

鉄道橋梁下部工の損傷調査における AE 法の適用性に関する検証

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 ○羅 休, 羽矢 洋, 稲葉智明
(株)飛鳥建設技術研究所 正会員 中西康博, 塩谷智基

1 まえがき

鉄道構造物は、インフラ構造物の中でも先行して整備されたため、その多くは老朽化程度が高く、維持管理上多くの問題点を抱えている。多種多様な鉄道構造物の中でも、特に橋脚と基礎からなる橋梁下部工は、地中にも主要な構造部材があり、それらの目視調査は、掘削をとるため困難といえ、健全度の診断はより一層難しい。また、地盤の掘削を要しない能動的な検査法（例えば、衝撃弾性波法、超音波法および放射線法など）を用いる場合、コンクリートや地盤の大きい減衰を克服するためには、非常に強力な入力波が必要となる。しかし、強い入射波の発生が難しく、場合によっては環境や人体に害を与えるため、現場への適用が困難である。そこで、著者らは列車荷重による二次起因の AE を利用した受動的な検査法を提案した¹⁾。また、手法の妥当性については、模型や現場実験による検討を行ってきた²⁾。これらの検討の一環とした本研究では、現場実験を通して提案法と衝撃振動試験法の比較を行い、適用性を検討した。以下にその結果を紹介する。

2 実験の目的と概要

本提案法の適用性を検討するために、次の二点に対して現場実験を実施した。

これまでの AE 現場計測は、目視調査や超音波検査の結果を比較してきたが、既に鉄道総研が開発した衝撃振動試験法（インパクト）との比較はまだ行っていない。衝撃振動試験法は、定着された橋梁下部工の健全度診断法として、鉄道分野で広く使われているため、本手法との整合性を検討する必要がある。

これまでの現場計測は、乗客、車両数の多い路線橋梁を対象にしたため、大きな列車荷重による二次起因 AE の誘発が可能であることを確認したが、小さな列車荷重に対して AE の発生状況をまだ把握していない。今回の計測では一車両編成の枝線上の橋梁を対象に、小さな列車荷重による AE の誘発状況を把握する必要がある。

図-1に本実験の対象橋梁の全体図および関係する橋脚の衝撃振動試験による健全度の判定結果を示す。対象構造物は建造してから 70 年以上が経過している無筋コンクリート橋脚であり、そのうちの 3P と 4P は、十数年前発生した地震により損傷を受けた。衝撃振動試験の固有値解析によると、3P と 4P の躯体剛性は 0.2 倍まで低下し、判定区分は健全度の低い A1 と A2 となっている。また、今回は比較検討を行うために、健全な橋脚 2P に対しても AE 計測を実施した。

計測は、AE の他に橋脚のひずみ、クラック変位、加速度および列車軸重を同時に測定し比較検討を行った。一橋脚に対して、次のような計測項目と数量を実施した。

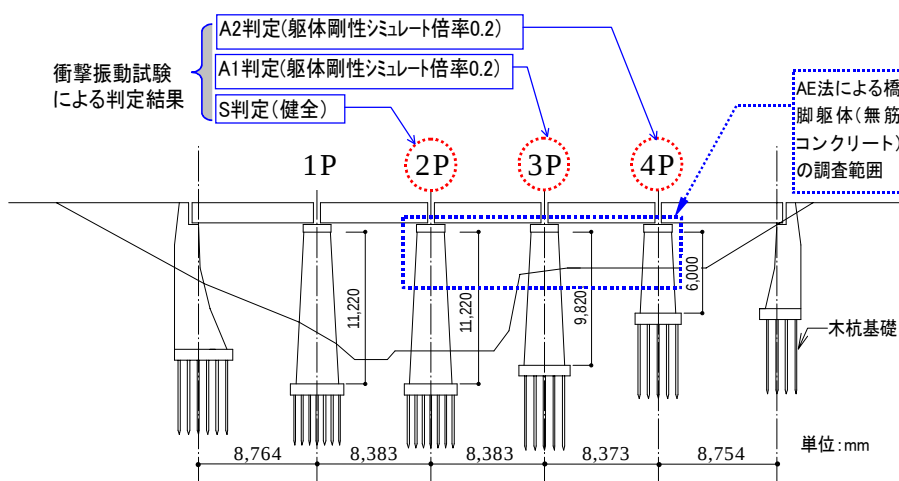


図-1 対象橋梁全体図および衝撃振動試験による判定結果

キーワード：2次起因の AE，鉄道構造物，列車荷重，橋脚，非破壊検査法，現場実験

連絡先：〒185-0034 東京都国分寺市光町 2-8-38

Tel: 042-573-7262

Fax: 042-573-7248

AE	12ヶ所
クラック変位(P2を除く)	3ヶ所
ひずみ	2ヶ所
鉛直加速度	1ヶ所
列車軸重	2ヶ所

図-2は橋脚 3P を例として、各測定器の配置状況を示す。AE センサーは、60kHz 共振型を使用して AE 信号のパラメータおよび波形を記録した。

3 計測結果と考察

各橋脚の AE 源の三次元位置標定結果を図-3に示す。

そこで、同一の計測条件で同じ橋梁内変状がある橋脚と変状がない橋脚の間で、AE の発生状況に明瞭で差異が

得られた。衝撃振動試験により健全度が低いと判定された 3P と 4P 橋脚に発生した AE イベント数は 104 個と 84 個であった。これに対して、健全度の高い 2P は 20 個であった。これは、AE 法と衝撃振動試験法の結果が概ね一致することを示している。また、実測した列車の軸重より換算した列車の荷重は 300kN 程度であったことから、小さな列車荷重でも二次起因の AE を誘発することが可能になった。

