

VI-276

沈埋トンネル用二次止水材の性能試験

株式会社ブリヂストン 正会員 西田 義孝
 運輸省港湾技術研究所 正会員 清宮 理
 運輸省第三港湾建設局 正会員 中島 由貴

1. はじめに

沈埋函接合部には、地震や地盤の不等沈下で生じる断面力を低減するために可撓性継手が設置される（図-1）。可撓性継手の主構成部材として使用されるゴムガasketおよびPCケーブルについては、研究成果が数多く報告されている。二次止水材の役割は、地震時等にゴムガasketが端部鋼殻から離れたときの止水性確保である。このため、ゴムガasketより大きな変形性能を有し、かつ、長期間にわたり性能を保持する必要がある。

今回は、オメガ型のゴム製二次止水材について、実機サイズの供試体を用い、水深30m付近に沈埋トンネルが設置された条件で、基本性能確認を行った結果の概要を報告する。

2. 二次止水材の基本構造

二次止水材は、沈埋函接合部のゴムガasketの内側に、函体全周にわたり取付けられる。形状は図-2に示すようにオメガ型で、クロロプレンゴムで製作され、内部にポリエステル繊維を織り込んである。ゴムの規格硬度、規格引張強さ、規格伸びは、それぞれ、 $60 \pm 5^\circ$ 、 150 kgf/cm^2 、 350% であり、繊維の規格強力は、 180 kgf/cm である。端部は本体部より厚くし、クサビ効果により抜け出し防止を図った構造となっている。

3. 試験概要

二次止水材の性能確認のため、接合部強度、取付け部の引抜き、沈埋函接合部の最大変位時における変位追従性及び止水性および限界耐力について試験を実施した。

(1) 接合部強度、取付け部の引抜き試験

長さ方向の接合部強度と取付け部固定力の確認のため、それぞれ短冊状（長さ450mm、幅25mm）と平板状（長さ400mm、幅290mm）の供試体にて引張試験を行った。ここで接合部とは、二次止水材の製作上生じる連結箇所である。

(2) 変位水圧試験

試験装置は、実際の変位状態を再現するため、図-3に示すようにフレームの内側に、トンネル断面の直線部を切りつめハンチ部のみで構成した正八角形断面の実寸大の供試体を取付け、そのフレームにターンバックルによる伸び（高さ調整）と、キャスターと滑車でのせん断の2方向変位が与えられる構造となっている。

試験は、表-1に示す試験条件で、まず、供試体に初期変位を加え外観状態の確認を行い、さらに、水圧をかけて、漏水の有無、接合部の状態確認等を行った。

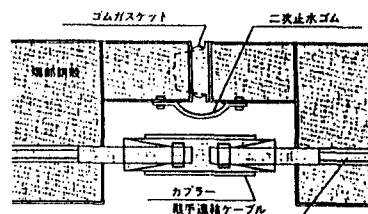


図-1 可撓性継手の構造

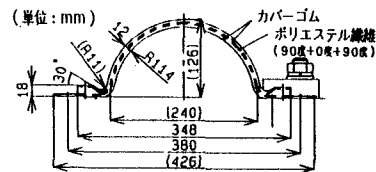


図-2 二次止水材の基本構造

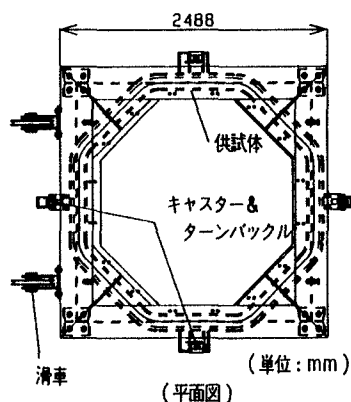


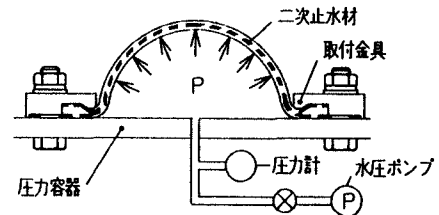
図-3 変位水圧試験機の概要

表-1 試験条件

項目	条件
初期変位量	軸方向：60mm（伸び） 水平方向：50mm（せん断）
水圧	常用圧力：3.0 kgf/cm ² × 10分 試験圧力：4.5 kgf/cm ² × 10分

（３）耐圧試験

試験は、図－４に示すように圧力容器の内側に変位水圧試験と同形状の実寸大の供試体を無変位の状態で取付け、ポンプにより水圧を加え破壊にいたるまでの圧力とその状況の確認を行った。



図－４ 耐圧試験機の概要

５．試験結果

（１）接合部強度、取付け部の引抜き試験

試験結果を表－２に示す。接合部強度は、 222 kgf/cm （単位長さ当り）で、破壊は接合部以外の本体部分で生じた。

取付け部固定力は、 176 kgf/cm （単位長さ当り）であることが確認され、二次止水材の破壊形態は写真－１に示すように取付け部の引抜きであった。

（２）変位水圧試験

軸および水平の２方向の変位が加わった条件下において、本体可撓部分でのシワの発生は全く見られず、さらに、この状態で使用圧力の１．５倍までの水圧を加え試験を行ったが、漏水等の異常は見られず、十分な変位追従性と止水性能を有することが確認された。

（３）耐圧試験

20.7 kgf/cm^2 にて取付け部の引抜きが発生したが、それまで漏水等は見られず、使用圧力： 3 kgf/cm^2 に対し安全率が６．９と高い耐圧性能を持つことが確認できた。なお、供試体の製作にあたり設けた８カ所の接合箇所には、全く異常は見られなかった。

試験結果から、取付け部固定力は次式より求められる。

$$Tb = Pb \times R$$

ここで Tb : 取付け部固定力

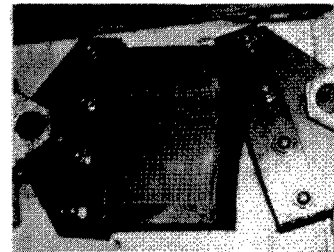
Pb : 耐圧力 (20.7 kgf/cm^2)

R : 補強層の初期半径 (12 cm)

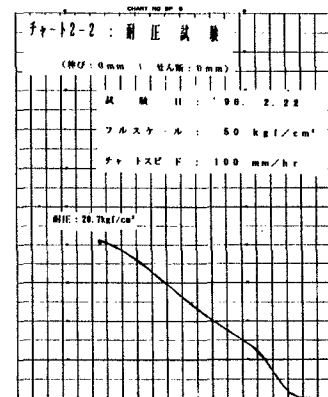
耐圧試験より得られた取付け部固定力 (248 kgf/cm) は、前記取付け部の引抜き試験結果 (176 kgf/cm) に比べて、かなり高いことがわかった。

表－２ 試験結果（単位：kgf/cm）

	接合部強度	取付け部固定力
1	221	169
2	211	187
3	226	181
4	229	168
平均	222	176



写真－１ 引抜き試験の状況



図－５ 耐圧試験結果

６．まとめ

今回検討を行った二次止水材は、使用水圧 3.0 kgf/cm^2 （水深 30 m ）の条件下において、 20.7 kgf/cm^2 の耐圧力（強度的安全率 6.9 ）を持ち、変位追従性および止水性と合わせ、十分な基本性能を有することが確認できた。

二次止水材も、ゴムガスケットと同様に $50 \sim 100$ 年と使用され、かつ、設置後の取り替えも容易ではないため、今後は、耐久性および地震時を想定した耐圧性能の検討を予定している。

なお、本研究は、運輸省と（株）ブリヂストンとの共同研究により実施したものである。