

ゴマの振動層

高木健太郎

平成 21 年 3 月 31 日

第1章 導入

ゴマを揺らすと図 1.1 のようにゴマの波形が見える。今まで行われた実験ではゴマを揺らす際、振動の波形は正弦波にして実験されてきた。今回振動の波形を正弦波以外の波形を入力し、何か変化がないか調べてみる。

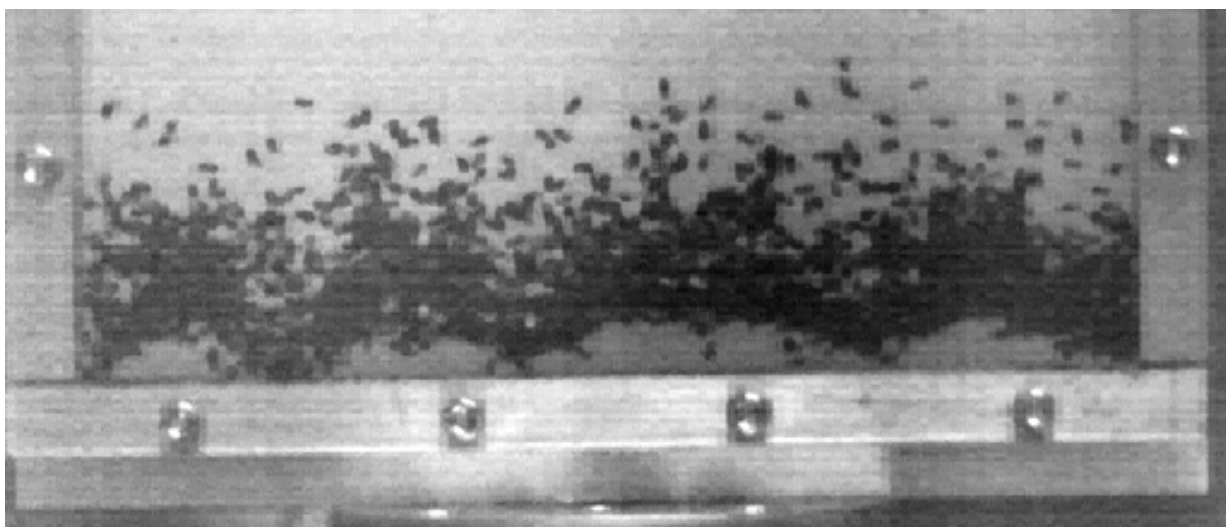


図 1.1: ゴマの様子

第2章 実験

2.1 実験用具

- ケース (図 2.1 参照)
- ゴマ 5g
- 振動発生装置
- 加速度ピックアップ
- ファンクションジェネレーター
- 電力増幅器
- 振動計測器
- 高速度カメラ

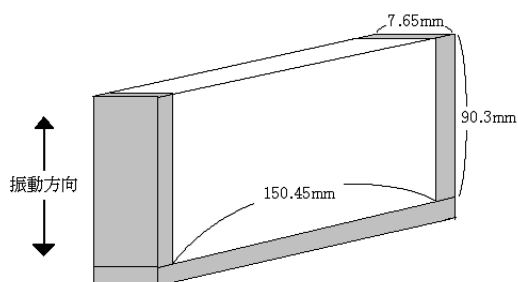


図 2.1: ケースの図

2.2 実験装置

セットアップ図を図 2.2 に示す。図 2.2 の振動発生装置のところに図 2.1 のケースを設置し、ファンクションジェネレーターによって振動数と振動の波形を設定し、振幅を電力増幅器で設定する。

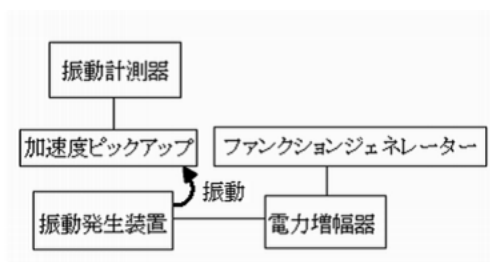


図 2.2: セットアップ図

2.3 実験方法

振動数を 15Hz ~ 31Hz まで 2Hz 刻み、振幅は 8mm に設定する。振動の波形は正弦波、ノコギリ波、逆ノコギリ波の 3 種類を測定する。これらすべてを高速カメラを用い撮影する。

