

第2章 エレベーター

2.1 昇降機の設置と普及の状況（国内）

昇降機等の事故予防装置の開発は、予め昇降機の様々な使い方を想定して事故の起きないような開発を行うのが基本であるが、実際に発生した事故を契機として開発されることも多い。

事故の発生状況は、昇降機の普及状況に影響を受けると考えられることから、はじめに我が国における昇降機の普及状況について触れる。

(社)日本エレベーター協会では昭和45年度(1970年)から、毎年、会員各社の昇降機の新設台数及び保守台数の統計を作成しているが、このうち、昭和50年度(1975年)～平成17年度(2005年)について、エレベーターの年度(4/1～翌3/31)毎の新設台数を図2.1.1に、また、エレベーター及びエスカレーター(動く歩道を含む)の毎年度の年度末(3/31)の保守台数を図2.1.2に示す。

油圧エレベーターは屋上機械室が不要であるメリットがあることから、日照権の問題などで有利であり、主に公共住宅で設置が増加し、平成9年にはホームエレベーターを除く一般エレベーターの36%を占めるまでになったが、その後、平成10年から設置が始まった機械室なしエレベーターが急激に増加するに連れて衰退し、現在では大形の荷物用エレベーターや自動車用の一部に適用されている。

機械室なしエレベーターは、機械室が不要など、建築上のメリットが大きいものの、昇降路各部のスペースが小さく、保守点検員にとっては危険が増しており、機械室なしエレベーターでの保守点検員の死亡事故も散見される。

一方、保守台数については、グラフのもとなる数値は、グラフでは示していない昭和45年末の台数も含め、表2.1.1に示す台数である。

表 2.1.1 エレベーター、エスカレーターの保守台数の伸び

	エレベーター	エスカレーター	合計	昭和45年度比
昭和45年度(1970)末	42,457(台)	6,444(台)	48,901(台)	—
昭和50年度(1975)末	88,105	13,937	102,042	2.1倍
平成17年度(2005)末	594,365	57,437	651,802	13.3倍

(社)日本エレベーター協会調べ

表のように、昭和45～50年のわずか5年でエレベーター、エスカレーターとも約2倍に増加し、さらに平成17年度末(平成18.3.31)には、昭和45年度末の約13倍に達しており、鉄道会社などの自家保守や独立系保守会社による保守も加えると70万台を超えるエレベーター、エスカレーターが稼働しているものと思われる。

このことは、昭和30年代までは、エレベーターやエスカレーターは一般の人にとって身近なものではなく、エレベーターは事務所ビルや百貨店、エスカレーターは百貨店でなければ乗る機会がほとんど無かったことからわかる。

しかも、エレベーターでは事務所ビルなどを除き、不特定多数の人が利用する百貨店などでは運転手付きであり、エスカレーターについても乗場にエスカレーターガールが付いていたことなどから、エレベーターやエスカレーターでの利用者の事故は極めて少なかったもの

と考えられる。

昭和 40 年代以降、住宅団地の建設が進み、また、スーパーストアなどショッピングストアが増加し、これらの建物でも、自動運転方式のエレベーターや案内人の付かないエスカレーターが一般的となり、エレベーター、エスカレーターでの人身事故が目立つようになってきた。

とくに、スーパーストアのエスカレーターは子供の格好の遊び場所ともなり、昭和 40 年代後半から 50 年代にかけて、各地で、エスカレーターでの挟まれ事故が多く発生するようになった。

また、昭和 50 年代後半からは、高低差 5m 以上の駅にエスカレーターの設置が指導（旧運輸省通達）されたり、ハートビル法の整備、バリアフリー化などにより、鉄道駅等にも多数の昇降機が設置されるようになり、さらに設置が進んだ。

前述のように、現在、国内で稼働しているエレベーター、エスカレーターは 70 万台を超え 30 年前の 13 倍以上に達していると推定され、老若男女を問わず、誰もが気軽に利用する身近な乗り物となったことから、事故が発生しやすくなっているものといえ、一層の事故予防装置の開発が必要となっている。

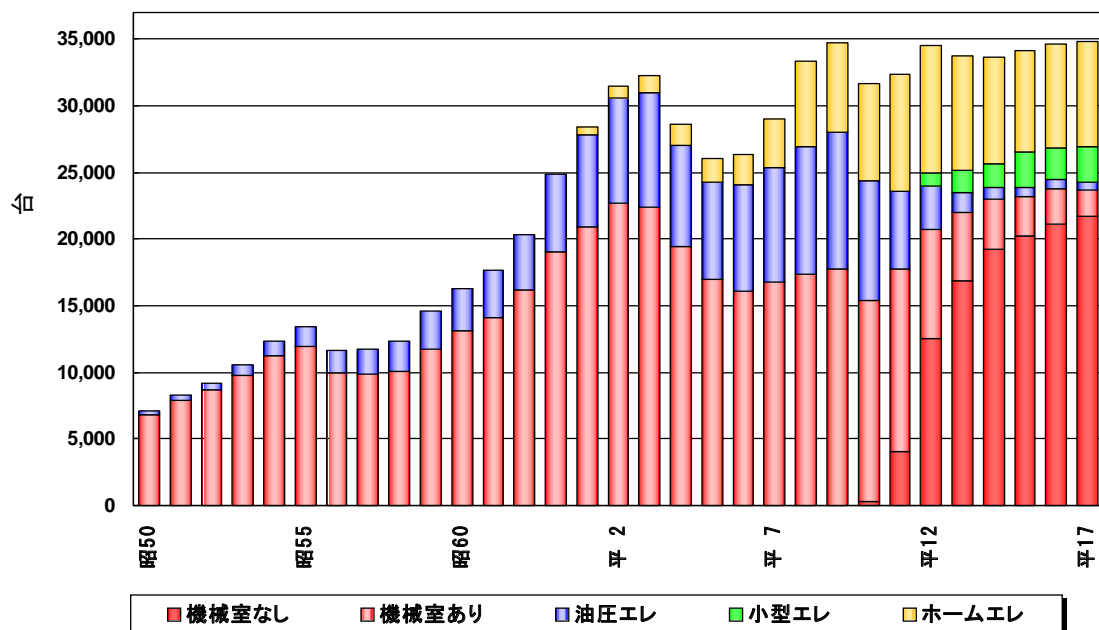


図 2.1.1 エレベーターの設置台数 ((社)日本エレベーター協会調べ)

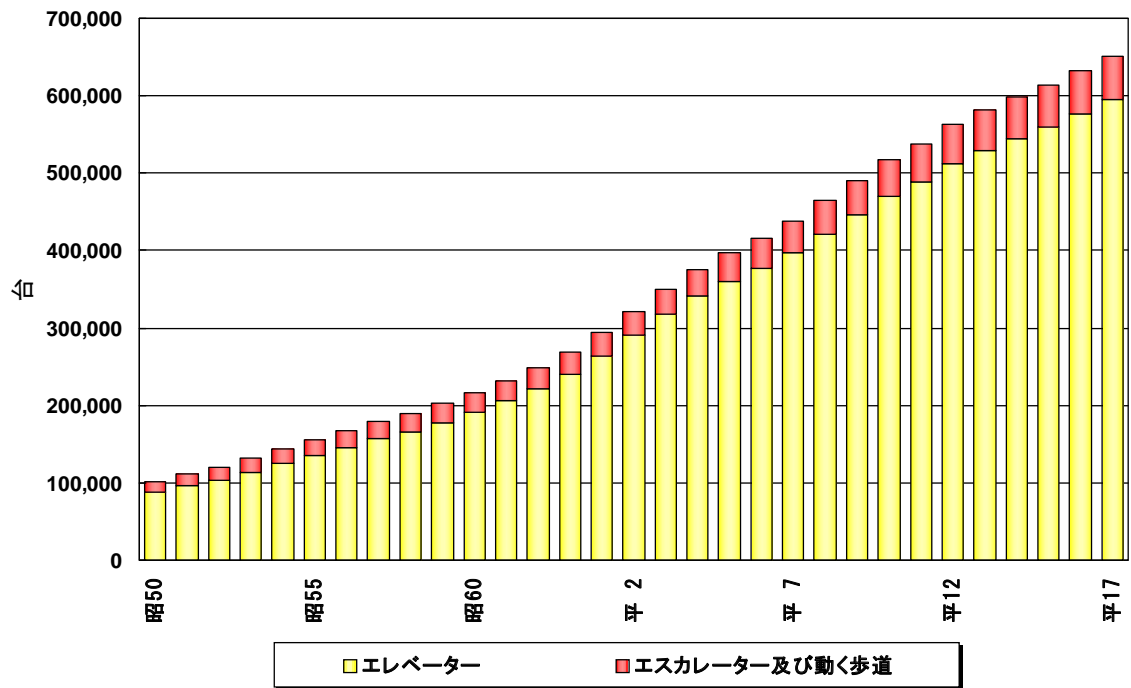


図 2.1.2 エレベーター、エスカレーターの保守台数 ((社)日本エレベーター協会調べ)

2.2 現状と課題

2.2.1 事故事例の調査・分析

(1) 国内の事例

国内のエレベーターにおける事故や不具合の事例について事象別に分類したものを参考資料2（資料編）に示す。これは、昭和60年～平成19年の23年間の死亡事故及び平成7年～平成19年の13年間の死亡事故以外の事故又は不具合を主に新聞報道、インターネット情報をもとに収集したものである。なお、特に、軽傷以下の事故、不具合については、報道されていない事例も多くあると推測される。

この事例には、明らかに建築基準法による昇降機ではないと思われるものは除いており、作業中の人身事故を含んでいる。原因については詳しい原因までは、わからないものが多い。なお、一部であるが、製造者から情報がいただけたものについては、その内容を反映している。

表2.2.1は労災事故50件を除く165件の死亡事故について、事象別に分類したものである。新聞報道等によるエレベーター、エスカレーター、小荷物専用機併せて、挟まれや引き込まれによる死亡事故が113件で、68%を占めている。建築確認を受けていないものや違法のエレベーター、建築基準法対象外のエレベーター、人の搭乗を禁止している小荷物専用昇降機や簡易リフト等に人が乗って事故を起こすケースが目立つ。これらの中にはかごの囲いが無かったり高さが低いものも多く、囲いの外へ顔や手を出して挟まれるケースが多い。

表 2.2.1 事故の事象別内訳（労災事故を除く）

機 種	内 容	事故事象	件 数
エレベーター	建築基準法対象のもの	挟まれ、引き込まれ	14
		転落	12
		その他	5
	建築基準法適用外、違反	挟まれ、引き込まれ	24
		転落	6
		その他	2
エスカレーター	建築基準法対象のもの	挟まれ、引き込まれ	7
		転落	2
		転倒、将棋倒し	0
		その他	0
	建築基準法適用外	挟まれ、引き込まれ	2
小荷物専用昇降機等	建築基準法対象のもの	挟まれ、引き込まれ	15
		転落	6
		その他	2
	建築基準法適用外（簡易リフト等）	挟まれ、引き込まれ	51
		転落	11
		その他	6

表2.2.2は、要因別のデータであるが、労災事故と建築基準法対象外のもの（違法を含む。）が圧倒的に多い。とくに本来、人が乗ることが禁じられている簡易リフトにお

ける事故が非常に多い。

表 2.2.2 事故の要因別内訳

機 種	内 容		推定要因	件 数
エレベーター	利用者の事故	建築基準法対象のもの	装置要因	4
			利用者要因	18
			維持管理要因	4
			出火、発煙	2
			不 明	3
	建築基準法適用外、違反			32
労災事故			44	
エスカレーター	利用者の事故	建築基準法対象のもの	装置要因	0
			利用者要因	9
			維持管理要因	0
			不 明	0
	建築基準法適用外			2
労災事故			0	
小荷物専用昇降機等	利用者の事故	建築基準法対象のもの	装置要因	7
			利用者要因	12
			維持管理要因	0
			不 明	4
	建築基準法適用外（簡易リフト）			68
労災事故			6	

(2) 海外の事例

海外におけるエレベーターの事故情報の入手は困難であるが、アメリカのニューヨークタイムス紙がアーカイブデータとして公開している記事の履歴の中に昇降機の事故例が掲載されている。しかしながら、同紙の地域性から、大半がニューヨーク市における事故の記事であり、アメリカの全貌はつかめないものの、アメリカにおけるエレベーターの事故の状況の一端を知ることができる。参考資料3（資料編）は1983年～2007年のニューヨークタイムス紙の記事データベースと最近のインターネット情報から収集した海外のエレベーターの事故例である。

