

# X線CT法を用いた損傷コンクリートの空隙構造の可視化

Visualization of Air Void Structure in Damaged Concrete by X-ray Computed Tomography Method

奥津 広太<sup>1)</sup> 鈴木 哲也<sup>2)</sup> 緒方 英彦<sup>3)</sup> 高田 龍一<sup>4)</sup> 佐藤 周之<sup>5)</sup> 山崎 大輔<sup>6)</sup> 青木 正雄<sup>2)</sup>

Kouta Okutsu, Tetsuya Suzuki, Hidehiko Ogata, Ryuichi Takada, Syushi Sato, Daisuke Yamazaki and Masao Aoki

## 1. はじめに

コンクリート構造物に関する損傷度の定量化は、近年の既存施設の長寿命化の流れの中で重要な技術課題となっている。筆者らは、AE法と損傷力学に基づく定量的損傷度評価法を開発しており、既往の研究より、コンクリート損傷と内部構造、物性との密接な関係を明らかにしている<sup>1), 2)</sup>。

本報では、クラックの発達したコンクリート・コアを用いて、X線CT法による空隙構造の可視化と弾性波トモグラフィ法による速度場の評価を組み合わせ、コンクリート損傷の発達が物性値へ及ぼす影響を検討した結果を報告する。

## 2. 実験・解析手法

供試サンプルは、凍結融解劣化が顕在化したコンクリート開水路より採取したコア供試体である。本研究では、採取部位の異なる部位からコンクリート・コアを採取した。サンプルは、Type A, B および C の3種類である。Type A は、損傷が顕在化していない供試体である。Type B および C は、クラックが発達した供試体である。

物性値と空隙構造の評価は、弾性波トモグラフィ法とX線CT法により行った。弾性波トモグラフィ法は、サンプルを等ピッチに分割し、四方向からの速度場を評価した。X線CT法は組織別にCT値の分布を評価した。検討結果は、クラックを含む空隙構造と速度場の関係から考察した。

## 3. 結果および考察

### 3.1. CT値へ及ぼす空隙構造の影響

X線CT法は、計測対象にX線を照射させ、トモグラフィ処理により物体の内部構造を可視化するものである。照射されたX線は、物体を透過し、減衰または物体に反射される。CT値データはX線の吸収率によって表わされ、一般に水を0、空気を-1000として評価されている。検討の結果、供試コンクリートのCT値分布は、モルタル部1600~2000(図-1 橙色破線部)、骨材部2000~2500(図-1 赤色破線部)、クラック・空隙部1500未満(図-1 紫色破線部)、鉄筋部4000以上(図-2 緑色破線部)であることが確認された。同様の傾向は、尾原ら<sup>3)</sup>においても報告されている。

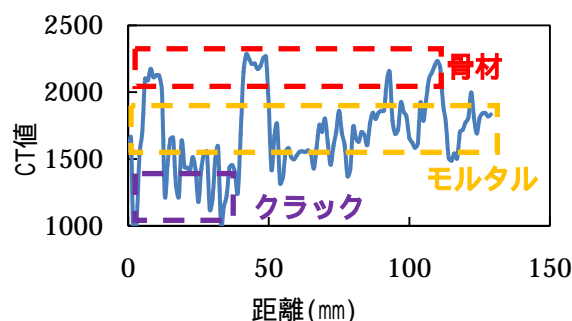


図-1 CT値の分布図(Type B)

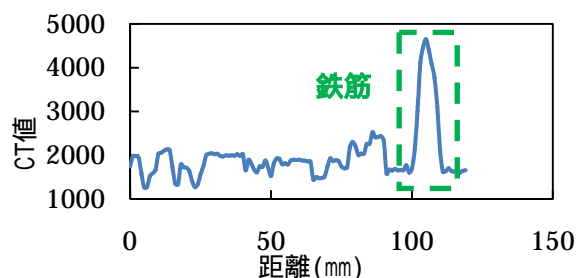


図-2 CT値の分布図(Type C)

1)日本大学大学院生物資源科学研究科, Graduate School of Bioresource Sciences, Nihon University 2)日本大学生物資源科学部, College of Bioresource Sciences, Nihon University 3)鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University 4)松江工業高等専門学校, Matsue National College of Technology 5)高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University 6)ショーボンド建設株式会社, SHO-BOND Corporation

