

0 はじめに

0.1 学科Ⅳ構造の出題傾向とその対策

■ 学科Ⅳ構造の出題傾向

➤ 全 30 問中、力学（計算問題）が 6～7 問出題（力学は以下に示す 20 パターンの解法に分類可能）

注：表中の番号は出題時の問題番号			コスパ	10年	H25	H24	H23	H22	H21	H20	H19	H18	H17	H16
1	断面の性質	中立軸	★★	10%										1
2		断面 2 次 M・断面係数	★★	40%					6	1	1	1		
3	応力度	垂直応力度（塑性状態）	★★	30%				5	1				1	
4	ひずみ	ひずみ	★★	20%					5					5
5	座屈	座屈長さ・弾性座屈荷重	★★★	70%		6		6	6		6	6	6	6
6	振動	固有周期	★★	40%	7		7				7			7
7	判別	静定・不静定の判別	★★	10%						6				
8	応力	梁・ラーメンの応力	★★★	40%		2				2	3		3	
9		3 ヒンジラーメン	★★	40%		3		4	3			4		
10		ラーメンの応力図	★★★	20%				3					4	
11		トラス	★★★	100%	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5
12		合成ラーメン	-	40%	6	5	6			3				
13	たわみ	たわみの公式	★★★	70%	2		2	2	2			3	2	2
14		不静定構造物の反力	★	10%							2			
15		水平荷重の分配	★	20%			3							3
16	不静定	不静定ラーメンの応力	★	20%			4							4
17		不静定ラーメン応力図	★★★	30%	3			3			5			
18	層間変形	層間変形	★★	10%					4					
19	全塑性モーメント	全塑性モーメント	★★	50%	1	1	1	1	1					
20	崩壊	崩壊荷重	★★	40%	4		4			4		2		

■ 平成 24/25 年試験にみる本講座の実績

- 平成 25 年：力学 7 問中 6 ヒット（85.7%）、文章問題 23 問中 14 ヒット（60.9%）
- 平成 24 年：力学 6 問中 6 ヒット（100.0%）、文章問題 24 問中 12 ヒット（50.0%）

注：「ヒット」とは、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

■ 学科Ⅳ構造の試験対策

- 力学が 7/30 問（23.3%）、文章問題が 23/30（76.7%）、力学も苦手だし…文章問題に重点をおいて勉強すれば…
⇒ 大きな間違いです！学科Ⅳ構造では力学系の問題にどれだけ点数を稼ぐのか？が最も重要です

- 力学系の問題はほぼ予想が可能

1 級建築士の力学の問題はわずか 20 の解法パターンで片付けることが可能です。ところが、文章問題は半数近くが初見の問題です。問題数の配分（力学：7/30 問 23.3%、文章問題：23/30 問 76.7%）と同等に時間を費やすことは当然ですが得策ではありません。

- 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 基礎力徹底養成講座について

■ 基礎力徹底養成講座の目的@学科Ⅳ構造

- 「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（前頁解法パターン項目欄赤字を主な対象とする）

■ 講座の展開

- **【本日の目標】**：講座の最初に当日解説を行う項目を列挙します
- **《基礎問題〇〇》**：上記目標に相応する演習問題のナンバリングを行い示します（こちらの問題が難なく解ければ当日の目標はクリアです）
- **『解法手順（基礎）』**：各演習問題の解き方を順を追って示します（汎用性の高い解法を示します、この順番を順守し問題にあたっていただければ同系の問題はすべてクリア可能です）
- **【ポイント】**：最後に当該範囲のポイントをコメントとして寄せます

■ 日程

- 1) 10月19日：力・モーメント、力のつり合い
⇒ 力とは/力の種類/分布荷重/モーメント/斜めの荷重/力のつり合い/未知力算定
- 2) 11月02日：支点の反力、応力
⇒ 構造物の構成/支点の種類/支点の反力/応力とは/応力の求め方
- 3) 11月16日：トラス、座屈
⇒ トラス構造物とは/生じる応力/トラスの応力算定法/座屈とは/弾性座屈荷重の求め方
- 4) 11月30日：復習、たわみ
⇒ これまでの復習/たわみとは/たわみの公式
- 5) 12月14日：断面諸係数
⇒ 断面1次モーメント/断面2次モーメント/断面係数

■ 自宅での学習方法

- 力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.archetype-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）



【本日の目標】

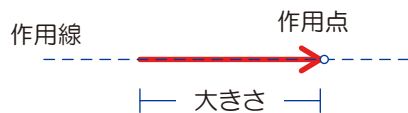
- 1) 同一方向の集中荷重の加算ができる P4 《基礎問題 01》
- 2) 分布荷重を集中荷重へ変換できる P5 《基礎問題 02》
- 3) 任意の点のモーメントを求めることができる P7 《基礎問題 03》
- 4) 複数の力による任意の点のモーメントを求めることができる P8 《基礎問題 04》
- 5) モーメント荷重の概念を理解できる P8 《基礎問題 05》
- 6) 斜めの力を縦（鉛直）/横（水平）に分力できる P9 《基礎問題 06》
- 7) つり合い状態にある場合の未知の力を求めることができる P11 《基礎問題 07》

