

東京都内エレベーター事故調査報告書

平成27年7月

社会資本整備審議会

本報告書の調査の目的は、本件エレベーターの事故に関し、昇降機等事故調査部会により、再発防止の観点からの事故発生原因の解明、再発防止対策等に係る検討を行うことであり、事故の責任を問うことではない。

昇降機等事故調査部会

部会長 藤 田 聡

東京都内エレベーター事故調査報告書

発生日時：平成25年1月25日 17時13分ごろ

発生場所：東京都小平市 都営花小金井四丁目アパート

昇降機等事故調査部会			
部会長	藤田	聡	
委員	深尾	精一	
委員	飯島	淳子	
委員	藤田	香織	
委員	青木	義男	
委員	鎌田	崇義	
委員	辻本	誠子	
委員	中川	聡子	
委員	稲葉	博美	
委員	大谷	康博	
委員	釜池	宏	
委員	山海	敏弘	
委員	高木	堯男	
委員	高橋	儀平	
委員	田中	淳三	
委員	谷合	周三	
委員	直井	英雄	
委員	中里	朗	
委員	松久	寛	
委員	宮迫	計典	

目次

1	事故の概要	……	1
1. 1	事故の概要		
1. 2	調査の概要		
2	事実情報	……	1
2. 1	建築物に関する情報		
2. 2	エレベーターに関する情報		
2.2.1	事故機の仕様等に関する情報		
2.2.2	事故機の保守に関する情報		
2. 3	事故発生時の状況に関する情報		
2. 4	調査で得られた情報		
2.4.1	事故機の運行プログラムに関する情報		
2.4.2	ドアスイッチの状況に関する情報		
2.4.3	駆動装置の状況に関する情報		
2.4.4	制動装置に関する情報		
2.4.5	制御器に関する情報		
2.4.6	床合せ補正装置に関する情報		
2.4.7	保守管理の状況		
3	分析	……	11
3. 1	第1の事象に関する分析		
3. 2	第2の事象に関する分析		
3. 3	第3の事象に関する分析		
3. 4	第4の事象に関する分析		
4	原因	……	14
5	再発防止対策	……	15
6	意見	……	15

《参 考》

本報告書本文中に用いる用語の取扱いについて

本報告書の本文中における記述に用いる用語の使い方は、次のとおりとする。

- ① 断定できる場合
・・・「認められる」
- ② 断定できないが、ほぼ間違いない場合
・・・「推定される」
- ③ 可能性が高い場合
・・・「考えられる」
- ④ 可能性がある場合
・・・「可能性が考えられる」
・・・「可能性があると考えられる」

1 事故の概要

1. 1 事故の概要

発生日時：平成25年1月25日 17時13分ごろ

発生場所：東京都小平市 都営花小金井四丁目アパート2号棟1階

被害者：なし

事故概要：1階にて当該エレベーターに乗り込んだ利用者（居住者）3名が、行先階登録ボタンを押したところ、戸は閉まったが動かず、閉じ込め状態となった。約20秒後に戸が開いたため、利用者はかごから乗場に出たが、その直後に戸が開いたままの状態をかごが上昇を始め、戸が閉まりながら約1m上昇した位置で停止した。

1. 2 調査の概要

平成25年1月28日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び東京都職員による現地調査を実施

その他、昇降機等事故調査部会委員によるワーキングの開催、ワーキング委員、国土交通省職員による資料調査を実施。

2 事実情報

2. 1 建築物に関する情報

所在地：東京都小平市

所有者：東京都知事

管理者：東京都住宅供給公社

構造：RC（一部鉄骨造）

階数：地上5階

建物用途：共同住宅

確認済証交付年月日：平成12年4月26日

検査済証交付年月日：平成15年6月19日

2. 2 エレベーターに関する情報

2.2.1 事故機の仕様等に関する情報

(1) 事故機的主要仕様に関する情報

製造会社：シンドラエレベータ株式会社（以下「シンドラ社」という。）

製品型式：RT-9-2S-45

用 途：乗用（車いす兼用）
定格積載量・定員：600kg・9名
定格速度：45m/分
駆動方式：ロープ式（トラクション式）
制御方式：インバーター制御
操作方式：方向性乗合全自動方式
昇降行程：11.2m
停止階数：5箇所停止（1～5階）
出入口の大きさ：間口800mm×高さ2,000mm
出入口の戸：2枚戸片開き
かごの大きさ：間口1,050mm×奥行1,520mm
電動機定格容量：3.7kW
制御装置：YPC-YVF-2FO-MR
巻上機：ヘリカルギヤ・HG170型
巻上機ブレーキ：ディスク式・NFH10型
戸開走行保護装置：未設置

