

高速エレベーター用巻上機

小川康司*

Traction Machines for High-speed Elevators

Koji Ogawa

要旨

近年、建築技術の発達とともに、中国、中東などを中心に高層ビルの建設が急激に伸び、高速エレベーターの需要が増加している。巻上機では、機械室の省スペース化やレイアウト性の向上を目的とする小型軽量化の要求が大きい。この市場ニーズに対応するため、高速エレベーター用巻上機のラインアップを刷新した。高速エレベーター用巻上機のシリーズを開発した。

開発コンセプトは、小型軽量化、“ポキポキモータ”の適用拡大による生産性の向上、従来巻上機との互換性維持である。それらの実現のため、綱車小径化と三菱電機独自の“ポキポキモータ”適用を基本に3種の巻上機を開発した。開発した巻上機の特長は次のとおりである。

(1) “PM025MR/PM040MR”巻上機

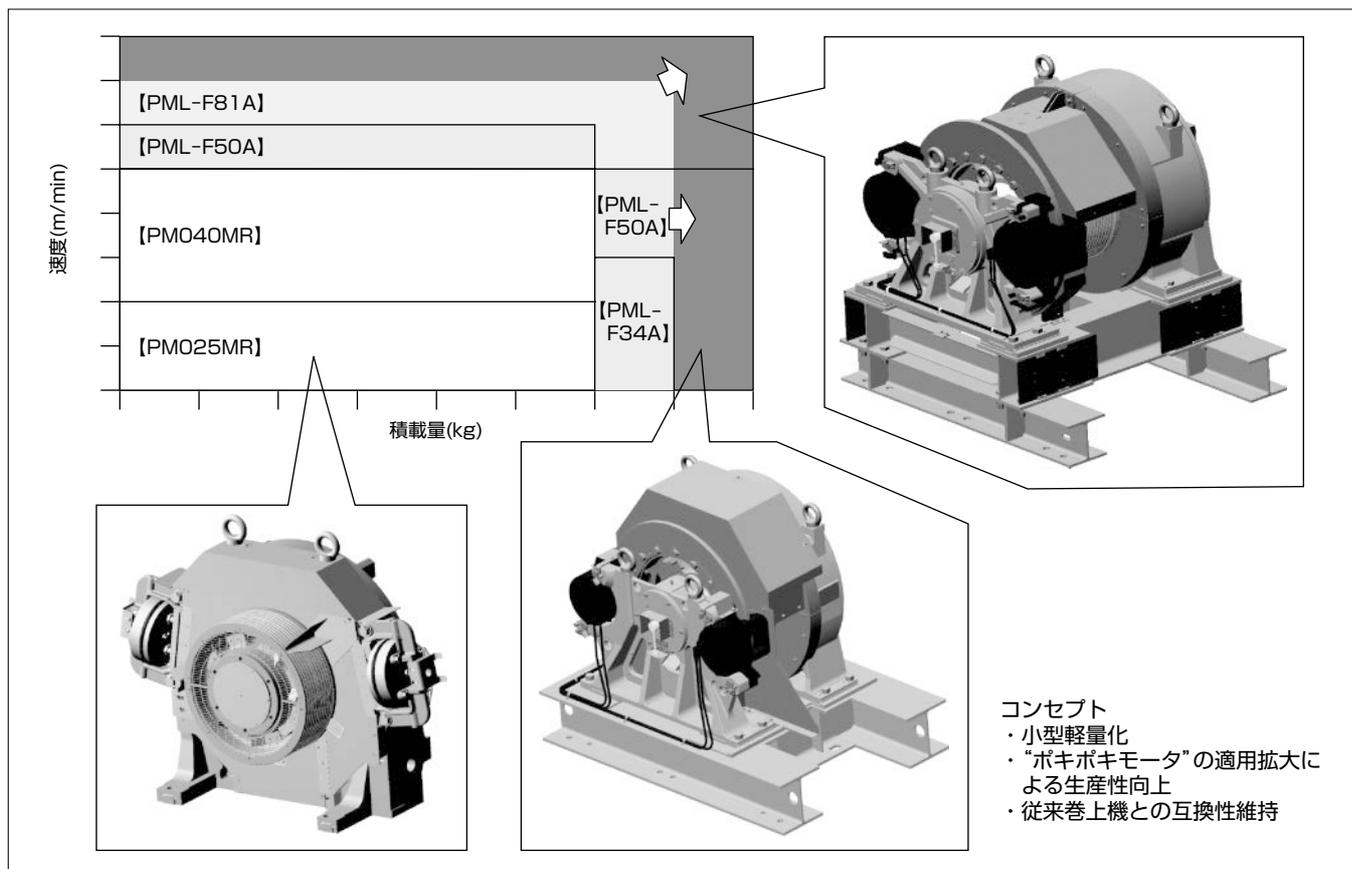
当社高速エレベーター用巻上機で初めて綱車片持ち支持構造を実現し、当社従来巻上機比19%の薄型化、22%の軽量化を達成した。

