

上面増厚後に再劣化した RC 床版の電磁パルス法による損傷評価に関する基礎的研究

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 正会員 寺澤 広基
 西日本高速道路株式会社 正会員 安里 俊則

大阪大学大学院工学研究科 非会員 鈴木 真
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎
 西日本高速道路株式会社 正会員 堤 浩志

1. はじめに

RC 床版の補修工法として、上面増厚工法が採用されているが、その後再劣化に至った事例が多数報告されている。このような RC 床版の損傷には、図-1 に示すように、増厚コンクリートおよび既設床版との境界面（以下、床版境界面と称す）での剥離による水平ひび割れ（以下、剥離ひび割れと称す）と、雨水等の鉄筋を腐食させる因子が侵入し、RC 床版内の鉄筋が腐食することによって発生する水平ひび割れ（以下、腐食ひび割れと称す）が二層に発生している場合がある。

上記の水平ひび割れは、外観目視により確認することが難しい。そこで、筆者らは、パルス状の電磁力によりコンクリート内部の強磁性体（鉄筋）を非接触で加振する電磁パルス法に着目し、水平ひび割れを模擬したコンクリート供試体を製作し、水平ひび割れの発生状況を推定する手法について検討した。

試体内部に配置されている鉄筋を加振した。励磁コイルは、電磁鋼板を高さ 100mm、長さ 200mm、幅 50mm のコの字形に加工したものに、短辺部の下方に導線を巻き付けた。励磁コイルの導線の巻き数は 20 ターン、定電圧発生装置の電圧は 600V とした。振動センサには、15kHz～100kHz の間に応答感度を有する AE センサを使用した。AE センサで受信した信号は、サンプリング間隔 5 μ s、サンプリング数 10,000 点の時刻歴応答波形として波形収集装置に記録した。図-3 に計測装置外観

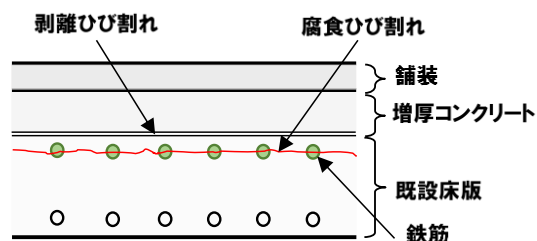


図-1 上面増厚後に顕在化した RC 床版のひび割れ

2. 実験概要

2.1 供試体概要

本実験において使用した供試体の構造を図-2 に示す。スチレンボード 1 で剥離ひび割れ、スチレンボード 2 で腐食ひび割れを再現した。供試体は、四つの区画に区分けされており、右上は水平ひび割れが無い健全な状態、左上は剥離ひび割れのみがある状態、右下は腐食ひび割れのみがある状態、左下は剥離ひび割れおよび腐食ひび割れがある状態を想定した。スチレンボード 1 の深さは、一般的な増厚コンクリートの厚さを参照して 40mm とし、スチレンボード 2 は、増厚コンクリート上面から腐食ひび割れまでの距離 75mm を再現した。

2.2 計測概要

本実験では、定電圧発生装置により、導線を巻き付けた励磁コイルにパルス状の電流を印加して瞬間的に動磁場を発生させ、これにより発生する電磁力により供

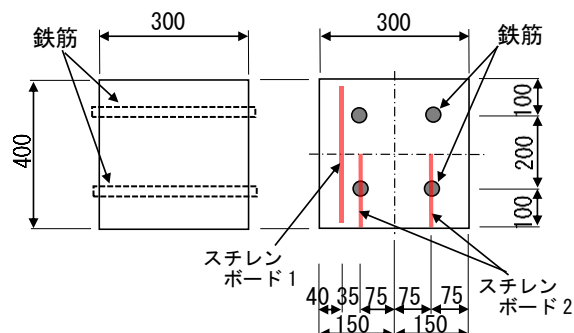


図-2 供試体の外観



図-3 計測装置外観

キーワード 電磁パルス法, RC 床版, 上面増厚工法, 水平ひび割れ

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 Tel : 06-6879-7618

を示す。励磁コイルは、供試体表面から 1mm 程度離して設置し、AE センサは励磁コイルから 50mm 程度離して配置し、各区画に対して計測を行った。

3. 実験結果

受信波形の一例を図-4 に示す。受信波形は、健全において最も振幅が小さく、剥離ひび割れ、腐食ひび割れ、剥離ひび割れおよび腐食ひび割れの順に振幅が大きくなった。

本研究では、振動センサにより受信した弾性波の時刻列波形から、0.05 秒までの各時刻における振幅値を二乗した値の総和（以下、波形エネルギーと称す）を算出し、水平ひび割れの有無を判定する指標とした（式(1) 参照）¹⁾。

