SIBIE 法におけるコンクリート内部鉄筋の影響の評価

熊本大学大学院自然科学研究科 学生会員 〇山田雅彦

エーゲ大学工学部 非会員 Ninel Alver

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

本研究では PC グラウト未充填部検出の評価技術 としての SIBIE(Stack Imaging of spectral amplitudes Based on Impact Echo)¹⁾法の確立および信頼性の向上を 目的とし, グラウト未充填シース管を有し, 鉄筋が配 筋された供試体について実験を行い, SIBIE 結果におけ る鉄筋の影響の考察を行った。また調査断面において スキャニングを行い得られた SIBIE 結果を供試体の断 面全体を評価する B-scan 法により後処理評価を行った。

2. 欠陥検出の原理

2.1 インパクトエコー法

インパクトエコー法は、弾性的な衝撃力により入力 された弾性波を変位型センサで検出記録し FFT 処理に より周波数スペクトルを求める。その周波数スペクト ル上には**図**-1 に示すように供試体底部の反射による 共振周波数 f_T ,内部欠陥反射による共振周波数 f_{void} でス ペクトルピークが出現する。供試体中を伝わる P 波の 伝播速度を C_p ,供試体の板厚を T,内部欠陥までの距 離を d とすると、出現するピーク周波数は**図**-1に示す 値を用いることにより、式(1)、式(2)のように表される。

$$f_T = C_p / 2T \tag{1}$$

$$f_{void} = C_p / 2d \tag{2}$$



図-1 インパクトエコー法による欠陥検出の原理 2.2 SIBIE の原理

周波数スペクトルのピーク周波数は,理論的には入 力された弾性波が不連続面で反射することにより生じ る。そこで,供試体断面での弾性波の反射位置を画像 化する SIBIE という画像処理法を考案した。まず図-2 に示すように解析対象の断面を正方形要素に分割しモ デル化する。次に分割された各要素の中心からの弾性 波の反射による共振周波数を求める。この際,弾性波 の最短伝播経路を *R* とすると式(3)のように表される。



図-2 SIBIE 解析イメージングモデル

解析対象中を伝わる弾性波の波速を C_P とすると, 分割された要素の中心で反射することにより生じる共 振周波数は,式(4)のように考えられる。

$f_R = C_p / R$	(4)

さらに要素からの反射を強調する共振周波数として、 $f_{r2} = C_p / r2$ (5)

が考えられる。

 $\Delta x = C_p \Delta t / 2$

実測した周波数スペクトルにおいて,式(4),式(5)で 求められる共振周波数の相対振幅値を合計することに より要素からの反射の影響を数値化する。この計算を 各要素で行い,数値の大小により 5 段階に評価し,図 化したものが計測対象断面の 2 次元画像となる。モデ ル化する際の分割する正方形要素の大きさΔx は次式で 与えられる。

(6)

キーワード 弾性波, 共振周波数, インパクトエコー法, SIBIE, 非破壊検査
連絡先 〒860-8555 熊本市黒髪2丁目 39-1 TEL 096-342-3542

3. 実験概要

3.1 実験供試体

使用する供試体 300mm×300mm×1000mm の角柱供 試体で供試体内部にはグラウト未充填のシース管が埋 設されている。また SIBIE 結果にどの程度鉄筋の影響 が現れるか調べるため供試体中に片側には鉄筋が配置 されており、その供試体の概要を図-3に示す。



図-3 供試体概要

3.2 インパクト入力試験

インパクト入力試験は、高周波数の外力を入力する ため、直径 8mm、長さ 17mm のアルミ飛翔体を空気圧 約 0.05 MPa により衝撃を入力し、その左右の二箇所に 使用帯域が 50kHz までの加速度計を衝撃入力点から 50mm の位置を検出点とした1点入力1点検出で行った。 衝撃入力点の位置を図-4 に示す。



4. 結果及び考察

インパクト試験により得られた周波数スペクトルに SIBIE 解析を行った結果を図-5 に示す。図中の白い四 角はシース管を表しており、矢印はそれぞれ衝撃入力 点と出力点を示している。



SIBIE 結果においては精度よくシースによる反射が 得られた。また鉄筋付近の位置では黄色の領域が存在 し鉄筋による反射の影響が現れたと考えられる。しか し鉄筋による反射はシースによるものと比べると影響 が小さく, SIBIE を適用することにより鉄筋の位置に関 わらずシースの充填状況を評価することが可能である。

次に B-scan 法による結果を図-6 に示す。結果の見 方としては色の濃淡が反射の強弱を示しており、濃い ほど反射が強い。図中の四角はシース管を示している。 結果を見るとシースの深さで反射の影響が見られ、鉄 筋が配置されている図右側部分においては左側部分と 比べて鉄筋埋設深さ 50mm の位置に反射が確認できる。



図一0 供試体例面にのいるB-S0

5. 結論

本論では、非破壊検査手法としての SIBIE 法の確立 のため PC グラウト未充填部のモデル試験により評価 を行った。以下に結論を示す。

(1) 得られた周波数スペクトル図より SIBIE 解析を行い 鉄筋無し,鉄筋有りのそれぞれの結果を比較したとこ ろ,SIBIE 図ではシース管の位置を精度よく同定するこ とができた。

(2) B-scan 法を用いて供試体断面全体で評価したところ シースの位置は同定でき,鉄筋埋設深さで鉄筋の反射 の影響も確認できた。

これらの結果より、SIBIE 法により鉄筋の埋設状態に関わらず PC グラウト未充填状況を評価できるといえる。

6. 謝辞

本研究は熊本大学グローバル COE プログラム衝撃エネ ルギー工学ググローバル先導拠点の助成を受け,エー ゲ大学との共同研究を行った成果の一部である。多大 なご協力を頂きました関係各位に深く感謝いたします。

7. 参考文献

1)山田雅彦・大久保太郎・大津政康・内田昌勝; SIBIE に よる PC グラウト未充填部のモデル試験による検討, コンクリート工学年児論文集, vol.31, 2047-2052, 2009