

三菱電機技報

| 11 | 2024
Vol.98 No.11

昇降機・ビルシステム



No.11

特 集	昇降機・ビルシステム	Elevators, Escalators and Building Systems
巻 頭 言		
昇降機・ビルシステム特集に寄せて……………	1-01	Foreword to Special Issue on Elevators, Escalators and Building Systems Takeshi Fushiki
伏木 毅		
三菱ビル設備オープン統合システム		
“Facima BA-system2”……………	2-01	Building Automation System “Facima BA-system2” Yuki Sugimoto
杉本侑基		
新“BuilUnity”コントローラーと機能拡充……………	3-01	New “BuilUnity” Controller and Functional Expansion Sho Nishikiori, Takayuki Chonan
錦織 祥・長南隆之		
国内向けエスカレーター“uシリーズ”		
の保守省力化による停止時間削減……………	4-01	Reduce Downtime by Improving Maintainability of Escalators “u series” for Domestic Atsushi Kawasaki
川崎敦司		
工期短縮に向けた昇降機据付工法……………	5-01	Elevator Installation Method to Reduce Work Time Kazuhiro Hiraki
開 和洋		
展望用エレベーター		
“プレミアムシースルーかご室”……………	6-01	Observation Elevator “Premium See Through Cage” Koji Ando, Hidetoshi Tazawa, Ayumi Taniguchi, Daisuke Komori
安藤康司・田澤英稔・谷口愛弓・小森大資		
最近の昇降機海外納入事例……………	7-01	Latest Supply Record of Mitsubishi Elevator and Escalator in Overseas Market Chihiro Fukushima
福岡千紘		

執筆者の所属は執筆時のものです。

三菱電機では、サステナビリティ経営を実現する4つのビジネスエリアとして、「インフラ」「インダストリー・モビリティ」「ライフ」「ビジネス・プラットフォーム」を設定しています。

三菱電機技報ではこの4つのビジネスエリアに分類し特集を紹介しています。

今回の特集ではライフ領域の“昇降機・ビルシステム”をご紹介します。

巻頭言

昇降機・ビルシステム特集に寄せて

Foreword to Special Issue on Elevators, Escalators and Building Systems



伏木 毅 Takeshi Fushiki

執行役員 ビルシステム事業本部 副事業本部長

Corporate Executive Group Senior Vice President, Building Systems Group

2023年から、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)による制限が緩和され、各国経済活動が再開、活性化している一方で、ウクライナ情勢やイスラエル・ハマス紛争をはじめとした世界的な情勢不安、急激な為替変動、素材・人件費・物流費の高騰、中国不動産の不況等、世界的に外部環境が大きく変化してきています。日本国内では、少子高齢化による人手不足が深刻化しており、特に建設業界での人材不足は喫緊の課題となっています。このような環境下、三菱電機はビル事業を通じて社会課題の解決を推進するため、安心・安全・快適な製品・サービスの提供に加えて、省エネルギー化・省人化・省力化を実現するソリューション技術の開発を進めています。

近年ZEB(net Zero Energy Building)の要望が拡大している中、当社はメーカー初のZEBプランナーとして多くの実績を持っており、ZEBに必要な各種設備の選定・納入から運用開始後の省エネルギー支援サービスまでをワンストップで提供し、ビルの省エネルギーの実現に貢献しています。ビルマネジメント領域では、当社は以前からビルの空調／熱源／受変電／照明などの設備を監視・制御する中央監視システム“Facima BA-system”を発売してきており、多様化する事業環境、IT環境に対応するため拡充開発を継続しエネルギーソリューションに貢献しています。また、ビル管理者の人手不足が深刻化している中小規模ビル領域では、ビル設備の監視制御、エネルギー管理を一括で行う“BuilUnity”機能の拡充開発を実施することで、省人化やZEB運用支援機能を実現し、カーボンニュートラルに貢献しています。

昇降機関連では、エレベーターはビルや公共機関での縦の移動設備としてなくてはならないものであり、安心・安全はもちろんのこと、利用者に快適に使用してもらうこと、かつ、ビル内では建築の一部として利用者の目に留まるため、建築デザインとの融合、親和性が重要となります。当社は、これまで追求してきた安心・安全・快適を踏襲し、さらに“街、建物、人とつながる”をコンセプトとして標準形エレベーター“AXIEZ-LINKs”を投入してきました。それに加えて利用者への開放感のある眺望の提供、建築のデザイン性への賑(にぎ)わいや躍動感を与える効果を持つ“プレミアムシースルーかご室”を開発し、建築計画の幅を広げて、利用者の快適性の向上を実現しています。省人化・省力化の観点では、エレベーターの据付方法である足場なし(WOS: With Out Scaffolding)工法の拡充開発によって、これまでは必要であった仮設動力の設置を不要にして、据付期間を短縮することで省人化を実現するとともに、エレベーターの安定的な提供、エレベーターサービスの早期利用を可能にしました。また、エスカレーターに関しては、エレベーターと同様に公共機関を中心に長期にわたって安心・安全・快適に使用してもらうために定期的な保守・修理工事が必要ですが、その期間エスカレーターを停止することは利用者の利便性の大幅な低下や施設の売上低下につながります。今般、従来機種に比べて大幅に保守省力化を実現した“uシリーズ”エスカレーターを投入することで、エスカレーターの停止時間の削減を可能にしました。

今後、更に劇的に社会環境が変化していく中、様々な社会課題を解決するためにビルソリューションプロバイダーとして、これまで培ったビルシステムやコンポーネント、設備データを統合し、新たなソリューションサービスとして提供することで、ビルや都市の様々な暮らしの空間での顧客の課題解決に貢献していきます。

三菱ビル設備オープン統合システム “Facima BA-system2”

Building Automation System “Facima BA-system2”

*三菱電機ビルソリューションズ(株)

要 旨

三菱電機ビルソリューションズ(株)は、2024年2月に三菱ビル設備オープン統合システム“Facima BA-system2”(ファシマBAシステム2)を発売した。今回のシステム開発の主な特徴は次のとおりである。

(1) 連携機能強化

三菱電機冷熱システム製作所等の制御機器との連携強化、及びWeb APIによるデータ提供に対応した。

(2) 適応能力向上

サーバーを一新し、大規模ビル向けの管理点数最大100,000点やコントローラー数最大80台に対応した。

(3) 快美性大改善

ユーザーインターフェースをマテリアルデザインやWebアプリケーションフレームワークで一新した。

1. ま え が き

三菱電機及び三菱電機ビルテクノサービス(株)は、ビルの空調／熱源／受変電／照明などの設備を監視・制御する中央監視システム“Facima BA-system”(以下“Facima”という。)を2009年に発売して以来、様々な建築工事でFacimaの新設、営繕、リプレースに携わってきた。この過程で、昨今の中央監視システム市場からのビジネス要求は、多様化・総合化・複雑化が進んでいる。また、高さが60mを超えるような高層ビルが台頭したり、Society 5.0の超スマート社会が到来したりと、ビルとシステムの相互進歩が目覚ましくなっている。このような環境下で、時代とともにレガシー化するFacimaの拡充開発を継続推進することは難しい状況になりつつあり、次の三つが喫緊の課題であった。

(1) VUCA(Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity)の時代に対応可能なソリューションビジネスの展開

(2) 市場占有率の改善、及び販路の拡大

(3) 現行のITシステムの更改による長期的生産スキームの再構築

これらの事業課題を解決し、次世代の中央監視を担う“Facima BA-system2”(以下“Facima2”という。)を開発した(図1)。Facima2は、2022年の三菱電機ビルソリューションズ(株)(MEBS)への経営統合によって、三菱電機の“基幹技術”と三菱電機ビルテクノサービス(株)の“フィールドナレッジ”が相乗する統合ソリューションパッケージを特長とする。



図1-Facima2の監視画面

本稿では、Facima2の機能及び技術を旧機種Facimaと比較し、述べる。2章以降は、今回の開発に当たって、技術的な観点から最重要課題に位置付けた“連携-Linkage-”(2章)、“適応-Adaptation-”(3章)、“快美-Aesthetics-”(4章)に分けて、遂行した課題解決を示す。

2. “連携-Linkage-”に関わる課題と解決策

2.1 データ通信でのビル内OT最適とビル間IT最適の課題

21世紀の第四次産業革命を皮切りに、IoT(Internet of Things)やビッグデータが普及し、データ利活用の必要性が高まった。これまでの閉じたビル内ネットワークは、2006年のAWS(Amazon Web Services)^(注1)の展開を機に、様々な形でクラウドと結合し、データに付加価値を与えている。一方で、Facimaの管理対象になる建築設備のデータモデル(設備/機器/部位ごとに分類された属性情報)は、BIM(Building Information Modeling)やPLATEAU^(注2)のデジタル技術が追い風になり、ビル内のOT(Operational Technology)でよりミクロ(細分化、具体化)に、ビル間のIT(Information Technology)でよりマクロ(巨大化、抽象化)になっている。これらの対極的な発展を静観したまま無秩序・無計画な開発が進行すると、ビル内外で相互協調が取れず、都市の高度化を阻害するおそれがある。そのため、進展するデータ流通社会を見据えて、次の課題を抽出した。

- (1) ビル内のマルチベンダーの強みを生かすコントローラーアーキテクチャー設計による相互運用性の確保
- (2) ビル間のSystem Of Systemsの独立性を確保したデータ連携基盤の構築
- (3) 全データにアクセス可能なビル内利用者に対するセキュリティの強化

(注1) AWS, Amazon Web Servicesは、Amazon Technologies, Inc.の登録商標である。

(注2) PLATEAUは、国土交通省都市局長の登録商標である。

2.2 解 決 策

- (1) 各社の制御機器と通信可能なMEBS製FCPの機能拡充

OT要素には、建築設備を製造する各社の強みがある点に着目した。三菱電機冷熱システム製作所の空調制御機器とのXML(Extensible Markup Language)通信、三菱電機福山製作所の配電制御機器とのB/NET通信、他社の制御機器とのBACnet^(注3)通信を行うFacima2のコントローラー“FCP”(Facility Control Processor)を機能拡充することで、MEBS製FCPの強みである“BAS(Building Automation System)機能と稼働履歴データ蓄積”と各社の制御機器の強みである“細分化された監視・制御信号”を相補的に協調できるシステムとした(図2、表1)。

- (2) RESTful APIに基づいたWeb APIの開放

Facima2のサーバー“FMS”(Facility Management Server)は、ビル内に分散する全コントローラーからBACnetで収集した稼働履歴データや、利用者の操作履歴をデータクレンジングして帳票データに記録する点に着目した。データウェアハウスとしてビル外のシステムと疎結合になるようにWeb API(Application Programming Interface)を開放することで、Facima2から三菱電機のスマートシティ・ビルIoTプラットフォーム“Ville-feuille(ヴィルフィーユ)”/デジタル基盤“Serendie(セレンディ)”/都市OSへデータ連携し、スマートシティやエコシティにアプローチできるシステムとした(図2)。

- (3) ログインユーザー・パスワード管理機能の強化

IT要素は、OT要素と比較してデータが凝集し、人的事故に起因した情報漏えいの発生確率と影響度が大きい点に着目した。ビル内外の境界点に当たるFMSへのログインに関して、パスワードの再利用禁止、有効期限、誤入力ロック、文字制限の機能を導入して、システムの機密性を向上させた。

