7. フィルム録音技術

NETテレビ 竹 下 彊 一

1. ま え が き

無用の混乱をさけるために、本稿では、再生を目的として画像を記録したフィルムを映画フィルムと呼ぶこととする。もちろんテレビ放送を目的としたフィルムもこの中に含まれる。また、本稿でいうフィルム録音とは、主として映画フィルムのエッジに音声を記録し再生する技術を指すものとし、收音技術や編集技術は原則として含まないものとする。

フィルム録音の現業技術的な解説としては、本会誌第19巻第2号に米沢氏の「16mm フィルムにおける光学録音の現状と問題点」がある。当時と現在とで特に大きな変化は生じていないと考えられるので、本稿では重複をさけ、この解説を足がかりとして、さらに問題点を追求してみたいと思う。

2. フィルム録音の種類

フィルム録音には、周知のように、光学録音 (COM OPT) と磁気録音 (COMMAG) とがある。この他に光学・磁気両用方式のものが考えられており、そのひとつは音声トラックの1/2を光学録音、他の1/2を磁気録音とするもので、放送以外の分野でしばしば用いられている。たとえば、光学録音はオリジナルの外国語、磁気録音のほうは吹替音声といった使用方法である。他のもうひとつの光学磁気両用方式は、光学録音の音声トラックの上に光透過率の高い超微粒子の磁性体を塗布する方法である。

前者では光学、磁気とも再生出力は低下するのみでなく、光学録音の位置が正しくないとひずみの原因となりまた、磁気ヘッドの片ベリの原因ともなる。後者では、従来の再生機の光学録音検出器のままで、光学録音の出力低下4dB、周波数特性も5000Hzまで劣化が認められないという実験結果が報告されているが、まだ実用化されていないようである。

光学・磁気両用方式は一種の信号多重化であり、映画

フィルムのステレオ化、光学・磁気両方式の混在のための諸問題の解決といった意味で、興味のある方式であるが、現在、放送に用いられていないので、本稿では割愛する。

3. 光 学 録 音

光学録音の歴史は古く、円盤録音に次ぐものである。開発の当初は、もちろん磁気録音方式は実用化されておらず、したがって光学録音機は録音スタジオに設置された。フィルム現像所に録音スタジオが設けられた例もないわけではないが、一般に、録音スタジオと現像所がまったく別個の企業として存在した。テレビ放送が開始されるまでは、フィルム録音は主として上映用映画のために用いられたために、映画会社の強い指導体制の下で、このような分業体制もさしたる混乱を生じなかった。しかしながら、このような分業体制は本来好ましいものではなく、特に民間テレビ放送がスタートして大量の商業フィルムが制作されるに及んで、技術的に無秩序な状態が生じた。

フィルム録音を考える場合に、このような業界の特徴を充分知っておく必要がある。すなわち、光学録音は、ほとんど放送局側では実施されず民間業者に委ねられており、しかもその複雑なプロセスは企業別に分断され、ただでさえ困難な品質管理がほとんど絶望に近い状態に置かれていることを理解するべきである。

3.1 光学録音の種類

光学録音は、よく知られるように音声信号をフィルム光透過率の変化に置きかえて記録するものであるが面積形 (area 形) と濃度形 (density 形) とがある。しかし、濃度形は比較的ひずみの少ない良音質が得られるにもかかわらず、主として出力レベルが低いことと、光化学的处理段階における品質管理の困難さのためにあまり用いられておらず、現在放送されているフィルムのほとんど90%以上は面積形となっている。

光学録音には種々のパターンがあり、写真1にその代表例を示す。これらはいずれも現実に放送されている商業フィルムの光学録音帯であり、必ずしも良好

"Sound Recording Techniques on Motion Picture Film" by Kyoichi Takeshita (NET Television Corp., Tokyo)

写真 1 各種光学録音

な波形とはいいい難い。明らかに過変調によって記録波形に断絶を生じ、大きなひずみを発生している例も含まれている。4条以上のマルチトラックのものは 35mm フィルムで用いられているものである。テレビ用プリントでは一般に 1 トラックおよび 2 トラックのバイラテラル形などが多く用いられている。このように光学録音には種々の方式があるが、もちろん録音位置などについてはいずれも同じ規格である。

