

## 粒子・水混合体の音速測定

～ Measuring sound's speed of the Mixture made by particle and water ～

千葉県立船橋高等学校理数科 3 年  
北原 暖

### Abstract

I examined about the change of sound's speed of the mixture made by particle and water changing its composition. I used two microphones and a speaker to measure it. I measured the time which the sound used to pass through between two microphones.

I got data which was the sound's speed of the mixture made by particle and water (141.6m/s, 186.1m/s).

### 《はじめに》

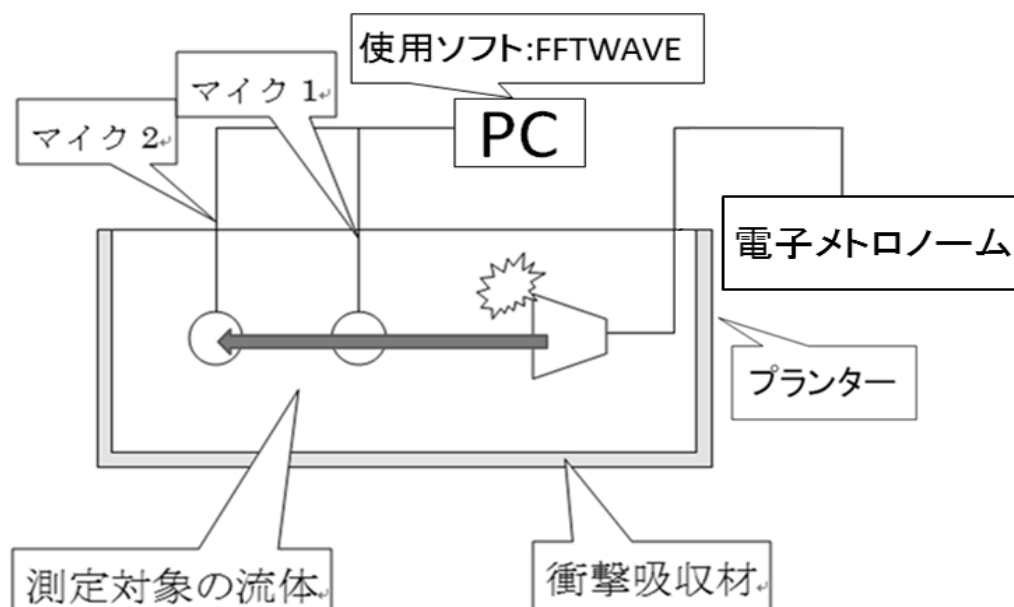
粒子と水との混合体の音速を測定することで、そのデータを基とした音波による混合体の厚さ、含有する水の値を測定することができる。