(2) “PML-F34A/PML-F50A”巻上機

適用範囲を積載量2,000kgに拡張し、ポキポキモータの採用で当社従来巻上機比33%の薄型化と12%の軽量化を実現した。

(3) “PML-F81A”巻上機

適用範囲を積載量2,000kg、速度420m/minに拡張し、ポキポキモータの採用で当社従来巻上機比26%の薄型化と11%の軽量化を実現した。



新規開発の巻上機

綱車の小径化及びポキポキモータの採用によって従来巻上機より大幅に小型軽量化を実現した新開発の巻上機である。

1. ま え が き

近年、建築技術の発達とともに、中国、中東や新興国の主要都市を中心に高層ビルの建設が急激に伸びている。これに伴い、縦の交通機関として安心・安全で快適な高速エレベーターの需要が増加している。また、超高層ビルでは高さ方向を何層かのエリアに分割し、エレベーターを乗り継ぐロビー階を設ける方式を採用するケースが多く、ビルの中間階にエレベーター機械室を設置する機会が増加している。中間機械室は限られたビル床面積の有効利用の点から省スペース化の要求が大きく、その実現のためには巻上機の小型化が必須である。

当社は1996年から高速エレベーター用巻上機に永久磁石同期モータを展開し、小型化、高効率化を図ってきた。同モータによるラインアップ展開後10年あまりが経過し、更なる小型化の要求に対応するため、この度巻上機のラインアップを刷新した。

本稿では、新たにシリーズ開発した高速エレベーター用巻上機について述べる。

2. 開発コンセプトと適用技術

2.1 開発コンセプト

高速エレベーター用巻上機新シリーズの開発コンセプトを次に述べる。

(1) 小型軽量化

巻上機設置面積の縮小による省スペース化、レイアウト性や据付け揚重性の向上を図る。

(2) “ポキポキモータ”⁽¹⁾の適用拡大による生産性の向上

分布巻きモータから集中巻き“ポキポキモータ”に置き換えることで、製造工程の自動化比率を上げ、生産性向上を図る。

(3) 従来巻上機との互換性維持

リニューアルを考慮し、従来巻上機に対して、適用範囲は同等以上、設置スペースは同等以下、機械台は流用を可能な設計とする。

2.2 適用範囲

図1に新規開発した巻上機の適用範囲を示す。図には新巻上機に対応する従来巻上機も併せて記載した。図でハッチングをした積載量2,000kg及び速度420m/minの領域が、今回の開発で適用範囲を拡張した領域である。一方、積載量1,600kg以下、速度360m/min以下の範囲では従来巻上機と同じ適用区分とした。また、巻上機の懸垂荷重は新旧同等で開発しており、新巻上機は仕様対応力で従来巻上機以上としている。

2.3 綱車小径化

綱車を小径化するとエレベーターの駆動トルクや制動トルクが径に比例して減少するため、巻上機の小型化に非常

に有効な手段である。一方、ロープ寿命などが不利になる。

そこで、耐疲労性を向上させた新ロープを新たに開発し、この新ロープと組み合わせることを前提に、綱車径Dとロープ径dの比D/dを最小43までの小径化を実現した。

この開発によって、小径化を実現することで、モータの小型化と巻上機の適用範囲拡大を実現できた。

2.4 モーター

2.4.1 “ポキポキモータ”の適用拡大

これまでモータ容量40kW（積載量1,600kg、速度240m/min）以下に適用していた当社独自の“ポキポキモータ”⁽²⁾のコア積層方向を約2倍に拡張することによって、81kW（積載量2,000kg、速度420m/min）まで適用を拡大した。従来の分布巻きモータとポキポキモータ（集中巻きモータ）のステータ外形の比較を図2に示す。トルク仕様はほぼ同等に関わらず、モータ径の拡大とコイルエンド寸法の短縮によって厚み方向で約50%の大幅な薄形化を実現した。

