

エレベーターの地震安全対策と防犯セキュリティ対策

Measures for Elevator Earthquake Safety and Security

飯島 智樹 中村 久仁子 真榮里 知樹

■ IIJIMA Tomoki ■ NAKAMURA Kuniko ■ MAEZATO Tomoki

2005年7月に発生した千葉県北西部地震によるエレベーターの閉じ込め事故などを契機として、より安全・安心なエレベーターが求められるようになってきた。

そこで東芝エレベータ(株)は、地震による運転の休止や閉じ込めを低減することを目的に、“リスタート運転”や、“緊急救出運転”、“自動復旧運転”など地震安全対策の機能を強化した標準形エレベーターの発売を2006年7月20日に開始した。また、防犯を目的とした商品や機能がエレベーターにも求められている社会情勢を反映して、業界初^(注1)のメモ리카ード内蔵型防犯カメラシステムを開発した。管理者が必要に応じて、かご室内で記録データ(メモ리카ード)を取り出すことができる。

There have been calls for elevators offering improved safety and security following the confinement of passengers within an elevator car in an earthquake that occurred in northwest Chiba Prefecture in July 2005.

To meet this requirement, Toshiba Elevator and Building Systems Corp. (TELC) began selling security-enhanced standardized elevators on July 20, 2006. These security-enhanced elevators have preparatory running modes to prevent the cessation of operation or confinement accidents in the event of an earthquake; namely, restart mode, emergency escape mode, and automatic restoration mode. In addition, TELC has developed a new type of elevator security camera system to meet the social demand for crime prevention in elevator cars. The camera is the first in the industry to be equipped with a removable memory card, which can be accessed only by the caretakers, instead of a built-in hard disk drive. This facilitates investigations into elevator crimes.

1 まえがき

2004年10月の新潟県中越地震では、長周期成分による建屋揺れで東京の高層エレベーターに被害が発生した。また、2005年7月の千葉県北西部を震源とした地震では、約64,000台のエレベーターが安全確保のため運転を休止し、このうち78台で閉じ込めが発生して、地震における新たなエレベーター被害に注目が集まった。

近年、エレベーターは利用者の生活インフラとして重要な交通手段となっており、今後建物の高層化がますます進むことから、高い耐震性能が求められている。また、ビルやマンションにおける防犯セキュリティに対する意識も高まっており、エレベーターでも防犯機能の強化が求められている。

このような状況から東芝エレベータ(株)は、利用者や管理者に対していっそうの安全・安心を提供するために、地震による運転の休止や閉じ込めの被害を低減させるエレベーター機能及び、より使い勝手のよい防犯カメラを開発した。ここでは、これらの概要について述べる。

(注1) 2006年10月発売。

2 地震対策

2.1 概要

千葉県北西部地震でのエレベーター被害を受けて、国土交通省諮問機関で、「閉じ込めの発生」、「閉じ込めからの救出の遅れ」、「運転休止からの復旧の遅れ」、及び「適時適切な情報伝達の不足」などの課題や、エレベーターにおける地震防災対策が検討された。

当社は、最終報告である「エレベーターの地震防災対策の推進について」の内容を踏まえ、“緊急救出運転”や、“リスタート運転”、“自動復旧運転”、“運転状況表示”などの機能を開発した(表1)。また、長周期地震動への対策として、長尺物の引っ掛かり防止を強化した。これらの機能や対策について、以下に述べる。

表1. 東芝エレベータ(株)の地震対策
List of countermeasures against earthquakes

項目	機能
閉じ込め防止	緊急救出運転機能 リスタート運転機能
運転の早期復旧	自動復旧運転機能
利用者への情報提供	運転状況表示機能
機器損傷の防止	長周期地震動対策

2.1.1 リスタート運転機能と緊急救出運転機能

エレベーターには、地震感知器と連動し、地震を感知すると自動的に最寄り階へ移動させる地震時管制運転機能を備えているものがある。P波(初期微動)又は特低ガル(建物高さ60 m以下の場合80 Gal)以上で低ガル(同150 Gal)未満の地震を感知した場合は、エレベーターを最寄り階に停止させて乗客の降車を促し、いったん休止して一定時間経過後に、自動で通常運転に復帰させる。また、低ガル以上の地震を感知した場合は、最寄り階に停止させていったん運転休止させ、専門技術者による安全確認を行った後に平常運転に復帰させるようにしている。しかし従来は、この地震時管制運転中に地震の揺れによりエレベーターの安全スイッチが動作すると、エレベーターは緊急停止し、その場で完全に停止する場合はあった。

