

省スペースで輸送力を向上させるダブルデッキ エレベーター

Double-Deck Elevators Saving Space and Increasing Handling Capacity

久保 進
KUBO Susumu

松本 敏明
MATSUMOTO Toshiaki

最近の超高層ビルでは、エレベーターの昇降路が占める面積を少なくして建物を有効に利用するために、スカイロビーを設けたシャトル エレベーターや、かごを二階建てにしたダブルデッキ エレベーターの採用などへの要求が高まっている。当社はこの要求にこたえるため、省スペースで輸送力を向上させることのできるダブルデッキ エレベーターを開発した。開発したダブルデッキ エレベーターでは、使い勝手上的な心理面を評価に組み込んだ運行管理システムと、適切な表示を行うインフォメーション システムの採用により、利用者にダブルデッキ エレベーターであることを感じさせないエレベーターを実現することができた。

Double-deck elevators and/or shuttle elevators are often applied in elevator planning for high-rise building design in order to reduce elevator hoistway space and increase rental space utility.

To meet these requirements, Toshiba has been developing double-deck elevators featuring space-saving and increased handling capacity. Other features include a newly designed elevator group control system based on a user-oriented evaluation method, and an information display system which displays appropriate messages so that passengers are unaware that the elevator is of the double-deck type.

1 まえがき

大規模な高層ビルでは、縦移動の主要な交通機関であるエレベーターを合理的に制御して、輸送力を確保するとともに、複雑な交通需要に効率よく対応することが求められている。

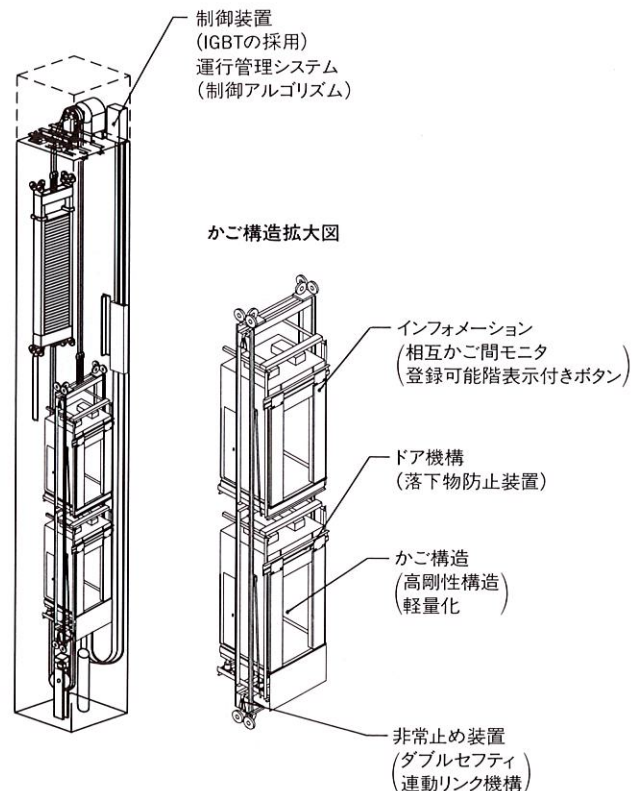
建物が高層化するとともに、エレベーターの台数は増加する傾向にあり、その昇降路の占める面積が増大することで、居室に使用できる建物有効面積が減少してしまう。このため、超高層ビルでは昇降路面積を少なくする手段として、建物の途中に設けられたスカイロビーへシャトルエレベーターで直行させる方法や、かごを二階建てにしたダブルデッキ エレベーターで1台当たりの定員を増加させる方法が必要となってきた。

当社ではこの要求にこたえるため、省スペースで輸送力を向上させることのできるダブルデッキ エレベーターを開発した。図1にシステム構成を示す。

ダブルデッキ エレベーターを構成するための要素として、大容量の制御装置、二階建てのかご構造、効率の良い運行管理などの技術があるが、ここでは、特に利用者の使い勝手に関する内容を中心に述べる。

