

兵庫県神戸市内エレベーター事故調査報告書

令和4年5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

兵庫県神戸市内エレベーター事故調査報告書

発生日時：平成30年6月26日（火） 16時29分

発生場所：兵庫県神戸市 独立行政法人労働者健康福祉機構神戸労災病院 南館

昇降機等事故調査部	会
部長	藤田 聡
委員	深尾 精一
委員	青木 義男
委員	鎌田 崇義
委員	河野 守子
委員	中川 聡子
委員	稲葉 博美
委員	釜池 宏樹
委員	杉山 美樹
委員	寺田 祐宏
委員	仲 綾子
委員	中川 俊明
委員	中里 眞朗
委員	二瓶 美里
委員	三浦 奈々子
委員	三根 俊介
委員	吉田 可保里

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 調査により得られた情報	
2.4.1 事故機の動作に関する情報	
2.4.2 ブレーキの構造に関する情報	
2.4.3 ブレーキの状況に関する情報	
2.4.4 ブレーキの保持力に関する情報	
2.4.5 ブレーキの電気回路（コイルやコンデンサー）に関する情報	
2.5 保守に関する情報	
3 分析	……9
3.1 事故機の動作に関する分析	
3.2 ブレーキの保持力や状況に関する分析	
3.3 ブレーキの電気回路（コイルやコンデンサー）に関する分析	
4 原因	……10
5 意見	……11
6 （参考）当該事故機の関係者による対応	……12
6.1 事故機に対する対応	
6.2 既設の同型機に対する対応	
6.3 （参考）既設の同型機に対する緊急点検	

《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 30 年 6 月 26 日（火）16 時 29 分

発 生 場 所：兵庫県神戸市 独立行政法人労働者健康福祉機構神戸労災病院 南館

被 害 者：軽傷 1 名

概 要：1 階からエレベーターに乗り込もうとした利用者は、乗場戸が開いた際、かごの床が乗場の床より高く段差が生じていたため、足をぶつけ乗り込むことができなかった。その後、かご戸が開いたままかごがゆっくりと上昇した。

1.2 調査の概要

平成 30 年 6 月 29 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（神戸市）職員による現地調査を実施。

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：兵庫県神戸市

所 有 者：独立行政法人労働者健康福祉機構

管 理 者：独立行政法人労働者健康福祉機構

構 造：鉄筋コンクリート造

階 数：地上 7 階、地下 1 階

建 物 用 途：病院

確認済証交付年月日：平成 10 年 3 月 10 日

検査済証交付年月日：平成 12 年 4 月 14 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：ダイコー株式会社（以下「ダイコー」という。）

製品型式：DR-P (AQBG) -1000/15/2S-90-6 (6) -S 型
用途：乗用
定格積載量・定員：1,000kg・15名
かごの大きさ：間口 1,400mm×奥行 1,700mm×高さ 2,500mm
停止階数：6箇所停止（1～6階）
昇降行程：21.6m
出入口の大きさ：間口 1,000mm×高さ 2,100mm
出入口の戸：2枚戸片開き
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：方向性乗合全自動方式
モータ定格容量：11kW
巻上機：SAV020R-BR 型
戸開走行保護装置：未設置
確認済証交付年月日：平成 11 年 11 月 8 日
検査済証交付年月日：平成 12 年 4 月 13 日

2.2.2 事故機の保守に関する情報

保守点検業者：ダイコー

契約内容：POG 契約^{※1}（1 か月ごと）

※1 POG 契約：「Parts・Oil・Grease」契約の略で、定期的な機器・装置の保守・点検のみを行う契約方式で、一定の消耗品を除き、劣化した部品の取替えや修理等を含まないものをいう。

