

電磁波レーダを用いたコンクリート構造物のクラックへの 補修材の充填状況の確認方法に関する検討

大成ロテック（株）技術研究所 正会員 ○城本 政一
同 正会員 水野 孝浩
(株) シーエスデー 営業企画室 王 婧婧
同 加藤 秀

1. はじめに

戦後の高度成長期に大量にストックされたコンクリート構造物は、老朽化に伴うクラックや剥離にともなう崩落などの破損が生じており、補修、補強が必要な状態となっているものがある。これらの破損の内、クラックについては、一般にエポキシ系樹脂やセメント系材料を充填する補修方法（以下、クラック充填工法）が用いられている。¹⁾ クラックは雨水等が浸透して内部の鉄筋等を腐食させ構造物としての健全性を低下させることが懸念されるため、充填材は内部まで確実に充填される必要がある。

現状において、クラックに充填した材料の充填状況を非破壊で確認する方法としては衝撃弾性波を用いた方法などが検討²⁾されているものの充填度を十分に評価できていない。このため、充填状況を確認する方法としては、補修箇所のコアを抜き取る破壊試験が用いられている³⁾。

これらのことを踏まえ筆者らは、クラックへの充填材の充填状況の確認を電磁波レーダを用いた非破壊試験にて確認する方法について検討を行った。本文では、その検討の概要および結果について報告する。

2. 電磁波レーダを用いたクラック判別の現状の課題とその解決策

2-1 電磁波レーダを用いたクラック検出の現状と課題

電磁波は、物体内の状態の異なる境界面で反射する性質があり、電磁波レーダではその反射波を捉えることで、内部の状況を推定する。しかし、コンクリート中に発生しているクラックは幅が小さいものがあり、この場合は反射波が小さく、検出することが難しい。現在、高周波の電磁波レーダが開発されたことにより、幅が小さいクラックでも反射波を検出することが可能となったが、上下方向の同一断面に複数のクラックが存在する場合、上部クラックの影響により、下部クラックからの反射波が小さくなるため、下部クラックを検出することは難しい。

2-2 課題の解決手法の概要

電磁波レーダでは、対象物から反射波が図-1（上）に示すように測定されるが、筆者らは、この図形から抽出した反射波の極大値と極小値を結んだ極値曲線（図-1(下)）

の特異点に着目した。一般に健全なコンクリートの場合は極大・極小曲線は徐々に減少していくが、クラックがある場合は極値曲線に特異点が見られる。我々は、この特異点前後にクラックが存在するものとして、特異点前後の隣り合う極大値と極小値の波長（反射時間差）をクラックが存在する場合の極大値と極小値の波長と比べ、波長が一致した場合にクラックと判断する手法を考案した。なお、クラックが存在する場合の波長については、測定と同一の電磁波レーダにて室内試験等により取得しておく必要がある。

