

## 引張・圧縮万能材料試験機 「テンシロンシリーズ」

玉井 好美\*




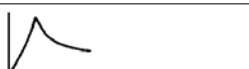


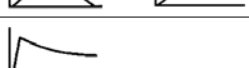
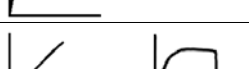
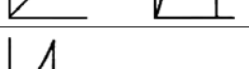
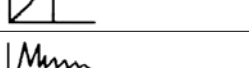
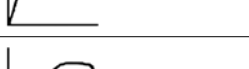

### 1. 概要

引張・圧縮試験機としての「テンシロン：TENSILON」は、万能試験機とも言われている。万能試験機とは、英語名称“Universal Testing Machine”の和訳語として生まれたものであるが、何にでも適応できる魔法の試験機というわけではない。

これは人によって呼び方も異なり、万能材料試験機とか、引張・圧縮試験機とも呼ばれている。塗装関係であれば、塗膜に大変形を与えて、それに応じて生じる応力を検出するものである。変形の与え方によって、種々の試験ができるのであるが、その測定できる試験の種類を第1図に示す。

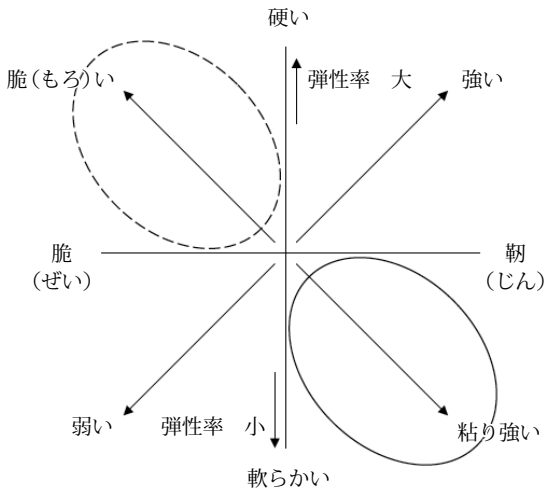
### 2. 材料の物理的な強さの表現および引張試験

われわれは日常、「強い」「弱い」「脆(もろい)」「丈夫」などと言っているが、これらの関係をまとめると、第2図に示すことができる。よく伸びるゴム系塗料は、図中の円(実線)で示す粘り強い領域に相当し、また、パテのような個体粒子高充填(じゅうてん)塗料は、点線の円で示す領域に相当する。硬くあまり伸びない材料は脆く、また、硬くよく伸びる材料は強い(タフネス)材料であるといえる。

試験の種類	記録例または状態
伸長弾性および強伸度試験	
定伸長サイクルおよび定荷重サイクル試験	
複合繰り返し試験	
応力緩和試験	
圧縮試験	
曲げ試験	
定荷重クリープ試験	
定速負荷および定歪(ひずみ)試験	
せん断試験	
剥離(はくり)試験	
標点間歪測定	
引張圧縮両振り試験	

第1図 変形の種類

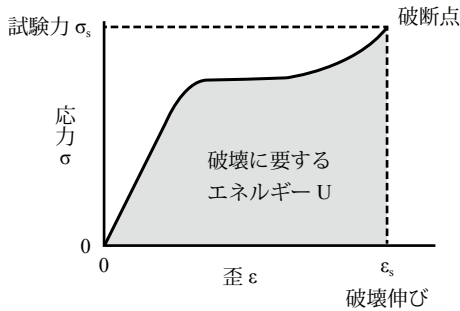
\*たまい よしみ (株)エー・アンド・デイ販売促進部  
企画課



第2図 物理的な強さの表現



写真-1 高低温度恒温槽



第3図 応力-歪曲線

これを求めるには、材料試験機にて、材料を引っ張ったり圧縮したりして、第3図に示すような応力-歪(ひずみ)曲線(S-Sカーブ)を求めることでわかるであろう。実際に多くの塗料系で引張特性を調べると、破断伸びはあまり大きい必要はなく、数%でも実用強度に耐えることが理解できる。

塗料は粘弾性体のため、実用強度を解明するためには、粘弾性体の特徴を理解して測定を行う必要がある(当社には動的粘弾性測定器:レオバイロンがある)。高速変形は低温で行い、低速変形は高温で試験する必要がある。この場合、常温からどのくらいの温度設定にするかの目安として、下記に示すWLF(Williams-Landel-Ferry)式があり、温度-速度の変換ができる。

$$\text{Log}aT = -C1(T - Ts) / \{C2(T - Ts)\}$$

aT: 換算係数

定数 C1: 8.86 C2: 101.6



写真-2 ゴム系塗料用の測定機

T: 任意の温度

Ts: 基準温度

簡単にいえば、任意の温度 T を基準温度 Ts に換算すると、変形速度が aT 倍になるということである。

実際、測定速度を広範囲に変えるのは限度が

あるので、WLF式を用いて、温度で速度を変化させたように測定する方法である。また、実用温度での測定のために、高低温度恒温槽(写真-1参照)を使用して測定を行う手法がある。塗膜物性の測定において、温度管理がキーポイントとなる。

