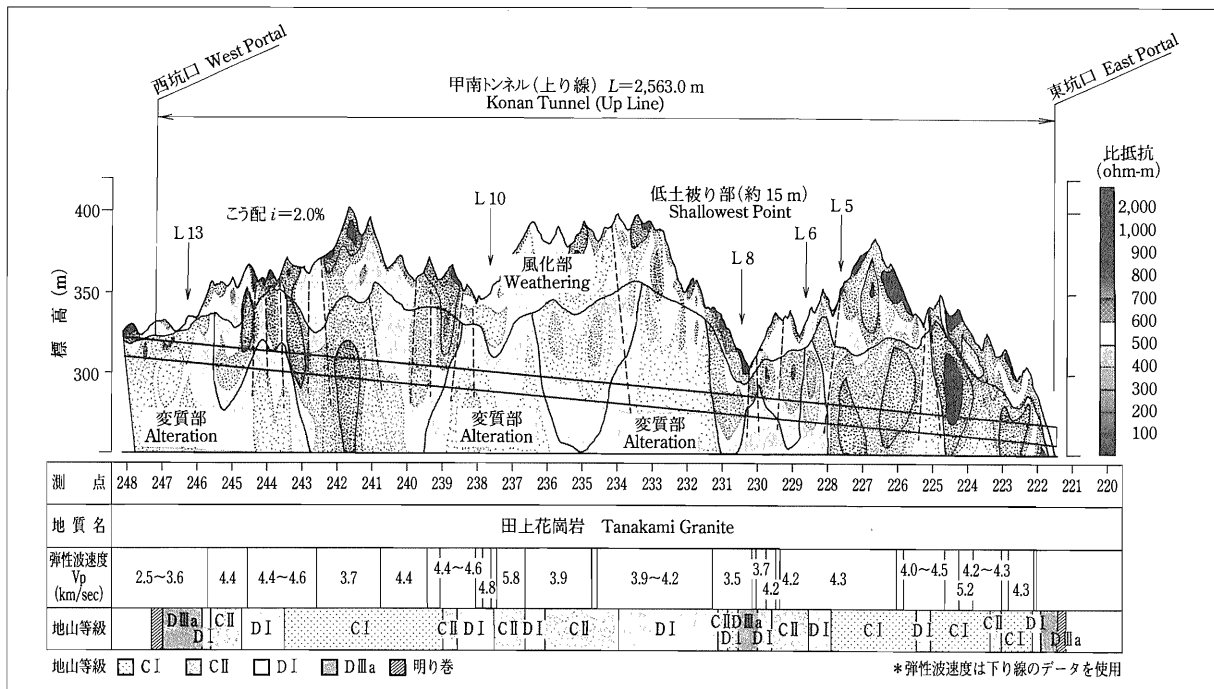


図-2 縦断面図



付け回転することにより岩盤を圧砕。

### 4. TBM 概要

今回使用した TBM の主な仕様を表-1 に、また本体全体図を図-3 に示す。

- ① 甲南トンネルでは、硬岩に適するオープンタイプのトンネルボーリングマシンを使用。
- ② 掘削径  $\phi 5.0$  m, カッタヘッドには 17 インチのローラカッタ 38 個を装備し、これを岩盤に押

表-1 主な仕様

掘削径	$\phi 5.0$ m
機長	15.4 m
総重量	355 t
推進ストローク	1,500 m
総スラスト力	最大 932 t
補助推進力	最大 400 t
ローラカッタ 38 個	17 inch ( $\phi 432$ mm)
カッタ回転数	8.2/4.1 rpm
電動機出力	1,400 kW
ベルトコンベヤ	ベルト幅: 600 mm 運搬能力: 250 m <sup>3</sup> /h

### 5. システム概要

#### (1) システム構成

今回 TBM の掘進管理に適用したシステムは、TBM 掘進管理システム（一般計測システム、自動測量システム、排土量計測システム）とインターネットを利用した Web 利用監視システム（WiC: Watcher on internet for Construction）から構成されている。各システム間は、イーサネットにて接続されている。図-4 に実施したシステムの概要を示す。

#### (2) 一般計測システム

本システムは、TBM マシン制御盤からの出力信号を計測用サーバ上に取込み、TBM の状況を表示し、更に計測した各種データから様々な分析、解析（地山の状況等）を瞬時に行的確な掘進を可能にするもの

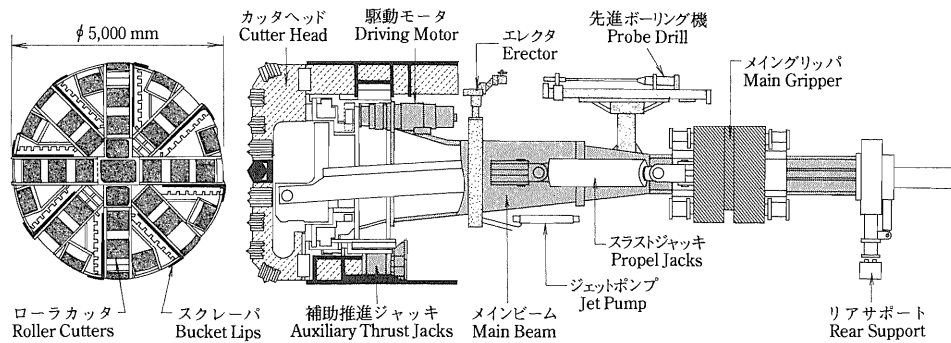


図-3 TBM 全体図

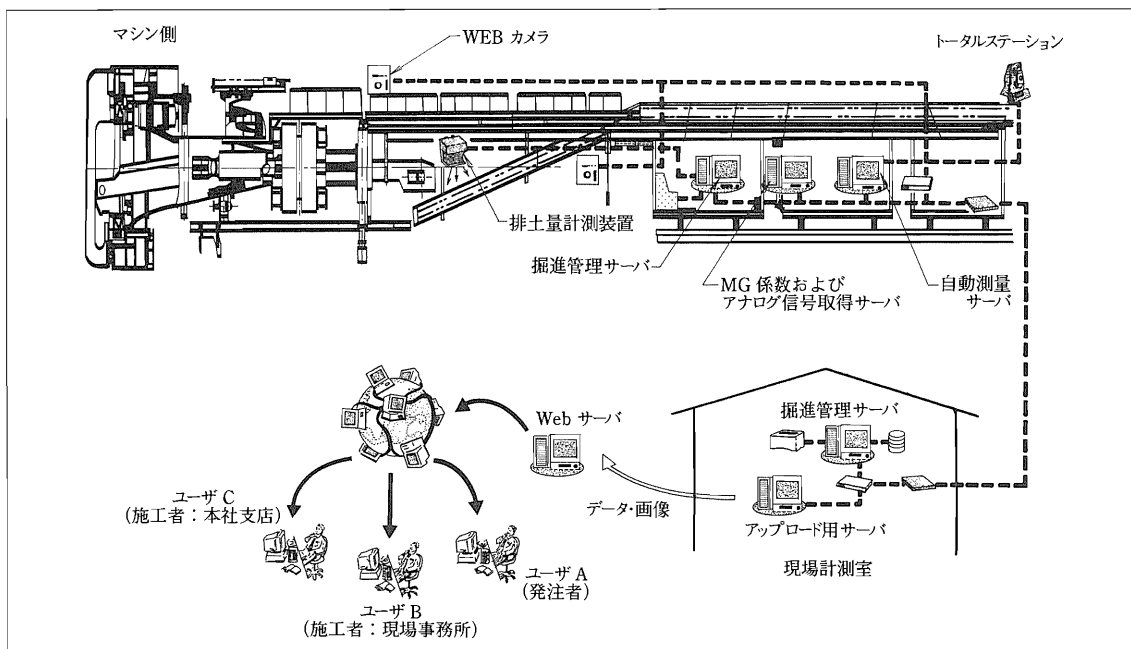


図-4 システム概要図

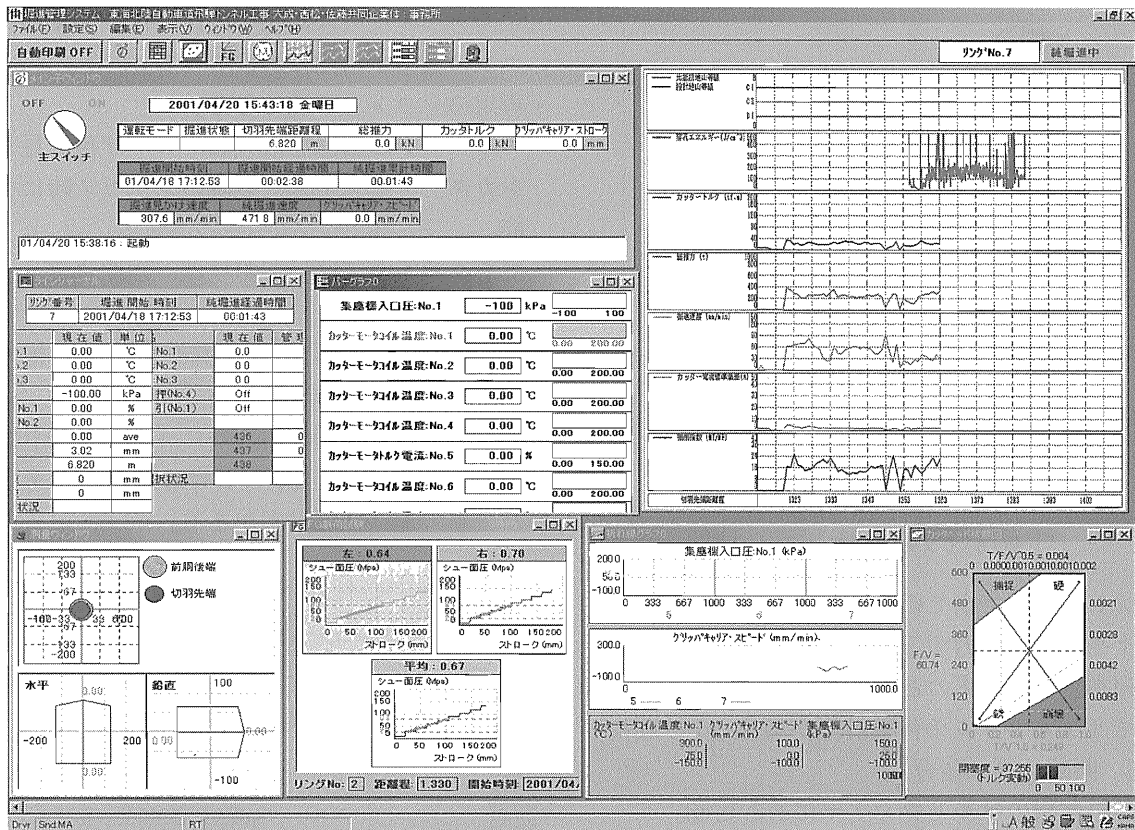


図-5 監視モニタ画面 (マルチウインドウ)

である。

TBM 制御盤からの各種信号を約 2 秒間隔で計測用サーバに取込み、そのデータを処理し、その結果を監視モニタ画面上に表示する (図-5)。またデータはリアルタイムにハードディスクに記録する。計測した結果は 1 リング毎 (1,000 mm) に自動的に印刷する。

過去の計測データも随時読出して各種処理が可能である。同様に計測したデータから日報を自動作成することも可能である。

データは坑内信号線で坑外の管理室まで転送し表示、印刷を行うことができる。更に後述する Web 利用監視システムにより、現場から離れた工事事務所等で遠隔監視が可能である。

カットモータ電流値等をアナログデータとして高密度で取得し、電流値の偏差を監視したり、また MG 係数 (メイングリッパを張出したときの面圧力とグリッパ変位より取得する岩盤の変形係数) の取得も実施している。

### (3) 自動測量システム

本システムは、TBM の位置を自動追尾型トータルステーション等を用いてリアルタイムに測量し、TBM の計画線からの離れを常に計算、表示することで掘進方向を正確に修正することが可能である。

TBM の後方に自動追尾型トータルステーションを設置し、その更に後方に設置している座標既知の後方基準点を視準することによりトータルステーションの座標を決定し、次に TBM 上に設置されたターゲットを自動追尾してその座標を決定する。その座標と TBM に設置された傾斜計、各種ジャッキのストローク計等からのデータを融合して TBM の位置、姿勢を瞬時に計算し、リアルタイムに運転席や事務所に表示する。計画路線の座標はあらかじめパソコン上に登録しておき、計測されたデータと比較することにより計画路線と TBM とのずれを計算表示する。

データはリアルタイムに傾向がわかるトレンドグラフとしての表示も可能であり、TBM の進行状態を監視することができる。

### (4) 排土量計測システム

本システム (図-6) は、レーザ測距スキャニング装置 (LMS) により非接触で高速にベルトコンベヤ上の運搬積載土量を連続的に体積測定するシステムである。

ベルトコンベヤ上に LMS を取付け、ベルト移動速度をエンコーダまたはベルトコンベヤ起動スイッチ等で検出する。ベルト移動速度には関係なく毎秒約 20 回の断面を測定して体積計算する。

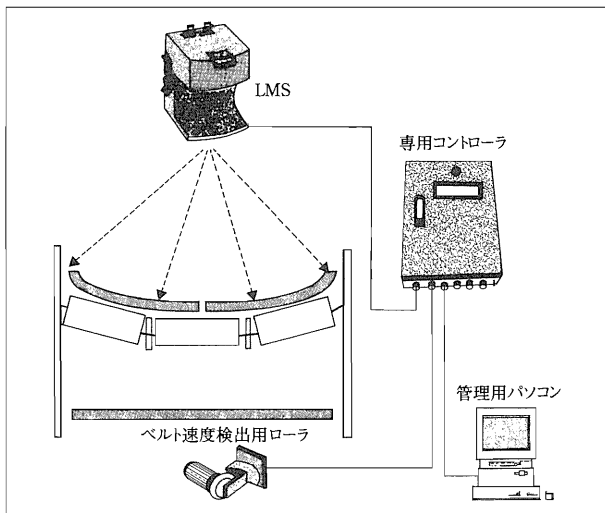


図-6 システム概念図

専用コントローラで全ての設定や表示および現在の計測データを外部へ出力する事も可能である。

特長を列挙すると以下のとおりである。

- ・高精度でリアルタイムの体積計測が可能（1秒間に約20回、断面計測・積分）。
- ・ほとんどの種類のベルトコンベヤに対応可能。
- ・計測データの外部出力端子を有し、標準で2kmまでデータ転送が可能。
- ・ベルトの蛇行や、積載物がベルト幅をはみ出しているも測定可能。

### (5) Webカメラ監視システム

本システムは、切羽、坑口等にWebカメラ（カメラ映像をネットワークを通じてパソコンで見ることが出来るカメラ）を設置し、構内ネットワークに接続することにより、一般的なWebブラウザが動作するコンピュータであれば機種やOSの種類を問わずWebカメラにアクセス、モニタ監視が可能である。

甲南トンネルにおいては、マシン操作室、坑口計測室および離れた場所にある工事事務所等で坑内作業状況、ベルトコンベヤによる土量搬出状況等を監視している。

### (6) Web利用監視システム（WiC：Watcher on internet for Construction）

本システム（愛称：WiC）は、掘進情報を現場内でリアルタイムに収集し、ISDN回線を用いてホームページが存在する外部サーバへ計測データや画像データをアップロードする機能により、特定ユーザは掘進情報をホームページ上でリアルタイムに閲覧することが可能とするものである。

WiCの特長は以下のとおりである。

- ・インターネットに接続可能ならば、閲覧場所やパソコンの機種が自由に選択できる。
- ・専用のソフトも不要である。
- ・マイページの概念を取入れ、ユーザ毎に見たい画面をカスタマイズでき、以降のアクセス時にも保存可能。
- ・ブラウザを常時開いておけば、画像やデータは自動更新可能。

ホームページ（図-7）上に公開する情報には、一般向けとして、「事業概要」、「工事概要」、「TBM工法」があり、工事関係者向けに「掘進情報」がある。「掘進情報」には、工事における機械データや映像、また工事の進捗状況などがある。

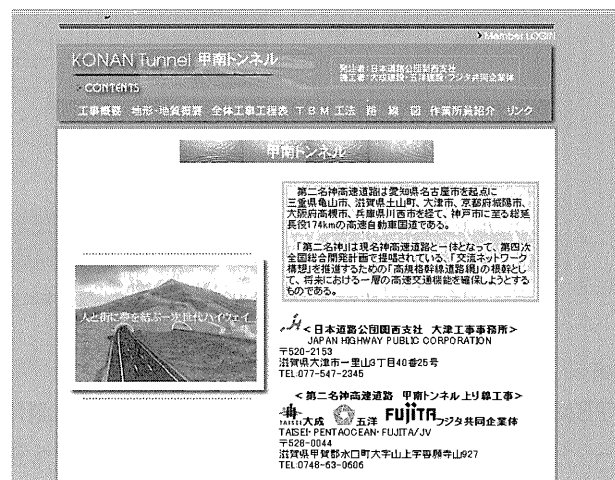


図-7 ホームページ閲覧画面（一般情報）

ここでアップロード用パソコンの機能概要について簡単に説明する。

掘進管理計測システムより渡される「掘進情報」をホームページで閲覧できる形に加工し、ホームページが存在するサーバへアップロードする。

アップロードにはISDNの回線を介して、FTP（File Transfer Protocol）で転送する。



図-8 ホームページ閲覧画面（カメラ画像）

アップロードデータには以下のものがある。

- カメラ映像（切羽付近，TBM 後部，後続台車後方の3映像；図-8）
- 掘進管理データ（施工データの値；図-9）

工事進捗状況		
Webカメラ画像		
掘進管理データ		
---編集---		
リング番号	掘進開始時刻	純掘進経過時間
62	00:01:02	00:00:00
センサー名		
カッターモーター総合電力	0.000000	kW
No.1モーター電流	0.010000	A
No.2モーター電流	0.012500	A
No.1モーター回転速度	0.000000	m/min
P1モーター電流	0.000000	A
P2モーター電流	0.000000	A
P1モーター吐出圧力	0.000000	kg/cm2
泥水吐出量	756.437500	mm
カッターヘッド回転速度	0.012500	RPM
カッター油圧ラッチ・アキウムレター圧力	66.062500	kg/cm2
カッター油圧ラッチ作動圧力	1.550000	kg/cm2

