

大容量荷物用機械室レスエレベーター

Machine - room - less Freight Elevator for Large Capacity

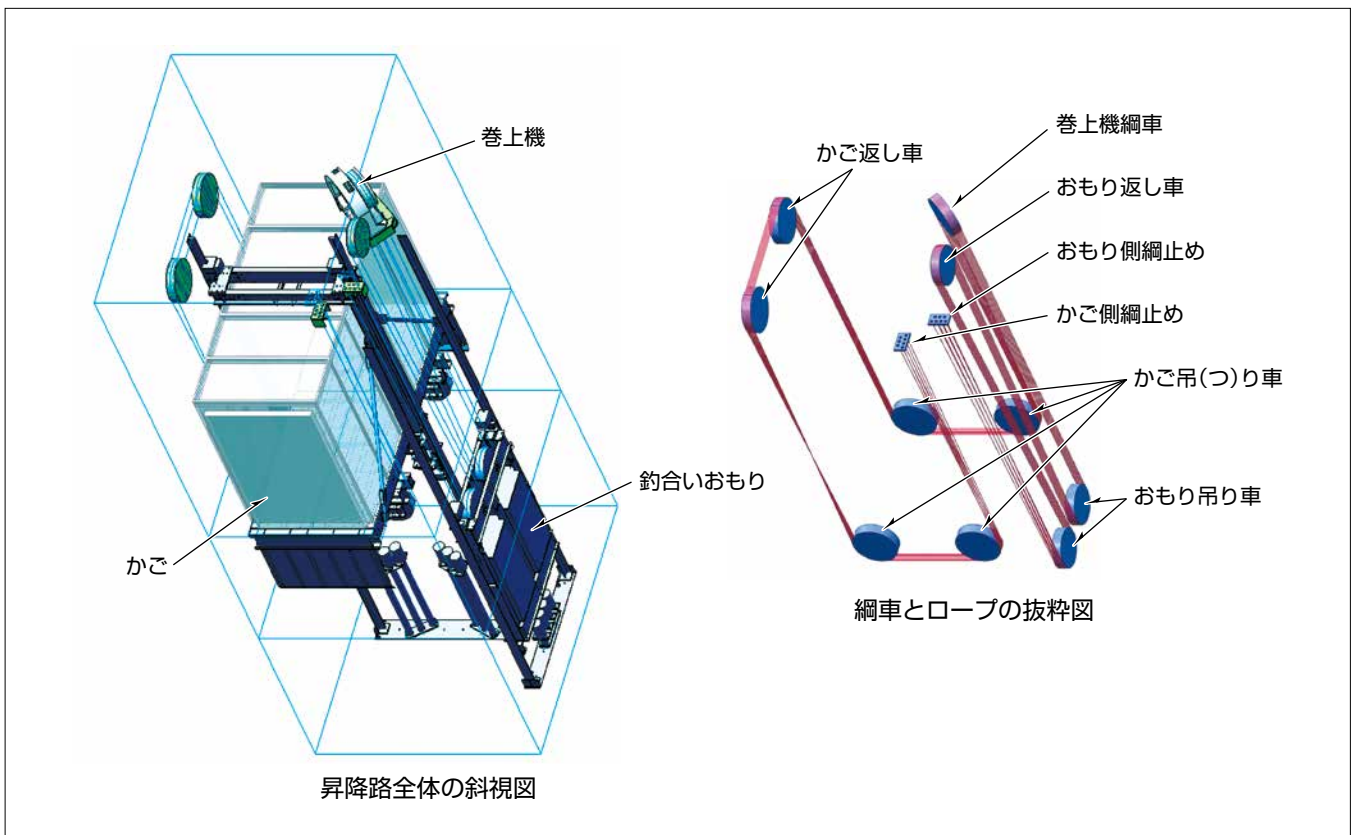
要 旨

近年、特に海外での空港や大規模ショッピングモールなどの大規模建設プロジェクトで大容量(積載質量が2,500~5,000kg)で機械室レス(MRL: Machine-room-less)のエレベーター(荷物用又は人荷用)のニーズが増加している。三菱電機ではこのような大容量荷物用MRLエレベーターを標準製品として準備していなかった。そのような状況の中、海外での大規模建設プロジェクトで、大容量荷物用MRLエレベーターを含む全64台を受注した。

