



明笛の音響学的研究（4）

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2012-11-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 竹内, 茂 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00000428

明 笛 の 音 響 学 的 研 究 (4)

竹 内 茂

北海道学芸大学旭川分校物理学教室

Shigeru TAKEUCHI : An Acoustic Investigation on Minteki (4)

Abstract

The present investigation is performed on an open vinyl tube having openings on its side as *minteki* and derived especially from the correction for an open end of its column of air in the pipe.

Measurements of the correction for an open end are made by spraying cork powder upon the interior surface of a vinyl tube, and the sound-wave-form has a photograph taken by cannon 35mm camera with the photo oscilloscope unit.

Interesting results are, When the air pressure is sent to an opening (B. H.) with the bellows, obtained as follows.

- 1) Coefficient of the correction for an open end (d) is 0.7 in the interval of S change from 0cm to 10cm on the second overtones in its piping sounds.
- 2) The sound-wave-form upon the interior surface of a vinyl tube indicates sine curve on Brownian tube in the oscilloscope.

1. 緒 言

此の研究の第三報では管の吹口近くの隔壁の位置を色々変えて見る時波長がどの様に変化するかに就き考察したが未だ波長の位置は確かめられて居らぬので、今回は再び管内に³⁾ コルク粉を撒布してその位置を知ると共に、吹口と隔壁との距離を変化させ乍ら各穴の開閉を組合せて補正值を求めた。尚これに似た研究で西京大学の杉原雅、三村泰一郎、¹⁾ 両氏の「硝子製風琴管の一端閉の場合の吹口補正について」があり、管長と補正係数との関係等を出してあるが、私の研究は両氏のと違い開管の側面に穴をあけ、更に吹口の型の違っている所に意味がある。

尚此の研究を最後迄熱心に手伝つた故石丸勝夫君の靈に深く謝意を表す。

2. 測 定 法

前回に測定した管は穴を一つだけ穿ければよかつたので硝子管を用いたが、今回はより均一な穴を多く穿けねばならぬので白色半透明のビニール管を使用した。この管は第一図に示す如く全長 150.5cm で内径3.4cm外径4.2cmあり吹口 B. H. と音高を変える為の開閉穴 $H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, H_6$ があり更に E_1 側には距離 S を加減する金属境界板 P を挿入してある。尚ビニール管は軟質の為断面が円とならぬので第二図の如く、管の外径に接する円環 (直径0.3cm の針金に作る) をはめこれを矯正した。又ビニール管は生憎透明なのが無いので半透明なのを使用した。これでは管内のコルク粉をはつきり見極める事が出来ないので第三図の如き照明器を作つて E_1 端より平行な光

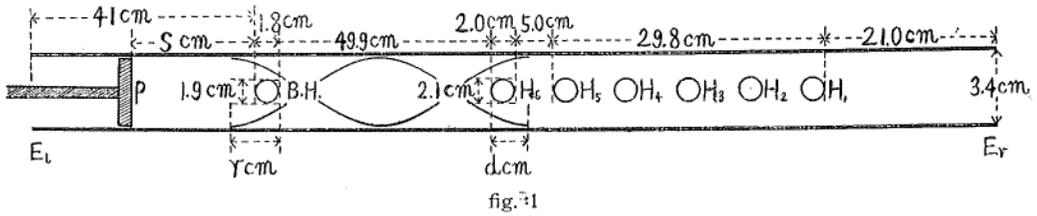


fig. 1

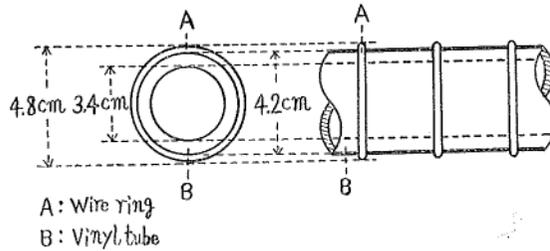


fig. 2

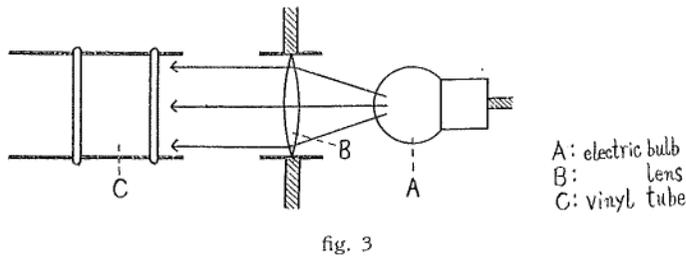


fig. 3

を投射してコルク粉の運動状況を見易くした。又音を発する方法として前回迄は吹口穴 B. H に唇をつけて吹き込んだがこれではあまり口中の水分がコルク粉に混入してその運動を不活発にする事と吹込みが不均一になる理由により吹込金を作り足踏式フイゴにより空気を送り込んでコルク粉の運動状態や縞模様を観察した。

