

(III-81) アクアグラウト工法の発電所導水路トンネルにおける実証

清水建設(株) 土木本部 正会員 ○ 澤田正雄
清水建設(株) 技術研究所 正会員 橘 大介
清水建設(株) 土木本部 フェロー 河野重行

1. はじめに

現在、供用中のトンネルの覆工背面には、空洞が存在する場合がある。このような場合、この空洞に裏込め充填材料を充填して、トンネルの安定化を図る必要がある。従来、裏込め充填材料としてセメントペントナイトが用いられてきたが、以下のような課題があった。

① 覆工目地、ひび割れや地山クラック等に逸散してしまい材料のロスが大きくなる。

② 大きな空洞があれば水平方向に流動してしまい空洞天端まで充填しにくい。

セメントペントナイトを使用しつつ、上記の課題を解決するためにはトンネル縦断方向への充填材量の流出を防ぐため、空洞に適正な間隔で堰、すなわちストッパーを設ける必要がある。

筆者らは、既設トンネルの覆工背面の空洞充填方法として、アクアグラウト工法を開発、実証してきた。今回、アクアグラウト工法をストッパーとして実際のトンネルに導入する機会を得、その有効性を確認したので、その概要を報告する。

表-1 アクアグラウト充填材標準配合(1m³当たり)

セメント	ペントナイト	アクアグラウト混和剤	水
350 kg	285 kg	8.4 kg	770 kg

2. 導入の経緯

対象となるトンネルは、発電所水路トンネルの一部区間である。この区間は天端部を中心として覆工背面に空隙が確認されており、セメントペントナイトによる空隙の充填が計画されたが、上述した課題が懸念されたため、ストッパーが施工されることになった。

ストッパーの充填材料として、従来、急結性のグラウト材が用いられてきたが、温度が低い冬期や湧水が多い箇所では適正なゲルタイムの設定が困難な場合があり、ストッパーとしての機能が十分に発揮されないことがあった。したがって、温度などに影響されずに安定した限定注入性を有し、水に対しても高い材料分離抵抗性を持つアクアグラウト充填材がストッパーグラウトとして採用された。

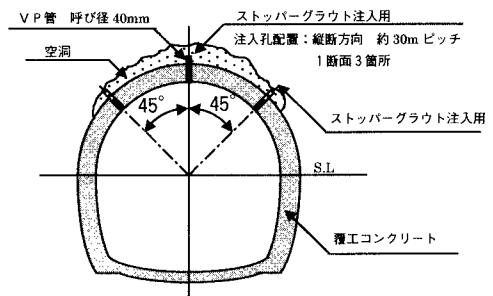


図-1 ストッパーグラウト工施工概要図

3. 施工の概要

(1) ストッパーグラウト工

注入材は、アクアグラウト充填材とし、その配合は表-1に示す標準配合とした。注入箇所は図-1、2に示すように30m間隔、1断面あたりの本数は天端及び左右45°の3本とした。

注入は、写真-1に示す坑外プラントにて充填材を製造して、キャリダンプにより注入箇所まで運搬し、坑内に設置した注入ポンプを使用して行った。(写真-2、3参照)



写真-1 坑外プラント

キーワード：トンネル、覆工背面空隙、充填

連絡先：〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 TEL：03-5441-0518 FAX：03-5441-0508

