

道路橋用伸縮装置に使用される止水ゴムの耐久性能評価方法の検討（残留変形）

橋梁メンテナンス 正会員 ○長谷川真司
西武ポリマ化成 久保田卓巳

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あり、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ある。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、形状を改良する場合の判断基準とならないことなど、現実的な評価方法とは言い難い。文献 1) では、橋梁の架け替え工事などで譲り請けた一定期間を経過した道路橋用伸縮装置より採取した止水ゴムの物性変化に着目し、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おこなう一環として実施した熱老化試験において、実際の暴露環境における止水ゴムの劣化を概ね再現できることが確認された。本文では、同様の促進試験において、止水ゴムと実際に使用された止水ゴムの残留変形を比較した結果について報告する。

2. 止水ゴムの諸元

本検討に使用した止水ゴムは EPDM である。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る。検討の対象とした止水ゴムの特徴は、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、写真 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ある。



写真 1. 止水ゴムの断面

3. 促進試験

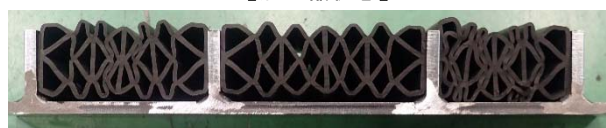
促進試験は、文献 1) において実際の暴露環境における止水ゴムの劣化を概ね表現できることが分かった熱老化試験（試験温度 120℃）を実施した。試験に供する試料は、止水ゴム新材から幅 114mm、長さ 100mm、厚さ 32mm の寸法を切出した。試料の種類は、拘束条件と残留変形の関係を確認するため、無圧縮状態以外に、伸縮装置としての最大遊間、標準遊間、最小遊間の合計 4 種類の拘束条件とした（写真 3）。残留変形の測定と物性試験は、老化試験前、1, 2, 3, 7, 14, 30, 60 日後に実施した。これらの残留変形の測定値と実際に使用された止水ゴムの幅を測定し残留変形率（使用後の自由幅／新材の自由幅）を比較した。



写真 2. 熱老化試験状況



【無圧縮状態】



【標準遊間】

【最大遊間】

【最小遊間】

写真 3. ゴムの拘束状況

4. 実際に使用された止水ゴム

2012 年に富山県内の橋梁の架け替え工事に伴い、20 年間使用された止水ゴムが採取されたことを皮切りに、これまでに 20 件以上の止水ゴムを採取した。その中から残留変形率の比較が可能と考える形状が同じゴムを抜き出し、各々の設計上の中立位置での止水ゴムの圧縮率（拘束幅／新材の自由幅）と測定した残留変形率を表 1 に示す。

キーワード 伸縮装置, 止水ゴム, 耐久性能, EPDM, 熱老化試験

連絡先 〒550-0013 大阪府大阪市西区新町 2-4-2（なにわ筋 SIA ビル）, TEL:06-6532-0650

5. 比較した結果

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」から、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℃に対して換算した試験時間 y' は

$$y'(\text{時間}) = y(\text{年}) / 2^{((120-20)/10)} \times 365 \times 24$$

と表せる。この換算時間を横軸として、縦軸に残留変形率をプロットした。

図1は、熱老化試験での試料の拘束条件、最大遊間(86%)、標準遊間(70%)、最小遊間(56%)、無圧縮状態(100%)における残留変形率の変化を◆●▲■で示したグラフ上に、使用された止水ゴムの換算時間に対する残留変形率をプロットしたもので、圧縮率が小さいほど残留変形率が小さくなることと、老化時間が長いほど、残留変形率が小さくなることが確認できた。また、標準圧縮が0.66~0.74の試料であることから、目安として0.66の曲線を引いた。使用された止水ゴムの残留変形率は、一部を除いて、老化試験の結果から推定される曲線に近い位置にプロットされる。

