

積層ゴム支承におけるゴムと内部鋼板の接着層の経年劣化特性の評価

阪神高速技術(株) 正会員 ○ 向井 梨紗 阪神高速技術(株) 正会員 坂本 直太
 阪神高速道路(株) 正会員 篠原 聖二

1. はじめに

27年間共用下にあった積層ゴム支承を実橋から取り出してせん断特性試験を行ったところ、終局耐力の著しい低下が確認された¹⁾。取り出した支承を用いて終局耐力が低下した要因を調査したところ、接着層に異常が生じていることが判明した²⁾。本稿はゴムと内部鋼板の接着層の経年劣化の要因を評価することを目的として、ゴムと内部鋼板の接着層を模した引張せん断供試体を製作し、せん断ひずみ、熱、湿度、塩水などの様々な劣化要因を与えて、せん断強さや破断面の性状の違いを評価した。

2. 試験内容

ゴムと内部鋼板の接着層の経年劣化に着目した試験を行うために、引張せん断試験と90°はく離試験を行った。養生条件は劣化要因を評価するために、表-1に示すような様々な条件を与えて評価することとした。

本稿ではこれら試験のうち、常温養生のB試験、高温による促進養生のC試験および塩水噴霧養生のF試験の引張せん断試験について示す。

3. 供試体形状と材料

引張せん断試験に用いた供試体を図-1に示す。引張せん断試験の供試体は、ひずみ付与と養生槽の大きさを考慮して設定した。

ゴム材質は天然ゴムNR(G10)であり、接着剤を用いてゴムと鋼板を加硫接着している。B、C、F試験の鋼板はSS400である。

予ひずみは写真-1に示すように固定治具を用いて所定のせん断ひずみ(以降、ひずみ)を与えて固定した。ひずみはゴム支承の常時における最大ひずみ70%を与え、その半分のひずみとして35%を与えた。供試体はばらつきを評価するために1試験につき5体にて行った。

4. 養生と引張せん断試験方法

養生は写真-2に示すギヤー式老化試験機を用いB試験では35℃、C試験では70℃で養生した。塩水噴霧は写真-3に示す複合サイクル試験機を用いJIS Z 2371にしたがい35℃で養生した。養生時間は伊藤らの文献³⁾を参考に96時間を基準に最大1536時間、塩水噴霧は最大768時間を養生時間として設定した。引張せん断試験は写真-4に示す精密万能試験機用いた。

表-1 供試体養生条件

試験項目	試験区分	鋼板材質	養生条件			養生時間	供試体数	
			温度	湿度	ひずみ			
引張せん断試験	A	SS400	—	—	0%	0	5	
	B		35℃	—	0%	96h	25	
					35%		25	
					70%		25	
	C		70℃	—	0%	192h	25	
					35%		25	
					70%		25	
	D		35℃	90%	0%	384h	25	
					35%		768h	25
					70%		1536h	25
	E		35℃ ↓ 0℃	90%	0%		25	
					35%		25	
					70%		25	
	F		35℃	塩水	0%	96h	20	
					35%		20	
					70%		20	
G	35℃	—	0%	192h	20			
			35%		384h	20		
			70%		768h	20		
H	35℃	塩水	0%	a)	20			
			35%		20			
			70%		20			
90℃はく離試験	I	SS400	—	—	—	0	5	
	I		35℃	塩水	—	a)と同じ	20	

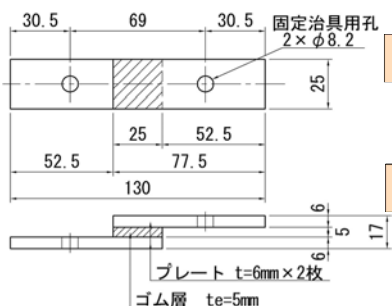


図-1 引張せん断試験供試体寸法



写真-1 引張せん断試験ひずみ付与



写真-2 老化試験機と養生状況



写真-3 塩水噴霧試験機と養生状況

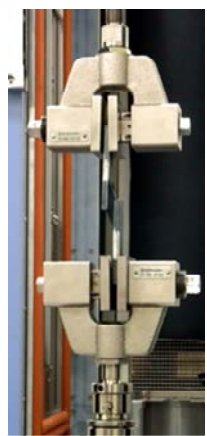


写真-4 引張せん断試験状況

キーワード ゴム支承、経年劣化、接着層、内部鋼板

連絡先 〒550-0005 大阪市西区西本町1-4-1 阪神高速技術(株)技術部調査点検課 TEL 06-6110-7325

5. 引張せん断試験結果および考察

(1) 引張せん断試験 破断時のせん断応力と養生時間の関係を図-2に示す。図-2に示す試験結果は全ての試験の平均値で表している。プロットの縦線は試験値の範囲を示す。

35℃で養生したB試験ではせん断強さに明確な低下は見られなかった。一方、70℃の高温で促進養生したC試験では、192 時間以降せん断強さの低下傾向が現れた。また、C試験ではせん断強さのばらつきが他に比べ大きくなる傾向が認められた。塩水噴霧を行ったF試験もせん断強さに低下傾向が現れた。しかし 384 時間から 768 時間にかけて低下していないことから、さらに長時間養生して評価する必要がある。

