

技術紹介

伸縮装置の止水性能向上について

～止水ゴムの耐久性能についての評価方法の検討～

Examination of durability evaluation method of waterproof rubber used for expansion joints of road bridges

長谷川 真司 *¹
HASEGAWA Shinji

得永 正克 *²
TOKUNAGA Masakatsu

穴吹 直拡 *²
ANABUKI Naohiro

1. はじめに

道路橋用伸縮装置に使用する止水ゴムに求められる性能は、長期に亘り水を止めることです。その耐久性能を評価する最も確実な方法は、伸縮装置設置後一定期間を経過した実構造物において、実際に漏水の有無を確認することです。しかし、一定期間を経過しないと評価できないこと、暴露環境が異なる場合の評価が難しいことから、現実的な評価方法とは言い難く促進試験による止水ゴムの耐久性能を評価する方法について検討を行ってきました。その方法として、供用下での止水ゴムの物性変化に着目し、実施した熱老化試験において、実際の暴露環境で使用した止水ゴムの劣化を概ね再現できることを確認しました。さらに、新たに開発した止水ゴム（断面は従来型と同様）について促進試験後の物性変化及び残留変形を従来の止水ゴムと比較することで、耐久性の向上を確認しました。

2. 止水ゴムの特性

本検討の対象とした伸縮装置に使用する止水ゴムは従来型・新型ともにエチレンプロピレンゴム（以下、EPDM）で、分子構造的な特徴として、主鎖に二重結合を持たないことから、耐熱性、耐候性に優れるほか、比重が小さいなどの特徴が挙げられます。止水ゴムの構造的な特徴は、パッキンとしての反発力を与えるためにハニカム形状で、**図 1** のように、冬季に床版遊間が広がった際でも、圧縮状態を保持できることです。

3. 促進試験

EPDM が耐候性に優れることから、実際の暴露環境においては酸化劣化が支配的であると考え、熱老化試験を行いました。温度条件は、新材を用いた予備試験の結果から 120℃とし、熱老化試験に供する試料は、止水ゴム新材から幅 114mm、長さ 100mm、厚さ 32mm の寸法を切出し、圧縮状態に拘束しました。ゴムの物性試験は、老化試験前、1、2、3、7、14、30、60 日後に実施しました。



図 1 止水ゴムの断面

4. 実際に使用された止水ゴム

2012 年に富山県内の橋梁で 20 年間使用された止水ゴムを譲り受けたことを皮切りに、これまでに**表 1** に示す 19 件の一定期間経過した止水ゴムを譲り受けました。これらについて残留変形を測定したのち、切出した試験片において物性試験を実施しました。

表 1. これまでに採取された試料

No.	採取地方区分	設置年	経過年数	換算時間
1	中部地方	1992 年	20 年	171 h
2	中部地方	2003 年	14 年	120 h
3	近畿地方	2002 年	15 年	128 h
4	中部地方	2011 年	7 年	60 h
5	中部地方	2001 年	18 年	154 h
6	近畿地方	1998 年	20 年	171 h
7	中部地方	1997 年	22 年	188 h
8	中部地方	2001 年	17 年	145 h
9	中部地方	1996 年	23 年	197 h
10	近畿地方	1992 年	27 年	231 h
11	近畿地方	1992 年	27 年	231 h
12	中部地方	1999 年	20 年	171 h
13	中部地方	1998 年	21 年	180 h
14	中部地方	1996 年	24 年	205 h
15	中部地方	2014 年	6 年	51 h
16	中部地方	1999 年	21 年	180 h
17	中部地方	1998 年	22 年	188 h
18	中部地方	2002 年	19 年	163 h
19	中部地方	1997 年	24 年	205 h

*1 ㈱橋梁メンテナンス技術製造部 部長
*2 ㈱橋梁メンテナンス技術営業部技術営業課 課長

5. 使用されたゴムと促進試験の物性比較

表 1 の換算時間は、反応速度に対する温度効果において経験的に用いられる「10℃の温度上昇で速度が 2 倍となる」¹⁾から、試験との比較のため、経過年数を試験時間に換算したものです。経過年数 y の平均気温を 20℃と仮定すると、熱老化試験の温度条件 120℃に対しての換算試験時間 y' は

$$y'(\text{時間}) = \frac{y(\text{年})}{2^{((120 -)/10)}} \times 365 \times 24$$

と表せます。この換算時間を横軸として、縦軸に物性試験の結果をプロットしました。

使用されたゴムと熱老化試験の物性比較を図 2 に示します。一般的に酸化劣化の影響を受けやすいことから寿命予測に最も用いられる「伸び」の残存率に着目しています。使用された止水ゴムの伸びの残存率は、一部を除いて、熱老化試験の結果から得られた曲線に近い位置にプロットされ、再現できていることがわかります。

