「不織布」特集

フロッピーディスクライナー用不織布の現状と今後の展開

星 野 正 和

1. はじめに

10数年前には、パソコンやワープロ等のOA機器は一部の限られた人の使用装置でしかなかったが、現在では一般家庭などにも広く普及し、飛躍的に使用台数が増加してきた。これらの装置に不可欠な機能は情報の記憶であるが、装置本体の記憶能力には限界があり、大部分は電源を切ると蓄積した記録が消失してしまう。そこで外部に記憶する媒体が必要になるわけであり、フロッピーディスク（以下FDと記す）はその使い勝手の良さと安価なことから、外部記憶の媒体として広く使用されるようになった。

FDの歴史を振り返ると、最初にFDを発表したのはIBM社で、1972年のことであった。このとき発表されたFDは、大きさが8インチ（200mm）であり、記憶容量は400キロバイトのものであった。その後、1976年にシュガート社が5.25インチのFDをミニフロッピーディスクという名で発表し、さらに1980年にソニー(株)が記憶容量が437キロバイトの3.5インチFDを発表した。これが現在主流である3.5インチFDの始まりであった。

その後様々な技術革新があり、その結果として現在の記憶容量が2メガバイト以上のものが開発されたわけであるが、その技術に関しては(株)日本記録メディア工業会発行の「フロッピーディスク技術マニュアル」に詳しく記載されているので参照して頂きたい。

2. FDを取り巻く環境

FDの今後の需要を予測すると今までのような急増は期待できないものの、次のような要因でまだしばらくは増加するものと考えられている。

1) パソコンやワープロの高性能化、低価格化による台

数増加

2) 旧型機のデータ資産継承や異機種間のデータコンバート

3) 中国、東南アジアを始めとする発展途上国での需要の拡大

更に、FDを必要とする機器としては、パソコンやワープロの他にもワークステーションや楽器など非常に多岐にわたっており、この分野での増加も見込まれる。日本記録メディア工業会の需要予測では表1に示すように、およそ年数%の割合で増加していく。

表1 FD 需要予測

	1994年	1999年	99/94
国内需要 (百万枚)	455	552	121%
世界需要 (百万枚)	3,356	3,683	100%

(記録メディアニュース 1995.4 日本記録メディア工業会)

FD以外の外部記録の媒体としては、ハードディスク、光磁気ディスク、ICカード等があり、これらは一般にFDより記憶容量が大きい。しかし、大きな容量が却ってネックになる場合もあり、FDとこれらの記憶媒体とは用途での棲み分けが可能である。

3. FD ライナーの役割と問題点

3.1 FDの内部構造

図1に3.5インチFDの構造を示した。FDの内部には、記録ディスクの保護材としてライナーがシェルに内張りされている。ライナーはFD本体であるシェルと記録ディスクとの直接接触を遮断し、ディスク表面のクリーニングを行っているが、メディアの回転中のトルクを安定

The Present of Nonwovens for Floppy Disk Liner and Its Future

著者紹介 MASAKAZU HOSHINO

Product Development Laboratory, Mitsubishi Rayon Co., Ltd.

三菱レイヨン株式会社商品開発研究所 繊維加工技術センター 研究員

著者は一般不織布を専門とされ、趣味はドライブと読書。

本稿では、パソコンやワープロ等に広く用いられているフロッピーディスクの記録エラーの要因と、それに対する不織布ライナーの有効性について、またより高性能なライナーを作るために考える方法について解説していただいた。

図1 3.5インチFDの構造

させる等の役割も担っている。

ライナーに使用されているシートは一般的には不織布が使用されていて、素材の種類としてはレーヨン、ポリエステル、アクリル、ナイロン、ポリプロピレン等の汎用繊維が使用されている。

ライナー用途に不織布が優れている主な点をあげれば次のような項目になる。

- ① 適度な剛性（クッション性）がある
- ② 布帛の空隙率が高い
- ③ 繊維の配向がランダムである
- ④ 一般的に価格が安い

これらの性能がライナーとして、繊維や紙等に比較して不織布が優れている点である。

表2に主な不織布の種類と製造方法を示した。この中で現在ライナー用途には、主としてサーマルボンドとケミカルボンドが使用されているが、比率としては圧倒的にサーマルボンドが多くなっている。その理由としては、製法が簡単で、不織布表面に起伏をつけ易くクリーニング性が良いことが挙げられる。

