

エレベータの群管理制御(中)

株式会社 エレベータ研究所

目次

- 4. 群管理
- 4. 1. 交通パターン
- 4. 2. 呼び割り当て方式
- 4. 3. RTTは群乗合より短くなるか？
- 4. 4. 平均待ち時間
- 4. 5. 即時予報
- 4. 6. 割り当て変更
- 4. 7. 乗り場行先階登録釦方式
- 4. 8. 理想的な群管理方式
- 4. 9. ゾーニング方式
- 4. 10. スカイロビー方式
- 4. 11. 昼食時ピーク
- 4. 12. 群管理方式の限界

4. 群管理

- 群管理は、交通パターンに合わせてエレベータ群を効率的に制御する点で、群乗合とは異なる。
 - (1) 乗合が不要な閑散時には、交通量が少なく、待機できる余裕があるので、全高にわたって全てのかごが均等に分散して待機して、呼びが発生した時に最短時間で応答できるように分散待機する。
 - (2) アップ方向・ダウン方向同量の呼びがランダムにランダムな階で乗合が必要な交通量の呼びが発生する平常時には、全てのかごが等間隔で運転するように呼びの割り当てを制御する。
 - (3) 基準階から居住階に向かう交通が主に発生するアップピーク(出勤時)には、輸送終了した空かごを基準階復帰させる。
 - (4) 居住階から基準階に向かう交通が主に発生するダウンピーク(退勤時)には、輸送終了した空かごを上方階に呼び戻す。

4. 1. 交通パターン

- ビル内の交通には、いくつかの顕著な交通パターンが出現する。これらの交通パターンの特性を活用することで輸送性能(平均待ち時間)を向上させることができる。
- (1)閑散時:休日や夜間には、交通量の少なく乗合が不要な閑散時の交通パターンが出現する。
- (2)平常時:通常の勤務時間帯には、交通量はそれほど多くはないが、ランダムな時刻にランダムな階に両方向に乗合が必要な交通量の平常時の交通パターンが出現する。
- (3)出勤時:出勤時間帯には、主には基準階から居住階に向かう大きな交通量の交通パターンが出現する。
- (4)退勤時:退勤時間帯には、主には居住階から基準階に向かう大きな交通量の交通パターンが出現する。
- (5)昼食時:昼食時間帯には、主には基準階と居住階の間の両方向の大きな交通量の、エレベータシステムにとっては最も厳しい交通パターンが出現する。

4. 2. 呼び割り当て方式

- 呼びを各かごに仮割り当てしてその後の運行を予測して、平均待ち時間などの指標を用いて計算される評価関数が最適になるかご(判定にファジー推論やニューラルネットワークによるパターン識別が用いられることもある)に呼びが割り当てられる。呼びが割り当てられた(即時予報された)かごだけがその呼びに応答し、他のかごはその呼びに応答せずに通過する。UP/DN釦を用いた呼び割り当て方式の場合は割り当て変更によって運転間隔内に到着した乗客の積み残しを防止して $n=1$ にできるが、乗り場行先階釦を用いた呼び割り当て方式の場合は、運転間隔内に到着した乗客を停止回数を減らすために選別して一部の乗客だけを先着かごに分配し、残りの乗客は後続のかごに分配して積み残しする方式では、割り当て変更が困難なこともあって、AIは短縮されるが、 $n>1$ となり、平均待ち時間が長くなることに注意しなければならない。

4. 3. RTTは群乗合より短くなるか？

- (1) UP/DN釐方式の場合は、個々のAIには、先行かごの背後の $2N$ ／台数階床分の現在分担しているエリア内の呼びしか割り当てられないが、AI後には先行かごの位置に移動して前のAIに先行かごが分担していたエリア内の呼びが自かごに割り当てられることになる。このようにして、RTTの間には $2N$ 階床分の呼びに応答することになり、RTTは群乗合と同じになる。
- (2) 行先階釐方式の場合は、各かごには $(N$ ／台数)階床分の行先階呼びだけを割り当てるようにすればRTTは短くなる。ただし、その場合は、 $n = (1 + \text{台数}) / 2$ となって、平均待ち時間が、 $RTT / 2$ と長くなる。

4. 4. 平均待ち時間

- 乗客の平均待ち時間AWTは、運転間隔の確率分布がアーラン分布に従うとして、その位相を k とし、平均 n 台目に到着するかごに乗車できるとすると、
- $AWT = AI(1 + 1/k) / 2 + (n - 1) AI$
- となる。運転間隔が等間隔に制御されると、等間隔に近づくに従い k は大きくなり、等間隔になると $k = \infty$ となる。
- 運転間隔が(無制御のため)ランダムになると、 $k = 1$ となる。
- また、積み残しが無視できるような交通需要の下では、先着かごが通過することが無く、待ち客全員が先着かごに乗車できる群乗合の場合は、 $n = 1$ となる。一方、先着かごが通過することもある呼び割り当て方式の場合は、 $n > 1$ となる。

