

第V部門

コンクリート内部鉄筋周りのはく離の評価における電磁パルス発振－弾性波受振法の適用

大阪大学工学部

大阪大学大学院工学研究科

ジェイアール東海コンサルタンツ（株）

熊本大学大学院自然科学研究科

学生会員 ○宗像 晃太郎

正会員 鎌田 敏郎, 学生会員 内田 慎哉

正会員 稲熊 唯史

正会員 森 和也

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の調査においては、鉄筋の腐食状況やコンクリートと鉄筋のはく離状況を、コンクリート表面に軸方向ひび割れが現れる段階で、コンクリート表面から非破壊により評価することが重要である。しかしながら、はく離状況を非破壊により適確に評価する手法は未だ確立されていないのが現状である。

これに対して、高鍋ら¹⁾は電磁パルスによりコンクリート表面から遠隔で鉄筋を振動させ、この振動により生じた弾性波をコンクリート表面で捉える手法を用いて、コンクリートのはく離および鉄筋位置の推定に関する研究を行っている。この研究では、コンクリート内部鉄筋に振動を付与できる点についてはそのデータが示されているものの、鉄筋のはく離程度の差違とコンクリート表面で受振された弾性波との関連についての詳細な検討は行われていない。

そこで本研究では、コンクリート表面近傍で励磁コイルに電流を流して磁場を発生させることにより内部の鉄筋を振動させ、これによってコンクリートへ伝播した弾性波をコンクリート表面に設置したセンサにより受振する手法を用いて、内部鉄筋周りのはく離状況を評価する手法について検討した。実験では、はく離厚さおよびはく離長さにバリエーションを設けた鉄筋コンクリート供試体を用いて、コンクリート表面で受振された弾性波の周波数スペクトルおよび最大振幅値と、はく離厚さやはく離長さとの関係を調べた。

2. 実験概要

2. 1 供試体

供試体は、鉄筋をコンクリート内部に埋め込んだ供試体（健全供試体）と、鉄筋長手方向の全周にわたってポリ塩化ビニリデン製ラップを厚さ3mmで巻き付けた供試体（はく離供試体）をそれぞれ作製した。写真-1に示すとおり、コンクリートの寸法は高さ180mm×幅180mm×長さ410mmとした。配合は表-1のとおりである。また、はく離厚さおよびはく離長さの違いが、はく離評価に与える影

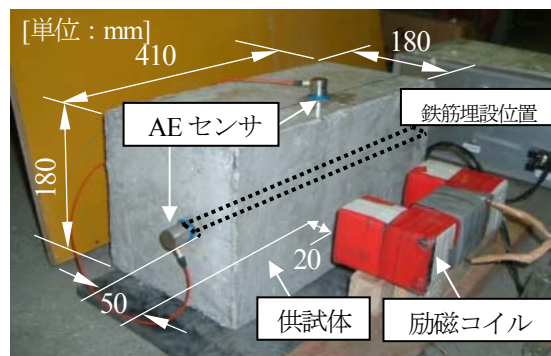


写真-1 供試体概要および計測状況

表-1 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (g)
		W	C	S	G	
50	41.0	184	368	694	1002	1472

表-2 実験の検討ケース（はく離長さ）

径・かぶり	はく離長さ	308mm	410mm
φ16mm・かぶり50mm		○	◎

※表中の◎は、表-3の◎と同一の供試体を表す。

表-3 実験の検討ケース（はく離厚さ）

径・かぶり	はく離厚さ	0mm	0.1mm	3mm
φ16mm・かぶり50mm		○	○	◎

※表中の◎は、表-2の◎と同一の供試体を表す。

響について検討するため、以下の2つの供試体も併せて作製した。すなわち、はく離長さ410mmと固定した上ではく離厚さを0.1mmとした供試体と、はく離厚さを3mmと一定とした上で丸鋼長手方向中央部に308mmのラップを巻き付けた供試体である。いずれの供試体においても使用した鉄筋は、長さ410mm、直径16mmの普通丸鋼であり、かぶりを50mmと一定にした。実験ケースの一覧を表-2および表-3に示す。

2. 2 電磁パルス発振および弾性波受振方法

励磁コイル設置位置は鉄筋直上で、供試体とコイルの長手方向中央位置を一致させ、かつコンクリート表面から20mmの位置にコイルを設置した。電気信号発生器を用いて

キーワード 鉄筋コンクリート、電磁力、弾性波、非破壊評価、はく離

連絡先 〒565-0871 吹田市山田丘2-1 大阪大学工学部地球総合工学科 TEL06-6879-7618

一定のパルス状の電流を励磁コイルに流すことにより、電磁パルスを発振した。電磁パルスによって加振された鉄筋の振動は、コンクリート表面に貼り付けた AE センサにより受振した（写真-1 参照）。