2.4 実験結果

逆のこぎり波は 15Hz からゴマに波形が見られたが、のこぎり波と正弦波は 15Hz ~ 21Hz のときは波形が見られなく、それ以上の振動数にしたときに波形が見られた。このことについて次章以降で解析、考察していく。

第3章 解析

3.1 解析方法その1

波形が見られるとき、その振動数で、ゴマの波形のパターンは1~3種類しかなく、図3.1のように、パターンごとにケースの底から離れて、最初に接触する場所は変化がほとんどなかったため、その場所の間隔の距離を波長として測った。

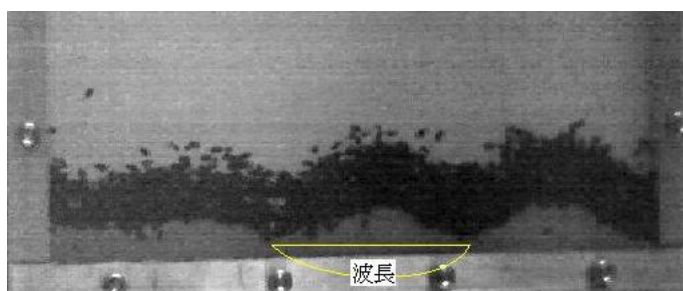


図 3.1: 解析方法

3.2 解析結果その1

測定した波長をグラフ化したものを図3.2に示す。

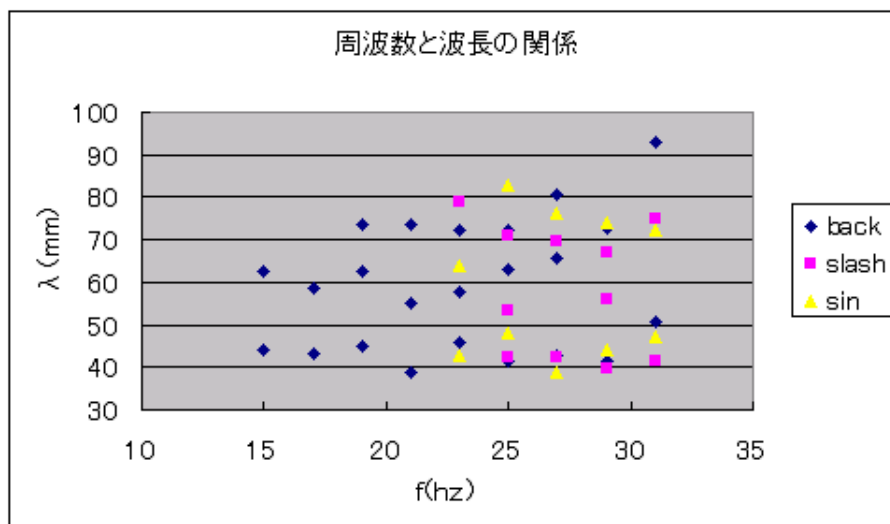


図 3.2: 波長と振動数の関係のグラフ

図3.2やこれ以降の back は逆ノコギリ波、sin は正弦波、slash はノコギリ波のことを示している。また、同じ振動数で複数の点があるのは、同じ振動数でもすうパターンの波長が見られたためである。

3.3 考察その1

図 3.2 から言える事は以下の2点である。

- 同じ振動数でも振動の波形によっては、ゴマが波形を作ったり作らなかったりすること
- のこぎり波と正弦波は同じくらいの振動数で、ゴマが波形を作り始めること

ゴマが波形を作るか、作らないかは、ケースの底が上昇する速度に関係していると考えられる。なぜなら、逆ノコギリ波の波形を見ればわかるように、逆ノコギリ波のときのケースの底の動きは、急激に上昇し、ゆっくり下降してくる。ノコギリ波はゆっくり上昇し、急激に下降してくる。正弦波はなだらかに上昇し、なだらかに下降してくる。逆ノコギリ波の場合、ケースの底の上昇する速度は他の二つに比べ、明らかに速いと考えられる。このことからゴマが波形を作るかどうかはケースの底の速度に起因していると考えられる。次節からケースの底の速度について解析、考察していく。

