

I

級

建

築

士

受

験

基

本

テ

キ

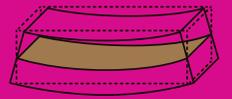
大

脇賢次

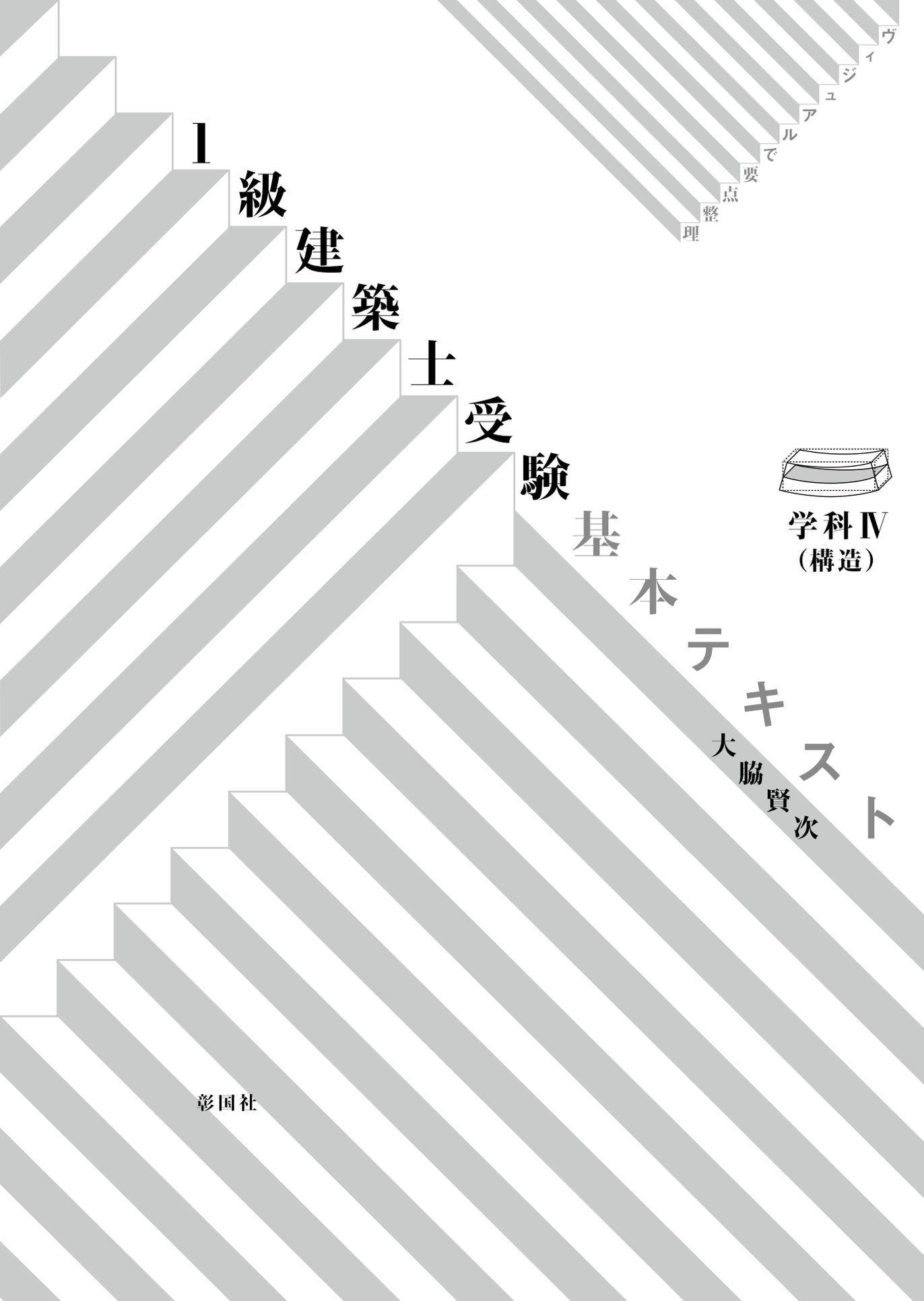
ス

ト

整理
点
要
で
ル
ア
ユ
ジ
イ
ヴ



学科Ⅳ
(構造)



1

級

建

築

士

受

験

基

本

テ

キ

ス

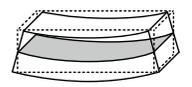
ト

大

脇

賢

次



学科Ⅳ
(構造)

ヴ
イ
ジ
ユ
ア
ル
で
要
点
整
理

彰国社

はじめに——本書の特徴と使い方

本書は1級建築士試験を受験する方を対象として、学科Ⅳ（構造）の**本格的な基本テキスト**として書いたものである。

平成21年度より、従来の学科Ⅰが「計画」と「環境・設備」の2科目に分離され、学科試験は合計で4科目から5科目に増え、また従来の5肢択一式から4肢択一式となる新試験制度がスタートした。そこで、本書は新試験制度と近年の学科試験の難化傾向に対応すべく、新しく豊富な内容を載せたものとなっている。

