

せん断試験を受けた積層ゴム支承の AE パラメータ挙動に関する考察

立命館大学大学院 学生会員 ○寺村 直人
 立命館大学大学院 学生会員 権納 拓央
 立命館大学 正会員 川崎 佑磨
 立命館大学 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 1995 年に発生した兵庫県南部地震において被害が少なかったため、その地震以降普及が広まっていった。しかし、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。東北地方太平洋沖地震で積層ゴム支承の破断が初めて確認されたこともあり、積層ゴム支承を橋梁に設置されたまま調べる手法が求められている。

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、事前に基本性能確認試験(せん断ひずみ 175%)のせん断試験のみが行われた積層ゴム支承(以下、A175 と表記)と、基本性能確認試験に加え、低温下においてせん断ひずみ 100%, 175%および 250%のせん断試験がそれぞれ行われた積層ゴム支承(以下、B100, B175 および B250 と表記)に AE センサを取り付け圧縮载荷試験を行い、それぞれの積層ゴム支承の AE 計測結果を比べ健全性を評価した。

2. 実験概要

载荷試験の方法は、鉛直方向への繰返し圧縮载荷試験とした。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にかかる負荷を想定したものであり、ある荷重からある荷重までを 10 サイクル繰返しした。試験時の荷重値は、死荷重相当の設計面圧より、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の 10%, 20%, 50%の荷重値までを 10 サイクル繰返しした。それぞれの载荷試験の方法とその荷重値を図 1 に示す。

また、AE センサは積層ゴム支承の内部ゴムと内部鋼板の間の表面に、A175 には 8 個、B100, B175 および B250 には 5 個設置した。AE センサ設置箇所を図 2 と図 3 に示す。なお、寸法は A175 が 0.180m×0.180m×0.116m, B100, B175 および B250 は 0.170m×0.170m×0.071m である。

