

歩留り剤と凝結剤の基礎と最新技術

ソマール株式会社*1 技術本部 技術開発部 須ヶ崎 かおり*2

1. はじめに

近年の中性抄造が主流となった抄造方法の中で、古紙原料の品質低下、内添填料の高配合化等原料面の大きな変化が生じている。その影響を受け断紙や抄き込み欠陥トラブルの増加、クローズド化による汚染物質の蓄積など、ウエットエンドの状態が年々悪化している。それに伴い、紙の生産性や品質向上のために様々な薬品が使用される様に変化してきている。本講座は、紙を製造する際に欠かせない「歩留り剤」、「凝結剤」について、そのメカニズム、評価方法などの基礎的な知識と、近年の動向について詳細に述べていく。

2. 歩留り剤、凝結剤の概要

近年のウエットエンド状態の悪化に伴い、歩留り剤と凝結剤は欠かせない薬剤として位置づけられてきた。ますます顕著なウエットエンドの問題に対処するためには、これらの薬剤が重要な役割を果たしている。まず初めに、歩留り剤と凝結剤の大まかな概要について解説する。

紙製品は主にパルプ、填料、薬剤などからできているが、それらが紙に留まらなかった場合、それは単なる損失だけでなく、系内を循環することによりマシンや紙の物性に悪影響を及ぼす。したがって、系内を最適化することは、原材料の効率だけでなく、抄紙マシンの操作性にも大きな影響を与える重要な要素となる。

そこで、原料が紙として製品化した割合を「歩留り」としてあらわし、原料効率の指標としている。その歩留りを向上させたり、系内の清浄化を促進させたりする薬剤が歩留り剤・凝結剤である。

2. 1 歩留り剤・凝結剤とは

歩留り剤は、主にカチオン性若しくはアニオン性の高分子ポリマーで構成され、凝集（フロキュレーション）効果が強い特長を持っている。また、高分子ポリマーによる橋掛け作用でパルプや微細なフロックをまとめてより大きなフロックを作り出す。一方で、凝結剤はカチオン性無機凝結剤や有機凝結剤があり、凝結（コアギュレーション）効果を持っている。これらは主に微細成分のアニオン基を電気的作用により中和し、電気的反発力をなくすことで細かいフロックを生成する前処理的な働きが強い。歩留り剤と凝結剤は、どちらも系内でフロック形成する作用があるが、そのメカニズムと対象が大きく異なっている。

*1 〒340-0003 埼玉県草加市稲荷 5-19-1 / 19-1, Inari5-Chome, Soka, Saitama, 340-0003, Japan

*2 E-mail: sugasaki.kaori.4g@somar.co.jp

3. 歩留り剤の詳細

3.1 歩留り剤とは

歩留り剤は、凝集作用により大きなフロックを形成し、歩留りを向上させるための薬剤である。フロック形成により、歩留りの向上だけでなく、濾水性向上、薬剤定着性向上、白水濃度低減、欠陥低減などの効果も生じる。これらの効果とそのメカニズムについて解説していく。

3.2 歩留り剤の種類

歩留り剤として挙げられるものには、PAM（ポリアクリルアミド）や PEO（ポリエチレンオキサイド）などがあるが、その中でも近年では PAM 系が主流とされている。PAM 系歩留り剤は、カチオン系とアニオン系に大別される。（以下、それぞれカチオン性歩留り剤、アニオン性歩留り剤という。）カチオン性歩留り剤はアクリルアミドと 4 級アンモニウム塩との共重合から構成され、一方でアニオン性歩留り剤はアクリルアミドとアクリル酸金属塩の共重合物である（図 1）。これらの共重合物により、電荷は自由に調整可能であり、低電荷密度から高電荷密度まで様々な特性が示される。いずれも分子量は高く、数百万から数千万に達する。高分子量のもの、水溶液や粉体での重合は難しく、一般的にはエマルジョンやディスパージョンの状態では製品化されている。

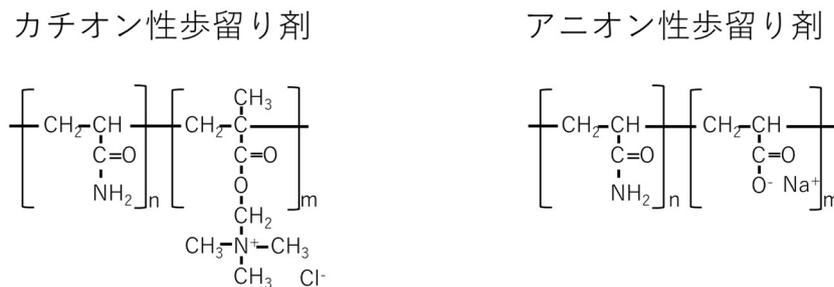


図 1 歩留り剤の構造式

3.3 歩留り剤の作用

歩留り剤は、先述の通り、高分子ポリマーによる橋掛け作用で、パルプや微細なフロックをまとめてより大きなフロックを形成する。この橋掛け作用は、ポリマー中の電荷を持つ部分とパルプ表面のアニオン電荷が吸着し起こる。アニオン性歩留り剤の場合、後述する無機凝結剤の 1 種である硫酸バンドのアルミニウムイオンやカチオン性薬剤などのカチオン性成分を介して吸着している（図 2）。歩留り剤は分子量が大きい、アニオントラッシュなどの細かい成分よりも、パルプやフロックなどの大きな成分に優先的に作用する傾向がある。

