

平地走行型ロボットを用いたコンクリート内部欠陥の非破壊評価手法

立命館大学大学院 学生会員 ○野崎 峻
 立命館大学工学部 正会員 内田慎哉
 オンガエンジニアリング 松橋貴次
 オンガエンジニアリング 栗原陽一
 ケミカル工事 神田利之

1. はじめに

本研究では、道路橋 RC 床板に生じる水平ひび割れを模擬した供試体を対象として、電磁ハンマと磁歪センサを搭載したユニットを 3 台連結した平地走行ロボットによる計測を行い、得られた弾性波挙動から非破壊によりコンクリート内部欠陥の検出を試みた。

2. 実験概要

平地走行型ロボットは、電磁ハンマと磁歪センサを一体としたユニットを 3 台連結したものである。電磁ハンマにより RC 床版のコンクリート表面に打撃を加えることにより弾性波を入力し、同じ表面に設置した磁歪センサで弾性波を受信することで、コンクリート内部欠陥を非破壊で検出する。本研究では、指標値として「受信波形の振幅の絶対値の最大値」と「受信波形の振幅の二乗和」の 2 つを設定した。

2.1 電磁ハンマと磁歪センサ

電磁ハンマの打撃体先端は球冠上になっており、コンクリートに対して一定の力で打撃することができる。磁歪センサは、磁歪現象を利用したセンサで、広い帯域の周波数に対して感度を有している。一度に広域を計測するために、電磁ハンマと磁歪センサが 1 体となったユニット (図-1 参照) を 3 個連結させた。図-2 に平地走行型ロボットの概要を示す。



図-2 平地走行型ロボットの概要

2.2 RC 床版供試体

RC 床版供試体は、縦 2000mm、横 2000mm、厚さ 180mm である (図-3 参照)。床版内部には、水平ひび割れを模擬した欠陥が 6 種類埋設されている (図-4 参照)。欠陥直径は 100mm, 200mm, 400mm, 欠陥深さは 32mm, 142mm である。

2.3 計測概要

図-3 に示す RC 床版供試体に対して、床版上を 50mm 間隔で平地走行型ロボットにより計測を行った。計測点および欠陥配置を図-4 に併せて示す。

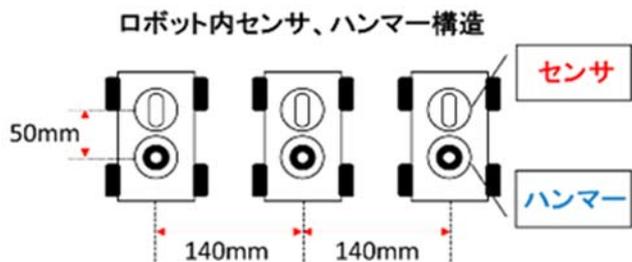


図-1 ユニットの概要



図-3 RC 床版供試体

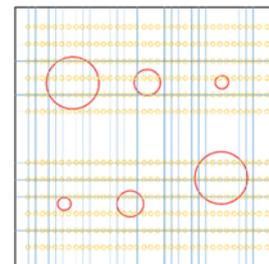


図-4 欠陥配置・計測点

キーワード RC 床版, 水平ひび割れ, 弾性波法, 電磁ハンマ, 磁歪センサ

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学大学院 TEL077-599-4350

3. 実験結果および考察

欠陥直径 400mm で欠陥深さ 32mm の直上で得られた受信波形と、欠陥の無い健全部において得られた受信波形の一例を図-5 に示す。図より、欠陥上と健全部では明らかに波形の形状が異なり、欠陥上の振幅値が健全部のそれよりも大きくなった。これは、欠陥上のコンクリート部分がたわみ振動したことに起因していると考えられる。

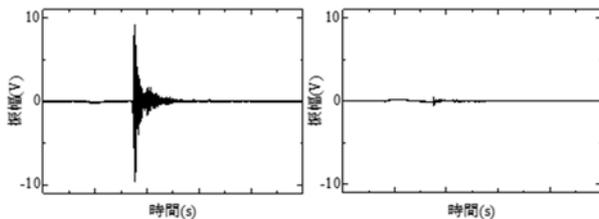


図-5 受信波形 (左：欠陥直上, 右：健全部)