1 カ・モーメント

1.1 カとは

■ 力の表記

- 力の3要素：大きさ/作用点/作用線（最も重要なのは「作用線」です）



1.2 力の種類

■ 構造力学にてあつかう力の種類

- 集中荷重：ベクトル（矢印）1本で示される



- 分布荷重：一定の面に広がりつつかかる荷重



- モーメント荷重：回転の荷重



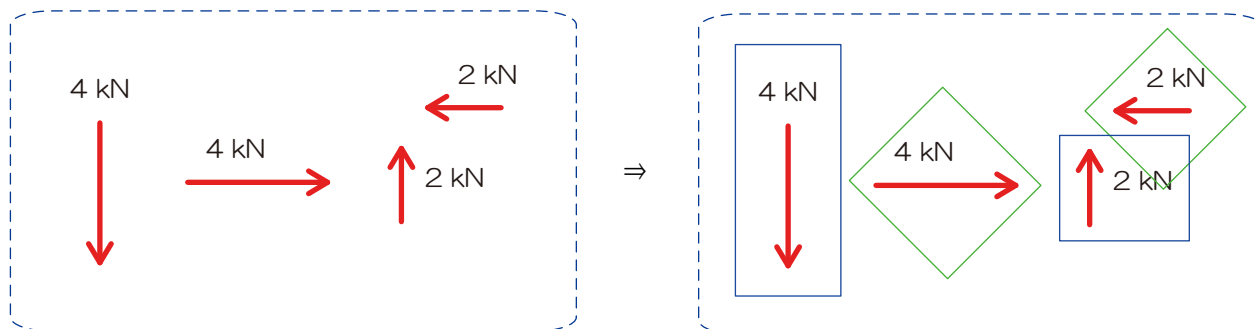
- 斜めの荷重：文字通り斜め…



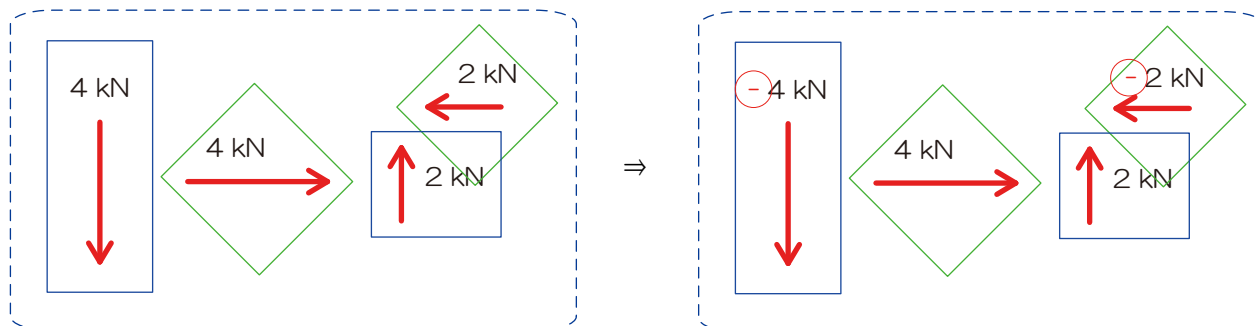
1.3 集中荷重

■ 集中荷重

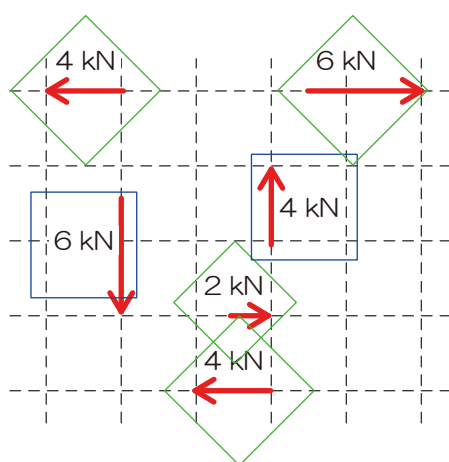
- 集中荷重の加算：同一方向（並行）の力はそのまま加算が可能、ただし力の方向には注意（上をプラス/下をマイナス、右をプラス/左をマイナスにすることが一般的）、なれるまでは方向ごとに印をつけちゃうのも良いかもしれません（縦を□、横を◇等）



- 数式による表記：数式は正確に書くことをおすすめします、 $\sum$ ：合算してください、 $\sum Y$ ：Y方向の力をすべて足してください、 $\sum X$ ：X方向の力をすべて足してください（注：式中には単位を記載しないのが一般的です）



