

1 含水率の測定法概要

(1) はじめに

現在(JIS)の材木等の含水率測定法は、試料に傷を付け、時間もかかる測定法で行なわれる。このため、非破壊検査により、短時間で含水率を測定する方法が要求されている。

本特許は、材木等の誘電率が含水率により変化することを利用して、電磁波を用い材木等の含水率を短時間に、安定して、高精度に測定する方法である。

(2) 原理

第1図に示す平行金属板はコンデンサであり、そのキャパシタンスCは式(1)で求められる。

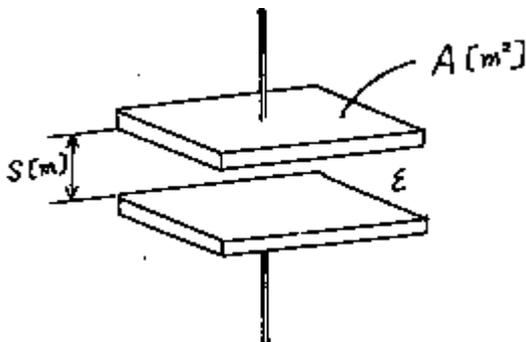
$$C = e \frac{A}{s} \quad \text{【F】} \quad (1)$$

A : 平行金属板の面積[m²]

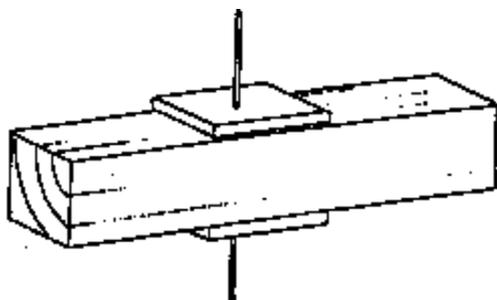
s : 平行金属板間の間隔[m]

e : 平行金属板間の誘電率

平行金属板の間に材木等が挟まれた場合、含水率の違いにより誘電率eが変るため、式(1)からキャパシタンスCの違いとして求めることが出来る。



第1図 平行金属平板コンデンサの概念図

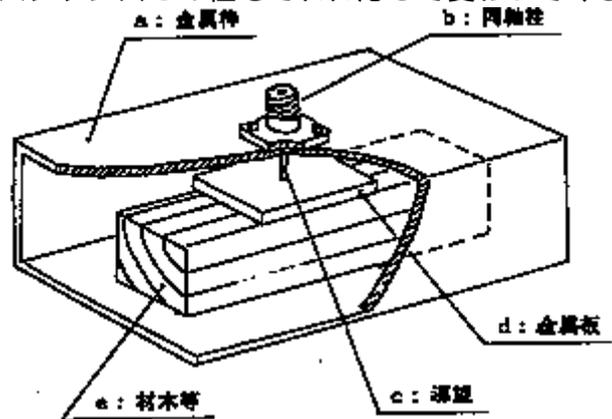


第2図 コンデンサに材木等を挟ませた図

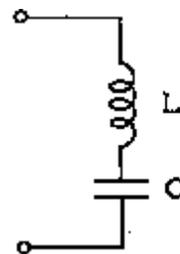
第2図に示すように平行金属板の間に材木等を挟むことから、平行金属板の面積Aと平行金属板間の間隔sは挟まれる材木等のサイズにより制限され、それほど大きく出来ず、キャパシタンスCの値は、結果的にあまり大きくならない。しかも、

このような間隔が広く、開放されたコンデンサでは、外部の影響を受け易く、安定測定は困難である。

第3図は本特許の測定器で、金属棒aに同軸栓bを接続し、同軸栓の外部導体は金属棒aに接続すると共に、同軸栓の内部導体は導線cにより金属棒内の金属板dに、接続した構造となっている。このため、金属棒aと内部金属板dの間が、外部から遮蔽されたコンデンサと成っており、キャパシタンスCが定まる。金属棒aと内部金属板dとの間に材木等eを挿入した場合、その材木等の誘電率eによりキャパシタンスCの値が変化する。当然、挿入する材木等の含水率が変われば、キャパシタンスCの値もそれに依りて変わってくる。



