放送用 VTR の寿命と信頼性

芝電気株式会社 園 部 茂

昭和 33 年に日本に VTR が初めて輸入されてから、5 年以上時日が経過している。この間 VTR の国産化が成功し、その結果、現在国内で使用されている VTR の 70% 以上が国産により占められる結果となった。本項は国産 VTR のほとんどを供給している製作者として、その信頼性あるいは寿命についていささか検討を加えんとするものである。

放送用 VTR が輸入され、今日非常に多くが放送業務に使用されるに至る過程では、「1 ヘッド方式」あるいは「2 ヘッド方式」などの、いわゆるアンベックス方式に対抗する方式の台頭をみたのである。しかし残念ながら放送用として要求される苛酷な条件に応じきれず、今日に至っている。このように放送用 VTR は種々の新方式の提案にもかかわらず、今日なおその座を 4 ヘッド方式にゆだねているものであり、輸入以来少なくとも今日に至るまでは一貫して 4 ヘッド方式が採用されている。したがって本項はすべて 4 ヘッド方式を対象に述べたい。

国内における VTR の使用台数は、昭和 36 年から 37 年にかけ急激に増加の一途をたどっている。第 1 図はその概要を示すもので、現状では全台数の 80% 近くを国産が占めている。またそのほとんどがわれわれの提供によるものであることは前述のとおりであるが、そのためわれわれは全能力を増産と性能向上に動員して輸入品に対決しなければならなかった。

このような過程のなかで、われわれの得た事故統計や寿命に関する資料は、必ずしも十分とはいえないが、かなり多くの量に達しているのので、それらに基づき下表

題につき述べることにする。

1. VTR の構成

いまさら述べるまでもなく、VTR は非常に高い精度と確度の要求されるビデオヘッド、およびそれを含むヘッドアセンブリ、また、やはり相当高い精度で作られねばならないテープを走行させるためのテープトランスポート系などの純粋な機械系と、非常に複雑な回路の組み合わせによる電気回路系とから構成されている。もちろん、おのおのの系はおのおの異なった機能をはたしており、要求される信頼度や寿命に対してもおのおの異なった限界をもっている。したがって総合された機器として VTR の信頼度や寿命を一括してのべることは技術的に困難があり、あまり具体性がないように思われる。そのようなわけで、以下 VTR を構成する主要部分、すなわちヘッドアセンブリ、テープトランスポート、および電気回路の三つの系にわけて述べることにする。

1.1 ヘッドアセンブリ

ヘッドアセンブリは VTR を構成する要素のうち、最も製作に精度を要求される部分であり、また最も寿命が

写真 1 ヘッドアセンブリ

写真 2 テープトランスポート表面

“Life and Reliability of Video Tape Recorder for Broadcasting Quality” by Shigeru Sonobe (Shiba Electric Co., Ltd., Tokyo)

写真3 スリッパリングの摩耗

左: 使用前 右: 使用后

写真4 ヘッドチップの摩耗

写真5 使用前のヘッドチップ

問題となっている部分である。それは数十点の機構部品、数点の電気部品により構成されている。ヘッドアセンブリの寿命に関する特徴は、第2図に示すように偶発故障域、および摩耗故障域におけるほとんどの故障が、ビデオヘッドの摩耗によることである。すなわちビデオヘッドのチップの部分とテープとの接触により摩耗し、使用に耐えられなくなるのである。ビデオヘッドは4個が一組となっていることはいうまでもないが、そのうち1個のみが早期に摩耗することは、他の3個が健全であっても、ヘッドアセンブリとしては寿命にいたるものであるから、摩耗のアンバランスは望ましくないことの一つである。われわれは製作の途上、この問題にはかなり悩まされたのであるが、現状は第3図に示すように、お

第1図 国内における放送用VTRの使用状況

第2図 ヘッドアセンブリ故障パレート図

のこのチャネルのチップの摩耗の傾向がほぼ一致するようになった。これには組立ての自動化と各工程におけるふん囲気を一定にしたこと、さらに中間検査を厳重にしたことなどが多くの影響を与えたものとみなされる。

