

建設の機械化③

2004 MARCH No.649 JICMA

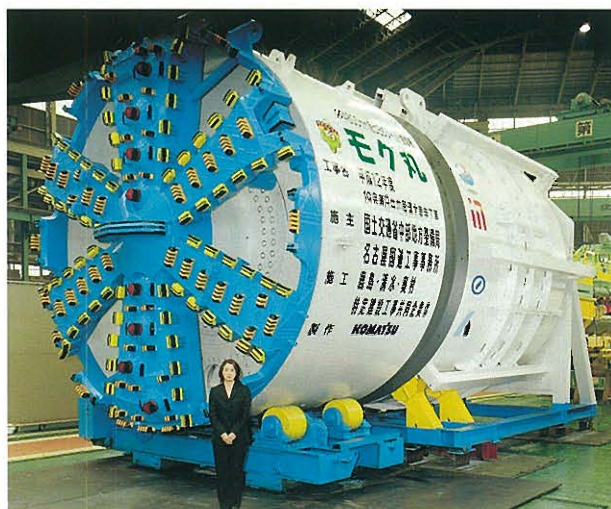


電気駆動式建設機械を用いた夜間開削地下工事

地下空間特集

- シールドトンネル技術の現状と課題
- 設計・施工一括発注方式によるシールド共同溝建設工事のコスト縮減
- 地下鉄建設工事における環境負荷低減の取組み
- 新連続地中壁造成システムによる土留壁の施工
- 設計・施工提案型入札時VE方式による共同溝建設工事のコスト縮減
- 既設高架構造物に非常に接近した地下横断歩道の施工
- 霊峰白山を守る高山地域での地すべり抑制対策事業
- 小口径管の高深度・長距離・曲線推進に挑戦する

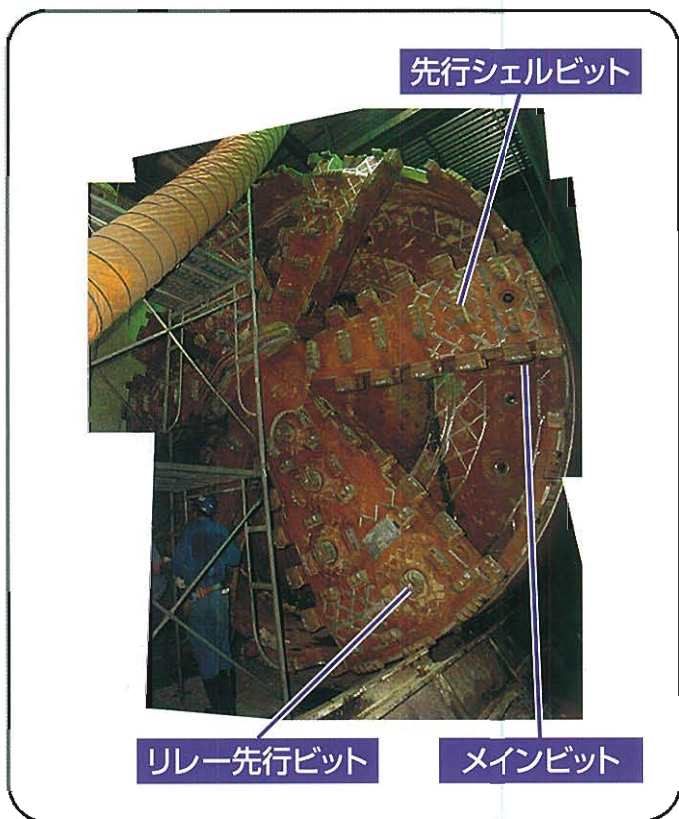
共同溝建設工事における コスト縮減技術



⇩シールド機



⇩リレービット交換状況

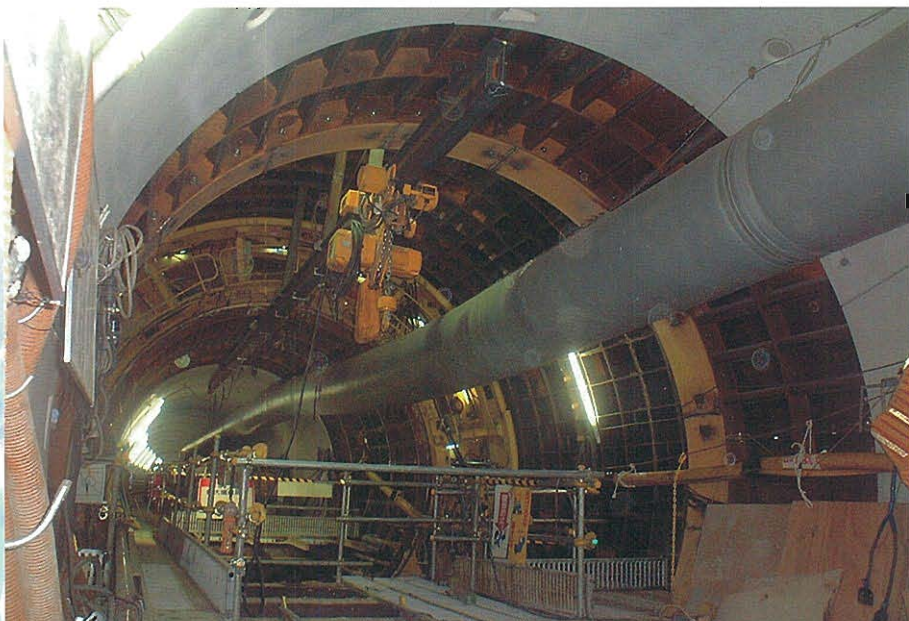


⇩EB5シールド到達状況



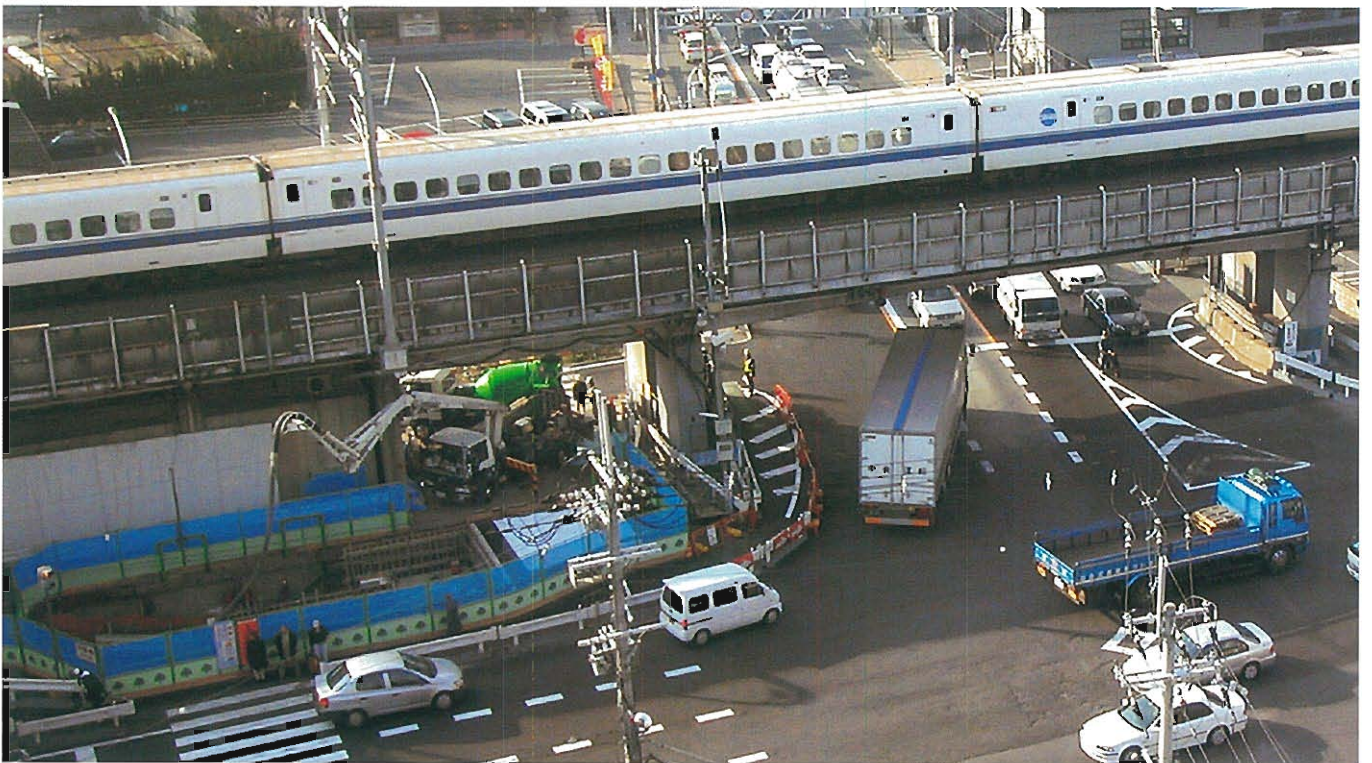
⇩リレー先行B1-5外周側

⇨地中拡幅⇨



既設高架構造物に非常に接近した 地下横断歩道の施工

国道1号と新幹線が並行し、地下鉄東西線が外環状線(写真前後方向)の下を走る山科東野交差点を開削し、地下広場を造る。昼間は新幹線と国道に挟まれた狭いエリアで作業し、夜間に現道に出る。



↑現場打ち躯体の基礎コンクリートの打設状況

薬液注入プラント内に設けた注入モニター室:注入圧力の急上昇に常に注意しながら、注入速度(吐出量)を調整する。⇒

RC地中連続壁の掘削状況:掘削土は、写真奥の連続掘削機から、土砂分離機(回転脱水式サンドトロンメル)へスラリー輸送し、安定液を除去した分離土砂を10tダンプトラックへ積み込み搬出。また、高含水比の細粒泥土は、分別してストックし汚泥吸排車で搬出。↓



巻頭言

地下空間利用の原点

今田 徹



わが国の大都市では、住宅、オフィスビルなどの開発が先行し、都市施設の整備が常に後手に回り、都市機能は常に不足の状態にある。都市機能の不足のみではなく、わが国の町並みを見ると雑然とし、欧米と比べることもなく、何とかならないものかと考えさせられてしまう。国の政策目標としても都市再生が掲げられている。都市再生というキャッチコピーは一般に素直に受け入れられ、もて囃されるほど現在の都市は色々な問題を抱えていると見る事が出来よう。

一方、「大深度地下の使用に関する特別措置法」が制定され地下空間利用の道が大きく開かれたことや首都高速道路新宿線工事、東京外郭放水路工事あるいは東京外郭環状道路の西側部分の地下化が検討されるなど、大規模な地下工事が進められあるいは計画されていることなどから、地下空間工事が脚光を浴びるようになって来ている。

これは現在の都市が直面している都市機能の不足を解決するためには地下空間が大きな役割を果たすことを示すと共に公共工事が減少傾向にある中であって今後の有力な工事分野として期待されていることを示している。都市再開発という流れの中であって地下空間利用はその主役としての役割を担うことになる。

今後、地下空間をどのように利用するかによって都市の品格と云うべきものが決まって行くことになるであろう。

地下空間の利用は、都市のあるべき姿を考えることなしに論ずることは出来ない。地表と地下とは一体であり、地下だけを切り離して考えるのは不適切である。どういう姿勢で地下を使っていくのかを明確にする必要がある。単に、地表に空間がないからといってそれを地下に求めるのは単純すぎる。地下は現在その多くが使われていないが都市を形成する貴重な空間である。現在の地上で顕在化しているような問題を地下に拡げてはならない。

都市は都市としての機能、利便性を備えると共に人

が活動し住むための良好な環境を備えておくことが必要である。都市の密度は高い方が便利であり、エネルギー消費の少ない社会を構築できる。しかし、環境は悪くなりがちである。都市の利便性と良好な都市環境の確保はトレードオフの関係にある。地下空間の利用はこの関係の中でどのように調和を図る手段として役立てることが出来るかという視点で検討されなければならない。

しかし、現状の都市を考えれば、地下空間は都市の安全性、快適性、環境、景観確保という点で利用すべきであり、地下空間を利用することによって良好な地表空間の創造につなげて行くことが必要であろう。緑ゆたかなオープンスペースを求めるのは極めて自然である。都市に不足している機能を付加するという単なる足し算の議論ではなく、保有すべき機能を論ずることも重要である。

都市は常に変化し、技術も進歩変化すると共に新たな問題も発生する。また、最近では、資源を大量に消費する都市の問題は単に都市問題としてだけでなく地球環境に与える視点からの検討も必要になっている。最近顕在化してきたヒートアイランド現象は熱源供給や廃熱回収システムの大規模な整備を考える必要性を示すものであり、一方でエネルギー供給は分散型に変化する傾向を示している。

地下空間の利用の形態もまた時代の変化と共に変わっていく可能性を考えておかなければならない。地下空間は改築が難しい空間であることを考えると、地下空間における施設の配置は将来の変化に対応できるものとしておくことが必要である。地下空間の利用は都市としての地下空間の位置付けと利用方針を明確にすると共に時代の変化に対応できるように計画しておくことが必要である。

地下空間

特集

シールドトンネル技術の現状と課題

真下英人

シールド工法は、山岳工法や開削工法に比べて周辺環境に及ぼす影響が小さく、また、施工時の安全性、工期の点でも有利となるため、過密化した都市部の厳しい条件の下でトンネルを構築するための基幹となる工法である。シールドトンネルの技術に関しては、これまでに多様な技術が開発、改良され、既に高いレベルに達しているが、建設コスト縮減、施工の効率化の点ではまだ改善の余地が残されている。本報文では、シールドトンネルの技術のうち、主として建設コスト縮減、施工の効率化を図るうえで必要となる技術の現状と今後の課題について紹介する。

キーワード：シールドトンネル、コスト縮減、長距離施工、高速施工

1. はじめに

過密化した都市部においては用地取得の難しさや環境に対する配慮の必要性などから道路、鉄道、電力、通信、ガスなどの社会資本の整備を行うために地下空間が使用される機会が増える傾向にある。

さらに、2000年5月に公共の利益となる事業の円滑な遂行と大深度地下の適正かつ合理的な利用を推進することを目的とした「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」が制定されたことを受けて、今後、大深度地下を使用した社会資本整備が進むことが予想される。

地下に社会資本を構成する各種施設を収容するためのトンネルを構築する工法は、大きくは、

- ・シールド工法、
- ・山岳工法、
- ・開削工法

に大別されるが、都市部においてはトンネル周辺に様々な既設構造物が存在する、地下水位が高いなどの厳しい条件への対応が必要となるため、地下水低下や地盤変状といった周辺環境に及ぼす影響が小さく、また、施工時の安全性、工期の点でも有利となるシールド工法が採用される機会が多くなっている。

シールドトンネルの技術に関しては、これまでに多様な技術が開発、改良され、既に高いレベルに達しており、現状技術によって大深度地下への対応も十分可能と考えられるが、建設コスト縮減、施工の効率化の点ではまだ改善の余地が残されている。

本報文では、都市部においてトンネルを構築するうえで基幹となるシールドトンネルの技術のうち、主として建設コスト縮減、施工の効率化を図るうえで必要となる技術の現状と今後の課題について幾つか紹介することとする。

2. セグメント構造の合理化

セグメント製作費がシールドトンネルの工事費に占める割合は大きく、セグメント構造の合理化による建設コストの縮減効果は大きいものと考えられる。

セグメント構造の合理化の方法としては、

- ・セグメント厚さの薄肉化、
- ・継ぎ手構造の簡略化、
- ・セグメント幅の拡大、
- ・分割数の低減、

などが考えられる。

セグメント厚さの薄肉化、継ぎ手構造の簡略化にはセグメントの設計法の合理化を図ることが必要となるが、設計に用いる土圧・水圧などの作用荷重については、土被りが比較的浅い軟質な地盤が対象となる場合はその設定法はほぼ確立されていると言える。しかし、対象が土被りが深い硬質な地盤となる場合には、土圧の占める割合が小さく、水圧が支配的になることや大きな地盤反力が期待できることなどがこれまでの現場計測などから明らかになりつつあるものの、その設定法はいまだ確立されておらず、今後の課題となっている。

また、これまでの現場計測結果から自重によって生

じる断面力は比較的小さいことが明らかとなってきたため、自重による変形に対する地盤反力の設計上の取扱い方法に関しても、特に断面が大きくなる場合はコスト削減を図るうえで大きな課題となる。なお、セグメント厚さの薄肉化を図る場合は、これまであまりその影響が顕在化しなかった施工時荷重の影響が大きくなるため、よりの確な施工時荷重の評価方法の確立も課題となってくる。また、継ぎ手構造の簡略化は後述する高速施工を図るうえでも重要となることから、施工法に応じた適切な構造の選定が必要となる。

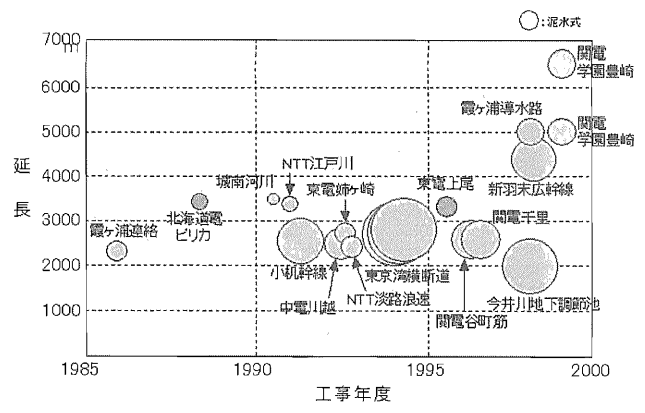
セグメント幅の拡大は、製作費の削減以外に施工時間の短縮にも大きな効果を及ぼすが、セグメント幅の拡大に伴って作用荷重や自重が大きくなるため、本体や継ぎ手部の耐力の確保、セグメント端部における応力の集中、さらには曲線部におけるテールクリアランスの確保、セグメント製作のための設備や運搬の制約、トンネル坑内におけるハンドリング、組立て施工上の精度の確保などが採用に際しての課題となる。

3. 長距離施工技術

都市部でシールドトンネルを建設する場合は、工事の基点としての立坑が必要になるが、立坑の構築速度はシールドの掘進速度に比較すると著しく遅く、工期に及ぼす影響が大きい。

特に大深度のように立坑深さが大きくなると、立坑の構築が工期全体に及ぼす影響が大きくなるため、立坑ができるだけ少なくなるような工事計画が必要となり、シールドトンネルの長距離化技術が重要となる。また、立坑が少なくなることは、コスト削減、立坑工事が周辺環境に及ぼす影響を軽減するという点にもつながる。

図一1は、シールドトンネルの長距離化に関するこれまでの実績を示したものであり、中口径(φ4.8m)



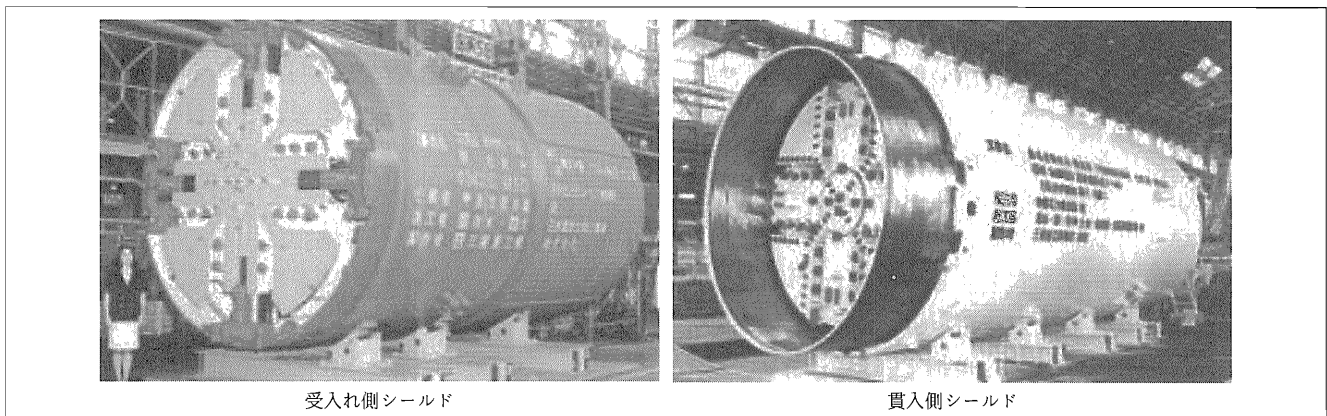
(社)日本トンネル技術協会資料より

図一1 長距離施工の実績

のトンネルでは6.8 kmまで、比較的大口径(φ9.5 m)のトンネルでも4.4 kmまでの施工実績があることがわかる。複数のシールド機を用いて施工する場合は、地中接合技術(図一2)により長距離化に対応することが既に行われているが、1台のシールド機の掘削延長を更に伸ばすにはシールド機の耐久性を向上させる必要がある。

シールド機の耐久性向上を図るうえで、最も大きな課題となるのはビットの損耗に対する対策である。対策としてはビットに使用する材料の長寿命化やビットの配置を工夫する方法が既に採用されているが、対応できる距離に限界があるため、一定の距離以上になるとビットの交換が必要となる。従来は、立坑内や地盤改良によりシールド機の前面に出て交換する方法が採用されてきたが、最近ではシールド機内部から機械的に交換する方法が開発され、

- カッタスポークの背面部に予備ビットを装備しておき、スポークを回転させることにより予備ビットを切羽側に移動させる方法、
- カッタヘッドスポーク内部を耐圧構造とすることで作業員がスポーク内に入り、交換する方法、
- 球体を利用してカッタ全体を回転させ、カッタ面



図一2 地中接合技術の例 (MSD 工法)

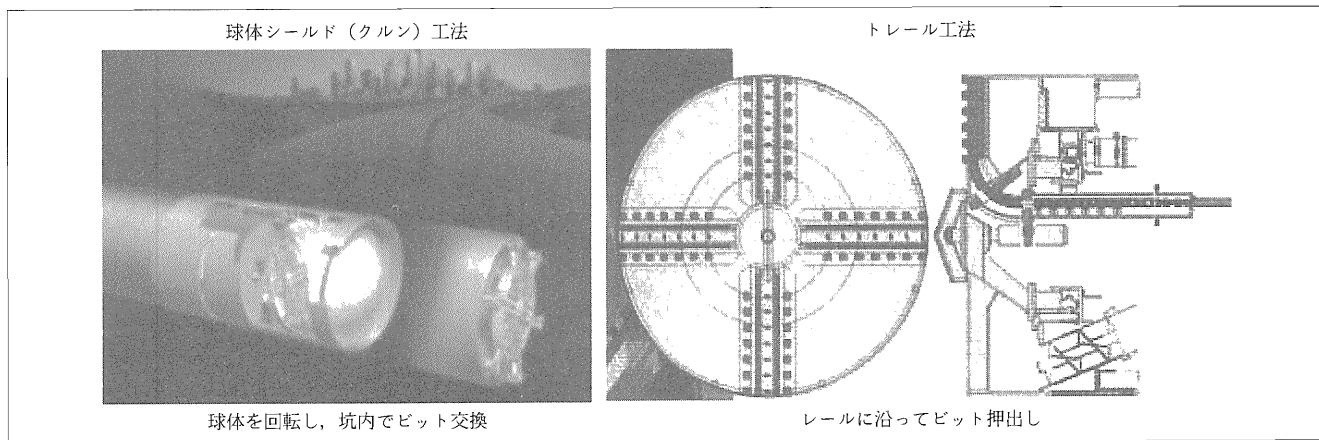


図-3 ビット交換工法の例

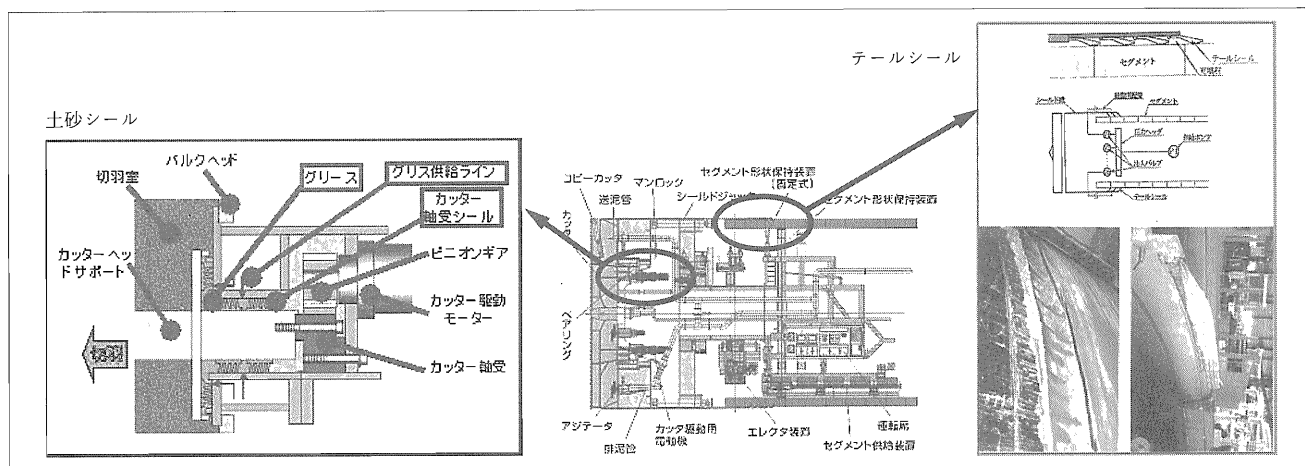


図-4 土砂シールド、テールシールド

全面をシールド機内に現して作業員が交換する方法、

- カッタスポークにガイドレールを設置し、スポークに沿ってガイドレールに納められたビットホルダーを引抜くことによりビットをシールド機内に取込み、作業員が交換する方法、
- などが実用化されている（図-3）。

また、図-4に示すようなテールシールド、土砂シールド（カッター軸受けシールド）の耐久性向上もシールド機械の耐久性向上に欠かせない技術である。テールシールドの耐久性を向上させる方法としては、使用材料やシールド用のグリスを改善する方法の他、標準装備段数に加えてバックアップとしてテールシールドを多段に装備する方法、緊急止水装置の設置や特殊なセグメントの使用などにより止水を行い、交換を行う方法、などが開発されている。

土砂シールドの耐久性を向上させる方法としては、材質や潤滑方法を改善する方法があるが、

- 土砂シールドを内周側と外周側で同心円状に二重に装備し、損耗すると摺動面の固定部を変更する方法、

- 土砂シールドをトンネル軸方向で前後に装備し、軸方向に移動させて変更する方法、

なども検討されている。

シールドトンネルの掘進距離の長距離化を図ろうとする場合には、切羽へのセグメントを始めとする資機材の運搬や残土の排出に要する時間の短縮化も課題となってくる。特に、中小口径トンネルの場合は坑内でのバッテリー機関車のすれ違いや途中休憩所の設置が困難な場合が多いことから、資機材の運搬に要する時間が作業効率や作業員の安全衛生面に及ぼす影響が大きくなる。

また、裏込め注入材を切羽まで送る場合、配管の中に裏込め注入材料が残留することになり、トラブルなどでシールド掘進が停止する場合には、配管路の閉塞の原因となる。この対応として、材料を台車で運ぶことも考えられるが、この場合は上記のバッテリー機関車の運行にさらに大きな影響を与えることとなる。このため、既存のシステムを改良し、より安全で高効率の坑内長距離搬送システムの開発が必要となる。

また、長距離化により送電線の延長が長くなると、電圧降下の影響を考慮して送電圧を高めたり、現場で

のハンドリングがしにくい大断面の送電ケーブルの使用が必要となるため、電力消費の少ないシールド施工機械の開発や現場でのハンドリングが容易な送電ケーブルおよびその設置方法の開発も課題となる。

4. 高速施工技術

シールド工法の施工に高速施工技術を導入することにより、工期短縮が図られ、工事が周辺地域の環境に及ぼす期間の短縮が可能となるとともに、前述したシールドの長距離化に伴う工事期間の長期化への対応が可能となる。

シールドトンネルの施工速度は、トンネル径や地盤条件によって影響を受けるが、これまでの施工実績は表一1に示すように中小口径トンネルで月進200m程度まで、大口径トンネルで月進150m程度までとなっている。

表一1 高速施工の実績

セグメント内径 (m)		4.20	6.90	10.90
セグメント外径 (m)		4.65	7.60	11.90
セグメント幅 (m)		1.2	1.2	1.5
硬質土	土丹	210	185	160
	砂質土	200	175	154
洪積層	粘性土	210	185	160
	砂質土	210	185	160
	砂礫	190	165	145
沖積層	粘性土	210	185	160
	砂質土	210	185	160

月進量：m/月

注：一日2交代昼夜間施工、23日稼働/月で換算

大深度地下利用技術調査小委員会報告書（社）日本トンネル技術協会）をもとに作成

施工速度を上げる方法として、シールドの掘進速度を上げる方法とセグメント組立て時間を短縮する方法

が考えられるが、1日の作業サイクルに占める各作業の割合は、セグメント組立てが最も大きいため、セグメント組立て時間を短縮することが効果的である。

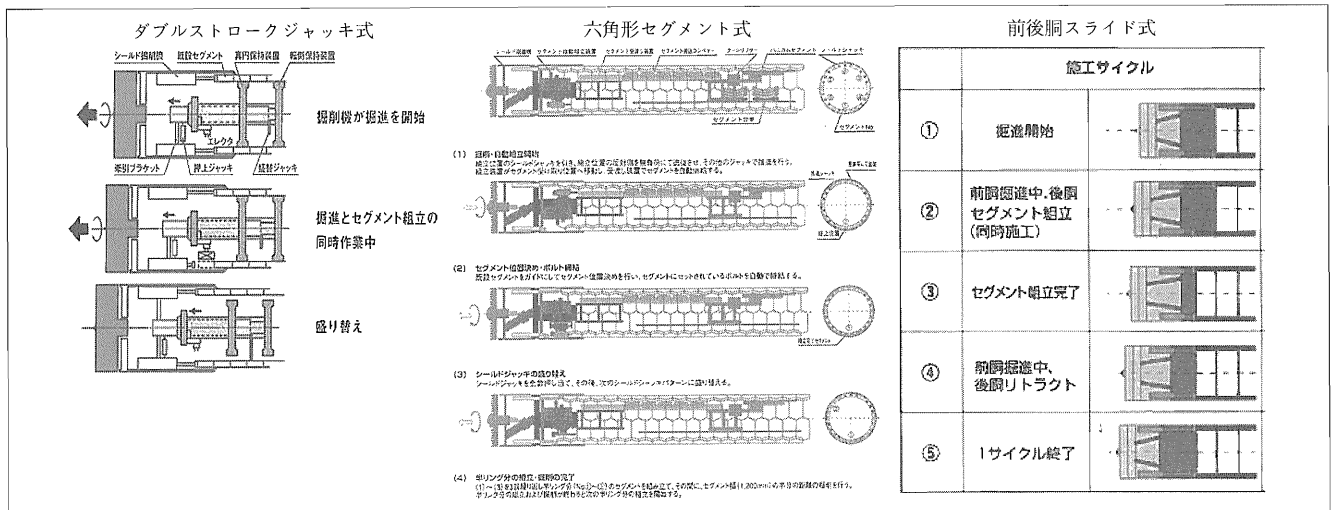
セグメントの組立て時間を短縮する方法としては、セグメント幅を拡大する方法や分割数を少なくする方法、継ぎ手構造を簡略化する方法、組立てロボットを用いた自動化、などが採用されている。

また、最近では、掘進とセグメント組立て作業を同時に施工し、掘進作業を停止する時間帯を無くす方法を採用した施工事例も見られるようになってきている（図一5）。しかし、施工速度を上げるためには、大量に発生する掘削土砂の搬出および再利用方法、増加するセグメントや資材などの搬送方法などの課題についても同時に取組まなければならない。また、施工機械の高速化、高出力化に伴う作業の安全性向上および新しい管理システムの構築も課題となってくる。

5. 自動化、無人化技術

シールド工事における自動化、無人化技術は土木工事の中でも進んでいる部類に属し、シールド機の姿勢および位置の制御まではジャイロ、レーザを用いた自動制御が可能となっている。また、セグメントの搬送については無人化による操作が可能となっているが、セグメントの組立てに関しては、径が5mのトンネルから実績があるものの、自動化のコストが高いため、位置決め、ボルト締結と言った一部のプロセスを手動とした半自動の採用例が多くなっている（図一6）。

このようにシールド工事においては、シールド機の姿勢および位置の制御、セグメントの組立て、セグメント搬送と言った個別の主要作業の自動化は達成されている状況にあるが、今後、少子・高齢化に伴って労



図一5 掘進組立て同時施工技術の例

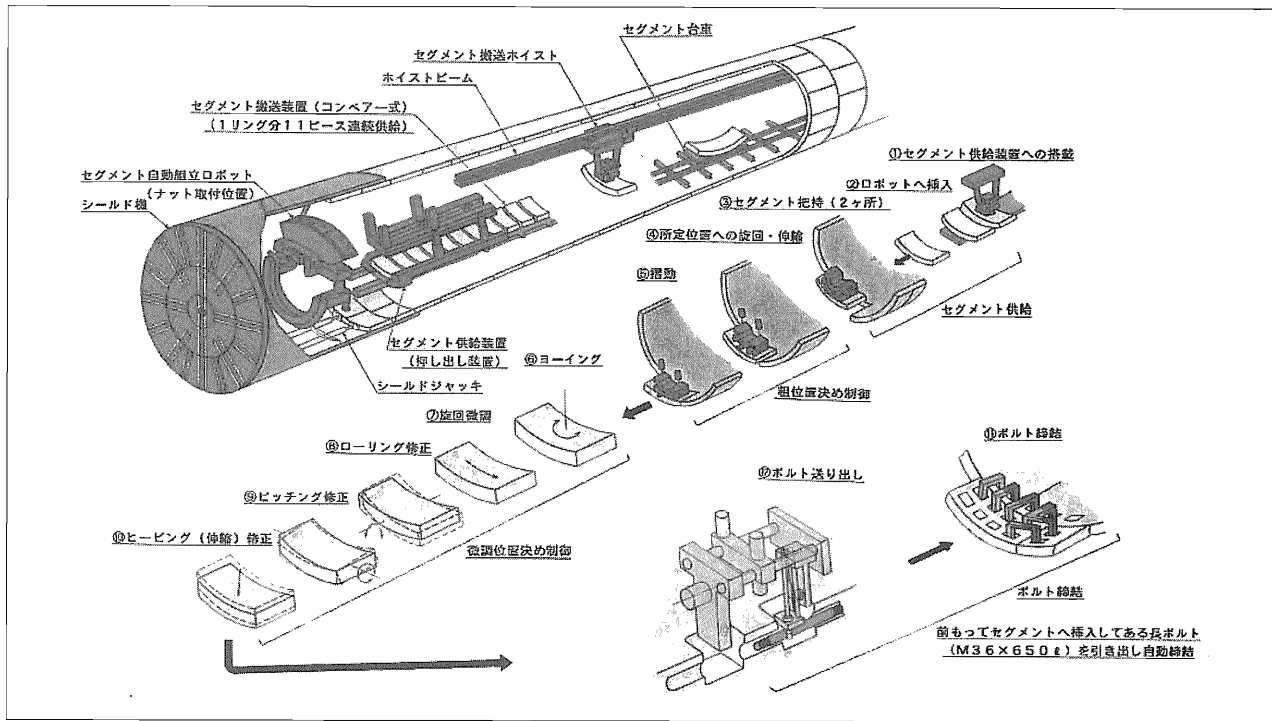


図-6 セグメント組立ての自動化の例

動力や熟練者が不足することへの対応、トンネルが掘削される深度が大きくなることによる高水圧下での作業環境の対応、さらには長距離化に伴う地表へのアクセス時間の増大に対する作業時の防災上の対応などが必要になってくることから、人力による作業はできる限り自動化、無人化を図ることが望まれる。

このため、今後は、コスト面に配慮しつつ、コンピュータ等を用いたより迅速かつ適切な情報収集・処理によって現状の個別の自動化システムを統合し、効率の良いシールド自動化システムを構築することが課題となる。

6. おわりに

シールドトンネルの技術は、これまでに多様な新

技術、新工法が開発され、実用化されてきており、高いレベルに達していると言える。しかし、今後の都市部における地下利用の展開を考えると、シールド工法の建設コストの縮減、施工効率の向上などはさらなる取組みが必要とされる重要課題であり、課題解決に向けた研究開発に官民学が一体となって総合的、集中的に取り組むことが必要である。

JICMA

【筆者紹介】

真下 英人 (ましも ひでと)
独立行政法人土木研究所
基礎道路技術研究グループ
上席研究員



地下空間

特集

設計・施工一括発注方式によるシールド共同溝建設工事 のコスト縮減

—26号大和川共同溝工事における設計事例—

松田道孝

我が国の公共工事における設計は、一般的に発注者が自ら行うか、あるいは技術力のある設計者に委託して行われている。また、施工は施工段階での競争性を確保する必要性等から、設計と分離して発注することを基本としてきた。

しかし、工事の内容によっては、設計と施工を一体的に発注することにより、「品質の良いモノを低廉な価格」で調達することが可能である。

本報文では、26号大和川共同溝工事における設計・施工一括発注方式及び総合評価落札方式によるコスト縮減効果について紹介する。

キーワード：総合評価落札方式、設計・施工一括発注方式、コスト縮減、シールド工事、共同溝

1. はじめに

公共工事は、その多くが経済活動や国民生活の基盤となる社会資本の整備を行うものであり、その入札及び契約に関して国民の疑惑を招くことのないようにするとともに、適正な施工を確保し、良質な社会資本の整備が効率的に推進されるようにすることが求められている。

一方、公共工事の入札及び契約については、受注者の選定や工事の施工に関して不正行為が多数発生しており、その結果、我が国の公共工事に対する信頼が大きく揺らぐとともに、公共工事を請け負う建設業の健全な発展にも悪影響を与えているところである。このため、国土交通省では工事内容及びその特性に応じて、発注者が企業に求めるものの明確化を図り、それに沿った形で工事を遂行するために、発注者が工事内容を適正に評価し、その上で工事内容に応じて企業の技術力を適正に活用し、より品質の高いモノをより低廉な価格で調達できる入札・契約方式を採用しているところである。

本報文では、以上の取組みにより実施された26号大和川共同溝工事における設計・施工一括発注方式及び総合評価落札方式によるコスト縮減効果について紹介する。

2. 工事概要

26号大和川共同溝工事は、水道、電気、通信のライフラインを収容する共同溝で、一般国道26号の大阪市域から堺市域までの全長 $L=9,900$ mを地下約40 mにおいて、シールドトンネルにより構築する26号浪速第1・第2共同溝の内、大阪市住之江区浜口東3丁目から大阪府堺市鉄砲町地先までの1,946 mを施工するものである。

本工事は、一般国道26号（交通量約45,000台/日）の現道上に発進立坑（1箇所）及び分岐立坑（2箇所）を構築することから、環境の維持、交通の確保等の社会的要請事項を達成する必要があること及び一級河川大和川の横河、大和川大橋、阪神高速堺線、浪速放水路等への近接施工対策を必要とする工事である。

また、近年のシールド工事においては技術開発の進展に著しいものがあり、工事発注にあたっては技術開発に対するインセンティブの發揮及びコスト縮減への取組み効果を勘案し、価格以外の要素と価格を含め総合的に工事性能を評価して落札者を決定する設計・施工一括発注方式及び総合評価落札方式の試行工事である。

- ・工事名：26号大和川共同溝工事
 - ・工事場所：大阪市住之江区浜口東3丁目から大阪府堺市鉄砲町地先
 - ・工事内容：工事延長 $L=1,946$ m
- ① 実施設計

