



1 はじめに

近年の製紙業界は環境保護やコスト競争力の向上、エネルギー効率の改善を行うために、小型抄紙マシンから大型・高速抄紙マシンへの切り替えが進んでいる。また、省資源化を目的として、古紙パルプの再利用が進み、抄紙系はクローズド化されている。抄紙系のクローズド化とともに、白水系の電気伝導度は高くなり、パルプへの薬品歩留りの低下等、その薬品の効果が十分に発現できない抄紙環境になりつつある。

抄紙マシンが大型化、高速化する中で操作性を維持するために、ワイヤー上の水切れや紙原料の歩留りを改善すること、また高品質の紙製品を抄造するた

めに、紙力やサイズなどの機能を効果的に発揮できることが製紙用薬品に求められている。

昨年、当社は新規PAM系微粒子ポリマー「ポリテンション」を上市した。ポリテンションは高い濾水・歩留り性と紙力増強効果を同時に付与できる内添用薬品である。

本報ではこのポリテンションが持つ特性を、フロック形成と地合特性の観点から説明し、実際の板紙系や洋紙系の抄紙条件下で効果的に発現できることを、実操業条件を想定したテーブル評価結果を踏まえて紹介する。

2 ポリテンションについて

従来の紙力剤は、その第一の目的を紙力効果の向上としてきたが、これからは紙料・填料の歩留り向上と同時に濾水性を高めて操業安定化も視野に入れる方が好ましい。この目的で開発したポリテンションは、当社がこれまでに培ってきた紙力剤開発技術をベースとしながら従来の紙力剤とは異なった合成手法で合成されている。

図-1にポリテンション、濾水タイプ紙力剤、歩留り向上剤の分子量を示す(数値は指数)。

ポリテンションの特徴としては、
①ポリテンションは濾水タイプ紙力剤対比濾水・歩留り性を高めるために超高分子量ポリマーを導入したが、

その分子量は地合を大きく乱さないように市販の歩留り向上剤以下の分子量レンジに設定した。

- ②さらに従来の紙力剤分子量レンジのポリマーを組み合わせ、共存、相互作用させることで紙力効果を補強した。
- ③分子量分布は使用する抄紙系の紙品種やユーザー条件を考慮し、それぞれ好ましい設計思想を組み込んだ。
- ④また、ポリオンコンプレックス(PIC)を利用してポリマーの吸着性を高めた。

単純な溶液重合により得られた比較的高分子量のポリマーでは、ポリテンションで得られるような効果は得られない。

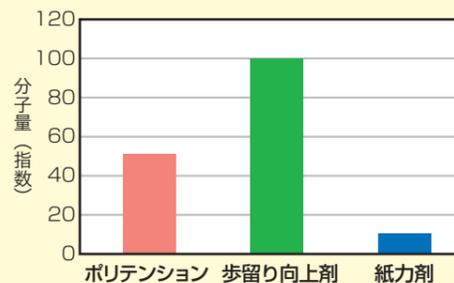


図-1 各種薬品の分子量(指数)

3 ポリテンションの性能評価について

ポリテンションが歩留り向上剤と紙力剤の双方のメリットを有している理由は、抄紙系内に添加された瞬間に形成されるフロックの性質と密接な関係がある。
フロッキーテスター ODA-10-W-95 型(コーエイ工業株式会社製 図-2)を使

用して、ポリテンションと歩留り向上剤の形成フロックの性質について考察した。下記にフロッキーテスターの測定原理と測定条件を記す。評価は薬品添加から60秒後の濾水量が同等となる薬品添加率にて行った。

＜フロッキーテスターとは＞
・容器内に原料を入れ攪拌しながら、所定量の薬品を順番に添加していく。
・攪拌軸に加わる抵抗値が検出され、攪拌時間とトルク(電圧)の関係としてグラフで表わされる。
・薬品添加により形成したフロックの大きさや強さが測定できる。



図-2 フロッキーテスター

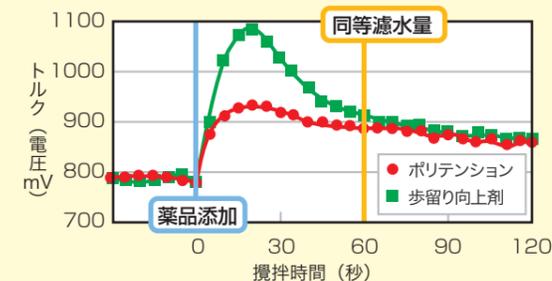


図-3 フロッキーテスターによる測定結果

＜測定条件＞
・原料パルプ: L-BKP フリーネス350ml
・薬品: Alum 0.5%、炭酸カルシウム10%
・pH: 7.8

図-3にフロッキーテスターによる測定結果を示す。フロッキーテスターのトルクの大きさは形成フロックの大きさに比例し、チャートの頂点でフロックは最大になる。その後、攪拌シェアがかかることでフロックが崩壊していく。薬品添加後のトルクの立ち上がりは、ポリテンションの場合は歩留り向上剤と略同等の速度で立ち上がる(=この結果、薬品の吸着速度はポリテンションと歩留り向上剤で同等と推定

