

検査・計測・試験の極意シリーズ

『炉内&製品温度管理の極意(1)』編

どうして製品温度測定がそんなに重要なのか?



カーブエックス
CurveX 4
発売記念号です!



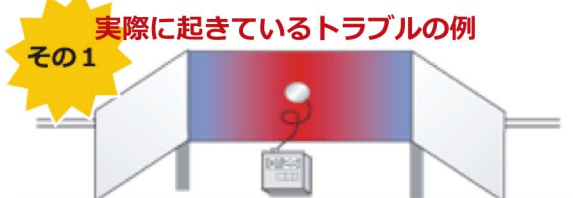
ICC & RCC プロジェクト



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

なぜ温調器だけ見ているとダメなのか?



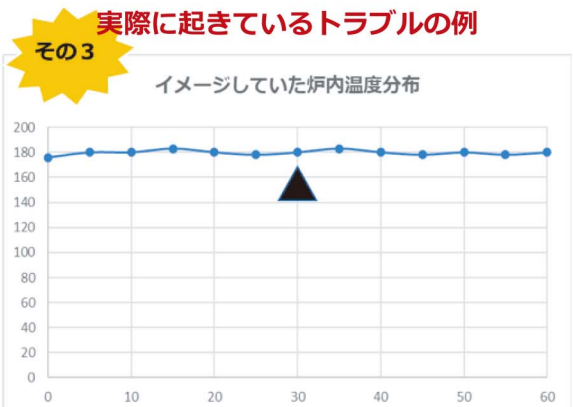
炉の循環不良と開口部からの熱損失が大きくなり、炉の温度保持ができなくなっていました。しかしながら、炉の中央部にしか炉温監視用熱電対がなかったため、異常を検知できないまま製品不良を引き起こしていました。

なぜ温調器だけ見ているとダメなのか?

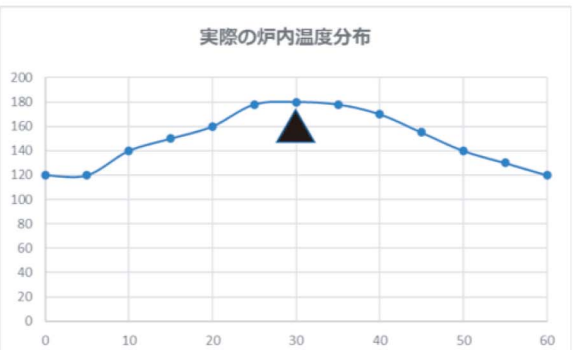


エレベーションが不十分であったところに、循環不良が起きたため、炉内の下層に外部の冷えた空気が流入していました。3つの炉温監視用熱電対を設置していたものの、設置高さが中央付近だったため、異常を検知できないまま断続的に原因不明の製品不良を引き起こしていました。

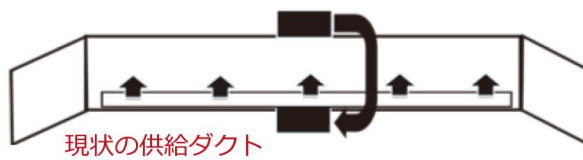
なぜ温調器だけ見ているとダメなのか?



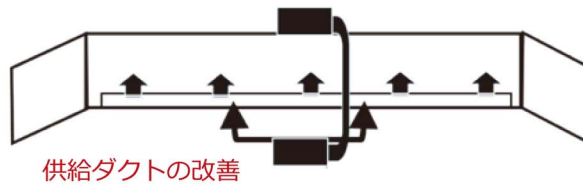
液状塗装ラインを粉体塗装に転用することになったケースです。炉は長い山形炉で、設定温度は140°Cから180°Cに引き上げられました。制御盤が指示する温度も180°Cになったのですが、実際には硬化不足が頻発します。実際に炉内移動式温度計(オープンロガー)を用いて炉内温度分布を測定してみたところ、現場の炉のご担当の方のイメージ(上の温度グラフ)とは違って実際の温度分布は下の温度グラフになっていました。▲印は定点で炉内温度を監視するための固定型の温度センサーが固定されている位置です。



