

機械の運動と必要な動力

工学部 機械知能工学科

熊谷 正朗

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

東北学院大学工学部
ロボット開発工学研究室



今回の到達目標

○メカトロ計算に必要な動力の計算

◇メカトロの計算における

【動力[W]】の有用性を説明できる。

・メカトロのパワー部分の計算

◇動力の計算方法を説明できる。

・速度 × 力

・エネルギー ÷ 時間

◇動力の計算ができる。

・演習の時間

工学総合演習Ⅱ

○3分野の具体的数値を用いた計算

○材料力学:遠藤先生 ×5回

○機械力学:矢口先生 ×5回

○制御メカトロ:熊谷 ×5回

◇評価方法

・3分野の平均

・熊谷:平常点50点 定期試験50点

平常点: 25点:講義内プチテスト(毎回)

25点:宿題(1-4回;復習+予習)

工学総合演習Ⅱ:制御メカトロニクス

○内容の予定

○動力の計算

○電力の計算

○増幅回路の計算

○動作シーケンス

○ラプラス変換

◇各回

・その日の原理・式など:30分程度

・原理に基づく実際の計算:30分程度

※各自で解いた上で答え合わせ

・プチテスト:30分程度

仕事・仕事率・動力

○物理量としての説明

◇仕事(力学)

・ある力F[N]で x[m]移動するときの仕事

→ $F \times x$ [J] ※[J]=[kg m² s⁻²]

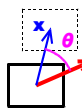
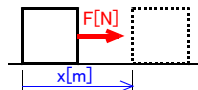
・あるカベクトルFでベクトルx移動

→ $F \cdot x$ [J] (ベクトルの内積)

$|F| |x| \cos \theta$ [J] θ はなす角

※納得いかない例:

20[kg]のものを持って水平に100[m]歩いた→?[J]



仕事・仕事率・動力

○物理量としての説明

◇エネルギー(力学)

・仕事によって変化する

・運動エネルギー

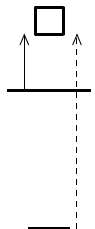
$(1/2)mv^2 \rightarrow (1/2)質量[kg] \cdot 速度^2$

$(1/2)I\omega^2 \rightarrow (1/2)慣性モーメント \cdot 角速度^2$

・位置エネルギー

$mgh \rightarrow 質量 \cdot 重力加速度 \cdot 基準からの高さ$

$(1/2)kx^2 \rightarrow (1/2)ばね定数 \cdot 自然長からの変位^2$



仕事・仕事率・動力

○物理量としての説明

◇仕事率(物理)あるいは動力(機械), power

・単位時間あたりの仕事 $[W]=[J/s]$

・「力 × 速度」でも計算できる

※(力 × 移動距離) ÷ 時間 = 力 × (距離 ÷ 時間)

動力[W] = 力[N] × 速度[m/s]

動力[W] = トルク[Nm] × 角速度[rad/s]

★単位重要★ ※rpm, rps = 回/min, /s

[rpm] → ÷ 60 → [rps] → × 2π → [rad/s]

仕事・仕事率・動力

○動力の使い道

◇メカの概略設計

・メカの効率が100%なら、動力はそのまま伝わる(減速すると力が増える)。

→ 最終的に必要な動作だけで見積可能

・モータの大きさの見積ができる([W]が仕様)

◇電力の検討

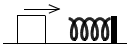
・モータの効率が100%ならば

モータに投入する電力 = 出力される動力

仕事・仕事率・動力

○エネルギーの使い道（今回の話からそれる）

◇途中を除いた、力学的変化の検討
例)



- ・運動してくるものを止めるばね
- ・回生ブレーキしたときに出てくる電気エネルギーの量 (or 熱)
- ・フライホイールに貯められる量
- ・途中の時間変化(加減速など)を解かずに、結果の状態を計算できる。

