

パルプおよび製紙に関する研究

第23報 合成繊維を用いたシートの性質 (2)

製紙試験研究室 寺谷 文之・木村 良次

Fumiyuki TERATANI and Yoshitsugu KIMURA : Studies on Pulp and Papermaking. XXIII. Properties of handmade sheet consisted of synthetic fiber (2).

前報では木材パルプと合成繊維との混合シートについて実験したが、これは紙力の源泉として cellulose の OH 基間の水素結合を利用した場合である。本報では木材パルプに代りPVAF (ポリビニルアルコール繊維) を合成繊維と混合して抄造した。この実験に使用した PVAF は合成繊維“ビニロン”を製造する過程において得られる中間体であつて、ポリビニルアルコールの性質をそのまま保有しており、繊維状 binder¹⁾ と呼ばれるものである。

この PVAF の特性は、その分子構造より明らかなごとく多数の OH 基を有し、他の合成繊維に比して親水性であること、および低温水中で溶解せず、高温水中でのみ溶解する性質を有することである。従つて PVAF を適当な長さに切断して他の繊維と混合し、通常の抄紙法によつて湿潤シートを形成して加熱圧縮、乾燥するならば、繊維間の強力な binder としての役割を果すことになる²⁾。

実 験 結 果

1. 繊維の混合率の異なるシートについて

前報の実験に使用したと同じ 3.0den. の軽く捲縮せる AF (アクリル繊維、商品名エクスラン) を 3mm および 7mm の長さに切断し、1.1den. の通直な PVAF (商品名フィブリボン) を 3mm に切断したものと混合する。これを比粘度2.3の PA・Na 水溶液中に分散せしめ、繊維濃度が0.167%となるごとくした。公定法に準じた抄紙を行ない、圧縮された湿紙中の水分が約60%となるごとく脱水し、115°C 附近に加熱された熱板に張りつけて約8分間乾燥した。かかる方法にて順次 PVAF と AF との混合率を変化せしめて作成したシートの物理的性質を Table 1 に示す。

PVAF 100%のシートの性質を要約するとつぎのごとくになる。繊維度の小さいことおよび繊維の接触点が熔融接着するために、シートの密度は0.73と相当に高く、極端に叩解された木材パルプのシートに匹敵する。しかし叩解された木材パルプのシートと全くことなる点は、その柔軟性と伸度とである。PVAF のシートは叩解パルプのそれに比較して、柔軟性が約10倍、伸度が 20~30 倍と非常に高い値を示した。強度の点においては引裂強さを除いて余り強くなく、叩解パルプの1/3程度である。

PVAF と AF の混合シートにおいて、AF 含有率の増加とともにシートの厚さおよび剛性は増加し、反対に密度が減少した (Fig. 1)。この場合 AF の繊維長による差異は殆んど見出

Table 1. Physical properties of the handmade test sheets consisted of polyvinylalcohol fiber and acrylic fiber

sample No.	acrylic fiber content %	basis weight g/m ²	thickness mm	density g/cm ³	breaking length km	elongation %	burst factor	tear factor	stiffness	air resistance sec/dl
E10	0	102	0.140	0.73	2.108	114	3.12	218	9	—
“ 9	10	103	0.169	0.61	2.168	29	3.26	145	11	—
“ 8	20	113	0.220	0.51	2.143	23	2.92	133	20	13.6
“ 7	30	115	0.252	0.45	2.052	19	3.03	127	24	1.56
“ 6	40	103	0.313	0.33	2.235	12	2.91	155	36	0.215
“ 5	50	115	0.372	0.31	1.993	6.5	2.81	187	56	0.107
“ 4	60	111	0.442	0.25	2.103	6.0	2.65	229	70	0.054
“ 3	70	121	0.548	0.22	1.974	3.1	2.32	233	81	0.029
“ 2	80	120	0.660	0.18	1.517	1.2	1.58	157	79	0.020
“ 1	90	121	0.734	0.17	0.557	0.3	1.10	94	76	0.020
D 9	10	108	0.206	0.53	2.643	29	3.89	147	22	—
“ 8	20	109	0.219	0.50	2.940	22	4.22	156	27	—
“ 7	30	114	0.288	0.40	3.005	21	4.56	220	41	—
“ 6	40	117	0.306	0.38	2.829	20	4.39	245	44	0.302
“ 5	50	118	0.384	0.31	2.843	19	4.69	282	59	0.222
“ 4	60	119	0.506	0.24	2.812	18	4.97	413	72	0.047
“ 3	70	120	0.612	0.20	2.500	17	4.21	505	78	0.033
“ 2	80	121	0.682	0.18	1.752	8.4	3.69	533	78	0.020
“ 1	90	121	0.721	0.17	1.328	3.6	1.86	370	79	0.018