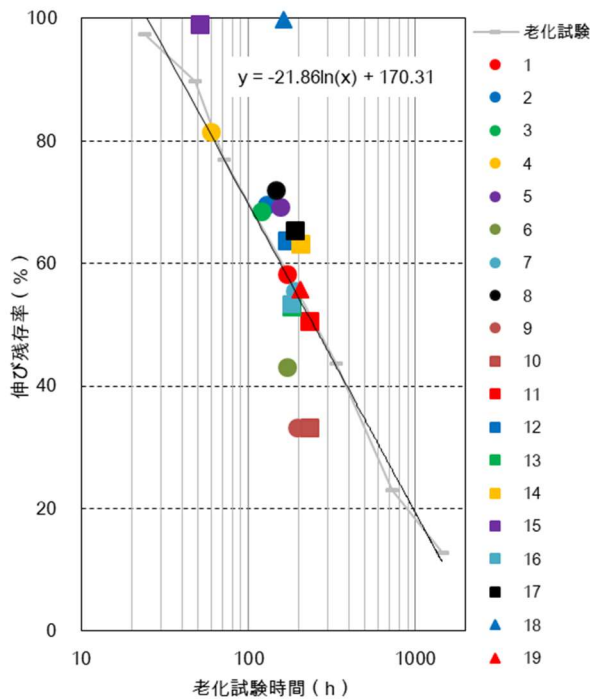


図 2 伸びの残存率比較

6. 従来型と新型の止水ゴム耐久性比較

止水ゴムの物性のうち、硬度の推移を図 3 に、伸びの推移を図 4 に示します。どちらも従来型に比べて新型では、物性の変化が小さくなっています。また、従来型と新型のゴム幅の推移を図 5 に示します。こちらも従来型に比べて新型では固定幅から解放したときのゴム幅の変化が小さくなっています。

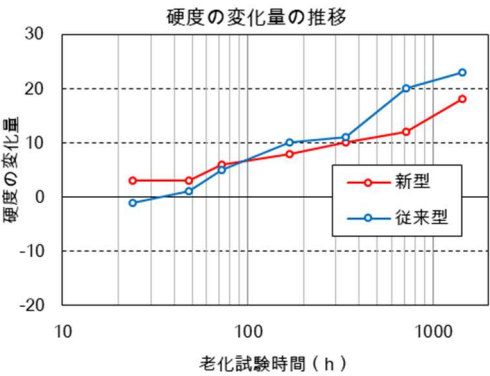


図 3 硬度の変化量比較

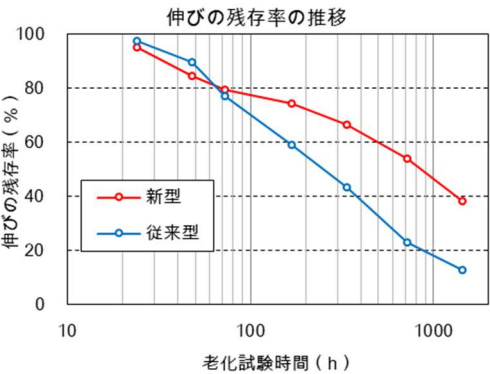


図 4 伸びの残存率比較

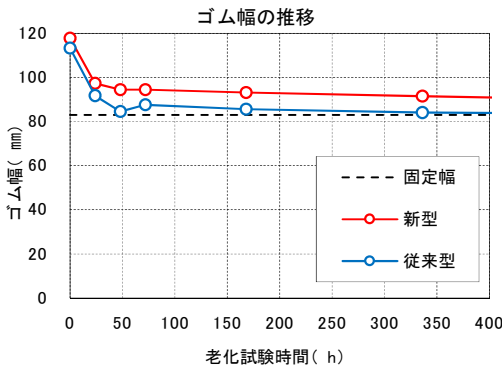


図 5 ゴム幅の推移

7. おわりに

伸縮装置に使用される止水ゴムの耐久性能を評価する方法として検討している促進試験により、耐久性の向上を目的として開発した新型の止水ゴムの耐久性を評価しました。その結果、硬度や伸びの物性の変化が改善されたことから、暴露環境における材料劣化が改善されたと評価できます。さらに残留変形においても改善が確認されたことから、止水性能も向上しました。今後は更なる止水ゴムの品質改善や断面形状の改良を進めたいと考えます。

参考文献

1)秋葉，林：ゴム・エラストマーの劣化と寿命予測，ラバーダイジェスト社，2000