

2枚の回転円盤による推進力の計測実験

発行日 2023年11月2日
グラビティエンジニアリング(株)
代表取締役 都田 隆

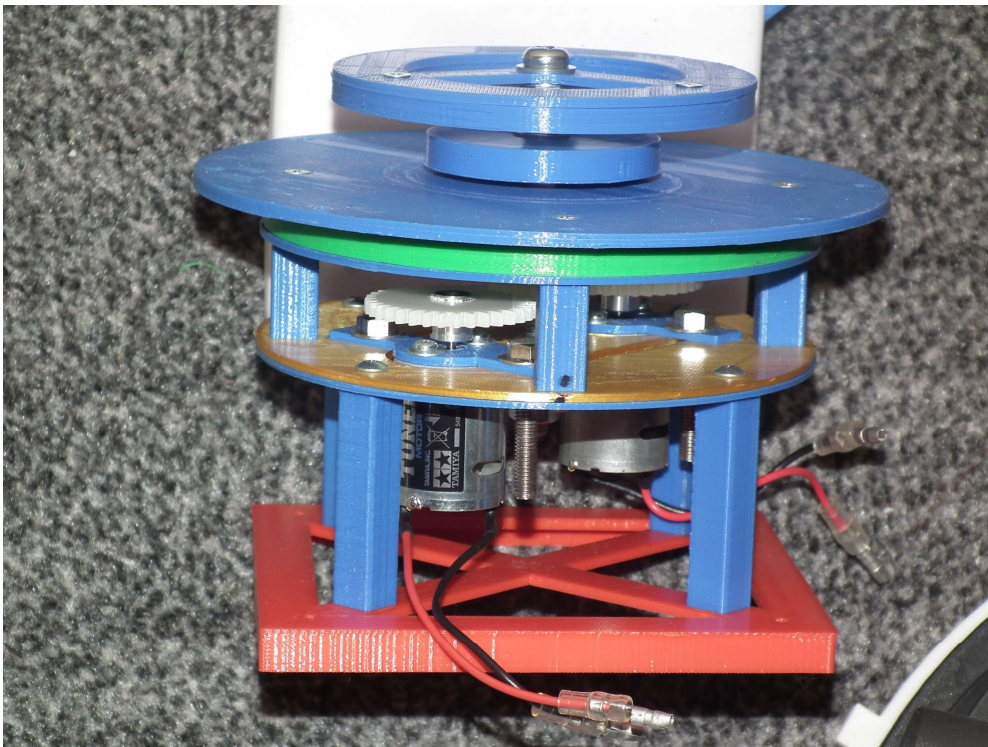
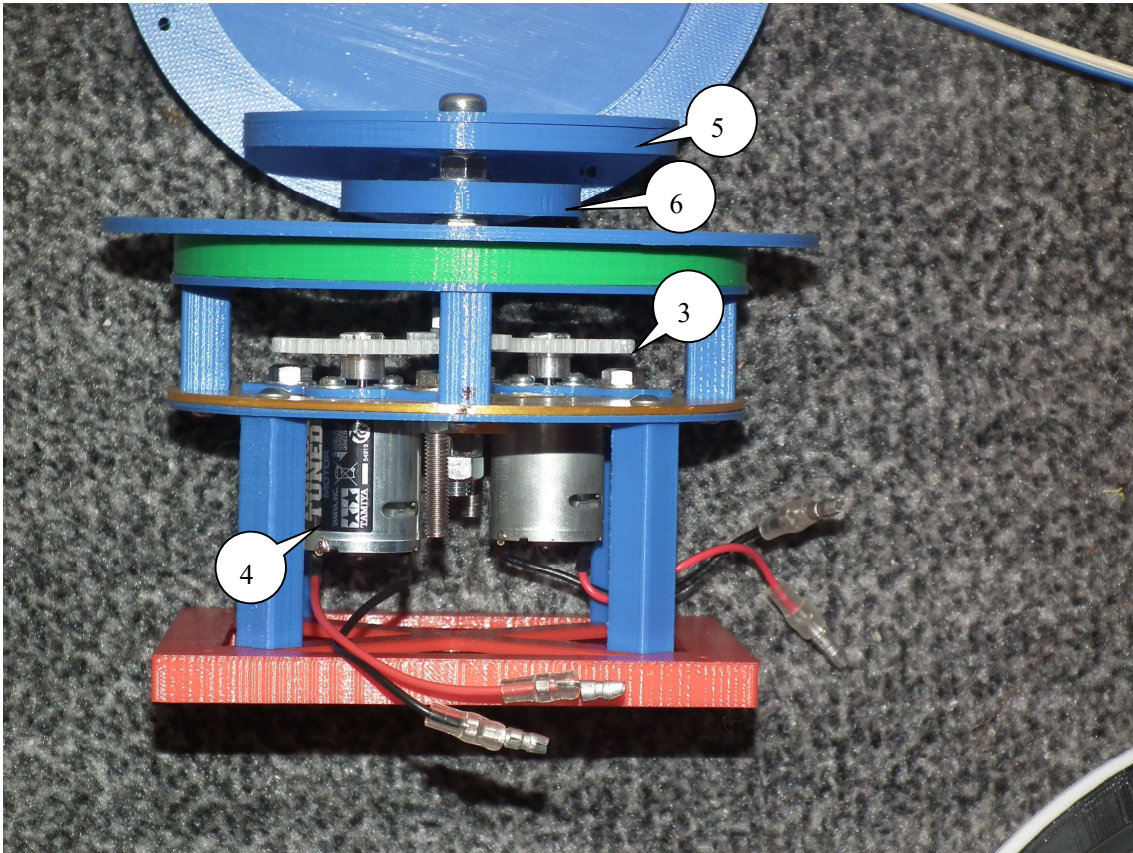
前回 540 クラスモーターに直径 5mm ボルトを直結した装置の推進力を計測したが、モーターの回転重力場を利用するとその質量分布などを変更できないので、モーターの影響力を減らす構造にして実験してみようということになった。

