

ポリアクリルアミド (PAM) 系 ピッチコントロール剤『ASシリーズ』 —効果の検証方法と最適な使用条件の選定—



Novel polyacrylamide-based pitch control agent "AS series"
- Method to verify effect and selection of optimal condition -

人長秀治 / 研究開発カンパニー 研究開発センター 製紙用薬品開発室
Shuji Hitoosa Paper Chemicals Development, R&D Center, R&D Company

1

はじめに

製紙用薬品は紙の品質や操業性の改善等、製紙工程における課題を解決するための重要な役割を担っている。工程改善薬剤であるピッチコントロール剤も製紙用薬品の一つであり、操業性の低下につながる断紙や設備の破損、品質低下につながる欠点等のピッチトラブルを抑制するために適用されている。

製紙工程におけるピッチとは、木材パルプ中の樹脂成分や古紙パルプから混入する雑誌の背糊やラベルの粘着剤などに由来する合成樹脂が、pHや温度、電気伝導度等の用水環境の変化により凝集し粗大化した粘着性物質である。このようなピッチの発生を抑制するために、親油性であるタルクに樹脂を吸着させ除去する方法や、界面活性剤で樹脂を分散させて安定化する方法など、さまざまな成分や作用機構を持つピッチコントロール剤が用いられている。しかし、これらの薬剤は一時的な対策として有用ではあるが、製紙工程における用水循環系内で樹脂成分が蓄積されていくことになり、恒久的な対策としては課題を残していると考えている。また、国内の製紙業界においては食品安全衛生に関する意識が高まりつつあり、紙製食品包装材の製造時に使用されるピッチコントロール剤には、化学物質としての安全性が必要と考えている。

これらの課題を解決し、製紙工程での操業性を改善するため、当社はポリアクリルアミド (PAM) 系ピッチコントロール剤『ASシリーズ』を開発した。『ASシリーズ』はピッチの原因となる樹脂を微細な状態で安定化するとともに表面の粘着性を抑制し、紙に定着させる機能を有しており、特に木材パルプの製造工程（パルプ工程）において高い評価を得ている。また、実機にて薬剤効果を検証していく中で、ピッチコントロール剤の効果を評価するための手法に関しても知見を深めてきた。

本稿では、『ASシリーズ』の特性や間接食品添加物としての法規制対応、ピッチコントロール剤の評価方法、クラフトパルプ製造工程を対象とした『ASシリーズ』の推奨

処方とその適用事例について紹介する。

2

『ASシリーズ』の特性

2-1 『ASシリーズ』のコンセプト

クラフトパルプや古紙パルプの製造工程および調成工程では、パルプスラリーのpHや電気伝導度、温度等が変化する。これら用水環境の変化がピッチを不安定化させ、ピッチトラブルを発生させる要因となっている。パルプ工程における用水環境の変化がピッチに与える影響の一例として、pHの低下によるピッチの状態変化を図1に示した。高pH (pH 11) において、ピッチは水への親和性が高いため水中に分散しているが、pHの低下に伴い水への親和性が低下、表面積を小さくしようとして不溶化・凝集することがわかる。

図2にはpHの低下によるピッチの挙動と、『ASシリーズ』によるピッチトラブル抑制のモデル図を示した。まず、ピッチがトラブルの発生につながる前の微細なコロイダルピッチの段階において、表面に保護層を形成して安定に分散させる。これにより、ピッチは周囲の環境が変化しても凝集せず、微細に分散した状態でパルプに歩留まり、ピッチを抄紙系外へ排出してピッチトラブルを軽減することができる。『ASシリーズ』は微細物を紙中に歩留める作用のあるポリアクリルアミド系ポリマーをベースとして、耐熱性や耐アルカリ性に優れた性能を付与した設計としている。

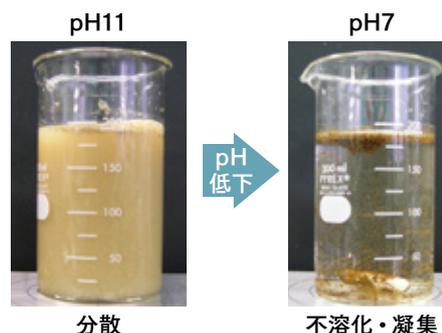


図1 pH低下によるピッチの状態変化

ピッチコントロール剤の評価方法

3-1 付着試験

付着試験は目視で確認できる約80 μm以上の比較的粗大なピッチの量を評価する手法である。図3に付着試験の模式図を示す。特殊な疎水性のフィルムを取り付けた攪拌羽根をパルプスラリーに挿入し、スラリーを一定時間攪拌することでフィルムの表面にスラリー中のピッチ成分が付着する。この付着したピッチの面積を測定することで、スラリー中の粗大なピッチ量を評価している。図4は付着試験を行ったフィルム表面を二値化した画像であり、ピッチが付着した部分を白抜けで判別でき、画像解析にて定量化が可能である。ピッチの量は、試験フィルム全体の全観察面積に対するピッチが付着した面積の割合である「ピッチ付着面積率」として数値化する。

