

層間強度向上のための スプレー用薬品の提案



研究開発本部 製紙薬品事業 PS3 グループ
 山平 康裕 YAMAHIRA YASUHIRO

1 緒言

近年、抄紙系の電気伝導度の上昇やアニオントラッシュの増加により、内添紙力剤が十分な効果を発揮し難い環境になっており、湿紙が形成された後に使用されるスプレー用紙力剤の必要性が増してきている。一般的に、多層抄きの紙では層間強度を得るために層間へスプレー用紙力剤を使用している場合が多く、スプレー用紙力剤としては未糊化の澱粉(コーン、タピオカ等)または変性澱粉をスラリー状態でスプレーしている事例が多い。しかしながら、抄き合わせ後の湿紙へのサクシオンやプレスなどにおける搾水工程により、スプレーされた澱粉は水とともに層間から層内へ移動し、一部は紙中から流出する。そのために、十分な層間強度は得られず、澱粉などの薬品が排水に流れこむことで排水負荷(COD、BOD)の悪化に繋がる。

これらの問題の解決方法としては、①澱粉を紙力効果の高いスプレー用ポリアクリルアミド(以下PAMと略す)系紙力剤に切り替える、②層間へのスプレー澱粉の歩留まりをさらに向上させることが考えられる。①案では、スプレー用PAM系紙力剤『ポリマジェット903』(以下PJ-903と略す)を使用することで少ないスプレー塗布(固形)量で層間強度が向上し、排水負荷が低減できることを見出した。一方、②案では、スプレー澱粉スラリーに澱粉定着助剤『SFA-1』を添加することで、層間への澱粉歩留まりが向上し、層間強度の向上および排水負荷の低減に繋がる可能性を見出した。本報では、①、②案について検討した詳細を報告する。

2 ①案] 澱粉をスプレー用PAM系紙力剤に切り替える

2-1 スプレー用PAM系紙力剤『PJ-903』について

弊社では、澱粉スプレーの問題を解決すべく、紙力効果の高いスプレー用PAM系紙力剤の開発に取り組んできた。水溶性であるPAM系紙力剤を層間へスプレーした場合、抄き合わせ後の湿紙へのサクシオンやプレスにおける搾水工程により、層間から層内へ移動して定着するため、層間強度向上への寄与が小さくなる。そこで、スプレー用PAM系紙力剤の層間への定着向上を目指し、内添紙力剤の開発で培ったイオン相互作用の技術に加えて、物理的な定着機構を取り入れる検討を行なった結果、希釈時にPAM系紙力剤をマイクロ粒子化する独自の技術を加えたスプレー用PAM系紙力剤PJ-903を開発した。PJ-903の物性値を表1に示す。

項目	PJ-903
外観	淡黄色白濁液
イオン性	両性
不揮発分	15.0%
pH(1%液)	3.5
粘度(25°C)	3,500 mPa・s

表1 PJ-903の代表物性値

PJ-903は、低圧でスプレーした場合でも良好な噴霧状態が得られるように、希釈液の粘性を低く抑えるように設計しており、良好なスプレー適性を示す。また、その他にも澱粉と比較して以下のような利点を有している。

- ①澱粉と比較して、少量で層間強度が得られるため、排水負荷を低減できる。
- ②澱粉は粉体であるために一定時間毎に人力による仕込みが必要であるのに対し、PJ-903は液状であるため添加装置にて容易に希釈して添加可能である。
- ③澱粉は2段階希釈が必要であるなど大型設備が必要であるのに対してPJ-903は簡単な希釈設備でよい。
- ④澱粉と比較して希釈液の腐敗性が改善する。

2-2 PJ-903のテーブル評価結果

タピオカ澱粉対比でのPJ-903の性能評価を行なった結果を 図1 図2 に示す。評価条件は、離解・叩解した段ボール古紙を用いて100g/m²のシートを2枚作製し、片方の紙面にスプレー用紙力剤を塗布後、2枚を抄き合わせた。図1 に示すようにタピオカ澱粉対比約1/5～1/6のPJ-903塗布量で同等の層間強度が得られる。また、図2 に示すように破裂強度においても、タピオカ澱粉対比良好な結果となった。

