

塗膜の品質管理における 乾燥時間測定器の必要性和 最新の ISO に基づく測定基準

Nico Frankhuizen *
Cotec Corporation **

塗装工程を設計するうえで、塗料の乾燥に要する時間を把握することは極めて重要である。JIS K 5500 (2000 年最新版)によると、塗料は「流動状態で物体の表面に広げると薄い膜となり、時間の経過につれてその面に固着したまま固体の膜となり、連続してその面を覆うもの」と定義されている。さらに、「塗料を用いて、物体の表面に広げる操作を塗るといい、固体の膜ができる過程を乾燥といい、固体の皮膜を塗膜という」と乾燥について定義されている。

本稿で紹介する ISO 9117-4 “Method using a mechanical recorder” に基づく乾燥時間測定器は、塗料の塗膜形成におけるいくつかの段階と乾燥の割合を測定することを目的とする。

乾燥時間の試験方法に関する JIS 規格はいくつかあるが、塗膜乾燥や塗膜硬化などにおけるさまざまなステージを定量的に測定するための方法を定義した規格はない。しかし、塗膜がどれくらいの時間で、どのような乾燥状態になるかをシミュレーションすることは、塗装工程を設計するためには非常に重要である。

そして、現在の JIS 規格には、このような塗膜形成の段階と乾燥の割合に関する規格がないことから、新たに ISO に加えられた ISO 9117-4 “Method using a mechanical recorder” で記されている定義を確認する必要がある。

本レポートでは、乾燥時間測定に関する

ISO および JIS 規格を確認し、そのうえで ISO 9117-4 に基づく乾燥時間の試験方法について、その特徴や測定方法の説明と、この規格に基づく最新の乾燥時間測定器についての海外レポートを紹介したい。

1. 乾燥時間測定の規格について

乾燥性に関する ISO の規格は、以前からあったが体系的なまとまりに欠けていた。しかしながら、近年 ISO は規格を運用する者に対してわかりやすくするために、乾燥性に関連する規格を ISO 9117 シリーズとして、ISO 9117-1 ~ ISO 9117-6 として一まとめにした。この 9117 シリーズは、異なる方法や異なる種類の乾燥を全体としてカバーしている。

具体的に説明すると、旧 ISO 9117 (JIS K 5600-3-3 「塗膜の形成機能－硬化乾燥性」) が ISO 9117-1 となり、旧 ISO 1517 (JIS K 5600-3-2 「塗膜の形成機能－表面乾燥性 (パロチニ法)」) が ISO 9117-2 となり、旧 ISO 4622 (JIS K 5600-3-5 「塗膜の形成機能－耐圧着性」) が ISO 9117-3、旧 ISO 3678 (JIS K 5600-3-6 「塗膜の形成機能－不粘着乾燥性」) が ISO 9117-6 となった。

また、ISO 9117 をまとめるに当たり、新たに乾燥性に関する規格を生み出した。一つが、本レポートで紹介する ISO 9117-4 であり、もう一つが、ISO 9117-5 “Modified Bandow-Wolff method” である。特に、本レポートで取り上げている ISO 9117-4 は、以前の直線乾燥時間基準を採用し、現在求められている塗膜の品質管

* Nico Frankhuizen Thermimport Quality Control 社

** もとよし ゆうき コーテック(株)

第1表 乾燥性に関するISOの新旧規格とJIS規格の対応表

旧ISO規格	新ISO規格	JIS規格
ISO 9117	ISO 9117-1	JIS K 5600-3-3
ISO 1517	ISO 9117-2	JIS K 5600-3-2
ISO 4622	ISO 9117-3	JIS K 5600-3-5
—	ISO 9117-4	—
—	ISO 9117-5	—
ISO 3678	ISO 9117-6	JIS K 5600-3-6

理において最適な規格となるように編集されたものである。

乾燥性に関するISOの新旧規格と、JIS規格の対応を第1表に示す。

2. ISO 9117-4に基づく乾燥時間測定とは

ISO 9117-4の内容について具体的に見てみたい。

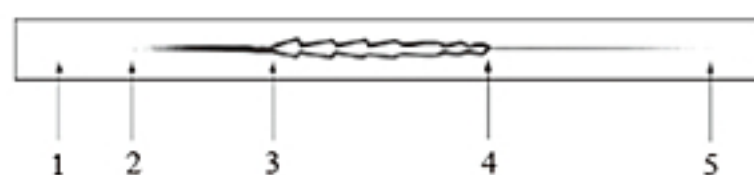
(1) 各乾燥段階の定義

まず乾燥時間は、指触乾燥(set-to-touch time)、トラックフリー(track-free time)、硬化乾燥(hard-dry time)、完全乾燥(through-dry time)の4段階で進行する。そして、その4段階のそれぞれのステージにどれくらいの時間で移行するかを測定することが定義されている(第2表参照)。

まず、指触乾燥とは、溶媒蒸発または化学反応、もしくは両方によって膜が十分に固まり、指で軽く触れても試料が付かない状態のことを言う。この段階では、乾燥時間測定器を使用し

