

屋外形展望エレベーター・大容量高速エレベーター

Outdoor Type Observation Elevator and Huge-Capacity, High-Speed Elevator

木下 透 馬淵 元浩 石川 佳延

KINOSHITA Toru

MABUCHI Motohiro

ISHIKAWA Yoshinobu

昇降路の壁の一部を取り去り、かごに展望用ガラスを用いた“屋外形展望エレベーター”は、建築物の外観を際立たせ、かつ眺望に優れた交通機関として海外のホテルや高層建築で活躍している。国内では、東京タワーなどの展望台行きエレベーターとして屋外形エレベーターが利用されていたものの、高層ビルに採用されることはなかった。

今回、六本木1丁目“泉ガーデンタワー”に東芝エレベーター(株)製屋外形展望エレベーターが採用され、自然環境対策をはじめとする技術課題を解決し納入した。また、同ビルには定員75名の大容量高速エレベーターも納入した。

Many outdoor type observation elevators having a glass wall cage and no hoistway wall to enable enjoyment of the panoramic view can be seen in hotels and high-rise buildings in various countries.

Toshiba Elevator and Building Systems Corporation has studied and developed a number of countermeasures for such elevators against environmental factors such as wind, rain, and so on. These high-technology features have been employed in elevators installed in the Izumi Garden Tower in Roppongi 1-chome, Tokyo, which have a 17-person capacity and 360 m/min rated speed. Huge-capacity, high-speed elevators capable of carrying 75 passengers have also been installed in the same building.

1 まえがき

六本木1丁目西地区再開発として“泉ガーデンタワー”(総合監修:住友不動産(株),設計・監理:(株)日建設計)が完成した(図1)。このビルの最上部会議場と地上をダイレクトに結ぶエレベーターとして屋外形展望エレベーターを納入した。これは165mもの高揚程で、速度も360m/minという世界的にも最速クラスの屋外形展望エレベーターである。

エレベーターの基本仕様を表1に示す。

屋外に完全に露出したエレベーターを実現するため、屋外環境に対して様々な技術課題を解決する必要があった。

- (1) 風によるロープなどの挙動及び乗りごち
- (2) 防錆(ぼうせい)対策及びかご・乗場の雨水浸入防止
- (3) 屋外設置に特有の安全装置
- (4) 屋外に使用するための運行管理

新たに開発を行った各種アイテムを図2に示すとともに、それらについて以下に述べる。

2 風対策

風によるエレベーターへの影響を把握するため、様々な風向きからの風洞実験(図3)を実施した。そこで得られた風速予測値に基づいてロープの挙動解析などを行い、風対策を講じている。



