

かご乗込み時に過負荷積載によりかごの降下が始まった場合のかごの状況について

1. かご降下の運動方程式

かごに乗客が乗り込み、不平衡荷重がブレーキ保持力を上回った場合にかごが降下するときの動きは、以下の運動方程式(2)式により記述できる。

かごの下降方向の加速度を  $\alpha$  (m/s<sup>2</sup>)、ブレーキの静止保持力(制動トルク÷綱車半径)を  $F1(N)$ 、かごが降下を始めたときの保持力を  $F2(N)$ 、かごが降下を始めたときのかごと釣合おもりの不平衡荷重(荷重差)を  $F3(N)$ とすると、滑り始めた際のブレーキ静止保持力と不平衡荷重はほぼバランスしているので、

$$F1 \cong F3 \dots \dots \dots (1)$$

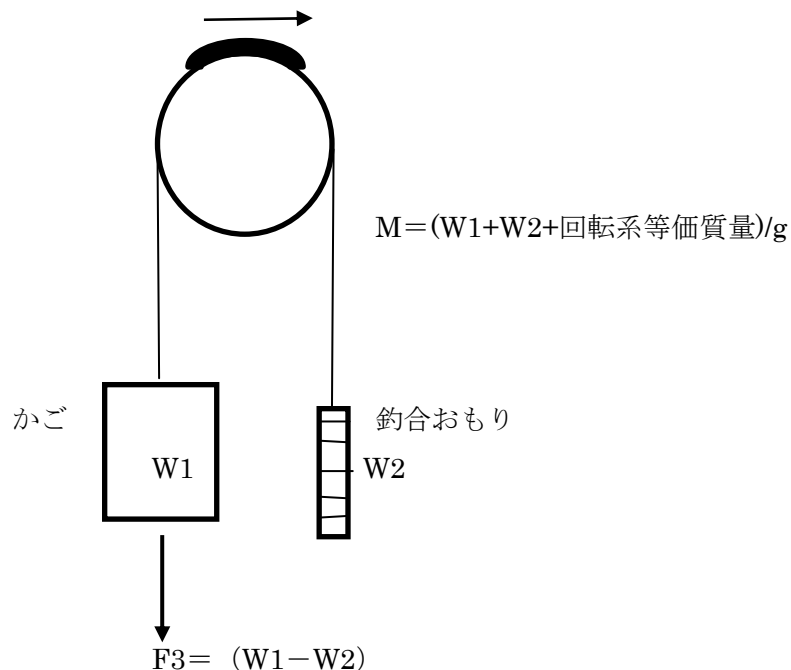
かごが降下を始めると、ブレーキ力は静摩擦係数から動摩擦係数への移行により低下するので、前記の  $F2$  と  $F1$  の関係は、 $F2 \leq F1$  となるので、かごの運動方程式は、

$$F3 - F2 = M \times \alpha \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 $M$  : エレベーター系の全質量(kg)で、回転系の慣性モーメント(換算値)を含むもの

エレベーター走行系には走行抵抗(N)があるが、その抵抗はブレーキの保持力と同方向の働きをするので、ブレーキ保持力に含まれているとして検討する。

ブレーキ力：滑ると  $F1 \rightarrow F2$  に低下する。



## 2. 実例によるかご降下の加速度の大きさの算定

検討するエレベーターの諸元を以下とする。

- (1) かご自重：1300kg
- (2) 定格積載量：900kg
- (3) 釣合おもり質量：1750kg
- (4) ローピング：1対1
- (5) 綱車径：500mm
- (6) 回転系の等価質量：790kg（走行系慣性の20%とした。）
- (7) 静止時ブレーキ力：450kg×9.8=4410N
- (8) 滑り時ブレーキ力：450kg×0.8=360kg×9.8=3528N

(2)式において、 $F_3=4410\text{N}$ 、 $F_2=3528\text{N}$ 、 $M=4740\text{kg}$  なので、下降の加速度は、 $(4410-3528)/4740 \doteq 0.19\text{m/s}^2$

となる。

通常運転時のかごの加速度は、 $0.5\sim 0.6\text{m/s}^2$  であるので、大きさは 1/3 程度であり、かごが 1m 降下するまで、約 3.2 秒かかるため、通常の乗客であれば、かご出入口上枠と乗場床との間に挟まれないよう退避行動は起こせると思われる。

