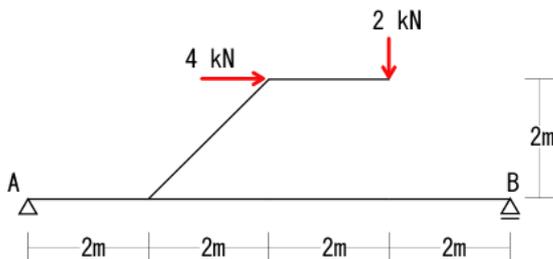


【本日の目標】（以下ページ番号はサブテキ）

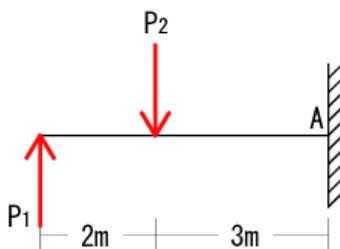
- 1) 支点の反力を求めることができる（復習） ⇒ P39
- 2) 梁・ラーメンの任意の点の応力を求めることができる（復習） ⇒ P39
- 3) トラスの応力を求めることができる（復習） ⇒ P40
- 4) 部材に生じる最大応力度を求めることができる ⇒ P42 《演習問題 20》
- 5) 部材に生じるひずみを求めることができる ⇒ P43 《演習問題 21》
- 6) 部材に生じるたわみを求めることができる ⇒ P44 《演習問題 22》
- 7) 弾性座屈荷重の大きさを比較できる ⇒ P46 《演習問題 23》

【復習】以下の構造体の支点の反力を求めよ



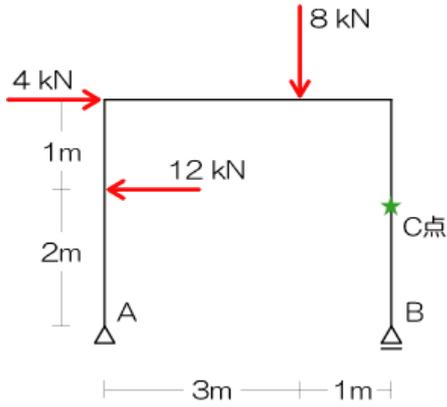
$$V_A = - (1/2) \text{ kN}, V_B = 5/2 \text{ kN}, H_A = -4 \text{ kN}$$

【復習】A 点に曲げモーメントが生じない場合の荷重の比 ($P_1 : P_2$) を求めよ



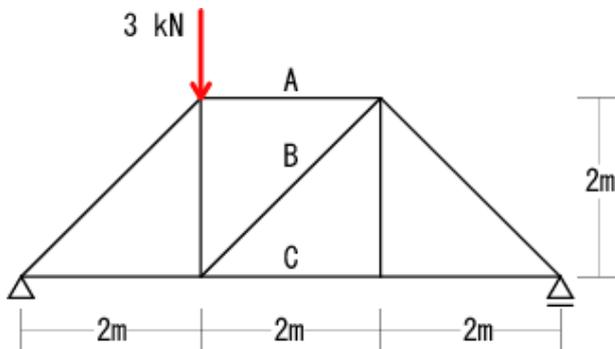
$$P_1 : P_2 = 3 : 5$$

【復習】C点における曲げモーメントを求めよ



0 kNm

【復習】A・B・C材における応力を求めよ



$$N_A = -2 \text{ kN} \quad N_B = \sqrt{2} \text{ kN} \quad N_C = 1 \text{ kN}$$

1.8 応力度

1) 応力度

- 応力度とは

2) 垂直応力度

- 垂直応力度とは：

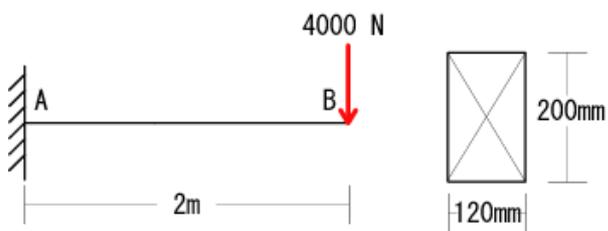
3) せん断応力度

- せん断応力度とは：

4) 曲げ応力度

➤ 曲げ応力度とは：

《演習問題 20》 最大曲げ応力度を求めよ



（解法手順）

- 1) 最大の応力を求める
- 2) 断面諸係数を求める
- 3) 最大の応力度を求める

10 N/mm²

『ポイント』

- 計算手順は、1) 応力算定 ⇒ 2) 断面諸係数 ⇒ 3) 応力度
- 2級建築士試験において、最難関に属する問題です…、一つずつ着実にクリアして行きましょう