(2) 確認済証交付年月日：平成12年12月18日

(3) 検査済証交付年月日：平成13年12月20日

2.2.2 事故機の保守に関する情報

保守会社：シンドラー社

保守契約内容：フルメンテナンス契約（1ヶ月毎）

直近の定期検査実施日：平成24年10月30日

直近の保守点検日：平成25年 1月24日

2.3 事故発生時の状況に関する情報

管理者より得られた事故発生時の状況に関する情報は、以下のとおりである。

- (1) エレベーターのかごが1階に待機している状態で、乗場呼び登録により戸が開き、利用者3名がかごに乗り込み、かご内副操作盤の5階の行先階登録ボタンを押した。
- (2) 出入口の戸が閉まった後、かごが上昇運転せず、閉じ込め状態となり、利用者が戸開ボタン等を複数回押した。
- (3) 戸が閉まってから約20秒経過したところで、かご内の方向灯と行先階登録灯が消え、出入口の戸が開いたため、3名はかご内から乗場に出た。
- (4) 乗場に出た直後に、出入口の戸が開いたままの状態がかごが上昇を始め、戸が閉まりながら約1m上昇した位置で停止した。
- (5) 出入口の戸が完全に閉まった後、上昇運転にて2階に着床し、戸が開いた。

2. 4 調査で得られた情報

2.4.1 事故機の運行プログラムに関する情報

(1) 通常の運行プログラムに関する情報

乗場又はかご内のボタンにより行先階が登録され、1～5階の乗場戸のドアスイッチのすべて及びかご戸のドアスイッチがオンとなっていることが確認される（以下「戸閉確認」という。）と、制御盤の中にあるPLC（プログラマブルロジックコントローラ）からインバーターに運転指令が出され、インバーターの運転準備が整うと、PLCがブレーキを解放してかごの運転を開始する（図1参照）。

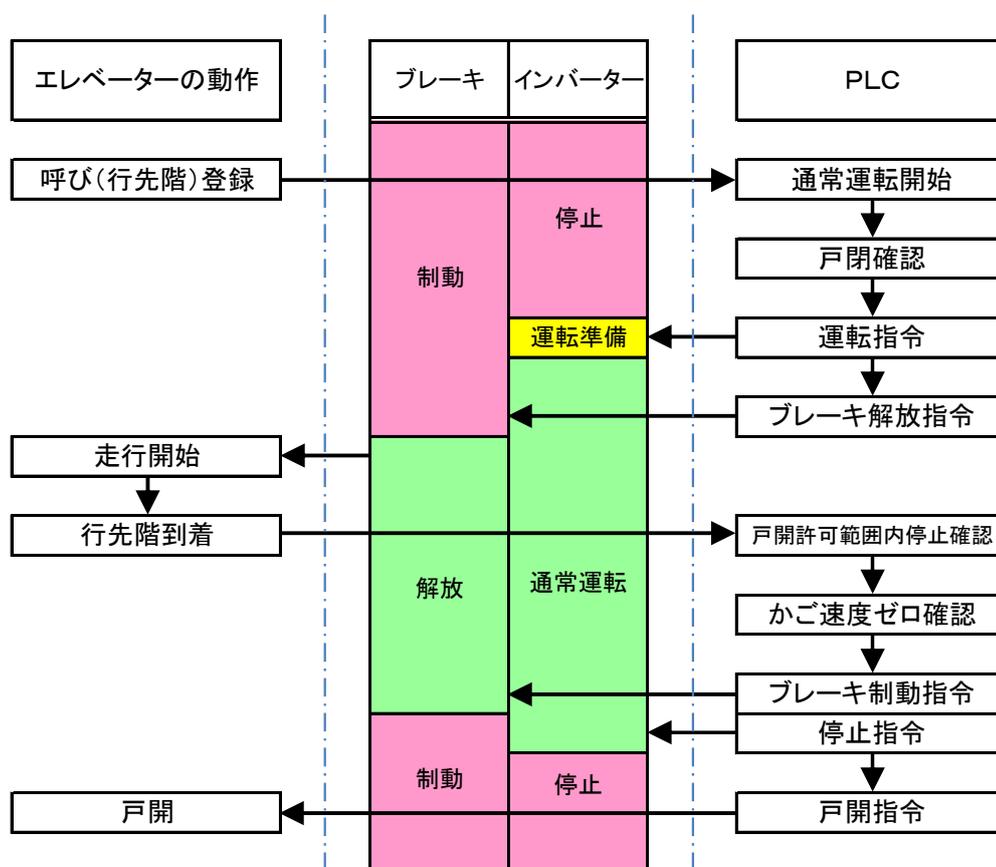


図1 通常の運行プログラム

(2) 非常停止処理に関する情報

PLCは、運転指令が出ているにも関わらず、ブレーキが解放されない等の不具合により、かごが戸開許可範囲（各階の乗場床面から±100mmの範囲）内に留まったままの状態が20秒以上継続する異常（以下「起動ロック」という。）を検出した場合や、かごが、戸が開いたままの状態でも戸開許可範囲を超えて移動した場合には、かごを停止させる処理（以下「非常停止処理」という。）を実行する。

