

二級建築士 総合学科本科生

【力学基礎講義 無料体験入学用】
構造テキスト (抜粋版)
(力学基礎 1 ～ 3 回講義分)

学科 III

建築構造



学科Ⅲ 建築構造

第1編 構造力学

序章 数学の基礎知識

第1節 数学の基礎

- ① 比を求める469
- ② 一次方程式472
- ③ 連立方程式475
- ④ 三角比477
- ⑤ 分母の有理化480
- ⑥ 単位の換算481

第1章 建築物に働く力

第1節 力のつり合い

- ① 力及びモーメント483
- ② 力のつり合い484

第2節 静定構造物

- ① 支点と反力486
- ② 静定構造物と不静定構造物487

第3節 静定構造物の反力

- ① 静定構造物の反力計算488

第2章 静定構造物の応力

第1節 応力

- ① 応力の種類497

第2節 静定梁の応力

- ① 静定梁の応力計算498
- ② 曲げモーメント503

第3節 静定ラーメンの応力

- ① 静定ラーメンの応力計算507
- ② 曲げモーメント図511

第4節 3ヒンジラーメンの応力

- ① 3ヒンジラーメンの応力計算514

第5節 静定トラス

- ① トラス構造519
- ② トラスの応力519
- ③ トラスの解法520

第3章 部材の性質と応力度

第1節 部材の性質

- ① 部材の力学的性質527
- ② 断面の性質528

第2節 応力度

- ① 応力と応力度533
- ② 応力度534

第3節 部材の変形

- ① 梁の変形542

第4節 座屈

- ① 座屈545
- ② 弾性座屈荷重545

第4章 建築物の振動

第1節 建築物の振動

- ① 固有周期549
- ② 一次固有周期549

第2節 建築物の応答

- ① 応答加速度550

第2編 建築構造

第1章 構造設計

第1節 荷重・外力

- ① 建築物にかかる力の種類と組合せ（令82条）.....554
- ② 固定荷重（令84条）555
- ③ 積載荷重（令85条）555
- ④ 積雪荷重（令86条）557
- ⑤ 風圧力（令87条）558
- ⑥ 地震力（令88条）561

第2節 構造設計

- ① 構造計算565
- ② 構造計画のポイント575

第3節 免震構造と制振構造

- ① 免震構造577
- ② 制振構造578

第4節 耐震診断

- ① 耐震性能の診断方法579
- ② 耐震診断法579

- ③ 耐震改修工事580

- ④ 木造住宅の耐震診断582

第2章 鉄筋コンクリート構造

第1節 鉄筋コンクリートの性質

- ① 材料の許容応力度584
- ② 鉄筋とコンクリートの一体性585

第2節 部材算定

- ① 部材算定における基本事項587
- ② 各部の設計587

第3節 コンクリートのひび割れ・耐久性

- ① 曲げひび割れとせん断ひび割れ598
- ② 乾燥収縮ひび割れ600
- ③ クリープ600
- ④ 中性化600
- ⑤ アルカリシリカ反応によるひび割れ600
- ⑥ プラスチック収縮ひび割れ601

