

モダニゼーション

株式会社 エレベータ研究所

背景

従来の交通計算は、ロビー階で定員の80%が乗車し、それぞれの乗客がロビー階を除くN階床のサービス階で等確率で降車するというUPピーク用の確率モデルを用いて停止回数の期待値(予想停止数)を求め、昇降行程/予想停止回数で平均走行距離を求め、平均走行距離の平均走行時間を求め、(平均走行時間+扉開閉時間)×予想停止数+乗客の乗降時間に基づいてRTT(平均一周時間)を計算し、定員×0.8×300/RTTで5分間輸送人数を求め、5分間輸送人数の居住人口に占める百分率が5分間輸送能力である。昼食時は、UPピークと同規模の交通量がある入館交通(ロビー階からロビー階以外のサービス階に向かう交通)とUPピークと同規模の交通量がある退館交通(ロビー階以外のサービス階からロビー階に向かう交通)と居住階間交通(ロビー階以外のサービス階からロビー階以外のサービス階に向かう交通)があり、入館交通や退館交通が90%を占め、居住階間交通が10%を占めていると言われている。昼食時の交通計算を行うためには、ロビー階以外でも乗車する確率モデルで計算できなければならない。当初の設置計画においては、一社占有ビルや中央官公庁ビルでは、昼食時も考慮して、UPピーク用の確率モデルで計算された5分間輸送能力が20%~25%必要であるとしていたが、出勤時の実際のピークの交通量は12%程度であることを根拠にして、設置台数の半減が要求されるのが一般的だった。更に、その後DCS方式が設置台数削減を謳ったこともあり、多くのエレベータシステムは昼食時に輸送能力が大幅に不足している。そのため、昼食時に輸送能力を大幅に向上させるモダニゼーションが必要になる。

解決手段

- (1) 乗り場行先階登録釦方式を用いて、出発階合致呼び、行先階合致呼び、乗降階合致呼びを乗合させて予想停止回数を削減し、乗客数が増加してもRTTを短縮し輸送能力を向上する。
- (2) サービス階をセクタに分割し、複合群管理システムNUCLEUS(M方式)を用いて、出発階合致呼び、行先階合致呼び、乗降階合致呼びの発生確率を増大させ、昇降行程を短縮することでRTTを短縮し輸送能力を向上する。
- (3) ポストセレコレを用いて、上方向呼びと下方向呼びや背後呼びの乗合を可能とし、例えば、3階から1階に向かう呼び $3 \rightarrow 1$ と3階から5階に向かう呼び $3 \rightarrow 5$ を出発階合致呼びにしたり、加えて1階から5階に向かう背後呼び $1 \rightarrow 5$ があれば、これらを乗り合わせて、 $3 \rightarrow 1 \rightarrow 5$ と運転するなどして、RTTを短縮し輸送能力を向上する。

期待される効果

- (1) 昼食時のRTTはDCSと同程度に短縮できるので、DCSと同様の輸送能力向上が実現できる。
- (2) 昼食時の平均待ち時間($RTT/4$)は、DCSの平均待ち時間($RTT/2$)の半分に短縮できる。
- (3) 稼働率向上・輸送性能維持向上メンテナンスが可能になり、顧客の要求する稼働率と輸送性能を実現する次世代のメンテナンス(エレベータシステムマネジメント)が可能になる。
- (4) 火災時のエレベータ利用避難が可能になる。
- (5) エレベータが2台単位でモジュール化されるので、BIMと連携した火災時避難経路やレントブル比や輸送性能や初期費用を考慮したエレベータシステムの計画設計が可能になる。
- (6) セレコレとは異なり、少ない乗車人数でも平衡条件を満たすことができるので、かご内の混雑が緩和されることに加えて、乗車逆順降車方式なので、乗降時の乗客の交錯も少なく、エレベータを快適に利用できる。

8台群管理システムの場合

- (1)ロビー階(L)を除くサービス階を4セクタ(S1, S2, S3, S4)に分割する。例えば、L=1階、S1=2階~6階、S2=7階~11階、S3=12階~16階、S4=17階~21階
- (2)①M6:L→S2、S2→L、S1→S1、S2→S2、S1→S2、S2→S1を分担して応答する2台群管理システム
- ②M7:L→S3、S3→L、S3→S3、S4→S4、S3→S4、S4→S3を分担して応答する2台群管理システム
- ③M8:L→S1、S1→L、S1→S3、S2→S3、S3→S2、S3→S1を分担して応答する2台群管理システム
- ④M9:L→S4、S4→L、S1→S4、S2→S4、S4→S2、S4→S1を分担して応答する2台群管理システム

