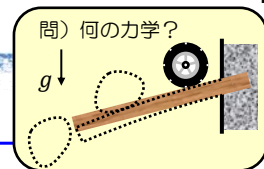


補足：「作って壊す...」を作った背景 ³

- ◆ 初学者が材料力学（+FEM）に慣れ親しむ手助けに...
 - ◆ 学生も若手も 材料力学を十分に使いこなせていない？
 - 公式を知っていることと、それを活用できることは別物
 - 従来の大学教育では活用法を教えてこなかった
 - ◆ 身近な生活・感覚と専門知識・概念を断絶なくつなぎたい
 - 日常の延長としての実体験がなければ何も始まらない
 - * 小さな失敗（試行錯誤）を効率よく積み重ねる
 - 小学校の図画工作から始めれば良いのでは？
 - その後、必要に応じて材料力学の理論を...
- ⇒ 発泡スチロールで力学的構造物を作って壊す

補足：材料力学の位置づけ ⁴



学問としての名称	学習の主な対象者	物体の取り扱い方		コメント
		形状	変形	
質点の力学	高校 (この10年程は剛体の一部を含む)	なし (点, 0-D)	しない	並進運動 力のつり合い 質量 質点の力学に加えて
剛体の力学 (工業力学)	大学 理系教養 機械/建設系 1年	あり (multi-D)	しない	+ 回転運動 “クルツ” + 力のモーメントのつり合い + 慣性モーメント
材料力学 (構造力学)	機械/建設系 2年	線的 (1-D)	する (微小)	実学：構造設計者の心の支え 仮定 + 剛体の力学 + 高校数学
弾性体の力学 (連続体力学)	機械/建設系 修士	あり (Multi-D)	する	CAEの基礎理論（テンソル） 理解略可（現象理解は必須）
有限〇〇法 (各種離散化)		—	—	CAE：微分方程式の近似解法 使い方よりもモデル化が大切

目次

5

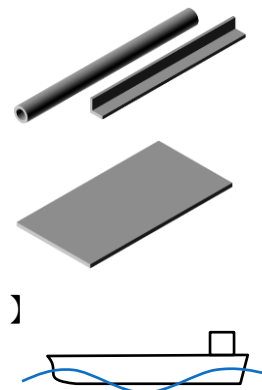
- ◆ はじめに (1.5h)
 - 背景と目的
 - 基本事項 (ひずみ, 応力, 応力-ひずみ関係) の確認
 - 直接引張実験の紹介
- ◆ 実験1 : 単純支持はりの4点曲げ (2.5h)
 - まずは, はりの曲げに関する予習/復習から
- ◆ 実験2 : たわみにくいカタチの設計 (2h)
 - 試作・実験を繰り返すことで設計
 - 事後解析 (材料力学&FEM)
- ◆ おわりに

注意: 先読みすると, ネタバレします…
- ◆ 付録
 - 直接引張実験, FEMの超概略, 脱線ネタ

力/変形による構造形状の呼び分け

6

- ◆ (微視視点?: 体, 塊 (3-D) : 【中実 (ソリッド)】)
- ◆ メソ視点: 構造物の多くは線と面でできている
 - 線材 (1-D) ← 材料力学 (前提: 長細い) の守備範囲
 - * 引張 + 低圧縮: 【棒 (ロッド)】
 - * 曲げ: 【はり (ビーム)】
 - * 曲げ + 高圧縮: 【柱 (カラム)】 ピラー
 - * ねじり: 【軸 (シャフト)】
 - 面材 (2-D) ← 弾性体の力学の一部
 - * 引張: 【膜 (メンブレン)】
 - * 曲げ: 【板 (プレート)】
 - * 引張+圧縮+曲げ+ねじり: 【殻 (シェル)】
- ◆ 巨視視点: 例) 荒波下のタンカー 【はり】



再確認：モノづくりのための材料力学 ²¹

- ◆ 順問題として(Analysis)：大雑把にモノを見極める
 - 手計算でササッとアタリをつける
 - *例) 東京スカイツリーは直径60m鋼管の片持ちはり
 - 詳細なCAE解析の結果に、納得する
 - *例) オープンカーはルーフがないのに重い
- ◆ 逆問題として(Synthesis)：力学的機能を分離・明確化する
 - 明示的に切り離して、モデル化しやすく or 安全に
 - *例) 熱応力を回避，目地切
 - *例) 橋梁やビル間のExpジョイント



まずは【力のモーメント】の内訳から ²²

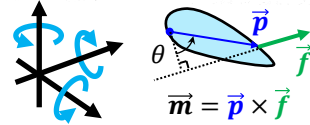
【はり】というモデル化（3-Dの1-D化）に対応して...
問) ある点に、力のみでモーメント M だけを掛ける道具を作ってください



軸線上における点の自由度と境界条件 23

【自由度】

- 3-D空間内：並進3 + 回転3
- 2-D平面内：並進2 + 回転1

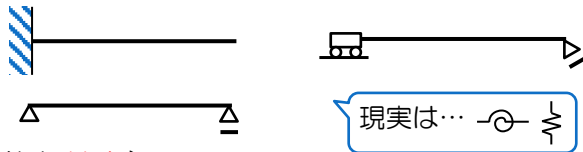


例1) 変位：並進ベクトル，回転ベクトル

例2) 力：力ベクトル，力のモーメントベクトル

1. 変位の与え方 (2-D平面内における 代表的な支持条件)

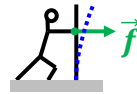
- 固定
- ピン
- ローラ



2. 力の与え方 (代表的な外力)

- はりへの垂直力
- 偶力によるモーメント

注) 同一点で変位と外力は同時に与えられない



自由体と反力 24

- ◆ 【自由体】：注目域を系として仮想的に切り出したもの
- ◆ 【反力】：変位規定時に系の外から内に働く力 (妄想)
 - 符号の定義は座標系に合わせておくと便利
 - 求めるには自由体に関する力のつりあい条件が必要

例) 片持ちはりの反力 3つ を求める

- ◆ 座標系と力の正方向の定義

- x 方向の力のつりあい

$$H_L = 0$$

- y 方向の力のつりあい

$$V_L - P + P = 0 \Rightarrow V_L = 0$$

- z 方向の力のモーメントつりあい

$$M_L - Pa + PL = 0 \Rightarrow M_L = P(L - a)$$

