

立命館大学理工学部 学生会員 ○寺村 直人
立命館大学理工学部 学生会員 権納 拓央

立命館大学理工学部 正会員 川崎 佑磨
立命館大学理工学部 フェロー会員 伊津野 和行

1. 研究の背景および目的

積層ゴム支承は被覆ゴムで内部が覆われているため、見た目では内部で損傷が発生しているか確認することができない。既存橋梁で使用されている積層ゴム支承の健全性を調べる方法がないのが現状である。そこで本研究では、非破壊検査法の一つであるアコースティック・エミッション(AE)法を用いて積層ゴム支承の健全性を評価した。具体的には積層ゴム支承に AE センサを取り付け載荷試験を行った。試験を行った積層ゴム支承の種類は、事前にせん断ひずみ 250%の試験が行われ、損傷が発生している可能性がある積層ゴム支承(以下、供試体 A と表記)と、新品の積層ゴム支承(以下、供試体 B と表記)である。

2. AE 法とは

AE とは「固体材料内部の微小な破壊を始めとする動的な変形、破断などにより弾性波が発生する現象」と定義される¹⁾。固体内部で発生した破壊や摩擦を音として検出する。本研究においては、AE の検出とそのパラメータから解析を進め、積層ゴム支承内部で損傷が発生しているかを調べる。

3. 実験概要

載荷試験の方法は、鉛直方向への繰返し圧縮載荷試験とした。これは橋の上を車が通過することによって発生する積層ゴム支承への加振を想定したものであり、ある荷重からある荷重までを 10 サイクル繰返した。具体的には死荷重相当の支承設計面圧より、初期の面圧を 153.6kN とし、その荷重から積層ゴム支承によって決まる最大荷重値²⁾の 10%、20%、50%の荷重値までを 10 サイクル繰返した。その計算方法を図 1 に示す。それぞれの供試体の荷重値を図 2 に示す。また AE センサは積層ゴム支承の内部ゴムと鋼板の間の表面に設置した。供試体 A には AE センサを 5 個、供試体 B には 8 個設置した。AE センサ設置箇所を図 3 と図 4 に示す。寸法は供試体 A が 170mm×170mm×71.2mm、供試体 B が 180mm×180mm×116mm である。

最大荷重から初期荷重を引き、その値の10%,20%,50%を初期荷重に足していく。
例) 供試体Aの10%繰返し圧縮載荷の場合
最大荷重-初期荷重=289-153.6=135.4(kN)
135.4kNの10%→13.54kN
153.6+13.54=167.1(kN)
よって供試体Aの10%繰返し圧縮載荷は
153.6kN~167.1kNである。

