

新潟県新潟市内エレベーター事故調査報告書

令和元年12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

新潟県新潟市内エレベーター事故調査報告書

発生日時：平成31年1月10日（木） 19時ごろ

発生場所：新潟県新潟市 工場

昇降機等事故調査部会長	藤田	聡
委員	深尾	精一
委員	野口	貴公美
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	聡博
委員	稲葉	池宏
委員	釜山	美樹
委員	杉高	木堯
委員	高田	中淳
委員	田谷	合三
委員	寺仲	周宏
委員	仲中	里綾
委員	中二	里真
委員	松久	美里
委員	三根	俊寛

目次

1	事故の概要等	……	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	事故発生時の状況等に関する情報		
2.3.1	利用者（工場作業員）から得られた情報		
2.3.2	保守点検業者から得られた情報		
2. 4	調査により得られた情報		
2.4.1	事故機の巻上機及びブレーキに関する情報		
2.4.2	制御盤に関する情報		
2.4.3	ブレーキ回路に関する情報		
2.4.4	PLCに関する情報		
2.4.5	リレー出力モジュールに関する情報		
2. 5	保守点検に関する情報		
2.5.1	製造業者によるPLCの交換基準について		
2.5.2	PLCの交換履歴について		
2. 6	緊急点検に関する情報		
3	分析	……	18
3. 1	事故発生時の状況に関する分析		
3. 2	ブレーキに関する分析		
3. 3	B51リレー及びB52リレーのOFF故障発生要因の分析		
3.3.1	ブレーキ回路に関する分析		
3.3.2	B51リレー及びB52リレーにおける内部点検結果に関する分析		
3.3.3	B51リレー及びB52リレー以外のリレーに関する分析		
3. 4	保守点検に関する分析		

4	原因	…… 20
5	再発防止策	…… 20
5.1	事故機及び同じ建築物内の同型機に対する対策	
5.1.1	製造業者が実施した再発防止策	
5.1.2	保守点検業者が実施した再発防止策	
5.2	既設の同型機及び類似機に対する対策	
5.2.1	製造業者が実施している再発防止策	
6	意見	…… 21

《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 事故の概要等

1. 1 事故の概要

発生日時：平成31年1月10日（木） 19時ごろ

発生場所：新潟県新潟市 工場

被害者：なし

概要：利用者が4階で降りた後、戸が閉まりながらかごが上昇し、最上階（6階）をいき過ぎた位置で停止した。なお、釣合いおもりは昇降路内ピット部の緩衝器に衝突していた。

1. 2 調査の概要

平成31年2月5日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び特定行政庁（新潟市）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、ワーキング委員及び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：新潟県新潟市

構造：鉄骨造（一部鉄筋コンクリート造）

階数：地上6階

建物用途：工場

確認済証交付年月日：昭和61年1月20日

検査済証交付年月日：昭和61年8月25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

製造業者：昌和輸送機株式会社（以下「昌和輸送機」という。）

製品型式：VF-980-90-2S-6F

用途：荷物用

定格積載量：980kg

定格速度：90m/分

駆動方式：ロープ式（トラクション式）
制御方式：可変電圧可変周波数制御方式
操作方式：単式自動方式
昇降行程：28.7m
停止階数：6箇所停止（1～6階）
出入口の大きさ：間口1, 700mm×高さ2, 400mm
出入口の戸：2枚戸片開き
かごの大きさ：間口1, 700mm×奥行2, 300mm×高さ2, 400mm
電動機定格容量：15kW
巻上機：ウォームギヤ・6500型
戸開走行保護装置：未設置
確認済証交付年月日：平成10年1月7日
検査済証交付年月日：平成10年3月25日

2.2.2 事故機の保守に関する情報

保守点検業者：株式会社ハイン（以下「ハイン」という。）
契約内容：POG契約（月1回）
直近の定期検査実施日：平成30年7月4日（指摘事項なし、既存不適格あり）
直近の保守点検日：平成31年1月9日（指摘事項なし）

2.3 事故発生時の状況等に関する情報

2.3.1 利用者（工場作業員）から得られた情報

- ・4階でかご内の積荷（約300kg）とともに降りた際、後ろを振り返ったところ、戸が閉まりながらかごが上昇したとのこと（写真1、写真2）。



写真1 4階の乗場（左側が事故機）



写真2 巻上機外観

2.3.2 保守点検業者から得られた情報

- ・本件事故の翌日7時ごろ、所有者からエレベーターが動かないという連絡があり、昇降路内を確認したところ、かごは最上階を行き過ぎた位置で停止しており、釣合おもりはピット部の緩衝器に衝突していた。
- ・ブレーキ引き摺り時の急激な温度上昇を検知し、エレベーターを登録階に停止させた後、運行を休止させる安全装置（温度ヒューズ）が設置されていたが、温度ヒューズは切れていたにもかかわらず誤配線によりエレベーターは運転を休止しなかった。（当初は設置されておらず、平成29年8月に追加された。）
- ・ブレーキライニングは摩耗して残厚が約6mmとなっており、周辺にはブレーキライニングの摩耗粉が多く見られた。なお、事故機のブレーキライニングの厚さは、初期値8mm、定期検査における要是正值は4mmであり、直近の定期検査における測定値は7.5mmであった。
- ・PLC^{*1}のリレー出力モジュールのうち、B51リレー及びB52リレーにおいて、OFF故障（ON指令を出力しても接点がOFF状態を継続する故障）が発生していた。
- ・直近の保守点検は平成31年1月9日（本件事故の前日）に実施しており、この際、ブレーキ自体の点検は実施しなかったが、特に異音や異臭等の異常は感じられなかった。

※1 「Programmable Logic Controller」。PLCとは、エレベーターの運行を制御するための装置の一つであり、制御基板、電源回路基板（電源ユニット）、リレー出力モジュール等の電気部品から構成されている。ドアスイッチ等の各種動作確認スイッチのON/OFF情報に基づき、あらかじめ設定された運行プログラムを実行し、エレベーターの制御を行う。

2.4 調査により得られた情報

2.4.1 事故機の巻上機及びブレーキに関する情報

- ・事故機は、かごを静止保持するためのブレーキトルクよりもかごを昇降させるためのモータートルクの方が大きい構造となっている。
- ・事故機の巻上機は、左右のブレーキレバーと同じ高さにソレノイドが横方向に固定されており、ブレーキ開放時にはブレーキプランジャーが移動し、ブレーキカムを介してブレーキアームを広げ、ブレーキドラムからブレーキライニングを離す構造となっている（写真3、図1）。
- ・事故機のブレーキは、ブレーキライニングの摩耗が進行した場合にブレーキプランジャーの移動が拘束される構造となっていることから、要改善ブ

レーキ^{*2}として、平成28年9月に国土交通省より製造業者の昌和輸送機に対し安全対策の実施を指導している。

- ・要改善ブレーキの安全対策として、製造業者の昌和輸送機より保守点検業者のハインに対し温度ヒューズ^{*3}の設置を要請し、平成29年8月に温度ヒューズを設置していたが、事故発生後、温度ヒューズの作動状況について調査したところ、温度ヒューズ（設定温度76℃）は切れていたにもかかわらず誤配線により作動していなかった（写真3）。
- ・ブレーキプランジャーの移動の拘束状況についても調査したところ、ブレーキコアがブレーキケースカバーに接触し、ブレーキプランジャーの動きが拘束された状態となっていたものと考えられる（図2）。

