

上側 1000 サイクル 下側 8000 サイクル
 写真 1. ステレオレコードの音溝の顕微鏡写真

人工高分子のレコード

柳 本 孝 男

1. ま え が き

レコード企業は、レコードの持つ音響的性質によりわが国では最近電機企業の一環となって経営の合理化に力強く踏み出した。一方レコードをその製造工程より考えると、電気音響とプラスチック加工の2つの技術面を持っており、製造されたプラスチック製品は単に外観形状だけでなく、音響的立場より人間の聴感覚によって高度の注文がつけられる性質のものである。電気音響技術の日々の驚異的進歩と比較して、その材質については1948年ごろのビニルレコードの登場以来、特に目ざましい改良がなされておらないので、メーカーの立場よりここにその材質をふり返えり、その要求を述べて識者のお教を得たいと考える。

2. レコードの材質の歴史と現況

レコード材質としては、1897年、E. Berliner がセラックを使用し始めてより現在に至るまで、約60年間天然樹脂が続いてきた。その間1930年代には酢酸繊維素系のもも一時米国では考えられたが、根本的にセラックに代りえなかった。

しかし戦後米国で人工高分子のビニルレコードの急激な発展が長時間演奏レコードとして始まった。すなわち1948年、CBSのP. Goldmarkによる微細溝レコードの発明で、増幅器系統の進歩と相まって新材質の雑音の少ないビニルレコードが登場した。これは録音される音の周波数範囲を著しく拡大し、その音質を全面的に改革した功績は非常に大

きいものがある。わが国では1951年に日本コロムビアが初めてビニルレコードを発売し、その後各レコード会社がこれにならってビニルレコードを使用したので、いわゆるビニル盤の生産量は非常に増加した。現在製造されているレコードの種類および生産量を第1,2表に示した。またわが国のレコード用レジンの年間需給計画表によるとその需要は32年度673トン、33年度924トン、34年度1,166トンと増加している。この増加は3スピードのプレーヤーが1年に約50万台増加することによって裏付けられている。現在すでに欧米においては、ほとんどSPの生産は行なわれておらない。たとえばドイツ・グラモフォンでは140台ほどあるプレス機中SP用はわずか1~2台という状況である。日本においてもここ数年でSPの生産は中止されることが予想される。

第1表 レコードの種類

回転数	原料	直径	一般呼称
78	セラック	25 cm	} SP
"	"	30 cm	
45	ビニル	17 cm	EP
33 1/3	"	25 cm	} LP
"	"	30 cm	

第2表 わが国における最近5カ年間の年間生産枚数

年度	LP		EP		SP		計
28	51,540	5	0	0	19,357,197	168	19,408,737
29	208,781	20	455,416	19	15,895,610	138	16,559,807
30	546,985	54	1,172,439	49	12,781,180	111	14,500,604
31	1,019,434	100	2,378,641	100	11,540,191	100	14,938,266
32	1,820,752	179	3,889,338	164	9,876,527	86	15,586,612
33	3,264,044	320	5,416,755	228	8,519,628	74	17,200,437

レコードとしての価格がビニルもセラックも演奏時間が同じ場合を考えるとほとんど変わらなければ、音質、じょうぶさなどすべての点ですぐれているビニルなどの人工樹脂に変わるのとは当然のこと、この変換は3スピードのプレーの普及の進み具合にのみよっていると考えられる。

現在世界のレコード生産状況は、米国はわが国の20倍、英国は4倍、独国は3.6倍などであるといわれている。わが国ではテレビの進出などで、レコード業は斜陽的に見られがちであるが、年々の生産増加と世界状況からまだまだ発展の余地があると考えられる。また米国において、最近特に注目されることはレコード材料へのポリスチレンの進出で、1956年度は年間約5,000トンの消費をしている。

3. レコードの製造

スタジオで演奏された音楽をテープに録音し、この音をカッティングマシン（録音機）によって、アルミニウム面に酢酸セルロースを塗布した平滑な円盤に機械的に横振れの音溝として切り込む。この切り込まれた面に銀鏡反応により銀の導電膜をつくり、さらに電鍍法により、銅、ニッケルメッキが行なわれて音溝を複製したスタンパーがつくられる。その表面はクromメッキがされている。このスタンパーを傾斜開閉式プレスあるいは垂直開閉式プレスの熱板にメタルリングで取り付けて、レコードのプレスモールドができて上る。

