

人と環境への配慮を追求したエスカレーター 「VXシリーズ」

VX Series Escalator Designed for Passenger Comfort and Energy Saving

山下 智典 Tomonori Yamashita

柏倉 信哉 Shinya Kashikura

坂上 充 Mitsuru Sakaue

堆 順一 Junichi Akutsu



図1 「VXシリーズ」エスカレーター

「VXシリーズ」は、エスカレーター停止時の減速制御やハンドレールからの乗り出し検知による注意喚起などの安心機能を強化した。さらに、エスカレーターの利用状況に合わせた三つの省エネルギー運転のバリエーションを用意した。

安全性と省エネルギーを追求したVXシリーズは、人と環境に配慮したエスカレーターをめざしている。

公共交通施設におけるバリアフリー化の進展や都市空間の高度利用化などにより、エスカレーターはますます多くの場所で見られるようになり、もはや日常生活に欠かせない移動手段となっている。その一方で、高齢社会の到来と相まって、高齢者の転倒事故が急増し、エスカレーターには高いレベルの安全性が要求されるようになってきた。また、地球環境への配慮も求められ、省エネルギー化が望まれている。

このような背景の下、日立グループは、万一の事態を想定したソフトストップ制動などのさらなる安全性を追求するとともに、利用状況に応じた省エネルギー運転を基本仕様化した「VXシリーズ」を開発し、提供している。

1.はじめに

エスカレーターは、デパートやショッピングセンターを中心に、ホテル、空港、鉄道関係など、都市空間における移動手段のスタンダードとなり、あらゆるシーンで多くの人々を運び続けている。

日立グループは、これまで、利用者の動作と心理にマッチしたシステムデザインを展開し、使いやすさと安全性を図った「EXシリーズ」、ステップ幅をそのままにエスカレーターの全幅を短縮し、駅や店舗スペースの有効利用化を図った「FXシリーズ」、そして、使いやすさを追求したユニバーサルデザインと、設置環境や用途に適応したワイドバリエーションをコンセ

プロとした「MXシリーズ」を提供してきた。

近年、エスカレーターはより身近で何気なく利用されるものになり、その安全性や快適性には、今まで以上に高いレベルが求められるようになってきた。そのため、日立グループは、人と環境に配慮したエスカレーターをコンセプトとして、(1)安全性のさらなる追求、(2)環境負荷が小さい省エネルギー運転、(3)こだわりぬいた使いやすさ、(4)高精度の故障予防診断という四つの柱の下、「ニューモデル VXシリーズ」の開発に着手した。

ここでは、VXシリーズエスカレーターにおける安全性向上への取り組みと環境に配慮した省エネルギー運転システムについて述べる(図1参照)。

2. 開発の背景とねらい

2.1 安全性への要求の高まり

2004年に発生した自動回転ドアによる死亡事故を受け、昇降機に関しても安全性についての要求が高まってきている。

社団法人日本エレベータ協会が5年に1度実施しているエスカレーター人身事故調査結果¹⁾を見ると、エスカレーターの安全装置動作に伴う緊急停止時などの転倒・転落事故がこの10年間で112件から359件へと約3倍に急増し、近年の事故の半分以上を占めていることがわかる(図2参照)。

挟まれ事故については、事故発生率は低下傾向にあるが、最近、経済産業省がステップとスカートガード間などへの靴の挟まれ事故を調査した結果、2007年8月から2008年3月の間で66件と多くの事故が発生していることがわかり、被害者が履いていた靴のうち大きな割合を占めていた靴メーカーに対して、2008年4月に改善要求が出された²⁾。

また、東京消防庁の事故調査「エスカレーターに係る事故防止対策について」³⁾によれば、初診時程度別における発生

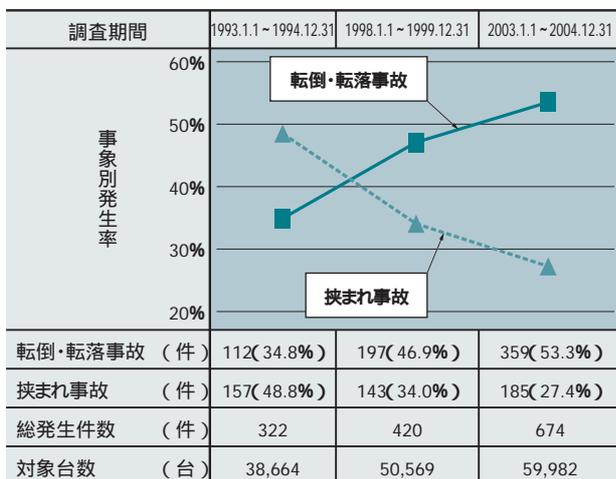


図2 エスカレーターにおける人身事故の発生状況¹⁾
エスカレーターの人身事故発生状況を示す。転倒・転落の件数が10年間で3倍以上に急増し、事故の半数以上を占めている。

