

トータルウェットエンドシステムと塗工剤処方による板紙の品質向上

Quality Improvement of Paperboard by Total Wet End System and Coating Agent Prescription

稲岡和茂 / 製紙用薬品事業部 技術開発部 開発課
Kazushige Inaoka Research & Development Department, Paper Chemicals Division



1 はじめに

製紙産業は、パルプ生成時に発生する副産物をバイオマスイエネギーとして利用することや、古紙を原料として再利用することによって、化石エネルギーの消費量を抑制しつつ、環境に配慮した生産活動を行っている環境対応型産業である。

紙・板紙の内需量はリーマン・ショック後に大きく減少し、現在も印刷・情報紙や新聞用紙等は減少傾向にある¹⁾。しかし、段ボール等の素材となる板紙は2010年に前年実績を上回り、ピーク時にはおよばないものの増加傾向にある。

一方、板紙の抄紙条件には、従来以上に困難な課題が山積している。生産性の向上を目的とした抄紙速度の上昇、雑誌古紙の配合比率増加による炭酸カルシウム混入量増加や環境対応（排水対応）による抄紙系のクローズド化等が進行している。こうした条件変化により、微細繊維や内添薬品の歩留まり悪化、パルプ強度の低下や石膏スケールの発生、電気伝導度や薬品原単位の上昇といった問題が生じ、さらに近年では、省資源化の流れも加速している。

図1に外装ライナーの平均坪量の推移を示した（紙パルプ技術協会製紙産業技術遺産保存・発信資料No.16より）。板紙に要求される紙力項目（圧縮強さや破裂強さ）は坪量

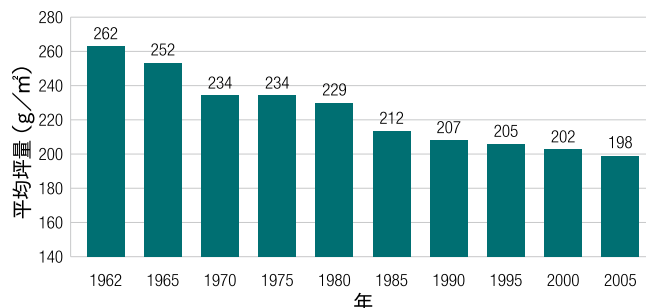


図1 外装ライナーの平均坪量の推移

に依存するため、軽量化にあたっては軽量紙にて強度を確保する手段が必要となってきている。

当社では、これら板紙抄紙が抱えるさまざまな問題に対して、繊維自体の強度を有効利用できる硫酸バンド（Alum）の低減とトータルウェットエンドシステム²⁾の適用に加え

て塗工剤処方の導入を提案している。本報では、当社が提案している処方の内容と効果について紹介する。

2 内添薬品と強度（乾燥紙力強度）との関係

パルプ繊維の強度を有効利用できる抄紙条件を見出すため、Alum、紙力増強剤（紙力剤、PAM）、サイズ剤（ロジン系エマルジョンサイズ剤）といった内添薬品の添加量を変えた手抄き紙（坪量100g/m²）を作製し、薬品種および添加量と強度の関係を評価した。なおAlumは液体硫酸バンド（Al₂O₃:8%）、他の薬品は固形換算の添加量として、パルプに対する添加量を表記した。

図2に段ボール古紙に対するAlum添加量と強度（比破裂強さ、インターナルボンド）の関係を示した。Alum添加量8%からの低減にともない、強度上昇が確認された。また強度は、Alum添加量1%で最大値を示した後、0%では低下に転じた。この結果から、少量のAlum（添加量2%以下）を使用することにより、高い強度を発現できると考えられる。また図3には紙力剤を併用した場合のAlum添