### 《研究目的》

砂などの粒子と水とでできる混合物の音速を測定する。

### 《研究方法》

音源から発生させた音が、設置した 2 個のマイクを通過した時間差からその 2 個のマイク間に満たした混合体の音速を測定する。

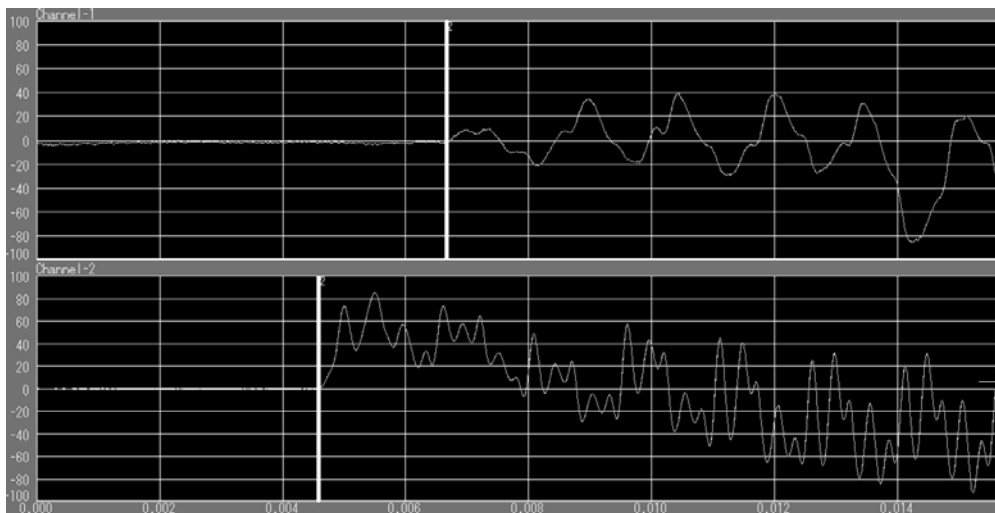


衝撃吸収材には二種類のラップメイトを使用した。プリンターに三重になるように交互に貼りつけた。

プリンターは深さ約 30cm、縦 80cm、横 30cm のものを使用した。

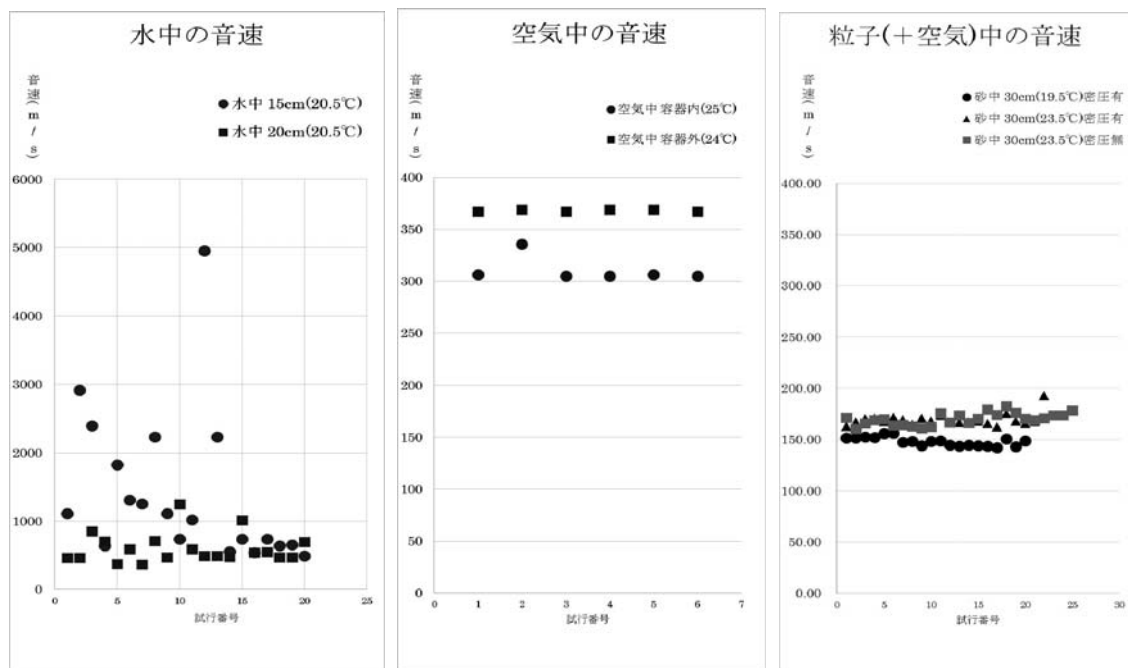
使用するソフト、FTTWave の画面上では次のように音波が測定される。

画像において、白線がそれぞれのマイクに音波が到達した時間を示している。



### 《研究結果(予備実験)》

予備実験として、使用する器具の正確性を求めるために既に理論値がわかっている空気中、水中での音速を測定した。比較のため、本実験にて使用する粒子のみでプランターを満たした場合の音速も測定した。



理論値 1485(m/s)

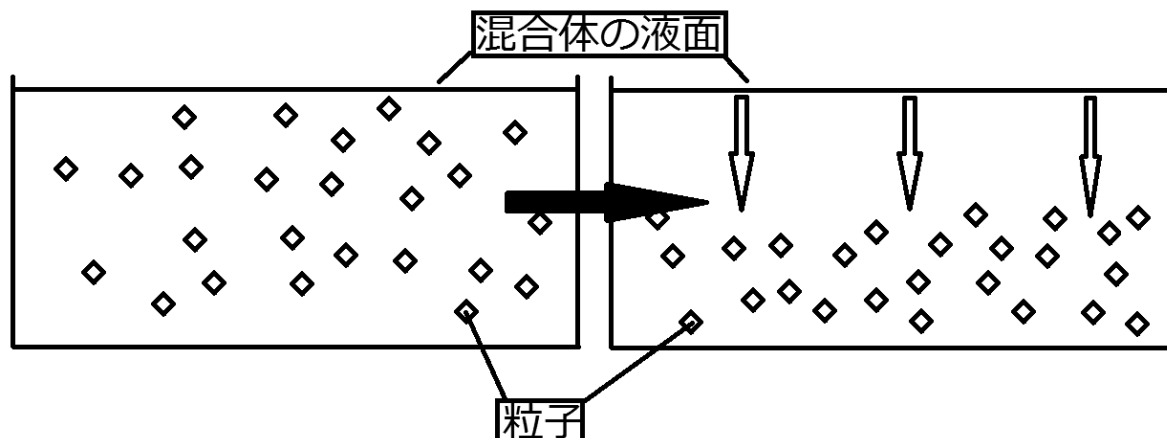
理論値 331.5\*0.6t(m/s)

縦軸は音速(m/s)、横軸は試行回数を表している。

今回使用する粒子は空気や水と違い、一様ではない個体であるため、粒子と粒子との間に空気が含まれる。よって周囲から振動を与えることで粒子間の空気を抜き(密圧を与え)、その状態でも音速を測定した。