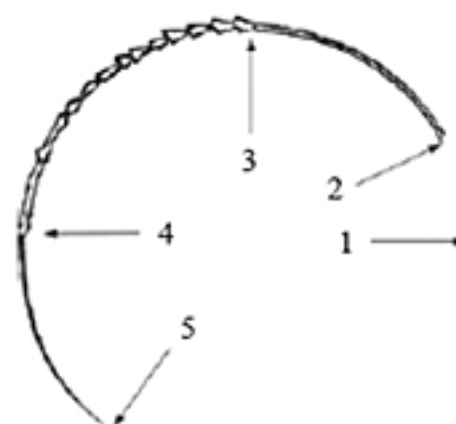
第2表 ISO 9117-4で測定される乾燥の段階

乾燥の段階	塗膜の状態	測定器上の跡
指触乾燥	指で触れても試料が付かない	くぼみが膜に現れる
トラックフリー	軽い物体を置いても塗面に付着しない	ギザギザもしくは鋭いエッジの跡が残る
硬化乾燥	親指と人差し指とで強く挟んでみて、塗面に目立った跡が残らない	膜内部を破壊することなくトレースを残す
完全乾燥	強いねじれ力を加えても、膜が歪(ゆが)まなくなる	目立った跡がもはや見当たらない



第1図 直線型試験機による典型的な試験結果

注 1から始まり、2:指触乾燥, 3:トラックフリー, 4:硬化乾燥, 5:完全乾燥。



第2図 円形型試験機による典型的な試験結果

注 1から始まり、2:指触乾燥, 3:トラックフリー, 4:硬化乾燥, 5:完全乾燥。

た場合、膜が測定器の針の軌道に再びあふれ出して覆ってしまうことがない。そして、膜に跡が残るガラス板が現れ、第1, 2図に示す2~3にかけて見られるような跡が膜に現れる。

次に、トラックフリーとは、同じく膜が十分に固まり、軽い物体を塗面に置いても付着しない状態のことを言う。この段階では、塗面に一樣な跡は残らなくなり、測定器の先端が膜を破るようになり、ギザギザもしくは鋭いエッジの跡が見られるようになる(図の3~4)。

続いて、硬化乾燥とは、測定器を使用した場合に乾燥か硬化、もしくは両方が十分に達した状態のことである。そして、膜は破られず、親指と人差し指とで強く挟んでも塗面に目立った跡が残らない状態となる。同時に、測定器上では、先端が膜の上で動くようになり、膜本体を破壊することなくトレースを残すようになる。

最後の完全乾燥とは、測定器の先端が膜の上に乗る、強いねじれ力を加えたとしても、膜が歪(ゆが)まなくなる段階である。この段階では塗膜上には目立った跡がもはや見当たらない。

(2) 乾燥時間測定の方法および条件

続いて、乾燥時間測定の方法および条件について説明したい。

ISO 9117-4には、乾燥時間を測定する方法と

して、直線型試験器と円形型試験器が記されている。直線型試験器はおよそ 300 × 25 (mm) 幅の長方形のガラスプレート上に試料を供してその上に針の先端を置く。そして、任意の速度で針をガラスプレート上で直線に走行させ、乾燥の段階を測定する方法である。

これに対して、円形型試験機では、およそ 150 × 150 (mm) 幅の正方形のガラスプレート上に試料を供してその上に針の先端を置く。そして、任意の速度で針を試料上で 360 度走行させ、乾燥の段階を測定する。

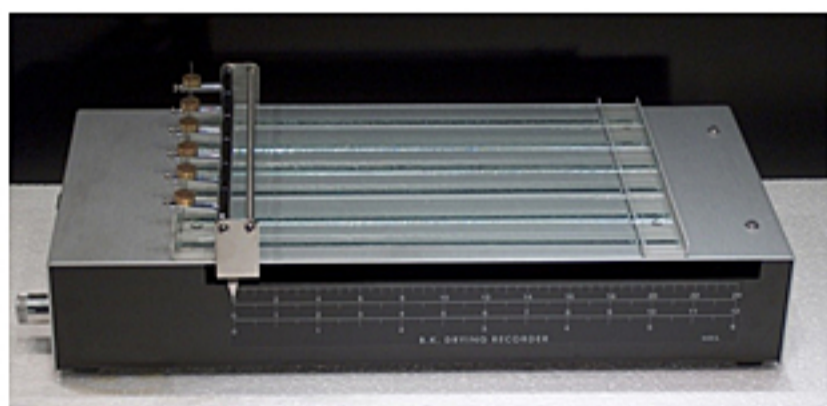
いずれの方法も、6, 12, 24 時間の速度(同じ距離を何時間かけて走行させるか)から選択できるようにする。また、試験環境はほかに協定がない限り、温度 23℃ ± 2℃、相対湿度 (50 ± 5%) で行うことが規定されている。なお、実際に使用される測定器は、複数の先端針を装備することができることから、直線型試験器のほうが一般的である。

