

エレベーターの超高速・超高揚程化対応技術

毛利 一成

(Kazunari Mori)

石川 雅洋

(Masahiro Ishikawa)

三菱電機株式会社 稲沢製作所

近年、建築技術の進歩とともに従来の高さを上回る 500m を超える超高層ビルが計画されるようになり、その移動手段であるエレベーターにおいて輸送能力向上のニーズが高まってきている。輸送能力を向上させるには、一つはエレベーターの速度を上げる、もう一つはエレベーターの積載量を上げるという二つの方法がある。そこで、速度、積載量とも最大クラスの仕様で、超高層ビルにおける輸送能力向上のニーズにこたえる世界最高速エレベーター（上昇方向 1080m/min、下降方向 600m/min）、及び、ダブルデッキとしては世界最高速（600m/min）、さらに、世界最長昇降行程となる非常用エレベーター（昇降行程 578.5m）の開発を行った。

1 概要

速度、積載量とも最大クラスの仕様で、超高層ビルにおける輸送能力向上のニーズにこたえる世界最高速エレベーター（上昇方向1080m/min、下降方向600m/min）、及び、ダブルデッキとしては世界最高速（600m/min）、さらに、世界最長昇降行程となる非常用エレベーター（昇降行程578.5m）の開発を行った。主な技術とその概要は以下のとおりである。

2 駆動制御システム

2.1 巻上機

超高速エレベーターの走行速度は1,000m/minを超え、かつ昇降行程も500m以上を想定したエレベーターシステムに対応できる超高速エレベーター用巻上機を開発した。

想定しているエレベーターシステムの仕様から巻上機は、軸荷重が1,000kNを超えても対応可能な設計としており、かつエレベーターの速度が1,000m/minを超えた領域での適用を考えていることから、下記設計を行っている。

- ・重荷重、高速回転に対応可能な大型軸受の採用。
- ・安定かつ大きな制動力の発生が可能な油圧開放式のクランプ式ディスクブレーキの採用。

- ・大出力を得られる二重三相モーターの採用。

2.2 二重三相モーター

超高速エレベーターに適した二重三相モーターを実現するために、設計にあたっては以下の条件に配慮した。

- (1) 単純三相モーターと同等のサイズであること。

二重三相のためにサイズアップすると、機械室レイアウトが悪化するため。

- (2) 制御性が良いこと。

特殊な制御を必要とすると、試験設備の新設によるコストアップ、現地での運転方法の制約増加が懸念されるため。

結線分割方式は結線のみで二重三相を実現するため、単純三相との違いが少なく製造が容易で、コスト増加が最も少ない。さらに結線方法を工夫すれば、第1群と第2群の群間での電流アンバランスによる振動を抑えることができる。

2.3 並列駆動制御盤

超高速エレベーターの駆動制御システム構成を図1に示す。

独立したコンバータ・インバータを有する駆動制御装置を2台用いる並列駆動制御方式を採用し、二重三相モーターを駆動する。

技術講座

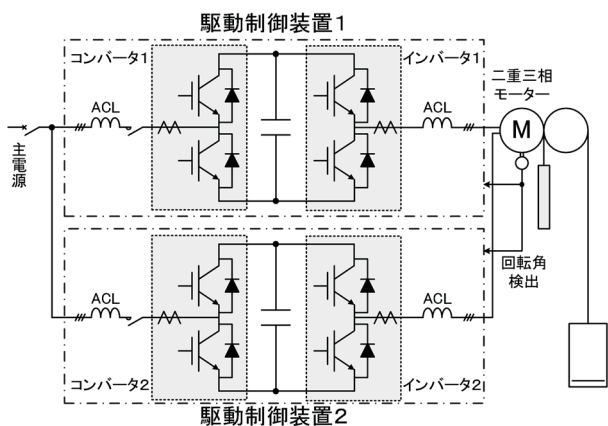


図1 超高速エレベーターの駆動制御システム構成図

駆動制御盤を組み合わせる構成により、下記に示すメリットを有しながら、大出力化を実現している。

- ・機械室内レイアウト設計の自由度向上。
- ・製作作業性や、輸送・搬入、据付作業性の向上。
- ・主要機器を量産機種と共通化し、部品入手性の安定性向上。

電力変換装置には、定格電流600AのIGBTモジュールを6個並列接続して使用した。この駆動制御装置単体で、定格速度540m/min、積載量4,000kgのエレベーターを動かす能力を持っている。

3 安全装置

3.1 安全装置の構成

超高速大容量エレベーターの安全装置の構成の概略構成を図2に示す。

かごの異常増速を検出し、かごを停止させる装置が調速機、巻上機のブレーキである。また、万が一かごを吊る巻上ロープが切断した場合でも、かごを落下させず、停止させることができる装置が調速機、非常止め装置である。