下図のように、周囲からの振動を与えることで粒子が沈殿し、粒子と粒子とがより密になる。

下図左側を「密圧無し」、下図右側を「密圧有り」とした。



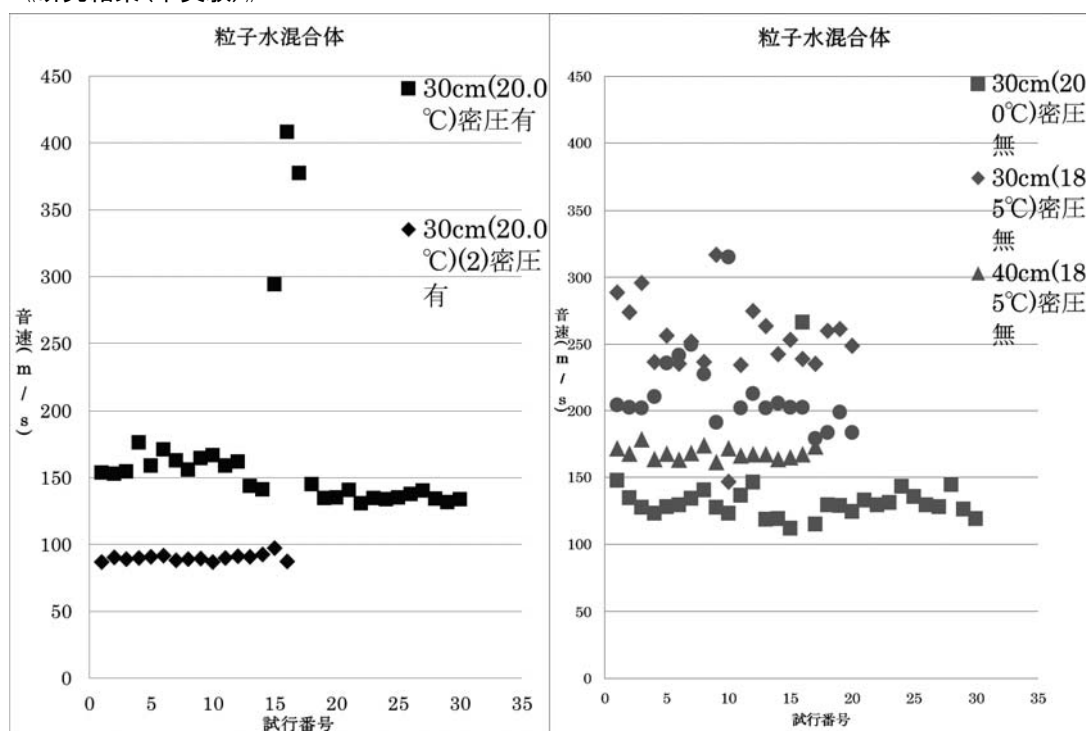
### 《考察》

水中においては、理論値と大きく離れたデータを得られたが、これは測定対象である水の表面の揺らぎなどをマイクが感知してしまっていると考えた。これに対して水中におけるマイクの固定、マイクの感度の設定変更、防水材の改良、などの処置を試みたが、改善が見られなかったため、このまま本実験に移った。

空気中においては理論値通りのデータが得られた。

粒子中においては若干ではあるが、密圧があった方が音速の値が大きくなるというデータが得られた。

### 《研究結果(本実験)》



平均 141.6 (m/s)

平均 186.1 (m/s)

予備実験と同じく、縦軸は音速 (m/s)、横軸は試行回数を表している。

また、周囲から振動を与えることで粒子間の空気を抜き(密圧を与え)、その状態でも音速を測定した。

### 《考察》

突出するデータがあるものの、各試行においての音速の値は一定であった。

同条件下における試行ごとの差は、粒子・水混合体の再現性のなさを表していると言える。空気中や純粋な砂中とは違い、同条件にしようとしても、差異が発生してしまった。この差異を埋められるように多くの実験データを測定したが、今回測った分では十分ではなかった。

結果は、密圧が小さい方が大きい値が得られるというものだが、この結果は空気中や水中などの音速のデータに代表されるような「密度の大きい物質ほど早く音を伝える」という事象に反する。使用したものは空気や水とは違って一様な流体ではないため、それが原因であると考えた。

粒子・水混合体は「粒子(+水)」と考えることが出来るため、予備実験において使用した「粒子(+空気)」と対比することが出来る。「粒子(+空気)」→「粒子(+水)」の変化において音速が上昇していることは本実験の結果を裏付けるものであると言える。

### 《結論》

ケイ砂を水で満すことでできる粒子・水混合体の音速は、密圧有 141.6m/s 密圧無 186.1m/s である。

### 《反省・感想・今後の課題》

まずテーマ探しの段から手間取った。テーマの決定後も、先行研究の調べ方が不十分であった。

水中の音速測定においては、マイクの固定方法、防水方法に手間取った。空気中とは違い、ビニールで何重かマイクを覆うため、純粋に水のための音速を測定できたとは言えなかったが、実験方法上他に仕様がなかった。

また、スピーカーの固定も手で行っていたため、特に水中ではデータに大きく振れ幅が出てしまった。

一つのテーマについて一年以上にわたって研究したことはとてもいい経験になった。研究に限らず、今後はこの反省点を活かせるようにしたい。

データ数を増やしたい。

実験を行ったケイ砂と水との比率を変えることで、また違った値が得られると考えた。しかし、砂中の音速においては砂粒を回析する音、通過する音などがあると考えたため今回実験に置いて用いた方法ではこれ以上の追加実験は難しい。