

0 はじめに

0.1 学科Ⅲ構造の出題傾向とその対策

■ 学科Ⅲ構造の出題傾向

- 全 25 問中、力学（計算問題）が 6 問出題

■ 平成 24/25/26 年試験にみる本講座の実績（ヒット：正解肢が講義にて使用した資料や問題集に記載されていたもの）

- 平成 24 年：力学 6 問中 6 ヒット（100.0%）、文章問題 19 問中 14 ヒット（73.7%）
- 平成 25 年：力学 6 問中 6 ヒット（100.0%）、文章問題 19 問中 15 ヒット（78.9%）
- 平成 26 年：力学 6 問中 6 ヒット（100.0%）、文章問題 19 問中 14 ヒット（73.7%）

■ 学科Ⅲ構造の試験対策

- 力学が 6/25 問（24.0%）、文章問題が 19/25 問（76.0%）、力学も苦手だし…文章問題に重点をおいて勉強すれば…
⇒ ちょっと待って下さい！力学を捨てることは得策ではないと思います。

- 力学系の問題はほぼ予想が可能

2 級建築士の力学の問題はわずか 15 の解法パターンで片付けることが可能です。ところが、文章問題は数多くの過去問を暗記する必要があります。問題数の配分（力学：6/25 問 24.0%、文章問題：19/25 問 76.0%）と同等に時間を費やすことは再考の余地あります。

- 力学は一度捕まえてしまえばほぼ忘れない

難しい数学の知識は用いない形の講座となっています（微積はもちろん方程式すら使わない）。トレーニングを積み、四則演算さえできれば解けてしまいます。

- 力学系の問題は熟練度によりレベル分けが可能

力学は絶対にイヤ！と拒絶反応を示す方がいることも承知しています。そのような方は出題頻度が高く比較的簡単な分野のみチャレンジをしてみましょう。前述の「コスパ」欄で高得点を得ている分野を集中的にチャレンジしてみましょう。

0.2 各講座の役割

■ 重点対策講座の目的

- 「試験突破のためには力学系問題が鍵となる」「力学は苦手意識を持たれている方が多い」等の理由から、重点対策講座では、力学を対象に講座を進めます
- 「本番試験の問題を解く場合に必須の基礎知識」の把握を目標に実際の問題よりも難易度を落とした範囲を対象とします（次頁解法パターン項目欄赤字を主な対象とする）

■ 基礎力徹底養成講座

- 「試験突破のためには力学系問題が鍵となる」「力学は苦手意識を持たれている方が多い」等の理由から、基礎力徹底養成講座でも基礎力徹底養成講座と同様に、力学を対象に講座を進めます
- 「本番試験の問題を解く場合に必須の基礎知識」の把握を目標に教科書の問題を中心に解説を行います

■ 応用力養成講座

- 力学分野に関しては「実際の建築士試験問題」を中心に、本番試験に対応できる力を養います
- 一般構造・材料分野に関しては、過去問データベースを参考に、出題頻度の高い項目・キーワードを中心に解説を行います

■ 新傾向対策講座

- 新傾向の問題、および特に、出題頻度の高い問題に関し、演習問題を中心に講義を行います



0.3 工学系問題マトリックス

■ 工学（計算）系問題の解法パターン：工学は以下に示す 15 パターンの解法に分類可能

	項目	難易度	コスバ	出題率	H26	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17
1	モーメント	★	♡♡	20%						○			○	
2	力の合成	★	♡♡	20%				○	○					
3	力のつり合い	★	♡♡	20%							○	○		
4	支点の反力	★	♡♡	40%	○	△				○		△	○	
5	梁の応力	★★	♡♡	100%	○	△	○	○	◎	○	△	○	○	○
6	ラーメンの応力	★★	♡♡	50%			○		○		○	△		○
7	3ヒンジラーメン	★★★	♡	20%		○		○						
8	トラス	★★	♡♡	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9	図心（断面 1 次 M）	★	♡	20%	○								○	
10	断面 2 次 M	★	♡♡♡	90%	△	○	○	○	○	○	○	○		○
11	応力度	★★★	♡	30%			○			○	○			
12	許容応力度	★★★	♡	50%	○	○		○				○		○
13	ひずみ	★	♡	10%									○	
14	たわみ	★★	♡	30%		△					△			
15	座屈	★	♡♡♡	100%	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