《基礎問題 01》以下の力を縦横に分類後、両者をそれぞれ合算せよ



『解法手順（基礎）』

- 1) 力を縦・横に分類
⇒ 縦を□、横を◇としてみました
- 2) それぞれ方向ごとに合算
⇒ 上・右をプラスとしましょう

$$\begin{aligned}\sum Y &= -6 + 4 \\ \sum Y &= -2[kN]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum X &= -4 + 6 + 2 - 4 \\ \sum X &= 0[kN]\end{aligned}$$

解答：縦方向は 2[kN]（下）、横方向は 0[kN]

[ポイント]

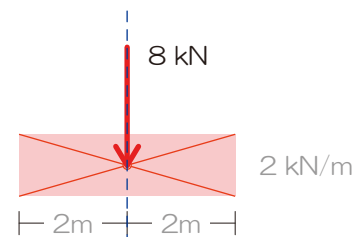
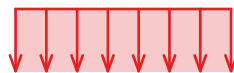
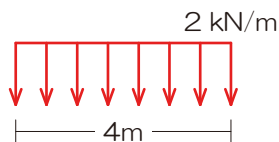
- ✓ 同じ方向の力はどんなに離れていても合算可能、ただし符号には注意！



1.4 分布荷重

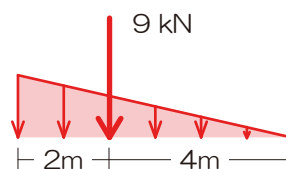
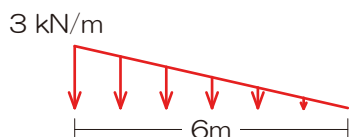
■ 分布荷重

- 分布荷重とは：あるエリアに広く「のべー」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 などと示され 1m あたりにかかる荷重 $[\text{kN}]$ って意味になります
- 分布荷重の変換：分布荷重に出会ってしまったら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、**囲まれた図形に注目** してみましょう



『長さ 4m に渡り、 1m あたり 2kN の荷重がかかっている』って意味です

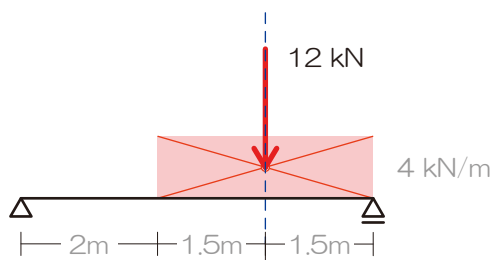
- 囲まれたエリアの『面積』が荷重の合計、『重心』を作用線が通ります
- 三角形の場合も同様ですが、重心の位置は底辺を三等分したところとなるので注意



《基礎問題 02》以下の分布荷重を集中荷重へ変換せよ

『解法手順（基礎）』

- 1) 分布荷重に囲まれたエリアをチェック
- 2) 荷重の合計を求める
⇒ 囲まれたエリアの「面積」が荷重の合計
- 3) 荷重の作用点の位置を決定する
⇒ 囲まれたエリアの重心に作用



$$4 \times 3 = 12 [\text{kN}]$$

解答：右端の点から $1.5[\text{m}]$ の位置に下方 $12[\text{kN}]$

[ポイント]

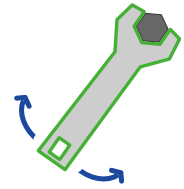
- ✓ 分布荷重によって囲まれたエリアに注目
- ✓ 囲まれたエリアの『面積』が荷重の合計、『重心』の位置を変換した集中荷重が通ります



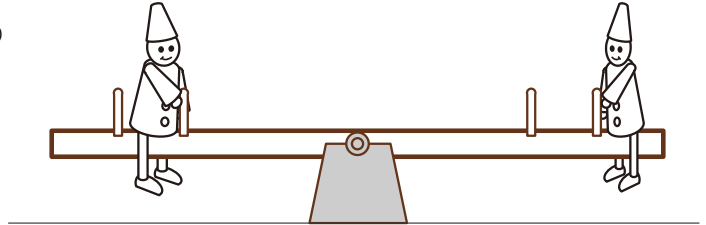
1.5 モーメント

■ 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』って言っているの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

