

1 はじめに

近年、製紙業界においては資源保護や環境に対する関心の高まりから古紙の配合が増える方向に進んでいる。さらに、板紙においては海外への古紙輸出比率が高まってきていることから国内向けに使用される古紙品質の低下も進んでいると考えられる。これらの古紙はアルカリ性填料である炭酸カルシウムを種々比率で含み抄紙pHの変動を引き起こし、さらに繊維長が短く強度の弱いパルプ繊維を多く含んでいる為に同一品質の紙を作り難しくしていると考えられる。また、コストダウンに向け抄紙機のスピードアップも行われており、

OPRの低下や乾燥条件の変化が起こり、薬品の効果発現には厳しい状況となっている。一方、用水の使用量も環境負荷やコスト面からよりクロード化に進んでおり、その結果、白水系の電気伝導度の上昇やアニオントラッシュの増加など、内添サイズ剤が効果を発揮し難い環境となっている。このような状況下、抄紙条件の変動に対しても良好な効果を発揮する薬品の開発が求められている。本報では、これら抄紙条件の変動による内添サイズ剤への影響とこれら変動に対応した内添サイズ剤設計について述べる。

2 内添薬品の抄紙環境の変化について

内添サイズ剤や紙力増強剤のようなパルプスラリーへ添加する薬品類は、「分散」「定着」「発現」が薬品を効率よく使用する上のキーワードとなっている。つまり、薬品をパルプスラリーに均一に分散させる事(分散)、薬品をパルプ繊維に効率よく吸着させ、さらにワイヤー上へのワンパスリテンション(OPR)を向上させる事(定

着)、乾燥時の熱によるサイズ剤粒子の熔融や硫酸バンドとの相互作用(ロジン系の場合)等の状態変化を引き起こす事(発現)が、薬品を有効に使用するためには重要である。しかし、現状の抄紙条件ではこれらキーワードに悪影響する状況が種々見受けられている。

2-1 原料パルプ、水質の変化

古紙の利用拡大や用水使用量の削減(クロード化)により、抄紙系の電気伝導度の上昇、Caイオンやアニオントラッシュの増加は著しく、特に都市近郊の板紙系の製紙会社での水

質低下が激しい。コロイド粒子であるサイズ剤エマルジョンは、電気伝導度の上昇によりパルプ繊維への吸着が低下したり、硬水希釈安定性が悪い場合は、抄紙系の硬度上昇でパ

ルプスラリーへの均一「分散」にも影響が現れる。その結果、薬品使用量の増加や白水系の泡立ちトラブルに発展する可能性がある。

2-2 処方の変化

従来はアルカリ填料を含む古紙を利用しても、安価で良好な弱酸性処方が無かった為、硫酸バンドや硫酸を大量に使用して酸性抄紙を行って

きた。その結果、硫酸カルシウムスケール等のマシン汚れ発生が問題となっていた。この対策として、現状は硫酸バンドや硫酸の使用量削減が

実施され、抄紙pHが上昇している。従って、硫酸バンドの活性低下が起こりロジン系サイズ剤の「発現」不良に繋がっていると考えられる。

2-3 抄紙マシンの変化

最近の抄紙機では、操業性改善の為にマシン速度を上げるプレス強化などが行われてきている。たとえばENP等の面プレスを導入し、乾燥前水分を下げる事で抄速の向上が図られている。その結果、乾燥に必要な熱容量は減少し、マシン速度の向上が可能となって来た。その反面、サ

イズ剤などの効果発現に必要な熱量も減少していると考えられ、サイズ効果「発現」にも影響が出ている。表1に板紙・洋紙マシンでの乾燥工程の分析結果を示す。この分析結果から、乾燥に入る前の湿紙水分が49%から66%と大きく変化しており、更にドライヤー出口での紙表面温度は80℃

前後から90℃と10℃前後の変動が視える。これらは各抄紙マシン設備の差(プレス設備など)や紙の坪量、マシン速度の違いによるものもあるが、サイズ効果を安定化するには困難な状況と言える。

表-1 実機抄紙機での乾燥状況(代表例)

銘柄	ドライヤー前 湿紙水分	ドライヤー出口 紙表面温度	坪量 g/m ²	抄速 m/分	ドライヤー 通過時間(秒)
ライナー	49%	92℃	280	470	34
ライナー	55%	82℃	280	500	38
白ライナー	56%	86℃	210	380	28
紙管原紙	65%	93℃	615	46	216
上質紙	66%	97℃	64	300	17

