尿 素 樹 脂 系 填 料

三井東圧化学株式会社高分子研究所 大喜多泰郎, 松原 次男

Urea-Formaldehyde Polymer Filler

Yasuo Okita and Tsugio Matsubara
MITSUI TOATSU CHEMICALS, INC.

An organic filler, which is obtained by urea-formaldehyde condensation, has been used to light weight paper in recent years.

It improves brightness and opacity, in addition it has a very high absorptional ability of liquid owing to its porous structure.

A number of industrial benefits, which have not been achieved by common inorganic fillers, are obtained by its use.

These characteristics and paper making uses of its organic filler are discussed in this paper.

はじめに

アミノ樹脂系填料の源は1966年にチバ社により出願されたメラミン樹脂系粒子の特許¹⁾に始まり、尿素樹脂系としては1969年にチバ・ガイギー社より出願された特許²⁾に始まる。

製紙工業分野における尿素樹脂系粒子の利用は1971年にチバ・ガイギー社とキャボット社が共同出願した填料用途特許³⁾、同じく1971年にキャボット社が出願したコーティングカラー顔料用途特許⁴⁾に始まる。その後わが国からも製紙工業分野における填料・顔料

としての製造及び応用特許が多数出願されている。

製紙用填料としてはタルク、クレー、炭酸カルシウム、二酸化チタン、ホワイトカーボン等の無機物が使用されているが、有機物填料として初めて実用化された尿素樹脂系填料(以下、UFフィラー [UF-filler] と略す)は、特異な粒子構造及び空隙構造を有することにより無機物填料にない性質を示す。この性質からUFフィラーは新聞用紙を代表とする紙の軽量化用途を中心に使用されている。

本稿ではUFフィラー(三井東圧化学株式会社製品

Fig. 1 Producing process of urea-formaldehyde resin filler

ユーパール)の形状と特性,紙への応用について説明する。製造方法についてはその一例を図1に示すが,詳細については既に特許⁵⁾等で述べられているのでここでは省略する。

1. UF フィラーの形態

UF フィラーの形態的特徴は,直径が $0.1\sim 0.3\mu\text{m}$ の非多孔性の球状粒子(以下,一次粒子と称す)が互いに合着して,平均径がレーザー法で $5\sim 10\mu\text{m}$ の凝集体構造(以下,二次粒子と称す)を形成していることである。この粒子形態は製造法によって変化でき,例えば $3\mu\text{m}$ 程度の単粒子や,その単粒子が多孔性を有しているものもできるが,紙に内添する填料としては前記の形態が適している。

図2に紙中に存在するUF フィラーの走査型電子顕微鏡写真を示すが,これから一次粒子と二次粒子径を知ることができる。

二次粒子径はその写真の画像解析や粒度分布計によって測定することができる。粒度分布計には遠心沈降法,コールターカウンター法,レーザー法によるものがあるが,UF フィラーの様な空隙を持つものはレーザー法が最も適している。遠心沈降法やコールターカウンター法は真の姿よりもかなり小さな値になってしまう。これは空隙が存在しない状態の粒子と

Fig. 2 Scanning electron micrograph of UF-filler

Table 1 Pore properties of fillers

	pore size μm		total pore volum cc/g
	mode	average	
UF-filler	0.22	0.356	2.73
white carbon	0.02	0.176	3.38
clay (Indonesia)	0.40	0.414	1.06

Fig. 3 Pore size distribution of fillers

して計算されるからと言って良いだろう。

UF フィラーの空隙構造は水銀浸透法(水銀ポロシメーター)により知ることができる。図3及び表1にその結果を示すが, $0.2\mu\text{m}$ 程度の空隙径が最も多く,これは一次粒子の合着体であることに起因している。

2. 光学的特性

UF フィラーと各種無機填料の特性を表2,空隙測定値を表1,散乱係数を表3に示す。図4,5に各種填料を含有した紙の白色度及び白紙不透明度を示す。

図4,5からUF フィラーを含有した紙の白色度及び白紙不透明度はアナターゼ型 TiO_2 にほぼ匹敵し,他の填料に比べ大幅に改善されることが分かる。

表3からUF フィラーの散乱係数はアナターゼ型 TiO_2 のそれにほぼ匹敵し,パルプの6~11倍,ホワイトカーボンの2.6倍であることが分かる。またUF フィラーの吸収係数がほぼゼロに近いことから,UF フィラーは白くて且つ不透明性の高いものであることが分かる。更にUF フィラーはその屈折率(1.65)がアナターゼ型 TiO_2 の屈折率(2.55)より格段に小さいにもかかわらず, TiO_2 に匹敵する光学性能を有している。Ross⁶⁾とGate⁷⁾によって,物質系がかなりの空隙を有している場合には,その空隙の大きさが光の波長と同程度である場合に光の散乱は最も大きいということが示されている。従ってUF フィラーの光学性能はその二次粒子の空隙構造によるものと推察される。Menashi等⁸⁾によって,この最適空隙径は約 $0.25\mu\text{m}$ であることが実験的に示されている。