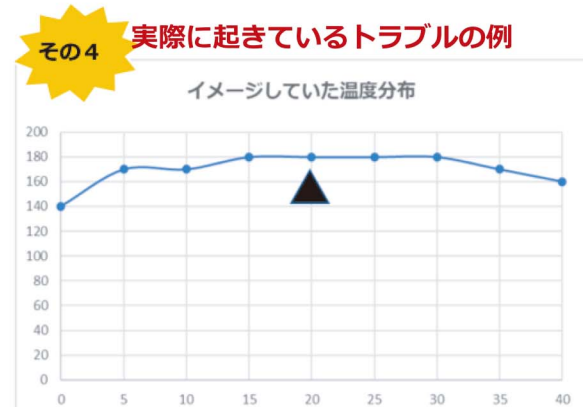
原因は炉の長さに対して循環ダクトが適切でなかったことにありました。炉内の吹き出しダクトは炉の全長にわたって設けられているものの、供給ダクトが中央の1か所しかないため、バーナーにより加熱された熱風が中央に偏っていました。



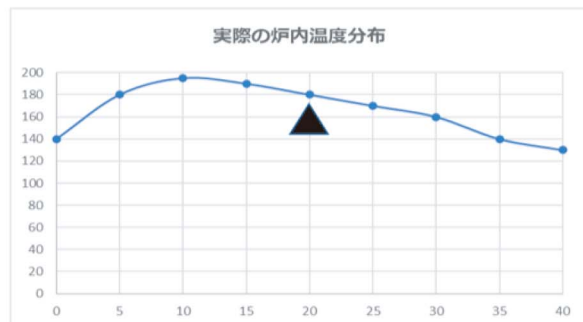
供給ダクトを分岐して、炉の前後2か所から供給する方式に変更し、炉の温度分布は正常化しました。設定温度140°Cの時にはわからなかったことが、180°Cに上げたことにより表面化したものでした。



なぜ温調器だけ見ているとダメなのか?

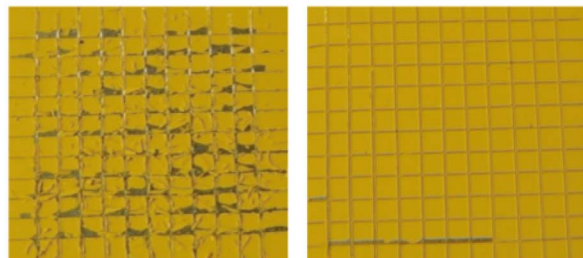


粉体塗装ライン用のトンネル型の炉で、設定温度は180°Cです。塗料の硬化状態が不安定になったというご相談を受けて実際に炉内移動式温度計(オープンロガー)を用いて炉内温度分布を測定してみました。現場の炉のご担当の方のイメージ(上の温度グラフ)とは違って、実際の温度分布はイメージ通りのときもあつたし、下図のようになるときもありました。原因は工場内の気流の変化でした。工場内の大扉の開閉の影響が炉に及んでいたものです。大扉の影響を緩和する対策を運用方法も含めて工場側にはお願いするとともに、トンネル炉には前後フードの延長を行うことになりました。



ちゃんと出荷検査をしている! ...それなのになぜ製品不良・市場クレームを防げないのか?

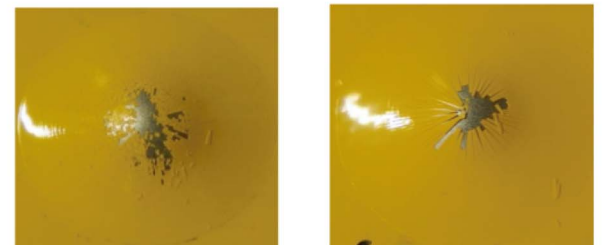
クロスカット試験でどこまで硬化不足は見つけれられるのか?
その1
160°C×20分の塗料を150°C×20分で硬化させた



