

雨垂れを利用した楽器

高山明久 中園与一 (九州東海大学 工学部)

1. はじめに

毎日、人は日常生活の中で水と接している。つまり、我々は毎日水の衝突音を聴いているのだと考えても過言ではない。雨音もまたその一部である。この雨音を参考に『和める楽器』が出来ないかというのが研究の発端である。管弦楽やパイプオルガンのような音の高低を発生する気柱共振の原理を利用して垂直な管の中に水を貯め、その水面へ水滴を落下させて音階の周波数で共鳴音を発生させる演奏装置を製作した。



Fig.1 演奏装置全景図

2. 実験装置及び方法

Fig.1 に演奏装置全景、Fig.2 に演奏装置全体図を示す。床面からタンク上部までの高さは 2372mm である。タンクの底にホースを二股に分岐させて取り付け、それぞれを前後二本の亚克力パイプに接続した。

Music Instrument by Means of Water-drop

By Akihisa TAKAYAMA

and Yoichi NAKAZONO

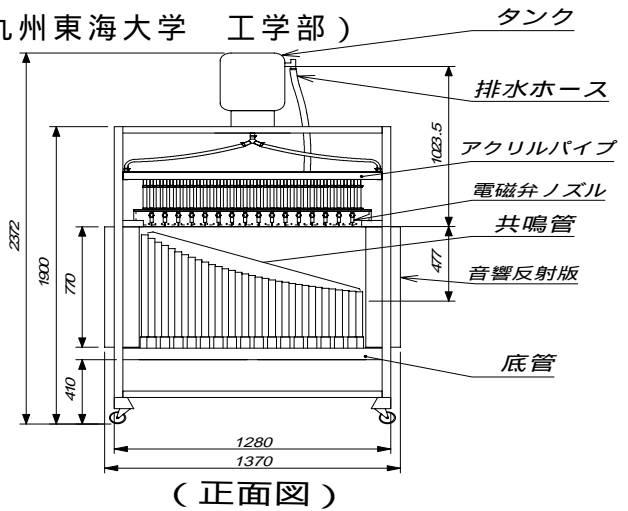


Fig.2 演奏装置全体図

前列の亚克力パイプには 16 箇所、後列には 17 箇所の計 33 箇所に電磁弁を接続するためのホースを取り付け、その下に亚克力ケース内に固定した 33 個の電磁弁を接続した。電磁弁には内径 2mm のノズルを取り付けた。なお、各ノズルからの水の滴下流量は 10.7cc/sec となっている。亚克力ケース後部からフラットケーブルを使用し、電磁弁の ON/OFF を制御するためのコンピュータ及び電気回路のボックスへと接続した。電磁弁の制御はコンピュータのプログラムによって行なう。電磁弁は作動時に「カチカチ」と、かなり大きな音がするため、亚克力ケース内に電磁弁を固定し周囲にスポンジ片を詰め込み、音を低減している。また、電磁弁の作動を確認できるように、亚克力ケース前面にそれぞれの電磁弁の箇所に対応する LED を付けた。

共鳴管(内径 30mm、肉厚 1mm のステンレス管)は、気柱共振原理に基づいて長さを設定した 33 本用い、これを底管に接続した。この底管の後部にはオーバーフロー部を設置している。オーバーフロー部は、亚克力パイプの上に水面の変動を小さくするための亚克力パイプよりも内径の大きいカップ状のプラスチックの筒を接続し、筒の側面には共鳴管の水面の高さを一定にするためのゴムホースを接続して排水する (Fig.3 参照)。これによりどの管においても管内の水位が同じになるため、ノズル出口

先端から水面までの距離が一定となり、共鳴管ごとに水の落下時間差を考慮しなくてすむようにした。

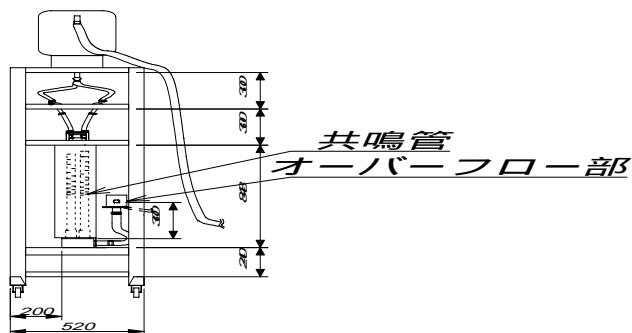


Fig. 3 演奏装置側面図

3. 結果と考察

(ア) 水深が音圧スペクトルに与える影響

測定位置は共鳴管の開口端中心部から高さ 10(mm)、正面方向に 100(mm)の位置でマイクロホンによって拾い、精密騒音計及びFFTアナライザーで音圧スペクトル(横軸に周波数(Frequency【Hz】)、縦軸に音圧レベル(SPL【dB】))を測定した。測定する音は音階ド(261.63Hz:L=316.03mm)で、開口端から水面までの距離L(mm)を固定し、水深 H(mm)が約 150、200、250、300mmとなる管を選び、ノズルから水滴を連続で流した。

