

シティハイツ竹芝エレベーター事故調査

中間報告書（第3次）

平成21年 1 月

港区シティハイツ竹芝事故調査委員会

はじめに

将来ある尊い命が失われ、居住者にも大きな不安をもたらした平成18年6月3日のシティハイツ竹芝エレベーター事故から2年半が過ぎました。

港区は事故の重大性に鑑み、事故調査委員会を設置して独自に事故原因の究明と再発防止策の検討に着手しましたが、原因究明に欠くことのできない事故機の制動装置・制御盤等の主要部分や点検報告書等の資料が捜査機関に押収されたままであり、エレベーター製造会社・保守会社からの事情聴取や制御プログラムの入手も難航しております。

こうした状況下において、区は、区としてできる最大限の調査を行うため、専門的な見地から第三者的立場で協力が得られる団体に委託し、事故機に隣接する同型のエレベーターを使用した実験等を行うとともに、それらを踏まえた事故原因の分析を行いました。また、区は施設設置者として、事故機を含め当該施設のエレベーターの取替えを進めるなど、居住者の不安や不便の解消に努めてきました。さらに、安全優先の観点から区有施設のエレベーターの保守契約のあり方を見直したほか、区の全施設の安全点検を徹底するとともに、職員の施設管理に係る意識改革を図るための講習会を開催するなど区有施設における事故の根絶を図るための取組みを進めてきました。

こうした取組みを踏まえ、事故の再発防止を主眼として、国への提言などを含めた当調査委員会の中間調査報告を、第1次報告書（平成18年8月）、第2次報告書（平成19年3月）として公表したところです。

このたび、上で述べた様々な制約条件のため、現時点では依然として事故原因の直接的な特定には至っておらず、区としての調査は継続中ではありますが、事故の重大性と同種の事故の再発防止の観点から、事故機の隣接エレベーターによる擬似的な再現実験委託調査結果並びに本委員会での検討結果及びこれまでの区の実施取組みを明らかにすることが必要と判断し、ここに第3次調査中間報告を公表するものです。

なお、昨年12月12日、港区及び財団法人港区住宅公社は、遺族から民法上の損害賠償を求められましたが、本委員会は、あくまでも事故原因の解明及び事故の再発防止を追及する立場に変わりはないことを表明します。

港区シティハイツ竹芝事故調査委員会

委員長 港区副区長 野村 茂

目 次

第1	調査の経過	1
1	委託調査の実施	1
(1)	委託調査の経緯	1
(2)	委託調査の受託者等	2
(3)	委託調査の成果物	2
2	委託実験調査以降の事故調査委員会による調査の経緯	2
第2	調査の結果	5
1	委託により実施した実験の内容と結果の概要	5
2	事故調査委員会の検討	16
(1)	ブレーキライニングの摩耗が発生した原因について	16
ア	F T A分析に基づく検討	16
イ	ブレーキ機構の不具合についての検討	20
ウ	事故機の部品の返還時に重点的に調査する事項	25
(2)	ブレーキライニングの摩耗の進行について	25
(3)	ノイズの影響について	26
(4)	その他の調査検討について	26
ア	インバータについて	26
イ	クランクアーム（ハンドルレバー）について	27
第3	第2次中間報告及び委託調査結果を踏まえた 今後の区の取り組みについて	28

1	港区シティハイツ竹芝事故調査委員会第2次中間報告の	
	提言を踏まえた区の取り組み状況等について	28
	(1) 区民の安全・安心確保を最優先とする区政の実現のために	28
	(2) エレベーターの点検及び保守委託に関する	
	契約の見直しについての提言	29
	(3) エレベーターの安全に関する港区及び港区議会からの要請	29
2	委託調査結果を踏まえた再発防止策の検討について	30
3	原因究明と再発防止に向けて	34
	(1) 事故の原因究明	34
	(2) 国によるエレベーターを含めた機械設備の事故調査のための	
	専門機関設置の必要性について	34

資料

委託調査結果報告書

- (1) シティハイツ竹芝エレベーター事故調査に係る第4号機
実験結果分析報告書（概要版含む。以下、本文では「タクラム社分析報告書」という。）
- (2) シティハイツ竹芝エレベーター事故調査に係る第4号機
実験報告書（以下、本文では「タクラム社実験報告書」という。）
- (3) シティハイツ竹芝エレベーター事故調査に係る第4号機
追加実験結果分析報告書（以下、本文では「田中技術士分析報告書」という。）
- (4) シティハイツ竹芝エレベーター事故調査に係る第4号機
追加実験報告書（以下、本文では「田中技術士追加実験報告書」という。）

第 1 調査の経過

1 委託調査の実施

(1) 委託調査の経緯

平成18年6月3日に区民向け住宅シティハイツ竹芝で発生したエレベーター事故に係る調査は、事故の原因究明に欠くことのできない事故機の制動装置や制御盤等の主要部分及び点検報告書などの主要資料の多くが、捜査機関に押収されたままとなっている中で進めることを余儀なくされている。

また、事故機の制御プログラムのソースコードを含む技術情報については、シンドラーエレベータ株式会社(以下「シンドラー社」という。)が、平成18年6月16日のシティハイツ竹芝での住民説明会において提供を約束したにもかかわらず、同年8月、区に対して提供情報に関する秘密の保持を求めた後、平成19年2月にはシンドラー社に対する区の損害賠償請求権の制約条件、さらに同年5月には当該技術情報を用いた調査結果を区が公表する場合の制約条件を提示してきた。区としては、事故原因究明のため早期に技術情報を入手する必要性を認識しつつも、シンドラー社の要求は到底容認できるものでないことから、同年5月より国際企業訴訟等に明るい涉外弁護士を代理人として交渉を続けているが、難航している。

これらの制約により、事故機そのものの調査・検証が出来ない中で、一昨年、本委員会では、事故の原因究明及び再発防止策の検討を最大限進めるため、隣接する事故機と同型のエレベーターを活用した調査の方策について検討することとした。一方、入居者の安全性・利便性の確保の観点からは、事故機に隣接したエレベーターの取替工事の実施が求められていた。事故原因の究明と再発防止にどこまで迫れるかについて、事故機そのものの調査・実験ではないという限界・制約の存在を認識しつつも、現場性・再現性のある調査・検証の機会が永久に失われてしまうことを踏まえ、取替工事までの限られた期間の中で、事故機の隣接機である第4号機エレベーターを使用し、現場での調査・実験を行うこととした。

実験の実施及びその結果の分析は、エレベーターの専門機関や業界団体等の協力が一切得られない中で、機械工学の専門家を擁する株式会社タクラム・デザイン・エンジニアリング(以下「タクラム社」という。)及び技術士である田中

宏氏（以下「田中技術士」という。）に委託して実施した。

（２）委託調査の受託者等

受託者	委託内容	実験委託の期間	分析委託の期間
タクラム社	<ul style="list-style-type: none"> ・自然状態運転実験 ・事故現象の擬似的な再現実験 ・不具合状況の確認実験 ・その他 	平成 19 年 5 月 14 日～9 月 28 日	平成 20 年 2 月 13 日～3 月 31 日
田中技術士	<ul style="list-style-type: none"> ・上記実験のデータを補強・充 実させるための追加実験 ・その他 	平成 19 年 9 月 11 日～10 月 31 日	平成 20 年 6 月 13 日～7 月 10 日

