

省スペース設置で車いす利用可能な3人乗りホームエレベーター

New Space-Saving Home Elevator for Three-Passenger and Wheelchair Use

村中 勝
Masaru Muranaka

福井 博雄
Hiroo Fukui

伊藤 博之
Hiroyuki Ito

山添 健二
Kenji Yamazoe

要 旨

家庭内のだれもが利便性を感じられるホームエレベーターにおいて、1階床下の掘り下げ寸法を床レベル-200 mmでの設置が可能となるよう極小化し、かつ昇降路断面に対するかご床面積(スペース有効率)を約10%アップした省スペースタイプの3人乗りホームエレベーターを開発した。ドア開閉装置は薄型でコンパクト化し、ドアを2枚から3枚に変更して戸袋スペースを少なくすることで、自走式車いすが使用できる出入り口幅800 mmを実現した。さらに、回生電力の利用、待機電力の削減により、1日20回使用で0.5 kWh/日と電気代を従来比約30%ダウンできた。

Abstract

For home elevators which feel convenient for anyone in the home, We have developed a space-saving type of three-passenger home elevator which requires an under-first-floor space of only 200 mm by minimizing component size and improving spatial efficiency by approx. 10% compared to the previous model (Spatial efficiency: Ratio of car floor area to elevator shaft cross-section area). Developing a compact thin door operating device and changing from a two-panel sliding door to a three-panel door enabled the shutter box space to be reduced, providing a doorway width of 800 mm, which is sufficient for use by a motorized wheelchair. Furthermore, electricity usage was reduced by approx. 30% compared to previous models, to 0.5 kWh/day when used 20 times a day by utilizing regenerative electric power and reducing standby mode electricity consumption.

1. はじめに

少子高齢化が進む中、拡大する住宅リフォーム市場において、既存住宅へのエレベーター設置の需要が増加している。潜在需要は約40万戸と推定されるが[1][2]、リフォームでの設置については、これまで以下のような課題があった。

- (1) 上下に貫通するスペースを確保できない
- (2) 駆動装置設置のための住宅基礎の大幅改修が困難である
- (3) エレベーター本体価格に加え、上記(1)(2)に伴う建築工事費が発生するため、総工費が高額になる

これらに対して、油圧機器の小型化や戸開閉装置の薄型化など、機構部品を新たに開発し、省スペース、省施工を実現した油圧駆動式エレベーターを開発した。これでエレベーターを納める設計自由度が高まり、工期の短縮、総工費の削減も可能となり、リフォーム時の設置を容易にした。

加えて、待機電力の削減、回生電力の活用により消費電力を従来品比30%削減、省エネ性能を向上した。

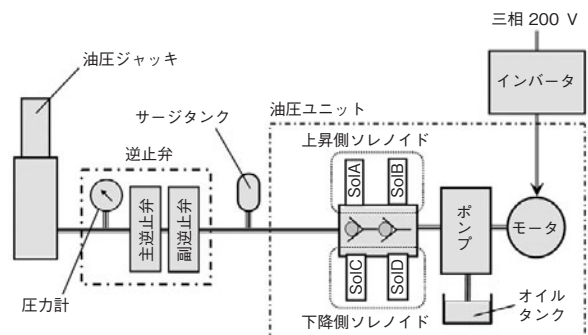
出入り口は800 mmに広げ、かつ挟まれ防止の非接触センサを採用し、乗り降り時の利便性と安全性を高めた。

本稿では、リフォーム設置を容易にする機器の省スペース設計、省エネ技術および安全性について説明する。

2. エレベーター駆動技術と納まり、安全設計

2.1 昇降駆動システムの基本構成

駆動システムの基本構成を、第1図に示す。ポンプやモータの駆動源、昇降速度を決める速度制御バルブ、エレベーターのかごを昇降させるジャッキで構成している。おのおのは油圧配管で接続されており、エレベーターの上昇時にはモータの回転でポンプより吐出した作動油が速度制御バルブを通り、ジャッキを伸長させ、かごを上昇させている。



第1図 従来の油圧式エレベーターの駆動システム

Fig. 1 Drive system of conventional oil pressure-type elevator

2.2 リフォーム設置時の課題

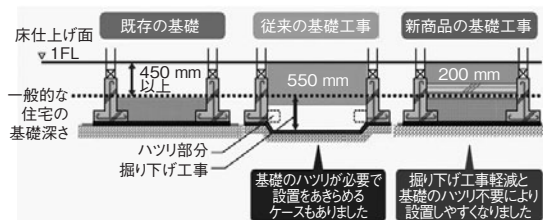
次に、エレベーターの建築物への納まりについて述べ

る。

第2図は、エレベーター最下階床下（ピット）部の納まりである。一般的な住宅の基礎深さは建築基準法施行令第22条により、450 mm以上と規定されている。しかし、ホームエレベーター設置に必要なピット深さは550 mmであるため、リフォーム設置の場合、床下地盤を掘り下げる、また基礎をはつという住宅基礎の大幅改修が必要となり、エレベーター設置を妨げる大きな課題となっていた。