表-2 アクアグラウト充填材品質管理値

項目	フロー値 (フレッシュ)	一軸圧縮強度 (28日強度)
目標値	180±25mm	2 N/mm ²

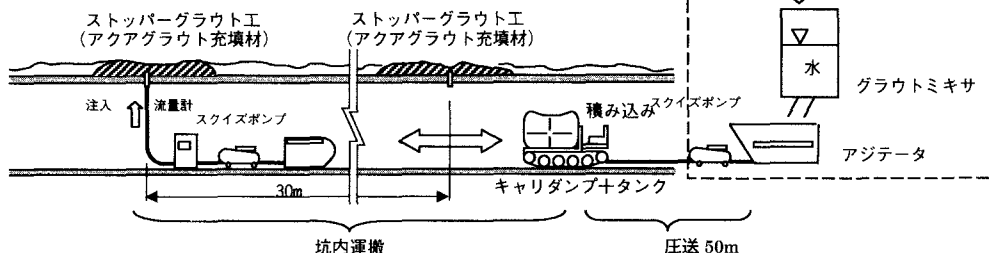


図-2 施工設備概要図

品質管理として、施工日毎に2回、フロー値を管理するとともに15m³毎に供試体採取し、材齢28日の圧縮強度を管理した。（表-2 参照）

(2) 空洞充填グラウト

注入材は、セメントベントナイトとし、注入箇所は5m間隔、1断面あたりの本数は天端に1本とした。充填中の施工管理に関しては、口元の注入圧力が0.1N/mm²を超えるか、隣接孔から漏出が確認された段階で、注入を中止し隣の注入孔に移動した。

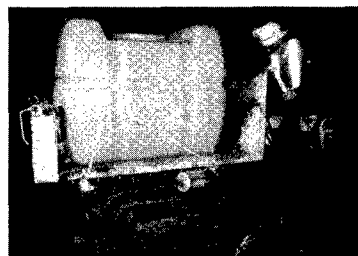


写真-2 キャリダンプによる運搬

4. 施工状況

今回、冬期施工（外気温 2℃）であったが、アクアグラウト充填材フロー試験では目標値の180±25mmが確保された。また、アクアグラウト充填材を打設箇所まで搬送したが、安定したフロー値が確保できた。

ストッパーグラウト工ではアクアグラウト充填にともない、覆工裏の溜り水が押し出され、覆工コンクリートのクラックより漏水が確認された。この水を観察すると透明で懸濁しておらず、これは、アクアグラウト充填材の水に対する分離抵抗性の高さを示している。（写真-4 参照）

空洞充填グラウト工では、注入孔の口元圧力が0.1N/mm²に達する箇所が多く見られた。また、この時の注入量は設計数量と比較して大きく上回ることはなかった。これは、本来、流動性に富む充填材料のセメントベントナイトがトンネル縦断方向の当該注入箇所以外への流出がおさえられ、所定の区間に確実に充填されたことを示しており、ストッパーとしてのアクアグラウト充填材が有効に機能したためと考えられる。

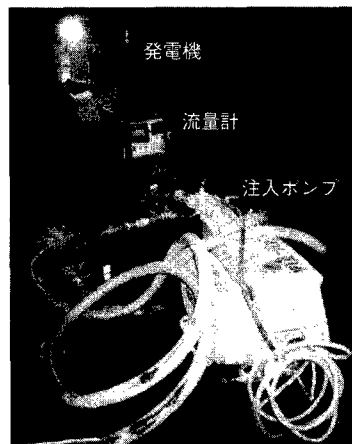


写真-3 坑内設備

5. 今後の課題

今回、ストッパーグラウト工として「アクアグラウト工法」を実トンネルへ適用し、その有効性が確認できた。今後は、空洞の規模に応じたストッパーの注入量、間隔、また、注入箇所への充填材運搬方法など、種々の施工条件にあった設計法および施工法の検討を行っていく。

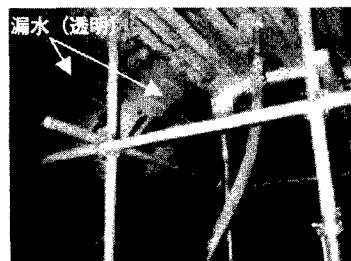


写真-4 アクアグラウト注入状況

参考文献

- 1) 橘、朝倉、川嶋ら：トンネル覆工背面充填用新材料の開発、土木学会第53回年次学術講演会講演概要集，VI，1998
- 2) 河野、朝倉、川嶋ら：トンネル覆工背面新充填工法の実施工への適用とその報告、土木学会第53回年次学術講演会講演概要集，VI，1998