（３）委託調査の成果品

委託調査の成果品は、次のとおりであり、それぞれ本報告書に添付している。

<p>①タクラム社実験報告書 平成 19 年 7 月から 8 月にかけてタクラム社に委託して行った実験の報告書</p> <p>②タクラム社分析報告書</p> <p>ア) F T A 分析 事故の重大な要素として考えられる「なぜエレベーターの戸が開いたままかごが上昇したのか（戸開上昇）」及び「なぜ事故を未然に防止できなかったのか」の 2 点について、結果の事象から遡るようにして一段階ずつその原因としてのあらゆる可能性を挙げ、樹木状に分析していく手法により検討</p> <p>イ) F M E A 分析 ある原因事象をもとに引き起こされる結果事象を次々と検証する手法により、主要部品であるソレノイドの不具合の一つである層間短絡が発生した場合にどのような事象が起き得るのかを検討</p> <p>ウ) 事故の現象としての不具合記録の検証</p> <p>エ) 改善提案</p> <p>③田中技術士追加実験報告書 平成 19 年 9 月から 10 月にかけて田中技術士に委託して行った追加実験の報告書</p> <p>④田中技術士分析報告書</p> <p>ア) 追加実験及びタクラム社の実験に関する実験結果の分析（ブレーキライニングの摩耗特性、エレベーターの負荷特性試験、巻上機モーターの過負荷に対する制御系の実験、戸開時のかごの挙動、ブレーキ装置のアクチュエータのせり、戸開時のノイズの制御系への影響）</p> <p>イ) 検証結果に基づく提言</p>
--

2 委託実験調査以降の事故調査委員会による調査の経緯

年 月 日	作業内容等
平成 19 年 7 月 6 日	第 16 回事故調査委員会 「シティハイツ竹芝エレベーター事故調査に係る第 4 号機エレベーター実験の実施計画について」

年 月 日	作業内容等
}	実験の実施
平成19年9月14日	第17回事故調査委員会 「第4号機エレベーターの実験状況について」「第4号機エレベーターの追加実験について」
}	・追加実験の実施 ・実験及び追加実験結果の作成状況確認
平成19年10月30日	第18回事故調査委員会 「第4号機エレベーター実験結果について」
}	実験結果を踏まえ、今後の調査方法について検討（事故関係者からの事情聴取等）
平成19年12月11日	第19回事故調査委員会 「事故関係者に対する質疑及び意見聴取について」（シンドラ社及びエス・イー・シーエレベーター株式会社から出席が得られないため延期）
平成20年1月29日	第19回事故調査委員会 「事故調査委員会の活動経過について」「今後の活動について」
}	実験結果分析作業の確認及び分析報告作成状況の確認
平成20年4月9日	第20回事故調査委員会 「委託調査の結果報告（案）について」
}	委託調査結果報告書の事故調査委員会記述部分について調製
平成20年5月8日	第21回事故調査委員会 「委託調査の結果報告（案）について」
}	結果報告の公表に向けた内容の点検作業を行う中で、追加実験結果が反映されていないことが判明したため、実験結果分析作業の準備
平成20年5月30日	委員長、タクラム社及び田中技術士の三者が会し、調査報告作成とりまとめの方向性を検討

年 月 日	作業内容等
〽	追加実験分析報告作成状況の確認
平成20年7月17日	第22回事故調査委員会 「委託調査の結果報告（案）について」
〽	追加実験分析報告（案）の内容等について確認（表記の確認作業等）
平成20年9月1日	第23回事故調査委員会 「委託調査の結果報告（案）について」
〽	<ul style="list-style-type: none"> ・タクラム社による田中技術士の分析報告書の内容等の確認 ・委託調査結果を踏まえた区の間接報告(第3次)作成作業
平成20年12月5日	第24回事故調査委員会 「中間報告（第3次）（案）について」
〽	<ul style="list-style-type: none"> ・中間報告（第3次）完成に向けた作業
平成21年1月21日	第25回事故調査委員会 「中間報告（第3次）（案）について」

