

大型ゴム支承の繰返しせん断変形特性に関する実験的研究

愛知工業大学 正会員 ○鈴木森晶・青木徹彦
名古屋高速道路公社 正会員 森下宣明・前野裕文
ゴム支承協会 正会員 今井隆・山根義洋

1.はじめに

平成8年道路橋示方書・同解説耐震設計編において、支承部は橋梁上部構造の荷重を下部構造へ伝達する主要部材としての位置づけがなされ、ゴム支承は主に耐震設計の対象として広範に普及してきた。それに伴って設計に用いられる範囲での剛性や減衰性能など基本的な特性¹⁾については徐々に解明の途にあるが、破断強度や長期耐久性等については実験的成果も少なく研究段階にあるといえる。

本実験的研究は、ゴム支承の地震時の安全性や使用限界を把握することを目的として、前者の破断に至るまでのせん断変形挙動に着目し、実橋での使用を前提に現段階で実験可能と考えられる最大級のゴム支承を用いた基礎的実験を行って、その特性について考察したものである。

2.実験概要

供試体は、表-1に示す天然(NR)、高減衰(HDR)および鉛プラグ入り(LRB)ゴム支承を各1体、平面形状□1000mm×25mm×5層、せん断弾性係数G12を用いた。

実験装置には、4000kNアクトエータを4基用い、繰返し回数は積層ゴム支承に関しては過去の実験より3回とし、免震ゴム支承はその安定性調べるため、設計限界値とされているせん断ひずみ250%までは10回、それ以上はその半分の5回とした。

載荷方法は、死荷重反力相当の圧縮応力度 6.0N/mm^2 を載荷し、表-2に示すようにせん断ひずみを漸増する方法で正負水平繰返し載荷を行い水平荷重-水平変位(履歴)曲線を求めた。

表-1 供試体緒元

供試体		N R	H D R	L R B
積層ゴムの設計寸法	mm	1000	1000	1000
ゴム層厚・積層数	mm	25×5	25×5	25×5
ゴム層厚さ	mm	125	125	125
鉛プラグ	mm	-	-	φ140
支承の面積	mm ²	1,000,000	1,000,000	938,425
鉛直荷重	kN	6,000	6,000	5,630

表-2 実験条件

条件	せん断ひずみ(%)	繰返し回数
1	100, 175, 250	10(3)
2	300, 325・25%増分で破断まで	5(3)

注)() 書きは、NRの場合

3.実験結果

図-2に破断に至るまでのゴム支承の履歴曲線を示す。NRとHDRはせん断ひずみ325%の2波目で水平力が低下したので破断と見なした。LRBはせん断ひずみ300%の1波目でコーナー部に亀裂が生じ水平力が低下した。

