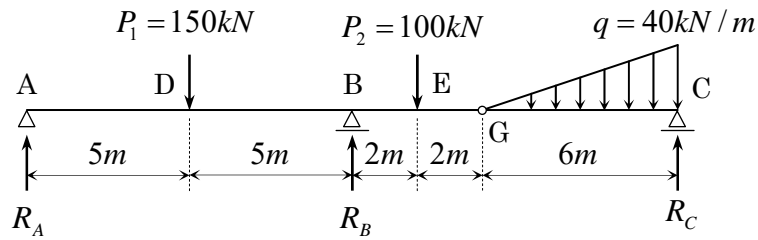


《静定構造物の断面力の問題》

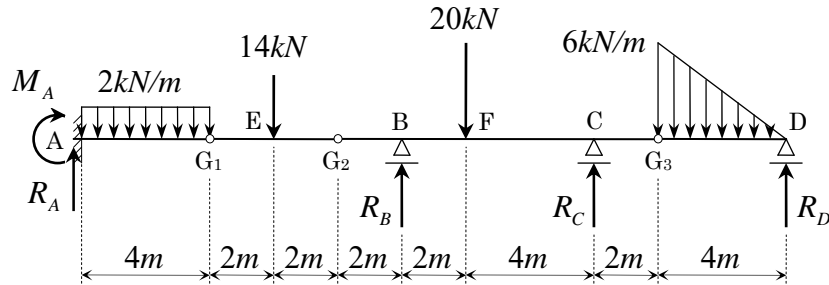
【問題 SF-G-1】 下図に示す静定ゲルバーばかりについて、以下の設問に答えよ。

- (1) 図中の支点反力 R_A , R_B , R_C を求めよ。
- (2) せん断力図 (Q -図)、曲げモーメント図 (M -図) を図示せよ。なお、主要点の数値を記入せよ。



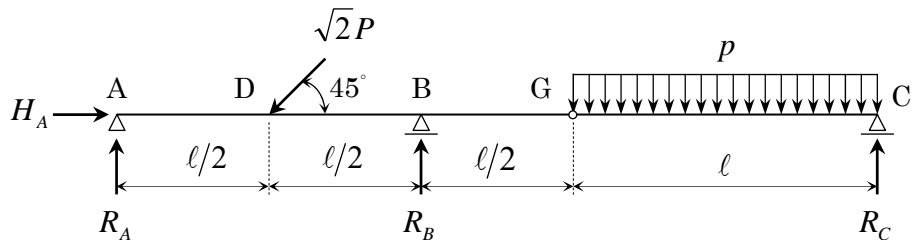
【問題 SF-G-2】 下図に示す静定ゲルバーばかりについて、以下の設問に答えよ。

- (1) 支点反力 R_A , M_A , R_B , R_C , R_D を求めよ。
- (2) 断面力図、即ち、せん断力図 (Q -図), 曲げモーメント図 (M -図) を図示せよ。



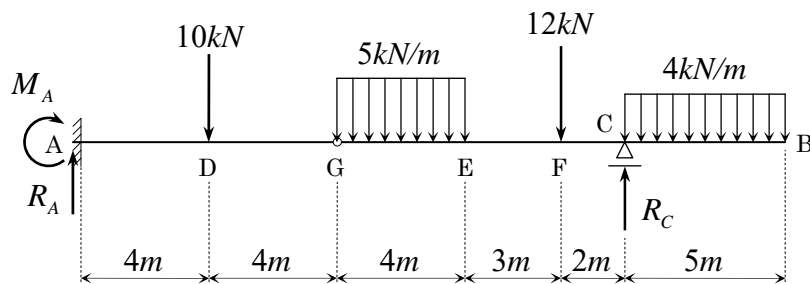
【問題 SF-G-3】 下図に示す静定ゲルバーばかりについて、以下の設問に答えよ。

- (1) 図中の支点反力 H_A , R_A , R_B , R_C を求めよ。
- (2) $R_A = 0$ となるための P と p の関係を示せ。
- (3) 上記(2)を前提として曲げモーメント図、せん断力図を図示せよ。なお、主要点の数値を記入せよ。

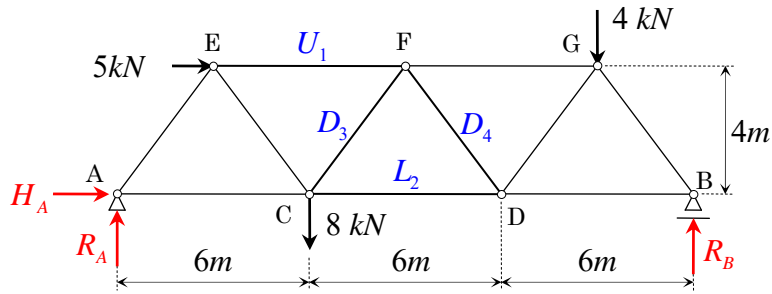


【問題 SF-G-4】 下図に示す静定ゲルバーばかりについて、以下の設問に答えよ。

- (1) 支点反力 R_A , M_A , R_C を求めよ。
- (2) 断面力図、即ち、せん断力図 (Q -図), 曲げモーメント図 (M -図) を図示せよ。

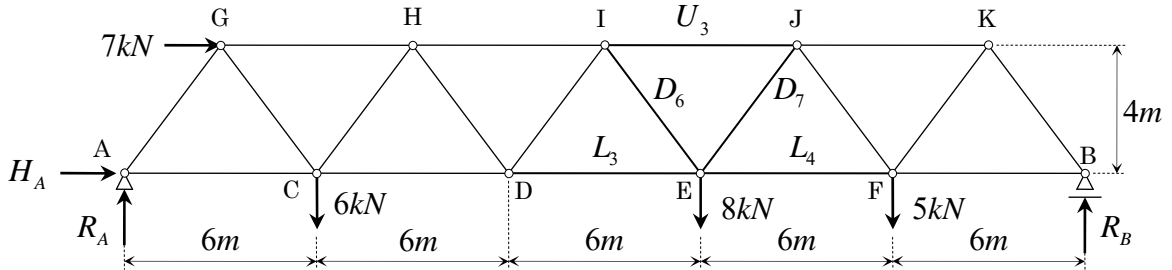


【問題 SF-T-1】 下図に示す静定ワーレントラスの部材力 U_1 , D_3 , D_4 , L_2 を求めよ。



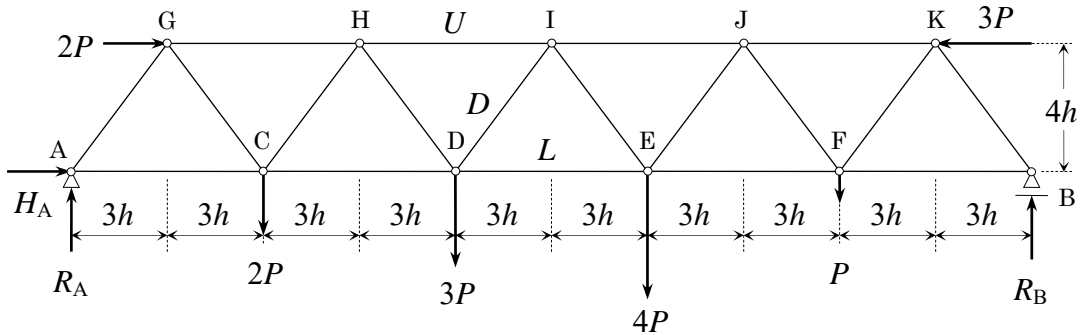
【問題 SF-T-2】 下図に示す静定ワーレントラスについて、以下の設問に答えよ。

