

2021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（材料力学）問題5，問題6
解答時間 60分

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで，問題文を見ないこと。
2. 問題は問題5と問題6がある。全問に解答すること。
3. 問題ごとに解答用紙2枚および下書用紙1枚を使用すること。
4. 解答用紙および下書用紙の裏面の使用は禁止する。
5. すべての解答用紙および下書用紙の上方の指定された箇所に，受験番号を忘れずに記入すること。
6. 日本語または英語で解答すること。
7. 解答は解答用紙の実線の内側に記入すること。
8. 解答に関係のない記号，符号などを記入した答案は無効とする。
9. マウスなどによる問題文のスクロール，拡大および縮小はしてよい。キーボード操作は禁止する。

・ネットワークトラブルが生じた場合でも解答を続けること。

(白紙)

機械工学（材料力学）問題 5

図 5-1 のような段付き棒①を荷重 F で引張ることを考える。段付き棒①の上下は幅が $2w$ で長さが $l/4$ 、中央部は幅が w で長さが $l/2$ である。奥行き方向の厚さはすべて d とする。奥行き方向には拘束がなく、 xy 平面の平面応力場近似が成立すると仮定する。ヤング率は E 、ポアソン比を ν とする。

- (1) 段付き棒①の伸びを求めよ。
- (2) 図 5-2 のように、段付き棒①の幅が w の部分に、引張方向と 45° をなす角度でひずみゲージが取り付けられている。設問(1)と同様、荷重 F が加わっている場合の、このひずみゲージのひずみの値を求めよ。

次に、図 5-3 のように、幅 $2w$ 、長さ l 、奥行き方向の厚さ d の棒②が、段付き棒①と剛体を介して並列につながれた系を考える。棒の上部は壁に拘束されており、剛体は y 方向にしか移動できないように拘束されている。棒②のヤング率、ポアソン比は段付き棒①と同じとする。

- (3) 剛体に鉛直下向き荷重 F を加えた時の剛体の変位を求めよ。
- (4) 図 5-3 の系において、段付き棒①の温度を $\Delta T (>0)$ 上昇させた。温度上昇による剛体の変位量を求めよ。ただし、段付き棒①の線膨張係数を $\alpha (>0)$ とする。

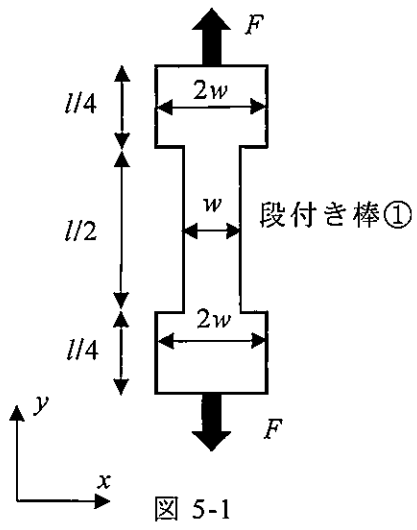


図 5-1

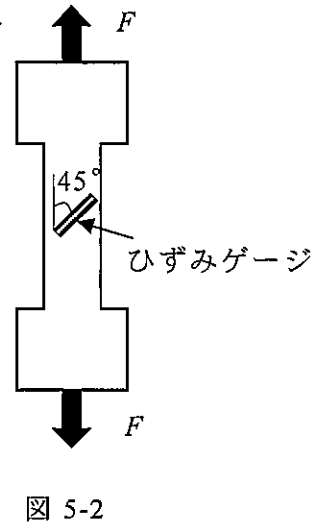


図 5-2

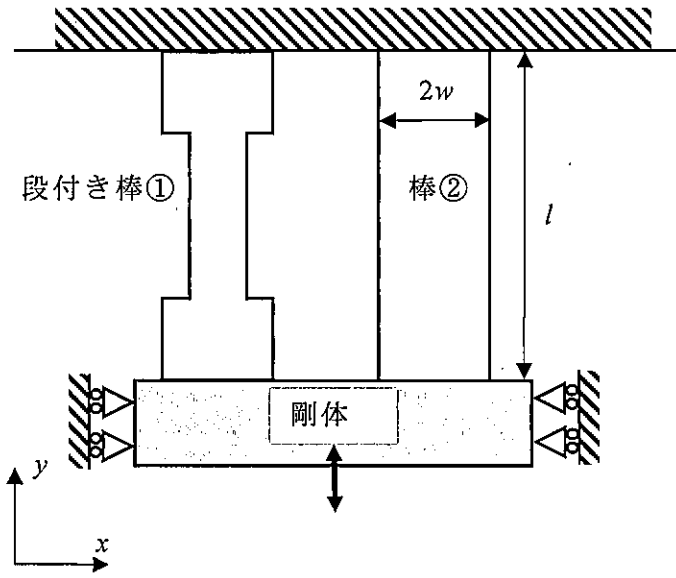


図 5-3

機械工学（材料力学）問題 6

図 6-1 のように、ヤング率 E の部材 A と、ヤング率 $2E$ の部材 B および B' を貼り合わせて作った、長さ l の組合せはりの左端が壁に固定されている。部材 A の高さは $2h$ 、幅は b であり、部材 B および B' の各々の高さは h 、幅は b である。はりの曲げに際して部材 A, B, B' は接合面において互いにすべらないとし、はりの自重は無視する。はりの右端（自由端）に曲げモーメント M が働くとき、以下の設問に答えよ。

(1) はりの曲率半径を R とするとき、はり断面における垂直ひずみおよび垂直応力の y 軸に沿った分布を表す式を求めよ。なお、座標軸は図に示すようにとり、断面の図心が $y=0$ 上にあるものとする。

(2) はりの曲げ剛性を求めよ。

次に、図 6-2 のようにヤング率 E の部材 A と、ヤング率 $2E$ の部材 B を貼り合わせて作った、長さ l の組合せはりを考える。部材 A および B はいずれも高さ h 、幅 b である。はりの曲げに際して部材 A および B は接合面において互いにすべらないとし、はりの自重は無視する。はりの左端が壁に固定され、右端（自由端）に曲げモーメント M が働くとき、以下の設問に答えよ。

(3) 図 6-3 のように、部材 A と B の接合面とはりの中立面（はり断面の垂直ひずみおよび応力がゼロとなる面）との距離を h_0 とする。はりの曲率半径を R とするとき、はり断面における垂直ひずみおよび垂直応力の y 軸に沿った分布を表す式を求めるとともに、 h_0 を求めよ。なお、部材 A と B の接合面を $y=0$ とせよ。

