

## SIBIE によるコンクリート内部欠陥検出に関する考察

熊本大学大学院 学生会員 小坂浩二  
 三菱電機 正会員 渡海雅信  
 熊本大学大学院 正会員 大津政康

### 1. はじめに

インパクトエコー法は弾性波を利用した非破壊検査手法<sup>1)</sup>の一つであり、周波数スペクトルのピーク周波数から内部欠陥の位置を判断する検査手法である。しかし、実際は周波数スペクトルのピーク周波数からの内部欠陥の検出は困難であった。そこで、内部欠陥をインパクトエコー法によって得られる周波数スペクトルのピーク周波数のみで判断するのではなく、検査対象である断面の、どの位置からの反射が周波数スペクトルに大きく影響しているかを検討し、その断面画像をビジュアル化することにより評価する手法としてスペクトルイメージング SIBIE(Stack Imaging of spectral amplitudes Based on Impact Echo)と名付けた手法を開発した。<sup>2)</sup>本研究では、画像処理手法の有効性を検証するため、PC 供試体の弾性波(P 波)速度の決定法と埋設されたシース管のグラウト充填度の評価について検討した。

### 2. 実験概要

PC グラウトの充填度を検討するために、図-1 のようなグラウト充填供試体を作製した。250×250×1000mmの角柱供試体で、供試体断面中央に 30mm、長さ 700mmのシース管を設置し、このシース管内部の半分までグラウトを充填させた。そして、シース管が設置されて無い部分を健全部、シース管が設置されている部分ではグラウト充填部、グラウト未充填部とした。この供試体に高周波数を含む衝撃力を入力するために鋼球落下試験を行った。試験では供試体を両端支持状態で保持し、直径 4.8mm の鋼球を高さ 300mmから自由落下させた。そして供試体表面に設置した加速度計により、供試体に入力された弾性波の波形を検出し、FFT 処理することにより周波数スペクトルを求めた。

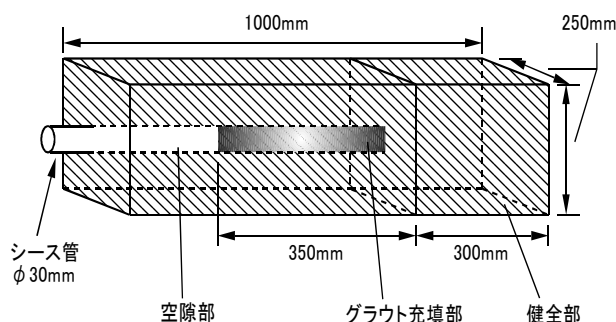


図-1 供試体概要

### 3. 弾性波測定試験

SIBIE を行う際、弾性波(P 波)の波速測定試験を行った。まず、100mm の厚さのコンクリート供試体を用い、供試体上部にシャープペンシルで衝撃入力により弾性波を発生させた。そして、供試体下部の測定点(2 点)での弾性波伝播の時間差を測定し弾性波の波速を求めた。測定点では AE センサ(1000kHz 共振)を用い、衝撃入力点の真下のセンサは固定とし、もう片方のセンサを移動させた。AE センサ間は 50mm・100mm・150mm とした。次に、100mm の厚さのコンクリート供試体を用い市販の時間差測定装置により透過法によって測定した。

いずれの試験も測定回数を 20 回とし、その平均値を弾性波の波速とした。そして、計測した測定回数における平均の波速の変化を図-2 に示す。弾性波の波速は AE センサを用いた試験では平均として約 4250m/s が、透過法

表-1 コンクリート物性値

引張強度 (MPa)	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	ポアソン 比
2.76	33.1	27.4	0.20

キーワード：インパクトエコー，弾性波法，グラウト充填度評価

連絡先：〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1, (tel)096-342-3542, (fax)096-342-3507

では約 4230m/s が得られた。この結果より 10 回以上の回数で測定を行えば、両者がほぼ一致することが確認された。よって今回は透過法で得られた波速を採用した。