レコード材料は、ビスケット（約36×12×0.3cm板）またはペレットの形でまずプレヒーターで約125°Cに予熱され、均一に軟化してから上下のスタンパーの間の中央に入れてプレスする。この際レコードの内容を標示するレーベルはプレスすることによって同時にはりつけられる。ビニルレコードのプレスのプレスサイクルとして米国の一例を第3表に掲げた。

この表に示すごとくレコード寸法（厚味も異なる）によりプレスサイクルは異なるが、最近の完全自動、あるいは半自動レコードプレス機は17cm盤で、17~19sec、30cm盤で40~45secに短縮されてきている。またプレスの加熱温度は約150°C、圧力は80~120kg/cm²で行なわれている。冷却は冷却水を熱板に通し、約40~50°Cに冷却してからレコードを取り出す。取り出したレコードは直ぐにエッジカッターで周囲のバリを除去し、検査

第3表 ビニルレコードのプレスサイクル

レコード直径(cm)	加熱(sec)	加熱加圧(sec)	冷却(sec)	計(sec)
17	12	7	16	35
25	12	12	22	46
30	12	14	24	50

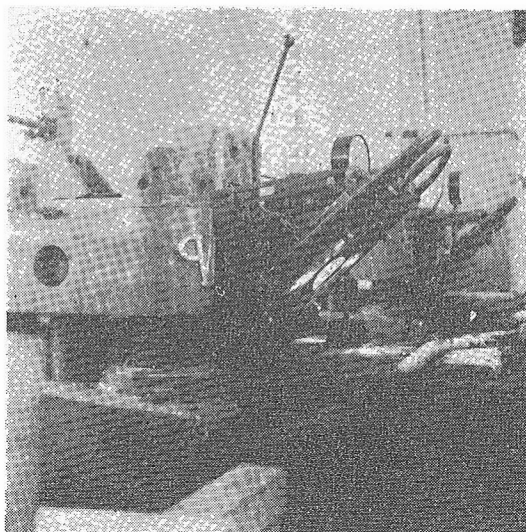


写真2. 傾斜開閉式レコードプレスを開いて予熱ペレットを入れたところ

の後包装される。

4. レコード材料の配合

セラックレコードは、セラック、コーパル、クレア、顔料などをロールで混練したもので、無機質を約60%含んでいる。塩化ビニルレコードはその調合はいろいろのものがあるが、その主体であるビニル樹脂は、米国ベークライト社のVinylite VYHH-3が歴史も古く標準品となっている。すなわち酢酸ビニル含有量は約13%で、平均重合度450の比較的低重合物で可塑性の大きい樹脂である。これに対しわが国では、日本ゼオンで鋭意研究され400×150p（平均重合度450）が特にレコード用として製造され、日本中のレコード会社はその恩恵に浴し、その盤質は現在諸外国に比し最高のものをつくりうるようになった。

配合例を示すと

1) VYHH-3	97.5
DS-207	1.5
カーボンブラック	1.0
2) ゼオン 400×150p	97.0
二塩基性ステアリン酸鉛	2.0
黒色顔料	1.0

音質の優秀性を得るために充テン材を使用せず、ほとんど純粋なビニルレジンが主体でこれをブレンダー、ロールまたはエクストルダを用いてビスケットまたはペレットにして使用する。

ポリスチレンを用いた射出成型型としての配合例は、ここでは割愛するが、米国では最近の例としてはポリメチルスチレンのCymac 325なども用いられているといわれている。ただ現段階のポリスチレンレコードは、音

質の点でまだ改良の余地があると考えられる。

5. ビニルレコードの特長

5-1. 演奏時間

SP では音溝の数が 90~120 本/in であるのに対し、LP, EP では 200~350 本/in が使用され、かつその回転数が SP の 78 rpm に対し LP, EP では 33 $\frac{1}{3}$ または 45 rpm が使用できる結果、演奏時間が SP の片面 4~9 分から LP では 25~35 分に延長された。

5-2. 高忠実度

セラック盤では再生周波数範囲は 30~7,000 c/s であったのがビニル盤では 20~15,000 c/s と再生音域の高音側が拡張され、録音ならびに再生装置の長足の進歩とともに音質がいっそう原音に近づく結果となった。

