

# テープデッキの性能分析

## Analysis of Tape Deck Performance

加 納 賢 二\*  
Kenji Kanô

### 要 旨

音楽鑑賞用として主として用いられるテープデッキの使用目的から必要とされる機械的および電氣的な種々の特性がある。これらの性能にはどのようなものがあり、またどのような要因がその性能を左右しているかについて考察をし、高性能テープデッキとして自負するに足る各特性の設計値について述べたものである。最後の項に日立テープデッキの性能一覧表をつけたので、高性能設計を理解するうえでの参考に供したい。

### 1. 緒 言

ここ数年来、テープデッキが特にクローズアップされてきた最大の理由はステレオ電蓄の普及にある。テープデッキの種類も多く、一般のリールからリールに巻きとるタイプのオープンリール式のもの、エンドレスタイプのエイトトラック式のもの、Philips社で開発されたカートリッジタイプのカセット式のものなどがあり、用途により使い分けられている。

テープデッキは主としてステレオ電蓄と組み合わせて音楽鑑賞用に使用する訳だから、この目的に沿って設計、生産される必要がある。テープデッキは、録音や再生をする増幅器やヘッドの性能が良いとともに、テープを駆動するための機構部の性能が安定していなければならない。この電氣的、機械的性能を決定するおもな要因は、ワウ・フラッタ(回転むら)、速度偏差、周波数特性、SN比、ひずみ、クロスチャンネル、ダイナミックレンジ(直線性)などがあげられる。

これらの性能をじゅうぶんに発揮させるためには、テープデッキについて理解を深め、取り扱いや操作を正しく行なうことが必要であると同時に、保存手入れも欠かしてはならない。

### 2. テープデッキの設計

テープデッキは音楽鑑賞用として使用されるから性能は良くなければいけない、とは言ってもどの程度でなければいけないのか、また性能を左右している要因はどうすれば改良できるか、このような点について述べてゆくことにする。

なお、現在テープデッキの主流を占めているオープンリール式のものに焦点を絞って文を進めてゆくことにする。しかし原理原則はほかのタイプのテープデッキについても同じであり、同様に考えてさしつかえない。

#### 2.1 周波数特性

周波数特性には、再生系のみ使用したときの特性を示す再生周波数特性と、録音系と再生系双方を使用したときの特性を示す総合周波数特性の2種類がある。

再生周波数特性は再生ヘッドと再生アンプの特性で決まるものである。人間の耳に感ずる30~20,000 Hzの範囲の再生帯域があることが理想であるが、50~15,000 Hzの帯域があれば実用上なら支障はない。

再生ヘッドの性能を左右する要因には間げき損失、形状効果、外縁効果、間げき深さ、遮へい効果、インピーダンスなどがある。

間げき損失は録音波長 $\lambda$ 、ヘッド間げき $d$ とした場合

$$\text{間げき損失 (dB)} = 20 \log \left| \frac{\sin \pi d/\lambda}{\pi d/\lambda} \right| \dots\dots\dots (1)$$