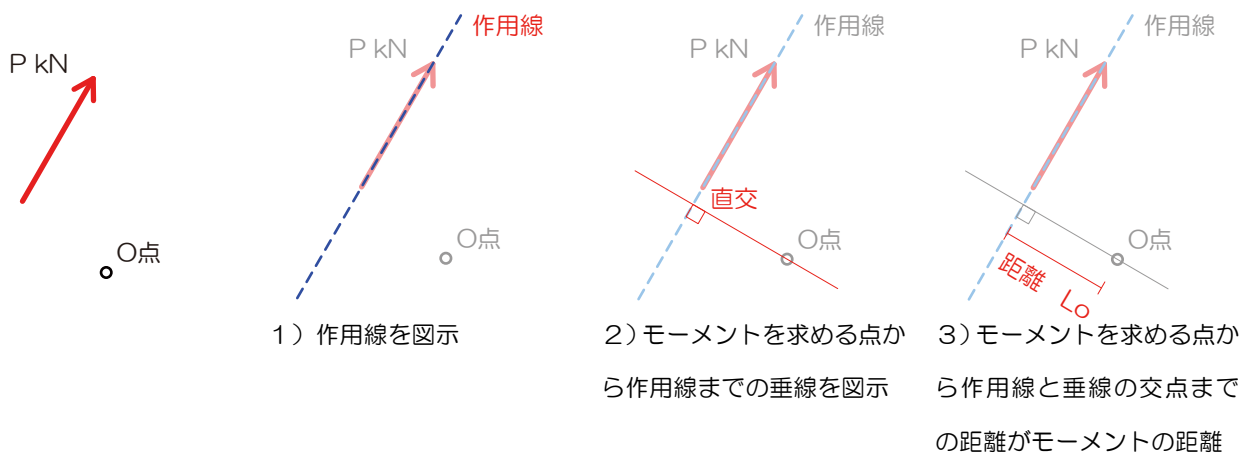


- シーソーが勝つための条件：もちろん重ければ勝ちます（下に落ちる）が…、できるだけ遠く（真ん中から）に座っても勝機はありますね



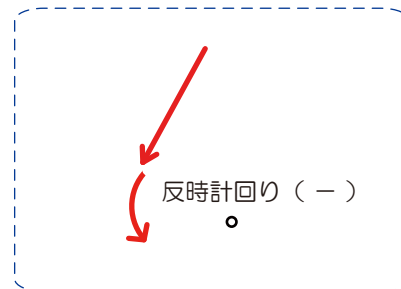
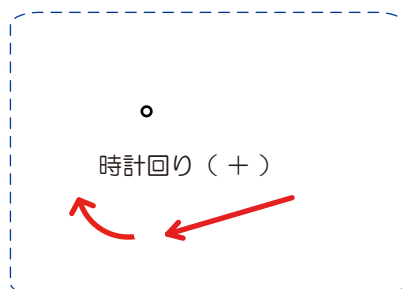
■ 任意の点のモーメント

- 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



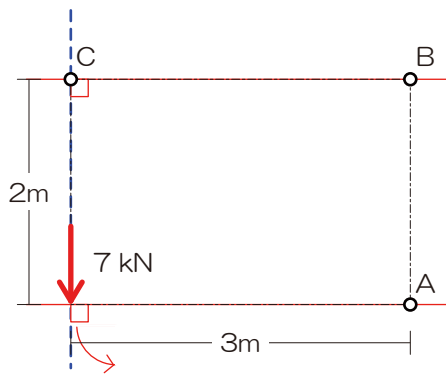
$$M_o = P \times L_o$$

- モーメントを求める点と作用線が交差する？：作用線上の点におけるモーメントは距離が0となるのでモーメントも生じません（事項の力のつり合いにて最強のツールとなるのでしっかりと覚えておきましょう）
- 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



《基礎問題 03》 A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ

れ求めよ



『解法手順（基礎）』

- 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
⇒ 符号の確認もお忘れなく

$$M_A = -7 \times 3 = -21 [\text{kNm}]$$

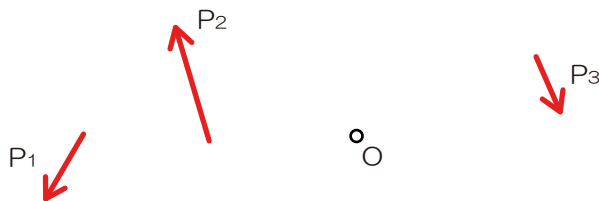
$$M_B = -7 \times 3 = -21 [\text{kNm}]$$

$$M_C = -7 \times 0 = 0 [\text{kNm}]$$

解答： $M_A = -21 [\text{kN}]$ 、 $M_B = -21 [\text{kN}]$ 、 $M_C = 0 [\text{kN}]$

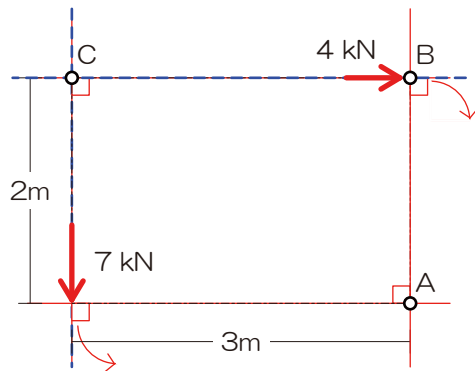
【ポイント】

- ✓ 『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は図示しておきましょう
 - ✓ 作用線上の点におけるモーメントは距離が0となるのでモーメントも0となります
- 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
- O点へのモーメントを求めてみましょう：まずは P_1 によるO点へのモーメントを求めて…、次に P_2 によるO点へのモーメントを求めて…、そして P_3 によるO点へのモーメントを求めて…、最後に合算



