

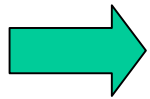
12. バイオメカニクスの 流体力学

流体とは？

自由に変形できる物質(気体や液体)

流体が運動している状態を「流れ」という

流体の力学的つり合いや運動を取り扱う学問



流体力学

流体の特徴は「粘性」



空気抵抗や水の抵抗を発生させる原因

1. スポーツと流体



(www.dhk.janis.or.jp)

気体中(空気中): スキージャンプ,
スピードスケート,
陸上競技,
自転車競技,
ボールの飛行軌跡

液体中(水中): 水泳

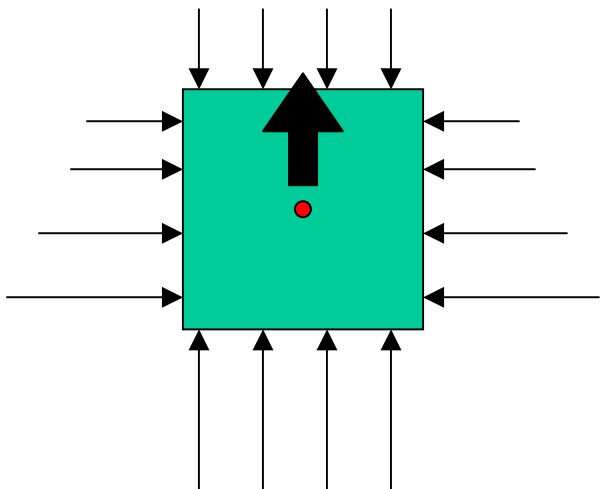
- ・陸上競技の100m, 走幅跳の記録は, 追風2m/sを越えた場合は, 公認されない。
- ・スピードの速い競技種目は, 空気抵抗は無視できない。
- ・競泳選手は, 水の抵抗を嫌う。

2. 静止時に水中で受ける力

・重力

・水圧: 物体の表面に垂直に作用する圧力 (N/m^2)
(水圧は, 水深に比例し, 大きくなる。)

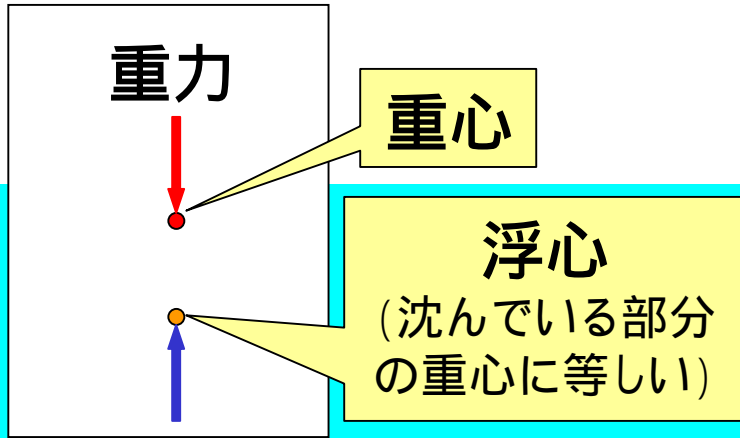
・浮力: 物体の水深の違う部位に作用する水圧の合成力
(水深が深い部位に作用する水圧が大きいため,
合成力は上方に作用する)



”アルキメデスの原理”により
水中で静止している
物体に作用する浮力の大きさは、
物体と同じ体積の水の重さに等しい。

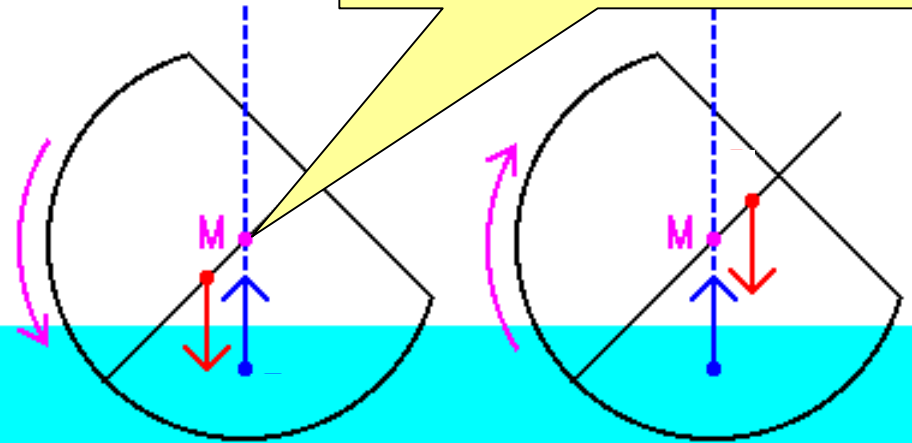


3. 浮揚体の安定



メタセンタ

(重力の作用線と傾いた時の浮力の作用線との交点)