(注3) BACnetは、ASHRAE(米国暖房冷凍空調学会)の登録商標である。

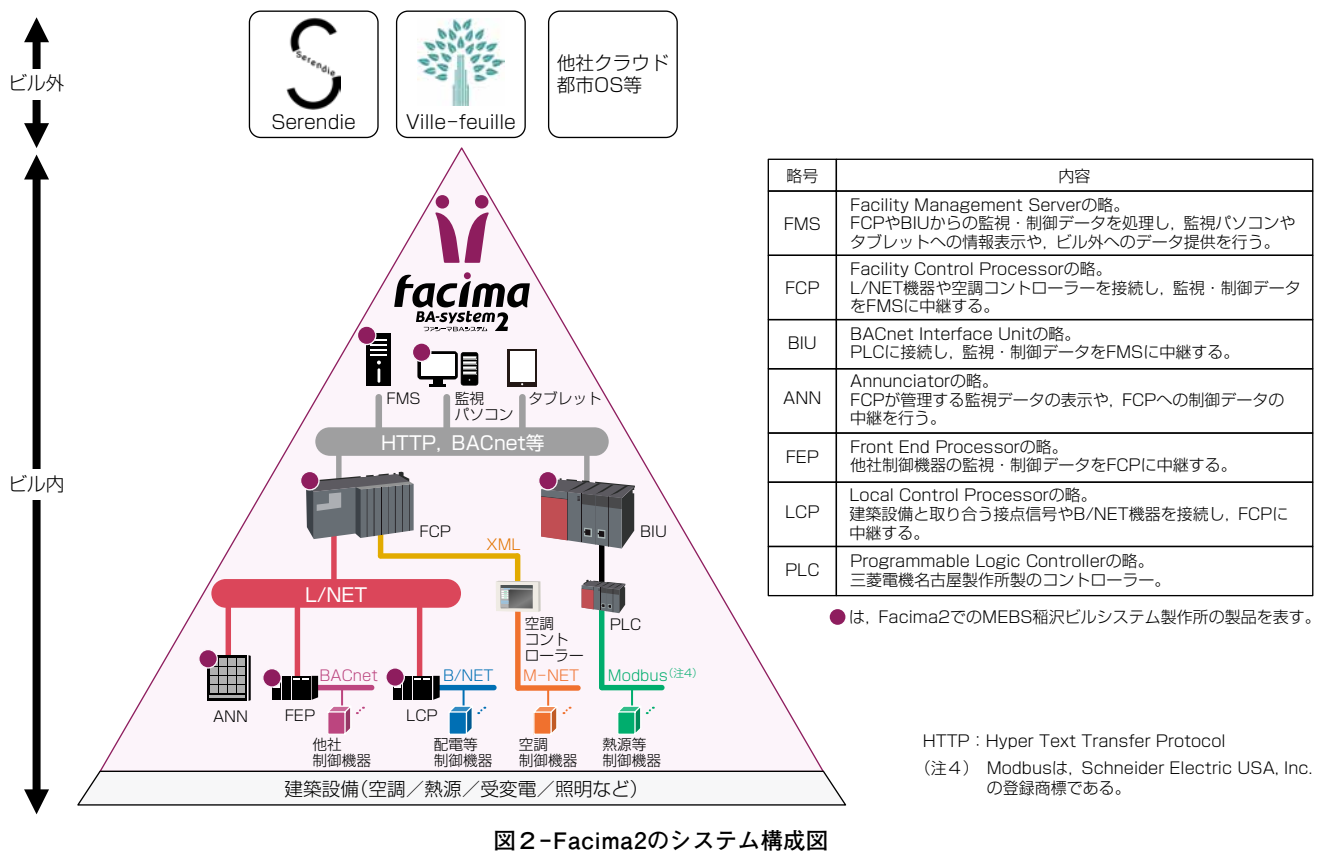


図2-Facima2のシステム構成図

表1-新旧機種の諸元比較

		旧機種(Facima)	新機種(Facima2)
システム(注5)	管理点数(注6)	30,000点	100,000点
	トレンドログ点数	30,000点(サーバー増設なし) 90,000点(サーバー増設あり)	100,000点(サーバー増設なし)
	監視パソコン接続台数	8台	10台
	コントローラー接続台数	30台	80台
	履歴件数	300,000件	1,000,000件
	ユーザー数	128ユーザー	200ユーザー
サーバー(FMS)	信号名称文字数	全半角30文字	全半角40文字
	型番	UFC21-1030	UFC23-2010
	CPU	Intel Core(注7) i5	Intel Core i7
	メモリー	8 GB	16GB
	ストレージ	HDD, RAID1	SSD, RAID1
	LAN	2 ch	4 ch

(注5) サーバーがFMSの場合でのシステム。

(注6) 実信号、ダミー信号、システム信号など全ての信号の合計数。

(注7) Intel Coreは、Intel Corp.の登録商標である。

SSD : Solid State Drive

3. “適応-Adaptation-”に関わる課題と解決策

3.1 “変容するビルのモデル”と“累積するエンジニアの技術力”のデカップリングの課題

首都圏では、高さ250m以上の超高層ビルや、延べ面積100,000m²を超える大型ビルが建ち並び、規模拡大はとどまるところを知らない。また、社会が求めるビルの姿は、1980年代のインテリジェントビルから2020年代のスマートビルへパラダイムシフトし、用途の多様化が加速している。他方で、Facimaの業務に携わるエンジニアは、製品発売以降15年の月日をかけて、恒常的にシステムの技術力を培ってきた。これらの背景や変遷の下で、“変容する”外部環境と“累積する”内部環境を同一視して新製品を開発すると、ニーズ不相応による商談難航や変化過多による長納期化によって、市場

占有率が低迷し、時代に取り残されてしまう。そのため、いかにしてシステムを“ビル”と“エンジニア”に適応させるかを見据えて、次の課題を抽出した。

- (1) 超高層ビルや複合施設にも適用可能な、規模の大小や用途の広狭に応じた高スケーラビリティの実現
- (2) 顧客のシステム要求にone to manyで納入機能を最適化する高アジリティの確保
- (3) Facima2への移行に伴うエンジニアリング作業の適応負担を極小化するためのチェンジマネジメント

3.2 解 決 策

- (1) サーバーのスケールアップのためのリホストによる諸元の拡張

Facimaは、自律分散ネットワークアーキテクチャーを採用しており、1台のサーバー(FMS)に複数台のコントローラー(FCP, BIUなど)がBACnetで通信する形態を取る。コントローラーは、ビルの規模に応じてスケールアウト可能である一方で、FMSは、ハードウェア及び信号処理プロセスの性能制約によって、30台を超えるコントローラーのデータ量を処理できず、管理点数のボトルネックになっている点に着目した。スケールアップした新プラットフォーム(表1)にFMSをリホストし、信号処理プロセスの分割によるマルチコアでの並列処理を可能にして、システムの性能効率性を向上させた。

- (2) オプションの切替えによる納入機能のデプロイ

Facimaは、開発した機能をオプション化することで、以降の物件に水平展開できる循環ソリューションパッケージである。オプションの有効／無効を組み合わせることで、ビルごとの顧客ニーズに応じた唯一無二の製品を機敏に納入できる点に着目した。この仕組みをFacima2に継承し、Facimaのオプションごとの機能ソフトウェアをFacima2に移植することで、ビジネス価値の早期最大化に誘導した。

- (3) Facima及びFacima2のエンジニアリングツールの共有化

Facimaのエンジニアリングツールには、これまでの15年間に社内エンジニアが醸成した経験知・集合知がある点に着目した。Facima2向けの新規ツールを製作するのではなく、Facima向けの既存ツールを流用する方針とすることで、操作画面のユーザビリティを維持しつつ、新機種に抵抗なく移行できるように各ツールが出力するFacima又はFacima2向けの設定データを、機種フラグをプリセットすることで切替え可能にした。

4. “快美-Aesthetics-”に関わる課題と解決策

4.1 ニューノーマル時代に即したフロントエンド開発の課題

デザインの流行は、時代とともに変遷している。例えば、Facimaが発売された2000年代には立体的なスキューモーフイズムが、その後の2010年代には平面的なフラットデザインが好まれた。さらに、2010年の人間中心設計に関わるISO 9241-210の制定を契機に、利用者のユーザーエクスペリエンスが要求され、顧客の製品選定基準は、機能や価格に加えて“ワクワク”する体験が重要視されるようになった。一方で、Facimaのクライアントパソコンは、レガシーブラウザを動作環境としており、モダンブラウザに非対応のため、新システムへの移行に拍車がかかっている。これらの潮流を踏まえて、いかにしてフロントエンドを抜本的に改造するかを見据えて、次の課題を抽出した。

- (1) 画面デザイン刷新による顧客エンゲージメントの向上
- (2) Webアプリケーションのレガシーブラウザからモダンブラウザへの対応

4.2 解 決 策

- (1) マテリアルデザイン及びレスポンシブデザインの採用

2020年代は、2000年代以降の流行を汲(く)むように、スキューモーフイズムとフラットデザインを踏襲するフラット2.0が普及している点に着目した。三菱電機統合デザイン研究所の監修の下、2014年にGoogleが発表したマテリアルデザインをベースにコンポーネント／アイコン／カラーを選定・制作した。それに加えて、モニターやWebブラウザのサイズに応じて表示を最適化するレスポンシブデザインや、老若の利用者が読みやすいフォントサイズによって、監視パソコンのモニターと共通するインタラクションで、大型モニターやタブレット画面でのユースケースに対応した(図3)。これによって、日ごと夜ごとのビル管理業務で、負担感を軽減し、ユーザーに仕事の活力を提供する。



ZEB : net Zero Energy Building

図3-スケジュール詳細画面(左)とZEBグラフ表示画面(右)

(2) WebアプリケーションフレームワークによるSPAへのリライト

モダンブラウザでは、W3C(World Wide Web Consortium)が勧告するWeb標準への準拠が求められるため、一つのウインドー内で複数タブを構成できるSPA(Single Page Application)を採用した。これらのタブにグラフィック画面、各種機能画面、シングルサインオン後の三菱電機冷熱システム製作所製空調コントローラーの統合管理Web画面を表示するため、SPAと親和性の高いWebアプリケーションフレームワークを基に、Facimaのソフトウェア資産をリライトした。これによって、持続可能で時代に普遍的なシステム基盤をユーザーに提供する。

5. む す び

2024年2月にMEBSが発売した、三菱ビル設備オープン統合システム“Facima BA-system2”の開発内容を述べた。今後は、経営統合後の一貫した事業運営体制でエネルギーソリューションを提供し、三菱電機の各事業本部と連携を強化しながら循環型 デジタル・エンジニアリングによって新たな価値を生み出すことで、SDGs(Sustainable Development Goals)の7番“エネルギーをみんなに そしてクリーンに”に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 渡邊啓嗣, ほか: 三菱ビル設備オープン統合システム“Facima BA-system”, 三菱電機技報, **83**, No.9, 547~550 (2009)
- (2) 浦口 剛, ほか: ビル管理システム用新コントローラ, 三菱電機技報, **89**, No.9, 522~525 (2015)

新“BuilUnity”コントローラーと機能拡充

New “BuilUnity” Controller and Functional Expansion

*三菱電機ビルソリューションズ(株)

要 旨

近年、ビル管理者の人手不足の課題解決や、脱炭素・ZEB(net Zero Energy Building)対応などのニーズ拡大に伴い、ビルの設備やエネルギーを効率的に管理するためのシステムの需要が高まっている。一方で、中小規模ビルの領域では、コストや設置スペースの制約によってシステム導入が進まないという課題があった。

そこで、タッチパネルを搭載したBuilUnity向けの壁掛けコントローラーを開発し、管理用パソコンレスのシステム構成とすることで設置スペースや初期コストを抑え、中小規模ビルへのシステム導入を容易にした。さらに、設備監視とエネルギー管理に関する機能を拡充し、効率的なビルの運営・管理を実現した。

1. ま え が き

2020年10月に政府から、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする“カーボンニュートラル”を目指すことが宣言されるなど、省エネルギーへの社会的要求は年々増加している。その中で、建物のエネルギーを管理するBEMS(Building and Energy Management System)の重要性も高まってきている。また、近年では少子高齢化などによってビル管理業界でも労働力不足が課題になっており、とりわけ中小規模のビルでは、運営・管理面で更なる効率化が求められている。

三菱ビル統合ソリューション“BuilUnity(ビルユニティー)”は中小規模のビルをターゲットとして、ビル設備の監視制御、エネルギー管理を一括で効率的に行うことが可能な、先に述べた課題の解決に寄与するシステムである。しかし、運用する上で管理用パソコンが必要であるなど、特に管理人が常駐しない無人ビルでは、設置場所や初期導入コストに課題があった。そこで今回、マンマシンインターフェースとしてタッチモニターを搭載した新コントローラーを開発し、それらの課題をクリアした。さらに設備監視機能とエネルギー管理機能を拡充した。