図1 泉ガーデンタワー - 2台の屋外形展望エレベーターが建物壁面に沿って昇降する。

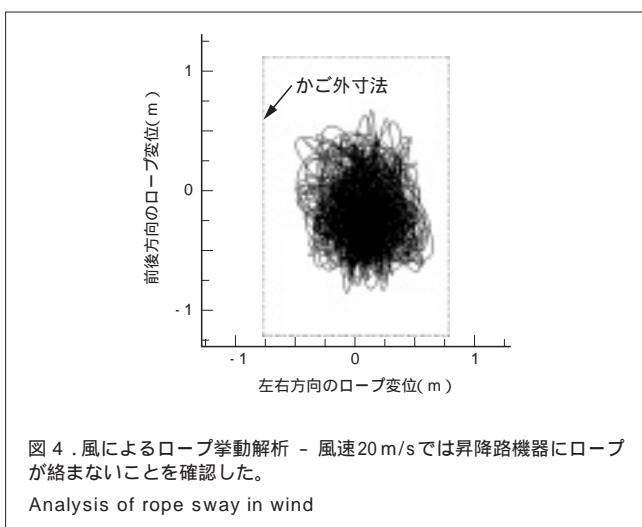
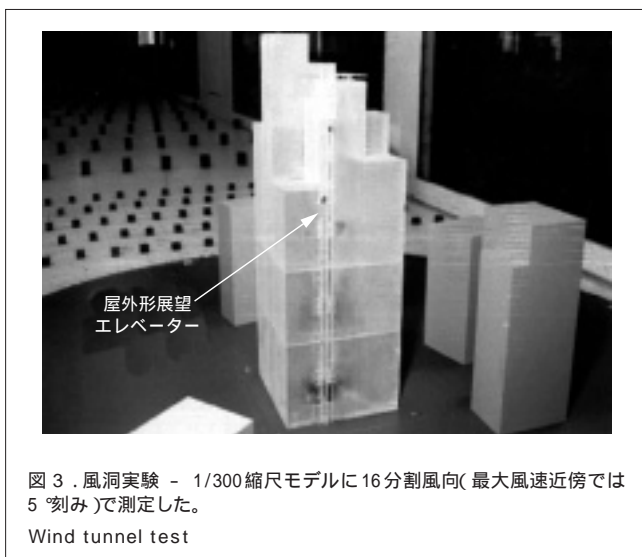
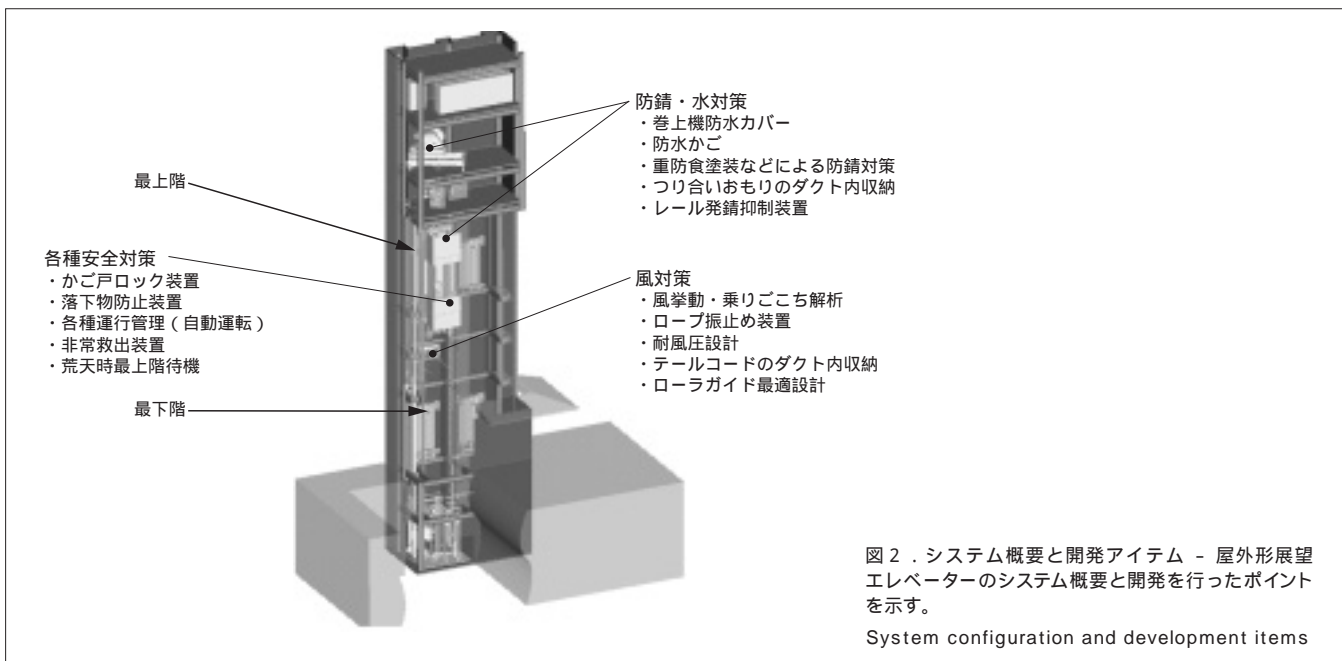
View of Izumi Garden Tower

表1 屋外形展望エレベーター基本仕様
Specifications of outdoor type observation elevator

項目	内容
乗車定員	17人
積載量	1,150 kg
定格速度	360 m/min(180 m/minに切替え可能)
昇降行程	165.4 m
停止階	4, 42階