■ 日程：教科書の当該範囲および重要キーワードを併せて示す

第一回：構造力学 1（力、力のつりあい・静定梁の反力・静定ラーメンの反力）

第二回：構造力学 2（静定梁に生ずる力・静定ラーメンに生ずる力）

第三回：構造力学 3（静定トラス部材に生ずる力・断面の性質）

第四回：構造力学 4（応力度・梁の変形、座屈・不静定構造物）

第五回：構造物（荷重、外力・構造設計・地盤・基礎構造）

第六回：一般構造 1（木構造・鉄筋コンクリート構造）

第七回：一般構造 2（鉄骨造・補強コンクリートブロック造）

第八回：材料（木材・コンクリート系材料・金属材料・ガラス、塗料他）

■ 自宅での学習方法

- 工学の問題はとにかくトレーニングあるのみです（講義で使用した問題等を何度も復習してください）
- 基礎事項が欠落すると他の項目に太刀打ち出来なくなる可能性が高いのでお気をつけ下さい（問題を次回まで持ち越さないようにわからないところはすぐに質問をしてください）
- 講座で使用したサブテキストのオリジナル（空欄部分が埋まっているもの）のアップを目的に建築士対策の補習的なサイトを「勝手に」運営しています（アーキタイプラボ：<http://www.architype-lab.com/> ネットの使用できる環境にある方はチェックしてみてください）
- 一般の問題に関しては、2級建築士受験対策としては過去問ベースで構成することをお勧めいたします



1. 構造力学

1-1 カ、力のつりあい

1-1-1 カ

1) カとは

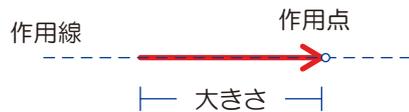
- 物体に作用して、変形や運動を起こしたりして、物体の状態に変化を起こさせる作用

2) カの単位

- 記号はP（集中荷重）、w（分布荷重）で示し、力の大きさを表す単位はN（ニュートン）、kN（キロニュートン）がある

3) カの三要素

- カの3要素：大きさ/作用点/作用線（最も重要なのは「作用線」です）



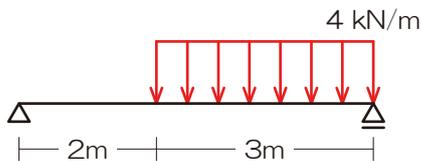
4) カの符号

- 座標軸をもとに、上方をプラス・下方をマイナス、右をプラス・左をマイナスとすることが一般的

5) 分布荷重

- あるエリアに広く「のぺー」っとかかる荷重、外力として代表的なものとしては積雪荷重やプールの水など、単位は kN/m などで示され 1m あたりにかかる荷重[kN]って意味になります
- 分布荷重が計算対象となってしまった場合には集中荷重へ置き換えましょう、その際のポイントは「力の大きさ」「力の作用点」ですが、**囲まれた図形に着目**してみましょう

★Q01 分布荷重★ 以下の荷重を集中荷重へ変換しましょう

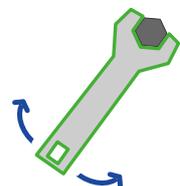


- 1) 囲まれたエリアの「面積」が荷重の合計
- 2) 囲まれたエリアの重心に作用

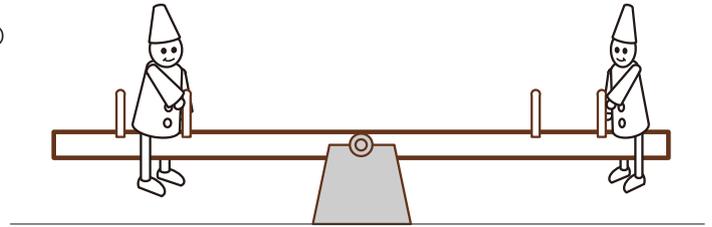
1-1-2 カのモーメント

1) モーメントとは

- モーメントの定義：任意の点にかかる回転の力、『任意の点』って言うのでどこか点を決定しないとモーメントは求められません…、てこの原理やシーソーが有名ですね

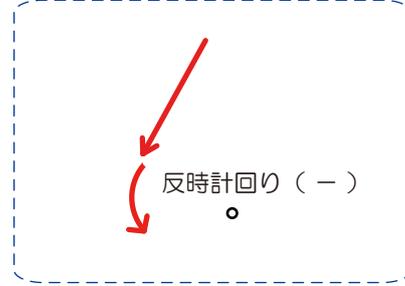
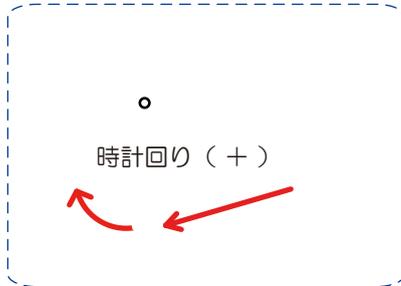


