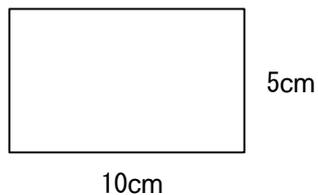


学科Ⅳ 構造科目

00. 数学の基礎知識

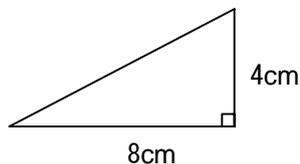
面積

長方形



$$A=10 \times 5=50\text{cm}^2$$

三角形



$$A=\frac{8 \times 4}{2}=16\text{cm}^2$$

平方根

√ (ルート・平方根) とは2乗すると√内の数値になる数

例えば、 $\sqrt{2} \times \sqrt{2} = 2$ 、 $\sqrt{3} \times \sqrt{3} = 3$

$$\sqrt{2} = 1.41421356$$

$$\sqrt{3} = 1.7320508$$

足し算 $5\sqrt{2} + 2\sqrt{2} = 7\sqrt{2}$

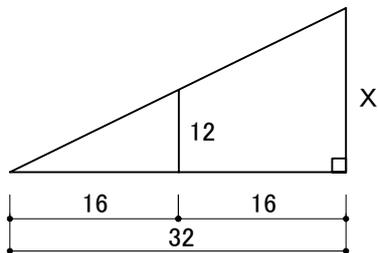
引き算 $5\sqrt{2} - 2\sqrt{2} = 3\sqrt{2}$

掛け算 $5\sqrt{2} \times 2\sqrt{3} = 10\sqrt{6}$

割り算 $4\sqrt{6} \div 2\sqrt{3} = \frac{4\sqrt{6}}{2\sqrt{3}} = 2\sqrt{2}$

有利化 $\frac{4}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{4\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2}$

類似形



$$16:12=32:X$$

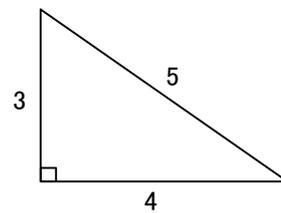
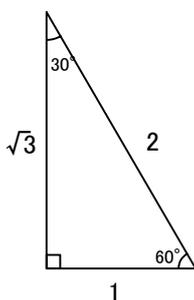
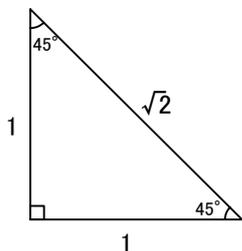
$$16X=12 \times 32$$

