高粘度塗工液に対するアプリケーターの適用実験例

1．はじめに

均一で同じ厚さの層や膜を得ることは機能を求める製品の開発にとって極めて重要である。なぜならば性能差が材料に起因しているのか、厚みのバラツキに起因しているのかが分からなくなるからだ。試行錯誤や失敗の原因が、実は開発した材料自体にあったのではなく、「塗る技術が欠けていた」ことにあったというケースも少なくない。「あの失敗は本当に失敗だったのか……」いま一度考える必要があるかもしれない。

同じ厚さの層や膜を得るためにフィルムアプリケーターが利用されることが急速に増えているが、比例してそのクセや構造に対する情報不足から塗工条件が見出せず苦労されているケースも増えている。本誌2015年10月号に、様々な適応試験を行った結果を概論として発表したが、続報とも言える本稿ではさらに具体的に掘り下げて紹介したいと思う。前稿と合わせてご覧いただくことで、研究開発の一助になることを願っている。

2．塗工の基本条件

(1)使用した全自動アプリケーター

写真1のTQC製全自動アプリケーターを使用した。主な仕様は以下の通りである。

チャート固定方法：バキューム方式

塗工速度：2～500 mm/秒（精度は±1%）

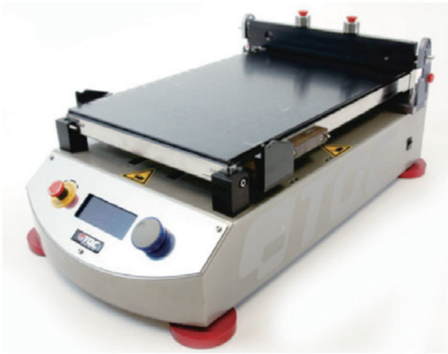


写真1 TQC全自動アプリケーターマルチモデル

(2)塗工液の粘度

・高粘度塗工液：36800 mPa·s

・中粘度液：1870 mPa·s

・低粘度液：130 mPa·s

(3)使用したアプリケーターツール

①スパイラルバーコーター

図1に示すスパイラルバーコーターを使用した。ウェット膜厚は50μm用と5μm用を用いた。

②ウェーブフォームドバーコーター

写真2に示す比較的最近に開発されたワイヤを用いないバーコーターで、目詰まりを起こしにくいという特徴を持つ。後述するが、同じバーコーターでも①とは特徴が大きく異なることが今回の実験でも分かった。6μm用を使用した。