A社の粉体塗料

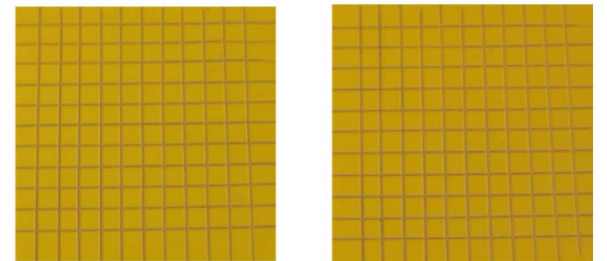
B社の粉体塗料

A社の粉体塗料はNGで、B社の粉体塗料はギリギリOKかという、そうでもないようです。2つの試験片をカップリング試験機で部分変形させてみました。両者とも明らかに付着力が不足しています。クロスカット付着試験では、はがれたマス目の数だけでなく、切込み線が滑らかかどうかの目利きもきわめて重要です。



ちゃんと出荷検査をしている! ...それなのになぜ製品不良・市場クレームを防げないのか?

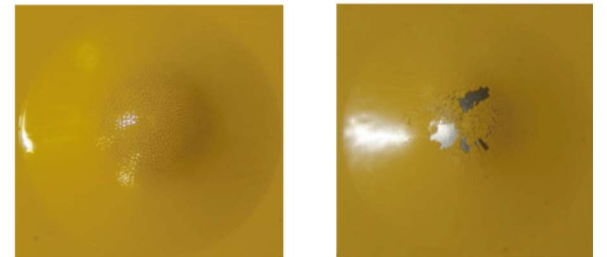
クロスカット試験でどこまでオーバーベークは見つけれられるのか?
その2
160°C×20分の塗料を230°C×20分で硬化させた



A社の粉体塗料

B社の粉体塗料

両者ともクロスカット試験では間違いなく合格です。これをカップリング試験機にかけるとどうでしょうか? A社は細かなクラックが入っていますが剥がれは入りません。ギリギリOKか? やっぱりNGが迷うところ。B社は完全にNGです。



クロスカット付着試験は、オーバーベークに対して応答性がないと考えるべきのようです。

ちゃんと出荷検査をしている! ...それなのになぜ製品不良・市場クレームを防げないのか?

ひっかき硬度(鉛筆法)でどこまで硬化不足は見つけれられるのか?
その3

140°C×20分のメラミン溶剤型塗料を使用して、硬化乾燥条件と鉛筆硬度の相関性を試験してみました。横軸は硬化乾燥時間です。20分未満はすべて硬化不足です。



※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てい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。

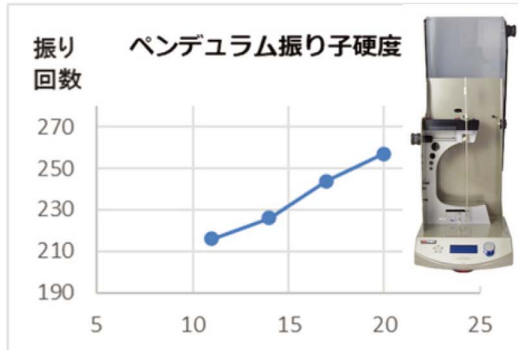
Ver. 2206NC

『炉内&製品温度管理の極意(1)』 編



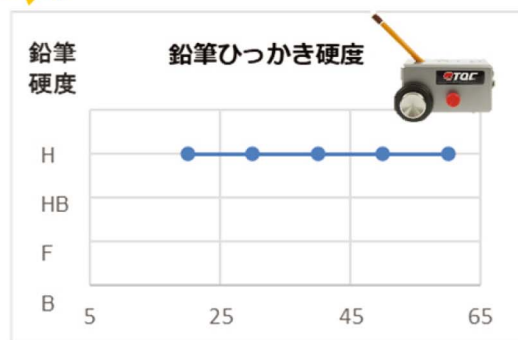
※A面「その3」鉛筆ひっかけ硬度の項よりつづく

硬さ試験は硬化不足に対して有効です。ただ、鉛筆を用いるという試験の特性から、試験結果は階段状になります。硬化不足は見つけられますが、どれだけ硬化不足か?を判断しようとするときは、×13分~×17分は同じ鉛筆硬度のHBになってしまっているように注意が必要です。ちなみに、同じ試験片をペンデュラム(振り子)硬度試験機にかけてみると、たしかに硬化乾燥時間に比例して硬化度合いが上がっているのがよくわかります。



ちゃんと出荷検査をしている!...それなのに なぜ製品不良・市場クレームを防げないのか?

