

電磁波レーダ法とドリル削孔法を自然電位法に組み合わせた鉄筋腐食評価方法

日本工営（株）LC マネジメント部 正会員 青木 伸之
 日本工営（株）LC マネジメント部 正会員 松山 公年
 日本工営（株）LC マネジメント部 正会員 金本 康宏

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物において、中性化による鉄筋腐食を評価するには、中性化残りや電気化学的手法が用いられる。中性化残り測定は、はつり調査やコア採取時に実施される場合が多く、また点の情報に限られる。本報告は、鉄筋コンクリート構造物に対し、電磁波レーダ法とドリル削孔法を自然電位測定時に活用することにより（図-1）、構造物への損傷を最小限とし、鉄筋腐食状況を面的に把握することを目的とする。

2 - 1 . 電磁波レーダ法によるコンクリート中の鉄筋位置の調査

磁波レーダ法（以下レーダ法と呼ぶ）により、コンクリート中の鉄筋位置を面的に把握した。

レーダ法は、電磁波の送受信により得られる反射波形から鉄筋コンクリート構造物などの内部状況を判定する非破壊試験手法である。測定には、当社が独自に開発した多目的レーダ計測システムを使用した。このシステムは、周波数100MHz～1.5GHzまでの6種類のアンテナを有しており汎用性に優れているが、ここでは、1GHzと1.5GHzのアンテナを使用した。

測定により得られたレーダ画像と波形の例を図-2に示す。アンテナ走査距離の増加に伴い、鉄筋頂上点からの反射波到達時間が遅延しており、かぶり厚さが増加していることがわかる。レーダ画像より明確となった鉄筋配置位置を図-3に示す。また、横筋のかぶり厚さ分布図を図-4に示す。図-4から測定範囲の左上から右下に向かってかぶり厚さが小さくなる傾向が見られる。

