セグメント切開き部に使用する止水材の止水性確認試験

首都高速道路㈱　神奈川建設局　正会員　落合　栄司
㈱大林組　生産技術本部　正会員　○富井　孝喜
㈱大林組　技術研究所　正会員　川西　貴士
茶谷産業㈱　東京支店　正会員　高橋　光一

１．はじめに

最近の地下に建設される都市高速道路や地下鉄などは、シールド工法での大深度化に伴い、高速道路の出入口、分岐合流部や地下駅などの建設ではシールドトンネルのセグメントを高水圧下で切開き、他の構造物と接続しなければならない。その場合、鋼製セグメントと鉄筋コンクリート躯体の複合構造となり、その止水性確保が課題となる。漏水経路は、図-1に示すように、セグメントの外側主シール材の外周部隙間からの経路①および主シールと副シールとの間の隙間からの経路②が考えられる。対策として、これらの隙間に発泡ウレタン系止水材等を注入しているのが現状であるが、長期的に確実な止水には至っていない。そこで、本報告では、セグメント切り開き部の止水性の評価手法の立案および止水性能を比較検討することで各種注入材の、止水性を検証するものである。

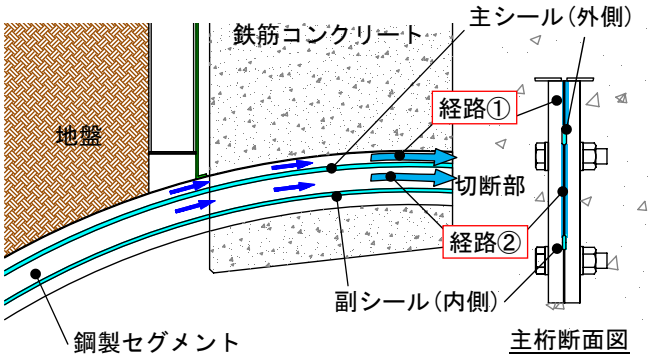


図-1 切開き部の浸入経路

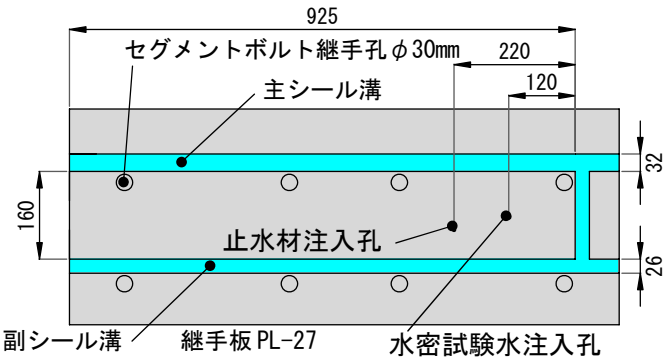


図-2 実験に用いた供試体

２．各種注入材の充填性および止水性

２．１　実験方法および使用材料

注入材の止水性確認試験に用いる供試体を図-2 に示す。供試体の形状やボルト位置は実際のセグメントの主桁を模擬して加工した。図-3 に供試体の組立状況を示す。供試体に設けたシール溝に水膨張シール材を設置し、2 枚の主桁をボルトで締結した。継手部の目開き量は 1mm とした。図-4 に止水性確認試験実施概要を示す。予め端部をエポキシコーティングし、水を継手間に充填した。その後、止水材注入孔から、表-1 に示す各種止水材を注入したが、端部のコーティングに一部孔を設け排水できるようにし、止水材が噴出した時点で穴を閉塞した。止水材は 24 時間養生した後に、水密試験水注入孔より、設計水圧である 0.65Mpa を 6 時間一定でかけた。この時、端部のコーティングは撤去しておき、その端部からの漏水の有無を確認した。

図-3 供試体の組立状況

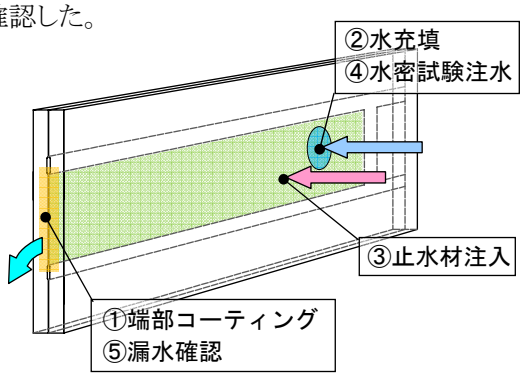


図-4 止水性確認試験手順

キーワード　シールドトンネル、セグメント、切開き、止水材
連絡先　〒108-8502　東京都港区港南 2-15-2 品川ｲﾝﾀｰｼﾃｨ B 棟　㈱大林組　生産技術本部　技術第一部　ＴＥＬ03-5769-1322