③ベーカーフィルムアプリケーター

図2に示すブロック型アプリケーターの代表例である。次

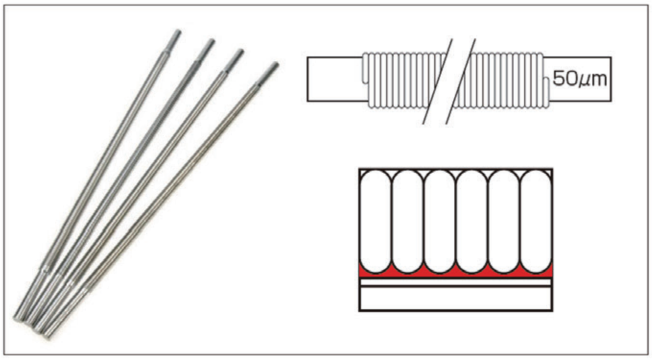


図1 スパイラルバーコーター

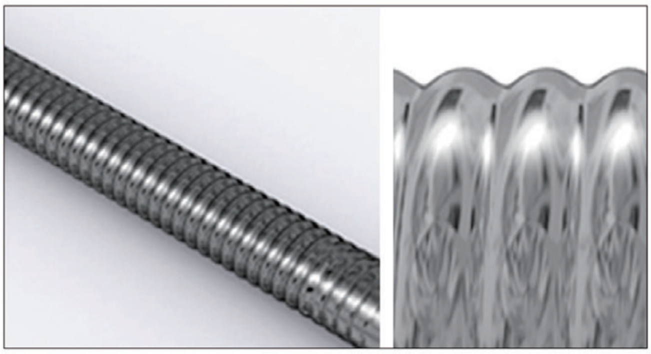


写真2 ウェーブフォームドバーコーター

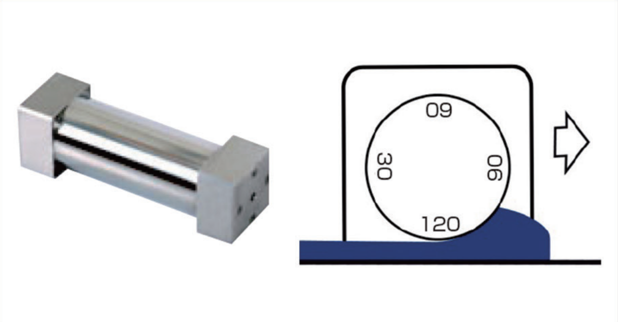


図2 ベーカーフィルムアプリケーター

項のバードフィルムアプリケーターより適用範囲が広いと言われている。接液部の形状は丸い。ギャップ50μmを使用した。

④バードフィルムアプリケーター

図3に示すブロック型アプリケーターの代表例である。前項のベーカーフィルムアプリケーターより接液部の形状がより鋭角で、より粘度の高い塗工液に適していると言われている。ギャップ50μmを使用した。

⑤ギャップ調整機能付きドクターナイフブレードアプリケーター

写真3に示すようにデジタルマイクロメータによりギャップを調整することができるアプリケーターである。接液部の形状が最も鋭角なドクターナイフ形状をしている。このため、①~④とは全く異なる性質を示す。

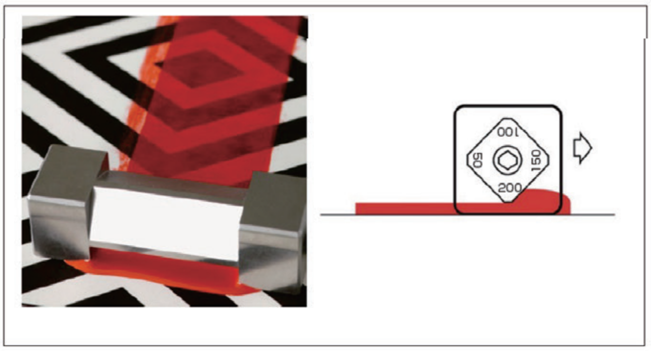


図3 バードフィルムアプリケーター

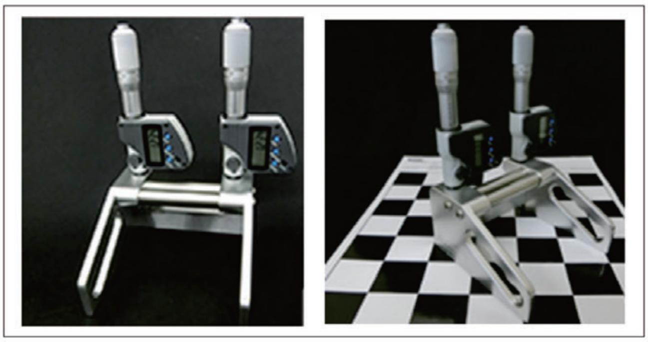


写真3 ギャップ調整機能付きドクターナイフブレード
アプリケーター

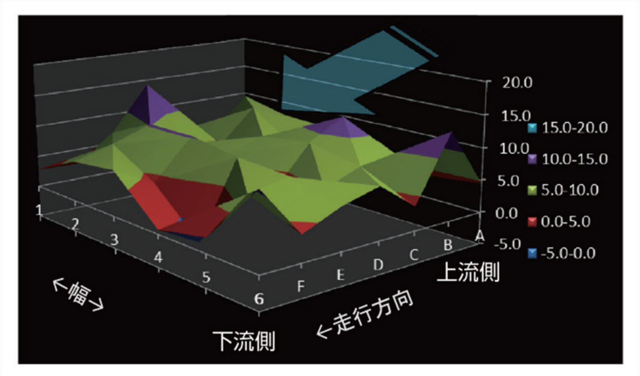


図4 膜厚の3Dグラフ

(4)膜厚の3Dグラフについて

乾燥後膜厚の分布を示しており、特徴の違いを直観的にご理解いただくために3Dグラフを用いている（図4）。矢印の方向がアプリケーターの走行方向になる。塗工結果を下流側から見たグラフになっている。

