

超音波非破壊検査による覆工コンクリート内部亀裂厚さおよび深度の検知精度

明石高専都市システム工学科 学生会員 ○松本俊範
 明石高専都市システム工学科 正会員 鍋島康之
 日本マテック(株) 神田文義

1. はじめに

国土交通省の発表¹⁾では平成24年1月1日から平成25年3月31日までにトンネルや橋などの鉄道施設でコンクリートやモルタルがはがれて落下する事故が77件発生しており、コンクリートの内部劣化を判定する手法が必要とされている。本研究では超音波トモグラフィーによる非破壊検査法を用いてコンクリート内部に生じた亀裂の検査手法について検討したので報告する。

2. 超音波トモグラフィー非破壊検査

本研究で使用した非破壊検査装置は日本マテック(株)製超音波トモグラファ探傷システム A1040 MIRA (写真1)である。本装置には12chのセンサーがあり、各チャンネルには4個のDPC(Dry Point Contact)センサーが配置され、計48個のセンサーが下面に配置されており、1056通りの路程信号を受信して演算させることで信号の位置精度の向上、ノイズの消去を行い、断面図をトモグラフィーとして可視化している。まず、1chから超音波を送信し、残りの11chで受信する。次に2chから超音波を送信して3~12chで受信する。これを順に送受信チャンネルを切り換えて66通りの信号を受信することで供試体断面図を作成するシステムになっている。

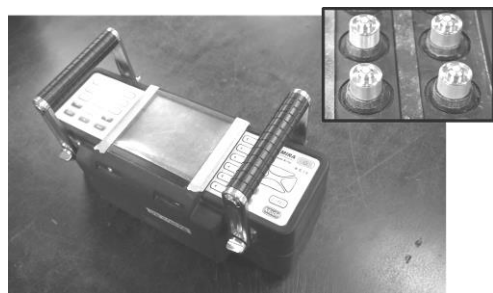


写真1 非破壊検査装置

3. 検査手法ならびに検査結果

本研究では、図1, 2に示すような疑似供試体を作成した。直径10cm、高さ20cmのコンクリート円

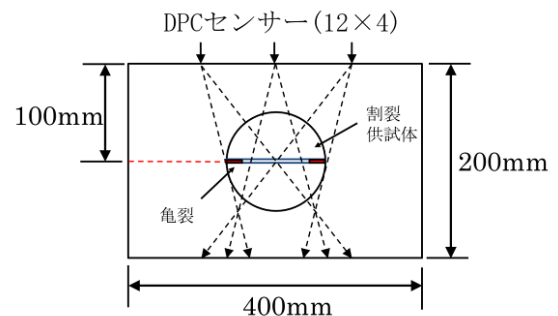


図1 内部亀裂を有する疑似供試体(断面図)

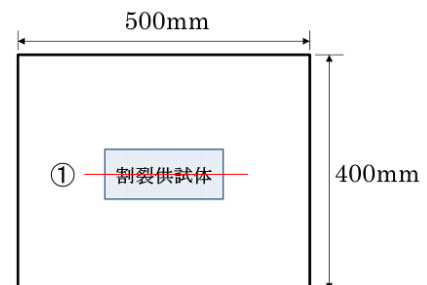


図2 超音波非破壊検査位置(平面図)

柱供試体を用いて割裂試験を行い、2分割した供試体にスペーサーを挿入し、疑似的な亀裂を作成した。それを図1に示すように疑似供試体内に埋め込み、亀裂厚さや亀裂発生位置が既知なコンクリート供試体を作製した。この疑似供試体を用いて図2測線①に示す位置において超音波非破壊検査を行い、亀裂の厚さや位置をどの程度精度よく検知できるかを検討した。

3.1 亀裂厚さの検知精度

図3, 4は図2測線①における超音波トモグラフィー画像である。内部亀裂の厚さが超音波非破壊検査にどのような影響を及ぼすかを検証するために、内部に挟み込むスペーサーの厚さを変化させることで内部亀裂の厚さを、図3は0.1mm、図4は0.5mmと変化させて実験を行った。亀裂深度は100mmとしている。図中の縦軸は深度、横軸は試験機中心からの

キーワード：覆工コンクリート、内部亀裂、超音波非破壊検査、亀裂厚さ、探査深度

連絡先：〒674-8501 兵庫県明石市魚住町西岡 679-3 明石工業高等専門学校 TEL 078-946-6170

位置を示している。通常、超音波が供試体内部の亀裂に到達すると、コンクリートと空気の音響インピーダンス値の違いにより境界面で反射される。そして、反射された超音波（エコー）の強度を読み取り、強度の強いエコーを観測できた箇所は明色で表示されるため、強度の強い色から赤、黄、緑、青、黒色となっており、黒色はまったく反射していないことを意味する。一般的にコンクリートと空気の音響インピーダンス値の差は非常に大きく、超音波は90%以上反射されてしまうため、亀裂を観測した箇所は赤、黄、緑色で現れる。図3、4より内部亀裂の厚さを変化させても赤や黄色といった強度の強いエコーが得られた範囲が変化していないことがわかる。また、亀裂の厚さを変化させても赤、黄、緑色が現れる位置も変化していない。これより、亀裂の厚さはエコーの強度に影響しないといえる。これは超音波の反射はコンクリートと空気との境界面で生じるため、亀裂厚さによる差が生じなかったのだと考えられる。

