

アクリルゴムの 50℃における減衰特性ならびに積層化に関する研究

明星大学 正会員 鈴木 博之

明星大学 学生員 ○瀬尾 祥吾

早川ゴム(株)

島田 伸也

1. はじめに

橋梁をはじめとする構造物の制振装置には様々な材料や構成が実用化されている。中でもゴム素材は防振材や制振材として多用されている。ゴム素材を制振材として活用するには耐久性と使用温度域での安定した性能を適切に材料レベルで調整する必要がある。これまで、著者らは、新しく開発されたアクリルゴム（以下、ARと示す）に着目し、建築分野での使用を想定し、 $-20 \sim +40^{\circ}\text{C}$ の温度域における減衰特性について調査してきた。本研究ではこの研究の一環として、ARおよび天然ゴム（以下、NRと示す）の 50°C における等価減衰定数 h_{eq} について調査する。また、積層化したアクリルゴムの等価減衰定数 h_{eq} についても調査する。

2. 温度試験

2.1 試験方法

図-1 に示す試験体と載荷治具に、止水を施したバスを装着し、試験を行った。橋梁における設計基準温度は $20^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}$ であるので、本研究ではこの最高温度である $+50^{\circ}\text{C}$ を採用することとした。載荷の前準備として、ゴムの内部温度が試験温度に達するように、試験体を 50°C の温水中で 15 分間養生した。繰り返し載荷試験の変位量は $\pm 10 \text{ mm}$ 、周波数 1Hz、繰り返し回数 50 回とした。試験体は AR 50°C 、NR 50°C であり、それぞれ 3 体ずつ、計 6 体とした。試験体は、一昨年 20°C の環境で実施した温度試験に使用したものを再利用したものである。

2.2 試験結果及び考察

図-2 に AR 50°C の 49 周期目の荷重変位曲線を示す。図-2 には、過去に行った AR 40°C 、 20°C 、 0°C 、 -20°C の 49 周期目の荷重変位曲線も一緒に示した。図-2 より、 -20°C の時の剛性が最も高く、温度が高くなるにつれ剛性が低下しており、 40°C と 50°C はほぼ一致していることがわかる。低温域で剛性が高くなっているのは、ゴムの硬度が高いためである。図-2 の荷重変位曲線から等価減衰定数 h_{eq} を求めた。

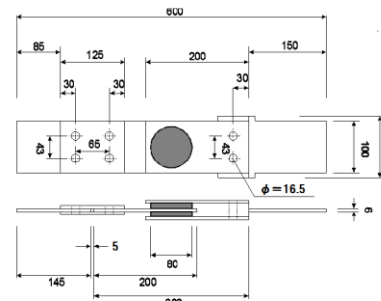


図-1 試験体と載荷治具

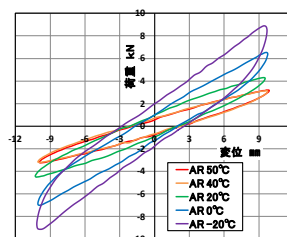


図-2 荷重変位曲線

図-3 に AR、NR、既往の研究で得られているスチレンブタジエンゴム SBR、エチレンプロピレンゴム EPDM の等価減衰定数 h_{eq} の平均値と周期の関係を示す。AR と NR の h_{eq} は、3 体の平均であり、SBR、EPDM の h_{eq} は 1 体のデータである。図-3 より、AR 50°C の h_{eq} は 39 周期まで増加し、その後は僅かに減少している。AR 40°C の h_{eq} は 29 周期まで増加し、その後は一定値となっている。AR 20°C は 49 周期まで増加し続けていく傾向が見られる。 h_{eq} が増加する現象は、ゴムに繰り返し荷重が作用するとゴム内部の温度が上昇し、ゴムの硬度が低下するためであると考えられる。9~49 周期における AR 20°C の h_{eq} は、AR 40°C の h_{eq} の約 97% であった。この値は、有意な差ではないと判断される。一方、AR 50°C の h_{eq} は、AR 40°C の h_{eq} の約 87% と低下しているが、SBR の $h_{eq} = 3.5\%$ や EPDM の $h_{eq} = 5.3\%$ のそれぞれ約 2.9 倍、1.9 倍と高くなっており、AR は 50°C の環境においても、これらのゴムより高い減衰性能を有していると言える。AR 50°C の h_{eq} が低下したのは、本試験

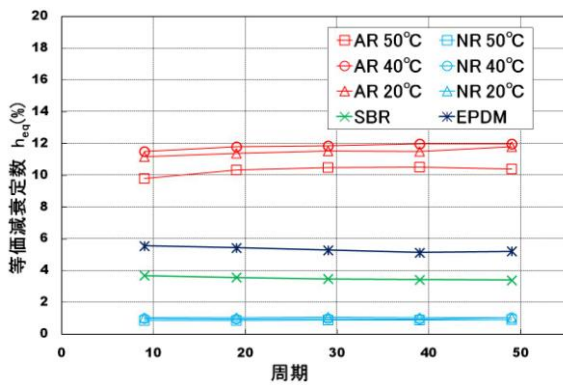


図-3 等価減衰定数と周期の関係

に使用した試験体が以前、使用した AR 20°C の試験体を再利用したためではないと思われる。

また、NR 50°C、40°C、20°C の h_{eq} は 9～49 周期のすべてにおいて、ほぼ一致しており、20°C～50°C の範囲における NR の h_{eq} に及ぼす温度の影響はないと言える。