となり、 $d/\lambda$ が整数値をとるときに間げき損失は無限大となる。こ

\* 日立製作所東海工場

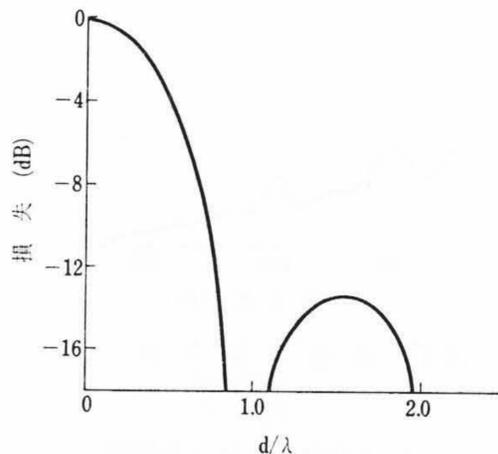


図1 間げき損失

の関係は図1のとおりになる。

普通、波長 $\lambda$ まで再生する場合には、間げき損失を2 dB以下に押えるために $d/\lambda < 0.3$ の関係が成立するようにヘッド間げき幅 $d$ を設定している。次に形状効果について述べる。この効果はヘッドのコアの形状とシールドケースの形状により低域の周波数特性が波うつ特性のことをいう。この値は多いときには、山から谷までが10 dB以上に達することがある。この形状効果は少ないほうが望ましいがゼロにするのは不可能であり普通3 dB以内に設計している。この形状効果を少なくするポイントはヘッドコアに流れる磁気回路が2以上になった場合に起こるので、磁気回路としてヘッドギャップを経由してヘッドコアに流れるもののみにする。すなわち、ヘッドコアと磁気テープが接触する部分をできるだけ少なくするとか、ヘッドシールドケースとコアとの間隔をできるだけ広くするなどの方法が有効な手段である。外縁効果は波長が長くなったとき、すなわち低周波にて、実効的なトラック幅が広がる効果である。この値が大きいと低周波でのクロストークが悪くなる。これを防ぐには有効トラック幅以外の磁気が漏れるのを防ぐために、この部分で磁氣的な閉回路を作るように、磁気ヘッドで対策される。

間げき深さはヘッド寿命から考え深いほうが望ましいが、逆にヘッド感度が悪くなる。これらの二点を考え合わせ現在パーマロイコアで0.15~0.25 mmの間げき深さをとっている。これだけの深さを有していれば、ヘッド寿命は2,000時間以上になる。さらにヘッドは外部雑音磁界から遮へいするために、シールドケースがついている。一層のシールドケースでも外部磁界に対して30 dB程度の遮へいがなされる。

また再生アンプの入力インピーダンスに比べヘッドのインピーダンスをじゅうぶんに低くとる必要がある。これは高域周波数での内部インピーダンス損失を防ぐためである。理想ヘッドを使った場合、再生アンプの補償特性は

$$N_{dB} = 20 \log_{10} \omega t_1 \sqrt{\frac{1 + (\omega t_2)^2}{1 + (\omega t_1)^2}} \dots\dots\dots (2)$$

という回路を通せば平坦な特性が得られる。

表1 補償時定数 (単位  $\mu\text{s}$ )

規格	19 cm/s		9.5 cm/s	
	$t_1$	$t_2$	$t_1$	$t_2$
JIS	3,180	50	3,180	90
BTS	3,180	100	—	—
NAB	3,180	50	3,180	90

$t_1 = R_1 \times C_1$        $t_2 = R_2 \times C_2$

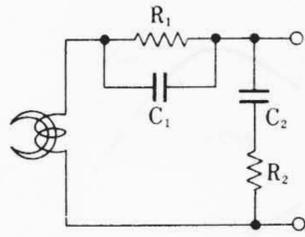


図2 補償回路

ここで  $t_1, t_2$  は規格により一部異なるが表1のとおりであり、また  $t_1, t_2$  は図2の直列および並列補償時定数である。現在使用している再生ヘッドのインピーダンスは  $700\Omega \sim 2\text{k}\Omega$  であり、一方再生アンプの入力インピーダンスは初段に負帰還をかけるなどの手段を用い  $25\text{k}\Omega$  以上に設計してある。またヘッド間げき幅は  $d/\lambda=0.2$  にとり、理想ヘッドに近い高級ヘッドである。よって現在用いられている再生アンプの周波数特性はほぼ理論値に合った図3のような特性を有している。

総合周波数特性については、再生系のほかに録音系の特性も重要である。録音系は録音アンプと録音ヘッドから成っている。ヘッドに流す録音電流補償は交流バイアス電流値により変化するので、まず交流バイアス電流値を設定することが先決である。

交流バイアス電流は録音ひずみ、高域周波数の補償の程度、高域周波数でのテープの飽和点の劣下などから考え合わせ、テープデッキでは最高記録レベル  $-0.5\text{dB}$  程度のバイアス値に設定される。

テープ上に記録されている磁束は周波数に関係なく平坦に記録されていると思われがちであるが、日本の JIS 規格やアメリカの NAB 規格などでは低周波域で持ち上げ、高周波域では下げるように決められている。しかし実際の録音アンプでは高域周波数の部分で極端に持ち上げているのは、録音時の損失(録音ヘッドの渦電流損失、テープの減磁作用による損失、テープの厚み損失)が非常に大きく、損失の値は  $19\text{cm/s}$  時、 $10\text{kHz}$  で  $20\text{dB}$ 、 $20\text{kHz}$  では  $30\text{dB}$  以上にもなるのでこれを補償するためである。この関係は図5の録音レベルと録音電流の差からわかり、斜線を施した部分が損失となる。録音時にこのように高周波数で急激に損失が増加するので、抵抗、コンデンサだけでは補償しきれなくなり、インダクタンスを用いて補償している。

