

TECHNORIDGE

2009 285



技術支援紹介

「環境を再現する」

環境が工業製品へ与える影響を調べる環境再現試験の紹介

TECHNORIDGE

2009 285



- 2 巻頭言
- 3 湿度の環境再現と材料評価への活用
- 4 木質材料を中心とした使用環境の再現
- 5 金属の腐食環境再現
- 塩水噴霧、塩乾湿複合サイクル試験 -
- 6 EMC について (精密機械の電磁環境適合性)
- 8 破壊を再現する? 破壊環境を再現する?

環境と製品の相性を評価するには

工業製品の送り手にとって、使用環境中における、製品の機能する適応範囲、寸法等の特性変化や耐久性などを明確に把握することは、常に大きな課題ではないでしょうか。身も蓋もないのですが、これらを知るためには、「実使用環境中で数多くの製品を使ってみる」ことに勝るものはありません。製品に影響を及ぼす環境因子が、雰囲気組成、温度、湿度、振動や電磁波等といったように数多くある上、相互にからみ合って複雑であり、正確に再現することが困難なためです。しかしながら、数ヶ月～数年の長期間かかる実使用データの収集を、製品を世に出す前に行う時間的な余裕などほとんどの場合ありません。また、製品に悪影響を与える環境因子を把握するには、実使用環境では情報が多すぎて整理できません。そこで、単純化された環境再現下での評価が実用上重要となります。

商取引では、JIS 等の工業規格や受渡当事者間の協定に基づいて、環境に対しての製品評価が行われています。試験方法のみを規定しているもの、耐久性等に等級をつけたものがあります。評価結果を短期間に得るために、例えば高温といった極端な条件下で製品の劣化を加速させた試験方法もあります。これらは限定あるいは誇張された環境再現下での評価であり、実用上の合否判定は当事者間の約束事で決めるしかない点に注意が必要です。

本誌 285 号の表紙は、発刊の 12 月の季節柄、クリスマスの情景再現 (ジオラマ) としました。実は、100 円均一ショップで購入したクリスマス飾りを 50 ~ 200°C のサンドバス (化学実験で薬品の温度制御をする装置) 中に設置した際に、その外観や機能を保てるのか試験しているものです。南半球の夏の砂漠、地球温暖化で砂漠化した日本、あるいは来るべき宇宙時代での月面での使用を想定した環境再現試験とでも申しませうか。もっとも再現しているのは砂の温度だけですが、必要であれば当センターの保有機器を駆使して、他の因子を追加してある程度再現度をあげることも可能です。このような自由度が高い実使用環境を模した実験室での評価も、製品の開発を行う上で役に立つのではないのでしょうか。

本号では、環境再現に関する一般的なトピックと当センターで実施している技術支援業務を、金属、プラスチック、木質材料、繊維、精密機械の分野ごとにいくつか紹介してみました。皆様のお役に立てる情報が一つでも含まれていれば幸いです。

センターの機材と知見で
製品評価や問題解決の力になれます



編集担当
ときえだけんたろう
時枝健太郎

くご意見用メールアドレス: technori@wakayama-kg.go.jp

湿度の環境再現と材料評価への活用

繊維皮革部 繊維染色担当 解野誠司

湿度の環境再現と材料評価への活用

湿度は、材料の性能や快適性に関して人間生活と大きな関係を持っています。当センターでは、恒温恒湿機や環境試験室あるいは飽和塩デシケータなどで各種湿度環境を再現し、材料の特性や快適性の評価に活用しています。

恒温恒湿機による高湿度環境の活用

最近、吸湿発熱繊維素材を用いた機能性衣料が市場によく見受けられます。これらの機能性発現のメカニズムは、繊維高分子に対する水の吸着による発熱によるものです。着用時に人体から蒸散する水蒸気によって発熱することを想定し、繊維材料を乾燥状態から高湿度環境へと暴露した際の温度変化を計測することがひとつの評価モデルとなります。

図1は、絶乾した4種の織物を、20°C、相対湿度90%に設定した恒温恒湿機内の環境に暴露した際の表面温度を熱画像で観察したものです。写真左、羊毛は環境よりも3°C以上表面温度が高く、写真右のポリエステルはほとんど環境温度と変わらないことが観察できます。吸湿発熱性を繊維材料等に付与する加工の効果を評価するためにも利用されています。