- シーソーが勝つための条件：もちろん重ければ勝ちます（下に落ちる）が…、できるだけ遠く（真ん中から）に座っても勝機はありますね



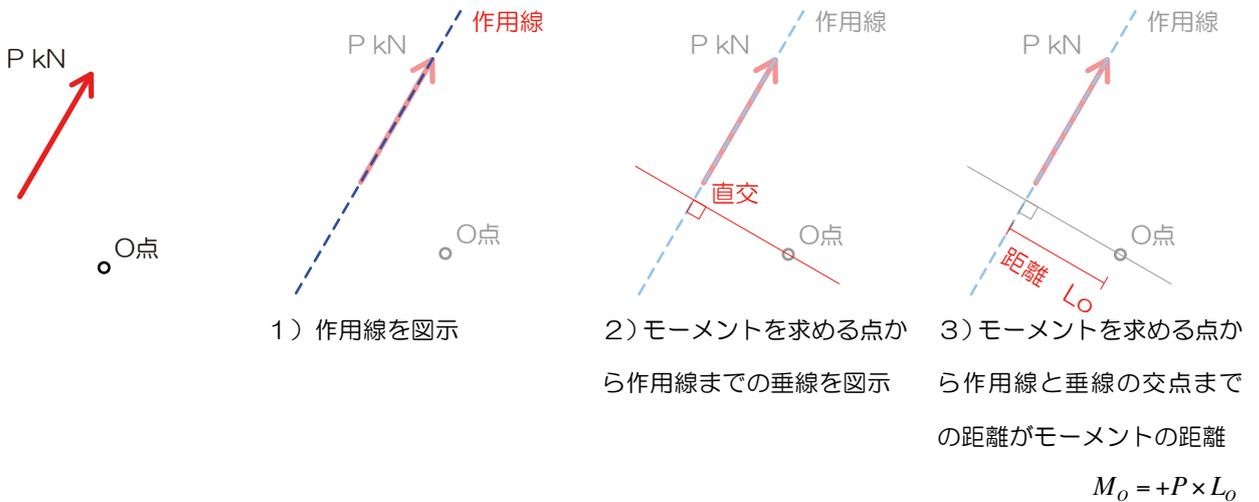
2) モーメントの符号

- モーメントの符号：モーメントを求める点を指で押さえて実際に紙をグリグリ回してみましょう



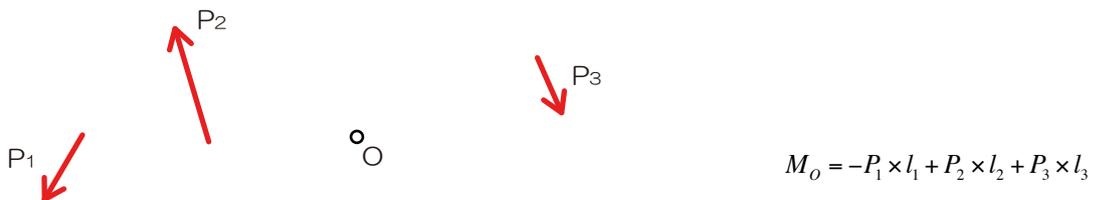
3) モーメント（モーメントの求め方）

- モーメントの求め方：シーソーでは重さ（力）と距離が重要でしたね、その両者を単純にかけるとモーメントになります…が！！距離の概念が大変重要です！『モーメントにおける距離』とは『モーメントを求める点から力の作用線までの鉛直距離』となるので注意、慣れるまでは**作用線を図示**して問題にチャレンジしましょう、計算式の書き順は『力』⇒『距離』⇒『符号』が一般的です



4) モーメント（複数の力によるモーメント）

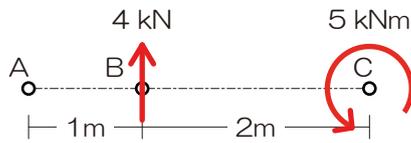
- 複数の力によるモーメント：それぞれの力によるモーメントを個別に求め、最後に合算しましょう



5) モーメント荷重

- 計算対象にあるモーメント荷重は、全ての点に等しいモーメントの影響を与える（そのままの値をそのまま足してしまえばOKです）

★Q02 モーメント荷重★ A～C 各点のモーメントのを求めてみましょう



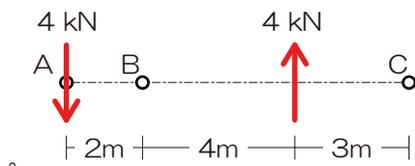
1-1-3 偶力のモーメント

- 作用線が並行で力の大きさが等しく、向きが反対の一对の力を偶力といいます
- 偶力のみが作用している場合には、すべての点のモーメントは等しくなります

『過去問 01』モーメント

図のような平行な二つの力 P_1 、 P_2 による A、B、C の各点におけるモーメント M_A 、 M_B 、 M_C の値を求めよ。ただし、モーメントの符号は時計回りを正とする。【H18】