図 1 荷重値の計算方法

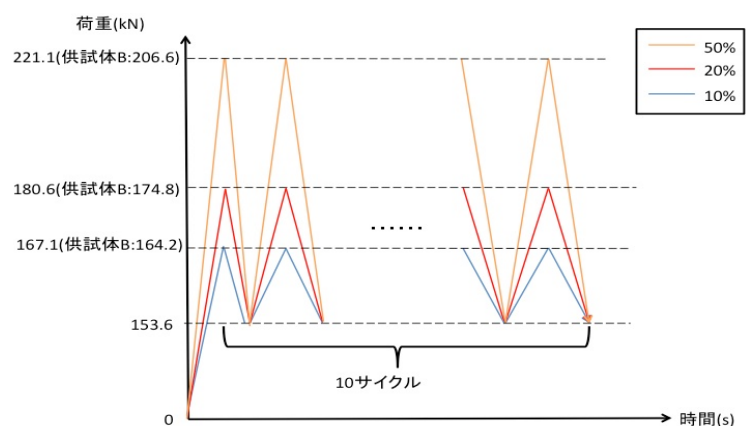


図 2 繰返し圧縮載荷試験

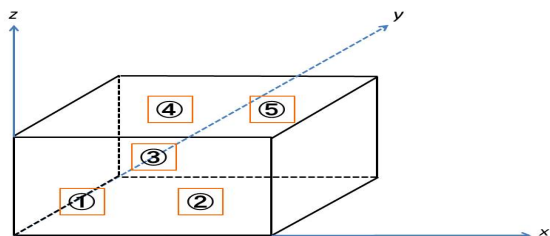


図3 供試体 A の AE センサ設置箇所

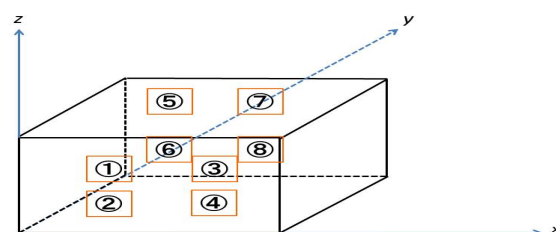


図4 供試体 B の AE センサ設置箇所

4. 実験結果

供試体 A, B で得られた試験結果を表 1 に示す. 供試体 A, B それぞれ 1 つの積層ゴム支承の結果を圧縮载荷試験別に, 累計 AE ヒット数の数値と AE エネルギー(AE 信号の規模の大きさ)の最大値を載せた. また, 最も累計 AE ヒット数の多かったチャンネルの数値を載せた. 供試体 A は事前にせん断ひずみ 250% の試験が行われていた積層ゴム支承であるが, 新品の積層ゴム支承である供試体 B の結果を比べると, 供試体 A では累計 AE ヒット数と AE エネルギーの数値が供試体 B の 100~1000 倍以上になった. また, 供試体 A でも Ch.3 において累計 AE ヒット数と AE エネルギーの数値が大きくなった. 供試体 A には試験後の残留変形があり, 図 5 に示すように変形時の鋭角側は鉛直方向への圧縮によって引張力を強く受ける箇所であるため, この付近では载荷により空隙が発生しやすくなっている. この箇所に該当している Ch.3 において累計 AE ヒット数と AE エネルギーの数値が大きくなったと考えられる. また, 新品の(損傷していない)供試体 B では累計 AE ヒット数と AE エネルギーの数値が小さく, 損傷している可能性がある供試体 A で数値が大きくなったことから, AE 法によって積層ゴム支承の健全性評価を行うことができる可能性を示した.

表 1 载荷試験の AE 測定結果

	10%繰り返し圧縮载荷		20%繰り返し圧縮载荷		50%繰り返し圧縮载荷	
	累計 AE ヒット数 (チャンネル)	最大 AE エネルギー (チャンネル)	累計 AE ヒット数 (チャンネル)	最大 AE エネルギー (チャンネル)	累計 AE ヒット数 (チャンネル)	最大 AE エネルギー (チャンネル)
供試体 A	156(Ch.3)	347(Ch.3)	383(Ch.3)	2144(Ch.3)	4322(Ch.3)	1342(Ch.3)
供試体 B	3(Ch.8)	2(Ch.8)	1(Ch.8)	1(Ch.8)	2(Ch.8)	1(Ch.8)

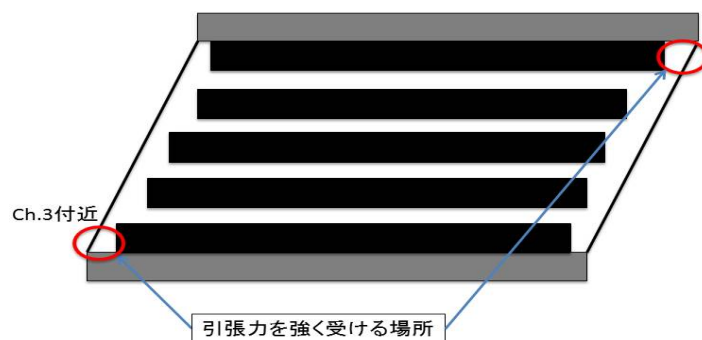


図5 供試体 A のせん断変形の様子

5. 参考文献

- (社) 日本非破壊検査協会: 非破壊検査シリーズ アコースティック・エミッション試験Ⅱ, p.4, 2008 年
- (社) 日本支承協会, ゴム支承協会: ゴム支承の鋼材部の設計標準 (案), p.14, 2005 年