の4群でNUCLEUS(M方式)の複合群管理システムを構成する。

6台群管理システムの場合

- (1)ロビー階(L)を除くサービス階を3セクタ(S1, S2, S3,)に分割する。
例えば、L=1階、S1=2階~6階、S2=7階~10階、S3=11階~15階
- (2)①M3:L→S1、S1→L、S1→S1、S1→S2、S2→S1を分担し応答する2台群管理システム
- ②M4:L→S2、S2→L、S2→S2、S2→S3、S3→S2を分担し応答する2台群管理システム
- ③M5:L→S3、S3→L、S3→S3、S1→S3、S3→S1を分担し応答する2台群管理システム

の3群でNUCLEUS(M方式)の複合群管理システムを構成する。

4台群管理システムの場合

- (1)ロビー階(L)を除くサービス階を2セクタ(S1, S2)に分割する。例えば、L=1階、S1=2階~6階、S2=7階~10階
- (2)①M1:L→S1、S1→L、S1→S1、S2→S2を分担し応答する2台群管理システム
- ②M2:L→S2、S2→L、S1→S2、S2→S1を分担し応答する2台群管理システム
- の2群でNUCLEUS(M方式)の複合群管理システムを構成する。

2カー・3カーの場合

- (1) ロビー階(L)を除くサービス階を2セクター(S1, S2)に論理的に分割する。
- (2) $M0:L \rightarrow S1 \cup S2$ と $S1 \cup S2 \rightarrow L$ と $S1 \cup S2 \rightarrow S1 \cup S2$ を分担し応答する2台群管理システムにモダニゼーションする。
- (3) 各階の2台の扉の間には $L \cup S1 \cup S2$ の乗り場行先階登録釦が設置される。
- (4) 行先階がS2に含まれる呼び $S1 \cup L \rightarrow S2$ と $S2 \rightarrow S2$ に応答する半周と行先階が $L \cup S1$ に含まれる呼び $S2 \rightarrow S1 \cup L$ と $S1 \cup L \rightarrow S1 \cup L$ に応答する半周を交互に繰り返すことで一周する。2台が各半周を交互に分担する。平均運転間隔が $RTT/2$ となり、平均待ち時間が $RTT/4$ となる。

1カーの場合

- (1) ロビー階(L)を除くサービス階を論理的に2セクタ(S1, S2)に分割する。
- (2) 行き先階がS2に含まれる呼びS1 UL→S2とS2→S2に応答する半周と行き先階がS1 ULに含まれる呼びS2→S1 ULとS1 UL→S1 ULに
応答する半周を交互に繰り返して平均一周時間RTTで一周する。平均
待ち時間はRTT/2となる。

ポストセレコレ

- ポストセレコレは、乗り場行先階登録方式を活用して、セクタ内の逆呼びや背後呼びも乗り合わせすることによって停止回数を削減してRTTを短縮する運転操作方式であり、通常の一方向出入り口の場合は乗車逆順降車方式(最後に乗車した乗客が最初に降車する方式)を採用している。
- 応答経路の制御においては、プッシュダウンスタックを用いて、応答して乗車した乗客の行先階を順次プッシュダウンするようにする。(1)かごの現在階と同じセクタ内に出発階と行先階がある呼びがある場合、
 - ①応答中の呼びの出発階と一致する場合は出発階合致呼びとして乗車させる。複数ある場合は、他の呼びと乗降階合致でも行先階合致でもない呼びの待ち客から順に乗車させる。
 - ②呼びの出発階と一致する場合は乗降階合致呼びとして出発階に移動してその階が行先階の乗客全員を降車させた後その階を出発階とする待ち客を乗車させる。
 - ③呼びの行先階と一致する場合は行先階合致呼びとしてその呼びの出発階に移動して待ち客を乗車させる。
- (2)かごの現在階と異なるセクタ内に出発階と行先階がある呼びがある場合、その出発階を行先階とする呼びに、異なるセクタ内でのその出発階の応答順序とは逆順でその出発階を行先階とする呼びまたは行先階が合致する呼びの出発階に応答し、その後、行先階が異なるセクタ内に出発階と行先階がある呼びの出発階と行先階のいずれとも合致しない呼びの出発階に応答することで、いずれとも合致しない呼びの乗客を降車させた後、現在階と異なるセクタ内で停止回数が低減される応答経路で運転する。

昼食時のRTT(M6)