UF フィラーの二次粒子径は図6に示すように光学性能に影響し,小さい方が良い。これは二次粒子径が小さくなるに従って,紙中に占める単位重量当りの全UF フィラー粒子の投影面積比が増加するからだと推

Table 2 Properties of various fillers

	true specific gravity	refractive index	particle diameter μm	specific surface area m^2/g	brightness %
UF-filler	1.45	1.65	0.1~0.3	10~30	97~98
white carbon	2.0	1.4~1.5	0.01~0.04	100~200	90~98
TiO ₂ (anatase)	3.9	2.55	0.15~0.25	12~25	98.5
CaCO ₃ (ground)	2.7	1.49~1.66	0.3~10	1~6	70~90
CaCO ₃ (pptd)	2.6	1.49~1.66	0.2~5	5~20	80~95
clay	2.6	1.55	0.2~5	0.5~1	80~90
talc	2.7	1.55	1~10	3~10	80~90

Table 3 Optical coefficients of filler and pulp

		scattering coefficient cm^2/g	absorptional coefficient cm^2/g
filler	UF-filler	4,500	nearly zero
	white carbon	1,740	nearly zero
	TiO ₂ (anatase)	4,300~5,100	—
pulp	LBKP (CSF460)	405	5.0
	TMP (CSF230)	525	8.3
	GP (CSF370)	730	22.1

Fig. 4 Filler influence on brightness of paper

察される。しかし、二次粒子径が小さくなると UF フィラーの紙への歩留率が低下するので、この歩留率をも加味したところで二次粒子径を決定しなければならない。

Fig. 5 Filler influence on opacity of paper

Fig. 6 Brightness, opacity and printing opacity—agglomerated particle size of UF-filler

3. 印刷後不透明度と吸油性

図7からUFフィラーを含有した紙の印刷後不透明度（インキの裏抜け防止）はホワイトカーボンに比べると少々劣るものの、他の填料に比べると大幅に改善されることが分かる。この印刷後不透明度に関連するものとして、表4に示す填料自体の吸油量が挙げられる。この吸油量と印刷後不透明度の傾向はほぼ合致しており、更に表1に示した空隙容量とも相関性を示している。

UFフィラーの二次粒子径と印刷後不透明度との関係を図6、吸油量との関係を図8に示す。この場合、これら両者の関係は相反する。

以上のことから填料自体の吸油量は印刷後不透明度に必要な因子ではあるが、填料の単位重量当りの粒子数も重要な因子であると推察される。ここで言う粒子

Fig. 7 Filler influence on printing opacity of paper

Table 4 Oil absorbency of various fillers

	oil absorbency ml/100g
UF-filler	150~250
white carbon	200~300
TiO ₂ (anatase)	20~40
CaCO ₃ (ground)	15~25
CaCO ₃ (pptd)	40~55
clay (Indonesia)	30~60
talc	20~50

Fig. 8 Oil absorption value—agglomerated particle size of UF-filler

数は二次粒子径に起因するものであるから、填料の紙への歩留率因子も含めて考えなければならない。

4. 吸水性

吸水量はUFフィラーが300 ml/100 g、ホワイトカーボンが200 ml/100 g程度であり、図9に示すように吸湿性も非常に高い。保水性も表5に示すように非常に高い。この特性はUFフィラー二次粒子が多孔質であることと、粒子表面にメチロール基が存在していることに起因している。

この吸水性の高い特徴は水を使用するオフセット多色印刷適性、紙の静電気防止等に生かされると推測している。

5. 紙の強度

図10の填料含有紙の裂断長から明らかなように、UFフィラーは低含有量では紙力低下の小さい填料である。無機填料はその含有量の増加にともない直線的に低下していくが、UFフィラーの場合は少量の含有

