

基礎材料組織学 第 1 回

- 今回：
- ・ 授業ガイダンス
 - ・ 単位・単位系について

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, 参考問題も web で公開)。

→ 本講義で web を有効活用しない受講者は例年, ほぼ単位を取れない。

→ 第 1 回～第 7 回は web 上に「参考問題」を掲載。

●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」[シラバス参照]

⇔6 回欠席するとアウト

1.2 授業予定(休講:6/17(火)・7/4(金)→補講:7/9(水), 16(水))

6/10, 第一回:授業ガイダンス, 単位・単位系について

6/13, 第二回:有効数字の原則と計算, 応力の定義

6/20, 第三回:ひずみの定義, 弾性変形と塑性変形, 変形のメカニズムと理想変形強度

6/24, 第四回:金属の結晶構造, 格子欠陥, 転位とは

6/27, 第五回:転位の運動と特徴, パイエルス応力

7/1, 第六回:金属材料の強化機構, 加工硬化とベイリー・ハーシュの関係, すべり系

7/8, 第七回:ミラー指数, ミラー指数の一括表示, 分解せん断応力

7/9(水)[補講・4限・103講], 第八回:結晶粒微細化, ホール・ペッチの関係, 純金属の凝固

7/11, 第九回:平衡状態図の概要, 1成分系と相律, 2成分系

7/15, 第十回:固溶体の概要, 全率固溶型平衡状態図

冒頭にレポート課題提示(期末試験終了時に提出)

7/16(水)[補講・4限・103講], 第十一回:てこの関係, 共晶型平衡状態図(I)

7/18, 第十二回:共晶型平衡状態図(II), 固溶強化, 析出強化

7/22, 第十三回:鉄鋼材料の概要, 純鉄の変態と結晶構造, 鋼の平衡状態図と組織

7/25, 第十四回:共析変態, マルテンサイト変態

7/29(定期試験期間), 第十五回:鋼の熱処理, 炭素量と機械的特性, 表面硬化処理
(8/1:定期試験)

1.3 「基礎材料組織学」とは？

●「材料評価学（3年1期）」「機能性材料評価学特論（大学院）」との関連

「基礎材料組織学」：材料の微細組織的特徴と
強度特性との関連

↓
どのような材料が高い強度を示すのか？

「材料評価学」：材料の巨視的強度特性の理解
および各種評価試験法の特徴

↓
どうやって材料の強度特性を調べるのか？

「機能性材料評価学特論」：皮革材料の強度特性評価
のための「計装化押し込み試験」
の原理や評価理論の理解

●「材料組織学・材料学」と「材料力学」の捉え方

問い：自動車を高性能化するにはどんな方法があるか？

- ・エンジンの改良（燃費の向上を図る）
- ・事故時の安全性：車体の材料を軟かい材料にする、修理にも良い

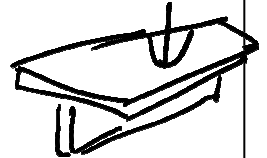
・軽量化…燃費向上

・タイヤ交換の手間軽減…交換不要にできないか？

・自動運転

→ 材質改良：金周 → アルミ合金 → CFRP

→ 構造改良



1.4 単位・単位系について

・単位系: 基本単位や, 基本単位を組み合わせた単位(組立単位)をまとめた約束事.

SI 単位系

- 本講義では「力(重量、荷重)」および「応力(単位面積あたりの力、圧力)」をよく扱う.

● SI 単位系: 質量 kg , 長さ m , 時間 s

・基本単位:

・組立単位:

2019年に
改訂

力: N ($= \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$), $F = m \cdot a$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m} / \text{s}^2$$

応力: Pa (パスカル)

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} / \text{m}^2$$

$$\begin{array}{c} \updownarrow \\ 60 \text{ kg} \times 9.80665 \text{ m} / \text{s}^2 \\ = \end{array}$$

● 重力(工学)単位系:

・基本単位:

力: kgf (キログラムフォース)
(kgw , kg重)

地球上に存在する質量 1 kg の物体の重量を 1 kgf と定義する. $\uparrow$

$$\begin{array}{l} \downarrow \\ 1 \text{ kgf} = 1 \text{ kg} \cdot 9.80665 \text{ m} / \text{s}^2 \\ = 9.80665 \text{ N} \end{array}$$

