

水分計の種類について

・水分計の種類

大きく分けて電気の特性を利用するものと、光を利用するものに別れます。

電気を利用するものは、電気抵抗値や電気容量を測定して水分に置き換えています。

光を利用するものは、光の吸収度合いを調べます。

それぞれの方式について個別に解説いたします。

電気抵抗式

測定物に電気を流し、その抵抗値を水分値に置き換えて表示する水分計です。

100メガオームなど抵抗値が大きいため、数十ボルトの高い電圧を掛けます。

高周波式が販売される前は、ハンディー式でよく販売されていました。

針は直径2～3mmで長さは15mm以内のものが主流で、中には50mm以上のものもあります。

長所

比重に影響されにくいため、比重が大きく変化する測定物には向いています。

比重、厚みの設定が要りません。

短所

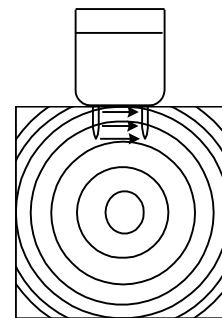
針を刺す必要があり、測定物を傷める（針穴が開く）ため、現在ではあまり使用されていません。

刺さない表面接触測定法の場合、表面状態の影響を受けます。

右図の矢印の部分が測定している場所です。

針を刺した深さまで測定できます。

針は通常2か所か4か所です。



センサ部

+側、一側それぞれ2本あります。

電気容量式

測定物に交流の電気を流し、その電気容量の変化（キャパシタンス）を水分値に置き換えて表示する水分計です。

検出回路には発振回路を利用しており、発振回路のある電極の静電容量が発振条件の一要素となるように発振回路を構成し、この電極の容量の変化により発振周波数が変化し、その周波数や周期から物体を検出する方式を採用しています。発振周波数は100KHz~20MHzのものが多数を占めます。

電極の静電容量の変化は、測定物の幅、厚さ、比重に関係があり、大きいほど、かつ厚いほど、静電容量変化は大きくなります。

容量変化をする主な因子は比誘電率 ϵ_s が80もある水で、固体では10以下のものが多数です。

現在ハンディーの小型水分計として全世界で広く使われています。

長所

表面から内部まで最大数センチ測定可能です。

ハンディー式など小型化しやすく、測定物を傷めません。

短所

比重、厚みで影響を受けるため、比重、厚みを設定する必要があります。

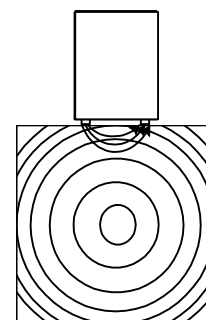
表面部を中心に測定し、数cm以上深い所は正確に計れません。

接触して測定する必要があるため、大量に測定する場合、ヤニなどがセンサに付着、固化する場合があります。

オンラインで測定する場合、全ての測定物に接触して測定する必要があるため、センサが衝撃を受けて破損しやすくなります。

右図の矢印の部分が測定している場所です。

表面近傍を測定します。





電気容量式



センサ部



センサ部

マイクロ波式

マイクロ波の水分による減衰など電気的変化量を水分値に置き換えて表示する水分計です。
マイクロ波式については、後述します。

長所

中心部まで含めた内部水分全体を測定します。
ラインで全量測定可能で、測定が最も高速にできます。

短所

比重、厚みを設定する必要があります。
装置が大型（インライン型）になります。

近赤外（光）式

近赤外とは、可視光線より波長の長く、赤色の外側にある見えない光です。

水分に対しよく吸収するため、近赤外を含む光を照射してその反射率を測定します。

水分が多いほど反射して戻ってくる光は弱くなります。通常複数の光を利用します。

水分に対し全く反射率が変わらない波長と、水分により大きく半減する波長を使い、その差を利用します。

長所

表面のみ測定するため、設置が簡単です。

薄い材料に有効で、測定物を傷めません。

短所

表面のみ数百マイクロメートル（1ミリ以下）以下しか測定できません。

そのため、表面水の影響をかなり受けます。

測定物の色が変わった場合、影響されることが多くなります。

中性子式

放射線の一種である中性子を利用した水分計です。

中性子水分計は、中性子を放出する中性子線源と熱中性子に感度を持つ検出器で構成されます。

センサプローブに内蔵された ^{252}Cf 、 $^{241}\text{AmBe}$ などの中性子線源からは数 MeV の高速中性子が放出され、線源は通常 3.7GBq（ギガベクレル）以上です。