※2 要改善ブレーキとは、戸開走行保護装置が未設置で、ブレーキ引き摺りに対し脆弱なブレーキ構造を持つブレーキである。

平成28年9月以降、国土交通省が昇降機の製造業者に対して、安全対策の実施を指導している。

※3 温度ヒューズとは、ブレーキ引き摺り時の温度上昇を検知し、エレベーターの運転を休止させる装置の一つである。一般的にブレーキアーム等に温度ヒューズを固定し、ブレーキ引き摺りによる発熱が設定温度に達すると温度ヒューズが切れて、エレベーターを最寄り階又は登録階に停止させた後、運転を休止させる。

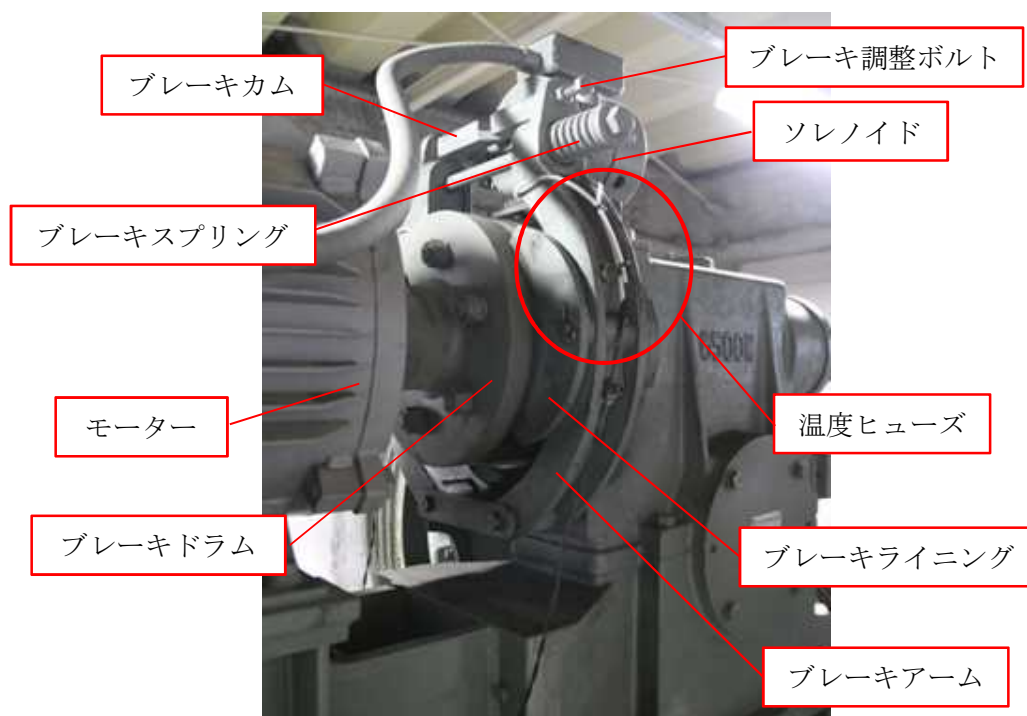


写真3 ブレーキ外観

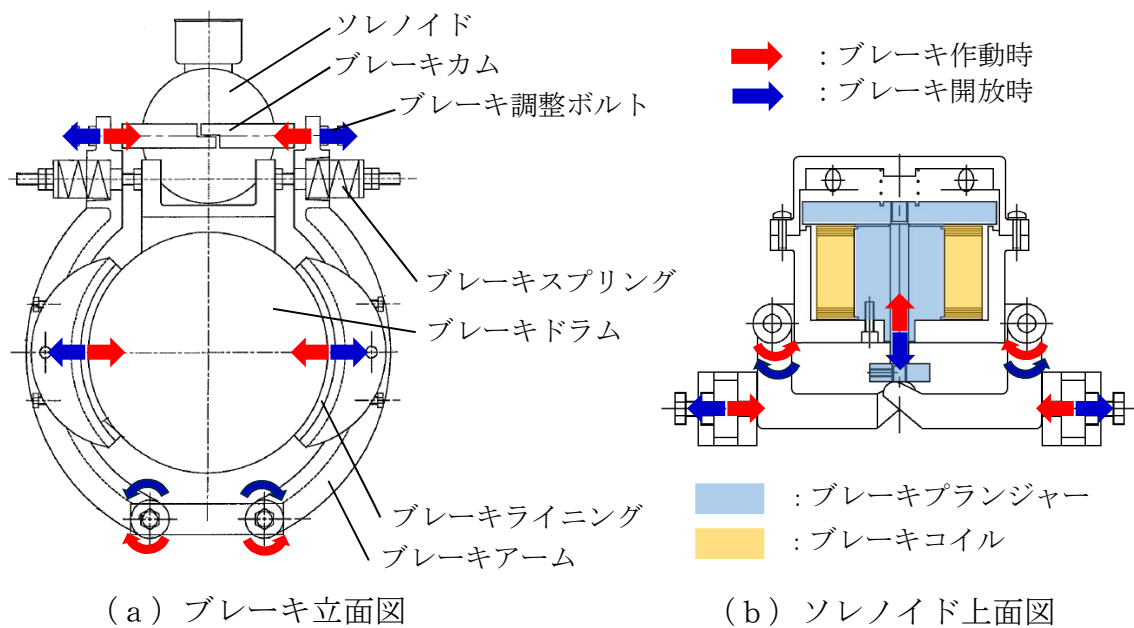


図1 ブレーキの動作

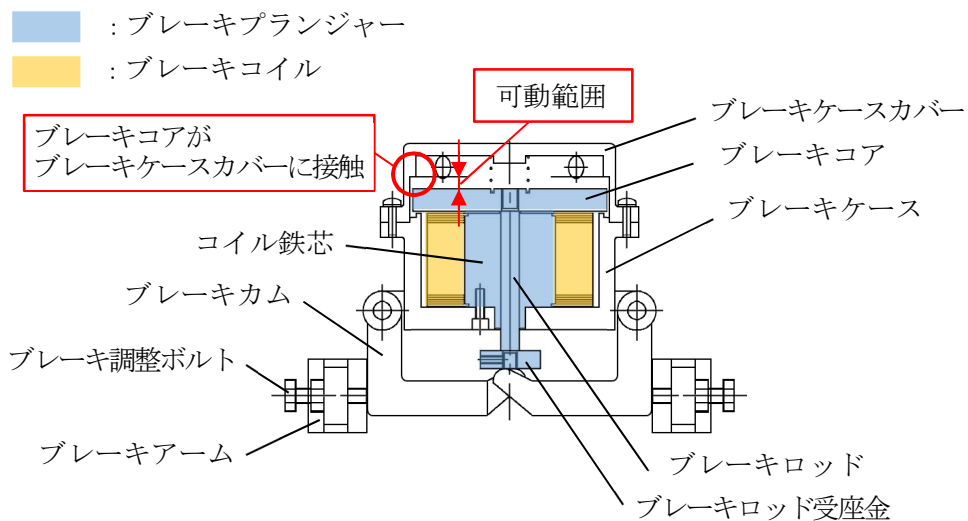


図2 ソレノイド構造図（上面）

2.4.2 制御盤に関する情報

- ・事故機の制御盤におけるブレーキ制御に関する機器としては、インバータ、電磁接触器及びPLCがあげられる（写真4）。
- ・事故発生後、制御盤内の機器について確認したが、外観上の異常は見られなかった。また、インバータの異常履歴を確認したが、異常発生の履歴はなかった。

