国産ビデオテープの現状 (1)

東芝—富士フィルムビデオテープ

富士写真フィルム株式会社 明 石 五 郎

東芝—富士フィルムビデオテープの構成上の特徴について述べ、その製造工程、機械特性、電磁変換特性その他について説明した。磁性材料としては、特殊な表面処理を加えた粒子を使用し、磁性層の特性は記録面に方向性がなく、同一のテープを長さ方向の記録にも幅方向の記録にも使用することができて、その SN 比は方向性を有する輸入ビデオテープの最適録画方向と同等である。

当社では昭和 34 年以来、NHK 技術研究所との共同研究により、ビデオテープの国産化について開発を続けてきたが、今回商品化の段階に達したので、ここにその特性について説明する。このテープは東芝—富士フィルムビデオテープとして市販されることとなるが、輸入ビデオテープと同一の使用条件においても、同等以上の実用特性を示すように構成され、かつ安定した品質を保つため磁性体などの原料も一貫して自社生産している。

磁性材料としては、特殊な表面処理を加えた粒子を使用し、磁性層の特性は記録面の各方向に対して方向性がなく、同一のテープを幅方向の記録にも、長さ方向の記録にも使用することができる。以下東芝—富士フィルムビデオテープの製造工程、テープ構成上の特徴について述べ、機械特性、電磁変換特性その他について説明する。

1. 製造工程

第1表にその製造工程を示した。

ベースは従来輸入マイラー、あるいは国産の PET ベースを使用してきたが、目下当社足柄工場に新設した PET ベースプラントで生産される写真フィルム用、磁気テープ用の無じんベースに切り替えつつある。

2. テープ構成上の特徴

2.1 磁性材料

このテープに使用されている磁性材料は、針状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 粒子を表面還元処理して、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3(\text{FeO}_x \text{ } x=1.5)$ と $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{FeO}_x \text{ } x=1.33)$ の中間的な、 $\text{FeO}_x(x=1.46)$

なる組成をもっている。

この粒子の特徴は、1) 磁性材料自身の表面抵抗が低くて、帯電防止効果がある点、2) 有機溶剤による表面のぬれがよく、粒子が均一に分散し、 SN 比がすぐれている点、3) Fe_3O_4 粒子に特有の転写効果の劣化を大幅に軽減している点、にある。

粒子には記録面内では、特に方向性をもたせず、均一分散化と磁性面の平滑化で、ノイズを低減することによ

第1表 ビデオテープ製造工程表

"The Present Situation of Domestic Video Tape" by Goro Akashi
(Fuji Photo Film Co., Ltd., Kanagawa)

って、方向性のある輸入ビデオテープの最適方向と同等の SN 比を記録面内のあらゆる方向に得ている。

2.2 バインダー¹⁾

ビデオテープ用バインダーに要求される特性に関しては、すでに本誌に述べたところである²⁾。

- 1) 軟化点が高いこと
- 2) 摩擦係数が低いこと
- 3) 軟化状態でのヘッドに対する付着性が小さいこと
- 4) 電気抵抗が低いこと

をおもな項目としてビデオテープに好適な、熱硬化性バインダーを研究開発した。

2.3 ベース

ビデオテープに使用される PET ベースとしては、特に表面にでこぼこがなく、かつ無じんなものが望ましいが、現在この要求にかなったベースの供給は、必ずしも満足すべき状態ではない。この問題は、今後ドロップアウトをさらに低減させるうえに重要な問題であるので、目下自社プラントによるベースに切り替えを急いでいる。ビデオテープ用の PET ベースとしてはその強度特性以上に摩擦係数などに注意し、輸入テープと特性値を合致させる必要がある。このことは、Ampex VTR の走行系の調整がかなり微妙なものである点にも関連して重要である。

3. 機械的特性

3.1 機械強度

第1図に東芝-富士フィルムビデオテープと輸入テープの強伸度特性を比較した。

測定条件

測定機	上島製作所 5型
引張速度	150 mm/sec
試料サイズ	2 インチ幅×150 mm 長
	(24°C 59% RH)

各3回のくり返しテストの結果を示した。

第2図 動、静摩擦係数 (ベース面)

第1図 強伸度特性

3.2 摩擦係数

ビデオテープのベース面および磁性面の摩擦係数を、輸入テープに合致させることは、輸入テープがもっぱら使用され、VTR がそれに合わせて調整されている現状では必要なことである。第2図、第3図にベース面と磁性面の動、静摩擦係数の測定結果を示した。測定温度は21°C、湿度62% RH、クロムメッキ仕上げの真鍮ロールを摩擦対象として、動摩擦係数は15インチ/秒の相対しゅう動速度で測定した。図にも明らかなように、両ビデオテープの摩擦係数は、荷重依存性も含めてよく合致している。