直近の定期検査実施日：平成 29 年 12 月 9 日（指摘事項なし、既存不適合あり^{※2}）

※2：戸開走行保護装置の未設置等

直近の保守点検日：平成 30 年 6 月 23 日（指摘事項なし）

2.3 事故発生時の状況に関する情報（特定行政庁（神戸市）からの情報）

- ・ 1階からエレベーターに乗り込もうとした利用者（1名）は、乗場戸が開いた際、かごの床が乗場の床より高く段差が生じていたため、足をぶつけてしまい乗り込むことができなかった。
- ・ 乗場戸は開いたままかごがゆっくりと上昇し続け、利用者が乗場戸から手を離すと乗場戸が閉じた。
- ・ かごは、1階と2階の間で一度停止した後、救出運転機能（かごが位置ずれした際、正規の位置に着床する機能）が作動して2階に着床した。

- ・監視盤の故障警報が鳴動したため、警備員が事故機を休止させた。

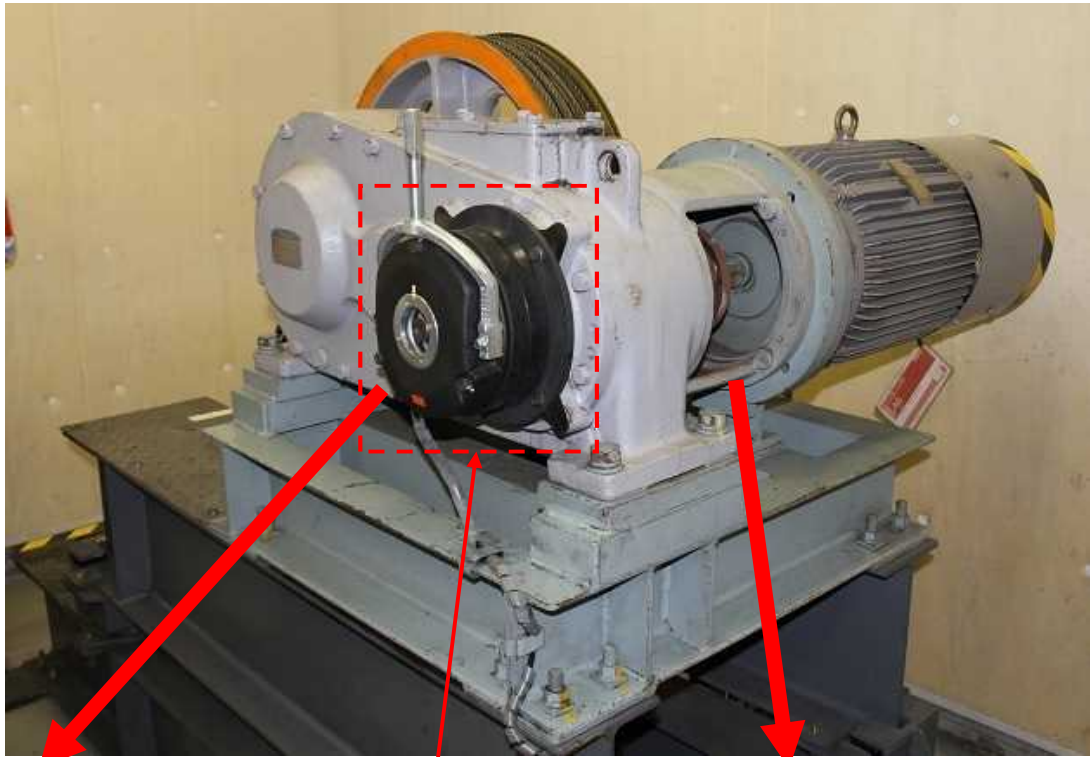
2.4 調査により得られた情報

2.4.1 事故機の動作に関する情報

- ・1階と2階の間でかごが停止したことでエレベーター監視盤の故障信号が発報し、保守点検業者の作業員が到着するまで発報し続けていた。
- ・かごの速度及び位置の履歴が制御盤内に記録される機種ではないため、事故発生時のかごの位置情報を判断することはできないが、1階の乗り場に設置された監視カメラを確認することができた。
- ・事故機の運転頻度は、約23,400回/月であった。