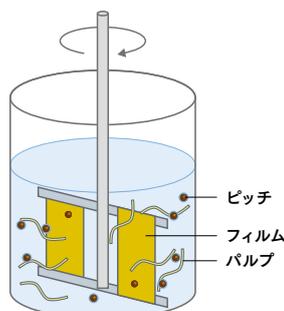


図3 付着試験の模式図

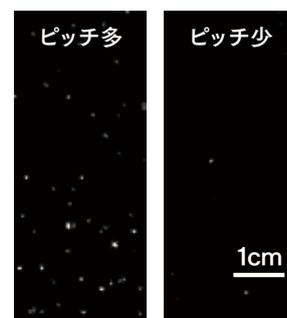


図4 付着試験後のフィルムの二値化処理画像

3-2 フローサイトメトリー (FCM)

フローサイトメトリーは、水中に分散している微小な粒子の量を測定する手法である。図5に示すように、蛍光染料で染色したコロイダルピッチを細い流路に流し、レーザー光によってコロイダルピッチの大きさと個数を測定することで、系中のコロイダルピッチを定量的に評価することが可能になる。

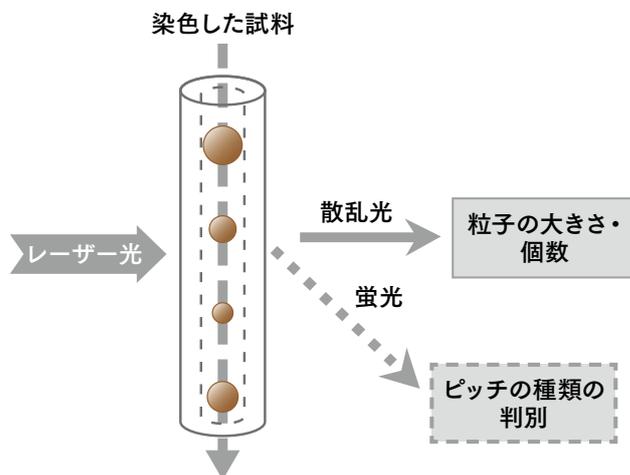


図5 フローサイトメトリーの模式図

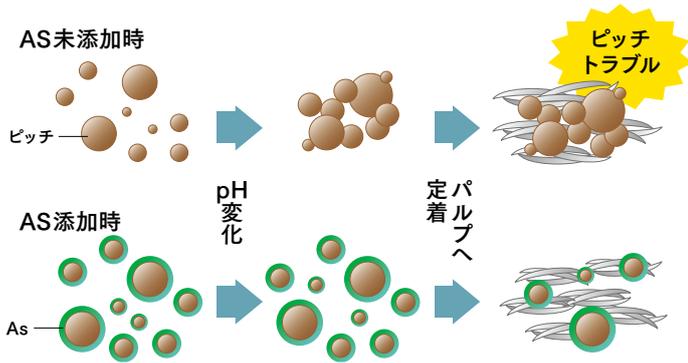


図2 『ASシリーズ』によるピッチトラブル抑制のモデル図

2-2 間接食品添加物としての法規制対応

『ASシリーズ』の製品一覧を表1に示した。現在、『ASシリーズ』はAS-02、AS-11、AS-50の3品種を取りそろえている。製品名の数字が大きいくほど、アニオン夾雑物が多い製紙工程に適した設計としており、AS-50は古紙パルプでの適用を想定した製品となっている。

また、表1に示すように、AS-02とAS-11はアメリカや中国、日本の規制に準拠しており、表2に示す各国の法規制で定められた使用量の上限以内で間接食品添加物として使用することができる。これらの製品はカップ原紙や家庭紙といった安全という品質が要求されるパルプに対しても、安心して使用していただくと考えている。