非常停止処理の手順は、以下のとおりである。

- ① 呼び（行先階）登録を消去
 - ② インバーターに停止指令を出す
 - ③ ブレーキ制動指令を出す
 - ④ かごの停止を確認
- (3) インバーターへの停止指令に関する情報
- PLCからインバーターに停止指令が出されると、インバーターの出力がなくなり、電動機（モーター）への電圧供給がなくなる。
- また、インバーターは、インバーターが停止している時のみ運転指令を受け付けるため、通常の運転指令を実行している時に、床合せ補正運転等の別の運転指令が出されても、インバーターは通常の運転指令（電動機への電圧供給）を実行し続ける。
- (4) 救出運転に関する情報
- PLCは、非常停止処理により停止したかごが戸開許可範囲の外にある場合には、戸が閉まっていることを確認した後にかごを最寄階に移動させる処理（以下「救出運転」という。）を実行する。

2.4.2 ドアスイッチの状況に関する情報

すべての乗場戸及びかご戸のドアスイッチに、異常は見られなかった。
また、戸閉確認用のリレーにも、異常は見られなかった。

2.4.3 駆動装置の状況に関する情報

巻上機、綱車ロープ溝及び主索（ワイヤロープ）に、異常は見られなかった。

2.4.4 制動装置に関する情報

(1) ブレーキの状況に関する情報

- ① ブレーキは、ディスク式ブレーキであり、ブレーキの作動状態を検出するためのブレーキスイッチ等は設置されていなかった。
- ② ブレーキディスクの取付状態に、異常は見られなかった。
- ③ ブレーキライニングの摩耗状況に、異常は見られなかった。
- ④ ブレーキギャップは設定値どおりであり、作動状態に異常は見られなかった。

(2) ブレーキの制動力に関する情報

- ① 表1に示したとおり、電動機に、インバーター出力の上限である200%のトルクが発生した場合も、ブレーキ制動トルクが上回っているため、かごは動かない。
- ② 一方、試験用巻上機単体を用いた再現試験において、インバーターに運転指令を出した後、ブレーキ制動したままの状態を継続すると、インバーターは電動機に200%のトルク指令を出し、その際、瞬間的に、電動機にわずかな回転が生じる場合があることが確認された。

表1 電動機トルクとブレーキ制動トルクの関係

	計算値 [N・m]
電動機トルク	36.2
電動機トルク×200%	72.4
ブレーキ制動トルク	78.4

(3) ブレーキ回路の構成に関する情報

ブレーキ回路は、3接点型の電磁接触器を2つ（電磁接触器Aと電磁接触器B）使用し、それぞれの3つの主接点がすべて直列に接続されている（図2参照）。そのため、電磁接触器Aのみがオンしている状態ではブレーキ回路に電流は流れず、ブレーキは解放されない回路構成となっている。

- ① 電磁接触器A：PLCから出力された信号により、リレーターミナルに搭載されているリレーX6がオンになることで、電磁接触器Aがオンになる構成となっている。
- ② 電磁接触器B：PLCから出力された信号によりリレーターミナルに搭載されているリレーX5がオンになり、また、インバーターの運転準備が整いINV接点がオンになり、さらに、①により電磁接触器Aの接点がオンになる3つの条件が揃うことで電磁接触器Bがオンになる構成となっている。

