

巨視的にみた弾性

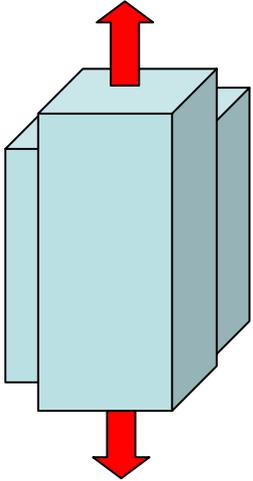
- 引張弾性率, せん断弾性率, 体積弾性率
- ポアソン比

- 弾性ひずみの重畳原理(加算性原理)

- 一般材料力学
(慣性モーメント, 断面2次モーメント)

- ポアソン比が0.5以上の材料(?)
- ポアソン比が負の材料(?)

引張弾性率 (ヤング率)



$$\sigma = E\varepsilon$$

ポアソン比(Poisson's ratio)

$$\nu = -\frac{\varepsilon_y}{\varepsilon_x}$$

体積が一定のとき

$$\nu = 0.5$$

ポアソン比の値

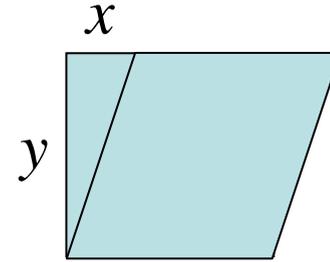
鉄	0.28
アルミニウム	0.34
ガラス	0.25
ポリエチレン	0.4
ポリイソプレン	0.49

弾性率は1種類だけではない

せん断弾性率

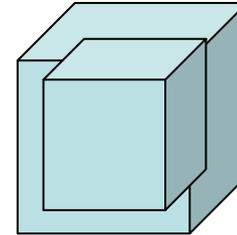
$$\text{ひずみ } \gamma = \tan \alpha = x / y$$

$$\sigma = G\gamma$$



体積弾性率

$$\sigma = K \frac{\Delta V}{V_0}$$



3種類の弾性率とポアソン比の関係

$$\frac{1}{E} = \frac{1}{3G} + \frac{1}{9K}$$

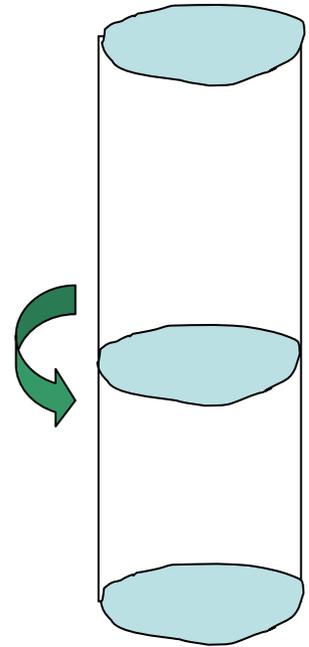
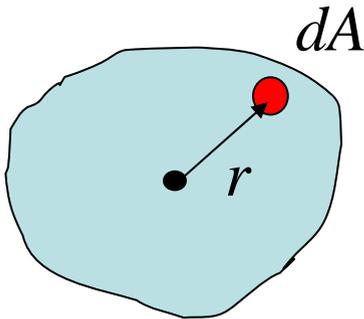
$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

一般材料力学

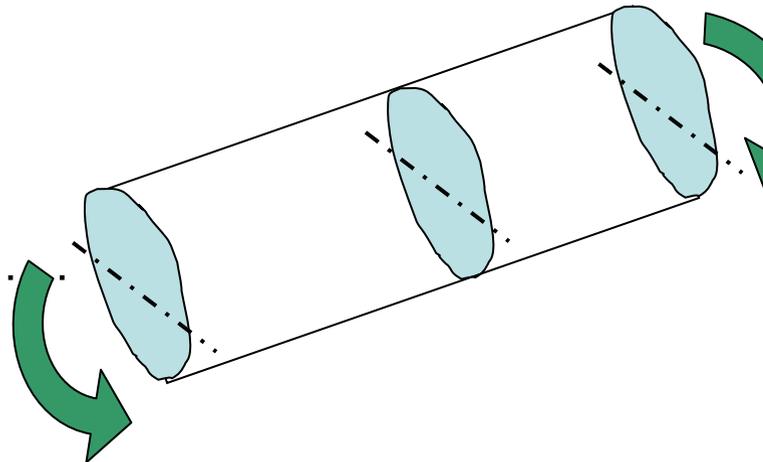
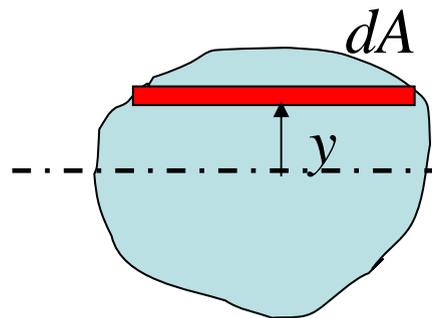
慣性モーメント(ねじりやすさ)

$$\int_A r^2 dA$$



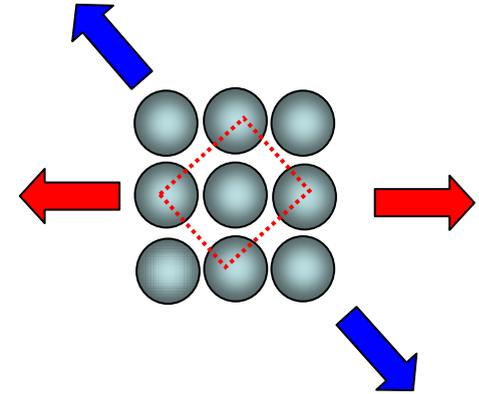
断面2次モーメント(曲げやすさ)

$$\int_A y^2 dA$$



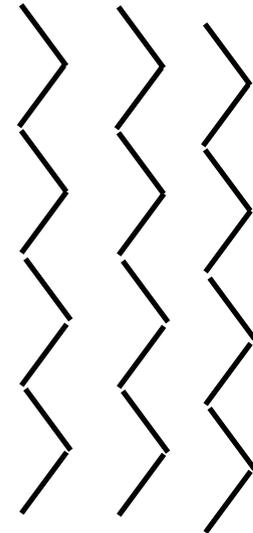
巨視的にみた弾性(2)

- 弾性率の異方性(方向依存性)
金属材料の圧延加工, 冷間加工
結晶の方向が揃う
結晶の弾性率の方向依存性が, 材料の弾性率の異方性に反映される



- 高分子材料
分子鎖方向(強い結合: 共有結合)
分子間(弱い結合: ファンデルワールス力)

ポリエチレンの場合
分子鎖軸方向 235 GPa
分子鎖と垂直方向 約4 GPa

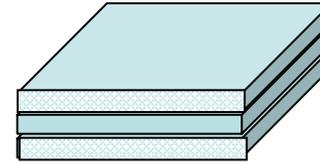


弾性率の異方性

	[111]	[100]	ランダム
鉛	28 GPa	7	14
アルミニウム	76	64	70
金	110	41	82
銅	193	67	107
鋼 (fcc)	278	132	207
タングステン	345	345	345

これから学ぶ弾性論の紹介

- 繊維強化複合材料
積極的に異方性を付与した材料
予測される負荷に応じた設計が可能



- 異方性を有する材料の弾性論
テンソル解析(座標変換マトリックス)

	次数	要素の数
スカラー	0	1
ベクトル	1	3
2階のテンソル	2	9
3階のテンソル	3	27
4階のテンソル	4	81
⋮	⋮	⋮