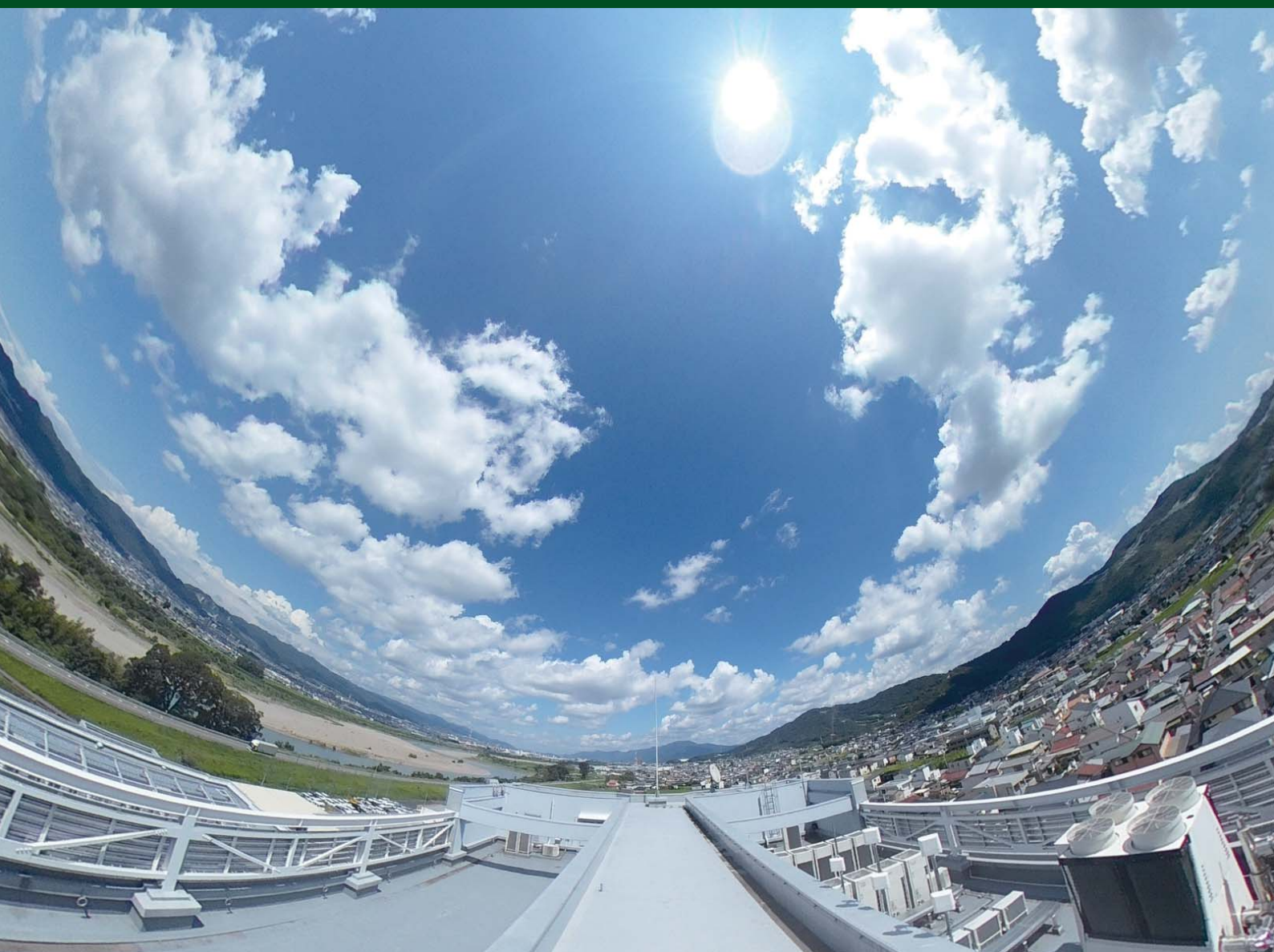


技術情報誌 テクノリッジ

Industrial Technology Center of Wakayama Prefecture

TECHNORIDGE

2020 325



工業技術センターの夏空

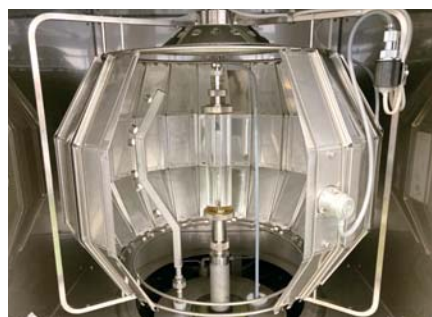
特集 ものづくりを支える環境試験

和歌山県工業技術センター
<https://www.wakayama-kg.jp/>



TECHNORIDGE

2020 325



キセノンアーク灯 (P.3 参照)