3. 測定結果

次に測定した表を示すが管の長さ、開穴の組合せ等により発音の強弱がありコルク粉の縞模様の不明瞭なものもあつた。又倍音の種類も左管長 S 、右管長 l 、開穴の組合せ等により色々な値をとり第五倍音以上迄の値を示した。今回は開穴の組合せの種類を基準にして S を 2cm づつ変化させ乍ら腹を読み波長 λ 、補正 r 、補正 α 、倍音の種類を算出した。この実験も20種類位の開穴の組合せに就いて測定したのであるが意外にも倍音の種類が不規則な為に相互の比較が難しく S の相当量に対する同一倍音が期待出来ぬので将来又吹口等の条件を変えて更に測定する事にする。今回はその中でも倍音の種類が案外規則的に現われた4種類のみを上げ互に2対を比較する。尚(4, 考察)では20種類位の測定値を参考にして説明した事を附記する。

明笛の音響学的研究 (4)

第一表

気温 17.5°C, 右管長 49.9cm 内径 3.4cm H₆, H₅, H₄ 開

番号	左管長S cm	原音及び倍音の種類 n	波長 λ cm	補正 γ cm	補正 d cm
1	0.0	2	48.0	0.5	-2.4
2	2.0	2	49.0	1.5	-2.4
3	4.0	2	50.0	2.5	-2.4
4	6.0	2	51.0	3.5	-2.4
5	8.0	2	52.0	4.5	-2.4
6	10.0	2	52.0	4.5	-2.4
7	12.0	2	52.0	4.5	-2.4
8	16.0	3	39.0	5.0	3.6
9	18.0	3	39.0	5.0	3.6
10	20.0	3	39.0	5.0	3.6
11	22.0	3	39.0	5.0	3.6
12	24.0	2	46.0	-1.5	-2.4
13	26.0	2	46.0	-1.5	-2.4
14	28.0	2	46.0	-1.5	-2.4
15	30.0	2	48.0	0.5	-2.4
16	32.0	2	49.0	1.5	-2.4
17	34.0	2	49.0	1.5	-2.4
18	36.0	2	50.0	2.5	-2.4
19	38.0	2	52.0	4.5	-2.4
20	40.0	2	53.0	5.5	-2.4

第二表

気温 17.5°C 右管長 49.9cm 内径 3.4cm H₆, H₄ 開

番号	左管長S cm	原音及び倍音の種類 n	波長 λ cm	補正 γ cm	補正 d cm
1	0.0	2	48.0	0.5	-2.4
2	2.0	2	48.0	0.5	-2.4
3	4.0	2	48.0	0.5	-2.4
4	6.0	2	50.0	2.5	-2.4
5	8.0	2	51.0	3.5	-2.4
6	10.0	2	52.0	4.5	-2.4
7	12.0	2	53.0	5.5	-2.4
8	22.0	2	45.0	-2.5	-2.4
9	24.0	2	47.0	-0.5	-2.4
10	26.0	2	48.0	0.5	-2.4
11	28.0	2	49.0	1.5	-2.4
12	30.0	2	50.0	2.5	-2.4
13	32.0	2	51.0	3.5	-2.4
14	34.0	2	52.0	4.5	-2.4
15	36.0	2	52.0	4.5	-2.4
16	38.0	2	53.0	5.5	-2.4
17	40.0	2	53.0	5.5	-2.4

竹 内 茂

第 三 表

気温 17.5°C 右管長 70.8cm 内径 3.4cm H₃ 開

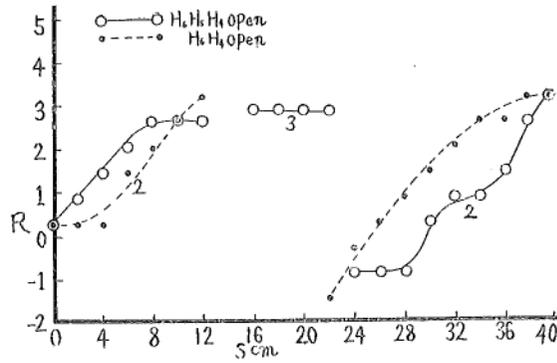
番 号	左管長S cm	原音及び倍音の種類 n	波長 λ cm	補正 r cm	補正 d cm
1	0.0	3	49.0	3.5	-0.8
2	2.0	3	49.0	3.5	-0.8
3	4.0	3	53.0	6.5	2.2
4	6.0	3	53.5	7.3	2.2
5	8.0	3	54.0	8.0	2.2
6	14.0	5	32.0	5.5	3.7
7	16.0	5	32.5	6.8	3.7
8	18.0	5	33.0	8.0	3.7
9	20.0	5	33.5	9.3	3.7
10	24.0	3	51.0	3.5	2.2
11	26.0	3	51.5	4.3	2.2
12	28.0	3	52.0	5.0	2.2
13	30.0	3	52.5	5.8	2.2
14	32.0	3	53.0	6.5	2.2
15	34.0	3	53.5	7.3	2.2
16	36.0	3	54.0	8.0	2.2