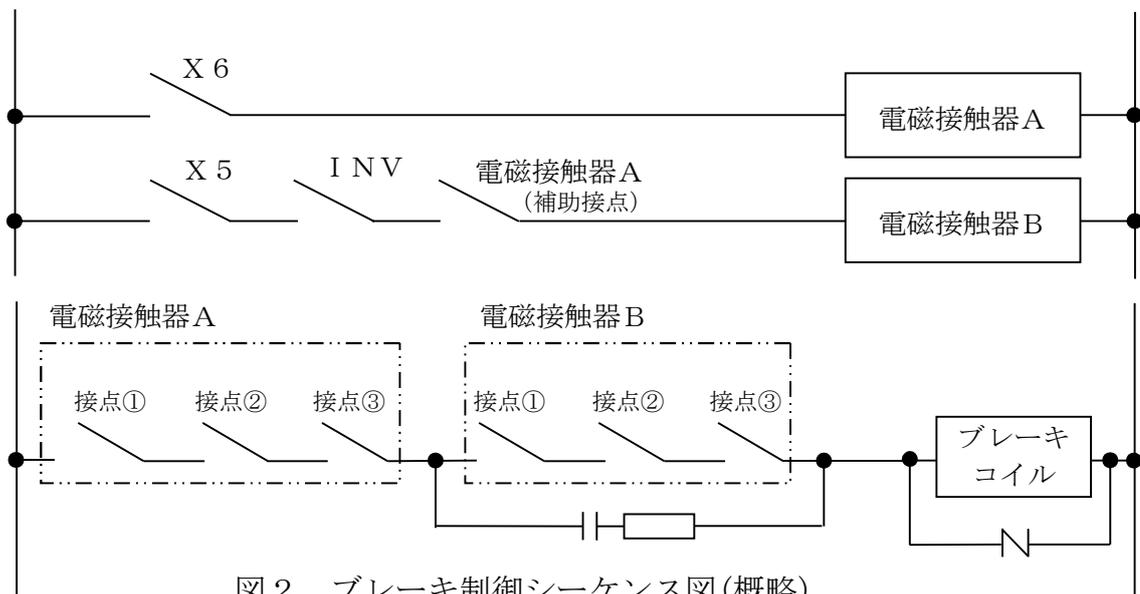


図2 ブレーキ制御シーケンス図(概略)

