

AE エネルギーを指標にしたコンクリートの損傷度評価に関する研究 Damage Evaluation of Concrete using AE Energy Parameter

○柴野一真* 萩原大生** 島本由麻*** 西田浩之**** 大嶋雅光***** 鈴木哲也*****
○Kazuma SHIBANO*, Taiki HAGIWARA **, Yuma SHIMAMOTO ***, Hiroyuki NISHIDA *****,
Masamitsu OSHIMA***** and Tetsuya SUZUKI*****

1. はじめに

近年、コンクリート水利施設の損傷蓄積が技術的課題となっている。筆者らは、AE 指標を用いた材料の損傷度評価を試みている¹⁾。本報では、コンクリート・コアを用いた圧縮強度試験に AE 計測、デジタル画像相関法（以後 DICM と記す）を導入し、検出波の AE エネルギー特性と解析面での応力場特性から圧縮载荷過程におけるコンクリート損傷度を評価した。

2. 実験・解析方法

2.1. AE 計測を導入した圧縮強度試験

供試体は新潟県内の凍害環境下に立地したコンクリート擁壁により採取した供試体 8 本を採用した。8 本の供試体は同一環境で供用されていた。

圧縮強度試験では、AE 計測と DICM を導入し、圧縮破壊過程に発生する AE と供試体変形挙動を検出した。計測はコンクリート・コアの側面部にひずみゲージと AE センサを設置した。供試体にドット面を作成し、DICM の解析面とした。CCD カメラにより解析面の画像撮影を行った (Fig. 1)。

2.2. 解析方法

本報では、AE エネルギーを指標とした。AE エネルギーは式 (1) に示す最大振幅値の 2 乗

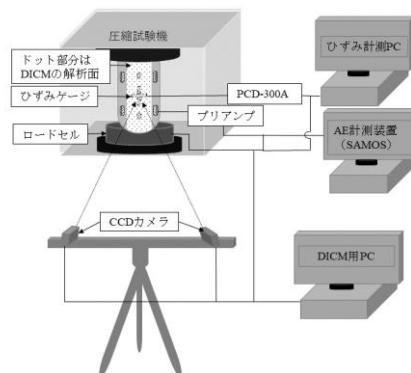


Fig. 1 AE 計測と DICM を導入した圧縮強度試験

Set up for damage estimation of concrete by AE and DICM.

値とした。

$$E_{AE} = a_p^2 \quad (1)$$

ここで、 E_{AE} は AE エネルギー、 a_p 最大振幅値である。

DICM では、圧縮载荷による供試体の応力場を捉えるため、X、Y、Z 軸方向における変位を算出した。変位算出後、軸方向・周方向におけるひずみを算出した。解析面中央を座標原点とした。

3. 結果および考察

3.1. コンクリートの力学特性

全供試体の圧縮強度の平均値は 36.1 N/mm² (最大値 : 42.7 N/mm², 最小値 : 28.0 N/mm²) であった。最大ひずみの平均値は

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

** 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 Civil Engineering Research Institute for Cold Region

*** 北里大学獣医学部 School of Veterinary Medicine, Kitasato University

**** 株式会社日本サミコン Nihon Samicon Co.Ltd.

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

キーワード : AE, コンクリート, 圧縮载荷過程, 損傷度評価, AE エネルギー指標

1,769×10⁻⁶（最大値：2,470×10⁻⁶，最小値：9,10×10⁻⁶）であった。

3.2. AE エネルギー発生特性

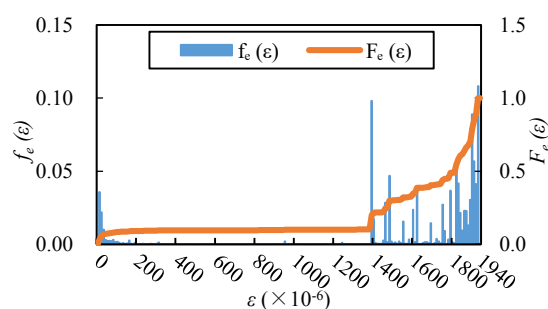
損傷コンクリートの AE エネルギー放出形態の特徴として、荷重初期での AE エネルギー放出が挙げられる。荷重過程における総 AE エネルギーとひずみ 0～100×10⁻⁶ 区間における AE エネルギーの割合を初期 AE エネルギー放出率とする。圧縮強度が最大のサンプルの初期 AE エネルギー放出率は 9.4% であり、最小のサンプルは 22.6% であった。荷重初期での AE エネルギー発生はコンクリート損傷度と関係すると考えられる。

