

凍害コンクリートの損傷実態を考慮した超音波伝播特性評価に関する研究

新潟大学	学生会員	○鶴見 竜也
新潟大学大学院	学生会員	山岸 俊太郎
新潟大学	正会員	鈴木 哲也
新潟大学	正会員	森井 俊広

1. はじめに

ひび割れの発達したコンクリートでは、圧縮強度や弾性係数などの力学特性の低下が顕在化する。既存施設の適切な維持管理には、劣化や損傷機構の解明とともに、ひび割れの発達した材料の物性評価の方法論を確立することは重要な技術的課題である。

筆者らは、ひび割れを有するコンクリート・コアを用いて X 線 CT 法と AE (Acoustic Emission) 法による定量評価を試みている¹⁾。既往の研究では、コンクリート中のひび割れ発達は、X 線 CT 法により得られる CT 値の低下と圧縮破壊過程において低応力下での AE の頻発を引き起こすことを明らかにしている。

本報では、凍害損傷の進行したコンクリート製開水路からコンクリート・コアを採取し、X 線 CT 法と AU (Acousto Ultrasonic) 法により得られるパラメータから弾性波の伝搬を評価し、コンクリート・コアの損傷度評価を目的としている。

2. 実験方法

2. 1 コンクリート・コア

試験に用いたサンプルは、凍害損傷が明らかなコンクリート製開水路より採取したコンクリート・コア 13 本である。水路の側壁部では、常に水流の影響を受けている「水中部」と水面より上部にある「気中部」に分類される。気中部では、水中部と比較して凍害損傷と考えられる層状ひび割れが発達していた。採取したコンクリート・コアの直径は ϕ 104 mm、高さは 216 mm～257 mm である。コンクリート・コアには層状のひび割れが目視より確認され、ひび割れ幅は 0.05 mm から 2.0 mm であった。

2. 2 X 線 CT 法

X 線 CT (X-ray Computed Tomography) 法では、コンクリート・コアに X 線を透過させ、コンピュータを用

いて処理を行い、コンクリート・コアの内部構造を可視化した。解析的検討では、得られた X 線 CT 画像の二値化処理を行い、コア断面のひび割れ・空隙や粗骨材の面積を抽出し、面積率を算出した。

2. 3 AU 法

AU 法とは、超音波探傷試験と AE 計測を組み合わせた手法である。本手法は超音波を入力し、コンクリート中を伝搬した弾性波を AE センサにより検出し、得られた波形情報より入力波の変質を評価する手法である。試験の概要図を図-1 に示す。

超音波発生装置には、超音波パルサ・レシーバを用いた。振幅値は 120 V, 300 V, 500 V から設定した。探触子は周波数 2MHz 用の探触子を用いた。伝播速度 V_p 3,000～4,000 m/s における超音波の波長は、2 MHz の場合 1.5～2.0 mm である。入力波の検出には、広帯域型 AE センサ (UT-1000) を用いた。しきい値は 40 dB と

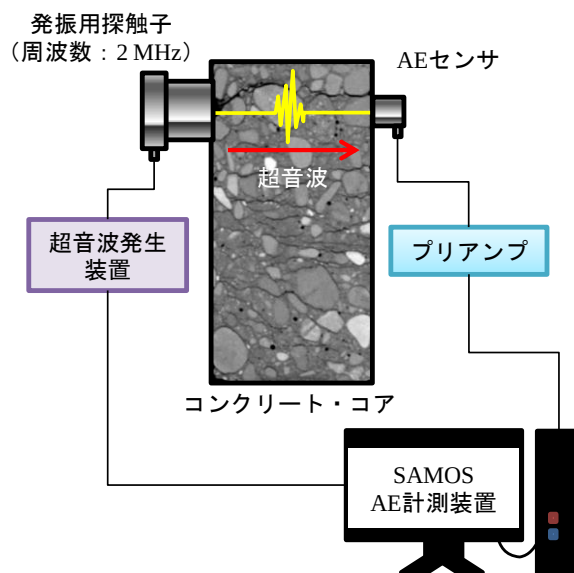


図-1 AU 法計測システム

キーワード 凍害、コンクリート、圧縮強度試験、AE、X 線 CT 法

連絡先 〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐 2 の町 8050 番地 新潟大学農学部 TEL025-262-7395

E-mail : suzuki@agr.niigata-u.ac.jp

し、60 dB の増幅をプリアンプとメインアンプで行った。計測では、探触子にグリスを薄く塗布し、コンクリート・コアとの密着性を高めた。

3. 結果および考察

3. 1 X線 CT 画像を用いたひび割れ損傷の可視化

X 線 CT 画像を図-2 に示す。気中部より採取したコンクリート・コアでは、層状ひび割れがコア全域において発達していた。二値化画像からひび割れ・空隙の面積を抽出し、ひび割れ・空隙の面積率を求めた。無損傷サンプルのひび割れ・空隙率は 3.5 % 以下であることが確認された。これに対して、損傷サンプルは 11.3 % であった。本研究では、コンクリート中のひび割れ・空隙の形状を評価するため、二値化画像より確認されたひび割れ・空隙の長径と短径の比を求め、ヒストグラムを用いて検討を行った。検討の結果を図-3 に示す。同図から、損傷サンプルは無損傷サンプルと比較して長径/短径の相対値のばらつきが大きく、層状ひび割れの形状特性を示しているものと考えられた。

