

V-3 SIBIEによるPCグラウトの充填評価の画像処理手法

徳島大学大学院 学生員 ○藤垣 博敏
 徳島大学工学部 正会員 渡辺 健
 徳島大学工学部 正会員 橋本 親典
 徳島大学工学部 正会員 石丸 啓輔

1. はじめに

PC グラウトの充填状況を確認するための非破壊検査方法の1つにインパクトエコー法があり、近年ではインパクトエコー法によって得られた周波数スペクトルを用いて検査断面を画像化するスペクトルイメージング(SIBIE)手法が開発されている¹⁾。この方法は、既往の研究によって有効性が示されているが、空隙以外の影響により、空隙が明確でない場合もある。本研究では、空隙をより明確に取り出すために、実験で得られた周波数スペクトルを処理することで特徴的なピーク周波数を取り出すことを検討した。

2. 実験概要

本実験では、グラウト未充填のシース管を内部に埋設した600×600×200mmの供試体を用いた。供試体は、シース管の直径と深さを变化させたものを3体と供試体内に何も埋設していないものを1体使用した。シース管の径と深さの関係を表-1に示す。周波数スペクトルを得るために直径5.5mmの鋼球を高さ30cmの位置から自由落下させる鋼球落下試験を行い、供試体表面の加速度計にて弾性波を計測し、FFT処理した。計測条件は、鋼球落下位置をシース管直上、弾性波の計測位置を鋼球落下位置から10mmとした。

表-1 シース管直径と深さの関係

	直径(mm)	深さ(mm)
供試体 1	20	60
供試体 2	20	90
供試体 3	40	90
供試体 4	—	—

3. SIBIEの原理

インパクトエコー法で得られた周波数スペクトルによって、弾性波の反射の影響をイメージング画像に現すSIBIEが開発されている。解析手順としては、始めに検査対象の断面を正方形要素に分割しその交点座標を仮想点としてモデル化する。本研究で使用した解析モデルは、供試体内部のシース管部分がモデル領域内に入るように200×200mmの領域を持つモデルとし、要素点間隔は5mmとした。本研究で使用した解析モデルを図-1に示す。

次に、各要素点の交点で弾性波が反射したと仮定する。その時、弾性波は入力点→要素点→出力点と伝播し、最短伝播経路Rは次式で表される。

$$R=r_1+r_2 \quad (1)$$

その後、次式により各要素点での理論上の共振周波数を求める。

$$f_1=C_p/(R/2), \quad f_2=C_p/R \quad (2)$$

式(2)で求めた各要素点での理論上の共振周波数と一致する周波数スペクトルを実測により得られたスペクトルデータの中から抽出し、その振幅値を合計することにより各要素点からの弾性波の反射の影響を検出する。

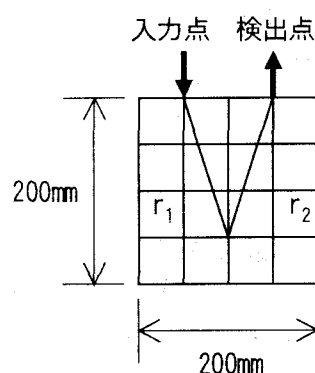


図-1 イメージングモデル

4. 結果

今回の実験ではまず、検査対象断面の周波数スペクトルを、健全部の周波数スペクトルで引く処理および割る処理を実験結果から検討した。理論的には、これらの処理を行うことで空隙以外の影響を減少させることができると考えられるためである。図-3、図-4は、供試体1における周波数スペクトルを健全部の周波数スペクトルで引いたものと、割った処理を行った結果である。図中の矢印はインパクトの入力点と検出点を示し、○はシース管を示す。この結果より、健全部の周波数スペクトルで引く処理方法は、ほぼ効果が

無かった。これは他の供試体による結果でも同様であったため、健全部の周波数スペクトルで検査対象断面の周波数スペクトルを引く処理は、ほぼ効果がないと思われる。一方、健全部の周波数スペクトルで割る処理は効果がみられる。よって、検査対象断面の周波数スペクトルを、健全部の周波数スペクトルで割る処理は、有効であると思われる。