第4節 壁式鉄筋コンクリート構造

- ① 壁式鉄筋コンクリート構造601

第5節 プレストレストコンクリート造

- ① 概要603
- ② 方式603

第3章 鉄骨構造

第1節 鋼材の性質

- ① 鋼材605
- ② 鋼材の性質606
- ③ 鋼材の規格と許容応力度606
- ④ 形鋼609

第2節 部材の設計

- ① 筋かいの設計610
- ② 圧縮材及び柱の設計611
- ③ 梁の設計613
- ④ 柱・梁接合部の設計616
- ⑤ 柱脚の設計618

第3節 接合方法

- ① 普通ボルト接合及び高力ボルト接合620

- ② 溶接接合622

- ③ 接合の併用626

第4章 補強コンクリートブロック構造

第1節 補強コンクリートブロック構造

- ① ブロックの種別と規模628
- ② 耐力壁629
- ③ 配筋631
- ④ その他631

第5章 木質構造

第1節 各部構造

- ① 構造概要633
- ② 各部構造634

第2節 壁量計算

- ① 壁量計算（令46条4項）644
- ② 耐力壁の配置について648

第3節 木材の性質

- ① 木材の性質650

第4節 部材の設計

- ① 許容応力度655
- ② 部材の設計655
- ③ 接合部659
- ④ 耐震計画上の留意点666

第5節 枠組壁工法（ツーバイフォー工法）

- ① 各部構造667

第6節 大断面木造建築物

- ① 大断面木造建築物669

第6章 地盤と基礎構造

第1節 地盤の許容応力度

- ① 地層670
- ② 土の性質670
- ③ 地盤調査と地盤の許容応力度673
- ④ 室内土質試験675
- ⑤ 土圧676

第2節 基礎構造

- ① 基礎の設計677
- ② 地盤改良工法682

第3編 建築材料

第1章 建築材料

第1節 セメント・コンクリート

- ① コンクリート材料……………684
- ② フレッシュコンクリート ……687
- ③ コンクリート製品……………693

第2節 金属材料

- ① 炭素鋼の性質……………694
- ② 合金鋼……………695
- ③ 非鉄金属……………695

第3節 木質材料

- ① 木質材料……………696

第4節 その他の材料

- ① 石材……………699
- ② 左官材料……………700
- ③ 粘土製品……………701
- ④ 耐火・防火、断熱、防水材料……702
- ⑤ ガラス……………704
- ⑥ 塗料……………706
- ⑦ 接着剤……………707

第1編

構造力学

人命を預かる建築物を設計するうえで安全性は何よりも重要です。ここでは、建築物の構造が安全か否かを判断する際の基礎として、構造力学の考え方と計算の仕方を学びます。

序章 数学の基礎知識

第1章 建築物に働く力

第2章 静定構造物の応力

第3章 部材の性質と応力度

第4章 建築物の振動

序章 数学の基礎知識

構造、特に構造力学を理解するうえでは、数学の知識は欠かせません。二級建築士試験を受けるにあたり、これだけはどうしても必要という「数学の基礎」について、例題を解きながらおさらいしましょう。

【力学で使われる主なアルファベット記号、ギリシャ文字記号と代表的な意味】

記号	代表的な意味	記号	代表的な意味	記号	代表的な意味
A	断面積	d	有効せい	δ (デルタ)	たわみ
E	ヤング係数	e	偏心距離	Δ (デルタ)	変形量
F	基準強度 (材料強度)	f	許容応力度	ε (エpsilon)	縦ひずみ度
H	水平反力	f_t	許容引張応力度	η (イータ)	座屈低減係数
I	断面二次モーメント	f_c	許容圧縮応力度	θ (シータ)	回転角
M	モーメント	f_b	許容曲げ応力度	λ (ラムダ)	細長比
N	軸方向力	f_s	許容せん断応力度	σ (シグマ)	応力度
P	集中荷重	g	重力加速度	σ_t	引張応力度
P_k, P_e	弾性座屈荷重	h	高さ等	σ_c	圧縮応力度
Q	せん断力	i	断面二次半径	σ_b	曲げ応力度
R	反力	j	応力中心間距離	τ (タウ)	せん断応力度
S	断面一次モーメント	k	剛比、水平剛性 (ばね定数)		
V	垂直反力、体積	l	スパン等		
W	荷重、合力	l_k	弾性座屈長さ		
Z	断面係数	n	安全率など		
		t	厚さなど		
		w	等分布荷重		

第 1 節 数学の基礎

1 比を求める



例題

$a = 2b$ のとき、 $a : b$ を求めなさい。(a 、 b は整数とする)

解答

a 、 b のいずれかに 1 を入れて、具体的な値を求める。

● 解法 1 $a = 1$ とする。 $a = 2b$ の式に $a = 1$ を入れると、 $1 = 2b$
 b を求めるために両辺を 2 で割って、 $\frac{1}{2} = b$