第3図 本測定器の概念図



第4図 本測定器の等価回路

更に、同軸栓bと内部金属板dとを結ぶ導線cはインダクタンスLとなるため、同軸栓から見たこの測定器の電氣的等価回路は、第4図となる。この等価回路は式(2)の関係を満たすとき直列共振回路となる。

$$fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{【Hz】} \quad (2)$$

fr : 共振周波数【Hz】

L : 導線cのインダクタンス【H】

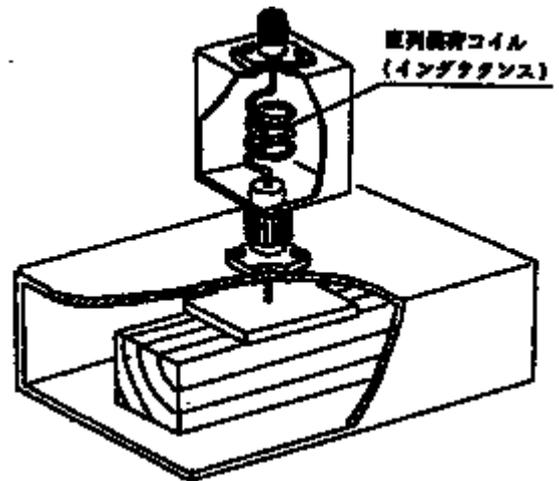
C : 金属棒aと金属板d間の容量【F】

即ち、式(2)をみたす周波数の電磁波を供給するときこの回路は、最もインピーダンスが小さくなり、最大の電流が流れることとなる。

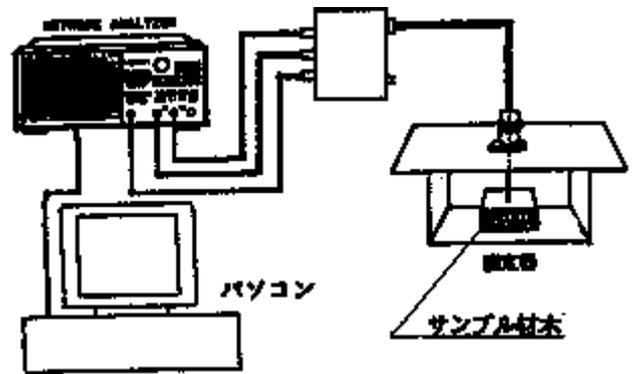
しかも、測定器の構造が決まった場合、式(2)のインダクタンスLの値は一定で、キャパシタンスCの値は式(1)から分かるように原理的に平行金属

板に挟まれた材木等の誘電率 ϵ の違いで決まることから、共振周波数は、材木等の誘電率の違いで決まることとなる。即ち、材木等に含まれる水分により誘電率が決まることから、材木等の水分により共振周波数 f_r が変わるることとなる。

しかし、第3図に示すように、内部金属板 d の面積は大きくなく、金属棒 a と内部金属板 d との間隙が広いことから、キャパシタンス C の値は小さく、また、インダクタンス L の値も導線 c のみとすると、かなり小さな値になる。以上の事から、共振周波数 f_r の値は、式(2)からかなり高い周波数となる。周波数が高い場合、測定器も特殊で、高価になると共に、表皮効果により材木等の内部に電磁波が入りにくくなる恐れも生じる。このような場合は、式(2)からインダクタンス L を大きくすれば、低い周波数で共振することとなる。例えば、式(2)及び第4図から、回路に直列にインダクタンス(コイル)を挿入するか、第3図の導線 c をコイル状にすれば良い。例として、第5図に、測定周波数を低くするためにコイルを挿入した概念図を示す。



第5図 コイルを挿入した測定器



第6図 測定システムの一例

(3) 測定システム

測定システムの一例を第6図に示す。この測定システムは、本特許の測定器、ネットワーク・アナライザ及びパソコンを用いて構成している。

(4) 測定結果

a 含水率

(a) 水量によるキャパシタンスの変化

プラスチックで材木と同型の容器を作り、それに水を容積比 0 ~ 100% 注入した場合のキャパシタンスを測定した。結果を第7図に示す。水量が多くなるほど容量が大きくなっている。

(b) 含水率による共振周波数の変化

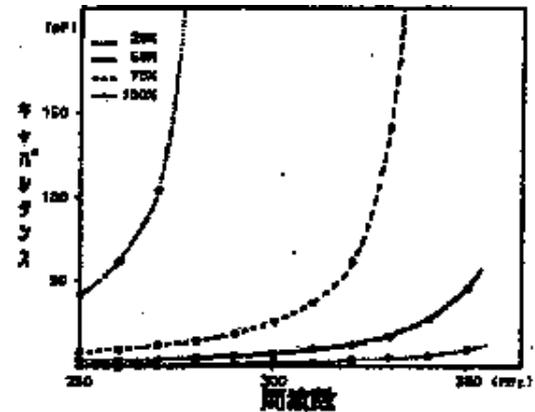
標準材木(含水率約 10%)と水を十分に含んだ材木を測定した結果、第8図に示すように、共振周波数が変化することが確認された。