2.4.5 制御器に関する情報

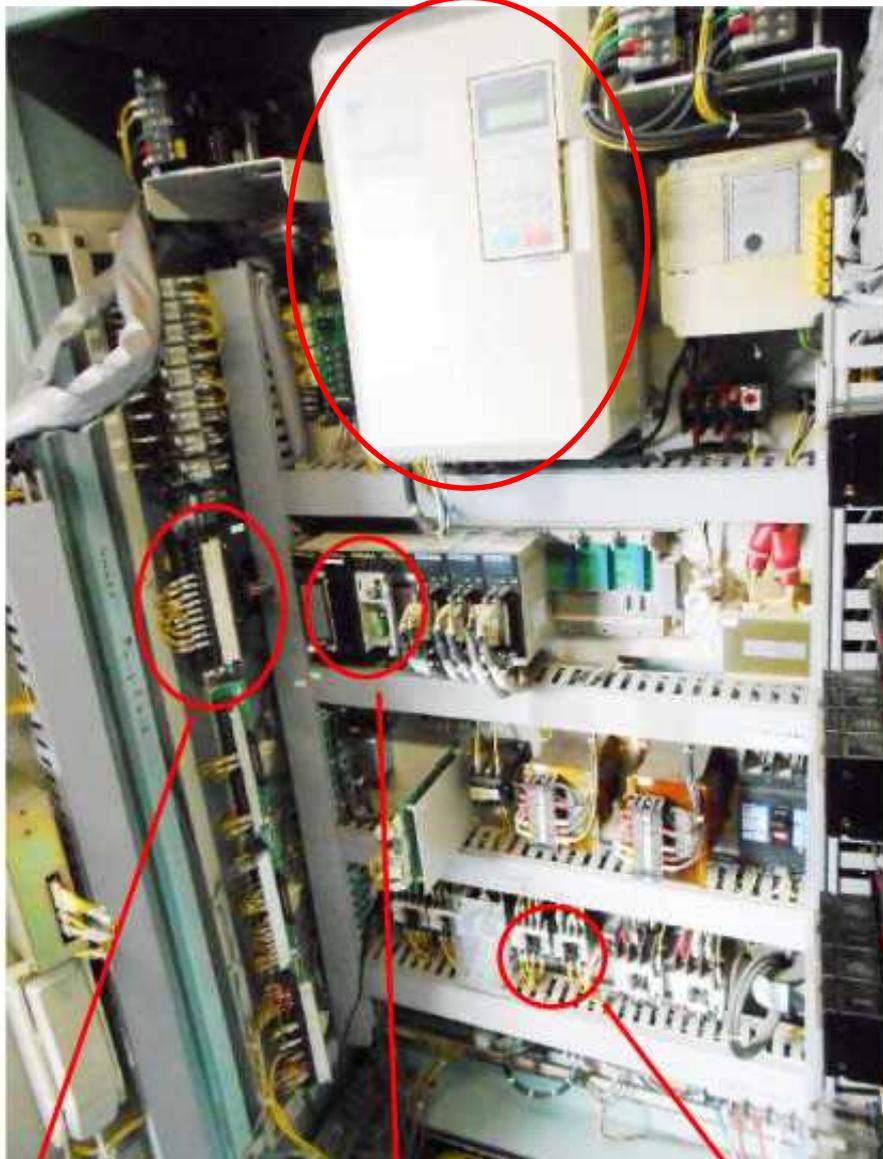
(1) 制御盤の状況に関する情報

制御盤に外観上の異常は見られなかった（写真1）。

(2) インバーターの状況に関する情報

事故機のインバーターには自己診断機能があり、異常は見られなかった。また、INV接点についても正常に動作し、異常は見られなかった。

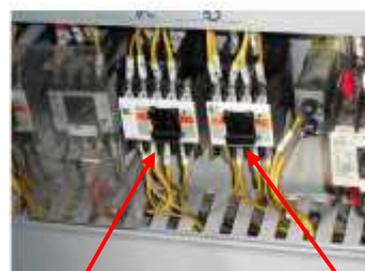
インバーター



リレーターミナル



PLC



電磁接触器B

電磁接触器A

写真1 制御盤

(3) PLCの状況に関する情報

- ① PLCに外観上の異常は見られなかった。
- ② 入出力信号に異常は見られなかった。
- ③ PLCの記録を確認したところ、起動ロック検出時点において、かごが上方向の床合せ補正範囲内（各階の乗場床面から±7～100mmの範囲・2.4.6参照）にあることを検出していた。
- ④ インバーターに停止指令を出すプログラムのタイマー設定値が、本来は「0」となっているべきところ、「10」（1秒に相当）という誤った値が設定されていた。



写真2 タイマー設定

なお、シンドラ社の報告によれば、タイマーに誤った値が設定されていたのは、設計からの指示が間違っていたことによるものであり、また、設計上不要なタイマーが設けられていたのは、タイマー設定が必要な他機種のエレベーターと制御装置を共用していたことによるとのことであった。

(4) リレーターミナルの状況に関する情報

- ① リレーターミナルに外観上の異常は見られなかった。
- ② リレーターミナルに搭載されているリレーのうち、リレーX6がオン故障していた。

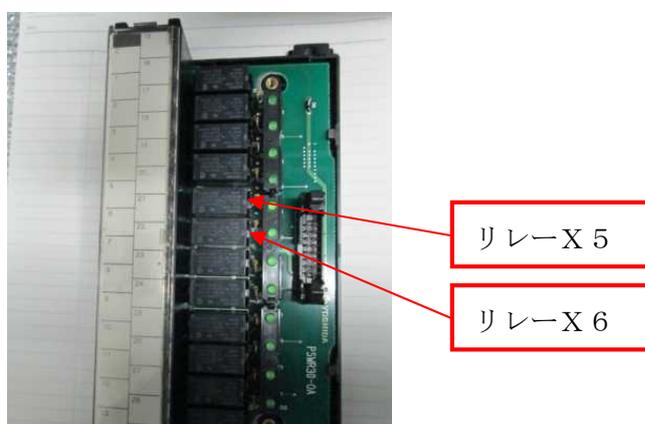


写真3 リレーターミナル

③ リレーは、エレベーター設置後一度も交換されていなかった。

④ リレーの負荷仕様については、表2のとおりである。

表2 リレーの負荷仕様

リレー	負荷	電流値	耐久作動回数	動作頻度
X 1	遠隔信号用	50mA 以下	1000 万回	異常時
X 2	ゴミ除去機能戸開待機エラー発報	50mA 以下	1000 万回	発報時
X 3	低速戸開指令	50mA 以下	1000 万回	身障者用ボタン操作時のみ
X 4	S波2段地震感知リセット	15mA	1000 万回	地震時
X 5	ブレーキ（電磁接触器B）	450mA	70 万回	毎起動時
X 6	ブレーキ（電磁接触器A）	450mA	70 万回	毎起動時
X 7	各階休止表示灯	500mA 以下	70 万回	休止時
X 8	各階車いす運転表示灯	500mA 以下	70 万回	特別運転時
X 9	各階専用運転灯	500mA 以下	70 万回	特別運転時
X 10	通常時インバーター電源入	1.9A	10 万回	電源投入時
X 11	停電時インバーター電源入	1.9A	10 万回	停電時
X 12	停電時突入電源防止抵抗短絡	0.95A	25 万回	停電時

(注) 耐久作動回数は、シンドラ社が、メーカーから提出された電氣的耐久曲線に基づき、本件事故後に評価した数値

(5) 事故機及び他号機搭載リレーの接点の状況等に関する調査結果

リレーの製造会社が、リレーターミナルの製造会社からの依頼に基づき、事故機及び他号機に搭載されていたリレーX5とリレーX6の接点の状況等について調査した結果は、以下のとおりである。

表3 リレーの接点状況

号機	リレー名称		累積作動回数
	X 5	X 6	
事故機	溶融痕あり	接点溶着	1 4 0 万回
A	異常なし	異常なし	1 1 5 万回
B	異常なし	溶融痕あり	1 1 0 万回
C	溶融痕あり	異常なし	7 7 万回
D	溶融痕あり	溶融痕あり	7 2 万回

