

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

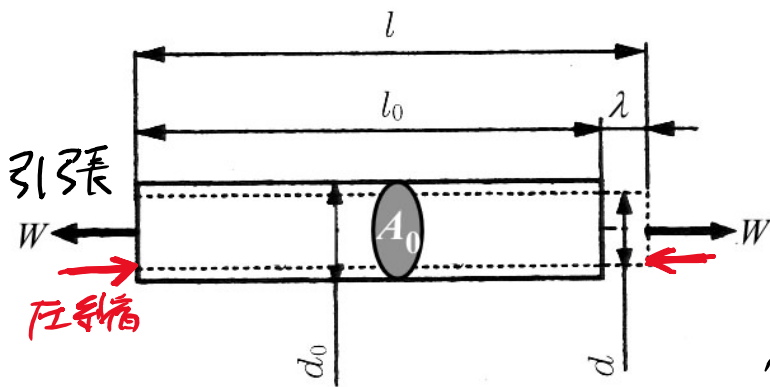
- ・小テスト+ミニツツペーパーの両方が揃っている者をその回の出席者とする。
- ・「原則として2/3以上の出席がないと定期試験の受験を許可しない」⇔6回欠席でアウト！

1.2 授業予定(休講:4/24(金), 5/26(火)→補講:5/13(水), 20(水))

- 4/10, 第一回:授業ガイダンス, 応力とひずみに関する復習
- 4/14, 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)
- 4/17, 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)
- 4/21, 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)
- 4/28, 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)
- 5/1, 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)
- 5/8, 第七回:硬さ試験1(硬さ試験とは, ブリネル・ビッカース硬さ)
- 5/12 第八回:硬さ試験2(ロックウェル硬さ, 硬さ換算表, 機械的特性の関係)
- 5/13(水)[補講・4限・107講], 第九回:硬さ試験3(計装化押込み試験)
- 5/15, 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)
- 5/19, 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)
- 5/20(水)[補講・4限・107講], 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)
- 5/22, 第十三回:はりの曲げ3(SFD・BMD, 異なる形式のはり, 等)
- 5/29, 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(定期試験終了時に提出)
- 6/2(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)
- (6/5:定期試験)

1.3 垂直応力とひずみ

●応力とは：外力の作用によって材料内部に発生する反力（内力）を、単位面積あたりの量として表わしたものを



●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

単位長さあたりの変形量

●垂直応力により生じるひずみ

・長手方向のひずみ → 縦ひずみ $\epsilon = \frac{(\text{変形後の長さ } l) - l_0}{\text{元の長さ } l_0}$
 $= \frac{l}{l_0} - 1 = \frac{\text{変形量入}}{l_0}$

引張: $\epsilon > 0$
 圧縮: $\epsilon < 0$

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

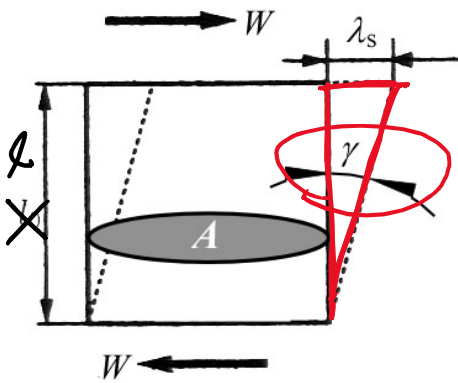
引張: $\epsilon' < 0$
 圧縮: $\epsilon' > 0$

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

ϵ と ϵ' のいづれかが必ず負になるため。

- ・ 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?
 - 金属等の弾性変形: 体積変化する $\rightarrow \nu$ は 0.5
 - 天然ゴムはほぼ体積変化しない $\rightarrow \nu \approx 0.5$ より小さい。
 - \rightarrow 金属でも、塑性変形では体積変化しない

1.4 せん断応力とひずみ



●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:

