

第V部門

RC床版における水平ひび割れが電磁パルス法による評価指標に与える影響

大阪大学工学部 学生会員 ○中尾 優文 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 中野 雄斗
 大阪大学大学院工学研究科 鈴木 真 大阪大学大学院工学研究科 正会員 服部 晋一
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 寺澤 広基 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎

1. はじめに

道路橋 RC 床版において、疲労等に起因する水平ひび割れは外観目視により確認することが難しいため、非破壊評価の適用対象として考えられている。これまでに、非破壊検査手法の1つとして電磁パルス法¹⁾が研究されている。電磁パルス法とはコンクリート表面に設置した励磁コイルにパルス状の大電流を印加することで構造物内部の強磁性体である鉄筋を振動させ、コンクリート表面に伝播した弾性波を AE センサで受信することで得られた振動波形から床版内部の状況を評価する手法である。電磁パルス法の概要を図-1 に示す。

既往の研究で上段鉄筋上部に水平ひび割れを模擬した供試体実験が行われているが、その検討は十分ではなく、水平ひび割れの模擬の方法や配置に課題が残されていた。

そこで、本研究では、水平ひび割れを珪砂入りポリ袋により模擬することとし、内部に水平ひび割れがある場合と無い場合（以下、健全とする）とで電磁パルス法による供試体実験を行い、水平ひび割れが電磁パルス法による評価指標に与える影響を検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

健全供試体、および水平ひび割れ(ひび割れ幅 1mm)がある供試体（以下、ひび割れありとする）の概要を表-1、図-2 に示す。供試体は RC 床版を模擬しており、実際の配筋状態に倣って D16 の異形鉄筋を 125mm 間隔で 8 本ずつ配置した。水平ひび割れは粒径 0.6mm の珪砂をビニール袋で包装したものを上段鉄筋の中央に埋設することで模擬した。ひび割れ位置はコンクリート上面から深さ 80mm とした。

2.2 計測概要

励磁コイルの巻き数を 6, 20, 40 ターンの 3 パターン（以下、巻き数を T と表記する）とし、コンクリート表面に設置した AE センサにより弾性波の計測を行った。

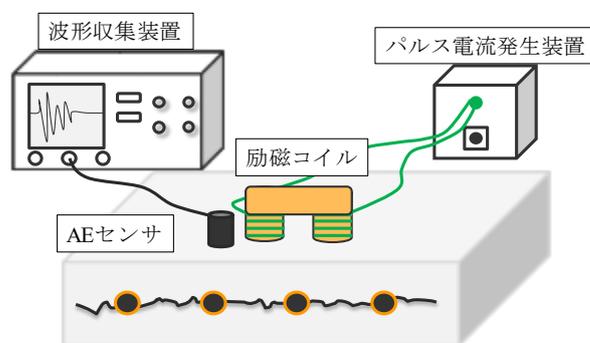


図-1 電磁パルス法の概要

表-1 供試体概要

種別	供試体寸法 (mm)	供試体厚さ (mm)	配筋	珪砂入りポリ袋の有無
健全	1000×1000	150	D16@125	無
ひび割れあり	1000×1000	150	D16@125	有

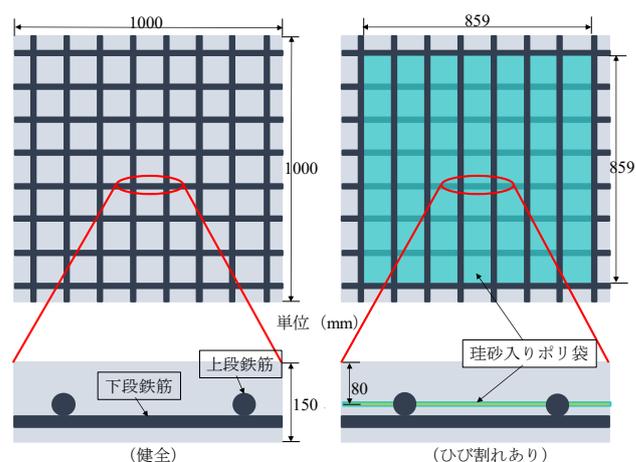


図-2 供試体概要

電源装置の電圧は 600V とし、静電容量は 1000 μ F とした。計測はパターンごとに 3 回行った。励磁コイルは供試体中央に設置し、コイルの長手方向と上段鉄筋の長手方向を一致させた。また、AE センサを供試体上面中央から最も近い上段鉄筋中央部に両面テープを用いて設置した。

3. 実験結果および考察

健全、ひび割れありにおいて、AE センサで計測された振動の時刻歴応答波形を巻き数ごとに表-2 に示す。表-2 より、巻き数の大小に関わらず、ひび割れありの振幅値

が健全の振幅値と比較して大きくなっていることがわかる。また巻き数に着目すると、巻き数 6T で健全とひび割れありの振幅値に最も差が見られ、巻き数 40T では、ひび割れありが健全よりも振幅値は大きいものの、それほど振幅値に差が見られなかった。また巻き数が小さくなるにつれて波長も小さくなることが確認できた。