《基礎問題 04》 A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ

れ求めよ



『解法手順（基礎）』

- 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
- 5) 複数の力によるモーメントを合算

$$M_A = -7 \times 3 + 4 \times 2 = -13 [\text{kNm}]$$

$$M_B = -7 \times 3 + 4 \times 0 = -21 [\text{kNm}]$$

$$M_C = -7 \times 0 + 4 \times 0 = 0 [\text{kNm}]$$

解答： $M_A = -13 [\text{kN}]$ 、 $M_B = -21 [\text{kN}]$ 、 $M_C = 0 [\text{kN}]$

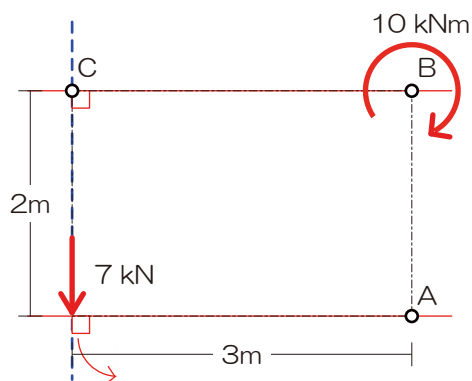
[ポイント]

- ✓ 複数の力によるモーメントは、冷静に1つずつ片付けて最後に合算しましょう

- 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）

《基礎問題 05》 A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ

れ求めよ



『解法手順（基礎）』

- 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
- 5) 複数の力によるモーメントを合算

$$M_A = -7 \times 3 + 10 = -11 [\text{kNm}]$$

$$M_B = -7 \times 3 + 10 = -11 [\text{kNm}]$$

$$M_C = -7 \times 0 + 10 = 10 [\text{kNm}]$$

解答： $M_A = -11 [\text{kN}]$ 、 $M_B = -11 [\text{kN}]$ 、 $M_C = 10 [\text{kN}]$

[ポイント]