第2 調査の結果

この項では、まず、委託により行った実験について、タクラム社並びに田中技術士の実験報告書を基に「**実験の内容と結果の概要**」をまとめた。

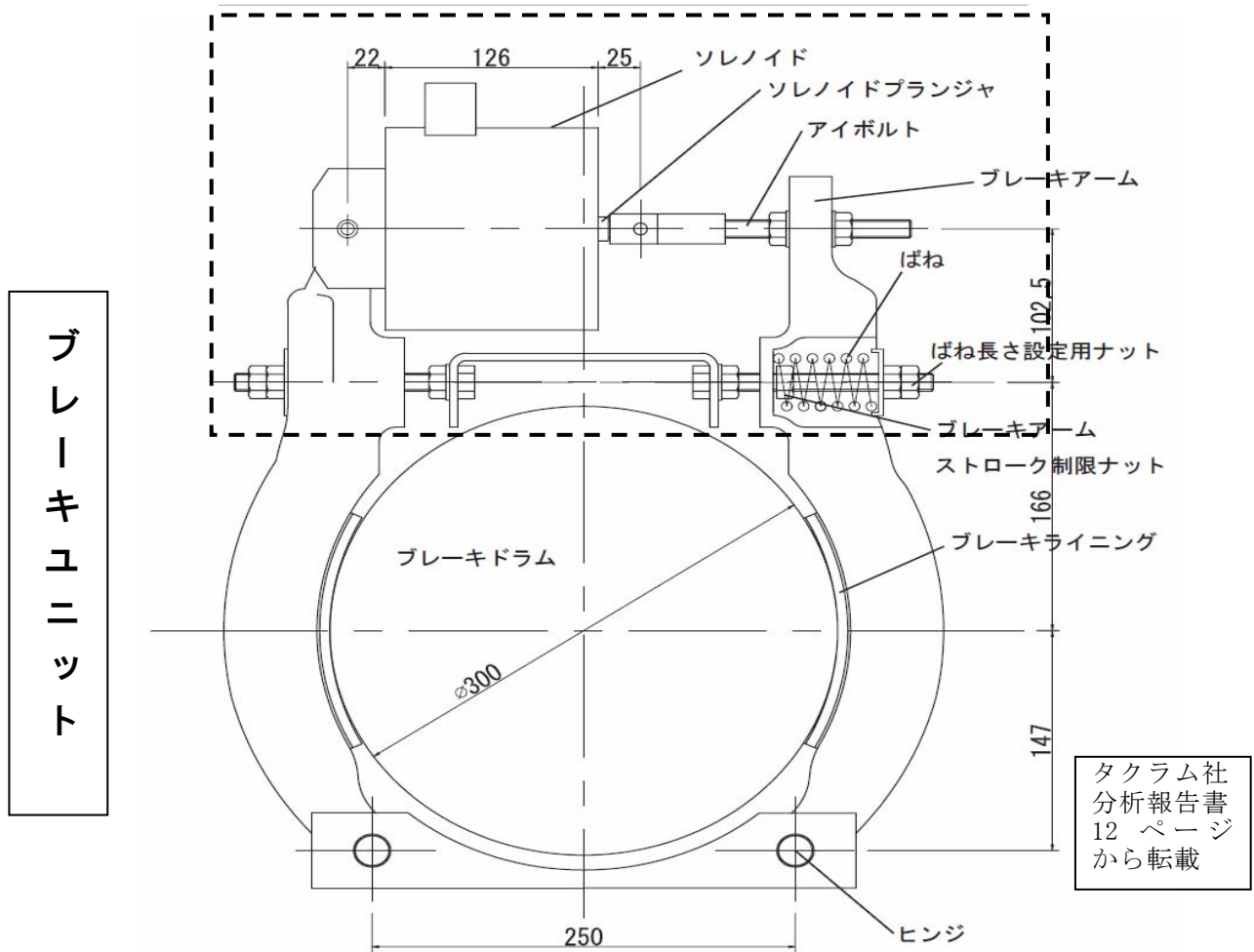
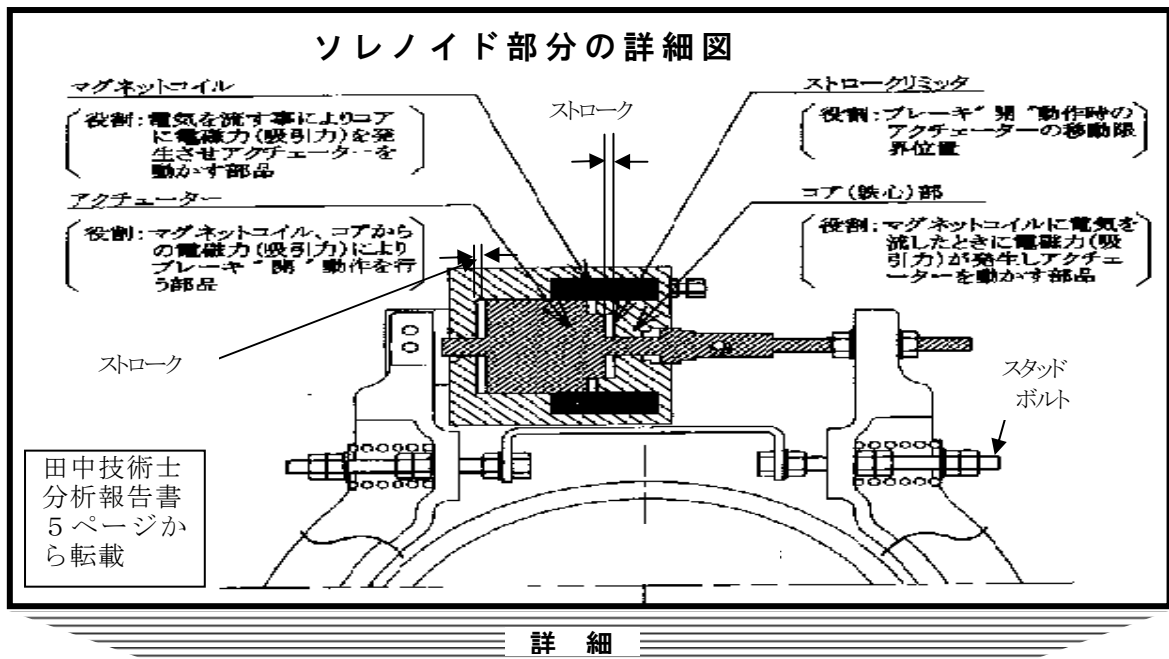
次に、上記実験結果及びタクラム社の「戸開上昇」に関するF T A分析及び事故後の点検結果を基に、本委員会として「**ブレーキライニングの摩耗が発生した原因**」について検討した結果を示した。また、それぞれの実験結果及び分析報告を基に、事故の再発防止の観点から、効果的な保守点検の頻度等の見直しに影響すると思われる「**ブレーキライニングの摩耗の進行**」について検討した結果のほか、「**ノイズの影響**」、「**インバータ**」及び「**クランクアーム**」に関する検証結果についても示した。

なお、タクラム社による「事故の未然防止」に関するF T A分析及びタクラム社と田中技術士による改善提案については、「**第3 第2次中間報告及び委託調査結果を踏まえた今後の区への取り組み**」の「**(2) 再発防止策の検討**」において、検討を加え、区としての活用の方角性について示した。

1 委託により実施した実験の内容と結果の概要

平成19年7月から8月にかけてタクラム社に委託して行った実験及び9月から10月にかけて田中技術士事務所に委託して行った追加実験の内容と結果の概要を、それぞれの実験報告書を基にまとめた。なお、記載の中の専門的な用語については、その都度注記するとともに、ブレーキユニット及びソレノイド（ブレーキ開閉装置）の詳細図を次ページに示す。

ブレーキユニット及びソレノイド（ブレーキ開閉装置）の詳細図



実験の内容と結果の概要（19年7月～8月にタクラム社に委託して実施）

実験区分	内 容	実施月日	実験 No
運転時かご・ブレーキコイル振動測定 (2日間)	事故の前兆として、エレベーターの乗り心地の変化があったかどうかを調べるため、エレベーターのかご（利用者または荷物が乗る箱）とソレノイドに加速度計を設置し、上下左右前後の3軸で振動を計測した。 「完全釣り合い荷重調査」でかご上に140kg相当の鉄板からなるウェイトが積載されていることが判明したことから、これを戻した状態で改めてかごの振動を測定した。	7月3日 7月24日	5～8 測定実施
自然状態運転実験 I (9日間)	事故前後に発生した諸不具合の再現からその原因の検討用情報を収集するため、エレベーターに特別手を加えずに運行パターンとかごに積載する荷重を変化させて運行を繰返し、発生する不具合を調査した。 【運行パターン】 ①各階網羅運転：ある階からある階への移動パターンをかご内ボタンと乗場呼びボタンで全ての組み合わせで網羅的に運転(B2、2～7階を除く) ②帰宅モデル：夕刻から夜の帰宅者が多い時間の運行パターンを想定し、1階からかご内ボタン指示で2つの居住階に上がり、1階の呼びボタンで1階に戻る。2つの居住階は8階から23階の全ての階の組み合わせで運転。 ③出勤モデル：朝の出勤・登校者の多い時間の運行パターンを想定し、1階にいるかごを呼びボタンで2つの居住階へ呼び、かご内ボタン指示で1階に下りる。2つの居住階は8階から23階の全ての階の組み合わせで運転。 ④全階停止運転：B1～23の各階停止で上昇及び下降運転	7月 9,10,11, 12,13,17, 18,19,20 日	9～147, 149～153, 155
完全釣り合い荷重調査 (1日間)	ブレーキ摩耗実験に備えて、エレベーターの静止摩擦力計測のため、エレベーターのかごとカウンターウェイト（かごとロープにかかる荷重の差を小さくするためのバランスを取るとともにロープと駆動部分との摩擦力を高めるための重り）が釣り合うための荷重を調査した。	7月23日	調査実施
自然状態運転実験 II (2日間)	上記「完全釣り合い荷重調査」でかご上に140kg相当の鉄板からなるウェイトが積載されていることが判明したことから、これを戻した状態で改めて自然状態運転を実施し、ウェイト移動が不具合発生に影響を与えていたかどうかを調査した。 【運行パターン】 ①全階停止運転：各階停止で上昇及び下降運転 ②2階とばし運転：2階とばしで上昇及び下降運転 ③奇数階停止運転：奇数階停止で上昇及び下降運転 ④偶数階停止運転：偶数階停止で上昇及び下降運転	7月23,24 日	157～159 166～171
自然状態運転実験 III (3日間)	制御盤内のリボンケーブルにフェライトノイズフィルタ（ノイズ除去装置）が装着されていたことが判明したため、これを除くとともにリボンケーブルの形状を4パターン（折り畳んでしまう、引き出して垂らす等）に分けて自然状態実験を実施した。 【運転パターン】 ①2進1退運転：2階分下降し1階分上昇、もしくは逆に2階分上昇し1階分下降することを繰り返す。 ②全階停止運転：各階停止で上昇及び下降運転 ③奇数階停止運転：奇数階停止で上昇及び下降運転 ④偶数階停止運転：偶数階停止で上昇及び下降運転	8月1,2,3日	D1 ～D25