- (1) 支点反力 R_A , H_A , R_B を求めよ。
- (2) 部材力 U_3 , D_6 , D_7 , L_3 , L_4 を求めよ。

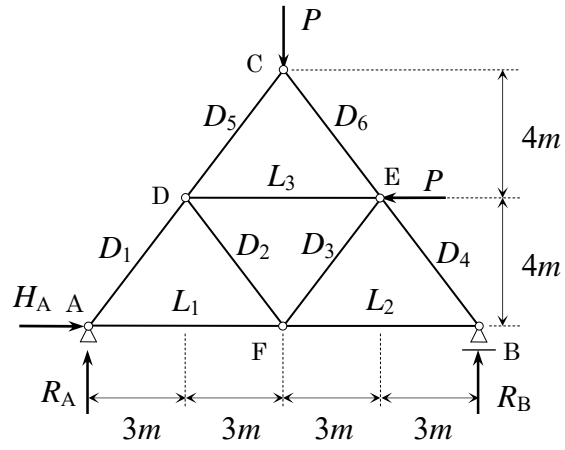


【問題 SF-T-3】 下図に示す静定ワーレントラスについて、次の設問に答えよ。

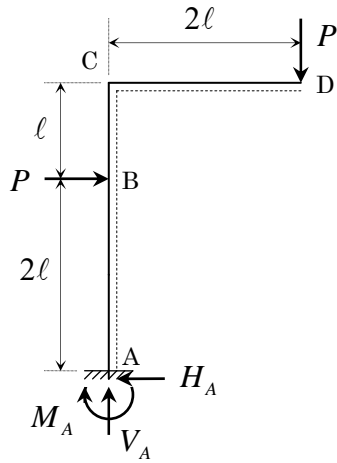
- (1) 支点反力 R_A , H_A , R_B を求めよ。
- (2) 部材 HI, DI, DE の部材力 U , D , L を求めよ。



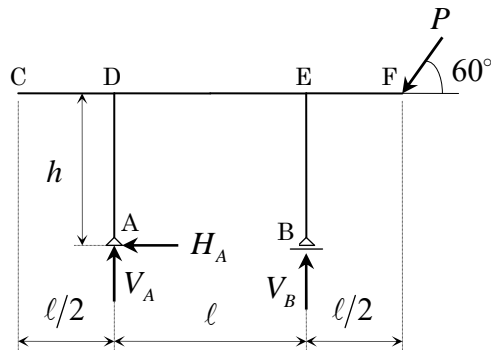
【問題 SF-T-4】 下図に示す静定トラスの部材力 $L_1, L_2, L_3, D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, D_6$ を求めよ。



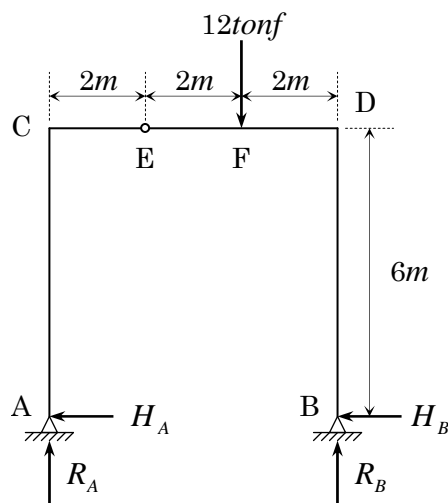
【問題 SF-R-1】 下図のような静定ラーメンの断面力図を図示せよ。



【問題 SF-R-2】 下図に示す静定ラーメンの断面力図、すなわち、軸方向力図 (N -図), せん断力図 (Q -図), 曲げモーメント図 (M -図) を図示せよ。

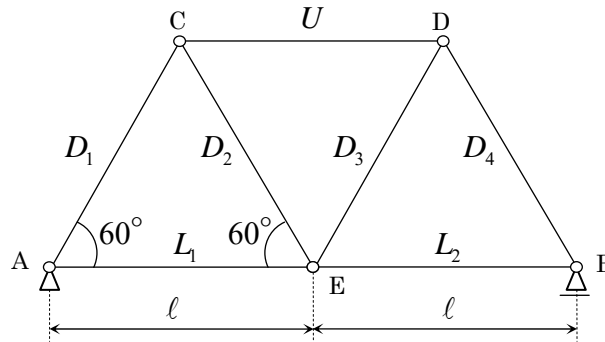


【問題 SF-R-3】 下図に示す静定ラーメンの軸力図 (N -図), せん断力図 (Q -図), 曲げモーメント図 (M -図) を描け。なお、ラーメンの曲げモーメントは、部材が内側に変形するような曲げモーメントを正として扱うものとする。また、軸力図はせん断力図の正負と同じ扱いで描くこと。



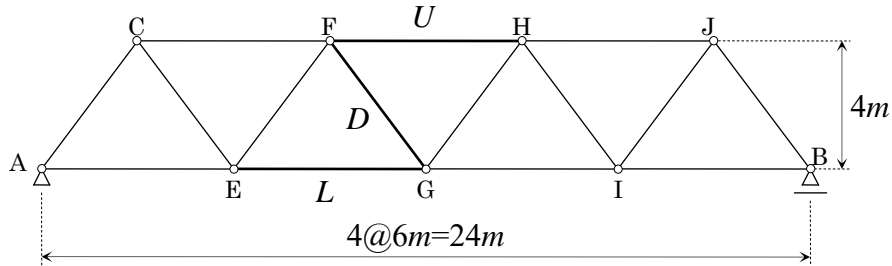
《影響線とその応用》

【問題 IL-T-1】 下図に示すトラスの部材力すべてについて、下弦載荷の場合の影響線を求めよ。

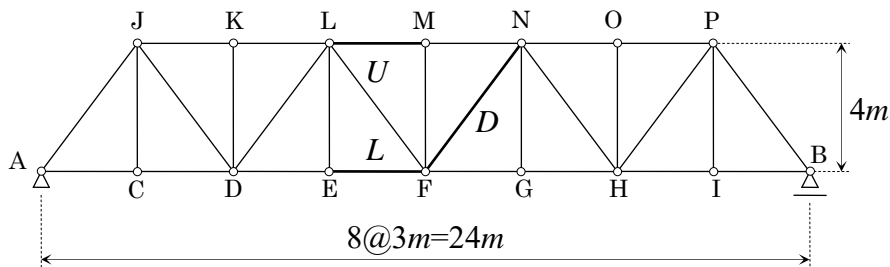


【問題 IL-T-2】 下図に示すワーレントラスについて、

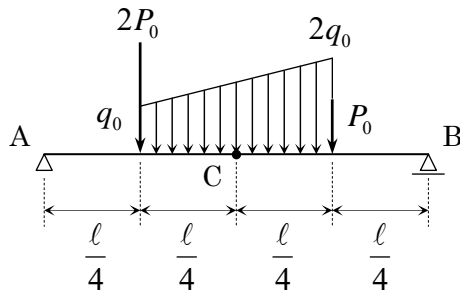
- 下弦載荷の場合の部材力 U , L , D の影響線を描き、必要な縦距を与えよ。
- 死荷重 4 kN/m と集中荷重 20 kN が作用するときの部材力の最大値 U_{\max} , L_{\max} , D_{\max} を求めよ。



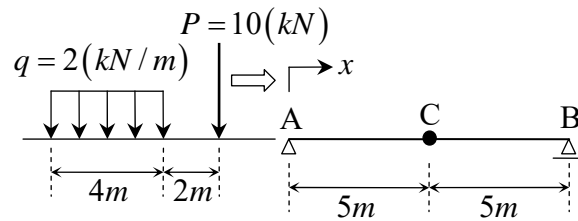
【問題 IL-T-3】 下図に示すトラスの部材 EF, FN, LM の部材力 L , D , U について、下弦載荷の場合の影響線を求めよ。



【問題 IL-SB-1】 下図に示すような集中荷重と等変分布荷重が載荷された単純ばりの支点反力 R_A , R_B と C 点でのせん断力 Q_C , 曲げモーメント M_C を “影響線” を用いて求めよ。

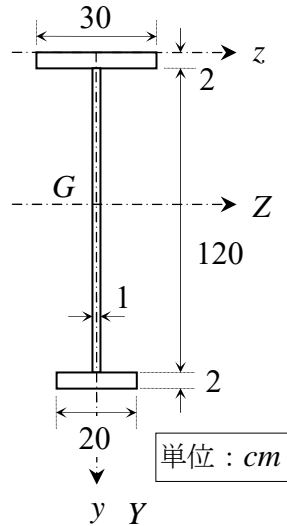


【問題 IL-SB-2】 下図に示すような “集中荷重 P と等分布荷重 q のセット” (移動荷重) が、単純ばり AB 上を移動するとき、載荷位置による C 点のせん断力 Q と曲げモーメント M の変化を “影響線” を用いて求め、図示せよ。なお、移動荷重は、 A 点を原点とする x 軸において、集中荷重 P の位置によって “載荷位置” を表わすものとする。