3. 乾燥時間測定器の紹介

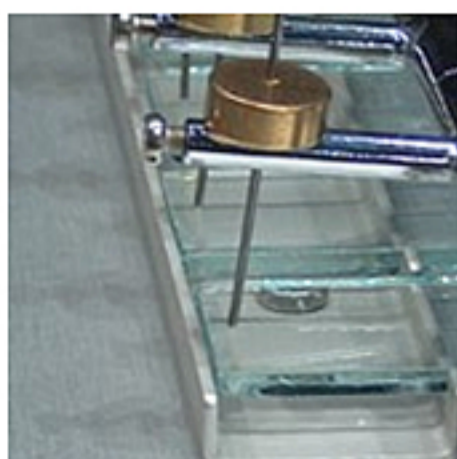
実際に ISO 9117-4 に準拠した乾燥時間測定器を紹介したいと思う。ここでは、一般的な直線型の乾燥時間測定器を取り上げる。

まず、第 3, 4 図に示す測定器は乾燥時間測定専用機で据え置き型である。

この測定器の特徴は堅牢(けんろう)で安定



第 3 図 据え置き型の乾燥時間測定器



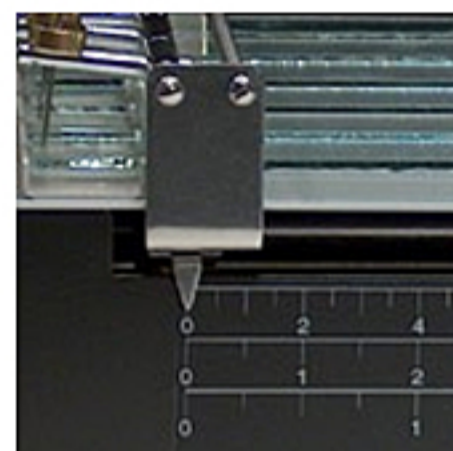
第 4 図
据え置き型乾燥時間
測定器の測定針

しており、プリセットされた 6, 12, 24 時間という移動速度から簡単に乾燥時間を選択することが可能な点である。このように速度設定条件が限られているため、ルーチン的な試験に適している。

第 5 図を見るとわかるように、測定器の横に時間を表す数字が記されており、試験後にどの時間にどの乾燥段階に移ったかを確認することができる。

次に紹介するのは、第 6 図に示す自動アプリケーション(卓上自動塗工機)にオプションとして付けられる、最新の乾燥時間測定器である。自動アプリケーションとは、塗膜を均一に塗ることを可能とした装置である。JIS は、人手によるフィルムアプリケーションの操作・塗布では膜厚の顕著なバラツキは排除できないと注意を喚起し、このような自動アプリケーションの使用を強く推奨している。

第 6 図に示した自動アプリケーションは、2mm/秒の超低速(移動速度精度は設定速度の ± 1%) から使用できる性能を持っている。現在自動アプリケーションの適用が求められる用途にお



第 5 図
据え置き型乾燥時間
測定器における測定
時間の表示例



第 6 図 乾燥時間測定器のオプションを装着した
全自動塗工機

いて、その80%以上は低速側、特に粘度が比較的高いケースでは超低速条件で使用されているとの報告もあり、低速側の安定走行性能が重要になっている。

このような自動アプリーターに、オプションとして乾燥時間測定用の針を付けることにより、任意の膜厚による均一塗布から乾燥時間の測定までがスムーズに行えるようになった。乾燥時間の測定試験において、膜厚が均一であることは必須(ひつす)の条件であることから、測定結果の信頼性を高めることができる。さらに、速度の設定が非常に柔軟であることもこのタイプのメリットであり、1分から48時間まで速度を設定することが可能である。

このことから、この自動アプリーターにオプションとして機能を付加するという仕組みは、乾燥時間の測定に非常に適していることがわかる。

なお、どの時間にどの乾燥段階に移ったかを確認する場合、測定針を塗膜上のそれぞれのポイントに持っていくことにより、装置の液晶画面に経過時間が正確に表示される(第7, 8図参照)。

以上のように、ISO 9117-4に準拠する乾燥時間測定器には、いくつかの種類があり、それぞれユーザーの用途に合った使い分けが可能になっている。

本レポートでは、乾燥時間測定の重要性を確認したうえで、ISO 9117-4“Method using a mechanical recorder”において記されている、乾燥時間測定の定義を確認し、実際の測定器を見てきた。

ISO 9117-4等が新たに加わり、塗料の乾燥性



第7図 全自動塗工機の乾燥時間設定画面

図 上から、試験時間(速度)の設定、アラーム音の時間設定、バキューム機能のオンオフ設定。



第8図
自動アプリーターに付加された機能で乾燥時間を測定している例

に関する規格が体系づけられたことにより、それぞれの試験方法の違いが明確化し、目的に則した試験方法の選択が可能になった。また、優れた試験装置との組み合わせの発想により、試験の精度・効率も大幅に向上している。このことにより、たとえば塗装現場で生じる具体的なトラブルの原因の追究や対策の構築に関する精度は高まることになる。塗料の乾燥性は、優れた塗料の研究において最も重要で現実的なファクターであることから、塗装技術全体の進化・深化に寄与するものと期待されている。

《参考文献》

- 1) ISO 9117-4 : 2012 Paints and varnishes-Drying tests-Part 4 : Test using a mechanical recorder