上記の摩擦係数はテープの走行系に関連して、15インチ/秒の速度で測定したものであるが、一方ビデオヘッドとテープの磁性面との1,500インチ/秒の高速度接触における動摩擦係数は、ヘッドの摩耗およびテープ磁性面の摩耗と密接に関連している。すなわちこの場合には、摩擦係数そして荷重の増大は、ヘッド接触面での発熱を増大させ、それによって磁性面のバインダーを軟化させ、見かけの摩擦係数はますます増大し、加速度的に磁性面が摩耗することとなる。

3.3 ヘッドの摩耗

ヘッドの摩耗を低減させるには、テープの側としてはビデオテープを研削材料と考えた場合に、次の条件を満たす必要がある。

- i) 磁性粒子とバインダーの結合力を大にして、磁性粒子のはく離による新しい切刃粒子の発生を防ぐ。

第3図 動、静摩擦係数 (磁性面)

ii) バインダーの含有量をできるだけ増して磁性粒子とヘッド面の接触ひん度を小にしかつ i) と同様に新しい切削粒子の発生を防ぐ。(この

場合バインダーの含有量の増大は磁性層の残留磁気の下をまねくから一定の限度があることはもちろんである)

iii) バインダー、潤滑剤を選んで摩擦係数を下げる。

iv) 上記の条件を満たしたうえで、バージンテープの表面の一次切削となる露出粒子を表面処理により除去しておく。

iv) の処理によって、テープの使い始めにおけるヘッドの急激な摩耗を防止することができ、十分に使い込んだあとのヘッドの摩耗速度にはほぼ近づけておくことができる。

このような努力をすることによって、次の実験結果に示したように、ヘッドの摩耗を低減させることに成功した。

3.3.1 銅モデルヘッドの摩耗

東芝—富士フィルムビデオテープと輸入ビデオテープをループ状にして、交互にかけ替えて 10 分間ごとに銅モデルヘッドの摩耗量を測定し、各 24 回の測定を行なった。その結果を第 2 表に示した。銅モデルヘッドに対しては、東芝—富士フィルムビデオテープによる摩耗はかなり少ないことがわかる。

3.3.2 パーマロイモデルヘッドの摩耗

パーマロイモデルヘッドを用いて、24 時間ごとにテープをかけ替えて各 10 回の摩耗量を測定した。第 3 表にその結果を示した。

第 3 表 パーマロイモデルヘッドの摩耗
(単位 μ 接触圧 200 g)

回 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
輸 入 品	5.5	4	5.5	5	3.5	4.5	5.5	4.5	4	6	48
東芝—富士 フィルム	3	4.5	3.5	3	5.5	3	3	4	3	4	36.5

3.3.3 ビデオヘッドの摩耗

Ampex VTR ヘッドを用いて、24 時間ごとにテープをかけ替えて、各 10 回のデータをとった。なお、ヘッドの押し込み状態は、24 時間ごとにヘッド調整用テー

第 4 表 ビデオヘッドの摩耗 (A) (単位 μ)

回 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
輸 入 品	5	4.5	4	4	2	3	2.5	2	3	2	32
東芝—富士 フィルム	4	3	2	3	2.5	2	2	2.5	1	2	24

第 2 表 銅モデルヘッドの摩耗 (単位 μ 接触圧 200 g)

回 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	計
輸 入 品	2	4	8	6	3	5	1	2	7	2	4	4	0.5	3	7	7	3	5	2	2.5	6	5	4	7	100.0
東芝—富士 フィルム	4	3	2	4	3	4	2	2	4	2	2	2	4.5	2	2	2	4	3	2	2	2	3	2	2.5	65.0

第 5 表 ビデオヘッドの摩耗 (B) (単位 μ)

回 数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
東芝—富士 フィルム	3	2	2	2	1	1.5	2	1.5	1	2	18
輸 入 品	4	3	3.5	3	2	2	2	1.5	2	1	25

プで調整した。結果を第 4 表および第 5 表に示した。第 4 表の実験では輸入テープを先に VTR にかけて、第 5 表の実験では東芝—富士フィルムテープを先にかけてた。これはビデオヘッドの使用開始時の急激な摩耗の影響を打ち消すためであるが、結果によれば輸入テープに比してヘッドの摩耗が少ないことが判明した。

4. 電磁変換特性³⁾

4.1 ビデオ感度と SN 比

東芝—富士フィルムビデオテープには、2.1 の項で述べた特殊な磁性体が使用されており、磁性面が平滑で、粒子の分散状態も改善されているので、磁性層に方向性を与えることなく、記録面内のすべての方向に輸入ビデオテープと同等の SN 比を得ている。

