新素材シートとその応用

本州製紙株式会社開発研究所 豊 島 節 夫

New material sheets and their applications

Setsuo Toyoshima

Honshu Paper Company, R & D Laboratory

The application of new material sheets have been increasing in various fields recently. These sheets are made by wet-laid or dry-laid paper making processes. New material sheets have high performances derived from the material itself. Also, these sheets are porous, light weight, and have good convertibility and cost merits. Some application examples such as electrical parts, construction materials, heat resistant materials, composite materials, and electrical conductive materials are shown in this paper.

1. 序

木材ハルフからなる紙はその豊富な資源とリサイクル性を生かして印刷、包装、その他さまざまな用途で私達の生活を潤している。一方でこれら製紙の技術を核に、材料分野で生み出されたさまざまな材料をシート状に加工したいわゆる新素材シートの要求も高まりつつある。これらのシートでは素材そのものの機能を発現することはもち論のこと、紙が有する多孔性、軽量性、加工性、低コストなどの特徴を生かした総合的メリットが期待される。本報では塗工や混合・成形などの手法に基づくシートは割愛し、製紙技術を核にしたシートにつきいくつかの応用例を紹介する。

2. 材 料

近年、ファインセラミックスやファインポリマーなどの新機能、極限物性を有する各種新素材が繊維、粉末などの形態で製造されている。また、先端材料分野における高機能素材以外の材料にも、シート材料の観点より独自機能を発揮し得る広い意味での魅力ある新素材も多い。代表的な繊維材料例を表1¹⁾に示す。このうち工業的に量産されているガラスおよびアルミナシリカの単繊維はシート用素材としても多用されている。ガラス繊維は熔融ガラスを白金ノズルから落下させ高速で巻取る紡糸方式により生産され、得られた長繊維はさらに短くカットされ抄紙用として用いられる。

表 1 繊維材料の特性

繊 維 名	直 径 (μm)	密 度 (g/cm^3)	引張強度 (kg/mm^2)	引張弾性率 (ton/mm^2)	融 点 ($^{\circ}\text{C}$)
炭素繊維 (HT)	7~9	1.9	280	23	
ガラス繊維 (E)	3~15	2.5	150	7.5	840
アルミナ繊維	9	3.2~3.5	260	25	2,000
アルミナシリカ繊維	1~5	2.6~3.2	130	12	1,700~
ステンレス繊維	5~20	7.9	70~230	12~15	
バラ系アラミド繊維	12	1.5	282	13	(426)
炭化珪素ウィスカー	0.1~1	3.2	2,110	49	2,690
チタン酸カリウムウィスカー	0.3~1	3.3		12	1,370

融点 () 内は分解温度を示す。

図 1

アルミナシリカ繊維はバイヤーアルミナ、電融アルミナなどのアルミ原料とケイ石、ケイ砂などのシリカ原料を配合した後、アーク炉、抵抗炉などの電気炉で2,000℃以上の高温で溶融し、この融体を高速ガス流体または遠心力などによって延伸し繊維化したものである(図1²⁾)。

ウィスカーは微細繊維ではあるが、単結晶に近い構造であるため強度および弾性率が理想値に近く、補強材料として或は高温耐熱材料として有望である(写真1)。工業的に量産されているウィスカーとしては、炭

写真 1 ウィスカー形状

化珪素、硼酸アルミニウム、チタン酸カリウム、酸化亜鉛などがある。

3. 製造方法

3.1 湿式抄紙法によるシート化

主材料である合成繊維、天然繊維、無機繊維などの短繊維は予め水中に分散させたスラリー状にて調整保管し、さらに抄紙パートへと定量送りする。セルロースパルプなどは予め叩解処理し、フィラー等の内添材料や各種添加薬品もこの段階で加えおくことが多い。抄紙方式としては円網法と傾斜短網法の2種に大別される。いずれの方式も繊維を均一に分散させるために大量の水を使用して低濃度の状態で抄紙する。