同時に“ポキポキモータ”の採用によって、モータ製造工程の自動化による品質安定化と生産効率化を達成している。

2.4.2 トルクリプル抑制

当社“ポキポキモータ”のステータは複数個に分割された円弧状のブロックを一円状に組み合わせた構造としている。

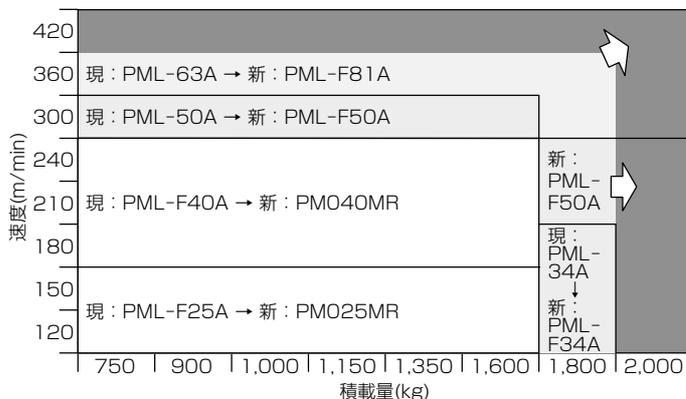


図1. 新巻上機の適用範囲

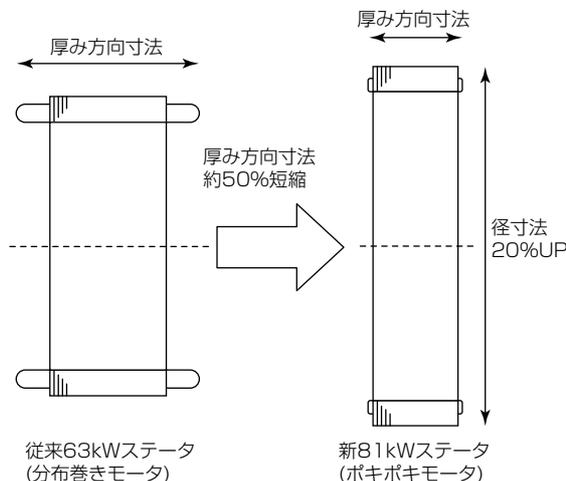


図2. 新旧モータのステータ外形の比較

従来の設計では、各ブロックのトルクリプル2f成分が同位相であったため、低トルクリプル設計としながらも若干のトルクリプルが発生していた。巻上機モータのトルクリプルは、エレベーターの乗り心地に影響するため、その大きさを管理する必要があった。

今回、巻線設計を見直すことによって、隣り合うブロックで発生するトルクリプル2f成分の位相をずらし、ステータ組立て状態で2f成分が打ち消し合うように変更した。これによって理論上トルクリプル2f成分がほぼゼロとなるため、管理不要なレベルまでトルクリプルの低減に成功した。

2.5 ブレーキ

エレベーターのかご静止及び非常時の制動に用いられるブレーキは、エレベーターの部品の中でも最も重要な部品の一つであり、高い信頼性が要求される。今回開発した巻上機は、従来同様にダブルブレーキ構成としている。国内の戸開走行保護装置(UCMP)を始め、欧州EN81、中国GB法規等各国の安全装置として認定を取得した高性能、高信頼度のブレーキを搭載する。

3. 新開発の巻上機

3.1 PM025MR/PM040MR巻上機

積載量1,600kg、速度240m/min以下のエレベーターに適用する“PML-F25A/PML-F40A”巻上機の後継機として開発した。図3に新巻上機の外観を示す。この巻上機の特徴は、当社高速エレベーター用巻上機として初めての綱車片持ち支持構造である。一般的に高いトラクションと大きな懸垂荷重が要求される高速エレベーター用巻上機では、薄形で綱車片持ち支持構造の採用は難しい。しかしながら、新ロープ適用による綱車小径化と当社がこれまで開発してきた薄形巻上機の技術を応用することによって、従来巻上機の懸垂荷重を維持しながら綱車片持ち支持構造を実現することができた。

