

【本日の課題】

1) 支点の反力：反力算定

⇒ 『解法 04』 支点の反力

2) 応力算定：梁の応力・ラーメンの応力

⇒ 『解法 05』 梁の応力、『解法 06』 ラーメンの応力

1-2 静定梁の反力

1-2-1 荷重

➤ 荷重の種類：既に解説は終わっていますがリストにしてみます

1) 集中荷重：ベクトル（矢印）1 本で示される

※ 作用線が重要でしたね

2) 分布荷重：一定の面に広がりつつかかる荷重

※ 集中荷重に変換して計算

3) モーメント荷重：回転の荷重

※ すべての点に等しいモーメントの影響を与えます

4) 斜めの荷重：文字通り斜め…

※ 縦・横に分解して計算しましょう

1-2-2 支点の種類と反力数

支点種類	移動可能な方向			生じる可能性のある反力		
	鉛直	水平	回転	鉛直	水平	回転
ローラー支点 						
ピン支点 						
固定支点 						

※動けない方向に反力が生じる



★基礎徹底 06★ 支点反力の図示

- 支点を見つけたら生じる可能性のある反力を図示（もう問題を読む前にでも！）
- 鉛直方向は「V（上方をプラス）」、水平方向は「H（右をプラス）」、回転（モーメント）を「M（時計回りがプラス）」で表記するのが一般的



ローラー支点

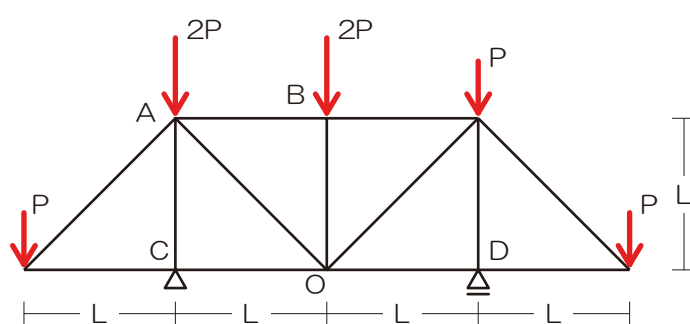
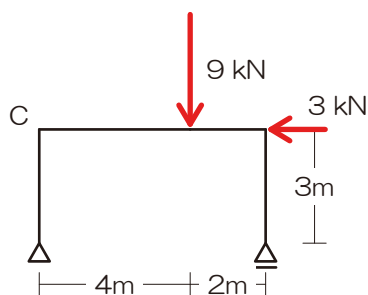
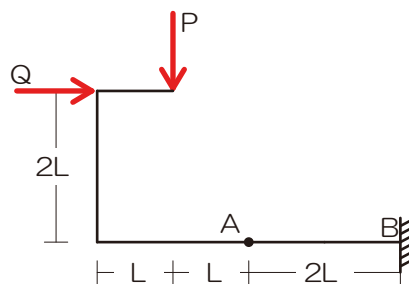
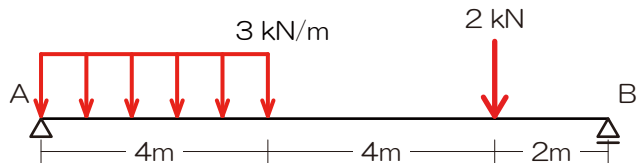


ピン支点



固定支点

★Q 06★ 各支点の反力を図示してみましょう



1-2-3 節点の種類

ピン接合（滑節点）	剛接合（剛節点）	混合
※ 回転可能	※ 回転不可・固定	※ 両者が…



1-2-4 骨組みの安定と不安定

- 構造物の判別：「安定」or「不安定」、安定のものは「静定」or「不静定」に分類されます
- 安定・不安定：不安定な構造体は「わずかな力で倒壊」
- 静定・不静定：静定構造物は「力の釣合い式のみ」で反力を求めることができる、不静定は…反力の数が多いので釣合い式のみでは算定不可能…（変形の知識を用いて求めることができるものもあります、一級で出題）

構造物	安定	静定 （釣合い式のみで反力算定可）
		不静定 （変形等の条件を加味し反力算定）
	不安定 （わずかな力で倒壊・変形）	

- 判別式で判定可能

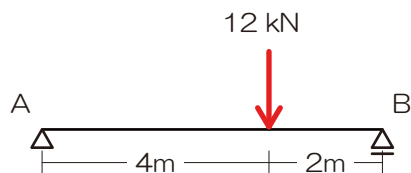
□ **判別式**： $m = n + r + s - 2k$ $m > 0$ で不静定、 $m = 0$ で静定、 $m < 0$ で不安定
 n …反力数、 r …部材数、 s …剛接合部材数（※）、 k …支点・節点の総数

