

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:5/2(金)→補講:4/30(水))

- 4/8, 第一回:授業ガイダンス, 応力とひずみに関する復習
- 4/11, 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)
- 4/15, 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)
- 4/18, 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)
- 4/22, 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)
- 4/25, 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)
- 4/30(水)[補講・4 限・202 講], 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)
- 5/7(水)[火曜授業]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)
- 5/9, 第九回:硬さ試験 3(計装化押込み試験)
- 5/13, 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)
- 5/16, 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, 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)
- 5/27, 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)
- 5/30(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)
- (6/3: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生じる反力(内力)を、単位面積あたりの量として表わしたもの。

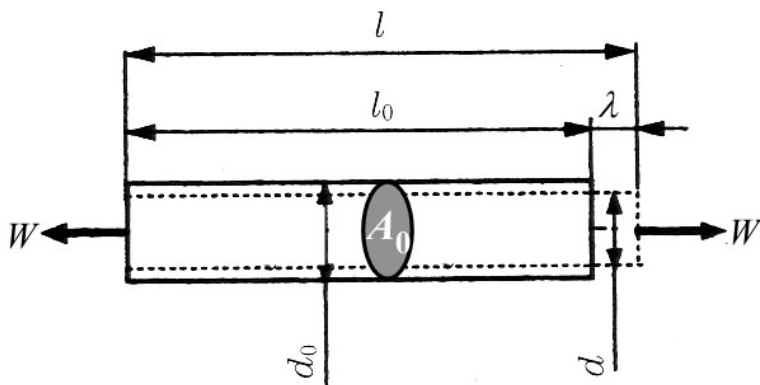


図 1.1 垂直応力およびひずみ

・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

[正の垂直応力: 引張応力]
[負の垂直応力: 圧縮応力]

●垂直応力により生じるひずみ：単位長さあたりの変形量

・長手方向のひずみ → 縦ひずみ, $\varepsilon = \frac{\text{変形後の長さ } l - l_0}{\text{元の長さ } l_0} = \frac{\lambda}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1$

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

・半径方向のひずみ → 横ひずみ, $\varepsilon' = \frac{\text{変形後の直径 } d - d_0}{\text{元の直径 } d_0} = \frac{d}{d_0} - 1$

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

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

引張・圧縮で必ずいふれかが負になるため..

- ・ 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?

1.4 せん断応力とひずみ

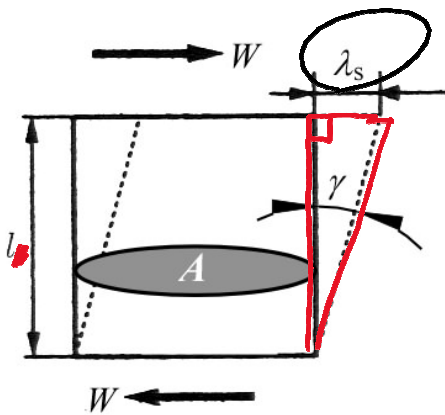


図 1.2 せん断応力およびひずみ

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

↓
断面面積の変化なし

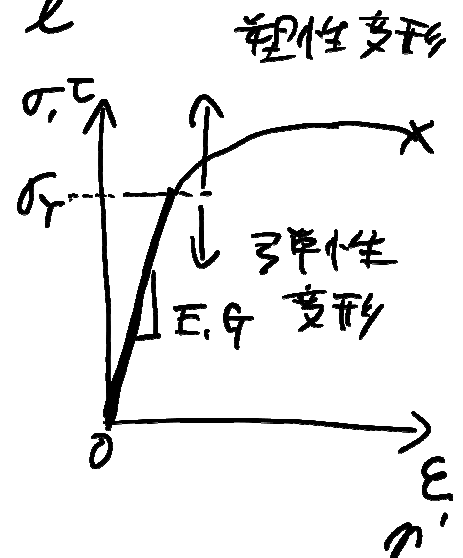
- せん断応力によって生じるひずみ:

