

「テープ録音機物語」

その60 録音テープ

あべ よしはる
阿部 美春1 マグネトホンの終戦⁽¹⁾⁽³⁾⁽²⁸⁷⁾

第2次大戦でヨーロッパ戦線の終結によってドイツの磁気録音テープとテープ録音機 (Magnetophon) の技術が米国に引き継がれた。

そのノーハウはドイツに進駐した連合軍調査団によって詳しく調査され、下記のPBレポート (アメリカの Office of Publication Board Report) が公開された (本物語「その4」参照)。

- * PB-1027: German Magnetic Tape Recorder, Tonschreiber Models b and b1, (Dec.1944)
- * X-441: (原文はドイツ語、後に英訳されて PB-1346 ?となる)
Entwicklung und Fabrikation der Magnetophon-Bandef (Magnetophon-Tape of Development and Producing, Report by Dr.Pfluemer, Sept.1945)
- * PB-3586: Magnetic Sound Recorders "Magnetophon" and "Tonschreiber" (Nov.1945)

レポートは米国の他、英国の関係先にも送られた。ドイツのもつ特許の権利は敗戦により放棄され、すべて無償公開された。

付表 60-01a, b⁽²⁸⁷⁾⁽⁴⁸⁰⁾ に戦後 1945 年から近代に至るオープンリール式録音テープの変遷を示す。

2 Scotch 111 テープ⁽⁴⁷⁵⁾⁽⁴⁸¹⁾⁽⁴⁸²⁾

テープレコーダーの性能は、ヘッドを含めたレコーダー自身もさることながら、録音媒体である磁気テープの性能が、磁気録音の歴史を大きく変えてい

ることは周知のとおりである。

第二次大戦時、アメリカの鋼線を媒体とした磁気録音機に対し、ドイツではセルロース・アセテートをベースとした磁気テープによる録音機が活躍した (本物語「その3」および「その4」)。

その性能のすばらしさから、戦後、その技術がアメリカに引き継がれ、アセテートをベースとしたスコッチ No.111 が誕生した (本物語「その7」)、写真 60-1。



写真 60-1 Scotch No.111

このテープは 1970 年代まで使われ、そのうえ標準的に扱われていた No.111 テープはいかにすばらしかったか、テープレコーダーの普及によって、改めて認識させられる。半面、普及を促進させた標準型のテープがあったがために、技術の進歩はレコーダーのみに向けられ、テープは No.111 のなかから、なかなか脱皮できなかつた感がないでもなかつた。

しかし、技術の進歩は別な形で、例えばカセットに、VTR に、情報機器に現れてきた。

オーディオ用オープンリール式テープレコーダーの分野では互換性の点から一挙に脱皮することができず、ベース材を変えたり、厚みの薄いテープを開発したり、低雑音化したり、高出力にしたり、転写

を減らすなど、限られた範囲内でそれなりの努力をしてきた。付表 60-02 に主な Scotch テープを表にしてみた。

これも在来テープとの互換性を無視すれば、飛躍的にテープレコーダーの性能をあげることができたのであろうが、レコーダー側がなかなか乗ってこなかった点が高性能テープの普及を遅らせていたといえるのかもしれない。これは在来のテープに対し、互換性の維持を強調しすぎ、そのため、バイアスは変えられない、感度は上げられない、周波数特性は良すぎでは困る（高域が上がる）、ひずみは少なく・・・など、残るは飽和レベル（出力）のアップと雑音レベルと転写の減少だけとなって、まったく虫の良すぎる要求であったことは否定できない。

3 BASF テープとの互換 (479)

第2次大戦後、テープ録音機はドイツから米国にその技術が引き継がれ、プロ用、ホーム用ともに、米国市場のみならず、世界各国の市場を席卷する勢いになっていた。特に録音テープの分野では3M社が圧倒的に強く、BSAF社は戦後1950年になって復活、ようやく再スタートしている。

したがって、それぞれ独自の標準で発展した両者間のテープには互換性はまったくなく、プロ用は、BASFは欧州、米国では3M (Scotch #111)が定着し、ホーム用では戦後急速に発展した米国において、3M社が圧倒的なシェアをもっていた。

1953年、遂にBASFはホーム用に限って3Mに特性を揃えることを決定した。型番LGの末尾にS (ScotchのS)を付けて、Scotchとの互換を示し、従来のものと区別した。

4 長時間録音テープ (3)(287)(475)(485)

Scotch #111で代表されるテープ厚50 μ mに対し、35 μ 厚のテープが1954年、3M社から発売された (Scotch #190, Extra Play)。ベース・フィルムは25 μ (1mil inch)のアセテートである。録音時間は1.5倍長くなる。同年、Reeves Soundcraft社は25 μ

のポリエステル・フィルム (マイラー) を使った1.5倍のテープ (呼称 "Plus 50"、または "Long Play") を発売している。1955年になると米国各社、欧州ではAgfaが25 μ 厚、PVCベースを使って1.5倍テープを発表している(1959年にポリエステル・ベースに切換え)。

当初は録音時間の長さが大きな特長であった。したがって、翌1955年にはOrradio Industries社から12.5 μ (1/2mil)厚ベースで2倍の長さのテープ (Double Play) を、引続き3倍の長さ (Triple Play) を発売している。ドイツのBASFは1957年、25 μ と18 μ のポリエステル・ベースで長時間テープを発売している。

録音時間は7号、または17形と呼ばれる7インチ・リール (外径178mm) でStandardタイプは19cm/s速さで、30分あったのが、Extra Playで45分、Double Playになると1時間となる。テープやレコーダーの性能がよくなってくるとテープ速さは9.5cm/sで、録音はさらに倍となる。欧州のテープレコーダーはオペラの録音が盛んなせいか、9.5cm/s速さの録音が増えてきた。

1960年代に入って、4トラック・ステレオが普及した。従来の2トラック・ステレオに対し、録音・再生時間は2倍になった。1958年に登場したステレオ・ディスクに対抗して巻き返しを図ったのである。

録音トラックの幅が狭くなった分 (2mmから1mm)、性能的には相当不利になる。当初、テープレコーダー・メーカーはテープ走行精度で苦戦を強いられた。リールの精度、テープとヘッドの密着性など、本物語「その57」で数々の問題点を述べたとおりである。

リールに関しては9項を参照されたい。

テープとヘッドの密着性は厚手のテープより薄手のテープがよい、テープの保管状況にもよるが、「湿気」、高温多湿の日本では問題になる。特に米国からの輸入ミュージック・テープの多くが薄手のアセテート・ベースなので、ワカメ状になりやすく (本物語「その57」、写真57-6参照)、また、日本でのア

