

損傷が進行したコンクリートの超音波減衰特性を用いた損傷度評価

Damage Evaluation of Deteriorated Concrete by Characteristics of Ultrasonic Attenuation

○向井萌華*・伊藤勇志*・柴野一真**・Nadezhda MOROZOVA**・島本由麻***・鈴木哲也****

○Moeka MUKAI*, Yuji ITO*, Kazuma SHIBANO**, Nadezhda MOROZOVA**,
Yuma SHIMAMOTO *** and Tetsuya SUZUKI****

1. はじめに

コンクリート水利施設の維持管理には適切な損傷度評価が重要である。コンクリート構造物の損傷度は圧縮強度試験や非破壊試験により推定される。弾性波法やX線CT法は有効な非破壊試験法である。筆者らは、既設コンクリート構造物から採取したコンクリートを対象に弾性波法による損傷度評価法の開発を試みている¹⁾。本論では、実験室で打設した無損傷コンクリートと既設構造物から採取した損傷コンクリートを対象にX線CT法とAU (Acousto-Ultrasonic) 法を実施し、超音波減衰特性による損傷度評価を行った。

2. 供試体

損傷コンクリートは約50年供用した新川配水機場から採取した。塩害と凍害による複合的な要因により、損傷が蓄積したと考えられる。無損傷供試体は水セメント比と養生期間の異なるコンクリートである。

3. 実験・解析方法

3.1. X線CT法

コンクリート供試体はX線CT法により内部構造を可視化した (Fig. 1)。得られたX線画像はひび割れ、空隙、粗骨材、モルタルに分類した。損傷度評価にはひび割れと空隙の面積率を用いた。

3.2. AU法

AU法は材料の不均一性に基づく超音波の減衰特性を用いて、損傷度の評価を行う

手法である²⁾。Fig. 2にAU法の試験状況を示す。送信用探触子から励起した超音波は近傍のAEセンサ (ch1) および100mm離れたAEセンサ (ch2) により受信される。

受信した時刻歴波形からAEパラメータのエネルギー指標およびウェーブレット変換 (WT) により周波数指標を算出した。エネルギー指標は最大振幅値を示すAMPを用いた。ウェーブレット変換による時間周波数領域の信号強度分布から重心周波数を算出

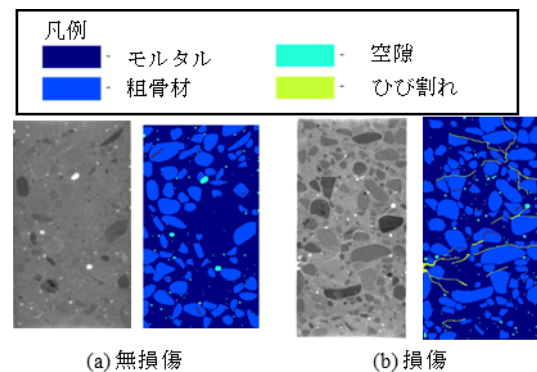


Fig. 1 CT画像 (左) と分類後の画像 (右)
CT image (left) and segmentation image (right)

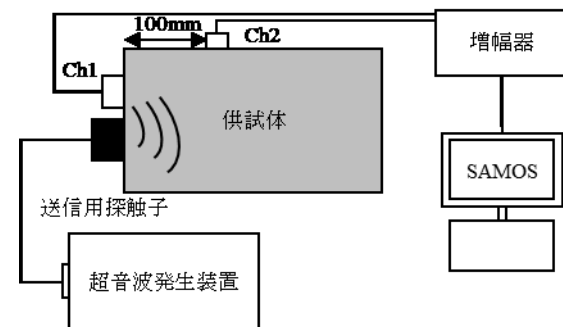


Fig. 2 AU法実施状況
Setup for AU test

* 新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

** 新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

*** 東京農工大学大学院農学研究科 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, X線CT法, AU法, 損傷度評価, 減衰特性

した。減衰を評価するため、AMP および重心周波数に関して、ch1 の値を ch2 の値で引いた値を評価指標とした。

4. 結果および考察

4.1. X線 CT 法による内部構造定量化

X線 CT 法によるひび割れと空隙の面積率の平均値は無損傷コンクリートで 1.35 %、損傷コンクリートで 2.42 %であった。標準偏差は無損傷コンクリートで 0.37 %、損傷コンクリートで 0.70 %であった。X線 CT 法により、損傷によるひび割れと空隙の増加およびばらつきが増加が確認された。