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

$$\tan \gamma = \frac{\lambda_s}{l}$$

1.5 フックの法則:

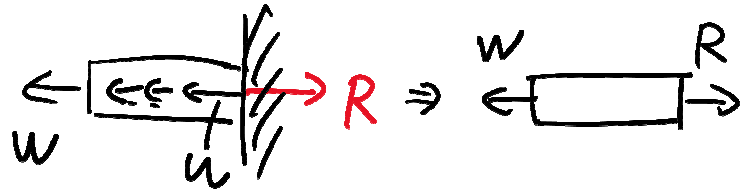
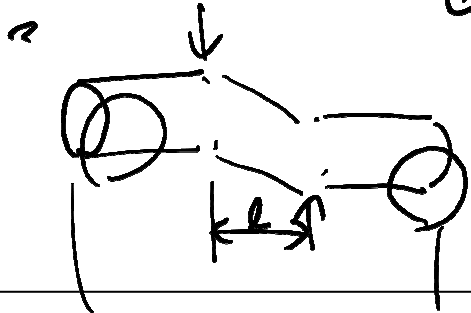
- 垂直応力について: $\sigma = E \varepsilon$
- E : 縦弾性係数, ヤング率



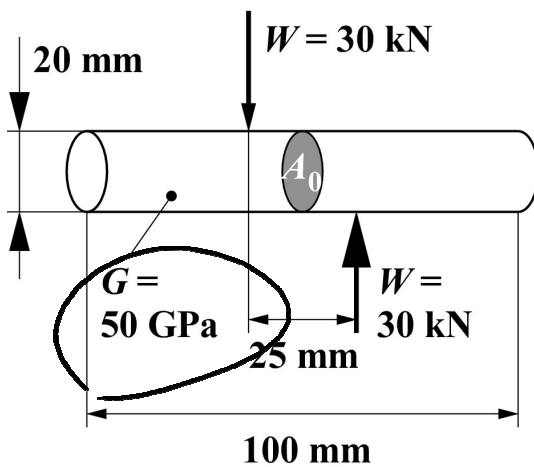
●せん断応力について：

$$\tau = G \gamma$$

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)

$$L = 25 \text{ mm}$$

$$W = 30 \text{ kN}$$

$$A = \pi r^2 = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\tau = \frac{W}{A} = \frac{4W}{\pi d^2} = 95 \text{ MPa}$$