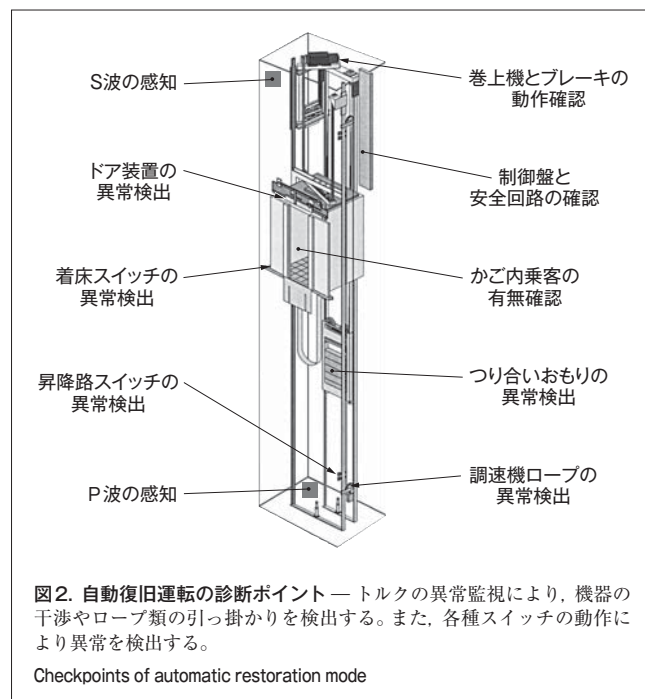
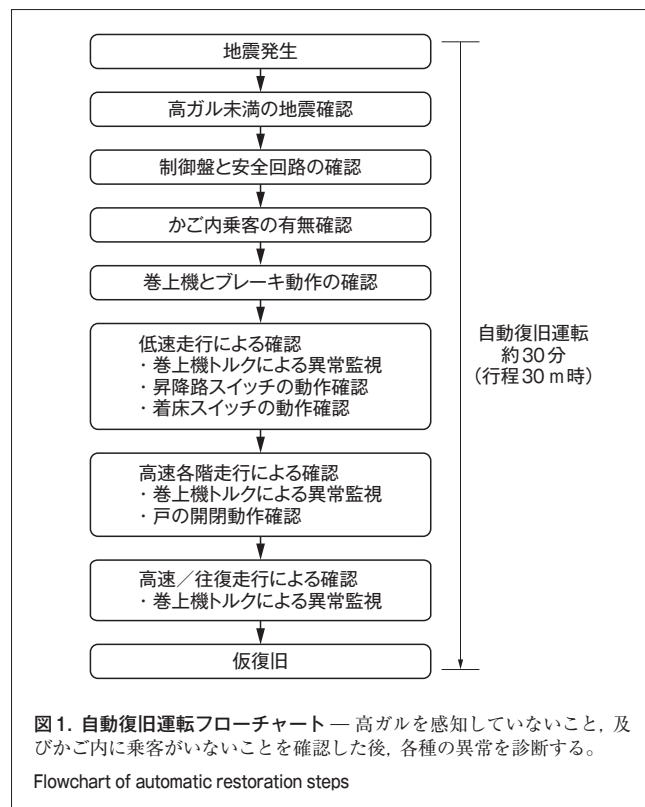
これに対して、リスタート運転機能付き地震管制運転は、低ガルを感知した場合(震度4～5弱程度の中規模の地震)で安全スイッチが動作した場合においても、安全スイッチの復帰を確認した後、巻上機トルクの異常監視など安全確認を自動的に行いながら、乗りかごとつり合いおもりが離れる方向に移動させ、最寄り階に着床させる機能である。また、高ガル(同200 Gal)を感知した場合(震度5弱を超える比較的大きな地震)は、管理者が安全確認を行ってエレベーターホールや監視室に設置した緊急救出運転機能のスイッチを操作し、手動で乗りかごを最寄り階に移動させることができる機能である。リスタート運転機能及び緊急救出運転機能の二つの機能により、地震時の閉じ込め発生を最小限に抑えることができる。

