

DeCAT を用いた構造体コンクリートの破壊挙動評価

Fracture Process Evaluation of Structural Concrete by DeCAT System

○ 鈴木哲也* 大津政康** 青木正雄* 中村良太*

Tetsuya SUZUKI, Masayasu OHTSU, Masao AOKI and Riota NAKAMURA

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の補修・改修の観点から材質評価の必要性が見直されている。筆者らは、アコースティック・エミッション (Acoustic Emission ; AE) 法と損傷力学理論を用いてコンクリート材料の定量的損傷度評価法を開発している¹⁾。既に水中凍結融解処理により人工劣化させた供試体²⁾や既設橋梁³⁾などで提案手法の有効性を確認している。現在は、評価値のデータベース化⁴⁾により少数の供試体でも損傷度を解析できる DeCAT(Damage Estimation of Concrete by Acoustic Emission Technique) システムを開発している。

本報では、構造体コンクリートの圧縮破壊過程を AE 法でモニタリングし、DeCAT システムにより定量的損傷度評価を試みた結果を報告する。

2. DeCAT システム^{1)~4)}

DeCAT システムは、損傷力学理論の初期損傷度概念を用いてコンクリート破壊挙動から損傷度を定量的に評価するものである。コンクリート破壊挙動は AE 法で計測し、その結果である a 値と力学特性の関係から健全時の弾性係数 E^* を推定し、損傷度を評価するものである。解析の流れは、実験的に求めた応力 - ひずみ挙動と AE ヒットを電算処理し、AE 発生確率関数 $f(v)$ および弾性係数 (E_0, E_c, E^*)、圧縮強度を評価する。解析データのうち、 a 値および $\ln(E_0 - E_c)$ はデータベースに蓄積し、健全時の弾性係数 E^* の推定精度向上を図っている。

推定されて健全時の弾性係数 E^* は、初期接線弾性係数 E_0 との相対比を相対損傷度と定義し、損傷力学理論に基づく相対強度と相対弾性係数の関係から損傷度を評価している。

3. 構造体コンクリートの損傷度評価

3.1 実験概要

本研究では、実験室内で水中凍結融解処理を施した供試体と既設構造物から採取した構造体コンクリートを用いて行った。

AE 計測は広域帯型 AE センサを供試体中央部に設置して行なった。周波数帯域は 60kHz ~ 1MHz である。検出された AE 信号は、プリアンプとメインアンプで 60dB に増幅した。しきい値は 40dB に設定し、不感時間は 2ms とした。

3.2 圧縮破壊過程と AE 発生挙動

凍結融解処理 0 サイクルと 300 サイクルの供試体を用いて損傷の蓄積に伴う物性値の低下と AE 発生挙動の関係を考察した (Fig.1)。AE 発生確率関数 $f(v)$ は、300 サイクルが 0 サイクルと比較して低応力下において AE 発生頻度が高く、AE 発生挙動と応力 - ひずみ挙動との密接な関連が物理的損傷を受けた供試体で示唆された。

3.3 相対弾性係数と相対強度の関係

多孔質材料では、材料中に連結するクラックが存在する場合、弾性係数と圧縮強度の関係 (MOE-MOR) について式 [1] および [2] が損傷力学理論より導かれている。

本研究では、MOE-MOR の関係 (ニールセンモデル) を用いて相対弾性係数と相対

* 日本大学生物資源科学部生物環境工学科 Nihon Univ. College of Bioresource Sciences, Dept. of Bioenvironmental and Agricultural Engineering

