

VI-195

注入シール工法によるセグメントシール工の施工

三井建設 正会員 石田喜久雄
西武建設 村上 茂
旭電化工業 高橋 亮
都築コンクリート工業 正会員 本田 和之
トシマ建設工業 忍滑谷宏幸

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ことが基本とされ、特にセグメント継手面での防水工（セグメントシール工）が最も重要と考えられている。現在、セグメントシール工には定形シール材が使用されているが、セグメント組立精度の低下、コーナ部のシール材密着不良による漏水などが課題となっている。このような状況の中、高水圧下においても長期にわたり無漏水状態を維持できるセグメントシール工として開発したのが注入シール工法である¹⁾。今回、東京都多摩地区のシールド工事の一部区間で、注入シール工法によるセグメントシール工を実施した。本報告は、注入シール工法の施工結果について報告するものである。

2. 工事概要

本工事は、外径 ϕ 5,840mmの泥土圧シールドにより路線延長1,190mのトンネルを築造するもので、セグメントはRC（外径 ϕ 5,700mm、厚さ250mm、幅1,000mm）が主体である。このうち、直線部30リング（30m）を注入シール工法で施工した。注入シール工法施工区間の地層は図-1に示すような地下水の豊富な武蔵野砂礫層である。

3. 注入シール工法

注入シール工法は、図-2に示すように、シールドテール部に組み立てたセグメントのシール溝に、シール材をポンプで注入し、連続したシール体により継手面を止水するものである。セグメントには、注入用のシール溝、注入孔、エア抜き用の確認孔並びにシール溝を確保するための目詰めシール材が予め設置されている。

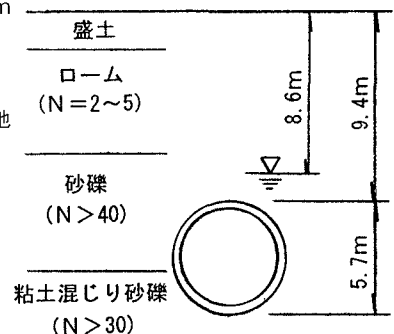


図-1 トンネル断面地層図

注入シール材は、主材と硬化材を等量混合する二液タイプの水膨張性ウレタン系化合物であり、注入時点では低粘度のためポンプ圧送性に優れ、二液混合後急速にゴム弾性体となる材料である。硬化時間は、シール材の注入量に応じて1～3分に調整可能である。硬化したシール材の基本物性を定形シール材（加硫ゴム系水膨張性シール）と併せて表-1に示す。

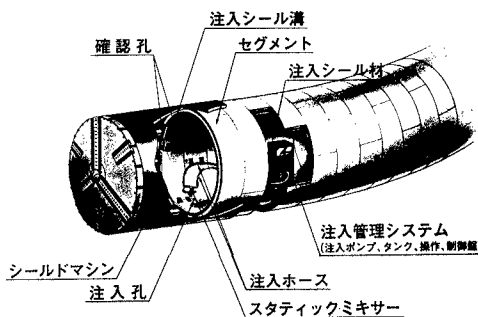
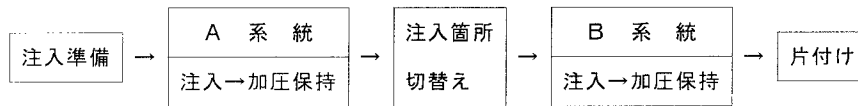


図-2 注入シール工法の概要

表-1 シール材の物性比較 (測定温度：25℃)

	注入シール材	定形シール材	摘要
外観	ゴム弾性体	ゴム弾性体	
比重	1.00～1.08	1.25±0.1	JIS K6350
硬度 Hs (JIS A)	5～10	45±5	JIS K6301
接着力 (MPa)	3.0kgf/cm ²	—	JIS A5758
伸び	550%以上	500%以上	JIS K6301
水膨張性	3倍	3倍	体積膨張倍率
燃焼性	直火で着火せず	直火で着火	

注入シール工は、セグメントリング間のシール溝に設けた注入孔から、6ℓ／分の注入量でシール材を2系統（A、B）に分けて注入した。施工順序を図－3に示す。



図－3 施工順序

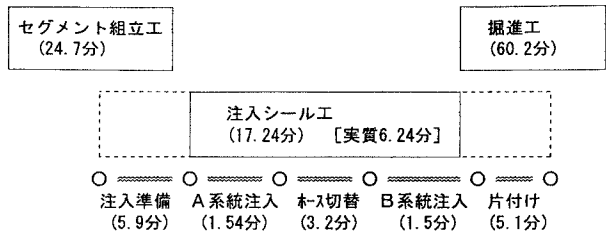
4. 施工結果

4. 1 注入シール工

注入シール工は、シール溝からのシール材漏洩を生じることなく、スムーズに施工できた。注入量は、計画量より平均で11%多い結果となったが、これは、目詰めシール材の加圧による変形や継手面の目開き量などが影響しているものと考えられる。

4. 2 施工サイクル

図－4は、作業に慣れた後半10リングの平均サイクルタイムを示したものである。セグメント組立工は、ピース毎に目詰めシール材の状態を確認し、とくに最終挿入となるKセグメントは慎重に施工したが、通常の施工サイクルと比較して組立時間に有意な差異は認められなかった。注入シール工の施工時間は17.24分であったが、この内、シールド工と並行して注入準備や片付け作業が行えたため、実質6.24分であった。さらに、掘進中に注入シール工を施工することにより、施工サイクルの短縮が可能である。



図－4 平均施工サイクル



写真－1 トンネル施工状況

4. 3 セグメント組立精度

セグメントの組立精度を評価するため、注入シール工施工区間とこの前後10リングの定形シール工施工区間において、水平方向の真円度を測定した。その結果、両区間とも外側に横潰れの傾向を示し、変位量は定形シール工施工区間が平均8.6mmであるのに対し、注入シール工施工区間が2.2mm少ない平均6.4mmであった。これより、注入シール工法は、セグメントの組立に及ぼす影響が少なく、高い真円度を確保できることが検証された。

4. 4 継手面の止水性

注入シール工施工区間では、施工中および施工完了後3ヶ月にわたり継手部分を測定・観察したが、漏水は皆無であった（写真－1参照）。ただし、本工事箇所の作用水圧が比較的低いこと、また、定形シール材を用いた通常の区間からの漏水も認められなかったことから、注入シール工法による止水性の高さを十分実証するには至らなかった。

5. おわりに

今回、実工事での注入シール工法によるセグメントシール工の実施により、施工サイクルや注入に関するデータの収集、および施工性、覆工品質などの確認を行うことができた。今後は、本工事により得られたデータをもとに、当初からの目的である高水圧下での施工に向け、本工法の適用拡大を図っていく予定である。

〔参考文献〕

1)河村他；セグメントシール材注入工法の開発(その1～5)、土木学会第49回年次学術講演会、III部門、1994.9.