2.4.2 ブレーキの構造に関する情報

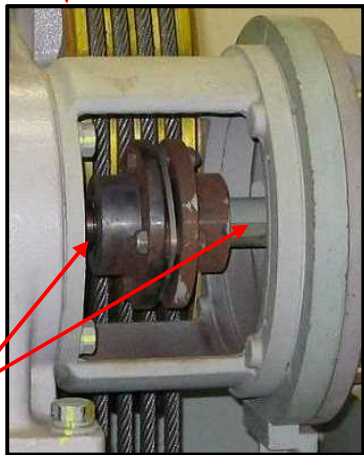
- ・各階にかごを停止させるためのブレーキは、巻上機に設置されている（写真1）。
- ・ブレーキの構造は、図1・図2のとおりであり、ブレーキに電流が流れると、固定鉄心が電磁石となりアーマチュアが引かれることで、ブレーキパッド（以下「パッド」という。材質は合成ゴム）と非接触となり、パッドが接着されているブレーキディスク（以下「ディスク」）が回転する、すなわちブレーキが開放される仕組みである。
- ・ブレーキ内部にはコイルがあり、当該コイルに電流を流すことで、固定鉄心を電磁石にする仕組みである。
- ・ディスクには、軸に固定されたスプラインハブ（以下「ハブ」という。）の歯とかみ合うように加工された溝が付いている（写真2）ため、アーマチュアの移動によってパッドと摩擦板とが離れることにより、ディスクが軸及びハブと連動しながら回転することとなる。
- ・ブレーキには、外部からの異物侵入の防止やブレーキ動作時の防音を目的として、アーマチュアやパッドを覆うようにダストカバーリングが設置されている（写真1）。



ブレーキ



ダストカバーリング
(写真は一部外した(ずらした)状態のもの)