Fig. 9 Filler influence on hydroscopic ability relative humidity 98% & 25°C

Table 5 Water holding ability

	Water holding value %	
	1660 G*	3410 G*
UF-filler	546	466
white carbon	358	302
TiO ₂ (anatase)	75	46
clay (Indonesia)	94	78
calcined clay	98	85
talc	93	45
pulp (LBKP)	126	101

* centrifugal force

Fig. 10 Filler influence on breaking length of paper

Fig. 12 Filler influence on friction of paper

(A) UF-filler
(B) China clay
(C) TiO₂

Fig. 11 Filler influence on initial wet strength of paper

量では低下が小さく、その後は含有量の増加にともない直線的に低下していく。UF フィラー含有紙の紙力低下が小さい理由は、粒子表面に存在しているメチロール基とパルプの水酸基との水素結合、二次粒子径が比較的大きいことが挙げられる。

また、UF フィラー含有紙は初期湿潤時の紙力低下が小さい(図 11⁹⁾)。この理由として前述の吸水性、即ち UF フィラーが水を吸収してパルプ繊維間の水素結合の破壊を抑制するためと推察される。

6. 紙の摩擦性

テーブル抄紙した填料含有紙同士の摩擦による摩擦係数を測定した結果を表 6 及び図 12 に示す。填料を

Table 6 Coefficient of friction of newspaper

	filler content %/paper	coefficient of static friction	coefficient of dynamic friction	
			initial	equilibrium
none filler	0	0.54	0.49	0.47
UF-filler	1.0	0.70	0.68	0.66
	3.1	0.74	0.70	0.68
	10.0	0.76	0.73	0.68
white carbon	0.9	0.70	0.70	0.68
	2.8	0.79	0.79	0.68
	9.4	0.88	0.88	0.68
calcined clay	1.0	0.71	0.69	0.66
	3.7	0.74	0.74	0.67
	12.5	0.81	0.81	0.74

有させることにより紙の静摩擦係数及び動摩擦係数が増加することが分かる。ここで注目したいのは図 12 に示す動摩擦係数の変化である。UF フィラー添加紙は摩擦係数を高くし、その振幅及び低下が填料無添加紙に近い挙動を示すが、無機填料添加紙は振幅が非常に小さくなり、特にホワイトカーボンは摩擦係数を高くするがその低下が急激に起こる。この原因については現在検討中である。

新聞用紙は軽量紙であり、更に抄紙及び印刷速度が増加するため、紙流れやシワが発生しやすい。特に填料無添加紙は紙流れが発生しやすく、ホワイトカーボン含有紙はシワが出やすいと言われており、UF フィラーはこれらの問題は発生していない。この理由として紙流れは摩擦係数が小さい紙に起こり、シワは摩擦係数の変化が大きい紙に起こる可能性が高いと推察している。

7. 抄紙ワイヤーの摩耗性

抄紙においてその速度が速くなればなるほどワイヤーの摩耗性が問題となってくる。表 7 に日本フィルコン㈱のワイヤー摩耗試験法に従って測定した結果を示すが、これから明らかなように UF フィラーのワイヤー摩耗性は最も小さい。この原因は有機質であることから無機質に比べて硬度が小さいことと、粒子が球形であることが挙げられる。

8. 紙への歩留

表 8 に各種填料のテーブル抄紙におけるワンパス歩留を示す。この表から明らかなように UF フィラーは

Table 7 Abrasion test of various fillers by Nippon Filcon method

	abrasion loss (mg)	
	bronze wire	plastic wire
UF-filler	5	3
white carbon	12	6
TiO ₂ (anatase)	464	20
CaCO ₃ (ground)	287	broken
CaCO ₃ (pptd)	84	93
clay (Indonesia)	23	10
calcined clay	79	28

Table 8 One pass retention of fillers

	paper making pH acidic	paper making pH neutral
UF-filler	57%	54%
white carbon	47%	27%
TiO ₂ (anatase)	36%	16%
CaCO ₃ (pptd)	—	16%

抄紙 pH の影響を殆ど受けず高い歩留率を示すことが分かる。UF フィラーのゼータ電位は -30 ~ -50 mV を示し、ホワイトカーボンと酸化チタンもほぼ同等である。従って、UF フィラーの高定着メカニズムはゼー

タ電位ではなく、次のメカニズムが考えられる。

- ①比重が1.45と小さく木材繊維の1.50と極めて近いことから、パルプの挙動と似ている。
- ②二次粒子表面が凹凸に富んでいるため、パルプ繊維が絡み易い。これにより微細繊維の歩留も向上する¹⁰⁾。
- ③二次粒子径が比較的大きいので脱水工程で脱落到にくい。