円網法においては短いウェブ形勢ゾーンにて脱水を完了させる必要性から、強制脱水機構を備えた Roto-former が一般的である(図2参照³⁾) Rotoformer の場合、抄紙ワイヤーは硬い金属円筒に支えられているため脱水吸引力を高めることができ、脱水の遅い原料から脱水性の高い原料まで、極めて融通のきくマシンであるという長所をそなえている。この様な特長から多目的マシンとして使用されることが多い。

傾斜短網法は非常に低濃度の原料を抄紙するために、抄紙ワイヤーを傾けて液だまりをつくり、脱水ゾーンを確保する方式である。Voith 社の Hydroformer (図3³⁾ 参照) と Sanddy hill 社の Deltaformer が代表的であり、インレットの構造によっては2層または3層に積層した多層抄きシートも可能である。これらのマシンは脱水性が良好な長繊維を低濃度に分散し、高効率で抄紙するのに適している。

抄紙法で形成されたウェットシートはドライヤーパートで乾燥し連続巻取りを得る。湿式抄紙法の特徴としては、

- ・抄紙プロセスの高速性により生産性が高い

1.フロー・スプレッター 2.分散ロール 3.ボン
ドレギュレーター 4.オーバーフロー 5.フォー
ミングシリンドラー 6.サクションボックス 7.ク
ーチロール

図 2 Sandy-Hill 社 Roto-Former

図3 Voith 社 Hydro-Former

図4 本州丸網法 (TDS)

- ・厚さむらが少なく強度などの品質の均一性が優れている
 - ・極薄物から厚物まで幅広い生産範囲が可能
- 等であり、ルーフィング基材、断熱材、複合材料など各種用途に使用されている。

3.2 乾式法によるシート化

湿式法が大量の水と乾燥に伴う熱エネルギーを必要とするのに対し、乾式法の利点としては、

- ・設備が小型で安価（需要に応じた小刻みな設備増設が可能、自由な立地）
- ・湿式法に比較してエネルギー消費が少ない
- ・小ロット生産が可能

などの特徴を生かし、多種の製品が生まれている。抄紙法と対置するものとして、各種の乾式パルプ不織布の製造法が開発されているが、本報ではバインダープロセスにおいても全く水を使用しない TDS (Totally Dry System) 不織布を紹介する。これはパルプ繊維

と熱融着性の合成繊維、またはパウダーを均一に混合し、ウェブ化し、オープンで加熱することにより繊維成分、パウダーの融着でパルプ繊維を固定するものである。その工程概略は図4の通りである⁴⁾。使用繊維は 10 mm 以下に限定されるが、パルプの他、合成繊維、皮革繊維、金属繊維、炭素繊維、セラミック繊維、ガラス繊維など各種の繊維材料を用いることができる。この他、シリカゲル、高吸水性樹脂、フェノール樹脂、金属粉等の各種の粉末を複合させることも可能である。この方式は製法上キャリアを必要とするが、このキャリア材質を選択することにより、特性を補い合う複合不織布とすることもできる。この様な TDS 不織布はフィルター、液体拡散板、ドレーン材、クッション材などの用途に使われている。

4. 新素材シートの応用例

新素材は耐熱性、断熱性、電気絶縁性、導電性、寸

表 2 エポキシ樹脂系プリント基板の NEMA 規格による分類

G-10	； ガラスクロス／エポキシ
G-11	； ガラスクロス／耐熱型エポキシ
FR-1～FR-3	； 紙／難燃型フェノール
FR-4	； ガラスクロス／耐熱型エポキシ
FR-5	； ガラスクロス／難燃耐熱型エポキシ
FR-6	； ガラスランダムウェブ／ポリエステル／フィラー
CEM-1	； ガラスクロス(表層)／紙(コア)／難燃型エポキシ
CEM-3	； ガラスクロス(表層)／ガラス不織布(コア)／難燃型エポキシ

	CEM-1	CEM-3	SE-1
構成	銅箔 ガラス布 紙	銅箔 ガラス布 ガラス不織布 (無機フィラー)	銅箔 ガラス布 合成繊維布
樹脂	難燃エポキシ	難燃エポキシ	(難燃)エポキシ

