

# かご間距離調整機構付き ダブルデッキエレベーター

坂野裕一\*  
佐直尚彦\*  
近藤力雄\*\*

## Double Deck Elevator with Inter-car Distance Adjusting Mechanism

Hirokazu Banno, Naohiko Sajiki, Rikio Kondo

### 要 旨

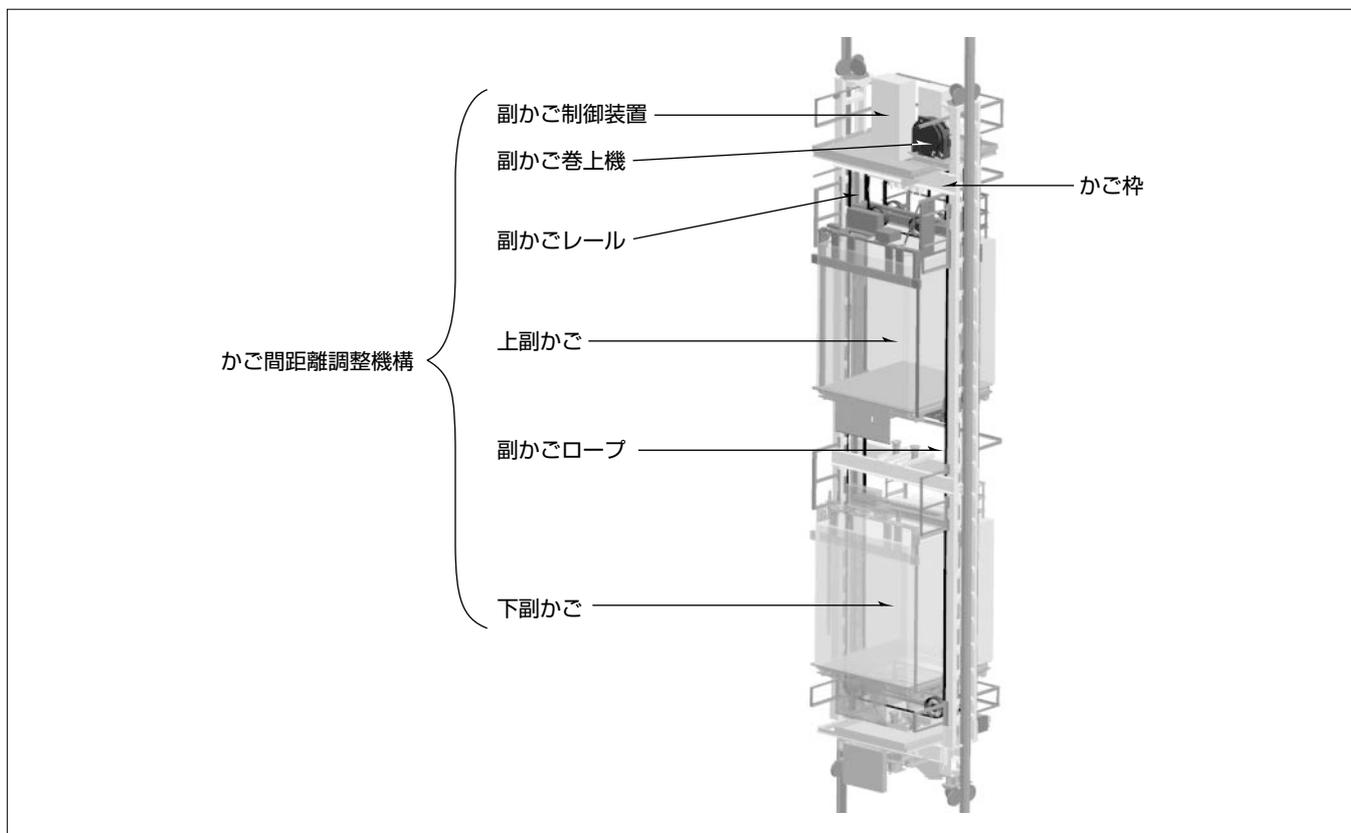
相次ぐビルの高層化に対し、昇降機に求められる課題の1つに、昇降路の省スペースと輸送能力の向上が挙げられる<sup>(1)</sup>。その課題に対し、一般のエレベーターは、1つのかご枠に対して1つのかごを設けているが、1つのかご枠に対して上下に2つのかごを設けたダブルデッキエレベーターが既に実用化されている<sup>(2)</sup>。

