

## 実験をスムーズにスマートに進めるアイデアボックス vol.5 膜の表面張力測定、データを見誤るな



2021年12月14日

ビックケミー・ジャパン株式会社

若原 章博

### 1. 連載のはじめに

実験計画法や機械学習を活用するなど、実験の進め方・解析の仕方など、有用な仕組みが整えられている。一方でどのような実験を組むかは自分で考えなければならない。ここではコーティングや分散・塗布・乾燥の実験を実際に行われる方々に、実験現場で役立つアプローチを紹介したい。この項は膜の表面張力の測定である。

### 2. 固体の表面張力測定:

非常に簡便な測定器が市販されている。液体の接触角から表面張力・表面自由エネルギーを測定する方法である。表面張力が既知の液体(水やシクロヘキサン他)を、塗膜や固体に垂らして接触角を測定する。複数の液体の接触角から表面自由エネルギー(分散項・極性項・合計)が算出できる。

図1、接触角測定から固体の表面張力(表面自由エネルギー)を算出



### 3. 測定の例

実際の測定を図2に示す。常温乾燥型の塗料に、BYK-3560 という表面調整剤を加え、塗膜の水接触角を測定した時の写真である。滴下10秒後と5分後の2回、測定している。図では BYK-3560 という表面調整剤により水接触角が低下し、親水性の塗膜になっていることがわかる。

図2、水接触角の測定

5PHRは樹脂100に対しての、添加剤固形分の割合5

滴下後	NADアクリル		ターペン可溶型アクリル	
	無添加	5PHR BYK-3560	無添加	5PHR BYK-3560
10sec.				
5min.				
評価		接触角小		接触角小

#### 4、測定の際にはマイグレーションに注意

この時、滴下直後と5分後を測る。これはなぜか？滴下後の経過時間により接触角が変動することがあるからだ。いくつか要因があるだろうが、添加剤メーカーとして表面調整剤のマイグレーションを挙げておきたい。有機変性ポリシロキサンなどの表面調整剤は、コーティング液に配合され液の表面張力をコントロールする。塗布・乾燥中には表層へ移行する。その易動度は液と表面調整剤の組成による。膜が乾燥・架橋などして成膜後は、表層にとどまる。

ここからがポイント。接触角を測ろうと液体を滴下する。もしこの液体に表面調整剤が混ざりやすければ、塗膜の表層から液中に溶け出ることになる。するとたまたま液の表面張力そのものが変わってしまう。結果、接触角は変化する。もし滴下直後より5分後のほうが、接触角が下がっていれば疑ってほしい。炭化水素系溶剤のように全くの非極性の液は、混ざりやすさ・相溶性も低いので変化はしない。水や極性溶剤を用いる場合には要注意である。

なお、反対にこの現象を利用すれば、表層の表面調整剤の次の層へのマイグレーションを推定することができる。塗り重ねの塗装工程では、下層膜と上層膜との界面には表面調整剤が存在しないので、付着性・密着性に影響がないことも多い。この確認の一つとして、上層のコーティング液の溶媒で接触角を測定するのも方法である。

#### 4. 数字の意味に注意

なお表面張力は接触角のコサインで効いてくる。角度が90°に近いところでの角度の変化と、ゼロに近いところでの角度の変化の意味する程度は異なる。試しに計算してほしい。

$$\gamma_s = \gamma_{SL} + \gamma_L \cos \theta \quad : \text{Young の式}$$

$\gamma_s$ : 液体の表面張力

$\gamma_L$ : 個体の表面張力

$\gamma_{SL}$ : 固体と液体との間の界面張力

$\theta$ : 液滴の接触角

$\gamma_L \cos \theta$ : 濡れ性の尺度

$\cos 10 = 0.9848$ ,  $\cos 20 = 0.9397$  10度の変化で 0.0451 変化

$\cos 80 = 0.1736$ ,  $\cos 70 = 0.3420$  10度の変化で 0.3247 変化

BYK ホームページからもお問合せ、ご相談をさせていただきます。  
<https://www.byk.com/ja/contact>

[お問合せ - よくあるご質問](#)



本シリーズ特設・お問合せ先を設けました。下記 URL にご入力の上、ご送信ください。ご意見やご要望もお聞かせください。

<https://forms.office.com/r/LiwN4MVLqr>

## 実験をスムーズにスマートに進める BYK アイデアボックスシリーズ

[【新連載 vol.1】 添加剤メーカーが行うトラブル事前察知](#)

[【連載 vol.2】 静電的反発による分散安定化が簡単に目でみえる](#)

[【連載 vol.3】 分散剤を選ぶとき、相性は第一ステップ、では次は？](#)

[【連載 vol.4】 耐水処理したフレーク顔料・光輝材をうまく分散させる](#)



ビックケミー・ジャパン株式会社 [www.byk.com/jp](http://www.byk.com/jp)

東京 03-6457-5501 (代) 大阪 06-4797-1470 (代) テクニカルセンター 06-6415-2660 (代)  
e-mail [info.byk.japan@altana.com](mailto:info.byk.japan@altana.com)