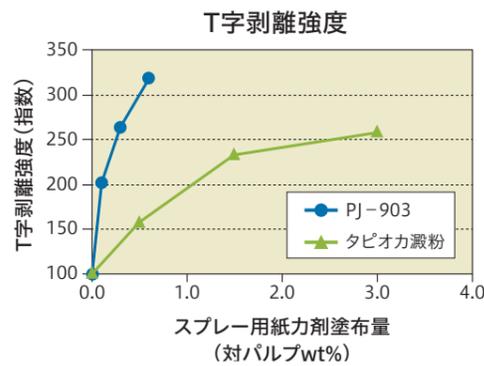


図1 スプレー用紙力剤塗布量とT字剥離強度の関係

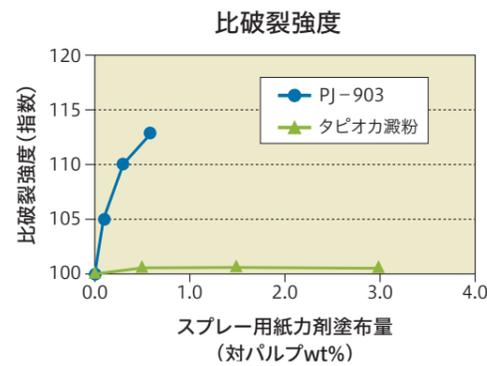


図2 スプレー用紙力剤塗布量と比破裂強度の関係

○パルプ : 段ボール古紙(csf 370 ml)
○抄紙方法 : シート作製→スプレー用紙力剤塗布→抄き合わせ→プレス(0.39Mpa×2分を2回)
→回転ドライヤー (105°C×4分)

2-3 PJ-903の澱粉対比での特長と実機での効果

PJ-903の実機評価結果を 表2 表3 に示す。PJ-903は、スプレー澱粉の約1/5～1/6程のスプレー塗布量で同等の層間強度が得られ、澱粉と併用して使用した場合においても問題なく使用できる。また、その他にも澱粉と比較して以下のような特長を有している。

- ①澱粉と比較して層間強度以外に層内強度(破裂強度、圧縮強度等)も向上する。
- ②乾燥性の向上により蒸気量低減に繋がる。
- ③紙の通気性(透気度)が向上し抄造時の膨れ発生が減少する。

No.	スプレー用紙力剤	スプレー塗布量 (対パルプwt%)	層間剥離強度 (指数)	T字剥離強度 (指数)	比破裂強度 (指数)	比圧縮強度 (指数)	透気抵抗度 (秒)	蒸気流量 (t/H)
1	タピオカ	2.50	100	100	100	100	902	5.9
2	PJ-903	0.45	107	104	104	103	600	5.4

表2 高板紙実機事例(坪量400 g/m²、6層抄き)

No.	スプレー用紙力剤	澱粉塗布量 (対パルプwt%)	紙力剤塗布量 (対パルプwt%)	T字剥離強度 (指数)
1	コーン	1.25	-	100
2	コーン+PJ-903	1.00	0.05	104

表3 白板紙実機テスト事例(坪量350 g/m²、7層抄き)

3 [②案] スプレー澱粉の層間への歩留まりを向上させる

3-1 スプレー澱粉定着助剤『SFA-1』について

スプレー澱粉の層間への歩留まりを向上させる方法として、澱粉粒子を凝集させることで、粒子径を大きくし、層間への物理的な定着を向上できるのではないかと考えた。澱粉は未変性でも微量にリン酸化されているため、アニオン性を示す。このアニオン性を利用し、澱粉粒子を集める方法を検討した結果、澱粉に効率よく吸着し、適度に澱粉粒子同士の凝集を起こすことができる澱粉定着助剤SFA-1を開発した。

表4 にSFA-1の物性値を示す。スプレー澱粉スラリーにSFA-1を添加した場合、澱粉スラリーは増粘せず、良好なスプレー適性を示す。

項目	SFA-1
外観	淡褐色微濁液
イオン性	両性
不揮発分	20.0%
pH(1%液)	3.0
粘度(25°C)	1,000 mPa·s

表4 SFA-1の代表物性値

3-2 SFA-1添加による澱粉の凝集変化

澱粉に対して、SFA-1と従来スプレー PAMを固形分として1.0wt%添加した際のタピオカ澱粉スラリーの変化を 図3 に示す。タピオカ澱粉単独では、澱粉粒子が分散して存在しているが、SFA-1を添加すると、2～4個程凝集した澱粉粒子が確認できた。また、目開きの異なる4種のmesh(目開き：25、36、43、61 μ m)を用いたろ過試験にて、SFA-1を添加したタピオカ澱粉の粒子サイズを確認したところ、タピオカ澱粉対比で36～60 μ mサイズの粒子が増加した。

