最近の計装の話題（第3報）

制御性向上のためのバルブ・ポジション・コントローラ

ppi・ネットワーク 本間 忠一

プロセス制御の向上について、最近では直接プロセスに働きかけるコントロール弁の動きに目が向けられつつある。本誌は「より早く、より正確に」応じるマイコン搭載型のバルブ・ポジション・コントローラについて紹介する。

（本文 40 ページ）

操業管理の手段としての電荷の中性化

Nalco Pacific Co., Ltd. ピイター・バイケマ

コンピューターなどの電子機器が、その爆発的な速度で普及している中、紙を媒体にしない通信伝達手段が一般化し、紙を使わない時代の到来を预言するものがあったが、実際には、その印刷用紙の需要は国際的にも成長をし続けている。

世界中の製紙工場は、この市場の拡大に合わせて、その生産能力の増強に努めている。このことは、日本の製紙業界においても同様である。そして、機械的な改造、増設などを含め、その生産力の向上に努力しているようである。

しかし、日本の抄造工程においては、その生産性の一つのカギである、ウエットエンドケミストリーに関し、十分な配慮が払われていないことが指摘できそうである。これは単純にその歩留まりや濾水性といったことに対応するだけでなく、本質的なデポジット（汚れ）対策や品質の向上、総合的な生産性といった、製紙抄造の根幹に係わる内容となるものである。

本論では、このウエットエンドケミストリーの中で、特に重要な工程内の電荷について、その原理、測定方法、工程管理への応用、実例などに言及することで、日本の製紙工場での、この分野の理解を高め、その生産力の増強に助力することを目的としている。

（本文 48 ページ）

—私の技術開発の体験—

超高圧ケーブル用絶縁紙の開発

武 祐 一 郎

電気絶縁紙の誘電特性の改善が最初の大きなテーマであった。各種イオンの影響や水質、酸洗浄などの研究により、イオン伝導に起因する高温部誘電正接改善の要因を把握し、さらに低温部の改善のため、ヘミセルロースやリグニンの影響などについて研究した。そして、前加水分解法による脱ヘミセルロースパルプの製造とその抄紙技術を確立して目的を達成した。

1958年頃、154 kV OF ケーブルが大量に敷設されることになったが、最初、乾燥状態での機械特性で予期しないトラブルに直面したが、誘電特性改善の目的で研究して失敗した青森トドマツパルプが危機を救った。

275 kV ケーブル用絶縁紙は、このための専用機と純水装置を莫大な費用をかけて設置した。そして

操業管理の手段としての電荷の中性化

ナルコパシフィックカンパニー ピーター・バイケマ
(訳) ナルコジャパン株式会社 中 徹 雄

Charge Neutralization as an Operating Tool

*Peter D. Buikema**
Nalco Pacific Co., Ltd.

Now that Japan's economic downturn seems to be easing, and consumers are beginning to increase their use of paper, our industry will begin to grow at a faster rate once again.

Japanese papermakers will want to increase production to answer increasing demand, without suffering quality losses. Speeding up the machine often results in deposits, holes and sheet breaks, so the Japanese papermaker spends more cleanup time instead of making more paper.

Charge neutralization is becoming an increasingly popular way to overcome these difficulties. This article explains the concept as well as the measurement and control. The resultant benefits are seen in runnability, quality and profitability for the papermaker.

Keywords : charge measurement, charge neutralization, cationization, colloidal impurities

1. 緒 言

日本の低迷した経済も、このところ落ち着きを取り戻しつつあり、紙の消費動向もまた活況を呈し始め、製紙業界においても、再びその高い成長率を実現するであろう。

アサヒブニングニュースの最近記事では、いたるところでのコンピュータの爆発的な普及によって齎されるとされた、ペーパーレス社会の脅威は、全く根拠を逸したものであると伝えている。

日本での、最近のパソコン普及率は、1980年の50倍、1990年に比しても、150%増となっている。このパソ

コンの販売にともなう、そのマニュアルや包装用紙だけでも、製紙業界に多大の貢献をしていることであろう。

仮に、印刷用紙の需要が多少減ったとしても、家庭やオフィスでのプリンター、最新のファックスにより、コピー紙などの中質紙の需要は増大しており、その減少を補って余りあるもののである。例えば、熱転写式のコピー紙の市場がなくなっても、小売店での自動レジスター用の熱転写テープの需要が増大することで、全体的には減っていない。

Schneider はヨーロッパの市場でも、同じことが起こるだろうとの展望を持っている⁷⁾。彼は印刷物と電子的な媒体とが、それぞれの本来の役割を強調しながら、共生的な関係を維持して共に発展していくものと感じている。