1.9 梁の変形、座屈

1) 梁の変形

➤ ひずみ：部材に力が加わった時の伸び縮み・太さの変形の事

□ $\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$ ϵ …ひずみ、 l …もとの長さ、 Δl …変形量

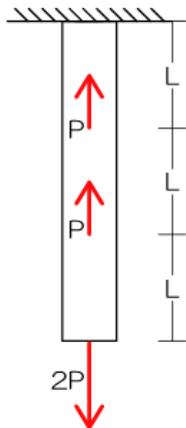
➤ ヤング係数とは：部材に荷重が加わった場合の変形のし難さを表す、

例：コンクリートは値が大きい、ゴムは小さい

➤ ヤング係数（ E ）

□ $E = \frac{\sigma_N}{\epsilon}$ E …ヤング係数、 σ_N …垂直応力度、 ϵ …ひずみ

《演習問題 21》 先端部分の伸びを求めよ（断面積を A 、**（解法手順）**
ヤング係数を E とする）



- 1) 荷重を受けている点で部材を分割
- 2) 応力の分布を把握
- 3) 分割された各部材の垂直応力度を求める
- 4) 各部材のひずみを求め、合算

$3PL / (EA)$

『ポイント』

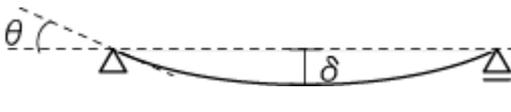
□ 垂直応力度が求められれば、「断面積」「ヤング係数」が分かれば部材の伸びが分かります

➤ 梁のたわみ・たわみ角

□ 部材のたわみ・たわみ角（P67、表1チェック！）

- たわみとは：構造材に荷重がかかった際に生じるわん曲（たわみとたわみ角がある）
- たわみ： $\delta_{\max} = \alpha \frac{Pl^3}{EI}$ （集中荷重）、 $\delta_{\max} = \alpha \frac{wl^4}{EI}$ （分布荷重）
- たわみ角： $\theta_A = \beta \frac{Pl^2}{EI}$ （集中荷重）、 $\theta_A = \beta \frac{wl^3}{EI}$ （分布荷重）

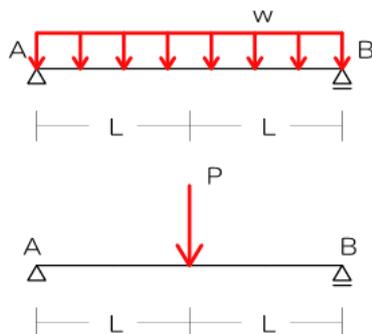
表 たわみの公式

					
	たわみ	たわみ角		たわみ	たわみ角
集中荷重	$\delta = \frac{Pl^3}{EI}$	$\theta = \frac{Pl^2}{2EI}$	集中荷重	$\delta = \frac{Pl^3}{48EI}$	$\theta = \frac{Pl^2}{16EI}$
分布荷重	$\delta = \frac{wl^4}{8EI}$	$\theta = \frac{wl^3}{6EI}$	分布荷重	$\delta = \frac{5wl^4}{384EI}$	$\theta = \frac{wl^3}{24EI}$
モーメント荷重	$\delta = \frac{Ml^2}{2EI}$	$\theta = \frac{Ml}{EI}$	モーメント荷重	$\delta = \frac{Ml^2}{16EI}$	$\theta = \frac{Ml}{3EI}$ $\theta = \frac{Ml}{6EI}$