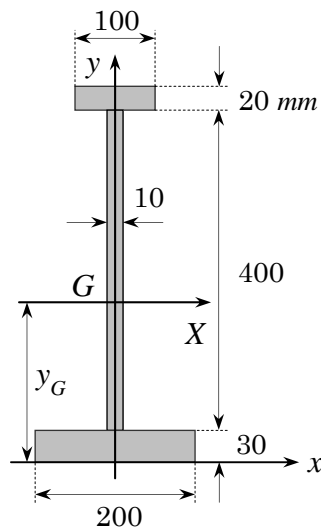
《断面諸量の問題》

【問題 CS-I-1】 下図に示す“I型断面”の重心 G の位置，重心を通る直交座標軸 Y, Z に関する断面2次モーメント I_Y および I_Z ならびに Z 軸に関する上・下縁の断面係数 W_u, W_l を計算せよ。〔教科書 p.106 演習問題(1)を援用〕



【問題 CS-I-2】 下図に示す“I型断面”について、以下の設問に答えよ。

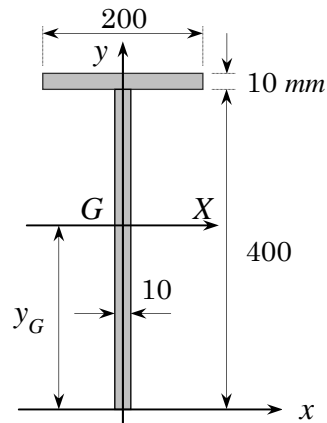
- (1) I型断面の重心 $G(0, y_G)$ を求めよ。
- (2) I型断面の重心 G を通る X 軸に関する断面2次モーメント I_X を求めよ。
- (3) I型断面の x 軸に関する断面2次モーメント I_x を求めよ。



【問題 CS-T-1】 下図に示す“T型断面”について、以下の設問に答えよ。

(1) T型断面の重心 $G(0, y_G)$ を求めよ。

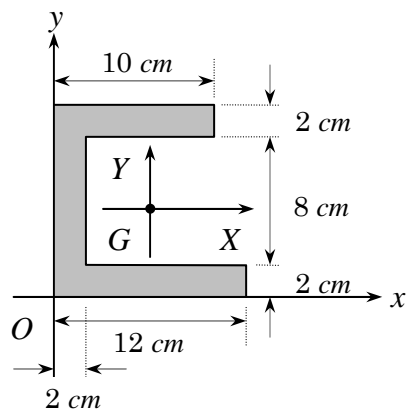
(2) T型断面の重心 G を通る X 軸に関する断面2次モーメント I_x を求めよ。



【問題 CS-C-1】 下図に示す“チャンネル断面”について、以下の設問に答えよ。

(1) チャンネル断面の重心 $G(x_G, y_G)$ の位置を求めよ。

(2) チャンネル断面の重心 G を通る X, Y に関する断面2次モーメント I_x, I_y を求めよ。

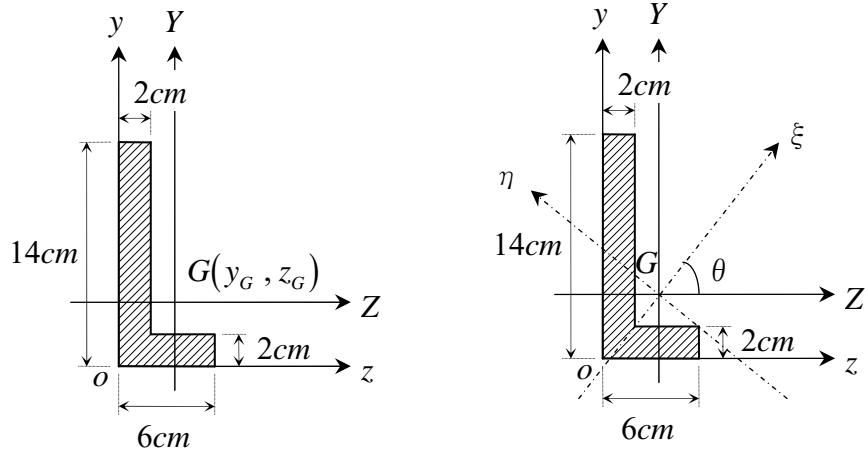


【問題 CS-L-1】 下図（左）に示す“L型断面”について、以下の設問に答えよ。

- (1) L型断面の重心 $G(y_G, z_G)$ を求めよ。
- (2) 重心 $G(y_G, z_G)$ を通る Z 軸に関する断面2次モーメント I_Z を求めよ。
- (3) 重心 $G(y_G, z_G)$ を通る Y 軸に関する断面2次モーメント I_Y を求めよ。

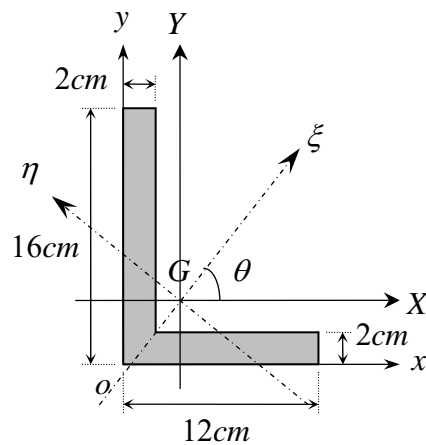
【問題 CS-L-2】 下図（右）に示す“L型断面”について、以下の設問に答えよ。

- (4) 重心 $G(y_G, z_G)$ を通る Y, Z 軸に関する断面相乗モーメント I_{YZ} を求めよ。
- (5) 主軸 ξ, η の方向 θ を求めよ。
- (6) 主断面2次モーメント I_1, I_2 を求めよ。



【問題 CS-L-3】 下図に示す“L型断面”について、以下の設問に答えよ。

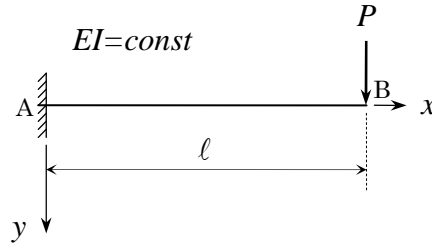
- (1) L型断面の重心 $G(x_G, y_G)$ を求めよ。
- (2) 重心 $G(x_G, y_G)$ を通る X 軸に関する断面2次モーメント I_X を求めよ。
- (3) 重心 $G(x_G, y_G)$ を通る Y 軸に関する断面2次モーメント I_Y を求めよ。
- (4) 重心 $G(x_G, y_G)$ を通る X, Y 軸に関する断面相乗モーメント I_{XY} を求めよ。
- (5) 主軸 ξ, η の方向 θ を求めよ。
- (6) 主断面2次モーメント I_1, I_2 を求めよ。



《はりの変形の問題》

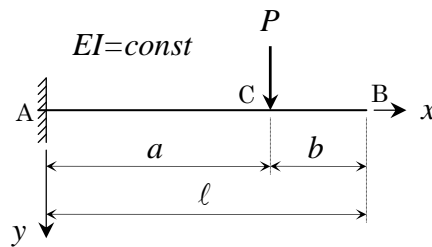
【はりの変形の基本式 $\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M}{EI}$ を用いる問題】

【問題 BD2-CL-1】下図に示すような“片持ばり”の先端 B 点に集中荷重 P が作用するとき、たわみ $y(x)$ とたわみ角 $\theta(x)$ の式を求めよ。ただし、はりの曲げ剛性は、 EI で一定とする。

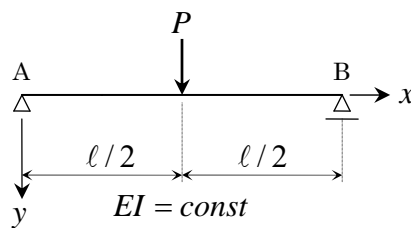


【問題 BD2-CL-2】下図に示すような“片持ばり”の C 点に集中荷重 P が作用するとき、以下の設問に答えよ。ただし、はりの曲げ剛性は、 EI で一定とする。

