

高電気伝導度の抄紙系で適応可能な製紙用薬品

製紙薬品事業部 研究開発部 美邊 翔



1 はじめに

近年、資源保護や環境に対する関心の高まりから紙中の古紙配合率が増える傾向にある。古紙には填料(紙の性能を向上させる目的で添加される無機物)が含まれており、古紙を原料として使用すると、填料である炭酸カルシウム等が溶解することで、抄紙系内のイオン濃度が高まり、電気伝導度が上昇する。また、近年、環境負荷低減やコスト面の理由から水使用量が削減されており、抄紙系の電気伝導度の上昇や古紙に由来するアニオントラッシュの増加を招いている。これらの抄紙系の変化のため、従来の内添型製紙用薬品(抄紙前の原料パルプ水分散液に添加して抄紙後の紙に機能を付与する薬品)では十分に効果を発揮しにくくなっている。比較的電気伝導度の低い抄紙系は1.0~2.0mS/cm程度であるが、最

近では電気伝導度が3.0mS/cmを超える抄紙系は珍しくなく、4.0~5.0mS/cm程度で抄紙をおこなわざるを得ない場合もある。そのため電気伝導度の高い抄紙系でも良好な紙力効果を発揮する紙力増強剤の開発が求められている。

紙力増強剤とは紙の強度を高める目的で添加される薬品の総称である。本報では新規内添紙力増強剤と新規スプレー紙力増強剤を紹介する。内添紙力増強剤は、原料のパルプスラリーに混合し、パルプに電気的な相互作用で吸着する。スプレー紙力増強剤は、多層抄きの紙を抄紙する際に、2枚の湿紙の層間に吹き付け、定着させることにより紙力効果を発揮する。本報ではこれらの紙力増強剤が高電気伝導度の抄紙系で高い紙力を発現させる技術について紹介する。