本稿では、初めにBuilUnityの特長について述べた後、今回の開発ポイントについて述べる。

2. BuilUnityの特長

BuilUnityのシステム構成を図1に示す。BuilUnityは、延べ床面積5,000m²までの中小規模ビル向けに、設備監視・制御、入退室管理などの各機能を一括管理できる、管理業務の効率化やセキュリティの向上に貢献するビル統合ソリューションである。この章では、BuilUnityの特長について述べる。

2.1 ビル設備の一括管理・制御

BuilUnityは、空調・照明などのビル設備の監視制御機能と、セキュリティ対策のための入退室管理機能を1台のコントローラーで一元管理できる。各システムを個別に導入する場合と比較し、システムの構成に必要な機器や工事費用を削減できるため、安価にビル設備の統合管理を実現できる。また、フロアの最終退出に連動して照明や空調を停止するなど、機能間の連携を容易に行うことができる。

各種機能はライセンス化(設備監視、入退室管理、BACnet^(注1)接続、空調コントローラー接続など)しており、ビルの用途や利用シーンに合わせてシステムを柔軟に構築できる。

(注1) BACnetは、ASHRAE(米国暖房冷凍空調学会)の登録商標である。

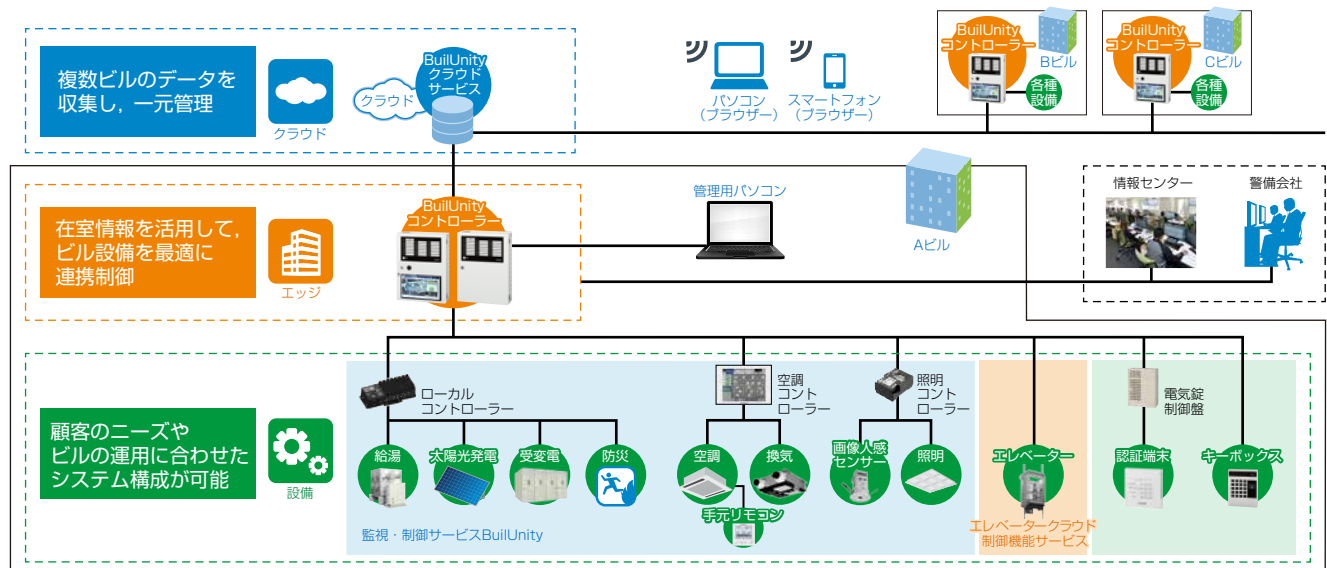


図1 - BuilUnityシステム構成

2.2 クラウドサービスの展開

常駐管理ではない中小規模ビルでは、ビルを遠隔で管理したいというニーズが高い。BuilUnityでは、ビル設備の監視・制御を行う“監視・制御サービス”と、エレベーターの状態確認や運行スケジュールの設定が可能な“エレベータークラウド制御サービス”のクラウドサービスを展開している。この二つのサービスを活用することで、ビル管理者はパソコン・スマートフォンなどで、複数ビルを遠隔で効率良く管理できる。

2.3 ZEB運用支援機能

省エネルギーニーズの高まりやビルの付加価値向上を目的として、ZEBの導入が加速している。ZEBでは運用後のエネルギー管理のため、各設備のエネルギー情報をBEMSで収集・管理する必要がある。BuilUnityは、ZEBの見える化グラフや、データの帳票出力機能など、ZEBの運用支援のためのBEMS機能を持っている。

3. 開発のポイント

この章では、今回開発した新コントローラーと各種機能の特長について述べる。

3.1 新コントローラーの開発

中小規模ビルでの設置スペースや導入コストの課題に対応するため、新コントローラーを開発した。

3.1.1 タッチモニター搭載機種のラインアップ追加

従来はコントローラーとは別に設備の状態監視のための管理用パソコンが必要であったが、コントローラーと管理用パソコンの機能を一体化した操作パネルを提供する機種をラインアップに追加した。一体化したコントローラー（以下“BUC-210”という。）を用いることで管理用パソコンが不要になり、機器が占有する設備面積を削減でき、より小規模なビル向けの訴求力の向上が期待できる。

BUC-210は従来の管理用パソコンの機能とタッチ操作を実現するために、コントローラーにタブレットを内蔵した。タブレットには従来の管理用パソコンと同様にWindows^(注2)OSを搭載し、システムで管理用パソコンを併用する場合でも同一の機能・画面を提供できるようにした。また、長期間の供給・サポートが可能なEmbedded向けのWindows OSを採用し、OSを含めた搭載ソフトウェアの頻繁な更新を不要にすることで、システムの安定した継続稼働を可能にした。

さらに、従来はマウス操作（非タッチモニター）前提であった管理用パソコン向けのUI（User Interface）では、画面のタッチ操作が難しく、UX（User Experience）の低下が懸念されたため、UIの改善を実施した。改善の一例として管理画

面のメインウインドーを図2に示す。タップ操作を容易にするため、各部品(ボタン、一覧表、メニューリスト)の高さを修正した。

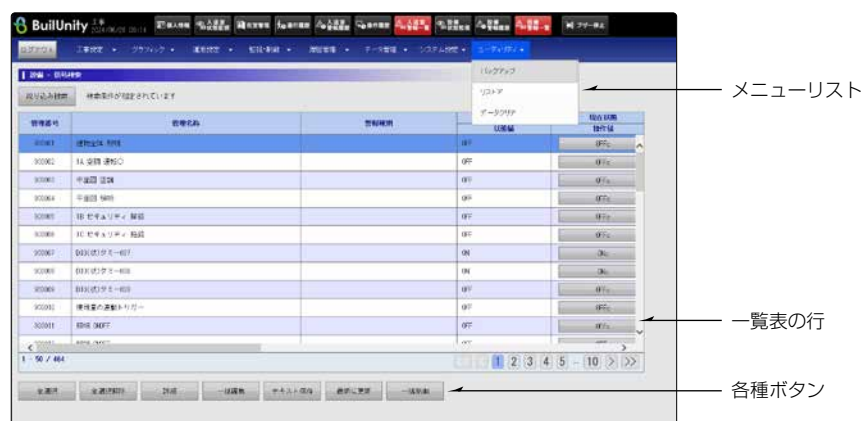


図2-UI改善例(信号検索画面)

代表的なUIの改善点を次に示す。

- (1) 各項目の幅／高さ／隣接項目までの距離を広げることで誤タップを抑制
- (2) タップしやすいように項目を画面端から画面中央に寄せるように移動
- (3) タブレットの解像度であるSXGA(Super eXtended Graphics Array)(1280px)に最適化した調整

また、BUC-210を内蔵したタブレットはねじを外さずに緩めるだけでコントローラーから取り外し交換が可能である。万が一の故障の際は保守員が現場でタブレットを交換しやすいようになっており、効率的な保守を実現している。

(注2) Windowsは、Microsoft Corp.の登録商標である。

3.1.2 ハードウェアブザーの搭載

従来はコントローラーにLEDを用いたハードウェアアナランシェーター機能(表示だけ)が搭載されていたが、ブザーは搭載されていなかった。そのため音響による警報監視が必要な場合は、警報用ブザー装置を別途設置する必要があった。今回開発したコントローラーでは警報用ブザーを内蔵してハードウェアアナランシェーター機能の拡充を実現した。警報音の種別が選択可能で、搭載したタブレットが省エネルギーのため表示オフになっている状態であっても警報音によって設備状態の異常にいち早く気付くことが可能である。

3.2 ソフトアナランシェーター機能

設備の管理点の現在状態をタイル形式で表示できる“ソフトアナランシェーター機能”を搭載した。画面例を図3に示す。空調・照明などの設備種別ごとや、建物やフロアなどのエリアごとなど、運用・用途に合わせて管理点を自由に登録し、



図3-ソフトアナランシェーター機能の画面例

設備の状態・異常を効率的に確認できる。ハードウェアアンシェーター機能と比較し、管理点への制御(発停, 設定変更)が可能で、運用中の設定変更が容易なことで、モード値や計測値の表示が可能なのが特長である。確認が容易なハードウェアアンシェーター機能で設備情報を集約して監視し、ソフトウェアアンシェーター機能で詳細情報の確認や制御を行うなど、より効率的な監視が可能になる。

3.3 リモートI/O機能

中小規模ビルでは、低コスト・省配線で、盤内の狭いスペースに設置可能な小型のリモートI/O端末の需要が大きい。そこで、BuilUnityコントローラーとリモートI/O端末をModbus^(注3)(RS-485)通信で接続し、設備の監視・制御を行えるようにした(図4)。1系統当たり最大31台のリモートI/O端末を接続し、最大3系統まで拡張できる。リモートI/Oは、従来のBuilUnityに接続可能な三菱電機製I/Oコントローラー“LCP(Local Control Processor)”とも併用でき、設備の特性やビルの運用に応じて選択可能である。

(注3) Modbusは、Schneider Electric USA, Inc.の登録商標である。

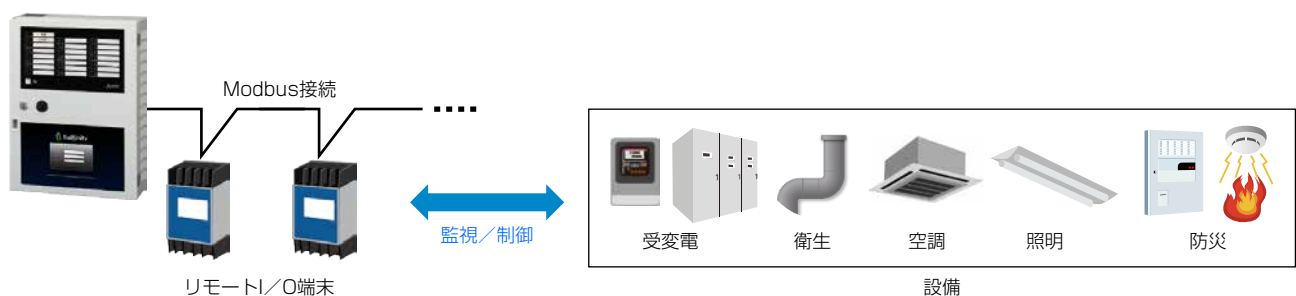


図4-リモートI/O接続機能

3.4 グラフ表示機能

BuilUnityでは、設備の稼働状況を時系列データとして記録・保持している。しかしこれまでは、このデータをユーザーが確認する手段はテキスト形式の帳票出力機能に限られていた。そこで、設備の稼働状況やエネルギー使用状況を見える化するためのグラフ機能を開発した(図5)。室内温度、装置の制御状態、電力使用量など、任意のアナログ点・デジタル点・積算点の時系列データを、複数の時間スケール(日の時間単位データや月の日単位データなど)、及び複数の表示形式(折れ線グラフや棒グラフなど)で表示可能にした。



