合成繊維紙の製造研究 (第5報)

製紙用合成繊維のフィブリル化の効果について

四国工業技術試験所 松尾隆吉, 大山茂雄

Studies on the Manufacture of the Synthetic Fiber Paper (V) Effect of Fibrillation of Synthetic Fiber

Ryūkichi Matuo and Shigeo Ōyama

Government Industrial Research Institute, Sikoku

Synthetic pulp for papermaking may be manufactured by beating the fibers of polyvinylalcohol (the PVA) mixed-spun with starch or the fibers of polyolefins mixed-spun with PVA polymer.

Various papermaking tests were carried out with this synthetic pulp to obtain the following results.

1) The more the PVA or starch content in the fiber, the more easily can it be fibrillated and the better are the dispersibility and other properties for papermaking.

2) The PVA fibers, if pre-mixed with starch on spinning, can be made into paper by beating without mixing any other material such as wood pulp, whether the fibers have been subjected to only heat treatment or to both the heat treatment and formalization in their manufacturing process. The fibers heat-treated only may also be used as a bonding material.

3) If the beaten PVA fibers, heat-treated, are formalized to eliminate interfiber bonds, then the strength of the paper made will depend on only the tangle of the fibers and it can be estimated at a quarter of the whole strength of the same paper but not formalized.

4) Polyolefins can be converted into another synthetic pulp by means of flash-or mixed-spinning. This pulp can be made into synthetic paper, being mixed with wood pulp.

5) Hydrophilic synthetic pulp may be obtained by beating the thicker fibers that are produced by mixed-spinning the three polymers: polypropylene, polyethylene and polyvinylalcohol. Such synthetic pulp can be made into paper either by itself or by mixing wood pulp in any proportion, which will be, if calendered, not inferior at all in strength to the conventional paper of wood pulp.

1. 緒 言

ポリビニルアルコール (以下 PVA と略す) に澱粉を混合して紡糸した繊維は、叩解によってフィブリル化するとともにパルプ状になる。このパルプ状のものは接着剤を用いることなく、単独抄紙が可能であることは前報¹⁾で報告したとおりであるが、このほかポリプロピレン (以下 PP と略す) にポリエチレンオキサイド (以下 PEO と略す) とか PVA などを混合して紡糸した繊維も、叩解によってフィブリル化を起こしてパルプ状になり、単独または木材パルプとの混合によって抄紙することが可能になる。

このように従来困難とされていた合成繊維の叩解が、Arledter の報告²⁾にあるアクリル系繊維以外でも混合紡糸により可能となり、これが製紙用合成繊維として注目されるようになってきたが、最近では特にポリオレフィンのパルプ状のものが合成パルプとして出現してきたため、ポリオレフィンの混合紡糸の繊維も合成パルプの一つに数えられるようになり、このうち特に太手の繊維がリファイナまたはビーターで叩解することにより、解繊さらにはフィブリル化してパルプ状になり、前報で述べた澱粉混合 PVA 系繊維のパルプ状物と同じように、通常の抄紙機での抄紙が可能となる。

Regular ×600

Starch content 100% ×600

Fig. 1 Cross section of Vinylon fiber

ところがこれら製紙用合成繊維の叩解によるフィブリル化が、合成繊維紙および合成パルプよりの合成紙におよぼす効果については充分解明されていない。そこでこれら製紙用のフィブリル化可能な合成繊維のうち、親水性および疎水性の両極端にある PVA 系およびポリオレフィン系混合紡糸繊維を用い、このフィブリル化が抄紙性および成紙の紙力におよぼす効果を検討したので報告する。