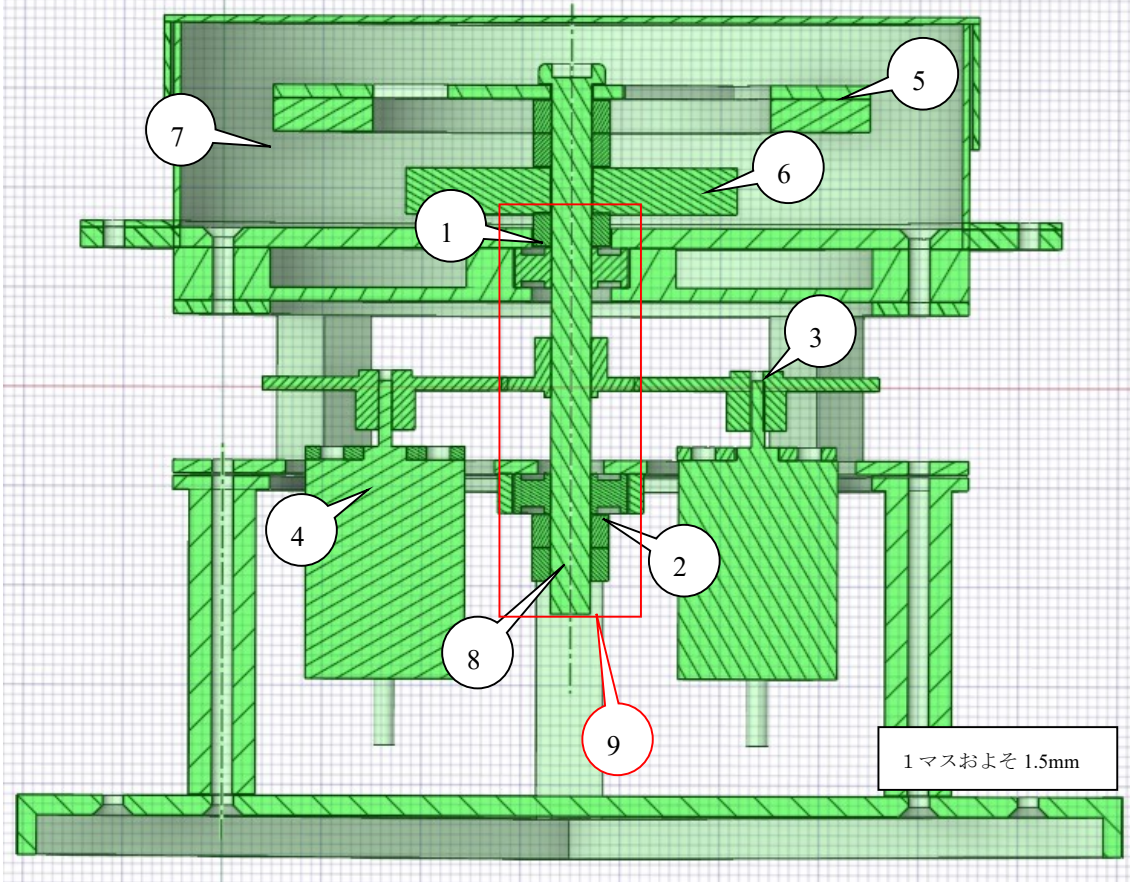
最初は重量挙げのバーベルのような多数の円盤を重ねた構造にしたが、回転による遠心力で吹き飛ばされる周囲の空気による揚力と回転重力場の推進力の方向が反対で競合するので、揚力を除去するために同調して回る寸胴のカバーのようなものが必要になり、やってみると意外と難しいところがあった。（逆に階段状の円盤をほとんど空洞にすれば、回転重力場が除去され、揚力が残りそうだ。）昔の 5 円玉の実験は装置全体が動くことでその場で回るような定常的な揚力は生じないということだったのだろう。その場で回すと揚力と回転重力場が競合することで簡単に見つけられないような仕組みになっている。