図5-グラフ機能の表示例

4. む す び

中小規模ビル向け三菱ビル統合ソリューション“BuilUnity”に関して、タッチモニターを搭載した壁掛けコントローラーと、設備監視・エネルギー管理の拡充機能について述べた。

持続可能型社会の実現に向けた省エネルギー化や、労働力不足を背景とした省人化／省力化などの社会課題解決のため、ビル管理システムに求められる要件は、今後更に高度化・多角化していく。

これからもBuilUnityは、時代の要請に合わせて既存技術と自社独自技術をバランス良く取り入れて、タイムリーに新しいソリューションを提供し、社会課題の解決に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 横田和典：ビル統合ソリューション“BuilUnity”，三菱電機技報，**92**，No.9，539～542（2018）
- (2) 三菱ビル統合ソリューション“BuilUnity”クラウドサービス，三菱電機技報，**93**，No.1，14（2019）
- (3) 町田幸喜，ほか： “BuilUnity”エレベータークラウド制御サービス，三菱電機技報，**94**，No.5，273～277（2020）



国内向けエスカレーター“uシリーズ”の保守省力化による停止時間削減

Reduce Downtime by Improving Maintainability of Escalators "u series" for Domestic

*三菱電機ビルソリューションズ(株)

要 旨

エスカレーターは、商業施設や交通機関などで利用者を上下方向へ大量輸送する動線として設置される。そのため、動線を断ち切る営業時間中のエスカレーター保守点検や故障による停止は利便性の低下につながるため、営業時間外の保守点検でも基本的に短時間での点検が望まれる。三菱電機ビルソリューションズ(株)(MEBS)が2021年11月に新たに発売したuシリーズエスカレーターでは、保守省力化を開発の主要な目的の一つとして、従来、最も保守点検に時間を要していた手すり・手すり駆動周りの製品構造を大幅に見直すとともに、部品の長寿命化や交換インターバルの延長につながる開発を進めた。その結果、uシリーズエスカレーターではMEBSの従来機種に比べて大幅な保守省力化を実現し、それに伴いエスカレーター停止時間の削減を可能にした。

1. ま え が き

エスカレーターは、商業施設や交通機関などで利用者を上下方向へ大量輸送する動線として設置されるため、営業時間中のエスカレーターの保守点検や故障による停止は利用者の利便性の大幅な低下や施設の売上げ低下につながる。保守点検を営業時間外に行う場合でも、施設側では保守作業員の施設への入退室の対応や現場によっては立会いが必要であり、施設側にとっては短時間での点検が望まれる。MEBSが2021年11月に新たに発売したuシリーズエスカレーターでは、Universal(誰に対しても)、Usability(使いやすく、有用である)という製品コンセプトの下、保守省力化を主目的の一つとして開発を進めた。その結果、uシリーズエスカレーターではMEBSの従来機種に比べて大幅な保守省力化を実現し、エスカレーター停止時間の削減を可能にした。

本稿では、uシリーズエスカレーターでの保守省力化のために開発を進めた構造・機能について述べる。

2. 手すり・手すり駆動装置の保守性改善

図1に示すエスカレーターでは、手すりは乗客が乗車するステップとほぼ同期して動くことを求められる。この手すりは通常、摩擦力を用いて駆動するが、その摩擦力の経時的な低下に伴い手すり遅れが発生すると、手すりを掴(つか)んでいる乗客の体が後方に引っ張られて転倒することになりかねない。この事象を防止するために、従来の手すり駆動システムでは手すり内の摩擦摺動(しゅうどう)面の清掃や手すり駆動システムの各種調整が重要でかつ最も時間を要する保守作業になっていた。そのため、uシリーズエスカレーターでは保守省力化への最重要課題であった手すり駆動システムの構造を見直すとともに、その新システムから受ける高い負荷に耐えられる新たな手すりを開発した。

2.1 手すり駆動方式の変更

uシリーズエスカレーターで新たに採用した手すり駆動システムとMEBSの従来の手すり駆動システムを、図2にそれぞれ示す。従来のシステムでは、対向させた2種類のローラー(駆動ローラー、加圧ローラー)で手すりを上下から挟圧し、その状態で駆動機からの動力を手すりチェーンを介して駆動ローラーに伝達し、回転させて手すりを駆動させる方式で、“ローラー駆動方式”と呼ぶ。これに対して、uシリーズエスカレーターでは、従来の駆動ローラーに相当するシーブ(金属のボスの外周にゴムを貼り付けた部品)の周囲に手すりを巻き付けてシーブを回転させて手すりを駆動する“シーブ駆動方式”を新たに採用した。手すりの挟圧部分、シーブや駆動ローラーへの動力伝達部分の設計思想は従来と同様である。

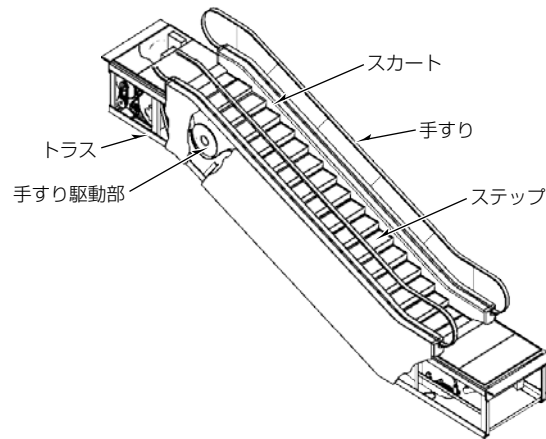


図1-エスカレーターの主要構成部品

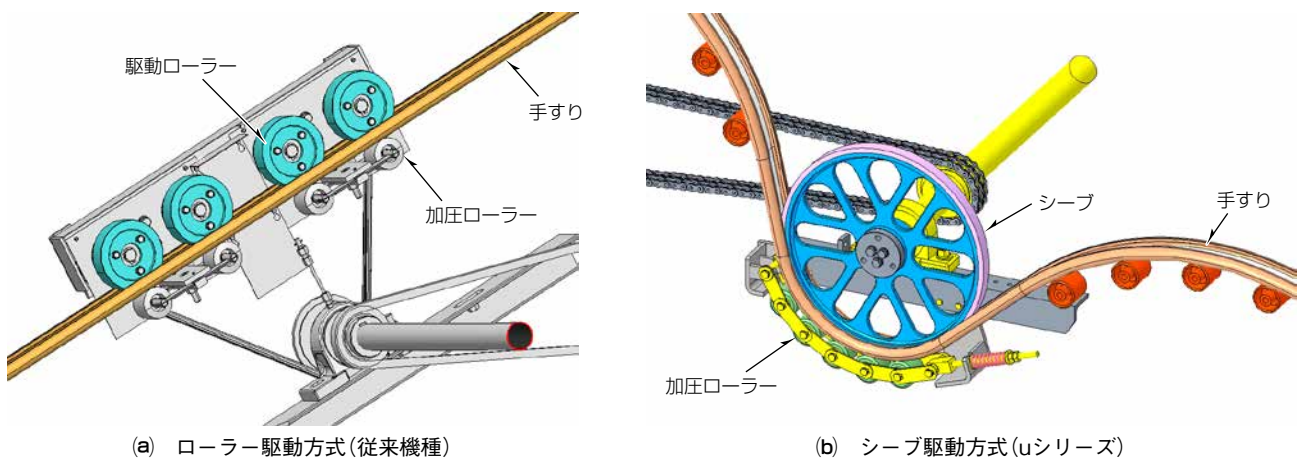


図2-手すり駆動方式

シーブ駆動方式が保守省力化につながる理由としては、大きく次の三つが挙げられる。

- (1) トラクション性能の改善による手すり駆動力(手すり速度)の安定化

図3にシーブ駆動方式とローラー駆動方式のそれぞれのトラクション曲線を示す。横軸はシーブ又は駆動ローラーと手すり間の滑り率(スリップ率)、縦軸はシーブ・駆動ローラーと手すり間に働く駆動力の関係を示している。図のとおりシーブ駆動方式の曲線が立ち上がっており、これは手すりに加わる駆動力が増えてもシーブ駆動方式ではほとんど手すりの滑りが生じないことを意味する。一方、なだらかな曲線を描くローラー駆動方式では滑りが生じやすいことが分かる。特に経年的に手すり内に汚れが堆積してくるとローラー駆動方式の曲線は更に緩やかになる。そのためローラー駆動方式

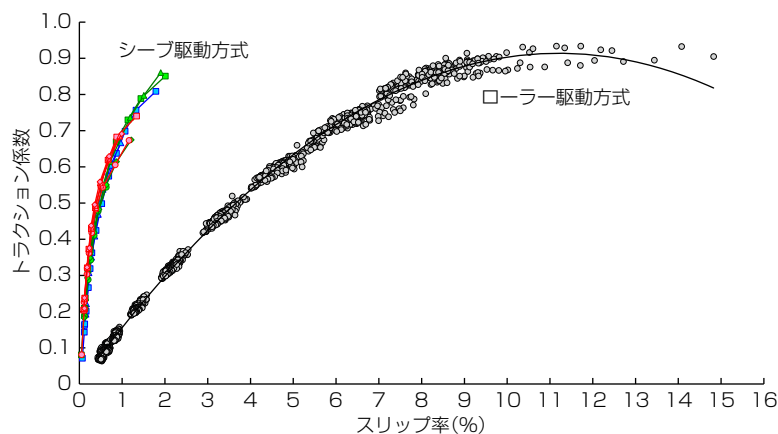


図3-各手すり駆動方式でのトラクション曲線

では手すり内の清掃などの計画的実施が重要であったが、シーブ駆動方式では手すり内の汚れの影響を受けにくいため清掃インターバルを従来より長くすることが可能になった。なお、エスカレーターの手すりはステップよりも若干進むように設計しており、駆動部品と手すり間の滑りが多少発生しても手すりがステップより遅れる状況には至らない構造となっている。

(2) 手すり駆動装置の配置の集約

手すり駆動の保守点検時には、各機器へアクセスするため必ず各機器を覆い隠している部品(ステップ、スカート等)の着脱作業が伴う。図4は、エスカレーターの骨組みであるトラス内での各手すり駆動方式での構成機器の配置と概略構造の代表例を示す。広範囲に機器が設置されているローラー駆動方式ではアクセスに必要な着脱部品点数も多いが、機器の配置がコンパクトなシーブ駆動方式では着脱部品が少なくその作業時間が削減される。1回の点検での削減時間は10～30分程度であるが、エスカレーターの数十年の稼働でその効果を積み上げるとそのインパクトは無視できない。

