

VI-38

重力式流体輸送方式による掘削ブリの輸送

石油資源開発(株) 吉野 進
川崎製鉄(株) 正会員 神津 一則
清水建設(株) 正会員 ○深尾 延弘
同 上 正会員 木内 勉

1. はじめに

新潟-仙台ガスパイプライン建設工事の二井宿トンネルにおいて、掘削径2.3 m、掘削延長1,027m、上り勾配12%をTBM（Tunnel Boring Machine）で施工した。工事場所を図-1に示す。

本トンネルでは、掘削ブリの搬出に開水路による重力式流体輸送方式を採用した。

本文は、工事に適用するために行なった水理実験結果と現場への適用を報告するものである。

2. 開水路によるブリの搬送システム

一般にTBM工事は、斜坑を除き、勾配5%程度以下のトンネルに適用される。掘削により生ずるブリの搬送は、通常ポンプによる圧送式流体輸送が採用されている（図-2）。TBMの前胴前面のカッターヘッドにより、砕かれた岩盤はジェットポンプに取り込まれクラッシャーに送られる。ここで、最大径40mm程度以下に破碎されたブりは、エアー抜タンクに投入され、タンク底部のブリ排出口から、掘削ブリは泥水と共にP₂ポンプにより吸い込まれ、P₃～P_nのポンプを中継し、坑外の泥水処理施設へ圧送される。この時必要な流体は、P₁系のポンプにより坑外から供給する。本工事の様な急勾配トンネルにおいては、P₃～P_nのポンプに負圧、ウォーターハンマー等の発生による機能障害が懸念されたため、ポンプによる圧送方式の流体輸送では管理が困難と判断し、開水路を用いた重力を利用した流体輸送方式を採用した（図-2）。写真-1に坑内の仮設備の状況を示す。

