

電磁パルス法を用いた道路橋 RC 床版内部の水平ひび割れの検出の効率化に関する研究

大阪大学大学院工学研究科 学生会員 ○小間健右
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 寺澤広基
 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 鈴木 真

大阪大学工学部 学生会員 木原祥哉
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田敏郎
 西日本高速道路(株) 正会員 松尾裕典

1. 研究目的

道路橋 RC 床版内部に発生する水平ひび割れの検出手法として、電磁パルス法(図-1)がある。既往の研究で、検査の対象位置に励磁コイルと AE センサを設置し、受信波形からセンサ直下の水平ひび割れの有無を判定する手法が提案されている。しかし、この手法は1度の弾性波入力で検査できる箇所が励磁コイルの設置位置近傍に限定されるため床版全体の検査に時間を要する。

そこで、本研究では点検の効率化のため、1度の弾性波入力で、従来の方法より広い範囲の検査を行う方法について検討することを目的とした。

2. 実験概要

1750mm×1250mm×200mm の供試体を作製し検討をおこなった。かぶりコンクリートと鉄筋の接触状態を再現するため、375mm×125mm の帯状の段ボールシートを3枚埋設することにより、375mm 四方の水平ひび割れを模擬した。また、段ボールシートの埋設されていない箇所をひび割れ無しとした。供試体のコンクリートの配合を表-1に示す。さらに、弾性波の入力・出力の位置を図-2に示す。入力には6ターンの励磁コイルを用い、電源電圧は1000Vとした。励磁コイル直下から250mm 間隔で出力点①～④を設け、AE センサを用いてサンプリング間隔 1.0E-6(s)で50000点の出力を行った。計測は各3回ずつ行った。

3. 実験結果および考察

出力点②で2回目に得られた受信波形と周波数分布を図-3に示す。ここで、周波数分布は3回の計測結果から得られたスペクトル強度の平均を示す。水平ひび割れの直上に設置した出力点②での受信波形において、ひび割れ有りの方がひび割れ無しと比較して振動が大きい傾向がみられた。周

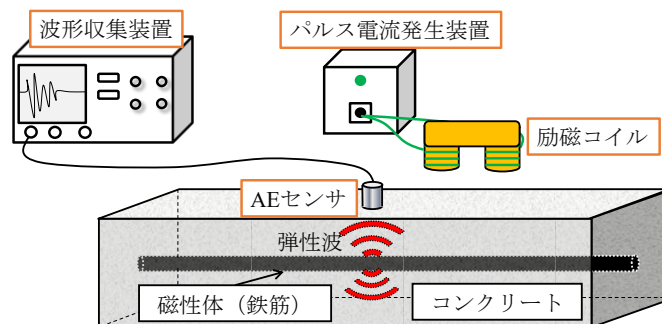


図-1 電磁パルス法概要

表-1 コンクリートの配合

空気量 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)			
			水	セメント	細骨材	粗骨材
5	63	47	195	310	788	945

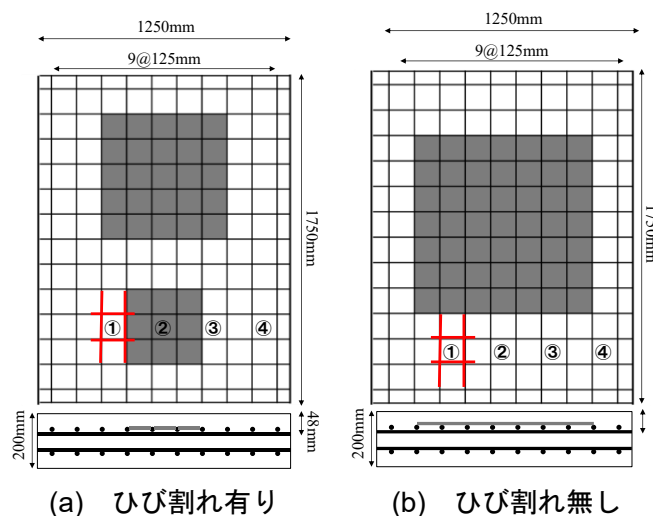


図-2 入力位置・出力位置概要

波数分布においても、特に5kHz～15kHzの範囲で水平ひび割れの有無によって違いが見られた。これらの水平ひび割れの有無による受信波形やその周波数分布の違いに着目することで、励磁コイルによる荷重入力位置が水平ひび割れの直上でない場合でも、出力点の直下の水平ひび割れの有無を判定できる可能性が示唆された。