図-9 ホームページ閲覧画面（施工データ）

## 6. おわりに

TBM 施工において、その真価は急速施工にあるとされているが、掘削の線形管理、マシン本体等の管理もこの進行に追従させなければならない。

そのような状況の中で、発注者や施工者および専門業者間における施工状況報告のタイムラグが、施工管理に支障をきたす恐れがある。

今回開発、適用したホームページを利用した本システムにより、リアルタイムに情報の共有化が図られ、共通した認識に基づいた迅速な指示、対応が可能となつて、不測の事態にもその威力を発揮するものと思われる。

最後に、本システムの採用にご協力を頂いた関係者各位に感謝の意を表するとともに、本報文が安全かつ円滑な TBM 工法の確立に向けて、参考となれば幸いです。

J C M A

【筆者紹介】

戸田 浩（とだ ひろし）  
大成建設株式会社  
土木本部  
機械部  
機械技術室  
課長



# 大深度地下空間を拓く 建設機械と施工技術

最近の大深度空間施工技術について取りまとめました。

主な内容は鉛直掘削工，単円水平掘削工，複心円水平掘削工，曲線掘削工等の実施例を解説，分類，整理したものです。

工事の調査，計画，施工管理にご利用ください。

定価 2,310 円（本体 2,200 円） 送料 500 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

## トンネル 特集

# 長距離施工に適した3Dカッタシールドの開発

## — 段形状掘削カッタヘッドの開発 —

深井政和

近年、大都市部におけるシールド工事は、用地の確保が困難になってきている。地下構造物の輻輳化、密集化などに伴うシールドの大深度化により中間立坑の構築が難しく、また立坑構築の費用が増加しているために、現在、さまざまな長距離施工技術、ビット交換技術があり、実績も多くなってきた。本報文では、シールドの地山掘削機構から見直し、複雑な機構や精緻な技術を必要としない構造で長距離施工対応シールドの研究を報告する。

キーワード：トンネル、シールド工事、3Dカッタ、段形状掘削、自由面

### 1. はじめに

近年、大都市部におけるシールド工事は、用地の確保が困難になってきている。また地下構造物の輻輳化、密集化などに伴うシールドの大深度化により、中間立坑の構築が難しくなっている。そこで、立坑の数を減らすためにシールド工事延長が長距離化しており、様々な長距離施工技術、ビット交換技術に対する検討、技術開発が進められ、実績も報告されている。

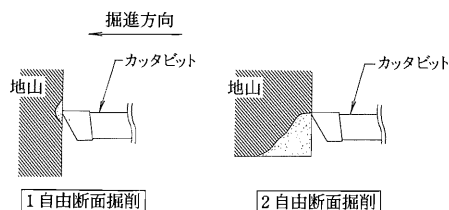
筆者らは、1自由面掘削より2自由面掘削の方がより少ないエネルギーで掘削を行えることに着目しシールド掘削機構に2自由面掘削を適用することで、従来よりも掘削負荷を小さくでき、長距離施工に適したシールドが可能になると考え、カッタビットを段形状に配置した「3Dカッタシールド」を考案した。

本報文では2自由面掘削の効果を確認するために行った実験および考察を報告する。

### 2. 3Dカッタ（段形状掘削）の概要

図—1に自由面数の違いによる掘削状況を示す。

1自由面掘削ではカッタビットが接する部位を掘り



図—1 自由面の違いによる掘削状況

起こす掘削形態になる、2自由面掘削ではカッタビットが掘削する面からもう一方の自由面に向かってせん断破壊による掘削形態になる。

愛媛大学でのローラビットの掘削実験<sup>1)</sup>、岩盤の穿孔技術、海外のアンダカット式TBM、発破におけるベンチカット掘削や芯抜き効果などから、1自由面掘削より2自由面掘削の方がより少ないエネルギーで掘削を行えることが明らかである。

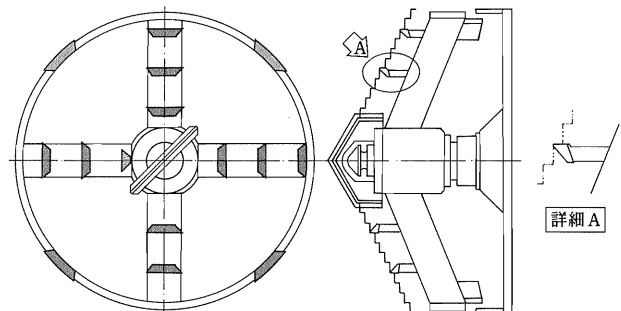
2自由面掘削をシールドで行うためには、

- ① 「最初から中心に他の方法で穴をあけておき、その部分を起点にそれより外周に位置するカッタビットを徐々に後退して取付けたカッタヘッドで掘削を行う（2工程掘削）」、
- ② 「カッタヘッドの一部分を先行掘削させてその部分を起点に他のカッタビットを徐々に後退して取付けたカッタヘッドで掘削を行う」、

が考えられる。

実機適用例では後者を採用した（図—2）。さらに2自由面掘削とならない先行掘削箇所は最も掘削摺動距離の小さいカッタヘッドの中央部とした。

このとき一般的なシールドの掘削面が平面であるこ



図—2 3Dカッタビット配置図（実機適用例）

とに対し、2自由面掘削では掘削面は段形状となり立体的であることから本シールドを「3Dカッタシールド」とした。

### 3. 実験の概要

2自由面掘削が掘削負荷低減に有利なこと、2自由面掘削に適したビット形状を追求することを実験の目的とする。一般的なシールドの掘削形態は、ティースビットによる1自由面の掘削である。このティースビットでの掘削を2自由面に適用した場合の掘削負荷を求める。またティースビットによる掘削は、かんなで切削するように地山を削り取る掘削となる。2自由面掘削では図-1に示すとおり自由面から自由面に向かってせん断破壊を生じさせながら掘削することで掘削負荷を低減させることが可能なビット形状を追求する。

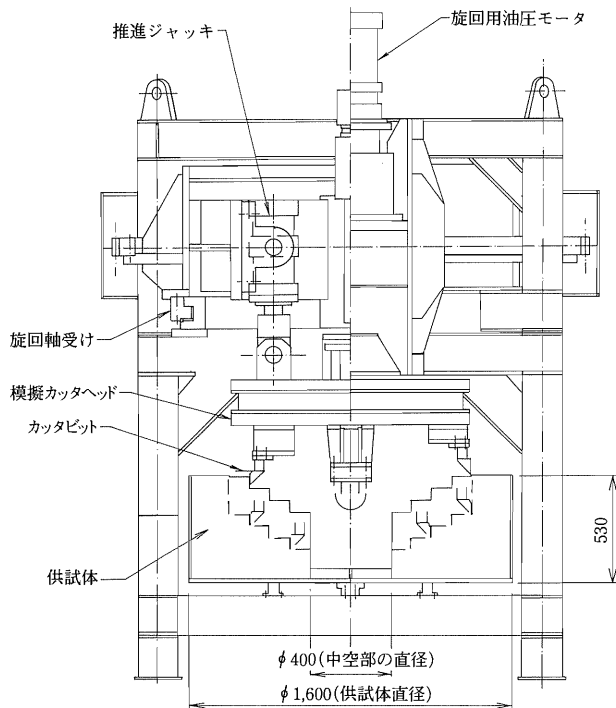


図-3 実験装置

図-3に実験装置を示す。油圧駆動の模擬カッタヘッドに一般的なシールドのティースビット（以下、ティースビット）、2自由面掘削用の円錐形状のビット（以下、円錐ビット）を取付け、それぞれ供試体の掘削を行う。供試体はモルタル、改良土の2種類、ビット形状は7種類で行った。測定対象はカッタヘッド回転モータ油圧、推進ジャッキ油圧、推進ジャッキストローク、時間、掘削片の状態別質量とした。

#### (1) 実験条件

表-1に実験条件を示す。ここでは実験(a),(b),

(c)を紹介する。

表-1 実験条件および結果

番号	(a)	(b)	(c)
掘削自由面数	1	2	2
ビット種類	ティース	ティース	円錐
ビット数	4	4	4
カッタ回転速度 (min <sup>-1</sup> )	2.1	2.1	2.0
推進速度 (mm/min)	17.9	19.6	18.0
貫入量 (mm)	8.5	9.3	9.0
掘削トルク (kN·m)	117	91	42
推力 (kN)	28	27	17

#### (2) 供試体

供試体は、図-3に示すとおり中空の供試体を作製した。供試体は以下のとおりである。

- ・寸法：外径φ1,600 mm，内径φ400 mm
- ・一軸圧縮強度：3.6 N/mm<sup>2</sup>（平均値）

#### (3) ビット

図-4にビット形状を示す。ティースビットは、すくい角10度、逃げ角20度。円錐ビットは先端の角度45度の円錐形状とした。材質は共にS45Cとした。ビット配置は、最外周掘削直径をφ1,200 mmとし、ビット数4個の1パスとした。段形状掘削の配置も同様とし1段の段差を57 mmとした。

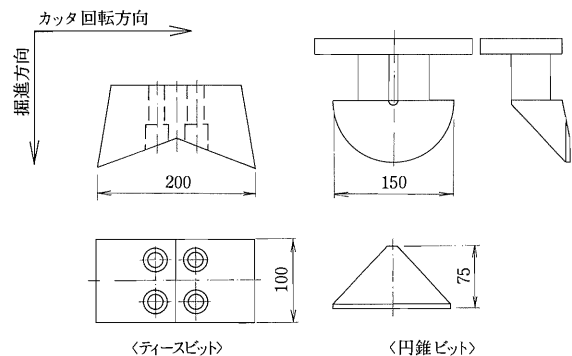


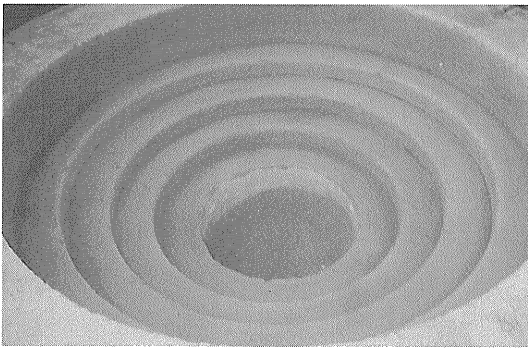
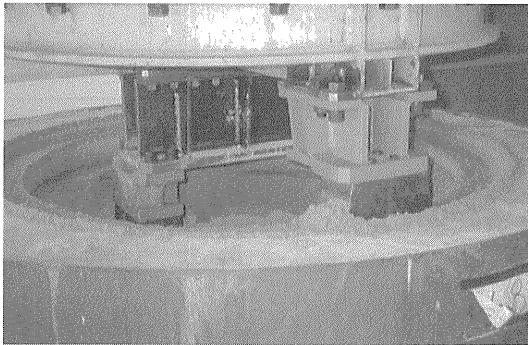
図-4 ビット形状

### 4. 実験結果

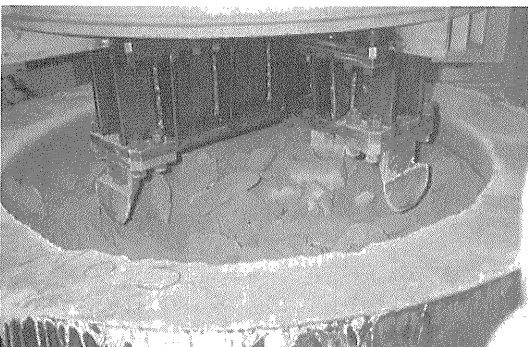
表-1に実験(a),(b),(c)の掘削トルク、推力を示す。本結果は、所定ストローク間に掘削トルク、推力の計測した平均値を記載している。

実験(a),(b)では供試体はほとんど土砂状に切削され、掘削面はビット軌跡ごとに平面となっている(写真-1)。

実験(c)では、掘削片は土砂状と大きく割れた大片状のものになる。その掘削形態は、円錐ビットが供試体へ所定量貫入する間は土砂状で掘削され、所定量貫入後に、大片状にせん断破壊される。再び土砂状で



写真一 実験(b)の掘削状況(上)と掘削面(下)



写真二 実験(c)の掘削後状態(上)と掘削面(下)

の掘削を繰り返す。掘削面の状況は凸凹した階段状部分(所定量貫入前)あるいは傾斜状部分(所定量貫入後のせん断破壊部)から成る(写真一2)。

## 5. 考 察

### (1) 掘削負荷

ティースビットでの掘削の場合、2自由面掘削は1

自由面掘削と比較して、トルクはほぼ同等、推力は約80%となる(実験(a)と(b)の比較)。また、実験(a)と実験(c)の比較では、トルクは約60%、推力は約40%となる(表一)。このことから、2自由面掘削を採用する場合にはトルク、推力が低減されシールド装備の軽減が期待できる。また同じ掘削トルクと比較した場合、掘進速度の向上が期待でき、カッタービットの摩耗量が低減され長距離施工に適していると考えられる。

### (2) 掘削土

実験(a),(b)ではほとんど土砂状に掘削される。実験(c)では土砂状、大片状各々の割合は質量比で土砂状が40%~50%、大片状(こぶし大程度以上の大きさ)が50%~60%に掘削される。したがって泥水式シールドに適用した場合に掘削される土砂のうち、一般土砂として処分できる大片状の割合が多くなり、産業廃棄物処理量の低減が期待できる。

## 6. おわりに

3Dカッターシールドはカッターヘッド構造とカッタービットの工夫による上述の掘削トルク、貫入量、推力等への効果を可能とする提案である。複雑な機構や精緻な技術を必要としないことも特徴の一つである。現在まだ実機での検証がなされていないため、早期に実績を得ることが課題である。本研究は株式会社大林組、日立建機株式会社の共同研究である。ご指導、ご協力をしていただいた関係各位に、この場をお借りして深く感謝の意を表します。

JCMIA

### 《参考文献》

- 1) 室 達郎, 土屋 清, 河野幸一, 若林優輔: ディスクカッタービットによるモルタル端面の定常掘削特性に関する実験的考察, 土木学会論文集, No.687/Ⅲ-56, pp.37-47, 2001.9
- 2) 山下健司, 守屋洋一, 近藤由也, 土屋 清, 深井政和: 2自由面掘削シールドの切削性能実験, 第57回土木学会年次学術講演会, 2002.9

### 【筆者紹介】

深井 政和(ふかい まさかず)  
日立建機株式会社  
環境システム事業部  
システム開発部  
技師



## ずいそう

## 山 旅

中 條 基



4月19日高松山山頂。稜線には残雪が残っている。朝、新緑が美しい山麓の尺里を出発し、富士山を見ながら中腹を進み、心地よい汗をかき昼前山頂に到着した。定例の一杯の缶ビールとおにぎり弁当を食べた後、周りの山々の展望を楽しむなかで、今回の執筆の依頼を受けた3月中旬の世の中の状況を思い出しながら、ぼんやりと瞑想にふけていた。

3月中旬…。

国内では、銀行崩壊、失速経済、年金破綻、株価暴落等、先が見えない情勢の中で、北朝鮮問題に替わってイラク戦争が最大のニュースになっていった。米英対国連の抗争、戦争回避か、突入か、大量破壊兵器は有るのか、石油の利権はどうなるのか。多くの評論家が行き先不明の言い訳として、最悪のシナリオ、最良のシナリオを解説してくれる。

3月20日米英軍攻撃開始。

開始後暫らくはイラクの反撃と砂嵐とで長期化の気配が見えたが、意に反してか、予想通りか、フセインと大量破壊兵器の消息は不明のまま、3週間あまりという短期で収束した。

いったい何の為の戦争だったのか、米英及びアラブの大義とは何か。世界がいろいろ言う中で、召集兵、志願兵を含め、米英の兵士、イラクの兵士共に家族を守る為、ひいては国を守る為に黙って戦っている。もし、日本が他国から攻撃を受けたとき、家庭崩壊の中で、戦う若者がいるのだろうか。又、家族の為に自分は戦うだろうか。大きな不安と多少の期待を感じた。

私はいつの間にか、日本の将来を愁ういっばしの評論家の世界に浸っていたが、「もうそろそろ出発よ！」という家内の声で我に返った。

本題に戻ろう。

私はもともと旅行が好きで、見知らぬ場所への憧れが大きかった。

中学の頃は友人と二人で東京から金沢まで、日本ア

ルプスを越えてサイクリングをした。高校から大学にかけてはアルバイトで旅費を貯めて、長期の休みの毎に学割周遊券と一泊500円のユースホテルを活用して、九州、四国、中国、関西、近畿等、自然と旧跡や名勝を求めて一周した。又、会社に入ってから長期休暇を取ることが難しい為、北海道なら道央、道南、道北方面とエリアを細かく分けて、1~3泊のスポット的な旅を夫婦で続けている。これらの旅の殆どはガイドブックやパンフレット、テレビ等で事前に情報をインプットしており、現地で本物と見合って大きさ、美しさに感銘したり、人の多さに失望したりしていた。

その中で、広島で勤務していた40半ばから、家内が入会した山登りの会に連れられて、四季の変わる毎に近隣の山を主体にトレッキングを始め、東京に転勤した現在も続けており、最近ではほぼ毎月1回「山旅」に出かけている。