セテート・ベースのテープを使った録音にはおおいに泣かせられたものである。この頃、筆者はミュージック・テープを含む海外のメーカーに日本向けはポリエステル・ベースを使うよう提案した。3M社の反応は早かった。ポリエステル・ベースのScotch #150はありがたかった。

5 Scotch 201 ローノイズ・テープ (474)(476)(478)

1966年に世界初のローノイズ・テープとしてダイナミック・レンジ・シリーズ #201, #202, #203 を発表した(写真60-2)。



写真60-2 Scotch ダイナレンジ・シリーズ

このシリーズの磁気録音テープは、#111テープと比べ、テープのノイズ・レベルを5dBも改良した画期的のものであった。また、以後の磁気テープはほとんどロー・ノイズ化されたことを考えると磁気テープの歴史における一大革命であったといっても過言ではないと思われる。

このダイナミック・シリーズのバイアス電流ピーク値が、当時のプロ用テープの標準値になっていることや、テープの高域特性改良のために3M社としてオーディオ・テープに初めてカレンダー処理を施したことなど、ローノイズ・テープの先駆者としての特長を備えた磁気テープであった。

図60-1、附表60-02にその特長を示す。

図60-2の曲線Bが1970年頃、市販された低雑音、高出力テープ(γ - Fe_2O_3 の改良型)で、高域の周波数特性が大幅に改善されている。

1972年、テープ厚50 μ の低雑音テープがBTS、民放連の第2規準(第1規準はスコッチNo.111相当品)として採用された(485)。

再生系の周波数特性は19.05cm/sのテープ速さにおいて、第1基準の3150 μs +100 μs から第2規準は3180 μs +50 μs に制定された。

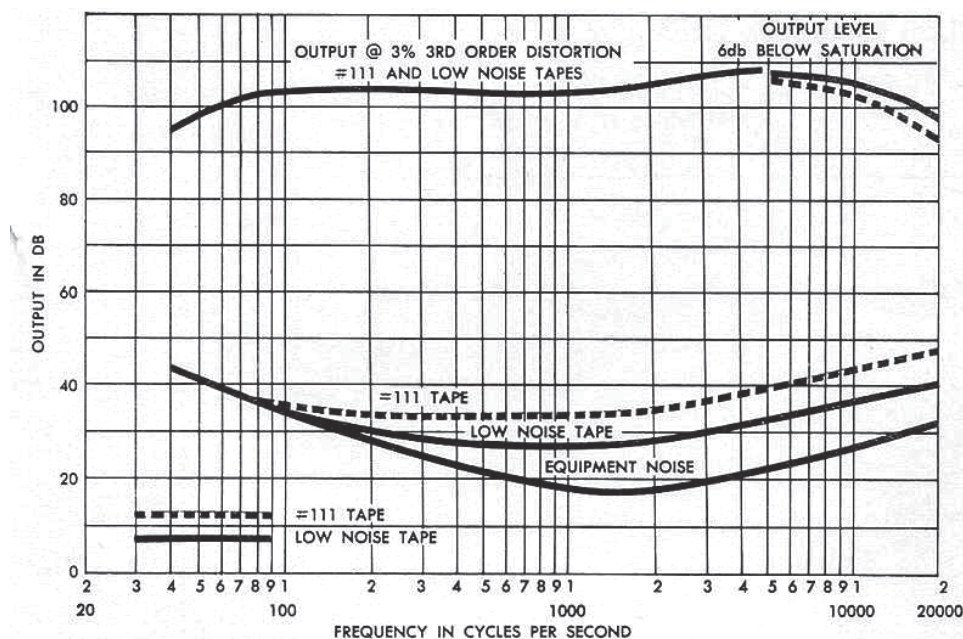


図60-1 Scotch ローノイズ・テープの特性

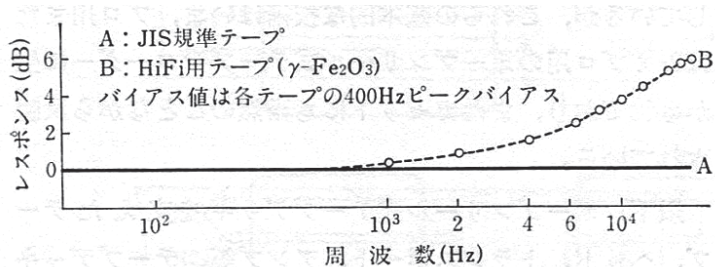


図 60-2 ローノイズ・テープの周波数特性 (例)

写真 60-3 は 1972 年頃、主な月刊オーディオ雑誌に掲載された 3M 社の広告である。手前味噌になるが、文面の一部を紹介させていただく。



写真 60-3 3Mの広告 (1972年頃)

真のライバルは Scotch だった。
阿部美春 / TEAC 株式会社

阿部美春氏 — 日本電気音響株 (DENON) 時代から、現在に至るまでテープデッキひとすじ・・・日本のテープデッキづくりの歴史そのもののような阿部氏。そして何よりも音を愛する人。

TEAC の第一号機が市販されたのは 1957 年、TD-102 という 19cm/s のデラックス・ステレオデッキでしたが・・・

あの頃、記録できるものは Scotch だけみたいな状況でしてね。テープメーカーさんとの技術交流も全くなかった中で、Scotch を標準に、どうしたら Scotch の性能を生かせるか・・・その連続でしたね。

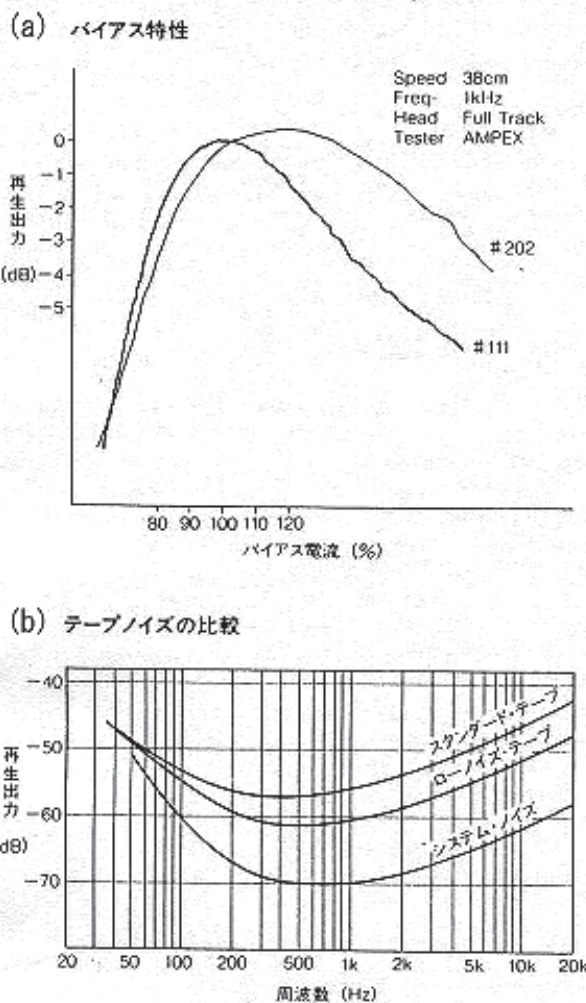
Scotch は、実にシャープな存在でしたよ。

6 Scotch 206ミュージック・マスター用テープ⁽⁴⁷⁾

1970 年には、ミュージック・マスター・シリーズ #206, #207 が開発された。

このシリーズの特長としては、テープのロー・ノイズ化に加えて、最大無歪出力 (MML レベル) を 3dB 改良することに成功し、さらに 2 インチ幅ビデオ・テープで実績のあったテープ裏面にバック・トリートメント処理を行なっている。