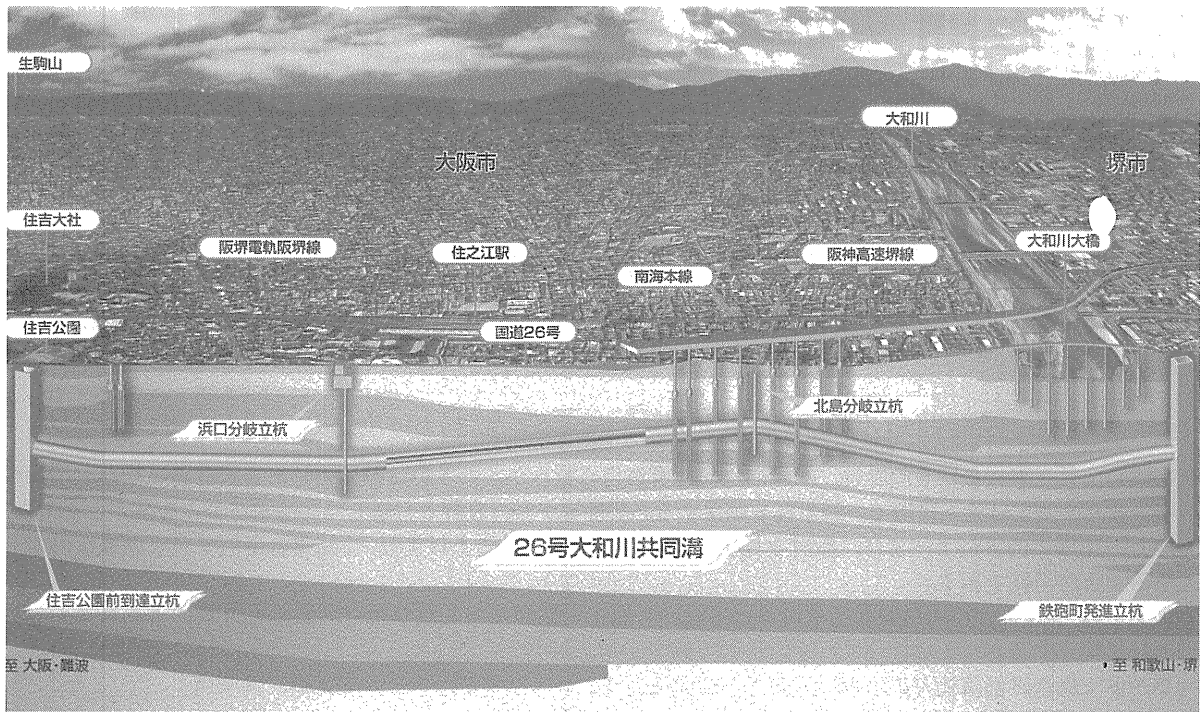


図-1 概要図

- ・シールド共同溝設計 1,927 m
- ・発進立坑設計 1式
- ・分岐立坑設計 1式
- ・仮設設計 1式
- ② 施工
- ・シールド工 (内空φ7.2 m) 812 m
- ・鉄砲町立坑 (内空幅8.3 m×長さ13.2 m) 1式
- ・北島立坑 (内空φ4.0 m) 1式
- ・浜口分岐立坑 (内空φ5.0 m) 1式
- ・仮設工 1式

3. 入札・契約方式

本工事は、設計・施工一括（デザインビルド）方式及び総合評価落札方式の発注方式である。

その概略は図-2のとおりである。

設計・施工一括（デザインビルド）方式は、一つの企業あるいは事業者が一体的に設計と施工を実施するものうち、設計の契約と工事の契約を同時に行う方式で、受注者の技術提案に基づき設計及び施工を実施

することで工期短縮に効果がある。また、設計・施工に関するリスクは受注者負担であること及び請負代金額の変更は原則として行わない、としている。

総合評価落札方式は、

- ① 総合的なコストに関する事項、
- ② 工事目的物の性能・機能に関する事項、
- ③ 社会的要請に関する事項、

を価格以外の要素として、価格競争だけではなく、必要な技術の評価と価格を総合的に評価して落札者を決定する方式である。

総合評価落札方式の目的は、次のとおりである。

- ① 工期や安全性といった価格に反映しにくい工事が評価できる。
- ② 受注者側からの技術提案によりモチベーションが確保できる。
- ③ 各工事サイトにおける社会、環境等の社会特性に対するきめ細かな対応ができる。

以下に本工事の概要を示す。

(1) 設計・施工一括（デザインビルド）方式

(a) セグメント構造

今回工事は、発進立坑での交通の確保及び河川横河、橋梁近接などの安全施工、工期短縮に特に配慮する必要がある工事であり、シールド掘進、セグメント構築、排泥処理などを一連作業として勘案したシールド施工が必要である。このため、民間の技術開発が進んでいるセグメント構造について実施設計及び施工について

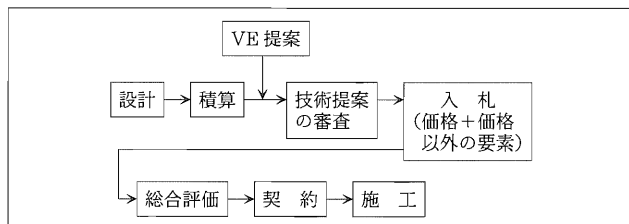


図-2 入札・契約方式概略フロー

表一 セグメント提案項目

提案項目	構造の成立性	構造の適用性
	<ul style="list-style-type: none"> ・構造形式 ・構造決定要因 ・耐震設計 ・セグメントの構築方法 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料等の材質、規格 ・作業機械 ・安全対策

表一により技術提案を求めた。

(b) 発進・分岐立坑構造及びその仮設

立坑は、国道 26 号の現道上で交通の確保を図りながら工事施工ヤードを設け立坑を構築する必要があり、立坑の設計には現地条件を踏まえ、施工方法を十分考慮した設計・施工方法を選定することが必要である。このため、民間の技術開発が進んでいる立坑の施工方法などを考慮した、立坑本体及びその仮設の実施設計及び施工について表一2 により技術提案を求めた。

表一2 発進・分岐立坑提案項目

提案項目	構造の成立性	構造の適用性
	<ul style="list-style-type: none"> ・立坑断面 ・構造設計 ・耐震設計 ・構築方法 ・補助工法 ・発進・到達防護工構造 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料等の材質、規格 ・作業機械 ・安全対策

(2) 総合評価落札方式

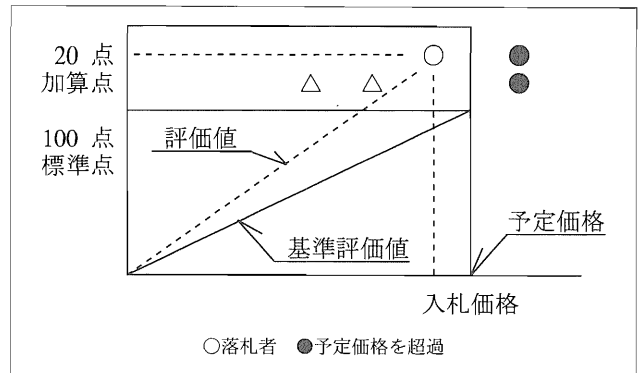
総合評価は、表一3 総合評価項目に示す評価項目及び提案項目により、技術提案を求め総合評価した。

総合評価の方法は、以下のとおりである。

- ① 入札参加者は、価格及び表一3 の総合評価項目に示す提案をもって入札し、次の要件に該当する者のうち、標準点とそれの提案による加算点の合計を入札価格で除した数値（以下「評価値」という）の最も高い者を落札者とする。

表一3 総合評価項目

評価項目	提案項目	評価点
目的物の性能・機能	・シールド工 シールド工法、セグメント構造、排泥処理設備の設計及び施工方法	6点
	・発進、分岐立坑 立坑、仮設の設計及び施工方法	4点
社会的要請 ① 環境の維持、騒音	・発進、分岐立坑 発進基地、立坑施工時の騒音対策及び施工方法	2点
② 環境の維持、地盤沈下	・大和川堤防 ・大和川橋梁 ・浪速放水路 変状防止に関する施工方法	3点
③ 交通の確保	・シールド工 発進立坑外壁面からシールド 812m 完成までの実施日数	3点
	・発進、分岐立坑 発進、分岐立坑の施工に伴う道路占用面積	1点
	・発進立坑 発進立坑の連壁防護工施工時から土留・支保工完成までの実施日数	1点



図一3 総合評価概念図

- ・入札価格が予定価格の制限範囲内であること。
 - ・評価値が標準点と加算点の合計を予定価格で除した数値（以下「基準評価値」という）に対して下回らないこと。
 - ・提案が実施設計・施工及び総合評価の適用にあたっての基本性能の最低要件を満たしていること。
- ② 提案が実施設計・施工及び総合評価の適用にあたっての基本性能の最低要件を満たしていれば標準点として100点を与えるものとし、さらに、表一3 の総合評価項目に示す評価項目の工事目的物の性能・機能に関する事項及び社会的要請に関する項目の提案が優れていれば最大20点の加算点を与えるものとした。

4. 実施設計内容

本工事は、上記により決定した請負者が工事受注後設計を行い、工事施工するものである。

発注者の概略設計（以下「概略設計」という）に対して請負者が実施設計（以下「実施設計」という）を行うことで、コスト縮減や適正な施工の確保により良質な社会資本整備が図れるものである。

具体的なコスト縮減等の内容は、以下のとおりである。

(1) シールド工

(a) セグメント構造

概略設計において、セグメント幅を過去の実績により1.2mで設計していたが、実施設計ではセグメント幅を1.3mで設計した（図一4）。

これにより、一次覆工にかかる施工日数が約12日間短縮され、一次覆工にかかる機械経費の約50百万円（約10%）が縮減された。また、セグメントの据付けにおいて、概略設計ではエレクタでセグメントを据付け位置まで取付けし、セグメント間の継ぎ手をボルト接合して一次覆工を完成させる設計であったが、

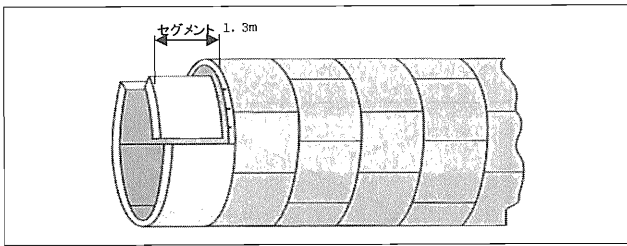


図-4 セグメントイメージ図

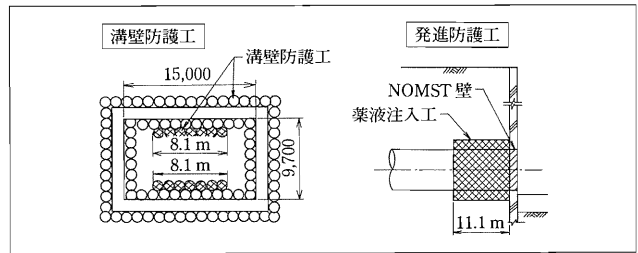


図-6 立坑構造図

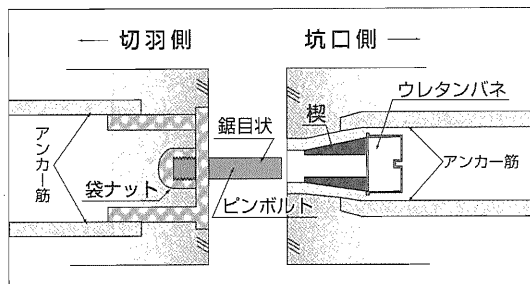


図-5 プッシュグリップ

実施設計ではセグメントにボルトレスセグメント（図-5）を使用した。

ボルトレスセグメントの採用は、工期短縮にまで至っていないが、施工の効率化や作業の安全性向上が図られている。

シールド工の施工費は、掘削に使用するシールドマシン等の機械設備費が施工費の約 25% と施工費にかかるウエイトが高い工事である。今回の実施設計では、セグメント構造を大型化し現場における施工時間の短縮を図ることで、シールド工のコスト縮減を図ったものである。

(b) セグメントの大型化によるコスト縮減
表-4 にセグメントのコスト縮減率等を示す。

表-4 セグメントコスト縮減率

セグメント幅	1.2 m	1.3 m
コスト縮減額	基準	50 百万円
縮減率	基準	10%

(2) 発進立坑

(a) 立坑断面

概略設計において、立坑内空寸法は下水道用設計積算要領により（幅）10.1 m×（長さ）16.1 m で設計していたが、実施設計では請負者の施工実績から余裕長を縮小し、（幅）9.7 m×（長さ）15.0 m で設計した（図-6）。これにより、幅=0.4 m、長さ=1.1 m が縮小された。

発進立坑内空寸法は、下水道用設計積算要領により坑口、シールド機長、仮支保工、支圧壁、余裕長から

内空寸法を設計することが一般的である。今回の実施設計では、シールドマシン等の技術開発及び請負者の施工実績により余裕長の見直しを行い、発進立坑のコスト縮減を図ったものである。立坑内空寸法の縮小によるコスト縮減効果は、以下のとおりである。

① 立坑構造

立坑内空寸法の縮小により、立坑本体に利用する鋼製地中連続壁のエレメント配置が効率的に配置でき、鋼製地中連続壁厚が $t=1,500$ mm から $t=1,300$ mm に縮小された。これにより、鋼製地中連続工にかかる施工費の約 70 百万円（約 4%）が縮減された。

② 溝壁防護工

概略設計において、鋼製地中連続壁の後行エレメント延長が長いことから連続壁施工時の重機安定を確保するため、溝壁防護工（SMW 柱列式 $\phi 600$ 、防護延長 $L=16.2$ m）を設計しているが、実施設計では内空寸法の縮小により、エレメント配置が効率的に配置できたため、溝壁防護による重機安定確保が不要となった。これにより、溝壁防護工にかかる施工費の約 5 百万円（約 7%）が縮減された。

③ 発進防護工

概略設計において、発進防護は NOMST 部材 + 高圧噴射攪拌工法（3 重管）+ 薬液注入（二重管ダブルパッカー）、防護延長 $L=11.5$ m で設計していたが、実施設計では請負者の施工実績により NOMST 部材 + 薬液注入（二重管ダブルパッカー）、防護延長 $L=11.1$ m で設計した。これにより、発進防護工にかかる施工費の約 10 百万円（約 9%）が縮減された。

(b) 設計基準等の見直しによるコスト縮減
表-5 に発進立坑のコスト縮減率等を示す。

表-5 発進立坑コスト縮減率

	地中連続壁	溝壁防護	発進防護
縮減額	70 百万円	5 百万円	10 百万円
縮減率	4%	7%	9%

(3) 発進立坑施工ヤード

概略設計において、工事施工ヤードは国道26号の中央部に工事規制帯を設け、発進立坑ヤード1,500 m²、シールド掘削土処理ヤード1,300 m²を設計していたが、実施設計では国道中央部の工事規制帯に発進立坑ヤード1,300 m²、道路区域外にシールド掘削土処理ヤード1,800 m²で設計した(図-7)。

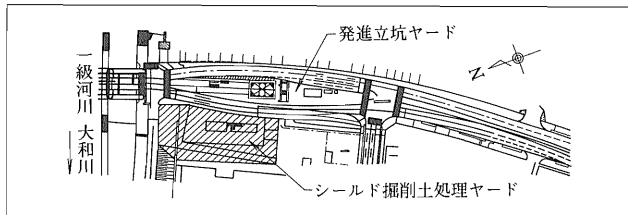


図-7 発進立坑施工ヤード図

これにより、発進立坑ヤードは工事規制帯が200 m²縮小できたため、交差点部の右折レーン及び視距が十分確保でき、工事渋滞の緩和や事故防止など道路交通の安全性が向上した。

また、道路区域外にシールド掘削土処理ヤードを設けたことにより、ヤード面積を500 m²大きくできたため、掘削土等の仮置き面積や処理施設の設置が検討でき建設発生土の利用促進が可能となった。

5. ま と め

26号大和川共同溝工事における設計・施工一括発

注方式及び総合評価落札方式によるコスト縮減効果は、大きく分けると次のとおりである。

- ① 材料の大型化による施工費のコスト縮減。
- ② 設計基準等の見直しによる工事費のコスト縮減。
- ③ 創意工夫による環境の維持、交通の確保。

これらは、従来からコスト縮減対策として発注者及び請負者において各々取組まれてきた項目であるが、今回の設計・施工一括発注及び総合評価落札による入札・契約方式の効果と言える。

設計・施工一括発注及び総合評価落札方式は、シールド工事のように技術開発の進んでいる工事においては、請負者の独自の技術やノウハウが施工に反映でき、工期や安全性といった価格に反映しにくい工種への対応や工事サイトにおける社会特性に対するきめ細かな対応ができた。また、受注者側からの技術提案によるモチベーションが確保できた一例である。 JICMA

【筆者紹介】

松田 道孝 (まつだ みちたか)

国土交通省

近畿地方整備局

道路部

道路管理課

課長補佐



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

地下空間

特集写真

地下鉄建設工事における環境負荷低減の取組み —電動式建設機械の開発と導入—

田邊 滋・川上 和孝・内田 正明

帝都高速度交通営団建設本部は、自治体を除く公共工事発注団体としては初めて平成11年3月にISO14001を認証取得し、様々な環境負荷低減活動を積極的に推進している。

現在施工中の地下鉄13号線（池袋～渋谷間）建設工事「駅部開削工事」においては、工事用車両や建設機械に起因する排出ガスや騒音の低減を図ることとし、第1弾として2トン積みトラックを「CNGエンジン」仕様に、4トン積みトラック（ディーゼルエンジン式）に対しては「粒子状物質減少装置」を装着、主に有害ガスや有害物質の排出量低減を実現している（両車両は各工区に1台ずつ導入）。

今回その第2弾として10トン積みダンプトラックについては都環境確保条例の排ガス2次規制（平成17年10月施行）に適合するものを前倒しで採用すると共に、建設機械（テレスコピッククラムシェルおよびバックホウ）についてはその一部を電気駆動式に替えることによって排出ガスをゼロにすると同時に、大幅な騒音低減も実現した。

本報文では電気駆動式建設機械（主にテレスコピッククラムシェル）開発・導入の背景や、仕様、環境負荷低減の効果などについて報告する。

キーワード：地下鉄建設、開削工事、環境負荷低減、テレスコピッククラムシェル、電動式建設機械、電気駆動

1. はじめに

21世紀に入り国や地方自治体による環境に関する規制が強化され、これに呼応し各所において積極的な取組みがなされている。

国においては、環境への負荷が小さな物品を優先購入しつつこれらの開発を促進することにより持続的発展が可能な社会の構築を目指した「グリーン購入法」や、建設工事に起因する廃棄物の量を減らし、資材を可能な限り再資源化することを目指した「建設リサイクル法」などが施行されている。また東京都においては、ディーゼル車の排出ガスに関する規制を盛り込んだ「環境確保条例」が施行されている。

このような状況下、地下鉄事業の持つ社会的使命や地域特性などに鑑み、その建設工事においては積極的に環境負荷の低減に取り組むことが責務と考えられる。

地下鉄建設は都市部においての大規模工事であり、長期間にわたり多数の機械や車両を使用し、夜間作業も多いため都市環境に大きな負荷を与えていることも事実である。

帝都高速度交通営団（以下、営団と略記）は真に「人と地球に優しい地下鉄」を目指す立場から、地下鉄13号線建設工事における工事用車両や建設機械に

起因する排出ガスや騒音の低減を実現することとし、建設機械（テレスコピッククラムシェルおよびバックホウ）については、その一部を従来のエンジン駆動式から電気駆動式に替えて導入した。

本報文では電気駆動式建設機械の開発・導入の背景や、その仕様、効果などについて述べる。

2. 電気駆動式テレスコピッククラムシェル

表紙に示すテレスコピッククラムシェル（以下、テレスコクラム）は駅部開削工事において路面を覆工した後、地下掘削によって生じた土砂を地上まで持ち上げ、ダンプトラックに積込む機械であり、バケット容量が0.7m³、地下約18mの深さまで対応可能なものである（主要な仕様は表-3を参照）。

一般的にはディーゼルエンジンで駆動する機械であるが、上述のごとく排出ガスを無くし周囲騒音を低減すべく電気駆動式を開発し導入することとした。

因みに、電気駆動式テレスコクラムの開発は世界でも初めての試みである。

（1）基本構造、主要仕様の検討

電気駆動式テレスコクラムの開発は前例がないため、その基本構造や主要な仕様をどのように設定すべきか、

営団とメーカーが中心となりユーザ側へのヒアリングを繰返しながら検討を行った。以下にその一部を述べる。

(a) 作業性能 (掘削能率)

駅部開削工事においてテレスココラムが担当する掘削 (揚土) 作業は全体工程の中で大きなウェートを占めるため、その作業性能 (掘削能率) は一般的なエンジン式に対し同等以上のものが要求された。

事前に機械の信頼性やその他の理由から電動機の回転速度は一定 (1分間に1,500回転) とする方針で臨んだため、エンジン式に対し機関回転速度が大幅に低下する問題を抱えることになったが、その中で如何に作業能率の低下を抑えるかを主体に検討を行った。

結果的には、一般的なエンジン式が搭載している油圧ポンプに対し二回り程度大型のポンプを採用し、ポンプ1回転当たりの油圧吐出量を増やすことにより所定の動作速度を確保した。

電動機については前出のポンプ性能を十分に発揮できる大出力のものを採用した (写真-1)。

(b) 集電装置

電気駆動式テレスココラムは車両外部から商用電源

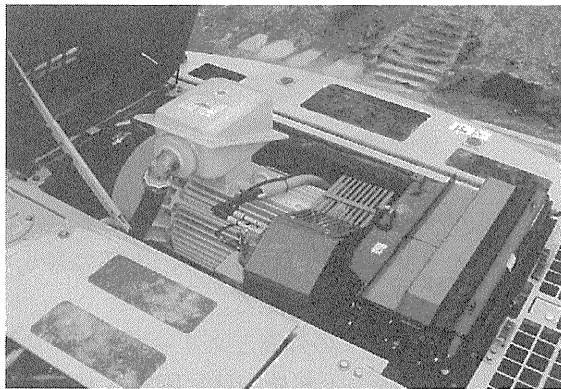


写真-1 大型電動機

(3相, AC 400V) の供給を受け、電動機を回し油圧ポンプからの油圧によって稼働する機械で、この電源を車両に導入・投入するのが集電装置である。

テレスココラムはそれ自体路上 (覆工板の上など) に設置され、開口部からバケットを差込み地下部の土砂を搬出するが、一般的に1台が複数開口部を担当するため、これらの間を行ったり来たりする必要がある。

また、駅部開削工事は道路の中央部に作業帯を設け、その狭い領域の中で各種建設機械や車両が錯綜しながら作業することが多いため、互いに作業の邪魔をしないようにする必要もある。

これらのことから表-1のごとく複数の集電方式について比較検討を行い、構造が複雑になりコストが高くなるものの、安全性や使い勝手の良さ、移動の容易さなどを評価し、下部走行体にケーブルリールを配する「A」方式を採用することとした。

また、ケーブルリールが巻取ったり繰出したりできる電源ケーブルの長さは、開口部や電源設備の配置計画との関係から40mとした。

(2) 新技術の開発

下部走行体にケーブルリールを搭載しようとする、そのスペースは上下左右から圧迫された非常に狭いものとなる。左右にはクローラがあり、天井からは上部旋回体 (カウンタウェイトなど) が迫り、下方は車両としての「最低地上高」を確保する必要もある。

このスペースにうまく納まり、長さ40mのケーブルが巻取れるコンパクトなリールが必要となるが、この類の商品は市場に存在しないため、今回新規に開発することとした。

また、下部走行体にケーブルリールを設ける場合、電動機などの主要な電気機器が搭載されている上部旋

表-1 集電方式の比較検討

比較項目	集電方式 A	B	C
ケーブルの損傷 安全性	○ <ul style="list-style-type: none"> ・ 回転してもケーブルは静止安定。 ・ 前後進してもケーブルは踏付けられない。 	× <ul style="list-style-type: none"> ・ 回転するとケーブルが振られる。 ・ ハンガ部が引っ掛かる恐れがある。 ・ 作業機とレールが干渉する。 	× <ul style="list-style-type: none"> ・ 回転するとケーブルが振られる。 ・ 後退時にはケーブルを踏み付ける。
地上側設備 ケーブルをさばく要員	○ <ul style="list-style-type: none"> ・ 地上側には電源以外の設備は不用。 ・ ケーブルをさばく要員は不要。 	△ <ul style="list-style-type: none"> ・ 稼働・移動したい全域にわたり、ケーブルを懸架するレール、ハンガ等の設備を要す。 	× <ul style="list-style-type: none"> ・ 地上側には電源以外の設備は不用。 ・ 後退時にはケーブルをさばく要員が必要。
稼働可能な範囲	○ <ul style="list-style-type: none"> ・ 面状の広い範囲にわたり稼働できる。 	× <ul style="list-style-type: none"> ・ レールの下でしか稼働できない。 ・ ハンガが引っ掛かる恐れがあり、距離は延ばせない。 	△ <ul style="list-style-type: none"> ・ 面状の範囲で稼働可能だが、ケーブルのさばきの問題から距離は延ばせない。
構造のシンプルさ コスト	× <ul style="list-style-type: none"> ・ リールの他、回転中心にスリップリングも必要で、構造は非常に複雑。 ・ コストも高い。 	○ <ul style="list-style-type: none"> ・ 構造は最もシンプル。 ・ コストも低い。 	○ <ul style="list-style-type: none"> ・ 構造はB方式に次いでシンプル。 ・ コストも低い。

回体まで電気を伝えようとする、途中で回転する箇所があるため回転しながら電気を伝える装置（スリップリング）が必要となる。

しかし、この回転する箇所には走行モータなどに油圧を供給する油圧回路も通っているため、電気と油圧の両方を同時に、一つの回転軸の上で回転しながら伝える回転継ぎ手が必要となる。これについても新規に開発することとした。

(a) コンパクトなケーブルリール

偏平なスペースに納めるために、鉛直軸を中心に薄型のドラムが水平に回転する形式とし、スリップリングや駆動モータなどの主要なコンポーネントは小型化し、ドラムの内部空間に押し込むことにより全体の高さを低く抑えた。

また、電源ケーブルはドラムに対し多列・多層巻きとし、40 m のケーブルを搭載しつつもコンパクトな外形（外径）を達成した。

しかし一方で、多列巻きとしたことによりケーブルの乱巻きや、最悪は「からみ」「ひきちぎり」などのトラブルも想定されたため、試作品により先行研究を実施した。

テストの結果、若干の乱巻きは生じるものの大きなトラブルに至る恐れは無く、十分実用に耐え得るレベルと判断された。図-1 に水平巻取り型ケーブルリールの概形を示す。

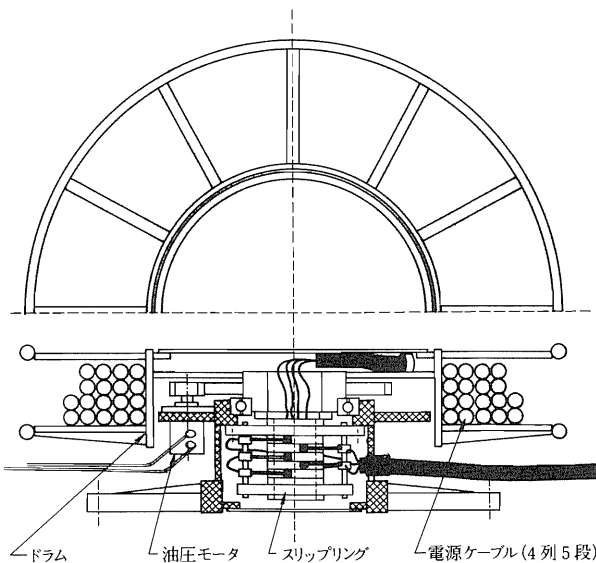


図-1 水平巻取り型ケーブルリールの概形

(b) 電気・油圧複合回転継ぎ手

車両旋回中心部において、電気（3相電源，アースの計4系統）と油圧（左右走行モータ，ケーブルリール駆動モータ，ドレインの計7系統）を同時に一軸上で、互いに絡みあわないよう回転しながら伝える必要

がある。

このため、油圧回転継ぎ手（スイベルジョイント）を下方に、電気回転継ぎ手（スリップリング）をその上に設け、双方の軸を連結した電気・油圧複合型の回転継ぎ手を開発した（図-2）。

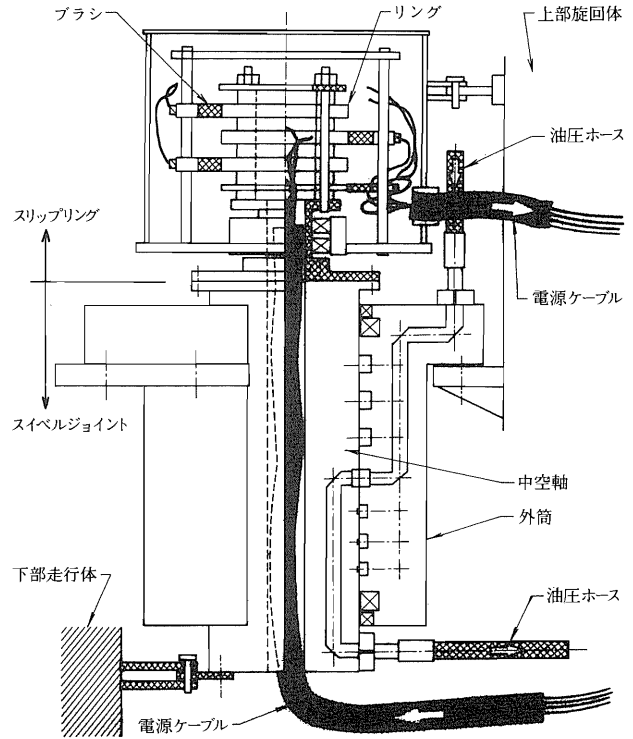


図-2 電気・油圧回転継ぎ手の概形

スイベルジョイントの軸は中空となっており、この内部を電源ケーブルが下方から入り、上部のスリップリングの軸側（リング）に至る。

スイベルジョイントの外筒とスリップリングの外枠（ブラシ側）は車両の上部旋回体に固定され、双方の軸（互いに連結）は下部走行体に固定されている。

(3) 特長

電気駆動式テレスコプラムは「電気駆動式」としての特長の外に、ケーブルリールを下部走行体に搭載したことによって得られる特長を併せ持っている。

(a) 電気駆動式としての特長

- ① NO_x（窒素酸化物）、CO（一酸化炭素）、HC（炭化水素）などの有害ガスや、黒煙、PM（粒子状物質）などの有害物質を一切排出しないため、周辺住民や作業員の健康を害する恐れも、建物や洗濯物などを汚す恐れもない。
- ② 騒音が低いため、周辺の住環境への影響を小さく抑えられる。エンジン式との周囲騒音値の比較を表-2に示す。

表-2 駆動方式別周囲騒音値の比較 (周囲 7m 地点)

電気駆動式	65 dB(A)
エンジン駆動式	76 dB(A)

(b) リールを下部走行体に搭載する形式の特長

- ① 車両が旋回しても、電源ケーブルはそれとは無関係に安定し振回されることがないため、ケーブルの損傷や電気事故発生の恐れが少ない。
- ② 車両が前後に走行しても、電源ケーブルはリールによって巻取られたり繰出されたりするため、これを踏付けたり引きちぎったりする恐れが少ない (写真-2)。



写真-2 下部走行体に搭載したケーブルリール

程度の深さ範囲を掘削し、そのままダンプトラックに土砂を積込む作業を行う。

今回導入した電気駆動式バックホウ (写真-3) は、本プロジェクトが始まる以前に開発・実用されていた機械で、電源ケーブルのコネクタ形式を電動テレスコグラムに合わせるなど若干の変更を加えて投入した。

なお当該機械はオリジナルのディーゼルエンジンを残したまま電動機を追加したもので、現場の条件や運転内容などにより電動機あるいはエンジンのいずれかの機関を選択し駆動・運転できるものである (メーカーの呼称は「ハイブリッドユンボ」)。



写真-3 電気駆動式バックホウ

(4) 主な仕様

表-3 に電気駆動式テレスコグラムの主要な仕様を示す。

表-3 電気駆動式テレスコグラムの仕様

車両型式名称	コマツ PC 200 SC-6 電動テレスコピックグラムシェル
バケット容量/形式	0.7 m ³ /ツース, スクレーパ付き
機械質量	27,940 kg (履板ゴムパッド, 電源ケーブルを含む)
最大掘削深さ	20.4 m (開口部の寸法, 形状により変動)
電源	3相 AC 400 V/50 Hz
電動機出力/回転速度	90 kW/1,500 min ⁻¹ (同期回転)
集電方式	リールによるケーブル拾い巻取り
ケーブルリール	油圧駆動, 水平多列・多層巻き
ケーブル巻取・繰出長	40 m (有効長さ)
リール搭載位置	下部走行体の後方, 左右履帯間
電源ケーブル形式	PNCT-100 mm ² ×3c, 14 mm ² ×1c
電源ケーブル 外径, 質量	φ53 mm, 5.3 kg/m
ケーブルコネクタ	単極コネクタ, 防水型, 色分け (4色)

3. 電気駆動式バックホウ

バックホウは前述の路面覆工の後、数 m から 5 m

(1) 開発の経緯

前述のとおりこの機械は本現場とは無関係に企画・開発され、防音ハウス内やトンネル内などの閉鎖空間でのノンエミッション化や、住宅地での工事、夜間工事における騒音低減などを狙ったものである。

また、電動機だけでなくエンジンも併設することによって、色々な現場条件に適応させレンタル商品としての稼働率を高めるとともに、現場間の移動を容易にしている。

(2) 特長

(a) 電気駆動式としての特長

前述のテレスコグラムと同様に、下記の特長がある。

- ① NO_x や黒煙その他の有害ガス, 物質を一切排出しない。
- ② 周囲騒音が低い (周囲 7m の値は前出の表-2 の電気駆動式テレスコグラムと同レベルである)。

(b) 電動機とエンジンを併設した形式の特長

ディーゼルエンジン, あるいは電動機のいずれかの機関を選択・運転できることから、以下の特長を有している。

- ① 電源設備がない場所でも自力で走行できるため、

トレーラで搬送する場合も簡単に積み下ろしができ、発電機を準備する必要もない。

- ② もし、電気系統にトラブルを生じた場合でも、エンジン駆動に切替えて稼働したり、あるいは緊急脱出することができる（当該機の場合、エンジン駆動時と電気駆動時の作業性能はほぼ同一）。

（3） 主な仕様

表—4 に電気駆動式バックホウの主要な仕様を示す。

表—4 電気駆動式バックホウの主仕様

メーカー名称	レンタルのニックン
車両型式名称	ハイブリッドユンボ 0.7
ベースマシン	コベルコ SK 200-6
バケット容量	0.8 m ³ (山積)
機械質量	20,500 kg
駆動方式	電気・エンジン選択駆動 (ハイブリッド駆動)
電源	3相 AC 400 V/50 Hz
電動機出力/回転速度	合計 125 kW/1,500 min ⁻¹ (同期回転)
エンジン型式	三菱自工 6D34-TE1 ディーゼルエンジン
エンジン定格出力	121 kW/2,500 min ⁻¹
集電(給電)方式	上部旋回体に電源ケーブルを直に投入

4. プロジェクトへの導入

（1） 検討会、ワーキングでの検討

営団では、平成 13 年 2 月に 13 号線建設工事に関する「環境負荷低減検討会」および、その下部組織としての「ワーキンググループ」を立上げ、どの機種に対しどの程度の改善を折込むべきかなど、環境負荷低減の具体策を検討することとした。

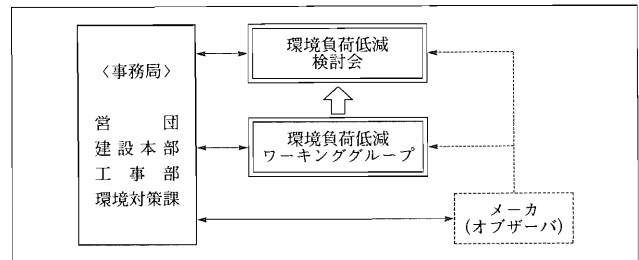
検討会は営団の建設本部工事部長を会長に、各工事請負企業の土木部長を委員として数ヶ月に 1 回、ワーキンググループは営団の工事部環境対策課長を座長に、各 JV の現場代理人を委員として毎月 1 回程度の頻度で開催した（メーカーは必要の都度、オブザーバとして参画）。

発注者である営団と受注者が同じテーブルで検討し、意見を述べ合うことによって、環境負荷低減の必要性や課題などを認識し合うことができ、相互に協力して取組んで行ける素地ができたと考える。

図—3 は検討会やワーキンググループなど環境負荷低減活動の推進に関わる組織体系を示したものである。

（2） コスト負担

一般的に実効ある環境負荷低減を実現しようとする



図—3 環境負荷低減活動の推進に関する組織体系

と相当のコストが掛かり、これを誰が負担するのかはなかなか決まらず、電動建設機械などの採用計画が頓挫してしまうことも多い。

これは、まず発注者がコスト（アップ分）を発注金額に折込もうとしないことに端を発し、請負業者は電動建機などの使用を要請されても費用の裏付けがないとして採用せず、リース業者や施工業者などはこれを保有する気にならず、メーカーも売れないから開発しない、世の中に機械が無いから積算関係資料にも掲載されない、積算ができないから、…といった具合に「負の連鎖」が出来あがり、環境負荷低減に効果のある機械・車両がなかなか普及しないのが現実である。

基本的には発注者が率先して取組む必要があると考えられ、全事業費を増加させる事なく、どのようにして上述の環境負荷低減に要するコストを捻出するのが重要な課題である。

13 号線建設工事においては、駅部の土木工事発注に際して新技術の開発や施工方法の工夫などによっておよそ 5% のコスト低減を達成した。

このコスト低減分の一部を電動式建設機械の採用など環境負荷低減のためのコストに振当てることにより、立ちちはだかる大きな壁「負の連鎖」を乗り越えることができた。

5. 電気駆動式建設機械導入の効果

これまで電気駆動式のテレスコグラムは 6 台、同バックホウは 2 台導入された。

これらは、それぞれ全投入台数の一部ではあるが、すべてをエンジン駆動式とした場合に比較し、図—4 のごとく工事期間中の CO₂（二酸化炭素）排出量を 1,660 トン削減することができる。

この 1,660 トンの CO₂ を吸収・浄化するには東京ドーム約 220 個分の森林面積が必要となり、「地球温暖化」の抑止に対し微力ながら貢献しているものと考えられる。

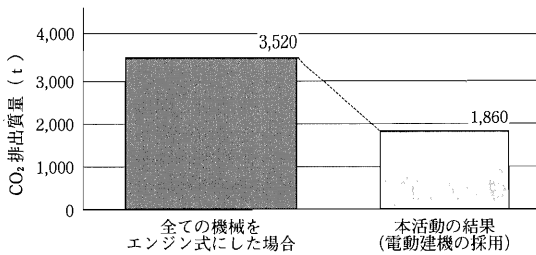


図-4 CO₂排出量の低減効果

また同時に、PM^{すす}や煤、NO_x、CO、HC など健康被害をもたらすとされる有害ガス・物質の削減も実現している。

地下鉄13号線はその大部分が明治通りの下を通るが、この道路は比較的昔に作られたこともあり車道、歩道は共に狭く、周辺にはマンションや商店、ビジネスビルなどが立並んでいる箇所も多い。

したがって、機械と建物、機械と人間との距離が近く、これらに対し環境負荷を及ぼす可能性が非常に高い現場である。

このような状況の中で、今回一部の機種、一部の台数とはいえ電気駆動式建設機械を採用したことによって、排気ガスの低減や夜間の工事騒音低減など、都市部の地下鉄建設工事における環境負荷を多少なりとも低減できたものとする。