ピット深さの内、300 mmを占めるのは、前述の駆動システムを構成する油圧ユニットであり、残り200 mmはエレベーターを支持するフレームやガイドシュー、および行き過ぎた場合のクリアランスや衝突時の衝撃緩和用に設ける緩衝器などを設置する寸法である。

住宅基礎を大幅に改修せずに、つまり床下450 mmからさらに掘り下げることなくエレベーターを設置するためには、深さ300 mmを占める油圧ユニットの小型化、フレームの薄型化、それらに伴う省スペース化がキーであった。



第2図 リフォーム時のピット納まり
Fig. 2 Pit settlement at time of reform

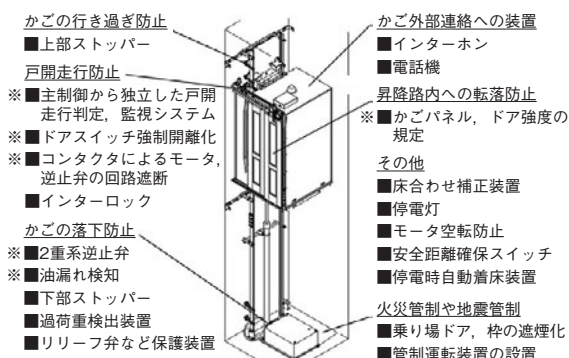
2.3 エレベーターの安全設計

ここで、安全確保のための法規を含めた現行制度と設計ステップについて述べておく。エレベーターは建築設備のひとつであり、建築基準法により以下のような技術的基準が定められている。主なものを示す。

- (1) かごの落下防止や昇降路内への転落防止
- (2) 戸が開いた状態での走行防止
- (3) 火災時や地震時の管制運転
- (4) かご外部への連絡手段確保

また、2009年には改正建築基準法が施行され、ブレーキの2重化、ドアスイッチ接点の強制開離方式化、および通常制御とは独立した戸開走行防止の監視システムが規定され、そのシステムは国土交通大臣による認定取得が義務化された。

第3図に、油圧式エレベーターの全体構成、安全装置および改正建築基準法により追加した安全装置を示す。



第3図 油圧式エレベーターと安全装置
Fig. 3 Oil pressure-type elevator and safety device

図中“※印”は改正建築基準法により、新規に規定された安全装置である。

これらより上位の安全基準を含め、想定しうる危険源を洗い出し、リスク回避、低減および警告表示などにて対策を講じ、設計を進めている。

加えて、設置時および定期的な保守点検にて性能維持を確認することでエレベーターの安全性を担保している。

3. 油圧駆動の新方式（バルブレス制御）

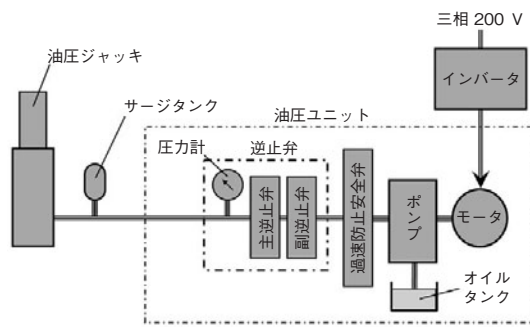
3.1 従来方式の課題と解決策

エレベーターは起動、停止時にはスロースタート、スローストップとなるよう低速で昇降し、加速した後は最高速度で昇降するよう速度を可変させ動いている。従来方式では、速度制御バルブを高速、低速用の2系統を有し、それらを昇降中に切り替えることで、速度制御をしていた。上昇、下降用にはそれぞれ独立した油圧回路が必要であり、それが油圧ユニットの小型化を難しくしていた。

そこで当社では、速度制御バルブを無くし、インバータを用いて、ポンプからの作動油流量を直接制御し、昇降速度を可変させる油圧駆動方式を開発することとした。併せて、小型化する油圧ユニットは機器を縦型に配置・構成し、ガイドレール間に納めることを要求仕様追加した。

3.2 新方式の基本構成

第4図に、速度制御バルブを無くした流量制御方式の駆動システムを示す。本開発では回路内のバルブを、かご保持および急停止用の逆止弁と下降時の異常速度超過を防止する安全用絞り弁のみとし、油圧回路としてはポンプからジャッキまでを1管路でストレートにつなげる

