

橋梁用高減衰ゴム支承の耐久性に関する実験的研究

日本鑄造（株）	正会員	森重 行雄
川口金属工業（株）	正会員	鵜野 禎史
（株）ブリヂストン	正会員	須藤 千秋
東海ゴム工業（株）	正会員	山本 吉久
東洋ゴム工業（株）	正会員	西川 典男
横浜ゴム（株）	正会員	○越峠 雅博

1. はじめに

道路橋示方書・同解説において免震設計が取り入れられ、免震支承の一つである高減衰ゴム支承が広く採用されている。採用の増加にしたがい、高減衰ゴム支承に関する研究や発表例も増えているが、耐久性や特性の安定性については、まだ十分に明らかにされていない。本研究は、常時の温度変化により生じる繰返しせん断変形や、活荷重により生じる繰返し圧縮荷重振幅に対する耐久性の確認、および地震時の固有周期に対する安定性の確認を目的として、高減衰ゴム支承製造会社 6 社が共同で行った実験の結果についてまとめ、耐久性に問題がないこと、および固有周期に対して安定していることを確認したものである。

2. 実験概要

2.1 低速せん断繰返し実験

実験の概要を表-1 に示す。供試体は、HDR G10、 $\square 400\text{mm} \times 9.0\text{mm} \times 6$ 層を 2 体、またゴム種および寸法の違いが耐久性に及ぼす影響を評価するため、HDR G12、 $\square 250\text{mm} \times 5.2\text{mm} \times 6$ 層を 1 体用いた。加振周期は、温度変化によるせん断変形を想定していることから 1 日あるいは 365 日が適正であるが、試験機能力により表-1 とし、せん断変形量は常時におけるゴム支承の最大ひずみである $\pm 70\%$ とした。また、繰返しせん断変形が地震時のせん断特性に与える影響を評価するため、繰返しせん断実験の前後でせん断ひずみ $\pm 175\%$ のせん断特性実験を行った。

2.2 繰返し圧縮荷重振幅実験

実験の概要を表-2 に示す。供試体は、HDR G10、 $\square 400\text{mm} \times 9.0\text{mm} \times 6$ 層を 3 体用い、実験条件は構造物施工管理要領¹⁾に準拠した。また、繰返し圧縮荷重振幅が地震時のせん断特性に与える影響を評価するため、繰返し実験前および繰返し回数 50 万回ごとにせん断ひずみ $\pm 175\%$ のせん断特性実験を行った。

2.3 固有周期依存性実験

実験の概要を表-3 に示す。供試体は、HDR G10、 $\square 400\text{mm} \times 9.0\text{mm} \times 6$ 層を 3 体用いた。加振周期は免震橋梁として想定される固有周期が 1.0～2.0 秒であることから、それらを包含する条件として 0.5, 1.0, 2.0 秒に設定し、圧縮応力度は設計で平均的に用いる 6.0N/mm^2 、せん断ひずみは試験機的能力の上限である $\pm 50\%$ とした。

表-1 低速せん断繰返し実験

供試体		A	B	C	
緒元		ゴム種	G10	G10	G12
		有効寸法	□400mm	□400mm	□230mm
		ゴム厚	9.0mm×6層	9.0mm×6層	5.2mm×6層
実験条件	繰り返し せん断実験	圧縮応力度	6.0N/mm ²	6.0N/mm ²	6.0N/mm ²
		せん断ひずみ	±70%	±70%	±70%
		加振周期	900秒	200秒	200秒
		繰り返し回数	5000回	5000回	5000回
	せん断特性 実験	圧縮応力度	6.0N/mm ²	6.0N/mm ²	6.0N/mm ²
		せん断ひずみ	±175%	±175%	±175%
		加振回数	10回	10回	10回

表-2 繰返し圧縮荷重振幅実験

供試体			D , E , F	
緒元			ゴム種	G10
			有効寸法	□400mm
			ゴム厚	9.0mm×6層
実験条件	繰返し 圧縮荷重振幅 実験	せん断ひずみ	+ 70%	
		圧縮応力振幅	5.5～12.0N/mm ²	
		加振周期	0.5秒	
		繰返し回数	200万回	
	せん断特性 実験	圧縮応力度	6.0N/mm ²	
		せん断ひずみ	± 175%	
		加振周期	2秒	
		加振回数	10回	

表-3 固有周期依存性実験

供試体			G, H, I	
緒元			ゴム種	G10
			有効寸法	□400mm
			ゴム厚	9.0mm×6層
実験条件	固有周期 依存性実験	圧縮応力度	6.0N/mm ²	
		せん断ひずみ	±50%	
		加振周期	0.5, 1.0, 2.0秒	
		加振回数	10回	

キーワード 高減衰ゴム支承, 耐久性, 固有周期依存性, 低速せん断実験, 圧縮応力振幅実験

連絡先 〒254-8601 神奈川県平塚市追分 2-1 横浜ゴム(株) 工業資材技術部 TEL 0463-35-9686

3. 実験結果および考察

3.1 低速せん断繰り返し実験

実験結果を表-4に示す。繰り返しせん断実験の前後とも等価剛性、等価減衰定数は規格を満足しており、変化率も等価剛性は+3.3～+4.2%，等価減衰定数は-7.5～-3.9%であり、小さい。また、供試体A,Bと供試体Cとで明確な差がなく、ゴム種および寸法の違いが耐久性に及ぼす影響は、見られない。図-1は、繰り返し実験中におけるせん断特性の安定性を確認するため、横軸に繰り返し回数を、縦軸に等価剛性および等価減衰定数の変化を3回目で基準化して示したものである。繰り返し実験中における等価剛性の変化率は-6～+5%で安定していた。等価減衰定数は10回目で9%前後の低下を示しているが、その後の変化はほとんどなく安定していた。また、供試体の外観異常は認められなかった。したがって、温度変化による繰り返しせん断変形に対して、高減衰ゴム支承の耐久性は問題がないと言える。

