年次大会・抄紙セッションB1

層間スプレー用紙力剤『ポリマジェットシリーズ』について —実機評価から得た特長と問題点—

荒川化学工業株式会社研究所製紙薬品部 佐 藤 潔

Strength Agent for Spraying Between Layers 『Polymjet-Series』 —Result of Estimate by Paper Making Machine—

Kiyoshi Sato

Research & Development Div., Arakawa Chemical
Industries, Ltd.

It has been definitely shown by estimate of paper making machine that characteristic of strength agent for spraying between layers —POLYMJET 902—.

Characteristic of POLYMJET 902 is improve of working process, improve of drying process, decrease of 'fukure' and improve of internal strength.

Meanwhile, problem of POLYMJET 902 is stabilization of diluted solution and change of strength between layers by change moisture of paper making.

Keywords : Strength agent for spraying between layers

1. はじめに

以前より多層抄きの紙において使用されているスプレー澱粉については、種々の問題点が指摘されながら代替品の開発もなく使用されているのが実状である。当社が新たに開発した層間スプレー用紙力剤は、澱粉の代替を目的に開発されたポリアクリルアמיד(PAM)系の紙力剤であり、澱粉の問題点が大幅に改善できると共に澱粉では得られなかった効果をも付与できるものである。

本報では、層間スプレー用紙力剤『ポリマジェット902(PJ-902)』の実機評価結果を中心にPAM系紙力剤の特長及び問題点について報告する。

2. 一般性状について

PJ-902は粘性のある製品であるが、一般的なスプレー希釈液濃度での粘度はスプレー状態に影響を与えないように低くなるよう設計している。イオン性は両性であり、製品は若干白濁している(温度によって白濁状態は変化する)。また、希釈することによって更に白濁状態が変化する(表1, 図1)。

3. 特長について

3.1 作業性の向上

3.1.1 スプレー設備について(図2)

(1) 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てPJ-902は液状

であるため添加装置による連続添加が可能である。

- (2) 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-902は簡単な混合設備(場合によってはラインミキサー)のみで良い。
- (3) PJ-902の希釈スプレー液はノズルの詰まりや

ノズルチップの磨耗がない。

上記のように澱粉に比べて設備や作業性、メンテナンスが大幅に簡略化でき、現在御使用頂いているユーザー先でもスプレーユニットでの無人化による作業が行われている。

表 1 PJ-902 の物性値

項目	代表恒数
外 観	淡黄色微白濁液
イオン性	両性
不揮発分	15.0%
pH (1%液)	3.4
粘度 (25℃)	1,500 cps
比重 (25℃)	1.033

図 1 PJ-902 の希釈液濃度と粘度

図 2-1 澱粉スプレー設備のフロー

図 2-2 PJ-902 スプレー設備のフロー

3.1.2 スプレーノズルについて

層間スプレーを行う場合には、スプレーノズルの選択も重要なポイントとなる。スプレーノズルには種々の形状がありスプレー角度、スプレー圧、ノズル径を選択することによって無数の組み合わせが可能となる(表2)。

これまでの実機テストに於いて以下のようなことが明らかになった。

- ①湿紙に対するインパクトが強いとスプレー液が内部に浸透し層間強度の低下やマシン汚れの原因となる。
- ②紙の幅方向に均一にスプレーするために各スプレーノズルのスプレーパターンを正確に把握する必要がある。(スプレー圧や液温によってパターンが変化する場合もある)
- ③スプレー場所、スプレー方向等によって紙質が変化するため最適のスプレー条件を探索する必要がある。
- ④高速マシンではマシンの風圧で噴霧液が飛散しマシン周辺を汚すことがあるためスプレー条件や噴霧液の粒子径に注意する。

澱粉をスプレーする場合、ノズル詰まりの点からインパクトの強いフラットタイプのノズルを用いたりスプレー圧を高く設定する等の条件でスプレーする場合が多い。

一方、PJ-902を用いたスプレー液はノズル詰まりの心配もなく、スプレー液粘度も低くなるよう設計してあるためにノズルの種類やスプレー圧の制限なくマ

シンに適したスプレー条件を設定できる。

3.2 乾燥性の向上

層間スプレー紙力剤として澱粉を用いた場合には乾燥工程で糊化が行われ、糊化に必要な熱量と膨潤した澱粉の乾燥に多量の熱量が必要となる(表3)。参考までに糊化による吸熱量は340 kcal/kgであり、乾燥以外にも多くの熱量を必要とすることがわかる。

