

経年劣化を模擬したゴム支承の性能確認試験 その2 劣化を模擬した超高減衰ゴム支承の性能評価

株式会社ブリヂストン 正会員 ○神田智之
株式会社ブリヂストン 正会員 丸山健司

株式会社高速道路総合技術研究所 正会員 稲荷優太郎
株式会社ブリヂストン 正会員 中村昌弘

1. はじめに

近年、供用中のゴム支承においてオゾン劣化によるひび割れ発生事例¹⁾や、地震により損傷したゴム支承がゴムと内部鋼板の界面及びその付近で破断していたことが報告されている²⁾。これらの経年劣化と考えられる損傷が発生した際の対応要否を検討するため、経年劣化したゴム支承の残存耐力を把握する必要がある。本検討ではゴム支承の経年劣化が性能に及ぼす影響を確認する為に、経年劣化として、ゴム支承表面のひび割れと内部ゴムと内部鋼板の接着性低下を模擬した超高減衰ゴム支承に対して性能確認試験を行った。

2. 模擬劣化試験体の仕様

試験体は内部ゴムが超高減衰ゴム HDR-S G10 からなるゴム支承であり、表 1 に示す通りとした。試験体はひび割れを模擬して連結鋼板端部の全幅に深さ 20mm の切れ込みを設けた試験体とゴムと内部鋼板のはがれを模擬して内部鋼板面積に対して 1/4、1/2、全面の未接着部を設けた試験体の 2 種を作製した。模擬劣化の内容を図 1 に示す。

3. 試験内容

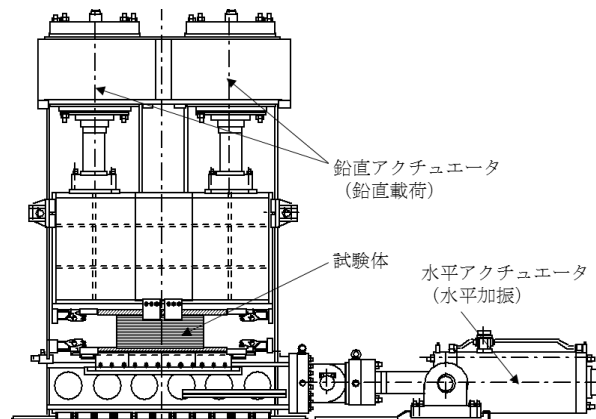
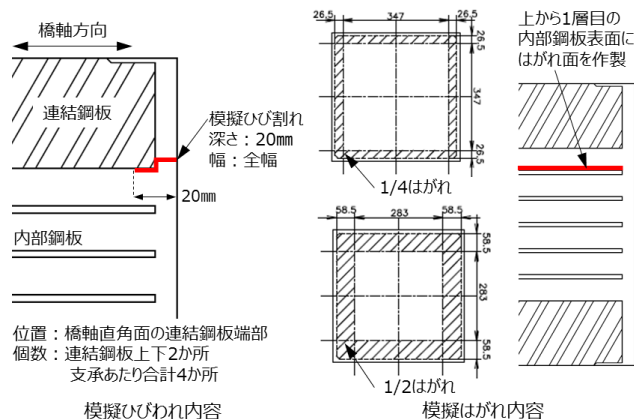
試験機は株式会社ブリヂストン保有の 32MN 試験機を使用した。試験機の概略を図 2 に示す。試験条件は NEXCO 試験方法 418 に従い表 2 に示す通りとした。測定された荷重-変位関係の生データは別途測定した試験機の摩擦係数を用いて摩擦補正を行った。性能変化の指標は等価剛性、等価減衰定数、破断ひずみ、破断応力とした。破断ひずみは最大荷重時の変位をゴム総厚さで除して算定し、破断応力は最大荷重とゴムと内部鋼板が接着されている部分の面積より算出した。

表 1 試験体仕様

試験体	400-通常	400-模擬 ひび割れ	400-1/4 はがれ	400-1/2 はがれ	400-全面 はがれ	600-模擬 ひび割れ	800-模擬 ひび割れ
内部鋼板寸法 (mm)	400×400	400×400	400×400	400×400	400×400	600×600	800×800
ゴム1層厚 (mm)	9	9	9	9	9	13	17
層数	6	6	6	6	6	6	6
ゴム総厚 (mm)	54	54	54	54	54	78	102
一次形状係数S1	11.11	11.11	11.11	11.11	11.11	11.54	11.76
二次形状係数S2	7.41	7.41	7.41	7.41	7.41	7.69	7.84
被覆ゴム厚さ (mm)	10	10	10	10	10	10	10
模擬劣化内容	なし	ひび割れ 深さ20mm	有効面積 1/4はがれ	有効面積 1/2はがれ	有効面積 全面はがれ	ひび割れ 深さ20mm	ひび割れ 深さ20mm

表 2 試験条件 (NEXCO 試験方法 418)

試験順序	1	2	3	4
試験名称	175% 加振試験	250% 加振試験	300% 加振試験	破断試験
試験波形	正弦波	正弦波	正弦波	単調載荷
鉛直面圧	6MPa	6MPa	6MPa	6MPa
試験ひずみ	±175%	±250%	±300%	破断まで
サイクル数	11	6	2	-
周波数	0.0045 Hz	0.0045 Hz	0.0045 Hz	-
試験速度	-	-	-	2 mm/s