- 例題:工学単位系における 1 kgf/mm^2 を, SI 単位系で表わせ.

$$1 \text{ kgf/mm}^2 = 9.8 \text{ N/mm}^2 = 9.8 \times 1000^2 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\uparrow$$

$$1 \text{ kgf} = 9.8 \text{ N}$$

$$\uparrow$$

$$1 \text{ mm} = \frac{1}{1000} \text{ m}$$

$$\rightarrow = 9.8 \times 10^6 \text{ Pa} = 9.8 \text{ MPa}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$$

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

1.5 第1回講義に関する意見・感想・質問のまとめ

●意見

- ・単位は重要なのでしっかり理解していきたい、重力単位系を理解できた、単位系を復習できた、重力単位系を初めて知った、kgf を初めて聞いた、「体重」「重さ」「質量」について今回の授業で理解できた、SI 単位系への理解が浅いと感じたので復習する、SI 単位系との変換に慣れたい、接頭語をしっかり覚える、普段体重を測るときに工学単位系を使っていることがわかった:20 ← **単位関係はこの科目に限らず全ての自然科学系の学問で共通の知識ですので、不確かなことがないように復習しておいてください。**
- ・「自動車の高性能化」について様々な考えがあることがわかった、自動車に興味があるのでためになった、様々な観点からのアプローチができるとわかった、自分の意見が面白いと言ってもらえて嬉しかった、軽量化しすぎると風の影響を受けすぎそう、AIを用いた事故データからの危険予測がよいと思った、身近に手に入るようになれば相対的に性能が上がるのでは、車の中が熱くならないような工夫(席を遮熱仕様にしたりUVカットにする)がよいのでは:13 ← **「身近に手に入るようになれば相対的に性能が上がる」っていう意見が少し意味が取りにくいです(今よりもっと競争が激しくなるから、という意味?)。あと「UV カット」については、既に大半の車がUVカットのコーティングをガラスに施しています。**
- ・毎回出席する、再履修なので必ず単位を取る、寝坊に気をつける、平衡状態図あたりから難しく感じたのでしっかり予習復習する、小テストも点数を取っていく、最後の例題を解けた、必ず小テストを全回受ける:10 ← **再履修の皆さん、一度痛い目にあっているわけですからその教訓を活かしてちゃんと単位を取れるよう頑張ってください！**
- ・本科目内容の概要を理解した、材料学にも様々な分野があることを知った:9
- ・材料についての知識の活用例について具体性が上がった、材料の強度は重要な要素だと思った、「材料の改良」と「構造の改良」は他の機器においても通じそう、材料の特徴についてこの講義で広く知識をつけていきたい:4
- ・赤道付近で体重を測ると多少軽くなるということに気づいた、体重計などの表示で重力単位系が使われていたことを知った:2
- ・最後の方が字が小さくて見づらかった、前方に積極的に行こうとは思っていない:2 ← **見返しましたが、字の大きさは冒頭と最後でそれほど変わっていないと思います。これで見にくいようなら、もっと前の席を選ぶべきだと思います。**
- ・今後の内容として難解そうなところもあるので復習を行う
- ・理解が困難な箇所はなかった
- ・発言を促すシステムがあるのは内容を理解しやすく楽しい ← **「問い」については今後も行っていくので、ぜひ周りの人と積極的に意見交換して、その内容を発言してもらえるといいなと思います。**
- ・ 1N/mm^2 と書くと想像つきにくいけど 1MPa と書くとそこそこ大きな力に感じるのが不思議 ← **そうですか?! 私はむしろ「 1MPa 」の方がいまいちイメージが湧かず、「 1N/mm^2 」の方が「 1mm 角に約 100gf もかかっている!」って感じます。**
- ・照明について どちらでもいい:3 消した方がよい(今のままでいい):38 全部明るい方がいい:1 ← **意見ありがとうございます、大多数が「消した方がよい」でしたので、次回もこれまで通り 2 列消した状態で行うことにします。**

●質問

- ・単位換算をする際に無次元の場合はどうなるのか? ← **無次元量を換算するシチュエーションがまず無いと思います。むしろ、何か具体的な例があったら教えてほしいです。**
- ・重力単位系を利用する利点とは?(2名) ← **授業でも話しましたが、我々は普段体重を N 単位では認識し**

