

# ポストセレコレの必然性

株式会社 エレベータ研究所

# 1. 結論

- 2台以上のエレベータシステムは、ユニバーサルデザインの観点などから必然的にNUCLEUS方式となる。[1]
  - NUCLEUSは、4台以上のシステムでは群当たりの台数が最小の2台という厳しい条件下で、ポストセレコレの逆呼びに応答可能などの特長を駆使して、平均一周時間の半減するなどして背後呼びに対して最大RTT/4での応答を可能にし、セレコレでは不可能だった平均待ち時間半減と輸送能力倍増の両立を実現している。そして、2台のシステムではダイナミックな分散待機方式によって平均待ち時間を半減している。NUCLEUSがこのような奇跡を実現できたのは、個々のエレベータの運転操作方式がポストセレコレだからである。
  - 1台単独設置の場合、  
セレコレの平均待ち時間がRTT/2であるのに対して、  
 $(2 + \alpha)RTT/8$ となり、25%~35%短縮される。ここで、 $\alpha$ は基準階で乗降する乗客の割合である。  
セレコレの平均サービス完了時間が $(8 + \alpha)RTT/12$ であるのに対して、  
 $(23 + 5\alpha)RTT/48$ となり、ピーク時( $\alpha = 1$ )で22%短縮される。その結果ピーク時の輸送能力は28%増加する。[2]
- 輸送性能向上と省エネ(注)の観点から1台単独設置の場合も運転操作方式は必然的にポストセレコレになる。

## [1]NUCLEUSの必然性

## [2]ポストセレコレ

(注)ポストセレコレはピーク時の平均待ち時間が短く、平均乗車人数が少なくなるため電動機容量を小さくできる。消費電力は電動機容量に比例して少なくなる。契約電力(基本料金)はピーク時の消費電力量 = 電動機容量 × 輸送時間から決定されるが、輸送能力が高いために輸送時間が短くなり、消費電力量が減少する。そのため、ポストセレコレにすると、省エネになり、エネルギーコストも低減できる。

## 2. セレコレの2台群管理システム

- #1が#2より先行しているものとする。一旦#2が#1に接近すると、#1は#2の背後呼びを全て分担するため乗車人数が多くなり、#1が遅れて#2に更に接近する。#2が#1に接近すると#2が分担する乗車人数が少なくなって#2は#1に更に接近する。このように正帰還がかかるため、2台はすぐに団子状態になって、2台分の乗客を先行する#1が1台で輸送するようになり全階に停止するようになるが、交通量が多い場合は、やがて#1が積み残した乗客と#1の背後呼びに応答して#2の一周時間も長くなり、#1と#2の両方が全階に停止しながら一周するようになり、平均一周時間が長くなるため平均運転間隔(AI)が長くなり、平均待ち時間が長くなる。交通量が少ない場合は#2が先に反転して順序が入れ替わる。そして、このように2台の順序が入れ替わりながら団子状態が継続する。
- セレコレの2カー群乗合システムでは運転間隔がランダム( $k=1$ )であり、必ず1台目に乗車できるため、平均 $n$ 台目に乗車するとした場合の平均待ち時間 $\{AI(1+1/k)/2\} + (n-1)AI$ が $RTT/2$ になる。因みに等間隔の場合は $k=\infty$ になる。群乗合の平均待ち時間が $RTT/2$ になることは、団子状態になると、2台1組になって $RTT$ で一周することからも求められる。
- セレコレの2台群管理システムでは、平均待ち時間を短縮するためには、等間隔制御が必須であり、そのために、長い運転間隔中の呼びの積み残しが発生するため、平均待ち時間を $RTT/4$ にするのは不可能であり、平均待ち時間は $RTT/4 \sim RTT/2$ と長くなる。
- 行き先階登録・即時予報方式にすると、割り当て変更が不可能になり、基準階以外の呼びの平均待ち時間は $n=1.5$ となるため、 $RTT/2$ となり、基準階の行き先階呼びには、即時予報された1台だけが応答するため平均待ち時間が $RTT/2$ となるため、トータルの平均待ち時間は $RTT/2$ となる。