2 かご構造

二階建てのかご構造とすることにより、質量が増加してしまうため、応力解析などのシミュレーション技術を駆使



IGBT: 絶縁ゲートバイポーラトランジスタ

図1. ダブルデッキエレベーターのシステム構成 二階建てのかご構造、運行管理システム、インフォメーションシステム、および制御装置と各種機械装置を装備している。

Configuration of double-deck elevator system

し、従来のかご構造に比べて高剛性にして軽量化を実現した。

非常時に安全にかごを停止させるように、かごの上下に取り付けた4個のセフティをリンク機構により同時に動作させる大容量の非常止め装置を開発した。

かごが二階建てのため、下かごで乗降時に上かごの床とエレベーターの乗場の床とのすき間からごみなどが落下すると、下かごの利用者に不快感をあたえてしまう。これを防止するため、下かごのドアの開閉と連動して上下かご間のすき間を遮へいし、快適性と安全性の向上を図った落物防止装置を開発した。

3 運行管理システム

3.1 運転方式

ダブルデッキエレベーターは、①上かごは偶数階だけ下かごは奇数階だけと1階床おきにサービスするダブル運転、②片方のかご(例えば下かご)だけを使うシングル運転、③ダブル運転とシングル運転を折衷させ偶数階と奇数階の制約なくサービスするセミダブル運転の、三つの運転方式がある。

各運転方式は表1に示す特徴をもっていて、それぞれの長所を生かすように、1日のなかで時間帯に応じて自動的に運転方式を切り換えるようにした。

表1. 運転方式別の特徴

Features of each operation mode

運転方式	長所	短所	適した時間帯
ダブル運転	3方式の中で輸送力がもっとも大きい。	偶数階と奇数階の間で直接移動できない。	・出勤時 ・昼食時 (輸送力重視)
セミダブル運転	偶数階と奇数階の制約なくサービスできる。	ダブル運転より輸送力が小さい。	・平常時 (使い勝手重視)
シングル運転	他のかごの制約を受けない。	3方式の中で輸送力がもっとも小さい。	・閑散時 ・専用運転 ・VIP 運転

3.2 アルゴリズムの開発

ダブルデッキエレベーターでは上下のかごが連結しているため、一方のかごが乗降の間はもう一方のかごは待たされたりする制約(この時間を“待たされ時間”と称する)が生じてしまう。このため、二階建てとすることで定員が2倍になっても、単純に輸送力は2倍とはならない。

そこで、複数のダブルデッキエレベーターで構成されたエレベーター群を効率よく運転するためには、かごが連結していることの制約を考慮にいれたダブルデッキエレベーター

特有の制御アルゴリズムが必要となる。特にセミダブル運転では、偶数階と奇数階の制約がなく制御の自由度が高まるため、アルゴリズムが重要となってくる。

アルゴリズムの開発にあたっては、かごが連結している制約から不便さがどうしても生じてしまうため、利用者の使い勝手上的心理面を、“待たされ時間”などの指標を新たに設け定量的に評価するようにした。

これらの指標を制御に組み込むことで、次のような独自の制御アルゴリズムを計算機シミュレーションで検証し、制御ルールの最適化を図った。

- (1) ダブル応答優先制御 連続した階の同一方向の乗場呼びは、1台の一度の停止で同時に応答できるように割り当てる。
- (2) 閑散時エントランス優先サービス 退勤時間帯以降に建物外部に直接通じる出発階に帰着するかごを優先して割り当てる。

3.3 シミュレーション検証

ファジィニューラルネット応用群管理システム⁽¹⁾で開発した制御理論をベースに、今回開発したアルゴリズムと組み合わせ、大規模な事務所ビルの高層バンクに使用した場合を想定し、計算機シミュレーションで検証を行った。

図2に示すように、乗場呼びの平均待ち時間が同じになる場合の1台当たりの輸送人員で比較して、シングルデッキエレベーターと比べて、セミダブル運転では1.3倍の輸送力を得ることができた。