録音ヘッドはヘッドの間げきをテープが離れるときに信号を記録するので、特に間げき幅が周波数特性を左右することはない。そこで録音ヘッドにあっては録音ヘッドの感度のみを考え、間げき幅を設定するので、ある程度広い間げき幅をとるのが得策である。普通  $10 \sim 15\mu$  程度の間げきをとっている。ただし間げき深さはヘッド寿命を左右するので再生ヘッドと同様に  $0.15 \sim 0.25\text{mm}$  の深さをとる。

高周波の周波数特性を劣下させる原因としてヘッドの角度規正がある。録音方向と再生ヘッドの方向との間に方向差  $\theta$  があるとすると波長  $\lambda$  により、損失  $L(\text{dB})$  が生ずる。

$$L = 20 \log \left( \frac{\sin \left( \frac{\pi W \tan \theta}{\lambda} \right)}{\frac{\pi W \tan \theta}{\lambda}} \right) \dots \dots \dots (3)$$

ここに、 $W$ : テープ幅

この式からわかるように、この損失は波長  $\lambda$  が小さくなるほど大きくなる。すなわち、高周波域での特性が角度規正の影響を大きく受ける。3ヘッド方式のデッキで録音ヘッドと再生ヘッドの間げき方向を一致させる必要があるのはもちろんであるが、2ヘッド式のものでも録音ずみテープをかけた場合に同じように角度ずれが問題になる。テープ走行方向に対し直角に角度規正を行ない、 $19\text{cm/s}$   $15\text{kHz}$  で最大感度に対し  $1.0\text{dB}$  以下に角度ずれを押えている。