1-2-5 反力の求め方

★基礎徹底 07★ 支点反力の算定（梁）

➤

★Q 07-01★ 梁の支点反力を求めてみましょう（単純梁）

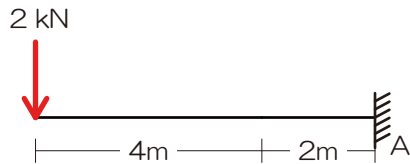


- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 3) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 4) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目（ $M_o = 0$ ）、交差しないなら⇒直行する軸のつり合いに着目（ $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ ）
- 6) 残りの反力はそれ以外のカード（つり合い式）を用いて求める

解答： $V_A = 4 \text{ kN}$ 、 $H_A = 0 \text{ kN}$ 、 $V_B = 8 \text{ kN}$



★Q 07-01★ 梁の支点反力を求めてみましょう（片持ち梁）



- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 3) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 4) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目（ $M_o = 0$ ）、交差しないなら⇒直行する軸のつり合いに着目（ $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ ）
- 6) 残りの反力はそれ以外のカード（つり合い式）を用いて求める

解答： $V_A = 2 \text{ kN}$ 、 $H_A = 0 \text{ kN}$ 、 $RM_A = 12 \text{ kNm}$

1-3 静定ラーメンの反力

1-3-1 ラーメンとは

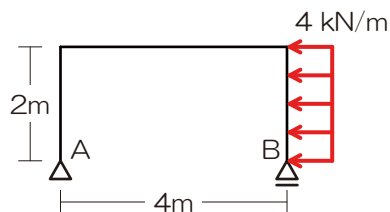
- 縦（柱）・横（梁）部材から構成され、その節点が剛接合しているもの

1-3-2 反力の求め方

★基礎徹底 07★ 支点反力の算定（ラーメン）

- 梁と全く同じ！以上！

★Q 07-03★ 梁の支点反力を求めてみましょう（単純ラーメン）

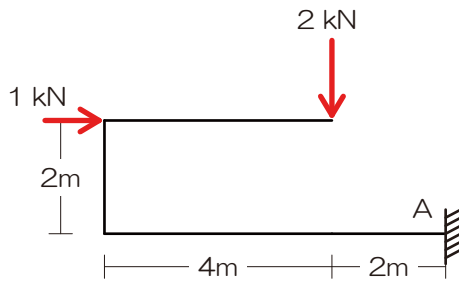


- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 3) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 4) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメント、交差しないなら⇒直行する軸のつり合い
- 6) 残りの反力はそれ以外のカードを用いる

解答： $V_A = 2 \text{ kN}$ 、 $H_A = 8 \text{ kN}$ 、 $V_B = -2 \text{ kN}$



★Q 07-03★ 梁の支点反力を求めてみましょう（片持ちラーメン）

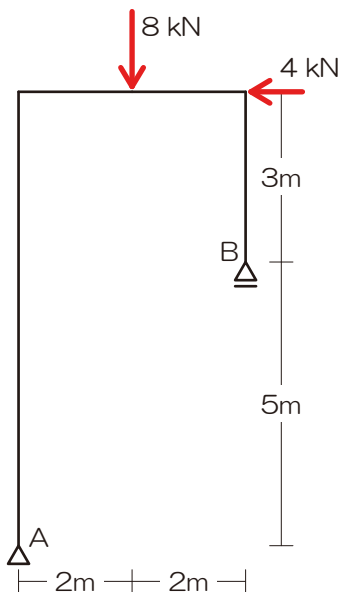


- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 3) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 4) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目（ $M_o = 0$ ）、交差しないなら⇒直行する軸のつり合いに着目（ $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ ）
- 6) 残りの反力はそれ以外のカード（つり合い式）を用いて求める

解答： $V_A = 2 \text{ kN}$ 、 $H_A = -1 \text{ kN}$ 、 $RM_A = 2 \text{ kNm}$

『解法 04』 支点の反力 『教科書 P12：□問題 1/□問題 2、P13：□問題 3、P14：□問題 4、P19：□問題 2、P20/□問題 3/□問題 4』 【問題集 P291：□問題 13（一部）、P295：□問題 08（一部）、P297：□問題 14、P298：□問題 12（一部）、P301：□問題 09/□問題 08（一部）】

図のような外力を受ける静定ラーメンの支点 A・B に生じる鉛直反力を求めよ。ただし上方をプラスとする。【H18】



『過去問解法手順 04』

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 3) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 4) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目（ $M_o = 0$ ）、交差しないなら⇒直行する軸のつり合いに着目（ $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ ）
- 6) 残りの反力はそれ以外のカード（つり合い式）を用いて求める

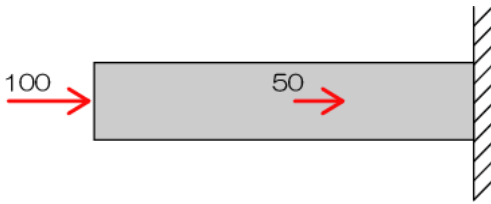
解答： $V_A = 12 \text{ kN}$ 、 $V_B = -4 \text{ kN}$