軸

写真1. 巻上機とブレーキ

ハブ

軸

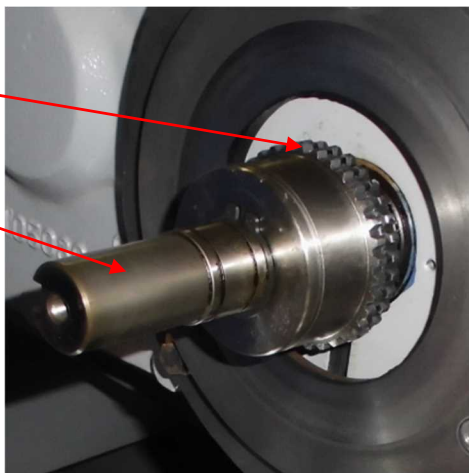
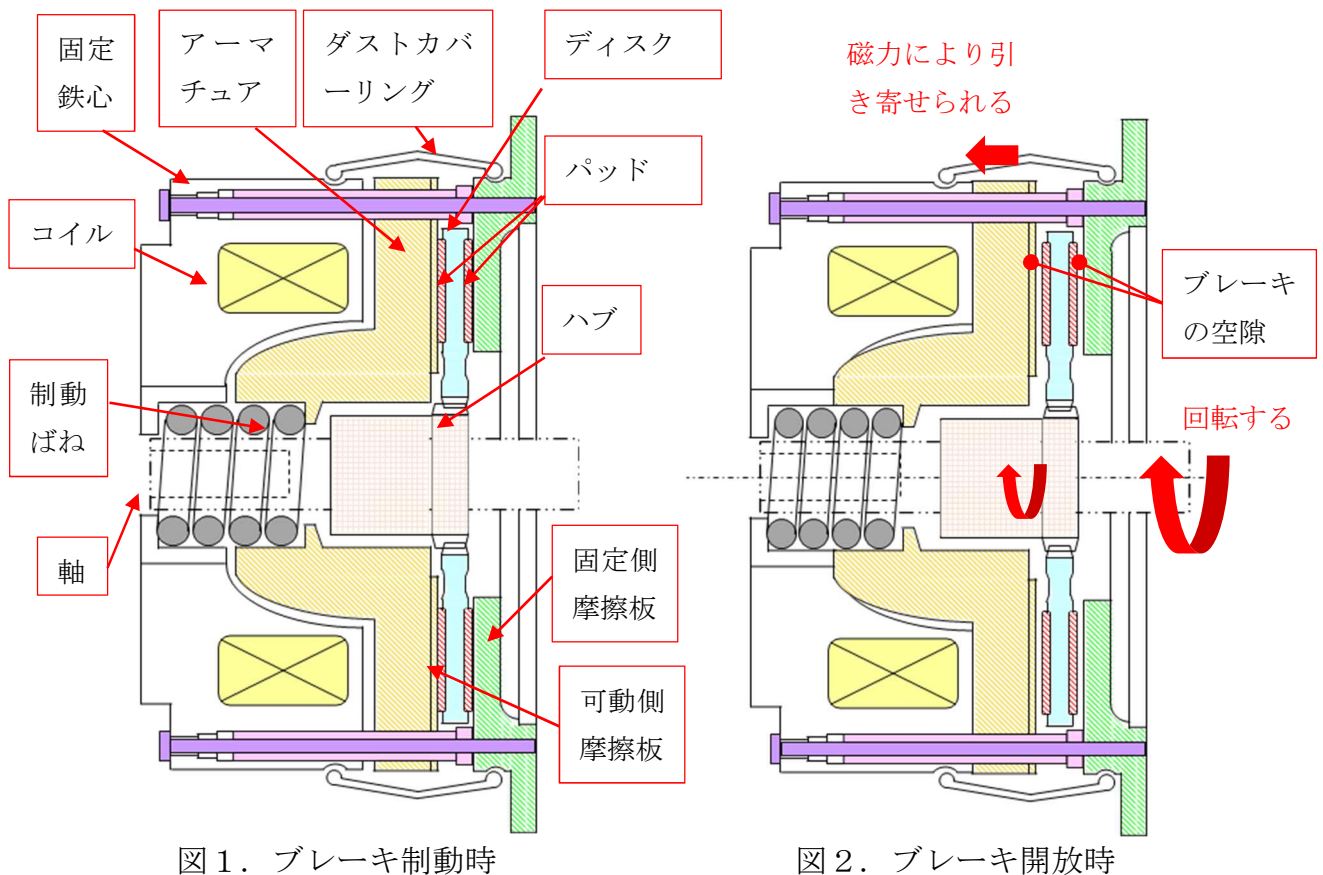


写真2. 軸とハブ
(ディスクは外してある)



2.4.3 ブレーキの状況に関する情報

- ・保守点検業者であるダイコーによると、事故発生から約30分後の時点で、ブレーキの表面は手で触れられない程の高温であり、焦げたような異臭も確認されたとのことである。
- ・ブレーキの製造業者によると、可動側摩擦板の変色状況（一部青みがかっている等）から、アーマチュアは高温になり、パッドはそれ以上に温度が上がったと推定されるとのことである（写真3）。
- ・可動側摩擦板に、擦過痕やへこみ（最大深さ0.599mm）が生じていた（写真3）。また、固定側摩擦板には最大0.051mmの摩耗が確認されたが、へこみは見られなかった。
- ・パッドは、アーマチュア側と固定側摩擦板側のいずれのものも摩耗しており、表面に細かな割れが見られ、炭化していた（写真4）。
- ・ダストカバーリングを外した際に、パッドの摩耗粉が大量に確認され（写真5）、アーマチュアとハブの間や、ディスクとハブの間に堆積していた（写真6、図3）。また、パッドの表面にも付着していた。
- ・なお、図2に示すようなブレーキ開放時のアーマチュアの移動による空

隙（以下「ブレーキの空隙」という。）は、直近の定期検査時（平成 29 年 12 月 9 日）では 0.3mm、事故後では 0.6mm であった。



写真 3. 可動側摩擦板における擦過痕やへこみ



パッドは脱落していないが、全面的に炭化している（灰色～白色に変色している）

写真 4. パッド表面の比較（左：事故機、右：新品）



写真5. 堆積した摩耗粉 (ブレーキ側面部分)

