

弾性波エネルギーを指標としたコンクリート損傷度評価法の開発

Development of Damage Evaluation Method for Concrete by Elastic Wave Energy in Core Test

野村麻由子*・島本由麻**・鈴木哲也***

Mayuko Nomura, Yuma Shimamoto and Tetsuya Suzuki

1. はじめに

コンクリート農業水利施設の損傷蓄積は、外部環境の影響を受けて進行する。本報では、割裂応力場で発生する AE (Acoustic Emission) のエネルギーを指標に損傷度評価法の構築を試みた結果を報告する。

2. 実験・解析方法

2.1 X 線 CT 法による材料損傷の可視化

コンクリート・コアの X 線 CT 画像を撮影し、供試体内部のひび割れを含む空隙と骨材を抽出するために二値化処理を行った。解析面は直行する断面 A, B 面を採用した。X 線 CT 画像の関数は FC-05 を使用した。二値化処理後の画像に粒子解析を行うことにより、空隙、骨材の面積、外周長をそれぞれ評価した。

2.2 圧縮・割裂強度試験^{1), 2)}

損傷の進行したサンプルとして、新潟県村上市のコンクリート水路橋から採取した供試体 2 本 (以後、実構造物コアと記す)、比較対象として新たに打設した無損傷サンプル 17 本で圧縮強度試験、割裂引張強度試験を行った。本研究では、供試体に AE センサ (150 kHz 共振型) を 6 チャンネル設置し、載荷過程で発生した AE 挙動を検出した。検出波を用いて AE-SiGMA 解析³⁾により、AE 発生源の位置標定と破壊モードの同定を行った。

3. 結果および考察

3.1 二値化処理による内部構造の可視化

X 線 CT 法により取得した画像に二値化処理

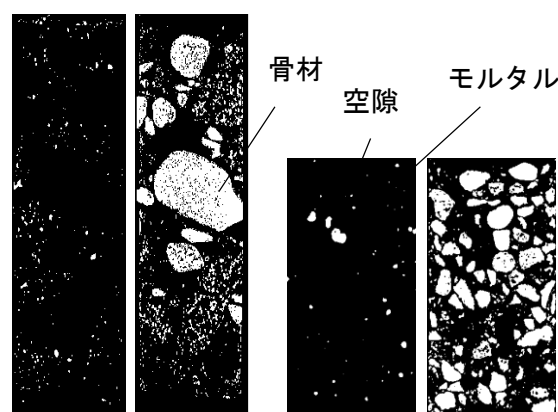
を施すことで供試体内部の空隙および骨材の可視化を行った。図-1 に実構造物コアと無損傷コア断面の空隙および骨材の二値化画像を示す。実構造物コアの断面に明確なひび割れは確認されなかった。

3.2 力学特性

コンクリート力学特性は、実構造物コアで圧縮強度 37.3 N/mm²、最大ひずみ 780 μ となった。無損傷コアでは、平均圧縮強度 29.4 N/mm²、平均最大ひずみ 900 μ だった。割裂引張強度は、実構造物コアで 4.6 N/mm²、最大変位量 0.51 mm だった。無損傷サンプルでは平均割裂引張強度 3.3 N/mm²、平均最大変位量 0.69 mm だった。

3.3 AE エネルギー指標による主破壊点の推定

破壊試験で計測した AE から、AE エネルギーを評価した。実構造物コア、無損傷コアそれぞれ



(a) 実構造物コア (b) 無損傷コア

図-1 二値化処理画像 (左: 空隙, 右: 骨材)

*NTC コンサルタンツ株式会社 (新潟大学農学部) NTC Consultants Inc.

**北里大学獣医学部生物環境科学科 School of Veterinary Science, Kitasato University

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

キーワード: コンクリート損傷, AE, SiGMA 解析, 割裂応力場

れの荷重から最大荷重までのAEエネルギーの確率分布を図-2、図-3に示す。実構造物コアでは、ひずみ 200 μ までに全体の 60 %の AE エネルギー放出が確認された。無損傷コアでは荷重後半での AE エネルギー放出が顕著であり、全体の 90 %以上の AE エネルギーが放出されていた。以上のことから、実構造物コアでのコンクリート材料の脆性化が示唆された。

3.4 AE-SiGMA 解析

AE-SiGMA 解析を行い、AE 発生源の位置および破壊モードを同定した。AE-SiGMA 解析結果を図-4、図-5に示す。これは割裂引張強度試験時のAE発生源とひび割れモードを示している。実構造物コアでは荷重軸上方で SHEAR が、無損傷サンプルでは荷重軸下方で TENSILE が集中的に発生していた。このことから材料の脆性化により破壊モードが変化することが示された。