キーワード 橋梁, ゴム支承, 経年劣化, 性能変化, 超高減衰ゴム支承

連絡先 〒244-8510 横浜市 戸塚区 柏尾町 1 番地 TEL:045-825-7589 FAX:045-825-7676

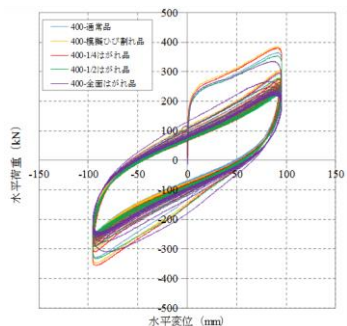


図3 400-175%加振

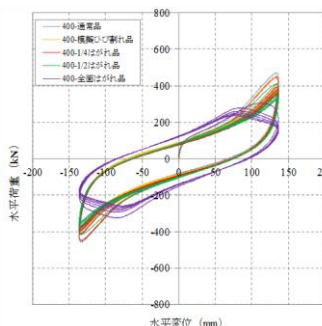


図4 400-250%加振

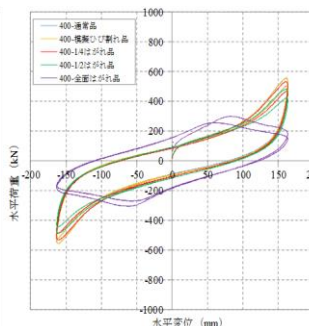


図5 400-300%加振

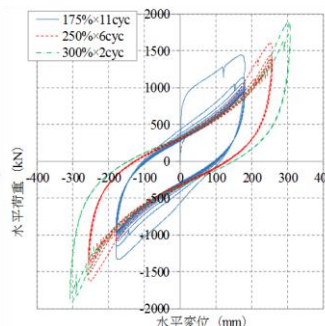


図6 800-模擬ひび割れ 加振

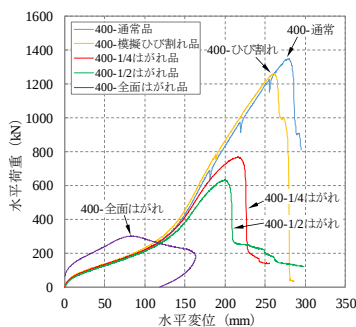


図7 400-破断試験

表3 試験結果まとめ

試験体	等価剛性: K_{eq} (kN/mm)			等価減衰定数: H_{eq}			破断変位 (mm)	破断 ひずみ	破断荷重 (kN)	破断応力 (MPa)
	設計値	測定値	設計値対比	設計値	測定値	設計値差異				
400-通常品	3.074	3.287	+6.9%	0.173	0.194	+0.021	279.7	5.2	1347.4	8.4
400-模擬ひび割れ品	3.074	3.369	+9.6%	0.173	0.194	+0.021	260.9	4.8	1260.9	8.3
400-1/4はがれ品	3.074	3.353	+9.1%	0.173	0.199	+0.026	216.4	4.0	767.9	6.4
400-1/2はがれ品	3.074	3.251	+5.8%	0.173	0.212	+0.039	199.6	3.7	633.3	7.9
400-全面はがれ品	3.074	3.150	+2.5%	0.173	0.257	+0.084	-	-	-	-
600-模擬ひび割れ品	4.788	5.242	+9.5%	0.173	0.206	+0.033	392.2	5.0	2812.6	8.1
800-模擬ひび割れ品	6.509	6.772	+4.0%	0.173	0.206	+0.033	505.8	5.0	4417.2	7.1



(A) 破断状況



(B) 破断面 (C) ひび割れ部

図8 400-模擬ひび割れ品



(A) 破断状況



(B) 破断面 (C) ひび割れ部

図9 800-模擬ひび割れ品



(A) 破断状況



(B) 破断面下側 (C) 破断面上側

図10 400-1/2 はがれ品

4. 試験結果・考察

加振試験と破断試験の荷重-変位関係を図3~7に、試験より得られた基本性能と破断性能を表3にまとめる。また、破断試験における破断状況や破断断面を図8~10に示す。今回の模擬劣化では、通常品と模擬劣化品で基本性能に大きな差は無かった。一方、破断ひずみは模擬はがれの面積の増加に伴い低下するが、模擬ひび割れでは通常品対比で有意な差は無かった。破断状況に着目すると、模擬はがれ品ははがれ位置にて破断するものの、通常品や模擬ひび割れ品はひび割れ部ではなく中央部のゴム層内で破断しており、この破断形態は試験体のサイズが大きくなっても同様であった。模擬ひび割れ部から破断しなかったのは、今回の試験ではひび割れ部からの劣化の進行は再現できておらず、ゴムと鋼板の接着性やゴムの強度が高く保たれていたためと考えられる。

5. まとめ

- (1)破断ひずみはゴムと内部鋼板のはがれにより低下し、破断の起点となる可能性があることが示された。
- (2)模擬ひび割れ品ではひび割れ部から破断せず、破断ひずみの低下も見られなかったが、これはゴムと鋼板の接着性やゴムの強度が高く保たれているためであり、経年劣化した支承の性能にはこれらが重要なファクターとなる。
- (3)実環境で経年劣化したゴム支承では支承内部への劣化の進行により性能が低下する可能性³⁾もあるため、ひび割れの発生は避けるべきである。今後、経年劣化とその進行を考慮した検討を行う必要がある。

参考文献 1)鶴野ら：ゴム支承の表面亀裂に関する研究,土木学会第64 回年次学術講演会概要集, pp.769-770, 2009.

2)曾田ら：東北地方太平洋沖地震により破断した積層ゴム支承の性能試験,構造工学論文集 vol59A,2013

3)坂本ら：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,土木学会第 72 回年次学術講演会概要集,pp.1155-1156,2017.