名の知られていない山でも、うっそうと茂った新緑の樹林の中での社や滝、その先に突然現れる美しい展望や雲海等、常に「一期一会」の世界に遭遇する。

又、同じ山でも初春の残雪、春の草花、初夏の新緑、秋の紅葉と毎回変化に富んでおり、飽きることは無い。一番嬉しいことは、山の名前も場所も忘れても心の隅に残っている美しい画面と突然再開できたときである。子供の頃のマドンナに街角で思いがけず会えた心境で、瞬時にその世界に同化してしまう。従来の旅とは一味違う楽しさが有る。

山に登り心の洗濯をし、帰りに麓の名の知れない温泉でゆっくりと湯に浸り、地酒で身を清める。又、ひとつの楽しみである。

いろいろ自己満足な話を書いたが、最近では家の壁にデジカメで引き伸ばした写真が増えてきている。今後も、歩ける限り山旅を続け、家中をちょっとしたギャラリーにしていきたいと思っている。



ずいそう

## 登山 1,000 回達成を目指して

中 井 登



平成12年に（社）日本建設機械化協会中国支部に就職し、中国支部50周年記念事業、皆様の期待の持てる中国支部の活性化等3年間が瞬く間に過ぎました。

さて、十数年前事務所でいつものように、山談義をしていると「中井さんは山に良く行っているとの事だが、これまでどのくらい行ったのかな?」「なぜ、山に行くのかな?」と問われ、さて、これほど行っているのだから、かなりの回数になるだろうと思って（山に登った日を1回として数えてみた）小学校、中学、高校、大学の頃、社会人になって、結婚して、転勤で動いている時、郷里の広島県廿日市市に戻って、単身赴任になって、平成6年1月1日の正月には安芸の宮島の弥山にて500回目を迎えることができました。

その後単身赴任の解消、国土交通省退職、（社）日本建設機械化協会中国支部への就職、平成15年2月16日には、雪の雲月山（西中国山地）で900回目を迎え、環境も大きく変わる中、自分なりに思い出を頼りにあの頃は年間何回山に登ったかなと考えながら数えて見ると以外と少ない。それもそのはずである、社会人になって結婚するまでの広島山の会に入会しての年間30回と、最近、佐伯山の会に入会してからの年間平均45回が多いものの、子供の頃、結婚後子供が小さい時は少なく、趣味の日曜大工、町内会活動と山に行く時間が持てない、まさしく人生の時々によって山行の回数も変わっている。

このように山行回数にも目標を持てば、同じ山に何度行っても1回1回の山行が楽しみになり、安全な山行、無理の無い山行をしたいものです。

これまでに、登った山々、年齢毎の年間山行回数を巻き物にして、山談義をした人に見せると「これが何物にもまして中井さんの財産です」と励ましてもらったのは嬉しく、健康で有ればこそ、山にも行ける事に感謝する次第です。

また、私が山に行く理由として、スポーツは一般的に順位が付けられるが、山登りは順位を余り重視していない、むしろ調子の悪い人がいる時は全体をその人に合わせて行動する団体競技である、長い山道をただひたすらに歩き続け心との戦いであると共に、苦しい山行の時は日頃の悩みも忘れ心のリフレッシュにもな

ることから、山に行った日のあくる日は体調も良い。

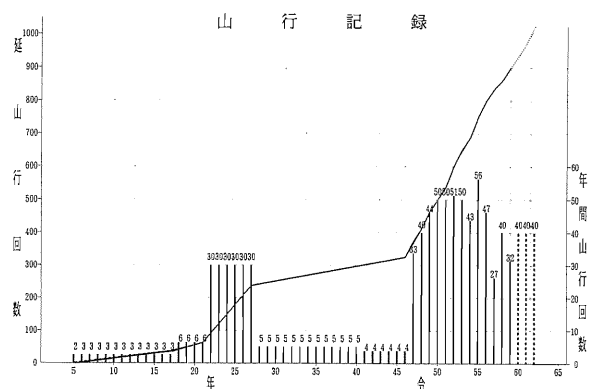
山を歩いて思うこと、最近の里山は山頂まで林道が整備され、登山者が苦しい思いで山頂にたどり着くと、そこには車で来た人がいる、ゴミは出し放題で、私たち山の仲間も年に1回程度は清掃登山をして、思うのは山道にはほとんどゴミは無く、皆がゴミを争って取るような状況ですが残念ながら林道近くには清涼飲料の缶などがたくさん捨てられ余りの汚れように落胆する。山の自然を保護すべきの考えの一方で、便利になり多くの人に気楽に山の楽しみを味わって欲しいという気持ちです。

また、最近良く見られる大規模林道の整備にも考えさせられる、私自身環境を破壊して、ほとんど使用されていない林道整備が税金の無駄使いと言われるのも無理もないと思う。しかしながら反対活動をしているのは地域外の人が多く、一方で地元の人にとっては生活の利便性、地域産業活性化等から期待されていることに考えさせられる。

今後このペースで行けば62才頃には1,000回山行も夢でなく、1,000回達成時には思い出の有る山で1,000回記念山行を行いたいものです。但し、健康であればの話であり1,000回行けることは何よりも幸せな事と思っております。

今後とも中国支部の協会活動になお一層のご指導ご鞭撻を賜りますようお願い申し上げます。

「今年も、1,000回を目指して頑張るぞ!」



海外便り

## エチオピア通信 (2)

中山 実

### 1. はじめに

エチオピアは、東アフリカで一番安全な国とされており、実際のところ、深夜においても車で移動する限りにおいては危険を感じることはありません。ただ、近頃では、アディス・アベバ近郊の町において、ピストル等を使用した強盗事件が発生するようになってきています。私達も、道路調査等での地方出張が多いので、細心の注意が必要となってきています。日本も近頃では物騒になってはきましたが、まだまだ世界に誇ることでできる安全な国だと思います。エチオピアには、経済のみならず、治安の面においても日本を参考にし、素晴らしい国に発展して欲しいと願います。

さて今回は、ある式典の準備の際の経験からエチオピア人の仕事の進め方について印象に残ったことを中心にご報告させていただきたいと思います。

### 2. プロジェクトの近況

本プロジェクトにおける私の担当分野は、機械化施工による“道路保守”となっております。私の他に、“道路運



写真一 作業風景 (中央：山名専門家, 右：二川専門家)

転操作”“建設機械整備”の2コースが予定されており、2人の専門家が私と同時期(2002年4月)に赴任しており、2003年4月からの新訓練コース開講に向けて、エチオピアの現状を調査しながら、カウンターパートと共に、カリキュラム・教科書等の作成に取り組んでいます。本原稿を書いている現在は、まさに本番寸前という段階でして、教科書の作成、OHP等の資料の作成等に追われる日々を過ごしています。

### 3. 式典の準備にて

1月31日に日本政府によって供与された建設機械等の機材の受け渡し式典(ハンドオーバーセレモニー)がアラムガナ道路建設機械訓練センターで行われました。当日は、関係方面から多数出席され、約100人程度の方々が来られました。このセレモニーの様子については、後日、エチオピア国営テレビで放映されました。

式典の主な出席者は以下のとおりです。

エチオピア側

公共事業省副大臣

人材開発省建設部長

ERA(エチオピア道路庁)総裁

ERA副総裁

ERA人事部長

建設業協会会長

日本側

大使代理

JICA所長

この1月31日を迎えるまで、日本サイドからすれば冷や冷やものだったのですが、エチオピアサイドにすれば、何も問題なく迎えたようです。この背景には、やはり大きな文化の違いが感じられます。私がエチオピアに赴任してから1年が経とうとしている現在では、エチオピアの文化を理解することができるようになってはきましたが、完全に理解することはかなり難しいです。

ここで簡単に説明させていただきます。例えば、日本において、このような大きなセレモニーを行うとすれば、式典日を決めて、誰を招待するか、また、式典の会場はどこにするのか等々、ありとあらゆる考えの元、2~3ヶ月前には計画を立て始め、2、3週間前には、あとは、本番を迎えるのみという状態が普通だと考えるのですが、エチオピアでは大きく違います。彼らからしてみれば、“なぜそんなに早く計画を立てるのか、時間はたっぷりあるのに”という考えが背景にあるようです。そのため、式典の準備に本格的に取りかかったのは、式典日の約1週間前です。このような行動は、多くの日本人には理解が難しいと感じます。

日本で、こんな段取りを行えば、上司のみならず、ありとあらゆる関係者からのカミナリを受けるだけでなく、自分自身が疲れてしまうことになると思います。規模や内容が異なるため、あまり良い例ではありませんが、今年9月に開催される CONET 2003（平成 15 年度 建設機械と新施工技術展示会）の準備を5月のGW明けぐらいから始めるような感覚でしょうか。ところが、エチオピアでは、このような感覚でいるのが職員の一部だけでしたら理解できるのですが、センター長であっても同じような感覚です。私自身も頭ではある程度段取りを理解しているつもりなのですが、彼らに“〇〇は済んだのか！ △△の準備はどんなのか！”等々確認してみても、常に彼らの回答は“任しておけ！ 問題なしだ！”だけでした。

そして、とうとう式典前日です。“本当に大丈夫なのかどうか、明日は式典なのに…”とと思っていると突然、センター職員が総動員で、今まで見たこともない機敏さで、自分の役割をもくもくとこなして準備を始めました。この変化を言葉で簡単には表すことが出来ませんが、強いて挙げるとするならば“劇的”という言葉が近いかも知れません。それぐらいの変化です。

するとどうでしょう。センターの勤務時間終了1時間前に式典の準備が滞り無く済んでしまいました。まさに“圧巻”です。少し例えが悪いですが、この時、ふと私は、小学生時代の夏休みを思い起こしました。親に“宿題をしろ！”と、どれだけ怒られても、行わず、夏休み最終日に死に物狂いで完成させ、始業式に間に合わせたことを、です。

しかしながら、私が赴任してから何かにつけて、エチオピアサイドの行動はずっとこんな調子です。期日には何とか間に合わすけど、ギリギリまで何もしないという姿勢で



写真—2 ハンドオーバー式典の様子

す。だから今までは、そのような段取り考え方を受け入れることが出来ず、よく怒っていたりもしました。が、よく考えてみれば、これらの行動は、やはりエチオピア人には、エチオピア人独自の物の動かし方があるのは当然であるのだから、日本のやり方が正しいという訳ではないということなのです。結局の所、今回についても目標はセレモニーを行うことであって、計画を立てることではないのです。そう考えると日本の考え方・やり方が、本当に正しいのかが、わからないのです。結果は、セレモニーは成功に終わったのですから。

#### 4. 今回の教訓？

今回の件で、私自身で考えました。それは、私の頭の中で、プロジェクト目標・内容等の詳細が赴任前より決められていたために、頭では、エチオピアを尊重すると考えていても、頭の片隅では、本当はエチオピアのことを考えていなかったのかも知れなかったことです。結局、その片隅のこと柄が、自分の考えの大部分を占めるに至っていたのです。この点は、私自身多いに反省するべき所だと思いました。

以前に、専門家を経験された方が、こんなことをおっしゃっていたと聞きました。

“上手く行かないことを調整することが主務であり、それが上手くいった時が、最高に充実感がある。最初から上手くいくプロジェクトが稀であり、現地と如何に折り合いをつけていくのかが楽しい”と。

近頃、この専門家がおっしゃっていたことが理屈ではなく、骨身にしみて分かってきた気がします。この境地に達するのは、現在の私には、なかなか難しいかもしれませんが、本当の考え方の柔軟性とはそんな所にあるのかなあと考えます。

そうは言っても、エチオピア人に合わせてばかりでは、何のために日本から来ているかが判らないので、曲げてはいけないことは曲げずに、今後は、“物はあるもので無く、物の観点によって変る”という考え方を持って、新訓練コース立ち上げ並びに残りの任期に臨みたいと思います。

次回のエチオピア通信では、“そうは言ってもエチオピア人は頑固である”と題してエチオピア気質についてさらに言及したいと思います。

では、次回をお楽しみに。

## 部 会 報 告

平成 14 年度  
建設の機械化トピックスおよび新機種・新工法の動向

広 報 部 会

2002年1月～12月の建設工事受注実績は、国土交通省建設工事受注動態統計調査（大手50社）によると総額129,863億円（前年比9.4%減）で、民間からの受注額78,979億円における減少（前年比12.9%減）が大きく影響している。工事種類別では建築86,797億円（前年比7.2%減）、土木43,066億円（前年比13.5%減）となっている。また、建設機械受注実績は、内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査によると総額8,629億円（前年比3.9%減）で、海外需要の受注額4,262億円による増大（前年比19.3%増）が国内需要減をカバーした形となっている。2002年途中で一時底入れの気配を期待したが、現在も依然として市場低迷は継続している（詳細は、本誌2003年4月号「統計欄」を参照されたい）。

このような状況下において対処すべき新しい課題も多く、平成14年度では当協会の組織強化が図られ、新しい体制のもとで事業が展開された。平成14年度の建設機械化トピックスおよび新機種・新工法の動向などについて報告する。

## 1. トピックス

## (1) 共通事項

## ① ヨーロッパ、アメリカ合衆国における建設機械排出ガス対策状況の調査

建設機械の排出ガス対策について、当協会からEUおよびヨーロッパ関係機関（2002年3月6日～3月11日）ならびにアメリカ合衆国関係機関（2002年3月25日～3月28日）へ調査団が派遣され、日本における対策現状の説明と、同時に各国の対策状況、スケジュールなどについての調査が行われた。

## ② 中国における建設機械の標準化状況の調査

中国における建設機械の標準化状況調査のため、当協会標準化部会から2002年5月8日～5月11日の間、調査員が派遣され、今後の標準化促進と協力についての意見交換が行われた。

## ③ 省燃費運転研修会の開催

当協会は、建設3団体（（社）日本建設業団体連合会、（社）日本土木工業協会、（社）建築業協会）が主催する省燃費運転研修会に協賛し、「建設業の環境保全自主行動計画」目標の一つである二酸化炭素排出量削減の活動に協力した（2002年6月～各地において実施）。

## ④ ISO/TC 195（建設用機械及び装置）、ISO/TC 127（土工機械）、ISO/TC 195/WG 4（コンクリート機械）等の国際会議の開催

ISO/TC 195 国際会議（2002年5月16日～5月17日）およびISO/TC 127（土工機械）国際会議（2002年5月20日～5月24日）がポーランド・ワルシャワで、ISO/TC 195/WG 4（コンクリート機械）等国際会議（2002年10月22日～10月25日）が米国・ミル

ウォークで開催され、当協会から日本代表が出席して規格化について審議した。

## ⑤ 平成14年度（社）日本建設機械化協会会長賞の決定

平成14年度（社）日本建設機械化協会会長賞1件、貢献賞3件、奨励賞2件が決定し、第53回通常総会において表彰された。

## ⑥ 「JCMA 文献検索プログラム」の完成

当協会が刊行している機関誌「建設の機械化」および「建設機械と施工法シンポジウム論文集」の論文・記事などがデータベース化され、CD-ROMから検索できるようになった。

## ⑦ 低騒音型建設機械（みなし機械）の指定の取消し

2002年7月19日付け、国総施第53号にて、国土交通省総合政策局建設施工企画課長から、「低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規定（平成9年建設省告示第1536号）」附則第2項（経過措置）に基づき、指定機械とみなしてきた建設機械の型式については、2002年9月30日をもって経過措置期間が満了したので指定を取り消す旨の通知があった。

## ⑧ 平成14年度建設機械と施工法シンポジウムの開催

平成14年度建設機械と施工法シンポジウムが当協会主催により10月25日～10月26日の間で機械振興会館（東京都）において開催され、「自動車・ロボット化・施工管理」12件を含む計32件の論文が発表された。

## ⑨ 建設機械化研究所の名称変更

2002年11月1日から、建設機械化研究所が施工技術総合研究所に名称変更され、建設施工、維持補修技術全般にわたる総合研究機関として充実が図られた。

## ⑩ 平成14年度除雪機械展示会の開催

当協会主催の平成14年度除雪機械展示会が、「ゆきみらい2003 in 小松」の一環として2003年1月30日～1月31日の間、小松市において開催された。

## ⑪ 工事現場からの建設機械等の盗難防止対策について

2003年2月14日付け、国総施第139号にて、国土交通省総合政策局建設施工企画課長から、「工事現場からの建設機械等の盗難防止対策について」周知徹底を図るよう通知があった。

## (2) 機械部会関連事項

## ① 平成14年度グリーン購入対応委員会の開催

「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」（グリーン購入法）に基づく「公共工事に係る品目設定」に建設機械を追加提案するため、自主的に事前に審査する委員会としてグリーン購入対応委員会が発足し、第1回委員会が2002年4月26日に開催された。

## ② 21世紀のトンネル工事におけるIT活用の提案

トンネル工事におけるIT活用の現況や情報装置の種類などが調

査され、工事を進めている立場の発注者や施工者側における利用と、工事により影響を受ける立場の第三者側（近隣地域居住者、作業員の家族、通行車両、通行人、資機材納入業者）へのサービスという観点からの検討により、21世紀のトンネル工事におけるIT活用の提案が行われた。

③ トンネル拡幅・補修用機械の現状調査

運行車両の大型化、既設トンネル覆工の剥離事故発生などの現況をふまえて、トンネルの拡幅技術と補修技術の実態ならびにその機械化の状況が調査され、今後の機械化の方向が検討された。

(3) 建設業部会関連事項

① 若手機電技術者意見交換会の開催

第6回若手機電技術者意見交換会が開催され（2002年10月24～25日）、自己研鑽はもとより、若手技術者のネットワーク拡大による将来に向けての円滑な業務遂行が期待された。