国内と大きく異なるのは、かごの落下、急降下という事故が多いこと、少年がかご上に乗って遊んで転落する例が多いことなどであるが、最近では、後者は減少しているようである。

2.2.2 安全対策技術の現状

一般的ロープ式エレベーターについて、現在、標準的に採用されている安全対策技術について整理を行った。

以下に、主な安全装置とその機能について示す。(表2.2.2.1及び表2.2.2.2参照)

表2.2.2.1 ロープ式エレベーターの安全装置の例

装置名	設置場所	機 能	法令条項
非常止め装置	かご枠下部	調速機の動作によって作用し、制動子がガイドレールを掴んでかごの降下を制止するもの。	告示1423号第2第四号
調速機(把持)	機械室	かご又はつり合おもりの異常速度を機械的に検出し、所定の速度を超えると、調速機ロープをロープキャッチで把持し、非常止め装置のロッドを引上げるもの。	告示1423号第2第四号
緩衝器	昇降路底部	かご又はつり合おもりが昇降路の底部に進行した場合に、衝撃を緩和させながら停止させる。	告示1423号第2第六号
天井救出口	かご天井	故障などの事故で乗客がかご内に閉じ込められた場合に、救出口を開け、乗客をかごの外に救出する。	令129条の6第四号
ドアインターロック装置	乗場戸上部	各階の乗場戸に取り付け、乗場側からは鍵を用いなければ戸を開けることができないようにする。	令129条の10第3項第二号
手動ハンドル	機械室	かごを最寄り階まで手動で移動させるためのハンドルで、かごが階の中間に停止したとき電磁ブレーキを緩めて、人力で巻上機を動かす。	告示1413第1第一号口
電磁ブレーキ	巻上機	停電又はエレベーター停止時にかごが昇降しないように、ばね力で巻上機の駆動軸を制動する。	告示1423号第2第三号
調速機(過速)	機械室	かごの異常速度を機械的に検出し、所定の速度を超えた場合に、スイッチを開路するもの。	告示1423号第2第二号
ドアインターロック装置	乗場戸上部	乗場戸が完全に閉らず、鎖錠されないときは運転できないようにする。	令129条の10第3項第一号
ゲートスイッチ	かご戸上部	かご戸が完全に閉らず、鎖錠されないときは運転できないようにする。	令129条の10第3項第一号
停止ボタン(スイッチ)	かご内、かご上	かご内及びかご上で動力を切る。	告示1429号第1第一号
リミットスイッチ	昇降路の上下	上下両端階を行き過ぎないうちに働き運転を制止するよう動力を切る。	告示1423号第2第五号
ファイナルリミットスイッチ	昇降路の上下	リミットスイッチが動作せず、かごがさらに昇降路の端部に近づいたときに働き動力を切る。かごは再起動不可とする。	告示1423号第2第五号
スローダウンスイッチ	昇降路の上下	昇降路の終端階に規定の速度以上の速度で近づいたときに減速させる。	規定なし

装置名	設置場所	機能	法令条項
天井救出口スイッチ	かご上	かご上救出口カバーを開けた場合に動力を切るスイッチ。	規定なし
過荷重検出装置	かご床下	かごの荷重が積載荷重の10%超えた場合に警報を発生し、戸閉じを停止してエレベーターの運転ができないようにする。	令129条の10第3項四イ
かご上専用運転ボタン	かご上	ボタン操作（自己保持型）により、他の場所での運転を不可とし、かつ、かご上では高速運転ができないようにする。	規定なし
ドアセーフティ	かご	閉りつつある戸に身体などが当たって、一定以上の力がかかると、戸を反転させる。	規定なし
頂部、ピット安全距離確保スイッチ	昇降路内	保守運転操作時に、保守員安全確保のため、かごを規定寸法以内には動かないようにするもの。	告示1423号第1第一号ロ
セフティキャッチスイッチ	かご	非常止め装置が作動した場合、電動機の動力を切るスイッチ。	規定なし
外部連絡装置	かご内	非常時など、かご内と管理人室又は機械室と通話する装置。	令129条の10第3項第三号
停電灯	かご内	停電のときに点灯し、かご床面を1ルクス以上の照度で30分以上保持する。	令129条の10第3項第四号ロ
セーフティドライブ（プログラム）	制御盤他	かごが階間に停止したとき、法定安全装置の作動状態をチェックし、作動していない場合に自動的に最寄り階に低速で運転し、着床後戸開する装置（プログラム）	規定なし
床合わせ補正装置（プログラム含む。）	制御盤等	かご床位置が例えば±20mmずれたことを位置センサーで検知し、電磁ブレーキを開放し、電動機に床レベルが合う方向の低速指令を与えてかごを移動させる装置。レベルが合えば電磁ブレーキを作動し、電動機動力を遮断する。（プログラムと位置センサー）	告示1429号第1第二号
地震時管制運転装置（プログラム含む。）	機械室他	機械室他で所定以上の加速度を検知したら、走行中のかごを最寄階に着床させる装置（プログラム）	耐震設計施工指針
ドアゾーン検知装置	かご上	かご床位置が乗場床位置とが約±200mmずれたときに作動するセンサー	規定なし
脱レール検知装置	昇降路内	レールの上下全体に敷設したトロリー線から、かご又はつり合おもりの摺動子が外れて信号の授受が不可となって脱レールを検知する装置（1例）	規定なし。 実施例少ない。
救出運転装置	制御盤他	手動でバッテリーにより電磁ブレーキを開放し、不平衡荷重により最寄階運転させる装置	告示1413第1第一号イ

装置名	設置場所	機能	法令条項
合理性プログラム (プログラム)	制御盤他	① 所定の時間内にかごが停止しないことを検知 ② 速度指令と実速度に差異があることを検知 ③ 戸が所定の時間で開閉しないことを検知 ④ 上昇運転指令と下降運転指令が同時に発せられたことを検知 ⑤ 所定の電動機電流を越えたことを検知 ⑥ 2重系の入出力の信号に差異があることを検知他(すべてプログラム)	規定なし
かご非制御走行検知装置	制御盤他	戸が開いていて、かごがドアゾーン(±200mm程度)を超えて移動していることを検知する装置(主にプログラム)	規定なし
終端階強制減速装置	昇降路他	両端階でかごが規定の減速曲線以内で減速していないことを検知したら、電磁ブレーキを作動させるもの。(速度センサーと両端階でのかご位置センサーが必要になる。)	規定なし
ピット冠水センサー	昇降路底部	ピットに水が溜まった場合に、電気抵抗等の変化を利用して冠水状態を報知するもの。	規定なし
戸過負荷反転装置	かご	ドアモータの電流が所定値を越えた場合、又は、戸の拘束力が規定値を超えた場合、戸の動きを反転させる。(シル溝異物や身体にぶつかった場合等)	規定なし
戸袋挟まれ防止装置	かご等	戸袋付近に赤外線ビームを通し、ビームが遮蔽されると、警告を発し、戸開を阻止するもの。	規定なし
電動機過負荷検出装置	制御盤	電動機の電流を検出し、所定の値が所定の時間以上流れた場合に過負荷と判定し、かごを止める。	規定なし
救出運転装置 (ドッキング)	制御盤、 昇降路内	隣接機が閉じ込め故障機の脇に自動運転して停止し、かご側部救出口から乗客を救出する。	隣接機が閉じ込め故障機の脇に自動運転して停止し、かご側部救出口から乗客を救出する。

表2.2.2.2 安全対策技術の機械的、電気的、電子的対応

機械的：装置による直接の作用等

電気的：電気部品。電源の通電、遮断による制御等

電子的：センサー、制御プログラム等

リスク		制御等に関する安全性能	法令で規定されている安全制御装置等	機械的	電気的	電子的	その他の安全制御装置等 (比較的一般的なもの及び一般的でないもの)	機械的	電気的	電子的	備考
							電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全（プログラム共通）		○	○	
							電磁両立性（電気回路共通）		○		
人の落下	乗り場から昇降路への落下	—	ドアインターロック装置	○		○					材料、構造
	かごから昇降路への落下	—									材料、構造
	昇降路内の作業箇所からの落下	—									労働安全
かごの落下、急上昇に伴う衝撃	かご内の人への衝撃	かごが非制御走行しないこと	リミットスイッチ	○	○	○					
			電磁ブレーキ	○	○		制動装置の2重化	○			
			調速機	○	○						
			非常止め装置	○			非常止め装置が作動した場合、電動機の動力を切るスイッチ（セーフティキャッチスイッチ）		○		
			緩衝器	○			上向過速保護装置	○	○	○	
			電動機過負荷検出装置		○						
			過荷重検出装置		○	○					
	停止ボタン（スイッチ）			○		地震時に最寄り階に停止する装置（地震管制運転かご内の異常な振動を検知し、停止する装置）				○	
昇降路内の作業員への衝撃（通常走行によるものを含む）			リミットスイッチ ファイナルリミットスイッチ	○	○		昇降路の終端階に規定の速度以上で近づいた時に減速させる（終端階強制減速装置）		○		
昇降路内での落下物等による衝撃	かご内の人への衝撃	—									
	昇降路内の作業員への衝撃（通常走行によるものを含む）	—							○		材料、構造、スペース
挟まれ	かごと乗り場階の床・天井との挟まれ	かごが非制御走行、戸開走行しないこと	ドアインターロック装置	○	○	○					
			ゲートスイッチ	○	○	○	ドアゾーン検知装置	○	○		
			床合わせ補正装置（プログラム含む）	○	○	○	かご非制御走行検知装置	○	○		
	ドアの開閉による挟まれ	ドアで挟まれないこと					ドアセーフティ	○	○		
							戸袋挟まれ防止装置	○	○		
							戸過負荷反転装置		○		
昇降路内、機械室内機器への挟まれ	—	頂部、ビット安全距離確保スイッチ	○	○	○	終端階強制減速装置		○	○		スペース
						昇降路のビットに入る際にエレベーターを停止させる装置（ビットスイッチ）		○			
						かご上専用運転ボタン		○			

巻き込まれ	手足、靴紐、ベルトのリール等	ドアで巻き込まれないこと													
	昇降路・機械室内機器への巻き込まれ	—											スペース		
つまづき、転倒	かごと乗場階床の段差、すべり等	転倒、つまづかないこと											材料、構造、スペース		
	作業空間の床の障害物、照度等	—													
突出物、壁材等（ガラス含む）等による負傷	かご内、乗り場における打撲、擦傷等	人が突出物、壁材等により負傷しないこと											材料、構造、スペース		
	作業空間の障害物等	—													
閉じ込め	心身負荷、(救出(避難)時の危険性)	異常発生を抑制するようシステムの信頼性を確保すること 停止後に安全に救出、避難できること	天井救出口										○		
		救出出口カバーを開けた場合に動力を切るスイッチ												○	
			手動ハンドル										○		
			外部連絡装置										○		
													○	○	
													○	○	
													○	○	
感電等電気的 事故	利用者の感電等	—													
	作業者の感電等	—												材料、スペース	
気温、空気質、照度、スペース等かご内環境	心身負荷	—	非常照明											○	
		—	換気設備											○	
火災による被害(人的、設備的被害)	エレベーター設備 自体の火災	—												材料、構造	
	外部の火災の進入、火災階への着床	火災により、危険が生じないこと												○	材料
浸水による被害(人的、設備的被害)	地下階での昇降路の溢水(浸水危険時の把握・認識、利用中止により回避可)	浸水により、危険が生じないこと												○	構造
														○	
停止	建物の機能障害、避難支障														
犯罪	エレベーター内犯罪	かご内での犯罪を防止すること												○	○

2.2.3 法令・基準等の現状

(1) 国内の基準類

日本の昇降機に関する規準は、法令で規定されており、建築物に設置される昇降機は建築基準法（法・施行令・告示）、また、労働基準法の指定事業所に設置されるエレベーターは労働安全衛生法（法・施行令・省令・告示）に定められている。なお、労働安全衛生法が適用されるエレベーターも建築物に設置される場合は、建築基準法も適用される。

エレベーター等の電気設備は電気事業法と経済産業省令である「電気設備に関する技術基準」に準拠していなければならない。技術基準は性能規定的な条文であるため、資源エネルギー庁から具体的な数値規準等を記述した「電気設備の技術基準の解釈」が公表されており、技術基準及び基準の解釈に適合する必要がある。