# 3. ダイナミックな分散待機方式の概要

- サービス階を2セクタ(S1, S2)に分割して、一方のかごがS1に出発階がある呼びを分担し(S1分担)、他方のかごがS2に出発階がある呼びを分担する(S2分担)。
- 基本的には、S1にいるかごがS1分担となり、S2にいるかごがS2分担となる。
- 各かごは分担セクター内で上下運転する待機運転と分担セクターから他方のセクターへ移動する乗客の呼びにも応答して他方のセクタへ移動する遷移運転のいずれかを行う。
- 一方のかごが遷移運転で遷移先のセクタに到着した時に他方のかごが遷移運転を行っていない場合に限り、2台のかごが同一セクタに偏在するが発生するが、その場合は遷移したかごが遷移セクタからの遷移呼びに応答して元のセクタに戻る。
- 2台が同時に待機運転を行うか、同時に遷移運転を行うように制御すれば(3. 参照)、平均待ち時間を $RTT/4$ 未満に短縮できる(4. 参照)。
- 従って、他の行き先階登録方式の群管理システムより短い平均待ち時間を実現できる。



# 4. ダイナミックな分散待機方式の制御

- 初期状態はSTAYモード。遷移呼び(出発階と行き先階のセクタが異なる:セクタ外への呼び)が発生するとSWAPモードになる。両方のかごがセクタ内の逆呼びに応答するとSTAYモードになる。
- ①いずれのモードでも、各かごはセクタ内への順方向の呼びには応答する。
- ②STAYモードでは、各かごはセクタ内の逆方向の呼びに応答するが、遷移呼びには応答せずに待機運転を行う
- ③SWAPモードでは遷移呼びには応答するが逆呼びには応答せずに遷移運転を行う。
- ④遷移運転で到着したセクタに遷移呼びが残っている時にはSWAP中断モードになる。
- ⑤SWAPモードでは、遷移運転で到着したセクタでセクタ分担かごになる。両方のかごが遷移先のセクタに到着した時点でSTAYモードに戻る
- ⑥SWAP中断モードでは、遷移運転をしているかごが遷移先の遷移呼びに応答して遷移運転を行い、他方のかごが待機運転を行う。遷移運転を行っているかごが元のセクタるとSTAYモードに戻り、両方のかごが待機運転を行う。

# 5. ダイナミックな分散待機方式の性能

(1) STAYモードでは、

①セクタ内呼びの平均待ち時間： $RTT/8$ (注1)

②遷移呼びの平均待ち時間： $3RTT/16$ (注2)

(2) SWAPモードでは、

①セクタ内呼びの平均待ち時間： $3RTT/16$ (注3)

②遷移呼びの平均待ち時間： $RTT/4$ (注4)

(3) SWAP中断モードでは、

①セクタ内呼びの平均待ち時間： $3RTT/16$ (注5)

②遷移呼びの平均待ち時間： $3RTT/16$ (注6)

(注1) フェーズのサービス時間の平均が $RTT/4$

(注2) 逆呼びに応答していない時は $RTT/8$ で、応答している時は $RTT/4$

(注3) 順呼びは $RTT/8$ で、逆呼びは相手かごが $RTT/4$ で応答

(注4) 相手かごが $RTT/4$ で応答

(注5) かごが2台いるセクタは $RTT/8$ 、かごがないセクタは $RTT/4$ で応答

(注6) かごが2台いるセクタは $RTT/8$ 、かごがないセクタは $RTT/4$ で応答

# 6. ポストセレコレ

- セレコレは上昇・下降の2つの運転フェーズがサービス時間の単位であるのに対して、
- ポストセレコレはS1上昇・S1下降・S2上昇・S2下降の4つの運転フェーズがサービス時間の単位であり、
- 待機運転はS1上昇とS1下降またはS2上昇とS2下降を組み合わせ実現でき、遷移運転はS1上昇とS2上昇またはS2下降とS1下降を組み合わせ実現できる。
- ダイナミックな分散待機をはじめ、NUCLEUSの機能を実現するためには、個々のエレベータの運転操作方式はポストセレコレでなければならない。