メカトロにおける設計方針（→4年ロボット開発工学）

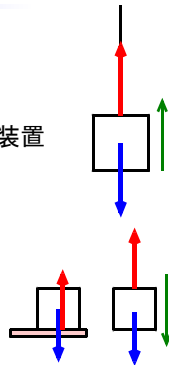
○動力 → モータ・電力

- 1: メカの仕様を明確にする
 - ・動き方 = **速度** が定まる
 - ・かかる**力**を検討→重力、摩擦力、慣性力他
- 2: **動力[W]**を計算する
- 3: **モータの大きさ**を決める
- 4: モータの供給**電圧**、**電流**、**電力**が求まる
 - ・制御装置の規模、電源(電池)の規模
 - ・発熱の大きさ(次回)

動力計算の典型例

○重力に関するもの

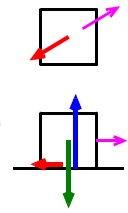
- ◇上下させる装置
 - ・エレベータ、昇降機、搬送装置
- ◇かかる力
 - ・**重力[N]** = 質量[kg] × 重力加速度[9.8m/s²]
 - ・を**支える駆動力**
- ◇**速度**: 別途指定[m/s]



動力計算の典型例

○抵抗に関するもの

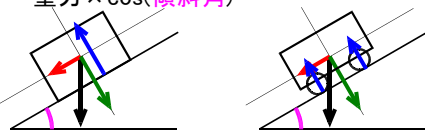
- ◇**摩擦抵抗**: 移動時に滑るもの
 - ・転がり軸受け系のない摺動部
 - ・台形ネジ (VS ボールネジ)
 - ・**垂直抗力** × (静・動)摩擦係数
 - ・動摩擦: 一定の大きさ、**速度**の反対方向
 - ・静摩擦: 最大で上式、**外力**の反対方向
- ◇空気抵抗→流体力学
 - ・速度の2乗、ものによって要考慮



動力計算の典型例

○斜面に関するもの

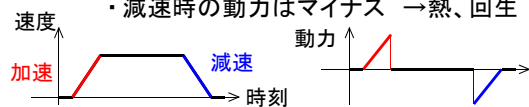
- ◇重力の**斜面方向の成分**
 - ・重力 × sin(**傾斜角**)
 - ・移動車両を考えるとときには影響が大きい
- ◇重力による**垂直抗力** → 摩擦等の計算
 - ・重力 × cos(**傾斜角**)



動力計算の典型例

○慣性力

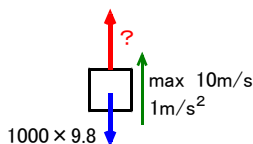
- ◇運動の**加減速に必要な力**
 - ・慣性力[N] = 質量[kg] × **加速度**[m/s²]
 - ・回転: 慣性モーメント × 角加速度
- ◇**動力 = 慣性力 × そのときの移動速度**
 - ・速度があがると必要動力は増える。
 - ・減速時の動力はマイナス → 熱、回生



演習問題（各自ノートに→答え合わせ）

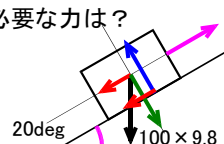
1: エレベータ

- 質量1000kgのかご
- 最高で10m/s
- 加速は1m/s²
- ◇必要な最大の動力は？



2: 斜面移動装置

- 質量100kgのものを
- 傾斜角20度の
- 摩擦係数0.2の
- 斜面で引き上げる
- ◇必要な力はいくつ？



演習問題（プチテスト）

○斜面を走る車両

- ・傾斜10度の坂を走行する車両がある。
- ・車両の**質量は100[kg]**
- ・**ころがり抵抗係数**(車輪ものなどで、摩擦係数にあたる係数)は**0.1**
- ・最高速度 **3[m/s]**
- ・停止→最高速度、→停止の加減速は**2[s]**
- ◇**必要な動力は最大で何[W]か。**
 - ・状況を示す**図**、**途中経過**、および**結果**