length of acrylic fiber { sample E 3mm
 “ D 7mm

せない。かかる剛性の変化は木材パルプと AF との混合シートにおいて AF 含有率を増加した場合と全く反対の現象であり、PVAF-AF 間の結合状態が木材パルプ-AF 間のそれと比較して、いかに大きな差異があるかということを推察せしめる。

シートの機械的性質について、まづ 3mm の AF と PVAF を含むシートについて検討しよう。裂断長は AF 含有率 0～70% の範囲では殆んど変化を示さず、70%以上に AF が増加すると急激に減少した(Fig. 2)。かくのごとく PVAF と AF との混合比率が変化しても、ある範囲内では強度が余り変らないという事実は、次のごとき理由によつて説明されるであろう。湿潤シートを加熱することによつてその中に存在する PVAF は相互にその接触部分が溶接し、また PVAF と AF との接触部分においては加熱によつて幾分か可塑性を増した AF に

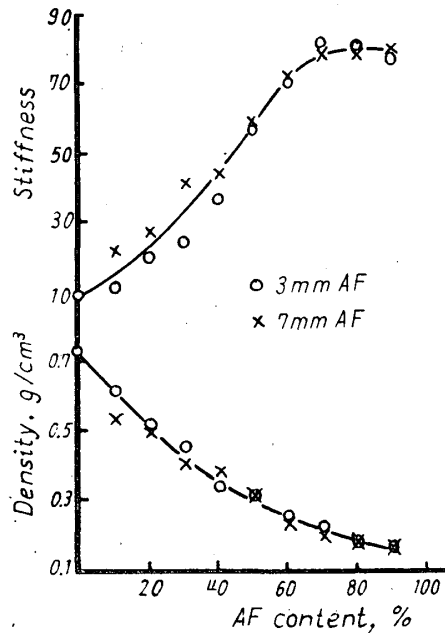


Fig. 1 Effect of acrylic fiber content on the density and stiffness of sheets prepared from the blend of acrylic fiber and polyvinylalcohol fiber.

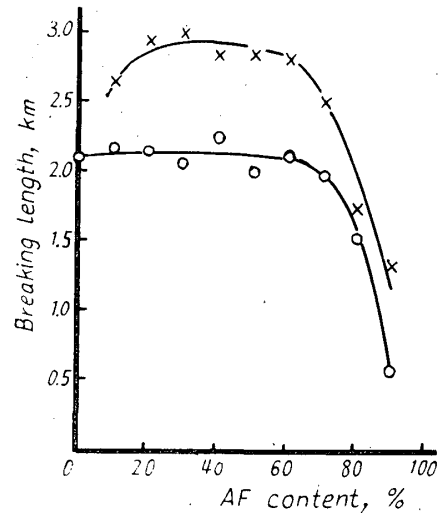


Fig. 2 Effect of acrylic fiber content on the breaking length of sheet.