ていないように、工学単位系の方がこれまでの慣例と整合しやすい、ということです。

- ・「計装化押し込み試験」について興味湧いた、「計装化押し込み試験」とは具体的にどのようなことを行うのか？←下図の通り、「圧子」と呼ばれる硬い器具(通常、先端をダイヤモンドで形成する)を試験対象の試料表面に力をかけて押し込み、その際の荷重—変位データから試料の機械的特性を評価する試験方式です。この方法ですと、荷重を小さくしていけば薄い皮膜材料に対しても評価試験を行うことが可能となります。

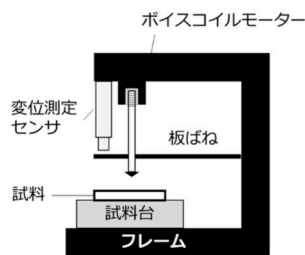


図1 一般的なナノインデンテーション試験機のモデル

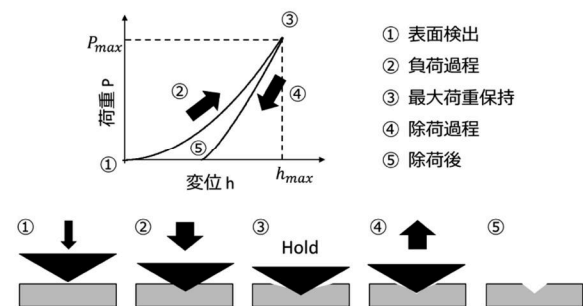


図2 ナノインデンテーション試験の測定手順

- ・ $9.8\text{N}=1\text{kg}$ が成り立つのに $1\text{N}=1\text{kg}\cdot 1\text{m/s}^2$ が成り立つ理由がわからなかった←一部記述の誤りがありますね、「 $9.8\text{N}=1\text{kg}$ 」ではなく「 $9.8\text{N}=1\text{kgf}$ 」です。前者では重量と質量の比較になってしまうので、そもそも等式として成り立ちません。そして「 1kgf 」の定義は「地球上に存在する質量 1kg の物体の重量を 1kgf とする」ですので、これを SI 単位の考え方で記述すると、地球上に存在する質量 1kg の物体には重力加速度として 9.80665m/s^2 (省略して 9.8m/s^2) が作用しますので、式として表すと $9.8\text{N}=1\text{kg}\cdot 9.8\text{m/s}^2$ となり、元の式と同じ意味になることがわかります。
- ・テストの時に用いる重力加速度の有効数字は何桁までか？←これを質問すること自体、有効数字の考え方を理解していないことを露呈していますね。重力加速度は物理定数として最大 6 桁 (9.80665) まで取れる訳ですが、毎回 6 桁を使う必要がないことは分かりますね。では何桁まで使うべきかは、それ以外の計算に用いる測定値(有効数字)の桁数と同一、もしくはそれより 1 桁多めに取ればいいのです。重力加速度も有効数字として扱わなければならない訳ですから、もし計算に用いる他の測定値が 4 桁あるのに、重力加速度を 2 桁しか取らないと、乗除算では計算結果も 2 桁になってしまう、このことは理解していますか？
- ・力や応力の成り立ちにおいてどのような意味を持って単位が組み合わせられるのか？←例えば、1 秒あたりの距離変化として速度が 1m/s と定義され、さらにその速度の 1 秒あたりの変化を表す加速度が $1\text{m/s}^2 (=1(\text{m/s})/\text{s})$ と定義されます。また、力はニュートンの運動法則「 $F=m\alpha$ 」に基づき $1\text{N}=1\text{kg}\cdot 1\text{m/s}^2$ と定義されます。ですので、単位面積あたりの力である圧力(応力)は、 $1\text{Pa}=1\text{N/m}^2$ となり、基本単位だけで表すとすると「 $1\text{Pa}=1\text{kg}\cdot 1\text{m/s}^2/\text{m}^2=1\text{kg/ms}^2$ 」となります。

参考問題

Q.1 「 10^9 」「 10^6 」「 10^{-3} 」「 10^{-6} 」を表す接頭語の表記および読みを答えよ。
[表記と読みともに○で各 1 点]

Q.2 SI 単位系における圧力の単位の表記, および読みを答えよ。
[表記 : 2 点, 読み : 1 点]

Q.3 1.34 kgf/mm^2 を SI 単位系に換算せよ (有効数字を考慮して)。[3 点]