2 - 2 . ドリル削孔法によるかぶり厚さおよび中性化深さの調査

(1) かぶり厚さ測定

レーダ法で得られたかぶり厚さを確認するため、レーダ法で把握した鉄筋位置に対してドリル削孔を行ない、ドリルが鉄筋に達した深さをかぶり厚さとしてノギスで測定した。

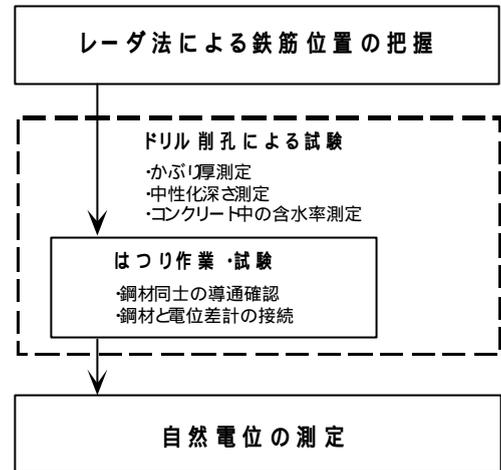


図-1 鉄筋腐食調査の流れ

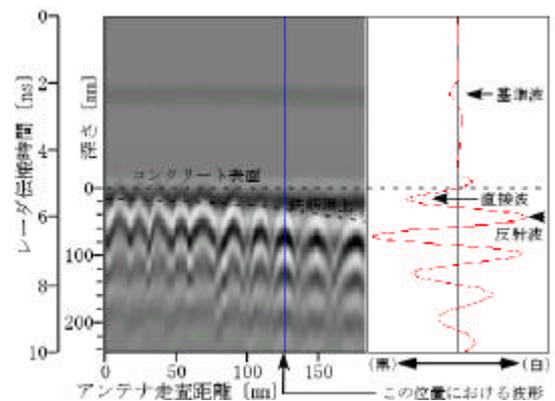


図-2 レーダ画像と波形例

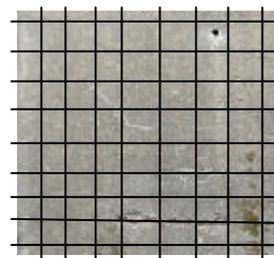


図-2 のアンテナ走査測線

図-3 推定配筋

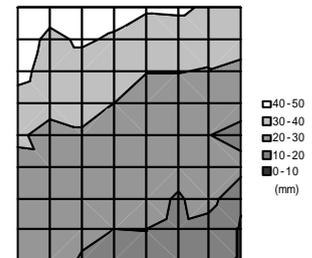


図-2 のアンテナ走査測線

図-4 かぶり厚さ分布図

キーワード：レーダ法、ドリル削孔法、自然電位法、中性化残り、鉄筋腐食

〒300-1259 茨城県稲敷郡茎崎町稲荷原 2304 TEL: 0298-71-2030 FAX: 0298-71-2022

(2) 中性化深さ測定

ドリル削孔の際に生じる削孔粉のフェノールフタレイン反応を観察し、アルカリ反応の始まる深さを中性化深さとしてノギスで測定した。

なお、ドリル削孔法による結果とコア（側面及び割裂面）による結果は、平均値比較すると15～20mmの範囲内に収まった。

2-3. 自然電位測定による自然電位分布調査

自然電位の測定は、1時間程度の断続的な噴霧散水で湿潤状態となったコンクリート面に対し実施した。測線は、コンクリート表面側の横筋直上とし、測定ピッチ約10cmにて、回転式照合電極を走査した。

なお、測定前には、照合電極（鉛電極）について飽和硫酸銅電極とのキャリブレーションを行なった。また、測定対象範囲内の鉄筋同士が電気的につながっていることを確認するため、ドリル孔を利用して導通確認を行なった。

自然電位測定結果を等電位線図として図-6に示す。測定対象範囲内の電位分布は、下部ほど卑な傾向が見られるものの、全測定点において-350mV以上の値（飽和硫酸銅電極換算値）となり、ASTM C 876（図-5）により明確に腐食を評価することはできなかった。

2-4. 各調査結果から得られる鉄筋腐食評価

まず、レーダ法より得られたかぶり厚さとドリル削孔による中性化深さの差を求めることで、中性化残り分布を得た（図-7）。図-7より、測定範囲の40%において、中性化残りが10mm以下となっており、鉄筋まで中性化が進行している部分もあった。

次に、中性化残り分布図と自然電位分布図を比較することで、測定対象範囲の下部が、中性化残りが少なくかつ電位が卑であることが分かった。このことから、中性化の進行が顕著なほど、自然電位が卑となる傾向が明らかになった。

3. まとめ

本実験結果から得られた結論を以下に列記する。

- (1) ドリル削孔法は、多点において、鉄筋のかぶり厚さの測定と鉄筋同士の導通試験、中性化深さや含水率測定を兼ねることができるので、作業の効率化に有効な手法である。
- (2) レーダ法で得られるかぶり厚さと中性化深さ測定結果により中性化残り分布図を作成することが可能である。
- (3) 自然電位分布のみでは腐食状況を推定することが困難な場合に、中性化深さ残り分布図と自然電位分布図を照合することにより、鉄筋腐食状況を評価することが可能である。
- (4) より多くの箇所で、ドリル削孔による中性化深さ測定を実施することで、高精度の中性化残り分布を得ることが可能となる。

参考文献

- 1) (社)土木学会コンクリート委員会腐食防食小委員会：鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と今後の動向，1997. 12
- 2) 太田資郎，吉田典明，藤原鉄朗，松山公年，金本康宏：レーザ・レーダ法による水路トンネルの老朽化評価，構造物の診断に関するシンポジウム論文集，1998.7

自然電位 (mV , CSE)	鉄筋腐食の可能性
-200 < E	90%以上の確率で腐食なし
-350 < E -200	不確定
E -350	90%以上の確率で腐食あり

図-5 ASTM C 876 による鉄筋腐食評価

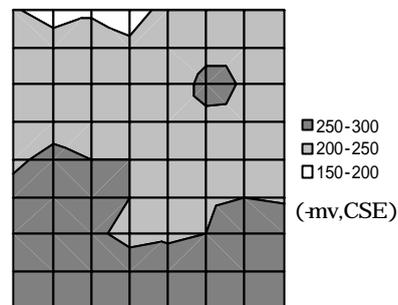


図-6 自然電位分布図