2. 実験と考察

2.1 PVA 系混合紡糸繊維のフィブリル化効果

PVA に澱粉を混合して紡糸した繊維は、凝固浴およびホルマル化浴にて澱粉が加水分解により溶出し、繊維断面に図 1 の写真に示すような蜂の巣状の連続した穴が見られるようになる。このような繊維構造の変化によって、この繊維は叩解によるフィブリル化が可能になるわけであるが、ビニロンと同じ製造工程をたどるため、熱処理のみのものと熱処理後ホルマル化したものと 2 種類の繊維が得られる。このものはいずれも叩解後単独抄紙が可能であり、しかも使用方法によっては、熱処理のみのものはバインダーとして使用可能なことは前報で報告したとおりである。このような性質を有する上記 2 種類の繊維を用いて、このフィブリル化の効果を検討した。

2.1.1 試料

実験に用いた試料繊維は表 1 に示すものでバインダーとしては PVA の繊維状で、水中軟化温度約 70°C 1d×3 mm のものを用いた。

2.1.2 実験方法

試料繊維の叩解は TAPPI 式ピーターを用い、抄紙は TAPPI スタンダードシートマシンで常法により行ない、回転ドライヤーで 105°C にて乾燥した。乾燥後紙葉は JIS に定められた方法にて各種強度を測定した。

2.1.3 叩解によるフィブリル化の効果

天然パルプ紙の強度は、1) 繊維のからみ合いの摩擦強度、2) 繊維間の接着強度、3) 単繊維強度から成るといわれている。ところが一般に合成繊維紙はバインダーによる紙力発現であるので、2) の項による紙力発現方法が研究され論議されている。しかし叩解によってフィブリル化した合成繊維の紙は、これに 1) の項を加えた紙力が研究の対象となる。そこで表 1 の試料を用いてこれらのことを検討した。実験に先立ち表 1 の試料の叩解性を検討するため、市販ミキサーによって叩解を行なったところ、H、FA とも澱粉の混合量が多くなるほどフィブリル化が容易となり、しかも FA が H よりさらに容易であった。

まず最初にフィブリル化ビニロンのからみ合い強度を、ホルマル化によるフィブリルの疎水化と、疎水化しないフィブリルとの比較によって検討した。用いた

Table 1 Properties of fibers (PVA/Starch)

Sample	PVA/ Starch	Denier (dr)	Stren- gth (g/dr)	Dissolu- tion temp. in water (°C)	Degree of formali- zation (%)	Elonga- tion (%)	Remain starch (%)
H 1	100/ 20	1.5	4.6	90~95	—	10	18
H 2	100/ 50	1.6	4.8	"	—	9	48
H 3	100/100	1.8	4.0	"	—	10	75
FA 1	100/ 20	1.3	5.4	110	38	13	5
FA 2	100/ 50	1.1	5.6	"	39	14	2
FA 3	100/100	1.2	5.6	105	42	16	3

試料は針葉樹の繊維長に近い H 3 の 2 mm ものをを用いた。これを市販ミキサーで叩解し、つぎに示すようなホルマル化浴でホルマル化して水洗し、常法により抄紙して 105°C で乾燥後各種強度を測定した。比較のためのホルマル化しない繊維も、ミキサーで叩解後直ちに抄紙し、105°C で乾燥後各種強度を測定した。結果は表 2 に示す。

Table 2 Properties of Vinylon Papers

No.	Formalization time (min)	Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Breaking length (km)	Tear factor	Burst factor	Beating time (min)
1	0	49.86	0.18	2.34	241	2.05	5
2	0	47.31	0.15	4.07	237	4.97	10
3	1	44.82	0.15	1.04	82	—	10
4	2	45.72	0.15	1.01	80	—	10
5	4	44.02	0.15	1.06	73	—	10
6	6	44.77	0.14	1.04	64	—	10

