

ウェットエンド最適化による抄紙マシンの操業性コントロール技術 -SOMAR optimal wet end management-

ソマール株式会社*1 技術本部 技術開発部 大石 浩之*2

但木 孝一

New technologies to improve paper machine operability

Hiroyuki Oishi*2 and Koichi Tadaki

SOMAR Corporation*1

Abstract

In many cases, recent paper defects and paper breakage problems are caused by complex substances. The multifunctional coagulant “REALIZER A Series” which is being developed to solve these problems, is a highly dispersible polymer that is easy to add and helps improve the operation of papermaking machines. The application of “Reactive Polymer” a new polymer design technology, to this multifunctional coagulant has led to further improvement of its effectiveness. As shown in Figure 1, recent years have seen a decline in the quality of pulp raw materials, which has led to a decline in wet end properties such as yield and paper quality such as paper strength. This has also increased the white water load and made the paper machine more susceptible to contamination. The number of problems such as paper breakage and defects, which have a significant negative impact on the operability of paper machines, has been increasing year by year, and countermeasures are required.

In last year's report, we introduced the improvement of fixability and reduction of defects of the internal paper strength agent by applying the oxidation type slime control agent “CURESIDE Series” and the multifunctional coagulant “REALIZER A Series” that introduces reactive polymer technology. We are studying the possibility of applying these technologies that can improve paper strength to reduce paper-breaking problems in paper and paperboard machines. In the paperboard field, paper breakage is often caused by filler components, and paper breakage is particularly likely to occur in high-ash grades. In the paperboard field, adhesive substances brought in from recovered paper materials often cause stains on dryers and other equipment, leading to paper-breaking problems.

Here, we will explain our new approach, “SOMAR Optimal Wet End Management” by introducing examples of how tool contamination in paper machines can be reduced by improving the fixation of fillers and additives to pulp fibers.

1. はじめに

近年の抄紙マシンでの紙欠陥や断紙の問題は、粘着性物質やスライム、スケール等の複合的な物質が原因となっているケースが多い。これらの課題解決に向けて開発を進めている多機能凝結剤「リアライザーAシリーズ」は、高分散性タイプのポリマーで添加方法も簡便になっている。新しいポリマー設計技術である「リアクティブポリマー」をこの多機能凝結剤へ導入することで更なる効果向上に繋がっている。図1に示す様に近年では、パルプ原料の品質低下の影響で歩留り等のウェットエンド物性や紙力等の紙質の低下が起りやすくなっている。その影響で白水負荷も高まり抄紙マシンが汚れやすい状態に変化して来ており、抄紙マシンの操業性に大きな悪影響を及ぼす断紙や欠陥等のトラブルも年々増加傾向が見られ、対応策が求められている。

昨年の報告で、酸化型スライムコントロール剤「キュアサイドシリーズ」やリアクティブポリマー技術を導入した多機能凝結剤「リアライザーAシリーズ」の適用による内添紙力剤の定着性向上や欠陥低減について紹介した。これらの紙力を改善できる技術を応用し現在、洋紙マシン、板紙マシンでの断紙トラブルを低減できないか検討している。洋紙分野での断紙には、填料成分が関与していることが多く、特に高灰分の銘柄で断紙が発生しやすくな

*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: oishi.hiroyuki.c2@somar.co.jp

っている。板紙分野では、古紙原料から持ち込まれる粘着性物質の影響でドライヤー等の用具汚れが発生し、断紙トラブルへ繋がる場合が多い。

本発表では、填料や内添薬剤のパルプ繊維へ定着性を均一に向上させることで抄紙マシンの用具汚れが低減した例を紹介するとともに、弊社の新しい抄紙マシンの操業性コントロール技術である「SOMAR Optimal Wet End Management」について紹介する。