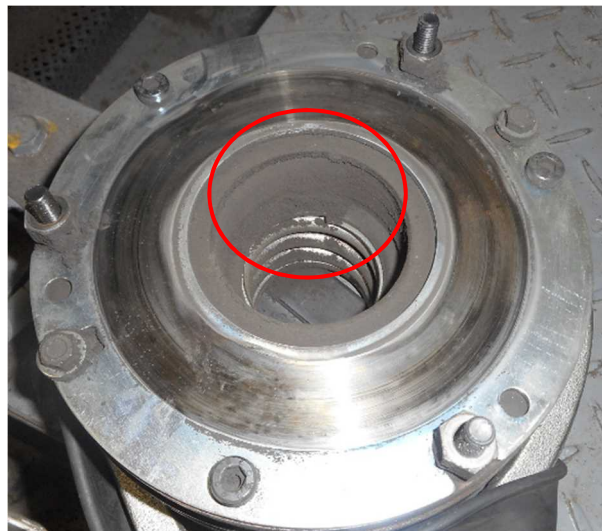


写真6. 堆積した摩耗粉
(アーマチュアとハブの間)

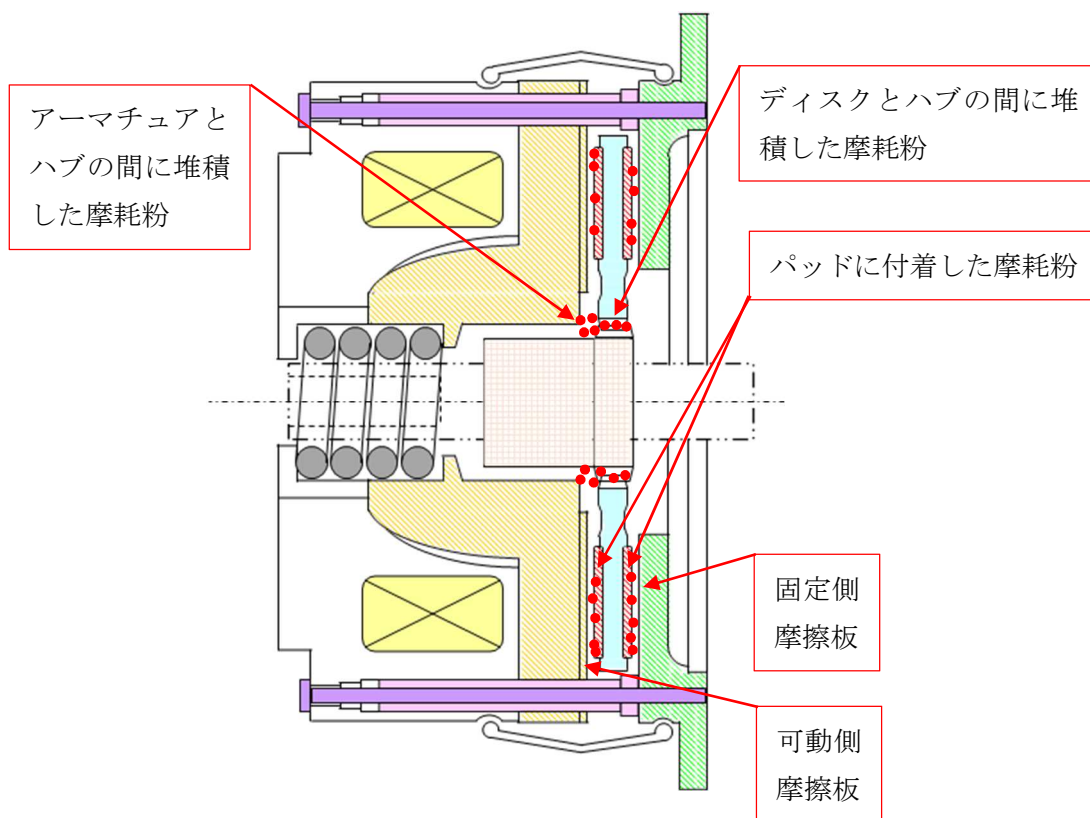


図3. 摩耗粉の堆積位置

2.4.4 ブレーキの保持力に関する情報

- ・ブレーキの製造業者によると、パッドが高温となると摩擦係数は低下し、350°Cであった場合の摩擦係数は0.2程度とのことである。また、エレベーターの製造業者によると、これに加えて、摩耗粉がパッドに付着していたこと等を考慮すると、事故発生時の摩擦係数は、ブレーキの通常の制動時の2～3割程度であった可能性が考えられるとのことである。
- ・摩擦係数が低下すると、かごの重量と釣合おもりの重量との差による荷重に耐えられるようにブレーキを制動できないため、かごを静止保持できない。

2.4.5 ブレーキの電気回路（コイルやコンデンサー）に関する情報

- ・ブレーキの開放は、ブレーキ内のコイル（以下「コイル」という。）に電流が流れることで行われる仕組みだが、事故後の実機検分において、保持電圧の低下が確認され、定格値 DC70V に対して DC56V となっていた。
 - ・ブレーキの製造業者による試験では、ブレーキの空隙が 0.3mm の場合、制動ばねの力は 2169N である。エレベーター製造業者による試験では、コイルによるアーマチュアを引く力は、DC60V では 2185N、DC50V では 1676N であることが確認された。
 - ・ブレーキの電気回路を構成するものとして、交流を直流に変換する際の平滑用のアルミ電解コンデンサー（以下「コンデンサー」という。）があり、充電・放電により電流の波を平滑することで電圧を安定させる機能を有している（図4）。