② 建設工事における二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量の算定

世界全体、日本、建設業界、建設施工段階のそれぞれにおける排出の実態を明示して削減策について系統的に整理が行われ、トンネル（4現場）、シールド（3現場）、道路舗装（4現場）、造成（2現場）の工事計画又は実績歩掛かりによるCO<sub>2</sub>排出量算定のケーススタディーを通じて、他の工事にも応用可能なCO<sub>2</sub>排出量の算定方法が示された。また、このケーススタディーの分析により工事ごとにCO<sub>2</sub>排出量の多い工種および工事機械を特定して排出の特徴を明らかにし、対象工事、工種、機械に有効な削減策が提示された。

表一 年度別、工種別の選定件数 (単位：件)

	土	土留・基礎	躯体	トンネル	地盤改良	道路	解体	河川・港湾	環境保全	ダム	その他	計
	工	工	工	工	工	工	工	工	工	工		
2002年度	4	1	4	16	2	2	0	3	2	1	3	38
2001年度	0	1	3	21	0	0	1	1	6	0	9	42
2000年度	0	3	6	18	0	0	0	0	5	2	5	39
1999年度	2	3	12	23	0	1	1	1	3	5	6	57
1998年度	0	6	6	17	0	0	0	1	4	3	5	42

表二 2002年度技術内容別件数 (単位：件)

	土	土留・基礎	躯体	トンネル	地盤改良	道路	解体	河川・港湾	環境保全	ダム	その他	計
	工	工	工	工	工	工	工	工	工	工		
A 建設	4	1	4	15	2	2		3		1	3	35
B 維持修繕				1						1		2
C リサイクル										1		1
計	4	1	4	16	2	2	0	3	2	1	3	38
目的とする向上技術	a 生産性・作業性	2	1	2	10	2	2		2	1	2	24
	b 品質			1						1		2
	c 検査・探査の精度	1			3						1	5
	d 安全性 (環境対応を含む)	1			1				1	1		4
	e 省エネルギー・経済性			1	2							3
計	4	1	4	16	2	2	0	3	2	1	3	38

2. 新工法の動向

新工法調査委員会は、建設工事の機械化に関する施工技術を調査し、

- ・工事実績がある、
- ・合理化に役立つ、
- ・極めて新しい工法である、

などに注目して、選定した内容を機関誌「建設の機械化」に紹介している。

1998～2002年度5年間に選定紹介した新工法は表一に示すとおりで、トンネル工に関する件数が多い。さらに2002年度における新工法の内容を開発目的別に分析すると表二のとおりで、生産性、作業性についての向上技術に関するものが多く、次に検査、探査の精度向上についてのものが多い。

3. 新機種動向

新機種調査委員会は、建設機械に関する最新の技術情報を調査し、その技術動向に注目するとともに「日本建設機械要覧」(3年毎の改訂)の最新の情報による補完と言う観点から検討して、選定した

表三 製品区分別分析 (単位：%)

	(製品数)(個)	新モデル (モデルチェンジ含む)	輸入新モデル (モデルチェンジ含む)	応用製品	新システム	アタッチメント	計
2002年度	(181)	77	17	5	1	0	100
2001年度	(204)	95	3	1	1	0	100
2000年度	(208)	82	8	10	0	0	100
1999年度	(211)	78	10	4	0	8	100
1998年度	(182)	82	6	10	1	1	100

表四 主要機械の年度別新モデル数 (モデルチェンジを含む) の推移 (単位：個)

	2002年度	2001年度	2000年度	1999年度	1998年度
ブルドーザ	13	10	5	2	2
油圧ショベル	28	62	32	35	29
小型油圧ショベル	13	17	21	27	15
応用・特殊油圧ショベル	5	1	11	4	11
ホイールローダ	12	19	7	16	13
重ダンプトラック	14	5	2	4	3
クローラクレーン	3	5	5	8	10
トラック搭載型クレーン	3	2	8	3	1
高所作業車	7	18	10	2	8
基礎工事機械	6	5	2	3	4
トンネル掘削機	7	4	2	—	—
シールド	17	8	9	12	—
トンネル検査など機械	3	4	3	3	—
コーンクラッシャ	5	0	6	4	0
木材破砕機	13	1	3	11	0
建設廃材破砕機	7	1	5	1	4
エンジン発電機	10	4	7	0	0

(注) 1) 2002年度に3モデル以上出現した機種を記載。  
 2) 基礎工事機械(2002年度)は、地盤改良機2、深礎掘削機1、杭打機3の計6モデル。  
 3) トンネル掘削機、シールドなどは、開発・実用化段階の機械を記載。

内容を機関誌「建設の機械化」に紹介している。

1998～2002年度の5年間において選定紹介された新機種は表—3

表—5 2002年度新モデルの技術向上の内容

技術向上項目	内 容
生 産 性	高出力エンジン搭載, 作業・走行スピードアップ, 掘削力アップ, 走行力アップ, 旋回トルクアップ, 旋回スピードアップ, 作業範囲拡大
狭所進入性・低頭作業性	後方超小旋回形, ブームマウント構造変更, トラック幅可変
省 エ ネ ル ギ ー 化	エンジン電子制御, 作業モード切換, パワートレイン組合せ構造, パワートレインの制御, アイドリングストップ機構
操 作 性	微操作性, 複合操作性, 追従性, レバー類適当配置, 1本レバー化
居 住 性	大形キャブ搭載, 振動対策, 耳元騒音低減, 外気導入エアコン装備
安 全 性	安定性, 小旋回性, ロック・警報類・緊急停止機構の完備, 視界向上, ヘッドガードキャブ・OPG, FOPS/ROPS付きキャブ, 過負荷防止機構, 全油圧ブレーキ採用
耐 久 性	構造物厚強化, 防振構造
メ ン テ ナ ンス 性	部品数の減少, 部品の共通使用, 日常点検機器の配置, 自己診断機能, 給油脂間隔延長, フィルタ類交換間隔延長, アルミラジエータ採用
自 動 化	エンジン制御, 変速機制御, 油圧制御, 自動送り装置
環 境 保 全 対 応	排出ガス対策, 低騒音構造 (ラジエータファン別置き制御), 低振動構造
情報管理・通信機能	稼働情報, 機械管理情報, 通信機能, 稼働位置表示
多 用 途 化	油圧ポンプ・バルブ増設設定, 油圧ショベルのクレーン機能追加構造
専 用 機 化	軽・中・重作業別仕様及び作業種別仕様の確立
そ の 他	冷却ファン油圧駆動, 燃料タンク容量アップ, マルチカラーデジタル計器盤

に示すとおりで, 紹介製品数の減少, 輸入新機種の比率増加の傾向がうかがえる。2002年度出現の主力機械, 新モデルを中心に年度別推移を表—4に示す。

大型機種ははまだ継続中と見られるが, 通常機種の排出ガス対策(2次規制)はほぼ終了していること, シールド関係の開発が盛んであること, 建設廃材処理機械, 木材処理機械など環境保全に関係する機械に新モデルの出現が多いこと, などがうかがえる。

2002年度の新モデルにおける技術向上の内容は表—5に示すとおりで, 情報管理及び通信機能の付加などがとくに新しい内容として注目される。

#### 4. 建設産業および建設機械産業の実態 ■■■■■

建設経済調査委員会は, 国行政, 建設産業および建設機械産業に関わる情報を収集, 整理し, 国の施策, 業界の動向, 統計データなどを機関誌「建設の機械化」に紹介している。

平成14年度の紹介記事は次のとおりです。

- ・建設工事受注額・建設機械受注額の推移, 建設工事受注動態統計調査, 建設機械受注実績(毎月号)
- ・平成14年度国土交通省関係予算の概要(2002年5月号)
- ・平成14年度建設投資見通しの概要(2002年6月号)
- ・建設機械市場の現状(2002年7月号)
- ・地域別建設投資の動向(2002年8月号)
- ・主要建設資材の需要動向(2002年9月号)
- ・国土交通省「公共工事における新技術活用促進システム」報告(2002年11月号)
- ・建設産業の現状(2002年12月号)
- ・建設業の受注動向について(2003年1月号)
- ・我が国の道路整備の現状(2003年3月号)

## 移動式クレーン Planning 百科

社団法人日本建設機械化協会機械部会建築生産機械技術委員会移動式クレーン分科会(石倉武久分科会長)では, 約2年間の編集作業を終え標記の図書を刊行しました。

本書は,

- ・建築工事計画担当者,
- ・工事担当者,
- ・作業実施担当者,

にとって, 短期間に移動式クレーン作業の要点を習得するのに最適な書物です。担当する建築工事に適合する移動式クレーンをより迅速に, より効果に選定・運用する際に大いにご活用下さい。

A4判 159頁 定価2,000円(消費税別) 送料400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

## 新工法紹介 広報部会

04-256	大口径下水道管きょ リニューアル工法 (ボックス工法)	鹿島建設
--------	--------------------------------	------

### ▶概要

現在、高度成長期に整備が進められた都市型下水道は、下水道管きょ内で発生する硫化水素に起因する硫酸腐食による劣化が顕在化しはじめ、社会問題となっている。

鹿島建設は、比較的にリニューアルの進んでいない大口径下水道管きょを対象に、下水を供用しながら、既設下水道管きょ内部に耐酸性に優れた更生管 (ボックス更生管) を推進し、新たな管きょを構築するリニューアル工法 (ボックス工法) を開発した (図-1)。

ボックス工法に用いるボックス更生管には、表-1 及び

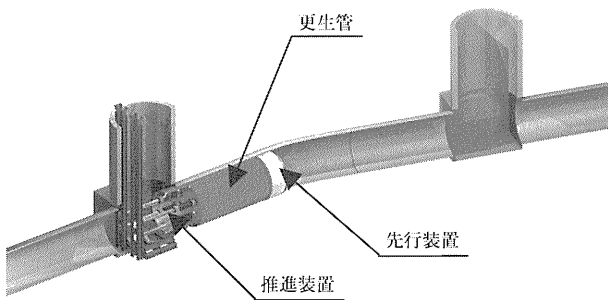


図-1 ボックス工法概要図

表-1 ボックス更生管

	主部材・適用既設管径
RC 更生管	主部材：高強度鉄筋コンクリート +内面耐酸性樹脂被覆 適用既設管内径：φ 1,650～φ 3,000 mm
FRPM 更生管	主部材：強化プラスチック複合管 適用既設管内径：φ 800～φ 2,400 mm

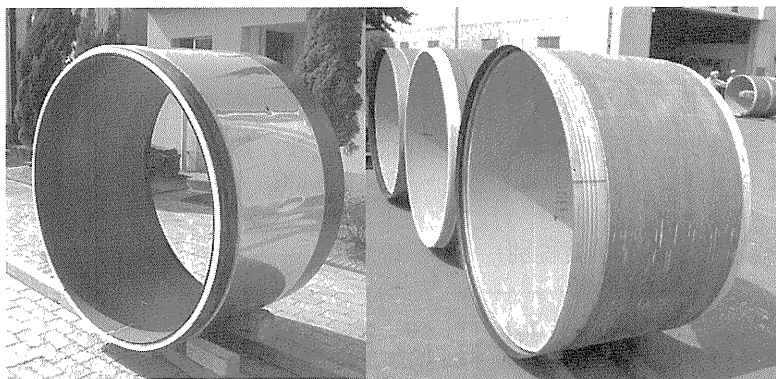


写真-1 ボックス RC 更生管(左)、ボックス FRPM 更生管 (右)



写真-2 工事状況

写真-1 に示す 2つのタイプがあり、施工条件等により使い分ける。

### ▶特長

- ① 更生管のみで、作用土水圧に対する必要強度が得られる「自立管方式」である。
- ② リニューアル後の断面で、既設下水道管きょの流下能力を 100% 確保することが出来る。
- ③ 硫酸腐食に対して、高い防食性能を有している。
- ④ 機械化施工により、下水を供用しながら施工が可能。また、劣悪な作業環境下である下水道管きょ内での作業時間を大幅に短縮。
- ⑤ 緩やかな曲線 (曲率半径  $R \geq 200$  m) にも適用可能。

### ▶用途

老朽化や硫酸腐食による劣化の進んだ大口径下水道管きょのリニューアル。

### ▶実績 (写真-2)

合流式下水道幹線 リニューアル工事

- ・既設管：内径 φ 1,650 mm  
ヒューム管
- ・更生管：ボックス RC 更生管  
(内径 φ 1,496 mm)
- ・工事延長：30 m

### ▶問合せ先

鹿島建設(株)土木技術本部リニューアル室  
〒107-8388 東京都港区元赤坂 1-2-7  
Tel : 03(5474)9122

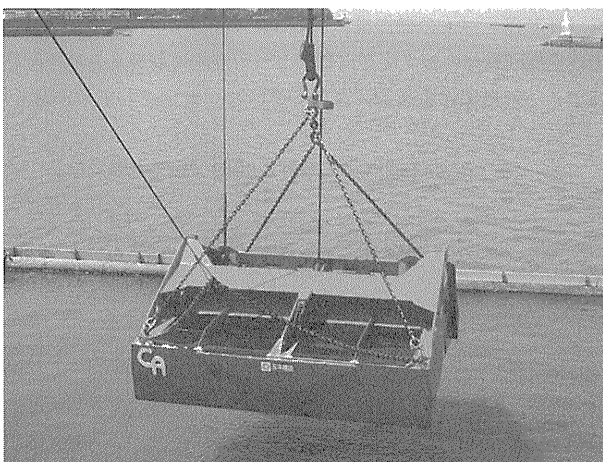
08-38	環境浚渫工法(END 工法)	五洋建設
-------	----------------	------

▶概要

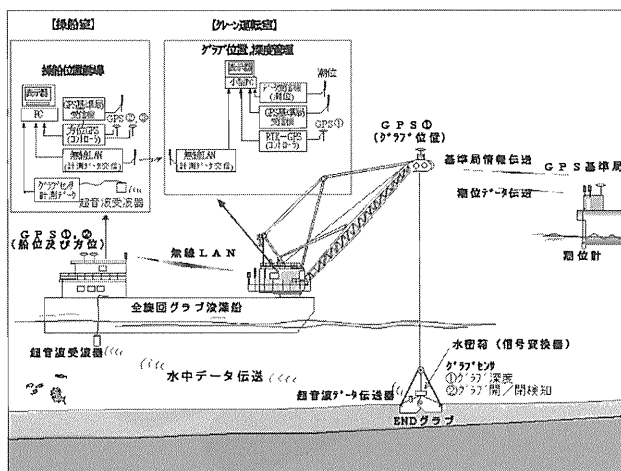
港湾、河川、湖沼等での浚渫工事において、浚渫土砂の処分地不足の問題があり、また浚渫に伴う周辺水域の汚濁発生の問題もある。一方、最近話題になっている水底汚染土壌の浚渫も課題になっている。これらの問題の解決手段として、米国から技術導入した環境浚渫グラブ(写真一)と新規開発した管理システム(図一)の二つの技術を組合わせて、END(Environmental Dredging)工法を開発した。シンプルな水平掘削を最大の特徴とし、水質の汚濁を極力抑えた環境対応型浚渫技術である。

▶特徴

- ① 薄層浚渫・水平掘削

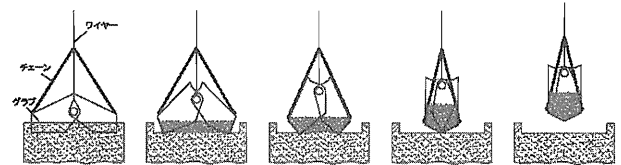


写真一 END グラブ



図一 管理システム

- ユニークな機構により、吊上げに伴う単純なグラブ閉じ操作だけで、グラブ刃先の水平掘削を可能としている(図二)。



図二 水平掘削概念図

- 層厚 30 cm~40 cm の薄層浚渫が可能であり、底面余掘厚を約 10 cm~20 cm に低減できる。
- 1掘削当たりの地盤の凹凸は 10 cm 以内であり、掘削面積が広く、確実なラップが可能である。
- 浚渫管理及び操船管理システムにより、オペレータは正確な位置、深度・層厚の浚渫作業がリアルタイムで可能であり、余剰掘削や掘削不足を発生させない。
- ② 障害物に強い
- グラブがシンプルな構造なので、水底の木材、ワイヤークズ等の障害物による機械的故障が少ない。
- 浚渫管理システムにより、グラブの開閉状態をリアルタイムで確認でき、異物の噛み込みによりグラブが確実に閉じていない状態で吊上げを防止できる。
- ③ 水質汚濁が少ない
- 掘削時、グラブの刃先のみが掘削面に接しているため、吸い上げによる水質汚濁が少ない。
- 水中でのグラブ降下時、通水口から水を逃がし、水圧の影響を原地盤に与えないため、浮泥を巻き上げさせない。
- 掘削後に水面でグラブ内の余剰水を排水し、気中吊上げ時に余剰水が水面に落下して発生する汚濁を少なくする。

▶用途

- 港湾浚渫、河川浚渫、薄層浚渫、水底汚染土壌浚渫

▶実績

- 中国電力株式会社新小野田火力発電所浚渫工事  
浚渫土量：450 m<sup>3</sup>

▶工業所有権

- END グラブ：特許取得済
- 管理システム：特許出願中

▶問合せ先

五洋建設(株)土木本部機械部

〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8

Tel : 03(3817)7608



# 新機種紹介 広報部会

## ▶ <02> 掘削機械

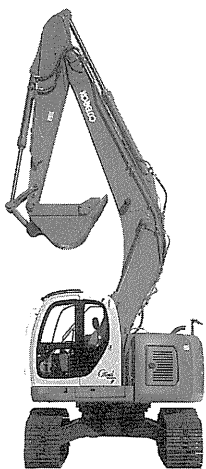
03-〈02〉-06	コベルコ建機 油圧ショベル（後方超小旋回形） SK 235 SR <sub>-1E</sub>	'03.01 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