(4) はりの曲率半径 R と曲げモーメント M の関係式を導け。

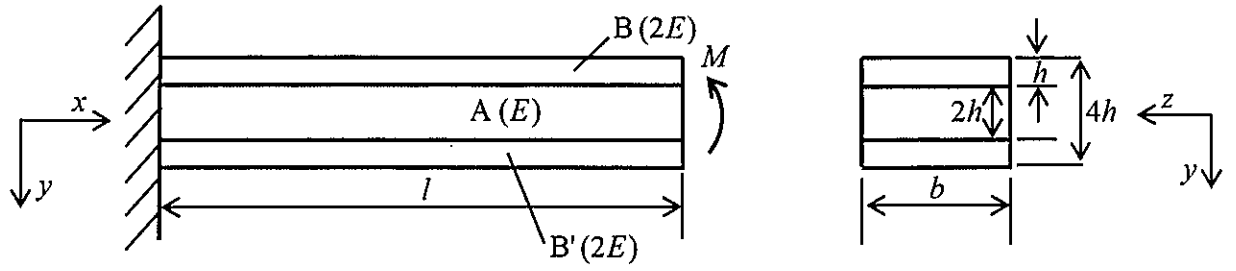


图 6-1

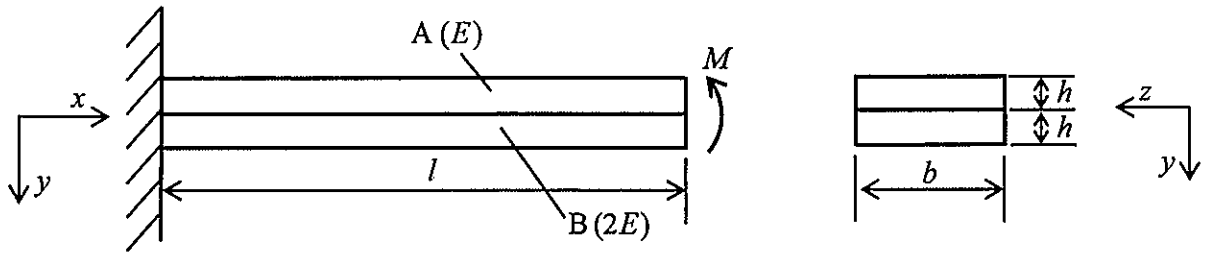


图 6-2

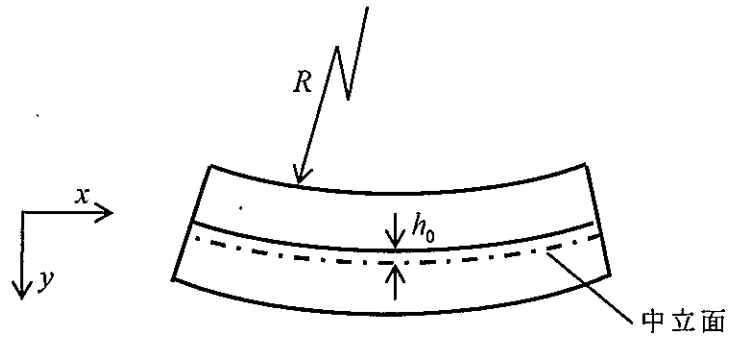


图 6-3

2021 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（機械力学・制御）問題 7，問題 8
解答時間 60 分

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで，問題文を見ないこと。
2. 問題は問題 7 と問題 8 がある。全問に解答すること。
3. 問題ごとに解答用紙 2 枚および下書用紙 1 枚を使用すること。
4. 解答用紙および下書用紙の裏面の使用は禁止する。
5. すべての解答用紙および下書用紙の上方の指定された箇所に，受験番号を忘れずに記入すること。
6. 日本語または英語で解答すること。
7. 解答は解答用紙の実線の内側に記入すること。
8. 解答に関係のない記号，符号などを記入した答案は無効とする。
9. マウスなどによる問題文のスクロール，拡大および縮小はしてよい。キーボード操作は禁止する。

・ネットワークトラブルが生じた場合でも解答を続けること。

(白紙)

機械工学（機械力学・制御）問題 7

図 7-1 に示すように水平面上で、一様な棒状の剛体 A が、軸受 B と二つのばね (S1 : ばね定数 k_1 , S2 : ばね定数 k_2) によって支持されている。剛体 A の全長を L , 質量を m , 重心点周りの慣性モーメントを I とする。軸受 B は縦棒 D に固定されている。このとき、以下の設問に答えよ。

- (1) 軸受 B が、剛体 A の重心に取り付けられており、ばね S1 とばね S2 が、重心から距離 a だけ離れた位置に取り付けられているとき、剛体 A の回転振動を表す運動方程式を、変数を回転角 θ として導出せよ。軸受 B には、回転速度に比例する回転抵抗による減衰力が作用し、その減衰係数を c とする。
- (2) 剛体 A を平衡位置から変位させて自由振動現象を観察しようとしたが、軸受の回転抵抗が大きいため、振動せずに元の位置に戻った。このような現象には 2 通りある。それらの違いを、剛体の回転角の過渡応答のグラフを描き説明せよ。

図 7-2 に示すように、縦棒 D の位置を移動させ、軸受 B の位置が剛体 A の重心位置から距離 b だけ離れている場合を考える。ここで、軸受 B の回転抵抗はゼロとし、2 つのばね S1 と S2 のばね定数は同一で $k_1 = k_2 = k$ とする。このとき、以下の設問に答えよ。

- (3) 剛体 A の回転振動を表す運動方程式を導出せよ。
- (4) 剛体 A の回転振動の固有振動数は、軸受の取り付け位置が剛体の重心である条件 ($b=0$) のときの固有振動数から、どのように変化するか説明せよ。
- (5) 剛体 A の回転振動の固有振動数を、軸受の取り付け位置が剛体の重心であるとき ($b=0$) と同一にするため、ばね S2 の取り付け位置のみを変える場合と、S2 のばね定数 k の値のみを変える場合を考える。それぞれ、どのように設定すればよいか説明せよ。