実際の抄紙機（ベルベフォーマ、デュオフォーマ）での新聞用紙抄造におけるUFフィラーの平衡歩留率は80～93%であり、ホワイトカーボンは50～60%である。Z軸方向でのUFフィラーの分布を調べたところ、紙表面層では微細繊維と共にやや少ないが、その内側ではほぼ均一に分布していた。

9. 紙の緊度

UFフィラーは真比重が1.45、二次粒子は多孔質のため比重が約1.1であることから紙の緊度を低下させて嵩のある紙にすることができる。しかし、図13に示すように少量では有意差はでない。

Fig. 13 Density of paper containing UF-filler

10. UFフィラー含有紙から発生するホルムアルデヒド

UFフィラーは尿素樹脂硬化物であるから、微量ではあるがホルムアルデヒドが発生する。UFフィラー含有紙からどのくらいのホルムアルデヒドが発生するかを知ることは実使用に際して重要である。

ホルムアルデヒドを測定する方法としては、TAPPIスタンダード T 600 hm₈₃ に水溶液中のホルムアルデヒドと樹脂中の遊離ホルムアルデヒドの分析法が規定されているが、紙の場合には規定されていない。そこで昭和48年10月12日の法律第112号に関する49年厚生省令第34号に制定された乳幼児以外の繊維製品のうち、下着、手袋、寝衣などの布製品から発生する

Table 9 Analytical result of free formaldehyde in newspaper

	filler content %/paper	quantity as free formaldehyde $\mu\text{g/g}$ paper
none filler	0	15
UF-filler	0.9	15
	1.5	17
white carbon	1.0	15

extraction by water
acetyl acetone method

ホルムアルデヒドの分析方法にしたがって測定した。

抽出法による分析結果から、厚生省令の上限である75 $\mu\text{g/g}$ 試料の値を示すのは、UFフィラーを12%含有した紙である。

気中濃度測定法による分析結果より、UFフィラーを13%含有する紙から発生するホルムアルデヒドの気中濃度は0.06 ppmであった。人がホルムアルデヒドを感じる最低濃度は敏感な人で0.6 ppm、一般には0.9 ppmと言われている。

実際の新聞用紙を抽出法（定量はアセチルアセトンによる吸光度法）で分析した結果を表9に示す。UFフィラー含有量1.5%でも、UFフィラーを添加していない紙と殆ど同等の値を示す。UFフィラー無添加紙でもホルムアルデヒドが検出されることになるが、これはパルプから抽出される他の成分が本分析法に影響しているものではないかと推察される。

11. 新聞用紙への応用例

新聞用紙は坪量52 g/m^2 であったが、1973年の第一次オイルショックを契機とした省資源・省エネルギーから、欧米での軽量化の動きにも呼応して、1975年には49 g/m^2 の紙が使用され始め、1980年には46 g/m^2 の軽量紙となり、1989年には43 g/m^2 の超軽量紙が生まれた。一方、新聞の印刷方式は凸版からオフセットへと移行が進み、用紙全体の約60%がオフセット印刷となった。

新聞用紙における填料の使用は坪量46 g/m^2 の凸版印刷用軽量紙から始まった。この理由は軽量化による白紙不透明度と印刷後不透明度の低下を補うためである。この目的に使用されるのがUFフィラー及びホワイトカーボンで、紙中に0.5～1.5%含有するように添加されている。填料を紙中に1%含有させたテーブル抄造紙の特性を表10に示す。この中で白色度補正を

Table 10 Propertise of newspaper containing filler

	filler content %/paper	opacity %		printing opacity %		brightness %	tensile strength kg
		①	②	①	②		
none filler	0	88.5	88.5	83.3	83.3	53.2	2.45
UF-filler	1.0	90.0	91.2	85.8	86.8	55.6	2.38
white carbon	1.0	89.1	89.7	87.0	87.5	54.4	2.33

① This value is not rectified by brightness

② This value is rectified by brightness (53.2%)

しているが、これは白色度が1ポイント向上することにより白紙不透明度が0.5ポイント、印刷後不透明度が0.4ポイント低下するため、白色度の高いフィラーほど両不透明度の向上にとっては不利となるので、フィラーにより向上する白色度相当だけパルプの漂白を控えて白色度一定の紙とした場合の値を推定したものである。従って白色度の向上はパルプの漂白剤使用量を減少させ、両不透明度の向上にも振り分けることができる。

