

平成25年度機械工学専攻

大学院修士課程入学試験問題

「機械工学」(第2部)

試験日時：平成24年8月28日(火) 13:00~16:00

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
2. 問題は問題1から問題3までである。全問に解答すること。
3. 問題の落丁、乱丁、あるいは印刷不鮮明な箇所があれば申し出ること。
4. 答案用紙は3枚配付される。枚数を確認し、過不足があれば申し出ること。
5. 1問ごとに1枚の答案用紙を用いて解答すること。解答を表面で書ききれない時は、裏面にわたってもよい。なお、それでも解答するスペースが不足する場合は答案用紙を与えるので申し出ること。
6. 答案用紙の指定された箇所に、自分の受験番号、その答案用紙で解答する問題番号を記入すること。記入もれの場合は採点されないことがある。なお、科目名欄には「機械工学(第2部)」と記入すること。答案用紙の右端にある「枚/枚中」については、答案用紙を追加しない場合は空欄のままでよい。但し答案用紙を追加した場合は、問題ごとの枚数を記載する。
7. 解答に関係のない記号や符号を記入した答案は無効となることがある。
8. 答案用紙は、解答ができなかった分も含め、全てを提出すること。
9. 下書き用紙は3枚配付される。左上に自分の受験番号を記入すること。
10. 下書き用紙は、使用しなかった分も含め、3枚全部を提出すること。
11. 問題冊子は持ち帰ってよい。

問題 1

下記の設問に答えよ。

- (1) 図 1-1 に示すように水平面に鉛直に立てられた長さ l の支柱の先端に水平方向荷重 P が加えられ、水平方向変位 v が生ずる。支柱を片持ち梁とみなして、 P と v の関係を求めよ。梁の縦弾性係数を E 、断面二次モーメントを I とせよ。

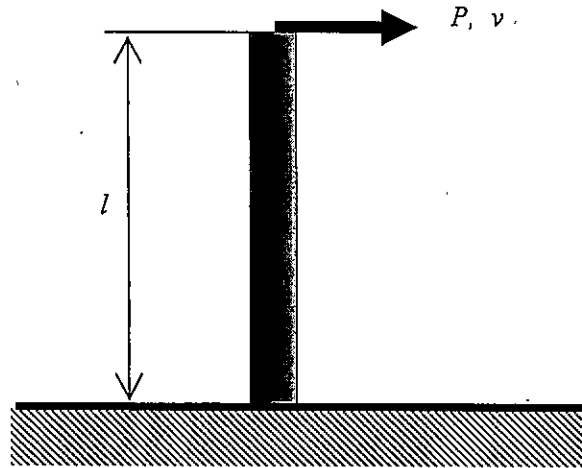


図 1-1

- (2) 図 1-1 の支柱の先端に長さ $\sqrt{2}l$ の棒部材をピン結合し、棒部材のもう一方の端を水平面にピン結合で固定して図 1-2 に示す構造を組んだ。棒部材の断面積を A 、縦弾性係数を E として、支柱先端に加わる水平方向荷重 P と水平方向変位 v の関係を求めよ。

