

2. 水分率の影響

メタクリル樹脂に限らず、一般の樹脂は多少なりとも吸水性を有しており、I S O 62 method 1 (23℃の水中に24時間浸漬した後の重量増加率を測定する方法)によって測定した水分率の大小で各種樹脂を分類すると、次のようになる。

- (1) 水分率5%以上
ポリビニルアルコール、セロハン
- (2) 水分率1～5%
セルロース系樹脂、ポリ酢酸ビニル、ポリビニルホルマール、
ポリビニルブチラール、ナイロン
- (3) 水分率0.1～1%
ポリ塩化ビニル、スチレンコポリマー、メタクリル樹脂、ポリカーボネート、
ポリエチレンテレフタレート、ユリア樹脂、フェノール樹脂、メラミン樹脂、
ポリアセタール
- (4) 水分率0.1%以下
ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ四フッ化エチレン、
ポリ二フッ化エチレン、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン

この分類より、メタクリル樹脂は比較的吸水しやすい樹脂の一つであるといえる。

この分類を更に細かく調べてみると、水分率が0.1%以下の樹脂は、炭素(C)、水素(H)、フッ素(F)、塩素(Cl)等の元素のみから成り、酸素(O)を含んでいないことがわかり、水分率が0.1～1%の樹脂には、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、メタクリル樹脂のようにエステル結合をもつものと、ポリアセタール、ユリア樹脂、フェノール樹脂のようにエーテル結合をもつものがあり、酸素をエステル結合またはエーテル結合としてもっていることがわかる。また、酸素を水酸基(OH)の形でもっていると、水分率は1%以上を示すようになることもわかる。

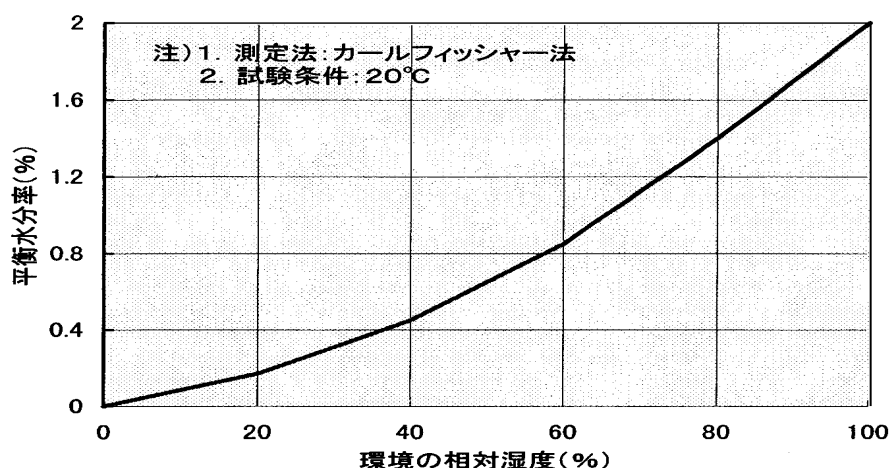
このほか、結晶性樹脂では結晶化度も水分率に関係があり、一般に結晶化度の高いものほど吸水しにくい傾向にあり、これは高分子鎖がきちんと配列されていると、結晶構造の中に水の分子が入って行きにくいからであるといわれている。このように、メタクリル樹脂は分子構造の点からみてエステル結合をもち、しかも非結晶性樹脂であることから、比較的吸水しやすいこともうなずける。一般に樹脂が吸水すると、ガラス転移点が下がることが認められている。

この理由は、樹脂中に浸透した水分が高分子間の水素結合を弱めるため、分子が動きやすくなることによると考えられている。また、PMMA分子鎖間に入り込んだ水の分子は、一種の可塑剤として作用し、機械的強度を若干低下させる。従ってメタクリル樹脂成形品の機械的強度を論じるには、水分率の影響を無視することはできない。

