

動く歩道の安全技術

齋藤賢司*

動く歩道は、現在一般的にパレット式とゴムベルト式があり、それぞれ水平型と傾斜型に分類することができる。水平型は主に空港・駅舎・展示場等に、そして傾斜型は主に各フロア間をショッピングカートで移動する大規模量販店等に設置されている。しかし、動く歩道は航空機・自動車・鉄道等の乗り物にくらべ、その安全性や快適性を維持する技術に関してはあまり知られていない。ここでは、輸送手段の一翼を担う動く歩道の概要とその安全技術に関し要点を説明する。

The Safety Technology of Moving Walks

Kenji SAITO*

Generally, there are two types of moving walks available on the market today. One is a metal pallet model and the other a rubber belt model. Moving walks can also be classified even further into horizontal and inclined models. The horizontal model is typically found in airports, railway stations or exhibition halls, whereas the inclined model is more commonly associated with department/shopping stores where shopping carts are used frequently spanning multiple floors. However, the technology involved in maintaining safety and comfortableness of a moving walk often goes unnoticed by the general public. Most people are very concerned with the safety of airplanes, automobiles, and trains, but don't take much time to consider safety in other mass-transit equipment such as the moving walk. This paper outlines the role of the moving walk as a means of transportation and how the technology contributes to the safety of the public.

1. はじめに

動く歩道は、1893年に米国のシカゴワールドフェアに設置されたものが世界で最初に実用化されたものといわれており、我が国においては1959年に東京にて開催された国際見本市会場に設置されたものが最初¹⁾である。

動く歩道の国内稼働台数は、(株)日本エレベータ協会発行の『エレベータ界』2001年10月号によると、2001年3月31日現在の保守台数調査結果が555台²⁾と

なっているが、この台数のほとんどはパレット式である。

以下、ここでは国内市場の大半を占めるパレット式動く歩道の概要と安全性の技術に関する要点について説明する。

2. パレット式動く歩道の概要

パレット式動く歩道は、種々のフレキシブルなデザインを有し、屋内外の設置において建築上の表現を豊かにすることを可能にしており、商業施設や公共交通機関の特殊要件等を満たしている。Table 1に本パレット式動く歩道の基本仕様データを、またFig.1に構造概略図を示す。

2-1 空港・駅舎および展示施設等に設置される動く歩道(主に水平型)

* シンドラーエレベータ株式会社新設企画部
エスカレータ室長
Leader & Technical Manager, Escalator Team, Productionline
Management New Installations, Schindler Elevator K.K.
原稿受理 2002年6月4日

ここでは主に空港・駅舎および展示施設等に設置されるパレット式動く歩道を説明する。

傾斜角度は基本的に0°～6°の設置範囲で、特に深さ(中間部)が浅い場所でも設置できるような機種が選択されている。

Fig.2は、奥行寸法が400mmの標準パレット搭載の動く歩道である。パレット幅は1,000mm、1,200mmおよび1,400mmの三種類がある。中間部(両端ピット部を除いた部分)の設置深さは400mm～550mmの範囲で可能である。設置長さは傾斜角度0°で最大100m(理論上は200m)まで設置できるように設計されている。

Fig.3は、標準パレットの1/3で約133mmの奥行寸法のショートパレット(Fig.4参照)を搭載し、深さ方向における省スペース化を可能にした動く歩道である。パレット幅は800mm、1,000mmの二種類がある。

中間部(両端ピット部を除いた部分)の設置深さは通常465mm程度であるが、340mm(Fig.5参照)まで浅くすることを可能にしている。設置長さは傾斜角度0°で最大100mまで設置できるように設計されている。

2-2 大規模量販店等に設置される動く歩道(主に傾斜型)