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

図 1.2 せん断応力およびひずみ

$\tan \eta = \frac{\lambda_s}{l}$... ラジアン, かつ η が小さいときは $\tan \eta \approx \eta$

1.5 フックの法則:

弾性変形領域において, 応力とひずみは線形関係を示す。

●垂直応力について:

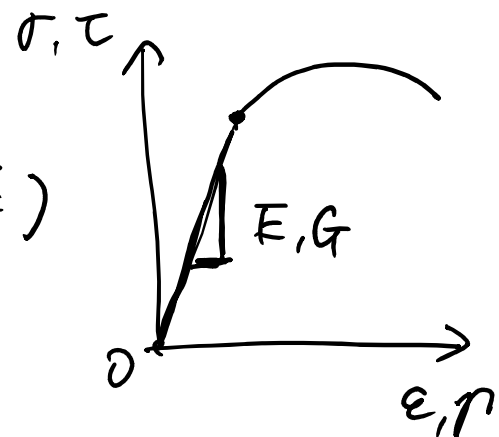
$\sigma = E \epsilon$

\rightarrow 縦弾性係数 (ヤング率)

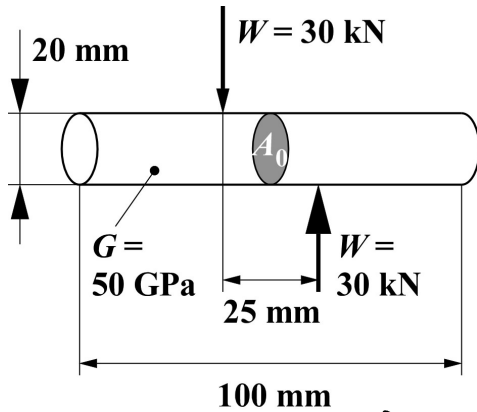
●せん断応力について:

$\tau = G \eta$

\rightarrow 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)

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

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

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

$$A = \frac{\pi (20)^2}{4}$$

$$\tau = \frac{W}{A} = \frac{30 \times 10^3}{\pi \cdot (20)^2 / 4} = 95.49 \dots = \underline{95 \text{ MPa}}$$

$$\tau = G \gamma \rightarrow \gamma = \frac{\tau}{G} = \frac{W}{A \cdot G} = \frac{30 \times 10^3}{\pi \cdot (20)^2 / 4 \times 50 \times 10^3} = 1.908 \dots \times 10^{-3}$$

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

1.6 引張試験(次回予告)

●引張試験とは?