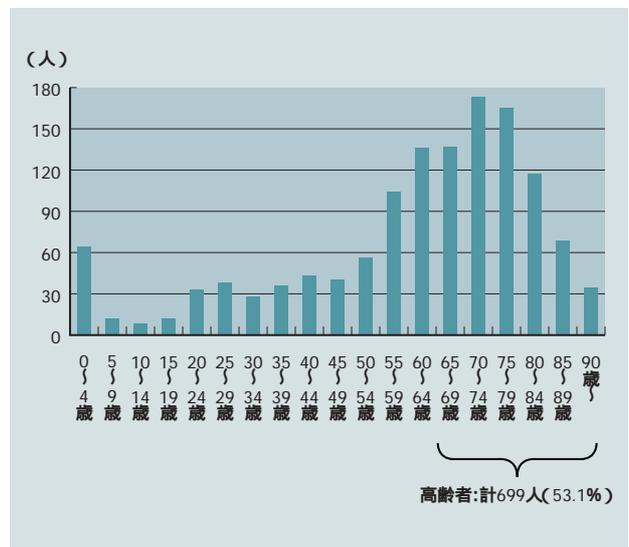


図3 年齢区分別事故発生件数³⁾
エスカレーターの年齢区分別事故発生件数を示す。65歳以上の高齢者が事故全体の半数以上を占める(調査期間:1993年1月1日~2004年3月31日)。

事故の受傷形態から見ると95.7%が転倒、転落であり、年齢区分別の救急事故発生割合では65歳以上の高齢者が53.1%を占めていることがわかった(図3参照)。

以上のことから、高齢社会の到来により、高齢者に対する転倒防止施策の対応が急務となっていると言える。

2.2 省エネルギーニーズの高まり

2008年から京都議定書の第一約束期間がスタートし、各企業において温室効果ガス削減活動に対してさまざまな取り組みがなされている。そのような中、デパートやショッピングセンターを中心とし、営業時間中、常に連続運転しているエスカレーターにおいても省エネルギー化のニーズが高まっている。

3. 安全性の追求

3.1 ソフトストップ制動(基本仕様)

安全装置の作動によりエスカレーターを停止させる際には、下降運転時に多くの利用者がいても一定の制動距離以内に停止できるように、一定の負荷条件を考慮してブレーキトルクを設定することが必要である。しかし、従来の一般的なブレーキシステムではブレーキのトルクは常に一定で、可変にはできないことから、利用者がいない無負荷条件では必要以上のトルクとなっている。

一方、建築基準法施行令や関連告示などでは、上昇運転の無負荷条件での制動距離は100~600mm(30m/min時)、減速度は1.25m/s²以下と定められている。

今回、VXシリーズの開発では、転倒防止を最優先の課題と考え、まず、エスカレーター停止時の減速度と衝撃の関係についての検証を実施した。検証にあたっては、高齢者を中心とした24名の被験者に、さまざまな減速度を体験してもらい、

衝撃が許容限界を超えたか、手すりを使わなくても問題ないかなどの評価を行うモニター試験を実施した。

従来のブレーキシステムの無負荷条件の減速度においては、衝撃が許容限界を超えるという回答はなかったが、2割の被験者が停止時に手すりをつかんだという結果になった。これに対し、停止時の減速度を従来対比60%のレベルにすると、すべての被験者が、もし手すりをつかんでいなかったとしても問題のない衝撃レベルであるという評価をした。

以上のモニター評価試験結果から、エスカレーター停止時の減速度を従来対比60%のレベルにすれば、安全性を大きく向上できることがわかった。

しかし、従来のブレーキシステムで減速度を60%のレベルに設定すると、下降運転において利用者が満員の場合は停止時の制動距離が長くなり、かえって危険性が増してしまう。

