

じ磁壁が同じ様な順序で移動するとは限らない。或方向にあつた磁気能率が縦電流の變化に應じて他の方向に向直る時に、中間の安定方向を経由する事のある場合が起り得るであらう。逆に縦電流を變化させた時に上記と全く逆の経路を経て變化が進むとは限らないで、他の安定な中間状態を経由する事も可能である。第8圖にて I_1 と I_2 とが相當に大きな開があるのは此様な機構が加味されて居るのではなからうかと思ふ。逆 Wiedemann 効果による帯磁にあつては、第2報で示した様に、中間状態をとる時に帯磁が一旦ます事が可能であつて、通常の縦帯磁の場合の様に、最初の状態より最後の段階に移る時の帯磁の變化が一方向きであるのと其趣が異つて居るので、此間の事情を探るのに都合のよい現象である。此等の點及び磁化の變化の遅れに關する研究結果は後報にゆずる。

文 獻

- (1) 木村, 吉村: 理工學研究所報告, 2 (1948), 4.
- (2) 木村, 吉村: 理工學研究所報告, 2 (1948), 8.

- (3) 縦方向の磁場は試料の帯磁に依る反磁場だけであつて $\delta(4\pi M)$ に較べて非常に小さい。
- (4) J. L. Snoek; Physica, 8 (1941), 426 棒の場合には反磁場係数が大きく、此れが磁化に影響する一例として次ぎの事が観測せられた。即ち棒状試料を一旦磁化した後、磁化電流を切つた残留磁氣の状態に測定したものは消磁したものと異つて居り、其履歴曲線の形は最初の磁化と反對に若干磁化して測定したのと同じ様な形になる。

訂 正

第1報 理工學研究所報告, 第2卷, 第1・2號. p. 6

第5圖

トルク 73 kg-m → トルク 0.75 kg-m

縦軸 +1000 → +2000

第7圖

$T=2.5 \rightarrow T=10$

$T=10 \rightarrow T=2.5$

吸音率測定の新方法について

五十嵐 壽一

(1948年9月6日受理)

1. 緒 言

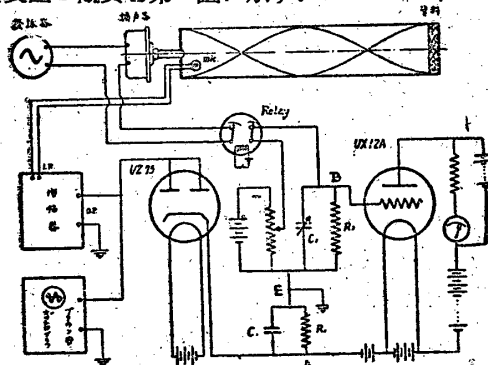
講堂, スタジオ等を音響的に設計するにあたり、其の基礎となるものは残響時間と室の大きさの關係であつて、残響時間の計算には室の内面を構成する各建築材料の吸音率を正確に知ることが先決條件である。

吸音率を測定する方法には、定常波法と残響法の二つがある。前者は管の一端から平面波を入れて他端は測定すべき吸音材で塞ぎ、之によつて反射された波と入射波との干涉に依つて起る管内の定常波の振幅を管に沿うて測定して、其の極大、極小の値から吸音率を求める方法である。この方法は綿類の様な吸音率の高い材料の測定には便利であるが、壁や床の材料、例へば漆喰とかコンクリートの様な吸音率の低いものは測定出来ないのである。また残響法では、完全反射面にかこまれた大きな残響室内に試験片を入れて、試験片の吸音に依る残響時間の差から吸音率を出すのであるから、残響室は大規模な設備になるばかりでなく、吸音率が室の大きさや形に依つて著しく左右されるために正しい吸音率を求めることは甚だ困難な實状である(1)。

著者は管内の音の減衰を測定することにより、吸音率の低い建築材料にも應用出來て、而も簡便な一方法を考案して、比較的吸音率の高い物質で此の方法と定常波法に依る測定とを比較してみた。

2. 測定の方法

測定装置の概要を第1圖に示す。



第1圖 測定装置

資料を入れる管は真鍮、長さ 94 cm., 内径 10 cm., 肉厚 5 m. この一端に厚さ 5 mm の真鍮の蓋をして資料をその内側に密着させる。他端は中心に小さい孔を開けた蓋をする。擴聲器の音は内径 20 mm, 長さ

約 30 cm の管で導いて、2 mm に絞つた孔から管内に入れる様にする。マイクロフォンとしては、5 mm × 5 mm の小型クリスタルエレメントを 20 mm × 30 mm の枠に取付けたものを音源側から挿入する。管の蓋及び擴聲器。マイクロフォンリードの挿入口は油粘土の様なもので完全に密閉する。