実験結果の概要

・かごの振動については、その後の実験でも特別な事象は確認できなかったため、詳しい比較はしていない。

・ソレノイドについては、最大で、絶対値にして 4.0G の加速度が記録された。

・ウエイト移動前に比べて、かごの振動が増加した。

・実験期間中、明らかに不具合と認識できる現象は一度も発生しなかった。

(1)振動：目立って大きな振動は確認されず。

(2)異常音：7月19日14時頃、定格荷重相当のおもり積載時に23階付近下降運転時にコツンという音が発生したのみ。

(3)床位置ずれ：20mm以下のずれは何度も確認されたが、センサ信号・制御信号ともに不具合は確認できず。20mmを超える不具合は一度も発生せず。

(4)閉じ込め：目的階に到着しても扉が開かない現象は発生せず。

(5)乗場呼び不反応：各階の乗場で呼びボタンを押してもエレベーターが来ないという現象は確認されていない。ただし、エレベーターかご内の「停止スイッチ」を操作すると呼び信号がキャンセルされる現象が発生したが、不具合ではなく、そのような設定になっているもの。

(6)指定階外停止：かご内ボタンや乗場呼びボタンで作業員が指示していない階にかごが行ってしまう現象が3回確認された。うち1回は子どもが操作していたことが判明しているが、他の2回は誰かの人的操作なのかノイズ等による誤動作なのか確認できなかった。

(7)操作盤点滅及び表示灯のちらつき：かご内及び機械室で作業員が観察していたが、確認されていない。

・定格荷重の30%台の積載荷重で釣り合うことが判明。エレベーターの設計常識から考えて、あまりにも低い値だったため、調査したところ、2006年9月下旬にシンドラ社によりかごの振動軽減・床位置ずれ対策としてカウンターウエイト側からかご側に140kg相当のおもりが積載・移設されそのままにされていた。

・いずれの場合も不具合は発生しなかった。

・振動は、ウエイト移動前に比べて若干増加したように感じられた。

・フェライトノイズフィルタは、2006年11月にシンドラ社によりノイズ対策として取り付けられたもの。

・8月1日の実験D5において、14階から13階に下降運転中13階で312mmの行き過ぎ発生。制御信号を調べたところ、多段速指令・比例速度指令に誤信号を確認。電磁ノイズや接触不良等により何らかの誤信号が発生したと考えられる。

実験区分	内 容	実施月日	実験 No
開ボタン実験 (2日間)	開いていた扉が閉じ切る寸前(0.25秒以内)及び開き始めた直後(0.25秒以内)に開ボタンが押された場合にエレベーターが扉が開いた状態で走行する事例が他施設のシンドラム社製エレベーターで起きたことが報道されているため、再現するかどうかを確認した。	7月20,23日	148,156
ソレノイドコイル温度上昇実験 (1日間)	エレベーターを休みなしに運転した場合にソレノイドのコイルが過熱状態となりコイルの絶縁皮膜の劣化を引き起こす可能性も考えられることから、エレベーターの往復運転を継続してソレノイドの温度上昇を測定した。	7月20日	154
ブレーキライニング摩耗実験 (13日間)	ソレノイドの不具合を想定して、ブレーキライニングをドラムに接触させた状態でエレベーターを運転し、発生する現象を調査した。 特に①乗り心地の変化、異臭・異音等、②ソレノイド出力低下から滑り発生までの時間、③ブレーキ摩耗進行中の現象、④摩耗により負荷がかかるモータ・インバータの動作確認に留意した。	7月25,26日 8月3,6,7,10,13,14,15,16,17,23・24日	B1～B5, B12 ～B17
自然上昇実験 (2日間)	エレベーターを12階でいったん停止させ、扉を開放した状態で、ソレノイドへの電力供給によりブレーキを開放し、かごの床が乗場の上側開口部を通過するまでの時間を測定した。また、ソレノイドへの電力供給量を調整し、上昇を開始するまでの電流を調査した。さらに、いったんかごが停止してから人間の歩行程度の衝撃を加えて自然上昇が始まるかどうか、及び事故が起きた12階以外の階で同様の実験を実施した。	8月8,9日	B6 ～B11
ノイズ測定試験 (1日間)	制御盤にかかる電磁ノイズが事故・不具合の原因として疑われるため、アンテナとスペクトラムアナライザ(周波数ごとの電力・電圧を測定する機器)を用い、積載荷重条件を変えてエレベーターを動かす中で、機械室内(制御盤前1mにアンテナ設置)及び機械室外の電磁波及び電磁場を測定。比較対象として、郊外の住宅地(神奈川県川崎市)でも同様の計測を行った。	6月26日	1～4
ノイズ印加を含む不具合調査実験 (2日間)	事故を含む様々なエレベーターの不具合の原因の一つとして電磁ノイズの影響が考えられるため、エレベーターの制御系に、人為的に電磁ノイズを加え、エレベーターの挙動を調査した。	8月20,21日	C1 ～C19
過積載検出スイッチの確認 (1日間)	これまでの実験において、定格荷重の150%の質量のおもりをかごに載せても過積載警告のブザーが鳴らなかったことから、その原因を確認した。	8月22日	確認実施
制御盤内コネクタ抜け易さチェック (1日間)	上記「ノイズ印加を含む不具合再現実験」において、誤操作により制御盤のコネクタが抜けたことがあったため、エレベーターの電源を切った状態で、各コネクタのリボンケーブルを手で引き抜き、コネクタの抜け易さを調査した。	8月27日	C20

実験結果の概要

・扉が開き始めた直後及び閉じ切る直前(いずれも 0.25 秒以内)にかご内の開ボタンを一瞬又は 5 秒間押す操作を、かご内主操作盤・副操作盤を用いて、それぞれ下降・上昇を 10 運転分行ったが、戸開走行は発生しなかった。

・60 分の運転の後、外部温度が 54℃に達した。
 ・これに対する内部のコイルの温度は、90 数℃と推定される。

・実験 B1～B3 はブレーキを完全に閉じた状態、B4・B5 ではブレーキを開き切らない状態で、積載荷重を完全釣り合い状態 (B4・B5 は計測機器のみ) にして実験を実施した。いずれもモータ冷却ファンは停止。運行パターンは、【実験 B1】10 階→9 階下降後 9 階→12 階上昇、【実験 B2・3】23 階→B1 階下降、【実験 B4】23 階～B1 階を 5 往復 (途中で 1 回の休憩)、【実験 B5】事故時に近い運行パターン。いずれも機械室で強い発煙と発臭、ブレーキドラムの温度上昇が見られた (B1: 約 40℃、B2: 200 数十℃、B3: 約 130℃、B4: 約 400℃、B5: 約 450℃)。インバータ保護機能による停止は起こらなかった。

・なお、7 月 30 日～8 月 1 日に可変抵抗器を用いてソレノイドへの供給電流を調節してブレーキが開放される電流値を測定したところ、0.75A より大きい電流値でブレーキが開放してしまうことが分かった。