そこで、この課題を解決するために、VXシリーズでは停止時の制動を、インバータ制御によるソフトストップ制動とすることで、運転方向や利用者数にかかわらず、減速度を一定にコントロールできるようにした。これにより、減速度を従来対比60%としたソフトストップ制動を実現し、安全装置動作によるエスカレーター停止時の転倒の抑制を図っている。

3.2 挟まれ事故に対する安全性の向上

VXシリーズでは、靴などがスカートガードに接触するのを抑制する機能として、ステップ踏面両端にある高さ8 mmの段付きトレッドに加え、スカートガード上部に出っ張り15 mmのスカートモールを設けた(図4参照)。

これにより、ステップとスカートガードとの間に利用者の靴などが挟まれにくい構造とした。

4 環境に配慮した省エネルギー運転システム

4.1 省エネルギー技術

(1) 自動運転システム(有償付加仕様)

省エネルギー技術の代表例として、自動運転システムが挙げられる。これは、エスカレーター乗降口手前に利用者を検知するセンサーを組み込んだポールを設置して、利用者を検知すると自動的にエスカレーターを起動し、一定時間経過後に停止させるシステムである。自動運転システムでは、利用者がいない場合はエスカレーターが完全に停止しているため、運転方向を明示する表示設備が必要である。

(2) 無人時微速運転システム(有償付加仕様)

このシステムは、利用者がいない場合に、エスカレーターを完全に停止するのではなく、微速で運転することによって省エネルギーを図るものである。利用者がいないときは10 m/minで運転し、センサーが利用者を検知すると、インバータ制御装置によって定格速度に緩やかに加速し、一定時間経過後に

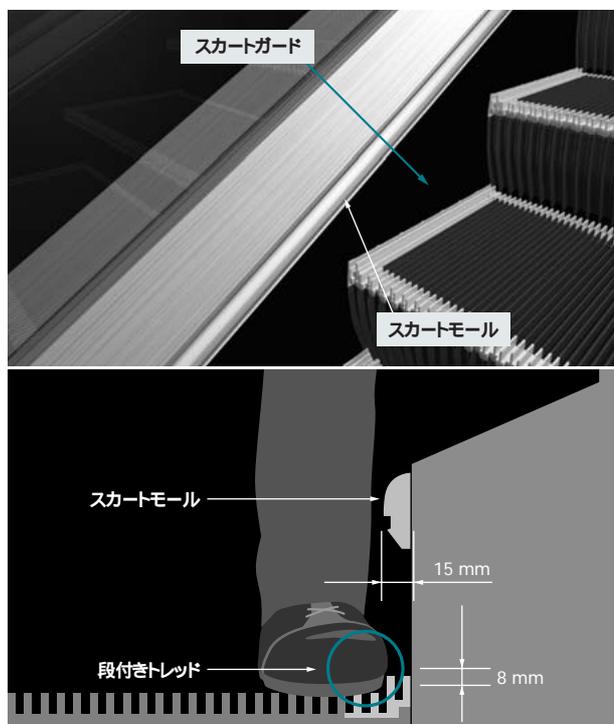


図4 ステップとスカートガード間への挟まれ事故防止

ステップ両端の段付きトレッドに加えて、スカートガード上部にスカートモールを取り付けることにより、ステップとスカートガード間に靴などが挟まれにくい構造とし、安全性の向上を図っている。

再び10 m/minに減速するシステムである。

無人時微速運転システムでも利用者を検知するセンサーは乗降口に必要なものが、利用者がいないときに微速運転によって運転方向が確認できるので、自動運転システムで設置する運転方向表示設備は不要となる。

4.2 エコモード運転システム(基本仕様)

エコモード運転システムは、エスカレーターの利用状況に応じて速度を制御することにより、省エネルギーを図るシステムである(図5参照)。具体的には、利用者が混雑している状態では定格速度で運転し、エスカレーターに搭載しているインバータによって利用者が少なくなったことを検知したときには、減速したことを感じない範囲内での減速制御を行うものである。

この減速制御時の速度については、速度を小さくすればするほど、省エネルギー効果は大きくなるが、一方で利用者の利便性が損なわれることも考えられるので、高齢者をはじめとした多数のモニター評価を実施し、速度が遅くなったと感じない程度でかつ、省エネルギー効果を考慮した最適な速度として25 m/minに設定した。