5-3. 雑音

材質の均質化により針音は減少され、これはいわゆる S/N 比 (信号対雑音比) により表わされ

SP: -25 db~-35 db, LP, EP: -42 db~-50 db である。

5-4. 耐久性

軽いピックアップの使用により耐久性が増加し、演奏寿命が増加した。

5-5. 非破壊性

落しても曲げても破壊せず、しかも厚味が薄いのと比重が少ないのでその重量が軽い。

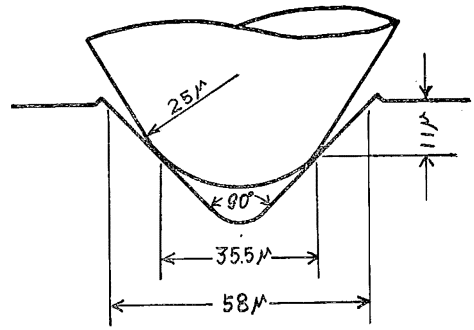
5-6. 着色性

SP と異なり着色が自由である。

6. レコードの摩耗

レコードを演奏するということは、たとえば LP 30 cm 盤の場合、500 m~1 km に及ぶ長い音溝をダイヤモンドあるいはサファイアの針でトレースすることになる。この現象を物性学的立場より考えると非常に興味ある、かつむずかしい問題を含んでいる。結果的にはレコードの音溝と針先の両方が摩耗して、録音されている信号音は減少し雑音が増加して、いわゆる高忠実度再生が不可能になる。レコードの材質と摩耗とはもちろん深い関係があるので、ここでこの現象をもう少し解析したい。

レコードの音溝はほぼ V 字型の断面を持つ連続した溝で、球面の針先がこの音溝壁の中腹を 2 点でささえながらすべる。この音溝と針先の接触状態の断面を第 1 図に、またレコードの内周と外周との線速度および 10,000 c/s の波長を第 4 表に LP を例として示した。この表よりレコードの内周では曲率半径 25 μ の針先がこれとほとんど等しい波長の音溝をたどり、しかも 1 秒間に 10,000 回もゆすられていることがわかる。しかも実際の音溝は横波録音されているため、波形の山の頂部と節の部分とで溝幅が異なっているため、球面の針先が



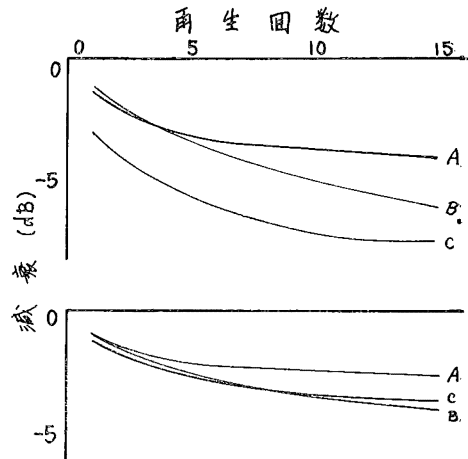
第 1 図 ビニルレコードの音溝と針先の断面図

第 4 表 内外周の線速度と 10⁴ c/s の波長

中心より音溝までの半径 (cm)	線速度 (cm/s)	10 ⁴ c/s の波長 (μ)	溝幅 (μ)	針の接触点幅 (μ)
15	51.8	51.8	58	35.5
13	45.0	45.0	58	35.5
5	17.2	17.2	58	35.5

音溝をたどる場合、1 波長につき上下に 2 回動く (ピンチ効果)。かかる場合、レコードの溝壁に加わる力により壁面が弾性変形または塑性変形を起すが、この変形の割合が周波数が高いところで、また内周ほど大きく影響されることが知られる (再生損失)。また再生回数を増すと当然摩耗は増加する。これらの関係が材質によって異なっていることを、配合の異なる A, B, C の 3 種のビニル盤につき第 2 図に示した。

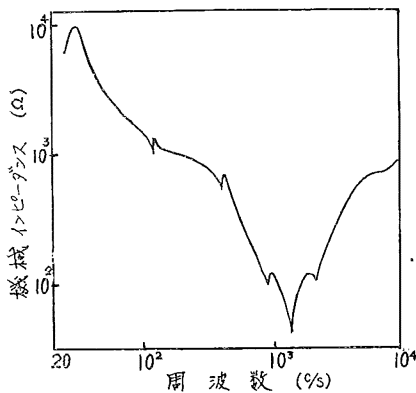
レコードの音溝と針先の間に加わる力としては、針圧と針先の機械インピーダンスがある。針圧により生じる針先の音溝壁に及ぼす圧力は 25 μ の針先を用い、針圧 5 g の場合で約 400 kg/cm² 以上の接触在力を示すといわれている*。この圧力は音溝と針先の両方に摩耗の原