環境試験室による低湿度環境の活用

冬季になると静電気による放電に悩まされる方も多いと思います。空気中の絶対湿度が低下すると摩擦帯電レベルが高くなるためです。環境湿度は材料の摩擦帯電性に大きな影響を与えることから、例えば、JIS L 1094 織物及び編物の帯電性試験方法においては、20°C、相対湿度40%の試験環境が規定されていま

す。実際の使用条件は、規定の試験環境よりも乾燥している場合が多く、このような環境を再現することは、一般の恒温恒湿機では困難です。除湿機能を有した環境試験室を用いることが必要となります。

図2には、ある繊維材料の、20°C、相対湿度20%の環境下での摩擦帯電電圧の減衰挙動測定を行った例を示しました。試料は、2種の異なる帯電防止加工を行った繊維材料です。これらの試料をJIS規格通りの環境下で測定した場合、両試料ともほとんど帯電せず、“ともに優れた帯電防止性を示す”と評価されましたが、図2に示すように、低湿度環境下ではその性能に明らかな差があることが確認されました。

飽和塩法—多水準湿度環境の再現

塩の飽和水溶液を入れた容器を一定温度に保って平衡状態を作ることによって、所定の相対湿度環境を作ることが可能です。この方法は、湿度計の校正に用いられている方法で、塩の種類および相対湿度は、JIS B 7920 湿度計 試験方法に詳細な記載があります。この方法の特徴は、既知の塩類と密閉容器を用意すれば、塩に応じた相対湿度環境を簡単に再現できることです。特に、数水準の相対湿度環境を、同時に再現したい場合に適しています。反面、平衡までに時間を要する点、大きな空間の調湿には空気の攪拌などの工夫が必要な点には留意が必要です。

図3は、7水準の飽和塩デシケータです。デシケータは20°Cの恒温室中に設置されています。このデシケータと電子水分計を併用することで、衣料材料の吸放湿性を評価する際などに、繊維材料の平衡水分率の湿度依存特性を調べることが出来ます。

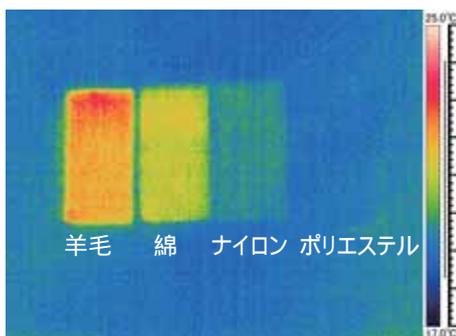


図1. 吸湿により発熱した織物の熱画像

吸湿率
羊毛・綿・ナイロン・ポリエステル
高い ← → 低い

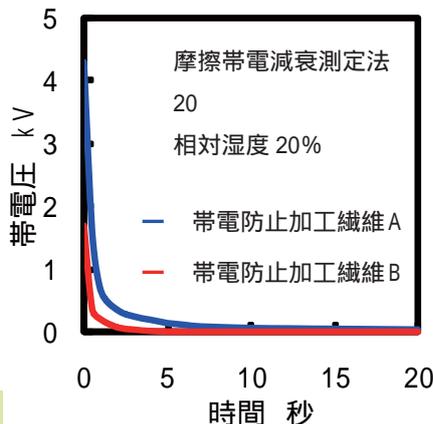


図2. 摩擦帯電減衰特性



図3. 飽和塩デシケータ

20°C 時の相対湿度
水 100%、K₂SO₄ 98%、KCl 85%、NaCl 75%、
NaHSO₄ 52%、CH₃COOK 23%、LiCl 12%

木質材料を中心とした使用環境の再現

工芸・デザイン部 木工技術担当 梶本武志

木質材料の使用環境を再現する

木材は周囲の湿度により寸法が変化します。木製品を品質管理するには湿度に対する物性変化を把握しておかなければなりません。また、木製品を形づくる部材ごとの温湿度変動に伴う物性は把握していても、製品化後の状態は予想できない場合があります。そこで、完成した木製品(襖や扉など)を実際の環境において状態をチェックしておく必要があります。標準状態(20℃ 相対湿度 60%)で良い結果を得るだけでなく、規格値以上の品質を保証するために過乾燥あるいは高加湿状態でも物性評価を行い、他社製品との差別化をはかるための評価試験として環境試験室による再現試験が必要です。