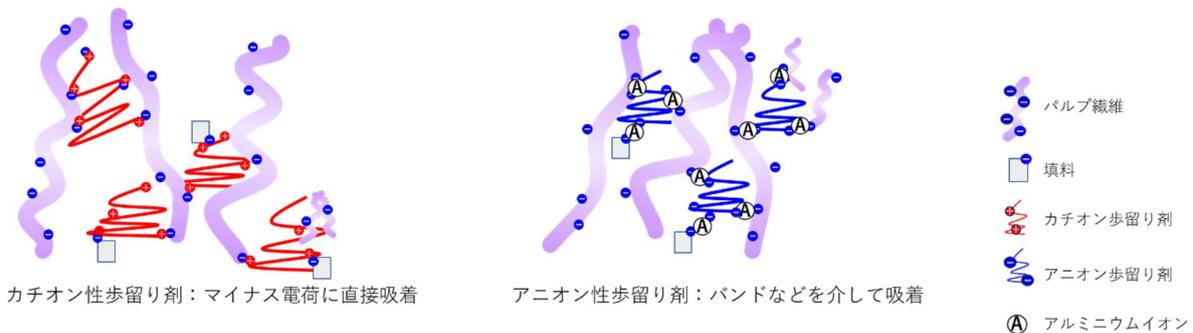


図 2 歩留り剤の作用

3. 4 歩留りとシェア

歩留り剤によるフロックは、マシンでのシェア（せん断応力）により壊れる。そのため、マシン速度や、歩留り剤の添加位置が歩留りや紙質に大きく影響する。シェアがかかるスクリーンの前に添加するとスクリーンを通過する際に一度フロックが崩れる。この作用を利用し、フロックを崩すことにより地合い（紙の均一さ）を向上させることもある。

3. 5 歩留り剤の効果

歩留り剤によるフロック形成により、歩留りが向上するだけでなく、様々な効果が期待できる。

3. 5. 1 全歩留り・灰分歩留り向上

歩留り剤を添加することで大きなフロックを形成し、歩留り剤を添加していない場合ではワイヤーを通り抜け白水に流出する成分をワイヤー上に残すことができる。ワイヤー上に残るこれらの成分はそのまま紙となるため、歩留りが向上する。さらに、フロック内に填料を留めることも可能であり、これにより灰分歩留りも向上する。

3. 5. 2 濾水性向上

濾水性とは、ワイヤー上で水の抜ける速度を指す。濾水性が良いと、マシンスピードを向上させやすくすることができ、これにより生産性が向上する可能性がある。歩留り剤を添加していない状態では、ワイヤー上でパルプの密なシートが形成されるため、パルプが抵抗となり水の抜けが悪くなる。一方で、歩留り剤を添加すると、フロック状になるため、フロックの隙間から水が抜けやすくなり、濾水性が向上する。

フロックを形成することで濾水性が向上する反面、フロック中に水を持ってしまっただけで攪水性や乾燥性が悪化することもある。

3. 5. 3 薬剤定着性向上・欠陥低減

試料中には、パルプや填料だけでなく、紙力剤などの薬剤や、古紙やパルプ由来のピッチ成分が存在する。薬剤をパルプに定着していないと、十分に効果が発揮されず過剰添加となってしまう。また、薬剤やピッチ成分を紙と一緒に排出しないと白水中を循環し、粗大化し、マシン汚れや紙欠陥の原因となる。歩留り剤の凝集作用により、これらの成分やこれらの成分を含むマイクロフロックをパルプへと吸着させ、紙上に乗せることにより、薬剤定着性向上や欠陥低減効果がある。

4. 凝結剤の詳細

4. 1 凝結剤とは

凝結剤は、系内の微細成分の電荷を中和し、微細なフロックを形成させる薬剤である。歩留り剤では補足できない細かい成分を微細フロックにすることにより、これらの成分を紙に取り込むことが可能となる。これにより、欠陥低減効果や白水濃度・白水濁度の低減、歩留りの向上、紙質の向上などの効果が得られる。

4. 2 凝結剤の種類

凝結剤には、無機凝結剤と有機凝結剤の二種類がある。

無機凝結剤は安価ではあるが、添加量が多くなりやすく、スケールの原因となることや、pH の影響を受けやすいなどのデメリットが存在する。一方で有機凝結剤は、無機凝結剤と比較して高価だが、添加量が少なく済み、pH の影響が少ないといったメリットがある。また、様々な機能を付与することも可能である。