以下に、デルペットTMの水分率と機械的強度との関係について詳述する。

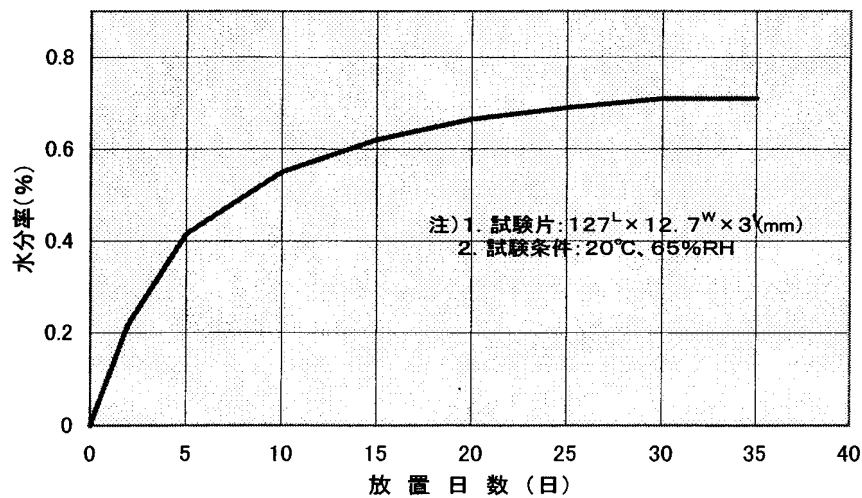
2-1 環境湿度と平衡水分率

デルペットTM成形品が吸水する程度は、その成形品のおかれている環境の温度および湿度に依存し、最終的には図2-1に示したような平衡水分率に達する。



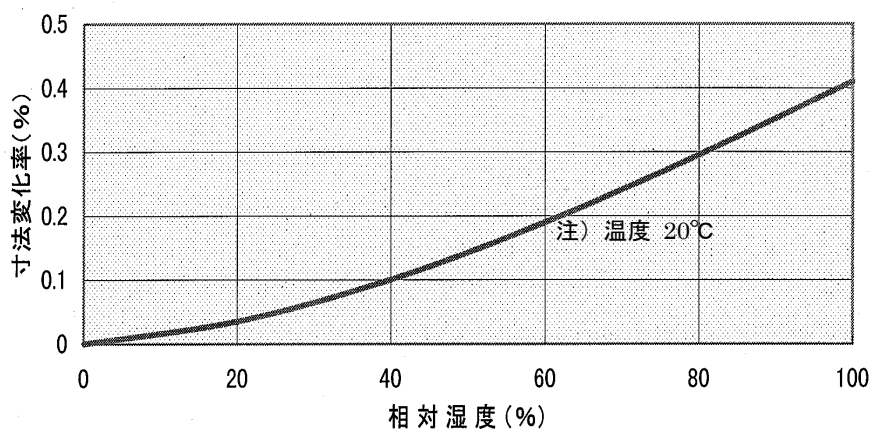
【図2-1】 デルペットTM成形品の平衡水分率

しかし、大気中に放置しておいただけで直ちに吸水する訳ではない。成形品の肉厚にもよるが、通常、長時間かかって平衡（＝水分の蒸散速度と吸水速度とがつり合い、水分率がある値で落ち着き一定となった状態）に達する。その様子を表す一例として、図2-2にデルペットTMの短冊状射出成形試験片を大気中に放置した時の吸水曲線を示す。