圧縮強度が最大のサンプルでは、ひずみ 1,380×10⁻⁶ で AE エネルギー発生割合 $f_e(\epsilon)$ の著しい増加が確認された (Fig. 3)。ひずみ 1,380×10⁻⁶ より低いひずみ段階では、座標原点での周方向ひずみの変化の平均値は 4.0×10⁻⁶ であり、AE イベント後のひずみ段階では 1.7×10⁻⁵ であった。AE エネルギー増加後の周方向ひずみの変化は AE エネルギー増加前と比較して 4.5 倍であった。DICM により計測された周方向ひずみは AE エネルギーの増加に遅れて変化した。これは AE エネルギーは破壊の前兆現象であると推察される。AE エネルギー発生割合の著しい増加点では主破壊の発生が示唆された。

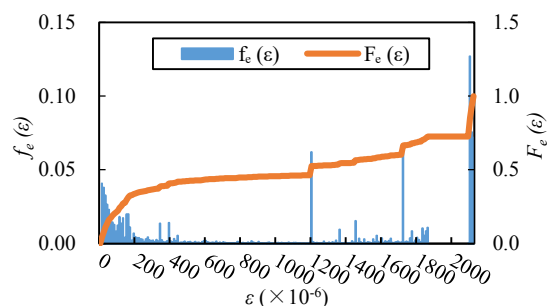
以上のことから、ひずみ 0～100×10⁻⁶ 区間における AE 特性と大きな AE エネルギー発生はコンクリート損傷度を評価する有効な指標であると考えられる。

4. おわりに

本報では、既存施設より採取したコンクリートを対象に圧縮荷重過程における AE エネルギーの発生特性による損傷度評価を試みた。DICM を用いた供試体表面の応力場評価を同時に行った。結果、AE エネルギー評価により詳細な損傷度評価が可能であることが示唆された。



(a) 圧縮強度が最大のサンプル (サンプル名: C9-2)



(b) 圧縮強度が最小のサンプル (サンプル名: C5-1)

Fig. 2 AE エネルギー発生割合 $f_e(\epsilon)$ とひずみの関係 (圧縮荷重過程)

Comparison of AE energy rate $f_e(\epsilon)$ and strain in core test

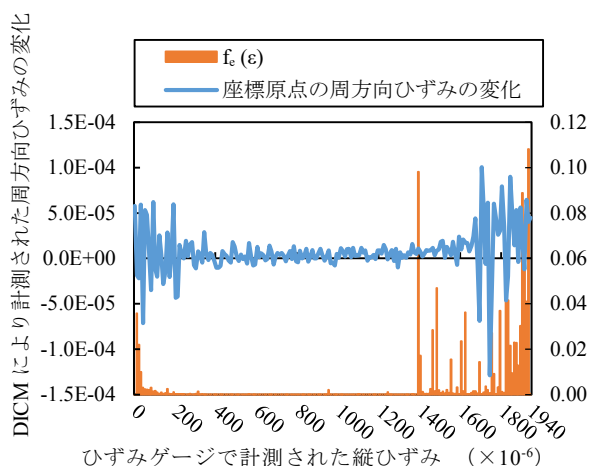


Fig. 3 DICM により計測された周方向ひずみの変化と AE エネルギー発生割合 $f_e(\epsilon)$ の関係 (サンプル名: C9-2)

Relationship between change of circumferential strain and AE energy rate $f_e(\epsilon)$

引用文献

- 1) Shimamoto, Y. and Suzuki, T.: Detection of Cracking Damage in Service Concrete by AE Energy Parameter, 2nd International RILEM/COST Conference on Early Age Cracking and Serviceability in Cement-based Materials and Structures - EAC2, Brussels, 2017.