(c) 共振周波数と含水率の関係

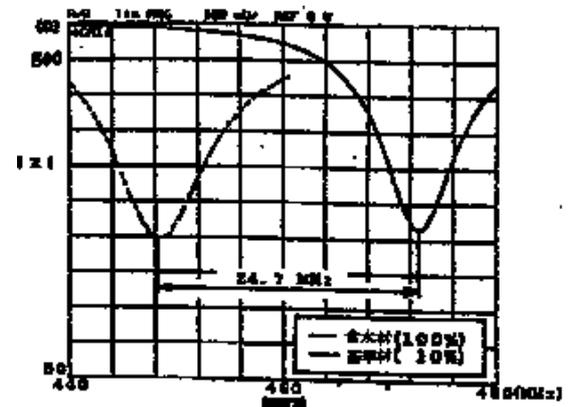
この測定システムで測定した一例として、第9図に共振周波数と含水率の関係を示す。ここで使用した材木は、杉柾目であるが、材木の種類、柾目、板目、木口等の違いによっても、同様の結果を得た。

b 節・ひび割れ

材木の節及びひび割れの検出についても検討した。第10図に普通材、節、ひび割れの誘電率の変化についての一例を示す。この様に、含水率の場合と同様に、材木の節及びひび割れについても検出が可能である。



第7図 水量による容量変化



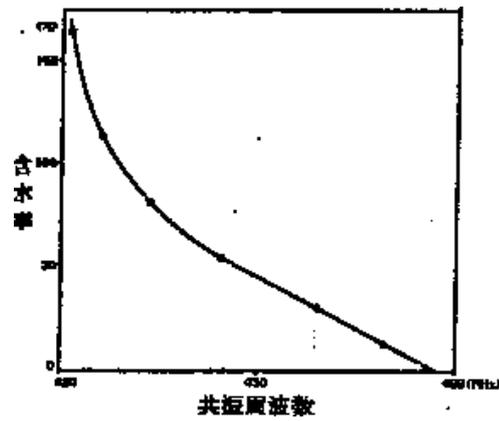
第8図 基準材木と含水材木の共振点変化

(5) むすび

本方式の特徴は、

材木等の内部に浸透し、材木等を変質させない弱い電磁波(高周波)を用い、外部の影響を受けにくく、安定した測定可能なシールド系により、含水率のわずかな違いを容易に測定しうる共振周波数を用いる事により、

短時間に、安定して、高精度に含水率を測定する事が出来る。また本方式は、材木等のひび割れ、節の有無、異物の存在等についての検出も可能である。



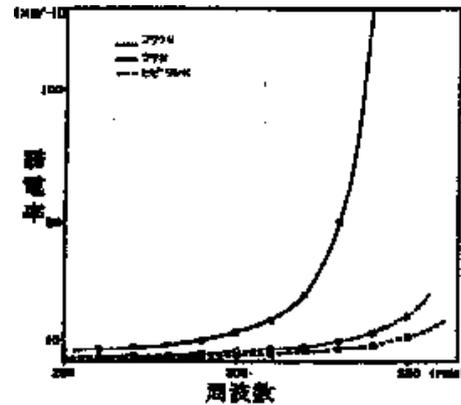
第9図 含水率による共振周波数変化

2 本方式の特徴

本方式は、従来の方式(JIS等)、直接容量Cを測定する方式に比べ

- 測定時間の短縮
- 精度の向上
- 安定化
- 無破壊検査
- リアルタイム測定

等が可能となった。



第10図 節・ひび割れ材等による誘電率変化

3 本方式の将来展望

- 材料中の異物、欠陥等の検出への応用
- 材木等の固形物だけでなく、野菜、果物や乾燥食品等、形の不定な食品等への応用

等の可能性を有している。

4 本方式の今後の課題

今後の課題として以下のことがあげられる。

- 測定システムを簡略(安価)化
- 測定手順を自動化
- 製造ラインへ適応化