この制御方式においては前述した自動運転システムや無人時微速運転システムのような検知センサーや運転方向表示設備は不要である。

なお、この運転モードは、所有者が操作盤のキースイッチ操作で簡単に選択設定できるシステム構成としている。

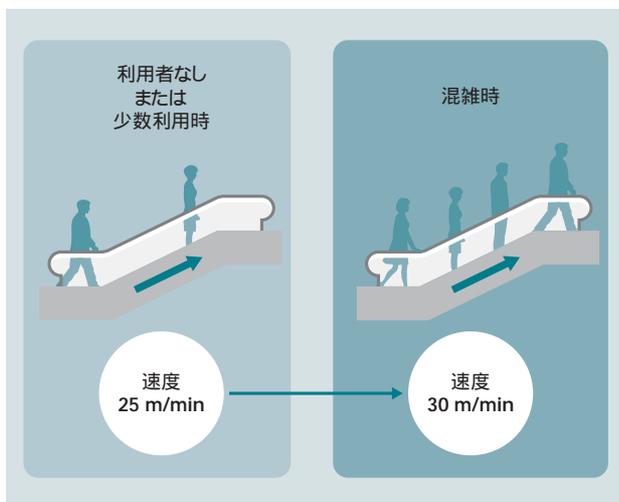


図5 エコモード運転システム

エコモード運転システムは、エスカレーターの利用状況に応じて速度を制御し、省エネルギーを図っている。

4.3 省エネルギー効果

上述した3種類の省エネルギー運転システムについて、それぞれの省エネルギー効果、およびCO₂排出削減量の効果試算を表1に示す。

省エネルギー効果が大きい順に、自動運転システム、無人時微速運転システム、エコモード運転システムとなる。一方、必要となる付帯設備は、基本仕様であるエコモード運転システムは付帯設備が不要であり、無人時微速運転システム、自動運転システムの順に付帯設備が多くなる。

なお、上記算出条件としては、自動運転システムおよび無人時微速運転システムの起動回数を15回/hとし、1日の運転時間を16時間として算出した。エコモード運転システムの省エネルギー効果については大型ショッピングセンターにおいての実測データから算出したものである。

執筆者紹介



山下 智典
1995年日立製作所入社、都市開発システムグループ
水戸ビルシステム本部 エスカレータ設計部 所属
現在、エスカレーターの開発全般に従事



坂上 充
1994年日立製作所入社、都市開発システムグループ
水戸ビルシステム本部 エスカレータ設計部 所属
現在、エスカレーターの制御関係の開発に従事

表1 省エネルギー効果とCO₂排出削減量

3種類の省エネルギー運転システムにおける、省エネルギー効果とCO₂排出削減量の効果試算を示す。

項目	自動運転	無人時微速 運転	エコモード 運転
省エネルギー 効果 (節約量)	350 kWh/月 (- 38%)	262 kWh/月 (- 28%)	120 kWh/月 (- 13%)
CO ₂ 排出 削減量	2.33 t/年	1.74 t/年	0.81 t/年

5. おわりに

ここでは、VXシリーズエスカレーターにおいて開発した項目の中で、万一のときにもゆっくりと停止するソフトストップ制動、ステップとスカートガード間への挟まれ事故を減少させる安心機能、およびエスカレーターの利用状態に応じた省エネルギー技術について述べた。

今後、エスカレーターはますます普及し、さらに身近なものになっていくとともに、高齢社会の進展に伴い、より高い安全性が要求されていくものと思われる。また、地球環境保全という観点からは、常に動き続けるエスカレーターの省エネルギー化も期待される。

日立グループは、さらなる技術の向上を図り、より高い安全性の追求と、省エネルギーの実現に向けた研究開発に努めていく考えである。

参考文献など

- 1) エレベーター界、第163号、社団法人日本エレベーター協会(2006.7)
- 2) 経済産業省、消費生活用製品の重大事故に係る公表について、
<http://www.meti.go.jp/press/20080418004/jiko.pdf>
- 3) 東京消防庁指導広報部生活安全課、エスカレーターに係る事故防止対策について(2005.3)、
<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-seianka/es/eszen.pdf>



柏倉 信哉
1990年日立製作所入社、都市開発システムグループ
水戸ビルシステム本部 エスカレータ設計部 所属
現在、エスカレーターの機械関係の開発に従事



堆 順一
1993年日立水戸エンジニアリング株式会社入社、日立製作所 都市開発システムグループ 営業統括本部 営業企画部 所属
現在、昇降機の製品開発戦略関連業務に従事