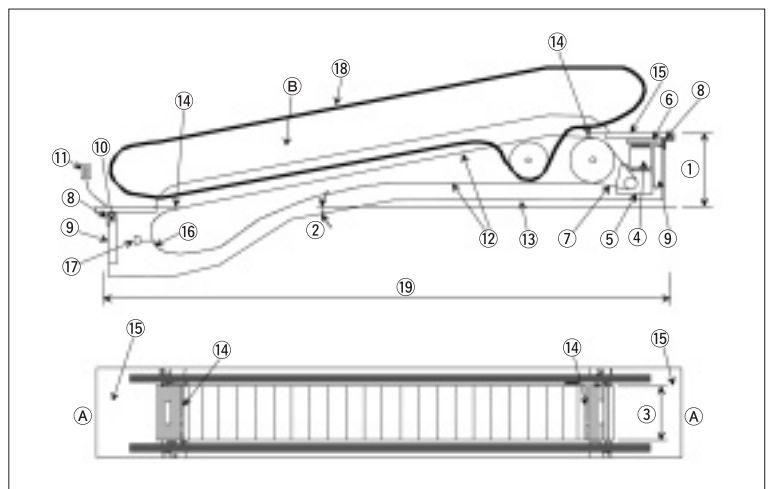
ここでは主に大規模量販店等に設置されるパレット式動く歩道を説明する。

Fig.6、7は、ショートパレットを搭載した傾斜型動く歩道であり、傾斜角度が基本的に10°～12°の傾斜範囲で、長さが短く幅も狭い場所にも設置される

Table 1 パレット式動く歩道の基本仕様データ(シンドラーエレベータの場合)

種類 (S9500)	パレット寸法(mm)		設置可能 傾斜角度	最大揚程/ 機長(m)	速度 (m/分)	輸送能力 (人/時)
	幅	奥行				
水平型	1,000	400 (標準パレット)	0～6	100*(機長)	30, 40, 45, 50	9000, 11700, 13500, 15000
	1,200					
	1,400					
	800	133 (ショートパレット)	0～6	100*(機長)	30, 40, 45	6750, 8800, 10150
1,000	9000, 11700, 13500					
傾斜型	800	133 (ショートパレット)	10～12	8.3*(揚程)	27, 30, 40	6075, 6750, 8800
	1,000			6.6*(揚程)		8100, 9000, 11700

注) *1: 傾斜角度0°の場合、*2: 傾斜角度11°の場合は最大9.3m、*3: 傾斜角度11°の場合は最大7.5m。



(A)乗降口 (B)欄干(ガラス/パネル) 揚程 傾斜角度 パレット幅 電動機
減速機 制動装置(ブレーキ) 駆動鎖 メーンスイッチ コントローラー(駆動部・従動部)
従動部コントローラー-基板上のデジタルディスプレイ 保守用運転操作装置(駆動部
・従動部、コントローラーに連結) パレットレール 底板 コム及びコムプレート フ
ロアカバー パレット機 パレット鎖緊急装置 ハンドレール 動く歩道の機長

Fig. 1 パレット式動く歩道の構造概略図(シンドラーエレベータの場合)



Fig. 2 水平型のパレット式動く歩道設置: 標準パレットの場合



Fig. 3 水平型のパレット式動く歩道設置: ショートパレットの場合

ように設計されている。長さ短縮効果を最大にするため、その下部乗降部にはパレット水平走行部を設けない設計をしている。

パレット幅は800mmと1,000mmの二種類があり、満杯のショッピングカートでフロアー間を移動する



Fig. 4 ショートパレット

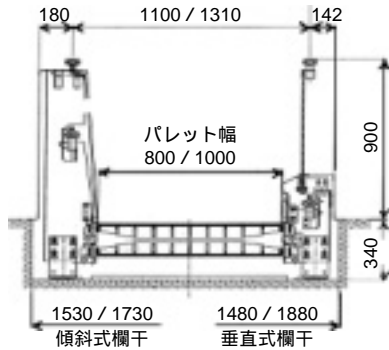


Fig. 5 パレット式動く歩道の断面図：ショートパレットの場合

時でも常に静粛で快適な乗り心地を実現するような工夫がされている。

3. 安全性の技術

動く歩道の安全性は、大きくは基本構造部分における技術と種々安全装置に関する安全技術の二つによって確保されている。以下ではS9500シリーズを例に、代表的な安全技術について解説する。

3-1 基本構造部分における安全技術

1) パレットガイドシステム (Fig.8参照)

パレット式動く歩道では、エスカレーターの場合と同様に、通常はパレットとスカートパネル間で横方向の走行ギャップ (国内法規では5mm以内³⁾:Fig.8(a)参照)を設ける構造になっている。ただし、