PVAF が溶着して、いわばハンダづけの状態に似たようになると考えられる。いま AF のみから成るシートに PVAF を混入し、段々と増量して AF と置換した場合、PVAF-AF 間の溶着数は増加し、従つて引張強度も増加する。

まづこの考えを裏づけるために PVAF-AF 間の接触数から考えてみよう。手抄試験シート中の繊維の配列は全く方向性を有しないと仮定しても差支えないであろう。従つて両繊維間の接触数は、両者が同数存在する場合に最も多くなるのが当然である。両者の重量による混合比率を繊維本数によるそれに換算すると次のごとくなる。

繊維	長さ	繊度	重量混合率	繊維 1 g に含まれる本数	本数混合率
PVAF	3.0mm	1.1den.	x%	m	xm
AF	3.0mm	3.0den.	(100-x)%	n	(100-x)n

$xm = (100-x)n$ とおけば、シート中の両繊維数が等しい場合の重量混合率が算出される。繊維の長さは同じく 3mm であるから、単位重量当りの本数は *denier* に逆比例する。 $xm = (100-x)n$ において、 $m = \frac{3}{1.1}n$ なるゆえ $x = 26.8\%$ となる。すなわち算術的には最多接触数を与えるべき繊維の重量混合率は、PVAF=26.8%、AF=74.2% である。PVAF がこの数値に達するまでは引張強度が増加するということになるが、Fig. 2 に示される実験結果とほぼ一致している。

この混合率以上に PVAF が増加すると、PVAF-AF 間の接触数は減少し、PVAF 相互間の接触数が増加する。PVAF は AF よりも単繊維強度が小さいので、引張荷重が加わった場合、AF のごとく繊維間結合をはがして引抜かれる以前に切断される PVAF が増加する。す

なわち (AF の引拔摩擦抵抗×引拔本数) は減少し、(PVAF の引張強度×切断本数) は増加する。この両関数の和が一定なるゆえに、前述のごとく AF 含有率の変化に対してシートの裂断長が一定な平衡部分を生じたものと考えられる。

長さ 7mm の AF を混合した場合、すべての混合率において裂断長および比破裂度が増加した。この繊維長による強度への影響は後ほど詳しく検討することにして、混合率の変化による影響についてみると、根本的には 3mm AF を使用した場合と大差はない。ただ繊維が長くなると一本の長繊維における接触点が増加するので、平衡部分における強度が上昇し、かつ平衡を維持する AF 含有率が 20~60% となり、少し範囲を縮小することを認めた。

破裂強度については Fig. 3 に示されるごとく、概して引張強さの測定結果と同様な傾向を示した。少しことなる点は、3mm AF を使用したシートの比破裂度が、AF 含量 0~70% の範囲の平衡部分において、AF 含量の高いほどわずかながら減少していくことである。これは AF 含量の増加によつてシートの伸度が著しく減少することに起因するものである (Fig. 4)。対照的に 7mm AF を用いたシートの伸度が 20~70% の AF 含量においてわずかしこ減少しないことは、同シートの比破裂度にはつきりした影響を与えている。すなわちその範囲の AF 含量では比破裂度は減少せずほぼ一定の値を保つことができた。

引裂強度は Fig. 5 に示すごとく、AF 含量 70% において極大を有する曲線を与えた。木材パルプと AF との混合シートでは、この極大は AF 含量 30% に現われたが、これに比較すると PVAF と AF との混合シートは、極大の現われる AF 含量が高くなっている。後者の場合極大現象の現われる原因を考えると、AF を固定すべき PVAF の net work が完成されるまでは、PVAF の増加とともに比引裂度も向上する。しかし一旦 net work が完成されると衝撃荷重に対しては PVAF より AF の方が強いので、AF 含量の減少とともに比引裂度は減少することになり、この境界点において極大現象が現われるのであろう。また 7mm AF を混合した場合は極大値が著しく向上するが、これは PVAF の

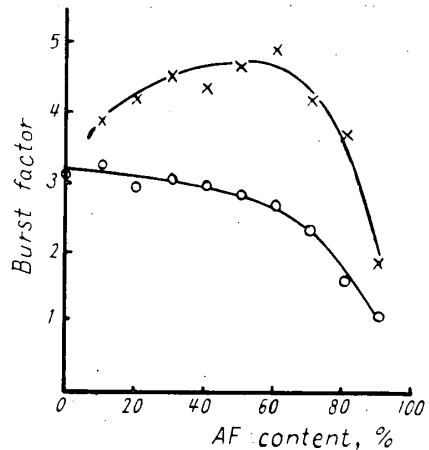


Fig. 3 Effect of acrylic fiber content on the burst factor of sheet.