無機凝結剤の代表例としては硫酸バンド($Al_2(SO_4)_3$)や PAC (ポリ塩化アルミニウム($Al_2(OH)_nCl_{6-m}$))などが挙げられる。

有機凝結剤には、ポリアミン、ポリダドマック、ポリエチレンイミン、ポリビニルアミンなどがあり (図 3) ^{1) 2)}、これらはカチオン性ポリマーから構成されている。電荷や分子量を変化させることで、最適な凝結剤を得ることが可能である。

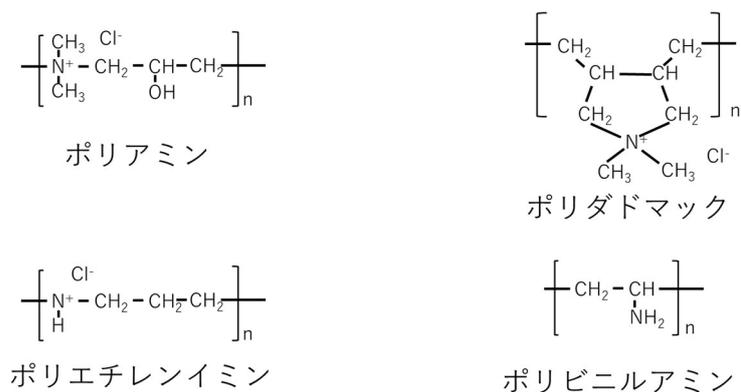


図 3 凝結剤の構造式

4. 3 凝結剤の作用

凝結剤は、微細成分の表面電荷を中和し、反発力を無くすことによりマイクロブロックを形成させる薬剤である (図 4)。系内のアニオン電荷を持つ微細繊維、薬剤、ピッチ成分などの表面に吸着し、反発力を無くす。また、電荷のないピッチ成分などを吸着させる機能をもった凝結剤もある。歩留り剤に比べ分子量が小さいため、表面積の大きい細かい成分に吸着しやすい特長がある。

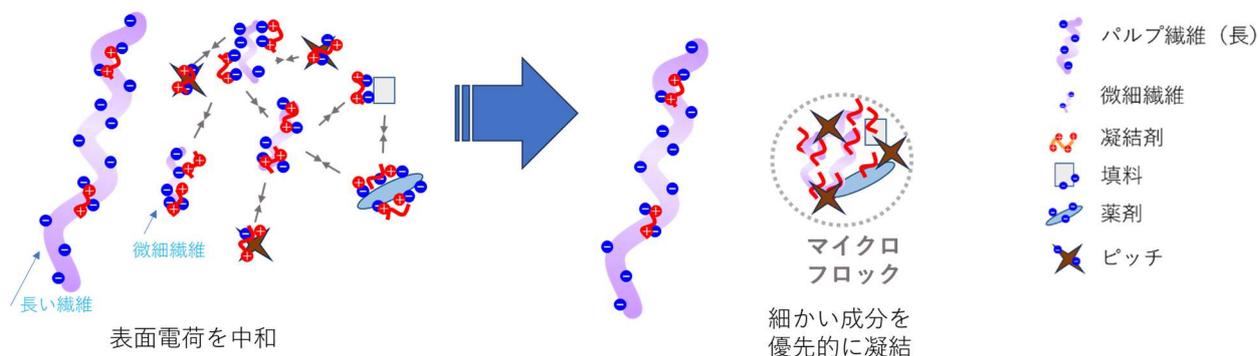


図 4 凝結剤の作用

4. 4 凝結剤の効果

凝結剤は、マイクロブロックを形成させることにより、欠陥低減効果、薬剤定着性向上効果、白水濃度低減、白水濁度低減効果、歩留り向上効果、紙質向上効果などが期待される。

4. 4. 1 欠陥低減

凝結剤により、微細繊維や欠陥の原因となるピッチ成分、添加薬剤などの表面電荷が中和され、それらを含むマイクロブロックを形成する。これにより、その後に添加される歩留り剤によってパルプ繊維とブロックを形成しやすくなり、欠陥低減や微細繊維歩留り向上に効果がある。

4. 4. 2 薬剤定着性向上・紙質向上

凝結剤は、微細繊維やアニオントラッシュの電荷を封鎖する効果もある。内添薬剤がアニオントラッシュに捕捉され薬剤効果を阻害されることがあるが、凝結剤で先にアニオントラッシュを封鎖することにより内添薬剤をパルプに定着させることができる。

5. 歩留り剤・凝結剤の添加方法

歩留り剤、凝結剤は、添加位置により効果が異なる。マシンの特徴、現在の課題、添加薬剤と添加位置などを考慮し、最適な添加位置を選定する必要がある。以下に添加位置を検討した事例を挙げる。