目次

巻頭言	2
太陽光による曝露環境の再現	3
輸送振動試験の方法について	4
木質分野における環境試験機の活用	6
大気環境における腐食を模した腐食促進試験	7
機器紹介	8

ものづくりを支える環境試験

工場で製造された製品は販売店に輸送されて商品となり、その後消費者の手に渡って使用または消費されます。その過程において、製品は日光や風雨、熱、湿気、また振動など、様々な環境由来の影響を受け続けることになります。その影響により、製品には少しずつダメージが蓄積されていき（場合によっては、いきなり大きなダメージを被ることもあります）、変形や破損、変色などの品質劣化を引き起こします。製品開発においては製品の信頼性を担保するため、こうした環境を人工的に作り出し、その耐久性をあらかじめ確認しておくことが必要です。そのための試験を総称して「環境試験」といい、和歌山県工業技術センター（以下、当センター）においても関連する機器を設置することで、県内企業を中心とした製造業の皆様のご要望にお応えしています。

下に、当センターで実施している主な環境試験の目的と、その際に使用する機器の組合せを掲載いたしました。その中には、環境の「再現」を目的に利用されるものと、短時間で現実世界と同等の累積ダメージを与え、試料の劣化を促す「加速・促進」目的で利用されるものがあります。本号では、これらの機器を用いて実施している環境試験について、それぞれ実例を挙げてご紹介いたします。既に環境試験をご利用いただいている方にとっては理解を深める一助に、また、これから環境試験を行いたいという方にとっては、導入を検討するための参考となれば幸いです。

振動試験機

振動の再現



環境試験機

雰囲気再現
(温度、湿度)



耐候試験機

屋内外環境による劣化の促進
(日光、温度、湿度、雨)



塩乾湿複合サイクル試験機

金属の腐食の促進



編集担当
野村 侑平

太陽光による曝露環境の再現

地域資源活用部 結城 諒介

はじめに

地表に到達する太陽エネルギーは、 1m^2 当たり約 1kW とされています。この光線が製品へ長時間照射されると、製品の強度低下や変色等が発生します。このため、太陽光が照射される環境下での使用を想定した製品については、光による劣化を起こしにくい性能（耐光性）を有する必要があります。

耐光性の評価

製品に対する耐光性の評価試験で最も有効な試験は、屋外曝露試験です。この試験では実際の使用環境下において経年劣化をモニターすることが可能です。しかし、評価には製品の使用期間と同じ時間が必要となるため、評価終了までに長い時間を要します。これに代わる試験法として、耐候試験機を用いた促進試験があります。本試験では太陽光に見立てた光線を試験体に照射することで、比較的短時間での耐光性評価が可能となります。

光による変色の事例

促進試験に用いる光源は、試料に照射する光の波長分布や強度の違いによって分類されており、現在、主に使用されている光源としては、紫外線カーボンアーク灯、サンシャインカーボンアーク灯、キセノンアーク灯が挙げられます。これらの内、図 1 に示した太陽光の波長分布に最も近いとされるキセノンアーク灯を用いて、ダンボール紙と皮革を対象に耐光性の評価を実施しました。その結果、いずれの試験片においても、試験前後で光を照射した部分に変

色が確認されました（図 2）。

ダンボール紙に光を照射した場合、ダンボール紙を構成するリグニン等の成分が紫外線を吸収しラジカル反応を開始させることで、酸化が進行します。これにより色の退色が生じたと考えられます。このように、一般に製品に対して光を照射すると、外観や物性が変化します。しかし、製品へ光安定化剤を添加することや、耐光性の高い染料及び顔料等を用いて製品の表面を加工することで劣化を遅らせることが可能です。

