

# 新規板紙用表面紙力増強剤の開発

製紙薬品事業部 研究開発部 相野谷 卓



## 1 はじめに

近年、板紙の製造において、CO<sub>2</sub>削減、省資源化など環境への配慮から段ボール原紙の薄物化(=軽量化)が検討されている。しかし薄物化によって紙の強度は低下する。ところで、紙表面に澱粉塗布を施して強度を補う方法は良く知られているが、段ボール古紙を主原料とする板紙製造においては、澱粉を塗布しても目的の紙力強度は得られず、強度を上げるために高濃度で塗布した場合は、塗布液の粘度が高くなり塗布ムラの発生

のおそれがある。また、澱粉の塗布量が多い段ボール原紙を使用した場合、段ボール成形時の貼り合わせが悪化するなどの問題点が指摘されている。一方で、澱粉の代わりにポリアクリルアミド系表面紙力増強剤(PAM系紙力増強剤)も利用されているが、澱粉対比では高価であるという問題がある。

そこで今回は、新たに開発した2種類のポリアクリルアミド系表面紙力増強剤について紹介する。

## 2 段ボール原紙の薄物化による強度低下

段ボール原紙の薄物化(=軽量化)は強度への影響が非常に大きい。薄物化することで、段ボール原紙に含まれる繊維数や繊維間結合数が減少するため、紙力強度の低下が起こり、更には、段ボール原紙の厚みの減少により、紙力強度が著しく低下する。薄物化による強度の低下を補う方法としては、パルプスラリーに内添紙力増強剤を添加する方法がある

が、この場合、内添紙力増強剤の段ボール原紙への歩留まりが100%ではないため、目標とする強度を発現するためには内添紙力増強剤を多量に添加しなければならず、操業性の悪化、コストアップ等種々の問題が生じる。そのため、この薄物化した段ボール原紙の高強度を効率的に達成するためには、表面紙力増強剤の表面塗布が有効となる。

## 3 新規PAM系表面紙力増強剤の開発

板紙用表面紙力増強剤としての設計目標は以下の通りである。

- ① 段ボール原紙に高い圧縮強度を付与すること。
- ② 塗布液粘度が低く、塗布適性が良好であること。
- ③ 塗布紙の通気性が良く、貼合性に悪影響を与えないこと。
- ④ サイズ効果が必要な耐水段ボール原紙のサイズ効果を低下させないこと。

## 4 PAM系表面紙力増強剤による圧縮強度の付与

### 4-1 表面紙力増強剤のZ軸分布の影響

最初に圧縮強度を効率よく付与するための最適なPAM系表面紙力増強剤の紙中分布について検討した。L-BKP 140g/m<sup>2</sup>の手抄き紙に、膜厚の異なる2種類のパーコーターを用いて、濃度の異なる塗布液(PAM系表面紙力増強剤の希釈液)を固形分付着量が3g/m<sup>2</sup>になるように両面塗布した紙の圧縮強度を測定した。まず、それぞれの塗布紙のPAM系表面紙力増強剤のZ軸分布の測定結果を図-1に示す。PAM系表面紙力増強剤のZ軸分布は、塗布紙をZ軸方

向にカッターで削りながら、各断面に存在するPAM由来の窒素比率をESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis)にて測定した。塗布液濃度を低くして、吸液量を多くしたほうが、PAM系表面紙力増強剤が紙内部に多く存在していることが確認された。これら塗布紙の塗布濃度と圧縮強度の関係を図-2に示す。紙内部にPAM系表面紙力増強剤を浸透させた塗布紙のほうが良好な圧縮強度を示した。

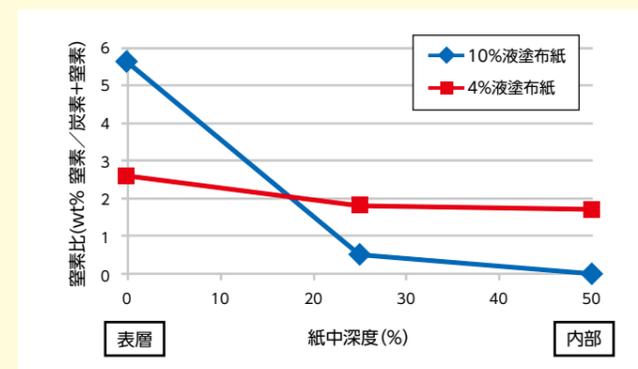


図-1 PAM系表面紙力増強剤のZ軸分布

○塗布方法：パーコーター両面塗布→回転ドライヤー(105℃×60秒)  
 塗布液濃度10%、吸液量30g/m<sup>2</sup>、固形付着量3g/m<sup>2</sup>  
 塗布液濃度4%、吸液量75g/m<sup>2</sup>、固形付着量3g/m<sup>2</sup>

