

エレベータの群管理制御(上)

株式会社 エレベータ研究所

目次

- 1. 乗合運転の必然性
- 2. セレクティブ・コレクティブ (セレコレ)
 - 2. 1. 平均一周時間 (RTT)
 - 2. 2. 方向を考慮したかご位置
 - 2. 3. セレコレ距離
- 3. 群乗合全自動 (群乗合)
 - 3. 1. 平均運転間隔 (AI)
 - 3. 2. 団子運転

1. 乗合運転の必然性

- もしも、エレベータが乗客1人ずつ個別に輸送すると、1人を輸送するために、かごが現在いる階から乗客の乗車階までの運転と乗車階から降車階までの運転の合わせて2回の運転(2回の戸開閉を含む)が必要になり、乗客1人当たり少なくとも20秒のサービス時間が必要になる。従って、乗合運転しない場合は、単位時間当たりに輸送できる人数(μ)は1/20人未満になる。
- 一方、平常時には、上昇方向下降方向共に集中率(注1)3%の交通量があるとされている。通常は、概ね、居住人口250人当たり1台のエレベータが設置されるので、平常時に各方向の単位時間当たりに到着する人数($\lambda/2$)は1/40人となり、両方向合わせると、単位時間当たりに到着する人数(λ)は1/20人となる。平衡条件は $\lambda < \mu$ であり、平衡条件を満たさないと乗り場の待ち客数は時間と共に増加して、待ち客が乗り場に溢れることになる。そのために、平常時以上の交通量の時は、乗合運転をして一人当たりのサービス時間を短くして、 $\mu > \lambda$ を満たさざるを得なくなる。因みに、建物の階床数は固定なので、乗客数が多くなるほど μ が大きくなる(注2)。従って、かごの定員を大きくすることで平衡条件を満たすことができる。この時、待ち客数が増加すると乗客数が増加して μ が増加して待ち客数が減少する。待ち客数が減少すると μ が減少して待ち客数が増加する。このようにして一定の乗客数の乗合運転で平衡状態になって安定することになる。
- (注1)集中率は、5分間に到着する乗客数の居住人口に占める割合(百分率)
- (注2) r を一方向の平均乗車人数とすると、 $\mu = 2r / RTT$ である。RTTは、 r の増加に伴って停止回数が増加するために増加するが、停止回数はサービス階床数を超えることはないので、 r が一定数を超えるとRTTの増加は抑制され飽和する。

2. セレクティブ・コレクティブ(セレコレ)

- 運転方向と同一方向の乗客を乗合させる乗合運転方式

2. 1. 平均一周時間(RTT)

- セレコレは、運転方向と同一方向の呼びだけに応答するので、一方向の運転時には、運転方向と逆方向の呼びと背後の呼びが応答されずに残る。一方向の運転が終了後に逆方向の呼びが残っている場合は反転して逆方向の運転を開始する。逆方向の呼びが残っておらず、先程の方向の背後に発生した呼びだけが残っている場合は、反転して、一番遠方の呼びまで直行して反転する。セレコレは、このようにして、反転を繰り返しながら一周運転を繰り返す。着目している階から着目している方向で出発してから一周して再び着目している階から着目している方向に出発するまでの時間を一周時間と呼び、その平均を平均一周時間(RTT)と呼ぶ。

2. 2. 方向を考慮した階

- 最上階がT階の場合のx階の方向を考慮した階Xは、
(1) UP方向の場合は、 $X=x$ となる。
(2) DOWN方向の場合は、 $X=T+(T-x)=2T-x$ となる。

2. 3. セレコレ距離

- 方向を考慮した階 X から方向を考慮した階 Y に到着するまでのセレコレ距離 $|Y-X|$ は、

(1) $X \leq Y$ の時は、 $|Y-X| = Y-X$ 、

(2) $T \leq X$, $Y < T$ の時は、 $|Y-X| = x+y$

(3) $X < T$, $X > Y$ の時は、 $|Y-X| = 2T+Y-X = 2T+y-x$ 、

(4) $T \leq X$, $X > Y$ の時は、 $|Y-X| = x+T+(T-y) = x+Y = 2T+x-y$

となる。

(1) は順呼びまたはUP方向の逆呼び(DOWN呼び)までのセレコレ距離、

(2) はDOWN方向の逆呼び(UP呼び)までのセレコレ距離、

(3) はUP方向の背後呼び(UP呼び)までのセレコレ距離、

(4) はDOWN方向の背後呼び(DOWN呼び)までのセレコレ距離に相当する。

3. 群乗合全自動(群乗合)

- 呼びには、セレコレ距離が最も近いかごが応答する。その結果、各かごは先行するかごの背後呼びを分担して応答することになる。群乗合全自動の場合は、かごの運転間隔の制御を行っていないために、直ぐに団子運転状態に陥って平均待ち時間が悪化する欠点がある。

3. 1. 平均運転間隔 (AI)

- 先行かごが着目している階を着目している方向に出発した (通過した) 時点から後続かごが着目している階を着目している方向に出発した (通過した) 時点までを運転間隔と呼び、その平均を平均運転間隔 (AI) と呼ぶ。 $AI = RTT / \text{台数}$ となる。基準階を除くサービス階床数を N とすると、半周 ($RTT / 2$) 毎に N 階床移動するから、 RTT の間には $2N$ 階床移動し、 AI の間には $(2N / \text{台数})$ 階床移動する。従って、各かごは、 AI の間に先行かごの背後にある $(2N / \text{台数})$ 階床分の呼びに応答する。

3. 2. 団子運転

- 先行かごと後続かごの運転間隔が長くなると、その間の呼びの発生が多くなり、後続かごがそれらに応答するため運転間隔が更に長くなる。逆に、先行かごと後続かごの運転間隔が短くなると、その間の呼びの発生が少なくなり、運転間隔が更に短くなる。簡単のため、いずれも平均一周時間RTT、平均運転間隔AI ($AI = RTT / 2$) で運転している2台のかご(#1、#2)の例では、#1と#2の運転間隔が長くなると、#2と#1の運転間隔が短くなるが、一旦長くなった運転間隔は更に長くなる傾向があり、一旦短くなった運転間隔は更に短くなる傾向があるため、運転間隔が等間隔から一旦外れると団子運転状態に陥ることになる。