(5)表面の凹凸の観察

肉眼で見た状態を画像で再現するのはなかなか難しいため、画像とともに解説を加えた。表面状態の観察には、図5のLED高輝度グリーンランプの斜光を利用した。人の目は可視光線領域（380~780 nm）において感度は同じではなく山型をしており、グリーンの500~600 nmの波長領域に感度のピークがある。人の目の感度が高いグリーンの領域の光を斜光として当てると、表面のゴミや塗膜の小さな膨れ、あるいは表面の小さな突起が浮き上がって立体的に見えるためこれを用いた。

(6)チャート紙

レネータ（LENETA）白黒隠ぺい率試験紙KL-2A（ISO適合品）を使用した。

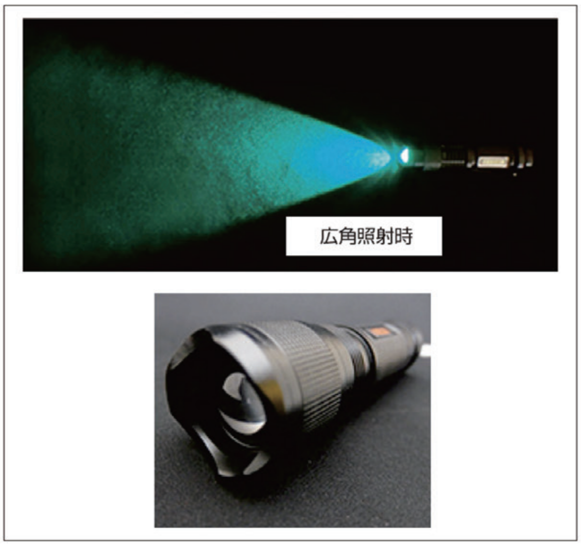


図5 ハイブライトグリーンランプ KS-GL1000

3．高粘度塗工液における塗工実験

(1)スパイラルバーコーター：50μm用の塗工結果

①膜厚の分布

図6に膜厚分布を3Dグラフで示した。

②考察

まず最低速の2 mm/秒の塗工速度で試験したが表面にワイヤ痕が残った。50 mm/秒ではさらに顕著になる傾向を示した。このため本アプリケーターは適さないものと判断し、実験を断念した。高粘度の塗工液をバーコーターで塗工するのは難しく、できたとしても速度の管理幅は一般的にごく低速側で狭いものとなる。

(2)ベーカーフィルムアプリケーター：ギャップ50μmの塗工結果

①膜厚の分布

図7に膜厚分布を3Dグラフで示した。

まず最低速の2 mm/秒の塗工速度で試験したが表面にスジ状の模様が生じた。50 mm/秒でも同様であった。このため本アプリケーターは適さないものと判断し、実験を断念した。高粘度の塗工液をバーコーターで塗工するのは難しく、できたとしても速度の管理幅は一般的にごく低速側で狭いものとなる。