3. アクリルゴムの積層化試験

3. 1 試験方法

図-1 に示した試験体は厚さ 10 mm のゴム一層であるが、積層化試験に用いた試験体 ML は、厚さ 1 mm の鋼板の両面に厚さ 5 mm のゴムを接着し、二層にしたものである。そのため、試験体と载荷治具との間に 1 mm の隙間が生じたが、スペーサーを用いて対応した。ゴムの直径は 80 φ である。試験体は 3 体とした。試験温度は室温とし、繰り返し载荷試験の前に、JIS K 6394 に記載されているように、ゴムを安定させるため予備载荷を行った。予備载荷は、繰り返し载荷試験の 18 時間前に、変位量 ±10 mm の静的载荷を 6 回行った。予備载荷後の繰り返し载荷試験の変位量は ±10 mm、周波数 1 Hz、繰り返し回数 50 回とした。

3. 2 試験結果及び考察

図-4 に ML1～3 の荷重変位曲線を示す。図-4 より、ML1～3 に大きな違いが確認できる。ML1 は実験上の不具合により、変位が小さくなったため、正確なデータが得られなかった。また、ML3 では試験時にゴムと鋼板が剥離していることが確認されたため、剛性が極端に低くなったものと思われる。ML2 においても剥離が生じていた可能性も考えられるが、目視では剥離が確認されなかったため、本研究では以後、ML2 を使用し、考察することとする。

図-5 に ML2 と過去に行った AR 20°C の荷重変位曲線を示す。ML2 と AR 20°C に有意な差は認められない。積層化試験でも温度依存性試験と同様に荷重変位曲線

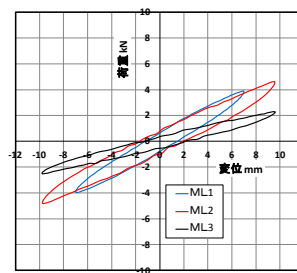


図-4 荷重変位曲線

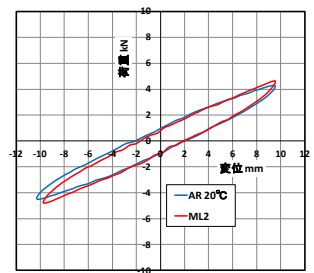


図-5 荷重変位曲線

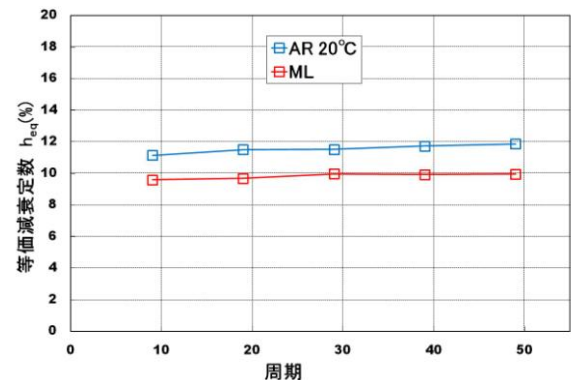


図-6 等価減衰定数と周期の関係

から等価減衰定数 h_{eq} を求めた。

図-6 に ML2 と AR 20°C の h_{eq} と周期の関係を示す。AR 20°C の h_{eq} は、3 体の平均である。図-7 より、ML2 の h_{eq} は 49 周期まで増加しつづけていく傾向が見られる。AR 20°C も同様に 49 周期まで増加し続けていく傾向が見られる。9～49 周期における ML2 の h_{eq} は AR 20°C の h_{eq} の約 85% である。この結果は、ゴムと鋼板との接触による拘束か、あるいは、局所的な剥離が生じていたのではないかと推察される。ただし、目視では剥離は確認されなかった。ML2 の h_{eq} が AR 20°C の h_{eq} の 85% に低下した理由がゴムと鋼板との接触による拘束であるとすれば、積層化する場合は、変形性能を低減して評価する必要がある。

4. まとめ

本研究の範囲で得られた結果は以下の通りである。

- (1) 0°C～50°C の範囲においてアクリルゴムを使用する場合、減衰性能の変化は考慮しなくてもよいものと考えられる。
- (2) 積層化は、可能のようではあるが、ML3 において、剥離が認められた。したがって、剥離が起こらないような製造方法について検討する必要がある。
- (3) 積層化試験において、ML の h_{eq} は AR の h_{eq} の 85% になった。