

免震支承の耐震性能に及ぼす載荷速度の影響に関する実験的検討

建設省沼津工事事務所 正 会 員 佐藤 貴志
九州大学工学部 フェロー会員 大塚 久哲
東北大学工学部 正 会 員 鈴木 基行

1. はじめに

免震橋梁の固有周期は、ゴム支承等のアイソレータに必要な剛性を与えることにより任意に設定することが可能である。しかし、積層ゴムタイプの免震支承では繰返し載荷、温度変化、載荷速度等によりその剛性などの耐震性能が影響を受けることが予想される。昨年度までに、 $-10\sim+40^{\circ}\text{C}$ の試験温度で1000回の繰返し載荷試験を行い、 -10°C および $+40^{\circ}\text{C}$ のゴム支承の等価剛性および等価減衰定数の変動は 20°C の場合と比較して、最大20%程度であることが明らかとなっている¹⁾。本研究は、鉛プラグ入り積層ゴム支承と高減衰積層ゴム支承を対象に、これらの支承の等価剛性および等価減衰定数の載荷速度の影響を実験的に検討したものである。

2. 供試体諸元

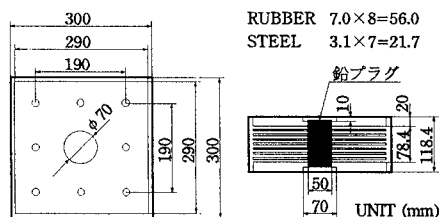
本実験に用いた供試体は、鉛プラグ入り積層ゴム支承(LRB)および高減衰積層ゴム支承(HDR)の2種類である。それぞれのゴムの材料特性値を表-1に、試験ケースを表-2に、また、免震支承の形状及び寸法を図-1に示す。なお、供試体の中心部及び表面付近のそれぞれ2ヶ所(計4ヶ所)に熱伝対を設置し、供試体の温度が内部まで 20°C に達した後、繰返し載荷を行った。

表-1 ゴムの材料特性値

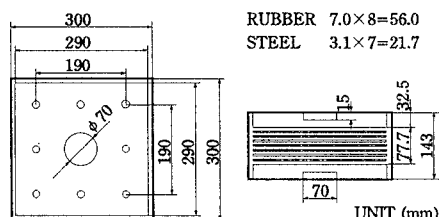
	LRB	HDR
硬度(度)	50 $\pm$ 5	68
破断伸び(%)	550以上	550以上
引張強度(kgf/cm ²)	150以上	150以上

表-2 試験ケース

載荷周波数	0.5Hz	1.0Hz	2.0Hz
LRB	LRB-1	LRB-2	LRB-3
HDR	HDR-1	HDR-2	



(a) LRB



(b) HDR

図-1 実験に用いた供試体

3. 免震支承の速度依存性試験の結果

実験に先立ち、 $+20^{\circ}\text{C}$ の試験温度のもとで、予備載荷を行った。LRBでは載荷振幅50%(5回) $\rightarrow$ 100%(5回) $\rightarrow$ 150%(5回)の載荷を、HDRでは載荷振幅50%(3回) $\rightarrow$ 100%(3回) $\rightarrow$ 150%(3回)の載荷手順を2回載荷した。

載荷振幅とは水平載荷時におけるゴムのせん断ひずみであり、ゴム総厚(この実験では56mm)に相当する水平変位を与えた場合を載荷振幅100%とした。また、予備載荷における載荷振動数は全て0.5Hzとした。

速度依存性試験における載荷振幅及び繰返し回数は、以下に示す通りとした。

①50%(10回) $\rightarrow$ ②100%(10回) $\rightarrow$ ③150%(10回)

また、①②③の載荷は供試体が 20°C に達した後、載荷を行った。

実験により得られた、荷重 $\sim$ 変位関係を図-2に示す。また、各載荷周波数における等価剛性および等価減衰定数の変化を図-3に示す。なお、載荷速度の影響を検討するにあたり、各載荷振幅における4 $\sim$ 10回目の等価剛性および等価減衰定数を平均したもの(平均等価剛性および平均等価減衰定数)を用いた。

0.5Hzおよび1.0Hzの載荷では、よく似たヒステリシスを描いており、最大荷重、平均等価剛性および平均等価減衰定数ともほとんど相違はなかった。2.0Hzの載荷では、試験装置の限界をこえた載荷となったが、0.5Hzおよび1.0Hzの載荷で得られたヒステリシスと比較的よく似たヒステリシスを描いており、最大荷重、平均等価剛性および平均等価減衰定数ともほとんど相違はなかった。

Keywords: 免震支承、載荷速度、等価剛性、等価減衰定数

〒410 静岡県沼津市下香貫外原3244-2 TEL 0559-34-2001 FAX 0559-31-4711
〒812 福岡県東区箱崎6丁目10番1号 TEL 092-642-3266 FAX 092-642-3266
〒980-77 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 TEL 022-217-7446 FAX 022-217-7448