ヘッドアセンブリの構成部分のうちで、摩耗の対象となるものは必ずしもビデオヘッドのみとは限らない。たとえば高速電動機のベアリング、スリッパリング、ヘッドホイールなどは、すべて他の部分に比べると比較にならないほど多く摩耗にさらされているはずであり、事実それらの摩耗の程度は、けっして馬鹿にならない。それにもかかわらず、集計の上でほとんど計上されていないのは、ヘッドアセンブリの改修のさい、ヘッドチップ以外の摩耗の対象になる部分を精密に検査し、そのヘッドアセンブリの履歴と対照し、ヘッドチップの寿命に対し十分な寿命(部分により異なるが3ないし4倍)があると推定されるもの以外は、すべて交換しているためである。この場合の推定の基礎となるのは摩耗の対象となる部分の摩耗の傾向から予測した平均寿命で、それにおおのの部分に対しウェーティングを行なっている。

以上のようにヘッドアセンブリは、その改修を行なう時期によりビデオヘッド以外の交換部分が変わってくるものであるが、5~6回の改修以後は交換を必要とする部分が急激に増加する傾向にある。

ヘッドアセンブリの寿命は以上のべたことから明らかとなっておりほとんどヘッドチップの摩耗により支配されているが、その寿命の分布は第4図に示すように、正規確率紙上ではほぼ直線となり、したがって正規分布をなしているものとみなされる。第4図の100時間前後で比較的分布密度が高くなっているのは、従来ヘッドアセンブ

第3図 摩耗故障における各チャネルのチップ高の比較

リーの補償寿命を 100 時間としているので、そのため 100 時間経過後寿命の十分残っていると思われるものに対して、安全のため改修が要求される場合が、比較的に多いことに起因しているものである。補償寿命は別として、第 4 図から ヘッドアセンブリの平均寿命 158 時間、標準偏差 30 時間が得られる。

ヘッドアセンブリに関するかぎり初期故障は取扱いの誤りに起因するもの（たとえばチップの部分の清掃するためヘッドの回転中にチップに清掃用具を接触させるが、この場合、清掃用具が誤って巻き込まれることがある）を除けば非常に少ないが残念ながら皆無とはいえない。その原因としてあげられているのは、信号対ノイズ比の低下、電動機の回転不良（結果としてジッタが多くなるものなど）、テープガイドの駆動機構のねばり、などが比較的多く、その他は種々雑多なものが 1 件または 2 件といったように一つの傾向をもつとは考えられない状況である。

つぎにヘッドチップの摩耗の過程についてであるが、常識的には指数曲線をたどるものと考えられるのであるが、実際には使用開始時に摩耗が急激に起こる。第 5 図はその様子を示すもので、これはヘッドチップが新しい時には十分な高さをもっている。言いかえれば、回転ヘッドの半径が大きいため、標準的な高さのチップをもつヘッドアセンブリで記録したテープを再生すると、必ずベネシャンブラインドひずみを発生する。これを補償するためにチップ高の大きいヘッドを使用する時は、テープとの接触圧を標準状態より、よほど大きくしなければならぬという、摩耗に対してはそれを促進するというきわめて矛盾した使い方をしなければならないためである。この問題については、需要家側で種々の使い方に対する考慮が払われているが、決定的な解決法はないようである。ただ、最近開発された自動遅延時間補償装置

第 4 図 確率紙上の寿命分布

第 5 図 チップの摩耗速度の一例

第 1 表 オーバーホール時の主要改修個所の比較

主要改修箇所	A社製	国産	
トッププレート部 ヘッドアセンブリ 取付ネジ 及 ネジ穴	○		国産はネジ穴部分にヘリサートを 使用しているので問題が起らない
キャプスタン部 アイドラーゴム " ベ어링 電磁ブランジャー モータシャフト	○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○	国産は安全のため交換 A社製交換部品入手不能、国産は 安全のため
制御機構系 サーボモータ 可変抵抗器		○ ○	操音の発生 電気部品としての不良
供給及巻取機構 ブレーキライニング 電磁ブランジャー モータ本体	○ ○ ○	○ 新型*	ベ어링不良
真空ポンプ 回転羽根	○	新型*	
消去ヘッド、ガイド ローラーのベ어링	○		
テンションアーム	○		
ヘッドカバー	○	新型*	ちょうつがいの修理