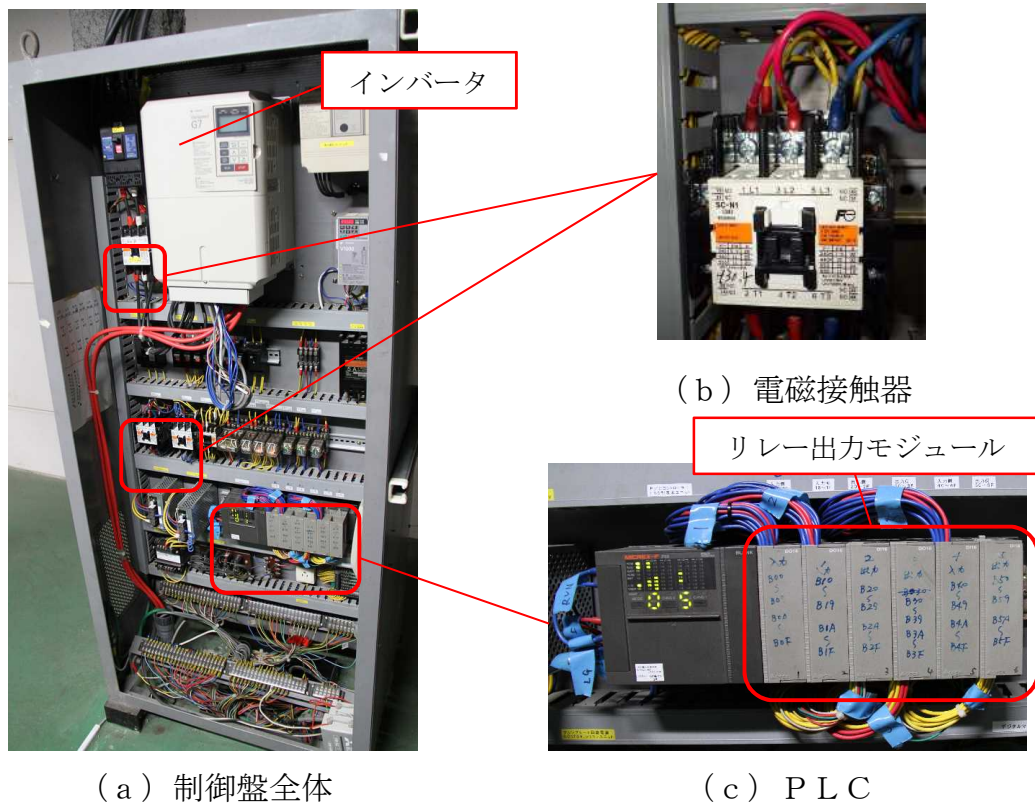
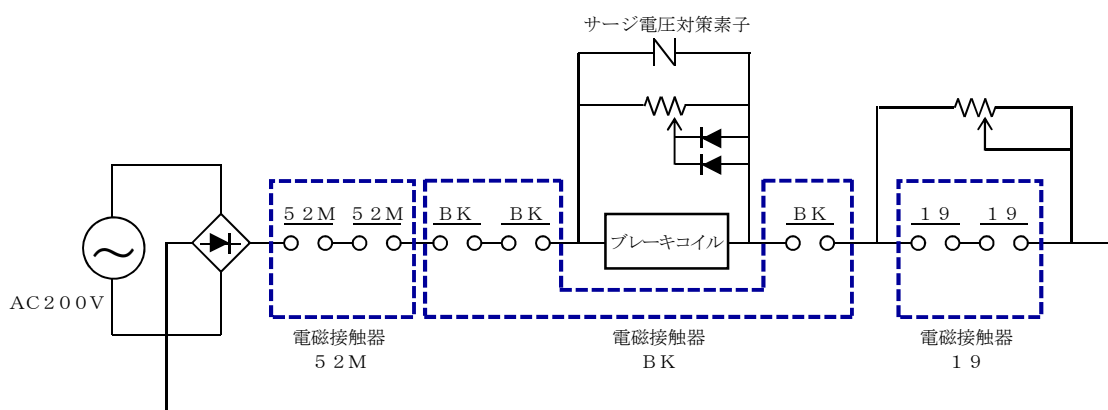


写真4 制御盤

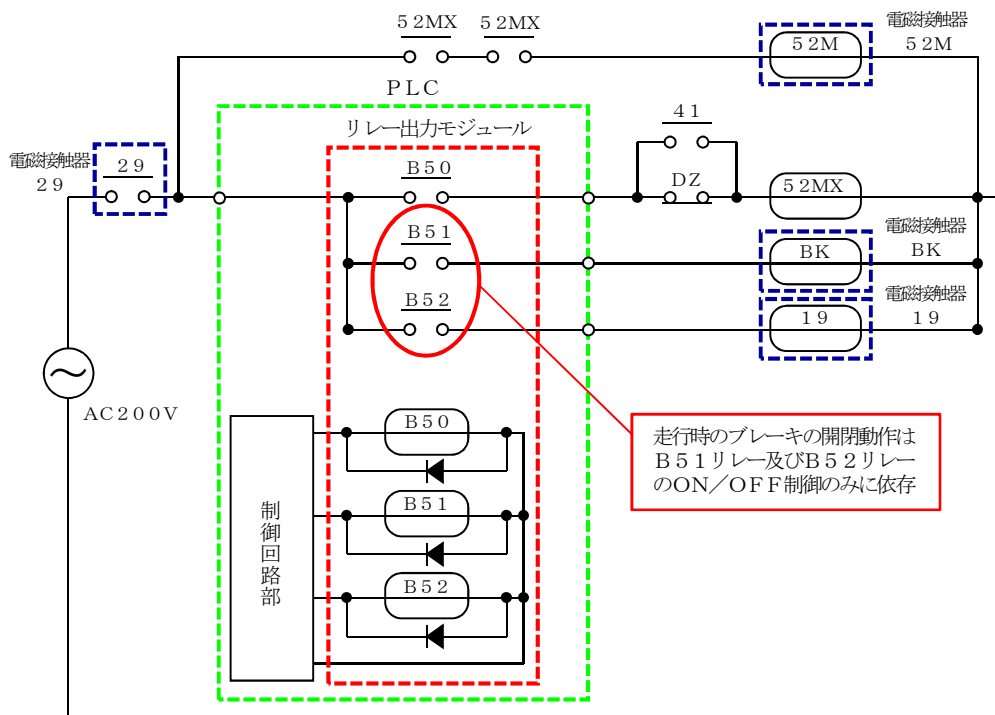
2.4.3 ブレーキ回路に関する情報

- ・事故機のブレーキ動作に関する回路構成を図3に、図3における電磁接触器及びリレーの詳細を表1に示す。
- ・図3(a)のとおり、ブレーキ回路は電磁接触器52M(以下「52M」という。)、電磁接触器BK(以下「BK」という。)及び電磁接触器19(以下「19」という。)の接点をブレーキコイルに直列に接続した構成であり、接点がON動作し、ブレーキコイルに電流が流れるとブレーキが開放される。
- ・52Mは、インバータ電源遮断用の電磁接触器である。3時間以上運転が無い状態が続いたときにアイドル状態に移行してインバータの電源を遮断するものであり、走行時は常時ONであるため、走行開始時のブレーキ開閉動作はBK及び19のON/OFF制御のみに依存する回路構成となっている。
- ・BKは、ブレーキ開閉用の電磁接触器である。走行開始時にONとなりブレーキを開放し、停止時にOFFとなりブレーキを閉じる。
- ・19は、アクセル回路動作用の電磁接触器である。ブレーキコイルの温度上昇を抑制するため、走行開始時にONとなりブレーキ開放に必要な電流を流し、走行開始2秒後にOFFとなりブレーキ開放時より小さな電流でブレーキ開放状態を保持する。