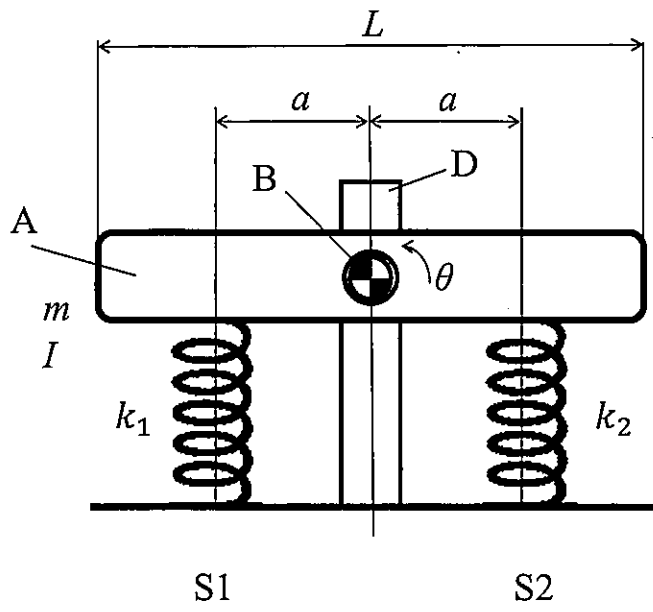


图 7-1

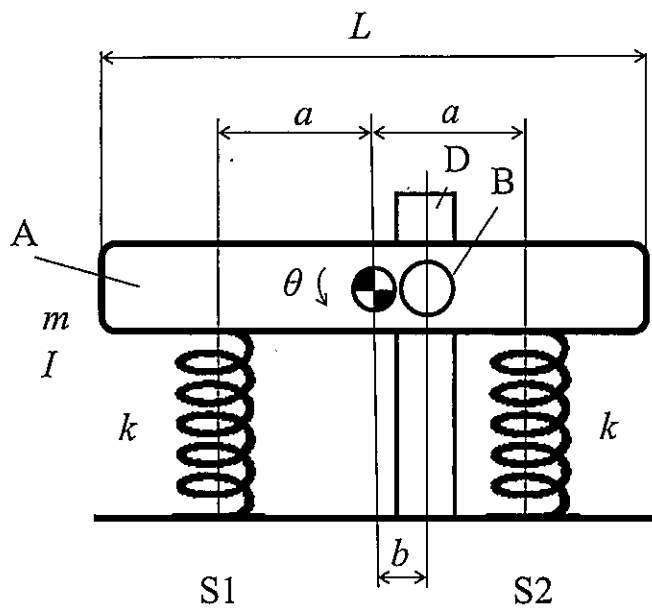


图 7-2

機械工学（機械力学・制御）問題 8

図 8-1 に示す x - y 平面内を運動する 1 自由度マニピュレータを考える。モータは地面に固定されており、トルク τ を出力できる。モータには質量 m 、長さ $2L$ の一様な剛体棒のリンクが接続されている。また、モータとリンクの間にはばねが設置されており、リンクの角度 θ に比例した復元トルクが働き、そのばね定数を k とする。さらに、モータとリンクの間にはリンクの角速度 $\dot{\theta}$ に比例した減衰トルクが生じており、その減衰係数は C とする。なお、重力加速度は無視できるとする。以下の設問に答えよ。

- (1) 1 自由度マニピュレータの運動方程式を求めよ。
- (2) $X = [\theta_1 \ \theta_2]^T = [\theta \ \dot{\theta}]^T$ を状態ベクトル、 θ_1, θ_2 を状態変数、 $Y = \theta$ を出力変数として、状態方程式を求めよ。
- (3) 設問(2)で求められた状態方程式を基に、1 自由度マニピュレータの可制御性と可観測性を議論せよ。
- (4) 角度 θ がゼロのとき、復元トルクはゼロであるとする。モータのトルク τ は、目標角度を θ_r (定数) とする PID 制御によって出力されるとする。比例ゲインは k_p 、積分ゲインは k_i 、微分ゲインは k_d とする。このとき、PID 制御系が安定となる PID ゲインの条件を導出せよ。

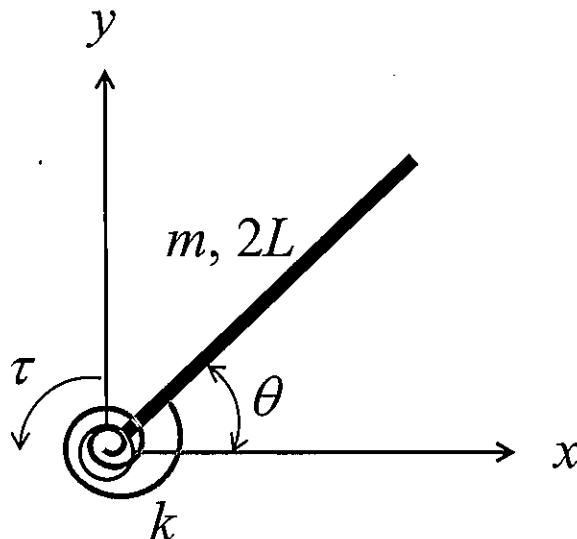


図 8-1

2021 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（機械設計・生産工学）問題 9，問題 10
解答時間 60 分

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで，問題文を見ないこと。
2. 問題は問題 9 と問題 10 がある。全問に解答すること。
3. 問題ごとに解答用紙 2 枚および下書用紙 1 枚を使用すること。
4. 解答用紙および下書用紙の裏面の使用は禁止する。
5. すべての解答用紙および下書用紙の上方の指定された箇所に，受験番号を忘れずに記入すること。
6. 日本語または英語で解答すること。
7. 解答は解答用紙の実線の内側に記入すること。
8. 解答に関係のない記号，符号などを記入した答案は無効とする。
9. マウスなどによる問題文のスクロール，拡大および縮小はしてよい。キーボード操作は禁止する。

・ネットワークトラブルが生じた場合でも解答を続けること。

(白紙)

機械工学（機械設計・生産工学）問題 9

図 9-1 のような平ベルトとプーリによる動力伝達機構を考える。以下の設問に答えよ。

- (1) 平ベルトを用いた動力伝達機構には、ベルトとプーリの間に滑りが生じるといふ問題がある。これを抑える方法を 2 つ示せ。
- (2) 平ベルトとプーリの間に滑りが生じることを活かした、図 9-1 に示す動力伝達機構の用途を 1 つ示し、どのように利用するのかを 100 文字以内で説明せよ。
- (3) 異なる二軸間で動力を伝達する機能を持つ機構を、図 9-1 のものとは別に 1 種類答えよ。
- (4) 設問(3)で挙げた機構と比較して、平ベルトを用いた動力伝達機構の長所および短所をそれぞれ 3 点ずつ述べよ。
- (5) 図 9-2 に示すプーリを丸棒から加工する場合、面 A～L を創成する順序を、段取り替えのタイミングも含めて説明せよ。また、それぞれの面を創成するための切削工具と工作機械も述べよ。なお、プーリの材質は JIS S45C (ISO C45) とする。
- (6) 加工後にプーリの表面の硬度を上げる表面処理方法を 2 つ示せ。
- (7) 設問(6)で挙げた表面処理方法のメカニズムをそれぞれ 100 文字以内で説明せよ。