3.2 光学録音の機構

図 1 に記録機構の概要を示す。アパーチャーを通過した光は、反照形ガルバノメーターのミラーにより反射された後スリットに遮ぎられ、対物レンズによってそのごく一部のみがフィルム上に結像する。音声信号電流によるミラーの振動によってアパーチャーの像はスリットに

図 1 光学録音の機構 (ガルバノメータ形)

対して上下の方向に振動するので、標準速度で走行するフィルム上に音声信号を光学像として記録することができる。図示のアパーチャーはバイラテラル形であるが、このアパーチャーを変えることにより、種々の録音トラックの形状をつくることができる。以上はガルバノメーター形であるが、この他にライトバルブを用いたものも一般に用いられている。

以上の機構によれば、無信号時の録音帯は中央 1/2 幅の素通しの帯となることがわかる。つまり、これを搬送波振幅と考えて音声信号で光学的に振幅変調したものと見なすことができる。しかし、フィルムの素通しの部分は黒部分にくらべて著しく雑音が多いため、無信号時の雑音を減少させる目的でこの搬送波部分を消去する方法がとられており、ノイズレスと呼んでいる。

すなわち、ガルバノメーターにバイアス電流用の線輪を追加し、これによってミラー位置をシフトさせて、無信号時の記録を 1 条の細線に縮小する方法である。音声信号が入ると、GNR 増幅器 (Ground Noise Reduction amplifier) により増幅され、平滑回路を通してバイアス電流を打消すように加えられ、ミラーを動作点に引き戻し、正常な光変調動作を可能としている。

しかし、この回路の時定数が大きいために、ミラーが正常位置に戻るまでの間に若干の時間 (アタックタイムという) を必要とし、その間は記録波形に若干のひずみを生ずる。最初の言葉の子音がしばしばひずんで聞こえるのはこのためである。バイアス電流の設定と GNR 増幅器の調整は、単にアタックタイムにおけるひずみのみでなく、ミラーの動作点に影響を与え、場合によっては著しいひずみを生じる原因となるので、充分な調整が必要である。

以上のような光学録音の機構に対し、新しい方式が開発されることも充分に考えられる。すでに電界発光ダイオードを用いた方式も実験されているが²⁾、充分な明るさが得られないようである。レーザービームを用い、露光を与える方式も可能なものと思われる。

なお光学録音は、その機構上から考えても、過変調には大へん弱いことが容易に理解されよう。商業フィルムでは、その性格上しばしば大きな音声出力が要求されるため、過変調ひずみを生ずる場合があるように思われる。光学録音機の入力調整、制限増幅器の整備もさることながら、光学録音用の磁気テープ録音の段階において充分なレベル調整が必要である。

3.3 光学録音の作業過程

映画製作の過程として、光学録音作業過程を図 2 に示す。撮影されたネガフィルムから適切な露光によりラッシュプリントが作られ、これを編集することにより画面

図2 光学録音つき映画フィルムの製作過程

の流れが確定し、これに基づいてネガフィルムが編集されて、いわゆる画ネガが完成する。一方、編集されたラッシュプリントに対して磁気録音が行なわれ、この磁気テープ（またはフィルム）を再生して光学録音機に加え

サウンドレコーディングフィルムに露光、これを現像し、
いわゆる音ネガを作る。次に画ネガと音ネガをプリン
ターにかけて、同時にポジフィルムにプリントし、現像
して完成プリントを得る。

撮影時に同時にカメラ内で光学録音を行なう方式は、過去においてニュースやドキュメンタリーフィルムなどで行なわれたが、現在ではほとんどすべて磁気録音方式に変わっており、行なわれていない。また、プリンターに光学録音機を設け、これに磁気テープ再生信号を供給し、音ネガを作ることなく直接ポジ用フィルムに光学録音する方式もほとんど用いられていない。その理由は、プリント速度を早めることができないからである。

