

1

道路を自動車数台が連続して走るときは車間距離を十分に取っておかないと危険である。自動車の車間距離に関する以下の文章の(①)～(⑬)の[]内に文字が記されている場合はその文字を用いた式を、[数値]とある場合は当てはまる数値を入れよ。

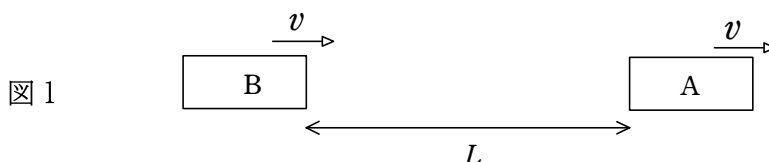
道路を複数台の自動車が一定速度で走っている場合、前の車との間の距離を車間距離と呼んでいる。車間距離が狭いと前の車が急ブレーキをかけた時に後ろの車が止まり切れずに前の車に衝突するという事故が起きる。ここでは、理想的な車間距離はいくらか考えてみよう。

車間距離は一般的に

【1】 一般道で、前の車が通過した同じ位置を3秒後に通過できる間隔

【2】 高速道路では時速[km/h]の単位をmに置き換えた距離
と言われている。実際に安全な距離というものはどのようなものを物理的に考えてみよう。

前の車Aの後ろをAより L (Aの後端とBの先端との距離) 遅れてBが同じ一定の速さ v で走っているものとする。車Aが急ブレーキをかけたとき、Bが前の車に衝突しないように安全に止まれる距離が車間距離として必要である。この様子を示したのが図1である。



Aが急ブレーキをかけた時刻を0とする。危険を感じてBが急ブレーキをかけるが、人間には反応時間というのがある、Aのブレーキと同時にBのブレーキが効くというわけではなく少し遅れる。Bのブレーキが効き始める時刻を t_0 とする。

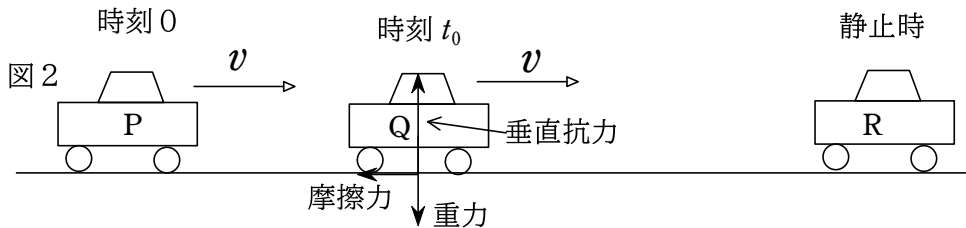
A、Bともに車の質量を m とし、重力加速度の大きさを g とする。また、計算の便宜上、車の大きさは無視できるものとする。A、Bともに重力の大きさは(①[m, g])なので、垂直抗力の大きさは(②[m, g])である。この時に働く摩擦力の大きさは垂直抗力の μ 倍であるとする、摩擦力の大きさは(③[μ, m, g])となる。加速度の大きさを a とすると、加速度の大きさは働く力を質量で割ると得られる。その結果、ブレーキをかけたときの加速度の大きさは $a = \mu g$ となる。

速さ v の自動車Aが大きさ μg の加速度で急ブレーキをかけると静止するまで

G065車間距離

の時間 t は $t = (④[v, \mu, g])$ となる。この間の平均速度は $\frac{v}{2}$ となるので、ブレーキをかけてから静止するまでの距離は $(⑤[v, \mu, g])$ となる。

このときのBの状態を図示したのが図2である。Aのブレーキが効き出した瞬間（時刻0）の車BをP、Bのブレーキが利き始めた瞬間（時刻 t_0 ）の車BをQ、静止したときの車BをRとする。



BはAが急ブレーキをかけた瞬間、危ないと感じてBのブレーキが効き始めるまでの間に $(⑥[v, t_0])$ 進むことになる。それからブレーキが効きだし、 $(⑤)$ だけ進んで静止する。

A、B両方ともに静止したとき、衝突が起こらないためには、 $L > (⑥)$ となればよい。この最短距離 L_0 は $L_0 = (⑥)$ となる。

このときの t_0 は1秒程度と言われているが、気付くのが遅れる場合もあるので、【1】では余裕をもって、3秒としているのである。

次に高速道路の場合を考えてみよう。

自動車の時速を $V[\text{km/h}]$ とすると、 $v[\text{m/s}]$ との関係は、 $V = (⑦[\text{数値}]) \times v$ となるので、 $L = \frac{V}{⑦} t_0$ となる。 $t_0 = (⑦) \text{ s}$ とすれば、 L と V は等しくなる。