通常ダブルデッキエレベーターは、上下のかごをかご枠に対し一定の間隔で固定支持するため、2層の乗りかごが停止する全サービス階について、建物の階高をかご間隔に合わせて一定にしなければならないというビル建築上の制約があり、事務所ビルなど、階高の異なる多数階をサー

ビスするエレベーターには適用できなかった。

この建築上の制約を解消するために、三菱電機は上下副かごをつるべしに巻上ロープで懸垂し、かごの上枠の点検台上に副かご巻上機と副かご制御装置を設置し、副かご巻上機の綱車を回転して副かごロープを駆動することで上下2層のかご間の距離をサービス階の階高に合わせて調整できるダブルデッキエレベーターを開発した。

また、当社のエレベーター試験塔“SOLAÉ”で、通常のエレベーターと同等の良好な乗り心地及び走行性能、静粛性を実現できていることを確認した。



### かご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターシステム

かご枠の中に上下2層の副かごを設け、かご枠の昇降中に、各副かごをかご枠上部に設置した副かご巻上機によるロープ駆動によって、目的階の階間に合わせ上下の副かごの間隔を調整するロープトラクション方式のダブルデッキエレベーターを開発した。階高の異なるサービス階の階高に合わせて上下副かごの距離を調整できるため、建築上の制約を解消するとともに、一般エレベーターと同等の安全確保と優れた乗り心地を実現した。

### 1. ま え が き

近年、超高層ビルでは、建物のフロア面積の有効利用や輸送能力に優れるダブルデッキエレベーターの需要が高まっている。一般のダブルデッキエレベーターは1つのかご枠に対して上下2層のかごを一定の間隔で構成した2階建てのエレベーターであり、設置する建物はエレベーターが停止するすべての階高を2層のかごの床の間隔とそろえる必要があることが建築上の制約となっている。一方、超高層ビルは複合的な利用目的から各階の用途によって階高が均一でない建物の多様性が求められる場合が多くなってきている。そこで、超高層ビルの各階の階高の変化に合わせて上下2層のかごの間隔を調整できるかご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターの開発を行った。

### 2. 構造概要と特長

#### 2.1 エレベーターの全体システム

今回開発したダブルデッキエレベーターの概観を図1に示す。

このダブルデッキエレベーターは、かご枠の中に上下2層の副かごを設け、かご枠の昇降中に、それぞれの副かご

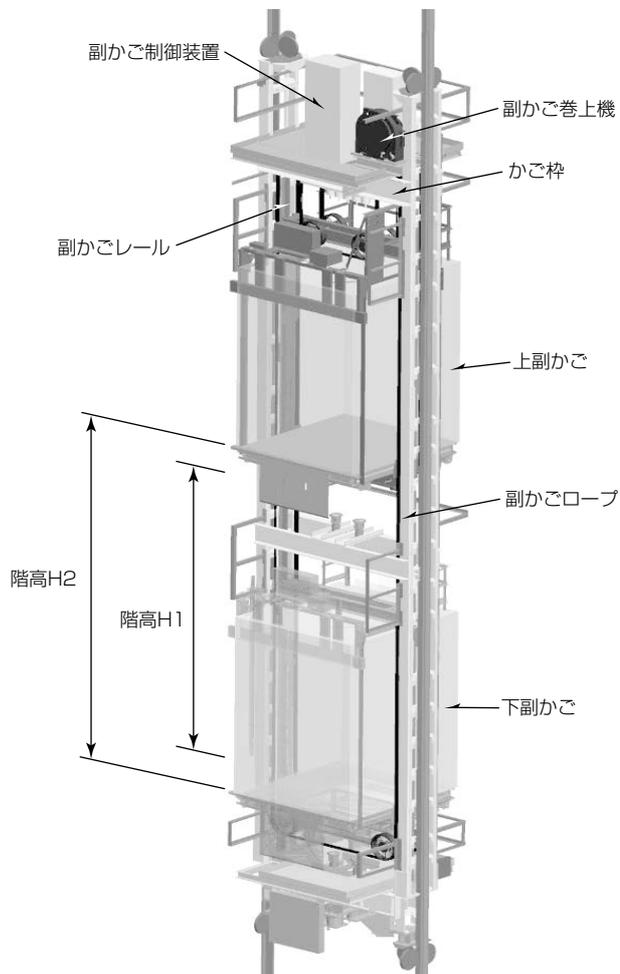


図1. かご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーター

をかご枠上部に設置した副かご巻上機でロープ駆動によって目的階の階間に合わせて上下の副かごの間隔を調整するロープトラクション方式を採用している。

このダブルデッキエレベーターの全体システムは、機械室の巻上機でかごと釣合おもりを駆動するロープトラクション方式である。また、かご間距離調整機構は、かご枠を一般のエレベーターの昇降路、かご枠上部の作業スペースを機械室とみなして、かご枠の中のかごと釣合おもりが上下2層のかごに置き換えられたエレベーターが昇降するイメージである。かご間距離調整機構を構成する主要な機器は一般のエレベーター機器を適用しており、このエレベーターの全体システムの機器とダブルデッキシステムの機器とを区別するため、かご間距離調整機構に関する用語には先頭に“副かご”を付けて述べる。