第 四 表

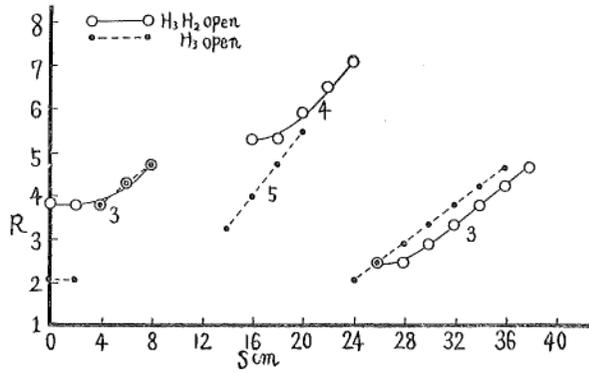
気温 17.5°C 右管長 70.8cm 内径 3.4cm H₃, H₂ 開

番 号	左管長S cm	原音及び倍音の種類 n	波長 λ cm	補正 r cm	補正 d cm
1	0.0	3	53.0	6.5	2.2
2	2.0	3	53.0	6.5	2.2
3	4.0	3	53.0	6.5	2.2
4	6.0	3	53.5	7.3	2.2
5	8.0	3	54.0	8.0	2.2
6	16.0	4	41.0	9.0	3.2
7	18.0	4	41.5	9.0	3.2
8	20.0	4	42.0	10.0	3.2
9	22.0	4	42.5	11.0	3.2
10	24.0	4	43.0	12.0	3.2
11	26.0	3	51.5	4.3	2.2
12	28.0	3	51.5	4.3	2.2
13	30.0	3	52.0	5.0	2.2
14	32.0	3	52.5	5.8	2.2
15	34.0	3	53.0	6.5	2.2
16	36.0	3	53.5	7.3	2.2
17	38.0	3	54.0	8.0	2.2
18	40.0	3	54.0	8.0	2.2

明笛の音響学的研究 (4)



graph. 1



graph. 2

4. 考 察

これ等の表から解る様に補正 r が左管長 S の変化と共に変つて行くのに補正 d は殆んど一定値を取る事である。

それで適当な条件の下では d は一定と見ても差支えない。特にこの管において第二倍音は僅かの補正值 $d = -2.9\text{cm}$ を除いては殆んど -2.4cm で尚補正值が負になる所が面白い。 -2.9cm になるのは何れも S の値が 28cm 以上の所である。故に第二倍音を出す時に限り S を小さくすればどんな穴の組合せによつても補正 d は一定と見てよい。第三倍音では d が H_0 開で 3.6cm H_5 開で 3.1cm H_4 開で 2.6cm H_3 開で 2.2cm H_2 開で 2.7cm とだんだん減少する傾向にある。又第四倍音では全般的に $d = 3.2\text{cm}$ 、 3.1cm が多く 3.7cm これに次ぐ。第五倍音では $d = 3.7\text{cm}$ 、 3.8cm が多く倍音次数が上るに従つて余り音が出ないので傾向が解らない。全般的に見て左管長 $S = 10\text{cm}$ 位迄は d の値は変らない様である。故に笛は左管長を少し長くしても良い事になる。次にグラフ、1とグラフ、2は左管長 S と補正 r の補正係数 R との関係を示す。半径 a の開管の場合管長を l 波長を λ とすれば n 倍音につき吹口の補正係数 R は $(n\lambda/2 - l) / a$ で与えられ n は $1.2.3 \dots$ である。補正係数 R は第二倍音では、 $S = 0$ の時 0.29 或は -0.29 を取る事が多い。しかしこれも S の増加と共に増して行くのが普通である。この傾向は⁵⁾ 第三報で S の増加と共に波長の増したのと同じである。但し補正 d に於いて変化する事があるので変り目の所は同一傾向ではない。グラフ、1は H_0, H_5, H_4 開と H_0, H_4 開との差を示す。この場合に H_0, H_5, H_4 開と H_0, H_5 開と