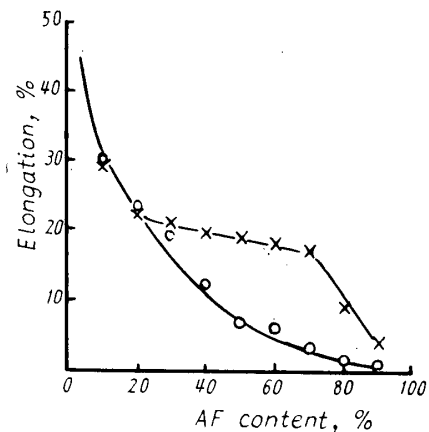


Fig. 4 Effect of acrylic fiber content on the elongation of sheet.

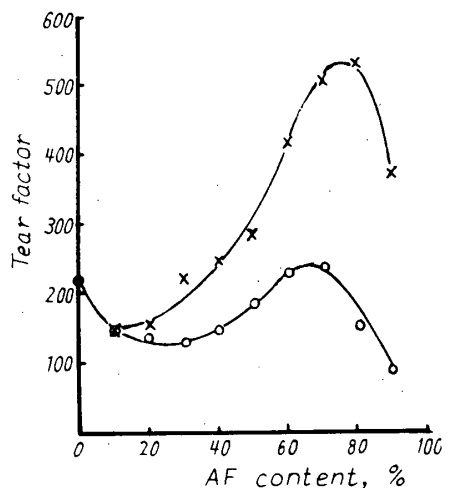


Fig. 5 Effect of acrylic fiber content on the tear factor of sheet.

net work に固定された AF が切断されず引抜きの摩擦抵抗が急増するためである。また PVAF 含量が70~80%を超えると比引裂度は再び増加を示した。すなわち比引裂度曲線は20~30% AF 含量において極小を有することになるが、これはシートの伸度が決定的な影響を及ぼしたものと考えられる。AF 含量20~30%のシートの伸度は約20%であるが、AF の存在しない PVAF のみのシートの伸度は114%であつた。この伸度の激増が引裂の仕事量の増加をもたらし、引裂強度を上昇せしめた原因である。木材パルプからの紙のごとく伸度が非常に小さい場合は、殆んど引裂における伸度の影響を考慮する必要はなかつたのであるが、合成繊維のシートを論ずる場合には、これに充分留意しなければならない。

透気抵抗は Fig. 6 に示すごとく、AF 含量が増加すれば急激に減少した。またシートの密度との関係をもとめるところ、前報の木材パルプと AF との混合シートの場合には直線的であつた密度と透気抵抗の対数との関係が、直線関係より少しずれている。これは密度の高いすなわち PVAF の多いシートは、加熱溶接の際に幾分か PVAF の接触点が拡がり、繊維間孔隙を減少せしめることに原因すると考えられる。

2. 繊維長、織度および繊維のことなるシートについて

これまでの実験は PA·Na 水溶液中に分散せしめた繊維濃度を0.167%に規定して、シートを抄造した。しかし 7mm のごとき長繊維を原料とした場合はシートの地合があまり良好でなかつた。長繊維は分散液中でも相互に絡み合う確率が大きいためである。そこでこの実験を開始するに先立ち、抄造時の繊維濃度とシートの地合との関係をいろいろな繊維長について調べた。シートの地合は既に報じたごとく³⁾ シートの厚さのバラツキをもつて表した。すなわち 1 枚の試験片について50個の厚さを測定し、厚さの平均値に対する標準偏差の百分率をもつて地合の良否を判定するものである。なお抄造時の粘剤溶液の粘度が大きいと湿潤シートに多数の pin hole を生じるので、前報で述べた範囲内でできる限り粘度の低い方がよいと思われる。Table 2 は各繊維長の AF を60%, 3mm の PVAF を40%混合して、比粘度1.9の PA·Na 水溶液中に分散せしめ、各繊維濃度にて抄造したシートの厚さに対する変動係数を示す。その結果繊維の長いほど厚さのばらつきの小さいシートを作成するには繊維濃度を低下せしめねばならないことが明らかとなつた。シートの地合は変動係数で3%以下でなければ良好とはいえない。9mm 長の繊維を使用した場合は0.019%以下の繊維濃度が適当であるが、坪量 110g/m² のシートを造るためには通常の test sheet machine では0.031%以下にすることはできない。従つてこの後の実験で 9mm 繊維長の AF を使用したシートの地合が良好でないことを残念に思う。