5. 1 凝結剤添加位置検討によるマシン汚れ低減事例

A 社塗工原紙マシンで多発していた紙面欠陥の低減を目的に弊社高機能凝結剤「リアライザー[®]A1300」の実機テストを行った例を紹介する³⁾。「リアライザーA1300」を導入する以前は、図5に示すように従来、高カチオンタイプ凝結剤をコートブロックに250ppm、ミキシングチェストに200ppm添加していた。ウェットエンドの工程調査の結果、種箱での疎水性ピッチ量が大きかったため二点添加されている凝結剤によるピッチ処理が不十分であると判断した。そこで高機能凝結剤「リアライザーA1300」を硫酸バンド添加後の種箱に添加して、効率良くピッチ処理を行った結果、紙面欠陥を低減させることができた。なお、「リアライザー」は弊社の登録商標である。

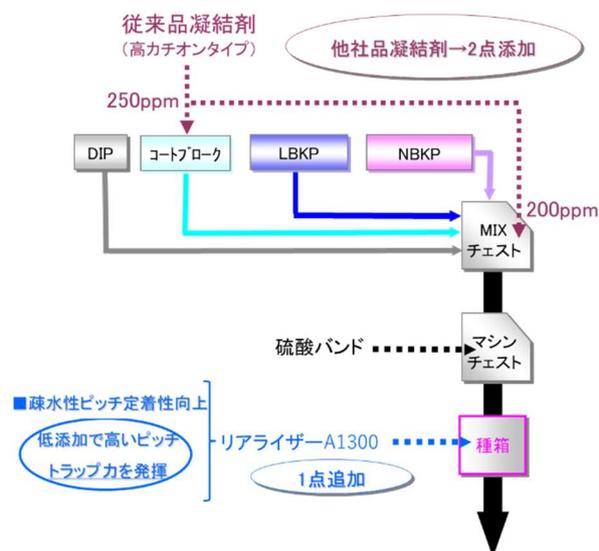


表1 リアライザーA1300 実機試験結果

	紙面欠陥 低減率(%)	疎水性ピッチ 低減率(%)	NTU濁度 低減率(%)	カチオン要求量 低減率(%)	全歩留り (%)	灰分歩留り (%)
コントロール (従来品) 250+200ppm	16.0	13.6	66.7	70.5	62.3	26.2
リアライザーA1300 200ppm 添加1日後	22.3	19.6	67.9	52.3	62.5	30.0
添加2日後	30.5	36.7	68.9	61.5	63.2	28.3
添加3日後	38.5	44.8	71.1	63.7	63.5	29.0
添加7日後	38.6	45.3	70.5	62.0	63.5	28.7

図5 リアライザーA1300 実機試験

表1の結果より種箱に「リアライザーA1300」を200ppm添加することにより凝結剤無添加時と比較して系内の疎水性ピッチの量が最大45.3%低減した。またスチレン、カルシウム等が原因であった紙面欠陥も最大38.6%低減できた。同時にドライヤーへのピッチ付着量も大きく低減できた。

5. 2 歩留り剤添加位置検討による歩留り・地合い改善事例

歩留り剤は、シエアをかけることによりフロックが壊れるため、添加位置により効果が異なる。表2に実機での比較データを示す⁴⁾。シエアによりフロックが壊れやすいタイプのカチオン性歩留り剤「リアライザーR300」とシエアにより効果を発揮しやすいタイプのリアクティブポリマー「リアライザーR240」の添加位置を比較検討した。現状は「リアライザーR300」をスクリーン後に添加していたが、地合い向上の要求があった。「リアライザーR240」のスクリーン後添加比較では、歩留りは少し向上し、地合いも改善傾向にあったが、要求水準には満たなかった。そこで、「リアライザーR240」をスクリーン前に添加したところ、歩留りは同等で地合いが大きく向上し課題を解決できた(図6)。なお、「リアライザーR300」のスクリーン前添加では、歩留りが大きく低下して適用は難しかった。このように、求める効果によって、添加位置を検討することも重要である。

