

科目名：材料力学 [1 / 2]

問題[1], [2]は、別々の指定の答案用紙に解答すること

[1]

図 1-1 に示すように、直径 $2d$ 、長さ L の中実丸軸 AB と直径 d 、長さ L の中実丸軸 CD の間に、厚さが無視できるほど薄い剛体円盤を円盤と軸の中心を合わせて接合した軸 ABCD がある。軸の端部 A および端部 D は剛体壁に固定されている。以下の問いに答えなさい。ただし、中実丸軸 AB の材料の縦弾性係数、横弾性係数、ポアソン比および線膨張係数を、それぞれ E_1 、 G_1 、 ν_1 および α_1 とする。また、中実丸軸 CD の材料の縦弾性係数、横弾性係数、ポアソン比および線膨張係数を、それぞれ E_2 、 G_2 、 ν_2 および α_2 とする。

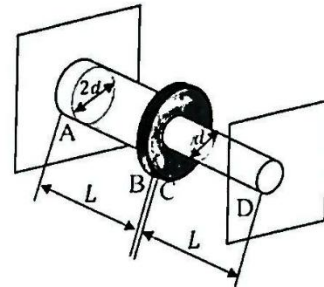


図 1-1

(1) 軸 AB と軸 CD の温度を ΔT だけ上昇させた。軸 AB に作用する軸力 N_{AB} 、および軸 CD に作用する軸力 N_{CD} を、引張を正としてそれぞれ答えなさい。ただし、剛体円盤は熱膨張しないものとする。

(2) 軸 AB に作用する熱応力 σ_{AB} 、軸 CD に作用する熱応力 σ_{CD} を求めなさい。

次に、軸の温度を ΔT 上昇させたままの状態、図 1-2 に示すように、剛体円盤にトルク T を作用させた。以下の問いに答えなさい。

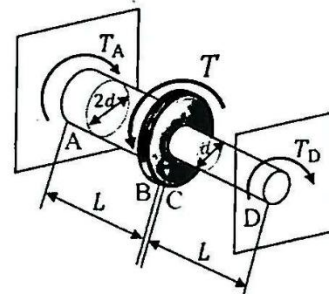


図 1-2

(3) 端部 A での支持トルクを T_A 、端部 D での支持トルクを T_D として、トルクのつり合い式を書きなさい。

(4) 軸の AB 間のねじれ角 ϕ_{AB} を T_A を用いて、軸の CD 間のねじれ角 ϕ_{CD} を T_D を用いてそれぞれ表しなさい。

(5) 支持トルク T_A および T_D を決定しなさい。

(6) 軸 AB および CD の表面に作用するせん断応力 τ_{AB} および τ_{CD} を求めなさい。

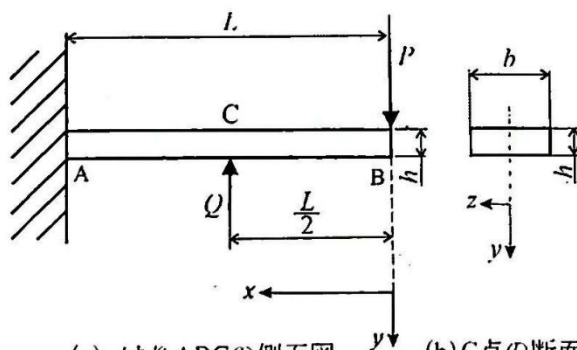
(7) 横弾性係数 G_1 と G_2 の間に $G_2 = 2G_1$ 、ポアソン比に $\nu_1 = \nu_2$ の関係があるとき、軸 AB に作用する主せん断応力 τ_{1AB} と軸 CD に作用する主せん断応力 τ_{1CD} の大小関係をモールの応力円を用いて説明しなさい。

科目名：材料力学 [2 / 2]

(問題[1], [2]は別々の答案用紙に回答すること.)

[2] 図 2-1 および図 2-2 に示すような、断面の高さが長手方向 (x 軸) に一定で、はりの幅は一定ではない、左右対称な四角形の断面形状をもつはり ACB が A 端で固定支持されている。はり ACB の縦弾性係数は E で一様である。外力によるはりのねじれは生じないものとする。次の問いに答えなさい。解答は解答用紙の右側欄の所定の場所に記述し、左側空欄に導出過程を記述すること。解答の図には概形を示す重要な座標を明記すること。

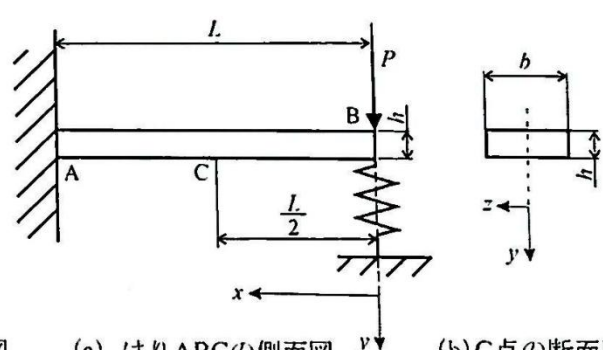
- (1) まず、あるはり ACB に対して図 2-1 に示すように点 B および点 C に大きさ P および Q の集中外力 ($P > Q > 0$) を、はりの幅中央にそれぞれ作用させた。A 端での支持力および支持モーメントを求めなさい。
- (2) (1) のとき、AB 間に作用する曲げモーメントを求めなさい。
- (3) (1) のとき、AB 間の引張最大曲げ応力が一定となるようなはり ACB の形状を設計し、はりの上面図を描きなさい。点 C でのはりの断面形状は図 2-1(b) に示すように幅が b 、高さが h である。
- (4) (3) で求めた断面形状の場合における、AB 間のたわみを、点 B を原点とする座標 x を用いて表し、たわみ v の概要図を描きなさい。
- (5) 次に図 2-2 に示すように、別のはり ACB に対して B 点にばね定数 k のばねを取り付けた。はり ACB が水平な状態であるとき、ばねは自然長である。点 B に大きさ $P(>0)$ の集中外力を与えたとき、AB 間の引張最大曲げ応力が一定となるようなはりの形状を設計し、はり幅の長さを、点 B を原点とする座標 x を用いて表しなさい。点 C でのはりの断面形状は図 2-2(b) に示すように、幅が b 、高さが h である。
- (6) (5) で求めた断面形状の場合における、点 B でのたわみ v_B を求めなさい。



(a) はり ABC の側面図

(b) C 点の断面図

図 2-1



(a) はり ABC の側面図

(b) C 点の断面図

図 2-2