本書の第1の特徴は、初めて1級建築士試験を受験する方でも、**容易に内容が分かるように平易な文章で要点を整理し、また多くのイラスト、表などを載せてヴィジュアルなものにしたこと**である。そのほかにも、本書には次のような特徴がある。

- ・最新試験の内容も含む、過去の試験問題を参考にしてつくられ、しかも新試験制度に対応した内容で構成されている。

- ・1人でも学習できるように、分かりやすく要点が整理されている。

- ・各頁の欄外に**用語**や**メモ**が挿入されている（これらは用語の定義や受験の際に留意してほしいことについて書かれている）。

- ・構造力学の章（1章～8章）では、例題を多く挙げることにより、算式解法の方法や手順および試験問題の傾向がよく分かるようになっている。

- ・各章の終わりに、重要な内容の問題を精選した演習問題が載せられている（各章を読み終えた段階で問題を解いてみることをすすめる）。

- ・試験によく出るところがすぐ分かるように**太字**になっている。

以上のような特徴により、本書は学科Ⅳ（構造）を学ぶ方にとって、1冊で十分なものとなっている。

1級建築士試験は、基礎的な実力のある方でも、試験のための合理的で集中した勉強をしなければならぬ。しかも、受験する方は働いており、時間的な制約のある方がほとんどなので、より効率のよい勉強をする必要がある。本書はそのために役立つように心がけて執筆したつもりである。

本書が十分に活用され、1級建築士試験に合格することに役立てば幸いである。

平成27年11月

大脇賢次

目次

はじめに——本書の特徴と使い方 3
学科試験について 8

1 力の釣合い 10

1-1 力の釣合い	10
1-1-1 力	10
1-1-2 力の合成と分解	15
1-1-3 力の釣合い	18
1-1-4 荷重と反力	23
1-1-5 骨組の安定と不安定、静定と不静定	27
1-1-6 静定構造物の反力	33
1-1-7 静定ラーメンの反力	44

1-2 演習問題 51

2 静定構造物の応力 54

2-1 静定構造物の応力	54
2-1-1 応力の種類	54
2-1-2 単純梁の応力	56
2-1-3 片持ち梁の応力	76
2-1-4 中間にピン節点をもつ梁の応力	80
2-1-5 静定ラーメンの応力	81

2-2 演習問題 104

3 静定トラスの応力 112

3-1 静定トラスの応力	112
3-1-1 静定トラス	112
3-1-2 切断法	116
3-1-3 節点法	121

3-2 演習問題 128

4 断面の性質、応力度と許容応力度 134

4-1 断面の性質、応力度と許容応力度	134
4-1-1 断面一次モーメント	134
4-1-2 断面二次モーメント	137
4-1-3 断面係数	145
4-1-4 断面二次半径(回転半径)	148
4-1-5 断面の形状による断面の 諸性質の公式のまとめ	149
4-1-6 断面極二次モーメント	150
4-1-7 断面相乗モーメント	152
4-1-8 断面の主軸	153
4-1-9 応力度と許容応力度	154

4-2 演習問題 171

5 変形、座屈 180

5-1 変形、座屈	180
5-1-1 部材の変形	180
5-1-2 座屈	207

5-2 演習問題 213

6 不静定構造物の応力 222

6-1 不静定構造物の応力	222
6-1-1 不静定構造物	222
6-1-2 不静定梁	223
6-1-3 不静定ラーメン	235

6-2 演習問題 267

7 固有周期、振動 280

7-1 固有周期、振動	280
7-1-1 1層建築物の自由振動	280
7-1-2 多質点系の振動モード	285
7-1-3 強制振動、共振	285
7-1-4 応答スペクトル	256

7-2 演習問題 289

8 構造物の崩壊 294

8-1 構造物の崩壊	294
8-1-1 全塑性モーメント	294
8-1-2 崩壊機構・崩壊荷重	303

8-2 演習問題 314

9 構造設計 324

9-1 構造設計	324
9-1-1 構造設計の概要	324
9-1-2 荷重・外力	327
9-1-3 耐震設計	340
9-1-4 二次設計	347
9-1-5 限界耐力計算	352

9-2 演習問題 355

10 鉄筋コンクリート構造 364

10-1 鉄筋コンクリート構造	364
10-1-1 鉄筋コンクリート構造の概要	364
10-1-2 材料の性質と許容応力度	366
10-1-3 梁の設計	370
10-1-4 柱の設計	378

10-1-5 床スラブ(床版)の設計	383
10-1-6 耐震壁の設計	386
10-1-7 鉄筋の付着、継手、定着など	388
10-1-8 コンクリートのひび割れ	390
10-1-9 鉄筋コンクリート造の耐震設計など	395
10-1-10 壁式鉄筋コンクリート造	401
10-1-11 プレストレストコンクリート構造	405