3. 2 AE パラメータを用いた入力波の内部減衰評価

X 線 CT 画像を基に算出したひび割れ・空隙率と AU 法より得られた AE パラメータから、入力波の内部減衰を評価した。検討の結果を図-4 に示す。損傷サンプルでは、ひび割れ・空隙率の増加に伴い AE エネルギーが低下する傾向にあることが確認された。無損傷サンプルでは、ひび割れ・空隙率と AE パラメータの関係に明確な傾向は確認されなかった。両サンプルの関係からひび割れ・空隙率 5 % を境に、AE エネルギーが極度に低下していることが確認された。以上のことから、ひび割れ・空隙率と AE エネルギーの関係が示唆され、AE エネルギーによるコンクリート損傷度評価が可能であると考えられた。

3. 3 コンクリート圧縮試験結果

圧縮強度は損傷サンプルで 7.0 N/mm^2 、無損傷サンプルで 20.0 N/mm^2 であった。開水路側壁の気中部より採取した損傷サンプルの圧縮強度は無損傷サンプルの 35.0 % であり、極度に低下していることが確認された。

4. おわりに

凍害損傷の進行したコンクリート・コアを用いて、X 線 CT 法と AU 法により得られるパラメータから弾性波の伝搬を評価した。検討の結果、ひび割れ・空隙率の増加に伴って AE エネルギーの低下が確認され、AE エネルギーによる損傷度評価の可能性が示唆された。

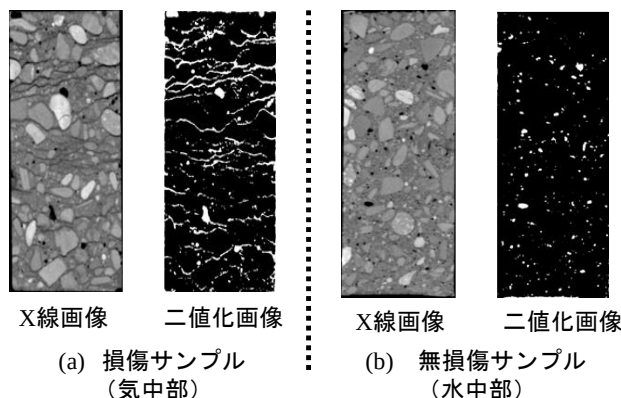


図-2 ひび割れ挙動の可視化

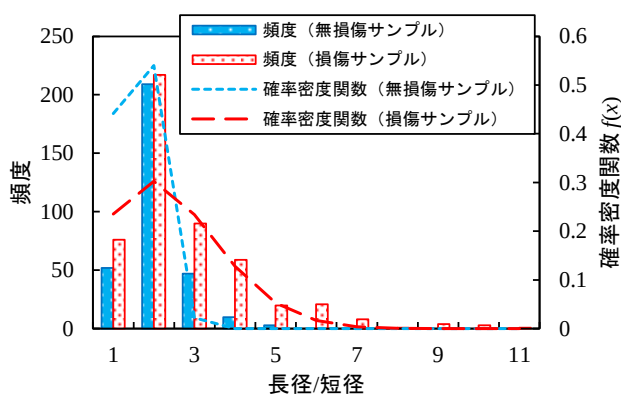


図-3 ひび割れ・空隙の長径と短径の比

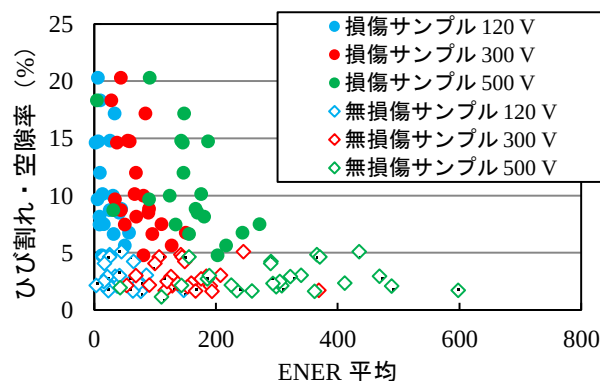


図-4 ひび割れ・空隙率と AE エネルギーの関係

参考文献

- 1) Suzuki, T., Ogata, H., Takada, R., Aoki, M. and Ohtsu, M.: Use of Acoustic Emission and X-Ray Computed Tomography for Damage Evaluation of Freeze-Thawed Concrete, Construction and Building Materials, 24, pp. 2347-2352, 2010.
- 2) 鈴木哲也, 仲里義光, 高塚健太郎, 青木正雄, 大川武夫: AU 法を用いた構造体コンクリートの非破壊物性評価に関する研究, 農業農村工学会全国大会講演要旨集 pp.514-515, 2009.