

多様化するエスカレーター

Diversification of Escalator and Moving Walkway Design

荻村 佳男 今井 一郎

OGIMURA Yoshio

IMAI Ichiro

近年、昇降機に対する社会の要求は、様々な技術革新とあいまって非常に広範囲になりつつある。一方、2000年には建築基準法施行令が改正され、また交通バリアフリー法の施行により、その具体的指針となるガイドラインや各自治体における福祉のまちづくり条例などの各種法令が定められてきている。

東芝エレベータ(株)は、このような社会ニーズに応えるために、ユニバーサルデザインを取り入れたエスカレーター、設置スペースを削減したエスカレーターや動く歩道を開発してきた。

In recent years, there has been a widening of social requirements with respect to escalators coupled with various technical innovations in this field. In addition, with the revision of the Building Standards Law in 2000 as well as the enactment of the Barrier-Free Transportation Law, concrete guidelines and various laws such as regulations for creating welfare-oriented towns by local governments have begun to be established.

Toshiba Elevator and Building Systems Corp. has developed various types of escalators and moving walkways with universal design and space-saving technology to respond to these needs of society.

1 まえがき

従来からエスカレーターや動く歩道は、利用者を大量に水平あるいは上下に移動させる設備として広く利用されてきた。

近年の法改正や交通バリアフリー法の施行により、バリアフリーデザインやユニバーサルデザインを取り入れた施設や設備の整備が活発になってきており、こうしたニーズの高まりに対応したエスカレーターや動く歩道が求められるようになってきた。一方、既施設への設置の容易化や工期短縮、環境への配慮などを目的とした省スペース化の要求も増えつつある。

東芝エレベータ(株)ではこうした背景をもとに、ユニバーサルデザインを取り入れたエスカレーター、設置幅を縮小した狭幅エスカレーター、床下の機体構造部分を薄くした薄形動く歩道を開発してきた。ここではそれらの特長について述べる。

2 ユニバーサルデザインエスカレーター

当社が2003年に発売を開始した新形エスカレーター Kindmover™ は、一般利用者をはじめ管理者及び建築設計者に“Kind(親切的な、優しい)”を主要コンセプトとして開発した(図1)。

ユニバーサルデザインを積極的に採用した機能と特長を次に述べる。



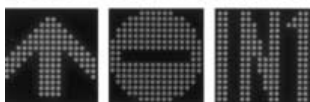
図1. Kindmover™の外観 - ユニバーサルデザインの採用による、すべての人にKind(やさしい)なエスカレーターである。

Kindmover™ escalator

2.1 運転モニタESNAVI™

エスカレーターの乗降口、特に上階側の乗降口では遠くからは運転方向がわからず、そばまで近づいて反対方向と知り、引き返して反対側に回るといった経験をすることがある。このようなときに、離れた場所から動いている方向や状態がわかれば便利である。運転モニタESNAVI™は、インレット部に取り付けられた表示装置で、利用する人に運転方向や降り口側における進入禁止を知らせる(図2)。

また、この装置は、非常停止の際にどの安全装置が働いたのか、運転再開が可能な状態なのか否かもコードで表示する。この機能は、管理者の負担の軽減と迅速なサービス再



運転方向 進入禁止 安全装置動作時の表示例(上部インレット安全装置動作時)

図2. 運転モニタ ESNAVI_{TM}の外観と表示例 - 乗り口は矢印, 降り口は進入禁止, 安全装置動作時はコードが表示される。
ESNAVI_{TM} operation monitor

開に威力を発揮する。

2.2 スカートガード照明

従来は,ハンドレールの下側にステンレスなどで作ったデッキを設け,そこに照明器具を配置するという方法が主流であったが,全体的に明るいイメージを作ることはできても,利用者の足元の照度としては必ずしも十分とは言えなかった。また,普及が著しいデッキレスタイプの欄干には構造上照明を取り付けることができず,新たな照明の要求があった。

スカートガード照明は,スカートガードの上部に蛍光灯を内蔵させ,足元を明るく照らすことができるだけでなく,欄干の方式に関係なく採用できて,より快適な利用環境を提供することができる(図3)。



図3. スカートガード照明 - 欄干の方式に関係なく足元を明るく照らす。
Skirt guard panel lighting

2.3 高い配置のインレット

エスカレーターには,固定部分のほかに相対的に動く可動部が存在する。なかでも,ハンドレールが床面の近くで出入

りするインレットと呼ばれる部分では,ハンドレールと床の間に挟まれるおそれがあるため,安全装置が取付けられているが,更に安全性を高めるためには,床とハンドレールの間隔は広いほうが望ましい。従来インレット部は床面から150~170mm程度としていたが,Kindmover_{TM}では,ハンドレールが斜めに中に入り込むようにしてインレット部を高く配置し,床面からの空間を211mmまで拡大して,床面との挟まれに対する予防を強化している。