図 5 コンポジット銅張積層板の構成例

法安定性、補強性、吸着性、選択透過性など各種の優れた特性を生かし、さまざまな分野での応用が考えられる。ここでは抄紙や不織布の製造技術をベースとして各種材料をシート化したものにつき、当社製造シートを主体にその応用例を紹介する

4.1 プリント回路基板用基材

プリント回路基板は IC など部品の固定支持、部品間の結線、絶縁という基本的な機能を満たすものとして電子機器に不可欠である。表 2 にエポキシ系プリント基板の NEMA 規格による分類を示す。プリント回路基板の需要は電子部品市場のおよそ 3% を占め、電子機器の発展とともに伸長してきた。以下、湿式不織布を用いた代表的プリント回路基板につき概要を紹介する。

(1) コンポジット回路基板用ガラスペーパー

クロスのもつ強度、寸法安定性、耐熱性などの長所とペーパーのもつ加工性、経済性などの長所との両者の長所を取り入れた基板がコンポジット銅張積層板で

ある。コンポジット回路基板には図 5 に示すような材の組み合わせが JIS 規格で規定されているが、日本市場では、CEM-3 がコンポジット基板の中では圧倒的に多く、プリント配線板全体のほぼ 10% を占めるまでに成長してきている。現在、単にコンポジット基板といえば CEM-3 を指すことが多い。CEM-3 のコア材として使用されるガラスペーパー（ガラス不織布）にはアルカリ分 Na_2O 、 K_2O の合計が 0.5% 以下と少なく、電気絶縁性に優れた E ガラスからなる繊維が用いられる。抄紙工程に於いては繊維を単繊維にまで十分分散させる必要があるが、近年、ガラス繊維メーカーでのサイジング剤に（収束剤）の改良研究により易分散タイプのガラス繊維が上市され、分散工程がより容易になった。ワイヤー上に形成されたウェブのガラス繊維間はエポキシ樹脂やアクリル樹脂などの熱硬化性バインダーで結合される（写真 2 参照⁵⁾）。ガラス布基材と比較しての特徴差は顕微鏡写真より顕著である。これらの基材にエポキシ樹脂を含浸担持させ、銅

写真 2 ガラス不織布基材（左）とガラス布基材（右）の表面電子顕微鏡写真

表 3 CEM 3 と FR 4 の比較

特 性	CEM-3	FR-4
曲げ強さ	○	◎
吸水率	○	○
電気特性	○	○
機械加工性	○	△
寸法安定性	○	◎
軽さ (比重)	○	△
コスト	○	△

箔とともに積層プレスしてコンポジット基板となる。ガラスクロス基材銅張積層板 (FR-4) と比較してのコンポジット銅張積層板 (CEM-3) の特徴を表 3 に示す。コンポジット銅張積層板の用途が拡大するに従って、ガラスヘーバーに対する品質要求もますます厳しくなった。特に板の反りやねじれの原因となる厚さのバラツキと繊維の配向性に対しては十分な注意が要求される。また、積層板製造工程に必要な特性として、耐溶剤強度と耐熱強度がある。耐溶剤強度は樹脂ワニスを含浸する工程のために必要であり、耐熱強度はホットプレスによって積層板とする際の工程によって受ける温度と圧力に対抗するために要求される。コンポジット銅張積層板はビデオ、パソコン、ゲーム機など各種民生機器を中心に使用されている。

(2) 多層回路基板用アラミドペーパー

電子部品の小型化、高密度実装化にともない回路基板に求められる精度は飛躍的に高まってきている。これらの要求は従来、産業用に於て厳しく求められてきたものであるが、民生用においても 1989 年にノート型パソコン、カメラ一体型 VTR が上市され、その基板に薄物多層プリント板が使用されたことを機に小型化は急速に進み、もはや従来の産業用、民生用という区分は通用しなくなっている現状である。高性能化、多機能化への対応としては配線パターン的高精度化と高多層化が改善され、さらに LSI ハッケージの多ピン化と表面実装の普及で実現した。さらに半導体の実装は従来のパッケージ型からシリコンチップの直接実装型へ移行しており、搭載部品と基板との熱膨張の整合性の需要度はより高まっている。表 4 に各種材料の熱膨張特性を示す。アラミド基板はこれらのマーケットを背景に低膨張、低誘電率、加工性などの特徴を生かして各種の機器分野に利用されつつある。低膨張はパラ系アラミド繊維の負の熱膨張 (繊維軸方向) とい