木質材料の環境再現試験事例

当センターでの環境再現試験の一例を示します。

● 襖及び木製扉の表面試験(反り、曲がり及び表面状態の評価)

襖や木製扉の部材あるいは組み方などの工夫により、反り曲がりが発生しにくい製品開発が進められています。さらにより高品質で長期保証のための試験を行っています。住空間の有効利用や、ライフスタイルの変化などから襖を境にして一方は洋室(床はフローリング)で一方は和室(床は畳)という室内設計方法があります。また、柱を設けずL字型に敷居を配置する設計もあります。これらの設計において、部屋と部屋の境は襖もしくは扉であり、その両面で温湿度が異なることが想定されます。そこで、片面は通常の温湿度(例えば 20℃ 相対湿度 60%)、反対側を高湿度(例えば 20℃ 相対湿度 90%)から低湿度に変化させて試験を行い、発生する襖や扉の反り、曲がりの状態について、機器を用いて数値で測定することによって評価します。評価基準については、構成する材質、寸法、試験環境な

どにより決定します。また、表面を構成する部材のふくれ、色の変化などを測定します。

● 部材の品質試験(製品を構成する部材の実大サイズでの物性評価)

主に襖や扉で使用される部材(LVL:Laminated Veneer Lumber、MDF:Medium Density Fiberboard、特殊合板など)について、湿度環境を変化させた試験を行います。

● 木製品の品質試験(表面状態及び外観評価)

壁や棚などについて使用環境が建物の内外を問わず 0℃ 以下の低温から、80℃ 近くの高湿まで使用環境以上の過酷な環境下における製品状態を把握します。

他材料の環境再現試験

木質材料以外の環境再現試験を紹介します。機器を製作し、納品までの搬送中に想定される温湿度条件における再現試験を行うことができます。また、評価する測定機械をそのまま環境試験機内に入れ製品の評価試験を行うことも可能です。例示しますと、

● 繊維製品の評価試験(曲げ、せん断、圧縮、静電気及び保温特性など)

● 機器の試験(動作確認)

1987 年度設置の環境試験室(タバイエスペック(株):TBE-3W4YP2QR、寸法は、幅 3000mm× 奥行き 1900mm× 高さ 2300mm 図1)と併せて、上記の環境試験条件に対応できるよう技術移転促進事業(電源立地対策交付金)により 2007 年度に環境試験室(エスペック(株):TBE-2HW6P4C、幅 1900mm× 奥行き 1900mm× 高さ 2100mm 図2)を設置しました。条件にもよりますが 20℃ 相対湿度 20% の低湿度の環境条件を再現することが可能です。



図 1. 環境試験室
タバイエスペック(株):TBE-3W4YP2QR



図 2. 環境試験室 - 襖の環境試験実施例 -
エスペック(株):TBE-2HW6P4C

金属の腐食環境再現 - 塩水噴霧、塩乾湿複合サイクル試験 -

材料技術部 金属無機材料担当 時枝健太郎

金属の腐食環境を再現する

工業製品において、多様な材料が用いられる今日においても、金属材料は、強度、電気・熱伝導性、金属光沢等他材料にはない優れた特徴を持ち、基幹材料としての重要性を失っていません。この金属材料にも「錆びる＝腐食」という弱点があります。腐食は金属と環境との相互作用で起こるため、金属製品の耐食性を評価するためには、腐食の反応やその促進に関与する物質を含んだ環境を再現した中で腐食挙動を観察することが重要です。一般的に腐食現象は長時間を費やして生じるものであるため、現実的に実施可能な短い時間に圧縮して評価する加速試験方法が従来から行われてきました。代表的なものとして連続噴霧試験、サイクル試験、ガス腐食試験などがあります。

