

電磁波を用いた物質内部の異常点等の計測技術に関する研究*

肥後 一彦*¹・小田 誠*¹

Study on Technology of Abnormal Point Measurement in Inside of Material Using Electromagnetic Radiation

Kazuhiko HIGO and Makoto ODA

本研究では、物質にミリ波を照射しその透過波または反射波を計測する方式（アクティブ方式）にて、木材構造物などの内部異常点を計測する装置を開発することを目的としている。今回は、木材内部の腐朽の程度を検査する装置への適用可能性を探るため、ミリ波透過率と木材密度との関係について調べた。

キーワード：ミリ波，アクティブ方式，木材，透過率

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。本研究では、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方式（アクティブ方式）にて木材構造物などの非破壊検査装置の研究開発を進めている。

今回は、木材内部の腐朽の程度を検査する装置への適用可能性を探るため、ミリ波透過率と木材密度との関係について調べた。

2 実験方法

屋外の木材構造物の腐朽については、現状では、一次診断として目視や打音などで、腐朽が疑わしい箇所を見つけ、その後、二次診断として、衝撃ピン打ち込み器を用いた破壊方式による診断が主に行われている。この二次診断についてミリ波を利用して、非破壊で診断できるようになれば、従来の破壊方式による木材強度劣化を防げるため、

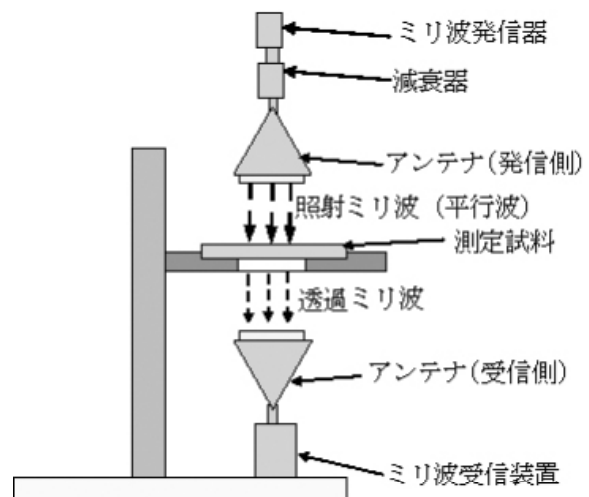


図1 実験システム（構成図）

非常に有効である。

木材は腐朽が進むと、内部組織が破壊され密度が減少してくるため、非破壊で木材密度が測定できれば、腐朽の度合いが予測できるものと考えられる。そこで、今回、ミリ波透過率と木材密度との関係について実験にて求める。

図1に測定に使用した実験システムの構成図を示す。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向に置く。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およびガンダイオードの出力を減衰するための減衰器を配置し、先端に片凸レンズ（片側が平型で、もう片方が非球面のレンズ。平型の方を

* 電磁波を用いた物質内部の異常点等の計測技術に関する研究（第1報）

* 1 機械電子部

測定試料側に配置)を取り付けたアンテナを通して、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、発信側と同じ片凸レンズ(平型の方を測定試料側に配置)を取り付けた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。なお、ミリ波透過率は、測定試料を何も置かない場合のミリ波透過強度と、測定試料を置いた場合のミリ波透過強度との比として求める。

ミリ波透過率と木材密度との関係を求める実験に際して、予備実験として、木材の繊維方向(年輪方向)とミリ波の電場方向との関係を求めた。木材は内部組織に異方性があるため、照射するミリ波の偏波方向と繊維方向との関係により、透過率が異なる可能性がある。ミリ波透過率は木材の厚み、密度によって変化すると考えられるため、すべて同じ厚み(48mm)で、密度に大きな差が無い(0.36~0.40g/cm³)杉の気乾材13枚を用意し、照射するミリ波の電場方向と繊維方向が平行な場合と垂直な場合とで、ミリ波透過率を比較した。その結果を表1に示す。ミリ波の電場方向と平行な場合の方が、垂直の場合に比べて、透過率が格段に高く、効率良く測定できることが分かった。

したがって、木材密度とミリ波透過率の関係を求める実験では、ミリ波の電場方向と繊維方向が平行となるように木材を配置することとした。

測定においては、杉の気乾材で厚み4種(15mm, 28mm, 48mm, 75mm)のものを計88枚用意した。同時に、各木材の重量と体積を計測し、密度へ換算した。測定は表面から見て、節が存在しないと思われる箇所を一箇所選び測定した。

表1 繊維方向とミリ波電場方向との違いによるミリ波透過率比較測定結果
(厚み48mm, 杉13枚平均)

ミリ波透過率 (木材繊維方向とミリ波電場方向とが平行)	ミリ波透過率 (木材繊維方向とミリ波電場方向とが垂直)
4.3 %	0.36 %

3 結果

ミリ波透過率と木材密度との関係の測定結果を

図2に示す。

それぞれの厚みに対して、対数関数で近似式を求めたところ、相関係数0.75以上であり、有意水準1%で有意であった。

図2に示したとおり、木材密度が低いほど、ミリ波透過率が高く、また、同じ程度の木材密度であれば、木材が厚いほど透過率が低いことがわかる。

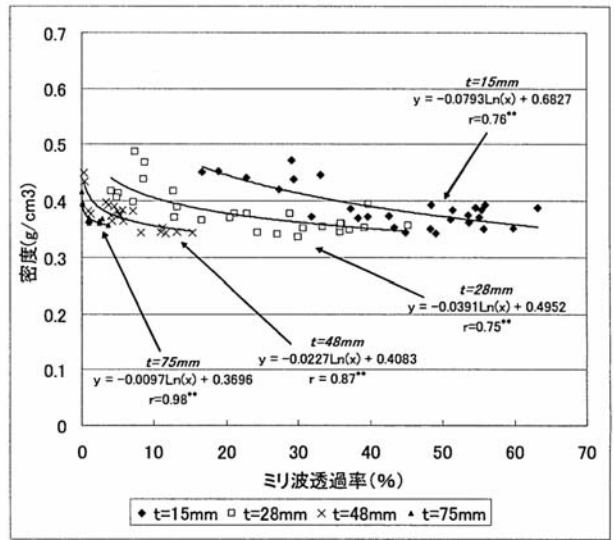


図2 ミリ波透過率と木材密度との関係
(杉材88枚)

4 まとめ

木材内部の腐朽の程度を調べる装置への適用可能性を探るため、ミリ波透過率と木材密度との関係について調べたところ、以下のことが判明した。

1) 厚みと密度がほぼ同一の杉材について、ミリ波の電場方向と木材の繊維方向との関係を調べたところ、ミリ波の電場方向と繊維方向とが平行な場合が、垂直の場合に比べて、透過率が格段に高いことが分かった。

2) 4種の厚みの杉材で、ミリ波透過率と木材密度との関係を求めることができた。測定結果によると、木材密度が低いほど、ミリ波透過率が高く、また、同じ程度の木材密度であれば、木材が厚いほど透過率が低いことがわかった。

今後は、杉以外の木材で実験するなど、さらなるデータ蓄積を進め、測定の精度向上を図りたい。