この案件の受注によって、開発コンセプトを“できる限り現行機器を流用した製品構成で、かつ早期に市場への製品投入を実現する”として、大容量荷物用MRLエレベーター

の開発を開始した。大容量のMRLエレベーターを実現するために現行の最大積載質量2,500kgのエレベーターシステムを基本システムとして、ローピングを2対1から4対1に変更することで既存エレベーターシステムを活用した最大積載質量5,000kgの荷物用MRLエレベーターの開発を実現した。開発に当たって、次の課題に直面し、対策を実施した。

- (1) 綱車増加に伴うかご振動への対処
- (2) 駆動系損失が大きいシステムでのかご内負荷検出装置(以下“秤(はかり)装置”という。)の実装
- (3) かご枠斜め控えの引っ張りと圧縮荷重への対応



大容量荷物用MRLエレベーターの主要機器構成

大容量荷物用MRLエレベーターの昇降路全体を表した斜視図と4対1ローピング時の綱車位置とロープの関係を示す抜粋図である。

1. ま え が き

近年、特に海外での空港や大規模ショッピングモールなどの大規模建設プロジェクトで大容量(積載質量が2,500~5,000kg)で機械室レス(MRL)のエレベーター(荷物用又は人荷用)のニーズが増加している。当社ではこのような大容量の荷物用MRLエレベーターを標準製品として準備していなかった。そのような状況の中、海外での大規模建設プロジェクトで、大容量荷物用MRLエレベーターを含んだ全64台を受注した。

この案件の受注によって開発コンセプトを“できる限り現行機器を流用した製品構成で、かつ早期に市場への製品投入を実現する”として、大容量荷物用MRLエレベーターの開発を開始した。大容量MRLエレベーターを実現するために現行の最大積載質量2,500kgのエレベーターシステムを基本システムとして、ローピングを2対1から4対1に変更することで既存システムを活用した最大積載質量5,000kgの荷物用MRLエレベーターの開発を実現した。

2. 開発課題及び対策内容

2.1 大容量荷物用MRLエレベーターの構成

大容量荷物用MRLエレベーターを開発するに当たって、最初に開発コンセプト“できる限り現行機器を流用した製品構成とし、かつ早期に製品投入が可能”を決めて開発を開始した。この開発コンセプトは大容量の荷物用エレベーターは乗用エレベーターに比べて、市場規模が小さく、製品差別化アイテムが少ないためコスト競争力が強い製品にすること、既に受注が決定しており短期間で開発完了が可能な製品にすることから決定した。

当社の製品ラインアップの中から、海外市場向けの最大積載質量2,500kg、かご速度90m/min、2対1ローピングのエレベーターを基本機種として、ローピングを4対1に変更することで最大積載質量5,000kg、かご速度45m/minの大容量荷物用MRLエレベーターを実現することにした。制御システムはローピング変更による影響は少なく、既存システムをそのまま転用することが可能である。また機械システムに関しては、ローピング変更に伴う新規開発機器を最小限に抑えるように、部品の多くを現行生産品から流用可能になるような機器構成にすることを目指して開発を進めた。大容量荷物用MRLエレベーターの全体構成を図1に示す。

巻上ロープは図2のようにかご側綱止めからかご吊り車、かご返し車、かご吊り車を経由して、巻上機綱車、おもり

吊り車、おもり返し車、おもり吊り車を経ておもり側綱止めへと至り合計10個の綱車を介する構成になっている。

2.2 開発課題及び対応策

大容量荷物用MRLエレベーターの開発時に直面した主な開発課題と対応策について次に述べる。

2.2.1 綱車増加に伴うかご振動への対処

2.1節で述べたとおり、ローピングを2対1から4対1に変更したことによって綱車の数も合計10個まで増えて、ベース機種よりもロープの曲げ損失や綱車の軸受損失が増加する。大容量荷物用MRLエレベーターの試作機の評価試験で、駆動系抵抗値の増加が原因と考えられる自励振動が発生し、エレベーター走行時に製品仕様を超える不規則振動が発生した。