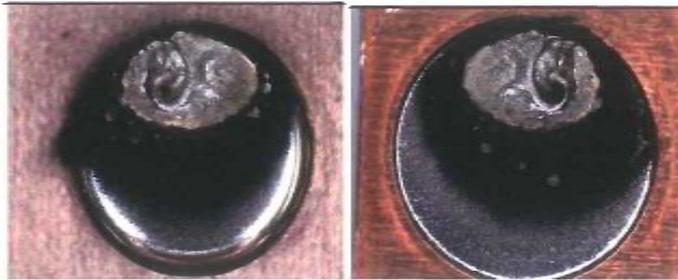
X 5



可動接点

固定接点

X 6



可動接点

固定接点

写真4 事故機のリレーの接点の状況

- ① 事故機のリレーX 6に接点溶着が確認され動作不良となっていた。また、事故機のリレーX 5を含め、接点に溶融痕が見られるものがあった（ただし、溶融痕が見られるリレーは、すべて動作可能であった）。
- ② 動作特性及び接点の接触抵抗等に異常は見られなかった。（事故機のリレーX 6については、接点溶着を引きはがした後に測定）
- ③ リレーの内部構造（部品の組合せ状態など）に異常は見られなかった。
- ④ 接点面への異物付着や摺動部への異物介在などの痕跡は見られなかった。

なお、シンドラ社は、リレー接点が溶着に至った要因として、接点閉時突入電流を考慮した場合の耐久作動回数（70万回）を大幅に超過してリレーを使用し続けた（140万回）ことが考えられると報告している。

(6) 電磁接触器の状況に関する情報

事故前日の平成25年1月24日に定期点検を実施した際、電磁接触器Bを長期保全計画に基づき交換していたが、交換する際に主接点3つを直列に配線すべきところ、誤って1つの接点を電流容量の小さい補助接点に接続していた。

(7) かご位置検出センサーの状況に関する情報

かご位置検出センサーに異常は見られなかった。

2.4.6 床合せ補正装置に関する情報

事故機は車いす兼用仕様であったことから、利用者の乗り降りによる荷重変動等で主索が伸び縮みした場合や、着床時の誤差（事故機においては±10mm）

により、かご床面と乗場床面との段差が大きくなることを防止するため、戸が開いた状態で再床合せを行う「床合せ補正装置」が設置されていた。

なお、建築基準法令の規定では、着床面を基準として75mm以内の位置において補正することができるものに限るとされているが、床合せ補正装置の設定条件を調査した結果、かごと当該階の床面のずれが±7～100mmの範囲である場合に床合せ補正装置が作動する設定となっていた。

2.4.7 保守管理の状況

- (1) 直近の定期検査及び保守点検においては、電磁接触器やリレーの作動不良等の指摘はなかった。
- (2) リレーターミナルについては、長期保全計画において、平成27年に交換することが計画されていた。

3 分析

本事故においては、2. 3に示したとおり、以下の連続した4つの事象が生じたことが認められる。

- (1) 利用者が、1階に着床しているかごに乗り込み、かご内の操作盤にある行先階登録ボタンを押したところ、戸は閉まったが動かず、閉じ込め状態となった（第1の事象）
- (2) 戸が閉まってから約20秒後に戸が開き、利用者は、かごから乗場に出た（第2の事象）
- (3) 利用者が乗場に出た直後に、戸が開いたままの状態をかごが上昇を始め、戸が閉まりながら約1m上昇した位置で停止した（第3の事象）
- (4) 出入口の戸が完全に閉まった後、上昇運転にて2階に着床し、戸が開いた（第4の事象）

3. 1 第1の事象に関する分析

2.4.5(5)に示したとおり、ブレーキの解放に関するリレーのうち、リレーX6の接点は溶着し、リレーX5の接点には溶融痕が認められたことから、事故発生時にリレーX5又はリレーX6に接触不良が生じた可能性が考えられる。

このため、利用者が1階にてかごに乗り込み、5階の行先階登録ボタンを押したことから、戸閉確認後に、PLCがインバーターに運転指令を出し、運転指令を受けたインバーターは、運転準備が整ったところでINV接点をオンにしたが、リレーX5又はリレーX6が一時的にオフ故障したためにブレーキが解放されず、かごが停止したままになった可能性が考えられる。

また、かごは床合せ補正範囲内で停止していたが、これは、着床時の誤差のほか、インバーターが、ブレーキ制動により停止したままのかごを、定格速度まで加速させようとして200%のトルク指令を出し、その際、瞬間的にブレーキ制動トルクを超えるトルクが電動機に発生し、かごが数mm上昇した可能性が考えられる。

