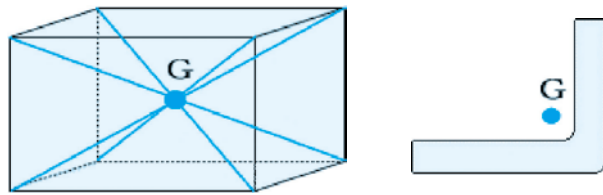


## 重心と質量について

### 物体の重心

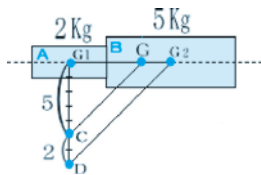
物体は、小さな分子で構成され、それぞれの分子には重力が作用します。これらの重力が1点に集中して働く作用点を重心といいます。物体の重心は常に一定の点で、物体の位置や置き方を変えても物体の重心の位置は変わりません。物体の材料が異なっていても、形状が同じで材質が均一であれば、重心は同じ位置にあります。ただし、重心が必ずしも物体内部にあるとは限りません。



#### 【図式による重心の求め方】

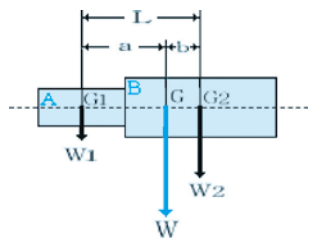
簡単な形状の物体や、その組合せである物体は、物体を分割してそれぞれの重心を求め、その合力で物体全体の重心を求めることができます。

図のような形状の物体は、AとBの2つに分け、それぞれの対角線の交点によって重心G1、G2を求めます。次にAの重心G1から任意の直線G1、Dを引き、更にG1、D上で質量比を逆にした点Cを求めます。続いて点CからD、G2に平行な直線C、Gを引いてG1、G2と交わる交点を求めることで、形状の異なる物体の重心Gを求めることができます。



#### 【数式による重心の求め方】

図式によって重心を求めることができる物体は、数式によっても重心を求めることができます。図のような物体は、AとBに分け、それぞれの対角線の交点によって重心G1とG2を求めます。Aの質量をW1、Bの質量をW2とすると、Aの重心G1から物体の重心Gまでのaの長さ及びBの重心G2から物体の重心Gまでのbの長さは、平行力のつり合いによって次の式で求めることができます。

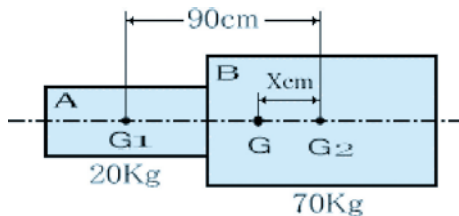


$$\begin{aligned}
 W1 \times a &= W2 \times b \\
 W1 \times a &= W2 \times (L - a) \\
 W1 \times a &= W2 \times L - W2 \times a \\
 W1 \times a + W2 \times a &= W2 \times L \\
 (W1 + W2) \times a &= W2 \times L \\
 a &= \frac{W2}{W1 + W2} \times L
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W2 \times b &= W1 \times a \\
 W2 \times b &= W1 \times (L - b) \\
 W2 \times b &= W1 \times L - W1 \times b \\
 W2 \times b + W1 \times b &= W1 \times L \\
 (W1 + W2) \times b &= W1 \times L \\
 b &= \frac{W1}{W1 + W2} \times L
 \end{aligned}$$

### 計算例

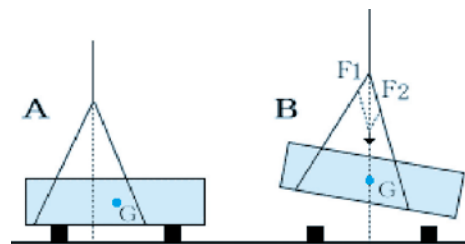
図のような物体のAの質量が20kg、Bの質量が70kg、AとBの重心間の長さが90cmの場合の物体の重心GからG2までの長さ(X)の求め方。



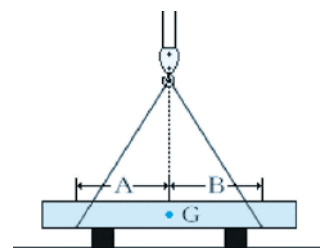
$$\begin{aligned}
 X &= \frac{20}{20 + 70} \times 90 \\
 &= \frac{2}{9} \times 90 \\
 &= 20 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

物体を1点でつった時、その鉛直線は必ず物体の重心を通ります。物体の互いに異なる任意の箇所をつり、その作用線の交点を求めると物体の重心を求めることができます。クレーン作業において、重心位置が図Aのように偏っている状態で荷をつり上げると、つり荷は図Bのように傾きます。これはF1とF2がつり合おうとしてズレを修正するために起きるもので、この傾いた状態でF1とF2はつり合っています。