乗用エレベーターの場合、かご吊り車から伝播(でんぱ)する振動は図3に示すようにかご枠とかご床の間にゴム系弾性体を使用した防振機構を設けることで対策をしている。

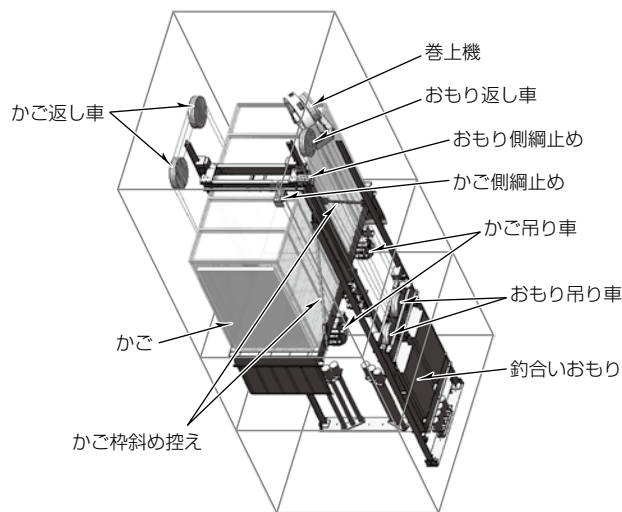


図1. 大容量荷物用MRLエレベーター全体の構成

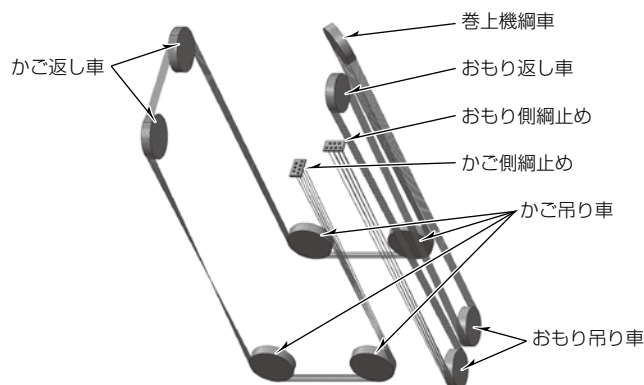


図2. ローピングの構成

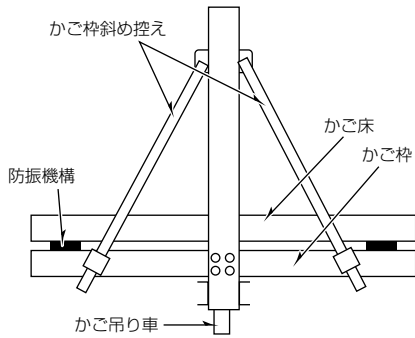


図3. 乗用エレベーターの防振

荷物用エレベーターの場合、取り扱う積載質量が大きい
ため乗用エレベーターのようなかご枠とかご床の間に防振
機構を設置するような防振床構造ではなく、かご床とかご
枠を一体化した固定床構造を採用している。そのため、か
ご下に設置した吊り車からかご床に伝わる振動の影響を受
けやすい傾向にある。荷物用エレベーターに防振床構造を
適用すると、かごへの積載物の偏り積載などの積載条件に
よって十分な防振効果が得られない不具合が生じるため、
この荷物用エレベーターではかご吊り車に図4に示すよう
な金属ばねとクッションばねを組み合わせた防振機構とオ
イルダンパで構成したかご吊り車防振機構を採用し、かご
床だけでなくかご枠全体に対して振動低減対策を実施する
ことでエレベーターの走行品質を安定させた。

2.2.2 駆動系損失が大きいシステムでの秤装置の実装

一般的に荷物用エレベーターは固定床構造を採用してい
るため、積載によるかご床の変位が発生しない。そのため、
かごへの積載物の質量を検出する秤装置はかご側綱止めに
設置して、巻上ロープに接続している綱止め端部ばねの変
位量を換算して積載質量の検出をしている。大容量荷物用
エレベーターに適用する秤装置を従来の荷物用エレベ
ーターと同じかご側綱止めに設置した場合、綱車数の増加や
巻き掛けられたロープによる駆動系損失が増加したことや
かごへの積載物の偏りなどの積載条件や積載階床によって
綱止め端部ばねの変位量のばらつきが大きくなり検出精度