10-2 演習問題 408

11 鉄骨構造 424

11-1 鉄骨構造	424
11-1-1 鉄骨造一般	424
11-1-2 各部の構造	435
11-1-3 部材の設計	440
11-1-4 接合法	448
11-1-5 鉄骨造の耐震設計	458

11-2 演習問題 463

12 鉄骨鉄筋コンクリート構造 470

12-1 鉄骨鉄筋コンクリート構造	470
12-1-1 鉄骨鉄筋コンクリート構造の特徴	470
12-1-2 許容応力度による設計	470
12-1-3 構造の細則	471
12-1-4 部材の算定	473
12-1-5 保有水平耐力の検討	477
12-1-6 鋼管コンクリート構造の設計	479

12-2 演習問題 482

13 地盤と基礎構造 486

13-1 地盤と基礎構造	486
13-1-1 地盤	486
13-1-2 地盤調査	490
13-1-3 地盤の許容応力度	494

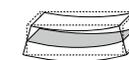
13-1-4 基礎設計	495
13-1-5 基礎	498
13-2 演習問題	509

14	木質構造、補強コンクリートブロック造など	516
-----------	-----------------------------	------------

14-1 木質構造	516
14-1-1 木質材料	516
14-1-2 各部構造	520
14-1-3 部材の設計	526
14-1-4 木造建築物の耐震計算	527
14-1-5 日本住宅性能表示基準	528
14-2 補強コンクリートブロック造など	529
14-2-1 補強コンクリートブロック造	529
14-2-2 補強コンクリートブロック塀	531
14-2-3 型枠コンクリートブロック造	531
14-3 演習問題	532

索引	538
----	-----

ヴィジュアルで要点整理
1級建築士受験
基本テキスト



学科Ⅳ
(構造)

1 | 力の釣合い

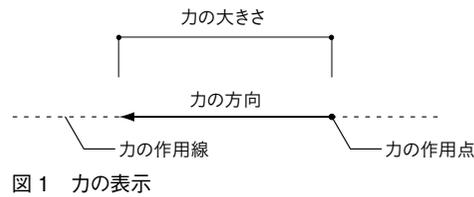
1-1 力の釣合い

1-1-1 力

1. 力の表示

(1) 力の3要素とは、力の大きさ、力の方向、力の作用点をいう。

(2) 1点に集中して作用する力は、図1に示すように力の3要素で表示する。



(3) 作用線上を移動しても、剛体に作用する力の効果は変わらない。これを力の移動性の法則という。[図3]

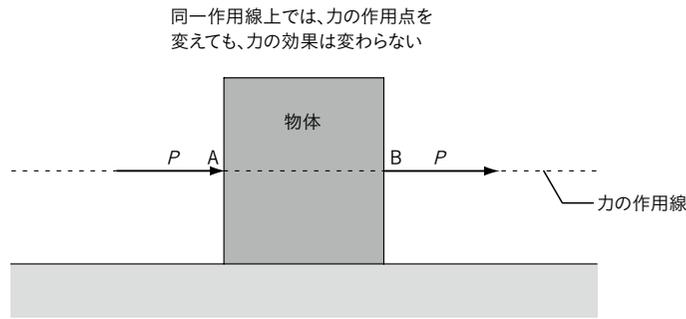


図3 力の移動性の法則

(4) 剛体に作用する同一線上の2つの力が、向きが反対で同じ大きさをもつ場合、力は釣り合っていて、何らの影響を及ぼさない。

2. 力の単位

力の大きさを表す単位として、N（ニュートン）、kN（キロニュートン）を使う。

3. 力の符号

力の符号は、座標軸を基本にして図4のように約束する。

4. 力のモーメント

(1) 力のモーメント（または、単にモーメント）とは、力がある点について

用語

力：物体に作用して、その物体を動かしたり変形させたりする働きをいう。

用語

力の作用線：作用点を通して、力の方向に引いた直線をいう。

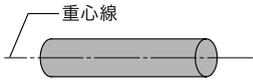


図2 重心線

メモ

構造力学では、部材の重心を表す線で骨組を示す。

メモ

1kN = 1,000N

メモ

力の符号は、今後学習する反力や応力の数値を計算する際に必要な約束となるので留意すること。

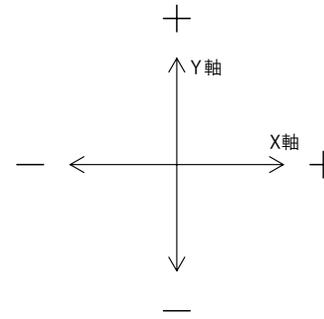


図4 力の符号

	力の向き	符号
横方向	→ 右向き	+
	← 左向き	-
縦方向	↑ 上向き	+
	↓ 下向き	-

回転を起こすような働きをいう。

(2) 力のモーメントは、力の大きさと作用線までの距離に比例する。[図5]