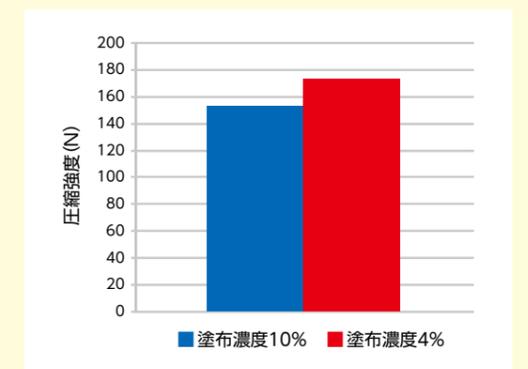


図-2 PAM系表面紙力増強剤の塗布濃度と圧縮強度の関係

新規板紙用  
表面紙力増強剤の開発  
製紙薬品事業部 研究開発部  
相野谷 卓

## 4-2 表面紙力増強剤の分子量の影響

次に、分子量の異なるPAM系表面紙力増強剤について、紙中のZ軸分布の差が出ないように、2ロールサイズプレス塗工機を用いて、L-BKP 160g/m<sup>2</sup>の手抄き紙に固形付着量が3g/m<sup>2</sup>となるように均一含浸させた塗布紙の強度の測定結果を図-3に示す。その結果、

高分子量のPAM系表面紙力増強剤のほうが良好な圧縮強度を示した。

これらの結果から、高分子量、且つ紙のZ軸方向に浸透しやすいPAM系表面紙力増強剤が板紙用の表面紙力増強剤として効果的と考えられる。

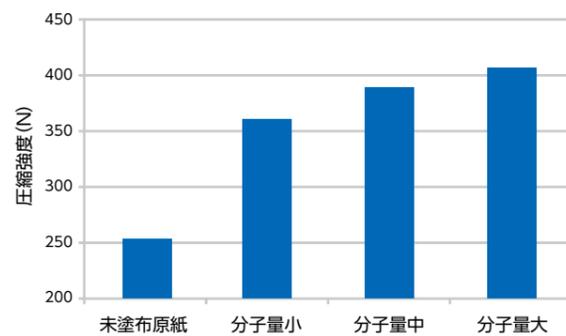


図-3 PAM系表面紙力増強剤の分子量と強度の関係

○塗布方法：2ロールサイズプレス塗布→回転ドライヤー(105℃×60秒)  
塗布液濃度 1.67%、吸液量180g/m<sup>2</sup>、固形付着量3g/m<sup>2</sup>

## 5 新規表面紙力増強剤の性状

「新規表面紙力増強剤A」は、従来の表面紙力増強剤と同等の分子量を維持しつつ、ポリマー組成中に特定の官能基を高配合することで、紙のZ軸方向への浸透性を向上させ、高い圧縮強度の付与を達成した。また、「新規表面紙力増

強剤B」は、分子量、ならびにポリマー密度を高めたポリアクリルアミド系共重合体に、紙に対して高い浸透性を示す水溶性高分子を導入することで、高い圧縮強度の付与を達成した。これら開発品の性状を表-1に示す。

項目	従来の表面紙力増強剤	新規表面紙力増強剤A	新規表面紙力増強剤B
濃度(%)	30	30	30
粘度(mPa·s)	3,000	3,000	1,000
pH	6.8	3.5	7.0
イオン性	アニオン	アニオン	アニオン
分子量	中	中	大

表-1 新規表面紙力増強剤の性状

## 6 新規板紙用表面紙力増強剤の紙中への浸透性

従来の表面紙力増強剤、「新規表面紙力増強剤A」および「新規表面紙力増強剤B」をL-BKP 140g/m<sup>2</sup>の手抄き紙にバーコーターを用いて、固形付着量が1.4g/m<sup>2</sup>になるように両面塗工した塗布紙を作成し、各種表面紙力増強剤のZ軸分布を測定した。PAM系表面紙

