

アコースティックエミッションの 鋼床版欠陥検出技術への適用に関する研究

国立大学法人熊本大学 学生会員 勢戸隆弘 正会員 重石光弘 正会員 友田祐一 学生会員 佐藤祐輔
川田工業(株) 正会員 伊藤剛

1. はじめに

現在、存在する鋼道路橋は全国で約 6 万橋あり、これら鋼道路橋の多くが更新期を迎えているが、その約 67% が床版の損傷によるものと言われている。床版の欠陥は重大な事故にも繋がりがかねない。しかし、現在でもこの鋼床版は多くの橋梁現場で用いられている。

そこで本研究は、床版の中でも最もよく用いられているものの 1 つである U リブ補剛を有する鋼床版において繰返し荷重試験を行い、アコースティックエミッション法（以下 AE 法）を用いて実験室内で実際の疲労亀裂の様子を再現するものとする。そして、ひずみ・AE を計測した後、得られたデータから亀裂の進展性を確認すると共に、鋼道路橋における AE 法の有用性を示し、より合理的な AE 計測システムを確立することを目的とする。

2. 実験概要

供試体として、今回は鋼床版に U リブを模した補剛版を線溶接した「変形 T 型断面供試体」を用いた。ひずみゲージ・AE センサ図 1 のように設置した。

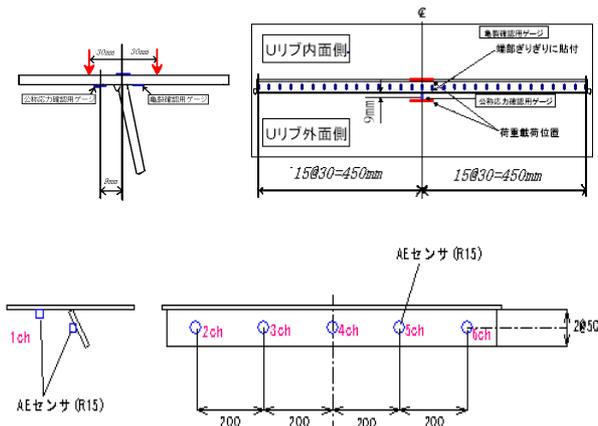


図 1 ひずみゲージ・AE センサ設置位置

実験は定点繰返し荷重試験を行い、非破壊検査を行う。繰返し荷重中はいずれも AE データを計測する。荷重は 20t~60t とし、周波数は 3Hz とした。荷重回数 5000 回、10000 回、20000 回、その後 20000 回毎の間隔を設け、その間隔毎に静的荷重を行い、ひずみを計測するものとする。その後、10 分×4 パターンの動

的荷重を行い、AE データを計測、そして再度繰返し荷重を行う。



図 2 実験装置

3. 実験結果および考察

3.1 ひずみの挙動

ひずみは荷重荷重 0t と 7t 時のひずみの差分を比較する。図 3 は荷重回数 30000 回と 320000 回とのひずみ差分の変化を全体的に示したものである。AE センサの 2ch、4ch、5ch 近くで特に変化が起こった。

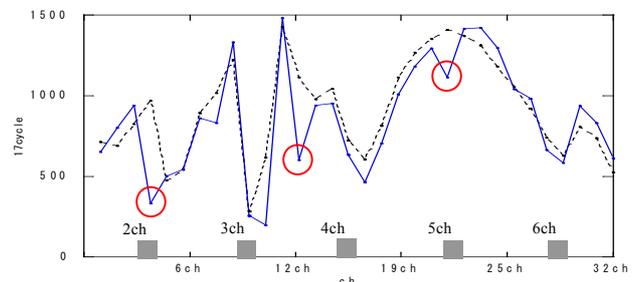


図 3 ひずみ変化 全体図

ひずみが急激に減少し始めた点では、その場所で構造的分裂が生じ、その点で亀裂が生じ始めたと思われる。このような変化が荷重回数 320000 回と 820000 回で起こった。この時点で亀裂発生 の 要因となる事象が発生したと思われる。

ひずみの変化は、供試体内に亀裂発生・進展を示す重要なパラメータであるため、この時点での荷重回数における AE パラメータとの比較することで、より詳細な様子を示すこととする。

3.2 AE パラメータ

3.2.1 Hit 数および Energy

載荷回数毎の Hit 数と Energy を見ると、いずれも 220000 回、420000 回、700000 回、800000 回で大きな値になった。ひずみの変化が生じたときの載荷回数と比較すると、ほぼ同じ時期に変化が起きている。このことから、AE 法で得られる Hit 数と Energy における有用性が得られたと考えられる。

