

平成 24 年度「材料力学基礎」宿題解答用紙

氏名： _____ 学籍番号： _____

自己採点： _____ / 100

(第 1 回)

宿題 1.1 以下の専門用語を説明しなさい (35 点)

応力とその記号：

ひずみとその記号：

内力とその記号：

外力とその記号：

線形弾性：

垂直応力とその記号：

せん断応力とその記号：

宿題 1.2 国際単位系を採用して、以下の物理量の単位を記号と読み方を書きなさい (20 点)

長さ： _____ 力： _____ 質量： _____

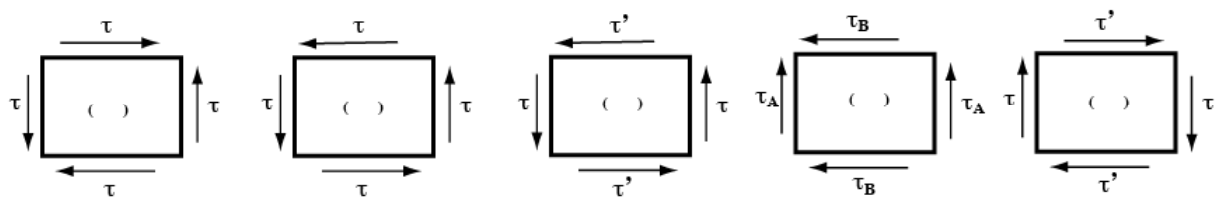
温度： _____ 時間： _____ 応力： _____

圧力： _____ 曲げモーメント： _____

仕事： _____ 仕事率： _____

宿題 1.3 せん断応力の符号 (プラス方向) の決め方について説明しなさい (20 点)

宿題 1.4 せん断応力の共役性とはなにか、その共役性から以下の表記方法について、正しいなら○、間違いなら×を () に記入してください. (20 点)



宿題 1.5 教科書 p17 の演習問題 1.3 を解きなさい. (20 点)

氏名： _____ 学籍番号： _____

自己採点： _____ / 100

(第 2 回)

宿題 2.1 (30 点)

【1.5】 図 1.11 に示すように三枚の板を直径 12mm の一本のリベットで結合した重ね継手がある。この継手を $P = 8\text{kN}$ の荷重で引張るとき、リベットに生じるせん断応力を求めよ。ただし、板の間には摩擦がないと仮定する。

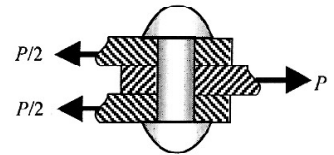


図 1.11 重ね継手

宿題 2.2 (40 点)

【1.6】 図 1.12 に示す釘抜きのつかみ部に荷重 $P = 300\text{N}$ を加えたとき、釘に作用する圧縮力とピンに作用するせん断力を求めよ。ただし、 $a = 25\text{cm}$ 、 $b = 3\text{cm}$ とする。

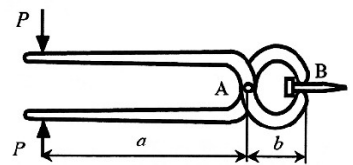


図 1.12

宿題 2.3 (30 点)

【1.7】 図 1.13 に示す装置で厚さ $h = 3\text{mm}$ の鋼板を直径 $d = 20\text{mm}$ のポンチで打ち抜くとき、鋼板を打ち抜くのに必要な荷重 P を求めよ。ただし、鋼板のせん断強さを $\tau_s = 250\text{MPa}$ とする。また、ポンチに生じる圧縮応力が 200MPa を超えない範囲で打ち抜ける最大板厚 h_{\max} を求めよ。