 - ・コンデンサーの劣化の有無を確認するため、テスターを用いて抵抗レンジでコンデンサーに電流を流して測定したところ、針が最初から全く振れなかった^{※3}（充電・放電ができなくなっている）。コンデンサーが劣化している場合、電流の波を平滑し安定させることができなくなるため、コイルに加わる平均電圧は低下することとなる。（この場合、ブレーキに加わる電圧を測定することで、コンデンサーの劣化を検出することも可能である。）
- ※3：正常なコンデンサーでは最初に針が大きく振れ、次第に振れが小さくなる。
- ・電気回路を構成するその他の部品には異常が見られなかった。

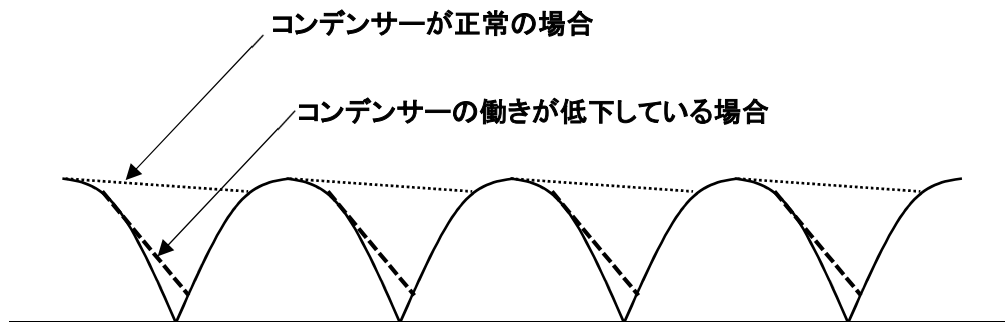


図 4. コンデンサーの機能の低下による電圧の変化（横軸：時間、縦軸：電圧）

2.5 保守に関する情報

- ・保守点検業者が定めるマニュアル（以下「保守点検マニュアル」という。）においては、コンデンサーを 8 年ごとに交換するとされているが、事故機のコンデンサーは、供用を開始した平成 12 年から平成 30 年までの 18 年間、一度も交換されずに使用されていた。
- ・また、コンデンサーの製造業者の製品マニュアルでは、コンデンサーの寿命（交換期限）の上限が 15 年と定められていた。
- ・事故機の供用開始時には、エレベーターの製造業者から所有者に対してコンデンサーの交換期限に関する情報が提供されていなかった。
- ・2.2.2 のとおり、所有者は保守点検業者と POG 契約を結んでおり、契約において、保守点検の方法は具体的には明示されていなかった。保守点検業者によれば、ブレーキの動作確認は目視や聴診により行っていたとのことであり、直近数年間の保守点検において、ブレーキに加わる電圧を測定した記録は存在しなかった。一方、保守点検マニュアルにおいては、ブレーキに加わる電圧を測定することとされていた。