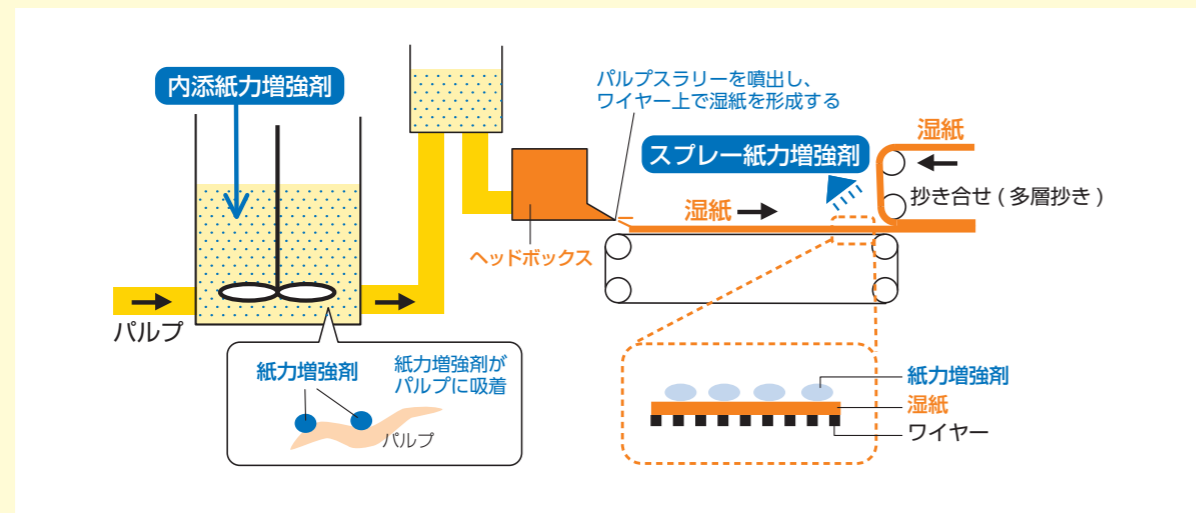


図-1 抄紙工程図と薬品添加場所の概略

2 高電気伝導度用新規内添紙力増強剤について

2-1 従来の内添紙力増強剤と高電気伝導度下における問題点

内添紙力増強剤としては、カチオン性基とアニオン性基を有する両性紙力増強剤が一般的に使用されている。両性紙力増強剤のパルプへの吸着メカニズムは以下の2つが考えられる。1つは、パルプはその表面がマイナスに帯電していることから内添紙力増強剤がカチオン性基を介して直接パルプに吸着するというものであり、もう1つは、内添紙力増強剤のアニオン性基が、硫酸バンドのカチオン(Al^{3+})を介してパルプ表面に吸着するというものである(図-2)。また、両性紙力増強剤は、

カチオン性基とアニオン性基を有することから、ポリマー同士が相互作用によりポリオンコンプレックス(PIC)を形成する(図-3)。PICを形成することによりパルプへの吸着が容易になり、両性紙力増強剤の吸着率向上が期待できる。さらに、ポリマーの見かけの分子量が増加することにより、パルプの凝集性向上も期待される。パルプの凝集性が高まることによってワイヤー上での水切れ性が向上し、乾燥時のエネルギー削減や生産性の向上につながる。

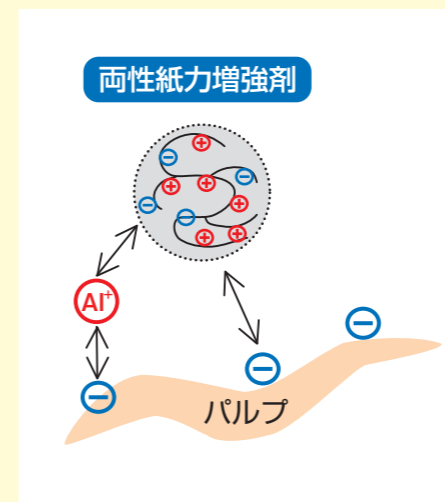


図-2 両性紙力増強剤とパルプの相互作用

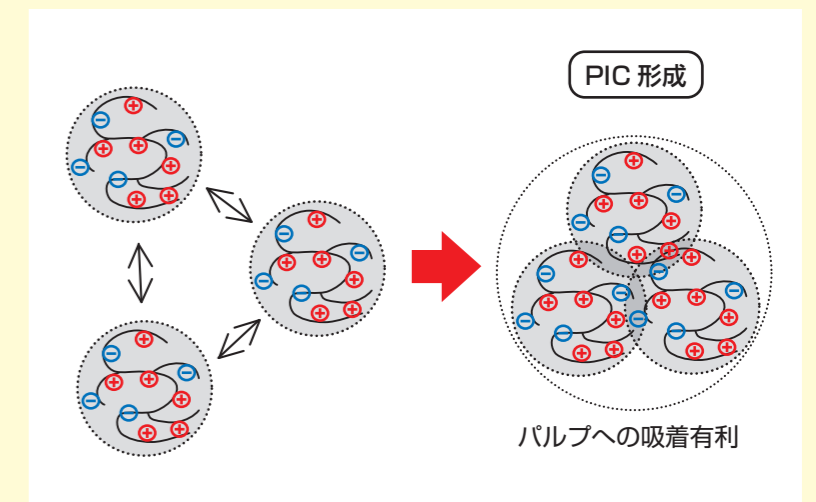


図-3 両性紙力増強剤のPIC形成

高電気伝導度の抄紙系で 適応可能な製紙用薬品

製紙薬品事業部 研究開発部
美邊 翔

PICの形成は両性紙力増強剤中に存在するカチオン性基とアニオン性基のバランス等により制御されているが、従来型の両性紙力増強剤は高電気伝導度の抄紙系ではイオン性夾雑物の電荷遮蔽効果によりPICが形成しにくくなる。そのため電気伝導度の上昇はパルプの凝集性低下やパルプへの両性紙力増強剤の吸着率低下を引き起こし、紙力を低下させてしまう。