(2) 破断様式 引張せん断試験で破壊した供試体の破壊様式を JIS K 6866 にしたが表-2 のように定義する。図-3 に示すB試験ではほとんどが凝集破壊と特殊凝集破壊であった。一方、図-4 に示すC試験では、養生時間の増加とともに凝集破壊の割合が増加し、ほとんどが凝集破壊となった。これは接着破壊が全く発生していないことから考えると、ゴムの熱劣化に起因したものと考えられる。

図-5 に示すF試験では、ほとんどが凝集破壊および特殊凝集破壊であるが、養生時間の増加とともに接着破壊が増加傾向であった。これはB、C試験と明らかに異なり、塩水の影響により破壊特性が変化し、破壊面の性状ならびにせん断応力の低下に現れたものと考えられる。また、接着破壊は接着外周部に多く現れていることから、外側から侵食するような作用が働いていると考えられる。なお、接着破壊面に錆は観察できなかった。

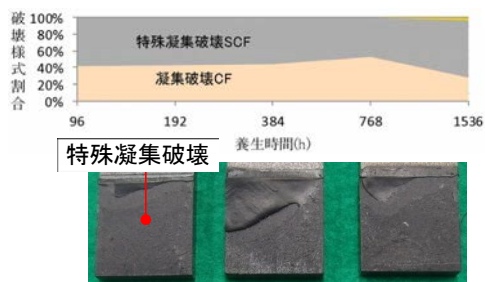


図-3 B試験の破断様式

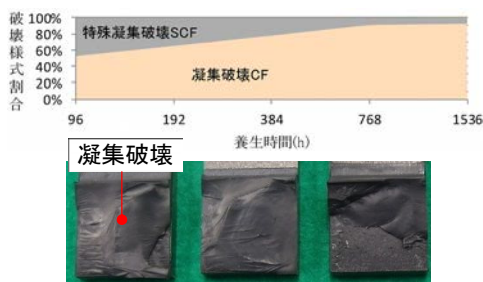


図-4 C試験の破断様式

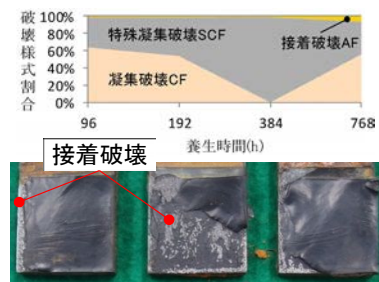


図-5 F試験の破断様式

(3) 予ひずみの影響 予ひずみと破断時のせん断応力の関係を図-6に示す。せん断強さはひずみに比例してわずかに低下傾向であるものの、変化は小さい。C試験の低下量が他に比べ大きいことから、温度とひずみが複合して作用する場合にはせん断強さが低下する可能性があるものの、今回の試験条件ではひずみが劣化特性に与える影響は小さいと考えられる。

6. おわりに

本稿ではゴムと内部鋼板の接着層の経年劣化に着目し、供試体に劣化要因を与えてせん断強さや破断面の性状の違いを評価した。本検討で得られた知見を以下に示す。

- 1) 常温では 1536 時間で明らかな性能低下は確認できなかったが、70℃での劣化促進試験では明確な性能低下が確認された。性能は低下するものの、破壊様式から推察するとそれはゴムの熱劣化に起因するものと考えられる。
- 2) 塩水噴霧養生においても性能低下が確認され、破壊面の性状が変化する特性が示された。
- 3) 予ひずみが劣化特性に与える影響は今回の試験条件では小さいと考えられる。

参考文献 1)濱野ら:経年劣化ゴム支承の載荷試験による残存性能の調査,土木学会第 69 回年次学術講演会, I -315,2014 2)林ら:経年劣化積層ゴム支承の耐震性能低下原因に関する一考察,土木学会第 70 回年次学術講演会, I -556, 2015 3)伊藤ら: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 -72,2005.7

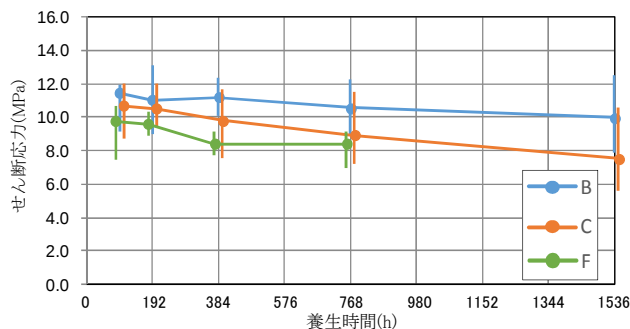


図-2 引張せん断試験結果

表-2 破壊様式

凝集破壊 CF	
特殊凝集破壊 SCF	
接着破壊 AF	

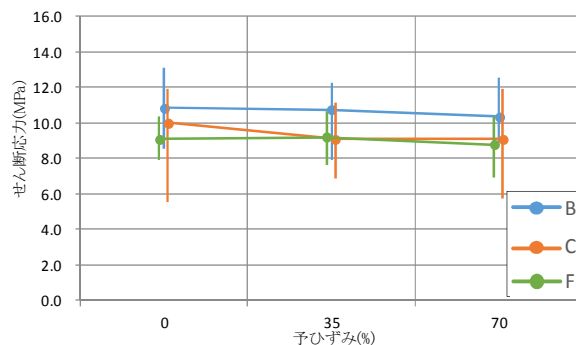


図-6 予ひずみとせん断応力の関係