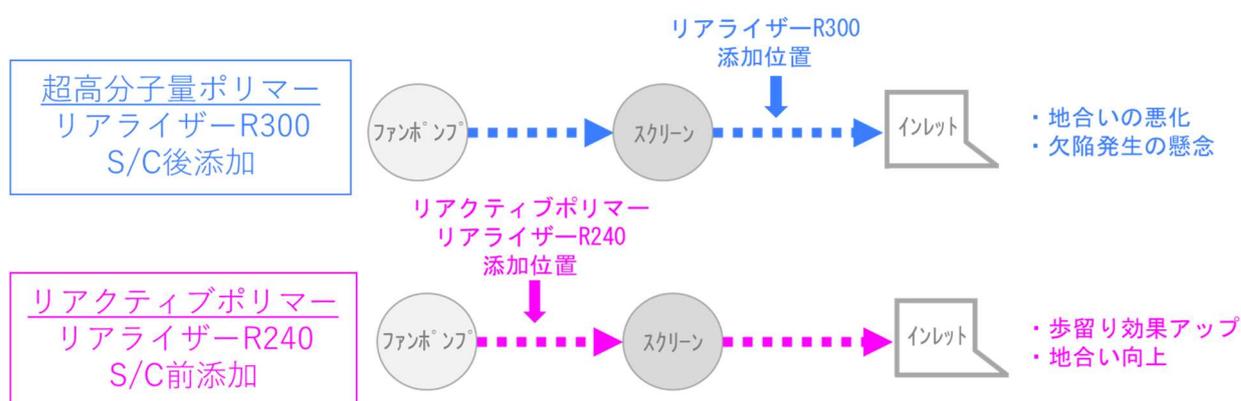


図6 リアクティブポリマーの添加位置

表2 リアクティブポリマーと超高分子量ポリマーの歩留り効果比較

歩留り剤	添加量(ppm)		全歩留り (%)	灰分歩留り (%)	地合い指数 [※] (—)
	S/C前	S/C後			
超高分子量ポリマー	—	200	78.1	36.1	23.3
R300	200	—	74.2	28.7	28.7
リアクティブポリマー	—	200	80.1	38.7	26.9
R240	200	—	79.2	36.4	35.7

※3Dシートアナライザーにて測定。数値が大きい方が地合い良好

6. 測定方法

6. 1 全歩留り・灰分歩留り

全歩留りとは、仕込んだ原料のうち、何%が紙となったかの割合で表したものである。実際にはマシンは常に流れているため実測するのは困難である。そのためヘッドボックスと白水の紙料濃度を測定し全歩留り(%) (FPR:ファーストパスリテンション OPR:ワンパスリテンションとも呼ぶ)で表している。

$$\text{全歩留り}(\%) = \frac{(\text{ヘッドボックス紙料の濃度}(\%) - \text{白水紙料の濃度}(\%))}{\text{ヘッドボックス紙料の濃度}(\%)} \times 100$$

灰分歩留りとは、原料中の填料のうち、どのくらいの填料が紙にとどまったかの割合で表す。灰分歩留りも全歩留りと同様に、ヘッドボックスと白水の灰分濃度を測定し、灰分歩留り(%) (FPAR:ファーストパスアッシュリテンション OPAR:ワンパスアッシュリテンションとも呼ぶ)で表している。

$$\text{灰分歩留り(}\%) = \frac{(\text{ヘッドボックス紙料の灰分濃度(}\%)-\text{白水紙料の灰分濃度(}\%))}{\text{ヘッドボックス紙料の灰分濃度(}\%)} \times 100$$

紙料の濃度及び灰分濃度は、JIS P 8225 及び JIS P 8251 に準じて測定する。

6. 2 濁度

濁度は、主に原料や白水を濾過し、その濾液を使用し測定する。濁度測定にもさまざまな種類があるが、NTU 濁度が使われることが多い。NTU 濁度は比濁度計濁度単位と呼ばれ、投射光と 90° 散乱された光量を検出する。試料の着色の影響が少なくなるのが特長である。

濁度を測定することにより、細かい成分(主にピッチ成分)がパルプに定着しているかどうかの指標となる。

6. 3 カチオン要求量

カチオン要求量は、系内の電荷の指標である。原料をメッシュで濾過し、その濾液のカチオン要求量を粒子電荷検出器を用いてコロイド滴定により求める。メッシュで濾過するため、メッシュを通過した微細成分の電荷のみを対象とする。

カチオン要求量を測定することにより、系内の微細成分の電荷、すなわち微細繊維やアニオントラッシュ、コロイド状の薬剤などパルプに定着していない成分の電荷を見ることが出来る。

6. 4 ゼータ電位

ゼータ電位は、系内のパルプと各種薬剤の状態の指標となる。パルプスラリーそのものを使用し、流動電位法で測定する。

系内のパルプ繊維表面の電荷状態を見ることが出来る。

6. 5 ピッチ

歩留り剤、凝結剤でピッチを低減することにより、マシン汚れや紙欠陥を低減させることが出来るが、ラボにてピッチ成分の評価を行う必要がある。各社様々な測定法を用いているが、例として J. TAPPI 紙パルプ試験方法 No. 11 に記載されている金網付着量試験方法を紹介する。

パルプスラリー中で金網を回転させ、金網に付着した成分を抽出、計量しピッチ成分を定量する。金網に付着する粘着性のピッチを測定するため、粘着性の欠陥と相関があると考えられる。

6. 6 地合い

歩留り剤を添加すると、歩留りが向上する反面、過剰なフロックが紙の均一性を悪化させる恐れがある。その紙の均一性のことを地合いという。シート中でのパルプ繊維の分布の均一さの度合いのことで、背面から光を当てて透かしてみた見目で判断する。見目の地合いを数値化する地合い測定装置が開発されている。背面から光を当て、光の強度から解析、数値化し地合い指数として算出する。目視と相関が高いと言われている。