2. 生産とウェットエンドケミストリー

この状況にあって、日本の製紙工場でも、急いで、その抄造速度を上げることを検討するに違いない。しかし、通常、抄速のアップはシート穴あきや断紙などといったことと関係があり、そういった問題を生じ

* 著者略歴：

Mr. Peter D. Buikema は1962年から様々な形で製紙業界に携わり、ナルコケミカル社に入社後現在までの26年間に、同社の紙パルプ事業部において、研究開発、テクニカルサービス、マーケティング、応用技術などの部署を歴任し、ナルコ・パシフィック事業部の紙パルプ担当のマーケットディベロップメントマネジャーとして、日本の紙パルプ産業を注目している。

させないように抄速を向上させようとするであろう。

日本の専門家による論文でも、地合を損ねたり、つぶれや斑紋、穴や断紙などの問題を生じさせることなく、ワンパスでのファイバリーテンションやワンパスのアッシュリーテンションを向上させようと、抄紙機のウェットエンドでの電荷を中性化する必要性について、最近注力し始めている^{1),2)}。

このことは、酸性抄造にあってはあまり問題とはならなかった。なぜなら、硫酸バンドが電荷中性化剤として機能していたからである。しかし、国際的な紙の市場はアルカリ化の方向にあり、日本のユーザーも、中性やアルカリ性の紙を要求する傾向は高くなるであろう。

この中性のpH域で、硫酸バンドは溶解した状態にはならず、さらにはカチオンですらない。そしてこの硫酸バンドの過剰な添加によって、水酸化アルミが抄紙機やプレスフェルトに汚れを生じさせる結果となっている。

また、海外から故紙を輸入している工場では、故紙中の炭酸カルシウムによる影響が増して、酸性抄造することが段々難しくなっていることに気付いているはずである。

硫酸バンドは炭酸カルシウムと反応して、炭酸ガスを発生させ多量な泡を生じさせる。この反応と同時に幾らか生成される硫酸カルシウムは溶解性であり、晶屑目にみても、どのようなことが起こりうるのか解らないと言えるだけである。

3. 操業の難しさ

中性からアルカリpH域での抄造が多くなると、操業上の問題が増える。これは、酸性抄造で硫酸バンドが担っていた効用に関して、中性或はアルカリ性抄造においては十分配慮されていないことから生じる。そして、以下のような症状を呈することとなる。

- (1) その濾水性が低くなり、その脱水性も低下して、設計された抄造速度での操業が困難となる。
- (2) 評価した結果、シートの灰分量を増やすこともあるが、これを歩留まらせることは難しく、汚れの問題を招く。
- (3) ヘッドボックスでの紙料濃度が高い状態での運転となり、地合を悪くし、抄紙機やシートに汚れを生じやすくなる。
- (4) プレス工程での負荷が増大して、つぶれやフェルトの目詰まりを引起こす。
- (5) 最もエネルギーコストがかかるドライヤー工程において、そのコストが増大する。

この様な問題から、多くの工場では、再び酸性抄造に戻ってしまった。

特別に変性されていない限り、アルカリ性又は中性抄造に用いられる物質は全て、本来的にアニオン性であるか、その表面がアニオン性になる傾向にある。このアニオンに帯電している物質は、その周囲に電場を形成することとなり、電場の大きさはその電荷の強度による。

こういった電場を形成したところで、これらのアニオンに帯電した物質は相互に反発しあうこととなる。これは棒磁石の同極が反発するのと同じことである。

こうして、この電場にあっては、ある種の空隙が存在することになり、細かい物質の歩留まりに重要な要素となる、粒子間の相互接触が妨げられることになってしまう。

そして、この空隙は結合水“Bound Water”と呼ばれるもので占められ、この水は、ワイヤーでの濾水やプレス工程での脱水により除去することができない。

適切にしかも十分に配慮して、合成系の電荷中和剤を添加することで、この電場の大きさを減じることができ、結合水を解き放すことができる。この結果、ファンデルワース力や他の結合力が作用しはじめる場となり、粒子同士がより接近するようになる(図1参照)。

この状態で、コロイド物質が繊維に定着するようになり、シート形成時には、より良い分散性を賦与し、製品の品質を高めることができ、操業上の問題を少なくすることとなる。この考え方は、様々な用途に用いられ、特にピッチコントロールやコート損紙の処理な

Fig.1 電荷の中性化過程

どといったことに利用されている。

4. 電荷の中性化

電荷的に中性化されていない系では、物質は良く分散しているが、その高い歩留まりを得ることは難しい。これは繊維と他の粒子が相互に反発しあっているためである。仮にこの系に歩留剤が加えられたとしても、アニオン性の異物やコロイド物質を適切に繊維に定着させることができず、白水中の固形分量は増大することになる。また繊維がマットと形成して、そのフィルター効果でこれらの微細な粒子をシートに留めることができたとしても、この結果、シートに表裏を生ずることになってしまう。

