

ミリ波アクティブ計測による非破壊検査の研究*

肥後 一彦^{*1}・小田 誠^{*1}

Study on Non-destructive Inspection Using Millimeter Wave Active Measurement

Kazuhiko HIGO and Makoto ODA

本研究では、物質にミリ波を照射しその透過または反射波を計測する方式（アクティブ方式）にて、非破壊検査を行う装置を開発することを目的としている。今回は、アクティブ方式イメージングシステムに必要なアンテナに備えるレンズの最適条件について検討を行った。さらに、本システムの一つの応用事例として、木材の非破壊検査への可能性を探るため、空洞、節を対象として基礎実験を行い、有効性を確認した。

キーワード：ミリ波、アクティブ方式、イメージング

1 はじめに

ミリ波とは光と電波の中間の性質を持つ電磁波である。ミリ波は光、赤外線に比べて物質の透過性がよく、衣服、炎、粉塵、雲、ダンボールなどを通してのイメージング、あるいは食品、生体、農林畜産物等の非破壊（非侵襲）検査・診断の分野に応用可能である。当センターでは、ミリ波を対象物に照射しその透過波あるいは反射波を計測するアクティブ方式による非破壊検査装置の研究開発を進めている。

今回は、アクティブ方式イメージングシステムに必要なアンテナに備えるレンズの最適条件を求め、さらに、本システムの一つの応用事例として、木材の非破壊検査への可能性について基礎検討を行った。

2 アンテナに備えるレンズの最適条件検討

2-1 実験システム

イメージングに必要なアンテナに備えるレンズの最適測定条件を求めるために、透過型のイメージング実験システムを用いた。図1に使用した実験システムの構成図を示す。

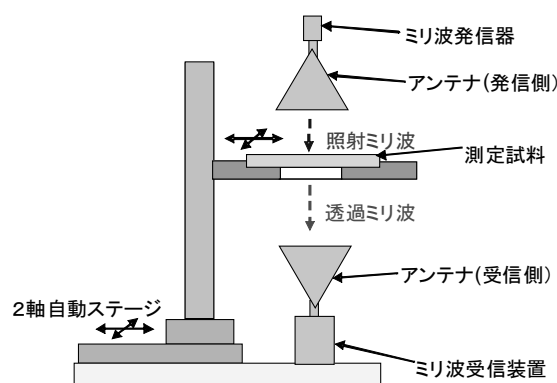


図1 実験システム（構成図）

図1に示したように、発信側の装置と受信側の装置を測定試料を挟んで対抗に置く。発信側には35GHz（波長約8.7mm）の単波長発信器としてガンダイオードを配置し、両凸の非球面レンズなどを取り付けることが可能なアンテナを通して、測定試料に向けミリ波を照射する。照射されたミリ波のうち測定試料を透過した波は、発信側と同じアンテナにより受信され、さらに受信側に置かれたミリ波受信装置において、その透過強度を計測する。

2-2 実験方法

アンテナに取り付けるレンズとして、測定試料に絞り込まれた波を照射するための両凸レンズと、測定試料に平行波を照射するための片凸レンズ

* ミリ波による非破壊検査装置に関する研究（第4報）

*1 機械電子部

(測定試料側が平型)を用意し、発信側、受信側のレンズの最適組み合わせをイメージング実験により求める。測定試料として、図2に示したとおり、厚み10mmナイロン樹脂を用意し、この樹脂に、側面からドリルで5mm、深さ約30mmの穴を空け、上面からミリ波を照射することによりイメージングを行った。

両凸レンズを用いる場合は、レンズの焦点位置が測定試料の厚み方向に対して概ね中心となるようにアンテナを配置し、実験を行った。なお、測定試料をスキャンするピッチは2.5mmピッチとした。

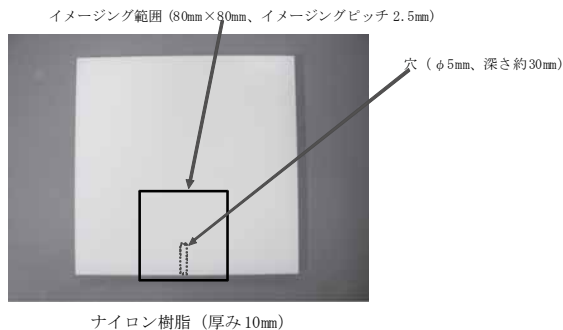


図2 実験に用いた測定試料 (ナイロン樹脂)