6. 7 紙力

歩留り剤を添加すると、紙力剤の定着により紙力が向上したり、灰分歩留りの向上により紙力が低下したりすることもあるため、紙力測定も重要である。紙力の項目としては、引張強度や破裂強度、引き裂き強度など各種ある。測定方法はそれぞれ JIS P 8113, JIS P 8112, JIS P 8116, に掲載されている。

6. 8 ラボ試験方法（添加試験／歩留り）

実機試験を行う前に、マシンの紙料を用いて事前にラボ試験を行い、最適薬剤、最適添加位置、最適添加量を検討する。

歩留り剤選定ラボ試験として、DDJ（ダイナミックドレネージジャー）（ブリットジャーとも呼ぶ）を用いる方法が知られている⁵⁾。DDJは、シェアのかかった状態での歩留りを測定でき、凝集作用による歩留り性を評価できる。DDJは底にメッシュを備えた筒状の容器で、下部に白水排出用バルブが付いており、攪拌羽根で任意の回転数で攪拌できるようになっている（図7）。実機のヘッドボックスサンプルを採取し、ジャーに入れて攪拌する。攪拌羽根の回転数、攪拌時間などを調整し、薬剤の添加タイミングを調整することにより実機の条件を再現できる。下部バルブから排出された白水を用いて全歩留り・灰分歩留り・濁度・カチオン要求量などを測定する。

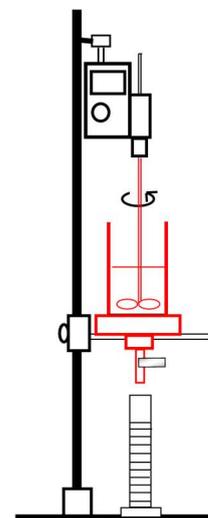


図7 DDJ

6. 9 ラボ試験方法（濾水）

濾水とは、ワイヤー上での水の抜けやすさのことである。濾水の測定方法として、CSF（カナディアンスタンダードフリーネス JIS P 8121-2）が使用されていたが、あまり相関がみられないとも言われている。近年、DDA（ダイナミックドレネージアナライザー）など、動的な濾水測定が可能な装置も市販されている⁶⁾。DDAは、装置内でヘッドボックス紙料に薬剤を添加、減圧脱水を行い、脱水開始から終了までの濾水時間を減圧度の変化から割り出す。

7. 歩留り剤・凝結剤の最新技術

7. 1 歩留りシステムの変遷

かつての抄紙系の中性化、近年のマシンのクローズド化、古紙の品質悪化に伴い、様々な歩留りシステムが開発されてきた。歩留り剤シングル添加から、歩留り剤+シリカ、歩留り剤+ベントナイトのマイクロパーティクルシステム。凝結剤+歩留り剤のデュアルポリマーシステム、カチオン性PAM+アニオン性有機粒子のマイクロポリマーシステム、ポリエチレンオキシド+フェノール樹脂のコファクター-PEOシステムなどがある。

近年は、古紙悪化に伴うピッチ成分の処理が課題となっているため、より高度な歩留り剤、凝結剤の機能向上が求められている。

弊社も、特殊モノマーを導入することにより内添薬剤定着性向上などの機能を付与した歩留り剤や、高いシェアを受けてより効果を発揮する「リアクティブポリマー」など、新たな技術の紹介を積極的に行っている。以下に、その中からいくつかのポイントを紹介する。

7. 1. 1 特殊モノマー歩留り剤

弊社では既存の「高機能歩留り剤リアライザーR シリーズ」に「特殊モノマー」を導入し、各種内添薬剤や欠陥由来成分のパルプへの定着性を向上させる機能を付与した歩留り剤を開発してきた⁷⁾。

図8に示す様に「リアライザーR230」は、従来のカチオン性歩留り剤に特殊モノマーを新たに導入したものである。このモノマーを導入することによりロジンサイズ剤など各種内添薬剤、欠陥由来成分のパルプ繊維への定着性が向上し、その結果サイズ度の向上やサイズ剤の減添、欠陥低減が可能となる。

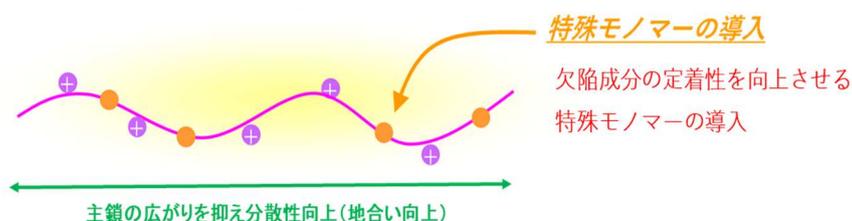


図8 歩留り剤への「特殊モノマー」の導入

7. 1. 1. 1 上質紙における歩留り物性及びサイズ性向上

B社上質紙マシンにおける特殊モノマー歩留り剤「リアライザーR230」の適用例を紹介する。このマシンではロジン系サイズ剤と填料成分由来の紙欠陥トラブルが多発していたため、サイズ剤の定着性向上と灰分歩留り向上のためのラボテストを実施した。