また、電気伝導度が上昇するとパル

プ表面の状態も変化する。図-4に電気伝導度を変化させた際のパルプ繊維のゼータ電位をプロットした。パルプスラリーの電気伝導度を高めると、パルプ繊維のゼータ電位は0mVに近づく。この結果より、高電気伝導度下ではパルプ表面の吸着点(アニオン性部位)が減少し、両性紙力増強剤がパルプ表面に吸着しにくくなる。これらの問題を解決するため、高電気伝導度下において適応可能な薬品の開発検討をおこなった。

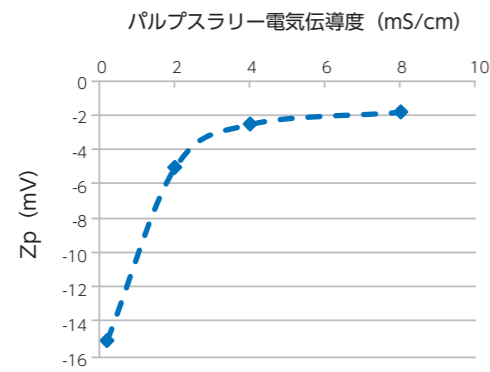
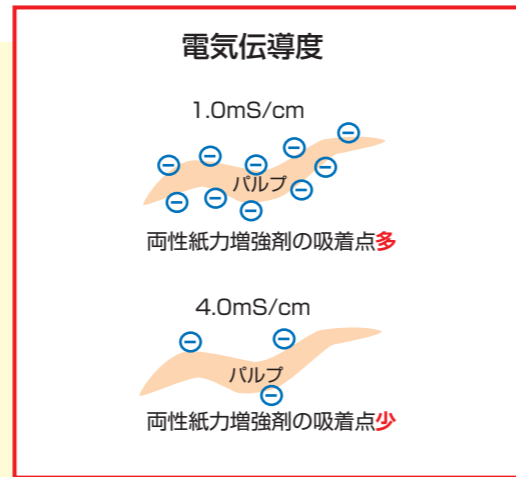


図-4 パルプスラリーの電気伝導度とパルプ表面のゼータ電位(Zp)



2-2 開発コンセプト

高電気伝導度の抄紙系において、両性紙力増強剤間の静電相互作用を維持し、PICを形成させ、両性紙力増強剤のパルプへの吸着性能を維持し、高い紙力効果を発揮させることができる新規両性紙力増強剤を開発することを開発コンセプトとして検討した。

ポリマー中の電荷は分散している状態よりも、局在化(電荷密度を高める)させた方が静電相互作用は強くなると考えら

れることから、新規両性紙力増強剤では従来の両性紙力増強剤と比較してポリマー内のカチオン・アニオン電荷密度を高めることとした。また、ポリマーを高分子量化(高分岐化)させることで、ポリマーの数は減少するが1つのポリマー中に含まれるイオン量が増え、ポリマー間の静電相互作用は強くなると考えられることから、新規両性紙力増強剤ではポリマーを高分子量化(高分岐化)させることとした。

