

デジタル打音検査技術の高度情報化 2

Advanced computerization of Hammering Inspection

*磯部 仁博¹, 松永 嵩¹, 小川 良太¹, 匂坂 充行¹, 藤吉 宏彰¹, 栗島 翔¹, 石井 元武¹,
山田 知典², 吉村 忍²
¹原子燃料工業, ²東京大学

原子力発電所、トンネル、橋梁、高層ビル等ではコンクリート基礎・構造物の安全性、経年変化、施工品質の評価が重要になるが、AE センサを用いたデジタル打音検査と AI・シミュレーション技術を組み合わせることにより、コンクリート内部構造を診断する技術開発を進めている。

キーワード: デジタル打音検査、AI、高度情報化、保全最適化、コンクリート

1. 緒言

原子力発電所の高経年化が進み、各種設備の健全性を簡便に診断する技術が望まれる。また、地震直後においても各種設備の健全性確認が重要となる。前報では原子力発電所で設備の固定に多用されているあと施工アンカに対し、AE センサを用いたデジタル打音検査（以降、AE 打音検査）から得られた定量的なデータ群を保全計画に最適に反映することを目的に、多次元可視化と AI 機能を有する Dr.Design を用いた高度情報化アプローチを報告した。本報ではコンクリート基礎・構造物に対する AE 打音検査と AI・シミュレーション技術の統合的活用により、コンクリート内部構造を診断するアプローチを報告する。

2. AE 打音検査と AI・シミュレーション技術の統合的活用によるコンクリート内部構造診断

AE 打音検査によるコンクリート内部構造診断は以下の手順で実施する。

(1) 実験的 DB 構築

代表的な施工不良、経年劣化を模擬したモックアップ試験により AE 打音検査データを DB 化する。

(2) AI・シミュレーション技術による順解析大規模 DB 化

AE 打音検査の FEM シミュレーションモデルを、実験的 DB で検証する。その後、FEM シミュレーションの各種パラメータ（コンクリート強度、ひび割れ深さ、内部空洞サイズ等）と FEM シミュレーションで得られる AE 打音検査データを AI で学習、検証しながら、「順解析」により DB を大規模化する。

(3) 逆解析モデルの構築と適用性検証

AE 打音検査によるコンクリート表面での複数点測定データとコンクリート内部構造を AI で学習して、AE 打音検査により内部構造を診断する「逆解析」モデルを構築する。その後、現場での実証試験によりその適用性や評価精度を確認する。

3. 結果

上記、(2) AI・シミュレーション技術による順解析大規模 DB 化、並びに、(3) 逆解析モデルの構築と適用性検証の例を示す。コンクリート構造物の AE 打音検査をシミュレーションする時刻歴応答解析により、中央部にサイズが異なる空洞が存在するケースを事前解析する。図 1 には内部空洞サイズを $\phi 30$ 、 $\phi 50$ 、 $\phi 100$ mm 等と変化させ、打音検査を実施（打撃付与）した場合に得られる周波数分布を示している。FEM シミュレーションの入力情報と解析結果として得られる固有周波数との関係を AI で学習することにより、解析を実施していない条件（図 1 の例では $\phi 70$ mm）における固有周波数（4410Hz）を「順解析」結果として得た。逆に、実測で得られた固有周波数 4500Hz から、内部に存在する空洞を $\phi 65$ mm と「逆解析」結果として推定した。

コンクリートの施工不良、経年劣化には多様なパターンがあり、今後、AE 打音検査によるコンクリート内部構造の診断を、施工情報、環境情報、目視情報等を含め整備して行く計画である。

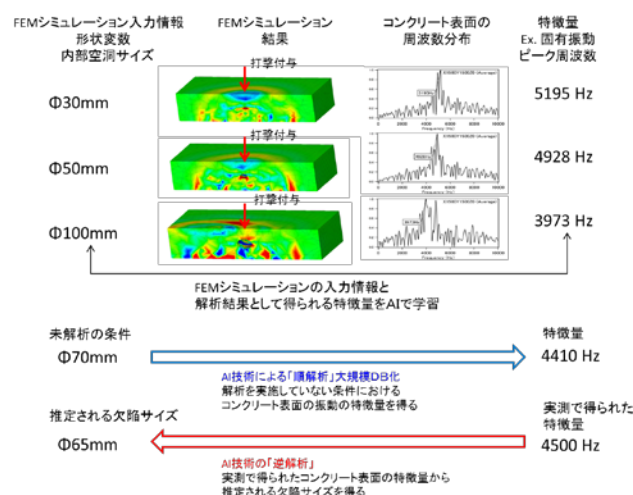


図 1 AI・シミュレーション技術による順解析大規模 DB 化、逆解析のイメージ

*Yoshihiro Isobe¹, Takashi Matsunaga¹, Ryo Ogawa¹, Mitsuyuki Sagisaka¹, Hiroaki Fujiyoshi¹, Sho Kuwajima¹, Motomu Ishii¹, Tomonori Yamada², Shinobu Yoshimura²

¹Nuclear Fuel Industries, Ltd., ²The University of Tokyo