3. 実験結果及び考察

3. 1 周波数スペクトル

図-1 に、健全供試体におけるコンクリート表面及び鉄筋端部で受振した波形の一例をそれぞれ示す。この図より、得られた波形には周期性が見られ、かつ最大振幅値を容易に判読できるものであった。続いて図-2 に健全供試体、はく離厚さが 0.1mm およびはく離長さが 308, 410mm の場合に得られた周波数スペクトルを示す。なお、本研究では、周波数解析に高速フーリエ変換（FFT）を使用している。いずれの供試体においても、周波数の分布形状に若干の違いはみられるものの、およそ 5kHz の位置にのみ、単一のピークが発現している。また、はく離厚さ、はく離長さが変化してもこれとほぼ同じ結果が得られた。これより、周波数スペクトル上では、はく離長さおよび厚さの違いによって振動特性に明確な差違は生じなかった。

3. 2 最大振幅値

図-3 にはく離厚さと最大振幅値との関係を、図-4 にはく離長さと最大振幅値との関係を示す。ここで、図-3 に示すはく離厚さ 0mm は健全供試体、はく離厚さ 3mm ははく離供試体のことである。同様に図-4 のはく離長さ 410mm とははく離供試体のことである。図-3 のはく離厚さ 0mm および 3mm の結果から、はく離のある供試体の最大振幅値は、健全供試体のそれと比較して、小さくなっていることがわかる。これは、はく離が生じたことにより鉄筋からコンクリートへの弾性波の伝達が妨げられ、コンクリート表面で得られた受振波の最大振幅値が小さくなったものと考察できる。また、図-4 から、はく離の長さが大きくなると、コンクリート表面の最大振幅値が小さくなっていることもわかる。これは、はく離厚およびはく離長さの増加に伴い、鉄筋とコンクリートの接触面積が減少したためにこのような結果になったと考えられる。

4. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1) 本実験の範囲内において、コンクリート表面で得られた受振波形の最大振幅値は、はく離の有無により異なり、最大振幅値の比較により内部鉄筋のはく離状況の評価が可能であった。
- 2) はく離厚さおよびはく離長さが大きくなると、最大振幅値が小さくなることが確認された。

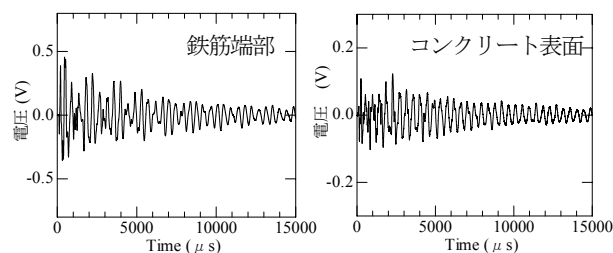


図-1 受振波形の一例

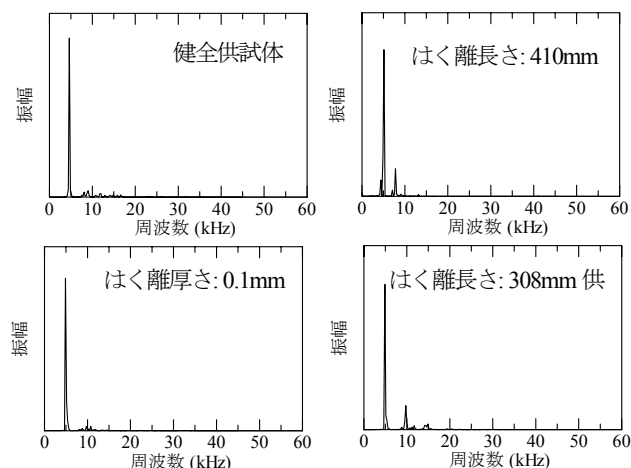


図-2 周波数スペクトル

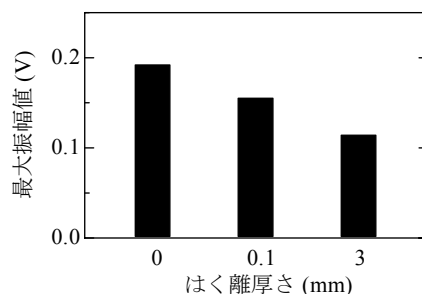


図-3 はく離厚さと最大振幅値との関係

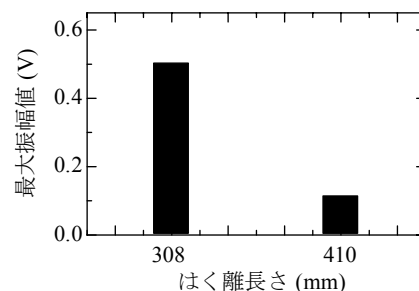


図-4 はく離長さと最大振幅値との関係

参考文献

- 1) 高鍋雅則, 橋本光男: 鉄筋コンクリート診断のためのパルス電磁力音響法の提案, 非破壊検査, Vol.52, No.11, pp.628-632, 2003

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金（萌芽研究 18656124）を受けて行ったものである。ここに記して謝意を表する。