

VI-181

土砂圧送用配管延長装置の開発

(株)熊谷組	正会員○井原	俊一
同上	大石	益平
同上	丸居	良吉
同上	反田	佳希
同上	佐々木	博文

1. はじめに

土圧式シールド工法の掘削土砂の搬出方法としては、ズリ鋼車などによりトンネル坑内を運搬する方法と、圧送ポンプによって圧送管内を地上まで圧送する方法とがある。土砂圧送用配管延長装置は、掘削土砂をポンプ圧送する場合の圧送管の延長作業において、圧送管内に残留する掘削土砂が、管内の残圧や配管の勾配などによりトンネル坑内に流出するのを防ぐことを目的とした装置である。

本報告では、土砂圧送用配管延長装置の概要について報告する。

2. 土砂圧送用配管延長装置の開発の背景

土圧式シールド工法において、掘削土砂をポンプ圧送により行う場合、その採用理由としての多くは、シールドの長距離施工に伴う土砂搬出効率の向上、メタンガスなどの有毒ガス対策、あるいはトンネル坑内環境の向上などがあげられる。すなわち、掘削土砂は圧送管により密閉された管路内を連続的にトンネル坑外に搬出されるため、土砂搬出に左右されずにシールドの掘進が可能であり、有毒ガスの坑内拡散や掘削土砂の飛散もないなどの理由から採用されるケースが多い。

しかし、圧送管の延長作業では、延長管を接続するために切り離した圧送管口より残留土砂が坑内に流出し、坑内清掃作業の手間がかかるばかりでなく、掘削土砂に有毒ガスが含まれる場合はガスが坑内に拡散する恐れがあり、別に有毒ガス対策を講じる必要があるなどの問題があった。

このような背景から、掘削土砂を坑内にこぼすことなく配管延長作業を行うことができる装置を開発した。

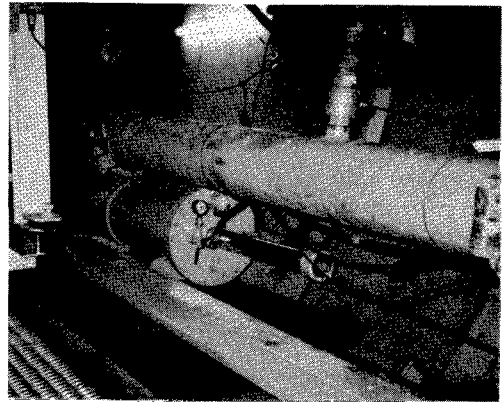


写真1 土砂圧送用配管延長装置

3. 装置の概要

図-1の装置の概要図に示したように、本装置は主に
(1)流出止め弁およびピストン
(2)流出止め弁およびピストン管内圧入用注水装置
(3)流出止め弁およびピストン管外引き戻し用牽引装置
から構成される。

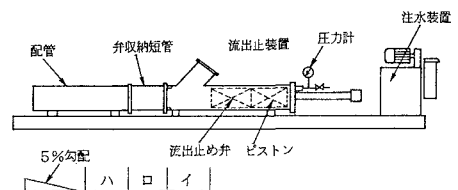


図-1 土砂圧送用配管延長装置概要図

土圧式シールド工法の土砂圧送の場合、圧送される土砂は添加材などにより流動化されているが、泥水式シールド工法の流体輸送と異なり、泥土性状であることから、一部で圧送管内の圧力

を開放しても全体の圧力を開放することは難しい。すなわち、流出止め弁は圧送管内の残圧に對抗して所定の位置まで圧入しなければならず、また、圧送管を切り離した際、所定の位置にとどまなければならない。このため、本装置では圧送管内径より径を大きくした流出止め弁を高圧の注水ポンプにより所定の位置まで送り込む方式としている。以下に配管延長作業の手順の概略を記す（図-2参照）。

- ①圧送終了の際に、逆ポンピングなどで圧送管内の圧力を下げる。
- ②注水ポンプにより、流出止め弁およびピストンを所定の位置まで圧入する。
- ③圧送管を切り離し、配管を延長する。
- ④牽引装置により流出止め弁およびピストンを収納し、圧送を再開する。