3.2 ライナーの役割

FDの役割が情報の記録である以上、記録エラーはあってはならない。特にFDの記録機構を考えた場合、一か所の記録エラーが致命傷となり、FDからの情報の引き出しが一切できなくなる場合が多々ある。したがって、記録エラーの原因となる要素は可能な限り排除する必要がある。

記録エラーの原因として最も注意を払わねばならないのは、ごみに起因するものである。FDは記憶を読み書きする磁気ヘッドとディスクの接触状態で記録されるので、磁気ヘッドとディスクとの間に障害物があるとエラーになり易い。シャッターが付いているとはいえ、外部からの塵埃の侵入は避けられない。また、ディスクと磁気ヘッドの擦れによって発生する塵等も存在する。これらの塵埃が記録エラーの原因にならない状態にしておく事がFDにとって重要であり、その役割を担うのがライナーである。

表2 不織布の主な種類と製造方法

	製造方法概略
ニードルパンチ	・ニードルによる繊維交絡
スパンボンド	・紡糸直ラインシート化の長繊維不織布
ケミカルボンド	・樹脂バインダーによる繊維間接着
サーマルボンド	・熱可塑性繊維バインダーによる繊維間接着
スパンレース	・高圧水流による繊維交絡

図2 3.5インチFDの1ビットの占める記録面積

すなわちライナーの役割はFD内部に存在する塵埃を拭き取り、しかもディスクを傷付けないようにソフトタッチで行ない、拭き取った塵埃を抱え込むことである。もちろんライナーそのものから塵を出さない事が重要であることは言うまでもない。

3.3 記録エラーに関係する塵埃の大きさ

図2に3.5インチFDの1ビット当たりの占める記録面積を示した。現在主流である3.5インチサイズで2メガバイトではおよそ $100\mu \times 1.5\mu$ 程度である。この記録面積の何%が覆われるとエラーになるかは一概には言えないが、50%以上覆われることは避けたが、大き過ぎる塵はライナーに捕捉されるのでエラーにはならない。そう考えると数 μm ～数十 μm 程度の大きさの塵が問題になる。このことを確認するために次の試験を行った。市販のFDに $200\mu\text{m}$ 程度の繊維くず、および $20\sim 30\mu\text{m}$ 程度の繊維くずを投入し、それぞれエラーの発生を調べた。すると、前者はエラーにはならなかったが、後者は一部のFDにエラーが確認された。

現在最もよく使われているライナーを構成する繊維の太さは1.5～2デニールであり、これは十数 μm の径に相当する。もし繊維径が数十 μm 以上のものを使用した

図3 払拭性試験結果

図4 払拭性試験結果

場合、大きなごみは問題ないが、数μm程度の塵は拭き残される可能性が高い。したがって、1.5～2デニールの繊維径は現在問題にしようとしている大きさの塵埃に適切な太さであるといえる。また、繊維が効果的に配置されていて、塵埃がどこにあっても拭き取れることが必要である。その意味で、繊維の配向がランダムである不織布が有利であるといえる。

図3に大きさの異なるモデル塵を投入した場合の払拭性試験の結果を示した。この方法はウインドウ部に一定量モデル塵を投入した後ディスクを1回転させ、残った塵量から判定したものである。細デニール繊維の方が拭き取り性が良い結果となっている。

以上は現在の3.5インチサイズ2メガバイトを対象にした場合で、今後高容量化が進み記録密度が上がると、考えなければならない塵のサイズはより小さくなる。その際には、繊維径から改めて考え直す必要が生じるだろう。

3.4 ライナー用不織布に要求される性能

記録エラーに関与する最大ファクターは上述のごとく塵埃に起因するものであるが、もちろんエラーの原因はこれだけではない。例えば、何らかの原因でディスク表面が傷ついた場合もエラーになるし、ディスクが歪み、磁気ヘッドの接触が阻害された場合もエラーになる。また、ライナーの切り口に残った繊維がFDのウインドウ部にはみ出した場合もエラーになる可能性がある。このような諸々の問題を生じさせないライナーこそが究極のライナーであると言える。

すなわち、ライナー用不織布に求められる性能として次の項目に集約できる。

- ① 低発塵性：不織布自体が塵埃を出さない、塵埃にならない。
- ② 高払拭性：侵入した塵埃等を速やかに拭き取る

- ③ 高保塵性：拭き取った塵を放出しない
- ④ 高打抜性：切断面から毛羽を出さない
- ⑤ 形態保持性：温湿度の変化に対して形態が一定であり安定した回転トルクを維持する
- ⑥ 低損傷性：ディスク表面を疵付けずディスクを優しく保護する