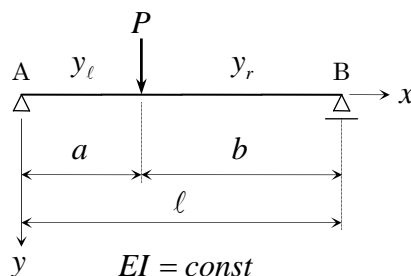
- (1) $0 \leq x \leq a$ の範囲で、はりのたわみ $y_l(x)$ とたわみ角 $\theta_l(x)$ の式を求めよ。
- (2) $a \leq x \leq a + b = l$ の範囲で、はりのたわみ $y_r(x)$ とたわみ角 $\theta_r(x)$ の式を求めよ。
- (3) B 点のたわみ y_B とたわみ角 θ_B を求めよ。



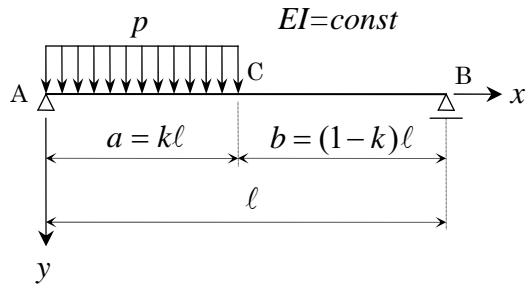
【問題 BD2-SB-1】下図に示すような曲げ剛性 EI が一定の“単純ばり”について、そのたわみ角 $\theta(x)$ とたわみ $y(x)$ の式を求めよ。



【問題 BD2-SB-2】下図に示すような曲げ剛性 EI が一定の“単純ばり”について、そのたわみ角 $\theta(x)$ とたわみ $y(x)$ の式を求めよ。



【問題 BD2-SB-3】 下図に示すような等分布荷重部分載荷の“単純ばり”（曲げ剛性 EI は一定）のたわみ角 $\theta(x)$ とたわみ $y(x)$ の式を求めよ。

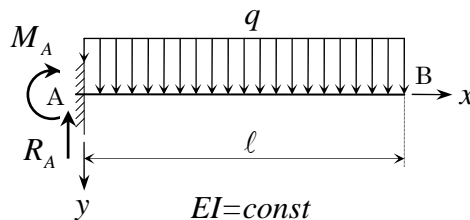


【はりのたわみと荷重の関係を表す 4 階の微分方程式 $EI \frac{d^4 y}{dx^4} = q$ を用いる問題】

【問題 BD4-CL-1】

下図に示す曲げ剛性 EI が一定で、A 点固定の“片持ばり”について、次の設問に答えよ。

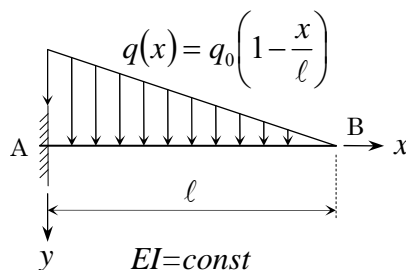
- (1) 支点反力 M_A , R_A を求めよ。
- (2) せん断力 $Q(x)$ 、曲げモーメント $M(x)$ の式を求め、次に、断面力図、すなわち、せん断力図 (Q -図)、曲げモーメント図 (M -図) を図示せよ。
- (3) はりの変形の基本式 $\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M}{EI}$ を用いて、たわみ角 $\theta(x)$ とたわみの式 $y(x)$ を求めよ。
- (4) はりのたわみと荷重の関係を表す 4 階の微分方程式 $EI \frac{d^4 y}{dx^4} = q$ を用いて、たわみ角 $\theta(x)$ とたわみの式 $y(x)$ を求めよ。



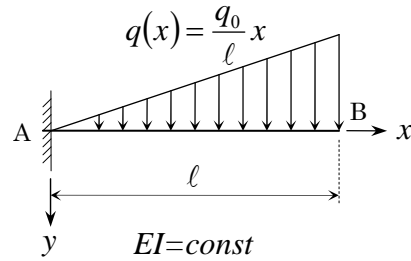
【問題 BD4-CL-2A】 部材長 l 、曲げ剛性 EI を有する等断面“片持ばり”に下図に示すような等変分布荷重が載荷されたときのたわみ角 $\theta(x)$ とたわみ $y(x)$ を、

- (1) $\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M}{EI}$ の式
- (2) $EI \frac{d^4 y}{dx^4} = q(x)$ の式

を用いて求めよ。また、最大たわみ y_{\max} も求めよ。

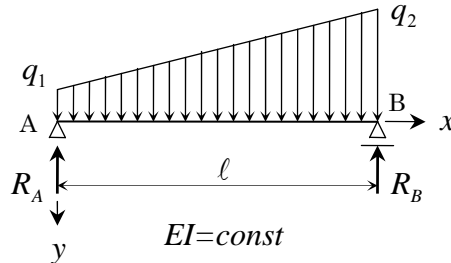


【問題 BD4-CL-2B】 部材長 l ，曲げ剛性 EI を有する等断面“片持ばり”に下図に示すような等変分布荷重が載荷されたときのたわみ角 $\theta(x)$ とたわみ $y(x)$ の式を求めよ。また、最大たわみ y_{\max} も求めよ。

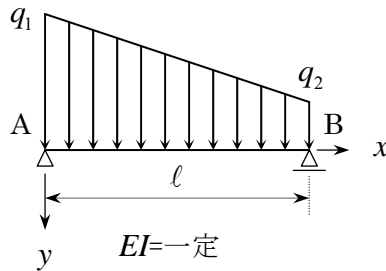


【問題 BD4-SB-1A】 下図に示す曲げ剛性 EI が一定な“単純ばり”について、以下の設問に答えよ。

- (1) 支点反力 R_A ， R_B を求めよ。
- (2) 断面力図すなわちせん断力図 (Q -図)、曲げモーメント図 (M -図) の概略を図示せよ。
- (3) はりのたわみ角 $\theta(x)$ とたわみ $y(x)$ の式を求めよ。

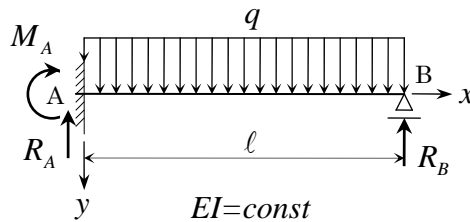


【問題 BD4-SB-1B】 下図に示すように曲げ剛性 EI が一定な“単純ばり”に等変分布荷重が載荷されるとき、そのたわみ角 $\theta(x) = \frac{dy}{dx}$ とたわみ $y(x)$ の式を求めよ。

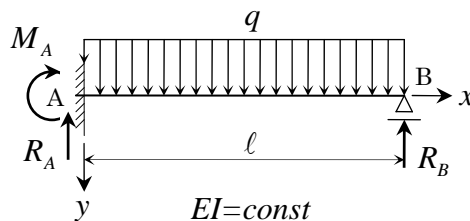


【問題 BD4-B-1A】 下図に示す曲げ剛性 EI が一定で、“A 点固定、B 点単純支持のはり” について、次の設問に答えよ。

- (1) はりのたわみと荷重の関係を表す 4 階の微分方程式 $EI \frac{d^4 y}{dx^4} = q$ を用いて、たわみ角 $\theta(x)$ とたわみの式 $y(x)$ を求めよ。
- (2) 支点反力 M_A , R_A , R_B を求めよ。
- (3) せん断力 $Q(x)$ 、曲げモーメント $M(x)$ の式を求め、次に、断面力図、すなわち、せん断力図 (Q -図)、曲げモーメント図 (M -図) を図示せよ。

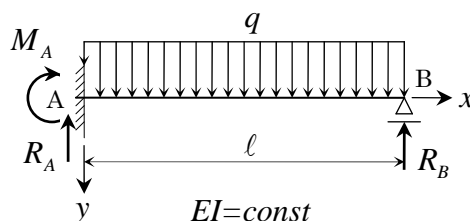


【問題 BD4-B-1B】 下図に示す “A 点固定、B 点単純支持のはり” のたわみ角 $\theta(x)$ とたわみ $y(x)$ の式を求めよ。次に、支点反力 M_A , R_A , R_B を求めよ。さらに、断面力図すなわちせん断力図 (Q -図)、曲げモーメント図 (M -図) を図示せよ。ただし、曲げ剛性 EI は一定とする。