4.2. ひび割れ面積率と AU 法の損傷指標の関係

Fig. 3 に AU 法による AMP (ch1-ch2) と空隙・ひび割れ面積率の関係を示す。損傷コンクリートでは、AMP (ch1-ch2) が無損傷コンクリートと比較して大きかった。ひび割れと空隙によるエネルギーの減衰が示唆された。Fig. 4 に AU 法による重心周波数と空隙・ひび割れの面積率の関係を示す。損傷コンクリートは無損傷コンクリートと比較して、高い周波数成分の減衰が大きい傾向が確認された。既往研究では、損傷コンクリートでの比較において、ひび割れ面積率とエネルギー指標との間に相関係数 -0.77 および重心周波数指標との間に -0.02 の関係が確認された。本検討結果より、無損傷コンクリートとの比較を行うことで、AU 法の周波数指標により損傷度を評価できることが示唆された。

5. おわりに

本報では、X線 CT 法と AU (Acousto-Ultrasonic) 法を実施し、超音波減衰特性による損傷度評価を行った。その結果、損傷コンクリートと無損傷コンクリートとの比較により、損傷度評価における AU 法のエネルギー指標と周波数指標の有用性が示唆された。

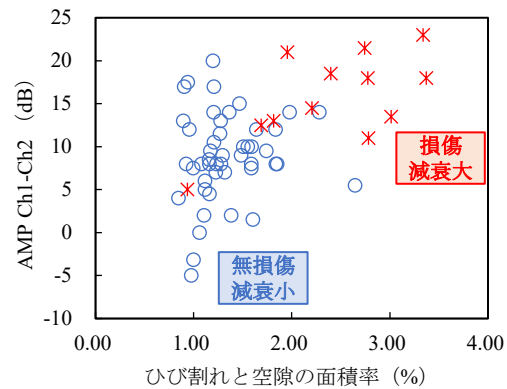


Fig. 3 AU 法による AMP と空隙・ひび割れ面積率の関係
The relationship between AMP and area rate of void and crack

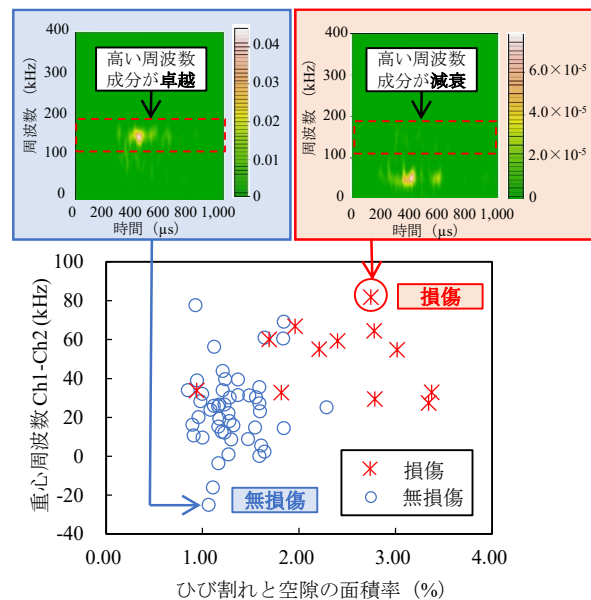


Fig. 4 AU 法による重心周波数と空隙・ひび割れ面積率の関係
The relationship between centroid frequency and area rate of void and crack

引用文献

- 1) Morozova, N., Shibano, K., Shimamoto, Y., Tayfur, S., Alver, N. and Suzuki, T. (2022) : Visualization and evaluation of concrete damage in-service headworks by X-ray CT and non-destructive inspection methods, *Frontiers in Built Environment*, 138.
- 2) Hardy Jr, H. R. (2003) : *Acoustic Emission/Microseismic Activity: Principle*, Taylor and Francis.