したがって、 $b = \frac{1}{2}$

a が 1 のとき、 b は $\frac{1}{2}$ になるから、

$$a : b = 1 : \frac{1}{2}$$

$a : b = \underline{2 : 1}$ ← 整数の比にするために両方に 2 をかける

● 解法 2 $b = 1$ とすると、 $a = 2 \times 1 = 2$
 したがって、 $a : b = \underline{2 : 1}$



例題

$3a = 4b$ のとき、 $a : b$ を求めなさい。(a、b は整数とする)

解答

$a = 1$ とする。 $3a = 4b$ の式に $a = 1$ を入れると、 $3 \times 1 = 4b$
 b を求めるために両辺を 4 で割って、 $\frac{3}{4} = b$

したがって、 $b = \frac{3}{4}$

a が 1 のとき、 b は $\frac{3}{4}$ になるから、

$$a : b = 1 : \frac{3}{4}$$

$$a : b = \underline{4 : 3} \quad \leftarrow \text{整数の比にするために両方に 4 をかける}$$



例題

$5a = 3b = 4c$ のとき、 $a : b : c$ を求めなさい。
(a、b、c は整数とする)

解答

$5a = 3b = 4c$ の式に $a = 1$ を入れると、 $5 \times 1 = 3b = 4c$

$$\text{すなわち } \begin{array}{c} \textcircled{1} \\ \left[\begin{array}{c} 5 = 3b = 4c \end{array} \right] \\ \textcircled{2} \end{array}$$

①部分の $5 = 3b$ から $b = \frac{5}{3}$ ②部分の $5 = 4c$ から $c = \frac{5}{4}$

したがって、 $a : b : c = 1 : \frac{5}{3} : \frac{5}{4}$

分母の 3 と 4 を消すために、 a 、 b 、 c それぞれに 3×4 をかける。

$$1 \times (3 \times 4) : \frac{5}{3} \times (\cancel{3} \times 4) : \frac{5}{4} \times (3 \times \cancel{4}) = \underline{12 : 20 : 15}$$



例題

$\frac{1}{2}a = 5b = \frac{1}{3}c$ のとき、 $a : b : c$ を求めなさい。
(a、b、c は整数とする)

解答

$\frac{1}{2}a = 5b = \frac{1}{3}c$ の式に $a = 1$ を入れると、 $\frac{1}{2} \times 1 = 5b = \frac{1}{3}c$

$$\text{すなわち } \begin{array}{c} \textcircled{1} \\ \left[\begin{array}{c} \frac{1}{2} = 5b = \frac{1}{3}c \end{array} \right] \\ \textcircled{2} \end{array}$$

①部分の $\frac{1}{2} = 5b$ から $b = \frac{1}{10}$ ②部分の $\frac{1}{2} = \frac{1}{3}c$ から $c = \frac{3}{2}$

したがって、 $a : b : c = 1 : \frac{1}{10} : \frac{3}{2}$

分母の 10 と 2 を消すために、 a 、 b 、 c それぞれに 10 をかける。

$$10 : 1 : \frac{3}{2} \times 10 = \underline{10 : 1 : 15}$$

2 一次方程式



例題

$P \times 3l - P \times 2l - V \times 6l = 0$ のとき、 V を P を用いて表しなさい。
ただし、 V は未知数、 P 、 l は既知数とする。

解答

- ① 未知数（求めたい数）と既知数（わかっている数）を見極める。未知数に印をつけるのも有効。
- ② すべての項に共通する文字を消す。
- ③ 未知数を左辺に集め、既知数を右辺に集める。

- ① 未知数と既知数を見極める。

$$\begin{array}{l}
 P \times 3l - P \times 2l - V \times 6l = 0 \\
 \underline{3Pl - 2Pl - V \times 6l = 0} \\
 \text{まとめる} \\
 Pl - V \times 6l = 0
 \end{array}$$

未知数
↙

- ② すべての項に共通する文字 l を消すために、すべてを l で割る。

$$\begin{array}{l}
 \frac{Pl}{l} - \frac{V \times 6l}{l} = \frac{0}{l} \\
 P - 6V = 0
 \end{array}$$

