

マイクロ波信号の時間領域解析と ビームフォーミングを用いた配管の非破壊検査

- マイクロ波導波モードを利用した非破壊検査技術を開発
- 導波モードとビームフォーミング技術を用いることで、管壁のクラックや管壁外部の異物の位置や大きさを特定することが可能
- 埋設管の検査効率の向上と異物による破損事故の防止に貢献

研究のねらい

地中埋設管を非破壊で効率的に検査する手法が求められています。しかし、現状では目視や打音検査のため、狭所閉鎖空間内での検査や数万kmにわたって埋設されている配管の検査は容易ではありません。そこで、誘電体の管壁部とその近傍に閉じ込められて伝搬するマイクロ波導波モードを活用し、配管管壁部の欠陥や管壁外側の異物を非破壊で効率的に検査する手法を開発しています。本技術は、様々な径や材質（誘電体）で構成される配管の検査に適用することが可能です。



Kurimoto Ltd., FRPM pipe:
<http://www.suidou.co.jp/library/dictionary-sewer/PDFs/p004-005.pdf>

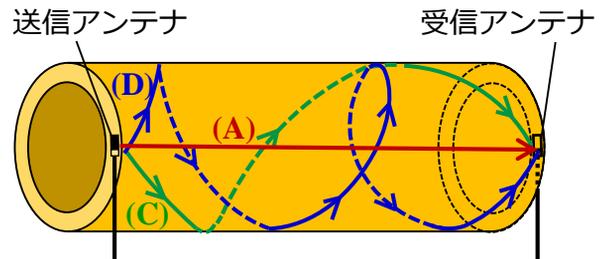
研究内容

これまでの研究では、配管 (Fiberglass-Reinforced Plastic Mortar (FRPM) 管) の両端にアンテナを設置することで数GHzのマイクロ波が管壁とその近傍を伝搬することを確認しました。

本研究では、時間領域解析を行うことで、配管の端面で励振されたマイクロ波は管壁中を放射状に広がりながら伝搬し、その信号は複数の経路を通して送受信アンテナ間を伝搬する波束信号 ((A)最短経路波、(B,C)1回転波、(D,E)2回転波) として観測できることが分かりました (上図)。管壁近傍に異物がある場合、異物を通過したマイクロ波信号の振幅が減衰し、その減衰の大きさは異物の種類や大きさによって異なりました。本手法を用いることで、50 mm四方のコンクリートブロックや比較的誘電率の低いウッドブロックを検出できることを実証しました (下図)。

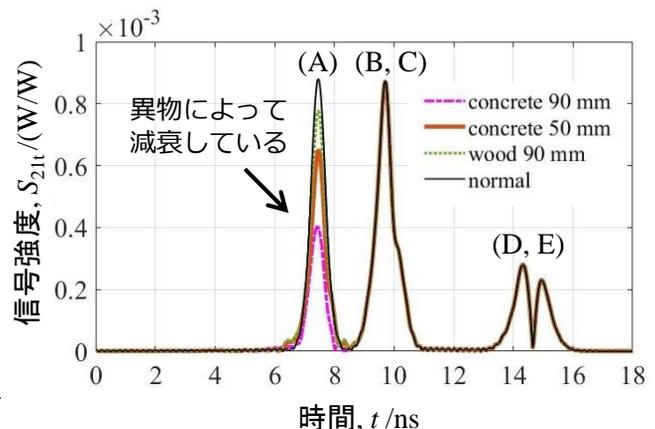
さらに、複数のアンテナを配管の端面に配列させ、各素子の励振位相を調整することで、円筒形の誘電体媒質中においてもマイクロ波ビームの成形や制御が可能であることが分かりました。

これらの技術を利用することで、より効率的な非破壊検査法を構築できる可能性があります。



(A) 最短経路波 (C) 1回転波 (D) 2回転波
右回り 左回り

管壁中におけるマイクロ波の伝搬経路



マイクロ波信号の時間領域応答

今後の展開

- ビームフォーミングを用いた異物検出の実験的検討
- S. Matsukawa et al., Electronics Letters, vol. 56, no. 19, pp. 982-985, Sep. 2020.

■ 研究担当：松川 沙弥果

■ 所属：物理計測標準研究部門 電磁界標準研究グループ

■ 連絡先：sayaka-matsukawa@aist.go.jp