2.1.2 自動復旧運転機能

従来の地震時管制運転では、本震であるS波(主要動)の低ガルを感知した場合、運転を中止して地震時管制運転を完了した後に運転を再開させるためには、専門技術者による復旧作業が必要であった。自動復旧運転機能は、低ガル以上高ガル未満の地震を感知した場合の地震時管制運転完了後、かご内に乗客がいないことを検出したうえで、自動的に診断運転でエレベーターの安全確認を行い、最大昇降行程30 mまでについて、約30分で仮復旧としての運転を開始する機能である。

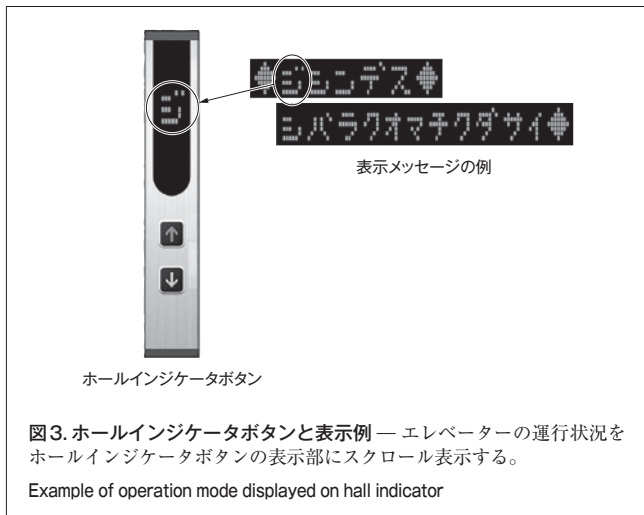
診断運転時の動作の流れを図1に、診断のポイントを図2に示し、その主な確認内容を次に示す。

- (1) 制御盤と安全回路の確認
- (2) 巻上機とブレーキの動作確認
- (3) 低速走行による巻上機トルクの異常監視によって、機器の干渉やロープ類の引っ掛かりがないこと、及び昇降路スイッチや着床スイッチの動作確認
- (4) 高速走行による巻上機トルクの異常監視によって、機器の干渉やロープ類の引っ掛かりがないこと、及び戸の開閉動作確認



仮復旧運転を開始した後は、専門技術者が点検を行って安全を再確認し、通常運転に移行する。

2.1.3 運行状況表示機能 地震時管制運転中や自動診断運転中など、現在のエレベーターの運行状況をホールインジケータボタンの表示部にスクロール表示し、エレベーター利用者に地震時の情報提供を行う機能である。その他



の管制運転中や保守点検中などの運転状況も表示することができる。

運転状況の表示のようすを図3に示し、表示メッセージの例を次に示す。

- (1) 遠隔監視メンテナンスを契約している場合、地震管制運転終了後、エレベーターが休止中のとき、

◆ジシンデス カンシセンターヘレンラクチュウ◆

- (2) 保守点検中のとき、

◆テンケンチュウ◆

2.1.4 長周期地震動対策 長周期地震は、周期が比較的長い成分を地震動に含んでおり、長周期成分が高層建物と共振した場合に大きな揺れとなる。新潟県中越地震で、この揺れがエレベーター機器へ悪い影響を及ぼすことが顕在化した。そこで、長周期地震動対策を盛り込んだ、日本エレベーター協会標準(JEAS-711)「エレベーターの昇降路内機器突出物に対する保護措置標準」が新たに制定された。

