

電磁パルス法によるフープ筋曲げ加工部における鉄筋破断の評価指標に関する研究

大阪大学大学院 学生員 ○平野 正大
大阪大学大学院 正会員 鎌田 敏郎
阪神高速道路(株) 飛ヶ谷 明人

立命館大学 正会員 内田 慎哉
大阪大学大学院 学生員 李 興洙
(財)阪神高速道路管理技術センター 久利 良夫

1. はじめに

著者らは、電磁パルス法を用いた鉄筋破断の有無を評価する非破壊評価手法の検討を行ってきた¹⁾。本研究では、鉄筋破断の有無をより適確に評価できる評価指標を検討することを目的とした。実験では、RC 柱部材供試体を対象として、フープ筋直上のコンクリート表面に振動センサを設置した状態で、コンクリート表面側から非接触でパルス状の電磁力を入力した場合に受信される弾性波の挙動に着目し検討を行った。

2. 電磁パルス法の原理

電磁パルス法の概要を図 1 に示す。電磁パルス法は、電磁鋼板にマグネットワイヤを巻き付けた励磁コイルにパルス状の電流を流すことによりコイル周辺に瞬間的に磁界を発生させ、この磁界で生じた電磁力によりコンクリート内部に存在する鉄筋に振動を付与し、鉄筋の振動により発生した弾性波をコンクリート表面に設置した振動センサで受信し、コンクリート内部の状態を非破壊で評価する手法である。

3. 実験概要

3.1 供試体

RC 柱部材供試体の概要を図 2 に示す。供試体寸法は 400mm×400mm×400mm である。内部にはフープ筋として鉄筋径 16mm の丸鋼 1 本をかぶり 50mm で設置した。主筋にはポリ塩化ビニル製の直径 5mm の丸棒 4 本をかぶり 66mm の位置にそれぞれ設置した(図 3 参照)。フープ筋は曲げ加工部のうち 1 箇所では鉄筋破断が生じている。鉄筋破断の模擬方法を図 4 に示す。フープ筋切断後鉄筋間を 5mm 開け、発泡プラスチックを設置し、その後ポリ塩化ビニルテープを巻き付けることにより破断を模擬した。

3.2 計測

計測概要を図 5 に示す。図に示す励磁コイルは、厚さ約 0.25mm のコの字型の電磁鋼板を 230 枚積層し、

直径 2.0mm のマグネットワイヤをコイルに 10 回巻き付けたものである。この励磁コイルに定電圧定電流発生装置を用いて印加電圧 1000V、パルス幅 200μs の電流 280mA をマグネットワイヤに流し、励磁コイル周辺に瞬間的な磁界を発生させることによって RC 柱部材供試体内部の鉄筋を加振した。フープ筋直上かつ供試体端部からコイル端部までの距離が 100mm となる位置に励磁コイルを設置し、直下のフープ筋を加振した。それによって発生する弾性波は

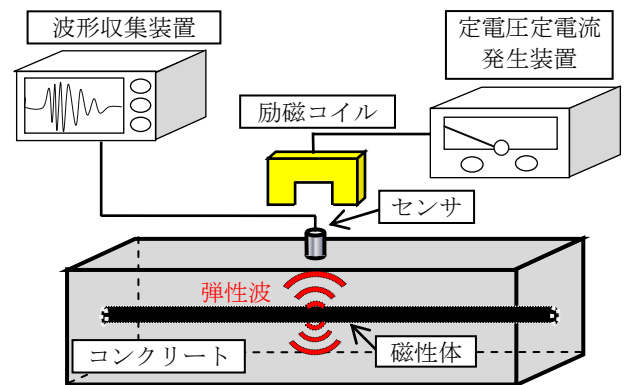


図 1 電磁パルス法の概要

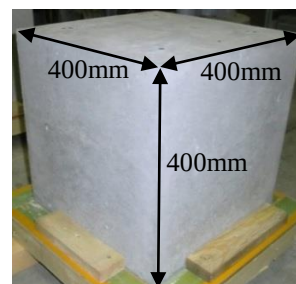


図 2 RC 柱部材供試体

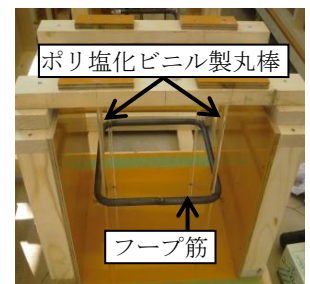


図 3 配筋状況

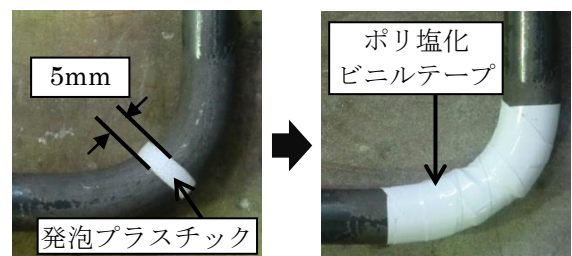


図 4 鉄筋破断部の模擬

キーワード 鉄筋コンクリート, 鉄筋破断, 電磁パルス法, 弾性波挙動

連絡先 〒562-0031 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学工学部地球総合工学科社会基盤設計学領域

