インライン式濃度モニター*

—塗工ラインにおける濃度測定—

互交産業株式会社 開発事業部 鈴木 哲也

APPEARANCE MONITOR

—In-situ Type Concentration Monitor Measuring Concentration in the Coating Line—

Tetsuya Suzuki
GOKOH SANGYO CO., LTD.

In order to automatically control the concentration of coating line for coating paper, eliminate unevenness and stabilize the operation, it is most important to diagnose the state of process and improve the facilities and operation condition to keep them in the best condition.

APPEARANCE MONITOR (in-situ type concentration monitor) is installed in the process as the tool for the diagnosis of concentration measurement and its automatic control.

However APPEARANCE MONITOR sometimes couldn't be used effectively, because proper diagnoses haven't been done.

Some problems exist :

- where in the line the monitor is to be installed
- where the sample for analysis is to be taken
- who takes the sample and analyzes
- how the sample is to be taken the sample
- speed and pressure of running fluid
- bubbles
- etc

This time we will show you how we have solved such problems and what data we've got after solving these problems.

1. はじめに

最近の塗工マシンは、最新鋭のエレクトロニクス技術を駆使して、高品質な塗工を安定的に大量生産でき

るように設計されている。

しかし、塗料原液の製造・塗布液の管理手法が確立されていないためにせっかくの設備機能を充分発揮できていないのが現状である。この原因は、塗料原料の粒度、バインダーの濃度や塗布時の粘度・濃度（分散度）が経時的にバラツキを発生してしまっているから

*平成9年度年次大会講演（講演 No. B 1-8）

である。このために、マシン立ち上げ・紙切れ・品種切り替え時等に塗膜調整が必要になり人手を介したり、損紙・塗工ムラが発生している。

このようなプロセスの問題点を診断し解決する為にプロセスの塗料濃度（分散度）をリアルタイムに測定するインライン式濃度モニターを導入した効果と問題点について述べる。

2. 本モニターの概要

2.1 測定方式

本装置は、プロセス配管中に直接取り付け、流れている塗工液に直接近赤外線光を照射することにより、塗工液の濃度（分散度）変化に応じその透過散乱光量・前方散乱光量・後方散乱光量の3種類の散乱光量変化から得られる濃度変化情報をモニタリングする装置である測定原理及び方式は図1を参照。

2.2 特 徴

構造は、塗工液が流れるサイトグラス、その中心部左右に発光部・受光部の測定ボックス及び、接続ケーブルで構成されており、シンプルで耐久性がある（構成図：図2参照）。

塗工液の光学的特性によって、測定ガラスのパスレングス（光学距離）を任意に調整することにより、最適な測定条件を作り出すことができる。光源は、3種類用意されており、用途に応じてハロゲンランプ・

図1 インライン式濃度モニター測定原理及び方式

図2 インライン式濃度モニター構成図

タングステンランプ・LEDと変更できる。測定波長は、標準仕様にて900 nmであり、測定液の色変化の影響による測定値変動を極力少なくしている。また、ランプを使用しているために、経時変化でのランプ光量の変化による各センサへの光量変化が起きてしまうが、本装置にはランプ光量変化をモニタリングし、補正する演算機能が内蔵されているので前述の問題をキャンセルできる。

3. 測定に関する注意点及び、その対策

本モニターは、絶対値を出力する測定器ではなく、あくまでも相対値にて出力するものである。

実濃度とモニター出力値の相関を確認するためには手分析にて実濃度を確認する作業を行なう必要がある。精度については、サンプリングの手法及び、手分析濃度の精度を上回することはできないことを理解する必要がある。

前述した、インライン式濃度モニターの測定原理による、測定に関する注意点及び、その対策を下記に述べる。

3.1 気泡によるデータの影響

測定原理上、対向している測定ガラス間の測定ビーム部（測定部）に気泡が無いことが条件である。気泡の通過により密度も変化し、透過散乱光量・前方散乱光量・後方散乱光量の変化が起きてしまうからである。しかし、プロセス配管中に気泡が全く無いことという条件は現状ではありえないものである。

その対策として、測定部の気泡の除去を目的に、メッシュの取り付けを行い、これにより気泡の影響を少なくすることが確認された。また、バルブを用いて測定部を加圧することにより細かな気泡をつぶし、更にモニターに内蔵されているバブルリジェクト機能（データのスムージング）を用いて、気泡による影響を簡易的に除去できることも確認されている。

3.2 分散ムラ（濃度ムラ）による影響

塗工中の分散（濃度）ムラによって、紙切れが発生し、操業上好ましくないことは、周知の事実である。

分散（濃度）ムラが発生する原因としては、コート立ち上げ時の残留洗浄水の影響によるもの、操業時の新液供給及び、希釈水による影響によるものがある。

コート立ち上げ時の残留洗浄水によって、塗工液が再分散するまでには長い時間がかかり、大変な労力がかかり又、操業効率の低下につながる。塗工液が完全に分散していない時は、モニター出力が安定しないので、モニターの出力が安定してから塗工を開始することが絶対条件である。供給新液及び、希釈水の投入に

については、不足量を確実に液面下に静かに投入することによりタンク内の分散時間の短縮及び、前述した気泡量がおさえられる効果もあり、操業効率の向上につながる。

3.3 顔料の粒度による影響

本モニターはその測定原理上、粒度（平均粒子径）による影響を受けることが確認されているので、顔料の粒度の確認が必要である。

粒度の確認を手分析にて行なう場合、サンプルをごく少量サンプリングし、その上希釈し、粒度分布計にて測定することになるので、サンプルの濃度・凝集状態が変化し、原液の分散状況とは変化しているのでその測定値はあくまでも目安であり、真値ではない。

