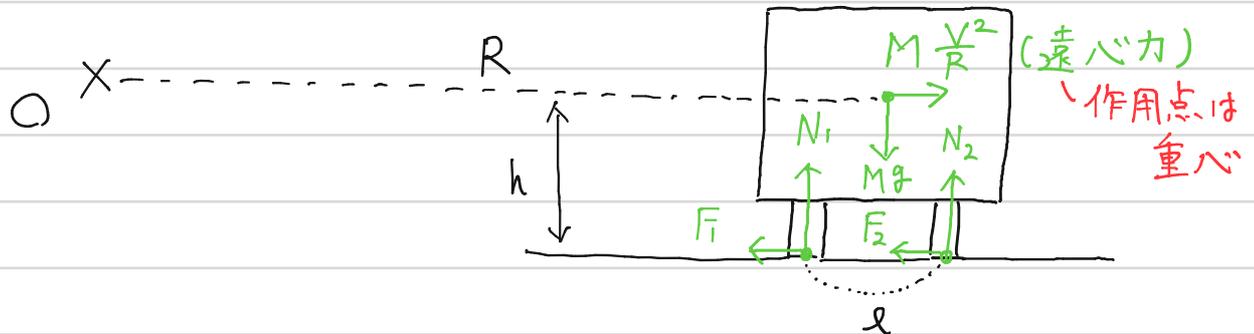


173 加速するなかでのモーメントは高校範囲では考えられないので、一緒に回転する座標系で考える。

(1)



力のつりあいより

$$N_1 + N_2 = Mg \quad \dots \textcircled{1}$$

モーメントのつりあいより

$$Mg \cdot \frac{l}{2} - N_1 \cdot l - M \frac{V^2}{R} \cdot h = 0 \quad \dots \textcircled{2} \quad (N_2 \text{ の作用点のまわり})$$

※ N_1 の作用点のまわりで考えても OK

②より

$$N_1 = \frac{Mg}{2} - \frac{MV^2 h}{lR} \quad \#$$

①に代入して

$$\frac{Mg}{2} - \frac{MV^2 h}{lR} + N_2 = Mg$$

$$N_2 = \frac{Mg}{2} + \frac{MV^2 h}{lR} \quad \#$$

(2) 倒れるときは、 N_2 の作用点が「中心と存るので」

$N_1 = 0$ と存る。(1)の結果より

$$0 = \frac{Mg}{2} - \frac{MV^2 h}{lR}$$

$$V = \sqrt{\frac{lRg}{2h}} \quad \#$$

73 続き

(3) すべりだす直前なので

$$F_1 = \mu N_1 \quad F_2 = \mu N_2$$

となる。

力のつりあいより

$$F_1 + F_2 = M \frac{V^2}{R}$$

$$\Rightarrow \mu N_1 + \mu N_2 = M \frac{V^2}{R}$$

$$\Rightarrow \mu (N_1 + N_2) = M \frac{V^2}{R}$$

①より $N_1 + N_2 = Mg$ なので

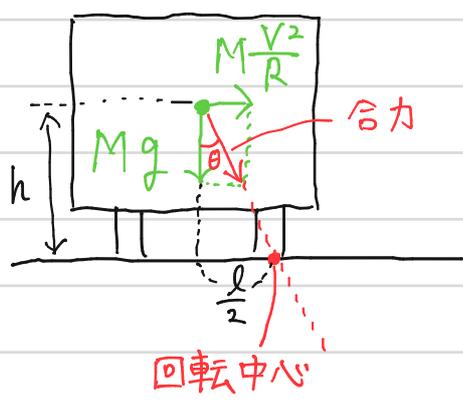
$$\mu Mg = M \frac{V^2}{R}$$

$$\therefore V = \sqrt{\mu g R}$$

※列車の運行では、(2)・(3)のVをどちらも越えてはいけない。

Rが大きいカーブの方が、傾きが小さい。すべりが小さいのはイメージ通りだが、Mが関係ないのは興味深い。

別解 (2) 重要



Mg と $M \frac{V^2}{R}$ の合力が、回転中心へより外側だと時計回りのモーメントになり回転してしまう。

②より、 $\tan \theta = \frac{M \frac{V^2}{R}}{Mg}$, $\tan \theta = \frac{\frac{l}{2}}{h}$

よって

$$\frac{M \frac{V^2}{R}}{Mg} = \frac{\frac{l}{2}}{h} \quad \therefore V = \sqrt{\frac{lRg}{2h}}$$