道路工事などにおける狭所作業性の重視と多機能性、環境対応性を考慮してモデルチェンジしたものである。日・米・欧の排出ガス対策基準値（2次規制）をクリアする出力アップのエンジンを搭載してバケット掘削力を6%アップし、さらに、一時的に掘削力を約10%高めるパワーアップシステムを装備した。また、作業状況に合わせてスイッチで切替え選択のできる3作業モードを設定してスムーズな操作感覚を実現した。吸気ダクトの採用や遮音対策により、国土交通省の超低騒音型基準値をクリアし、欧州の新騒音規制値もクリアした。視界を向上したキャブ内における耳元騒音値69dBを実現したほか、電波障害の防止にも配慮し、電磁両立性で欧州基準値をクリアしている。泥落ちのしやすい片流れ構造のトラックフレーム、8個に増設したトラックローラ、脱着式アルミ製ラジエー

表一 SK 235 SR<sub>-1E</sub> の主な仕様

	標準仕様	ナロー仕様
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.8	0.7
運転質量 (t)	23.5 [24]	23.5
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	110(150)/2,000	110(150)/2,000
最大掘削深さ×同半径 (m)	6.7×9.85	6.7×9.85
最大掘削高さ (m)	11.29	11.29
最大掘削力 (バケット) (パワーアップ時) (kN)	143(157)	143(157)
作業機最小旋回半径 / 後端旋回半径 (m)	1.9/1.68	1.9/1.68
走行速度 高速/低速 (km/h)	5.3/3.3	5.3/3.3
登坂能力 (度)	35	35
接地圧 (kPa)	50 [48]	50
全長×全幅×全高 (輸送時) (m)	8.695×3.0×3.09 [8.89×3.19×3.09]	8.695×2.8×3.09
価格 (百万円)	27.5	—

(注) (1) [ ] 書きでロングローラ (LC) 仕様値を示す。  
(2) ナロー仕様は、全幅 2.8 m として狭所作業性に配慮したものである。



写真一 コベルコ建機「グランビートル」  
SK 235 SR<sub>-1E</sub> 油圧ショベル  
(後方超小旋回形)

タ、アルミ製オイルクーラ、インタークーラの採用、給脂間隔 500 h (バケット回り 4 箇所は 250 h) に延長などで耐久性とメンテナンス性の向上を図った。深掘り対応のテレスコーム仕様、広い作業範囲のロングブーム・アーム仕様、ビル解体専用機の 2 つ折れロングアタッチメント仕様など、多くの特殊仕様展開もなされている。

03-〈02〉-07	新キャタピラー三菱 油圧ショベル（後方超小旋回形） CAT 321 C CR [321 C LCR]	'03.03 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

一般土木工事、トンネル工事、解体工事にと、生産性ならびに汎用性を重視してモデルチェンジしたものである。国土交通省や EPA (米国環境保護局) の排出ガス対策 (2次規制) 基準値をクリアするエンジンは、従来機比で出力を 8% アップしており、旋回トルク 6%、けん引力 11% のアップを実現している。流量を 11% アップしたメインポンプは第 3 ポンプの装着が容易な並列型で、ブーム/アーム油圧再生回路、操作レバーが中立時にポンプ流量をカットするネガティブ流量制御などのシステムを採用して高効率化を図っている。また、作業モード切替を不要とするスマートワークシステム (作業機レバーの操作量に合わせてアームの動きに対するブーム上げや旋回動作の優先度を自動的かつ可変的に切替える油圧回路) を採用して連動操作をスムーズにしている。エンジンオイルおよび

表二 CAT 321 C CR [321 C LCR] の主な仕様

標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )		0.8
運転質量 (t)		22.8(23.4)
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )		103(140)/1,800
最大掘削深さ×同半径 (m)		6.62×9.88
最大掘削高さ (m)		10.92
最大掘削力 (バケット) (kN)		140
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)		2.3/1.68
走行速度 高速/低速 (km/h)		5.5/3.5
登坂能力 (度)		35
接地圧 (kPa)		53(49)
全長×全幅×全高 (輸送時) (m)		8.63×2.98×3.17 [8.82×2.98×3.17]
価格 (百万円)		29.7(31.5)

(注) 321 C LCR (ロングローラ仕様) を [ ] 書きで示す。



写真二 CAT 321 C CR 「REGA」油圧ショベル（後方超小旋回形）

新機種紹介

フィルタの交換 500 h, 作動油フィルタの交換 1,000 h, 作動油の交換 5,000 h, フロント各部の給脂間隔 1,000 h (バケット回りピンは 100 h) と延長してメンテナンスの容易化を図り, 燃料タンクは 330 L の大容量にして長時間連続作業を可能にした。国土交通省の低騒音型基準値をクリアしており, ワンタッチローアイドル機構ではエネ革税制にも対応する。

▶ <03> 積込機械

03-<03>-02	日立建機 ホイールローダ LX70 <sub>-7</sub> ほか	'03.03 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	----------------------

バケット容量 1.3~5.0 m<sup>3</sup> の 8 機種について, 基本性能, 操作性, 居住性, 環境対応, 安全性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。国土交通省の排出ガス対策 (2 次規制) 基準値をクリアするエンジンを搭載し, けん引力と油圧装置の最適マッチングにより掘削性能を向上した。LX 70, LX 80 は HST 駆動を, LX 110~LX 300 はトルクコンバータ駆動を採用しており, LX 130~LX 300 においては電子制御オートトランスミッションを使用し, 作業内容に応じて 3 つの変速モードが設定できるようにして

表-3 LX 70<sub>-7</sub>ほかの主な仕様

	LX 70 <sub>-7</sub>	LX 80 <sub>-7</sub>
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	1.3	1.6
運転質量 (t)	6.48	8.1
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	64.7(88)/2,100	80.9(110)/2,200
ダンピングクリアランス ×同リーチ (m)	2.71×1.0	2.75×1.02
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)	61.7	79.4
最高走行速度 前進/後進 (km/h)	34.5/34.5	34.5/34.5
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	4.44	4.69
登坂能力 (度)	25	25
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	2.6×1.725	2.725×1.82
最低地上高 (m)	0.365	0.375
タイヤサイズ (-)	16.9-24 -10 PR(L 2)	18.4-24 -10 PR(L 2)
全長×全幅×全高 (m)	6.085×2.34×3.06	6.36×2.48×3.15
価格 (百万円)	9	11.7

	LX 110 <sub>-7</sub>	LX 130 <sub>-7</sub>
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	2.0	2.7
運転質量 (t)	10.09	13.77
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	96(130)/2,200	129(175)/2,300
ダンピングクリアランス ×同リーチ (m)	2.76×1.07	2.77×1.06
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)	98	125
最高走行速度 前進/後進 (km/h)	34.5/35.0	34.5/37.0
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	4.99	5.23
登坂能力 (度)	25	25
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	2.9×1.96	3.05×2.05
最低地上高 (m)	0.4	0.405
タイヤサイズ (-)	17.5-25 -12 PR(L 3)	20.5-25 -12 PR(L 3)
全長×全幅×全高 (m)	6.75×2.48×3.14	7.52×2.69×3.24
価格 (百万円)	16.9	22.8

いる。LX 70, LX 80 ではハンドル操作やペダルの操作力を軽減したほか, 変速装置にクイックシフトスイッチを設けて素早い変速操作ができるようにしている。LX 110~LX 300 には ROPS/FOPS キャブを標準装備し (LX 70, LX 80 はオプション), 外気導入式エアコンディショナを搭載している。LX 70, LX 80 にはネガティブ式パーキングブレーキを, LX 110~LX 300 には電気式パーキングブレーキシステムを採用して, エンジン停止時にパーキングブレーキが自動的に掛かるようになっている。そのほか, エンジンカバーの傾斜による後方視界の向上, 作業機レバーロックや前後進切替え

	LX 160 <sub>-7</sub>	LX 190 <sub>-7</sub>
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	3.2	3.5
運転質量 (t)	17.07	19.77
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	143(195)/2,200	165(225)/2,100
ダンピングクリアランス ×同リーチ (m)	2.875×1.18	2.985×1.135
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)	155	179
最高走行速度 前進/後進 (km/h)	34.5/37.0	34.5/37.0
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	5.56	5.82
登坂能力 (度)	25	25
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	3.25×2.16	3.4×2.3
最低地上高 (m)	0.47	0.46
タイヤサイズ (-)	23.5-25 -16 PR(L 3)	23.5-25 -16 PR(L 3)
全長×全幅×全高 (m)	8.08×2.91×3.305	8.51×3.05×3.41
価格 (百万円)	25.92	32.8

	LX 230 <sub>-7</sub>	LX 300 <sub>-7A</sub>
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	4.0	5.0
運転質量 (t)	21.77	29.77
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	198(270)/2,100	243(330)/1,800
ダンピングクリアランス ×同リーチ (m)	3.135×1.21	3.13×1.43
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)	201	237
最高走行速度 前進/後進 (km/h)	34.5/36.5	33.5/34.5
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	5.82	6.78
登坂能力 (度)	25	25
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	3.4×2.3	3.7×2.46
最低地上高 (m)	0.52	0.43
タイヤサイズ (-)	26.5-25 -16 PR(L 3)	26.5-25 -24 PR(L 3)
全長×全幅×全高 (m)	8.65×3.15×3.47	9.43×3.48×3.75
価格 (百万円)	38.74	見積

(注) LX 70<sub>-7</sub>, LX 80<sub>-7</sub> はキャノピ付き仕様値。他はキャブ付き仕様値。



写真-3 日立建機 Landy LX 70<sub>-7</sub>ホイールローダ

**新機種紹介**

レバーロックの採用などで安全性に配慮している。

▶ <05> クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

03-<05>-02	コベルコ建機 クローラクレーン マスターテック 7070 ほか	'03.01 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	----------------------

吊上げ能力の向上、ヘビーデューティへの対応を考慮してモデルチェンジした全油圧式ラチスブームのクローラクレーン 7070 で、基礎・土木工事用としての BM 700 HD、BM 800 HD も同時に確立している。ウインチブレーキには強制油冷式の湿式多板ディスクブレーキを採用し、減速機とともにワイヤドラム内蔵型としている。ドラム幅を拡張しており、1 層目だけで、φ22 mm のワイヤロープを乱巻などなしに約 40 m 巻取ることができる (BM 700 HD、BM 800 HD では、φ26 mm ワイヤロープを約 42 m 巻取り可能)。エンジンは日・米・欧の排出ガス対策 (2 次規制) 基準値をクリアするものを搭載しており、国土交通省の低騒音型建設機械にも適合する。大形のカラー液晶ディスプレイには過負荷防止装置表示機能、定格

表-4 マスターテック 7070 ほかの主な仕様

	マスターテック 7070	BM 700 HD <sub>2</sub>	BM 800 HD <sub>2</sub>
吊上げ能力 (t×m)	70×40 (13×12)	70×3.7	80×3.7
運転質量 (基本姿勢) (t)	71.1(75.6)	69	75
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	147(200) /2,000	235(320) /2,000	235(320) /2,000
ブーム長さ [タワー長さ] (m)	9.1~54.9 (21.3~42.7)	12.2~54.9	12.2~54.9
ジブ長さ [タワージブ長さ] (m)	6.1/12.2/18.3 (18.3~30.5)	6.1/12.2 /18.3	6.1/12.2 /18.3
最大ブーム+ジブ長さ [最大タワー+タワージブ長さ] (m)	45.7+12.2 (42.7+30.5)	45.7+12.2	45.7+12.2
走行速度 (km/h)	1.9/1.2	1.9/1.2	1.9/1.2
接地圧 (基本姿勢) (kPa)	80(85)	77	84
全長×全幅 (クローラ拡張 ~縮小)×全高 (本体) (m)	8.23× (4.83~3.2)×3.3	8.23× (4.83~3.2)×3.3	8.23× (4.83~3.2)×3.3
価 格 (百万円)	73.5	85.7	93.0

(注) [ ] 書きでラッピングタワー仕様値を示す。

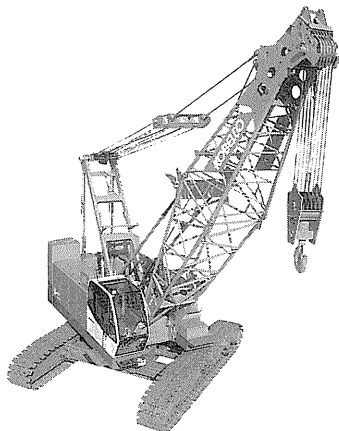


写真-4 コベルコ建機 マスターテック 7070 「SE エディション」クローラクレーン

荷重表示機能、作業領域制限装置表示機能などがあり、カラー表示や音声アラームによる注意喚起も行われる。過負荷時、フック過巻き時、ブーム過巻き時において自動停止した場合は、誤作動を防止するために個々の解除スイッチでリリースするようになっており、解除スイッチは1本のマスターキーで管理される。トラック幅伸縮機構、平積みカウンタウエイト、ガントリ起伏シリンダなど、輸送時の荷姿についても考慮されている。

03-<05>-03	日立建機 クローラクレーン (伸縮ブーム形) ZAXIS 135 UST ほか	'03.03 発売 応用製品
------------	---	-------------------

油圧ショベル本体をベースマシンとする都市土木等の狭い現場に対応する後方小旋回形の ZX 135 UST (シティパッドシュー付き) と、基礎工事現場のクレーン作業に対応する ZX 160 LCT (グローサシュー付き) である。両機とも国土交通省の排出ガス対策 (2 次規制) 基準値をクリアするエンジンを搭載し、ZX 135 UST については同省の超低騒音型基準値を、ZX 165 LCT については同省の低騒音型基準値をクリアするものである。両機とも、モーメントリミッタ、作業範囲制限装置、フック過巻き防止装置、負荷率外部表示灯などの安全装置を備えている。モーメントリミッタでは、過負荷による転倒を防止するため、警報を発して危険側 (フック巻き上げ、ブーム伏せ、ブーム伸ばし) への作動を自動停止する。また、定格荷重、実荷重、限界地上揚程、作業半径、ブーム長さ、ブーム角度がデジタル表示され、作業中の負荷率は 10 % おきにランプで確認できる。

表-5 ZAXIS 135 UST ほかの主な仕様

	ZAXIS 135 UST	ZAXIS 160 LCT
最大吊上げ能力 (t×m)	4.9×3.1	8.0×2.5
最大地上揚程/最大地下揚程 (m)	16.6/36.0	13.7/18.0
最大作業半径 (m)	15.7	13.2
運転質量 (t)	14.7	15.4
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	63(85)/1,950	81(110)/2,150
ブーム長さ (段数) (m)	4.4~15.9(5 段)	4.6~13.0(4 段)
ブーム起伏角度 (度)	-3~78	-3~76
後端旋回半径 (m)	1.51	2.44
走行速度 (km/h)	3.0	3.0
全長×全幅×全高 (輸送時) (m)	6.06×2.49×2.81	7.36×2.5×2.94
価 格 (百万円)	23.55	26.5

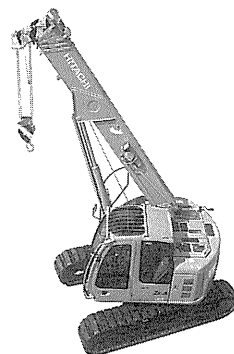


写真-5 日立建機 ZAXIS 135 UST クローラクレーン

新機種紹介

作業範囲制限装置においては、ブーム角度（上限・下限）、最大揚程、最大作業半径を任意に設定することが可能で、設定した範囲を超えると自動停止するようになっている。

▶ 環境保全装置およびリサイクル機械

03-〈10〉-01	コベルコ建機 建設廃材破砕機（自走式） KM 350 J	'03.02 発売 モデルチェンジ
------------	------------------------------------	----------------------

コンクリートガラ、自然石（安山岩程度）などの建設廃材を要求される製品粒度に破砕し、再利用を可能にするジョークラッシャ搭載の建設廃材破砕機である。ジョーへの供給口寸法は大きく、ジョーは油圧駆動としている。出口開きセット量を最小の48mmに設定すると、40mmアンダ粒度の製品がほぼ100%となり、最大70t/hの生産量が得られる。ホッパ内の短歯歯4段グリズリ付き振動式フィーダは目詰まりがしにくく、歯板の摩耗も少ない。破砕物の投入は機械両サイドと後方の3方向から可能で、ガラの材質や大きさに応じてフィーダの供給量調整やクラッシャの速度調整がダイヤル式制御スイッチにより行われる。国土交通省の排出ガス対策（2次規制）に適合するエンジンは、ホッパ下の機体サイドに縦に配置しており、アップデッキに上らなくても地上からメンテナンスを安全に行えるようにしている。ジョーの出口隙間調整機構は油圧アシスト方式を採用しているので、約10分で作業を完了できる。破砕室入口、排出口、ベルトコンベヤからの放出部に散水ノズルを装備して粉塵の

表-6 KM 350 J の主な仕様

処理能力 (t/h)	55~170
機械質量（磁選機搭載時） (t)	29.7(30.4)
定格出力 kW(PS)/min <sup>-1</sup>	147(200)/2,000
最大供給塊寸法 (m)	1.0×0.8×0.45
出口開きセット量 (mm)	48~113
ホッパ容量 (m <sup>3</sup> )	2.8
ホッパ寸法/同上縁高さ (m)	2.28×3.94×0.495/3.2
排出ベルトコンベヤ幅/同排出高さ (m)	0.9/2.5
走行速度 (km/h)	3.5
登坂能力 (度)	30
接地圧 (kPa)	86.4
全長×全幅×全高 (m)	11.47×3.02×3.2
価格 (百万円)	45