3.2 亀裂深度の検知精度

次に、亀裂深度が超音波非破壊検査にどのような影響を及ぼすかを検証するために、コンクリート内部の亀裂深度をコンクリート供試体上面から50mmの位置に変化させた供試体を用いて検査を行った。なお亀裂厚さは0.5mmである。図5は図2測線①において検査を行った結果である。図4、5を比較すると、図4では赤、黄色が深度100mm付近にあり、概ね亀裂深度と一致しているが、図5では内部亀裂を深度50mmの位置に設けているのに対し、緑色の範囲が確認できたが、深度90mm付近に広く拡散しており、図5のトモグラフィー画像から亀裂深度を精度よく測定できたとはいえない。これは、超音波非破壊検査をコンクリートに用いる場合、骨材やコンクリート内部の空気などの阻害要因による減衰を小さくするために、低い周波数を用いて波長の長い超音波を使用しているが、波長が長くなることにより、表面に近い部分に存在する亀裂を検出しにくくなっている²⁾からだと考えられる。

4. まとめ

本研究では、非破壊検査法の一つである超音波非破壊検査法がコンクリート内部の亀裂をどの程度の精度で検知可能かを検証した。本研究で得られた成

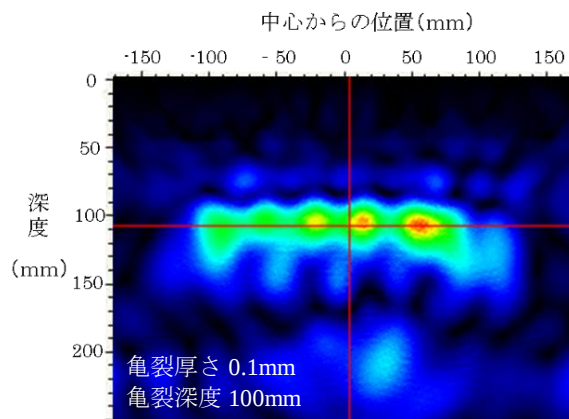


図3 亀裂厚さ 0.1mm のトモグラフィー画像

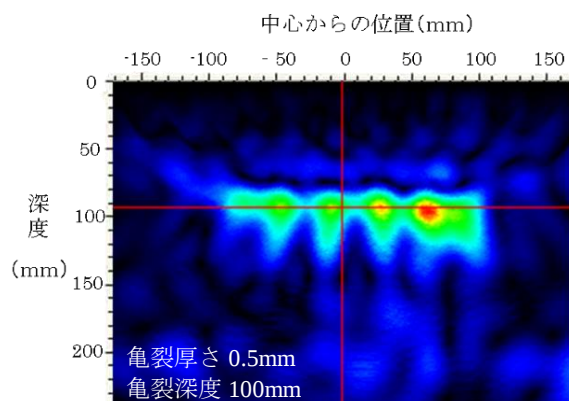


図4 亀裂厚さ 0.5mm のトモグラフィー画像

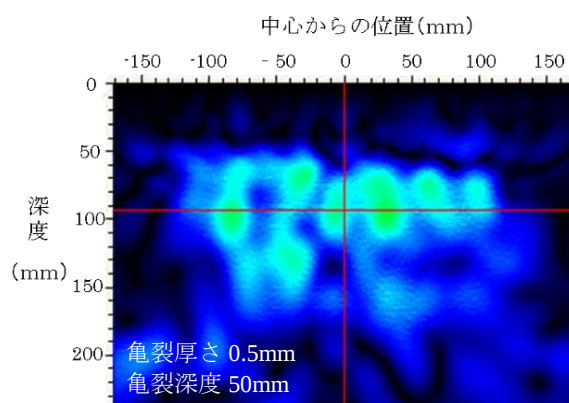


図5 亀裂深度 50mm のトモグラフィー画像

果を以下に示す。

- (1) コンクリート内部の微小な亀裂を超音波非破壊検査では検知することができた。
- (2) 亀裂の厚さを変化させてもエコーの強度に差は見られなかった。
- (3) 亀裂深度が浅い場合、検知精度が悪くなる。

【参考文献】1) 国土交通省：鉄道構造物における剥落事象について、<http://www.mlit.go.jp/common/000995196.pdf> (2015年4月1日取得)

2) 日本非破壊検査協会：非破壊検査便覧，pp.427-567，1972.