2-4 内添サイズ剤に求められる性能

以上のような環境変化、変動が起こる事で安定した品質を維持するには多くの労力が必要となってきている。従って、このような変動(水質悪化、

OPR低下、乾燥状況の緩和)に対して安定的な効果を発現し、操業が良好な内添サイズ剤が求められている。

3 内添サイズ剤の設計について

製紙用内添サイズ剤は紙・板紙の液体浸透性をコントロールする薬品で、現在実用化されているサイズ剤は表2のように分類され、抄紙pH条件によってサイズ剤種を使い分けて

いる。ただし、現状の抄紙状況が変動する中でサイズ剤種をその都度変更する事は不可能であり、種々変動要因に対しても良好な効果を発揮するサイズ剤設計が必要となっている。

表-2 内添サイズ剤の分類

抄紙条件	サイズ剤の種類
酸性抄紙 (pH4~5.5)	強化ロジンサイズ剤 ロジンエマルジョンサイズ剤 合成サイズ剤
弱酸性抄紙 (pH5.5~7.0)	ロジン系弱酸性サイズ剤
中性~アルカリ性抄紙 (pH7.0以上)	アルキルケテンダイマーサイズ剤(AKD) アルケニル無水コハク酸サイズ剤(ASA) カチオンポリマーサイズ剤 ロジン系中性サイズ剤

抄紙条件に対応した内添サイズ剤設計

製紙薬品事業部 中川 弘

3-1 設計方針

表2のような抄紙pH分類で、酸性条件に限定できればロジンエマルジョンサイズ剤が性能もコストも良好となるが、現状は弱酸性~中性~アルカリ性での変動が中心である。従って、疎水化ロジンを配合したロジンエマルジョンサイズ剤やAKDサイズ剤、ASAサイズ剤が検討対象となるが、本報では疎水化ロジン配合

のロジンエマルジョンサイズ剤(弱酸性ロジンエマルジョンサイズ剤、中性ロジンエマルジョンサイズ剤)の設計について説明する。図1に各種ロジン系サイズ剤のpH変化に対するサイズ効果を示した。疎水化ロジンの配合量でサイズ剤間の効果差が認められるが、基本的に抄紙pHの上昇と共にサイズ効果は低下する傾向となる。

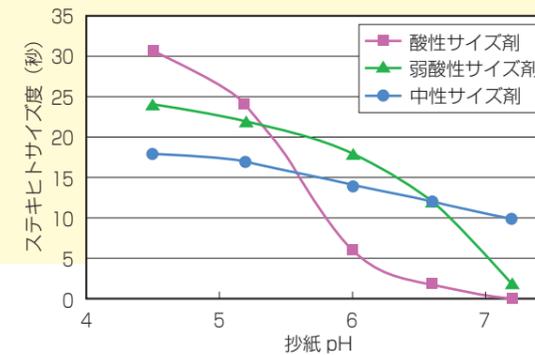


図-1 各種ロジン系サイズ剤のpHとサイズ効果

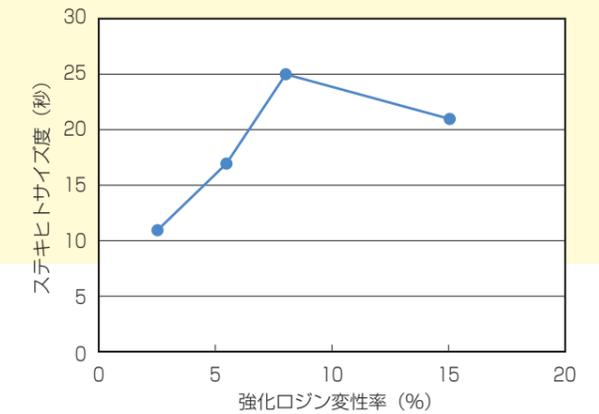


図-2 強化ロジン変性率とサイズ効果(酸性抄紙)

3-2 内添ロジンエマルジョンサイズ剤樹脂組成について

サイズ剤の効果発現は、最初にも説明したが、「分散」「定着」「発現」がキーワードである。ロジンエマルジョンサイズ剤は、ロジンベースの樹脂成分と乳化剤から構成されおり、サイズ効果の「発現」に最も影響するのが樹脂成分である。弱酸性や中性ロジンの樹脂組成には強化ロジン(酸変性ロジン)の他に疎水化ロジンが含まれている。疎水化ロジンは、抄紙pHの上昇に伴う樹脂の溶解性を下げる為に配合しており、抄紙状況に合わせて配合量も最適化されている。一方、強化ロジン(酸変性ロジ

