

レーダアンテナから直接波として送受信される電磁波のコンクリート中における伝搬経路

日本工営(株) 中央研究所 正会員 ○ 金本康宏
 日本工営(株) 中央研究所 正会員 松山公年
 日本工営(株) 中央研究所 正会員 太田資郎
 日本工営(株) 中央研究所 正会員 藤原鉄朗

1. はじめに

レーダ法は電磁波の送受信により、受信した反射波形から物標を探索する非破壊試験技術であり、鉄筋コンクリート構造物に対しては鉄筋位置、かぶり深さ、コンクリート中の空隙などの調査に適用されている^{1) 2)}。

一般に、レーダによるかぶり深さや部材厚の計測は、コンクリートの一般的な比誘電率の値と計測から求めた反射波の伝搬時間から計算して求められる。これまでに、我々は電磁波の送受信系を工夫することにより、レーダアンテナ間にある対象物の比誘電率を計測する技術を開発し、特許を得た。この技術を適用すれば、レーダアンテナから送信された電磁波が対象物の表面付近を伝搬して受信されるまでの伝搬時間（直接波の伝搬時間）からアンテナ間にある対象の比誘電率を求めることができる。この技術を計測システムに導入することにより、各計測位置の比誘電率を考慮して、かぶり厚や部材厚を計測することができるようになった。このことは含水状態の違いにより比誘電率が異なるようなコンクリートについても、容易に精度よくかぶり厚さや部材厚の測定ができることを意味する。

また、我々は老朽化したコンクリートの強度を直接波として計測される電磁波の伝搬速度から推定する研究を進めている³⁾。この研究では、老朽化したコンクリートの強度に影響を与える空隙や水分の量を電磁波の伝搬速度で間接的に把握し、強度と伝搬速度の相関関係を確かめることができた。

図-1にレーダ計測の概念図を示す。ここで、我々は直接波の伝搬経路をコンクリート表面付近と仮定して、アンテナの送受信間を直接波の伝搬距離として計算を進めている。ただし、厳密には直接波として送受信される電磁波は、ホイヘンスの原理により図-2のような経路を最短距離として伝搬する。

本報告は、レーダ法を適用した一連の計測結果や研究結果の精度を向上させるため、現在、我々が使用しているレーダアンテナの直接波の伝搬経路を把握することを目的とする。

2. 多目的レーダ計測システム

実験に使用したレーダ装置は、写真-1に示す我々が独自に導入した多目的レーダ計測システムである。この計測システムの特徴は、周波数100、400、600、800MHz、1、1.5GHzのアンテナを使用できることから、調査対象が地盤やコンクリートなど汎用性の高い計測システムとなっている。本実験ではコンクリートを対象としていることから、800MHz、1GHz、1.5GHzのアンテナを使用した。

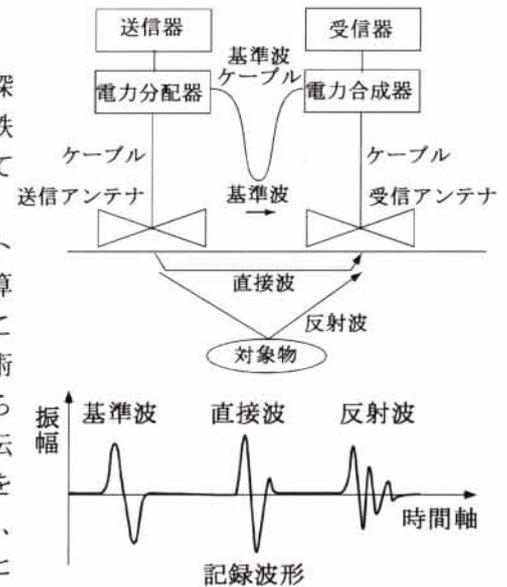


図-1 レーダ計測概念図

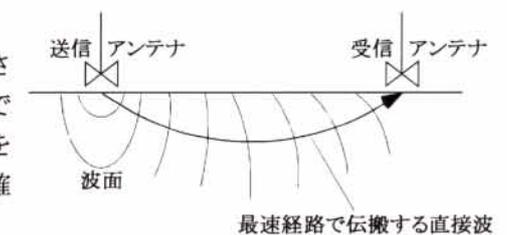


図-2 直接波の伝搬経路

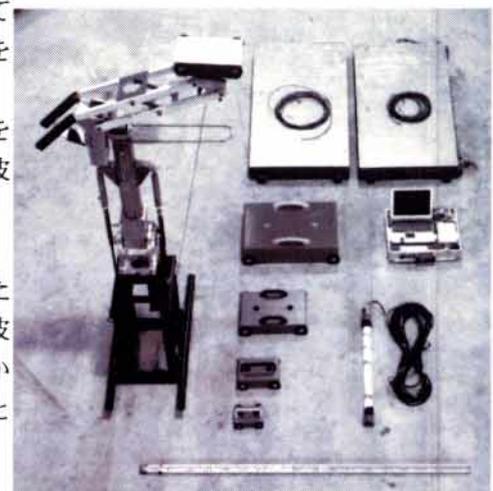


写真-1 多目的レーダ計測システム

キーワード：レーダ法、コンクリート構造物、非破壊試験、電磁波の伝搬経路

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

3. 実験方法

図-3 に示すようなコンクリート供試体を作成した。供試体の底面にはステンレス板が設置してある。アンテナを供試体上で走査させて、厚さの異なるコンクリート中を伝搬する直接波とステンレス板からの反射波を計測した。直接波の伝搬経路と反射波の伝搬経路が重なった位置で、直接波のピークと反射波のピークが合成され、一つのピークを形成する。このときのコンクリート厚さが直接波の伝搬経路の深さであることが考えられる。