6. おわりに

今回の取組みは鉄道はもとより他の公共工事に先駆け営団が発注者として率先して行ったものであり、建設工事が都市部あるいは地球レベルの環境に対し、可

能な限り負荷を与えないようにと考えてのことである。

今後、各種工事で電気駆動式の建設機械を採用する機会も増えるものと考えられるが、本報文がそれらの企画選定や、導入の理論構築などの参考となれば幸甚である。

末筆ながら、電気駆動式建設機械の企画検討、開発導入など、環境負荷低減の取組みに関し、ご指導、ご協力を戴いた関係各位に対し心から感謝申し上げます。

J C M A

＜参考文献＞

田邊 滋：地下鉄工事における環境対策；JREA，2003年 Vol.46，No.9。

【筆者紹介】



田邊 滋 (たなべ しげる)
 帝都高速度交通営団
 建設本部
 工事部
 環境対策課
 課長補佐



川上 和孝 (かわかみ かずたか)
 帝都高速度交通営団
 建設本部
 工事部
 環境対策課
 副主任



内田 正明 (うちだ まさあき)
 株式会社小松製作所
 営業本部
 市場開発部
 油圧ショベル・ワーキングギアグループ

地下空間

寺島 真

新連続地中壁造成システムによる土留壁の施工 —高精度で構築する原位置攪拌混合工法—

秋田 順一・林 清史・伊藤 俊夫

中之島新線は、大阪の中心、中之島の交通利便性を向上させるため、京阪電鉄天満橋駅から分岐し、中之島の北側中之島通下を通り、中之島西部の国際会議場に至る、2.9kmの地下線である。

本報文は、工事区間の一部で先行して4種類の土留めを打設し、比較することを目的とした、調査工事において採用された新連続地中壁造成システムの概要を、同調査で施工したSMW工法との比較を中心に説明する。

キーワード：土留壁、連続壁、新連続地中壁造成システム、SMW、中空油圧モータ、計測システム、UD-HOMET

1. はじめに

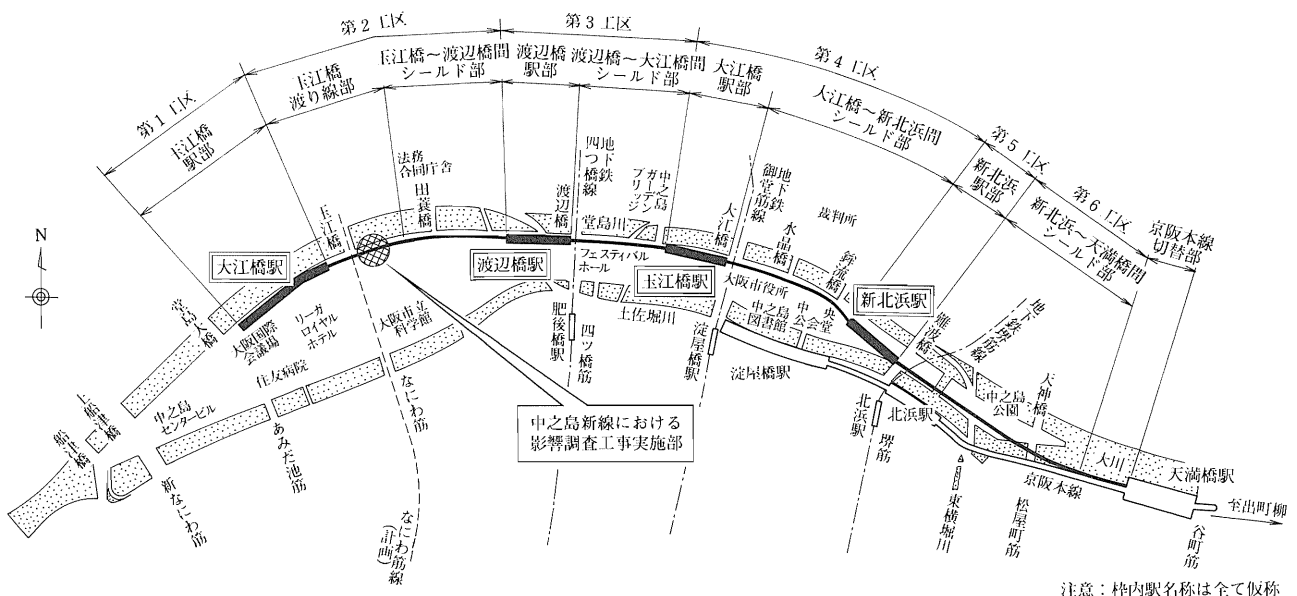
中之島新線は、大阪の中心中之島の交通利便性を向上させるため、京阪電鉄天満橋駅から分岐し、中之島の北側中之島通下を通り、中之島西部の国際会議場に至る、2.9 kmの地下線である(図—1)。

天満橋駅付近は上町台地の東端にあたり、天満橋駅から御堂筋の間は断層や褶曲を含む複雑な地層である。また、御堂筋以西では、地層は一定しているが、掘削する地盤に厚い海性粘土層があるうえ、下部に被圧滞水層があり、かつ護岸と非常に近接するため、技術的難易度の高い建設工事である。

そのため、事業主体の中之島高速鉄道株式会社と施工管理を受託している京阪電気鉄道株式会社では、御堂筋以西の開削工事区間における、土留工法の選択を最重要課題の一つと位置付け、工事区間の一部で先行して4種類の土留めを打設し、掘削まで行い、周辺への影響も含め確認することとした。

4種類の土留めは図—2に示すとおり、SC連続壁工法(株式会社大林組)、ONS-8工法(鹿島建設株式会社)、新連続地中壁造成システムとSMW工法(大成建設株式会社)が採用され、構成会社の分担施工で実施された。

本報文は、新連続地中壁造成システム(大成建設株式会社、成和機工株式会社、成幸工業株式会社による



注意：枠内駅名称は全て仮称

図—1 中之島新線建設工事路線図

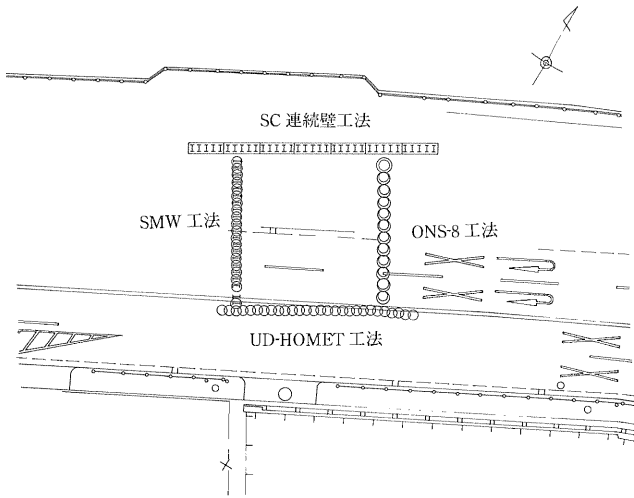


図-2 中之島新線における影響調査工事実施部平面図

共同開発，以下，新造成システムと称する)の概要を，SMW工法との比較を中心に説明する。

2. 土留壁概要

施工条件，使用機材，削孔液の配合（対象土量 1 m³ 当り）を以下に示す。また，図-3 に柱状図及び概略断面図を示す。

(a) 施工条件

- 削孔長：41.0 m
- 削孔径：φ900 mm
- 施 工：@1, 200 mm
- 芯 材：H-700×300×13×24
- 芯材長：40.0 m (20.0 m+20.0 m)
- 建込み：@600 mm

(b) 使用機材

- 施 工 機：三点式杭打ち機 DH 658-135 M
- リーダ長：30 m (新造成システム)
27 m (SMW)
- 駆 動 部：中空油圧モータ (新造成システム)
アウターモータ (7.0 t・m) 2 基
インナーモータ (4.8 t・m) 1 基
電動モータ (SMW)
減速機 (75 kW×2) 1 基

(c) 削孔液の配合 (対象土量 1 m³ 当り)

- セメント : 280 kg
- ベントナイト : 15 kg
- 水 : 700 kg

(d) 先行削孔削孔液の配合 (対象土量 1 m³ 当り)

SMW工法では，約 26 m 以深の非常に締まった礫混じり砂及び砂礫層 (天満層) に対応するため，先行削孔併用方式を採用し，下記配合の削孔液を使用した。

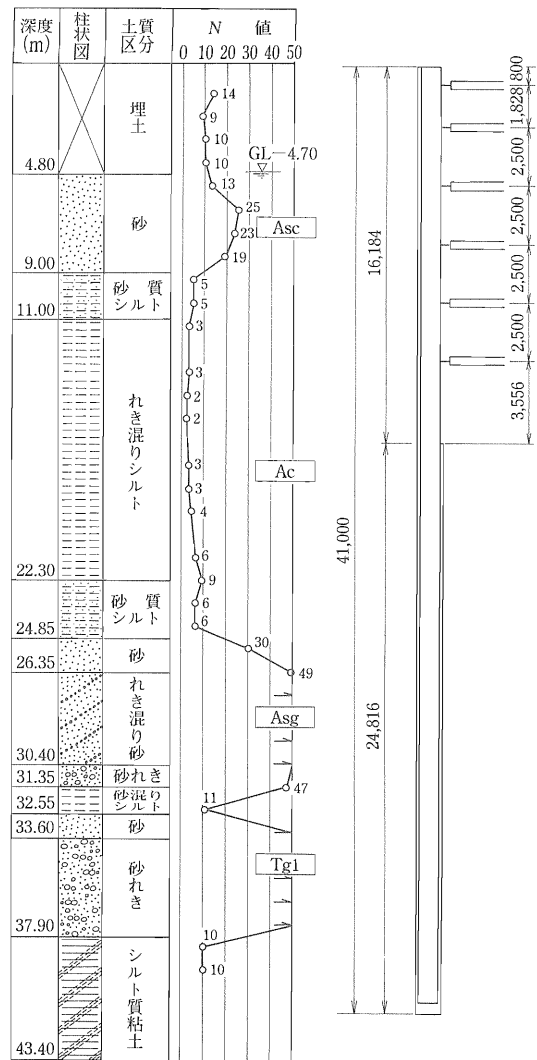


図-3 柱状図および概略断面図

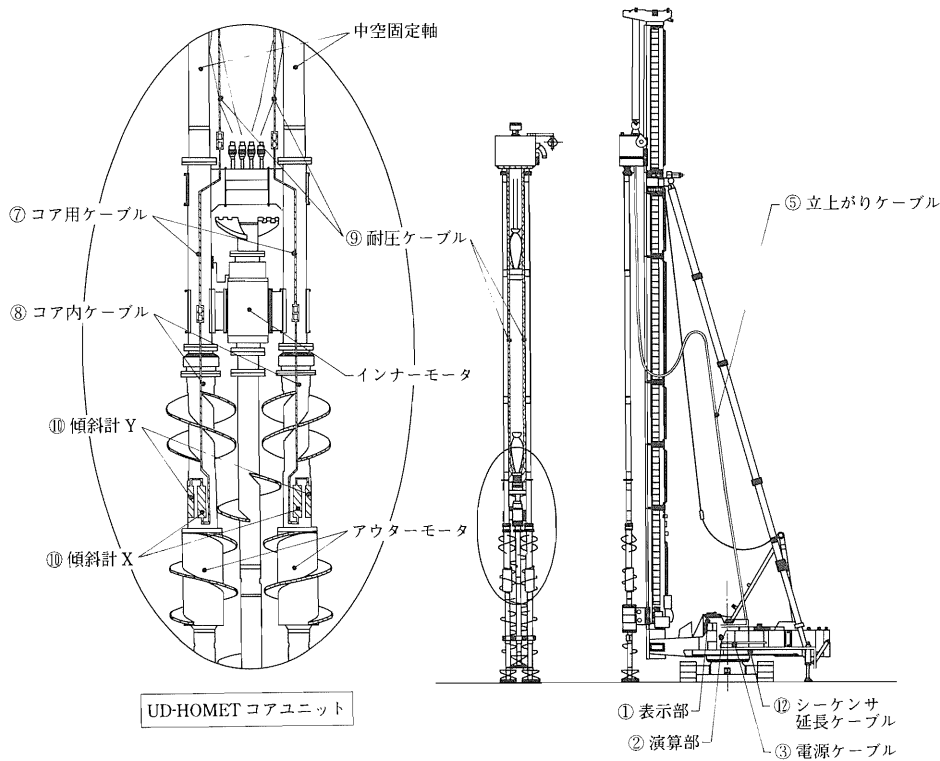
- セメント : 50 kg
- ベントナイト : 20 kg
- 水 : 400 kg

3. 新造成システム概要

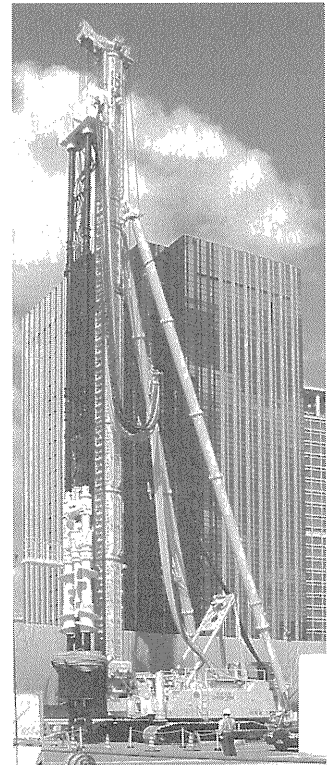
本システムは，中空油圧モータを使用した施工技術である。従来のリーダ上部に駆動部 (減速機) を設置したトップドライブ方式とは異なり，削孔装置の先端部に配置した駆動部が削孔の進捗に伴い，掘削ヘッド及び錐とともに土中に推進する工法で，UD-HOMET (Underground Drive-Hollow Motor Execution Technology) 工法と称する。

UD-HOMET コアユニットは，2 本の中空固定軸とその周囲を回転する駆動部 (アウターモータと錐) と，左右の固定軸に支持され，中軸が回転する駆動部 (インナーモータと錐) とから構成される (図-4)。

特徴としては，



図—4 UD-HOMET コアユニット及び計測システム概要



写真—1 施工機全景

- ・駆動部を下部に設置することで、掘削機構が低重心となり、ベースマシンの安定性が高い。
- ・従来工法に比べて、トルクの伝達ロスが少なく、掘削力をダイレクトに地盤へ伝える。
- ・各軸が独立駆動であり、回転方向、回転数、トルクを独立して制御できることから、地盤に適応した組合せを選択できる。
- ・削孔軸のほとんどが非回転なので、作業時の巻込まれ等の危険が少ない。
- ・地上から固定軸が貫通していることから、有線による連続計測が可能である。

などが挙げられる。

写真—1 に UD-HOMET 施工機の全景を示す。

4. 計測システム概要

本計測システムは、新造成システムの特徴である、左右2本の固定軸先端付近に傾斜計を取付けることにより、錐回転の影響を受けることなく、地中錐位置を連続計測するものである(図—4)。

左右傾斜計からのデータは、施工機上の装置で演算処理され、削孔による振動・衝撃の影響を取除いた後、深度に対応して変位量に変換処理し、施工機オペレータ室内の表示・操作パネルに表示及び記録される。また、計測管理室を別途設置し、無線伝送にてコンピュー

タに表示及び記録することも可能である。

一方、SMW工法の計測には、削孔混練錐軸の両側先端部に傾斜計を内蔵し、任意深度毎に回転を停止して、左右同時に傾斜角度を計測し、計測した傾斜角度と区間距離とから、区間毎の削孔軌跡を求め、地表位置を原点として累加することで、壁体造成精度を把握する、DAMシステムを採用した。

5. 施工

(1) 削孔状況及び施工サイクル

天満層を対象とした施工において、SMW工法では先行削孔併用方式が一般的であるが、新造成システムでは先行削孔なしで施工し、サイクル的にはエレメント毎に多少の差はあるが、削孔には問題がなかった。

また、当初懸念された、駆動部の中空油圧モータの外径が大きいこと、左右の固定軸にインナーモータを固定・連結するための梁状の機構及びその直上に位置する油圧回路を左右アウターモータに振分ける梁状の機構が抵抗となり、削孔不能となることもなかった。

SMW 1エレメントあたりの平均施工サイクル(先行削孔、削孔攪拌、DAM計測、芯材建込みを含む)を1とすると、新造成システムの平均施工サイクルは、0.72(削孔攪拌、芯材建込みを含む)となり、約3割程度早くなった。

新造成システムは、継回数、打設順序等の施工条件の差もあるが、先行削孔併用方式のSMWと比較して、総合的には施工サイクルを短縮することができた。その最大要因は、芯材建込みに要する時間がSMWの約半分となったことである。

(2) 削孔精度

削孔精度について、最大深度での変位量をグラフ化したものを図-5及び図-6に示す。比較すると、明らかに新造成システムがSMWよりも精度が良い。

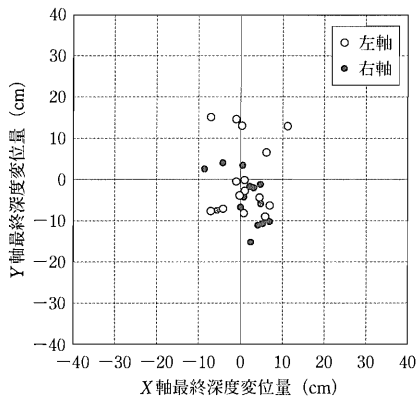


図-5 新造成システム変位量

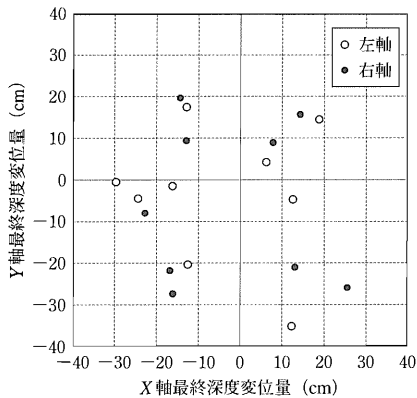


図-6 従来型SMW変位量

また、芯材建込み精度についても、土留壁延長方向の建込み誤差が、SMWでは平均98mm、最大317mmに対して、新造成システムでは平均48mm、最大113mmであった。

削孔精度が向上した理由としては、左右の固定軸にインナーモータを固定・連結するための梁状の機構及びその直上に位置する油圧回路を左右 OUTERモータに振分ける梁状の機構により、左右軸及び中央軸が剛結され、ねじれに対する剛性が増したことが考えられる。

更に新造成システムの特徴でも述べたように、駆動

部が錐軸先端付近にあり、従来工法に見られるうえからの押さえつけによる、削孔錐軸の歪みが少なくなることも削孔精度向上の一因と思われる。

新造成システムでは、各軸の回転方向（正、逆）、回転数（高速：30 r.p.m.、低速：15 r.p.m.、微速）、トルク（高、低）を独立して制御できることを利用して、削孔精度の修正を試みた。

当工事では連続計測による変位量を確認しながら、各軸の制御と施工機リーダの前後左右の傾斜調整とを組合せ、ターニングにより、ある程度の修正効果、特に、三軸のねじれの修正効果を上げることができた。ただし、修正効果は地盤条件にも左右されると考えられ、今後更に検証の必要がある。

(3) 騒音

騒音の比較では、SMWでは施工機から30m離れた地点の騒音レベルが、平均75dB程度であったのに対して、新造成システムでは、平均70dB程度であり、新造成システムが低く押さえられていた。

新造成システムのモータは油圧駆動であることから静かであり、駆動部及び回転部分が、削孔開始直後に地中に入ることから、連結装置と回転部との摩擦音がなくなり、数値以上に静かな印象を受けた。また、SMWでは、電動モータへの負荷が大きくなった際に、電動モータ特有のうなりが生ずるが、油圧モータでは、この現象が発生しないことも、低騒音化要因の一つと思われる。

6. ボーリングコアによる透水係数及び圧縮強度

施工完了後のボーリングにより採取したコアを用いて、透水試験及び圧縮強度試験を行った結果を表-1、表-2に示す。設計では圧縮強度500kN/m²以上と規定されていた。

表-1 コア供試体の透水係数 (cm/s)

地層	SMW	新造成システム
Asc	2.5×10 ⁻⁸	2.3×10 ⁻⁷
Ac	6.3×10 ⁻⁸ 5.0×10 ⁻⁸	8.3×10 ⁻⁸
Asg	2.7×10 ⁻⁸ 1.7×10 ⁻⁸	2.8×10 ⁻⁸
Tg1	—	3.3×10 ⁻⁸

表-2 コア供試体の圧縮強度 (kN/m²)

地層	SMW	新造成システム
埋土	1,188	—
Asc	2,139	1,054
		1,306
Ac	1,400	896
		1,029
Asg	1,809	3,393
	2,657	3,726
Tg1	—	3,004

7. 土留壁の遮水性の評価

対象滞水層を、OP-24.85 m から 31.35 m までの砂・礫混じり砂層 (Asg) と OP-32.55 m から 37.90 m までの砂・砂礫層 (Tg1) とし、事前予測解析と揚水試験結果による土留壁の遮水性の評価を行った。表-3 に各滞水層の水理定数を示す。

表-3 透水試験による滞水層の水理定数

地層	揚水量 (m ³ /min)	層厚 (m)	透水係数 (cm/s)	透水量係数 (m ³ /min)
Asg	0.5	9.6	8.15×10^{-2}	0.47
Tg1	0.82	5.3	2.10×10^{-1}	0.67

Asg 層では、揚水量 0.024 m³/min に対し、坑内地盤水位低下量が 13 m 以上、背面地盤水位低下量 0 m となり、土留壁の透水係数が 1×10^{-5} cm/s 以下であり、十分な遮水性を有していると判断された。

Tg1 層でも、揚水量 0.0019 m³/min に対し、坑内地盤水位低下量が 10 m 以上、背面地盤水位低下量 0 m となり、土留壁の透水係数が 1×10^{-5} cm/s 以下であり、十分な遮水性を有していると判断された。

新造成システム、SMW とともに目視確認では、掘削構内における土留壁からの漏水は認められなかった。

8. その他

新造成システムの道路占用、近接作業、プラントヤード及び排泥量の各状況は、SMW と同様であった。

施工数量は少ないが、新造成システム各部、油圧ホース及び計測関連、特にソイルセメント中に入る計測データ伝送用耐圧ケーブル等の耐久性についても、問題はなかった。

9. おわりに

本報文では、新造成システムと SMW 工法について述べたが、他の 2 種類の土留も良好に施工され、「開削工事影響調査」がほぼ竣功を迎えているところである。本報文掲載にあたり、資料の提供や使用に関し多大な理解と協力を頂戴した、中之島高速鉄道株式会社、京阪電気鉄道株式会社、大林組・大成建設・鹿島建設共同企業体をはじめとする関係者の方々に、誌面をお借りして深く感謝の意を表したい。 JICMA

【筆者紹介】

秋田 順一 (あきた じゅんいち)
成幸工業株式会社
開発本部
部長



林 清史 (はやし きよし)
成幸工業株式会社
開発本部
課長



伊藤 俊夫 (いとう としお)
成幸工業株式会社
開発本部
課長補佐



地下空間

中野 謙

設計・施工提案型入札時 VE 方式による共同溝建設工事のコスト縮減

—春日井共同溝工事の施工事例—

加納 行雄・高橋 誠

愛知県春日井市の春日井共同溝工事は、泥土圧式シールド工法により全長 6,820 m の玉石混じり砂礫地盤を、1 台のシールド機で施工する国内最長級のシールド工事であり、シールド機の耐久性向上、特にカットビットの摩耗低減が重要な技術検討課題であることから、民間の最新技術を導入するとともに、建設コスト縮減を目的として「設計・施工提案型入札時 VE 方式」を採用した。工事は、大泉寺工事（1 工区：3,420 m）と瑞穂工事（2 工区：3,400 m）に分割され、現在、大泉寺工事の掘進が完了し良好な結果を得ることができた。本報文では、春日井共同溝工事の技術提案概要と施工実績を紹介する。

キーワード：設計・施工提案型入札時 VE、コスト縮減、長距離シールド、ビット摩耗低減、シールド工事、ビット交換

1. はじめに

春日井共同溝は、春日井市大泉寺町と勝川町 4 丁目を結ぶ延長 6,820 m の玉石混じり砂礫地盤を、1 台のシールド機（泥土圧式）により施工する国内最長級のシールド工事である。共同溝の中には電力および電話ケーブルが収容され、楠・味美共同溝と接続して名古屋市と春日井市を結ぶライフラインのネットワークを構築する。

図-1 に位置図、図-2 に標準断面図、グラビアにシールド機を示す。

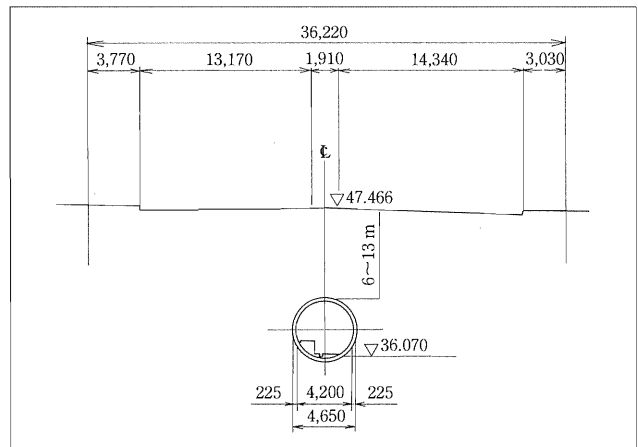


図-2 標準断面図

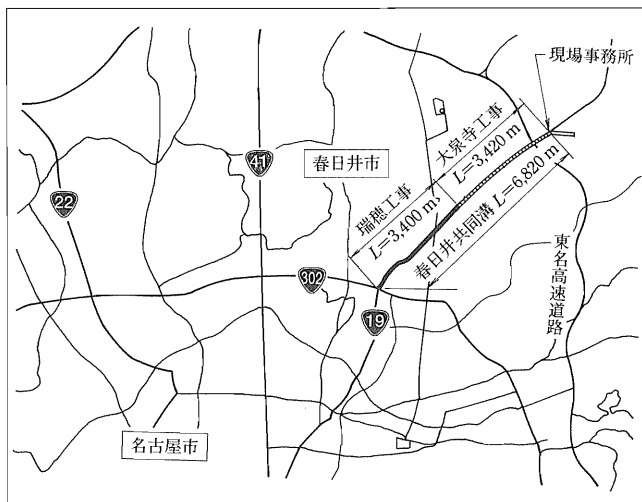


図-1 位置図

近年のシールド工事は、交通障害の低減、沿道環境の保全ならびにコスト縮減を進めるために、掘進距離の長距離化が検討されており、シールド機の耐久性向上、とくに砂礫地盤を掘進する場合に摩耗が著しいカットビットの耐久性向上が重要な課題となっている。

本工事では、これらの技術に関して民間の最新技術を導入するとともに建設コスト縮減を目的として、設計・施工提案型入札時 VE 方式が導入され、カットビット交換方法を含む最新技術が採用された。

2. 計画概要

(1) 工法選定

春日井共同溝は、名古屋市北東部に位置する春日井

市の一般国道 19 号路面下 (6~13 m) の共同溝であり、以下の条件のもと、現道交通の確保と沿道環境保全を目的に泥土圧式シールド工法が採用された。

- ① 交通量：T₉₉ 約 67,000 台/日
- ② ピーク時混雑度：1.41
- ③ 緊急復旧活動上重要な交通規制路線
- ④ 主要交差点間隔が約 500 m と過密
- ⑤ コンクリート舗装にて整備済み
- ⑥ 沿道は発進区間の一部を除き近隣商業区域

(2) 地質条件

図-3 に路線平面図、図-4 に想定地質縦断面図を示す。シールド掘進土層は、洪積層の締まった砂礫層 (桃山礫層 D_{mg}) および、硬質な粘性土層 (矢田川累

層粘性土層 P_c) で、80% 以上が玉石混じり砂礫層 (玉石の最大粒径は 300 mm を想定) となっている。地下水位は GL-11.0 m~-7.0 m で、発進から約 800 m が無水区間である。

(3) 工事概要

大泉寺工事は、発進立坑から約 820 m 地点の中間立坑 (EB 5) でカッタフェイスの損耗状況を調査、整備・点検後、再掘進して 3,420 m 地点の地中拡幅分岐部 (EB 3) でシールド機をオーバーホールして瑞穂工事に引継ぐ計画となっている。地中拡幅分岐部 (EB 4, EB 3, EB 2) は、大泉寺工事で EB 4, EB 3, 瑞穂工事で EB 2 の防護工 (薬液注入による地盤改良) を施工する。地中拡幅工事は瑞穂工事において、同時

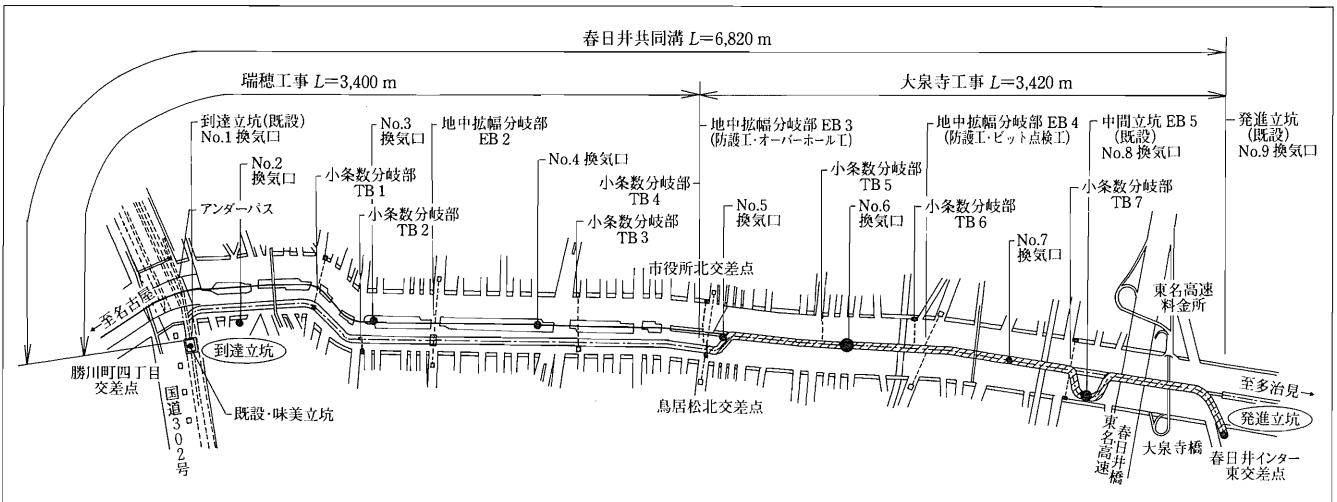


図-3 路線平面図

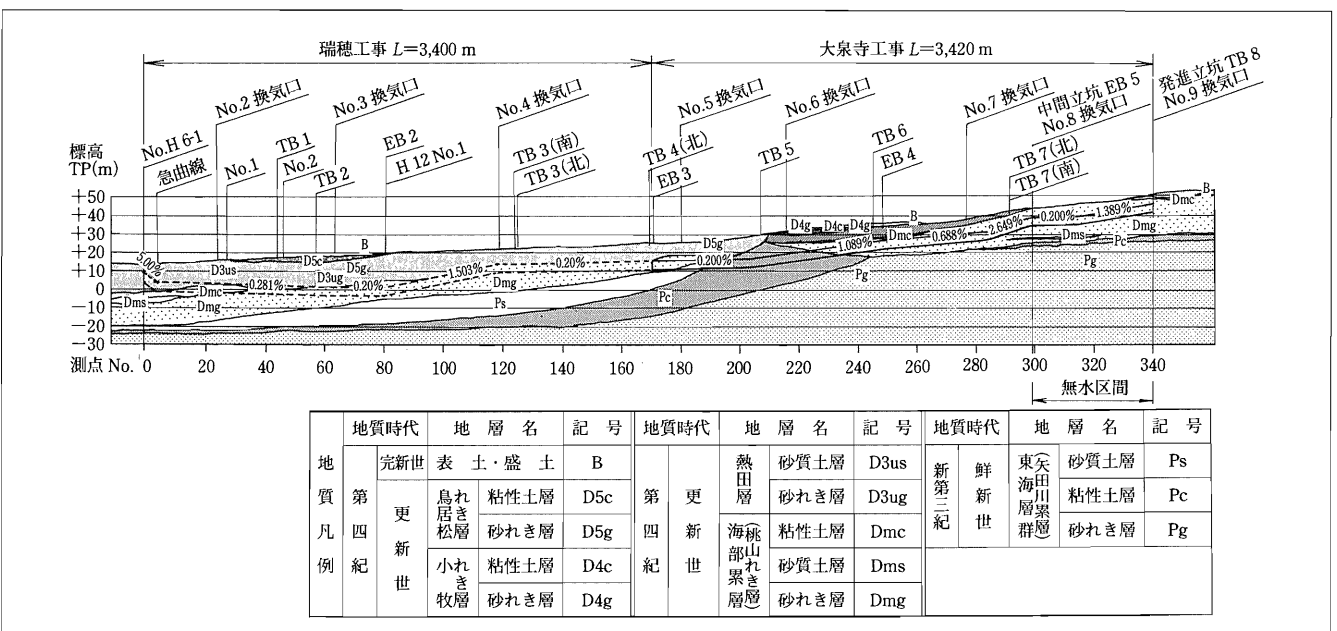


図-4 地層想定縦断面図

掘進拡幅工法により施工する予定である。

その他、換気口構築工6箇所、NTT少条数分岐構築工9箇所を計画している。

工法^{*1}の採用と円筒型強化シェルビットによるカッタービットの長寿命化により、セグメントに関しては幅広

3. 設計・施工提案型入札時 VE

(1) 入札時 VE 方式

入札契約方式の選定にあたっては、以下の項目を目的として「設計・施工提案型入札時 VE 方式」が導入された。

- ① 交通の確保と環境の維持
- ② 民間の技術開発が著しい分野の活用
- ③ 民間の高度技術の活用によるコスト縮減

提示された技術提案に対しては、春日井共同溝技術提案・評価委員会（委員長：今田徹東京都立大学名誉教授）が設立され、技術提案項目の選定および審査が実施された。

(2) VE 技術提案

表-1 に標準案に対する技術提案項目とコスト縮減効果、図-5 に技術提案概要を示す。

シールド機に関しては地盤改良不要なりレービット

表-1 VE 技術提案項目とコスト縮減効果

技術提案項目	標準案	VE 提案	コスト縮減効果 (億円)		
シールド	カッタービット	シェルビット	円筒型強化シェルビット	長寿命化	▲0.8
	ビット交換方式	非機械式ビット交換	リレービット工法	地盤改良不要	
セグメント	セグメントタイプ	ほぞ付きセグメント	クイックブロック (QB) セグメント ウェッジブロック (WB) セグメント		▲2.4
	セグメント幅	1,200 mm	QB: 1,300 mm WB: 1,000 mm	リング数減	
	セグメント分割方法	6分割	5分割	継手材・シールド材減	
	防水工	複合型シールド材	形状変更提案		
地中拡幅分岐	断面形状	馬蹄形	同心円形断面		▲1.0
	施工法	NATM 工法	同時掘進拡幅工法	工期短縮	
	地盤改良工法	薬液注入	注入範囲・工法変更提案	改良範囲減	
搬送設備	坑内搬送設備	バッテリーロコ	自動搬送バッテリーロコ	安全性向上	▲0.2
その他			セグメント自動組立て	安全性向上	▲0.7
			換気口：鋼製ケーシング工法	地盤改良不要	
			発進・到達防護工：クロスジェット工法		
計					▲5.1

VE 技術提案概要

当工事で、コスト縮減と品質ならびに安全性向上を図るため、新技術新工法(リレービット工法、クイックブロックセグメント、坑内自動搬送システム、世界最小径でのセグメント自動組立等)を採用して施工しています。

「シールド」：カッタービット・ビット交換方式

- ①円筒型強化シェルビット(先行改良シェルビット)の採用
あらゆる方向からの玉石の衝撃に耐える強化型シェルビット。
- ②機械式ビット交換方式(リレービット工法)の採用
「いつでも、どこでも、何回でも」補助工法なしで機内側から安全にビット交換できるシステム。



「地中拡幅分岐部」：断面形状工法・地盤改良工法

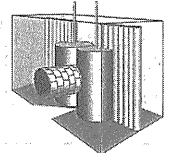
- ①同時掘進拡幅工法の採用
シールド断面拡幅をシールド掘進と同時に(同心円形断面)、「省力化低コスト施工」と「坑内環境改善」を実現。同時復工により、地盤に与える影響も軽減。
- ②二重管ダブルバッカー工法+二重管ストレナー工法の採用
目的に応じた地盤改良を行い、改良範囲の縮小によりコスト縮減。

「ライニングシステム」：セグメントタイプ・分割方法

- ①クイックブロック(QB)セグメントの採用【直線部】
「ピン+突合せ継手」の二次復工省時に迫った経済性の高いセグメント。
・内面平滑(ボルトボックス内充填不要)であり、耐久性が高い。
・自動組立に適しており、高品質施工を実現。
- ②ウェッジブロック(WB)セグメントの採用【曲線部】
「ピン+コッター継手」の二次復工省時に迫った経済性の高いセグメント。
・内面平滑(ボルトボックス内充填不要)であり、耐久性が高い。
・自動組立に適しており、高品質施工を実現。
- ③拡張型セグメント(L=1,300mm)の採用
直線部セグメント(QB)に採用し、作業効率の向上・防水箇所減によるコスト縮減を実現。
- ④5等分割セグメントの採用
⑤等分割により製作コスト縮減。

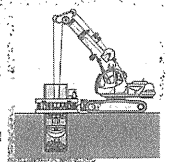
「その他」：発進到達防護工

- 発進立坑・中間立坑でのクロスジェット工法の採用
・道路占用期間の短縮。
・高精度地盤改良による掘り開き時の地山安定性向上。



「その他」：換気口シャフト部仮設工

- 鋼製ケーシング(ケコム)工法の採用
・道路占用期間の短縮、掘削のための防護工不要。
・掘削前より「安全確保」「省力化」。



「その他」：添加材

- 高性能添加材の採用(S200P、アルカゲル)
砂礫地盤に差し、カッタービット産粒低減に有効な添加材を室内試験で確認して採用。
地下水汚染防止等、環境にやさしい添加材の採用。
滑らかな掘削混合。

「その他」：セグメント組立

- セグメント自動組立・自動組立工法の採用
①セグメントの供給～把持～位置決めまでを全自動化(世界最小径)。
②高品質な仕上り(高精度高止水性)と作業安全性を確保。
③QBセグメント、WBセグメントとのマッチングにより、高速でかつコンパクトな全自動組立装置を実現。
④位置合せは、施工員を多数有する「扱い易制方式」を採用。

「輸送設備」：坑内の輸送設備

- 坑内自動搬送システムの採用
坑内の資材供給を「自動化(無人)バッテリーロコ」で実現。
・長距離運搬の労働負担をなくし、「安全確保」「省力化」。
・「サイクルタイムの短縮化」。
・「掘削トラブルの軽減」。

「その他」：高圧注入材

- 長距離輸送型高圧注入材「スミシールド」の採用
・長距離シールド対応の「高品質高信頼性高圧材料」。
・検出時の材料分離がなく、長寿命化(ポンプ圧送可能時間：7日程度)。
・固化強度を確実に発揮。

図-5 VE 技術提案全体概要図

*1 カッターフェイス前面を地盤改良することなく、カッタスポーク内から「いつでも、どこでも、何回でも」安全にビット交換を行うビット交換方法

セグメントの採用と分割数の減少により、また、地中拡幅工法の提案、自動搬送バッテリーロコの提案等、新しい技術導入を図りつつもコスト縮減効果を確認することができた。

4. 施工実績

シールド機は平成 14 年 3 月に大泉寺発進立坑を発進し、同年 9 月に約 820 m 地点の中間立坑 (EB 5) に到達、カッタフェイスの損耗状況を調査した。この約 800 m 区間をトライアル施工区間として、技術提案の検証・評価を行い、良好な結果を確認した。