【図 2－2】 デルペット™成形品の吸水曲線

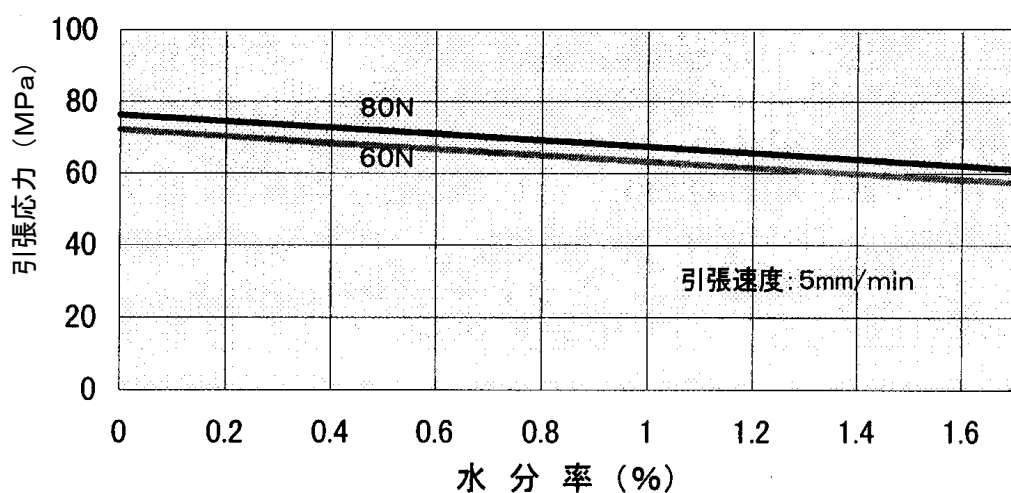
この様にデルペット™は吸湿性のある樹脂であるため、他の吸湿性樹脂と同様、吸湿することによって寸法変化を起こす。デルペット™成形品が吸湿して平衡吸水率に達したときの寸法変化率と、そのときの相対湿度との関係を図 2－3 に示す。本図により、相対湿度が 0 % から 100 % に変化するところで使用される成形品については、1 m あたり約 4 mm の寸法変化があることがわかる。特に長尺の成形品の設計にあたっては、この点を配慮する必要がある。



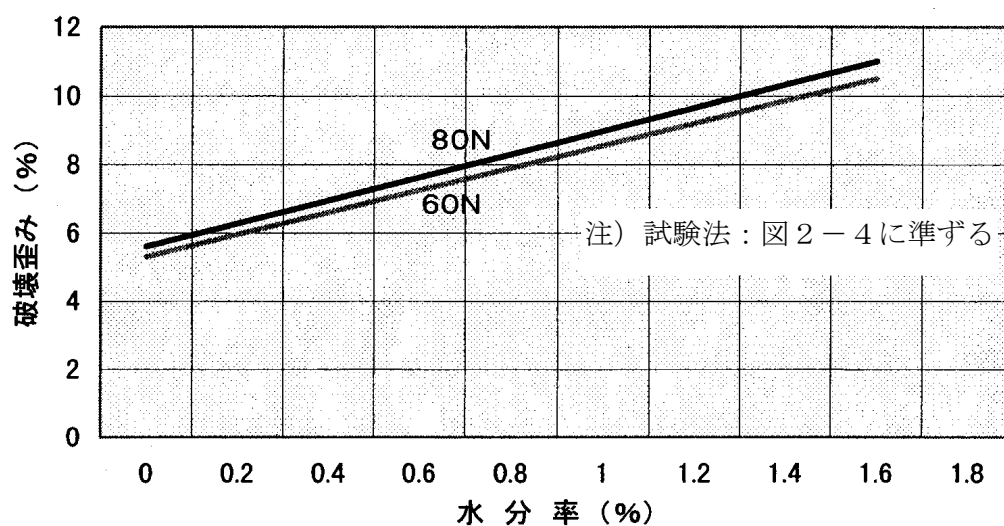
【図 2－3】 デルペット™成形品の 相対湿度と成形品の寸法変化率

2-2 引張特性

引張特性は水分率により影響を受ける。すなわち、水分率の高い成形品は水分による可塑化作用により変形しやすくなっており、このため引張強さは小さく、伸びは大きくなる傾向を示す。図2-4および図2-5に、デルペット™の引張強さおよび伸びと水分率との関係を示す。しかし、吸水による引張強さの低下の度合は、さほど大きいものではないことが本図からうかがえる。