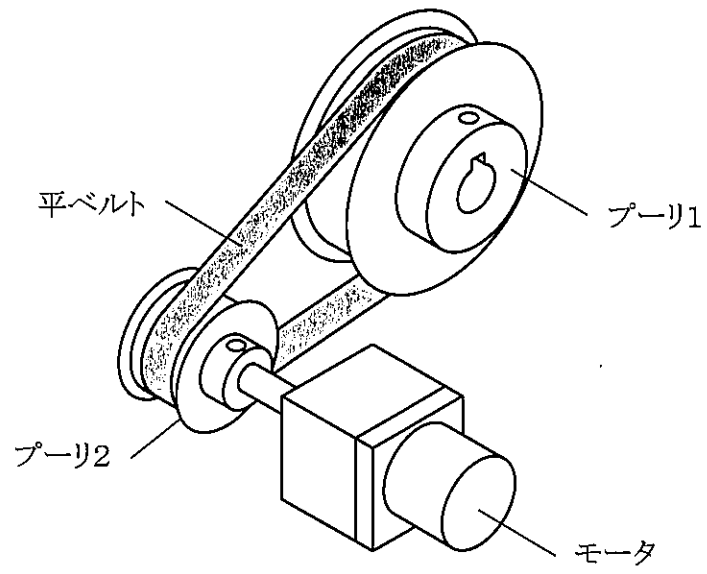


図 9-1

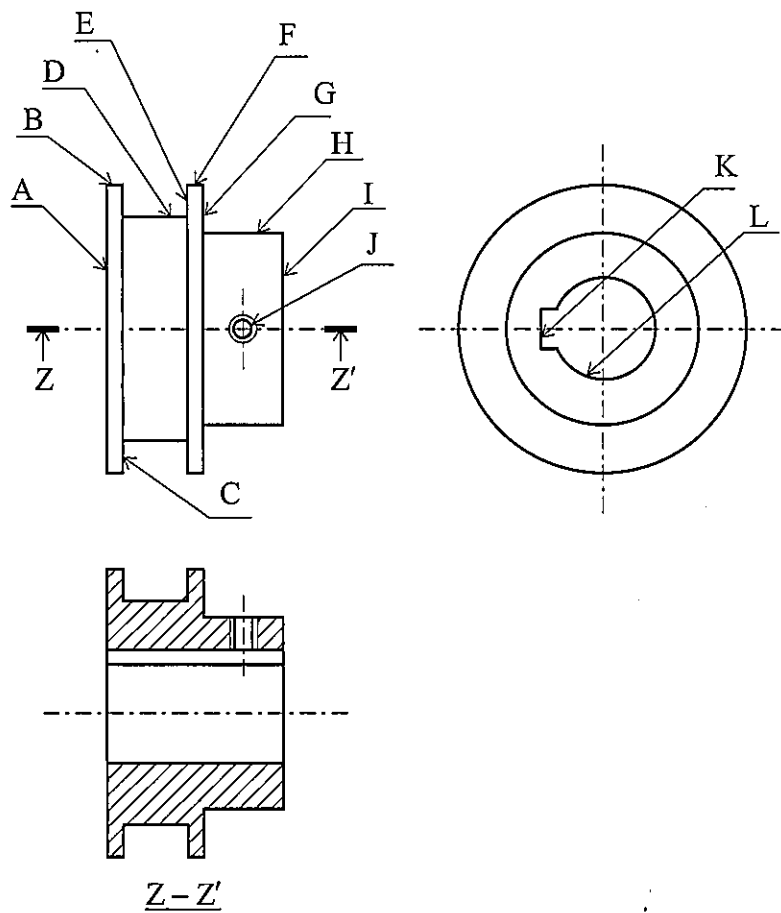


図 9-2

機械工学（機械設計・生産工学）問題 10

巻き掛け伝動の一つであるベルトドライブについて以下の設問に答えよ。

図 10-1 は、平ベルトとプーリの接触面の摩擦係数を推定する装置の模式図である。平ベルトの左端に質量 M のおもりを取り付け、右端はロードセルを介して壁面に固定し、プーリに平ベルトを接触角 90° で巻き付けている。プーリを矢印の方向に回転させ、回転が定常状態になったとき、ロードセルで測定された荷重が L であった。ただし、平ベルトの質量は無視し、重力加速度を g とする。

(1) 図 10-2 に示す角 $d\theta$ の微小要素を考える。微小要素では、ベルトの張力 T 、 $T+dT$ 、および平ベルトとプーリの接触面の摩擦力がつり合っている。微小要素における力のつり合いを求めよ。ただし、平ベルトとプーリの接触面の摩擦係数を μ_1 とする。

(2) L と M を用いて摩擦係数 μ_1 を推定せよ。

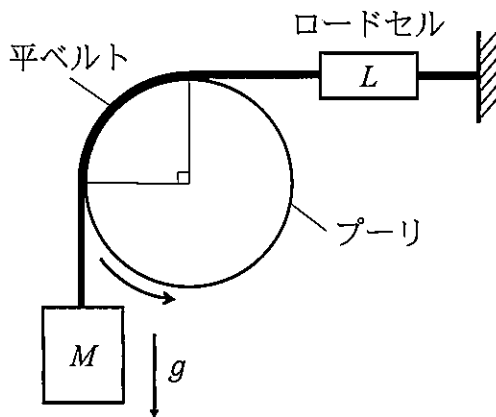


図 10-1

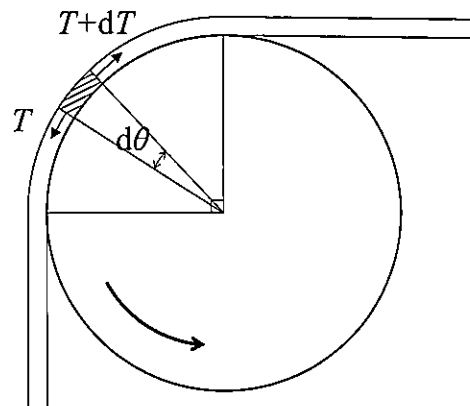


図 10-2

(3) 次に、図 10-3 に示したように、二つのプーリに平ベルトを巻き付け、プーリと平ベルトがすべりなく動力を伝達している装置を考える。この装置に、トルク計とロードセルを一つずつ取り付け、プーリと平ベルトの接触面における摩擦係数 μ_2 を推定する方法を答えよ。ロードセルで測定された荷重を L_c 、トルク計で測定されたトルクを τ とする。二つのプーリは半径 r の同一のものとし、ベルトの巻き付け角は 180° とする。また、ベルトの質量は無視する。

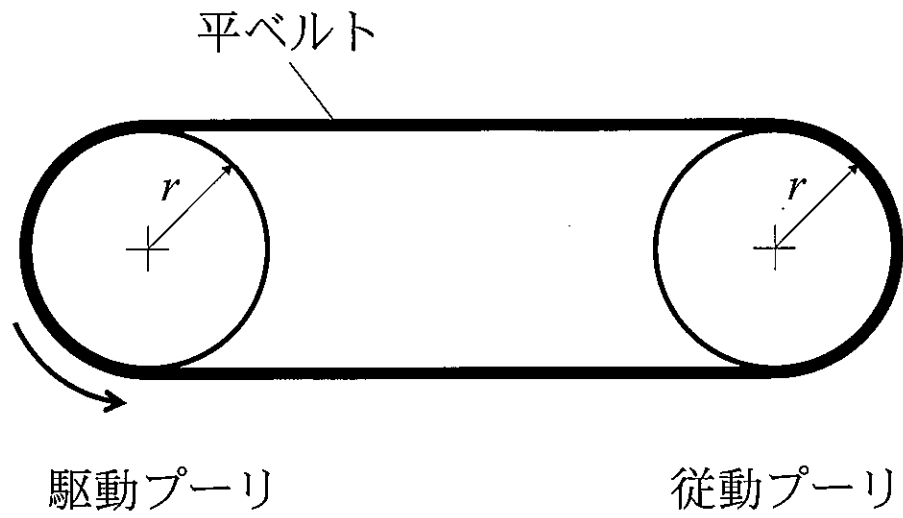


図 10-3

- (4) 設問(2)の推定方法と比較して設問(3)の推定方法が優れている点を 100 文字以内で答えよ。

**2021 Department of Mechanical Engineering
Master Course Program Entrance Examination
Mechanical Engineering (Material Mechanics)**

Problem 5 and Problem 6

Answer Time 60 minutes

GENERAL INSTRUCTIONS

1. Do not look at the Problems until the start of the examination has been announced.
2. Answer all Questions in Problems 5 and 6.
3. Use 2 Answer Sheets and 1 Draft Sheet for each Problem.
4. Do not use the back faces of the Answer Sheets or the Draft Sheets.
5. Fill in your examinee number in the designated places at the top of all the Answer Sheets and the Draft Sheets.
6. Answers must be written in Japanese or English.
7. Answers must be written within the solid frame on the Answer Sheets.
8. Any Answer Sheet with marks or symbols irrelevant to your answers is considered to be invalid.
9. Scrolling, expansion and reduction of the Problems are permitted by use of a mouse or other pointing device only. Keyboard operation is prohibited.