シールド機は EB 5 での整備・点検後再発進し、約 2,580 m 掘進して平成 15 年 8 月末に EB 3 オーバホール部 (約 3,400 m 地点：地中拡幅のための地盤改良範囲内) に到達した。EB 3 では、カッタビットの交換を含むシールド機のオーバホールを実施し、ビット・カッタフェイスの損耗状況を調査してビットの摩耗低減効果を確認するとともに長距離シールド機の耐久性を確認した。

(1) ビット摩耗調査

本工事はリレービット工法を採用し、800~1,000 m 毎にリレー先行ビットを交換することにより、玉石混じり砂礫地盤の長距離掘進におけるカッタビットの耐久性向上を図った。ここでは、EB 5、EB 3 におけるビット摩耗調査結果を紹介する。

(a) EB 5 における調査結果

カッタフェイスのビット配置、ビット形状を図-6、EB 5 へのシールド到達状況をグラビアに、ビット摩耗調査結果を表-2 に示す。EB 5 での摩耗量 (摩耗係数) は当初想定値の 30~60% で、ビットの耐久性に関して良好な結果が得られた。

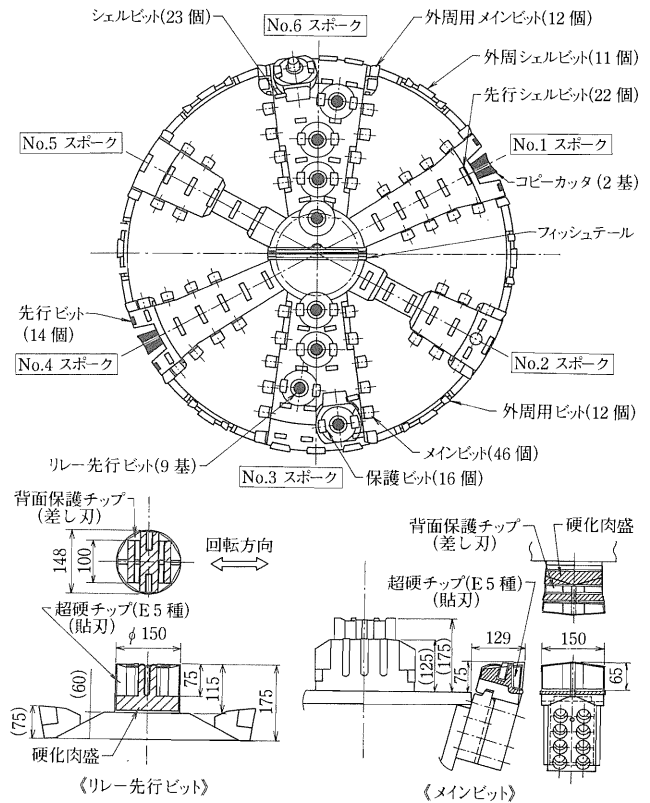


図-6 ビット配置、ビット形状

(b) EB 3 における調査結果

代表的なビットの摩耗係数は、EB 5 調査結果と同様に当初設定の 30~60% で、リレー先行ビットを適宜交換することにより、メインビット、先行シェルビット、シェルビット等の摩耗低減効果が確認された。

5. 今後の対応

3,420 m の掘進を完了し (写真-1)、本シールド機が、最大礫径 300 mm の玉石を含む砂礫地盤の長距

表-2 BE 5 ビット摩耗調査結果



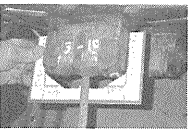



掘進実績	掘進距離：820.3 m 土質：玉石混り砂礫 最外周ビット摺動距離：654 km カッタヘッドトルク：<装備>2,668 kN, <実績>800~2,000 kN・m；総推力：<装備>23,544 kN, <実績>5,000~16,000 kN					
評価部位	リレー先行ビット	先行シェルビット	シェルビット	外周シェルビット	メインビット	外周メインビット
状況	 ・チップ摩耗 1~18 mm ・先端肉盛摩耗 ・側面肉盛一部摩耗 ・チップ欠け 6 箇所	 ・チップ摩耗 5~12 mm ・先端肉盛摩耗 ・チップ欠けなし	 ・チップ摩耗 0.5~9 mm ・先端肉盛摩耗 ・チップ欠けなし	 ・チップ摩耗 14~27 mm ・先端肉盛摩耗 ・チップ欠け 6 箇所 ・外周側摩耗大	 ・チップ摩耗 0.5~2 mm ・肉盛摩耗軽微 ・チップ欠け 1 箇所	 ・チップ摩耗 2~5 mm ・肉盛摩耗軽微 ・チップ欠けなし ・外周側摩耗大
摩耗係数 (当初予測)	80.0×10 ⁻³	34.7×10 ⁻³	34.7×10 ⁻³	34.7×10 ⁻³	8.6×10 ⁻³	8.6×10 ⁻³
摩耗係数 (実績)	22.8×10 ⁻³ (当初予測の 29.0%)	9.2×10 ⁻³ (当初予測の 26.5%)	14.0×10 ⁻³ (当初予測の 40.3%)	34.4×10 ⁻³ (当初予測と同等)	5.0×10 ⁻³ (当初予測の 58.0%)	3.8×10 ⁻³ (当初予測の 44.0%)



写真-1 坑内直線部

離掘進に対する耐久性を有することを確認した。

今後も掘進距離 800 m～1,000 m を目安に、リレー先行ビットの摩耗状況を確認・交換することにより、残り 3,400 m の掘進に対応可能と判断することとした。

また、QB セグメント（技術提案）によるシールドトンネルの仕上がりも良好で、コスト縮減効果も含めて、設計・施工提案型入札時 VE 方式の妥当性を評価

することができた。

6. おわりに

今回、玉石混じり砂礫地盤における長距離シールド工事の技術提案概要と施工実績を紹介した。

今後、瑞穂工事（2 工区）において更に掘進距離が伸びると、シールド機および後方設備の耐久性、人・物資の運搬ロス、作業環境などこれまで経験したことのない課題に直面することが予想される。これらに対して、大泉寺工事で蓄積したノウハウを駆使して、鋭意施工を進めていく方針である。

JCMA

【筆者紹介】

加納 行雄（かのう ゆきお）
国土交通省
中部地方整備局
名古屋国道事務所
環境整備課
課長



高橋 誠（たかはし まこと）
国土交通省
中部地方整備局
名古屋国道事務所
建設監督官



建設機械用語集

- 建設機械関係業務者一人一冊必携の辞典。
- 建設機械関係基本用語約 2000 語（和・英）を収録。
- 建設機械の設計・製造・運転・整備・工事・営業等業務担当者用辞書として好適。

B5判 200頁 定価 2,100 円（消費税込）：送料 600 円
会員 1,890 円（消費税込）：送料 600 円

社団法人 日本建設機械化協会

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

地下空間

中野 須尾

既設高架構造物に非常に接近した地下横断歩道の施工 — 国道1号東野地下横断歩道設置工事(京都市山科東野) —

井上正司・福本聖史・大谷治彦

国道1号東野交差点は、一日の交通量が約8万台と多く、地下鉄の駅や地下駐車場があるため歩行者も増大している。この工事が完成すれば、交差点の横断や地下鉄駅への出入りがスムーズになるばかりか、交通弱者にも配慮した地下横断歩道となる。

しかし、掘削部分のすぐ横を、東海道新幹線が超近接して走っており、工事によって橋脚や地盤等に影響がないかどうか、日々の水平・鉛直変位が2.25mm以内を基準に最新機器を設置して常時計測しながら工事を行っている。施工時間が工種によっては深夜1時から3時までに限られていたり、非常に厳しい変位基準下で行われ、平成7年から施工開始したこの事業は今年で9年目となり、完成の年となる。

キーワード：地下道、新幹線近接施工、変位量計測、高さ制限、圧抜き孔、流動安定化処理土

1. はじめに

— 新幹線近接施工とは —

一般に、市街地等で建物や構造物が近接する開削工事を行うときに工事影響が予想される場合、

- ・土留壁の変形を抑える工法
- ・遮水性を高めて地下水位の変動を押さえる工法
- ・FEM変位予測や計測管理

等を採用するのは衆知の通りである。

しかし東野地下横断歩道設置工事のごとく、近接施工の対象が昭和30年代後半築造の高速鉄道高架構造物であり、その橋脚が工事範囲約100mにわたり超近接し連続的に掘削影響範囲に入る工事であると、上記に加えてさらに、

- ・構造物調査（フレーム解析、基礎杭長、ひびわれ）
- ・変位量を3mm以内に抑える対策工のグレードアップ
- ・異状判明時に工事を即時中断する警報システム
- ・温度誤差の小さな計測機器の導入と計測員常駐
- ・日々対面打ち合せ、月1回程度の近接施工協議会
- ・施工機械の高さ制限（低空頭工法の採用）
- ・2万V高圧送電線（以下「き電線」と称す）の防護
- ・施工時間の制約（列車営業時間外での作業など）
- ・軌道狂いの測定

等を始めとして、列車走行上の安全性と構造物安全性

の両面から様々な対応が必要になる。これは一般の都市土木と異なる点である。

以下に、平成7年に着手した地下道開削工事に関し、施工者の立場からみた大量高速旅客輸送に係る近接施工の経過と特殊性について述べる。

2. 東野地下横断歩道設置工事の概要

東野地下横断歩道（写真—1）は、国道1号京都市山科東野交差点における通行者の利便向上を目的として、既存の横断歩道橋を撤去し、エレベータと斜路を交差点四方に備えた地下広場を、開削工法で建設する工事である。

近接施工の対象は、杭支持された新幹線高架であり、異径間連続基礎の区間と、2~4径間独立基礎の区間から成る。



写真—1 工事場所全景

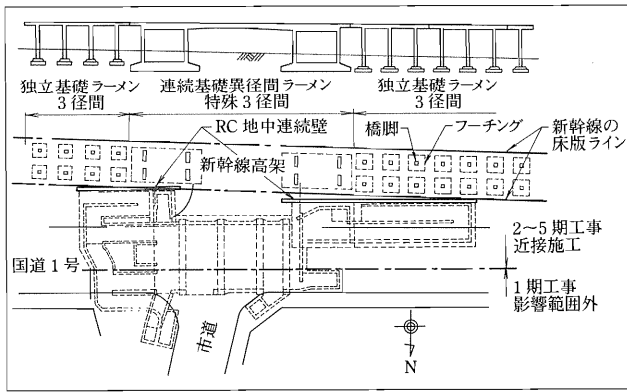


図-1 全体平面図と高架縦断面図

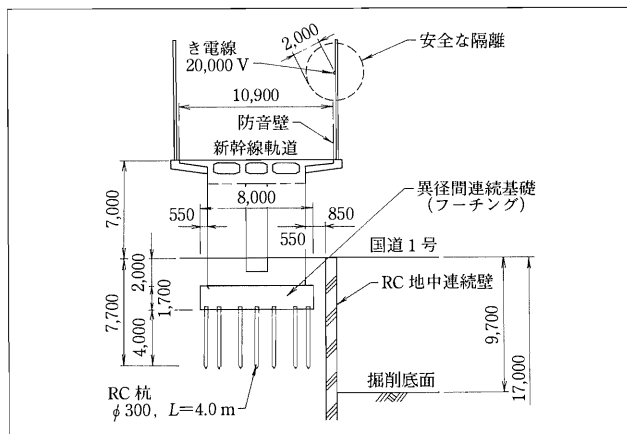


図-2 近接断面図

土留壁（連壁）と高架の最小離隔は約 85 cm であった（図-1，図-2）。当地区の新幹線走行速度は時速約 200 km/h であり，JR 東海によれば，新幹線の地下や上空を横切る近接工事は最近珍しくないが，このように新幹線に全面接して大規模掘削を行うのは大変まれな工事らしい。

3. 事前調査及び対策工法の検討

(1) 構造物と許容変位量の調査

調査はまず，昭和 30 年代後半築造の高架構造物の耐力照査が必要であると考え，橋脚間相対変位（隣り合う橋脚間の不同沈下等）についてフレーム解析を実施し，許容変位量は線路方向 3 mm，横断方向 17 mm であった。一方，軌道整備基準ではレール面変位の限界値を 3.0 mm とする規定があり，工事影響を僅か 3.0 mm 以内に抑える対策が必要であった。

次に，その基礎杭（RC 杭 φ300）の有効根入れ長（設計杭長に対し実際に打設された杭長，高止まりによる杭頭切断，長期供用による杭先端や杭中間部の損傷の有無）などを，念のために調べておくことが必要であると考えた。

調査方法は，簡易な設備でありながら従来の弾性波探査に比べて測定精度の高い，株式会社青木建設が開発した探査技術「オーリス」を用いた。

(2) コンクリートひび割れの変状追跡調査

高架構造物のコンクリート表面のひび割れに関して，近接施工の着手前と完了後との比較調査を実施するとともに，工事期間中は，構造物の応力の弱点部分など着目すべきと思われる既設ひび割れの伸展を定期的に観察するために，クラックゲージを貼付け，月 1 回の頻度で高所作業車を用いた目視測定を実施した。

(3) 地中連続壁の機種選定と溝壁の安定

新幹線側の土留壁は，剛性の高い RC 地中連続壁として，新幹線に関する以下の施工条件，

- ・高さ制限（列車運転手から機械が見えないこと及び新幹線高架の桁下最小寸法から機械高 5.6 m 以下であること）
- ・1 エLEMENT の掘削幅が高架フーチングの一辺の長さ 3.3 m よりも小さいこと（溝壁崩壊リスクを考慮に入れた）。
- ・バケット等の自由落下による振動を与えないこと。

等を満足する MBC-30（回転水平多軸やぐら式低空頭型ミニトレンチカッタ⇒掘削幅 2.8 m）を掘削機種に選定し，継手方式はカッティング方式とした。

次に断面計算の結果， $q_u=3 \text{ N/mm}^2$ という CJG 並みの堅固な背面地盤改良が必要であったが，基礎杭周辺の原位置土を乱さない工法とするのが望ましく，高強度薬液注入工法を採用した。

(4) 底版改良，掘削及び土留支保工について

複数の補助工法併用ケースについて実施した FEM 変位予測解析結果などを基に，防護対策工は，CJG 先行地中梁+切梁プレロード全段に決定した（図-3）。

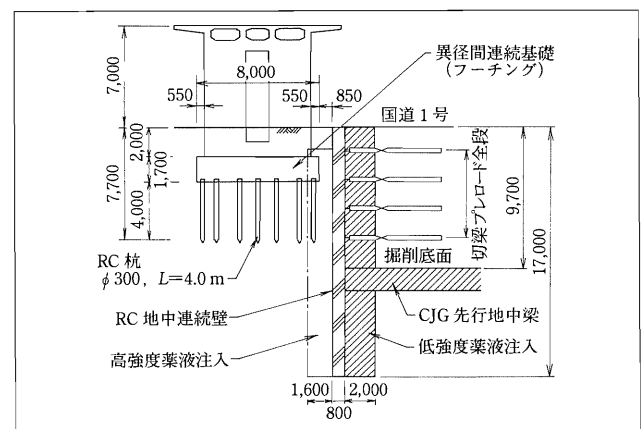


図-3 高架橋防護断面図

(5) 計測管理と異状判明時の工事中断システム

全工期を通して3 mm という僅かな許容変位量に対応するには、信頼できる0.1 mm 単位の精度で日々管理を行うことが必要であり、従来型の連通水管式に比べて誤差の小さな、当時としては最新型の水路式沈下計及び傾斜計を、工事影響範囲の全橋脚に設置した。また、高架だけでなく、高架の基礎地盤内と連壁内部と切梁にも計器を設置し、土留架構の異常が高架へ及ぶ前にトラブルを早期発見できる計測体系とした。

許容変位量3 mm に対する管理値（ステップ）は、

- ① 1次管理値1.5 mm（超過すると要注意レベル）
- ② 2次管理値2.25 mm（超過すると工事中断）
- ③ 管理限界値3.0 mm（超過すると工事中止）

と設定された。

このような厳しい制約の中で、長期近接施工を安全サイドに進めるには累積変位量を増やさないことが何よりも重要であった。そこで、日常計測管理の当現場ルールとして、1日あたりの管理目標値（前日の同時刻に比べて0.3 mm）を別途設け、計測管理室に詰める計測員と工事担当職員が、作業当日の計測データ推移とここ数日間の経時変化から工事予測や計測推定を行い、異状の兆候の早期発見に努めた。

計測室には工事中断ボタンを設置し現地のプラントを緊急停止できる警報システムを構築し、特に薬液注入時には1日管理目標値に近づくとボタンを押して注入をいったん中断し、変位の回復を待って注入再開するという管理を行った。

4. 地盤改良（薬液注入）の施工

溝壁を堅固にして連壁掘削の影響から高架を防護する地盤改良工事は、改良強度 $q_u=3\text{ N/mm}^2$ 、注入率30%、注入量1,280 kLの高強度薬液注入で設計され、対象地盤は地表より約20 mまで層厚1~3 mの粘性土層と砂礫層の互層で構成されていた。

注入工法としては近接構造物への影響が最も小さなダブルパッカを採用し、 $q_u=3\text{ N/mm}^2$ を得る注入材としては特殊スラグ系のシラクソル（懸濁型）の採用が必要であった。

(1) 技術的課題

薬液注入による近接構造物挙動は一般に予測困難であり、しかも異径間高架のフーチングは底面が広く隆起する圧力を受けやすい。1,280 kLの高強度の薬液を、懸濁型という浸透性の劣る液体で高架近傍に注入する際の高架変状を如何にして3 mm 以下に抑える

かが、施工計画上の最重要課題であった。

(2) 注入圧力を遮断する

次に、地盤条件を整理し、注入可能限界に関する研究報告をもとに検討した結果、高架変状の主要因は、粘性土層における注入材の逸走（以下、リークと略す）と、高架基礎地盤への注入圧力伝播であるという結論に達した。注入圧を遮断する対策として、

- ① 鋼矢板の遮断カーテン（可変超高周波バイブロ）
- ② 変位吸収孔（ $\phi 300$ オーガ削孔、泥状粘土充填）
- ③ 圧抜き孔（ $\phi 135$ ボーリング、高濃度安定液充填）

の3案について検討を行った。

その結果、①案及び②案では対策工自体が3 mm を超える高架沈下を招くと予測され、工程、経済性、確実性の比較でも優る③案の圧抜き孔について詳細検討を進めた。

この過程で特に留意した点は、圧抜き孔の構造である。地盤を削孔して安定泥水を充填する従来方法の圧抜き孔では、標準注入材に比べて6~8倍のゲル強度を発現するシラクソルがいったんリークすると、圧抜き孔を固結閉塞させ、圧抜き効果が失われると考えた。そこで我々は、試験注入~露天掘りを実施してそれを実証し、試験注入の結果をもとに次の3点を技術的解決策の結論とした（図-4）。

- ① 従来型の圧抜き孔に改良を加えて、孔内からの加圧洗浄によって圧抜き効果を回復させるストレーナ型圧抜き孔を考案した。
- ② 被圧注入材が高架底面へリークする場合に備え、フーチングを穿孔し、中の状況の判る透明な圧抜

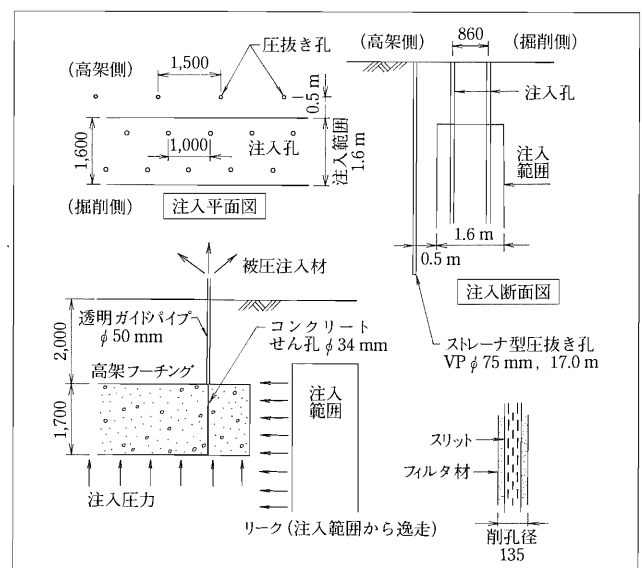


図-4 薬液注入断面図

きガイドパイプを設置した。

- ③ 毎分4.5~6Lまでの低吐出量で注入し、注入圧力を軽減した。

注入圧力遮断の効果として、薬液注入完了時の高架変位量は2次管理値以下（隆起）に抑えられた。また注入後の地盤改良強度は $q_u=3.4\text{ N/mm}^2$ に達し、設計基準強度を満足した。圧抜き孔の設置と維持管理には約400万円程度を要したが、緊急軌道整備費の調達が不必要になり、総合的には工事費を節減できた。

簡易な設備であるストレナ型圧抜き孔が重要構造物に及ぼす影響を経済的、効果的に軽減しえたことは評価でき、薬液注入工法に留まらず、都市域の液状化対策などに活用する余地があろう。特に、再開発や用地難や既存施設の耐震補強等の必要性から、今後同様のケースが増加するものと予想される。

5. RC 地中連続壁の施工

新幹線側の土留壁として採用したRC地中連続壁は、壁長69m、掘削深さ17m、コンクリート860 m^3 、鉄筋籠5段で設計された工事であった。

上空には、き電線（2万5千V）が存在し、ジブを伸ばして防音壁を超えるクレーン作業は、列車営業が終了し高圧送電の停止する深夜0時から早朝5時までの作業を余儀なくされた。

（1）夜間クレーン作業の安全性を高める

夜間に架空線の位置を地上から目測するのは容易ではなく、しかも離隔がほとんどなく、クレーン運転手と監視員の誤判断や意識の途切れが原因で送電線や高架を損傷し、翌朝の列車運行に甚大な被害を与える恐れがあり、クレーン作業の安全性を高めて高架を防御することもまた、本工事の重要課題の一つであった。

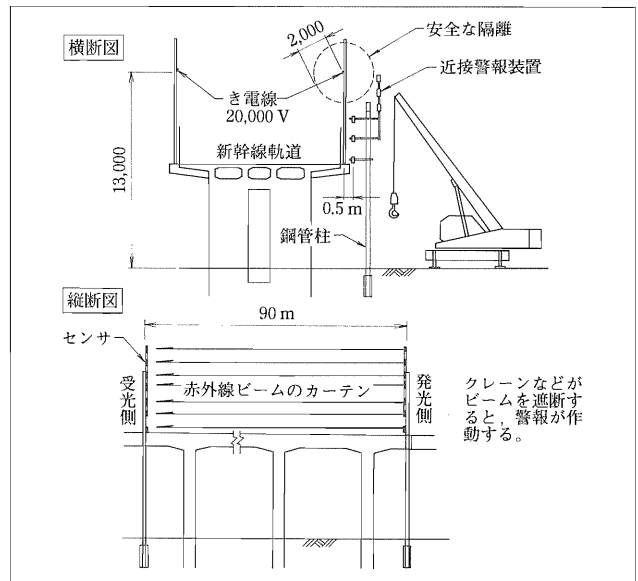
（2）近接警報装置

作業手順や過去のクレーン災害事例を十分整理すると、安全対策は次の3案に絞られた。

- ① 堅固なフェンスを設置（ $H=11\text{ m}$ ）
 - ② やぐら足場を組み監視員を高所へ配置（ $H=9\text{ m}$ ）
 - ③ 近接限界を超えると自動的に警報を発する装置
- ①案で衝撃時の耐力を考慮した構造に設計すると工期や経済性が著しく悪化し、②案は第三者が軌道内へ不法侵入しやすくなるなど、列車運行に及ぼす影響が問題となり、総合的に優る③案を採用し、離隔の限界値を0.5mと規定した。

次に、危険状態を検出する方法として、防犯や計量

の分野で既に普及し低廉化した屋外仕様の赤外線センサに着目し、建設現場の安全設備への応用を試みた。7本の赤外線ビームを高架上に沿ってカーテン状に放射し、クレーンのジブやフックや吊荷がビームを遮断するとセンサが検知し、ブザーと回転灯を作動させる近接警報装置を応用・設置した（図—5）。

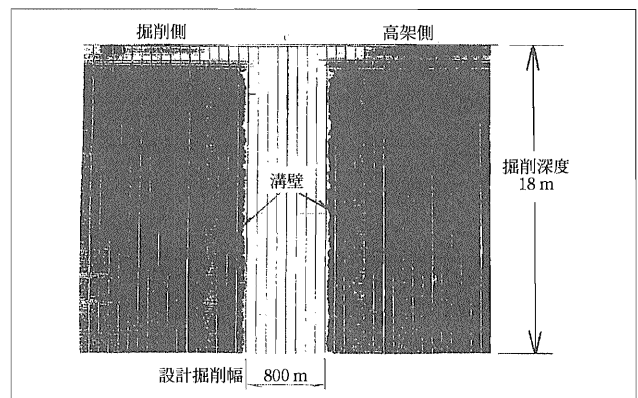


図—5 近接警報装置 横断面・縦断面

赤外線ビームの周波数には、相互干渉が生じないように異なる4種類の周波数を割り当てた。

対策の効果として、自動警報による精度の高い離隔判断でのクレーン作業が可能となり、き電線や高架の安全確保にこれまでのところ成功している。装置の設置には約900万円を要したが、当該路線における人的事故や、1日の営業補償が40億円にも及ぶ事を考えると、十分な損失防止効果を発揮したと言えよう。

また、工事の安全を追求する立場から言えば、クレーン作業対策に限らず、建設現場における熟練工不足や労働者高齢化対策の一環としても、今回のような安全



図—6 連壁溝壁の掘削形状（超音波測定結果）

施工技術の情報化、高度化によって現場の作業環境を改善し、ヒューマンエラー型災害の防止に取り組むことが重要であると考えられる。

(3) 掘削溝壁の防護の成果について

なお、連壁掘削時に心配された互層地盤における緩い砂礫層の崩壊に関しては、高強度薬液注入や入念な安定液管理が功を奏し、超音波測定結果から有意な溝壁崩壊は認められなかった(図-6)。

6. 掘削

(1) 不静定構造物の柱間相対変位量の抑制について

当工区の高架はバラスト軌道であり、仮にレール面に有意な変位が発生した場合、列車の走行しない深夜に軌道整備による補修が可能であるが、橋脚間相対変位は、いったん生じた変位量を元に戻すのは不可能に近い。

もし、隣り合う橋脚が一様に隆起(沈下または水平移動)すれば、相対変位量はゼロである。或いは、全ての橋脚の変位量分布が緩やかなコサイン曲線状になるならば、相対変位量はほとんど増進しない。

したがって、市道を跨ぐ高架の両橋脚根元の掘削速度を等しくし、工程の許す限り根切り高を揃えるようにして掘下げた。このような掘削管理法は、鉄道高架が近接した本工事に限らず、対象構造物が橋脚支持や杭支持のラーメン構造等であるときには常に励行することが望ましいと思う。

(2) 構造物の水平変位量をリアルタイムに測る

鉛直変位は、温度差による日変動をほとんど生じない水路式沈下計が、高架挙動を精度良く捉えた。水平変位は、傾斜計が捉えた東西南北方向の橋脚の傾きを2次元ベクトルに換算して表示し、また3次元トランシットで1日2回橋脚の絶対変位を測り、計器が捉えた相対変位及び水平移動に関するチェックを日々行った。

しかし掘削を開始(鉄道構造物の真横を約100mにわたり空洞化)するにあたり、背面地盤の緩みやリバウンドに伴う側方変位が少なからず予想され、水平移動量をさらにリアルタイムに測ることの重要性が高まり、「水」ではなく「糸」を用いて水平・鉛直両変位を同時に測る新型計測器「ラインゲージ」を導入した。

FEM変位予測では2種類の変形モード(掘削側の側方変位、掘削底面のリバウンドによる押戻し)が当初考えられたが、結果的に、押戻し現象と思われる

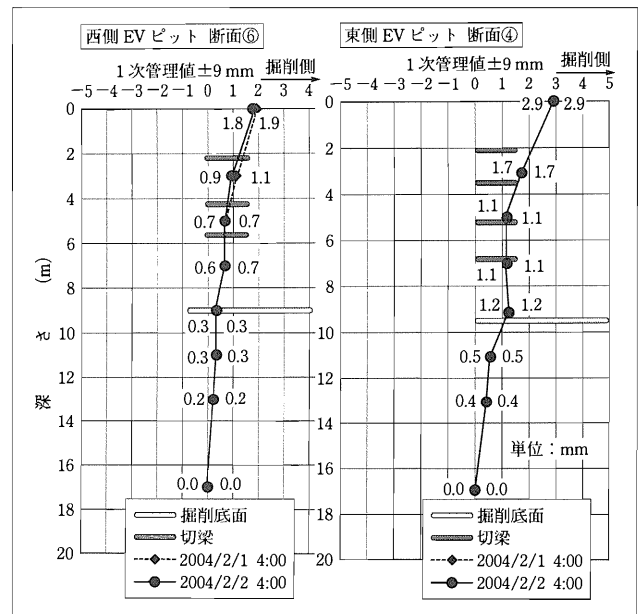


図-7 多段式傾斜データ(掘削による連壁水平変位量)

挙動は一時的には観察されたが、最終掘削時には連壁が概ね直線形状を保持したまま掘削側へ数mmシフトするという変形モードに収束した(図-7)。

7. 躯体築造～切梁腹起し撤去～埋戻し

躯体築造工事において、近接施工上特に配慮したのは次の2点である。

- ① 躯体のリフトアップに伴う切梁・腹起し撤去後の土留壁のクリープ変形を防ぐ。
- ② 狭隘な躯体側部埋戻しを確実にやり、切梁撤去時の即時変位や完成後の残留変位を極力与えない。

(1) 切梁を部分的に残置する

プレロードを緩めずに、切梁を躯体壁に巻き込み、コンクリート養生及び切梁高さまで躯体側部埋戻しを終えてから、躯体に干渉しない切梁腹起し部材だけを撤去した。

(2) 躯体側部埋戻し材に流動安定化処理土を用いる
狭隘部の充填が完全に行え、確実な強度が得られ、しかも配合を変えて強度を指定できる非圧縮性の埋戻し材(仮称「流動安定化処理土」)を本工事において開発し、躯体側部の埋戻しに用いた。これは、建設現場などから発生した汚濁泥土を原料に、

脱水ケーキ

→固化材を添加して再生骨材を製造

→生コンプラントにストック

→再生骨材にセメントや水や混和剤を加えて生コン

状にしトラックミキサで出荷する、というリサイクル製品であり、現場荷降し後は普通コンクリート打設と同様に、コンクリートポンプ車で圧送し、棒形振動機で締固めた。

強度（配合）は、切梁撤去後も切梁と同等の変形係数が早期に得られることを前提とした構造計算結果から、深度別に以下の3種類を設定した。

- ① 底版以下 1.47 N/mm²
- ② 底版から切梁下までの側壁部分 2.1 N/mm²
- ③ 切梁下から頂版まで 0.5 N/mm²

当製品の実用化ははまだ始まったばかりであり、強度的恒久性や耐久性など未解明の部分があるものの、少なくとも、長期耐久性や高強度などの品質を問わない仮設構造物については、コスト縮減と資源循環の両面から、今後応用する価値が十分にあると考えている。

また当現場では以前、RC地中連続壁工、薬液注入工、高圧噴射攪拌工、柱列式土留壁工など本工事施工に伴う大量の汚泥を排出しており、建設リサイクルの取組みとして排出汚泥に見合う量の汚泥を買戻し、現地で再使用することが好ましく、その点では、時代のニーズにマッチした事例であったと考える。

8. おわりに

工程的には、本高架構造物超近接での高強度薬液注入は当時前例がなく、対策立案から管理手法まで全て列車走行をはじめとする安全確保を最重視したために、安易な注入速度低減が工期短縮を困難にした点など、改善すべき点が幾つかある。

また、各主要工種（薬注、連壁、掘削）着手時の試験施工や、一部の工種で万一の軌道整備に要する時間を列車始発時刻と終電時刻から逆算して施工時間帯を設定（深夜2時間！）したことなどが、少なからず工期や工事費の増大を招いた事も否定できない。

しかし、高速大量旅客輸送の安全確保と工期短縮、工事費縮減とを秤にかけるとき、施工者の立場からは次のように考える。「ひとつ誤れば東京-博多間が不通になり、その営業補償費は膨大な額、会社は間違いなく〇〇、況や大事故が発生したら…」

5年前に、施工協議関係者は批判を恐れずに「当該構造物の安全確保のためにはできることは全てやる」ことを決断した。その後近接施工5年間の成果として、各対策工法による防護が功を奏し、躯体築造と埋戻しを95%終えた現在、最大変位量は1.5mm（隆起）、構造物にも軌道にも有意な変状ははまだ認められていない。

一方、我々施工者サイドとしては、近接施工着手当初にはその責任の重さと予算との板挟みから実に胃の痛くなる思いをした反面、多種多様の対策工法や補助工法や計測を経験させていただいた事や、様々な角度から技術的検討を行うために、社内・社外の優れた頭脳集団と協働する機会を得た事は、建設現場に携わる技術者として本望を達したところである。

そして本報文の最後に、施工者から独立した立場で工事に参画し、昼夜を問わず長期的に現場常駐していただいた計測員の皆様と、重要構造物の近接という状況を十分理解し、常に精鋭部隊を本工事に振り向けてくれた各専門工事業者の熱意と頑張り、現在までのところ「許容変位微小」な本工事を成功させていることを申し述べたい。

JICMA

【筆者紹介】

井上 正司（いのうえ ただし）
株式会社青木建設大阪本店
東野地下道作業所
現場代理人



福本 聖史（ふくもと きよふみ）
株式会社青木建設大阪本店
東野地下道作業所
次長



大谷 治彦（おおたに はるひこ）
株式会社青木建設大阪本店
東野地下道作業所
工事主任



地下空間

特集

霊峰白山を守る高山地域での地すべり抑制対策事業 —地すべりが進む中での集水井，集排水ボーリング工事—

松本 亀義・河江 直樹・丸山 俊博

甚之助谷地すべり防止対策事業は，地すべり抑制を目的とし，霊峰白山国立公園内の標高 2,000 m 級という全国的にも稀な高山地域において，平成 13 年度から 16 年度までの 4 年国庫債務負担工事として集水井工，集排水ボーリング工等を行っている。現在施工中の 3 号集水井においては，地形的・環境的制約やその他の悪条件，山そのものが地すべりで滑动している場所での施工であり，工事の安全確保を第一に計画から実施，管理までの工程を進めている。

キーワード：索道，モノレール，工事用エレベータ，発泡盛土工法，集水井，地すべりと挙動観測

1. はじめに

甚之助谷地すべり防止工事は，明治から建設された土砂の流出抑制効果を果たす砂防堰堤群を，地すべりによる大規模倒壊から防ぐ目的（33 年間で 10.5 m も移動し，現在も依然として毎年 10 cm 程度の滑动）として，すべり面上部の深層地下水を集水井工により排除する工事である。すべり面も 20 m から 100 m と深く，必然的に集水井の深さも 44 m と通常の集水井工事に比べて 2 倍近い深さとなる。

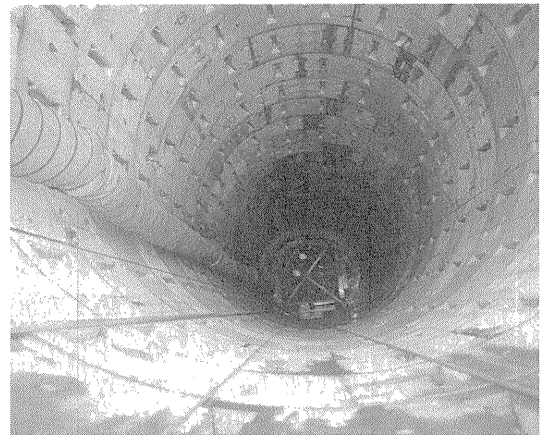
また，山岳地帯であり，地すべりにより滑动しているといった地形的な制約，6 月から 10 月の 5 か月間しか工事ができないといった施工条件の中，いかに安全に早く，品質の良い「製品」を造るかが我々に求められる課題である。

本報文では，特に苦心した集水井本体工事に着手するまでの仮設備関係，施工管理及び地すべりに伴う安全管理関係を報告する（図—1）。

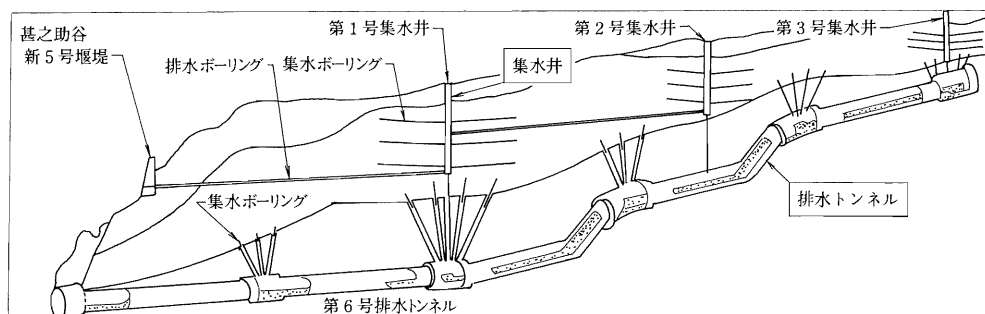
2. 工事概要

甚之助谷地すべり防止工事の概要を以下に記す。

- ・工事名：甚之助谷地すべり防止工事
- ・発注者：北陸地方整備局金沢河川国道事務所



写真—1 3号集水井 GL—24 m 部掘削状況



図—1 6号排水トンネル及び集水井工模式図

- ・施工場所：石川県石川郡白峰村字白峰甚之助谷地先
- ・工期：平成13年8月13日～平成16年11月30日（4ヵ年国債）

また主要工事の工事内容は以下のとおりである。

- ① 集水井工（3号集水井，写真一1）
 - ・内径3.5m，深さ44m
 - ・鉄筋コンクリートセグメント（設計外力200t）
 - ・掘進工法 鋼製羽口を用いたショートステップシンキング（SS）工法
- ② 集水ボーリング工（計画数量）

φ90mm	40m×14本＝	560m
	80m×16本＝	1,280m
	50m×10本＝	500m
	計	2,340m
- ③ 排水ボーリング工
 - φ90mm，L=105m（鉛直：コア）
 - φ116mm，L=62m（鉛直）
 - L=75m（横方向）
- ④ 法面工
 - ・現場吹付け法枠工 2,031m²
- ⑤ 発泡軽量盛土工（集水井施工ヤード）
 - ・配合：KO-10 打設量 220m³
- ⑥ 仮設工
 - ・工事用エレベータ：3人乗り，1基
 - 索道：2.9t吊り，1基
 - ・工事用モノレール：1.5t・0.5t各1基
 - 地すべり観測・警報機器：1式

3. 仮設備計画

（1）運搬計画

今回施工した3号集水井は工事道路から約140m上部にあり，また急峻な地形なため，仮設備計画は工事進行を左右する施工計画上重要な位置付けを占める。しかし詳細な現地踏査により下記の問題点の生じることがわかった。

（a）建設機械の運搬方法

現場へは人道さえもなく35度の急斜面に親綱が1本設置してあるのが現実であった。設計では，この斜面に幅2.5mの重機専用道路を6箇所スイッチバックにより工事機械を現場に搬入する計画であったが，数々の問題点が生じ国土交通省側と協議を重ねた。