表 4 各種材料の熱膨張率

材 料	熱膨張率 (ppm/°C)
エポキシ樹脂 (フィラー入り)	65~100
エポキシ・ガラス積層板 (XY 方向)	12~16
(Z 方向)	150~200
ガラス繊維	5
パラ系アラミド繊維 (軸方向)	-5

うユニークな特性を利用するもので、樹脂とアラミド繊維との配合比を変えることにより 5~10 ppm/°C の低熱膨張に設定することができる。アラミド基板は、当初アラミド織布を用いて検討されたが、ドリル加工性、冷熱サイクルで発生する微小亀裂などの問題点が明らかとなり、これらの問題点を解決し得るアラミドペーパーへと引き継がれ、実用的な基板が数社から上市されるに至った。使用されているアラミド繊維は帝人のテクノラ@、DuPont の KEVLAR@ がある。ペーパー化は湿式抄紙による均一なシート形成、バンダーによる繊維間接着、カレンダーによる密度調節などの工程を経て製造される。アラミド基板は上記の低熱膨張性、低誘電率のほかに振動吸収性に優れること、軽量であることなどの優れた特徴も兼ねて備えており、小型機器、航空機などさまざまな用途に用いられている。最近では構成材料のイオン性不純物を極力減少させることによりエレクトロマイグレーションの発生を抑え、さらに有機基材に適したスルーホールメッキ技術の進展により、より信頼性の高い多層基板が生まれている⁶⁾。

4.2 耐熱セラミックペーパー：超伝導セラミック電線用絶縁材料

最近の超伝導材料の進歩には目ざましいものがあり、液体窒素温度 (77 K) 以上の臨界温度 (T_c) を有する Y 系、Bi 系 Ti 系等の材料の出現で実用的価値は急速に高まってきた。超伝導体の用途としては電磁石、伝導機、発電機などコイル状で使用される場合が多い。これらコイル状の酸化物超伝導体を作製しようとする場合、酸化物超伝導体は歪みに弱いことから、予め反応前の線材をコイル巻き、その後、高温焼成して目的の構造体を得る方法が検討されている。この場合、金属系超伝導材では熱処理温度が通常 600~800°C 程度であるが、酸化物超伝導線材の場合は 800~1,000°C の高温焼結熱処理が必要となる。この様な方法におけるコイル絶縁では、従来用いられていた樹脂ワニスやフィルムなどの有機材料は使用することができず、耐熱性に優れるセラミックペーパーが注目された。繊維

図6 超伝導コイル模式図

組成としてはアルミナ繊維やアルミナシリカ繊維を、少量の有機バインダーと耐熱性に優れた無機バインダーとで抄紙法により製造したペーパーである。このような耐熱性のセラミックペーパーを用いることにより、線材間の絶縁層を薄く均一に形成することが可能となった。0.1 mm 厚さのセラミックペーパーを用いて試作した例につき模式図を図6⁷⁾に示す。

4.3 断熱用材料

(1) 断熱ボード用面材

建築用断熱材料は住環境の快適さ、省エネルギーの点からその使用度が高まっている。グラスウールやロックウールからなる繊維系断熱材が広く用いられているが、断熱性、防湿性、他の材料との複合による一体化の容易さなどの理由で発泡プラスチック系のボード状、パネル状断熱材が多く使われるようになった。なかでも硬質ウレタンフォームやフェノールフォームを用いたボードはコンクリート系の住宅の壁面用断熱材、屋上断熱防水などに使われている。これらのボードやパネルは面材や合板、石膏ボードなどと一体成形され