従来巻上機との外形比較を図4に示す。綱車片持ち支持構造の採用によって19%の薄形化と22%の軽量化を実現した。

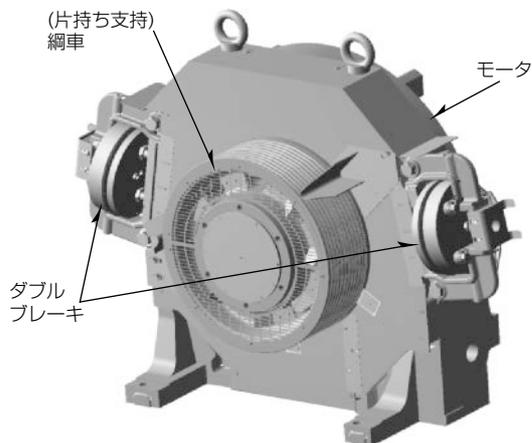


図3. PM025MR/PM040MR巻上機

3.2 PML-F34A/PML-F50A巻上機

積載量1,800kg、速度240m/min以下、及び積載量1,600kg、速度300m/min以下のエレベーターに適用する“PML-34A/PML-50A”巻上機の後継機として開発した。図5に新巻上機の外観を示す。この巻上機は、①最大積載量の拡張(速度240m/min以下で積載量2,000kg)、②従来巻上機の1クラス下(40kW)相当のサイズの実現、③一辺800mm(機械室扉の間口寸法)以下の実現、④“ポキポキモータ”の適用の4つに主眼をおいて開発し、綱車小径化などによって、それを達成している。

従来巻上機との外形比較を図6に示す。新巻上機は33%の薄形化と12%の軽量化を実現し、従来40kW相当のサイズを達成した。また、一部の部品を取り外すことによって一辺800mm以下が実現できるため、大半の機械室扉から搬入が可能で、リニューアル時などの搬入が容易になっている。

