

I-174 沈埋トンネル耐震継手の確性実験について

日本鋼管(株) 正会員 小泉幹男
 , , 中山義昭
 , , 前田直寛

1) さ え が き

沈埋トンネル耐震継手の基本的な特性、すなわち可撓性および止水性を確認する為に、模型による予備試験・本実験を実施した。予備試験は、継手の止水性能・可撓性能を決める回転止水ゴムの特性の確認を目的とし、また本実験は継手全体としての可撓性能および止水性能の確認を目的とした。

2) 実験概要

(A)予備試験 (回転止水ゴム確性試験)

供試体は天然ゴムを用い、表-1に示すように中実品・中空品に大別し、さらにゴム硬度を40°、50°、60°の3種のものについてそれぞれの試験を行なった。なお、ゴム径は断面寸法100φとした。

試験内容は表-2に示すように5種類の試験から成っている。

断面形状	長さ	硬 度
(a) 	(1) $L_1=500^{mm}$	(i) $\alpha=40^\circ$
(b) 	(2) $L_2=800^{mm}$	(ii) $\alpha=50^\circ$
		(iii) $\alpha=60^\circ$

表-1 予備試験 供試体

(B)本実験 (全体模型実験)

供試体は鋼殻については東京湾横断沈埋トンネルの断面寸法を参考に、縮尺1/20の模型とし、また回転止水ゴムは硬度50°、径30mmとした。

実験は(1)軸力載荷実験、(2)水平曲げ載荷実験から成っており、可撓性能・止水性能の確認を行なった。なお、予備試験結果との関連についてを考察した。

実験の全体概要を図-1に示し、また止水実験の要領図を図-2に示す。

試験名	試験内容
① 圧縮試験	回転止水ゴムの圧縮特性を知る
② ころがり抵抗試験(I)	回転止水ゴムの一方向のころがり特性を知る
③ ころがり抵抗試験(II)	回転止水ゴムに接りか作用する時のころがり特性を知る
④ コーナ部ころがり抵抗試験	特にコーナ部における回転止水ゴムの一方向のころがり特性を知る
⑤ 弾性率試験	乾燥・湿潤状態における回転止水ゴムの弾性特性を知る

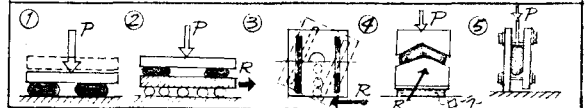


表-2 予備試験内容

3) 実験結果および考察

(A) 予備試験 (回転止水ゴム確性試験)

① 圧縮特性 ……中空品はゴム硬度の差は現れられず、圧縮特性曲線は中空部が分れた段階を急激に立ち上がる。一方、中実品はゴム硬度によって差が現れ、滑らかな曲線となっている。又、60°圧縮しても破壊することはいなかった。(図-3)

② ころがり特性(I) ……中空品は圧縮率によってころがり角が異なり、50%程度を滑りが生ずる。一方、中実品は圧縮率及びゴム硬度の差による違いはほとんどなく、比較的滑らかにころがる。なお、ゴム硬度40°のみ滑りが生じた。

界面湿潤の場合は、中実品において圧縮率40%

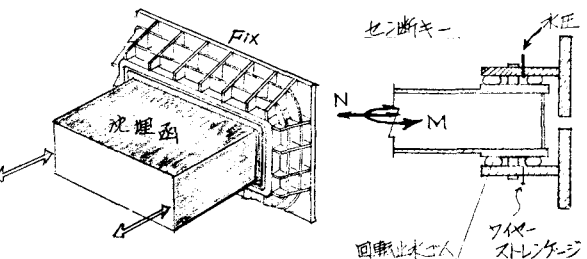


図-1 実験概要図

図-2 止水実験要領図

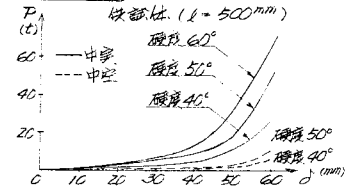
を越えると乾・湿潤の差が顕著となり、湿潤の方がこのばり抵抗が小さくなる。(図-4)

②このばり特性(Ⅱ)………中堅品・中裏品とも損壊状態に差はない。ゴムの滑りは発生せず、破壊もなかった。(図-5)