表3に従来品カチオン性歩留り剤と「リアライザーR230」の効果と比較したラボ試験結果を示す。スクリーン前に添加している従来品歩留り剤 300ppm に対し同率添加で「リアライザーR230」を適用すると、全歩留りが1ポイント、灰分歩留りは5ポイント向上し、ステキヒトサイズ度（水の浸透抵抗度、濡れにくさ：JIS P 8122）も25秒から34秒と大きく向上した。また「リアライザーR230」の添加量を段階的に下げるテストを実施した所、添加量 250ppm でステキヒトサイズ度が、従来品カチオン性歩留り剤 300ppm 添加時と同等になった。

表3 特殊モノマー歩留り剤「リアライザーR230」ラボ試験結果

	添加量(ppm) S/C前	全歩留り (%)	灰分歩留り (%)	ステキヒトサイズ度 (秒)
従来品カチオン性歩留り剤	300	79.1	44.1	25
リアライザーR230	300	80.5	49.7	34
	275	80.5	48.7	27
	250	79.6	46.4	25

「リアライザーR230」は、カチオン性歩留り剤に特殊モノマーを導入したタイプの歩留り剤であり、更に主鎖の広がりを抑えることで、系内に添加された後の歩留り剤の分散性を向上させている。この特殊モノマーの導入により、内添薬剤であるロジンサイズ剤の定着性が上がり、主鎖の広がりの最適化により「リアライザーR230」の分散性を向上させ、填料の歩留りを大きく向上させることが可能になったと考えられる。

7. 1. 2 リアクティブポリマーテクノロジー歩留り剤

弊社では、既存の高機能歩留り剤「リアライザーR, FX シリーズ」及び多機能凝結剤「リアライザ

「Aシリーズ」に「リアクティブポリマーテクノロジー」の導入をこれまで進めてきた。

従来の凝結剤や歩留り剤のポリマーは、ファンポンプやスクリーン通過によるシェア(せん断応力)を受けると、ポリマーがダメージを受けて歩留りや凝結効果が大きく低下する。一方、図9に示すように、開発を進めている「リアクティブポリマー」は構造の最適化により、パルプ繊維との結合接点を増加させ、ポリマーがシェアを受けた後に生成する低分子量化したポリマーを失活することなく効果を発揮することができるように設計した。そのため、歩留りや各種薬剤の定着性を向上させたり、搾水性・乾燥性を向上させたりすることができる。

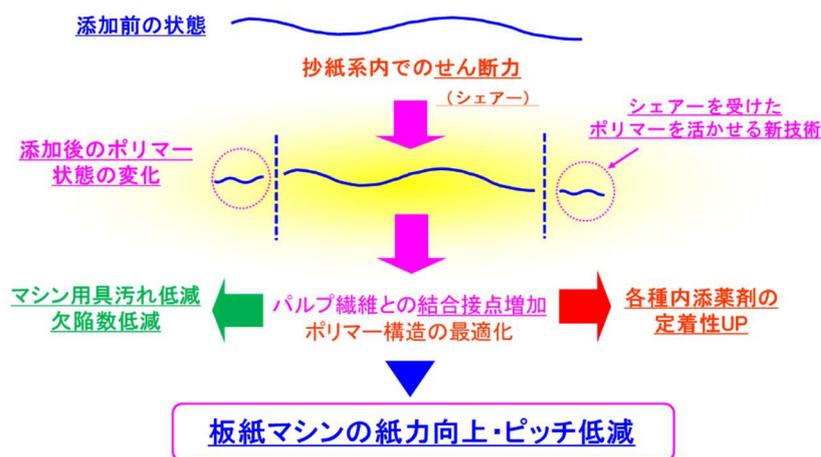


図9 「リアクティブポリマーテクノロジー」の概要

7. 1. 2. 1 リアクティブテクノロジー歩留り剤による濾水系紙力剤添加量低減

リアクティブポリマーテクノロジーを導入した歩留り剤の事例を紹介する⁸⁾。C社ライナーマシンは、濾水系紙力剤と紙力系紙力剤が多く添加されており、マシン用具汚れとコストアップが課題となっていた。

紙力系紙力剤の定着性向上及び現行濾水系紙力剤の使用量削減を目的としてラボ試験にて最適な歩留り剤の検討を行った。

表4に歩留り剤と濾水系紙力剤との効果を比較したラボ試験結果を示す。比破裂強さは手抄きシートを作成することによって評価を行った。一般的には、歩留りを高めていくとブロックが大きくなり紙力が低下する傾向にある。

