

流動勾配の大きいトンネル覆工背面充填材の開発

清水建設株式会社	正会員	○宮瀬文裕
西日本旅客鉄道株式会社	正会員	佐野 力
清水建設株式会社	正会員	根来 博
清水建設株式会社	正会員	西名伸博

1. はじめに

NATM が導入される昭和 50 年代前半以前に建設されたトンネルは、建設当時の施工法等の理由により、天端を中心とした覆工の背面に空洞が存在する場合がある。この空洞は、地震時等にトンネルが崩壊する原因となる懸念がある。したがって、既設トンネルの安全性を向上させるためには、このような空洞を確実に充填することが非常に重要である。

アクアグラウト工法¹⁾は、トンネル覆工背面充填工法として、限定注入性や水に対する材料分離抵抗性が高いことが評価され、開発以来これまでに 40,000m³以上の施工実績がある。今回、覆工背面の天端付近のみに限定して注入する必要があることから、ベントナイト、混和剤の品質および配合を検討し、従来よりも流動勾配を大きくすることによって、更なる限定注入性の改良を行った。なお、改良した充填材を、覆工背面を模擬した型枠内に打設し、限定注入性が向上したことを確認した。

2. 配合および材料の検討

今回の検討では、天端付近のみに限定注入する性能を流動勾配によって評価し、L 型フロー試験 (JSCE-F 514) での目標性能を 1:4 以上とした²⁾。また、実際に打設された充填材が限定注入性を満足することを確認するため、模擬型枠へ打設した場合も 1:4 以上とした。

従来の充填材の流動勾配は 1:6 程度であったため、以下の方針で材料の品質と配合を改良した。

- ① 流動勾配を大きくするために、単位ベントナイト量を増やすとともに³⁾、膨潤率の高い高品質のベントナイトを使用する。

表-1 充填材の配合

単位量 (kg/m ³)				
種類	セメント* ¹	アクアグラウト用 ベントナイト* ²	アクアグラウト用 混和剤* ³	水
改良	360	310	5.0	764
従来	336	250	8.5	793

- * 1 : 普通ポルトランドセメント
 * 2 : 改良と従来では品質が異なる
 * 3 : 改良と従来では品質が異なる

表-2 試験結果

項目	種類	目標値	試験結果	試験方法
流動勾配	改良	1:4 以上	1:1.3	「JSCE-F 514」に準拠
	従来	1:6 以上	1:6.0	
フロー値	改良	150±20mm	143×141	「JIS R 5201」に準拠
	従来	180±25mm	185×180	
ブリーディング率	改良	0.0%	0.0%	「JSCE-F 532」に準拠
	従来		0.0%	
圧縮強度	改良	1.5N/mm ² 以上 (材齢 28 日)	2.5	「JSCE-F 506」、 「JSCE-G 505」に準拠
	従来		2.4	

キーワード：トンネル、空洞充填、限定注入

連絡先：〒105-8007 東京都港区芝浦一丁目 2-3 シーバンス S 館 TEL 03-5441-0186 FAX 03-5441-0512
 〒673-0016 兵庫県明石市松ノ内 2 丁目 3-8 TEL 078-928-0688 FAX 078-928-0690
 〒651-0086 兵庫県神戸市中央区磯上通 4 丁目 1-13 TEL 078-262-8078 FAX 078-262-8079

② アクアグラウト用混和剤を改良し、少量でも流動勾配が大きくなるようにする。

試験の結果選定した配合を表－1に、試験結果を表－2に示す。改良の結果、流動勾配は1:4以上となり、その他の性能も従来と大きな差はなく、充填材としての性能を満足した。