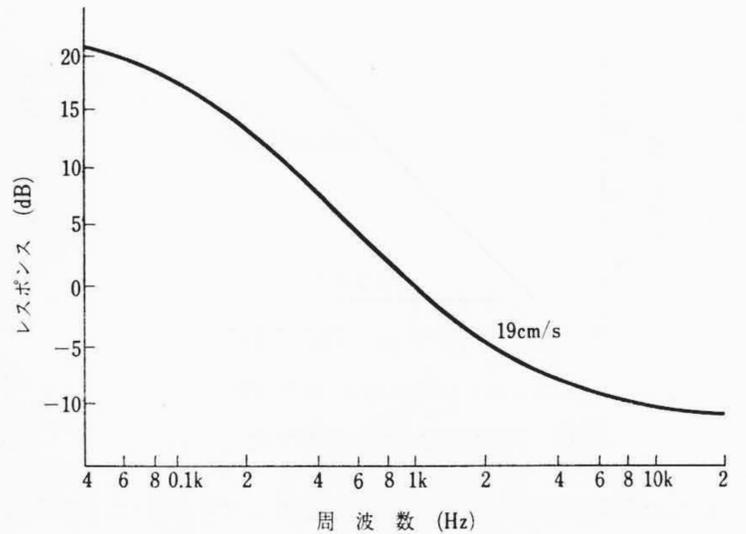


図3 再生アンプ周波数特性

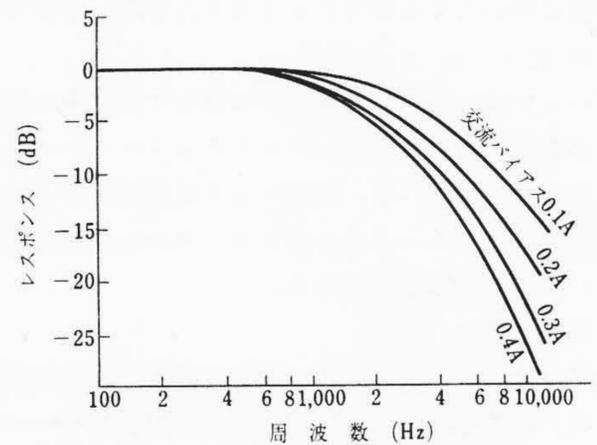


図4 バイアスによる周波数特性の変化

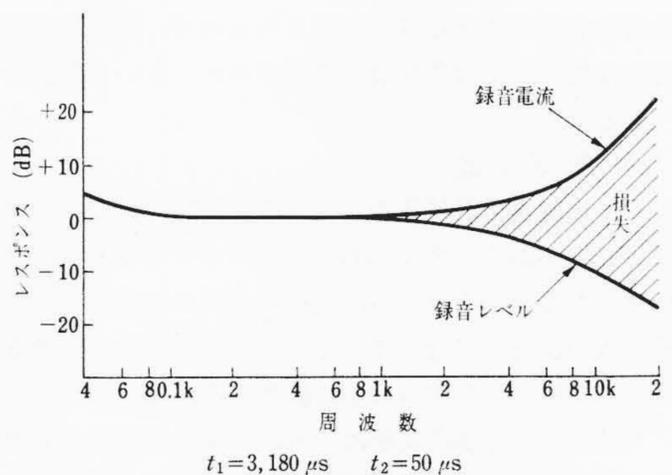


図5 録音電流と録音レベル

2.2 信号対雑音比 (SN比)

SN比に関しても周波数特性と同じように再生SNと総合SNの二つがある。まず再生SNから述べていくことにする。

(1) 再生SN比

再生SN比を左右する要因としては、磁気テープ、再生ヘッド、再生アンプの3とおりがある。

(a) 磁気テープ

テープが悪く磁気粉のプラスチックベースへの塗布に均一さを欠くと再生ヘッドの間げきに対し磁気抵抗の変化を生ずる。この場合再生ヘッドのコアが帯磁していなければ磁束の変化は生じないから、雑音電圧をヘッドに誘起しないが、コアが帯磁していると磁束変化が生じ(4)式の雑音電圧がヘッドに誘起する。

$$V = N \frac{d\Phi}{dt} \dots \dots \dots (4)$$

ここに、 $N$ : 再生ヘッドの巻数

$\Phi$ : コアに流れる磁束

このことからわかるように、磁気テープとしては塗布むらのないことがSN比を良くするポイントであり、また再生ヘッドと

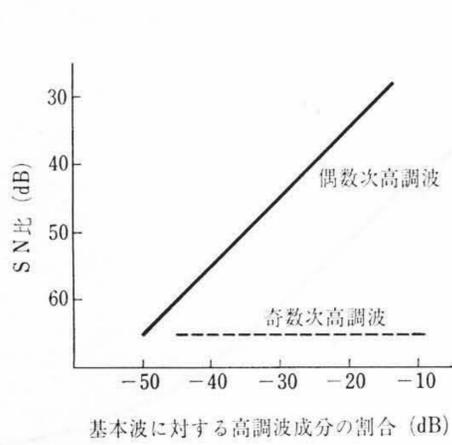


図6 高調波ひずみとSN比

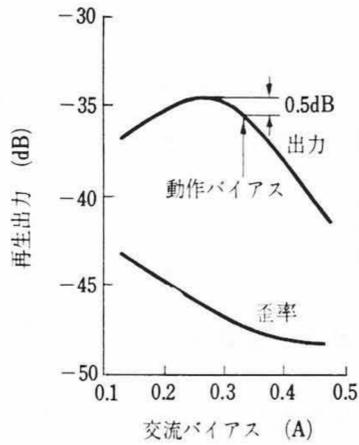


図7 バイアス対出力特性

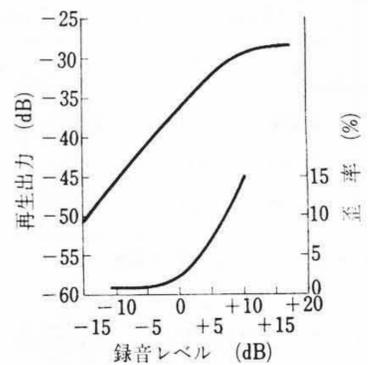


図8 入出力特性

しては残留磁気の少ないものを使用している。この残留磁気の少ないヘッドを得るには、ヘッドコアの選定を重視するのはもちろんであるが、アニールの条件、加工中のコアのストレスも残留磁気に効いてくるのでじゅうぶんな管理が必要である。

(b) 再生ヘッド

再生ヘッドは、さらに外部磁界に対して、完全に遮断してやる必要がある。このためパーマロイのシールドケースがヘッドコアにかぶせられている。再生ヘッドは雑音を拾うほうだが、雑音を出すほうのモートルとかトランスからの漏えい磁界もできるだけ小さくする必要がある。