多数のプリントを作る場合、ネガを数本用意する必要があり、画のほうは画ネガをマスターとしてプリントにより数本のデュープ用ネガを作ってプリントを行なうが音ネガに関しては、必要本数だけ磁気テープより光学録音を作る方法がとられており、音ネガのデュープリケーションは行なわない。

撮影が 35mm フィルムで行なわれた場合は、一般に音ネガも 35mm フィルムで作られ、縮小プリンターでフィルムに光学的に焼付けられる。画ネガ、音ネガとも 16mm フィルムの場合は、各ネガフィルムとポジ用生フィルムは互いに乳剤面を密着させて、連続走行形の密着プリンターによってプリントされる。前者は商業フィルムに多く、後者はテレビ用劇映画に多い。

この場合、完成プリントの写真像面（いわゆるエマルジョン面）がパーフォーレーションに対して互いに逆になることは注意を要する。前者の場合はA巻きと呼ばれるもので、映写機にセットした場合、エマルジョン面がスクリーン側となる。後者の場合はB巻きと呼ばれ、エマルジョン面は映写ランプ側となる。わずかにフィルムのベースの厚さ 0.13mm だけ、写真像位置がレンズに対し変化するわけであるが、後述するように、光学録音に関しては重大な影響をもつ場合がある。

A 巻き、B 巻きの問題はないにこしたことはないが、これをなくす方法としては、差し当っては密着プリンターをなくすということになるであろう。しかし、密着プリンターは走行速度を標準の 5 ～ 6 倍に高めうる大きな利点があり、能率的な 16mm-16mm の光学プリンターがないこと、しかもこれらのプリンターが一般に放送局以外の映画産業の設備であることから、簡単に解決できる問題ではない。

3.4 光学録音の特性

光学録音の記録再生の諸特性が磁気方式にくらべてかなり劣るということは事実であり、日常のテレビ放送で実感しているところである。優劣はともかくとして、放

送用の音声記録再生方式として考えるならば、少なくとも生の音声やビデオテープの再生音声に対して異和感を与えないための特性としては、周波数特性で 7kHz まで $\pm 2\text{dB}$ 以内、SN 比では 40dB 以上、ひずみ率 2~3% 以内であることが必要であろう。

16mm フィルムの標準速度は 18.3cm/sec であるから 7kHz の記録波長は $26\mu\text{m}$ である。これはフィルムの解像本数 40 本/mm に相当し、カラーポジフィルムの空間周波数特性としては 40~50% のレスポンスが期待できる⁷⁾。また、サウンドネガフィルムからポジフィルムプリントした場合の静的周波数特性測定の結果が報告されており³⁾、16mm フィルムの場合で 5kHz において約 11dB の低下が示されている。これは、空間周波数パターンを 1 コマだけ撮影し、密着プリントしたものをマイクロフォトメーターで走査して相対出力を求めたものであり、現実の光学録音機構とはまったく異なるが、フィルム自体の記録能力を示すものと見なすことができよう。この程度の出力低下であるならば、録音増幅器のエンファシス特性によって十分にカバーすることが可能である。

次に動的な周波数特性の測定例を図 3 に示す。一流録音スタジオ〜現像所で日常的なプロセスで記録、現像、プリントしたフィルムを放送用映写機で再生し、映写機特性(図 4)を差引いたものであり、プリントプロセスにおける高域レスポンスの低下を示している。7kHz の波形を拡大して見ると、波形はかなり鮮明に記録されており、振幅も充分であるが、濃度モジュレーションは著しく低下し、波形部分の濃度差はほとんど見分け難くなってしまっていることがわかる。

なお、密着プリンターを用いたシステムでは、ネガフ

図 3 光学録音の周波数特性の一例

図 4 フィルム映写機の光学録音再生特性

ィルムとポジフィルムともパーフォーレーションに対する写真像面が逆になる。ネガフィルムの場合は、A 巻き(写真像面が映写レンズ側)、ポジフィルムの場合は B 巻き(写真像面が映写ランプ側)である。したがって、この両方について映写機の再生特性を明確にする必要がある。

3.5 光学録音の問題点

静的な記録特性測定結果にくらべて現実の特性はかなりの差を示しており、プリントプロセスに多くの問題があることがわかる。そこで、映写機を含めて 2, 3 の問題点を述べることにする。