ホルマル化浴

37% ホルマリン	300 g
硫酸 (比重 1.84)	400 g
硫酸ナトリウム(無水)	500 g
水	800 g
全 液 量	2,000 g

液温 60°C にて繊維重量の 60 倍使用

表 2 に見られるように、H 3 のミキサー叩解のみの紙は、繊維の水中溶解温度が 90~95°C の間にあるため、からみ合った繊維相互およびフィブリル相互が 105°C の乾燥温度で溶着するため良好な紙力を示し、しかも叩解時間の増加とともに紙力は増大し、フィブリル化の効果が現われている。ところが叩解後ホルマル化して抄紙した紙は、ホルマル化によって繊維の疎水化が進むとともに水中溶解温度が上昇するため、105°C の乾燥下では繊維相互およびフィブリル相互の溶着がないためであろう、ホルマル化の時間 1 分より引張、引裂両強度は極度に低下し、2 分以後はほぼ一

定化または僅かに低下の傾向を示し、破裂強度は測定できないほどの強度に低下する。このことは Bletzingger の報告³⁾にあるボロパルプのアセチル化による紙力の低下と同じことで、繊維の疎水化によるからみ合いの摩擦抵抗の低下と、膠着力の激減を意味するものである。しかし裂断長においてなおかつ 1 km 程度の強さを有することは、この試料による紙の紙力中に占めるからみ合いの強度は約 1/4 と推定できる。

つぎに接着剤を混合したからみ合い強度を検討するため、FA 3 の繊維長 2 mm のものを TAPPI 式ビーターで 30 分間叩解し、これにバインダーとして水中溶解温度約 70°C の PVA 繊維状バインダーを混合して抄紙し、105°C にて乾燥後各種強度を測定した。比較のため FA 3 の未叩解繊維に同じバインダーを混合したものを抄紙し測定した。結果は図 2 に示す。図 2 に見られるように FA 3 を叩解した紙は、未叩解のものよりバインダーの効果が混合量の少ないところで強く現われており、とくに引張強度において著しい。しかし引裂強度においては逆の傾向となり、未叩解のものが良好な結果を示した。このことは未叩解繊維にバインダーを混合して抄紙した場合は、強度的には普通ビニロンにバインダーを混合して抄紙したビニロン紙と同じこととなり、強度変化はよく似た傾向を示す。また叩解した繊維にバインダーを混合して抄紙した場合は、フィブリル化によるからみ合いの増加とバインダーによる接着面積の増大による強度増加で、とくに引裂強度の直線的低下は接着面積の急激な増加を示すものである。ところが図に見られるように、叩解繊維にバインダーを全然用いないところで引張、引裂の両強度は相当の強度を示している。これはこの繊維のホルマル化反応において、繊維の中心部までホルマル化が充分およばないため、叩解によって生じたフィブリルが湿熱状態で溶着するためと考えられる。

このように、H、FA ともに木材パルプと同じよう

Fig. 2 Effect of beating and binder content on paper strength

に叩解によるフィブリル化の効果は顕著であり、しかも叩解後の試料の水中共分散性および抄紙性はともに良好で、とくにHは単独抄紙以外にバインダーとして使用可能であり、熱処理のみの普通ビニロンに混合した場合効果が顕著である。これを図3に示す。図3は1 d×4 mm の熱処理のみの普通ビニロンに、繊維長2 mm のH3をミキサーで濃度0.5にて5分間叩解したものを混合し、常法により抄紙した結果である。比較のため水中溶解温度約70℃のPVA繊維状バインダーを混合した結果も併せて示す。図に見られるように、H3混合のものがPVA繊維状バインダーより少ない混合量で紙力は最高に達し、フィブリル化したパルプ状のバインダーとしての効果が顕著に現われている。