また、よく伸びるゴム系塗料の場合、エラストマー系の測定のように、ダンベル試験片にて、標線間伸び計およびパソコンを使用したデータ処理ソフトを使用して、標線間の伸びを簡単に測定し、100%、200%(任意設定)時のモジュラスおよび破断伸度を求めることができる(写真-2参照)。

### 3. 付着試験

塗料を接着剤と同様に、被塗物を塗料で接着して測定する方法と、硬化塗膜上にほかの接着

剤を塗布して測定を行う方法がある。基本的に引っ張りで引き剥(は)がし、その剥離(はくり)面の状態を観察し、剥離応力を求めて評価とする。

この評価法には、大まかに、付着剥離(Pull-off)法、せん断引張法、180°剥離法があり(写真-3参照)、それぞれに測定用ジグが用意されている。

### 4. テンシロンの種類

当社の万能試験機テンシロンは、RTFおよびRTG、STBの3タイプのグレードがある(写真-4参照)。

#### (1) RTF シリーズ

最上位タイプで、フレーム容量は1~300kNの12機種がある。

測定精度が指示値の±0.5%(JIS 0.5級)で、

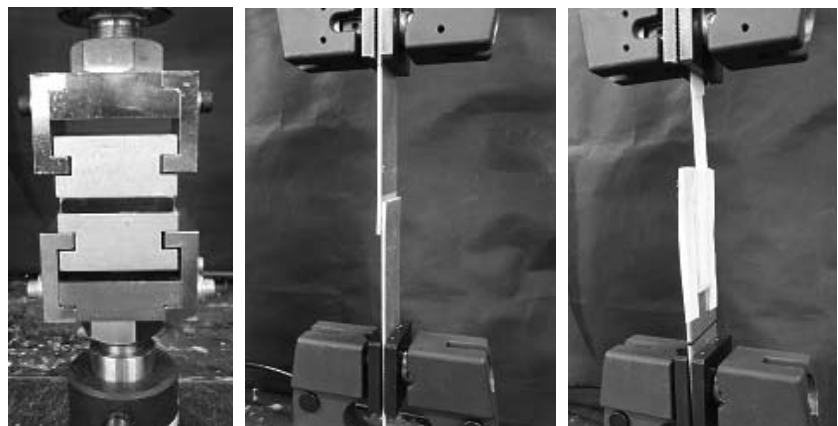


写真-3  
剥離評価の方法

付着剥離(Pull-off)法

せん断引張法

180°剥離法



写真-4  
テンシロンシリーズの種類

RTF シリーズ

RTG シリーズ

STB シリーズ

試験速度は 0.0005 ~ 1000mm/min の広い速度範囲を持っていて、フレーム剛性も高く、あらゆる測定に対応できる機種である。

### (2) RTG シリーズ

汎用(はんよう)普及タイプで、フレーム容量は 1 ~ 10kN の 4 機種がある。測定精度が指示値の ± 1% (JIS 1 級) で、試験速度は 0.05 ~ 1000mm/min の速度範囲を持っている。

コストパフォーマンスに優れた機種である。

### (3) STB シリーズ

シングルコラムの卓上型タイプ。フレーム容量は 2.5kN で、ストロークの異なるショートタイプとロングタイプの 2 機種がある。測定精度が指示値の ± 1% (JIS 1 級) で、試験速度は 0.05 ~ 1000mm/min の速度範囲を持つコンパクトな機種である。

これらの試験機には、接触式標線間伸び計を取り付けて使用することができ、また、RTF/RTG シリーズには、高低温度恒温槽を取り付けて使用できる。

パソコンを使用したデータ処理ソフト (TACT) を使うことにより、最速 0.2msec のサンプリング速度でのデータ収集が可能であり、変位サンプリングにおいては、最小サンプリングは RTF シリーズでは 0.2 μm, RTG/STB シリーズでは 1 μm ごとのサンプリングを、同時に行うことができるようになっている。

また、現場測定用として、力測定用のフォーステスター MCT シリーズ (写真 - 5 参照) がある。

従来、プッシュプルゲージ・フォースゲージを使用する際、手で引っ張るため、速度を一定に保つことが難しく、測定結果にバラつきがあった。そのために電動スタンドを使用しているが、変位表示や速度表示がなく、単純に力のみ測定であったが、それを解決したのが、このフォーステスターである。



写真 - 5 フォーステスター MCT シリーズ

フレーム容量は 500N で、試験速度は 10 ~ 300mm/min の速度範囲を持っている。カラータッチパネルを採用し、設定が簡単に行え、またロードセルのキャリブレーションが不要なので、非常に簡単に測定することができ、試験力・変位表示・試験力のピークホールドの表示付きである。

塗料・塗装の物性測定に、万能試験機は非常に有効な測定機である。その用途は規格に合った測定用ジグ (アタッチメント) をセットするだけで、さまざまな試験に対応することができる特徴が挙げられる。

研究・開発用に、また製品の品質・管理用というように、多くの企業にて採用いただいている。

### 《参考文献》

- 1) 田中丈之：コーティング膜の物性と評価法，理工出版社
- 2) 坪田 実：現場の疑問を解決する塗装の実務入門 Q&A，日刊工業新聞社