塩乾湿複合サイクル試験機

当センターは、塩水噴霧、乾燥、湿潤などの腐食サイクルを組み合わせることができる塩乾湿複合サイクル試験機（スガ試験機（株）製 ISO-3-CY・R）を利用した試験で腐食評価のお手伝いをしています（図1）。金属材料またはめっき皮膜・塗装皮膜・DLC等のドライコーティングが施された部品・製品の耐食性評価に用いています。塩水に対する劣化評価で耐食性を相対比較する中性塩水連続噴霧試験と、塩分を含む大気腐食を促進して再現するサイクル試験（塩水噴霧→乾燥→湿潤→塩水噴霧・・・）が実施可能です。塩水に少量の酢酸と塩化銅（Ⅱ）を添加して腐食性を高めたキャス試験というものもありますが、試験液の汚染に対する危惧から当センターでは行っておりません。連続噴霧やサイクル試験の試験時間を、標準的な日本の大気環境中への曝露時間に換算した相当量を聞かれることがよくあります。実環境を部分的に極端に再現した試験である性質上、この問いに対する答えは残念ながら存在しません。一定

の試験条件下で、変色、発錆、孔食といった腐食現象が起こる時間や程度を客観的に相対評価する方法であるという認識の元、製品の耐食性の検証にご利用下さい。

事例：クロメート皮膜の耐食評価

図2に中性塩水の連続噴霧試験を行った事例を示します。これは鋼板の加工品に電気亜鉛めっきを施した後、表面の耐食性を向上させるために三価クロメート皮膜を施した機械部品試作品の試験前後の表面状態です。取引先との協定により、5%中性塩水、35℃、72時間の中性塩水噴霧試験で、「白色の腐食生成物の発生が面積率5%以下であること」が求められていました。結果は、クロメート皮膜が侵され、全面に亜鉛めっき由来の白色の腐食生成物が発生し、更に素地の鋼が腐食した結果の赤錆まで認められました。対策として、三価クロメート化成処理液の管理改善や、グレードがより高い三価クロメート皮膜の選択等が考えられます。

手数料改定により利用しやすくなりました

平成21年4月より、塩乾湿複合サイクル試験機を用いた試験の手数料を改定しました。従来は、試験機を貸切る設定で手数料（¥500/時間-県内利用者）が計算されていたため、例えば500時間の試験では試料のサイズ・数量によらず25万円をご負担頂いていました。今回の改定で、少量ロットでの利用に対しては、貸切りでなく他利用者との混載を条件とした間貸し対応もできるようになりました。同時に複数の利用者様の試験が可能となり、多くの場合1/3～3/4程度の手数料で利用して頂けるようになりました。試験条件・時間、試料サイズ・数量によって異なりますので、ご利用検討時にお気軽にご相談下さい。

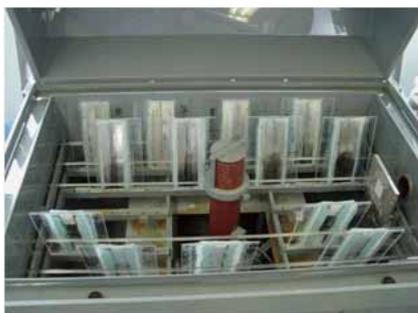


図1. 試験実施状況例

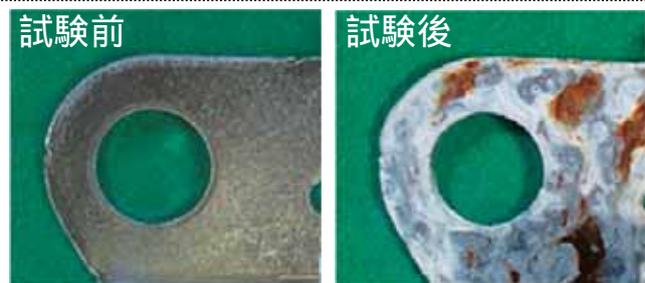


図2. 中性塩水噴霧試験事例
試験時間：72時間、試験片：三価クロメート処理を施した鋼板部品

EMC について（精密機械の電磁環境適合性）

システム技術部 電子システム担当 上野吉史

EMC とは

「病院内では、携帯電話を使用しないで下さい。」私は、電磁波対策（EMC 問題）について説明するときによくこの言葉を使用します。携帯電話からの電波（ノイズ）が、病院内で使用されている多くの機器、装置（生命維持装置やモニターなど）の動作に影響を与える場合があり、これにより機器の誤動作が発生し、患者の生命に危険を及ぼす可能性があるということです。よく耳にする言葉であることから、多くの方がこの言葉で EMC の意味を大体理解して下さいます。