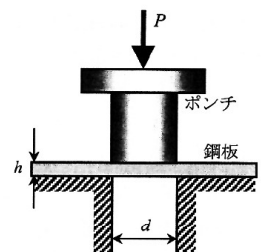


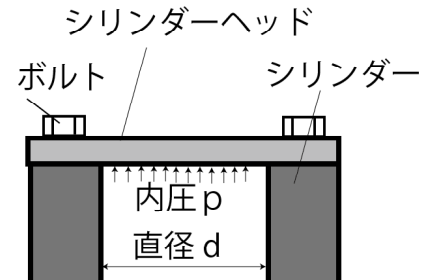
図 1.13

氏名： _____ 学籍番号： _____

自己採点： _____ / 100

(第 3 回) (所定用紙を使わないと提出できません)

3.1 直径 $d=20\text{cm}$, 内圧 $p=4\text{MPa}$ のエンジンのシリンダーがある. シリンダーヘッドを 12 本のボルトで固定している. ボルトの直径を求めなさい. ただし, 安全に使用するため, ボルトの引張強さ (最大引張応力) を 80MPa とする. (40 点)



2.1 (60 点)

[2.1] 図 2.11 に示すように、異なる 2 部材からなるトラスの節点 B に垂直荷重 P が作用するとき、各部材に生じる応力と伸び、節点 B の垂直変位 δ_v 、水平変位 δ_H を求めよ。

[答] $\sigma_1 = \frac{P}{A_1 \sin \theta}$, $\sigma_2 = -\frac{P \cot \theta}{A_2}$, $\lambda_1 = \frac{Pl_1}{E_1 A_1 \sin \theta}$,

$$\lambda_2 = -\frac{Pl_2 \cot \theta}{E_2 A_2}, \quad \delta_H = -\frac{Pl_2 \cot \theta}{E_2 A_2},$$

$$\delta_v = \frac{Pl_1}{E_1 A_1 \sin^2 \theta} + \frac{Pl_2 \cot^2 \theta}{E_2 A_2}, \quad \text{ただし, } l_2 = l_1 \cos \theta$$

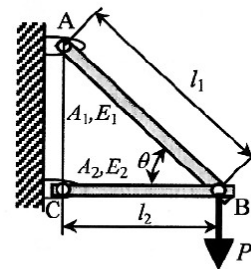


図 2.11 三角形トラス

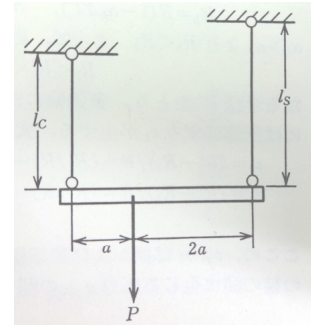
氏名： _____ 学籍番号： _____

自己採点： _____ / 100

(第 4 回) (所定用紙を使わないと提出できません)

注意：宿題ですので、必ず独自で回答しておくこと。

3.1 剛性(変形しない)板を銅棒(ヤング率 E_c , 長さ l_c) と鋼棒(ヤング率 E_s , 長さ l_s) によってつり下げ, 下図に示すように荷重 P を書けている. 剛性板が水平を保つためには, 銅棒と鋼棒の断面積比(A_c/A_s)をいくらにすればよいか. ただし, 棒と板の重量を無視する. また, $l_c/l_s=0.7, E_s/E_c=2.5$ とする. (40 点)



宿題 3.2 δ_v と δ_H は難しいが, 挑戦してください. (60 点)

[2.2] 図 2.12 に示すように, 同一材料からなる長さ l_1 の 4 本の部材と 1 本の対角線部材で作られたトラスにおいて, 節点 A, C を力 P で引っ張ったとき, 各部材に生じる応力と伸び, 節点 D の垂直変位 δ_v 、節点 A の水平変位 δ_H を求めよ。

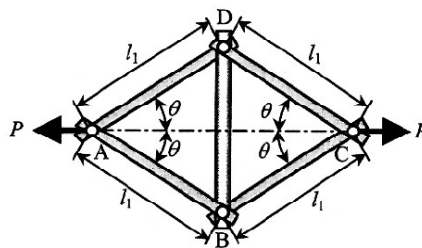


図 2.12

[答] $\sigma_1 = \frac{P}{2A \cos \theta}$, $\sigma_2 = -\frac{P \tan \theta}{A}$, $\lambda_1 = \frac{Pl_1}{2EA \cos \theta}$, $\lambda_2 = -\frac{2Pl_1 \tan \theta \sin \theta}{EA}$,

$$\delta_v = \frac{Pl_1 \tan \theta \sin \theta}{EA}, \delta_H = \frac{Pl_1}{2EA \cos^2 \theta} (1 + 2 \sin^3 \theta)$$