は全く同一なので H_6, H_5 と H_0, H_4 との比較ともなる。補正係数 R は第二倍音で S が 12cm 位迄は増加しその後三倍音で S が 16cm より 22cm 迄は R は同一値を取り以後 R は減少して負になり又次第に増加して行く、 S が 0 より 10cm 頃迄は H_6, H_5, H_4 開の R が大で 24cm 以後は反対になる。グラフ、2に於いて H_3 開と H_3, H_2 開とを比較すると S が 2cm 迄は第三倍音で波長が同じであるがその位置が H_3 開は d の方に 3cm よるのが面白い。以後 H_3 開と H_3, H_2 開とは上下して S の増加と共に直線的に変化する。最後に写真、1は実験装置を示し写真、2より写真、9迄はビニール管による笛の音の波形を示しその条件としてビニール管は $S=0$ で音を発し、クリスタルマイクロフォン、三段増巾器を通つて^{2) 4)} ブラウン管オシロスコープで生じた波形をそれに取り付けてあるオシロスコープユニット、写真機 (キヤノン: 35mm、 $F: 1.8$) で撮影し露出は $F: 1.8$, $T: 1/4$ 秒であつた。尚波形は大體同一で正弦曲線を示している所が竹の場合と著しく違ふ所であるが同一周波数の内でも開穴の組合せの違ふものは音色の相違と共に波形は若干異なつてい

引用文献

- 1) 杉原雅, 三村泰一郎: 硝子製風琴管の一端閉の場合の吹口補正について, 西京大学学術報告 (1956)
- 2) 三村泰一郎: 陰極線オシロスコープに依る周波数測定並に波形撮影に於ける一例, 西京大学学術報告 (1956)
- 3) 竹内茂: 明笛の音響学的研究 (1), 学芸 (第二部第三卷第一号) (1951)
- 4) 竹内茂: 明笛の音響学的研究 (2), 北海道学芸大学紀要 (第二部第六卷第一号) (1955)
- 5) 竹内茂: 明笛の音響学的研究 (3), 北海道学芸大学紀要 (第二部第六卷第二号) (1955)
- 6) 竹内茂: 日本物理学会第11回年会にて (1956), 予稿集10, 52

Photo. 1 experimental apparatus.

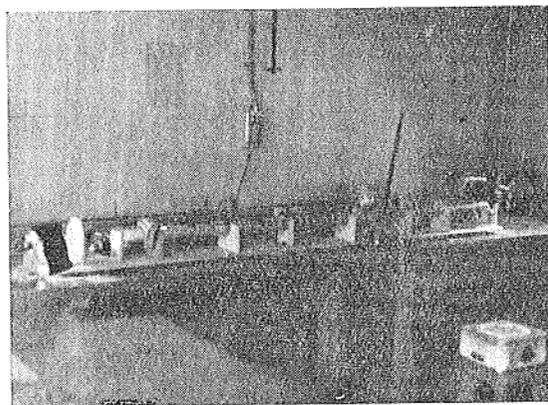


Photo. 2 ν ; 286 c/s

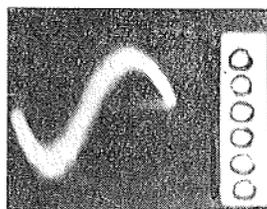


Photo. 3 ν ; 295 c/s

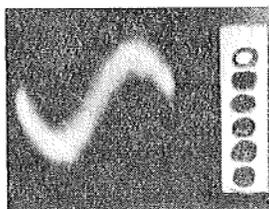
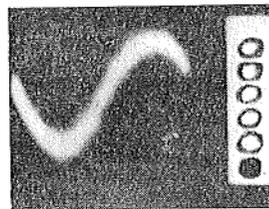


Photo. 4 ν ; 286 c/s



明笛の音響学的研究 (4)

Photo. 5 ν ; 286 c/s

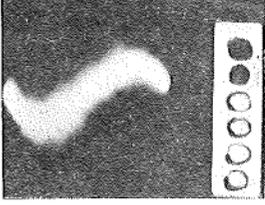


Photo. 6 ν ; 286 c/s

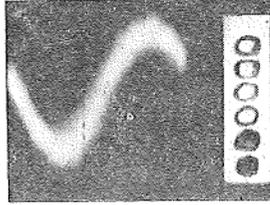


Photo. 7 ν ; 385 c/s

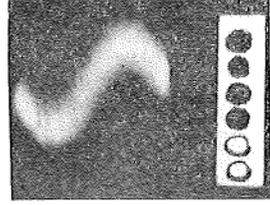


Photo. 8 ν ; 286 c/s

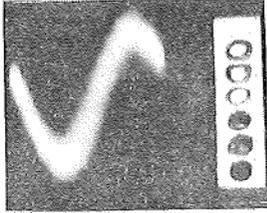


Photo. 9 ν ; 348 c/s

