複合災害科学部門　防災・減災計画分野

X線CT画像の空間統計処理に基づくコンクリート損傷度評価

鈴木　哲也

1. はじめに

コンクリート損傷の可視化・定量評価には，X線CTを用いた内部構造の検討が不可欠である．筆者らは，凍害損傷の進行したコンクリートの圧縮破壊過程に発生するAEとひび割れ損傷の発達程度との関連についてX線CT画像を用いて検討し，AEパラメータによる損傷度評価の有効性を確認した[1)]．本報では，ひび割れ損傷の進行したコンクリートのX線CT画像の特性をCT値の空間統計処理の観点から整理し，CT値の空間分布特性とAEパラメータとの関連を考察する．

2. 実験・解析方法

本研究に供試したコンクリートは，凍害損傷の顕在化した既設構造部より採取した11本のコンクリート・コアである．供試体は，ひび割れ損傷の進行度合いにより全損傷（Type A），半損傷（Type B）および無損傷（Type C）に分類した．X線CT画像は，参考文献[1)] に示す計測条件により実施した．取得したX線CTデータは，CT値の観点から定量評価を試みた．AE計測は，圧縮破壊時に行った．しきい値を42 dBとし，60 dBの増幅をプリアンプとメインアンプで行った．

3. 結果・考察

Type Aでは，コンクリート・コア全域においてひび割れ損傷が発達していた．Type Bはコア上層部においてのみ，ひび割れ損傷の進行が確認された．Type Cでは，ひび割れ損傷は確認されなかった．コア表面のひび割れ幅をクラックスケールにより評価した結果，Type Aでは0.05 mmから2.0 mmのひび割れがコア全域で確認された．Type Bでは0.15 mmから0.55 mmのひび割れが表面から約半分の100 mm深まで確認された．供試コンクリートの最大応力（平均値）は，Type A 7.3 N/mm^2，Type B 3.8 N/mm^{2}およびType C 25.7 N/mm^{2}であった．Type Cが最も高く，最大応力が最も低いType Bの約6.8倍であることが確認された．Type A はType Bの約1.9倍であり，Type Bの圧縮強度が極度に低下していることが確認された．

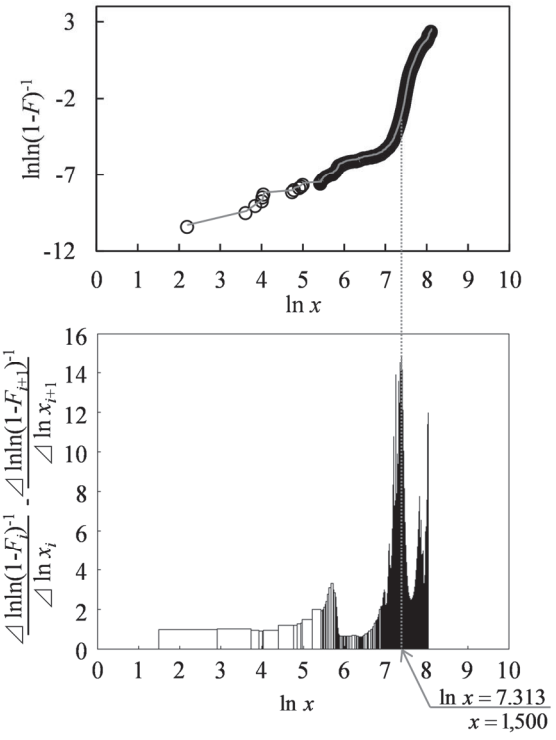


図1　ワイブルプロットの変化点

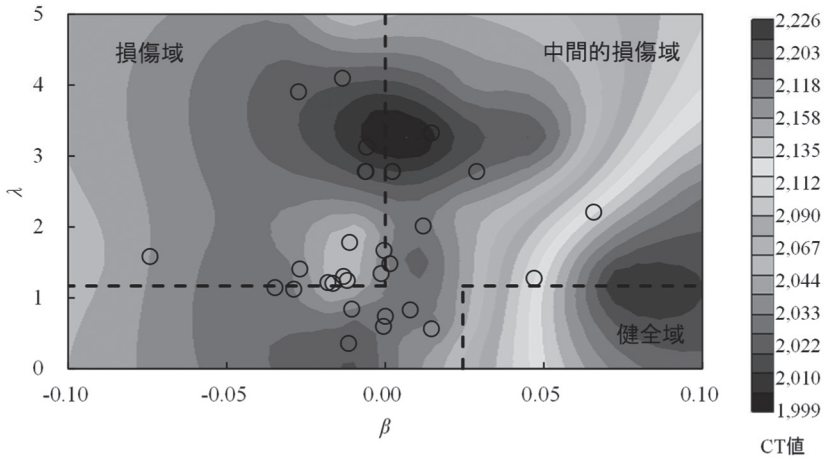


図2　コンクリート損傷とCT値の関係

各サンプルのX線CT画像から，ひび割れ損傷の局所的発達が確認された．ワイブルプロットによりCT値分布を評価した結果，Type Cと比較したType AおよびType BでCT値+1,500以下の範囲において，ひび割れや粗大空隙の発達の影響が示唆された（図1）．

そこで，圧縮破壊時のAEパラメータであるβ値[2]と損傷パラメータλ[3]による損傷度評価に対するCT値分布を比較した．検討の結果，損傷域においてCT値の低下傾向を確認された（図2）．なお，図中のプロットは既往の研究成果[2]を含めて記述している．同様の検討をP波速度についても試みた結果，CT値と類似なP波速度の低下傾向が確認された．

4. まとめ

本報では，ひび割れ損傷の進行したコンクリートのX線CT画像の特性をCT値の観点から整理し，CT値の空間分布特性とAEパラメータとの関連を考察した．検討の結果，CT値分布はコンクリート損傷と密接に関連していることが示唆された．AEパラメータにより評価された損傷域においてCT値の低下傾向が確認され，内部損傷の指標値であるCT値分布とAEパラメータとの関連が示唆された．

参考文献

5）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.

6）山岸俊太朗，鈴木哲也，森井俊広，大津政康：圧縮応力を受けるコンクリートのAE発生特性に基づく損傷パラメータ推定，第41回土木学会関東支部技術研究発表会，CD-R，2014.

7）Loland, K.E.: Continuous Damage Model for Load-Response Estimation of Concrete, *Cement and Concrete Research,* 10, pp. 385-402, 1980.