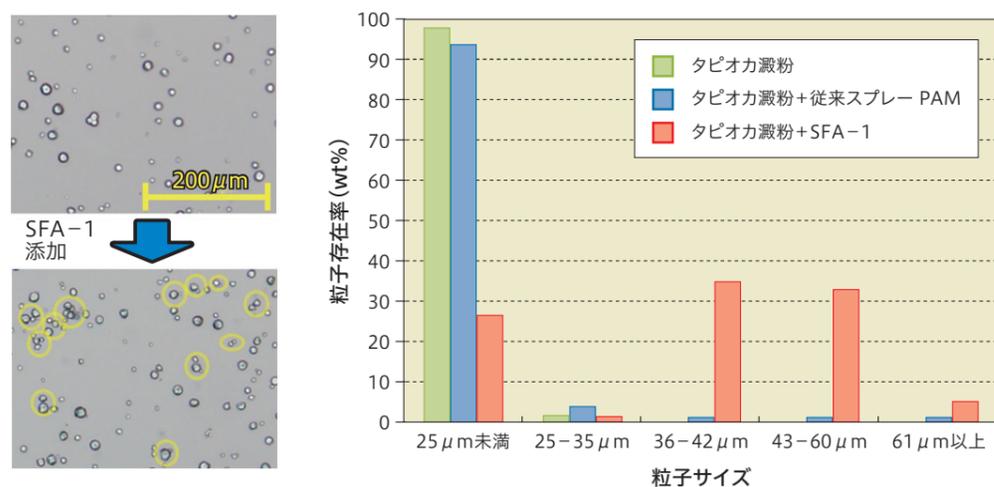


図3 タピオカ澱粉の顕微鏡写真と粒子サイズ分布図

3-3 澱粉の歩留まり向上効果

SFA-1含有スプレー澱粉の歩留まり評価結果を 図4 に示す。テーブル評価条件は、離解・叩解した段ボール古紙を用いて30g/m²のシートを2枚作製し、片方の紙面にスプレー澱粉スラリーを塗布後、2枚を貼り合わせた。その後、塗布したシート側から、減圧吸引による脱水を行い、抄き合わせ紙を作製、紙中澱粉量を測定し、澱粉歩留率を算出した。タピオカ澱粉単独処方に対し、SFA-1を添加することで、澱粉歩留まりが向上する結果が得られた。

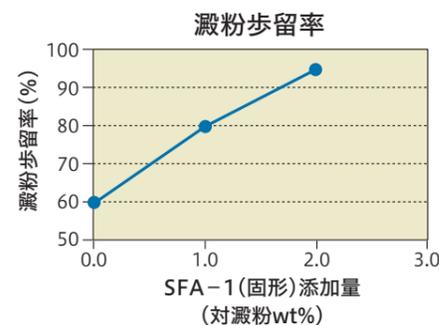


図4 澱粉歩留率について

3-4 SFA-1の実機評価結果

SFA-1の実機評価結果を 表5 表6 に示す。いずれもテーブル結果と同様に、SFA-1を添加することで、紙中への澱粉歩留まりが向上する結果が得られている。また、澱粉のZ軸方向の分布状態を確認するため、各テスト紙の断面をヨウ素染色したところ、SFA-1添加により紙中へ分散していたスプレー澱粉が、塗布した層間へ留まっている様子が観察された(図5 図6)。これにより、層間強度が向上したと考えられ、澱粉歩留まりも向上していることから、排水負荷の低減にも繋がる可能性がある。

No.	スプレー澱粉 (対パルプwt%)	SFA-1(固形) (対澱粉wt%)	T字剥離強度 (指数)	比圧縮強度 (指数)	澱粉歩留率 (%)
1	3.0	-	100	100	60
2	3.0	2.0	130	105	85

表5 紙管原紙実機テスト事例(坪量350 g/m²、3層抄き)

