

電磁波レーダ法スケルカデータによる腐食鉄筋の検知について

ジオ・サーチ株式会社 ○岡本 順平
関西電力株式会社 谷村 佳則

1. はじめに

大量の構造物の維持管理時代を迎えつつある中、コンクリート構造物を取り巻く環境は大きく変化してきており、劣化が進行した後での事後保全よりも、ライフサイクルコストを低減させるための予防保全が重要視されてきている。また、新たな構造物を作り出すのではなく、既存の構造物を検査・診断し、適切な対応により、長期間にわたって維持管理することが重要な課題となっている。最近では、外観目視やたたき検査で抽出されないような鉄筋腐食に伴う構造物の劣化事例も見られ、非破壊検査技術の高度化に対する期待が高くなっている。本報告は、電磁波レーダ法の高度化(スケルカデータ)により、鉄筋腐食に伴う人孔躯体の劣化箇所を効率的に検知し、効果的な維持管理計画の策定に寄与できる可能性が出てきたため紹介するものである。

2. 電磁波レーダ法スケルカデータについて

電磁波レーダ法は、電気的性質の異なる境界からの反射波を利用し、可視化する技術である。様々な変化(初期不良、劣化、損傷等)を捉える可能性を有しているが、解析の専門性などから、既存のレーダ装置では、コンクリート構造物分野において主に鉄筋位置やかぶり深さの把握に利用されてきた。電磁波レーダ法スケルカデータは、図-1 に示すように、高周波レーダを用いて計測し、高解像度データ処理によって三次元化を行う。この技術(G-Cube)により、構造物内の任意の断面画像を確認することが可能となる。これまで、実橋梁の試験調査等において、主に床版上部の状況確認の検証事例を積み重ね、公共工事等における新技術活用システム(NETIS)に登録されている。

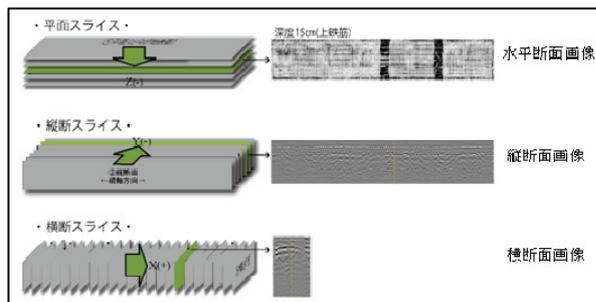


図-1 電磁波レーダ法スケルカデータ

3. 試験方法

試験は、図-2 に示すように、定電流電源装置を使用した電気腐食法により、鉄筋の腐食グレードを変化させた供試体(1辺 37.5cm×厚 13cm)を作製し、各種検査手法によるデータを取得する。人孔躯体内での調査診断手法は、「①躯体内面からの計測が簡易。②湿潤状態でも計測が可能。」等の条件に適用したものでなければならない。本試験では、予備実験¹⁾に基づいて積算電流量を変化させた複数の供試体に対し、電磁波レーダ法・G-Cube(中心周波数 1~2GHz 程度)による測定を行う。また、各種非破壊検査手法の測定も実施することとし、これまでに実績のある一般的な手法の中から、腐食鉄筋の検知手法として、自然電位法・分極抵抗法を選定した。また、鉄筋腐食に伴うコンクリート状態の把握手法として、超音波法・衝撃弾性波法・反発度法を選定し、さらに微破壊探査ではあるが、小径コア法についても実施することとした。鉄筋の腐食度の確認は、供試体を解体し、目視による確認と鉄筋腐食質量減少率の測定を行う。