図 60-3 に #206 / #207 の (a) バイアス特性、(b) テープ・ノイズの比較、(c) 入出力特性を示す。



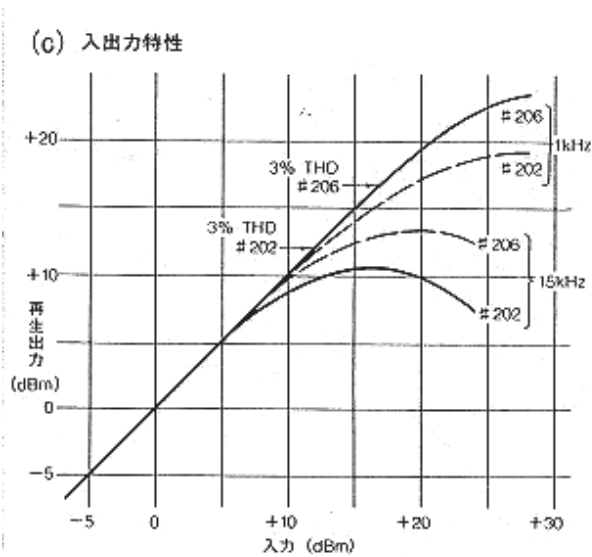


図 60-3 Scotch #206/#207 の特性

バック・トリートメントの効果は、テープが走行することによって発生する静電気に起因するドロップアウトの減少、テープ走行特性の向上、テープ保管時の物理的変形発生低減等がある。

さらに 1974 年には、ロー・ノイズ特性と最大無歪出力を大幅に改善したスタジオ・マスター・テープ #250 を発表した。

このテープの特長は、#206 と同じバイアス、同イコライザーでダイナミックレンジを 3.5dB、感度を 2.5dB 改良したことにある。さらに、#206 で実績のあるバック・トリートメント処理により安定した走行性、巻き特性を継承している。詳しくは後日、本物語「プロ用テープ録音機」で紹介する。

7 Sony Duad テープ (491)

ソニーは先に (1969 年 8 月)、低雑音・高出力テープ "SLH" (Super Low Noise Hi-Output) テープを発売しているが、1973 年 8 月には "Duad Ferri-Chrome Recording Tape" の名称で、磁性体を 2 層塗りした録音テープを発表した。

磁気録音再生では、周波数の高い音は、磁性層の表面に近い部分に記録され、中域から低域の音は内部の方まで記録される。

デュアル・テープはベースの上にはまず、主として

中・低音域を受け持つ二酸化鉄を塗り、さらにその上に高音域を受け持つ二酸化クロムを塗ったもので (図 60-4)、ベース上に 2 つの磁性材料を重ねることにより、両方の特徴を合わせて生かし、低音から高音まで、全帯域にわたりダイナミックレンジと周波数特性を改善したものである。

