

■研究テーマ

- 鉄筋の動きやすさでRC構造物の劣化を評価する加振レーダ法の開発
- 近距離レーダシステムの開発及び応用計測
- 電波や超音波を用いたドップラ応用計測

■キーワード

レーダシステム、ドップラ計測、コンクリートレーダ、地中レーダ、非破壊検査

■産業界の相談に対応できる技術分野

RC構造物の劣化評価 地中レーダ応用技術 コンクリートレーダ応用技術

■主な設備

13GHzベクトルネットワークアナライザ 4GHzオシロスコープ 自作4GHzパルスレーダ

連絡先

電子情報部門 三輪空司 TEL(FAX) 0277-30-1779 e-mail: miwa@gunma-u.ac.jp



三輪空司 准教授

研究概要

近距離レーダのハード技術、ソフト技術を駆使した新たな計測法の創造

本研究室では、社会の安全安心への貢献に向け、数m～数cm程度までの比較的探測距離の短い近距離レーダを用いた新たな計測法、計測システム、非破壊検査法等の研究を行っています。近年ではインフラ構造物の維持管理において重要となるRC構造物の劣化評価の新規計測法の開発を中心に研究を行っています。

その中で図1のようにコンクリート内の鉄筋の振動しやすさを定量的かつ非破壊的に計測する加振レーダ法を世界で初めて提案して

います。本手法は、鉄筋を励磁コイルにより正弦的に振動させその数 μm の鉄筋振動の変位をドップラレーダの原理で非破壊的に定量計測します。

本手法では通常のレーダ応答に加え、振動する物体のみのレーダ応答も選択的に得ることができます。鉄筋を強制的に腐食させる電食試験中のレーダ応答をモニタリングした結果を図1に示します。横軸が電食後の経過時間、縦軸がレーダ波形で1ns付近が鉄筋からの反射波です。通常レーダ応答では鉄筋腐食による変化はほとんど見られませんが、振動物体のレーダ応答では大きな変化が見られ明瞭な違いが表れています。この振幅比から得られる鉄筋振動変位と鉄筋の推定腐食量

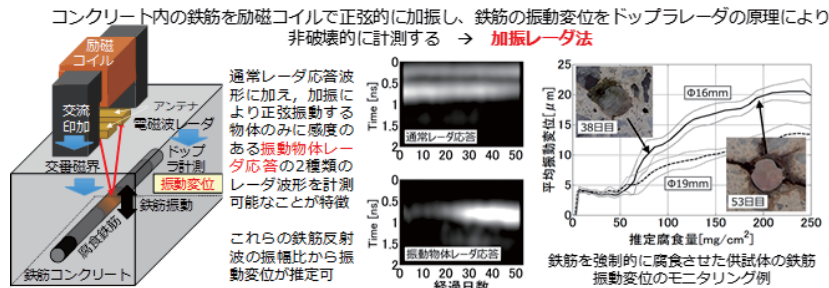


図1 加振レーダ法概念図

の関係は、腐食量が $70\text{mg}/\text{cm}^2$ 以降から急激に振動変位が増加し約4倍程度まで増加することがわかります。既存の手法ではこのようなコントラストが得られる手法はなく、極めて感度の高い鉄筋腐食評価法といえます。

また、レーダ自身をフリーハンドで動かしながらコンクリート内部の細径配線をイメージングするレーダ(図2)や、地中を掘削するバケット自身をアンテナとしアンテナ位置を測位し、イメージングしながら地中(もしくはコンクリート内部)を掘削(もしくは穿孔)するといったMeasurement While Drilling(MWD)レーダ技術の開発も行っています。

特徴と強み

レーダのハード&ソフトの開発からフィールド実験まで実用化を見据えた研究開発

近距離レーダに関する研究は他機関でも行われておりますが、多くは市販のレーダ装置を用いたり、外注したりすることが多いです。一方、当研究室ではGHz帯のアンテナ作成評価技術や回路基板作成、FPGAも含むハードウェア、ソフトウェア開発技術を有し、レーダシステムを一から自作することが可能な点に強みを持っています。新規な計測法の有効性の評価においては高精度かつ高SN、高柔軟性を有するハードウェアを用いることが

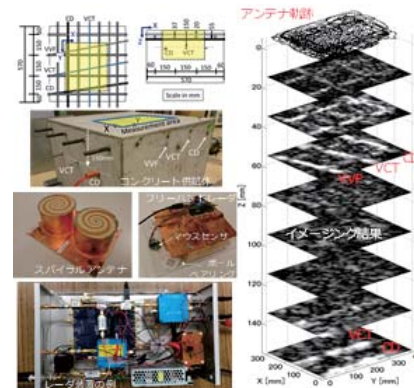


図2 開発したフリーハンドパルスレーダ

重要です。加振レーダ法の例では鉄筋のドップラ成分信号は通常のレーダ信号の1/1000程度の微弱な信号であり、広いダイナミックレンジを必要とするため、市販のレーダ装置では評価困難です。そのレーダ装置も市販の1/10程度のコストで実現しています。

また、現場でのフィールド実験にも精通しており、室内での実験だけではなく、技術開発は実フィールドでの実証することを研究室の理念としています(図3)。このため、企業様との共同研究も多く実施しており企業様の様々なニーズに答えることが大学としての使命と思っています。

今後の展開

パルス加振による加振レーダ法による既存非破壊検査手法との統合

高度経済成長期に建設されたインフラ構造物の老朽化の問題は今後さらに深刻し、その維持管理の問題がますます重要となります。当研究室でもより一層レーダ技術を用いたコンクリートの劣化評価を主体に研究を行っていく予定であり、具体的には正弦波状の加振ではなく、鉄筋をパルス加振した際の鉄筋振動変位をドップラレーダにより非破壊的に計測可能なシステムの開発を目指します。これにより、従来の非破壊検査で実用的に行われてきたパルス状の加振によるコンクリート表面での弾性波応答の解析と本技術を統合させることが可能になり、コンクリート構造物の新たな非破壊劣化評価手法として発展させていきたいと考えています。



図3 バケット型レーダの現場計測例