- (注) (1) 処理能力は、投入する破砕物の種類・形状および作業条件により異なる。  
 (2) 機械質量における磁選機はオプション仕様。

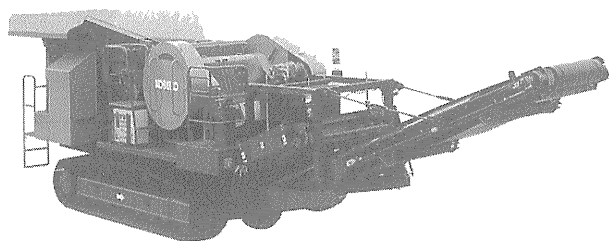


写真-6 コベルコ建機 KM 350 J 建設廃材破砕機（自走式）

飛散を防止している。エンジン異常発生時、ラジェータやエアクリナーの目詰まり時にはエンジンやフィーダを自動停止させる機能があり、また、負荷が設定値を超えるとフィーダの自動停止、設定値を下回ると自動的に運転を再開する過負荷防止機能も備えている。

03-〈10〉-02	コベルコ建機 木材破砕機 PG 900 ほか	'03.02 発売 新機種
------------	------------------------------	------------------

廃木材の減容化、再資源化を目的とする破砕機で、輸入8機種（米 Husky 社製、PG 900~PG 5100、H-3854）と国産 KM 12 C である。破砕物の投入形式により PG 900~PG 5100 は上部から投入のタブ型、H-3854 と KM 12 C は横入れ型で、それぞれの破砕装置は PG 900~PG 5100 と H-3854 がハンマミル型、KM 12 C がチップナイフ+シュレツダ型である。PG 900 T、PG 1500 T、KM 12 C は自走・クローラ式で、他は被けん引式である。破砕装置の駆動は、PG 900~PG 5100 と H-3854 がエンジン直結式で、KM 12 C が V ベルト式である。いずれも流体クラッチを介しており衝撃を吸収する。PG 900~PG 5100 と H-3854 においては、過負荷が生じた時は送りが停止され、エンジン回転は減速する。また、PG 900 T、PG 900、PG 4000、PG 5100、H-3854 では自動的に逆転して解消するようになっている。KM 12 C の送り装置は無段変速油圧駆動方式

表-7 PG 900 ほかの主な仕様

	タブ型		
	PG 900 (被けん引式)	PG 900 T (自走式)	PG 1000 (被けん引式)
処理能力 (m <sup>3</sup> /h)	9~30	9~30	18~60
最大処理径 (m)	0.2	0.2	0.4
機械質量 (t)	4.95	6.95	7.35
定格出力 kW(PS)/min <sup>-1</sup>	82(110) /2,100	82(110) /2,100	179(243) /2,200
タブ径(ホッパ幅) (m)	2.26	2.26	2.57
投入高さ (m)	2.31	2.69	2.74
処理装置開口寸法 (m)	0.89×0.645	0.89×0.645	0.89×0.65
排出高さ (m)	1.78	1.78	3.9
走行速度 高/低 (km/h)	—	5.0/3.0	—
全長×全幅×全高(輸送時) (m)	7.55×2.26 ×2.31	7.55×2.26 ×2.69	9.15×2.57 ×3.91
価格 (百万円)	19.4	26.3	32.4

	タブ型		
	PG 1500 T (自走式)	PG 2000 (被けん引式)	PG 4000 (被けん引式)
処理能力 (m <sup>3</sup> /h)	30~90	30~90	90~150
最大処理径 (m)	0.5	0.5	0.9
機械質量 (t)	13.6	11.6	17.7
定格出力 kW(PS)/min <sup>-1</sup>	291(400) /1,880	298(400) /2,100	421(565) /2,100
タブ径(ホッパ幅) (m)	2.6	3.1	3.66
投入高さ (m)	2.6	2.74	3.12
処理装置開口寸法 (m)	0.89×0.64	1.15×0.64	1.22×0.68
排出高さ (m)	2.43	4.27	4.3
走行速度 高/低 (km/h)	5.5/3.8	—	—
全長×全幅×全高(輸送時) (m)	9.04×2.6 ×3.04	12.81×2.59 ×4.67	12×2.58 ×4.1
価格 (百万円)	55	50.4	70

新機種紹介

	タブ型	横入れ型	
	PG 5100 (被けん引式)	H-3854 (被けん引式)	KM 12 C (自走式)
処理能力 (m³/h)	150~240	75~105	3
最大処理径 (m)	1.0	0.7	0.13
機械質量 (t)	26.3	31.1	1.25
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	559(659) /2,100	421(565) /2,100	21(29) /2,400
タブ径(ホッパ幅) (m)	3.66	(1.37)	(0.65)
投入高さ (m)	3.28	0.95	0.78
処理装置開口寸法 (m)	1.6×0.69	1.37×0.965	0.15×0.22
排出高さ (m)	4.6	4.87	1.97
走行速度 (km/h)	—	—	2.0
全長×全幅×全高(輸送時) (m)	12.95×3.63 ×4.1	12.59×2.57 ×2.31	2.165×1.34 ×1.47
価 格 (百万円)	見積	80	2.8

(注) 処理能力は、投入する破砕物の種類、形状、および作業条件により異なる。



写真一 七 コベルコ建機「ハスキーグラインダ」PG 1500 T (上) と KM 12 C (下) 木材破砕機

で自動送りと間欠送りの選択が可能である。また、負荷に応じて送り、停止を自動的に繰返すので最適な作業状態を保つことができる。PG 900~PG 5100 と H-3854 においては、排出ベルトコンベヤの先端にマグネットローラを装備しており金属類を選別除去する。PG 1500 T, PG 2000, PG 4000, PG 5100, H-3854 には無線遠隔操作装置を設定しているので、木材投入機からのワンマン操作が可能である。

03-〈10〉-03	コマツ 土質改良機 (自走式) BZ 210-1 G モード	'03. 04 発売 応用製品
------------	--------------------------------------	--------------------

大規模工事における大量の土質改良を目的として能力アップを図っ

た G モード搭載機で、対象土質は砂質土~砂質混じり粘性土で、作業量は標準機の 50% 増の最大 150 m³/h としている。対象土質に応じて G モードのほかに H モード、M モード、L モードと 4 段階の切替えが可能である。G モード仕様機では、原料土ベルトコンベヤ速度や排出ベルトコンベヤの速度とモータトルク、アフタカッタのモータトルクなどをアップしている。混合機にはソイルカッタ+3 軸大形ロータリハンマ+アフタカッタを採用して高い混合性を実現している。この高い混合性により、固化材添加のほかに、液体添加剤の供給も可能であり、様々な汚染土壌の改良に適應できる。クレーンが装備されて固化材などの積み込みを容易にしており、本体用ラジコン、クレーン用ラジコン、作業量記録装置とともに使用を便利にしている。

表 8 BZ 210-1 G モードの主な仕様

処理能力 (G モード)	(m³/h)	40~150
(H モード)	(m³/h)	40~60[砂質土~粘性土]
(M モード)	(m³/h)	40~100[一般土]
(L モード)	(m³/h)	40~100[良質土で礫混じり土]
運転質量	(t)	20.5
定格出力	(kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	107(145)/1,950
最大異物塊寸法	(m)	0.2
原料土ホッパ容量	(m³)	2.0
固化材ホッパ容量	(m³)	3.0
固化材供給調整範囲	(kg/m³)	9~400
排出ベルトコンベヤ幅	(m)	0.9
走行速度	(km/h)	3.2
登坂能力	(度)	25
接地圧	(kPa)	74
全長×全幅×全高(輸送時)	(m)	13.21×2.85×4.56 (3.1)
クレーン吊上能力	(t×m)	2.63×1.6
クレーンブーム長	(m)	2.88~6.68
価 格	(百万円)	43

(注) 処理能力は土をほぐした状態の値で、投入する土の種類や作業条件により異なる。



写真一 八 コマツ「リテラ」BZ 210-1 G モード土質改良機 (自走式)

▶ 〈12〉モータグレーダ、路盤機械および締固め機械

02-〈12〉-05	酒井重工業 タイヤローラ	TZ 701	'02. 11 発売 モデルチェンジ
------------	-----------------	--------	-----------------------

舗装工事の締固め作業に使用されるタイヤローラについて、作業性の向上、環境保全対応、安全性の向上を図ったものである。低床・

新機種紹介

低重心構造で、前輪3本、後輪4本の支持方式は、前輪が上下可動±85mmの揺動式、後輪が固定式である。変速2段とするHST駆動で、2ホイールモータによる後輪直接駆動である。散水系統における錆によるノズル詰まりに特に注意を払っており、全樹脂製の散水タンク、樹脂製液剤タンク、ワンタッチ脱着式噴霧ノズル、クリーニングレバー付きタイヤ散水フィルタなどを採用している。吸水ホースはフロア内に格納し、1m×1mの欧州基準による視界性を車両前後において確保している。点検整備が容易なフルオープンボンネット方式の採用、後輪の内側タイヤ脱着の容易化、散水マットの交換の容易化などのほか、FRP製のキャノピは簡単に折りたたみできる構造として運搬性を良くしている。国土交通省の排出ガス対策(2次規制)基準値や超低騒音型基準値をクリアして環境保全に配慮している。

表9 TZ 701の主な仕様

運転質量(水、鉄バラスト付き) /機械質量	(t)	15/9
運転輪荷重配分	運転質量/機械質量 (t)	前 6.4/3.55, 後 8.6/5.45
1輪当り荷重	運転質量/機械質量 (t)	前 2.135/1.185, 後 2.15/1.36
締固め幅×轴距	(m)	2.275×3.85
前後輪オーバーラップ	(mm)	55
定格出力	(kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	70(95)/2,100
走行速度 低速/高速	(km/h)	12/24
登坂能力	(度)	23
最小回転半径	(m)	6.3
水タンク容量/液剤タンク容量	(L)	4,000/20
タイヤサイズ	(-)	14/70-20-12 PR(OR)
全長×全幅×全高(輸送時高さ)	(m)	4.985×2.275×2.905(2.36)
価 格	(百万円)	15.95

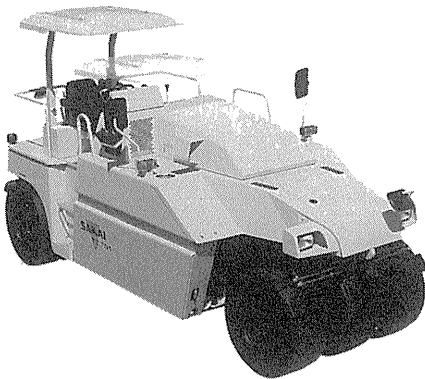


写真9 酒井重工業 TZ 701 タイヤローラ

MF 43 WD とクローラ式(ラバーパッドクローラ)の MF 43 D で、アスファルト舗装に加えて上層路盤材施工にも対応するものである。スクリーンはフロント2段油圧伸縮式で、エンジンは国土交通省の排出ガス対策(2次規制)基準値をクリアするものを搭載しており、同省の低騒音型建設機械にも適合する。アスファルト合材供給のパーフィードコンベヤは2条式で、舗装の幅や厚み、走行速度に合わせて供給量調整が容易である。スクリーンベースプレートに炎が直接当たらない局部加熱防止用ヒートチャンバを採用し、均一加熱(プロパンバーナ式8基)による仕上げ面精度向上を実現した。コントロールパネルは上下チルト式で、作業内容により1人作業、2人作業のどちらでも最適なポジションが得られる。走行スイッチはonの状態で行進、スクリーンロック解除、パイプスタート始動の3作動を一度に行うことができる。直進状態におけるステアリングのセンタ位置は、きり過ぎなどないようにランプで表示される。エンジン停止時や走行Hi/Lo切替えレバーの中立時に自動的にかかる安全ブレーキが採用されており、さらに、万一の場合に備えて緊急停止ボタンが車体両サイドに設けられている。MF 43 WD の前輪には大径の肉厚タイヤを、後輪にはワイドラジアルタイヤを装備し、さらに後輪はノースピンドルフ付きとしている。

表10 MF 43 WD ほかの主な仕様

	MF 43 WD (ホイール式)	MF 43 D (クローラ式)
舗装幅員 (m)	1.9~4.3	1.9~4.3
最大舗装厚(幅員3.3m時) (mm)	200	200
クラウン量 (%)	0~+3	0~+3
機械質量 (t)	7.35	6.5
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	37(50)/2,000	37(50)/2,000
ホッパ容量 (t)	4.2	4.2
舗装速度 (m/min)	1.0~15.8	1.5~20.0
走行速度(前後進とも) (km/h)	0~11.4	0~2.8
最小回転半径 (m)	5.9	3.5
轴距×輪距(前/後) (m)	2.1×(1.6/1.515)	-
タイヤサイズ前/後 (-)	ソリッド 22×12×16 /ラジアル 315/80, R 22.5	-
クローラ幅×接地長 (m)	-	0.2×1.99
全長×全幅×全高 (m)	5.225×2.08 ×1.955	4.835×2.02 ×1.855
価 格 (百万円)	24.5	23.5

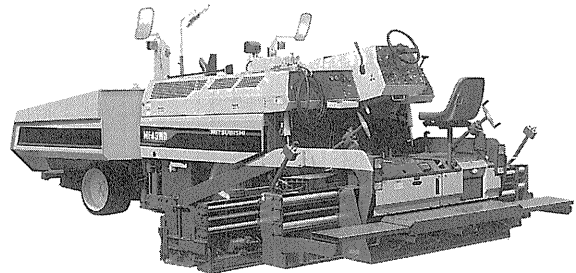


写真10 新キャタピラー三菱 MF 43 WD アスファルトフィニッシャー

▶ <13> 舗装機械

03-<13>-02	新キャタピラー三菱 アスファルトフィニッシャー MF 43 WD ほか	'03.03 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

最大舗装幅を延長してモデルチェンジしたホイール式4輪駆動の

### 平成 15 年度建設投資見通しの概要

#### 1. 建設投資の動向と見通し

国土交通省は「平成 15 年度建設投資見通し」を発表した。発表資料に基づきその概要を報告する。

平成 15 年度建設投資（名目値）は、前年度比 4.5%減の 53 兆 9,900 億円となる見通しである。

政府・民間別に見ると、政府投資は 22 兆 8,600 億円（前年度比 8.4% 減）、民間投資は 31 兆 1,400 億円（前年度比 1.4% 減）、建築・土木別に見ると、建築投資は 28 兆 5,800 億円（前年度比 2.0% 減）、土木投資は 25 兆 4,100 億円（前年度比 7.1% 減）となる見通しである（表-1）。

平成 14 年度建設投資（名目値）は、前年度比 7.1% 減の 56 兆 5,200 億円と大幅な落ち込みとなる見込みである。

政府・民間別に見ると、政府投資は 24 兆 9,500 億円（前年度比 10.2% 減）、民間投資は 31 兆 5,700 億円（前年度比 4.4% 減）、建築・土木別に見ると、建築投資は 29 兆 1,700 億円（前年度比 5.3% 減）、土木投資は 27 兆 3,400 億円（前年度比 8.9% 減）となる見込みである（表-1）。

昭和 59 年度以降、建設投資は前年度比プラスで推移し、平成 4 年度には 84 兆円に達した。しかし、バブル崩壊後民間建設投資が減少し、平成 6、7 年度と 80 兆円台を下回った。平成 8 年度は民間住宅投資の増加により 80 兆円を回復したものの、平成 9、10 年度 70 兆円強で推移した。平成 12 年度から、民間投資、政府投資とも

表-1 平成 15 年度建設投資見通し

(単位：億円，%)

項目	年度	投資額			伸び率	
		平成 13 年度 (見込み)	平成 14 年度 (見込み)	平成 15 年度 (見通し)	14/13	15/14
総額 (実質)		608,300 (625,400)	565,200 (585,000)	539,900 (561,600)	△7.1 (△6.5)	△4.5 (△4.0)
・建築 (実質)		308,100 (317,000)	291,700 (302,200)	285,800 (297,700)	△5.3 (△4.7)	△2.0 (△1.5)
住宅		195,200	187,300	182,000	△4.0	△2.8
非住宅		112,900	104,400	103,800	△7.5	△0.6
・土木 (実質)		300,200 (308,300)	273,400 (282,800)	254,100 (263,900)	△8.9 (△8.3)	△7.1 (△6.7)
政府		241,700	218,700	200,500	△9.5	△8.3
公共事業		213,900	194,800	178,700	△8.9	△8.3
その他		27,800	23,900	21,900	△14.0	△8.4
民間		58,500	54,700	53,600	△6.5	△2.0
再掲	政府 (実質)	277,900 (285,100)	249,500 (257,700)	228,600 (237,100)	△10.2 (△9.6)	△8.4 (△8.0)
	民間 (実質)	330,400 (340,200)	315,700 (327,200)	311,400 (324,400)	△4.4 (△3.8)	△1.4 (△0.9)
民間住宅		185,800	179,300	174,800	△3.5	△2.5
民間非住宅建設		144,700	136,400	136,600	△5.7	0.1

(注) 1. 下段 ( ) 内は実質値（平成 7 年度価格）である。  
2. 四捨五入により 100 億円単位の値としたので、各項目の合計は必ずしも一致しない。

