

積層ゴム支承の接着層の耐久性に関する事例研究

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○大住 道生, 余野 智哉

1. はじめに 平成29年の道路橋示方書では、橋の性能のひとつに耐荷性能が位置づけられ、限界状態設計法、部分係数法が導入された。支承部においても限界状態を明らかにし、限界状態を超えないことを照査するための特性値や制限値を設定することが求められる。その後、平成30年に道路橋支承便覧¹⁾が改訂されたが、ゴム支承本体を構成する材料の内、ゴムと鋼板を接続する接着剤については、限界状態を直接確認できないことから、JIS K 6256-2「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム - 接着性の求め方 - 第2部：鋼板との90° 剥離強さ」により代表させ、従前からの規定である所要の剥離強さが確保されていることに加え、破断面が接着層の破断ではなく、ゴム部で破断することが求められている。一方、接着剤の経年劣化の影響についても把握しておく必要があり、接着層は水等により劣化することが知られている²⁾が、その影響の度合いを評価する手法は確立されていない。そこで本研究では、接着層の耐荷性能、耐久性能に関する知見を集約することを目的として、既往の研究³⁾⁴⁾⁵⁾にて行われた材料試験結果よりその性能を研究する。

2. 研究に使用した支承の概要 本研究では、表-1 に示す3つの橋梁からの撤去支承 6 基の材料試験結果を用いた。荒磯橋は、塩害環境下の河川橋であり、支承撤去までの供用年数は 26 年であった。支承形式はパッド型ゴム支承(A2 は可動)で、A2-KG2, A2-KG3 支承は特に外観上の異状は生じていなかった。扇の坂橋は、山間部の河川橋であり、支承撤去までの供用年数は 17 年であった。支承形式は地震時水平力分散型ゴム支承で、A2-G1 支承は亀裂等は生じていなかったものの、地震による損傷と考えられる橋軸直角方向に 200mm(せん断ひずみ 131%)の残留変形(写真-1 (a))が生じていた。旭高架橋は、塩害環境下の海上橋梁であり、支承撤去までの供用年数は 5 年であった。支承形式は鉛プラグ入り積層ゴム支承で、地震による損傷と考えられるものとして、As1-G1 支承には長さ 410mm にわたる水平方向の亀裂(写真-1 (b))が、P1(P2 側)-G2 および P8(P7 側)-G1 支承には、ゴム支承本体と下鋼板の境界部に亀裂(写真-1 (c))が見られた。被覆ゴムについては、道路橋支承便覧において、ゴム材料は JIS K 6259「加硫ゴム及び熱可塑性ゴム - 耐液性の求め方 -」に規定される試験において、水温 55℃で 72 時間水没させた状態での質量変化が 10% 以下であることが求められており、これを被覆ゴムの厚さに換算すると0.48mm と

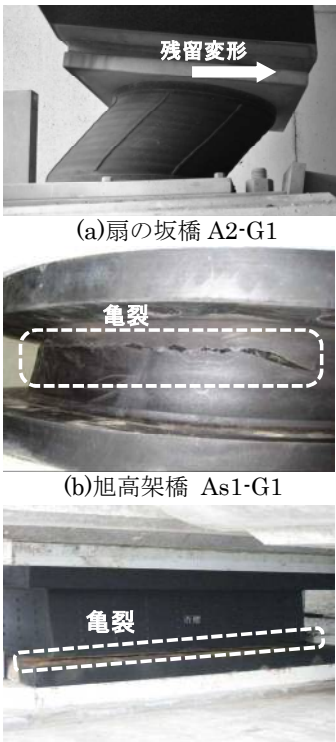


写真-1 撤去支承の異状箇所

表-1 研究に用いた橋梁と撤去支承の諸元

橋梁名	供用開始 (年)	撤去までの 供用年数	橋長 (m)	幅員 (m)	橋梁形式	環境状況	特色	支承形式
荒磯橋 (拡幅部)	1988	26年	45.0	16.55	単純PCボステン桁橋 (×2連)	塩害環境下の河川橋 (海岸線から220m)	——	パッド型 ゴム支承
扇の坂橋	2001	17年	128.0	12.50	3径間連続鋼鈑桁橋	山間部の河川橋	熊本地震 により損傷	地震時水平力 分散型ゴム支承
旭高架橋	2006	5年	981.2	8.25	4径間連続PC箱桁橋 7径間連続PC箱桁橋 7径間連続PC箱桁橋	塩害環境下の 海上橋梁	東北地方太平洋沖 地震により損傷	鉛プラグ入り 積層ゴム支承

