

I-B 53 免震支承の温度依存性及び疲労特性に関する実験的検討

建設省土木研究所 会員 佐藤 貴志
建設省土木研究所 会員 大塚 久哲
東北大学工学部 会員 鈴木 基行

1. 研究目的

免震設計とは、ゴム支承等の免震装置を用いて、構造物の長周期化を図るとともに、減衰性能を向上させて地震時の構造物の振動を低減させる設計法である。構造物の固有周期は、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载荷及び温度変化によりその剛性が影響を受けることが予想され、その場合設計で想定した通りの免震効果が期待できなくなる可能性がある。

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とを対象に、これらの支承の等価剛性及び等価減衰定数の温度依存性及び疲労特性を実験的に検討することを目的とする。

2. 実験に用いた供試体

本実験に用いた供試体は、鉛プラグ入り積層ゴム支承(LRB)及び高減衰積層ゴム支承(HDR標準タイプ、HDR改良タイプ)の3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、温度が所定の温度($\pm 3^{\circ}\text{C}$ を目安とした)に達した後、実験を行った。

表-1 ゴムの材料特性値

	LRB	HDR (標準タイプ)	HDR (改良タイプ)
硬度 (度)	50 $\pm$ 5	60	68
破断伸び (%)	550以上	650以上	550以上
引張強度 (kgf/cm^2)	150以上	100以上	150以上

表-2 試験ケース

試験温度($^{\circ}\text{C}$)	-10	0	+10	+20	+30	+40
LRB	LRB-04	KRB-05	LRB-06	LRB-07	LRB-08	
HDR (標準)	HDR-04	HDR-05	HDR-06	HDR-07	HDR-08	HDR-09
HDR (改良)	HDR-14	HDR-15	HDR-16	HDR-17	HDR-18	HDR-19

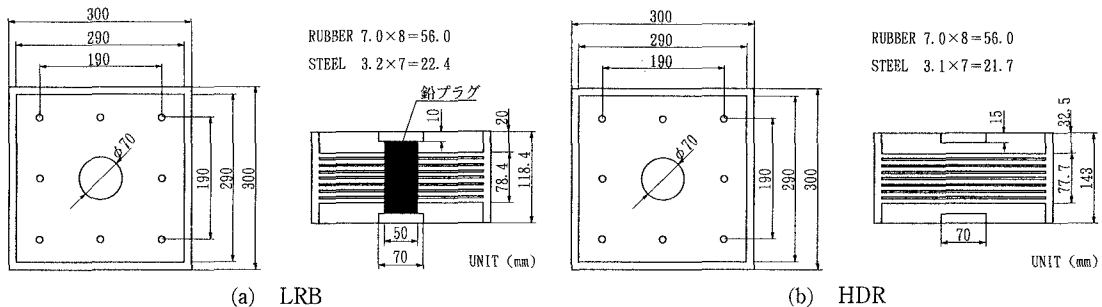


図-1 実験に用いた供試体

3. 繰返し载荷時(疲労実験)における免震支承の温度依存性

本実験に先立ち、 20°C の試験温度のもとで、支承のなじみをとるため予備载荷を行った。HDR供試体の予備载荷は、 42.0tf (支圧応力度: 50kgf/cm^2)の鉛直荷重をかけ、载荷振幅50%(3回) $\rightarrow$ 100%(3回) $\rightarrow$ 150%(3回)の载荷手順を2回繰返し行った。本実験において、载荷振幅とは水平载荷時におけるゴムのせん断ひずみであり、ゴム総厚に相当する水平変位を与えた場合を载荷振幅100%とした。なお、载荷振動数は全て 0.5Hz とした。

疲労実験における载荷振幅及び繰返し回数は、以下に示す通りである。(免震橋梁の供用期間中に50%程度の小さな振幅が800回、150%程度の大きな振幅が200回程度起こると想定し、繰返し回数を決定した。)

①50%(200回) $\rightarrow$ 150%(50回) $\rightarrow$ ②50%(200回) $\rightarrow$ 150%(50回)
 $\rightarrow$ ③50%(200回) $\rightarrow$ 150%(50回) $\rightarrow$ ④50%(200回) $\rightarrow$ 150%(50回)

また、①②③④の载荷は供試体を所定の温度に戻したした後、载荷を行った。

実験は、当初 -30°C ～ $+30^{\circ}\text{C}$ の試験温度で行う予定であったが、供試体内部を -10°C 以下に冷やすことができなかったため、 -10°C ～ $+40^{\circ}\text{C}$ (LRB供試体については、 -10°C ～ $+30^{\circ}\text{C}$)の試験温度で行った。

HDR-7(+20℃)により得られた疲労実験①及び④における荷重～変位関係を図-2に、疲労実験における等価剛性及び等価減衰定数の変化を図-3に示す。

また、疲労実験における温度依存性を検討した結果を図-4示す。なお、温度依存性を検討するにあたり、④の50%振幅時の10～200回目の等価剛性及び等価減衰定数を平均したものを用いることとした。

