

鉄筋探査計によるコンクリート内部の鉄筋検出精度に与える影響

芝浦工業大学 学生会員 ○濱田 大輝
 芝浦工業大学 学生会員 山本 啓
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太

1. 研究背景および目的

我が国では高度経済成長期に土木構造物が数多く建設されており、建設後 50 年経過する構造物が今後急激に増加すると予測されている。そのため、高齢化する構造物を長期間使用していくには、劣化構造物あるいは既存不適格となる構造物に対して設計図書を基に補修、補強を実施する必要がある。しかし、設計図書が残っていない構造物では使用されている鉄筋の径や位置などが不明確であり、構造物を直接調査することにより、それら情報を得る必要がある。既存の構造物が保有している性能を低下させることなく、鉄筋情報を得る手法として電磁誘導法・電磁波レーダー法等がある。構造物に対して非接触連続的に鉄筋探査が可能であり、短時間で測定が可能である。しかし近接鉄筋の影響やかぶり厚さ、比誘電率等の影響により機械誤差以上の誤差を生じる可能性がある。そこで、本研究では電磁誘導法・電磁波レーダー法における測定誤差に影響を及ぼす要因を明確にするため、実験的に検討することとした。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

電磁誘導法では磁性体のみに反応するという性質から、かぶりコンクリートを発泡スチロール板で模擬し実験を行った。試験体寸法は 600×900mm でかぶり厚さは 50, 75, 100mm の 3 種類とし、それぞれ鉄筋間隔を 100, 150, 200mm とした。なお、使用する鉄筋の種類は D6~D38mm の 11 種類とし、発泡スチロール板に貼り付け測定を行った。

電磁波レーダー法では、比誘電率の設定が必要であるため、コンクリート試験体を作成し測定を行った。本研究で使用するコンクリートの配合を表-1 に示す。なお、試験体寸法は測定面を 440×740mm とした。コンクリート試験体の概要を表-2 に示す。

2.2 試験方法¹⁾

計測はそれぞれの測定機器を試験体表面で走査し、鉄筋を検出する。表-3 には使用した機器の性能を示す。なお、各測定法によって得た測定値を日本非破壊検査協会が機器に要求している測定誤差（以下、基準誤差と称す）と比較することにした。

表-1 コンクリートの配合

セメントの種類	呼び強度 (N/mm ²)	SL (cm)	粗骨材の最大寸法 (mm)	Air (%)	Temp (°C)	W/C (%)
N	24	12	20	5.0	16.3	58

表-2 コンクリート試験体の種類

試験体No.	鉄筋径	かぶり厚さ (mm)	鉄筋間隔 (mm)
1	D-16	上部 : 50mm	100mm
		下部 : 100mm	
2	D-22	上部 : 50mm	200mm
		下部 : 100mm	
3	D-25	上部 : 50mm	100mm
		下部 : 100mm	
4	D-38	上部 : 50mm	200mm
		下部 : 100mm	

表-3 使用機器の性能

機器の種類	測定深度 (mm)	水平方向分解能 (かぶり厚さと鉄筋間隔の比)	周波数 (MHz)
電磁誘導法	160~180	鉄筋の深さが最低10mm以上あること 最小配筋間隔が36mm以上あること	-
電磁波レーダー法	5~300	かぶり厚さ: 鉄筋間隔=1:0.23	1600

3. 実験結果

3.1 発泡スチロール試験体（電磁誘導法）

鉄筋間隔の測定においては、鉄筋径の設定有無および鉄筋の種類にかかわらず、±10mm（基準誤差）以内で検出可能であることが確認された。次に、一例として鉄筋径を設定して計測されたかぶり厚さ 50mm の結果を図-1 に示す。かぶり厚さが 50mm の場合は、基準誤差（かぶり厚さの 5%）が厳しく、D13 を超えると基準誤差を逸脱してしまうが、かぶり厚さ 75, 100mm についてはかぶり厚さの 5%以内

キーワード : 非破壊検査, 鉄筋探査, 電磁誘導法, 電磁波レーダー法

連絡先 〒174-8545 東京都江東区豊洲 3-7-5 Tel 03-5859-8359 E-mail : h07077@shibaura-it.ac.jp

にすべて収まることが確認されている。また、すべてのかぶり厚さにおいて、鉄筋径が大きくなるほどかぶり厚の計測誤差は大きくなる傾向にあることも確認されている。なお鉄筋径を設定しない場合、かぶり厚さ 50mm については設定有のものと同様な傾向にあるが、かぶり厚 75, 100mm については D16 以上になると基準誤差を逸脱してしまうことも確認されている。次に、一例としてかぶり厚さ 50mm の場合の鉄筋径計測結果を図-2 に示す。なお図中には誤差の基準誤差 (± 1 規格) を破線で示す。図より、D22 までは基準誤差内で検出できるもののそれ以上の鉄筋径になると基準誤差に収まらないものも出てくることが確認された。また鉄筋間隔が 100mm の場合、D22 を超えると検出精度が大きく低下することも分かった。この傾向は、かぶり厚さが大きくなるほど明確になり、かぶり厚が 100mm の場合、D10 あたりから誤差が大きくなることが確認されている。