4. 5. 即時予報

- 最近の群管理システムでは、乗客の乗車時の移動時間を確保するために、呼びが割り当てられて応答するかごを、ホールランタンなどを用いて即座に予報表示する。

4. 6. 割り当て変更

- 即時予報したかご以外が先着した場合に、先着かごに割り当て変更して案内表示することで $n=1$ を維持して平均待ち時間の悪化を防止する。UP/DN釦方式の場合は、呼び釦とホールランタンがいずれも矢印で対応しており、多少離れた位置からもホールランタンの視認性が高いので、割り当て変更に伴う混乱は余り問題にならないが、乗り場行先階登録方式の場合は、割り当て変更を混乱なく案内表示することは困難なので割り当て変更ができない。将来の呼びの発生を予測するのは不可能であるから、即時予報しているかご以外が先着するのを予防できない。そのため、乗り場行先階登録方式の場合は、 $n>1$ となって、平均待ち時間が長くなる。

4.7. 乗り場行先階登録方式

- 乗り場行先階登録方式は、行先階呼びの割り当てを制御することによって停止回数を減らして、RTTを短縮して輸送能力を向上することができるが、交通量が増加すると、RTTを短縮した場合はnが増加する(注)ので平均待ち時間が悪化する。
- (注) 昼食時ピークなど交通量が多く輸送能力向上が必要な時には、基準階を出発するかごを順に#1、#2、#3、#4、#5、#6、#7、#8とすると、各かごが出発するまでの運転間隔に基準階には全ての行先階の乗客が到着する。RTTを短縮するために、各かごは行先階呼びを均等に分担するものとする。#1が出発する時に行先階の部分集合C1~C8の乗客がそれぞれ#1~#8に乗車したとする。そうすると#1が出発するまでに到着したC1は1台目のかごに、C2は2台目のかごに、C3は3台目のかごに、C4は4台目のかごに、C5は5台目のかごに、C6は6台目のかごに、C7は7台目のかごに、C8は8台目のかごに乗車することになる。次に、#1が出発後に#2が出発するまでに到着したC1~C8の乗客は、停止回数を減らすために、C2は1台目の#2に、C3は2台目の#3に、C4は3台目の#4に、C5は4台目の#5に、C6は5台目の#6に、C7は6台目の#7に、C8は7台目の#8に、C1は8台目の#1に乗車する。#3~#8が出発するまでに到着したC1~C8の乗客も同様にして、停止回数を減らすために、1台目~8台目に出発するかごに分かれて乗車することになる。乗客はエレベータの運行とは独立に到着するので、C1~C8の乗客がどの運転間隔に到着する確率も等しいので、 $n = (\text{台数} + 1) / 2$ になる。そのため、等間隔($1/k=0$)の時に、台数とは無関係に $AWT = AI / 2 + (n - 1) AI = RTT / 2$ になる。
- つまり、台数で固定的に分割された行先階毎にそれぞれ1台のかごだけが応答した場合と同じになる。

4. 8. 理想的な群管理方式

- 運行を遅れさせるような時間調整をせずに等間隔制御された群乗合が実現すれば、即時予報精度が向上し、平均待ち時間が最小になり、乗客数が最小となって、RTTが最小になり、積み残しが発生しない規模の交通量の建物では、理想的な群管理方式が実現する。
- ただし、セレコレを用いた群管理方式では、輸送能力の向上と平均待ち時間の両立が必要な高層オフィスビルや超高層ビルの昼食時ピークに良好な平均待ち時間を実現するのは不可能であり、そのような用途には、ポストセレコレ(5. 参照)を用いた複合群管理システム(6. 参照)を適用することになる。

4. 9. ゾーニング方式

- 基準階を除くサービス階を10～15階床のゾーンに分割して、それぞれのゾーンに群管理方式のエレベータを設置する。ゾーン間の交通のために乗り継ぎ階が設けられる。

4. 10. スカイロビー方式

- 超高層ビルでは、レントブル比を向上するために、建物の高さの2/3程度のところにスカイロビーが設置され、地上のロビーとスカイロビー間の交通を輸送するシャトルエレベータが設置され、高層階とスカイロビー間の交通を輸送するローカルエレベータが設置される。高層階へ行くためには、ロビーからスカイロビーまでシャトルエレベータで移動し、スカイロビーでローカルエレベータに乗り換えて目的階へ移動することになる。

4. 11. 昼食時ピーク

- 昼食時ピークの交通需要は、以下のように、出勤時ピーク、退勤時ピークの2倍程度の規模になる。

①基準階からアップ方向の交通が全交通量の45%

②基準階へのダウン方向の交通が全交通量の45%

③一般階間のアップ方向の交通が全交通量の5%

④一般階間のダウン方向の交通が全交通量の5%

を占める。

そして、①②の規模は、出勤時ピークと同程度であると言われている。

4. 12. 群管理方式の限界

- サービス階が20階以上であったり、高層ゾーンの場合には昼食時ピークにはRTTが300秒を超えて長くなるが、乗客の乗車時の移動距離の制約から、1群のエレベータの台数の上限は8台であり、平均待ち時間が非常に悪くなり、積み残しが頻発して利用者からクレームが頻出する。