表1 『ASシリーズ』の製品一覧

製品名	AS-02	AS-11	AS-50	
固形分 (%)	20		25	
pH	3.0~5.0		2.5~5.0	
粘度 (mPa·s, 25°C)	3,000~5,000		500以下	
法規制対応と使用量上限*	FCN (アメリカ)	○ ≦1.5% _s	○ ≦1.5% _s	-
	GB9685 (中国)	○ ≦1.5% _s	○ ≦1.5% _s	○ ≦0.05% _s
	暫定PL (日本)	○ ≦1.5% _s	○ ≦1.5% _s	○
適用対象	木材パルプ		古紙パルプ	

※各規制における薬剤(固形)の最大使用量/対パルプ

表2 各国における食品包装用の紙・板紙に関する規制

国名	管轄機関	規制
アメリカ	アメリカ食品医薬品局 (FDA)	CFR Title21 Part176 "間接食品添加物"に関する紙・板紙の構成成分 Food Contact Notification (FCN) 食品接触物質の届出制度
中国	中国国家衛生健康委員会	GB9685 食品容器・包装材料用添加剤に関する使用衛生基準
日本	日本製紙連合会	暫定ポジティブリスト (暫定 PL) 食品に接触することを意図した原紙に使用された実績のある物質

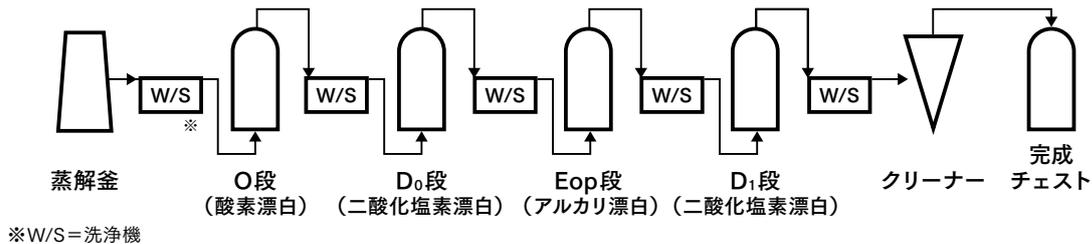


図6 O-D₀-Eop-D₁漂白工程

当手法を用いて一連の製紙工程におけるコロイダルピッチの量の推移を把握することにより、ピッチコントロール剤の最適な添加位置の見極めや、ピッチコントロール剤の効果を評価することが可能となる。

4 クラフトパルプ製造工程での処方例

4-1 クラフトパルプ製造工程のピッチ発生箇所の解析

ピッチトラブルを未然に防止するためには、パルプ工程や原質工程でピッチが粗大化している箇所を特定することが重要となる。ここでは多くのパルプ工程で採用されているO-D₀-Eop-D₁漂白工程(図6)を対象として、付着試験とFCMを用いることにより、ピッチが粗大化している箇所を特定した事例を紹介する。