6. まとめ

本文では、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を検討する一環として、各拘束条件で熱老化試験を行った止水ゴムと、実際に使用された止水ゴムの残留変形率を比較した。その結果、実際に使用された止水ゴムの試験結果は、熱老化試験から得られた曲線に近いことから、熱老化試験によって、実際の暴露環境における止水ゴムの材料劣化による変形を概ね再現できることがわかった。また、今回の検討においては、各拘束条件で固定した状態で熱老化試験を実施しているが、実際の橋梁は支承条件次第では伸縮を繰り返すため、それらの影響についても検討を進めたい。

今後は、暴露環境による材料劣化も含めた止水ゴムの耐久性能を評価したうえで、止水ゴムの品質改善や断面形状の改良を進めたい。

参考文献

- 1) 長谷川, 久保田: 道路橋用伸縮装置に使用される止水ゴムの耐久性評価方法の検討, 土木学会第77回年次学術講演会, V-197 (2022.9)
- 2) 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).

表 1. これまでに採取された試料

No.	採取地方	経過年数	中立圧縮率	残留変形率
1	近畿地方	15 年	0.66	0.74
2	中部地方	14 年	0.66	0.76
3	中部地方	7 年	0.66	0.83
4	中部地方	18 年	0.72	0.79
5	中部地方	17 年	0.72	0.79
6	中部地方	23 年	0.68	0.62
7	近畿地方	27 年	0.74	0.60
8	中部地方	20 年	0.72	0.79
9	中部地方	6 年	0.70	0.78
10	中部地方	21 年	0.66	0.76
11	中部地方	22 年	0.66	0.73
12	中部地方	19 年	0.72	0.80
13	中部地方	24 年	0.70	0.76
14	中部地方	22 年	0.66	0.79
15	中部地方	22 年	0.72	0.79
16	中部地方	23 年	0.66	0.72
17	中部地方	22 年	0.70	0.75
18	中部地方	22 年	0.66	0.79

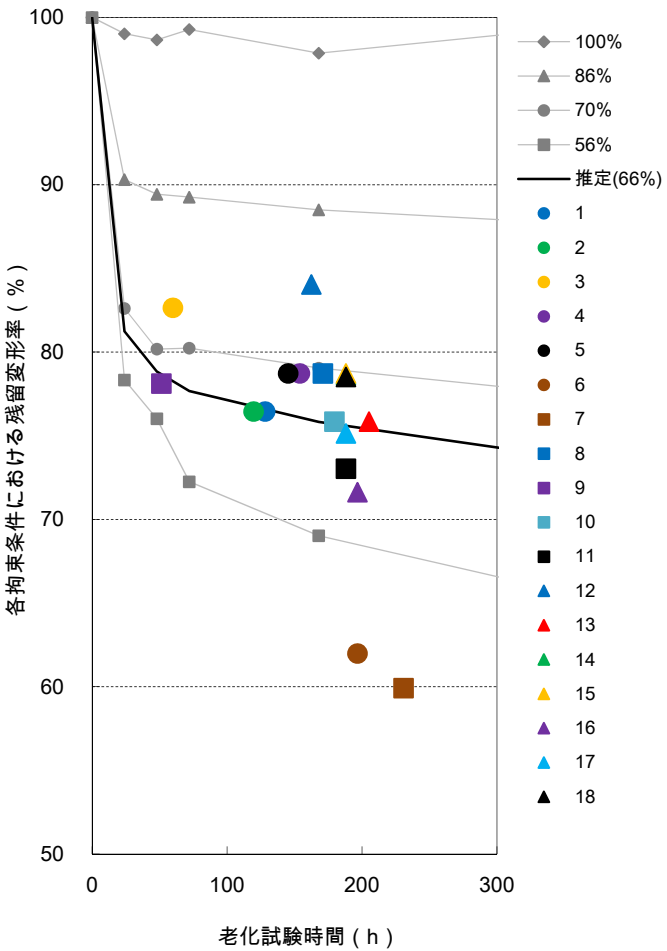


図 1. 残留変形