

検査・計測・試験の極意シリーズ

『硬さ試験の極意』編

ひっかき試験から非破壊振り子試験まで



ナビゲーターのミッキーです。
COTECメンバー各自の
アバターが登場します。

ICC & RCC プロジェクト



Project for innovating OTEC's Cornerstone
& Establishing remote communication Circle

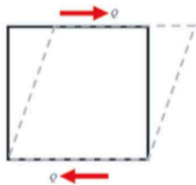
明日を創造するために
今できること、今やるべきこと

『硬さ』ってなに？

『硬さ』をちゃんと定義することは簡単ではありません。硬さとは「他の物体により変形を与えようとするときのそれに対する抵抗」であり、硬度試験は「その大小を判定しようとするもの」と一応もったもな定義はできるのですが、実際に誰もが納得できる検査測定方法を考えることは容易ではありません。なぜなら硬さは、押し込み、引っ張り、反発、ひっかき、せん断 (Shearing Stress 下図参照ください。物体のある断面に平行に、互いに反対向きの一对の力を作用させると物体はその面に沿って滑り切られるような作用を受ける) などの性質を複合したものだからです。それらを統一的に硬いものから柔らかいものまで網羅できる試験法や試験器は残念ながら存在しません。

試験方法により測定している性質は異なり、使用する単位も違ってきます。そのため、ある試験法ではAよりBの方が硬いと判定されたとしても、別の試験法では異なる結果が得られることは十分にありえます。

押し込み硬度、ショア硬度、ひっかき硬度などの異なる性質の測定方法の間に相関関係は無いと考えるべきです。手順や条件が違えば異なる評価になってしまいます。それだけに、硬さの試験においては、圧子の大きさや形状あるいは荷重がきちんと守られることはたいへん重要になります。

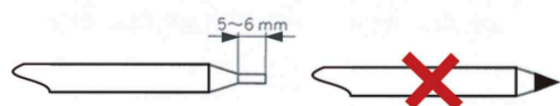


鉛筆引っかき硬度ってなに？

鉛筆硬度は、JIS-K5600-5-4/ISO 15184 引っかき硬度 (鉛筆法) に試験方法が規定されています。簡便な試験法であるため、塗装業界のみならず、材料メーカー、フィルムメーカー、フラットパネルディスプレイメーカーなど幅広く利用されています。この試験は一定の荷重で既知の硬さの鉛筆を塗膜に押しつけながら動かし、キズや元には戻らないへこみ跡などの有無を確認するものです。塗料の硬化状態とに相関がみられるため、一般に「所期の硬度が得られていない=硬化乾燥不足である」とみなすことができます。そのため、塗料の硬化具合を確認することを目的として用いられることも多い試験です。

鉛筆引っかき硬度の試験で重要なことは？

- 鉛筆が正しい荷重で塗膜に押し当てられていること：750±10g
- 鉛筆が正しい角度で塗膜に押し当てられていること：45±1°
- 鉛筆の先端の形状が規定通りとなっていること：下図を参照ください。



- 鉛筆は同じブランドのものを使用する：国内メーカーでは三菱Uniが推奨されています。
- 試験器は水平が保たれること：水準器付試験器が必要です。

鉛筆引っかき硬度の試験で重要なことは？



●ISO鉛筆引っかき硬度試験

750g荷重、水準器内装、付属鉛筆：三菱Uni 6B~6H(14本)付属(※日本塗料検査協会検定品)、紙ヤスリ。
商品No. KT-VF2378-12: ¥88,200(税別)

- デュアル鉛筆引っかき硬度試験器
- 500g荷重鉛筆引っかき硬度試験器



1kg荷重・750g荷重の切替式 商品No. KT-VF2377-12: ¥135,000(税別)
付属鉛筆は三菱Uni 6B~9H(17本)*
旧JIS K5400では、荷重は1kg±0.05kgを想定していました。両者の比較試験が可能です。

500g荷重専用 商品No. KT-VF2379-12: ¥178,000(税別)
付属鉛筆は三菱Uni B~9H(12本)
特にフィルム業界の方からのご要望により製造しています。

デュアルはどうして鉛筆本数が多いの？

JIS/ISO では使用する鉛筆の硬度は軟らかい方から、6B, 5B, 4B, 3B, 2B, B, HB, F, H, 2H, 3H, 4H, 5H, 6Hの14本と規定されています。旧JISのJIS K5400ではこれに7H, 8H, 9Hが加わって17本でした。JIS/ISOでは、7H以上の鉛筆の使用は必ずしも再現性が得られないとして、これらは規定から外しています。なお、付属の鉛筆は6B~6Hまでは日本塗料検査協会公認のもの、7H, 8H, 9Hについては検定品はないため通常の三菱Uniをお付けしています。スペアの鉛筆をお求めの際には、検定品は直接日本塗料検査協会にご依頼ください。その他は文房具店などでお求めください。

独特の芯の形状はどうやって削ったらいの？



簡易鉛筆削り3個セット
商品No.KT-VF1003 x 3: ¥4,300(税別)