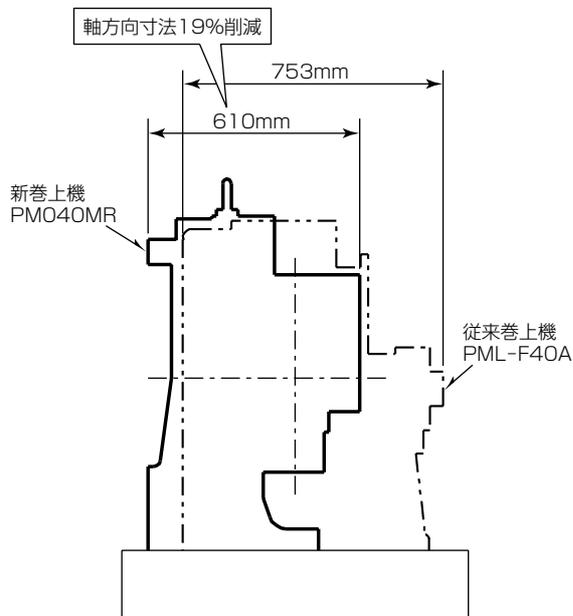


図4. 新旧巻上機の外形比較

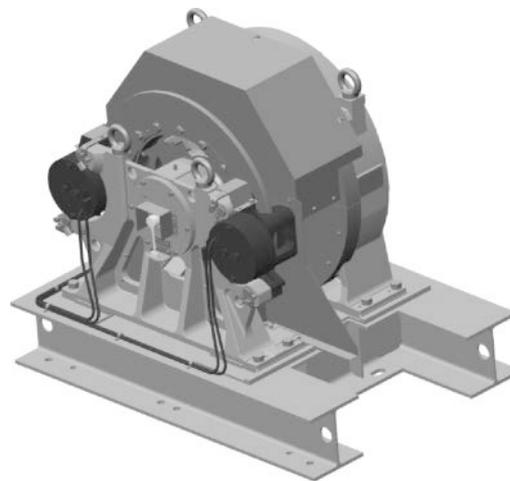


図5. PML-F34A/PML-F50A巻上機

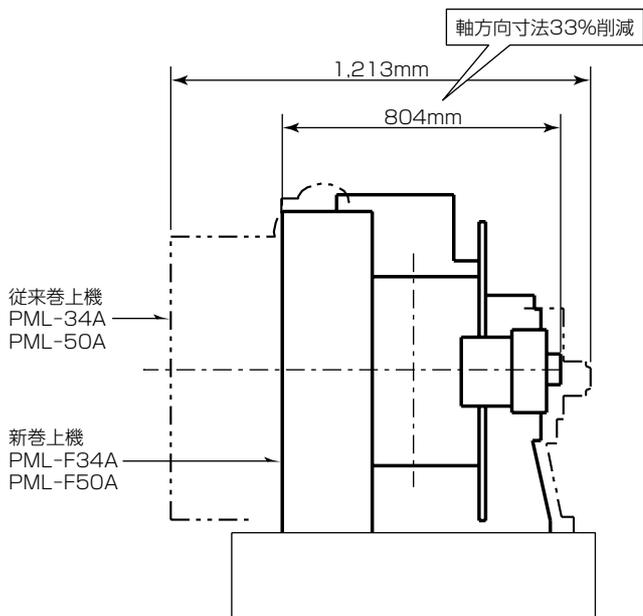


図6. 新旧巻上機の外形比較

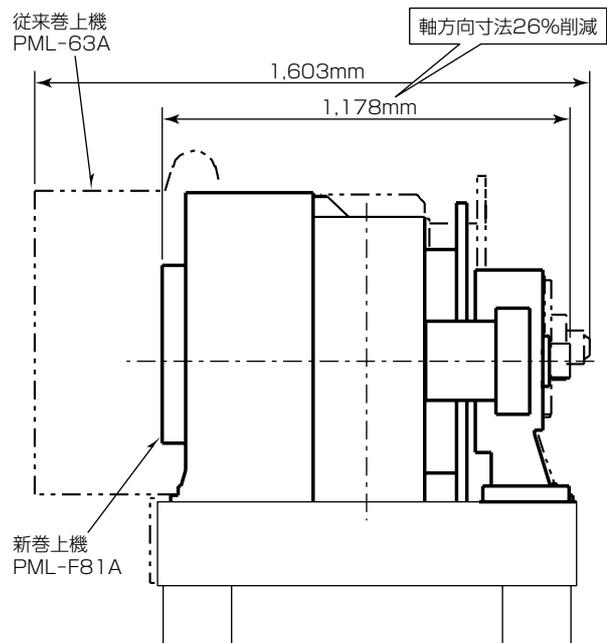


図8. 新旧巻上機の外形比較

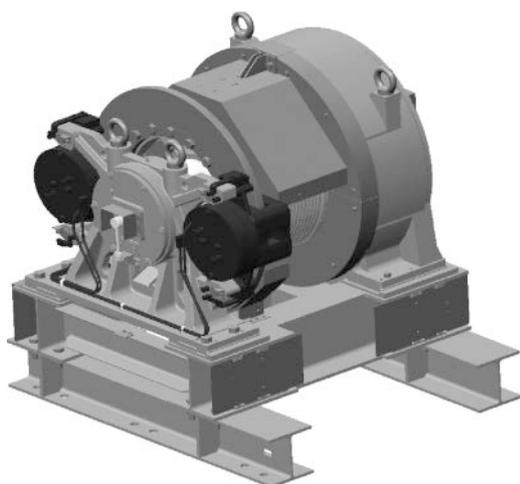


図7. PML-F81A巻上機

ほかに従来巻上機のモータは冷却ファンによる強制冷却方式を採用していた。通常、小型化は発熱が課題となるが、回転部にフィンを設置し、冷却を抜本的に見直すことによって冷却ファンレス(自冷式)を達成した。

3.3 PML-F81A巻上機

図7に新巻上機の外観を示す。この巻上機は“PML-63A”巻上機の後継機として開発、積載量2,000kg、速度420m/min以下のエレベーターに適用する。PML-63A巻上機の適用(積載量1,800kg以下、速度360m/min以下)に対し、積載量・速度ともに適用拡大を図った。

他の巻上機と同様に、綱車の小径化及び分布巻きモータからポキポキモータへ変更を行っている。81kWのポキポキモータ製作に当たっては、ステータコアの円筒形状の矯正など製造設備の改良によって、従来の約2倍のコア厚に対して生産を可能にした。

従来巻上機との外形比較を図8に示す。新巻上機は従来巻上機から26%の薄形化と11%の軽量化を実現した。

4. むすび

今回シリーズ開発した高速エレベーター用巻上機は、綱車の小径化とポキポキモータの採用等によって大幅な小型軽量化を実現した。小型軽量化は単に設置面積の縮小にとどまらず、使用材料削減による省資源への貢献、及びリニューアル時の搬出、搬入や部品交換の容易性につながっている。今後は、これら巻上機を更に改良、発展させ、安心・安全で快適なエレベーターの提供に努めていく所存である。

参考文献

- (1) 井上健二, ほか: 三菱新機械室レスエレベーター用薄形巻上機, 三菱電機技報, 75, No.12, 772~776 (2001)
- (2) 船井 潔, ほか: 高速エレベーター用薄形巻上機, 三菱電機技報, 77, No.10, 635~638 (2003)