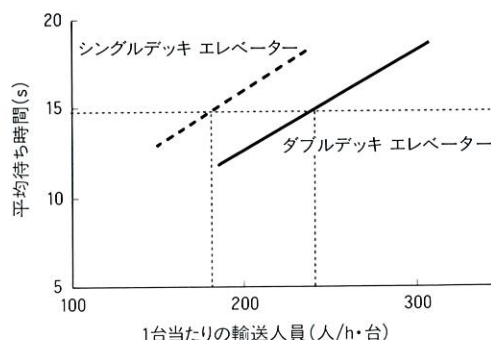


図2. シミュレーションの検証結果 同じ平均待ち時間(15s)の場合に、ダブルデッキエレベーターでは1台当たりで約1.3倍の人員を輸送できている。

Simulation results

これは、シングルデッキエレベーターで8台を必要とする場合に、ダブルデッキエレベーターでは6台で同じ輸送力を得られることを意味し、昇降路スペースを25%削減できることになる。

4 インフォメーション システム

4.1 エントランス インフォメーション

3章では、ダブルデッキエレベーターによる制約を低減する運行管理アルゴリズムについて述べた。しかし、出発階での偶数階と奇数階の乗り分けなど、ダブルデッキエレベーター特有の利用方法が必要である。

一方、利用者はダブルデッキエレベーターであるとの認識をもっていることは少なく、特にその建物に初めて訪れた人には、特有の利用方法がわからないために混乱を与えてしまう。このため、利用者を誘導する方法が必要不可欠である。

建物の入口では、目的階により下かごの出発階と上かごの出発階のどちらに行けばよいかを示すエントランス インフォメーションを設置し、利用者を乗場まで誘導するようにした。

4.2 登録可能階表示付きボタン

ダブルデッキエレベーターでは、運転方式が切り換わることにより、各かごのサービス階が変化する。例えばセミダブル運転では、出発階では上かごは偶数階だけ下かごは奇数階だけサービスできるが、出発後は全階床をサービスするように変化する。

利用者がエレベーターに乗り込んだときに混乱しないように、サービス階を的確に知らせる必要がある。

このため、かご内の行き先階呼びには、サービス階と非サービス階を階床文字の点灯、消灯で表示することのでき

る登録可能階表示付きボタン(図3)を採用し、利用者が階床文字の点灯により視覚的にサービス階を認識できるようにした。

4.3 相互かご間モニタ

かごが連結しているため、他のかごに乗降がある場合には、ドアが閉じたまま出発しないで待たされるというダブルデッキエレベーター特有の現象が生じてしまう。このような場合、利用者はエレベーターが異常ではないかと不安に思ったり、なかなか出発しないのでいらいらを感じたりする。このため、互いのかご室を相互に映したモニタを設置し、他のかごの状況を知らせることで、出発しない理由がわからないことからくる不安感、焦燥感を大幅に低減させるようにした。

このように、インフォメーションを各所に配し、利用者に適切な表示を行うことで、利用者にダブルデッキエレベーターであることを感じさせないエレベーターを実現することができた。

5 あとがき

省スペースで輸送力を向上させることができ、かつ利用者の使い勝手のよいダブルデッキエレベーターについての概要を紹介した。紹介したダブルデッキエレベーターは、中国の上海森茂国際大廈に設置され、1998年5月から稼働を開始した。

今後、建物内の人の流れを調査、分析し、利用者にスムーズに利用していただける、人の流れと一体になったエレベーターの開発を進めていく。

文 献

- (1) 久保 進, 他, ファジィニューラルネット応用エレベーター群管理システム, 東芝レビュー, 49, 9, 1994, p.627-630.

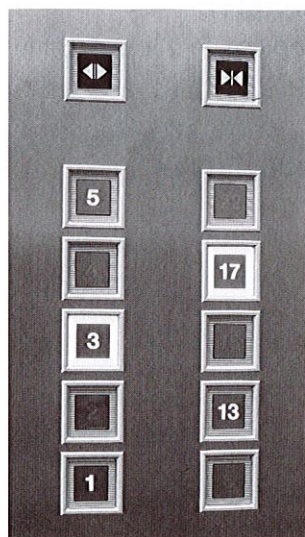


図3. 登録可能階表示付きボタン
階床文字が点灯しているので、
一目でサービス階が認識できる。
Serviceable floor display buttons
on control panel



久保 進 KUBO Susumu
府中工場 昇降機開発設計部グループ長。
エレベーターシステムの開発・設計に従事。
Fuchu Works



松本 敏明 MATSUMOTO Toshiaki
府中工場 昇降機開発設計部主務。
エレベーター群管理制御装置の開発・設計に従事。
Fuchu Works