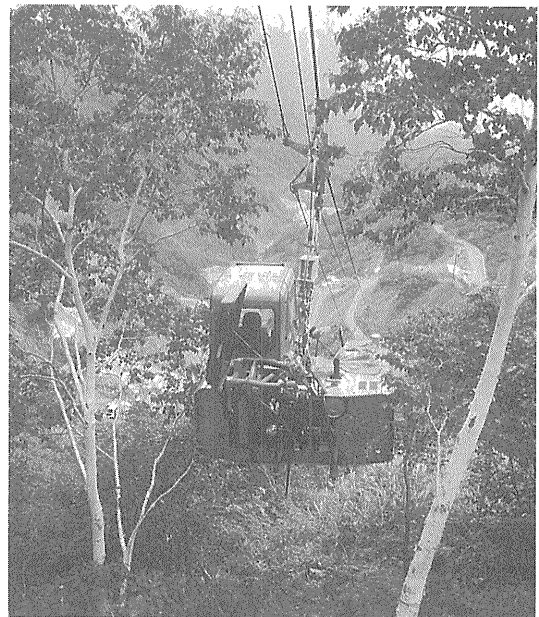
問題点としては，

- ① 白山国立公園内であり，環境省協議により運搬道路造成により地形の形状変化，制約伐採等は厳しく制限される。

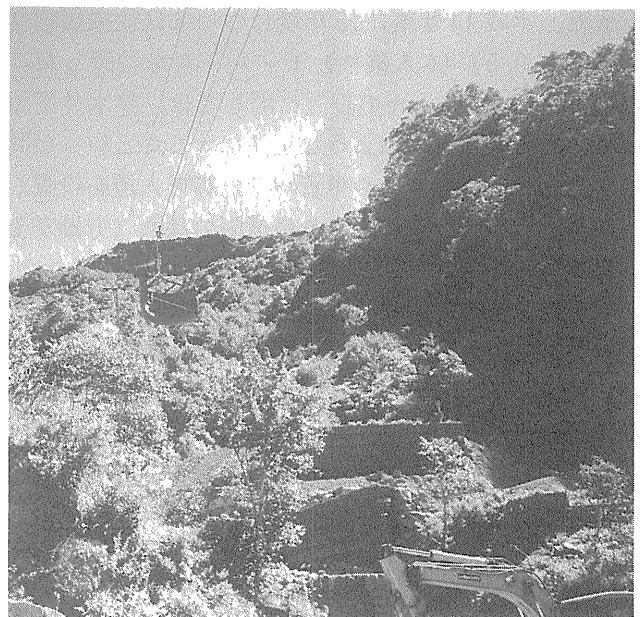
- ② 地すべり計測機器が多数設置してあり，移設工事が巨額となる（概算で2千万円程度）。
- ③ 道路工事により落石の発生することが十分に予想され，現場直下の砂防工事場の安全対策のため大規模で高強度の落石対策設備が必要となる。
- ④ すべり面下部における大規模な切土はさらなる地すべり面の誘発になる。

また，

- ・急勾配面の道路を誰が重機で運転するのか
 - ・落石等により安全に工事ができるか
- といった現実的な問題も生じた。そこで全ての建設機械を2.9t吊索道により分解し運搬することにした（写真一2，写真一3）。



写真一2 バックホー分解運搬



写真一3 集水井資材の運搬状況

(b) 工事用モノレール

本体工事に先立ち、平成13年度に集水井位置において、地質調査及び集水井工事に使用する排水設備として3号集水井直下106mに位置する6号排水トンネルへ向けてボーリングを実施した。この時点ではまだ索道設備が完成していないため工事用モノレールを設置した(写真-4)。



写真-4 モノレール運搬状況

ボーリングマシンは分解により単体質量を500kg程度まで軽減することができるが、ボーリング深度が100mを超えたため油圧ユニットが大型となり配管では鉛直高さ50m程度が限界であり1.5t積みを使用した。

また、平成14年度、15年度については従業員輸送用として0.5t(4人乗り)モノレールを設置した。この0.5tモノレールの設置に際しては、集水井工事場所までの通路をどのような工法にするかといった問題があった。丸太階段や単管パイプ等で人道を設置した場合、作業員の通路となり最低限の基準(労働安全衛生法等)をクリアする必要がある。それに伴ない広範囲の樹木を伐採しなければならない。しかし、白山国立公園内のため樹木伐採の制限(草木1本でも無断で伐採すると処罰の対象となる)があること、また対岸には登山道があり第三者に対して、工事現場裸地等による環境面への景観を損ねることなどは極力避けなければならない。モノレールは、コスト的にも比較的安価で点検整備を十分行えば「歩く」より安全な運搬手段と言える。

(c) 工事用エレベータ

浅い集水井工事においては、一般的に昇降設備は縦はしごを用いることが一般的であるが、この現場のように深度が40m以上にもなると、人力による昇降は疲労が激しく、また転落などの災害も懸念されることから、土石流発生時又、掘削による異常時の際には早期避難対策として3人乗り工事用エレベータを設置した(図-2、写真-5)。

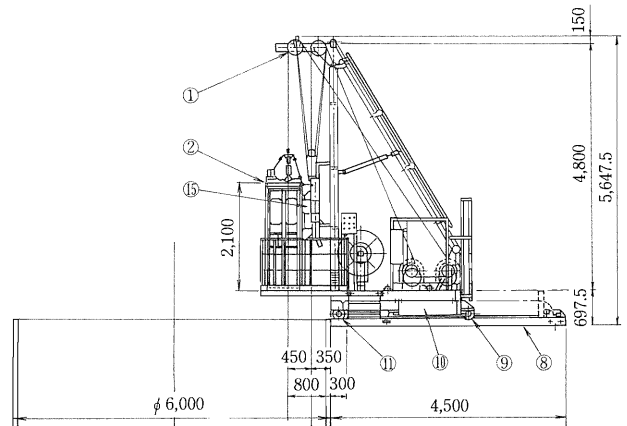


図-2 エレベータ構造図

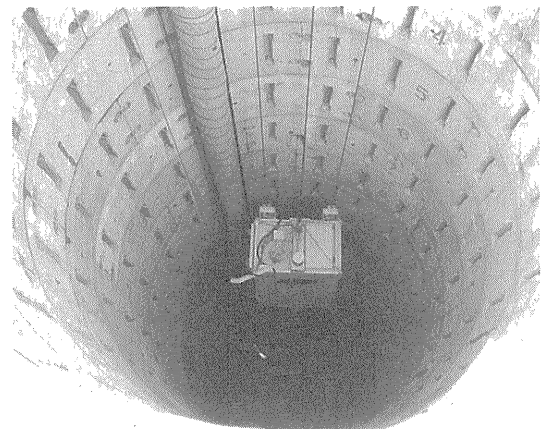


写真-5 エレベータ使用状況

特徴としては、

- ① ビル用の工事エレベータのような固定式ではなく、集水井側面から中央部にスライドし、土砂の排出、コンクリートセグメントの設置に障害にならない構造となっている。
- ② エレベータは、アンカ付きワイヤロープに沿って上下降し、施工位置が日々変わる集水井工事において、ラック等の支持金具の延長作業が無い。

特に問題点はないが、安全装置の数が多いため操作手順を間違えると全く動かないことがあった。有線電話も無い現場であり、高額通話料の衛星電話でしかやりとりが出来なかった。結局エレベータのスライド量不足が原因でセンサが働いたものであった。

4. 発泡軽量盛土工法

集水井工事での施工ヤードの確保はどこの現場でも工事関係者の頭を悩ます一つである。この現場においてもヤードの確保が最大の問題であり、安全対策また工事の良否を決定付ける。

(1) ヤード造成の問題点

問題点の抽出については、平成13年度の受注時点から出張所担当官の指導のもと、問題点を施工性、安全性、経済性の各観点から検討を行った。

- ① 集水井掘削工事及び継続する集水ボーリング工事の作業機械、資材、管轄設備が配置できる面積 300 m^2 （一般的に $15\text{ m}\times 20\text{ m}$ ）は最低限必要となる。
- ② 索道の架線位置が起点鉄塔の設置位置が限定されているため、作業ヤードでの荷降ろし位置が必然的に決まってくる。
- ③ 工事機材、資材は索道でしか運搬できない（前記仮設計画）。
- ④ 樹木の伐採は必要最小限となる。

(2) 工法の検討

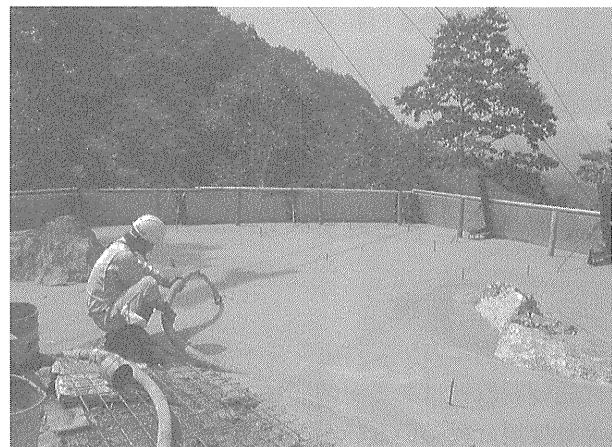
設計図書では、ヤード造成のため3号集井を中心として山側は切土、谷側はふとんかごを土留として盛土を行う設計となっていた。この工法は過去施工した1, 2号集水井ヤードと同じ方法であるが、3号井ヤードに関しては1, 2号集水井と比較して一段と作業条件が悪く、同一工法では作業性が極端に悪く、問題が多いと考えられた。

ふとんかごの施工性の問題点として、何らかの方法により重機を搬入しても、施工上大型重機を必要とし、重機足場を確保するうえでは設計図書に作図されない切土、盛土が生じる。このために周辺樹木の大量伐採を行うことは自然保護、地すべり抑制の観点から好ましい行為ではない。また施工時には工事に起因する落石の発生も考えられ、何処まで影響があるか想定できないといった、施工性・安全性の両面からの問題が生じた。

現状の施工方法では、全てを満足することは出来ないとの結論に達し、根本的な工事計画見直しの必要が生じたことから、当社としては、コスト削減も念頭に入れて、問題点を整理して、重機搬入方法、他の施工事例も参考にし、地すべり抑制を考慮した工法の検討を行った。

(3) 発泡軽量盛土工法（FCB工法）の採用

FCB工法は盛土荷重軽減の目的として道路拡幅、構造物の背面盛土等に使用されている。特徴としては単位体積重量が軽く、遠距離のポンプ圧送が可能という点がある。当現場のように機械化施工が期待できず、短期間で施工する必要がある場合や、地すべり地帯の中央部での盛土といった工事には最適な工法と結論に達した（写真—6、写真—7）。



写真—6 発泡軽量盛土施工状況



写真—7 施工完了：茶色のネットは景観対策

(a) FCB工法の利点（〔 〕は施工上の利点）

- ① ヤード盛土側を短期間に造成することができ、また使用資材が軽量なため索道設置工事のため架設する 0.5 t 吊り簡易索道を使用できる〔工期短縮〕。
- ② FCB盛土部を使用して分解型バックホーの組立てが可能〔工費節減〕〔安全施工〕。
- ③ 構造体の比重が軽く（ $0.5\sim 1.3$ ）地山に対する影響が少なく、3号集水井位置はすべり面の中央部に位置し、少なからず良い方向へ作用する〔地すべり誘発防止〕。
- ④ 流動性に富み、ポンプ圧送では 300 m 程度ま

で運搬可能である。また地山の窪み亀裂等にも充填できる〔省力化〕〔地すべり抑制〕。

- ⑤ ミキシングプラントは、全ての機械を合わせても4t車程度と少なく、道路脇に設置可能。またバイブレータ等の締固め器具は不用である〔省力化〕〔安全施工〕。
- ⑥ ほとんどの作業を人力で施工できる〔現場条件に適合している〕。

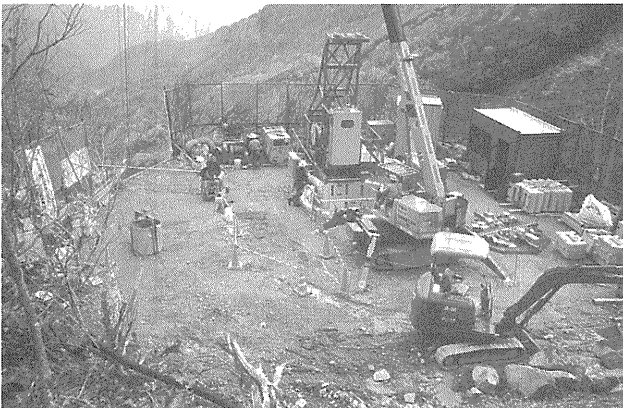
FCB工法への変更により、コスト縮減はもちろんのこと、最大の懸念材料であった「重機作業に起因する落石」の発生が抑えられたことは、工事は何より安全が優先するという原則の「目標達成」の意味では十分効果があった。

5. 集水井工事と地すべり

(1) 安全管理

集水井掘削においてはトンネル縦坑工事用のような近代的建設機械はあるが地形などの諸条件、コスト等により採用は難しいものがある。やはり人力施工に頼らざるを得ないのが現実であるが、人力施工となれば安全確保が第一条件となってくる。

- ① 工事が輻輳するものと考え、ヤード内をカラーコーンで作業帯を作り、索道、クレーン、作業員との接触事故を防いだ（写真—8）。



写真—8 集水井ヤード：機材配置

- ② 集水井掘削工事において一番危険な作業は集水井内への荷の吊降ろしである。そこで玉掛け用具等は専任の担当者を設け、毎日徹底的に点検を行った。
- ③ TVカメラを設置し、常時現場事務所において監視を行い、またビデオに記録し、安全教育時の題材として使用した（写真—9）。



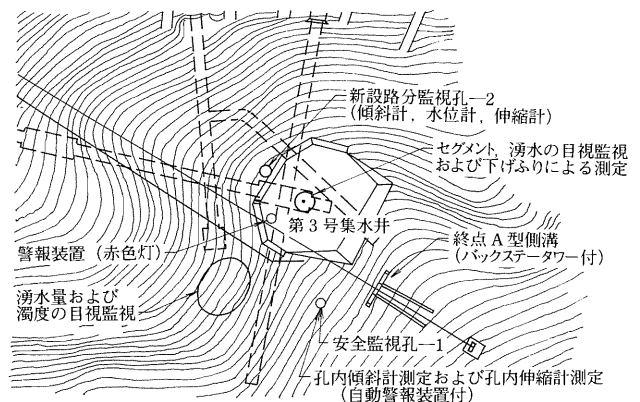
写真—9 現場事務所遠隔監視機器

(2) 地すべり対策

地すべり対策については、平成14年度集水井工事の施工に合わせて集水井の山側に安全監視孔 $L=70$ m（データロガー内蔵孔内伸縮計及び警報装置）を設置し、地盤伸縮量を坂田建設株式会社で計測し、地盤傾斜量を地質コンサルタントにより計測を行っていた。しかし、平成15年7月に集水井下部に設置してあった仮排水管が急に排水不能となった。排水管はすべり面を貫通しており、地すべりの影響ではないかと考え、周囲の調査孔の移動量を緊急に調査したところ昨年設置した安全監視孔の地下 -28 m地点において80mmの変位が観測された。

また、集水井のセグメントにも外圧の影響であろうと思われる亀裂変位が数箇所見つかかり、約2ヵ月間の工事中止となった。これに伴ない新たに集水井谷側にデジタル水位計 $L=50$ m/孔、孔内伸縮計（傾斜計） $L=50$ m/孔、伸縮計連動警報装置1基を設けた。2点の変位位置を図表化してみると今までに確認されていないすべり面が発見された。そのすべり面は集水井の中央部を貫通していたことがわかった（図—3、写真—10）。

今まで地盤傾斜量は地質コンサルタントでの測定デー



図—3 観測孔配置図



写真-10 伸縮計連動地すべり警報機器



写真-11 地すべり測定：孔内傾斜計

タを提供してもらっていたが、重要な安全管理を人任せにすることはできず、毎日当社において変位計測、判定を行った。作業開始前には工事の中止を決定する必要があったため、変位計測は朝6時からとなり、かなり苦勞した（写真-11）。

6. 終わりに

白山砂防現場は大自然の素晴らしさを感じる反面、

地すべりにより荒廃した山肌を見ると自然の脅威を直接感じる現場である。また、災害対策、工法協議、などでは迅速な対応が求められるが、今回発注者である国土交通省金沢河川国道事務所及び白峰砂防出張所の関係者のご指導、ご理解のもとスムーズに工事も進行させることができています。

橋やビル工事のような「地図に残る」工事ではないが、「国土保全」の最前線の工事として安全を第一に完工まで努力していきたいと思う。

報文としては現場の紹介程度の記述しかできず、他工事の参考事例となるには程遠いものがあるものの、山岳工事では「現場姿勢に合わせる、柔軟な思考で物事を考える」ことが重要であることを強調したいと思います。

JCMA

【筆者紹介】



松本 龜義 (まつもと きよし)
坂田建設株式会社
北陸支店
技術部長



河江 直樹 (かわえ なおき)
甚之助谷地すべり防止工事
現場代理人



丸山 俊博 (まるやま としひろ)
甚之助谷地すべり防止工事
監理技術者

地下空間

中野 眞高

小口径管の高深度・長距離・曲線推進に挑戦する —新しい位置計測技術の開発とそれを用いた推進工法の施工事例—

日野 英 則・天野 敏 男

本報文で紹介するエースモール DL 工法は、先導体掘進機の位置計測に独自の電磁技術を採用することで、下水道分野において、小口径管推進で初めて長距離・曲線施工を可能にした工法である。しかし、この技術は、土被り 8.0 m 程度までの適用に限られるという制約条件がある。一方、小口径管推進の市場である下水道分野では、更なる高深度・曲線施工への対応が求められており、この課題に応えるために開発された技術が、レーザ、プリズムを用いた新位置計測技術である。

ここでは、エースモール DL 工法の概要、新位置計測技術の開発状況、システム概要、施工事例について報告する。
キーワード：小口径管推進工法、長距離・曲線推進、位置計測、電磁法、液圧差法、プリズム

1. はじめに

エースモール DL 工法は、「高耐荷力方式・泥土圧方式・圧送排土方式」に分類される小口径管推進工法（以下、本工法と略記）である。

昭和 62 年に NTT の研究成果を採り入れ、開発導入され、平成 15 年 12 月末での施工実績は 384 km、その内、下水道分野では 172 km に達している。

本工法は、独自の位置計測システムである「電磁法」「液圧差法」と掘削・排土システム「圧送排土方式」を開発し、200 m を超える長距離推進、玉石混り地盤および中硬岩までの広範囲な土質への対応、さらに小口径領域で、はじめての曲線推進を実現し、曲率半径 50 m の急曲線推進や S 字・複合曲線推進も実現している。

しかし、曲線推進時の水平位置計測に使用する「電磁法」は、推進土被りに制約を受ける。この制約を克服するため、新位置計測技術の開発に取り組んだ。

本報文では、エースモール DL 工法の長距離・曲線推進を可能にした技術および新位置計測技術を述べ、特長を活かした施工事例についても紹介する。

2. エースモール DL 工法の概要

(1) システム概要

本工法は、泥土圧方式・圧送排土方式の掘削・排土機構の採用により、崩壊性地盤や礫・玉石地盤、中硬

岩までの広範囲な土質に適用できる工法である。

先導体は、カット駆動機能、掘削・排土・方向修正機能、位置計測機能（レーザ受光装置、誘導磁界発生装置、液圧計測装置等を含む）を装備し、長距離、硬土質、曲線推進を可能にしている。

本システムは、先導体、元押し装置、地上ユニット、運転操作盤、添加材注入装置等により構成される。

図-1 にシステム構成を示す。

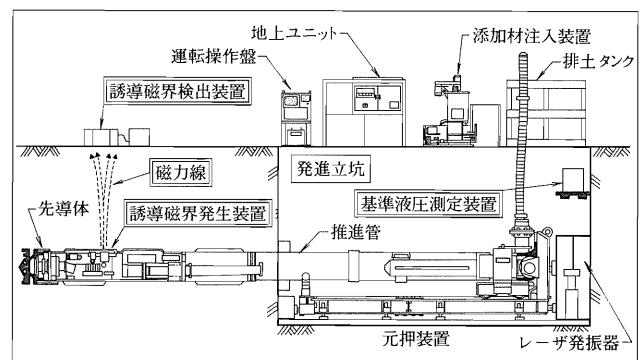


図-1 エースモール DL 工法システム構成

位置計測システムの搭載方法により、「レーザ・ターゲット方式」のみを搭載した L タイプ、「レーザ・ターゲット方式」と「電磁法・液圧差法方式」を搭載した EL タイプの 2 つのタイプがあり、線形により使い分けている。

(2) 工法の特長

本工法は、長距離・曲線・硬土質を特長とする工法であり、これらを可能にした独自技術に「掘削・排土

方式]、「位置計測方式」がある。

(a) 掘削・排土方式

掘削・排土のメカニズムの特長を以下に述べる。

また、図-2に概要を示す。

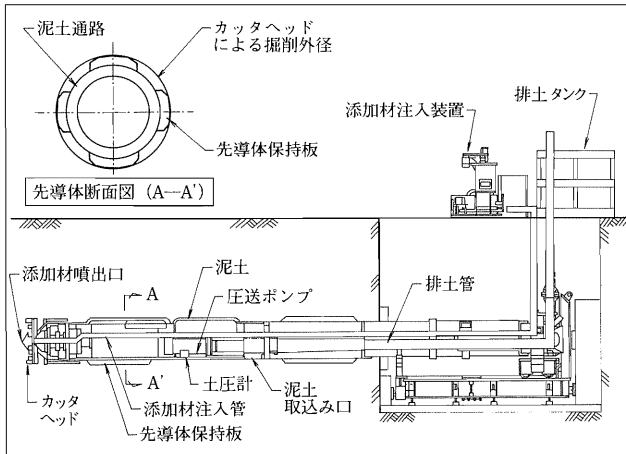


図-2 掘削・排土メカニズム

- ① 先導体の先端から添加材を噴出し、カッタヘッド部でこの添加材と掘削土砂を攪拌して、止水性と流動性のある泥土に変換する。
- ② 泥土を先導体外周の泥土通路により後方に移送する。
- ③ 泥土を土砂取込み口から内部に取込み、圧送ポンプにより圧送排土する。
- ④ 先導体周辺の泥土圧と土圧、水圧のバランスをとることにより、幅広い土質条件へ対応できる。
- ⑤ 泥土が推進管周囲に充填され、管周面抵抗が減少し、推力が低下することから、長距離推進が可能となる。

(b) 位置計測方式

先導体の位置計測方式として、直線推進には「レーザ・ターゲット方式」を用いるが、曲線推進には、水平位置計測に「電磁法」、垂直位置計測に「液圧差法」を使用する。

詳細については、3章で述べる。

(3) 適用領域

(a) 適用管径

適用管径は鉄筋コンクリート管で呼び径φ250~700であり、鋼管では呼び径φ350~800である。

(b) 適用土質

適用土質はシルト・粘土の普通土質から崩壊性のある礫玉石地盤及び岩盤まで広範囲な土質に対応可能である。

(c) 適用推進延長

適用推進延長は、土質条件により決定されるが、概ね、 $L=80\sim 250$ m程度である。

(d) 適用曲率半径

曲率半径 $R=75\sim 100$ m の曲線推進が可能であり、 $R=50$ m の急曲線、S字曲線、複合曲線推進の実績もあるが、標準的には土質条件により決定する。

3. 曲線位置計測の現状

曲線推進には、水平位置計測に「電磁法」、垂直位置計測に「液圧差法」を使用し、その概略図を図-3に示す。

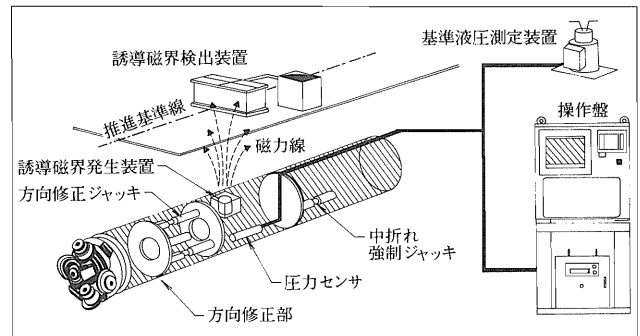


図-3 「電磁法」および「液圧差法」

(1) 水平位置計測技術

「電磁法」は、先導体に内蔵された誘導磁界発生装置（以下、発生装置）と地上で発生装置により発せられた電磁界による誘起電圧を計測する誘導磁界検出装置（以下、検出装置）により構成される。原理は、電磁誘導の法則を採用したもので、検出装置で受信した

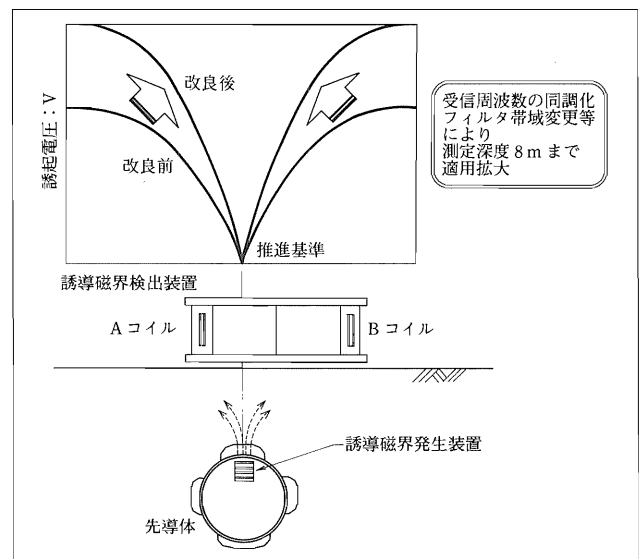


図-4 電磁法の原理

電圧やその変化量を測定し、発生装置の位置を計測するものである。

測定は、2個の電磁コイルを搭載した検出装置の中心を推進基線上に一致させて設置し、誘起電圧を測定する。検出装置で測定される誘起電圧の分布は、図一4に示すように発生装置直上がゼロになり、左右対象に増加する。先導体が推進基線上にある場合、左右の測定値は同値となり、推進基線上にない場合は、測定値に差が生じる。この差を演算することにより水平位置が算出できる。

従来、6mの土被りを超えると受信感度不足と雑波のため単独での計測が困難になっていたが、受信周波数の同調化による感度の向上、フィルタ帯域変更による雑波除去技術の向上等により、従来比で3割程度向上した。

しかしながら、周辺磁界に影響を受けることがあり、さらに、発生装置から発生させる磁界の強さ（誘起電圧）は、検知する深さの4乗に反比例して減衰する。現状では、土被り8mを超えると計測が困難になり、適用の制約条件としている。

誘起電圧(S)は、次式より算出される。

$$S = \alpha / D^4 \quad \alpha : \text{係数}, D : \text{土被り}$$

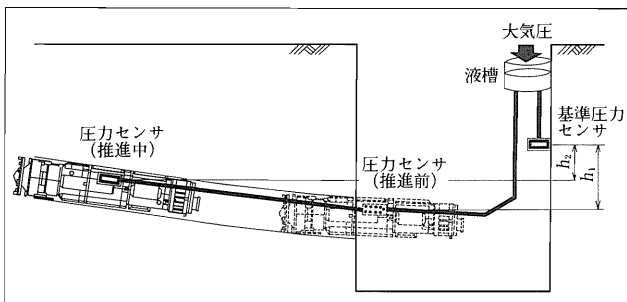
更なる高深度推進、高精度推進に向けて「電磁法」の開発・改良は、継続して進められているが、新技術の開発も求められていた。

(2) 垂直位置計測技術

「液圧差法」は、先導体内部に搭載した液圧センサと立坑部に設置した基準液圧センサ、両方のセンサに液体を供給する液槽、深度を演算し運転操作盤に表示する表示部等から構成されている。

測定原理は、図一5に示すように、発進立坑部に設置した基準液圧センサと先導体内部に搭載した液圧センサとの推進前の液圧差 h_1 と推進中の液圧差 h_2 との差を高低差に換算し、先導体の垂直位置を高精度に計測する。

液圧差法による測定誤差の主な原因として、



図一5 液圧差法測定原理

- ① 温度変化による液体の比重変化
- ② 延長ホース等への空気の混入

等が考えられるが、直射日光を避け、温度変化の受けにくい立坑内に液槽や各装置を設置するとともに、特にセンサ近傍に空気が混入しにくい構造や液体、延長ホースに空気が混入したときの対策および接続作業を標準化し、測定精度の向上を図っている。

4. 新しい曲線位置計測技術「プリズム」

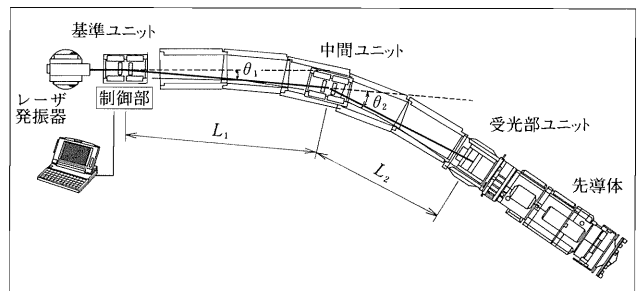
(1) 特 長

本システムは、レーザ、プリズムによる曲線推進に対応した位置計測システムであり、周辺磁界、埋設物等の影響や推進土被りに制限されることなく曲線推進が可能となる。また、路上での作業が不要となり、交通が頻繁な交差点での計測も容易になる。

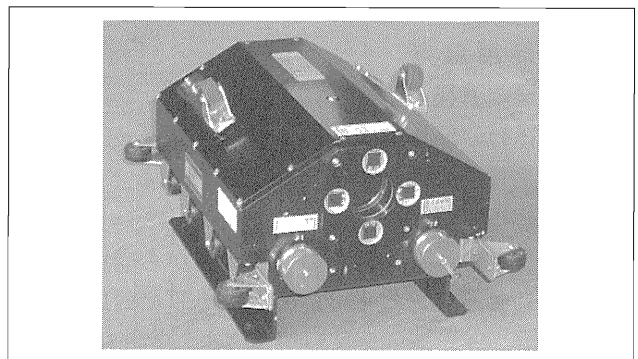
(2) システム概要

現行の直線推進時におけるレーザ・ターゲット方式と同様にレーザ発振器を発進立坑内に設置し、レーザ光を投射する。レーザ発振器直前に基準ユニットを設置し、曲率半径および曲線長によりあらかじめ計画された間隔で中間ユニットを設置していく。

レーザ光投射時に基準ユニットと各中間ユニットにできた各々の屈曲角と距離を算出、演算することにより、先導体の位置を計測する。



図一6 システム概要



写真一1 中間ユニット

図-6 にシステム概要を、写真-1 に中間ユニットの外観を示す。

(3) フィールド実験による検証

(a) 実験概要

実験用に埋設された既設管（鋼管 φ250 mm）を利用し、エースモール DL 工法用排土管に中間ユニット（試作品）を固定し、到達立坑側からワイヤロープで牽引し、移動（ $L=28.0$ m）させ、位置を計測した。

実験概要図および実験場所を図-7、写真-2 に示す。

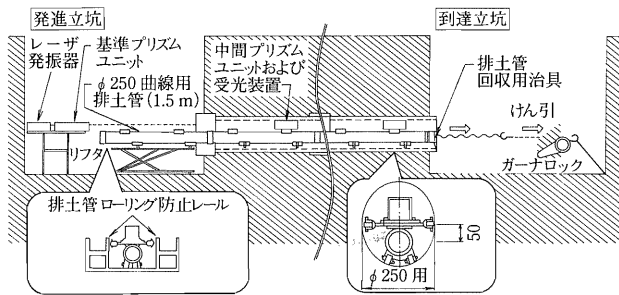


図-7 実験概要図

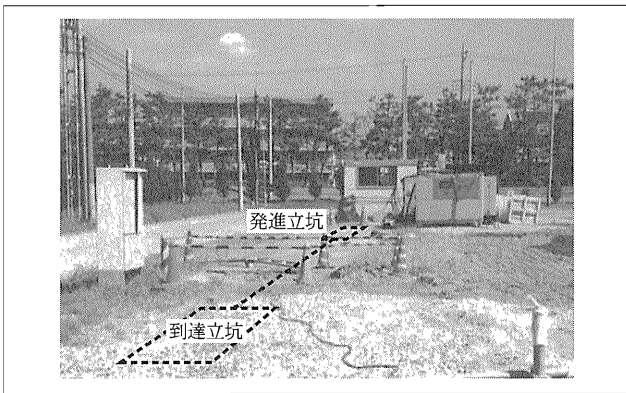


写真-2 実験場所

(b) 実験結果

プリズムの計測結果を評価するために、既設管を露出させ、埋設位置を測量した。プリズム計測値と測量値を比較し評価した。

既設管露出状況を写真-3 に示す。

プリズム計測値と測量値を比較した結果、水平誤差最大+10 mm、垂直誤差最大-16 mm と位置計測装置として、十分対応できることを確認した。

比較結果を図-8~図-9 に示す。

(c) 技術的課題への対処

① 計測時間の短縮

導入当初、中間ユニット 1 基あたりの計測時間は、約 50 秒であった。作業性向上のため、計測時間を短

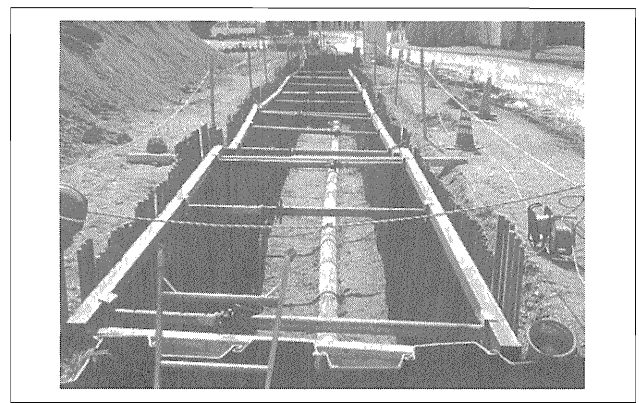


写真-3 既設管露出状況

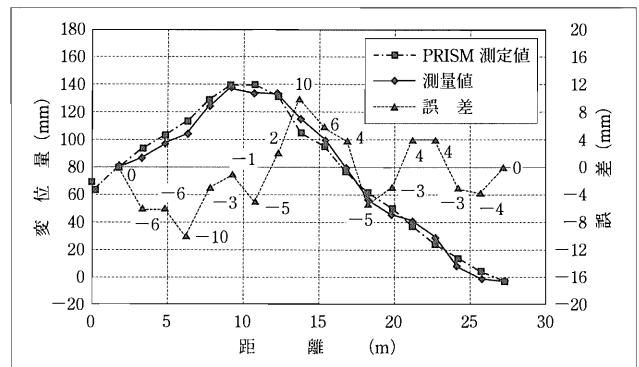


図-8 水平位置の比較

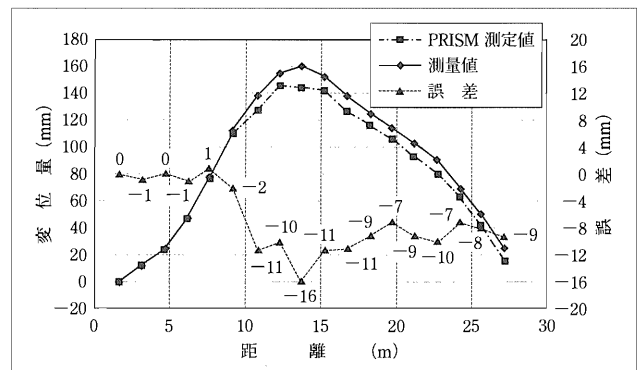


図-9 垂直位置の比較

縮する必要がある、計測システムのソフトを改良することにより、計測開始位置と計測方法を変更して、1 基あたり約 15 秒に短縮することができた。

② 屈曲角の変更

推進の確実性、適用拡大（曲率半径、曲線長等）および中間ユニット個数の削減による施工コストの削減のため、形状をコンパクト化するとともに屈曲角を拡大させた。

(d) 今後の課題

① 中間ユニットの設置方法

中間ユニットは、排土管にあらかじめ固定する方法を採用している。この方法では、本来、必要のない直線区間にも配置しなければならない。そのため、中間

ユニットの設置個数が増加する。これを避けるため、移動式による設置・計測システムの開発を目指している。

② 操作制御への反映

本システムは、現在は、計測システムとして単独に動作させているため、先導体姿勢情報等とのインターフェイスがなされていない。これらの情報と計測結果をやり取りすることにより、線形管理や自動制御等への反映を目指している。

5. 特長を活かした施工事例

新曲線位置計測技術「プリズム」を使用した曲線施工実績は、現在、16 スパンあり、代表的な3例を紹介する。

(1) 既設埋設物下曲線推進事例

本工事は、推進位置直上にボックスカルバート(1,950 mm×1,170 mm)が埋設されており、「電磁法」による計測に影響を与えるため、「プリズム」を使用した事例である。

工事概要を表-1に、施工概要図を図-10に示す。

表-1 工事概要

施工場所	兵庫県内
推進距離	129.0 m
土質条件	玉石混じり砂礫土
推進線形	曲線 (R=150 m)
土被り	5.0 m
管種	鉄筋コンクリート管
管径	φ400 mm
機種	DL 50 EL-N

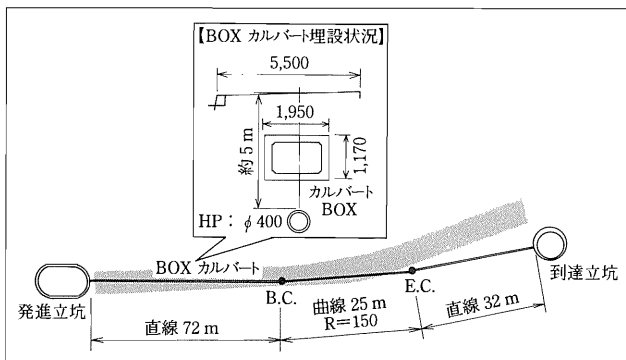


図-10 施工概要図

推進途中、先導体と玉石の競りによると考えられる上昇があったが元押推力は400 kN前後で推移し、水平垂直とも20 mm以内の精度で到達することができ

た。

(2) 河川横断曲線推進事例

本工事は、曲線区間が河川横断箇所を設定された推進線形となっており、「電磁法」による位置計測が不可能であったため、「プリズム」を使用した事例である。

工事概要を表-2に、施工現場状況を写真-4に示す。

表-2 工事概要

施工場所	山形県内
推進距離	95.5 m
土質条件	シルト
推進線形	曲線 (R=298 m)
土被り	8.5 m
管種	鉄筋コンクリート管
管径	φ600 mm
機種	DL 70 EL-N

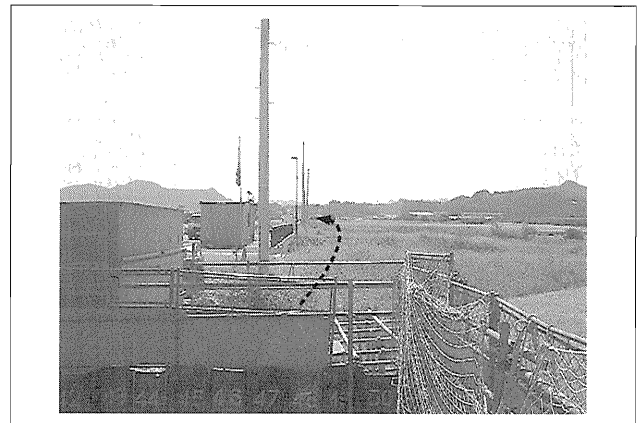


写真-4 施工現場状況

水平垂直とも25 mm以内の精度で到達することができた。

(3) 高土被り曲線推進事例

本工事は、高土被り(18.0 m)下での、曲線推進であったため、「プリズム」を使用した事例である。

表-3 工事概要

施工場所	東京都内
推進距離	105.8 m
土質条件	礫質土
推進線形	曲線 (R=200 m)
土被り	18.0 m
管種	鉄筋コンクリート管
管径	φ400 mm
機種	DL 50 L-C