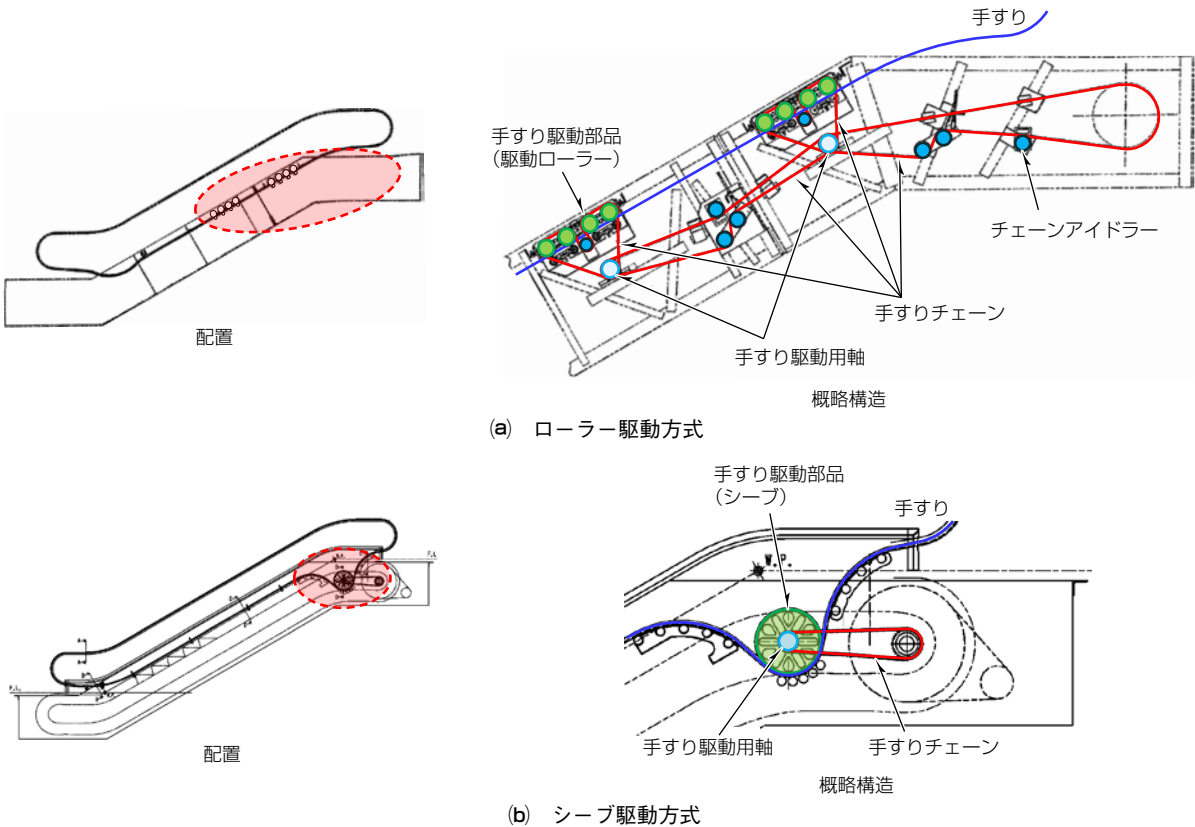


図4-手すり駆動装置全体のトラス内での配置と概略構造

(3) 手すり駆動装置部品点数の大幅削減

表1に各駆動方式での機能ごとの主要部品点数の比較を示す(表1の各部品の表記は図4の各部品に対応)。部品のサイズなど詳細仕様は各方式で異なるがシーブと駆動ローラーのように機能的に同じ部品同士で比較すると、シーブ駆動方式の方が部品点数が大幅に少ない。これによって、ローラー回転状態など保守点検すべき箇所(保守点検時間)、将来交換する部品点数(交換作業費・部品代)共にuシリーズでは大幅に削減できることが分かる。

表1-手すり駆動装置(図4の概略構造)での主要部品点数比較

部品名	図4での表現	シーブ駆動	ローラー駆動 ^(注1)
手すりチェーン	—	1本	3～6本
手すり駆動用軸	○	1本	1～2本
手すり駆動部品	●	シーブ 2個	ローラー 8～20個
チェーンアイドラー	●	0個	4～12個

(注1) エスカレーターの仕様によってローラーやチェーンアイドラーの個数
が変化する。

2.2 手すりの低剛性化

uシリーズエスカレーターでは手すりの駆動方式を見直したことで、保守点検・修理工事の負担を大きく改善できた。一方で、手すりはシーブ部分を通過する際に大きく繰り返し屈曲するため逆に疲労劣化しやすくなり、従来機種並みの手すり寿命を確保するために手すりの改良が不可欠であった。

シーブ駆動方式に適用するウレタン手すりの所要寿命実現のためには、シーブ部通過時の曲げに耐えられる高い耐屈曲性が必要であり、その最大の課題が直線状の手すりを環状につないだエンドレス接合部断面剛性の低減であった。連続押出成形によって均一に低剛性となる本体部に対して、接合のために再度熱が加えられるエンドレス接合部では本体部より剛性が高くなることが避けられないため、この課題をクリアするため、エンドレス接合部に対して次の対策を取り入れた。

- ①複数本のワイヤーを突き合わせる位置を一つの断面に集中させず長手方向へ分散した。
- ②樹脂接合部を補強する補強布の長さを極小化した。
- ③手すり内面全周に貼られている帆布突き合わせを斜めにした。
- ④強靱(きょうじん)性帆布接着剤を採用した。ほか

エンドレス接合部での断面内剛性を最小限に抑えて手すり長手方向への剛性を緩やかに変化させる設計を徹底しつつ、FEM(Finite Element Method)解析を駆使してエンドレス接合部の最適仕様を探っていった。その結果、以前のウレタン手すりと比較して約40%もの剛性低減を実現し、手すり自体の寿命もローラー駆動方式と遜色のないレベルにまで延ばすことができた⁽¹⁾。この低剛性ウレタン手すりの実現によって、MEBSとしてuシリーズエスカレーターへのシーブ駆動方式の採用を実現し、大幅な保守の省力化・停止時間の削減が可能になった。

3. 部品長寿命化・交換インターバル延長機能

uシリーズエスカレーターの部品長寿命化と交換インターバル延長につながる開発を進めたので、その構造・機能について述べる。

3.1 省エネルギー運転モード

uシリーズエスカレーターでは運転制御にインバーターを使用し、利用者数に応じて速度をコントロールする省エネルギー運転モードを標準装備している。図5にその制御例を示す。乗客が多い場合は標準速度30m/min、少ない場合は状況に応じた低速度に切り替える。本来は省エネルギーを目的とした機能だが、この機能によってエスカレーター走行距離の削減にもつながるため、手すりやチェーン、ローラーのように劣化速度が走行距離で左右される駆動部品の交換インターバルの延長やエスカレーター寿命内での交換回数の削減が見込める。例えば、標準速度30m/minでの稼働時間が総稼働時間中の10%程度の利用客が少ない現場であれば、走行距離は常時速度30m/minで稼働する場合よりも約20%削減される。

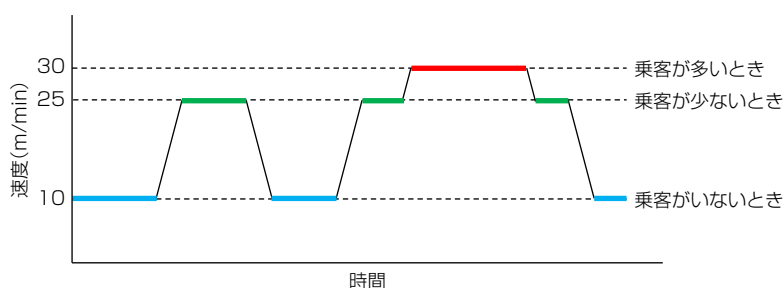


図5-省エネルギー運転モードの速度切替例

3.2 各種データ収集・蓄積機能

uシリーズエスカレーターでは各種データを収集・蓄積する機能も充実させている。このうち、運転時間や移動距離・電力使用量・待機時間などの運転データは、例えば手すり・チェーン・ローラーなどの各消耗部品が故障に至る前の最適

な交換時期の算出に活用でき、不必要な早期の部品交換を防止して、ランニングコストを抑制できる。また、安全装置の動作・速度履歴・操作履歴などの動作データは故障発生時の早期の原因究明・現場復旧に活用でき、復旧までのエスカレーター停止時間の最小化・作業員の故障対応時間の削減につながる。

4. む す び

国内向けエスカレーター“uシリーズ”での保守省力化・停止時間削減のための構造・機能について述べた。停止時間削減等による利便性の更なる向上に加えて、国内で今後加速する労働人口減少に備えるためにも、エスカレーター保守省力化の施策を充実化させていくことは重要である。そのために、保守作業に対してセンシング技術や各種収集データを積極的に活用していくなど、今後もMEBSのエスカレーターの高い安全性・信頼性を提供し続けて社会に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 野末紗海人，ほか：エスカレーター用低剛性ウレタン手摺，三菱電機技報，**94**，No.5，286～289（2020）



工期短縮に向けた昇降機据付工法

Elevator Installation Method to Reduce Work Time

*三菱電機ビルソリューションズ(株)

要 旨

昨今の建設業界の人手不足・高齢化・働き方改革関連法適用の影響は昇降機工事も同様で、昇降機(エレベーターなど)を安定して提供するには据付工事消化能力の向上が必要になる。さらには、人件費増や価格競争などもあり、事業の維持・拡大には昇降機を効率的に素早く据え付けることが重要と考える。

エレベーター工事中に使用する仮設の動力をなくすことでそれらの取付け・取り外し作業を省略でき、据付期間の短縮を実現できる足場なし工法を開発した。この開発による工期短縮によって、エレベーターの安定的な提供、エレベーターサービスの早期利用及び工事費用の抑制を実現した。

1. ま え が き

エレベーターの据付工法は足場工法と足場なし工法に分かれる。足場工法は昇降路内に仮設部品の枠組み足場を設置する工法で、それらの組立て・解体の作業や昇降路高さ方向の移動に時間を要している。足場なし工法は仮設動力(ウインチ、ウインチの制御装置)を使用し作業床を昇降させる工法で、昇降路高さ方向の移動が容易になるためエレベーター工事の主流であるが、仮設動力の取付け・取り外しの作業時間や導入・維持コストが課題になる。そこで、エレベーターの巻上機と制御装置を活用することで仮設動力を使用しない足場なし工法(WOS(With Out Scaffolding)工法)を開発した(図1)⁽¹⁾。

WOS工法はエレベーターの巻上機と制御装置が昇降路下部(ピット)に配置される機種に適用していたが、巻上機と制御装置が昇降路頂部設置の機種にWOS工法は適用外であった。今回、巻上機と制御装置が昇降路頂部設置のエレベーターにWOS工法を適用できるように拡充開発した。本稿ではその構成と効果について述べる⁽²⁾。

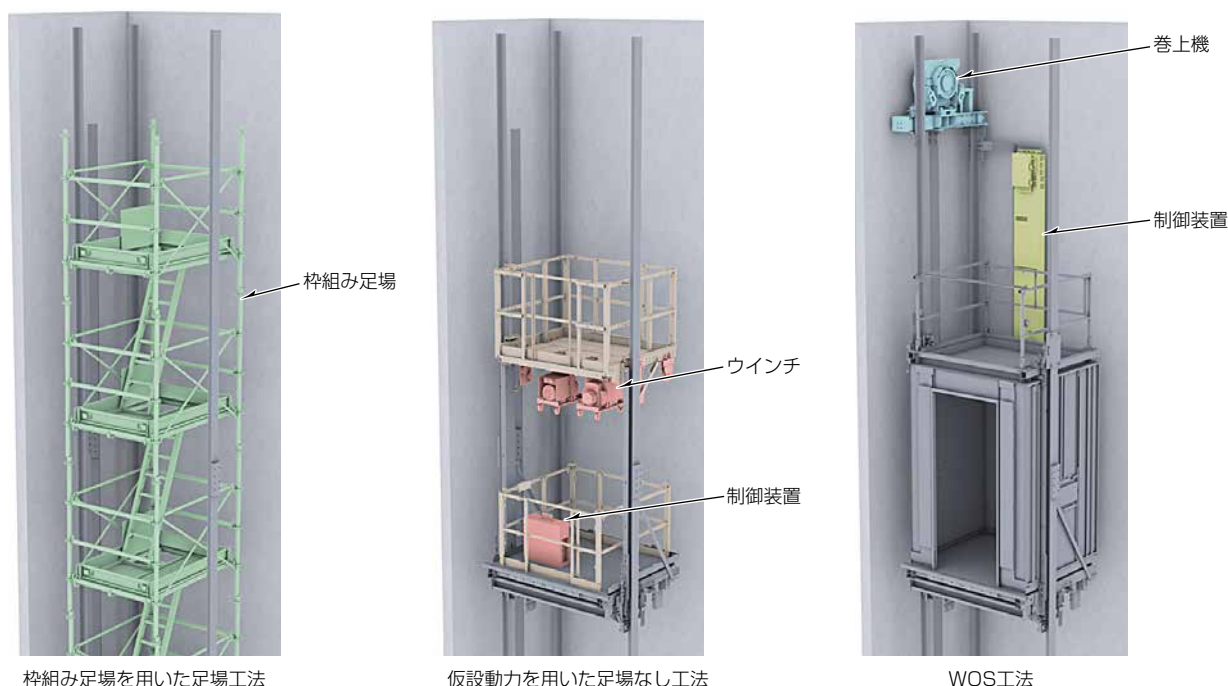


図1-エレベーター据付工法

2. WOS工法の作業手順

仮設動力を用いた足場なし工法は、作業床を昇降させながら一定間隔でガイドレールを固定し、ガイドレール固定後に巻上機や制御装置をガイドレールに取り付ける手順である。WOS工法は、ガイドレールが固定されていない状態で巻上機と制御装置を使用するため昇降路頂部にある揚重ビーム（エレベーター機器を揚重するための吊（つ）り元）に仮固定する。仮固定後に巻上機と制御装置を用いて作業床を昇降させながらガイドレールを固定する作業手順である（図2）。エレベーターの巻上機と制御装置を用いて作業床を昇降させることで仮設動力が不要になり、仮設動力の取付け・取り外し作業時間を短縮できる。