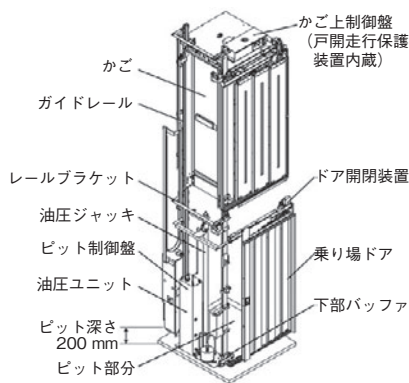


第4図 流量制御式の駆動システム
Fig. 4 Flow quantity control-type drive system

構成とした。

本方式では、インバータからの指令でモータを回転させ、軸で直結されたポンプを回転させる。吐出された作動油は、直接ジャッキを上げ下げするため、吐出流量がそのまま、かごの昇降速度となる。またインバータ制御では、従来のバルブ制御に比べて滑らかなS字カーブを描く速度制御ができるため、スムーズな昇降、快適な乗り心地を実現できる。

第5図に、新方式で実現する油圧式エレベーターの全体構成を示す。速度制御バルブを無くし、小型化した縦型油圧ユニットは、図示の通りガイドレールの中に納めた。併せてピット制御盤も縦型構造とし、ピットに据え置きする機器の無いエレベーターが実現できた。



第5図 新方式による浅ピット型エレベーター
Fig. 5 Shallow pit type elevator by new method

3.3 新方式における課題と品質目標設定

新方式は油圧ユニット小型化に寄与する反面、流量制御方式への変更起因する幾つかの課題が考えられた。

〔1〕 作動油温度や負荷状況による動作のばらつき

油圧駆動システムに用いる作動油は温度により粘度が変化する。当社はエレベーターに適した専用油を開発し、

使用しているが、それでも温度変化によるポンプ吐出流量のばらつきは小さくない。

エレベーターの重要な性能評価として振動（乗り心地）、騒音、着床精度が挙げられる。従来方式では、流量制御バルブを通して、作動油がジャッキに供給されていたが、新方式においては、ポンプからの吐出流量制御により性能が決まるため、変更に伴う重要な課題とした。なお、新方式の品質目標設定において、利用者の感性に訴える項目については、従来の品質目標を変更しないこととした。

〔2〕 段差補正機能

乗り込み時にエレベーターのドアが開いた際、乗り場の敷居との段差が大きいと転倒などのけがにつながる恐れがある。逆に段差が少ないほど、安全性が高くなる。

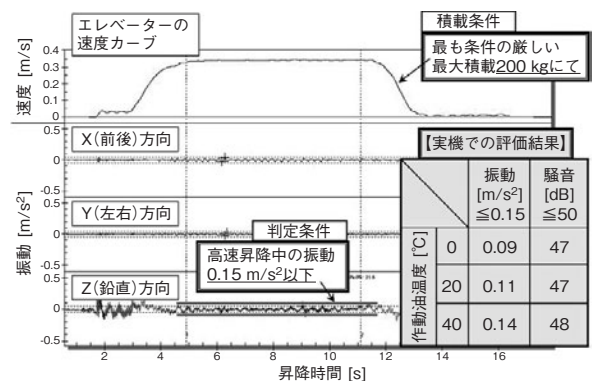
新方式では、ポンプ吐出流量をフィードバック制御するため、高速領域において従来方式よりも、きめ細かい制御が期待できる。また乗り込み時、エレベーターはドアを開く前に、自動的に段差を補正する運動を行う。その際の微小速度での昇降、停止制御をポンプで行うため、従来のバルブ制御同等の着床精度3 mm以内を達成することを品質目標とした。

3.4 エレベーター実機における評価結果

ポンプの吐出流量を直接制御する新システムについて実機評価、検証した結果を、第6図に示す。

作動油温度0℃から40℃の使用保証温度に対して、全温度範囲にて振動、騒音ともに規格値内であり、実使用能力があることを確認できた。

また、段差補正機能も3 mm以内、と目標値内に納まった。住宅性能表示の高齢者配慮対策等級評価基準によれば、施工時で5 mm以内の高低差（段差）は「高低差無し」として扱われることから、つまずきや転倒対策として充