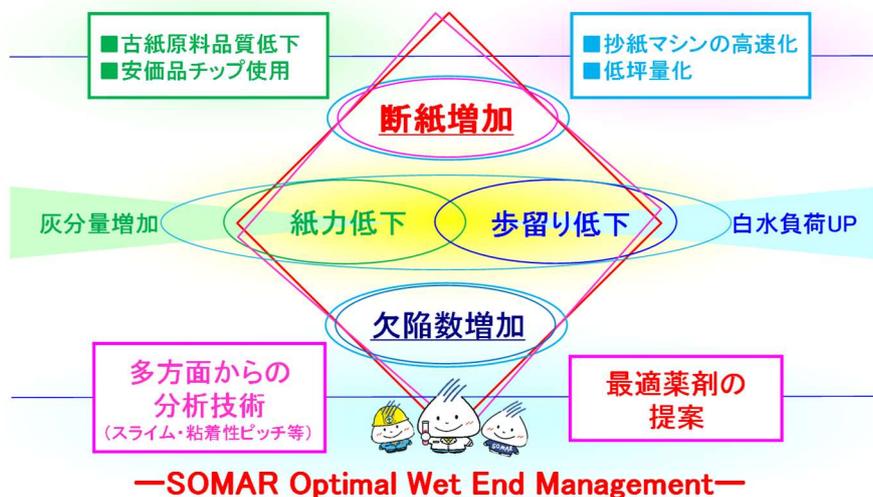


図1 抄紙条件の変化に対するソマールの取り組み

2. 断紙や紙欠陥低減に向けた分析手法

抄紙マシンの断紙や欠陥低減のためには、その原因をできるだけ正確に特定することが最も重要である。その第一歩として、紙面欠陥や抄き込み欠陥等に対してニンヒドリン反応やDNA分析を行って微生物が関与している欠陥か否かを判定する。微生物が関与している場合は、さらなる微生物分析にて詳細な調査を行う。一方、微生物由来と判定できない場合には次のステップとして、GC-MSやIR分析などの機器分析を行い欠陥物質の特定を進めて行く(図2)。弊社では、各種要因に対して最適な薬剤を選定して的確な提案ができるように日々取り組んでいる。また、欠陥の種類によっては複数の薬剤を組み合わせた提案を行う場合もある。

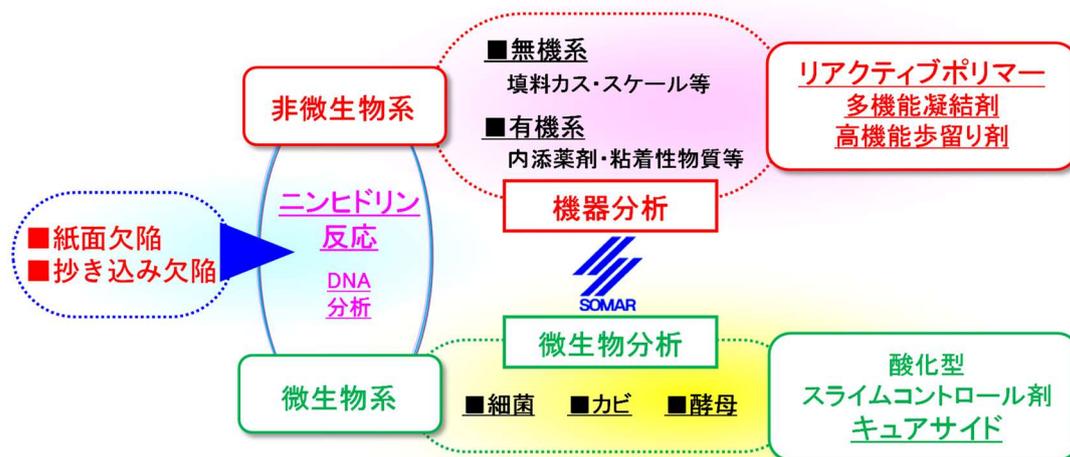


図2 抄紙マシンの汚れ分析・紙欠陥分析方法

これまでの弊社における知見では、非微生物系の欠陥の場合はピッチ由来の粘着性成分であるポリ酢酸ビニルやポリアクリレート系の物質が検出されることが多く、紙力剤やサイズ剤等の内添薬剤由来の成分が検出される場合もある。