(c) 再生アンプ

再生アンプにはトランジスタ、抵抗器など雑音源が多数使われている。特に初段のトランジスタ雑音指数 (Noise figure) が再生アンプとしてのSN比を決定しているので初段のトランジスタの設定は重視されている。また、むやみに低域や高域の周波数特性を伸ばすと雑音も強調されるので、可聴周波数範囲外の特性はできるだけ落とすようにするのが、よいSN比を得る条件である。

(2) 総合SN比

総合SN比は再生SN比をよくすると同時に録音系のSN比をよくする必要がある。すなわち、録音アンプのSN比をよくするのは当然であるが、それ以外に交流バイアスの波形がSN比を決定する要因のひとつになっている。この訳を定性的に考えてみると、交流バイアスのひずみの中に偶数次高調波が含まれているとバイアス波形の上下が非対称になり、上下の波高値が異なってくる。この差によりテープが直流帯磁される。この場合に、テープに磁性粉の塗布むらがない場合には、帯磁されても磁束変化が生じないが、むらがある場合には残留磁束が不均一になり、雑音を記録したことになる。奇数次高調波がある場合は波高値に差が生じないので、残留磁気は生じない。よってSN比に対する影響はない。テープデッキとしてはSN比が50dB以上必要である。この場合、図6からわかるように、全偶数次高調波ひずみを1%以下にする必要がある。

2.3 ひずみ

テープデッキの再生音がひずむ原因は磁気テープ、再生アンプ、および録音アンプのいずれもが非線性素子であることに起因する。

(1) 磁気テープによるひずみ

テープのひずみはバイアス電流値により変わり、バイアス電流値が深いほうがひずみは減少する。しかしさきに述べたように周波数特性からはバイアス電流値が小さいほうがよい。このように矛盾した2点を考え合わせ動作バイアスは最大感度より0.5dBさがる点を動作バイアスに設定している。この関係は図7のようになる。

また録音レベルに対する再生出力とひずみ率の関係は、図8のようになる。このように録音過程において大きなひずみを生ずる

のは、バイアスが適切な場合は録音レベルが過大なためである。ひずみの成分は、交流バイアスにおいては第3高調波が主で、バイアス波形が非対称なときには第2高調波が増加する。

(2) 増幅器に起因するひずみ

再生アンプと録音アンプで生ずるひずみに対しては、増幅素子の動作点を適正に設定すると同時に、負帰還をじゅうぶんにかけることにより、減少させている。

負帰還による全高調波ひずみの減少は(5)式のとおりである。

$$R(\text{dB}) = 20 \log(1 + \alpha \cdot \beta) \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 $\alpha$ : 負帰還をかけない増幅率

$\beta$ : 負帰還率

このように低ひずみ率のテープデッキを設計するには、テープにかける交流バイアス値、交流バイアス波形、録音レベルの設定に注意を払うと同時に、増幅器の設計にあたってはNF量をじゅうぶんととり、ひずみを減少させる必要がある。テープデッキでは基準録音レベルにて1%以下のひずみ率に設計されている。

2.4 クロストーク

クロストークには、互いに相手方のチャンネルに漏れる程度を表わすチャンネル間クロストーク (Cross talk between channels) と隣接するトラック間で漏れるトラック間クロストーク (Cross talk between tracks) の二つがある。後者はヘッドとテープ相互の幾何的寸法が正しいかどうかで決まるものである。しかし前者は複雑な種々の要因がはいり混り性能を左右している。このチャンネル間のクロストークが生ずる原因としては、

- (1) 静電誘導、電磁誘導により相手方チャンネルに漏れる。
- (2) 出力部の大電流が基板のアース銅ハクを伝わり、初段部の相手方チャンネルに流れ込む。
- (3) 電源部の平滑不良により逆チャンネルの電源を通して漏れる。
- (4) ヘッド間の相互インダクタンスにより漏れる。