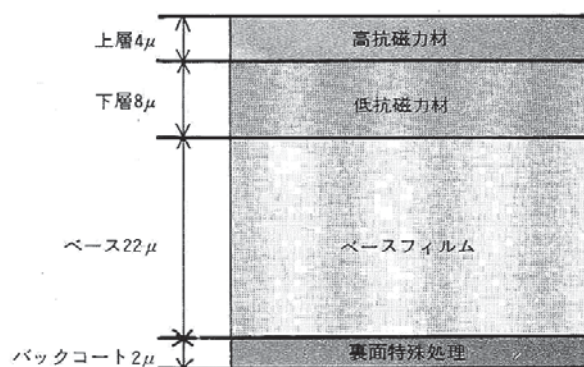


図 60-4 DUAD テープ断面図

図 60-5(a)~(e)、表 60-1 に各特性を示す。

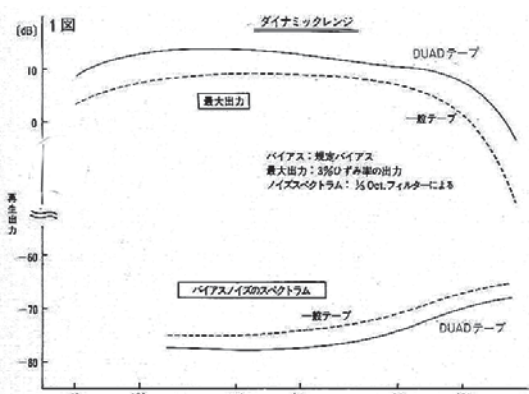


図 60-5a ダイナミックレンジ

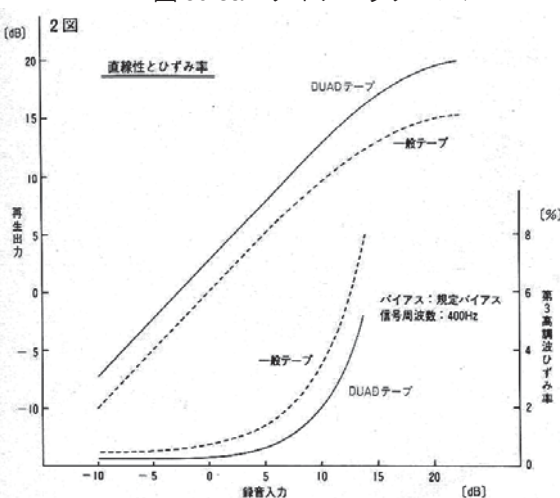


図 60-5b 直線性とひずみ率

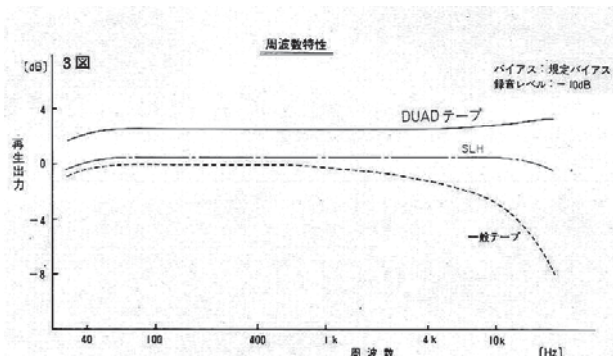


図 60-5c 周波数特性

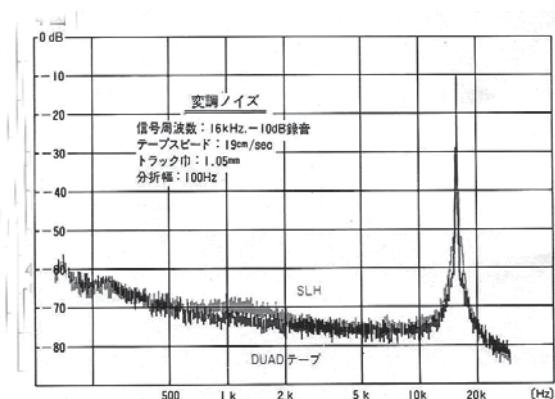


図 60-5d 変調ノイズ

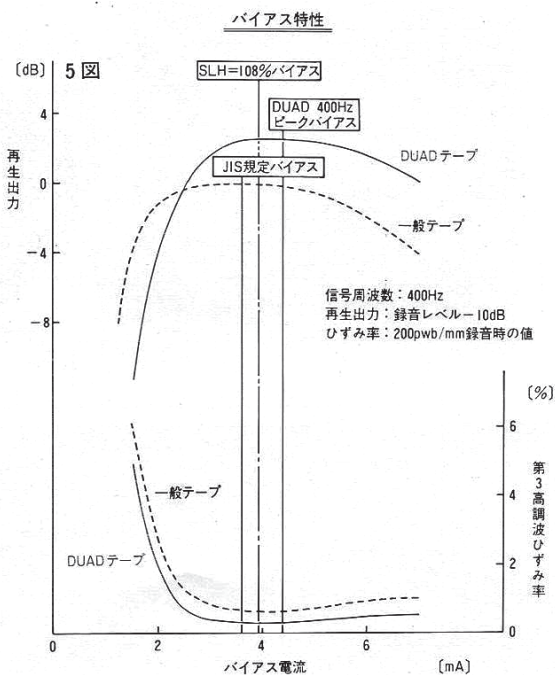


図 60-5e バイアス特性

図 60-5 DUAD テープの緒特性

特性項目		DUAD	SLH(BL)
ベース材料		特殊処理ポリエステル	特殊処理ポリエステル
テープ色 (磁性面)		光沢黒	茶褐色
厚さ	全厚	36 μm	36 μm
	ベース厚	24 μm ^{*1}	24 μm ^{*1}
	塗布厚	12 μm	12 μm
衝撃伸度		1 %	1 %
残留伸び		0.06 %	0.06 %
5 %伸び荷重		1.8kg	1.8kg
切断強度		3.5kg	3.5kg
最大残留磁束密度		1350 ガウス	1100 ガウス
抗磁力		300 エルステッド	300 エルステッド
湾形比		85 %	78 %
動作バイアス電流		120 %	108 %
感度		+2.5dB	+0.5dB
感度むら		0.3dB	0.3dB
高調波ひずみ率		2 %	3 %
周波数特性	12.5kHz	+4.0dB	+3.5dB
	20kHz	+7.5dB	+6.0dB
出力変動		0.3VU	0.3VU
最大出力	400Hz ^{*2}	+4.5dB	+1dB
	12.5kHz ^{*3}	+7dB	+4dB
	20kHz ^{*3}	+10dB	+6.5dB
S/N比		65 dB	63 dB
消去		65 dB	70 dB
転写		51 dB	54 dB

JIS G-5542に準じる測定条件による。 ※1 含裏面特殊処理
 基準テープ JIS G-5540 ※2 3%ひずみ率の出力、JISとの偏差
 (テープスピード 19cm/sec) ※3 最大飽和出力、JISとの偏差
 (録音ヘッドのギャップ 8μm)

表 60-1 DUAD と SLH テープの特性比較表

8 EE ポジションテープ (489) (490)

ようやく、レコーダー側の体制が整い、バイアスとイコライゼーションの切り換えを設けることによって在来テープから脱皮、高性能テープに対処できるようになった。

1981年(昭和56年)5月、赤井電機(株)、日立マクセル(株)、東京電気化学工業(株)、ティアック(株)4社が新しい高密度記録用オープンリール・テープ・システムの企画をとりまとめ、その開発に着手すると発表した。

これは当時、ビデオ用およびカセットのハイ・ポジション用テープとして広く使用されている高密度磁性体エピタキシャル(マクセル)、アビリン(TDK)をオープンリール・テープに導入、従来の酸化鉄系のテープに比べ、高い保持

力と大きな残留磁束密度を有しているため、高域特性の大幅な向上を可能にし、特に低速における高質録音を可能にしようとするものである。新しいテープ・セレクター・ポジションの呼称は「EE (Extra Efficiency)」と定め、基本規格を統一するとともに、関係各社に対し参加の呼びかけを行った。すでにドイツ BASF 社は参加表明をしていた。

再生イコライザー
録音機にとって互換性は最も重要なテーマであることはいうまでもない。従来の再生イコライザーをそのまま利用すれば、バイアス電流と録音イコライザーの再調整を行うだけでシステムの高性能化も不可能ではない。

しかし、このテープの優れた高域特性と、中低域の MOL は従来の酸化鉄系のテープと比較しても、再生イコライザーの変更が得策である。

Scotch #111 という傑作テープを標準としながらもハード側をはじめとする技術的な成果がこの変化を要求したといってもよい。

当時、行われている再生イコライザーの定数を 38cm/s 以外、1 ランク、スライドさせる方法でこれに対応した (表 60-2、図 60-6)。

テープ速度 (cm/s)	再生 EQ 時定数 (μs)	
	EE ポジション	LH ポジション
38	3180+35	3180+35
19	3180+35	3180+50
9.5	3180+50	3180+90
4.75	3180+70	3180+120