2.2 ポリオレフィン系混合紡糸繊維のフィブリル化効果

ポリオレフィンに水溶性高分子、たとえばPEOとかPVAなどを混合して紡糸した繊維は、叩解によってフィブリル化することは前にも述べたとおりであるが、紡糸は熔融紡糸である。ところが一般に熔融紡糸に用いられる口金の紡糸孔は細く、PVAなど融点差のある高融点物との混合紡糸には種々な障害があり、しかも大量生産には適さない。そこでこのような欠点を取り除く方法として紡糸孔を太くする方法が考えられる。すなわち紡糸孔を太くすることにより、混合紡糸に起りがちな糸切れ、目づまりなどが防止できるとともに、延伸比の増大が可能となり、そのうえ大量生産に適したものとなる。このような繊維は短繊維のチップ状に切断後、リファイナーとかビーターによって解繊および叩解処理をすることにより、フィブリル化したパルプ状のものが得られる。そこでこのような混合紡糸繊維を叩解してパルプ状となし、抄紙試験を行なってこれのフィブリル化の効果を検討した。

2.2.1 試料

実験に用いた試料繊維は表3に示すもので、混抄用に用いたパルプはNBKPである。

2.2.2 実験方法

各試料はTAPPI式ビーターおよびデスクリファイナーによって解繊および叩解を行ない、手抄試験はTAPPIスタンダードシートマシンによって抄紙し、回転ドライヤーで105℃にて乾燥した。連続機械抄き試験は抄幅30 cmの長網多筒式テストマシンで抄速1.1 m/minで抄紙した。

Fig. 3 Effect of fibrillated H3 fiber

得られたすべての紙葉はJISに定められた方法にて各種強度を測定した。

2.2.3 叩解によるフィブリル化の効果

最近の合成紙にはフィルムベースとファイバーベースの2種類がある。このうちファイバーベースの合成紙は合成パルプより作られていて、原料ポリマーはポリオレフィンが主力となっている。しかしこのファイバーベースの合成紙の出現以前より、PP繊維を用いた合成繊維紙の製造は行なわれてきたが、原料繊維は紡績用の繊維を数mmの長さに切断したものであって、この繊維自身はポリオレフィン特有の疎水性と不活性のため、吸水膨潤による繊維の柔軟化と自己接着性はない。このためPP繊維の抄造には初期湿紙強度の不足、および成紙の紙力皆無という欠点が現われてくる。そこでこの欠点を解消するため木材パルプとかPVAの繊維状バインダーが混合され、さらに2次加工的に熱カレンダーまでも使われてきた⁴⁾。

ところが前にも述べたように、PPにPEOを混合して紡糸した繊維は叩解によってパルプ状となりフィブリル化する。このフィブリル化したパルプ状のもの

Table 3 Properties of fibers (PP/PE/PVA)

	A-1	A-2	A-3
PVA content (%)	30	30	30
PP/PE	2/1	5/1	8/1
Drawing temp. (°C)	110	110	110
Drawing time	10	10	10
Nozzle diameter (mm)	1.5	1.5	1.5

を抄紙試験したところ、単独抄紙は可能であったが、繊維自身に自己接着性がないため得られた紙の紙力は極めて低いものであった。そこで合成繊維製造の一般的手法である木材パルプとの混抄を行なった。結果は単独抄紙よりも紙料の分散性は格段に上昇し、初期湿紙強度も改善され、乾燥後の紙力も向上した。このようにPP繊維およびPP、PEO混合糸繊維いずれも抄紙に必要な自己接着性はないが、木材パルプとの混抄により一応紙としての紙力を得ることができる。ところがこのPP、PEO混合糸繊維の叩解物と木材パルプとの混抄紙は、PP繊維、木材パルプ混抄紙と比較して、表4および表5に示すようにほぼ似た紙力となる。しかし混合糸繊維は叩解によって繊維長が短くなることを考慮に入れるならば、紙力は向上したもののといえる。

また一方高温の溶剤で溶かしたポリエチレン（以下PEと略す）から、フラッシュスピニングで作られたプレキシフィラメントの叩解物もパルプ状となる。これも自己接着性がないため、抄紙に際しては木材パルプを混合して抄紙する。この混抄紙は表5のものと大差ない紙力となるが、しかしこのものの方が叩解により繊維長がより短くなるため引裂強度の値は低くなる。これを表6に示す。