- ・製造業者によると、走行開始時に19がOFFの状態ではBKのみONの状態になると、ブレーキが開放されない場合もあるとのことである。
- ・BKのON/OFF制御は、図3（b）のとおり、電磁接触器29（以下「29」という。）及びPLCのリレー出力モジュール内にあるB51リレーにより行い、19のON/OFF制御は、29及びPLCリレー出力モジュール内にあるB52リレーにより行っている。
- ・29は、安全装置動作時電源遮断用の電磁接触器であり、異常時のみOFFとなる。通常時のBKのON/OFF制御はB51リレーのみに、19のON/OFF制御はB52リレーのみにそれぞれ依存する回路構成となっている。



(a) ブレーキコイル部



(b) ブレーキ制御部

図3 事故機のブレーキ回路構成

表1 ブレーキ回路における各部品の詳細

機器名称	記号	用途	動作条件
電磁接触器	5 2 M	主インバータの電源遮断用 電磁接触器の制御	アイドル状態解除時ON、アイドル状態移行時OFF
	5 2 MX	5 2 M制御用	アイドル状態解除時ON、アイドル状態移行時OFF
	B K	ブレーキ開閉用	走行開始時ON、停止時OFF
	1 9	アクセル回路動作用	走行開始時ON、走行開始2秒後にOFF
	2 9	安全装置動作時電源遮断用	正常時ON、安全装置動作時OFF
リレー	B 5 0	5 2 MX制御用	アイドル状態解除時ON、アイドル状態移行時OFF
	B 5 1	B K制御用	走行開始時ON、停止時OFF
	B 5 2	1 9制御用	走行開始時ON、走行開始2秒後にOFF
	5 2 MX	5 2 M制御用	アイドル状態解除時ON、アイドル状態移行時OFF
	4 1	戸開検出用	戸閉時ON、戸開時OFF
	D Z	ドアゾーン検出用	ドアゾーン外OFF、ドアゾーン内ON

2.4.4 PLCに関する情報

- ・事故機のPLCは、富士電機株式会社（以下「富士電機」という。）製のF55を使用している。F55は、ベースのCPUやEEPROM^{※4}を内蔵したラックに、I/Oユニット^{※5}等を組み付けて拡張するシステムとなっている。
- ・I/Oユニットのうち、リレー出力モジュールは、外部負荷をシーケンス制御するリレー入出力機能の部分で箱状に構成したユニットであり、F55では、8～32点の接点をもつリレー出力モジュールが取り付けられている。
- ・事故機では、16点の接点をもつカード型のリレー出力モジュールを6枚使用している（入力：0番台、10番台、40番台、出力：20番台、30番台、50番台）。

※4 「Electrically Erasable and Programmable ROM」。EEPROMとは、不揮発性メモリの一種で、電圧の操作によって記憶内容の消去や再書き込みができる半導体記憶装置。

※5 「Input Output Unit」。I/Oユニットとは、外部入出力を行うユニットのこと。

2.4.5 リレー出力モジュールに関する情報

(1) リレー出力モジュールの外観及び仕様

- ・リレー出力モジュールの外観を写真5、仕様を表2に示す。事故機のリレ

一出力モジュールは富士電機製であり、高見澤電機製作所製の出力リレーを使用している。



(a) 内部（ケースを取外した状態）



(b) 出力リレー単体

写真5 リレー出力モジュール外観

表2 リレー出力モジュールの仕様

項目	製品仕様
出力点数	16点
接点定格電圧	AC240V/DC110V
最大電流	2A/1点 (DC30V/AC264V) 0.2A/1点 (DC110V)
最小開閉電圧電流	DC5V 0.001A
最大開閉頻度	3,600回/時
絶縁耐力	AC1,500V 1分間 (出力端子一括と接地間)
絶縁抵抗	DC500Vにて10MΩ以上 (出力端子一括と接地間)

(2) 再現実験により得られた情報

- ・2.3.2より、リレー出力モジュールのうち、B51リレー及びB52リレーにおいて、OFF故障が発生していたものと考えられるため、実機にて再現実験を実施した。30番台のリレー出力モジュールと50番台のリレー出力モジュールにおけるリレー接点一覧を表3に示す。
- ・事故当時の状況を再現するため、50番台のリレー出力モジュールを設置し走行開始したところ、ブレーキは開放されなかった。
- ・50番台のリレー出力モジュールと30番台のリレー出力モジュールを入れ替え走行開始したところ、ブレーキは正常に開放された。一方、かご操作盤において、5階及び6階の押しボタンを押しても表示器は点灯しなかった。
- ・実験結果より、B51リレー及びB52リレーにおいて動作不良が発生し

ていたものと推定される。なお、2.4.3より、B51リレー及びB52リレーがON故障するとブレーキは開いた状態を継続し、OFF故障するとブレーキは閉じた状態を継続することから、事故機においてはOFF故障が発生していたものと推定される。

表3 事故機のリレー出力モジュールにおけるリレー接点比較

リレー番号	記号	用途	リレー番号	記号	用途
B50	52MX	主インバータの電源遮断用電磁接触器の制御	B30	4P	行き先に4階が登録されたことを示す表示灯を点灯させる
B51	BK	主ブレーキのブレーキソレノイドに電源を供給する電磁接触器の制御	B31	5P	行き先に5階が登録されたことを示す表示灯を点灯させる
B52	19	アクセル回路動作	B32	6P	行き先に6階が登録されたことを示す表示灯を点灯させる
B53	MD	ドアインバータの電源遮断用電磁接触器の制御	B33	1L	7segのデジタル灯に「1」の形で点灯させる
B54	未使用	—	B34	2L	7segのデジタル灯に「2」の形で点灯させる
B55	DRX	ドアブレーキに電源を供給する電磁継電器の制御	B35	3L	7segのデジタル灯に「3」の形で点灯させる
B56	未使用	—	B36	4L	7segのデジタル灯に「4」の形で点灯させる
B57	AC	かご内電灯に電源を供給する電磁継電器の制御	B37	5L	7segのデジタル灯に「5」の形で点灯させる
B58	21C	かご戸インバータに向けて戸開指令の信号を出力する	B38	6L	7segのデジタル灯に「6」の形で点灯させる
B59	22C	かご戸インバータに向けて戸閉指令の信号を出力する	B39	未使用	—
B5A	28C	かご戸インバータに向けて緩慢な速度にする指令の信号を出力する	B3A	DOP	かご戸開け表示灯を点灯させる
B5B	未使用	—	B3B	未使用	—
B5C	未使用	—	B3C	未使用	—
B5D	未使用	—	B3D	未使用	—
B5E	未使用	—	B3E	未使用	—
B5F	未使用	—	B3F	未使用	—

(3) リレー接点の使用条件

- 事故機のブレーキ回路は図3(b)のとおりである。ブレーキ回路に関するリレー出力モジュールのリレー接点詳細を表4に示す。
- 事故機におけるB51リレー及びB52リレーの使用条件は以下のとおりである。
- B51リレーにかかる負荷は、BKのコイル駆動電流であり、AC200V、定常時電流0.075Aである。
- B52リレーにかかる負荷は、19のコイル駆動電流であり、AC200V、定常時電流0.075Aである。