150kHz 共振型の AE センサによって受信した。センサは、励磁コイル直近に 1 個（トリガー用）、供試体端部から 100mm（Ch.1 センサ）および 200mm（Ch.2 センサ）の位置にそれぞれ 1 個ずつ設置した。コンクリート表面からコイル先端までの距離を一定に保つため、コイル先端に厚さ 20mm の硬質プラスチック製スペーサを取り付けた。なお上記の計測は、フープ筋曲げ加工部において鉄筋破断のある隅角部とない隅角部、それぞれ 1 箇所で行っている。

4. 実験結果および考察

4.1 伝搬時間

励磁コイル近傍に設置したセンサをトリガーとして用い、Ch.1 および Ch.2 で受信した波形から伝搬時間をそれぞれ測定した。得られた結果を図 6 に示す。鉄筋破断の有無に関わらず供試体端部からセンサ設置箇所までの距離が大きくなると伝搬時間も大きくなっている。一方、鉄筋破断の有無に着目すると、供試体端部から 100mm の場合は概ね同じ伝搬時間であるが、200mm では破断がある場合の方が伝搬時間よりも大きくなっている。これは、鉄筋破断の影響を受けて弾性波の伝搬経路が変化し、コンクリート部分における波の減衰の影響をより強く受けたことが要因と考えられる。

4.2 最大振幅値

励磁コイル近傍に設置したセンサで受信した弾性波の最大振幅値を 1 とし、Ch.1 および Ch.2 で受信した弾性波の最大振幅値を比として求めた。得られた結果を図 7 に示す。弾性波の減衰により、供試体端部からセンサ設置箇所までの距離が大きくなると最大振幅値が小さくなる傾向を示した。破断の有無で比較すると、鉄筋破断がない場合の最大振幅値比が、鉄筋破断がある場合よりも大きくなっている。これは、破断部やコンクリート部分における弾性波の減衰の影響を受けた結果と考察できる。

5. まとめ

- (1) RC 柱部材供試体を対象とした電磁パルス法による計測により、フープ筋曲げ加工部の鉄筋破断の有無により弾性波挙動が異なり、その結果として伝搬時間、最大振幅値が変化することが明らかとなった。
- (2) 電磁パルス法で計測した「伝搬時間」および「最大振幅値」の両評価指標に着目することで、より

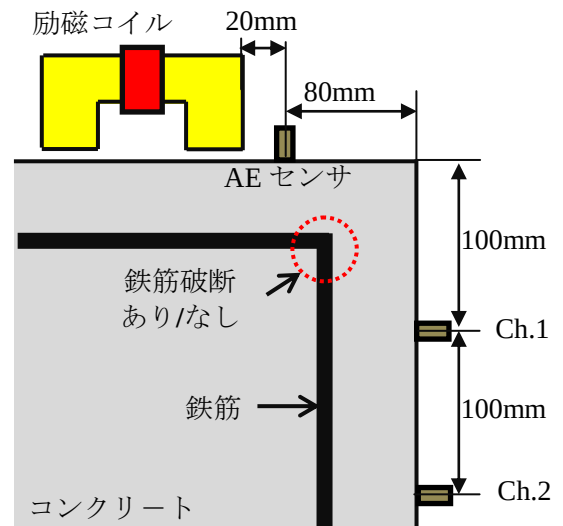


図 5 計測概要

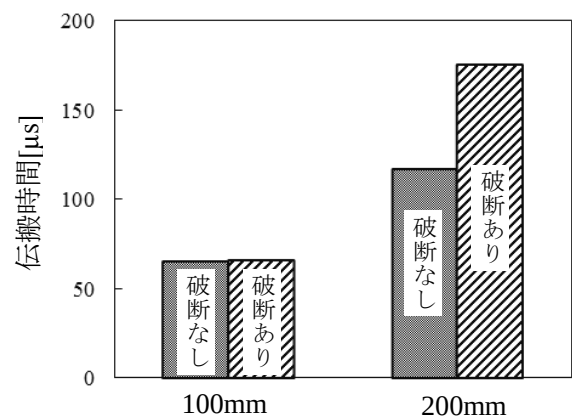


図 6 受信波形から読み取った伝搬時間

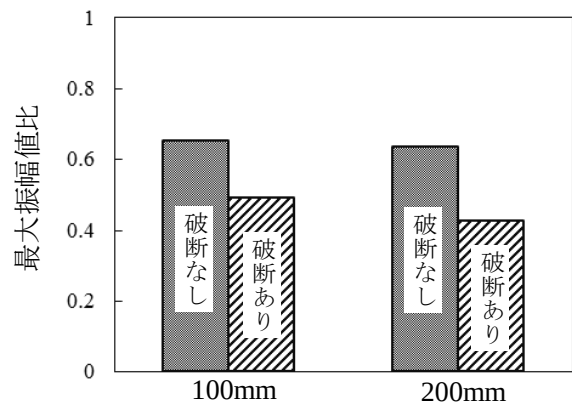


図 7 受信波形から求めた最大振幅値比

適確に鉄筋破断を検出できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 李 興洙, 鎌田敏郎, 内田慎哉, 新名 勉, 久利 良夫: 電磁パルス法によるフープ筋曲げ加工部の鉄筋破断の検出方法に関する基礎研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第 11 巻, pp.291-298, 2011