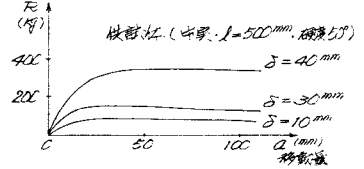
③コーナー部このばり特性………このばり特性(Ⅰ)とはほぼ同じであり、特にコーナー部のこのばり特性を考慮する必要はないと考えられる。(図-6)

④静摩擦抵抗………乾燥状態における摩擦抵抗は圧縮荷重の5~3倍になっており、硬度が大きいほど抵抗が小さいことがわかる。又、乾燥状態は湿潤の時の摩擦抵抗の3倍程度になっている。(図-7)

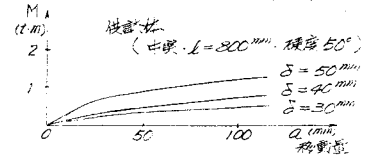
① 圧縮試験 (図-3)



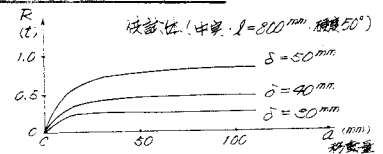
② このばり抵抗試験 (Ⅰ) (図-4)



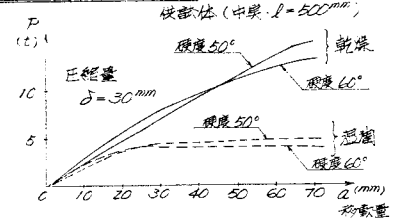
③ このばり抵抗試験 (Ⅱ) (図-5)



④ コーナー部このばり抵抗試験 (図-6)



⑤ 静摩擦抵抗試験 (図-7)



(B) 本実験 (全体模型実験)

① 可撓性能について (図-8~11)

②軸方向変位………本構造では軸方向変位が大きくなって、これによる軸力はほとんど変化し一定である。又、回転止水ゴムの移動量は継手部の相対移動量の1/2である。予備試験で行なった「このばり抵抗試験」結果より、軸力-変位の関係は十分予測できる。

③水平曲げ………回転変位に対する抵抗モーメントは小さく、回転変位に対して回転止水ゴムの圧縮量が小さいので、曲げに対する可撓性は十分あるといえる。予備試験で行なった「圧縮試験」結果より、曲げモーメント-回転変位の関係は十分予測できる。

② 止水性能について

③軸方向変位………海面下約30mを想定した水圧3kg/cm²に対し、継手部軸方向変位が-20~20mmと実物とは-60~60mmという大変位をうけても、回転止水ゴムの圧縮率は一定(40%)を十分な止水性能がある。水圧を試みに7kg/cm²まで上げたが全く漏りなかった。

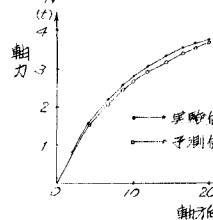
④回転変位………本実験では回転角 $\theta = -0.04 \sim 0.04 \text{ rad}$ という大変位を与えた。これによる回転止水ゴムの最小圧縮率 $\varepsilon_{\min}$ は20.5%であり、水圧3kg/cm²を加圧しても全く漏りなかった。なお、この最小圧縮率に注目し、実物に対比させるとはほぼ $\theta = 0.026 \text{ rad}$ ($\theta = 1.5^\circ$)に相当する。

4) 実験の結論

海底トンネル耐震継手の可撓性能は、回転止水ゴムの部分模型による小規模な確性試験によってほぼ予測でき、又、止水性能についても完全なものであることが確認できた。図みに、従来の可撓性継手では軸方向変位幅70mm、回転変位量 $\theta = \pm 0.005 \text{ rad}$ 程度であった。

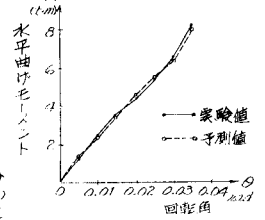
① 軸力数値実験

(図-8)



② 水平曲げ数値実験

(図-10)



ヒストリカル

ヒストリカル

ヒストリカル

ヒストリカル

ヒストリカル

ヒストリカル

ヒストリカル

ヒストリカル

ヒストリカル

ヒストリカル