

デジタル打音検査技術の高度情報化 3

(2) 解析的アプローチ

Advanced computerization of Hammering Inspection 3

(2) Analytical approach

*松永 嵩¹, 小川 良太¹, 匂坂 充行¹, 磯部 仁博¹, 山田 知典², 吉村 忍²¹原子燃料工業, ²東京大学

コンクリート構造物の建設時の欠陥（ひび割れ、内部空洞等）に対して、現場適用性に優れたデジタル打音検査を用いたコンクリートの内部構造診断技術の開発を進めている。この内部構造診断技術は、施工時不具合の状態とデジタル打音検査の大規模なデータベース（DB）を必要となるため、本報では、FEM シミュレーション技術・AI 技術を応用して、解析的に大規模な DB 構築について取りまとめた。

キーワード：コンクリート、AE センサ、AI、打音検査、変状

1. 緒言

コンクリート構造物において多い変状として、かぶりコンクリートの剥落があり、第三者への影響が大きいことから問題とされている。そこで、誰でも容易に評価可能な、現場適用性に優れたデジタル打音検査を用いたコンクリートの内部構造診断技術の開発が望まれている。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、コンクリートの不具合の種類は多岐にわたり、不具合の種類を識別し、規模（深さ、大きさ等）を定量的に評価するまでには至っていない。

これを実現するためには、施工時不具合の状態とデジタル打音検査の大規模なデータベース（DB）が必要であり、本報では、近年発展が著しい AI・シミュレーション技術を活用したコンクリートの内部構造診断に必要な大規模 DB の構築について報告する。

2. FEM シミュレーション

内部欠陥を模擬したコンクリートモックアップ試験体（1000x1000x400mm）の実験的 DB を大規模化するために、FEM シミュレーションモデルを用いた振動解析を行った。

内部空隙、寸法の異なるうき・剥離、寸法と角度が異なるひび割れ、異なる圧縮強度を模擬した FEM シミュレーションから得られた、欠陥中央部の振動特性（固有振動周波数）は、実験的に得られた傾向とおおむね一致し（図 1）、FEM シミュレーションモデルの妥当性が確認された。

3. AI による大規模 DB 化

コンクリートの施工品質、経年変化は多様なパターンがあるため、構築した FEM シミュレーションの結果に基づき、誤差逆伝播法によるニューラルネットワークを用い、打音検査で得られる振動特性の大規模 DB 化を実現した。具体的な方法としては、図 2 は内部空洞のかぶり深さの多様な変化に対する欠陥中央部の振動特性（固有振動周波数）の大規模化のイメージを記載するが、このように欠陥の形状・位置と測定する位置によって得られる振動特性の非線形性を AI により学習させ、大規模 DB 化する。

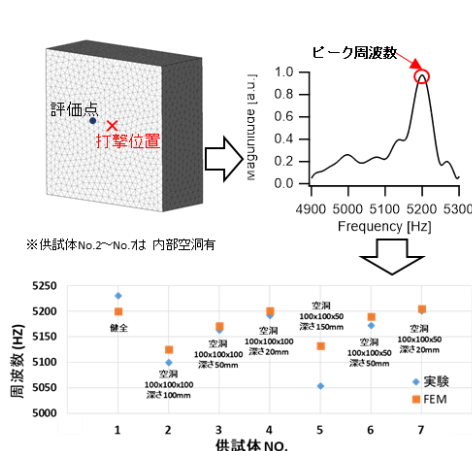


図 1 欠陥種別と欠陥中央部の振動特性に関する実験と FEM 対比

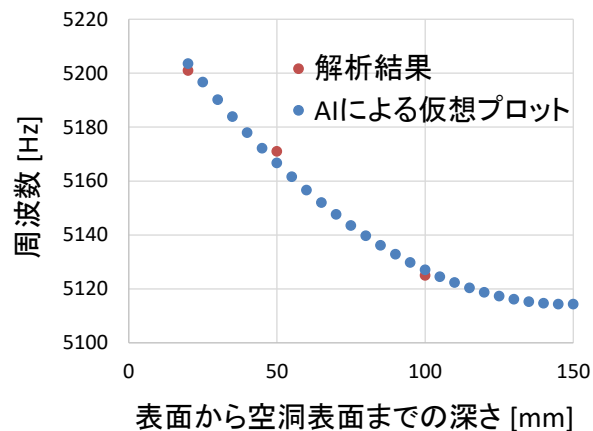


図 2 AI による大規模 DB 化のイメージ

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

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