

新規表面サイズ剤の開発

研究開発本部
製紙薬品事業 PMグループ 安藤 祐美



1 はじめに

近年、製紙業界ではコストダウンや環境問題への対応の中で、少量で高い効果を発現する薬品が求められている。表面サイズ剤が使用される条件としては、原料古紙の悪化、炭酸カルシウム使用量の増加等により、サイズ性が出にくい傾向にある。弊社では、様々な変動要因に対応できるエマルジョン型表面サイズ剤の開発に注力しており、今回は新たに開発した表面サ

イズ剤について報告する。

今回開発した新規エマルジョン型表面サイズ剤は、サイズ効果を発現するエマルジョン粒子の疎水性及び分散性を高めており、更に紙中のカチオン成分量やコーターの特性などの使用条件に対応した改良を行っている。以下、一般的な表面サイズ剤の種類と特徴を説明した後、新規表面サイズ剤の詳細を述べる。

2 表面サイズ剤の種類と特徴

表面サイズ剤は、サイズ効果を付与するとともに、操作性の改善、紙の製造コストダウンにおいても大きな役割を果たす。表面サイズ剤を使用するメリットとしては以下の事項が挙げられる。

- ① 内添サイズ剤との併用によるサイズ効果の増強
- ② 紙の機能性の向上（ペン書き適性、インクジェット適性、カラー塗工性、摩擦係数など）
- ③ 表裏差の軽減
- ④ 内添サイズ剤低減によるマシン汚れ軽減とコストダウン

表-1に代表的な表面サイズ剤の分類、特徴をまとめた。

形態	主成分	イオン性	サイズ効果	特徴			
				発泡性	硬水安定性	機械安定性	滑り
水溶液	ポリマー	アニオン/カチオン	○	×	×	○	○
エマルジョン	ポリマー	アニオン/カチオン	○+	○	○	△	○
	アルキルケテンダイマー (AKD)	アニオン/カチオン	◎	○	○	△	×

表-1 表面サイズ剤の分類

2-1 水溶液型表面サイズ剤

一般に広く使用されている水溶液型表面サイズ剤のポリマー構造は、図-1に示すように、水やパルプに対して親和性を示す親水部と水に対して抵抗性を示す疎水部とから構成されている。

表面サイズ剤が紙に塗布されると紙中に浸透し、親水基をパルプ側に向け、疎水基を外側（＝パルプと反対側）に向け配向することによりパルプの疎水性を高

めサイズ効果を発現する。また、硫酸バンド由来のアルミニウムイオンなどのカチオン成分が紙中に存在する場合には、カチオン成分を介して表面サイズ剤の親水基とパルプとの相互作用が強くなり、また、表面サイズ剤の疎水化もいっそう強化されるため、より良好なサイズ効果が得られる（図-2）。



疎水基：フェニル基、アルキル基等
親水基：カルボキシル基(アニオン)、アミノ基(カチオン)等

図-1 表面サイズ剤のポリマー構造

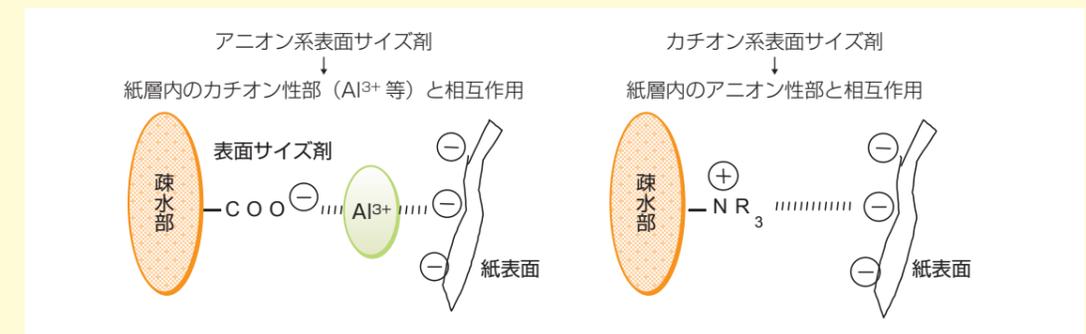


図-2 水溶液型表面サイズ剤のサイズ発現モデル

2-2 エマルジョン型表面サイズ剤

水溶液型表面サイズ剤から更にサイズ効果を向上するための設計としては、含有する疎水基を多くすることで疎水性を高めることが考えられるが、水溶液型表面サイズ剤で疎水基の割合を高めると水溶液化できなくなることから、疎水性を高めることができるエマルジョン型表面サイズ剤が開発され、上市されている。図-3に疎水性の高いコアを乳化剤で安定化したエマルジョン型表面サイズ剤の模式図を示す。

