

### 高水圧対応シール材の研究

西松建設(株)	正会員	○小林 正典
西松建設(株)	正会員	大江 郁夫
シーアイ化成(株)		増田 祐一
シーアイ化成(株)		真鍋 孝次

#### 1. はじめに

都市部で実績の多いシールドトンネルの覆工材であるセグメントの止水は、主にシール材で行われている。近年、土被りが大きく作用水圧の高い山岳部でのトンネルでも、TBM で掘削し、セグメントで覆工するトンネル工事が計画されており、高水圧対応シール材の研究開発が必要となってきた。

著者らは、高水圧に対応するため、バックアップ材を適用したシール材の止水性能に関する適用試験を実施し、良好な結果を得られたので、ここに報告する。

#### 2. 技術の概要

高水圧作用時、シール材の坑内側へのはみ出し、破損を防止するため、バックアップ材を使用する構造のシール材である。また、シール材ゴムの応力緩和を補填するため、水膨張性ゴムを配置する(図-1 参照)。

シール材の圧縮試験、応力緩和試験より材料特性を把握し、耐水圧試験により止水性能を確認し、高水圧対応シール材の実用化を図る。

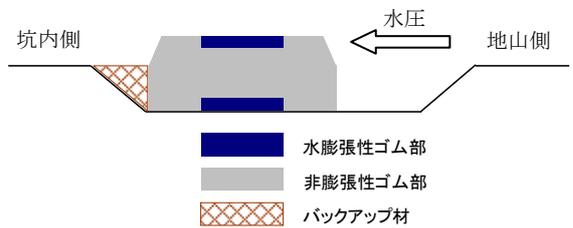


図-1 高水圧シール材構造概要図

#### 3. シール材の構造概要

実験に用いたシール材の設計条件は次のとおりである。

- ・水圧(長期) : 3.85MPa
- ・目開き : 1mm (CASE①), 2mm (CASE②)
- ・目違い : 2mm
- ・ガスケット係数 : 0.6

上記設計条件で設計したシール材構造図を図-2 に示す。

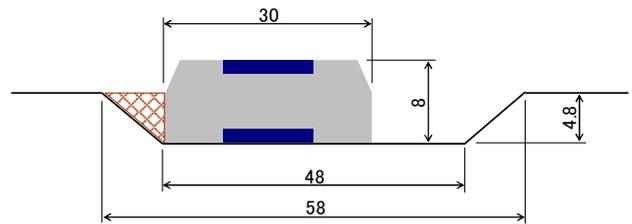


図-2 シール材構造図 (CASE①)

#### 4. シール材の性能確認試験

##### (1) 圧縮試験

セグメント組立性の確認のため、圧縮試験によりシール材の圧縮反力を把握する。

##### ① 試験方法

試験片(長さ 20cm)を試験機にセット後、試験片に圧縮と除荷を2回連続して行う。3回目に行う圧縮を初期載荷とし、目開き量 0mm 到達後、30 秒経過時の荷重をこの試験片の圧縮荷重とする。

圧縮力は次式により算出する。

$$\text{圧縮力(N/mm)} = P / L$$

ここに、P : 3 回目目開き量 0mm 到達後 30 秒経過後の荷重

L : 試験片の長さ

##### ② 試験結果 (3 供試体の圧縮力平均値)

- ・CASE① (目開き 1mm 対応のシール材) : 104N/mm
- ・CASE② (目開き 2mm 対応のシール材) : 129N/mm



写真-1 圧縮試験状況

キーワード シールドトンネル, セグメント, シール材, 高水圧

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門 1-20-10 西松建設(株) 技術研究所 技術研究部 TEL 03-3502-0273

(2) 応力緩和試験

シール材の長期止水性維持のためには界面応力の低下率が小さいことが重要であり、応力緩和試験によりシール材の応力緩和特性を把握する。

① 試験方法

試験片を試験治具に貼付け、養生後、スペーサを用い設計目開き量の状態に治具の組立を行う。治具をセット後、圧力変換器によりシール材の界面応力の測定を行う。

② 試験結果

図-3 に応力緩和試験結果を示す。時間経過に伴うシール材の界面応力の低下に特に問題はないと考える。



写真-2 応力緩和試験状況

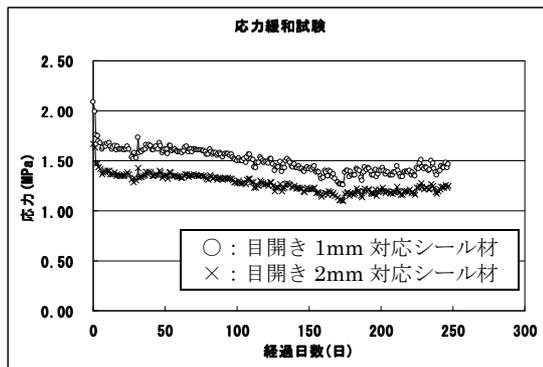


図-3 応力緩和試験結果

(3) 耐水圧試験

シール材の施工時想定（短期）、供用時想定（長期）における止水性を確認するため、耐水圧試験によりシール材の止水特性を把握する。

① 試験方法

試験片を試験治具に貼付け、養生後、スペーサを用い設計目開き量の状態に治具の組立を行う。治具をセット後、通水しエア抜き後、加圧を行う。

なお、加圧ピッチは0.1MPa、加圧保持時間は3分とし、各段階での漏水の有無を確認する。施工時想定（短期）の耐水圧試験では、設計水圧3.85MPaを即時止水できることを確認する。

供用時想定（長期）の耐水圧試験では、上記施工時想定試験の終了後、設計水圧を保持し、定圧試験を行う。設計水圧を長期間止水できることを確認する。

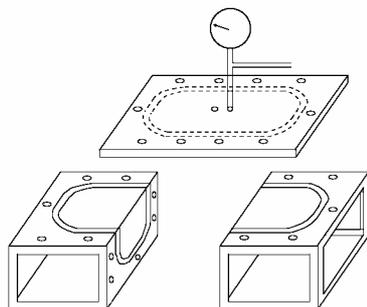


図-4 耐水圧試験治具概念図



写真-3 耐水圧試験供試体



写真-4 耐水圧試験状況

② 試験結果

施工時想定（短期）、供用時想定（長期）の耐水圧試験において、設計水圧が保持され、漏水が無く、シール材の止水性に問題が無いことを確認した。

5. まとめ

試験結果より、シール材の圧縮特性、応力緩和特性、高水圧作用時の止水性能が確認された。高水圧が作用する場合、バックアップ材がシール材の坑内側へのはみ出し、破損を防止するのに有効であることを検証した。今回の試験結果を、今後のシール材の設計、セグメント組立時の検討等に反映させる予定である。