傾いた状態で荷をつった場合、左右のワイヤロープに作用する張力が異なるため、一方の玉掛用ワイヤロープに大きな負荷が掛かります。荷の傾きは、ワイヤロープの滑りや荷の落下の原因になるため、クレーン等を用いて荷をつり上げる時は、荷の重心の真上にフックを移動させ、つり荷を水平につらなければなりません。玉掛作業では、次の手順に従って玉掛けを行うことが大切です。



1. 目安で荷の重心位置を定めて玉掛けを行います。(同じ長さのワイヤロープを使用し、AとBの間隔を同じにします。)
2. 荷を少づつ上げ、つり荷の状態を確認します。
3. つり荷が傾く場合は、一旦、つり荷を下ろし、荷の下がっていた方向にフック及び玉掛用ワイヤロープをずらします。
4. 再度、荷をつり上げて状態を確認します。
5. つり荷が安定しない場合は、水平になるまでこの手順を繰り返します。



## 基本形の重心位置

| 形状  | 重心の求め方 | 重心位置   |  |
|-----|--------|--|--|
| 平面形 | 三角形    | 3中線の交点又は中央の底辺から1/3の高さ  |  |
|     | 平行四辺形  | 対角線の交点   |  |
|     | 台形     | 台形を2つの三角形に分け、その重心を結ぶ直線とAD、BCの中点を結ぶ直線MNの交点                                |  |
|     | 半円筒形   | 半円筒形は、物体の外側に重心が位置する。半円筒形を小さく分割し、分割したそれぞれの重心の合力により重心位置を求めると、右の図のような位置になる。 |  |
| 立体形 | 立方体    | 2つの面の重心位置を結ぶ直線の1/2の距離  |  |
|     | 円錐     | 底面の重心軸から1/4の高さ   |  |
|     | 四角錐    |  |  |

## 重心と質量について

ある物体が3次元の空間において、どれだけの場所を占めるかを表す度合いを体積といい、次の式で求めることができます。

| 形状 | 体積の計算式  |
|----|---|
|    | 縦×横×高さ  |
|    | (半径) <sup>2</sup> ×3.14×高さ  |
|    | $\frac{\text{外径} + \text{内径}}{2} \times \text{高さ} \times 3.14 \times \text{高さ}$ |
|    | (半径) <sup>3</sup> ×3.14× $\frac{4}{3}$  |
|    | (半径) <sup>2</sup> ×3.14× $\frac{1}{3}$  |

## 質量および比重

質量とは、物体そのものを構成する物質の量です。地球上や宇宙の如何なる空間においても、物質の量は変わりません。物体の単位体積当たりの質量及び物体の質量は、次の式で求めることができます。質量の単位には、kg や t が用いられています。

$$\text{物体の単位体積当たりの質量} = \frac{\text{物体の質量}}{\text{物体の体積}}$$

$$\text{物体の質量} = \text{物体の体積} \times \text{物体の単位体積当たりの質量}$$

| 物質の種類  | 1m <sup>3</sup> 当たりの質量 (t) | 物質の種類 | 1m <sup>3</sup> 当たりの質量 (t) |
|--------|----------------------------|-------|----------------------------|
| 鉛      | 11.4                       | 砂     | 1.9                        |
| 銅      | 8.9                        | 石炭粉   | 1.0                        |
| 鋼      | 7.8                        | 石炭塊   | 0.8                        |
| 鋳鉄     | 7.2                        | コークス  | 0.5                        |
| 亜鉛     | 7.1                        | 水     | 1.0                        |
| 銑鉄     | 7.0                        | カシ    | 0.9                        |
| アルミニウム | 2.7                        | ケヤキ   | 0.7                        |
| 粘土     | 2.6                        | スギ    | 0.4                        |
| コンクリート | 2.3                        | ヒノキ   | 0.4                        |
| 土      | 2.0                        | キリ    | 0.3                        |

※木材は、大気中で乾燥させた質量を表します。

※土、砂利、砂、石炭、コークスは、見かけ質量（ばらの状態の質量）を表します。

比重とは、物体の質量と、その物体と同じ体積の4℃の純水の質量との比で、次の式で表すことができます。4℃の純水1m<sup>3</sup>の質量は1tであることから、比重は1m<sup>3</sup>当りの物体の質量の表と同じ値になります。したがって、上記の表は比重を表したものとともいえます。

$$\text{比重} = \frac{\text{物体の質量}}{\text{物体と同じ体積の4℃の純水の質量}}$$