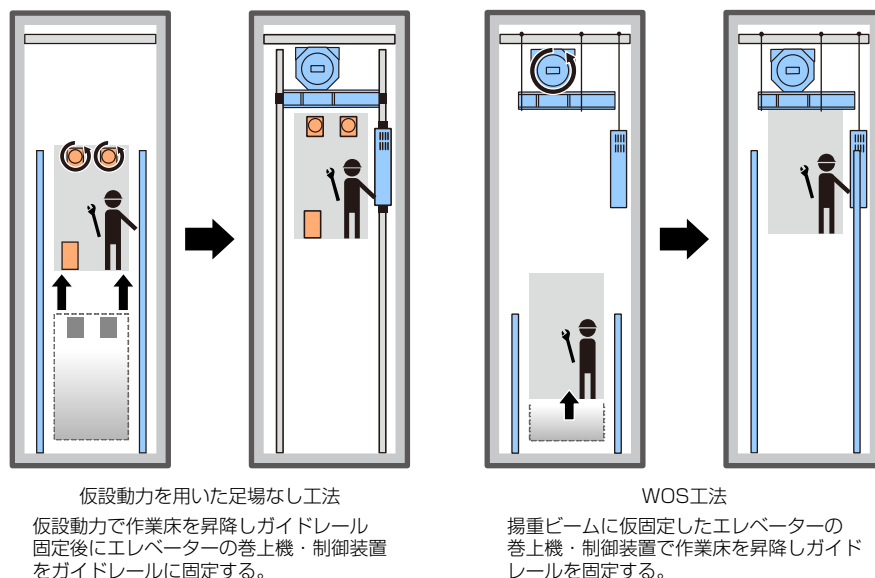


図2-足場なし工法の作業手順

3. 開発ポイント

巻上機と制御装置が昇降路頂部設置のエレベーターにWOS工法を適用するために拡充開発したポイントを示す。

3.1 巻上機・制御装置の仮固定

WOS工法は巻上機、制御装置をガイドレールでなく揚重ビームに仮固定し作業床を昇降する。巻上機は荷重点や重心位置を考慮し四点で吊ることで安定して駆動する構成にした（図3）。吊り元はWOS工法時だけ必要なので取付け・取り外し可能な治工具にすることでコストや昇降路レイアウトへの影響を抑えた。制御装置は作業者のアクセスを考慮し制御装置頂部に治工具として中継BOXを設けて、WOS工法時に必要な機能の中継BOXに集約した。

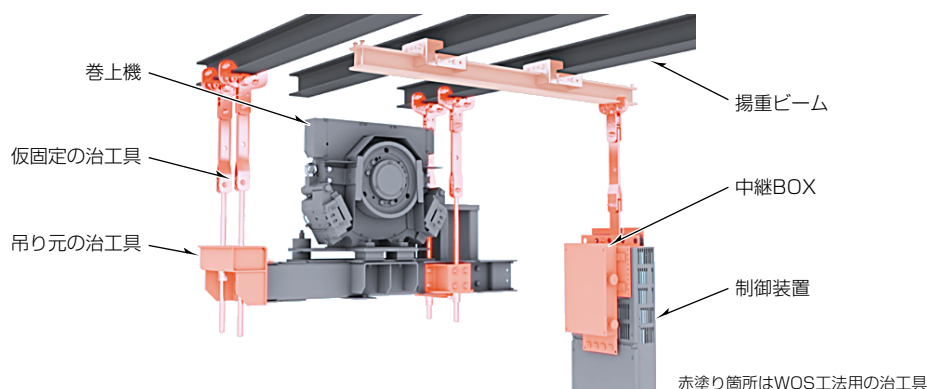


図3-巻上機・制御装置の仮固定

3.2 巻上機と機械台のプリアセンブリー

現場の据付作業省力化のため、巻上機と機械台を工場でアセンブリーしてから出荷する方法とした。WOS工法は巻上機と機械台を揚重ビームに仮固定するため、アセンブリー出荷とすることで搬入後すぐに昇降路に取り込んで揚重可能になる(図4)。現場での巻上機と機械台のアセンブリー作業の削減、仮置き不要によるストックヤードの減少、レール設置前であるため揚重スペースを確保でき作業性が向上した。

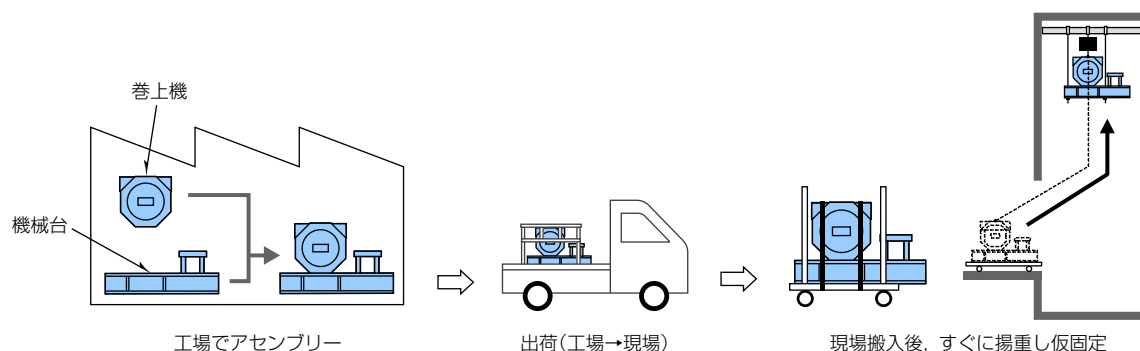


図4-巻上機と機械台の出荷から仮固定まで

3.3 電気治工具

エレベーター機器の一部を取り付けていない状態で巻上機と制御装置を用いて、作業床を昇降させ据付作業を実現する電気治工具を開発した。制御装置に短絡コネクターを接続することでエレベーター機器の取付け前の状態で動作可能にして、作業床を昇降させるUP/DOWNボタンを搭載したポータブルスイッチや作業者の安全性を確保する各種スイッチを設けた。頂部や下部に作業床が衝突しない“行き過ぎ防止スイッチ”，作業床が昇降する際に注意喚起する“動作時のブザー”，緊急時に動作を停止する“非常停止スイッチ”を設けた。また、第三者が容易に操作できない“キースイッチ”を設けており、WOS工法の教育を受講した作業員だけに運転可能なキーを付与した(図5)。

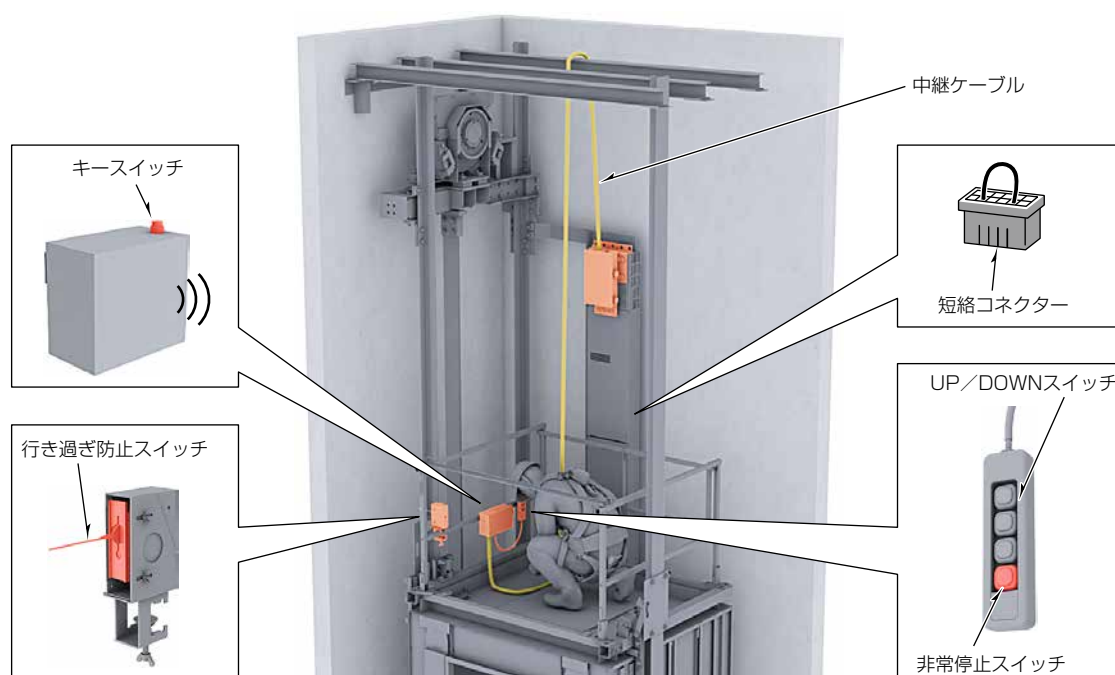


図5-WOS工法電気治工具

3.4 パネルレス作業床

WOS工法時は仮設部品を減らすためエレベーターのかごを利用し天井の上で作業を行う。かごを組み立てると前後左右が壁(パネル)に囲われ、かご内から昇降路側の作業ができない。そこで、WOS工法時は天井と上枠を治工具で固定することで、かご中からも作業可能になるパネルレス作業床を開発した。天井と上枠の固定は取付け・取り外し可能な治工具にして、天井とパネル固定時はボルトを緩め天井を降ろしてパネルと容易に固定可能な機能を追加することで作業性を向上させた(図6)。

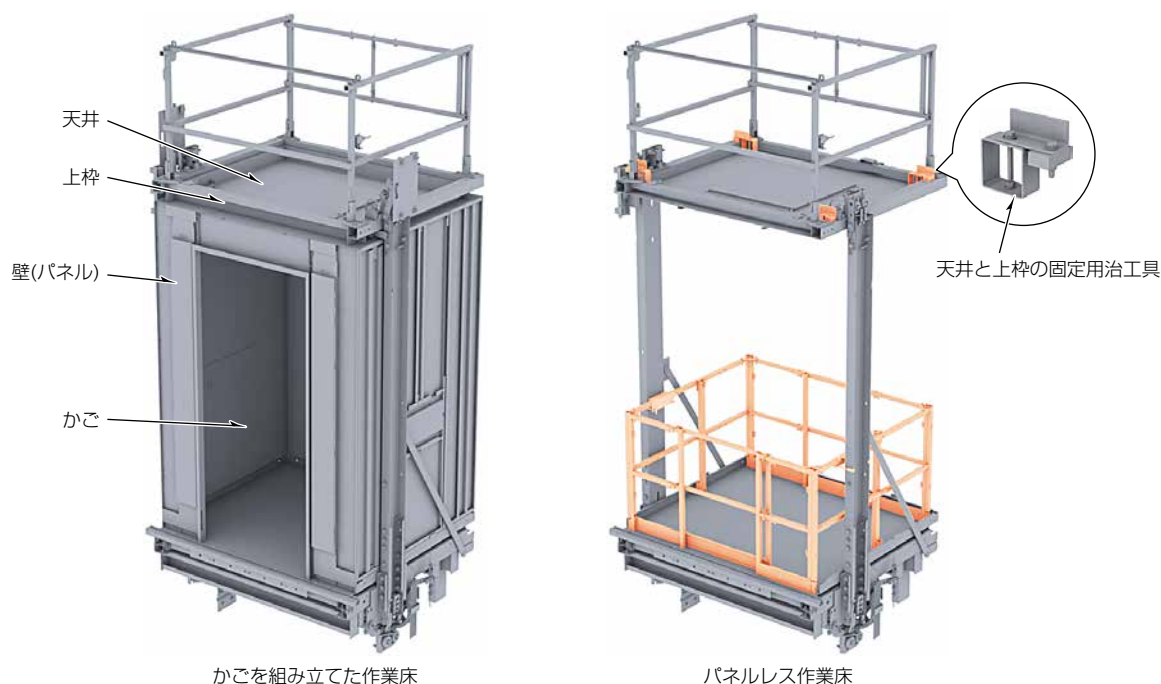
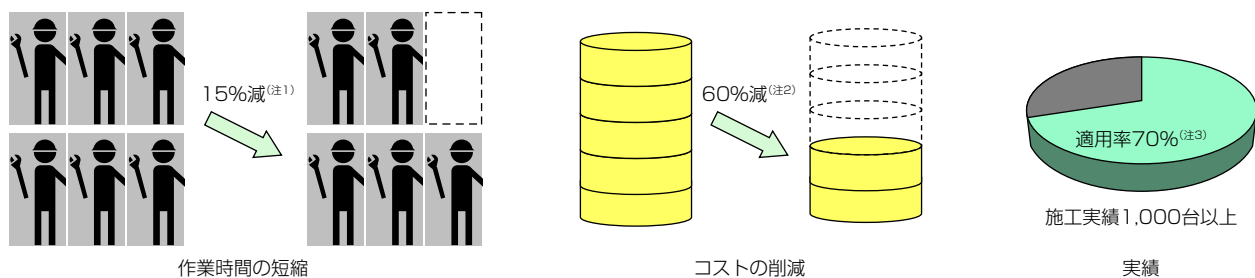