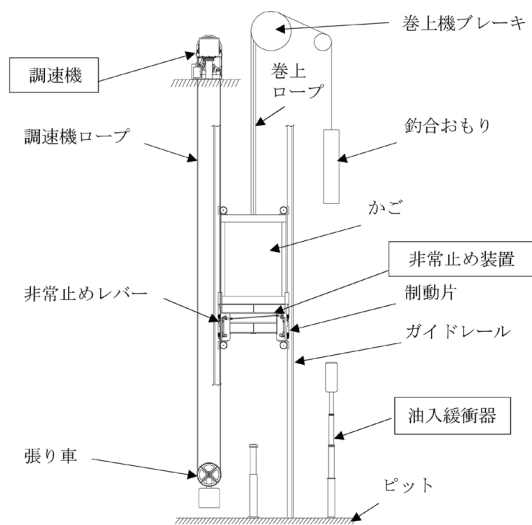


図2 安全装置の構成

3.2 非常止め装置

超高速エレベーター用の非常止め装置では、安定した高摩擦・高耐摩耗性を持ち、かつ耐熱衝撃性に優れた制動片の材料選定が重要となるため、新規開発したファインセラミック製制動片を採用した。また、非常止め装置の構造においては、適用質量の増大に対して制動片の押付力を増加させると非常止め装置が大型化するため、非常止め装置を上下2段に配置するデュプレックス形非常止め構造を採用した。

3.3 油入緩衝器

開発した油入緩衝器は、ストロークが7,300mmであり、従来の単段式で構成した場合、緩衝器全高は約20mに達する。このような長尺の緩衝器の製造や運搬及び設置するピットを掘削するコストを考えると、複数段化により緩衝器全高を短縮することは大きなメリットとなる。今回、プランジャを三段化することにより、約25%の小型化を達成した。

3.4 調速機

今回開発した世界最高速エレベーターは、上昇方向と下降方向の定格速度が異なる。調速機は遠心力を利用して過速検出動作を実施するため、従来構造のままかごの走行方向に応じて動作速度を切り換えることは難しい。そこで、上昇側と下降側それぞれの定格速度に合わせて設計した速度検出機構を綱車の両側面に配置した。また、かご上昇時に下降側速度検出機構が動作しないよう、かごの走行方向に応じて下降側速度検出機構の動作を制限する機構を設けた。

4 高揚程化対応技術

4.1 ロープ揺れ検出型管制運転システム

500mを超えるクラスの建物では、地震に比べて発生頻度の高い風による建物揺れの発生時にもエレベーターロープが建物揺れと共振して大きく揺れる可能性がある。そこで、強風や地震に対してエレベーターの安全性を確保しつつ、管制動作によるサービス低下を抑制するための新たな対応として、昇降路に配置した光センサーによるロープ揺れの直接検出機能と退避運転機能により、ロープ揺れを抑制する管制運転システムを開発した。

4.2 制御ケーブル（テールコード）

制御ケーブルは昇降路の中間部とかごの下に設けられた懸架器具（吊手）によってU字形に懸垂支持されており、かごと連動して昇降する構造となっている。

超高速エレベーターは高揚程になる場合が多いため、制御ケーブルの吊り下げ長さも大きくなること、また照明、ドア、及び付加仕様機器等の電力や駆動・制御信号を不足なく伝達するために多心化の必要性があることか

技術講座

ら、制御ケーブルの重量は増加する傾向になりやすいが、重量増は他の機器に与える影響が大きいため注意を要する。

そこで、重量増を抑制するため、制御ケーブルの外装（シース）および絶縁体に、それぞれ従来材質（ビニル材）より軽量の耐熱弾性ポリオレフィン、エチレンプロピレンゴムを採用し、従来のビニル材に比べ約20%の軽量化を実現した。

4.3 ダブルデッキエレベーターの群管理

ダブルデッキエレベーターのロビー階は常に上下2階床となり、上下のロビー階を行き来するにはエスカレーターや階段を利用しなければならないが、出勤時などの混雑時ならば単純にシングルデッキエレベーターと比べると約2倍の大容量輸送が可能となる。

ダブルデッキエレベーターの基本的な動作としては、

以下3つの運転モードがあり、交通状況に応じて使い分けを行う。

- ・ダブル運転：常に上かごを偶数階のみ、下かごを奇数階のみにかごを停止させる方式
- ・セミダブル運転：ロビー階以外から乗り込んだ利用者に対して全行先階に対するかご呼び登録が可能となる方式
- ・シングル運転：上下2つのかごのうち、どちらか一方のかごのみを利用可能としてサービスを行う方式

5 むすび

超高層ビルは今後も増加が予想され、それらに必要な不可欠である超高速・超高揚程のエレベーターのニーズも高まっていくものと考えられ、今後もこれらの開発を推進していく。