

V-13 SIBIE を利用したプレストレストコンクリートのシース管内の空隙検出

(株)昭和コーポレーション 正会員 ○持山 直也

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⁾。本研究ではインパクトエコー法で用いるインパクト試験において衝撃力による入力点および反射波の検出点の位置関係が、SIBIEによるシース管内の空隙の可視化におよぼす影響を検討し、その効性について検討した。

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変化させたものを4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9.5mmの鋼球を高さ30cmの位置から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。

表-1 シース管の直径と深さの関係

	直径 (mm)	深さ (mm)
供試体 1	20	60
供試体 2	20	90
供試体 3	20	120
供試体 4	40	90
供試体 5	—	—

計測パターンとしては、鋼球落下位置をシース管鉛直直上に固定し、弾性波を出力するセンサーを鋼球落下位置から20mm、30mm、40mm、50mmと変化させ、計4点の計測により得られた周波数スペクトルにSIBIEによるイメージング手法を適用した。また、画像化を行う断面については、シース管軸方向300mmの中央の位置で、シース管軸に垂直な200×200mmのシース管を含む断面に対して画像化を行った。

3. SIBIEの原理

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基に検査対象である断面を画像化することにより内部欠陥を評価するスペクトルイメージング手法 SIBIE(*Stack Imaging of spectral amplitudes Based Impact-Echo*)が開発されている。

解析手順としては、始めに解析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10mm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。

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

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。

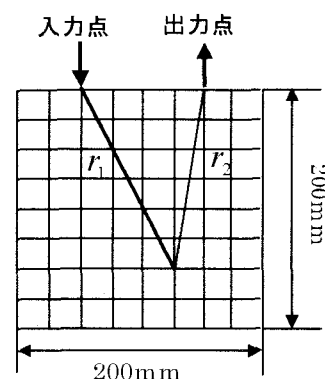


図-1 解析モデル

4. 結果

今回の実験で SIBIE により得られたスペクトルイメージング画像の一例として弾性波の入力点と出力点の距離が 20mm と 50mm における供試体 1 と供試体 5 のスペクトルイメージング画像を図-2 および図-3 に示す。なお、図中の矢印は弾性波の入力点および出力点であり、○はシース管を表す。また、色が濃くなるほど弾性波の影響が強いことを意味する。

図-2 より、供試体 1 では弾性波の入力点と出力点の距離が 20mm および 50mm のスペクトルイメージング画像でシース管付近から弾性波の強い影響が検出された。供試体内部に空隙を含まない供試体 5 のスペクトルイメージング画像には見られないので空隙による影響が検出されたといえる。しかし、弾性波の入力点と出力点の距離が 50mm のものでは空隙位置以外からも弾性波の影響が強く検出された。これは、どの供試体でも同様の傾向を示しており、弾性波の入力点と出力点の距離が遠くなるに従い、空隙からの反射の影響が相対的に低くなることを示している。

各供試体の計測パターンごとの SIBIE の結果を表-2 に示す。表-2 より、弾性波の入力点と出力点の距離が 40mm および 50mm の計測パターンでは、供試体によっては空隙の影響を検出できなかったのに対し、弾性波の入力点と出力点の距離が 20mm および 30mm の計測パターンでは、すべての供試体で空隙の影響を検出することができた。

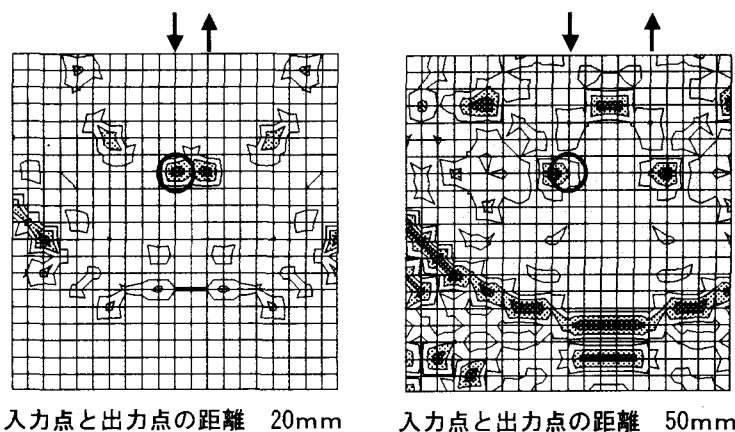


図-2 供試体 1 のスペクトルイメージング画像

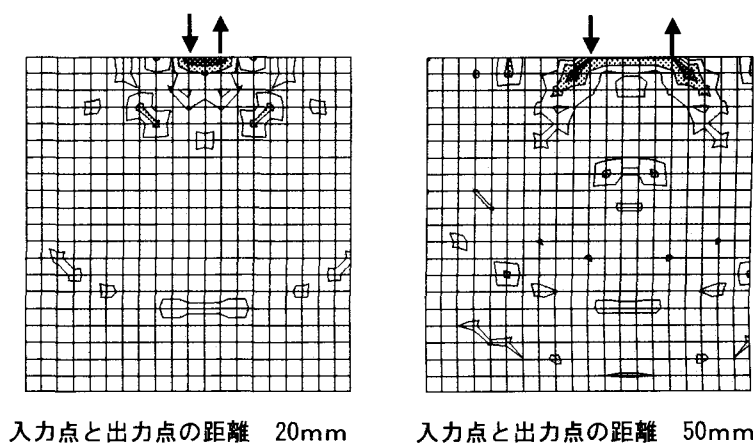


図-3 供試体 5 のスペクトルイメージング画像

表-2 各供試体の計測パターンごとの SIBIE の結果

弾性波の入力点と出力点の距離	20mm	30mm	40mm	50mm
供試体1	○	○	○	○
供試体2	○	△	×	△
供試体3	○	○	△	×
供試体4	○	○	○	△

○ : よく検出できた △ : ある程度検出できた × : あまり検出できなかった

5. まとめ

SIBIE により、P C グラウトの充填度を可視化でき、その際、衝撃力を入力点はシース管上、また、検出点は入力点に近いほうがより良く評価できることが明らかとなった。

6. 参考文献

- 1) 森田貴史, 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