

電磁波レーダを用いた鉄筋コンクリート構造物内部の鉄筋腐食状況に関する非破壊評価手法の検討

大成ロテック 株式会社 技術研究所	正会員	○澤口 実
大成ロテック 株式会社 技術研究所	正会員	城本 政一
国立研究開発法人 土木研究所	正会員	岩永 真和
国立研究開発法人 土木研究所	正会員	内田 雅隆

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物内部の鉄筋の腐食は、ひび割れを発生させ構造物の強度低下を引き起こす。そのため、鉄筋の腐食の有無やその程度を確認することは重要であり、一般的には鉄筋を露出させ測定を行う方法¹⁾が多い。しかし、これらの方法は既存のコンクリート構造物の一部を撤去する必要があるため、多くの時間とコストが必要となることから、非破壊でコンクリート構造物内部の鉄筋の状況の評価できる手法の確立が求められている。

このようなことを踏まえ、筆者らは、電磁波レーダを用いて非破壊で鉄筋の腐食の有無やその程度を評価する方法について検討した。本文では、その検討の概要と結果を報告する。

2. 検討概要

(1) 電磁波レーダを用いた評価方法の概要

電磁波は、異なる物質の境界面で反射および透過する性質を有する。電磁波レーダは、電磁波を送信してから反射して受信するまでの時間を計測してコンクリート中の鉄筋位置を測定する機器である。

この反射波の強度は、式-1に示すように、物質の比誘電率、つまり材質等によって差が生じる²⁾。また、腐食が進行した鉄筋は、腐食が進行していない鉄筋に比べ反射強度が変化するとされている³⁾。

$$\gamma = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}} \quad (\text{式-1})$$

ただし、 ϵ_1 ：上部構造物の比誘電率、 ϵ_2 ：下部構造物の比誘電率

本検討では、既知の腐食した鉄筋を用いたコンクリート供試体を作製し、その供試体を用いて鉄筋からの反射強度を測定した。

(2) 供試体作製方法および測定方法

使用した鉄筋は、写真-1のように、腐食状況の異なる $\phi 16\text{mm}$ の丸鋼を3種類用意し、鉄筋を供試体中央部に電磁波レーダの測定方向に対して直交するように設置した。

キーワード 電磁波レーダ、鉄筋腐食、非破壊調査、反射率

連絡先 〒365-0027 埼玉県鴻巣市上谷 1456 大成ロテック(株)技術研究所 TEL 048-541-6511

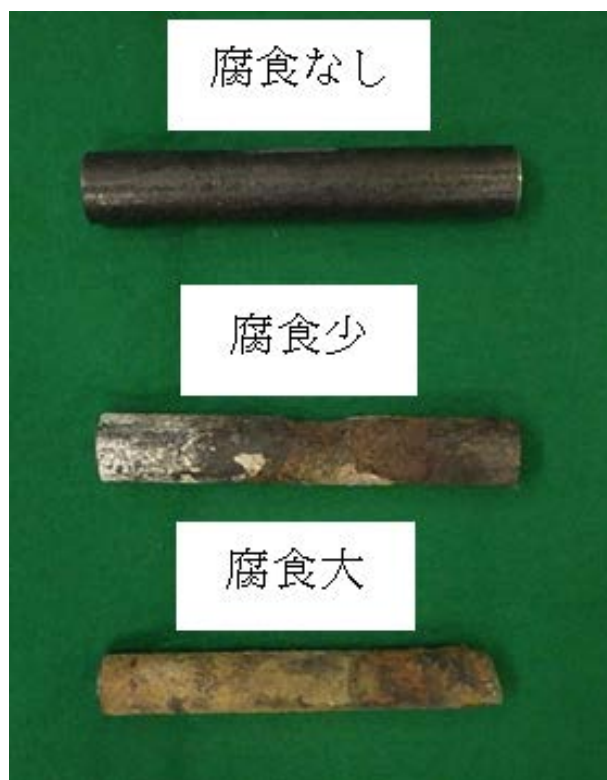


写真-1 鉄筋の腐食状況

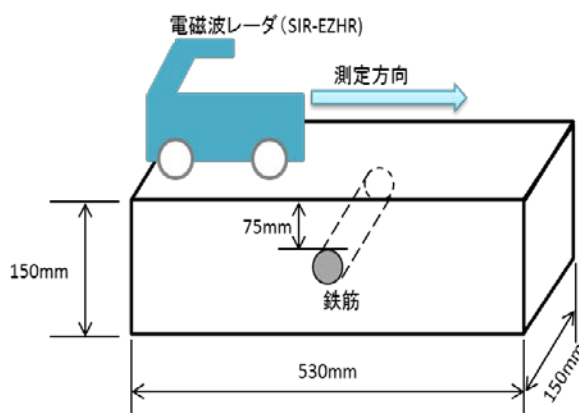


図-1 測定方法の概念

また、鉄筋のかぶりによって、反射強度が異ならないように、鉄筋かぶりは75mmになるように供試体を作製した。なお、電磁波レーダはGSSI社製SIR-EZHR（中心周波数＝2.6GHz、水平方向の測定間隔＝2.5mm）を用い測定を行った（図-1、写真-2参照）。