Fig.4 に音階ド(261.63Hz:L=316.03mm)を示す。水深ごとの第1モードの音圧レベル(m1のSPL)についてみていくと、H=147.3(mm)は68.8(dB)、H=204.9(mm)は64.7(dB)、H=248.3(mm)は67.2(dB)、H=300.0(mm)は69.4(dB)となっている。それぞれのm1モードのSPLについては、特に水深による影響は見られず、その幅は4.7(dB)以内と微小であるので誤差範囲内であると考えられる。

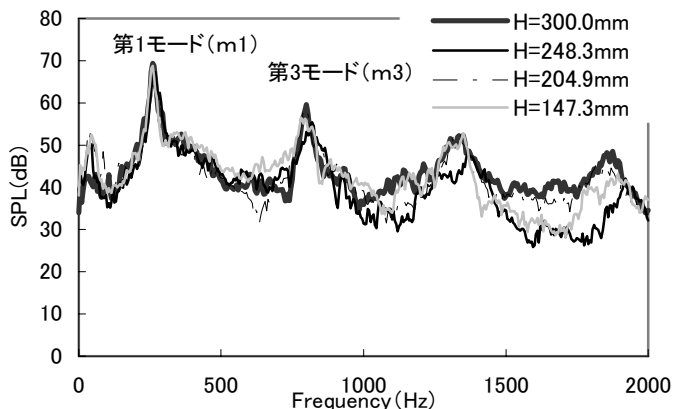
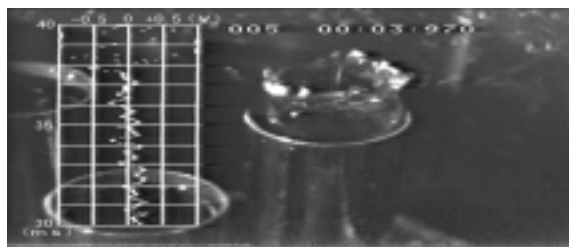


Fig. 4 水深 H (mm) による SPL への影響ド (261.63Hz : L = 316.03mm)

(イ) 雨音(水滴音)発生機構の検証

高速度カメラを水面がよく見える位置に設置した。マイクは高さを開口端と同じにし、距離は管中心より10(cm)の位置で固定し、高速度カメラ付属の音響アナライザーに接続して測定をした。開口端付近まで水面を上げ、水滴を0.03秒間落下させて観測した。水滴の滴下量は0.32(cc)、水面中心での音がマイクに到達する時間は0.29(ms)である。

Fig.5 は特にパルス変動の大きかった映像を示す。写真の左側に示された波形の1目盛りは縦軸が1ms、横軸が0.5Voltである。写真の時間は水滴が水面に衝突してからの時間を示す。仮に雨音を『ポツチャン』とする。開口端部で水が水面に衝突したときから水がクラウンを形成している37.5ms後において、音響パルスに大きな変動があり、周波数はおよそ2500Hz前後で、その周波数のパルスの振れは徐々に小さくなっていき、46ms後から周波数は1250Hz前後に変わる。57ms後から定常のパルスにもどる。ここまでの音が雨音『ポツ』の部分であると考えられる。水のクラウンがふさがった直後111.2ms後において周波数、約1250Hz前後のパルスが始まり、128ms後まで徐々に弱まりながら定常のパルス波形にもどる。ここが雨音『チャン』に相当する。



(上 衝突から40ms後、下 衝突から120ms後)

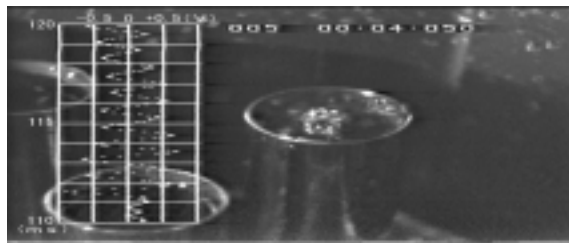


Fig.5 高速度カメラによる水面の画像

4. まとめ

水滴の落下によって音が発生する演奏装置を製作した。水深は発生音の音響特性に影響せず、また水滴音ポツチャンの発生機構が明らかにされた。