

コンクリート構造物の非破壊損傷度評価法の開発

- (2) AE を用いた各種応力場における定量的損傷度評価 -

Development of Non-Destructive Damage Inspection for in-Service Concrete Structure

-(2) Quantitative Evaluation of Concrete Damage by Acoustic Emission in Stress Field-

○柴野一真*・Nadezhda MOROZOVA*・島本由麻**・鈴木哲也***

○ Kazuma Shibano, Nadezhda Morozova, Yuma Shimamoto and Tetsuya Suzuki

1. はじめに

コンクリート構造物は、損傷蓄積により耐久性能が低下する。一般的に、既存のコンクリート構造物の損傷実態の評価指標には、コンクリートコアの圧縮強度が用いられることが多い。本論では、損傷が顕在化した RC 構造の道路擁壁から採取したコンクリートコアを対象に、AE 計測を導入した圧縮強度試験を行った。検出した AE にウェーブレット解析を施し、時間一周波数領域の信号に変換した。そのことにより、強度のみでは評価できない損傷を圧縮応力場における AE 特性により評価した。

2. 実験・解析方法

2.1. 実験方法

AE の検出は、150 kHz 共振型 AE センサを用いた。検出波の増幅は 60 dB とした。周波数域は 5~400 kHz、閾値は 42 dB、サンプリング周波数は 1 MHz、プリトリガは 256 μ s とした。供試コアの圧縮強度は 31.5 N/mm²、最大ひずみは $1,455 \times 10^{-6}$ およびひずみエネルギーは 30.6 N \cdot m である。検出した AE は 31,107 ヒットである。

2.2. 検出波の AE エネルギー特性

AE エネルギーの特徴量は、AE エネルギー発生頻度割合 $f_e(U)$ とひずみエネルギー U の関係により評価した。AE エネルギーは検出波の最大振幅値の二乗値とした¹⁾。本論では、1 ヒ

ット当たりの AE エネルギーを平均 AE エネルギーとして定義した。

2.3. ウェーブレット解析による特徴量抽出

対象範囲の検出波に対して、スタッキング波形を求めた。本論では、背景雑音をとらえるために標準化の処理を行わなかった。ウェーブレット解析により検出波の周波数特性を検討した。解析では、ガボールウェーブレットを用いた。

3. 結果および考察

3.1. AE エネルギー特性による破壊挙動評価

図-1 にひずみエネルギー U 、AE エネルギー発生頻度割合 $f_e(U)$ および 1 ヒット当たりの平均 AE エネルギーの関係を示す。既往研究では、ひずみ 200×10^{-6} までの AE エネルギーが損傷度と関連していることが確認された²⁾。本解析では、載荷初期に該当するひずみエネルギー 0~0.5 N \cdot m を (I) とし、(I) の $f_e(U)$ を上回る 3 か所を中期および終期の 2 種類

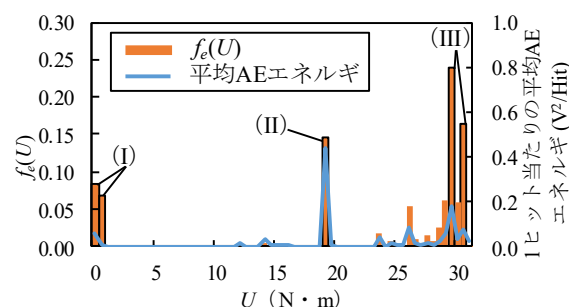


図-1 AE エネルギー発生頻度割合 $f_e(U)$ と平均 AE エネルギーの関係

*新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

**東京農工大学大学院農学研究院 Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

***新潟大学自然科学系(農学部) Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード: コンクリート, 損傷, 物性, 耐久性能, 非破壊検査

に分類し、それぞれ(Ⅱ)および(Ⅲ)とした。(Ⅰ)では小規模のAEが多数発生しており、(Ⅱ)では、大規模な破壊が少数発生している傾向が確認された。(Ⅲ)は23 N・m近傍から継続してAEエネルギーが検出されたことから、(Ⅱ)の大規模な破壊から派生したAEであると考えられる。