図-5に高電気伝導度下におけるPIC形成のイメージ図を示した。また表-1に

今回開発した新規両性紙力増強剤の製品の物性値を示した。

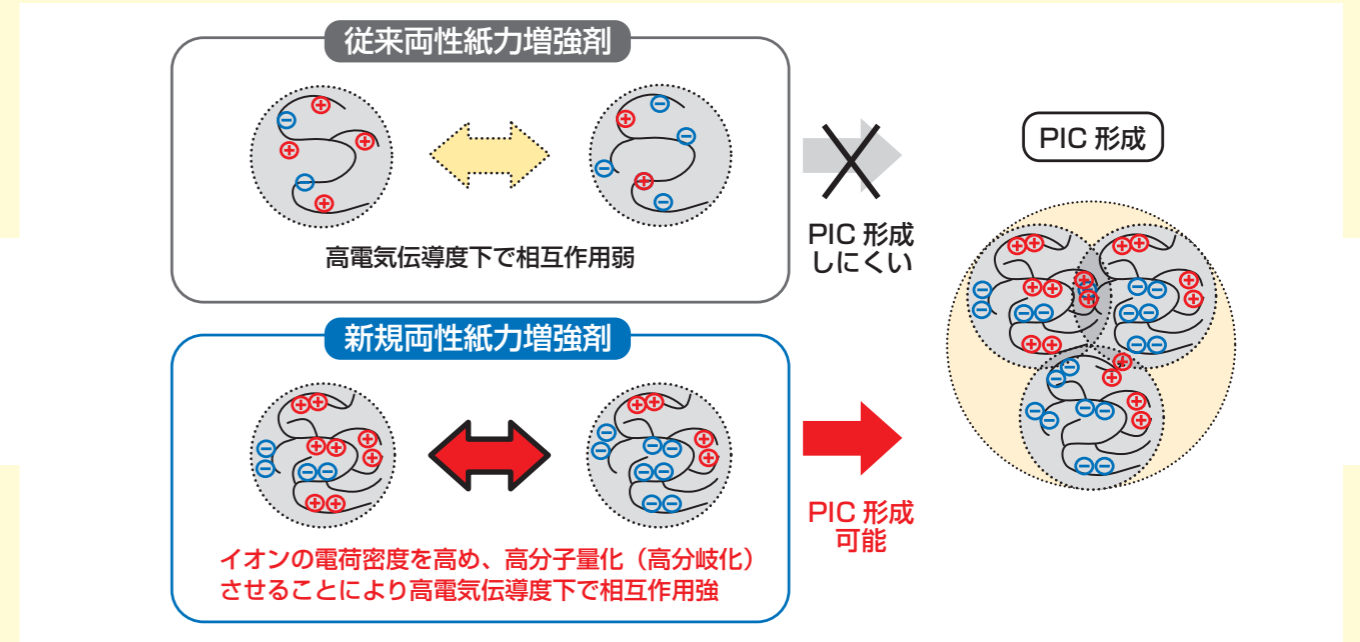


図-5 新規両性紙力増強剤開発コンセプト

項目	物性(代表値)
不揮発分(%)	20
粘度(mPa・s)	8,000
pH	3.5

表-1 新規両性紙力増強剤の製品物性値

2-3 高電気伝導度下におけるPIC形成の確認

PICの形成度合いを確認すべく、pHを変動させた際の両性紙力増強剤希釈液の濁度測定をおこなった。両性紙力増強剤はpH変化に応じてPICを形成し粒子化し、この粒子が大きくなると濁度値が高くなる。高電気伝導度の抄紙系を想定し無機塩を用いて4.0mS/cmに調整した水で両性紙力増強剤を希釈して濁度を

測定した(図-6)(図-7)。カチオン・アニオン性基を局在化させ、高分子量化した新規両性紙力増強剤希釈液は従来の両性紙力増強剤と比較して、各々のpHで濁度値が高かった。この結果より高電気伝導度下において、新規両性紙力増強剤はポリマー間の静電相互作用が強く、PICを形成しやすいと考えられる。

