

3章 物体の移動

図 3-1 のように重さ W の物体が地表に転がっている。今この物体を何らかの方法で移動しようと考えている。人間が素手で動かそうとすると、図 3-1 のように P_1 の力で持ち上げるか、 P_2 の力で押すか、 P_3 の力で引っ張るかして移動させようと試みる。

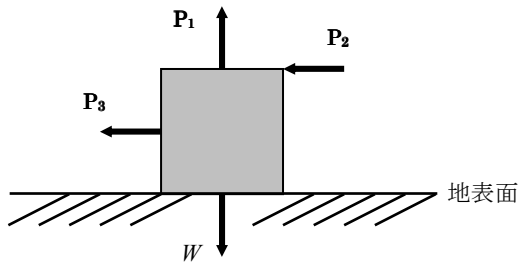


図 3-1 地球の中心へ

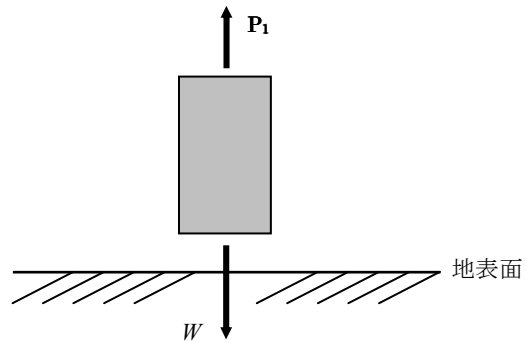


図 3-2 持ち上げ

図 3-2 は持ち上げて移動する模様であるが、当然のことながら持ち上げる人間の背筋力 P_1 が W より大きくなければならない。そのとき自重で物体は y 方向に伸びを伴って変形する。図 3-3 のように P_2 の力で押す場合は摩擦係数 μ と W を乗じた値 μW がいわゆる政界で言う抵抗勢力であるから、 P_2 の力はこれ以上の力でなければ移動しない。