そこで階段状はやめて、昔の発明のドーナツ型の円盤とその内側の円盤を回転させることによる回転重力場の合成による推進力を計測することにした。この方式だと揚力は発生しないし、元々目指していた構造なので余計なことをせずに済む（既にしたのであるが）。その構造は外側円盤と内側円盤の相対位置を動かすことで推進力の方向を速やかに変えられることになる。

今回の実験の目的は、2枚の円盤を回転させることで推進力が発生するかを確かめることで、細かいデータを収集することではない。（まだ、この方式で推進力が発生するか否かを問題にしている。実際、この方式の実験は最初の試みになる。）

■ 全体構成図





- ①下向きの多少の推進力は大型の内径 6mm のベアリングで支える。
- ②上向きの多少の推進力は大型の内径 6mm のベアリングで支える。
- ③プラスチックの比較的軽い歯車にし、歯車自体の回転重力場の影響を小さくしている。3つの歯車はモーター側が 35 歯、タービン側が 20 歯で減速比は 1.75 になっているが、目的はモーター自体の回転重力場の共振の影響を避けるために回転軸をずらすことにある。
- ④この 370 クラスモーターは、小型の割りに 6.6[v]程の入力が可能で単体 4[v]で 1万回転近くになる。370 クラスモーターの直径は 24mm 程度で、540 クラスモーターの直径の 36mm 程度より 2/3 程度小型になった。(モーター自体の回転重力場の影響を小さくしている)
- ⑤外径 90mm×内径 60mm×厚さ 7mm のドーナツ型の円盤。プロトタイプ的に厚さを変更できるように回転軸接合部分と合板にしているが、構造的に一体成形にする支障はない。
- ⑥外径 50mm×内径 6.4mm×厚さ 7mm の円盤
- ⑦風の影響を減らすためと内部空間からの推進力の証明のために外側フードで密閉する。
- ⑧6mm×80mm のボルトの回転軸(最初は軽量化のため 3mm×80mm のボルトにしたが強度不足で折れ曲がったので 6mm×80mm の太いボルトに変更した。)
- ⑨金属部品の重量配分の影響は大きく、⑤と⑥の位置関係を反転させると推進力が出ない。(記録は取っていないが実験で 5[v]程度まで電圧を上げてても推進力が出なかった。)

■3D プリントした PLA 素材の質量密度（最初は 3mm ボルト、5mm 厚円盤を使おうとしたため、その計測をしたが、PLA の質量密度は 7mm 厚円盤でも変わらない）

1 円玉のアルミは、直径 20.0mm、厚さ 1.5mm、重さ 1g とのことなので、1g 当たりの体積は

$$(\pi r^2 \times 1.5) / 1 = (3.14159 \times 10.0 \times 10.0 \times 1.5) / 1 = 471.2385 [mm^3]$$

10 立方ミリメートル（1 辺が 1cm のさいころ状）の体積は、

$$10.0 \times 10.0 \times 10.0 = 1000 [mm^3]$$
 で水ならおよそ 1g

1 立方センチメートル（1 辺が 1cm のさいころ状）当たりのアルミの重さ（質量密度）は

$$(1/471) \times 1000 = 2.1231 [g]$$

よって 1 円玉のアルミは、水よりおよそ 2.1 倍比重が重いことになる。

3D プリンター用の素材の PLA で 3D プリントした際の実測値は直径 30.0mm、厚さ 5.0mm（直径 3.2mm の穴あり）で重さ 3.6g だったのでその体積は

$$3.14159 \times 15.0 \times 15.0 \times 5.0 - 3.14159 \times 1.6 \times 1.6 \times 5.0 = 3534.2886 - 40.2124 = 3494.0762 [mm^3]$$