図-2 電気腐食法による作製供試体

キーワード 鉄筋腐食、構造物内部劣化、維持管理、非破壊、人孔躯体、スケルカデータ

連絡先 〒564-0043 大阪府吹田市南吹田 3-4-5 ジオ・サーチ株式会社 大阪事務所 TEL 06-6190-6558

4. 試験結果

表-1 に示す評価基準²⁾において、作製供試体の腐食度はⅠ～Ⅳ、鉄筋腐食質量減少率は0～6.7% (端部切出しによる補正值)であった。本試験は、図-3 に示すとおり基本的に湿布養生した供試体に対してデータを取得した。作製供試体では、電磁波レーダ法によるスケルカデータで、図-4 に示すように鉄筋からの反射波が周囲の鉄筋に比べて顕著に変化が見られ始めるのは、腐食度がⅢからⅣへ移行する段階 (本供試体では、鉄筋腐食質量減少率が約 6%程度。) 付近である可能性が高いことを確認した。一方、自然電位法および分極抵抗法では、腐食度がⅠからⅡへ移行する段階付近を判定することができる可能性が高いことを確認した。なお、その他手法で実施した鉄筋腐食に伴うコンクリート状態の把握については、今回の作製供試体に対して、腐食度に伴う明瞭な変化を確認することはできなかった (ここで、弾性波による手法は、波形そのものに着眼した解析ではなく、弾性波速度の測定による)。

表-1 腐食度の評価基準²⁾

腐食度	評価基準	鉄筋腐食質量減少率
Ⅰ	黒皮の状態、または錆が生じているが全体的に薄い緻密な錆であり、コンクリート面に錆が付着していることはない。	0 ～ 1 %
Ⅱ	部分的に浮き錆があるが、小面積の斑点状である。	1 ～ 3 %
Ⅲ	断面欠損は目視観察では認められないが、鉄筋の全周または全長にわたって浮き錆が生じている。	1 ～ 8 %
Ⅳ	断面欠損を生じている。	6 ～16 %



図-3 供試体計測・養生状況

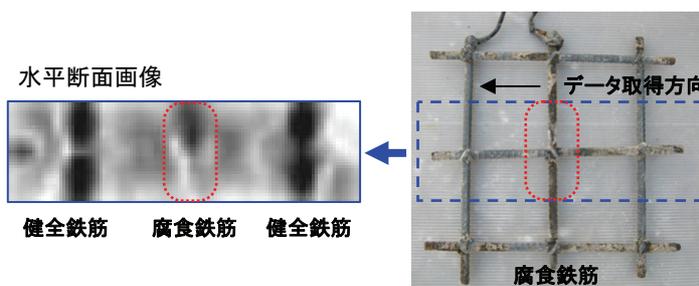


図-4 スケルカデータ腐食鉄筋検知例

5. 今後の展望

人孔躯体の点検は、基本的に躯体内部からの制約された状況で実施しなければならないが、点検のための交通規制が必要となるケースもあるため、効率的な手法が望ましい。また、非破壊検査手法により最適な点検結果を得るためには、鉄筋位置を把握しなければならない手法が多く、鉄筋位置やかぶり深さが検知可能な電磁波レーダ法は優位であり、客観的な画像データを確認することができるため、点検時の基礎データ取得に適している。本試験結果からは、約 6%程度の鉄筋腐食質量減少率で明瞭な反射波の変化を検知することができた。既存の検討結果では、外観調査 (打音調査を含む) から得られる外観変状と鉄筋腐食状況の関係より、浮きが生じている箇所の鉄筋腐食質量減少率が 6%程度 (建設後 35 年経過時点の港湾構造物の例) であることが示されたデータ³⁾もあり、電磁波レーダ法スケルカデータは、鉄筋腐食に伴う性能劣化箇所の効率的な検知可能性を有しているといえる。今後の人孔躯体における効果的な維持管理計画の策定に向けて、計測箇所の選定や実現場への適用を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 田森清美ほか: 鉄筋の発錆によるコンクリートのひびわれ性状に関する基礎研究, コンクリート工学年次論文報告集 10-2, 1988.
- 2) 財団法人鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等維持管理標準・同解説 (構造物編コンクリート構造物), 丸善, 2007.
- 3) 福手勤: アセットマネジメントのための港湾構造物の劣化に対応した維持・補修 (補強) 工法の選定手法の検討, 平成 16 年度 (財) 港湾空港建設技術サービスセンター研究開発助成報告書, 2007.