2.1 風によるロープ挙動解析,乗りごち解析

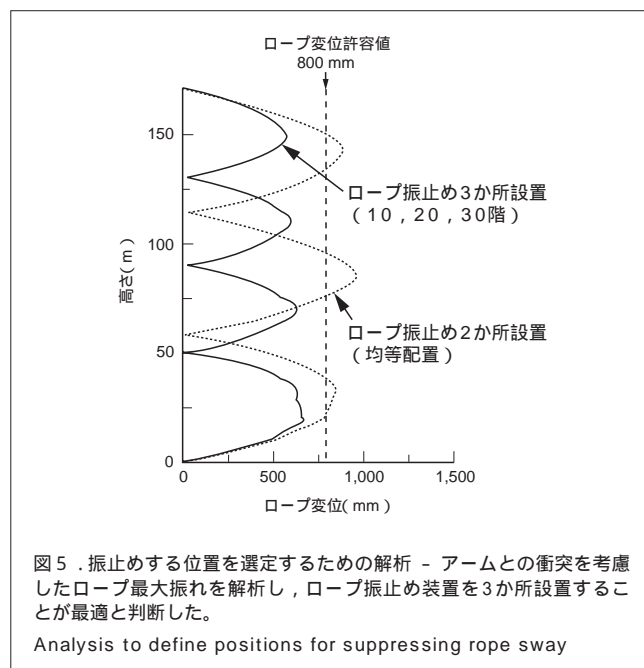
風洞実験の風の時刻歴データを用いて図4に示すようなロープの挙動解析を行い、エレベーターを運行する風速の管理値を20m/sまでとした。また、その風速での乗りかごの横揺れ解析を行い、ローラガイドの最適設計を行った。



2.2 ロープ振止め装置

強風で運行を停止した後に、吹き付ける風が最大60 m/sに達した場合でも、ロープが昇降路機器に絡まないようにするため、ロープ振止め装置を設けている。図5に示すようなロープの変位量解析を行い、ロープ振止め装置を設置する位置を3か所とすることが最適と判断した。

ロープ振止め装置は、図6に示すように、建屋側から展開してロープをその溝に待ち受けるY字アームと、乗りかごより少し大きな外寸で昇降路に取り付けられている固定アームとから構成されている。



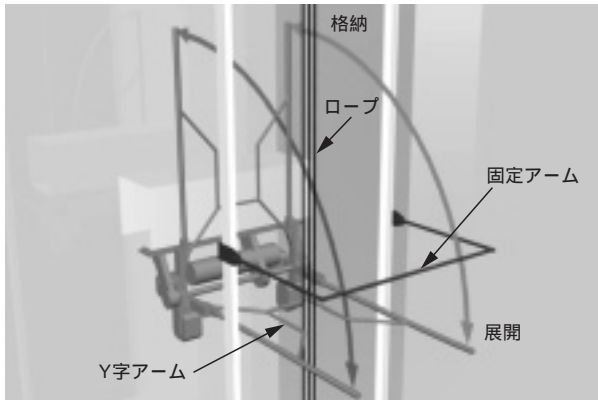


図6 . ロープ振止め装置 - Y字アームの格納を確認するスイッチを二重化して安全性を確保している。
Rope sway suppressor

風によってロープは屋外側には固定アームまで振れるが、昇降路機器のある建屋及びガイドレールの側にはY字アームがあるので、ロープは昇降路中央付近で振れを止められる。

また、ロープ挙動解析から振止め装置に加わる力を計算し、FEM(有限要素法)強度解析を用いて、アーム径を極力小径のものにして建物の景観を損なわないように配慮している。

なお、乗りかごやドアなどに関しても、強風に耐えるため耐風圧設計を行っている。

3 防錆・水対策

3.1 防錆対策

屋外腐食環境にさらされるため、各エレベーター機器には重防食塗装やステンレス材の使用など、適切な防錆処理を施している。

しかし、高速エレベーターのガイドレール走行面は非常止め装置の動作性能を確保するため、塗装や防錆油を施すことができない。そのため、エレベーター走行時にレール走行面にシリコンゴムローラを押し当てる構造のレール発錆抑制装置を設置した(図7)。高温多湿条件で人工酸性雨を噴霧する発錆促進試験を行い、錆の進行を抑制する効果があることを確認した。

3.2 水対策

降雨時でもかご内やかご搭載電気機器、及び建屋内に雨水が浸入することのないよう、防水構造のかごとドア装置を開発した。

- (1) 扉駆動装置を含め防水外装パネルで覆う構造の採用
- (2) あいじゃくり構造、防水パッキング、シーリングなどの組合せによる水滴侵入防止
- (3) かご上にたまった雨水を効率良く排水する導水溝

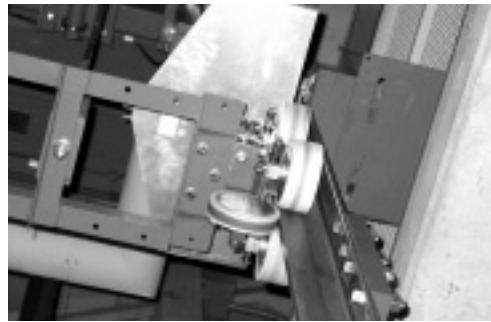


図7 . レール発錆抑制装置 - レール面を特殊ローラーが走行して、錆(さび)の発生を抑制する。
Guide rail rust-inhibitor roller