『過去問解法手順 01』任意の点のモーメント



- 1) 作用線を図示
- 2) モーメントを求める点から作用線までの垂線を図示
- 3) モーメントを求める点から作用線と垂線の交点までの距離を示す
- 4) モーメント=力の大きさ×上記の距離（力⇒距離⇒符号の順番で3ステップで計算しましょう）
- 5) 複数の力によるモーメントを合算

解答： $M_A = M_B = M_C = -24[\text{kNm}]$



1-1-4 力の合成

1) 一点に作用する複数の力の合成

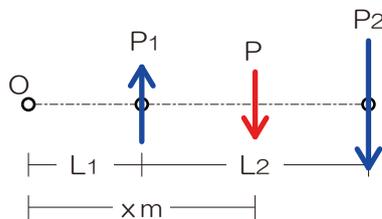
- 力の平行四辺形を利用して合成を行い、合力を求めます（過去出題されたことはありません）

2) 平行な力の合成

- 合力前後で守らなければならないこと：「合力する前後でそれらの力による物体に与える影響は変化してはならない！」との絶対的なルールが存在します
- 合成後の力の「大きさ」「作用線」を求めますが、「力の大きさ」は単純な足し算・引き算で求められますが、問題は「作用線」ですね
- バリニオンの定理：「物体に与える影響は変化しない」を「任意の点のモーメントが変化しない」に置き換えて合力の問題を（作用線の位置を）解いてみましょう、って定理です

3) 力の合成（並行 2 力の合成、バリニオンの定理）

- 合成後の力の大きさを求め、その力がどこを通るのか勝手に予想して（いずれかの点からの距離を x としましょう）図示
- その後、バリニオンの定理を用いて、任意の点に着目し「合成前のモーメント」＝「合成後のモーメント」とし、作用線の正確な位置を求めます



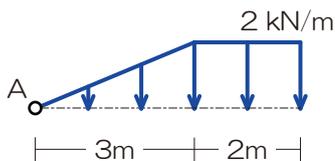
$$M_{OB} = -P_1 \times L_1 + P_2 \times (L_1 + L_2)$$

$$M_{OF} = +P \times x$$

$$M_{OB} = M_{OF}$$

『過去問 O2』 力の合成（バリニオンの定理）

図のような分布荷重の合力の作用線から A 点までの距離を求めよ。【H23 改】



『過去問解法手順 O2』

- 1) 分布荷重を単純図形に分割、それぞれを集中荷重へ
- 2) 基準となる点を指定（今回は A 点指定）
- 3) 上記点における合成前のモーメント算定
- 4) 合成後の力の大きさを算定
- 5) 合成後の力の位置を仮定
 - ⇒ 1) の点からの距離を x と仮定
- 6) 合成後の力による 1) の点におけるモーメント算定
- 7) 3) のモーメント＝6) のモーメントより x を算定

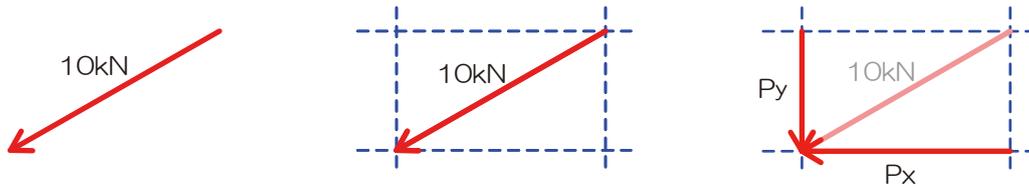
解答：A 点から右 3.1 m の位置に下方 7 kN



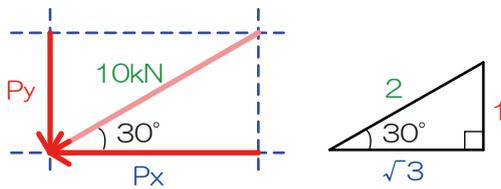
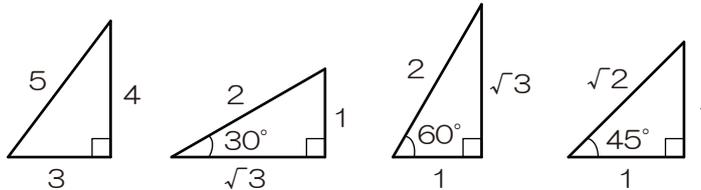
1-1-5 力の分解