【実験 B12 以降については別表 1 参照】

①12 階停止後、ブレーキをきかせ、その後完全開放すると約 3 秒でかごの床が乗場のフレーム上部を通過した。

②12 階到着後もブレーキを全くかけない場合は、扉の開き始めとほぼ同時に上昇を始め、乗場側扉は完全に開き切る前に安全装置により再び閉じた。

③12 階停止後、ブレーキをきかせ、扉を完全開放した後、ソレノイドへの電流を 0.68A から 0.01A ずつ段階的に増やす実験を 3 回実施した結果、0.72A、0.76A、0.78A でかごは上昇を開始した。

④12 階停止後、ブレーキをきかせ、扉を完全開放した後、5kg の米袋を床上 50cm の高さから落下させ 10 秒間様子を見ることを 3 回繰り返し、上昇しない場合はソレノイドへの電流供給を 0.68A から 0.01A 単位で増加する方法で実施したところ、衝撃とは無関係に電流調整中に上昇を始めた (0.73A、0.75A、0.75A の 3 回確認)。

⑤上記③を他の階 (B1 階・21 階) で実施。B1 階では 3 回とも 0.73A、21 階では 0.75A、0.76A、0.75A で上昇を開始した。

・住宅地と現場屋外を比較すると、現場屋外はより強い電磁波・電磁場が存在した。
 ・エレベーター停止中の機械室内と屋外を比較すると、機械室内の電磁波・電磁場は弱い (特に問題となりそうな電波は検出されず)。
 ・エレベーター稼働中の機械室内では、インバータ起因と思われる電磁ノイズが確認された。
 ・4 号機 (シンドラ社製) と 5 号機 (三菱電機製) では電磁波の周波数帯域が異なっていた。
 ・電源電圧変動及び電源ライン・グラウンド間ノイズについても問題となるような変動やノイズは確認されなかった。

・電磁ノイズの種類、エレベーターの走行パターン、制御盤のノイズ印加箇所を変えてエレベーターの挙動を確認したところ、戸開上昇は 1 度も発生しなかったが、以下の現象が発生した。

①かご内・乗場の指示によらない勝手な走行、②かご内操作盤・乗場障害者用呼びボタンの点灯及び一斉消灯、③停止時床位置ずれ、④減速中断・再開、⑤かご位置と表示階数ずれ、⑥走行中の急制動、⑦停止中のブレーキ開放、⑧自動低速走行、⑨扉開かず、⑩かご内照明の消灯、⑪火災地震警報ランプの点灯

【詳細は別表 2 参照】

・かごの下部に、積載荷重に反応するマイクロスイッチが 3 つ搭載されていた (過積載検出用、無駄呼びキャンセル用、満員通過機能用)。手で触れたところ、過積載検出スイッチを含む 2 つのスイッチの固定用ねじが緩んでいた。

・制御盤には合計 8 か所のコネクタがあり、そのうち 2 か所のコネクタには抜け防止用のツメがついているが、他の 6 か所のコネクタにはついておらず手で引くと大した抵抗もなく抜けてしまうことが判明した。

実験の内容と結果の概要（19年9月～10月に田中技術士に委託して実施）

実験区分	内 容	実施月日	実験 No
エレベーター負荷 特性試験 (1日間)	かごとカウンターウェイトとのバランス状態を確認するため、かごの積載荷重を変化させて、エレベーターの上昇と下降に伴うモータ電流値を測定した。	9月13日	追一4
ブレーキライニング 磨耗実験 (8日間)	ブレーキライニングの製造年により摩耗量が異れば、実験結果に影響を及ぼす可能性があるため、タクラム社に委託した実験で使用したもの（2007年製・新品）のほかに、事故直後に取り付けた2006年製のもの（既存品）と事故機と同型式かつ同時期の9年前に設置されたエレベーターから取り外した1998年製のもの（中古品）を使用して、摩耗量の違いを確認した。合わせて、財団法人鉄道総合技術研究所においてライニングの成分を分析した。	9月14,18, 19,20,21, 25,27,28日 10月1日	追一1 追一2 追一3
ブレーキを弱めた 状態でかごの加振 実験 (2日間)	事故当時の状況を再現するため、常時ブレーキをかけた状態で走行し、ブレーキライニングが摩耗し停止中のブレーキが弱くなっているときに、かご内で振動を発生させてかごが上昇するかどうかを検証した。	9月27日 10月3日	追一6 追一6
インバータ過電流 動作実験 (1日間)	エレベーター稼働中にブレーキがかかりモータに過負荷がかかったとき、インバータの保護装置が働けば事故を防げた可能性があるため、積載荷重の10%・20%増し相当のブレーキ電流をかけて、インバータの動作を調査した。	10月2日	追一5
ブレーキコイルの アクチュエータ関 係のせりの確認 (1日間)	本件エレベーターのブレーキ機構の特徴として重たいソレノイドが両ブレーキアームの間で吊り下げられている状態にある。もしアームに取り付けられているボルトが緩んでいると、ソレノイドの重さによって、スタッドボルトとブレーキアームの穴の間若しくはソレノイドの中のコイルの内側部分とアクチュエータの間でせり（傾きが発生して接触面の摩擦抵抗が大きくなる状態）が生じ、事故につながる可能性がある。実際にボルトを緩めて、そのような現象が起きるかどうか確認した。	10月3日	追一7
ノイズ印加実験 (1日間)	タクラム社の実験では、エレベーターの扉は閉まったままの状態で行ったが、今回は、かごには作業員1名（約65kg）のみでおもりは一切載せず、かごが停止し扉が開いている状態でノイズ印加を行い、どのような現象が発生し、かごが動くかどうか検証した。	10月4日	追一8

実験結果の概要

・積載荷重 100%の 1,850kg に対して、0%、25%、50%、75%、100%、110%のおもりを載せて上昇及び下降する際のモータ電流値を測定した。これを基に計算すると上昇時と下降時の曲線が交わるバランスポイントは、定格積載の 55%、電流 45A であり、特に問題のある値ではなかった。

・ソレノイド電流が 0.55A の場合、走行距離に対する摩耗量は、「新品」が 0.0195mm/km、「中古品」は 0.017mm/km、「既存品」は 0.021mm/km、0.48A では、「新品」が 0.0396mm/km、「中古品」は 0.026mm/km で、いずれの場合も「中古品」の方がわずかだが摩耗量が小さかった（「新品」の計測値はいずれもタクラム社の実験結果）。

・同じ「中古品」でも、ソレノイド電流が 0.55A のときと 0.48A のときを比較すると、後者が約 1.5 倍摩耗量が大きかった。

・ブレーキライニングの成分分析の結果、製作時期による組成の違いが確認された。

【詳細は別表 1 参照】

・ブレーキドラム温度 30℃（常温）のとき、かご内に事故当時と同じ 135kg の荷重をかけ、ソレノイドへの電流を調整しながら体重 60kg の作業員がかご内で跳躍して 1G の振動をかけた。0.73A のときかごはゆっくり動き出した。0.75A では何も行動をとらないのに動き出した。

・ブレーキドラム温度が 200℃のとき、上記と同じ条件で、振動要因を 10kg～40kg の米袋に変えて実験した。ソレノイド電流が 0.74～0.76A ではどのような振動要因でもかごは動かなかった。0.76～0.77A では米袋 20kg 以上でかごが動き出した。