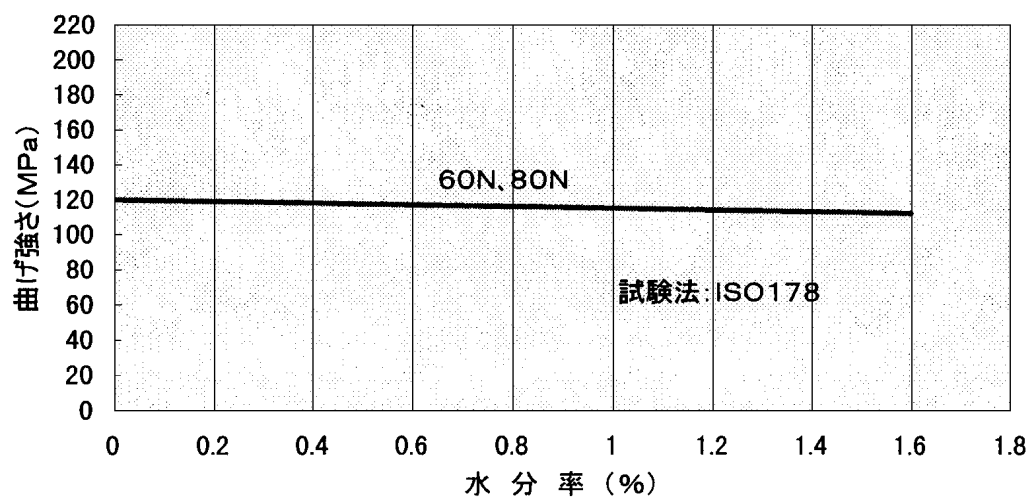
【図2-4】 デルペット™の引張応力に及ぼす水分率の影響



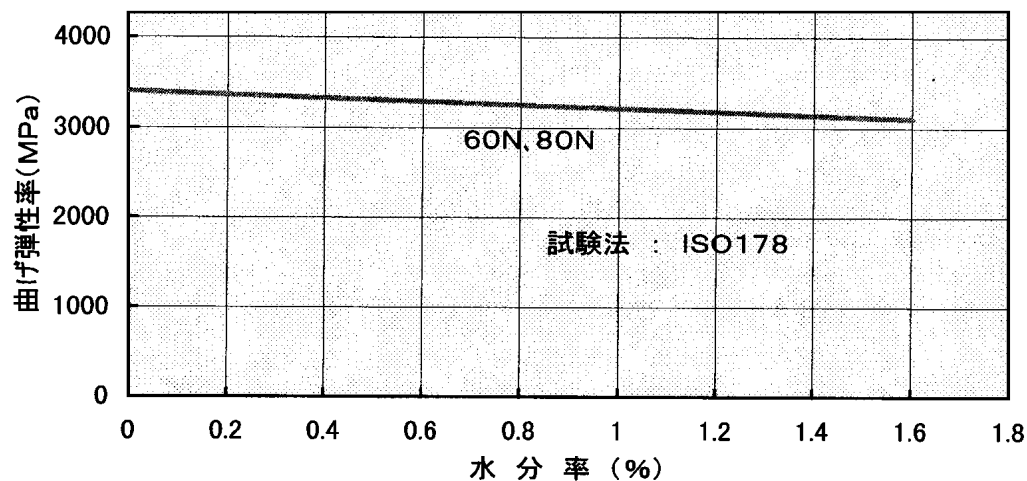
【図2-5】 デルペット™の破壊ひずみに及ぼす水分率の影響

2-3 曲げ特性

曲げ特性も水分率により影響を受ける。図2-6に曲げ強さに及ぼす水分率の影響を、また、図2-7に曲げ弾性率に及ぼす水分率の影響をそれぞれ示す。



【図2-6】 デルペット™の曲げ強さに及ぼす水分率の影響



【図2-7】 デルペット™の曲げ弾性率に及ぼす水分率の影響

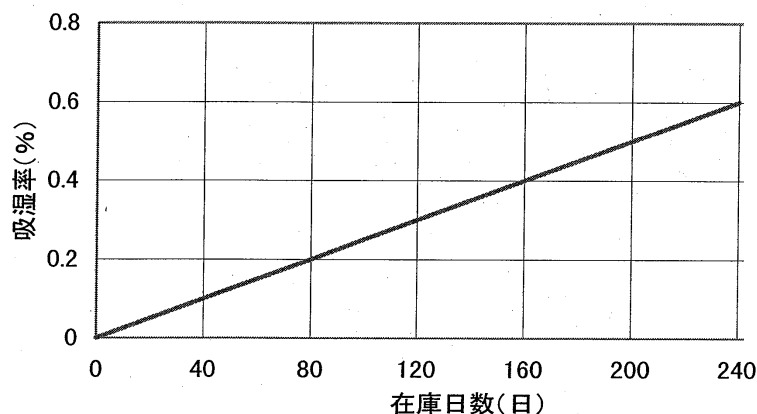
2-4 ペレットにおける水分率

