

VI-100

沈埋トンネル接合部の新形式ゴムガasketの圧縮特性

(株)日本港湾コンサルタント 正会員 田中 健一郎(研修生)
 運輸省港湾技術研究所 正会員 清宮 理
 同 上 田邊 源 吾
 (財)沿岸開発技術研究センター 正会員 牛嶋 純

(1)まえがき 沈埋トンネルは、地震や不等沈下による函体に生じる大きな値の断面力を低減するため、近年函体間に柔継手が設置される。柔継手には、ゴムガasketが使用されているが、その力学的な設計法がまだ整備されていない。構造設計ではゴムガasketの荷重～変位の関係よりバネ定数を算定する。この関係がゴムガasketの硬度、環境温度によりどの程度影響があるのか確認し、設計の際の資料とすることを目的として、ジーナ型、シュテルン型及びホルン型の3種類の新形式のゴムガasketに関して性能確認試験を行った。これらのゴムガasketは大変形を得て地震時の止水性を確保するため提案されたものである。その実験結果について述べる。

(2)ゴムガasketの形状と材質 今回試験に用いたガasketは、図-1に示す3種類で縮尺1/2、長さ50cmの供試体である。これらの供試体は、従来型のものより大きな変形を吸収できるものである。ジーナ型は従来の形状から肩の部分をと落としてある。この供試体について硬度40°、50°及び60°の3種類を試験した。

シュテルン型も背高の台形に大小8つの穴を軸方向に開けたものである。ノーズが上部になく変形時に応力集中しない構造になっている。硬度は60°の1種類を試験した。

ホルン型は頭部がM型状になっており変形時に応力集中がしない構造となっている。硬度は50°の1種類を試験した。材質はジーナ型及びホルン型は天然ゴム(NR)、シュテルン型はエチレンプロピレンディエンモノマー(EPDM)〔合成ゴム〕で出来ている。また、供試体は一体のものと2つに分けたものを加硫結合したものの2種類である。

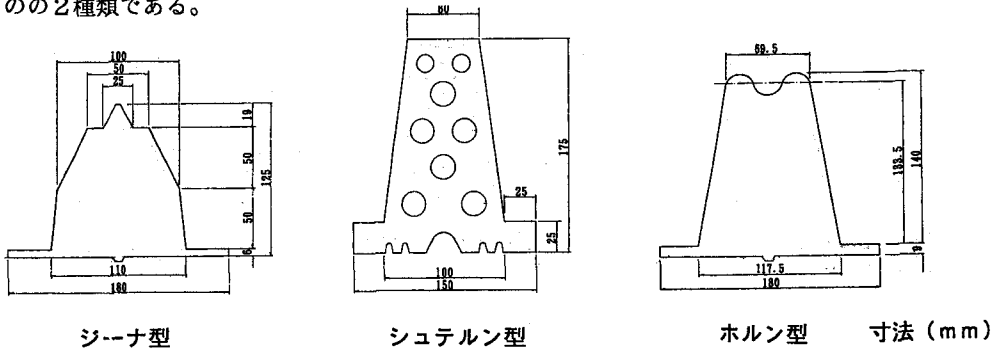


図-1 新形式ゴムガasketの形状

(3)荷重試験の方法 静的荷重は、0～100tfまで徐々に荷重し、100tfに達したのち徐々に除荷する。実物では400tf/mの荷重に対応する。温度設定は荷重装置及びアクチュエータの頭部をベニア板で囲み、その中に空調装置を入れて20°C及び30°Cとした。測定項目

は、荷重、変位量、温度及び接触圧(底面及び上部)である。動的荷重試験は、正弦波の繰返し荷重をかけた。繰返し荷重の基線は25tfで振幅±20tf及び35tf±30tfで周期2秒である。また、45tf±40tfでは、周期3秒で繰返し荷重を与えた。荷重試験に用いた試験機の概略図を図-2に示す。

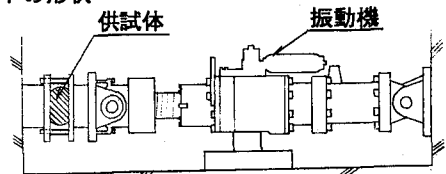


図-2 荷重方法

(4) 試験結果

① 静的載荷試験結果：形状の差による比較を図-3に示す。ジーナ型とホルン型は変位量曲線が良く似た形状を示しているがシュテルン型については穴の影響が大きく変位量が多い。ジーナ型とホルン型は圧縮量が60mmを越えると、シュテルン型では80mmを越えると勾配が立ち上がってきた。しかし、立ち上がり後の勾配はどの形式も差はない。