この高速中性子は、質量の最も小さい水素原子（中性子とほぼ同一質量）と衝突を繰り返すとエネルギーを失い、低速の熱中性子（エネルギー：数十 meV）に変化します。

一方、水分がない場合、高速中性子は速度エネルギーをほとんど失わず、熱中性子に変化し難くなります。

高速中性子が熱中性子に変化する量は測定対象物中の水素量に比例しますので、熱中性子を検出するセンサを用いることによって、水分を測定することが可能となります。

中性子水分計の動作原理

測定対象物の水素原子によって生成された熱中性子は、高電圧が印可された検出器によって電荷パルスに変換されます。この電荷パルスはアンプで増幅された後、デジタル信号となってカウンターでカウントされ水分値として表示されます。

長所

内部水分を含めた測定が可能です。

短所

発生器に寿命があります。（3年弱で半分しか出なくなる為 数年で要交換。）

受信器がガラス管で出来ている為衝撃に弱くなります。

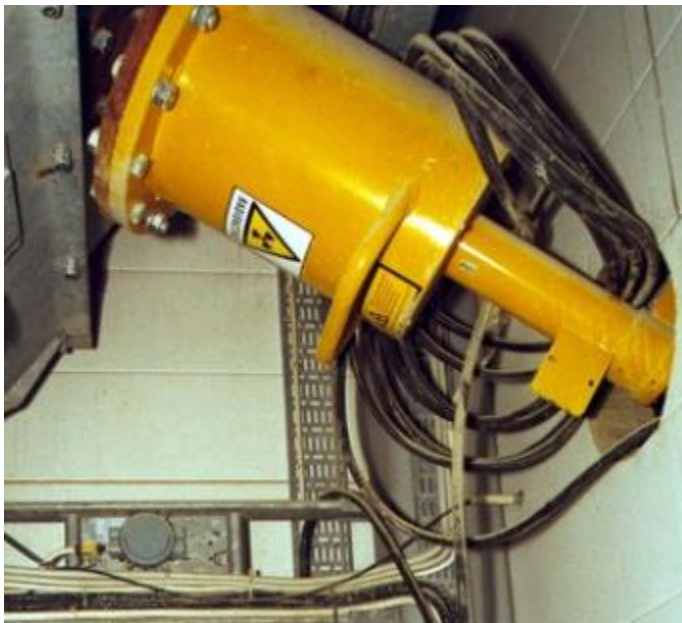
測定が遅く、高速で測定するためには高線量線源が必要です。

中性子は放射線の中でも遮蔽が難しく、被爆を防止することが困難です。

また中性子は放射線の中でも毒性が強く、無知識では危険を伴います。

放射線管理区域の指定、放射線主任技術者の資格取得が必要です。

保守の際、被ばくする恐れがあります。



乾燥重量法

測定物を抜き取り、対流式乾燥機で乾燥させ、乾燥前と乾燥後の重量から水分を求める方式です。乾燥させて重量により測定する方式のため、各種方式の基準となることが多くなります。ハロゲンランプを熱源としたり、マイクロ波の電力を熱源にして測定物を乾燥させ、10分程度の短時間で測定可能な機器もあります。

長所

精度が良い。

短所

測定に時間がかかり、ラインでは測定できません。

試料から切り取る場合、製品が破壊される可能性があります。

測定物全体が大きい場合、正確な水分を推定するため、複数のサンプリングで平均化が必要となります。

人間の手に頼る部分が大きく、手間が掛かります。

厳密に測定する場合、水以外の揮発成分まで蒸発するため、揮発成分の補正を行う必要があります。



送風式乾燥機

化学測定法

カールフィッシャー

(1)容量滴定法

水とカールフィッシャー試薬で滴定し、遊離ヨウ素によって滴定系中の分極電圧が急激に変化する点を電氣的に検出して滴定終点とします。

試料中の水分は、カールフィッシャー試薬 1 m l が水と反応する m g 数(力価)、滴定に要したカールフィッシャー試薬量及び試料はかり採り量から求めます。

(2)電量滴定法

電解セルに試料を加え、ヨウ化物イオンを含む電解液（陽極液）中で電解により、陽極にてヨウ化物イオンからヨウ素を生成させます。試料中の水とこのよう素が定量的に反応しますので、よう素を発生するために消費した電気量から水の量が求められます。

この水の量と試料はかり採り量から試料中の水分を求めます。

長所

水のための正確な測定が可能です。

短所

測定に時間がかかり、ラインでは測定できません。

試料を切り取る必要あり、粉碎など前処理が必要となります。

取り扱いが難しく、試薬が高価で、大量の測定は難しくなります。

妨害物資（遊離アルカリ、酸化性物質、還元性物質、メルカプタン、ヨウ素と反応する物質など）がある場合、他の試験方法を使う必要があります。



- ・ **マイクロ波とは**

電磁波の一種です。

電磁波とは一般に電波と呼ばれているもので、ラジオ、テレビの電波や携帯電話の電波と同じものです。マイクロの周波数は3～30GHzで、携帯電話が0.8MHz、1.5GHzです。