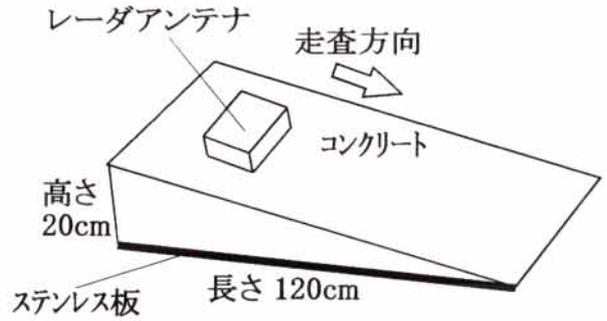


図-3 実験供試体

4. 実験結果

図-4 に計測結果を示す。図-4 は 800MHz のアンテナを供試体上で走査させた際に、計測された電磁波の波形を白黒階調で示した図である。ステンレス板からの反射波は、コンクリート厚さが小さくなるに従い基準波に近づいてきていることがわかる。図-5 は 800MHz のアンテナで計測した際の各コンクリート厚さにおける電磁波の波形である。基準波と直接波のピークが重なったときのコンクリート厚さは 4.9cm であった。

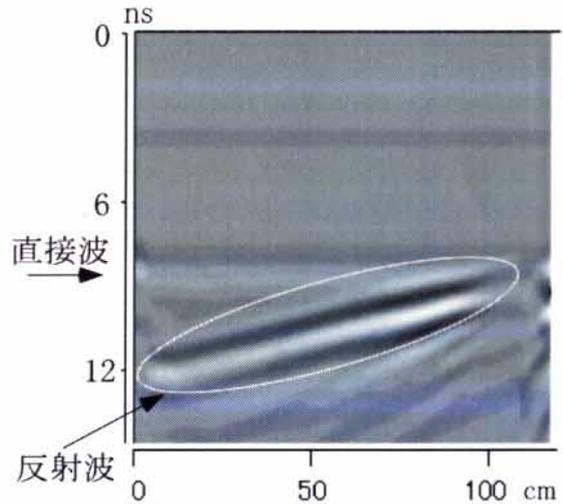


図-4 レーダ計測結果画像

実験結果から、各アンテナで直接波として送受信される電磁波が伝搬する深さを表-1 に示す。この深さは各アンテナのコンクリート厚さ測定の限界値を示すことにもなる。

5. まとめ

本実験結果から得られた知見を以下に示す。

- ・これまで表面付近を伝搬するとして近似していた直接波の伝搬する深さを表-1 に示すように特定することができた。
- ・我々が導入した多目的レーダ計測システムのうち、周波数 800MHz、1GHz、1.5GHz アンテナのコンクリート厚さ測定の限界値を明らかにすることができた。
- ・レーダ法を適用すれば、コンクリートの深さ方向の電気特性に関する情報を使用するアンテナ周波数を選択することにより把握できる可能性が得られた。

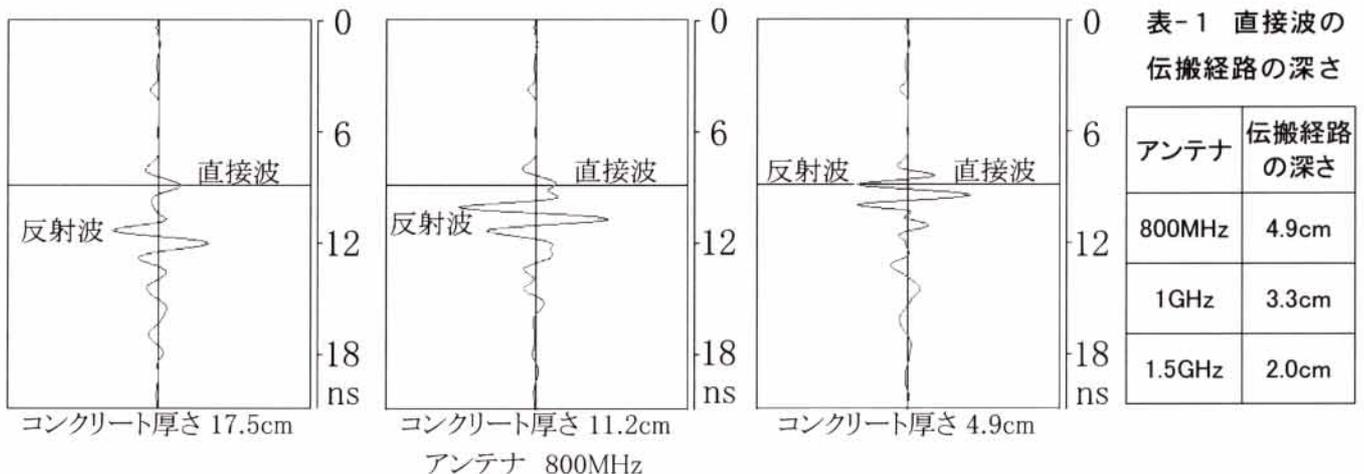


図-5 コンクリート厚さの違いによる計測波形の違い

【参考文献】

- 1) 【2001年制定】コンクリート標準示方書[維持管理編] 土木学会
- 2) 例えば、コンクリート構造物の劣化診断に関する研究委員会報告書 東京大学生産技術研究所 1999.3
- 3) 金本康宏他：「レーダ法によるコンクリート強度推定法に関する研究」構造物の診断に関するシンポジウム講演論文集 1999.8