

超高減衰ゴム支承の力学特性・耐久性に関する実物大実験

岐阜大学大学院 学生会員 ○目崎裕太 岐阜大学 正会員 木下幸治
(株)川金コアテック 正会員 姫野岳彦 (株)川金コアテック 正会員 小澤亨
岐阜大学大学院 学生会員 岩田隆弘

1 背景と目的

1995 年の兵庫県南部地震以降、大きな損傷を受けたとの報告がされていないことから、構造物の耐震性能の向上に有効であると考えられるゴム支承の普及が拡大してきた。しかし、2011 年の東北地方太平洋沖地震、2016 年の熊本地震では、平成 8 年に改定された道路橋示方書によって設計されたゴム支承（ゴム部、加硫接着面）の亀裂や破断、取り付けボルトの破断といった被害²⁾³⁾が生じた。このような背景から、ゴム支承の基本性能や、免震効果に関する研究が数多くなされ、徐々に解明されつつある。しかし、実橋梁で使用されるような大型のゴム支承、さらに実物のゴム支承を用いた研究は製作コストや試験設備の関係から少ないため、実験データの蓄積が必要と考えられる。

一方、兵庫県南部地震以降に採用されたゴム支承であっても既に供用年数が 20 年を超えてきている。ゴム支承のオゾンや紫外線、温度の影響による経年劣化が懸念されており⁴⁾、このような環境劣化による表面き裂発生は、ゴム支承の力学性能に影響を与えるだけでなく、劣化を起点に水分や塩化物による腐食進行⁴⁾が原因で、さらなる力学性能への影響が考えられる。さらに、大型のゴム支承になると、そのコストが橋梁全体の 5~10%にもなるといわれていることから⁵⁾、その適切な維持管理が必要となっている。

このような背景から本研究では、実橋梁で使用されていた大型の超高減衰ゴム支承を対象に、基本的な性能や地震時を想定した実験によるゴム支承の挙動を把握することを目的に載荷試験を実施する。さらに、懸念されている経年劣化に対して、ゴム支承の環境劣化特性の把握を目的として、長期の暴露載荷試験を実施する。



写真-1 実物ゴム支承

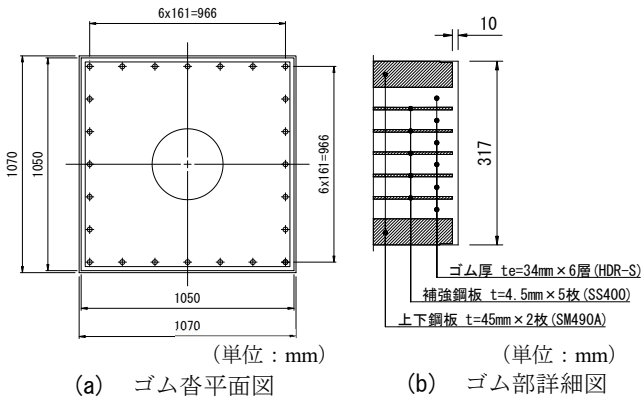


図-1 ゴム支承概要



図-2 大型試験機⁶⁾

表-1 試験機能力

項目	仕様
最大鉛直荷重	24000 kN
最大水平力	+13000 kN (片押し) ±10000 kN (正負交番載荷)
最大水平変位	±650 mm (片押し: 1200mm)
最大載荷速度	10 mm/sec (片押し: 1mm/sec)

キーワード：超高減衰ゴム支承，実物大実験，力学特性，環境劣化，オゾン

連絡先：〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部 社会基盤工学科 TEL：058-293-2424

表-2 各種試験条件

試験項目	水平方向	鉛直荷重(MPa(kN))	載荷振幅(%)
0度方向試験	橋軸方向	死荷重反力相当面圧5.5MPa(6113.9kN) (一定)	25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%, 175% (各1サイクル) ⁷⁾
45度方向試験	ゴム沓角部方向	死荷重反力相当面圧5.5MPa(6113.9kN) (一定)	25%, 50%, 75%, 100%, 125%, 150%, 175% (各1サイクル) ⁷⁾
単純引張試験	—	圧縮6.0MPa～引張1.0MPa (段階的に変化)	—
長期暴露載荷試験	橋軸方向	—	25%, 50%, 75%, 100%, (125%, 150%) (片押し)