3 分析

3.1 事故機の動作に関する分析

かごが上昇したのは、2.3 及び 2.4.1 を踏まえると、事故発生時において、ブレーキの保持力が小さくなっており、かごの重量と釣合おもりの重量との差による荷重により、かごを静止保持することができなくなったためと

認められる。

3.2 ブレーキの保持力や状況に関する分析

ブレーキの保持力が小さくなったのは、2.4.3 及び 2.4.4 のブレーキの発熱状況を踏まえると、パッドが高温となることで摩擦係数が低下したためであると推定される。

パッドが高温となった原因としては、2.4.4 のとおり、焦げたような異臭があったこと、パッドが摩耗し割れや炭化が発生していること、可動側摩擦板にへこみ等が確認されたこと及び固定側摩擦板に摩耗が確認されたことを踏まえると、パッドとアーマチュアや固定側摩擦板とが引き摺っていたためであると推定される。

なお、2.4.4 の摩耗粉の状況を踏まえると、パッドとアーマチュアや固定側摩擦板とが引き摺ることで摩耗粉が発生し、アーマチュアとハブの間やディスクとハブの間に堆積していたと認められ、アーマチュアやディスクの移動が阻害されることで、さらに引き摺りが発生しやすい状態になっていたと考えられる。

パッドとアーマチュアや固定側摩擦板とが引き摺り続けていたのは、ブレーキ開放信号時にアーマチュアが固定鉄心側に十分に引き寄せられずにパッドを押し付けたままとなっていたためと推定される。

3.3 ブレーキの電気回路（コイルやコンデンサー）に関する分析

2.4.5 の試験値から近似計算を行うと、保持電圧が DC56V の際のコイルによるアーマチュアを引く力は約 1968N であると考えられ、制動ばねの力 (2169N) を下回っている。このことと、コンデンサーの電圧測定結果を踏まえると、アーマチュアが十分に引き寄せられていなかったのは、保持電圧が低下していたことで、コイルによるアーマチュアを引く力が制動ばねの力を下回っていたためであると考えられる。

保持電圧が低下していたのは、2.4.5 の電圧測定結果及び 2.5 の保守の状況（18 年間、一度も交換されずに使用されていたこと）を踏まえると、コンデンサーの劣化（充電・放電ができなくなっている）によるものと認められる。

なお、2.5 のとおり、直近数年間の保守点検において、ブレーキに加わる電圧を測定した記録が存在しなかったことから、ブレーキに加わる電圧を測定していないものと認められる。

4 原因

本件事故は、戸開走行保護装置が設置されていない既設エレベーターにおいて、乗場戸が開いた際、かごの床が乗場の床より高く段差が発生していたため利用者が乗り込むことができず、その後、かご戸が開いたままかごが上昇したものである。

かごの床が乗場の床より高く段差が発生していたことや、かご戸が開いたままかごが上昇したことは、事故発生時、ブレーキの保持力が小さくなったため、かごの重量と釣合おもりの重量との差による荷重により、かごを静止保持することができなかつたためと認められる。

ブレーキの保持力が小さくなったのは、パッドが高温となることで摩擦係数が低下したためであると推定される。

パッドが高温となった原因としては、パッドとアーマチュアや固定側摩擦板とが引き摺っていたためであると推定される。なお、当該引き摺りによって摩耗粉が発生したと認められるが、アーマチュアやディスクの移動が阻害されることで、さらに引き摺りが発生しやすい状態になっていたと考えられる。

