

Ⅲ-611

可とうセグメントの耐水圧試験

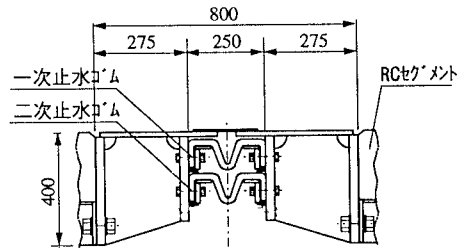
清水建設株式会社 土木本部 正会員 守屋 紀和
 東京ガス株式会社 扇島建設所 正会員 小松原 徹
 東京ガス株式会社 扇島建設所 正会員 岩崎 淳
 清水建設株式会社 横浜支店 正会員 岡本 正
 清水建設株式会社 土木本部 正会員 井上 啓明

1. はじめに

東京ガス扇島シールドは洪積層内に設置されるため地震時の変形は小さいが、立坑はロッキング変形を起こすため、トンネルと立坑の取合い部に過大な応力が発生することが分った。このため、この取合い部に可とうセグメントを設置し、相対変位を吸収することとした。ここで必要な変形吸収量は長期沈下も含めて面外変形は35mm、軸方向変形は10～20mm程度と大きくはないが、圧縮変形の時可とうゴム内の水が逃げられないと考えた場合の試験を構内（発進）立坑側の条件で行った。

2. 可とうセグメントの概要

止水ゴムは、セグメント外面になるべく近づけ、圧縮変形時の圧力上昇を低減するように、止水ゴム外側の体積を極力小さくした。また、安全性の配慮から、万一1次止水ゴムが破断したときにも災害に至らないように、止水ゴムは2重構造とした。



3. 試験内容

(1) 試験項目

- ・ 止水ゴム引張試験：止水ゴムの複合体（ゴム＋繊維）としての基本物性（強度および剛性）を確認する。
- ・ 止水ゴム水圧繰り返し試験：実機と同一な止水ゴムおよび止水ゴム押え板・ボルトを使用し、設計地震時圧縮変形に対する伸び変形および高水圧下における止水性を確認する。

(2) 止水ゴム引張試験方法および試験結果

- ・ 試験方法：20×20×350（補強布27°ライ）の供試体を引張試験機にて等速載荷した。
- ・ 試験結果：3回の試験を行った結果、補強布破断時の引張荷重は440kgf/cm²でそのときの伸びは19.1%であり、伸び剛性は荷重が大きくなるにつれ高くなることが分かった。

引張試験結果まとめ

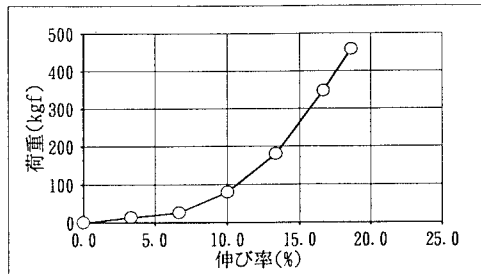
また、地震時の変形に相当する伸び10%程度での伸び剛性は、400～800kgf/cm程度であった。

供試体 No.	破断時引張荷重(kgf)	破断時伸び率(%)
1	448	18.0
2	415	20.7
3	458	18.7
平均	440	19.1

供試体寸法 20t×20w×350L
 補強布 2 ply
 標線間距離 150 mm
 引張速度 20 mm/min

引張試験（供試体No. 3）

標線間距離(mm)	荷重(kgf)	伸び率(%)	伸び剛性(kgf/cm)
150	0	0.0	—
155	14	3.3	203
160	26	6.7	198
165	79	10.0	396
170	180	13.3	674
175	346	16.7	1,037
178	458	18.7	1,227



（3）止水ゴム水圧繰り返し試験方法および試験結果

- ・試験方法：実機と同一な止水ゴムおよび止水ゴム押え板・ボルトを使用し、設計地震時圧縮変形(20mm)に対する伸び変形になるまで加圧し、止水性を確認する。また、地震時の最大圧縮変位(15.2mm)に対する伸び変形になるまで加圧、減圧(3.4kgf/cm²)を繰り返す。