水分計で使用する周波数は、10GHzですから、これより10倍高い周波数になります。

電子レンジは2.4GHzです。

- ・ **マイクロ波で水分が計測できる理由**

マイクロ波は水分にとっても吸収されやすく、簡単に熱に変わります。

電子レンジでご飯が温まるのも、マイクロ波という電波が熱に変わっているからです。

水分計ではマイクロ波がどれだけ熱に置き換わったか（吸収されたか）を計測して、水分に置き換えて測定しています。

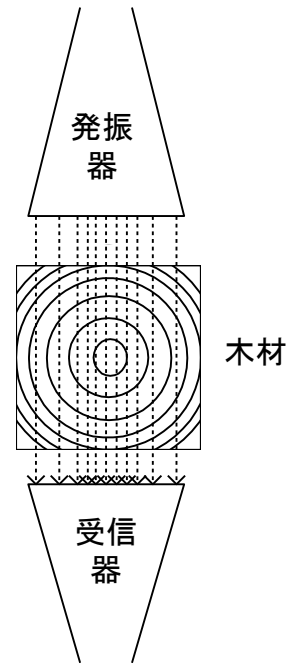
マイクロ波水分計

原理

マイクロ波という電波を発振器から出します。
マイクロ波は水分に吸収される特徴があり、
水分が多い程、吸収されてしまいます。
水分が少ないとそのまま、吸収されずに通りぬけます。
受信器でその電波の強さ（電波の多い少ないを）を測り、
水分値として表示しています。
右図の矢印の様に内部まで測定します。

長所 中心部まで含めた内部水分を測定可能です。
杉など表面と内部の水分値に違いがある材の
場合、マイクロ波水分計でしか測定できません。

短所 装置が大型になります。



中型、小型水分計





木材工場設置例



木材工場設置例



木材工場設置例 複数センサ



木材工場設置例 複数センサ



ライン型設置例

この導入例は砂を測っている例です。24時間連続して計測しています。
コンベアの上に測定物が乗っています。



時系列表示画面

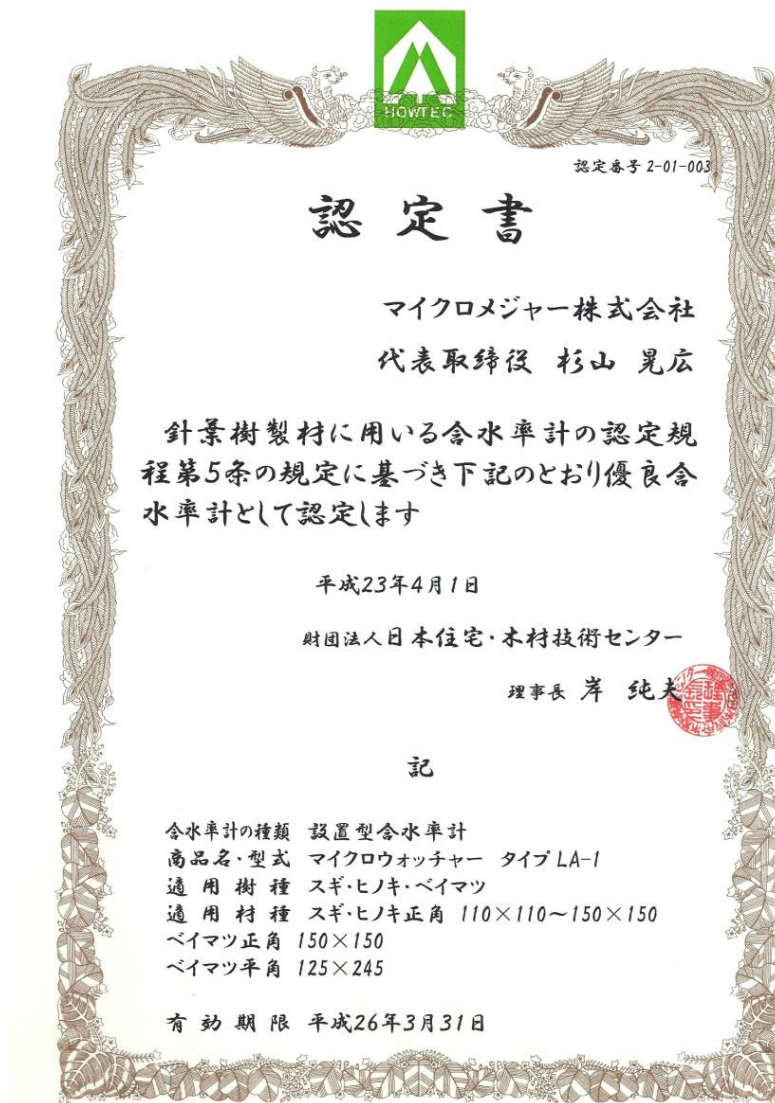
横軸は時間(1時間)、縦軸は水分値(0-20%)です。
時系列での水分変化が表示されます。

