

力と支点、力のつり合い PDF 版

目 次

1. 力の 3 要素とは？意味、力の大きさ、作用点、方向P.2
2. 作用力とは？意味、反作用力、力のつり合い、計算方法P.4
3. 外力とは？意味、読み方、応力や内力、反力との違い、摩擦力との関係P.6
4. 力のモーメントとは？本当にわかるモーメントの意味と計算方法P.9
5. てこの原理の計算は？意味、計算と公式、距離、反比例、例題P.16
6. 力の合成と計算方法P.19
7. 合力とは？意味、読み方、求め方、角度との関係P.22
8. 力の分解と計算方法P.24
9. 分力とは？意味、考え方と角度、計算、60 度、斜面との関係P.26
10. 支点とは？支点のモデル化と境界条件P.30
11. 支点と力点、作用点の関係は？意味、モーメントとの関係P.33
12. 反力とは？反力の求め方と支点反力P.36
13. 力のつり合いとは？意味、作用反作用、角度、問題と計算、張力との関係P.40
14. 2 力のつり合いとは？意味、条件、作用反作用、角度、日常の関係P.45
15. 3 力のつり合いとは？意味、角度と作図、張力の計算と問題P.48
16. 力のつり合いの問題は？系の張力の計算、解き方、3力のつり合いP.53

力の3要素とは？意味、力の大きさ、作用点、方向

一級建築士対策にも使えるお得な用語集⇒ [全77頁！収録用語800以上！建築構造がわかる専門用語集](#)

力の3要素とは、力の大きさ、方向、作用点という3つの要素を意味します。力の持つ性質は、この3つで説明できます。今回は、力の3要素の意味、力の大きさ、作用点、方向について説明します。なお、力のモーメントは、任意の点に回転を生じさせる力です。力のモーメントの詳細は、下記が参考になります。

- [力のモーメントってなに？本当にわかるモーメントの意味と計算方法](#)

力の3要素とは？

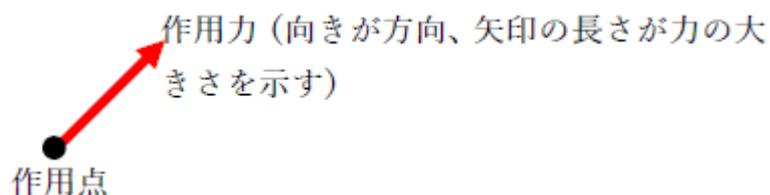
力の3要素とは、力の性質を表す

力の大きさ

力の方向

力の作用点

です。下図をみてください。力の作用点とは、力の作用する位置を表します。力の方向は、力の作用する向きを意味します。力は鉛直、水平に作用するとは限りません。斜めに作用する荷重もあります。力の方向は大切な情報です。



なお、物理学では力の大きさを矢印の長さで表します。構造力学では、**外力**の値を直接明記することが多いです。※外力については、下記が参考になります。

- [外力とは？1分でわかる意味、読み方、応力や内力、反力との違い、摩擦力との関係](#)

また、複数の力を1つの力に合成することを、**力の合成**といいます。合成された力は、**合力**です。力の合成、合力の意味は、下記が参考になります。

- [力の合成とその計算方法](#)
- [合力とは？1分でわかる意味、読み方、求め方、角度との関係](#)

逆に、1つの力を複数に分解することを、**力の分解**といいます。分解された力を、**分力**といいます。詳細は、下記が参考になります。

- [力の分解とその計算方法](#)

