

## AE 法によるゴム支承内部の損傷位置標定へ向けた基礎的実験

立命館大学大学院 学生会員 ○寺村 直人  
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. 研究背景および目的

1995年に発生した兵庫県南部地震以降、橋梁に積層ゴム支承が積極的に採用されるようになった。しかし、近年では積層ゴム支承の経年劣化に関する課題が顕在化し始めている。橋梁に使用されている多くの積層ゴム支承は使用期間が10年以上経過しており、交通荷重による疲労や温度、中小地震による変形などが原因で、内部にも損傷が存在している可能性がある。ゴム支承に内部損傷があると、橋梁全体の耐震性に影響が出るのが懸念される。しかし、被覆ゴムで覆われているため、外観から目視できるまで劣化しない限り、内部損傷の有無を評価する方法がないのが現状である。

こうした背景の下、筆者らは、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評価を行った<sup>1)</sup>。しかし、積層ゴム支承はゴムと鋼板で構成されており、AEの伝搬経路が複雑なために、損傷の検出精度の評価は難しい。

そこで本研究では、鋼棒を入れたゴムに対してAE法による位置標定解析に関する実験を行い、鋼棒の剥離による擬似的な内部損傷の位置標定を試みた。

### 2. AE法および位置標定解析

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<sup>2)</sup>」である。また、位置標定とは各AEセンサへの到達時刻の差とAE伝搬速度からAE発生箇所を特定する解析手法である。本研究では、ゴムにAEセンサを取り付けて位置標定解析を行った。

### 3. 実験概要

本研究で使用した供試体は予め鋼棒が埋め込まれた150mm×150mm×100mmのゴムであり、この供試体に8個のAEセンサを取り付けて鋼棒の引抜試験を行った。鋼棒はゴム内部の先端のみ接着している。鋼棒をジャッキで引抜くことによって得られるAE計測結果から位置標定解析を行った。位置標定解析結果が鋼棒の先

キーワード AE法, AEセンサ, 位置標定, ゴム

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

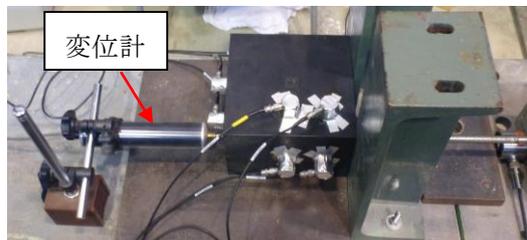


写真1 実験の様子

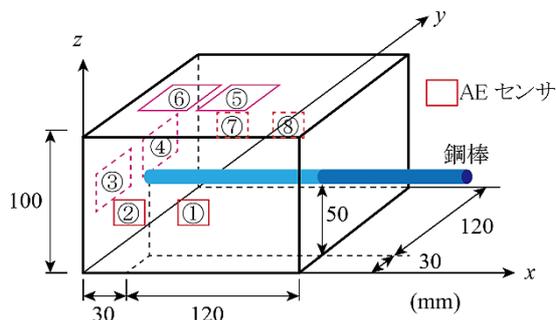


図1 AEセンサ設置箇所および鋼棒配置箇所

端となれば、鋼棒の剥離によるAEを検出できたと考えられる。位置標定解析は8個全てのAEセンサを用いた場合、Ch.1からCh.6およびCh.3からCh.8の6個のAEセンサを用いた場合の3パターン行い、位置標定結果の精度を比較した。なお、変位計も設置し、鋼棒の引抜きによるゴム表面のへこみ量を測定した。実験の様子を写真1に、AEセンサ設置箇所および鋼棒配置箇所を図1に示す。

### 4. 実験結果

変位計の結果を図2に示す。鋼棒の引抜きにともない凹んだゴム表面が、鋼棒がゴムから完全剥離してもとの表面に戻ろうとして、変位が70秒付近で急激に減少している。この瞬間に、鋼棒がゴムから完全剥離したと考えられる。したがって、それまでに検出されたAEから位置標定解析を行った。なお、AE伝搬速度は事前にこの供試体で行ったペンシルブレイク試験の結果より1600m/sとした。位置標定解析結果を図3から図5に示す。位置標定されたAEの内、鋼棒先端付近( $x=20\sim 60\text{mm}$ ,  $y=20\sim 40\text{mm}$ ,  $z=45\sim 65\text{mm}$ の範囲)に位置標定