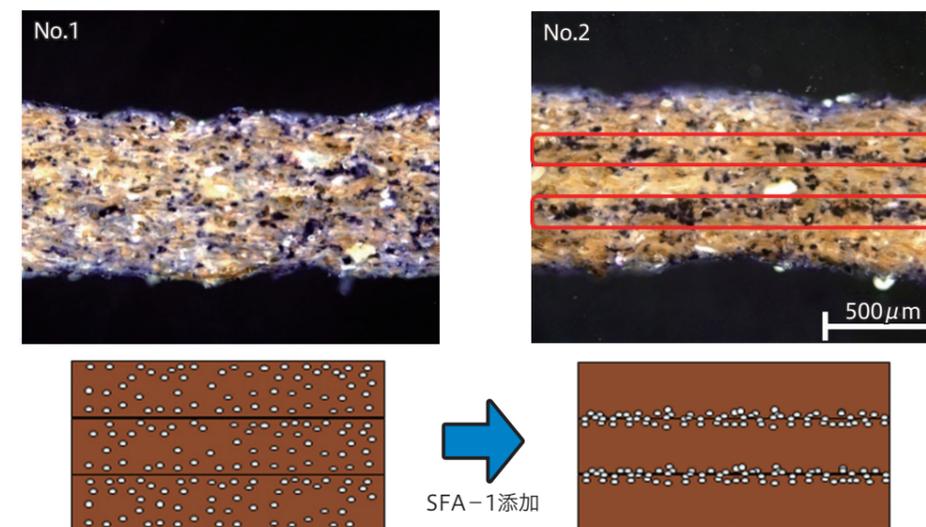


図5 ヨウ素染色した紙管原紙断面観察写真とイメージ図

No.	スプレー澱粉 (対パルプwt%)	SFA-1(固形) (対澱粉wt%)	T字剥離 強度 (指数)	比圧縮 強度 (指数)	澱粉 歩留率 (%)
1	1.0	-	100	100	70
2	1.0	1.0	118	103	84

表6 白ライナー実機テスト事例(坪量210 g/m²、5層抄き)

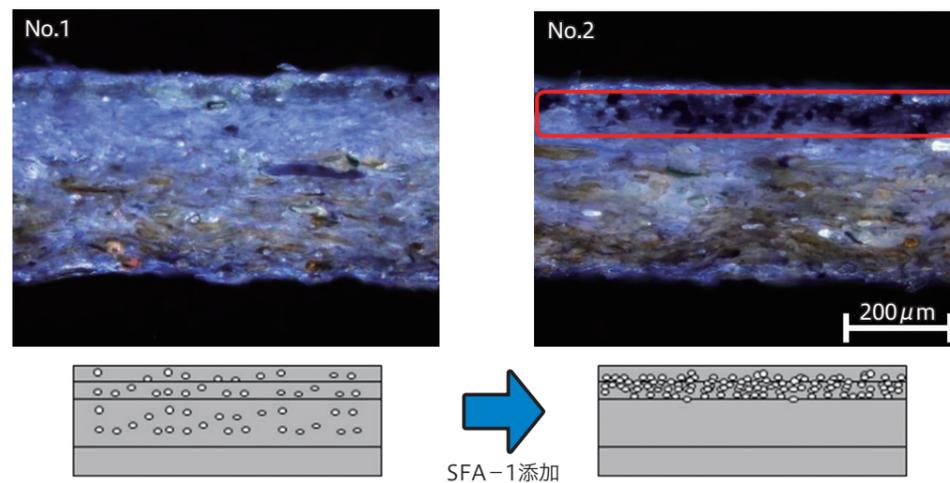


図6 ヨウ素染色した白ライナー断面観察写真とイメージ図

4 まとめ

本報では、スプレー澱粉によって生じている層間強度や排水負荷の問題を解決する方法として、①案『澱粉をスプレー用PAM系紙力剤に切り替える』、②案『スプレー澱粉の層間への歩留まりを向上させる』を紹介した。①案のPJ-903は、スプレー澱粉の約1/5～1/6の塗布量で略同等の層間強度が得られることから、澱粉では得られない高い層間強度を達成したい場合や排水負荷低減を目指しているユーザーに適している。一方、②案のSFA-1は、安価で容易に層間強度を向上させたいユーザーに適している。

弊社では今後を見据えた抄紙環境に備えて新たな薬品の開発を進めている。こうした取り組みを通して製紙薬品メーカーとして様々なニーズに対する薬品の供給を達成し製紙業界の発展に貢献していきたい。