・積載荷重の 10%・20%増し相当のブレーキ電流をかけて、インバータの過電流検知装置が働くかどうかを検証したが、インバータは動作しなかった。

・アクチュエータのストロークの設定を基本の 3.5mm から 6.0mm まで伸ばしてソレノイドの重さでたれるような状態をつくり、ブレーキアームの穴とスタッドボルトとの間でのせりの発生を検証したが、アクチュエータストロークが 3.5mm、6.0mm のいずれの場合もロッドの角度を 0° から 15° 単位で 90° まで変化させてもせりは確認されなかった。

・事故時と同じ荷重で、扉を開いたままの状態、かごがノイズ印加の影響で動くかどうかを検証したが、戸開上昇は確認されなかった。

1) かごが 12 階で停止し扉が開いたとき乗場の UP ボタンを押しっぱなしにして扉を開いたままの状態にし、機械室内の制御盤の CPU の I/O 中継フラットケーブルに 10V ステップでノイズを印加した。1,000V まで印加したとき、エレベーターの動作が停止した。ラック間の中継基盤の破損が原因と見られる。

2) 機械室内の副操作盤のインバータ I/O 用基盤を CPU 側ラックに移動してエレベーターの運転が再び可能となった状態で、ノイズを CPU の I/O 入力フラットケーブルにかけた（10V ステップ）。かごは 12 階で停止し扉が開いたときかご内の主操作盤で開ボタンを押しっぱなしにして扉を開いたままの状態にした。その結果、以下の現象が見られた。

①かご内照明灯の消灯、②他階の呼びランプの点灯、③扉開閉の電磁開閉器の作動

別表1 ブレーキ摩耗を伴う事故現象再現実験の主な結果(B12～B17及び追—1～3)

実験番号	実験日	ブレーキ型別	走行距離(実験時間)	走行距離(内訳)	実験日ごとの内訳(実験時間)	積載荷重(kg)	ブレーキ電流(A)	モーター冷却ファン	運行パターン	実験直後				実験直後				温度(℃)				備考	
										R側	L側	平均	R側	L側	平均	最大	平均	最大	平均	最大	平均		最大
B12	8月10日	新品	13329.7(8時間50分)	13329.7(8時間50分)	130	0.55	停止	土曜日の13時～20時までの利用状況に基づき、1日分の運行パターンを算出し13時～19時20分の運行パターンを9時15分繰返す	同 上	-0.040	0.000	-0.020	-	-0.260	0.0195	189.7	145.9	179.3	141.1	<ul style="list-style-type: none"> 発塵、発熱も控えて機室以外では感知不可能と思われる。 運転時にはキュルキュルという音が聞こえた。 ライニングは左右とも中央部分で約0.25mm摩耗。ライニングのコアは1.5mmほど奥に入り込んでおり、このまま摩耗が進みさらに奥に入ると内部構造に突き当たるまであと1mmほど。 			
B13	8月14日	新品	-	-	130	0.25	停止	同 上	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 最初(19階から1階への下降運転)から動かなくなかった。 モーターが運転しようとする旨はするが、実験は動かす、一定時間の後にモーターも運転しようとする、と自体をやめる。 			
B14	8月14日	新品	-	-	130	0.25	停止	同 上	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 実験B13と同構下降を試みるが、運転指示から全く動かない状態が10秒ほど続いた後モーターが回転を試みることを停止。 上昇を試みると通常通りに動く、エレベーターのかごよりカウンタウエアの方が重いため、カウンタウエアがモーターを助ける方向に働きブレーキの摩擦抵抗が大きくても上昇はできるのではないかと推測される。 その直後に再度下降を試みると、非常に遅い加速度で下降を始めたが、規定速度には達しなかった。 			
B15	8月15日	新品	13329.7(8時間58分)	13329.7(8時間58分)	130	0.70	停止	同 上	-0.140	-0.010	-0.075	-0.100	0.070	-0.015	0.0011	103.4	79.6	99.4	78.0	<ul style="list-style-type: none"> ライニングによってかわらぬ力がかなり、運転途中で片側のブレーキアームが傾いてしまい、左側のブレーキライニングはほとんどとどろ消耗せず。右側のライニングの摩耗も中央部分で0.1mm程度。 ブレーキライニングの押し付け圧が低かったため温度上昇は抑えられたが、他の実験同様発塵は開始直後からあり、臭いがかなり上の重要な情報源であることを確認。 実験開始から16分ほど動かない。温度上昇によりブレーキライニングの摩擦係数が低下し、動きがなくなった。ブレーキアームが目一杯開いたが、更なるドラムからの圧力で摩擦係数が生じ、動きがなくなった。実験継続のため、ブレーキのストロークを調整し、約1時間後に運転を再開した。 ブレーキのこすれるキュルキュル音、発熱や臭い、約1分付近では火花の飛散も確認。 			
B16	8月17日	新品	12010(8時間13分)	12010(8時間13分)	130	0.48	停止	同 上	-0.410	-0.410	-0.410	-0.470	-0.480	-0.475	0.0396	272.3	202.3	455.2	202.7	<ul style="list-style-type: none"> ブレーキ周辺にキラキラが散り、微細粉末が臭いライニングの周りに環を作っており付着していた。どこからライニングに浸入されていた鉄粉と推測できる。 実験開始から8時間16分で滑りが発生した(中継時間を除く7時間16分)。 滑りの直前の停止では到着階(1階)着床時この機室でブレーキの小さな滑りを目撃したが、そのことを滑り止(1階)停止後、ブレーキの潤滑が行われた。その後、EVは16階に到着して走行し、16階到着後一旦停止した。見えたが滑りも滑りが生じて上昇した。ドアの開き具合から判断すると、ブレーキを全く動かさず自然に上昇実験(B7)と比較して、より低い時間停止していたが、上昇加速度が遅かったように見えた(B7では加速度0.36m/s²、B16では0.17m/s²)。動きは止めた時期も0.5秒ほど遅れていた。 			
B17	8月23日	新品	33797.5(22時間41分)	16030.1(10時間40分) 17767.4(12時間11分)	130	0.55	停止	同 上	-0.360	-0.390	-0.375	-0.850	-0.850	-0.850	0.0251	334.8	207.0	347.0	212.3	<ul style="list-style-type: none"> 一日目、実験B16と同様エレベーターが動かさなくなった。今回はストロークの調整は行わず、10分間ほどの休憩を入れたことでブレーキドラムを冷まし、運転を継続した。 発熱、発塵、臭い、火花飛散を確認。臭いは機械室直下の23階の乗場まで確認できた。 二日目の12時間1分経過後(一日目の実験開始から22時間31分後)に滑りが発生した。 			
追—1	9月14日	中古品	42293.3(28時間14分)	15364.1(10時間4分) 15060.6(10時間16分) 14579.6(7時間54分)	130	0.55	停止	同 上	-0.670	-0.240	-0.455	-1.040	-0.370	-0.705	0.0167	286.4	195.7	368.1	200.1	<ul style="list-style-type: none"> 実験開始直後から強い発熱があつたが、徐々に消えていった。 インバータ保護機能による運転停止は発生しなかった。 走行距離対摩耗量の傾向が分かるまで走行させた段階で実験を打ち切る(滑り発生までは継続しない)。 			
追—2	9月21日	中古品	30424.7(20時間26分)	15015.6(10時間33分) 14579.6(9時間53分)	130	0.48	停止	同 上	-0.860	-0.620	-0.740	-1.050	-0.520	-0.785	0.0258	301.9	204.7	343.6	211.0	<ul style="list-style-type: none"> 実験開始直後から強い臭いと音が発生し、黒い粉の飛散を確認。 インバータ保護機能による運転停止は発生しなかった。 走行距離対摩耗量の傾向が分かるまで走行させた段階で実験を打ち切る(滑り発生までは継続しない)。 			
追—3	9月28日	既存品	28334.7(19時間13分)	14424.3(9時間37分) 13910.4(9時間36分)	130	0.55	停止	同 上	-0.480	-0.440	-0.460	-0.590	-0.570	-0.560	0.0205	262.7	211.0	314.4	230.6	<ul style="list-style-type: none"> 走行距離対摩耗量の傾向が分かるまで走行させた段階で実験を打ち切る(滑り発生までは継続しない)。 			