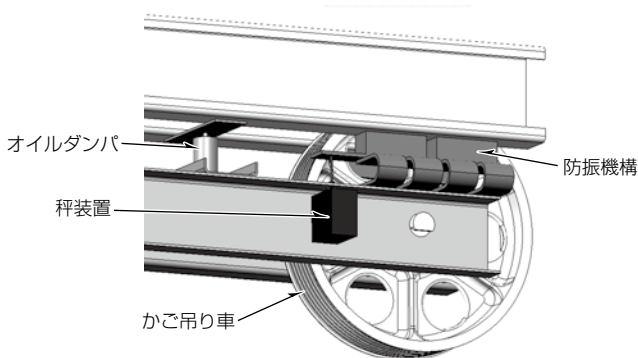
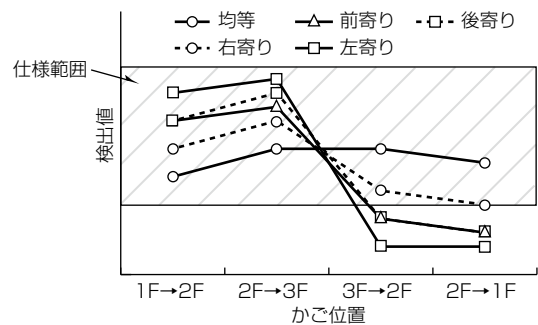


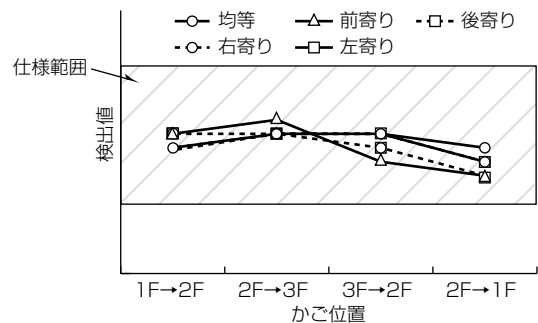
図4. かご吊り車防振機構と秤装置

が製品仕様を外れる結果になった。一例として定格積載質
量を積み込む位置(均等、前寄り、後寄り、右寄り、左寄
り)をそれぞれ条件として、横軸は昇降後のかご位置、縦
軸は秤装置の検出値としたグラフを図5(a)に示す。このグ
ラフから従来の綱止め設置位置では、かご内への積載質量
は同一であるにもかかわらず、荷物の積み込む位置やかご
の停止位置によって秤装置の検出値のばらつきが大きく仕
様範囲を外れていることが分かった。そこで、2.2.1項で
かご振動低減対策としてかご吊り車防振機構を採用したこ
とに合わせて、かご吊り車防振機構の変位量を検出するこ
とでかごへの積載物の質量を検出することが可能になるこ
とに着目した。その結果、図4に示すようにかご吊り車付
近に設置可能な秤装置を開発することで綱車や巻上ロープ
などの駆動系損失の影響を受けにくくすることが可能にな
った。図5(a)と同条件で確認試験を実施した結果、図5(b)
に示すように荷物の積み込む位置やかごの停止位置にかわ
らず秤装置の検出値が安定しており、製品仕様を満たして
いることが確認できた。

新規開発した秤装置はかご吊り車防振機構の変位量を検
出するため、図4に示すようなかご吊り車付近の梁(はり)
に設置する。また大容量荷物用エレベーターの場合、図2
に示すようにかご吊り車は4か所あるため、設置位置の候
補としては8か所ある。設置位置の違いによる影響の有無
を確認し、最適な設置位置及び設置個数を決定するため、
実際にエレベーターを昇降させたときの秤装置の検出状況
を確認する試験を実施した。試験結果を図6に示す。



(a) かご振動低減対策前



(b) かご振動低減対策後

図5. 定格負荷時の秤装置の検出値のばらつき

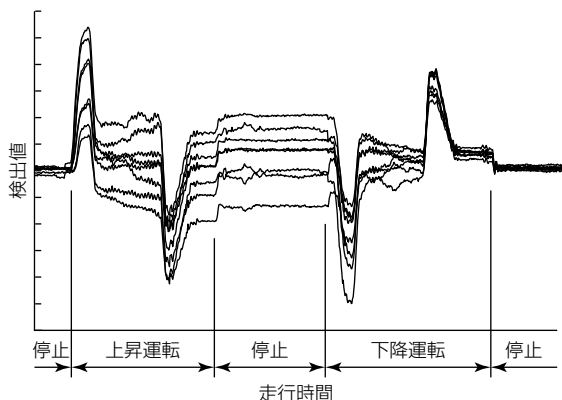


図6. 秤装置設置位置の違いによる秤装置検出値の違い

図6のグラフは横軸に下方階を基準としたときの走行時間、縦軸に秤装置の検出値を表している。この結果から秤装置の設置位置の違いによって、かご停止位置による秤装置の検出値に差が発生することが分かった。より安定した秤装置の検出精度を得るために、ロープ張力のばらつき等による影響を相殺できる設置位置や綱車と巻き掛けられたロープなどの駆動系損失による検出誤差を最小にする設置個数の最適値を検証して、秤装置の設置位置と個数を決定した。