図6-作業床の構成

4. WOS工法の効果と実績

巻上機と制御装置を昇降路頂部に設置するエレベーターにWOS工法を開発したことで仮設動力を用いた足場なし工法と比較して仮設動力や治工具の取付け・取り外し作業の時間短縮とコストの削減を実現できた。現時点で、累計1,000台以上の工事をWOS工法で問題なく完了できており、適用率は70%で三菱電機ビルソリューションズ㈱の据付工法の主流になっている(図7)。



(注1) エレベーター1台の作業時間短縮率
(注2) 治工具コストの削減率
(注3) 頂部設置機種種の適用率

図7-WOS工法の効果と実績

5. む す び

昨今の建設業界の人手不足・高齢化・働き方改革関連法の適用という課題に対応する昇降機据付工法の開発について述べた。仮設動力を用いた足場なし工法に比べて、WOS工法は工期を短縮でき、安定的な昇降機の提供や工事費用の抑制を実現した。今後、昇降機工事の人手不足は更に深刻化する見込みであるため、WOS工法の改良と拡充を進めると同時に新たな工法を開発することで、更に安定的で短期間での昇降機の提供を実現していく。

参 考 文 献

- (1) 三菱新機械室レスエレベーター“ELEPAQ-i”，三菱電機技報，76，No.1，12（2002）
- (2) 島林啓太，ほか：機械室レスエレベーターの新機器構成，三菱電機技報，95，No.10，622～625（2021）

~~~~~



# 展望用エレベーター “プレミアムシースルーかご室”

Observation Elevator "Premium See Through Cage"

安藤康司\*

Koji Ando

田澤英稔\*

Hidetoshi Tazawa

谷口愛弓\*

Ayumi Taniguchi

小森大資\*

Daisuke Komori

\*三菱電機ビルソリューションズ(株)

## 要 旨

昇降路内・外からのエレベーターの見栄えを向上させ、利用者に開放感のある眺望を提供する大型窓付き展望用エレベーターを製品名“プレミアムシースルーかご室”と名付けて、標準形エレベーター“AXIEZ-LINKs(アクシーズリンクス)”の新オプションとしてリリースした。展望用エレベーターは、ガラスを多く使用するため、かご室の質量が増加することと、見栄えを優先するため細部まで様々な考慮が必要になることで、納入までのデザイン決定プロセスや建物側に要求する設置条件が複雑であった。そこで、過去の納入実績を踏まえて、標準形エレベーターで実現可能な展望用仕様を標準化することによって、価格を抑えつつデザイン性に優れたエレベーターを提供できるようにした。

## 1. ま え が き

エレベーターは、縦の交通手段としてビル建築になくてはならない付帯設備になっている。エレベーター周囲をガラスで構成する展望用エレベーターは、利用者に対して眺望の変化や、建物に賑(にぎ)わいや躍動感を与える演出的な効果をもたらし、また防犯の観点からも様々な建物に採用されてきた。

これまで三菱電機ビルソリューションズ(株)(MEBS)の展望用エレベーターは、建築計画ごとに顧客の要望に合わせてかご室サイズや装飾をカスタマイズする“特注形エレベーター”として納入することが一般的であった。特注形エレベーターで計画する展望用エレベーターは、かご室のデザイン自由度に伴い、建物側に要求する設置条件が多岐にわたる。また、建築設計者にかご室展望窓からの眺望や、外部から見えるエレベーター昇降路内機器をスピーディーにイメージしてもらうために、MEBSのエンジニアが計画段階から建築設計者と多くの検討事項を調整する必要があった。

そこで、建物側に要求する設置条件を標準形エレベーターAXIEZ-LINKsと同等の範囲内でありつつ、デザイン性が高く、手軽に建築計画に採用してもらえる展望用エレベーターを“プレミアムシースルーかご室”というオプション名称でラインアップした(図1)。本稿では、プレミアムシースルーかご室の開発から納入までの検討プロセスについて述べる。



図1-プレミアムシースルーかご室の内観(CG)

## 2. 標準形エレベーターでの展望用仕様提供

標準形エレベーターは、かごの速度、サイズ、装飾を含む各種付加仕様をカタログから選択する形式の販売手法を取っている。この標準形エレベーターは、付加仕様が限定されるためコンパクトな設置スペースに昇降路内機器が納まるよう設計している。建物側に要求する設置条件を既にカタログ等で公開しているため、建築計画に反映しやすいという利点がある。そこで、標準形エレベーターの採用プロセスに着目し、建物側に要求する設置条件を大きく変えることなく、デザイン性の高い展望用エレベーターを容易に提案できることを目指して、主に次の3項目に焦点を当てて検討を進めた。

### 2.1 かご室総質量コントロール

標準形エレベーターの機械システム構成はトラクション方式(かご室と釣合いおもりをつるべ式に巻上機(モーター)で動かす仕組み)を採用しており、かごの速度や総質量によって巻上機や機械部品への要求能力が決まる。そのため、この巻上機の保有能力を最大限に活用したかご室総質量の範囲で成り立つデザインを検討した。特に展望用エレベーターの窓は、かご室壁用の鋼板材と比べて質量の大きいガラスを採用するため、展望窓の面積や配置を入念に検討し、かご室総質量をコントロールしながら保有能力に納まるよう全体設計を進めた。

### 2.2 かご室展望窓とかご室外装板の設置スペース

標準形エレベーターは、コンパクトな昇降路内機器レイアウトになることを重視して製品開発を進めた経緯があるため、大型窓や、外部からの見栄えを考慮したかご室外装板の設置は想定していなかった。そこで、限られたスペースと機械部品配置の範囲内でかご室展望窓とかご室外装板が設置できる形状を開発した。

### 2.3 提供価格

販売コストを可能な限り抑制するため、天井やエレベーター操作ボタン部分など標準形エレベーターの意匠ラインアップを最大限維持しながら、展望用エレベーターとして必要な要素(かご室展望窓、正面手すり、鏡、かご室外装板)に限定してカスタマイズする方針にした。これによって、標準形エレベーターの特徴やオプションを生かしつつ、本来、高価格帯で販売している特注形エレベーターより価格を抑えて提供する製品にした。

## 3. デザインコンセプト

AXIEZ-LINKsの開発コンセプトの一つである“建物とつながる”を踏襲し、建物と連続性のあるデザインを意識し、過去の特注形エレベーター納入実績から、顧客に好まれるデザインを分析した上で、可能な限り装飾を省きシンプルかつ汎用性の高い展望用エレベーターのデザインを目指した。また、過去納入した特注形展望用エレベーターの特徴である重厚感・スケール感(図2)とは異なり、標準形エレベーターの特徴を象徴するコンパクトで軽いイメージの外観デザインを目指した(図3)。

### 3.1 かご室展望窓

かご室展望窓は、エレベーター利用者に開放的な印象を与えるよう正面壁に全面ガラス窓を採用した。また、かご内から余計なエレベーター機器が見えないよう、昇降路内機器が多数配置されているかご室両側面への窓配置は見送った。眺望範囲を正面の全面ガラス窓側に絞ることで、建築計画を検討しやすくする意図も込めている。

### 3.2 ガラス範囲を広げたスマートな外観

コンパクトで軽い印象のエレベーターになるようガラス範囲を工夫した。かご外部側のガラス範囲をかご内側のキックガード上端(かご室床面から高さ20cmのガラス衝突防止)から、さらに下まで落とし込むことで(図4、図5)、外部から床が薄く見える効果を狙い、ガラス周囲のフレームも極力細くなるよう設計した。これに加えて、従来の標準形エレベーターでは対応していない、かご斜め控え補強材のスリム化や、シンプルなかご室正面手すり、かご室側面外装板の設置によってスマートな外観を実現した(図4、図6)。



図2-特注形展望用エレベーターの外観(CG)



図3-プレミアムシースルーかご室の外観(CG)

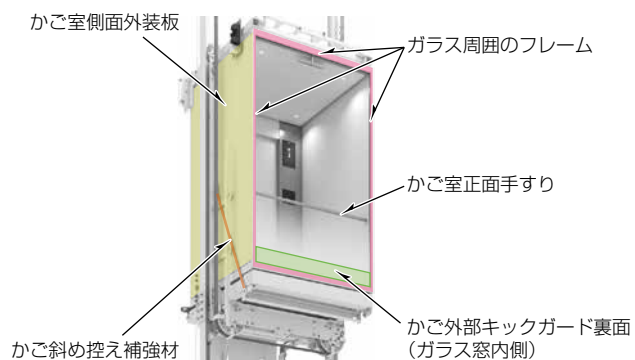


図4-ガラス範囲を広げたスマートな外観(CG)

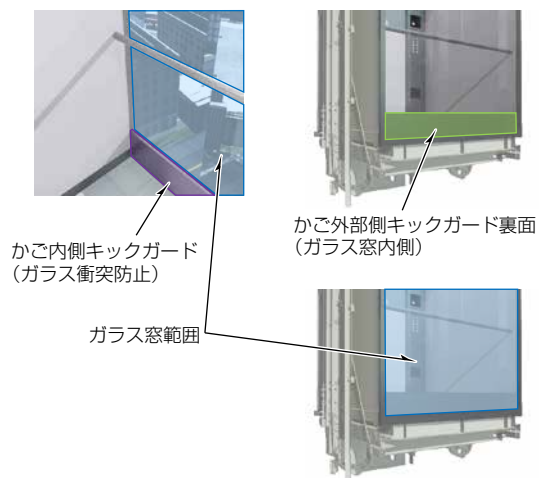


図5-キックガードをつけたかご室正面ガラス窓(CG)



図6-プレミアムシースルーかご室の昇降路外観(CG)

## 4. かご室外観デザインの決定

3Dモデルによる詳細設計やCGの活用によって、昇降路内の機械部品塗色範囲や、電気制御用の配線など、総合的な見え確認を行って(図6, 図7, 図8)最終デザインを決定した。さらに、据付作業時の課題を確認するため、一部3DモデルをVR(Virtual Reality)に取り込んだ検証や、工場内にかご室の実寸大模型を構築して(図9)、エレベーター機器の搬入条件や大型ガラスの取付け作業内容を確認し、建築施工計画時での調整事項をあらかじめ抽出した。これらの検討プロセスを経て、プレミアムシースルーかご室をリリースした。

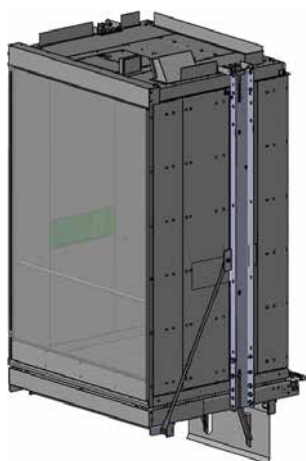


図7-設計検討用の3Dモデル

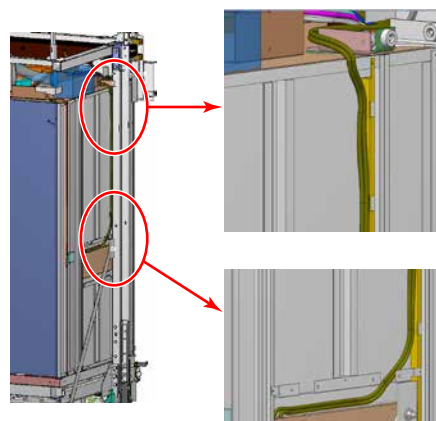


図8-かご室外装板内の配線経路検討図



図9-工場内かご室実寸大模型

## 5. プレミアムシースルーかご室の納入

様々な検討プロセスを経てリリースしたプレミアムシースルーかご室は、“白沢公民館”(福島県本宮市)で採用され1台目の実績となって、無事に納入を完了した(表1, 図10, 図11, 図12)。プレミアムシースルーかご室エレベーターは、白沢公民館の利用者に好評を得ている。

この実績を踏まえて今後、2台目、3台目と納入事例を増やしていく。

表 1 -納入製品の仕様

標準形エレベーターAXIEZ-LINKs“プレミアムシースルーかご室”

| 用途 | 定員(積載)     | 定格速度  | 台数 | 停止数 | 備考    |
|----|------------|-------|----|-----|-------|
| 乗用 | 13名(900kg) | 分速45m | 1台 | 2停止 | 車いす仕様 |



図10-白沢公民館かご室外観



図11-白沢公民館かご内観



図12-白沢公民館昇降路外観

6. む す び

展望用エレベーターは、眺望を楽しむ目的で建物の外壁沿いや吹き抜け空間に計画されることが多いため、建築計画初期段階での詳細検討が必要不可欠になる。標準形エレベーターAXIEZ-LINKsのプレミアムシースルーかご室をMEBSが提案することによって、建築計画の幅を広げる選択肢の一つとして多くの建物に採用されることで建築業界に貢献し、利用者に快適と覚えてもらえるエレベーターを1台でも多く提供していく。



