

損傷したゴムダンパー (HDR-S) の耐震性能の確認試験

名古屋高速道路公社 正会員 ○大門 大 名古屋高速道路公社 水谷 明嗣
 名古屋高速道路公社 中山 裕昭 愛知工業大学 正会員 鈴木 森晶

1. はじめに

平成7年に発生した兵庫県南部地震を受け、名古屋高速では耐震補強工事を実施する中で、単純桁の桁連結化に伴い、ゴム支承への取替およびゴムダンパーの設置を行ってきた。しかし、設置から約10年が経過した複数のゴムダンパー (HDR-S) の側面ゴム部において亀裂損傷が確認された。名古屋高速では、これまで同様の損傷が報告されたことはなく、橋梁全体系の耐震性能に影響する可能性が懸念された。本研究では設置から10年が経過し、亀裂損傷が発生したゴムダンパーの耐震上の安全性を確認することを目的として、実橋より損傷したゴムダンパーを撤去し性能確認試験を実施した。併せて新規製作した損傷沓と同等品の支承 (以下、新規製作沓という。) について同様の試験を行い、損傷沓の結果と比較することで経年劣化による影響を確認した。これらの試験内容およびその結果について述べる。

2. 損傷したゴムダンパーについて

名古屋高速では、平成13年度からの桁連続化工事において、中間支点部は既設支承をゴム支承に取り替え、端支点部は路面の段差防止やそれに伴う振動抑制のため既設支承を残置し、新たにレベル2地震時のみに機能するゴムダンパーを設置した。今回亀裂が確認されたゴムダンパー (HDR-S) も写真-1に示すように残置された鋼製支承 (BP 沓) の前面に設置されており、損傷が確認されたゴムダンパーは、常時の移動量大きい端支点の可動沓側であった。ゴムダンパーの構造図と構造諸元を図-1と表-1にそれぞれ示す。ゴムダンパーの構造は、高さを抑えた下フランジタイプであり、亀裂が確認された箇所は、下部鋼板と積層ゴムが加硫接着されている。なお対象のゴムダンパーは、常時鉛直荷重は受けていない。

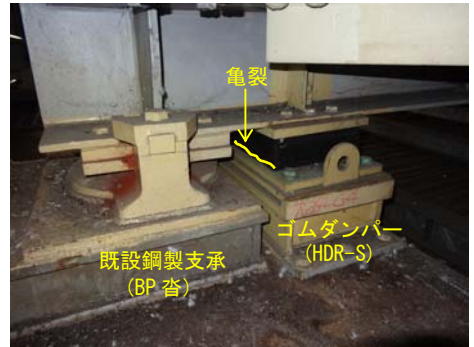


写真-1 損傷状況

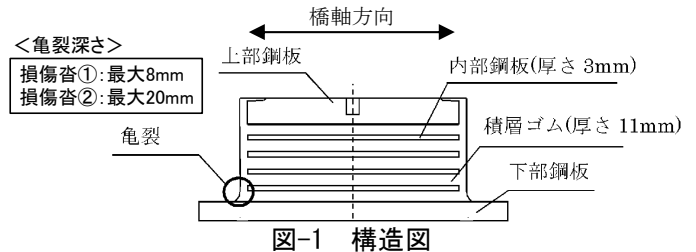


図-1 構造図

表-1 構造諸元

ゴム種別	有効平面寸法	ゴム層厚	形状係数
HDR-S	270×370mm	11mm×5層	$S_1=7.1$
(G12)	(橋軸×直角)	(被覆ゴム=10mm)	$S_2=4.9$

表-2 各試験の概要および目的

損傷したゴムダンパー2体および新規製作沓1体の性能確認試験を、表-2に示すとおり目的別に3段階のステップで実施した。今回の試験では、水平力は2,000kN 静的アクチュエータを使用し、変位制御によりせん断載荷する。また装置下部にある750kN 油圧ジャッキ4基を使用し、各試験に最低限必要な圧縮荷重を載荷する。

試験項目	水平変位	圧縮荷重	加振波形	目的
STEP-1 せん断ひずみ 250%×10回	±138mm	50kN (0.5N/mm ²)	正弦波 周期100秒	特性値の変化の確認
STEP-2 せん断ひずみ 300%×3回	±165mm	100kN (1.0N/mm ²)	正弦波 周期250秒	L2地震時の性能の確認
STEP-3 破断まで 一方向水平載荷	—	100kN (1.0N/mm ²)	一定速度 4.0mm/sec	残存水平限界性能の確認

キーワード ゴムダンパー、経年劣化、耐震性能、破断ひずみ

連絡先 〒453-0804 愛知県名古屋市中村区黄金通7-28-1 名古屋高速道路公社 整備部 TEL052-461-4408

4. 試験結果

(1) STEP-1(せん断ひずみ 250%×10 回)

損傷沓の特性値は、表-3 に示すように出荷時の値と比べ等価剛性が最大 143%に増加しており、それに伴い等価減衰定数は最大 84%に減少している。また図-2 に示す荷重履歴曲線からも、損傷沓①は新規製作沓と比べ剛性が増加していることがわかる。損傷沓②も同様の傾向である。

(2) STEP-2(せん断ひずみ 300%×3 回)

図-3 に損傷沓①と新規製作沓の荷重履歴曲線を示す。損傷沓①は安定した履歴を示し、ゴムの破断等の異常は確認されなかった。損傷沓②も同様の傾向である。

(3) STEP-3(破断までの一方向載荷)