$$\text{モーメント } M = Pl$$

M ：モーメント、 P ：力の大きさ、
 l ：点OからPの作用線までの垂直距離

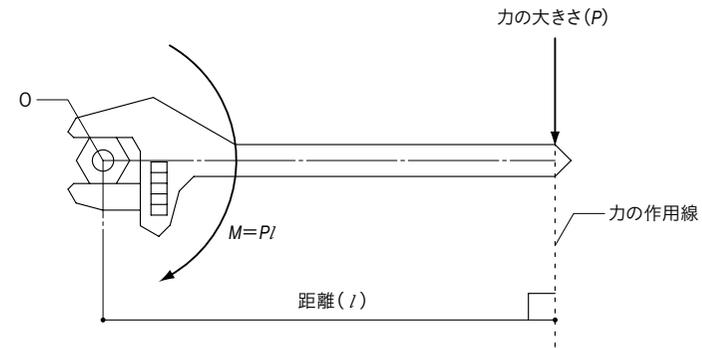


図5 力のモーメント

(3) モーメントの単位は、力の単位と長さの単位を掛けたものである。

モーメントの単位 = 力の単位 × 長さの単位 = kN・m（または N・m）

(4) モーメントの符号は、回転方向が時計回りを正（+）、反時計回りを負（-）とする。[表1]

(5) 距離のとり方は、次に示すようにモーメントを求める点Oとの最短の長さをとる。

① 力の作用線を描く。

② モーメントを求める点Oから力の作用線に垂線を下ろす。

メモ

$M = Pl$ はいろいろな計算問題でよく使うのでしっかり覚えておくこと。

メモ

モーメントの例として、ボール（釘抜き）の原理や扉の開閉などがある。

メモ

1kN・m = 1,000N・m = 1,000N × 1,000mm = 1 × 10⁶N・mm

表1 モーメントの符号

力の回る方向	符号
時計回り	+
反時計回り	-

メモ

モーメントの符号が正（+）の場合、符号は省略してよい。

③垂線の長さを求める。この垂線の長さが距離である。

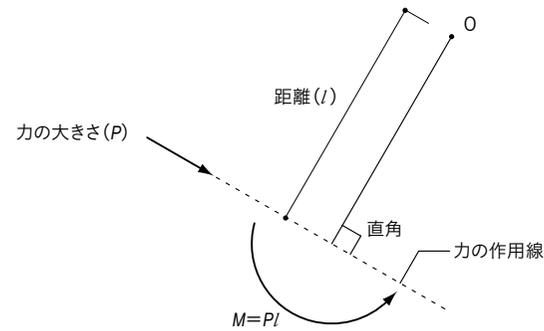


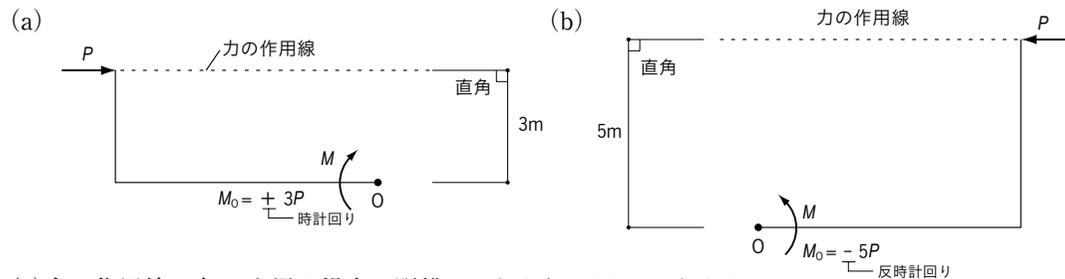
図6 距離のとり方

【メモ】

モーメントの符号と p 10 の 1-3 に示した力の符号は、全く異なるものなので混同しないこと。

【メモ】

M_0 とは点 O を中心としたモーメントを表す。



(c)力の作用線が点 O を通る場合は距離が 0 となり、 $M_0 = 0$ となる。

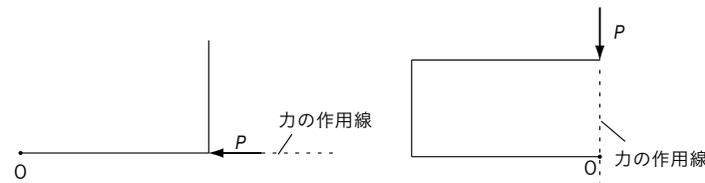
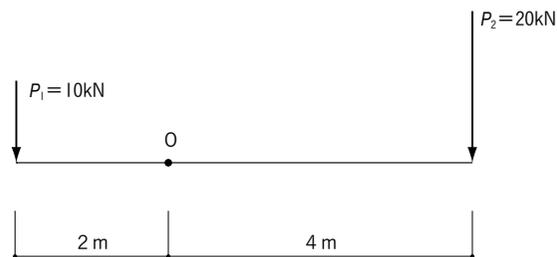


