

日本電信電話公社 正会員 今村宏可  
 日本電信電話公社 ○正会員 森山 天  
 三菱重工業株式会社 細木昭郎

## 1. まえがき

トンネル内のずり出し方法には、機関車に連結されてずりトロッコする方法、ダンプトラックによる方法、泥水輸送による方法、ベルトコンベアによる方法等種々の方法が用いられている。しかしトンネル断面が1.5m以下の小断面トンネルでは、トンネル内作業の困難さからいくつものずり出し方法が限定される。電電公社では、電気ケーブル用管路(φ50mm)を40条まで収容できるトンネルの築造工法として、内径1,200mmのヒューム管をライニング材として小断面シールド工法を開発した。この工法は、掘削機械に単軸回転ドラム型メカニカルシールドを採用するとともに、トンネル内ずり出し方法として、往復2台のワインケでけん引するトロッコ方式を確立し、これらを遠隔操作することにより狭いトンネル内で作業を無人化して、高能率化、省力化および安全性の向上を図ることができた。本報告は、小断面シールド工法における遠隔操作によるトンネル内ずり出し方法について述べるものである。

## 2. トロッコによるずり出し方法

小断面シールド工法の施工概要図を図1に示す。シールド先端で掘削された土砂は、第1ベルトコンベア、第2ベルトコンベアを経てトロッコに積み込まれる。トロッコは、トンネル内と立坑内に設置した2台のワインケでけん引されてトンネル内を往復走行する。これらの動作は運転室内で遠隔操作である。

ワインケの駆動はカルミットィッケの手動操作で

行なわれるが、減速、停止操作はトンネル内および押管装置に取付けられたカリミットスイッチ、超音波スイッチにてトロッコが接触、接近するごとに、自動的に行なわれる。またトロッコのトンネル内でのローリング走行を防止するため図2に示す様なトロッコ走行ガイドを10m間隔に取付けている。さらにトロッコの通過位置を確認するためトンネル内5箇所にトロッコ通過位置確認用のリミットスイッチが取付けられており、トロッコがこのリミットスイッチと接触すると操作卓の表示灯が順次点灯しトロッコの通過位置が確認できる。

土砂の積込み状況はテレビカメラを通して操作卓のモニターテレビで監視され、トロッコ上にずりガラ盛りとなりと操作卓の前進寸動ボタンを押し、トロッコを順次前へ送る。トロッコは、トンネル内往復回数を減少させるため容量0.4tのものを3台連結して用いることとした。トロッコには底蓋用専用油圧ジャッキが装備されており、すりを搭載したトロッコが立坑側へ到着するごとにその角度、図3に示す様に油圧ホースと制御ケーブルを差込み、トロッコ操作盤のボタン操作によってトロッコの底蓋を開閉し、押管装置下に設置されている立坑ベルトコンベア上に堆土する。トロッコから排出されたすりは立坑ベルトコンベアによってすりバケットに貯められ、す