<p>• Continue the answer even if network trouble occurs.</p>
--

(Blank)

Mechanical Engineering (Material Mechanics) Problem 5

Consider the stepped bar 1 subjected to a tensile load F , as shown in Figure 5-1. The width and length of the upper and lower parts of the stepped bar 1 are $2w$ and $l/4$, respectively. Those of a middle part are w and $l/2$. The thickness in the depth direction of all parts is d . Assume a plane stress field condition in the xy plane, since there is no constraint in the depth direction. The Young modulus and Poisson ratio are E and ν , respectively.

- (1) Obtain the elongation amount of the stepped bar 1.
- (2) As shown in Figure 5-2, a strain gauge is attached on the middle part of the stepped bar 1, whose width is w . The angle between the strain gauge and the tensile direction is 45° . Obtain the strain value of the strain gauge when the stepped bar is subjected to the tensile load F as in Question (1).

Next, as shown in Figure 5-3, consider the system in which the stepped bar 1 is connected to a bar 2 with width $2w$, length l and thickness in the depth direction d . The two bars are connected in parallel through a rigid body. The upper parts of the bars are fixed to the wall. The rigid body is constrained so as to move only in the y direction. The Young modulus and Poisson ratio of the bar 2 are the same as those of stepped bar 1.

- (3) Obtain the displacement of the rigid body when the rigid body is subjected to a vertically downward load F .
- (4) In the system of Figure 5-3, the temperature of the stepped bar 1 is increased by $\Delta T(>0)$. Obtain the displacement of the rigid body due to the increase in temperature. Here, the linear thermal expansion coefficient of the stepped bar 1 is $\alpha(>0)$.

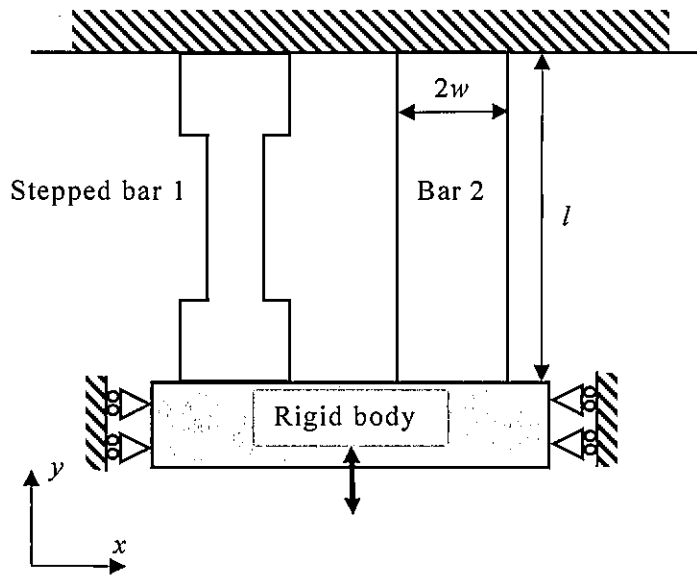
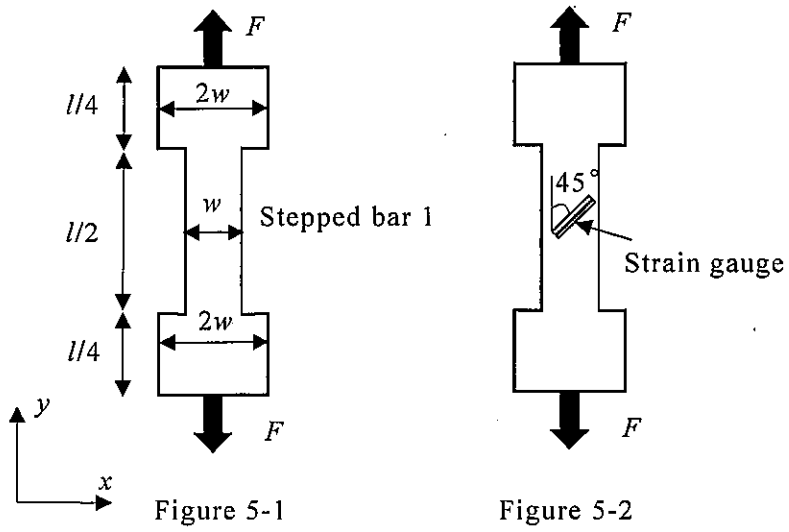


Figure 5-3

Mechanical Engineering (Material Mechanics) Problem 6

A composite beam with a length of l is fixed at its left end to a wall as shown in Figure 6-1. The composite beam consists of the component A having a Young modulus of E , and the components B and B' having a Young modulus of $2E$. The component A has a height of $2h$ and a width of b , and each of the components B and B' has a height of h and a width of b . The components do not slide at the interfaces upon bending. The gravitational effect is neglected. A bending moment of M is applied to the right end (free end). Answer the following questions.

- (1) Let R denote the radius of curvature of the beam. Find equations that express the distributions of normal strain and normal stress in a section of the beam along the y axis. Here, take the coordinates as shown in the figure so that the centroid of the section is at $y=0$.
- (2) Find the bending rigidity of the beam.

Next, consider a composite beam with a length of l fixed at its left end to a wall as shown in Figure 6-2. The composite beam consists of the component A having a Young modulus of E , and the component B having a Young modulus of $2E$. Each of the components A and B has a height of h and a width of b . The components do not slide at the interface upon bending. The gravitational effect is neglected. A bending moment of M is applied to the right end (free end). Answer the following questions.

- (3) As shown in Figure 6-3, let h_0 be the distance from the interface between the components A and B to the neutral axis of the beam, where normal strain and normal stress in a section become zero. Let R denote the radius of curvature of the beam. Find equations that express the distributions of normal strain and normal stress in a cross-section of the beam along the y axis. In addition, find h_0 . Here, take the coordinates so that the interface is at $y=0$.
- (4) Derive the relational equation between the curvature of the beam, R , and the bending moment, M .

