

自己組織化マップを用いた打音法 (2)

佐藤工業(株) ○歌川紀之*, 黒田千歳*

筑波大学 島田拓夢**, 小松弘人**, 川原佑宇紀**, 安永守利**

1. はじめに

叩き点検を打音法などの方法でデジタル化し自動化する場合、ハンマ打撃により得られた音波を分析し、欠陥の評価をする必要がある。著者らは、音波の振幅の大きさで欠陥の規模や有無を評価してきた¹⁾。一方、FFTの結果から、周波数に着目し、評価を行った事例もある。これらでは、特徴量を絞り、得られた音波の一部の情報のみに着目していることになる。ここでは、得られた全体の音波の形をAI的手法により分類し(学習)、観測された音波が欠陥部の音波であるか、健全部の音波であるかを調べる。特にここでは自己組織化マップ(SOM)を用いた²⁾。さらに学習では、かぶりと広さが異なる空洞欠陥の試験体で学習を行い、その結果を浮き欠陥を有する実構造物の切り出し試験体に適用した結果を示す。

コンクリートの浮き、はく離欠陥を対象とした打音法では、欠陥部の板曲げの振動を捉えているとすると、広さや深さにより、多様な波形が得られることになる。AIを用いる場合は、「たくさんの教師データを得られれば、判定はできる」と言われているが、現実的にはたくさんの教師データを集めることは大変であるし、点検者の技量により判定も異なっており、さらに欠陥の形状を事後に詳細に調べることは少ない。そこで、ここでは、欠陥部が既知の試験体データで学習を行った場合に、実構造へ適用できるかを調べた。

2. 自己組織化マップ(SOM)を使った打音法

自己組織化マップ(Self Organizing Map)は、コーネンが開発した手法³⁾で、大脳視覚野の仕組みをモデル化した手法である。学習により、視覚情報である、色、形などを分別する仕組みである。SOMのメリットは、分類結果を視覚化できることであり、欠陥と健全の境界の結果はSOM上でも、境界になるため、物理的な情報を視覚化・解釈ができることである。

本研究では、Fig-1に示すように、500gのインパクトハンマで加振し、フード付マイクロフォンで音を収録し、加力値で基準化したFFTデータを用いた。



Fig-1 円形空洞試験体による学習状況

3. 円形空洞試験体を用いた学習

学習では、20種類の広さとかぶり深さが異なる円形空洞試験体を用いた。空洞部は厚さ25mmの発泡スチロールでモデル化している。ここではRCのかぶり部分の剥離欠陥を想定し、直径 ϕ は50~300mm、かぶりは25~100mmである。ここでは、その中で、8種類 ϕ 50-60、 ϕ 100-40、 ϕ 100-60、 ϕ 150-60、 ϕ 150-80、 ϕ 200-60、 ϕ 200-80、 ϕ 200-100の欠陥部およびその周辺の健全部(厚さ300mm)の8223データ(欠陥4100点、健全4123点)を学習させた。マップサイズは80×80、学習回数は100万回で

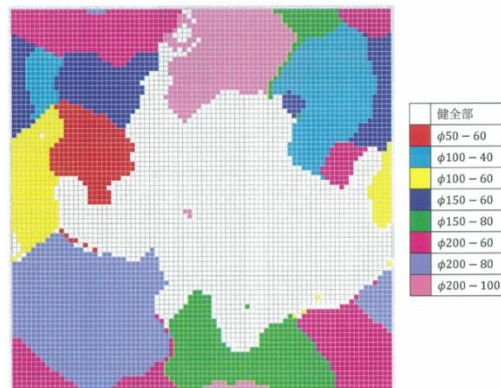


Fig-2 円形空洞試験体による学習結果

キーワード：自己組織化マップ、打音法、主成分分析

連絡先：*〒243-0123 神奈川県厚木市森の里青山14-10 佐藤工業(株)技術研究所

: **〒305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学情報科学類システム情報系

ある。

なお、学習のために、事前に 512 元の FFT データに対し主成分分析をかけた。SOM による学習結果を Fig-2 に示す。図の白い部分が健全部の領域で、色がついた部分は 8 種類の欠陥部の領域である。

