

デジタル打音検査技術の高度情報化 4

(2) AI による大規模 DB 化

Advanced computerization of Hammering Inspection

(2) Large-scale database using AI

*松永 嵩¹, 小川 良太¹, 匂坂 充行¹, 礪部 仁博¹, 山田 知典², 吉村 忍²

¹原子燃料工業株式会社, ²東京大学

国土交通省建設技術研究開発助成制度により「デジタル打音検査と AI・シミュレーションの統合的活用によるコンクリート内部構造診断」として、コンクリート内部構造とデジタル打音検査の FEM シミュレーション結果のデータベースを用い、内部構造の変化に伴う打音検査結果の非線形な関係性を学習させた AI を構築した。構築した AI は、コンクリートの内部構造を入力として、コンクリート表面のデジタル打音検査結果推定値を出力する「順解析」の AI であり、本研究の目的であるデジタル打音検査結果から内部構造を診断する「逆解析」AI の構築に必要な大規模データベースを作成するために利用する計画である。

キーワード : AI、AE センサ、打音検査、変状

1. 緒言

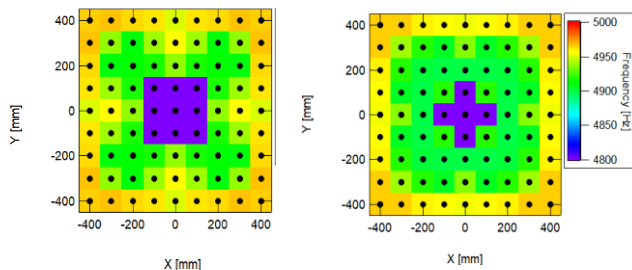
デジタル打音検査は、AE センサを用いることにより従来の打音点検を定量化できるが、コンクリートの欠陥の種類は多岐にわたり、欠陥の種類を識別し、規模（深さ、大きさ等）を定量的に評価するには、種々の欠陥とデジタル打音検査結果を紐付けた大規模なデータベースが必要である。そこで、前報では、FEM シミュレーションと AI を活用した大規模 DB 化の案を提示したが、本報では FEM シミュレーションのデータベースを学習させた AI を構築し、未学習データの検証結果について取りまとめた。

2. 内部空洞の形状からコンクリート表面でのデジタル打音検査結果を推定する AI の構築

内部空洞のサイズ、深さ、デジタル打音検査の測定点毎に FEM シミュレーションを行い、たわみ振動もしくは縦波共振の周波数を評価したデータベースに基づき、入力層を内部欠陥サイズ、かぶり厚、出力層を各測定位置で得られるデジタル打音検査結果として、4 層のニューラルネットワークで機械学習した。機械学習のパラメータを表 1 に示す。

3. 考察

学習済みモデルに空洞サイズおよびかぶり厚を与えて周波数を予測した結果の例（図 1）では、空洞がある中心部で周波数が最も低く、周囲までその影響が広がっている様子が学習した AI で予測可能であり、実際に解析した結果と概ね一致した。



AI 予測値

実解析結果

図 1 AI 出力結果の検証

欠陥サイズ 200 x 200 x 100 かぶり厚 20 mm

表 1 機械学習のパラメータ

活性化関数	ReLU $f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ x, & x > 0 \end{cases}$
最適化関数	Adam Learning rate=0.001
損失関数	Mean squared error
Epoch	15000
データセット	
欠陥サイズ (mm) かぶり厚 [mm]	
50 x 50 x 100 5, 10, 150, 290	
100 x 100 x 100 5, 20, 25, 100, 150, 200, 280	
200 x 200 x 100 5, 100, 150, 280	

* Takashi Matsunaga¹, Ryo Ogawa¹, Mitsuyuki Sagisaka¹, Yoshihiro Isobe¹, Tomonori Yamada² and Shinobu Yoshimura²

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