嵩高剤を用いた軽量紙の製造*

花王株式会社 化学品研究所 ○久保田和男, 平石篤司, 濱田義人,
西森俊之, 高橋広通

Lighter Weight and Improved Paper Production by Using Noble “Bulking Promoter”

Kazuo Kubota, Atsushi Hiraisi, Yoshihito Hamada,
Toshiyuki Nishimori and Hiromichi Takahashi
Performance Chemicals Research Laboratories, Kao Corporation

久保田和男

Lighter weight papers with the better optical and printing characteristics are obtained by using a noble “bulking promoter” which has recently been introduced to the market. The “bulking promoter” was added during the preparation process and made the pulp hydrophobic. The surface modification of the pulp by the “bulking promoter” made the obtained paper sheet more porous and bulky. The scattering coefficient of the paper reasonably increased because of its high porosity, so that the brightness and opacity of the paper would also be higher. The air permeability and smoothness of the obtained paper improved concurrently.

The “bulking promoter” has various possibilities for the paper production and has been gradually accepted in the market.

分類: W₁₄ 特殊加工用薬品, S₄ 非塗工印刷用紙, S₂ 板紙の性質一般

1. はじめに

21 世紀を迎えるにあたり, 環境保全・循環型社会構築への積極的な取り組みがますます重要になってくる。紙の消費者としての私達は, 再生紙のより一層の使用, リサイクルし易いシステム作り (例えば, 雑誌古紙の分別) によって循環型社会への貢献ができる。一方, 紙製造のお手伝いをする薬剤メーカーの立場からは, 今の品質以上の紙を少ないパルプ量と少ない使用薬品で製造できる薬剤を提供することによって寄与できる。

これまでに私達は, 高品質脱墨パルプを製造するための「脱墨剤」を提供することにより, 循環型社会構築に少しでもお役にたてるようにと取り組んできた。今回は, 抄紙の分野においても環境保全・循環型社会構築にお役にたてると考えている「嵩高剤」について報告する。

出版, 新聞, 包装業界等の紙のエンドユーザーは, そして, その消費者である私達は, これからの紙・板紙が軽くて良品質であること, また, 紙中の脱墨パルプ (DIP) 比率を高めることを望んでいる。公表されているかいないかは別として, 当然この要望の背景には環境への配慮がなされている。軽くて厚い書籍販売, 来年の日本経済新聞社による 40 g 紙移行, 包装

*平成 12 年度年次大会講演 (講演 No. B 4)

容器リサイクル対応板紙の新発売等がその例である。

このような市場のニーズに応えるために、単に坪量を下げたり、脱墨パルプ比率を上げたりすると、紙が薄くなって不透明度が低下し、印刷適性（裏抜け）が悪くなる。また脱墨パルプ増配により白色度が低下する。不透明度や裏抜けは紙の厚さと密接な関係があり、エンドユーザーが望む品質を満足するために、これまではパルプを余分に使用したり、嵩の出るパルプを選択使用することによって「嵩高い紙」を製造してきた。これは、私達が目指す方向とは逆である。

今回報告する「嵩高剤」という薬品を使用すると、少量のパルプでも嵩を出すことができ、「軽くて厚い紙」を製造できるようになる。また、この薬剤は単に厚さを増すばかりでなく、白色度と不透明度を同時に向上させる、透気度と平滑度を同時に向上させる等のこれまではトレードオフの関係にあった緒物性の改善もでき、抄紙薬品の悪循環使用も減らせるものとして期待できる。

2. 作用機構

嵩高剤がその機能を発現するのがろ過（脱水）、および乾燥工程であることから、抄紙中の水の挙動と嵩の発現との間に密接な関係があることが示唆された。

図1のように、抄造過程で脱水されていく時のパルプ層間距離 R を考えてみる。この時のパルプと溶液との接触角を θ 、溶液の表面張力を γ 、 R_0 を力が作用していない時の紙層間距離、 m を定数とすると、 R は次式で表すことができる¹⁾。

