

電電公社 建設技術開発室 正員 石田和夫

正員 山田敏夫

### 1.はじめに

一般シールド工法において、テールシールは、機械のテール部スキンプレートとセグメントとの間隙をシールし、土砂、水の侵入及び裏土注入後の漏洩等を防止する重要な部分である。しかし限定圧気式シールド工法においては、この他に常に刃間に所定の圧気压を維持しなければならないため、圧縮空気の侵入を防止する必要がある。現在の一般シールド工法に使用しているテールシールの大部分は、施工途中で破壊されたりして止水不可能となる場合が多く、水密性の面でさえ機能を満足出来ない状況である。本報告は、これらの中情を踏えて水密性、気密性の両機能を満足するテールシールとして、新たに開発したリリッドゴム製分割カセット型テールシール（写真-1参照）の検討結果と使用結果について報告するものである。

### 2.ゴム材料の選択とテールシール形状

ゴムの材質としては、テールシールとしての機能条件に必要な圧縮残留歪特性、反発弾性特性なら耐油性等のゴムの諸物理性から判断して、ニトリルゴム（NBR）及びクロロプロレン（CR）が最適であると考えられる。レザレゴム系材料においては、一般に一定応力下では、時間経過とともにクリア現象を起こし、一定変位下では、応力緩和現象を起こす等の独特の物理特性を有しており、ゴムの単体を単純圧縮の条件下で使用した場合には、小さな圧縮率でも長期間使用にともない戻り現象を生ずる。したがってテールシールとしてゴム系材料を使用する場合には、このようなゴムの物理特性の限界を補う方法が必要となり、本例では、反発力を曲げた力等によって発生させ材料自体に作用する圧縮力を軽減させることにより、テールシールとしての弹性力を維持させるため、形状は、中空断面のリブ構造とした。また種類としては、製造の難易度を含めて種々検討して図-1の4タイプ（A、B、C、D型）のテストピースを試作し、各種試験を実施した。

### 3.室内実験

#### (1) 実験概要

ゴムのリブ構造としての最適形状を決定するため、A～D型のテストピース（長さ10cm又は40cm）を用いて圧縮変形特性、圧縮残留歪特性、応力緩和特性、シール効果特性について室内実験を行ない比較検討を行った。以下に圧縮変形特性及びシール効果特性の試験結果を中心的に、室内実験の結果概要を紹介する。

#### (2) 実験結果

室内実験における圧縮変形特性試験結果は、図-2の通り

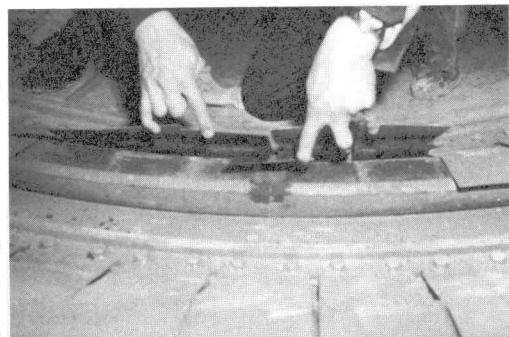


写真-1. ソリッドゴム製分割

カセット型テールシール

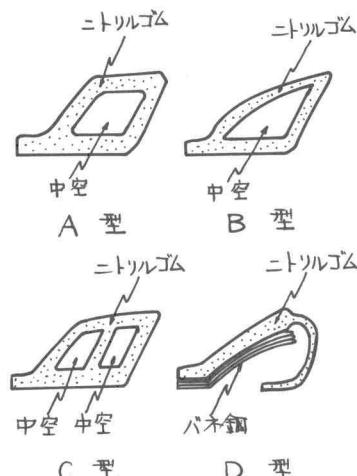


図-1. テストピースの形状

A型サモットも優れており、低圧縮率においてもシール効果に十分な単位接触圧を得ることができる。またシール効果特性試験結果は、図-3の通りであり圧気圧05%～30%におけるシール効果もA型が良好な傾向を示した。なおその他の実験を含めたテールシールとしての基本特性に関する総合評価は、表-1の通りであり、形状としては、A型を採用することとした。