パッドとアーマチュアや固定側摩擦板とが引き摺り続けていた原因としては、ブレーキ開放信号時にアーマチュアが固定鉄心側に十分に引かれていなかったためと推定される。

アーマチュアが十分に引かれていなかったのは、コイルの保持電圧が低下していたことで、アーマチュアを引く力が制動ばねの力を下回っていたためであると考えられる。

保持電圧が低下していたのは、コンデンサーの劣化によるものと認められる。これは、コンデンサーが交換されていなかったことによるものと認められる。コンデンサーが交換されていなかったことは、事故機の供用開始時に、エレベーターの製造業者から所有者に対してコンデンサーの交換期限に関する情報が提供されていなかったことに加え、所有者が保守点検事業者と結んでいた契約では、ブレーキに加わる電圧の測定やコンデンサーの劣化の確認・交換が保守点検の方法として具体的には明示されていなかったためと考えられる。

5 意見

国土交通省は、同様の事故の再発防止のため、

- (1) 本事故の原因によらず、戸開走行事案への一般的な対策として戸開走行保護装置の設置が効果的であることから、当該装置の設置されていない既設エレベーターの所有者に対して、特定行政庁と連携して、当該装置が設置されるよう必要な周知普及に努めること。
- (2) 交換期限の到来した部品が適切に更新されるようにするため、所有者が、重大な事故につながるおそれのある重要な部品の交換期限に関する情報を得られるよう、製造業者に対して、ウェブサイト等において当該情報を公開するか、所有者に対して当該情報を提供するよう指導すること。
- (3) 部品の交換を含め保守点検が適切に行われるようにするため、所有者に対して、
 - ・保守点検業者との契約内容により、保守点検の方法が異なること
 - ・フルメンテナンス契約によらない場合は、交換期限の到来する部品の点検・交換を行うための業務を別途委託する必要があることについて、特定行政庁と連携して、必要な周知普及に努めること。
また、保守点検業者に対しても、以下の点を指導すること。
 - ・保守点検契約の内容により保守点検の方法が異なることを委託者である所有者に説明すること
 - ・フルメンテナンス契約によらない場合であっても、保守点検業務において、交換期限が到来している部品を確認した場合には、その旨及び交換等の対応の必要性を所有者に対して報告すること

6 (参考) 当該事故機の関係者による対応

6.1 事故機に対する対応

本件事故機の所有者は、ブレーキ（コンデンサー並びに保持ブレーキタイマー、整流子及び抵抗等の電気部品を含む。）を交換した。

6.2 既設の同型機に対する対応

事故機の同型機（計 108 台（事故機を含めない数値）。以下同じ。）の所有者は、ブレーキスイッチ（45 台）、ブレーキ温度センサー（40 台）又は戸開走行保護装置（13 台）の設置を行うとともに、コンデンサーを使用しているものについては、コンデンサーを交換した。^{*4}なお、その他、撤去したもの（10 台）がある。

※4：108台中15台については、コンデンサーをそもそも使用していなかった。また、1台については供用開始から3年であり、ブレーキ保持電圧を確認したところ異常がなかったためコンデンサーを交換しなかった。その他92台については、コンデンサーを交換した。

6.3 (参考) 既設の同型機に対する緊急点検

保守点検業者は、事故機の同型機全てに対して、以下①～④のとおり緊急点検を実施した。

- ①ブレーキの保持電圧が許容範囲内であるか確認する。
- ②ブレーキの空隙が規定範囲内であるか確認する。
- ③ダストカバーリングを外し、摩耗粉の異常な排出の有無を確認する。
- ④ブレーキを分解しパッドの割れや剥離の有無を確認する。

緊急点検の結果は、以下①'～④'のとおりである。

- ①' 108台中11台が許容範囲外だった。これらのうち、8台は電圧を調整し、3台はコンデンサーを交換した。
- ②' 108台中3台が規定範囲外だった。これらはブレーキの空隙を調整した。
- ③' 108台中21台は、少量の摩耗粉が排出されていたが、異常な排出ではなかった。
- ④' 108台全てで、パッドの割れや剥離はなかった。