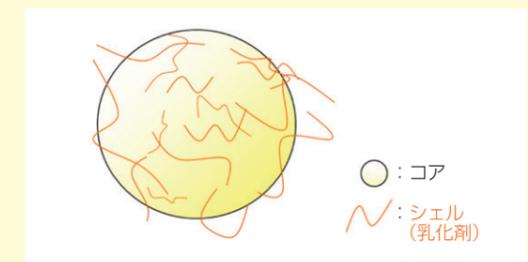


図-3 エマルジョン型表面サイズ剤の模式図

3 新規表面サイズ剤の開発設計

新規表面サイズ剤の開発では、より疎水基を多く含有し得るエマルジョン型で、滑り等の問題の少ないポリマー成分に着目した。新規エマルジョンタイプ表面サイズ剤の開発コンセプトについて、以下に纏める。

① 素材の疎水性について

- ・表面サイズ剤の疎水基が多いほど耐水性は向上しやすい。
- 基材となる素材の疎水性を高める。

② 表面サイズ剤の分布について

- ・塗布時に紙中で均一に分散させた方が良好なサイズ効果が得られやすい(図-4)。
- 親水性と疎水性のバランスを保ち、塗布時に紙中で分散しやすくする。

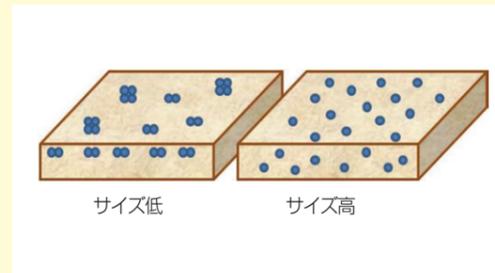


図-4 表面サイズ剤の分布イメージ

これらの方針に基づき鋭意検討を重ねた結果、特殊なアニオン性乳化剤を用いることで、「新規表面サイズ剤A」を開発した。表-2にその特徴を、表-3に物性を纏めた。

項目	エマルジョン型従来品	新規表面サイズ剤A
疎水性	△	◎
紙中分布	△	○
イオン性	アニオン	アニオン

表-2 新規表面サイズ剤Aの特徴

新規表面サイズ剤A	
濃度	30%
粘度	20mPa·s
pH	4.5

表-3 新規表面サイズ剤Aの代表物性

エマルジョン型従来品と新規表面サイズ剤Aの疎水性評価結果を図-5に示す。OHP用フィルムをプラズマ処理にて親水化処理し、表面サイズ剤を塗布した後、水滴の接触角高さで評価した。従来品は初期接触角から低水準であり、経時により急激に低下する傾向が見られる。これに対し、新規表面サイズ剤Aは初期・経時とも高い接触角を保持している。この結果から、従来品と比較し、新規表面サイズ剤Aは高い疎水性を有することが確認できた。

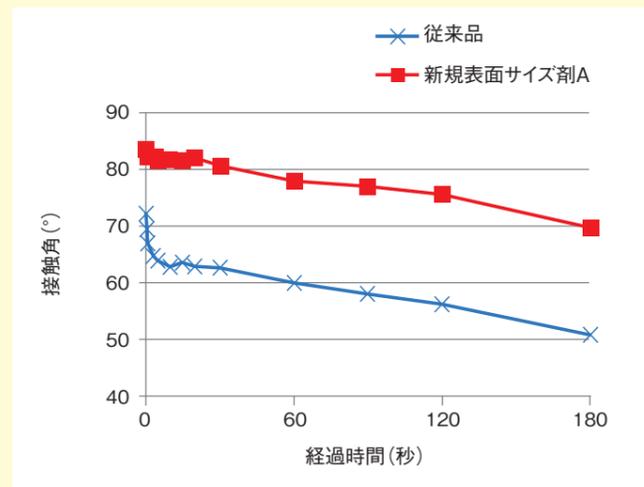


図-5 新規表面サイズ剤Aの疎水性評価

紙中のサイズ剤分布については、走査型プローブ顕微鏡 (SPM) を用い確認した(図-6)。従来品のエマルジョン型表面サイズ剤を用いて得られた紙のSPM画像からはパルプ上にエマルジョン粒子が凝集している様子が見られる。一方、新規表面サイズ剤Aではこ