** 熊本大学大学院自然科学研究科 Kumamoto Univ. Graduate School of Science & Technology

キーワード アコースティック・エミッション, 構造体コンクリート, DeCAT, 損傷力学

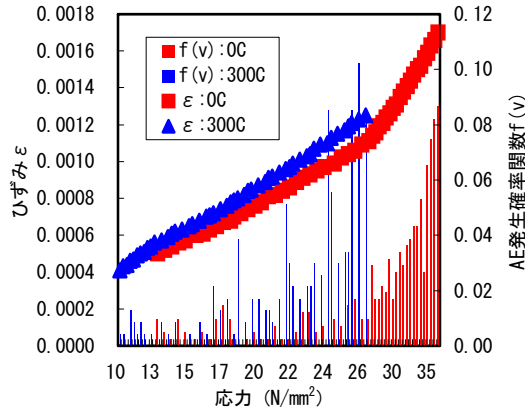


Fig.1 $f(v)$ と応力 - ひずみ挙動の関係

強度の関係から損傷度評価を試みた。

$$\frac{S}{S^*} = \exp\left[-\frac{3}{4}\left(\frac{E^*}{E} - 1\right)\right] \quad [1]$$

さらに、空隙が全てクラックとなった極限值として、次式が得られている。

$$\frac{S}{S^*} = \frac{1}{4} + \frac{3}{4} \frac{E}{E^*} \quad [2]$$

S : 損傷を受けた材料の強度

S^* : 健全な材料に相当する強度

本モデルは、式[1]と式[2]に挟まれた領域に解析値がプロットされた場合、クラックの進展に伴う損傷が蓄積されているものと考えられる。解析の結果、凍結融解処理を施した供試体では、式[1]と式[2]の領域近傍に解析値がプロットされた (Fig.2)。構造体コンクリートでは、健全時の力学特性を推定した結果、各供試体とも損傷の蓄積が示唆された。

このことから、物理的損傷を受けたコンクリートではニールセンモデルを用いた損傷度評価が可能であり、その程度を定量的に評価するには AE 発生確率関数 $f(v)$ と組み合わせることが有効であることが明らかになった。

4. 結論

本研究では、DeCAT システムを用いて、

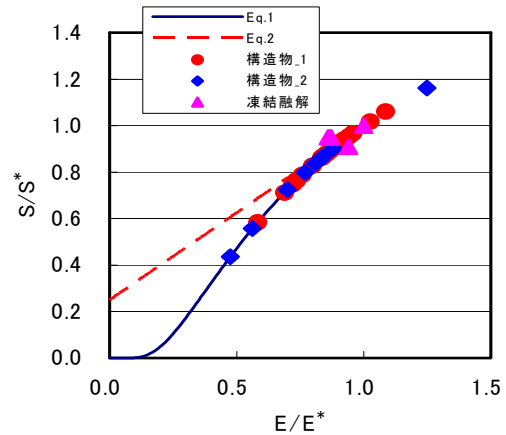


Fig.2 MOE-MOR の関係

コンクリート損傷度の定量的評価を試みた。その結果、凍結融解劣化が進行したコンクリートや構造体コンクリートでは応力 - ひずみ挙動と AE 発生挙動とが密接に関係していることが明らかになった。力学特性から損傷度を評価するには、ニールセンモデルによる相対強度と相対弾性係数の関係が有効であることが構造体コンクリートにおいて示唆された。

引用文献

- 1) Suzuki, T., Ohtsu, M. and Shigeishi, M.: Relative Damage Evaluation of Concrete in a Road Bridge by AE Rate-Process Analysis, Materials and Structures, Vol.40 (2), pp.221-227, 2007.
- 2) 鈴木哲也, 米野現樹, 池田幸史, 大津政康 : コア・コンクリートの AE レートプロセス解析に基づく損傷度評価に関する研究, 土木学会論文集 E Vol. 62 No. 1, 95-106, 2006.
- 3) Suzuki, T., Komeno, G. and Ohtsu, M.: Damage Evaluation of Concrete in a Road Bridge by DeCAT, The 11th Int. Con. Structural Faults+Repair-2006, 2006.
- 4) 鈴木哲也, 池田幸史, 米野現樹, 大津政康 : データベース構築に基づく AE レートプロセス解析による劣化コンクリートの定量的損傷度評価, コンクリート工学年次論文集, Vol. 26, No. 1, 1791-1796, 2004.