表 60-2 EE ポジションの再生イコライザー時定数

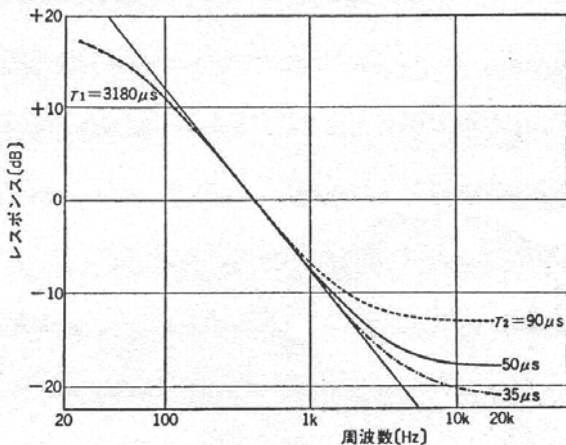


図 60-6 EE ポジションの再生イコライザーの特性

本システムの特長と諸特性

EE ポジション用テープの優れた高域特性と、それに対応して新たに設定された EE テープ・セレクター・ポジションによって、従来の酸化鉄タイプのテープに比べ、大幅な技術向上をみている。とくに 9.5cm/s 時の特性は従来の標準タイプ (LH) の 19cm/s 時の諸特性を上回るため、低速、長時間の高性能録音が可能となった。19cm/s 時の緒特性も著しい改善を示している (図 60-7、図 60-8、表 60-3、表 60-4)。

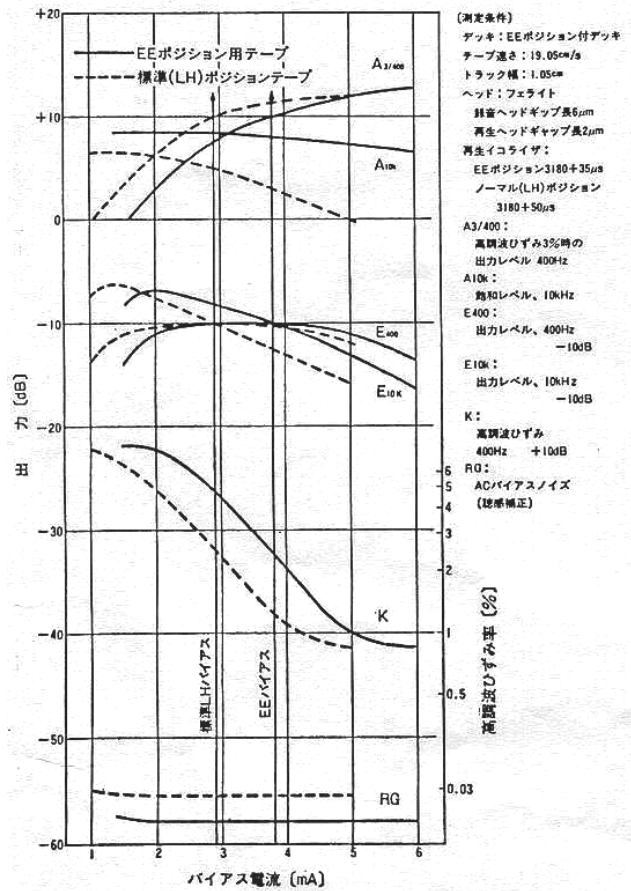


図 60-7 EE ポジションテープのバイアス特性(例)

	19cm/s		9.5cm/s	
	LH ポジション	EE ポジション	LH ポジション	EE ポジション
MOL (400Hz)	0dB	0dB	0dB	+1~2dB
飽和レベル (10kHz)	0	+2.5~3.0	0	2.5
ノイズレベル (A曲線)	0	-2	0	-3.5
ノイズレベル (10kHz)	0	-2.5~3.0	0	-3.5

表 60-3 各テープ速度における特性比較

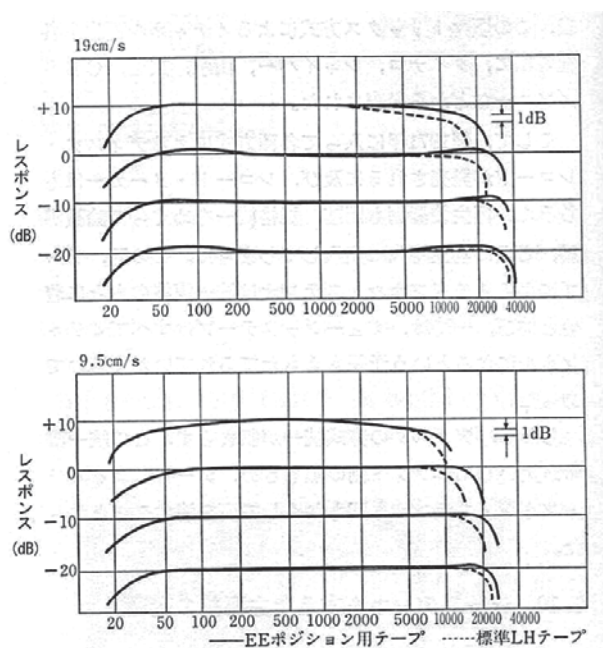


図 60-8 EE ポジション・テープの周波数特性(例)

特性項目		単位	XL II 35 (マクセル)	SA (TDK)
物理特性	ベースフィルム材質	—	ポリエステル	ポリエステル
	テープ幅	mm	6.25	6.25
	テープ厚さ 全厚	μm	34	35
		ベース厚	μm	25
	磁性層厚	μm	9	9
	5%伸び荷重	—	21(N)	2.2(kg)
切断荷重	—	43(N)	4.0(kg)	
磁気特性	保磁力	kA/m (Oe)	49.3(620)	45
	残留磁束密度	mT (G)	160(1600)	160
	角形比	—	0.90	0.85
電磁変換特性	動作バイアス	—	0(dB)	0(%)
	周波数特性	dB	0(7 kHz)	0(400 Hz)
		dB	0(10 kHz)	0(3 kHz)
		dB	0(12.5 kHz)	0(10 kHz)
		dB	0(15 kHz)	0(20 kHz)
	感度むら	dB	0.2	0.2
	出力変動	VU	0.2	0.2
	MOL 400 Hz	dB	+11.5	+12
		dB	+8.5	+8
	バイアスノイズレベル	dB	-66	-61
消去	dB	71	70	
転写	dB	54	50	

表 60-4 諸特性表

図 60-9 は EE ポジション 9.5cm/s におけるテープデッキのノイズ分析例である。

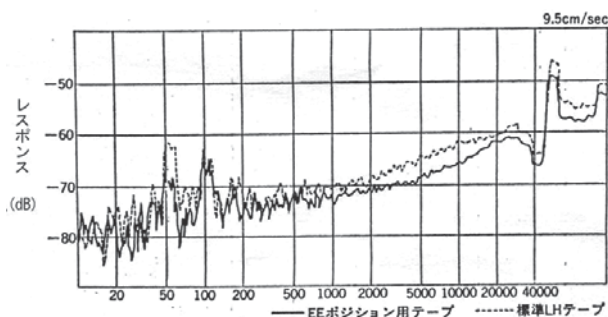


図 60-9 EE ポジション・テープのノイズ分析(例)