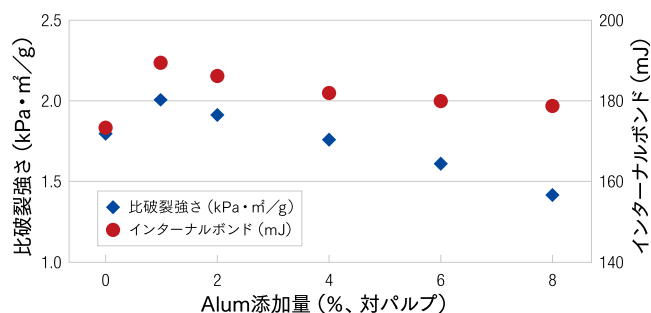


図2 Alum 添加量と乾燥紙力強度（紙力剤なし）

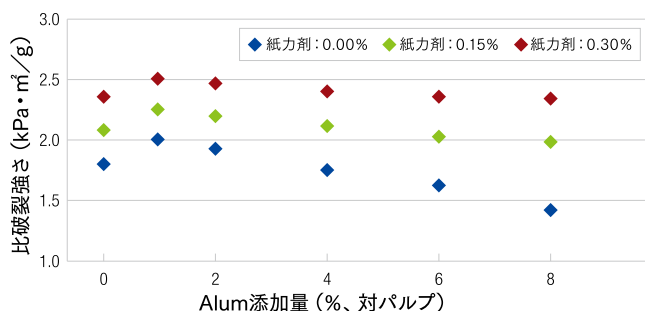


図3 Alum 添加量と乾燥紙力強度（比破裂強さ）

加量と強度（比破裂強さ）を示したが、同様に少量の Alum を使用することにより強度上昇が確認された。またサイズ剤は、添加量増による強度低下がみられたが、Alum 添加量に対して変化量は小さく、強度への影響は小さいと考えられる。

本結果から、Alum 添加量を低減すること、特に2%以下にまで低減することによって、繊維自体の強度を有効利用できると思われる。また実機においても、強度発現で有利となる本条件を適用できれば、製紙工程の環境変化や軽量化にも対応しやすくなり、板紙の高品質化に寄与できるものとする。

3 Alum 添加量低減によって発生する課題とその対応

実機での板紙抄紙において、Alum 添加量を低減したときに起こりうる課題としては、①古紙由来のピッチトラブルの発生、②濾水性と歩留りの低下、③内添サイズ剤のサイズ性低下、といった内容が挙げられる。このため、それぞれの課題について対策を検討した。

3.1. ピッチトラブルの発生への対策

ピッチ付着試験は既報²⁾に従い、円筒状にしたワイヤメッシュをピーカーにセットし、古紙パルプスラリー、擬似ピッチ、Alum、凝結剤（当社：ハリアップCGL-60）を添加して攪拌し、メッシュへのピッチ付着量を測定するとともに付着状態を観察した。

図4に Alum 添加量とピッチ付着量の関係を示した。Alum 添加量8%からの低減にともない、ピッチ付着量は増加したが、CGL-60の添加により大幅に減少した。Alum 添加量0%でも、CGL-60を500ppm添加することによって、Alum 添加量8%と同等のピッチ付着量まで抑制する効果が見られた。

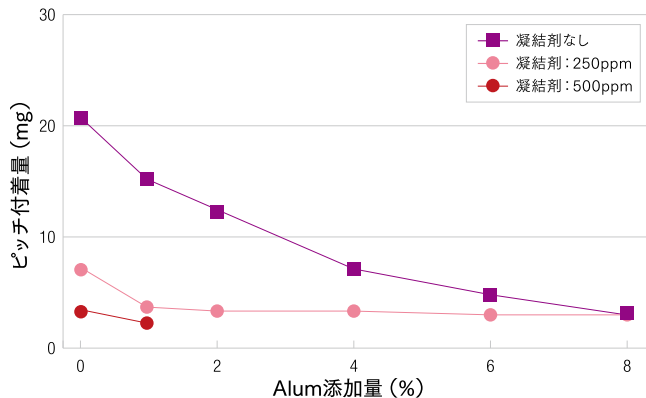
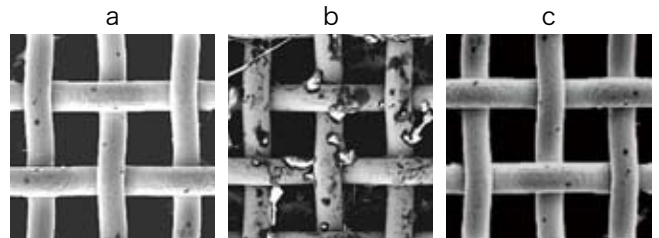


図4 Alum 添加量とピッチ付着量

また図5にはピッチ付着試験後のメッシュのSEM画像を示した。Alum 添加量を8%から0%へ低減すると多量のピッチ付着が観察されたが、CGL-60を500ppm添加するこ