繊維長、織度のことなる各種合成繊維60%と PVAF 40% との混合シートを作成し、その性質を調べた結果を Table 3 に示す。AF-PVAF 混合シートについて繊維長の影響を検討し

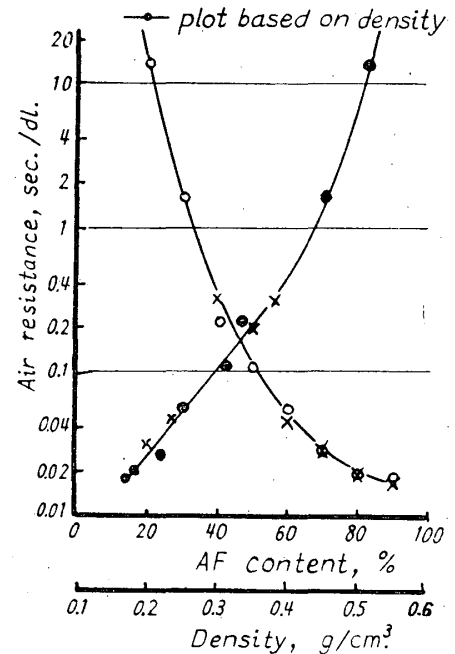


Fig. 6 Effect of acrylic fiber content on the air resistance, and relation of sheet density to air resistance.

Table 2. Effect of fiber consistency in slurry on the coefficient of variation to thickness of handmade test sheets.

acrylic fiber length	coefficient of variation of thickness at each fiber consistency								
	0.128%	0.085%	0.063%	0.051%	0.042%	0.037%	0.031%	0.024%	0.019%
9mm	10.37	11.64	9.84	6.64	5.98	6.45	4.76	4.65	2.92
7mm	10.76	8.83	5.73	3.59	—	3.55	2.97	—	—
5mm	8.00	6.61	5.63	4.31	3.87	4.31	3.18	—	—
3mm	3.70	3.74	3.34	2.84	2.15	—	—	—	—
1mm	—	—	2.83	—	—	—	—	—	—

Fiber content in sheet is 40% polyvinylalcohol fiber and 60% acrylic fiber.

Table 3. Physical properties of the handmade test sheets consisted of polyvinylalcohol fiber and other artificial fibers.

	fiber den.	dia. μ	length mm	basis weight g/m ²	thick- ness mm	density g/cm ³	break- ing length km	elonga- tion %	burst factor	tear factor	stiff- ness	air resis- tance sec/dl
Acrylic ^a	3.0	22	1	117	0.440	0.27	2.14	4.2	2.05	124	71	0.116
"	"	"	3	115	0.456	0.25	2.96	9.7	4.00	273	78	0.067
"	"	"	5	119	0.494	0.24	3.16	15.5	4.79	319	76	0.060
"	"	"	7	117	0.505	0.23	3.39	20.7	5.04	413	74	0.052
"	"	"	9	120	0.496	0.24	3.82	17.6	5.33	394	79	0.084
Nylon ^b	3.0	22	2	107	0.442	0.24	1.90	13.7	3.44	198	41	0.037
" ^a	"	"	"	113	0.508	0.22	2.06	18.3	3.65	190	44	0.035
" ^a	"	"	4	118	0.529	0.22	2.31	22.1	4.41	334	45	0.037
" ^b	13.0	46	"	107	0.497	0.22	1.09	8.4	1.65	125	33	0.019
Rayon ^b	1.5	18	5	113	0.338	0.33	3.22	9.4	4.63	147	69	0.379
"	2.0	21	"	111	0.358	0.31	3.27	10.3	3.86	156	68	0.218
"	3.0	25	"	111	0.358	0.31	3.03	9.4	3.60	143	71	0.199
Acetate ^b	1.5	17	7	109	0.363	0.30	2.08	7.5	2.14	98	59	0.086

a=curly fiber, b=straight fiber

Fiber content in sheet is 40% polyvinylalcohol fiber (1.1den., 3mm) and 60% artificial fiber.

