

実高架橋の載荷実験による AE 検査法の実用性検討

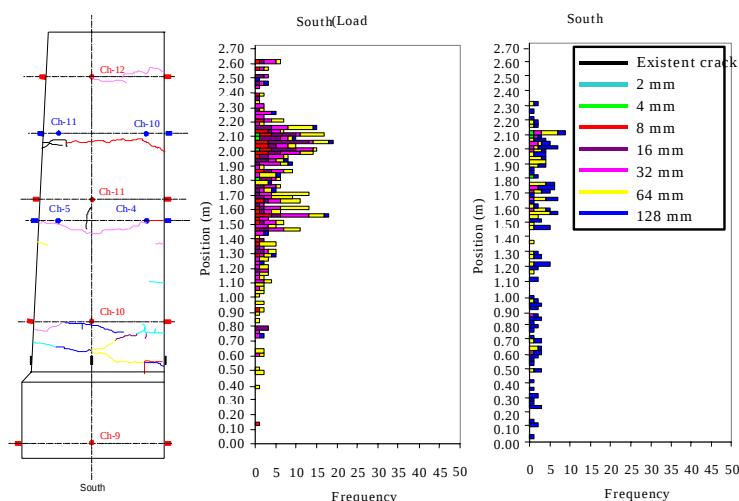
（その2 一次元 AE 計測の検討）

飛島建設技術研究所 正会員 ○塩谷智基，小林 薫
 鉄道総合技術研究所 正会員 羅 休，羽矢 洋

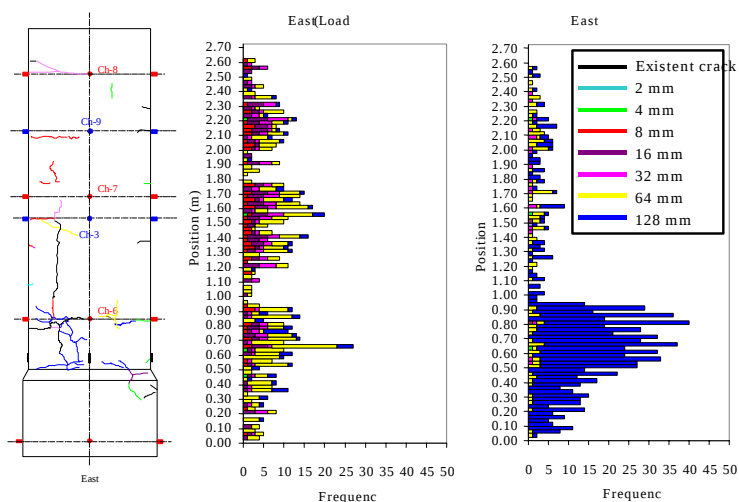
1. はじめに 構造物が損傷や欠陥を有する場合，損傷箇所からの AE 励起が鉄道通過時の活荷重を利用して可能である．著者らは得られた AE 信号の特性，あるいは AE 特性と構造物の変形挙動を組み合わせることで RTRI¹⁾，改良 b 値などの損傷評価指標を提案してきた．これら AE 特性は鉄道振動による直接的な AE 信号を取除けるように²⁾，対象構造物を取囲むように配置された数多くの AE センサによる三次元 AE 源を利用して実施してきた．三次元 AE 源を特定するためには，多数の AE センサに対応したマルチチャンネル AE 計測装置が必要となるほか，それに伴うセンサ設置・解析コストの増大を招いていた．そこで，本報では先に示した実高架橋載荷実験³⁾に一次元 AE 位置標定法を適用し，AE 検査法の実用性を検討する．

2. 一次元 AE 位置標定 一次元 AE 位置標定は直線上に配置された AE センサにより，各 AE センサの AE 信号到達時間差を利用して算出する手法で，2 個以上のセンサにより構成される．得られた AE 源位置はセンサ間を結ぶ直線上での AE 源位置として得られ，線上外での位置は等時曲線（双曲線）上となる．図-1 に 16ch AE 計測装置により各面一次元に配置された AE センサで算出された一次元 AE 位置標定結果を示す．同(a)より，8 mm の変形過程から 2 本の上部水平き裂が観察され，それに対応した AE 源が同位置に集中して認められる．同(b)より，8 mm 変形過程から上部，中間部での AE 源（赤）が観察され，下部は特に 64 mm 変形時に多く得られる．また，除荷時の AE 源は 128 mm 変形戻り時に下部に集中して得られ，これらは観察された複雑なき裂群位置と一致している．以上に示したよう，一次元 AE 源は実際のき裂位置に対応した分布を示した．

3. 各計測面の RTRI と Calm 比 図-2 に各計測面で得られた一次元 AE 源により求めた RTRI および Calm 比を示す．ここで，RTRI は各変形段階で AE 発現を得



(a) 南面（載荷反対方向面）



(b) 東面（載荷垂直方向面）

図-1 各載荷段階の一次元 AE 源ヒストグラム（左：載荷，右：除荷）とクラックトレース

キーワード：鉄道構造物，AE 計測，損傷診断，一次元 AE 位置標定，実用性

連絡先：〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472, Phone: 04(7198)7553, Fax: 04(7198)7586

