

長距離パイプルーフ鋼管中詰め工へ適用した特殊エアモルタル工法

国土交通省近畿地方整備局

島田 哲博

玉木 秀幸

鹿島建設(株)関西支店

山田 淳一

正会員 田中 啓之

○ 正会員 北原 秀樹

1. はじめに

国道9号京都西立体千代原トンネル本体工事において、地上の道路交通へ影響を与えないことが施工条件として求められ、パイプルーフによる非開削工法（L＝150m：国内最長）を採用している。

従来、パイプルーフ鋼管の中詰め材としてエアモルタルやセメントベントナイトが用いられてきた。しかし、長距離圧送となる場合、エアモルタルに含まれる空気泡の消失に伴う材料分離やセメントベントナイトのブリージングの発生など、品質面における不具合が懸念された。これらの課題を解決するために、実証実験により特殊エアモルタル工法の有効性を確認し、本工事に適用した。

2. 施工概要

(1) 工法概要

本工法は、材料分離抵抗性・経時保持性に優れるベースモルタルと、硬化後の中詰め材（エアモルタル）の連続気泡生成を容易にする特殊起泡剤を用いた新開発の材料及び施工方法である。ベースモルタルと特殊起泡剤を別々に圧送し、打設箇所近傍にて所定の割合で適切に混合することにより（プレフォーム・アフターミキシング工法）、エアモルタルの長距離圧送を可能とした。混合装置は、高品質のエアモルタルを連続製造可能な新開発の小型自動注入制御装置である。本装置は、エアモルタル打設時の空気量、注入圧力、流量などをリアルタイムに計測することにより、エアモルタルの性状を自動制御するものである。

(2) 施工条件

特殊エアモルタルにより延長152mのパイプルーフ鋼管（φ812.8mmと1,016mm）内を充てんする（図-1、表-1）。エアモルタルの要求品質は、①地山相当の圧縮強度（1.0N/mm²以上）、②パイプルーフ鋼管内の確実な充てんの2点が挙げられ、中詰め材料に高い流動性・経時保持性・充てん性が求められた。また、鋼管内にてエアモルタル圧送用配管を設置する必要があるが、狭い場所での作業となるため、配管作業量を減らすことが望まれた。

3. 充てん実験

(1) エアモルタル配合

室内配合試験（流動性、充てん性及び圧縮強度を確認）の結果より、当現場のエアモルタル配合を決定した（表-2）。

(2) 実験概要

パイプルーフ鋼管を模擬したφ300mm塩化ビニル管内（L＝75m）への充てん実験を行った（図-2）。エアモルタルの流量を2000/分に設定し、打設中の充てん状況をφ300mm塩化ビニル管に設置した観測孔（@7.5m）及び透明管（@30.0m）により確認した。加えて、充てん完了後のエアモルタルの性状確認と硬化後の充てん状況も確認した。

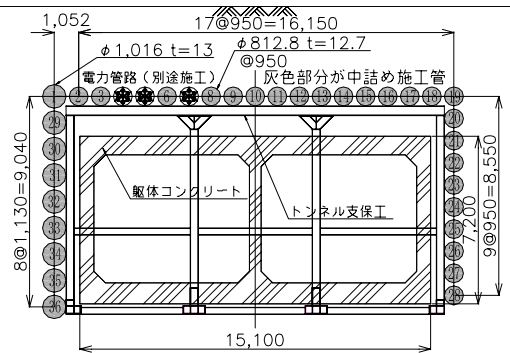


図-1 断面図

表-1 施工数量

鋼管種	長さ (m)	数量 (本)	総延長 (m)	充てん量 (m ³ /本)	総充てん量 (m ³)
φ812.8mm	152	24	3,648	73.9	1,773.6
φ1,016mm	152	9	1,368	116.9	1,052.1

表-2 エアモルタル配合

エアモルタル 理論 湿潤密度 (g/cm ³)	圧縮※ 強度 (N/mm ²)	空気 (%)	気泡量 (%/m ³)	ベースモルタル			
				単位量(kg/m ³)			ベース モルタル量 (%/m ³)
				水	セメント	特殊骨材	
0.556	1.0	68	710	175	299	53	290

※JIS A 313(JIS R 5201)に準拠

キーワード：非開削トンネル，エアモルタル，パイプルーフ工法，鋼管中詰め工，長距離圧送

連絡先：〒615-8085 京都市西京区桂千代原町65 鹿島・鴻池特定建設工事共同企業体 TEL075-383-4660

(3) 実験結果

80A圧送用塩化ビニル管に設置した圧力計よりエアモルタルの圧送圧力が安定していることを確認した(圧送性の確認)。また、エアモルタルの良好な流動性・充てん性を透明管部から目視にて確認した(写真-1)。観測孔1で満管確認後、各観測孔より2分ごとに測定したエアモルタルの管内天端高より、流動先端が先流れすることなく充てんしていくことを確認した(図-3)。