《演習問題 22》 中央部分のたわみが等しくなる場合の **（解法手順）**

PとwLの比を求めよ

1) 公式に条件を代入



$P : wL = 5 : 8$

『ポイント』

□ ここ10年されたのはH20、16のみ、公式は覚えておいたほうが良いとおもいます

2) 座屈

➤ 座屈とは：

➤ 弾性座屈荷重とは：

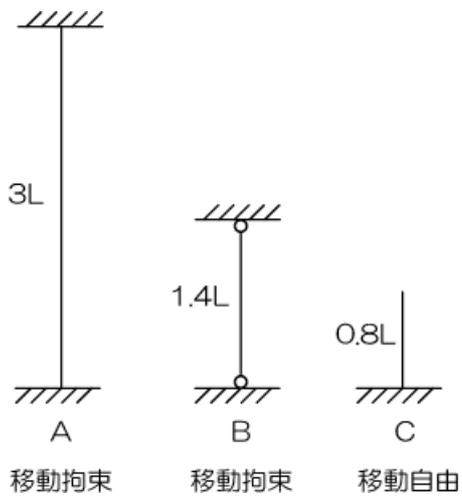
➤ 座屈長さとは：

上端移動条件	上端拘束			上端自由	
回転条件	両端自由	両端拘束	拘束自由	両端拘束	拘束自由
座屈形状					
座屈長さ	1.0	0.5	0.7	1.0	2.0

《演習問題 23》 構造物の座屈荷重の大きさを比較せよ

（解法手順）

- 1) 上部移動のチェック
- 2) 支点の形式をチェック
- 3) 上記 2 点より座屈の状況を図示
- 4) 弾性座屈荷重の公式

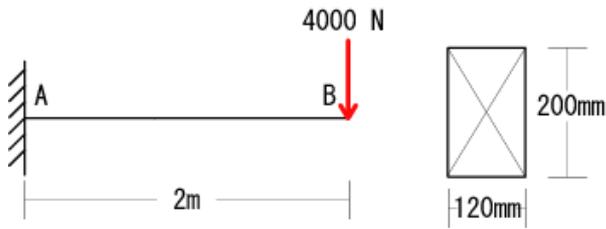


$$P_B > P_A > P_C$$

『ポイント』

- 座屈の状況を図示（上端の移動・支点の形式をチェック）

《演習問題 20》 最大曲げ応力度を求めよ



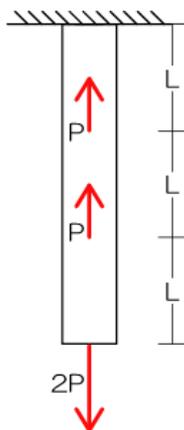
（解法手順）

- 1) 最大の応力を求める
- 2) 断面諸係数を求める
- 3) 最大の応力度を求める

10 N/mm²

《演習問題 21》 先端部分の伸びを求めよ（断面積を A、ヤング係数を E とする）

（解法手順）



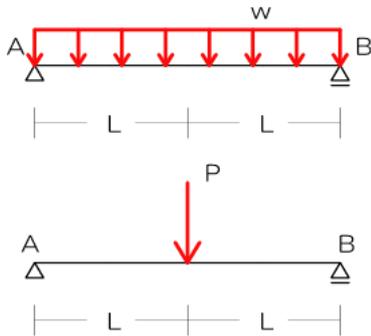
- 1) 荷重を受けている点で部材を分割
- 2) 応力の分布を把握
- 3) 分割された各部材の垂直応力度を求める
- 4) 各部材のひずみを求め、合算

$3PL / (EA)$

《演習問題 22》 中央部分のたわみが等しくなる場合の (解法手順)

PとwLの比を求めよ

1) 公式に条件を代入

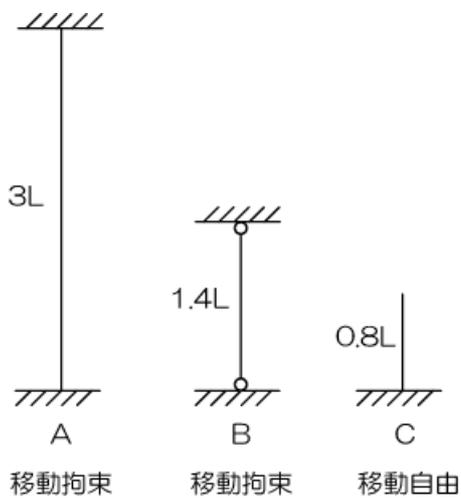


$$P : wL = 5 : 8$$

《演習問題 23》 構造物の座屈荷重の大きさを比較せよ

(解法手順)