このようにポリオレフィンのパルプ状物は自己接着性がないため、バインダーを使用しなければ木材パルプを混合しても十分な紙力が得られな

Table 4 Properties of PP fiber/NBKP blend paper

No.	Composition (%)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Breaking length (km)	Tear factor	Burst factor
	PP	NBKP					
1	0	100	63.56	0.102	3.44	135	3.05
2	10	90	60.25	0.154	2.19	225	2.18
3	20	80	61.91	0.126	1.71	185	1.81
4	30	70	61.25	0.185	1.36	162	1.23
5	40	60	61.76	0.220	0.98	143	0.89
6	50	50	60.45	0.251	0.71	128	0.52

* PP fiber 1.5d × 5mm, NBKP C.S.F 540 ml

Table 5 Properties of PP, PEO blend fiber/NBKP blend paper

No.	Composition (%)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Breaking length (km)	Tear factor	Burst factor
	PP/PEO	NBKP					
1	0	100	61.05	0.103	4.05	183	3.1
2	10	90	62.77	0.163	3.54	178	2.5
3	20	80	62.01	0.183	2.69	168	1.6
4	30	70	62.30	0.202	2.23	141	1.3
5	40	60	62.97	0.212	1.66	114	—
6	50	50	58.42	0.218	1.05	—	—

* PP, PEO blend fiber (PEO content 5%, 3d × 4mm, beating time 60 min)
NBKP C.S.F 540 ml

Table 6 Properties of PE pulp/NBKP blend papers

No.	Composition (%)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Breaking length (km)	Tear factor	Burst factor
	PE	NBKP					
1	0	100	71.45	0.091	4.60	65	3.0
2	10	90	68.36	0.120	3.07	93	2.6
3	20	80	67.59	0.132	2.46	86	1.9
4	30	70	67.66	0.136	2.11	87	1.5
5	40	60	66.77	0.148	1.57	65	1.0
6	50	50	65.33	0.155	1.17	61	—

* PE pulp (beating time 30 min)
NBKP C.S.F 440 ml

い。このためポリオレフィンの熱可塑性を利用して、熱カレンダー処理による熱融着によって紙力増強を試みた。これを表7、表8、表9に示す。表7、表8、表9に見られるように熱カレンダー処理によって紙力は向上しているが、表8、表9が表7より紙力向上が大きいことは、明らかに叩解によるフィブリル化の効果と考えられる。

以上の結果から、ポリオレフィンのパルプ状物は合成パルプとして木材パルプと混合抄紙し、熱カレンダー処理を行なうことにより、接着剤を使用しなくても相当の紙力を有する紙が得られることが判明した。そこでさらにこのポリオレフィンのパルプ状物に親水性と柔軟性を付与し、熱カレンダー処理によって大幅に紙力を向上さす目的でP P、P E、P V A の3者を混合紡糸し、この繊維の叩解性、分散性、抄紙性を検討した。用いた試料繊維は表3のもので、これの叩解によるフィブリル化を図4の顕微鏡写真に示す。ここでP V A 30%混合の試料を用いたのは、予備実験においてこの混合量が最も解繊、叩解が行ないやすかったためである。またP P、P Eの比を変えてあるのはP Eによる熱カレンダー効果を検討するためである。この表3の試料を10mmの繊維長に切断後、デスクリフエイナーおよびビーターで解繊、叩解して抄紙試験を行なった結果、分散性、抄紙性ともに良好で、単独抄紙および木材パルプとの任意の混合量による混抄が可能であり、とくに木

Table 7 Properties of PP fiber/NBKP blend papers
(Hot calendaring)

No.	Composition (%)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Breaking length (km)	Tear factor	Burst factor
	PP	NBKP					
1	0	100	62.39	0.102	3.31	126	3.2
2	10	90	60.25	0.110	2.92	256	2.2
3	20	80	61.91	0.080	2.60	202	1.8
4	30	70	61.25	0.090	2.30	215	2.0
5	40	60	61.76	0.110	1.96	223	2.0
6	50	50	60.45	0.130	1.68	215	2.0