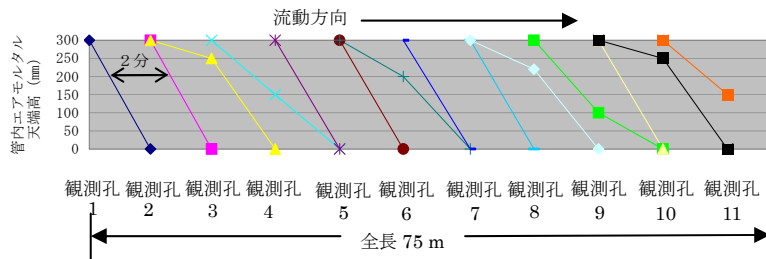


図-3 エアモルタル流動結果
(実線はエアモルタルの天端を示す)

充てん完了後にφ300mm塩化ビニル管の各取出口から採取したエアモルタルのフレッシュ性状を確認した。湿潤密度及びフロー値の両方ともばらつきが小さく、流動による品質変動が少ないことを確認した(表-3)。充てん実験から1週間後にφ300mm塩化ビニル管を10.0m間隔で切断し、硬化後のエアモルタルの充てん状況を確認した(写真-2)。その結果、どの切断面でもφ300mm塩化ビニル管内に品質上問題となる空隙は見られず、隅々まで充てんされていることを確認した。

4. 施工実績

特殊エアモルタル工法の採用により、圧送用配管の仕様を当初計画のガス管(SGP80A×4条)から塩化ビニル管(VP80A×1条+特殊圧抜弁)へ変更し、圧送用配管設置手間の簡略化を図った。特殊圧抜弁は配管内圧の急激な上昇に起因する配管抜けを防止するもので、塩化ビニル管に約20mごとに設置した(図-4)。

実験で有効性を確認したエアモルタルを用いて鋼管中詰め工を行い、以下のように良好な結果を得た。

- ① 自動注入制御装置により、安定した品質のエアモルタルを打設できた。注入圧力は初期圧からの変動が小さく、0.21 MPa～0.27 MPaと安定していた(図-5、φ1,016mmの場合の例)。
- ② 満管時にエア抜きバルブから採取したエアモルタルの性状を確認したところ、湿潤密度・フロー値ともに安定しており、経時及び流動による材料の性状変化は見られなかった。

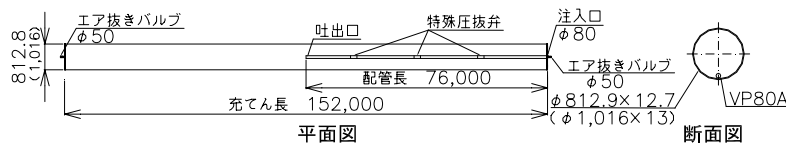


図-4 パイプルーフ内圧送用配管計画図

5. あとがき

今回の特殊エアモルタル工法により、圧送用配管設備の簡略化に加え、高品質のエアモルタルを安定した状態で鋼管内へ充てんすることができた。本工法の適用範囲は広く、同種の充てん施工法の計画や施工検討の一助となれば幸いである。

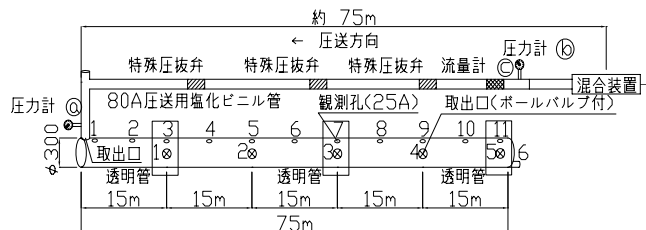


図-2 実験模式図

表-3 試験結果

採取地点	エアモルタル 湿潤密度 (g/cm ³)	フロー値 (mm)
取出口1 (15m)	0.581	180×178
取出口2 (30m)	0.567	174×173
取出口3 (45m)	0.563	179×178
取出口4 (60m)	0.588	181×178
取出口5 (75m)	0.559	178×178
取出口6 (先端部)	0.552	185×182
設計値	0.556	180(目標値)



写真-1



写真-2

充てん状況(透明管部) 硬化後の充てん状況

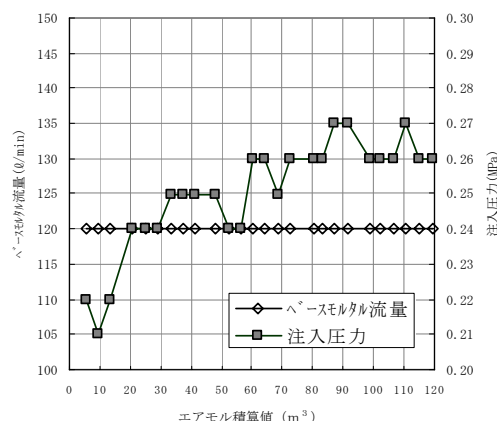


図-5 施工実績例