POPULAR SCIENCE

磁気テープ走行特性に関する 磁気テープ表面の評価法

鈴木 喜久*・羽生 孔昭*・
恒川 清爾**・前島 浩**

* (株)日立製作所生産技術研究所
〒244 横浜市戸塚区吉田町 292

** (株)日立製作所小田原工場
〒256 小田原市国府津 2880

(1986年6月26日受理)

Evaluation for Magnetic Tape Surface on Characteristics of Tape-run

Yoshihisa SUZUKI*, Yoshiaki HANYU*,
Seiji TSUNEKAWA**, Hiroshi MAEJIMA**

* Production Engineering Research Laboratory,
Hitachi, Ltd.
292 Yoshida-machi, Totsuka-ku, Yokohama-shi
244

** Odawara Works, Hitachi, Ltd.
2880 Kouzu, Odawara-shi, Kanagawa 256

(Received June 26, 1986)

In a few cases, we have had troubles with magnetic tape stations, such as unusual tape movement. After research on this problem, we have found a cause for these accidents.

We found the existence of sticky materials of molecular weight (several ten thousands) in the tape was the potential factor. The factor can be assessed by running the extract of tape by Freon TMC® through a gell permeation chromatograph.

In practice the trouble occurs combining it with the factors of equipment and environment. Thus, we developed what we call a "Press Binding Test", employing these constant factors, as a good evaluation method to assess the surface of the magnetic tapes.

Although only a small fraction of the magnetic tapes passed this test about 10 years ago, almost all of the recent new computer tapes have pass this test.

1. 緒 言

コンピュータ用の磁気テープ装置では、磁気テープを非常に高速で動かすことがある (5 m/sec)。このような速度で、相当な距離、テープを走行させた後、走行を停止した場合、テープがヘッドに貼り付いて、テープの再走行ができなくなることがある¹⁾。

← Tape-run

Fig. 1 Head mark on magnetic tape surfaces which fail due to sticking.

この場合の特徴として、磁気テープ表面のヘッドと最後に接触していた部分に、Fig. 1の写真に示すようなヘッドマークと称されるものが存在する。これを調査分析して、分子量数万の粘着性物質であることが判った。それ故、この種の事故を粘着事故と称している。

このような粘着性物質は、よく事故を起こすテープの中に多量に含まれていることも、フレオン TMC® (三井フロロケミカル社製フロン系溶剤) 抽出物の Gell Permeation Chromatograph による分子量分析で明らかとなった。

しかし、このようなテープが必ず事故を起こすわけではなく、事故は、装置要因、環境要因などと複雑な関係にあるので、これらの要因を一定にして、テープの粘着性を直接簡単に評価する必要がある。このために、圧着テストと称する方法を開発したので、その方法、条件などをここに紹介する。この評価結果は、前記磁気テープのフレオン抽出物の GPC* 測定の結果とも一致する。

この種の問題に対するテープの改良は、テープの柔軟性を犠牲にすれば容易であり、その方向で解決しているテープメーカーもあるが、その場合には、他の障害が増加すると云うような問題が発生している。このように磁気テープには磁気記録と云う本質的な使命の他に、テープ走行に関係した種々の問題がある。その方面の研究発表も行われているが、その数は比較的少ない²⁻⁴⁾。ここでは粘着事故の評価法を中心に報告する。

2. ヘッドマークの分析

ここで問題にしている走行異常の特徴であるヘッドマークがどのようなものか調査した。最初はエネルギー分散器付の走査型電子顕微鏡で、その組成を調べた。ヘッドマークの組成は磁気テープ表面の組成と特に差異が認

* GPC: Gell Permeation Chromatograph の略。

Fig. 2 Gell permeation chromatograph of sticking material.