Key words: X線CT法, CT値, 弾性波トモグラフィ法, コンクリート・コア

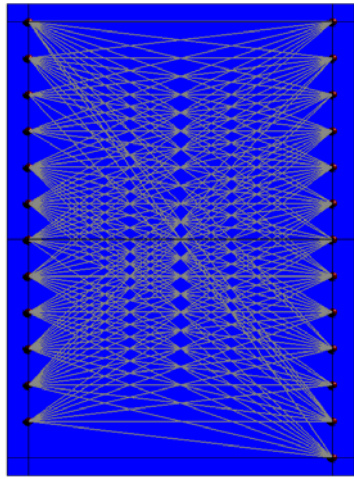


図-3 解析モデル

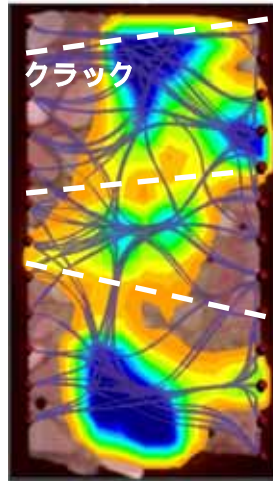


図-4 速度構造 (Type C)

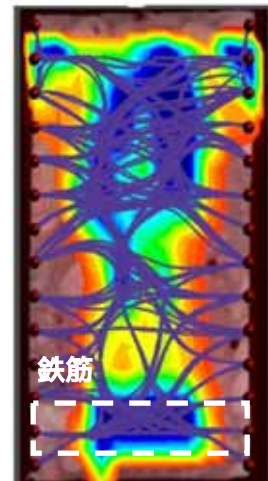
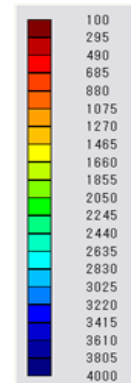


図-5 速度構造 (Type A)



[m/s]

### 3.2. 速度場の評価

弾性波トモグラフィ法は、音波の伝播特性を速度の観点から評価するものである。本論では、一点を起振点、対面側を受振点として計測し、起振点一点に対し、受振点はサンプルの寸法に合わせ 12~13 点とした。本研究で用いた解析モデルを図-3 に示す。検討の結果、コンクリート・コアの速度場は水平クラックや鉄筋、粗骨材の影響を顕著に受けていることが示唆された。特にクラックの発達したサンプルでは、内部損傷と弾性波の伝播経路が密接に関連することから透過法などの評価手法に加えて、弾性波トモグラフィ法による速度場の評価が損傷の進行した供試体での物性評価に有効であることが明らかとなった。

### 3.3. 弾性波トモグラフィ法と X 線 CT 法の照合

X 線 CT 法と弾性波トモグラフィ法の結果から両者を照合し、クラックの発達と速度場の関係を検討した。図-4 および図-5 は Type C と Type A に関する速度場と CT 画像を合成したものである。青色の部位は 4000[m/s]、赤色の部位は 400~600[m/s]を示す。左岸水中部では、弾性波速度の速い部位が上下に二分され、クラック周辺では速度場の低下が確認された。右岸気中部においてはクラックの発達は確認され

なかったが、下層に鉄筋が入っており、鉄筋部において速度の増加が確認された。

### 4. 結論

本報では、クラックの発達したコア供試体を用いた、X 線 CT 法による断面構造の可視化に基づく弾性波速度場の評価を試み、コンクリート損傷と物性値との関係を考察した。その結果、コンクリート内部のクラック構造や鉄筋の分布は、速度場の形成に影響することが明らかになった。空隙構造の可視化には X 線 CT 法は有効であり、速度場との関係を明らかにすることにより物性値評価の精度向上に有効であることが明らかになった。

### 参考文献

- 1) 鈴木哲也 他：AE 法による再生骨材コンクリートの品質評価法の考察，弾性波法の非破壊検査研究小委員会報告書および第 2 回弾性波法によるコンクリートの非破壊検査に関するシンポジウム講演概要集，pp.189-195，2007.
- 2) 鈴木哲也 他：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 pp.1791-1796，2004.
- 3) 尾原祐三 他：X 線 CT 法を用いたコンクリートの材料構成定量化法の提案，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.2，pp.739-744，2008.