

### 超音波アレイセンサによるコンクリート内部の欠陥検出

高田機工(株) 正会員 鷹羽新二, 山野達也  
 佐賀大学 正会員 内田慎哉  
 大阪大学大学院 正会員 鎌田敏郎

#### 1. はじめに

アスファルト舗装を片側表面に施したコンクリート版の内部に水平状の人工欠陥を埋め込んだ供試体を対象に非破壊試験を実施した。アスファルト舗装面から超音波アレイセンサ(複数の針状センサを配置したセンサ群)で走査し超音波トモグラフィの出力画像を得ることにより、コンクリート内部における人工欠陥の検出を行った。また、アスファルトの有無が欠陥検出に与える影響を把握するため、アスファルト舗装が無いコンクリート版(内部には人工欠陥を配置)での計測も併せて行なった。

#### 2. 供試体概要

本研究で対象とした供試体は、版厚 280mm のコンクリート版供試体 H1 とコンクリート版の片面にアスファルト舗装を施した全厚 280mm (コンクリート部 180mm+増厚コンクリート 50mm+アスファルト舗装 50mm) の供試体 H2 である。H2 供試体を図 1 に示す。いずれの供試体においても、厚さ 6mm, 直径 50, 100, 200, 250 および 400mm の 5 種類の円盤状の発泡スチロールを人工欠陥として埋め込んでいる。人工欠陥の埋め込み深さは、100, 130 および 250mm の 3 ケースを設定した。設定した欠陥直径と深さの関係を表 1 に示す。

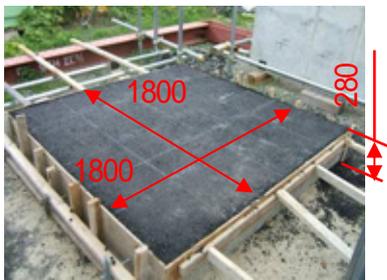


Fig. 1 Outline of specimen: H2 [Unit: mm]

Table 1 Relationship between diameter and depth of artificial flaws.

Diameter (mm)	Depth (mm)		
	100	130	250
50		-	-
100		-	-
200			
250			
400			

#### 3. 計測・検出概要

図 2 に超音波アレイセンサの構造を示す。超音波アレイセンサは、40 個の針状センサを配置したセンサ群(4 個×10 列)から構成されている。各針状センサの使用周波数は 15~250kHz である。図 3 に超音波アレイセンサの走査方法の概念図を示す。超音波アレイセンサでは、まず、1 列目にある 4 個の針状センサから横波の弾性波を同時に入射し、これを 2 列目~10 列目にある 36 個の針状センサでそれぞれ受信する。その後、2 列目にある針状センサで横波を入射し、3 列目~10 列目にある針状センサでこれを受信する。同様の手順で、順次、発信と受信を繰り返して行い、9 列目が発信、10 列目が受信となった時点で走査を終了とする。なお、超音波アレイセンサでは、各針状センサとコンクリートとを従来の接触媒質を用いずに接触させた状態で、コンクリート表面側から横波を入射することが可能である。そのため、測定が迅速に行え、作業性も優れている。このようにして、各針状センサで受信した弾性波の反射エコーをトモグラフィ解析することにより求めた出力画像(コンター図)の一例を図 4 に示す。この装置を使用すれば、内部の欠陥や鉄筋などの状況を立体的なイメージ画像としてリアルタイムに把握することが可能である。

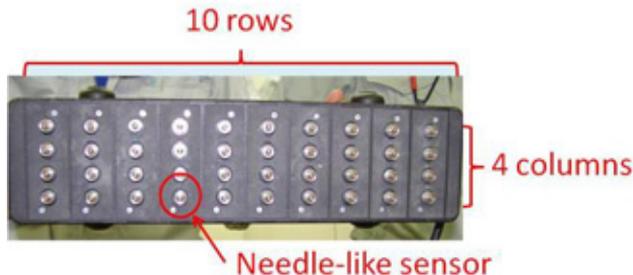


Fig.2 Device arranged needle-like sensor in 10 rows and 4 columns.

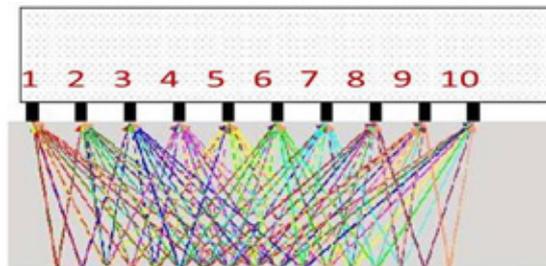


Fig.3 Schematic for scan method by sensor array.

キーワード; 超音波アレイセンサ, トモグラフィ, 横波, 反射エコー

連絡先; 〒649-0111 和歌山県海南市下津方 1375-1 高田機工株式会社 技術研究所 TEL 073(492)4971

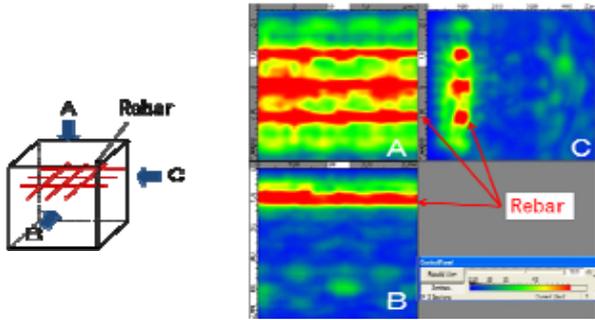


Fig. 4 An example of test results.