3.2 繰り返し圧縮荷重振幅実験

図-2に、繰り返し回数50万回ごとに実施したせん断特性実験の結果を示す。供試体D,E,Fの等価剛性および等価減衰定数は、全ての繰り返し回数において規格を満足している。図より、繰り返し実験前の値を基準にして、繰り返し回数200万回後の等価剛性の変化率は-8.0～+5.0%，等価減衰定数の変化率は-2.5～-1.2%であった。また、供試体の外観異常は認められなかったことから、活荷重による繰り返し圧縮荷重振幅に対して、高減衰ゴム支承の耐久性は問題がないと言える。

3.3 固有周期依存性実験

固有周期によるせん断特性の変化を図-3に示す。横軸は固有周期を、縦軸は等価剛性および等価減衰定数の変化を固有周期2秒で基準化して示している。固有周期0.5秒における等価剛性の変化率は、-7.0～+2.0%，等価減衰定数の変化率は-4.0～-1.0%程度であり、高減衰ゴム支承は、固有周期0.5～2.0秒において変化が少なく特性が安定していた。

4. おわりに

高減衰ゴム支承が、常時の温度変化により生じる繰り返しせん断変形や、活荷重により生じる繰り返し圧縮荷重振幅に対して耐久性に問題がないこと、および地震時の固有周期0.5～2.0秒に対して特性が安定していることを確認した。

参考文献 1) 日本道路公団：構造物施工管理要領, 1999. 11., pp164

表-4 繰り返しせん断実験前後のせん断特性の変化

供試体	特性	設計値 (規格)	実験前 (設計値比)	実験後 (設計値比)	実験前後 の変化率
供試体A	等価剛性 (kN/mm)	2.920 ($\pm 10\%$ 以内)	2.975 (+1.9%)	3.072 (+5.2%)	+3.3%
	等価減衰定数	0.142 (+)	0.155 (+9.2%)	0.149 (+4.9%)	-3.9%
供試体B	等価剛性 (kN/mm)	2.920 ($\pm 10\%$ 以内)	3.070 (+5.2%)	3.170 (+8.6%)	+3.3%
	等価減衰定数	0.142 (+)	0.160 (+12.7%)	0.148 (+4.2%)	-7.5%
供試体C	等価剛性 (kN/mm)	1.994 ($\pm 10\%$ 以内)	1.907 (-4.4%)	1.987 (-0.4%)	+4.2%
	等価減衰定数	0.139 (+)	0.151 (+8.6%)	0.142 (+2.2%)	-6.0%

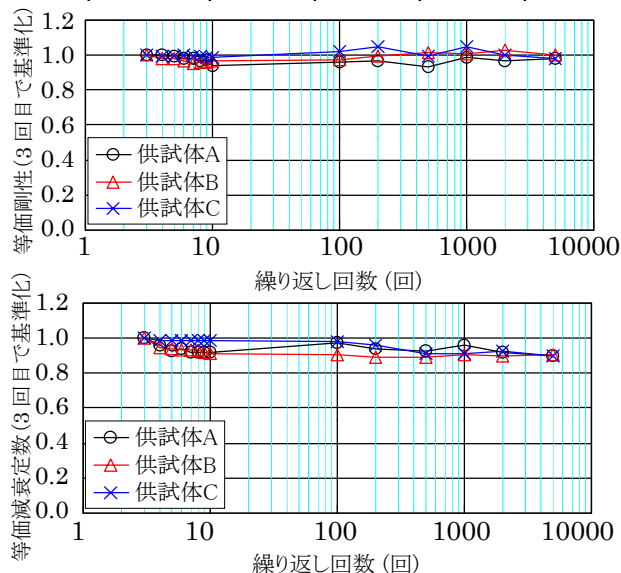


図-1 繰り返しせん断変形によるせん断特性の変化

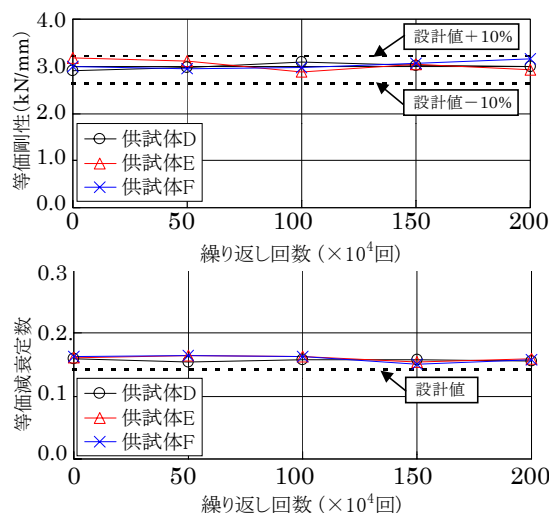


図-2 繰り返し圧縮荷重振幅によるせん断特性の変化

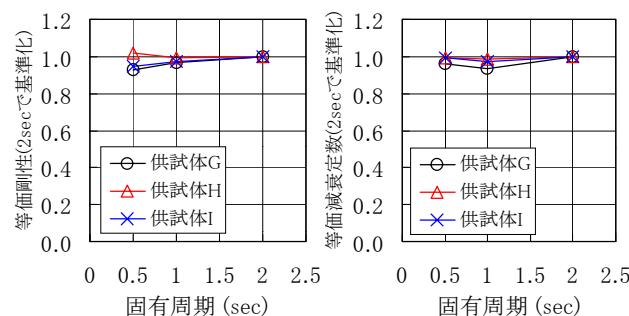


図-3 固有周期によるせん断特性の変化