EMC とは、Electro-Magnetic Compatibility（電磁環境適合性）と言い、常に私たちの周りに存在している問題です。科学技術の発達により、膨大な量の電子機器・装置（例：テレビ、携帯電話、ゲーム機、パーソナルコンピュータなど）が生産され、世の中に出されています。私達はこれらの機器や装置を日常の中で入手し、生活に役立てています。何の疑いもなく、機器のスイッチを入れ動作させているのです、いえ・させることが出来るのです。これは、新しい機器から放射される電磁波（ノイズ）が他の機器の性能に影響を与えず、また新しい機器が他の機器からの電磁波（ノイズ）の影響を受けずにその性能を発揮しているためです。この様に新しい機器や装置を稼働させた場合、既存の電磁環境に影響を与えることなく、また既存の電磁環境から影響を受けることなくその性能を発揮する、この考え方を電磁環境適合性（EMC）と言います。EMC には、EMI（電磁妨害：エミッション）と EMS（電磁感受性：イミュニティ）という 2 種類の考え方があります。EMI は、対象となる機器から放射され、

他の機器の動作を阻害する可能性のあるノイズ（電磁波）を出さないことであり、EMS は対象となる機器が他の機器からのノイズ（電磁波）によりその性能に影響を受けない耐ノイズ（電磁波）性能のことです。つまり新しく生産されるあらゆる機器・装置には、他の機器に影響を与えるような電磁波を放射しない、他の機器の電磁波により影響を受けない性能が要求されるのです。この必要な性能、放射されるノイズの大きさの限度値や耐えるべき外来ノイズの大きさは国際的には CISPR（国際無線障害特別委員会）や IEC（国際電気標準会議）国内では電気用品安全法や JIS（日本工業規格）などによって決められています。つまり規格により決められた条件の下で測定を行い、機器や装置に適合される放射ノイズの強度が制限され、耐えるべき外来ノイズの大きさが決められています。電波暗室は、この決められた条件の下で機器や装置の電磁波測定を行うための特殊な環境です。

電波暗室

EMC 関係の試験や測定は、元々オープンサイトで実施されてきました。オープンサイトとは周りに囲いや障害物などが無く十分に広く平坦な場所（基本的には屋外）での金属板（グラウンドプレーン）上において電磁波測定を行える環境のことを言います。理想的なオープンサイトでは、測定の障害になる外来ノイズ（主に無線や放送電波）が無いことが望ましいのですが、近年の電子・電気機器の増加により屋外は多くの電波が飛び交う環境となっており、精度の良い計測が困難な状況になっています。また、屋外であることから天候に大き



図 1. 電波暗室の内部 (1)



図 2. 電波暗室の内部 (2)

な影響を受けることとなります。電波暗室は、このオープンサイトに代わる理想的な測定環境として使用されています。電波暗室には、床面を除く部屋の 5 面に電波吸収体を貼付した半無響室と、床を含む 6 面全てに電波吸収体を貼付した全無響室があります。電波吸収体により電波ができる限り戻らない(無響)様な環境を作り出しており、近年では電磁波測定のほとんどが電波暗室内で行われています。この EMC 測定環境である電波暗室は、測定周波数範囲(30MHz ~ 1,000MHz)において、水平及び垂直偏波の電界強度のサイトアッテネーション測定を実施し、その測定結果が理想サイトの理論的サイトアッテネーション値の $\pm 4\text{dB}$ 以内である場合に適切なサイトとされます。当センターの電波暗室は、6 面に電波吸収体を貼付した 3m 法による全無響室で、ANSI C63.4 によるサイトアッテネーション特性を満たしています。図 1、図 2 はその内部の写真です。しかし、3m \times 3m \times 7m の小型電波暗室であることから EMC 規格値への対策検討用として使用いただいています。現在、この電波暗室内で可能な試験項目は、放射電界強度測定、雑音端子電圧測定、雑音電力測定、放射電磁界イミュニティ試験となっています。

電磁波対策

図 3 及び図 4 は、ある電子機器の放射電磁界強度を測定した対策前と対策後のデータです。対策前のデータ(図 3)では、195MHz 付近での強度や 200 ~ 500MHz 付近でのノイズが CISPR の規格の限度値(グラフ内の上側の赤い線)を超えていることが解ります。EMC 対策では、この様な状態の機器や装置に対して放射電磁界強度の大きさを規格値内に下げる作業を行います。例えば、

