

橋梁用 L R B の耐久性に関する実験的研究

ニッタ（株）	正会員	○小坂	晃
ニッタ（株）	非会員	井上	清孝
オイレス工業（株）	非会員	仙田	利明
東京ファブリック工業（株）	正会員	七戸	文雄
（株）ビービーエム	正会員	今井	隆

1. はじめに

鉛プラグ入り積層ゴム支承（L R B）は道路橋示方書で免震支承として規定され、多くの橋梁に採用されている。本論文では、その性能の安定性に関する実験的研究として、せん断特性の履歴経験依存性試験、繰返し圧縮試験、およびせん断変形性能試験¹⁾について報告する。なお、本論文はL R B 製造会社 4 社の試験結果をまとめたものである。

2. 試験概要

2. 1 せん断特性の履歴経験依存性試験

試験に用いた供試体は□1000 mm×23 mm×6 層（鉛プラグ 4 本-φ145 mm）、ゴムは天然ゴム（NR）でせん断弾性係数 G10 を用いた。供試体形状および試験概要を表-1 に示す。試験は面圧 6.0 N/mm²に相当する荷重を鉛直载荷し、特性試験として±175%せん断試験を行った後、地震時最大せん断ひずみに相当する±250%せん断試験を 3 時間のインターバルを挟み 2 回を行った。次に、片押しにてせん断変形性能試験を行った。

表-1 せん断特性の履歴経験依存性試験

供試体		a	b	c
支承諸元	ゴム	NR G10		
	設計寸法	□1000 mm		
	ゴム厚	23 mm×6 層		
	鉛プラグ	4 本-φ145 mm		
試験条件	圧縮応力度	6.0 N/mm ²		
	せん断ひずみ	±175%		
	加振回数	11 回		
	せん断ひずみ	±250%		
	加振回数	11 回×2 回		
	片押しせん断	1 回		

2. 2 繰返し圧縮試験

試験に用いた供試体は□400 mm×9 mm×6 層（鉛プラグ 4 本-φ57.5 mm）、ゴムは天然ゴム（NR）でせん断弾性係数 G10 を用いた。供試体形状および試験概要を表-2 に示す。試験はせん断ひずみ 70%を一定に保ち面圧 5.5 N/mm²～12.0 N/mm²に相当する圧縮荷重を 2Hz で 200 万回まで繰返し载荷する。圧縮荷重の繰返しによる影響を確認するために、試験実施前および圧縮加振 50 万回ごとにせん断ひずみ±175%の圧縮せん断試験を行い、性能変化を調査した。

表-2 繰返し圧縮試験

供試体		d	e	f	g
支承諸元	ゴム	NR G10			
	設計寸法	□400 mm			
	ゴム厚	9 mm×6 層			
	鉛プラグ	4 本-φ57.5 mm			
繰返し試験	せん断ひずみ	70%（一定）			
	圧縮応力度	5.5 N/mm ² ～12.0 N/mm ²			
	加振回数	200 万回			
	加振周波数	2Hz			
性能確認試験	せん断ひずみ	±175%			
	加振回数	10 回			
	試験実施	試験前および 50 万回毎			

2. 3 せん断変形性能試験

試験に用いた供試体形状は設計寸法□500 mm～1050 mmが 13 体、および□1600 mm等の大型供試体成型後に□1000 mm、1100 mmを分離したものが 17 体で合計 30 体、鉛プラグの面積比率は 7%程度である。一次形状係数は 5.8～16.7、二次形状係数は 4.6～11.9 であり、ゴムは天然ゴム（NR）でせん断弾性係数 G10 および G12 を用いた。

表-3 せん断変形性能試験

支承諸元	ゴム	NR G10・NR G12
	設計寸法	□500 mm～1050 mmおよび □1000 mm、1100 mm分離
	鉛プラグ	面積比率 7%程度
破断試験	圧縮载荷	設計死荷重に相当
	せん断载荷	片押し破断

キーワード L R B, 耐久性, 履歴経験依存性, 圧縮疲労試験, せん断変形性能試験

連絡先 〒639-1085 奈良県大和郡山市池沢町 172 ニッタ（株） 産業資材事業部技術部 T E L 0743-56-0597

試験概要を表-3 に示す．設計死荷重に相当する鉛直力を載荷し，片押しにてせん断変形性能試験を実施した．

3. 試験結果

3. 1 せん断特性の履歴経験依存性試験

試験結果を表-4 に示す．±250%せん断 1 回目と 2 回目の特性値の変化率は，等価剛性で-7%程度，等価減衰定数で-0.7~+5.1%と変動は小さい．また，破断ひずみは 341~365%であり，破断荷重は 250%設計水平力に対し 1.9~2.7 倍であった．供試体 c における荷重-変位履歴曲線を図-1 に示す．±250%の履歴経験後も履歴曲線は安定しており，LRB が地震時の大変形の繰返し後においても初期と同等の性能を有し，十分な耐久性を有していることが確認された．