$$X=\frac{12 \times 32}{16}$$

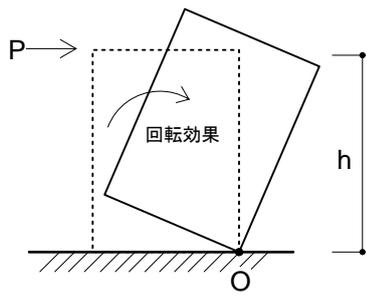
$$=\frac{12 \times 32}{4 \times 4}$$

$$=3 \times 8$$

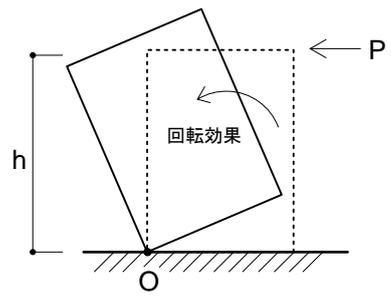
$$=24$$



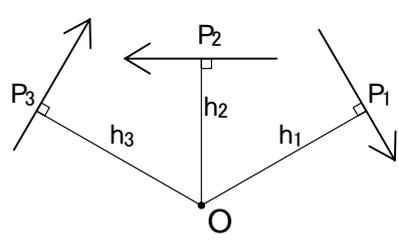
力のモーメント



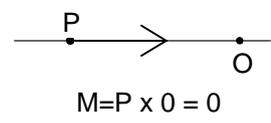
力のモーメント
 $M = +P \cdot h$



力のモーメント
 $M = -P \cdot h$

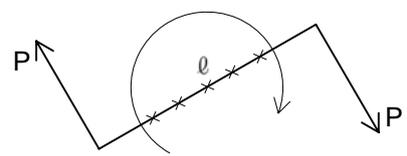


$M = +P_1 \cdot h_1 - P_2 \cdot h_2 + P_3 \cdot h_3$



$M = P \times 0 = 0$

偶力モーメント



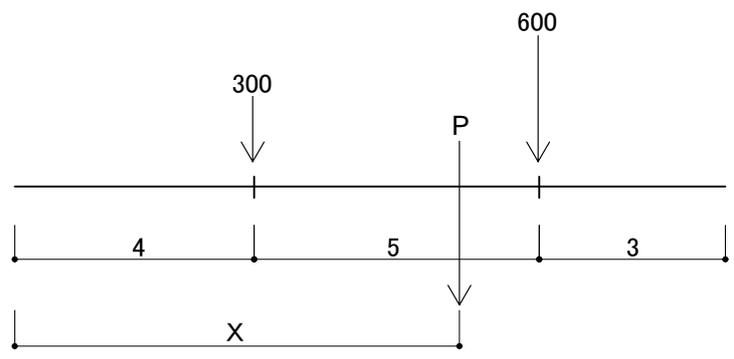
偶力モーメント
 $M = P \times l$

偶力

- $P // P$
- $P = P$
- 向き反対

合力のモーメント

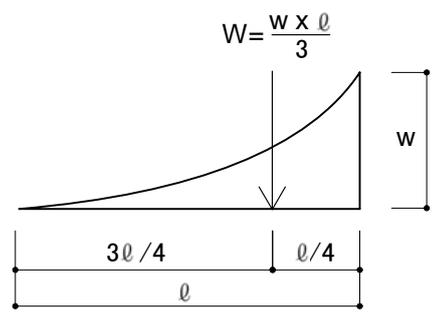
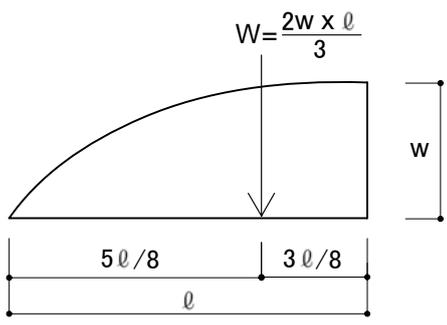
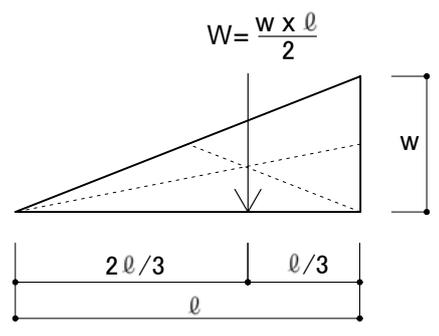
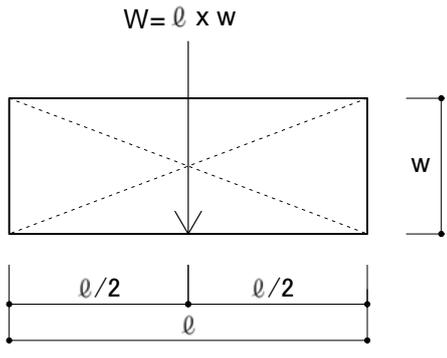
合力のモーメント=分力のモーメントの総和「バリニオンの定理」



$$P \times X = 300 \times 4 + 600 \times 9$$

$$900 \times X = 1200 + 5400$$

$$X = \frac{66}{9} = 7.33$$



反力って何？



地球上では、「重力という力」が必ず物体に作用する。

上図のように地球上の物体には、重力という下向きの力が絶えず作用しています。そのため、物体を単に上空に置いた場合には、上図のように落下してしまいます。落下するということは物体は動いているわけですから「静止状態」を保てません。



テーブルから物体 m に作用する「反力」
(物体に作用する外力 (重力 W) を打ち消すように作用する力)

次に上図のように物体 m を机に置いた場合を考えましょう。このとき物体は動かずに静止状態を保ちます。(こむずかしくゆつてるけど、あたりまえのことだね。)

