第Ⅴ部門　　超音波非破壊試験による覆工コンクリート内部亀裂の検知精度に関する基礎的研究

明石工業高等専門学校　学生員○　松本　俊範
明石工業高等専門学校　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～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，コンクリート内部の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を用いた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）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描いている。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。

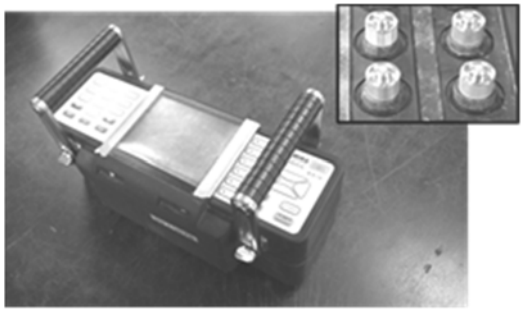

写真 1　非破壊検査装置

3. 実験手法ならびに実験結果

本研究では，図 1 に示すような疑似供試体を作成した。直径 100mm，高さ 200mm のコンクリート円柱

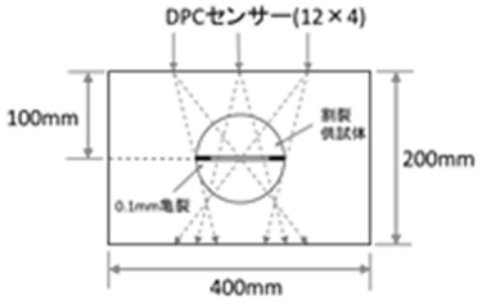

図 1　内部亀裂を有する疑似供試体（断面）

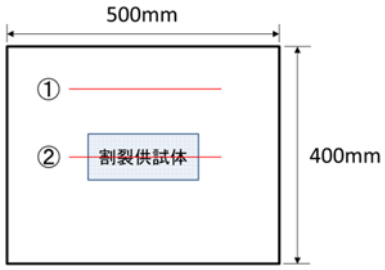

図 2　超音波非破壊検査位置

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，0.5mm の疑似的な亀裂を作成した。それを図 1 に示すように 500mm×400mm×200mm の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 の①，②に示す位置において超音波非破壊検査を行い，亀裂の位置や範囲をどの程度検知できるかを検討した。

3.1 亀裂の有無

図 3，4 は亀裂が無い場所（図 2 の①）と亀裂がある場所（図 2 の②）における超音波トモグラフィー画像である。図中の縦軸は深度，横軸は試験機中心からの位置を示している。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（音圧）を検知し，音圧の強いエコーを観測できた箇所は明色で表示される。図 3，4 では音圧の強い箇所から赤，

Toshinori MATSUMOTO, Yasuyuki NABESHIMA and Fumiyoshi KANDA
nabesima@akashi.ac.jp

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 より，割裂供試体が埋め込まれていない検査位置①では疑似供試体底面である深さ 200mm に強い反応が出ており，内部に亀裂が無いことを証明している。一方，割裂供試体を埋め込んだ探査位置②では，図 4 に示すように供試体の深さ 100mm の場所に明色の部分が現れており，亀裂の位置をほぼ正確に検知している。また，強い反応が現れている部分の幅は−100mm から 100mm であり，割裂供試体の高さ 20mm と一致する。このことから亀裂の位置ならびに大きさをほぼ正確に検知できることが確認できた。

3.2 亀裂面の形状による影響

亀裂面の断面形状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断面に凹凸がある割裂供試体と，断面が平滑な半円断面を重ね合わせた供試体を図 1 と同じ位置に設置して同様の実験を行った。両実験とも図 2 の②において検査を行った。図 5 は断面に凹凸が無い場合の超音波トモグラフィー画像である。非破壊検査装置から発信される超音波は同一であるので，反射される音圧に差は生じないはずである。しかし，図 4，5 を比較すると深度 100mm の位置において図 4 では強い音圧を示す赤，黄色の部分が現れているのに対し，図 5 には同一の位置に赤，黄色は現れていない。これは亀裂断面に凹凸が無い場合，コンクリートと亀裂の境界面で超音波が同じ角度で反射するため一定の強さで検知されるが，断面に凹凸があれば境界面で超音波がランダムに散乱するため測定値に強弱が発生するためだと考えられる。また，亀裂断面に凹凸がある場合，音圧の強い範囲を示す部分の上端が凹凸を持って現れているのに対し，亀裂断面に凹凸がない場合では平坦になっていることから，上記の理由が裏付けられるものと考えられる。

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を用いてコンクリート内部の亀裂の有無ならびに断面形状の影響について検証した。本研究

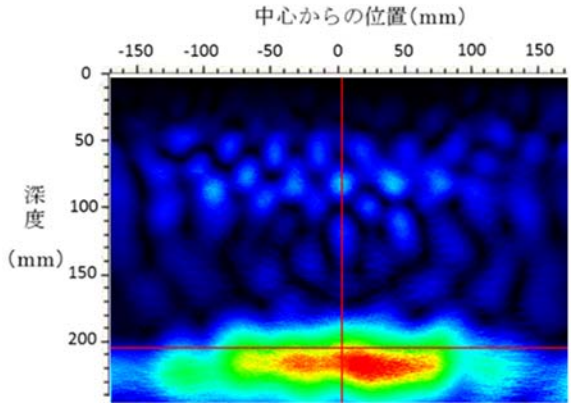

図 3　断面①におけるトモグラフィー画像

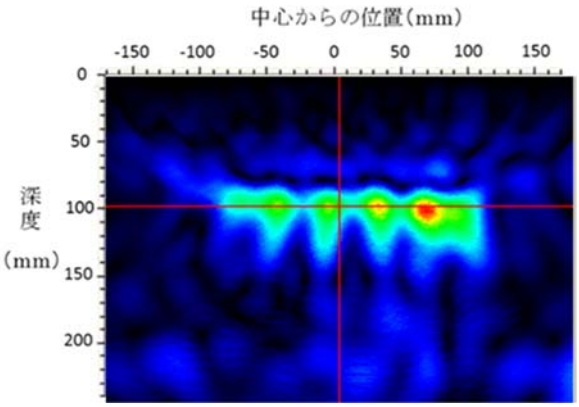

図 4　断面②におけるトモグラフィー画像

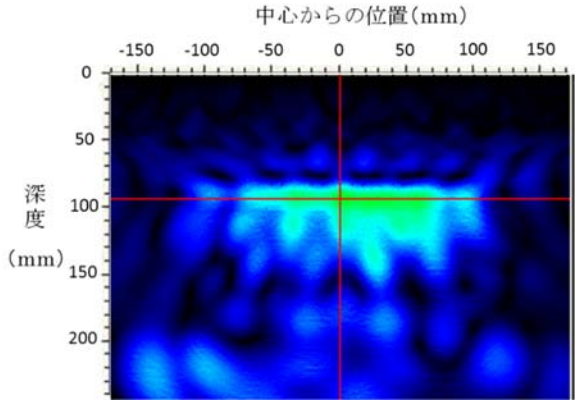

図 5　亀裂断面に凹凸が無い場合のトモグラフィー画像

で得られた成果を以下に示す。

1) 超音波非破壊検査ではコンクリート内部の亀裂の位置ならびに大きさをほぼ正確に検知することができた。
2) 超音波非破壊検査では亀裂断面の形状を検知することができ，亀裂断面に凹凸がある方が測定値に強弱が発生する。

【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