3. 模擬型枠内への打設実験

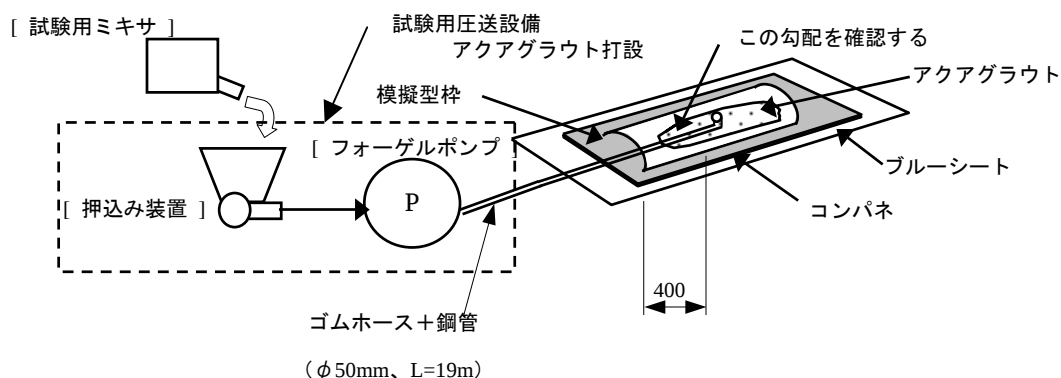
改良した充填材を模擬型枠内へ打設し、充填状況と流動勾配を確認した。実験では、実機プラントと同形式の試験用ミキサと試験用圧送設備を使用し、 $\phi 50\text{mm}$ 、全長 19m のホース（ゴムホース 10m、鋼管 5.5m、ビニールホース 3.5m）で模擬型枠内へ上向きに打設した。模擬型枠底部には、実際の覆工コンクリート背面の凹凸状況を模擬して 300mm ピッチに栈木（高さ 30mm×幅 60mm）を設けた。試験方法を図－1に、L 型フロー試験結果を写真－1に、模擬型枠内の充填状況を写真－2に示す。

充填材のフロー値

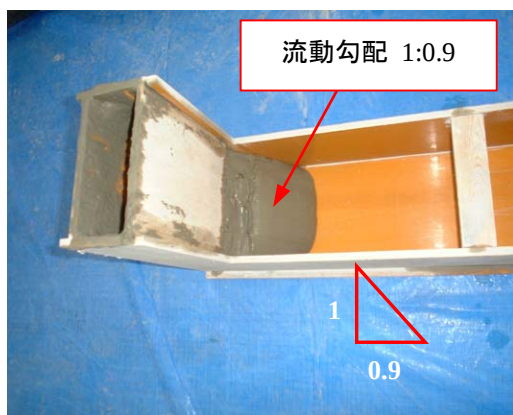
は、148～149mm、流動勾配は1:0.9とそれぞれ目標値を満足した。また、練混ぜ3時間後も、ブリーディングは確認されなかった。

模擬型枠内への打設終了後に型枠を撤去して充填状況を確認した結果、充填材

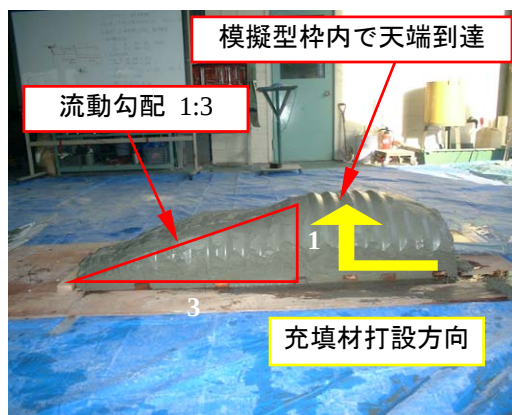
は型枠の天端まで到達しており、流動勾配は1:3と目標値を満足した。圧縮強度も 3.7N/mm^2 と目標値を満足した。また、圧送中にホース内での閉塞はなく、目視で確認した結果、圧送後の充填材の品質にばらつきは見られなかった。



図－1 試験方法



写真－1 L型フロー試験結果



写真－2 模擬型枠内の充填状況

4. まとめ

従来の充填材の配合および材料を検討することにより、限定注入性を更に高めた充填材を開発した。今後は、改良した配合で実機試験を実施し、実施工に適用する予定である。

【参考文献】

- 1) 朝倉俊弘・河野重行・橘大介・宮瀬文裕：既設トンネル覆工背面の新充填工法の開発と実証、地下空間シンポジウム論文・報告集第4巻、pp.251～256、土木学会、1999.1
- 2) 西日本旅客鉄道株式会社：トンネル保守管理の手引き、2002.5
- 3) 橘大介・小西真治・河野重行・空西正夫・増田善彦：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第VI部門、pp.220～221、1998.10