#### 2.2 かご間距離調整機構付きダブルデッキシステム

ダブルデッキシステムのかご構造とローピングを図2に示す。

##### 2.2.1 かごの構造

このエレベーターは一般のダブルデッキエレベーターと同様にかごの縦枠、上枠、中枠、下枠で構成し、左右の縦枠には上下の副かごの昇降を案内する副かごレールを取り付けている。かごの上枠には点検台を設け、上下副かごを

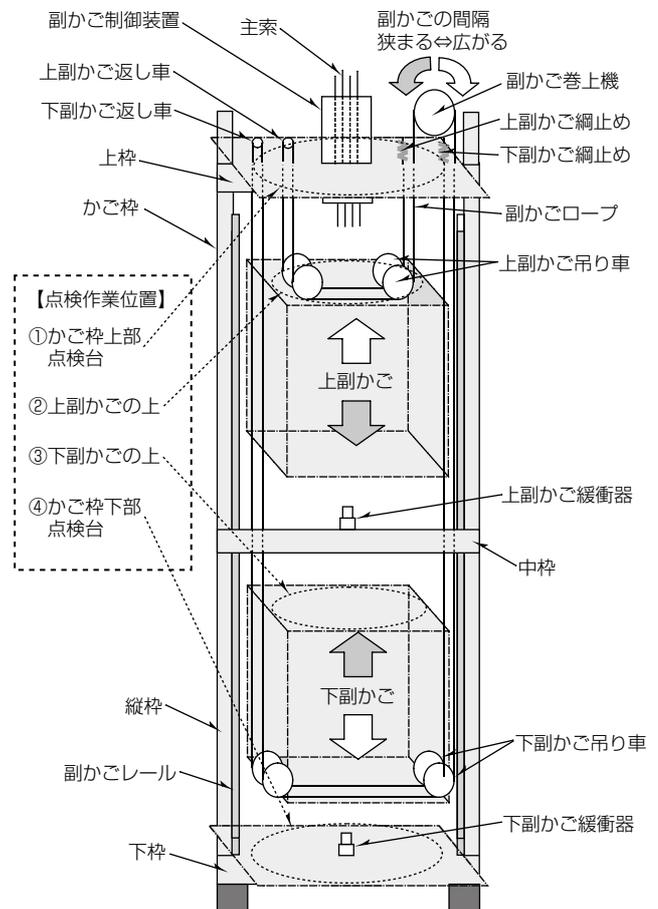


図2. かご間距離調整機構付きダブルデッキシステムのかご構造とローピング

つるべ式に吊(つ)って駆動する副かご巻上機と機械室の制御盤によって出された指令で上下2層の副かごの間隔を制御する副かご制御装置を設置している。また、上下副かごのそれぞれの副かご返し車、副かご綱止めもかごの上枠に設置している。中枠と下枠には、それぞれ上副かごと下副かご用の緩衝器を設置している。

2.2.2 上下副かごの構造

上下の副かごの積載量は同じであり、副かご巻上機を効率よく駆動させるため、上下の副かごの質量が等しくなるように設計している。上下副かごのかご室は一般のエレベーターと同様に副かご枠によって支持し、副かご枠は、副かご非常止めと副かごガイドシューを備えている。また、上副かごの上部、下副かごの下部にはそれぞれを副かごロープによって吊り下げる4つの吊り車を設置している。

2.2.3 ローピング

副かごロープは、一端を上副かごの綱止めに取り付け、上副かごの2個の吊り車～上副かごの返し車～上副かごの2個の吊り車を經由して副かご巻上機に掛け、下副かごの2個の吊り車～下副かごの返し車～下副かごの2個の吊り車を經由して、他端を下副かごの綱止めに取り付けている。このように、かご枠内の上副かごと下副かごは副かご巻上機に4:1ローピングでつるべ式に吊り下げ、副かご巻上機の綱車を回転して副かごロープを駆動することで、かご枠の縦枠に備えた副かごレールに沿って互いに上下反対方向に昇降できる構成にしている。