先づ發振器の周波數を管の中の氣柱の固有振動數に合せる。これはブラウン管オシログラフを監視することによつて容易に決定することが出来る。マイクロフォンで受けた音壓波形は増幅して二極管で整流する。管内の音の減衰率を決定するには、擴聲器の音を切つて其の後の音壓波形を測定すればよい。この爲に所謂電氣的置換法⁽²⁾を行ふのである。即ち三極管のグリッドに RC 回路を接続し、この回路に適當な電壓をかけて切つた時の減衰曲線と音の殘響による減衰曲線を電氣的に比較するのである。今第1圖の AE, BE 間の電壓が等しくなる様に調節して、リレーによつて音源及び RC 回路の印加電壓を同時に切れば、双方の減衰率が等しいときに、陽極回路の電流に變化を生じない筈である。RC 回路の減衰は $e \times p(-1/RC)$ であるから、 C_2 又は R_2 を調節して電流計が振れない様にすれば、その時の $R_2 C_2$ (單位はメガオーム、マイクロアラッド) が音壓振幅 $1/e$ になる時間を與へるわけである。

閉ぢられた管の中の氣柱の軸方向の固有振動は、管の長さを l とすれば、 $\lambda = 2l, l, 2l/3, l/2, 2l/5, \dots$ であり、今の場合その振動數はお互に充分離れてゐるので、減衰は完全に對數的になり RC 回路の減衰曲線に置換出来るのである。

材料の吸音率を決定するには、資料を入れないときと入れた時の各固有振動數における減衰時間を測定し次に述べる方法によつて、その振動數における吸音率を決定するのである。

3. 吸音率の決定

前節の測定に依つて求められた減衰時間から吸音率を決定しなければならない。今從來の殘響時間から吸音率を求める方法⁽³⁾を一次元の場合に應用する。管の軸方向の共鳴に於て波は完全に軸方向に一致する。測定すべき資料は長さ l の管の一端に入れるものとする。波は $2l$ 進む度に資料によつて反射され、そのエネルギーの一部を吸収される。その吸収の割合を α とする。

擴聲器から出た音のエネルギー密度を e とすれば、反射係數 R は $(1-\alpha)$ であるから定常状態になつた時のエネルギー密度 E_0 は

$$E_0 = e(1 + R + R^2 + \dots) = e/(1 - R) \dots (1)$$

音を切つてから n 回反射した後に於けるエネルギー密度は

$$E_n = e(R^n + R^{n+1} + \dots) = eR^n/(1 - R) \dots (2)$$

$$\therefore E_n/E_0 = e \times p(n \ln R) \\ n = ct/2l$$

であるから

$$E_n/E_0 = e \times p(ct \ln R/2l)$$

音壓を P とすれば $E_n/E_0 = (P_n/P_0)^2$ であるから、音壓が $1/e$ になる時間を τ とすれば

$$E_n/E_0 = e \times p(ct \ln R/2l) = 1/e^2$$

$$\therefore \tau = -4l/c \ln R \dots (3)$$

今の場合資料で反射する時以外に途中でエネルギーが失はれないとしたが、途中の吸収も考慮しなければならない。先づ資料を入れない時の τ を測定すれば管を一往復する間にその途中で失はれる割合が決定される。資料を入れない時の吸音率 α' 、資料によるものを α'' とすれば、資料に蔽はれる眞鍮の壁の吸収を無視して

$$E_0 = e(1 + RR' + (RR')^2 + \dots)$$

$$\therefore E_n/E_0 = 1/e^2 = e \times p(c \tau' \ln R R'/2l)$$

(dash は資料を入れた時の數値)

$$\therefore \tau' = -4l/c \ln R R' \dots (4)$$

$$\therefore \ln R' = \ln(1 - \alpha') = (4l/c)(1/\tau - 1/\tau') \dots (5)$$

依つて、 τ' , τ , l , c の測定から R' 従つて吸音率 α' が決定される。

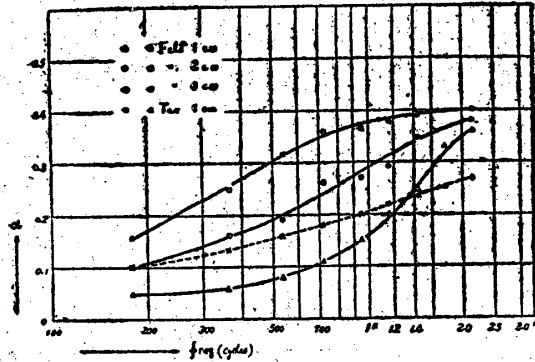
4. 實驗結果

資料を入れない時及びフェルト厚さ 1 cm を入れた時の減衰時間、 τ , τ' 及び §3 (3), (5) によつて計算した、 α/α' は第1表の如くなる。

第1表
各固有振動數に於ける減衰時間と吸音率

周波數	資料無いとき		フェルト 1cm		同定常波法 α''
	τ sec	α	τ'	α'	
180~	0.23	0.04	0.12	0.05	0.06
360	0.18	0.05	0.101	0.06	0.09
540	0.15	0.06	0.089	0.08	0.12
720	0.135	0.08	0.057	0.11	0.4
900	0.125	0.08	0.043	0.15	0.16
1080	0.115	0.09	0.034	0.20	
1440	0.101	0.10	0.027	0.25	0.26
1800	0.091	0.11	0.020	0.35	
2160	0.081	0.12	0.018	0.37	0.36