また、(社)日本電気協会が「内線規定」を定めており、法令で規定できない細部の補足や推奨事項等が書かれているが、内線規定については義務規定ではない。

昇降機に関する規格としては、日本工業規格の一部制定されているが、構造基準を定めた規格はない。

民間の自主規準としては、業界団体である(社)日本エレベーター協会が作成する(社)日本エレベーター協会標準（JEAS）等がある。

(2) 海外の基準類

今回調査対象の北米、欧州、豪州においては、日本のように法令で直接、構造規準等を定めている国はなく、各国の規格を定め、法律でその規格を指定している。

なお、欧州では、EC 理事会が EU 圏内の市場に出る製品等について、均一な安全性を要求する事項として、EC 指令を制定しており、EU 加盟各国は自国の法令を EC 指令に適合させなければならないとされている。昇降機についても Lift Directive という EC 指令が制定されており、これに基づく欧州統一規格 EN が制定され、各国の法律で EN 規格を採用したそれぞれの国の規格を指定しているといわれる。欧州各国では、EN 規格が各国の規格に導入されてきたが、現在、国際規格（ISO）の作成が進められており、制定された ISO 規格は欧州各国を中心に各国の規格に導入されつつある。

アメリカ及びカナダでは、各州の州法でそれぞれの国の規格を指定し、米国では ASME A17.1 を、カナダでは B44 を指定しているが、何年度版を指定しているかは州により異なる。

今回の調査対象国ではないが、東南アジア、東アジア各国においても、韓国、台湾など従来は日本の法令や米国規格を採用していた国も含めて、EN の導入が進んでおり、さらに ISO 化が進むとみられる。

ヨーロッパ、英国、北米、及び豪州の昇降機に関する各国規準等の概要を以下に示す。また、ISO/TR 11071-1：2004 をもとに作成したエレベーター安全基準に関する各国規格の比較を参考資料 4（資料編）に示す。

○ヨーロッパ

上記のように、EU では、昇降機についての EC 指令を公布しており、EU 各国はこれに従わなければならない。EC 指令の具体的基準として、欧州規格 (EN) が定められている。昇降機に関する EN 規格はイギリス規格 (BS) にそのまま取り入れられているので、本報告書においては、EN 規格については BS 規格で概要を記すこととする。

イギリス始め欧州の EU 加盟国では、上記の Lift Directive に基づき、具体的な基準として EN を自国の規格に採用している。

昇降機に関する EC 指令は、下記の指令があるが、2006 年版として EC 指令 2006/42/EC が発行されたという情報がある。このほか、産業用機器に適用される機械指令も昇降機も対象とされるという。

○イギリス

昇降機の構造基準等は英国規格で定められ、一部英国独自の規格があるが、大半は欧州規格 EN をそのまま採用した規格となっている。EC 指令に基づく国内法でこれらの規格を指定していると言われる。

○アメリカ

アメリカは、合衆国としての法律はなく、各州に州法が定められ、地域別の下記のビルディングコードが準拠して州法が制定されている。ビルディングコードは民間規準であるが、州法に取り込まれるため、法令としての効力を有する。

- The BOCA National Building Code : 東部、北東部、中西部 で適用
- Standard Building Code : 南部地域 で適用
- Uniform Building Code : 西海岸、西部山岳地域 で適用

州法の名称は一律ではなく、〇〇州 Building Code、□□州 Building Act、△△州 Construction Act 等の名称がある。なお、上記のコードのほかに、独自のビルディングコードを有する地方自治体が 70,000 以上あるといわれる。

昇降機については各州法で昇降機の安全基準 ASME A17.1 を指定しているほか、ニューヨーク市やロサンゼルス市も独自のコードを定め、ASME A17.1 を指定しているといわれる。

これらのコードは、何年度版の ASME を指定しているかは州によって異なるといわれ、指定をしていない州もあるようである。なお、アメリカ西海岸地域は地震多発地帯であるので、カリフォルニア州法には、エレベーターに関する耐震規定が盛り込まれている。

○カナダ

カナダもアメリカと同様に各州の規則でカナダ規格 CSA を指定している。昇降機に関するカナダ規格はエレベーター、エスカレーターを含め、B44 という規格が代表的な規格で、以前はカナダ独自の企画であったが、現在は ASME A17.1 にハーモナイズされた規格となっている。

○オーストラリア

オーストラリアは、法律でオーストラリア規格 AS を指定している。昇降機に関する AS 規格は、EN を採用する方向になっている。

2.3 安全技術目標の検討

(1) リスク評価と安全性能の分類

事事故例及び想定される危険事象等をもとにリスク評価を行い、要求される安全性能について検討した。

分類整理した内容を、以下の表 2.3.1 に示す。

表 2.3.1 リスク評価と安全性能

リ ス ク		安 全 性 能
人の落下	乗り場から昇降路への落下	人が乗り場から昇降路へ落下しないこと
	かごから昇降路への落下	人がかごから昇降路へ落下しないこと
	昇降路内の作業箇所からの落下	(作業時の安全確保)
かごの落下、急上昇に伴う衝撃	かご内の人への衝撃	かごが非制御走行しないこと
	昇降路内の作業員への衝撃(通常走行によるものを含む)	
昇降路内での落下物等による衝撃	かご内の人への衝撃	—
	昇降路内の作業員への衝撃(通常走行によるものを含む)	(作業時の安全確保)
挟まれ	かごと乗り場階の床・天井との挟まれ	かごが非制御走行、戸開走行しないこと
	ドアの開閉による挟まれ	ドアで挟まれないこと
	昇降路内、機械室内機器への挟まれ	(作業時の安全確保)
巻き込まれ	手足、靴紐、ペットのリール等	ドアで巻き込まれないこと
	昇降路・機械室内機器への巻き込まれ	(作業時の安全確保)
つまづき、転倒	かごと乗場階床の段差、すべり等	転倒、つまづかないこと
	作業空間の床の障害物、照度等	(作業時の安全確保)
突出物、壁材(ガラス含む)等による負傷	かご内、乗場における打撲、擦傷等	人が突出物、壁材等により負傷しないこと
	作業空間の障害物等	
閉じ込め	心身負荷、(救出(避難)時の危険性)	(異常が生じた場合等に安全確保のために停止することは必要であるが)、異常発生を抑制するようシステムの信頼性を確保すること 停止後に安全に救出、避難できること
感電等電氣的事故	利用者の感電等	人が感電しないこと
	作業員の感電等	
気温、気質、照度、スペース等かご内環境	心身負荷	客席内環境が、良好であること
火災による被害(人的、設備的被害)	エレベーター設備自体の火災	耐火性を有すること
	外部の火災の進入、火災階への着床	火災により、危険が生じないこと
浸水による被害(人的、設備的)	地下階での昇降路の溢水(浸水危険時の把握・認識、利用中止により回避可)	浸水により、危険が生じないこと

停電による被害		停電により、危険が生じないこと
停止	建物の機能障害、避難支障	
犯罪	エレベーター内犯罪	かご内での犯罪を防止すること

(2) 安全技術目標の設定

安全確保のための設計思想、安全性要求、安全技術目標を表 2.3.2 に、また、制御システム等に関して、要約整理したものを表 2.3.3 に示す。

安全性要求は、国際的整合を考慮して、その内容は、ISO/TS22559-1 (Global Essential Safety Requirements ; 国際的必須安全要求事項) を参考にした。

GESRs は、場所毎 (乗場、かご内、作業区域等) に分類しているが、本資料では、人の受ける被害毎に分類している。なお、この安全技術目標は、上述 (1) のリスク評価の内容の、紐、リール等による巻き込まれ以外には対応したものとなっている。ISOにおけるGESRsの検討では、紐、リール等による巻き込まれの件も話題にはなったが、利便性との関連等を総合的に考慮し、安全要求事項には盛り込んでいないとのことである。

表 2.3.2 エレベーターにおける危険性、安全性目標、安全性要求

※作業上の危険性を除く。

危険性		安全性目標	関係する主なエレベーター部分とその安全性要求
人の落下	乗り場から昇降路への落下	<ul style="list-style-type: none"> ・相当の安全率をみて、生じさせないようにする。 ※暴力による衝撃で戸の下部が外れて転落した死亡事故事例 ※点検中で開放した戸から昇降路に転落した事例 	<ul style="list-style-type: none"> ・戸等 (戸板、戸の支持部材 (吊り部、シュー、ガイド)、三方枠等) の強度の信頼性 ・戸開閉・ロック機構の信頼性 (かごが定位置に無い場合に開放しない機構) ・乗場とかご床の隙間の間隔の適正化 ・点検等作業時の利用者の安全措置
	かごから昇降路への落下	<ul style="list-style-type: none"> ・同上 	<ul style="list-style-type: none"> ・かご (床、かごドア) の強度 ・かごドアの開閉機構の信頼性
かごの落下に伴う衝撃	かご内の人への衝撃	<ul style="list-style-type: none"> ・同上 ※ロープワイヤ損傷、巻上機の損傷 (減速機軸折損、綱車摩耗等) の事例 	<ul style="list-style-type: none"> ・かごの強度の信頼性 ・かごの負荷 (つり合おもりや支持部材 (ロープ) 等の荷重及び走行による動的負荷等含む) を支えるすべての部材 (建築物含む) の強度の信頼性 ・ブレーキの作動及び保持力の信頼性 ・通常走行制御の信頼性 ・異常走行の検知機構及び非常止め装置等フェールセーフ機構の装備及びその信

(前頁より 続き)			<ul style="list-style-type: none"> ・ 信頼性（作動後の復旧過程の安全措置含む。） ・ 過荷重（過積載、つり合おもりの脱落防止措置等含む）の抑止システムの信頼性
かごの急上昇に伴う衝撃	かご内の人への衝撃	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同上 ※ブレーキの保持力が無くなり、急上昇した事例 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通常走行制御の信頼性 ・ ブレーキの作動及び保持力の信頼性 ・ 異常走行の検知機構及び非常止め装置等フェールセーフ機構の装備及びその信頼性（作動後の復旧過程の安全措置含む。）
昇降路内での落下物等による衝撃	かご内の人への衝撃	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同上 ※つり合おもりが脱落してかごに衝突するおそれのあった事例（地震時） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ つり合いおもり等、落下が想定される昇降路内部材の支持、固定、緊結の信頼性（ガイドレール、つりあいおもりの固定具等）
	昇降路内での衝撃	<ul style="list-style-type: none"> ・ 昇降路内への立ち入りを防止することにより回避する。 ※昇降するかご、つり合おもりに接触した事故事例（作業員） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 昇降路内への立ち入り防止措置の信頼性
挟まれ	かごと乗り場階の床・天井との挟まれ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 相当の安全率をみて、生じさせないようにする。 ※東京都港区の死亡事故事例 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通常走行制御（戸の開閉機構、戸開走行防止機構）の信頼性（昇降時の積載荷重の変化に対する床レベル調整（維持）は戸開走行禁止の例外とし、必要な安全措置を講じる。） ・ ブレーキの作動及び保持力の信頼性 ・ 異常走行（戸開走行）の検知機構及び非常止め装置等フェールセーフ機構の信頼性（作動後の復旧過程の安全措置含む。）
	戸閉時の戸への挟まれ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 戸閉力・エネルギーを、十分に小さくすることにより挟まれても被害を問題の無いレベルに抑止する。 ・ （戸閉時に人体を検知し再開放することで挟まれを抑止する。（安全性、利便性）） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 戸閉力の抑制制御の信頼性 ・ （戸閉閉時の人体検知機構及び戸再開放機構の信頼性）
	機械類への挟まれ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 戸以外の可動部分、機械室等への接 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 戸以外の可動部分の遮蔽