1) 一点に作用する力の分解

➤ 斜めの荷重に出会ってしまったら（計算対象になってしまったら）、縦と横に分解しましょう



➤ ちっこい三角形を書いて考えましょう（三角関数？比の計算？解法は問いませんがオススメを示します）

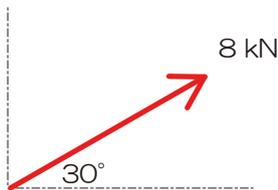


$$\text{縦の分力 (Py)} = \text{斜めの荷重} \times \frac{\text{ちっこい三角形の縦}}{\text{ちっこい三角形の斜め}}$$

$$\text{横の分力 (Px)} = \text{斜めの荷重} \times \frac{\text{ちっこい三角形の横}}{\text{ちっこい三角形の斜め}}$$

$$P_x = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}[\text{kN}], \quad P_y = 10 \times \frac{1}{2} = 5[\text{kN}]$$

★Q03 斜めの荷重★ 斜めの荷重を縦・横に分解してみましょう



- 1) 分力の予想図を作成
- 2) ちっこい三角形を検討
- 3) 比の計算より鉛直・水平の荷重を算定

解答：鉛直 = 4 kN (上)、水平 = $4\sqrt{3}$ kN (右)

2) 平行な力の分解

➤ バリニオンの定理を使えば良いのですが…、この手の問題は過去出題されたことはありません



1-1-6 力のつり合い

1) 力のつり合いの重要度

- 力学を学ぶ上で、最も重要な項目が「力のつり合い」です！未知力算定・支点の反力算定・トラスの応力算定などで用います（また、応力算定では支点の反力がわからないと解答不可な問題がほとんどです、さらに応力が解けないと応力度も…なんて形で様々な分野に波及していきます）

2) 力のつり合いとは

- つりあい状態：物体にかかる力がつり合っている場合には、その物体は動きません
- 物体が動いていない条件：回転していない・縦に動いていない・横にも動いていない、の三条件が同時に成立すること

3) 力のつり合い三式

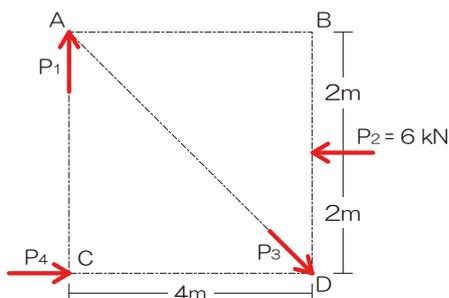
- 回転していない：任意の点のモーメントが0、 $M_o = 0$
- 縦に動いていない：縦の力の合計が0、 $\sum Y = 0$
- 横にも動いていない：横の力の合計が0、 $\sum X = 0$

4) 未知力算定の基礎

- 未知力とは：値が求められていない力、問題に示される以外にも自分自身で仮定した力も含まれる
- 未知力の求めかた：つり合い三式を用いて未知の力を求める（基本的には三連立方程式）、未知力3つまではほぼ求めることが可能
- 未知力算定の大前提：極力無駄な式は使いたくない！求めたい未知力（ターゲット）以外の未知力が式の中になければ一発で片がつくのかな…
- つり合い三式の選び方：求める必要のある未知力（ターゲットと呼びます）をチェック！（○で囲む）、それ以外の未知2力を△で囲みその作用線2本を図示 ⇒ 一点で交差するならその交点での $M_o = 0$ 、平行になってしまった場合には直行する軸の $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ を選べば一撃です

5) 力のつり合い（未知力算定）

- 求める未知力（ターゲット）を決定後、適するつり合い式を選択し計算



P_1 を求めたかったら ⇒ P_3 と P_4 の交点 D のモーメントに着目

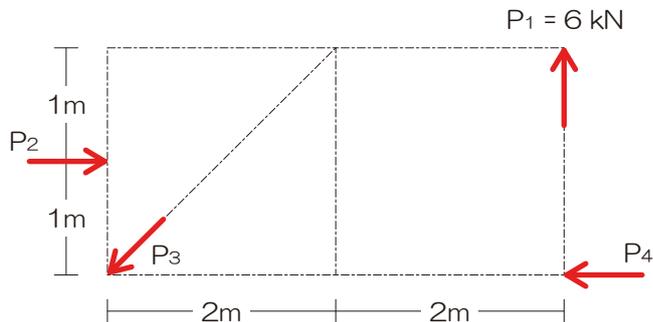
P_3 を求めたかったら ⇒ P_1 と P_4 の交点 C のモーメントに着目

