

材料評価学 第1回

- 今回：
- ・ 授業ガイダンス
 - ・ 応力とひずみに関する復習

1. 授業ガイダンス

1.1 本講義に関する注意点

●特定の教科書は使用しない（図表入り配布プリント＋スクリーンを用いた説明）

- ・スクリーン上の記述および説明に集中し、漏らさず配布プリントの空白欄に書き写すこと。
- ・間に合わなかった場合：講義後、web でアップロードされる「講義ファイル」より補完しておく。

→ 大木研究室 HP (<http://mohki.eng.niigata-u.ac.jp/>) の“授業関連”のページ

→ web ファイル(pdf 形式)は「印刷不可」の設定になっているので注意.

- ・定期試験時、「自分で記入済みの配布プリント＋自分で調べた資料」は持込可。

→ 「他者のプリントのコピー」は不許可！

- ・他者に迷惑をかけない程度の飲食(ガム等)は構わない(他講義では通常禁止)。

●授業進行

0-10min: 小テスト(前回分内容の復習, ノート持込不可)

10-85min: 講義(例題 2 問程度)

85-90min: ミニツツペーパー(その回の講義内容に関する意見・感想・質問の記入)

→ 毎回必ず関数電卓を持参すること(スマホの電卓アプリは不可).

- ・講義後: 復習・予習(みんなの意見・感想, 小テスト解答を web で公開,)。

→ 本講義は 3 年次向け専門科目なので, 参考問題は付さない(自主学習推奨).

●成績評価について

- ・小テスト 4 割, レポート 1 割, 定期試験 5 割 ⇔ 小テストの比重が高い

●座席について

- ・長机の両端のみに着席(間を空ける)

- ・列の最後尾: 小テストの回収を行う ← 不正行為対策(解答のみ前にまわしても受理しない)

●出席について

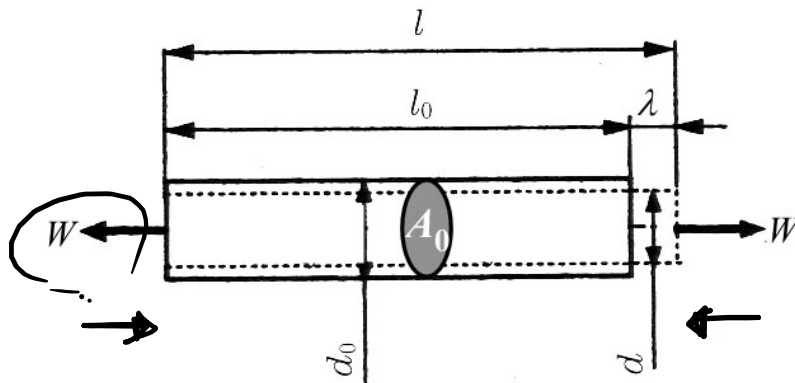
- ・小テスト+ミニツツペーパーの両方が揃っている者をその回の出席者とする。
- ・「原則として2/3以上の出席がないと定期試験の受験を許可しない」⇔6回欠席でアウト!

1.2 授業予定

- 4/9, 第一回: 授業ガイダンス, 応力とひずみに関する復習
- 4/12, 第二回: 引張試験 1 (応力—ひずみ線図, 公称応力と真応力, 公称ひずみと真ひずみ)
- 4/16, 第三回: 引張試験 2 (真ひずみの意義, 降伏現象, 耐力, 材料の変形挙動)
- 4/19, 第四回: 引張試験 3 (加工硬化指数, くびれ発生時の応力とひずみ, 材料の破壊)
- 4/23, 第五回: 引張試験 4 (理想破壊強度, 破壊強度と表面エネルギー, 強度低下因子)
- 4/26, 第六回: 引張試験 5 (応力集中, 破壊モデル, 弾性ひずみエネルギー)
- 5/1 (水) [金曜授業], 第七回: 硬さ試験 1 (硬さ試験とは, ブリネル硬さ, ビッカース硬さ)
- 5/7, 第八回: 硬さ試験 2 (ロックウェル硬さ, 硬さ換算表, 硬さと機械的特性の関係)
- 5/10, 第九回: 硬さ試験 3 (計装化押し込み試験)
- 5/14, 第十回: 衝撃試験 (衝撃吸収エネルギーと破壊形態, 延性—ぜい性遷移温度)
- 5/17, 第十一回: はりの曲げ 1 (材料力学とは, せん断力・曲げモーメントとは, はりの曲げ解法)
- 5/21, 第十二回: はりの曲げ 2 (はりの形式, せん断力分布式, 曲げモーメント分布式)
- 5/23, 第十三回: はりの曲げ 3 (SFD・BMD, 異なる形式のはり, 等)
- 5/24, 第十四回: はりの曲げ 4 (はりの曲げ応力(続き), 断面二次モーメントと断面係数)
- レポート課題提示(期末試験終了時に提出)
- 5/28 (定期試験期間), 第十五回: はりの曲げ 5 (有限要素法(FEM)によるはりの曲げ解析)
- (5/31: 定期試験)