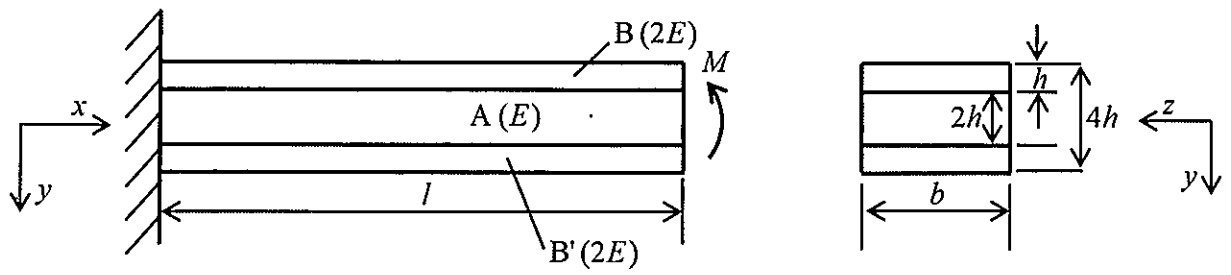


Figure 6-1

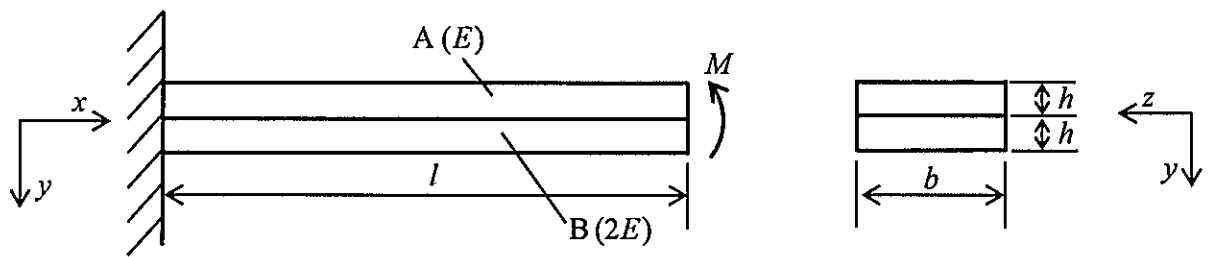


Figure 6-2

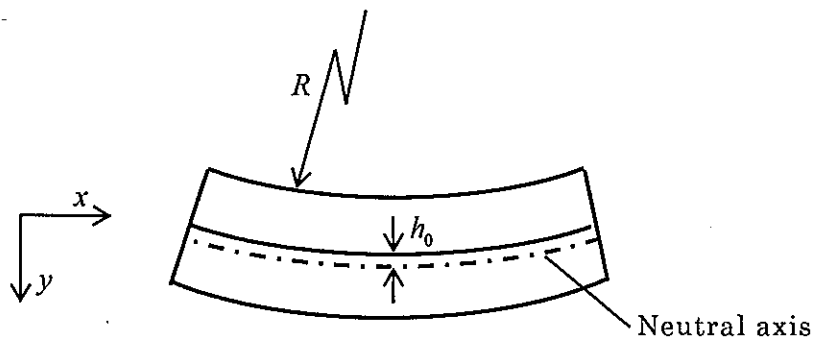


Figure 6-3

2021 Department of Mechanical Engineering
Master Course Program Entrance Examination
Mechanical Engineering (Mechanical Dynamics/Control)

Problem 7 and Problem 8

Answer Time 60 minutes

GENERAL INSTRUCTIONS

1. Do not look at the Problems until the start of the examination has been announced.
2. Answer all Questions in Problems 7 and 8.
3. Use 2 Answer Sheets and 1 Draft Sheet for each Problem.
4. Do not use the back faces of the Answer Sheets or the Draft Sheets.
5. Fill in your examinee number in the designated places at the top of all the Answer Sheets and the Draft Sheets.
6. Answers must be written in Japanese or English.
7. Answers must be written within the solid frame on the Answer Sheets.
8. Any Answer Sheet with marks or symbols irrelevant to your answers is considered to be invalid.
9. Scrolling, expansion and reduction of the Problems are permitted by use of a mouse or other pointing device only. Keyboard operation is prohibited.

<p>• Continue the answer even if network trouble occurs.</p>
--

(Blank)

Mechanical Engineering (Mechanical Dynamics/Control) Problem 7

As shown in Figure 7-1, a uniform rod-shaped rigid body A is supported by a bearing B and two springs, S1 (spring constant k_1) and S2 (spring constant k_2). The length of the rigid body A is L . The rigid body A has a mass m and an inertia moment I around the center of gravity. The bearing B is fixed at a vertical bar D. Answer the following questions.

- (1) Obtain the equation of motion for rotational vibration of the rigid body A using rotational angle θ as a variable when the bearing B is located at the center of gravity of the rigid body A, and the spring S1 and the spring S2 are located at a distance a apart from the center of gravity. A damping force proportional to the rotational speed due to rotational resistance acts on the bearing, and its damping coefficient is c .
- (2) In order to observe the free vibration phenomenon, the rigid body A is displaced from the equilibrium position, but it returns to the original position without vibrating because of the large rotational resistance of the bearing. There are two cases for this phenomenon. Explain the difference between the two cases by drawing a graph of the transient response of the rotational angle of the rigid body.

As shown in Figure 7-2, consider the case in which the position of bearing B is shifted by b from the center of gravity of rigid body A by moving of the vertical bar D. Answer the following questions, assuming the rotational resistance of bearing B is zero and the spring constants of the two springs S1 and S2 are equivalent with $k_1 = k_2 = k$.

- (3) Obtain the equation of motion for rotational vibration of the rigid body A.
- (4) Explain how the rotational natural frequency of the rigid body vibration changes from the condition where the position of the bearing is at the center of gravity of rigid body A ($b=0$).

- (5) In order to make the rotational natural frequency of the rigid body A equivalent to that under the condition where the position of the bearing is located at the center of rigid body ($b=0$), explain strategy to change only the position of the spring S2, or to change only the spring constant k of S2.