SN 比はテープの磁性面の平滑性によって大幅に左右されることは明らかであるが、同一の磁性体、塗布液組成を使用し、表面性が異なる系列のテープ間にあるのは、SN 比と感度ははっきりとした相関を示す。第 4 図はその測定例を示したものである。図中 A と B の系列は磁性材料を異にする二つの系列で、おのおのの系列についてレプリカ法によって表面性の異なるテープを作成して、感度と SN 比の関係をプロットしてある。こ

第 4 図 異なる 2 系列のテープにおけるビデオ感度と SN 比の関係

の結果によれば、たとえばB系列では感度の低い部分では、感度が1/2となるとSN比は8dB低下している。これは表面性の劣化によって信号の低下とともに雑音の増大が相伴って起こるためであり、ビデオテープにあっては表面性の向上が最も重要な課題であることを示している。なおこの系列のテープの周波数特性を、4~8Mcの間で測定した結果では、感度の劣るテープは高域でますます特性が劣化してくる。しかし、このようなSN比と感度の関係は、磁性体の磁化特性、分散性、あるいは磁性層中の磁性体の含有率などが異なるテープ、すなわち系列の異なるテープでは、第4図のA系列とB系列の関係のように感度とSN比の相関線が移動するので、必ずしも感度とSN比は比例的な関係にはない。第5図には東芝-富士フィルムビデオテープと輸入ビデオテープの録画電流-出力特性を示してある。東芝-富士フィルムビデオテープは方向性がないので、Ampex形VTRでも、東芝形VTRそのほかのテープのほぼ長さ方向に録画するVTRでも同一の録画特性を示すわけである。

第6表

	SN比(相対値) dB		
	6.8 Mc	6 Mc	5.2 Mc
輸入ビデオテープ	0	0	0
東芝-富士フィルムビデオテープ	+1	0	-0.5

第6表にSN比の輸入ビデオテープの比較結果を示した。測定は輸入ビデオテープの6Mcにおける最適録画電流にて、グレースケールの上(6.8Mc)、中(6Mc)下(5.2Mc)の各段について比較した。

4.2 ビデオ信号の耐摩擦安定性

ビデオ信号が記録されているトラック上をヘッドで反復摩擦すると、磁性層の摩耗はく離以外に熱効果や磁気ひずみの逆効果によって、磁性粒子の磁化の反転が起こって出力が低下する。この傾向は針状、粒状の $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 、 Fe_3O_4 、コバルト含有フェライト、 $\text{Fe-Co}^{4)}$ 、 $\text{Fe-Co-Ni}^{5)}$ 、 Fe-Co-Cu 合金などによって異なる。この問題は今後ビ

第6図 オーディオ周波数特性

第5図 録画電流-ビデオ出力特性

デオテープの高密度化に伴ってますます重要となってくるが、この点では合金系粉末は針状 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 系以上に安定である。

4.3 ドロップアウト

当初最も重要な問題点であったドロップアウトは、バインダ組成、塗布液のろ過、ベースの除じん、塗布方法、表面仕上げの問題が解決し、着実に除去されてきている。ドロップアウト中ヘッドによる磁性面の削れによって発生する10 μs 以上のいわゆる大きいドロップアウトは、同一バインダ組成にあっては、表面が一定以上平滑であるとかえって増大する傾向もある。そして極めて平滑な面にあってはヘッドの幅にその整数本がふくまれるような規則的な溝線が存在が、出力の低下をほとんど起こすことなく、削れの防止に効果があり、これはテープの製造技術上興味あることといえる。

4.4 オーディオ特性

輸入テープとのオーディオ感度、周波数特性の比較を第6図に示した。また第7表にオーディオ特性を示した。

第7表 オーディオ特性

	輸入テープ	東芝-富士フィルム
感度 (200 c/s)	0 dB	+1.2 dB
周波数特性	1 kc	0 dB
	7 kc	+0.5 dB
SN比	52 dB	53.5 dB
SP比	48.5 dB	52 dB
出力変動 (7 kc)	0.3~0.5 VU	0.3 VU

5. テープの帯電防止

現用のVTR用テープとしては、テープの磁性面またはベース面の少なくとも一方の表面抵抗SRが $10^9\Omega$ 以下である必要がある。たとえばAmpex形VTRでは

運転中ヘッドアセンブリ直後の帯電圧はベース面の SR 値 2×10^{11} , 3×10^{10} , 2.5×10^9 , $4 \times 10^8 \Omega$ に対して, 1,500, 300, 70, 3~4 V と減少する. 磁性面の SR を下げる場合にもほぼ同様の傾向がある.

磁性面の SR を下げる方法としては, (i) 抵抗の低いバインダの採用, (ii) 帯電防止剤の混入, (iii) 磁性粒子の表面抵抗あるいは体積固有抵抗の低下, (iv) 磁性粒子の含有率の増加などの方法がとられるが, 東芝-富士フィルムビデオテープではこれらの手段を組み合わせさせて帯電防止効果をあげている.