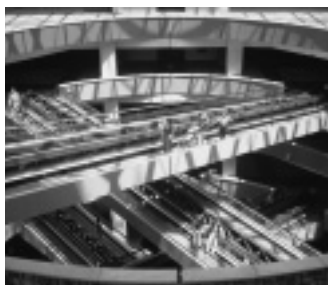


Fig. 6 傾斜型パレット式動く歩道の設置：ショートパレットの場合



Fig. 7 傾斜型パレット式動く歩道の乗降部設置状況：ショートパレットの場合

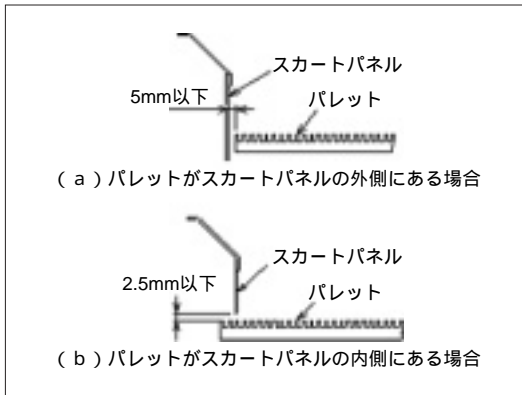


Fig. 8 パレットガイドシステム

エスカレーターのステップと違い、パレット間の段差がないので乗客の挟まれる危険性は事実上低くなっている。しかし、このパレットの場合でも実質的には乗客が挟まれる危険性をなくすことは困難であった。このため、S9500シリーズの全機種は、スカートパネルの内側にパレットを取付し、スカートパネルとパレット間の横方向の隙間をなくし、縦方向の走行隙間が2.5mm以下 (Fig.8(b)参照)になるような構造にしている。よって、パレットがスカートパネルの下を走行するので、実質的に挟まれる危険性をなくし、安全性をより向上することを実現している。

2) 薄型コム (Fig.9参照)

動く歩道の乗降部のコムプレート (動く歩道の乗降口に設けられている床板の部分) 上には、パレットと噛み合うようにコム (利用者が動く歩道を乗降する際、足などがパレットとコムプレートの隙間に挟まれないような作用をもたせるためにくしの形状をしている) が取付けされているが、このコムの傾斜角度は走行するパレットに対し、小さくすればする程安全性が増すことになる。このため、S9500シリーズでは14のアルミ製薄型コムを使用していた

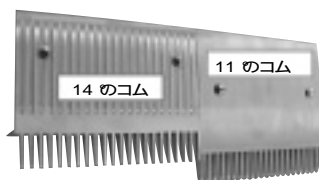


Fig. 9 薄型コム

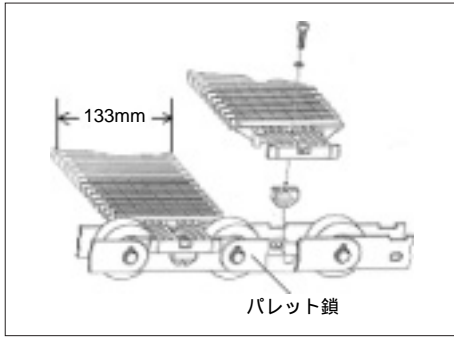


Fig. 10 ショートパレットの構造

が、さらに薄型で11°の構造を持つショートパレット専用のコムを昨年開発した。これにより、満杯のショッピングカートで乗降する場合でも、ショートパレットの動く歩道では以前に増して安全性が向上されている。

3) ショートパレットの構造 (Fig.10参照)

標準パレット(400mm)の奥行を約1/3に短縮した133mmのショートパレットは、その表面のリップに細かい横溝を設け、中央部は若干盛り上がった構造にしている。これにより、特に傾斜型において、湿気や水気による乗客の足元の滑り防止対策とし安全性に抜群の効果をあげている。また、ショートパレットはパレット鎖に直接取り付けられる構造にしているため、接続構成部分やローラー等の稼働部分の磨耗部品が不要となり、より静粛な運転とより長い製品寿命を実現している。

4) 走行方向検知ブレーキシステム (Fig.11参照)

傾斜型動く歩道では、非常停止の場合に乗客の転倒を避けるため、電動機軸上のフライホイールと組合わせて、走行方向に応じて適切なブレーキトルクを発生するような構造のドラム式走行方向検知ブレーキシステムを採用している。上昇時のブレーキトルクは下降時のおよそ1/3に設計している。