また、層間スプレーを使用していない抄紙系にPJ-902をスプレー添加した際に乾燥性の向上がみられる場合があり確認したところ、PJ-902の添加によってパルプの再凝集がおこり、プレス工程での脱水性が向上していることがわかった。

一方、PJ-902の凝集性が低いと考えられる抄紙系やマシンの型式によっては乾燥性の向上が見られない場合もあった。

実機評価結果を表4、表5、表6に示す。

3.3 実機評価結果

紙の乾燥は紙面の外側から乾燥されるため、特に厚物の紙においては紙の内部で発生した水蒸気の抜け道がなくなり紙の内部に残る膨れ現象や水蒸気が無理矢理抜ける際に紙が破れたり断紙する現象がおこることがある。

また、層間スプレーとして澱粉を使用した場合には、膨潤した多くの糊化澱粉が層間に存在し膨れ現象を更に悪化させる傾向にある。

このような膨れ現象を回避するためにパルプの叩解度を変えたり内添紙力剤や濾水剤を増添するような対応が取られている場合が多い。

一方、スプレー用紙力剤としてPJ-902を使用した場合には、澱粉対比はもちろんのこと、パルプの凝集により紙の通気性が向上することからスプレー無添加の系に比べても乾燥時の膨れ現象は減少する傾向にある。

実機評価結果を表7、表8に示す。

3.4 内部強度の向上

層間にスプレーされたPJ-902は、スプレーの圧力

表2 スプレーノズルの形状と特徴

	粒子径	インパクト	角 度
フラットタイプ	中程度	強 い	中程度
広角フラットタイプ	粗 い	中程度	広 い
ホロコーンタイプ	細かい	弱 い	狭 い

表3 乾燥に必要な熱量の概算値

300 g/m²の板紙に7 g/m²の澱粉をスプレーした場合の乾燥熱量

スプレー紙力剤	糊化による吸熱 (cal/m ²)	水の蒸発 ^{*1} (cal/m ²)	乾燥熱量の合計 (cal/m ²)
PJ-902	0	30,100	30,100
澱粉	2,400	32,000	34,400

^{*1}ドライヤー前の水分率を60%、ドライヤー後の水分率を7%とした

表 4 A 社ライナー（円網）での結果

坪量；170 g/m²，抄速；185 m/分

スプレー紙力剤	スプレー希釈液濃度 (%)	スプレー量 (l/分)	成紙水分 (%)
なし	—	—	7.4
PJ-902	0.48	20	5.3

※成紙水分は抄造直後

表 5 B 社高板（円網）での結果

坪量；300 g/m²，抄速；55 m/分

スプレー紙力剤	スプレー希釈液濃度 (%)	スプレー量 (l/分)	蒸気流量 (t/H)
澱粉	2.25	40	5.9
PJ-902	0.37	40	4.7

表 6 B 社白板（円網）での結果

坪量；500 g/m²，抄速；90 m/分

スプレー紙力剤	スプレー希釈液濃度 (%)	スプレー量 (l/分)	蒸気流量 (t/H)
澱粉	0.60	100	12.7
PJ-902	0.12	100	10.1

表 7 D 社高板（円網）での結果

坪量；400 g/m²，抄速；35 m/分

スプレー紙力剤	スプレー希釈液濃度 (%)	スプレー量 (l/分)	透気度 (秒)
澱粉	2.70	36	923
PJ-902	0.45	36	574

表 8 E 社紙管原紙（円網）での結果

坪量；400 g/m²，抄速；90 m/分

スプレー紙力剤	スプレー希釈液濃度 (%)	スプレー量 (l/分)	透気度 (秒)
なし	—	—	155
PJ-902	0.40	46	116

や脱水等により一部分が層内へ浸透し内添紙力剤としての効果を発現するような傾向が見らる。その結果、層間強度はもとより圧縮強度や剛度が向上する結果が得られている（表 9，表 10，表 11）。一般的に、スプ