図7 距離のとり方の例

例題 1

点 O を中心としたモーメントの和を求めよ。



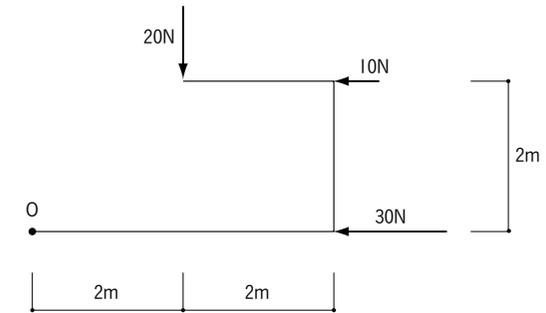
【解説】

$$\begin{aligned} M_0 &= -10 \times 2 + 20 \times 4 \\ &= -20 + 80 \\ &= 60\text{kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

(反時計回りなので-) (時計回りなので+)

例題 2

点 O を中心とした力のモーメントの和を求めよ。



【解説】

$$\begin{aligned} M_0 &= 20 \times 2 - 10 \times 2 + 30 \times 0 \\ &= 40 - 20 + 0 \\ &= 20\text{N}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

(力の作用線が点 O を通るので距離は 0m となる)

5. 偶力のモーメント

- (1) 偶力とは、大きさが等しく、互いに平行で、向きが反対の一对の力を用いる。[図 8・図 9]
- (2) 偶力は、物体に対して回転運動を起こし、このような一对の力の効果を偶力のモーメントという。
- (3) 偶力のモーメントの大きさは、次の式で求められる。

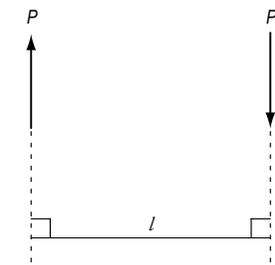


図8 偶力のモーメント

$$\text{偶力のモーメント } M = Pl$$

M : 偶力のモーメント、 P : 一方の力の大きさ、
 l : 2 力間の垂直距離

- (4) 偶力のモーメントの大きさは、どの点においても (任意の点において) 常に一定である。[図 10]

点 A、点 B におけるモーメントを求める。

$$\begin{aligned} M_A &= Pm - P(m + l) \\ &= Pm - Pm - Pl \\ &= -Pl \\ M_B &= -Pn - Po \\ &= -P(n + o) \\ &= -Pl \end{aligned}$$

【メモ】

偶力のモーメントの例として、自動車のハンドル、きりによる穴あけなどがある。

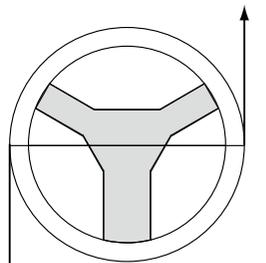


図9 偶力のモーメントの例 (自動車のハンドル)

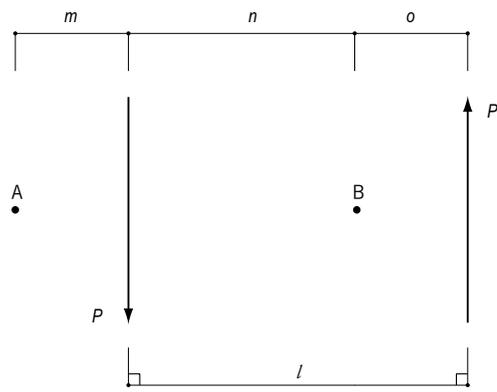


図 10 任意の点において常に一定の偶力のモーメントの大きさ

したがって、点 A、点 B のいずれについても、同じ一定のモーメントとなる。

(5) 偶力のモーメントの符号を図 11 に示す。

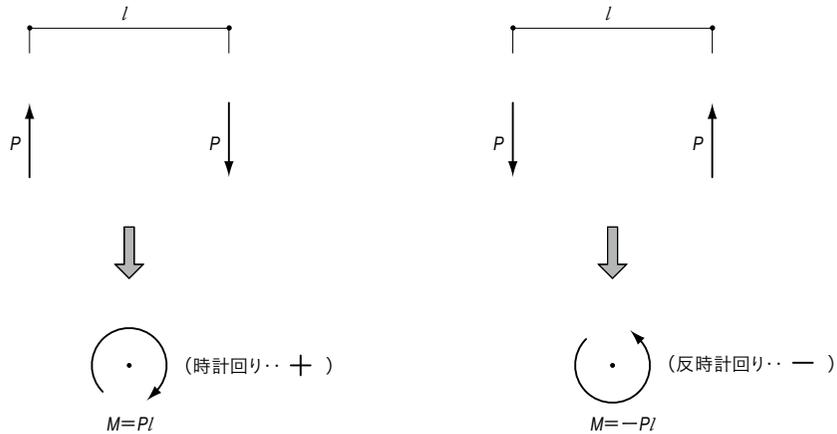
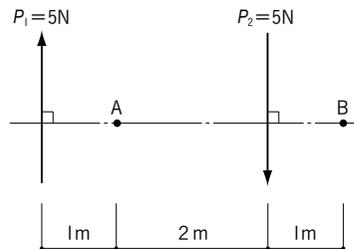