力の大きさ

力の大きさは、矢印の長さか、数値で表します。矢印が長い方が、力が大きいです。数値で書くとき注意したのが単位です。必ず力の単位を書きましょう。

力の作用点

力の作用点とは、力の作用する位置です。後述する「力のモーメント」の大きさにも影響します。

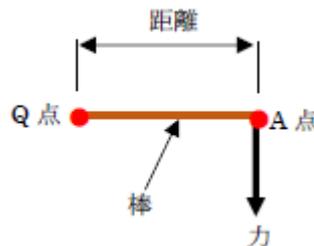
力の方向

力には方向があります。鉛直に作用する力、水平に作用する力、斜めに作用する力がありますね。各力の特徴は、下記が参考になります。

- [鉛直荷重とは？1分でわかる意味、読み方、求め方、計算式、垂直荷重](#)
- [水平荷重とは？1分でわかる意味、種類、求め方、単位、鉛直荷重との違い](#)
- [斜め荷重とは？1分でわかる意味、分解、計算、片持ち梁の応力](#)

力のモーメント

力のモーメントとは、任意の点に回転を生じさせる力のことです。下図をみてください。これが力のモーメントです。



まとめ

今回は力の3要素について説明しました。意味が理解頂けたと思います。力の3要素は、力の大きさ、方向、作用点のことです。力の性質は、この3つで決まります。それぞれの意味を理解してくださいね。

作用力とは？意味、反作用力、力のつり合い、計算方法

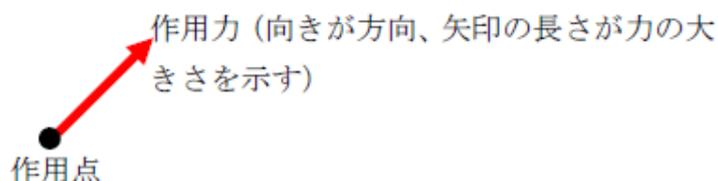
[一級建築士対策にも使えるお得な用語集⇒ 全 77 頁！収録用語 800 以上！建築構造がわかる専門用語集](#)

作用力とは、作用する力のことです。物理学で使う用語です。構造力学では、「荷重」や「外力」といいます。意味は、作用力と同じです。作用力と反対方向に作用する力を、**反作用力**といいます。今回は、作用力の意味、反作用力、力のつり合いとの関係、作用反作用の計算方法について説明します。荷重や外力の意味は、下記が参考になります。

- [荷重とは？1分でわかる意味、読み方、種類、応力との違い](#)
- [外力とは？1分でわかる意味、読み方、応力や内力、反力との違い](#)

作用力とは？

作用力とは、作用する力のことです。物理学や構造力学では、作用力を矢印で示します。矢印の長さ、向きで、力の大きさと方向を示します。下図に作用力を描きました。

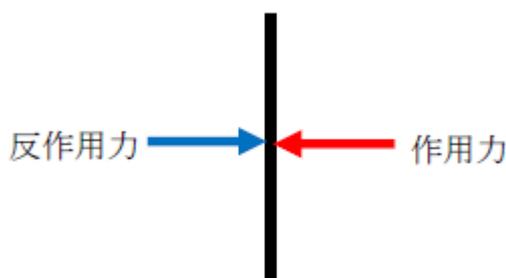


地球上には重力があります。重力は鉛直方向に作用するので、作用力も基本的に鉛直方向の力です。ただし、水平方向や斜め方向に作用する力もあります（水平方向の作用力として、地震力があります）。

作用力の大きさ、向き、作用点の3つを、**力の三要素**といいます。力の性質は、3要素で決定します。

作用力と反作用力の関係

例えば、建物の壁に手をあてて押します。建物の壁を押しても、壁は動きません。押した手には、力を感じましたよね。これが反作用力です。下図をみてください。手で押した力が作用力、壁から逆向きに生じる力を反作用力です。



物体が静止するとき、作用力と反作用力は、作用方向、大きさ、作用点が一致します。これを、**力のつり合い**といいます。力のつり合いは下記が参考になります。

- [力のつり合いとは？1分でわかる意味、作用反作用、角度、問題と計算、張力との関係](#)