メタセンタが重心より上にあれば、
モーメントの作用は、元の状態に
戻そうとする(復元の働き)

メタセンタが重心より下になると、
傾きがさらに大きくなり、回転する。

浮揚体のつりあいの状態

- (1) 重力 = 浮力
- (2) 浮力の作用線と重心が
同一線上

4 . 比重 (密度)

重力と浮力の関係を比重といい、重力が大きいと物体は沈み、浮力が大きいと物体は浮上し、水面に浮かぶ。

その後物体の一部が水面上に出ると浮力が減少し、重力と釣り合ったところで静止する。

比重が1より大きいと沈み、小さいと浮く。

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ : 比重 (密度)

m : 質量

V : 体積 (同体積の水の重さ)

人体各部の比重

骨 = 約2.0 筋肉 = 1.06 脳 = 1.04 脂肪 = 0.94

息を吐ききった状態 = 1.0以上 (沈む)

息を最大に吸った状態 = 1.0以下 (浮かぶ)

身体組成 (脂肪、筋肉、骨格の比率) の違いにより性差、個人差がある

5. 相対運動中に受ける力

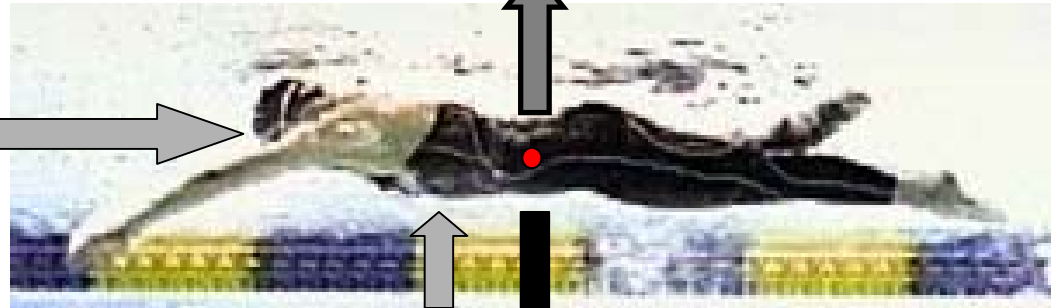
重力

浮力

抗力 (F_D)

揚力 (F_L)

F_D



浮力



F_L



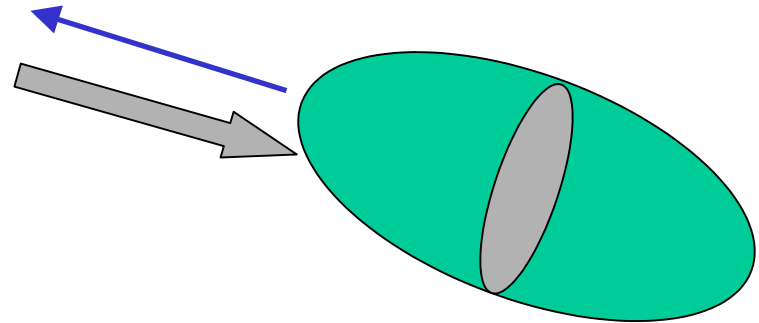
重力



(www.jsme.or.jp)

