# 低周波数域の表示によるコンクリート構造物の欠陥測定手法

東北学院大学工学部	環境建設工学科	学生会員	○斎藤	親
東北学院大学工学部	環境建設工学科	正会員	李 相	憅
東北学院大学工学部	環境建設工学科	学生会員	相澤	元基

## 1. はじめに

Accumulated SIBIE 法は、衝撃弾性波法を用いてコン クリートの内部の欠陥を可視化する方法のひとつであ り、2 次元の画像で欠陥の位置や大きさを表すのに適し ている手法である。しかし、欠陥の大きさが比較的小 さい場合や、材料の劣化など広く分布された損傷の場 合では、欠陥や損傷までの距離を表す周波数が卓越せ ず、その位置が正しく表示されない場合がしばしばあ る。本研究では、Accumulated SIBIE 法による可視化領 域を部材厚さに限らず、低周波数領域まで拡張するこ とで欠陥や損傷を検出するための情報量を増やし、可 視化手法の精度を高めることをその目的とする。

### 2. Accumulated SIBIE 法の概要

可視化の一つである SIBIE 法のイメージは、測定対 象物の1点を打撃しその付近の1点または2点で捉え た打撃面に垂直方向の反射波に対する単数の周波数領 域スペクトルを用いて作成する。そのため根本的には1 次元であり、断面の欠陥を2次元座標で表すには限界 がある。それに対し Accumulated SIBIE 法<sup>1)</sup>では、欠陥 を有するコンクリート構造物に対して、多点入力によ り得られたデータは入力点ごとにイメージデータ化さ れ、最終的にはひとつのイメージデータに蓄積され画 像化される(画像の重畳)。個別イメージデータへの変 換には SIBIE 法が適用されるが、この SIBIE のイメー ジデータに平滑化と反射角の補正を行なうことで合理 性を与えた方法であり、また多点入力による測定デー タを用いるので欠陥の位置を二次元の画像で表すこと が可能になっている。

#### 3. 内部欠陥によるスペクトルの低下

Accumulated SIBIE 法による可視化領域を低周波数 領域まで拡張するための基礎実験として、欠陥の有無 とその位置が伝播測度に与える影響を衝撃応答解析 を用いて調べた。解析で用いたモデルは断面が 5×5×5cm で長さが 50cm の棒部材で、ヤング係数は

2.0×10<sup>10</sup>kN/m である(図 1)。 解析条件は欠陥健全な要素の ヤング係数の 1/2 の値を持つ要 素)が、棒部材の両端を除き B~I までの要素に位置した場合の 8 <sup>50cm</sup> ケースである。欠陥無しの場合 のスペクトルと、要素 F が欠陥 の場合のスペクトルを比較し てみると(図 2)、欠陥無しの一 次モードのピークが 2806kHz で あったのに対し、要素 F が欠陥 の







**キーワード**: 衝撃弾性波法、 Accumulated SIBIE 法、曲げモード、コンクリート欠陥、可視化 連絡先(多賀城市中央 1-13-1 Tel&FAX 022-351-6532) 場合一次モードのピークは 2569kHz と大きく低下して いる。また、それぞれのスペクトルのピークをプロッ トすると(図 3)、欠陥要素の位置が中央に近いほどピ ークの低下が顕著に現れることが分かった。このピー クは欠陥の存在によって供試体の厚さ振動数が低くな ったものと考えられる。

### 4. 欠陥条件の異なる供試体の比較

三章で行った解析の結果を考慮し、既存のAccumulated SIBIE 法の可視化範囲を低周波数領域まで拡大するこ とによる可視化効率の向上を試みた。実験には欠陥条 件の異なる3体の供試体を用いて比較を行った。供試体の 寸法は120×15×10 (cm)、である。供試体1は、欠陥の ない健全な供試体(図4)、供試体2は3箇所の欠陥の 大きさが異なる供試体(図5)、供試体3は3箇所の欠 陥の数が異なる供試体(図6)である。3章の傾向から、 欠陥位置はすべて供試体中央を基準にした。供試対1 を基準に得られた伝播測度は3636 cm/s である。

可視化結果をみると、欠陥の無い供試体1(図7) では、供試体の厚さを表す高周波数領域と低周波数 領域の境界部分に一定にピークが現れていた。それ に対し供試体2、3の可視化結果(図8,9)では、欠 陥の無い部分では供試体1と同様に境界部分にピー クが現れたが、欠陥部の低周波数領域ではピークが 欠陥の下方向へ移動していることが確認でき、小さ な欠陥でも下方へのピークの移動が確認できた。ま た欠陥が大きくなるほど、欠陥の数が増えるほどピ ークの移動が顕著に見られた。このように低周波数領 域まで可視化を拡大した結果、欠陥の位置が低周波数 領域において正確に現れており、また欠陥が同じ深さ に位置する場合は欠陥の損傷度を推定することが可能 である。

#### 5.結論

本研究では欠陥を有するコンクリート供試体に対し、 Accumulated SIBIE を用いて可視化を行った。その際に 欠陥によってスペクトルが低下することを考慮し、欠 陥パターンの異なる供試体に対して可視化領域を低周 波数領域まで拡張し可視化の効率の向上を試みた。

1)計測システムの測定限界以内であれば、Accumulated SIBIE 法はコンクリート内部の欠陥の検出に有効であ



図7 供試体1の可視化結果



図9 供試体3の可視化結果

る。

2)測定限界を超えても、欠陥により厚さ振動数が低下することを考慮し、低周波数域を可視化することで損傷の有無を検出できる。

3)損傷の程度と損傷部の厚さ振動数の変化との関係より、損傷度の推定が可能である。

#### 参考文献

 <u>李相勲</u>,鎌田敏郎: ACCUMULATED SIBIE 法に よるコンクリート構造物の欠陥探査数値解析,コン クリート構造物の非破壊検査論文集, Vol.4, 日本非 破壊検査協会, pp.435-440, 2012.8.