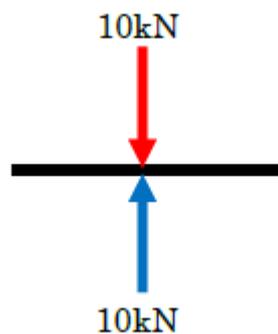
構造力学では作用力と反作用力を、それぞれ「荷重（外力）」、「反力」といいます。なお、反作用力を得るには、物体が十分に固い（変形しない及び移動）ことが条件です。サッカーボールを蹴ると簡単に転がりますね。作用力に対して、反作用力が生じないためです。

作用力と力の釣り合い

物体が静止するとき、作用力の合計と反作用力の合計は一致します。この関係を、力の釣り合いといいます。力の釣り合いは、簡単な連立方程式を組み立て計算します。構造力学で、最も基本的な計算です。

作用反作用の計算

下図をみてください。細長い板に作用力が生じています。この板は静止状態と考えます。反作用力の値をもとめてください。



答えは 10kN です。

上記は簡単な例ですが、構造力学では色々な構造物の「反力（反作用力）」を計算します。下記が参考になります。

- [反力ってなに？反力の求め方と支点反力](#)

まとめ

今回は作用力について説明しました。意味が理解頂けたと思います。作用力は、作用する力のことです。作用力に対して、反対に作用する力を反作用力といいます。作用力と反作用力の関係を覚えてくださいね。

外力とは？意味、読み方、応力や内力、反力との違い、摩擦力との関係

一級建築士対策にも使えるお得な用語集⇒ [全 77 頁！収録用語 800 以上！建築構造がわかる専門用語集](#)

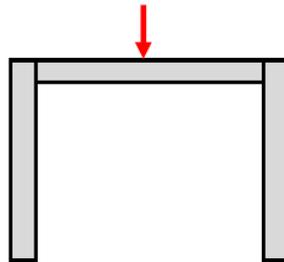
外力とは、物体に対して外部から作用する力を意味します。なお、似た用語で反力、内力、応力があります。反力は、外力の 1 つです。内力は、物体の内部から生じる力です。外力と反力、内力は互いに釣り合います。

今回は、外力の意味、読み方、応力や内力、反力との違い、摩擦力との関係について説明します。※内力と同じ意味に、応力があります。応力の意味は、下記の記事が参考になります。

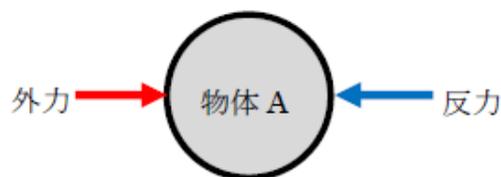
➤ [応力とは？1分でわかる意味と種類、記号、計算法](#)

外力とは？

外力とは、物体に対して外部から作用する力です。下図をみてください。物体に対して、外から力が作用しています。身近な外力として、人間の力があります。例えば、机を上から押します。これが外力です。



さて、物体 A（以降、A）に外力が作用して、その A が動かないとき、A には外力と逆向きで全く同じ大きさの力が、外力と同じ位置に作用しています。



サッカーボールを蹴ると飛びますよね。これは、「蹴る力」という外力に対して、抑える力が無いからです。この、外力と反対向きの力（抑える力）を、「反力」といいます。

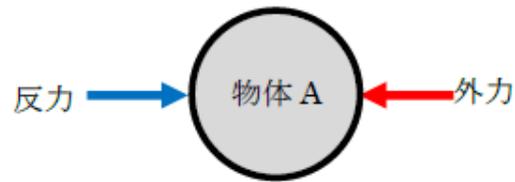
物体 A に外力が作用して、A がサッカーボールのように動くなら、外力と反対向きの力（反力）は作用していません。

外力と反力は「対（つい）」の関係があります。建築物は、サッカーボールのように簡単に動いては困りません。建築物に外力が作用すれば、どこかに反力が生じています。逆に、反力が生じていれば、どこかに外力が作用しています。

外力を P、反力を R とするとき、物体に作用する外力の合計 ΣP 、反力の合計 ΣR は下式の関係があります。

$$\Sigma P = \Sigma R$$

下図をみてください。前述した図を逆さにしました。外力と反力は、見分けがつかないですね？見方を変えると、反力は「外力の1つ」だといえます。※反力の意味は、下記が参考になります。