②塗工速度と膜厚の関係と膜厚のバラツキの関係

スジ状の模様を問題にしないのであれば、膜厚は比較的安定した結果が得られるので、両結果ともグラフにして紹介する（図8，9）。

(3)バードフィルムアプリケーター：ギャップ50μmの塗工結果

①膜厚の分布

膜厚分布を図10に示す。

②塗工速度と膜厚の関係と膜厚のバラツキの関係

図11，12に示した。

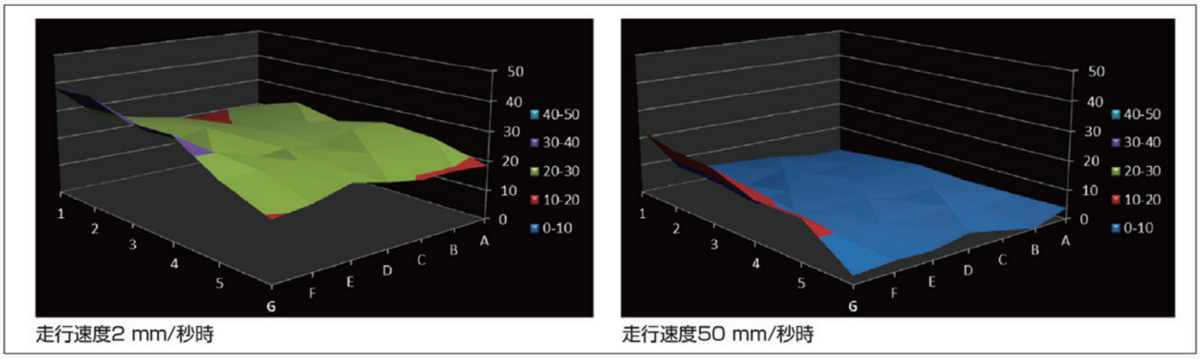


図6 スパイラルバーコーター50μmによる膜厚分布の3Dグラフ

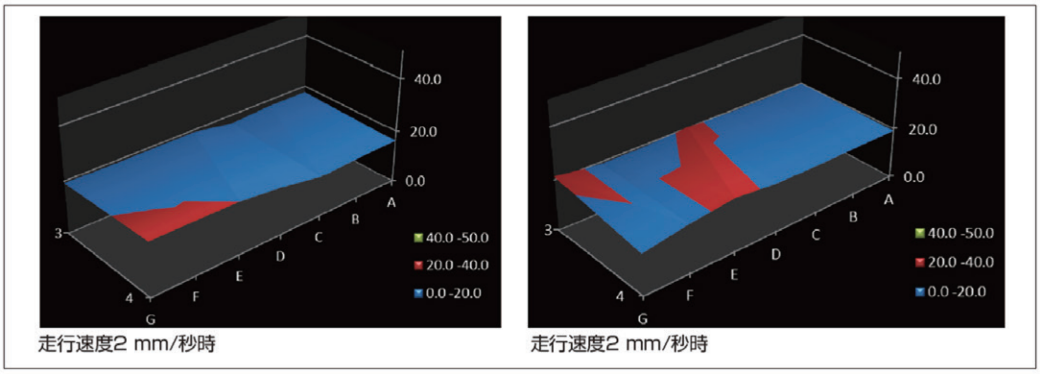


図7 ベーカーフィルムアプリケーター50μmによる膜厚分布の3Dグラフ

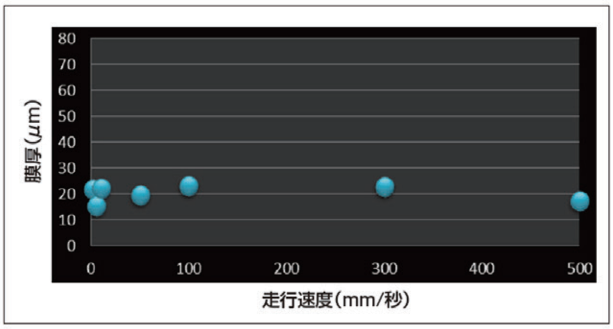


図8 塗工速度と膜厚の関係

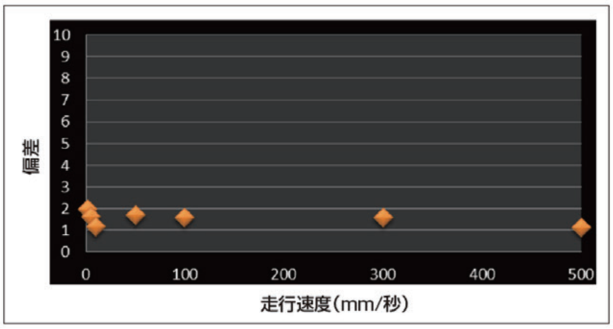


図9 塗工速度と膜厚のバラツキの関係

③考察

ベーカーフィルムアプリケーターの塗工で見られたようなスジ状の跡は見られない。均一な膜厚を得ようと思ったときの管理幅は狭く、本実験例では50 mm/秒前後の塗工速度に限定された。