3.2. 検出波特性による主破壊点推定

図-2に検出波のスタッキング波形とスカログラムを示す。右のカラーバーは信号強度である。(Ⅰ)では、最大振幅値が 1.3×10^{-3} Vであり、検出波の立ち上がりがやや不明瞭であった。50 kHz以下の周波数帯域で連続的な信号が発生していた。(Ⅱ)では、AE波形の急激な立ち上がりがプリトリガ付近で確認され、突発型AEであると考えられる。最大振幅値は 2.5×10^{-2} Vであった。スカログラムでは100~200 kHzで集中的な信号が確認された。(Ⅲ)では、AE波形の立ち上がりは不明瞭であり、合成波であると考えられる。最大振幅値は 3.7×10^{-3} Vであった。100 kHz以下の信号が連続的に発生し、150 kHz近傍で集中的な信号が確認できた。スタッキング波形とスカログラムより突発型AEと連続型AEが混在して発生しているものと考えられる。以上より、供試サンプルは(Ⅱ)で主破壊が発生したものと推察される。

4. おわりに

本論では、圧縮荷重過程で発生した検出波特性から損傷を評価した。検討の結果、荷重過程に応じたAE検出波の特徴と強度指標からより詳細な損傷度評価が可能になるものと考えられる。

引用文献

- 1) 日本非破壊検査協会(2008):3.3.1 信号のエネルギー, アコースティック・エミッション試験Ⅱ, p. 28.
- 2) Suzuki, T., Nishimura, S., Shimamoto, Y., Shiotani, T. and Ohtsu, M. (2020): Damage estimation of concrete canal due to freeze and thawed effects by acoustic emission and X-ray CT methods, *Construction and Building materials*, **245**, 118343.

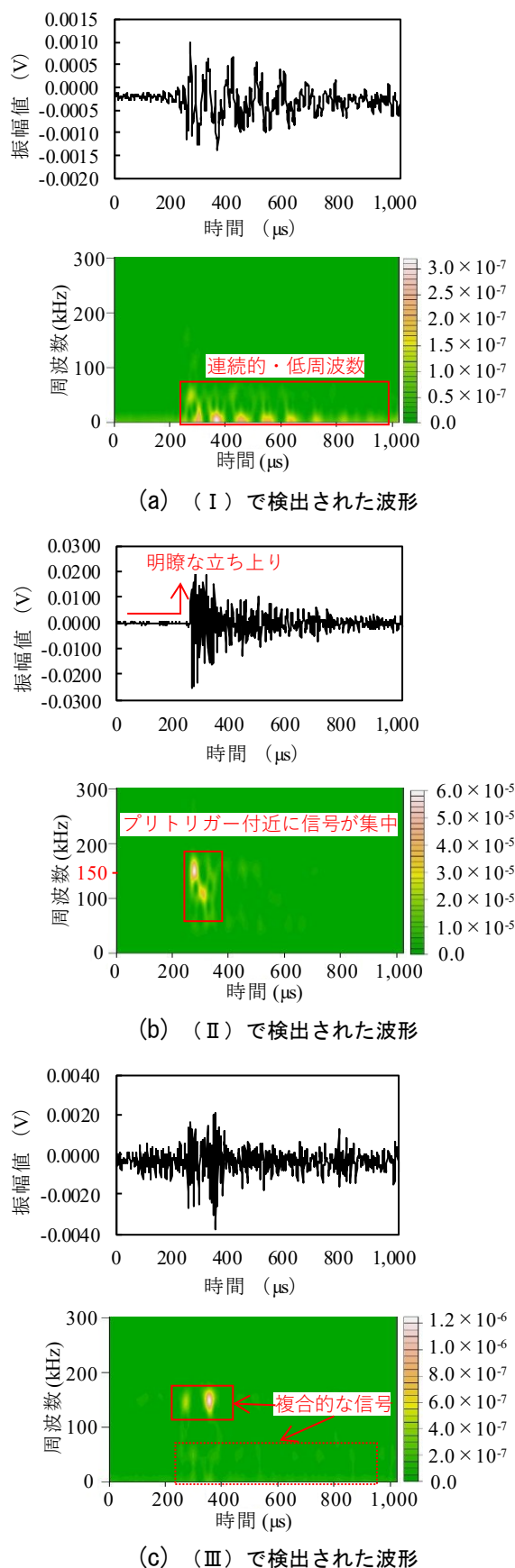


図-2 圧縮荷重過程で検出された波形のスタッキング波形とスカログラム