- [反力ってなに？反力の求め方と支点反力](#)

外力の読み方

外力は「がいりよく」と読みます。外力に関する用語の読み方を、下記に整理しました。

- 外力 ⇒ がいりよく
- 反力 ⇒ はんりよく
- 内力 ⇒ ないりよく
- 応力 ⇒ おうりよく

外力の種類

構造物に作用する外力を、専門用語で「**荷重 (かじゅう)**」といいます。荷重の種類は色々ありますが、例えば下記の2つがあります。

長期荷重

短期荷重

短期荷重とは、地震、風、雪、衝撃など短期に作用する外力です。建物の自重、人、家具など、長期的に作用する外力を長期荷重といいます。長期荷重と短期荷重の詳細は、下記が参考になります。

- [長期荷重・短期荷重](#)

また、外力は形状による分類できます。例えば下図のように集中的に作用する外力を、**集中荷重**といいます。



分布的に作用する荷重が**分布荷重**です。



集中荷重と分布荷重の違いが直感的にわかると思います。詳細は下記が参考になります。

- [等分布荷重とは？集中荷重との違いや使い方について](#)

外力と内力、応力、反力の違い

外力と内力、応力、反力の違いを下記に整理しました。

- ◆ 外力 ⇒ 物体に対して、外から作用する力
- ◆ 反力 ⇒ 外力に対して反対向きに生じる力。外力の合計、反力の合計は一致する
- ◆ 内力、応力 ⇒ 物体に外力が作用するとき、物体の内部に生じる、外力と釣り合う（一致する）力
※内力と応力は同じ意味です。建築では、「応力」ということが多いです。

外力と摩擦力の関係

物体を地面の上に置きます。物体をロープで引きずると、抵抗感を感じるでしょう。物体の重さがあるから当然だ、と思うかもしれませんが。しかし、これは摩擦力の影響です。試しに、滑らかな氷の上で同じ重さの物体を引っ張ると、案外簡単に引っ張れるでしょう。

摩擦力は下式で計算します。

$$\text{摩擦力} = \text{重量} \times \text{摩擦係数}$$

重量が大きくても、摩擦係数が0であれば摩擦力は無いです。外力に対して、摩擦力は「反力」の役割があります。摩擦係数の詳細は、下記が参考になります。

- [すべり係数とは？すべり係数と摩擦係数の違い、すべり耐力とすべり試験](#)

まとめ

今回は外力について説明しました。意味が理解頂けたと思います。外力は、物体に対して外部から作用する力です。建築物に外力が作用するとき、反力も生じます。外力と反力は、必ず一致します。反力の意味も、併せて覚えてください。内力（応力）との違いも理解してください。

力のモーメントとは？本当にわかるモーメントの意味と計算方法

一級建築士対策にも使えるお得な用語集⇒ [全 77 頁！収録用語 800 以上！建築構造がわかる専門用語集](#)

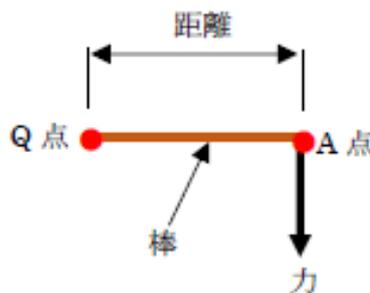
力のモーメント（モーメント）とは何でしょうか。もしかすると、書籍やネットの記事を色々読んでもピンと来なかった人が多いかと思います。その理由は、教科書的な説明ばかりで、「力のモーメント」が私達の生活や実現象に、どう結びついているのが見えないからです。

私は建物の構造設計に携わっています。毎日のように、力のモーメントを計算し、力のモーメントに対して建物が安全であるよう検証してきました。それらは空想上の話ではなく、力のモーメントを実際の現象として捉えているのです。