その4 ひっかけ硬度(鉛筆法)でどこまで
オーバーベークは見つけられるのか?



40℃×20分をメーカー標準条件とするメラミン系塗料を用いて、×30分、×40分、×50分、×60分とオーバーベーク側に条件を振り、それを鉛筆硬度で評価しました。オーバーベークに対して、硬さ試験は有効ではありません。

ちゃんと出荷検査をしている!...それなのに なぜ製品不良・市場クレームを防げないのか?

実施されている試験の特性とその限界を見極めないと市場でのクレームを防ぐことは難しいようです。特にオーバーベークに対して、多くの塗装工場が無防備かもしれません。

切り札として登場した硬化指数

CurveX (オープンデータロガー) で得られる分析データの中でも最も関心を集めるのがキュアインデックス(硬化指数)という指標です。これまで加熱硬化の適否を判定する指標と言えば、最高温度(Max Temp)やキープ時間(Time Above)でした。最高温度(Max Temp)は特に顔料などの耐熱性から色差にたいへん重要になります。しかし、あとは「キープ時間さえ確保していれば…」と考えてしまうと省エネの視点は生まれにくいし、例えば「オーバーベークの視点」が抜けてしまいます。キュアインデックスはユーザーが入力した塗料仕様から硬化に必要なエネルギーの過不足を推定するものです。100を一定以上下回っていれば硬化不足が疑うべきです。100を一定以上上回っていればオーバーベークを疑うべきです。全体に100を上回っているなら省エネの余地があります。また部位により100を大きく下回っていたり、逆に大きく上回っている場合などは、硬化乾燥条件の見直しや炉のブロック制御化などを検討すべきです。

※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。

乾燥炉は何のためにある?

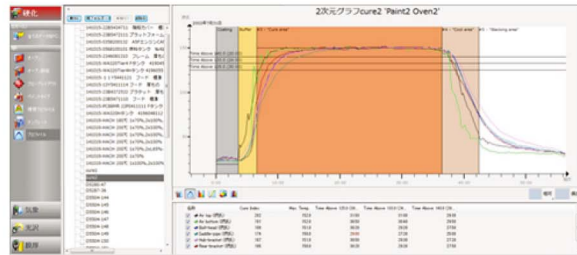
もちろん「熱風」を生産し販売するために炉があるわけではありません。熱風は売上にはならずあくまでコストです。目的ではなく手段です。目的は、塗膜温度を上昇させて適切な橋掛け反応をさせ、所期の品質を発揮する塗膜を得るために炉はあります。そうであるなら、どんなに硬化乾燥炉に取り付けられた温度センサーを監視していても、そこに記録計を取り付けてさかのぼって調べられるようにしたとしても、それだけでは片手落ちになってしまいます。

エネルギーの受け手である塗膜に、その熱がちゃんと渡されて、正しく反応できているという保証がないからです。

やはり、目的である製品温度を管理しないと、『裏付けデータ』とは言えません。

オープンデータロガーを使うと何がわかる?

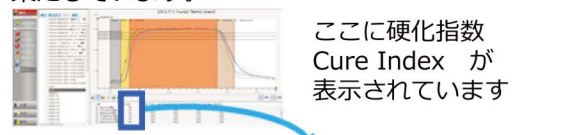
ひと言でいえば、以下のデータを得るためです



オープンデータロガー『CurveX』を製品といっしょに炉の中を通して製品温度や炉内の雰囲気温度を測定し、それを専用ソフトをインストールしたパソコンにつなぐと、自動的にデータ管理ソフトが上図のようなグラフと分析データを表示します。