### (3) シールド機への取付に関する検討

シールドテール部のクリアランスは、一般に片側20～30%程度であるが、この値は推進中一定でない（セグメントは、実際にはシールドテールの中心部に真円に組立てられるものではないこと、及びシールド機械とセグメントのセリ合い状態は、推進に伴ない変化すること）ため、テールシールの圧縮される範囲（圧縮率）も非常に大きいものとなる。したがって室内実験の結果を踏まえてテールシールの圧縮量を緩和させることにより、軽量化（圧縮・残留歪、応力緩和）を軽減させるため、シールド機械のスキンプレート端部、及びテール部にガラス上部板を取り付けテールシールの保護を図った。またセグメントとの接觸面には、摩擦を軽減することにより、テールシールの耐久性を向上させたためプロテクター（バネ鋼）を装着した。さらにテール部末端にダストシールとして、バネ鋼製のL型シールを装着した。

### 4. 使用結果

電電公社筑波建設技術開発センターにおける実験工事（推進長90m、圧気圧力10～15%）及び東京都下における、とう直建設工事（推進長267m、圧気圧力10%程度）の限定圧気式シールド機械に装着し気密特性等の調査をあこなった。その結果は、次の通りである。

①圧気圧10～15%におけるテールシールからの漏気量は、全推進区間を通して30～50%程度であり、切羽の圧気保持に支障となるような漏気、及び漏水は見られず良好なシール効果を示した。なお漏気箇所は、セグメント組立時に十分配慮してもセグメントピース間に生ずる微少の段差、及びセグメント溶接箇所の凹凸部等であった。

②東京都下の実際の推進工事においては、気密性、水密性はきわめて良好であるがテールシールとダストシールの間に少量の裏込材が侵入したものの、問題なく施工することができた。しかし裏込注入にあひては、瞬間に高圧注入圧が発生する場合もあり、今後特に裏込材の流入防止に対するダストシールの検討が必要であろう。

### 5. あとかき

シリコンドゴム製分割カセット型テールシールは、上記の通り圧気圧10～15%、曲半径75mの比較的厳しい条件下の限定圧気式シールド工法の推進実験、及び実際工事において良好な結果が得られ十分実用に供し得ることを確認することができた。

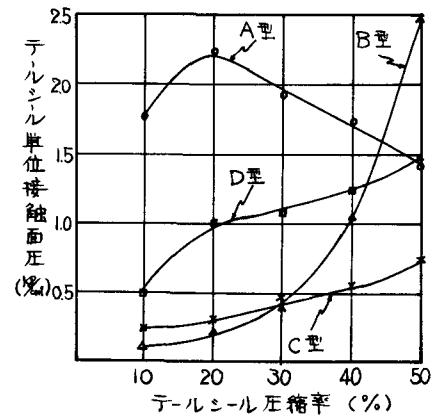


図-2. 圧縮変形特性

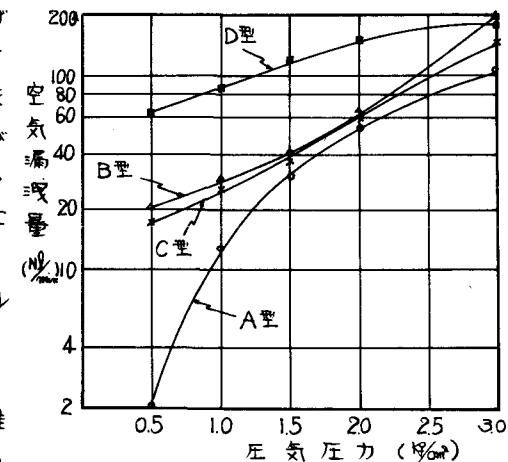


図-3. シール効果特性

主な実験はセグメントとの接觸面にプロテクター（厚さ116%、厚さ0.6%のバネ鋼）を装着し実施したものである。

表-1. 総合評価表

型式	圧縮変形	圧縮残留歪	応力緩和	シール効果	総合評価
A	◎	△	△	◎	◎
B	×	×	△	△	×
C	○	△	△	○	○
D	△	○	◎	×	△