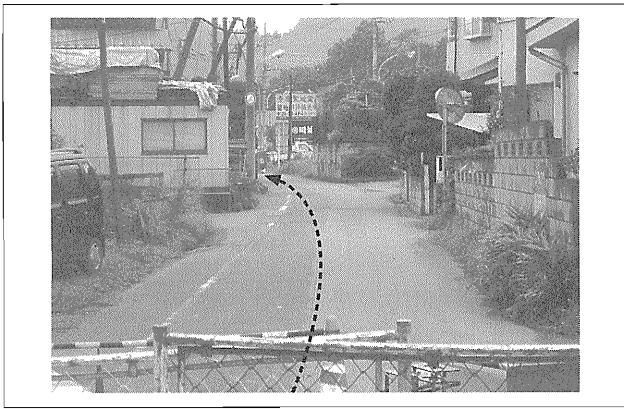


写真-5 施工現場状況

工事概要を表-3に、施工現場状況を写真-5に示す。

礫質土の曲線推進であったが、推進力は、最大450kNであり、水平垂直とも15mm以内の精度で到達することができた。

6. おわりに

現在、下水道整備は、大都市部においては都市再生、市町村部においてはインフラストラクチャの構築を中心に面的整備が進められている。

施工条件及び施工環境は益々厳しい状況にあり、

- ① 従来の立坑設置箇所数を減少し長距離推進を可能にする技術
- ② 道路形態に沿った管渠敷設が可能な曲線推進技

術は今後、小口径管推進工法にとって不可欠である。

しかしながら、長距離、曲線施工を可能にするためには位置検知技術が大きな役割をもち、位置検知精度の向上は重要であると考えている。

エースモールDL工法は、これらのニーズに未永く応えることができる工法を目指し、トータル的なコストダウンが図れる推進工法として、技術開発改良を進めていきたいと考えている。

JCMA

《参考文献》

- 1) エースモール工法協会：エースモールDL工法技術資料，平成15年4月
- 2) 島田・前田：推進条件に制限されない曲線位置計測技術「PRISM」の開発，第13回非開削技術研究発表会論文集，2002年11月

【筆者紹介】

日野 英則（ひの ひでのり）
エースモール工法協会
技術委員
（アイレック技建株式会社
筑波技術センター所長）



天野 敏男（あまの としお）
エースモール工法協会
技術担当
（アイレック技建株式会社
筑波技術センター
課長代理）



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

ざいそう

みなとみらい線が開業して

高橋 厚雄



当機構は昨年10月に運輸施設整備事業団と私が所属していた日本鉄道建設公団が統合された新しい法人で、鉄道公団の本社は統合前の3月に東京都千代田区永田町の赤坂見附駅近くから、現在の横浜市中区の桜木町駅近くにある横浜アイランドタワーに移転しました。

さる1月30日に仕事が終わっていつものように東急東横線桜木町駅に向かい電車に乗ろうとしたら、券売機の前は長蛇の列でホームの内も外もカメラや携帯で「桜木町」という駅名が入った駅名板や車両の行先表示器などを写す人達でごった返していました。

この日は72年の歴史を持つ東急東横線横浜-桜木町間が最終電車を最後に廃線となる日で、この混雑は駅の最後の日付の入った記念の入場券や切符を求めたり、色々思い出のある人たちが最後の別れを惜しんでいたものでした。私も1年弱ですがトラブルもなく快適に通勤に利用させてもらった駅で、最後となる上り電車の乗って少し感傷的になりました。

この線が廃止になったのは、横浜と横浜中華街や元町間を結ぶ「みなとみらい線」が2月1日に開業し、渋谷と桜木町を結んでいた東急東横線が横浜駅で相互に乗り入れ直通運転を開始したためでした。

この新線は、当機構が鉄道公団時代から10年以上にわたり建設を進めてきたもので、都市の道路直下や河川下を横断する難工事でしたが、工事が所定どおり完成し全ての施設を鉄道事業を営む横浜高速鉄道(株)に引き渡し、同社が無事開業させたものです。

路線を簡単に紹介させていただくと、図のように地下5階の横浜駅を出てすぐ左にカーブし、区画整理事業で開発が進められているみなとみらい21地区の新高島駅、みなとみらい駅、馬車道駅、県庁等があるビジネス街の日本大通り駅を経由し、中華街、元町、山下公園に近い元町・中華街駅に至る延長4.1kmの路線であり、8両編成の電車が渋谷駅～元町・中華街駅

間を最速35分(日中、特急利用)で結んでいます。

私の担当した設備部門は、その中で軌道、各駅の建築工事、機械設備工事です

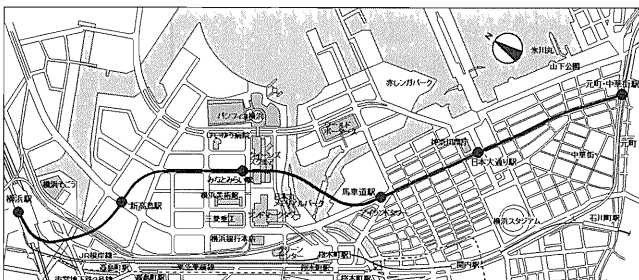
各駅は、駅周辺の歴史や特徴を駅空間に取り込み、街と一体化することによって、より地域に密着、愛されるよう配慮しています。構造、意匠も個性的で、船をモチーフとしたみなとみらい駅ではホームの一部が吹き抜けになっていて駅上部の商業ビルと一体となっていたり、通常は天井裏に隠蔽され人の目に付かない空調ダクトが青や赤に塗られてデザインの一部になっています。馬車道駅は赤煉瓦、旧横浜銀行の一部を使ったレリーフや直径20mの大ドームが、日本大通り駅は全体が落ち着いた色のタイルと石材、アーチが、元町・中華街は開港当時の風物を織り込んで焼いた大判陶板の壁面などが特徴です。

各駅には空調・排煙設備、昇降機設備、出改札設備等が設置されており、移動円滑化やバリアフリーのため、ホームのエスカレータは原則として上下運転専用機とし、速度は従来の毎分30mから平成12年の建築基準法で緩和された45m運転にも対応できる可変速タイプを駅としては初めて導入しました。

エレベータはカゴ内で車いすが180度回転できる11人乗りです。出改札設備は当面磁気カードのパスネット対応とし、将来はICカードを導入できるように考慮しています。

機構の役割は、建設完了後は駅、線路、トンネル、橋梁、変電所など全ての施設を鉄道事業者に譲渡または貸し付けという形で引き渡して終了するもので、建設した鉄道を運営することはありません。また、営業開始と時を同じくして建設に関わった職員たちは他の建設地に転勤になり自分が建設した線区を利用することはあまりありませんでした。しかし、機構の本社事務所が馬車道駅近くにあり地下でもつながるため、この線区は開業後も通勤の足などとして毎日利用できる最初の線区となります。大変うれしい限りですが、営業状態や利用者の評判等が毎日気になることになりそうです。皆様も是非ご利用していただきたいものと思います。

——たかはし あつお 独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構
鉄道建設本部設備部長 ——



ざいそう

新技術開発に係る産みの苦しみ

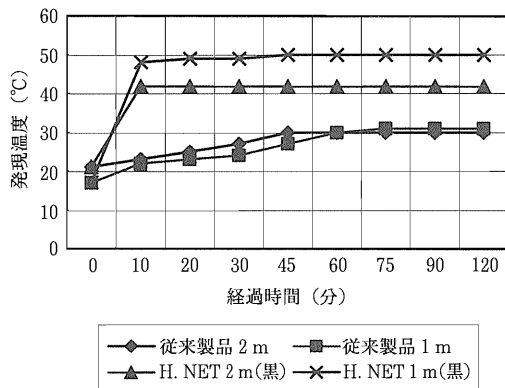
高橋 英雄



私は旧建設省で主に道路畑を歩いてきたので、道路管理者として道路利用者の安全には常に心を配ってきた技術屋です。

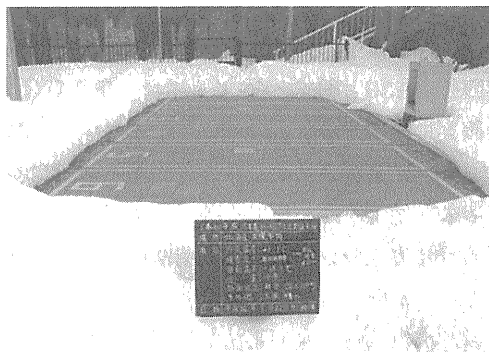
道路利用者の安全を守るという課題の中で、自然現象との関わりから積雪・凍結の対策は最も重要な事柄でありながら経費と労力がかかることから、十分な対策になっていないのを実感してきました。

そのような事から①初期投資が安く、②維持費の少ない対策、は無いのだろうかと考えていた矢先に、ある人から「カーボンを和紙に組み込むことのできるシートができ、それを利用したロードヒーティングを考えている人がいるので会ってほしい」というのが、今回の新技術となった「H-NET 工法」開発の始まりでした。



使用電力 従来製品：19 W/本，H-NET：16 W/本

- ① 初期投資が1/2～1/5と安い
- ② 維持の電気代が1/3～1/5と少ない
- ③ 耐久性に優れている
- ④ 機能に対する信頼度が高い
- ⑤ 施工性が容易である



(旧北海道開発局開発土木研究所内)

図-1 従来製品とH-NETとの発現温度比較

この工法の開発においては、舗装の表層と基層の一体化を図る必要があることから面状のシートではなく、カーボン電線でNET状のシートとすることには到達したものの、実際に電気をかけると部分的な暖まりで均等に暖まらないなど試行錯誤の結果、現在の形状である10 cm×10 cmの網目で1 m×3 mのシートとすることになりました。また舗装時のAsの温度対応、敷き均し時の巻き込み・破断が起り、また通電した時の漏電対策、更には地对電圧の制限を考慮しながらのコストの縮減など、次から次へと技術的な課題が発生し、何度やめようかと思いつつも2年半を経過する事となりました。

つぎにこれから売り込みに入ろうとする時、これもまた大変でした。

当社の本社が四国にある理由により寒冷地の人々の意識として、四国は暖かいところで積雪は無く、路面が凍結するほどの気象条件に成らなく、「四国で開発したものは寒冷地では使い物にならないだろう」と言うのが最初の反応でした。

よって其の都度、実験で-5～-15°Cの外気温の中で路面温度を5°Cでコントロール出来るのだということ、実験データをもとに説明をしましたが降雪強度を重ねて実験していないことから不十分であるとの指摘を受けて、現在札幌市内の公的構内で再度確認の為の実験を行っている最中です。

これまでの結果として降雪強度5～7 cm/時間で外気温が-5°C程度あれば100 W/m²・時間程度で対応できることが確認できています。

新技術の開発には、①時間がかかる、②開発費がかかる、③リスクを持っている、等の理由から会社の理解と協力がなければ出来ません。④開発者としては忍耐と意志の強さ及び信念が必要です。

最後に、営業マンの説得力と地道な努力がなくては企業として世の中に活用される新技術として成功しないと思われま。

やっと完成しました。

——たかはし ひでお 株式会社ティーネットジャパン取締役副社長——

大深度地下空間施工技術委員会 —活動状況と将来の展望—

清水 英治

1. 委員会の活動状況

大深度地下空間の施工技術は、21世紀における過密化した都市インフラストラクチャ整備を推進する有効な手段として、現在も秒進分歩の勢いで技術革新を遂げながら活用されている。

本協会はこのような発展状況を予測し、大深度地下空間建設事業を遂行するに当り、建設機械の果たす役割が非常に大きいと判断して、平成2年5月に施工技術部会に、「大深度空間施工研究委員会」を設置した。この調査研究委員会のメンバーには建設省（現、国土交通省）、大学、民間会社、研究機関、コンサルタントなどの機関から60名の委員が参加し、平成6年1月末までの4年間に、都合23回の委員会を開催して43項目の技術発表を行った。その研究成果は平成6年8月に、「**ジオスペースの開発と建設機械**」という単行本に纏めて発刊した。

この第1回目の刊行本には、昭和61年から続いたバブル景気の影響を強く受け、大深度地下空間を開発して利用する色々の大構想が多数掲載されている。例えば、種々の目的に利用可能な大ドーム形の空間を大深度地下に建設する通商産業省推奨の「ジオ・ドーム構想」および民間企業提案の大深度地下利用の構想などである。民間企業提案の構想には、新物流システム構想、大深度地下鉄構想、郵便ネットワーク構想、大深度水道管路構想、大深度下水道構想、パストラルシティ構想、アンダーグラウンドテクノピア・緑の島構想、アーバンジオグリッド構想、マリンポリス構想、ジオフロント Hy Mac 構想、アリスシティネットワーク構想、深層都市21世紀構想、ジオトラポリス構想、新江戸構想、青山地区 GIA 構想、ニューバイオデザイン構想、PATIO 構想、リゾームネットワーク構想など、

「スケールの大きな夢のある地下利用の大構想」が多かった。しかし、これらの構想の実現には膨大な資金と時間が必要と考えられたが、各社の専門家による技術的検討を経たもので、決して夢物語ではなかった。その他、本書には各種のジオスペース開発の実例や施工法と建設機械および発生土の処理・再利用法など、最新の研究成果を6章102項目に分類して、詳細に解説し、掲載してある。

その後、21世紀を間近に控えて、都市のインフラはより安全で、便利に効率よく豊かさが実感できる良質なもので、充実することが要望されるようになった。しかし、すでに地上の空間と浅層の地下空間は利用されており、都市機能を更に充実するには、既存の地下構造物の位置より一層深い大深度に、必要な施設を造らざるを得ない状況となった。そこで、政府は都市地域における公共事業を円滑に早く実施するために、平成7年11月に「臨時大深度地下利用調査会」を設置した。この調査会における審議の結果は、平成10年5月27日に内閣総理大臣に答申されたので、通称「大深度地下利用法案」の成立に一步近づいた。この間、本委員会は地下空間構築技術の急速な進歩に対応するために、大深度に類する施工例の技術発表と見学会および検討会を精力的に進めた。平成10年12月末までに都合40回におよぶ委員会を開催し、70項目の技術発表を行った。その研究成果は、平成11年8月に「**大深度地下空間を拓く建設機械と施工技術**」という単行本に纏めて発刊した。

この第2回目の刊行本には、これまで蓄積した大深度地下空間構築技術の実例を多数取入れ、工法別に9章43項目に分類し、分かりやすく解説してある。第1章は、大断面で深い立坑を造成するための鉛直掘削工法である自動化ニューマチックケーソン工法や地中連壁工法について10項目。第2章は、種々の単円水平掘削シールドトンネル工法について6項目。第3章は、DOT工法や3~4心円である複心円の泥水シールドトンネル工法および着脱式三連シールド工法について5項目。第4章は、特殊掘削工法である親子、MMSTなどの異形断面シールドトンネル工法について3項目。第5章は、曲線掘削シールド及び球体シールド（鉛直上向きシールド）工法について4項目。第6章は、トンネル工事を安全に施工するための先受け補助工法であるPATM、PASS工法について2項目。第7章は、掘削、排土を確実に施工するための補助工法について5項目。第8章は、シールド機の発進、接合、到達時の安全性を確保するための補助工法について5項目。第9章は、トンネル掘削に伴う発生土の改良と有効利用法について3項目、などである。

その後、次世代シールド工法が急速に進歩すると共に、平成12年5月26日に「**大深度地下の公共的使用に関する特別措置法**」（通称：「大深度地下使用法」）が公布され、

翌年の平成13年4月1日に施行された。本委員会名も研究委員会から「大深度地下空間施工技術委員会」と改称される。また、これに追打ちをかけるように「都市再生特別措置法」も平成13年6月に施行された。これらの法律が施行されてから、既に3年近く経過したが、目下のところ日本経済は不況下の状態が続き、公共事業は不振である。しかし、平成15年1月に、扇千景国土交通相が昭和45年から計画が凍結されていた東京外郭環状道路の練馬区～世田谷区間に、「大深度地下使用法」を初適用して建設する方針で東京都と合意したことを受けて、各建設会社は外環工事を標的に各種の大深度地下空間施工技術の開発を活発化してきている。したがって本委員会の技術発表においても、深度50m以上の高土圧、高水圧のもとで、大断面・長距離掘削、分岐、合流、接合、セグメント組立てなどに関する急速シールド施工法の研究発表が多くなってきた。

以上のような状況下で、本委員会は平成16年2月末までに、都合65回におよぶ委員会を開催し、100項目の技術発表を行った。その研究成果は平成16年5月頃に、「大深度化に対応する地下空間建設技術と建設機械」という単行本に纏めて発刊する予定である。この第3回目の刊行本には、本格的な大深度地下空間施工時代に対応すべく最新の技術成果を取入れて、工法別に7章31項目に分類し、詳細な解説を加えて掲載する。第1章は、大深度立坑の構築工法。第2章は、大深度におけるシールド工法。第3章は、大深度における異形断面シールド工法。第4章は、最近のシールド工法。第5章は、最近のDRCセグメント組立て工法。第6章は、最近の推進工法。第7章は、大深度・長距離用工事設備、などである。

2. 大深度地下空間施工技術の発展経過と展望

地下空間を拓く主要技術である近代シールドトンネル工法は、日本で開発されて昭和51年以降、都市土木工事の担い手として脚光を浴びている。昭和61年頃から続いた日本経済の長期景気拡大に伴って、都市の地上部は構築物で過密化し始め、ジオフロントの利用が活発化してきた。この頃の地下開発計画には、様々な可能性を秘めた地下フロンティアに、地上と地下を一体化する立体的な高密度の都市整備を企図する、夢のような大構想が数多く提案された。

その後21世紀を間近に控えて、浅層の地下利用は過密となり、都市のインフラストラクチャ施設を新たに建設する空間としては、既存の地下構造物の位置より、さらに大深度地下に求めざるを得ない状況となった。この大深度化の傾向は、平成3年頃から始まったバブル景気の破綻以後も尾を引き、ますます大深度化の傾向は強まった。平成5年頃には、東京湾横断道路（平成9年完成）や環状7号

線の地下調整池など、本格的な大断面（直径12m～14m）で大深度（40～60m）のシールド工事が盛んに施工されるようになった。平成5年以降も大深度化に伴う技術的諸課題を解決する努力が続けられている。その結果、平成11年に、地下鉄12号線が地下40mの大深度に近い深度で開通した。また、平成14年には、首都圏外郭放水路第4工区の大トンネル（外径約14m、DRCセグメント使用）が地下約50～60mの大深度で開通した。最近、東京都から甲府市～奈良市～大阪市までの大深度地下を時速500kmで走行し、東京～大阪間を約1時間で結ぶ「リニア中央新幹線」構想が計画されている。運輸省はこの新幹線の整備方式（大深度・リニア走行）や財源方式（事業費約10兆円）等を検討するため、平成12年12月に「中央リニア新幹線基本スキーム検討会議」を設置した。その他、平成15年1月には、東京外郭環状道路のIC建設（事業費約1兆3千億円）に「大深度地下利用法」を初適用して、40m以深の地下に直径16mの3車線シールドトンネルを2本建設し、関越自動車道、中央自動車道、東名高速道などの高速道に接続する案が国土交通省と東京都で合意された。これら大深度で、高水圧下における長距離トンネルを確実に施工するには、現行技術より更に厳しい多くの技術課題を克服する必要がある。外環工事においても国土交通省都市整備課から22項目の新技術開発ビジョンが示された。将来の大深度・長距離シールドトンネル工事の主要な開発技術を要素別に分類して示せば、次のようなものが考えられる。

①掘削機本体およびセグメントに作用する100m高水圧対応の止水技術。②大断面化、長距離化、高速化施工による工期の短縮・コスト縮減技術（直径16m以上の円形断面、非円形大断面、掘進と覆工を同時施工、立坑左右から同時掘進、土質別掘削機、Uターン掘進、対磨耗ビットの開発、ビットやテールシールドの新交換法）。③セグメント施工の高速自動化技術。④大深度斜坑掘進技術。⑤変断面掘削技術（親子、拡幅シールド）。⑥大深度トンネルの発進・接合・到達およびランプ部の分岐・合流技術（T字接合）。⑦省面積立坑システムの開発（泥水処理、固形物回収、セグメントストックヤード）。⑧長距離対応の搬送技術（ベルコンの高速化、カプセル搬送、タービンエンジン機関車、非接触給電式バッテリー機関車）。⑨発生土の処理・有効利用技術（改質、固化により埋戻土や築堤材、路盤材に有効利用）。⑩その他、換気、排煙、防災技術、環境対策技術、などである。

【筆者紹介】

清水 英治（しみず えいじ）
社団法人日本建設機械化協会機械部会
大深度地下空間施工技術委員会委員長

CMI 報告

施工技術総合研究所における トンネル関係業務の取組み

亀岡 美友

1. はじめに

山岳トンネルの建設は路線決定後、調査・設計・積算・施工という手順で行われるが、地山条件などトンネル工事に影響を与える要素が多く、事前調査では正確な把握が不可能であり、かつ技術的にも未解明な部分も残されている。このために、当初設計は行うものの最終的には、トンネル施工時に多くの問題に対処する必要があるという特徴を有するものである。当研究所は、主に山岳トンネルの各建設段階において多くの業務を実施してきている。

さらに最近では、トンネル技術の発達により、従来技術では難しいとされていた不良地山、帯水未固結地山、高圧多量湧水地山あるいは大断面トンネル、超近接トンネルなどの要求に答えられるようになってきている。

当研究所では、従来より多くのトンネル工事に関する業務を実施してきており、以下、

- ① 調査・設計段階の業務
- ② 積算に関する業務
- ③ 設計・施工段階の業務
- ④ 新技術・新工法に関する業務

に分けて説明を行う。なお、維持管理関連業務に関しては、先月号に紹介されているので、ここでは省略する。

2. 調査・設計に関する業務

トンネル工事においては、適切な支保構造、補助工法を設定するばかりではなく、工期の短縮や工事費の縮減も重要である。また、トンネル工事は昼夜作業で実施されるのが通常であり、仮設備やトンネル掘進作業に伴う騒音・振動による周辺環境への影響を極力低減する必要もある。こ

れらの観点からトンネル工事を検討する場合には、事前調査や設計段階での検討が重要である。

これらに関する業務としては、

- ① 長大トンネルの換気設備・防災設備の計画
- ② 長大トンネル急速施工のためのズリ搬出設備（コンテナ方式、ベルトコンベヤ方式）の計画
- ③ トンネル工事における発破音・発破振動軽減対策の検討
- ④ 工期短縮のための施工法・施工機械の検討

などを実施してきている。最近では、各種入札方式の試行がトンネル工事に関しても行われるようになってきており、

- ⑤ 入札時 VE 方式、総合評価方式などの技術提案に関する技術支援

も実施している。

3. 積算に関する業務

この関連業務は、当研究所の旧名称である建設機械化研究所から明らかなように、トンネルに用いられる新型・大型機械、新技術・新工法に関して、個々のトンネルにおける施工状況或いは数多くのトンネルにおいて共通に用いられている工種などに対し、施工実態調査（長期調査である現地施工業者に依頼するアンケート調査と、短期調査である当研究所の技術者を現地に派遣して行う調査を組合わせて実施する）を行い、施工能力、施工歩掛かり、材料の使用量や消耗品等を明らかにし、適切な工事費の算定や工期の設定を行うための基礎資料を作成してきている。

施工実態調査の事例としては、

- ① 油圧削岩機に関する調査
- ② 長尺鋼管先受け工法に関する調査
- ③ 大型自由断面掘削機に関する調査
- ④ 硬岩地山における割岩工法に関する調査
- ⑤ 不良地山における早期閉合に関する調査
- ⑥ 吹付けコンクリートの施工に関する調査
- ⑦ TBM（Tunnel Boring Machine）に関する調査
- ⑧ 余掘・余長に関する調査
- ⑨ 工所用仮設備に関する調査
- ⑩ 小断面トンネルに関する調査

などが挙げられる。

4. 設計・施工に関する業務

山岳トンネルは、事前調査段階では捉えきれない事象が施工途中に発生することがあり、また当初より想定していたが予想以上の不良地山に遭遇することもある。このために、調査設計段階或いは施工段階において、支保構造の決

定や変更さらには補助工法の選定を行う必要がある。

当研究所の業務としては、

- ① 当研究所に学識経験者及び有識者からなる検討会や委員会を組織し、この指導を受けながら地山状況を反映した検討を行い、施工に反映させて行くという業務。
- ② 上記と同様ではあるが、他機関が設置している委員会等に、当研究所の検討成果を諮問し、施工に反映させていく業務。
- ③ 当研究所の技術者を現地に派遣し、現場状況を踏まえた検討を実施し設計施工に反映させるという業務。

があり、この①、②、③に関係する業務としては、

国土交通省（建設省を含める）：

- ・権兵衛トンネル、・小鳥トンネル
- ・五ヶ丘トンネル、等

本州四国連絡橋公団：

- ・鷲羽山トンネル、・舞子トンネル、等

阪神高速道路公団：

- ・長田高取山トンネル、・北須磨トンネル
- ・稲荷山トンネル、等

名古屋高速道路公社：

- ・東山トンネル

長崎県：

- ・オランダ坂トンネル

が挙げられる。

次に、静岡県と三重県に関しては、以下のような業務を実施している。

④ 静岡県におけるトンネル業務

静岡県では、「トンネル技術検討委員会」を常設し、トンネルの設計・施工に関する問題を個々に検討しており、この委員会に当研究所から技術者を派遣している。

⑤ 三重県におけるトンネル業務

三重県では、三重県と当研究所がトンネル個別に契約を行い、施工中のトンネルに技術者を派遣し、発注者、施工業者と共に地山評価を実施し適切な支保構造の決定に資している。最近では、工事中の振動・騒音、補助工法についても検討を行っている。

これまでは、山岳トンネルに関連する業務について述べたが、シールドに関する業務も行っている。

⑥ シールドトンネルに関する業務

東京湾横断道路トンネルに関するシールド工事の施工実態のとりまとめ業務や特殊形状のMMSTの施工実態調査、シールドトンネル内の点検方法・調査技術の検討、矩形の新オープンシールドの検討、大断面シールド・長距離シールドの検討、礫地盤におけるビットの耐久性検

討などを実施している。

5. 新技術・新工法に関する業務

当研究所のトンネル関連の新技術・新工法への取組みには以下の形態がある。

① 自主研究

当研究所が単独で、新技術・新工法の開発に取り組むもの。

② 共同研究

当研究所が発注者、施工業者、専門家あるいは製作会社などと個別課題の解決のために共同研究を行うもの。これまでに実施したものとしては、

- ・New PLS 工法
- ・TULIP 工法
- ・摩擦式ロックボルト“スウェレックス”
- ・切羽安定工法“FIT 工法”
- ・覆工コンクリート打音点検機

が挙げられる。

③ 新技術開発研究会

当研究所に常置している新技術開発研究会において、課題別に部会を設立し施工業者、専門家、製作会社さらには学識経験者等と協力して、新機種、新工法、新材料の開発を目指すもの。

これまでに活動をしている部会は、以下のものである。

- ・トンネル地山補強部会
- ・山岳トンネル止水技術研究部会
- ・トンネル活線拡幅研究部会

6. おわりに

当研究所の主に山岳トンネル関連業務の概要を述べたが、最近では山岳工法による長大トンネル、超大断面トンネルや都市トンネルの設計施工、シールドトンネル分岐合流部の山岳トンネルによる施工、山岳トンネル部からのシールドトンネルの発進や到達など都市部の帯水未固結地山への適用などにおいて、新技術・新工法の開発、これらを用いた設計・施工計画の立案等、これまでに蓄積した知見や技術を基に、これまで以上に積極的に取り組んでいきたいと考えている。発注者を始めとして、今後ともに御支援をお願いする次第である。

【筆者紹介】

亀岡 美友（かめおか よしとも）
社団法人日本建設機械化協会施工技術総合研究所
研究第一部部長

海外便り

エチオピア通信 (10)

中山 実

1. はじめに

近頃では、エチオピアに旅行に来られる日本人が増えてきているように感じます。しかしながら、アジスアベバには、日本人でも快適に過ごせるホテルがあるのですが、地方では???ぐらいのレベルのホテルばかりです。それでも観光に来られるのですから、よっぽど興味があるのか、エチオピアが魅力的なのでしょう。まあ、世界遺産も数多くありますし。

さて、これから来られるかもしれない日本人のために、エチオピアの交通事情（特にアジスアベバ）についてお知らせします。

アジスアベバ市内の交通は、自家用車の他にバス・タクシーがあります。勿論、唯一の鉄道も隣国ジブチまで通じています。近頃では、50cc程度の自動2輪車、自転車をよく見かけます。

ジブチまでの鉄道は、毎日14時にアジスアベバを出発しています。ジブチまで直通はなく、途中の街、ディレダワで乗換えとなります。治安はかなり悪いようで、日本人は誰も使用していないのではないのでしょうか。オレンジと黄色で横にライオンの絵が書いてあるバス（写真一）は、



写真一 長距離バス



写真二 タクシー

アジスアベバ市内を中心とし、少しばかり郊外に出るものです。治安があまりよろしくないようでした、エチオピア人に、「君は絶対乗ってはいけない。スリが多いからね」と言われた事があります。

運賃は、25セント（≒3円）。この市内バスの他に、エチオピアの各都市を結ぶバスも運行されています。これは、統一されたカラーのバスでなく、いろんな形がありますが、バスなので、あれが長距離バスかと直ぐにわかります。ちなみに運賃ですが、最長距離である1,024km（世界遺産のあるアクスムまで）で105.50ブル（≒1270円）です。

タクシーは青と白の柄の車でして、バンタイプの乗合タクシー（ミニバス）（写真二）とセダンタイプの普通のタクシーの2種類あります。乗合タクシーは路線が決まっていますし、「ボレ、ボレ（ボレ通り付近行き）」等のように行先の地名を車掌が叫んでいます。

初乗りは、55セント（≒7円）程度でして、ガソリン価格に変動して時々変わるようですが、ぼられたりする事はないようです。また、路線上であればどこでも降りしてくれますが、英語が通じません。セダンタイプのものは、普通のタクシーでして、行先を告げて、メーターがないので値段交渉をしてから乗ります。外国人と言う事で高い値段を吹っかけてくる事もありますが、根気良く値段交渉して値切る事は出来ます。他には、旅行会社のタクシーもありますし、レンタル会社で車を借りる事も出来ます。

どうぞ、エチオピアに遊びに来て下さい。

2. OJT 訓練の進捗（後編）

前編（2月号）では、工事の計画作成についてお話しさせて頂きましたが、今回は、ようやく建設機械を使用しているOJTの開始です。

構内の舗装工事がメインですが、その前に、新たに側溝を設置する必要がありました。理由は、側溝工事と側溝工



写真-3 仮設道路建設前



写真-4 側溝工事前



写真-5 グレーダ作業



写真-6 建設機械による掘削



写真-7 グレーダ作業終了

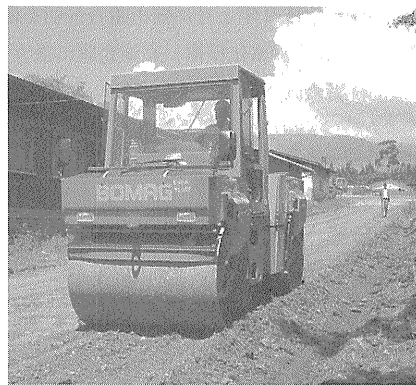


写真-8 転圧作業 (振動ローラ)

事を行うと構内の往来が遮断されるためです。まずは、構内交通の確保のための仮設道路建設工事と側溝工事の2工事を行う事にしました。両工事共に、工期の大幅な遅れ(予定工期は2週間であったが、実際は2ヵ月)はありましたが、技術的な大きな問題は発生しませんでした。いや、発生しなかったのではなく、エチオピアの工事のやり方に慣れてしまったのかも知れません。

今回は、写真-3～写真-8を中心に、工事の様子をお届けしたいと思います。

仮設道路建設、側溝工事共に、何とかやり遂げました。これから、メインの舗装工事を行う予定なのですが、土質に問題があり、現在、土質試験を実施中です。

—なかやま みのる JICA 派遣専門家、国土交通省近畿地方整備局—

建設機械図鑑

本書は、日本建設機械要覧のダイジェスト版として、写真・図版を主体に最近の建設機械をわかりやすく解説したものです。建設事業に携わる方々、建設施工法を学ばれる方々、そして建設事業に関心のある一般の方々のための参考書です。

A4判 102頁 オールカラー 本体価格2,500円 送料600円

社団法人 日本建設機械化協会

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

建設機械化技術・建設技術審査証明報告

審査証明依頼者：コベルコ建機株式会社

株式会社トーマック

技術の名称：TRD 工法

(ソイルセメント地中連続壁工法)

平成9年1月に技術審査証明を取得した上記の更新技術について、社団法人日本建設機械化協会建設技術審査証明事業(建設機械化技術)実施要領に基づき審査を行い、建設技術審査証明書を発行した。以下は、同証明書に付属する建設技術審査証明報告書の概要である。

1. 審査証明対象技術

本工法は図-1に示すように、地盤に挿入したチェーンソー型のカッターをベースマシンと接続し、横方向に移動させて、溝の掘削と固化液の注入、原位置土との混合を同時に行い、地中に連続した壁を造成するものである。施工の状況を写真-1に示す。一般にはH鋼などの芯材を挿入し、建設構造物の下部エヤシールド発進立坑など、地下掘削時の止水兼山留め壁として適用する。さらに、液状化対策や地盤の補強、地下水の遮断など、様々な用途への応用も可能である。

図-2に掘削および攪拌、混合の機構を示す。カッターに装着された掘削ビット(図-3、写真-2)を地盤に押し付けた状態で、通常はかき上げ方向にビットを移動させて掘削を行う。これにより図-3に示すように形状、寸法の異なる一連のビットが溝の全幅を削りほぐし、ほぐされた土はビットの移動およびこれによって生じる固化液の流れに乗って上昇する。その後ほぐされた土と固化液は、チェーンの回転によって溝内を対流し、攪拌、混合される。

2. 開発の趣旨

連続した柱列壁を形成する従来のソイルセメント地中連続壁造成技術は、施工深度が大きくなると、施工性や壁の品質などが問題となる場合がある。本工法は、従来の施工方式の問題点を踏まえ、壁体品質の均質化による止水性の向上、施工精度の確保、掘削攪拌時間の短縮および装置の低空頭化などの改善を図ったものである。

3. 開発目標

- ① 止水性の高い均質な壁体が造成できること。
- ② 直進性、鉛直性に優れた高精度の施工が可能であること。
- ③ 従来方式よりも掘削攪拌時間の短い施工が可能であること。
- ④ 低い作業空間で施工が可能であること。
 - ・装置高さ：I型—5.5 m
II型—12 m
III型—7.0 m
- ⑤ 傾斜した壁(水平俯角30度)の造成が可能であること。

4. 審査証明の方法

各々の開発目標に対し、施工実績のデータおよび施工装置の諸元により、表-1に示すとおり、各審査項目について確認を行うこととした。

5. 審査証明の前提

- ① 審査の対象とする工法は、所定の適用条件のもとで、適正な材料・機械を用いて施工されるものとする。
- ② 審査の対象とする工法に用いる装置は、適正な品質管理のもとに製造され、必要な点検・整備を行い、正常な状態で使用されるものとする。
- ③ 審査の対象とする工法は、「TRD工法 技術資料」に基づき、適正な設計、機械操作および施工管理のも