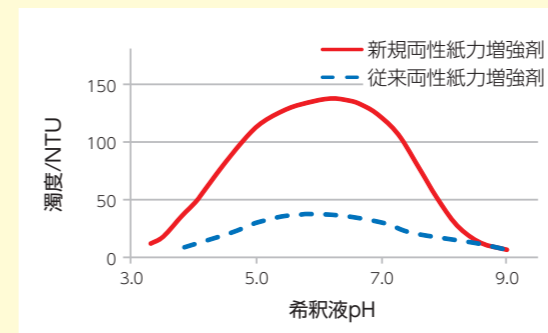


図-6 希釈液pHと濁度



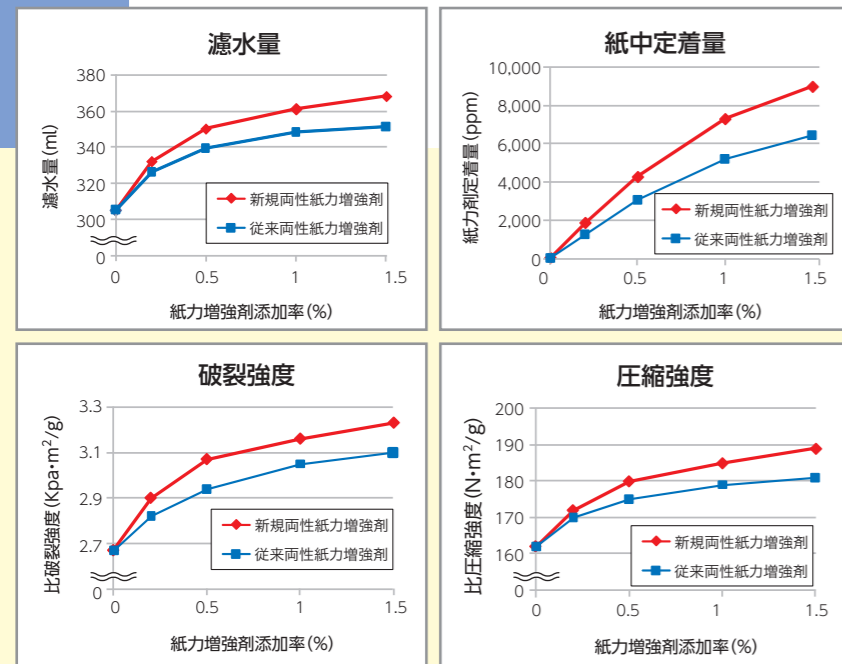
図-7 希釈液の写真

高電気伝導度の抄紙系で 適応可能な製紙用薬品

製紙薬品事業部 研究開発部
美邊 翔

2-4 抄紙評価結果

抄紙評価とは、紙を抄く過程において薬品を加え、その性能を確認する評価である。抄紙評価には段ボール古紙より調成した電気伝導度 4.0mS/cm のパルプを用い、パルプ固形重量に対して硫酸バンド 1.0%、両性紙力増強剤 0.2%~1.5% を添加し抄紙をおこない、濾水、紙力、紙力増強剤定着量を測定した。濾水とは、ワイヤー上でのパルプスラリーの水切れ性の指標であり、この数値が大きいほど水切れ性が良く、抄紙効率が上がる。



抄紙 pH:6.5

図-8 紙力増強剤添加率と濾水、紙力増強剤定着量、紙力の変化

従来の両性紙力増強剤と新規両性紙力増強剤を用い、高電気伝導度の抄紙系で抄紙した際の濾水性、また、得られた紙の紙力増強剤定着量、紙力効果の比較を図-8に示した。新規両性紙力増強剤は従来の両性紙力増強剤と比較して高い濾水性(水切れ性)を示した。新規両性紙力増強剤は高電気伝導度下において従来の両性紙力増強剤と比較してPICを形成しやすいため、高い濾水性を示したと考えられる。また破裂強度、圧縮強度においても新規両性紙力増強剤は従来の両性紙力増強剤と比較して高い値を示した。紙力増強剤定着量の評価結果より新規両性紙力増強剤は従来の両性紙力増強剤と比較して、紙力増強剤定着率を高く維持できたことが紙力向上に寄与したと考えられる。

3 高電気伝導度用新規スプレー紙力増強剤

3-1 従来スプレー紙力増強剤とその問題点

従来のスプレー紙力増強剤は“ポリマー間のPIC形成”と“ポリマー中の疎水性基の疎水性相互作用”の2つの作用により粒子化させ、湿紙中に定着させていた。しかし湿紙中水分の電気伝導度が高

いとスプレー後のPICが崩壊し、紙力増強剤の定着率が低下し、紙力の低下が起こる。そこで電気伝導度が高くても粒子が崩壊しないスプレー紙力増強剤の開発検討をおこなった。