第6図 エレベーター実機における評価結果
Fig. 6 Evaluation result in elevator actual machine

分な性能を有しているといえる。

4. エレベーターの省エネ向上と使用性向上

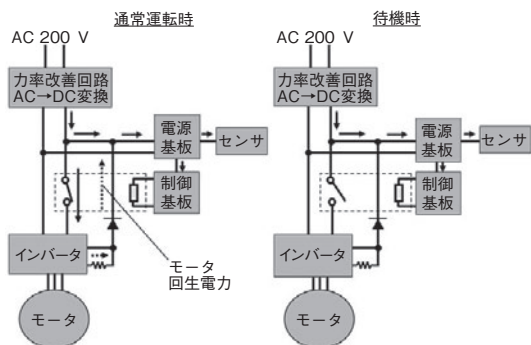
4.1 省エネ性能の向上

新方式では速度制御バルブを無くしている。これよりエレベーター下降時に、かごの自重と搭乗者による積載荷重を加えた負荷圧力が、ポンプを介してモータを逆回転させ、回生電力が従来方式に比べ多く発生することがわかった。

本開発では、下降時に使用する動力および制御電源を回生電力でまかない、運転時の省エネを実現した。

省電力回路のシステム図を、第7図に示す。

また、エレベーターの待機時に、スタンバイ状態とされていたインバータの電源をOFFするよう、新たにリレー回路を追加することで、従来比30%の省エネを実現した。



第7図 省電力回路のシステム図

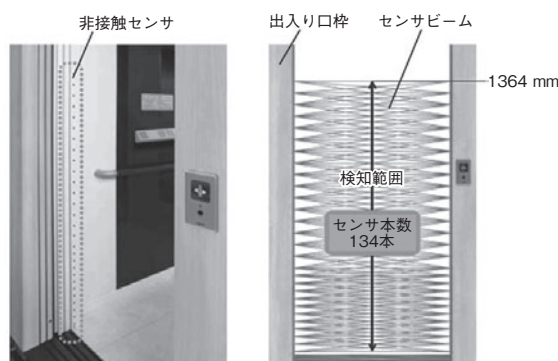
Fig. 7 Figure of system of power-saving circuit

4.2 安全機能の付加

本開発においては、だれもが使いやすいエレベーターを目指し、安全性、使用性に配慮している。出入口には、ドアが閉まるときに人が挟まれないよう、(マルチビーム)非接触センサを設けている。従来のドア反転装置のみでは車いす利用者にとって、わずかの力ではあるがドアと接触してしまう。(マルチビーム)非接触センサでは車いす利用者やお子様の手をセンサが確実に感知し、ドアが身体に触れる前に反転して開くようにした。

また下部のビームピッチを小さくし、車いす利用者のつま先や杖(つえ)などを検知するよう工夫している。

かごのルーム内には大型の操作ボタンを設けている。一辺が43mm角で、手の甲や肘でも押すことができる大きさにしており、また触っただけでボタンを認識できる立体形状にしている。ドアの「開く」ボタンや階数表示



第8図 非接触センサとビームピッチ

Fig. 8 Non-contact sensor and beam pitch

には大きな文字の照光式ボタンを採用、併せて背景と文字色に明度差をつけ、コントラストを高めることで、視認性を高めている。

操作ボタンは、かごの中央部、床から1000mmの高さに設けている。また垂直な側面パネルに対して、上向きに角度をつけて設置しており、立位での使用者、車いす利用者と搭乗形態を問わず、だれもが使いやすい配慮をしている。

日常のアクシデントや予期しないお子様の行動に伴うリスクを回避し、ご家族の安全を守る工夫を随所に凝らしている。



第9図 大型操作ボタン

Fig. 9 Large-sized operation button

5. 設置スペースの有効利用

5.1 2人乗り設置スペースに3人乗りサイズを設置

前章までで、550mm必要であったピット深さが200mmで済む、昇降路縦断面から見た省スペース設計、具体的手段として新しい駆動システムによる油圧ユニットの小型化および縦型化について述べた。

次に、エレベーター搭乗者の利便性にかかわる平面上の省スペース化について述べる。本開発で命題となった要求品質に、従来の2人乗りスペースに3人乗りエレベーターを納める、があった。通常では、乗車スペースが狭

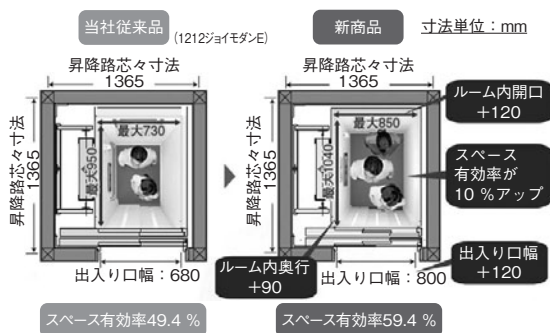
くるところを当社では、昇降路内のデッドスペースを縮小し、省スペースと快適性を両立させることを目標とした。