採用にあたっては、この程度の勾配での実績がなかったため、ブリの流下条件に関する確認実験を行なった。

3. 輸送能力の実験

重力式の自然流下方式で次の条件を満たす仕様を寸す径の管を用いて水理実験を行い、確認した。

- ① U形溝等のオープンな開水路では、緊急停止時に排泥管より泥水が溢れ出てしまうため、管渠を使用するが、自由水面を確保でき、開水路となる管径。

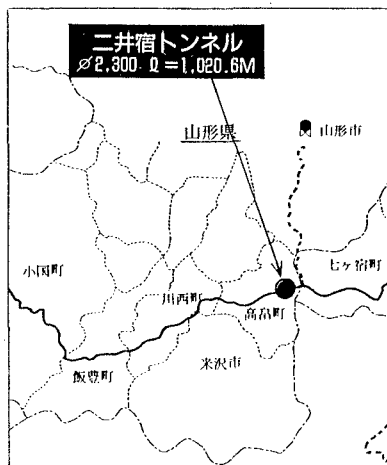


図-1 工事場所

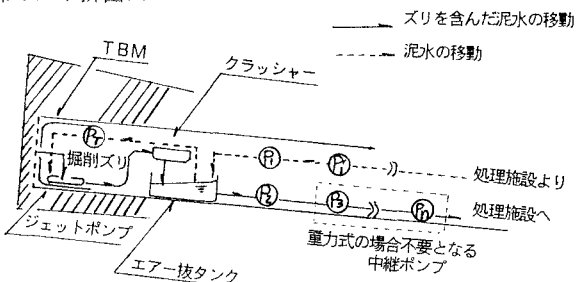


図-2 ブリの流体輸送概念図

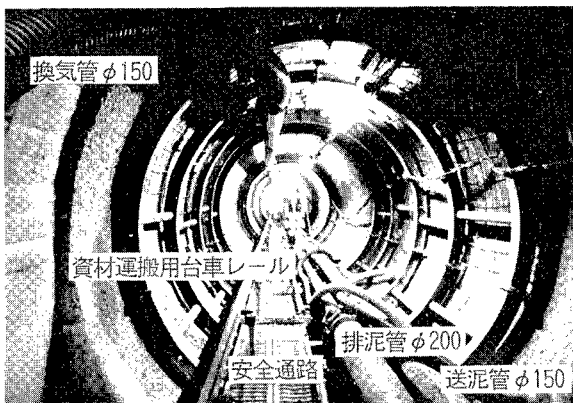


写真-1 坑内仮設備状況

② 定常状態で安定して最大粒

径40mm、ズリ量 $0.268\text{m}^3/\text{min}$

(TBMの最大掘進時)を輸

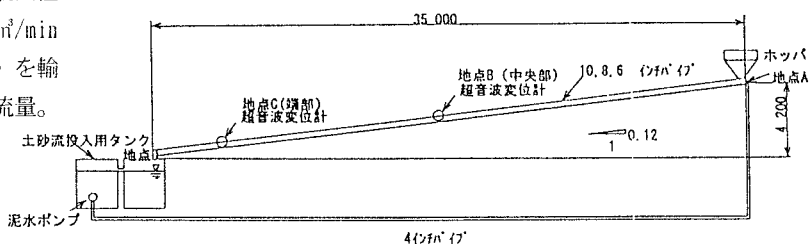
送できる泥水の比重、流量。

③ 流水急停止時にズリ

だけが取り残されるこ

となく、ズリが排出さ

れる泥水の比重、流量。

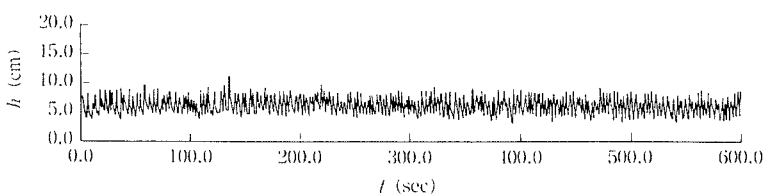


図－3 実験装置概要

図－3に実験装置の概要を示す。管径(6、8、10in)、水量、ズリ量を変化させた水理実験から、①パイプ径8in、②土砂濃度0.12以下、③水量 $1.9\text{m}^3/\text{min}$ 以上、の条件を得た。

4. 現地への適用

水理実験での結果に基づき、重力式流体輸送方式を現場に適用した。現場では水位の計測により管理を行うとともに、本システムの運用上の改善を行った。



図－4 現地の重力式流体輸送の流況

(管径8インチ、流量 $2.0\text{m}^3/\text{min}$ 、土砂濃度 0.075、輸送延長 915m)

(1) 現場での計測：坑口部と

320m地点の2か所に超音

波水位測定計を設置し、水位の測定を10分間隔で行なった。図－4に現地の重力式流体輸送の流況を示す。掘削ズリがきれいに定常状態で流下しているのが確認された。

(2) 現場での改善

① TBMでの掘進は、縦断方向に蛇行が生じるので、排泥管の敷設は一定勾配を保つのに、その都度測量を実施した。

② 途中R = 200mのカーブ区間は、排泥管長 2.0mを使用してジョイントの隙間をなくした。

③ 供給する泥水が高比重となると、ポンプの揚程高が低くなり供給流量の不足となるため、泥水比重の基準を1.10と定めて管理した。比重が1.10を超えた時は比重低下のため、調整槽の泥水を入れ換えた。

④ 排泥管の継手にはヴィクトリックジョイントを使用した。通常の継手ではカラーが一部管内に突出するため、水面の乱れによる管閉塞(負圧の発生)やズリによる摩耗が心配された。そこでガス管とSカラー部が一体となった、継手部の内空が平滑な継手を使用した。

5. まとめ

心配された配管の摩耗も、管を回転させる程度で対応できた。また実験時の配管延長35mに対し、実延長が最大 1,000m以上となるスケールの差に対しても、実験で確認された等流状態と同じ水面形が得られた。送水側のポンプに故障が発生したが、排水側ではポンプがないこともあり、閉塞トラブル等の支障もなく施工できた。あわせてコストダウンもできたことを考えると、重力による自然流下方式の流体輸送は有効な方法といえる。

参考文献

1. 吉野、神津、深尾、木内：自然流下方式によるTBM掘削ズリの輸送計画、土木学会東北支部技術研究発表会、平成6年3月
2. 吉野、神津、土田、孟、深尾、木村：重力式流体輸送による掘削ズリの搬送、土木学会第50回年次学術講演会、平成7年9月