ン)はサイズ効果発現の主成分であり、抄紙条件に合わせてその変性率も変化させている。一般的な酸性抄紙条件では図2に示したように、強化ロジンの変性率が多くなるとサイズ効果は良好な傾向を示す。

しかし、抄紙pHが上昇したり乾燥時に紙に加わる熱量が少なくなっている現状で、サイズ効果の変動(サイズ効果の経時変化など)が見られている。この原因には色々な因子が関与しており、特にロジンの疎水化剤である硫酸バンドの活性低下と乾燥熱量低下によるサイズ剤の広がり不良

が主原因と考えられる。図3~図4に樹脂の軟化点を変更したサンプルの評価結果を示した。

酸性状況では強化ロジン成分を増加する事で硫酸バンドとの相互作用は向上しサイズ効果は良好となるが、樹脂の軟化点は急激に高くなる。従って乾燥温度がマイルドになった場合や硫酸バンドの活性が低下する抄紙pHが高くなった状況では、強化ロジン変性率が多くなり過ぎるとサイズ効果は著しく低下する傾向が見られた(図4)。

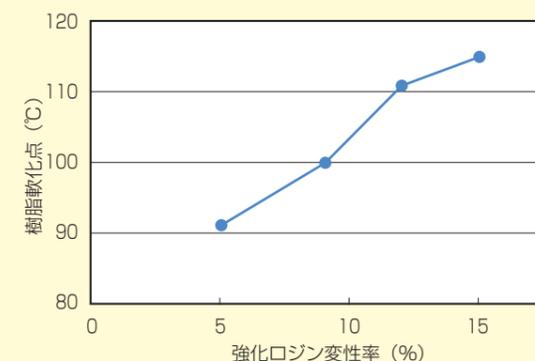


図-3 強化ロジン変性率と樹脂軟化点

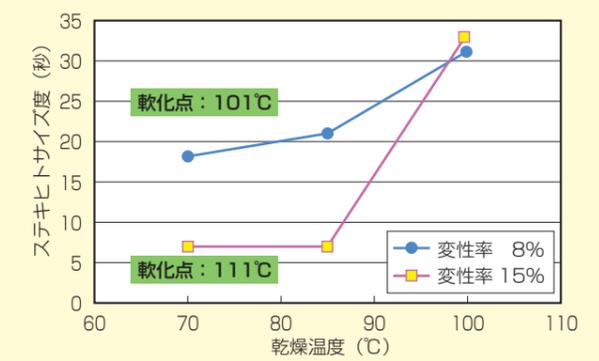


図-4 乾燥温度とサイズ効果(軟化点の影響)

L-BKP、カチオン澱粉0.5%、Alum1.0%、炭カル10%、米坪65g/mf

3-3 乳化剤の設計について

乳化剤はサイズ剤構成成分中の配合比率は小さいがエマルジョン表面の物性を規制する為、サイズ効果の発現に強く影響している。乳化剤に求められる機能は乳化性と乳化安定性、さらには抄紙系でのパルプへの吸着性があり、これらを考慮した乳

化剤選定が重要である。一例として図5～図6に乳化剤組成の酸モノマー配合量の違いによる定着性とサイズ効果データを示した。ただし、この条件設定が全てに適用出来る訳ではなく、各抄紙条件に合わせた乳化剤設計が必要となる。

