

VI-243

沈埋トンネル接合部の止水ゴムの耐火特性について

ブリヂストン 正会員 西田義孝
ブリヂストン 小池喜嗣
早稲田大学 正会員 清宮 理

1. はじめに

沈埋トンネルの接合部に用いられている止水ゴムはコンクリートや鋼材に比べると熱に弱い材料であり、接合部には車両による火災時に致命的損傷を受けないような被覆材による耐火対策が必要である。そして、耐火対策の水準を決めるためには止水ゴムの使用上限温度を明確にする必要がある。ゴム部材の耐熱性を述べている文献にはゴムの耐熱温度を実際に適用する場合は個々の事例毎に検討を要する点が指摘されている。本報では、止水ゴムの耐熱物性評価、実物大止水ゴムを用いた加熱試験等を行い、温度分布、伝熱状況、物性変化を評価することにより、止水ゴムの使用上限温度を検討した状況を報告する。

2. 接合部の環境条件

接合部の止水ゴムの内側は、空気に接し、外側は、海水に接している。ゴムガスケットには、常時、圧縮歪み加わっている。(常用接合圧100 ton/m 相当の間隔距離112 mm とする。) 二次止水ゴムは無歪みである。トンネル内火災による熱は、二次止水ゴムから生じる輻射熱、鋼板を伝わる伝導熱とし、最高温度は1000℃程度、火災時間は2時間を想定している。ただし、試験にあたっては加熱終了し常温に戻るまでの冷却時間も熱影響時間として考慮する。

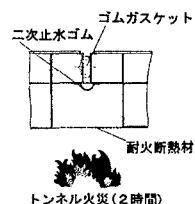


図-1 接合部の環境条件

3. 試験概要

①熱老化試験 ②高温歪み試験 ③接合部加熱試験を行った。①、②はゴム板と製品を80～160℃で加熱した。①は無歪みで行い、②の製品の圧縮歪みは常用接合圧100 ton/m 相当とした。(図-2) ③は二次止水ゴムの芯体材質の熔融温度限界の260℃で試験装置前面の二次止水ゴムと鋼板を加熱した。(図-3)

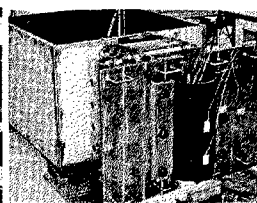
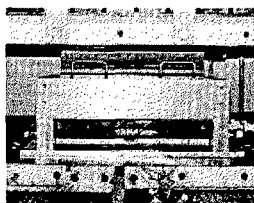


図-2 ゴムガスケット熱圧縮試験装置 図-3 接合部加熱試験装置

試験に使用したサンプル

- ゴムガスケット: GINA型 B-190-145-50、ゴム板
- 二次止水ゴム: 200W×12t、ゴム板

4. 試験結果

①熱老化試験(図-4、図-5)

ゴムガスケットは120℃以上ではゴム板(2mm)の物性低下が大きいが、製品のゴム内部は、80～160℃の範囲であまり変化がない。一方、二次止水ゴムは120℃を越えるとゴム板・製品とも物性低下が大きくなる。これにはゴムの肉厚で加熱中のゴムへの影響が異なることが一因となっている。

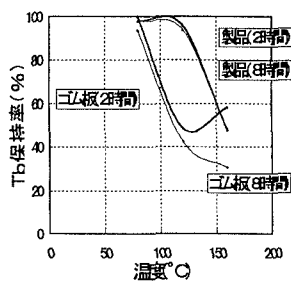
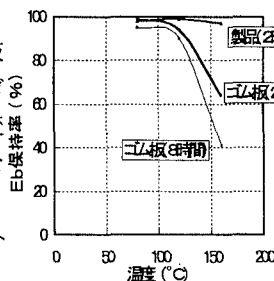


図-4 ゴムガスケット熱老化試験 図-5 二次止水ゴム熱老化試験

以上より、無歪みの製品の場合、短時間(2～8時間)加熱では、ゴムガスケットの熱老化は少ないが、二次止水ゴムは120℃を越えると熱老化が大きく沈埋トンネル、可撓性継手、ゴムガスケット、二次止水ゴム、耐火性