粘着性成分による欠陥の対策として、リアクティブポリマーを導入した多機能凝結剤「リアライザーAシリーズ」で原料を処理して、抄紙マシン系内で蓄積・粗大化する前にパルプ繊維に強く定着させることができる。さらに、定着した粘着物質は抄紙マシンの用具に付着することなく紙として系外へ排出される。

また、原料の品質低下の影響により紙力やサイズ度が発現しにくいこともあり、紙力剤やサイズ剤の添加量が増えている。それにともない系内が汚れやすくなるため、内添薬剤由来の欠陥も発生しやすくなっている。このような欠陥の対策として、内添薬剤の定着性を大きく向上して添加量をできるだけ少なくすることが必要である。

3. 凝結剤・歩留り剤へのリアクティブポリマーの導入

弊社の多機能凝結剤「リアライザーAシリーズ」と高機能歩留り剤「リアライザーR, FXシリーズ」に導入している独自技術「リアクティブポリマーテクノロジー」は、図3に示す様に高分散性の特殊ポリマーであり、抄紙マシン系内に添加された後に、せん断力が加わるとポリマーの構造変化が起こりポリマーの自己定着性を高めることができる新しい技術である。

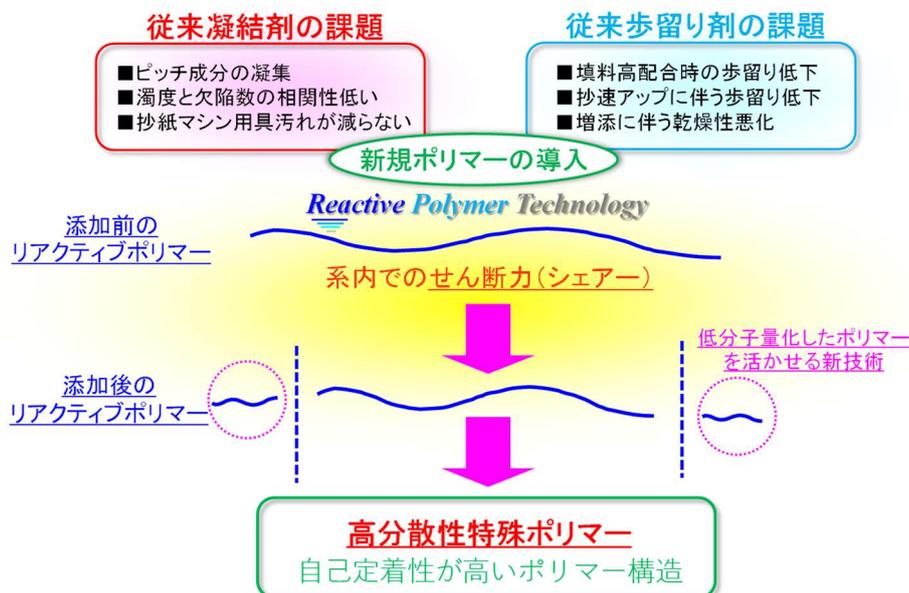


図3 凝結剤・歩留り剤へのリアクティブポリマー導入

「リアクティブポリマー」を歩留り剤に導入した場合、従来タイプの歩留り剤と比較して低添加量で高い歩留りが得られるようになるため、填料高配合銘柄や高速マシンでも歩留りの向上が可能になる。同時に小さいフロックを数多く形成するようになるため地合い向上も可能である。凝結剤に導入した場合は、ピッチ成分を凝集することなくパルプ繊維へ定着させることができるため欠陥数や抄紙マシン用具汚れの低減が可能となる。