た。シートの密度，剛性，透気抵抗は 1mm AF の場合わずかに高いが，そのほかの繊維長では殆んど変らない。しかし裂断長，比破裂度，比引裂度，伸度は繊維長が大なるほど増加するが，特に 1mm から 3mm までの増加率が著しい。従つてシートの機械的性質に対して，固

定されている繊維の引抜き摩擦抵抗が相当大きな役割をもつ因子であることが知られる。
rayon-PVAF 混合シートについて繊維の影響を検討した。1.5~3.0den. の範囲では繊維の小さい方が密度、裂断長、比破裂度、透気抵抗が少し高い。そのほかの性質は殆んど変化がない。
nylon-PVAF の混合シートについて、捲縮の有無の影響について検討したが、殆んどシートの性質には差が見られなかった。もちろんこれは 2mm の nylon 繊維についてであるから、もつと長繊維のものを使用すれば結果に差が出ることも考えられる。また繊維大なる (13 den.) nylon と PVAF との混合シートは機械的性質が非常に劣ることを認めた。

繊維の種類によるシートの性質の相違について考察するには、当然シートの性質に大きな影響をおよぼす構成繊維の性質を知る必要がある。数多くのデータのなかからまとめてみると Table 4 のごとくなる。繊維の比重については saran を除くほかの合成繊維のすべては、

Table 4. Physical properties of native and synthetic fibers

fiber	specific ^a gravity	tensile ^b strength g./d.	elongation ^b %	impact ^c strength erg/cm ³	moisture ^c adsorption RH95% %	
Orlon	1.18	2.2~2.6	20~28	11.6×10 ⁸	2.5	staple
Acrilan	1.17	2.5	36	7.1 "	~3	staple
Creslan	1.17	3.3	32	— "	2.6	
Nylon	1.14	4.5~4.8	24~32	6.1 "	8~8.5	type 6, filament
Dacron	1.38	4.4~5.0	19~25	8.5 "	0.5	filament
Vinylon	1.26	4.2~8	14~26	6.2 "	8	
Polyethylene	0.95	5.0~7.0	10~40	— "	<0.01	Ziegler method.
Saran	1.75	<2	15~20	— "	0.1	filament
Acetate	1.30	1.3~1.5	23~34	3.7 "	14	
Rayon	1.53	1.5~2.4	15~30	6.5 "	27	
Cotton	1.50	3.0~4.9	3~7	2.0 "	24~27	
Ramie	1.50	6.6	4	1.7 "	—	
Silk	1.25	4.7	20	13.4 "	24	
Wool	1.32	1.0~1.7	25~35	4.0 "	28	

a R.W. Moncrieff: "Man-Made Fibers" (1957)

b W.A.B. Davidson: Textile World, 107, 101 (1957)

c 辻和一郎: "合成繊維" (1959)

acetate を除くほかの cellulose 系繊維よりも小さい。引張強度では nylon, vinylon, dacron, polyethylene (低圧法) が最も高く、ついで acrylic fiber が中等の強度をもつ。cellulose 系の天然繊維は強度の高い部類に属するが、再生繊維は最も低い。しかし rayon では近來高強度のものが造られ合成繊維に近づきつつある。glass fiber は高強度の部類に属する。

伸度および吸湿性の点においては合成繊維と天然 cellulose 繊維との間には明瞭なる差異が存在する。一般に合成繊維の特長は強度が高いとともに伸度も相当大きく、いわゆる強靱性 (toughness) に富むことおよび吸湿性の小さいことである。これに比較して天然 cellulose 繊維の伸度は非常に小さく、その吸湿性は非常に大きい。再生繊維も吸湿性はあまり改良されず比較的高い。衝撃抵抗は天然 cellulose 繊維が最も小さく、ついで acetate が少し高く、rayon はほかの合成繊維とともにかなり大きな衝撃強度を示す。