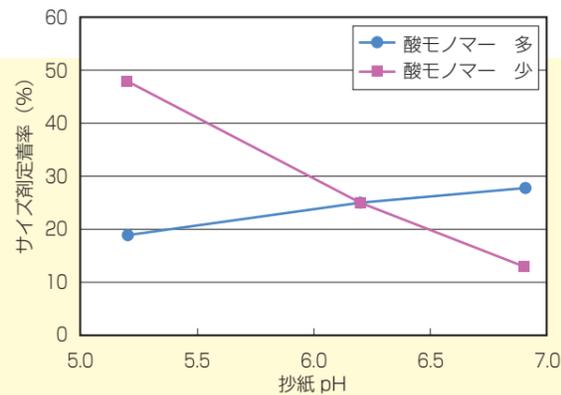


図-5 酸モノマー量とサイズ剤定着率

L-BKP、サイズ剤0.3%、Alum2.0%、米坪63g/㎡

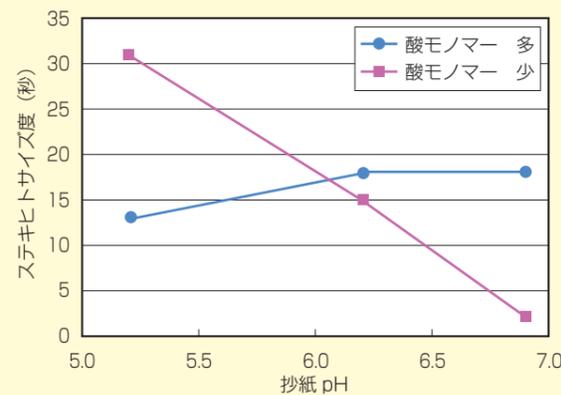


図-6 酸モノマー量とサイズ効果

L-BKP、サイズ剤0.3%、Alum2.0%、米坪63g/㎡

3-4 その他の影響因子について

硫酸バンド(Alum)；抄紙pHが上がると硫酸バンドのカチオン性が大きく低下し、アニオン性のロジン系サイズ剤をパルプへ定着させる能力は非常に低下する。しかし、中性抄紙であっても紙中に含まれる硫酸バンドはロジン系サイズ剤のサイズ発現に

必要であり、さらに表面サイズ剤の効果にも影響を与える。従って、ロジン系サイズ剤を使用する場合は硫酸バンドを1.5%程度添加する必要がある。図7に硫酸バンド量とサイズ効果を示した。

サイズ定着剤；抄紙条件の変動に

伴いサイズ剤の歩留量も変動している。特にアニオン系のロジン系サイズ剤ではカチオン澱粉やカチオン系ポリマーが定着に大きな影響を与える。特に硫酸バンドの定着能力が低下する高pH条件ではカチオン澱粉等の併用が有効である(図8参照)。

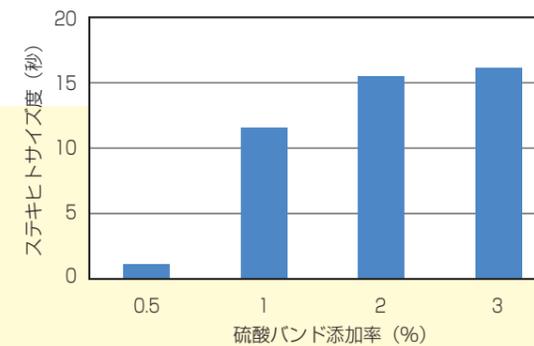


図-7 硫酸バンド量とサイズ効果

L-BKP、中性ロジンサイズ剤0.2%、米坪65g/㎡

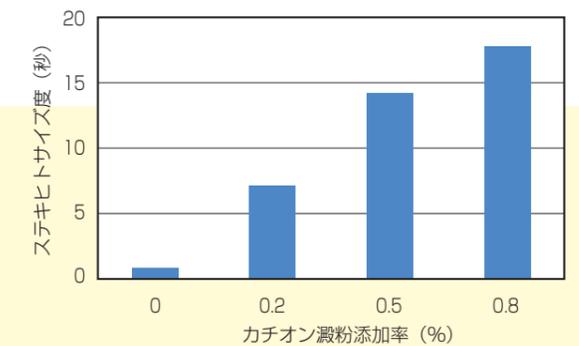


図-8 カチオン澱粉量とサイズ効果

L-BKP、中性ロジンサイズ剤0.2%、米坪65g/㎡

抄紙条件に対応した内添サイズ剤設計

製紙薬品事業部 中川 弘

4 まとめ

現状の抄紙条件の変動に対応したサイズ剤設計を紹介して来た。内添サイズ剤では、「分散」「定着」「発現」をキーワードとし、抄紙マシンの高速化に伴う乾燥熱量低下や抄紙pH上昇に伴う硫酸バンドの低活性化に対

応した樹脂設計と乳化剤設計を行う事で、良好なサイズ効果を得られる事が判った。

今後も抄紙条件は悪化していく方向であり、更なる薬品のレベルアップ要求が強くなると考えられる。当

社は、今回のサイズ剤の設計技術を活用し、発展させることで、各種条件に最適なサイズ剤の開発に取り組んでいく。