4. 多機能凝結剤「リアライザーAシリーズ」による欠陥対策

4.1 A社ライナーマシンにおけるラボ試験結果

A社ライナーマシンはジュートライナーでの抄き込み欠陥が特に多く、継手率が高いことが課題となっていた。対策として「リアクティブポリマー」を導入した多機能凝結剤「リアライザーA1800」を適用した例を紹介する。

表1 ライナーマシンでの「リアライザーA1800」ラボ試験結果（中層）

	凝結剤 添加量(ppm)	歩留り剤 添加量(ppm)	全歩留り (%)	灰分歩留り (%)	NTU濁度 (度) ^{※1}	カチオン要求量 ($\mu\text{eq/L}$) ^{※1}	ピッチ個数 (個) ^{※2}	ピッチ面積 (μm^2) ^{※2}
凝結剤 無添加	0	250	60.1	31.5	272	37.4	148	98915
リアライザーA1800 (カチオン性凝結剤)	200	↑	61.1	32.9	230	35.8	96	76632
	300	↑	61.9	34.1	197	34.9	78	65489
	400	↑	63.4	35.5	166	34.2	66	58822

※1白水についての測定結果

※2ピッチを弊社製造の粘着フィルムに付着させ画像解析で算出

中層原料に「リアライザーA1800」を200~400ppm添加条件下でラボ試験を行った際の結果を表1に示す。「リアライザーA1800」無添加条件と比較すると、濁度やカチオン要求量の低減効果が確認できた。大きな課題であった欠陥への効果については、欠陥数のラボ試験での指標であるピッチ個数やピッチ面積が「リ

「リアライザーA1800」無添加条件と比較して大幅に減少していた。「リアクティブポリマー」を導入した凝結剤である「リアライザーA1800」を添加することで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、各物性が改善されたと考えられる。ピッチの個数や面積については、恒温水槽にて温浴にかけた紙料に弊社製の粘着フィルムを浸漬して攪拌し、ピッチ成分を粘着フィルムに付着させた後に画像解析を実施して算出した。

4. 2 A社ライナーマシンにおける実機試験結果

A社ライナーマシンでのラボ試験結果を踏まえて、「リアライザーA1800」の実機試験を実施した。中層でのウェットエンド物性やピッチに関する測定結果を表2に示す。

表2 ライナーマシンでの「リアライザーA1800」実機試験結果(中層)

	凝結剤 添加量(ppm)	歩留り 添加量(ppm)	全歩留り (%)	灰分歩留り (%)	NTU濁度 (度) ^{*1}	カチオン要求量 ($\mu\text{eq/L}$) ^{*1}	ピッチ個数 (個) ^{*2}	ピッチ面積 (μm^2) ^{*2}	操業中の欠陥 低減率(%)
前ブランク	0	250	59.4	30.6	290	39.9	176	108673	—
リアライザーA1800 (カチオン性凝結剤)	テスト① 200	↑	60.2	31.6	238	37.1	113	69845	25.5
	テスト② 400	↑	62.6	33.4	196	35.5	78	53459	39.2

※1白水についての測定結果

※2ピッチを弊社製粘着フィルムに付着させて画像解析にて算出

「リアライザーA1800」添加前条件である前ブランクとテスト時サンプルの①②を比較すると、特に濁度とカチオン要求量が低減できており、ピッチ個数、ピッチ面積も大きく減少していた。ラボ試験と同様に良好な結果が得られ、実操業での欠陥数も約25~39%程度低減させることが出来た。

5. 多機能凝結剤「リアライザーAシリーズ」による紙力剤低減と地合い改善

B社3層抄きライナーマシンは、夏場になると紙力が低下傾向となり紙力剤の使用量が増加してしまうことが大きな課題となっていた。紙質面の変化として紙力剤使用量増加に伴い、地合いが悪化する傾向も見られていた。紙力剤の定着性を向上させて使用量を削減することで、地合いにも良い影響が出るものと考え、「リアライザーA1800」の実機試験を実施した。