(1) サウンドレコーディングフィルム

一般の撮影用ネガフィルムと異なり、400nm 付近にのみ感度をもった乳剤が用いられており、ベースは着色グレイベースである。これは、乳剤内における光の散乱(イラジュエーション)、ベース面における光の多重反射(ハレーション)による像のひずみを極小にするためである。記録波長 $18\mu\text{m}$ 位まで忠実に記録するためには、フィルム面上の光学像としてのスリット寸法は、少なくとも $2\sim 3\mu\text{m}$ 以下でなければならない。したがって、フィルムに与えられる露光時間は、たかだか 10^{-5}sec 程度のものであり、一般の写真撮影の概念からいえばはなはだ短い時間といえる。

一方、フィルムは、その粒状性が SN 比に密接に関係するところから超微粒子の必要があり、その感光速度は ASA 10 程度にとられている。したがって、強い光による短時間露光がサウンドレコーディングフィルムの大きな特徴である。

このことから、サウンドレコーディングフィルムの感度測定(センシトメトリー)は、通常の写真用フィルムのそれとは異なり、厳密には高照度短時間露光により行なわれる必要がある。

SN 比であるが、先述の静的な特性測定例³⁾では、像面をマイクロフォトメーターで走査した結果として、40 dB 以上(80% 変調)と報告されている。しかし、これは 1kHz 80% 変調に対し 50% 無変調(ハーフトーン)の雑音成分を比較したものであり、現実にも最も問題となる素通し部分の雑音との比較ではない。素通し部分の雑音を大幅に減らすことができるならばノイズレス回路は不要となり、光学録音の品質とその管理技術は相当に改善されるであろう。この面での研究成果はまだあがないように思われる。

(2) クロスモジュレーションテスト⁴⁾

イラジュエーション、ハレーション、フレアは、光学的記録において宿命的につきまとう厄介な問題である。

この上にさらに現像における種々の問題もからみ、波

形のひずみを生ずる。特にこの傾向は、面積形のような透明部分と黒の極端なコントラストをもった光学像の場合に著しい。しかし、このひずみのあらわれ方はネガとポジとで互いに逆方向であることから、両者の露光、現像を適切に選ぶことによって、相当量打消することができる。このための測定法がクロスモジュレーションテストである。

テストの概要は次のとおりである。まず 400Hz を基準レベルで記録し、次に 4000Hz を 400Hz で振幅変調して記録する。この場合、光学録音機の光源ランプの電流値を 10 段階に変えて、各ロールのネガ濃度がおおよそ 0.2 を中心に ± 0.5 位の範囲に分布するように露光を調整する。このフィルムをネガ現像し、次に各ロールごとに露光量を 5～6 段階変えてプリントし、ポジ現像を行なう。この場合、露光量は仕上りのポジフィルムの濃度がだいたい 1.4 を中心に ± 0.5 の間に分布するように選ばれる。このようにしてでき上った 50～60 本位の各ロールについて調べると、ネガの波形のひずみに対するポジの補正の過不足によって、ポジの光学録音帯に 400Hz の濃度モジュレーションがあらわれることがわかる。そこでこれらの各ロールを再生し、フィルターを用いてこの 400Hz の濃度成分をとり出し、リファレンスとして収録した 400Hz と比較することによって補正効果を測定することができる。これをキャンセレーションと呼び、dB で表わす。

クロスモジュレーションテストの実測例を図 5 に示す。図示の例よりわかるように、各ネガ濃度に対する最適ポジ濃度の許容範囲はきわめて狭い。したがってキャンセレーション最大にのみこだわって、ネガおよびポジ濃度をきめることは必ずしも実際的ではない。経験上、良好な音質を得るためのキャンセレーションの許容限界は 35dB といわれており、これ以上のキャンセレーションの得られるポジ濃度範囲の最も広いカーブを選んで、この作業プロセスにおける目標ネガおよびポジ濃度とす