できる)が、最大トルク値についてポリテンションは歩留り向上剤よりも小さい値を示す。表-1には形成したフロックの攪拌シェアによる壊れやすさ(フロック強度の経時減衰率)を示す。フロック強度の減衰率が大きいほど、フロックが攪拌シェアにより壊れやすい。ポリテンションは歩留り向上剤対比減衰率が小さく、形成したフロックが壊れ難いことが分かる。

新規PAM系微粒子ポリマー「ポリテンション」の性能

製紙薬品事業部 研究開発部
寺下 嘉彦

表-1 フロック強度の経時減衰率

	ポリテンション	歩留り向上剤
減衰率 (%)	32.9	58.4
地合変動係数 (%)	9.1	10.3

※フロック強度の経時減衰率は最大トルク値と薬品添加から60秒後のトルク値から算出した。
※地合変動係数は薬品添加から60秒後の原料を抄紙評価した実測値。

薬品添加後、歩留り向上剤は粗大で壊れやすいフロックを形成するために、凝集力が強くてもフロックが不均一に崩壊してしまいまちまちな大きさとなり、これが地合を乱して紙力を低下させると考えられる(図-4)。ポリテンションは歩留り向上剤と同じように素早くフロックを形成し、

歩留り向上剤より小さいフロックを形成する。ポリテンションは分子量分布の制御やPICを取り込んだ製品設計をしたことにより、その形成フロックは均一で小さなフロックとなるため、歩留り向上剤よりもシェアに対して壊れ難く、地合が乱れにくいと推測する(図-5)。

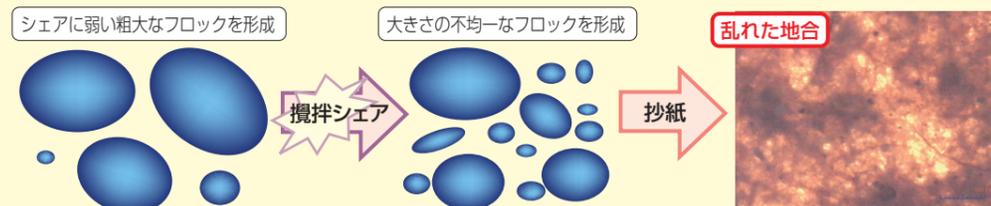


図-4 歩留り向上剤によるフロック形成メカニズム(イメージ)

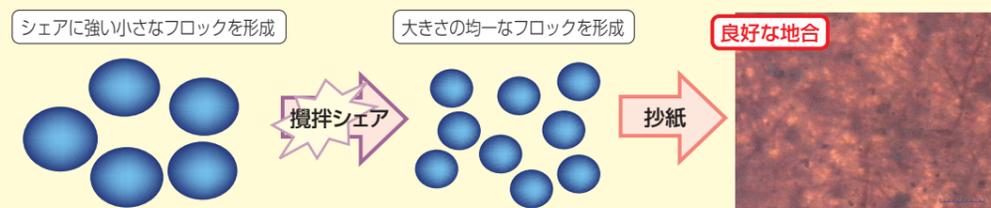


図-5 ポリテンションによるフロック形成メカニズム(イメージ)

また、形成されるフロックは、ワイヤー上での薬品添加後原料の水切れ性及び搾水性にも影響を与える。歩留り向上剤を使用した場合、歩留り性や濾水量は向上するが、搾水性・乾燥性が悪化した事例も多く見られる。これは粗大なフロックが水分子を多量に取り込むことに起因すると考えられる。このため、プレスでの搾水性が悪化し、ドライヤーパート

での乾燥負荷が高くなり、蒸気使用量が増加する。

実機ワイヤー上での水切れ性とプレスでの搾水性を評価するために動的濾水試験機DDA (AB Akribi Kemikonulter社製 図-6)を用いた評価を実施した。