* Hot calendaring condition (temp. 160°C, pressure 6 kg/cm, speed 2 cm/sec)

Table 8 Properties of PP, PEO blend fiber/NBKP blend papers
(Hot calendaring)

No.	Composition (%)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Breaking length (km)	Tear factor	Burst factor
	PP/PE	NBKP					
1	0	100	61.05	0.103	4.05	183	3.1
2	10	90	65.80	0.107	3.68	182	2.7
3	20	80	62.58	0.105	3.38	179	2.2
4	30	70	61.72	0.104	2.79	156	1.7
5	40	60	61.24	0.108	2.39	130	1.6
6	50	50	59.95	0.108	2.02	120	1.4

* Hot calendaring condition (temp. 160°C, pressure 6 kg/cm, speed 2 cm/sec)

Table 9 Properties of PE pulp/NBKP blend papers
(Hot calendaring)

No.	Composition (%)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Breaking length (km)	Tear factor	Burst factor
	PE	NBKP					
1	0	100	71.45	0.091	4.60	65	3.0
2	10	90	64.85	0.091	3.68	93	3.0
3	20	80	68.48	0.100	2.69	79	2.5
4	30	70	62.24	0.090	2.85	70	2.1
5	40	60	62.36	0.095	2.20	72	1.7
6	50	50	60.28	0.090	1.92	66	1.4

* Hot calendaring condition (temp. 160°C, pressure 6 kg/cm, speed 1 cm/sec)

Fig. 4 Photomicrograph of synthetic pulp

材パルプ 50% 混合のものが感触的にも一般紙的であった。そこで木材パルプ 50% 混合したものを常法によりシートマシンで抄紙し、一部熱カレンダー処理を行なって各種強度を測定した。結果は表 10 に示す。表 10 に見られるように、PE の混合量が多くなるほど 105°C の通常乾燥温度で各種強度は高い値を示し、しかも熱カレンダー処理によりさらに高い値を示した。このことは PVA の混合による影響も考えられるが、PE 混合による繊維の柔軟化と叩解性の向上、さらには PE によるフィブリル化繊維相互の熱融着効果によるものと思われる⁵⁾。この抄紙試験において紙料の分散性、抄紙性より A-2 と木材パルプ混抄のものが最も良い結果を示したので、A-2 と木材パルプの混合紙料を長網多筒式テストマシンで連続抄紙試験を行なった。結果は良好な分散性と抄紙性を示し、得られた紙は表 11 に示すように各種強度は良好な結果を示し、さらに熱カレンダー処理をしたものは木材パルプ 100% の紙に劣らない紙力を示した。このように PP, PE, PVA 3 者を混合し太く紡糸したものを、適当な繊維長に切断したチップ状のものは、デスクリファイナーおよびビーターにより解繊、叩解されパルプ状となる。このものは合成パルプとして製紙原料となり、単独または木材パルプの混合によりファイバーベースの合成紙に抄造できることが判明した。

3. 総括

親水性ポリマーとして

PVA, 疎水性ポリマーとして PP, PE を用い、これに非相溶性の水溶性高分子として澱粉または PVA を混合して紡糸した繊維を、叩解によってパルプ化し、単独または木材パルプと混合して抄紙した結果、つぎのごとき知見を得た。

- (1) 親水性、疎水性いずれのポリマーも、混合する非相溶性の水溶性高分子の混合量の増加とともに、紡糸された繊維は叩解されやすくなり、フィブリル化とともに水中分散性、抄紙性は良好となる。
- (2) PVA, 澱粉混合紡糸繊維は、熱処理のみおよび熱処理後ホルマル化した両者の繊維、いずれも叩解後フィブリル化によって単独抄紙が可能で、熱処理のみのものは使用方法によってバインダーとして用いることができる。
- (3) 上記熱処理のみの繊維を叩解し、後ホルマル化して抄紙した紙の紙力は、叩解後ホルマル化せず抄紙した紙の紙力の約 1/4 で、これよりホルマル化せず抄紙した紙の紙力のうち、からみ合い強度が占める率は約 1/4 程度と推定できる。