これは、物体 m に作用している重力という力を打ち消すような力が物体 m に作用するためです。このように静止状態を保つために物体 m に作用する力を「反力」と呼びます。

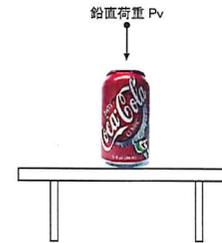
つまり、

$$\boxed{\text{物体 } m \text{ が静止状態を保つ}} = \boxed{\text{物体に作用する力の合力が } 0} = \boxed{\text{物体に作用する力の全てが釣り合っている}}$$

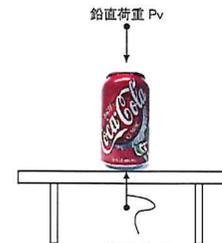
ということになります。これを「力の釣り合い法則」と呼びます。

反力の種類

先ほどのテーブルの上に置いた物体 m について考えていきましょう。(尚、解説をスムーズに進めるために重力は作用しないものとします。)

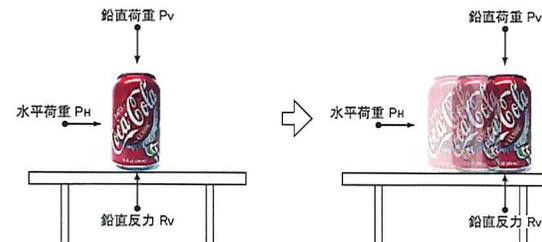


上図のように物体 m に鉛直荷重 P_v という外力が作用した場合、「力の釣り合い法則」に基づき、物体 m にはテーブルからの反力 R_v が下図のように作用し、物体 m は静止状態を保ちます。(よは動かないってことね。)



鉛直反力 R_v
(外力 P_v と「大きさ」「方向」が等しく「向き」が逆の力)

さらに物体 m に水平荷重 P_H を作用させた場合を考えてみましょう。



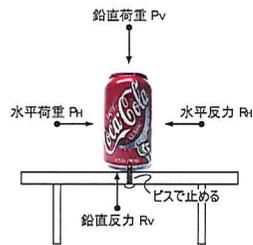
この場合、物体 m は水平外力 P_H の向きに移動してしまいます。このようにテーブルに物体を単に置いただけでは、鉛直荷重に対する反力は発生しますが、水平荷重に対する反力は発生しません。このような状態を「ローラー」と呼び、次図のような記号で表します。



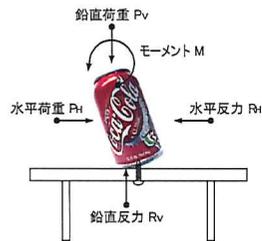
また、ローラーの向きが下図のような場合は、水平反力のみ発生させることができます。



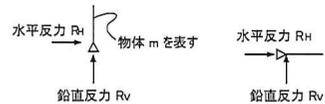
次に、物体 m をテーブルにビス止めした場合を考えてみましょう。



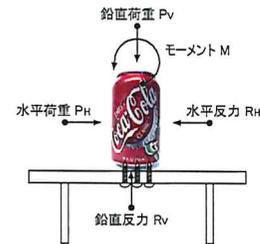
この場合上図のような反力 R_H が発生し、 P_H と釣り合うため、物体 m は静止状態を保てます。



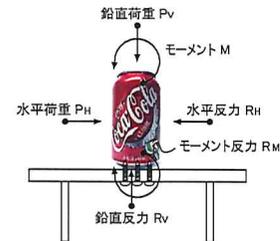
ただし、上図のような外力 M (モーメント) が作用した場合、単にビス止めしただけでは、図のように回転してしまう恐れがあります。これは、モーメント外力については静止状態を保てないことを意味します。このような状態をピンと呼び、下図のような記号で表します。



ピンの場合、水平方向、鉛直方向ともに反力を発生させることができます。ただし、モーメント外力については反力を発生させることができません。



次に、上図のように何本ものビスで物体を固定した場合について考えてみます。



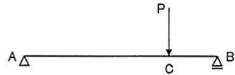
この場合、上図のようなモーメント反力 R_M も発生し、外力 M と釣り合うために物体は静止状態を保てます。このような状態を「固定端」と呼び、下図のような記号で表します。