図-1 の供試体で透過法により 20 回測定した結果は 4500m/s であった。

#### 4. 実験結果

解析対象断面のイメージングモデルと計測された周波数スペクトルを用いて、スペクトルイメージング (SIBIE) による画像処理を行った。イメージングモデルで分割した正方形要素の一辺の長さ  $x$  を 10mm としたモデルを用いてスペクトルイメージングを行った。結果の見方として断面画像は色が濃いほど、その要素での周波数スペクトルの振幅値の和が大きいことを示すようにしており、その要素からの反射の影響が強くなっていることを意味する。

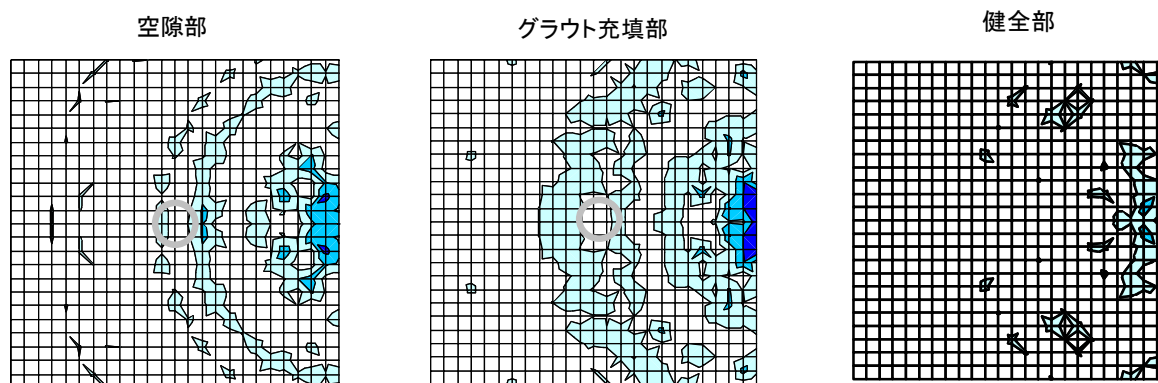


図-3 スペクトルイメージング結果

スペクトルイメージングの結果を図-3 に示す。断面中央部に見られる はシース管の位置を示しており、空隙部では、断面中央に埋設されたシース管の縁部での色が濃く反射の影響が大きくなっていることが確認される。グラウト充填部では、空隙部で見られるシース管の縁部での反射による影響は見られない。また、健全部と空隙部を比較すると空隙およびシース管での反射による影響が顕著に現れていることが確認される。

#### 5. 結論

1) 弾性波の波速の測定するため、シャープペンシルにより弾性波を発生させ弾性波の到達時間の時間差を AE センサにより計測し波速を測定する方法と市販の時間差測定装置により透過法によって波速を測定する方法の 2 種類の測定方法を実施した。各測定方法の弾性波の波速は類似し安定した値を得ることができた。

2) 空隙部、グラウト充填部、健全部の断面を持つ供試体において、SIBIE を適用して断面画像を求めた結果、空隙部では空隙からの反射の影響を視覚的に表現できることが明らかとなった。また、グラウト充填部および健全部と比較しても空隙の影響による差異がはっきりと確認できた。

#### 参考文献

- 1) Sansalone, M.J. and Streett, W.B.; Impact-Echo, Bullbrier Press, Ithaca, N.Y., 1997
- 2) 渡辺健; インパクトエコー法の画像処理に関する研究, コンクリート工学年次論文報告書, Vol.22, No.1, pp.391-396, 2000

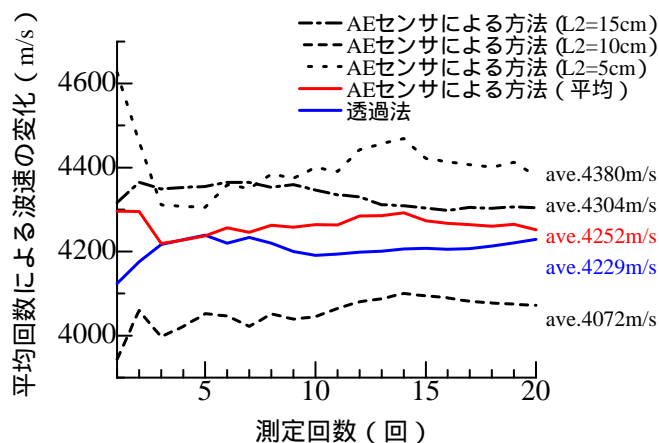


図-2 平均回数による波速の変化