

ゴム支承 (LRB) の経年劣化と積層ゴムの材料試験

阪神高速道路(株) 正会員 ○ 甲元 克明
 阪神高速道路(株) 正会員 林 訓裕
 埼玉大学大学院 正会員 党 紀

阪神高速道路(株) 正会員 足立 幸郎
 京都大学大学院 正会員 五十嵐 晃
 京都大学大学院 学生会員 東出 知大

1. はじめに

兵庫県南部地震以前に採用されたゴム支承は経年に伴う劣化現象が顕在化してきており、補修すべきと考えられる外観を呈しているものが存在する。本研究では、阪神高速 15 号堺線 P181 橋脚にて 17 年使用された鉛プラグ入り積層ゴム支承 (LRB) を実橋より回収し、その残存性能を解明するためにゴムの材料試験を実施した。併せて新規製作した支承の値と比較を行ったので、その主要な結果について報告するものである。

2. 試験内容

試験対象の支承は天然ゴム (NR) 5 層の積層構造であり、地震時のエネルギー減衰を目的とする鉛プラグが 4 本配置されている。平成 7 年に供用開始 (支承取替) して以降、経年による劣化と考えられる損傷が進行している¹⁾。

ゴムの材料試験内容を表-1 に示す。これらを回収品及び新規製作品品に対してそれぞれ実施した。これらの項目は阪神高速道路の共通仕様書²⁾における天然ゴムの物理的性質と、ゴムの酸化劣化に着目して決定した項目である。なお、新規製作品品のゴムは当時の配合を再現して製作した。

試験片は表面部と深部との差を確認するために、回収品および新規製作品品に対して図-1 に示す位置からそれぞれから採取した。また、積層ゴムの層毎にも採取した。

3. 試験結果

(1) 物理試験

a) 引張試験：ゴムの引張特性を求めるために、引張強さと破断時の伸びを測定した。引張強さは破断時の最大引張力を断面積で除した値であり、破断伸びは破断したときの伸び比率である。図-2 に引張強さ結果を、図-3 に破断伸び結果を示す。引張強さは全ての試験片で規格値 15N/mm^2 ($=15\text{MPa}$) 以上が確認されたものの、破断伸びでは回収品において規格値 550%をほぼ下回る結果となった。なお、表面からの距離や層毎での相関性は特段認められなかった。

b) セン断変形試験：ゴムの応力-ひずみ特性を求めるために静的せん断弾性率を測定した。これは引張伸びを 25%与えた場合の弾性率である。図-4 に試験結果を示す。新規製作品品に比べ回収品の弾性率が大きくなっている。当該支承のゴムの弾性係数の呼びは G8 であ

表-1 ゴムの材料試験項目

試験番号 試験項目	測定項目	性能確認方法	
		規格値 (G8)	JIS 規格
物理試験	① 引張試験	引張強さ	15N/mm ² 以上
		破断伸び	550%以上
	② セン断変形試験	静的せん断弾性係数	0.8 N/mm ²
	③ 硬さ試験	JIS 硬さ	50±5
化学試験	⑤ 組成分析	老化防止剤残量	—
		溶存酸素量	—
目視観察	④ 接着剤剥離試験	接着性能	7N/mm 以上
目視観察	— 外観および切断面観察	外観および内部の目視	—
		—	—

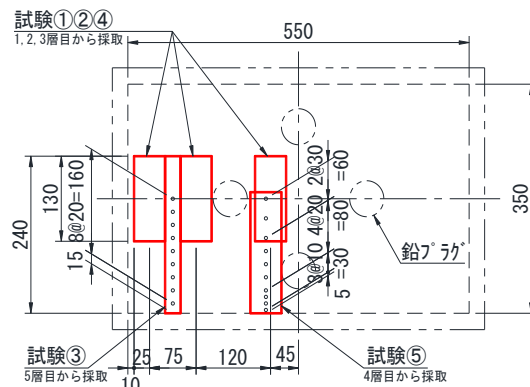


図-1 ゴム試験片の採取平面位置

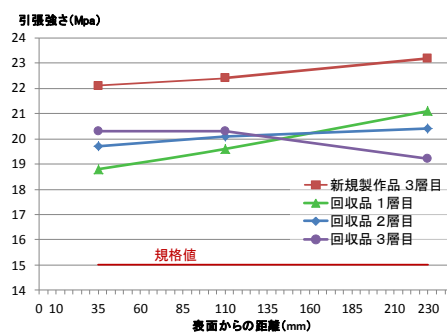


図-2 引張試験結果

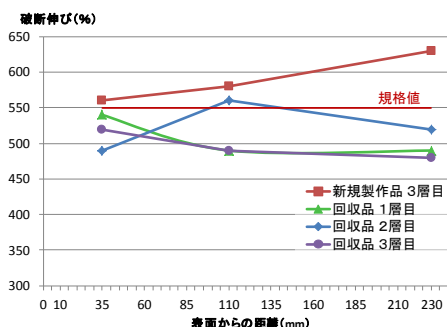


図-3 引張試験 (破断伸び) 結果

キーワード ゴム支承, 経年劣化, 材料試験

連絡先 〒552-0006 大阪市港区石田3-1-25 阪神高速道路(株)大阪管理部 TEL 06-6576-3881

り, $0.8 \text{ N/mm}^2 (=0.8\text{MPa})$ が基準となるので新規製作品は 5%程度, 回収品は 20%程度大きい結果となった. なお, 外面からの距離や層毎での相関性は確認できなかった.