第2圖は、管の各固有振動に對するフェルト 1 cm, 2 cm, 3 cm, テックス 1 cm に對する吸音率 α' である。減衰率測定にあたり、電氣的置換法による場合は、



第2圖 フェルト及びテックスの吸音率

オッシログラフ寫眞によるよりも非常に簡単であるが、次の諸點に留意する必要がある。即ち第一に整流管の非直線性である。これは大體第1圖の AE 間の電壓を $4\sim 3V$ 程度で測定を行へば誤差を少なくすることが出来る。第二に R_1, C_1 による時定數である。今の實驗では $R_1 C_1 = 0.0018$ であり、 τ の測定に及ぼす影響は更にこれ以下になる。第三に音源とマイクロフォンとの間に距離がある爲に、 RC 回路を切つた時刻と音壓波形が減衰をはじめる時刻にずれを生ずる爲に起る誤差である。今の場合擴聲器とマイクロフォンの距離は約 30 cm なのでリレーが正確に同時に切れたとして $1/1000$ 秒、然しリレーの切斷にも幾分時間差があるので、双方切換へて擴聲器の方が早く切れる切點を選べば、この誤差は少くなる。この切斷時間の比較はオッシログラフ寫眞によつて検査することが出来る。何れにしても、第一の場合の誤差と第二、第三によるものとは測定結果に及ぼす影響が丁度打消す様になるので、実際にはこれらによる誤差はずつと少くなる。これらの誤差を総合的に検査する爲に置換法を用ひずにオッシログラフ寫眞をとつて見たが次の表の如く誤差は極めて小さい。

第2表 オッシログラフ及び置換法による減衰時間の比較

振動數	τ_0 (オッシロ)	τ (置換法)
360	0.093 sec	0.101
450	0.082	0.080
1080	0.035	0.034

尙オッシログラフの減衰曲線はこれを對數グラフに書いて見ると、完全に直線となり、第一及び第二の原因によつて減衰曲線は殆んど distort されないことを裏書きしてある。但しマイクロフォンで受けた波形が完全に正弦波形でない減衰曲線が對數的とならず一般に減衰が早くなる。

次に管の長さを變へた時の影響を吟味する爲に、管の長さを 120 cm にして實驗を行つた處、固有振動數は 20% 程低くなり、前の實驗と同一振動數での比較

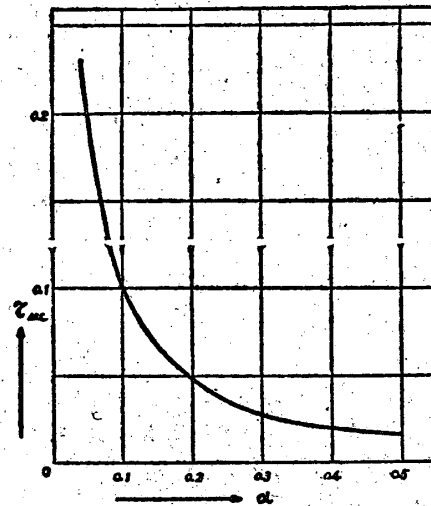
は出来ないが、近い固有振動數における測定で大體 5% 以内の範圍で一致する結果が得られた。

又防音室内でフェルト 1 cm の場合定常波法によつて實驗を行つた處、吸音率 0.2 以下では相當の開きがあるが、 0.2 以上では殆んど一致する測定値を得ることが出来た。この結果は第1表の最後の行に示しておく。定常波法によるときは、音壓極大及び極小の値を測定する必要があり、吸音率が小さいとき極小値は非常に小さくなり、測定に誤差を生じ易い、

尙以上の實驗によつて決定される吸音率と減衰時間 τ の關係は第3圖の如くなり

$$\frac{d\alpha}{d\tau} = (-A/\tau) e \times p(A/\tau) \quad (A: \text{const})$$

即ち τ が小さいとき云ひ換へれば吸音率の大きい處で誤差を生じ易い。この測定法は定常波法と相補的な測定と云ふことが出来る。



第3圖 減衰時間と吸音率の關係

5. 結 語

以上の實驗は管内の氣柱の固有振動が完全に對數的に減衰する性質に着目し、減衰曲線を電氣的に置換して吸音率を求めたものである。固有振動の減衰に從來の殘響の取扱ひを適用することは、更に充分の検討を必要とするが、所謂殘響法によらないで比較的簡単に小さい吸音率を測定することが出来た。未だ測定した資料も少く、測定法にも改良の餘地が多いが、定常波法に對應する吸音率の新しい測定法として二三の資料について實驗を行つたので、その結果を報告する。

最後に終始御懇切に御指導賜つた佐藤孝二教授、並に種々助力された荒井昌昭、遠山政佑兩君に深甚の感謝をする次第である。

文 獻

- (1) Morris, Nixon & Par Kinson: *J.A.S.A.* 9. 1938.
- (2) Olson: *J.A.S.A.* 2. 1930.
- (3) Eyring: *J.A.S.A.* 1. 1930.