

熱老化やせん断疲労を与えた超高減衰ゴム支承の性能評価 その2 熱老化やせん断疲労を与えた超高減衰ゴム支承の材料試験

株式会社ブリヂストン 正会員 ○中村昌弘
株式会社ブリヂストン 正会員 神田智之

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 近藤誠一

1. はじめに

近年、供用中のゴム支承のオゾン劣化によるひび割れ発生事例¹⁾や、地震により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⁾。本検討では経年劣化がゴム支承の破断特性に及ぼす影響を確認する為に、ひび割れなど外傷がない前提の下で100年相当の熱老化やせん断ひずみ70%×5000回のせん断疲労を与えたゴム支承より試験片を作製し、ゴムの引張試験やゴムと鋼板の接着力を評価するための剥離試験等の材料試験を行った。

2. 供試体及び劣化条件

供試体はブリヂストン製の内部ゴムが G10 の超高減衰ゴム支承 (High Damping Rubber-Super : HDR-S) であり、諸元は図1に示す通りとした。各供試体の名称と与える劣化条件及び試験内容を表1にまとめる。熱老化の条件はアレニウス則³⁾より環境温度23℃×100年に相当する「促進温度85℃×3.0ヵ月」とし、恒温槽にて供試体を保温することで熱老化させた。せん断疲労はNEXCO試験条件418：せん断疲労試験に則り面圧12N/mm²でせん断ひずみ70%×5000回、加振周波数0.014Hzとした。せん断疲労試験はブリヂストン保有の高速2軸試験機を使用し、内部ゴムの発熱の影響を抑制すべく、インターバルをとりながら試験を実施した。

3. 試験片作製

試験片は供試体から切り出して作製した。試験片の切り出し位置を図2に示す。一つの供試体からダンベル試験片と剥離試験片の両方を作製しており、位置による差異を確認するため図2中のA1～A2、C1～C2の位置では各2個ずつ、B、Dの位置では4個ずつ試験片を作製した。試験片切り出し時の熱の影響を排除するため、バンドソーでは切断速度を調整し、ゴム層を切り出す際はウォータージェットを使用した。

4. 試験内容

材料試験の試験方法を表2にまとめる。いずれもJISに規定された試験片と試験条件、データ処理方法を適用した。切り出した試験片の形状と寸法を図3に示す。試験機は引張試験、剥離試験共にブリヂストン保有の引張試験機を使用した。

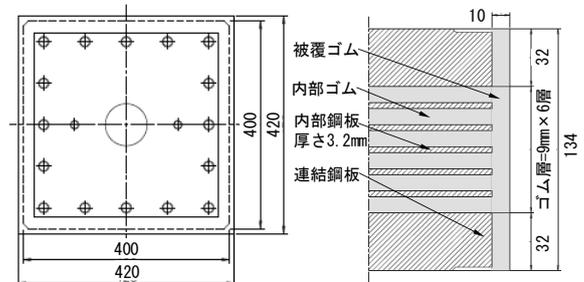


図1 供試体諸元

表1 供試体の水準と試験内容

供試体名称	与える劣化条件	試験内容
基準品②	なし	引張試験 硬さ試験 剥離試験
熱老化②	100年相当熱老化	
せん断疲労②	5000回せん断疲労	

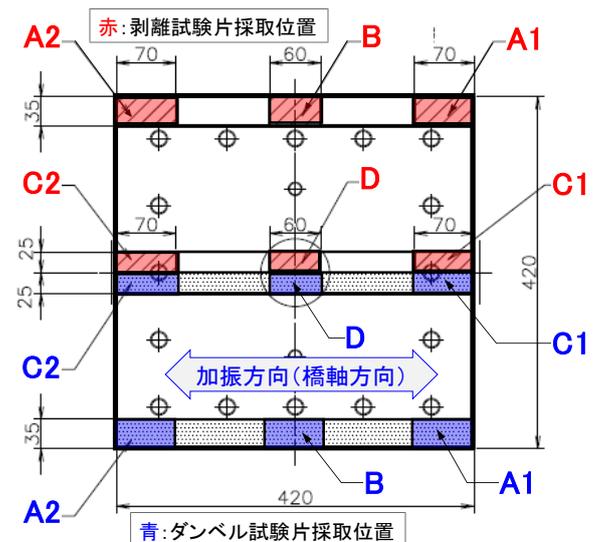


図2 試験片切り出し位置

表2 試験方法

試験名	試験片	N数	試験条件
引張試験	ダンベル型3号	4	JIS K 6251
硬さ試験	ダンベル型3号	4	JIS K 6253-3
剥離試験	剥離試験片	4	JIS K 6256-2

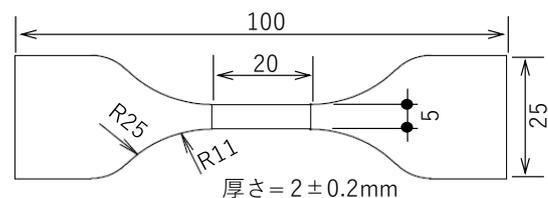


図3-1 ダンベル型3号試験片

キーワード 橋梁, ゴム支承, 熱老化, せん断疲労, 材料特性
連絡先 〒244-8510 横浜市 戸塚区 柏尾町1番地 TEL:045-825-7543 FAX:045-825-7676

5. 試験結果・考察

評価項目は引張試験では切断時引張強さ： TS_b 及び切断時伸び： E_b とし、硬さ試験では硬さ（JIS A）とした。剥離試験の概要は図4に示す通りであり、評価項目は剥離強度と剥離形態とした。各試験結果を表3にまとめる。

