

## 音叉式物性試験機 TFP-10 の紹介

須合 嘉尚\*

本稿では、音叉(おんさ)型濡(ぬ)れ性試験機の紹介をする。

これは、さまざまな表面を持つものと溶液の関係を捉(とら)えることができるという面白い特徴がある。たとえば、ある基材とそれに接する溶液の濡れ、溶液の基材への浸透、積層の状態を、比較的簡便に知ることができる。

写真-1 にその外観と、第1図に検出機構をそれぞれ示す。

### 1. 測定の原理

測定の原理を簡単に説明する。

音叉型振動試験機は、感応板を振動させるための電磁駆動部(コイルとマグネットで構成)、振り幅を検出する変位センサー、振り幅を維持する駆動電流ドライブ回路で構成されている。2枚の感応板の固有振動は約30Hzであり、振り幅を維持するために必要な電流を求めることにより、溶液との間に働く応力を検出することができる。

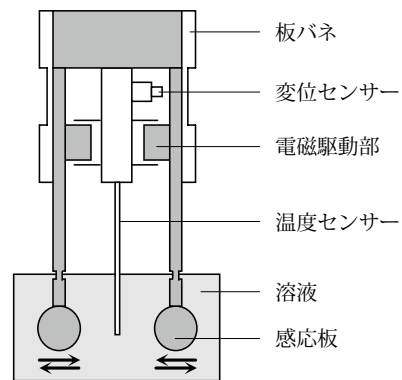
ここで、自由振動における振動は抵抗が作用した場合、エネルギー消失のため減衰するが、外部から加振力を与え続ければ、一定の振り幅を伴った振動を継続させることができる。一般に加振力  $F = F_0 \sin \omega t$  の作用下にある1自由度の粘性減衰振動系は

$$F = m \cdot \ddot{X} + C \cdot \dot{X} + K \cdot X \quad (1)$$

で表される。右辺第1項は振動の慣性力、第2



写真-1 TFP-10 外観



第1図 検出機構

項は粘性減衰力、第3項はバネの復元力を表す。

駆動力  $F$  は

$$F = I \cdot B \cdot L \quad (2)$$

から力が求められる。

$I$  : 駆動電流

\*すごう よしひさ (株)エー・アンド・デイ販売促進部

B：磁束密度(既知)  
L：コイルの長さ(既知)

## 2. 操作方法

- ① 音叉型の2枚の感应板に、 $\phi 12\text{mm}$ 程度の強力な両面テープを貼(は)る。写真-2に、左だけ貼った状態を示す。
- ② 測定するサンプルを同サイズにカット