付属の簡易鉛筆削りで木部を削り、紙ヤスリで芯の先端を平らにしてください。鉛筆により木部が芯の周囲に薄皮状に残ることがよくありますので除去してください。

鉛筆引っかき硬度試験…試験手順は？

鉛筆の先端を塗膜に載せたら直ちに装置を、試験操作者から0.5~1mm/sの速度で少なくとも7mmの距離を押します。肉眼で少なくとも長さ3mm以上のきず跡が生じるまで鉛筆の硬度スケールを上げていきます。このときに、「塗膜面に残った鉛筆の芯の粉を柔らかい布や脱脂綿と不活性溶剤を用いてふき取ると評価が容易になる」とJIS/ISOには記されています。きず跡を生じなかった最も硬い鉛筆の硬度を「鉛筆硬度」と言います。

- 塑性破壊：元に戻らないくぼみ
- 凝集破壊：塗膜材質が取れた引っ掻ききずもしくは破壊

鉛筆引っかき硬度試験…平らでない場合は？

引っかき硬度(鉛筆法)は、JIS/ISOには「この方法は平坦面だけに適用できる」と記されています。曲面や立面には適用できません。曲面や立面には、スプリング荷重引っかき硬度試験器が便利です。

スプリング荷重引っかき硬度試験器



欧米の自動車メーカーを中心に適用が広がっています。準拠規格はISO 4586-2で、Bosch, Opel, Volvoなどが社内規格化しています。

- 試験手順は以下の通りです。
1. 荷重範囲からスプリングを選択します。
 2. 目盛は使用したスプリングの識別色(黒、青、赤)に応じて該当する色の目盛を使用して読み取ってください。
 3. 黒いスライダに取り付けられた赤いノブを緩めて、使用したい荷重位置にスライダを移動し、その位置で赤いノブを締め付けて固定します。
 4. 塗膜に対して硬度計を垂直に当て、先端チップに適切な荷重がかかるようにホルダーを押し当てます。
 5. 塗膜上を1秒間で少なくとも10mm以上垂直状態のまま硬度計を移動させます。
 6. 目視でキズの有無を確認します。

スプリング荷重…どんな試験器？

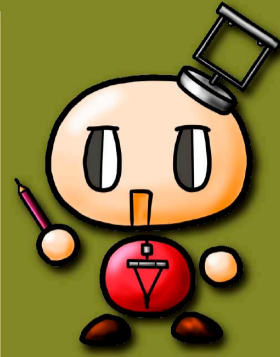
本体: アルマイト処理アルミニウム
先端チップ: タングステンカーバイド
チップ径: φ1mm
付属スプリング: 以下の3本
黒色: 0~3N(300g)目盛単位10g
青色: 0~10N(1kg)目盛単位50g
赤色: 0~30N(3kg)目盛単位150g
KT-SP0010: ¥98,500(税別)
Pro KT-SP0015 (走行ホイール付き): ¥161,000(税別)

本試験では常に塗膜に対して垂直を保つことが重要です。Proモデルは、①押し当て圧の一定化、②押し当て角度のふらつきの抑制ができるためお勧めです。

※当セールスニュースに掲載の製品ラインナップ及び価格、仕様等は予告なく変更することがありますので予めご了承ください。

技術営業担当者のためのマニュアルをテイクアウト版にしました!

技術的要点・長所短所の比較・想定問答など技術営業者に必要な知識は、これまではマニュアルにしてきました。しかし、ご訪問することが、あるいはお呼びいただくことが難しい状況が続いています。またこれが「新しい日常」となるのかもしれませんが、お店に行かなければ味わえないメニューがテイクアウトできるように、マニュアルもテイクアウトできるようにいたしました。技術営業の方にも、説明を聞きたいと思われるユーザーの方にも、あるいは同時並行で進んでいるオンラインセミナーの手元資料としてもお役に立ていただける内容です。



案内役：ミッキー

『硬さ試験の極意』編



『硬さ』を数値化する方法は?

ここでは塗膜が対象ですので、硬い金属用は除外します。デュロメーター硬度計、バーコル硬さ測定機、そして完全に非破壊で測定するペンデュラム振り子硬度計があります。

バーコル硬度計って、どんなもの?

ポジテクター・プラットフォームの一員で、BHIプローブがこれに該当します。



BHI: Barcol Hardness Impressor

バーコル硬さ測定機
ASTM B648/D2583
に適合しています。

バーコルインプレッサー(押し込み機)により硬質プラスチックやアルミ、アルミ合金、銅、真鍮などの軟質金属、繊維強化プラスチックなどの押し込み硬度を測定します。



プローブが被測定面に対して垂直であることを確認します。プローブを被測定表面に向けて押し下げ、押込具の基準面全体が表面に完全に接するまで押し下げます。そのままの状態を保持してください。ゲージは1回だけのピープ音を発し、▼マークを表示します。読み取りが行われていることを示します。テストタイマーがカウントダウンを開始します。タイマーが0になるとゲージが2回ピープ音を鳴らし、測定値を表示します。

測定範囲は20~100バーコル、分解能は0.1バーコルで、精度は±2バーコルです。
BHIプローブは ¥143,500 (税別)
ポジテクター本体をお持ちではない場合、
アドバンス本体: ¥121,000 (税別)
スタンダード本体: ¥52,800 (税別)

デュロメーター硬度計って、どんなもの?