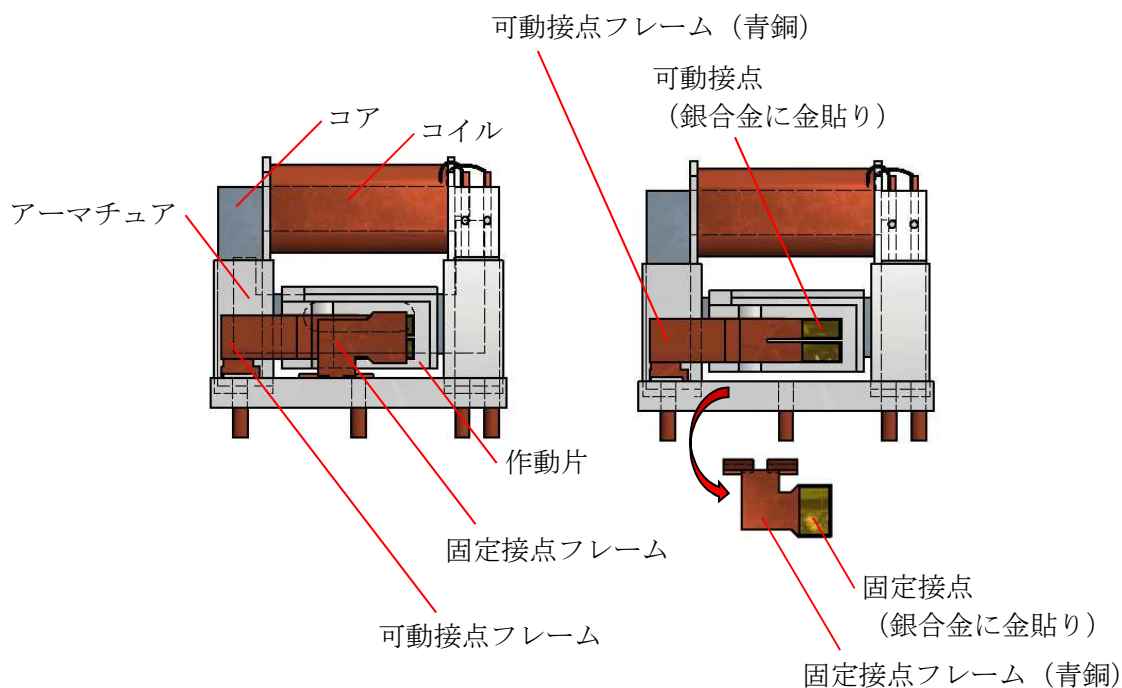
- ・ B 5 1 リレー及びB 5 2 リレーの接点开閉回数は、エレベーターの起動回数と同じであり、事故機の累積運転時間（2 8 3 0 . 6 時間）と 1 回の運転にかかる平均時間（1 5 秒とする）から算出すると、接点の累積開閉回数は約 6 8 万回となり、一日平均では 7 6 回となる。

表 4 事故機のブレーキ回路に関するリレー接点の詳細

リレー番号	記号	用途	負荷電圧	負荷電流	開閉条件	開閉回数 (B 5 1 との比較)
B 5 0	5 2 M X	主インバータの電源遮断用電磁接触器の制御	AC 2 0 0 V	0 . 0 1 2 4 A	アイドル状態解除時	
B 5 1	B K	主ブレーキのブレーキソレノイドに電源を供給する電磁接触器の制御	AC 2 0 0 V	0 . 0 7 5 A	ブレーキ動作時	(基準)
B 5 2	1 9	アクセル回路動作	AC 2 0 0 V	0 . 0 7 5 A	ブレーキ動作時	同回数
B 5 3	M D	ドアインバータの電源遮断用電磁接触器の制御	AC 2 0 0 V	0 . 0 4 5 A	非常停止時	
B 5 4	未使用	—	—	—	—	—
B 5 5	D R X	ドアブレーキに電源を供給する電磁継電器の制御	AC 2 0 0 V	0 . 0 1 2 4 A	戸開閉時	倍回数
B 5 6	未使用	—	—	—	—	—
B 5 7	A C	かご内電灯に電源を供給する電磁継電器の制御	AC 2 0 0 V	0 . 0 4 5 A	照明 O F F 時	
B 5 8	2 1 C	かご戸インバータに向けて戸開指令の信号を出力する	D C 2 4 V	0 . 0 0 8 A	戸開時	同回数
B 5 9	2 2 C	かご戸インバータに向けて戸閉指令の信号を出力する	D C 2 4 V	0 . 0 0 8 A	戸閉時	同回数
B 5 A	2 8 C	かご戸インバータに向けて緩慢な速度にする指令の信号を出力する	D C 2 4 V	0 . 0 0 8 A	戸開閉時 (ドア速度切替)	倍回数
B 5 B	未使用	—	—	—	—	—
B 5 C	未使用	—	—	—	—	—
B 5 D	未使用	—	—	—	—	—
B 5 E	未使用	—	—	—	—	—
B 5 F	未使用	—	—	—	—	—

(4) リレーの内部構造

- ・ B 5 1 リレー及びB 5 2 リレーの内部構造図を図 4 に示す。
- ・ 図 4 のとおり、コイルに電流が流れると、コアにアーマチュアが引き寄せられ、アーマチュアに取り付けられた作動片が可動接点フレームを押し、可動接点と固定接点が接触する構造となっている。



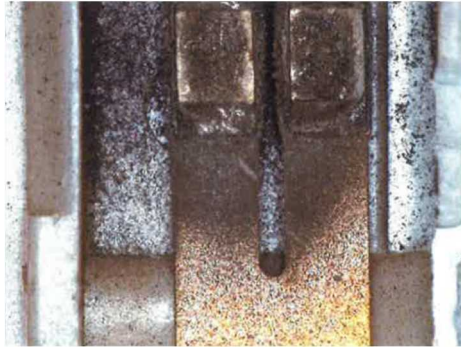
(a) リレーの内部構造図

(b) 接点部分の展開図

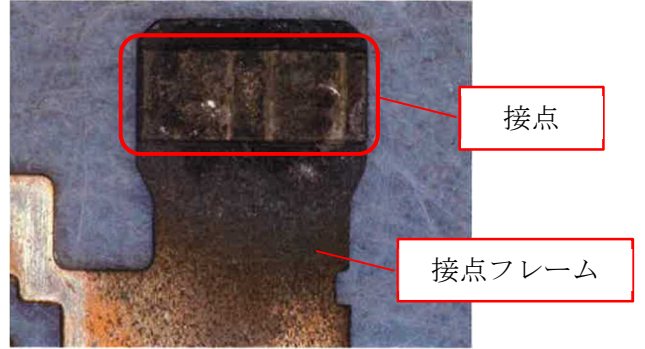
図4 B51リレー及びB52リレーの内部構造図

(5) 事故機のB51リレー及びB52リレーにおける内部点検結果

- ・ PLCの製造業者において、事故機のB51リレー及びB52リレーの接点出力を確認したところ、接点出力がないことが確認された。
- ・ B51リレー及びB52リレー以外のブレーキ回路に関するリレーの接点出力も確認したところ異常は認められなかった。
- ・ 事故機のB51リレー及びB52リレーのカバーを外して内部を点検した結果、以下のことが確認された。
- ・ 可動接点及び固定接点ともに、黒色状の粒子が付着していた（写真6、写真7）。
- ・ 接点の消耗が確認され、特にB51リレーが激しく消耗していた。
- ・ B51リレーについて、走査型電子顕微鏡で拡大して確認したところ、固定接点に数十 μm 以上の比較的大きな粒子が見られた（写真8、写真9）。
- ・ B51リレーについて、エネルギー分散型X線分光法による元素マッピング分析を実施したところ、固定接点（銀合金に金貼り）の変色部及び接点に付着した黒色状の粒子から、本来は金のみが検出されるべきであるにもかかわらず銀と酸素の成分が強く検出された。また、固定接点フレーム（青銅）の表面に付着した黒色状の粒子からも銀と酸素の成分が検出された（写真10、写真11）。