現行濾水系紙力剤1000ppmに対して「リアクティブポリマー」であるカチオン性歩留り剤「リアライザーR520」を50ppm添加することで歩留り物性が同等になった。そして、歩留り物性が同等であるにも関わらず、比破裂強さが向上し、NTU濁度を低減させることができていた。

表4 C社ライナーマシンでの「リアクティブポリマー」の歩留り効果 [裏層]

歩留り剤	添加量 (ppm)	全歩留り (%)	灰分歩留り (%)	NTU濁度 [*] (度)	比破裂強さ [†] (kPa・m ² /g)
従来品 濾水系紙力剤	1000	80.1	48.6	146	2.52
リアクティブポリマー リアライザー R520	200	82.8	53.4	125	2.59
	50	80.4	49.9	137	2.66
	10	79.8	48.4	144	2.67

※白水についての測定、†数値が大きい方が良好

「リアライザーR520」は、板紙マシンの紙力剤等の内添薬剤や微細な成分を定着させるために開発された「リアクティブポリマー」のカチオン性歩留り剤である。抄紙マシンへ添加された後に、系内でシェアを受けることで生成される低分子量化したポリマーの効果を失活させることなく、また分散性を高めたことにより、白水中に浮遊している紙力剤や微細成分を強固にパルプ繊維に定着させることができるように設計した。「リアライザーR520」の適用により、濾水系紙力剤を無添加にしても紙力を維持することができ、大きなコストダウンと共に紙力剤の定着性向上が可能となった。

7. 1. 3 リアクティブポリマーテクノロジー凝結剤

「リアライザーAシリーズ」とは、弊社が展開を進めている多機能凝結剤である。ピッチ成分や内添薬剤をパルプ繊維へ定着させることにより、系外へ排出する効果がある⁷⁾。特に「リアライザーA1800」は、リアクティブポリマーテクノロジーの導入により、多機能化された凝結剤である。ここでは、「リアライザーA1800」を用いた実機試験で得られた多機能凝結剤としての高い効果を紹介する⁸⁾。

7. 1. 3. 1 リアクティブポリマーテクノロジー凝結剤による欠陥低減

D社板紙マシン（Cライナー）の大きな課題の一つは、抄き込み欠陥（紙に抄き込まれたピッチ由来の異物）の多発である。この解決に向けて実施した実機試験結果の一部を表5に示す。

表5 D社板紙マシン（Cライナー）における実機試験結果（裏層データ）

リアライザー A1800 対パルプ添加濃度 (ppm)	全歩留り (%)	濾水時間 ^{※1} (秒)	NTU濁度 (度)	カチオン要求量 ($\mu\text{eq/L}$)	欠陥低減率 (%)
			(白水)	(白水)	
0	57.5	98	626	43.2	-
200	58.3	85	484	36.0	21
300	59.5	79	366	30.1	45
400	60.2	72	311	28.5	66

※1 時間が短いほど濾水性良好

「リアライザーA1800」を200～400ppm添加条件下で実機試験を行なった際の結果の一部を示した。「リアライザーA1800」添加前条件であるブランクと比較すると、濁度とカチオン要求量の低減効果に加えて、濾水時間の短縮が見られ、濾水性の向上が確認できた。

また、最も大きな課題であった抄き込み欠陥数は、「リアライザーA1800」を200ppm添加時で21%低減できていた。添加量を400ppmまで増添した結果、最大66%低減に至った。リアクティブポリマーである「リアライザーA1800」の効果により系内のピッチ成分やアニオントラッシュ等の汚れ成分の定着性が向上し、抄き込み欠陥の低減に繋がったと考えられる。

8. おわりに

今回、歩留り剤と凝結剤の基礎と最新技術ということで、ごく基本的なことを中心に解説した。今後もウエットエンドの環境は厳しくなる一方で、さらなる改善が求められてくると共に、高度な技術が求められると予想される。

今回の講座が皆様の今後の活動の一助となれば幸いです。

References

- 1) 尾鍋史彦：ウエットエンド化学と製紙薬品の最先端技術，シーエムシー出版，2004年，P 142-144
- 2) Kobayashi K., et al.: JAPAN TAPPI J. 50(2) 306-312 (1996)
- 3) Tadaki K.: JAPAN TAPPI J. 62(11) 1391-1397 (2008)
- 4) Kasuga K., et al.: JAPAN TAPPI J. 75(10) 921-924 (2021)
- 5) 尾鍋史彦：ウエットエンド化学と製紙薬品の最先端技術，シーエムシー出版，2004年，P 68-69
- 6) MATUBO Corporation: JAPAN TAPPI J. 69(11)1236-1243 (2015)
- 7) Miyoshi Y., et al.: JAPAN TAPPI J. 73(4) 308-313 (2019)
- 8) Kato M., et al.: JAPAN TAPPI J. 76(7) 634-639 (2022)
- 9) Oishi H., et al.: Japan Tappi J 68, 2), 142-149 (2014)
- 10) 大竹修平：紙パルプ年次大会，姫路大会，2023年，講演要旨集 P111-116