以上のごとき諸繊維の性質がシートの性質に与える影響についてはかなり研究されている⁴⁾⁵⁾⁶⁾。本実験では正確な比較考察が出来ないけれども、その傾向の一端を Table 3 の結果から推察してみよう。各項目別にまとめるとつぎのごとくなる。

密度	rayon>acetate>合成繊維
裂断長	AF, rayon>nylon>acetate
伸度	合成繊維>rayon>acetate
比破裂度	〃 > 〃 > 〃
比引裂度	〃 > 〃 > 〃
剛性	AF>rayon>acetate>nylon
透気抵抗	rayon>acetate>AF>nylon

合成繊維を含むシートは、繊維の比重大なる再生 cellulose 繊維を含むシートよりも密度が小さい。この密度の差が透気抵抗にも影響し、合成繊維特に nylon を含むシートの透気抵抗が低い。シートの強度的性質はほぼ一致して合成繊維が最高、つづいて rayon, acetate の順に低下する。すなわち構成繊維の強さがそのままシートの強度に現われていると考えて差支えない。全体を通じて合成繊維を混合したシートは強伸度高く、透気抵抗の非常に小さい性質をもつことが認められた。

要 約

温水可溶性の PVAF (ポリビニルアルコール繊維) と AF (アクリル繊維) を混合し、PA・Na (ポリアクリル酸ナトリウム) 水溶液中に攪拌分散せしめた。使用した PVAF は 1.1den., 3mm, AF は 3.0den., 3mm および 7mm の 2 種である。この両繊維の混合率を順次変化せしめ、0.167% の繊維を含む比粘度 2.3 の分散液を test sheet machine で抄造し、公定法に準じて脱水、圧縮した。湿潤シートの含水率が約 60% となるごとくして、115°C に加熱された熱板に張りつけて乾燥した。

これらのシートの物理的性質と AF 含有率との関係を考察した。3mm AF と PVAF 混合シートについての結果の概要はつぎのごとくである。(1) 裂断長は AF 含有率約 70% までは殆んど変化せず、それ以上に AF が増加すると急激に減少した。この現象を解明するために AF 含有率を本数を基礎として計算すると、AF 73% においてシート中の PVAF と AF とが同数となる。すなわちこの AF 含有率において両繊維間の接触数が最多となる。従つてこの点までは (AF の引抜摩擦抵抗 × 引抜本数) + (PVAF の引張強度 × 切断本数) = 一定なる関係によつて、シートの裂断長は平衡を保つことになる。(2) 比破裂度は AF 含有率の変化に対し、裂断長の場合と同様な変化を示した。ただし強度の平衡部分において伸度の減少が影響して少

しつづ減少した。(3)比引裂度は AF 含有率20~30%において極小, 70%で極大を示した。この現象はつぎのような原因に基づくと考えられる。PVAF のみのシートの伸度は非常に大きい, 20~30%の AF の混入によつて伸度が激減するために引裂仕事量も減少した。ついで衝撃抵抗大なる AF の増加によつてシートの引裂仕事量が増加し, この変化点において極小を示す。更に AF 含有率が増加して70%を超えると, AF を固定すべき PVAF との接触数が減少を始め, シートの引裂仕事量も再び減少する。従つてこの変化点において極大を示すことになる。(4)透気抵抗は AF 含有率が増加すれば急激に減少する。これは AF 含有率の変化に対して同様に減少するシート密度に影響され, PVAF の多いシートを除いて, 密度と透気抵抗の対数は直線的関係を示した。

7mm AF と PVAF 混合シートの強度的性質は, 3mm AF 混合シートに比較してかなり高い値を示したが, AF 含有率の変化に対しては上述の結果と殆んど同様な挙動を示した。透気抵抗, 密度, 剛性は, 同一 AF 含有率では AF 繊維長の差に関係なく, ほぼ同一であつた。