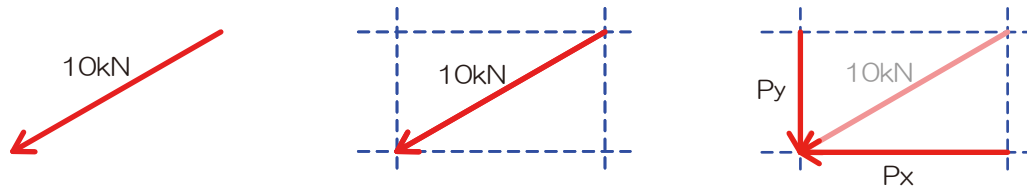
- ✓ モーメント荷重は全ての点に等しいモーメントの影響を与えます



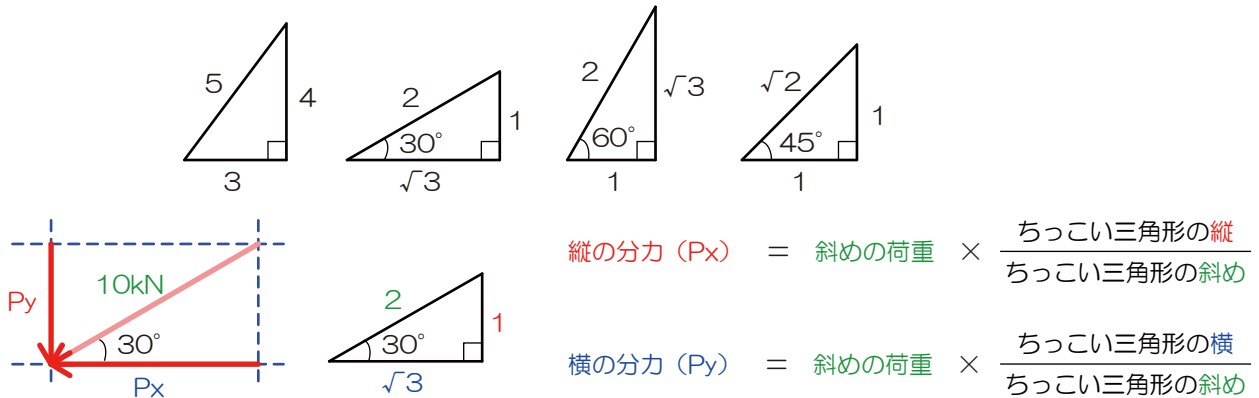
1.6 斜めの荷重

■ 斜め荷重への対処法

➤ 斜めの荷重に出ったら：縦と横に分解しましょう



➤ 分解の方法：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）

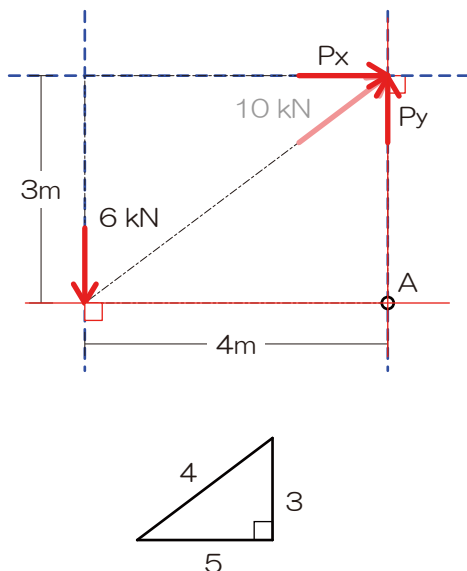


$$P_x = 10 \times \frac{1}{2} = 5[kN], \quad P_y = 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3}[kN]$$

《基礎問題 06》A 点のモーメントを求めよ

『解法手順（基礎）』

- 1) 斜めの力を縦横に分力（ちっこい三角形図示）
- 2) 作用線を図示
- 3) モーメントを求める点から作用線までの垂線を図示
- 4) 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
- 5) モーメント＝力の大きさ×上記の距離
- 6) 複数の力によるモーメントを合算



$$P_x = 10 \times \frac{4}{5} = 8[kN]$$

$$P_y = 10 \times \frac{3}{5} = 6[kN]$$

$$M_A = +P_x \times 3 + P_y \times 0 - 6 \times 4$$

$$M_A = +8 \times 3 + 6 \times 0 - 6 \times 4$$

$$M_A = 0[kN]$$

解答： $M_A = 0[kN]$

[ポイント]

- ✓ 斜めの荷重に出たら縦と横に分解して考えましょう



2 力のつり合い

2.1 力のつり合い

■ 力のつり合いの活用法

- 力のつり合いでできること：未知力算定・支点の反力算定・トラスの応力算定など、支点の反力が求められないと応力を求めることがほぼできません、未知力算定ができないと支点の反力を求めることもできません…力学すべての根源です

■ 力のつり合いとは

- つり合い状態：力がつり合っている場合には物体は動かない（不動の状態）
- 不動の条件：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

■ 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、 $\sum X = 0$

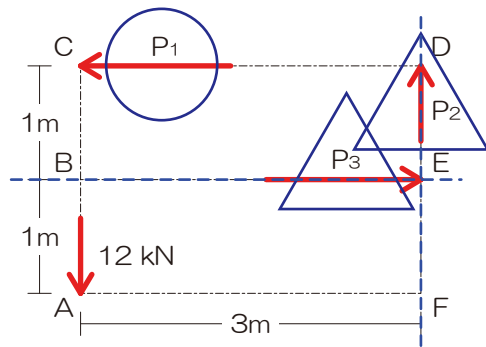
2.2 未知力算定

■ 未知力の算定方法

- 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：つり合い三式より、ターゲットとなる力以外の未知力が入らない式を一発で選択できれば簡単なものになる…
- 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



P_1 を求めよ

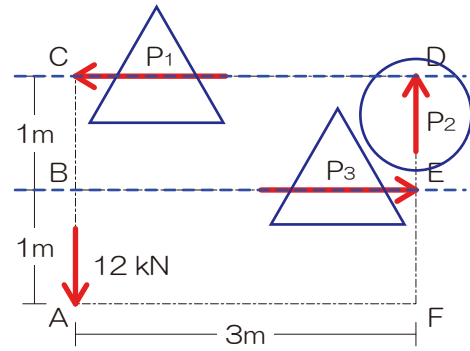


2本の作用線の交点であるE点に注目

$$M_E = -12 \times 3 - P_1 \times 1 = 0$$

$$P_1 = -36 \text{ [kN]}$$

P_2 を求めよ



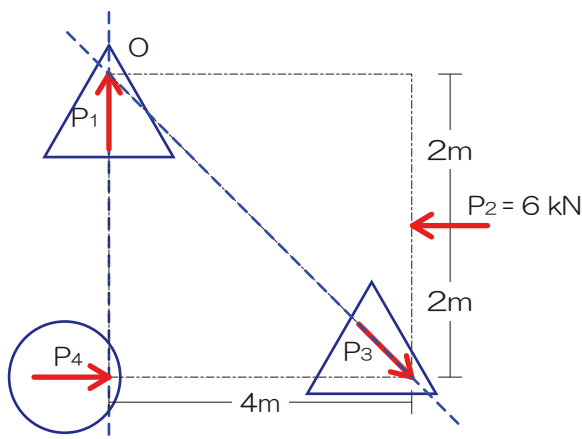
作用線が平行なので直行する鉛直軸に注目

$$\sum Y = -12 + P_2 = 0$$

$$P_2 = 12 \text{ [kN]}$$

《基礎問題 07》力のつり合い条件が成立している場合の

P_4 を求めよ



『解法手順 (基礎)』

- 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注目 ($M_O = 0$)、平行なら⇒直行する軸のつり合いに注目 ($\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$)

