新規層間スプレー用紙力剤について

荒川化学工業株式会社研究所製紙薬品部 佐 藤 潔

New Strength Agent for Spraying Between Layers

Kiyoshi Sato

Research & Development Div., ARAKAWA CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.

Currently starch is the predominant strength agent for spraying between layers (SASL) for its low cost despite apparent disadvantages in handling or processing.

PAM strength agent that was expected to overcome these difficulties has been unsuccessful to fully replace starch because of cost problem.

This paper discourse the discussion on the fixathion mechanism of SASL and development of new SASL polymer based on this new rational for better fixathion on pulp.

Since this newly developed SASL -KW-901- is supplied in solution form its obvious merits are ease of handling as well as much better fixation on pulp due to the particle forming characteristics upon dilution thus resulting in good cost performance.

1. はじめに

現在の多層抄きの紙においては、層間強度を得るために層間紙力増強剤がスプレー添加されているが、従来より経済性の観点から澱粉または変性澱粉をスラリー状態でスプレー添加している場合が多い。しかしながら、近年の製紙業界においては、紙質の向上やロット振れの減少・作業環境や操作性の向上・環境問題等が取り沙汰され、澱粉の使用に関しても以下のような問題点が表面化してきている。

- (1) 澱粉では乾燥工程での糊化によって層間強度が発現されるために、乾燥条件によって紙力効果が振れたり、乾燥時に層間で“ふくれ”が生じるなどの問題がある。
- (2) 澱粉は粉体でありスラリー状態で使用することから、仕込みや調整のための人員を必要とし、作業環境も悪い。
- (3) スプレーノズルが詰まりやすく操作性を低下させる。
- (4) 乾燥工程での糊化作用により多量の蒸気が必要になる。
- (5) 澱粉で層間強度を得るには多量に使用する必要があり、抄紙系外に抜け出た澱粉により排水の

COD 負荷が上昇する。

- (6) 澱粉は天然物であり腐敗等が懸念される。

このような問題点は、PAM 系紙力剤を用いることで改善されることが予想され、澱粉に代わる PAM 系の層間スプレー用紙力剤についての検討を各紙力剤メーカーにおいて数十年前より行われているが、内添用紙力剤を応用することしか考えられておらず、大幅な澱粉の代替には至っていないのが現状のようである。

当社では、PAM 系紙力剤が層間スプレー用紙力剤として一般化しなかった要因として、スプレー紙力剤の作用機構が無視されていることや、実機に近い形でテーブル評価方法が充分でなかったものと考え、テーブル評価方法の確立に注力した。その検討の中から得られた知見を基に澱粉系と PAM 系紙力剤の定着機構を解析し、従来の PAM 系紙力剤とは異なった考え方に基づいて新たな物性を付与したポリマーを設計し、層間への定着性が良好な新規層間スプレー用紙力剤として『KW-901』を開発した。

本報では、層間スプレー用紙力剤の評価方法の検討及び新規層間スプレー用紙力剤『KW-901』の開発経過並びに性能評価結果について報告する。

2. テーブル評価方法の検討

2.1 紙力剤の定着量及び層間強度の評価方法について

実機でのスプレー状態に近い現象をテーブルでも再現すべく以下の2点をポイントに図1に示すような評価方法を考えた。

- ①湿紙水分率を実機のレベルに近づける。
- ②スプレー後の脱水量及び脱水方向を実機のレベルに近づける。

Tappi Standard Sheet Machine (丸型, 80 Mesh ワイヤ) にて抄紙した湿紙2枚の何れか一方の抄き合わせ面にハンドスプレーガン (日本ワグナー・スプレーテック(株)製, 電動ハンディ式) にて紙力剤希釈液を噴霧し重ね合わせる。次に, 2層の湿紙を脱水・乾燥・調湿後に微量窒素分析による紙力剤の定量 (澱粉は比色分析による定量) 及び層間剥離強度 (Japan Tappi No.18 に準じる), T字剥離強度 (Japan Tappi No.19 に準じる) の測定を行った。

(1) 層間スプレー用紙力剤の添加場所の影響について

図1 抄き合わせ紙の作成方法

図2 紙力剤添加場所の影響（脱水側添加）

図3 紙力剤添加場所の影響 (反脱水側添加)