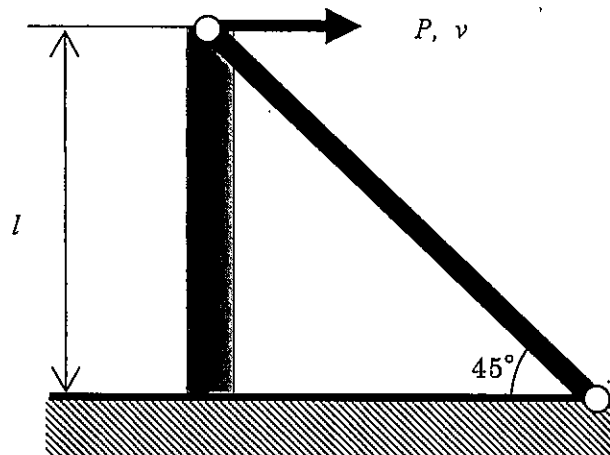


図 1-2

(3) 図 1-3 に示す平面応力状態について、下記(a)から(c)それぞれの場合で発生する主せん断応力とそれが発生する面を求めよ。

(a) $\sigma_x = \sigma, \sigma_y = 0, \tau_{xy} = 0$

(b) $\sigma_x = \sigma, \sigma_y = \sigma, \tau_{xy} = 0$

(c) $\sigma_x = \sigma, \sigma_y = -\sigma, \tau_{xy} = 0$

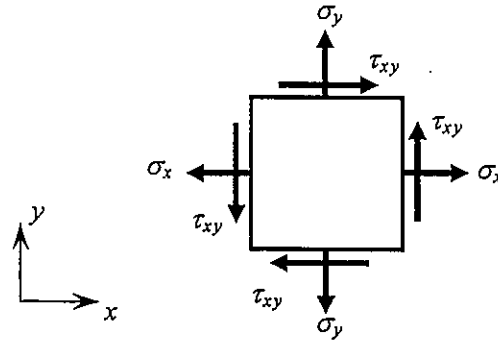


図 1-3

(4) コンビナートなどにある鋼製の球形ガスタンクを支えるために、一般には図 1-4 に示すように支柱の間に斜材を配する。下記(a)と(b)それぞれの場合での斜材の役割を材料力学的観点から数行で論ぜよ。

(a) 地震時の鉛直方向の揺れを想定した場合

(b) 地震時の水平方向の揺れを想定した場合

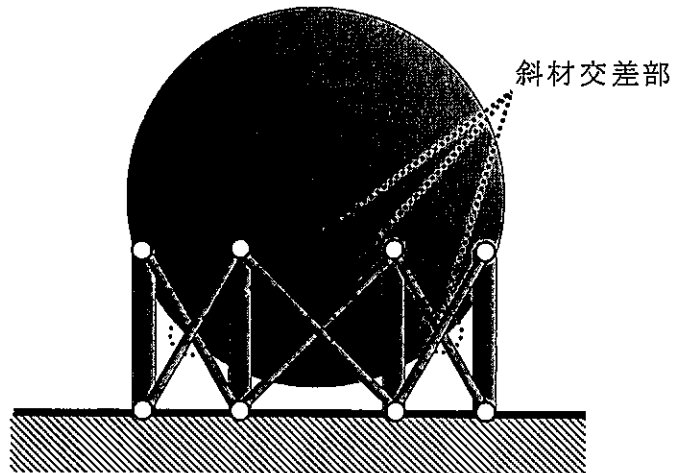
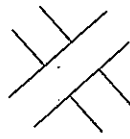
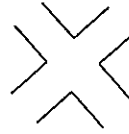


図 1-4

- (5) 図 1-4 に示した斜材の交差部について、図 1-5(A)に示す接合しない方法と図 1-5(B)に示す剛に接合する方法の 2 種類がある。設問(4)(b)の水平方向の揺れを想定した場合、斜材の強度の観点から、どちらを選択すべきか答えよ。設問(3)の(a)から(c)で求めた主せん断応力を参考に理由を示すこと。



(A)



(B)

図 1-5

問題 2

図 2-1 に示すような、2 枚の剛体円板と軸受で支持された軸とからなるねじり振動系を考える。円板 1、円板 2 の慣性モーメントをそれぞれ J_1 、 J_2 、回転角を θ_1 、 θ_2 とする。また、円板間の軸のねじりばね定数を k_1 とし、その長さを L とする。

本設問では、軸の質量および重力の影響は無視でき、円板は回転方向のみに運動するものとする。以下の設問に答えよ。

- (1) 直径 D_1 、質量 M_1 で厚さが一様な円板 1 の慣性モーメント J_1 を D_1 と M_1 を用いて表わせ。

以下の設問では、各円板の慣性モーメントを J_1 、 J_2 として答えよ。

- (2) 図 2-1 に示す系の運動方程式を求めよ。
- (3) 系の固有振動数 ω_n ($\omega_n > 0$) と固有振動モードを求めよ。さらに、この振動モードを図示し、軸のねじれ角が零になる点（節）の位置を求めよ。

