

V-14 インパクトエコー法による断面修復されたコンクリート部材の内部欠陥評価

和歌山県庁 正会員 ○芝 卓司

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

コンクリート構造物の維持管理では通常、劣化や損傷の進行を診断し、それに対する補修・補強が行われる。しかし、補修後のコンクリート構造物においてその補修状態を評価することは困難であり、補修後のコンクリート構造物の初期診断、定期診断手法の確立が必要となる。そこで本研究では、弾性波を利用した非破壊検査手法の一つであるインパクトエコー法を利用して、断面修復において問題となる打継目を評価することを目的とした。そして、ポリマーセメントモルタルを用いて断面修復されたコンクリート部材の内部欠陥評価の有効性を検討した。

2. 実験概要

本実験では、打継目の付着や欠陥の評価を行うために、300×300×200mm の供試体を作製した。表-1 に 4 種類の供試体を示す。No.2 には人工的に 80×80×10mm の空隙を打継目に設けて、No.3 は供試体の上面中央を 100×100×50mm だけポリマーセメントモルタルで補修を行った。これらの供試体に、鋼球の自由落下によって弾性波を入力させて、コンクリート内部で反射される弾性波の波形を供試体表面で検出し、その波形を FFT 処理することにより周波数スペクトルを得た。

表-1 4 種類の供試体

番号	材料	打継目
No.1	2 層(5cm) ポリマーモルタル	全面付着
	1 層(15cm) 早強コンクリート	
No.2	2 層(5cm) ポリマーモルタル	空隙有り
	1 層(15cm) 早強コンクリート	
No.3	2 層(5cm) ポリマーモルタル	上面中央
	1 層(15cm) 早強コンクリート	
No.4	1 層(20cm) 早強コンクリート	なし

3. 解析方法

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(Stack Imaging of spectral amplitudes Based on Impact-Echo)が開発されている¹⁾。

図-1 に解析に用いるイメージングモデルを示す。始めに検査対象の断面内に等間隔で要素点を設けモデル化する。次に、分割された各要素の交点からの弾性波の反射による共振周波数を求める。コンクリート供試体表面より入力された弾性波は、入力点→各要素の交点→検出点という伝播経路を通ると仮定し、各要素での最短伝播経路を R とすると式(1)のように表される。

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

解析対象中を伝わる P 波の波速を C_p として、分割された要素の中心で反射することにより生じる場合の理論上の共振周波数は、式(2)のように求めることができる。

$$f = C_p / R \quad , \quad f' = C_p / (R/2) \quad (2)$$

各要素の交点にて式(2)で求められる弾性波の反射による理論上の共振周波数に一致する周波数での周波数スペクトルの振幅値を抽出し、その振幅値を合計し、比較することにより断面内部からの反射の影響を検出する。

4. 結果と考察

4.1 波形の減衰

鋼球は直径 5.5mm, 9.5mm の物を使用し、センサーや検出条件は全て同じである。波形の最大振幅値で

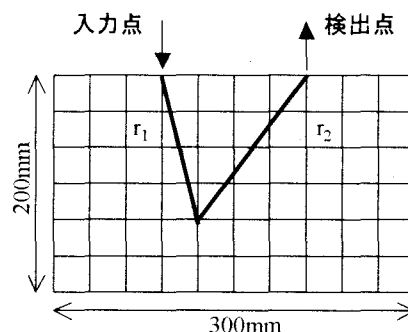


図-1 解析断面モデル

は評価できなかったが、各供試体の減衰後の波形に大きな違いが見られた．減衰後の波形を比較するために、減衰の安定した 0.0075 秒から 0.01 秒までの 9.5mm 鋼球の波形を図-2 に示す．相対振幅とは(最大振幅値/各時間の振幅値)を示している．これらを比較してみると、打継目に欠陥の有する供試体(No.2)では相対振幅の変動と周期がともに大きく、打継目の無い健全な供試体(No.4)では相対振幅の変動と周期がともに小さいことがわかる．これは打継目や空隙上層のポリマーモルタルがたわみ共振を起こした影響と考えられる．

