

コンクリート補修表面ひび割れのSIBIE解析による評価

熊本大学大学院自然科学研究科 学生会員 ○荒巻 新
 熊本大学大学院自然科学研究科 学生会員 園田崇博
 熊本大学大学院自然科学研究科 フェロー会員 大津政康

1. 序論

既往の研究により SIBIE¹⁾法で使用したインパクトエコー法の入力装置であるアルミ飛翔体の上限周波数は、浅部欠陥の検出に不十分である可能性が示された。本研究では 10cm 以下の欠陥検出を目的として、アルミ飛翔体による入力より高周波成分を含む入力装置、および高い周波数帯域までフラットな感度をもつ出力装置による入出力方法を開発し、補修を行ったひび割れ部を模した供試体に対し BEM 解析及び SIBIE 解析を行い、浅い部分での SIBIE 法の有用性を評価した。

2. 欠陥検出の原理

インパクトエコー法のご概念によれば、供試体板厚による共振周波数および内部欠陥反射による共振周波数は次式(1), (2)で表わされる。

$$f_T = C_p / 2T \quad (1)$$

$$f_{crack} = C_p / 2d \quad (2)$$

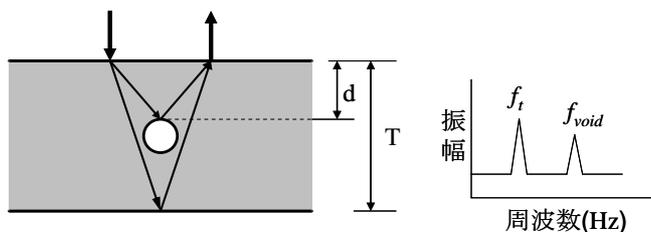


図-1 インパクトエコーによる欠陥検出の原理

SIBIE 法はインパクトエコー法の結果を 2 次元画像化して評価する手法である。

試験により得られる周波数スペクトルから、それぞれの理論周波数(式(3))における相対振幅を読み取って足し合わせることで各要素の要素値とし 2 次元画像上に表すことで、ひび割れの位置を視覚的に特定できる。

$$f_R = C_p / (R/2), \quad f_{r2} = C_p / R \quad (3)$$

キーワード 弾性波, FFT, インパクトエコー法, AE センサ, SIBIE

連絡先 〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2 丁目 39-1 国立大学法人熊本大学 TEL 096-342-3542

3. 解析理論

3.1 境界要素法 (BEM)

実際の実験で得られた周波数スペクトルでは、計測時のノイズやセンサ特性等の影響により、様々なピーク周波数が観察される。そこで、補修深さ $d = 1\text{cm}, 3\text{cm}, 5\text{cm}, 7\text{cm}$ としたモデルで BEM 解析により SIBIE による欠陥検出性能について検討した。図-2 に解析モデルを示す。

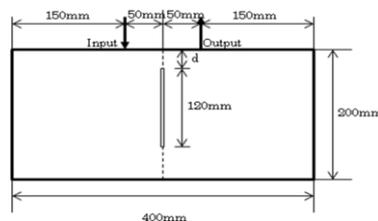


図-2 BEM 解析モデル

4. 実験概要

ファンクションジェネレータを用いてパルス信号を印加し、AE センサ(R15,共振周波数 150kHz)により衝撃入力した。また、検出においても AE センサを使用した。

実験で用いた直方体供試体の寸法を図-3 に示す。供試体中央にはひび割れを模したスチレンボードが埋め込まれている。今回の実験はひび割れ補修後を想定しているため、補修深さを 1cm, 3cm, 5cm, 7cm と想定して製作した。弾性波速度試験、インパクト入力試験、AE センサ同士を重ね合わせて行う face to face 試験を実施した。

5. 実験結果及び考察

5.1 BEM 解析による SIBIE の結果および考察

補修深さ d を変化させ BEM 解析により求められた周波数スペクトルをもとに SIBIE を行った。その結果を図-4 に示す。

BEM 解析による SIBIE の結果からは、補修深さ 5cm の場合はその周辺とひび割れ深さ周辺に強い反応が確認されており、得られた周波数スペクトルでの SIBIE 解析では補修深さ及びひび割れ深さを SIBIE 解析により評価できることが示された。