P_4 を求めたかったら ⇒ P_1 と P_3 の交点 A のモーメントに着目



『過去問 03』 未知力算定（力のつり合い）

図のような4つの力P1～P4 がつり合っているとき、P4 の値を求めよ。【H20 改】



『過去問解法手順 03』

- 1) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 2) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 3) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 4) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目（ $M_o = 0$ ）、平行なら⇒直行する軸のつり合いに着目（ $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ ）

解答：P₄ = 18 kN

1-2 静定梁の反力

1-2-1 荷重

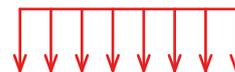
➤ 荷重の種類：既に解説は終わっていますがリストにしてみます

1) 集中荷重：ベクトル（矢印）1本で示される

2) 分布荷重：一定の面に広がりつつかかる荷重

※ 作用線が重要でしたね

※ 集中荷重に変換して計算



3) モーメント荷重：回転の荷重

4) 斜めの荷重：文字通り斜め…

※ すべての点に等しいモーメントの影響を与えます

※ 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

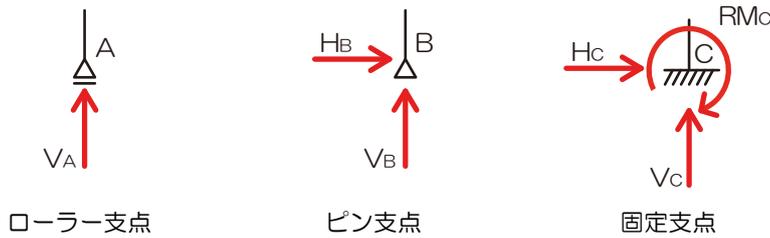
1) 反力の生じる方向

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 	×	×	×	○	○	○

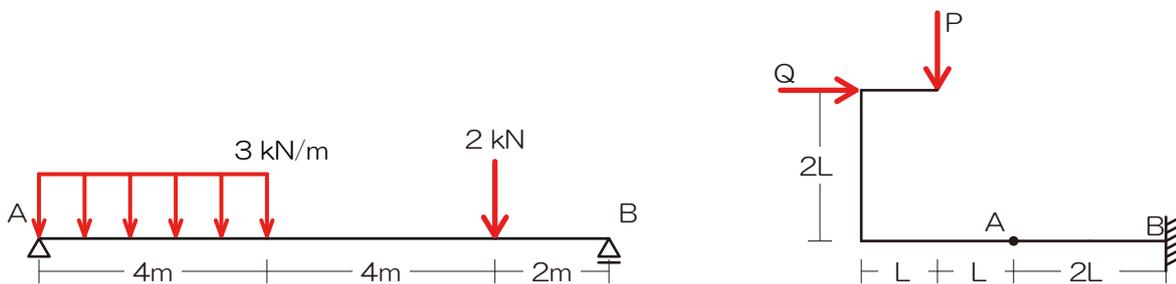
※動けない方向に反力が生じる

2) 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



★Q04 反力の図示★ 以下の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） ※ 回転可能	剛接合（剛節点） ※ 回転不可・固定	混合 ※ 両者が…
		

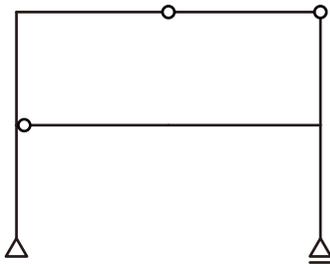
1-2-4 骨組みの安定と不安定

- 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（梁）

「反力を図示」⇒「未知力算定（力のつり合い）」以上！

1-3 静定ラーメンの反力

1-3-1 ラーメンとは

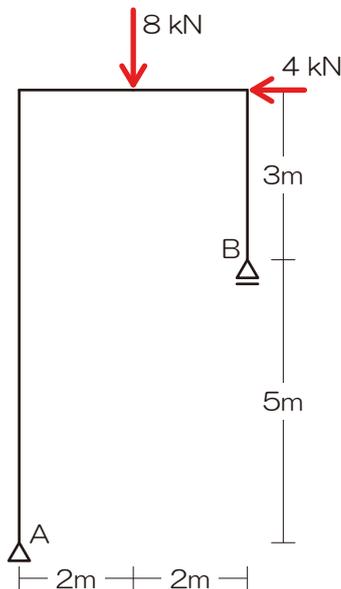
- 縦（柱）・横（梁）部材から構成され、その節点が剛接合しているもの

1-3-2 反力の求め方（ラーメン）

梁と全く同じ！以上！

『過去問 04』 支点の反力

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』

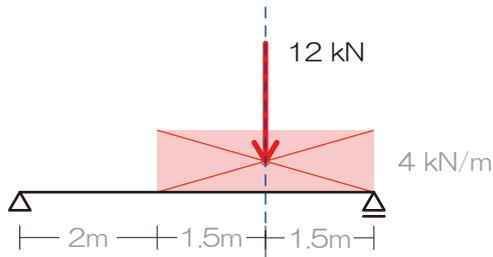
- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 3) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 4) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目（ $M_o = 0$ ）、交差しないなら⇒直行する軸のつり合いに着目（ $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ ）
- 6) 残りの反力はそれ以外のカード（つり合い式）を用いて求める