$$R \approx R_0 - \frac{\gamma \cos \theta}{R_0 m} \quad \cdots \cdots (1)$$

嵩高剤で処理したパルプ表面の接触角 θ を求めるために、圧力（1/P）を変えながらパルプスラリーを濾過し、得られたそれぞれのパルプシートの嵩（ R に比

例）を測定した。その結果、未処理のパルプの接触角が 90° 以下（図1左①式の第2項が負）であるのに対し、嵩高剤で処理したパルプのそれは 90° よりも大きかった（図1右②式の第2項が正）。すなわち、嵩高剤処理により、パルプ表面が疎水性になる。このことは、脱水されていくパルプ層間水の圧力が嵩高剤で処理した時には空気の圧力よりも大きくなることを示しており（したがって、水と空気の界面—メニスカス—は空気側に凸となる）、この水の圧力によってパルプが強固な紙層を形成するのを防いでいるものと考えられる。その結果、嵩高剤処理した紙は空隙が多くなり、光学的・機械的特性の変わったものとなる。

なお、嵩高剤処理をしない時（ブランク）は、空気側の圧力がより大きくなり、強固な紙層が形成される。

3. ラボ評価結果

作用機構から明らかなように、嵩高剤の効果を引き出すためにはパルプ表面に界面活性剤の一種である嵩高剤を効率的に定着させ、濡れ広がらせることが重要である。そのためには、バンド、ポリアクリルアミド（PAM）、澱粉といった定着剤の併用が必要である。

図2,3に中性抄紙時と酸性抄紙時のラボ評価条件を示す。

使用パルプはフリーネス 400 ml の LBKP と 90 ml の TMP である。定着剤として、中性抄紙では PAM、酸性抄紙ではバンドを用いた。また、嵩高剤として弊社「KB シリーズ」のうちのサイズ紙用嵩高剤である KB-115 を使用した。

図1 嵩高剤の働き

図2 ラボ評価条件（中性）

3.1 中性抄紙評価結果

結果を表1に示す。嵩高剤を0.5%添加した時を例にとると、嵩高剤使用で緊度を約5%低下させることができる。これは、ブランクと同じ厚さの紙を得るのに5 g/m²のパルプを低減できることを示している。

この例ではLBKPを例としているにもかかわらず、

図3 ラボ評価条件（酸性）

白色度が2ポイント以上向上した。また、不透明度も同時に1.5ポイント向上した。これは、嵩高剤が紙の空隙率を変えたため、散乱係数が大きくなったためであることを確認している。この白色度と不透明度が同時に向上することは、嵩高剤使用時の特長である。

紙力は嵩高剤の添加量が増すと、すなわち、嵩が発現するにしたがって徐々に低下する。また、この嵩高剤には弱いながらもサイズ剤としての働きもあり、AKDサイズ度を徐々に大きくする。

3.2 酸性抄紙評価結果

結果を表2に示す。中性の時と同様に嵩高剤添加量が0.5%の時を例にとると、緊度が約7%低下し、ブランクと同じ厚さの紙を得るのに6 g/m²のパルプを低減できることを示している。

不透明度が元々高いTMPであるにもかかわらず、嵩高剤の添加で更に不透明度が向上する。白色度と不透明度の動きはLBKPの時と同じで、TMPでも両者は同時に向上する。

ロジンサイズの場合は、ブランクよりもサイズ度を落とすが、サイズが消えることはない。

3.3 印刷性評価結果

トレードオフの関係を示す緒物性の改善について更に確認した。

LBKPと高白色度DIPを用いて種々の条件で坪量

表1 中性抄紙評価結果

添加率 対パ%	坪量 g/m ²	厚さ mm	緊度 g/cm ³	嵩UP率 %	サイズ度 秒	比破裂 ×100	白色度 %	不透明度 %
ブランク	82.0	0.122	0.672	—	36	2.8	83.9	88.6
0.3	82.5	0.127	0.650	3.3	35	2.7	85.3	89.3
0.5	81.3	0.128	0.635	5.5	43	2.3	86.3	90.1
0.7	81.1	0.130	0.624	7.2	46	1.9	86.4	91.3
1.0	82.4	0.134	0.615	8.5	58	1.6	86.9	91.0