3-2 安全装置における技術

国内法規で動く歩道に要求される安全装置には次のものが挙げられる。

- パレット(踏板)鎖安全装置⁴⁾
- 制動装置(ブレーキ)⁵⁾
- シャッター連動装置⁶⁾
- ハンドレールインレット安全装置⁷⁾
- 非常停止ボタン⁸⁾

ここでは、上記以外でS9500シリーズの動く歩道に標準装備されており、特に安全性を向上させているものの内、代表的なものを数点紹介する。

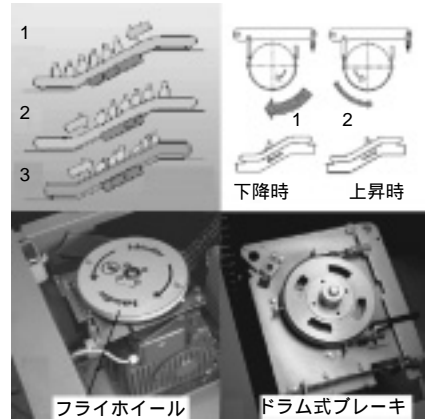


Fig. 11 走行方向検知ブレーキシステム

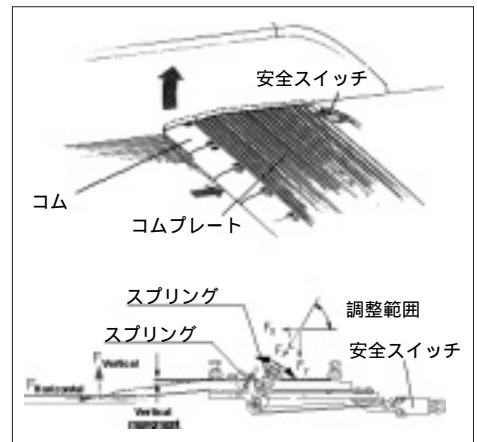


Fig. 12 コムプレート安全装置



Fig. 13 パレットモニター安全装置

1) コムプレート安全装置 (Fig.12参照)

コムとパレット間に異物等が挟まり強く押されると水平あるいは垂直方向に動く構造になっており、その動きが一定の値(最大5mm)を超えると(コム歯やパレット表面のリップ等が破損する危険性のある場合等)安全スイッチが働き動く歩道を停止させる装置を設けている。

2) パレットモニター安全装置 (Fig.13参照)

パレットの正常走行を常に確認し、万一パレットが極端に歪んだり破損し外れた場合には、その個所

が表面側に出る前に裏側で検知し、また万一パレット速度が定格速度の50%に減速した場合（特に、傾斜型動く歩道においては、オーバーロードで上昇している際に同速度以下になると動く歩道が下降側に逆走行する可能性があり危険）や20%を超過した場合（特に、傾斜型動く歩道においては、オーバーロードで下降している際に同速度以上になると利用者が乗降の際に転倒する可能性があり危険）等には電源を切り、動く歩道の運転を停止させる装置を設けている。

3) 電動機速度モニター安全装置

電動機の正常運転を確認し、電動機速度が定格速度の50%に減速あるいは20%を超過した場合には、前項2)と同様の理由にて危険な状態になるので、電源を切り、動く歩道の運転を停止する装置を設けている。

4) ハンドレール速度異常検出装置

ハンドレールに利用者が寄り掛かったり、または引っ張ったりし、ハンドレールの速度がパレット速度に同調しなくなり偏差が15%を超えた状態が5秒以上継続した場合には、ハンドレールにつかまっている利用者が転倒する可能性があるため、動く歩道の運転を停止する装置を設けている。

3-3 制御装置における技術

1) マイクロプロセッサ式コントローラ (Fig.14参照)

S9500シリーズは最新のマイクロプロセッサを搭載したコントローラを装備しており、高水準の安全性・経済性・自己診断やその他の機能を制御することを実現している。

従動部のコントローラ内にマスターのプリント基板そして駆動部のコントローラ内にはスレーブのプリント基板を収め、上下両基板間で常にデータ通信を行い、動く歩道の制御・監視・診断等に関する全ての機能の頭脳役目を担っている。また、コンピューターシステムとの通信機能もあるので、幅広い機能(PCラップトップ等により256の過去の履歴の参照等)を提供することが可能になっている。

2) デジタルディスプレイ(Fig.14参照)