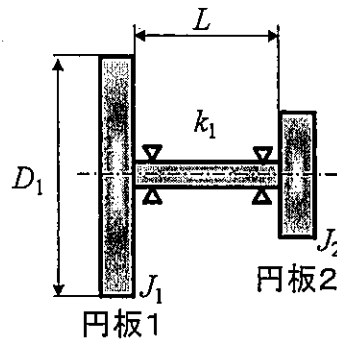


図 2-1

図2-1に示した円板2の回転方向にトルク加振すると、固有振動数 ω_n で共振状態となった。この共振を抑制するため、図2-2に示すダイナミックダンパを付加することを考える。円板3の慣性モーメントを J_3 、回転角を θ_3 、円板2と円板3の間のねじりばね定数を k_2 、加振トルクを $T_0 \cos \omega_n t$ とする。ただし、 t は時間を表す。以下の設問に答えよ。

- (4) 図2-2に示す系の運動方程式を求めよ。
- (5) 円板1と円板2の相対振幅（軸のねじれ振幅） $\Delta\theta$ を求めよ。ただし、 $v_1 = \sqrt{k_1/J_2}$ 、 $v_2 = \sqrt{k_2/J_3}$ 、 $\beta = J_2/J_1$ 、 $\mu = J_3/J_2$ 、 $\theta_n = T_0/k_1$ として整理すること。
- (6) この加振トルク $T_0 \cos \omega_n t$ に対して $\Delta\theta$ を零とするダイナミックダンパを考えたい。ダイナミックダンパのねじりばね定数 k_2 を求め、このときの円板3の振幅を求めよ。ただし、 $J_2/J_1 = 0.1$ 、 $J_3/J_2 = 0.2$ とする。
- (7) 設問(6)で求めたダイナミックダンパは、加振トルクの振動数が広範囲にわたって変化する系では有効でない。このような系において有効な制振効果を得るためにはどのようにすればよいか、20字程度で答えよ。

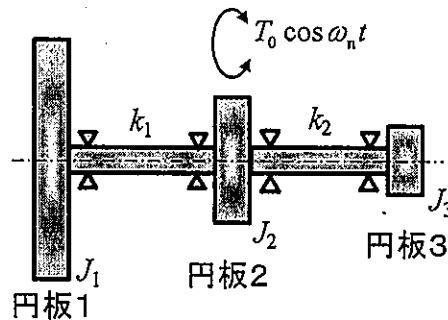


図2-2

問題 3

下記の I, II, III の全てについて解答せよ。

I. 図 3-1 は、パーコレータと呼ばれる「挽いたコーヒー豆と水からコーヒー液を抽出する」機器のポンチ絵（断面図）である。部品①から⑥には、表 3-1 に示した特徴が観察される。この機器について、以下の設問に答えよ。

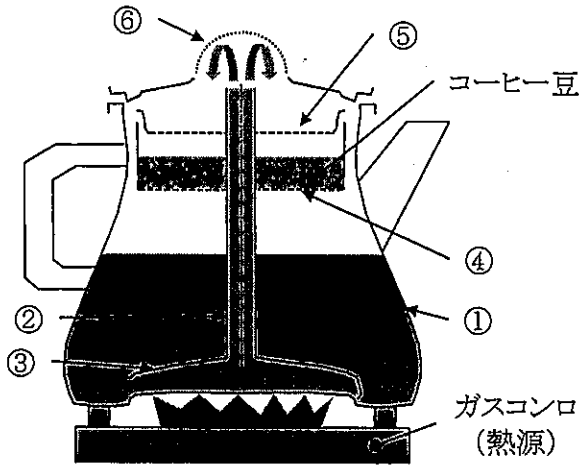


図 3-1

表 3-1

No.	部品の外観
①	注入口つきのステンレス製容器
②	中空のパイプ
③	漏斗を逆さにした形状
④	下部に多数の孔を有する容器
⑤	多数の孔を有する蓋
⑥	中心部がガラス製の蓋

(1) 表 3-2 は、パーコレータの機能を行，部品を列としたときの機能と部品の関係を表す行列である。ある部品がある機能に直接的に影響を及ぼす場合それらが交差する要素を○，それ以外の場合を空欄で示している。このとき、表中の部品イ～へに該当する部品番号を①～⑥で解答せよ。