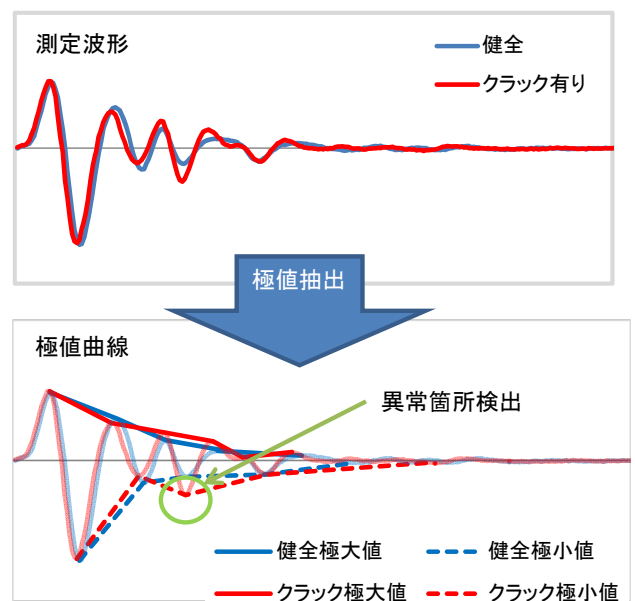


図 1 極値分布によるクラック検出方法

キーワード コンクリート構造物、クラック、電磁波レーダ、クラック検出、充填状況確認

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 TEL048-541-6511

3. 検討概要および結果

3-1 検討概要

筆者らが考案した手法を用いてクラックおよびクラックへの充填材の充填状況を判別できるかを確認するために、図2に示す無筋コンクリート供試体に水平および斜めクラックを設置して測定を行った。この供試体では2つあるクラックのうち、下方の斜めクラックを対象にして充填材の有無の条件を、①クラックへ充填材を充填していない場合、②斜めクラック上部半分が充填した場合、③斜めクラックの下部半分が充填された場合、④全てに充填された場合の4条件について測定を行った。なお、クラック充填材は、コニシ社製エポキシ樹脂の「E-206」を用い、電磁波レーダにはGSSI社のSIR-EZHR（中心周波数2.6GHz）を使用した。

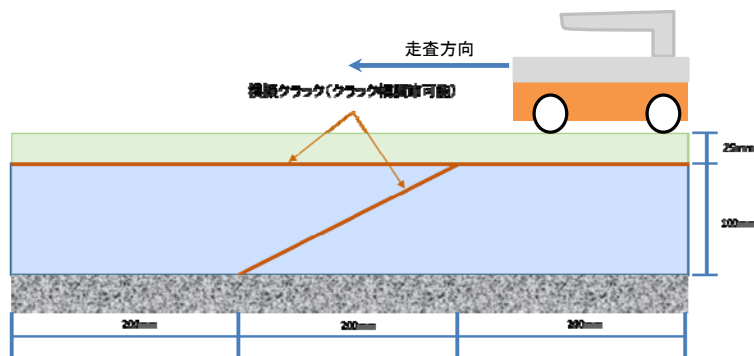


図2 Co 供試体寸法と電磁波レーダ走査方向

3-2 結果のまとめ

解析結果を表-1に示す。本解析手法によってクラックと検出された箇所には、黄印をつけている。

解析の結果、以下のことが確認できた。

- ・ 充填を行っていない供試体では、水平クラックと斜めクラックを検出できているが、このクラック2つの交点付近で斜めクラックが検出できていない。これは、2つのクラックの極値が交わり、1つのピークとして検出されるためだと考えられる。
- ・ 斜めクラックの上部を充填した供試体では、上部にクラックが検出されず、上部の充填が確認できた。
- ・ 斜めクラックの下部を充填した供試体では、下部にクラックが検出されず、下部の充填が確認できた。
- ・ 全充填した供試体では、クラックが検出されなかった。
- ・ 全供試体ともクラックが存在しない箇所で、クラックとして検出されている箇所がある。その箇所は、水平クラックの深さの2倍もしくは3倍の深さで見られていることから、水平クラックの多重反射波をクラックとして誤検出しているものだと考えられる。

上記より、考案した解析手法は、水平クラックの多重反射による誤認識が若干あるものの、同一断面上に上下に存在するクラックを検出することができ、かつクラック充填材の充填状況を精度良く確認できる可能性が示されたと考える。

表1 解析結果

	充填なし	上部充填	下部充填	全充填
解析結果				

4. おわりに

今回、提案した解析手法は、多くのデータから成り立っている電磁波の波形から、極値だけを抽出して解析に用いていることから、短時間で解析することができることを特徴としている。今後は、多重反射等の影響をキャンセルする手法について検討し、測定精度を高めたいと考えている。

参考文献

- 1) 公益社団法人日本コンクリート工学協会：クリートひび割れ調査，補修・補強指針，解説図-6.2.4，2009
- 2) 岩野聡史，森濱和正：衝撃弾性波法によるひび割れ補修結果の評価方法の検討，土木学会64回年次学術講演会，V-189，2009.9
- 3) 村中智幸，内藤勲，田口史雄：実構造物におけるひび割れ注入後の品質管理に関する検討，平成24年度技術研究会発表，2012