とによって、ピッチはほとんどみられなくなった。また蛍光染料で着色した擬似ピッチとパルプスラリーを用いて作製した手抄き紙を紫外線照射下で観察した結果、CGL-60の添加により、紙中ピッチの分布状態も改善されることが確認された。



a) Alum 添加量 8%, b) Alum 添加量 0%, c) Alum 添加量 0% + CGL-60 添加量 500ppm

図5 ピッチ付着試験後のワイヤメッシュ

3.2. 濾水性と歩留りの低下への対策

図6に、Alumと紙力剤（PAM）を添加している条件にて、Alum 添加量と濾水性の指標となるカナディアン・スタンダード・フリーネス（CSF）、Alum 添加量と歩留りの指標となる紙中灰分の関係を示した。ブランクとなる条件では紙力剤を0.3%添加しているが、Alum 添加量4%から1%へ低減することによって、CSFと灰分の値が低下した。

しかし Alum 添加量1%では、紙力剤（PAM）の一部を濾水剤（PAM）へ置き換えることにより、Alum 添加量4%と同等のCSFと灰分の値を得ることができた。なお本条件での濾水剤量は300ppmである。さらに Alum 添加量0%でも、濾水剤に加えて歩留り剤を200ppm併用することにより、CSFと灰分の低下を抑制できることが確認できた。

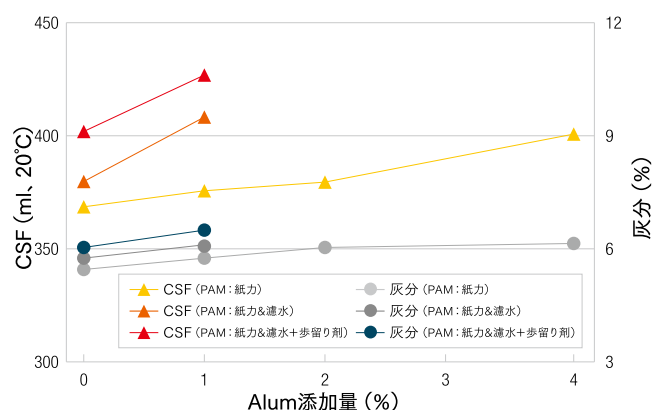


図6 Alum 添加量と濾水性および紙中灰分

3.3. 内添サイズ剤のサイズ性低下への対策

Alum 添加量低減にともない、代表的な内添サイズ剤であるロジン系サイズ剤はサイズ効果が低下する³⁾。内添サイズ剤での対応として、中性サイズ剤であるAKDやASAを利用する方法もあるが、紙の滑りの問題や抄紙系における汚れの問題が起こる懸念がある。このため、表面サイズ剤によるサイズ性付与を検討した。

Alum添加量が少ない場合、カチオン性表面サイズ剤(C-SFS)の適用が効果的となる⁴⁾。図7に内添サイズ剤添加量または表面サイズ剤塗工量とCobb吸水度(2分)の関係を示した。手抄き紙の坪量を100g/m²としているため、内添薬品の歩留りを100%とすれば、図中の薬品量は直接比較できる。カチオン性表面サイズ剤を塗工した場合には、

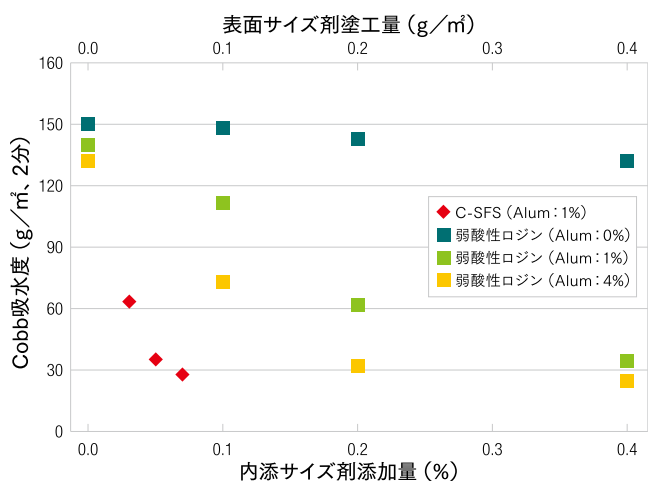


図7 内添サイズ剤添加量または表面サイズ剤の塗工量とCobb吸水度

Alum量1%であっても0.1g/m²以下というわずかな使用量でCobb吸水度30g/m²を達成することができた。

以上の結果をまとめると、強度発現で有利となるAlum添加量低減時に起こりうる課題に対しては、①凝結剤の使用、②濾水剤および歩留り剤の併用、③カチオン性表面サイズ剤の使用により対策が可能と考える。