て

上述の評価方法にて層間スプレー用紙力剤の添加場所と脱水方向が定着量や層間強度に与える影響について評価した。評価効果を図2及び図3に示す。

澱粉が添加場所や脱水方向の影響を受け難いものに対して、従来の内添用PAM系紙力剤は脱水時の水の

動きに影響を受けていることがわかる。特にアニオン型のPAM系紙力剤では定着性が悪く脱水時の水に流されやすい傾向にある。また、紙力剤の定着率が層間強度に与える影響は言うまでもないが、定着している場所でも層間強度に差が生じていることから、PAM系紙力剤を用いた場合には如何に層間へ定着させるかについても検討する必要があることがわかった。

(2) 湿紙水分量の影響について

層間スプレー用紙力剤が添加される湿紙の水分量が定着量や層間強度に与える影響について評価した。評価結果を図4-1、図4-2に示す。

澱粉、PAM系紙力剤共に湿紙水分量が増加するに従って定着率が低下し、層間強度も低下傾向にあることがわかる。

(3) 脱水力の影響について

層間スプレー用紙力剤を添加後の脱水力が定着率に与える影響について評価した。評価結果を図5に示す。

澱粉、PAM系紙力剤共に脱水力が強くなると定着率が低下する傾向にあるが、澱粉に比べて従来の内添用PAM系紙力剤 (特に低粘度品) は低下率が大きいことがわかる。

2.2 マシン汚れの評価方法について

澱粉を用いた場合に比べ、従来のPAM系紙力剤を用いた場合にはワイヤーや毛布が汚れ易いとの指摘があった。そこでテーブル段階でのマシン汚れ評価方法について検討し、図6に示すような評価方法を用いて評価したところ実機の現象と相関するような結果が得られた。結果を表1に示す。

スプレー面にワイヤーを重ね、紙力剤が直接マシンに及ぼす影響を評価したA法では、紙力剤のイオン

図4-1 湿紙水分量の影響 (两性系)

図4-2 湿紙水分量の影響 (でんぷん)

図 5 脱水力の影響

表 1 マシン汚れの評価結果について

	アニオン系低粘度品	アニオン系高粘度品	両性系低粘度品	カチオン系低粘度品	でんぷん
A 法	○	○ ⁻	△ ⁻	×	○
B 法	○	○ ⁻	△ ⁺	○ ⁻	○

図 6 マシン汚れの評価方法

性(カチオン成分)と粘度が汚れの原因となっていることがわかる。またスプレー面から湿紙を通した反対側にワイヤーを重ねた時の汚れを評価したB法では、紙力剤の定着率も加味されるため定着率の高いカチオン系紙力剤の汚れは低減するが、定着率の低いアニオン系紙力剤ではA法と同様の汚れ状態であった。

2.3 紙力剤の紙中分布の評価について

2.1項でも述べた通り、層間スプレー用紙力剤の定着率に加えて定着している場所が層間強度に与える影響が大きいことから、種々の紙力剤を用いて紙中での定着の分布を評価した。評価方法を図7に、評価効果を図8に示す。

イオン種・イオン強度・分子量等によって紙中での定着状況が異なることが明らかになった。

2.4 ま と め

以上のように、従来の評価方法では明確にならなかった澱粉とPAM系紙力剤との定着機構の違いが今回行った種々の評価方法を用いて明確にすることができた。

この知見をもとに、当社では紙中への浸透が少なく層間への定着率の高いPAM系紙力剤を開発することで澱粉に代わるPAM系の新規層間スプレー用紙力剤が得られるものと考え検討を開始した。

図7 紙力剤の紙中分布の評価方法

	アノ系 紙力剤	アノ系 紙力剤	両性系 紙力剤	両性系 紙力剤	野々系 紙力剤	でんぷん
湿紙(1枚目)						
湿紙(2枚目)						
湿紙(3枚目)						
湿紙(4枚目)						
湿紙(5枚目)						
湿紙(6枚目)						
湿紙(7枚目)						
湿紙(8枚目)						
湿紙(9枚目)						