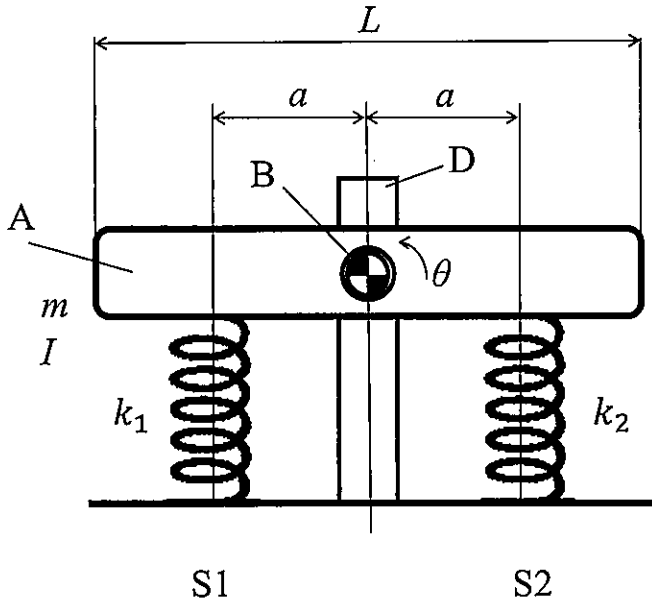


Figure 7-1

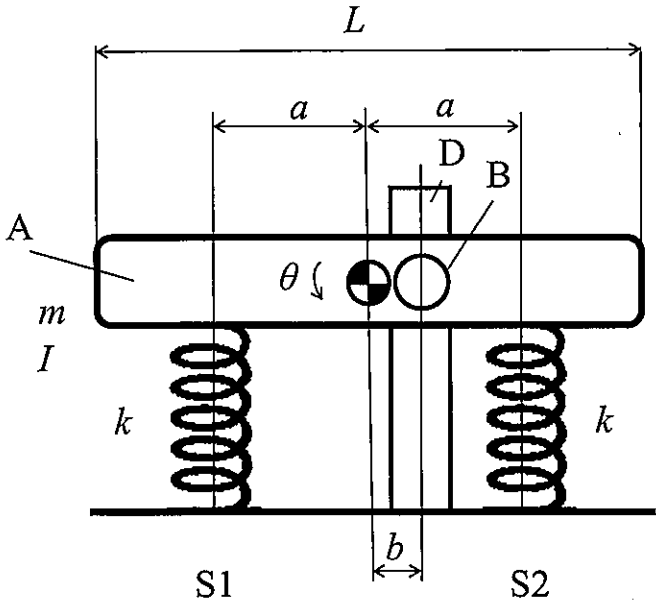


Figure 7-2

Mechanical Engineering (Mechanical Dynamics/Control) Problem 8

Consider a one degree-of-freedom manipulator, which can move in the x - y plane, as shown in Figure 8-1. The motor is fixed on the ground and can generate torque τ . A link which is a uniform rigid bar of mass m and length $2L$ is attached to the motor. A spring is attached between the motor and the link. The restoring torque of the spring, which is proportional to the angle θ of the link, is generated, and its spring constant is k . In addition, the damping torque, which is proportional to the angular velocity $\dot{\theta}$ of the link, is generated, and its damping coefficient is C . The gravitational acceleration is negligible. Answer the following questions.

- (1) Derive the equation of motion of the one degree-of-freedom manipulator.
- (2) Let $X = [\theta_1 \quad \theta_2]^T = [\theta \quad \dot{\theta}]^T$ be the state vector, θ_1 and θ_2 be the state variables and $Y = \theta$ be the output variable. Derive the state equation.
- (3) Based on the state equation obtained in Question (2), discuss the controllability and observability of the one degree-of-freedom manipulator.
- (4) When the angle θ of the link is zero, the restoring torque of the spring becomes zero. The motor torque τ is generated by PID control with a reference angle θ_r (constant). The proportional, integral and derivative gains are k_p , k_i , and k_d , respectively. Derive the condition on PID gains to stabilize the PID control system.

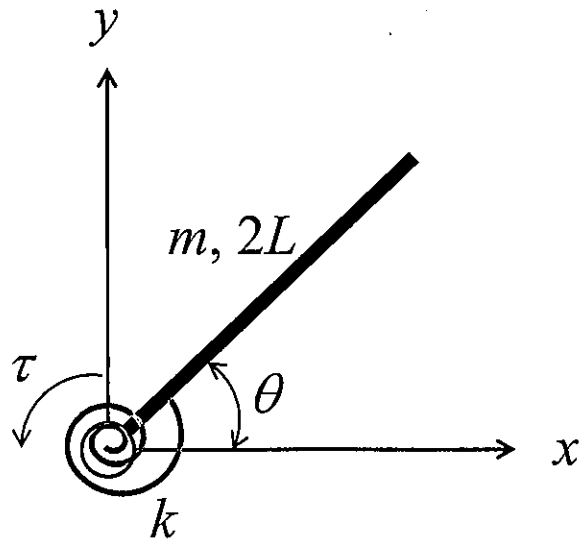


Figure 8-1

**2021 Department of Mechanical Engineering
Master Course Program Entrance Examination
Mechanical Engineering (Mechanical Design/Production)**

Problem 9 and Problem 10

Answer Time 60 minutes

GENERAL INSTRUCTIONS

1. Do not look at the Problems until the start of the examination has been announced.
2. Answer all Questions in Problems 9 and 10.
3. Use 2 Answer Sheets and 1 Draft Sheet for each Problem.
4. Do not use the back faces of the Answer Sheets or the Draft Sheets.
5. Fill in your examinee number in the designated places at the top of all the Answer Sheets and the Draft Sheets.
6. Answers must be written in Japanese or English.
7. Answers must be written within the solid frame on the Answer Sheets.
8. Any Answer Sheet with marks or symbols irrelevant to your answers is considered to be invalid.
9. Scrolling, expansion and reduction of the Problems are permitted by use of a mouse or other pointing device only. Keyboard operation is prohibited.

<p>• Continue the answer even if network trouble occurs.</p>
--

(Blank)

Mechanical Engineering (Mechanical Design/Production) Problem 9

Consider a power transmission mechanism using a flat belt and pulleys shown in Figure 9-1. Answer the following questions.

- (1) A power transmission mechanism using a flat belt has a problem that slippage occurs between the belt and the pulley. Give two examples of methods that suppress the problem.
- (2) Give one application of the power transmission mechanism shown in Figure 9-1 that takes advantage of the slippage between the flat belt and the pulleys, and explain how it works in less than 60 words.
- (3) Give one example of mechanism other than that shown in Figure 9-1 that has the function of transmitting power between two different rotating shafts.
- (4) Describe three advantages and three disadvantages of the power transmission mechanism using a flat belt, compared with the mechanism given in Question (3).
- (5) When machining the pulley shown in Figure 9-2 from a round bar, describe the machining sequence for generating surfaces A to L and the timing of the set-up change. In addition, describe the machine tools and the cutting tools used for generating each surface. Here, the material of the pulley is ISO C45 (JIS S45C).
- (6) Give two examples of surface treatment methods which harden the pulley surface after machining.
- (7) Explain the mechanisms of the surface treatment methods given in Question (6) in less than 60 words for each example.