力増強剤のZ軸分布は、4-1の項と同様の方法で測定した。結果を図-4に示す。「新規表面紙力増強剤A」、「新規表面紙力増強剤B」共に、従来品と比べて紙の内部の窒素比率が高い結果であることより、紙のZ軸方向への浸透性が向上していることが分かる。

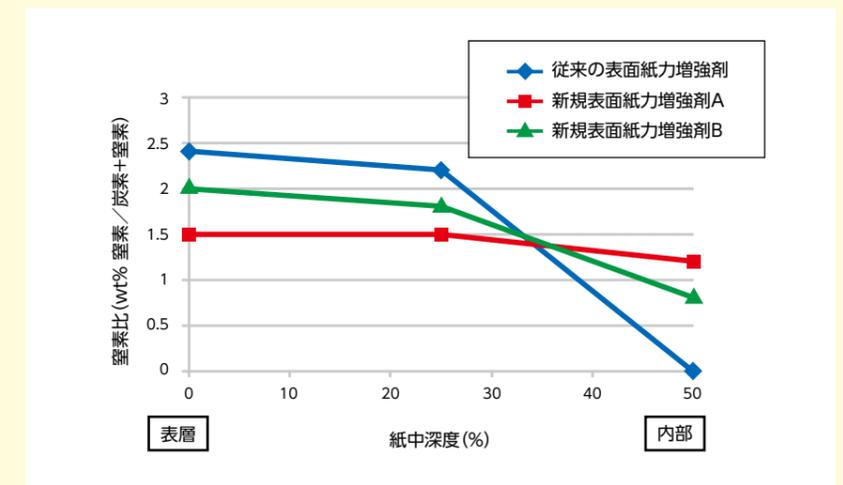


図-4 新規表面紙力増強剤のZ軸分布

○塗布方法：バーコーター両面塗布→回転ドライヤー(105℃×60秒)  
塗布濃度4%、吸液量35g/m<sup>2</sup>、固形付着量1.4g/m<sup>2</sup>

## 新規板紙用 表面紙力増強剤の開発

製紙薬品事業部 研究開発部  
相野谷 卓

## 7 新規板紙用表面紙力増強剤の効果

### 7-1 性能

表面紙力増強剤として、従来のPAM系表面紙力増強剤、「新規表面紙力増強剤A」、「新規表面紙力増強剤B」および澱粉を用いて性能評価を行った。坪量160g/m<sup>2</sup>の中芯原紙に、パーコーターを用いて、吸液量を両面30g/m<sup>2</sup>で一定とし、表面紙力増強剤の濃度を変化させることにより固形分付着量を変えた塗布紙を作成した。図-5に、表面紙力増強剤の固形分付着量とCD方向の比リングクラッシュ圧縮強度の関係を示した。結果として、PAM系表面紙力増強剤は、澱粉よりも大幅に高い圧縮強

度を示し、澱粉のおおよそ1/3~1/4量で同等の圧縮強度を発揮した。PAM系表面紙力増強剤の中では、「新規表面紙力増強剤A」が最良であり、次に「新規表面紙力増強剤B」、従来品の順となる。図-6に、表面紙力増強剤のコスト指数(コスト指数が大きくなるほどコストが大きくなることを示す)とCD方向の比リングクラッシュ圧縮強度の関係を示した。「新規表面紙力増強剤A」、「新規表面紙力増強剤B」は、従来品と比べて高い圧縮強度を示した。