2.2.4 かご間距離調整機構の安全施策

全体システムについては、一般のエレベーターに必要な安全装置や制動装置を備えているが、このダブルデッキシステムのかご間距離調整機構についても、建築基準法施行令に定められた規定に準じた安全装置や制動装置を備えることで安全性を確保している。副かご制御装置では、副かご巻上機に供給される主電源遮断用電磁接触器や副かご巻上機のブレーキ遮断用電磁接触器が、戸が開いた場合には直接遮断するように構成し、戸が開いた状態でのかご間距離調整動作が絶対にできないように構成している。

保守点検の作業は、かご枠上部点検台、上副かごの上、下副かごの上及びかご枠下部点検台の4か所を作業位置とし、それぞれの位置で安全を確保して保守点検ができる対策を施している。具体的には、かご枠上部点検台、上副かごの上、下副かごの上にはいずれも、かご枠の保守運転を行う点検運転スイッチと、エレベーター及び副かご巻上機を停止する停止スイッチを設け、保守員の挟まれ防止の観点から、上下副かごの上には設ける点検運転スイッチは、副かご巻上機を停止し、かご間距離調整運転ができないようにしたまま、かご枠の点検運転のみを許可する。また、かご枠下部点検台では、点検運転はできず、停止スイッチのみを設けている。

2.3 特長

このかご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターは、上下の副かごを副かごロープで4:1ローピングでつるべ式に吊り下げ、副かご巻上機によってトラクション駆動方式のかご間距離調整機構とした点が最大の特長である。このため、副かご巻上機の駆動荷重は上下の副かごに乗客を積載した時の積載質量差の4分の1のみであり、副かご巻上機に加わる垂直荷重は上副かごと下副かごの総質量による荷重の4分の1である。よって、上下の副かごを単独で駆動する場合に比べて駆動荷重を大幅に低減することができ、機器の小型化と省エネルギー化を図っている。また、機器の小型化を可能としたことで、かご枠上部に保守点検スペースを確保した機器設置を可能としている。なお、かごの上枠に設置される機器は副かご巻上機を始めとし、上下副かごの返し車、綱止め、副かごの運転装置等があるが、これらの荷重は主索による吊り荷重と相反する方向に作用するため、上枠の強度設計は従来の設計と変わらない。

また、かご間距離調整機構を構成する主要機器は一般のエレベーターの機器を条件に応じて適用すればよく、従来のエレベーターの機器と同様な保守点検によって機能・性能の維持管理と安全の確保を可能としている。

3. かご間距離調整機構の制御方式

かご間距離調整機構は、かご枠上に設置した副かご制御装置によって、かご間距離調整機構用の副かご巻上機の綱車の回転方向と回転量を調整することで上下副かごの距離を制御する。また、上下副かご間距離を測定する副かご間距離測定装置を備える。停止時、かご室は副かご巻上機のブレーキが動作し保持する。

