アコースティック・エミッションを用いた組積構造物の診断手法の研究 (列車振動と AE との識別)

飛島建設技術研究所	正会員	中西	康博,塩谷	智基
JR東日本	正会員	四宮	卓夫	

1. はじめに

本研究は,レンガ高架橋の健全性をアコースティック・エミッション(AE)を利用して調査,診断する手法 の開発を目的としている.クラックなど損傷の発生した構造物に外力が作用すると,損傷部分に応力が集中し, 既存亀裂面の摩擦や,微小クラックの発生にともないAEが発生する.供用中のレンガ高架橋のAE計測では, 列車の走行荷重を外力として利用し,既存損傷からのAEを誘発することで損傷を診断する.これまで,レン ガ高架橋の「損傷位置と損傷程度」,「損傷進展状況」を把握するために,AEを用いた室内実験や原位置計測を 実施してきた.ここでは,原位置計測時に重要となる「列車振動とAEの識別」について述べる. 2. 室内実験

列車振動とAEの識別の検討は,室内実験と原位 置計測との比較により以下に行う.室内実験は,供 試体に既存損傷を与え,その後の繰返し載荷により 既存損傷部からAEを誘発させて実施した.図-1に 試験概要図を示す.第3種のレンガにより供試体を 作成し,アーチの軸応力を反映した水平荷重を導入, その後3点曲げ載荷を実施した.図-2に試験結果を 示す.単調曲げ載荷より,最初に供試体にクラック を貫通させた.そして,クラック貫通時の荷重を 100%として25%,50%,75%の各荷重を5回繰返し, 最終的には載荷装置から供試体が脱落するまで行っ た.

図-2 に得られた AE 源の卓越周波数と載荷荷重の 経時変化を示す.図-2より,25%,50%,75%の繰返 し載荷時に得られた AE 波の多くは,卓越周波数が 20~40kHz に分布していた.位置標定結果を図-3 に 示す.既存損傷部からのAEのみに着目するために, 図-3の位置標定結果から,損傷部近傍に得られた AE 源を抽出し,それらの AE 波の特徴を原位置 AE 計 測結果と以降に比較検討する.

<u>3. 原位置 AE 計測</u>

原位置 AE 計測は,地盤沈下によりレンガ高架橋 に損傷が確認されている箇所で行った.該当箇所は, アーチの表面に吹付モルタルが施工されており,直 接レンガを目視することが出来ない状況であった. 目視で確認される損傷は 図-4 に示す太線のように, 復路線のほぼ中間位置に列車進行方向と平行なクラ





ックであった AE 計測は復路線のほぼ中間位置で列車進行方向と平行なクラックを対象に実施した AE センサ(60 kHz 共振型)は,アーチの内面にクラックを覆うよう6個を配置して行った。

キーワード:損傷診断,アコースティック・エミッション,レンガ構造物,鉄道構造物,列車振動

連 絡 先:〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬 5472,TEL. 04(7198)7553,FAX. 04(7198)7586

原位置 AE 計測は,損傷部より発生する AE と列車振動 が混在して検出されるため,AEによる損傷診断では,それ らを識別することが非常に重要である.ここでは,明らか に損傷のある箇所で AE 計測を実施し,損傷部近傍より得 られた AE とそれ以外の AE に分類し, これらを模型実験 で得られた損傷部の AE と比較して列車振動の識別を試み る.図-5 に原位置計測の AE 源位置標定結果を示す.AE 源は,クラック付近に標定され,これらは損傷部より発生 した AE と考えられる.一方,計測時間内に,数多くのセ ンサに到達できず,AE源が特定できていない数多くのAE (以下,AE ヒットとして示す)が計測されている.図-6 に AE 波の卓越周波数の頻度分布を示す.図-6 より模型実 験で得られた既存損傷部からの AE の卓越周波数は 25~ 35kHz に多く分布している.しかし,原位置計測より,AE 源と AE ヒットに明確な差違は認められない.しかし,僅 かではあるが 40kHz 付近で, AE 源のみで得られる卓越周 波数が存在する.ここで,原位置 AE 計測の AE 源算出に 供した AE 波の原波形観察(FFT 含む)を実施した.その 結果,一つの AE 波形には,複数の卓越周波数が卓越し, 最も卓越している周波数が列車振動に直接起因した周波数 (10~20kHz), 次に卓越する周波数が 40 kHz 以上にある ことが明らかとなった.一方,AE ヒットの原波形観察から は,10~20kHz以外に卓越周波数は確認できなかった.こ れらのことから,既存損傷より生じる AE 波は損傷に起因 した周波数成分を有するものの,その成分の大半は列車振 動であることが明かとなった.

<u>4. まとめ</u>

以上の検討結果より,レンガ構造物の既存損傷部から発 生する AE 波の特徴として周波数成分が列車振動により励 起される AE に比べ高いことが推測され,その値は,模型 実験では 25~35 kHz,原位置計測では 45~55 kHz となっ た(周波数の違いは,今後検討予定).一方,列車振動によ るノイズの周波数成分は 10~20kHz であることがわかった. これらの結果から 20kHz のハイパスフィルターを AE 計測 時に用いることで,直接的にクラック(損傷)のみから放 出される AE 波を検出できる可能性が確認された.

室内実験は,熊本大学の協力のもと実施されたもので, 大津教授,重石助教授,友田技官に感謝する次第である.

参考文献

1)木野淳一・菅野貴浩・古谷時春:既設レンガ構造物から採取したコアの強度試験,第56回土木学会年次学術講演会講演概要集,pp. 222-223,2001.

20 中西康博・塩谷智基・森島啓行・四宮卓夫:アコースティック・エミッションを用いた組積構造物の診断手法の研究,第 57 回土木学 会年次学術講演会講演概要集,pp.377-378,2002. 3)四宮卓夫・森島啓行・中西康博・塩谷智基:アコースティック・エミッションを用いた組積構造物の診断手法の研究,第 57 回土木学 会年次学術講演会講演概要集,pp.375-376,2002.







図-4 原位置計測概要



図-5 原位置計測位置標定結果



図-6 卓越周波数の分布