2 実物ゴム支承概要

写真-1 に実物ゴム支承の写真を、図-1 に実物ゴム支承の概要をそれぞれ示す。本支承は、免震用積層ゴム支承として広く使用されている超高減衰ゴム支承(HDR-S:Super High Damping Rubber Bearing)であり、2015 年に土砂崩れの影響で架設途中に落橋した実橋梁の土砂に巻き込まれていない端部側のゴム支承 2 基である。1 辺が 1050 mm の正方形断面を有し、ゴム 1 層厚 34 mm、ゴム層総数 6 層（ゴム層総厚 204 mm）、厚さ 4.5 mm の補強鋼板 5 枚、厚さ 45 mm の上下鋼板 2 枚で構成されている。せん断弾性係数 G は 1.0 N/mm^2 であり、1 次形状係数は 7.72、2 次形状係数は 5.15 である。

3 試験概要

3.1 試験装置

本ゴム沓は大型のため、試験は図-2 に示す川金コアテック所有の大型試験機（2400 t 試験機）⁶⁾を使用して実施する。表-1 に試験機能力を示す。2400 t 試験機に試験体のボルト位置に合わせて製作した載荷治具（川金コアテック作成）を設置し、試験を実施する。後述するすべての試験において同一の治具を使用する。試験は全て常温で実施する。

3.2 特性検証試験

ゴム沓の状態の確認と、設計時では照査されていない橋軸方向、橋軸直角方向以外の水平力、上揚力がゴム沓に作用した際のゴム沓の挙動を確認するために 0 度方向試験、45 度方向試験、単純引張試験を実施する。表-2 に試験条件を示す。

3.3 長期暴露載荷試験

ゴム沓の環境劣化特性と鉛直荷重の影響を確認するために、長期暴露試験とその試験体を使用した載荷試験を実施する。3.2 での試験後、ゴム沓表面にオゾン劣化防止コーティング工法（K-PRO 工法）⁸⁾を施

したのち、本大学内で長期間の暴露試験を行う。その際、オゾン劣化を促進させるために、ゴム沓の常時の許容せん断ひずみ¹⁾程度である 70 % の予ひずみを与えた状態を保持する。また、本大学内に試験フレームを構築し、定期的に載荷試験を行うことで、ゴム沓の環境劣化特性を確認する。表-2 に試験条件を示す。載荷試験は、面圧が無負荷の状態で行い、試験フレームと油圧ジャッキの関係から、113 t ($\gamma=100\%$) もしくは 169 t ($\gamma=150\%$) の水平力を片押しで与える。さらに、セットボルトの頭部にひずみゲージを貼り付けることで、軸力の変動を測定する。これにより、鉛直荷重の有無がゴム沓とセットボルトに与える影響を確認する。

謝辞：実物ゴム支承や図面などの資料を提供をして頂いた浜松市様と瀧上工業株式会社様に、ここに深く謝意を示します。

参考文献：

1) (株)日本道路協会：道路橋支承便覧，2004.4. 2) 藤倉修一，川島一彦：2016 年熊本地震による道路橋の被害概要，第 19 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.161-168，2016.7. 3) 葛西昭，大城雄希，大森貴行，松永昭吾，牛塚悠太：2016 年熊本地震による俵山大橋の被害分析，第 19 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.185-190，2016.7. 4) 坂本直太，向井梨紗，篠原型二：積層ゴム支承における内部鋼板とゴムの接着層の劣化特性評価，第 20 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.163-170，2017.7. 5) 伊藤義人，矢澤晃夫，佐藤和也，顧浩声，忽那幸浩，山本吉久：橋梁支承用ゴムの環境劣化特性に関する基礎的研究，土木学会論文集 No.794/I-72，pp.253-266，2005.7. 6) 国土交通省：新技術情報提供システム，国土交通省 HP(http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail6.asp?RE_G_NO=CB-110020&TabType=&nt=)，閲覧日：2018 年 3 月 29 日. 7) 五十嵐晃，党紀，村越雄太，伊藤俊彦：免震ゴム支承の水平 2 方向復元力特性に関する載荷実験及び復元力モデルの比較検討，土木学会論文集 A1，Vol.69，No.4，I_311-I_325，2013. 8) K-PRO 工法協会：K-PRO 工法研究会 HP(<http://kpro-a.jp/>)，閲覧日：2018 年 4 月 2 日。