2.4 スマートデッキ

エスカレーターは,欄干を支える構造部分の周りをステンレスなどで作ったデッキと呼ばれる意匠材で覆って外観を整えている。これらデッキ類は,据付工事の最終工程で主にねじを用いて取付けられるのが一般的であるが,ねじはその性質上,突起の存在や長期間の使用の過程での緩みなど,デッキの外表面における不連続部を形成している。これがステップ側にあると,利用者の衣服や持ち物などを引っ掛けて損傷させる可能性がある。

そこで,ステップ側デッキのはめ込み及びねじ部にカバーを取付けて,デッキ表面にねじ部の突起が生じないスマートデッキ構造を採用した。これによって,利用者の安全を更に高めるとともに流麗な意匠も実現した。また,はめ込み構造は,保守における取付けや取外しの作業の効率化にも貢献している。

2.5 ポールレス自動運転

利用者がいないときにエスカレーターの運転を休止したり,速度を低くするといった自動運転式のエスカレーターがこれまでも用いられてきた。ただ,こうしたエスカレーターでは,利用者が来たことを乗降口の手前で検知し,自動的に起動させたり速度を上げたりする必要がある。検知用のセンサや表示灯を組み込んだ専用の柱(ポール)は,ゲート状に設置するのが通例であるが,この方式は高価であり,外観を損なう。

そこで,ポールを廃止し,インレット部に利用者検知用センサを組み込み,すっきりとしたデザインを実現した。センサは近赤外線を用いた反射式とした。更に,前述の運転モニタには,自動運転であることや運転方向,降り口側には進入禁止のマークを表示し,利用者への利便性にも配慮している。

2.6 速度切替え

インバータ搭載により,運転速度を切り替える要求にも対応している。あらかじめ設定した複数の速度を操作盤のスイッチで切り替える方式を採用した。エスカレーターを起動させるとまず標準設定の速度で運転し,高速側又は低速側にスイッチを入れると1段階ずつ速度が変化する方式で,多段の速度設定でも簡単に操作することができる。また,利用者が乗っている途中で速度が変化しても衝撃が加わらないように,十分緩やかな加速,減速となるよう配慮している。

2.7 その他

不用意に靴先などをスカートガードに近づけた場合に、強く挟まれてしまう前に振動と音声で警告を発するスカートガード挟まれ警告装置、乗り降り時にステップと床との視目をはっきりと視認できるように、くし(コム)部を黄色にした高コントラスト設計、運転操作が容易で、しかも動くステップから少しでも離れた位置で操作できるようにレイアウトに配慮した操作盤など、Kindmover™は利用者並びに管理者に対しての優しさを追求している。

3 省スペースエスカレーターと動く歩道

3.1 狭幅形エスカレーター

エスカレーターは、踏段の左右に側壁状の欄干を配し、その上をハンドレールが移動する構造で、踏段の下側には踏段を循環案内する機構やハンドレールの案内機構があり、側方にはエスカレーター全体を支えるトラスを配置した構造のため、エスカレーターの全体幅は、踏段の幅に対し500mm程度広くなるのが通例である。建物に対しての設置スペースから見た場合、踏段幅に比べて全体幅を可能な限り縮小することが求められる。

狭幅形エスカレーターはこのような背景から開発した。具体的には、踏段を駆動するチェーンを、左右リンクプレートの内側にローラを組み込んだいわゆるコンベアチェーンとし、ハンドレールを駆動するチェーンを、踏段側方配置から踏段下方配置に変更した。更に、部品相互のすき間を最小限度まで小さくした。従来形と狭幅形の踏段駆動機構部の断面を図4に示す。