(前頁より 続き)	れ	近の排除により回避する。	・機械室等への立ち入り防止措置
巻き込まれ	戸開時の戸袋 への手足、靴 紐、ペットの リード等の巻 き込まれ	<ul style="list-style-type: none"> ・戸及び戸袋形状の考慮により巻き込み危険性を抑止する。 ・戸開ボタンを備え、巻き込みを抑止する。 ・紐状物体の持ち込み時の注意喚起を行う(ハードで解決できない残存リスクか。) 	<ul style="list-style-type: none"> ・戸を平滑にし巻き込み危険性を抑止 ・戸袋の隙間間隔の適正化 ・戸開ボタンの感度、信頼性
	機械類への挟まれ	・戸以外の可動部分、機械室等への接近の排除により回避する。	<ul style="list-style-type: none"> ・戸以外の可動部分の遮蔽 ・機械室等への立ち入り防止措置
つまずき、 転倒	かごと乗り場 階床の段差、す べり等	<ul style="list-style-type: none"> ・かごと乗場の段差を抑制する。 ・かご、乗場の床を平滑にするとともに、すべりにくい床仕上げとする。 ・かご、乗場において歩行に支障のない照度を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> ・床レベル調整機構の信頼性(昇降時の積載荷重の変化に対する床レベル調整(維持)は戸開走行禁止の例外とする。) ・床材のすべりにくさ ・照度
突出物、壁 材等による 負傷	かご内、乗り場 における打撲、 擦傷等	・かご内、乗り場に打撲、擦傷等の被害を生じるおそれのある部分を設けない。	<ul style="list-style-type: none"> ・かご、乗り場の壁面(材質、形状、強度等)の安全性 ・かごの開口部に用いるガラスの強度、安全性
閉じ込め	心身負荷、(救 出(避難)時の危 険性)	・重大な人的事故を回避するため停止することにより、やむを得ず閉じ込めを生じる場合を除き、閉じ込めを抑止し、閉じ込めた場合の早期救出が図られるようにする。	<ul style="list-style-type: none"> ・非常停止時(地震管制等)の閉じ込め抑止機構の信頼性 ・避難・救出機構(通信機構等含む)の信頼性 ・早期救出システム・体制の確保
感電等電気 的事故	利用者の感電 等	・感電等電気的事故の危険部位への接近を排除することにより回避する。	・高電圧部分等の遮蔽
気温、空気 質、照度、ス ペース等か ご内環境	心身負荷	<ul style="list-style-type: none"> ・乗員数、ドア閉鎖時間等を考慮した室内空気室確保のための換気機能を設ける。 ・一定の照度を確保する。 ・定員に応じたスペースを確保する。(過積載への安全措置) ・走行位置の表示等必要な情報の提供による心理的負荷の軽減を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・かごの換気設備、かごの材質(非ホルムアルデヒド材等) ・照明 ・かごの大きさ ・走行位置表示等 ・暖冷房

(前頁より 続き)		<ul style="list-style-type: none"> ・必要に応じ空調機能を装備する。 	
地震による 被害（人的 、設備的被害）		<ul style="list-style-type: none"> ・中規模地震時は可能な限り通常走行を確保する。 ・中大規模地震時は、予防的措置として原則として停止させつつ、早期の復旧を実現する（停止により閉じ込めを生じた場合は、早期救出を可能とする。） ・大規模地震時は、重大な人的事故（かごの落下、急上昇他）を防止し、軽微な人的事故の発生を抑制し、閉じ込めを生じた場合は早期救出を可能とする。 ※ 最大震度5強で約80台閉じ込め発生事例 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震時の通常走行性（耐震性）確保 ・地震時間制運転機構の信頼性 ・停止からの早期復旧システム・体制の確保 ・大規模地震時のかごの落下、急上昇等の防止機構の信頼性 ・閉じ込めの早期救出システム・体制の確保
火災による 被害（人的 、設備的被害）	エレベーター 設備自体の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・エレベーターは不燃材料でつくるものとし、潤滑油、ほこりなどによる火災の発生を抑制する。（利用者の携行品については制御困難。残存リスクか。） 	<ul style="list-style-type: none"> ・設備の不燃性 ・着火危険物の排除
	外部の火煙の侵入、火災階への着床	<ul style="list-style-type: none"> ・昇降路内（かご内を含む）の人の安全のため、外部火災の火煙の侵入を抑制する。 ・昇降路を通じた火災の延焼を防止する。 ・必要に応じ、火災階を検知した場合に当該階への着床による危険性を回避する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・昇降路の防火・防煙区画の信頼性 ・火災時運転制御機構（火災検知、運行制御）の信頼性
浸水による 被害（人的 、設備的被害）	地下階での昇降 路の溢水	<ul style="list-style-type: none"> ・特に必要な場合は、昇降路の浸水を検知し、注意を促す機構若しくは運行を停止する機構を装備する。（気象情報等により、浸水危険時の把握・認識、利用中止により回避できるか。） ※ 死亡事故事例 	<ul style="list-style-type: none"> ・浸水時運転制御機構（浸水検知、停止制御等）の信頼性
停止	建物の機能障害 、避難支障	<ul style="list-style-type: none"> ・人的事故を回避するため停止することを除き、停止を抑制し、停止した場合の早期復旧が図 	<ul style="list-style-type: none"> ・制御機構、 ・運行制御記録システム ・リスタート機構

<p>(前頁より 続き)</p>		<p>られる(停止により人的被害を生 じるおそれのある設備を優先)よ うにする。 ※ 最大震度5強で6万4千台停止。</p>	
<p>犯罪</p>	<p>エレベーター 内犯罪</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・必要に応じたセキュリティ機能を 装備する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・防犯システム(カメラ、利用者・利 用階特定システム、異常検知システム 等)

表2.3.3 安全制御システムに関する要約

事故・不具合	直接的原因(推定)	その理由等(推定)	安全性能安全度水準	安全技術目標(安全性要求)	現状の技術(法令で規定)	さらなる安全性能確保(設計仕様)の考え方
<ul style="list-style-type: none"> 異常な降下又は上昇 戸開走行 閉じ込め 	<ul style="list-style-type: none"> 部品(制動装置、機械部品、電気回路内の部品など)の不具合、破損等 電気回路における短絡、地絡、漏電等。電磁ノイズによる障害 	<ul style="list-style-type: none"> 性能及び品質(強度、耐久性、形状等)が適切に設計されていないかった。 設計仕様通りに、施工されていなかった。 保守管理で、不具合を発見できなかった。 	<ul style="list-style-type: none"> 安全性が、非制動走行、戸開走行しないこと (異常が生じた場合に安全確保のために停止すること)は必要であるが、異常発生を抑制するようシステム信頼性を確保すること 安全水準 安全装置について安全度水準を規定(欧州規格での規定)されているもの及びISOで検討中のものを引用) 	<ul style="list-style-type: none"> かご昇降路の頂部又は底部に衝突する場合に、安全にかごを制止させる かご及びびが停止している昇降路の出入口の戸が開いた状態から所定の範囲を超えて移動している場合に安全にかごを制止させる かご及びびが昇降路の全ての出入り口の戸が開いていないければ、かごを昇降させることができない 積載荷重を超えた場合において警報を発生し、戸の閉鎖を制止し、かごを昇降させることができない 	<ul style="list-style-type: none"> 制動装置 かご又はつり合おもりが昇降路の底部に衝突しそうになった場合においてこれに衝突しないうちにかごの昇降を自動的に制御し停止する装置(リミットスイッチ、ファイナリリミットスイッチ) 動力が切れたときに慣性による原動機の回転を自動的に制止する装置 定格速度の1.3倍を超えないうちに、動力を自動的に切る装置(調速機による制動) かごの降下速度が定格速度の1.4倍を超えないうちに、かごの降下を自動的に制止する装置(非常止め装置) 緩衝器 	<ul style="list-style-type: none"> 部品の品質、性能についてはISO、IEC、又はJISの規定を適用 IEC又はJISの電磁両立性の規定の適用 制動装置の2重化
	<ul style="list-style-type: none"> 制御プログラム 	<ul style="list-style-type: none"> プログラムのミス プログラミングの時に想定していなかった入力があり、プログラムの設計通りの作動であるが、結果として危険な事態が生じた。 	<ul style="list-style-type: none"> 同時に多人数又は重量物がかごに乗り、過積載を検知し警報が発した瞬間にかごが降下を始める 	<ul style="list-style-type: none"> 安全水準 安全装置について安全度水準を規定(欧州規格での規定)されているもの及びISOで検討中のものを引用) 	<ul style="list-style-type: none"> かご及びびが昇降路の全ての出入り口の戸が開いていないければ、かごを昇降させることができない 積載荷重を超えた場合において警報を発生し、戸の閉鎖を制止し、かごを昇降させることができない 	<ul style="list-style-type: none"> IECの電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全に関する規定の適用 電気的な故障に対する保護、制御、優先順位を規定 制御回路に関する規定 戸が開いた状態で一定の範囲を超えて移動した場合にはかごを制止させる装置 戸開走行防止プログラムは、運転制御プログラムから独立したものである。
<ul style="list-style-type: none"> 装置以外の要因 	<ul style="list-style-type: none"> 閉じ込めの場合には、上記の不具合等を検知して、安全装置が作動して停止している場合もある。 					

2.4 安全設計技術及び評価方法

2.4.1 設計技術仕様の検討

代表的な安全基準としては、アメリカの規格（ASME17）と欧州の規格（EN81）がある。欧州では第三者認証の歴史が古く、規格の内容も第三者認証を前提としたものになっており、世界的にも、準用も含めて欧州の規格を基本としたものが多い。（参考資料8（資料編）参照）

このため、本検討では欧州規格を基本に検討を行った。

(1) 安全に関する基本概念、設計原則

一般的に機械製品の安全規格は次の3層構造（以下のA,B,C）により構成され、欧州規格は、基本的にこの体系に対応したものとなっている。

エレベーターの安全設計技術仕様はCに属する部分であるが、必要に応じて、A規格、B規格の内容の必要な事項を取込むこととした。

- A 基本安全規格（全ての機械類で共有の基本概念、設計原則を扱う規格）
- B グループ安全規格（広範囲の機械類で利用できる安全又は安全装置を扱う規格）
- C 個別機械安全規格（個別の機械の安全又は安全装置を扱う規格）

(2) 設計技術仕様について

設計技術仕様の作成にあたっては、欧州規格を基本として、戸開走行防止及び制動装置二重化等に関して検討を行った。

なお、安全技術目標の検討では、人の受ける被害に則した分類としていたが、欧州やアメリカの安全基準では、装置、機能に則した分類になっていることから、本検討においてもその分類によることとした。

以下に、安全設計技術仕様を示す。

○戸開走行防止

(仕様) 戸が開いている状態で、かごが特定の範囲を超えて移動している場合に安全にかごを制止するもので、以下の装置を設けた構造とする。

- 1) かごが停止階床面から上下に特定の範囲を超えて移動していることを感知する装置であって、次のいずれかを二つ又は両方装備したもの
 - イ) かごの上下方向の位置が特定範囲を超えていることを直接的に感知する装置
 - ロ) 主索の移動距離等からかごの上下方向の位置が特定範囲を超えていることを間接的に感知する装置
- 2) かご及びかごが停止している昇降路の出入口の戸が開いた状態で、1)の装置が作動した場合に、動力を自動的に切る装置であって、次のイ)からニ)までに適合する電気回路により構成されているもの
 - イ) かご及び昇降路の出入口それぞれの戸に対応して、戸が開くことにより、開く接点を直列につないでいること
 - ロ) 上記イ)の装置が作動した場合に、開く接点を直列につないでいること
 - ハ) 上記イ)及びロ)の回路を並列につないで構成していること
 - ニ) 次のいずれかの場合でなければ、駆動装置の電源を投入する接点が閉じないものであること。
 - a) イ)の回路の接点が全て閉じている場合
 - b) ロ)の回路の接点が全て閉じている場合
 - c) 非常用エレベーターの戸を開いたまま、かごを昇降させることができる装置を作動させる場合

- (※) 特定範囲で駆動装置に電源を投入しない機構（戸開時床合わせ補正装置及びランニングオープン装置無し）であって、制動装置に停止時に常時作動する二重化された装置を用いる場合は、上記 1) 及び 2) は適用除外
- 3) 動力が切れたときに惰性による原動機の回転を自動的に制止する装置
- 4) 上記 3) の装置が機能しない場合であっても、イ) の範囲内でかごの昇降を制止する装置であってロ) のいずれかに該当するもの
- イ) 次に該当する範囲
- a) 三方枠上端とかごの床面との距離（挟まれ防止クリアランス）
垂直移動式の場合、垂直距離 100cm 以上
- b) エプロンの下端と停止階床面との距離（転落防止クリアランス）
12.5cm 以下
- ロ) 装置の例
- ① 主索をはさんで制動する装置
- ② 巻上機の電磁ブレーキを二重化した装置
- ③ 綱車を制動する装置
- ④ かごを直に制動する装置（かご非常ブレーキ等）
- ※ この装置は、（2）の 3) の装置と共用してもよい。
- ※ 同一のディスク、ドラムを固定する電磁ブレーキについては、油の付着防止
- 5) かご及び昇降路の全ての戸が閉じていなければかごが昇降させることができなくする装置で、次の回路により構成される。
- イ) 次の①及び②に適合する電気回路により構成される。
- ① かご及び昇降路の出入口それぞれに対応して、戸が閉じることにより閉じる接点を直列につないでいること
- ② 上記①の全ての接点が閉じていなければ、駆動装置の電源を入れる接点が閉じないものであること。ただし、床合わせ補正装置等の停止階床面から上下一定の範囲内で駆動装置の電源を入れるもの（範囲を外れたことを感知して電源を切るものに限る）又は非常用エレベーターの戸を開いたままかごを昇降させることができる装置を作動させる場合を除く。
- ロ) 次の①又は②に適合する 1) の接点を開く装置
- ① 戸が開く際の機械的な力により接点を強制的に開くものであること
- ② 乗用、人荷共用又は寝台用以外のエレベーターで、イ) 以外の方法により接点を開くものにあつては、二つ以上設けられ、かつ、利用者が容易に操作できないものであること。