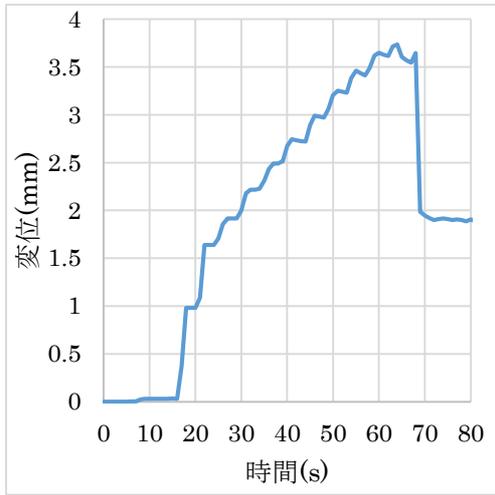


図2 変位計の結果

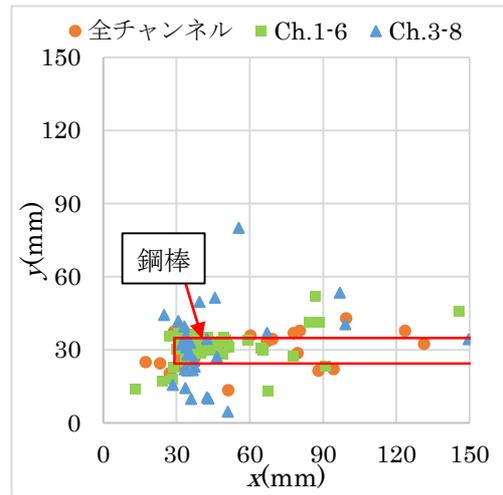


図3 x-y 位置標定結果

された AE の割合は全チャンネルで 69%，鋼棒に近い Ch.1,2 を含む AE センサを用いた Ch.1-6 で 71%，Ch.1,2 を用いなかった Ch.3-8 では 34%となった。AE センサの鋼棒からの距離によってそれぞれのパターンで多少のばらつきはあるが，ある程度鋼棒先端付近に AE 発生源が集中していることから，鋼棒が剥離する際に発生した AE を位置標定できたと考えられる。

それぞれのパターンで位置標定された AE の個数および鋼棒先端付近の個数を表 1 に示す。全チャンネルおよび Ch.1-6 において位置標定数および鋼棒先端付近の個数がほぼ同じだが，Ch.3-8 ではそれら 2 パターンと比べるといずれも 20 個以上少なくなった。これらのグラフおよび表の結果から，鋼棒から AE センサが離れると精度が急激に悪くなるのがわかる。

5. まとめ

本研究では，ゴムから鋼棒を引抜くことで得られる AE の計測結果を用いて発生源の位置標定を行った。その結果，AE を用いてゴム内部を伝搬した波形を検出し，AE 発生位置を約 70%の精度で標定することができた。しかし，位置標定解析は AE 発生源から遠ざかると精度が悪くなってしまうため，AE センサ設置箇所には十分注意する必要がある。

参考文献

- 1) 寺村直人，権納拓央，川崎佑磨，伊津野和行：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，土木学会全国大会第 69 回年次学術講演会論文集，2014 年，I-53，pp.105-106.
- 2) (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，2008 年，p.4.

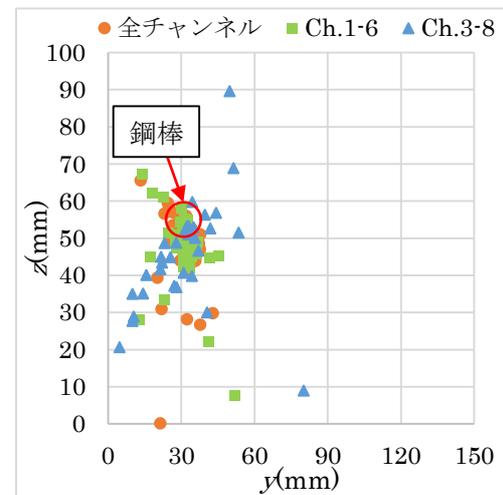


図4 y-z 位置標定結果

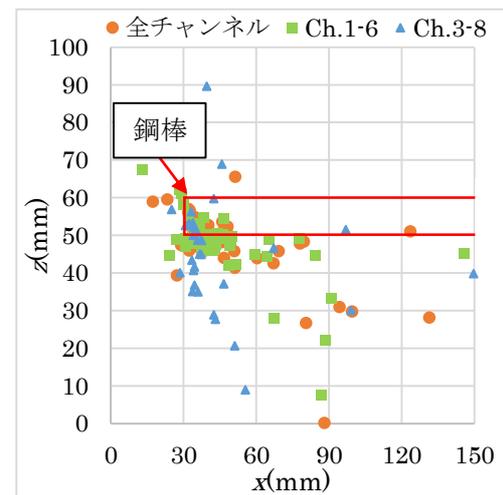


図5 x-z 位置標定結果

表 1 位置標定数および鋼棒先端付近の個数

	位置標定数 (個)	鋼棒先端付近 (個)
全チャンネル	55	38
Ch.1-6	52	37
Ch.3-8	32	11