エレベーターが階高の異なるサービス階に停止する場合の基本運転フローを図3に示す。

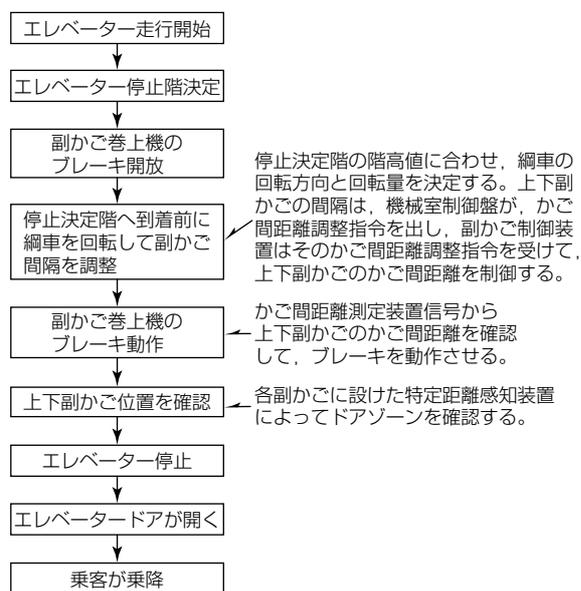


図3. エレベーターの基本運転フロー

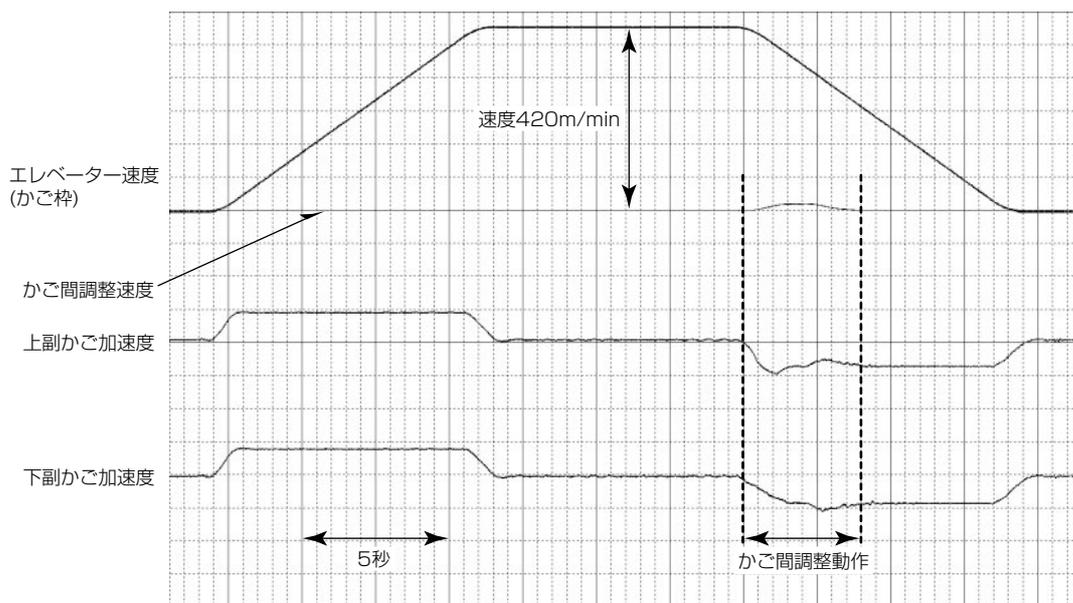


図4. エレベーターの走行波形

機械室に設置する制御盤が、かご枠の速度と位置を制御する。エレベーターが走行を開始し、通常のエレベーターと同様にかご枠の減速手前で停止階が決定した後、機械室制御盤は副かご制御装置に各階高に応じた副かご間距離調整の指令を出力する。副かご制御装置は、停止階に到着する前までに、上下副かご間距離の制御を完了させる。その際、副かご間距離が停止階の階間値に制御されていることを、副かご間距離測定装置の信号によって確認し、副かご巻上機のブレーキを動作させて制御を完了する。

着床時は、機械室制御盤で副かご制御装置からの副かご間距離制御の完了信号と上副かごと下副かごにそれぞれ設けた着床装置からの信号によって床レベルを確認した後に、各副かごの戸を開ける。

#### 4. 評価試験結果

##### 4.1 試験環境

かご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターを評価する試験サイトと評価内容を述べる。

評価試験は、高さ173mのエレベーター試験塔SOLAÉと、地上に設置したかご間距離調整機構で行った。エレベーター試験塔SOLAÉでは実際にかご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターを設置し、かご間距離調整機構の動作による制御性能や乗心地の評価を主に行った。一方、かご間距離調整機構の単体試験装置では、より実際の変動負荷に対する制御性能試験や耐久性試験、保守性確認の評価を行った。

##### 4.2 走行試験

エレベーター試験塔SOLAÉで実施したかご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターの走行試験の波形の1例を図4に示す。かご間距離調整機構の調整動作は、かご枠減速開始から動作し着床前に完了している。かご間距離調整動作中の上下副かごの加速度への影響は小さく、最大でも $1.0\text{m/s}^2$ 程度であり、通常のかご間距離調整機構のないダブルデッキエレベーターと比較しても良好な乗り心地及び走行性能を実現できていることを確認した。

一方、騒音は、副かご巻上機や副かご制御装置といったかご間距離調整機構の主な機器を、かご室から離れたかご枠上に点検台を介して配置したため十分に小さく、加えて機械室レスエレベーターと同様のブレーキ動作音制御によって更なる静粛性を実現している。

#### 5. むすび

ロープ駆動によるかご間距離調整機構付きダブルデッキエレベーターについて述べた。ダブルデッキエレベーター採用時のビル建築上の制約を解消できる新技術であり、この新たな提案によって、高層化の進むビル設計に対し、自由度を大きく広げることができると思う。

#### 参考文献

- (1) 東中恒裕, ほか: エレベーターの超高揚程化対応技術, 三菱電機技報, 86, No.8, 437~440 (2012)
- (2) 前田卓志, ほか: エレベーターの設備計画 - ダブルデッキエレベーターの場合 -, 自動制御連合講演会前刷, 41, 359~360 (1998)