4 塗工剤処方による軽量化への対応

板紙の紙力項目である圧縮強さは坪量に依存する。手抄き紙では、坪量180g/m²の圧縮強さ270Nに対して、坪量120g/m²では150Nに低下した。また坪量による計算上の補正を受ける比圧縮強さにおいても、150N・m²/gから125N・m²/gに低下することが分かった。このことから、軽量化の達成には大幅な強度向上が必要といえる。

図8には、内添紙力剤と表面紙力剤の効果を比較するため、内添PAM添加量または塗工PAM塗工量(単位は%対パルプで表記)と比圧縮強さの関係を示した。紙力剤使用量は、軽量紙への大幅な強度付与を目的としているため、最大で2%程度としている。内添PAMは強度で優れるものの、添加量1%以上では強度の伸びが鈍化した。これは内添PAMが抄紙系の電荷バランスの影響を受けやすく、高添加量ではパルプへの定着部位が減少して歩留りが低下したためと考察している。

一方、塗工PAMでは、直線的に強度が上昇した。このため内添PAMと塗工PAMを併用し、これら合計の紙力剤使用量と比圧縮強さの関係を図9に示した。内添紙力剤の

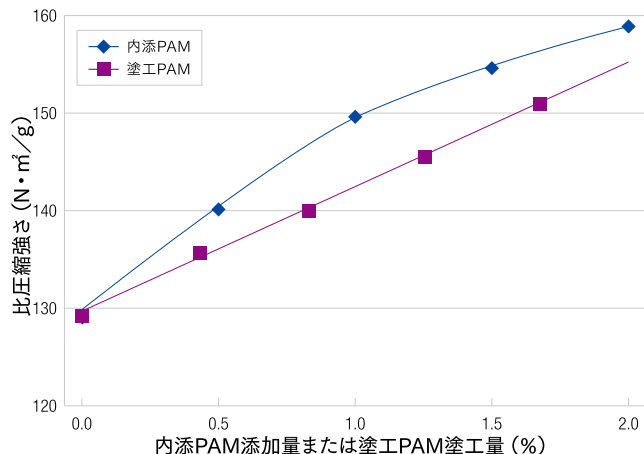


図8 内添 PAM 添加量または塗工 PAM 塗工量と比圧縮強さ

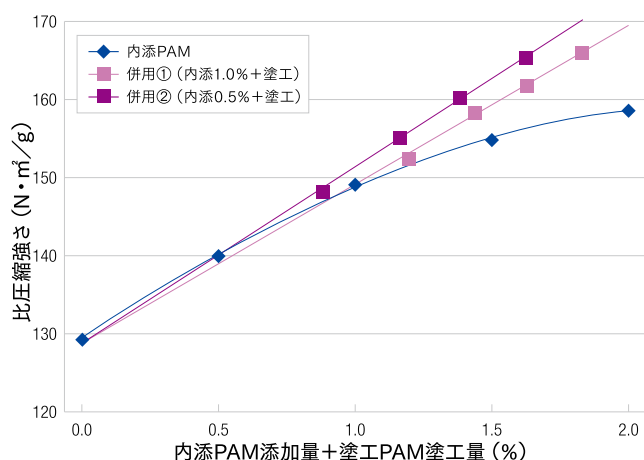


図9 内添 PAM と塗工 PAM 併用時の紙力剤使用量と比圧縮強さ

添加量を1.0%または0.5%とし、残りを塗工PAMとすることにより、高い強度が得られることが確認できた。本結果から、軽量化に必要な大幅な強度向上には、塗工PAMと内添PAMの併用が有効と考える。

5 おわりに

板紙における製紙工程の環境変化や軽量化への対応には、近年、製紙メーカーおよびその関連業界が種々のアイデアを模索、提案している。当社では、強度発現で有利となるAlum添加量の低減や軽量化に対して、トータルウェットエンドシステムと塗工剤処方の二本立てによる処方構築がきわめて有効であると考えており、各製紙会社の抄紙条件に最適化したシステム処方を提案していきたいと考えている。

また今後も、さらなる抄紙環境の変化に対応した新製品や新規システムの開発に取り組んでいく所存である。

<参考文献>

- 1) 日本製紙連合会, 2011 (平成23) 年紙・板紙内需試算報告
- 2) T. Sezaki, Y. Yoshimoto, JAPAN TAPPI Annual Meeting Proceedings 377 (2005)
- 3) 福岡和茂, 岩佐 哲, 中田智彦, 第67回紙/パルプ研究発表会講演要旨集, 38 (2000)
- 4) T. Fujiwara, JAPAN TAPPI Annual Meeting Proceedings 225 (2006)