

公益信託 NEXCO関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱UFJ信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：高速道路橋コンクリート床版の準微視的手法に基づく残存構造性能評価法

研究代表者：北海道大学大学院工学研究院 教授 上田 多門
共同研究者：土木研究所寒地土木研究所 上席研究員 安中 新太郎
土木研究所寒地土木研究所 主任研究員 林田 宏
浙江大学（中国） 副教授 ZHANG Dawei
北海道大学大学院工学院 博士課程学生 WANG Zhao

はじめに

疲労と凍害が起こす複合劣化による道路橋コンクリート床版の劣化対策は急務である。外観からは内部劣化程度を把握することは困難で、残存性能評価が正確には行えない。本研究では、新たな残存性能評価法の提示を目的として実施した。

1. 研究の目的

疲労と凍害が起こす複合劣化による道路橋コンクリート床版の劣化は深刻で対策は急務である。外観からは内部劣化程度を把握することは困難で、残存性能評価が正確には行えない。本研究は、道路橋コンクリート床版内部を含めて、床版全体の物理的損傷状況を準微視的かつ3次元的に検知する新たな手法を共同研究者と開発し、その結果を活用することで、助成研究者の研究グループが開発してきた準微視的損傷コンクリート特性統一モデルを適用し、複合劣化したコンクリート床版の残存性能評価手法を確立させることを目的とする。

2. 3次元損傷分布検知法〔1〕

実物大の道路橋床版を模した供試体に、交通荷重を模した移動輪荷重による疲労载荷を与えた後に、3次元損傷分布検知法を施した。この方法は、供試体同一断面の上面において40mm間隔で超音波発生端子を設置し、それぞれの位置から発生される超音波を下面に40mm間隔で受信し、その間の超音波伝搬速度を測定し、得られるデータを用いてCTによる解析を行い、超音波伝搬速度の2次元分布を求めるものである（図-1）。

通常のとれたコアサンプルから観察される内部ひび割れ位置、および、コアサンプルの高さ方向の超音波伝搬速度分布との比較から、3次元損傷分布検知法により、マクロなひび割れの位置、超音波伝搬速度分布を概ね推定できることが明らかになった（図-1）。

3. 損傷を有する構造物の3次元数値解析による性能評価法

準微視的損傷コンクリート特性統一モデルにより凍害を再現した上で、凍害を受けたコンクリートのマクロスケールの圧縮応力-歪み関係をモデル化した。凍害により劣化した圧縮強度を指標にして、マクロスケールの引張応力-歪み関係もモデル化した（図-2）〔2〕。同様に、統一モデルにより、凍害を受けたコンクリートに埋め込まれた鉄筋の引抜き挙動を再現し、マクロスケールのコンクリートと鉄筋の付着強度の劣化を再現した。

凍結融解作用を与えたり供試体内部の超音波伝搬速度から推定されるコンクリート強度分布、および、そのはりの載荷試験で得られた荷重-変位挙動やひび割れ挙動（図-3）を、上述の劣化モデルを導入した3次元有限要素解析によって、推定できることを示した。

まとめ

本研究により、「3次元損傷分布検知法」と「損傷を有する構造物の3次元数値解析による性能評価法」の2つの方法を組み合わせた新たな残存性能評価法を提示することができた。今後は、実橋から取り出した試験体による3次元損傷分布検知法の信頼性の確認、凍害と疲労の複合劣化を受けたコンクリートおよび付着モデルの構築と、それを適用した3次元有限要素解析による残存部材性能の評価を行う必要がある。

【参考文献】

〔1〕 H. Hayashida, T. Ueda, “Damage Evaluation of Full-Scale RC Slab by Ultrasonic Tomography”, Proceedings of ICDCS2018, 18-20th July 2018, University of Leeds, UK, pp.620-626.

〔2〕 Zhao Wang, Fuyuan Gong, Dawei Zhang, Yi Wang, Tamon Ueda, “RBSM based analysis on mechanical degradation of non-air entrained concrete under frost action – A general prediction with various water cement ratio, lowest temperatures and FTC numbers”, Construction and Building Materials, Vol.211, 2019, pp.744-755.