c) 硬さ試験: デュロメータという硬さ試験機を用いてゴムの硬さを計測した. その結果を図-5 に示す. いずれも規格値 ($G8: 50 \pm 5$) に入っていることが判明した一方, 新規製作品に比べ回収品は硬い傾向を示した. これは経年劣化によるゴムの硬化とおよそ一致するものと考えられる.

(2) 化学試験

a) 組成分析試験 (溶存酸素量): ゴムの劣化要因は空気中のオゾンによる酸化劣化が主要因であるため³⁾, ゴムの溶存酸素量を酸素元素分析装置にて計測した. 計測結果を図-6 に示す. 新規製作品は表面からの距離によらずほぼ一定値を示しているのに対し, 回収品は表面部分において高い溶存酸素の傾向が確認された. このことから, 表面に近いほどオゾン劣化の発生確率が高いことがうかがえる.

(3) 目視観察

別途実施した载荷試験¹⁾後の支承の外観および切断面観察を実施した. 写真-1 に外面および切断後の内部状況の一例を示す.

外面は特段目立った変化は確認できなかった (当初の損傷を除く) が, 切断後の内部状況は鉛プラグの変形によりゴムと鋼板との接着面が剥離し, 一部は鉛の押し出しでゴムが圧縮状態にあった. また, 鉛プラグそのものの割れが生じていることや土状の紛体の付着も確認された. このような状況に至ったメカニズムは未解明だが, 供用時 (常時) もしくは载荷試験時の変形, あるいは劣化因子の浸入が影響しているものと推察される.

4. まとめ

経年劣化した積層ゴム支承の材料に着目した物理的・化学的性質変化および目視観察について, 以下のようなことが分かった.

- ① 引張試験, せん断変形試験及び硬さ試験結果より, 新規製作品に比べ回収品は経年劣化による硬化が生じており, 一部では規格値を下回っているものがある.
- ② 表面側の溶存酸素が高い傾向であることから, 表面に近いほどオゾン劣化の影響を受けやすいと考えられる.
- ③ 目視ではゴム自体に大きな変化は見られないが, 鉛プラグの変形が顕著であり, こちらにも着目し調査することが望ましい.

参考文献

- 1) 林, 足立, 甲元, 五十嵐, 党, 東出: ゴム支承 (LRB) の経年劣化と地震時残存性能試験, 土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013. (投稿中)
- 2) 阪神高速道路株式会社: 土木工事共通仕様書, 2009.
- 3) 社団法人日本ゴム協会: ゴム技術の基礎, 1983.

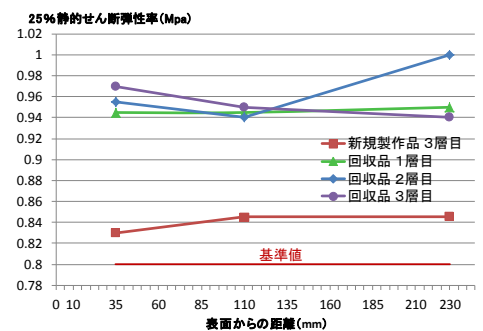


図-4 せん断変形試験

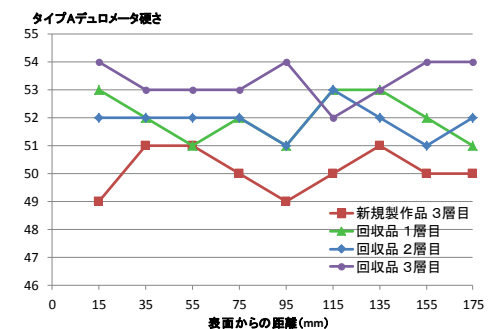


図-5 硬さ試験

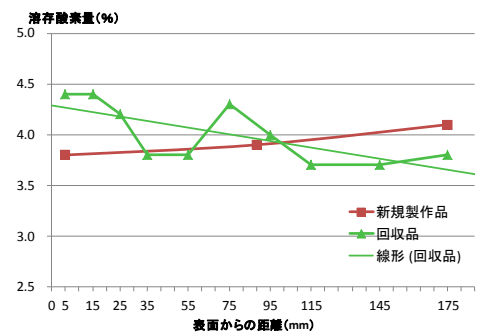


図-6 溶存酸素量



写真-1 支承外面および内部状況