4. 計測・検出結果

超音波アレイセンサにより欠陥検出を行なう前に、各供試体の健全部で、コンクリート中を伝播する横波の速度計測を行なった。その結果、H1 は2488m/s、H2 では2193m/sとなった。欠陥検出結果の詳細を以下に示す。

4.1 欠陥 200mm 以上の検出結果

図5に、供試体 H1 および H2 (アスファルト舗装有り) における欠陥 250mm の検出結果をそれぞれ示す。この画像は、自動演算により決定した(以下、デフォルトと呼ぶ)エコー高さ、38.7dB をしきい値とした場合のコンター図である。図中の印は、試験体製作時に設定した欠陥の位置を示している。欠陥の位置、形状は、概ね一致していることがわかる。また、200 および 400mm の欠陥についても同様に欠陥を検出できた。この結果より、アスファルト舗装の有無に関わらず、本項で示した欠陥大きさについては、デフォルトで検出可能であると言える。

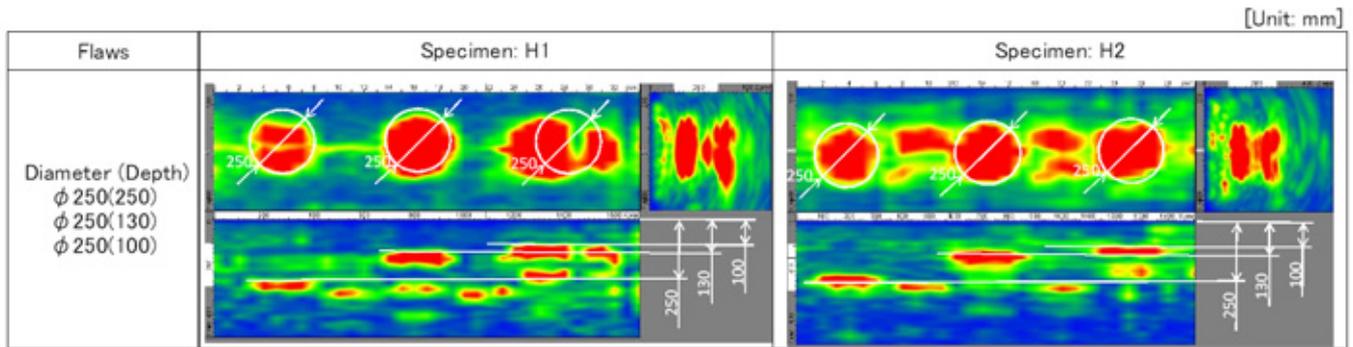


Fig.5 Test results of flaw diameter of 250 mm

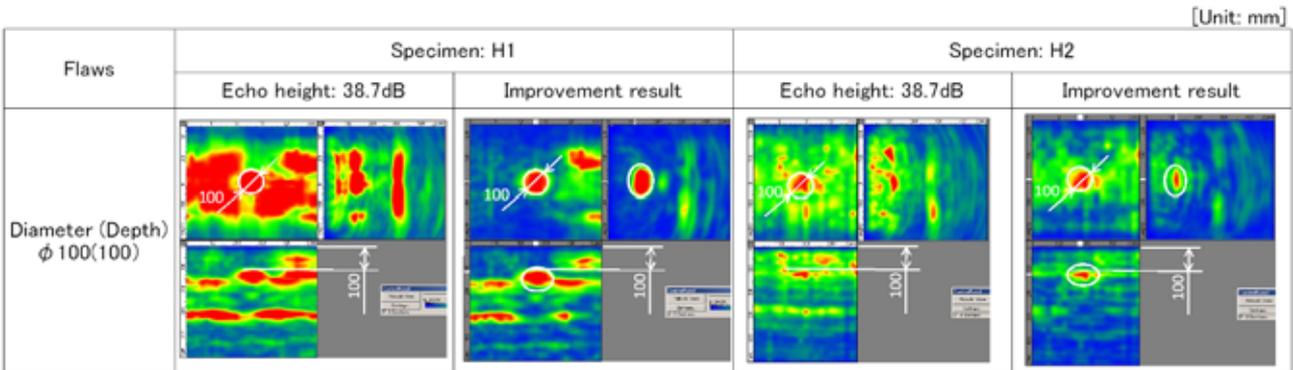


Fig.6 Test results of flaw diameter of 100 mm.

4.2 欠陥 100mm の検出結果

図6に供試体 H1 および H2 (アスファルト舗装有り) における欠陥 100mm の検出結果をそれぞれ示す。図中の印は、試験体製作時に設定した欠陥の位置を示している。デフォルトのしきい値エコー高さ 38.7dB でのコンター図によると、いずれの供試体においても、欠陥を適確に検出しているとは言い難い。そこで、検出の改善方法として、デフォルトで表示されたものに対して、しきい値エコー高さを任意に変化させることにより、表面、境界面、底面等のノイズエコーを除去し、欠陥を際立たせる。また、三次元的に欠陥位置近傍へと観測範囲を絞り込むことにより、これも欠陥を際立たせることができる。H1 および H2 とともに、図中に「改善結果」を示すが、コンター図上で欠陥を明瞭に把握することが可能となった。欠陥の寸法、位置は試験体製作時に設定した欠陥のそれと概ね一致した。

4.3 欠陥 50mm の検出結果

50mmについては、アスファルトの有無に関わらず、また、ノイズ除去や位置の絞り込みを実施しても、欠陥を明瞭に把握することは難しかった。

5. まとめ

超音波アレイセンサを片面のみから走査することにより得た超音波トモグラフィから、コンクリート内部における人工欠陥の検出を試みた。その結果、アスファルトの有無に関わらず、コンター図から欠陥を検出できることが明らかとなった。また、その欠陥検出限界性能として、平面寸法で直径100mm程度であると考えられる。