「リアライザーA1800」を全層に200ppm添加すると、比破裂強さが向上した。「リアライザーA1800」は内添薬品や微細繊維などを凝集させることなく定着させるため、地合いを改善できる傾向も確認できた。

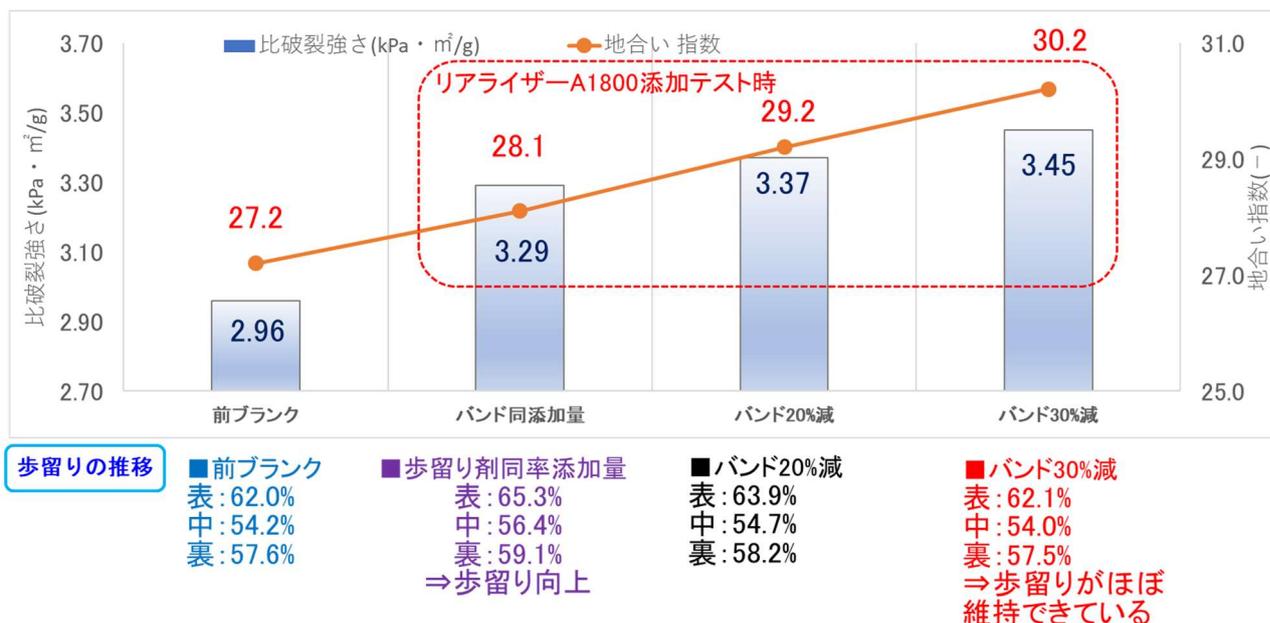


図4 ライナーマシンでの「リアライザーA1800」添加と硫酸バンド減添実機試験結果

また上記ライナーマシンで「リアライザーA1800」添加時に硫酸バンドを減添する実機試験を実施した結果を図4に示す。「リアライザーA1800」は全層に200ppm添加し、硫酸バンドを20～30%減添した結果、地合いの向上と共に比破裂強さの向上が確認できた。硫酸バンドを30%減添した際は、比破裂強さが3.29から3.45kPa・m²/gと約5%向上した。次に地合いをより向上できれば、更なる紙力向上に繋がると考えて歩留り剤を20%減添するテストを実施した結果を図5に示す。「リアライザーA1800」添加によりPAM系紙力剤の定着性が向上しているため歩留り剤を20%減添しても全歩留りの大きな低下は見られなかった。一方で地合い指数が向上し、比破裂強さが3.41 kPa・m²/gまで向上した。