3. 2 繰返し圧縮試験

試験結果を図-2 および図-3 に示す．4 体の供試体の初期と圧縮載荷 200 万回後における等価剛性の変化率は-5~-1%，等価減衰定数は-4~+5%であった．50 万回毎においても等価剛性および等価減衰定数の変動は少なく，性能の低下は見受けられず，安定した性能を示している．また，200 万回の圧縮試験後も供試体に亀裂・変形等外観の異常は認められなかった．これらのことより，LRB が繰返し圧縮に対し何ら性能変化を生じず，十分な耐久性を有することが確認された．

3. 3 せん断変形性能試験

試験結果を図-4 に示す．破断ひずみは実大サイズで 325~391%（平均 353%），分離タイプで 273~353%（平均 317%）であった．分離タイプの破断変位は実大サイズに比べ若干低い値を示している．これは分離タイプの形状を実大サイズのゴム層厚さ・層数に近づけたため，分離後の形状係数（ S_1 および S_2 ）が低くなったことと，分離作業の影響によるものと考えられる．履歴経験依存性における破断ひずみ結果と比べ，差異は少ないことから，LRB のせん断変形性能は地震時の変形の履歴後も初期と同様の変形性能を有しているものと判断される．

4. まとめ

LRB は，地震時における繰返しせん断変形や，繰返し圧縮荷重に対し等価剛性・等価減衰定数は安定している．さらに，地震時変形後もせん断変形性能は維持されており，十分な耐久性があることを確認した．

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

表-4 履歴経験依存性試験結果

供試体	等価剛性 変化率(%)	等価減衰定 数変化率(%)	破断荷重 (kN)	破断 ひずみ(%)
a	-7.5	+4.6	6217	341
b	-6.6	-0.7	4609	363
c	-6.5	+5.1	6566	365

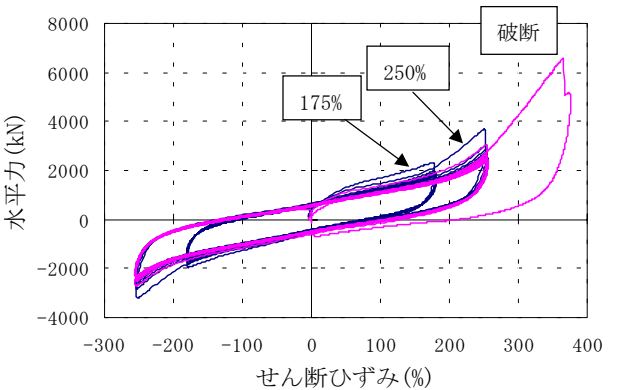


図-1 履歴経験依存性試験の履歴曲線

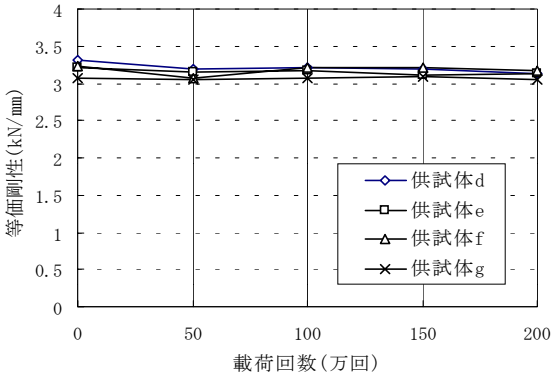


図-2 繰返し圧縮試験結果（等価剛性）

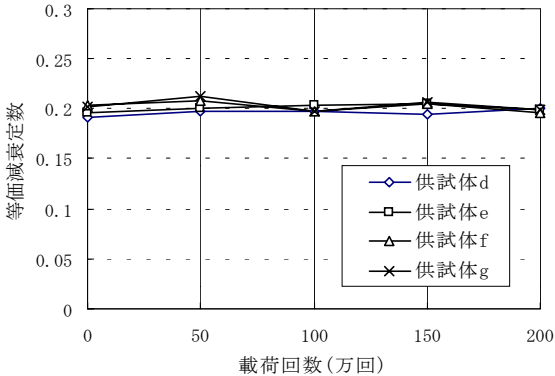


図-3 繰返し圧縮試験結果（等価減衰定数）

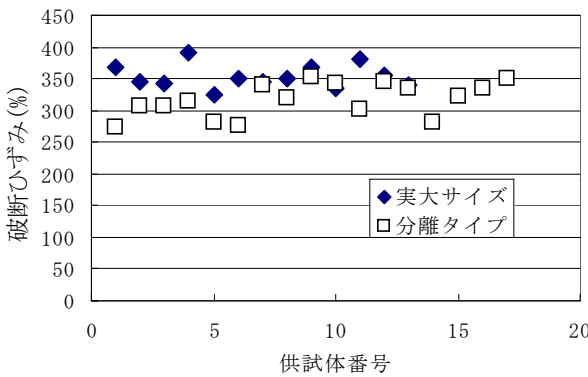


図-4 せん断変形性能試験結果