4. まとめ

本論では、損傷蓄積したコンクリート・コアの圧縮および割裂応力場におけるAEエネルギー挙動を評価した。AE-SiGMA 解析により、ひび割れの発生源の位置標定と破壊モードの同定を行い、損傷コンクリートでは荷重初期にAEエネルギー放出が集中していることが明らかになった。脆性化した材料では、引張ひび割れに比べ、せん断ひび割れが卓越することが明らかになった。このことから、割裂引張応力場におけるせん断ひび割れの割合が損傷度評価指標として有用であることが示唆された。

参考文献

- 1) (一財) 日本工業規格 JIS A 1108 : 2006, コンクリートの圧縮強度試験方法, 2006.
- 2) (一財) 日本工業規格 JIS A 1113 : 2006, コンクリートの割裂引張強度試験方法, 2006.
- 3) 大津政康, 野崎渉太, 川崎佑磨: AE-SiGMA 解析によるコンクリート割裂破壊の考察, コンクリート工学論文集, Vol.22, No.3, pp.27-34, 2011.

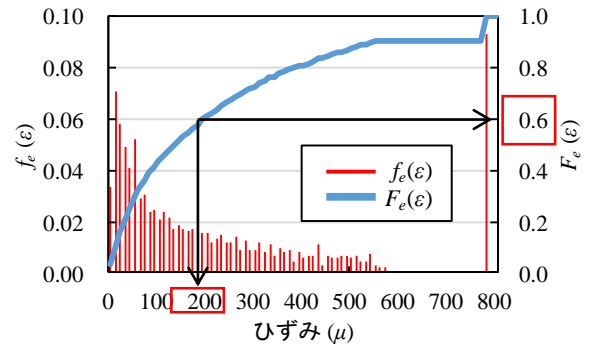


図-2 実構造物コアの AE エネルギー確率分布

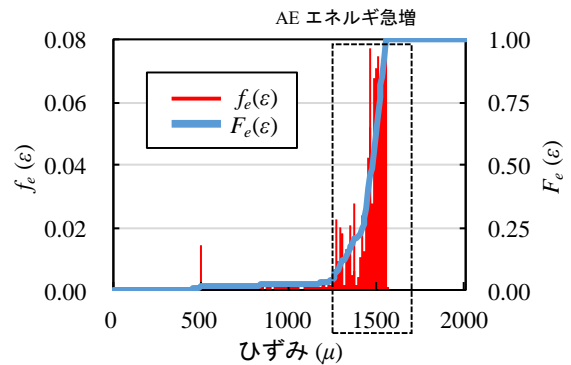


図-3 無損傷コアの AE エネルギー確率分布

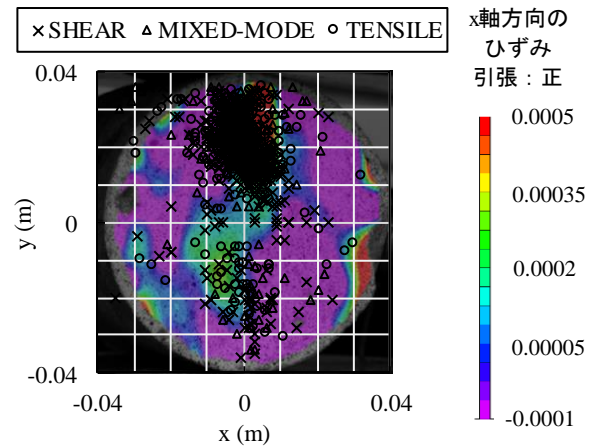


図-4 実構造物コアの SiGMA 解析結果

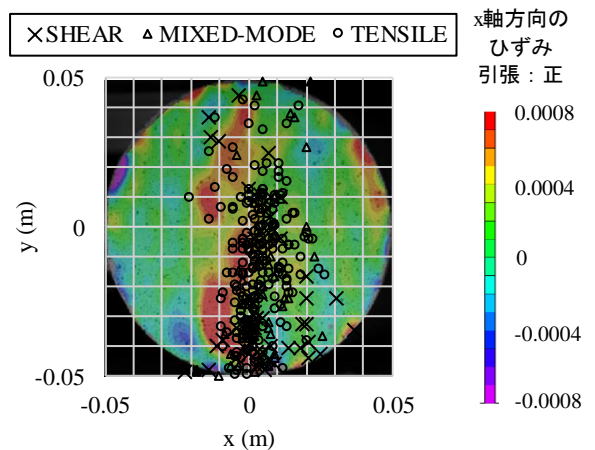


図-5 無損傷コアの SiGMA 解析結果