今回はその経験を元に、力のモーメントとは何か、力のモーメントは私たちの生活とどのように関係するのか説明します。

力のモーメントってなに？

初めに、一般的になされる力のモーメントの説明をしておきます。下図をみてください。色々な記事で散見されますね。



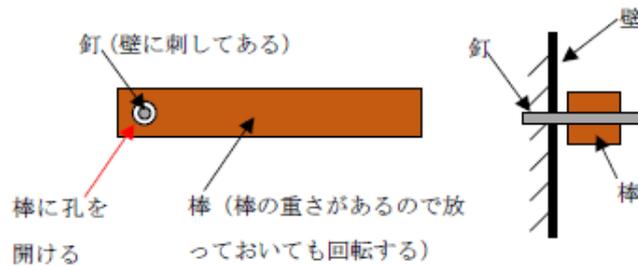
「Q点を固定して、A点から力を加えると棒は回転する。この棒を回転させる力の大きさが、力のモーメントだ」と説明されます。それ自体間違いではありません。

一応計算式で示すと、力のモーメントは下記となります。

「作用させる力×Q点からA点までの距離」

では上記の説明で「理解した」と思っている方、「理解できない」方、実際に上図の状況を想像できますか？私はできません。そもそもQ点は固定しているのに回転するなんて、どういう状況でしょうか？「棒を固定するのに、回転するなんて矛盾していないか」と思う方が普通です。この力のモーメント以前の、説明文の矛盾が理解を遅らせます。

では上図を、実際の現象に即した説明に直します。下図をみてください。壁に太めの釘が刺さっています。棒の元端に穴を開けて、釘に引っ掛けました。



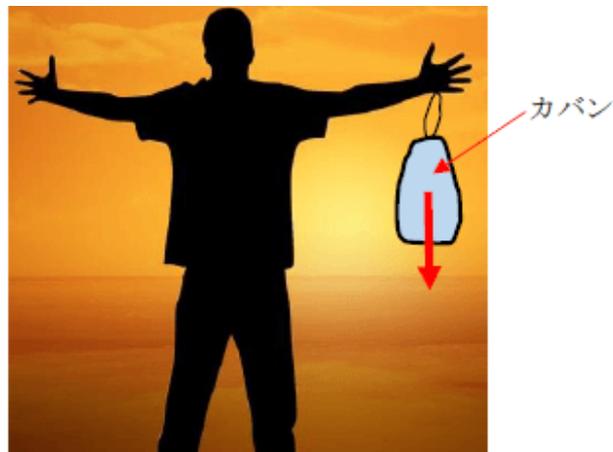
この状況こそが、「Q点を固定して自由に回転できる」の部分です。棒を固定しては回転しません。実際問題、固定されるのは釘などです。その釘に、孔を開けた棒を引っ掛けることで、自由に回転します。なお、棒自体の重さ（自重）があるので、放っておいても棒は下向きに回転します。

しかし、これでもまだ力のモーメントが何たるか理解できないはずです。棒が自由に回転できる状況で力を加えても、回転するのは当たり前だし、そもそも棒の自重で回転します。「力のモーメント」というくらいだから、物体の「質量」のように力の大きさを実感したいわけです。

力のモーメントと私たちの生活

さて、いよいよ力のモーメントの確信に迫ります。力のモーメントが、私たちの生活にどうか変わっているのか考えましょう。

例えば、手でカバンを持つ時、力のモーメントの大きさを感じられます。下図をみてください。ある男性が両手を広げ、左手でカバンを持っています。



このとき、カバンの重量は下向きに作用します。実際にこの状態を試してみるとわかるのですが、腕に負担がかかるのが分かります。こんなに腕を広げて物を持つ人はいないはずです。

一方、今度は下図のように、肘を曲げ左腕の腕の長さを短くした状態でカバンを持ってみます。すると上図の状態よりも、いくらか腕の負担は減るはずです（実際に試すとよくわかります）。