図 5 16mm フィルムのクロスモジュレーションテストの実測例

るほうが現実的である。なお、この測定に使用される周波数は、必ずしも 400Hz、4000Hz である必要はない。

図 5 の測定例から見てもクロスモジュレーションテストは良音質を維持するためには不可欠の、きわめて重要なテストであるといえよう。しかし一方、実際には実行困難な大へん非現実的な測定法ともいえよう。このテストは、先述のとおり、諸条件が一定の場合にのみ通用する。すなわち、光学録音機、その光源用ランプの電流対輝度の関係、ネガフィルム、ネガ現像、ポジフィルム、ポジ現像等が一定の場合にのみ通用するわけであって、光源用ランプを交換しても、もちろんやりなおさねばならない。

このような多数のロールを露光し、現像し、測定するためには少なくとも 2 日の日数を要する。

このため、大手の現像所といえども月 1 回程度実施すれば良心的といわざるを得ない状況である。各現像所とも適当に可聴周波の正弦波信号を光学録音し、日常のプロセスで処理を行なった後、オシロスコープで波形を観測する程度が普通のようなのである。したがって、常時簡単に測定できるような方法を案出し、その測定作業基準を定めるほうが実際的である。

以上のことから、光学録音のすべてのプロセスが、一貫した品質管理のもとに行なわれるべきことは明白である。しかし先述のごとく、このプロセスは業界によって分断されており、品質管理を絶望的なものとしている。

また、問題を複雑にしているものは、フィルムの特性の多種多様さ、それにともなう現像プロセスの多様さである。磁気録音におけるような特性の規格統一からみれば、理解し難い複雑さである。もし光学録音において特性規格や諸作業基準の統一を提案するならば、狂気の沙汰と目されるであろう。しかし、画像の処理に関する問題はともかくとして、光学録音に関してのみ考えるならば、このような多様性のために失われるもののほうが多いように思われる⁶⁾。

(3) ネガ用現像機

一部を除き、ほとんどすべての現像所ではポジ用現像機が流用されている。これはサウンドネガの現像量が少なく、専用機を置くことは不経済であること、ポジ用現像機によってサウンドネガの所定の現像が可能であること、の理由による。しかし、ポジ用現像機は生産性を上げるためにできる限り現像速度を高くしており、サウンドネガフィルムの粒状性を損なう原因となっている。サウンドネガは専用現像機を用い、専用の現像液を用いて、より低い現像速度で粒状性を損なうことなく現像すべきであろう。

(4) プリンター

図6 連続式（密着）プリンターのフィルム走行経路の一例

光学録音の周波数特性劣化はプリンターによるところが大きい。16mm フィルムの場合、最も多用されているのは連続式（密着式）プリンターであり、これについて述べる、連続式プリンターは、図6に示すとおり、画ネガおよび音ネガフィルムとポジ用生フィルムが密着した状態で連続的に焼付窓を通過し焼付けを行なうもので標準の4～5倍の速度で能率良く処理することができる利点を有する。しかし、この方式ではネガフィルムとポジ用生フィルムの間に絶えず微小なスリップを生ずるため、特にフィルム進行方向の周波数特性の劣化を生ずる。実験の結果の報告⁷⁾によれば、画像の垂直方向の解像度劣化として、4MHzで最大約6dBの低下となっている。これはフィルム上の音声周波数に換算しておよそ4000Hzに相当する。

一般に、画像と音声の焼付窓は異なり、画像のほうの窓の高さは約4mm程度、音のほうは2mm程度が普通であり、この点から音の特性劣化は画像よりも軽いことが予想される。さらに窓の高さを小さくし、光束の平行度を増せば、劣化をさらに軽減することも考えられよう。

