

高減衰ゴム支承のひずみ量と面圧の違いによる温度依存性の実験的検討

Experiments about the temperature dependency of HDRBs due to the differences of shear strain and vertical compressive stress

北見工業大学 正会員 ○齊藤 剛彦 住友理工株式会社 正会員 中村 保之
日本鑄造株式会社 正会員 山崎 信宏 北見工業大学 正会員 宮森 保紀
株式会社橋本川島コーポレーション 非会員 増田 悠希

1. はじめに

積層ゴムを用いた免震支承は橋梁の耐震性能を向上させる有力な選択肢の一つであるが、道路橋示方書¹⁾によると、免震ゴム支承にはひずみ依存性、速度依存性、面圧依存性、温度依存性等の特性を有するものもあるため、その性能を評価することは重要である。特に、北海道のような寒冷地では温度依存性を評価することが重要である。

免震ゴム支承の低温環境下における温度依存性に関する研究はこれまでも行われているが、著者ら²⁾においても、低温室内に設置した載荷装置を用いて、高減衰ゴム支承と天然積層ゴム支承に対して、特に低温環境下に対する温度依存性に着目して載荷実験を行い、それらの繰り返し載荷に対する力学的特性および破壊までの力学的特性について検討を行った。

文献 2)では基本的な温度依存性を検討したが、本研究では、ひずみ量の違いや面圧の有無による温度依存性への影響を載荷実験により検討する。また、文献 2)では 1 つの供試体を繰り返し実験する方法と、バージン載荷による方法を用いたが、本研究ではプレローディング後に実験している。そのため、文献 2)との比較により実験方法の違いによる影響についても検討する。

2. 実験概要

本研究での実験条件は 4 種類ある。実験①で基本的な温度依存性実験、実験②と③でひずみ量の違いによる実験の比較、実験①と④で面圧の違いによる実験の比較を行う。実験条件を表-1 に示す。

供試体は住友理工(株)製の高減衰ゴム支承 HDReX、HDR-S の 2 種類とし、せん断弾性係数は G12 である。両ゴム種の違いはポリマー特性であり、HDR-S は天然系のポリマーを用いているが、HDReX は非天然系のポリマーを用いている。各供試体は製造時に一括して作成することにより個体差を少なくしている。供試体のサイズは実験条件に応じて 2 種類を使い分けることとし、実験②では供試体のサイズを実験③に合わせる。

加振方法はすべての実験で、振動数 0.5Hz の正弦波で

一定振幅による正負交番繰返し載荷、繰返し回数 11 回で行う。実験①と②はせん断ひずみ 175%、面圧 6MPa、実験③はせん断ひずみ 250%とする。実験④は面圧を 1MPa とする。なお、面圧 1MPa は、本載荷装置で安全に実験できる最低の面圧である。

以上の実験を実験室の温度を+23、-10、-20、-30℃で行う。その他、実験①は+40℃でも実施する。また、実験④は HDReX のみで行う。各実験回数は 1 回である。

本研究ではプレローディング(+23℃、ひずみ量 175%、面圧 6MPa)を実施後、24 時間以上経過したのち実験している。+23℃の実験以外はプレローディング後、常温の測定室に保管し、実験前に実験室に入れて、同時に入れた温度管理用の供試体の内部温度が所定の温度に達してから概ね 12 時間以内に実験している。

実験結果は 5 サイクル目の履歴曲線から、等価剛性、等価減衰定数を算出し、+23℃を基準とした変化率で検討する。

3. 実験結果と考察

まず、実験①と、文献 2)の比較をゴム種別に図-1、2 にそれぞれ示す。ここで、図中の凡例のうち、V は文献 2)でのバージン載荷による結果である。

等価剛性については両ゴム種とも、低温になるにつれて変化率が大きくなっている。ゴム種による比較では HDR-S の方が変化率が大きい。この傾向は文献 2)でも同様であった。なお、高温の+40℃ではゴム種による違いは見られない。文献 2)との比較では、等価剛性の変化率は概ね文献 2)を上回る結果となった。

等価減衰定数の変化率は両ゴム種とも-30℃でも 1.1 を下回っており、明確な温度依存性は見られない。文献 2)では、低温になると変化率が大きくなる傾向が見られるものの、特に-30℃でばらつきが大きく、バージン載荷では変化率が小さくなっている。したがって、文献 2)の等価減衰定数の変化率については繰り返し実験することに対する補正の方法と、供試体の温度管理、保管方法が影響している可能性がある。