平成 24 年度「材料力学基礎」宿題解答用紙

氏名： _____ 学籍番号： _____

自己採点： _____ / 100

今週の宿題：

三角関数の定義と三角関数間をの関係を復習してください。

これまでの宿題と小テストを見直してください。不明なところがありましたら質問に来てください。

トラスと棒またははりの違いを考えてください。

トラスに作用する力の方向を考えてください。

力のつり合いを図示する方法を復習してしなさい。

氏名： _____ 学籍番号： _____

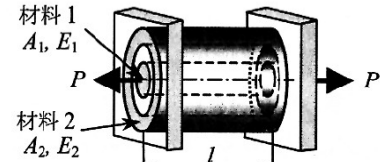
自己採点：

/100

(第 5 回) (所定用紙を使わないと提出できません)

注意：宿題ですので、必ず独自で回答しておくこと。

1. 長さが異なる二つの棒があり、材料 2 の棒の長さは l で、材料 1 の棒の長さは材料 2 の棒の長さより δ 短い。右の図に示すようにまず、剛性板を用いて荷重 P ($P < 0$) を加え、材料 2 の棒を材料 1 の棒の長さまで縮ませ、その後両棒と剛性板を接着した。接着後、荷重 P を解除した。荷重解除後の両棒の応力とひずみと伸び・縮みを求めなさい。



2.

[2.3] 図 2.13 に示すように、鋼製のボルト・ナット (添字 1) を黄銅管 (添字 2) に装着する。ナットを 1/4 回転させたときボルトと管に生じる応力と伸びを求めよ。ただし、ネジのピッチを h とし、 $l = 30\text{cm}$, $A_1 = 1\text{cm}^2$, $A_2 = 2\text{cm}^2$, $h = 2\text{mm}$, $E_1 = 206\text{GPa}$, $E_2 = 110\text{GPa}$ とする。

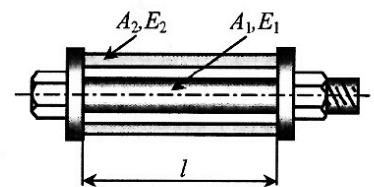
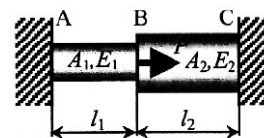


図 2.13

3.

[2.4] 図 2.14 に示すように、2 本の棒 AB, BC を接合し、棒の両端を剛体壁で固定する。接合面 B に力 P を水平方向に加えたとき、棒の各部に生じる応力を求めよ。



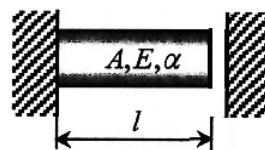
氏名： _____ 学籍番号： _____

自己採点：

/100

(第 6 回) (所用紙を使わないと提出できません)

宿題 6.1 右図に示す棒と剛性の壁がある。棒の長さは l であり、棒の右側先端と右の壁との隙間は δ である。棒の温度変化は ΔT となった場合、熱応力を求めなさい。その結果から、熱応力が生じる条件について検討しなさい。



宿題 6.2

【2.11】 図 2.21 に示すように、両端が剛体壁により変形拘束された段付棒の温度が T_0 から T_1 に変化したとき、棒に生じる熱応力を求めよ。

[答] $\sigma_1 = -(T_1 - T_0)(\alpha_1 l_1 + \alpha_2 l_2) \frac{E_1 E_2 A_2}{E_1 A_1 l_2 + E_2 A_2 l_1},$

$$\sigma_2 = -(T_1 - T_0)(\alpha_1 l_1 + \alpha_2 l_2) \frac{E_1 E_2 A_1}{E_1 A_1 l_2 + E_2 A_2 l_1}$$