のような凝集状態は確認されず、均一に分散している様子が見られる。この結果から、新規表面サイズ剤Aを用いた場合には、紙中での分散状態が向上していることが明らかとなった。

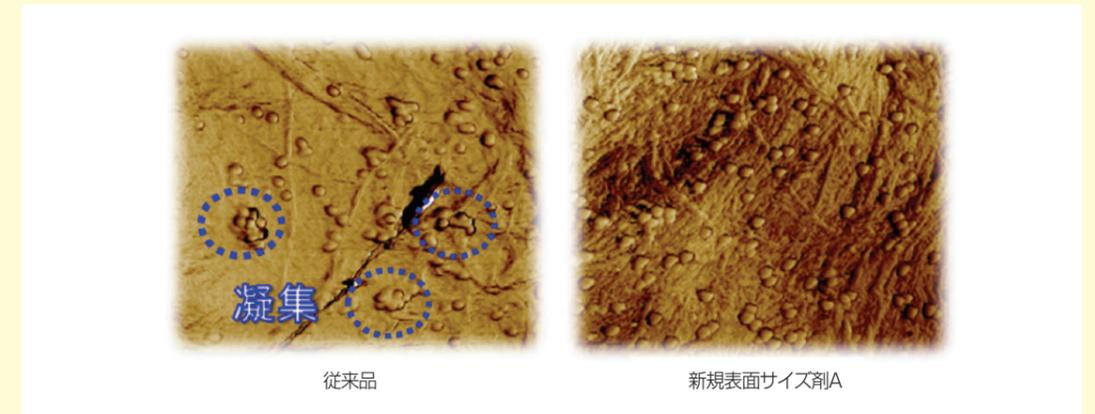


図-6 表面サイズ剤の紙面分布顕微鏡写真

次に新規表面サイズ剤Aの乳化剤の構造を更に検討することにより、異なる機能を有するエマルジョン型表面サイズ剤を開発することとした。設計開発方針について、以下に記す。

a. 紙中のカチオン成分との相互作用について

- ・表面サイズ剤のアニオン性が高いほど、紙中のカチオン成分と相互作用しやすく、疎水性が外側に配向する為、サイズ効果が得られやすい。
- 特殊な乳化剤にアニオン性官能基を組み込む。

b. 表面サイズ剤の浸透性について

- ・吸液量が少ない塗布方法では紙中へ表面サイズ剤が浸透した方がサイズ効果が得られやすい。
- 特殊な乳化剤に表面サイズ剤の紙への浸透性を向上させる成分を導入する。

a, bのコンセプトの下、「A」以外に「B」、「C」を開発した。エマルジョン型従来製品と比較した際の、新規表面サイズ剤A、B、Cの特徴を表-4に示す。

項目	エマルジョン型従来品	新規表面サイズ剤A	新規表面サイズ剤B	新規表面サイズ剤C
疎水性	△	◎	◎	◎
カチオン成分との相互作用	△	○	◎	○
浸透性	△	○	○	◎

表-4 従来品対比新規表面サイズ剤の特徴

4 性能評価

表面サイズ剤として、エマルジョン型表面サイズ剤の従来品、「新規表面サイズ剤A」、「新規表面サイズ剤B」および「新規表面サイズ剤C」について、サイズ効果の比較評価を実施した。評価においては、実

機のコーターを想定し、内添の硫酸バンド量の影響および表面サイズ剤の固形分付着量の影響について評価することとした。

4-1 内添硫酸バンド量の影響

内添の硫酸バンド量条件を変化させた際のサイズ効果をステキヒトサイズ度で評価した。評価は吸液量が60g/m²の2ロールサイズプレス想定条件にて行い、表面サイズ剤の固形分付着量を一定とした(0.06g/m²)。実施した評価結果を図-7に示す。

従来品と比較し、新規表面サイズ剤は、A、B、Cともに高いサイズ効果を示した。硫酸バンドが少ない系では「新規表面サイズ剤A」および「新規表面サイズ剤C」が良好であり、硫酸バンド量の影響をほぼ受

けない結果となった。

一方、「新規表面サイズ剤B」は硫酸バンドが多い系で顕著なサイズ効果を発現した。また、「新規表面サイズ剤B」のサイズ効果は、硫酸バンド量が多くなるほど向上していることが確認された。この結果から、乳化剤に組み込んだアニオン性官能基が内添の硫酸バンド由来のアルミニウムイオンと相互作用したことを示唆していると考えられる。