表2 酸性抄紙評価結果

添加率 対パ%	坪量 g/m ²	厚さ mm	緊度 g/cm ³	嵩UP率 %	サイズ度 秒	比破裂 ×100	白色度 %	不透明度 %
ブランク	80.6	0.200	0.403	—	36	2.5	53.3	93.8
0.3	80.9	0.209	0.387	4.0	18	2.0	54.9	95.6
0.5	81.2	0.217	0.374	7.1	10	1.8	55.2	95.7
0.7	82.1	0.224	0.367	9.1	16	1.8	56.3	96.3
1.0	80.3	0.224	0.358	11.0	21	1.6	56.9	96.7

65 g/m²の紙を造り、白色度、不透明度、透気度、および表面平滑度を測定した。透気度と表面平滑度の結果を図4に示す。

透気度と平滑度も同時に向上する。したがって、ブランク紙を印刷する時と同じ透気度ながらより平滑な紙を製造したい場合や、印刷時の透気度をより大きくしたいような紙の製造に適している。なお、嵩が付与された紙はクッション性があり、特にグラビア印刷が鮮明になることが期待できる。嵩高剤処理した紙をグラビア印刷すると、版の抜けが少なくなり、また、その輪郭もより鮮明となることが確認できた。

白色度と不透明度はこの場合も同時に向上している。この結果から、パルプの漂白度合いを緩めてブランクの白色度と同じにすると、嵩高剤使用時の不透明度を更に上げることができそうである。したがって、漂白剤や填料の使用量低減を目的として嵩高剤を使用することも提案できると考えられる。

このように、嵩高剤は、単に嵩を増すだけでなく、抄造時のエネルギーや薬品の低減も可能となる薬剤、

あるいは、印刷性を変える薬剤であることが確認できた。

4. 実機テスト結果

AKDを用いて書籍用紙を抄造した場合の例を図5に示す。これは、紙厚を一定に保ちながら軽量化を達成した例である。

嵩高剤を対パルプ0.4%添加することによって約5 g/m²の軽量化ができ、この場合にも白色度と不透明度を同時にそれぞれ2ポイント、1.5ポイント向上できた。また、AKDサイズ度も僅かながら向上している。このように、上記のラボテスト結果が実機においても確認できた。

実機抄造紙をエンドユーザーが評価したところ、紙力の低下は問題とならない範囲であった。むしろこの場合は、書籍用紙として必要な「しなやかさ」が付与されたと評価された。

5. おわりに

これまで薬剤で軽量紙を抄造するアプローチはほとんどなく、抄紙薬剤分野において新しいカテゴリーとなる嵩高剤もやっと市民権を得だしたところである。実機抄造した紙についての評価をまとめてみると下記の通りである。

- (1) 厚さが向上する。
 - (2) 白色度と不透明度が同時に向上する。
 - (3) 印刷適性が向上する。具体的には、
 - ・印刷が鮮明になる。
 - ・網点再現性が良好になる。
 - (4) 印刷作業性が向上する（山姿が良くなる）。
 - (5) 紙力が低下するが、紙がしなやかになる。
- 紙力の低下は数値程問題ではなく、紙力の低下が問

図4 ラボ評価結果(透気度—表面平滑性)

図5 実機評価結果(中性抄紙, AKD 使用)

図6 実機評価結果—嵩と紙力の両立

題となって実機抄造がストップした例は見当たらない。しかし、紙力の低下防止がより優れた嵩高剤開発時の課題であることに変わりはない。

嵩高剤処理をした時に紙力が低下するのは水素結合が減少しているからであること、しかしながら、紙力の回復に利用できる水素結合部位は嵩高剤処理してもまだ存在していることを確認した。したがって、「紙力を維持しながら嵩を発現」することは、紙中に疎水部分（嵩を発現する部分）と水素結合部分（紙力を維持する部分）を均一に細かく分布させることによって達成できると考えられる²⁾。この仮説に基づき、嵩高剤と水溶性の水素結合強化剤とを均一に混ぜ、抄紙系に添加した。実機テスト結果を図6に示す。嵩高剤添加量は0.7%である。