これが、問題点を発見したり、予期せぬ変化を発見したり、あるいは省エネや改善のネタを炉の管理責任者に提供します。

炉の循環不良、断熱性能の低下、温度制御の不具合...などは炉内雰囲気温度に現れます。品質管理上も重要であるばかりでなく、炉の健康診断書の機能も果たしています。

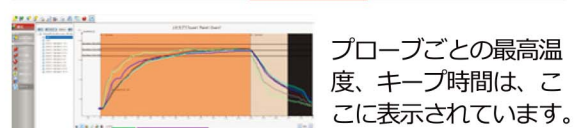


ここに硬化指数
Cure Index が
表示されています

名称	Cure Index	Max. Temp.	Time
✓ Air top (摂氏)	165	177.0	
✓ Air bottom (摂氏)	187	179.0	
✓ Ball-head (摂氏)	95	173.0	
✓ Saddle-pipe (摂氏)	115	176.0	
✓ Hub-bracket (摂氏)	110	176.0	
✓ Rear-bracket (摂氏)	135	178.0	

下図の場合は、塗料の硬化仕様に対して炉の条件が合っていないようです。オーバーベークが心配ですし、エネルギーのムダも大きいようです。

名称	Cure Index	Max. Temp.
✓ Air top (摂氏)	202	152.0
✓ Air bottom (摂氏)	191	152.0
✓ Ball-head (摂氏)	188	151.0
✓ Saddle-pipe (摂氏)	174	150.0
✓ Hub-bracket (摂氏)	187	151.0
✓ Rear-bracket (摂氏)	186	150.0



プローブごとの最高温度、キープ時間は、ここに表示されています。

名称	Cure Index	Max. Temp.	Time Above 160.0 (25%)	Time Above 175.0 (100%)
✓ Air top (摂氏)	165	177.0	18:50	8:50
✓ Air bottom (摂氏)	187	179.0	19:30	11:20
✓ Ball-head (摂氏)	95	173.0	13:50	0:00
✓ Saddle-pipe (摂氏)	115	176.0	13:50	4:50
✓ Hub-bracket (摂氏)	110	176.0	13:30	4:30
✓ Rear-bracket (摂氏)	135	178.0	15:00	6:40

この例では160℃のキープ時間(保持時間)と175℃のキープ時間が表示されていますが、基準温度は任意に設定が可能です。

オープンデータロガー Curve Xはどうやって使う?



最新のCurveX 4ベーシックを基にご説明します。CurveX 4は 2つのボタン & 3つのLED表示...というとても扱いやすいモデルです。



本体にプローブのミニコネクタを接続します。反対側の温感部は、製品に固定します。素線タイプは耐熱テープで、マグネット式は鉄素地であればそのまま固定できます。



クランプ型は洗濯ばさみ形状になっていますので、はさんでそのまま固定できます。



雰囲気温度を測定する場合には、素線タイプをハンガージグなどを利用してそのまま中空に垂らすか、あるいは雰囲気専用のプローブを使います。



CurveXの電源を立ち上げて、正しくプローブが反応しているかを確認します。



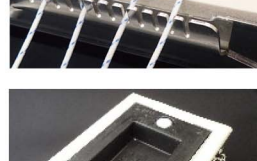
CurveXを断熱システムに収納します。



プローブのケーブルが、断熱ボックスの貫通部(本体とふたの合わせ目)で交差しないように、U字フックに1本ずつ固定してください。こうすることで、ふたと本体の隙間を無くし耐熱性能を確保することができます。



断熱システムは独自のハイブリッド構造になっています。外側はよく目にする断熱ボックスですが、外板材質は高品位ステンレスです。その断熱ボックスの内側で、データロガーに侵入してくる熱を吸収します。この断熱×吸熱のハイブリッド構造により、小型でありながら高い耐熱性能を発揮し、しかもボックス内温度の上昇を緩やかにすることで、温度補償回路が十分に働くゆとりを得ることができるため、計測中の実効精度を確保しています。



断熱ボックスのふたをばね式フックで確実に固定し、余ったプローブケーブルは炉内からまならないように断熱ボックスのフックにループ状にして留めます。



これでよいよ測定開始です。炉から出てきたら、直ちにCurveXを断熱ボックスから取り出してください。データをパソコンに移せば、専用のデータ管理ソフトにより自動的に温度グラフを作成してくれます。

