

輪荷重走行試験による RC 床版の疲労劣化に関するモニタリング技術の検討 (その5) アコースティックエミッション法による疲労損傷の評価

鹿島建設(株) 正会員 ○新井崇裕, 岩井 稔, 古市耕輔

日本フィジカルアコースティクス(株) 正会員 湯山茂徳, 李 正旺

1. はじめに

アコースティックエミッション法(以下, AE 法と称す)は, 構造物中の疲労損傷など, 進展性の欠陥の連続監視に優れているため, 鉄筋コンクリート(以下, RC と称す)部材のひび割れ進展過程の評価に関する研究が多数行われている。一方, RC 床版については, 定点疲労載荷試験による疲労損傷に関する研究により AE 法の有用性が示されている¹⁾が, 移動輪荷重走行試験による研究例は少ない。本報では, (その5)として AE 法により RC 床版の疲労損傷について評価した結果について述べる。

2. 計測概要

(1) AE 計測法

AE 計測には, PAC 社製の SAMOS 24 チャンネル AE 計測システム, およびプリアンプ内臓 AE センサ(PAC R6I, 60Hz 共振型)を用いた。AE センサで検出した AE 信号のデジタル信号処理, さらに解析を行って今回は 2 種類の AE パラメータ(AE ヒット数, AE エネルギー)を導出した。

(2) 輪荷重走行試験

輪荷重走行試験は, 道路橋示方書の旧基準(昭和 39 年版)を参考にして設計した試験体を用いた(図-1)。試験は累積走行回数 45,167 回のときに床版の抜落ちにより終了した。輪荷重走行試験の詳細は, 連編の(その1)を参照。

(3) 測定位置

AE センサの設置位置を図-1に, 設置状況を写真-1にそれぞれ示す。AE センサは, 床版上面に 8 箇所, 床版下面に 16 箇所設置した(全 24 箇所)。

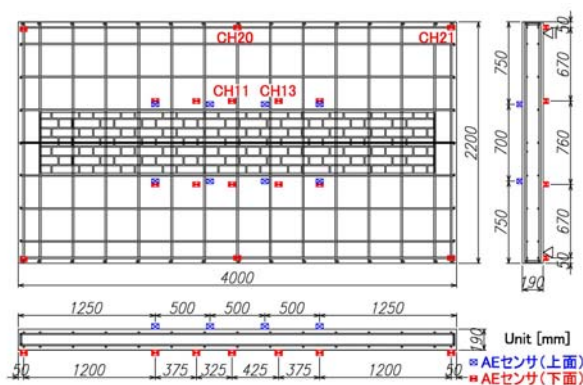


図-1 AE センサの設置位置



(1) 床版上面

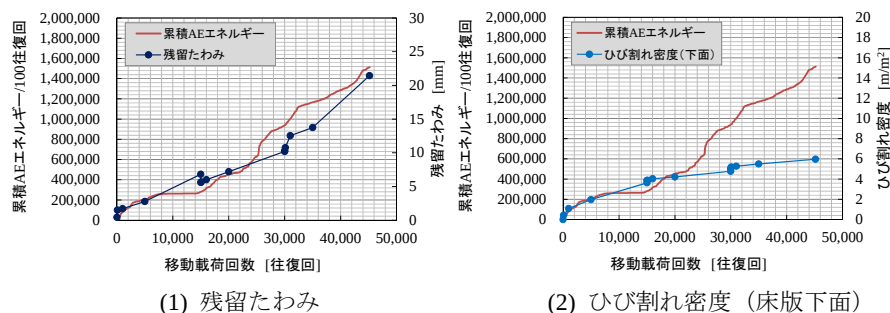
(2) 床版下面

写真-1 AE センサの設置状況

3. 計測結果と考察

(1) 累積 AE エネルギーと劣化事象の相関性

RC 部材の損傷評価として, 全 24 箇所の AE センサより 100 往復回毎の AE パラメータ解析を行い, 累積 AE エネルギーを導出した。累積 AE エネルギーと移動載荷回数の関係を図-2に示す。図中には, 床版の劣化事象として残留たわみ, および床版下面のひび割れ密度を併記した。これより, 累積 AE エネルギーと残留たわみは, 載荷開始か



(1) 残留たわみ

(2) ひび割れ密度(床版下面)

図-2 累積 AE エネルギーと移動載荷回数の関係

キーワード RC 床版, 疲労, 劣化, 輪荷重走行試験, AE 法, 損傷評価

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6706

ら終了まで良好な相関性を示すことが分かった。一方、累積 AE エネルギーと床版下面のひび割れ密度は、載荷初期から 20,000 往復回までは良好な相関性がみられたものの、それ以降は乖離する結果となった。これは、20,000 往復回以降も床版の疲労損傷は進行しているものの、今回の試験条件からひび割れ密度は収束する方向に挙動したためと考えられる。