Table 10 Properties of PP, PE, PVA blend fiber/NBKP blend papers

Sample	Composition (%)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Breaking length (km)	Tear factor	Burst
	SP	NBKP					
A-1	50	50	51.06	0.153	2.29	145	2.2
A-2	50	50	65.23	0.150	1.74	136	1.8
A-3	50	50	62.82	0.203	1.08	109	1.0
A-1'	50	50	63.62	0.120	2.78	107	2.6
A-2'	50	50	53.88	0.100	2.72	96	2.8

* NBKP C. S. F 600 m/l

A-1', A-2' Hot calendering condition (temp. 160°C, pressure 6kg/cm, speed 1cm/sec)

(4) PP, PEO 混合紡糸繊維およびフラッシュスピニングによるPE繊維を叩解し、木材パルプと混抄、さらには熱カレンダー加工を行なうことにより、ポリオレフィンのパルプ化および紙化が可能になり、紙力の上からもフィブリル化が抄紙上効果があることが判明した。

(5) PP, EE, PVA 3者

の太く混合紡糸した繊維を、適当な繊維長に切断することにより、デスクリファイナーなどの大量処理用に適したチップとなり、デスクリファイナー、ビーターを組合わすことにより解繊、叩解され、合成パルプが得られる。この合成パルプは単独または任意の割合の木材パルプと混抄可能で、木材パルプ50%を混合した紙は、熱カレンダー加工によって木材パルプ100%の紙に劣らない紙が得られた。

終りに本実験の試料を提供された鶴クラレ、日本合成化学工業㈱に厚くお礼申し上げる。

Table 11 Properties of PP, PE, PVA blend fiber/NBKP blend papers (Test machine)

Sample	Composition (%)		Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Breaking length (km)		Burst factor	Tear factor	
	S. P	NBKP			MD	CD		MD	CD
A-2	30	70	53.67	0.148	4.38	1.23	2.1	94	132
A-2	50	50	54.72	0.175	2.33	1.02	1.2	114	64
A-2'	30	70	51.13	0.110	6.32	1.73	3.3	72	112
A-2'	50	50	53.72	0.121	4.57	1.67	2.0	58	71

* NBKP C. S. F 600 ml

A-2', A-2' Hot calendering condition (temp. 180°C, pressure 6kg/cm, speed 1cm/sec)

参 考 文 献

- 1) 松尾, 大山, 紙パ技協誌, 19, 77 (1965)
- 2) H. F. Arledter, TAPPI, 42, 177 A (1959)
- 3) J. C. Bletzinger, Ind. Eng. Chem., 35, 474 (1943)
- 4) 大山, ポリエチレン, 14, 32 (1970)
- 5) 松尾, 大山, 西山, 化纖紙研究会誌, 7, 4 (1968)
- 6) 大山, 松尾, 西山, 化纖紙研究会誌, 10, 8 (1971)

(原稿受付 48.3.19)

紙パ技協誌 専用合本ファイル

12冊(1年間分)が簡単に製本でき、本誌の活用と保存に最適です。

誌名金文字入・美麗装裱

定価 200 円 送料は下記の通り

冊数 \ 地帯	都 内	第一地帯	第二地帯	第三地帯
1 ~ 4	170 円	220 円	320 円	420 円
5 ~ 9	200 円	270 円	370 円	470 円
10 ~ 14	230 円	320 円	420 円	520 円
15 ~ 19	260 円	370 円	470 円	570 円

代金をそえてご注文下さい。

申込先 ▶ 東京都中央区銀座3の9の11 (紙パルプ会館6階) 紙パルプ技術協会