表10に示すように、UFフィラーは填料の効果としてのバランスは良いが、凸版印刷新聞用紙に重要な印刷後不透明度がホワイトカーボンより少々劣る。そこでUFフィラーとホワイトカーボンを併用する場合も多い。一方、新聞用紙にはこの他に抄紙時と印刷時の作業性という重要な因子がある。それは前述の紙流れとシワ、抄紙機のドライヤーパートからワインダー間の紙粉、印刷機での紙粉問題であるガイドロール汚れである。UFフィラーはシワの問題はなく、抄紙機での紙粉問題もない。UFフィラー及びホワイトカーボン共に印刷機のガイドロール汚れが問題になるが、UFフィラーはその製造方法の改良と二次粒子径を小さく

することにより、現在では問題になっていない。

新聞用紙の印刷方式の主流となったオフセット印刷では一部で超軽量紙を使用し始めた。オフセット印刷は印刷後不透明度にとって好ましい印刷方式であるが、超軽量紙になると印刷後不透明度が不足し、白紙不透明度も不足する。現在は印刷作業性に重点が置かれているために填料が使用されるケースは少ないが、近いうちに本格的に填料が使用されるものと推測している。印刷後不透明度は前述した通りUFフィラーよりもホワイトカーボンの方が優っているが、凸版用インキにおけるUFフィラーとホワイトカーボンとの差に対し、オフセット用インキではその差は1/2近くに縮まる。UFフィラーの白紙不透明度は前述のようにホワイトカーボンの約2倍あるので、オフセット用紙における両不透明度トータルではUFフィラー使用の有意性が凸版用紙に比べ高くなる。

オフセット印刷ではカラー印刷が今後ますます増加するものと考えられる。UFフィラーの白色度向上の特徴は必要になってくる。またオフセットカラー印刷では一度水に濡れた部分にインキが付着することになる。そこで万能印刷機(熊谷理機工業製:MP 6000型)

Table 11 Offset printability of paper

	filler content %/paper	ink transfer from ink roll to paper (A) %	ink transfer from paper (A) to vacant roll %	printing density
none filler	0	49.0	15.5	1.295
UF-filler	1.0	49.6	14.9	1.283
	2.5	50.6	12.0	1.240
white carbon	1.0	49.8	15.3	1.275
	2.5	51.0	13.7	1.230

ink weight on roll : 70 mg

water weight on roll : 65 mg

を用いてこの印刷試験を行い、その結果を表 11 に示す。表中のインキ転移率とは印刷ロールに付いていたインキが紙に転移した割合を表し、ロール付着率とは印刷された紙の表面からインキが空ロールに付着した割合を表す。印面濃度とは刷色濃度を表す指標で、反射率の逆数の対数値である。インキ転移率は填料を添加した方が高い値を示した。これは吸油度と同じ傾向である。しかし、UF フィラーのロール付着率は無添加紙の場合より小さくなっているが、ホワイトカーボンの場合には無添加紙よりも大きくなった。これはホワイトカーボンの吸水性が UF フィラーよりも小さいために、湿し水が吸収しきれていないところにインキが表面に付着するためだと考えられる。ちなみに、湿し水を使わないで同様の印刷を行ったところ、ロール付着率は無添加紙の 7.6% に対して UF フィラー 2.5% 含有紙とホワイトカーボン 2.5% 含有紙は殆ど変化はなくそれぞれ 4.1% と 3.9% であった。

オフセット印刷における紙粉問題としてブランケットロール汚れがある。この問題に対して填料を使用することは好ましい方向ではない。現在、紙粉を防止する方法としては、紙力剤を内添するよりもゲートロー

Fig. 14 Brightness and opacity of paper coated with starch newspaper : basis weight 46 g/m²

Table 12 Permeability of paper

	filler content %/paper	air permeability sec	density g/cm³
none filler	0	24	0.70
UF-filler	1.37	19	0.68
	3.44	16	0.65
white carbon	1.07	19	0.68
	2.71	17	0.68

ルコーターで紙の表面に澱粉や PVA や PAM の紙力剤を塗工する方法が最も良いようだ。しかし、澱粉等を塗工すると紙の乾燥性の低下、紙の白色度と不透明度の低下(図 14)、インキの吸水着肉性の低下等の問題点も生じる。ここでも UF フィラーの不透明度効果、インキの吸水着肉効果、透気性(表 12)の向上が寄与できる。