次上のようなものが考えられる。

原因(1)の対策としては、完全に各チャンネルを独立させ、交わらないように設計すると同時に、シールド線を用いて静電シールドをすとか磁気シールドをする。原因(2)の対策としては基板の設計にあたり、出力段部の電流が初段部に流れないように出力段部のアース部を太くすとか、アース回路に閉ループを作らないようにする注意がいる。原因(3)に対しては平滑をじゅうぶんにしなると同時に同一電源で両チャンネルを動作させる場合、チャンネル間にバッファ回路をそう入するようになる。原因(4)の対策としては上下ヘッドコア間にシールド板をそう入するなどの方法を取り、結合を小さく設計している。

2.5 直線性 (Linearity)

録音アンプと再生アンプの直線性は、いかほどあればじゅうぶんであるかについて考えることにする。

録音アンプについては、ボリューム以前でマイク入力およびLine

入力の変化幅に対してじゅうぶんに直線性が保たれている必要がある。マイク端入力としては、音圧40~110dBの変化幅に対して、Line入力については、0.5~1,000mVの入力に対して直線性が満足されるように設計されている。

またボリューム以降終段までの直線性についてはテープに飽和レベルで録音するに足る電流値までの直線性がとれるように設計している。

再生アンプの直線性は、再生ヘッドで飽和レベルを再生したときのヘッド出力に対してまでの直線性が満足されている必要がある。テープの飽和よりも早くアンプのほうが飽和してはならない。よってテープのひずみよりアンプのひずみのほうが常に小さくなるように設計されている。

2.6 回転むら (ワウ・フラッタ)

回転むらの感知できる量は、その毎秒の周期と元の音の周波数とに密接な関係があり、その量は変動の最大幅よりは実効値に比例することがわかっている。

回転むらの毎秒の周期と感応量の関係は図9のようになり、これを聴感補正曲線といい、実際の回転むらの測定に際しては、この補正をかけている場合が多い。

回転むらの発生原因には非常に多くのものが考えられる。しかし大別すれば次の二種類になる。

- (1) 定常的な回転むらを生ずる因子。
- (2) 非定常的な回転むらを生ずる因子。

(1)は機構部分に明らかに回転むらを生ずべき原因があり、常に一定した回転むらを生ずる場合である。すなわち、回転機構部品(繰出リール台、フライホイール、モートルプーリ、キャプスタンなど)の偏心により、それぞれの1回転ごとに偏心量に比例した回転むらを生ずる場合である。

(2)は全く予期できず、ある瞬間に偶発的に生じた原因によって起こる回転むらであり、あるときには回転むらを生じ、またあるときには全く生じないような安定性のないものである。これは回転機構各部の摩擦条件の瞬間的な変化によって起こることが多く、たとえば回転軸と軸受間に微細な異物が混入し、ある条件で軸受抵抗の変化を生じ回転むらを生ずるような場合である。

(1)についてはその原因が明らかであり、理論的な解析を行なうことも可能であるが、(2)の場合は全く不安定条件であり、解析を行なって回転むらの値を予測することは全く困難である。しかし(2)の原因は実際に製品を生産する場合、作業の改善を行なえば、ある程度取り除くことが可能であり、テープデッキにおける回転むら中(1)に比較して大きな値を占めるとは考えられないので、(1)の原因を取り除くことが肝要である。

回転むらは磁気ヘッド面におけるテープ速度の変動によって生ずるが、キャプスタンの周速に置き換えて考えることができる。キャプスタンの周速Sは、キャプスタンの基準半径を $r_c$ 、標準角速度を $w_c$ とすれば

$$S=2\pi r_c w_c \dots\dots\dots (6)$$

したがって周速の変化を起こすのは、次の二つの場合である。

- (a)  $r_c$ が変化したとき
- (b)  $w_c$ が変化したとき

(a)の原因としては、キャプスタンの偏心、(b)の原因としては

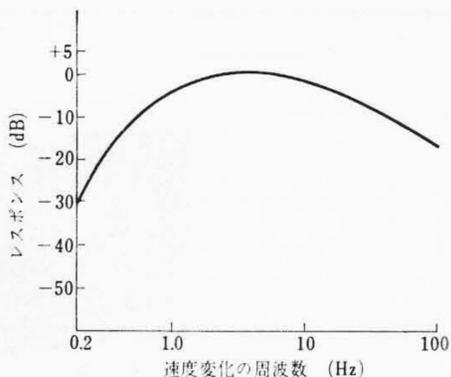


図9 回転むらの聴感補正曲線

キャプスタン、繰出リール軸、巻取リール軸、モートルプーリ、フライホイールなどの偏心が考えられる。偏心のうちで特に大きな原因になるのはキャプスタンの偏心であり、4~5mm径のもので5μ以下で押える必要がある。また $w_c$ の変化を少なくするために、フライホイール効果が利用されている。この場合フライホイールの慣性性能率を大きくし、かつキャプスタンの回転速度を速くすることが必要である。