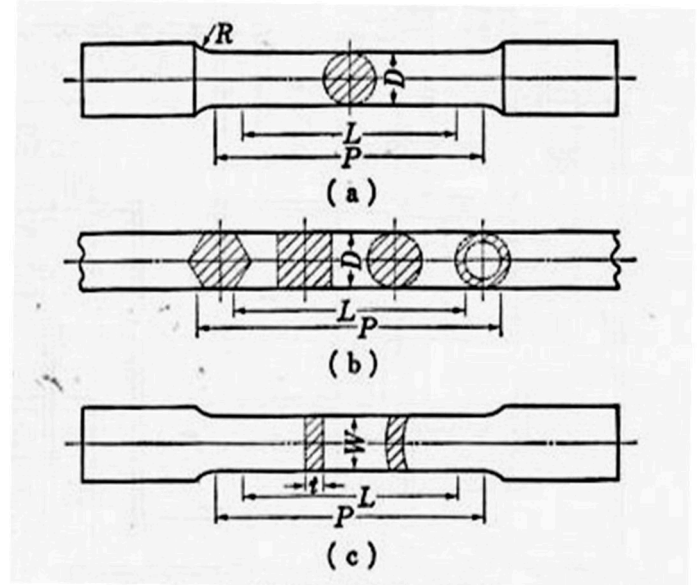


図 1.3 引張試験片の形状例

●引張試験の動画映写

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

1.7 第1回講義に関する意見・感想・質問のまとめ

●意見・感想

- ・単位の変換をするときミスが劣りがちなので気をつける, mm を m に直すことにより再度換算し直すことになったのが悔しかった, MPa に慣れていなかったのも今のうちに慣れる, 単位などスムーズに計算できなかった, 単位を合わせたりする基本を忘れていた, 単位に注意して計算して解答があったので良かった, 去年よりも単位に注目して計算できるようになった, 久しぶりの計算が難しかった, 接頭語を活かして計算できた, 無理に Pa や m にしていたが MPa や mm のまま解くやり方に慣れる:24 ←計算については多くの人が書いていたように, 慣れれば容易にできるようになります.
- ・応力が今ひとつ覚えてなかったので復習する, ひずみや応力の求め方を忘れていた, 基礎材料組織学の復習もしつつ自習で身につける, 参考問題もないので小テストの準備をしっかりとしたい, 有効数字の扱い方も復習する, 2 年の復習と今回の復習を並行して行う, 応力とひずみはほぼ忘れてしまっていた, 縦ひずみと横ひずみがややこしいのでしっかり復習する:24 ←何でも, 繰り返しやることで身に付きますので.
- ・結構思い出してきた, 復習からだったのだからわかりやすかった, 応力やひずみの関係性や意味などを復習できた, 大まかなことを覚えていた, せん断応力について少し思い出すことができた, τ や γ や λ_s について計算を通して確認できた, 復習として授業を受けられて良かった, 有効数字に関してはこの1年で慣れることができた実感した:12
- ・去年も履修したので不明な点はなかった, 再履修することに対して申し訳ない気分になるが単位を取らないほうが恥ずかしいと開き直って頑張る, 再履修なので小テストを解けるように努力する:3 ←再履修の皆さんも一緒に頑張りましょう!
- ・よろしくをお願いします:2 ←こちらこそ!
- ・ $l=100\text{mm}$ と取ってしまったのでどこが変形部分なのか考えられるようにしたい:2
- ・引張試験が興味深かった, どこで切れるか分からないものだなと思った:2
- ・以下一人ずつ:春休み明けて間もないし一限だが眠気に負けないように集中する, 例題を実際に解いて解説を聞いたことで知識の使い方を実感した, 金属の変形について弾性変形と塑性変形が根本的に異なることが実感できた,
- ・コンクリートは引張に弱く圧縮に強いことを思い出した ←その通りですね, だから引張に強い鉄筋と組み合わせた「鉄筋コンクリート」が建材として使われています.
- ・垂直応力はそのままだがせん断応力は全て伝わらなそうだった ←どうしてでしょう?
- ・元の断面積を用いるのは変化量が無視できるからだと思っていた(積分して変化する断面積を計算できるのでは) ←今後授業で説明していきますが, 確かに弾性変形領域においては断面積変化量が微小なので差は無視できます.

●質問

- ・横弾性係数はないのか? ←今ネットで調べたら, 「横弾性係数」という呼び方も使われているようです(個人的には一般的ではない気がしていましたが).
- ・ゴムの弾性係数が体積不変が成り立つのは原子ではなく分子だからか? ←ご想像の通り, 高分子鎖の立体構造のためです.
- ・ポアソン比 0.5 の物質は存在するのか? ←厳密に 0.5 の物質はないんじゃないかと思います(授業でも話した天然ゴムが 0.5 に近い).
- ・なぜ l を 25mm で取るのか? ←せん断変形が生じる領域が荷重負荷領域のみだからです.
- ・テストで丸め誤差が重なって値がずれたら減点か? ←厳密に値が一致しなければ×, とはしませんが, 逆にあまりに丸め誤差が大き過ぎればやはり減点します.

- ・次元を考えるといいことはあるか？ ← 定義式を確認するのに有効です.
- ・1限の授業が多いが1限授業が好きなのか？ ← 好きというわけではありませんが、1限であれば授業終わってから東京方面の午後の出張に行くことも可能なので、出来るだけ1限にしています.