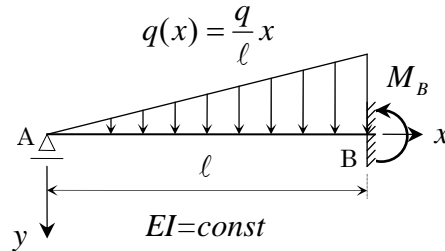
【問題 BD4-B-1C】 下図に示すような曲げ剛性 EI が一定の “A 点固定、B 点単純支持のはり” について、以下の設問に答えよ。

- (1) たわみ角 $\theta(x)$ とたわみ $y(x)$ の式
- (2) 最大のたわみ y_{\max} とその発生位置 x_{\max}
- (3) せん断力図 (Q -図) と曲げモーメント図 (M -図) を求めよ。



【問題 BD4-B-2】下図に示すような“A 点が単純支持、B 点が固定端の不静定ばり”に等変分布荷重 $q(x)$ が作用するとき、以下の設問に答えよ。ただし、はりの曲げ剛性は、 EI で一定とする。

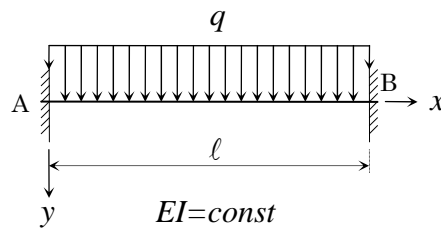
- (1) はりのたわみ $y(x)$ とたわみ角 $\theta(x)$ の式を求めよ。
- (2) B 点の支点モーメント M_B を求めよ。
- (3) 最大のたわみ y_{\max} とその発生位置 x_{\max} を求めよ。



【問題 BD4-B-3】

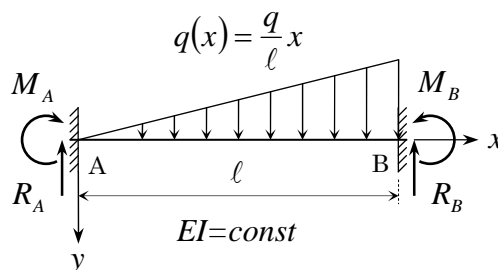
下図に示すような曲げ剛性 EI が一定の“両端固定ばり”について、以下の設問に答えよ。

- (1) たわみ角 $\theta(x)$ とたわみ $y(x)$ の式
- (2) 最大のたわみ y_{\max} とその発生位置 x_{\max}
- (3) せん断力図 (Q -図) と曲げモーメント図 (M -図) を求めよ。

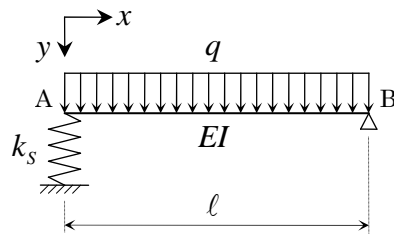


【問題 BD4-B-4】下図に示すような“A 点、B 点が両端固定の不静定ばり”に等変分布荷重 $q(x)$ が作用するとき、以下の設問に答えよ。ただし、はりの曲げ剛性は、 EI で一定とする。

- (1) はりのたわみ角 $\theta(x)$ とたわみ $y(x)$ の式を求めよ。
- (2) A 点、B 点それぞれの支点反力 R_A 、 R_B と支点モーメント M_A 、 M_B を求めよ。
- (3) 最大のたわみ y_{\max} とその発生位置 x_{\max} を求めよ。

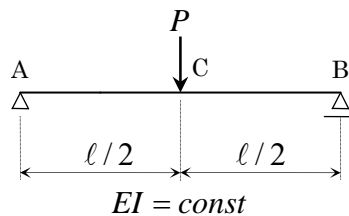


【問題 BD4-B-5】 下図に示すように、長さが l で曲げ剛性 EI が一定なはりに、等分布荷重 q が作用し、バネ定数 k_s のバネと回転支点で支持されているとき、はりのたわみ曲線 $y(x)$ の式を求めよ。

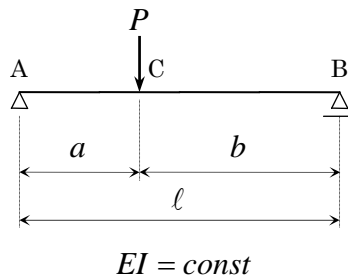


《弾性荷重法を用いる問題》

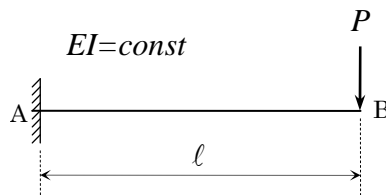
【問題 EL-SB-1A】 下図に示すような曲げ剛性 EI が一定の“単純ばり” の中点 C に集中荷重 P が作用するとき、C 点のたわみ y_c とたわみ角 θ_c を求めよ。



【問題 EL-SB-1B】 下図に示すような曲げ剛性 EI が一定の“単純ばり” の C 点に集中荷重 P が作用するとき、C 点のたわみ y_c とたわみ角 θ_c を求めよ。

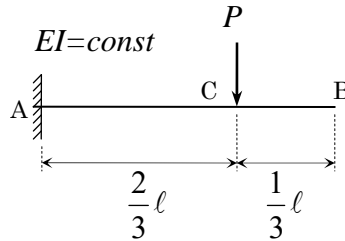


【問題 EL-CL-1】 下図に示すような“片持ばり” の先端 B 点に集中荷重 P が作用するとき、B 点のたわみ y_B とたわみ角 θ_B を求めよ。ただし、はりの曲げ剛性は、 EI で一定とする。



【問題 EL-CL-2】 下図に示すような“片持ばり”の C 点に集中荷重 P が作用するとき、以下の設問に答えよ。ただし、はりの曲げ剛性は、 EI で一定とする。

- (1) せん断力図 (Q -図) と曲げモーメント図 (M -図) を図示せよ。
- (2) “弾性荷重法”を載荷した“共役ばり”を図示せよ。
- (3) B 点のたわみ y_B とたわみ角 θ_B を求めよ。
- (4) C 点のたわみ y_C とたわみ角 θ_C を求めよ。



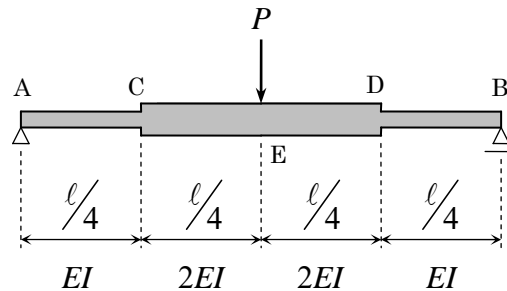
【問題 EL-HSB-1A】 “弾性荷重法”により、下図のような“変断面単純ばり”について、

A 点のたわみ角 θ_A

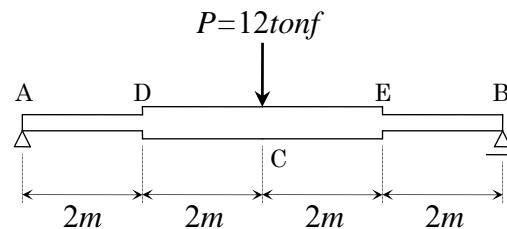
C 点のたわみ角 θ_C とたわみ y_C

E 点のたわみ y_E

を求めよ。ただし、曲げ剛性は、 $A \sim C$, $D \sim B$ 間を EI , $C \sim D$ 間を $2EI$ とする。

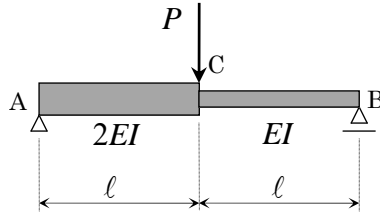


【問題 EL-HSB-1B】 下図のような“変断面単純ばり”の C 点のたわみ y_C を“弾性荷重法”により求めよ。ただし、ヤング係数 $E = 2 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$, また、 $D \sim E$ 間の断面 2 次モーメント I_{DE} は、 $I_{DE} = 1.2 \times 10^5 \text{ cm}^4$ 、 $A \sim D$, $E \sim B$ 間の断面 2 次モーメント I_{AD} , I_{EB} は、 $I_{AD} = I_{EB} = 6 \times 10^4 \text{ cm}^4$ とする。