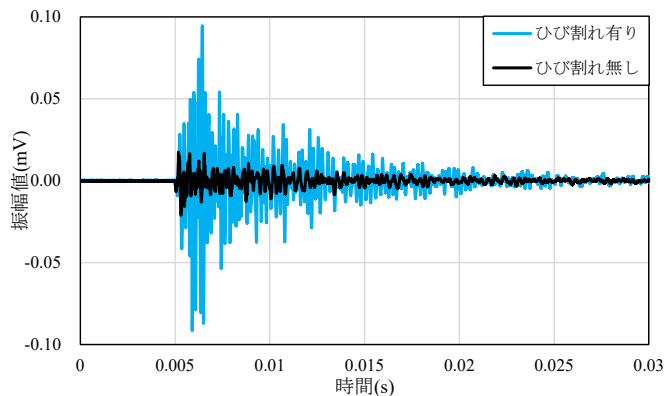
これらの水平ひび割れの有無による受信波形と

その周波数分布の違いは、水平ひび割れの直上ではない出力点③及び出力点④にも見られた。そのため、水平ひび割れの直上以外の箇所に出力点を設置した場合でも、得られた受信波形とその周波数分布に着目して分析することで、出力点から一定の範囲内にある水平ひび割れを検出できる可能性が示唆された。

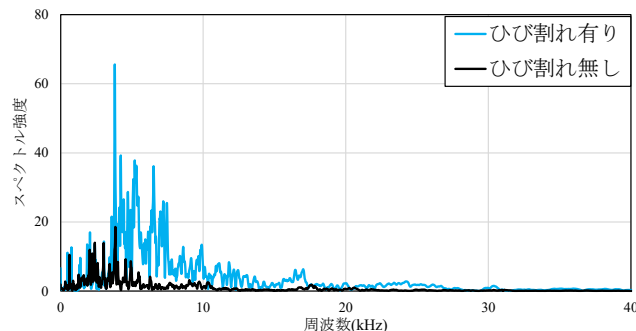
各出力点の3回の計測の最大振幅値の平均値を図-4に示す。ここで、最大振幅値は受信波形の振幅の絶対値の最大値である。出力点①においては、水平ひび割れの有無による受信波形の最大振幅値の違いが、他の点と比較して小さかった。これは励磁コイルとAEセンサの距離が他の点と比較して近いため、受信波形に対して励磁コイルが生成する磁場を与える影響が大きいからであると考えられる。出力点①の周波数分布を図-5に示す。図-5より、ひび割れ有りといひび割れ無しでの10kHz以下の成分のスペクトル強度が同程度であった。これは、内部に磁性体を含まないコンクリート表面に設置したAEセンサでの受信波形に多く含まれる周波数帯域に相当する。このことから、この帯域の振動が励磁コイルの生成する磁場によって励起されていると考えられる。その結果、水平ひび割れの有無による受信波形の振幅の違いが、受信波形全体に対して相対的に小さくなったと考えられる。

4. まとめ

- 励磁コイルによる鉄筋への荷重入力位置が水平ひび割れの直上以外の場合において、水平ひび割れ直上に設けた出力点②の受信波形は、水平ひび割れの有無によって振幅の大きさや周波数分布に違いが見られた。
- 水平ひび割れの直上以外の出力点③・④でも振幅の大きさや周波数分布に違いが見られた。この違いを適切に分析することで、より広い範囲の水平ひび割れの検出を行うことができる可能性が示唆された。
- 励磁コイルの直下に設置した出力点①の受信波形に、励磁コイルが生成する磁場が影響を与えていることが示唆された。



(a) 受信波形



(b) 周波数分布

図-3 出力点②の受信波形と周波数分布

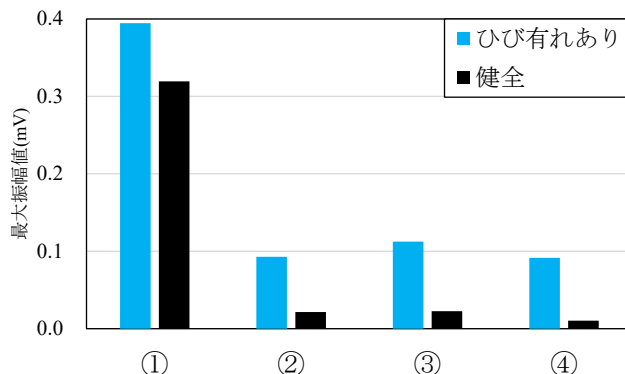


図-4 各計測点の最大振幅値

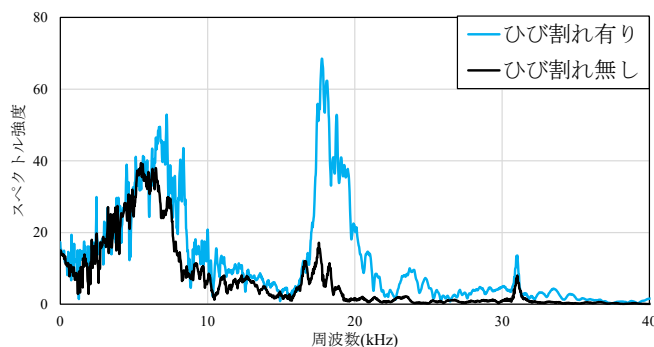


図-5 出力点①の周波数分布

参考文献

- 1) 鈴木真：上面増厚を施した道路橋 RC 床版における非破壊検査による損傷評価とその活用に関する研究，大阪大学博士学位論文，2019