3-2 高電気伝導度用 新規スプレー紙力増強剤について

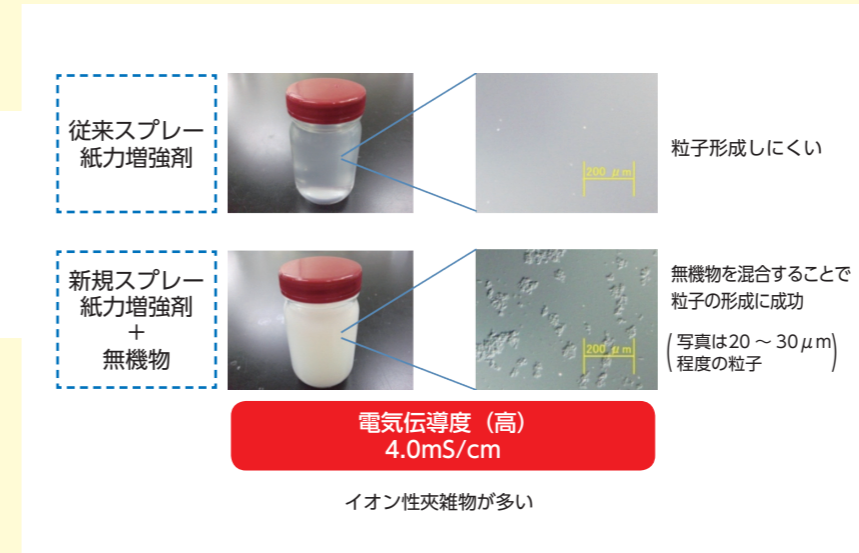


図-9 新規スプレー紙力増強剤と従来のスプレー紙力増強剤

ポリマーに特殊な無機物を混合することにより高電気伝導度下でも粒子が崩壊しない新規スプレー紙力増強剤の開発に成功した。図-9に従来のスプレー紙力増強剤と高電気伝導度用新規スプレー紙力増強剤の粒子の写真を示す。新規スプレー紙力増強剤の形成する粒子は従来のスプレー紙力増強剤と比較して大きく、得られた粒子は高電気伝導度下においても崩壊しにくい。

項目	物性(代表値)
不揮発分 (%)	15
粘度 (mPa·s)	4,000
pH	4.0

表-2 新規スプレー紙力増強剤の製品物性値

3-3 評価結果

スプレー紙力増強剤の評価結果を図-10に示した。評価は、薬品添加率1.5%とし、電気伝導度1.4mS/cmおよび4.0mS/cmでおこなった。高電気伝導度下では従来のスプレー紙力増強剤は紙中への定着率が低く、紙力効果も低かった。

一方、新規スプレー紙力増強剤を用いた場合、紙力定着率の低下が少なく、紙力効果の変化も少なかった。新規スプレー紙力増強剤は高電気伝導度下でも粒子が崩壊せず、紙への定着が維持されたと考えられる。