(2) 損傷程度の評価

AE 法をモニタリング技術の実務として活用するには、少ないセンサ数でかつ短期間の測定により、床版の損傷程度を評価できることが望ましい。そこで、一つの AE センサで床版の損傷程度を定量的に評価可能かについて検討を試みた。評価に用いた AE パラメータは、100 往復回毎の AE ヒット数と AE エネルギーとした。AE センサは、床版下面に設置した全 16 箇所の中から、輪荷重載荷に近い位置と遠い位置の 4 箇所 (CH11,13,20,21) を選定した (図-1)。また、移動載荷回数と損傷程度の関係は、(その 1) の考察に基づき、0~100 往復回は損傷程度 a, 101~1,000 往復回は b, 1,001~5,000 往復回は c, 5,001~15,000 往復回は d, 15,001 往復回以上は e とした (詳細は (その 1) を参照)。

まず、AE ヒット数、および AE エネルギーと移動載荷回数 (損傷程度) の関係の代表値として、CH11 より得られた結果を図-3 に示す。図は損傷程度の区分に応じて色分けしている (損傷程度 a は青色、b は水色、c は緑色、d は黄色、e は赤色)。また、図中には各損傷程度の区分において測定された AE パラメータの平均値も併記している。これより、損傷程度が a から e に進むに従って、AE ヒット数、AE エネルギーとも大きくなる傾向が見て取れる。一方で、損傷程度 d において、一時的に損傷程度 e の平均値を上回る値が解析されている。これは、短期間の測定を行った場合、損傷程度の区分を見誤る恐れがあること、換言すればある程度の時間をかけた測定は必要であることを示しており、適切な測定時間の設定は今後の課題と考えている。

次に、CH13,20,21 も CH11 と同様な検討を行い、損傷程度の区分毎に AE パラメータを整理した結果を図-4 に示す。これらより、ばらつきは大きいものの、損傷程度 a・b, c・d, e の間には明瞭な閾値の存在が見て取れる。仮に損傷程度 a・b を予防保全段階、c・d を早期措置段階、e を緊急措置段階と位置付ければ、実構造物における AE 法の実用的な活用方法の可能性が示されたものと考えている。

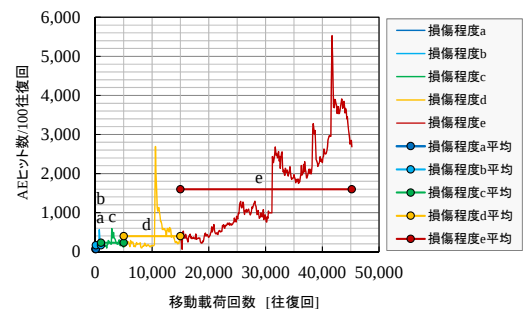
4. おわりに

今後は、損傷程度が評価されている実構造物において AE 計測を実施し、より精度の高い損傷評価が行えるように AE パラメータのデータ蓄積、ならびにデータベース化を行いたいと考えている。

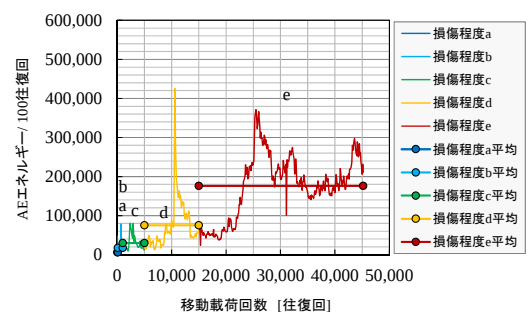
謝辞 本研究は、モニタリングシステム技術研究組合 (RAIMS) が実施した研究であり、内閣府の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の一環として国土交通省が実施する「社会インフラへのモニタリング技術の活用推進に関する技術研究開発」委託事業研究の成果である。

参考文献

- 1) 湯山ら:AE 法による鉄筋コンクリート床版の疲労損傷評価:土木学会論文集, No.627/V-44, pp.251-259, 1999.8.

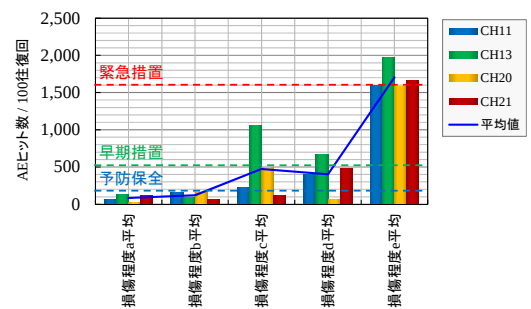


(1) AE ヒット数

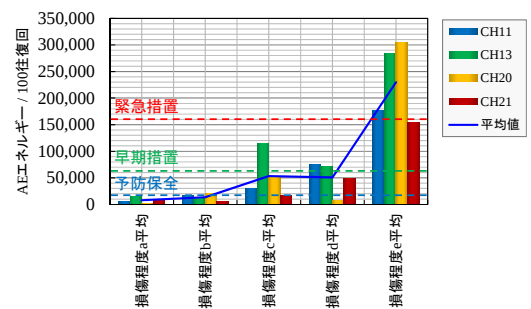


(2) AE エネルギー

図-3 AE パラメータと移動載荷回数 (損傷程度) の関係



(1) AE ヒット数



(2) AE エネルギー

図-4 損傷程度の区分毎の AE パラメータ