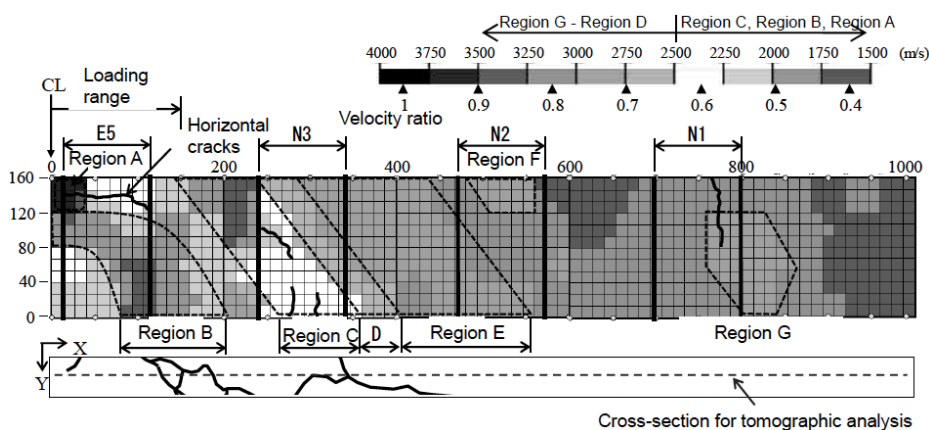


図-1 3次元損傷分布推定法による推定結果

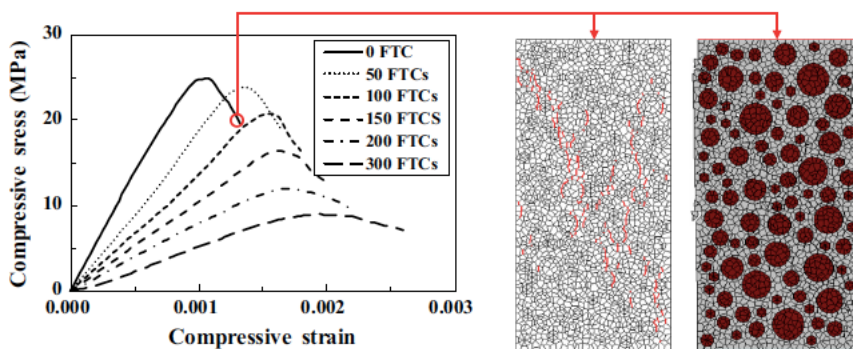


図-2 準微視的統一モデルによる圧縮応力-歪み関係をマクロモデル化

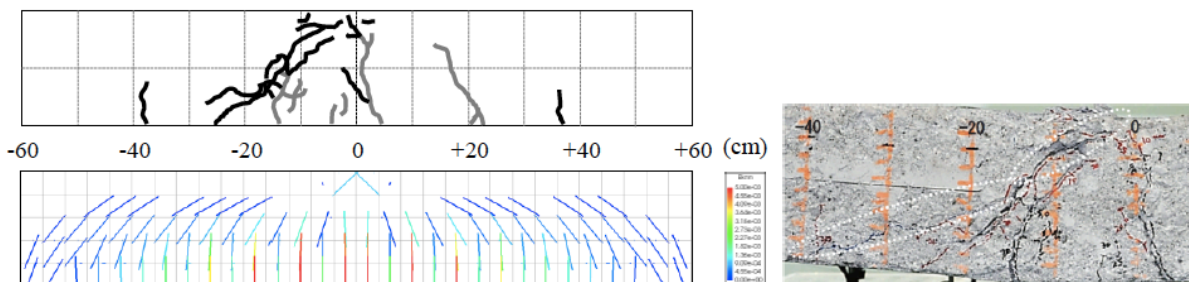


図-3 3次元有限要素解析による凍害劣化したはりの挙動シミュレーション