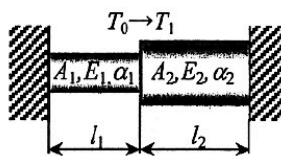
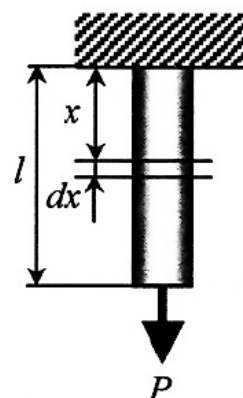


図 2.21

宿題 6.3 上部固定の丸棒を右図に示す。棒の先端に荷重 P が加えられている。

棒の密度 $\rho = 7.8 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ 、ヤング率 $E = 207 \text{ GPa}$ 。棒の直径 $d = 20 \text{ mm}$ 、荷重 $P = 2,000 \text{ N}$ 、棒の長さ $l = 1,000 \text{ mm}$ 。棒の垂直応力 $\sigma(x)$ 、ひずみ $\varepsilon(x)$ と棒先端の変位 δ を求めなさい。



氏名： _____ 学籍番号： _____

自己採点：

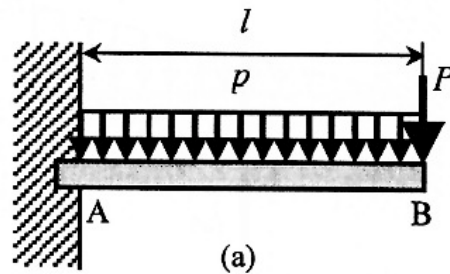
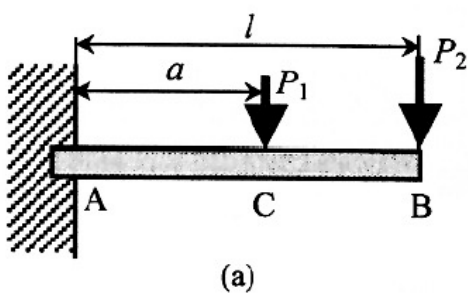
/100

(第 7 回) (所定用紙を使わないと提出できません)

7.1

[3.1] 例題 3.1 において、最大曲げモーメントの大きさおよび危険断面となるその位置を求めよ。

7.2 下図に示す片持ちはりのせん断力と曲げモーメントを求め、SFD と BMD を描きなさい。



7.3

[3.8] 図 3.23 に示す片持ちはりに三角形状分布荷重が作用するとき、せん断力図と曲げモーメント図を図示せよ。

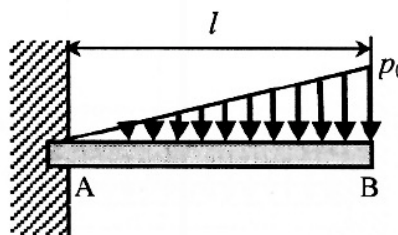


図 3.23

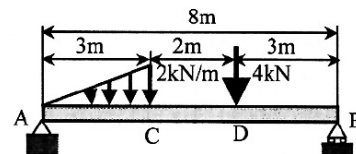
氏名：_____ 学籍番号：_____

自己採点： _____ / 100

(第 8 回) (所定用紙を使わないと提出できません)

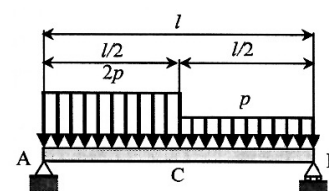
[3. 6] 図 3.21 に示す単純支持はりの
支持反力 R_A , R_B を求めよ。