- 1) 上部移動のチェック
- 2) 支点の形式をチェック
- 3) 上記2点より座屈の状況を図示
- 4) 弾性座屈荷重の公式



$$P_B > P_A > P_C$$

『これまでのまとめ』

1) 力の種類

- 力の三要素とは：大きさ・作用点・方向（作用線）
- 分布荷重は、集中荷重へ置き換える（「力の大きさ」は面積、「作用点」は重心）

2) モーメント

- モーメントは距離の概念が重要です
- 作用線は「必ず」図示しておきましょう
- モーメント荷重は全ての点に等しいモーメントの影響を与えます
- 合成前のモーメント=合成後のモーメント（バリニオンの定理）を用いて合成後の荷重の作用点を求めます
- 斜めの力は縦・横に分解（ちっこい三角形は必ず書き込みましょう）

3) 力の釣り合い

- 釣り合い3式： $\sum M_0 = 0$ 、 $\sum y = 0$ 、 $\sum x = 0$
- 釣り合い3式で最も重要なのは「任意の点におけるモーメントの合計が0 $\sum M_0 = 0$
- 何か力（未知力）をピンポイントで求めたいときは…「それ以外の力の交点に注目！」
- 縦の合計0、横の合計0も使えるのでお忘れなく…

4) 支点の反力

- まずは反力を図示しましょう
- つりあい三式を用いて未知の反力を求めましょう

5) 梁・ラーメンの応力

- 応力算定では、反力を図示した後、まずは切断！ ⇒ いきなり反力を求めたらアウト…
- 計算対象は片側（任意）のみ
- 軸方向力では部材に平行なすべての力、せん断力では部材に垂直なすべての力、曲げモーメントでは計算対象すべての力

6) 応力图

- 曲げモーメント図は「クルクル♪ドン！」
- 片持系では自由端から、単純ラーメンでは2本の柱から記載
- 柱・梁の接合部では「内々・外々」
- ピン・ローラー支点では曲げモーメントは生じない
- ローラー柱では水平荷重がない限り曲げモーメントは0

7) トラスの応力

- 切断法：3本切ってください（その際に切断された3本の部材の応力を求めることができます）
- 切断法：切断した部材の応力の仮定方法（計算対象側の節点からベクトル表記）が最重要！！
- 切断法：切断された部材に生じる応力の仮定がちゃんとできたら、その後は力の釣り合い三式で
- 節点法：部材数が少ない場合のみ節点法の方が計算が早い場合があります
- 節点法：「直線+1の法則（軸力=0）」は超使えます

8) 図心 (断面 1 次モーメント)

- 図心の位置は、全体の断面 1 次モーメントを全断面積で除して求めます
- 全体の断面 1 次モーメントを求める際には、対象となる軸は同一とすること!

9) 断面 2 次モーメント

- 複雑な断面における断面 2 次モーメントは、断面をバラして考えましょう
- その際には、バラした各断面の図心の位置をそろえましょう (って、図心の位置がそろうようにバラすの方が正しい)

10) 断面係数

- 複雑な断面における断面係数は、まずは断面 2 次モーメントを求めてから!
- 矩形 (長方形) 断面だったら $BH^2/6$ が使えます

11) 応力度

- 「応力算定」⇒「断面諸係数」⇒「応力度」の順で算定
- 許容応力度設計: 部材に生じる応力度 < 部材の耐えられる応力度 (許容応力度)

12) ひずみ

- 垂直応力度が求められれば、「断面積」「ヤング係数」が分かれば部材の伸びが分かります

13) たわみ

- ここ 10 年されたのは H20、16 のみ
- 念のため、たわみの公式は覚えておくと良いでしょう

14) 座屈

- 座屈の状況を図示 (上端の移動・支点の形式をチェック)