3.2 コンクリート試験体（電磁レーダー法）

鉄筋間隔の計測においては、比誘電率の補正を行えば、かぶり厚さおよび鉄筋径にかかわらず、 ± 10 mm（基準誤差）以内で検出可能であることが確認された。次に、比誘電率で補正したかぶり厚さの計測結果を図-3 に示す。かぶり厚さ 50, 100mm のどちらにおいても ± 5 mm（基準誤差）の範囲に収まらない結果となった。なお、測定誤差は鉄筋径が大きくなるに従って増加する。

4. まとめ

本研究により得られた結論を以下にまとめる。

- 1) 鉄筋位置の計測では、電磁誘導法、電磁波レーダー法ともに、日本非破壊検査協会で規定している機器の測定誤差（基準誤差）内で検出可能であることが分かった。
- 2) 電磁誘導法によるかぶり厚さ測定では、かぶり厚さ 75, 100mm の場合、基準値（かぶり厚さの 5%）内で検出できることが分かった。ただし、かぶり厚さ 50mm の場合については、鉄筋径が D13 を超えると基準誤差を逸脱する結果となった。
- 3) 電磁誘導法による鉄筋径の計測では、鉄筋間隔が小さく、かつ鉄筋径が大きくなるにつれて検出精度が低下することが分かった。

- 4) 電磁波レーダー法によるかぶり厚さの計測では、すべての条件で基準誤差を逸脱する結果となった。また鉄筋径が大きくなるほどその検出精度は低下することも分かった。

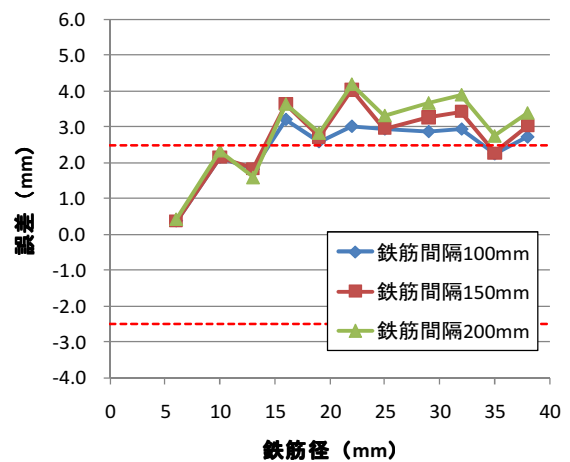


図-1 かぶり厚さ 50mm のかぶり厚測定

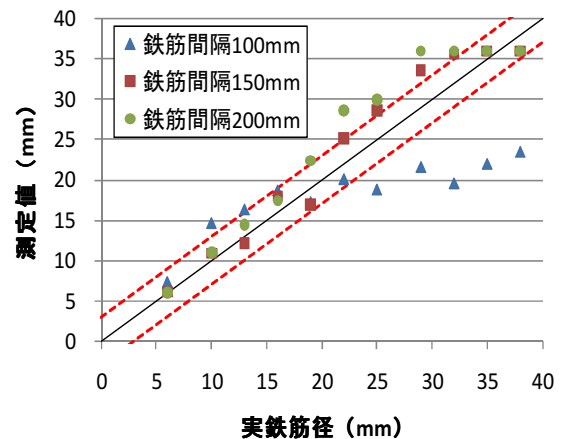


図-2 かぶり厚さ 50mm の鉄筋径測定

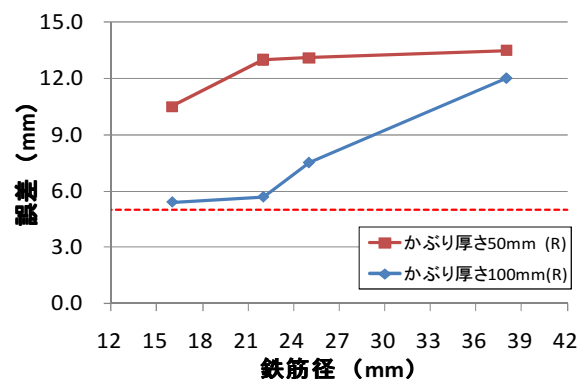


図-3 電磁波レーダー法でのかぶり厚測定

謝辞 本研究は、平成 22 年度文部科学省科学研究費 (B) 22360174 (研究代表者：魚本健人) による支援を受け、実施したことを付記する。

参考文献 1) 日本非破壊検査協会・土木研究所：非破壊・微破壊試験によるコンクリート構造物の検査・点検マニュアル，p.63-89，2010.8