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



【解答】

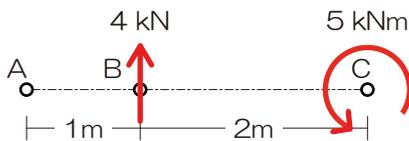
★Q1 分布荷重★



- 1) 囲まれたエリアの「面積」が荷重の合計
- 2) 囲まれたエリアの重心に作用

$$4 \times 3 = 12 [kN]$$

★Q2 モーメント荷重★ A～C 各点のモーメントのを求めてみましょう



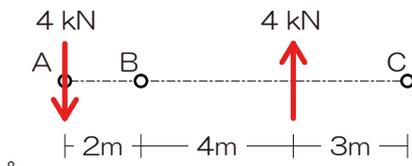
$$M_A = -4 \times 1 - 5 = -9 [kNm]$$

$$M_B = 4 \times 0 - 5 = -5 [kNm]$$

$$M_C = +4 \times 2 - 5 = 3 [kNm]$$

『過去問 01』 モーメント

図のような平行な二つの力 P_1 、 P_2 による A、B、C の各点におけるモーメント M_A 、 M_B 、 M_C の値を求めよ。ただし、モーメントの符号は時計回りを正とする。【H18】



『過去問解法手順 01』 任意の点のモーメント

- 1) 作用線を図示
- 2) モーメントを求める点から作用線までの垂線を図示
- 3) モーメントを求める点から作用線と垂線の交点までの距離を示す
- 4) モーメント=力の大きさ×上記の距離（力⇒距離⇒符号の順番で3ステップで計算しましょう）
- 5) 複数の力によるモーメントを合算

$$M_A = 4 \times 0 - 4 \times 6 = -24 [kNm]$$

$$M_B = -4 \times 2 - 4 \times 4 = -24 [kNm]$$

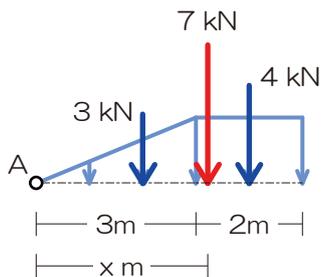
$$M_C = -4 \times 9 + 4 \times 3 = -24 [kNm]$$

解答： $M_A = M_B = M_C = -24 [kNm]$



『過去問 02』 力の合成 (バリニオンの定理)

図のような分布荷重の合力の作用線から A 点までの距離を求めよ。【H23 改】



合成前の A 点のモーメント

$$M_{AB} = +3 \times 2 + 4 \times 4 = 22 [kNm]$$

合成後の荷重は

$$P = -3 - 4 = -7 [kN]$$

合成後の A 点のモーメント

$$M_{AF} = +7 \times x = 7x [kNm]$$

合成前後で A 点のモーメントは等しいので

$$M_A = 22 = 7x$$

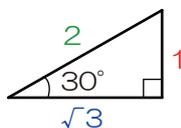
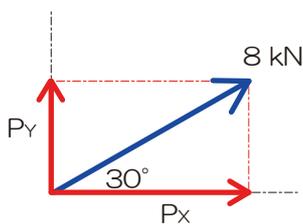
$$x = 3.1 [m]$$

『過去問解法手順 02』

- 1) 分布荷重を単純図形に分割、それぞれを集中荷重へ
- 2) 基準となる点を指定 (今回は A 点指定)
- 3) 上記点における合成前のモーメント算定
- 4) 合成後の力の大きさを算定
- 5) 合成後の力の位置を仮定
 - ⇒ 1) の点からの距離を x と仮定
- 6) 合成後の力による 1) の点におけるモーメント算定
- 7) 3) のモーメント = 6) のモーメントより x を算定

