

新工法紹介 調査部会

02-114	水中掘削装置 (ウォータジェットシステム)	ヤマハ化工東京
--------	--------------------------	---------

概要

従来、圧入ケーソンにおいては、内部の地盤をクラムシェルバケットで水中掘削・排土してケーソンを沈設するが、刃口下部の掘削が困難なので、特に地盤が硬質な場合には刃口抵抗の増大により沈設が困難となる場合があった。

このため、クレーンにて吊下げたウォータジェットで地盤を掘削していたが、ジェット反力により噴流方向のコントロールが困難であり、掘削を完了するまでには繰返しの作業を余儀なくされ施工に要する日数が增大するという問題があった。

そこで、このような問題を解決するために、電動のプロペラ推進器を取付けた外枠に左右に可動できる内枠を取付け、内枠にはジャッキ操作により前後・上下に可動できるウォータジェットを装備した「水中掘削装置(ウォータジェットシステム)」を開発した(図-1参照)。

施工順序は、クレーンのワイヤにて吊設し、刃口下部の地盤を掘削できるように所定深度にセットした装置は、推進器によりケーソン内壁に固定されるので、装置のノズルの可動許容範囲(1セットで2m範囲の掘削ができる)でノズルを上下・左右・前後と移動させながらジェット噴流による安定した掘削が可能となる。掘削完了後、続いてクレーンにより装置を移動させて掘削を行い、これを所定回数繰返して掘削を完了する。

今回、実証施工として国土交通省常総国道工事事務所つくば高架橋下部その2・7.9工事において、圧入ケーソン基礎工事の施工を行っている(写真-1参照)。

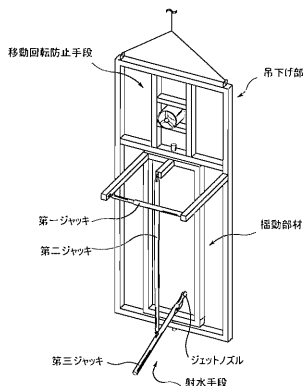


図-1 水中掘削装置構造図

特長

- ① 水中掘削装置をクレーンにてケーソン刃口の地盤掘削位置に吊降ろし、地上から高圧水送水管と圧縮空気送気管が配管接続されたウォータジェットノズルか



写真-1 水中掘削装置

ら高圧水と圧縮空気を同時噴射するジェット噴流により、刃口の地盤を掘削する。ノズルの方向や位置を決める各々のジャッキは地上より配管接続され油圧により作動する。

- ② 水中掘削装置の推進器は水中モータでプロペラを回転させてケーソン内壁に外枠を押し付ける推力を発生させる。これにより外枠をケーソン内壁から離そうとするジェット反力に抗し、外枠が振れることを防ぐように作用する。
- ③ これらの掘削コントロールは、地表にある制御室からパソコンの画面を見ながらコントロールバーを動かして行うが、ノズルの方向や位置はリアルタイムに画像に再現される。また、あらかじめ立坑形状寸法や地質柱状図などの諸要素をインプットしておくので、立坑と水中掘削装置との相互位置関係や掘削箇所の土質などの把握により、効率よい掘削が可能となった。

用途

- ・ケーソン刃口下部の硬質地盤の掘削
- ・刃口下部の掘り残り地盤の形状の把握
- ・刃口及び刃口周辺躯体の洗浄および清掃

実績

- ・岡山県広域水道企業団発注の総社取水場築造工事での導水ポンプ井立坑での施工(平成13年10月)

工業所有権

- ・出願中

問合せ先

(株)ヤマハ化工東京研究開発部
〒171-0014 東京都豊島区池袋 2-54-3 KSビル
電話 03(5952)0560; Fax 03(5952)0562

新工法紹介

04-234	トンネル覆工コンクリート 打音診断システム 「ソニックマイスター」	大成建設
--------	---	------

概要

トンネル覆工コンクリートの剝離・空洞診断技術としては、レーザー、超音波、電磁波等の非破壊検査手法が実用化されているが、簡便・迅速に処理できない欠点がある。現状では、経験的に実施されてきた人力による打音診断と近接目視調査が、一次診断の主体となっている。しかし、人力打音診断は、個人差があり、定量的な判断も出来ず、記録も残らない問題点がある。また、トンネルでは片車線の交通規制を行い点検することが一般的であり、作業環境条件が劣悪で非効率的な業務となる場合が多い。

この現状に着目し、既設道路トンネルの一次診断及び、新設トンネルの品質確認を目標として、剝離・空洞の調査を迅速にできるトンネル覆工コンクリート打音診断システム「ソニック・マイスター」(写真-1参照)を開発・実用化した。

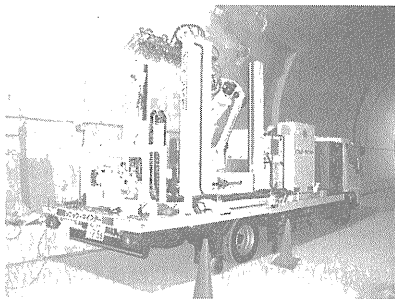


写真-1 ソニック・マイスター

このシステムは、8Tトラックベースに、高速の産業用ロボット、リフティング装置、従輪姿勢制御装置、ドライブ切替トランスファー、打音ユニット、障害物位置検出装置等が装備されており、測定場所への移動はトラックで自走し、測定時は車載の発電機にて計測から移動までを全自動で運転可能なシステム化(図-1参照)が図られている。