- 基準階での乗降割合を α (昼食時には、 $\alpha=0.9$)、基準階を除くサービス階床数を N 、平均乗車人数を r 、セクタ長を $2n$ ($n=N/\text{設置台数}$)階とすると、昼食時には、 $RTT=200$ 秒、 $r=20$ 人となり、
- (1) $L \rightarrow S1 \rightarrow S2$ の半周では、
- $S1$ 内の予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-(1-\alpha)r/4n}\}$ で0.91回となり、 $S2$ 内の予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{(\alpha-3)r/4n}\}$ で4.93回となる。
- (2) $S2 \rightarrow S1 \rightarrow L$ の半周では、
- $S2$ 内の予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-(1+\alpha)r/4n}\}$ で4.89回となり、 $S1$ 内の予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-3(1-\alpha)r/4n}\}$ で2.26回となる。

昼食時のRTT(M7)

昼食時には、RTT=204秒、 $r=20$. 4人になり、

(1) L→S3→S4の半周では、

S3内の予想停止回数は、 $2n\{1-e^{-(1+\alpha)r/4n}\}$ で4.89回となり、

S4内の予想停止回数は、 $2n\{1-e^{-3(1-\alpha)r/4n}\}$ で2.26回となる。

(2) S4→S3→Lの半周では、

S4内の予想停止回数は、 $2n\{1-e^{-(1-\alpha)r/4n}\}$ で0.91回となり、

S3内の予想停止回数は、 $2n\{1-e^{(\alpha-3)r/4n}\}$ で4.93回となる。

昼食時のRTT(M8)

- $L \rightarrow S1 \rightarrow S2 \rightarrow S3$ と半周し、 $S3 \rightarrow S2 \rightarrow S1 \rightarrow L$ と半周して一周する。
- 昼食時には、 $RTT = 243$ 秒、 $r = 24$ 人になる。

(1) $L \rightarrow S1 \rightarrow S2 \rightarrow S3$ の半周では、

- $S1$ 内での予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-(1+\alpha)r/4n}\}$ で4.95回となり、
 $S2$ 内での予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-(1-\alpha)r/4n}\}$ で1.07回となり、
 $S3$ 内での予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-2(1-\alpha)r/4n}\}$ で1.91回となる。

(2) $S3 \rightarrow S2 \rightarrow S1 \rightarrow L$ の半周では、

- $S3$ 内での予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-2(1-\alpha)r/4n}\}$ で1.91回 となり、
 $S2$ 内での予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-(1-\alpha)r/4n}\}$ で1.07回 となり、
 $S1$ 内での予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-(1+\alpha)r/4n}\}$ で4.95回となる。

昼食時のRTT(M9)

- $L \rightarrow S1 \rightarrow S2 \rightarrow S4$ と半周し、 $S4 \rightarrow S2 \rightarrow S1 \rightarrow L$ と半周し一周する。
- 昼食時には、 $RTT = 210$ 秒で、 $r = 21$ 人となり、
(1) $L \rightarrow S1 \rightarrow S2 \rightarrow S4$ の半周では、
 - $S1$ 内と $S2$ 内での予想停止回数は、各々 $2n\{1 - e^{-(1-\alpha)r/4n}\}$ で0.95回となり、 $S4$ 内での予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-r/2n}\}$ で4.93回となる。
- (2) $S4 \rightarrow S2 \rightarrow S1 \rightarrow L$ の半周では、
 - $S4$ 内での予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-r/2n}\}$ で4.93回となり、
 - $S2$ 内と $S1$ 内での予想停止回数は、各々、 $2n\{1 - e^{-(1-\alpha)r/4n}\}$ で0.95回となる。

参考 昼食時のRTT(DCS)

- 昼食時には、両方向の交通が同時にあり、セレコレは一方向ずつしか輸送できないため、8台の乗り場行先階登録方式の従来の群管理システム(DCS)の場合は、4台ずつの群がお互いに逆方向の呼びを交互に分担しあうことになる。基準階以外のサービス階床数をNとすると、各かごが分担する行先階呼びは $n = N / \text{設置台数}(8)$ として、 $2n$ 階床ずつの行先階(行先エリア)の呼びと行先エリアと基準階間の呼びになる。昼食時には、 $RTT = 234$ 秒、 $r = 23.4$ 人となり、
 - (1)上昇方向の半周では、
 - 行先エリア内での予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-(\alpha-5)r/8n}\}$ で4.96回となり、
 - 行先エリア外での予想停止回数は、 $6n\{1 - e^{-(1-\alpha)r/8n}\}$ で1.66回となる。
 - (2)下降方向の半周では、
 - 行先エリア内での予想停止回数は、 $2n\{1 - e^{-(\alpha-5)r/8n}\}$ で4.96回となり、
 - 行先エリア外での予想停止回数は、 $6n\{1 - e^{-(1-\alpha)r/8n}\}$ で1.66回となる。