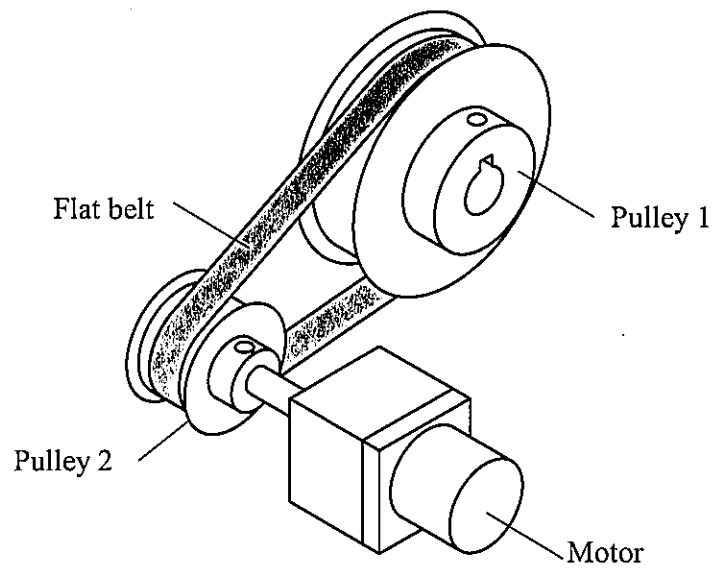


Figure 9-1

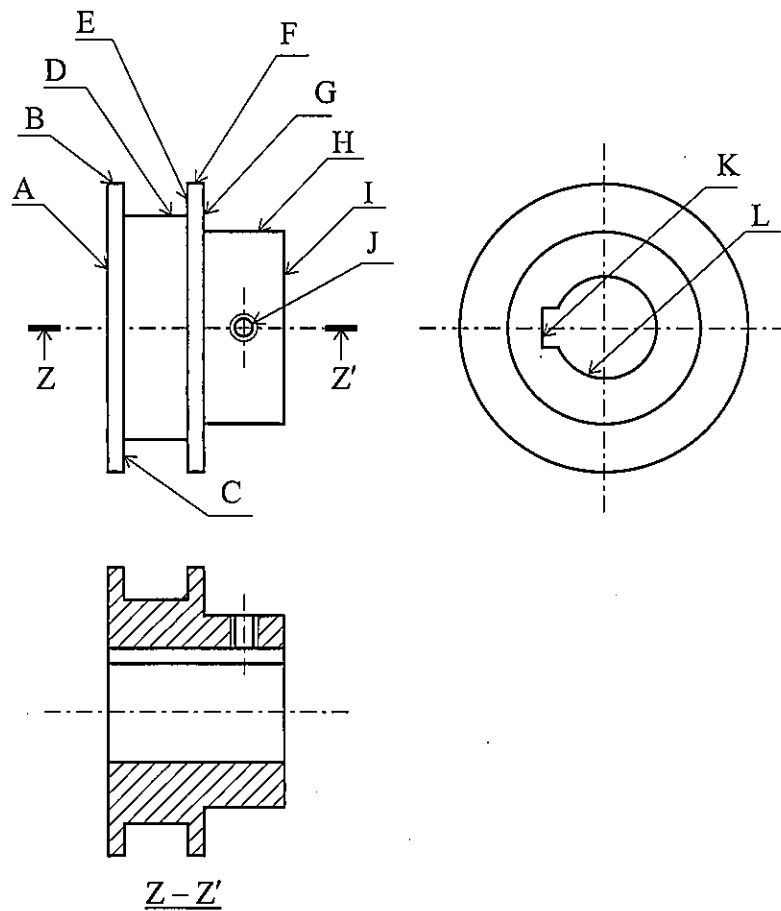


Figure 9-2

Mechanical Engineering (Mechanical Design/Production) Problem 10

Answer the following questions about the belt drive, which is one of the winding transmissions.

Figure 10-1 is a schematic diagram of an apparatus for estimating the friction coefficient of the contact surface between a flat belt and a pulley. A mass M is attached to the left end of the flat belt, the right end is fixed to the wall surface via a load cell, and the flat belt is wound around the pulley with a contact angle of 90° . When the pulley is rotated in the direction of the arrow, and the rotation reached a steady state, the load cell indicates the load L . The mass of the belt is negligible, and gravity acceleration is g .

- (1) Consider a very small element with an angle $d\theta$ as shown in Figure 10-2. In the very small element, the flat belt tensions T and $T+dT$, and the friction force of the contact surface between the flat belt and the pulley are balanced. Find the balance of forces in the very small element. The friction coefficient of the contact surface between the flat belt and the pulley is μ_1 .
- (2) Estimate the friction coefficient μ_1 using L and M .

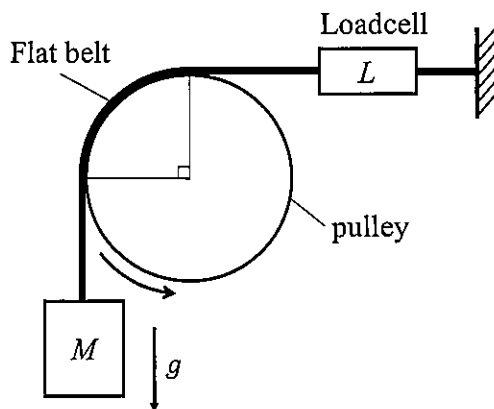


Figure 10-1

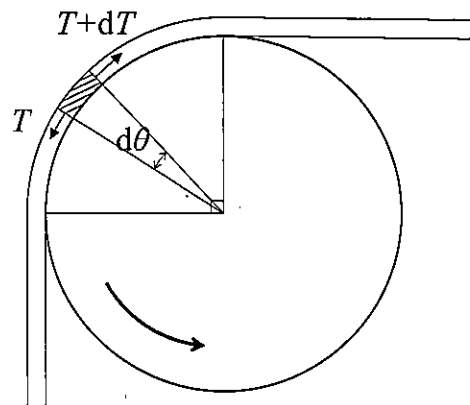


Figure 10-2

- (3) Next, consider a power transmission device in which a flat belt is wound around two pulleys without slipping as shown in Figure 10-3. Describe a method to estimate the friction coefficient μ_2 at the contact surface between the pulley and the flat belt by installing one torque meter and one load cell into this device. Let L_c be the load measured by the load cell and τ be the torque measured by the torque meter. The two pulleys are identical with the same radius r , and the belt winding angle is 180° . The mass of the belt is negligible.

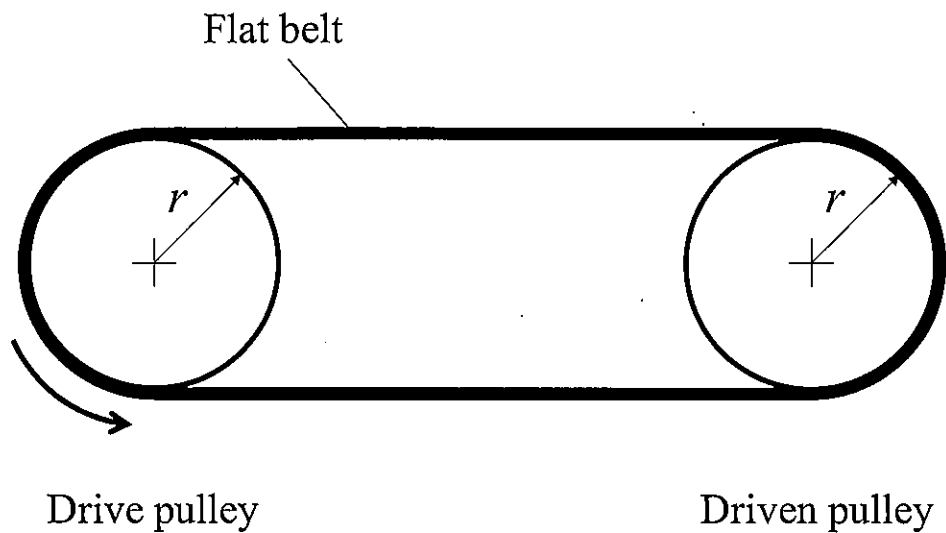


Figure 10-3

- (4) Describe the advantages of the estimation method given in Question (3) compared to that of Question (2), within 60 words.