○乗場ドア及びかごドア

（仕様）以下の構造とする。

- ・床合わせゾーンは乗場床面 ±75mm のこと
- ・着床動作、床合わせ動作時を除き、乗場ドアが開いている時に、かごが起動し始めたり、走行しないこと。ただし、かごが起動準備することは差し支えない。
- ・正常操作とは異なる 1 回の操作で、乗場ドアを開けたままエレベーターの運転ができるようにしないこと。

○ファイナルリミットスイッチ

（仕様）以下の構造とする。

- ・巻胴式エレベーターにおいては、モーター及びブレーキを制御している回路を機械的に直接開放すること。
- ・トラクション式エレベーターにおいては、「モーター及びブレーキを制御している回路を機械的に直接開放する。」又は「電気安全装置によって、2つの接触器のコイルに供給している回路を開放する」こと。
- ・ファイナルリミットスイッチの作動後は、自動的にエレベーターを運行させてはならない。

○駆動機

1) ブレーキシステム

(仕様) 以下の装置を設けた構造とする。

- ・ブレーキを2組設けること。
- ・正常時のブレーキ開放は連続通電によること。この電流は2個以上の独立した電気装置で遮断されること。エレベーターの停止時、1個のコンタクタの主接点が開路しない場合、遅くとも次の反転走行時には運転不能とすること。
- ・駆動モーターの回生運転時、駆動モーターからの電流でブレーキを作動させないこと。

2) 駆動機の停止とその原因検出

(仕様) 電気安全装置の作動で駆動機が停止した場合の制御を行うもので、以下の装置から構成される構造とする。

- ・全極の電流を遮断するコンタクタ (1個)
コンタクタコイルは、少なくともエレベーターの反転走行前には、常に消磁されること。コンタクタが消磁されない場合は、エレベーターを運転不能にすること。
- ・静止素子内の電流を遮断する装置
- ・エレベーターの停止のたびに、電流を遮断したことを確認する検出装置
正常停止している間、静止素子による遮断の無い場合には、検出装置はコンタクタを消磁し、エレベーターを運転不能にすること。

○電氣的な故障に対する保護、制御、優先順位

1) 故障等に対する保護

(仕様) 以下の故障等に対する保護、制御、優先順位を設ける。

- i) 以下の故障自体では、エレベーターの危険な誤動作原因とならないこと。
 - ・無電圧
 - ・電圧降下
 - ・電線の導通不良
 - ・金属品又はアース間の絶縁不良
 - ・抵抗、コンデンサ、トランジスタ、ランプ等の電気部品の数値又は機能変更による短絡又は断線
 - ・コンタクタ又はリレーの可動アーマチュアの吸引不良
 - ・コンタクタ又はリレーの可動アーマチュアの分離不良
 - ・接点开路不良
 - ・接点閉路不良
 - ・逆相

- ロ) 電気安全装置の金属品又はアース回路間に地絡が生じたとき誤動作しないこと。
- ・ 駆動機を直ちに停止させる、又は正常停止後に駆動機を再起動させないこと。
 - ・ 正常運転には、手動リセットしなければならないこと。

2) 電気安全装置・回路等

(仕様) 以下の構造とする。

イ) 一般要件

- ・ 電気機器と電気安全装置を並列接続しないこと。
ただし、稼働情報、記録の取得などについては対象外する。
- ・ 内部又は外部の誘導や蓄電の影響で電気安全装置が故障しないこと
- ・ 電気安全装置が発する出力信号は、同一回路の下位の他の電気機器が発する信号によって変更され、危険な状態にならないこと。
- ・ 複数の並列回路で構成される安全回路では、パリティチェックに要求される以外の全情報は一つの経路からのみとること。
- ・ 信号を記録したり遅延させたりする回路は、たとえ故障しても、電気安全装置の作動による駆動機の停止を妨げたり遅れさせないこと。すなわち、停止はシステム内で最短となること。
- ・ 内部電源装置の構成と配置は、スイッチの入切りで電気安全装置の出力に間違った信号が出ないようにしていること。

ロ) 安全接点

- ・ 安全接点の作動は、回路遮断装置の確実な分離によること。この分離は接点溶着時でも行われること。
- ・ 安全接点は、部品故障による短絡の危険を最小にするよう設計すること。
- ・ 安全接点の定格絶縁電圧は、保護等級に応じて規定
- ・ 空間距離、鉛面距離、接点距離は、保護等級等に応じて規定
- ・ 導通材料の摩擦により、接点が短絡しないこと

ハ) 安全回路

- ・ 2次故障との組み合わせで、故障が危険状態を招く場合は、遅くとも最初の故障部品が関連する次の動作で、エレベーターを停止させること。この故障が続く限り、それ以後の運転を不可能とすること。
- ・ それ自体では危険に結びつかない2つの故障が3次故障との組み合わせで危険状態を招く場合は、遅くとも最初の故障部品が関連する次の動作で、エレベーターを停止させること。
- ・ 3つ以上の故障が組み合わせられることがあるときは、安全回路は多数の伝達経路と、伝達経路が同一状況かチェックする監視回路をつけるよう設計すること。
- ・ 異なる状況が検知されたら、エレベーターは停止すること。
- ・ 2つの経路の場合は、監視回路の機能を遅くとも、再スタート前にチェックし、しない場合は再スタート不可とすること。
- ・ 二重回路系では、原則として、1つの故障が原因で複数の回路に同時に故障を引き起こさないこと。

ニ) 電気安全装置の作動

- ・ 安全を確保するための作動では、電気安全装置は駆動機の始動を妨げるか又は直ちに停止動作を行うこと。同時にブレーキ電源も遮断すること。電気安全装

置は駆動機の制御機器を直接作動すること。

ホ) 電気安全装置の制御

- ・二重系安全回路の場合、機械的故障で二重系を損なわないよう、通電素子を機械的又は幾何学的に配置すること。

3) 制御機構

(仕様) 以下の制御を有すること。

イ) 戸開における着床、床合わせの制御

- ・かごの動きは許容ゾーンに限定する。
- ・着床速度は、0.8m/s 以下とする。
- ・床合せ速度は、0.3m/s 以下とする。

ロ) 荷重制御 (かごが過負荷 (定格積載量の 110%) の場合)

- ・通常のススタートも床合わせも禁止する装置を設けること
- ・かご内の使用者に聞こえるか見えるよう通知すること
- ・ドアは全開とすること

4) プログラマブル電子安全システム

(仕様) 以下の PESSRAL 基準 (ISO22201) 等の要件を有すること。(参考資料 5 参照)

- ・電気安全装置の安全度水準 (SIL) は、表 A.1、表 A.2 による。
- ・すべての安全度水準に共通な安全機能の最小限の要件は、表 B1、表 B2、表 B3 による。また、SIL 1、2、3 について要求される手段は表 C1、表 C2、表 C3 による。
- ・安全でない改造を避けるために、PESSRAL のプログラムコードと安全に関連するデータに対する許可のないアクセスを防止する措置を、たとえば、EPROM、アクセスコードを用いて実施すること。
- ・PESSRAL と安全に関連しないシステムが同じハードウェアを共有する場合には、PESSRAL についての要件を満たすこと。
- ・PESSRAL と安全に関連しないシステムが同じプリント基板を共有する場合には、二つのシステムの分離に関する EN81-1:13.2.2.3 の要件を適用する。

(注) 表 B, 表 C に記載する EN 61508-7:2001 の条項は、EN 61508-2:2001 と EN 61508-3:2001 中の関連する要件を引用している。

(*) 電気、電子、プログラマブル電子安全関連系の機能安全
EN 61508、IEC 61508、JIS C 0508 (IDT IEC61508)

○部品等の品質、性能

(仕様) 以下については、ISO、IEC、又は JIS 規格によること。

- ・電磁両立性の試験
- ・絶縁抵抗、コンタクタ
- ・電線類、固定ケーブル、可とう性ケーブル、制御ケーブル
- ・安全接点
- ・回路遮断能力試験
- ・アースについての電氣的据付
- ・オプトカラー、絶縁電圧、コネクタの短絡最小値、トランスの巻線と芯との間の絶縁抵抗
- ・リレー
- ・プリント基板の一般仕様、プリント基板のベース材料
- ・絶縁調整

2.4.2 安全性能評価法の検討

2.4.1 において検討した安全設計技術仕様の戸開走行防止及びブレーキシステムについて、設計仕様に適合しているかを判断するための新たな安全性能評価法を検討した。

なお、検討にあたっては、エレベーター実機を用いて実証試験（参考資料6（資料編）参照）を行い、評価法の検証を行った。

また、戸開走行保護装置に対する FMEA として、GO-FLOW 手法による解析を試行した。
（参考資料7（資料編）参照）

以下に、戸開走行保護装置に関する安全性能評価法を示す。

○エレベーターの戸開走行保護装置の安全性能評価法

第1条 適用範囲

本安全性能評価法は、以下の性能評価に適用する。

建築基準法施行令第129条の10第4項の認定に係る性能評価（建築基準法施行令第129条の10第3項第一号に掲げる安全装置。）

第2条 性能評価用提出図書

性能評価用提出図書は以下の通りとする。様式等については別に定める申請要領による。

- (1) 性能評価申請書
- (2) 評価申請概要書
- (3) 構造・機能説明書
- (4) 仕様書
- (5) 図面
- (6) 構造強度計算書
- (7) 耐震強度検討書
- (8) 第3条(2)の評価に必要な試験に関する試験結果報告書（第3条(2)で試験方法を定めるものは、その試験方法に基づき、行った試験結果報告書。ただし、これら試験に依らず、既存のデータ、計算（シミュレーション等）によって適合することを証明できる場合には、証明に必要な書面。）
- (9) 建築基準法第12条第3項又は第4項の定期検査・定期点検において用いる検査の方法等を記載した図書
- (10) 運転管理体制
- (11) 製造、施工、維持保全管理体制
- (12) 会社概要
- (13) その他

第3条 評価の方法

- (1) 評価の実施方法
 - 1) 評価員は、第2条に定める図書を用い、第1条の性能評価にあたっては次項に示す評価基準に従い、評価を行う。
 - 2) 評価員は、評価上必要があるときには、性能評価用提出図書について申請者に説明を求めるものとする。
 - 3) 評価員は、評価上必要があるときは、実機試験等に立ち会うことができるものとする。
 - 4) 評価員は、評価上必要があるときには、性能評価用提出図書について申請者に補正又は

追加を求めることができる。

(2) 評価基準

1) 建築基準法施行令第129条の10第4項に係るロープ式エレベーターの安全装置についての評価基準

a. 待機型二重系ブレーキ（停止時に常時作動しないブレーキを用いる）の場合

a. 1 待機型ブレーキ等について

停止時に常時作動しないブレーキは以下の構造であることを確認する。

① 常時作動しているブレーキが作動しない時、安定確実に作動する構造であり、堅固に設置され、作動した場合、かごを制止させ、ブザー等の警報を発し、かごの出入口の戸（以下かご戸という）及び昇降路出入口の戸（以下乗場戸という）を閉じさせるものであること。

② このブレーキは、電源が遮断されると制動力が出る構造であること。

a. 2 特定距離感知装置について

かごが乗場床面から上下に特定の距離を超えて移動したことを感知する通常の運転制御から独立した装置が設けられ、この装置は以下の構造であることを確認する。

① 特定の距離は、ドアゾーン以内とし、これを超えて移動したことを感知するスイッチが設けられていること。

② このスイッチは、故障に対し二重系であること。

a. 3 安全制御プログラム等について

a. 2及び「かご戸又は乗場戸が開いた状態を感知する装置」を共に感知した時、通常の運転制御から独立して「自動的に動力を遮断し、かごを制止させる制御」について、以下の構造であることを確認すること。