このシステムを用いることにより、これまで述べた

嵩高剤が示す特長を損なうことなく、紙力を回復することができた。

最終製品の紙質に影響を大きく与える、これまでの物性を維持・向上しながら軽量化ができる、抄造時に使用する薬品構成を変えることができる等々、嵩高剤は環境保全・循環型社会構築にマッチした面白い薬剤である。製紙会社の方のみならず、新聞社や出版社等のユーザーの方々からもご意見をいただきながら更なる開発を継続していきたい。

参考文献

- 1) 高橋広通, 紙パルプ技術タイムス 43 (7) 14 (2000)
- 2) 高橋広通, 第67回紙パルプ研究発表会要旨集, 42 (2000)

い、生産ロスが多い等々問題点もある。

オンマシン方式には、各工程が連続しているため、原紙の品質、塗工品質、カレンダー品質等を短時間でセッティングしなければならないという難しさが有る反面、設置スペースが小さい、オペレータの数が少ない、生産効率が高い等の大きな利点もある。

バルメット社は、これらのユーザーニーズに応えるため、次世代の抄紙機に対しオブティコンセプトという名称を与え、数年前から新しい製品群を紹介してきた。良好な地合を得るため流路が最適化されたオブティフロー、ローディングブレードの採用により優れた地合を容易に達成できるオブティフォーマ、ノーオープンンドロー・高ドライネスを実現したオブティプレス、効率の高い乾燥装置を使用しドライヤ設置スペースを大幅に短縮したオブティドライ、通紙性を改善し高速塗工可能なオブティコート、オンラインで低線圧から高グロス品まで対応可能なオブティロードカレンダー他、既に多数の実績を上げている。

(本文 19 ページ)

紙パルプ産業における嫌気性排水処理システムの適用事例

石川島播磨重工業株式会社 環境プラント事業本部 茂木 浩一

紙パルプ産業分野では 1980 年代初めから現在迄に 100 基以上の嫌気性排水処理設備が建設されてきた。それらの大部分は UASB (上向流嫌気性スラッジベッド) 法によるもので、活性汚泥法の後処理設備が設置されているのが一般である。UASB リアクターはその高速処理特性からヨーロッパの紙パルプ排水処理分野では比較的濃度の高い排水の前処理システムとして標準技術となっている。BOD の 80~85% を除去できるため、活性汚泥曝気槽容積、余剰汚泥量を大幅に削減出来、エネルギー価値の高いメタンガスを回収できるメリットがあるためである。UASB 法はあらゆる分野の紙パルプ排水に適用されているが、特に故紙パルプ分野で普及が進んでいる。酸性サイジングが行われなくなった事から水利用のクローズド化が進み、排水中の有機物濃度が上昇した事が大きな理由である。最近ではより高負荷運転が可能で省スペース化が図れる IC リアクターと呼ばれる改良型 UASB リアクターに置き換わりつつある。高温性メタン細菌を利用して熱ロスを無くし、IC リアクターで極小スペースの設備とした完全無排水工場も稼働している。

一方 KP, SP 工場のコンデンセートや TMP, CTMP 排水、更にはソーダパルプや NSSC プロセスの黒液にも適用が進んでいる。しかしながら我が国における普及の為の条件としては、中性サイジングへの変換や節水/クローズド化の推進等クリアすべきハードルが残されている。

(本文 30 ページ)

嵩高剤を用いた軽量紙の製造

花王株式会社 化学品研究所 久保田和男、平石篤司、濱田義人、
西森俊之、高橋広通

白色度や不透明度等の光学特性に優れ、かつ印刷適性にも優れた軽量紙を製造できる抄紙用内添薬品「嵩高剤」を新たに開発した。嵩高剤はパルプ表面を疎水化し、シート形成時の水の圧力を大きくする。その結果、得られるパルプシートがポーラスとなり、嵩高くなる。このポーラスとなることによりシートの反射率が高くなり、トレードオフの関係であった白色度と不透明度が両立するようになる。また、透気度も良好となり、同時に表面平滑性も向上する。

一方、嵩高剤処理をすると、紙がしなやかになると同時に紙力が低下する。これは、紙力に寄与する