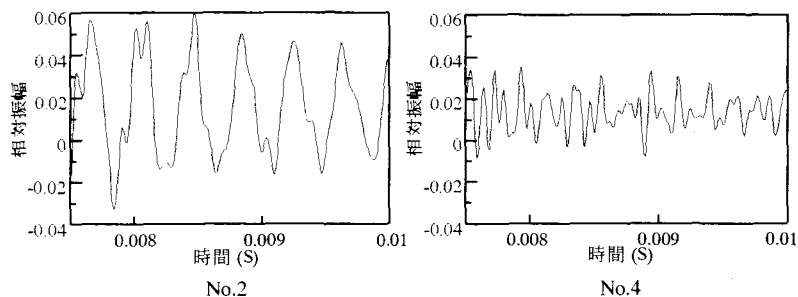


図-2 9.5mm 鋼球の 0.0075 秒から 0.01 秒の波形

4.2 周波数スペクトル

代表的な 5.5mm 鋼球の周波数スペクトルを図-3 に示す． f_i がコンクリートの厚さ， f_{joint} が打継目， f_{void} が空隙の理論上の共振周波数を示している．図と比較してみると、理論上の共振周波数付近には強いピークが見られるために、それらに相当するものと考えられる．しかし、他の周波数でも強いピークが確認できる．

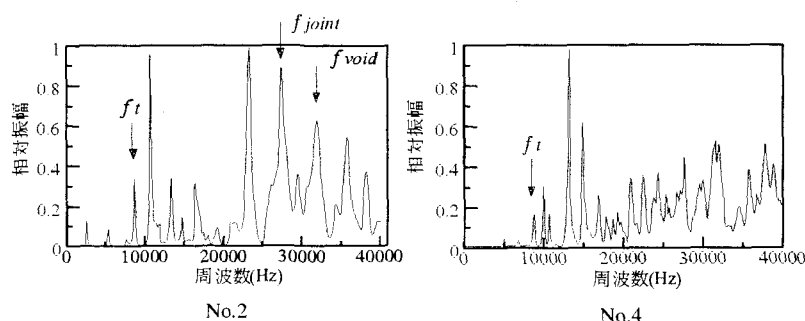


図-3 5.5mm 鋼球の周波数スペクトル

これは、インパクト試験によって入力した弾性波が供試体の底面や側面で反射した影響と考えられ、周波数スペクトルのみの評価は困難であることが分かる．

4.3 イメージング画像

図-4 に f と f' を抽出したイメージング画像を示す．ここで、SIBIE によるスペクトルイメージング断面画像は、200×300mm の解析モデルを使用した．画像中で色が濃いほどその位置で周波数スペクトルの振幅値の合計が大きいことを示し、各正方形要素からの反射の影響が強いことを意味する．また、図中の矢印はインパクトの入力点と検出点である．

まず、No.3 の画像は打継目を囲むようにして反射の影響が見られ、No.2 の空隙が存在しない部分でも反射の影響が見られる．これらは底面や側面からの反射された弾性波が打継目で再び反射した影響とも考えられるが、今後検討が必要である．次に、No.1 と No.2 の下層は欠陥の有する No.2 の方がより大きく反射の影響が見られる．また、No.1 と No.4 では打継目の有する No.1 の方が反射の影響が大きいことから、各供試体のイメージング画像を相対比較することにより、打継目の付着が評価できると考えられる．

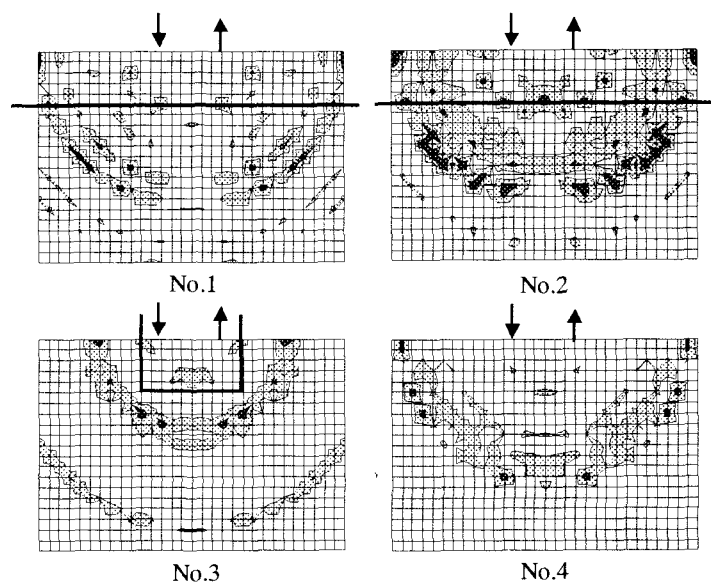


図-4 f と f' を抽出したイメージング画像

5. 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