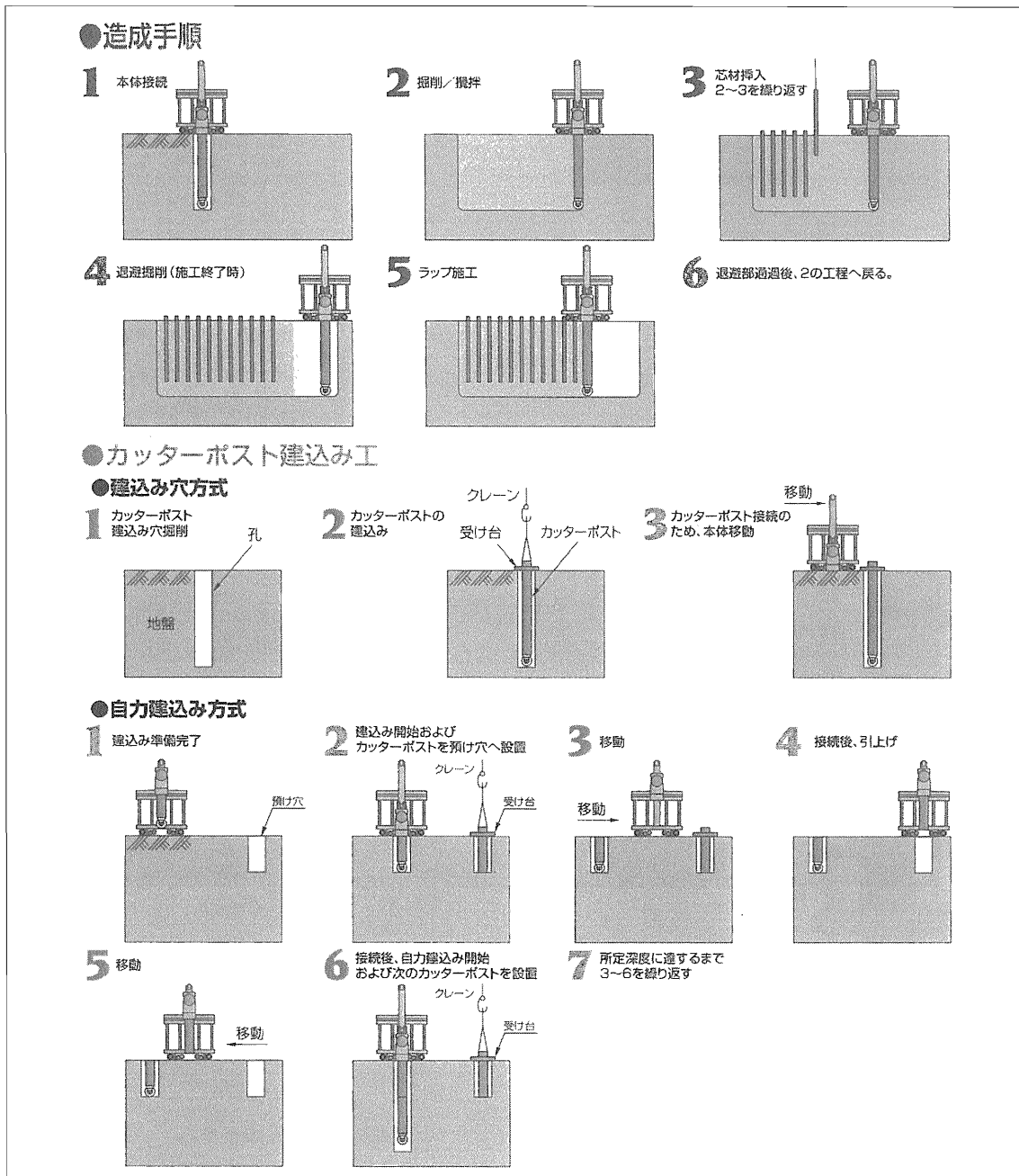


図-1 壁の造成手順

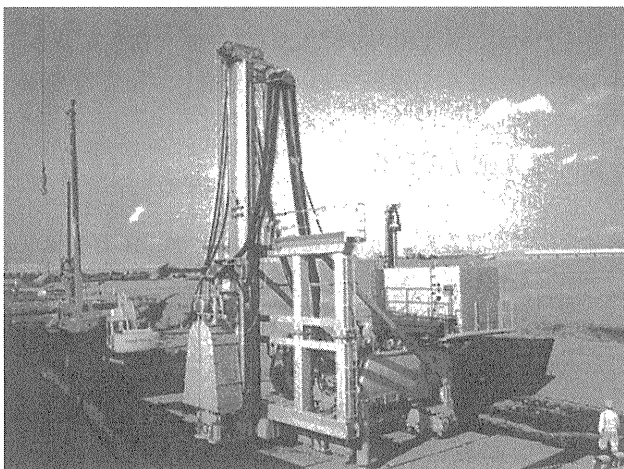


写真-1 施工の状況

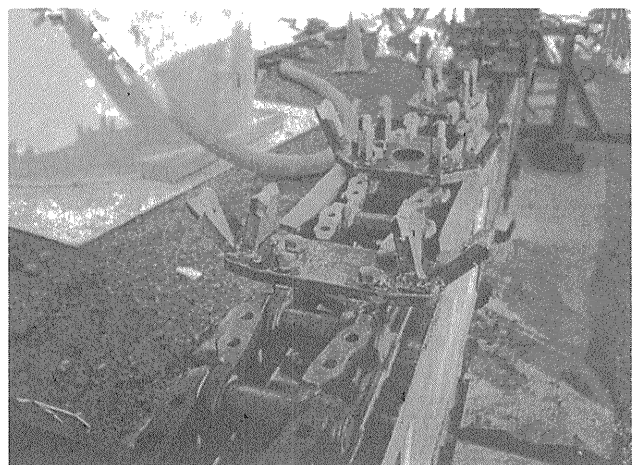


写真-2 カッタービット

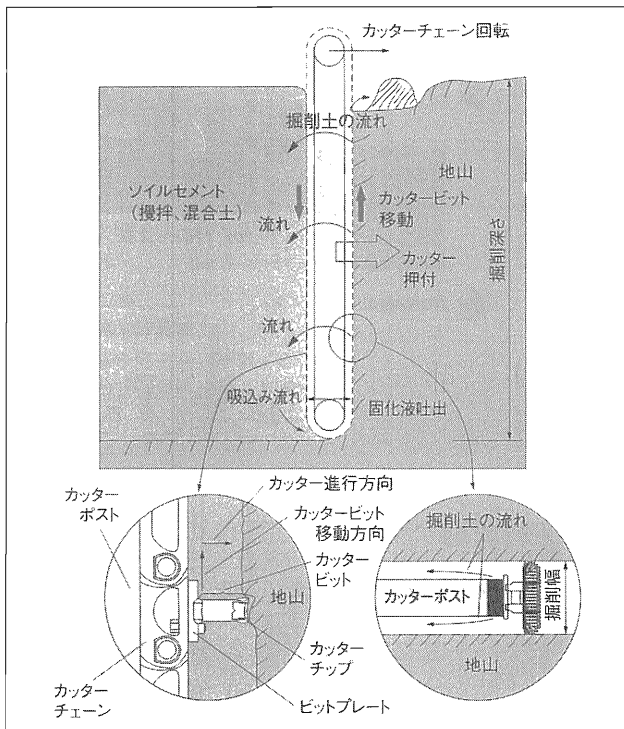


図-2 掘削および攪拌、混合の機構

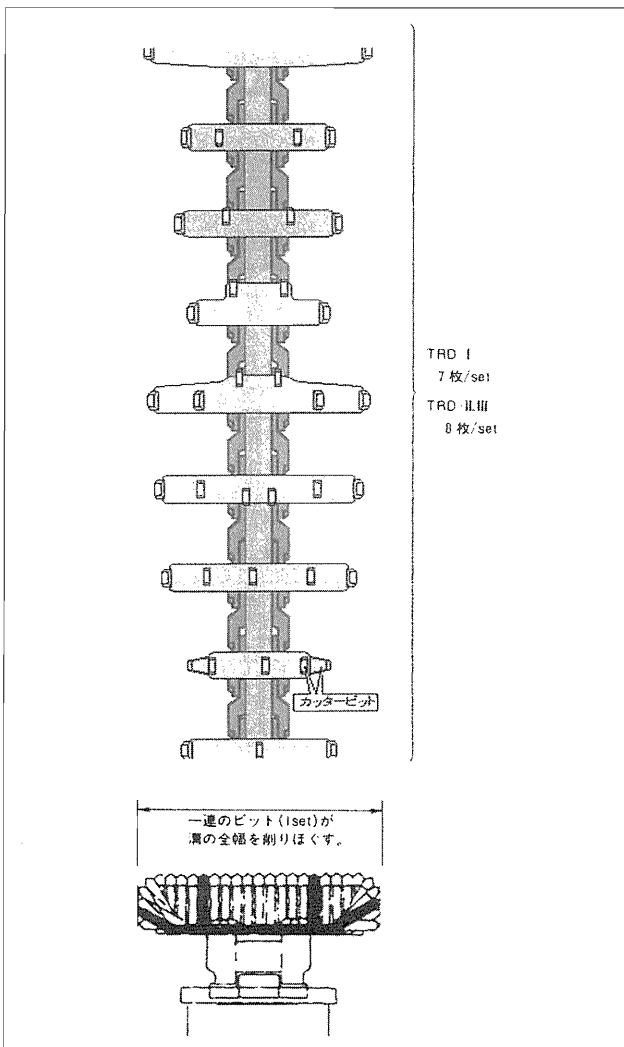


図-3 カッタービットの配列の例

表-1 審査項目と確認方法

開発目標	確認方法
(1) 止水性の高い均質な壁体が造成できること。	(1) 互層地盤における深さ方向の均質性を以下の施工データにより確認する。 ① 腐植土と砂質土の互層地盤において、深さ方向に所定の間隔で採取した試料の密度、一軸圧縮強度 (壁仕様: 深さ 14.5 m, 厚さ 450 mm) ② 粘性土と砂質土の互層地盤において、深さ方向に所定の間隔で採取した試料の一軸圧縮強度 (壁仕様: 深さ 36.1 m, 厚さ 600 mm) ③ 粘性土と砂質土の互層地盤において、深さ方向に所定の間隔で採取した試料の一軸圧縮強度 (壁仕様: 深さ 48.6 m, 厚さ 850 mm) ④ 砂礫土、粘性土と砂質土の互層地盤において、深さ方向に所定の間隔で採取した試料の一軸圧縮強度 (壁仕様: 深さ 51.5 m, 厚さ 850 mm) (2) カッターの進行に伴う均質さの再現性を以下の施工データより確認する。 ① 横方向 5箇所 の同一深度 (7.5 m) で採取した試料の一軸圧縮強度 (壁仕様: 深さ 14.5 m, 厚さ 700 mm) (3) 高い止水性を以下の施工データより確認する。 ① 4件の例における漏水に関する施工記録 ② 粘性土と砂質土の互層地盤において、深さ方向に所定の間隔で採取した試料の透水係数 (壁仕様: 深さ 36.1 m, 厚さ 600 mm および 深さ 49.0 m, 厚さ 850 mm)
(2) 直進性、鉛直性に優れた高精度の施工が可能であること。	(1) 直進性について、カッターの進行手順および管理方法により確認する。 (2) 鉛直性について、管理方法および施工データにより確認する。 (3) 直進性、鉛直性について、記録写真により確認する。
(3) 従来方式よりも掘削攪拌時間の短い施工が可能であること。	過去の施工例をとりまとめ、標準化しな算定式により得られた値と、従来工法に対する国土交通省積算基準により得られた値を比較して確認する。
(4) 低い作業空間で施工が可能であること。 ・装置高さ: I型 5.5 m II型 12 m III型 7.0 m	(1) II型の場合は標準施工装置の高さ寸法, I, III型の場合は低空頭仕様施工装置の高さ寸法および以下の施工実績により確認する。 ① 空頭制限高さ 5.9 m, 施工装置高さ 5.5 m での施工実績 ② 施工装置高さ 7.0 m での施工実績
(5) 傾斜した壁 (水平俯角 30度) の造成が可能であること。	(1) 水平俯角 30度, 壁長さ 6.5 m, 厚さ 450 mm での施工について、記録写真により確認する (土質: ①ロームおよび細砂, ②ゆるい砂)。 (2) ゆるい砂層での施工例 (水平俯角 30度, 壁長さ 6.5 m, 厚さ 450 mm) における事後調査データ (壁体の一軸圧縮強度, 造成位置) により確認する。

とに実施されるものとする。

6. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者から提出された開発の趣旨、開発目標に対して設定した確認方法により確認した範囲とする。

7. 審査証明の結果

前記の開発の趣旨、開発目標に照らして審査した結果は、以下のとおりであった。

- ① 止水性の高い均質な壁体が造成できることが確認された。
- ② 直進性、鉛直性に優れた高精度の施工が可能であることが確認された。
- ③ 従来方式よりも掘削攪拌時間の短い施工が可能であ

ることが確認された。

- ④ 低い作業空間で施工が可能であることが確認された。
- ・装置高さ：I型—5.5 m
 - II型—12 m
 - III型—7.0 m
- ⑤ 傾斜した壁（水平俯角 30 度）の造成が可能であることが確認された。

8. 留意事項および付言

本工法の実施にあたっては、以下のことに留意すること。

- ① 所定の壁体強度に対応した固化材の選定、配合量の設定は、事前に室内配合試験を実施して行い、可能な限り現場での試験施工によって確認することが望ましい。
- ② 本工法における設計および本証明の範囲を超える施工に関しては、今後データの蓄積を図り、設計、施工の確実性を増す必要がある。 JICMA

■ 建設機械化技術・建設技術審査証明報告 ■

審査証明依頼者：株式会社 丸徳基業

技術の名称：ECW 工法（建設汚泥低減型柱列式ソイルセメント地中連続壁工法）

上記の技術について、社団法人日本建設機械化協会建設技術審査証明事業（建設機械化技術）実施要領に基づき審査を行い、建設技術審査証明書を発行した。以下は、同証明書に付属する建設技術審査証明報告書の概要である。

1. 審査証明対象技術

本工法は、図—1 に示すようにソイル壁造成のための壁長を排土区間と注入区間に分け、注入区間にセメント系懸濁液を注入攪拌する事による体積増加により、排土区間の原位置土が地上部に排出される。本工法においては、発生する汚泥は概ね排土区間土量に相当する土量のみとなり、従来施工方法に比して大幅な減量化が可能となる。また、柱列式多軸オーガ機の攪拌翼形状を多段噛合わせ式としたことと、セメント系懸濁液の吐出をエアとミルクの同時同孔噴射方式としたことにより効率の良い攪拌ができ、品質も従来施工方法の品質と同等である。

（1）注入手法による現象および効果

（a）注入手法

- ① 注入区間へのセメントミルクの注入による体積増加分に相当する区間（排土区間）にはセメントミルクを注入せず、エア単独かこれに少量の水を添加し注入区間上部まで削孔する。
- ② セメントミルクの注入は排土区間以深（注入区間）で行う。

③ 注入区間のセメントミルクの注入による体積増加により、排土区間の原位置土が上部に押し上げられ、地上部に排出される。

④ 引上げ注人攪拌が完了した時点では、排土区間の原位置土の大部分が地上に排出されるが、少量の原位置土が残置されるため、この土量に対応するセメントミルクを注入する。

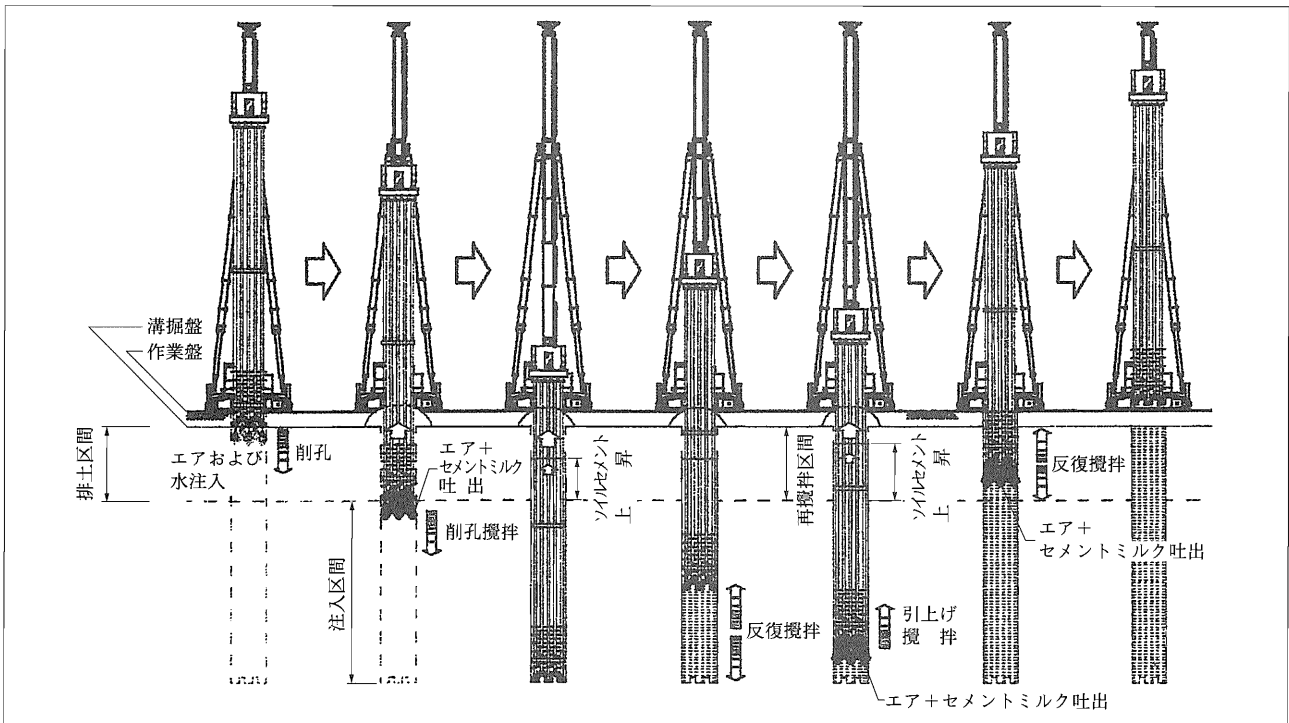
⑤ 再攪拌区間（排土区間に相当）を反復注入し、均質な壁体を造成する。

（b）現象および効果

① 従来施工方法の発生汚泥は、硬化材料が添加された状態で地上部に排出されているが、ECW 工法ではこれを造壁体内に取込みソイルセメントとして有効活用している。このため、発生汚泥として地上に排出されるものは、概ね排土区間土量に相当する土量のみとなり、その量は造壁容量の 50% 程度となる。

② 造壁容量に含まれる残存硬化材量は、注入対象土当たりの配合設定が従来施工方法と同じため、従来施工方法のソイル強度発現と同様の値が提供される。

③ 硬化材量は、注入対象長が従来施工方法の 70% 程度となるため、従来施工方法と比較して 30% 程度低減できる。



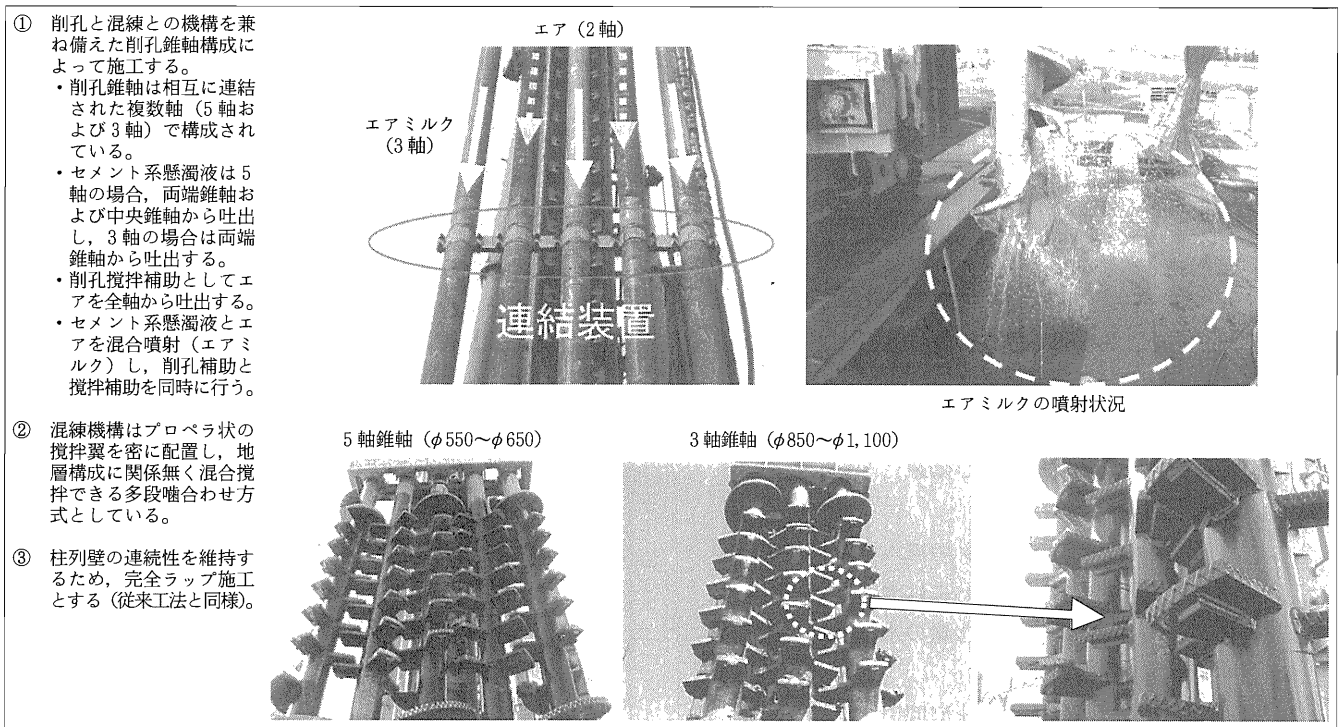
図一 壁の造成手順

次に、写真一に掘削機構の概要を示す。セメント系懸濁液と土砂の混合搅拌を従来施工方法より低い W/C で効率よく行うため、スクリー形状は多段噛み合わせ式のフラット翼、先端のセメント系懸濁液噴出はエアとミルクの同時同孔噴射方式とした。この方式により、エアで加速されたセメント系懸濁液を搅拌対象土に強く吹付け、搅拌を補助

するため、効率の良い搅拌と排土区間土砂の押上げができる。

2. 開発の趣旨

従来の柱列式ソイル連続壁工事においては、壁を造成す



写真一 掘削機構の概要

るために使用するセメントミルク等のセメント系懸濁液の注入量にはほぼ匹敵する汚泥量が発生する。この汚泥は、産業廃棄物として処理しなければならないため、近年の産業廃棄物処理場の逼迫した状況ではその処理費がコストの中で大きなウェイトを占めている。また、この汚泥を搬出するダンプ車の排ガス、騒音問題等からも発生汚泥の減量化技術が求められている。このような状況の中で、発生土のリサイクル施工方法、減容化プラント等を使用して産業廃棄物の減量化は行われているが、そのための設備等のコストが負担となり、経済性の面でも問題があった。

本技術では、従来の柱列式多軸オーガ機の攪拌翼形状の改良と削孔・注入手順の変更によって、硬化材やセメント系懸濁液の注入量と発生汚泥量の減量化を可能にした。さらに、この汚泥の減量化のための新たな設備投資を必要としない、経済的で環境への負荷も低減しうる技術である。

3. 開発目標

- ① セメント系懸濁液注入量が、造壁容量の50%程度まで低減でき、かつ従来施工方法と同品質の壁体が造成できること。
- ② 発生する汚泥量が、造壁容量の50%程度まで低減できること。

4. 審査証明の方法

各々の開発目標に対し、施工実績のデータおよび施工装置の諸元により表-1に示すとおり、各審査項目について確認を行うこととした。

5. 審査証明の前提

- ① 審査の対象とする工法は、所定の適用条件のもとで、適正な材料・機械を用いて施工されるものとする。
- ② 審査の対象とする工法に用いる装置は、適正な品質管理のもとに製造され、必要な点検・整備を行い、正常な状態で使用されるものとする。
- ③ 審査の対象とする工法は、「ECW 工法施工要領」に基づき、適正な設計、機械操作および施工管理のもとに実施されるものとする。

6. 審査証明の範囲

審査証明は、依頼者より提出された開発の趣旨、開発目標に対して設定した確認方法により確認した範囲とする。

表-1 審査項目と確認方法

開発目標	評価項目	確認方法
セメント系懸濁液注入量が、造壁容量の50%程度まで低減でき、かつ従来施工方法と同品質の壁体が造成できること。	セメント系懸濁液のW/C	ミキサ1バッチ当たり硬化材投入量を記録する。
	セメント系懸濁液の注入量	セメント系懸濁液注入量をエレメント毎に流量計にて記録する。 *開発目標： セメント系懸濁液注入量は造壁容量の50%程度
発生する汚泥量が、造壁容量の50%程度まで低減できること。	壁体強度、透水係数	造壁直後の壁体よりソイルを汲取り採取し、モールド詰めして一軸圧縮強度 (qu_7 , qu_{28})、透水係数を測定する。 *開発目標値： 一軸圧縮強度 (qu_{28}) =0.5 N/mm ² 以上 透水係数 =10 ⁻⁵ cm/s オーダー以下
	未硬化の汚泥発生率	発生する汚泥をベッセルに取り、ベッセル総容量と造壁容量を比較して未硬化の汚泥発生率を計算する。
	硬化後の汚泥発生率	現場搬出ダンプ台数より発生汚泥量を計算し、造壁容量と比較して硬化後の汚泥発生率を求める。 *開発目標： 汚泥発生率：造壁容量の50%程度

7. 審査証明の結果

前記の開発の趣旨、開発目標に照らして審査した結果は、以下のとおりであった。

- ① 実証実験工事・実験工事および審査委員現場立会いのデータにより、セメント系懸濁液注入量が、造壁容量の50%程度まで低減でき、かつ従来施工方法と同品質の壁体が造成できることが確認された。
- ② 実証実験工事・実験工事および審査委員現場立会いのデータにより、発生する汚泥量が、造壁容量の50%程度まで低減できることが確認された。

8. 留意事項および付言

本工法の実施に当たっては、以下のことに留意すること。

- ① 特殊な土質（腐植土、ピート等）では、硬化材の選定、配合を別途考慮する必要がある。
- ② 本審査において、確認されたセメント系懸濁液注入率、汚泥発生率は最大深度29mであった。深度29mを超える施工については実施工で確認していく必要がある。
- ③ 施工データに基づき、「ECW 工法施工要領」の内容の充実を図る必要がある。 JICMA

新工法紹介 広報部会

03-156	煙突内壁レンガ解体装置	東急建設
--------	-------------	------

概要

現在、焼却施設の改修・解体工事における煙突内壁部のダイオキシン類除染作業は、煙突内に円形ゴンドラを仮設し、人力作業により行われている。解体の対象となる煙突には耐火レンガが設置されていることが多く、この解体にはハンドブレイカが用いられている。作業従事者にとっては高所かつ狭隘な場所での作業であるとともに、健康に悪影響を及ぼすダイオキシン類のばく露防止のため保護具の装備が義務付けられており、危険な作業を強いられている。このような背景から、最近では煙突内での解体作業を無人化する機械の開発が望まれていた。そこでダイオキシン類除染技術開発の一環として「煙突内壁レンガ解体装置」を開発した。

本装置は、耐火レンガを解体する「レンガ解体ユニット」、煙突内に本体を位置決めする「芯出ユニット」、解体状況をモニタする「監視ユニット」、遠隔操作のための「操作ユニット」から構成される。レンガ解体ユニットは、開閉する2本のアームとその先端のドラムに取付けられた多数の鋼製リンクチェーンからなる。ドラムがモータによって

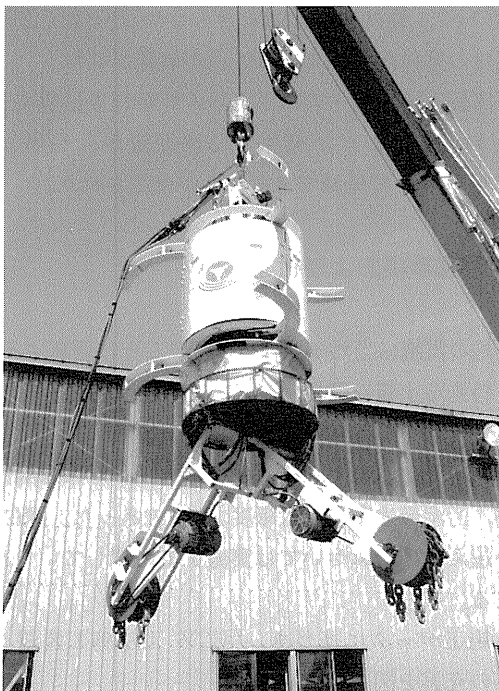


写真-1 煙突内壁レンガ解体装置

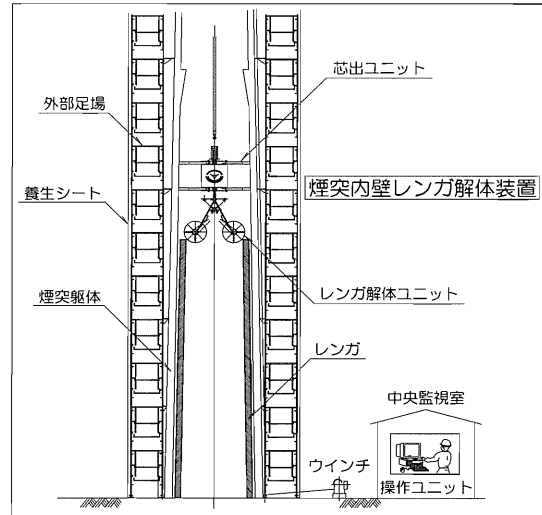


図-1 内壁レンガ解体状況図

高速回転し、チェーンがレンガを打撃することで耐火レンガを解体する。またアームの開閉により煙突上部から下部までの内径に対応させることができる。

リンクチェーン自体が比較的軽量なうえ、装置本体質量を約1トンと軽量化したことにより、ブレイカ等による従来の解体方法に比べ煙突躯体に与える反力や振動が小さい。これにより、老朽化が進んだ躯体強度の低い煙突への適用範囲が拡大した。

特長

- ① 遠隔操作により耐火レンガを無人で解体するため、作業員を危険・苦渋作業から解放
- ② 小型軽量化により反力・振動を低く抑えたため、老朽化した煙突躯体へも適用が可能
- ③ リンクチェーンを交換することでレンガ及びコンクリート表面の切削も可能

用途

- ・焼却施設煙突解体工事（内壁耐火レンガ解体）

実績

- ・JFE エンジニアリング(株)施工の根室市じん芥焼却場既設煙突解体工事にて実証施工

工業所有権

- ・特許申請中

問合せ先

東急建設(株) 営業推進本部機械技術部

〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14

Tel : 03(5466)5169 ; Fax : 03(3406)5619

04-261	ポリリング工法	奥村組
--------	---------	-----

▶概要

ポリリング工法 (Polyring: Polyethylene Strip Rolled Lining) は、耐薬品性・耐摩耗性に優れた高密度ポリエチレン製の帯状ライニング材をシールドトンネル内でリング状に成形、連結して管路を築造する、鋼製セグメント用の薄肉二次覆工工法である。

ポリリング工法による二次覆工は、厚さ 25 mm のポリエチレン製ライニング材と厚さ 50 mm のセメント系の中詰め材によって構成されており、二次覆工の標準厚さは 75 mm になる。従来のコンクリート巻立てや既製管の配管による二次覆工では、コンクリート構造物としての所要厚さや配管材の坑内搬送や作業空間から、二次覆工厚さは 200 mm から 300 mm 程度になる。したがって、ポリリング工法では二次覆工厚さを従来より 100 mm から 200 mm 程度薄くできるので、シールドトンネルの掘削径を 200 mm から 400 mm 縮径できる。工法の概要を図-1 に示す。

本工法は、財団法人下水道新技術推進機構の技術審査証明を取得している。

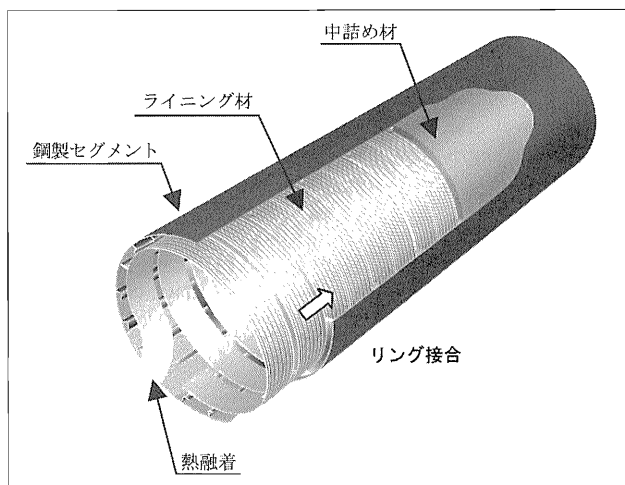


図-1 ポリリング工法の概要

▶特長

従来のコンクリートによる二次覆工に比べて以下の特長がある。

- ① 覆工厚が薄く、シールドの掘削径を 200~400 mm 縮径できる。

- ② コンクリートの二次覆工より 1.5 倍から 2.0 倍速く施工できる。
- ③ 薄肉二次覆工と流下性の向上 (粗度係数 0.010) による仕上がり内径の縮小によって掘削断面を縮小でき、また二次覆工の工期短縮により、シールドトンネルの施工費を 10% から 20% コストダウンできる。
- ④ 耐薬品性、耐摩耗性に優れた下水道管路を築造できる。

▶用途

- ・シールドトンネル鋼製セグメント用の薄肉二次覆工
- ・耐食性、耐久性、耐摩耗性に優れた下水道管路の築造

▶実績

- ・阿南市：雨水幹線二次覆工；仕上がり内径 3,000 mm, 施工延長約 230 m
- ・神戸市：下水処理場内での管渠を更生；矩形断面 1,350 mm×1,350 mm, 施工延長 52 m
- ・富田林市：雨水幹線二次覆工；仕上がり内径 2,600 mm, 施工延長約 555 m
- ・高槻市：公共下水道二次覆工；仕上がり内径 2,200 mm, 施工延長約 260 m
- ・奈良市：公共下水道二次覆工；仕上がり内径 2,600 mm 施工延長約 1,700 m (平成 16 年施工予定)

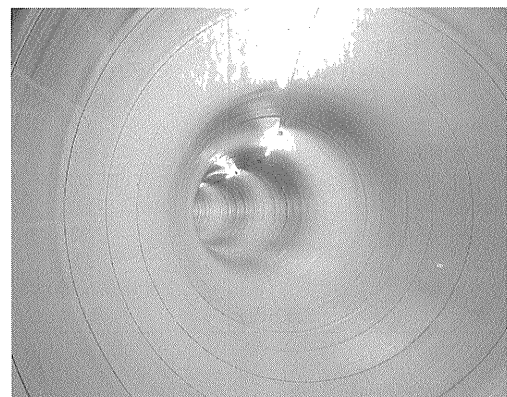


写真-1 仕上がり内径 2,200 mm (半径 20 m の曲線部) の完成状況

▶工業所有権

- ・特許 14 件申請中

▶問合せ先

(株) 奥村組技術本部土木部 (川畑, 荒川)

〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1

Tel: 03(5427)8490; Fax: 03(5427)8104

新機種紹介 広報部会

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

03-〈01〉-08	コマツ ブルドーザ (セミUドーザ, キャブ, リッパ付き) D 155 AX _s	'03.12 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

砕石・鉱山や大形土木工事などの現場で使用されるブルドーザについて、生産性と低燃費性の両立、操作性、居住性、環境対応性などの向上、稼働情報管理機能（KOMTRAX）の付加などによってモデルチェンジしたものである。日、米の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするエンジンを搭載し、油圧駆動方式のクーリングファンの採用で、騒音低減（運転者耳元騒音値 77 dB(A)）と最適な回転制御を実現した。また、ファン逆転機構でラジエータの清掃も容易にしている。走行および作業機レバーは持換えなしで操作のできるPCCS（Palm Command Control System）を採用し、燃料スロットルはダイヤル式として操作を確実に行っている。電子制御のトランスミッションにおいては、往復繰返し作業で自動変速をセットできる速度段プリセット機能や、負荷に応じて自動的に最適速度段とするオートシフトダウン機能を備えており、作業効率のアップを図っている。さらに、ステアリング機構においてはHSS（Hydrostatic Steering System）を採用し、確実な押回し作業や安全な傾斜地作業を可能にしている。足回り機構には、シーソー運転が可能なX型ボギー構造の下転輪を採用し、確実な接地とともに、振動、ショックの軽減を図っている。（REU：軟式足回り機構）

表-1 D 155 AX_sの主な仕様

機械質量（セミUドーザ, キャブ, リッパ付き）（t）	39.5
定格出力（kW(PS)/(min ⁻¹)）	231(314)/1,900
ブレード幅×同高さ（m）	3.955×1.72
ブレードチルト量（m）	1.0
リッパ最大掘削深さ（m）	0.87
最高走行速度 F_3/R_3 （km/h）	10.8/13.9
最小旋回半径（m）	2.1
登坂能力（度）	30
接地圧（kPa）	108
全長×全幅×全高（m）	8.155×3.955×3.5
価格（百万円）	51.4



写真-1 コマツ [GALEO] D 155 AX_s ブルドーザ

▶ 〈02〉掘削機械

03-〈02〉-23	日立建機 油圧ショベル（ホイール式） ZX 125 W	'03.11 発売 モデルチェンジ
------------	-----------------------------------	----------------------

機動性、小旋回性、メンテナンス性、環境対応性などの基本性能をより向上させてモデルチェンジしたものである。エンジンは国土交通省の排出ガス対策2次基準値をクリアするものを搭載しており、重掘削時に自動的にパワーアップするH/Pモードと省エネルギー効果の大きいEモードを備えている。エンジンはまた、低速回転使用として騒音低減を図っており、国土交通省の低騒音型建設機械にも適合する。前輪にはサスペンション機構を採用して走破性、乗り心地の向上を図り、サスペンション調整バルブによって、アタッチメントの重量に合わせて前輪の車高調整が可能である。走行はHST全輪駆動で、前後輪独立の2系統ブレーキシステムを採用している。エンジン停止時にはパーキングブレーキが自動的に作動し、ブレーキスイッチでは、走行、サスペンションロック、駐車、作業の4つの切替えが可能で、作業ブレーキ作動時にはサスペンションロックも作用する。ブラシレスオルタネータの採用、作動油交換4,000h、エンジンオイル・エレメント交換500h、作業機およびフロントサスペンションピン部に自己潤滑ブッシュ（HNブッシュ）の採用などでメンテナンス性を向上している。

表-2 ZX 125 Wの主な仕様

標準バケット容量（m ³ ）	0.45
運転質量（t）	12.2
定格出力（作業時）/（走行時） （kW(PS)/(min ⁻¹)）	(70(95)/1,550) /(107(145)/2,150)
最大掘削深さ×同半径（m）	4.76×7.83
最大掘削高さ（m）	9.33
最大掘削力（バケット）（kN）	89.2
作業機最小旋回半径/後端旋回半径（m）	1.75/1.74
走行速度 高速/低速（km/h）	38/14
登坂能力（度）	32
軸距×輪距（前後とも）（m）	2.6×1.895
タイヤサイズ（—）	9.00-20-12 PR
全長×全幅×全高（走行姿勢）（m）	6.97×2.485×3.6
価格（百万円）	14.5

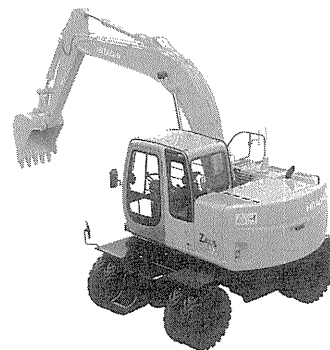


写真-2 日立建機 ZX 125 W 油圧ショベル

新機種紹介

03-〈02〉-24	新キャタピラー三菱 ミニショベル（超小旋回形） CAT 303 SR	'03.11 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

都市土木作業を重点に、ブレーカ仕様、クレーン仕様、レンタル仕様など6種の仕様パッケージを設定した超小旋回形である。最大ダンプ高さは3.68 mで、4t積みダンプトラックへの土砂積み込みが容易であり、作業装置はまた、バケットとキャブ/キャノピの接触を防止する干渉防止機能、作業機の動く範囲（高さ、深さ、リーチ、オフセット）を限定する位置制限機能、作業機の位置（高さ、深さ、リーチ、オフセット量）を表示する距離表示機能を備えて運転を確実にしている。作業機と旋回のレバーは油圧パイロット式で操作がスムーズであり、ロックレバーでは全操作油圧ロックにより操作すべてをロックする。そして、ロックレバーでロックした時しかエンジンが始動しないニュートラルスタート方式を採用している。レバー中立時、エンジン停止時には自動的に旋回ロックブレーキが作用する。補水不要のバッテリーの採用や作業機（バケット回りを除く）の給脂間隔を500 hに延長してメンテナンス性を向上している。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-3 CAT 303 SR の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.09
機械質量	(t)	2.95(3.06)
定格出力	(kW(PS))/(min ⁻¹)	19.5(26.5)/2,350
最大掘削深さ×同半径	(m)	2.9×4.42
最大掘削高さ	(m)	5.06
バケットオフセット量 左/右	(m)	0.76/0.64
最大掘削力（バケット）	(kN)	29.5
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	0.775/0.775
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.9/2.9
登板能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	27.6(28.6)
最低地上高	(m)	0.31
全長×全幅×全高	(m)	4.08×1.55×2.44(2.48)
価格	(百万円)	4.52

(注) ゴムクローラー仕様、キャノピ〔キャブ〕仕様値を示す。



写真-3 CAT 303 SR「REGA」ミニショベル

03-〈02〉-25	石川島建機 ミニショベル（超小旋回形） 30 VZ	'03.12 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------	----------------------

都市部の管工事など狭い現場で使用されるミニショベルとして、基本性能、安全性、環境対応性などの向上に配慮してモデルチェンジしたものである。作業機においては、キャノピ/キャブとの干渉を自動的に回避する干渉防止装置やブーム高さを任意に設定できるブーム高さ制限装置を採用して運転を容易にしている。また、作業機レバーではリストコントロール式ジョイスティックレバーを採用し、走行レバーのノブには走行2速の切換えスイッチを内蔵して運転を容易にしている。泥はけを考慮した山形構造のトラックフレーム、40 L容量を確保した樹脂製の燃料タンク、アルミ製ラジエータと作動油クーラ、給脂間隔を250 h（バケット回り100 h）に延長する焼結ブッシュなどの採用で、メンテナンス性を向上している。バッテリーはリサイクル鉛を使用し、樹脂材料には材質識別マークの貼付を実施しており、リサイクル率は98%を達成している。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も配慮している。

表-4 30 VZ の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.09
機械質量	(t)	2.98
定格出力	(kW(PS))/(min ⁻¹)	17.8(24.2)/2,200
最大掘削深さ×同半径	(m)	2.9×4.51
最大掘削高さ	(m)	5.23
バケットオフセット量 左/右	(m)	0.53/0.80
最大掘削力（バケット）	(kN)	26.5
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	0.775/0.775
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.8/2.5
登板能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	32
全長×全幅×全高	(m)	4.15×1.55×2.46
価格	(百万円)	7.85



写真-4 石川島建機 30 VZ ミニショベル

新機種紹介

▶ <03> 積込機械

03-<03>-22	コベルコ建機 ホイールローダ LK 190 Z _s ほか	'03.10 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

砂利・砕石プラントや採石現場、除雪作業などに幅広く使用されるホイールローダ5機種である。エンジンは国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアしたものを搭載しており、出力アッ