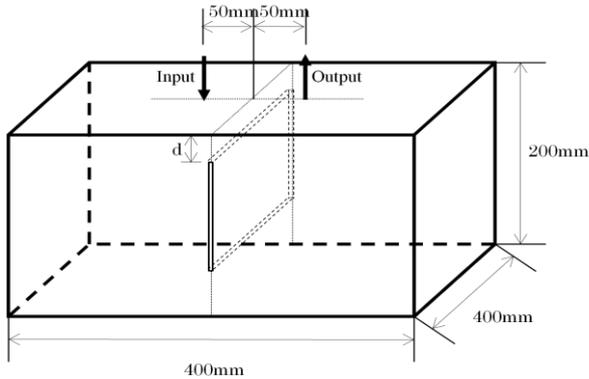


図-3 供試体図

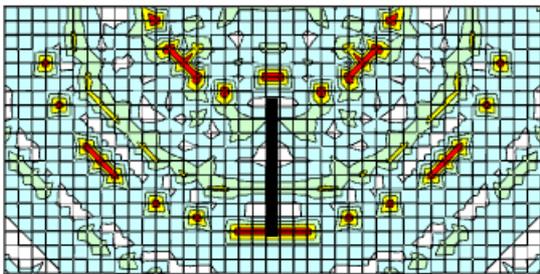


図-4 BEM 解析による SIBIE 図

3.2 実験による SIBIE の結果および考察

試験により得られた周波数スペクトルを元に、SIBIE 解析を行った結果、供試体中央付近で強い反応がみられた(図-5)。これは、試験により得られた周波数スペクトルを face to face 試験で得られた周波数スペクトルと比較すると、センサ特性が大きく影響していることが確認された。

センサ特性を取り除くために face to face 試験により得られた周波数スペクトルによりそれぞれの実験で得られた周波数スペクトルを除した。補修深さ 7cm での結果を図-6 に示す。AE センサの周波数スペクトルに注目すると低周波帯域は値が相対的に非常に小さく、除す際に値が分散してしまう。ここでは 20kHz までの領域で値が分散してしまった。しかし高周波帯域は値も比較的安定して存在しており、センサ特性除去に有効と言える。そこで、解析対象の周波数帯域の下限を 20kHz とし、20~100kHz の周波数帯域で SIBIE 図を作成した(図-7)。また、解析

結果の精度を向上させるため f_{r2} 共振のみを用いた。

その結果、補修深さが 7cm ではひび割れによる反応が見られたため、今回のように 20kHz に下限を設定し、 f_{r2} 共振を用いることにより 10cm 以下でも SIBIE 出来る可能性が示された。

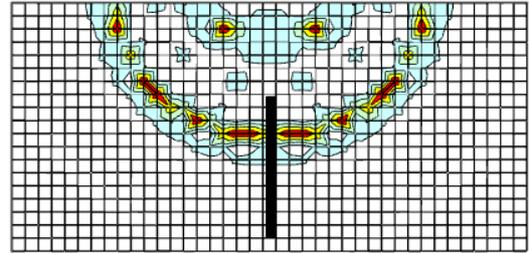


図-5 実験による SIBIE 図

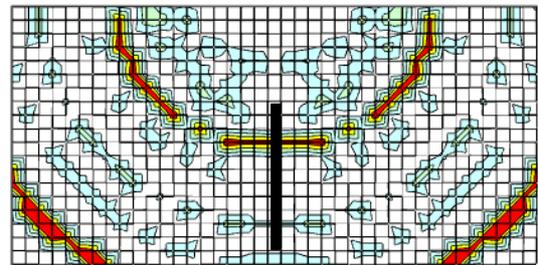


図-6 センサ特性除去後の SIBIE 図

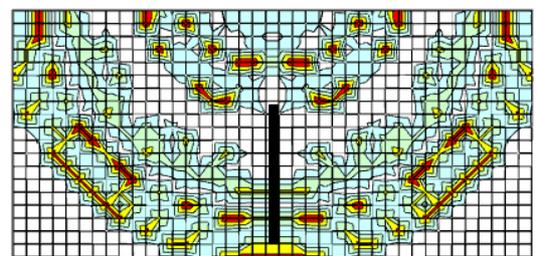


図-7 20~100kHz 及び f_{r2} 共振のみの SIBIE 図

4. 結論

本研究では、表面補修を行ったひび割れ部を模した供試体での内部深さ検出試験により浅い部分のひび割れ検出性能の評価を行い、補修深さ・ひび割れ深さを SIBIE 解析により評価できることが示された。

5. 参考文献

- 1) 渡海雅信, 小坂浩二, 大津政康: SIBIE を用いたコンクリート中の欠陥検査法に関する考察, コンクリート工学年次論文集, vol.23, No.1, pp.499-504, 2001.