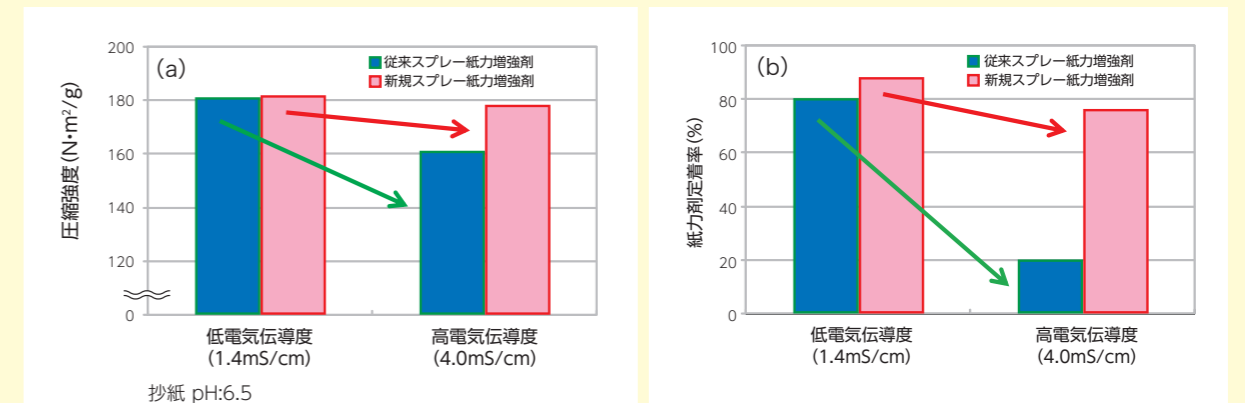


図-10 電気伝導度変化時の紙力増強剤定着率と紙力の変移

高電気伝導度の抄紙系で 適応可能な製紙用薬品

製紙薬品事業部 研究開発部
美邊 翔

4 新規内添紙力増強剤と 新規スプレー紙力増強剤の併用処方

今回開発した新規内添紙力増強剤と新規スプレー紙力増強剤を併用することで、内添紙力増強剤のみでは達成が難しい薬品添加率が高い条件下においても高い紙力効果を発揮することが可能となった(図-11)。

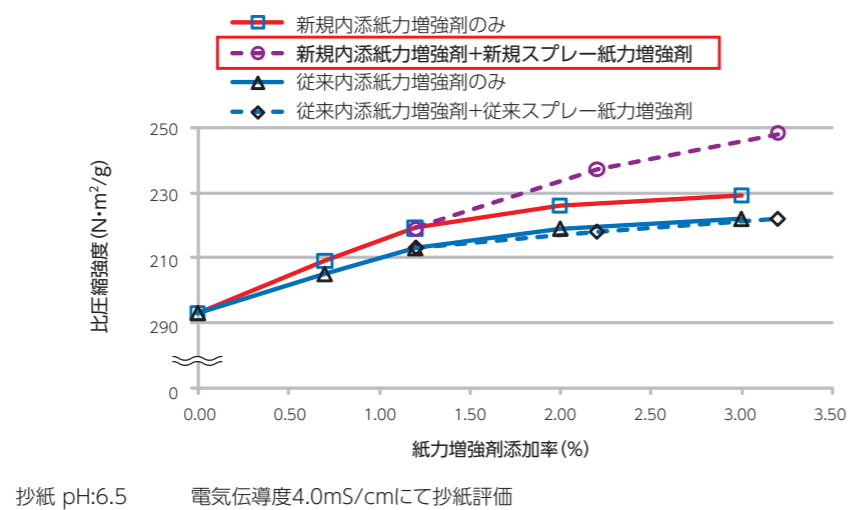


図-11 内添紙力増強剤とスプレー紙力増強剤の併用

5 まとめ

本報では新規に開発した高電気伝導度の抄紙系で適応可能な新規内添紙力増強剤と新規スプレー紙力増強剤について紹介した。新規内添紙力増強剤では、ポリマー中のカチオン性基、アニオン性基を局在化させ、高分子量化(高分岐化)することにより高電気伝導度下においても従来の両性紙力増強剤と比較してPICを形成しやすく、凝集性・パルプへの定着率を高め、紙力効果を向上させることが可能となった。新規スプレー紙力増強剤では、特殊な無機物の混合により、高電気伝導度下で、ポリマー粒子を形成させることに成功し

た。この新規スプレー紙力増強剤は、高電気伝導度下の抄紙系において従来品と比較して紙への定着率が高く、紙力効果も高い。また、新規内添紙力増強剤と新規スプレー紙力増強剤を併用することによって、さらなる紙力効果向上も可能となった。

弊社では、今後もさらに抄紙系の電気伝導度が上昇することを想定し製紙用薬品の開発を進めている。こうした取り組みを通してさまざまな需要に対する製紙用薬品の供給を達成し製紙業界の発展に貢献していきたい。