8.1

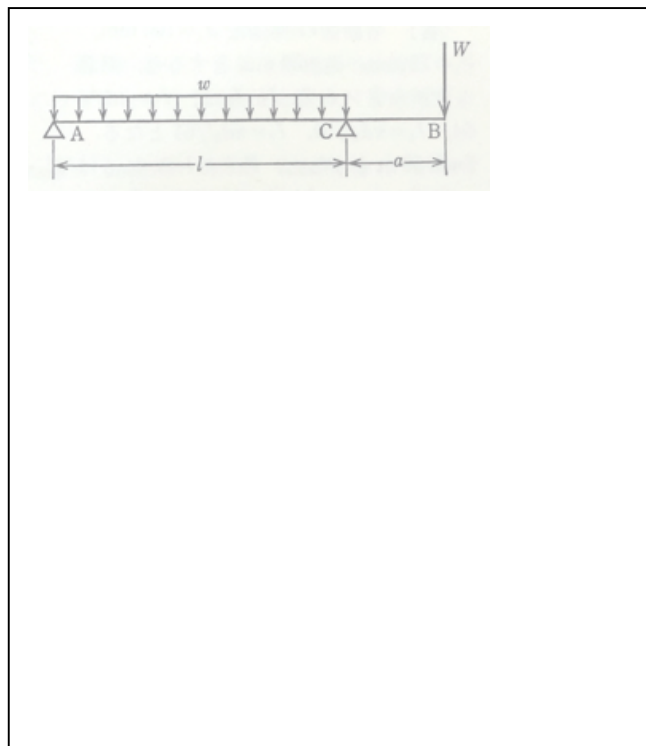
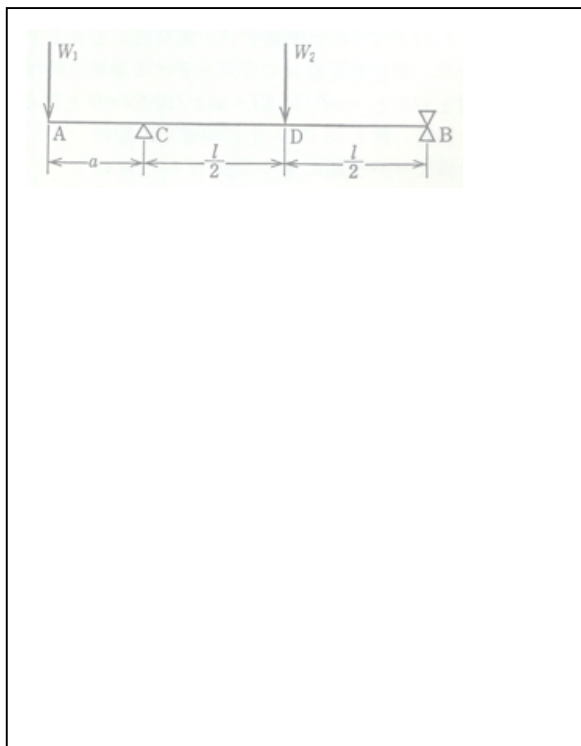


[3. 7] 図 3.22 に示す単純はりに生じる
最大曲げモーメントとその生じる位
置とを求めよ。

8.2



8.3 図示の単純支持はりの SFD と BMD を描きなさい。

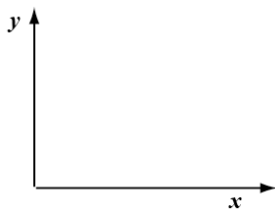


氏名： _____ 学籍番号： _____

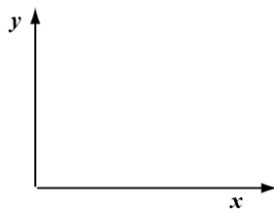
自己採点： _____ /100

(第 9 回) (所定用紙を使わないと提出できません)

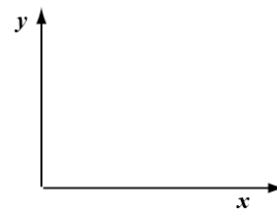
1. $F(x)$ の 1 階微分(勾配)は $p(x)$ であり、以下の x y 軸系において、曲線 $F(x)$ を描きなさい。