12. 超軽量塗工原紙への応用

軽量塗工紙は 45 g/m² が国産では最も軽いと言われているが、更に軽量の超軽量コート紙 (ULWC) が望まれている。ULWC の場合には、塗工量は既に 6 g/m² と軽量コート紙の限界にきていることから、原紙の坪量を 30 g/m² 位までにする必要が生ずる。これにより主に次の問題点を生ずる。

①不透明度の低下

②紙力の低下

これらの物性低下抑制のためにはパルプ配合だけでは根本的な解決とならない。即ち、不透明度の低下抑制のために機械パルプを増加すると紙力が低下し、紙力の低下を抑制するために化学パルプを増加すると不透明度が低下するといったように相反する現象となってしまう。そこで高い不透明度を持ち紙力低下の少ない UF フィラーの使用意義が出て来る。

坪量 30 g/m² では UF フィラー 2.5% 含有した紙とクレー 9.2% 含有した紙が同じ不透明度を示した。表 13 にそのときの物性比較データを示す。この表から UF フィラー含有紙の白色度はクレー含有紙に比べてやや低いものの、裂断長や Z 軸強度の低下はクレー含有紙に対して半分以下の低下ですむことが分かる。

カラー塗工すると白色度と白紙不透明度が向上するため、原紙の場合に比べて UF フィラーの添加による不透明度の増分効果は約半分に減少し、カレンダー処理によっても更に不透明度は低下していく。その低下度合はブランク紙、UF フィラー含有紙、クレー含有紙共に同様な傾向を示した。表 14 に坪量 32 g/m² の原紙へのカラー塗工及びカレンダー処理前後の白紙不透明度の変化を示した。この表から明らかなように、ブランク紙ではカラー塗工後の不透明度の向上分はフィラー含有紙に対して大きい、カレンダー処理による低下度合は逆に大きめである。UF フィラーとクレー含有紙の間でのカラー塗工後の変化及びカレンダー処理後の変化に違いはない。

本用途におけるマシンテストの結果の中で、UF フィラー含有紙はクレー含有紙に比べて紙の透気度にバラツキがないとの情報もある。

Table 13 Comparison of ULWC base paper property

		none filler	UF-filler	clay Indonesia
filler content	%/paper	0	2.5	9.2
opacity	%	66.4	73.2	73.2
brightness	%	59.7	65.2	66.2
breaking length	%	4.23	3.71	3.11
internal bond	%	1.61	1.36	1.09

Table 14 Influence of color coating and calendering

		none filler	UF-filler	clay Indonesia
filler content in base paper	%/pulp	0	2.5	9.2
opacity of base paper	%	66.1	74.5	74.3
opacity after coating	%	83.5	86.4	86.0
opacity after single side calendering	%	79.5	82.7	82.3
opacity after both sides calendering	%	77.9	81.5	81.2

basis weight of base paper : 32 g/m²

color coating weight 7 g/m² (single side, 14 g/m² for both sides of paper)

おわりに

以上、尿素樹脂系填料の形状と特性、紙への応用例について紹介した。用途は軽量紙を中心に説明したが、この用途では他に電話帳用紙、軽量書籍用紙、インデアンペーパー等がある。また、白ライナーや白ボールの表層の不透明性の向上や、仙貨紙の嵩高&紙厚低下用途等も考えられる。更に見方を変えれば TiO₂ の代替用途もある。

顔料用途として感熱紙¹¹⁾ や塗工紙の一部に使用されている。しかし、この分野は尿素樹脂系填料の多孔性が災いしてカラーの粘度を高くしてしまう欠点があり、今後の改良が必要である。

尿素樹脂系填料は軽量化や新しい機能を有した紙製品の開発の一助となっており、今後も益々有用になるものと期待されている。

引用文献

- 1) 特公昭 43-29159
- 2) 特公昭 46-28087
- 3) 特公昭 51-23601
- 4) 特公昭 49-47405
- 5) 特公昭 57-26686, 特公昭 59-52889 等
- 6) Ross W. D. : J. Paint Technol., 43, 50 (1971)
- 7) Gate L. F. : J. Phys., D 5, 837 (1972)
- 8) J. Menashi, J. F. Hardy, P. Economou, F. A. Heckman, E. Redman : J. Colloid Interface Sci., 66, 220 (1978)
- 9) H. Tlach, M. Farrington : Pap. Technol., 15, 164 (1974)
- 10) H. Tlach : Papermakers Conf. (Proc.) 221 (1981)
- 11) 特公昭 57-20918