さらに、粒子が分散している状態で、剪断力が加えられたり、その他の物理的なショックが与えられると、分散していた粒子が塊合し (Agglomeration)、シート上に何らかの欠陥や断紙を生じさせることがある。また、中性或はアルカリ性抄造で、粒子がよく分散して系では、その系内の物質の比表面積が大きい。これは微生物にとって理想的な環境となり、それらがはびこることとなりかねず、抄紙系の洗浄を頻繁に実施しなければならなくなる。

以上のことなどから、抄紙系の電荷を中性に維持することが重要であることに気付くと、抄紙工程を管理しているものは、日々の生産管理にこれを利用すべく、電荷を測定しようとする。だがしかし、これが思うほど簡単ではない。

5. 電荷の測定

Gratton と Prusynski³⁾ は、昨年のカナダの紙パルプ協会に先立って発表したもののなかで、工程内の電荷の状態がいかに複雑であるかを説明している。かれらによると、一般的にゼータポテンシャルの測定は、系内の粒子の電荷だけを求めているに過ぎず、その粒子が異なると、その測定結果も異なったものになってしまう。そしてまた、溶解している電荷からの影響に関しては、何らの判断基準や知見を与えるものとはならないとしている。

このゼータポテンシャルの測定はあまりに多様であり、またその測定技術や測定者の技量に依存するところが大きい。

1948 年に H. Tewrayama によって発明された CTR (電荷滴定) 技術は非常に有用な情報を提供してくれるが、時間的な電荷の減衰速度を測定することができないこと、及び着色している紙料については、その終点を見極めることが困難となる欠点がある。このよう

な欠点にもかかわらず、この測定方法は総体的な電荷と溶解した電荷を測定することができる。

最新の汎用性がある測定装置としては、Mütek 社から提供されている PCD があるが、混合紙料中の異なった成分に関して、その区別をすることができないといった欠点を有している。このような装置を使う際に最も注意する点は、初期ポテンシャルの数値 (mV) を採用しないことであるこの値はあまりに外部からの影響を受け易く、誤った判断をすることに為りかねない。

こういった欠点があるものの、やはりこのような装置により、CTR 法でしたように、全てのサンプルを滴定してみるべきではある。少なくともこの装置では、その測定者に依拠した誤差を無視することはできる。

6. 工程の管理

抄造工程中には、多種雑多なアニオン性物質が存在している。これらは、製造されている紙の種類、工程の密閉度、故紙や機械パルプの配合量、製品に諸特性を賦与するために加えられている添加物の種類や量により異なったものとなっている。

電荷の測定を工程管理に利用していこうとする際には、まず操業状態が良好な時に、その工程全体に互って、電荷を測定し、電荷についての地図を作成しておくことが、最善の方法であろう。この地図があれば、操業状態が好ましくなくなった際に、比較して、どのようなことが生じているのかを検討することができる。

また、この電荷地図から、抄造過程において、そのアニオンが、どの位の影響を与えるものかを知ることができ、同時に加えられている添加物が、その系の電荷にどの程度影響するものかを知ることでもできる。

上述のような方法で工程管理をおこなった経験から、最良の操業状態は、ヘッドボックスの電荷が、中性か或は僅かにアニオン性であるときに実現することが一般的であると言える。そして、このような状態にするために、酸性抄造において硫酸バンドを添加しているように、中性又はアルカリ性抄造においても、高電荷のカチオン性物質をその系に添加することがよくおこなわれている。

またさらには、このカチオン性物質の添加場所や添加量も、その系により異なり、よく論議されている。Cantrell と LeFevre⁴⁾ はこれらのことを知るための技術とその論理過程を説明している。

工程内のアニオン性物質はパルプ工程から持ち込まれてしまったもの、天然ピッチ、故紙中の異物、損紙中の成分、或は用水中の不純物などから齎されるもの

であり、これらに対して、ヘッドボックスの電荷を安定して一定に保つためには、様々な方法が考えられる。

多くの場合、幾つかの方法を組み合わせた、複合的な対策となることが多い。この種の工程管理のための対策は、包括的で、且つ徹底的な検討を要する課題となるものである。

7. 実 例

- (1) アート紙や微塗工紙などのコート紙を抄造する際に、その損紙の処理は厄介な課題である。あるアメリカのコート紙工場では、この損紙の処理に電荷を管理するという考え方とナルコ社のプログラムを採用したところ、その製品規格を何ら変更することなく、抄紙機洗浄のための停止時間の短縮とより良いサイズ効果の発現により、年間2万8千ドルにも昇る実質的な利益に浴することができた(図2参照)。
- (2) ある微塗工紙の工場では、ワイヤーとフォイルの上の、ラテックスによる汚れに悩まされていた。いく種類もの分散剤タイプの薬剤が試されたが、顕著な効果を認めるには至らず、タルクもまた、その解決策とはならなかった。