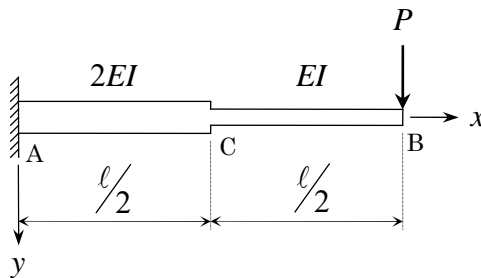
【問題 EL-HSB-2】 下図に示すような“変断面単純ばり”の C 点に集中荷重 P が作用するとき、以下の設問に答えよ。ただし、 $A\sim C$ 間の曲げ剛性は $2EI$ 、 $C\sim B$ 間の曲げ剛性は EI とする。

- (1) A 点のたわみ角 θ_A と B 点のたわみ角 θ_B を求めよ。
- (2) C 点のたわみ角 θ_C とたわみ y_C を求めよ。
- (3) 最大のたわみ y_{\max} とその発生位置 X (B 点からの距離) を求めよ。

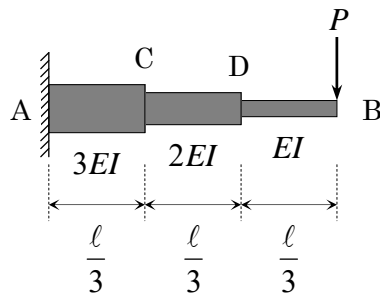


【問題 EL-HCL-1】 下図のような“変断面片持ばり”について、先端 B 点のたわみ角 θ_B とたわみ y_B を以下の 2 通りで求めよ。ただし、曲げ剛性は、 $A\sim C$ 間を $2EI$ 、 $C\sim B$ 間を EI とする。

- (1) $\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M}{EI}$ に基づく微分方程式法
- (2) “モールの定理”に基づく弾性荷重法



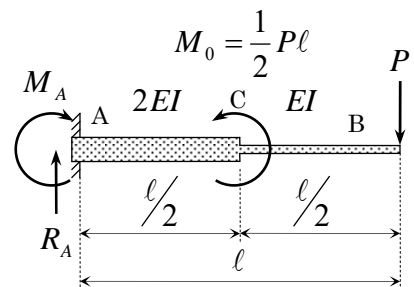
【問題 EL-HCL-2】 “弾性荷重法”により、下図に示すような“変断面片持ばり AB ”の自由端 B のたわみ v_B を求めよ。なお、“変断面片持ばり AB ”の曲げ剛性は、 $A\sim C$ 間、 $C\sim D$ 間、 $D\sim B$ 間でそれぞれ $3EI$ 、 $2EI$ 、 EI である。



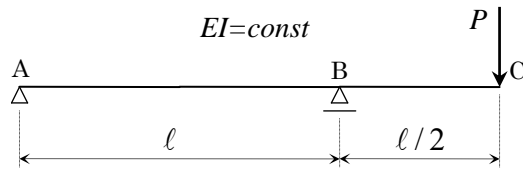
【問題 EL-HCL-3】 右図に示すような変断面片持ばりの先端 B 点に集中荷重 P 、 C 点に集中曲げモーメント $M_0 = \frac{1}{2}Pl$ が作用するとき、以下の設問に答えよ。

ただし、はりの曲げ剛性は、 $A\sim C$ 間が $2EI$ 、 $C\sim B$ 間が EI とする。

- (1) 支点反力 R_A と支点曲げモーメント M_A を求めよ。
- (2) せん断力図 (Q -図) と曲げモーメント図 (M -図) を図示せよ。
- (3) “弾性荷重”を載荷した“共役ばり”を図示せよ。
- (4) B 点のたわみ y_B とたわみ角 θ_B を求めよ。
- (5) C 点のたわみ y_C とたわみ角 θ_C を求めよ。



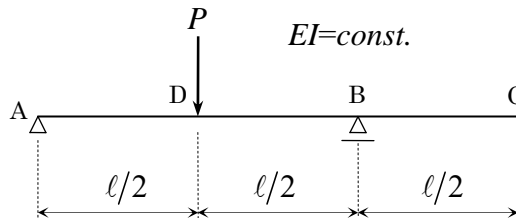
【問題 EL-OB-1】 下図に示す“張出ばり”の C 点のたわみ角 θ_C とたわみ y_C を求めよ。ただし、はりの曲げ剛性は EI で一定とする。



【問題 EL-OB-2】 下図に示すような“張出ばり”の D 点に集中荷重 P が作用するとき、

- (1) せん断力図 (Q -図), 曲げモーメント図 (M -図) を図示せよ。
- (2) “弾性荷重法”が適用された“共役ばり”を図示せよ。
- (3) 次のたわみ角とたわみを求めよ。
 - ① A 点のたわみ角 θ_A と B 点のたわみ角 θ_B
 - ② C 点のたわみ角 θ_C とたわみ v_C
 - ③ D 点のたわみ v_D

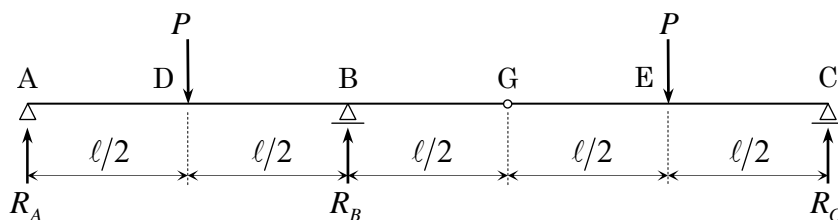
ただし、はりの曲げ剛性は EI で一定とする。



【問題 EL-G-1】

下図に示す曲げ剛性 EI が一定の“静定ゲルバーばり”について、以下の設問に答えよ。

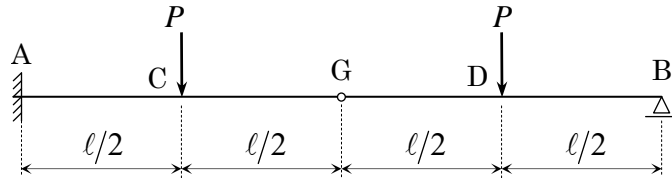
- (1) 図中の支点反力 R_A , R_B , R_C を求めよ。また、“静定ゲルバーばり”の曲げモーメント図、せん断力図を図示せよ。なお、主要点の数値を記入せよ。
- (2) “弾性荷重法”により、 D 点のたわみ y_D とたわみ角 θ_D を求めよ。
- (3) “弾性荷重法”により、 E 点のたわみ y_E とたわみ角 θ_E を求めよ。



【問題 EL-G-2】

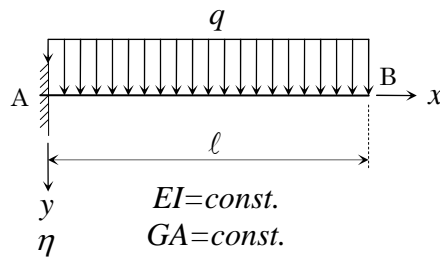
下図に示す曲げ剛性 EI が一定の“静定ゲルバーばり”について、以下の設問に答えよ。

- (1) “静定ゲルバーばり”の曲げモーメント図、せん断力図を図示せよ。なお、主要点の数値を記入せよ。
- (2) “弾性荷重法”により、C点のたわみ y_C とたわみ角 θ_C を求めよ。
- (3) “弾性荷重法”により、D点のたわみ y_D とたわみ角 θ_D を求めよ。