ひずみ量の違いによる比較について、せん断ひずみ

表-1 実験条件

実験 No.	ゴム種	サイズ mm	ゴム厚 mm	層数	形状係数		せん断ひずみ %	面圧 MPa	温度 ℃
					S1	S2			
①	HDReX, HDR-S	□170	7	3	6.07	8.10	175	6	-30, -20, -10, +23, +40
②	HDReX, HDR-S	□120	5	3	6.00	8.00	175	6	-30, -20, -10, +23
③	HDReX, HDR-S	□120	5	3	6.00	8.00	250	6	-30, -20, -10, +23
④	HDReX	□170	7	3	6.07	8.10	175	1	-30, -20, -10, +23

キーワード 高減衰ゴム支承、繰り返し載荷試験、温度依存性、ひずみ依存性、面圧依存性

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 北見工業大学工学部社会環境工学科 TEL: 0157-26-9477 (齊藤剛彦)

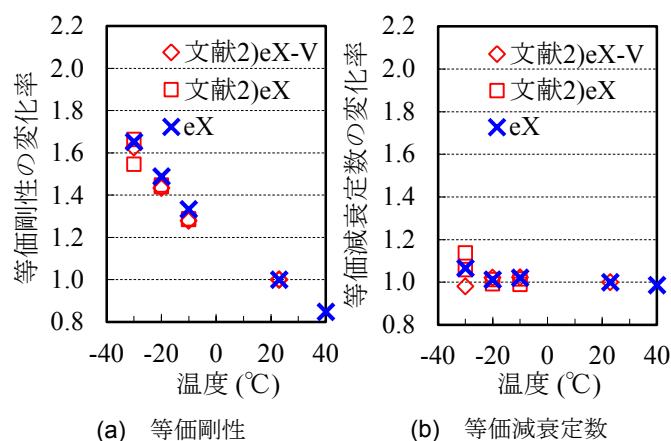


図-1 HDReX での実験①の変化率の文献 2)との比較

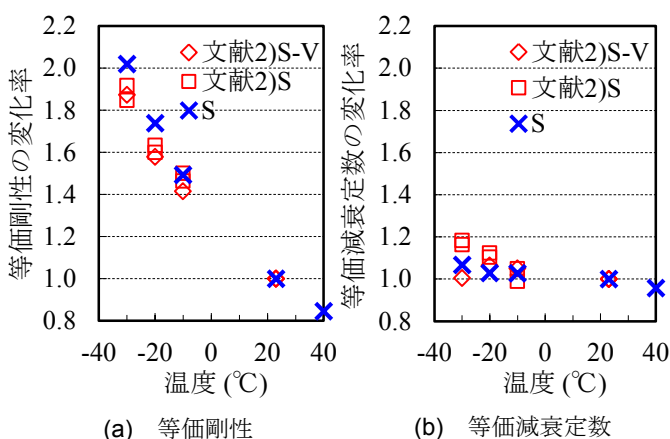


図-2 HDR-S での実験①の変化率の文献 2)との比較

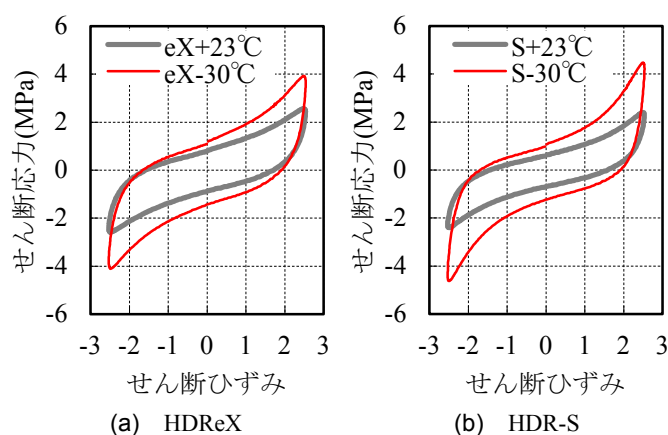


図-3 実験③による 5 サイクル目の履歴曲線

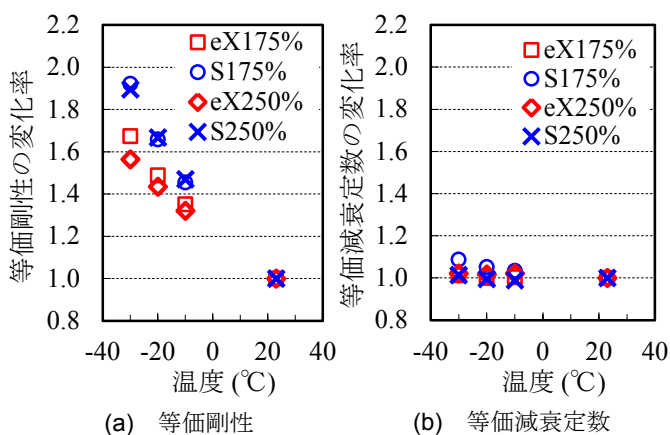


図-4 実験②, ③によるひずみ量の違いの比較

