

CS-65

ストッパーグラウト工としてのアクアグラウト工法の適用とその報告

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
清水建設(株)	土木本部	正会員	○ 澤田正雄
清水建設(株)	土木本部	正会員	宮瀬文裕

1. はじめに

既設トンネルの覆工背面には、施工時および施工後に発生した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ベ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 覆工打ち継ぎ箇所や地山クラックに相当量流出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。

セメントベ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。

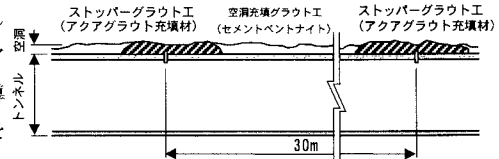


図-1 ストッパーグラウト工

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、セメントベ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の施工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。

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、注入箇所は30 m 間隔、1 断面あたりの本数は天端及び左右 45°

表-1 標準配合(1 m³ 当たり)

セメント	ベントナイト	混和材 (特殊吸水性ポリマー)	水
350 kg	285 kg	8.4 kg	770 kg

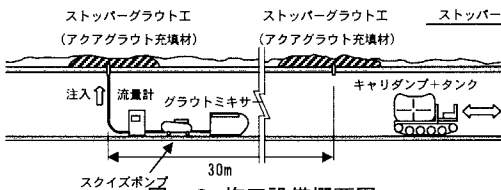


図-2 施工設備概要図

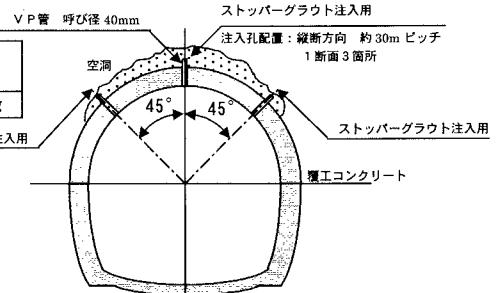


図-3 ストッパーグラウト工標準断面図

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

の3本とした。注入は、トンネル坑外部にプラントを設置し、不整地運搬車（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。

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15 m³毎に供試体を採取し、標準養生で7日と28日の一軸圧縮強度試験を実施し、材令28日の

圧縮強度を管理した。表-2に品質管理値を示す。

(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5 m間隔、1断面あたりの本数は天端に1本とした。注入は坑外プラントより直接圧送し、坑内に設置した中継プラント（2箇所）を経由して行った。

品質管理として、施工日毎に2回、ブリージング試験で管理するとともに15 m³毎に供試体を採取し、標準養生で7日と28日の一軸圧縮強度試験を実施し、材令28日の圧縮強度を管理した。

充填中の施工管理に関しては、注入口元の注入圧力が0.1 N/mm²を超えるか、隣接する注入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。漏出した注入孔からも再注入を行った。

表-3 標準配合（1 m³当たり）

セメント	ベントナイト	水
200 kg	75 kg	900 kg

4. 施工状況

今回の施工は、冬期施工（外気温 2℃）であったが、アクアグラウト充填材の坑外プラントにおけるフロー試験では目標値の180±25 mmが確保され、所定の粘性が得られた。また、坑口付近で製造されたアクアグラウト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、図-4 空洞充填グラウト工標準断面図 覆工コンクリートのクラックより漏水が確認された。これは、覆工裏の溜まり水がアクアグラウトにより押し出されたものと考えられる。この水を観察すると透明で懸濁しておらず、これは、アクアグラウトの水に対する分離抵抗性の高さを示している。

空洞充填グラウト工では、注入孔の口元圧力が0.1 N/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にはなかった。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。

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。

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

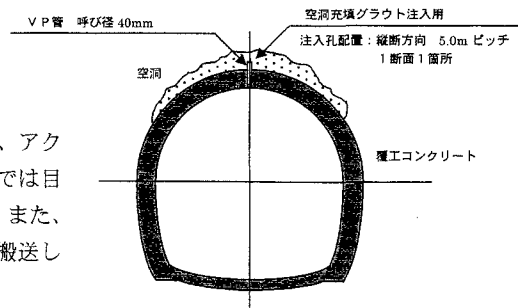


写真-1 アクアグラウト注入状況

参考文献

- 1) 橋、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