評価は別途濾水試験を行い薬品添加後30秒後の濾水量が同等になる添加率を見極め、その添加率で実施した。

＜DDAとは＞

- ・DDAでは装置内で原料パルプを攪拌し、薬品を添加する。
- ・薬品添加後に減圧脱水を行い、その時の減圧度を測定する。
- ・DDA減圧度曲線の一例を図-7に示す。水切れ性はシートが形成され濾水が終了する点(脱水時間)で判断する。
- ・搾水性は、DDA後にワイヤー上に得られるウェットマットをプレスにより水を絞りその際の水分変化により評価する。

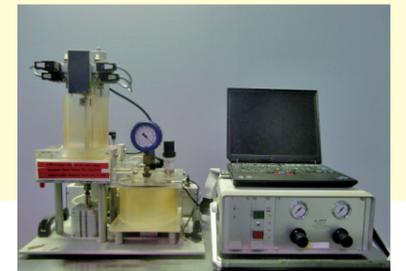


図-6 DDA

＜測定条件＞

- ・原料パルプ：L-BKP フリーネス350ml
- ・薬品：Alum 0.5%、炭酸カルシウム10%
- ・pH：7.8
- ・プレス：ロールプレス

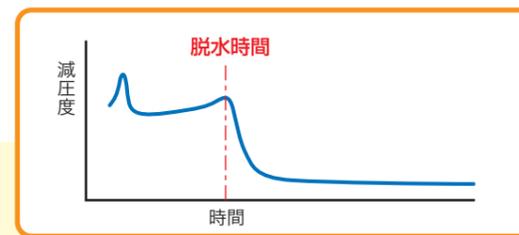


図-7 DDA減圧度曲線の例

図-8にDDAによる脱水時間の評価結果を示す。脱水時間はポリテンションが歩留り向上剤よりも短いことが分かる。また、図-9にプレス搾水率の評価結果を示す。ポリテンションは歩留り向上剤対

比プレス前の水分率は略同等だが、プレス後の水分率が低い。このことから、ポリテンションの搾水性は歩留り向上剤対比良好であることが分かる。

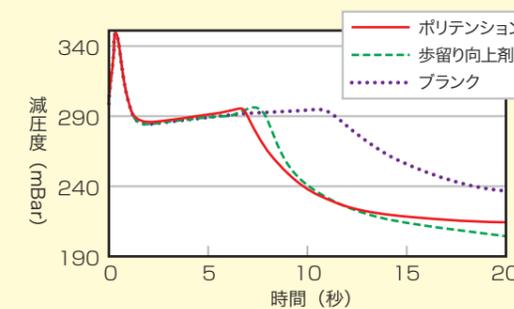


図-8 DDAによる脱水時間評価結果

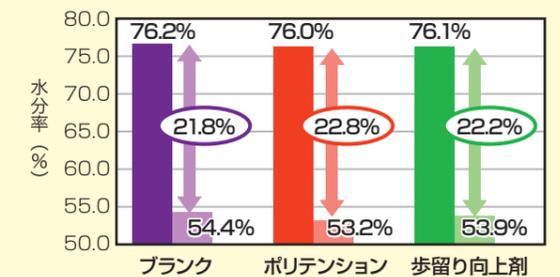


図-9 プレス搾水率評価結果

※ グラフ左がプレス前水分、右がプレス後水分
○内数字がプレス搾水率

これらの結果から、薬添後原料に形成されるフロックがワイヤー上に広がったイメージを図-10、図-11のように推定した。ポリテンションでは形成フロックが小さく均一になると推測している(図-10)。逆に歩留り向上剤では大小様々なフロックが形成されると思われる(図-11)。一般的に大きなフロックだけを形成できると脱水

時間が短いと考えられるが、小さいフロックや大きいフロックが混在することでフロック間の空隙が少なくなり水の抜け道がなくなる。その結果、脱水時間が長くなると考えられる。

また、歩留り向上剤によって形成される粗大なフロックは内部に大量の水分子を取り込んでいることも推測できる。ポリ

新規PAM系微粒子ポリマー「ポリテンション」の性能

製紙薬品事業部 研究開発部
寺下 嘉彦

テンションで形成されるフロックが小さくて均一であるため、歩留り向上剤によって形成される大きいフロックよりも水離れが良く、プレスによりフロック内の水を排出しやすく、且つプレスでの搾水性も高くなる。

