令和７年度総合生産科学研究科博士前期課程総合生産科学専攻
一般入試（夏期募集）
共生システム科学コース　電気・機械システム分野(機械系)
海洋未来科学コース（機械系）
材料力学

1　図1に示すように，直径が $2d$ から d に線形的に変化する長さ l の中実テーパ丸棒 AB が A 端を壁に固定され，B 端にねじりモーメント T および曲げモーメント M を受けている．テーパ丸棒 AB は均質等方性材料でできており，縦弾性係数を E，横弾性係数を G とする．重力の影響は無視できるものとして，以下の問に答えよ．ただし，$l \gg d$ とする．

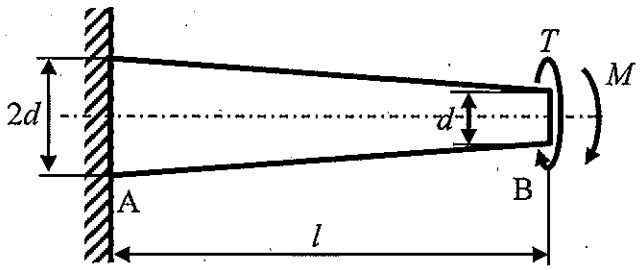

図 1

(1)　B端におけるねじれ角 ϕ_B を T，G，d，l を用いて表せ．
(2)　B端におけるたわみ δ_B を M，E，d，l を用いて表せ．
(3)　テーパ丸棒 AB に生じる最大主応力 σ_1 を M，T，d を用いて表せ．

2　図2に示すように断面積 A_1，縦弾性係数 E_1，線膨張係数 α_1，長さ $l+\delta$ の丸棒1を水平な床に垂直に固定し，断面積 A_2，縦弾性係数 E_2，線膨張係数 α_2，長さ l の円筒2を丸棒1の中心軸と中心が一致するように垂直に立てた．その後，剛体円板3を丸棒1の上端に丸棒1と垂直となるように接合した．ただし，$l \gg \delta$ とし，重力の影響は無視できるものとする．また，円筒2の座屈は考慮しなくて良いものとし，床と円筒2の摩擦も無視できるものとする．

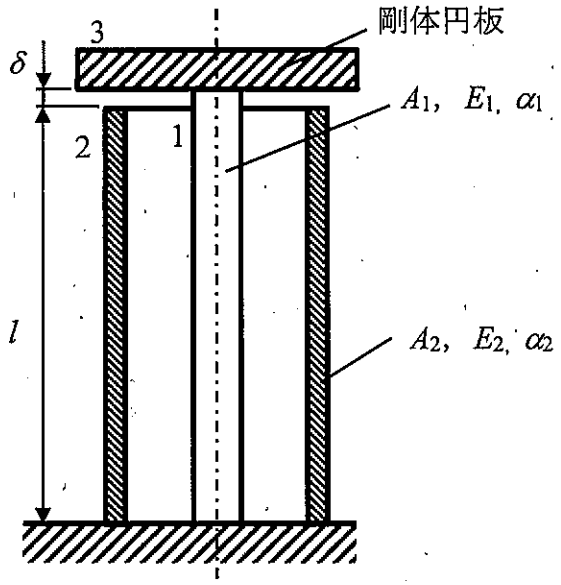

図 2

(1)　剛体円板3と円筒2が接触するまで，円筒2の各部の温度が均一である状態を維持しながら加熱した．このときの温度上昇量 ΔT を求めよ．

(2)　(1)の剛体円板3と円筒2が接触した状態から，円筒2の温度をさらに ΔT 上昇させた場合，丸棒1に生じる引張応力 σ_1 を求めよ．

(3)　(2)の状態における丸棒1の伸び λ_1 を求めよ．