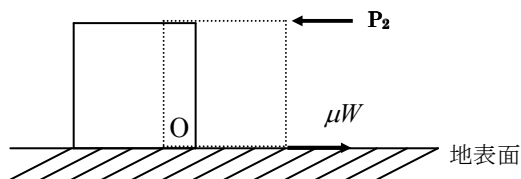


図 3-3 地面を移動

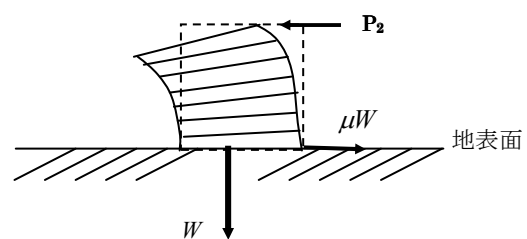


図 3-4 曲げ変形

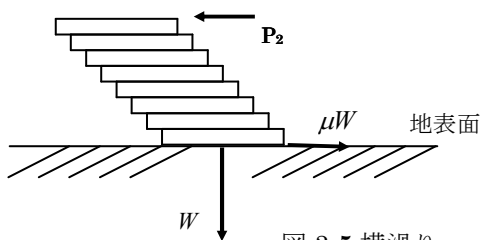


図 3-5 横滑り

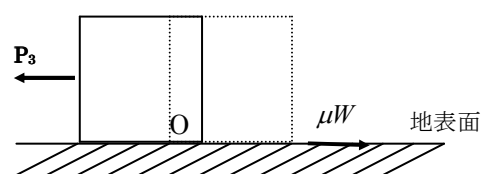


図 3-6 地面を移動

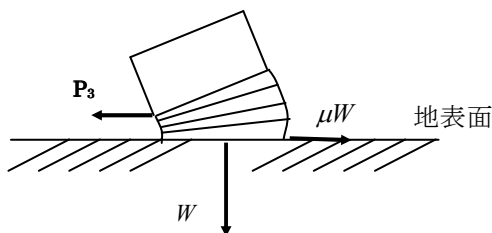


図 3-7 曲げ変形

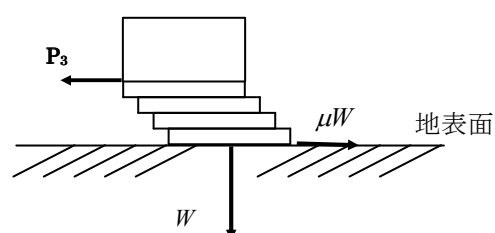


図 3-8 物体内の滑り

あまりにも抵抗勢力 μW が強く頑として座り込みを続けた場合はどうなるか。図 3-5 のように移動はしないが曲げ変形をすることにより外力のエネルギーを吸収しようとする。同時に図 3-6 のように物体を細かく切って、あたかも、達磨落としのように、横滑りによって外力のエネルギーを吸収しようとする。この横滑りの変形をせん断変形という。

次に図 3-7 のように物体の中心点を P_3 の力で引っ張ってみる。この場合は抵抗勢力 μW より P_3 の方が勢力（力）が強いから物体は移動する。一方図 3-8 のように抵抗勢力 μW が座り込みを決め込んだ場合は作用点から下側が曲げ変形し、外力のエネルギーを吸収する。いわゆるガス抜きである。同様に図 3-9 のように作用線から下部の部分が、せん断変形が外力のエネルギーを吸収している。

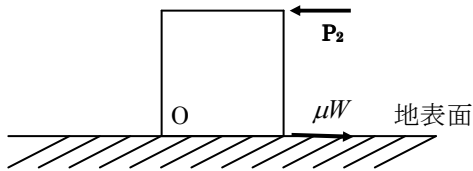


図 3-9 静止状態

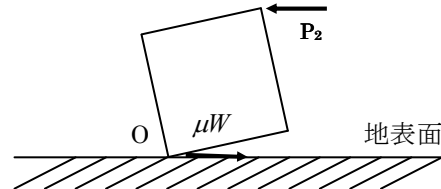


図 3-10 やや転倒しかけ

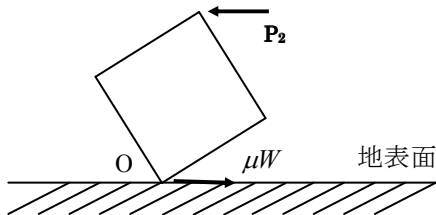


図 3-11 転倒寸前

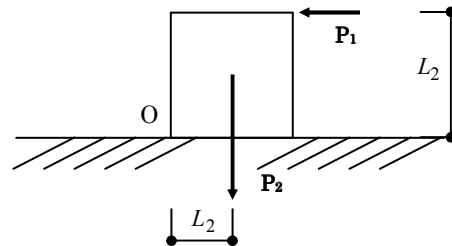


図 3-12 曲げの釣り合い

図 3-10 のように抵抗勢力 μW が凡人の力 P_2 より非常に強く、しかも曲げ変形やせん断変形でエネルギーを吸収できない場合は O 点を支点として転倒しようとする。 P_2 がどんどん増えれば図 3-10 から図 3-11 のようになり最後は転倒してしまう。

最後に力学的な観点から、物体が転倒するか否かの判定を検証してみる。図 3-12 で物体の隅の O 点を支点とした転倒を考えてみる。 L_2 は O 点から P_2 の作用線の延長上に垂線を下ろしたときの長さであり、 L_1 は O 点から重さ W の作用線を延長上に垂線を下ろしたときの長さである。人間の力 P_2 は $P_2 \times L_2$ の曲げる力で O 点を支点とし反時計回りに回転（図 3-12）させようとする。当然物体は現状を維持しようとして抵抗する。その抵抗力は $W \times L_1$ で O 点を支点として時計回りに居座ろうと抵抗する。式で表してみると次のようになる。

$$P_2 \times L_2 > P_1 \times L_1 \quad (3-1)$$

$$P_2 \times L_2 = P_1 \times L_1 \quad (3-2)$$

$$P_2 \times L_2 < P_1 \times L_1 \quad (3-3)$$

(3-1)式の場合は転倒するし、(3-2)式の場合は転倒するか否かの限界のところで釣り合っているし、(3-3)式の場合は転倒しないで居座り続けている。