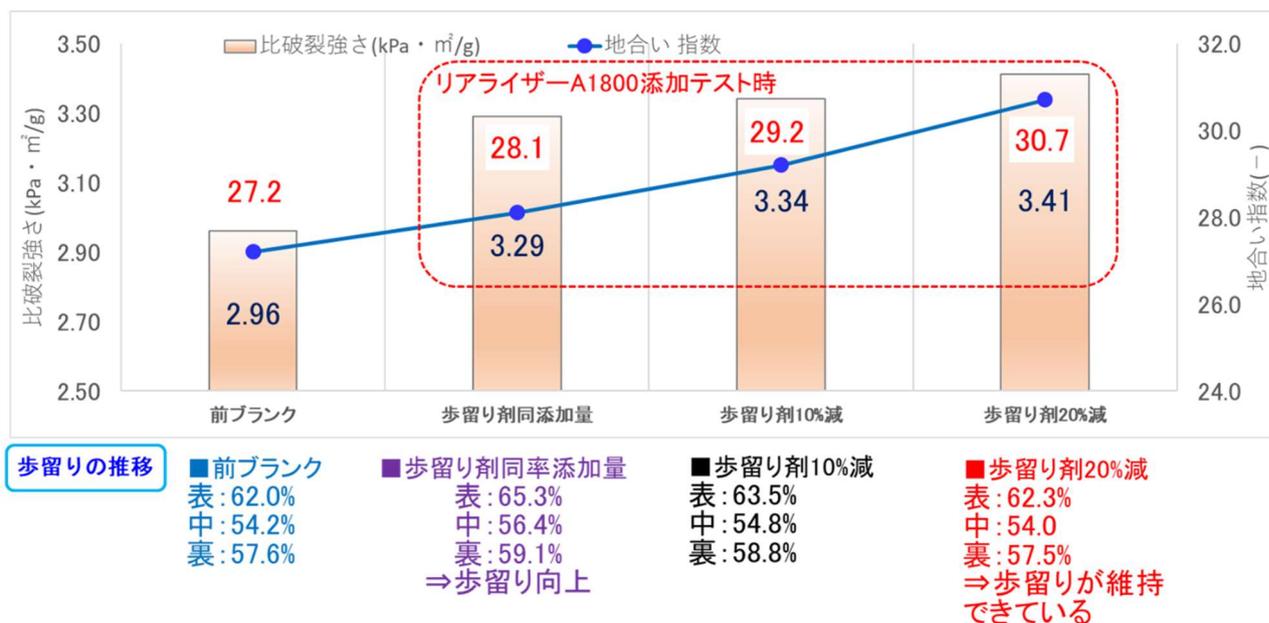


図5 ライナーマシンでの「リアライザーA1800」添加と歩留り剤減添実機試験結果

最後に「リアライザーA1800」の添加量を300ppmまで上げて、硫酸バンド、歩留り剤の減添に加えPAM系紙力剤の減添にトライした結果を表3に示す。ここでは、硫酸バンド30%、歩留り剤10%減添に加え、PAM系紙力剤を20%減添した3薬剤減添テストを実施し紙質の向上と共にコストダウンを検討した。

「リアライザーA1800」の添加に加えて硫酸バンドや歩留り剤を減添することで紙中灰分やパルプ繊維の過凝集を抑制し、紙力や地合いを向上させることが出来たため紙力が向上し、PAM系紙力剤を20%減添しても比破裂強さは、前ブランクと比較して高い数値を維持することができた。

表3 ライナーマシンでの「リアライザーA1800」添加と歩留り剤減添実機試験結果(中層)

	硫酸バンド 添加量(%)	紙力剤 添加量(%)	A1800	歩留り剤 添加量(ppm)	全歩留り (%)	灰分歩留り (%)	比破裂強度 (kPa・m ² /g)*1	地合い 指数**2
			添加量(ppm)					
前ブランク	2.0	0.9	0	150	54.2	22.4	2.96	27.2
リアライザーA1800 (カチオン性凝結剤)	↑	↑	200	↑	56.4	25.8	3.29	28.1
	1.4 (▲30%)	↑	↑	↑	54.0	22.5	3.45	30.2
	2.0	↑	↑	135 (▲10%)	54.8	23.1	3.34	29.2
	1.4 (▲30%)	0.72 (▲20%)	300	135 (▲10%)	55.0	22.7	3.55	33.1