*1 中古品は1988年製、既存品は2006年製、新品は2007年製
*2 摩耗量=ダイヤルゲージ変化量R、Lの平均値/走行距離(mm/km)

別表2 ノイズ印加を含む不具合調査実験

実験番号	実験日	エレベーター状態	ノイズ印加箇所	印加ノイズの種類	結果
C1	19年 8月20日	完全停止	ラック間リボンケーブル下側(フィルタなし)	バースト	±200Vから±1000Vまで不具合発生せず +1300VでEVが勝手に走行 -1300Vでは不具合発生せず
C2		完全停止	ラック間リボンケーブル下側(フィルタあり)	バースト	+1300Vから±2000Vまで不具合発生せず
C3		完全停止	ラック間リボンケーブル下側(フィルタなし)	方形波インパルス	+60V、+100V、+500VでEVが複数の階に勝手に走行 +50V、-50V、-70Vでは不具合発生せず なお、実験準備中に誤ってノイズ印加対象のケーブルを抜きかけてしまったところ、ブレーキが9.8秒間開き閉じた後にドアが開いた(積載荷重が釣り合い状態だったため、かごは動かず)。
C4		完全停止	ラック間リボンケーブル下側(フィルタあり)	方形波インパルス	+120VからEVが勝手に走行
C5		完全停止	ラック間リボンケーブル上側	方形波インパルス	-70VからEVが勝手に走行 ただし、ノイズを印加したリボンケーブルがC1~C4でノイズを印加したリボンケーブルと近いと、ノイズがどちらのケーブルで拾われたのかは定かでない
C6		完全停止	右ラック(主操作盤・通常乗場ボタン)入出力	方形波インパルス	+700VからEVが勝手に走行 ただし、このレベルでは既に実験済みのラック間リボンケーブル等の箇所にも影響を与えた可能性が大きい
C7		完全停止	左ラック(副操作盤・障害者用乗場ボタン)入出力	方形波インパルス	-700VからEVが勝手に走行
C8		完全停止	I/Oラック・インバータ間	方形波インパルス	±2000Vまで不具合発生せず
C9		完全停止	インバータ・モーター間エンコーダケーブル	方形波インパルス	±2000Vまで不具合発生せず
C10-1		21階~19階往復	インバータ・モーター間エンコーダケーブル	方形波インパルス	±2000Vまで不具合発生せず
C10-2		21階~19階往復	インバータ・モーター間エンコーダケーブル	バースト	±2000Vまで不具合発生せず
C11		21階~19階往復	ラック間リボンケーブル下側(フィルタなし)	方形波インパルス	+70VでEVが勝手に走行 +300Vまでノイズレベルを上げると、かご内の副操作盤ボタン又は乗場の障害者用呼びボタンが点灯し、そこに向かう。また、点灯していた副操作盤ボタンが一斉に消灯することもあった。
C12	21階~19階往復	ラック間リボンケーブル上側	方形波インパルス	-70VでEVが勝手に走行 -60Vで操作盤のボタンランプの瞬間的の点灯が複数回確認 -100VでEVの勝手に走行、ボタンの点灯・消灯 -300Vでも同様 -500Vで上記と同じ現象と92mmの床位置ずれ(行き過ぎ)発生。実験D5と同様の制御信号の乱れと減速中断・再開が記録データから確認された。	
C13	8月21日	完全停止	右ラック上の2本のリボンケーブル	方形波インパルス	+50Vからノイズレベルを徐々に上げていくと、EVが勝手に走行。停止後に扉が開かずに次の走行を始めることがあった。副操作盤の点灯、実際のかごの位置とかご内の階数表示のずれ。運転中の急制動、停止中に100ms及び300msほどのブレーキ開放電流が流れることもあった(300msの場合はブレーキアームが中央部で左0.4mm右0.5mm開きインバータにも運転指示が出された)。
C14		10階~12階往復	右ラック上の2本のリボンケーブル	方形波インパルス	+50Vからノイズレベルを上げていったところ、12階から10階へ向けての下降途中に急制動発生
C15		10階~12階往復	右ラック上の2本のリボンケーブル	方形波インパルス	±100~150Vで、勝手に走行・急制動・途中停止・床位置ずれ(行き足らず)・自動低速走行・ドアが開かないという現象がものによって複数回発生。異常停止後には自動低速走行により近くの階まで走行しドアが開く非常用運転がプログラムされていることを確認
C16		10階~15階往復	右ラック上の2本のリボンケーブル	方形波インパルス	-70V~-200Vで勝手に走行・かご内照明の消灯・急制動・火災地震警報ランプ点灯・床位置ずれ(行き足らず)発生
C17		10階~12階往復	右ラック上の2本のリボンケーブル	バースト	+900Vで12階から10階への下降途中勝手に11階に停止。その後低速で降下止まらず。B1~B2階間でワイヤキャッチャーでの緊急停止を実施。ワイヤキャッチャー開放後は非常走行でB2階に向かい到着後ドアが開く
C18		10階~12階往復	右ラック上の2本のリボンケーブル	バースト	-400V~-800V及び+800Vで、勝手に走行・急制動・副操作盤の開ランプ点灯・ドア開がそれぞれ複数回ずつ発生
C19		10階~12階往復	ラック間リボンケーブル下側(フィルタなし)	方形波インパルス	-500Vで急制動・床位置ずれ(行き足らず)・加速中の停止信号発生及びそれに伴う振動・定速走行中の停止信号発生・加速中の停止信号発生及びそれに伴う床位置ずれ(行き足らず)発生

実施方法:制御盤内で上記ノイズ印加箇所にカップリングアダプタを装着し、専用の機器で電磁ノイズをかける。積載荷重は完全釣り合い状態で実施。一定レベルのノイズを加え、2分間経過後も何も起きない場合、ノイズの極性を反転、それでも何も起きない場合はノイズのレベルを増加。