1.3 垂直応力とひずみ

●応力とは：外力の作用により材料内部に生じる内力を、単位面積あたりの量として表したものを、



・垂直応力: $\sigma = \frac{\text{垂直荷重 } W}{\text{元の断面積 } A_0}$

垂直応力の場合、変形に伴い断面積が変化するため。

図 1.1 垂直応力およびひずみ

〔 正の垂直応力：引張応力
負の : 圧縮 .. 〕

●垂直応力により生じるひずみ → 単位長さあたりの変形量

・長さ方向のひずみ → 縦ひずみ: $\epsilon = \frac{\text{変形後の長さ } l - l_0}{\text{元の長さ } l_0} = \frac{\lambda}{l_0}$

引張: $\epsilon > 0$

圧縮: $\epsilon < 0$

・半径方向のひずみ → 横ひずみ: $\epsilon' = \frac{\text{変形後の直径 } d - d_0}{\text{元の直径 } d_0}$

引張: $\epsilon' < 0$

圧縮: $\epsilon' > 0$

●ポアソン比: 縦ひずみと横ひずみの比, $\nu = \left| \frac{\epsilon'}{\epsilon} \right|$

↑
εとε'の符号が常に負になるため。

・ 問い: ポアソン比 ν は金属で通常 0.3 程度, では $\nu = 0.5$ となる物質とは?

弾性変形: 体積変化なし

弾性変形にもかかわらず体積変化しないとする

$$l_0 A_0 = l A_x$$

$$\frac{\epsilon'}{\epsilon} = \frac{1}{2} = 0.5$$

1.4 せん断応力とひずみ

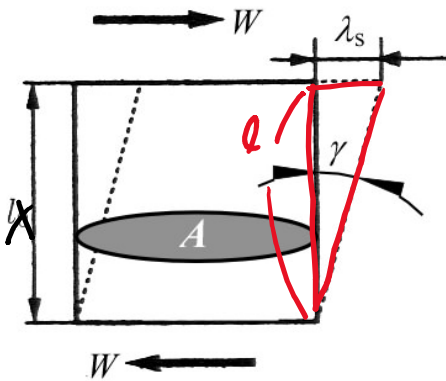


図 1.2 せん断応力およびひずみ

●せん断応力: $\tau = \frac{\text{せん断荷重 } W}{\text{断面積 } A}$

せん断応力の場合, 断面積は変化しない.

●せん断応力によって生じるひずみ:

$$\eta = \frac{\text{せん断変形量 } \lambda_s}{\text{長さ } l} \quad \leftarrow \tan \eta = \frac{\lambda_s}{l}$$

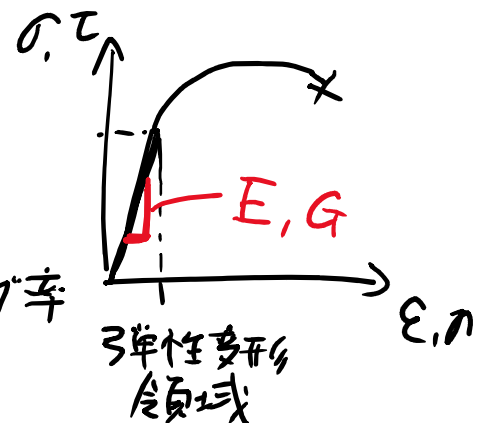
工学的近似として
 小変位の場合は $\tan \eta \approx \eta$ (ラジアン)

1.5 フックの法則:

●垂直応力について: 弾性変形領域における
 応力とひずみの関係は線形である.

$$\sigma = E \epsilon$$

↳ 縦弾性係数, ヤング率

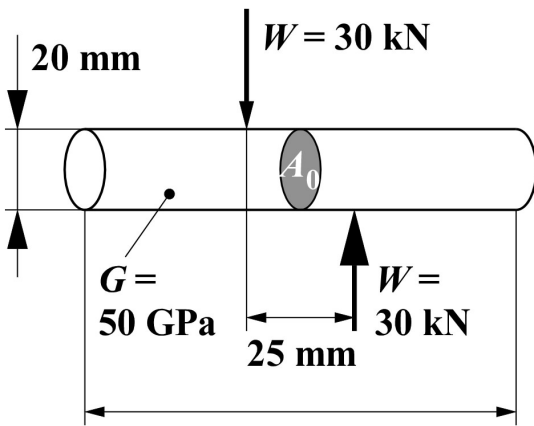


●せん断応力について：

$$\tau = G \gamma$$

せん断弾性係数

・例題：下図において、せん断応力 τ 、せん断ひずみ γ 、せん断変形量 λ_s を求めよ。



(有効桁数:2桁と見なす)

$$W = 30 \text{ kN} = 30 \times 10^3 \text{ N}$$

$$G = 50 \text{ GPa} = 50 \times 10^3 \text{ MPa} = 50 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$d_0 = 20 \text{ mm}, \quad l = 25 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\tau = \frac{W}{A} = \frac{30 \times 10^3}{\pi \cdot 20^2 / 4}$$

$$= 95 \text{ MPa}$$

$$\tau = G \gamma \rightarrow \gamma = \frac{\tau}{G} = \frac{W}{A G} = \frac{30 \times 10^3}{\pi \cdot 20^2 / 4 \times 50 \times 10^3}$$

$$= 1.9 \times 10^{-3}$$

$$\gamma = \frac{\lambda_s}{l} \rightarrow \lambda_s = \gamma \cdot l = \frac{W l}{A G} = \frac{30 \times 10^3 \times 25}{\pi \cdot 20^2 / 4 \times 50 \times 10^3} = 0.048 \text{ mm} = 48 \mu\text{m}$$