① リレーシーケンス制御方式の場合、

イ. かご戸スイッチの戸開時開状態になる接点と各階乗場戸スイッチの戸開時開状態になる接点を直列に接続した回路。

ロ. a. 2①のスイッチの感知時開状態になる接点を直列に接続した回路。

ハ. a. 3①イ. と a. 3①ロ. の回路を並列に接続し、戸開走行を感知出来る回路。

ニ. 通常運転用から独立したコンタクタのコイルに a. 3①ハ. の回路を直列に挿入し、このコンタクタの常開接点を電動機動力回路及び待機型ブレーキの励磁コイルに直列に接続した回路。

② マイコン制御方式の場合、

イ. かご戸スイッチ、各乗場戸スイッチの接点信号を、確実な各2つの入力インターフェースによって、CPUを使用した論理判定装置に取り込む回路。

ロ. a. 2①のスイッチの接点の出力信号を、確実な各2つの入力インターフェースによって、CPUを使用した論理判定装置に取り込む回路。

ハ. 上記入力インターフェースを介して取り込まれた信号によって、戸開走行発生の有無を判定する論理プログラムを有する論理判定装置。

ニ. 判定の遅れにより安全性が損なわれないような時間のサイクルタイムを有する論理プログラム。

ホ. 論理プログラムを処理する、運転制御プログラム用CPUとは別のCPU。

ヘ. 論理プログラムが異常な動作をしていることを感知し、動力を遮断し、かごを制止させる装置、例えばウォッチドッグタイマー。

- ト. 論理プログラムの内容変更ができない仕組み。
- チ. 論理判定装置の出力信号によって、コイル電流が投入・遮断される通常運転から独立したコンタクタ。このコンタクタの常開接点が電動機動力回路及び待機型ブレーキの励磁コイルに直列に挿入されている回路。
- リ. 前記論理判定装置がコンタクタのコイル電流遮断信号を出さない故障をした場合、これを感知し、動力を遮断し、かごを制止する装置。

注1：かご戸スイッチ及び乗場戸スイッチは「強制開離構造」であり、戸の全閉位置から 25mm 以内で接点が閉じる構造にすること。

注2：上記の a. 3①ニ. 及び a. 3②チ. のコンタクタの常開接点は開不能故障に対し二重系になっていること。

注3：上記の a. 3②イ. 及びロ. の入力インターフェースは二重系になっていること。

注4：制止とは安全が確認される迄、自動運転に復帰させることが出来ない停止方法をいう。

注5：二重系とは制動装置又は制御器が故障時、正常状態が保証された他の安全装置で機能を全うするものをいう。この場合、制動装置又は制御器が故障した場合に動力を遮断し（最寄り階に停止後を含む）かごを制止させる。

（注1～5は以下の基準においても適用する）

a. 4 全体のシステム（制動能力等）について

別紙1の試験条件・方法で動力を切った時、表1（い）欄に掲げる区分に応じて、同表（ろ）欄に掲げる部分の距離が同表（は）欄に掲げる数値の範囲内において、かごが安全に制止することを確認する。

表1 動力切れ時のかごの停止範囲

（い）	（ろ）	（は）
かごが上昇している場合	かご床面と昇降路の出入口の上枠との間の垂直距離	100cm 以上の範囲 (斜行式エレベーターの場合、この距離が 180cm 以上ある場合、「かごの出入口の縦枠と昇降路の出入口の縦枠との間の水平距離」は 30cm でよい。)
	かごのつま先保護板の直線部先端と昇降路の出入口の床面との間の垂直距離	11cm 以下の範囲
	斜行式エレベーターにおいて、かごの出入口の縦枠と昇降路の出入口の縦枠との間の水平距離	50cm 以上の範囲
	斜行式エレベーターにおいて、かごの側壁と昇降路の出入口の縦枠との水平距離	11cm 以下の範囲
かごが下降して	かごの出入口の上枠と昇降路の出入口の床面との間の垂直距離	100cm 以上の範囲（斜行式エレベーターの場合、この距離が 180cm 以上ある

いる場合		場合、「かごの出入り口の縦枠と昇降路の出入口の縦枠との間の水平距離」は 30cm でよい。）
	斜行式エレベーターにおいて、かごの出入口の縦枠と昇降路の出入口の縦枠との間の水平距離	50cm 以上の範囲
	斜行式エレベーターにおいて、かごの側壁と昇降路の出入口の縦枠との水平距離	11cm 以下の範囲

b. 常時作動型二重系ブレーキの場合

b. 1 常時作動型ブレーキについて

(1) 常時作動型ブレーキの構造

常時作動型ブレーキは以下の構造であることを確認する。

- ① 主たるブレーキと補助ブレーキは、少なくともディスク部分を除き、機械的に独立した装置（プランジャー、シュー、パッド、バネ、アーム、レバー等）により制動力を出すこと。
- ② 主たるブレーキと補助ブレーキは、電源が遮断されると制動力が出る構造であること。
- ③ 高頻度の作動に対して安定確実な構造であり堅固に設置されていること。
- ④ 制動力に影響を与える場所に油が付着するのを防止すること。
- ⑤ 主たるブレーキと補助ブレーキのディスク部分が独立していない場合は、当該部分の強度、疲労安全率が十分高いこと。
- ⑥ 電動機軸にブレーキを設けたものにおいては歯車、伝動軸等、動力伝達機構の強度、疲労安全率が十分高いこと。
- ⑦ 単一要因による故障に対して、能力の二分の一を超える制動機能の喪失に至らないこと。

(2) 常時作動型ブレーキパッドの動作感知装置

主たるブレーキと補助ブレーキのブレーキパッドがそれぞれ十分に吸引されていることを感知する装置が独立して設けられ、この装置は以下の構造であることを確認する。

- ① 高頻度の作動に対して安定確実な構造であり堅固に設置されていること。
- ② 装置の出力が接点の場合には、接点構造は、回路電圧に適したものであること。
- ③ 装置はプランジャーの動きで直接（確実な機械結合を含む）作動するものでありブレーキの開閉に対応して ON-OFF すること。
- ④ 個々の動作感知装置出力の異常あるいは、2 個の動作感知装置の動作の差異（時間的差異を含む）を感知して、ブレーキの異常を判定するものであること。
- ⑤ 上記の異常が判定された場合、動力を遮断し、かごを制止させ、ブザー等の警報を発し、かご戸及び乗場戸を閉じさせるものであること。
- ⑥ 動作異常判定プログラムは、通常の運転制御から独立しており、変更が出来ない仕組みにすること。
- ⑦ 動作感知装置が故障等で作動不能の場合に動力を遮断し、かごを制止させる装置が設けられていること。

- b. 2 特定距離感知装置について
 - a. 2と同様の評価をすること。
 - b. 3 安全制御プログラム等について
 - a. 3と同様の評価をすること。ただし、a. 3①ニ.及び a. 3②チ.の待機型ブレーキは、常時作動型二重系ブレーキとする。
 - b. 4 全体のシステム（制動能力等）について
 - 別紙1の試験条件・方法で動力を切った時、表1（い）欄に掲げる区分に応じて、同表（ろ）欄に掲げる部分の距離が同表（は）欄に掲げる数値の範囲内において、かごが安全に制止すること。
 - c. 信頼性確保のための構造基準
 - 以下を確認する。
 - ① 各装置は、通常の昇降による動作回数では著しく摩耗劣化することなく、かごの走行・振動で誤動作しないものであること。
 - ② 戸開走行保護装置は以下の環境条件で、エレベーター運転中に、装置の誤動作や不動作が生じないようにしていることが確認されていること。
 - (ア) 静電気ノイズ
 - (イ) 電磁誘導ノイズ（制御盤内部で発生するノイズも含む）
 - (ウ) 雷ノイズ
 - (エ) コイル電流遮断時のサージ電圧
 - (オ) 温度環境（低温、高温）
 - (カ) 湿度環境（低湿、高湿）
 - (キ) 電源電圧変動（瞬時停電含む）
 - (ク) 塵埃
 - (ケ) 輸送時振動・衝撃
 - ③ 戸開走行保護装置に対するFMEA（Failure Mode and Effect Analysis：故障モードとその影響の解析）が行われており、どの部品の故障、電源の異常状態が生じても不安全な状態に至らないことが確認されていること。
 - ④ 各装置は、設計及び実機試験で確認した動作回数、経年による寿命を考慮し、交換基準を定め、この基準に達した時点で、交換が行われる仕組みになっていること。
 - ⑤ 各スイッチ、コンタクト、継電器等は堅固な構造のものとし、振動等で経年的な緩みの発生しない取り付けとすること。また、これらの接点容量、接点開路時の接点間空間間隔と接点間の沿面距離は、回路の電圧電流に適したものであること。
 - ⑥ 待機型ブレーキは1年に1回その機能が確認される仕組みになっていること。
 - d. 例示以外の構造基準
 - 前記 a. b.に例示したもの以外の構造にする場合は、例示したものと同等以上の機能、性能、信頼性を有すること。
- 2) 建築基準法施行令第129条の10第4項に係る油圧式エレベーターの安全装置についての評価基準
- a. 待機型二重系逆止弁（通常の停止時に開いている逆止弁）の場合
 - a. 1 待機型逆止弁について
 - 通常の停止時に開いている逆止弁は以下の構造であることを確認する。
 - ① 通常の停止時に閉じるべき逆止弁が閉止しない時、安定確実に閉止する構造であり、堅固に設置され、作動した場合、かごを制止させ、ブザー等の警報を発し、かごの出

入口の戸（以下かご戸という）及び昇降路出入口の戸（以下乗場戸という）を閉じさせるものであること。

② この逆止弁は、電磁式逆止弁とし、電源が遮断されると管路が閉じる構造であること。

a. 2 特定距離感知装置について

かごが乗場床面から上下に特定の距離を超えて移動したことを感知する通常の運転制御から独立した装置が設けられ、この装置は以下の構造であることを確認する。

① 特定の距離は、ドアゾーン以内とし、これを超えて移動したことを感知するスイッチが設けられていること。

② このスイッチは、故障に対し二重系であること。

a. 3 安全制御プログラム等について

a. 2 及び「かご戸又は乗場戸が開いた状態を感知する装置」を共に感知した時、通常の運転制御から独立して「自動的に動力を遮断しかごを制止させる制御」について、以下の構造であることを確認すること。

① リレーシーケンス制御方式の場合、

イ. かご戸スイッチの戸開時開状態になる接点と各階乗場戸スイッチの戸開時開状態になる接点を直列に接続した回路。

ロ. a. 2①のスイッチの感知時開状態になる接点を直列に接続した回路。

ハ. a. 3①イ. と a. 3①ロ. の回路を並列に接続し、戸開走行を感知出来る回路。

ニ. 通常運転用から独立したコンタクタのコイルに a. 3①ハ. の回路を直列に挿入し、このコンタクタの常開接点を電動機動力回路及び待機型逆止弁の励磁コイルに直列に接続した回路。

② マイコン制御方式の場合、

イ. かご戸スイッチ、各乗場戸スイッチの接点信号を、確実な各2つの入力インターフェースによって、CPUを使用した論理判定装置に取り込む回路。

ロ. a. 2①のスイッチの接点の出力信号を、確実な各2つの入力インターフェースによって、CPUを使用した論理判定装置に取り込む回路。

ハ. 上記入力インターフェースを介して取り込まれた信号によって、戸開走行発生の有無を判定する論理プログラムを有する論理判定装置。

ニ. 判定の遅れにより安全性が損なわれないような時間のサイクルタイムを有する論理プログラム。

ホ. 論理プログラムを処理する、運転制御プログラム用CPUとは別のCPU。

ヘ. 論理プログラムが異常な動作をしていることを感知し、動力を遮断し、かごを制止させる装置、例えばウォッチドッグタイマー。

ト. 論理プログラムの内容変更ができない仕組み。

チ. 論理判定装置の出力信号によって、コイル電流が投入・遮断される通常運転から独立したコンタクタ。このコンタクタの常開接点が電動機動力回路及び待機型逆止弁の励磁コイルに直列に挿入されている回路。