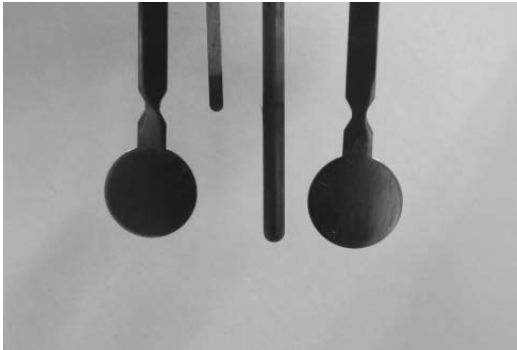


写真-2 左側に両面テープを貼り付け

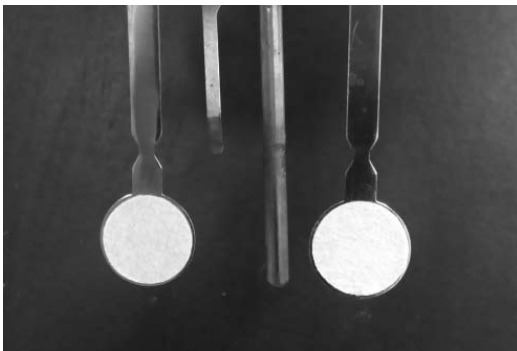


写真-3 サンプルを貼り付け

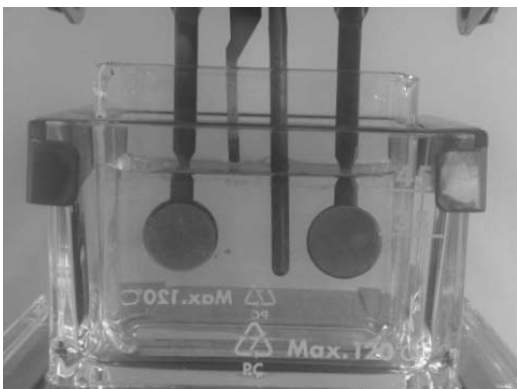


写真-4 溶液の中に入れる

し、感应板に貼り付けた両面テープにしっかりと貼り付ける(写真-3参照)。

- ③ 容器に溶液を入れる。計測器のスタートボタンを押し、振動を開始する。
- ④ その状態で溶液の中に入れる(写真-4参照)。
- ⑤ 基材との濡れ状況が観察される。その後、溶液がサンプルに浸透、積層があると振動子部の質量が増加するため駆動電流を大きくする必要が生じ、検出される応力は大きくなる。

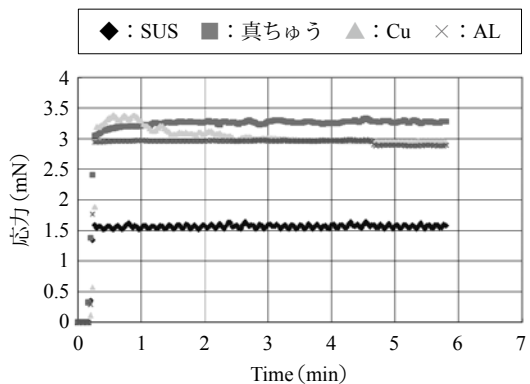
## 3. 測定例

### (1) 金属の濡れ性

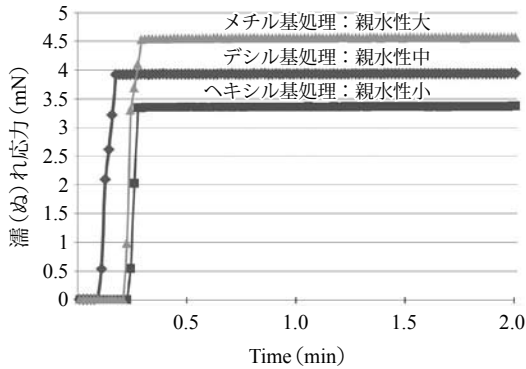
溶液と金属表面に対する濡れ性を理解しておくことはとても重要と思われる。それにより、出来上がった製品の良否が決まってしまう可能性もある。金属種、およびそれらの表面加工処理をパラメータにした場合、どういふ選択をするかは難しいことかもしれない。

振動子に0.1mmの各基材(アルミ、SUS、Cu、真ちゅう)を貼り、ニッサンポリブデン0Nとの濡れの相違を調べた。計測時の質量が測定値に影響するので、質量が同じになるよう4枚を強力な両面粘着シートを使って重ね合わせた。また、対象基材をいちばん外側とし、溶液との濡れ性を求めた。

第2図より、SUS板の濡れ応力が他の金属より低いことがわかる。またCu表面には汚れがあり、それが振動により取れていった可能性もある。



第2図 ポリブデン0Nの各金属板との濡れ(25°C程度)



第3図 親水性処理アルミニウム粉による濡れ性の相違

### (2) アルミニウム粉の親水化処理

自動車用の塗料は有機溶剤系であった。そのため、トップコートに使用されるアルミニウム粉を脂肪酸等の油性材料で被覆し、材料の危険性を避けてきた。この塗料が水系になったことにより、アルミニウム粉を水系に改質することが必要になった。メチル基、デシル基、ヘキシル基で改質したアルミニウム粉を両面テープに貼り、水中に入れ計測をした。