一方、皮革についても、光が照射されると皮革に含まれる油脂の酸化反応が進行するため、徐々に変色します。特に植物タンニンで鞣（なめ）されたヌメ革は、他の鞣しにより製造される皮革と比べ耐光性が乏しくなる傾向があります。しかし、使用と共に色合いが変化することは皮革製品の特徴であり、この特徴を楽しむ消費者は多く存在します。そのため、ニーズに応じた耐光性の設計、商品企画を行うことが大切です。

おわりに

本稿では、製品に与える光の影響についてご紹介いたしました。製品を構成する材料の劣化は、太陽光を吸収することで進行します。しかし、商品企画の初期段階から光により劣化が起こることについて認識し、耐光性の向上について充分検討することで、品質の高い製品を消費者に提供することが可能となります。製品開発の際は事前に耐光性について調査することをお勧めいたします。

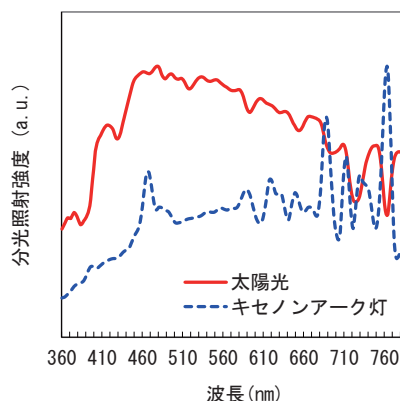


図 1 太陽光及びキセノンアーク灯の各波長における分光照射強度

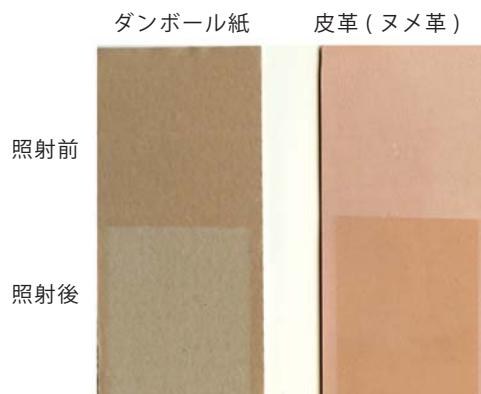


図 2 試験片（上）照射前（下）照射後

輸送振動試験の方法について

ものづくり支援部 野村 侑平

はじめに

主に輸送時や使用時など、製品は外部から様々な振動を受けます。振動によって強い共振が発生したり、衝撃を受けたりした場合、製品が破損や破壊に至るかもしれません。このような問題を起こさないために、振動に対する製品の耐久性や特性を評価するのが振動試験です。

他の多くの環境試験と同様に、振動試験は現実と同等の環境を再現することにより実施します。しかし、試験方法や条件が適切でないと、現実には起こらないような強い振動や弱い振動を試料に与えてしまいます。振動が強すぎる場合は、過剰に耐久性を求めてしまい、コスト増を招くかもしれません。逆に、振動が弱すぎる場合は、耐久性が乏しくなる可能性があります。したがって、振動試験を実施する上では、その方法や条件が想定する環境に適したもののなか正しく理解しておくことが大切です。

実環境における振動

表1には、実際に製品が振動を受ける環境とその要因について、一例を示しています。製品は、輸送時にはダンボール箱などに梱包された状態で、また、車載機器や鉄道車両用機器であれば使用中も、これらの振動を受けることになります。各環境によって要因は異なるものの、実環境における振動は、不規則な振動が継続する「ランダム振動」がほとんどです。このため、実環境を再現する振動試験の方法としては、ランダム振動試験が適しています。

輸送振動試験

現実の輸送時の振動による影響は、表1に例示した輸送の方法（トラック、鉄道、航空機など）に加えて、輸送距離（時間）、積載方法、路面状態などによっても異なります。そのため、試験条件を決定する際には、想定する輸送環境に合わせてカスタマイズすることが基本です。しかし、独自の条件を作成するのは手間がかかることもあり、JISなどの既存の試験規格から適切なものを選択しているのが実状です。