リ. 前記論理判定装置がコンタクタのコイル電流遮断信号を出さない故障をした場合、これを感知し、動力を遮断し、かごを制止する装置。

注1：かご戸スイッチ及び乗場戸スイッチは「強制開離構造」であり、戸の全閉位置から25mm以内で接点が閉じる構造にすること。

注2：上記の a. 3①ニ. 及び a. 3②チ. のコンタクタの常開接点は開不能故障に対し二重系になっていること。

注3：上記の a. 3②イ. 及びロ. の入力インターフェースは二重系になっていること。

注4：制止とは安全が確認される迄、自動運転に復帰させることが出来ない停止方法をいう。

注5：二重系とは制動装置又は制御器が故障時、正常状態が保証された他の安全装置で機能を全うするものをいう。この場合、制動装置又は制御器故障した場合に動力を遮断し（最寄り階に停止後を含む）かごを制止させる。

（注1～5は以下の基準においても適用する）

a. 4 全体のシステム（制動能力等）について

別紙3の試験条件・方法で動力を切った時、表2（い）欄に掲げる区分に応じて、同表（ろ）欄に掲げる部分の距離が同表（は）欄に掲げる数値の範囲内において、かごが安全に制止することを確認する。

表2 動力切れ時のかごの停止範囲

（い）	（ろ）	（は）
かごが上昇している場合	かご床面と昇降路の出入口の上枠との間の垂直距離	100cm以上の範囲 （斜行式エレベーターの場合、この距離が180cm以上ある場合、「かごの出入口の縦枠と昇降路の出入口の縦枠との間の水平距離」は30cmでよい。）
	かごのつま先保護板の直線部先端と昇降路の出入口の床面との間の垂直距離	11cm以下の範囲
	斜行式エレベーターにおいて、かごの出入口の縦枠と昇降路の出入口の縦枠との間の水平距離	50cm以上の範囲
	斜行式エレベーターにおいて、かごの側壁と昇降路の出入口の縦枠との水平距離	11cm以下の範囲
かごが下降している場合	かごの出入口の上枠と昇降路の出入口の床面との間の垂直距離	100cm以上の範囲（斜行式エレベーターの場合、この距離が180cm以上ある場合、「かごの出入口の縦枠と昇降路の出入口の縦枠との間の水平距離」は30cmでよい。）
	斜行式エレベーターにおいて、かごの出入口の縦枠と昇降路の出入口の縦枠との間の水平距離	50cm以上の範囲
	斜行式エレベーターにおいて、かごの側壁と昇降路の出入口の縦枠との水平距離	11cm以下の範囲

b. 常時作動型二重系逆止弁の場合

b. 1 常時作動型逆止弁について

(1) 常時作動型逆止弁の構造

常時作動型逆止弁は以下の構造であることを確認する。

- ① 主たる逆止弁と補助逆止弁は、機械的に独立した逆止弁により制動力を出すこと。
- ② 主たる逆止弁と補助逆止弁は、電磁式逆止弁とし、電源が遮断されると管路が閉じる構造であること。
- ③ 高頻度の作動に対して安定確実な構造であり堅固に設置されていること。
- ④ 単一要因による故障に対して、能力の二分の一を超える制動機能の喪失に至らないこと。

(2) 常時作動型逆止弁の動作感知装置

主たる逆止弁と補助逆止弁がそれぞれ正常に作動していることを感知する装置が独立して設けられ、この装置は以下の構造であることを確認する。

- ① 高頻度の作動に対して安定確実な構造であり堅固に設置されていること。
- ② 装置の出力が接点の場合には、接点構造は、回路電圧に適したものであること。
- ③ 逆止弁の異常動作を検出する、あるいは定期的に各々の逆止弁を自動的に開放し、かごが所定値以上下降したことを感知することにより逆止弁の異常を判定するものであること。
- ④ 上記の異常が判定された場合、動力を遮断し、かごを制止させ、ブザー等の警報を発生し、かご戸及び乗場戸を閉じさせるものであること。
- ⑤ 動作異常判定プログラムは、通常の運転制御から独立しており、変更が出来ない仕組みにすること。
- ⑥ 動作感知装置が故障等で作動不能の場合に動力を遮断し、かごを制止させる装置が設けられていること。

b. 2 特定距離感知装置について

a. 2 と同様の評価をすること。

b. 3 安全制御プログラム等について

a. 3 と同様の評価をすること。ただし、a. 3 ①ニ.及び a. 3 ②チ.の、待機型逆止弁は常時作動型二重系逆止弁とする。

b. 4 全体のシステム（制動能力等）について

別紙3の試験条件・方法で動力を切った時、表2（い）欄に掲げる区分に応じて、同表（ろ）欄に掲げる部分の距離が同表（は）欄に掲げる数値の範囲内において、かごが安全に制止すること。

c. 信頼性確保のための構造基準

以下を確認する。

- ① 各装置は、通常の昇降による動作回数では著しく摩耗劣化することなく、かごの走行・振動で誤動作しないものであること。
- ② 戸開走行保護装置は以下の環境条件で、エレベーター運転中に、装置の誤動作や不動作が生じないようにしていることが確認されていること。

(コ) 静電気ノイズ

(サ) 電磁誘導ノイズ（制御盤内部で発生するノイズも含む）

(シ) 雷ノイズ

- (ス) コイル電流遮断時のサージ電圧
 - (セ) 温度環境（低温、高温）
 - (ソ) 湿度環境（低湿、高湿）
 - (タ) 電源電圧変動（瞬時停電含む）
 - (チ) 塵埃
 - (ツ) 輸送時振動・衝撃
- ③ 戸開走行保護装置に対する FMEA (Failure Mode and Effect Analysis : 故障モードとその影響の解析) が行われており、どの部品の故障、電源の異常状態が生じても不安全な状態に至らないことが確認されていること。
- ④ 各装置は、設計及び実機試験で確認した動作回数、経年による寿命を考慮し、交換基準を定め、この基準に達した時点で、交換が行われる仕組みになっていること。
- ⑤ 各スイッチ、コンタクタ、継電器等は堅固な構造のものとし、振動等で経年的な緩みの発生しない取り付けとすること。また、これらの接点容量、接点开路時の接点間空間間隔と接点間の沿面距離は、回路の電圧電流に適したものであること。
- ⑥ 待機型逆止弁は1年に1回その機能が確認される仕組みになっていること。
- ⑦ 油圧ジャッキ又は油圧配管からの継続した油漏れが許容レベルを超えた時にかごを制止する装置を有すること。(例えば床合せ補正装置が一定時間内に許容回数を超えたことを検出或いは油漏れを直接検出してかごを制止する等)
- d. 例示以外の構造基準
前記 a. b. に例示したもの以外の構造にする場合は、例示したものと同等以上の機能、性能、信頼性を有すること。

第4条 性能評価書

性能評価書は、以下の項目について記述する。

- (1) 性能評価番号、性能評価完了年月日
- (2) 申請者名（会社名、代表者名、住所）
- (3) エレベーター又はエスカレーターの名称
- (4) 性能評価対象項目とその理由
- (5) 性能評価内容
- (6) 性能評価結果
- (7) その他、評価過程で性能評価書に記述が必要と考えられる事項
- (8) 全体仕様書（検査の方法を含む）
- (9) 性能評価範囲を示す仕様書及び図面

別紙1 試験条件・方法

1. 試験条件

- ① 当該ブレーキが適用される最大積載量のエレベーター。
- ② つり合おもりのあるものは最小のバランスパーセントのエレベーター。
- ③ 減速機付き巻上機に適用するブレーキについては、逆駆動効率が最大となる減速機を使用したエレベーター。
- ④ 加速から停止に到る距離が最大となる適用のエレベーター。
(トラクション能力及び慣性モーメントを考慮)

2. 待機型二重系ブレーキの試験方法

- ① かごが a. 2①に記載の特定距離内において、無負荷（トラクション式のみ）及び定格負荷で、微速走行（リレベル速度）中、常時作動のブレーキを開放状態に保ったまま着床ゾーン（概ね±10mm）で動力を遮断した時、待機系ブレーキが作動し、表1の範囲に停止すること。
この試験を3回行う。（無負荷あるいは定格負荷、いずれか停止距離の長い方で行う。）
- ② 停止中又は床合せ補正運転中、故障時出しうる最高加速度・最高速度でかごを無負荷上昇（トラクション式のみ）及び定格負荷下降させ a. 2①に記載の特定の距離を通過させた時、待機系のブレーキのみで表1の範囲に停止すること。
この試験を3回行う。（無負荷あるいは定格負荷、いずれか停止距離の長い方で行う。）
- ③ 無負荷上昇（トラクション式のみ）及び定格負荷下降時、かご戸及び乗場戸が開いた状態で走行指令に従ってかごを起動させたとき、待機系のブレーキのみで表1の範囲に停止すること。
この試験を3回行う。（無負荷あるいは定格負荷、いずれか停止距離の長い方で行う。）

3. 常時作動型二重系ブレーキの試験方法

- ① かごが a. 2①に記載の特定の距離内において、無負荷（トラクション式のみ）及び定格負荷で、微速走行（リレベル速度）中、片側のブレーキパッドを開放状態に保ったまま着床ゾーン（概ね±10mm）で動力を遮断した時に、他方1個のブレーキパッドによる制動力で、表1の範囲に停止すること。この試験をブレーキパッド毎、各3回行う。
(無負荷あるいは定格負荷、いずれか停止距離の長い方で行う。)
- ② 停止中又は床合せ補正運転中、故障時出しうる最高加速度・最高速度でかごを無負荷上昇（トラクション式のみ）及び定格負荷下降させ a. 2①に記載の特定の距離を通過させた時、2個のブレーキパッドで表1の範囲に停止すること。
この試験を3回行う。（無負荷あるいは定格負荷、いずれか停止距離の長い方で行う。）
- ③ 無負荷上昇（トラクション式のみ）及び定格負荷下降時、かご戸及び乗場戸が開いた状態で走行指令に従ってかごを起動させたとき、2個のブレーキパッドで表1の範囲に停止すること。
この試験を3回行う。（無負荷あるいは定格負荷、いずれか停止距離の長い方で行う。）

別紙2 試験条件・方法

1. 試験条件

- ① 当該逆止弁が適用される最大総重量のエレベーター。
- ② 加速から停止に到る距離が最大となる適用のエレベーター。（慣性モーメントを考慮）

2. 待機型二重系逆止弁の試験方法

- ① かごが a. 2 ①に記載の特定距離内において、定格負荷で微速走行（リレベル速度）中、常時作動の逆止弁を開放状態に保ったまま着床ゾーン（概ね±10mm）で動力を遮断した時、待機型逆止弁が作動し、表1の範囲に停止すること。
この試験を3回行う。
- ② 停止中又は床合せ補正運転中、故障時出しうる最高加速度・最高速度でかごを定格負荷下降させ a. 2 ①に記載の特定の距離を通過させた時、待機型逆止弁のみで表1の範囲に停止すること。
この試験を3回行う。
- ③ 定格負荷下降時、かご戸及び乗場戸が開いた状態で走行指令に従ってかごを起動させたとき、待機型逆止弁のみで表1の範囲に停止すること。
この試験を3回行う。

3. 常時作動型二重系逆止弁の試験方法

- ① かごが a. 2 ①に記載の特定の距離内において、定格負荷で微速走行（リレベル速度）中、片側の逆止弁を開放状態に保ったまま着床ゾーン（概ね±10mm）で動力を遮断した時に、他方一個の逆止弁による制動力で、表1の範囲に停止すること。
この試験を各々の逆止弁毎、各3回行う。
- ② 停止中又は床合せ補正運転中、故障時出しうる最高加速度・最高速度でかごを定格負荷下降させ a. 2 ①に記載の特定の距離を通過させた時、1個又は2個の逆止弁で表1の範囲に停止すること。
この試験を3回行う。
- ③ 定格負荷下降時、かご戸及び乗場戸が開いた状態で走行指令に従ってかごを起動させたとき、1個又は2個の逆止弁で表1の範囲に停止すること。
この試験を3回行う。

2.4.3 技術基準への活用

(1) 建築基準法の技術基準への反映

戸開走行防止及びブレーキシステムについて、戸開走行保護装置として、建築基準法施行令改正及び施行令の規定に基づく大臣認定に必要な性能評価の基準に反映された。

(参考資料9 (資料編) 参照)

(2) エレベーターのJIS化の検討

昇降機の安全要求事項のJIS化の必要性に向けて、「EN81-1:1998 (Amendment A1:2005, Amendment A2:20054 を含む)」を基に、建築基準法等の関係法令、昇降機技術基準の解説、日本エレベーター協会標準等との整合を図るとともに、ISO - GESRs (国際必須安全要求事項) に沿った仕様規定の策定について検討を行った。