図7に付着試験、図8にはFCMの測定結果をそれぞれ示した。D₀段前に対してD₀段後では、ピッチ付着面積率が増加し、スラリー中のコロイダルピッチ数が減少する傾向

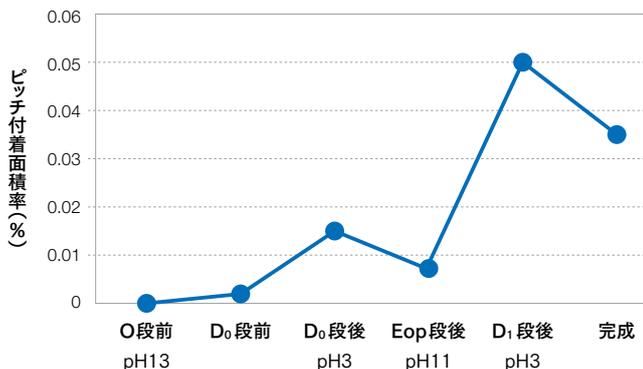


図7 O-D₀-Eop-D₁漂白工程での付着試験の結果

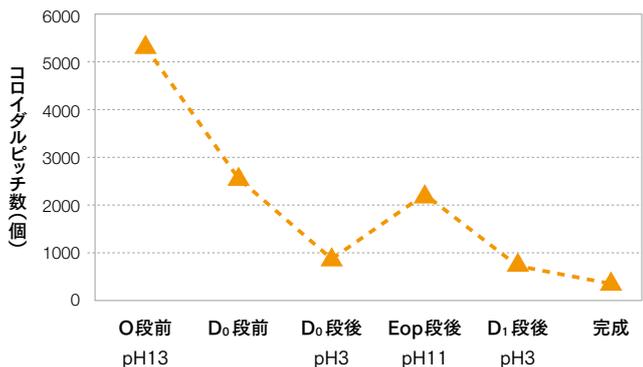


図8 O-D₀-Eop-D₁漂白工程でのFCMの結果

が確認された。これはD₀段でpHが低下することにより、スラリー中のコロイダルピッチが不安定化し、凝集・粗大化した可能性を示唆している。Eop段ではD₀段に対しスラリー中のコロイダルピッチ数に増加が見られている。これはEop段にてパルプからピッチ(樹脂分)が抽出されたためと考えられる。またEop段からD₁段の工程ではピッチ付着面積率が大きく増加しており、D₁段でピッチトラブルの原因となるピッチの粗大化が発生していることがわかる。これはD₀段で粗大化したピッチが核となり、Eop段で抽出されたピッチ(樹脂分)によって、より大きなピッチへ成長した可能性を考えている。

このように実機のO-D₀-Eop-D₁漂白工程においても付着試験とFCMの組み合わせによりピッチが粗大化している箇所を特定することが可能となる。

4-2 『ASシリーズ』の処方例

O-D₀-Eop-D₁漂白工程におけるピッチの粗大化に関して、図9にモデル図を示した。前述のとおり、本工程ではD₀段とD₁段でpH低下によるピッチの粗大化が生じていると考えられる(図9、上)。これに対し、『ASシリーズ』をD₀段とD₁段の直前に添加することで系中に存在するコロイダルピッチを安定化することができ、ピッチの粗大化を防ぐことができると考えられる(図9、下)。

なお、コロイダルピッチが多い工程に『ASシリーズ』を添加すると、微小なコロイダルピッチがパルプに過剰に吸着することで、白色度の低下が懸念される。このためD₀段直前より上流の工程へ『ASシリーズ』を適用することは推奨していない。D₀段直前より上流の工程においては、十分な洗浄でピッチを洗い流すことが理想的であるが、十分な洗浄ができない場合もある。このような工程に対しては、タルクと『ASシリーズ』との併用を推奨している。タルクはピッチコントロール剤として作用する機構が『ASシリーズ』とは異なり、親油性、かつ疎水性が高い性質を持つことから、高pHにおいてはコロイダルピッチを油分として吸着する。油分としてタルクに吸着したピッチ成分は洗浄によってタルクとともに除去されるため、D₀段へ持ち込まれるコロイダルピッチが減少する。これによって十分な洗浄ができない工程でもピッチトラブルを抑制することが可能になる。

上記までをまとめた当社の『ASシリーズ』の推奨処方

の一例を図10に示す。また向流洗浄が用いられているO段前の工程へタルクを添加することは、エバポレーターにおけるスケール（トラブル）を懸念する場合があるが、プレート式のエバポレーターを採用している工場では問題は発生していない。