顔料の分散方法はビーズミルを用いて高度な分散を行なうが、その手分析の手法による粒度管理は絶対視することはできない。最近、各種顔料の分散度（粒度）管理として本モニターが湿式粉砕機（ビーズミル）の粒度（分散度）終点管理用として導入も始まっている。

3.4 流速による影響

基本的に流速（流量）一定が望ましい。

塗料の仕込み量によるヘッド圧の変化、分散度の変化及び、気泡量の変化による流速の変化の影響が確認されている。

通常、配管内では濃度・気泡・スラリー凝集粒子径に積層分布が発生している。この分布が流速によって変化するので手分析のためのサンプリング場所には考察が必要である。また、モニターをバイパスラインに取り付ける場合は、流速が遅いと本ラインから気泡を多く取込む結果になって塗料密度も変化するために安定測定できない。操業の都合によって流速（流量）の制御を行なっているラインに設置した場合は、検量線が平行移動してしまい、相対的な濃度の上下は確認できるが管理上複雑になる。このようなことからモニターをサービスタンクや脱泡槽に循環ラインを設けて取り付けることが最適である。

3.5 手分析の手法に関する影響

この問題による影響が相関を確認する上で最も悪影響を及ぼすものである。

- (1) サンプリングの場所及び、サンプリングバルブの開度について

最近の塗工マシンは、塗工スピードの飛躍的な上昇及び、マシンの大型化により塗料ラインの塗工液量の大容量化につながり、塗工液もプロセス配管中では濃度ムラがあることが当然である。

したがって、手分析の為のサンプリング場所は、モ

ニター出口側配管からサンプリングすることが基本である。また、サンプリングする際に特に問題になるのが、サンプリングバルブの開度によるスラリー取り込み量のバラツキの影響を受けることである。

これを防ぐためにはモニター出力が安定している時（濃度ムラが少ない時）にサンプリングバルブの開度を常に一定にしてサンプリングすることが、重要である。

(2) 絶乾法測定による影響

サンプリングしたサンプルの放置は、水分の蒸発による濃度変化を引き起こす原因になり、正しい実濃度となり得ないので、サンプリングしたサンプルはすぐに測定を行なう必要がある。また、サンプルを分採する場合は、顔料が沈降しているのでよく攪拌することも重要である。

4. プロセスでの設置データ

サービスタンクからコータヘッドへ流れる本流ラインにインライン式濃度モニターを設置し、テストを行なったデータ及び、そのデータより確認できた事項について次に述べる（図3, 4, 5, 6, 7 参照）。

【データの説明及び、確認事項】

(1) 図3

モニター出力・B/M計出力・エアーナイフ圧力出力のデータ

濃度が変動した結果、B/M計出力（坪量）が変化しているデータ

モニター出力、B/M計出力及び、手分析濃度は図6, 7のように良い相関が得られている。

(2) 図4

モニター出力・B/M計出力・エアーナイフ圧力出力のデータ

マシン立ち上げ時のデータで、塗料濃度が残留洗浄水の影響で低くなっている。

モニター出力・B/M計出力・エアーナイフ出力が良い関係で変化している。

このようにマシン立ち上げ時には残留洗浄水により濃度が低く変動するのでモニター出力及び、B/M計出力が安定するまでにある時間を要していることが確認できる。

このことから塗工開始前に塗料ラインを循環してモニター出力が安定したことを確認してから塗工を開始した方が損紙や作業管理の低減に役立つ。

(3) 図5

モニター出力・B/M計出力・エアーナイフ圧力出力のデータ

図 3 塗工中のデータ

図 4 塗工開始時のデータ

図 5 塗工中のデータ

図 6 B/M計出力とモニター出力の関係

塗工中のデータでモニター出力（濃度）が変動すると B/M 計出力・エアナイフ圧力出力共変動し、良い関係が得られている。

(4) 図 6

B/M 計出力とモニター出力との関係

(5) 図 7

手分析濃度とモニター出力との関係

5. 導入後の改善点

5.1 測定窓ガラスの洗浄

測定窓ガラスは、流速によるセルフクリーニング効果が得られるよう設計されているので長期安定使用が可能である。

しかし、紙切れ等によるマシンの休止時に汚れや凝集物が付着して悪影響を及ぼすため、測定ガラス部横に洗浄ノズルを設け、定期的に洗浄することで、安定した測定結果を得られるようになった。また、汚れ状

図 7 手分析濃度とモニター出力との関係

態を手軽に目視確認できるよう掃除用の窓も設けた（メクラ板をクランプバンドで脱着できる）。

6. おわりに

インライン濃度モニターを利用することにより、プロセスの診断・問題点の対応が可能になる。

これにより B/M 計による後工程の管理からモニターによる前工程での管理が可能になり、品質管理の向上による品質の安定化・作業管理の低減による作業性の向上に役立つことが証明された。

また、本モニターにて、原料（ラテックス・炭カル・シリカ等）の濃度（分散度）管理及び、マイクロカプセルの分散（粒子径）の管理などの用途での実績もある。

ここに紹介した一例にて、プロセス及び塗工液管理におけるモニターの重要性を検討いただければ幸いである。