(4)ギャップ調整機能付きドクターナイフブレードアプリケーター：50μm時塗工結果

ギャップを50μmに調整して塗工試験を行った。

①膜厚の分布

図13に示す。

②塗工速度と膜厚の関係と膜厚のバラツキの関係

図14，15に示す。

③考察

ベーカーやバードフィルムアプリケーターではギャップの値に対して乾燥後膜厚はずっと小さい（薄い）ものになるが、ドクターナイフブレードアプリケーターでは速度によってはギャップ値より厚くなる。ただし、他のアプリケーターに比べてバラツキは大きくなってしまう。また、300 mm/秒以上の高速で塗工すると、写真では分かりにくいが図16のように表面にスジ状の跡が生じるようになった。速度の再現性もさることながら、走行中の始点から終点までの速度の均一性も重要になる。

<参考文献>

1）楯 恒夫：コンバーテック，43(10)，p92-97（2015）

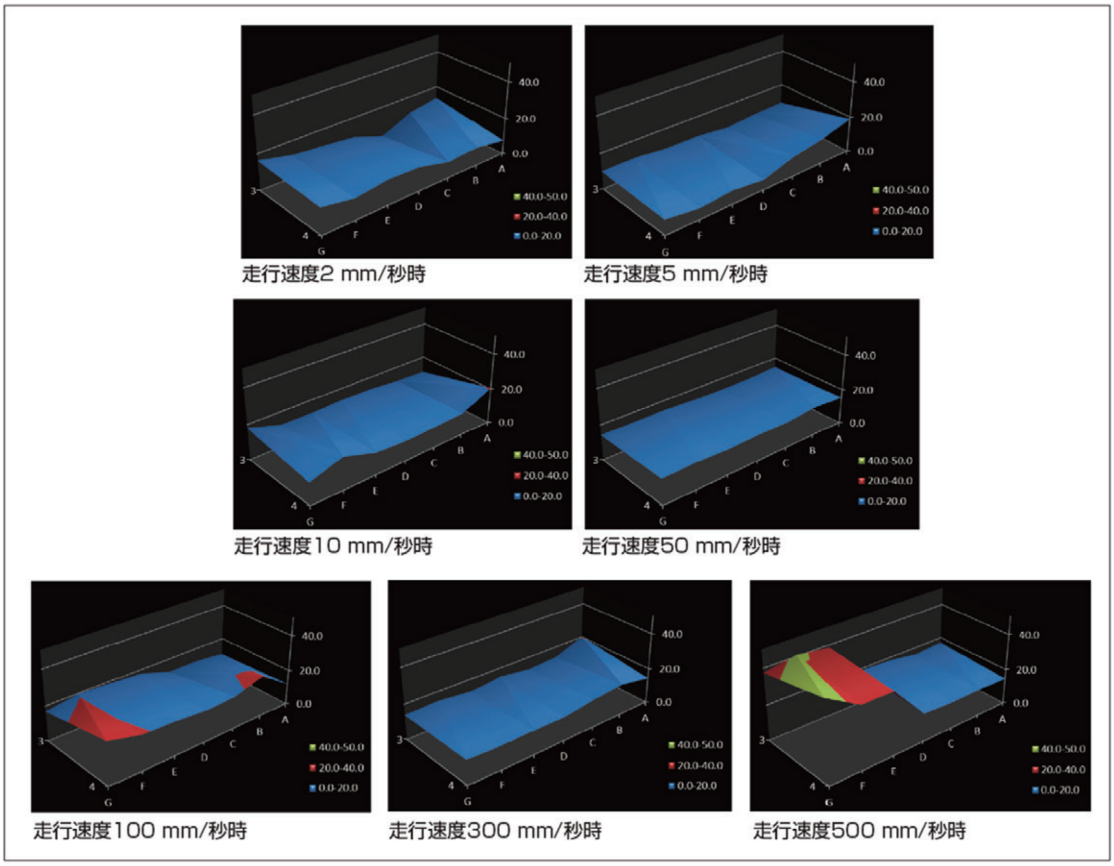


図10 バードフィルムアプリケーター50μmによる膜厚分布の3Dグラフ

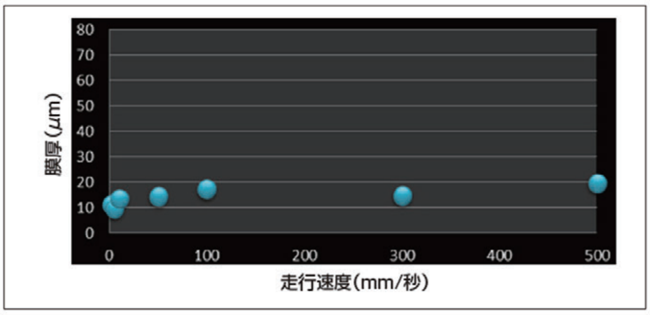


図11 塗工速度と膜厚の関係

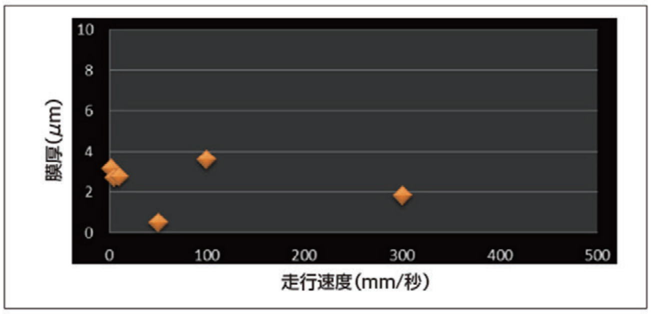


図12 塗工速度と膜厚のバラツキの関係

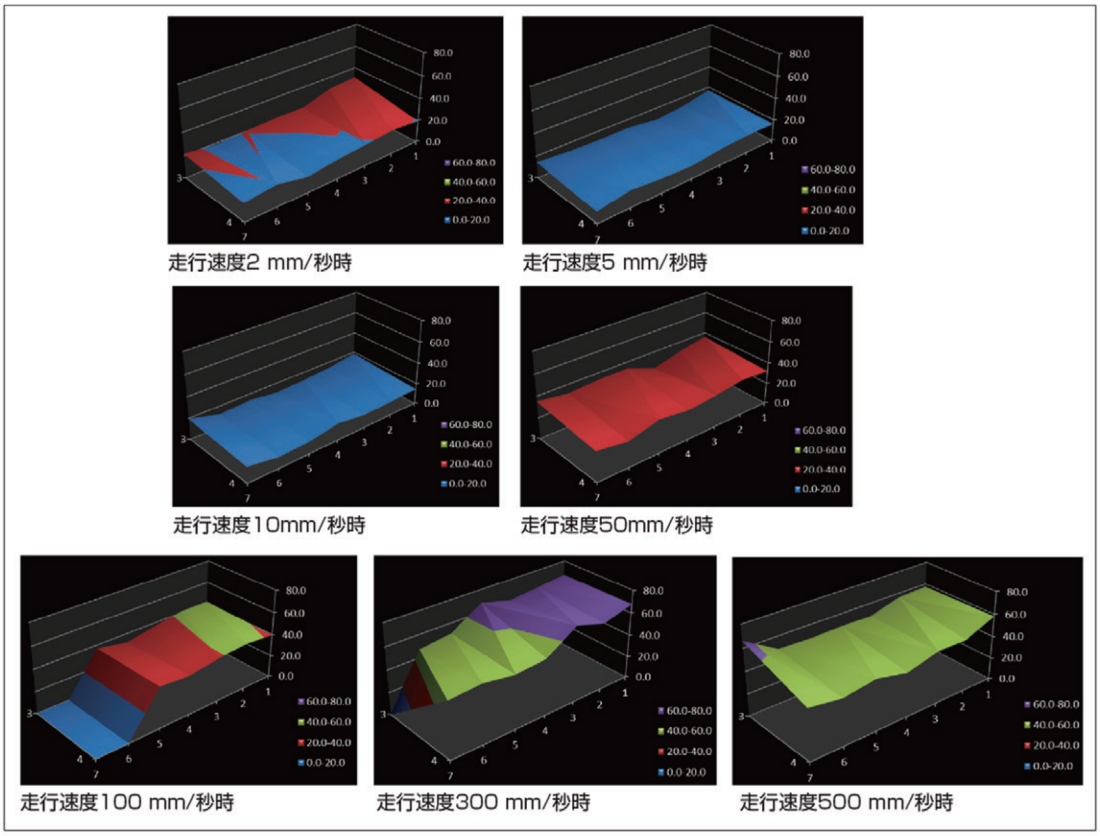


図13 ギャップ調整機能付きドクターナイフアプリケーター50μmよる膜厚分布の3Dグラフ

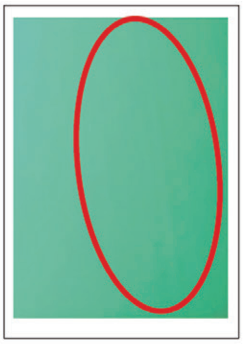


図16 スジ状の模様

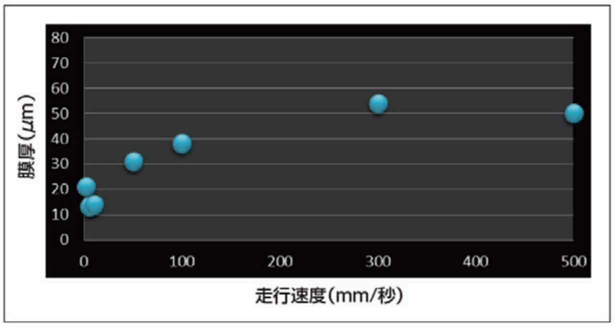