(1) 硬さ試験

基準品②に比べて熟老化②で硬さが若干上昇し、せん断疲労②では若干低下する結果となった。

(2) 引張試験

表3の通り、熟老化やせん断疲労による TS_b の変化は-2%~ -6%、 E_b の変化は-15%であることが分かった。この傾向は切り出した A~D の4箇所共通であり、ゴム支承内の位置による差異は見られなかった。また、熟老化やせん断疲労を与えても、 TS_b は10MPa以上、 E_b は500%程度を保っていた。このことが前報の供試体試験にて十分な変形性能が発揮された理由であると考えられる。

(3) 剥離試験

表3の通り剥離強度は熟老化やせん断疲労を受けても基準品に対して顕著な差が無く15~20N/mmを保っていた。これは道路橋支承便覧やNEXCO構造物施工管理要領で定める規格値7N/mmの2~3倍程度の値であり、このことも供試体が十分な変形性能を発揮した要因であると考えられる。剥離試験後の試験片外観を図5-1、図5-2に示すが、全ての試験片において100%ゴム破壊であり、道路橋支承便覧及びNEXCO構造物施工管理要領に規定される「ゴム部の破断」を満足する。

6. まとめ

本検討ではブリヂストン製のHDR-Sを対象とし、被覆ゴムに損傷が無い状態で100年相当の熟老化やせん断ひずみ70%×5000回の疲労を与えた供試体より試験片を切り出し、ゴム強度や剥離強度を評価した。その結果、ゴムの切断時引張強さやゴムと鋼板の剥離強度は熟老化やせん断疲労を与えない供試体と顕著な差が無いことを確認した。このことから、被覆ゴムに外傷が無ければ、熟老化やせん断疲労が内部ゴムの強度やゴムと鋼板の接着力に与える影響は小さいと考えられる。

【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) 社団法人日本ゴム協会：設計者のための免震積層ゴムハンドブック, 理工図書, 2001.

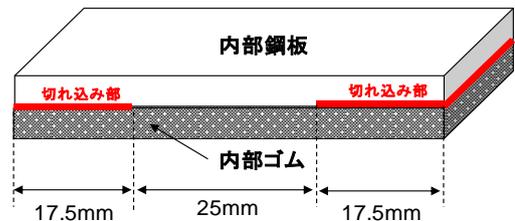


図3-2 剥離試験片

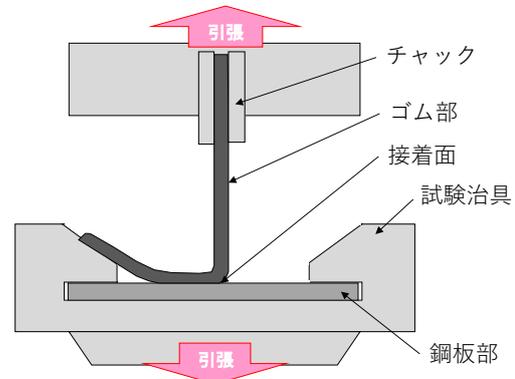


図4 剥離試験の概要

表3 試験結果まとめ

供試体	位置	硬さ試験	引張試験		剥離試験	
		硬さ JIS A	TS_b (MPa)	E_b (%)	剥離強度 (N/mm)	剥離形態
基準品②	A	74	10.87	650	20.95	ゴム破壊
	B	76	11.01	630	20.28	ゴム破壊
	C	77	11.22	635	17.09	ゴム破壊
	D	77	11.74	630	19.05	ゴム破壊
熟老化②	A	78	10.51	550	18.20	ゴム破壊
	B	78	11.00	520	15.30	ゴム破壊
	C	78	10.47	535	17.26	ゴム破壊
	D	78	10.77	540	16.81	ゴム破壊
せん断疲労②	A	73	10.43	580	19.46	ゴム破壊
	B	74	10.42	500	16.83	ゴム破壊
	C	76	10.36	490	16.86	ゴム破壊
	D	75	11.07	575	18.66	ゴム破壊

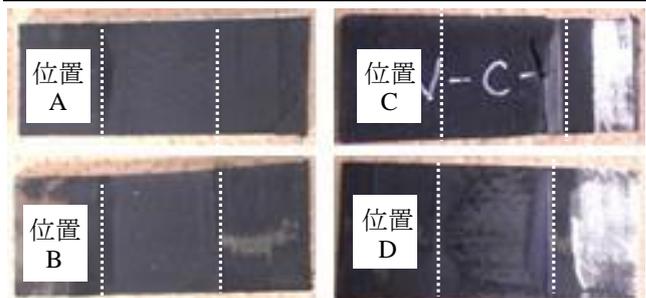


図5-1 試験片外観（熟老化②）

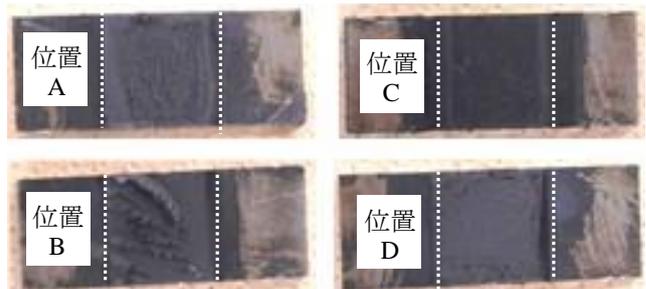


図5-2 試験片外観（せん断疲労②）