２．２　試験結果および考察

表-2 に、止水性確認試験結果、図-5 に充填状況(□10mm)を示す。ウレタン系止水材において、発泡倍率の大きいものほど気泡径および気泡間の間隔も小さくなる傾向が確認できた。発泡するタイプは、気泡が全体に分布するため、水圧によって気泡間の壁が破壊され、気泡が連続することで水みちが形成されたと考えられる(アクリル板での目視観察も実施)。このことから、発泡倍率が小さい材料は大きい材料に比較して、漏水する供試体数が減少すること、漏水発生時間が長くなると考えられる。無発泡のタイプは、極少量の気泡は確認できたが連続することがないため漏水は生じなかった。 このことから、ウレタン系止水材では、発泡倍率が大きいものの水密性が低いことが確認できた。また、体積変化がないアクリル系止水材では漏水し、エポキシ系止水材では止水効果が確認できた。アクリル系は材質が柔らかく、接着強度も低いため、水圧によって変形することで水みちが形成されていると考えられる。

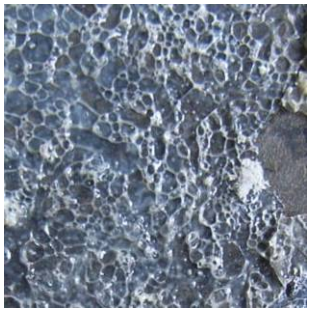
表-1　使用材料

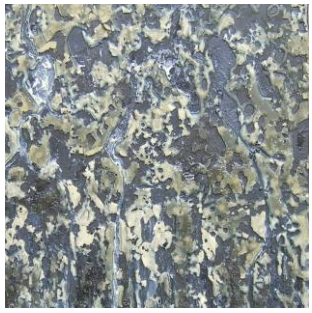
No.	樹脂材質	種　別	基本物性	
			発泡倍率	乾燥収縮
①	ウレタン系	疎水性	30～50	無
②			8～14	無
③			1.0～1.5	無
④			無発泡	無
⑤		親水性	1.1～1.5	有
⑥	アクリル系	―	無	有
⑦	エポキシ系	湿潤面用	無	無

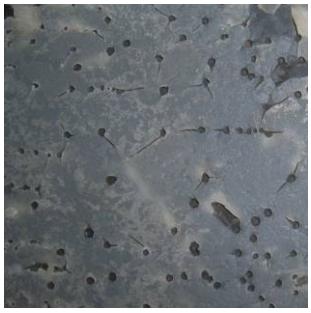
表-2　止水性確認試験結果

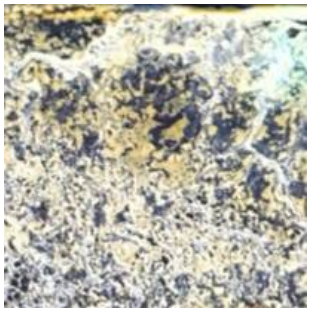
止水材種別	ウレタン系　（下欄は性質、発泡倍率）					⑥アクリル系	⑦エポキシ系（湿潤面用）
	①疎水性 30～50	②疎水性 8～14	③疎水性 1～1.5	④疎水性 無発泡	⑤親水性 1.1～1.5		
1	漏水あり 注水後 30 分	漏水あり 注水後 30 分	漏水あり 注水後 3 時間	漏水なし	漏水あり 注水 30 分	漏水あり 注水後 30 分	漏水なし
2	漏水あり 注水後 30 分	漏水あり 注水後 30 分	漏水なし	漏水なし	漏水あり 注水後 3 時間	漏水あり 注水後 30 分	漏水なし
3	漏水なし	漏水なし	漏水なし	漏水なし	漏水なし	漏水あり 注水後 30 分	漏水なし

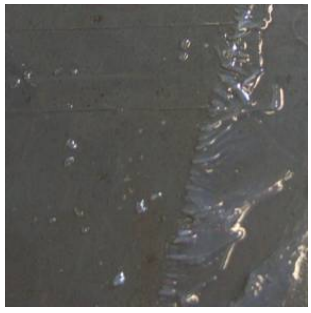
①疎水性ウレタン(30～50)


②疎水性ウレタン(8～14)


③疎水性ウレタン(1～1.5)


④疎水性ウレタン(無発泡)


⑤親水性ウレタン


⑥アクリル系

⑦エポキシ系

図-5　水密性確認試験結果および注入材の充填状況(□10mm)

３．まとめ

今回の止水性確認試験の結果から、セグメント切開き部に使用する止水材は無発泡のウレタン系またはエポキシ系が適しているといえる。今後は、より長い時間での評価、セグメント切開き時に発生する切断熱および変形による止水性の確認を実施する予定である。本稿がセグメント切開き構造の止水性向上の参考になれば幸いである。