



# AE法を用いた橋梁構造物の異音源位置標定

Kimura Masato

木村 将人<sup>\*1</sup>

Fukasawa Tsuyoshi

深澤 強<sup>\*3</sup>

Sekiguchi Akiko

関口 亜希子<sup>\*2</sup>

Nakamura Hideyuki

中村 英之<sup>\*4</sup>

Kitahara Tetsuya

北原 哲也<sup>\*2</sup>

大型構造物へのAE法の適用事例として、大型車両が橋梁を通過した際に発生する異音の発生源をAE法により位置標定した事例を報告する。調査対象とした大型構造物は、片側2車線の箱桁を有する鋼橋で、大型車両が高速で通過する際に、桁端部周辺より金属が擦れるような可聴領域の異音が発生することがあった。この異音は、有感振動に同期して車両通過後も数秒間繰り返すものの、橋台付近での可聴音調査では残響と反響の影響が大きかったため、空間的な可聴音計測では位置標定は困難であった。これを解決するために、超音波領域であるAE波を計測し、異音源の位置標定を実施した。

**キーワード：** 非破壊検査、アコースティック・エミッション法、AE法、異音調査、位置標定、橋梁

## 1. はじめに

橋梁では健全性を確認するために定期的な点検が実施されている。日本国内には約73万の橋梁があり建設後50年を経過した橋梁の割合は2022年度の34%から2032年度には約59%に急増するとされている<sup>(1)</sup>。将来、定期点検によって異常が報告される橋梁が増加することが予想され、限られた人員と時間でより効果的な点検や異常現象の原因調査をすることが求められる。本稿における調査対象の橋梁は、片側2車線の箱桁を有する鋼橋で、大型車両の通行時に可聴領域の金属が擦れるような異音が発生していることが点検にて確認されていた。このため、本調査対象の橋梁は修繕の要否確認のために異音発生源の特定が

必要な状況であった。しかしこの異音は、有感振動に同期して車両通過後も数秒間繰り返すものの、橋台付近での可聴音調査では残響と反響の影響が大きかったため、空間的な可聴音計測での位置標定は困難な状況であった。大西ら<sup>(2)</sup>は目視にて目立った損傷のない橋梁において、アコースティック・エミッション（以下、AE）法と超音波探傷試験、可聴音計測であるビームフォーミング法を組み合わせることで橋梁に大型車両が通過した際に発生した異音源の特定を実施したことを報告している。本稿では調査対象の橋梁においてAE法による位置標定を複数箇所で行うことで、ビームフォーミング法による一次スクリーニングを省略して異音源の位置を標定できたので報告する。

\*1：計測事業部 計測技術部 磯子グループ

\*2：株式会社クリエート 設計調査事業部

\*3：計測事業部 計測技術部 磯子グループ 主幹

\*4：研究開発センター フェロー 博士（工学）

## 2. AE 計測の概要と機器構成

AE 法は、AE すなわち材料に応力を加えたときに材料に蓄積されたひずみエネルギーが、変形や破壊に伴い解放される過程で放出される超音波領域の弾性波を捉え、部材や構造物の健全性を評価する技術である。また、現在では破面の擦れによって生じる二次的な AE を評価に用いることがある。(3)

本調査においては、調査対象橋梁に設定した計測箇所を囲むように 4～6 個のセンサを部材表面に設置し橋梁に車両が通行することによって生じる AE を観察した。また、各センサに到達する AE の時間差から AE の発生源の位置標定をした。

本調査における AE 計測の構成を図 1 に示す。計測箇所には 150kHz に共振周波数をもつプリアンプ内蔵型 AE センサ VS150-RIC (独、Vallen systeme 社) を 4 個または 6 個貼り付けた。AE 収録装置 AMSY-6 (同上) で AE パラメータおよび AE 波形の収録、AE 解析ソフトウェア Visual AE (同上) で二次元位置標定解析を実施した。

## 3. 異音源調査の概要

調査対象とした橋梁は片側 2 車線の箱桁を有する鋼橋である。図 2、図 3 に橋梁の模式的な平面図および断面図を示す。また、本調査における計測フローを図 4 に示す。まず、現地下見による予備調査と計測パラメータの検討をした。人の

耳による可聴音での予備調査では図中に破線で示した枠 A 部の周辺から異音が発生していると推定されたため、最初の計測箇所を図 2、図 3 に a で示す箇所に決定した。これを計測箇所 a とし、同様に図中の b～f を計測箇所 b～f とする。計測箇所 a は箱桁外側の主桁と横桁が交わる箇所であり、この計測でおおよその異音発生箇所を捉えることを目的とした。次に異音の発生状況を耳で確認しながら計測箇所 a で AE の発生状況を観察した。位置標定結果より推定される異音の発生方向をもとに次の計測箇所 b を決定し、同様に AE 計測を実施した。さらに計測箇所 b の AE 計測に基づいた位置標定結果から計測箇所 c を決定し、この作業を繰り返した。本調査では計測箇所 a～f の 6 箇所で AE 計測を実施することで最終的な異音源の位置を推定した。計測にあたっては橋梁の車両通行規制は実施せずに道路上を通過した大型車両によって発生する異音を AE 計測の対象とした。