以上の効果により、ポリテンションを使用することでワイヤー上の水切れ性とプレスの搾水性を改善でき、ドライヤーでの乾燥負荷の軽減が期待できる。

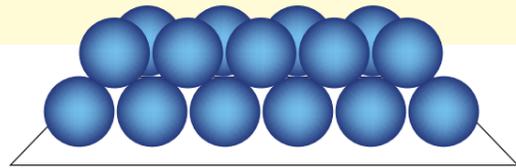


図-10 シート形成イメージ(ポリテンション)

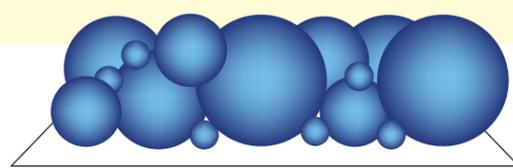


図-11 シート形成イメージ(歩留り向上剤)

4 テーブル評価結果について

板紙想定条件と洋紙想定条件におけるポリテンションの性能を示す。

<板紙>

板紙原料を用いて、紙力剤の2液併用処方における濾水タイプ紙力剤をポリテンションに置換し濾水効果及び紙質について評価した。紙力タイプ紙力剤の添

加率は0.2%で固定した。

図-12に薬品添加率と濾水量の関係、図-13に添加率と破裂強度の関係を示した。ポリテンションは濾水タイプ紙力剤の1/3の添加率で略同等の濾水量が得られ、破裂強度も効率的に向上できる。

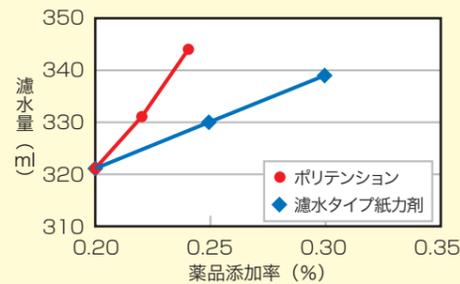


図-12 薬品添加率と濾水量の関係

※薬品の添加は紙力タイプ紙力剤0.2% + (ポリテンション or 濾水タイプ紙力剤)
図-12、図-13のグラフ中の薬品添加率は上記薬品のトータルの添加率を示している。

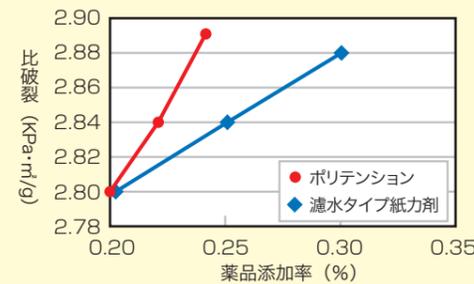


図-13 薬品添加率と比破裂強度の関係

<使用例>

表-2 板紙系での使用例

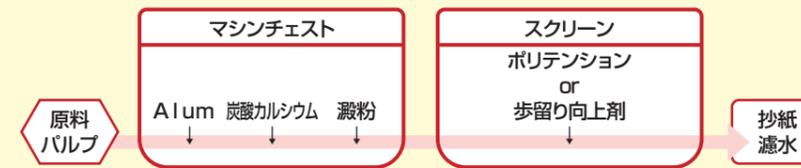
処方	マシンチェスト	スクリーン or ファンポンプ		濾水性	紙力 (内部強度指数)
	紙力剤	濾水タイプ紙力剤	ポリテンション		
1	100	20	—	100	100
2	100	—	8	100	100

※薬品添加率及び濾水・歩留り性、紙力はそれぞれ指数で示す。

<洋紙>

次に澱粉/歩留り向上剤併用系(洋紙系)において、歩留り向上剤をポリテンションに置換して評価を実施した結果を示す。

図-14に薬品添加率と紙料歩留り率(OPR)の関係を示す。澱粉1.0%添加で歩留り向上剤の1.5倍量のポリテンションを添加すると同等以上のOPRとなった。



<抄紙条件>

- 原料パルプ: L-BKP/コートブローク
- 薬品: Alum 1.0%、炭酸カルシウム
- 紙中灰分: 10%
- 抄紙温度: 35°C
- 目標抄紙pH: 7.5