なお、電磁接触器Bは、事故前日に交換された際、主接点を3つ直列に配線すべきところ、誤って1つが電流容量の小さい補助接点に接続されていたが、ブレーキ回路の動作としては正常に機能しており、事故に直結する影響が生じた可能性は低いと考えられる。

3. 2 第2の事象に関する分析

2.4.5(3)に示したとおり、インバーターに停止指令を出すプログラムのタイマー設定値が、本来は「0」となっているべきところ、「10」（1秒に相当）という値が設定されていたことから、停止指令が直ちに出されない状態になっていたことが認められる。

このため、P L Cは、かごが戸開許可範囲内に留まった状態が20秒経過したところで、2.4.1(2)に示したとおり、起動ロックを検出し、非常停止処理を実行し、インバーターへ停止指令を出そうとしたが、P L Cのインバーターに停止指令を出すプログラムのタイマー設定値に誤りがあったことから、インバーターへの停止指令が直ちに出不されないまま、P L Cの非常停止処理手順が進み、かごが戸開許可範囲内に停止していたため、戸開指令が出され、戸が開いたものと考えられる。

なお、非常停止処理によりブレーキ制動された状態であっても、インバーターは通常の運転指令に基づき電動機へ電圧供給を継続していたと考えられる。

3. 3 第3の事象に関する分析

第2の事象において、戸開指令の手順まで進んだことから、インバーターへの停止指令が出されないまま、非常停止処理のプログラムが終了したのと考えられる。

また、戸が開いた際、かごが床合せ補正範囲内にあったため、2.4.6に示した床合せ補正装置が作動しようとしたのと考えられる。

しかしながら、2.4.1(3)に示したとおり、インバーターは、インバーターが停止している時のみ運転指令を受け付けるため、インバーターへの停止指令が出されないまま、床合せ補正の運転指令が出されても、インバーターは通常の運転指令(電動機への電圧供給)を実行し続けていたのと考えられる。

P L Cは、引き続き、床合せ補正処理手順に基づき、床合せ補正の運転指令を出した後、ブレーキ解放指令を出したものと推定されるが、この時点で、接触不良が生じていたリレーX5又はリレーX6のオフ故障が解消してブレーキが解放された可能性が考えられ、一方で、インバーターが通常の運転指令を実行し続けていたことから、床合せ補正運転ではなく、定格速度に達するための加速度でかごが上昇したのと考えられる。

さらに、P L Cは、戸が開いたままの状態をかごが上昇し、100mm上昇した時点で戸開許可範囲を超えたことを検出したため、2.4.1(2)に示したとおり、非常停止処理を実行し、約1m上昇した位置で停止したのと考えられる。

3. 4 第4の事象に関する分析

P L Cは、非常停止処理により停止したかごが戸開許可範囲の外にあったことから、2.4.1(4)に示したとおり、救出運転を実行し、かごを2階に着床させ、戸を開いたものと考えられる。

