

オゾンクラックを模擬した超高減衰ゴム支承の性能評価 その2 劣化を模擬した超高減衰ゴム支承に対する実験的検討

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 丸山健司
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 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変状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

(1) ひび割れ深さの設定

報文その1³⁾の解析結果より、“面圧とひび割れ進展面積比の関係式”が算出されているため、この関係式に後述する面圧調査結果を代入することで、ひび割れ深さを設定した。

(2) 面圧の調査結果

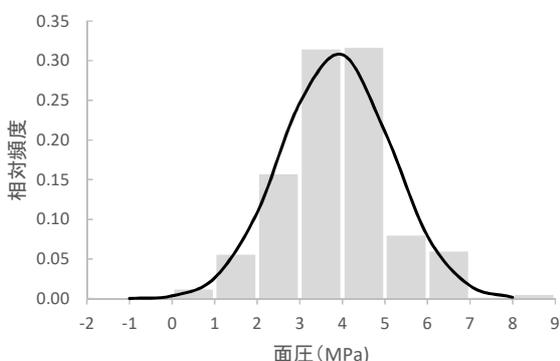
具体的なひび割れ深さを算出するために、まずは実際の橋梁において死荷重による面圧がどの程度なのか調査し、合計1028基分のデータベースを作成した。面圧の分布を図1に示す。さらに面圧の平均値、最大値、最小値、標準偏差 σ を求めた結果を表1にまとめる。調査結果より、試験における面圧は①平均 -2σ の1.29MPa、②平均値の3.87MPa、③既往実験^{4),5)}と同じ面圧6MPaの3種類とした。

試験体は内部ゴムが超高減衰ゴム（High Damping Rubber-Super）HDR-S G10 からなるゴム支承であり、表2に示す通りとした。試験体はひび割れを模擬しており、前述の“面圧とひび割れ進展面積比の関係式”より算出したひび割れ深さを、連結鋼板端部の全幅に設けた（表2）。模擬劣化の内容を図2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。試験条件はNEXCO試験方法418に従った。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と鉛直荷重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 面圧の平均値と標準偏差



種別	値	単位	備考
最大値	13.70	MPa	-
最小値	0.54	MPa	-
平均値	3.87	MPa	-
データ数	1028	個	-
不偏標準偏差	1.29	MPa	-
平均 $+2\sigma$	6.45	MPa	95%非超過
平均 -2σ	1.29	MPa	95%非超過

図1 設計面圧の相対頻度

キーワード 橋梁, ゴム支承, オゾンクラック, 超高減衰ゴム支承
連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 TEL:042-791-1943

表2 供試体寸法・基本性能・破断性能まとめ

供試体寸法・ひび割れ深さ・面圧	等価剛性： K_B (kN/mm)			等価減衰定数： h_B			破断ひずみ (%)
	設計値	測定値	設計値対比	設計値	測定値	設計値差異	
□620-13mm×6層-ひび割れなし 面圧 1.29MPa	4.788	4.880	+1.9%	0.173	0.202	+0.029	491.3
□620-13mm×6層-ひび割れ 20mm 面圧 3.87MPa	4.788	4.892	+2.2%	0.173	0.208	+0.035	519.2
□620-13mm×6層-ひび割れ 20mm 面圧 1.29MPa	4.788	4.868	+1.7%	0.173	0.210	+0.037	497.9
□620-13mm×6層-ひび割れ 40.2mm 面圧 6MPa	4.788	4.813	+0.5%	0.173	0.214	+0.041	462.6
□620-13mm×6層-ひび割れ 51.0mm 面圧 3.87MPa	4.788	4.762	-0.5%	0.173	0.214	+0.041	448.5
□620-13mm×6層-ひび割れ 65.2mm 面圧 1.29MPa	4.788	4.496	-6.1%	0.173	0.213	+0.040	459.0
□620-25mm×6層-ひび割れなし 面圧 1.29MPa	2.490	2.499	+0.4%	0.173	0.217	+0.044	433.8
□620-25mm×6層-ひび割れ 76.5mm 面圧 6MPa	2.490	2.283	-8.3%	0.173	0.235	+0.062	308.4
□620-25mm×6層-ひび割れ 87.2mm 面圧 3.87MPa	2.490	2.328	-6.5%	0.173	0.239	+0.066	289.3
□620-25mm×6層-ひび割れ 113.4mm 面圧 1.29MPa	2.490	2.177	-12.6%	0.173	0.232	+0.059	227.0

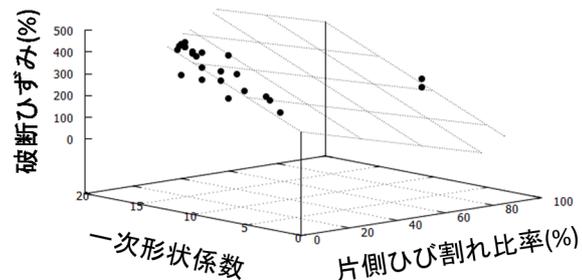
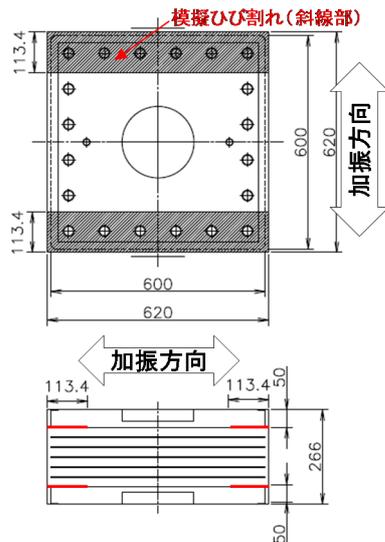


図2 模擬ひび割れ（ひび割れ深さ 113.4mm の例） 図3 破断ひずみ・片側ひび割れ比率・一次形状係数の関係

4. 試験結果・考察

試験より得られた基本性能と破断性能を表2にまとめる。今回の模擬劣化では、模擬ひび割れ 113.4mm において等価剛性が、品質管理基準である設計値対比±10%を超えた。一方、破断ひずみは模擬ひび割れ 87.2mm を超えると、品質管理基準である破断ひずみ 300%を下回った。87.2mm のクラック深さまでは、新品のゴム支承に対する品質管理基準を満足したことになるが、これは、当該供試体の鋼板とゴムの接着力が高かったためと考えられる。

実験結果から得られた破断ひずみ・片側ひび割れ比率・一次形状係数の関係を図3に示す。このグラフには過年度の研究成果⁴⁾⁵⁾も含めている。片側ひび割れ比率とは、ゴム支承表面からゴム支承中心までの距離に対するひび割れ深さの比率である。このグラフより、片側ひび割れ比率が大きいほど破断ひずみが低下すること、一次形状係数が小さいほど破断ひずみが低下することがわかる。

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) 丸山ら：オゾンクラックを模擬した超高減衰ゴム支承の性能評価 その1 FEM 解析によるゴム支承のひび割れ進展範囲の検討, 土木学会第75 回年次学術講演会概要集,2020
- 4) 稲荷ら：経年劣化を模擬したゴム支承の性能確認試験 その2 劣化を模擬した鉛プラグ入りゴム支承の性能評価, 土木学会第73 回年次学術講演会概要集,pp.609-610,2018
- 5) 神田ら：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, 土木学会第73 回年次学術講演会概要集,pp.609-610,2018