

エレベーター設置計画におけるシャトルエレベーターによる乗り継ぎ影響の評価

鳥海 渉 (Wataru Toriumi)
株式会社日立ビルシステム

羽鳥 貴大 (Takahiro Hatori)
株式会社日立ビルシステム

1. はじめに

近年のビルの高層化に伴い、スカイロビー方式と呼ばれるエレベーターの設置方式が着目されてきています。スカイロビー方式とは図1に示す通り大容量急行エレベーターであるシャトルエレベーターと各目的階に対応するローカルエレベーターとを利用者に乗り継がせて各目的階まで移動させる方式を指します。

一般にエレベーターの設置を計画する際、シミュレーションによりエレベーターの待ち時間などを評価し、計画の良し悪しを判断します。シミュレーション結果を左右する重要な要素の一つとして利用者の流入条件が挙げられます。スカイロビー方式のビルでは、シャトルエレベーターによって利用者が集約され、ローカルエレベーターへ流入するため、ローカルエレベーターにとって特異な流入条件となります。しかし、シミュレーションの際にこの流入条件を考慮する場合としない場合とで結果にどのような違いがでるかは従来あまりよく調べられていませんでした。

そこで当社では、エレベーターの乗り継ぎを評価可能な人流シミュレーション技術を用いて、シャトルエレベーターがローカルエレベーターの待ち時間に与える影響について検証しましたので、その結果を紹介します。

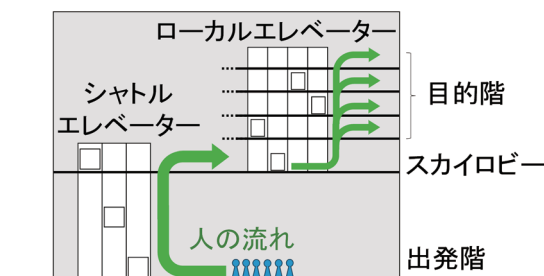


図1. スカイロビー方式

2. 検証に用いるシミュレーション技術

検証には図2に示す人流シミュレーション技術を用いました。この技術では、人の横方向の移動を管理する人流シミュレーションモデルと、高さ方向の移動を管理するエレベーター運行モデルとを連携させて、建物内の人の移動をシミュレーションします。事前に計算された最短経路上のエレベーターに人の目的地を自動で切り替えていくアルゴリズムにより、エレベーターの乗り継ぎもシミュレーションできます。

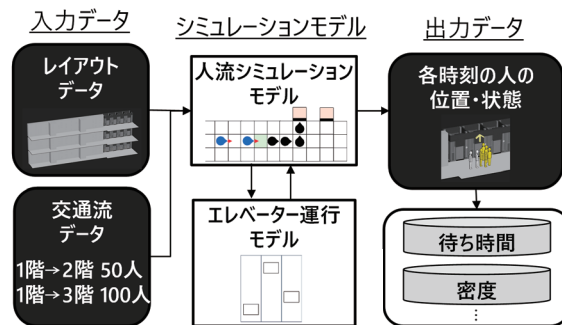


図2. 人流シミュレーション技術

技術講座

3. 検証条件

検証のため図3に示す34階建ての仮想ビルレイアウトを構築しました。利用者は1階から10階のスカイロビーまでをシャトルエレベーターで移動し、そこから低層、中層、高層の3通りのローカルエレベーターに分かれて各目的階まで移動します。

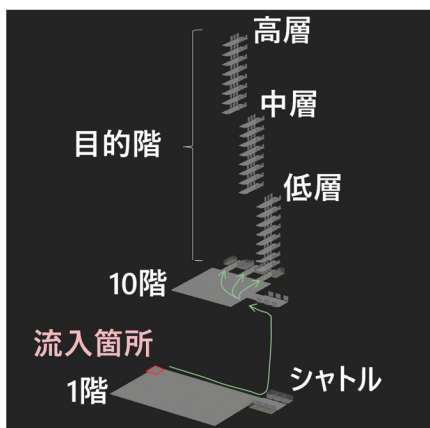


図3. シミュレーションレイアウト

それぞれのエレベーターは表1に示す設定としました。ただし、シャトルエレベーターによるローカルエレベーターの影響を評価するため、シャトルエレベーターの定員は条件によって変更します。

表1. エレベーター条件

	シャトル	低層	中層	高層
定員	50~70人	25人	28人	31人
定格速度	180 m/min	180 m/min	240 m/min	300 m/min
台数	6台	6台	6台	6台
ドア幅	1,800 mm	1,100 mm	1,100 mm	1,100 mm

以上の設定の下で、図4に示すようにスカイロビーからランダムな時刻で利用者を流入させた場合と、同一条件で1階から流入させシャトルエレベーターを介した場合とでローカルエレベーターの平均待ち時間の比較を行いました。