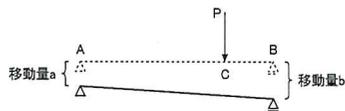
固定端の場合、水平方向、鉛直方向、モーメントの全ての外力に対し、反力を発生させることができるため、あらゆる外力に対して物体 m の静止状態を保つことができます。

「力の発生」のイメージ

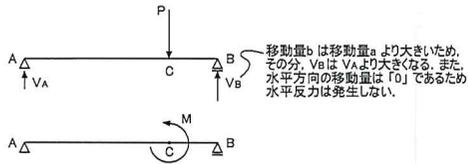
ここであなたの構造力学計算問題に対する「推理力」をさらに高めちゃいましょう。



上図のような単純ばりのC点に外力Pが作用した場合において、そのとき発生する反力について考えます。



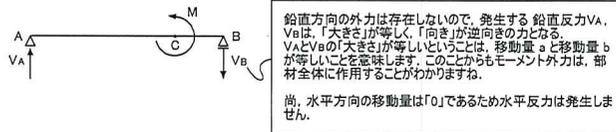
外力Pにより、部材は上図のように移動します。この移動を防ぐために反力が発生するため、発生する反力は下図のようになります。



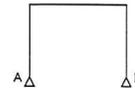
次に上図のような単純ばりのC点に外力Mが作用する場合について、そのとき発生する反力について考えます。



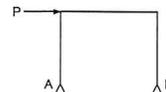
モーメント外力Mにより、部材は上図のように回転しようとする。この回転に抵抗するように反力が発生するため、発生する反力は下図のようになります。



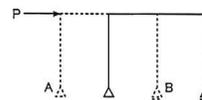
上図のVA、VBは「大きさ」が等しく、「向き」が逆向きの力となります。このように回転力のみを生じさせる関係にある2つの力を「偶力」と呼びます。



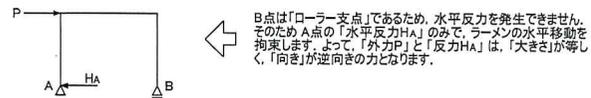
上図のような架構を「単純ばり系ラーメン」といいます。



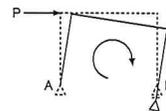
「単純ばり系ラーメン(単にラーメンともいう)」に、上図のような外力Pが作用した場合に発生する反力をイメージしてみましょう。



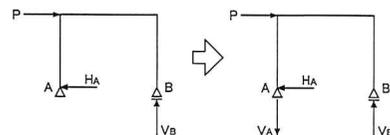
外力Pにより、部材は上図のように移動します。この移動を防ぐために反力が発生するため、発生する反力は下図のようになります。



次に、A点の「水平反力HA」により水平移動が拘束され、ラーメンは下図のように時計回りに回転しようとする。

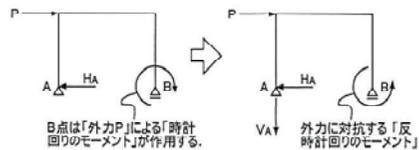


そのため、支点Bに下図のような鉛直反力VBが発生し、これに対抗します。



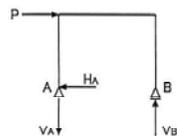
このラーメンには「鉛直外力」が存在しないため、「鉛直反力VB」と「偶力」の関係をなす「鉛直反力VA」が右図のように発生することになります。(これによりラーメンはΣY=0を成立させる。)

尚、この時点で水平移動を拘束する水平反力HAの検討の際に、ΣM=0は成立しており、ラーメンの回転を拘束する検討の際にΣM=0も成立しています。



B点は「外力P」による「時計回りのモーメント」が作用する。

違う視点から考えれば B点の「モーメント外力系の釣り合い」を考えたととき、B点には「外力P」による「時計回りのモーメント」が作用するため、「反時計回りのモーメント反力」が必要となります。(上図参照)
「水平反力HA」、「鉛直荷重VA」は、B点に対し「不発モーメント」の関係にあるため、その「反時計回りのモーメント反力」は「鉛直反力VA」により発生させねばなりません。そのため「鉛直反力VA」は右図のように発生することになります。また、 $\Sigma Y = 0$ を成立させるため「VA」と「偶力」の関係をなす「V₀」が必要となります。よって、発生する反力は下図のようになります。