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

ここで、 E : 波形エネルギー、 a_i : 振幅値である。計測ごとのばらつきを考慮するため、計測は 1 計測点ごとに 3 回ずつ行って波形エネルギーを算出し、その平均値を採用した。

計測結果から、波形エネルギーを算出した結果を図-5 に示す。健全な状態では、波形エネルギーが最も小さくなり、剥離ひび割れおよび腐食ひび割れがある状態で最も大きくなった。この傾向について考察すると、図-6 に示すようなコンクリート部材に対して、電磁パルス法による計測を実施した場合、鉄筋の腐食によるひび割れがあるコンクリート部材 (b) は、ひび割れないコンクリート部材 (a) に対して、かぶり部分にたわみ共振が発生し、鉄筋の振動幅が大きくなるとともに、波形エネルギーも大きな値を示したものと考えられる。

上記の実験結果から、損傷が顕在化した RC 床版に対して、電磁パルス法の計測を行う場合、水平ひび割れない状態、剥離ひび割れ、腐食ひび割れのみ発生している状態、剥離ひび割れのみが発生している状態、両者が発生している状態の順に波形エネルギーが大きくなる傾向があることがわかった。

4. まとめ

本研究より得られた知見を以下に示す。

- (1) 電磁パルス法により求めた波形エネルギーは、健全、腐食ひび割れ、剥離ひび割れ、剥離ひび割れお

よび腐食ひび割れがある状態の順に大きくなる。

- (2) 特に水平ひび割れの有無による波形エネルギーの差は顕著である。
- (3) 上面増厚工法施工後に損傷が顕在化した RC 床版に対して、電磁パルス法を適用することによって、水平ひび割れの発生状態を把握できる可能性が示唆された。さらに検出精度を向上させるためには、計測装置の改良や他の非破壊検査手法と併用等に関する今後の検討が必要となる。

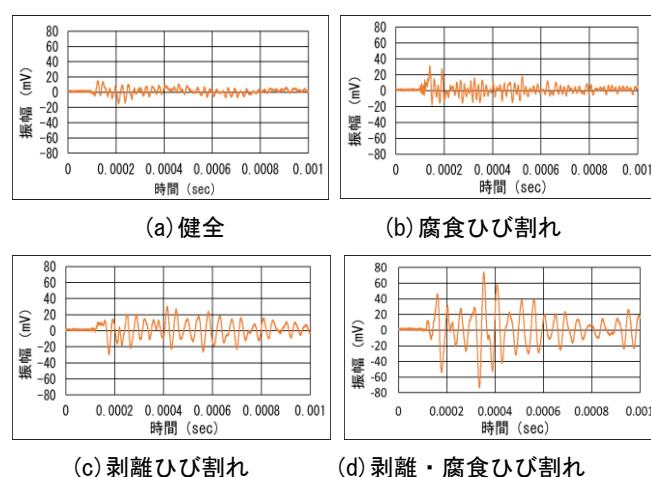


図-4 受信波形の一例 (20 ターン)

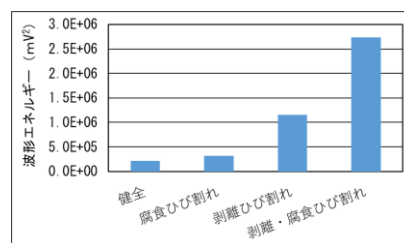
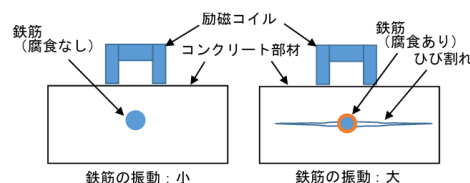


図-5 計測結果



(a) ひび割れなし (b) 腐食ひび割れあり

図-6 水平ひび割れの有無による鉄筋の振動

参考文献

- 1) 木村貴圭, 内田慎哉, 宮田弘和, 鎌田敏郎: 電磁パルス法による接着系あと施工アンカー固着部の非破壊検査手法に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol. 36, No.1, pp.2116-2121, 2014.7.