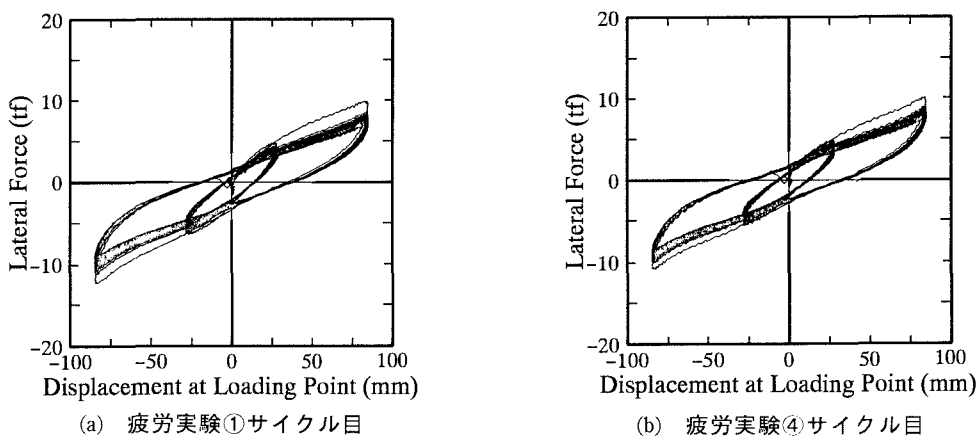


図-2 実験により得られた荷重～変位関係（HDR-07）

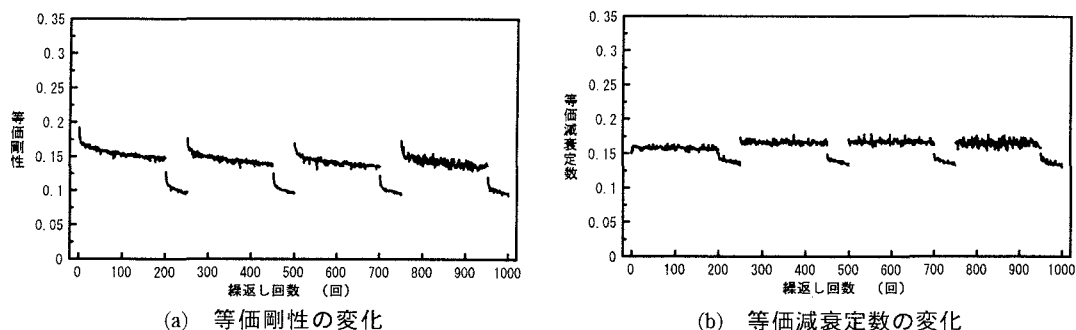


図-3 疲労実験における等価剛性及び等価減衰定数の変化（HDR-07）

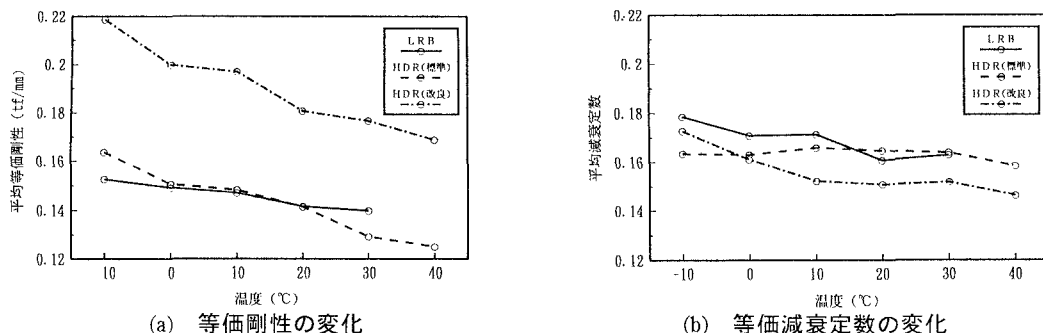


図-4 疲労実験における温度依存性

4. まとめ及び今後の課題

本検討では、鉛プラグ入り積層ゴム支承と高減衰積層ゴム支承とを対象に、これらの支承の等価剛性及び等価減衰定数の疲労特性及び温度依存性を実験的に検討した結果、以下の点が明らかとなった。

- ①免震橋梁の供用期間中に50%程度の小さな振幅が800回、150%程度の大きな振幅が200回程度起こると想定し、疲労実験を行ったが、各載荷振幅においては等価剛性及び等価減衰定数はほとんど低下しない。
- ②疲労実験における免震支承の温度依存性を検討したが、等価剛性及び等価減衰定数の変化は20℃と比較して最大20%程度である。

今後は、免震装置の周波数依存特性等について検討を進める必要がある。