輸送に関する試験規格は様々なものがあります。その中で最も一般的でかつ、当センターにおいて受託実績が多いのがJIS Z 0232です¹⁾。この試験では、梱包体がトラックなどで舗装道路上を輸送される場合を想定しており、図1に示すように、必要に応じてベルトなどで試験機に固定して実施します。

最新のJIS Z 0232であるJIS Z 0232:2020では、「正弦波掃引振動試験」と「ランダム振動試験」の2種類の試験方法が規定されています。正弦波掃引振動試験は、周波数を徐々に増減させながら、周期性のある振動（正弦波）を与える試験です。先に述べたように、実環境ではランダム振動が主であるため、JIS Z 0232:2020においてはランダム振動試験が推奨されています。当センターに設置している振動試験機は両方の試験に対応可能ですが、2004年以前のJISでは正弦波掃引振動試験しか定義されていなかったことや、過去に実施した試験との比較・継承のため、現在でも正弦波掃引振動試験を要望さ

表1 現実世界の振動

環境	振動の主な要因
車、トラック	路面、タイヤ、サスペンション、エンジン
鉄道車両	レール、サスペンション
航空機	空力、エンジン、滑走路
屋内、屋外	地震



図1 輸送振動試験の様子

れる場合が多いようです。

正弦波振動とランダム振動の違い

正弦波振動とランダム振動は物理的には異なるプロセスであるため、試料に与える影響は等価にはなりません²⁾。では JIS Z 0232:2020 で定義される 2 つの試験方法・条件では、実際に梱包物の中身がどのような振動を受けているのでしょうか。

これを調べるため、図 2 に示すように、ポータブル加速度計をダンボール箱に入れて加振させ、計測データを比較してみました。加速度が最大値を記録した付近のデータを図 3 に示していますが、その挙動は大きく異なるのが分かります。また、ランダム振動では瞬間的に、正弦波掃引振動の約 3 倍の加速度が発生しました。ランダム振動ではこのような衝撃的な大きな加速度が複数回記録されており、正弦波掃引振動では見られないものでした。現実の輸送環境においては、路面の凹凸などから大きな衝撃を

受けることがあるため、ランダム振動の方がより実環境を再現できていると考えられます。このため、正弦波掃引振動試験に合格した場合でも、現実の輸送環境では製品が破損するなどの問題が発生する可能性があります。

今回は梱包材に発泡スチロールを使用しており、梱包体内部に隙間がほとんどなかったため、加速度計の「遊び」が少ない状況でした。梱包材や梱包の方法によってはこの「遊び」が大きくなるため、異なる結果が得られることも想定されます。

2 つの試験方法が同等の結果になる場合もあるかもしれませんが、実環境を再現する上では、ランダム振動の方がより適切であることに留意しておく必要があります。

おわりに

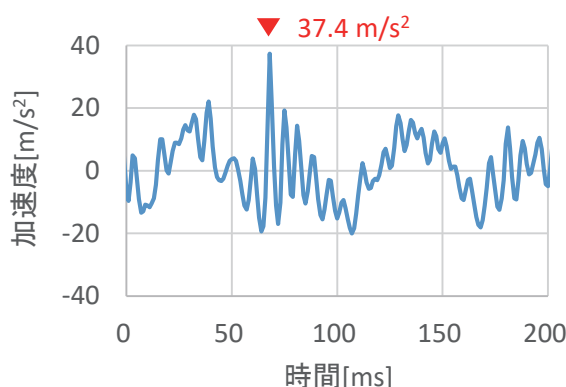
本稿では、一般的な輸送に関する振動試験規格である JIS Z 0232 を例にとり、振動試験の方法を決定する上での留意点をご紹介させていただきました。JIS Z 0232 も最近改訂されたばかりですが、その他の規格も技術の進歩や社会情勢に合わせて年々更新されています。日頃実施されている振動試験の方法について、一度見直すきっかけにしてみتهはいかがでしょうか。

[参考文献]

