

VI-40 超高水圧用テールシールの開発実験

鉄建建設株式会社 正会員 山村康夫
 鉄建建設株式会社 正会員 小室好孝
 鉄建建設株式会社 正会員 前川昭礼
 鉄建建設株式会社 飯島正和

1. はじめに

近年、都市トンネルは地下空間の有効利用から深度化の傾向をたどっており、高水圧下でも安全に施工できるテールシールの開発が要求されている現状である。今回、シールド工法におけるテールシールの高水圧対策として、新開発のブラシパッキンと充填材を用いて最大20kgf/cm²までの耐水圧実験を実施したのでその一部について報告する。

2. 高水圧テールシールシステムの概要

本システムは、シールドテール部に高剛性ワイヤーブラシ型テールパッキンを4段取り付け、ブラシで仕切られた各室に特殊充填材を注入し、内部圧力を水圧と均衡させることにより、20kgf/cm²の高水圧に対応するものであり、その技術的ポイントは図-1に示すとおりである。ブラシパッキンの構造については、これまでに開発を進めてきた耐水圧10kgf/cm²用のものに改良を加え、剛性を上げた特殊な構造のものを使用した。充填材の配合については、高水圧下でも流動性、圧力保持性の高いものを試作し、適合性を調査するため、基礎実験を実施した。

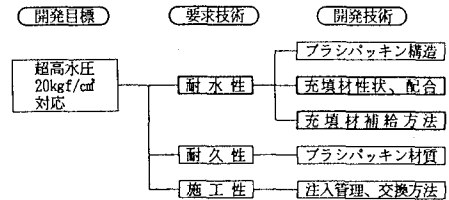


図-1 システムの技術的ポイント

3. 充填材の適合性に関する基礎実験

本テールシールに期待する良好な充填材とは、撥水性が高く、高水圧下で長時間放置しても止水能力が低下しないものである。

そこで、図-2に示す耐水圧試験機を用いて充填材の200時間連続加圧試験を行い、試験機内部の圧力変化と試験後の試料中に含まれる水分量を測定した。

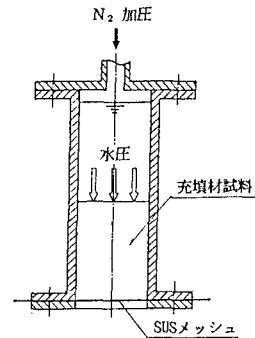


図-2 耐水圧試験機

この結果、時間が経過するほど圧力保持性が良くなり、水分の浸透もごく微量であり、高水圧用として最適な止水性を備えていることが判明した。

4. 模擬実験装置による耐水圧実験

4-1. 実験概要

ブラシパッキンおよび充填材の性能確認と充填材の補給方法を検討するため、図-3の模擬実験装置を使用し、表-1の実験条件で、耐水圧実験を実施した。

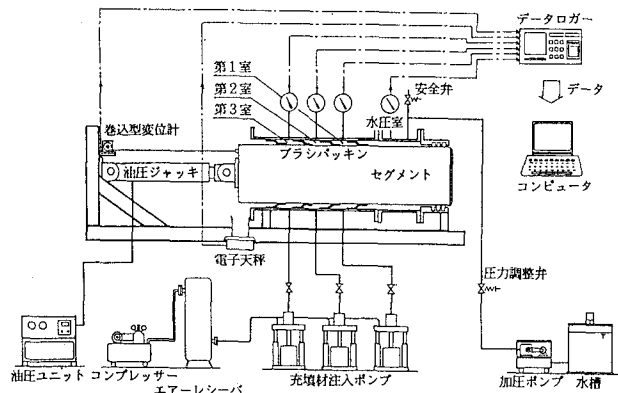


図-3 模擬実験装置

実験方法は、実験機スキンプレート内周に取り付けたブラシパッキン4段に、初充填（手塗り）用充填材を塗布し、セグメントを挿入、ブラシ間3室に補給（ポンプ圧送）用充填材を注入し、セグメント静止状態で水圧を10kgf/cm²から2kgf/cm²ずつ最大20kgf/cm²まで上げて行き、各圧力におけるブラシ間の内圧変化およびテール部からの漏水量を1分毎に計測した。