図 11 偶力のモーメントの符号

例題 3

図のような平行な 2 つの力 P_1 、 P_2 による点 A、点 B におけるモーメント M_A 、 M_B を求めよ。



【解説】

P_1 と P_2 は大きさが等しく、互いに平行で、向きが反対であるから、偶力である。したがって、どの点においても常に一定のモーメントになる。

偶力のモーメント = 力 × 距離

$$M_A = M_B = 5 \times 3 = 15\text{N}\cdot\text{m} \text{ (時計回り)}$$

【別解】

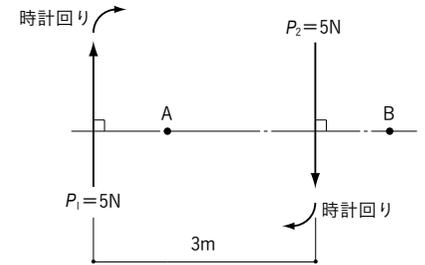
点 A、点 B のそれぞれの点における力のモーメントを求める。

・点 A におけるモーメント

$$M_A = 5 \times 1 + 5 \times 2 = 5 + 10 = 15\text{N}\cdot\text{m} \text{ (時計回り)}$$

・点 B におけるモーメント

$$M_B = 5 \times 4 - 5 \times 1 = 20 - 5 = 15\text{N}\cdot\text{m} \text{ (時計回り)}$$



1-1-2 力の合成と分解

1. 1 点に作用する力の合成と分解

- (1) **力の合成**とは、2 つ以上の力をこれと全く同じ効果をもつ 1 つの力に置き換えることをいう。このようにして得られた力を**合力**という。
- (2) **力の分解**とは、1 つの力をこれと全く同じ効果をもつ 2 つ以上の力に置き換えることをいう。このようにして得られたそれぞれの力を**分力**という。[図 12]