AF-PVAF 混合シートにおいて 1~9mm の範囲の AF を用いて繊維長の影響を調べた。密度, 透気抵抗は 1mm AF の場合少し大きい, 他の繊維長では殆んど変らない。引張, 破裂, 引裂の諸強度および伸度は繊維長が大きい程増加し, 特に 1mm から 3mm までの増加率が著しい。rayon-PVAF 混合シートにおいて, 1.5~3.0den. の範囲の rayon を用いて繊維度の影響を検討した結果, 繊維度の小さい方が密度, 引張および破裂強度, 透気抵抗の高いことを認めた。

nylon, acrylic fiber, rayon, acetate と PVAF との混合シートを比較すると, 合成繊維を含むシートは再生 cellulose 繊維のそれよりも密度, 透気抵抗が小さい。強伸度的性質は一般に合成繊維を含むシートが最高, つづいて rayon を含むもの, acetate を含むものは最低であつた。すなわち構成繊維の強さがそのままシートの強度に現われているものと考えられる。

Résumé

The blends of acrylic fiber (3.0 den., 3 & 7mm) and hot water soluble polyvinylalcohol fiber (1.1 den., 3mm) were dispersed with violent stir in the viscous solution of sodium polyacrylate. The handmade test sheets were formed from 1500ml of the dispersion contained 0.169% fiber, and followed by couching, pressing and heat drying at 115C.

The effects of acrylic fiber (AF) content in sheet on the physical properties of test sheets were observed on Table 1. The results on the blent sheet consisted of all 3mm fiber are summarised as follows: (1) the breaking length of sheet did not change at the range from 0 to 70% of AF content, and then decreased markedly as the AF content was over this range (Fig. 2). Solving the reason for these facts, the fiber content based on weight was converted into that based on number of fiber. When the AF content reached to 73%, the number of acrylic

fiber in sheet was equal to that of polyvinylalcohol fiber, and consequently the contact between two different fibers reached to maximum. It is surmised that the breaking length held a constant value owing to the formation of following relation : (pluck resistance power of acrylic fiber $\times$ pluck number) + (tensile strength of polyvinyl alcohol fiber $\times$ break number) = constant. (2) The burst factor of sheet showed the same variation as the breaking length against to the change of AF content (Fig. 3). But, at the constant level, the burst factor decreased slightly by the influence of the reduction of elongation. (3) The tear factor of sheet exhibited the maximum value at 20% AF content and the minimum value at 70% AF content (Fig. 5). The early decrease of tear factor was due to the remarkable reduction of elongation as shown in Fig. 4, and then followed increase indicated that the tear work increased because of the high impact strength of acrylic fiber. The final decrease was due to the reduction of the fiber contact fixing the acrylic fiber. (4) The air resistance of sheet decreased markedly with the increase of AF content. From the relation in Fig. 6, it was most probable that the air resistance depended on the density of sheet.

The blent sheets consisted of 7mm acrylic fiber and 3mm polyvinylalcohol fiber were superior in the mechanical properties to that consisted of all 3mm fiber, and they behaved in like manner against to the variation of AF content. The air resistance, density and stiffness of sheet did not related to the length of acrylic fiber.

Using the several artificial fiber, i. e. nylon, acrylic fiber, rayon, acetate, the blent sheets with polyvinylalcohol fiber were prepared by the same method (Table 3). In comparison of the physical properties of sheet, the blent sheets contained synthetic fibers had lower density and air resistance than that contained remaked cellulosic fiber. The strength and elongation of sheet were graded as the following order ; synthetic fiber sheet > rayon sheet > acetate sheet. Therefore, it was confirmed that the properties of artificial fiber sheet in this investigation was controlled only by the properties of the component fiber.

文 献

- 1) 佐伯忠夫：紙パルプの技術**10**, No. 4, 21 (1959).
- 2) 三田仁, 佐伯忠夫：紙パ技協誌**12**, 41, 44 (1958).
- 3) 寺谷文之, 木村良次：木材研究**19**, 1 (1958).
- 4) R. H. Higham : Proc. Tech. Sect. Paper Maboer's Assoc., **39**, 323 (1958).
- 5) I. H. Emery, J. D. Howell, S. Sands : TAPPI **39**, 781 (1956).
- 6) R. S. Brissette, N. R. Eldred : TAPPI **42**, 136A (1959).