

材料強度学

機械工学課程

森田 辰郎

授業内容

内 容： 主として金属材料の力学的諸特性および各種強度に関する基礎的事項について、微視組織と転位運動の関係に基づく説明を行うとともに、破壊に関する力学的な評価法について説明する。

形 態： プロジェクター＋配布プリント

プリント： <http://www.cis.kit.ac.jp/~morita/jp/index.html>より入手

参考書： 日本材料学会「材料強度学」および「機械材料学」

成績評価方法と基準： 主として材料の力学的諸性質および各種強度に関する基礎知識の習得をもって合格とする。具体的には、筆記試験を学期中および学期末に2回行い、合計6割以上の正解により合格とする。ただし、出席回数が全講義回数の6割未満(7回以下)の学生は不可とする。

備 考： 学習・教育目標のB(3)(a)に対応する達成度評価の対象科目である。授業の終わり10分程度を質問時間に当てる。

注 意： (1)1講義で2度注意を受けた者は退室させ、欠席扱いとする。
(2)理由なしに30分以上遅刻した者の入室は認めない。

第1章 講義の概要

1.1 工業製品の設計

機能の充足

- 製品や部品の適切な形状決定
- 素材の特性
- 負荷の形態

コスト

- 人件費
- 材料費, 加工費
- 副次的コスト(ランニングコスト, 維持費, 修理費など)

安全性・信頼性

- 事故・故障の防止(十分な強度, 定期診断など)
- 技術者・会社の倫理観

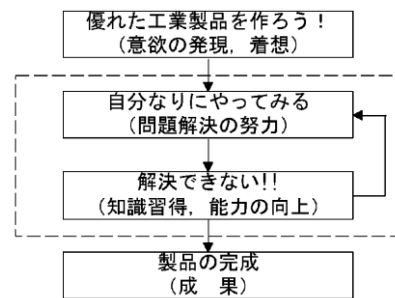


図1.1 工業製品の設計

1.1.1 機能の充足

材料が安いので、鉄鋼材料だけで戦闘機を作る。



図1.1 機能の充足

結果：重くて飛ばないか、運動性能が悪くて打ち落とされる。

対策1：軽くて強い材料(アルミ, チタン, 複合材料)を使う。

対策2：鉄鋼を強化する(同じ強度でも軽くてすむ)。

対策3：軽くて強い構造にする(ハニカム構造など)。

対策4：エンジン出力を上げる。

要点：コストだけを考えても、機能が損なわれては意味がない。

1.1.2 コスト

旅客機の性能を改善するため、軽く強い高級材料を多用する。



図1.2 コスト

結果

エンジンが小さくて済むので燃費が向上する。しかし、高く買えない。

対策

燃費の向上や飛行場使用料軽減で得をする分と機体価格の上昇で損をする分のバランスを考える。

要点：性能だけを追求しても、工業製品は売れなければ意味がない。

1.1.3 安全性・信頼性

時間がないので、手順を簡略化してトンネルを作る。



図1.3 安全性・信頼性

結果

早期に完成するが、保守に莫大な費用が必要になったり、事故が起これば信用を著しく損なう。

対策

十分にリスクを考慮する。

要点：事故や故障が起こらないうちは安全保証のために費やされたコストは無駄と見られるが、一旦事故や故障が生ずれば莫大な費用が必要となるばかりでなく、社会的責任が発生する。可能な限りリスクを低減する努力が必要である。

1.2 強度設計

1.2.1 許容応力と基準強さ

許容応力 σ_d

機械や構造物が破損したり、破壊したりしないように仮定した最大応力

基準強さ σ_s

実際の荷重形態・環境状況を考慮して決められる材料の強さ(例えば、降伏応力や疲労強度)

安全率 S

許容応力と基準強さの比であり、不確定因子や被設計物の重要度を考慮して決定される。

3者の関係は、

$$\sigma_d = \frac{\sigma_s}{S} \quad (1.1)$$

材料強度学を学ぶ目的は、①各種状況下における材料の破壊メカニズムを理解する、②各種状況下における σ_s を適切に選択・決定する基礎力を習得する、③破壊が生ずる確率を可能な限り低減するための素養を養う、ことである。

1.2.2 破壊確率

実働荷重の頻度曲線と材料の強さの頻度曲線の重なり合った部分の面積が破壊の確率である。

① 頻度分布が正規分布をなすのであれば、破壊の確率を与えれば、安全率 (σ_2/σ_1) が決まる。

② 安全率が一定の場合で実働荷重の頻度分布は決定されているならば、材料の強さの分布を可能な限り小さくすることによって破壊の確率を減少させることができる。

「材料の強さ」がいかなるものか(荷重形態や環境により変化する)を知り、材料の強さの分布をいかに認識するか(不可避免的に存在する)が、安全性を高める上で重要である。

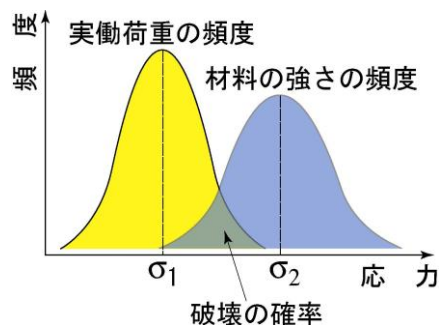


図1.4 実働荷重の頻度曲線と材料の強さの頻度曲線

おわりに

あなたがある大規模水流システム関連メーカーに就職したとする。自分が販売した高性能ポンプが壊れ、クライアントからクレームが付いた。



図1.5 立ち尽くす自分

上司との会話

上司 「急いでT型ポンプの部品の破壊原因を素材という観点から調査してくれ。」

私 「えっ、でもどうやったら調べられますか？」

上司 「機械の出身でしょ？」

私 「...」

要点1: 一般に、機械出身者は材料の力学的性質や強度について十分な知識を習得していると思われる。

要点2: それなりに単位を取って卒業しても、社会では能力が問われる。

要点3: 会社でもう一度、基礎知識を手取り足取り教えてくれることはない。