- ③ 未知数を左辺に集め、既知数を右辺に集める。

$$\begin{array}{l}
 -6V = -P \quad \leftarrow P \text{ を右辺に移すと符号が逆になる} \\
 6V = P \quad \leftarrow \text{両辺に} -1 \text{ をかける} \\
 \frac{6V}{6} = \frac{P}{6} \quad \leftarrow V = \bigcirc P \text{ にするために両辺を} 6 \text{ で割る} \\
 \underline{V = \frac{1}{6}P}
 \end{array}$$



例題

$V \times 4l - 2P \times 3l = 0$ のとき、 V を P を用いて表しなさい。

解答

$$\begin{array}{l}
 V \times 4l - 2P \times 3l = 0 \\
 4Vl - 6Pl = 0 \\
 4V = 6P \quad \leftarrow -6P \text{ を右辺に移すと符号が逆になる} \\
 \frac{4V}{4} = \frac{6P}{4} \quad \leftarrow V = \bigcirc P \text{ にするために両辺を} 4 \text{ で割る} \\
 \underline{V = \frac{3}{2}P}
 \end{array}$$



例題

$-\frac{3}{2}P \times 5l - \frac{2}{3}V \times 2l = 0$ のとき、 V を P を用いて表しなさい。

解答

$$\begin{array}{l}
 -\frac{3}{2}P \times 5l - \frac{2}{3}V \times 2l = 0 \\
 -\frac{3 \times 5}{2}Pl - \frac{2 \times 2}{3}Vl = 0 \\
 -\frac{15}{2}Pl - \frac{4}{3}Vl = 0 \\
 -\frac{4}{3}V = \frac{15}{2}P \quad \leftarrow -\frac{15}{2}Pl \text{ を右辺に移すと符号が逆になる} \\
 \frac{4}{3}V = -\frac{15}{2}P \quad \leftarrow \text{両辺に} -1 \text{ をかける} \\
 V = -\frac{15}{2}P \times \frac{3}{4} \quad \leftarrow V = \bigcirc P \text{ にするために両辺に} \frac{3}{4} \text{ をかける} \\
 \left(\frac{4}{3}V \times \frac{3}{4} = -\frac{15}{2}P \times \frac{3}{4} \right) \\
 \underline{V = -\frac{45}{8}P}
 \end{array}$$



例題

$P \times 2l - V \times \frac{l}{2} - 3P \times \frac{l}{3} = 0$ のとき、 V を P を用いて表しなさい。

解答

$$\begin{aligned} P \times 2l - V \times \frac{l}{2} - 3P \times \frac{l}{3} &= 0 \\ \frac{2Pl}{2} - \frac{1}{2}Vl - Pl &= 0 \\ \downarrow \quad \swarrow \quad \searrow & \text{まとめる} \\ P\cancel{l} - \frac{1}{2}V\cancel{l} - P\cancel{l} &= 0 \\ -\frac{1}{2}V &= -P \\ \frac{1}{2}V &= P \\ \underline{\underline{V = 2P}} \end{aligned}$$



例題

$\frac{3}{2}Vl + Vl - 35Pl = 0$ のとき、 V を P を用いて表しなさい。

解答

$$\begin{aligned} \frac{3}{2}Vl + Vl - 35Pl &= 0 \\ \downarrow \quad \swarrow \quad \searrow & \text{まとめる} \\ \left(\frac{3}{2} + 1\right)Vl - 35Pl &= 0 \\ \left(\frac{3}{2} + \frac{2}{2}\right)Vl - 35Pl &= 0 \\ \frac{5}{2}V\cancel{l} - 35P\cancel{l} &= 0 \\ \frac{5}{2}V &= 35P \\ V &= 35P \times \frac{2}{5} = \underline{\underline{14P}} \end{aligned}$$