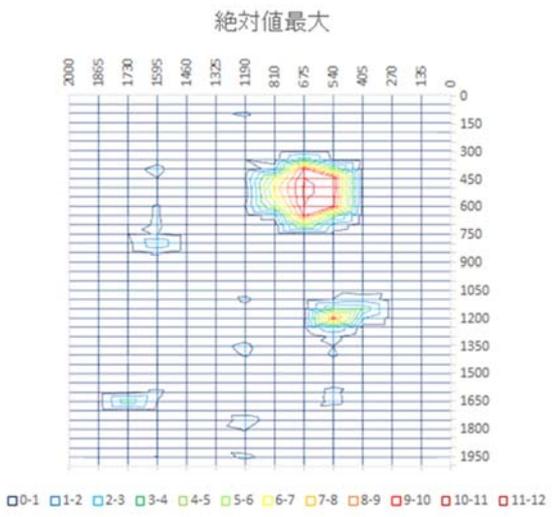


図-6 絶対値の最大値を用いて作成したコンター図

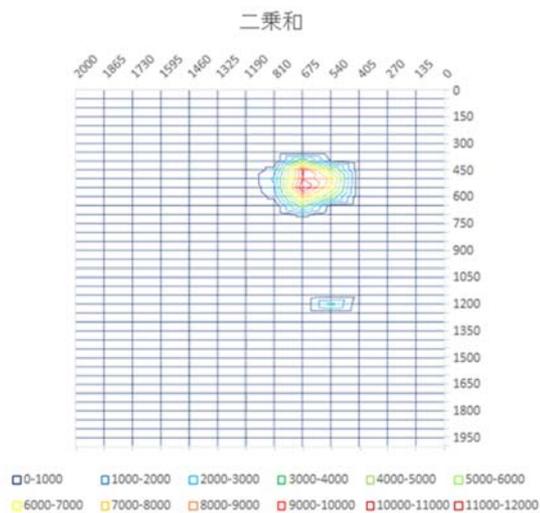


図-7 二乗和のデータを用いて作成したコンター図

欠陥上と健全部で得られた受信波形の振幅値の相違から、指標値として「絶対値の最大値」と「振幅の二乗和」をそれぞれ用いてコンター図を作成した。図-6 および図-7 に得られたコンター図をそれぞれ示す。いずれの場合においても、欠陥直径 400mm, 200mm で欠陥深さ 32mm の場合においては、欠陥の位置を視覚的に把握することができる。ただし、欠陥深さ 32mm の場合でも欠陥直径 100mm では、欠陥位置を推定することは困難であった。これに対して、欠陥深さ 142mm に着目すると、欠陥直径 400mm, 200mm では健全部と比較して指標値が僅かではあるが変動しており、欠陥直径 100mm では健全部と同程度であった。

以上より、「受信波形の振幅の絶対値の最大値」および「受信波形の振幅の二乗和」をそれぞれ用いてコンター図を作成した。いずれの指標値においても、欠陥直径が 400mm および 200mm で欠陥までの深さが 32mm の場合では、欠陥の位置を視覚的に捉えることができた。

4. まとめ

本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1) 欠陥直径 400mm および 200mm の欠陥深さ 32mm の直上で計測した受信波形においては、健全部と比較して、振幅が明らかに大きくなった。
- 2) 欠陥直径 100mm の欠陥深さ 32mm の直上で計測した受信波形においては、健全部と比較して振幅の差異はみられなかった。
- 3) 欠陥直径 400mm, 200mm, 100mm の欠陥深さ 142mm の3ケースにおいては、健全部と比較して、振幅の大きさに違いは見られなかった。
- 4) 「受信波形の振幅の絶対値の最大値」および「受信波形の振幅の二乗和」をそれぞれ用いてコンター図を作成した。いずれの指標値においても、欠陥直径が 400mm および 200mm で欠陥までの深さが 32mm の場合では、欠陥の位置を視覚的に捉えることができた。ただし、上記以外の欠陥については、受信波形と同様に、欠陥の位置を把握することは困難であった。

謝辞

本研究を実施するにあたり、日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(C)15K06173)の援助を受けて行った。ここに記して謝意を表する。