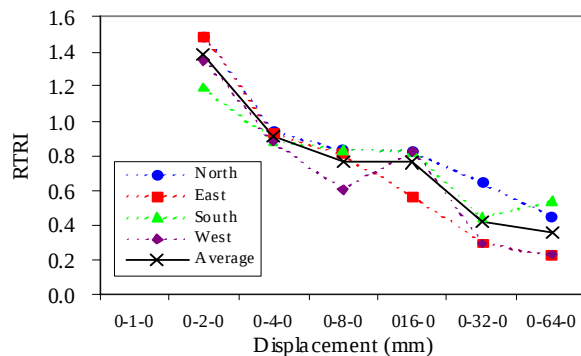
た変位値と過去最大変位値の比として算出されており、値が小さいほど大きな損傷を示している。ここで、各変形段階で得られた RTRI は、その前段階での損傷レベルを示すので、本実験では 64mm 変形時までの損傷が検討できる。また、Calm 比は除荷過程（変形減少過程）で得られた AE 総数と全載荷過程（変形増加、減少過程）の AE 総数の比として得られ、Calm 比が大きいほど大きな損傷を示す。ここで、128 mm の Calm 比は同図に示すように載荷除荷の境界を与える参照パラメータを鉄筋ひずみ、強制変位、載荷荷重の 3 種類として示している。図-2(a)より、各面ほぼ同様に変形増加にともなう RTRI の低下が明らかである。同(b)より、Calm 比は 64 mm 変形過程まで全計測面ともに増加するが、128 mm の変形過程では参照パラメータ毎に異なる値を示す。別に検討した強制変位と損傷進展結果より、顕著な損傷進展は 128 mm 変形時に認められなかったことから、構造物全体挙動（変形や載荷荷重）に着目した Calm 比が実現象を反映した結果を示すものと考えられる。同(c)に Calm 比と RTRI マップを示す。各面で若干の違いはあるが、概して変形量の増加に伴い M（軽微）、I（中程度）、H（重度）と変形増加に対応した推定損傷程度を示した。

4. 振幅規模別頻度分布 図-3 に一例として南面で得られた AE 源による振幅規模別頻度分布を示す。A、B、C 部ともに 0.1 以下の重度損傷を示す改良 b 値⁴⁾が得られた。C 部で得られた改良 b 値は A、B 部に比べて大きい値となり、A、B 部に比べ小さな損傷程度を示す結果となり、三次元 AE 源を利用した結果と調和していた。

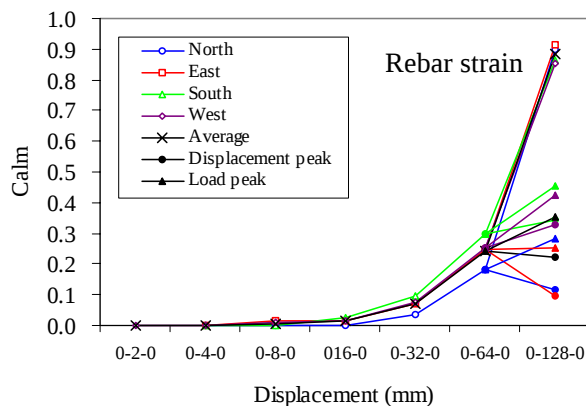
5. まとめ 実高架橋載荷に伴う損傷進展を一次元 AE 標定法により評価し、三次元 AE 法による同結果と比較検討し、簡便な AE 診断手法の実用性を検討した。その結果、一次元手法で得られた AE 源による損傷評価は、三次元 AE 位置標定法での結果と大過なく、簡便な AE 診断が実構造物に適用可能であることが明らかとなった。

【参考文献】

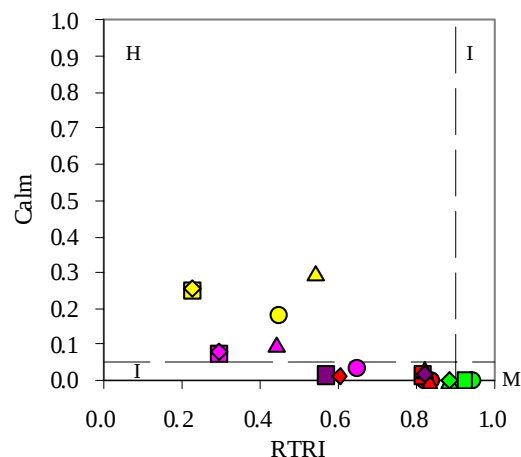
- 1) 塩谷智基他：AE アクティビティーを用いた鉄道構造物の損傷定量化方法，第 58 回土木学会年次学術講演会，第 V 部門，pp.753-754，2003。
- 2) T. Shiotani et al., Damage evaluation for railway structures by means of acoustic emission, Key Engineering Materials Vols.270-273, pp. 1622-1630, 2004.
- 3) 羅休他：実高架橋の載荷実験による AE 検査法の実用性検討（その 1 載荷・計測概要および三次元 AE 計測），第 60 回土木学会年次学術講演会，第 V 部門，投稿中。
- 4) T. Shiotani et al., Evaluation of progressive failure using AE sources and improved b -value on slope model tests,” JSNDI, Progress in Acoustic Emission VII, pp. 529-534, 1994.



(a) RTRI



(b) Calm 比



○ 北, □ 東, △ 南, ◇ 西

■ 2, ■ 4, ■ 8, ■ 16, ■ 32, ■ 64 mm

(c) Calm 比と RTRI

図-2 変位ステップ毎、各面で得られた損傷指標

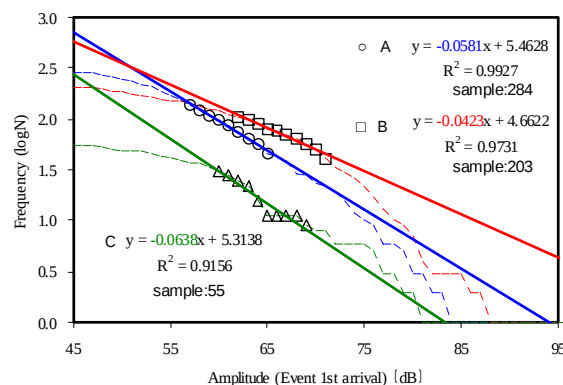


図-3 南面の振幅規模別頻度分布