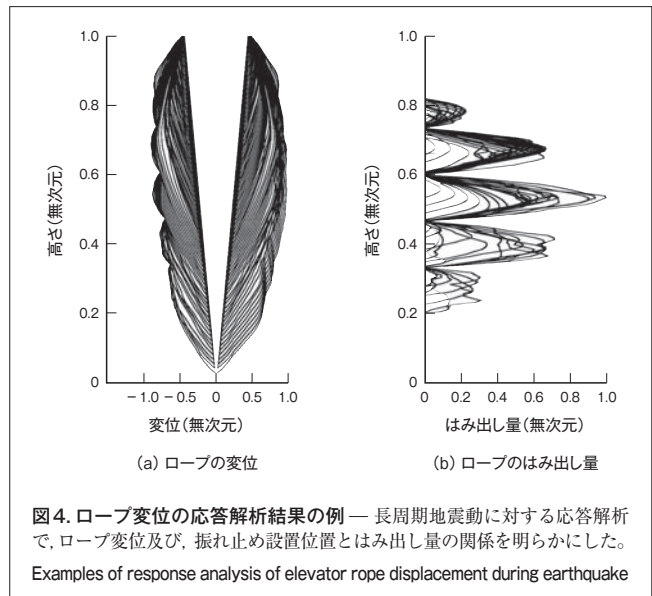
当社は、長周期地震動を模擬した入力波に対するロープの応答解析から算出した、ロープ変位や振れ止め枠からはみ出し量を検討した(図4)。実機での引っ掛かり防止の効果を確認することにより、前述のエレベーター協会標準に準拠したロープ類の引っ掛かり防止対策を施し、エレベーター機器の損傷を回避させた。

2.2 開発ポイント

前節で述べた機能及び対策のポイントを以下に述べる。

2.2.1 巻上機の安全の確認 エレベーターを自動走行させ地震の影響を検知する前に、まず巻上機の電流やブレーキが安全であることを確認する機能を付加した。電動トルクにより巻上機のブレーキ力を診断する方法であり、停止している状態でも短時間で測定が可能である。

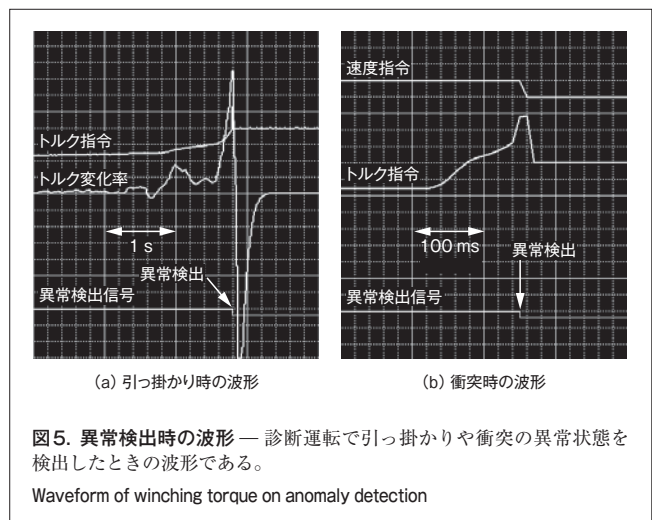
2.2.2 乗客の検知 自動復旧運転中でも、機器の異常を検出した場合にはエレベーターは停止することがあり、利用者がかご内にいると閉じ込めとなってしまう。そこで、



閉じ込めを防ぐために、かご内の荷重の検知やボタン操作の有無、利用者が動くことによる荷重の変動などの情報から乗客の有無を判断している。また、自動復旧運転中は、定期的なアナウンスで降車を促している。

2.2.3 巻上機トルクによる診断 地震による振動で、ロープや制御ケーブル線(テールコード)が昇降路機器などに引っ掛かったり、つり合いおもりがレールから外れるいわゆる脱レールの可能性があり、その状態で走行した場合には、機器破損が拡大する可能性がある。

このため、機器破損などの被害が生じる前に異常を的確に検知する新たな方法を確立した(図5)。エレベーターが通常走行する場合には、モータトルクは加速最大トルクまで出力可能である。そこで、エレベーターの状態をみてエレベーターを動かす必要最小限のトルクを計算し、トルク変動の微少な許容値を超過するか否かで、引っ掛かりや衝突を判断する方法を採用した。この方法により、衝突時も過大なト



トルクを機器に与えることなく、破損の拡大を防止できた。また、トルクの変化率をチェックすることにより、トルクが急激に変動しないような場合にも検出できるようにする方法を同時に採用している。