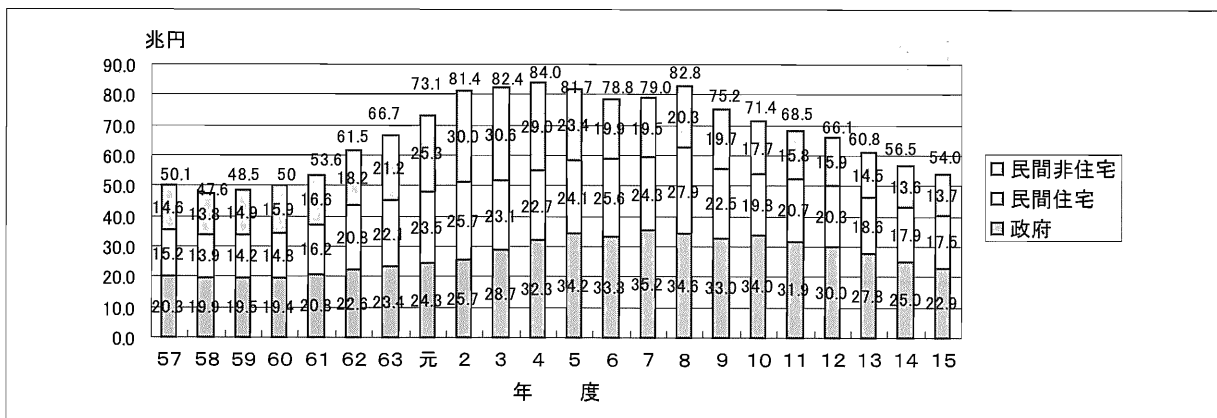


図-1 建設投資（名目値）の推移

に減少して60兆円台に、平成14年度は60兆円を下回り、平成15年度の見通しでは建設投資が上昇気運になった17年前の昭和61年度（全体投資額53兆5,631億円）水準まで低下することになる。概ね、政府投資が20兆8千億円から22兆9千億円に、民間住宅投資が16兆2千億円から17兆5千億円に増加しているのに対し、民間非住宅建設投資は16兆6千億円から13兆7千億円に減少している（図-1）。

2. 項目別の動向と見通し

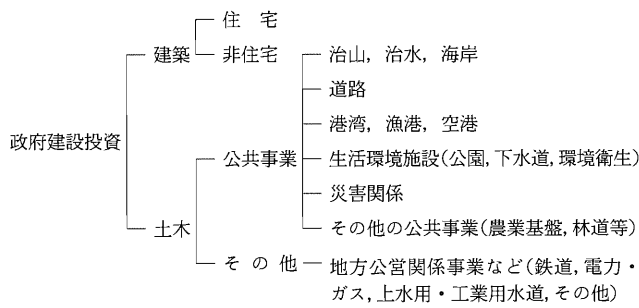
(1) 政府建設投資

平成15年度政府建設投資は、予算において一般公共事業費が3.7%削減、公団及び地方単独事業の落ち込みも依然として減少基調が続くことから、平成14年度補正予算の大半が繰越されるもの前年度比8.4%減の22兆8,600億円となる見通しである。

このうち、建築投資は前年度比9.0%減の2兆8,000億円（住宅投資前年度比11.1%減の7,200億円、非住宅建築投資前年度比8.4%減の2兆800億円）、土木投資は前年度比8.3%減の20兆500億円（公共事業前年度比8.3%減の17兆8,700億円、公共事業以外前年度比8.4%減の2兆1,900億円）である。

平成14年度政府建設投資は、当初予算において一般公共事業費が10.7%削減され、地方単独事業も同程度の減少、補正予算（国費ベースで1.5兆円）による追加投資も大半は平成15年度に繰越されることから、前年度比10.2%減の24兆9,500億円となる見込みである。

政府建設投資の概念区分は次のとおり。



(2) 住宅投資

平成15年度住宅投資は、住宅取得をめぐる環境に建築コストの低下等住宅建設にプラスとなる要因はあるものの、雇用・所得環境の先行き不安が解消されないこと等から、新設住宅着工戸数は前年度に比べ若干減少するものと見込まれ、住宅投資全体で前年度比2.8%減の18兆2,000億円、民間住宅投資は、前年度比2.5%減の17兆4,800億となる見通しである。

平成14年度住宅投資は、新設住宅着工戸数で見ると、前年度比2.4%減の114万6千戸（平成13年度117万3千戸）となった。利用関係別では、持家36万6千戸（前年度比3.1%減）、貸家45万5千戸（前年度比2.8%増）、給与住宅1万戸（前年度比4.0%減）、分譲住宅31万6千戸（前年度比8.1%減）となっている。住宅投資全体では、貸家着工はプラスであるが、持家、分譲住宅は金利や住宅ローン減税による住宅取得環境は良いものの、雇用・所得環境の悪化を背景に減少し、前年度比4.0%減の18兆7,300億円となる見込みである。

(3) 民間非住宅建設投資（非住宅建築及び土木）

平成15年度の民間非住宅建設投資は、企業の設備投資計画が緩やかな回復へ向かうものと見込まれることから前年比0.1%増の13兆6,600億円（非住宅建築投資前年度比1.6%増の8兆3,000億円、土木投資前年度比2.0%減の5兆3,600億円）となる見通しである。

平成14年度民間非住宅建設投資は、設備投資環境の悪化から前年度比5.7%減の13兆6,400億円となる見込みである。このうち、非住宅建築は前年度比5.2%減の8兆1,700億円、土木投資は前年度比6.5%減の5兆4,700億円である。

民間非住宅建設投資の概念区分は次のとおり。

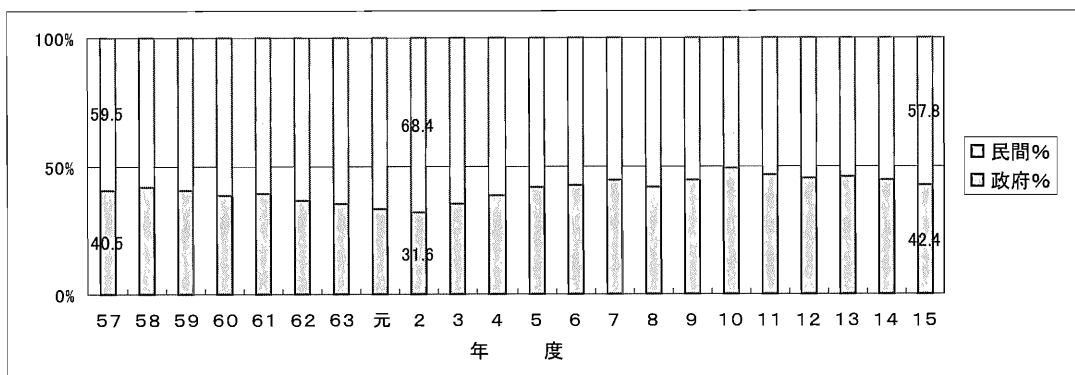
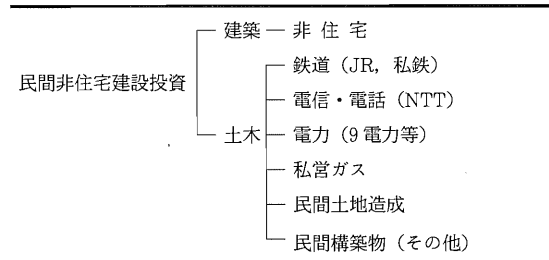


図-2 建設投資の政府・民間別構成比の推移



## 統計

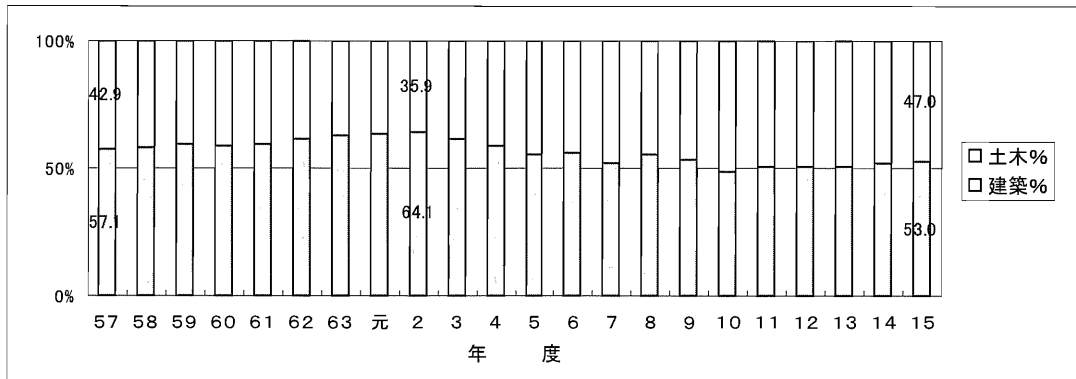


図-3 建設投資の建築・土木別構成比の推移

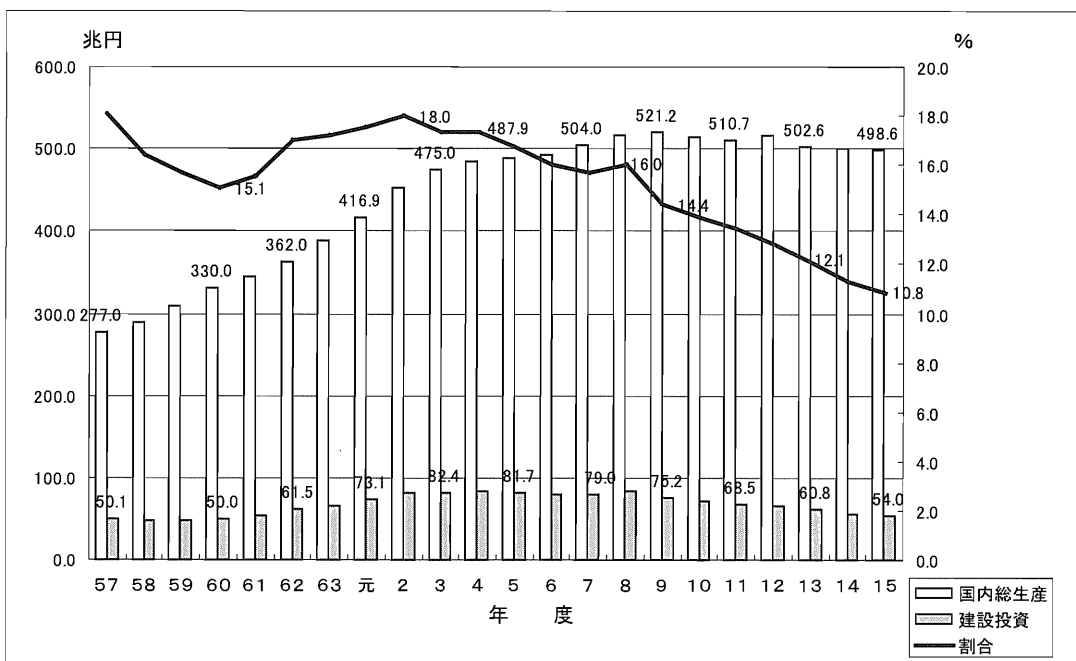


図-4 建設投資と国内総生産

### 《参 考》

#### ・建設投資の政府・民間別構成比の推移 (図-2)

昭和50年代末から民間投資のウェイトが年々高まり、平成2年度には68.4%にまで達した。バブル崩壊後には民間投資が減少する一方で、数次の経済対策による補正等で政府投資が増加したことから民間投資のウェイトが低下した。平成8年度は民間住宅投資の好調から民間投資のウェイトが上昇したものの、その後は民間投資の停滞と公共投資追加等により民間投資のウェイトは低下した。近年は民間投資のウェイトが僅かに上昇傾向にあり、平成15年度は民間投資58%、政府投資42%となる見通しである。

#### ・建設投資の建築・土木別構成比の推移 (図-3)

土木投資のウェイトは、昭和50年代には概ね40%程度で推移してきたが、昭和62年度以降建築投資の増加により低下した。平成3年度以降は景気停滞に伴う建築投資が減少する一方で、経済対策により政府土木投資が大幅に増加したことから土木投資のウェイト

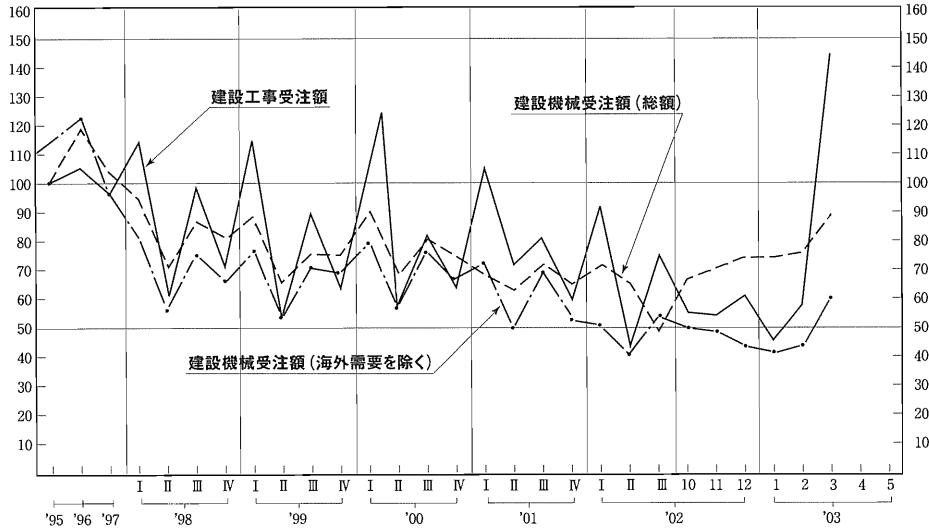
が高まった。その後、平成8年度に民間建築投資のウェイトが高まったものの、平成10年度以降は建築と土木はほぼ半々で推移し、平成15年度も同様の傾向で、建築投資53%、土木投資47%となる見通しである。

#### ・建設投資と国内総生産 (図-4)

国内総生産 (GDP) に占める建設投資の割合は、昭和50年代前半までは20%程度の水準で推移していたが、その後漸減傾向となり、昭和60年度には15.1%まで落ち込んだ。昭和61年度以降民間建設投資の活発化により拡大基調で推移し、バブル期の平成2年度は18.0%となった。しかし、その後は再び減少し、平成8年度には民間建築投資の好調により16%台を持ち直したが、政府の公共投資による景気対策にもかかわらず平成9年度は14%台、平成13年度には12%台までに下がり、平成15年度は10.8%となる見通しである。

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 1995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26前後）（指数基準 1995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
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	58,169	186,191	164,564
2000年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2001年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
2002年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2002年 3月	25,573	15,485	1,912	13,573	7,633	737	1,718	16,096	9,477	163,125	21,566
4月	5,767	3,980	550	3,430	1,117	414	257	3,941	1,827	159,357	9,481
5月	7,648	4,549	652	3,897	2,111	409	578	5,119	2,529	157,565	9,566
6月	8,135	5,240	647	4,593	1,778	495	622	5,954	2,181	155,050	10,534
7月	10,297	6,279	992	5,287	2,949	402	672	6,873	3,424	154,240	10,572
8月	9,287	5,649	711	4,938	2,849	390	398	6,352	2,935	153,023	11,125
9月	16,369	10,898	1,656	9,242	4,139	459	872	11,404	4,964	154,141	15,013
10月	8,928	5,458	767	4,691	4,610	350	509	5,920	3,007	152,516	10,264
11月	8,759	5,544	825	4,719	2,460	415	339	6,066	2,693	149,752	11,470
12月	9,960	6,067	864	5,203	3,244	468	181	6,796	3,164	146,863	12,586
2003年 1月	7,602	4,941	917	4,024	2,019	339	303	5,249	2,353	143,731	9,895
2月	9,385	6,033	946	5,087	2,661	449	241	6,208	3,177	141,894	11,428
3月	23,200	14,789	1,957	12,831	6,624	658	1,128	15,130	8,070	—	—

建設機械受注実績

（単位：億円）

年 月	'95年	'98年	'99年	'00年	'01年	'02年	'02年 3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	'03年 1月	2月	3月
総 額	12,464	10,327	9,471	9,748	8,983	8,667	930	640	713	674	581	702	820	696	741	770	765	789	922
海外需要	3,602	4,171	3,486	3,586	3,574	4,301	398	356	405	361	237	336	346	327	381	443	453	466	475
海外需要を除く	8,862	6,156	5,985	6,162	5,409	4,365	532	284	308	313	344	366	474	369	360	327	312	323	447

（注）1995年～1997年は年平均で、1998年～2002年第3四半期は四半期ごとの平均値で図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査  
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

## …行事一覧…

(2003年4月1日～30日)

### 運営幹事会

月 日：4月22日(火)  
出席者：津田弘徳幹事長ほか51名  
議題：①平成14年度事業報告書(案)  
②平成15年度事業計画(案) ③平成14年度決算書 ④平成15年度収支予算(案)

### 会長賞選考委員会

月 日：4月16日(水)  
出席者：成田信之委員長ほか14名  
議題：①会長賞、貢献賞、奨励賞の審議

### 広報部会

#### ■建設経済調査委員会

月 日：4月9日(水)  
出席者：高井照治委員長ほか4名  
議題：今後の掲載予定の検討

#### ■機関誌編集委員会

月 日：4月11日(水)  
出席者：橋元和男委員長ほか21名  
議題：①平成15年6月号検討・割付  
②平成15年8月号計画

#### ■新機種調査委員会

月 日：4月16日(水)  
出席者：渡部 務委員長ほか6名  
議題：①新機種情報について検討・選定作業 ②技術交流討議

### 機械部会

#### ■移動式クレーン分科会

月 日：7月2日(水)  
出席者：石倉武久分科会長ほか7名  
議題：①平成14年度活動実績及び平成15年度活動計画 ②C規格原案作成委員会報告 ③第三次排ガス規制報告