2-3 実験結果

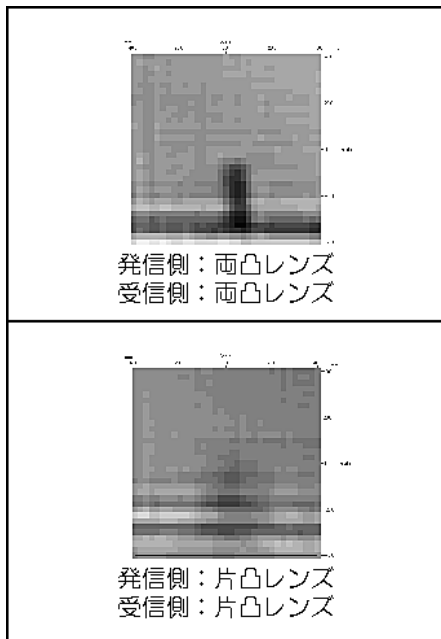


図3 ナイロン樹脂のイメージング結果

図3に結果を示す。発信側、受信側両方にミリ波を絞り込むための両凸レンズを備える場合の方

が、発信側、受信側に片凸レンズを備える場合より、空洞部分が明瞭にイメージングできていることが判る。なお、他に片側が両凸レンズ、もう片方が片凸レンズの場合についてイメージングを行ったが、発信側、受信側両者とも両凸レンズの場合ほど、空洞を明瞭にイメージングできなかった。

3 木材を対象としたイメージング実験

3-1 実験方法及び結果

図1のシステムを用い、発信側、受信側の両方に前節の実験で用いたのと同じ両凸レンズを取り付け、木材を対象としてイメージング実験を行った。図4に示した実験は、空洞を想定し、木材(杉材、厚み約120mm)の側面から穴をあけ、木材上面からミリ波をあててイメージング(可視化)したものである。

また、図5に示した実験は、木材(杉材、厚み約28mm)の節部分を木材上面からイメージング(可視化)した結果である。

両実験とも、発信側、受信側双方において、レンズアンテナの焦点位置が測定試料の厚み方向に対して概ね中心となるように配置し、実験を行った。なお、測定試料をスキャンするピッチは2.5mmピッチとした。

図4に示した結果により、空洞部分の形状が概ね検出できていることがわかる。また、図5に示した結果により、木材上面の節だけでなく、裏面に現れている節についても検出されていることがわかった。

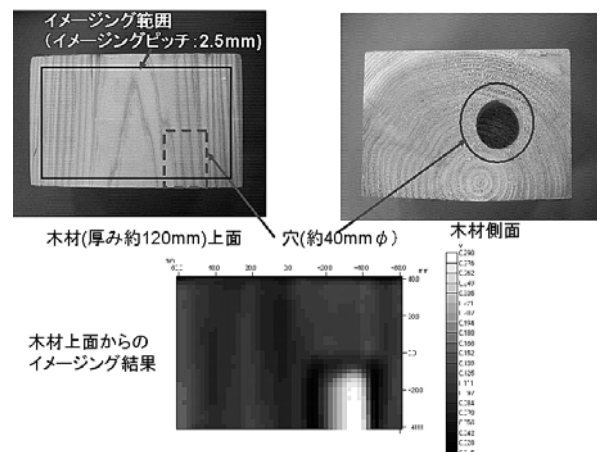


図4 木材の空洞のイメージング実験

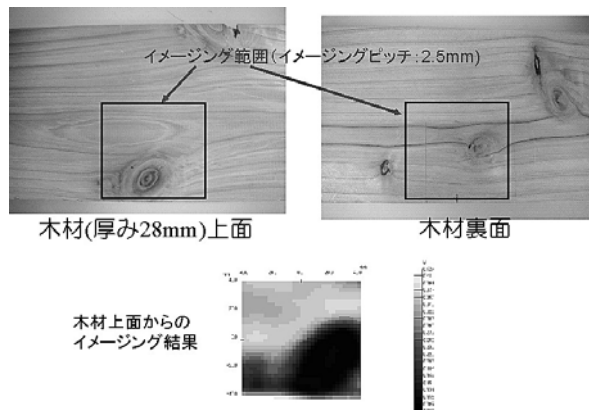


図5 木材の空洞のイメージング実験

これらの実験により、物質内部の空洞などの異質な部分がある程度可視化できることがわかり、アクティブ方式イメージングシステムを用いた木材の非破壊検査について、有効性が確認できた。

4 まとめ

- 1) アクティブ方式イメージングシステムに必要なアンテナに備えるレンズについて検討を行い、発信側、受信側両方ともに、測定試料に対してミリ波を絞り込むためのレンズを組み合わせた場合が、最適であることが判明した。
- 2) アクティブ方式イメージングシステムについて、木材の非破壊検査への可能性を探るため、木材の空洞、節について基礎実験を行ったところ、その有効性が確認できた。