前出の通り、デルペット™を含むメタクリル樹脂は一般に吸湿する性質をもっている。もし吸湿して水分率が高くなったメタクリル樹脂ペレットをそのまま成形に用いてしまうと、水分がシリンダー内で加熱され気体となり、成形品にシルバーストリークスや気泡を発生させてしまう。これらの不良現象を防ぐためには成形前にペレットを予備乾燥する事が必要であり、水分率を0.2%以下に抑えておくことが好ましい。

⇒ 具体的なペレット乾燥条件は、技術資料「乾燥・成形・アニール条件」参照。

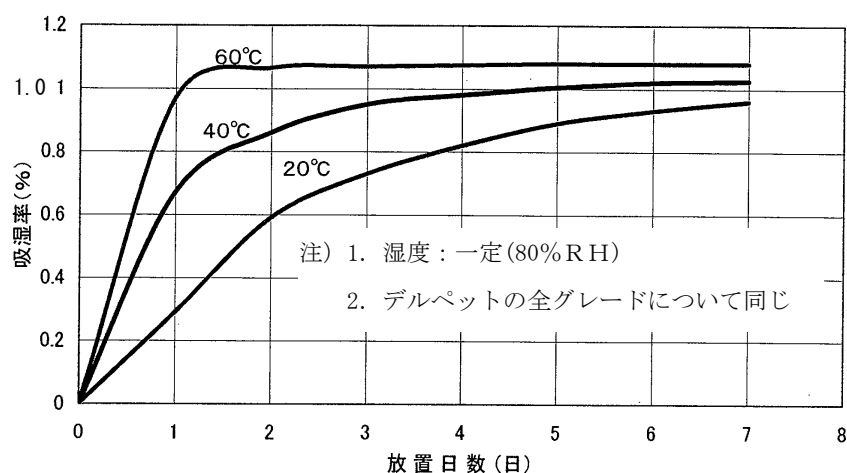
2-4-1 ペレットの吸湿特性

デルペット™ペレットは、倉庫などに長期間在庫しておく包装された状態であっても徐々に吸湿してゆく。ただし、その吸湿速度はおそく、図2-8に示すように0.1%/40日程度のオーダーである。厳密には、吸湿速度は環境の温度と湿度によって変わるが、本図では平均的な数値で示してある。なお、図2-8に示す関係はデルペット™の各グレードについてほとんど変わらないものである。