ポジテクター・プラットフォームの一員で、SHDプローブがこれに該当します。



SHD: Shore Hardness Durometer
デュロメーター硬度計です。
JIS K7215(プラスチックのデュロメータ硬さ)/ISO 868、JIS K6253-3(加硫ゴム及び熱可塑性ゴム硬さの求め方-第3部:デュロメータ硬さ)/ISO 7619-1、などに適合します。

● JIS K7215: 対象はゴムやプラスチックです。厚さは原則として6mm以上、幅は20mm以上です。ただし、硬さがタイプDを用いた場合でHDD40以上あれば厚さは2mm以上でも良いとされています。タイプAで硬さ90以上のときはタイプDを用いるのが望ましく、タイプDで硬さが20以下のときはタイプAを用いるのが望ましいと記されています。

● JIS K6253-3: 多少は加硫ゴム及び熱可塑性ゴムです。試験片の厚さはタイプA及びタイプDでは6.0mm以上です。タイプDで硬さが20未満の場合にはタイプAを用い、タイプAで硬さが90を超える場合にはタイプDを用いることが記されています。

SHDにはどんなプローブがあるの?



ポジテクター本体をお持ちではない場合、アドバンス本体: ¥121,000(税別)、スタンダード本体: ¥52,800(税別) です。

ペンデュラム・振り子硬度計って…どんなもの?

ISO 1522に適合



「塗膜上を支点とする振り子の減衰は塗膜がやわらかいほど速くなる」という原理を利用しています。塗膜面に定められた振り子を置き、一定の角度まで振り子を持ち上げ、決められた角度に減衰するまでの時間と振り回数により硬度を求めます。振り子は2種類があり、ケーニツヒ振り子とベルゾー振り子があります。ISO・DIN・ASTM規格に採用されていてフィルムや塗料メーカーなどに多くの採用がみられます。

全自動ペンデュラム硬度試験機 商品No. KT-SP0501: ¥1,230,000 (税別)

ケーニツヒ振り子 商品No. KT-SP0505: ¥97,400 (税別)

ベルゾー振り子 商品No. KT-SP0510: ¥97,400 (税別)

ベルゾーとケーニツヒ…どう使い分けるの?

一般にはベルゾーの方が硬度の違いに敏感です。しかし、塗膜表面によってはベルゾーの支点が試験途中で横すべりしてしまうことがあります。このような現象が生じる場合には、より安定しているケーニツヒを使用することが検討されます。採用実績ではケーニツヒ: 53%、ベルゾー: 47%ですから、ほとんどのユーザーが両方をお求めです。

硬ければ硬いほど良い?

硬さはもろさと表裏の関係にあります。柔軟性を失った塗膜は、衝撃やストレスに対して、割れやはく離という形で表面化することが多くなります。硬化不足に対して硬さは比較的敏感ですが、オーバーワークに対して硬さは鈍感であることが多いため、他の試験方法で補完する必要があります。塗膜の光沢低下で見るという方法もあるが、正確には塗膜の柔軟性を直接的に確認することをお勧めします。



ISO光沢計
ISO 2813, JIS K 5600-4-7
60°/20°/85°三角度:
¥468,000(税別)

耐屈曲性(円筒形マンドレル法)
JIS K5600-5-1/ISO 1519
本体+マンドレル14本セット
¥294,000(税別)

耐カップング性
JIS K5600-5-2/ISO 1520
◀自動モデル: ¥1,237,000(税別)
手動モデル: ¥660,000(税別) ▶

硬さを測定する目的は耐摩耗や耐キズ性?

硬さは実際には他の性能の指標=代替試験として用いられます。このような代替試験には限界もあります。「傷がつきにくい」という要素の中には、塗膜の凹凸やすべり性も大きくかわるからです。したがって、目的とする性質をもっと直接的に確認する試験方法で代替試験を補完していくことが重要になります。耐すりキズや耐摩耗性が市場に出てから重要になるのであれば、やはりそのための直接的な試験も導入すべきです。



耐摩耗試験&耐洗浄性試用

耐摩耗試験用

耐摩耗(スクラブ)試験や耐洗浄性試験機は、洗浄作業や一般的な使用条件でも発生する摩耗による光沢の減衰・色の変化やすべり傷性をシミュレーションします。指定された往復数で長時間テストすることで合否判定をしたり、一定のインターバルごとに検査することで、塗膜が欠陥を生じる最小ストローク数を評価したりできます。多種モジュールによる組み合わせ構造ですので、さまざまな規格試験に柔軟に対応できます。こするツールには、いのししブラシ、ナイロンブラシ、スポンジ、布用アタッチメント、研磨紙用アタッチメントなど豊富なラインアップがあります。

- スタンダード KT-AB6000:
耐摩耗&耐洗浄水性(ウォッシュアビリティ)試験
液体ポンプ、タンク、チューブ付
- ベーシック KT-AB6010:
耐摩耗試験
液体ポンプ、タンク、チューブは付属しません
最大4列同時試験が可能。1~60往復/分