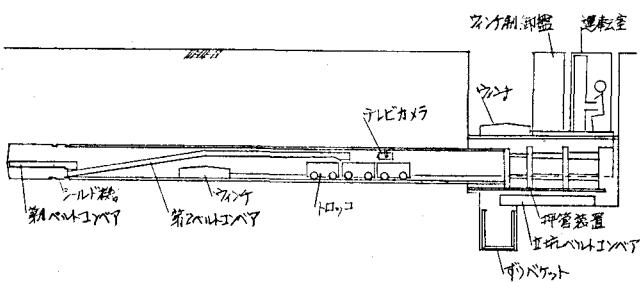


図1. 小断面シールド工法概要図

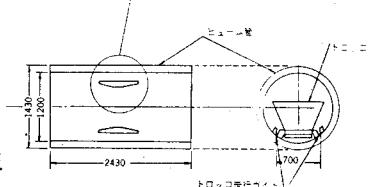


図2. トロッコ走行ガイド

リバケットが満杯になるとクレーンで坑外のホッパーまではトラックへ排土する。

ヒューム管1本の搬進を完了し、新しいヒューム管を据付けたときワイヤーをトロッコから取りはずし、ヒューム管搬送後再び接続する。

### 3. 両電動ワインチの動作原理

図4は、2台の電動ワインチによるトロッコけん引動作の系統図である。今トロッコへずり積込みを完了し、押管装置内へけん引するときのワインチ動作状況について説明する。トロッコを立坑側へけん引するときは坑外のASモータを駆動させる。ASモータが駆動しても

ころとは電磁ブレーキ、クリップブレーキは開放されていい。一方、この時坑内側電動

ワインチのASモータは停止して、電磁ASモータ制御盤

ブレーキは開放されていい。一方、クリップブレーキは半制動がかけられている。このことによ

り坑内側のワインチドラムが半ブレーキをかけられ状態で巻戻され、常に巻けん引側の

ワイヤー一定のバックテンションを保ててトロッコの暴走を防止する。立坑側の

ワインチドラムのワイヤーが弛緩して直進

にならぬようにしていい。トロッコの走行速度は、トロッコが走行中ワイヤーがドラムに巻き取られだんだん

巻き太りにはさが、ワイヤーの巻き太りによるトロッコ速度の変動を防ぐためASモータ制御盤で常にワイヤー

速度が一定になるように制御している。ワインチの正常巻取りスピードは27m/minであるがトロッコ搬動時は傾斜

信号板によってクションスタートするようになっている。ワインチの最大けん引力は30.0kgである。

トロッコ停止時は、先ず減速用リミットスイッチにてトロッコが接触し、傾斜信号盤でASモータを徐々に減速

させる。次にトロッコは停止用リミットスイッチにてASモータは停止する。これと同時に電磁ブレーキによ

って両方のワインチドラムに制動をかけワインチドラムを停止させる。トンネル側へ引寄せときは両方の電動

ワインチが主動と従動の立場が逆となり丁度反対の動作をする。

### 4. 実験結果の概要

本工法について、埼玉県川越市において往復長112mのトンネル工事を試行した。その結果、ヒューム管(日本下水道協会規格、内径1,200mm推進用特厚管、長さ2,630mm)1本分のずり処理にトロッコ(容積0.4m<sup>3</sup>)込14台、6往復を要し、所要時間は平均20分であった。また、トロッコへのずり積込みは、操作卓のモニターテレビを監視しながら遠隔操作で行なつたが、積込み率(トロッコへのずり積込量/トロッコの容積)は平均88%と良好であった。ワインチの定格けん引速度27m/minに対してトロッコ走行速度は100m地点で平均26.3m/minであった。

### 5. おまけ

小断面シールド工法において、トンネル内すり出し作業の無人化を目的として両電動ワインチけん引方式について述べた。この方式は、直線トンネル往復長200m程度までは適用可能と考えられるが、更に適用範囲を拡大し、曲線および数百m以上のトンネル施工に適用するための自走車けん引方式について現在検討中である。



図3. トロッコへのケーブル、油圧ホースの接続

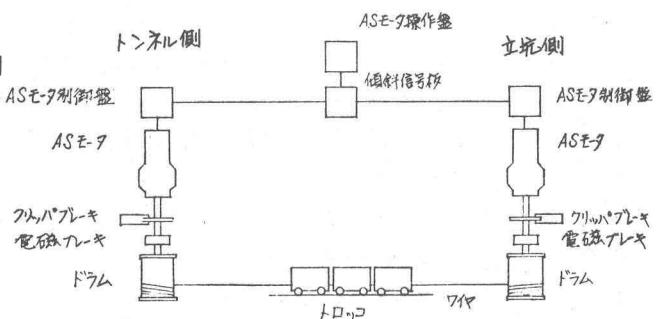


図4. 両電動ワインチの動作系統図