解答：A 点から右 3.1 m の位置に下方 7 kN

★Q03 斜めの荷重★ 斜めの荷重を縦・横に分解してみましょう



- 1) 分力の予想図を作成
- 2) ちっこい三角形を検討
- 3) 比の計算より鉛直・水平の荷重を算定

縦成分

$$P_y = 8 \times \frac{1}{2} = 4 kN$$

横成分

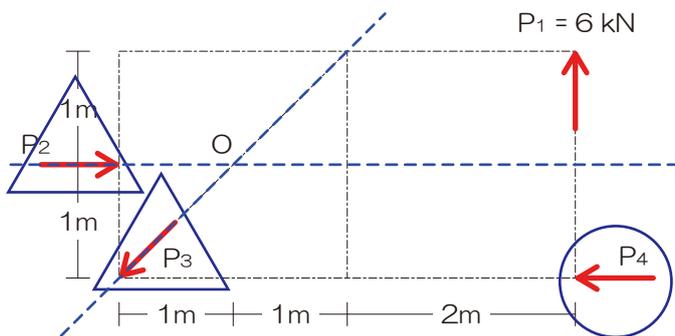
$$P_x = 8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3} kN$$

解答：鉛直 = 4 kN (上)、水平 = $4\sqrt{3}$ kN (右)



『過去問 03』 未知力算定 (力のつり合い)

図のような4つの力P1~P4がつり合っているとき、P4の値を求めよ。【H20 改】



『過去問解法手順 03』

- 5) 求めたい未知力 (ターゲット) を〇チェック
- 6) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 7) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 8) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目 ($M_o = 0$)、平行なら⇒直行する軸のつり合いに着目 ($\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$)

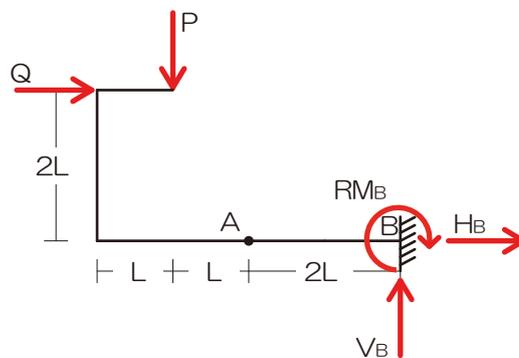
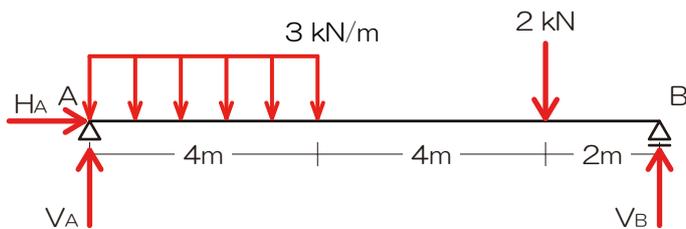
ターゲット以外の未知2力の交点Oに着目

$$M_o = +P_4 \times 1 - 6 \times 3 = 0$$

$$P_4 = 18[kN]$$

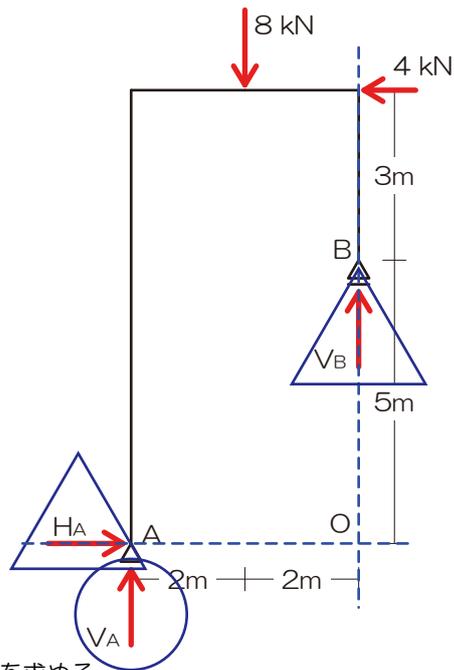
解答: $P_4 = 18 \text{ kN}$

★Q04 反力の図示★ 以下の各支点の反力を図示してみましょう



『過去問 04』 支点の反力

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】



V_A を求める

ターゲット以外の未知 2 力の交点 O に着目

$$M_O = +V_A \times 4 - 8 \times 2 - 4 \times 8 = 0$$

$$4V_A - 48 = 0$$

$$V_A = 12[kN]$$

『過去問解法手順 04』

- 7) 生じる可能性のある反力を図示
- 8) 求めたい未知力 (ターゲット) を○チェック
- 9) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 10) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 11) 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 $\sum X = 0$)
- 12) 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

V_B を求める

$$\sum Y = V_A + V_B - 8 = 0$$

$$12 + V_B - 8 = 0$$

$$V_B = -4[kN]$$

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