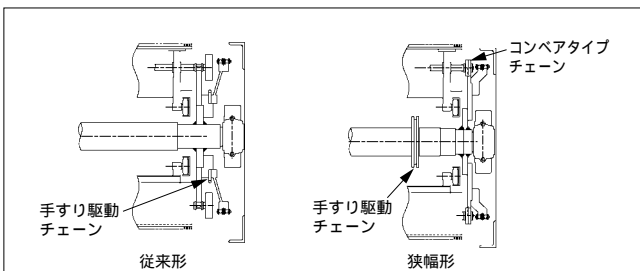


図4．従来形と狭幅形の踏段駆動機構部断面 - コンベアタイプチェーンの採用と手すり駆動チェーンの移動で省スペースを実現した。

Comparison of step drive sections

また、従来形と狭幅形との幅寸法比較を図5に示す。全体幅で210mm縮小した。踏段の幅は同一であるため、輸送能力は従来と同じである。

これらにより、設置に要する平面スペースは従来比で約13%低減できた。また、従来形で一人乗り用と二人乗り用を1台ずつ並列で設置したスペースに、狭幅形エスカレーター

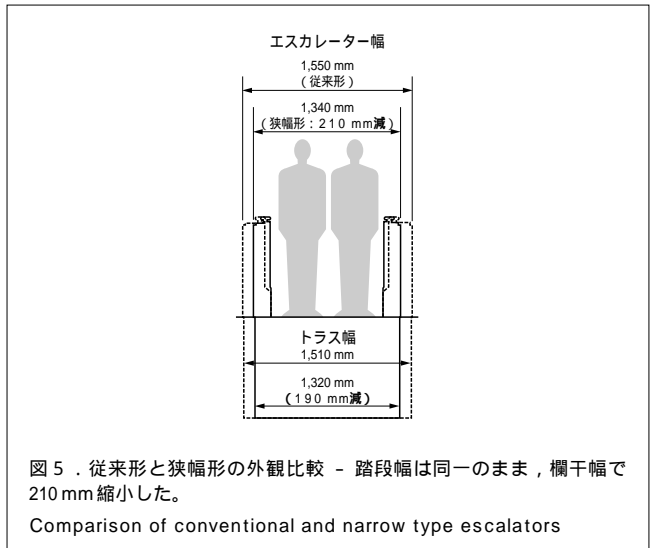


図5．従来形と狭幅形の外觀比較 - 踏段幅は同一のまま、欄干幅で210mm縮小した。

Comparison of conventional and narrow type escalators

ターならば二人乗り用を2台並べて設置でき、輸送能力を30%以上増強できるというメリットがある。

3.2 勾配35°エスカレーター

2000年の建築基準法施行令の改正により、それまで30°までとされていたエスカレーターの勾配(こうばい)が、一定の条件のもとで35°まで許可されるようになった。

エスカレーターは、建築上の設計自由度の面から設置面積が少ないことが望ましく、この点で、勾配が大きいことは設置面積の縮小に有利である。

3.3 薄形動く歩道

動く歩道は、エスカレーターと同じように踏板(以下パレットと呼ぶ)を多数連結した構造で、パレットは両端の乗降口付近で折り返して方向転換する構造である。この折返し機構のために、建物の床下に埋め込む機体の厚さが1m程度必要であったが、建築スペースの節約や工事規模の縮小などの理由から、極力薄い機体が要求されるようになった。しかしながら、パレットは左右のチェーンに連結して駆動される構造のため、チェーンを駆動するスプロケットの直径を振動が生じない程度の大きさに維持して設計する必要があり、安易に折返し部の大きさを縮小することはできないのが実情であった。

当社では、特殊な案内機構を開発して駆動機構を含むパレットの折返し部の縮小を可能にするとともに、機体を薄くすることによる強度の確保にも配慮し、駆動機構部を含むトラス部で、当社従来比1/2の薄形化を実現した。

具体的には、パレットの長手方向の短縮化と、パレットの小回転半径での折返しに伴う振動低減技術及びトラス構造部の強度確保に集約される。

パレットは、従来、進行方向長さが約400mmであったが、これを1/3としたショートパレットを採用した。この動く歩道は、ゆったりと乗れる広幅のS1400形にも対応すること、及