4. 実構造物への適用

塩害損傷を受けた橋梁桁部の切り出し試験体で、打音データを取得し、学習された SOM の結果へ入力し、どの領域に分類されたかを Fig-3 右図黒点で示した。ここでは事前に実施された叩き点検 36 点で、欠陥と判定された 18 点 (Fig-3 水色の領域) に着目した。また、同時に同じ箇所でも打音法を実施した。その結果を Fig.3 左下に示す。オレンジ色の厚さが薄い場所が欠陥箇所と推定される。これらの結果から、以下のことが考察される。

- 1) 叩き点検で、△または×と判定された箇所は、SOM 上でも、欠陥箇所 (φ 200-80、φ 150-60、φ 200-60) に分類された。
- 2) 分類された欠陥箇所 (φ 200-80、φ 150-60、φ 200-60) は、打音法の結果 (平均厚さ 81mm) と同等であり、分類された欠陥から欠陥規模を推定することも可能となる。

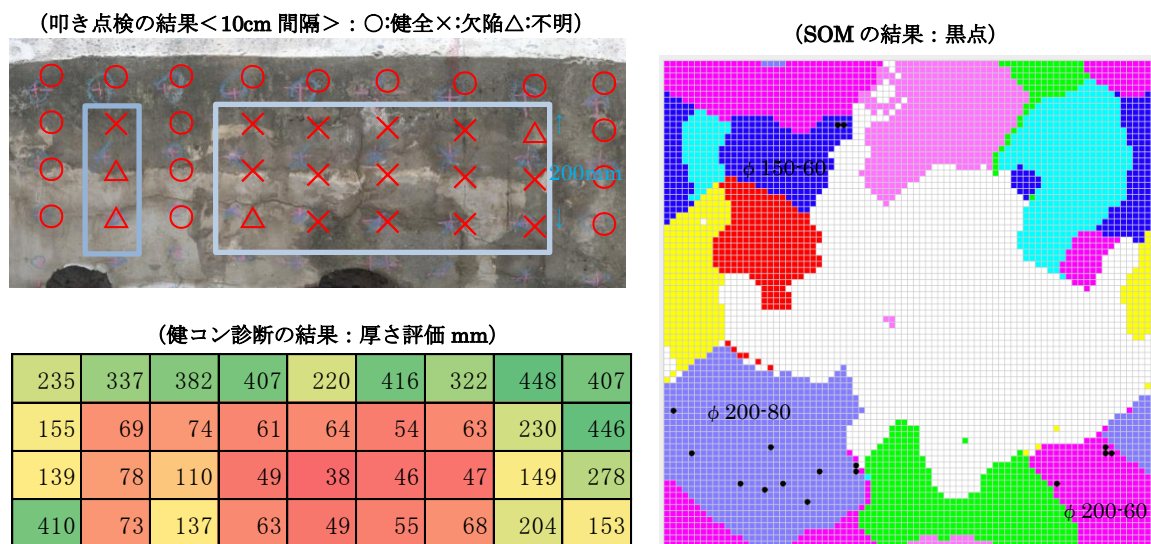


Fig-3 実構造物への適用 (欠陥部)

5. まとめ

本研究では、SOM を用い 8 種類の円形空洞試験体のデータを学習させ、その結果を実構造物へ適用した。その結果、円形空洞試験体の学習により、実構造物の欠陥・健全の判定に用いることが可能であることが分かった。また、国立研究開発法人土木研究所構造物メンテナンス研究センターの切り出し試験体を利用させていただきました。謝意を示します。

参考文献

- 1) 北川、鍋谷、高橋、伴、歌川：健康診断ポータブルの開発—打音法によるコンクリート診断—、佐藤工業株式会社技術研究所報、No.34,2000.
- 2) 歌川、黒田、安永、島田：自己組織化マップ SOM を用いた打音法、土木学会平成 29 年度全国大会第 73 回年次学術講演会、2017.
- 3) Tevno Kohonen: "Self-Organizing Map (Second Edition)", Springer-Verlag Berlin Hiderberg, 1995.