その結果【1】、【2】共にほぼ同じことを意味していると判断できる。

この理論を具体的事例で考えてみよう。Aがブレーキをかけた瞬間の時刻を $t=0$ とし、その瞬間のBの位置を $x=0$ とし、進行方向に x 軸を考える。

ある時の自動車A、Bに関する $v-t$ グラフを次ページの図3、 $x-t$ グラフを図4であらわしている。図3よりA、Bの初速度は $(⑧[\text{数値}]) \text{ m/s}$ で、図4より車間距離は $(⑨[\text{数値}]) \text{ m}$ であることがわかる。図3よりA、B共にブレーキの加速度の大きさは $(⑩[\text{数値}]) \text{ m/s}^2$ で、Aがブレーキをかけた3.0s後にBがブレーキをかけていることが分かる。

Aが静止するのは $t=2.0$ のときで、Bが静止するのは $t=5.0$ の時である。しかし、この車間距離の場合、図4より、Bは $t = (⑪[\text{数値}]) \text{ s}$ の時に衝突することがわかる。その時のBのAに対する相対速度は $(⑫[\text{数値}]) \text{ m/s}$ であり、かなりの衝撃が予想される。この場合、車間距離が $(⑬[\text{数値}]) \text{ m}$ 以上あれば衝突を避けられる。

圖 3

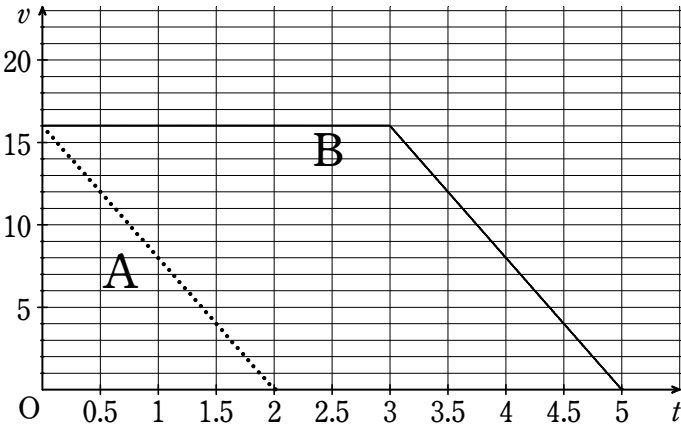
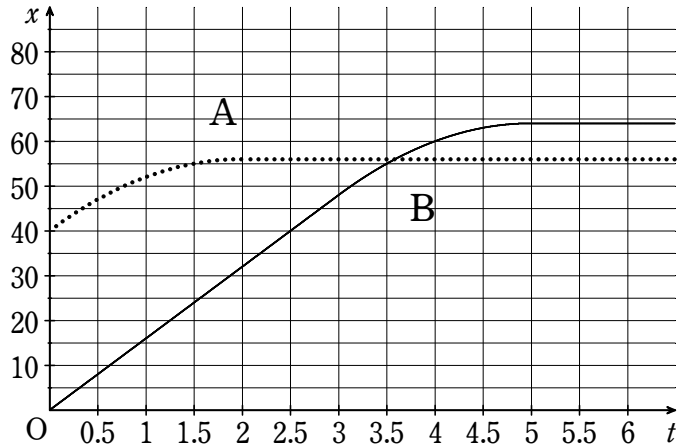


圖 4



G065車間距離

解説

- ① 質量 m の物体に働く重力なので、 mg
- ② 鉛直方向が釣り合っているので重力と垂直抗力は同じ大きさ mg
- ③ 摩擦力の大きさは垂直抗力の μ 倍と書いてあるので、 μmg
- ④ 静止するまでの時間は最初のを速度を加速度で割ればよい。 $\frac{v}{\mu g}$
公式 $<v = v_0 + at>$ に代入してもよい。
- ⑤ 初速度が v 、最後の速度が0なので、平均速度は $\frac{v}{2}$ となるので、
平均速度 $\times$ 時間より、 $\frac{v}{2} \times \frac{v}{\mu g} = \frac{v^2}{2\mu g}$
公式 $<v^2 - v_0^2 = 2ax>$ に代入してもよい。
- ⑥ 距離は速さ v と時間 t_0 の積となる。 vt_0
- ⑦ $V[\text{km/h}] = v[\text{m/s}]$ となるので、 $V[1000\text{m}/3600\text{s}] = v[\text{m/s}]$
 $\frac{1}{3.6} V[\text{m/s}] = v[\text{m/s}]$ より、 $V = 3.6 v$ となる。 3.6
- ⑧ 図3で $t = 0$ における v を読み取ると 16m/s
- ⑨ 図4で、 $t = 0$ における A の x の値を読み取ると、 40m
- ⑩ 図3のグラフの傾きはA,Bともに -8 。ここは加速度の大きさなので、
8.0
- ⑪ 図4でA,Bのグラフが交わっているときの衝突する。よって、3.5s
- ⑫ 図3より、 $t = 3.5\text{s}$ におけるAの速度は0、Bの速度は12m/sなので、相対速度は 12m/s
- ⑬ 図4より、Aが止まるまでの距離が15mであるのに対してBが止まるまでの距離が65mなので、その差の距離があれば衝突しない。よって、50m