これらの性能のすべてを具備した不織布が存在すれば、ライナーの開発など考えなくても良いわけであるが、実際問題としては、どの項目をとっても現行のライナー用不織布は不十分であると言わざるをえない。

3.5 ライナー用不織布の問題点

まず発塵について言うと、繊維自体が塵埃の塊といっても良いから、これを抑える事は非常に困難である。たとえば、不織布の製造段階で塵埃をすべて除去できたとしても、FD製造工程には打ち抜き工程があるため切口からどうしても塵が発生する。汎用素材の中では、レーヨン繊維やアクリル系繊維からの発塵が多いことが解明されている。ポリエステル繊維は発塵は少ない部類であるが、逆に繊維の剛性が高いために切れにくく、毛羽が出るといった弊害がある。また、ディスク保護の観点からはレーヨン繊維のような柔らかい繊維が優れているが、柔らかい繊維は摩耗し易く、ポリエステル繊維のような摩耗しない繊維はディスクを疵付ける、といった相反する問題点を克服しなければならない。

3.6 高性能ライナーの開発

ライナーの概念は上述のごとく、ある意味では相反する性能を有していることが必要になるが、そのための方策をいくつか紹介する。

3.6.1 払拭性

払拭性はライナーの表面構造でほぼ決定するものと考えて良い。そのために一般のライナー用不織布は表面に凹凸をつけてエッジ部分で塵埃をかき取ることを期待し

ている。凹凸の有る無しによる払拭性の違いは図4に示した通りである。ただし、表面構造が主要因であるとはいえ、もちろん素材も大きく影響する。

ライナーを構成する繊維として、かつてはポリエステル繊維が主体であったが、ディスク表面の保護の観点から傷つけ性の少ないレーヨン繊維が近年主流になっている。更にレーヨン繊維が優れている点は、通常菊形断面を有していることから側面のひだの部分でのごみのかき取り性が期待できる。したがって、ライナー表層をレーヨン繊維を主体として構成すれば性能の向上が狙える。実際に、現在ライナー用不織布として使用されているものの多くは、表面層がレーヨン繊維単体か他の繊維との混合で構成されている。例えば、三菱レイヨン(株)のRF450、Veratec社の#9246は表層がレーヨン100%であり、三菱レイヨン(株)のTK450、Freudenberg社の#1692、HOVO社の#1565はレーヨンとポリエステルの混合である。しかし、レーヨン繊維は加工工程中に切損を受け易いという欠点を持っている。この性質は発塵のし易さにつながるため、これをどう抑えるかが課題となる。

3.6.2 保塵性

フィルター等で一部利用されているエレクトレット化繊維の使用等が考えられる。ただし、磁気記録という性質上あまり強い静電気はトラブルの原因となるので、そのあたりが開発上の問題点といえる。

また、対象とする塵埃の大きさに適した空隙をシートに持たせたり、あるいは繊維自身にそういった空隙を持たせるといったことも考えられる。

3.6.3 発塵性

繊維基質を改良し繊維自体からの発塵を抑える方法、不織布自体に例えばバインダー樹脂等を用いて結節点を強化して発塵を抑える方法、製造工程中、例えばサーマルボンドではエンボスの圧力低下、エンボス形状の改良によりエンボス工程での繊維ダメージを抑制する方法が考えられる。

4. FDの今後の位置付けとライナー用不織布の方向性

現代社会にあふれている情報は膨大であり、この傾向は今後一層強まることは間違いなく、記録を必要とする情報量も当然多くなっていく。そうなった場合、記憶容量の大きな光磁気ディスク等はともかく記録容量の小さなFDが残っていくのだろうか。結論から言えば残っていくというのが正解であろう。

その理由として、現在は生産の拠点にしか過ぎない中国などの発展途上国での需要が確実に大きくなっていくというのが業界でのひとつの共通認識である。

また、かつてペーパーレス時代到来とささやかれた時期があったが、今現在紙が無くなっているかといえそんなことはない。それと同じで、大きな容量を必要とする分野では確かに他のメディアが大勢を占めるだろうが、ちょっとしたメモ用紙といった感覚への需要は決して無くなるものではない。いわゆる記憶容量での棲み分けがなされていくことが予測される。このような観点から、FDは今後も広く使用されていくだろう。