回転むらは再生される音の種類により、はっきり判別されたり、あまりよく判別できなかったりする。回転むらがよく判別できるのは、ピアノとかギターのような連続音の場合で、逆に回転むらがあるにもかかわらず人の声ではあまり判別できない。しかし音楽鑑賞用としてのテープデッキは回転むらの設計も厳重にする必要がある。19 cm/sのテープ速度で0.12% WRMS、9.5 cm/sで0.2% WRMS、以下に設計されているのが現状である。

2.7 速度偏差

テープレコーダでは、セット間の互換性を考え、テープ速度は所定の速度に規制されている。現在用いられているのは職業用に38 cm/s (15 inch/s)、一般用として19 cm/s (7½ inch/s)、9.5 cm/s (3¾ inch/s)、4.75 cm/s (1⅞ inch/s)の4種類である。

このテープ速度偏差は、個人差や音の種類により判別の限界が異なるが、音楽鑑賞用としてのテープデッキの速度偏差は2.0%以下に押える必要がある。この速度偏差の原因としては、モートル自体の回転数のばらつきと、モートルプーリ、キャプスタンなどの寸法のばらつきが原因である。モートルの回転数のばらつきを少なくするには、インダクションモートルにあっては、停動トルクを大きくするなどの方法でモートル負荷曲線の立ち上がりの急なものを使用する。さらに高い性能を得るには同期モートルが一般に使用される。このテープ速度偏差も常に一定でなくテープの演奏中に負荷の変化やモートルの加熱により徐々に速度が変化する場合が多い。これを特に速度変動と呼んでいるが、これを防ぐにはモートルの負荷曲線の急な、温度上昇の少ないモートルを使用する。

3. テープデッキの使い方

いかに優秀なテープデッキであっても、使い方が正しくなければその性能は半減する。性能を最大限に発揮させるためには、テープデッキの性能のおおのについてじゅうぶんに理解し取り扱おうと同時に、保存手入れも欠かすことができない。

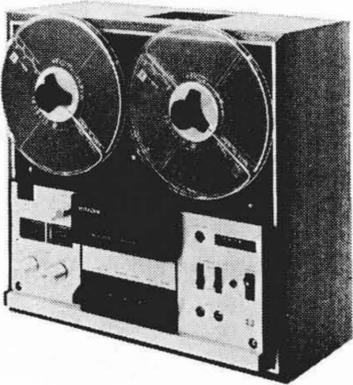
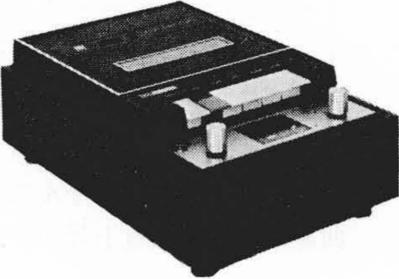
テープデッキは弱い磁気変化を電気に変換する装置であるから、保存に際して磁気から守る必要があるのは当然だが、メカニズムはホコリや湿気、熱を嫌うので、常に手入れを怠らずに保守することが必要である。この保存の適否により、テープデッキの耐久力や性能は大きく変わるものである。

テープの走行は常に整然と円滑に行なわれるような状態でなければならない。テープに付着したホコリや異物は機械系から浸透した微量の油脂と混じってヘッドやガイドをよごし続ける。このよごれはワウ・フラッタを悪くし、周波数特性にも悪い影響を与える。このよごれは50時間に1回くらいガーゼにアルコールを含ませてふきとることが必要である。またテープは弱い磁気変化をヘッドに与えながら電磁変換を行なうものだから、いかに弱くとも不要な磁気は録音再生に悪影響を与えるので、ヘッドコアやテープガイドに対しては時々、磁氣的な脱磁を行なう必要がある。

4. カートリッジ式テープデッキ

今までオープンリール式のテープレコーダでいちばん取り扱いにくかったのはテープの部分である。テープを空リールに掛けて巻きとらせることとかテープの演奏中にそのままテープを保存するこ