硬度の差による比較を図-4に示す。ジーナ型での硬度の差については、変位量曲線は硬度が小さいほど変形量は大きくなった。硬度40°のジーナ型を60mm圧縮したときの変形状況を図-6に示す。

温度の差による比較を図-5に示す。温度の差による変位量曲線の差はほとんど見られないが温度が上がると、ゴムが軟化し変位量も大きくなっている。しかし、基本的な変位量曲線は変わらなかった。

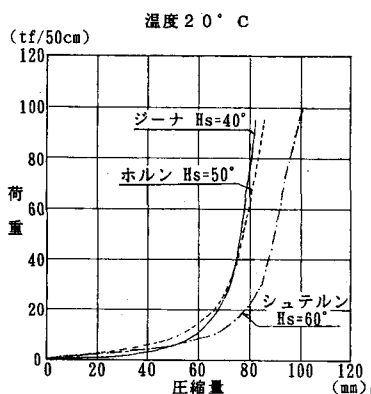


図-3 形状の差

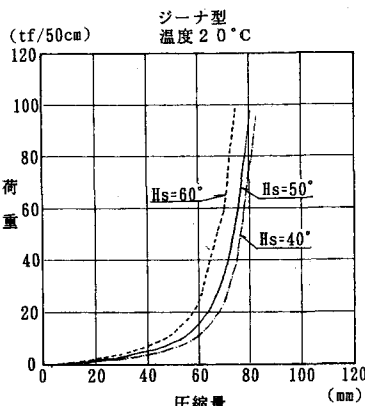


図-4 硬度の差

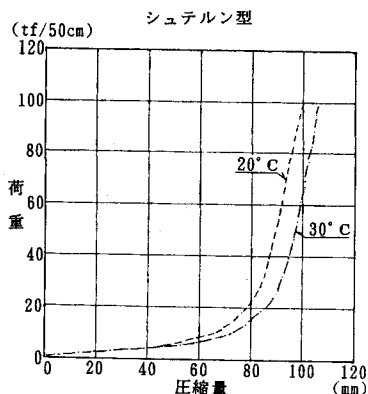


図-5 温度の差

② 動的載荷試験結果：動的試験により破壊した形状を図-7に示す。破壊状況を見ると横方向に張り出す部分を中心に破壊している。ホルン型については破壊しなかった。数百回以上繰返し載荷してもいずれの供試体も破壊に至らなかった。図-8に振幅と繰返し回数の関係図を示す。

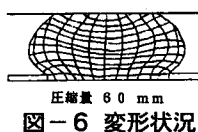


図-6 変形状況

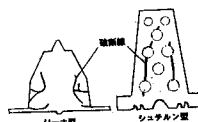


図-7 破壊状況

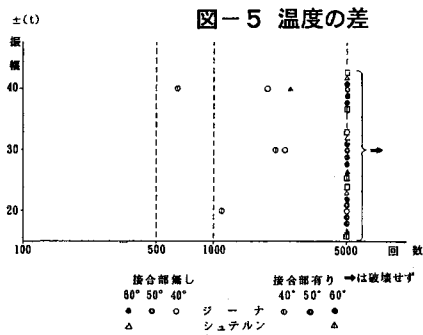


図-8 振幅と繰返し回数

(5) 結論

① 今回ジーナ型、ホルン型に比べシュテルン型において大変形が得られた。これは穴があいているため、通常のものより反発力が少なくその結果圧縮量が増加したからである。いずれの供試体も静的載荷では破壊しなかった。

② 硬度の違いによる荷重～変位関係への影響はほとんど見られないが、硬度が高いほど変形能力は小さく耐力力は大きくなる傾向がある。

③ 温度の違いによる影響はほとんど見られないが温度が高い方が圧縮量が増加する。

④ かなりの繰返し回数まで破壊せず、十分な耐力力が確認できた。地震時の10～20波の振動については問題ないと言える。また、ジーナ型については肩のわきに縦方向に、シュテルン型は穴から同じく縦方向に破断した。

⑤ 接合部は静的には問題はないが、動的の場合接合部のないところよりかなり少ない繰返し回数で亀裂が入った。

(6) あとがき 今後、止水性、永久変形量および応力緩和の実験を行う予定である。