動く歩道が停止した場合、マイクロプロセッサ

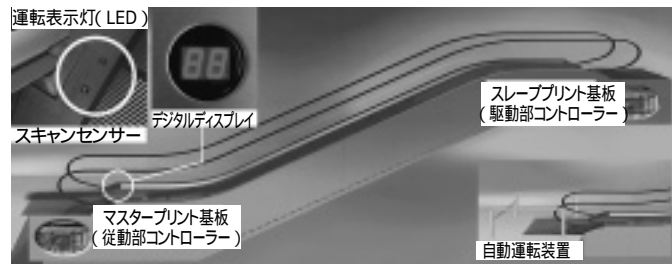


Fig.14 マイクロプロセッサ式コントローラ、デジタルディスプレイ、ACVFスキャンセンサー

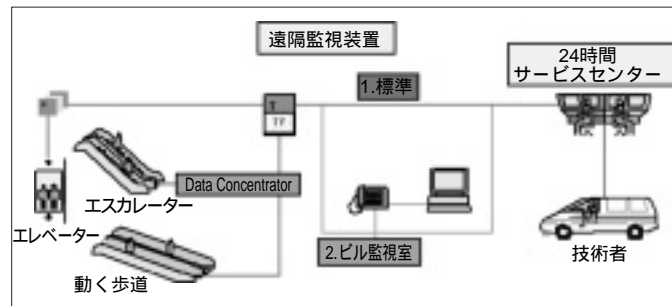


Fig.15 遠隔監視装置

式コントローラにより故障診断が行われ、診断結果が外付(インナーデッキ等)のディスプレイに表示(2桁の数字)される。これにより、次の効果をあげることができる。

- ・動く歩道の非常停止理由の殆どは安全装置の作動によるものだが、どの安全装置が作動したのかはディスプレイの表示で判断が可能である。
- ・作動した安全装置の種類によっては運行管理者側での復帰が可能である。
- ・運行管理者側より表示内容をメンテナンス会社の故障受付センターに連絡すれば技術者の故障復旧準備が容易になる。

3) ACVFスキャンセンサー運転方式(Fig.14参照)

マイクロプロセッサ式コントローラに、オプションにてACVF(インバーターを駆動部内に設置)とスキャンセンサー(人感センサー)を追加接続することにより、次の効果をあげることができる。

- ・乗客がいらない時は微速運転(定格速度の約20%)になり省エネ運転をする。
- ・通常の連続運転方式と比較し最大60%の電力削減をし、最大80%のピーク電流を削減できる。
- ・従来の自動運転方式と違い、動く歩道乗降部のガイドバー等がいらなくなる。
- ・従来の自動運転方式と比較し動く歩道が頻繁に起動・停止することによる稼働部品の磨耗を避ける

ことができる。

- ・従来の自動運転方式と比較し乗客の運転方向の認識度が高まり安全性が向上する。

4) 遠隔監視装置 (Fig.15参照)

マイコンックプロセッサ式コントローラーの制御により、オプションにて動く歩道に次の遠隔監視機能の接続が可能になる。

- ・動く歩道信号(無電圧接点)の供給による昇降機監視盤(ビル)での監視。
- ・電話回線によるメンテナンス会社の24時間サービスセンターやビル監視室での遠隔監視。

4. おわりに

以上、動く歩道の概要とその安全技術に関し説明した。なお、建築基準法の改正が2000年7月に施行されたことに伴い、今後は多段速度の動く歩道(インバーター等で、三種類以上の定格速度に切替が可能)や乗降口の近くでは通常の動く歩道の速度で乗り降りができるが、途中区間では一般に速度を上げてより速く移動することができる可変速の動く歩道⁹⁾等の新製品が国内において設置されることが見込まれる。よって、動く歩道の安全性及び快適性は、今後さらに追求され、その技術はますます高度化するであろう。

参考文献

- 1) (社)日本エレベータ協会『エレベータ界』134号、1999年、特集「昇降機あ・ら・かると」P.26
- 2) 「昇降機保守台数調査表」『エレベータ界』(社)日本エレベータ協会144号、2001年、P.6
- 3) 平成12年建設省告示第1417号第1第一号及び国土交通省住宅局建築指導課、(財)日本建築設備昇降機センター、(社)日本エレベータ協会共編『昇降機の技術基準の解説』pp.1 159~160、2002年版
- 4) 平成12年建設省告示第1424号第2号イ
- 5) 平成12年建設省告示第1424号第2号ロ
- 6) 平成12年建設省告示第1424号第2号ハ
- 7) 平成12年建設省告示第1424号第2号ホ
- 8) 建築基準法施行令第129条の12第4項
- 9) 平成12年建設省告示第1413号第2第三号及び前掲書3) pp.1 126~130