ることが多い。構成例を図7に示す。

これらの面材の特徴として

- ① 反り、ねじれなどを起こさない寸法安定性
- ② 発泡樹脂の液漏れを起こさないバリア性
- ③ 難燃性

などの基本特性を備えている。また、用途に合わせ

- ④ コンクリートやモルタルとの接触に耐える耐アルカリ性
- ⑤ GL ボンドとの接着性

などの特性が求められることもある。従来はコストパフォーマンスに優れたアスベスト紙が多用されていたが、安全性への配慮からガラスペーパーによる代替材料が普及した。この製品はガラス繊維を主体とすることにより寸法安定性を満たし、さらに各種ヒグメントで特性調節を行っている。発泡樹脂種類、GL ボンド施工の可否、コンクリート打ち込みの可否、難燃の必要性などにより各種グレード分けがなされている。

(2) 断熱用セラミックペーパー

アルミナシリカ繊維をシート化したセラミックペーパーはその優れた耐熱性と断熱性から各種用途に用いられ、アスベスト代替としての利用も盛んである。センサー保護管は、セラミックペーパーを筒状に加工したもので、溶鉱炉中の炉内温度やガス成分濃度の測定など、鉄鋼業の品質管理に欠かせないセンサーを高温雰囲気から保護する材料である。また、天然ガス貯蔵用タンクでは保冷のための断熱ブロックを保持するクッション性のあるめじ材として用いられている⁸⁾。

さらに最近では、高温に耐える無機バインダーの開

図7 断熱シートなどの構成例

表 5 高温断熱シートの紙質特性

		高温断熱シート
米 坪 量	(g/m ²)	97.5
厚 さ	(μm)	200
密 度	(g/m ³)	0.49
引張強さ	常温 (kg/15 mm)	0.91
	650℃	0.85
	800℃	0.53
熱伝導率 400℃ (kcal/m・H・℃)		0.08
	1,000℃	0.15
	1,200℃	0.16

発も進み、強度を備え、かつ柔軟な完全無機型の高温耐熱セラミックシートも開発された。シート物性を表 5 に示す⁹⁾。セラミック繊維のシート断熱特性を調べると図 8 に示すように、1,000℃ 付近から高温側で熱伝導率が急速に上昇し、断熱性が低下する。高温になると輻射熱の割合が増加するためと考えられ、光屈折率の高いチタン酸カリウムウィスカーを配合して高温での断熱性低下を防ぐ対策もなされている。図 8 中の実線はチタン酸カリウムウィスカーを 65% 配合したものであり断熱性が改善されている。

4.4 ハニカム形状の素材¹⁰⁾

耐熱性に優れたセラミック繊維ペーパーを用いたユニークな商品としてセラミック繊維ハニカム構造体がある。セラミック繊維ペーパーをコルゲート加工して波形状を作り、ハニカム構造とするものである。ハニカム構造体を構成している壁は、平均径 2~3 μm の細い繊維を骨格とし、90% 以上の空隙をもった非常にポーラスな構造を有している。コルゲート加工後、無機硬化剤を添加して焼成すると素子ができ図 9 に示す各種の製品形状が作られる。製造フローを図 10 に

図 8 高温断熱シートの特性

示す。セラミック繊維などの無機質繊維素材のペーパーからなるハニカム構造体は、押し出し成形のハニカム構造体と比較して次のような特長がある。

- ① 多孔質であるため軽量である
- ② 大型素子が容易に作れる
- ③ 通過気体との接触確率が高い
- ④ 耐熱繊維で強化された構造のため熱衝撃性に優れる

以上の特長を生かし触媒担体、熱交換器、除湿器、脱臭ローターなどさまざまな用途で実用化されている。

a) 触媒担体用

触媒担体はセラミックスなどでベース基材を作り、その表面に触媒などを担持させ、少量の触媒で高活性

図 9 ハニカム構造体製品形状

図 10 ハニカム構造体の製造工程

表 6 高温タイプ触媒担体の物理的特性

	単位	特性値	備 考
比熱	cal/g°C	0.20	
熱膨張係数	ppm/°C	4.0	100~1,000°C
耐熱性	°C	1,100	
比表面積	m ² /g	20	BET
細孔容積	cc/g	0.3	水銀圧入法
吸水率	%	33±10	
圧縮強度 A	kgf/cm ²	20.0	
B	"	2.5	
C	"	0.8	
嵩密度	g/cm ³	0.35	