表—5 LK 190 Z_s ほかの主な仕様

	LK 190 Z _s	LK 230 Z _s	LK 270 Z _s
標準バケット容量 (m ³)	2.1	2.7	3.4
運転質量 (t)	10.63	13.95	16.65
定格出力 (kW(PS))/(min ⁻¹)	105(143)/2,200	135(184)/2,400	160(218)/2,200
ダンピングクリアランス×同リーチ (m)	2.745×1.075	2.815×1.09	2.805×1.29
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)	100	124	161
最高走行速度 F_4/R_4 (km/h)	36.8/36.7	37.8/37.7	33.5/33.9
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	4.95	5.215	5.45
登坂能力 (度)	30	30	30
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	2.90×1.93	3.05×2.05	3.20×2.10
最低地上高 (m)	0.375	0.405	0.400
タイヤサイズ (—)	17.5-25-12 PR (L2)	20.5-25-12 PR (L3)	20.5-25-16 PR (L3)
全長×全幅×全高 (m)	7.22×2.45×3.20	7.73×2.67×3.335	8.175×2.80×3.375
価 格 (百万円)	16.1	21.1	22.6

	LK 310 Z _s	LK 350 Z _s
標準バケット容量 (m ³)	3.7	4.0
運転質量 (t)	19.77	22.17
定格出力 (kW(PS))/(min ⁻¹)	170(231)/2,200	205(279)/2,100
ダンピングクリアランス×同リーチ (m)	3.035×1.19	3.07×1.25
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)	164	205
最高走行速度 F_4/R_4 (km/h)	34.6/35.3	35.0/36.0
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	5.65	5.80
登坂能力 (度)	30	30
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	3.30×2.23	3.40×2.23
最低地上高 (m)	0.460	0.455
タイヤサイズ (—)	23.5-25-16 PR(L3)	23.5-25-20 PR(L3)
全長×全幅×全高 (m)	8.305×3.10×3.475	8.65×3.10×3.475
価 格 (百万円)	22.9	34.8



写真—5 コベルコ建機 LK 310 Z_s ホイールローダ

プによってけん引力、掘起力の増大を図っている。ラジエータファンは油圧駆動で低速回転使用とし、低燃費と低騒音を実現している。また、トランスミッションにヘリカルギヤの採用などにより騒音低減を図っており、国土交通省の低騒音型建設機械にも指定されている（LK 310 Z, LK 350 Zを除く）。ROPS/FOPS構造のキャブはビスカスマウントとし、フロント、リヤとも視認性の良い平面ガラスを採用している。ブレーキは全油圧独立2系統・密閉湿式ディスクを採用して、泥濘や水たまり路面の走行、寒冷地における凍結問題などに配慮している。

03-<03>-23	新キャタピラー三菱 ホイールローダ CAT 928 G	'03.12 発売 モデルチェンジ
------------	--------------------------------	----------------------

生産性と低燃費稼働の両立や環境保全対応などをコンセプトに設計されたホイールローダである。エンジンには電子制御システムを搭載し、吸気を空冷式コンデンサで冷却するアフタクーラ（ATAAC）を採用して、国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアし、低燃費性も実現している。また、エンジンシステムやオイルの温度などをコンピュータで監視し、異常時にはパワーを自動的に50%まで下げる保護機能も備えている。電子制御の油圧駆動冷却ファンはエンジンと隔離しており、騒音低減効果などにより国土交通省の低騒音型建設機械にも適合する。ステアリングや作業装置にかかる負荷は、ロードセンシングハイドロリック & ステアリングシステムにより感知され、最適に油量配分される。トランスミッション内のクラッチ接続圧は電子制御されており、スムーズな速度段切換えを実現する。また、切換えのオートシフトスイッチでは、エンジン変速ポイント2,000 rpm, 1,600 rpmとマニユア

表—6 CAT 928 G の主な仕様

標準バケット容量 (m ³)	2.2
運転質量 (t)	11.34
定格出力 (kW(PS))/(min ⁻¹)	98(113)/2,300
ダンピングクリアランス×同リーチ (m)	2.77×1.035
最高走行速度 F_4/R_3 (km/h)	35.9/24.6
最小回転半径 (最外側) (m)	5.8
登坂能力 (度)	25
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	2.9×1.95
最低地上高 (m)	0.36
タイヤサイズ (—)	17.5-25-16 PR(L3)
全長×全幅×全高 (m)	7.3×2.55×3.2
価 格 (百万円)	17.7



写真—6 CAT 928 G ホイールローダ

新機種紹介

ルの3ポジションが設定されており、最適なシフトタイミングが得られる。ROPS/FOPS キャブはウォークスルー設計で低振動であり、運転者耳元騒音値 71 dB(A) を実現している。

03-〈03〉-24	日立建機 ホイールローダ LX 60 ₇	'03.12 発売 新機種
------------	---------------------------------------	------------------

コンパクトで汎用性に配慮したホイールローダである。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、騒音対策により国土交通省の超低騒音型建設機械にも適合する。2モードのHST駆動システムを採用し、除雪作業、ロード&キャリア作業などではフルオートモードを、重作業・積込作業などではハーフモードをシフトスイッチで切替えて対応できるようにしている。ラジエータは目詰まりのし難いプレートフィンタイプを採用し、日常点検の箇所は車体右側に配置するように配慮している。作業機のピン部においては含油ブッシュ（HNブッシュ）を採用し、給脂間隔を250hに延長している。土木作業用、除雪作業用のみならず農作業用、畜産作業用などの各種アタッチメントが用意されており、作業効率を高めている。

表一七 LX 60₇ の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	1.0
運転質量	(t)	5.295(5.475)
定格出力	(kW(PS))/(min ⁻¹)	48.5(66)/2,500
ダンピングクリアランス×同リーチ	(m)	2.705×0.91
最大掘起力(バケットシリンダ)	(kN)	45.6
最高走行速度 F ₂ /R ₂	(km/h)	32/32
最小回転半径(最外輪中心)	(m)	4.125
登板能力	(度)	30
軸距×輪距(前後輪とも)	(m)	2.4×1.58
最低地上高	(m)	0.43
タイヤサイズ	(—)	16.9-24-10 PR(L2)
全長×全幅×全高(走行姿勢)	(m)	5.58×2.21×2.92(2.915)
価格	(百万円)	7.8

(注) キャノピ〔キャブ〕仕様値を示す。



写真一七 日立建機 LX 60₇ ホイールローダ

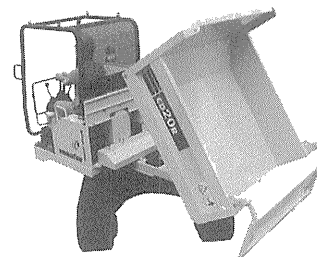
▶ 〈04〉 運搬機械

03-〈04〉-05	コマツ 不整地運搬車(クローラ・全旋回式) CD 20 R ₁	'03.12 発売 新機種
------------	--	------------------

土木工事、圃場整備、林業作業などで使用されるゴムクローラ式の不整地運搬車で全旋回機能を備えており、路肩などの側方への排土(サイドダンプ)も容易に行える。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ており、4本柱のROPSとシートベルトの標準装備、運転席後方部には孔あきガードの採用による後方視界の確保で安全性を高めている。足回り装置においては、フローティングシールタイプの下転輪、泥溜まりのしにくい外側張出し支持構造の上転輪などを採用して耐久性を向上している。荷台については底板厚を6mmとして強化しており、平面構造で排土性の良いものになっている。コンパクト設計により2t積みトラックでの運搬が可能である。

表一八 CD 20 R₁ の主な仕様

最大積載質量/山積容量	(t)/(m ³)	2.0/0.95
機械質量	(t)	2.0
定格出力	(kW(PS))/(min ⁻¹)	19.1(26)/2,600
荷台内法(長×幅×高)	(m)	1.44×1.33×0.385
荷台積込高さ	(m)	1.155
上部最小旋回半径	(m)	1.585
接地圧 空車/積車	(kPa)	0.21/0.40
最低地上高	(m)	0.32
走行速度 低速/高速	(km/h)	3.8/6.1(前後進共)
登板能力	(度)	15
全長×全幅×全高	(m)	2.79×1.55×2.205
価格	(百万円)	4.1



写真一八 コマツ「くるくるダンプ」
CD 20 R₁ 不整地運搬車

▶ 〈05〉 クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

03-〈05〉-12	アイチコーポレーション 高所作業車(伸縮ブーム形) SK 11 B	'03.11 発売 新機種
------------	---	------------------

市街地の狭い現場にも対応できるコンパクトボディで、必要な資機材の積載運搬も可能とする高所作業車である。ブーム格納時の走行姿勢では車高が低く、作業時のジャッキ張り幅も車両全幅とほとんど変わらない。ジャッキが完全にセットされていない時はブーム

新機種紹介

操作が、ブーム作業状態ではジャッキ操作が規制されるジャッキ・ブームインタロック機構を採用している。さらに、油圧系安全装置（ジャッキ伸縮、ブーム起伏、ブーム伸縮、バケット平衡など）の安全装置を備えている。上部操作装置の操作レバーはジョイスティック式とし、バケットには100V電源取出口を設けて作業性を良くしている。ブーム格納時においては、ブームが格納位置に来ると自動的に停止させる旋回自動停止の機能も備えている。そのほかオプション仕様として、ブームとキャブの接触事故を防ぐキャブ干渉防止装置、傾斜他での車両セットが安全にできる前後順次作動機能付きジャッキ自動張出し装置などが用意されている。

表-9 SK 11 Bの主な仕様

最大積載荷重（搭乗人員）	(kg)	120(1名)
最大地上高	(m)	10.9
作業床旋回角度 左/右	(度)	104/105
作業床内側寸法（幅×奥行×高）	(m)	0.75×0.61×0.9
最大作業半径	(m)	8.5
ブーム長さ（直伸3段）	(m)	3.45~8.18
ブーム旋回角度	(度)	360
ジャッキ張幅 前/後	(m)	1.624/1.517
全長×全幅×全高	(m)	4.76×1.695×2.7
架装シャシー	(—)	2.0tクラス
価格	(百万円)	9.4

（注）全長×全幅×全高は架装シャシーにより異なる。

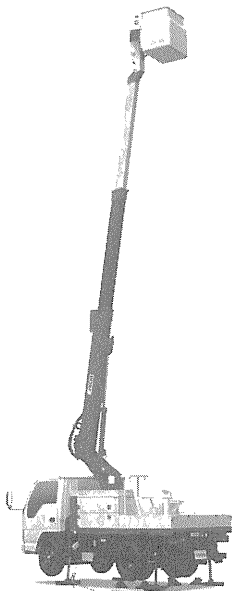


写真-9 アイチコーポレーション「スカイマスター」SK 11 B 高所作業車

省の低騒音型建設機械にも適合する。巻上げウインチには強制冷却式湿式多板ディスクブレーキを採用しており、ハンマグラブなどの連続重掘削作業においても発熱によるブレーキ能力低下の心配がない。軽い踏力の動油圧ネガティブブレーキとし、万一油圧配管が破損してもネガティブブレーキの作用により安全性を確保している。旋回コントロールレバーにはグリップスロットルを装備し、グリップのひねりで低速から高速まで連続的に制御ができる。キャブ内には液晶グラフィックディスプレイを搭載しており、モーメントリミッタデータや分解・組立て作業時の指示などが表示される。ブーム過巻・過負荷時の自動停止などによるショックを小さくするブーム起伏緩停止機能、過負荷、過起伏などの警報を音声で伝えるボイスアラーム、周囲に知らせる旋回・走行音声警報、機外から操作できる作業停止スイッチなど安全装置を備えている。輸送時におけるクロー

表-10 SC×1200₂の主な仕様

	クレーン仕様	タワー仕様
吊上げ能力 (t×m)	120×4.5	20×14.0
運転質量 (t)	約115	約129
(基本ブーム、タワー+ジブ最長)		
定格出力 (kW(PS))/(min ⁻¹)	184(250)/2,000	184(250)/2,000
ブーム長さ (基本~最長) (m)	15~72	—
ブーム+クレーンジブ最長 (m)	60+28 63+23	—
タワー長さ (m)	—	28.35~52.35
タワージブ長さ (m)	—	22.5~43.5
タワー+タワージブ最長 (m)	—	52.35+43.5
後端旋回半径 (m)	4.9	4.9
走行速度 高速/低速 (km/h)	1.7/1.0	1.7/1.0
登板能力 (度)	17	17
接地圧 (kPa)	83	92
(基本ブーム、タワー+ジブ最長)		
全長×全幅×全高 (本体) (m)	8.855×6.365×3.63	8.855×6.365×3.63
価格 (百万円)	126	—



写真-10 日立住友重機械建機クレーン SCX 1200₂ クローラクレーン

03-(05)-13	日立住友重機械建機クレーン クローラクレーン SCX 1200 ₂	'03.12 発売 新機種
------------	---	------------------

基本性能、操作性、居住性、安全性、輸送性、環境適合性などの向上を図った全油圧式のクローラクレーンである。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、同

新機種紹介

ラフレームの分解・組立ては、シリンダ操作だけで取外し、固定の
できるシリンダジョイント方式を採用して、作業の安全と時間短縮
を図っている。

▶ <14> 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

03-<14>-04	世紀東急工業（東急車輛社製） 排水性舗装機能回復車 SWV-X1	'03.10 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

排水性舗装の機能回復について、作業の高効率化と低コスト化を
コンセプトとして改良した高速形の機能回復車である。総質量 22 t
とする 3 軸 6 輪の車両で、送風用ブロウ、水噴射用ポンプ、水タン
ク及び分離槽としての補助タンク、動力源としての作業用エンジ
ンをトラックシャーシに搭載するものである。回収汚泥をダンプ排出
する構造の補助タンクは車両後部に搭載し、洗浄ユニットは後部下
方に配置している。

- ① 作業速度 2~3 km/h の高圧洗浄と送風・吸引による機能回
復
- ② 作業速度 10 km/h の高速高圧洗浄と送風・吸引による機能
回復
- ③ 作業速度 10~20 km/h の高速で送風・吸引による空気のみ
の機能維持

の 3 作業方法から、排水性機能の状況に応じて選択が可能である。
作業速度は、前進 12 段変速で 2~30 km/h の連続運転が可能であ
る。運転席ではモニタ画面により作業状況の確認が可能で、2~10
km/h の低速はデジタル表示で車速を細かく読取れるようにしてい

表-11 SWV-X1 の主な仕様

作業幅員 (m)	2.0
作業速度 水使用/空気のみ (km/h)	2~10/10~20
ブロー風量/吸引圧力 (m³/min)/(kPa)	100/-5
水吐出圧力×同水量 (MPa)/(L/min)	5×190
ユニット左右スライド量 (mm)	120
作業用エンジン出力 (kW(PS)/rpm)	99(135)/1,600×2 基
水タンク容量 (L)	3,780
サブタンク容量 (L)	3,800
貯留槽 (L)	1,000
車両総質量 (t)	21.83
全長×全幅×全高 (m)	9.885×2.48×3.55
価 格 (百万円)	80



写真-11 世紀東急工業「SPEC-Keeper」SWV-X1

る。水タンクからの洗浄水はプランジャポンプで水ノズルから噴射
され、ブロウからの空気はエアノズルから噴射される。洗浄水は、
土やごみなどとともに負圧空気流により補助タンクに回収され、セ
パレータにより清浄化されて洗浄水として再利用される。エアカー
テン造成により、噴射洗浄水の飛散防止と水の回収効率を高める工
夫もなされている。

▶ <17> 原動機、発電装置等

03-<17>-02	新キャタピラー三菱 ((米) キャタピラー社製) エンジン発電機 (可搬式) ① XQ 500 ② XQ 2000	① '03.06 発売 ② '03.09 新機種
------------	---	--------------------------------

採石場、建設工事現場などにおける電力源として使用されるエン
ジン発電機、2 機種である。エンジンは日、米の排出ガス対策基準
値をクリアしており、防音対策の実施によって、XQ 500 は 67.6
dB(A)/7 m, XQ 2000 は 70 dB(A)/15 m の低騒音性を実現してい
る。また、エンジン燃料の噴射タイミングと噴射量については、電
子制御システムにより自動的に最適にコントロールされている。発
電機はデジタル式電圧調整器付きのブラシレス、3 相同期発電機で、
高効率で負荷に対する応答性がよい。エンジンや発電機の状態をデ
ジタルで表示するモニタリングシステムを採用しており、潤滑油圧
力や冷却水温度、冷却水量、バッテリー電圧、潤滑油温度、電圧、電
流、周波数などをリアルタイムで表示できる。さらに、トラブル発
生時には、原因を自動的に検出する故障診断機能も備えている。
XQ 2000 は、12 m (40 フィート) 防音型 ISO コンテナに整然
と積込まれるよう設計されており、コンテナ運搬用の台車も用意さ
れている。

表-12 XQ 500 ほかの主な仕様

	XQ 500		XQ 2000	
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz
定格出力 (kW)/(kVA)	328 /410	410 /513	1,600 /2,000	1,825 /2,281
定格電圧 (V)	400 又は 200	440 又は 220	400	440
定格電流 (A)	592 又は 1,184	673 又は 1,346	2,887	2,993
エンジン出力 (kW)	364	456	1,722	1,933
乾燥質量 (t)	7.25	7.25	29.091	32.66
全長×全幅×全高 (m)	5.35×1.706×2.553	5.35×1.706×2.553	13.5×2.4×4.1	13.5×2.4×4.1
価 格 (百万円)	25	100	見積	見積

(注) XQ 2000 寸法は運搬台車に搭載時の値。

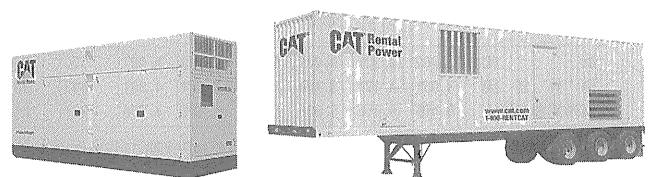
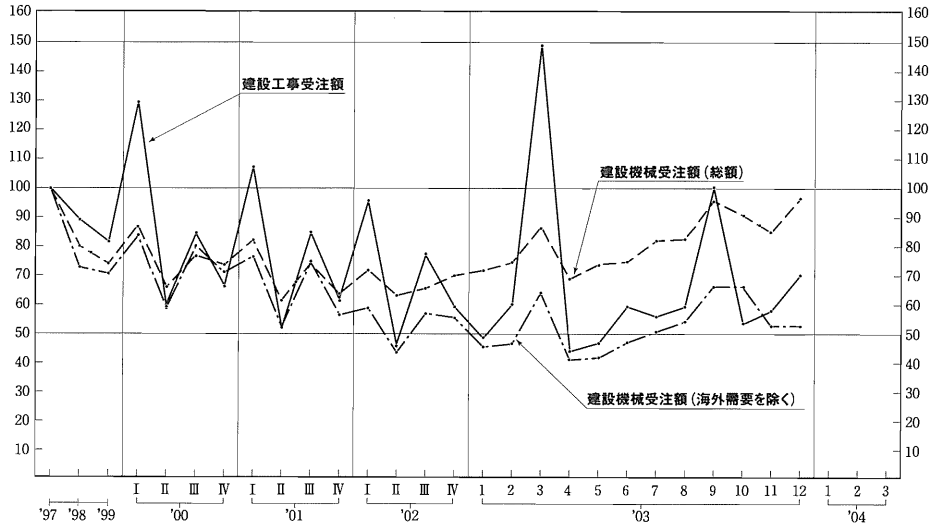


写真-12 CAT XQ 500 (左) と XQ 2000 (右) エンジン発電機 (可搬式)

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 1997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25前後）（指数基準 1997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							
1997年	188,683	116,190	21,956	94,234	55,485	5,175	11,833	122,737	65,946	204,028	201,180
1998年	167,747	103,361	16,700	86,662	51,132	4,719	8,535	106,206	61,541	193,823	183,759
1999年	155,242	96,192	12,637	83,555	50,169	4,631	4,250	97,073	58,169	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	141,426	19,139
4月	6,720	4,604	730	3,874	1,206	382	527	4,405	2,315	140,202	8,583
5月	7,330	5,352	1,144	4,209	1,212	377	389	5,138	2,192	138,597	8,973
6月	9,250	6,208	655	5,553	2,251	422	369	6,387	2,863	139,002	9,071
7月	9,039	6,001	882	5,119	2,178	379	481	6,209	2,830	137,348	10,548
8月	9,127	5,913	730	5,183	2,495	385	334	6,556	2,571	136,652	9,883
9月	15,655	11,002	1,574	9,428	3,491	510	652	11,400	4,255	139,461	12,860
10月	8,321	5,288	836	4,452	2,288	338	407	5,731	2,590	137,588	10,165
11月	8,891	6,297	851	5,446	1,738	437	419	6,343	2,548	135,082	11,690
12月	10,831	7,216	987	6,228	2,484	445	687	7,724	3,107	—	—

建設機械受注実績

（単位：億円）

年 月	'97年	'98年	'99年	'00年	'01年	'02年	'02年 12月	'03年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
総 額	12,862	10,327	9,471	9,748	8,983	8,667	770	765	789	922	729	780	797	865	880	1,030	985	857	1,045
海 外 需 要	3,931	4,171	3,486	3,586	3,574	4,301	443	453	466	475	448	495	472	513	509	563	513	487	676
海外需要を除く	8,406	6,156	5,985	6,162	5,409	4,365	327	312	323	447	281	285	325	352	371	467	472	370	369

（注）1997年～1999年は年平均で、2000年～2002年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 …

(2004年1月1日～31日)

■ 広報部会

■ 機関誌編集委員会

月 日：1月14日(水)

出席者：佐野正道委員長ほか19名
議題：①平成16年2月号(第648号)原稿内容の検討・割付 ②平成16年4月号(第650号)の計画 ③平成16年5月号(第651号)の素案

■ 建設経済調査委員会

月 日：1月14日(水)

出席者：山名至孝委員ほか3名
議題：①2月号原稿の検討 ③平成16年度計画打合せ

■ 新機種調査委員会

月 日：1月21日(水)

出席者：渡部 務委員長ほか5名
議題：①新情報ネタの持寄り検討 ②技術交流討議

■ 新工法調査委員会

月 日：1月21日(水)

出席者：中山 努委員ほか5名
議題：新工法調査

■ 機械部会

■ 機械部会運営連絡会

月 日：1月13日(火)

出席者：高松武彦部会長ほか6名
議題：①次期中期活動方針 ②各機械部会、協会活動のあり方

■ ショベル技術委員会

月 日：1月15日(木)

出席者：田中利昌委員長ほか8名
議題：①燃費測定法関連について ②ホームページについて

■ 油脂技術委員会及び生分解性作動油分科会共催

月 日：1月16日(金)

出席者：大川 聡委員長ほか15名
議題：①標準部会説明内容 ②GK, GKBの未決定項目審議 ③HKB規格に関する未決定項目審議 ④HKに関する未決定項目審議

■ 機械部会幹事会

月 日：1月19日(月)

出席者：近藤浩久幹事長ほか17名
議題：①「建設生産システム研究会」の活動結果報告 ②中期活動結果と中期活動方針について ③油圧ショベル

の作業燃費試験結果 ④省エネルギー建設機械の普及方策とハイブリッド技術の紹介 ⑤除雪機械の実態調査と対応

■ 自走式建設リサイクル機械分科会 WG

月 日：1月21日(水)

出席者：小畑裕行分科会長ほか4名
議題：①EN 292, 414の内容確認 ②クラッシャの安全要求項目と各社の対応内容について

■ トンネル機械C規格シールド分科会

月 日：1月21日(水)

出席者：波多腰 明分科会長ほか9名
議題：prEN 12336規格条項の日本版への適用性精査(2回目)

■ トンネル機械未来技術開発分科会

月 日：1月23日(金)

出席者：森 正嗣分科会長ほか9名
議題：報告書案の検討

■ 情報委員会・ホームページ分科会合同開催

月 日：1月27日(火)

出席者：田中雄次委員長ほか3名
議題：①HP作成成果の確認 ②HP作成の手引(案)の検討と内容確認

■ トンネル機械技術委員会幹事会

月 日：1月28日(水)

出席者：大坂 衛委員長ほか5名
議題：①各分科会年度末報告 ②平成16年度活動予定

■ 高所作業車分科会

月 日：1月28日(水)

出席者：角山雅計分科会長ほか6名
議題：今後の進め方について

■ トンネル機械C規格ロードヘッダ分科会

月 日：1月29日(金)

出席者：二木幸男分科会長ほか16名
議題：EN 12111和訳・最終版の精査

■ 標準部会

■ コンクリート塊再生処理破砕機関係国際規格共同開発調査委員会

月 日：1月14日(水)

出席者：養安豊彦委員長ほか6名
議題：①コンクリート塊再生処理用破砕機に関する国際共同開発調査事業要約の件 ②同調査事業報告書案検討 ③平成15年度スケジュール ④新業務項目提案書 Mobile concrete crushers用語と仕様項目 ⑤現場調査 ⑥平成15年度海外出張報告 ⑦独・スイス・ポーランド出張スケジュール

■ 情報化施工標準化作業グループ「メタデータ」小打合せ

月 日：1月14日(水)

出席者：堀内 一東京国際大学教授ほか4名
議題：①サンプルとして取上げるデータ項目について ②メタデータ項目毎のレビュー

■ 情報化施工標準化作業グループ

月 日：1月20日(火)

出席者：吉田 正リーダほか8名
議題：①データ辞書事例の作成について ②ISO 15143-1及び-3のNWIP原案及び提案理由書について ③Ad Hoc MTGの開催予定について

■ ISO/TC 127 土工機械委員会 SC 2 分科会

月 日：1月22日(木)

出席者：本間 清分科会長ほか15名
議題：①ソレント総会報告 ②ISO 12117 TOPS 東京会議報告 ③ISO 10533 リフトアーム支持具の追補 DAM投票 ④DIS 15817 リモートコントロール投票 ⑤DIS 24410 スキッドステアローダのカップリングアタッチメント投票 ⑥全身振動測定国際会議対応 ⑦EN 474のISO化国際会議対応 ⑧CD 3471 ROPS改訂投票及びコメント ⑨CD 5006 視界性改訂投票及びコメント ⑩CD 13766 EMC改訂投票及びコメント ⑪CD 16001 危険探知投票及びコメント ⑫非金属製保護構造新業務項目の提案 ⑬ISO 10263-2 エアフィルタテスト定期見直し ⑭ISO 9533 車載前後進アラーム音計測方法定期見直し ⑮DIS 10968 操縦装置各国意見及び処理 ⑯ISO 3411 人体寸法の件

■ 国内標準委員会

月 日：1月29日(水)

出席者：大橋秀夫委員長ほか17名
議題：①燃費試験方法 JCMAS 案 ②JIS A rrrr 「土工機械—ダンプ及び自走式スクレーパのリターダ性能試験」 ③JIS A 8340-5 案 「土工機械—安全—第5部：ダンプの要求事項」 ④JIS A ccc 「コンクリート及びモルタル圧送ポンプ、吹付け機、ブーム装置—安全要求事項」 ⑤JIS A ddd-1 「道路工事機械—安全—第1部：一般要求事項」 ⑥JIS A ddd-4 「道路工事機械—安全—第4部：締固め機械の要求事項」 ⑦JCMASF 020 「全回転型オールケーシング掘削機—用語」 ⑧JCMASF 021 「全回転型オールケーシング掘削機—仕様書様式」

■ 業種別部会

■ 製造業部会小幹事会

月 日：1月23日（金）
出席者：溝口孝遠幹事長ほか5名
議 題：燃費測定法のJCMAS化について

… 支部行事一覧 …

■ 北海道支部

■ 建設施工における地球温暖化対策講習会

月 日：1月29日（木）
場 所：札幌大同生命ビル
受講者：74名
内 容：①建設施工における環境対策への取組み ②建設施工における地球温暖化対策の手引きについて ③建設機械の省エネルギー運転法について

■ 東北支部

■ 建設部会

月 日：1月6日（火）
出席者：三浦吉美部会長ほか7名
議 題：①平成16年度部会事業について ②特殊工事研修会について

■ 「ゆきみらい」事務局会議

月 日：1月21日（水）
出席者：斎 恒夫事務局長ほか1名
議 題：ゆきみらい全体の計画の審議と連絡事項

■ 北陸支部

■ ローターリ除雪車技術（実技）講習会

月 日：1月15日～16日
場 所：妙高公民館ほか
講 師：高村利彦雪氷部会委員ほか7名
受講者：16名

■ 雪氷部会 WG

月 日：1月19日（月）
場 所：白山会館
出席者：柴澤一嘉座長ほか10名
課 題：道路除雪オペレータの手引きの改訂

■ 広報委員会

月 日：1月26日（月）
場 所：下越婦人会館
出席者：古沢孝史委員長ほか8名

議 題：北陸支部だよりの編集

■ 中部支部

■ 災害対策用機械の維持管理検討会

月 日：1月6日（火）
出席者：梅田佳男事務局長ほか5名
議 題：災害対策用機械の維持管理検討内容について

■ 機械設備維持管理検討会

月 日：1月9日（金）
出席者：安藤 剛技術部会副部会長ほか10名
議 題：機械設備維持管理の実態調査について

■ 災害対策用機械の維持管理検討会

月 日：1月28日（水）
出席者：梅田佳男事務局長ほか6名
議 題：災害対策用機械の現状等の実態調査及び改善案について

■ 関西支部

■ 新年賀詞交歓会

月 日：1月14日（水）
出席者：高野浩二支部長ほか118名
場 所：大阪キャッスルホテル

■ 平成15年度施工技術報告会

月 日：1月16日（金）
会 場：建設交流会館グリーンホール
参加者：179名
演 題：①群杭25度の巨大LNG 棧橋建設について ②大規模土工事における施工 CALS の開発 ③地下鉄直下でのシールド掘進と機械式地中接合について ④プレキャストセグメント工法による開削トンネルの設計と施工 ⑤市街地における大深度掘削・地下躯体の施工 ⑥市街地における大規模道路工事の環境対策について ⑦自然環境の保全・創出に配慮した一級河川淀川での護岸工事 ⑧高性能軽量骨材を用いた鉄道 PC 下路桁の設計・施工 ⑨大断面シールド（φ12,640mm）工事建設について ⑩長大斜張橋の精度管理システムを用いた架設について

■ 建設災害公害分科会

月 日：1月28日（水）
出席者：金田一行分科会長ほか6名
議 題：①報告事項について ②救援活動に必要な機械・機材の保有状況調査について

■ 広報部会

月 日：1月29日（木）
出席者：名竹利行部会長ほか8名
議 題：平成15年度部会活動状況に

ついて

■ 中国支部

■ 第4回部会長会議

月 日：12月12日（金）
出席者：小笠原 保企画部会長ほか10名
議 題：①平成15年度下半期の行事予定について ②建設生産システム研究会について

■ ジェットファン管理マニュアル検討委員会（第1回）

月 日：1月8日（木）
出席者：中川委員長ほか12名
議 題：①ジェットファン管理マニュアル検討委員会設立について ②ジェットファン管理マニュアルの検討について

■ 第5回部会長会議

月 日：1月30日（金）
出席者：小笠原 保企画部会長ほか10名
議 題：①平成16年度通常総会記念講演演題について ②平成16年度建設機械施工技術検定試験実施について ③副部会長・幹事長会議及び普及部会幹事会・技術部会幹事会の会議報告

■ 四国支部

■ 新技術発表会への参加

月 日：1月28日（水）
場 所：高松テルサ
内 容：①新技術発表—5テーマ ②発注機関における新たな技術の活用—4テーマ ③技術開発支援制度による成果発表—2テーマ
参加者：25名

■ 九州支部

■ 舗装委員会

月 日：1月26日（月）
出席者：久良木 裕委員長ほか8名
議 題：①九州・沖縄地区アスファルトプラントの実態調査について ②平成16年度行事計画及び予算案について

■ 部会長・企画委員会

月 日：1月28日（水）
出席者：相川 亮委員長ほか14名
議 題：支部行事の推進について ①中期事業方針及び事業計画について ②九州建設技術フォーラム2004 in 北九州の実施方針について ③平成16

年度主要行事日程について ④支部長表彰者推薦依頼について ⑤新春親睦会開催について ⑥建設技術講習会の企画について ⑦舗装委員会、ポンプ・水門ダム委員会の資料作成について

⑧排ガス規制の意見提出について ⑨建設機械施工技術検定学科試験の実施について

■ポンプ委員会

月 日：1月29日（木）

出席者：坂井芳晴委員長ほか12名
議題：①機械設備施工計画書参考資料について ②平成16年度行事計画及び予算案について

平成16年経済産業省企業活動基本調査に御協力ください

経済産業省では、第11回目の「経済産業省企業活動基本調査」（指定統計第118号）を平成16年6月1日現在で実施いたします。

この調査は、我が国企業における経済活動の実態を明らかにし、経済産業政策等各種行政施策の基礎資料を得ることを目的としています。

調査の対象は、別表に属する事業所を有する従業者50人以上かつ資本金

3,000万円以上の会社（合名会社、合資会社、株式会社及び有限会社）で、御報告いただく数値としては事業所単位でなく会社全体の数値です。

調査の結果は、経済産業政策を策定するための基礎資料として有効に活用されるとともに、業界団体、民間企業におけるビジョン作成、経営戦略の策定等に御利用いただけます。また、速報の公表は平成17年3月末を予定しており、御報

告いただいた会社に当省で作成した統計情報をお送りいたします。

皆様から提出いただいた調査票については、統計法に基づき調査内容の秘密は厳守され、統計を作成するために使われるものであって、徴税の資料などに用いることはありませんので、調査に対する御協力をお願いいたします。

鉱業、製造業、電気業、ガス業、ソフトウェア業、情報処理・提供サービス業、インターネット附随サービス業、映画・ビデオ制作業、テレビ番組制作業、新聞業、出版業、卸売業、小売業、クレジットカード業、割賦金融業、一般飲食店、外国語会話教室、フィットネスクラブ、カルチャー教室（総合的なもの）、デザイン・機械設計業、エンジニアリング業、葬儀業、結婚式場業、写真現像・焼付業、ゴルフ場、ボウリング場、遊園地、テーマパーク、機械修理業、電気機械器具修理業、物品賃貸業（レンタル業を除く）、広告代理業、商品検査業、計量証明業、ディスプレイ業

建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」（環境庁告示）が平成8年度に改正され、平成11年6月からは環境影響評価法が施工されている。環境騒音については、その評価手法に等価騒音レベルが採用されることになった等、騒音振動に関する法制度・基準が大幅に変更されている。さらに、建設機械の低騒音化・低振動化技術の進展も著しく、建設工事に伴う騒音振動等に関する周辺環境が大きく変わってきている。建設工事における環境の保全と、円滑な工事の施工が図られることを念頭に各界の専門家委員の方々により編纂し出版した。本書は環境問題に携わる建設技術者にとっては必携の書です。

■掲載内容：

- 総論（建設工事と公害、現行法令、調査・予測と対策の基本、現地調査）
- 各論（土木、コンクリート工、シールド・推進工、運搬工、塗装工、地盤処理工、岩石掘削工、鋼構造物工、仮設工、基礎工、構造物とりこわし工、定置機械（空気圧縮機、動発電機）、土留工、トンネル工）
- 付録 低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程、建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法、建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法の解説、環境騒音の表示・測定方法（JIS Z 8731）、振動レベル測定方法（JIS Z 8735）

■体 裁：B5判、340頁、表紙上製

■定 価：会 員 5,880円（本体5,600円） 送料 600円
非会員 6,300円（本体6,000円） 送料 600円

・「会員」本協会の本部、支部全員及び官公庁、学校等公的機関

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

編集後記

昨年暮の米国での BSE（牛海綿状脳症＝狂牛病）、それを追いかけるような 1 月下旬の東南アジア各地での鳥インフルエンザ。

ベトナムでは豚からも鳥インフルエンザが見つかるなど、食の安全を確保するため米国からの牛肉全面輸入禁止に引き続き、家禽肉もインドネシア、中国など 13 カ国・地域から輸入禁止処置が取られている。

海外で起きた感染症が国内で大きな社会問題になるのは輸入肉に依存する度合いが高いため、農水省の食糧需給表によると、日本国内の食肉消費量は 1960 年に年間 1 人あたり 5 kg だったものが、2002 年には 28 kg に増え、輸入量も 40 年前には 4 万トンだったものが 2002 年には 258 万トンに増えている。また、現在、国内消費量に対する輸入肉の割合は牛肉＝60%、鶏肉＝30% で、牛肉輸入量の 45% が米国産、鶏肉輸入量の 1/3 をタイ産がそれぞれ占めているそうである（読売新聞）。

牛肉輸入再開を巡り感染原因究明など調査継続はコストに比べ有効性が乏しく（脳などの）特定危険部位を除去すれば安全性確保は達成できるとする米国と、全頭検査を主張する日本と意見が噛み合わず、輸入再開交渉の難航が必至とされている。また、国内では外食産業、とりわけ商品を牛丼 1 品に絞込み、顧客の回転・従業員の作業省力化、材料の大量購入など効率を最優先させ、コストを徹底的に減らして低価格戦略を軌道に乗せ、高い収益率を誇ってきた単品経営企業は経営戦略と危機管理といった両刃の剣を突付けられている。

グローバルの時代ではあるが、事ある毎に「食料安保」が強く叫ばれ、農水産物の国内需給を均衡に、との話は今回、どの辺まで声高に叫ばれるのだろうか。

若い働き手を失った過疎地は休耕地も荒れ、製造業は安い労働力を求めて海外に移転し、国内に残った製造業の中には東南アジアからの安い製品に太刀打ち出来ず、国内産業で空洞化した部分も報道されている。

1970 年代の 2 度にわたるオイルショック時、街の明りは早晩に消えたが、咽元過ぎて熱さを忘れ、都市部では建造物のライトアップがなされ、繁華街は深夜まで白昼の如く、家庭ではクリスマスのイルミネーションが競い合い煌いている所もある。

原発の事故隠しが発端で操業停止に追い込まれた電力会社は休止中の火力を再稼働し、夏のピーク乗切りで企業に協力を求めたのはまだ記憶に新しい。

電力消費量に占める火力・原発のウエイトが高い現在、電力の浪費は温室効果ガスの大量排出、核廃棄物の保管・処理など、今後世代に大きなツケとなる部分もあろう。夜間、衛星から眺めると島嶼の一部が明るく浮び上がる一方で CO₂ 発生量を売買して環境台帳の帳尻を合わせ、飽食をする国もあれば、今回の自衛隊イラク派遣で大きな支援業務となっている給水活動で明らかのように、毎日の飲み水確保が子供の仕事になっている国もある。この辺で我々の周りのこと、我々に必要なものは、身の丈に合った生活とは何なのかを考えるに良い機会ではないだろうか。

末筆になりましたが、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ますとともに、読者諸兄のご健勝とご奮闘をお祈り申し上げます。（星隈・本多・岩本・芳賀）

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
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

星隈 順一	国土交通省
小幡 宏	国土交通省
西園 勝秀	国土交通省
佐藤 隆	農林水産省
伊藤 早直	原子力安全保安院
本多 明	鉄道・運輸機構
軍記 伸一	日本道路公団
新野 孝紀	首都高速道路公団
坂本 光重	本州四国連絡橋公団
山崎 劭	水資源機構
高村 和典	日本下水道事業団
吉村 豊	電源開発
西田 光行	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	新キャピラー三菱
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
内田 克己	西松建設
森本 秀敏	日本国土開発
斉藤 徹	NIPPO
森 秀文	ハザマ
宮木 克己	日立建機
庄中 憲	施工技術総合研究所

4 月号予告 行政特集

- ・平成 16 年度国土交通省関係予算の概要
- ・公共事業のコスト構造改革に関する国土交通の取組み
- ・ユニットプライス型積算方式に関する最近の取組み
- ・港湾建設のライフサイクルマネジメントの確立
- ・農業農村整備事業等コスト構造改革プログラム

No.649 「建設の機械化」

2004 年 3 月号

〔定価〕1 部 840 円（本体 800 円）
年間購読料 9,000 円

平成 16 年 3 月 20 日印刷

平成 16 年 3 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 仙台市青葉区二日町 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 2-7-4	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