### 7-2 塗布液粘度の比較

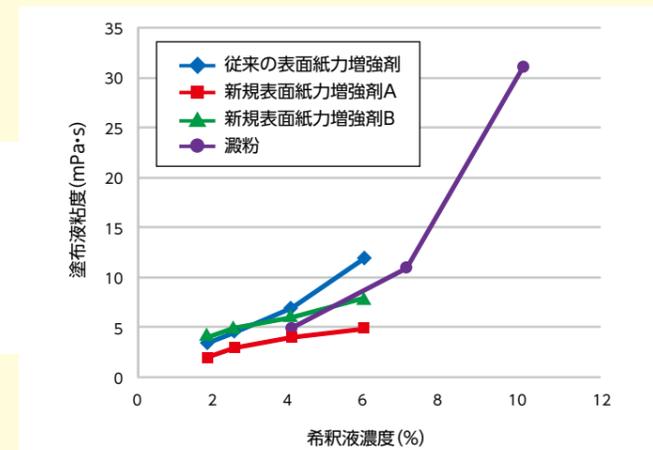


図-7 表面紙力増強剤の希釈液粘度 (40℃) について

表面紙力増強剤を塗布する場合、塗布液の粘度が高いと塗布ムラや液はねによるマシン汚れなどのおそれがあり、より低粘度な塗布液が塗工適性には好適である。各種表面紙力増強剤希釈液の40℃のB型粘度を図-7に示した。「新規表面紙力増強剤A」および「新規表面紙力増強剤B」は、従来品と対比して低い粘度を示す。また、澱粉と比較した場合、同濃度では、澱粉とほぼ同じ粘度となるが、通常、澱粉は5~10%濃度で塗布され、PAM系表面紙力増強剤は2~6%濃度で塗布されることを考慮すると、「新規表面紙力増強剤A」および「新規表面紙力増強剤B」のほうが塗工適性は良好になると考えられる。

### 7-3 貼合性への影響

一般的に、表面紙力増強剤を段ボール原紙に塗布すると、パルプ繊維間の空隙に表面紙力増強剤の乾燥した樹脂が目詰めされ、段ボール成形時に中芯とライナーを接着させる貼合糊が原紙内部

に浸透し難くなり、貼合不良や、段ボールの箱強度の低下を引き起こすとされている。坪量180g/m<sup>2</sup>の中芯にパーコーターを用いて、各種表面紙力増強剤を片面塗布し、DPM (動的浸透性テスター)で水の浸透速度を測定した結果を図-8に示す。澱粉は、PAM系表面紙力増強剤と同じ強度を出すためには3倍量の塗布量が必要となることより、澱粉は、PAM系表面紙力増強剤の3倍量を塗布した塗工紙を評価に用いた。結果として、澱粉塗布紙の水の浸透性が最も悪い結果となった。一方、「新規表面紙力増強剤A」、「新規表面紙力増強剤B」の塗布紙は、PAM系表面紙力増強剤の従来品塗布紙と対比して、水の浸透性良好な結果が得られた。今回新たに開発した表面紙力増強剤は、段ボール成形時の貼合や段ボールの箱強度に悪影響を与えない。

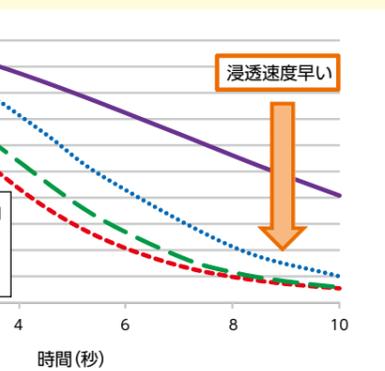


図-8 表面紙力増強剤塗布紙の水の浸透速度について

○塗布方法：パーコーター両面塗布→回転ドライヤー(105℃×60秒)  
塗布濃度 PAM系表面紙力増強剤=3.3% 澱粉=10.0%  
固形分付着量：PAM系表面紙力増強剤=1.0g/m<sup>2</sup> 澱粉=3.0g/m<sup>2</sup>

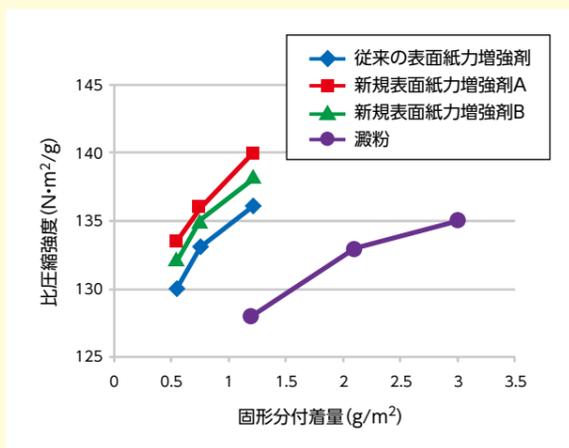


図-5 表面紙力増強剤の固形分付着量と圧縮強度の関係

○塗布方法：パーコーター両面塗布  
→回転ドライヤー(105℃×60秒)  
塗布濃度：PAM系表面紙力増強剤=1.8、2.5、4.0%  
澱粉=4.0、7.0、10.0%  
固形分付着量：PAM=0.54、0.75、1.2g/m<sup>2</sup>  
澱粉=1.2、2.1、3.0g/m<sup>2</sup>