3 連立方程式



例題

$$3Vl + Hl = 35Pl$$

$$2Vl - Hl = 0$$

のとき、 V と H を P を用いて表しなさい。（ V と H が未知数、 P と l が既知数）

解答

まずは2つの式のすべての項に共通する l を消去する。

$$3V + H = 35P \cdots \cdots ①$$

$$2V - H = 0 \cdots \cdots ②$$

V と H の連立方程式を解くために、片方（ここでは H ）を消去して、残った片方（ここでは V ）の式にして解く。

●解法1 ②の式から H を求め、その値を①の式の H へ代入して V だけの式をつくる。

$$② \text{の式から } -H = -2V$$

$$H = 2V \quad \leftarrow \text{②を } H = \bigcirc \text{の式にする}$$

これを①の H に代入して、 V だけの式をつくる。

$$3V + (2V) = 35P$$

$$5V = 35P \quad \therefore V = 7P$$

これを②に代入して

$$2 \times (7P) - H = 0$$

$$14P - H = 0$$

$$-H = -14P \quad \therefore H = 14P$$

したがって、 $V = 7P$ $H = 14P$

●解法2 ①の式と②の式の左辺どうし、右辺どうしを足して、 V だけの式をつくる。

$$3V + H = 35P \cdots \cdots ①$$

$$+) 2V - H = 0 \cdots \cdots ②$$

$$\hline 5V = 35P \cdots \cdots ① + ②$$

したがって、 $V = 7P$

これを②に代入して、解法1と同様に $H = 14P$

なお、この方法は、 $A = B$ 及び $C = D$ が成り立つとき、
 $(A + C) = (B + D)$ が成り立つことを利用している。



例題

$$3V + 2H = 12P \dots\dots ①$$

$$4V - 3H = -P \dots\dots ②$$

のとき、 V と H を P を用いて表しなさい。(V と H が未知数、 P が既知数)

解答

- 解法1 ②の式から H を求め、その値を①の式の H へ代入して V だけの式をつくる。

$$②の式から -3H = -4V - P$$

$$3H = 4V + P$$

$$H = \frac{1}{3}(4V + P) \quad \leftarrow ②をH = \bigcircの式にする$$

これを①の H に代入して、 V だけの式をつくる。

$$3V + 2 \times \frac{1}{3}(4V + P) = 12P$$

$$9V + 2(4V + P) = 36P \quad \leftarrow \text{すべての項に3をかける}$$

$$9V + 8V + 2P = 36P$$

$$17V = 34P \quad \therefore V = 2P$$

これを②に代入して

$$4 \times (2P) - 3H = -P$$

$$8P - 3H = -P$$

$$-3H = -9P \quad \therefore H = 3P$$

したがって、 $V = 2P$ $H = 3P$

- 解法2 ①の式の全体を3倍、②の式の全体を2倍して、ともに $6H$ とし、
 ①の式と②の式の左辺どうし、右辺どうしを足して、 V だけの式をつくる。

全体を $\times 3$

$$3V + 2H = 12P \dots\dots ① \quad \Rightarrow \quad 9V + 6H = 36P \dots\dots ①'$$

$$4V - 3H = -P \dots\dots ② \quad \Rightarrow +) \quad 8V - 6H = -2P \dots\dots ②'$$

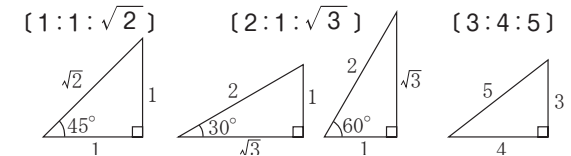
$$\text{全体を} \times 2 \quad 17V = 34P \dots\dots ①' + ②'$$

したがって、 $V = 2P$

これを②に代入して、解法1と同様に、 $H = 3P$

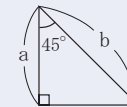
4 三角比

直角三角形の辺の比は以下となる。



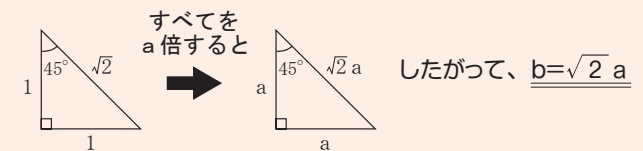
例題

b を a を用いて表しなさい。



解答

- 解法1



- 解法2 (内項の積) = (外項の積) を使う。

$$a : b = 1 : \sqrt{2} \quad \Rightarrow \quad b \times 1 = a \times \sqrt{2}$$

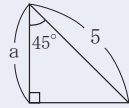
(内項の積 $b \times 1$)
(外項の積 $a \times \sqrt{2}$)

