

**VII-92 推進工法用鉄筋コンクリート管のゴム輪における止水設計手法（その1）  
－止水ゴム輪の基本性能の確認－**

東電設計(株) 正会員 松村 康博 正会員 鹿子木 清  
東京電力(株) 正会員 広中 了

## 1. はじめに

現在、推進工法用鉄筋コンクリート管（以下、標準推進管と称す）縫手部の止水性能については、（社）日本下水道協会規格により0.1MPaが保証されているが、安全率に対する考え方等、止水設計手法が明確ではない。この止水性能を的確に評価する止水設計式が確立されると、標準推進管の適用範囲が拡大され、コストダウンの可能性がある。

本研究は、標準推進管の止水設計手法確立における止水ゴム輪の基本性能の確認を目的として各種要素試験を実施したので、その結果を報告するものである。

## 2. 標準推進管の概要

標準推進管継手部の詳細図および止水ゴム輪の形状を図-1～3に示す。本研究では止水ゴム輪のうち、電力用管路工事で一般的に用いられる内径1,000～1,650mmの推進管に対応した高さ15mm（ $\phi$ 800～ $\phi$ 1,200）および20mm（ $\phi$ 1,350～ $\phi$ 2,200）の止水ゴム輪を供試体として各種要素試験を実施した。

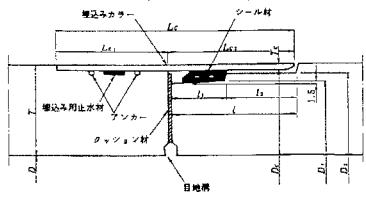


図-1 推進管継手部詳細図

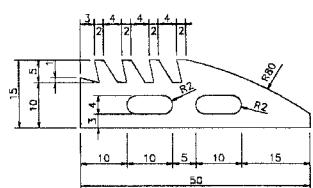


図-2 止水ゴム輪 ( $\phi$  800~ $\phi$  1,200)

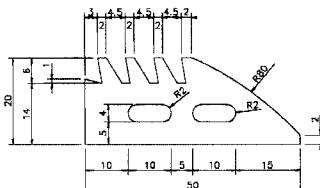


図-3 止水ゴム輪 ( $\phi 1,350 \sim \phi 2,200$ )

### 3. 要素試験の目的

止水理論の基本的な考え方はセグメントシール材による止水設計方法<sup>1)</sup>に準拠して、「接面応力が作用水圧以上であれば漏水は生じないが、接面応力が作用水圧より小さければガスケットとフランジ等の接触面から漏水が発生する」という考え方（パッキン理論<sup>2)</sup>）に基づくこととし、止水ゴム輪に関して以下の実験を実施することとした。

- ・初期接面応力試験：止水ゴム輪の初期接面応力を測定し、止水ゴム輪の緩み量との関係を確認する。
  - ・応力緩和試験：時間経過に伴う止水ゴム輪反発力（接面応力）の変化を測定する。
  - ・自封作用確認試験：水圧の上昇に伴う止水ゴム輪の接面応力の変化割合、および漏水圧と接面応力との関係を確認する。

なお、現場作業時には、推進管の横ずれによって止水ゴム輪の圧縮量が変化することが考えられるため、要素試験においても、止水ゴム輪貼付部の緩み量を変化させて試験を行うこととした。

### 3. 初期接面応力試験

初期接面応力試験は図-4に示す装置を用い、スペーサーにより止水ゴム輪の緩み量を変化させて ( $\pm 0\text{mm}$ ,  $+1.2\text{mm}$ ,  $+2.4\text{mm}$ ,  $+3.3\text{mm}$ ) 試験を実施した。なお、止水ゴム輪には実物の標準推進管の貼付状態に合わせて15%の引張ひずみを与え、また、接面応力は予備試験により求めた接面応力のピークポイントに

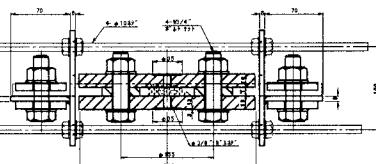


図-4 初期接面応力試験装置

キーワード：推進管、止水、ゴム、要素試験

〒110-0015 東京都台東区東上野3-3-3 TEL 03-5818-7614 FAX 03-5818-7625

対し、止水ゴム輪の両面（ひだ面側、貼付面側）で測定した。止水ゴム輪の緩み量と初期接面応力との関係を図-5に示す。図-5より、初期接面応力は止水ゴム輪の緩み量と線形関係にあり、かつ回帰直線と実測値との相関も高いことがわかる。