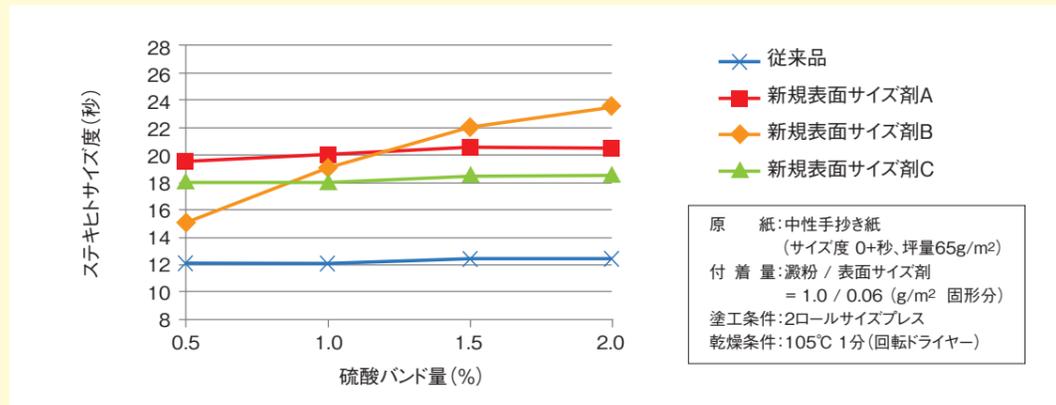


図-7 新規表面サイズ剤のサイズ性能と硫酸バンド量の関係

4-2 表面サイズ剤の固形分付着量の影響

吸液量が多い系・少ない系に分け、表面サイズ剤の固形分付着量を変化させた際のサイズ効果をステキ

ヒトサイズ度で評価した。評価においては内添の硫酸バンド量を一定とした(1.0%)。

4-2-1 2ロールサイズプレスコーター条件評価

吸液量の多い系として、2ロールサイズプレス想定条件で実施した評価結果を図-8に示す。

固形分付着量の条件を0.03g/m²、0.06g/m²と変更した際のサイズ性能を評価した。従来品と比較し、

新規表面サイズ剤は、A、B、Cともに高いサイズ効果を示した。中でも、乳化剤のアニオン成分や浸透成分等の親水部が少ない「新規表面サイズ剤A」が若干良好な結果となった。

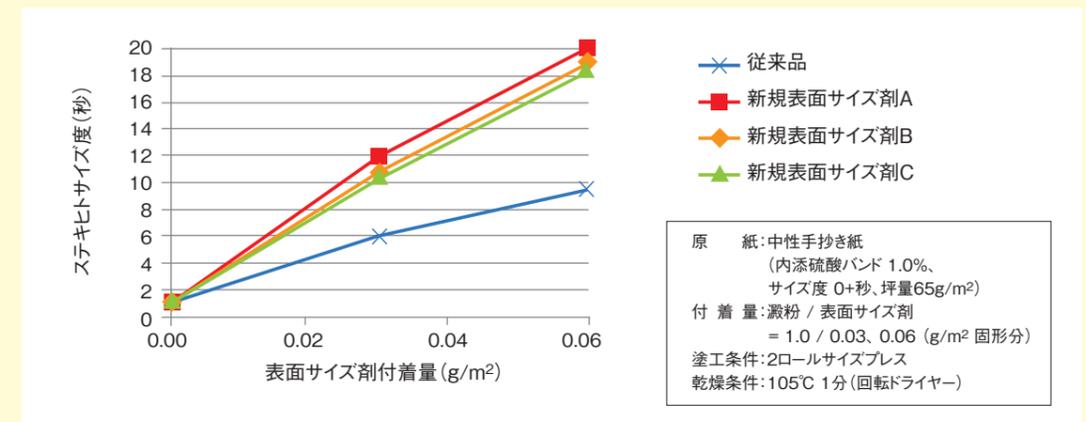


図-8 新規表面サイズ剤のサイズ性能と固形分付着量の関係 (2ロール)