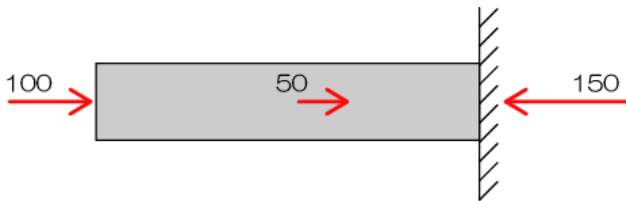
1-4 静定梁に生ずる力

➤ 生ずる力（＝応力）とは

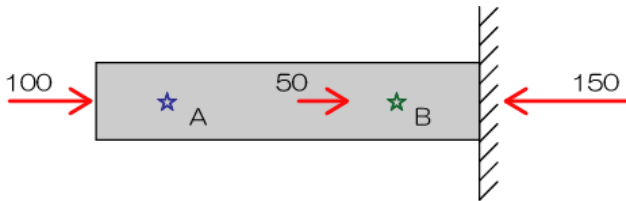
1) 100、50 の荷重を受けている片持ち梁があります



2) このままでは力のつり合いが取れていないので右端の支
点に反力 150 があるはず

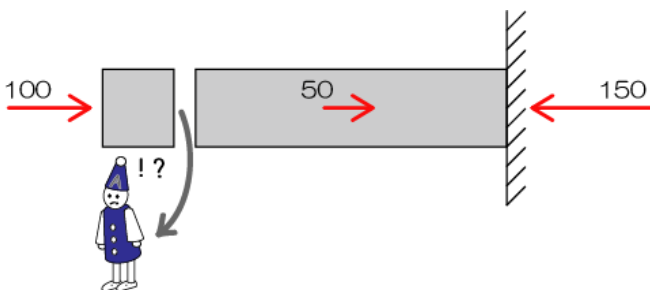


3) さて、ここで質問「以下の A 点と B 点ではどちらが“痛
い”ですか？」材の中に小人さん（☆印）がいることを
想定し、考えてみてください

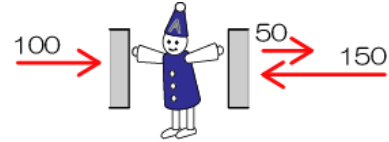


正解は皆さんのご想像の通り B 点なのですが、そのままでは講義が成立しないのでちゃんと解説してみます

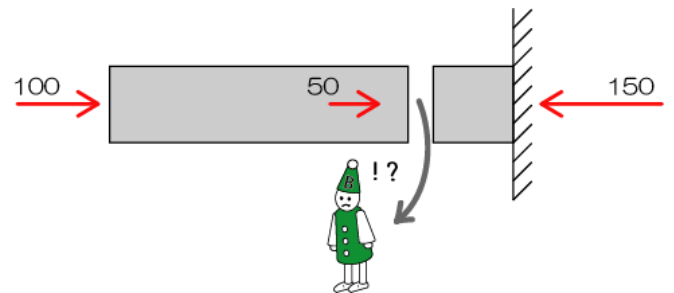
4) では、A 点に隠れている小人さんに登場願しましょう（A
点で構造体を切断します）



5) A 点の小人さんは左側から 100 で押され、右側からも
100 で押されています（50 で引られ、150 で押さ
れているのでその合計） → 「両側から 100 ずつで
押されている」



6) 次は B 点の小人さん登場



7) B 点の小人さんは、左から 150（100+50）、右側から
も 150 で押されています → 「両側から 150 ずつで
押されている」



8) 結果は…、B の小人さんのほうが 1.5 倍“痛そう”です
（小人さんの表情変えているんですが見えますか？笑）

「両側から 100 ずつで押されている」状態を軸方向力（圧縮）100、 $N = -100$ （圧縮がマイナスになります）と表記し、「両側から 150 ずつで押されている」状態を軸方向力（圧縮）150、 $N = -150$ と表記します

※ 応力（応力度）は小人さんの気持ちになって考えま
しょう（応力を求める点で構造体を【切断】し、小人
さんに登場ねがきましょう）

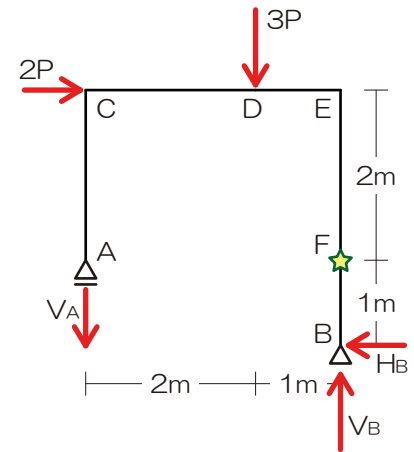
※ 応力は左右（もしくは上下）で必ずつり合います（っ
てことは片側の力のみ【選択】し計算すれば OK）