(a) 可動接点

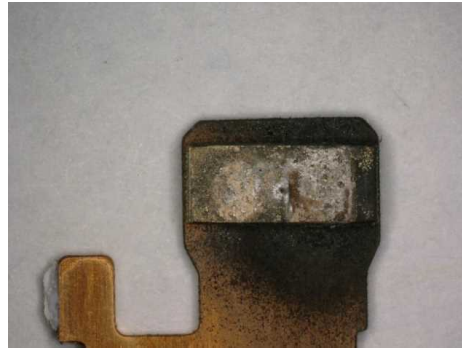


(b) 固定接点

写真6 B51リレーの接点状況

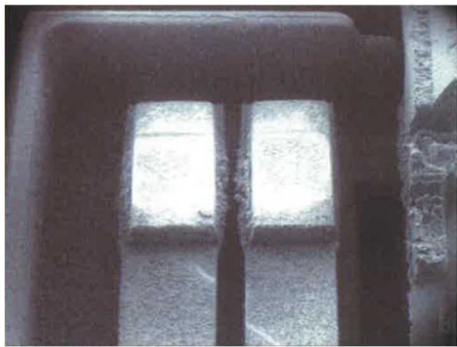


(a) 可動接点



(b) 固定接点

写真7 B52リレーの接点状況

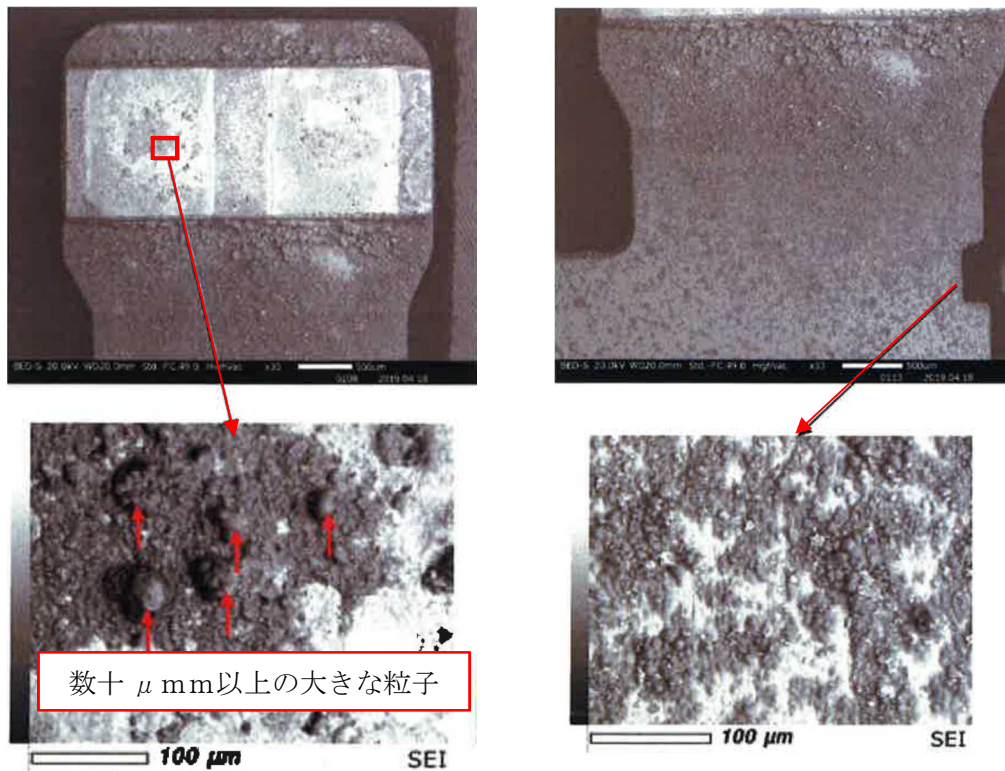


(a) 可動接点



(b) 固定接点

写真8 B51リレーの電子像



(a) 接点

(b) 接点フレーム

写真9 B51リレーの固定接点拡大電子像

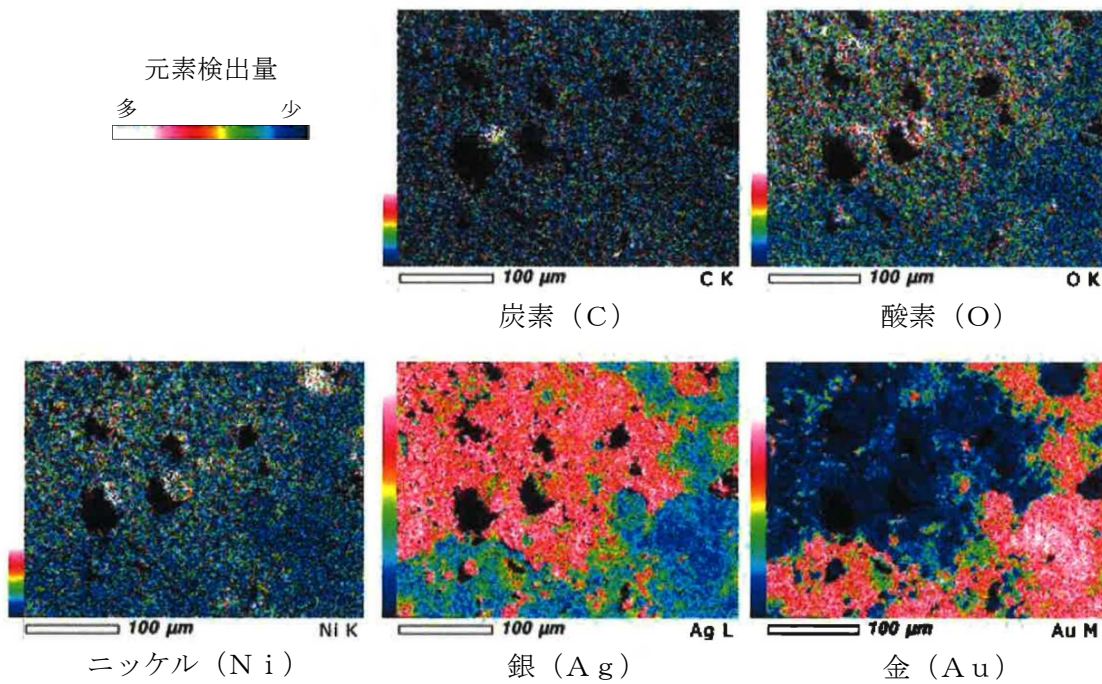


写真10 B51リレーの元素マッピング分析結果 (固定接点)