第3図にその結果を示す。メチル基で処理された粉体のものが、デシル、ヘキシル基で処理されたものより親水性が高いことがわかる。

### (3) ボディーソープ

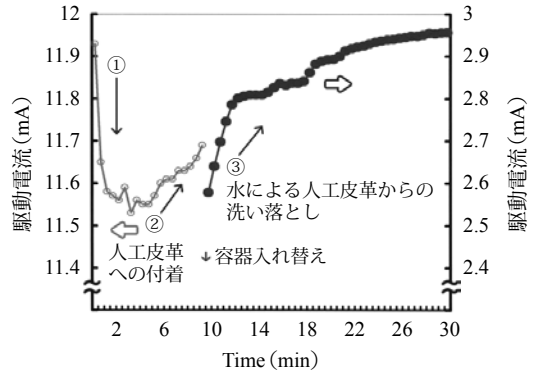
身体にボディーソープをつけ、洗い流すことを想定し、人工皮革を利用して計測を試みた。まず人工皮革を両面テープで感応板に貼り、ボディーソープ液を容器に入れる。その中に振動している感応板を入れ、計測を開始すると以下のようなようになる。

①初めは人工皮革に石鹸(せっけん)が付着していないので駆動電流は大きいですが、付着に伴い濡れて下がってくる。②付着量が大きくなると今度は質量が大きくなり、検出される駆動電流は大きくなる。その後、容器ごと交換し、水に入れ替える。③付着積層された石鹸層が水に溶け出してくる。

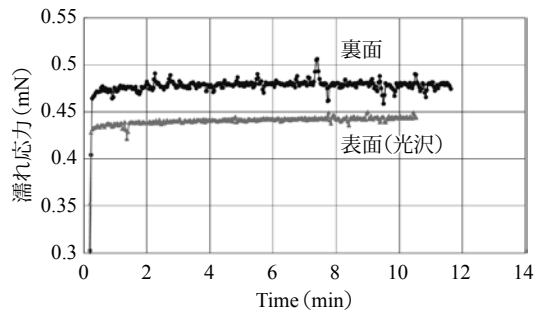
その様子を第4図に示す。戻る時間がかかると洗剤が落ちにくいことがわかる。

### (4) インクジェット用プリンター光沢写真紙の水濡れ性

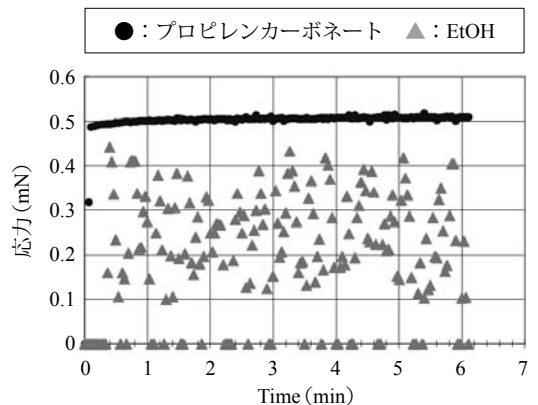
第5図に、光沢写真紙の濡れ性の表・裏比



第4図 ボディーソープの付着と洗い流しの状態



第5図 光沢写真紙の濡れ性の表、裏比較



第6図 電極膜と溶剤の関係

較を示す。光沢面のほうが光沢のない裏面より、濡れ応力が小さいことがわかる。また、徐々に水が浸透していく状況もわかる。

### (5) コーティングされた電極面の耐溶剤

第6図に示す通り、膜面をプロピレンカーボネート溶液に入れた場合は濡れが生じ、その後徐々に浸透がみられる。それに対して、EtOH溶液に入れた場合に検出される応力は全く安定

していない。測定を停止し、EtOH 溶液から上げて表面を観察したところ、微小な剥離(はくり)等が見られた。各溶液に対してどのような挙動を示すのかわかる。

このように TFP-10 を用いて、さまざまな特性を持つものを感応板に貼り、各溶液との濡れ性、浸透性に関することを求めることができた。今後はさらにさまざまな組み合わせによる

使用方法も考えられる。

#### 《参考文献》

- 1) 石渡章介・林 充郎・大島秀明・鈴木 脩：  
Journal of the Society of Rheology, Japan, 音叉  
型振動による粘度測定法, 19 [2], pp.83 ~ 88  
(1991)
- 2) 田中丈之：塗装技術, “濡れ性”, “浸透性”  
評価技術, 52 [2], (2013)