を得る方法で球状、板状、網状などの種々の形状があるが、なかでも圧力損失が小さく接触面積が大きくとれるハニカム構造体はその利用分野を広げている。セルの大きさ、壁厚さなどの寸法要素は処理ガスの性状(汚れ具合)、圧力損失、接触面積などから総合的に選択される。1,100°Cまで使用可能な高温タイプの代表例につきその物理特性を表6¹¹⁾に示す。触媒種類は脱臭、脱オゾン用、脱硝用、燃焼排ガス浄化用など使用目的により選択できる。

b) 脱臭装置用

快適空間へのニーズから空気清浄機や脱臭装置の利用は年々増加している。触媒反応や微生物を利用したハニカム脱臭構造体は大量空気を処理できることや長寿命などの特長を生かし、各種脱臭分野において利用されている。図11¹¹⁾にニチアス(株)で開発された製品化例を示す。一般の脱臭触媒と紫外線で触媒表面を活性化する光脱臭とが組み合わされたもので、たばこ、ペット、トイレのにおいなどに効果がある。また畜舎の脱臭には微生物を担持させ酸化分解脱臭を行う微生物脱臭装置が開発されている。この装置は脱臭微生物を固定化させたセラミックフィルターに菌液を散布して菌体の維持を図り、永続的に脱臭する方式である。セラミック繊維を用いたハニカム構造体により保水性、悪臭吸着性、微生物付着性、高比表面積、低通気抵抗などの特徴が性能に寄与している。

c) 除湿装置用

各種工業製品の製造工程や製品の品質管理、保管に、湿度コントロールの重要性はますます高まってきている。これらのニーズに応えるものとして、セラミック

図 11 光脱臭原理図

繊維を骨格としてシリカゲルやゼオライト吸湿剤を担持した除湿用ロータが製品化されている。この除湿方式は回転再生型乾式除湿といいその原理を図12に示す¹¹⁾。除湿ロータを10~20 rphの速度で回転させ、処理空気(除湿したい空気)を通過させることで処理空気は除湿されロータは吸湿する。ロータは再生部分に入り加熱空気(通常100~160°C)によって水分を放出し乾燥状態となって再び処理空気を除湿する。この様にして、低湿度の乾燥した空気が容易に効率良く連続的に得られる。吸湿剤としては、従来塩化リチウムが主に用いられていたが、高湿度での潮解性や腐食性の欠点があるため、最近ではシリカゲルや合成ゼオライトが主流となっている。代表的な用途は防錆(金型保管、発電所の休停止、船倉塗装)、保管(製品倉庫、博物館)、製造工程(製薬、フィルム、食品)、クリーンルームなどがある。特に合成ゼオライトを吸湿剤としたものは-40~-60°Cの低露点の空気が得られることから、樹脂の乾燥など低湿度要求の厳しい用途に用いられている。

4.5 複合材料用基材

(1) ウィスカーによる金属材料の補強

ウィスカーは表1に示すように強度および弾性率が他の材料と比較して飛躍的に高く、またアスペクト比が高いため、樹脂や金属と複合して高性能な複合材料を得ることができる。特に金属部品は軽量化のために

図 12 除湿機

図 13 炭化ケイ素ウィスカーFRM 構造体の機械特性に与える影響例

鉄からアルミ合金へと材質の転換が計られているが、使用条件の厳しい用途においては、耐熱強度や耐摩耗性の改善のために複合化 (FRM) は必須である。図 13¹²⁾ に示されるように、純 Al からなるマトリックスのみの場合に比べ、炭化ケイ素で補強した複合材は広範な温度域にわたり高い抗張力を維持していることがわかる。

シート状補強材の特徴としては、表面層など必要部分のみの局所的補強が可能であることや、他の補強繊維材料とウィスカー材料とを混合使用したシート補強もできる点である。これらのシート補強により、アルミ溶湯を流し込んだときのクラック発生を防いだり熱膨張を抑制する効果を得られる。アルミナ繊維とホウ酸アルミニウムウィスカーとによる複合シートは、アルミ材とセラミック材との接着界面の接合を強固にし、良好な熱伝導性と寸法安定性を生み出す効果が確認されている。また、強度と弾性率の高い炭化珪素ウィスカーシートからなる軸受等の複合材も試作されている。