特長

- ① 打音(音の大きさ、音色、時間変化、相対評価)を人間の聴覚判断機能に近いデジタル信号処理で判定する。
- ② 5連油圧式打音ユニット(写真-2参照)で一定の打撃力(2 kgf・m)を与える。

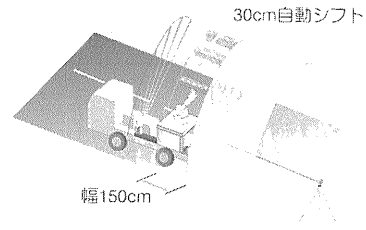


図-1 システム概念図

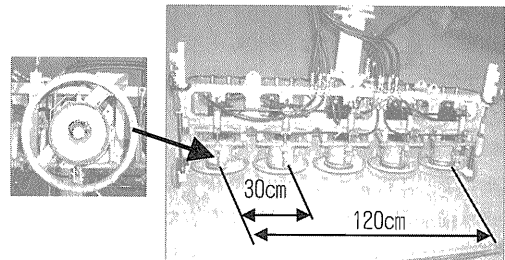


写真-2 5連油圧式打音ユニット

- ③ 打撃音を取得後に瞬時(5打点/秒)に解析判断可能。
- ④ 産業用ロボット採用による高速自動化の実現をする(30cm格子点上を連続打音診断で、400 m²/hr)。
- ⑤ 自動追尾型距離測定器と断面測定器の併用により打撃点の3次元座標位置出し機能を実現。
- ⑥ 照明・換気設備等障害物を、断面測定結果を基に自動回避。
- ⑦ 測定結果をデジタルデータで保存。他地点との比較や将来の経年変化判断が可能。
- ⑧ 「音」の生データ収録が可能。今後開発される新解析手法でも測定データの活用が可能。

用途

- ・既設道路トンネルの一次診断
- ・新設道路・鉄道トンネルの品質確認

工業所有権

- ・コンクリートの状態測定装置(特願 2001-230931)他申請中(本システムは大成建設、(財)道路保全技術センターの2社で共同開発)

問合せ先

大成建設(株)技術センター土木技術開発部
〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1
電話 045 (814) 7231

04-235	エルトン工法 (Enlargement of Live Line Tunnel Method)	佐藤工業
--------	---	------

▶概要

「エルトン工法」は、道路構造令の一部改正によるトンネル部の幅員縮小規定の廃止、交通量の急激な増加、老朽化したトンネルのリニューアルなどに対応するため、一般交通を確保しながら「活線拡幅工事」を、発破掘削可能な移動式プロテクタ（写真—1 参照）により行う工法である。



写真—1 移動式プロテクタ

従来一般的なトンネル活線拡幅は、一般通行用の空間を確保するための防護プロテクタをトンネル全長にわたって設置しておこなわれ、硬岩地山においては一般的に割岩工法が採用されていた。

「エルトン工法」は、作業床と脚壁とからなる移動式プロテクタをあらかじめ定置したレール上をトンネル縦断方向に沿って移動し、一部分のみを強固にすることで発破掘削工法を可能にしたものである。

移動式プロテクタは、前方架台・中間架台・後方架台の3部分より構成され、互いに連結されている。各架台は以下の通りである。

- ① 前方架台は、全長 10 m 程度で、門型構造をしており、常に既設トンネル内に挿入した状態で工事を行い、発破をかけるため強固にしている。
- ② 中間架台は、全長 20～30 m（1基 10 m）程度のπ型構造で、汎用の施工機械の作業床として使用す

る。

- ③ 後方架台は、全長 16.5 m 程度で、中間架台と同じ構造であるが、施工機械や資機材の搬出入を行うリフト設備を装備している。

▶特長

- ① 全長 45～55 m 程度の短いプロテクタを移動式としたため、トンネル全長にプロテクタを設置する必要がない。
- ② 機械掘削だけでなく発破掘削もできるため、長いトンネルの活線拡幅工事でも効率よく施工できる。
- ③ 発破影響箇所が特定できるため一部分（前方架台のみ）を強化するだけでよく防護プロテクタのコスト低減が図れる。
- ④ 拡幅工事は、特殊機械を必要とせず標準機械で施工できる。
- ⑤ 移動式プロテクタの脚壁が上げられるため、休工時に車線を増やす（1車線→2車線）ことが可能である。
- ⑥ 工事が一般交通へ影響しないようにするため、移動式プロテクタの最先端部と最後方部に防護隔壁を設け、作業エリアと通行エリアを完全に分離した。
- ⑦ 発破や吹付け作業で発生する後ガスや粉塵等は、周辺環境に影響を与えないようにするため、隔離された作業エリア内に効果的に配置する集塵装置等の換気設備により除去できる。