発表時点でのテープは、マクセル、TDK の両社から、対応デッキはアカイから 2 機種が発表されており(前号写真 59-14)、やや遅れてティアックからも発表されている(前号写真 59-15)。BASF もテープの製品化を発表している。

しかし、この企画も商品化されて 4 年後の 1985 年頃には、アカイはオープンリール式テープデッキの製造を中止し、遂に Hi-Fi 用としてのオープンリール式ステレオ・テープデッキの製造メーカーは、日本ではティアック 1 社だけとなってしまった。

高性能のテープは、EE ポジションテープより 4 年早く、6mm 幅の大型カセットの誕生でここでも息を吹き返していた。1976 年(昭和 51 年)エルカセットの誕生である。詳しくは後日紹介する。

9 リールの規格⁽⁴⁹²⁾

録音テープの装着はマグネトホンのハブ(後に European Hub と呼ばれた)からで、戦後、初めて米国のブラッシ社が作ったホーム用テープレコーダーには 8 ミリ映画用のリール(シネスプールと呼ばれた)が使われた(1946 年)。このリールは後に米国の RMA 規格となって定着した。

一方、プロ用としてはアンペックスが外径 10-1/2 インチの金属リールを設計し、300 型テープ録音機に使用した(1949 年)。これが後に NAB 規格となって国際的にも定着した(写真 60-4)。

写真 60-5 は日本で最初の東通工（後のソニー）テープ録音機（G 型）に付属されたテープ・リールである。

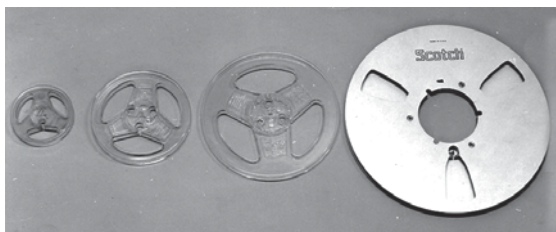


写真 60-4 主なリール各種



写真 60-5 日本で最初の録音テープ

日本の録音テープ用リールの JIS は、1960 年(昭和 35 年)に、米国の RMA、NAB 規格、国際規格である CCIR、IEC 等を参考に制定されたが、その後、1960 年代に入って、4トラック形式のテープレコーダーや厚みの薄いテープの普及によってテープを収納するリールは、より高い精度が要求されるようになってきた。

リール精度の要求が高まるにつれて JIS によるリールあるいはテープレコーダーは諸外国、特に米国との間に互換性の点で、若干問題が生じてきた。

1965 年、リール JIS 改正の必要から従来のもの、ならびに国際性を考慮した改正提案がなされたが、すでに旧 JIS によるリールおよびテープレコーダーは相当数生産されており、一挙に寸法の改正を行うことは混乱を招く結果となるので、改正案はとりあえず、業界内部にとどめ、3 年にわたる検討期間を経て、専門委員会を再開し、ようやく JIS 改正の運びとなったのである (JIS C5510-1970)。

改正案作成にあたっては新旧国内外規格の寸法を

比較し、いずれの規格にもできるだけ満足できるように互換性を配慮してある。詳細は JIS 規格の解説を参照されたい。

図 60-10 は改訂 JIS リールの側面図である。寸法 D は、D-C の範囲内が C 面よりリールの厚み(K) の方向に内側にあることを意味し、これはリール台上のリール受面の外径が寸法 C より大きい場合でもリールは、C 面を安定するよう考慮したものである。

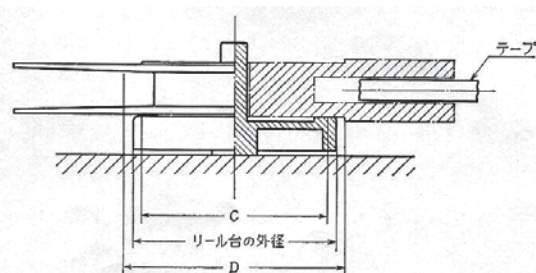


図 60-10 JIS C5510-1970、側面断面図

写真 60-6 は改訂 JIS に追加された 17 形 (外径) のハブ径の大きなリール (17H 形、リール外径 178mm、ハブ径 102mm) の精密プラスチック・リール (TEAC の例) である。

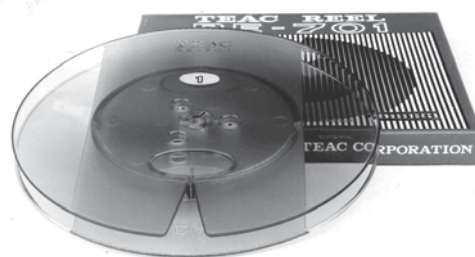


写真 60-6 ハブ径の大きなリール (Teac の例)

薄手のテープ、たとえばテープ厚 35μ のテープ、19cm/s の速さで 30 分の録音となる。ミュージック・テープなどに多く利用された。

この規格 (JIS C5510-1970) は IEC 規格 94-6-1985 に反映され、IEC との整合で若干の修正が加えられ、日本では JIS C5567-1989 に改訂された。

【参考文献】

- (1) 日本オーディオ協会編「オーディオ 50 年史」
VIII 磁気録音(1986.12)
- (3) Mark Mooney "History of Magnetic Recording",
Reprint from Hi-Fi Tape Recording (1957)
- (287) 伊藤 福蔵「磁気テープ 50 年の歴史①」
JAS ジャーナル (1984-07)
- (287) 伊藤 福蔵「磁気テープ 50 年の歴史②」
JAS ジャーナル (1984-08)
- (474) A.H.Moris "A new magnetic Tape with
Greater Dynamic Range" J.AES Vol.12. No.1
(1964.01)
- (475) Scotch Magnetic Tape, Technical Data
#102,111,150,200 (69.06)
- (476) Scotch Magnetic Tape, Technical Data
#111,201,202,203 (69.06)
- (477) Scotch Magnetic Tape, Technical Data
#202,206,207 (70.12)
- (478) D.A.Eilers "Development of a New Magnetic
Tape for Music Mastering, J.AES Vol.18. No.5
(1970.10)
- (479) Friedrich Engel and Peter Harmaer,
additional editing by R.L.Hess
"A Selected History of Magnetic Recording"
[http://www.richerdhess.com/tape/history/Engel_
Hammer-Magnetic_Tape.Histry.pdf](http://www.richerdhess.com/tape/history/Engel_Hammer-Magnetic_Tape.Histry.pdf)
- (480) MTA (磁気テープ工業会) 20 年の歩み
(1973.10)
- (481) 安田 稔「録音テープとテープレコーダ」
ラジオ技術(1961-01)
- (482) 水船幹也「磁気録音テープについて」
Prosound (1961-01)
- (483) Alfred H.Moris "A new Magnetic tape
With Greater Dynamic Range"
J.AES,Volume 12, No1 (1964.01)
- (484) Delos A.Eilers "Development of new
Magnetic Tape for Music Mastering"
AES Preprint No.712 (L-3), (1970-05)
- (485) Eric D.Daniel "Tape Noise in Audio
Recording" J.AES,Volume 20, No.2 (1972.03)
- (486) 柏村 恭平「磁気テープとノイズ」
日本映画録音協会、「録音」(1967.03)
- (487) 「新高密度記録用オープンリールテープと対応
オープンリールデッキの開発について」、
赤井電機、日立マクセル、東京電気化学工業、
ティアック、報道資料 (1981.05)
- (489) 「EE ポジション用オープンリールテープと
対応オープンリールデッキの商品化について」
赤井電機株、日立マクセル株、東京電気化学工業
株、ティアック株・報道資料 (1981.07)
- (490) 赤井電機株、日立マクセル株、東京電気化学
工業株、ティアック株「EE ポジションについて」
JAS Journal (1981-10)
- (491) Sony カタログ "DUAD Duad Ferri-Chrome
Recording Tape" (1974.09)
- (492) JIS C5510-1970 「磁気録音テープ用リール」
(1972.02 改正)