シールドを施す：大きなノイズ源である部品や配線の周りを金属(箔、板、網など)で囲み、ノイズが漏れないようにする。

ビーズコア等によるノイズの低減：ノイズの多い配線の途中に入れることによりノイズを低減させる。

GND 配線の強化：ノイズが多い配線からの分離や強化(GND 配線の抵抗値を小さくする)によりノイズの影響を小さくしたり、ノイズや電流の流れを考慮することにより影響を小さくする。

コンデンサによるノイズの低減：ノイズの多い配線間や部品に入れることによりノイズを低減させる。

クロック用の配線を短くする：高周波のクロックは大きなノイズ源なので、その配線を短くすることによりその影響を最小限にする。

この他にも多くの手法や対策部品がありますが、先ず何が大きなノイズ源となっているかを探す必要があります。その上で対策を行います。対策後の図 4 では、規格値を超えていたノイズが無くなり、また規格値に対して 6dB 以上の余裕(グラフ内の上から 2 番目の緑線)も取れており充分な対策が取れたと言えます。しかし、ただノイズを下げれば良いという訳では無く、対策に掛かるコストについても考慮する必要があります。コストと対策のバランスを考えながらの非常に困難な作業が要求されます。

おわりに

近年では、電子機器の高周波化やマルチメディア機器の増加、医療機器への影響などにより従来の測定周波数範囲(30MHz ~ 1,000MHz：放射電磁界強度)を超える周波数で測定する必要性が出てきています。安全規格においては、1GHz 以上でのエミッション測定やイミュニティ試験が要求されつつあり、測定・試験環境の整備や電磁波対策もより難しくなってくゆものと思われる。

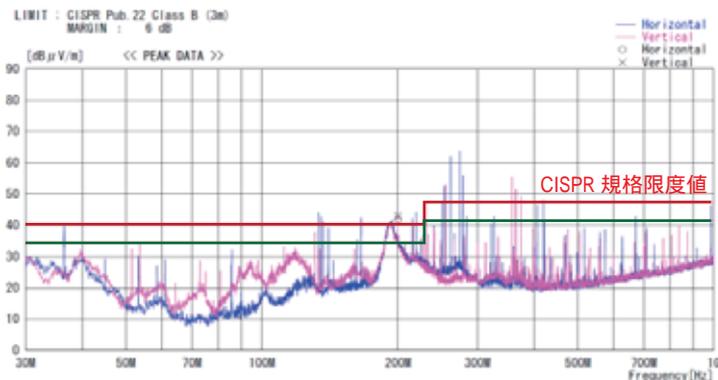


図 3. 放射電界強度データ：対策前

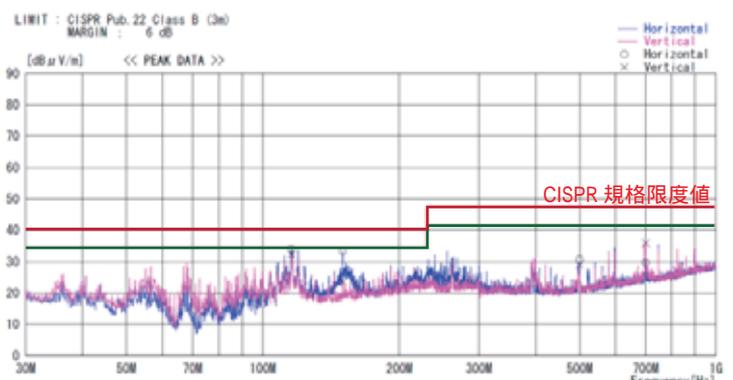


図 4. 放射電界強度データ：対策後

破壊を再現する？破壊環境を再現する？

材料技術部 高分子材料担当 前田拓也

落としてもいない瓶の蓋が割れた！！

落としてもいない瓶の蓋が割れていた(図1)や、筆箱に入れておくといつも同じ色のボールペンのキャップが割れている(図2上)経験がありませんか。こんな時、蓋を強く閉めすぎたのか？重いものをキャップの上に乗せたのか？と思います。蓋を強い力で閉めた訳でもなく、キャップに重いものに乗せた訳でもありません。また、空瓶の蓋やインクを使い切ったボールペンでは割れは起こりません。不思議な現象ですが、適度な力とある薬品が同時に作用することにより起こる、プラスチックの短所の一つである環境応力破壊(Environmental Stress Cracking 略して ESC)によるものです。