得られた巻き数 6T, 20T の時刻歴応答波形を FFT (高速フーリエ変換) したものを図-3 に示す。図-3 より巻き数 6T および 20T の約 2.2kHz において、ひび割れありのスペクトル強度が健全と比べて卓越していることがわかった。ひび割れありの巻き数 40T においても同様の傾向が見られたため、ひび割れより上部のコンクリートがたわみ共振を起こしている可能性が示唆された。

4. 水平ひび割れの評価指標の検討

振動の大きさを定量化するために、水平ひび割れの評価指標として波形エネルギーを用いた。式(1)に波形エネルギーの算出式を示す。

$$E = \sum_{i=1}^n y_i^2 \quad (1)$$

ここで E : 波形エネルギー (mV^2)、 y_i : 時刻 i における時刻歴応答波形の振幅値 (mV)、 n : データの総数である。各ケースの波形エネルギーの比較図を図-4 に示す。図-4 より巻き数 6T, 20T ではひび割れありの波形エネルギーは健全よりも非常に大きくなることが示されており、ひび割れの有無の評価指標として有効であることが確認された。しかしながら、巻き数 40T においては、ひび割れありは健全よりも波形エネルギーは大きくなっているものの、それほど差は見られず、波形エネルギーからひび割れの有無の評価は困難であるといえる。

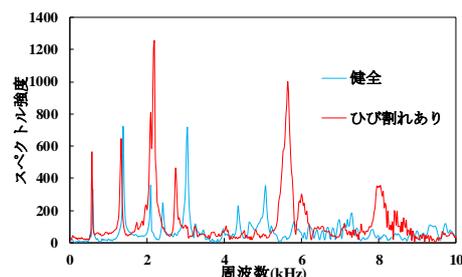
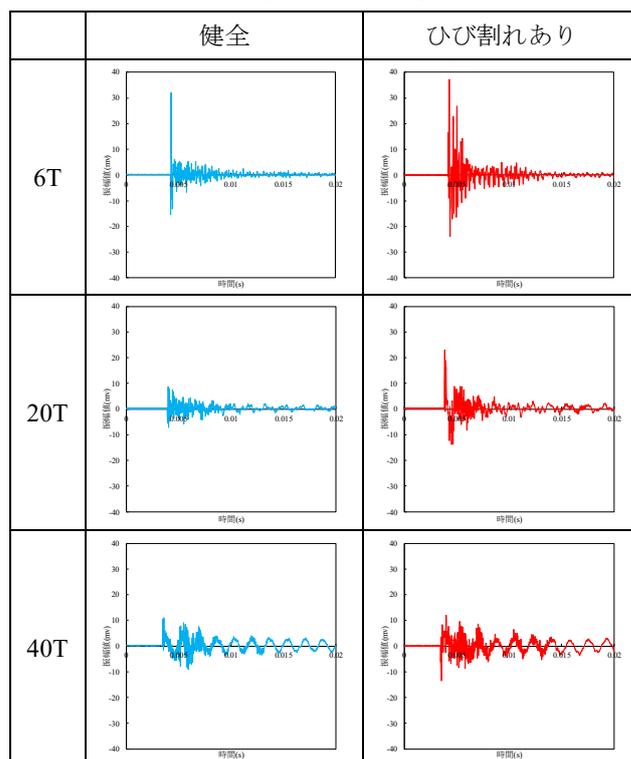
5. まとめ

- 1) 水平ひび割れがある場合、健全供試体と比較して振幅値、波形エネルギーがともに大きくなった。
- 2) 少ない巻き数での電磁パルス法による計測では、最大振幅値や波形エネルギーを用いることで、ひび割れの有無を評価できる可能性が示唆された。

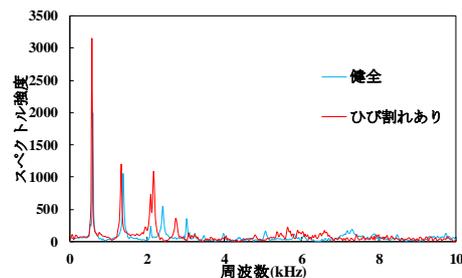
参考文献

- 1) 服部晋一, 寺澤広基, 林本和也, 鎌田敏郎: 電磁パルス法の入力条件が施工不良を模擬した接着系あと施工アンカーの振動特性に与える影響に関する実験的評価, セメント・コンクリート論文集, 71 巻, pp.248-255, 2018

表-2 各ケースの振動波形



(a) 巻き数 6T



(b) 巻き数 20T

図-3 各ケースの周波数分布

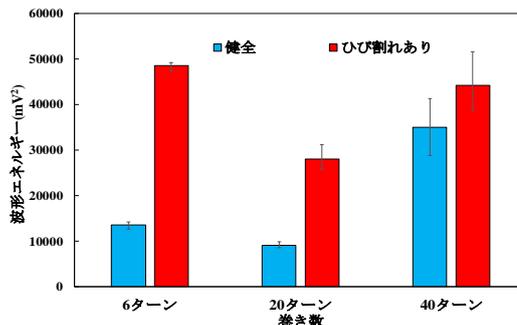


図-4 波形エネルギーの比較