図-4 に損傷沓①②と新規製作沓の破断時の荷重履歴曲線を示す。損傷沓①②ともに破断ひずみは、新規製作沓と比較して低下しているものの、設計時の許容せん断ひずみ 289% (保耐時) を満足した。ゴムダンパーの破断時の状況は、全てゴム本体からの破断であり、下沓および内部鋼板界面での破断はなかった。また破断位置は、亀裂深さが最大 20mm と深い損傷沓②のみ、写真-2 に示すように下面亀裂位置から破断した。試験前の亀裂深さが最大 8mm である損傷沓①と新規製作沓は、ともに上鋼板側から破断した。

5. まとめ

設置から約 10 年が経過し亀裂損傷が発生したゴムダンパー (HDR-S) の性能確認試験を行い得られた結果および考察を、下記①～④に示す。

- ① 設置から約 10 年が経過し亀裂損傷が発生したゴムダンパーは、等価剛性が増加し、等価減衰定数が減少している。経年劣化によりゴムが硬化しせん断剛性が上昇したことで、特性値が変化したと推測される。
- ② せん断ひずみ 300%×3 回の試験において安定した履歴を示していること、破断ひずみが許容値以上であることから、L2 地震時の水平耐力は満足している。
- ③ 亀裂深さが最大 20mm あり被覆ゴムより内部に亀裂が進展している損傷沓②の破断ひずみは、新規製作沓と比べ 75%程度に低下していることから亀裂損傷が終局耐力に影響を及ぼしたと推測される。
- ④ ゴムダンパーのせん断剛性が上昇しており、免震性能の低下が懸念されるが、これまで高架橋の数値解析で検討した範囲においては、ゴムの剛性上昇による影響は小さいことを確認している。

以上のことから、損傷したゴムダンパーは一定の耐震性能を満足していると考えられる。しかし亀裂損傷が発生した原因および今後の経年劣化の影響については不明な部分もあることから、引き続きさらに詳細に検討する。

表-3 等価剛性と等価減衰定数の比較

		損傷沓		新規製作沓
		①	②	
等価剛性 (kN/mm)	出荷時	2.40	2.39	—
	試験値	3.42	3.12	2.34
	(比率)	(143%)	(131%)	—
等価減衰定数 (%)	出荷時	15.0	15.1	—
	試験値	12.6	14.1	16.6
	(比率)	(84%)	(94%)	—

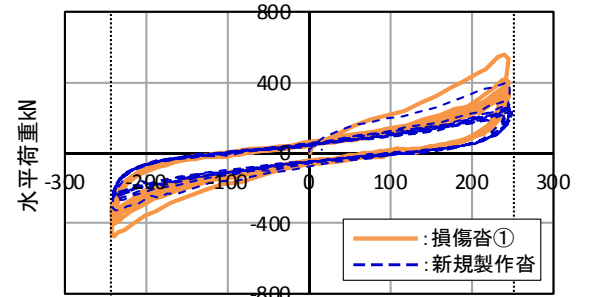


図-2 STEP-1の荷重履歴曲線

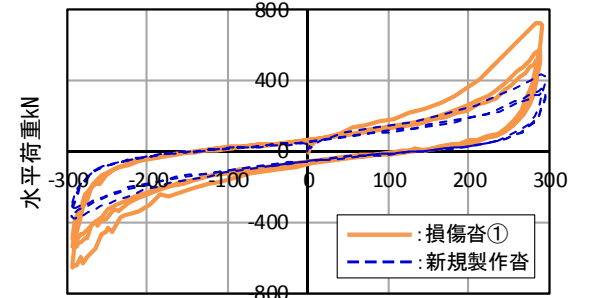


図-3 STEP-2の荷重履歴曲線

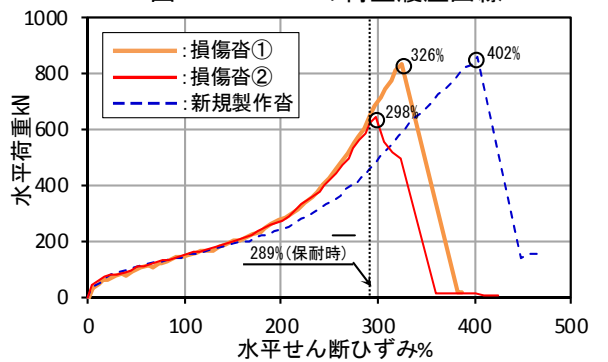


図-4 STEP-3の荷重履歴曲線

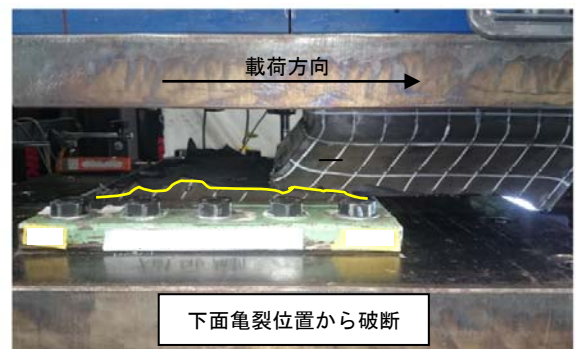


写真-2 破断時の状況 (損傷沓②)