メモ

合力は、一般に記号 R を使う。

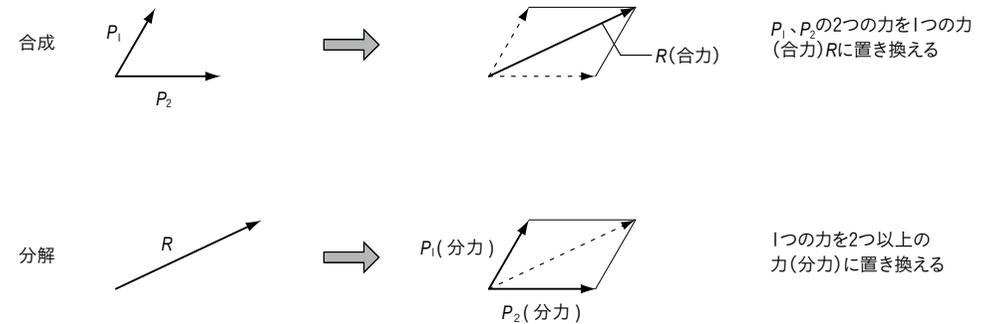


図 12 力の合成と分解

2. 図式解法による力の合成と分解

- (1) 力の合成は、図 13 に示すように**力の平行四辺形**や**力の三角形**を使って行う。

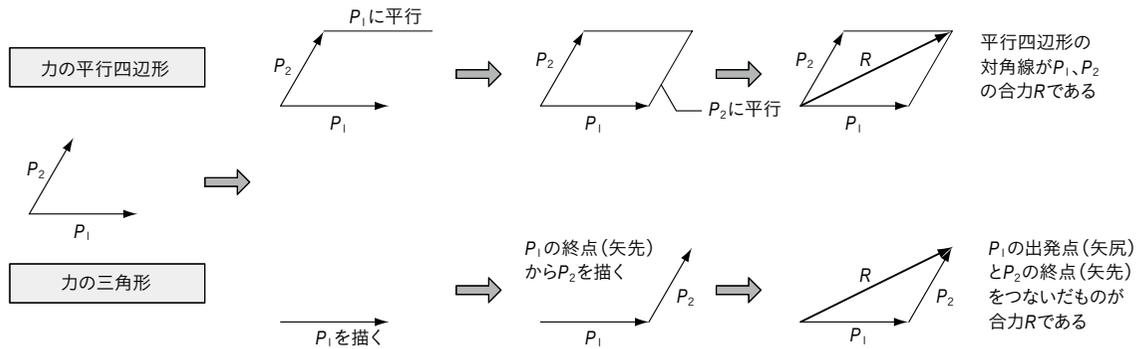


図 13 図式解法による力の合成

(2)力の分解は、分解する分力の方向が決まれば、図 14 に示すように力の合成と逆の手順で行う。

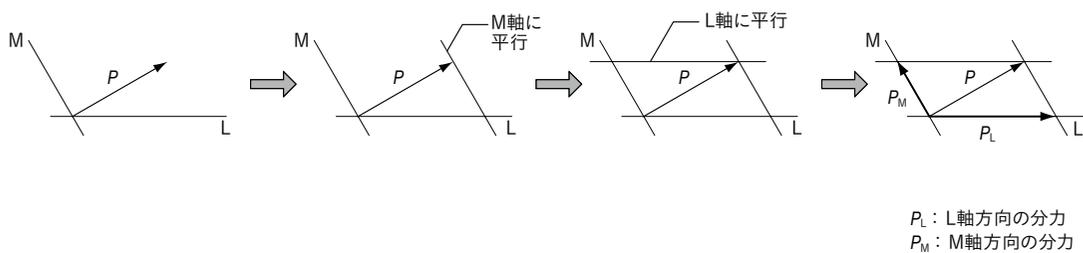


図 14 図式解法による力の分解

(3)3以上の力の合成は、図 15 に示すように力の平行四辺形や力の多角形(示力図)を使って、2力ずつ順次合成する。

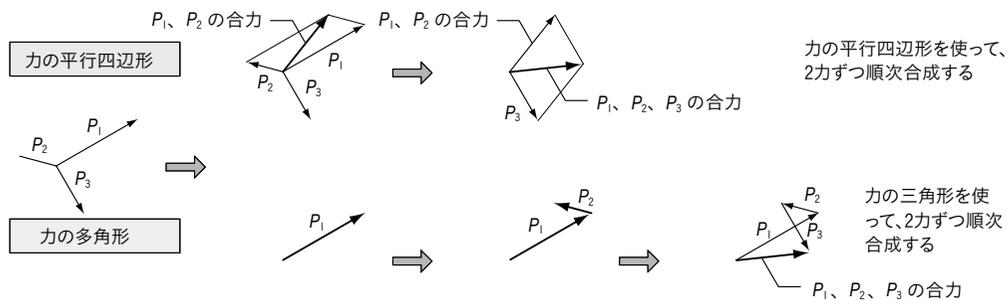


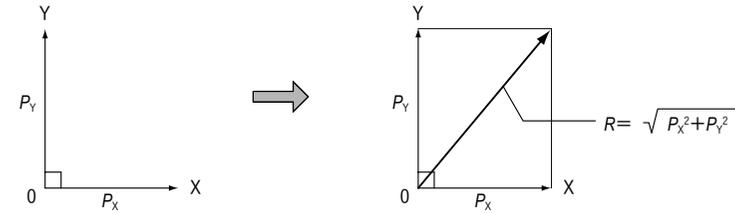
図 15 図式解法による3以上の力の合成

3. 算式解法による力の合成と分解

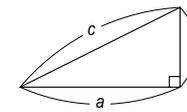
(1)力の合成(直角2方向の力の合成)による合力は、ピタゴラスの定理(三平方の定理)により求めることができる。[図 16]

(2)力の分解(直角2方向への力の分解)による分力は、直角三角形の三角比、三角関数により求めることができる。[図 17]

(3)2以上の力の合成は、図 18 に示す手順により求める。



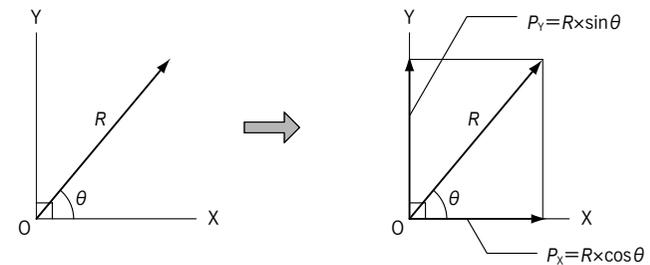
ピタゴラスの定理



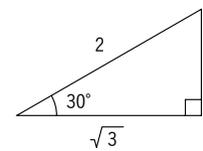
$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$\therefore c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