3.4 解析方法その2

ケースの底が上昇する速度を求める。図 3.2 からゴマが波形を作るかどうかの境界付近である 21hz ~ 23hz のノコギリ波と正弦波のときの速度を求め、逆ノコギリ波の 15hz のときの速度を求める。まず 23hz のときのケースの底の軌跡を図 3.3 に示す。

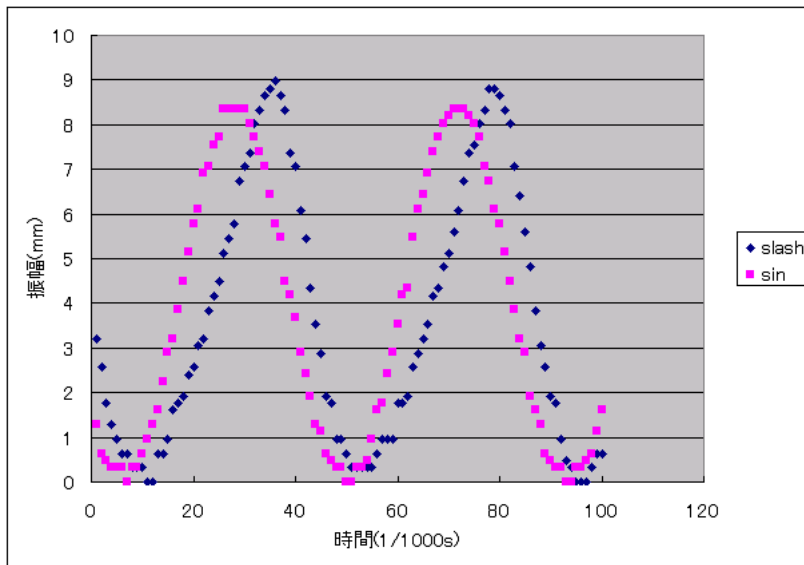


図 3.3: ケースの底の軌跡

図 3.3 からわかるように、ケースが上昇する際の軌跡はほとんど線形である。よって、動画のフレーム数を時間とし、移動距離とフレーム数から速度を測定する。

3.5 解析結果その2

6回測定し、結果とその平均値を表 3.1、表 3.2、表 3.3 に示す。

表 3.1: 21hz における速度

	slash	sin
1 回目	347(mm/s)	370(mm/s)
2 回目	386(mm/s)	450(mm/s)
3 回目	362(mm/s)	471(mm/s)
4 回目	349(mm/s)	425(mm/s)
5 回目	341(mm/s)	393(mm/s)
6 回目	331(mm/s)	452(mm/s)
平均値	353(mm/s)	427(mm/s)

表 3.2: 23hz における速度

	slash	sin
1 回目	468(mm/s)	529(mm/s)
2 回目	427(mm/s)	503(mm/s)
3 回目	453(mm/s)	564(mm/s)
4 回目	421(mm/s)	556(mm/s)
5 回目	471(mm/s)	472(mm/s)
6 回目	475(mm/s)	564(mm/s)
平均値	453(mm/s)	531(mm/s)

表 3.3: 15hz における逆ノコギリ波の速度

	back
1 回目	611(mm/s)
2 回目	587(mm/s)
3 回目	641(mm/s)
4 回目	540(mm/s)
5 回目	582(mm/s)
6 回目	585(mm/s)
平均値	591(mm/s)

3.6 考察その2

表 3.1、3.2、3.3 からわかるように、430 ~ 450mm/s の間にゴマに波形が現れるかどうかの境界点があるということが考えられる。逆ノコギリ波は 15hz の時点で、430 ~ 450mm/s をはるかに超えている。よってはじめからゴマが波形を作っていたと考えられる。

第4章 まとめ

4.1 わかったこと

ゴマが波形を作るかどうかは、振動の波形にはあまり関係なく、ゴマとぶつかるケースの底の上昇する速度が大きく関係しているようだ。

4.2 今後の課題

前節でのことを確認するために、ゴマに波形ができるかできないかの境界を振動数をパラメータとして測定するのではなく、ケースの底の速度をパラメータとして測定することと、振動の波形によらずケースの底の速度に依存していることを確かめることである。