光学録音の特性改善のためにはプリンターの改善が不可欠であり、スリップを防ぐためにフィルム間に特殊な粘性液を介在させる液浸方式を含めて検討するべきであろう。

(5) 映写機

映写機の特性はおよそ図4に示す程度、あるいはそ

図7 映写機の光学録音用再生ヘッド調整不良の測定例

れ以上であり、一般に大きな問題はないものと考えられている。しかし、一般に用いられている特性測定用のテストフィルム（ASA PH 22-44）はA巻きであって、正常に映写機にセットした場合にエマルジョン面が映写レンズ側となるようになっている。したがって、このテストフィルムを用いて7kHzの出力が最大になるように調整した場合、B巻きのフィルムの再生特性が著しく劣化する場合がある。図7に測定例を示す。これは映写機の機構上、サウンドヘッドを小形に作る必要があり、そのため焦点距離の短いシリンドリカルレンズを用いるからであって、焦点深度が浅くなり、音声記録像面位置のフィルム厚だけの变化を、カバーし切れなくなるためである。適当なB巻きのテストフィルムがないので、このB巻きに対する特性劣化は見逃されやすく、光学録音の特性は悪いものときめてかかっていき向きも多い。この場合、A巻きはCMフィルム、B巻きはテレビ用劇映画に多いから、一般に、劇映画の音質不良の形であられる。

再生特性の測定の際は、A巻きの測定とともに、A巻きのフィルムを逆にセットしてB巻きの測定も行なうべきである。老婆心ながらつけ加えるとすれば、映写機の仕様において、A巻き、B巻きのいずれに対しても、光学録音再生特性が規格値に入ることを明示すべきであろう。

なお、一般に光学録音の再生に当っては、フィルムの粒状性に起因する雑音をさけるために、5kHz以上をフィルターで落しているのが現状である。フィルムの粒状度の改善がきわめて大切なのはこのためである。

4. 磁気録音（COMMAG）

フィルムの録音帯の位置に帯状に磁性体を塗布し、これに記録する方式であって、35mm ないしそれ以上の大形フィルムはマルチトラックのものが用いられているが、テレビ放送用の16mmフィルムでは単一トラック

のもののみである。大別して生フィルムのエマルジョンの上に磁性体を塗布する“先塗り”(pre-coating)と、現像後塗布する“あと塗り”(post-coating)とがある。“先塗り”には撮影用ネガフィルムとプリント用ポジフィルムがあるが、一般に、“先塗り”は撮影時同時録音用が多く用いられ、プリントの場合は確実な“あと塗り”が用いられている。

コンマグ方式は他の磁気録音同様なすぐれた特性を示しているが、しかし、フィルムベースが他の磁気テープにくらべて著しく厚く柔軟性に欠けること、画像記録がまったく別の方式であることから種々の特殊な問題があり、また、光学録音にくらべてコストが相当高くなること、確実性や保存性に問題があること、光学方式と磁気方式の混在は放送運用上に問題があること、“あと塗り”では作業工程がやや時間がかかりすぎるなど、などの理由のために、ニュース用を除くとそれほど普及していない状況である。

4.1 録音・再生特性

6mm 磁気録音テープについては、周波数特性はCCIR規格、またはそれに基づいた BTS 規格が用いられているが、コンマグについては、米国標準規格 ASA PH 22-140 (SMPTE のテストフィルム, M 16 MF)～民放⁸⁾、BTS 規格～NHK が混用されている状態である。この規格の統一に関しては、先に工業技術院の依頼により、テレビジョン学会フィルム磁気録音調査委員会にて調査が行なわれている。その報告⁹⁾によれば、

- (1) CCIR 規格が国際規格として認められる気運にあるためその採用が望ましい。
- (2) CCIR 規格は SN 比がやや悪く、数回ダビングが行なわれるコマーシャルの場合、米国標準規格にくらべて約 4～5dB 悪くなる。
- (3) 米国標準規格が普及している。
- (4) 米国との番組交換が多い。

といった主張があって、統一は困難である。

次に周波数特性の実際の測定例を示す(図 8)。被測定フィルムは、一般の現像所に録音された“あと塗り”のもので、録音後すでに 4 年余を経たものであるが、レベル、周波数特性とも劣化は認められなかった。