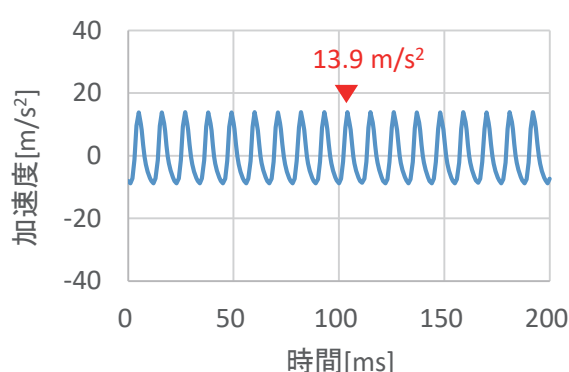
- 1) 日本産業規格 JIS Z 0232:2020
「包装貨物 - 振動試験方法」
- 2) 日本産業規格 JIS C 60068-3-8:2003
「環境試験方法-電気・電子-振動試験方法の選択の指針」



図 2 ポータブル加速度計を入れた梱包試料



(a) ランダム振動試験



(b) 正弦波掃引振動試験

図 3 最大値付近の加速度データ

木質分野における環境試験機の活用

地域資源活用部 山裾 伸浩

はじめに

あらゆる材料の各種物性、例えば膨張・収縮、粘度、強度などは、周囲の温湿度環境に大なり小なり依存しています。そのため、開発段階で想定される温湿度環境下で不具合が発生することなく適切に使用できるか、データを収集することは極めて重要になります。このような試験に対応する機器として、試料に対して任意の温湿度条件を与えることができる環境試験機があります。当センターでは容量 400 リットル以下の小型のものから、床面積が 2 畳、3 畳タイプの大型のものまで様々なタイプの環境試験機を保有しており、機械、電気・電子、金属、高分子、繊維、木質等、幅広い分野からの要望に応じて、受託試験や機器貸付での対応を行っています。今回は、低湿条件では放湿により収縮し、高湿条件では吸湿により膨張する性質を持っている、木質系の材料をターゲットとした活用事例を紹介します。

木製パネルの吸放湿試験

和歌山県林業試験場との共同研究「紀州材構造用床パネルの開発」において、木製パネルの寸法変化特性を把握するため、床面積 3 畳タイプの環境試験機を活用しました（図 1）。和歌山県産スギの厚板を幅はぎ接着した幅 910mm×長さ 1,820mm の実大寸法のパネルをスギ角材に釘打ちした試料を作製し、高湿条件（温度 35℃、湿度 85%）及び低湿条件（温度 35℃、湿度 30%）に曝露しました。この試験で

吸放湿に伴う膨張・収縮を把握し、施工の際に役立つデータを取得できました。

内装ドアの加湿繰り返しによる変形試験

現在、住宅などで使用される内装ドアは、表面に合板や中質繊維板（MDF）、軸材に単板積層材（LVL）という木質材料を利用したフラッシュドアと呼ばれる構造が一般的となっています。製品化に当たっては、これら木質材料の吸放湿に伴うドアの反りや接着部分のはく離などの不具合が生じないように、配慮しておく必要があります。それを評価する方法として、住宅部品の認定機関である一般財団法人ベターリビングでは、優良住宅部品性能試験方法書〔内装ドア〕の「加湿繰り返しによる変形試験」において、2 室型の環境試験機を用いた試験方法を規定しています（図 2）。当センターでは 2 畳、3 畳の 2 室型環境試験機を保有しており、この方法に準じた試験を実施することができることから、多くの方々にご利用いただいています*。