環境応力破壊とは

この環境応力破壊とは、荷重が架かっている状態で分子間に隙間が生じて、この隙間に薬品が浸透し、分子間の強い結びつきが低下し、分子のすり抜けが起ることによりクラックが発生するものといわれています(図3)。評価方法は、切れ目を入れた試験片を、切れ目を外側にして曲げてホルダーに10個固定し、試薬中で静置し5個にクラックが発生する時間を調べるベントストリップ法(図4)があります。

本当に力や薬品が作用しているの??

前述の割れた蓋やキャップに力はかかっているのでは？との声があります。割れた箇所を観ると、瓶の口と蓋が当たる部分(図5)や、キャップを本体

に止めるための凸ストッパーの接点(図6)で割れた跡が観察できるので、微少な力が常にかかっていることが想像できます。また、化学物質に浸かっているのでは？との意見もありますが、液体やインクが蒸発して蒸気となって接していると考えられます。この様に微少な力だけでは割れに至らない耐薬品性を有するプラスチックであっても、相乗作用により破壊に至るのが環境応力破壊であります。

割れに至る環境を再現する??

この環境応力破壊を明らかにするためには、使用環境や破壊箇所をじっくりと観察し、微少な力や意外な薬品(蒸気、潤滑油、冷却液や未硬化接着剤の溶媒など)との接触経緯の有無、状態などを考慮して、因子を探り当ててください。思い当たる因子が見つければ、他の因子を除外し、見つけた複数の因子を同時に作用させてください。再現して割れた破壊面と実際に割れた破壊面を比較して観察してください。さらにどれか一つの因子を取り除いて再現を繰り返し行い、破壊に至らなければ、環境応力破壊であることと回避法が判ります。先程のキャップを同種類で色の異なるボールペンで同時間使用しても、割れませんでした(図2下)。インクの種類を変えることにより化学物質の因子がなくなり、キャップを止めておく力だけでは環境応力破壊が起こらなくなったと考えられます。このように環境の再現を行い、その結果を詳しく観察して対応策を講じていくことが大切なことであると理解していただけたでしょうか。



図1. 割れた瓶のキャップ



図2. 割れた赤ボールペン(上)キャップと同型キャップを装着した黒ボールペン(下)



図5. 割れた瓶のキャップの破壊起点

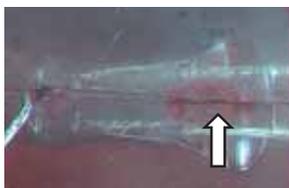


図6. 割れたボールペンキャップの破壊起点

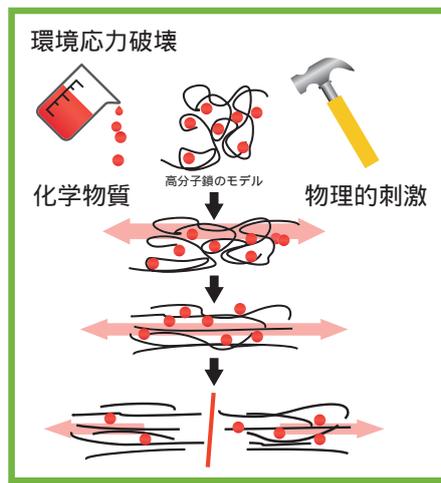


図3. 環境応力破壊のモデル

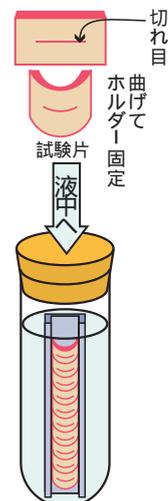


図4. ベントストリップ法

技術情報誌
編集・発行 / テクノリッジ
和歌山県工業技術センター
和歌山市小倉60番地

発行日 / 2009年12月7日
TEL / 073-44777
FAX / 073-44777
2880
1277
801

印刷 / 大黃印刷
住所 / 和歌山市本686-2番地
TEL / 073-4315207