レー紙力剤による圧縮強度や剛度の向上は同添加率の内添紙力剤に比べて少ないが、紙層が形成された後に添加されるスプレー紙力剤は抄紙条件の影響が少なく高い定着性が得られるため、内添紙力剤が定着し難い

表 9 F 社ライナー（短網）での結果
坪量：250 g/m²，抄速：250 m/分

スプレー紙力剤	紙力剤添加量 (g/m ²)	層間剥離強度 (kg/in ²)	比圧縮強度 (横)
なし	—	24.7	18.4
PJ-902	0.4	27.1	19.4

表 10 G 社紙管原紙（円網）での結果
坪量：750 g/m²，抄速：35 m/分

スプレー紙力剤	紙力剤添加量 (g/m ²)	層間剥離強度 (kg/in ²)	比圧縮強度 (横)
なし	—	25.0	17.1
PJ-902	0.5	27.7	19.3

表 11 E 社紙管原紙（円網）での結果
坪量：400 g/m²，抄速：90 m/分

紙力剤添加率（％）		層間剥離強度 (kg/in ²)	比圧縮強度 (縦／横)
内添	スプレー		
0.17	0	4.21	27.9/17.2
0.085	0.085	4.50	28.7/18.2

抄紙系では有効的であると考えられる。

4. 問題点について

4.1 希釈液の安定性

PJ-902 は、スプレー添加時の定着性を向上させるため希釈時にポリマーの一部が不溶化し粒子化するよう設計されている。通常、粒子化したポリマーは希釈水中で安定した分散状態を保つよう設計されているが、希釈水の水质の影響により沈殿を生じることがある。なお、攪拌状態では沈殿が発生することはないが、静置状態で沈殿が発生した場合でも攪拌により再分散が可能であることから、スプレー添加に関して直接影響を与えるものではないと考える。

4.2 マシン汚れ

PAM 系紙力剤をスプレーした場合、紙力剤の粘性やイオン性がマシン汚れの原因になることから、PJ-902 では希釈液の粘性を低下させる等によりマシン汚れを低減させるよう設計した。しかしながら、スプレー条件、抄紙条件、マシンの型式等が各ユーザー先で異なるなかでテストした結果、抄紙条件やスプレー場所、スプレー圧等の条件によってマシン汚れが発生す

る場合があることが明らかとなった。

現在、マシン汚れが発生するメカニズムや条件について解析を行うと共に、マシン汚れ解消の検討として、製品の改良並びに洗浄方法の確立を行っている。

4.3 紙力発現効果

PJ-902 を用いた実機テストにおいて、紙力効果の得られにくいマシンが存在したことからマシンの特性等も考慮してテーブルにて確認を行ったところ、抄き合わせ時の水分の変化によって層間強度が変化するような傾向がみられた。

5. PJ-910 の開発

抄き合わせ時の湿紙水分の変化に伴う層間強度の変化を少なくするために以下のような観点について注目し新しいタイプの層間スプレー用紙力剤『PJ-910』を開発した。

- ①紙中への浸透を抑える（物理的な定着効果の向上、イオンの定着効果の向上）。
- ②紙力発現方法の改善（PJ-902 とは異なった紙力発現効果の付与（図 3））。

PJ-910 の一般性状を表 12 に示す。

図 3 抄き合わせ時の湿紙水分率と層間強度の関係

表 12 PJ-910 の物性値

項 目	代表恒数
外 観	淡黄色微白濁液
イオン性	両性
不発揮分	15.0%
pH (1%液)	4.0
粘度 (25℃)	4,300 cps
比重 (25℃)	1.033

製品粘度についてはPJ-902に比べて高くなっているが、一般的なスプレー希釈液濃度での希釈液粘度はPJ-902同様に低くなるよう設計されており、通常の使用においてはPJ-902と大差なく使用できる。粘度以外の項目についてはPJ-902と大差ない。

6. おわりに

スプレー澱粉の代替として開発を進めてきたポリマジェット902の実機評価によって特長と問題点が明確になった。なお、問題点については早急に解決し、これまで1品種で対応してきた品種を増やしていくことによって種々の抄紙系やユーザーニーズに応えられるようにしたいと考えている。