くなることがわかった。②高温歪み試験：ゴム板（2 mm）ダンベルを50～200%の引張り歪みを加えたまま、20～180℃のオープン中に放置すると、160℃以上では、2時間以内で切断し、100～150℃の範囲では、残留歪み/加えた歪みが10%以上になるような残留歪みを生ずる。（図-6）一方、ゴムガスケット（1/2モデル、5 cm長）を100 ton/m 相当の圧縮歪みのもとで20～200℃の範囲で2時間加熱（以後圧縮したまま自然冷却）すると、150℃以上では表面の割れが生じ、高さの残留歪みは13%以上になる。（図-7）100℃以下では高さの残留歪みは5%以内となる。ゴムガスケット（実物大、50 cm長）を同様の条件で試験すると、1/2モデルに比べ熱容量が大きくなるため、160℃では表面の割れはなく残留歪みは3%である。（図-8）この場合、熱盤温度とゴムガスケット中心温度を比べると中心温度は加熱2時間終了4時間後にピークに達し、160℃設定に対して中心温度110℃となる。（図-9）これは、ゴムガスケットの断熱作用によるものである。また、熱圧縮後のゴムガスケット内部（A部、B部）のゴム物性は伸び・強度共に90%以上の保持率である。側表面から1 cm 深さまでの範囲（C部）は80%の保持率である。（図-10）以上より、ゴムガスケットの大きさで上記現象の程度が異なるが、厳しい条件の1/2モデルで判断すると残留歪み5%の100℃が使用上限温度の目安になる。③接合部加熱試験：接合部加熱試験装置の前面（二次止水ゴム、銅板）をヒーターで加熱すると二次止水ゴムの表面温度が250℃になったところで急に350℃まで上昇した。（図-11）試験後に二次止水ゴムを観察すると焼損跡があり、250℃付近で二次止水ゴムの芯体が熔融着火して二次止水ゴムが燃焼し始めたことがわかった。ただし、ゴムガスケットは二次止水ゴムに遮られて表面も内部もほとんど温度が上昇しなかった。

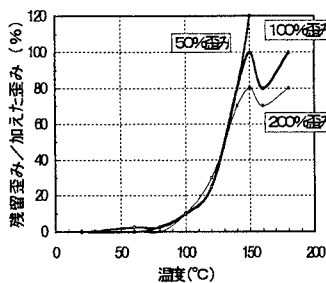


図-6 ゴム伸長試験（スラブ）

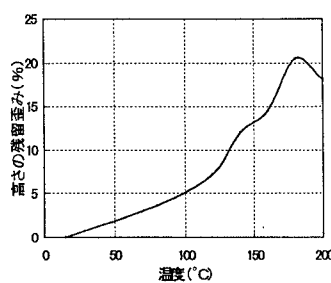


図-7 熱圧縮試験（1/2モデル）

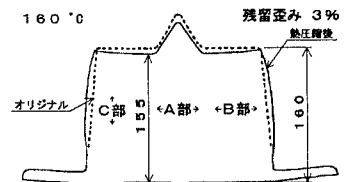


図-8 断面形状の変化（実物大）

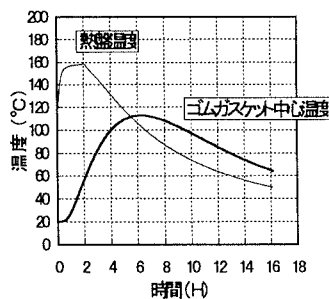


図-9 ゴムガスケット中心温度

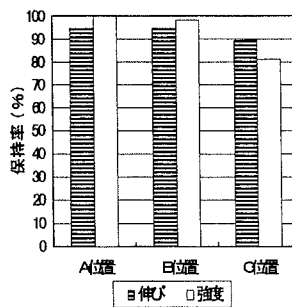


図-10 熱圧縮品（160℃）のゴム物性

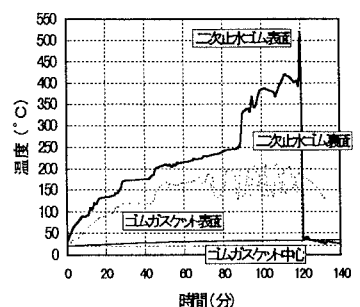


図-11 接合部加熱試験 温度

5. まとめ

本試験では、ゴムガスケットは二次止水ゴムに遮られて2時間耐火では温度上昇しないことがわかった。また、ゴムガスケットの使用上限温度は厳しい条件の1/2モデルの高温歪み試験の残留歪み5%の結果より100℃が目安となることがわかった。二次止水ゴムのゴム部の使用上限温度は無歪み熱老化試験の結果より120℃が目安となるが、接合部加熱試験装置を改良し、芯体の耐熱性評価を含め今後検討を継続する予定である。本研究は、株式会社ブリヂストンと運輸省港湾技術研究所の共同研究で実施した。