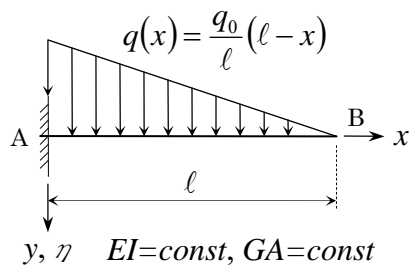


《せん断力による付加たわみに関する問題》

【問題 BD4+SF-CL-1】 下図に示す部材長が l で、曲げ剛性 EI 、せん断剛性 GA が一定の“片持ばり”について、せん断力による付加たわみを考慮した全たわみ $\eta(x)$ 、たわみ角 $\frac{d\eta}{dx} = \eta'(x)$ の式を求めよ。



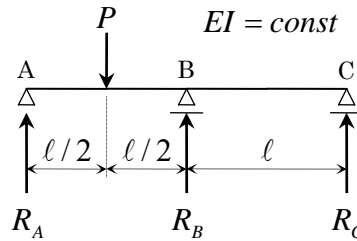
【問題 BD4+SF-CL-2】 下図に示す部材長 l 、曲げ剛性 EI 、せん断剛性 GA を有する“等断面片持ばり”について、せん断力による付加たわみを考慮した全たわみ $\eta(x)$ の式を求めよ。



《はりの変形公式を用いて不静定ばりを解く問題》

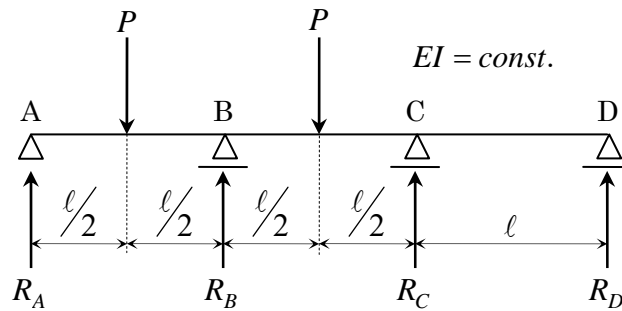
【問題 BD-N-1】 下図に示すような曲げ剛性 EI が一定な“連続ばり”について、以下の設問に答えよ。

- (1) 支点反力 R_A , R_B , R_C を求めよ。
- (2) 断面力図 (Q -図, M -図) を図示せよ。

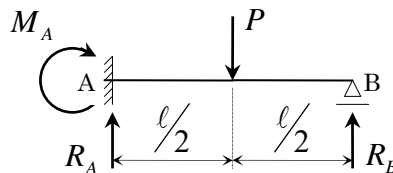


【問題 BD-N-2】 下図に示すような曲げ剛性 EI が一定な“連続ばり”について、以下の設問に答えよ。

- (1) 支点反力 R_A , R_B , R_C , R_D を求めよ。
- (2) 断面力図 (Q -図, M -図) を図示せよ。



【問題 BD-N-3】 下図に示す“1次不静定ばり”の支点反力 R_A , M_A , R_B と断面力図 (Q -図, M -図) を求めよ。



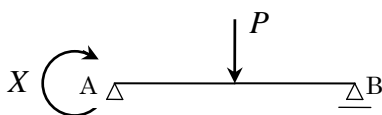
ただし、曲げ剛性 EI は一定とし、不静定力 X を下図のように

① A 点の支点曲げモーメント

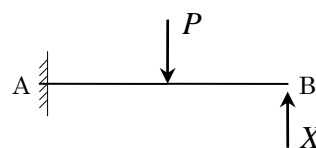
② B 点の支点反力

の2通りに選んで解け。

①



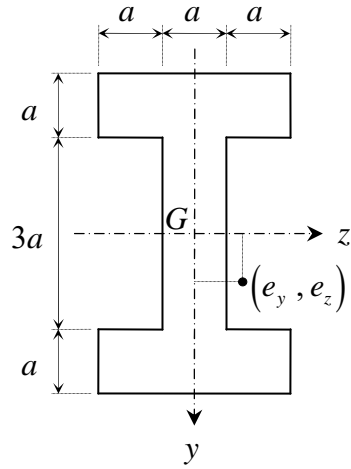
②



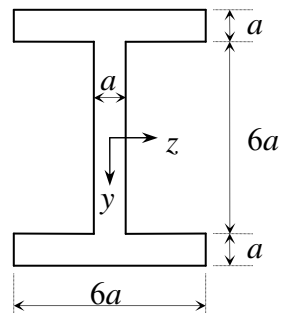
《圧縮材》

【断面の核】

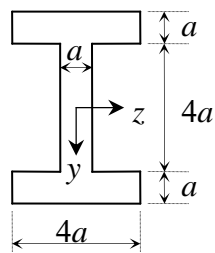
【問題 CM-CS-1a】 下図に示す “I 型断面” の “断面の核” を求め、図示せよ。



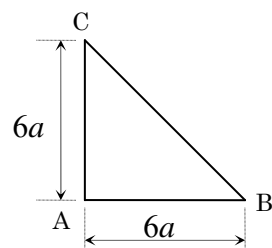
【問題 CM-CS-1b】 下図に示す “I 型断面” の “断面の核” を求め、図示せよ。



【問題 CM-CS-1c】 下図に示す “I 型断面” の “断面の核” を求め、図示せよ。

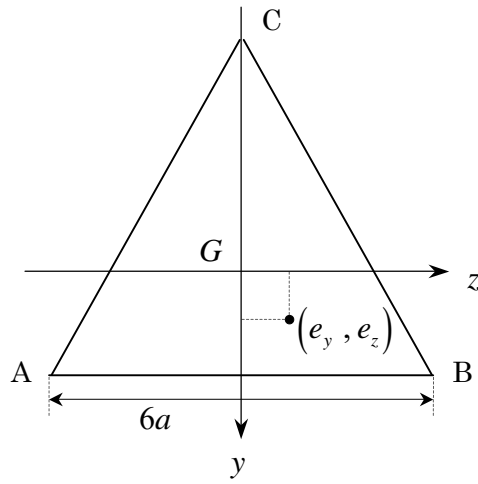


【問題 CM-CS-2】 下図に示す “直角二等辺三角形断面” の “断面の核” を求めよ。



【問題 CM-CS-3】

下図に示す一辺の長さが $6a$ の“正三角形断面” ABC の“断面の核”を求め、図示せよ。

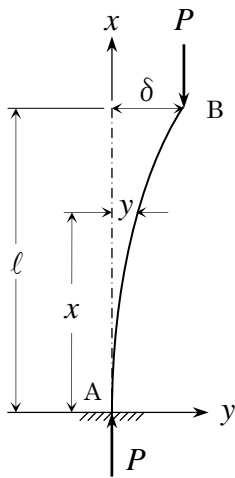


【座屈条件式】

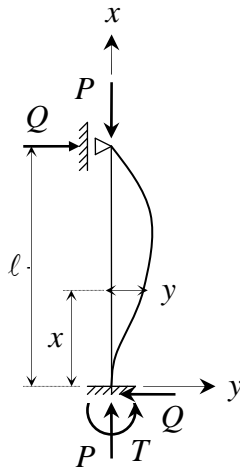
【問題 CM-B-1】 下図に示すような、長さ l 、曲げ剛性 EI を有する等断面一端固定・他端自由の長柱に圧縮荷重 P が作用するときの座屈条件式を導け。ただし、弾性座屈が生ずるときの自由端 B のたわみを δ とする。

【問題 CM-B-2】 下図に示すような、長さ l 、曲げ剛性 EI を有する等断面一端固定・他端回転支持の長柱に圧縮荷重 P が作用するときの座屈条件式を導け。ただし、 T は、圧縮荷重 P によって長柱が座屈するとき長柱の固定端に生ずる固定端モーメントであり、 Q は、その際にモーメントの釣合条件を満足させるために生じる水平力である。

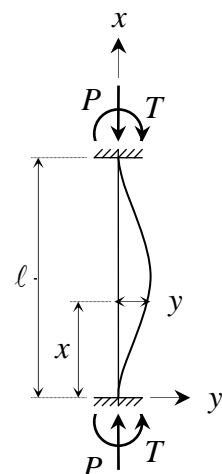
【問題 CM-B-3】 下図に示すような、長さ l 、曲げ剛性 EI を有する等断面両端固定の長柱に圧縮荷重 P が作用するときの座屈条件式を導け。ただし、 T は、圧縮荷重 P によって長柱が座屈するとき生じる長柱の両端における固定端モーメントである。