$$\gamma = \frac{\tau}{G} = 1.9 \times 10^{-3} [-]$$

$$G = 50 \times 10^3 \text{ MPa}$$

$$\lambda_s = \gamma \cdot L = 0.048 \text{ mm} = 48 \mu\text{m}$$

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

- ・復習をしっかりする:、復讐と予習を頑張る、今後発展的な内容についていけるようにしたい・、有効数字の計算も復習したい、webを活用して復習予習に取り組む:19
- ・2年生の内容を忘れている部分が多かった、全体的に忘れていた、いろいろ忘れていることが多い、歪みや応力の重要な部分を忘れていた、組織学の内容を全く覚えていなかった、 λ_s がどこの長さを指すのか覚えていなかった、忘れていることが多く少し反省した:18←まあ半年以上この分野の勉強がなかったら忘れますよね、例年そうなのであまり気にせずやりながら思い出していきましょう。
- ・計算でGとMを勘違いしてしまった、計算でlを100mmだと捉えてしまっていた、計算問題で時間がかかってしまった、例題でミスが多かった、単位変換等の計算ミスを減らす:15←計算も慣れですので、数をこなしながら慣れていきましょう。
- ・去年習った垂直応力とせん断応力について思い出して計算問題もしっかり解けた、応力とひずみを思い出せた、単位の本質を理解することが大切だったのだと思い出せた、良い復習になった、一度学んだことのある内容だったので理解しやすかった:14
- ・弾性率の単位がPaではなくMPaであることをしっかり覚えておきたい、単位の変換が去年よりスムーズに行えるようになった:2←弾性率の単位は普通「GPa」ですけどね・・・あと換算がスムーズにできたのは良かったですね。
- ・2年の時だいぶ苦勞してあまり得意ではない教科なのでしっかり取り組む、編入生なので授業についていけるように頑張る:2←頑張ってください！
- ・去年はレジュメをしっかり書いていなかったことで単位を落としてしまったので今年は完璧に書く←定期試験前に慌ててwebから写さなくていいよう、今回は頑張ってください。
- ・垂直応力は2つのWが一直線上だがせん断は一直線上にないと自分の中でまとめた←これはまさしくその通りで、せん断では2つの力の作用線が一致していないことで偶力が発生しますので、部材には力の作用に加えてモーメントの作用も働きます。
- ・計算式を暗記するのではなく物体の形の変化をイメージすれば簡単に式を立てられる←イメージできると覚えるのも思い出すのも簡単になりますね。
- ・フックの法則における比例関係が重要←大事ですね。
- ・図や公式で長さや力を表すとき単位を明記してほしい←考え方や概念の説明(抽象的な話)の際は単位はつけず、計算や値の比較(具体的な話)の際は単位を示しています。前者でも単位を示すことは適切ではありません。

●質問

- ・横ひずみにおける変形量を表す記号はないのか？←他の教科書や参考書を全て網羅したわけではありませんが、あまり見たことがないです(丸棒の場合、図中に記号として入れにくいとか？)。
- ・ γ について、 $\tan \gamma = \lambda_s / l$ とあったがこの記載通り γ は角度として捉えていいのか？ $\gamma = \tan \gamma$ が成り立つのがどういう時なのか思い出せなかったので去年の授業資料を見返す、 $\gamma = \tan \gamma$ となる理由がわからなかった、無次元量となる式とradの単位の式が用いられており難しかった、 $\lambda_s / l \ll 1$ のとき $\gamma = \tan \gamma$ という考え方であっているか？←去年も説明していますが一応補足すると、 γ [rad 単位]が十分小さい場合、 $\tan \gamma$ と γ の値の差が微小となるため工学的近似として $\tan \gamma \doteq \gamma$ として取り扱う、ということです。試したければ、自身でexcel等を用いて γ を小さくしていった場合の両者の値を比較してみてください。
- ・フックの法則の話の内容をもう一度聞きたい←これも去年説明していますので復習しておいてください。
- ・ポアソン比が一番大きい物質は何なのか？←実際に取りうる最大値が0.5ですので、ゴムがほぼ一番と

言っていいでしょう。

- ・垂直荷重が $W \rightarrow W'$ に変化したとき元の断面積は荷重変更時の垂直荷重か荷重前の垂直荷重か？ ←これは一見ややこしい話ですが実際問題そういうことが起きます（引張試験中は荷重を連続的に上げていきますので）。その場合どうするかは次回の授業で説明します。
- ・例題で有効数字 2 桁ということで $\pi \doteq 3.1$ としたら $\tau = 96\text{MPa}$, 3.1415 だと 95MPa になったがどちらが正しいか？ ←私でしたら、こういう本来の有効数字の考え方に基づかない計算（要するに概算）であればそこまで厳密に考えません。 π とかは電卓のボタンを使えばいいし有効数字を揃えることもしないでいいし、最終的な答えの段階で指定された桁数に揃えるだけでいいでしょう。
- ・垂直応力を考える時円柱が前提なのはなぜか？（他の形でもいいのでは？） ←もちろんいいと思いますが、強いて言えば金属材料の場合実際に引張試験を行う試験片の形状が丸棒形状なので、それをイメージしているのかな、ってところです。
- ・応力の向きがわかりにくかった ←引張応力 = 丸棒の軸方向に沿って引っ張る, 圧縮応力 = その逆, です。その方向を示すために符号 (+/-) を使う, って話です。