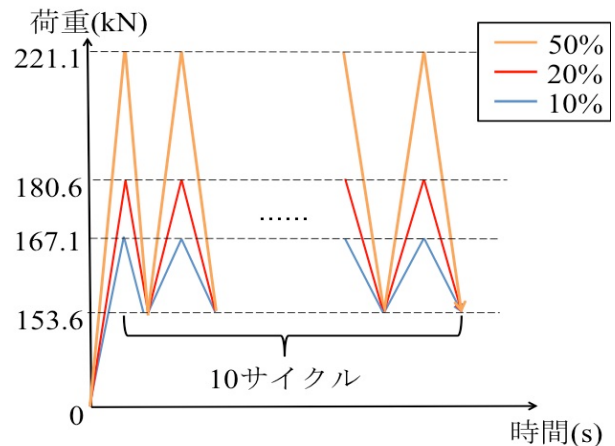


図1 繰返し载荷試験とその荷重値

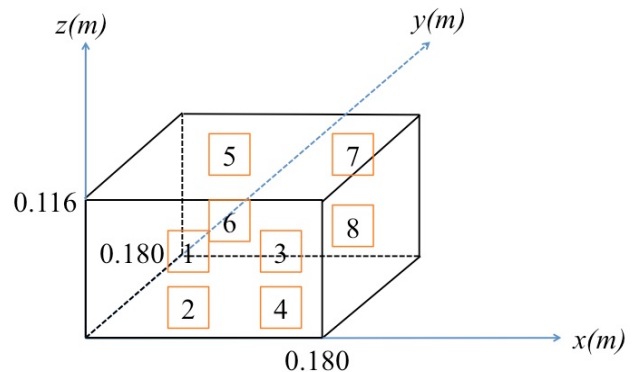


図2 A175 の AE センサ設置箇所

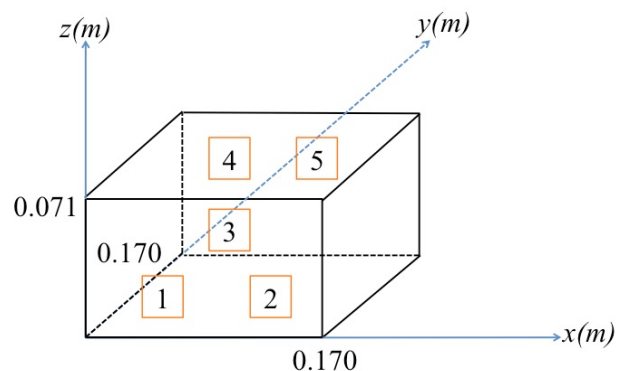


図3 B100, B175, B250 の AE センサ設置箇所

キーワード 積層ゴム支承, AE 法, 健全度, AE エネルギー

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学 TEL 077-561-5016

3. 実験結果および考察

A175 と B100, B175 および B250 で得られたそれぞれの圧縮载荷試験の AE 計測結果を表 1 から表 4 に示す. 計測結果は累計 AE ヒット数と AE エネルギー (AE 信号の規模の大きさ) の最大値をそれぞれ示す. 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示している. それぞれの積層ゴム支承の AE 計測結果を見ると, A175 では AE ヒット数と AE エネルギーの最大値が一桁と非常に小さくなった. また, B100 と B175 でも累計 AE ヒット数と AE エネルギーの最大値が 1~10 前後, もしくは 0 と非常に小さくなり, A175 とほぼ同様の結果が得られた.

それに対して B250 では, 累計 AE ヒット数と AE エネルギーの最大値が A175, B100 および B175 の 100~1000 倍以上になった. また, 積層ゴム支承にかかる負荷を大きくすると, おおよそ累計 AE ヒット数と AE エネルギーの最大値も大きくなる傾向が見られた. さらに B250 の中でも, 全ての圧縮载荷試験で Ch.3 において累計 AE ヒット数と AE エネルギーの最大値が最も大きくなった.

B250 の積層ゴム支承に事前に行われたせん断ひずみ 250% のせん断試験は, 積層ゴム支承でハードニングが発生する変形量であり, B250 にはせん断試験後の残留変形が大きく見られた. せん断変形時の鋭角側は, 図 4 に示すように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.

以上のことから, せん断ひずみ 250% の変形を受けた積層ゴム支承では内部で損傷が発生しており, 同 100%, 175% 程度の変形では積層ゴム支承内部で損傷は発生していないと判断できる可能性を AE 法によって示した.

4. まとめ

今回の研究では積層ゴム支承を AE 法を用いて健全性評価を行った. 評価の方法としては, 累計 AE ヒット数と AE エネルギーという 2 つの AE パラメータを使用した. 今後はより信頼性の高い結果を得るために, 積層ゴム支承の実験サンプル数を増加させ, データ数を増やしていく必要がある. また, AE ヒット数と AE エネルギーがどのくらいの数値であれば, 積層ゴム支承内部で損傷が発生していると判断できるのかという閾値を今後検討していく必要がある.

謝辞

本研究の実施にあたっては, 寒地土木研究所およびゴム支承協会の協力を得た. 記して謝意を表する.

表 1 A175 の AE 計測結果

A175	累計 AE ヒット数	最大 AE エネルギー
10%载荷	3(Ch.8)	2(Ch.8)
20%载荷	1(Ch.8)	1(Ch.8)
50%载荷	2(Ch.8)	1(Ch.8)

表 2 B100 の AE 計測結果

B100	累計 AE ヒット数	最大 AE エネルギー
10%载荷	0	
20%载荷	10(Ch.3)	14(Ch.3)
50%载荷	0	

表 3 B175 の AE 計測結果

B175	累計 AE ヒット数	最大 AE エネルギー
10%载荷	0	
20%载荷	1(Ch.5)	1(Ch.5)
50%载荷	0	

表 4 B250 の AE 計測結果

B250	累計 AE ヒット数	最大 AE エネルギー
10%载荷	156(Ch.3)	347(Ch.3)
20%载荷	383(Ch.3)	2144(Ch.3)
50%载荷	4322(Ch.3)	1342(Ch.3)

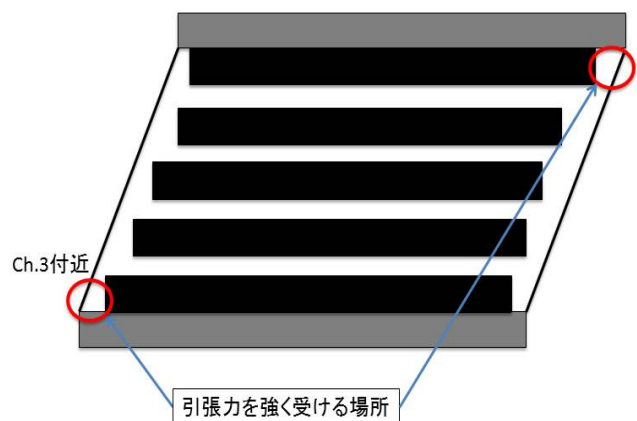


図 4 B250 のせん断の様子