# 最近の昇降機海外納入事例

Latest Supply Record of Mitsubishi Elevator and Escalator in Overseas Market

\*ビルシステム事業本部

## 要 旨

近年、昇降機に対するニーズは多様化している。安全性はもとより機能やデザイン、用途など様々な面から建物のコンセプトに寄り添い、建物の価値向上に寄与する昇降機が求められている。シンガポールに竣工(しゅんこう)した“The GEAR”は、オープンイノベーションを促進するオフィス・研究施設としての用途に合わせて、顔認証装置をセキュリティゲートに用いたシステムやロボットシステムとの連携を可能にする仕様を導入した。香港の“The Henderson”は、高層建築が密集することで有名な香港の中でも地価が高いエリアで、直角二方口のダブルデッキエレベーター導入や特殊オペレーションを採用することで、昇降機の機能性を損なうことなく利用者に合わせた利便性を追求した。

## 1. ま え が き

近年、昇降機に対するニーズは多様化している。安全性はもとより機能やデザイン、用途など様々な面で建物のコンセプトに適応し、建物の価値向上に寄与する昇降機が求められている。

本稿では、最近の海外の著名物件の代表的な事例と三菱電機ビルソリューションズ(株)(MEBS)が納入した昇降機の特長について述べる。

## 2. The GEAR

The GEARは、2023年3月にシンガポールに竣工した鹿島建設のアジア本社社屋である(図1)。この章では、The GEARについて建物の概要、昇降機の特長を述べる。



図1 - The GEAR

### 2.1 建 物

The GEARは、金融・IT系の国際企業やスタートアップが多く入居していて交流が盛んなチャンギビジネスパークに建設された。地下1階・地上6階建てで、オフィス、R&Dセンター、オープンイノベーションハブの機能を併せ持っている。

建築デザインは、壁や柱を少なくして自然光を取り込むことで開放的な雰囲気を演出し、白樺を基調とした外壁・内装は軽やかな印象を与えて、コラボレーションを導く現代的な空間を体現している。同時に屋外・半屋外・屋内の多様なオフィス環境を提供しつつそれらのデータ収集も可能にするテストベッドオフィス機能を持つなど、生産性向上・持続可能性・快適さを融合した機能性を備えている。

## 2.2 昇 降 機

The GEAR向けに、MEBSは三菱エレベーターアジア社(タイ)製機械室レスエレベーター4台を納入した。オフィス、R&Dセンター、オープンイノベーションハブへアクセスするメインの乗用エレベーターが3台、サービス・避難用エレベーターが1台、それぞれ他社システムのビル内ACS(Access Control System)、ロボットシステム、ビル管理システムと連携している。乗用エレベーターは、2.2.1項に述べるインターフェース装置を通じてビル内のACS及びロボットシステムとの連携運転を行い、4台全てのエレベーターの運行情報は、MEBSの昇降機監視システム(MelEye)を介してビル管理システムに発信している。

### 2.2.1 利便性向上に寄与するゲート連動DOASでの顔認証装置との連携

2.1節で述べたとおり、このビルはオフィスやR&Dセンターと、他企業・団体との交流の場になるオープンイノベーションハブの機能を併せ持つため、乗用エレベーターは、エレベーター行先予報システム(Destination Oriented Allocation System: DOAS)で輸送能力の向上を実現するとともに、エレベーター制御盤用インターフェース装置(Elevator Ssecurity GateWay: ELSGW)を介してビル内のACSと連携し、乗客のIDに応じて行先階の登録を制御する。また、ビルのメインゲートがある1階のセキュリティーゲートでのIDチェックと同時にエレベーターの行先階登録を行う“ゲート連動DOAS”を採用し、出勤時間帯のエレベーターホールでの混雑を緩和している(図2)。このビルではACS端末として顔認証装置とQRコード(注1)リーダーが併設されている。来訪者は事前にビル内取引先の許可の下にWeb上でID登録を実施し、ビル入り口のキオスク(小カウンター)で顔写真を登録した後、セキュリティーゲートで顔認証を行うことで、アクセスを許可された行先階行きのエレベーターを呼ぶことができる。なお、通常は登録した行先階に割り当てられたエレベーターの号機番号はセキュリティーゲートに設置されたインジケータに表示するが、ここでは顔認証装置のディスプレイに表示することで利便性を向上させている。

(注1) QRコードは、(株)デンソーウェーブの登録商標である。



図2-ホール入り口のセキュリティーゲート

### 2.2.2 ロボット連携運転の実現

このビルはR&Dセンターとして技術実証を行う場にもなっているため、人手不足などの社会的背景から実用化が進んでいるロボットがエレベーターを利用し階間移動を行う“ロボット連携運転”についての提案を行い、採用に至った(図3)。メインの乗用エレベーターに設置したELSGW-R(ELSGW-Robot)を介してロボットシステムと連携している。このビルでは、ビル1階のカフェの商品をエレベーターで各階の会議室等へ届ける搬送用ロボットが利用可能である。共用ス

ペースにあるカフェを出発したロボットは、セキュリティーゲートを通しエレベーター乗場に到着すると、ビル内の無線LANを通じてELSGW-Rに乗車階と行先階を送信する。割り当てられたエレベーターが到着後、ELSGW-Rからロボットに到着を通知し、乗車を指令する。乗車後はかご上に設置した無線LANアンテナを通じて乗車完了を通知する。エレベーターはロボットからの乗車完了通知があるまで戸開を維持しその後戸閉・行先階へ発車し、到着・戸開を待ってロボットに降車指令を出す流れになる。なお、2. 2. 1項に述べたとおり、このビルではACSと連携した行先階の登録制御が有効になっており、ロボットからの呼び登録指令を受信後にエレベーター側で制限解除の対策を実施することでロボット連携を実現した。



図3-ロボット連携運転の様子

### 3. The Henderson

The Hendersonは、香港最大手のディベロッパーの一つ“恒基兆業地産”(Henderson Land Development)が香港中心地の中環にあるマレーロード沿いに建設したオフィスビルである(図4)。この章では、The Hendersonについて建物の概要、昇降機の特長を述べる。



図4-The Henderson

### 3.1 建 物

The Hendersonは、地下5階、地上36階、高さ190m、延べ床面積46万5,000平方フィートの規模を持つ。低層部にショップやレストラン、中高層部は主にオフィスフロアで構成される。世界的に有名な建築家Zaha Hadidによって設計されたこの建物は、香港の象徴であるバウヒニアの花のつぼみをイメージしており、そのイメージは、6本の巨大な支柱とサイドコア鋼構造によって実現されている。また、目を見張るような曲面ガラスのファサード(建物を正面から見たときの外観)は、欧州で4,000枚以上の四層二重合わせ曲面断熱ガラスパネルで入念に製作された。

### 3.2 昇 降 機

MEBSは、稲沢ビルシステム製作所(日本)製のダブルデッキエレベーター1台と高速エレベーター15台を含む計26台の昇降機を納入した。その特長を次に述べる。

#### 3.2.1 建築ニーズに対応する直角二方口ダブルデッキエレベーター

ダブルデッキエレベーターの導入によって、エレベーターの運行効率を向上させて、建物内のエレベーターの占有面積を削減できる。このビルが建つ地区は、香港でも特に地価が高いためダブルデッキエレベーターによる省スペース化が高く評価された。ダブルデッキエレベーターの上部かごは建物オーナーなどに利用者が限られており、専用玄関がある地下と地上で異なる建築構造に適応するため直角二方口出入口(かごのドアを90度の角度で配置)を採用している。この仕様は、通常のダブルデッキエレベーターとは異なり、“上部かごには直角配置のドアシステム、下部かごには通常のドアシステム”と上下で異なるドアシステムを導入するMEBS初の設計のため、機器の設計検討が容易にできる3D-CADを用いて昇降機周り及び昇降路内機器の配置検討を行った。また、ダブルデッキエレベーターの上部かごは顧客のスマートフォンと連携しており、該当スマートフォンでかごを呼ぶことでVIP専用運転に切り替えることも可能である。

#### 3.2.2 理想的なビル内運行を実現するDOAS

このビルでは、分速420mのエレベーター6台と分速300mのエレベーター6台の2バンク計12台に対して、輸送能力向上のため全階にDOASを採用している。このシステムは、乗場で入力された乗客の行先階情報から最適なエレベーターを各乗客に割り当てることで、ビル内運行効率を最適化する。しかし、全員の乗客が行先階登録を行わないような場合、実際のエレベーター運行状況と割当てのシステムに乖離(かいり)が生じるリスクがある。このビルでは乗場に設置されたAIカメラによってエレベーターホールで待機する乗客の情報をエレベーターシステムに反映させることでその問題を解決している。利用者が増えて混雑する昼食時は、AIカメラによって乗場待機客とその動作を分析し、乗場の利用者が所定の時間内で乗場呼びを行わない場合、ビル主階床への行先階登録を自動的に行い、正確な乗客情報で号機割当てを行うため、理想的な運転が可能になる。また、かごが満員の場合は、かご内AIカメラで乗車率を検知し、新規乗場呼びを回避して、再割り付け処理を自動的に行うことも可能である。これに加えて、このバンクでは多くのVIP顧客の訪問が想定されるため、VIP顧客が他の乗客と接触せずに、迅速に目的階にアクセスできるよう特殊VIP運転を装備している。通常運転とVIP運転の共存を実現するために、複数のVIP呼びを保持する設計によって、通常運転の運行効率を維持しつつ、複数のVIP呼びにも対応できるようになっている。

## 4. む す び

海外で、MEBSが最近納めた著名なビルの昇降機設備の主な特長について述べた。

縦の移動手段としてだけでなく、多様化する要望に対応する高い品質や機能、デザイン性を備えた製品・サービスを今後も提供し建物価値向上に貢献していく。

三菱電機株式会社