計測例として、図 5 に計測箇所 c 支承直上 (下流側) における AE 計測風景を示す。図 3 に示す支承の位置はセンサ貼付面に沿って左下方向である。計測箇所 c では 6 個のセンサを用い、Ch.1～6 はセンサのチャンネル番号を示す。Ch.1 のセンサは箱桁床面から 250mm、箱桁左壁面から 530mm の位置に取り付け、残りの Ch.2～6 のセンサを鉛直方向に 450mm、水平方向に 600mm の間隔で取り付けた。

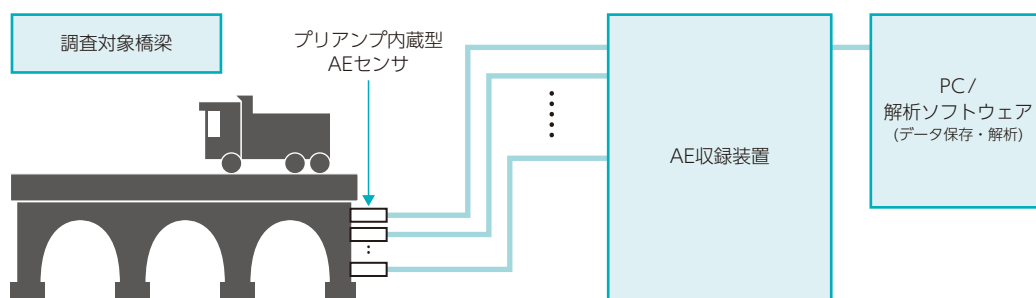


図 1 AE 計測の構成図 (図は橋梁の構造を表していない)

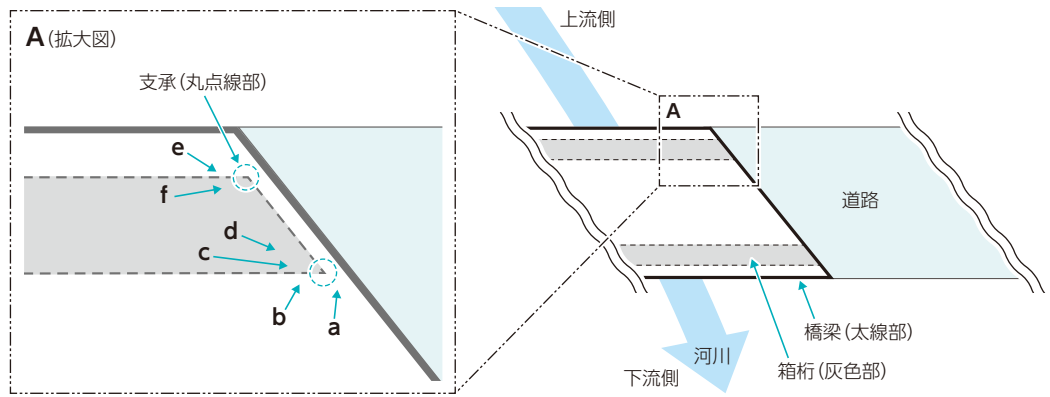


図2 調査対象橋梁の概略平面図とAE計測箇所 (a～f)

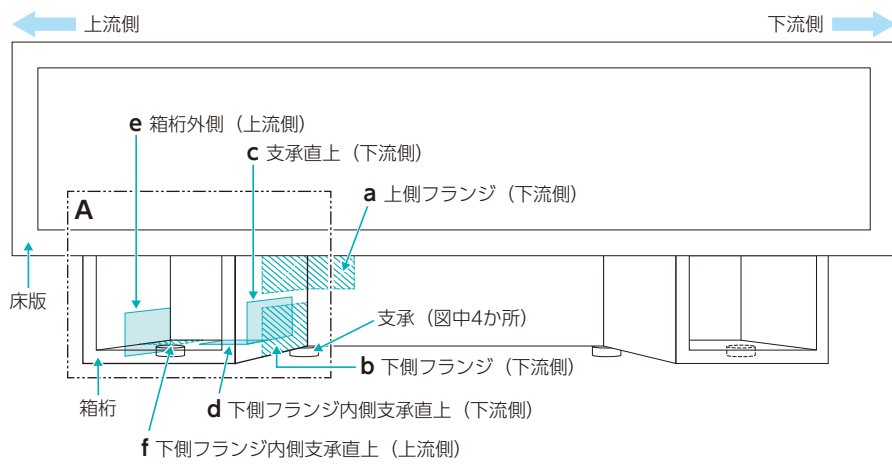


図3 調査対象橋梁の概略断面図とAE計測箇所 (a～f)