図8 紙力剤の紙中分布状態について（定着量を色の濃淡で示した）

3. 新規層間スプレー用紙力剤『KW-901』の開発

3.1 層間スプレー用紙力剤の紙力発現機構

澱粉は一般的にスラリー状態で使用されており、イオンの定着能力を有しないことから粉体であることを利用した物理的な定着であると考えられる。また、定着時には紙力は発現されておらず、乾燥工程で熱を加えることにより澱粉が糊化し層間紙力が発現される。

一方、水溶性であるPAM系紙力剤の場合はイオンの定着でありパルプと接することで定着しパルプ間の結合力で即座に紙力を発現する。

3.2 定着率向上の検討

高濃度のパルプ湿紙に直接紙力剤希釈液を添加する層間スプレーでは低濃度パルプスラリーに添加する内添紙力剤とは異なった発想が必要であり、層間付近へ多くの紙力剤を定着させるためにはイオン性や分子量、粘度の改良に加えて澱粉同様に物理的な定着能力を付与させる必要があると考えた。そこで、物理的な定着能力を有し、かつPAM系紙力剤の特長である安定な水溶液として製品化することを考えてモノマーの種類や組成比、重合方法などを検討した。その結果、製品形態（15%濃度）では透明液状であるのに対して、希釈しスプレー液として使用する状態（0.1%～1%程度）では粒子化し白濁状態となる新規層間スプレー用紙力剤『KW-901』を開発した。

4. 新規層間スプレー用紙力剤『KW-901』の特長

4.1 KW-901の紙力発現機構

KW-901は希釈状態で細かい粒子状になるため、

スプレー後はイオンの吸着に物理的な作用も加わって層間付近に定着する。そのために従来のPAM系紙力剤では達成できなかった高い定着率と優れた層間紙力を発現する。

4.2 KW-901の一般性状

表2に示す。

表2 KW-901の一般性状

外 観	淡褐色透明液
イオン性	両 性
不揮発分	15%以上
粘度（25℃）	800 cps～3,000 cps
pH（20℃）	3.5～5.5

4.3 KW-901の性能評価例

図1の方法を用いてKW-901の性能評価を行った。結果は図9～図10に示す。

図9からも分かるように澱粉対比1/5～1/6程度の添加量で澱粉と略同等の層間紙力が得られる。また、図10からも分かるように破裂強度も澱粉より良好な

表3 KW-901の希釈液粘度（cps, 25℃）

	製品粘度 (15%品)	希釈液粘度 (0.5%液)
KW-901	1,500	3.2
従来のPAM系紙力剤	1,400	15.6

図9 T字剥離強度について

表 4 マシン汚れの評価結果について

	アニオン系低粘度品	アニオン系高粘度品	両性系低粘度品	カチオン系低粘度品	でんぶん	KW-901
A 法	○	○ ⁻	△ ⁻	×	○	○
B 法	○	○ ⁻	△ ⁺	○ ⁻	○	○

図 10 破裂強度について

結果となった。

4.4 KW-901 のスプレー適性

KW-901 は同程度の粘度を持つ従来の PAM 系紙力剤希釈液に比べて希釈液の粘度が低くなっている (表 3)。これは KW-901 の希釈液が粒子化することによるもので、スプレー時の噴霧液がより細くなる

ため湿紙上に均一に添加させることができる。

4.5 KW-901 の作業性

KW-901 は淡褐色透明の水溶液状であり従来の PAM 系紙力剤同様に機械的な連続希釈が可能である。また希釈液の分散安定性や腐敗性については澱粉対比大幅に改良されており、従来の PAM 系紙力剤と比較しても特に問題はないものと判断される。

4.6 KW-901 の操作性

KW-901 は物理的な定着機構を取り入れたことによりイオン量を最小限に抑えた設計であることや希釈液粘度を低く抑えたことによって、表 4 に示すようにマシン汚れに対しても従来の PAM 系紙力剤より大幅に改良されている。また、澱粉に比べて添加量を大幅に減少できることや糊化工程が無いことから乾燥性が良好になり乾燥蒸気量の低減や抄速 UP などが期待できる。

5. おわりに

澱粉代替を目標に評価方法の検討から『KW-901』の開発並びに性能について紹介した。

KW-901 は定着率を向上させることによって澱粉代替の問題点の 1 つであったコスト面に対して競争できる範囲にまで達したと考えている。また、その他の特長を生かして今後実用化していく予定である。