内容は、制御システムだけでなく、エレベーターの安全全般に関する事を対象としており、欧州規格で規定されている安全部品 (乗場ドア施錠装置、非常止め装置、調速機、緩衝器、電子部品を含む安全回路、上方向過速保護) の検査方法 (性能評価) も含んだものとなっている。

2.5 維持保全技術の検討

(1) エレベーターの保守技術の現状調査

ビルやマンションの高層化や高齢化により、エレベーター設備が生活上の必須設備となっている。また、利便性と快適性の向上が求められ、エレベーター機器の構成も複雑多岐になっている。そのため、エレベーターの保守点検による停止時間の短縮化が求められ、一方では、保守すべき機器の種類が多くなっているため多岐に亘る点検項目をこなすことが必要になっており、短時間に多くの点検を的確に行うという保守員に求められる技量が高くなっている。また、エレベーターの保守台数は積分的に増えるので保守会社はそれに対応するため、保守員の人数を増やしてゆくことになるが、技量の高い保守員の確保は困難であるのが普通であるので、1人当たりの担当保守台数を増やし、機器の点検診断の機械化によって多くの点検項目を機械に自動的に行わせるよう対応しているのが普通である。

ここでは、保守点検において多くの時間を必要とする機器の診断に係る技術の主なものについて表 2.5.1 に示す。

表 2.5.1 エレベーター主要部品の機械化診断技術の例

No.	機器装置名	従来点検方法	機械化診断技術の例
1	主 索	かごを低速で移動させながら綱車に掛かる部分に素線断線がないか目視や手触で点検	高感度磁気探傷センサによって、かごを低速で移動させながら、素線切れ発生部位を計測・記録
2	電 磁 ブ レ ー キ	プランジャの動き、ライニングの摩耗状態、ドラムとのすき間を目視にて点検	専用の電磁ブレーキ動作診断装置にて、動作ストローク、動作時間、吸引・積放電流を測定。
3	電 動 機 絶 縁	絶縁抵抗値の変化、絶縁物の目視点検	電動機の絶縁樹脂表面に光を照射し、光センサでその反射光強度を測定して絶縁樹脂表面の色相変化を熱劣化度に換算し、寿命を診断する。
4	軸 受 け	聴診、触診で異常を点検	軸受け内部からでる高周波の弾性波をAEセンサで検知診断する。

(2) 遠隔診断を含めたエレベーターの保守の現状調査

エレベーターの保全方式には、現地に保守員が出向いて点検する現地保全と、電話回線等を利用して、エレベーターの状態を保守センターで診断する遠隔監視保全の2通りがあり、保守会社の規模によっても変わるが、主として旧来型のリレー制御方式

のエレベーターは前者で、マイコン・インバータ制御方式のエレベーターは後者で行なわれることが多い。

現地保全の場合は、次表 2.5.2 に示すように、作業の目的によって分類され、管理されている。

表 2.5.2 現地保全の作業内容

区分		作業メニュー
定期保全	初期整備	機械の初期なじみ期間に行なう初期点検・整備
	点検	各機器の走行稼動状態の点検
	整備	各機器の機能の点検
特別保全	診断	所定の稼動時間、経過年数到達時に実施する修理、オーバーホール要否の判定
	修理	<ul style="list-style-type: none"> ・所定の経過年数または稼動時間に到達した時点で定期的に部品交換 ・劣化状態を判定し、必要のつど部品交換
検査		<ul style="list-style-type: none"> ・各部品の機能検査 ・法定検査
その他		<ul style="list-style-type: none"> ・故障対策 ・コンサルティング

これらの保全作業の実施サイクルは、エレベーターの稼動時間、機器・装置の設計寿命、使用環境等によって変わってくるが、機器・装置の設計条件によって決まる保守すべき部位、交換基準に即して行なわれることが必要である。また、過去の類似機種 of 保全上の留意事項も織り込んで交換時期等を判断することも必要である。交換用装置・部品は、交換前の部品仕様と全く同じものが望ましいが、他の仕様・型式のものを使用する場合には、設計条件に合致しているか確認して交換する必要がある。

マイコン制御方式の場合には、制御部がマイコンになっているため、制御部については人間の五感による直接確認ができない。マイコン制御方式のエレベーターではその自己診断機能によってマイコン内部に診断結果を蓄積する機能を持っている。この機能を利用して蓄積された運行記録の読み出し確認や、制御プログラムの機能を確認して制御機能の確認を行なっている。この作業は専用の携帯型端末機で行われる。この端末機から読み出す作業を電話回線で保守センターから行えば、遠隔監視保全が行えることになる。ブレーキとかドア施錠装置などの機械装置は、適切なセンシング機能が備わっていない状態では、現地保全によらないと的確な点検ができないので、マイコン制御方式のエレベーターの場合には、遠隔診断保全と現地保全を組合せた保守となる。

遠隔監視診断保守の場合に、通常、各保守会社とも、計測・監視診断する主な項目

は次表 2.5.3 及び表 2.5.4 のとおりである。

表 2.5.3 計測項目

計測項目	修理・整備部位
走行時間（距離）	ガイドシュー、走行潤滑油、ロープ
起動回数	ブレーキ関連機器、制御系機器（コンタクタ等）
階床別戸開閉回数	戸関連機器
蛍光灯点灯回数	蛍光灯・安定器
蛍光灯点灯時間	

表 2.5.4 遠隔診断項目

診断項目	診断内容
かごの運行状況	<ul style="list-style-type: none"> ・運転性能診断（起動時間、加速時間、定常速度など） ・着床レベル診断
機械室の環境	<ul style="list-style-type: none"> ・機械室温度
機械室の機器の状態	<ul style="list-style-type: none"> ・制御盤内のマイコンの診断 ・制御盤内の制御リレーの動作状態 ・ブレーキの動作診断 ・油圧機器動作診断
かご内操作盤、照明などの状態	<ul style="list-style-type: none"> ・操作盤診断 ・はかり装置診断
外部連絡装置の状態	<ul style="list-style-type: none"> ・バッテリーの診断
乗り場ボタンの状態	<ul style="list-style-type: none"> ・乗り場ボタン診断
戸の安全装置および開閉装置の状態	<ul style="list-style-type: none"> ・ドア開閉状態診断（ドア開閉時間等） ・ドアスイッチ診断
昇降路、ピット内機器の診断	<ul style="list-style-type: none"> ・リミットスイッチの診断

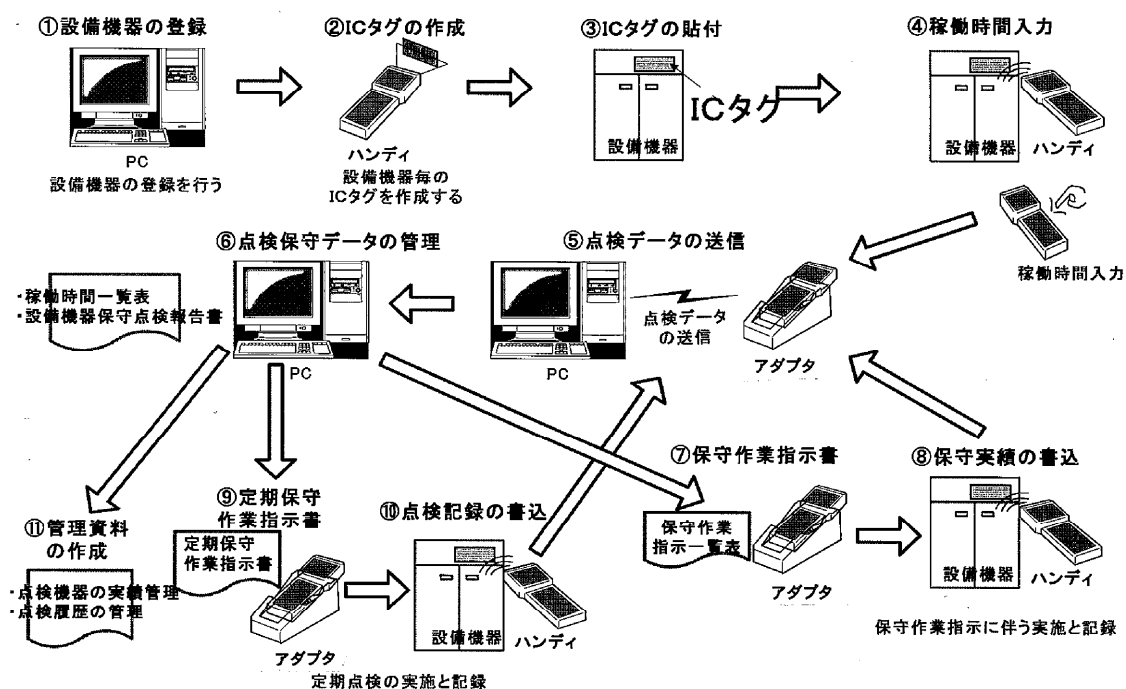
診断は、日中の稼動中にも行う稼動診断と月 1 回の夜間などの利用頻度の少ない時間帯にプログラム制御で運転させる診断運転の 2 つがある。

上記の診断機能は、故障時の故障診断の支援にも有用であり、故障発生時の記憶データから、運行状態モニタ表示、運行タイムチャート表示、シーケンスタイムチャート表示の内容など、故障情報を解析して故障の因果関係を分析し、原因の究明が行われる。

エレベーターの保守点検作業については、エレベーターの機種や型式ごとに使用されている機器や装置の仕様や特性が異なり、同種の機器・装置といえども、使用頻度の違い等により、点検内容や保守周期が異なることがある。これらの多岐に亘る機種

の保守点検を、個々の保守員は現場に応じて的確にこなす必要があるが、全ての現場において保守点検レベルの統一化を図ることは困難である。そのような中で、最近のRFID(IC タグ)技術の普及によって、保守点検作業の標準化・均一化・高度化が図られるようになってきている。以下に、RFID タグを用いた保守点検について述べる。

エレベーターの機器や装置ごとのRFID タグ (以下、IC タグという。) を作成し、保守している機器や装置にそれを張り付け、保守員が保守作業に出向いたときに携帯形のリーダライタでIC タグに書き込まれたデータを読み取り、また、行なった保守点検結果をIC タグに書き込みを行なうことにより、保守点検作業の標準化・均一化・高度化を図ることができる。



IC タグ応用の設備機器保守管理システム (イメージ図)

(特徴)

① エキスパート (専門家) の保守技術を各現場で保守員に伝授できる。

保守員が持つ携帯型リーダライタには、エレベーターの各機器装置の保守点検項目、点検方法、判定基準、調整規準が格納されているようにする。その内容は、機器装置の設計者や保守エキスパートが作成したものであるため、保守のキーポイントを外すことがなく適切な内容とすることができる。実際に保守する者は、現場でIC タグの情報を読み取ると、その機器の保守内容が携帯型リーダライタに表示され、表示された指示内容に即して保守点検することによって、経験の少ない保守員も経験豊富な保守員と同じような内容の保守ができる。即ち、保守作業がどこの現場でも標準化・均一化され、点検内容も高度化される。ここで、経験の少ない保守員で

も、基本的な保守技術（絶縁抵抗測定法、ボルト・ナットの締付法、寸法測定法など携帯型リーダライタに表示された保守作業をこなせる技術）は身に付けていなければならない。

- ② 各機器・装置の稼動時間、保守来歴等が確実に IC タグに記録できる。

数多くのエレベーターの保守を担当している保守員にとって、各現場の保守来歴や故障状況などを正確に記憶しておくことは困難である。保守員が保守の都度、保守来歴、稼動来歴、故障等不具合来歴を個々の装置に貼り付けた IC タグに記録しておけば、後日保守時に正確な保守情報が得られ、的確な計画保全が行なえる。

- ③ IC タグの情報を保守センターに伝送すれば、遠隔保守診断ができる。

IC タグの情報を各現場に備えられた送受信機に集め、保守センターに伝送することにより、保守センターで各現場の機器・装置の保守状態を把握でき、担当保守員の機器故障予兆信号の見過ごしをチェックできる。

- ④ 故障発生時に、関連する部品情報や連絡先などの素早い部品交換情報が得られる。

IC タグそれぞれに、部品情報を記録させておけば、故障発生時に交換部品の調達を迅速に行なえ、故障復帰時間の短縮を図ることができる。