橋梁名	支承名	ゴム 材質	平面 形状	せん断 弾性係数 (N/mm ²)	ゴム支承本体寸法				有効ゴム		側面被覆 ゴム厚 (mm)	内部鋼板	
					橋軸 (mm)	直角 (mm)	直径 (mm)	高さ (mm)	1層厚 (mm)	層数 (層)		厚さ (mm)	材質
荒磯橋 (拡幅部)	A2-KG2	CR	□	1.0	300	450	-	81	15	4	5	1.6	SS400
	A2-KG3	CR	□	1.0	300	450	-	81	15	4	5	1.6	SS400
扇の坂橋	A2-G1	NR	○	0.8	-	-	φ 520	245	17	9	10	3.0	SS400
	As1-G1	NR	○	1.0	-	-	φ 720	228	22	5	10	4.5	SS400
旭高架橋	P1(P2側)-G2	NR	□	1.0	570	870	-	284	19	8	10	4.5	SS400
	P8(P7側)-G1	NR	□	1.0	570	1050	-	289	17	9	10	4.5	SS400

キーワード ゴム支承, 劣化, 内部鋼板, 接着剤

連絡先 〒305-8516 つくば市南原 1-6 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

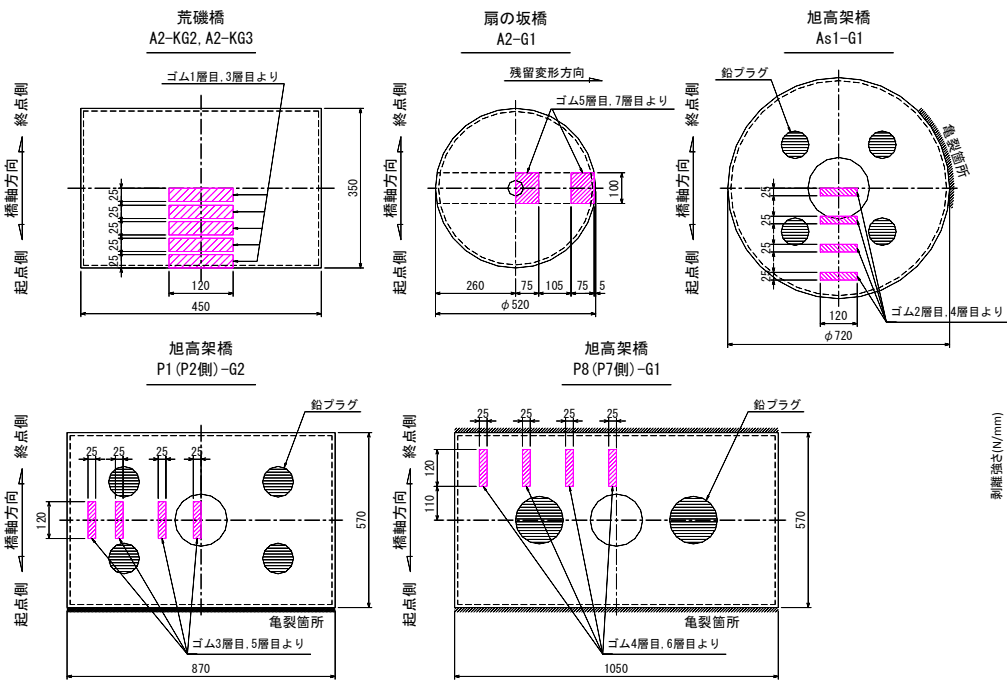
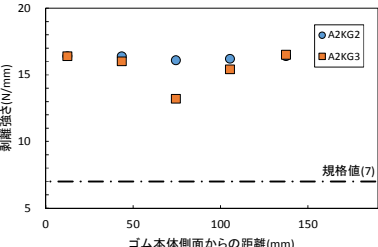