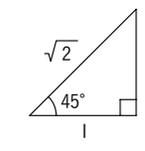
図 16 算式解法による力の合成



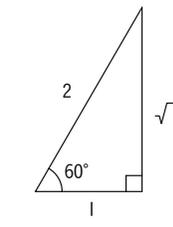
・主要な直角三角形の三角比



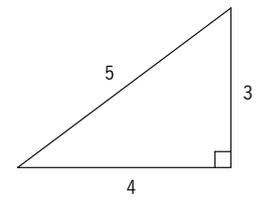
$\theta = 30^\circ$ の三角比



$\theta = 45^\circ$ の三角比

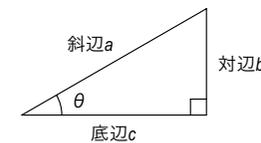


$\theta = 60^\circ$ の三角比



3:4:5の三角比

・三角関数



$$\sin \theta = \frac{b}{a}$$

$$\cos \theta = \frac{c}{a}$$

$$\tan \theta = \frac{b}{c}$$

図 17 算式解法による力の分解

用語

示力図：力の合成や分解を図式で行う場合に、矢印で表された各々の力を平行移動し、順次連ねてきた多角形をいう。力の多角形ともいう。

(4) 図 72 のような梁では、スリーヒンジラーメンと同様に力の釣合いの 4 つの条件式で反力を求めることができる。

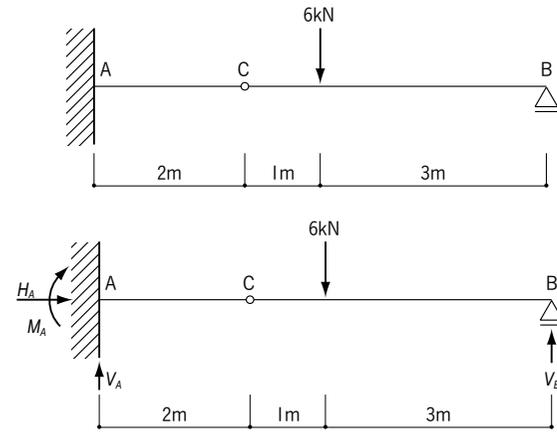


図 72 力の釣合いの 4 つの条件式で反力を求めることができる梁

反力を仮定し、力の釣合い条件式 (4 式) をたてる。点 C の右側のモーメントの釣合い条件式をたてる。

$$\begin{aligned} \cdot \Sigma M_C (\text{右}) = 0 & \quad 6 \times 1 - V_B \times 4 = 0 \\ & \quad \therefore V_B = 1.5\text{kN} \text{ (上向き)} \\ \cdot \Sigma Y = 0 & \quad V_A + V_B - 6 = 0 \\ & \quad V_A + 1.5 - 6 = 0 \\ & \quad \therefore V_A = 4.5\text{kN} \text{ (上向き)} \\ \cdot \Sigma X = 0 & \quad H_A = 0 \\ \cdot \Sigma M_A = 0 & \quad M_A + 6 \times 3 - V_B \times 6 = 0 \\ & \quad M_A + 6 \times 3 - 1.5 \times 6 = 0 \\ & \quad \therefore M_A = -9\text{kN}\cdot\text{m} \text{ (仮定と逆、反時計回り)} \end{aligned}$$

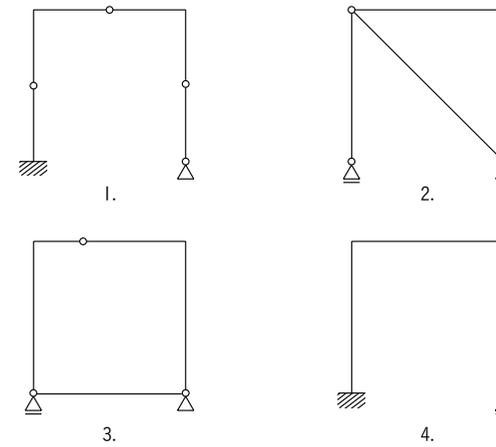
参考

$\Sigma M_C (\text{右})$ は、点 C の右側のモーメントの和を表す。

1-2 演習問題

問題 1

次の架構のうち、静定構造はどれか。



【解説】

$m = n + s + r - 2k$ で判別する。

n : 反力数、 s : 部材数、 r : 剛接合部材数、 k : 支点と節点の数

$m < 0$ で不安定、 $m = 0$ で安定で静定、 $m > 0$ で安定で不静定
よって次のようになる

1. $n = 5, s = 6, r = 2, k = 7$

$m = (5 + 6 + 2) - 2 \times 7 = -1$ (不安定)

2. $n = 3, s = 4, r = 0, k = 4$

$m = (3 + 4 + 0) - 2 \times 4 = -1$ (不安定)

3. $n = 3, s = 5, r = 2, k = 5$

$m = (3 + 5 + 2) - 2 \times 5 = 0$ (安定で静定)

4. $n = 4, s = 3, r = 2, k = 4$

$m = (4 + 3 + 2) - 2 \times 4 = 1$ (安定で 1 次不静定)

したがって、架構 3 が静定構造である。

【正解】 3