周波数特性のみでなく、SN 比、直線性、ひずみ率においても他の磁気録音方式と遜色のない特性が得られる

図 8 16コンマグフィルムの周波数特性測定例

図 9 NAB 規格の 16 コンマグフィルム標準録音レベルと各テストフィルムの記録レベルの関係

ことが報告されている¹⁰⁾。なお、民放連の 16 コンマグの録音再生特性に関する規格⁸⁾によれば、基準録音レベルは米国標準規格 ASA PH 22-132 (SMPTE テストフィルム M 16 SL) よりも 6dB 低く、同 PH 22-140 (同 M 16 MF) の収録レベルよりも 4dB 高くなっている。これは、米国標準規格のレベルでは、400Hz におけるひずみ率 3% の録音レベルに対し約 6dB の余裕しかなく、高過ぎると判断されるからである。このレベル関係を図 9 に示す。

4.2 16 コンマグの問題点

(1) “先塗り”フィルム

フィルムはまず感光乳剤を塗布され所定の寸法に裁断された後、磁性体を塗布される。塗布面は A 巻きと B 巻きでベース側および感光乳剤側の両者があり、バインダーはそれぞれについて選ばねばならない。磁性体、バインダーは感光乳剤、現像液、定着液に対し影響を与えないものでなければならず、また、影響を受けないものでなければならぬ。また、磁性体とバインダーは、四塩化炭素などのフィルムクリーナー液によって影響を受けないものでなければならぬ。これらの諸条件は、現在ほとんど満足されている。フィルムベースをふくめて現像、定着などによるフィルムの伸縮、変形等についても満足すべき状態にあるが、しかし、長期保存の際の変形の問題については、まだ不明確な点が多い。長期保存や多数回再生における磁性帯剥離のおそれは、従来の経験によれば、最初危惧したほどではないが皆無ではないようである。

以上の塗布作業はすべて暗室内の処理となり、塗りむらやはみ出しを点検できず、また使用者側で事前にチェ

図 10 “あと塗り”の作業過程

ックし得ない難点がある。また、他の磁気録音材料と同じようには表面平滑化処理を行なうことが困難である。したがって、一般的にみて表面平滑性は充分ではなく、ベースが厚くて柔軟性に欠けることや録音帯がフィルムの縁にあることなどといまて、レベル変動やドロップアウトの原因となる欠点がある。

(2) “あと塗り”フィルム

“あと塗り”の場合の作業プロセスを図 10 に示す。“先塗り”にくらべて暗室処理の難点がなく、充分な確認のもとに塗布が可能である。表面平滑化については、この場合も充分に行なうことは困難である。しかし、リレコードの際に監視用再生ヘッドにより充分なチェックが可能であり、磁気録音帯不良による録音事故はさけることができる。塗布の際に特に重要なのはフィルムのクリーニング処理である。これは“先塗り”の場合にもいえることで、フィルムにはベースや感光乳剤の削りかすなどが付着しており、これが塗布液中にまきこまれて表面平滑性を著しく損なう。現像直後のフィルムにも、このような汚れは非常に大きく、したがって塗布工場の空気清浄化とフィルムクリーニング作業は不可欠のものである。

なお、外国映画の吹替え用として、原語の光学録音帯上に磁性体を塗布する場合があるが、その銀像の凹凸が磁気録音帯の表面に表われ、平滑性を損なうことを覚悟

せねばならない。この磁性体を溶剤により洗い流す技術も実用化されている。

(3) 録音機および再生機

撮影用 16 コンマブ用生フィルムの場合、録音機は撮影用カメラとなるのが一般的である。したがって、最近の 16mm カメラは磁気録音機構をもつのが一般的となっている。同時録音カメラ～標準再生装置における総合周波数特性測定例を図 11¹¹⁾に示す。図 12(a)の周波数特性許容範囲を十分に満足している。これらの同時録音用カメラは、撮影カメラマンの管理下におかれるのが普通であり、したがって、録音特性の維持のための管理について充分な措置が必要である。

再生装置としての映写機の特性は図 8 に示すとおりであり、図 12(b)の許容範囲を満足しているが、なお、2, 3 の問題を有している。第一に、映写機構の中に組み入れられ、しかも光学再生ヘッドと近接して置かれるために、再生ヘッドの清掃、調整変換がやっかいなこと、第二に、磁性帯の表面性が悪く、ヘッドが摩耗しやすいこと、第三は、光学、磁気の両方式に対し、自動的に検出して再生ヘッドを切り換える完全な機構が必要なことである。

