

東京電力(株) 正会員○木村應志
 応用地質(株) 坂山利彦
 同上 兼崎幸雄

1. まえがき

当社では、コンクリート構造物の保守管理を合理的に行うため、鉄筋のかぶりや位置を非破壊で簡便に測定・探知できる非破壊検査機器の開発を進めている。これまで、地下レーダ技術を利用した探査装置を試作し、深さ7cm程度の鉄筋を探知できることを確認している。今回、アンテナ部分の改良を行い、探査可能深度の向上を図るとともに、操作性を考慮し、深さの読み取りの簡便化、小型・軽量化を図り、実用的な装置の開発を行った。

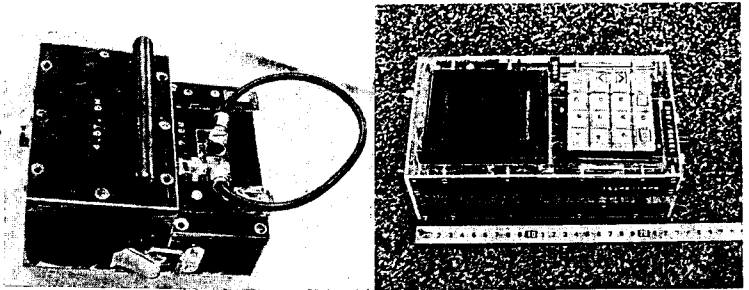
本報告は、これらの成果について述べたものである。

2. 探査装置の改良

2.1 改良装置の仕様

今回、試作した探査装置は、次の点について改良を行ったものである。

- ①探査可能深度の向上
(受信アンテナの改良)
- ②深さの読み取りの簡便化
(電磁波伝播速度・深度解析ソフトの開発)
- ③小型・軽量化



(a) 送・受信アンテナ

(b) 探査装置本体

写真-1 改良探査装置の外観

改良探査装置の外観と主な仕様は、写真-1ならびに表-1

表-1 探査装置の概略仕様

に示すとおりである。

2.2 受信アンテナの改良

探査可能深度を向上させる方法としては、送信出力を増大させることが考えられる。しかし、この場合には、既往の研究結果によると送信パルス幅を大きくしなければならなくなり、分解能が低下し、鉄筋を判然と探査できなくなるという問題が発生する。そこで、探査分解能を低下させることなく探査深度を向上させることを課題とした。従来、この種の探査装置の送・受信アンテナは、同型で同じアンテナ寸法(ダイポール長)のものが用いられてきた。しかし、これまでの我々のインパルス地下レーダにおけるアンテナ寸法を変えた電磁波の透過実験結果から、アンテナは、必ずしも同じダイポール長のアンテナでなくとも送・受信が可能であり、さらにはアンテナ寸法の大きな受信アンテナの方が受信波振幅が、大きくなることが予想された。このため、今回の試作装置では、送信側には、いまままでどおり、波長の短い電磁波を送信できる $f = 3 \text{ GHz}$ (アンテナ寸法 $L = 2.5 \text{ cm}$) のアンテナを用い、受信側には受信感度が上がるようにアンテナ寸法の大きいアンテナを採用することとした。

受信側のアンテナ寸法を大きくすることによって、受信感度が上がる効果を検証するために、アンテナ寸法が1.25cm, 2.5cm, 5.0cm, 7.5cmの4種類の受信用アンテナを作製し、コンクリートブロックならびに受信アンテナをコンクリート中に埋設した透過実験用供試体を用いて電磁波透過実験を実施した。図-1は、透過実験方法の概要を示したものであり、図-2は、実際に受信した透過波形である。また、図-3は、受信アンテナの寸法と受信した透過波の振幅の関係を示したものである。受信アンテナ寸法が2.5cmと5.0cmのものを比

(1) アンテナ本体 : 送・受信分離型2アンテナ方式	
・送信アンテナ: アンテナ寸法	$L = 2.5 \text{ cm}$ ($F = 3 \text{ GHz}$)
寸法	$5.0 \text{ cm} \times 6.0 \text{ cm} \times 12.0 \text{ cm}$
重量	0.27 kg
・受信アンテナ: アンテナ寸法	$L = 5.0 \text{ cm}$ ($F = 1.5 \text{ GHz}$)
寸法	$7.5 \text{ cm} \times 8.5 \text{ cm} \times 12.0 \text{ cm}$
重量	0.47 kg
(2) 探査装置本体 : カラー液晶表示、キー入力操作	
・内部電源	NiCd電池(連続1時間探査可能)
・探査レンジ	0~10ns(かぶり深さ 0~50cm)
・寸法	$8.5 \text{ cm} \times 22.5 \text{ cm} \times 19.0 \text{ cm}$
・重量	1.6 kg
・処理ソフト	装置にROMベースで内蔵