5.2 スペース利用効率の向上

エレベーターは、搭乗者が乗り込むかご部分を乗車スペースとすると、それ以外はすべてデッドスペースといえる。例えば、昇降駆動源となるジャッキ、油圧ユニット、それを制御するピット制御盤、さらにかごの昇降をガイドするガイドレールとレールを支持するブラケットなどは、デッドスペースに配置することとなる。

3人乗りエレベーターのかご広さとしては、ホームエレベーターの場合、かご床面積 0.85 m^2 が必要である。従来の2人乗りと本開発の3人乗りは昇降路寸法として同じであるが、これを平面図で比較したものを、第10図に示す。

本開発では、薄型のドア開閉装置の設計や、かごを支持するフレーム構造を見直した結果、軽量小型ながら従来品同等の剛性を確保できた。それにより、従来はデッドスペースであったフレーム投影面に対しても機器の設置スペースが生まれ、従来比プラス10%の有効スペースを生み出した。



第10図 エレベーター平面図の比較

Fig. 10 Comparison of elevator ground plan

5.3 出入り口幅の拡大

快適な3人乗りを実現するためには、乗車スペースの拡大に併せて、出入り口幅の拡大も必要である。特に自走式車いすの使用を考える場合、出入り口は有効幅800 mm以上が望ましいとされている[3][4]。開口間口を大きく取るため、本開発では開口部の片引きドアを2枚から3枚とし、ドア1枚の幅を縮めた。ここでドアが開いたときの戸袋部、つまりデッドスペースを縮小でき、昇降路幅の芯々寸法1365 mmで出入り口幅800 mmを実現できた。

これにより、第10図に示すように、従来商品と同じ昇降路サイズで、かごの奥行寸法を90 mm、間口寸法を120 mm増やし、乗車スペースにして10%アップさせることができた。

また従来、同一昇降路スペースに設置するエレベーターでは、幅570 mm×全長830 mmの介助式車いすしか搭乗できなかったが、幅700 mm×全長1020 mmの自走式車いすが利用できるエレベーターを開発したことで、より多くの利用者にとっての利便性を確立できた。

今後は、ワンフロアでの生活動線設計を可能とするホームエレベーターが、より多くの施主様に選ばれるようさらに省スペース、省エネ技術を追求していく。

6. まとめ

本稿では、速度制御バルブレスの縦型油圧ユニットおよびドア開閉装置に代表する省スペース設計機器の開発により、ピット深さ200 mm、従来比10%の平面スペース有効率向上を示した。加えて、かご乗車スペースを間口、奥行ともに拡大することで、従来の2人乗り設置スペースで3人乗りを実現する省スペース技術を確立した。

エレベーターを納める設計の自由度が高まることに加え、工期の短縮、総工費の削減を可能とすることでリフォーム設置を容易にする。今後、増加するリフォーム市場にとって、この商品の重要性はますます高まるものと考えられる。

バリアフリーからフロアフリーへ、エレベーターの設置により、日当たりや風通しの良い最上階を生活の中心に据え、平屋感覚の生活を実現できる。

当社としても、技術やノウハウをさらに深化させ、「子供からお年寄りまで、だれもが暮らしやすくする」社会の実現に貢献していきたい。

参考文献

- [1] 内閣府，“高齢者の住宅と生活環境に関する意識調査（平成17年）”。
- [2] 総務省，“住宅・土地統計調査（平成20年）”。
- [3] 健康環境システム研究会，“高齢者・身障者を考えた建築のディテール，” pp.189-194, 1995.
- [4] “車いす兼用エレベーターに関する標準，” JEAS-A506, (社)日本エレベーター協会, 2004.
- [5] 国土交通省住宅局建築指導課（監），（財）日本建築設備・昇降機センター，（社）日本エレベーター協会（編），“昇降機技術基準の解説 2009年版，”（財）日本建築設備・昇降機センター，2009.

執筆者紹介



村中 勝 Masaru Muranaka
パナソニック ホームエレベーター（株）商品
企画開発部
Product plan Development Div., Panasonic Home
Elevator Co., Ltd.



福井 博雄 Hiroo Fukui
パナソニック ホームエレベーター（株）商品
企画開発部
Product plan Development Div., Panasonic Home
Elevator Co., Ltd.



伊藤 博之 Hiroyuki Ito
パナソニック ホームエレベーター（株）商品
企画開発部
Product plan Development Div., Panasonic Home
Elevator Co., Ltd.



山添 健二 Kenji Yamazoe
パナソニック ホームエレベーター（株）商品
企画開発部
Product plan Development Div., Panasonic Home
Elevator Co., Ltd.