められなかったが、ヘッドマークは、単なる変色や凹みではなく、むしろ突起物であることが判った。

このように、この突起物には無機物としての組成的な特徴がつかめなかったので、次に有機物としての特徴があるかどうか追求することにした。一つのヘッドマークから取れる突起物はあまりにも微量なので、事故発生テープを20巻程集めて、そのヘッドマーク部分のみを、ナイフで削りとり、これをテトラヒドロフラン（有機物に対する強い溶剤）に溶解し、GPCにより分子量分析を行った。その結果をFig. 2に示す。

ここで明らかになったことは、ヘッドマークと称していたものは、分子量数万の物質であったことである。磁気テープに用いられているバインダとしては、その柔軟性を保つためにポリウレタン系のものが使用されているのが通常である。バインダが分子量数十万以上のポリウレタンであれば、固形物となって、粘着性はなくなる。また、その原料状態のジオールやイソシアネートでは、粘度の低い液体で、これまた粘着性はない。しかし、反応の進行過程で、分子量数万のものができて、磁気テープ中に残存していれば、粘着事故が発生するのも十分に考えられる。

3. テープ抽出物の GPC

前章のように、テープ上にある分子量数万の物質が、この事故の特徴であることが判った。次に、この物質は磁気テープ中に存在するものと考え、適当な溶剤で磁気テープから抽出されるかどうか確認することにした。

適当な溶剤を探す意味で、抽出の強さの異なる、ジオキサン、フレオン TMC[®]、エタノール、*n*-ヘキサンなどの溶剤一定量（30 cc）に、一定の長さの磁気テープ（長さ 30 cm）を一定時間（1 時間）浸漬し、その抽出物の GPC による分子量分布の測定を行った。この結果はFig. 3の通りで、ジオキサンのように強い溶剤では、ヘッドマークよりも高分子量のものまで抽出してしまい、エタノールや *n*-ヘキサンのように弱い溶剤では、

ヘッドマークより低分子量のものしか抽出できないことが判る。

したがって、ヘッドマークの分子量分布に相当する物質を抽出するには、溶媒として、フレオン TMC[®] と同程度の強さのものを使用することが必要である。事実、Fig. 3で、事故品と未事故品で大きな差があらわれるのは、フレオン TMC[®] で抽出した場合で、事故品では分子量数万の所にピークが出るが（○印）、未事故品には、その場所にピークがない。この方法で、粘着事故の潜在的要因があるかないか磁気テープの判別ができる。

4. 磁気テープ表面の評価法（圧着テスト）

粘着事故の潜在的要因としての磁気テープ中の粘着物質の有無は前章の GPC で評価できるが、事故の発生はこの他に装置要因、環境要因も関係してくる。これらの要因に相当するものを一定にして、磁気テープ表面の評価を行う方法として、圧着テストと名付けた手法を導入した。これは、磁気テープの磁性面と磁性面を向き合わせて、顕微鏡用スライドガラスを用いて一定面積（1/2 インチ幅で長さ 1 インチ）だけはさみつけ、Fig. 4に示すような簡易型のプレス装置で一定圧力（圧着力）でプレスした。これを一定温度の恒温槽に入れて、一定時間加熱すると、磁気テープと磁気テープが貼り付く。これにテープ方向の張力をかけ、はがれた時の引張力を測定した。この引張力を圧着強度と名付けた。簡易プレス装置の締め付けにはトルクレンチを用いた。

この圧着テストで、温度、時間、圧着力がパラメータとなる。これら測定条件の決定には、評価が効果的になると同時に、実際の動作から大きくかけはなれたものでないようにならなければならない。

ところで、磁気テープを高速走行させた場合、ヘッド温度の変化は、Fig. 5のようになる。往路では、テープとヘッドが接触しているので温度上昇があり、復路では、テープがヘッドから離れるので冷却される。このヘッド温度の上昇から、圧着テストの加熱温度としては、50℃ 前後を選ぶこととした。さらに評価が効果的になる実験条件を定めるために、よく事故をおこすテープ A と、全然事故をおこさないテープ C と、その中間のテープ B に対する実験結果を比較検討することとした。

温度と圧着力を変数とした圧着強度は、Fig. 6に示した通りである。圧着強度の測定範囲として、数 kg が適当なので、温度は正確に 50℃ とすることとした。

つぎに、圧着力と加熱時間を変数とした圧着強度は、Fig. 7のようになる。事故品 B と未事故品 C の圧着強度の差が大きくなることから、圧着力は 60 kg-cm のトルクで締めつけた場合とした（約 60 kg/cm²）。

Fig. 3 Gell permeation chromatograph of extracted materials.