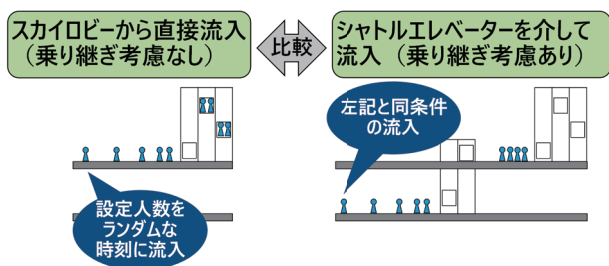


図4. 比較内容

なお、シャトルエレベーターは図5に示すように必ず決められた順番で出発するように運行させました。これはシャトルエレベーターの制御方式としてよく用いられるものの一つです。

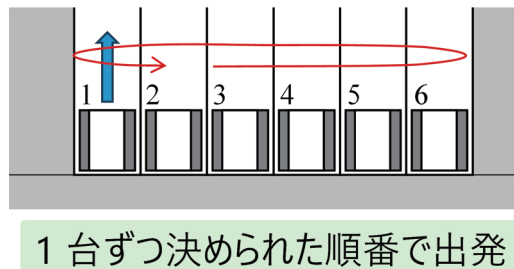


図5. シャトルエレベーターの制御方式

4. 検証結果

4.1 シャトルエレベーターの輸送能力の影響

まず、シャトルエレベーターの定員を50人、60人、70人に変えてそれぞれシミュレーションを行いました。流入に関しては設定された流入箇所にて5分間に720人のペースで30分間、利用者を流入させ続ける条件としました。5分間に720人という流入人数は表1で設定したエレベーター条件における交通計算上の輸送能力とほぼ同じ値であるため、このときの結果はピーク時の定常性能に相当します。

シミュレーション結果を図6に示します。結果は高層ローカルエレベーターのもののみを抜粋していますが、低層、中層でも同様の傾向が見られました。

図6の①から、シャトルエレベーターの定員が多い2条件ではシャトルエレベーターを介して流入させた方が、スカイロビーから直接流入させるよりローカルエレベーターの待ち時間が長くなる傾向があることが読み取れます。これらの差は統計的にも有意であることを確認しています。つまり、シャトルエレベーターの乗り継ぎによる流入条件の変化を考慮せずにシミュレーションを行うと、ローカルエレベーターの待ち時間を過少評価してしまうことがあることが分かりました。

技術講座

シャトルエレベーター輸送能力が低いとローカルエレベーター待ち時間は改善
 シャトルエレベーターの影響を考慮しないとローカルエレベーターの待ち時間を過少評価してしまう事例あり

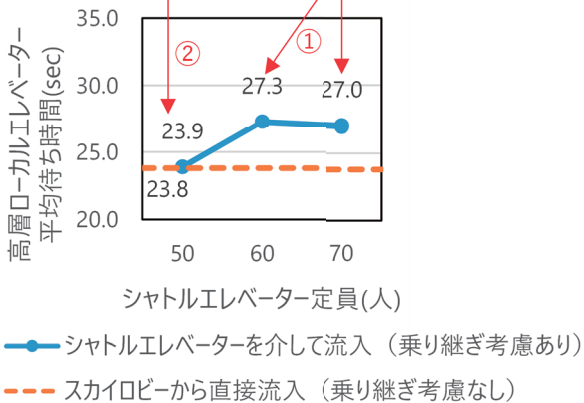


図6. シャトルエレベーター定員による高層ローカルエレベーターの平均待ち時間の違い

また、図6の②から、シャトルエレベーターの定員が50人のときにローカルエレベーターの平均待ち時間が少なくなる傾向があることが読み取れます。このとき、1階のシャトルエレベーターホールの様子を確認すると図7のようになり、定員50人の条件ではシャトルエレベーターの輸送力がやや不足することから、ローカルエレベーターへの流入量が若干緩和され、ローカルエレベーター待ち時間の改善につながったということが分かりました。

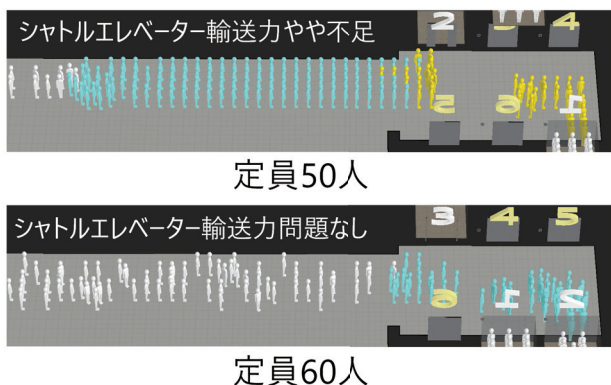


図7. シャトルエレベーターホールの様子

4.2 流入人数の影響

次に、流入人数に関して5分間に480人ペースという非ピーク時の条件で30分間のシミュレーションを行い、5分間に720人ペースとしたピーク時の条件との比較を行いました。結果を図8に示します。シャトルエレベーターの定員は60人としています。