※1破裂強度、地合いは原紙(全層)について測定

※2地合い指数は数値が大きい方が地合い良好

6. 高性能歩留り剤「リアライザーRシリーズ」による紙力剤低減と歩留り物性向上

D社塗工紙マシンでは、断紙が大きな課題となっていた。対策として弊社カチオン性歩留り剤に「リアクティブポリマー」を導入した「リアライザーR250」でのラボ評価の結果を表4に示す。

表4 塗工紙マシンでの「リアライザーR250」ラボ試験結果

	紙力剤 添加量(%)	歩留り剤 添加量(ppm)	全歩留り (%)	灰分歩留り (%)	NTU濁度 (度) ^{※1}	カチオン要求量 ($\mu\text{eq/L}$) ^{※1}	内部結合強さ ($\text{N}\cdot\text{m}$) ^{※2}	地合い 指数 ^{※3}
コントロール	0.25	200	71.5	41.4	21	20.4	0.457	55.3
リアライザーR250 (カチオン性歩留り剤)	0.25	200	75.3	46.8	10	18.7	0.458	57.0
	↑	180 (▲10%)	74.2	46.0	12	19.0	0.461	57.4
	↑	170 (▲15%)	73.4	45.5	13	19.1	0.464	57.6
	0.23 (▲10%)	↑	72.9	45.1	15	19.4	0.462	58.2
	0.21 (▲15%)	↑	72.7	44.8	24	19.8	0.460	59.3
	0.20 (▲20%)	↑	72.3	44.6	26	20.3	0.459	59.8

※1白水についての測定結果 ※2ハンドシートについて測定 ※3地合い指数は数値が大きい方が地合い良好

「リアライザーR250」を添加することでコントロール（従来品歩留り剤）と比較して歩留り剤の添加量を15%減添した状態でも歩留り物性が向上することが確認できた。更に紙質の面で内部結合強さや地合いにも改善傾向が見られた。断紙対策としてポイントなる紙力向上ができていたため、PAM系紙力剤を20%減添するテストを実施した。その結果、PAM系紙力剤を減添してもコントロールと同程度の内部結合強さが得られた。通常、歩留りが上昇すると紙力や地合い等の紙質面で悪影響が生じる場合が多い。しかし、「リアライザーR250」は「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であり、高い分散性で細かく密なフロックを形成するため、歩留り物性を改善しながら紙力や地合いにも良い影響を出すことができる結果となった。これらの結果から紙力が向上可能な歩留り剤を適用することで断紙対策がとれることが示唆されたため、次のステップとして実機試験で効果を確認して行きたいと考えている。

7. おわりに

「SOMAR Optimal Wet End Management」によってウエットエンドを最適化させることで抄紙マシンの操業性を大きく改善することが可能だった。抄紙マシンの操業性改善は、環境負荷の低減や省エネルギー化、コストダウンに繋がる。また凝結剤や歩留り剤を最適化することで地合いや紙力等の紙質面の改善ができるため断紙対策等にも有効であると考えられる。今後も抄紙マシンの操業性改善のために様々な角度から課題に対処し、更なる新技術の開発に継続して取り組んでいきたい。

References

- 1) 大竹 修平, 武末 早織, 但木 孝一: 2023年紙パルプ技術協会年次大会 講演要旨集 111-116 (2023)
- 2) Saori Takesue and Koichi: Japan Tappi J. 77, (10), 917-923 (2023)
- 3) Kazutaka Kasuga, Koichi Tadaki and Hiroyuki Oishi: Japan Tappi J. 75, (10), 921-924 (2021)