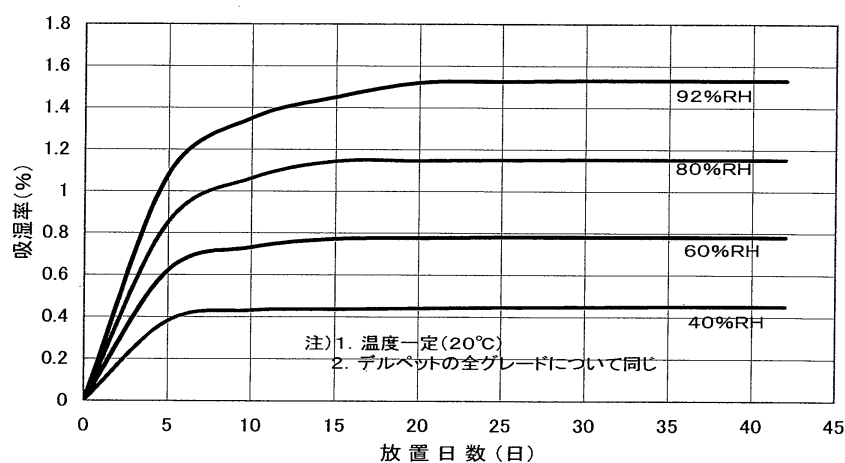


【図2-8】 デルペット™ペレット（倉庫貯蔵、包装状態）の吸湿特性

次にデルペット™を未包装の状態で放置したときの吸湿曲線を図2-9及び図2-10に示す。図2-9は相対湿度を一定とし、温度を変化させた場合の結果であり、図2-10は温度を一定とし、相対湿度を変化させた場合の結果である。



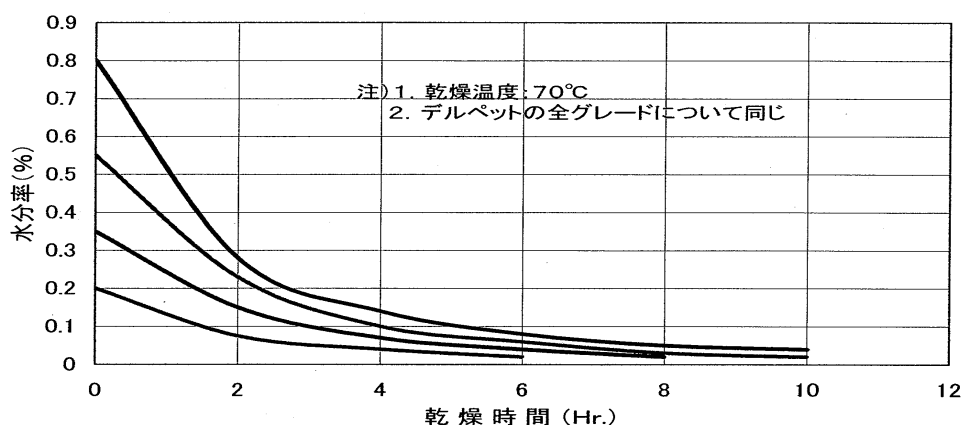
【図2-9】 デルペット™ペレット（未包装）の吸湿特性（湿度一定条件）



【図2-10】 デルペット™ペレット（未包装）の吸湿特性（温度一定条件）

2-4-2 ペレットの乾燥

包装されたデルペットTMペレットであっても、実際に需要家で使用される段階では、先にも述べたように相当の吸湿をしていることがある。このようなときには、成形に先立って予備乾燥をしなければならない。吸湿したデルペットTMは、予備乾燥によって含有水分を容易にとり除くことができる。一例として、図2-11に水分率0.2%、0.35%、0.55%および0.8%のデルペットTMを70℃の空気循環式熱風乾燥機で乾燥したときの乾燥特性を示す。



【図2-11】 デルペットTMペレットの乾燥特性

乾燥には、熱風乾燥機やホッパードライヤーまたは加温真空乾燥機などを用いることができる。熱風乾燥機で乾燥する場合の乾燥条件は、各グレードそれぞれ技術資料「乾燥・成形・アニール条件」に示されている条件が適当である。乾燥温度をこれ以上に上げると、ペレットの表面が軟化してブロッキングをおこす恐れがあるので避けなければならない。また、トレイ（バット）に入れるペレットの深さは3～4 cm程度が好ましい。ホッパードライヤーの場合も、熱風乾燥機と同じ乾燥条件でよい。加温真空乾燥機の場合は、50～70℃で2～3時間乾燥すれば充分である。より外観のすぐれた成形品を得ようとするならば、デルペットTMの水分率は少なくとも0.1%以下に抑えて成形するのが望ましい。