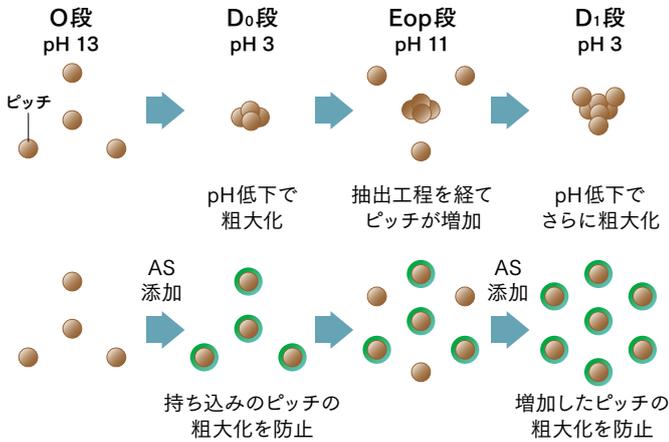


図9 O-D₀-Eop-D₁漂白工程におけるピッチの粗大化（モデル図）

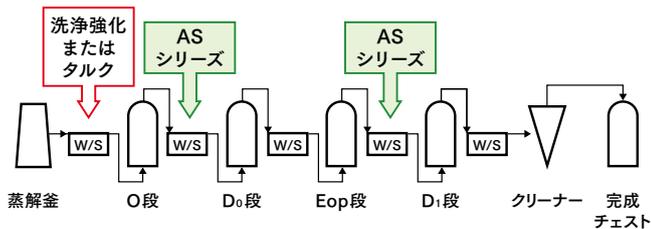


図10 O-D₀-Eop-D₁の漂白工程における『ASシリーズ』の推奨処方方の一例

5 AS-02の適用事例

国内製紙会社のクラフトパルプ工程において、O-D₀-Eop-D₁漂白工程のD₁段直前にAS-02を適用した事例を紹介する。本事例ではAS添加前後の完成チェストで採取したパルプスラリーに対してピッチ付着面積率ならびにコロイダルピッチ数の推移を観察した。図11にピッチ付着面積率、図12にスラリー中のコロイダルピッチ数の結果を示した。なお、図中の網掛け部分がAS-02の添加期間である。

AS-02を添加した期間はAS-02未添加の期間と比較して、ピッチ付着面積率並びにスラリー中のコロイダルピッチ数は低い値で推移した。これはD₁段直前にAS-02を添加することにより、D₁段でのpH低下によるコロイダルピッチの粗大化の抑制とコロイダルピッチをパルプに定着できていることを示唆している。また、AS-02の添加期間中の紙製品において欠点数は減少しており、実機テストを通じてAS-02のコンセプトどおりの効果とその有効性を確認できた。

その他のAS-02の適用事例として、パルプ工程だけでなく抄紙工程やパルプシートの製造工程における実績がある。

抄紙工程やパルプシートの製造工程の白水循環系においてはピッチが濃縮され、粗大化してピッチトラブルが発生している。このような系に対しても、AS-02を適用することで欠点数が減少し、安定して高品質な紙やパルプシートが生産できる事例が得られている。

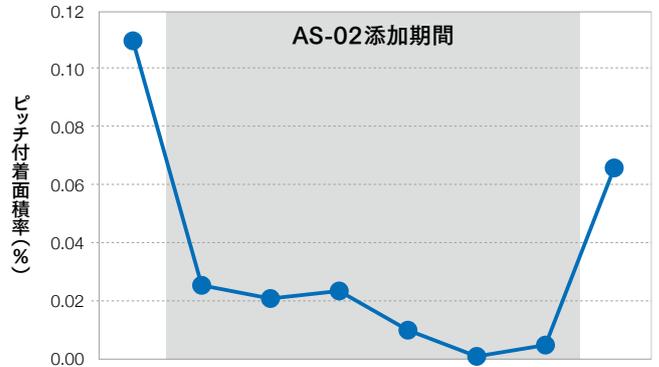


図11 完成チェストでの付着試験結果の推移（網掛け部分がAS-02添加期間）

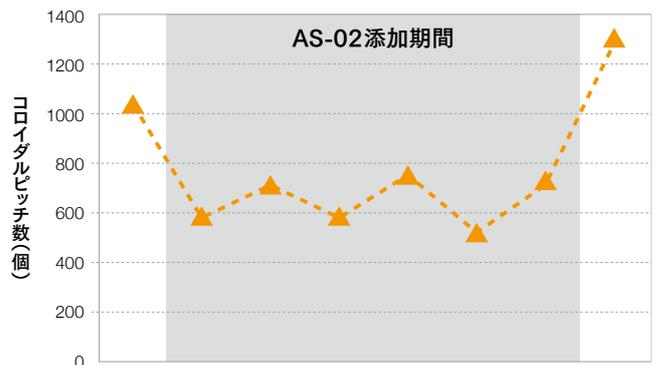


図12 完成チェストでのFCM測定結果の推移（網掛け部分がAS-02添加期間）

6 おわりに

PAM系ピッチコントロール剤『ASシリーズ』は、コロイダルピッチの粗大化を防ぎつつ、パルプ中に歩留めてピッチを系外へ排出することにより、ピッチトラブルを軽減可能なことがクラフトパルプ工程で立証された。また、本稿にて紹介した事例のようにピッチトラブルや工場設備といった状況に応じた処方を提案できつつある。今後は、『ASシリーズ』の効果をさらに発揮できる処方を提示できるよう研鑽を積むとともに、古紙パルプ系での適用性を追求していきたいと考えている。さらに、食品包装材向けに使用される間接食品添加物としての法規制下での認可取得を進め、「安心・安全」なモノづくりに貢献していく。

ハリマ化成グループでは、製紙業界における操作性改善といった省エネルギー化に貢献でき、かつ「安心・安全」に使用できる製品の開発を通じ、“自然の恵みを暮らしに活かす”という企業理念に合致した豊かな社会の創造に寄与していく。