※ 【応力】は【切断】⇒【選択】の手順を守れば計算可
能！

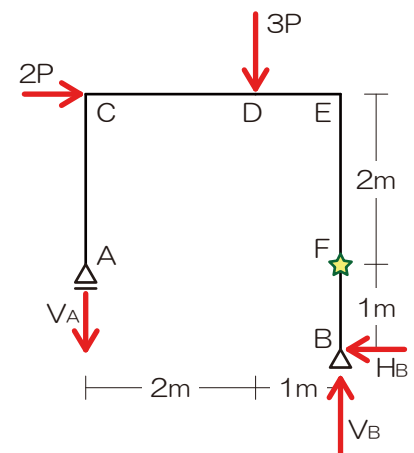


1-4-1 生ずる力（＝応力）の種類

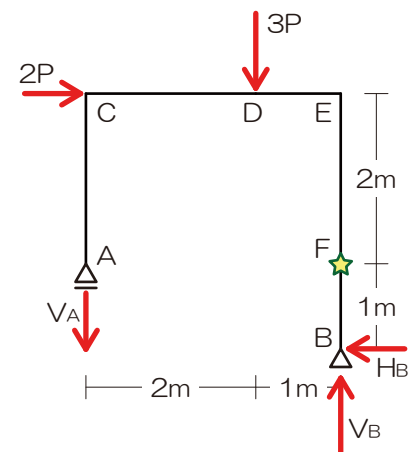
■ 軸方向力



■ せん断力



■ 曲げモーメント



1-4-2 N、Q、M図の描き方

- 2級建築士試験では過去10年以上出題されていないので、基礎力徹底養成講座では除外

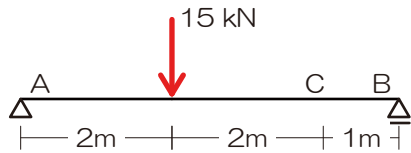


1-4-3 力（応力）計算の手順

- もちろん、教科書の解法手順は正しいのですが…試験対策に特化した手順を紹介したいと思います

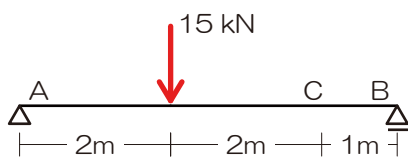
★基礎徹底 08-1★ 応力算定の基礎

★Q 08-1★ C 点の各応力を求めてみましょう



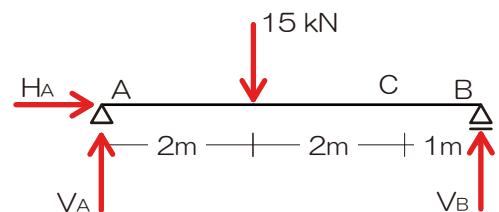
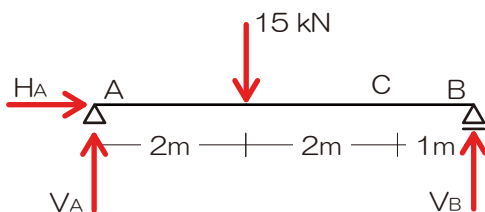
解答： $N_C=0$ [kN]、 $Q_C=6$ [kN]、 $M_C=6$ [kNm]

- 提案した解法の短所 ⇒ 応力計算と反力計算で対象となる力が変化するので留意



※反力算定：構造体にかかる【すべての力】が計算対象

※応力算定：切断後に選択された範囲にある力のみが計算対象



1-4-4 集中荷重が作用する時の力（応力）計算

★基礎徹底 08-2★ 応力算定の基礎（集中荷重が作用する場合）

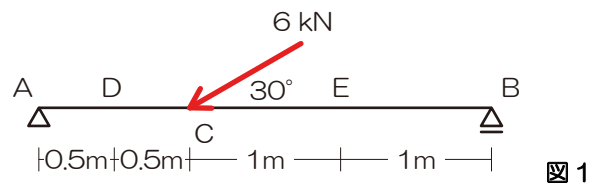
★Q 08-2★ 教科書 P23 の例題を「詳細に」解説してみます

説明しやすいように、AC 間に D 点、CB 間に E 点を追

加させていただきます

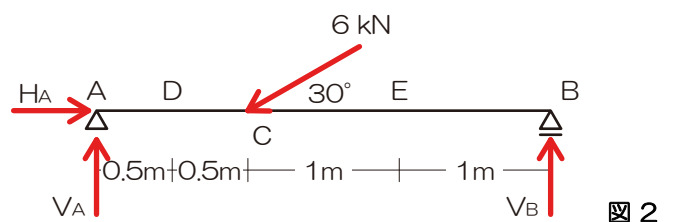
まずは D 点の各応力を求めてみます

1) 生じる可能性のある反力を図示

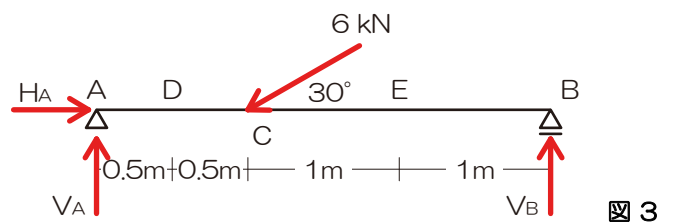


2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！

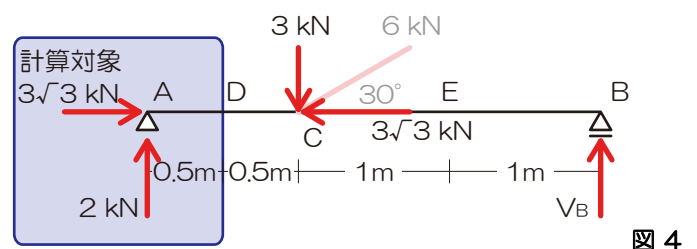
3) 計算対象を【選択】（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）



4) もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！



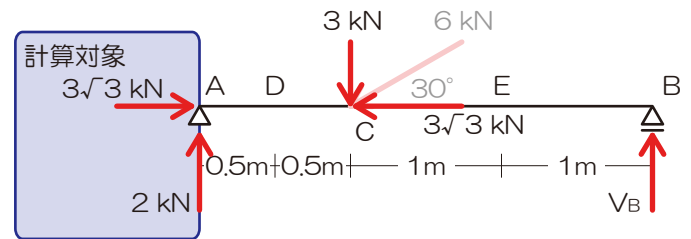
5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力



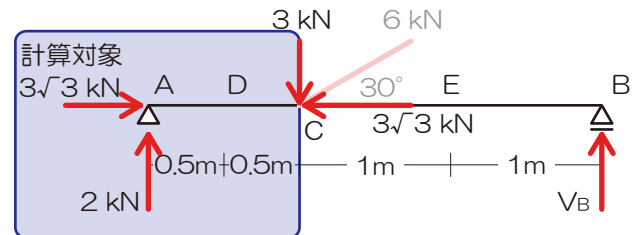
教科書では構造物「全体」の応力を求めているようです

ので、他の点も順次求めていきましょう

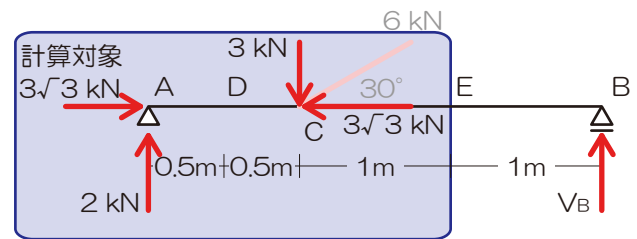
A 点の各応力（※以下参照）



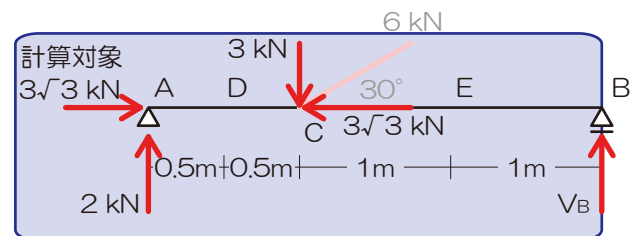
C 点の各応力（※以下参照）



E 点の各応力



B 点の各応力（※以下参照）



※ ただし、一点注意が必要です…各応力の対象となる力（荷重や反力などの集中荷重）がかかっている点のその応力は求めることができないのです

※ ってことは、厳密に言うと…A 点では「軸方向力」「せん断力」は解無し、となります

※ すべての応力の解を求めることができる点は D 点と E 点のみです（したがって、教科書では特定の点を指定せずに A～C 間、C～B 間のように定義し応力を求めているのです）

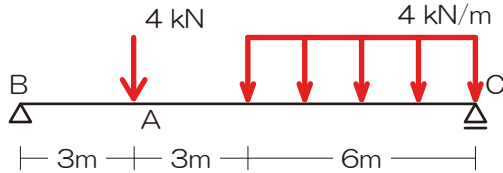
※ ゆえに、建築士試験では、対象となる集中荷重がかかっている点での「軸方向力」「せん断力」を求める問題は出題されません

※ 実際の試験ではこんな面倒なことはしないよっ！ってのが本心ですが、この教科書は真面目過ぎます（悪いことではないですが…）



『解法 05』 梁の応力【問題集 P290：□問題 14、P291：□問題 13（一部）、P292：□問題 12/□問題 11、P293：□問題 10、P294：□問題 10、P295：□問題 09/問題 08（一部）】『教科書 P27：□問題 1、P28：□問題 4、P29：□問題 5、P30：□問題 6』**{{CAUTION}}** 教科書の問題はちょっと特殊なので適宜質問を…（解答を先にチェックするのもあり？）

図のような外力を受ける単純梁の A 点における曲げモーメントを求めよ。【H18】



『過去問解法手順 05』 梁の応力

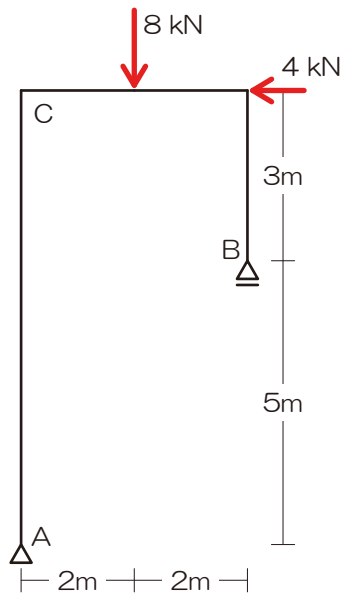
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
- 3) 計算対象を【選択】（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）
- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでもうやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！
- 5) 曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