西暦年	月	国	記事	関連テープ録音機
1945		米	● Magnetophonと録音テープに関する詳細なレポート (PBレポート) が連合軍調査団によって公開	J.MullinがBad NanneimでMagnetophon K4HTSを試聴、K4HTS、テープ厚50μ、テープ速さ77cm/s、テープ長1km、録音時間20分
		独	● Agfa / Wolfen工場はソ連の管理下となり、テープはORWOブランドになる	
		独	● BASF / Gendorf工場が米軍の占領下に入り、ブランドはGendonとなる	J.Mullin, Magnetophon (K-4S) 2+0.5台分の部品と録音テープ 50ロールをサンフランシスコの自宅に送る
		米	● 3M、録音テープの開発を行う	
		米	● Signal Corp.所属のJ.H.Orr、Wald Michelbach / BASF工場を調査、後にOrradio Industries を創設、Orrテープ、Irishテープを生産	Brush、米国で最初のテープレコーダー Soundmirrorの試作機を作る。
1946	5	米	●	Mullin,サンフランシスコ、IREでMagnetophon の改良型をデモ
1947		米	● 3M、Brush BK-401用に録音テープを製造 紙ベース上にマグネタイトを塗布 (Scotch#100)、 引続きプラスチックベースの (Scotch #110) を製造	
		米	● 3M、テープ開発の目標をAmpex用に切換える	
1948	春	米	● Scotch#111を発売	
		日	● 東通工(現ソニー) 蔭酸第二鉄を出発原料としてクラフト紙に塗布して録音テープを試作	Ampex 200,ABC放送に導入
1949		米	● Audio Devicesが紙テープとプラスチックテープを発売	
1950		独	● BASF、ホーム用録音テープ (LGH) の生産を開始	NHK,米国製Magnectorderを放送用に導入
		独	● Agfa / Wolfen工場から逃れた技術者と作業員はバイエル本社のあるLeverkusenにAgfa録音テープの会社をつくる アセチルセルロース・フィルム・ベース塗布型録音テープを生産	
			● NAB規格、テープ幅: $\leq 0.250"$ (6.35mm), $\geq 0.244"$ (6.20mm)	NAB規格 テープ速さ; 第1標準; 15in/s (38.1cm/s), 第2標準; 7.5in/s (19.05cm/s)
		米	● BASF / Gendorf 工場、米軍占領下にはいり、Genotonブランドになる。BASFのF.Mathias,Genotonに出向	
		米	● Reeves Soundcraft、録音テープの製造を開始	
		米	● Orr Radio Industries, Irish プラスチックベースに酸化鉄を塗布した録音テープを製造	
	3	日	● 東通工、日本で最初の録音テープ (KAシリーズ) を実用化	
1951		米	● Reeves Soundcraft、が酸化鉄を塗布したプラスチックベースの録音テープを発売	
		日	●	東通工、日本で最初のテープ録音機GT型テープレコーダーを発売
1952	10	日	● 東京電気化学 (TDK)、録音テープの試作を開始	
	10	日	● 通産省、録音テープの国産化を図る。ソニー、TDKら4社がコンテストに参加	
1953		米	● Reeves Soundcraft、Du Pont製のポリエステルフィルム (商品名Myler) をベースを使った録音テープ (lifetime) を発表	
	10	日	● TDK、録音テープ・シンクロテープを発売	
	10	日	● 磁気録音テープ工業会発足	
1954		米	● 3M、25μ厚アセチルベースを使った長時間録音テープを発売	
		米	● Reeves Soundcraft、ベース厚25μの録音テープ (従来の35μの50%増しの長さ) を発売	
	5	日	● JIS C5509磁気テープ(案) 作成	
	5	日	● ソニー仙台工場、開設	
1955		米	● Orradio Industries、12.5μのマイラベースを使い、2倍の長さの録音テープ(Double Play)を発売、引続きTriple Playに発展	
		独	● DIN45515規格制定	
		独	● BASF、ホーム用録音テープをScotch#111と互換性のLGS型を発売	
		独	● Agfa,PVCベース(35μ厚) の録音テープを発表	
	8	日	● NHK、Scotch#111を使用した基準テープを作成 (BTS規格)	

付表 60-01a 磁気録音テープ (オープンリール式 1945~2004) の歴史・年表 (1/2)