○ 摩耗による交換または修理、* 故障ではないが新型と交換

(AUTOMATIC TIME ERROR COMPENSATOR) がヘッドとテープの接触圧に無関係に、ベネシャンブラインドひずみを除去できる機能をもっているから、これが広く行きわたれば、ヘッドのチップ高に無関係に、常に必要な範囲の接触圧によりヘッドアセンブリを使用できるので、寿命の延長が期待できるし、また不必要な接触圧に起因する初期故障も減少するものと考える。

1.2 テープトランスポート

テープトランスポートは前述のようにテープを走行させるいっさいの機構を含むものであって、種々の電動機、電磁ブランジャーなどの半電気部品とピンチローラやテープのフーテージカウンタなどの機構部品とが混然と同居している。したがって故障の種類も多種多様にわたり、なかなか一定の傾向らしいものをつかみがたい。第 6 図に主要な故障のみを拾ってあげたがあまり傾向らしいものを発見することができない。

1.3 電気回路

電気回路はきわめて複雑で、使用部品点数は電子管 300、半導体 400 を含め、約 6,000 点の電気部品により構成されている。故障の分布については使用中に故障の有無にかかわらず改修を行なったり、回路が追加されたりした例が多く、きわめて集計がむづかしい。

第 6 図 テープトランスポートにおける主要故障

第 7 図 使用時間と故障度数の変化の代表例

第 8 図 信頼度水準例

第 7 図は比較的代表例に近いものとしての故障分布を示したもので、一般の電子機器に見られるような船底形をたどっている。各故障域についての故障の種類は、あまり特徴的なものがないが、初期故障域と摩耗故障域（摩耗故障域と規定することに多少問題があると思われるが、要するに 3,000 時間経過後）において継電器や固定抵抗器の故障が増加している。また真空管は一定期間が経過した場合、全数を点検し不良品を交換するといった保守が行なわれている場合が多いが、それにもかかわらず、真空管による事故は決して少なくない。またハンダ付けの不良に起因する事故も見のがすことができず、特にこれは各ロットによりかなり件数が異なっているなど、製作者の品質管理の不行き届きははっきり現われていて誠に汗顔の至りである。

一般に電子機器の信頼度は、平均無故障時間 (MTBF)* により規定される場合が多いが、いうまでもなく平均無故障時間は機器を構成する部品の点数により異なる

ことは当然で、平均無故障時間が部品点数の逆数に比例し、故障分布が指数形であるとし、各値の故障率に対し第 8 図**が与えられている。一般陸上用の施設は 0.1 ないし 1% の水準にあるとされているとすれば、第 7 図の偶発故障域における平均無故障時間を対象に考えると、0.1% に近い信頼度水準に位置し、陸上施設として必ずしも悪い値ではない。しかし放送用機器が現状でどの程度の信頼度水準にあるかを知るべき信頼すべき資料がないため、VTR の信頼度をほかの放送用機器に比較できないのは残念であるが、たとえば主調整装置などに比べると明らかに信頼度水準は低いと考えざるを得ない。いずれにしても、ハンダ付け不良に起因する故障や、部品の使用規格に無理が発見されるなど、信頼度の向上には、種々の対策が残されていると考えられるし、その解決により比較的早期に信頼度向上の期待がもてると考える。事実その成果らしい傾向に接しているが、資料が未整理であることや、確証が十分得られていないなどの理由で、ここに示すことは遠慮する次第である。

2. むすび

以上、放送用 VTR の信頼性、寿命について概要を述べたが、せつかくの与えられた機会にもかかわらず十分な検討に至らなかったことをおわびする。また、それにもまして、必ずしも信頼度の高い機器とはいえない VTR に対し、多くの運用技術者の諸賢が十分な保守にあたっておられることに、製作者として深い謝意を表するとともに、それが VTR の国産化の推進にどれほど多くの役割を演じたかを思うと、国産化の努力がひとり製作者の側にあるという錯覚を脱却し、謙虚に信頼度向上に取り組まねばならないという任務を深く感じ、それが多くの協力者に対する謝意に通ずるものと確信する。

* MEAN TIME BETWEEN FAILURE

** 富士通信機編 信頼性の理論と実際より引用