解答： $M_A = 27 \text{ kNm}$



『解法 06』 ラーメンの応力 【 問題集 P298 : □問題 12、P300 : □問題 10、P301 : □問題 08】 『教科書 P36 : □問題 3/□問題 4、P37 : □問題 5』 {{CAUTION}} 教科書 P35 : 問題 1 (応力図)、P38 : 問題 6 (応力図) は過去 10 年以上出題されていない、P39 : 問題 7 (3 ヒンジラーメン) は難易度が高いので基礎力徹底養成講座では省略します

図のような外力を受ける静定ラーメンにおいて、C 点の曲げモーメントを求めよ。



『過去問解法手順 06』 ラーメンの応力

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】!
- 3) 計算対象を【選択】(計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること!)
- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力(通常は反力だね)を求める 図は 1) に戻るよ!
- 5) 曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

解答 : $M_C = 32 \text{ kNm}$

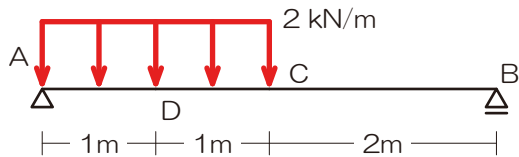


1-4-5 等分布荷重が作用する場合

※ 「なんだよ…、教科書の問題は建築士の試験では出題されないパターンなのか…」なんてことは言わないで、以下のよ
うに「応力を求めることができる点」を指定してやれば使えるのです、笑

★基礎徹底 08-3★ 応力算定の基礎（分布荷重の途中における各応力） ⇒ 解答 P30

★Q 08-3★ D 点の各応力を求めてみましょう



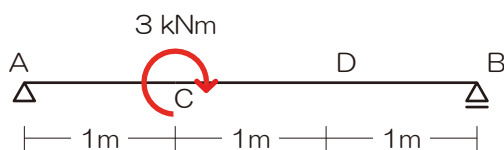
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
⇒ 分布荷重もしっかりと切断ね！
- 3) 計算対象を【選択】（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）
- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでもうやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！
- 5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

解答： $N_D = 0 \text{ kN}$ 、 $Q_D = 1 \text{ kN}$ 、 $M_D = 2 \text{ kNm}$

1-4-6 モーメント荷重が作用する場合

★基礎徹底 08-4★ 応力算定の基礎（モーメント荷重がかかる場合の各応力） ⇒ 解答 P31

★Q 08-4★ D 点の各応力を求めてみましょう



- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
⇒ 分布荷重もしっかりと切断ね！
- 3) 計算対象を【選択】（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）
- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでもうやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！
- 5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

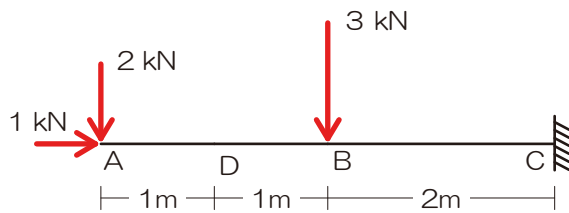
解答： $N_D = 0 \text{ kN}$ 、 $Q_D = 1 \text{ kN}$ 、 $M_D = 1 \text{ kNm}$



1-4-7 片持梁に生ずる力（応力）の計算

★基礎徹底 08-5★ 応力算定の基礎（片持梁における各応力） ⇒ 解答 P31

★Q 08-5★ D 点の各応力を求めてみましょう



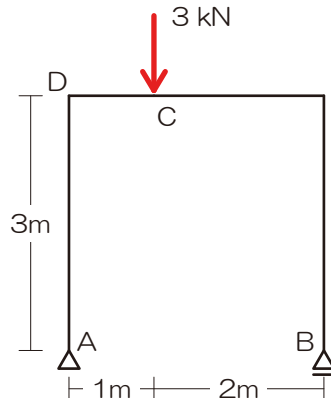
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
⇒ 分布荷重もしっかりと切断ね！
- 3) 計算対象を【選択】（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）
- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでもうやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！
- 5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

解答： $N_{CD} = -1 \text{ kN}$ 、 $Q_D = 2 \text{ kN}$ 、 $M_D = 2 \text{ kNm}$

1-5 静定ラーメンに生ずる力

★基礎徹底 08-6★ 応力算定の基礎（単純梁系ラーメンにおける各応力） ⇒ 解答 P32

★Q 08-6★ 柱頂部である D 点の各応力を求めてみましょう



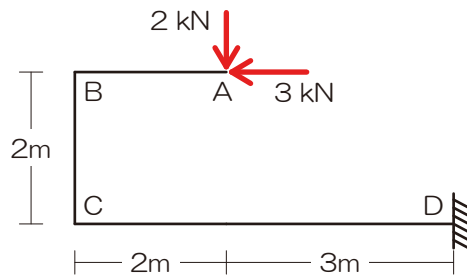
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
⇒ 分布荷重もしっかりと切断ね！
- 3) 計算対象を【選択】（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）
- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでもうやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！
- 5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