西暦年	月	国	記事	関連テープ録音機
1956	4 12	米 日 独 独 日 日	<ul style="list-style-type: none"> ● NHK, 国産テープ(ソニー、TDK)の採用を決定 ● BASF, 放送用録音テープ(LGR)の生産開始 ● F.Mathias逝去、Genoton 閉鎖 ● ベースフィルムの国産化、日本冷蔵：ダイアセテート、富士写真フィルム：トリアセテートフィルム ● TDK、川崎市にテープ専門工場(玉川工場)建設に着手 	Ampex VR-1000型VTR(2インチ幅テープ)をNARTBで発表
1957	日 日 米 独	日 日 米 独	<ul style="list-style-type: none"> ● 国産放送用録音テープ(ソニー、TDK)を初めてNHKに納入 ● 東洋レーヨン、ポリエステルフィルムを商品化 ● Audio Device、低転写の録音テープを発表 ● BASF、ポリエステルベース(厚み18μと25μ)の録音テープを発表 	
1958		米	<ul style="list-style-type: none"> ● 	RCA、リットル型のカートリッジを発表
1959		日 独	<ul style="list-style-type: none"> ● ソニー、TDK、NEC(東北金属製)の3社が民放に録音放送用テープを納入 ● Agfa、ポリエステルベース(25μ厚)録音テープを発表(PES26とPES335)を発表 	
1960	3	日 米 日	<ul style="list-style-type: none"> ● JIS C5510 磁気録音テープ用リール制定 ● Orradio Industries、Ampex Magnetic Tape Divisionになる ● JIS C5510 磁気録音テープ用リール制定 	JIS C5511 テープレコーダ制定
1962		独 蘭	<ul style="list-style-type: none"> ● Agfa、放送用赤色バックコートテープ(PER)を発表 	Philips カセットテープコーダーを発表
1965		米	<ul style="list-style-type: none"> ● NAB規格改定、テープ幅: 0.246" (6.25mm)±0.002"(0.05mm) 	テープ速さ: 第1標準 7.5in/s、 第2標準 15in/s (38.1cm/s) と 3¾in/s (9.53cm/s)
1966	3 4	日 日	<ul style="list-style-type: none"> ● JIS C5509 磁気録音テープ制定 ● JIS C5510 磁気録音テープ用リール改正 	JIS C5550 テープレコーダ制定 JIS C5551 テープレコーダ試験方法制定
1971	2 4 7	日 日 日	<ul style="list-style-type: none"> ● JIS C5542 録音テープ試験方法 ● JIS C5540 磁気録音基準テープ ● JIS C5509 磁気録音テープ改訂 ● NAB(J) 磁気テープ第2規格(ロノイズ・テープ)委員会で意見交換 	JIS C5551 テープレコーダ試験方法改訂 JIS C5550 テープレコーダ改訂
1972	7	日 独	<ul style="list-style-type: none"> ● MTS規格が制定される ● Agfa、スタジオ・マスターテープ(PEM468)を発表 	
1981	5	日	<ul style="list-style-type: none"> ● TDK,Maxell,Teac,Akai、EEポジションテープを発表 	
1983		独	<ul style="list-style-type: none"> ● BASF、デジタル・マスターテープを発表 	
1989	11	日	<ul style="list-style-type: none"> ● JIS C5562磁気テープ録音システム第1部制定 ● JIS C5563磁気テープ録音システム第2部制定 ● JIS C5565磁気テープ録音システム第4部制定 ● JIS C5567磁気テープ録音システム第6部制定 ● JIS C5568磁気テープ録音システム第7部制定 	
1990		独	<ul style="list-style-type: none"> ● Agfa、録音テープ部門をBASF社に売却 	
1991	3	日 独	<ul style="list-style-type: none"> ● JIS C5564磁気テープ録音システム第3部制定 ● BASF Magnetics 発足 	
1996	3	日	<ul style="list-style-type: none"> ● JIS C5562磁気テープ録音システム第1部改訂 ● JIS C5563磁気テープ録音システム第2部改訂 ● JIS C5565磁気テープ録音システム第4部改訂 	
1997	2	日 独	<ul style="list-style-type: none"> ● JIS C5565磁気テープ録音システム第7部改訂 ● BASF Magnetics、韓国系企業に売却、EMTECブランドになる 	
2004		米 蘭	<ul style="list-style-type: none"> ● Quantegy inc.設立、Ampex Tape の販売を継承 ● EMTEC,RMG(蘭)の傘下に、EMTECブランドは継承 	

付表 60-01b 磁気録音テープ(オープンリール式 1945~2004)の歴史・年表(2/2)

特性	単位	#111 標準	ダイナミックレンジ シリーズ				ミュージック・マスターリング							
			150 1.5倍	190 1.5倍	200 2倍	201	202	203 1.5倍	206	207 1.5倍				
物理特性														
色		茶	赤	茶	赤	茶		光沢黒	光沢黒	光沢黒	光沢黒	光沢黒	光沢黒	
オキサイド面								光沢黒	光沢黒	無光沢黒	無光沢黒	無光沢黒	無光沢黒	
バックング面										コントロール・ワインド [®]				
バックング材料		セルロース アセテート	ポリエステル	セルロース アセテート	強化 ポリエステル	セルロース アセテート	ポリエステル	ポリエステル	ポリエステル	ポリエステル				
幅	mm	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	
幅公差	mm	+0, -0.10	+0, -0.10	+0, -0.10	+0, -0.10	+0, -0.10	+0, -0.10	+0, -0.10	+0, -0.10	+0, -0.10	+0, -0.10	+0, -0.10	+0, -0.10	
厚み														
バックング	µm	36.1	23.4	24.4	12.7	36.1	36.1	23.4	38.6	24.1				
塗布層	µm	11.2	9.1	9.1	9.1	13	13	13	14.2	14.2				
合計	µm	47.3	32.5	33.5	21.8	49.1	49.1	36.4	52.8	38.3				
静的引張り														
降伏点	kg/6.3mm	2.27	1.82	1.5	1.36	2.27	2.68	1.82	2.68	1.82				
切断強度	kg/6.3mm	2.95	2.73	1.86	2.41	2.95	4.09	2.72	4.09	2.72				
残留伸び	%	0.6	0.2	0.8	0.4	0.6	0.1	0.2	0.1	0.2				
衝撃強度	m·kg	0.06	0.08+	0.04	0.08	0.06	0.08+	0.08+	0.08+	0.08+				
塗布層耐摩耗性	比	1	1	1	1	15	15	15						
塗布層の表面抵抗	MΩ/正方形面積	1000+	1000+	1000+	1000+	100	100	100			0.5	0.5		
バックング面の抵抗							∞							
磁気特性														
固有保持力(HC)	Oe	270	260	260	260	315	315	315	320	320				
残留磁束密度(Brs)	Gs	920	1120	1120	790	790	790	790	1050	1050				
残留磁束(Φr)	Line/6.3mm	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.93	0.93				
除去に必要な磁界	Oe	1000	900	900	900	1000	1000	1000	1000	1000				
電磁変換特性														
ピーク・バイアス	%	100	85	85	85	117	117	117	100	100				
標準バイアス	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
最大無歪出力	dB	0	0	0	0	-2	0	-2	0	-2	0	0.3	0.3	
感度	dB													
@ 15mil波長	dB	0	0	0.5	0	0.5	0	0.5	-2	-2	-2	-2	2	2
@ 1mil波長	dB	0	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2	2
@ ½mil波長	dB	0	0	2	0	2	0	2	3	1.5	3	1.5	2	2
1.5mil波長における感度むら														
ロール内	VU	±¼	±¼	±¼	±¼	±¼	±¼	±¼	±¼	±¼	±¼	±¼	±¼	±¼
ロール間	VU	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1
聴感補正/イス・レベル	dB	0	0	0	0	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5

Scotch#250 はプロ用デッキの項で紹介

付表 60-02 主な Scotch 録音テープ一覧