6. 東芝-富士フィルムビデオテープの規格値 (案)

6.1 寸度規格 (2 インチ幅テープ)

項 目	規 格
幅	$50.8^{+0}_{-0.1}$ mm
厚 み	
ベ ー ス	$25 \pm 2 \mu$
塗 布 厚	$12 \pm 1 \mu$
全 厚	$37 \pm 3 \mu$
長 さ	60 min 物.....64 min 以上 30 min 物.....32 min 以上 15 min 物.....16 min 以上

6.2 機械特性

	東芝-富士 フィルム	輸 入 品
切 断 荷 重 (25°C/60%RH) (kg)	25	20
" (60°C/60%RH) (kg)	18	15
切断時の伸び (%)	110	100
降 伏 点 (25°C/60%RH) (kg)	16	12.5
" (60°C/60%RH) (kg)	11	8.8
引 裂 強 度 (g)	31	30
熱 線 膨 張 率 (°C)	4×10^{-5}	4×10^{-5}
吸 湿 線 膨 張 率 (%RH)	1×10^{-5}	1×10^{-5}

7. む す び

昭和 34 年以来 4 年にわたる NHK 技術研究所との共同研究によって, 一応輸入ビデオテープとの互換性に重

6.3 電磁変換特性 (Ampex 1000 B 形 VTR)

	項 目	規 格	備 考	
ビデオ特性	感 度	-2 dB 以上	6 Mc	
	SN 比	-1 dB 以上	5.2 Mc 6.0 Mc 6.8 Mc	
	ドロップアウト	5 個/min 以下	5 μ s 以上	
オーディオ特性	動作 バイアス	+20% 以内	1,000 c/s 最高感度	
	感 度	± 2 dB 以内	1,000 c/s	
	レ ベ ル 変 動	± 0.5 VU 以内	1,000 c/s	
	ひ ず み 率	10% 以下	1,000 c/s +13 dB	
	周 波 数 特 性	1,000 c/s	± 0.5 dB 以内	
		7,000 c/s	± 1.5 dB 以内	
	SN 比	48 dB 以上		
	SP 比	50 dB 以上		
	消 去 効 果	65 dB 以上		
コンテントラ特性	感 度	± 2 dB 以内		
	レ ベ ル 変 動	± 0.5 VU 以内		
耐	用 回 数	100 回以上		

点をおいた国産ビデオテープを完成し, 商品化した.

今回完成したビデオテープはその特性はすでに述べたように, 記録方向の異なる種々の形式の VTR に共通に使用できるという特長と, 輸入ビデオテープと同等以上の画質を与えるとはいえ, ビデオテープを用いてのプリント録画という目的にはまだ満足すべき状態ではない. ビデオテープの SN 比の飛躍的な向上を旨として, 当社ではさらに NHK 技研との共同研究を続け新しいタイプの高密度ビデオテープを世におくりたいと考えている.

(参 考 文 献)

- 1) 富永: ビデオテープと高分子材料, 高分子, Vol. 11, [15]
- 2) 明石: ビデオテープの製造技術とその特性, テレビジョン, 15, 1, 38
- 3) 明石: 東芝-富士フィルムビデオテープについて, 昭和 38 年電気四学会連合大会, S. 8-7
- 4) 特許公告 昭 35-3862
- 5) 特許公告 昭 36-22230
- 6) 特許公告 昭 37-11520

耗特性の測定にご協力いただいた技研開発部阿部職員に謝意を表する.

(参 考 文 献)

- 1) 吉田: NHK 第 14 回東京管内技術報告会予稿, 昭 36-6, 45-56
- 2) 横山: 昭 35 年度電気通信学会全国大会 S. 13-2
- 3) 松永: 精密機械 20, 1954
- 4) Larry Bailey: AMPEX 資料 "Video Head Life"
- 5) 吉田: NHK 技研月報, 昭 38-2, 18-26
- 6) 横山, 阿部: TV 学会第 6 回 VTR 研究委員会資料, 昭 38-4
- 7) 特許出願中

(34 ページから)

なお, ここでは, ビデオヘッドの寿命についてのみ考えたが, アセンブリ全体としては, PEC 装置, モータのベアリング, スリップリングなどの長寿命化も当然問題となるのでこれらの対策も同時に行なう必要がある.

最後に, 本調査の機会を与えられた NHK 技研鈴木 TV 研究部長, 吉田記録技術特別研究室長, 調査に種々ご協力いただいた保全部桜庭副部長, フィルム技術部宮城島副部長をはじめとする NHK 現業関係者各位, 摩