表2 日立テープレッキ性能一覧表

項目	TRQ-747	TRQ-757D
外観		
定格入力 トラック数 ヘッド 録音消去方式 トランジスタ数 周波数特性(総合) S/N(総合) 録音再生補償 消費電力 チャンネル間クロストーク トラック間クロストーク 入力インピーダンス 出力インピーダンス ワウ・フラッタ 速度および偏差 付属品	100 V 50/60 Hz 4 録音, 再生, 消去 各 1 個 AC 消去, AC バイアス 21 石 30~22,000 Hz (19 cm/s) 50 dB 以上 NAB 規格 27 W 60 dB 以上 (再生・再生) 60 dB 以上 マイク端子: 5kΩ 以上, LINE IN 端子: 100kΩ 以上 LINE OUT 端子: 5kΩ 以下, ヘッドホンジャック: 8Ω 0.12% WRMS (19 cm/s), 0.20% WRMS (9.5 cm/s) 3 スピード, 19 cm/s ±1.5% 9.5 cm/s ±1.5% 7号空リール, DIN コード, リールホルダ	100 V 50/60 Hz 4 録音, 消去 各 1 個 AC 消去, AC バイアス 11 石 30~20,000 Hz (19 cm/s) 50 dB 以上 NAB 規格 40 W (60 Hz), 50 W (50 Hz) 60 dB 以上 (再生・再生) 60 dB 以上 マイク端子: 5kΩ 以上, LINE IN 端子: 100kΩ 以上 LINE OUT 端子: 5kΩ 以下, ヘッドホンジャック: 8Ω 0.12% WRMS (19 cm/s), 0.20% WRMS (9.5 cm/s) 3 スピード, 19 cm/s ±1.5%, 9.5 cm/s ±1.5% 7号試験テープ, 7号空リール, DIN コード, リールホルダ
項目	TRQ-242	TRQ-114
外観		
定格入力 トラック数 ヘッド 録音消去方式 トランジスタ数 周波数特性 S/N 録音再生補償 消費電力 チャンネル間クロストーク トラック間クロストーク 入力インピーダンス 出力インピーダンス ワウ・フラッタ 速度および偏差 付属品	100 V 50/60 Hz 4 録音, 再生, 消去 各 1 個 AC 消去, AC バイアス 14 石 40~12,000 Hz (総合) 45 dB 以上 DIN 規格 12 W 35 dB 以上 60 dB 以上 マイク端子: 2kΩ 以上, LINE IN 端子: 100kΩ 以上 LINE OUT 端子: 5kΩ 以下 0.25% WRMS 以下 4.75 cm/s ±2% 以内 DIN コード	100 V 50/60 Hz 8 再生 1 個 — 6 石 50~13,000 Hz (再生) 50 dB NAB 規格 16 W 50 dB 以上 45 dB 以上 — LINE OUT 端子: 5kΩ 以下 0.25% WRMS 以下 9.5 cm/s ±2% 以内 試験カートリッジ 1 個

とが非常に困難であった。この点を解消するためカートリッジ式のカセットとエイトトラックのテープレコーダが出現したのである。前者は4.75 cm/s、後者は9.5 cm/sのテープ速度を採用しているが、ヘッドおよび磁気テープの技術的改良がなされ、低速度ではあるが10 kHz以上の周波数特性を有するまでに性能が改善されてきた。その結果これらのテープレコーダは単に会話録音用としてのみでなく音楽鑑賞用のテープレッキの領域にまで食い込んできた。操作性とか電磁的な性能の向上のみではなく、カートリッジ式テープレッキのメカニカルは非常に小形化されている。しかし、テープレッキとしての高性能を得るためにメカニカルな高度の技術も使用されている。

5. 結 言

以上述べたとおり、現在、オープンリール式テープレッキの技術的な問題はすべて解明され、商品化するうえでの問題はない。しかし、操作性の簡便なカートリッジタイプのカセット式およびエイトトラック式のテープレッキは低速のテープスピードとか狭いトラック幅を採用していることにより生ずる電磁的な問題、また構造部を小形化していることにより生ずる機械的な問題など今後に残された技術的な問題があり、いっそうの技術的改良が必要である。

最後に、本論文の記述にあたり種々の助言をいただいた関係各位に対し深謝の意を表する次第である。