#### 4. 応力緩和試験

応力緩和試験は初期接面応力試験と同様の試験装置を用い、止水ゴム輪の緩み量を変化させて ( $\pm 0\text{mm}$ ,  $+1.2\text{mm}$ ,  $+2.4\text{mm}$ ,  $+3.3\text{mm}$ ) 試験を実施した。また、止水ゴム輪の形状を考慮して、接面応力の測定は止水ゴム輪の両面（ひだ面側、貼付面側）で行った。なお、試験時間は96時間とした。時間経過に伴う止水ゴム輪の接面応力比（ひだ面側／貼付面側）の変化を図-6に示す。図-6より、接面応力比は経過時間に依存しておらず、ほぼ一定であることがわかる。時間経過に伴う止水ゴム輪の応力有効率の変化を図-7に示す。図-7より、応力有効率は若干のばらつきはあるものの、時間経過に伴い試験開始直後は曲線的に減少し、次第に直線的に減少傾向を示していることがわかる。また、経過時間  $10^{-1.0}$  時間以降は回帰直線との相関も高く、片対数一次直線で近似することが可能である。

#### 5. 自封作用確認試験

自封作用確認試験は図-8に示すように実際の標準推進管の1/5程度の二重円筒モデルの装置を用い、4種類の緩み量 ( $\pm 0\text{mm}$ ,  $+1.2\text{mm}$ ,  $+2.4\text{mm}$ ,  $+3.3\text{mm}$ ) で試験を実施した。測定項目は作用水圧と止水ゴム輪の接面応力（貼付面側の4箇所）とし、漏水発生まで測定を行った。なお、止水ゴム輪は実際の標準推進管と同様に接着剤により貼り付けている。試験結果の一例を図-9に示す。図-9より、作用水圧と止水ゴム輪の接面応力との関係は単調増加曲線傾向を示していることがわかる。なお、 $\phi 1,350 \sim \phi 2,200$  の止水ゴム輪についても同様の結果であった。

#### 6. おわりに

今回の各種要素試験により、以下のことが明らかとなった。

- ①初期接面応力は止水ゴム輪の緩み量と高い相関関係にあり、かつ一次回帰式で定式化できる。
- ②止水ゴム輪接面応力有効率は経過時間と高い相関関係にあり、かつ片対数一次回帰式で定式化できる。
- ③止水ゴム輪の接面応力は作用水圧の上昇に伴い単調増加傾向を示す。

〈参考文献〉 1) セグメントシール材による止水設計手引き  
(社団法人日本トンネル技術協会、平成9年1月)  
2) 岩波、近森：パッキン技術便覧  
(産業図書(株)、昭和41年11月)

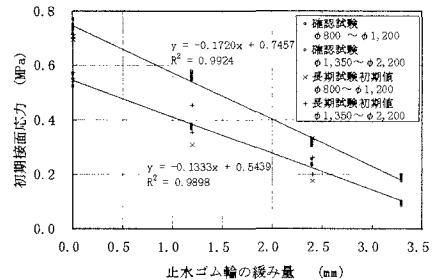


図-5 止水ゴム輪の緩み量と初期接面応力との関係

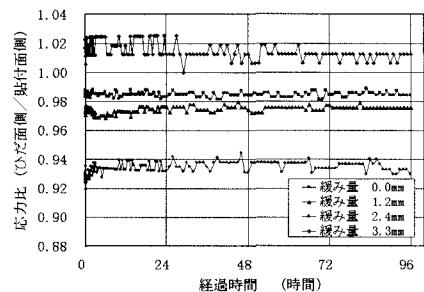
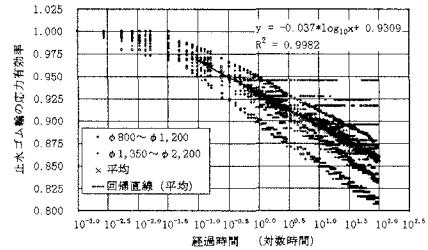
図-6 時間経過に伴う止水ゴム輪の接面応力比 ( $\phi 800 \sim \phi 1,200$ )

図-7 時間経過に伴う止水ゴム輪の応力有効率の変化

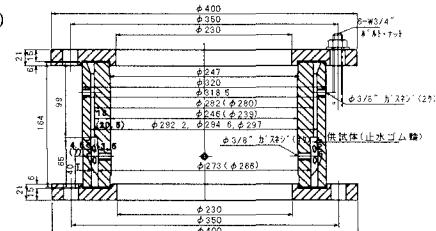
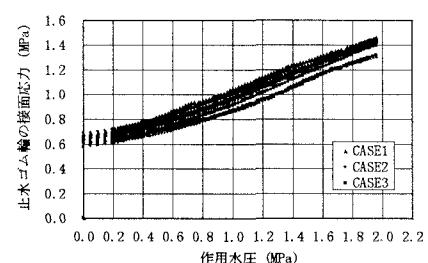


図-8 自封作用確認試験装置

図-9 自封作用確認試験結果 ( $\phi 800 \sim \phi 1,200$ )