4. 圧入実験

流出止め弁およびピストンの圧入実験の結果を表-1に示す。流出止め弁およびピストンを圧入するために必要な注水圧力は起動時には 1kgf/cm^2 程度であったものが、最大 5kgf/cm^2 程度まで必要となる。ただし、流出止め弁およびピストンを圧入するための注水圧力は圧送管内の残圧や弁径、あるいは弁を回収する牽引装置などの条件により異なるため、予め最適な弁径などを実験により求める必要がある。

5. 施工実績と今後の課題

現在本装置を実現場に導入しているが、坑内清掃の手間を大幅に省くなど着実な成果を上げている。

一方で、本装置で使用している流出止め弁は、予め圧送管内径より径の大きいものを使用しているため、弁と圧送管の摩擦から弁を圧入するための注水装置が過大となるほか、弁が摩耗しやすく、弁径の再調整などの細かなメンテナンスを必要とするなどの課題がある。このため、圧送管径より小さい弁を圧送管内部で膨張させて固定する装置の開発が必要である。この一例として、流出止め弁の内部に小型の油圧ジャッキを装備し、圧送管内で自由に膨張収縮できる弁を開発中であり、今後の実工事へ導入する予定である。

本装置は未だ開発途上であり、実工事へ導入しながら改良を加え、将来的にはシールド工事の自動化へ向けての一つの要素として取り込む予定としている。

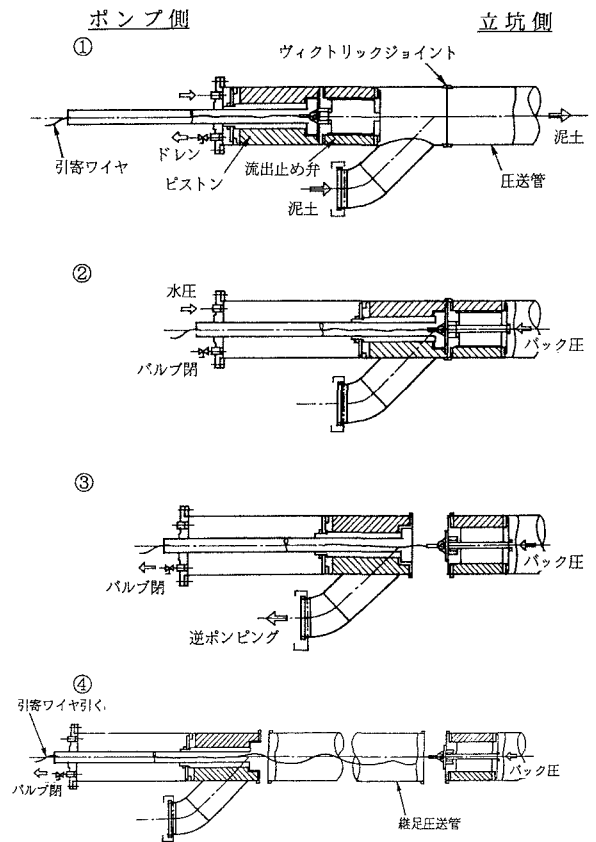


図-2 配管延長作業の概略手順図

表-1 圧入実験結果表

	水圧 (kgf/cm^2)		条件
	1回目	2回目	
起動時	1.0	1.0	流出止め弁 基準寸法 $\phi 303 \times 329\text{L}$ 締付量 6mm (323L) 膨張量(外径) 5mm ($\phi 308$)
イ部通点	0.5	0.5	
ロ部通点	2.0~2.5	2.0~2.5	
ハ部通点	3.0~4.0	3.0~4.0	ピストン 基準寸法 $\phi 303 \times 487\text{L}$ 締付量 4mm (483L) 膨張量(外径) 3mm ($\phi 306$)
ハ部起動時	4.0~5.0	4.0~5.0	