おわりに

今回は木質分野の事例を紹介しましたが、冒頭に述べたように当センターでは様々な分野からの要望に対応しています。環境試験をご希望の方はお気軽にご相談ください。

*当センターは認定機関ではないため認定業務は行っておりませんので、ご注意ください。



図 1 実大木製パネルの環境試験

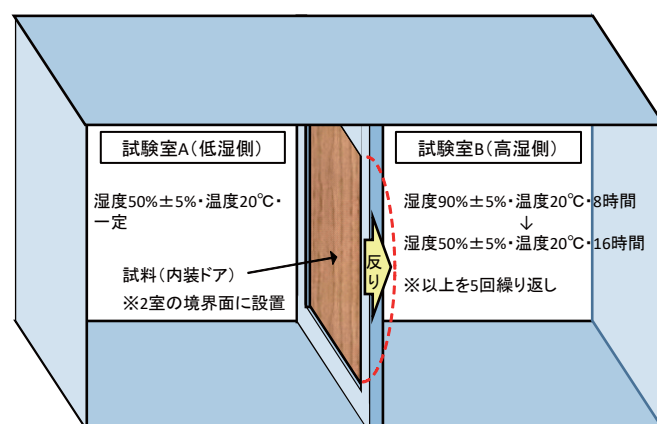


図 2 内装ドアの加湿繰り返しによる変形試験のイメージ（反りの発生状況や接着部分のはく離の有無をチェック）

大気環境における腐食を模した腐食促進試験

地域資源活用部 時枝 健太郎

はじめに

貴金属の一部を除くほとんどの金属は、自然環境の中で腐食して強さ等の性能が低下します。屋外で使われる材料や製品では、使用中の性能低下を抑えるために、材料選定、めっきや塗装、構造の工夫等により耐食性を高める必要があり、その評価が重要です。当センターでは、大気環境の複雑な腐食要因の中で温度、湿度、塩分の影響を調べる「中性の塩水を用いる腐食促進試験」を実施しています。

大気環境における腐食

大気環境で腐食をおこすのは「水」と「酸素」です。空気中の水分の吸着や降雨により金属の表面に水の膜ができると、この水の膜に空気中の酸素が溶けて金属と反応し、金属が溶け出てサビの層が表面を覆います。海から飛んでくる「塩分」は、吸湿性により金属の表面に水を集めたり、サビの層が多少持つ腐食の進行を遅らせる性質を弱めることで、腐食を促進します。また、腐食を促進する他の要素として、硫酸化物等の大気汚染物質や酸性雨があります。

天気、温湿度、風向き等の変化にともない、金属表面の水の膜の状態（厚さ、酸素や塩分の量等）が変化を繰り返し、腐食の速さやサビの性質に影響するので、大気環境での腐食は複雑な様相をみせます。

中性の塩水を噴霧する腐食促進試験

大気環境における腐食を模した腐食促進試験には、中性や酸性にした塩水の噴霧や腐食性のガス雰囲気に曝露する方法等があります。この中で、当センターでは、表1に示す中性の塩水を用いる腐食促進試験を実施しています。

「中性塩水噴霧試験」は、35℃の温度で5%の中性塩水を試験面に噴霧する単純な腐食促進試験です。その歴史は古く、1939年発行のASTM B117を起源として、JIS Z 2371やISO9227等に規定されています。また、様々な製品の規格に取り入れられており、世界中で広く利用されています。この試験の欠点は、大気環境での腐食をうまく再現しないことです。例えば、塗装鋼板の下地に亜鉛めっきを行うと、実際の環境では腐食による塗膜のふくれが抑えられますが、中性塩水噴霧試験では逆にふくれ

がひどくなります¹⁾。中性塩水噴霧試験の結果は、実環境における耐食性の指標にはなりませんが、めっきや塗膜等の欠陥の有無や均一性等を確認する品質チェックとして意味のあるものです。

「複合サイクル試験」は、「中性塩水噴霧」に「乾燥」、「湿潤」等を組み合わせて繰り返す腐食促進試験です。大気環境に似せて、試験面にできる水の膜の状態に変化を与えるわけです。複合サイクル試験では、塩水濃度、温度、湿度、試験サイクル等を吟味することで、単独の中性塩水噴霧試験よりも実環境に近い腐食の状態を再現できます。代表的な試験サイクルの一つに、自動車用材料で検証・確立されたJASO M609に規定される「中性塩水噴霧2時間（35℃、5%塩水）→乾燥4時間（60℃）→湿潤2時間（50℃、相対湿度95%以上）」があり、めっき、塗膜、電気・電子等に関するJISにも同様なサイクルが採用され広く使われています。なお、複合サイクル試験の実環境に対する相関性及び促進性は、対象となる環境、材料や腐食の種類等によって大きく異なります。したがって、製品等の寿命予測に複合サイクル試験を活用する場合には、実環境下における曝露試験等との比較検証が必要になってきます。

