

AI 打音診断によるボルトゆるみ判定技術

佐藤工業(株) ○正 京免継彦, 正 黒田千歳, 正 歌川紀之

1. はじめに

佐藤工業はコンクリートの健全性を評価する「健コン診断ポータブル」を10年前より開発し運用している。ハンマーの加力値データとマイクロフォンによる音データの2ch 打音解析手法は、様々な打音システムが開発されている現在でも一定の評価を受けている。また、当社は昨年より AI 解析技術にも注力し、最新の演算装置 FPGA を利用した高機能な「AI 解析機」を開発した。この両者を組み合わせた「打音診断ポータブル-AI」を活用事例として「AI 打音診断によるボルトゆるみ判定」について報告する。

2. 打音診断ポータブル-AI

打音診断ポータブル-AI (図-1) は「健コン診断ポータブル」に「AI 解析機 α 」「AI 解析機 β 」の組み合わせにより構成される。「AI 解析機 α (図-2)」は、小型パソコン程度の大きさではあるが、最新の FPGA(Field-Programmable Gate Array)ユニットを7台搭載し、一般的なパソコンとは別次元の速度で処理することが可能である。通常パソコンやスマートフォンに使われる高性能 CPU (演算装置) は、クワッドコア (4列並列処理)、オクタコア (8列) というように一度に処理できる数が固定されている。100 個の処理をする場合は4個もしくは8個ずつ順番に処理するようなイメージである。

今回 AI 解析機に採用した FPGA はプログラム可能な演算装置で、100 個処理したければ1回で100 個処理するプログラムを書き込むことができ、そのため圧倒的な高速処理が可能である。入力データとしては、波形データ・FFT 解析データ・画像データなど様々なデータフォーマットに対応している。本システムの運用手順を以下に示す (図-3)。



図-1 打音診断ポータブル-AI

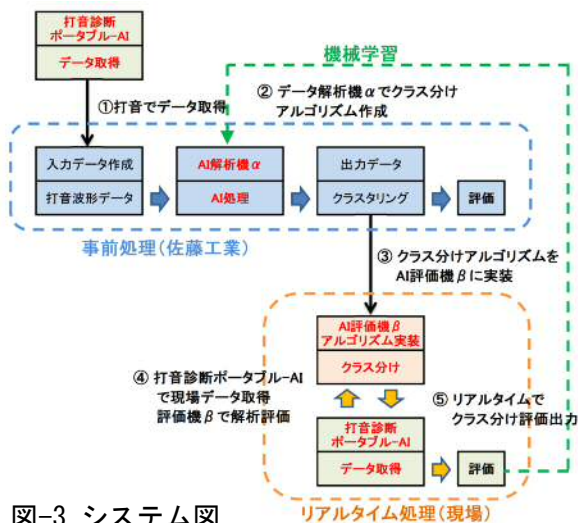
図-2 解析機 α 

図-3 システム図

- ① 健コン診断ポータブルで打音データを取得。
- ② AI 解析機 α でクラス分けアルゴリズムを作成。
- ③ アルゴリズムを AI 解析機 β に実装。
- ④ 現場で打音データ取得→AI 解析機 β で瞬時に判定。

キーワード 打音, AI, ボルトゆるみ,

連絡先 〒103-8693 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 土木事業本部 ICT 推進部 TEL 03-3661-2932

3. ボルトゆるみ判定

打音診断ポータブル-AI の活用事例として、ボルトの「締め」「ゆるめ」判定を実施した(図-4)。コンクリートブロックにアンカーボルトを打ち込み、ボルトを「締め」「ゆるめ」した時の各打音波形(図-5)を取得する。これをAI解析することでクラスタリングを実施した。クラスタリング結果を2次元および3次元で表現したものが図-6となる。図-6は25回「締め」25回「ゆるめ」した結果である。解析機 α によるAI処理としては主成分分析を基本として実施した。図上の緑点が「締め」青点が「ゆるめ」である。完全なるクラスタリングは出来ていないが、特に3次元の場合、概ね「締め」は特定範囲に集中していることがわかる。今回記載している判定結果は、複数ボルトに対して行った結果で、コンクリートブロック上の位置といった諸条件の差異が影響していると思われる。同一ボルトに対する判定結果としては、ほぼクラスタリングが可能となっている。その判定アルゴリズムを解析機 β に組み込み、タブレット上で判定した状況を図-7に示す。