(2) FRP 用樹脂内添紙

フェノール樹脂とガラス繊維からなる FRP 用プリプレグ材料は難燃性、高強度等の特性を生かし、電気絶縁用 FRP、建材用 FRP、ガスケット用基材など各種用途が想定される。表 7¹⁴⁾ はフェノールホルムアルデヒド樹脂 (鐘紡製ベルパール) とガラス繊維とを湿式の抄紙工程にて混合抄紙したシートからなる FRP につき物性例を示したものである。ワニス化しにくい高分子量のポリマーも内添抄紙によりシート化が可能となり、しかも有機溶媒を使用しないのでシート製造の作業環境も改善される。厚物シートが要求される場合には、乾式不織布の製造方式 (TDS) が適しており、多孔湿な透水性 FRP 材料としての実用例がある。

表 7 FRP 用樹脂内添紙の物性 (ガラス繊維/フェノール樹脂)

(1) ペーパー

		ガラス繊維基材
米坪	(g/m ²)	131
厚さ	(μm)	504
密度	(g/cm ³)	0.26
灰分	(%)	46
引張り強度 タテ方向	(kg/15 mm)	4.2
引張り強度 ヨコ方向	(kg/15 mm)	2.5
浸水伸度	(%)	0.01

(2) 積層板

曲げ強度	(kg/mm ²)	20
電気絶縁性《常態》	(Ω)	10 ¹³
電気絶縁性《D-2/100》	(Ω)	10 ¹¹

4.6 導電材料

導電シートは静電気除去、電磁波シールド、面発熱等の機能を利用してプリント基板の運搬ケース、電子部品類の収納袋、家電機器、床暖房等の用途に使用されている。パルプ、合成繊維、無機繊維などのベース素材に、導電性素材である炭素繊維、金属繊維、金属メッキ繊維等を混合抄紙して製造される。推積抵抗率は導電材料の固有抵抗、配合率、シート密度等により調節され、10⁻¹~10⁵ Ωcm の範囲での製品が多い。図 14 はガラス繊維と炭素繊維とからなるシート基材

図 14 炭素繊維混抄ガラス繊維シートの発熱特性

(坪量 40 g/m², 厚さ 270 μm, 表面抵抗 MD 21 Ω/□ CD 45 Ω/□)¹⁵⁾に通電した場合の発熱特性を示し、床暖房用面発熱素材としての実用例がある。

5. ま と め

上記数例ではあるが、新素材シートの応用として紹介した。今後品質要求は均一性、高純度などますます高度化していくと思われるが、一方、生産面においても小ロット化対応のためのシート製造の安定化・高歩留り化などの生産技術もますます重要となろう。また、他材料と同様に廃棄問題、リサイクル性などについてもより一層重要度が増すものと思われる。今後ますます多岐の分野において、新素材シートに求められる役割が増大することを願うものである。

引用文献

- 1) ALPHA 10 月号 (1989)
- 2) 柿田儀二：高分子加工第 253 号 (1973)
- 3) 繊維学会誌 第 45 巻 9 号 (1989)
- 4) 三浦照雄：紙パ技協誌, 1987 年 2 月
- 5) NON WOVENS REVIEW 1993 Vol.4 No.1 P.15
- 6) '93 JPCA ショーセミナー&シンポジウムテキスト P 83~91
- 7) 公開特許公報 平 2-246101
- 8) 配管と装置 3 月号 (1993)
- 9) 紙パルプ技術タイムス 1991 年臨時増刊 P 122
- 10) ニチアス技術時報 '91 No.4
- 11) ニチアス技術時報 '88 No.6
- 12) 東海カーボン株式会社「トーカウィスカー」パンフレット
- 13) エーエムテクノロジー株式会社パンフレット
- 14) 本州製紙 '92 新素材展パンフレット
- 15) 新富士製紙 面発熱紙 SF シリーズパンフレット