$p=0, p=c, p=-c$ の 3 本線

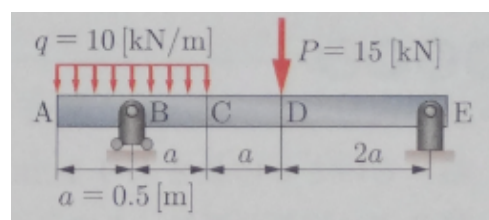
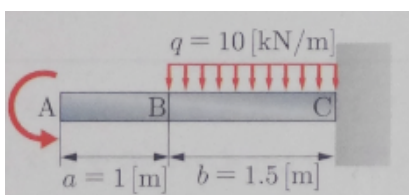
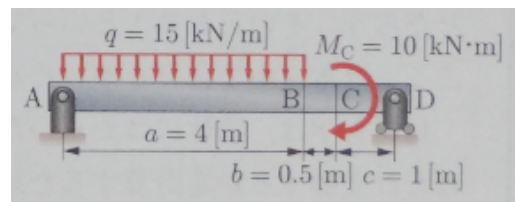
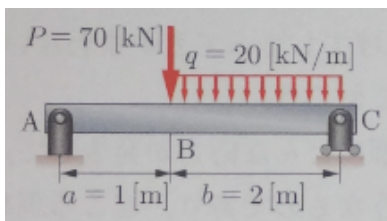


$p=cx$ (c は常数)



$p=-cx$ (c は常数)

2. 以下のはりの SFD と BMD を描き、分布荷重とせん断力、曲げモーメントとの関係を検証しなさい。



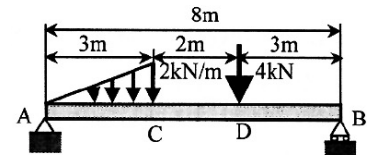
氏名： _____ 学籍番号： _____

自己採点： _____ / 100

(第 8 回) (所定用紙を使わないと提出できません)

[3.6] 図 3.21 に示す単純支持はりの
支持反力 R_A , R_B を求めよ。

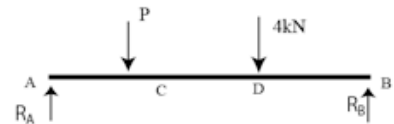
8.1



分布荷重の合力： $P = 2 \times 3 \times \frac{1}{2} = 3 \text{ kN}$

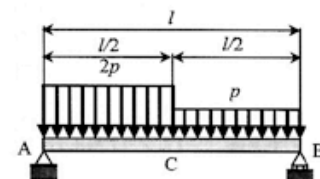
$$R_A = \frac{4 \times 3 + 3 \times (3 + 2 + 1)}{8} = 3.75 \text{ kN}$$

$$R_B = \frac{3 \times 2 + 4 \times (3 + 2)}{8} = 3.25 \text{ kN}$$



[3.7] 図 3.22 に示す単純はりに生じる
最大曲げモーメントとその生じる位
置とを求めよ。

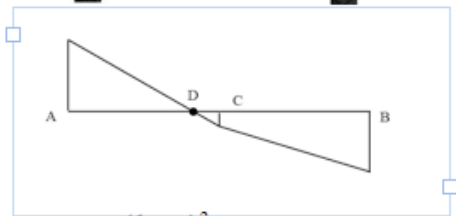
8.2



$$R_A = \frac{(p \frac{l}{2} \frac{l}{4} + 2p \frac{l}{2} \frac{3l}{4})}{l} = \frac{7}{8} pl; \quad R_B = \frac{(2p \frac{l}{2} \frac{l}{4} + p \frac{l}{2} \frac{3l}{4})}{l} = \frac{5}{8} pl$$

$$M_{AC} = \frac{7}{8} pl \cdot x - 2px \cdot \frac{x}{2} = \frac{7}{8} pl \cdot x - px^2$$

$$M_{CB} = \frac{7}{8} pl \cdot x - 2p \frac{l}{2} (x - \frac{l}{4}) - p(x - \frac{l}{2})^2 \cdot \frac{1}{2} \quad \text{or} \quad M_{CB} = \frac{5}{8} pl \cdot (l - x) - p \frac{(l - x)^2}{2}$$



8.3 図示の単純支持はりの SFD と BMD を描きなさい。