以上が「力の発生のイメージ」の考え方です。
この「力の発生のイメージ」を理解することで「力の発生状態が見える」ようになります。これもまた、構造力学計算問題で満点をとるための絶対条件の一つであり、あなたの「推定力」に大きく作用します。

「力の流れが見えること」と「力の発生状態が見えること」は、構造力学計算問題全てに関係しますので、必ずここでマスターしておいて下さい。

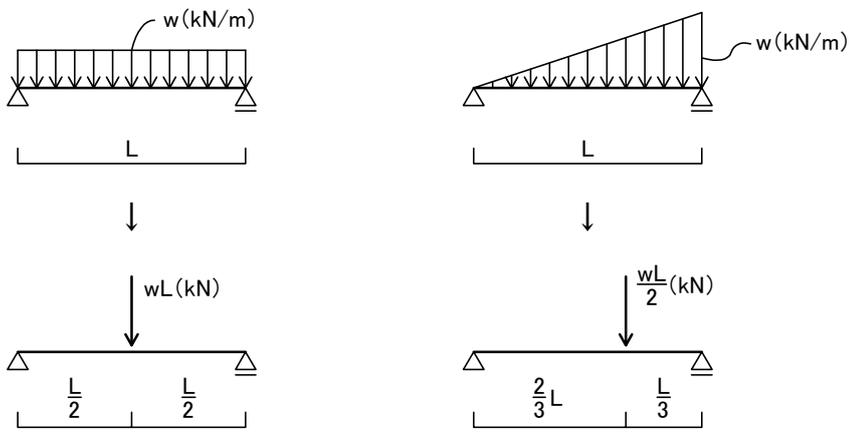
| | (a) 移動支点(ローラー) | (b) 回転支点(ピン, ヒンジ) | (c) 固定支点(フィックス) |
|------|---|---|--|
| 説明 | 支持台に対して水平方向には移動でき、また回転も自由にできる。力に抵抗できるのは支持台に対して垂直な方向のみである。 | 支持台に対して水平垂直方向とも移動できないが回転は自由にできる。支持台に対して水平方向、垂直方向の2つの力に抵抗する。 | 支持台に対して水平、垂直方向とも移動できないと同時に回転もできない。支持台に対して水平、垂直方向、回転の3つの力に抵抗する。 |
| 支点構造 | | | |
| 記号 | | | |
| 反の力数 | 1つ | 2つ | 3つ |

部材と部材が接合する点を節点というが、その接合法には図のような二つの方法があり、それぞれ力の伝わりかたが違う。

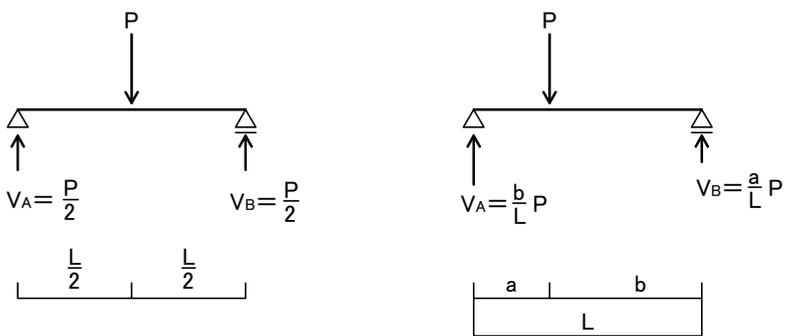
| | (a) 滑節点(ヒンジ, ピン) | (b) 剛節点 |
|------|--|---|
| 説明 | 部材と部材の回転は自由であるが移動はできない。 (例) トラス骨組の接合法 | 部材と部材の回転も移動もできない。 (例) 鉄筋コンクリート造の柱とはりの接合法 |
| 節点構造 | | |
| 記号 | | |

反力

・等分布荷重や等変分布荷重が作用している場合には、集中荷重に置き換える。



・左右対称・非対称



・反力の向き