6 . 抗力

$$F_D = \frac{1}{2} C_D \rho A v^2$$



C_D : 抗力係数

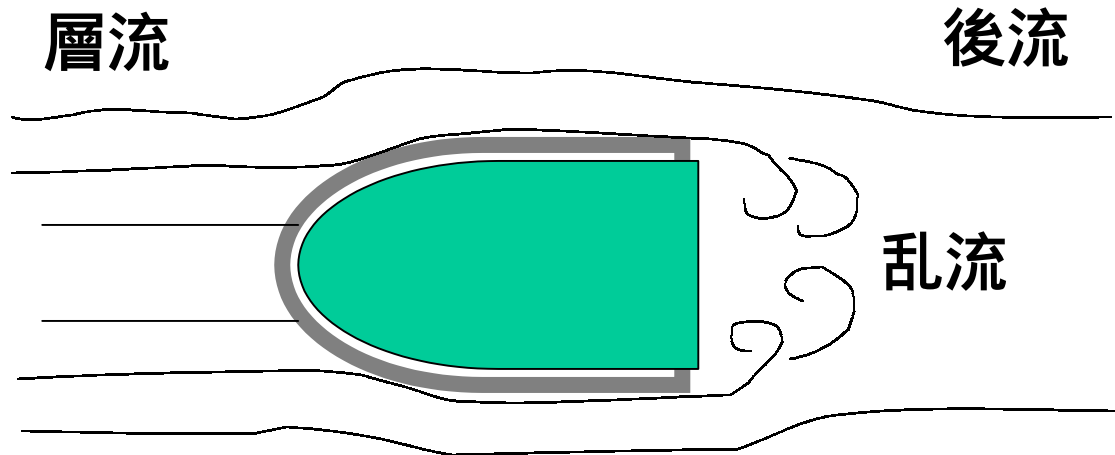
ρ : 流体の密度[kg/m^3]

A : 物体の流体の流れに垂直な最大投影面積[m^2]

v : 物体の流体の流れに対する相対速度[m/s]

- ・抗力係数は、形状抵抗(圧力抵抗)と摩擦抗力によって影響される。

7. 物体の形状と流体の流れ(形状抵抗)



境界層: 流体の流速が急激に減速する層
(流体分子の粘性の影響)

流線型: 形状抵抗を少なくした形

- ・層流: 流体の分子が流れの方向に規則正しく一定の線をなして流れる
- ・乱流: 流体の分子が入り乱れる不規則な流れ
- ・臨界レイノルズ数: 層流から乱流に移り変わる時のレイノルズ数(約2320)

8 . 揚力

$$F_L = \frac{1}{2} C_L \rho A v^2$$

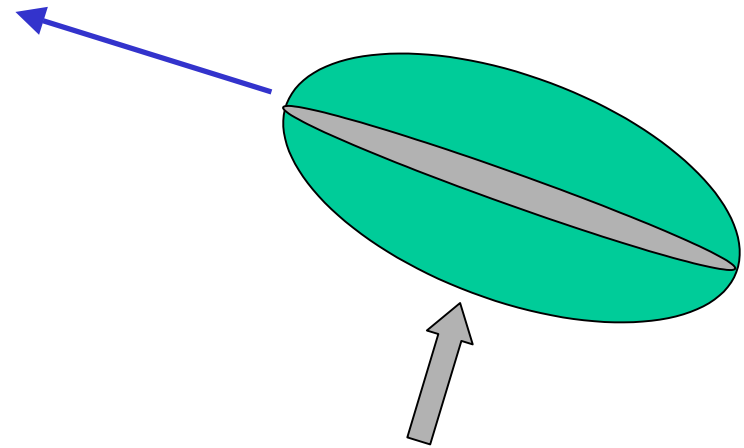
C_L : 揚力係数

ρ : 流体の密度[kg/m^3]

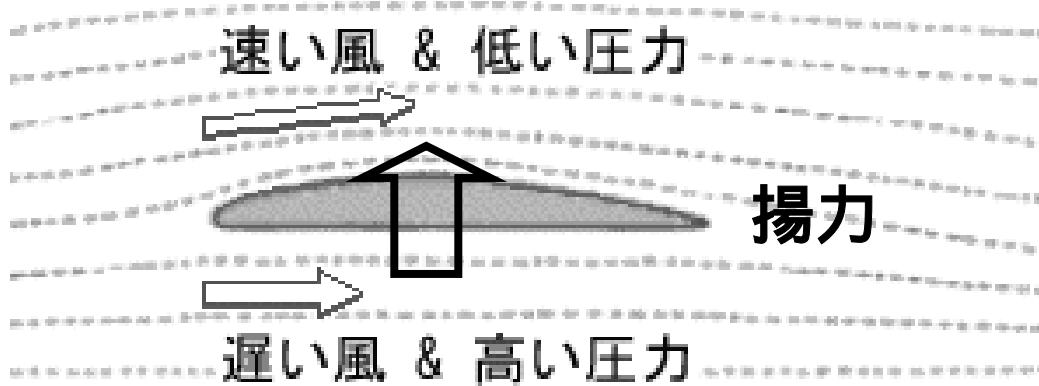
A : 物体の流体の流れに平行な最大投影面積[m^2]

v : 物体の流体の流れに対する相対速度[m/s]