解答： $N_{CD} = -2 \text{ kN}$ 、 $Q_D = 0 \text{ kN}$ 、 $M_D = 0 \text{ kNm}$



★基礎徹底 08-7★ 応力算定の基礎（片持梁系ラーメンにおける各応力） ⇒ 解答 P32

★Q 08-7★ C 点の曲げモーメントを求めてみましょう



- 6) 生じる可能性のある反力を図示
- 7) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
⇒ 分布荷重もしっかりと切断ね！
- 8) 計算対象を【選択】（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）
- 9) もし、未知力が入っていたら、ここでもうやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！
- 10) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

解答： $M_C = 2 \text{ kNm}$

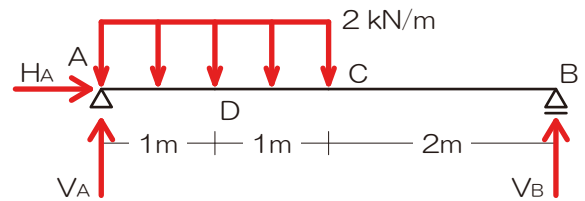


《《《解答》》》

★基礎徹底 08-3★ 応力算定の基礎（分布荷重の途中における各応力）

★Q 08-3★ D 点の各応力を求めてみましょう

1) 生じる可能性のある反力を図示

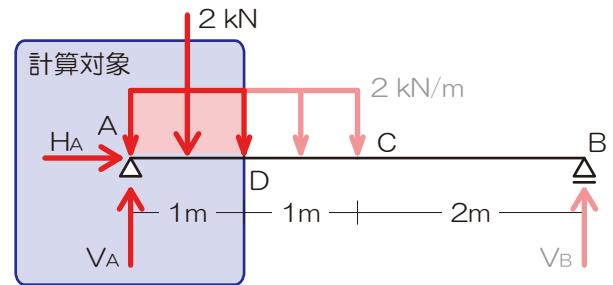


2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！

⇒ 分布荷重もしっかりと切断ね！

3) 計算対象を【選択】（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）

⇒ 計算対象は「左」とします



4) もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！

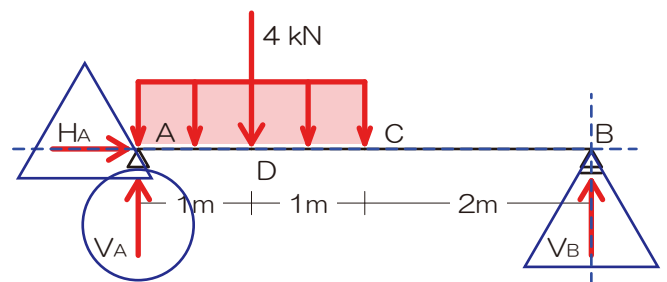
V_A を求める ⇒ 交点 B のモーメントに着目

$$M_B = +V_A \times 4 - 4 \times 3 = 0$$

$$V_A = 3[kN]$$

H_A を求める ⇒ 直交する横方向の力のつり合い

$$\sum X = H_A = 0[kN]$$

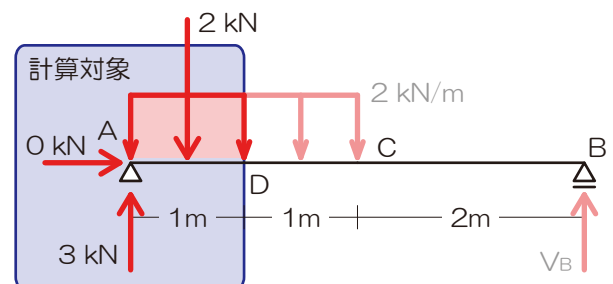


5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

$$N_D = 0[kN]$$

$$Q_D = 3 - 2 = 1[kN]$$

$$M_D = +3 \times 1 - 2 \times 0.5 = 2[kNm]$$

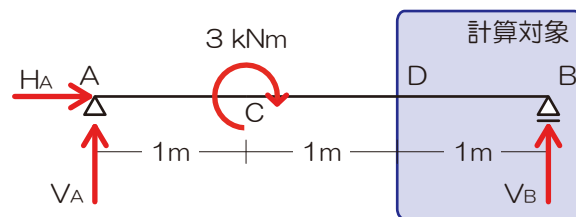


★基礎徹底 08-4★ 応力算定の基礎（モーメント荷重がかかる場合の各応力）

★Q 08-4★ D 点の各応力を求めてみましょう

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
- 3) 計算対象を【選択】（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）