交点Oに注目

$$M_O = -P_4 \times 4 + 6 \times 2 = 0$$

$$-4P_4 = -6 \times 2$$

$$P_4 = \frac{-6 \times 2}{-4}$$

$$P_4 = 3 \text{ [kN]}$$

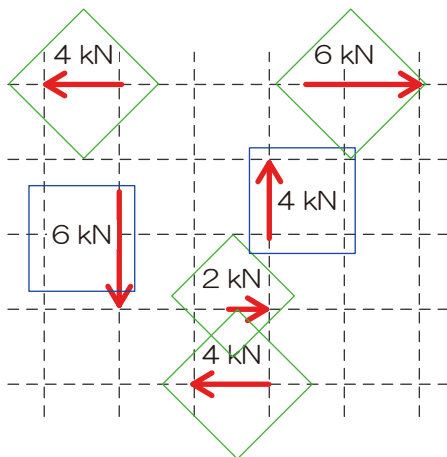
解答: $P_4 = 3 \text{ [kN]}$

[ポイント]

- ✓ 未知力の算定には力のつり合い三式を用いる
- ✓ 力のつり合い三式とは、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、 $\sum X = 0$
- ✓ つり合い三式の選択方法は、ターゲット以外の作用線が1点で交差するならばその交点の $M_O = 0$ 、平行ならば直行する方向の $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$



《基礎問題 01》以下の力を縦横に分類後、両者をそれぞれ合算せよ



『解法手順（基礎）』

- 1) 力を縦・横に分類
⇒ 縦を□、横を◇としてみました
- 2) それぞれ方向ごとに合算
⇒ 上・右をプラスとしましょう

$$\sum Y = -6 + 4$$

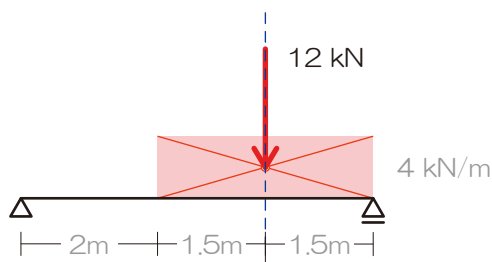
$$\sum Y = -2[kN]$$

$$\sum X = -4 + 6 + 2 - 4$$

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

解答：縦方向は 2[kN]（下）、横方向は 0[kN]

《基礎問題 02》以下の分布荷重を集中荷重へ変換せよ



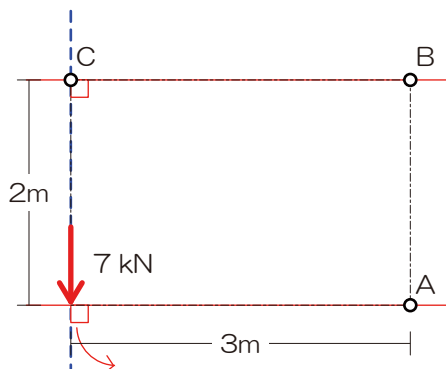
『解法手順（基礎）』

- 1) 分布荷重に囲まれたエリアをチェック
- 2) 荷重の合計を求める
⇒ 囲まれたエリアの「面積」が荷重の合計
- 3) 荷重の作用点の位置を決定する
⇒ 囲まれたエリアの重心に作用

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

解答：右端の点から 1.5[m]の位置に下方 12[kN]