また、加熱時間は、テープに強い圧力のかかっている保管期間は1年にもなることがあることと、テープの走行時間は長くても数分であることを考慮して、作業時間として適切な5時間とした。したがって、この条件で圧着テストを行い、Fig. 7 から圧着強度が1 kg 以下のテープならば、安心して使用できることになる。

約10年前に、この評価方法で市販のコンピュータ用磁気テープを評価したところ、合格したものは15%程度であったが、最近のテープは大部分、このテストに合

格するようになった。しかし、磁気テープには、この種の性能に関して経時的な劣化の可能性があるため、劣化の少ない磁気テープの開発を期待したい。

5. 確認実験としての圧着テスト

粘着事故の潜在要因の評価法としてのGPCと、危険性の直接的評価法としての圧着テストとの関係を求めるために、事故テープから抽出した物質(30 cmのテープから0.5 mg位)を分子量毎に分取して、この一定量

Fig. 4 Equipment for press-binding test of magnetic tape.

Fig. 5 Temperature rise of the magnetic head over the time the tape is run back and forth.

Fig. 6 Press-binding test of magnetic tape. (Effect of pressure and temperature.)

Fig. 7 Press-binding test of magnetic tape. (Effect of pressure and warming time.)

(40 μ g) を全然事故のないテープに塗布して(長さ 3 cm, 幅 1.27 cm) 圧着テストを行った。結果は, Fig. 8 のように分子量と圧着強度に強い相関が見られることが判った。すなわち, 分子量の大きいもの程, 圧着強度は強くなる。しかし, 分子量の非常に大きいものは, テープ内に存在したとしても, 表面に Bleeding してくることはないで, 粘着事故となる危険性はむしろ少なくなるものと思われる。なお, この実験で, 粘着物質の塗布量と圧着強度との関係は, Fig. 9 の通りで, これも強い相関

があり, 塗布量が多くなれば, 圧着強度も強くなる。この結果も, 大きな分子量の物質の Bleeding が, 粘着事故の要因であると云う推定と矛盾していない。

6. 結 言

コンピュータ用磁気テープ装置における特殊な走行異常の発生は, その特徴であるヘッドマークを調査解析することで, 磁気テープ中に残存する分子量数万の粘着物質が根本的な潜在要因であることを明らかにした。そこ

Fig. 8 Press-binding test of GPC fraction coated tape. (Coating quantity 40 μg .)

で、この事故を粘着事故と称することになった。

粘着物質が表面に Bleeding することにより、粘着事故が発生するが、その程度を評価するために、磁気テープの磁性層と磁性層を向き合わせて加圧し、これを加熱することにより圧着させ、その圧着強度を測定することにした。この評価方法を圧着テストと名付けた。

磁気テープの走行特性は、単に磁気テープ装置の性能の良否だけでなく、磁気テープ表面の状態が大きく影響するものである。十数年前に、この方法で各社の磁気テープを評価したところ合格するものは非常に僅かであったが、最近では大部分の初期テープが合格するようになった。しかし、この種の特性については経時劣化の可能性

Fig. 9 The effect by coating quantity of extracted materials. (Molecular weight 15000.)

もあり、今後も監視を続けてゆきたい。

文 献

- 1) S. H. Kalfayen, et al: "A Study of Frictional and Stick-slip Behavior of Magnetic Tapes" (NASA Technical Report 32-1548, 1972).
- 2) 平塚広明, 花房広明, 中村礼二郎, 細川茂文: 電子通信学会論文誌 (C) **J-63 C** (6), 361 (1980).
- 3) 飯島哲生, 平塚広明, 細川茂文: 電子通信学会論文誌 (C) **J-67 C** (8), 609 (1984).
- 4) 小島東作, 鈴木喜久, 三谷正三: 電子通信学会論文誌 (C) **J-65 C** (4), 285 (1982).

<第7巻 第6号 予告>

■小特集 “有機薄膜”

- (1) 有機薄膜研究の現状と問題点
- (2) 有機薄膜の作製法——LB法から——
- (3) 有機薄膜の構造の電子顕微鏡による評価
- (4) 有機薄膜の電気物性
- (5) 有機超構造の光物性
- (6) 有機薄膜の分離機能

斎藤省吾 (九大)
 岩本光正 (東工大)
 芦田道夫 (神戸大)
 川端康治郎 (化技研)
 安藤栄司 (松下電器)
 妹尾学 (東大生産研)

■Current Topics

最近の STM による固体表面研究

河津 璋 (東大工)