

III-615

セグメントシール材注入工法の開発（その2）

－注入シール工法の特徴－

旭電化工業 正会員 尾見仁一
 同上 上野時夫
 三井建設 正会員 本間昭
 西武建設 安藤博雄

1. はじめに

シールドトンネルの防水工は、主として一次覆工で止水するのが基本とされ、特にセグメント継ぎ手面での防水工が最も重要である。従来の定形シール工法は、ゴム弾性圧及び水膨張圧を利用してセグメント継手面防水を行っている。この工法は、止水性において優れた性能を発揮しているが、他面、セグメントの組み立て精度の低下（大きな圧縮反力による真円度の低下）、局部的なシール材の脱落、施工過程及び施工後の目開き及び目違いが生じた場合の対応など解決すべき課題がある。大口径、大深度トンネルの開発が進む現在、筆者らは定形シール工法のこれらの課題を解決すべく、止水性の優れた注入シール工法に適した材料の開発を進めてきた。本報では、開発したシール材の材料特性について報告する。

2. 注入シール材の選定

注入シール材に要求される条件としては、①圧送性、充填性に優れていること ②注入後直ちにゴム弾性体となること ③短期及び長期の止水性に優れていることが上げられる。種々の材料を検討した結果主剤と硬化剤とからなる二液タイプの水膨張性ウレタン系化合物が好適であることを見出した。この二液の基本物性を表-1に示す。混合比が等量であるためポンプ圧送時の計量性に優れている。また、構内火災の危険性が非常に小さいものである。

表-1 注入剤の基本物性（測定温度 25℃）

	主 剤	硬化剤	測定法
外 観	透明液体	青色液体	
比 重	1.03 ～ 1.08	1.00～1.10	浮 秤 法
粘 度 cps	1,000～1,400	1 ～ 10	B型粘度計
危険物分類	第4類 第4石油類	非危険物	（ 消防法）
混 合 比	主剤／硬化剤＝1／1（重量比）		
硬化時間	50～70 秒		

3. 材料試験

3-1. 基本物性試験

硬化した注入シール材の基本物性を表-2に示す。硬度が5から10で伸びが100%以上もある非常に弾力性のあるゴム状物質である。圧縮応力は、50%圧縮時に1.6 kgf/cm²と低く通常の定形シール材に比較すれば柔らかくて圧縮反力によるセグメント組み立て精度の低下の問題は発生しない応力である。また、モルタルとの接着性は、3 kgf/cm²であり、通常の定形シール材の接着剤に遜色無い。

表-2 注入シール材の基本物性（測定温度 25℃）

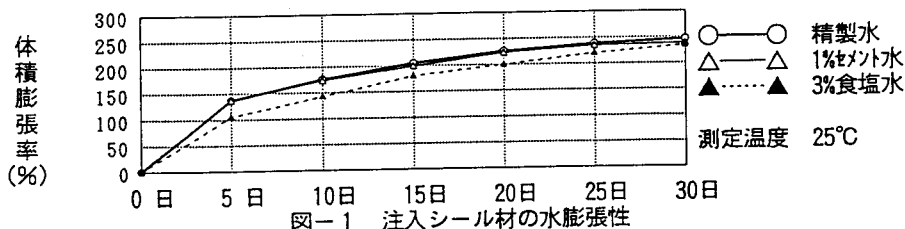
	注入シール材	測定法
外 観	ゴム弾性体	
比 重	1.00～1.08	水浸漬法
硬度(JIS A)	5～10	JIS K 6301
50% 圧縮応力	1.6 kgf/cm ²	JIS K 6301
接着性(モルタル)	3 kgf/cm ²	JIS A 5758
伸 び	100 %以上	JIS A 5758
燃焼性	直火で着火せず。	

さらにこのシール材は、燃焼性がなくトンネル内の防災上好適である。

3-2. 水膨張性試験

注入シール材の水膨張性を試験した。試験体は主剤と硬化剤を耐圧ホース（20mmφ）の中にポンプで注入して硬化したものを使用した。水膨張性の測定は、試験水の中に試験体を浸漬し経時的に重量変化を測定し比重法により体積膨張率を求めた。試験水は①精製水 ②1%セメント水 ③3%食塩水の3種である。その結果を図-1のグラフに示す。精製水と1%セメント水中では、ほぼ同等の水膨張性を示し、30日で約

250%（もと
の体積の
3.5倍）の膨
張率をもっ
ている。3%食
塩水の場合は



前者より若干の膨張性の遅れが認められるが、30日ではほぼ同等の値となった。この水膨張性は、通常の定形シール材の膨張率と同等以上であり、止水材としては好適である。

3-3. 止水性試験

注入シール材の止水性能を試験した。試験装置は図-2に示す円形の鉄製フランジを用いた。溝の形状を図-3に示す。主剤と硬化剤をスタックミキサー付きのポンプで混合・圧送し、注入孔より溝内に注入した。吐出孔はエア抜きを兼ね、混合液が吐出した時点でコックを閉じた。次いで、加圧水注入孔より通水

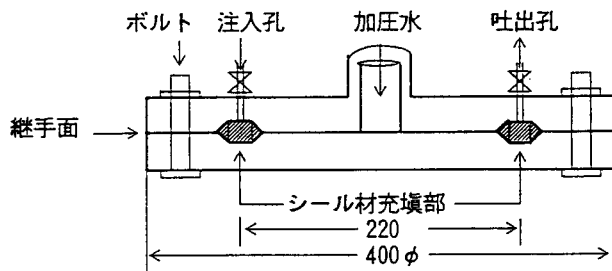


図-2 試験装置

を開始し、継手面からの漏水の有無を観察した。加圧は1kgf/cm²より徐々に昇圧し漏水の無いことを確認しつつ最大20kgf/cm²まで行った。20kgf/cm²の時点で漏水の無いことが確認出来た。次にこの試験装置を水圧20kgf/cm²を保ったまま放置し、長期耐水性を試験した。その結果、12ヶ月後でも漏水の無いことが確認出来た。

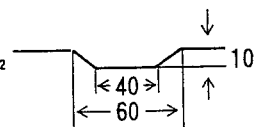


図-3 溝形状

4. まとめ

シールドトンネルの防水工としての注入シール工法に適した注入剤を検討した結果、主剤と硬化剤からなる二液タイプの水膨張性ウレタン系化合物が見い出された。このものは、低粘度で、注入性に優れている。硬化物はゴム弾性体であり、水膨張性に優れている。止水性能は注入後の短期に於いて20kgf/cm²の耐水圧を示し、さらに12ヶ月後の長期放置後でも20kgf/cm²の耐水圧を保持していた。この注入シール工法は、定形シール工法の抱えている課題を解決出来るものと考えられる。