上 15,000 サイクル, 下 12,000 サイクル

第 2 図 再生回数と音の減衰

* 理論的には 1,500 kg/cm²



第3図 機械インピーダンス-周波数

因として非常に大きく働き、針圧が増大するほど当然摩擦が大きく特に高音域が損傷する。

次に針先の機械インピーダンスとは一定の速度で針先を振らせるに必要な力を表すもので、針先の動きにくさを示すものといえる。それゆえその力は音溝に反作用としてかかる圧力になるので、機械インピーダンスが大きいほど針先を摩擦し音溝をいためることになる。この反力は音溝の形状から上向の分力が生じ、これをおさえるために大きい針圧が必要になり、さらにいっそう針先と面溝の損傷を早める。この機械インピーダンスは第3図に示すごとく再生する周波数によって異なっており、特に低音域に大きく数百グラムの力に及ぶものもある。

針先の摩擦については、針圧、機械インピーダンスの他にサファイヤの針先の磨き方が問題になる。すなわち結晶のある方向軸を定めてみがいものは摩擦が少ないことが定性的に知られている。摩擦して曲率半径が見かけ上大きくなった針先は当然音溝を強く傷つける。それゆえレコード材質は針先材料と相対的なものである。たとえば金属レコード(ニッケル面)をサファイヤで演奏すると針先寿命は20~30分程度しかもたない。(ビニル盤

での針先寿命は約17時間とされている)。

音溝中のゴミも摩擦に大きい影響を与える。このゴミは空気中のゴミとレコードを演奏した場合摩擦によって生じたゴミとがある。しかも演奏に際してはレコード面上に静電気を生じてゴミを吸着する。これらのゴミが摩擦を早め雑音の原因となる。しかし録音された信号の減少と雑音の増加は必ずしも一致しないことが知られている。

以上述べてきたごとく、レコードの摩擦の特長は音溝の波形が大きい役割を果す点にある。さらに摩擦が連続的であり、かつ高分子の熱伝導が悪いことから瞬間的ながら接触面も相当発熱していることを考えに入れると、針先により生じるせん断応力によって音溝表面になんらかの化学変化が起っていることが予想される。

おわりに

最近ステレオ(立体レコード)が市場に出たが、この音溝は左右に異なる周波数の音が入り(写真1)溝幅が変化し、針先はいっそう複雑に動くように切り込まれている。しかも針先の曲率半径は 12.5μ ぐらいの再生針を用いるため、普通のレコードよりはるかにトレースに対して苛酷な条件を与えることになる。これはレコードおよび針先の摩擦を著しく増大する。一方、音響学的には再生ひずみを少なくするために全般的に針先半径を小さくすることが望まれているが、現在の材質ではこれに耐えられない。ここに新材料の出現が要望されている。一方放射線の利用や静電防止剤を入れた材料により、ゴミの問題の解決が予想される。また今後レコードの製造はインジェクションになることが予想される。これはポリスチレンを用いてすでに、米国でまたドイツで踏み出されている。近い将来わが国でもポリスチレンの国産とともにこの方向に進むだろう。

(日本グラモフォン(株) 技術部長・理博)

(賀集益蔵著「化繊協会会長再任にあたって」の363ページよりつづく)

を助長すべきである。ただしこの結果、わが国の原綿、原毛の輸入削減を招くとしても、これは日本の場合、化繊の発展が綿業や羊毛業を圧迫することを意味せず、これらの業界で使用する原料の一部が化繊に転換し、化繊の混紡割合がふえることを意味するにすぎない。このような観点から、私は現下の操短下にもかかわらず、今後のわが国産業のあり方と新産業の国際競争のために、化繊は今後ともますます発展させるべきで、ことに合繊は今後の日本繊維界のホープとして、綿、毛、麻なども手を携えて大進展をとげねばならぬと思っている。この点からも繊維総合対策は決して各繊維一率平等対策で良いということはいえないと思う。

最後に当面問題の合繊などの自主調整について一言すると、いかに有望な製品でもその発展には自ら四圍の情勢に応じたテンポと秩序がなければ、健全な成長はありえないということである。業界では目下各品種部門ごとに話し合いを進めており、その前途には非常な困難の予想されるものもあるが、しかし業界としては、レーヨン糸やレーヨン・ステープルのわだちを踏まぬためにも、最大の誠意と良識をもって具体的な成果をおさめ、業界の安定と健全な発展のために互譲し、協調していくところがなければならぬと思う。(三菱レイヨン(株) 社長)