おわりに

腐食促進試験を行う際には、試料表面の脱脂・洗浄を十分に行ってください。例えば、工場内では出る

表1 当センターにおける中性の塩水を用いる腐食促進試験

試験機の仕様	型式	CYP-90（スガ試験機（株））
	塩水噴霧	5%中性塩水のみ 35℃±1℃または50℃±1℃
	乾燥	外気温+10℃~70℃±1℃ 25±5%RH（60℃において）
	湿潤	外気温+10℃~50℃±1℃ 60~90±5%RH（50℃において）
代表的な対応規格	試験曹内寸法	幅900×奥行600×高さ500mm
	【中性塩水噴霧試験】	
	金属全般	ISO9227:2012、JIS Z 2371:2015
	めっき	JIS H 8502:1999
	電気、電子	JIS C 60068-2-11:1989
	【中性塩水噴霧を含む複合サイクル試験】	
	めっき	JIS H 8502:1999
	塗料、塗膜	JISK5600-7-9:2006（サイクルAのみ）
	電気、電子電子	JIS C 60068-2-52:2020
	自動車	JASO M609-91、JASO M610-92

大気環境における腐食を模した腐食促進試験

鉄粉等が付着していると、図1のように試験で鉄粉が錆び、試料の耐食性を適切に評価できなくなります。該当する規格等を確認の上、試料表面の脱脂・洗浄を適切に行ってください。

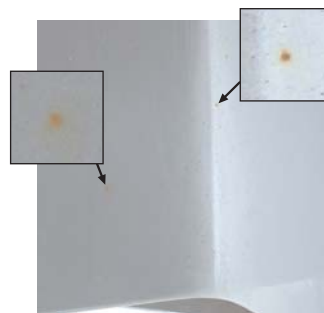


図1 付着した鉄粉による錆び
(塗装した鋼製部品の複合サイクル試験)

[参考文献]

- 1) 水流徹(監修)(2015). 腐食読本 公益財団法人 JFE21 世紀財団

機器紹介

事業名：地域産業活性化促進事業

機器名：ケルダール式窒素蛋白質分析装置

●この設備の仕様は？

○製品名(メーカー)

ケルダール分析システム (ビュッヒ社)

○仕様

- ・ケルダール分解器 K-439：12 本掛け (6 本 × 2)、プログラム温度範囲 50 ～ 580℃
- ・ケルダール蒸留装置 K-360：水酸化ナトリウム、水、ホウ酸の自動分注、廃液の自動排出
- ・スクラパー K-415：発生するガスの安全な処理

●この設備の特徴・用途は？

○特徴

主に食品中のタンパク質量を測定するための装置です。試料の前処理から定量測定までを、半自動で行えます。

○用途

- ・食品の栄養成分試験：農産物、加工食品など
- ・品質管理：醤油、タンパク質調整食品など
- ・材質試験：皮革、化成品、化粧品など



事業名：地域産業活性化促進事業

機器名：接触角測定装置

●この設備の仕様は？

○製品名(メーカー)

接触角測定装置 DMO-502 (協和界面科学株式会社)

○仕様

測定方式：液滴法、滑落法、拡張／収縮法、懸滴法

解析方法：接触角 ($\theta/2$ 法、真円フィット法、楕円フィット法、接線法)

表面張力 (ds/de 法、Young-Laplace 法)

測定範囲：接触角 0 ～ 180°、表面張力 0 ～ 100mN / m

試料寸法：150 mm × 75 mm

●この設備の特徴・用途は？

○特徴

試料表面のぬれ性、洗浄性の指標となる液滴の接触角を測定する機器です。静的な接触角測定をはじめ、液滴のぬれ拡がりやすさや滑りやすさといった動的な接触角をミリ秒オーダーで測定することが可能です。

○用途

- ・インク、塗料、薬剤のぬれ拡がり性評価・コーティングフィルム、繊維材料、セラミックスのはっ水性評価
- ・ガラス、金属、ウエハ関連の洗浄性評価・粉体のぬれ性評価・液体の表面・界面張力測定



技術情報誌
編集・発行／和歌山県工業技術センター
和歌山市小倉60番地

発行日／2020年10月30日
TEL／073-4477-2880

印刷／和歌山市中之島1-4-9
住所／和歌山市中之島1-4-9
TEL／073-4477-5517