

## 地震動により被災したコンクリート構造物の定量的損傷度診断

鈴木 哲也・森井 俊広・河合 隆行

### 1. はじめに

2011年3月11日に東日本大震災が発生して以後、岩手県、宮城県および福島県において数多くのコンクリート構造物の補修工や補強工に関する技術的課題が顕在化した。その一つとして既存施設の損傷度の定量化は、現状の被災状況を客観的に把握するために不可欠であるが、検査法が確立していないのが現状である。

本報では、東日本大震災により被災したコンクリート構造物を対象に筆者らが開発しているコンクリート損傷度評価システムDeCAT (Damage Estimation of Concrete by Acoustic Emission Technique；デキャット)<sup>1)・2)・3)</sup>によるコンクリート損傷度評価を試みた結果を報告する。

### 2. 実験方法

コンクリート・コアは、宮城県内に立地するコンクリート製開水路より採取した。本施設は、筆者らが取り組んでいるコンクリート損傷度評価システム (DeCAT) の構築に関する研究<sup>2)</sup>の一環として、東日本大震災が発生する以前にコンクリート・コアの試験研究を実施したものであり、震災前後のコンクリート物性の変化を検証することを目的に選定した。本論では、震災前の試験データに加えて、同一施設同一部位において震災後にサンプリングを行いコンクリート物性の比較検討を試みた。サンプルの採取は、東日本大震災前 (2009年10月；Type A) と震災後 (2012年1月；Type B) に実施している。サンプルサイズはType Aが15本であり、Type Bが12本である。

### 3. 結果および考察

コンクリート・コアの力学特性は、圧縮強度が震災前 (Type A) の平均値 (標準偏差) で25.0N/mm<sup>2</sup> (0.85) を示した。震災後 (Type B) には24.8 N/mm<sup>2</sup> (0.96) が確認された。Type BはType Aと比較して平均値の低下と標準偏差の増加が示されたが、両評価値の明確な相違は確認されなかった。

震災前後のコンクリート物性を比較した結果、圧縮強度の顕著な低下は確認されなかったが、コンクリート損傷の蓄積はCT値や相対損傷度 $E_0/E^*$ の低下から示唆された。相対損傷度 $E_0/E^*$ では、Type Aが0.814~0.964 (1.0：健全, 1.0>損傷) を示したのに対して、Type Bは0.696~0.928が確認された。平均値を比較するとType Aに対するType Bの評価値は、平均値で約8.5%の低下が確認された。図1に圧縮強度と相対損傷度 $E_0/E^*$ の関係をサンプルごとに示す。Type AとType Bにおいて相対損傷度 $E_0/E^*$ の分布範囲の相違が確認された。相対損傷度 $E_0/E^*$ は、圧縮強度試験結果より求められる初期接線弾性係数 $E_0$ に加えて、AEデータベースと割線弾性係数 $E_c$ から推定される健全時の弾性係数 $E^*$ から算出される。図1に示す相対損傷度 $E_0/E^*$ の相違は、東日本大震災によりコンクリート内部に損傷が蓄積され、

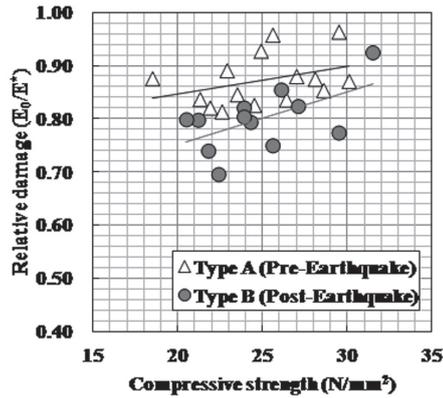


図1 相対損傷度 $E_0/E^*$ と圧縮強度の関係  
—震災前後での比較—

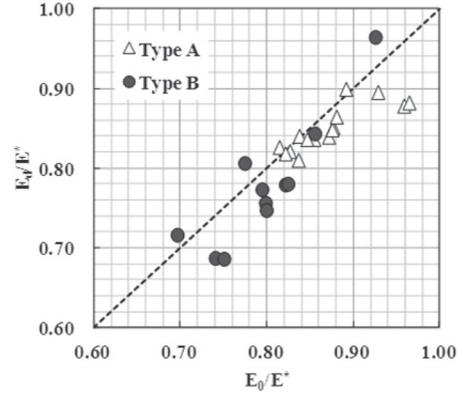


図2 破壊試験で求めた相対損傷度 $E_0/E^*$ と  
非破壊試験から求めた $E_d/E^*$ の比較

圧縮応力下のひずみ挙動の変質に伴う初期接線弾性係数 $E_0$ の低下に起因するものと考えられる。初期接線弾性係数 $E_0$ と相対損傷度 $E_0/E^*$ は、密接に関連しており両指標値は類似な挙動を示すことから、Type AとType Bで相違が顕在化したものと考えられる。その際、圧縮強度の相違が両サンプルで顕在化しなかったのは、損傷の蓄積が終局時の最大応力の低下までは引き起こさなかったためと推察される。

本研究では、非破壊的に求めたP波速度とポアソン比から、動弾性係数 $E_d$ を評価した。検討の結果、Type AおよびType Bともに $E_d/E^*$ と $E_0/E^*$ の関係は1:1 (図中点線)ではなく、評価値が点線下方に偏在していることが確認された (図2)。動弾性係数 $E_d$ の算出根拠となるP波速度は、コンクリートの標準値である4,000m/sを基準に1,000~5,000m/sの範囲の計測値を評価対象とした。ポアソン比は、応力-ひずみ曲線より評価した。その結果、Type AおよびType Bともに評価値のバラツキはあるが良好な関係が図2において確認された。提案手法では、コンクリート・コアの採取に基づく損傷度評価が不可欠であったが、本検討結果よりP波速度を計測し、動弾性係数 $E_d$ を評価することにより、コア採取を最小限にしたコンクリート損傷度診断が可能になるものと考えられる。

## 参考文献

- 1) Suzuki, T., Shigeishi, M. and Ohtsu, M.: Relative Damage Evaluation of Concrete in a Road Bridge by AE Rate - Process Analysis, *Materials and Structures*, 40(2), pp. 221-227, 2007.
- 2) (独) 農研機構・農村工学研究所：農業水利施設の機能保全のための研究成果活用の手引き - 農業水利施設のストックマネジメント高度化技術の開発 (21034) -, pp. 19-27, 2012.
- 3) 土木学会：コンクリート技術シリーズNo.73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.32-45, 2007.
- 4) Ohtsu, M.: Nondestructive Evaluation of Damaged Concrete due to Freezing and Thawing by Elastic-Wave Method, *Journal of Advanced Concrete Technology*, 3 (3), pp. 333-341, 2005.