4-2-2 ロッドメタリング/ゲートロールサイズプレスコーター条件評価

また、吸液量の少ない系として、ロッドメタリング/ゲートロールサイズプレス想定条件(吸液量15g/m²)で実施した結果を図-9に纏めた。

新規表面サイズ剤は、いずれの条件でも従来品対比良好なサイズ効果を示した。中でも、浸透性を向上させた「新規表面サイズ剤C」が特に良好な結果となった。

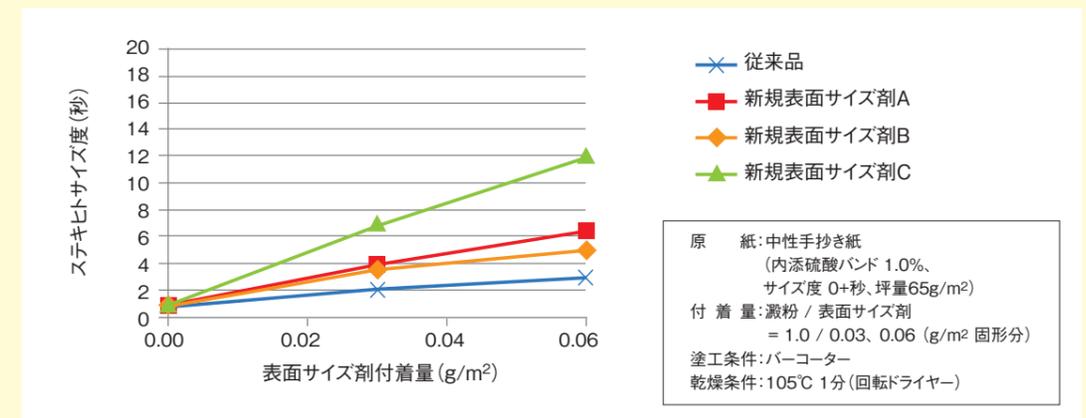


図-9 新規表面サイズ剤のサイズ性能と固形分付着量の関係 (ロッドメタリング/ゲートロール)

4-3 発泡性評価

表面サイズ剤はコーターでの発泡性が課題となるためミキサー法による発泡性試験を行った。結果を図-10に示す。試験は、家庭用ミキサーを用い、50℃に加熱した塗布液を1分間攪拌後、泡の高さを経時観

察することで実施した(なお、初期液面を45mmとした)。新規表面サイズ剤は、A、B、Cともにエマルジョン型の従来品とほぼ同等の発泡性を示した。水溶液型従来品対比では良好な結果を示した。

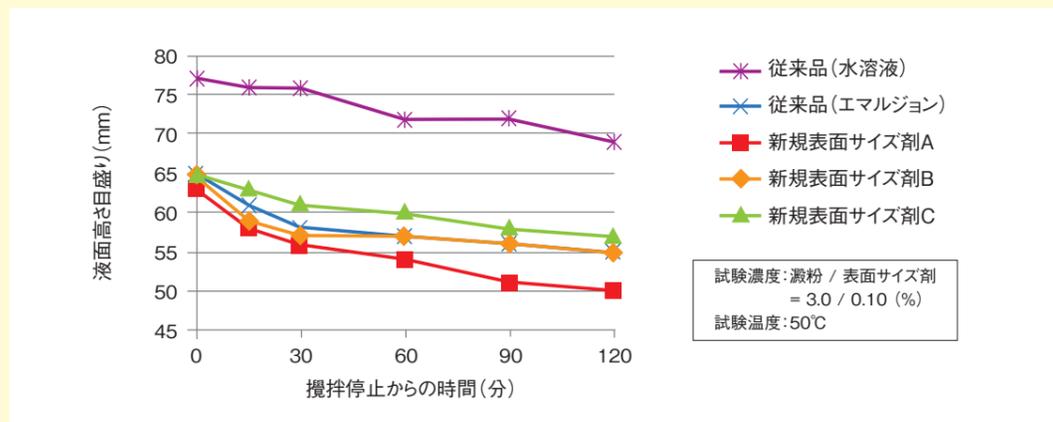


図-10 発泡性評価(ミキサー法)

5 おわりに

本報では、特殊な乳化剤を用いることにより疎水性・分散性が良好となる、新規エマルジョン型表面サイズ剤を紹介した。2ロールサイズプレスコーターを想定した系では親水性と疎水性のバランスを保ちつつ、疎水性を高めた「新規表面サイズ剤A」が、また、内添の硫酸バンドが多い紙では、カチオン成分との相互作用を高めた「新規表面サイズ剤B」が有効と考える。一方、ロードメタリング/ゲートロールサイズプレスコーターを想定した系では紙へのサイズ剤の浸透性を改良した「新規表面サイズ剤C」が適していると考えられる。

今回の技術を用いることでサイズ効果を高めるだけでなく、紙中のカチオン成分量やコーター条件に応じてカスタマイズすることが可能である。

弊社では、今後を見据えた塗布環境や市場の変化に備えて、この新規表面サイズ剤の工業化・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高い品質とコストパフォーマンス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。