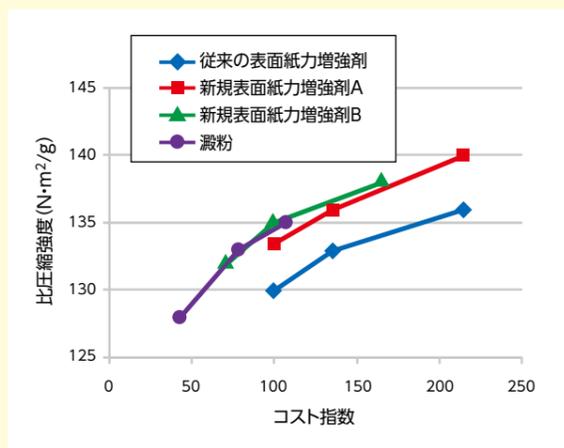


図-6 表面紙力増強剤のコスト指数と圧縮強度の関係

新規板紙用  
表面紙力増強剤の開発  
製紙薬品事業部 研究開発部  
相野谷 卓

## 7-4 耐水段ボール原紙のサイズ効果

内添サイズ剤によりサイズ効果を高めた耐水段ボール原紙に、親水性成分である表面紙力増強剤を塗布すると、紙表面の親水性が増し、サイズ効果が低下する。坪量180g/m<sup>2</sup>の耐水強化中芯にバーコーターを用いて、各種表面紙力増強剤を片面塗布し、2分コブ吸水度を測定した結果を図-9に示す。澱粉は、PAM系表面紙力増強剤と同じ強度を

出すためには3倍量の塗布量が必要となることより、澱粉は、PAM系表面紙力増強剤の3倍量を塗布した塗工紙を評価に用いた。澱粉塗布紙は、コブ吸水度が大きく悪化するのに対して、PAM系表面紙力増強剤では、コブ吸水度の悪化幅が小さい結果であった。PAM系表面紙力増強剤の種類の違いは僅かであった。

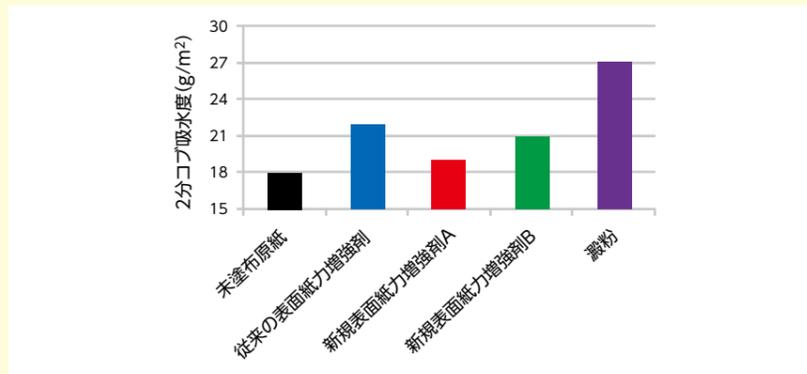


図-9 2分コブ吸水度について

○塗布方法：バーコーター両面塗布→回転ドライヤー(105℃×60秒)  
塗布濃度 PAM系表面紙力増強剤=3.3% 澱粉=10.0%  
固形分付着量 PAM系表面紙力増強剤=1.0g/m<sup>2</sup> 澱粉=3.0g/m<sup>2</sup>

## 8 まとめ

本報では、紙のZ軸方向への浸透性を向上させることにより、段ボール原紙へ優れた圧縮強度を付与し、段ボール成形時の貼合性についても改善可能な新規表面紙力増強剤を紹介した。

弊社では、今後を見据えた塗工環境

や市場の変化に備えて、この新規板紙用表面紙力増強剤の工業化・市場投入に向けた開発を進めている。こうした取り組みを通して製紙薬品メーカーとして安定した品質とコストの薬品供給を達成し製紙業界の発展に貢献していきたい。