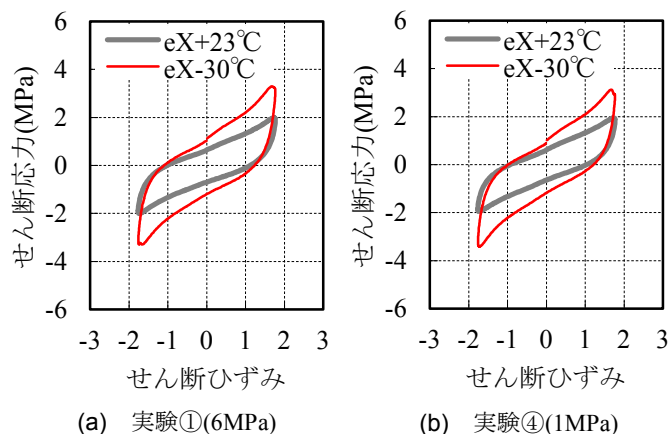


図-5 実験①, ④による 5 サイクル目の履歴曲線

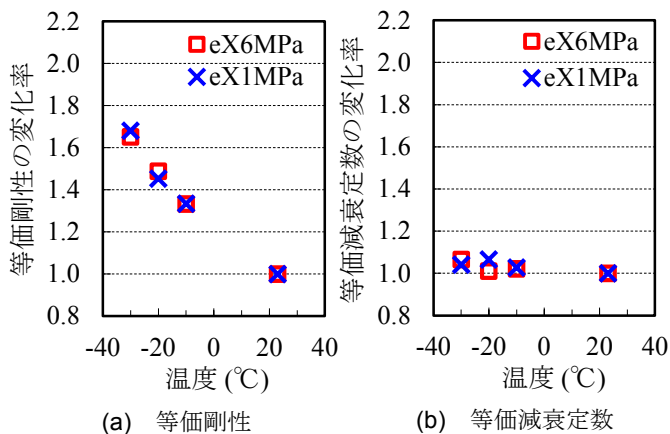


図-6 実験①, ④による面圧の違いの比較

250%での 5 サイクル目の履歴曲線を図-3 に示し、変化率を図-4 に示す。等価剛性、等価減衰定数ともに、ひずみ量の違いによる変化率の傾向は同様であるが、HDReX では等価剛性の変化率において 250%の方が小さい。なお、本研究では等価剛性の変化率により検討したが、図-3 から特に-30°Cではハードニングが生じているため、その影響を今後検討する必要がある。

面圧の違いによる比較について、5 サイクル目の履歴曲線を図-5 に示し、変化率を図-6 に示す。等価剛性、等価減衰定数ともに、面圧の違いによる変化率の傾向は同様である。

4. まとめ

本研究では、高減衰ゴム支承を対象にひずみ量と面

圧の違いによる温度依存性の評価を行った。その結果、等価剛性には温度依存性があるが、等価減衰定数には温度依存性が見られなかった。ひずみ量と面圧の違いによる明確な差は見られなかった。設計ではこれらの特性を考慮することが必要である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，2017。
- 2) 齊藤剛彦，入江駿亮，中村保之，竹ノ内浩祐，宮森保紀，山崎智之：低温動的載荷実験による高減衰ゴム支承の力学的特性の検討，土木学会論文集 A1(構造・地震工学)，Vol. 74, No. 4(地震工学論文集第 37 巻)，pp.I_765-I_776，2018。