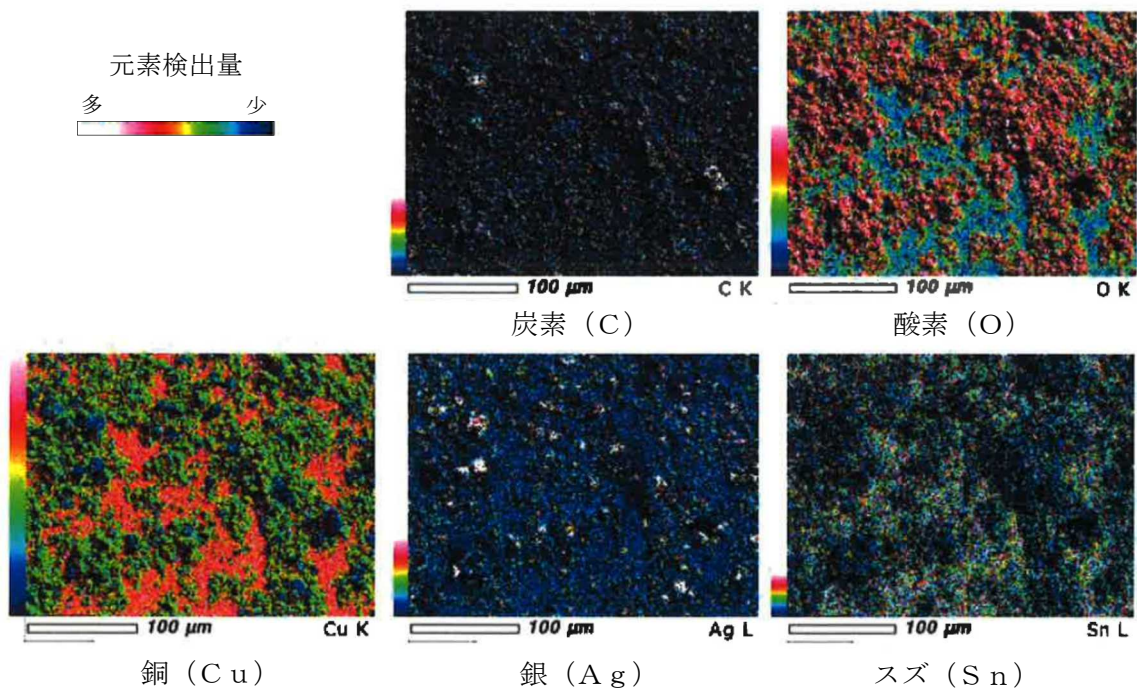


写真11 B51リレーの元素マッピング分析結果（固定接点フレーム）

- (6) B51リレー及びB52リレー以外のリレーに関する内部点検結果
- ・ブレーキ回路に関するリレー出力モジュールのうち、B51リレー及びB52リレーとの接点状態を比較するため、接点にかかる負荷電流又は開閉回数の異なるB53、B55、B58、B5Aのリレーを選定し、内部点検した結果を表4、表5、表6、表7に示す。

表4 B53リレーの接点状況

リレー番号	接点部分の状況
B53	<ul style="list-style-type: none"> ・接点出力は正常であった。 ・固定接点の金メッキ表面に少量の銀成分の付着が認められた。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>可動接点</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>固定接点</p> </div> </div>

表5 B55リレーの接点状況

リレー番号	接点部分の状況
B55	<ul style="list-style-type: none"> ・接点出力は正常であった。 ・黒色状の粒子の付着が認められたが、数十μm以上の大きな粒子は見られなかった。 ・固定接点の金メッキ表面に大量の銀、酸素、ニッケル成分の付着が認められた。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>可動接点</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>固定接点</p> </div> </div>

表6 B58リレーの接点状況

リレー番号	接点部分の状況
B58	<ul style="list-style-type: none"> ・接点出力は正常であった。 ・固定接点の金メッキ表面に銀、酸素、ニッケル成分の付着が認められた。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>可動接点</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>固定接点</p> </div> </div>

表7 B5Aリレーの接点状況

リレー番号	接点部分の状況
B5A	<ul style="list-style-type: none"> ・接点出力は正常であった。 ・固定接点の金メッキ表面に銀、酸素、ニッケル成分の付着が認められた。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>可動接点</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>固定接点</p> </div> </div>

2. 5 保守点検に関する情報

2.5.1 製造業者によるPLCの交換基準について

- ・当該PLCの交換基準は、PLCの製造業者の技術資料において10年が耐用年数とされていることから、製造業者の昌和輸送機でも10年で交換するよう交換基準を設定し、PLCの推奨交換時期を10年に一度と記載した資料をエレベーター引き渡し時に取扱説明書と一緒に所有者へ渡していた。
- ・製造業者の昌和輸送機では耐用年数を10年とした際の耐用作動回数は50万回と想定しており、1日あたりの最大運転回数120回（可動時間12時間、1時間のあたりの運転回数10回）で10年使用するという条件で試算すると、約44万回の作動回数となることから、交換基準の10年は適切であるとしている。

2.5.2 PLCの交換履歴について

- ・2.5.1のとおり、製造業者の定めた交換基準は10年であったが、事故機において、設置当初（平成10年3月）から事故発生までの約21年間、PLC及びリレー出力モジュールは一度も交換せずに使用されていた。
- ・同じ建築物内にある3台の同型機についても事故機と同様に、PLC及びリレー出力モジュールは一度も交換せずに使用されていた。

2. 6 緊急点検に関する情報

- ・製造業者の昌和輸送機は、本件事故発生後に事故機と同型の巻上機（6500型、55台）について緊急点検を実施した。
- ・緊急点検の結果、ブレーキに摩耗粉が認められたものは0台、温度ヒューズの誤配線が認められたものは3台（同じ建築物内に設置された同型機のみ）であった。
- ・温度ヒューズについては、走行中に温度ヒューズの配線を外し、正常に機能する（登録階停止後に運行休止となる）ことを確認している（誤配線が認められた3台については是正後に動作確認を実施している）。
- ・2.4.2のとおり、事故機のブレーキは要改善ブレーキであることから、ブレーキライニングの厚さが定期検査報告における要是正值となる前にブレーキ調整ボルトでブレーキアームの位置を調整する必要があるが、事故機を含む43台については、ブレーキ調整ボルトの調整代が不足し要是正值となるまで調整できないおそれがあると認められた。
- ・これらの43台については、ブレーキ調整ボルトの調整代を確保した対策品のブレーキカムに交換することとし、令和元年10月現在、交換完了したものが9台、令和2年2月までに交換完了する予定のものが34台となっている。

3 分析

3. 1 事故発生時の状況に関する分析

2. 3より、ブレーキ周辺にブレーキライニングの摩耗粉が見られ、また、温度ヒューズが切れていたことから、ブレーキ引き摺りが発生したものと推定される。

ブレーキ引き摺りが発生したのは、走行開始時にモーターの回転指令が出されたにもかかわらずブレーキが開放されず、ブレーキトルクよりもモータートルクの方が大きい構造となっているためと認められる。

また、ブレーキ引き摺りによる摩擦熱でブレーキが高温となり、温度ヒューズが切れたにもかかわらず誤配線によりエレベーターが登録階停止後に運転休止とならなかったものと認められる。

その結果、ブレーキライニングの摩耗が進行し、ブレーキプランジヤーの移動が拘束され、ブレーキに本来必要な保持力が得られず、かごを静止保持できなくなったものと推定される。

3. 2 ブレーキに関する分析

2.4.1のとおり、事故機のブレーキは、ブレーキライニングの摩耗が進行した場合にブレーキプランジヤーの移動が拘束される構造となっていることから、その安全対策として温度ヒューズを設置していたにもかかわらず、ハインが温度ヒューズを設置する際に、誤配線をしていたものと認められる。

温度ヒューズを平成29年8月に設置してから事故発生までの間、誤配線の状態が継続していたのは、温度ヒューズ設置後に動作確認を一度も実施していなかったためと認められる。

なお、製造業者の昌和輸送機が保守点検業者（ハインを含む協力会社）に渡していた温度ヒューズの設置マニュアルには、温度ヒューズ設置後に動作確認を実施するよう記載されていなかった。