《基礎問題 03》A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ



『解法手順（基礎）』

- 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
⇒ 符号の確認もお忘れなく

$$M_A = -7 \times 3 = -21[kNm]$$

$$M_B = -7 \times 3 = -21[kNm]$$

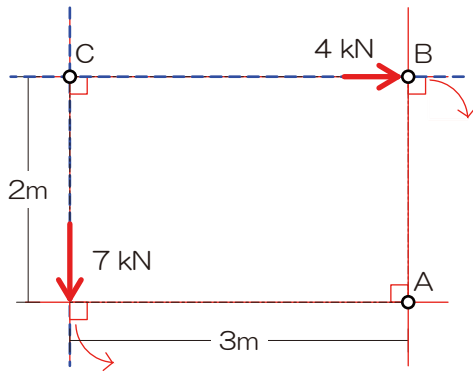
$$M_C = -7 \times 0 = 0[kNm]$$

解答： $M_A = -21[kN]$ 、 $M_B = -21[kN]$ 、 $M_C = 0[kN]$



《基礎問題 04》 A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ

れ求めよ



『解法手順（基礎）』

- 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
- 5) 複数の力によるモーメントを合算

$$M_A = -7 \times 3 + 4 \times 2 = -13 [kNm]$$

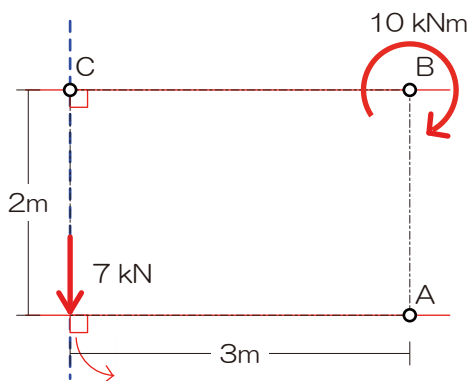
$$M_B = -7 \times 3 + 4 \times 0 = -21 [kNm]$$

$$M_C = -7 \times 0 + 4 \times 0 = 0 [kNm]$$

解答： $M_A = -13 [kN]$ 、 $M_B = -21 [kN]$ 、 $M_C = 0 [kN]$

《基礎問題 05》 A・B・C の三点のモーメントをそれぞれ求めよ

れ求めよ



『解法手順（基礎）』

- 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
- 5) 複数の力によるモーメントを合算

$$M_A = -7 \times 3 + 10 = -11 [kNm]$$

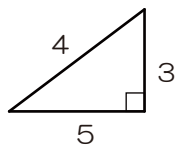
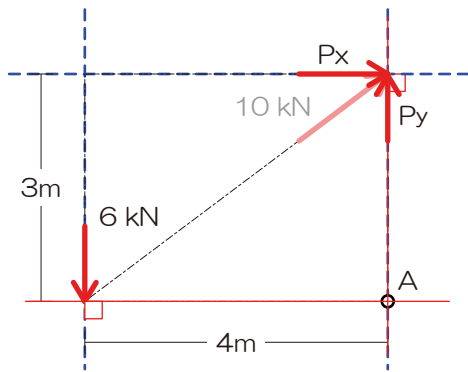
$$M_B = -7 \times 3 + 10 = -11 [kNm]$$

$$M_C = -7 \times 0 + 10 = 10 [kNm]$$

解答： $M_A = -11 [kN]$ 、 $M_B = -11 [kN]$ 、 $M_C = 10 [kN]$



《基礎問題 06》 A 点のモーメントを求めよ



『解法手順（基礎）』

- 1) 斜めの力を縦横に分力（ちっこい三角形図示）
- 2) 作用線を図示
- 3) モーメントを求める点から作用線までの垂線を図示
- 4) 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
- 5) モーメント＝力の大きさ×上記の距離
- 6) 複数の力によるモーメントを合算

$$P_x = 10 \times \frac{4}{5} = 8[kN]$$

$$P_y = 10 \times \frac{3}{5} = 6[kN]$$

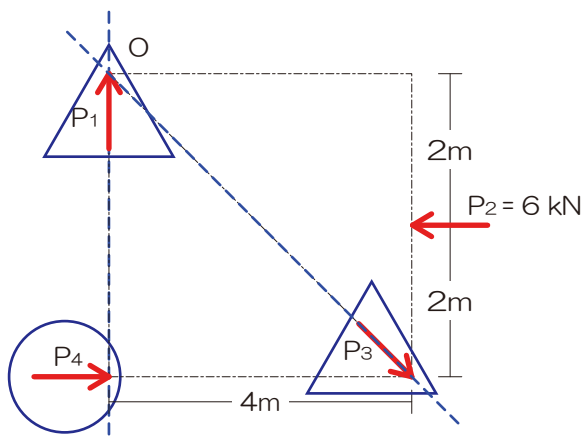
$$M_A = +P_x \times 3 + P_y \times 0 - 6 \times 4$$

$$M_A = +8 \times 3 + 6 \times 0 - 6 \times 4$$

$$M_A = 0[kN]$$

解答： $M_A = -0[kN]$

《基礎問題 07》 力のつり合い条件が成立している場合の P_4 を求めよ



『解法手順（基礎）』

- 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注目（ $M_O = 0$ ）、平行なら⇒直行する軸のつり合いに注目（ $\sum Y = 0$ もしくは $\sum X = 0$ ）

交点 O に注目

$$M_O = -P_4 \times 4 + 6 \times 2 = 0$$

$$-4P_4 = -6 \times 2$$

$$P_4 = \frac{-6 \times 2}{-4}$$

$$P_4 = 3[kN]$$

解答： $P_4 = 3[kN]$