つぎに、水圧20kgf/cm²の状態でセグメントを速度30mm/minで500mm推進させ、ストローク10mm毎に同様の計測を行なった。

また、実験後にスキンプレート内部状況を観察するとともに、充填材試料を採取し、性状変化を調べた。

4-2. 実験結果

図-4はセグメント静止状態における圧力と漏水量の関係を示したものである。実験中、各室の圧力差は0.5kgf/cm²程度あったが、充填材を補給し各室の圧力差を少なくすると、昇圧時ににじむ程度あった漏水をほぼ完全に止水した。

図-5は推進状態における圧力とストロークの関係を示したものである。推進中、第3室の圧力がしだいに降下して、ストローク350mmで第2室との圧力差が1.0kgf/cm²以上になり微量の漏水が生じたので、充填材を補給したところ完全に止水した。

以上の結果より、下記の事項が判明した。

- (1) 水圧上昇にともなって充填材を補給し、ブラシ間各室を水圧と近似した圧力に保持することにより、耐水圧20kgf/cm²において安定した止水性能を確保できる。
- (2) セグメント推進にともなって充填材が流動し、ブラシ間圧力が徐々に低下してくるが、充填材を補給し各室圧力を保持することにより、推進中においても安定した止水性能を確保できる。
- (3) ブラシパッキン内に注入した充填材が、和紙状の強固な膜に変化し、止水壁が形成され高い圧力保持効果を生んでいる。
- (4) セグメント接触部分で、圧縮された充填材が高密度な細目構造に変化し、不透水性を有している。

5. おわりに

今回の実験により、本テールシールシステムは、ブラシパッキンと充填材およびその補給方法による相乗効果で、高水圧下での十分な耐水性を有することが確認された。

今後は、耐久性、施工性等の面でさらに検討を進め、本システムの実用化を図っていく予定である。

なお、本実験に参加ご協力を頂いた㈱日本礦油に感謝の意を表す。

表-1 実験条件

加 圧 力	清水圧：最大20kgf/cm ²
スキンプレート	内径：φ950 mm
推 進 速 度	毎分 30mm
セグメント	鋼 製
	外径：φ816 mm、長さ：3,300 mm
	目開き：10mm×深さ 6mm
	目違い：深さ 6mm
クリアランス	上部：5mm、下部：45mm
ブラシパッキン	ワイヤーブラシ型（4段）
充 填 材	初充填（手塗り）用：ちょう度 160
	補給（ポンプ圧送）用：ちょう度 250

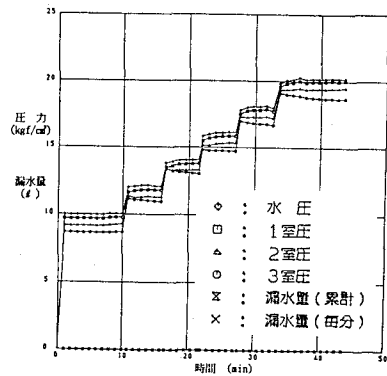


図-4 圧力と漏水量の関係
（セグメント静止時）

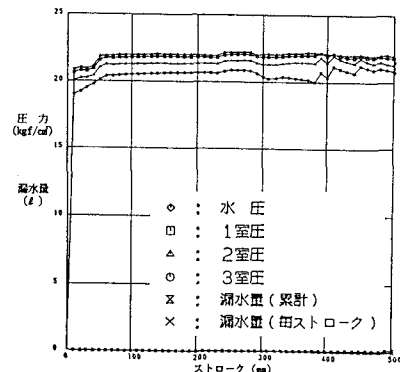


図-5 圧力と漏水量の関係
（セグメント推進時）