さて、そうした場合、ライナー用不織布はどうしていったら良いのだろうか。性能的には上述の通りであり、それらの性能の開発を進めていけば良いのだが、ここでひとつ大きな傷害は、価格である。5～6年前は3.5インチFDは一枚当たり200円していたが、最近では100円を切っている、安売りなら50円程度でも購入できるというのが現状である。当然部材価格もそれに合わせて下がっており、ライナー用不織布にも同じことが求められている。つまり、大きく手をかけることなく前述の要求を満足させることが必要なのである。これはかなりの難問であるが、全く手が無いわけではない。

例えば低価格繊維素材へのシフトが考えられる。しかし、単純に置き換えた場合、性能が維持（もしくは向上）できれば良いが、塵の発生が多くなればその対策が必要になる。その際、より高性能な制電平滑油剤との組み合わせによって対処ができるかもしれない。ライナーだけを考えれば、繊維油剤のような塵埃につながる不純物ができるだけ無いことが望ましいが、実際問題としては繊維油剤が全く無い状態では静電気の問題で加工不良を起こしてしまう。しかし、繊維油剤の中にもFDに対して顕著な悪影響を与えるものや、ほとんど影響しないものがあるはずで、影響を与えない油剤の中で現行ライナーより優れた性能を発揮させる油剤があるかもしれない。繊維素材・繊維油剤の変更程度であれば、それほどのコストアップにはつながらないから十分可能性があり、今後の開発テーマとなり得る。これはほんの一例に過ぎないが、ライナーにとって何が重要かを考えればやり方はいくらかでもあるということである。

また、今後のFDの主流は上述のごとく2メガバイト程度であることは間違いのないが、用途によっては100メガバイト程度のFDの需要も何割かを占める可能性もあり、それに使用されるライナーにはより高性能が要求されるだろう。ライナーメーカーにはその要求に応え、積極的に開発を進めていく責任があると考えられる。

5. おわりに

日頃何気なく使用しているFD、その中には電子工学の技術と繊維工学の技術が共存している。そして、それ

は繊維の可能性をあらためて我々に示してくれる。繊維と他分野のひとつの接点としてFDをとらえると、従来見過ぎていた分野でも繊維の応用が可能なのがあるかもしれない。FD ライナーへの取り組みがそういった発見のひとつの道標になることを期待している。

参考文献

1) 横山克哉, 磁気記録技術入門, 総合電子出版社

- 2) フロッピーディスク技術マニュアル, 日本記録メディア工業会, 1994年3月
- 3) 高橋昇司, フロッピー・ディスク装置のすべて, CQ 出版社
- 4) 不織布の基礎と応用, 日本繊維機械学会不織布研究会編

(平成7年5月16日受理)

正 会 員 入 会 者 (8名)

	紹 介 者		紹 介 者
太田 裕子 (サンスター)	中村 邦雄	木村 邦生 (岡山大)	大口 正勝
岡田 豊 (慶応大)		江連 力男 (東洋特紙工)	
上野 和義 (都立織工試)		小松恵美子 (北大)	森田みゆき
小橋川 健 (トロピカルテクノセンター)		山口庄太郎 (天野製薬)	
	畠山 兵衛		

学 生 会 員 入 会 者 (21名)

	紹 介 者		紹 介 者
井上 清博 (東工大)	住田 雅夫	竹中 知子 (東京家政大)	金網 久明
三村 正敏 (岡山大)	島村 薫	真壁 文子 ()	〃
米田 和仁 (群馬大)	新井 幸三	深沢太香子 (文化女子大)	石川 欣造
伊藤 理恵 (北教大)	森田みゆき	八城 博 (山形大)	米竹孝一郎
甲野 裕之 (北大)	高井 光男	岡本 智文 (信州大)	清水 義雄
フラトウソティップ・パーンバムレン (静岡大)	澤渡 千枝	宮下 和弘 ()	〃
藤田 貴彦 (理科大)	金元 哲夫	鈴木 学 ()	〃
福田 章子 (東大)	瓜生 敏之	田尾 健二 ()	〃
福渡 直子 ()	〃	中山 直紀 ()	〃
宮田 剣 (東工大)	鞠谷 雄士	吉川 正俊 ()	〃
		福山 智子 ()	〃