#### ■機械整備技術委員会

月 日：4月7日(月)  
出席者：日笠山広満副委員長ほか9名  
議題：①水性塗料の導入に際しての購買  
②平成15年度活動計画日程

#### ■仮設工事用エレベータ分科会

月 日：4月9日(水)  
出席者：河西正吾分科会長ほか5名  
議題：第3章、第5章、第9章内容見直し

#### ■定置式クレーン分科会

月 日：4月16日(水)  
出席者：三浦 拓分科会長ほか9名  
議題：「クライミングクレーンプランニング百科」見直し

#### ■ダンプトラック技術委員会

月 日：4月16日(水)  
出席者：浦中恭司委員長ほか6名  
議題：①活動計画審議 ②C規格原案作成進め方審議 ③不整地運搬車用語見直し

#### ■ショベル技術委員会

月 日：4月17日(木)  
出席者：田中利昌委員長ほか9名  
議題：①C規格原案作成委員会報告 ②燃費測定法検討 ③省エネ機構定義検討

#### ■情報化機器技術委員会

月 日：4月17日(木)  
出席者：中野一郎委員長ほか4名  
議題：①TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工標準化 ②機械部会幹事会報告 ③HP作成活動 ④遠隔稼働管理データ配信フォーマット標準化 ⑤ISO/TC127 SC3活動 ⑥電装品標準化活動

#### ■オールケーシング掘削機標準化分科会

月 日：4月17日(木)  
出席者：松尾龍之分科会長ほか7名  
議題：回転式オールケーシング掘削機の用語統一の最終まとめ

#### ■空気機械・ポンプ技術委員会幹事会

月 日：4月18日(金)  
出席者：村田栄作委員長ほか5名  
議題：オールケーシング掘削機の使用仕様書の統一検討

#### ■原動機技術委員会

月 日：4月18日(金)  
出席者：大滝悦男委員長ほか18名  
議題：①特殊自動車排ガス規制動向 ②排ガス計測方法について

#### ■油脂技術委員会

月 日：4月22日(火)  
出席者：大川 聡委員長ほか18名  
議題：①第2回燃料勉強会 ②建機用グリース規格GX-1、GX-2審議 ③HX-1規格審議 ④建機協HP担当と資料作成

#### ■トンネル機械技術委員会

月 日：4月23日(水)  
出席者：平地正憲委員長ほか40名  
議題：①「シールドトンネルの現状と今後の展望について」(波多腰 明) ②平成14年度活動報告 ③平成15年度活動計画 ④分科会討議

#### ■トラクタ技術委員会

月 日：4月23日(水)  
出席者：笹本龍也委員長ほか11名  
議題：①省エネルギー装置についての最終案審議決定 ②燃費測定規格(案)について ③安全性C規格案草案(第1回)の審議 ④平成15年度活動計画の確認

#### ■高所作業車分科会

月 日：4月23日(水)  
出席者：角山雅計分科会長ほか8名  
議題：ワーキンググループの活動計画

### 施工技術部会

#### ■大深度地下空間施工技術委員会

月 日：4月21日(月)  
出席者：清水英治委員長ほか22名  
議題：技術発表①石岡トンネルにおける同時掘進工法について

#### ■大深度地下空間施工技術委員会幹事会

月 日：4月21日(月)  
出席者：清水英治委員長ほか10名  
議題：①施工技術部会・運営連絡会の報告 ②CONET2003への出展協力要請 ③次回技術発表テーマについて

### 標準部会

#### ■情報化施工標準化作業グループ

月 日：4月4日(金)  
出席者：吉田 正リダほか9名  
議題：次回国際会議対応(メタデータ検討等)

■ISO/TC127 土工機械委員会安全性及び居住性(SC2)分科会 TOPS 作業グループ  
月 日：4月8日(火)  
出席者：西ヶ谷忠明主査ほか9名  
議題：JCMAS案及びISO提案に関する規格としての再々度の最終検討

#### ■情報化施工標準化作業グループ

月 日：4月14日(月)  
出席者：吉田 正リダほか9名  
議題：次回国際会議対応(データ交換標準等)

#### ■情報化施工標準化作業グループ

月 日：4月23日(水)  
出席者：吉田 正リダほか7名  
議題：次回国際会議資料準備

### 業種別部会

#### ■製造業部会小幹事会

月 日：4月22日(火)  
出席者：溝口孝遠幹事長ほか8名  
議題：①環境省対応 ②燃費評価手法 ③騒音・振動技術指針

#### ■建設業部会施工技術活性化分科会

月 日：4月8日(火)  
出席者：阿部愛和分科会長ほか8名  
議題：将来対応型建設機械・施工法

#### ■機械整備業部会

月 日：4月12日(金)  
出席者：安地猛司幹事長ほか3名  
議題：①平成14年度活動報告 ②平成15年度活動計画 ③今後の進め方

### 専門部会

#### ■国際協力委員会

月 日：4月25日(金)  
出席者：中澤秀吉委員長ほか6名  
議題：建設機械整備Ⅲ研修の日程

## …支部行事一覧…

### 北海道支部

#### ■第1回企画部会

月 日：4月15日(火)  
出席者：小町谷信彦会長ほか19名  
議題：①平成14年度事業報告及び同決算報告 ②平成15年度事業計画(案)及び同収支予算(案)の協議について

#### ■会計幹事会

月 日：4月16日(水)  
出席者：大野俊三会計幹事ほか3名  
議題：平成14年度決算書類の監査

### 東北支部

#### ■「ゆきみらい米沢2004」会議

月 日：4月17日(木)  
出席者：斎 恒夫事務局長  
議題：「ゆきみらい米沢2004」打合わせ

#### ■EE東北作業部会

月 日：4月18日(金)  
出席者：桜井俊和機械第一部長ほか1名  
議題：「EE東北2003」実施計画審議

#### ■EE東北実行委員会

月 日：4月21日(月)  
出席者：岸野佑次支部長ほか1名

議 題：「EE 東北 2003」実施計画審議

#### ■広報部会

月 日：4月25日(金)

出席者：丹野光正部会長ほか5名

議 題：①平成15年度部会活動方針について ②現場見学会について

### 北 陸 支 部

#### ■企画部会委員長等会議

月 日：4月4日(金)

出席者：青木鉄朗企画部会長ほか6名

議 題：①平成14年度事業報告、同決算報告 ②平成15年度事業計画、同収支予算 ③優良建設機械運転員及び整備員表彰 ④建設業イメージアップ

#### ■機械設備検討委員会

月 日：4月9日(水)

出席者：中森良次企画委員長ほか11名

議 題：機械整備施行における検討課題

#### ■会計監査

月 日：4月21日(月)

出席者：安達孝志幹事ほか1名

議 題：平成14年度決算書類の監査

### 中 部 支 部

#### ■部会長・副部会長会議

月 日：4月7日(月)

出席者：五嶋政美企画部会長ほか11名

議 題：①平成14年度事業報告及び同決算報告 ②平成15年度事業計画(案)及び同収支予算(案)について ③建設機械優良技術員の表彰者について審議

#### ■運営委員会

月 日：4月9日(水)

出席者：土屋功一支部長ほか32名

議 題：①平成14年度事業報告及び同決算報告 ②平成15年度事業計画(案)及び同収支予算(案)について ③建設機械優良技術員の表彰者について審議

#### ■調査部会

月 日：4月10日(木)

出席者：尾関宏一部会長ほか11名

議 題：平成15年度建設事業説明会実施要領の協議

#### ■平成15年度建設事業説明会

月 日：4月15日(火)

場 所：名古屋通信会館

参加者：247名

内 容：①中部地方整備局の建設事業について(道路関係)(中部地方整備局道路部) 廣瀬 輝 ②中部地方整備局の建設事業(河川関係)(中部地方整備局河川部) 片平和夫 ③名古屋高速道路公社の建設事業(名古屋高速道路公社) 丸井国治 ④日本道路公団中部支社の建設事業(日本道路公団中部支社) 木村秀夫 ⑤水資源開発公団中部支社の建設事業(水資源開発公団中部支社) 小出武文 ⑥建設技術の開発・普及(中部技術事務所の取組)(中部技術事務所) 鈴木 誠

#### ■建設技術フェア実行委員会事務局会議

月 日：4月18日(金)

出席者：阪井則行企画部副会長ほか7名

議 題：建設技術フェア in 中部の開催について協賛7団体と協議

#### ■広報部会

月 日：4月21日(月)

出席者：安江規慰副部会長ほか7名

議 題：①CONET 見学会開催について ②広報誌発行について

#### ■ダム機械設備操作講習会打合せ会議

月 日：4月24日(木)

出席者：宮田 博中部地整機械課長補佐ほか8名

議 題：小浜ダム機械設備操作講習会の内容検討、実施要領についての協議

### 関 西 支 部

#### ■総務小委員会

月 日：4月1日(火)

出席者：高野浩二支部長ほか5名

議 題：第54回支部通常総会について

#### ■第213回摩耗対策委員会兼現場見学会

月 日：4月10日(木)

出席者：深川良一委員長ほか6名

見学先：愛知県道路公社発注：知多横断道路建設工事 常滑市錦町地内

#### ■橋梁技術委員会

月 日：4月11日(金)

出席者：河野岩男委員長ほか9名

議 題：①平成14年度活動総括の件 ②平成15年度活動方針の件 ③「安全施工マニュアル」の件

#### ■企画部会

月 日：4月15日(火)

出席者：堀内 憲代表幹事ほか7名

議 題：①平成14年度事業報告の件 ②平成14年度決算報告の件 ③平成15年度事業計画及び同予算の件

#### ■広報部会(83号編集会議)

月 日：4月16日(水)

出席者：三村邦有出版班長ほか4名

議 題：JCMS 関西(第83号)の編集

#### ■運営委員会

月 日：4月22日(火)

出席者：高野浩二支部長ほか25名

議 題：①支部第54回通常総会提出議案の審議 ②建設機械優良運転員、整備員表彰者の承認について

#### ■第127回海洋開発委員会

月 日：4月24日(木)

出席者：建山和由委員長ほか5名

議 題：①生物・地域対応護岸「カニパネル」の開発(講師)堀内 治 ②海洋開発に関する文献調査

### 中 国 支 部

#### ■会計監事会

月 日：4月7日(月)

出席者：宮島 諭会計監事ほか4名

議 題：平成14年度決算書類会計監査

#### ■部会長会議

月 日：4月21日(月)

出席者：小笠原保部会長ほか8名

議 題：①平成15年度各部会事業 ②平成14年度事業報告、同決算報告 ③平成15年度事業計画、同収支予算 ④建設機械優良技術員表彰

#### ■部長幹事会

月 日：4月30日(水)

出席者：小笠原保企画部会長ほか40名

議 題：①平成14年度事業報告、同決算

報告 ②平成15年度事業計画、同収支予

算 ③建設機械優良技術員表彰

### 四 国 支 部

#### ■会計監事会

月 日：4月9日(水)

出席者：中島 弘会計監事ほか3名

議 題：平成14年度事業の監査

#### ■合同部会(企画・施工・技術)

月 日：4月22日(火)

参加者：小松修夫企画部長ほか29名

議 題：①平成14年度事業報告及び同決算報告 ②平成15年度事業計画(案)及び同収支予算(案) ③優良建設機械運転員等の表彰候補者

#### ■企画部会幹事会

月 日：4月22日(火)

出席者：小松修夫部会長ほか3名

議 題：「しこく」No.71号の編集

### 九 州 支 部

#### ■工事見学研修会

月 日：4月4日(金)

参加者：18名

見学先：新玉名大橋下部工工事

#### ■建設技術講習会

月 日：4月11日(金)

場 所：博多パークホテル

出席者：佐藤道夫委員長ほか4名

内 容：①橋梁用鋼材とその適用技術について(日本鉄鋼連盟橋梁研究会) 伊藤壮一 ②日本のコンサル、ゼネコンの海外における建設事業への関わり方について(日本建設機械化協会) 玉光弘明)

参加者：160名

#### ■会計監事会

月 日：4月10日(木)

出席者：柴田秀美会計監事ほか3名

議 題：平成14年度決算関係書類の監査

#### ■第1回企画委員会

月 日：4月18日(金)

出席者：川崎迪一支部長ほか16名

議 題：支部行事の推進について：①平成15年度春季運営委員会運営要領 ②会長表彰及び支部長表彰者の推薦 ③工事見学研修会及び建設技術講習会実施報告 ④労働安全衛生講習会開催 ⑤第47回通常総会開催次第

#### ■部会連絡会

月 日：4月18日(金)

出席者：川崎迪一支部長ほか16名

議 題：①平成14年度事業報告及び決算報告の件 ②平成15年度事業計画及び収支予算案に関する件

#### ■春季運営委員会

月 日：4月18日(金)

出席者：川崎迪一支部長ほか47名

議 題：①平成14年度事業報告及び決算報告の件 ②平成15年度事業計画及び収支予算案に関する件 ③平成15年度会長表彰者及び支部長表彰者推薦の件

#### ■安全委員会

月 日：4月8日(火)

出席者：佐藤道夫委員長ほか5名

議 題：建設機械等に関わる労働災害防止のアンケート調査結果について

## 編集後記

イラク戦闘終結宣言も出てやっと国際情勢も落ちつくかと思えば、新型肺炎 SARS の感染拡大に北朝鮮の核保有宣言等、飛び石の大型連休も恒例の安近短ですまされた諸兄も多いことと思います。また、頼りの米国経済も、日本のバブル以降のデフレスパイラルを反面教師にしたわりにはディスインフレーション状況で、国際的な社会・経済情勢の安定化は当分望めない気配です。国内もこの影響をからか、円高・株安で3月期連結決算で気を吐いたのはトヨタくらいで、勝組の中でも選別が始まっているようです。終身雇用で安全・空気・水がただだった日本は今ではなく、そこにあるのは高コスト社会と三大市場としての役割だけなのでしょうか？

今月号の巻頭言は、昨今の収縮した社会・経済情勢に対して打破するのはエンジニアではないかとの檄？で締めくくられています。我々の仕事も IT 等を利用した高度化が進み、また高速ネットのお陰でいつ、どこでも情報の収集と判断が可能となっています。ただ、インフラ設備の建設と維持管理は IT で全て済むものではなく、やはり手を汚す部分も含め、知恵とこだわりの「もの造り」の姿勢が重要ではないかと思えます。

エンジニアを正確に日本語化するのには難しいですが、「巧みな技術者」が本質的に近く、この意味で、日本文化とも言える「匠」はエンジニアの元祖と思えてきます。法規・基準・マニュアルに縛られ、本質の巧みを忘れた技術者は現代での競争力は低く、「もの造り」の原点に立ち帰り、本質的に物事を捉え、知恵を絞るその時にこそブレークスルーが得られるのでは、と思います。

この趣旨で特集を組んだ訳ではありませんが、今月号は「トンネル特集」で、シールドを主体に種々の巧みが報文に現されています。トンネル工事に携わった者として見ても、よくぞここまで知恵・工夫があるのかと感心し、自分の仕事でも何かできるのではと勇気づけられ、またこれだけの技術をもっと活用できないものかと考えさせられました。「巧みな技術者」の成長する余地はまだあるし、やる意義は大きいものと思います。町工場をグローバルカンパニーへと成長させた、日本の技術者であれば誰しも憧れる、故本田宗一郎氏や故井深大氏の DNA の一部は、ひょっとして我々の体にもあり、今にも目覚めようとしているのかもしれない。

ご多忙の中、報文を執筆された方々に深くお礼を申し上げるとともに、読者諸兄のご健勝とご奮闘を祈ります。

(吉村・芳賀)

### 7月号予告

- ・建設技術と技術事務所
- ・世界初無人化施工による砂防堰堤スリット工事—普賢岳水無3号砂防堰堤—
- ・土工総合管理システム NiEMS の開発と導入—直方市感田東土地区画整理事業—
- ・高水圧仮締切りの開発と自動化施工の導入—奥只見増設発電所取水口工事—
- ・岩盤切削を中心とした最近のトレンチャ技術
- ・維持補習機械のマルチ車両の開発—効率の良い車両運用を目指して
- ・トンネル水噴霧設備点検車
- ・海外便り エチオピア通信 (3)
- ・平成 14 年度官公庁で採用した新機種
- ・平成 14 年度建設業界で採用した新機種 (1)

## 機関誌編集委員会

### 編集顧問

浅井新一郎	石川 正夫
今岡 亮司	上東 公民
岡崎 治義	加納研之助
桑垣 悦夫	後藤 勇
新開 節治	高田 邦彦
田中 康之	田中 康順
塚原 重美	寺島 旭
中岡 智信	中島 英輔
中野 俊次	橋元 和男
本田 宜史	両角 常美
渡邊 和夫	

### 編集委員長

佐野 正道

### 編集委員

久保 和幸	国土交通省
小幡 宏	国土交通省
池田 哲郎	国土交通省
佐藤 隆	農林水産省
江藤 祐昭	原子力安全保安院
本多 明	日本鉄道建設公団
軍記 伸一	日本道路公団
門田 誠治	首都高速道路公団
坂本 光重	本州四国連絡橋公団
山崎 昶	水資源開発公団
高村 和典	日本下水道事業団
吉村 豊	電源開発
渡辺 博明	大林組
横山 満	鹿島
橋本 弘章	川崎重工業
岩本雄二郎	熊谷組
有光 秀雄	コベルコ建機
金津 守	コマツ
奥山 信博	清水建設
山口喜久一郎	新キヤタピラー三菱
芳賀由紀夫	大成建設
星野 春夫	竹中工務店
加藤 謙	東亜建設工業
境 寿彦	日本国土開発
斉藤 徹	日本鋪道
森 秀文	ハザマ
宮木 克己	日立建機

## No.640 「建設の機械化」

2003年6月号

[定価] 1部 840円 (本体 800円)  
年間購読料 9,000円

平成 15 年 6 月 20 日印刷

平成 15 年 6 月 25 日発行 (毎月1回 25 日発行)

編集兼発行人 玉光弘明

印刷所 株式会社 技報堂

## 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; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 電話 (0545) 35-0212

北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8 電話 (011) 231-4428

東北支 部 〒980-0802 仙台市青葉区二丁目 16-1 電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒951-8131 新潟市白山浦 1-614-5 電話 (025) 232-0160

中部支 部 〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26 電話 (052) 241-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 1-3-27 電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22 電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22 電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒810-0041 福岡市中央区大名 1-12-56 電話 (092) 741-9380