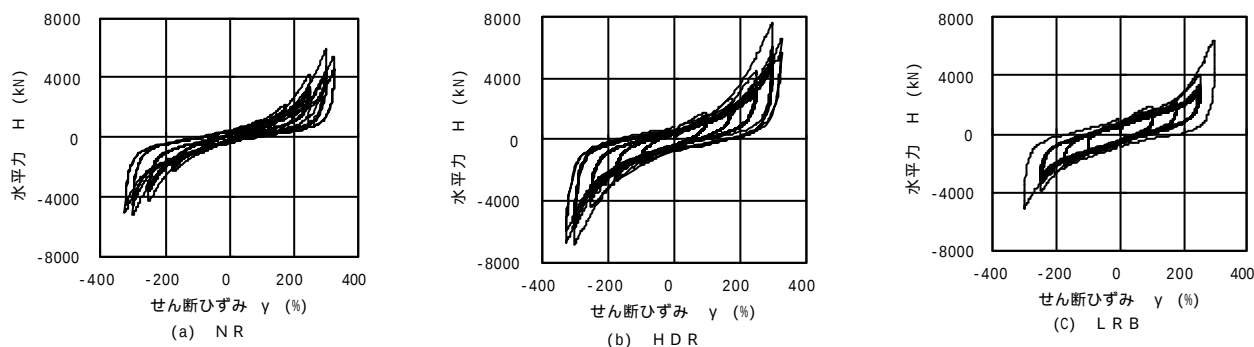


図-1 ゴム支承の履歴曲線

ゴム支承，せん断変形特性，繰返し実験

〒470-0392 豊田市八草町八千草1247・TEL0565-48-8121・FAX 0565-48-6445

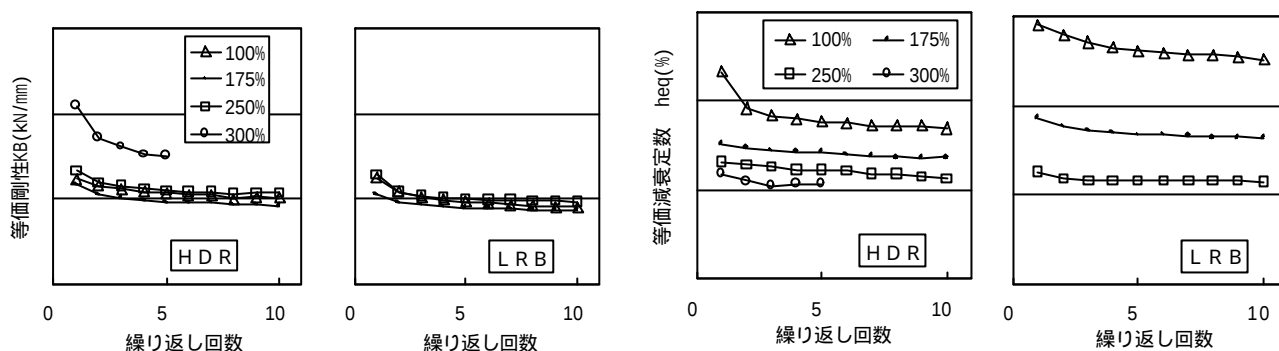


図-2 繰り返し安定性

破断時の強度やせん断ひずみはHDR, NR, LRBの順に大きく, 同一せん断ひずみにおける履歴面積の大きさはLRB, HDR, NRの順となっている. 図-3は, 繰り返し载荷に対する等価剛性および等価減衰定数の変化を各ひずみ毎に整理したものである. いずれも1波目から2波目でやや大きく減少する傾向があるが, 3波目以降からは漸減し繰り返し载荷に対しては, ほぼ特性は安定していると言える.

せん断変形特性として, 実験条件1では10波の平均値, 実験条件2では5波目の値および破断時の値から算出し, (a)等価剛性, (b)等価減衰定数およびその両者から算出した1波当たりの(c)エネルギー吸収量を図-3に示す. なお, 1波あたりのエネルギー吸収量は減衰定数の定義から次式により算出した.

$$E = 2\pi \cdot h_{eq} \cdot K_B (\gamma \cdot \sum t_e)^2 \cdots \text{式(1)}$$

等価剛性 K_B はNRとHDRではせん断ひずみ175%以降で増加しており, ハードニング現象が見られる. 等価減衰定数 h_{eq} はせん断ひずみ250%まではLRB, HDR, NRの順に大きいが, せん断ひずみが増加するにつれてその差は小さくなっている. 次に, エネルギー吸収量では, せん断ひずみ175%以降でHDR, LRB, NRの順に大きくなり, せん断ひずみ300%ではRBにおいても相当のエネルギー吸収量となっている.

4.まとめ

実橋に用いる3種類の大型ゴム支承の水平繰り返し実験により以下の結果を得ることができた.

- せん断ひずみ100~300%の繰り返し荷重を30回程度経験したせん断弾係数G12相当のゴム支承の破断ひずみは, 300%から325%であった.
- 水平繰り返し载荷によるせん断変形特性の変化は, 初期はやや大きいですが3回目以降は比較的安定していた.
- せん断ひずみ175%以降では等価剛性が増加するハードニング現象が顕著であり, ハードニングが大きいものほどエネルギー吸収性能も増加する傾向があった.

本実験は, 平成10年に産官学の共同利用研究設備として設立された愛知工業大学 耐震実験センターの大型実験設備を用いて行った.

参考文献

- (社)日本支承協会・ゴム支承協会: 天然ゴム系のせん断変形性能, 第2回免震・制震コロキウム講演論文集, 土木工学地震工学委員会, pp.143~148, 2000.11

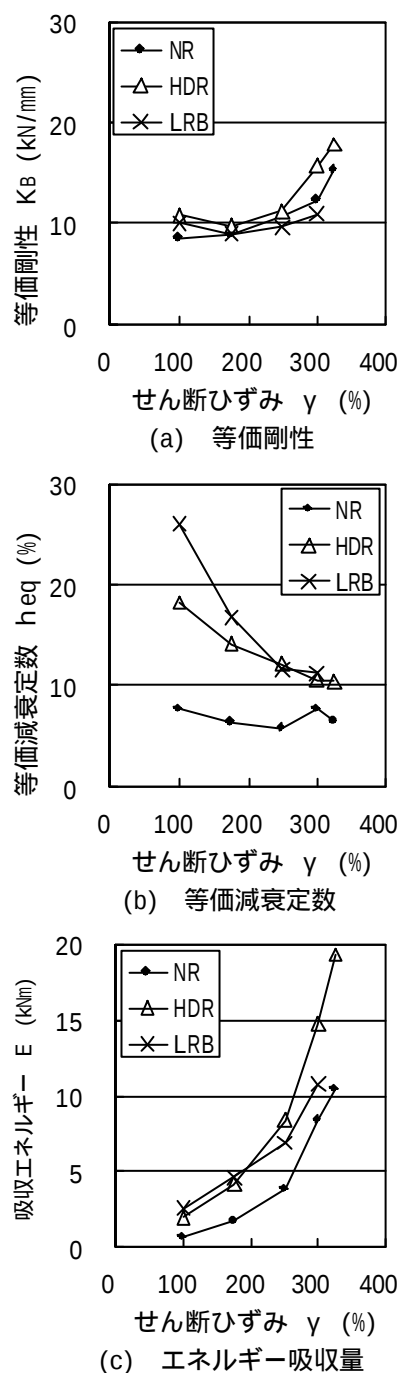


図-3 せん断変形特性