▶実績

- ・国土交通省北海道開発局小樽開発建設部発注工事（平成 12 年度施行：一般国道岩内町敷島内トンネル工事；発破によるトンネル活線拡幅工事；平成 13 年 2 月 27 日～14 年 2 月 6 日）

▶工業所有権

- ・トンネル工事用プロテクタおよび設備、公開 2001-82099 他（本工法は佐藤工業、熊谷組、飛鳥建設の 3 社で共同開発）

▶問合せ先

佐藤工業（株）土木本部技術部門トンネルグループ
〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20
電話：03 (3661) 4794
Fax：03 (3668) 9484
E-mail：Imaoka@satokogyo.co.jp

新工法紹介

04-236	スチールライニング工法	川崎製鉄 NTTインフラネット
--------	-------------	--------------------

概要

従来、トンネルの補強には、トンネル覆工内面にリングビームを設置するリングビーム方式とトンネル坑内に支柱を建込む中間支柱方式が多く採用されていたが、トンネル有効断面を損なうとともに、補強箇所に応力集中を来とし、補強効果が不均一であった。

そこで、トンネル有効断面の縮小を抑制し、補強効果が均一かつ、トンネルに収用している諸設備に影響を与えることなく、補強可能となる「スチールライニング工法」を開発した。

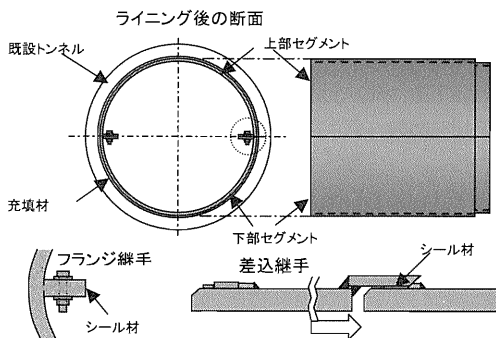
本工法は、鋼管を2分割し、フランジと差込み継手からなる鋼管セグメントを既設トンネル内に組立て、トンネル覆工と鋼管セグメントの間に無収縮モルタルを充填する工法である（図—1 参照）。

施工手順はまず、トンネル内の諸設備をトンネル上部に移動・防護し、下部セグメントを立坑下で弾性範囲内で縮径して、補強する位置まで運搬し、仮置きする。

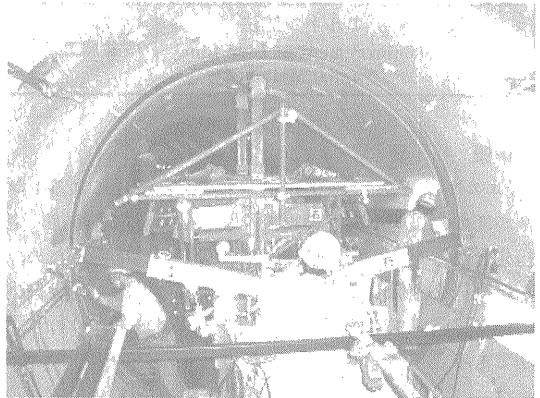
次に、トンネル内の諸設備を下部に移動・防護し、上部セグメントを補強位置まで搬入し、下部セグメントとボルトで締結して真円に組立てた状態で、隣接する鋼管セグメントと連結させ、覆工との間にモルタルを充填し、完了とする。なお、鋼管セグメントの組立てを安全に行いかつ、高速施工を可能にするため、鋼管セグメントの搬送・組立て装置も併わせて開発した（写真—1 参照）。

本工法は、大阪市内にある NTT の通信用トンネルの補強工事に採用された。その工事概要は、

- ・既設トンネル：内径 $\phi 3,950$ mm



図—1 スチールライニング構造図



写真—1 二分割鋼管セグメントの組立て状況

- ・鋼管セグメント： $\phi 3,850$ mm \times $t 25$ mm
 $\times L 3,000$ mm

- ・補強区間：126 m

特長

- ① トンネル有効断面の縮小を抑制し、均一な補強効果が確保できる。
- ② トンネル内に収用した諸設備に影響を与えることなく、高速で補修、補強ができる。
- ③ 鋼管セグメント間は差込み継手であるため、耐震性に優れている。

用途

トンネル全般にわたる補強、再生に有効で、かつ鋼管セグメントを溶接接合し内面コーティングすることにより、上下水道の内圧管としても使用可能である。

実績

NTT 西日本発注の大阪市蒲生町4丁目通信用トンネル補強工事（2001年11月完了）

工業所有権

・トンネル内壁補修方法（公開2000-257397）；本工法は、川崎製鉄㈱、NTTインフラネット（株）で共同開発したものである。

問合せ先

- ・川崎製鉄（株）エネルギー・水道事業部技術部
〒111-0051 東京都台東区蔵前2-17-4
電話 03 (3864) 3798
- ・NTTインフラネット（株）関西支店事業開発本部
〒541-0056 大阪市中央区久太郎町2-4-11
電話 06 (4705) 7593