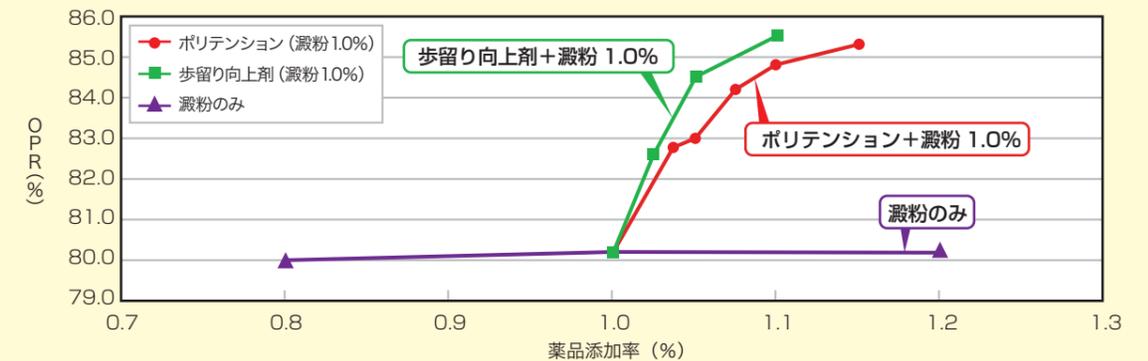


図-14 薬品添加率とOPRの関係

※薬品の添加は澱粉 + (ポリテンション or 歩留り向上剤)
図-14のグラフ中の薬品添加率は上記薬品のトータルの添加率を示す。

図-15に薬品添加率と内部強度の関係を示す。歩留り向上剤は添加しても紙力には寄与せず、増添すると強度低下が大きくなる。一方、ポリテンションは

増添することでより紙力を向上できる。今回の系においては、0.075%まで添加量を増やしても紙力の向上が可能であった。

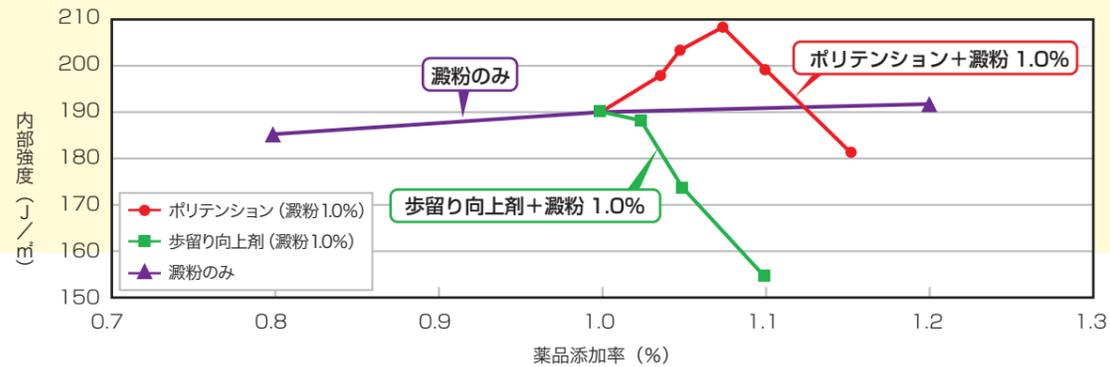


図-15 薬品添加率と内部強度の関係 ※薬品の添加は澱粉 + (ポリテンションor 歩留り向上剤)
図-15のグラフ中の薬品添加率は上記薬品のトータルの添加率を示す。

新規PAM系微粒子ポリマー「ポリテンション」の性能

製紙薬品事業部 研究開発部
寺下 嘉彦

今回の評価では、ポリテンションを使用すると操作性を維持しながら紙力を高めることができるため、澱粉の添加率の削減が可能となる。洋紙における薬品処方としては、今回示した澱粉/歩留り向上剤併用系以外にも紙力剤/歩留

り向上剤併用系、澱粉/紙力剤/歩留り向上剤併用系が使用される場合が多い。それらの系においてポリテンション併用系とすることで、何れも薬品総添加量を削減できる結果を得ている。

<使用例>

表-3 澱粉/紙力剤/歩留り向上剤併用系での使用例

処方	マシンチェスト		スクリーン		濾水性	歩留り性	紙力 (内部強度)
	澱粉	紙力剤	歩留り向上剤	ポリテンション			
1	100	40	4	—	100	100	100
2	100	40	—	8	102	101	110
3	100	40	—	10	105	102	115
4	100	28	—	8	100	100	102
5	50	40	—	8	100	100	100

※薬品添加率及び濾水・歩留り性、紙力はそれぞれ指数で示す。

5 おわりに

ポリテンションは小さく均一なフロックを形成する。その結果、地合特性において優れ、濾水・歩留り性と紙力増強効果を両立している。

現在このテーブル評価結果をもとに、各ユーザーにて実機での評価を進めてお

り、良好な評価を得ている。

当社は総合製紙薬品メーカーとして、どのような抄紙環境においてもユーザーニーズに対応できるように、ウェットエンドトータル最適処方の提案をしていくことで、製紙業界の発展に貢献していく。