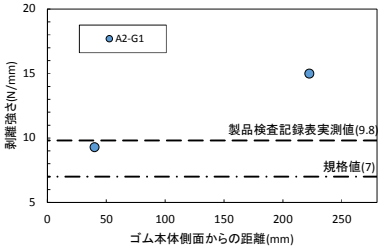
図-1 試験片切り出し箇所



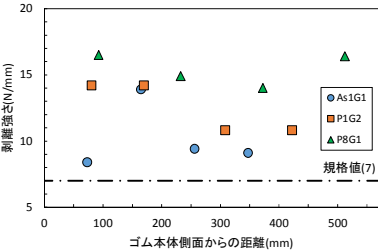
写真-2 切り出し試験片



(a) 荒磯橋



(b) 扇の坂橋



(c) 旭高架橋

図-2 距離と剥離強さの関係

橋梁名	支承名	距離 (mm)	破壊の種類
荒磯橋 (拡幅部)	A2-KG2	12.5	R(ゴム部の破壊)
		43.5	R(ゴム部の破壊)
		74.5	R(ゴム部の破壊)
		105.5	R(ゴム部の破壊)
		137.5	R(ゴム部の破壊)
	A2-KG3	12.5	R(ゴム部の破壊)
		43.5	R(ゴム部の破壊)
		74.5	R(ゴム部の破壊)
		105.5	R(ゴム部の破壊)
		137.5	R(ゴム部の破壊)
扇の坂橋	A2-G1	40.0	R(ゴム部の破壊)
		222.5	R(ゴム部の破壊)

※距離はゴム支承本体側面からの距離

表-2 試験時の破壊の種類

なり、被覆ゴム自体は水を通しにくい構造であることもわかっている。なお、6基とも支承の取外しの際に用いたバーナーによる熱の影響は不明である。

3. 試験方法 試験は、JIS K 6256に基づき、撤去支承の図-1に示す箇所より切り出した試験片(写真-2)を用いて、90°剥離試験を行った。

4. 試験結果 図-2は、横軸にゴム支承本体側面から試験片を採取した位置までの距離、縦軸には剥離強さを示したものである。剥離強さは1箇所当たり2層分から切り出した試験片2つの平均で示している。剥離強さは全ての試験片において道路橋支承便覧で求める値(7N/mm)以上確保されていることが分かる。扇の坂橋については、製品検査記録表の実測値が入手できたため記載している。これは、製品と同一の製作工程で製作された試験片を用いて行った材料試験であり、材料劣化の指標となるため比較をおこなっている。これによれば、ゴム支承本体側面に近い側で出荷時より剥離強さは下がっているものの、5層目で9.6N/mm、7層目で9.0N/mmと製品検査記録表との差は小さい。また、破壊形態については、荒磯橋と扇の坂橋において、破壊形態の観察を行っている(表-2)。全ての試験片でゴム部の破壊となっており、接着剤やその界面での破壊は見られなかった。

5. まとめ 本研究では、ゴム支承を構成する材料のひとつである接着剤の耐荷性能および耐久性能に関する知見を集約することを目的に研究を行った。少ない事例ではあるが、塩害環境下または地震による損傷があった支承であっても、接着面における剥離強さ及び破壊形態は道路橋支承便覧で求められる規格を満足しており、耐荷性能の明らかな低下は見られなかった。接着層の劣化については、被覆ゴムによって水分の浸入を防いでいるゴム支承においては、接着層の性能低下は起きにくいと考えられる。

参考文献 1) 公益社団法人日本道路協会：道路橋支承便覧，2018。2) 三刀基郷：接着界面の劣化，日本ゴム協会誌，65巻2号，P.119-126，1992。3) 篠原聖二，星隈順一：地震により損傷した鉛プラグ入り積層ゴム支承の特性評価に関する実験的研究，土木学会論文集A1（構造・地震工学），Vol.71，No.4（地震工学論文集第34巻），I_587-I_599，2015。4) 井上崇雅，青木康素，星隈順一：長期間使用されたパッド型ゴム支承の特性評価，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.413-418，2016。5) 高野真，大住道生：地震により残留変形が生じたゴム支承の残存性能に関する検討，第21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.97-102，2018。