1g 当たりの体積（立方ミリメートル）は

$$3494.0762 / 3.6 = 970.5767 [mm^3]$$

1 立方センチメートル（1 辺が 1cm のさいころ状）当たりの PLA の重さ（質量密度）は

$$(1/970.5767) \times 1000 = 1.0303 [g]$$

でおよそ水程度の質量密度だった。これは水よりは少し重いようなので水に沈む。（試してみたら確かに沈んだ。）

ちなみに接合に使っている 3mm ボルトを通せる長めの 10.0mm の金属ナットの実測値は 1.6g で質量密度は

$$(1.6 / ((6+3) * 2.5 * 10 - 3.14159 * 1.6 * 1.6 * 10)) * 1000 = 11.0669 [g]$$

で水より 11 倍ほど比重が大きかった。やはり金属部品は重いので影響は大きい。

3D プリンター用の PLA の質量密度は水とほぼ同じで 1 円玉のアルミの 1/2 程度だった。（3D プリントするとプリント時に円柱を並べたようになるので PLA の素材自体の比重とは異なる）

PLA の質量密度は金属ほど大きくないが、水程度あれば十分実験に使えるだろう。今後、再びやや大型化することになっても、あまり製造コストを気にする必要はない。

■実験装置



■ 2つの回転円盤による推進力の計測実験結果



見づらいが、重量計の左端には「-」があり、-2.9[g]で軽くなっている。

-2.9[g]、2:00.28、4.75[v]、9230.0[rpm]

| 370 モーターに2つの円盤方式（撮影した動画[/gctr370v1/DSCF4417. mp4]から数値を取得） | | | | |
|---|--------|-----------|---------------|---------|
| No. | 電圧[v]① | 回転数[rpm]② | (ストップウォッチの表示) | 重量計[g]③ |
| 1 | 2.00 | 5397.0 | 0:38.38 | 0.0 |
| 2 | 3.58 | 8362.8 | 1:10.03 | -0.9 |
| 3 | 4.75 | 9230.0 | 2:00.28 | -2.9 |
| 4 | 5.12 | 9392.2 | 2:07.83 | -2.4 |
| 5 | 0.13 | 651.0 | 2:33.33 | 0.0 |

No.1 は、電圧 2.00[v]では推進力は発生しない。

No.2 は、電圧を 3.58[v]に上げると推進力が現れ重量計は-0.9[g]で軽くなった。

No.3 は、電圧を 4.75[v]に上げると重量計は-2.9[g]でさらに軽くなった。

No.4 は、7秒以上の上方への推進力を維持し、振動ではない持続的な推進力が発生した。

2.0[v]で 5397[rpm]なら、4.0[v]で 1万回転を超えそうであるが、5.12[v]でも 9392[rpm]なので、推進力が増加したことでベアリングに機械抵抗が生じているようだ。

No.5 は、電圧を 0.13[v]にして電圧を下げると重量計は 0.0[g]に戻った。

今回のNo.2、No.3 実験結果は、電圧を 3.58[v]から 4.75[v]（差分は 0.77[v]、868[rpm]）に上げると-0.9[g]から-2.9[g]のように-2.0[g]軽くなっている。回転数の増加に応じて推進力が増加した。これは宇宙船にも使える高効率な推進力の科学的発見である。人類もやと宇宙人並みになれそうだ。今回は絵空事ではなく実測値がある。

この推進力の源は遠心力のようなもので、円盤の等速回転時に推進力を発生させ続けるためにエネルギーは必要ない（推進力は2つの回転重力場の重ね合わせで生じたからだ）。

■おわりに

今回の実験装置では昔の発明の内部の2枚の回転円盤による持続的な推進力の発生を確認できた。今後はこれを基準に改良することができる。回転数の増加に応じて推進力も増加した。(過負荷をかけると装置が再び壊れるかも知れないので今回はこのぐらいにしておいた。)

流れるに次回は推進力の強化を目指すことになる。具体的には、

- ・単に歯車だけ替えて高回転化してみる。
- ・ギヤ比を変えて高回転化させたいが、370 クラスモーターではトルクがあまりないよう(ベアリングに機械抵抗が生じたからかも)なので再び370 から540 のツインモーターにしてみる。(ツインモーターのプラスチックの歯車で稼働可能だとわかったので)
- ・単に円盤を大きくしてみる。
- ・6mm ボルトを使うのは強度が高いので継続する。(6mm シャフトを使うとジョイント金具との接合部分をイモネジで留めることになるが、その部分の強度が十分ではない。)
- ・ベアリングの回転軸に沿って力がかかるのはベアリングにとってあまり良くないだろうし、それで機械抵抗が増えて回転数を上げられなければ推進力も上げられないから、以前仕入れた円錐コロ軸受けで推進力を受け止めるようにする。その際の重量バランスのため円盤に近い側に設置する。円錐コロ軸受け自身の回転重力場も推進力に利用すること(内側円盤の代わりに使うのも一案)になるが、手持ちの最も小型のもの(内径15mm)でも34.9gあって相対的に重く重量バランス的にあまり簡単ではない(ドーナツ型の外側円盤を重くすればいいだけかも知れない)が、避けて通れない感じだ。



その結果が良好なら、大型化を目指すことになるだろう。

以上