⇒ 計算対象は「右」とします

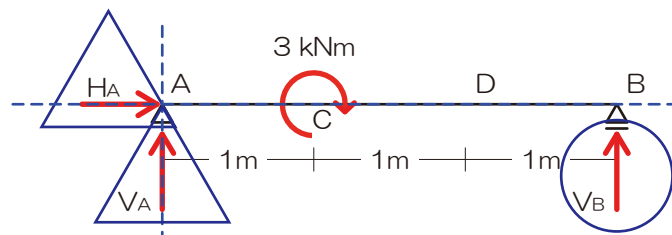


- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！

V_B を求める ⇒ 交点 A のモーメントに着目

$$M_A = +3 - V_B \times 3 = 0$$

$$V_B = 1[kN]$$

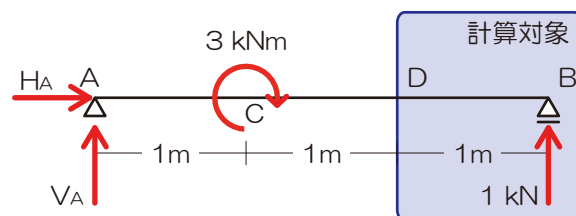


- 5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

$$N_D = 0[kN]$$

$$Q_D = -1 = 1[kN]$$

$$M_D = -1 \times 1 = 1[kNm]$$



★基礎徹底 08-5★ 応力算定の基礎（片持梁における各応力）

★Q 08-5★ D 点の各応力を求めてみましょう

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
- 3) 計算対象を【選択】（計算対象とならなかった力は応力算定時には完全シカトすること！）

⇒ 計算対象は「左」とします

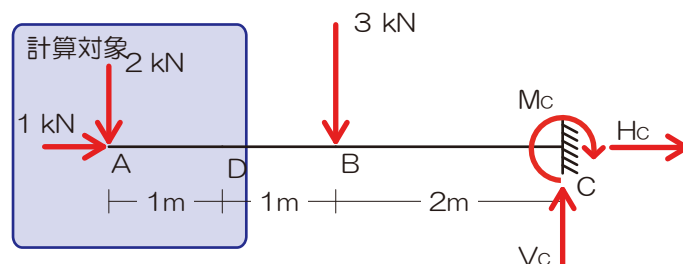
（片持系の場合は、支点側を選ばなければ反力算定無！）

- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！
- 5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

$$N_D = -1[kN]$$

$$Q_D = -2 = 2[kN]$$

$$M_D = -2 \times 1 = -2 = 2[kNm]$$



★基礎徹底 08-6★ 応力算定の基礎（単純梁系ラーメンにおける各応力）

★Q 08-6★ 柱頂部である D 点の各応力を求めてみましょう

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
- 3) 計算対象を【選択】

⇒ 計算対象は「左」とします

- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！

V_A を求める ⇒ 交点 B のモーメントに着目

$$M_B = +V_A \times 3 - 3 \times 2 = 0$$

$$V_A = 2[kN]$$

H_A を求める ⇒ 直交する横方向の力のつり合い

$$\sum X = H_A = 0[kN]$$

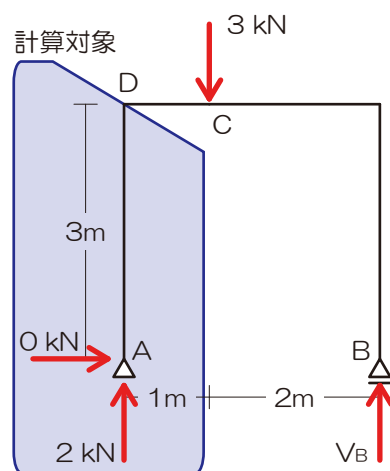
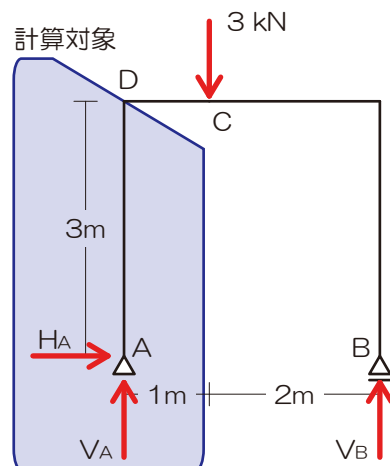
- 5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

「柱頂部である D 点」と言っているので、軸方向力は鉛直方向の力、せん断力は水平方向の力ですね

$$N_D = -2[kN]$$

$$Q_D = 0[kN]$$

$$M_D = 0[kNm]$$



★基礎徹底 08-7★ 応力算定の基礎（片持梁系ラーメンにおける各応力）

★Q 08-7★ C 点の曲げモーメントを求めてみましょう

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断】！
- 3) 計算対象を【選択】

⇒ 計算対象は「左」とします

- 4) もし、未知力が入っていたら、ここでようやく未知力（通常は反力だね）を求める 図は 1) に戻るよ！

⇒ 片持ち系なので反力算定不要

- 5) せん断力は軸に対して鉛直な全ての力が対象、軸方向力は軸に平行な力の全て、曲げモーメントはとにかく計算対象側全部の力

$$M_C = +2 \times 2 - 3 \times 2$$

$$M_C = -2$$

$$M_C = 2[kNm]$$