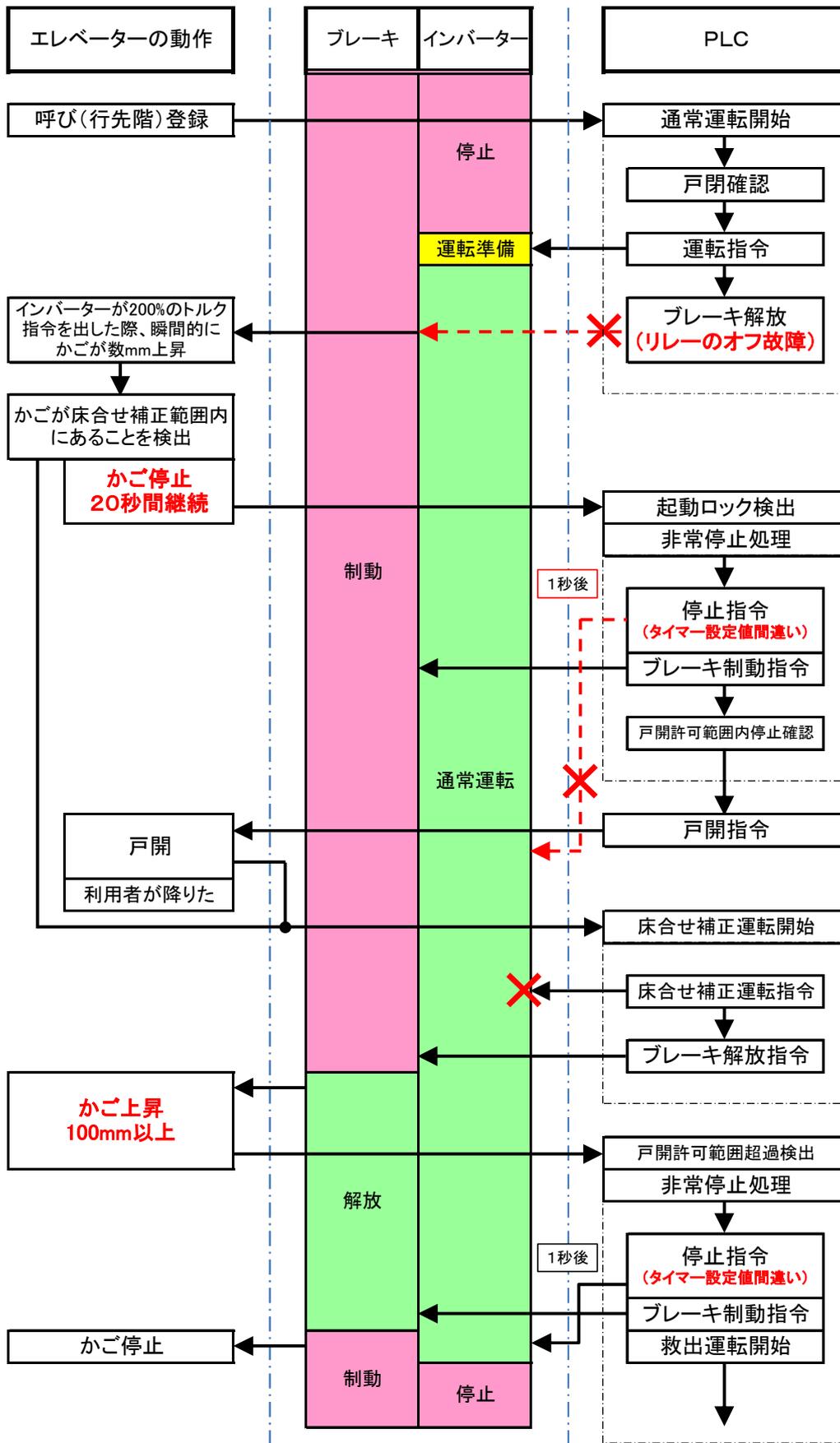


図3 事故発生時の状況

4. 原因

本事故は、床合せ補正処理が実行され、ブレーキが解放された際に、インバーターが通常の運転指令を実行していたことから、床合せ補正運転ではなく、定格速度に達するための加速度でかごが上昇したことによると考えられる。

床合せ補正処理中であるにもかかわらず、インバーターが通常の運転指令を実行していたのは、通常の運転指令の実行中に起動ロックが検出されたことにより、非常停止処理が実行されたが、PLCのインバーターに停止指令を出すプログラムのタイマー設定値に誤りがあったため、インバーターへの停止指令が直ちに出不されるまま戸開指令の手順に進んでしまい、停止指令が取り消されたことによると考えられる。

起動ロックが検出されたのは、利用者が行先階を登録し、PLCがインバーターに運転指令を出した後、ブレーキを解放し、かごの走行を開始させようとしたが、ブレーキが解放されなかったため、かごが戸開許可範囲内に留まった状態が20秒以上継続したことによると考えられる。

ブレーキが解放されなかったのは、ブレーキを解放するためのリレーX5又はリレーX6に接点の接触不良による一時的なオフ故障が発生したことによる可能性が考えられる。

リレーX5又はリレーX6に接点の接触不良が発生したのは、リレーの耐久作動回数を超えて使用し続けたことにより、接点の溶着、はがれ等が繰り返し生じたことによる可能性が考えられる。

5 再発防止対策

シンドラ社は事故機及び同型の制御装置を使用しているエレベーターに対し、次の再発防止策を講じた。

- (1) リレーターミナルに搭載されているブレーキに関係するリレーX5、リレーX6、電磁接触器A及び電磁接触器Bを新品に交換（事故機については、制御盤一式を新品に交換）するとともに、接点負荷及び開閉頻度を考慮した交換基準を設定し、今後、当該基準に基づいて交換することとした。
- (2) PLCのインバーターに停止指令を出力するプログラムのタイマー設定値を適正な値「0」に変更するとともに、今後、新規出荷する場合には、出荷検査時にすべてのタイマー設定を確認し、確認記録を品質管理部門にて保管することとした。また、既設エレベーターについては、当該設定値の現場での変更を禁止することとし、保守マニュアルに設定値及びその変更禁止を追記した。

6 意見

国土交通省は、関係団体を通じて、エレベーターの製造者及び保守業者に対し、定期的な交換が必要な部品について適切に交換が行われるよう、保守点検マニュアル等の整備や保守履歴の保存について指導するとともに、関係団体に対し、制御回路の故障による危険動作を防止するための設計上の留意事項（フェイルセーフ、多重化等の配慮）のとりまとめ及びその周知について指導すること。

また、引き続き、既設エレベーターにおける戸開走行保護装置の設置の促進を図ること。