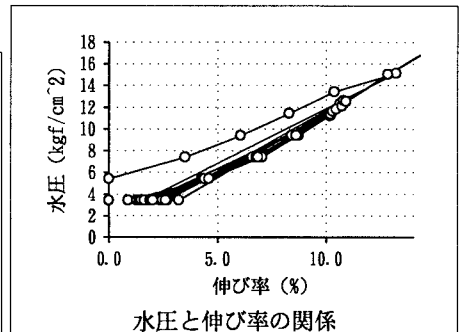
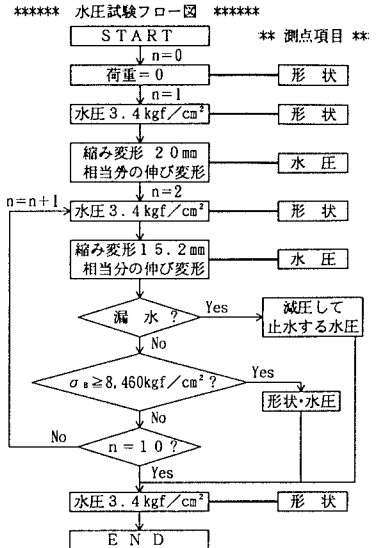
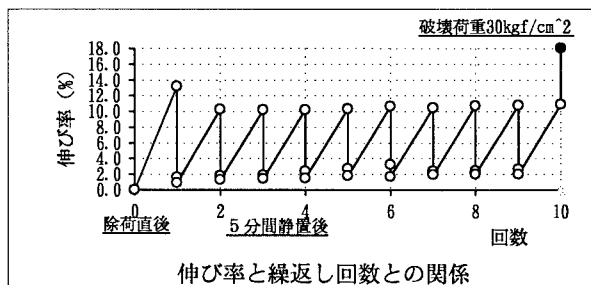
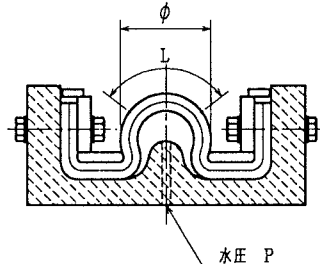
（1回の繰返しは1回の地震を想定）

- ・試験結果：設計地震時圧縮変形(20mm)および計算圧縮変形(15.2mm)に対する伸び変形および繰返しに対して漏水などの以上は認められなかった。この時の水圧は、最大で13kgf/cm²程度であり、10回の繰返しに対してのひずみの蓄積はわずかであった。耐水圧性の確認のため、さらに水圧を上昇させた結果、最終は30kgf/cm²であり、取付けボルト付近から漏水するのとほぼ同時に止水ゴムが破裂した。

測定位置図（加圧時）

P, L, φを測定する。

L: 100mmの標線を記入する。



4. 考察

- ①補強布の強度は125kgf/cm以上であり、幅2cmの27°ライでは計算上500kgf以上の張力に耐えられることになるが、止水ゴム引張試験結果は10～17%小さくなった。これは、補強布繊維は波打っているため、ゴムと一体としたときに荷重が均一にかからないためと考えられる。
- ②破断時の伸び剛性は、1000～1050kgf/cmであり、計算値1100kgf/cmとほぼ等しい値となった。しかし、伸び10%程度での伸び剛性は400～800kgf/cm程度と小さく、水圧試験の圧縮変形吸収時(20mm)の水圧は計算の約32kgf/cm²の40%程度となり、引張試験の結果と一致した。
- ③水圧の繰返し時にひずみの蓄積はわずかであったのは、水圧3.4kgf/cm²程度であれば、ゴム自体の弾性変形で元の状態に戻れたからと考えられる。したがって、本条件において、高い耐震性と耐水圧性を有している。

5. おわりに

シールドトンネルは耐震性に有利な構造物だが、立坑との取合い部など構造または地盤条件が異なる部位では、特に耐震性の配慮が必要となる。対策の1つとして可とうセグメントを使用することが有力だが、課題とされた圧縮変形時の耐水圧性が確認された。更に高水圧時に対応できる可とうセグメントの試験を今後報告する予定である。