

## CS-13 逆解析によるコンクリート内部欠陥の非破壊評価

北見工大 正員 三上修一  
構造技研 川村幸司

島田建設 正員 斎藤隆行  
北見工大 フェロー 大島俊之

## 1. はじめに

コンクリート構造物の健全度診断を行う上で構造物の内部欠陥診断の精度向上に対する要請は大きくなっている。欠陥点検手法の中でも超音波を用いたコンクリート構造物の点検は使用機器の進歩にともなって記録性・信頼性のある手法として研究が行われている。一方では超音波の伝播特性を応用して逆問題として構造物内部の欠陥を再構成する研究が行われている。例えば外から見えない内部の様子を超音波トモグラフィ法によって可視化する研究などである。これらの逆解析手法としては最小二乗法が一番良く使われる。また最尤法、ベイズ法などの解析手法による研究や透過超音波の伝播速度や減衰特性・周波数特性の違いを統計解析の手法を用いて内部分布を求めるサイズミットモグラフィ法<sup>1)</sup>がある。本論文では超音波の伝播速度を測定してモルタル供試体中の疑似欠陥の分布をサイズミットモグラフィ法で推定したので報告する。

## 2. 実験概要

図1に示すような測定システムで実験を行った。入射センサーは共振周波数50kHzの圧電型センサーにパルスジェネレータより10V、10 $\mu$ sのパルス波を入射している。受信センサーにはP波測定用広帯域圧電センサー（センサーV）とS波測定用せん断型圧電センサー（センサーH）を用いている。

供試体の形状は長さ70cm、高さ30cm、板厚3cm、水セメント比50%で標準砂を細骨材としたモルタル長方形板である。この供試体中に図2に示すようなクラック（9cm×3mm）二つを疑似欠陥とする供試体MBである。測定に際して、センサーの接触条件が測定結果に大きな影響を与えるので、測定面はセメントペーストでコーティングを施し平滑にし、測定時は供試体を表乾状態に保ち、センサー押しつけ条件を一定に保っている。到達時間の測定は図3に示す入射面（a, b, c, d）のひとつ面の中央を入射点とする。受信点は入射面以外

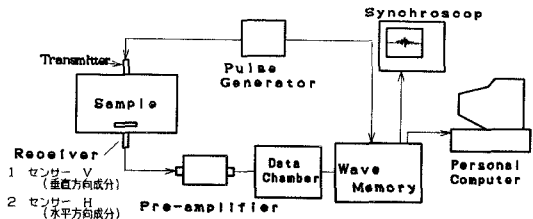


図1 測定システム

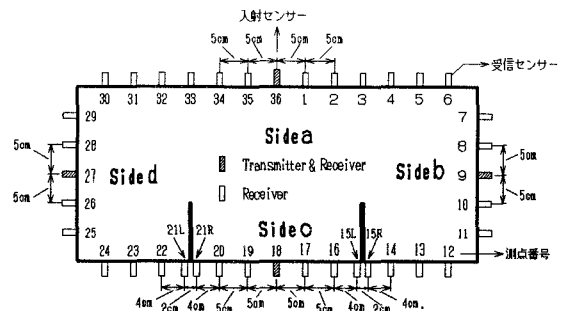


図2 センサー配置（供試体MB）

の3面（aを入射面としたときの測定面はb, c, dとなる）を測定面として5cm間隔にセンサーを配置して超音波の伝播波形より伝播時間を測定する。図4は供試体MBの到達時間（縦軸、 $\mu$ s）を探触子間距離（横軸、cm）毎にプロットしたものであり、a～dの入射点ごとの結果を重ねて示したものである。横軸の0cmは測点1、182cmは測点36に対応している。探触子間距離はセンサー

中心の最短距離とした。クラック位置(67cm、102cm)で到達時間に大きな変化が生じていることがわかる。

### 3. サイスマットモグラフィによる欠陥評価

前節の実験より求めた到達時間を基に解析を行うことにする。供試体を図3に示すような5×5cm、2.5×5cm、2.5×2.5cmのブロックに分割する。これらブロック毎の伝播速度の算定において、超音波は入射点と受信点の間で直進すると仮定し、各波線がブロックを通過するときの長さで重み付けした平均値を求めるものとして行った。ここで求めた各ブロックの平均速度が小さい部分は劣化が進んだブロックと判定する。解析は入射点毎に各ブロックの伝播速度を求める。次に各ブロック毎に伝播速度を3段階にランク付けして、遅いブロックには2、速いブロックには0というように点数をつけて評価した。これから得られる結果は入射点位置によって内部欠陥の影響による超音波の透過性状が異なるため入射位置によって得られる内部欠陥の位置が異なる。このため各入射点からの影響をすべて考慮して4種類の結果を重ね合わせる点数の高いブロックが欠陥を含む確立が最も高いことになる。このようにして得られた結果が図5に示す解析結果である。太枠で囲まれたブロックが欠陥を含むブロックであり、黒塗りのブロックが最も欠陥を含む確率の高いことを示す。黒塗りブロックと欠陥の位置を示す太枠がほぼ一致していることが分かる。

### 4. まとめ

コンクリート構造物の内部欠陥の分布を可視化する手法として、サイスマットモグラフィ法による解析からクラック分布をある程度示すことができた。この解析方法では入射点から観測点に対する投影断面に欠陥がどのように分布するかを可視化していることになる。本解析では到達時間だけに着目しているが、周波数特性を考慮した解析をする必要がある。また逆解析としてより一般的な最小二乗法などの解析方法による検討を行う必要があるものとする。

### 参考文献

- 1) 魚本健人、加藤潔、広野進：コンクリート構造物の非破壊検査、森北出版、コンクリート構造物の耐久性診断シリーズ、1990。

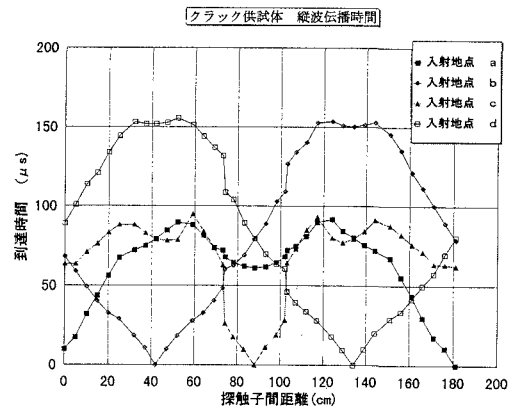


図3 入射点毎の到達時間の比較

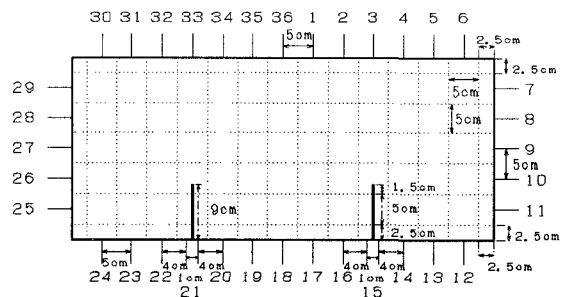


図4 供試体MBのブロック分割図

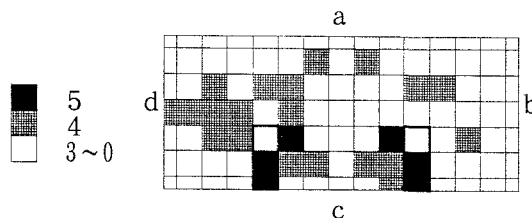


図5 供試体MBの解析結果