これは、この系が、その紙料中の灰分、分散剤、コート用のでんぷん、ラテックスなどにより、極めてアニオン化していたためだった。

アニオン電荷の最大の供給源であった損紙のト

Fig. 2 ナルコのプログラムによる電荷の中和

リートメントに、ナルコ社の電荷中性化プログラムを適用したところ、そのワイヤーとフォイルの上の汚れは激減し、(その抄紙機の洗浄のための停止時間は、作業時間の4%から0.5%まで減少した) その歩留まりをも向上させることができ、その生産性を大きく改善することができた。

- (3) カナダにある新聞用紙の工場でも、ピッチ分散剤の使用を止めて、電荷の中性化を主眼としたナルコ社のピッチコントロールプログラムを試した。結果は、機械パルプからのアニオン電荷を減少させることで、ピッチをコロイド状態のまま繊維及び微細繊維に定着させることが可能となり、工程内のピッチ問題の解決のみならず、その印刷特性をもより良好なものとするのが可能となった。
- (4) もう一つの事例として、その製品に所定の遮蔽性と彩度を与えるために、二酸化チタンを填料としていた抄造工程において、ナルコ社デュアルポリマープログラムを適応したところ、過剰だったチタンの添加を抑制することで、製品1トン当たり132ドルの原料コストの節約が可能となった。

8. 電荷を制御することによるメリット

- ・灰分歩留まりの向上
- ・地合の改善
- ・濾水性の(ワイヤーでの)向上
- ・脱水性の(ウェットプレスでの)向上
- ・抄紙機の洗浄時間の短縮
- ・乾燥工程でのエネルギーコストの削減
- ・全体的な生産性の向上

経済的な低迷から抜け出そうとする日本にとって、抄紙機生産性の向上は重要な要因となる。日本人にはお馴染みの品質についての要求は変わらないだろうが、量的なものまでも、この市場の要求は高まっていくであろう。この変化に対応しようとすることは懸命な考え方であると言える。

9. ま と め

紙を必要としない、電子的なコミュニケーションの時代であるとの懸念にもかかわらず、依然、印刷用紙の市場は国際的にも成長している。日本及び世界中の製紙工場では、この需要の増大を賄うために、その生産性を向上させることであろう。抄造速度を上昇させることで起こされる品質問題や操作性の問題から、多くの工場では、その生産容量を増やそうと(機械的な)投資を検討し始めるかもしれない。しかし多くの場合、そのような投資は必要がないように思われる。

日本の製紙工場が, そのウェットエンドケミストリーに十分配慮したならば, その増大する需要を十分満たすだけの生産を実現することは可能であろう。

ウェットエンドケミカルに関する問題を, 製紙工場の中に入って, 製紙工場のスタッフと一緒に, 解析し, その解決方法を考えてきた経験がある, ナルコ社は, このような問題に対応した分析技術, ノウハウを提供することが可能であろう。

参考文献

- 1) Miyanishi, T., : "Effects of Zeta Potential on Dynamic Flocculation in Microparticle Systems", TAPPI Papermakers Conference Proceedings, pp.499-512, 1995.
- 2) Miyanishi, T. and Motegi, S., : "Optimization of Flocculation and Drainage for Microparticle systems by Zeta Potential Control" TAPPI Papermakers Conference Proceedings, pp.73-81, 1996.
- 3) Gratton, R. and Pruszyński, P., : "Cationic Demand Survey of Paper Machines : How Can We Measure and Use It?", pp.73-78. Pulp and Paper Canada 96 : 3 (1995).
- 4) St. John, M. R. and Gallagher, T. M., : "Evaluation of the Charge State of Papermachine Systems Using the Charge Titration Method", TAPPI Papermakers Conference Proceedings, 1992.
- 5) Cantrell, J. A. and LeFevre, G., : "Control of Detrimental Substances", presented at the Western Section CPPA Conference, Vancouver, Canada, April 1989.
- 6) Auhorn, W. J. and Melzer, J., : "Improved Efficiency of Wet End Additives in Closed Wet End Systems Through Elimination of Detrimental Substances," TAPPI Papermakers Conference Proceedings, Boston, pp.49-66, 1979.
- 7) Schneider, G., : "Potential Threats Towards Publication and Catalogue Papers," pp.107-111, TAPPI 79 : 2 (1996).