図14 塗工速度と膜厚の関係

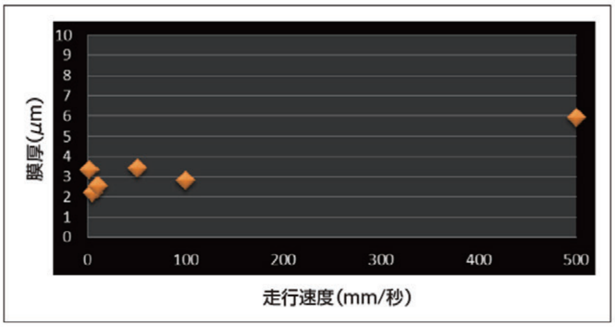
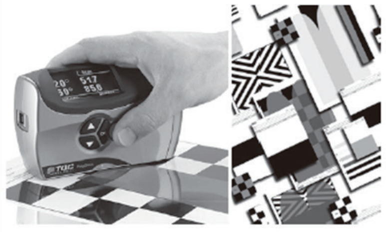


図15 塗工速度と膜厚のバラツキの関係

高性能ISO光沢計
単角度・2角度・3角度用
ISO チャート紙など各種



炉内製品温度計測
オーブンロガー **&炉内実温度**
CURVE-X

CANコーティング用 炉内温度計
CURVE-X3 Nano

校正証明書付
グラインドメーター
（つぶゲージ）

商品の詳細は、www.cotec.co.jpでご確認頂けます

COTEC コーテック株式会社
〒102-0072 東京都千代田区飯田橋3−11−22 ヤマギビル4F
TEL 03(6913)6528(代) FAX 03(6913)6529