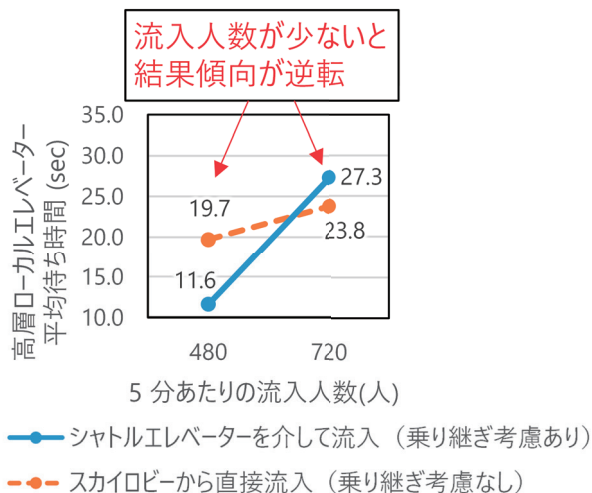


図8. 流入人数による高層ローカルエレベーターの平均待ち時間の違い

図8から、流入人数が少ないときは、スカイロビーから直接流入させた条件よりもシャトルエレベーターを介して流入させた条件の方がローカルエレベーターの平均待ち時間が縮小する傾向があり、流入人数が多いときと比べて結果の傾向が逆転していることが読み取れます。このときの高層ローカルエレベーターにおける乗り遅れ回数を図9に示します。図9から読み取れるように、非ピーク時にはピーク時にほとんど発生していなかった乗り遅れが多数発生しますが、シャトルエレベーターを介している場合は乗り遅れ回数が低減されていることが分かりました。一般にエレベーターの乗り遅れが発生すると、次のエレベーターが到着するまで多くの時間を待つことになるため、この乗り遅れ回数の違いが平均待ち時間の傾向の違いを生んでいると考えられます。

技術講座

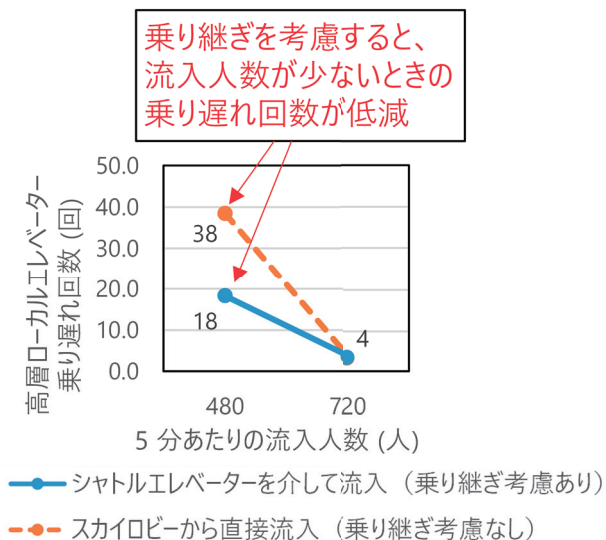


図9. 高層ローカルエレベーターの乗り遅れ回数

4.3 結論

以上をまとめると、シャトルエレベーターを介してローカルエレベーターに利用者を流入させた際のローカルエレベーター待ち時間は、スカイロビーから直接利用者を流入させ、乗り継ぎ影響を考慮しなかった際のローカルエレベーター待ち時間と比べて、条件により改善したり悪化したりすることが分かりました。

この検証では、単純化のために流入のペースを一定としましたが、一般にエレベーターの設置計画評価を行う際は変動する流入ペースでシミュレーションすることが多くみられます。すると、今回紹介した結果の傾向が複数組み合わせあって最終的な平均待ち時間に表れるため、乗り継ぎ影響を考慮せずシミュレーションした結果から乗り継ぎを考慮した場合の結果の傾向を予測することは困難になります。

これらのことから、スカイロビー方式のビルのエレベーターの設置を計画する際は、乗り継ぎ影響を考慮できるシミュレーション技術を用いて計画評価を実施することが望ましいといえます。

5. おわりに

エレベーターの設置計画を正しく実施することは建物の利用者とオーナー双方の価値を最大化するための必須事項であると考えています。そのために当社では、人流シミュレーション技術を開発し、エレベーターへの流入に影響を及ぼすさまざまな因子を考慮して計画を評価できるようにしました。このような最新技術を活用し、当社は今後もお客さまに最適な仕様の製品、サービスを提供していきます。