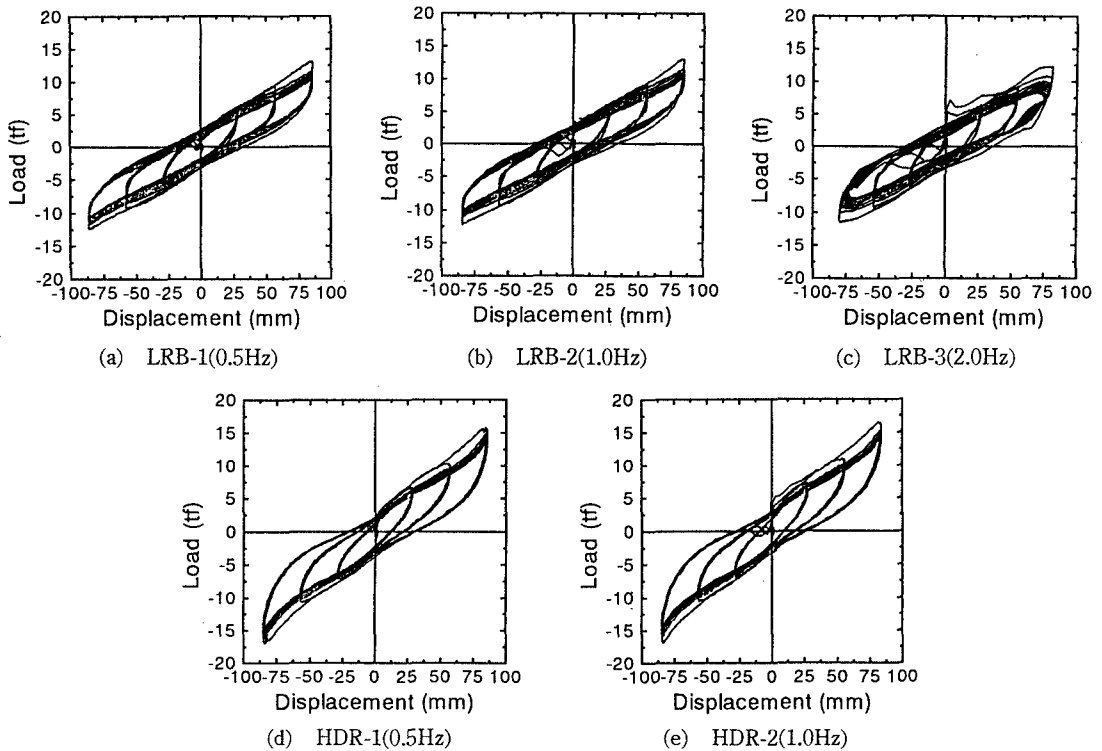


図-2 実験により得られた荷重～変位関係

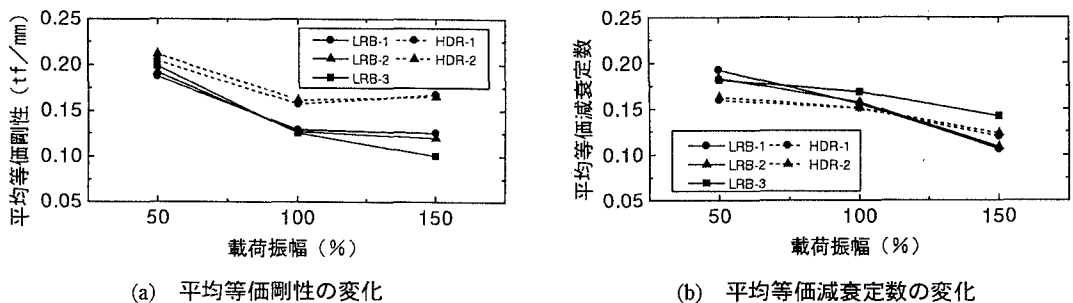


図-3 速度依存性試験における平均等価剛性及び平均等価減衰定数の変化

4. まとめ

本研究では、鉛プラグ入り積層ゴム支承と高減衰積層ゴム支承を対象に、これらの支承の等価剛性および等価減衰定数の荷重速度の影響を実験的に検討した結果、以下の点が明らかとなった。

- ① 荷重速度の影響は、HDRではほとんどないが、LRBでは若干生じている。LRBにおける荷重速度の影響は、等価減衰定数の方に大きくでており、また荷重振幅150%の場合が最も影響を受けやすい。例えば、LRB-1とLRB-3では、等価剛性において20%程度の差があり、等価減衰定数で35%程度の差がある。
- ② 等価剛性は、荷重振幅が大きくなると低下する。50%振幅の荷重に比べて、100%振幅の荷重では30～50%程度低下するが、100%振幅の荷重に比べて、150%振幅の荷重ではほとんど変化しない。
- ③ 等価減衰定数は、荷重振幅が大きくなると低下する。50%振幅の荷重に比べて、100%振幅の荷重では10～20%程度低下し、100%振幅の荷重に比べて、150%振幅の荷重では20～30%程度低下する。

参考文献

- 1) 佐藤貴志、大塚久哲、鈴木基行：免震支承の温度依存性および疲労特性に関する実験的検討、土木学会第51回年次学術講演会講演概要集、平成8年9月
- 2) 建設省：道路橋の免震構造システムの開発、土木研究所彙報第60号、平成4年10月