・揚力係数は、物体の形状と迎角に影響される。



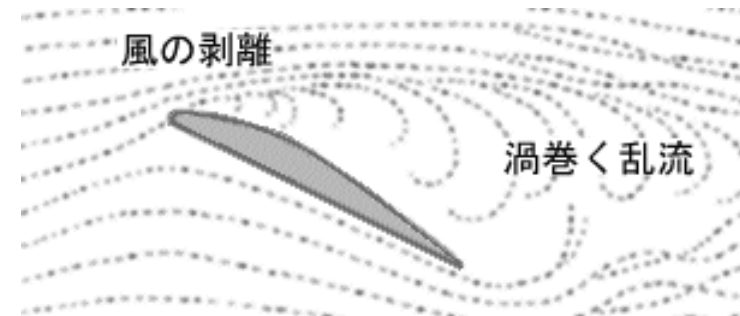
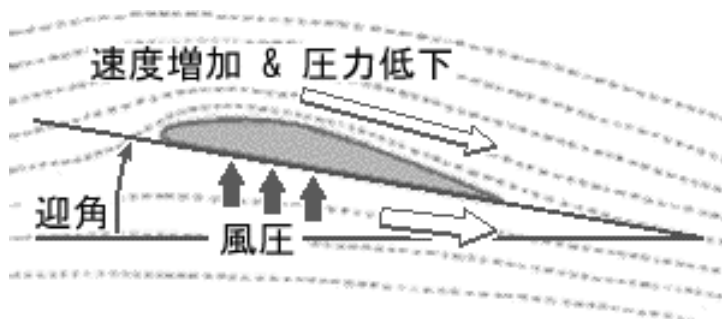
9. 上下非対称物体の揚力



ベルヌーイの定理より一目瞭然！

ベルヌーイ定理

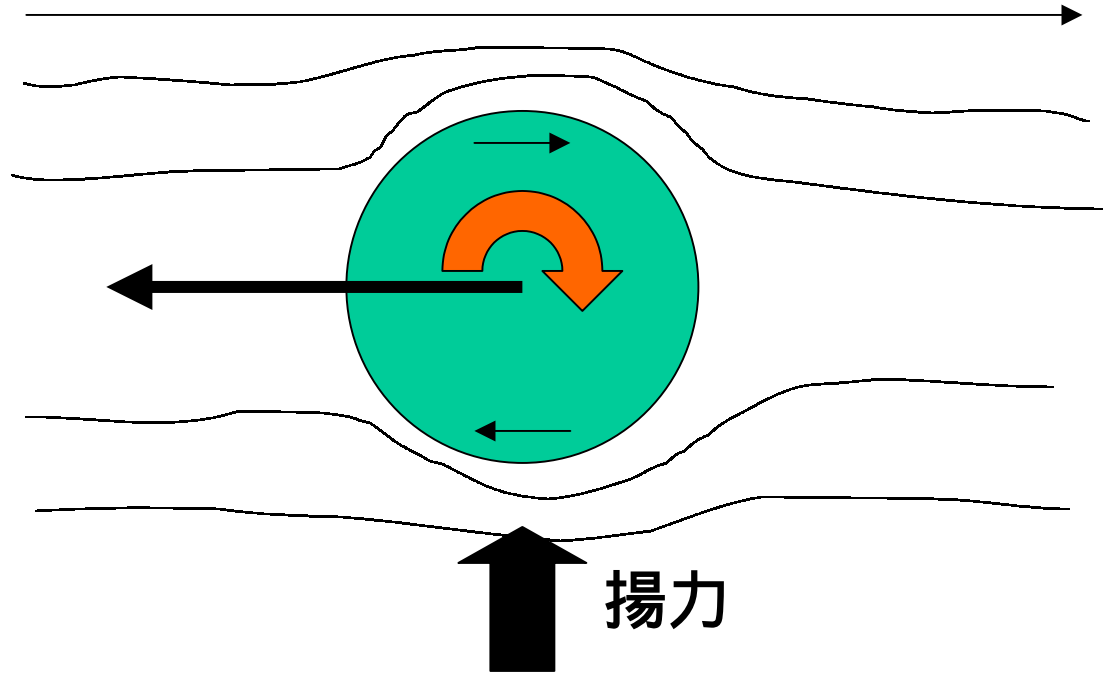
流体に「エネルギー保存法則」を適用した定理



(www.ops.dti.ne.jp)

迎角によって、揚力係数は大きくなるが、ある値以上になると急減する(失速)。

10. 回転体の受ける揚力(マグヌス効果)



球体上方の相対流速 $>$ 球体下方の相対流速

球体上方の圧力 $<$ 球体下方の圧力