これらの対策を実施し、実機相当の試作機にJIS C 0920(電気機械器具の防水試験及び固形物の浸入に対する保護等級)4級相当の散水条件で散水試験を行い、かご内に水の浸入がないことを確認した。また、試作機を屋外に暴露することで耐候試験も実施している。なお、かご外装には高撥水(はっすい)性塗装を施し、雪や汚れを付きにくくしている。

また、非常止め装置などの安全装置は、水滴が付着した状態でも確実な動作が得られることを確認した。

4 安全システム

このエレベーターでは、屋外設置特有の条件などを考慮して、特殊な安全装置を設けている。

4.1 落下物防止装置

乗場敷居とかご敷居のすき間から利用者が誤って物を落とした場合、一般のエレベーターでは昇降路内に落下するだけであるが、屋外形エレベーターでは強風などでエレベーターエリアの外に落下することが考えられる。そこで最上階乗場下に落下物防止装置を設け、万一の事故を防ぐようにした(図8)。

扉の開閉動作に連動し、落下物を受け止めるポケットを電



図8 . 落下物防止装置 - 収納した落下物はかご内から安全に回収できる。
Falling object catcher

動開閉するもので、戸開時に敷居間のすき間からの落下物はポケットに収納される。

4.2 かご戸ロック装置

一般のエレベーターでは、フェッシャープレートと呼ばれる金属保護面を設け、かご敷居先端との水平距離を125mm以下にして、乗客がかごドアを開けても昇降路に転落することのないようにしている。この建物では、エレベーター出入口側に昇降路壁のない吹き抜け部があり、フェッシャープレートを設置できないため、乗場階の着床位置以外ではかご内から扉を開くことができないよう、かご戸を機械的に施錠するかご戸ロック装置を設けている。

故障時や停電時にも施錠状態を保持するフェールセーフ構造となっており、また、この装置が動作してかご戸の施錠が確認されないとエレベーターが起動できないようにして安全性を確保している。

5 大容量高速エレベーター

出入口階とスカイロビーを結ぶシャトルエレベーターとして、国内最大級の大容量高速エレベーター4台を納入した(表2)。

表2. シャトルエレベーター基本仕様
Specifications of shuttle elevator

項目	内容
乗車定員	75人
積載量	4,900 kg
定格速度	240 m/min
停止階	1, 7, 24階
かご内有効寸法	3,350(幅)×2,675(奥行)×2,650(高さ)mm

駆動システムは、定格出力124kWの大型二巻線式永久磁石同期電動機(PMSM)とツインインバータ駆動制御方式を採用した。75人乗り大型かごは、FEMによる解析を行い、高剛性確保と軽量化を実現した。高速・大荷重のかごを非常時にも安全に停止させるため、かごの上下に非常止め装置を設置するダブルセフティ方式を採用している。

また、このエレベーターは屋内設置ではあるが、出入口側昇降路壁のない吹き抜け部があるため、屋外形展望エレベーターと同様、かご戸ロック装置と落下物防止装置を備えている。4台中2台はガラスを多用した展望仕様であり(図9)、かご扉も大型ガラスで構成され開放感を高めている。



図9. シャトルエレベーターかご - 大型ガラスを多用した展望かごである。

Shuttle elevator cage

6 あとがき

以上述べてきたように、超高速かつ高揚程の世界的にも類を見ない屋外形展望エレベーターと、国内最大級の大容量高速エレベーターを納入した。

当社は、泉ガーデンタワー向けのエレベーター開発で培われた技術を生かし、多様な建築からの要求に応えられるエレベーターを提供していく。

文献

- (1) 木村弘之,ほか.“屋外形展望用エレベーター・ロープの振動解析(強風時の信頼性向上について)”.日本機械学会.第10回交通・物流部門大会.2001-12,p.435-336.



木下 透 KINOSHITA Toru

東芝エレベータ(株) 研究開発センター 機械開発担当主査。
エレベーターの開発・設計に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



馬淵 元浩 MABUCHI Motohiro

東芝エレベータ(株) 技術企画部 技術企画担当。
エレベーター営業工務支援に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



石川 佳延 ISHIKAWA Yoshinobu

電力システム社 電力・産業システム技術開発センター 機械要素・構造技術担当グループ長。昇降機に関する技術開発に従事。

Power and Industrial Systems Research and Development center