（3）解析方法

構造物内部の鉄筋の電磁波レーダーでの測定画像の例を図-2に示す。

図に示すように、反射強度が強い箇所を白色で、弱い箇所を黒色で図した場合、比誘電率の高い鉄筋位置で反射強度は大きな値を示し、白色の凸形の波形を示す。

今回の実験では、写真-1に示した腐食の有無および腐食の程度の異なる鉄筋3種を用いてそれぞれの電磁波の反射強度を測定した。なお、電磁波の強度の測定位置は、図-2の赤丸部分の凸部頂点付近で反射強度が一番大きくなっている箇所とした。

3. 実験結果

測定結果を図-3に示す。図より、健全な鉄筋の反射強度は1,166であったのに対し、腐食少では970（反射強度17%減少）、腐食大は921（反射強度21%減少）であった。

このことから、鉄筋コンクリート構造物内部の鉄筋の腐食の有無および腐食の程度について電磁波レーダを用いて評価できる可能性があると考ええる。しかしながら、腐食の程度による反射強度の差が小さいことから、さらなる検討が必要と考える。

4. まとめ

本実験では、コンクリート舗装版中にある腐食した鉄筋を非破壊で検出する方法として、電磁波レーダを用いた時の鉄筋からの反射強度に着目した。その結果、鉄筋の腐食度合いにより反射率に変化が生じることが確認され、非破壊で腐食程度を測定できる可能性が見い出せた。

今後は、腐食の程度の把握以外にも、鉄筋径やかぶり深さなどを変化させた時の反射強度の変化や、コンクリート中にクラック等が発生している場合など、実用化に向けて供用中のコンクリート舗装で発生している様々な損傷パターンについての実験および測定を行っていききたい。そして、これらの実験データを元に、供用されているコンクリート舗装の健全度が把握できるように、測定精度を向上していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 小山理恵, 矢島哲司, 魚本健人, 星野富夫：自然電位を用いた鉄筋腐食状態の推定手法に関する基礎的研究，土木学会論文集 No. 550/V-33, pp13-22, 1996. 11
- 2) 電磁波レーダの原理：日本無線株式会社，株式会社計測技術サービス

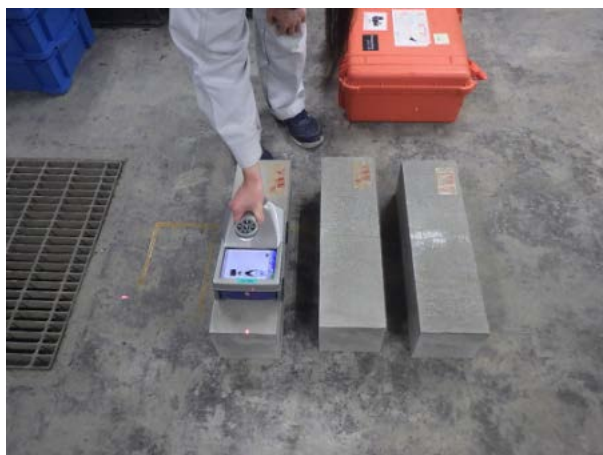


写真-3 測定状況

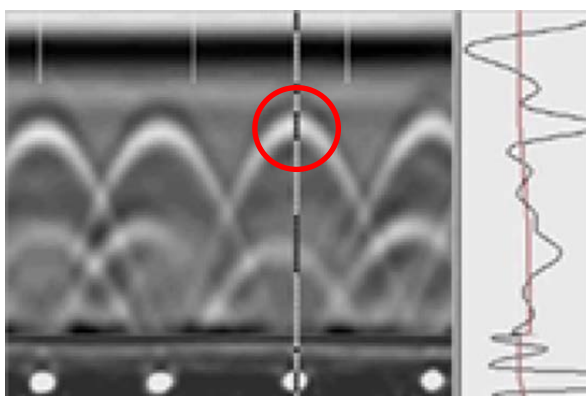


図-2 鉄筋位置の反射波

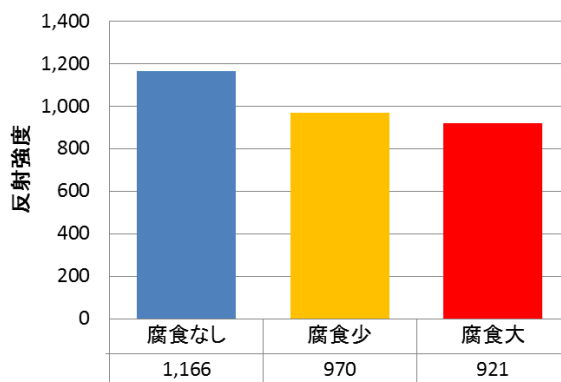


図-3 測定結果