少なくとも 500～600 時間の寿命を有するヘッドの開発と、容易で確実なヘッド交換方式の確立が強く望まれている。

図 11 16コンマブ同時録音式カメラ～標準再生機の総合周波数特性の測定例

図 12 16 コンマブ標準フィルムを再生したときの周波数特性許容範囲 (NAB T 012-1967)

(4) その他

コンマグ方式の最大の問題点はヘッドづまりである。放送中に突如としてヘッドづまりを起こし、音声レベル低下や音声空白の事故となるために、コンマグ方式は光学録音よりも信頼性の低い状態にあるといえよう。ヘッドづまりの原因としては、①磁気録音帯の表面性不良のため、凸の部分がヘッドで削りとられヘッド上に蓄積、②砂のような硬いゴミがヘッドに付着して磁気録音帯の表面を削りと、それがヘッド上に蓄積する、③フィルム付着にしたフィルム屑などがヘッドに付着してスペーシングロスを増大する、などが考えられる¹²⁾。

この中で、①は特に摩耗してエッジの立っているようなヘッドで多く発生しており、ヘッドづまり多発によるヘッド交換のケースも少なくない。フィルムへの磁性体塗布の改善、特に表面性の改善もさることながら、ヘッドの長寿命化が、この点からも強く望まれるわけである。

5. む す び

フィルム録音の特性は、特に光学録音に関して多くの問題を有しており、これが改善のためには、2～3の部

分的な改善では多くを期待できないようである。抜本的な技術開発が必要であり、あるいはまた、徹底的なVTRの利用等、番組編集および放送々出様式の抜本的な変更が、改善の決め手となることも考えられよう。

(昭和46年1月26日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) A. S. Miller, P. L. Vitkus and D. R. Bumiller: Optical Sound Recording with a Silicon Carbide Electroluminescent Diode, J. SMPTE, **76**, 12 (1967) 1196-1197
- 2) たとえばテレビジョン工学ハンドブック, 8-3
- 3) 村松, 堀口: ニュータイプ富士微粒子サウンド・レコーディングフィルム, 映画テレビ技術, No. 181 (1967) 51
- 4) 平沢: クロス・モデュレーション・テストの実際, 映画技術, No. 128 (1963) 8
- 5) 録音録画協議会資料, 録協 66-17
- 6) Frederick G. Albin: Standardization of Sound Negative and Prints, J. SMPTE, Nov. (1962) (訳 画映技術, No. 127)
- 7) 種田: 16mm フィルムプリンターの現状と問題点, テレビ誌, **19**, 11 (1965) 770-774
- 8) NAB 技術規準 T012-1966
- 9) フィルム磁気録音調査委員会中間報告, テレビ誌, **19**, 8 (1965) 579-581
- 10) TBS 映画社の16コンマグ・リレコーダーとその使用フィルムの現状, 映画テレビ技術, No. 186 (1966) 23-26
- 11) 島岡: 16mm 同時録音カメラの試作, 映画テレビ技術, No. 172 (1966) 11-15
- 12) 由良: 最近のコンマグフィルムの性能について, 映画テレビ技術, No. 196 (1968) 8-14

テレビジョン5月号予定目次

【随 想】	ビデオ雑感.....	NHK	溝上 銈
【展 望】	発光ダイオードの現状.....	松下技研	赤崎 勇
	放送衛星の最近の動向.....	NHK	泉 武博
【連載解説】	光物性入門(第1回)光と物質.....	東大	青木 昌治
【論 文】	CdS 単結晶—無定形半導体ヘテロ接合の特性と撮像管への応用.....	静大	野上 稔・岡本 忍・西田 亮三
	医用立体X線テレビジョン.....	日立レントゲン	野田 峰男・矢仲 重信・芝電 木下幸次郎・井内 昭一・鏑 晃一
	ホログラフィー技術を用いた光ビーム走査.....	慶応大	栗田 正一・池田 弘之
【講 座】	テレビ放送のソフトウェア——番組制作と運用技術——(第4回)フィルム制作技術(I).....	NET	三堀 家義・沢崎 利夫