以上の処理方法は、検査対象断面の周波数スペクトル以外に、健全部の周波数スペクトルが必要となる。そこで、検査対象断面の周波数スペクトルのみで、空隙をより明確に取り出す処理方法を考えた。そこで検査対象断面の周波数スペクトルを2乗する処理を提案し、検討した。この処理により、空隙以外の比較的小さな影響を減少させることができると考えたためである。図-5、図-7は、供試体1と供試体3における周波数スペクトルを2乗した処理を行った結果である。供試体3の結果では、空隙をより明確に取り出すことができた。しかし、供試体1の結果では空隙の影響を明確に取り出せていない。これは、空隙の位置が浅いためピーク周波数が高いこと、そして鋼球落下試験では高い周波数帯域の入力が不安定であるためであると思われる。

5. まとめ

本研究より、検査対象断面の周波数スペクトルを2乗する処理および健全部の周波数スペクトルで割る処理によって、空隙をより明確に取り出せる可能性があることが判った。

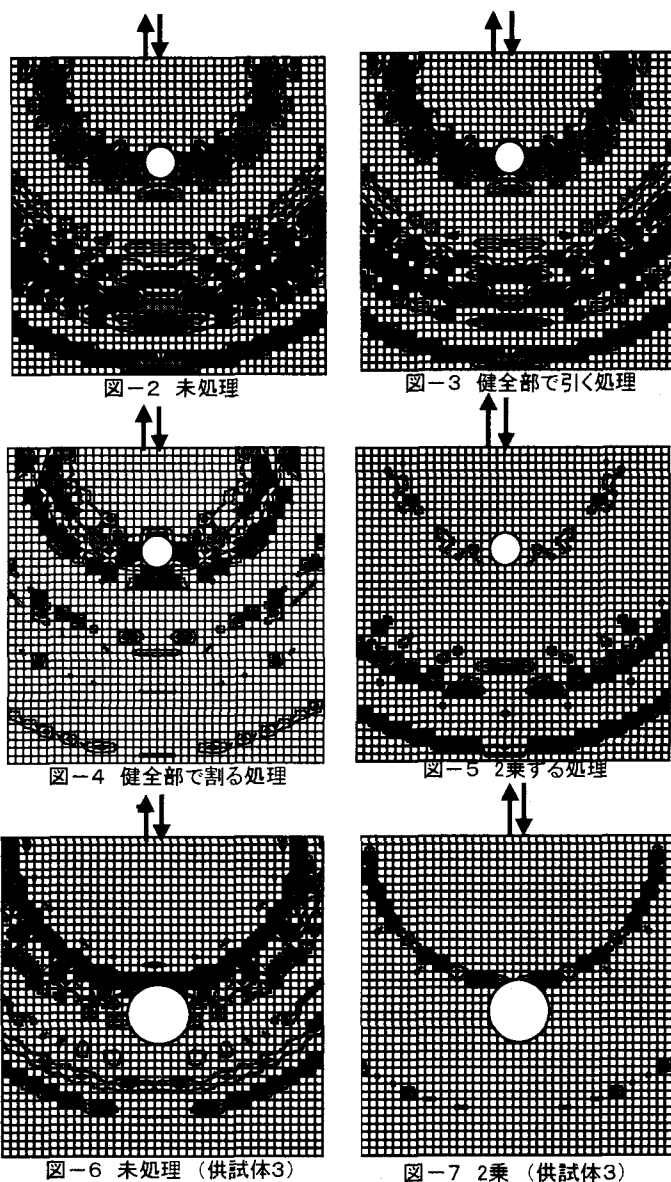


表-2 各供試体の処理パターンごとのSIBIEの結果

	未処理	引く	割る	2乗
供試体1	△	△	○	×
供試体2	△	△	△	○
供試体3	○	○	◎	◎
供試体4	—	—	—	—

◎ ○ △ ×
検出できた ← → 判別しにくい

6. 参考文献

- 1) 森田貴志, 渡辺健, 橋本親典, 大津政康: 鉄筋コンクリート内部の空隙検出におけるSIBIEの有効性, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, 2003