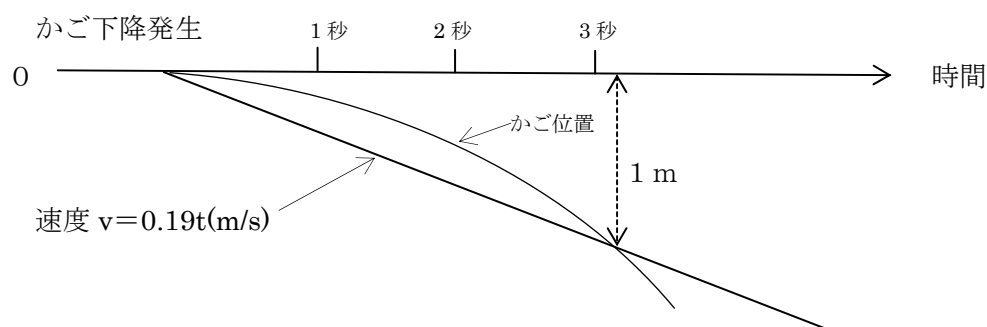


図 過荷重となりブレーキ能力を超過した場合のかごの動きの例

## 3. かご戸と乗場戸の動き

乗場戸は、かご戸との係合が外れると、通常は全域閉扉機構となっているので、かごが約 300mm も降下すれば自動的に閉まる。

かご戸は、通常、ドアゾーン（各階床レベル±200mm 程度）を外れれば制御盤から戸閉指令が与えられるため、自動的に閉まる。

## 4. 具体的に過負荷状態になりブレーキ保持力を超過してかごが降下した事故例

### (1) ドン・キホーテ新宿東口店のエレベーターのかご降下事故

- ① エレベーター仕様：定格速度 45m/min、定格積載量 600kg（9名） OTIS 社製
- ② 事故発生の日時：平成 17 年 3 月 27 日 16 時頃

- ③ 事故発生時の状況：1階で停止中の事故機に8名（うち、2名は4歳の子供）の乗客が乗り込んだ後、引き続き、後から来た3名の乗客が乗り込んだ時、過荷重警報ブザーが鳴り、エレベーターのブレーキがスリップし、かごは戸が開いたまま下降し始めた。かごの下降とともに戸は閉じたが、かごは約4.6m下のピット部まで降下し、緩衝器に衝突して停止した。この際、4名の乗客が頸椎捻挫等の怪我をした。

事故後の現場調査によると、過荷重警報ブザーは定格積載荷重の104%荷重で警報を発生しており、過荷重検出装置の機能は正常であったことが確認されている。

## (2) 東京大学柏キャンパスのエレベーターのかご降下事故

### ① 事故機の仕様

- ・ シンドラー製
- ・ 人荷用、積載 1250kg（19人乗り）、マシンルームレス
- ・ UCMP 非対応（旧法）

### ② 事故発生の日時：平成 22 年 11 月 11 日 午後

### ③ 事故の概要

- ・ 19名が1階（最下階は地下1階）から該当機に乗り込み。
- ・ 17名が乗ったところでエレベーターが下降開始。
- ・ 2名が乗り場に脱出。内1名は床の段差（膝までの高さ約30cm程度）の為に膝を打撲。
- ・ 下降しながら扉が閉まり始め、15名を乗せたまま地下1階で停止。
- ・ その後1階に上昇を開始。1階で停止。
- ・ 非常ボタンを押し、コールセンターに連絡が取れると同時に扉が開き脱出。

## 5. 結論

かご内の多くの人が入り込み、ブレーキ保持力を上回った場合、その際のかごの加速のための力はエレベーターの慣性に対して微小のため、かごの降下の加速度は、フリーラン加速度に比べ小さい。（港区の事例、金沢の事例はフリーラン）

従って、通常の乗客であれば、かご下降が始まって異常に気がつけば、かご出入口の上枠と乗場敷居との間に挟まれないように退避行動を起こし、挟まれ事故に至る可能性は少ないと思われる。

また、かご戸及び乗場戸も、かご床が大きくずれればいずれも閉まるので、下降中に昇降路内の部材等に触れて怪我をすることも無い。

昇降行程が長く、かごの速度が非常止め装置の作動速度を超えるようになれば、非常止め装置が作動し、作動しない速度で緩衝器に衝突した場合には、緩衝器の許容緩衝速度を多少超過している程度なので、かご内乗客が死亡事故にいたることはないと思われる。