表 3-2

		部品					
		イ	ロ	ハ	ニ	ホ	へ
機能	1	液体を保持する					○
	2	コーヒー豆を保持する			○		
	3	液体を沸騰させる					○
	4	沸騰により生じた気泡を集める				○	
	5	熱湯を上部に運ぶ		○			
	6	熱湯を分配する			○		
	7	コーヒー豆を熱湯に一定時間浸す				○	
	8	コーヒー液とコーヒー豆を分離する				○	
	9	コーヒー液の色を外から観察可能にする	○				
	10	コーヒー液を保持する					○

- (2) 図 3-2 に示す様に、物質、エネルギー、信号を変換する入出力システムとしてパーコレータの機能全体をとらえる。このとき、表 3-2 に示した全ての機能 No.1~10 をサブシステムとして用いて、システム内部における物質、エネルギーの流れについて、それぞれ二重線、実線の矢線で示した図を作成せよ。具体的には、図 3-2 に途中まで示してある様に、枠内に機能 No.1~10 を配置し、まず物質について、システム外部の入出力と機能、および機能間の入出力の流れを示せ。さらに、主要なエネルギーの入出力の流れを追加せよ。なお、信号の流れは破線で示してある。

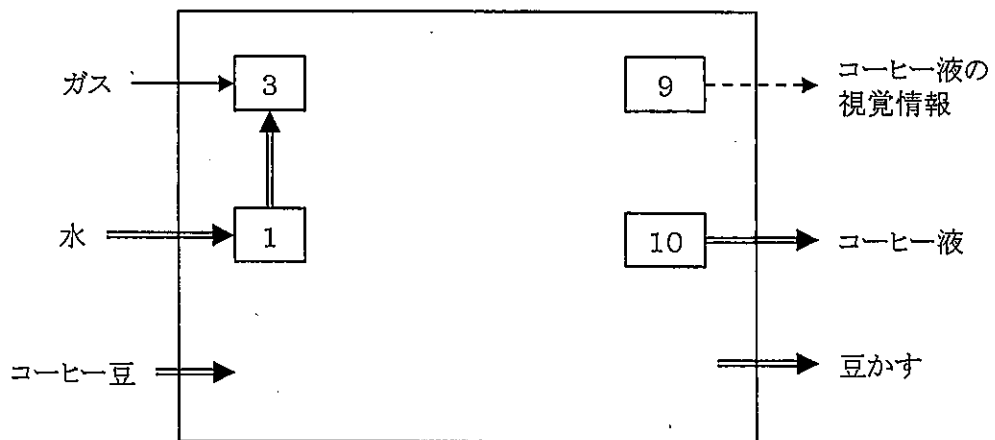


図 3-2

- (3) 表 3-2 に示した機能と部品番号を用いて、パーコレータの動作原理を物理現象にもとづいて 300 字程度で説明せよ。
- (4) 以下に示す要求機能 A~C を満たす、パーコレータとは異なるコーヒーメーカーの設計を考えたい。要求機能 A~C を実現するための方法をそれぞれ考案し、括弧内に示す字数でその基本方略を説明せよ。ただし、電気エネルギーに基づく熱源および電気・電子制御は用いないこと。
- A コーヒー液を再沸騰させない。(80 字以内)
 - B コーヒー液の抽出時間(湯がコーヒー豆を通過する総時間)をパーコレータと比較して短くする。(80 字以内)
 - C コーヒー液の抽出が完了した時点で、自動的かつ機械的に熱源の供給を停止する。(150 字以内)
- (5) 設問(4)で示した基本方略を実現する設計案のポンチ絵を描き、動作原理を説明せよ。

II. 設問 I のパーコレータがアウトドア用品としてよく使用されることを想定し、図 3-1 の部品④に適した素材を選定せよ。また、選定した素材から部品④を量産するための加工方法について、100 字程度で要点を説明せよ。ただし、文章による説明が難しい場合には、加工方法の概略図を示してもよい。なお、部品④の底部には、直径 1 mm 程度の穴を数多くあけるものとする。

III. 従来、ノートパソコンのボディは主としてプラスチックや金属の成形加工によって作られてきたが、近年、一部のノートパソコンやタブレット PC のボディがアルミニウム合金の素材から削り出されるようになってきた。アルミニウム合金の素材から削り出す設計上あるいは生産加工上のメリットを二つ、デメリットを一つ挙げよ。