3. 3 B51リレー及びB52リレーのOFF故障発生要因の分析

3.3.1 ブレーキ回路に関する分析

2.4.3のとおり、走行開始時のブレーキ開閉動作はBK及び19のON/OFF制御のみに依存す回路構成となっており、BKのON/OFF制御はB51リレーのみに、19のON/OFF制御はB52リレーのみにそれぞれ依存する回路構成となっている。

また、2.4.5の(2)のとおり、50番台のリレー出力モジュールと30

番台のリレー出力モジュールを入れ替え走行開始したところ、ブレーキは正常に開放されたことから、BK及び19がOFF故障した可能性はなく、B51リレー又はB52リレーがOFF故障したものと推定される。

3.3.2 B51リレー及びB52リレーにおける内部点検結果に関する分析

2.4.5の(5)のとおり、B51リレー及びB52リレーの接点出力を確認したところ、接点出力がないことが認められたことから、B51リレー及びB52リレーのカバーを外して内部を点検した結果、可動接点及び固定接点ともに、接点に黒色状の粒子が付着していたこと、また、接点が消耗していたことが認められた。

このため、B51リレーについて、走査型電子顕微鏡による確認及びエネルギー分散型X線分光法による元素マッピング分析を実施したところ、固定接点に数十 μ m以上の大きな粒子が認められるとともに、これら黒色状の粒子からは銀と酸素の成分が強く検出された。

黒色状の粒子は酸化銀であると推定され、酸化銀は可動接点と固定接点が開閉する際に接点間において発生するサージ電圧（アークエネルギー）によって生成されるものと考えられる。

この酸化銀のうち、比較的大きな粒子が接点の接触状態を悪化させ、接点抵抗が増加し続けたことにより、最終的に接触不良となり、OFF故障が発生したものと推定される。

3.3.3 B51リレー及びB52リレー以外のリレーに関する分析

2.4.5の(6)のとおり、B51リレー及びB52リレー以外のリレーについても接点出力を確認したところ、接点出力は正常であることが認められた。

また、B55リレーにおいて、固定接点に大量の黒色状の粒子が付着していたが、数十 μ m以上の大きな粒子は認められなかった。

3.4 保守点検に関する分析

2.5のとおり、製造業者はPLCの推奨交換時期を10年に一度と記載した資料をエレベーター引き渡し時に取扱説明書と一緒に所有者へ渡していた。

しかしながら、平成10年に設置されて以降、事故発生までの約21年間、PLC及びリレー出力モジュールは一度も交換せずに使用されていたことから、適切な維持保全がされていなかったものと認められる。

4 原因

本事故は、利用者が4階で降りた後、戸が閉まりながらかごが上昇し、釣合いおもりは下降して昇降路内ピット部の緩衝器に衝突し、かごは最上階を行き過ぎた位置で停止したものである。

かごが上昇したのは、ブレーキ引き摺りが発生し、ブレーキライニングの摩耗が進行し、ブレーキプランジャーの移動が拘束されたことで、ブレーキに本来必要な保持力が得られなくなり、かごを静止保持できなくなったためと推定される。

なお、ブレーキ引き摺りが発生すると、安全装置(温度ヒューズ)が動作して、エレベーターは登録階停止後に運転休止となる設定がされていたが、誤配線によりエレベーターが運転休止とならなかったものと認められる。

ブレーキ引き摺りが発生したのは、PLCのリレー出力モジュールのB51リレー及びB52リレーにOFF故障が発生したことにより、走行開始時にモーターの回転指令が出されたにもかかわらずブレーキが開放されず、ブレーキトルクよりもモータートルクの方が大きい構造となっているためと認められる。

B51リレー及びB52リレーにOFF故障が発生したのは、リレーの可動接点と固定接点が開閉する際に接点間において発生するサージ電圧(アークエネルギー)によって酸化銀が生成され、この酸化銀のうち、比較的大きな粒子が接点の接触状態を悪化させ、接点抵抗が増加し続けたことにより、最終的に接触不良となったためと推定される。

事故機において、酸化銀により接点抵抗が増加し続けたのは、PLC及びリレー出力モジュールを約21年間一度も交換せずに使用していたためと認められる。

5 再発防止策

5.1 事故機及び同じ建築物内の同型機に対する対策

5.1.1 製造業者が実施した再発防止策

- (1) 事故機及び同じ建築物内の同型機について、温度ヒューズの配線を適切な配線に是正した後、走行中に温度ヒューズの配線を外し、正常に機能する(登録階停止後に運行休止となる)ことを確認した。
- (2) 事故機及び同じ建築物内の同型機について、ブレーキ調整ボルトの調整代が不足するおそれのない対策品のブレーキカムへ交換した。

5.1.2 保守点検業者が実施した再発防止策

事故機について、新たなPLCに交換した。また、同じ建築物内の同型機についても、今後新たなPLCに交換することとしている。

5.2 既設の同型機及び類似機に対する対策

5.2.1 製造業者が実施している再発防止策

製造業者の昌和輸送機は、戸開走行保護装置が設置されていない全ての既設エレベーターに対して、要改善ブレーキについては温度ヒューズを現場で追加設置し、要改善ブレーキ以外のブレーキについてはブレーキスイッチ^{※6}を製造時に工場で設置している。

- (1) ブレーキスイッチについては、工場出荷時に動作確認を実施していることから、温度ヒューズについては走行中に温度ヒューズの配線を外し、正常に機能する（登録階停止後に運行休止となる）ことを確認する。
- (2) ブレーキ調整ボルトの調整代が不足するおそれのある同型機及び類似機については、対策品のブレーキカムに交換する。
- (3) エレベーターの所有者及び管理者に対し、温度ヒューズの交換基準その他保守点検時に必要な情報及びPLCの推奨交換時期が10年であることについて周知徹底する。
- (4) 製造業者の昌和輸送機が保守点検を実施していないエレベーターについては、所有者及び管理者に対し、PLCが適切に交換されているかを保守点検業者に確認するよう周知徹底する。

※6 ブレーキスイッチとは、ブレーキの開閉に応じ、ブレーキプランジャーの動きで直接ON/OFFするブレーキライニングの動作検知装置。ブレーキの開閉動作指令と実際のブレーキの開閉動作を検知比較し、不整合があった場合はエレベーターを停止したままとする。

6 意見

国土交通省は、昇降機の製造業者に対し、以下の事項について指導すること。

- (1) 要改善ブレーキについて安全対策を徹底するとともに、既にも実施した安全対策についても正常に機能することを確認すること。

- (2) 所有者及び管理者が保守点検時に活用できるよう、P L Cなど故障するとブレーキの動作に異常が発生するおそれのある部品の交換基準や安全な運行に支障が生じるおそれのある欠陥に関する情報を、イラスト、写真等を用いた理解しやすい情報として所有者及び管理者に提供すること。

国土交通省は、昇降機の保守点検業者に対し、上記の保守点検に必要となる情報を製造業者のホームページや所有者及び管理者から入手し、これらの情報に基づき適切に保守点検を実施するとともに、所有者及び管理者に必要な部品交換を促すよう指導すること。

国土交通省は、昇降機の定期検査の検査者に対し、前回の定期検査以降にブレーキ動作に異常が発生するおそれがあると判断し、ブレーキの調整などの改善を行った場合は、その改善策の具体的内容について検査結果表の特記事項に記載し報告するよう周知徹底すること。

国土交通省は、ブレーキ引き摺りに対する安全性確保のために必要な検査項目及び検査方法について検討すること。