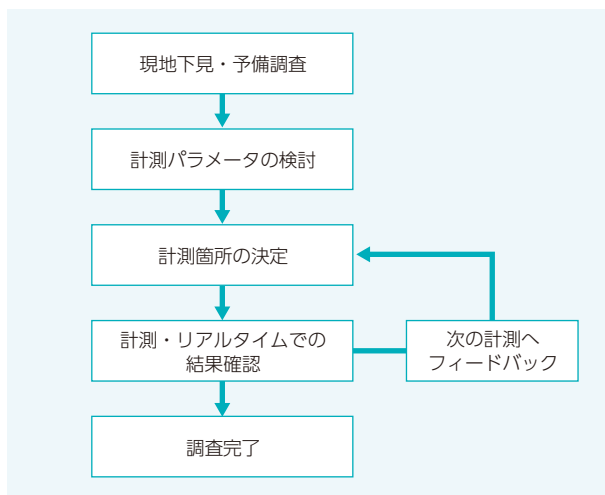


図4 調査フロー



図5 計測箇所cにおける計測風景と設置センサのチャンネル番号の対応関係

## 4. 結果

図6に計測箇所c 支承直上（下流側）におけるAE計測結果を示す。図中の1～6で示す座標は図5におけるセンサのチャンネル番号と対応し、Ch.1の位置を0点としている。本調査では、大型車両の通過に伴い、耳で聞こえる異音の発生と同時に図6へ赤色プロットで示した70dBを超えるAE波の発生が確認された。これらのAE波はCh.1下部に位置標定され、かつ波形の概形やその周波数解析の結果が類似することから、当該部に位置標定されたAEは、同一音源から発せられたことが推定される。

計測箇所a、b、dにおいても、同様の特徴を

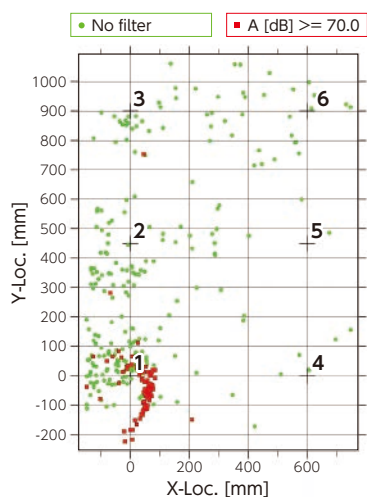


図6 計測箇所cにおけるAE計測の位置標定結果 (AE最大振幅が70dB以上のデータを赤色で示す)

持ったAE波が観察され、下部フランジ方向の支承付近に位置標定がなされた。なお、計測箇所e、fにおいては計測箇所a～dと同様の特徴を持ったAEは確認されなかったが、これは計測した時刻において、大型車両の通行量が大幅に減ったためと考える。

## 5. 結言

本稿では、橋梁に大型車両が通過した際に発生する異音の発生位置をAEにより標定した事例を報告した。反響・残響の大きく、可聴域による一次スクリーニングが難しい環境においてもAE法による位置標定を複数個所で実施することで異音源の位置を標定できることが明らかとなった。

## 6. 謝辞

本稿の執筆にあたり、ご協力をいただきました株式会社クリエートならびに全ての関係者の皆さまに心より感謝申し上げます。

### 参考文献

- (1) 国土交通省「老朽化対策の取組み」：  
<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/torikumi.pdf>
- (2) 大西祐未、水田正弘：一般国道32号「池田第一橋」における異常音発生の詳細調査報告、国土交通省国土技術研究会、2018、pp.2.29-2.34
- (3) 一般社団法人日本非破壊検査協会：アコースティック・エミッション試験I、2006、pp.4-8



計測事業部 計測技術部  
磯子グループ

木村 将人

TEL 045-759-2085  
FAX 045-759-2119

株式会社クリエート  
設計調査事業部

関口 亜希子

TEL 045-982-8970  
FAX 045-983-3982

株式会社クリエート  
設計調査事業部

北原 哲也

TEL 045-982-8970  
FAX 045-983-3982



計測事業部 計測技術部  
磯子グループ 主幹

深澤 強

TEL 045-759-2085  
FAX 045-759-2119



研究開発センター フェロー  
博士 (工学)

中村 英之

TEL 045-791-3522  
FAX 045-791-3547