したがって、 $b = \sqrt{2} a$



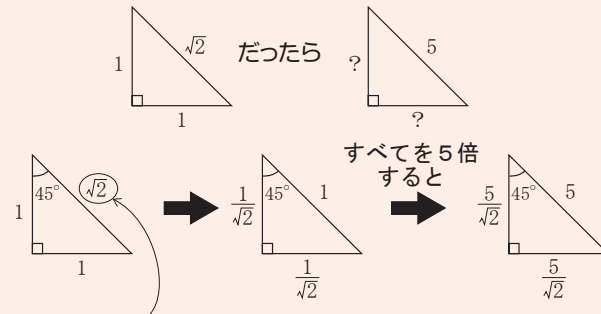
例題

aの長さを求めなさい。



解答

- 解法1 45°の直角三角形（辺の比が $1:1:\sqrt{2}$ ）の $\sqrt{2}$ を5に換算したとき、1が換算される値がaとなる。最初から $\sqrt{2} \rightarrow 5$ には換算しにくいので、まずは $\sqrt{2} \rightarrow 1$ にした後、5倍する。



5に対応する $\sqrt{2}$ を1にするため、
まずはそれぞれの辺を $\sqrt{2}$ で割る。
($\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}}=1$)

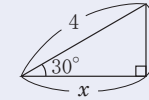
したがって、 $a = \frac{5}{\sqrt{2}}$

- 解法2 $a:5=1:\sqrt{2}$
 $\sqrt{2}a=5$
 $a=\frac{5}{\sqrt{2}}$



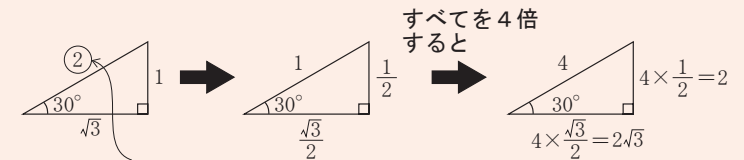
例題

x、yの長さを求めなさい。



解答

- 解法1



4に対応する2を1にするため、
まずはそれぞれの辺を2で割る

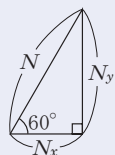
したがって、 $x=2\sqrt{3}$ $y=2$

- 解法2 $x:4=\sqrt{3}:2$
 $2x=4\sqrt{3}$
 $x=2\sqrt{3}$
 $y:4=1:2$
 $2y=4$
 $y=2$

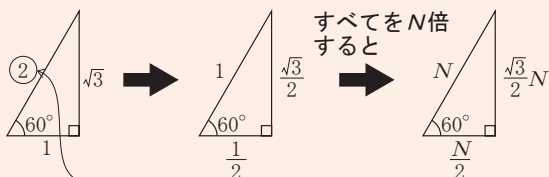


例題

N_x 、 N_y を N を用いて表しなさい。



解答



N に対応する2を1にするため、
まずはそれぞれの辺を2で割る

$$\text{したがって、} \underline{N_x = \frac{N}{2}} \quad \underline{N_y = \frac{\sqrt{3}}{2} N}$$

5 分母の有理化

「分母の有理化」とは、分母に $\sqrt{\quad}$ を含まないようにすることをいう。

$\frac{4P}{\sqrt{2}}$ の分母 ($\sqrt{2}$) の $\sqrt{\quad}$ を取るには、分子と分母の両方に $\sqrt{2}$ をかければよい。

$$\frac{4P}{\sqrt{2}} = \frac{4P}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{4P \times \sqrt{2}}{\sqrt{2} \times \sqrt{2}} = \frac{4\sqrt{2}P}{2} = 2\sqrt{2}P$$

これは1



例題

$\frac{2P}{3\sqrt{3}}$ の分母を有理化しなさい。

解答

$$\frac{2P}{3\sqrt{3}} = \frac{2P}{3\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}P}{3 \times \underbrace{\sqrt{3} \times \sqrt{3}}_{=3}} = \underline{\underline{\frac{2\sqrt{3}P}{9}}}$$