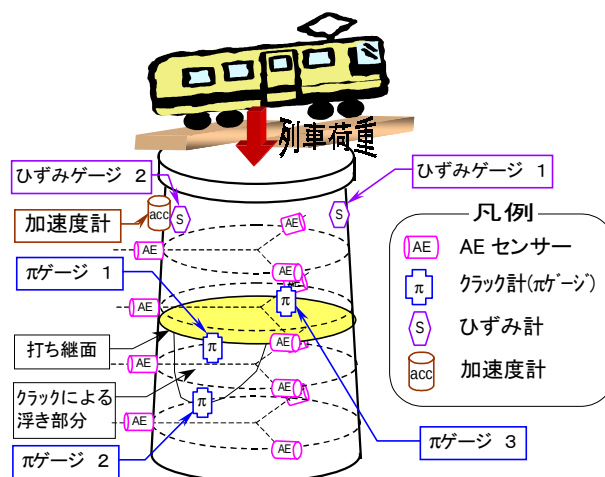


図-2 橋脚 3P のセンサ配置図

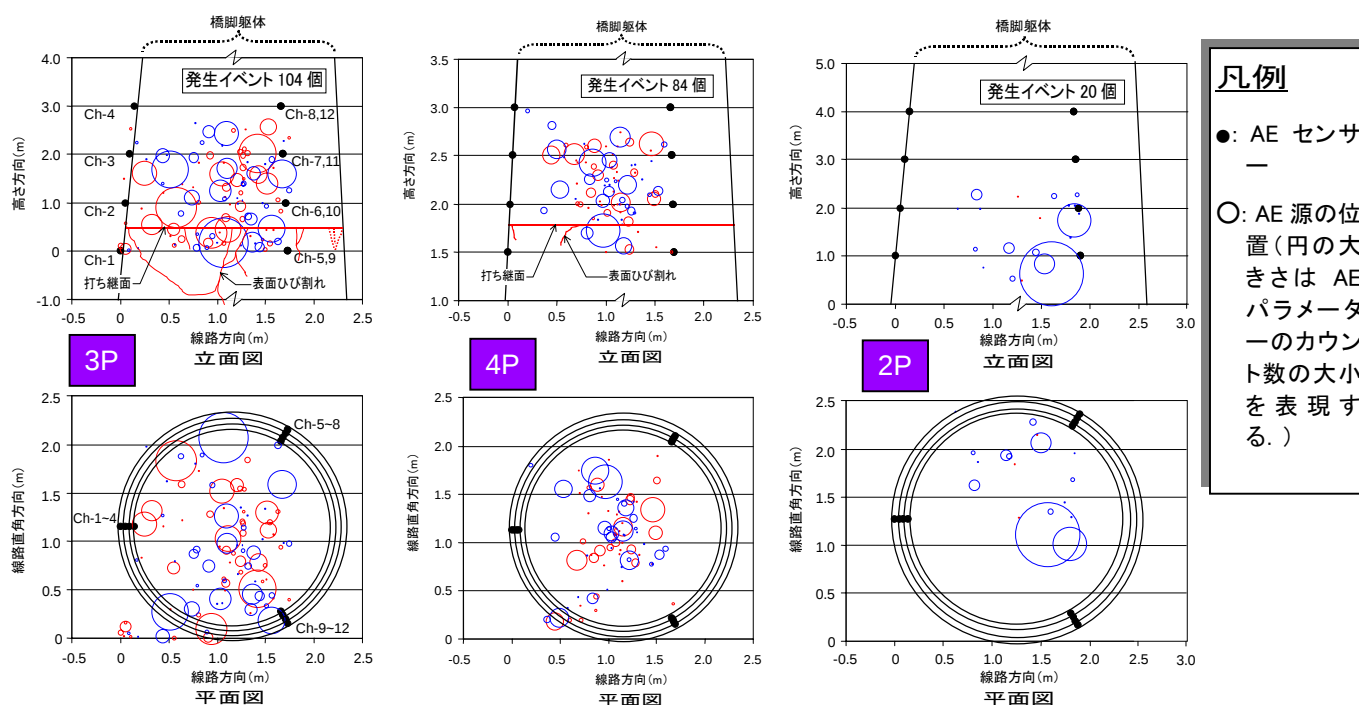


図-3 三次元位置標定結果（AE 源の立面投影と平面投影）（左：橋脚 3P，中：4P，右：2P）

4 まとめ

本研究は、供用中の列車荷重により誘発された二次起因の AE を利用することで、経済的かつ効率的な橋梁下部工の損傷調査法を開発することを目的としている。今回の検討は、現場実験を実施して、本提案法と衝撃振動試験法の整合性を確認した。また、実用化のために、二次起因の AE を誘発できる最低限の列車荷重のレベルを把握した。今後、更に現場実験データを蓄積し、損傷判定の高精度化を図るつもりである。

【参考文献】

- 1) 羅休, 羽矢洋, 棚村史郎, 塩谷智基, 三輪滋, 中西康博: 列車荷重を利用した基礎の損傷探知法に関する基礎的研究(その1 模型杭による AE 破壊実験概要), 第 56 回土木学会年次学術講演会概要集, CD 版, CS6-036, 2001.
- 2) 羅休, 羽矢洋, 稲葉智明, 塩谷智基, 中西康博: AE 法による鉄道橋梁下部工の損傷調査法に関する実験的検証, 鉄道総研報告, Vol.17, No.3, pp.29-34, 2003/3.