び一般に動く歩道ではパレット上を歩行して利用するケースが多いことなどから強度解析を実施し、健全性を確認した。パレットの外観を図6に、解析結果の一例を図7に示す。

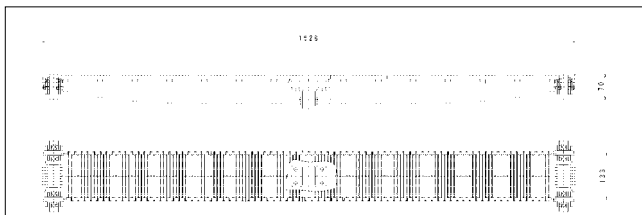


図6．薄形動く歩道のパレット外観 - 進行方向長さ133 mmのショートパレットを採用した。

Pallet for thin type moving walkway

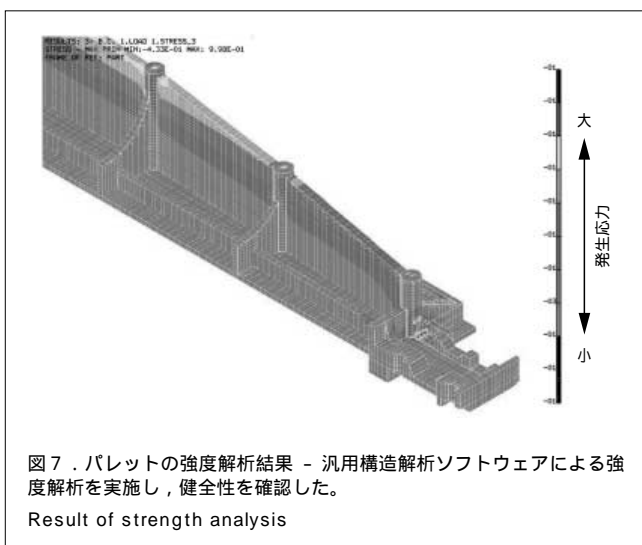


図7．パレットの強度解析結果 - 汎用構造解析ソフトウェアによる強度解析を実施し、健全性を確認した。

Result of strength analysis

パレットはチェーンによって連結され、折返し部に配置したスプロケットに巻き掛けて駆動されるが、チェーン駆動にはその原理上脈動の問題があり、スプロケットの大きさを安易に小径化できないという技術上の障壁がある。チェーンやスプロケットを特殊な設計とする方法もあるが、コスト面で不利になることから、標準的な寸法のものを採用することとし、発生するチェーンの脈動を吸収することのできる特殊な案内機構を開発して適用した。

その原理を図8に示す。スプロケットにかみ合う直前におけるチェーンの走行路に、理論解析から導出した多次元曲線をプロフィールに持つ凸状案内面を設ける。これによってチェーンを屈曲させて案内し、屈曲による速度変動と、スプロケットとチェーンのかみ合いによって生じる速度変動とが互いに打ち消しあうように凸状案内面のプロフィールと位置を設定する。こうして、脈動をなくすることができる仕組みである。

以上の結果、機体を収納するトラス部分の厚さを従来比で

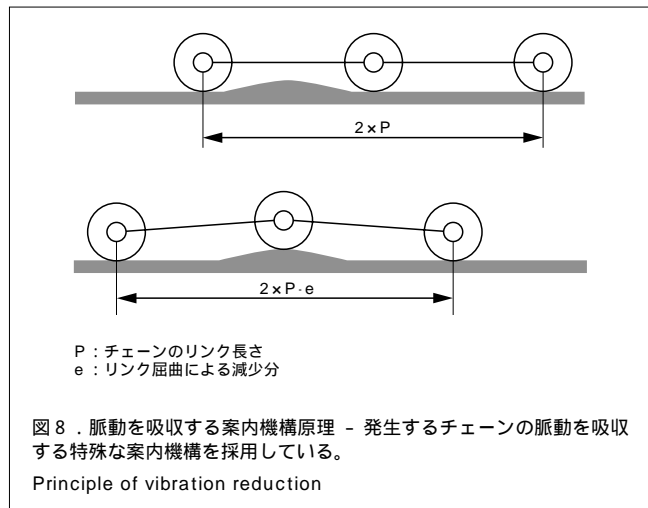


図8．脈動を吸収する案内機構原理 - 発生するチェーンの脈動を吸収する特殊な案内機構を採用している。

Principle of vibration reduction

50 % (両端部) 低減した。

トラスは通常建物床に収納するため床を薄くでき、階間高さや他の構造物、設備その他レイアウトなどの設計自由度が向上する。また、トラスの前後にスロープなどを設けることにより、既設の建物に収納のためのピット掘削工事を伴わずに設置することも可能である。

トラスが薄くなったことにより床への収納部体積が約40%低減し、ピットの掘削工事や構築材料、防水仕上げのための資材などの大幅な低減のほか、工期の短縮にも寄与している。

更に、ピット工事の軽減に伴い、それに要するエネルギーの低減や工事によって排出される廃棄物の削減など、環境負荷の低減にも大きく貢献している。

4 あとがき

社会インフラの整備が進むなかで、エスカレーターと動く歩道も高機能化、多機能化が進んでいる現状について述べた。今後もいっそうニーズの高度化や多様化が高まる動きがあると考えられ、それらに対応しながら、更に商品性の高いエスカレーターと動く歩道の開発を進めていく。



荻村 佳男 OGIMURA Yoshio

東芝エレベータ(株) 姫路事業所 技術部グループ長。
エスカレーターの開発設計業務に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



今井 一郎 IMAI Ichiro

東芝エレベータ(株) 技術企画部参事。
エスカレーターの技術企画業務に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.