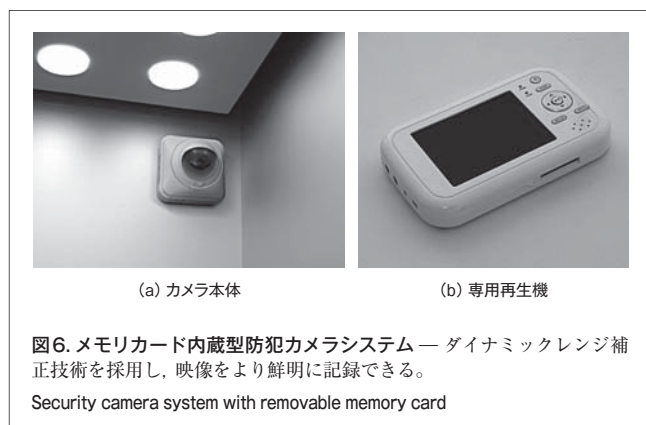
以上により、调速機ロープや制御ケーブルなどと昇降路機器などとの干渉に対しても検知可能となり、診断性能が向上した。

この巻上機トルクによる地震時の診断技術で、万一機器衝突が発生した場合でも機器損傷の拡大を防止することができ、いっそう安全・安心な運用ができる。

3 防犯セキュリティ対策

昨今の社会情勢を反映して、エレベーターにも防犯を目的とした様々な商品や機能が求められている。走行中のエレベーターは他者の目が届きにくい狭い閉鎖空間であるため、エレベーターかご室内で発生した犯罪行為は目撃者が得られにくい面がある。したがって、容疑者の特定を助けるため、防犯カメラをかご室内に設置する要望が増えている。

新しく開発したエレベーター用防犯カメラシステム“トスミール NEO_{TM}” (図6)は、これまで記憶媒体として採用してきたハードディスクドライブ(HDD)の代わりに、業界で初めてとなるメモリカードを採用した。



従来のシステムは、記録部であるHDDをエレベーターのかごの上に設置する構造であったため、捜査機関などへ記録データを提出する際には専門技術者による作業を必要としたが、トスミール NEO_{TM}はメモリカードを防犯カメラに内蔵しているので、管理者自身が、専門技術者に依存することなく、かご室内で必要に応じて記録データを取り出すことができる。取り出したメモリカードは、小型の専用再生機で簡単に映像再生ができるほか、パソコンを用いて再生や保存

(注2) 2006年10月商品化。

も可能である。なお、メモリカードの取出しには付属の専用工具が必要な構造になっており、メモリカードの盗難を防止することができる。

また、トスミール NEO_{TM}は、エレベーターかご室内の防犯カメラとして国内で初めて^(注2)、ダイナミックレンジ補正機能を搭載した。この機能は、人間の網膜の働きを応用したもので、特殊なアルゴリズムにより、カメラの捕らえた映像を暗いところから明るいところまで幅広く表現することが可能である。これにより、従来、エレベーターのガラス越しや扉が開いた出入口から入る外光によって見えづらくなっていた映像を、より鮮明に記録することができる。

更にトスミール NEO_{TM}は、ネットワークカメラ機能も搭載している。これにより、ユーザーが運用している既存ネットワークに接続することも可能であり、エレベーターのかご室内をはじめ、建屋内の天井やエントランスホールなどに設置した複数台のカメラ映像をパソコンで確認することができ、ビルやマンション全体の防犯に貢献することができる。

4 あとがき

エレベーターを地震による運転休止から自動復旧させた閉じ込め事故を低減する地震安全対策機能を開発した。開発した機能や対策は、順次適用拡大を図る。

今後も、首都圏直下型地震をはじめ、東海・東南海・南海地震の発生が予想されているなか、エレベーターをより安全・安心かつ快適に利用できるよう、顧客の機能向上要求に応じて更に優れた商品を生み出していく。

文 献

- (1) 国土交通省. “エレベーターの地震防災対策の推進について”. <http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha06/07/070418_2_html>, (参照 2007-02-14).



飯島 智樹 IIJIMA Tomoki

東芝エレベータ(株) 開発部 機械開発担当主任。
エレベーター機械システムの研究・開発業務に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



中村 久仁子 NAKAMURA Kuniko

東芝エレベータ(株) 技術管理部 フィールド技術担当グループ長。
エレベーターの企画業務に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.



真榮里 知樹 MAEZATO Tomoki

東芝エレベータ(株) 開発部 電気開発担当。
エレベーター電気システムの研究・開発業務に従事。
Toshiba Elevator and Building Systems Corp.