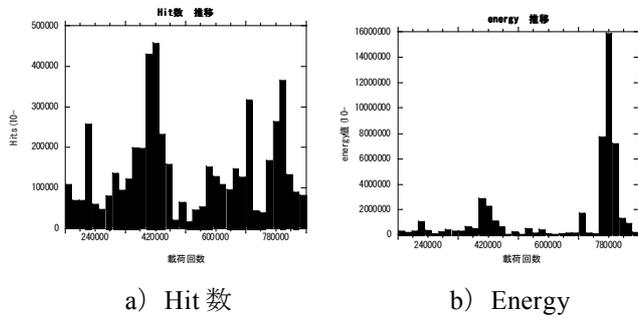


図 4 Hit 数と Energy の推移

3.2.2 b 値

b 値とは、AE の最大振幅値 (dB) と Hit 数の関係性から、供試体内部における微小破壊の大小を表す数値である。b 値は元々、地震学で用いられる数値であり、地震の大小とその頻度分布より導かれる Gutenberg - Richter 則を今回は AE 法に応用した。一般的に、b 値が大きいと微振動の AE が多く検出され、小さいと最大振幅値の大きい AE が検出される。

b 値の変動を見てみると、300000 回、400000 回、600000 回、800000 回前後で b 値が小さくなっている。これについても、ひずみの結果と比較してほぼ同じ載荷回数で変化が見られる。

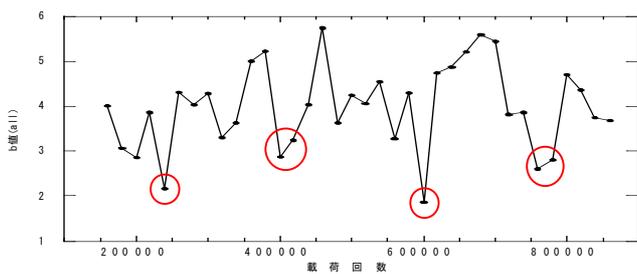


図 5 b 値の変動

3.2.3 duration - AMP、duration - count

載荷初期と載荷終期における duration - AMP と duration - count の相関図を図 6 に示す。duration は AE 信号がしきい値を超えてから最後にそれを下回るまでの時間で、AMP は 1 つの Hit における最大振幅値を表す。また、count は、しきい値を超えた振動回数を表している。

載荷初期に比べ、載荷終期になると duration、AMP、count 共に高い AE が発生する傾向がある。

これら 2 つの相関図より、疲労載荷を繰り返していくと、発生する AE の中には、継続時間が長く、振幅も大きい波形が表れることが言える。

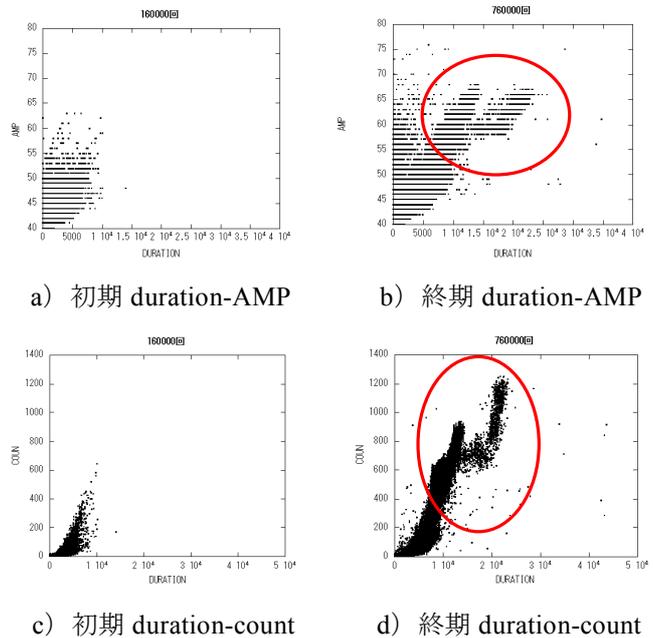


図 6 duration・AMP・count 相関図

3.2.5 位置評定

AE の発生位置と亀裂の発生位置との相関を示すため、AE の一次元位置評定を行った。図 7 は、載荷初期と終期での AE event 発生頻度を表している。載荷回数が増す毎に全体的には event 数は増大している。

なお、位置によっては、event 数が多い箇所と少ない箇所が存在する。これは、各載荷回数における event 数を表しているのので、前後 20000 回の繋がりに関係するためだと思われる。

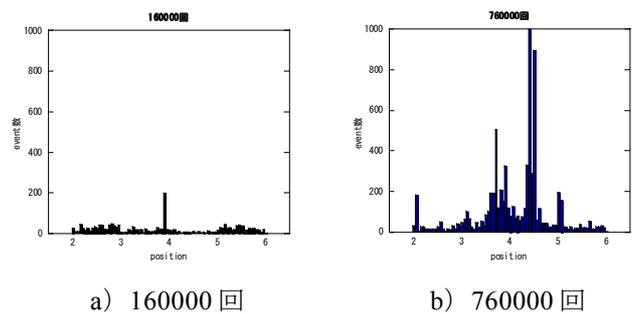


図 7 event 発生頻度

4. まとめ

本実験においては、載荷回数にやや違いはあるものの、AE 法によって供試体内部に起こる亀裂などの状況が検知できたと思われる。これを元に、今回の研究を元に、さらなる実験を重ね、より多くの実験データの蓄積と解析により、床版における AE 法への適用性をさらに深める必要がある。