較すると、振幅は約1.8～2.1倍に増大しており、受信アンテナの寸法が大きいほど、受信波振幅は、大きくなり、受信感度を向上させることができることが分かった。ここでは、2.5cmの送信アンテナ（3GHz）に対しては、鉄筋のピッチや操作性を考慮し、できるだけ小型になるように受信アンテナの寸法としては5.0cmを採用することとした。

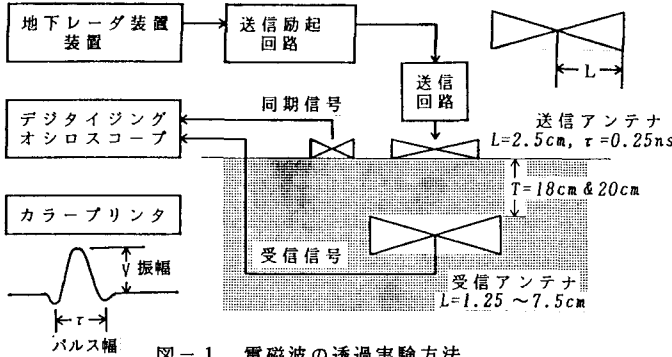


図-1 電磁波の透過実験方法

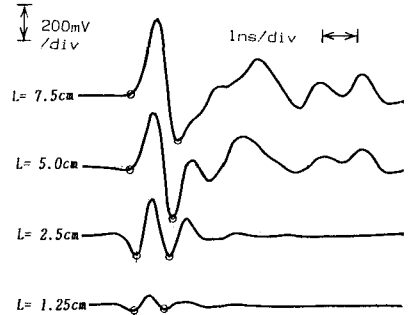


図-2 電磁波の透過波形

3. 改良装置の性能実験結果

改良装置の探査深度向上の効果を確認するため、鉄筋の深さが3, 9, 15cmで鉄筋間隔が30cmのコンクリートモデル供試体を使って、探査実験を行った。当初の試作装置（送信アンテナ寸法：L=2.5cm, 受信アンテナ寸法：L=2.5cm）と今回の改良装置（送信アンテナ寸法：L=2.5cm, 受信アンテナ寸法：5cm）による探査記録は、図-4に示すとおりであり、当初の試作装置と今回の改良装置との探査記録を比較すると試作装置は、深さ15cmの鉄筋を検出できていないが、改良装置は検出できており、探査深度向上の効果が確認できた。

5. あとがき

当初の試作装置の探査可能な最大深さは、7cmであったが、今回の改良により、深さ15cm程度までの探査が可能となった。また、探査装置本体は、小型・軽量化を図るとともに解析ソフトを内蔵し、検出した鉄筋の深さを現場で即座に計算・表示させる機能を持たせており、実用面での即応性ならびに操作面での簡便性を図ることができた。今後は、実際のコンクリート構造物を対象とした探査を行い、探査性能の再確認と操作面での改善点をさらに明らかにしていきたいと考えている。

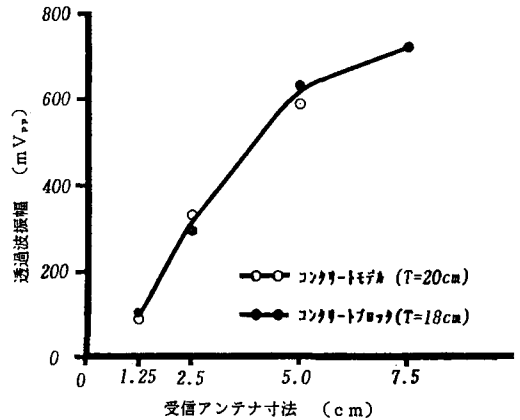


図-3 アンテナ寸法と受信透過波振幅

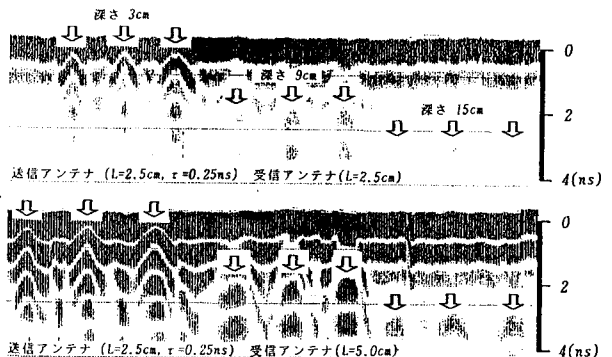


図-4 探査可能深度の比較実験結果

<参考文献>

木村・兼崎・坂山（1992）：鉄筋探査用高分解能レーダの開発（その4）

— 試作機器の改良結果 — 物理探査学会第86回学術講演会論文集 投稿中