例題

$\frac{2P}{\sqrt{2}}$ の分母を有理化しなさい。

解答

$$\frac{2P}{\sqrt{2}} = \frac{2P}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{2\sqrt{2}P}{2} = \underline{\underline{\sqrt{2}P}}$$

6 単位の換算



例題

300cm^4 を mm^4 で表しなさい。

解答

まずは1cmが何mmかを考える。

1cm=10mmのため、両辺を4乗して

$$(1\text{cm})^4 = (10\text{mm})^4$$

$1^4\text{cm}^4 = 10^4\text{mm}^4 \leftarrow (1\text{cm})^4$ を求める際、数値(1)と単位(cm)が4乗される

$$1\text{cm}^4 = 10^4\text{mm}^4$$

$$\text{したがって、} 300\text{cm}^4 = 300 \times 10^4\text{mm}^4 = 3 \times 10^2 \times 10^4\text{mm}^4 = \underline{\underline{3 \times 10^6\text{mm}^4}}$$



例題

300mm⁴をcm⁴で表しなさい。

解答

まずは1mmが何cmかを考える。

1cm=10mmのため、両辺を10で割り、右边と左边を逆にして

$$1\text{mm}=10^{-1}\text{cm} \quad \leftarrow \quad \frac{1}{10}=10^{-1}\text{となる}$$

両辺を4乗して

$$(1\text{mm})^4=(10^{-1}\text{cm})^4$$

$$1^4\text{mm}^4=(10^{-1})^4\text{cm}^4 \quad \leftarrow \quad (1\text{mm})^4\text{を求める際、数値}(1)\text{と単位}(\text{mm})\text{が4乗される}$$

$$1\text{mm}^4=10^{-4}\text{cm}^4$$

$$\begin{aligned} \text{したがって、} 300\text{mm}^4 &= 300 \times 10^{-4}\text{cm}^4 = 3 \times 10^2 \times 10^{-4}\text{cm}^4 \\ &= \underline{3 \times 10^{-2}\text{cm}^4} (=0.03\text{cm}^4) \end{aligned}$$



例題

200,000N・mmをkN・mで表しなさい。

解答

まずは1Nが何kNで、1mmが何mかを考える。

1kN=1,000Nなので、両辺に 10^{-3} ($=\frac{1}{1,000}$) をかけ、
右边と左边を逆にして $1\text{N}=10^{-3}\text{kN}$

1m=1,000mmなので、両辺に 10^{-3} ($=\frac{1}{1,000}$) をかけ、
右边と左边を逆にして $1\text{mm}=10^{-3}\text{m}$

$$\begin{aligned} \text{したがって、} 200,000\text{N} \cdot \text{mm} &= 2 \times 10^5 \text{N} \cdot \text{mm} \\ &= 2 \times 10^5 \times 10^{-3}\text{kN} \times 10^{-3}\text{m} \\ &= \underline{2 \times 10^{-1}\text{kN} \cdot \text{m}} (=0.2\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

第1章 建築物に働く力

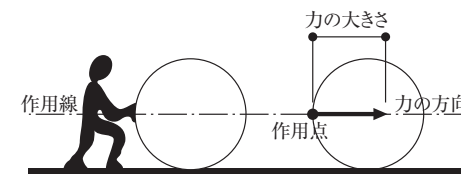
建築物に加わる力を荷重、建築物が地面と接する部分を支点といいます。また支点には、荷重によって建築物が動かないように、地面が押し返す力である反力が生じています。ここではまず、この反力を計算してみましょう。

第1節 力のつり合い

1 力及びモーメント

1 力の3要素

物体を押したり、引いたりすると物体には力が作用して移動します。その力を表すものに、力の大きさ、力の方向、力の作用点（力が作用する点）があり、これらを力の3要素と呼びます。