図-7 判定ソフトウェア

4. まとめ

本事例は、今後の建設技術に対するAI活用の方向性の一つと考える。AI活用のイメージを記す。

- ① 施工データを収集
- ② AIで解析(PCAなど)
- ③ クラスタリング→判断
- ④ 判断に基づいて → 施工機械を制御
→ 施工品質を評価

今後、様々な打音データだけでなく様々な建設データがAIにより解析され、実施工に活用され、建設技術者の減少、国土交通省が提唱する建設現場の工場化といった流れの大きな切り札であることは間違いなく考える。



図-4 ボルトゆるみ判定

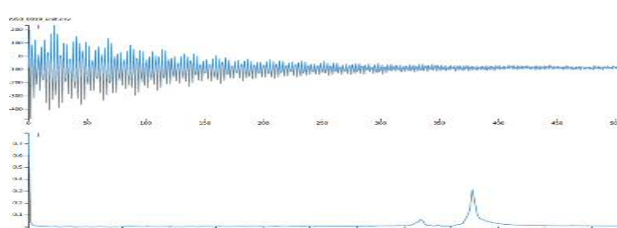


図-5 打音波形例

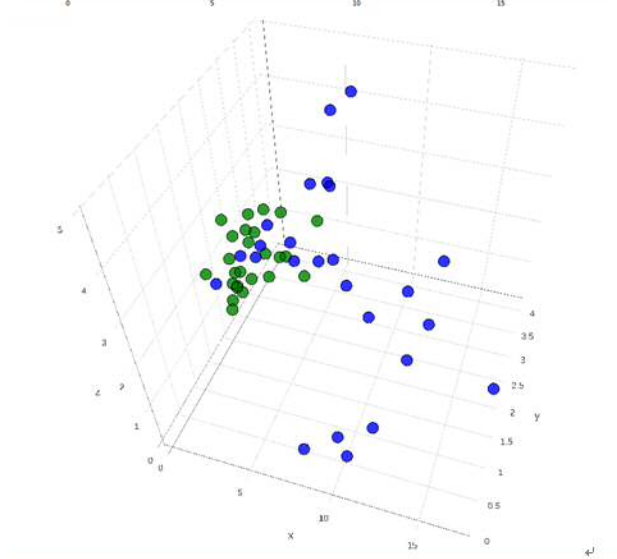
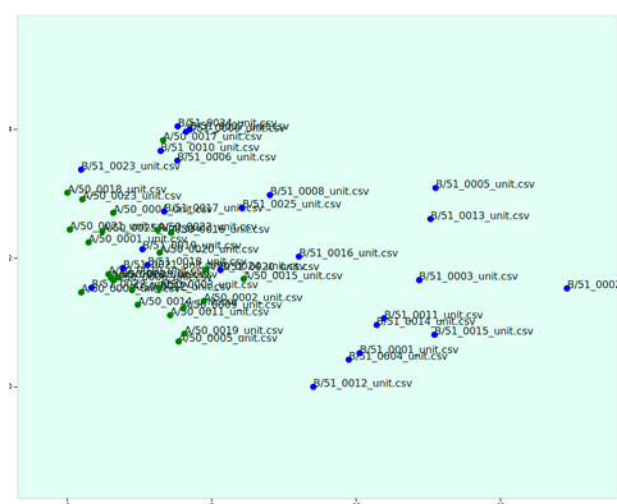


図-6 打音波形クラスタリング