2. 2. 3 かご斜め控えの引っ張りと圧縮荷重への対応

荷物用エレベーターのかご内に積み込まれた積載物によって発生する下向きの荷重によって、かご斜め控えには引っ張り荷重が作用する。また一般的な2対1ローピングのエレベーターのかご吊り車は、図3に示すようにかご床の中心付近に設置されるため、かご斜め控えには圧縮荷重は作用しない。しかし大容量荷物用MRLエレベーターは4対1ローピングを構成するためにかご床の前端部及び後端部にかご吊り車を設置したため、図7に示すようにかご質量を支える上向きの吊り荷重がかご吊り車からかご床に作用することになる。そのためかご斜め控えにはかご内の積載物の積載条件(前寄り、右寄りなど)によって、引っ張り荷重や圧縮荷重が作用することになる。図7は一例としてかご先端部に積載物が積まれた場合の解析結果を示す。

従来のかご斜め控えは圧縮荷重を考慮していないため座屈しやすい構造になっている。そのため大容量荷物用エレベーターに流用できないため新規にかご斜め控えを設計した。新規に設計するに当たって、かご床に作用する荷重や実際の積載物の積載位置などを条件としてかご斜め控えに作用する負荷を算出し、設計仕様を決定した。

新規設計するかご斜め控えには引っ張り力と圧縮の繰り返し荷重が作用するため、解析モデルによる確認だけでな

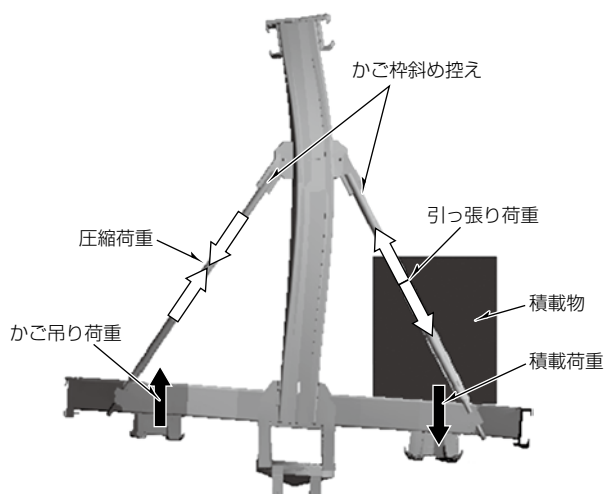


図7. かご斜め控えの引っ張り力と圧縮荷重解析結果

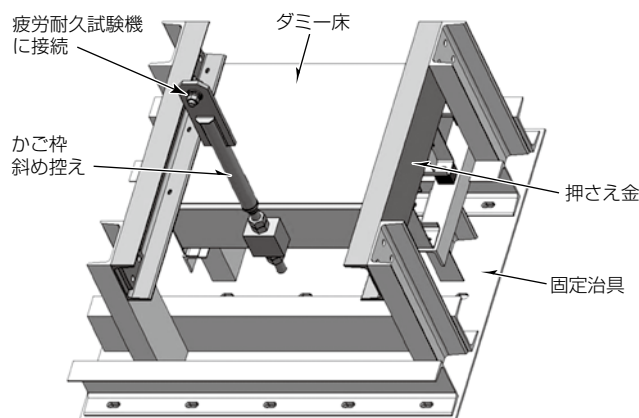


図8. かご斜め控えの試験装置

く、実際の取付けを模擬した図8に示すような試験装置を作成して評価試験を実施した。ダミー床に試作品を取り付けて、反対側を疲労耐久試験機に接続し、設計仕様に基づいた引っ張り力と圧縮の繰り返し荷重を与えて、試作品の疲労強度試験を実施・評価した。評価結果に基づいて性能や品質を満足したかご斜め控えを選定した。

3. む す び

海外での大規模建設プロジェクトの受注で開始した大容量荷物用MRLエレベーターの開発で直面した開発課題に対する取組みについて述べた。このエレベーターを納入した顧客から当社に対して“Award for Quality Excellence”という製品品質について高い評価を受けた。今後も更なる品質改良や機器原価低減を目指すとともに、顧客が求めるニーズを的確に取り入れて、訴求力の高い昇降機を開発・提供していく。