チップもこのような形で連続オンライン測定が可能です。

中型水分計



LA-1 木材 120mm角 開発事例



LA-1 150 mm厚み 木材用水分計認定書、針葉樹製材に用いる含水率計の認定

財団法人日本住宅・木材技術センターにおいて、水分計の認知と、精度の証明を行い、業界の指針となるよう制度を設けています。



木材 320mm角



AS-320 320mm角材用水分計 開発事例



認定番号 2-12-001

認定書

マイクロメジャー株式会社
代表取締役 杉山 晃広 殿

針葉樹製材に用いる含水率計の認定規
程第5条の規定に基づき下記のとおり優良含
水率計として認定します

平成24年8月8日

財団法人日本住宅・木材技術センター

理事長 岸 純夫



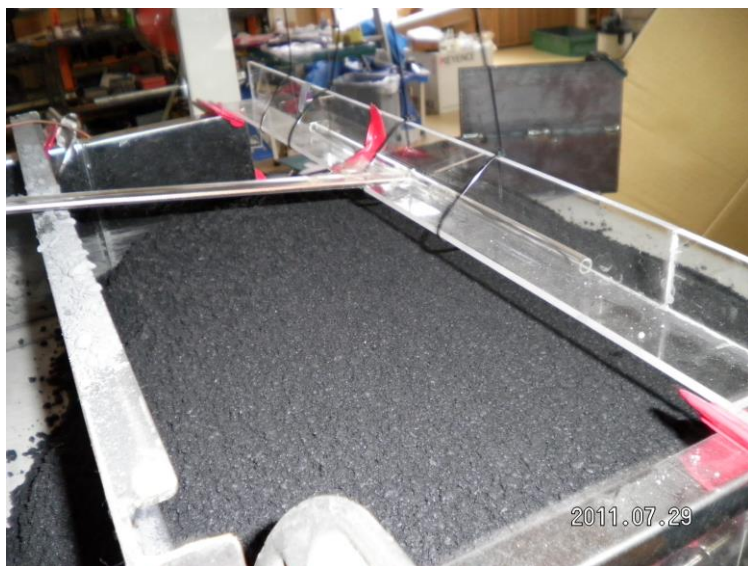
記

含水率計の種類 設置型含水率計
商品名・型式 非接触型マイクロ波水分計 AS-320
適用樹種 スギ
適用材種 正角スギ 320×320

有効期限 平成28年3月31日

AS-320 320mm厚み 木材用水分計の認定書、針葉樹製材に用いる含水率計の認定

大型センサ AS-400

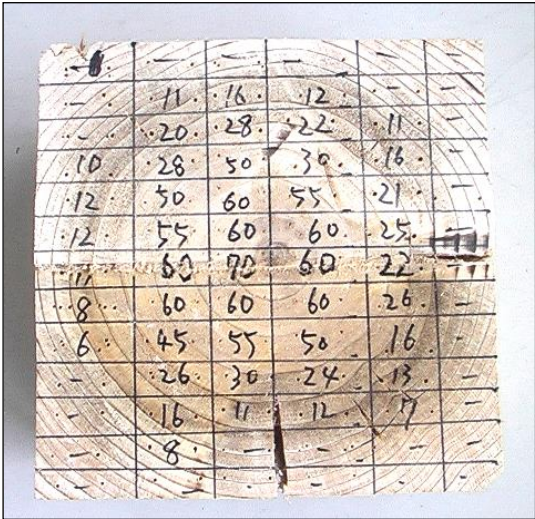




抵抗式、容量式、マイクロ波式を比較
測定対象：スギ 幅130mm、厚み130mm

抵抗式にて木材の断面の水分値を表にしました。
(6%という数字は6%以下を含みます。)

木材の断面水分					単位は水分%
6	6	6	6	6	6
6	11	16	12	6	6
6	20	28	22	11	6
10	28	50	30	16	6
12	50	60	55	21	6
12	55	60	60	25	6
11	60	70	60	22	6
8	60	60	60	26	6
6	45	55	50	16	6
6	26	30	24	13	6
6	16	11	12	7	6
6	8	6	6	6	6
6	6	6	6	6	6



← 幅方向 →

測定結果

- 針式ハンディーの場合 表示値 9%（木材表面を測定した場合）
- タッチ式ハンディーの場合 表示値 13%（木材表面を測定した場合）
- マイクロ波水分計の場合 表示値 19%（木材1本の平均水分値）

ハンディー式が9、13%なのに対し、マイクロ波水分計では内部水分まで測定しているため表示値が高くなっています。
針式、容量式、マイクロ波式の順に内部名で測定しています。