$12/2$
 N/mm^2
 MPa
 N/m^2
 Pa
 MPa

学籍番号： _____ 氏名： _____ 提出日： _____

第1回講義に関する意見・感想・質問

・理解が困難だった箇所に関して ・その他、授業全般に関して

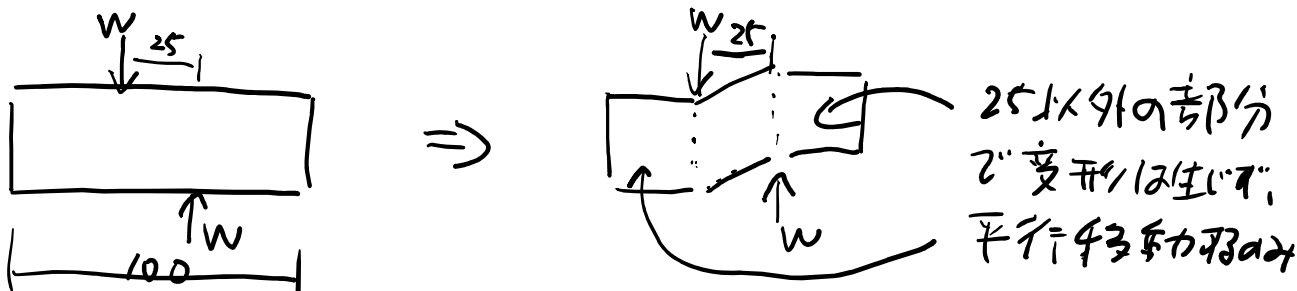
1.6 第1回講義に関する意見・感想・質問のまとめ

●意見・感想

- ・ポアソン比など忘れていた箇所が多かったが授業を通して思い出せた, 忘れていた部分が多くて少し手間どった, 講義のはじめはあまり覚えていなかったがある程度思い出せた, 半分以上忘れていた, ほとんど覚えていなかった, 応力やひずみなどの言葉は覚えていたが内容は忘れていた:36
- ・記憶があいまいな部分が多くなっていたので復習する, 計算で単位のミスがあったので復習する, 小テストに向けて勉強する, もう一度学習して次の授業に臨みたい, 家でしっかり復習する, 復習をしっかり行い小テストや定期テストに備えたい:29
- ・組織学の内容を復習できてよかった, 応力やひずみについて良く復習できた, 丁寧な復習だった, せん断応力の理解を深められた, 復習から入ることでこの授業に対する不安感を払うことができた, 振り返りから始まったので助かった, 応力やひずみは力学分野の別の授業で取り組んでいたため良い復習になった:15←(上記3項目をまとめて)例年このような感想が大半を占めますので, こちらとしても1回目は復習が必須だなと感じています.
- ・単位や桁数などのミスをしてしまったのでそこを考えて計算する癖をつける, 例題において単位の変換が難しくうまく計算できなかった, 単位系の理解が困難だった, 誤差を小さくできる計算ができていなかった, 単位の換算や無次元量などは間違いやすいので注意したい:8←計算に関しても慣れが大事ですので, この授業を通して上達していってもらえればと思います.
- ・以下一人ずつ:
この講義は図やイラストが多いのでイメージがしやすい←それは良かったです.
力が加えられている範囲内でひずみが起こっているということ意識して計算することが大事と分かった←そうですね, 力がかかっている範囲外は材料の変形は生じず, ただ平行移動しているだけですから.
フックの法則のグラフ中の曲線部の意味について忘れてしまっているので去年のプリントを見直す←曲線部分は塑性変形部分です. 去年も少しは言及したと思いますが, この授業で今後詳しく取り上げますので大丈夫です.

●質問

- ・ポアソン比が1となる物質はどのようなものか?←ポアソン比が0.5以上となる物質は存在しません(体積不変の関係を仮定した結果得られる0.5が上限です).
- ・せん断応力のひずみの導出について十分に確認する, 例題で長さ部材全体だと勘違いしていた, 例題の1の決め方を教えてほしい←上の感想へのアンサーでも書きましたが, 以下のように模式図を描くとなぜそこが長さとして取るべきかが分かるかと思えます.



- ・計算がよく分からなかった(どの単位に直せばいいのか?)←今回の問題は解答の単位の指定はなかったので, 応力であればMPaで出そうがkgf/mm²で出そうが換算が正しければ正解になります. ただ一般的にはSI単位系を使うのが普通で, かつ応力であればMPa単位での解答が普通ではありますので, そこをゴールとしてそこに到達するのに手間がかからない単位を選ぶ方が良いでしょう.