【問題 B-1】



【問題 B-2】



【問題 B-3】

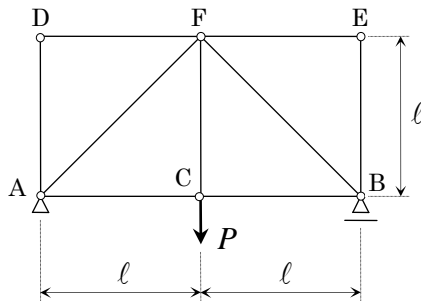
【トラスの座屈荷重】

【問題 CM-BT-1】 長さ 3 m の丸棒鋼が両端ピン支持され、軸方向に 8 tonf の圧縮力を受けるものとする。このとき、安全率を 3 として、丸棒鋼の直径 d を求めよ。

ただし、鋼のヤング率は、 $E = 2 \times 10^6\text{ kgf/cm}^2$ とする。

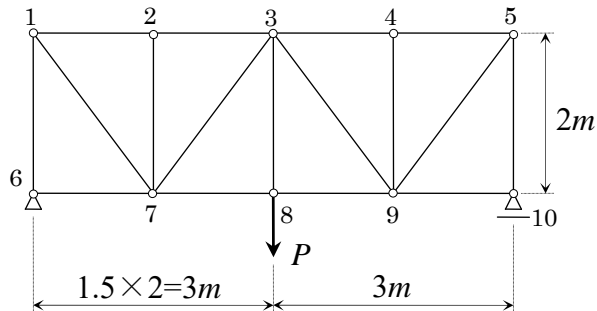
【問題 CM-BT-2】 下図のトラスにおいて、圧縮力を受ける部材に座屈を起こす荷重 P を求めよ。

ただし、材料のヤング率は E 、トラスの部材断面は直径 d の中実円形とする。



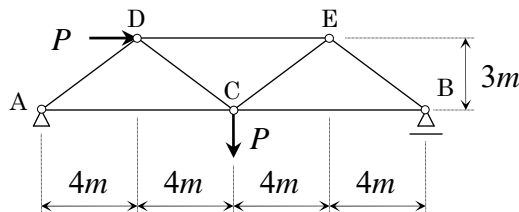
【問題 CM-BT-3】 下図のトラスは、直径（外径） 50 mm 、肉厚 2 mm の鋼管で作られている。漸次増加する荷重 P が何 tonf に達したとき、どの部材が座屈するか。

ただし、鋼のヤング率 $E = 2.1 \times 10^6\text{ kgf/cm}^2$ とする。

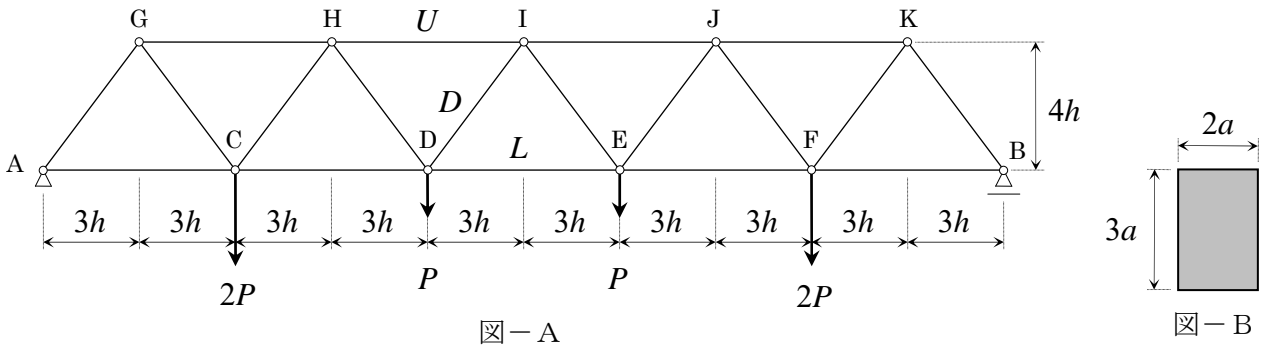


【問題 CM-BT-4】 下図に示すワーレントラスにおいて、最初に部材の座屈が起こる荷重 P_{CR} を求めよ。

ただし、各部材は等断面で、その曲げ剛性は EI で一定とする。

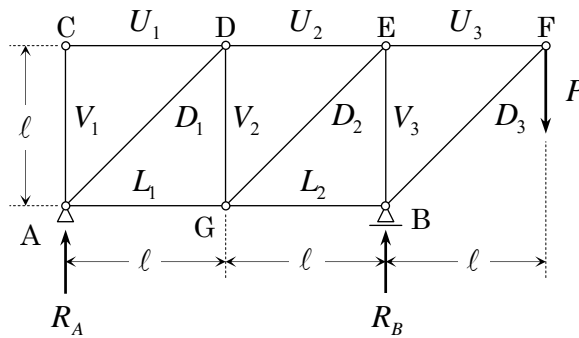


【問題 CM-BT-5】 下図-Aに示す静定ワーレントラスについて、部材 HI , DI , DE の部材力 U , D , L をまず求めよ。次に、荷重 P を漸次増加するとき、部材 HI , DI , DE のうち最初に座屈を起こす荷重 P_{CR} を求めよ。なお、各部材は、ヤング係数 E で、その断面は下図-Bに示すような中実長方形断面とする。



【問題 CM-BT-6】 下図に示す曲げ剛性 EI が一定の静定トラスについて、以下の設問に答えよ。

- (1) 部材力 U_1 , U_2 , U_3 , L_1 , L_2 , V_1 , V_2 , V_3 , D_1 , D_2 , D_3 を求めよ。
- (2) 荷重 P を漸次増加させるとき、最初に座屈が発生する部材はどの部材か。また、そのときの荷重 P の大きさ P_E を求めよ。



《単純ねじり》

【問題 PT-1】薄肉正三角形断面材の薄肉中心線の1辺が 30cm で板厚が一様に 10mm であるとするば、この部材のねじり剛性はいくらか。また、単純ねじりモーメント $2\text{tonf}\cdot\text{m}$ が作用するとき生ずる

- 1) ねじれ率
- 2) せん断流

を求めよ。ただし、材料のせん断弾性係数は、 $G = 8.1 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ とする。

【問題 PT-2】板厚 t 、薄肉中央線の長さ（周長） S 、せん断弾性係数 G が相等しい中空円筒断面、中空正方形断面、中空正三角形断面の3つの薄肉中空断面において、

$$t = 1 \text{ cm}, S = 120 \text{ cm}, G = 8.1 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$$

とするとき、単純ねじりモーメント $T = 10 \text{ tonf}\cdot\text{m}$ が作用する場合に、3つの薄肉中空断面に生ずるねじれ率 θ 、せん断流 q をそれぞれ求めよ。

【問題 PT-3a】下図に示す3種の薄肉中空断面は、薄肉中央線の周長 S 、板厚 t およびせん断弾性係数 G が相等しい。このとき、薄肉中央線の半径を r 、板厚を t とする中空円筒断面を基準として、3者のねじり剛性の比 $GJ_C : GJ_S : GJ_T$ を求めよ。

- 1) 中空円筒断面： GJ_C
- 2) 中空正方形断面： GJ_S
- 3) 中空正三角形断面： GJ_T

【問題 PT-3b】下図に示す3種の薄肉中空断面は、薄肉中央線に囲まれた面積 F 、板厚 t およびせん断弾性係数 G が相等しい。このとき、薄肉中央線の半径を r 、板厚を t とする中空円筒断面を基準として、3者のねじり剛性の比 $GJ_C : GJ_S : GJ_T$ を求めよ。

- 1) 中空円筒断面： GJ_C
- 2) 中空正方形断面： GJ_S
- 3) 中空正三角形断面： GJ_T

【問題 PT-3c】下図に示す3種の薄肉中空断面は、ねじり剛性 GJ 、板厚 t およびせん断弾性係数 G が相等しい。このとき、薄肉中央線の半径を r 、板厚を t とする中空円筒断面を基準として、3者の薄肉中央線の周長の比 $S_C : S_S : S_T$ を求めよ。

- 1) 中空円筒断面： S_C
- 2) 中空正方形断面： S_S
- 3) 中空正三角形断面： S_T