力の3要素

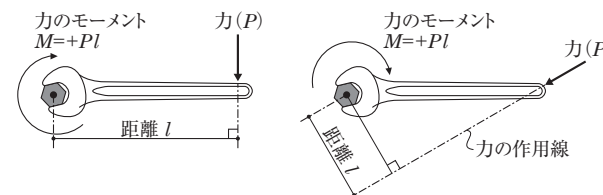
力の単位として、N（ニュートン）、kN（キロニュートン）が使われます。

2 モーメント

モーメントとは、ある点を中心として力が回転を起こす働きのことをいい、記号Mで表します。**モーメントは、力に距離を乗じて求めますが**、距離の取り方は図のように力の作用線に垂線を下ろした最短距離とします。

$$\text{モーメント} M = \text{力} \times \text{距離 (力の作用線に下ろした垂線の長さ)}$$

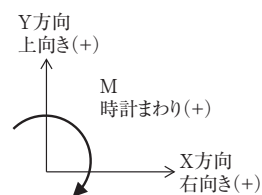
モーメントの単位として、N・mm、kN・mなどが使われます。



3 力及びモーメントの符号

本書では、後述する力のつり合い条件式を用いて反力や応力を計算するときに、力及びモーメントの正の方向を右図のように仮定します。

すなわち、水平方向（X方向）は右向き、鉛直方向（Y方向）は上向き、モーメントは時計回りを、それぞれ正（+）の方向とします。



2 力のつり合い

1 力のつり合い条件式

物体にいくつかの力が作用しているとき、その物体が移動も回転もしないで静止状態であれば、これらの力は「つり合っている」といいます。

力がつり合って物体が静止しているとき、X方向の力をすべて足したときに0となり、Y方向の力をすべて足したときに0となり、回転させようとするモーメントをすべて足したときに0になります。

例えば、地面に置かれた物体に右向きの力P（+の向き）が作用し、地面から同じ大きさPで左向き（-の向き）の力を受けたときに、X方向の力の合計は、 $+P - P = 0$ となり、つり合っています。

力がつり合っているときに、次の3つの力のつり合い条件式が成り立ちます。

- $\Sigma X = 0$ X方向の力の総和が0
- $\Sigma Y = 0$ Y方向の力の総和が0
- $\Sigma M = 0$ 任意の点で、モーメントの総和が0

つり合い条件式のうち、 $\Sigma M = 0$ は、回転の中心をどの点に選んでも必ず成り立ちます。「 Σ 」は、すべての数を足すという記号で、シグマと読みます。

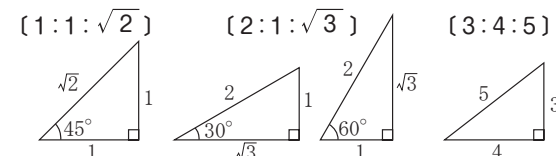


2 力の分解

力のつり合い条件式 $\Sigma X = 0$ 、 $\Sigma Y = 0$ を使用するときに、例えば、力が斜め方向に作用している場合や、部材が斜めになっている場合には、力の向きや部

材に生じる力を計算するときに、XY方向に分解してから力のつり合い条件式 $\Sigma X = 0$ 、 $\Sigma Y = 0$ を用います。

試験では、以下に示す直角三角形が出題されます。

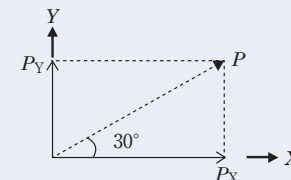


図に示す、直角三角形の3辺の比は絶対に覚えましょう。 $\sqrt{2} \approx 1.41$ 、 $\sqrt{3} \approx 1.73$ で、斜辺が一番長くなります。



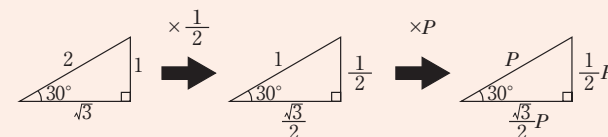
例題

X軸に対して 30° の角度で力Pが作用するとき、PをX、Y方向に分解した力 P_x 、 P_y を求めなさい。



解答

30° を含む直角三角形の比は、図に示すとおり $1 : 2 : \sqrt{3}$ になる。すべての辺の長さを $\frac{1}{2}$ 倍して、力Pの辺の比2を1にする。次にすべての辺の長さをP倍すると、 P_x 、 P_y を求めることができる。



$$P_x = \frac{\sqrt{3}}{2}P$$

$$P_y = \frac{1}{2}P$$

TAC