以上の実験結果を、発生した主な不具合現象に着目してまとめると、次のとおりである。

実験名	実験目的	発生した主な不具合現象
自然状態運転実験	複数の積載荷重パターンで現実に近い運転を長時間行い、事故前後の不具合の再現を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・着床段差 312mm で戸開しない現象が 1 回発生した。 【現象の原因】 段差発生時の運転データから、通常運転時減速信号のタイミングで異常信号が発生している。そのため減速のタイミングが遅れて段差が発生したものである。電磁ノイズや接触不良等により何らかの誤信号が発生したと考えられる。
ブレーキライニング摩耗実験	ソレノイドの不具合に伴う現象を再現し、現象の把握を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・ソレノイドへの電流を定格（1.8A）より低い値に設定することにより戸開時の滑り上昇が発生した（0.48A、0.55A）。 【現象の原因】 ソレノイドに流れる電流が減少するとブレーキの引きずり運転によりブレーキライニングが摩耗し、制動力が低下する。 ・ライニングの製作時期による摩耗の仕方については、事故当時に使用されていたライニング（1998年製）の方が上記実験に使用されていたもの（2007年製）よりわずかながら摩耗しにくいことがわかった。
ノイズ印加実験	人工的に電磁ノイズを発生させ、事故前後の不具合の再現を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・かご内・乗場の指示によらない勝手な走行、かご内操作盤・乗場障害者用呼びボタンの点灯及び一斉消灯などの指令以外の正常運転と異なる現象が発生したが、戸開上昇は発生しなかった。

エレベーターの戸が開いたままかごが上昇したことが現象面での事故の直接的な原因であったが、上記のうち、計14日間にわたり実施した自然状態運転実験でも、ノイズ印加実験においても、戸開上昇は1度も発生していない。このことから、本委員会は、事故原因の調査に当たっては、ブレーキライニングの摩耗に着目して検討を行うことが適当であると考え、次ページ以降の検討を行った。なお、ノイズ印加実験等その他の実験結果については、本節「2（3）ノイズの影響」、「2（4）ア インバータ」、「2（4）イ クランクアーム」の各項で検討結果を示している。

2 事故調査委員会の検討

本委員会では、前述した実験結果及び分析結果等を踏まえて、機械的・技術的な事故の再発防止の観点から検討を行った。以下の検討は、実験に使用した4号機エレベーターのデータ及び他の収集情報に基くものである。

(1) ブレーキライニングの摩耗が発生した原因について

ア F T A分析に基づく検討

前述の実験結果及びタクラム社が行ったF T A分析（結果の事象から遡るようにして一段階ずつその原因としてのあらゆる可能性を挙げ、樹木状に分析していく手法）を基に、何故ブレーキライニングの摩耗が発生したのか、その原因について検討した結果、可能性として次に挙げる事象が考えられた。

No.	F T A分析の結果、摩耗が発生した原因として考えられる事象
①	ソレノイドの出力以上にばねの締付力を強く初期設定していた
②	ばねが経時変化により硬化して締付力が大きくなった
③	ソレノイドの駆動回路が故障してブレーキアームが開き切らなくなった
④	ナットの緩みなど機構的な駆動伝達の不完全によりソレノイドが駆動してもブレーキアームに伝わらず、アームが開き切らなくなった
⑤	ブレーキアームのヒンジの錆付き等ないしはソレノイドの自重によるかじりつき（せり）等によりアームの可動範囲が制限され、アームが開き切らなくなった
⑥	電源そのものやダイオード、抵抗等のブレーキ回路を構成する部品不良などによりソレノイドへの電力供給が不足してブレーキアームが開き切らなくなった
⑦	故障によるソレノイドの出力低下によりブレーキアームが開き切らなくなった
	a 機械的な故障
	b 地絡（本来ならソレノイドのコイルを流れる電流が途中からソレノイド外装等に対し地絡し、その先のコイルに電流が流れないことからソレノイドの出力低下が発生）
	c 線間短絡・層間短絡（本来なら線に沿ってコイル全体を流れるべき電流が、隣り合った線の間や層の間で起きた短絡箇所を介して部分的に電流の流れないところが生じ、ソレノイドの出力低下が発生）

以下、それぞれの事象について検討した結果を記す。

① ソレノイドの出力以上にばねの締付力を強く初期設定していた

(タクラム社分析報告書 59・61 ページ参照)

ばねの締付力の初期設定が強過ぎて、ブレーキアームが開き切らずブレーキライニングがブレーキドラムに接触したまま運転が続けられ摩耗が進むという事象については、F T A分析にもあるとおり試運転時に判明するので、可能性としては極めて低いものと思われる。

② ばねが経時変化により硬化して締付力が大きくなった

(タクラム社分析報告書 59・61 ページ参照)

竣工から8年間にわたりエレベーターの使用を続ける中で、ばねが硬化するなどして、ブレーキアームが次第に開きにくくなったという可能性については、捜査機関に押収されている事故機の部品が返却された際、調査する必要がある。

③ ソレノイドの駆動回路が故障してブレーキアームが開き切らなくなった

(タクラム社分析報告書 59・61 ページ参照)

F T A分析では、例として、自動車のA B Sのように開閉が高速で断続的に繰り返されるようなことがあればブレーキアームが開き切らない状態になる可能性のあることがあげられている。押収されている部品の返却があっても、故障した部位の特定は困難と推測されている。

④ ナットの緩みなど機構的な駆動伝達の不完全によりソレノイドが駆動してもブレーキアームに伝わらず、アームが開き切らなくなった

(タクラム社分析報告書 59・62 ページ参照)

F T A分析では、例として、ブレーキアームのストローク制限のナットが本来の位置からずれていたり、ソレノイドプランジャ側のブレーキアームにアイボルトを固定しているナットに緩みがあったりした場合に、ソレノイドが駆動された時にもブレーキアームにその動きが正常に伝達されず、開かないことが考えられるとしている。事故機は事故現場から分解して搬出・保管され、さらにエレベーター製造会社の施設に事故機を持ち込んで再現実験も行われたとのことである。仮に事故機及びその部品が返還されたとしても、こうした分解や実験、移動に伴

う振動などにより、ナットの緩みなどが当初からあったかどうかの確認は困難と思われる。事故時の現場検証記録等での確認が必要である。

⑤ ブレーキアームのヒンジの錆付き等ないしはソレノイドの自重によるかじりつき（せり）等によりアームの可動範囲が制限され、ブレーキアームが開き切らなくなった
(タクラム社分析報告書 59・63 ページ参照)

ブレーキアームのヒンジ（支点軸。6 ページ参照）の錆付きについては部品の返還により確認が可能と思われる。ソレノイドの自重により傾きが発生して、ソレノイド本体内面とコア間の接触面の摩擦抵抗が大きくなる状態（かじりつき・せり）については、追加実験では確認できなかったが、事故機ソレノイドの返却があれば分解しての確認が可能である。

⑥ 電源そのものやダイオード、抵抗等のブレーキ回路を構成する部品不良などによりソレノイドへの電力供給が不足してブレーキアームが開き切らなくなった
(タクラム社分析報告書 59・61～62 ページ参照)

電源そのものの不良については、事故前後において特段の不具合等の報告はなく、実験の際にも特に電源に起因する障害は発生していなかったことから、可能性は低いと考えられる。ダイオード、抵抗等のブレーキ回路を構成する部品不良については、後述するが、事故機の部品の返却があれば確認が可能である。

また、これらダイオード・抵抗等の部品不良が、次の⑦のソレノイドの出力低下を引き起こす可能性もあると考えられる。

⑦ 故障によるソレノイドの出力低下によりブレーキアームが開き切らなくなった
(タクラム社分析報告書 59・64 ページ及び 65～79 ページ参照)

故障によるソレノイドの出力低下を引き起こす要因として、FTA分析では、**a 機械的故障**によるもの、**b 地絡**によるもの、**c 線間短絡・層間短絡**によるものをあげている。**a**については、具体的にどのような例があげられるかは不明とのことであるが、例えばソレノイド内部の摩耗により発生した堆積物がソレノイドコアと本体の間に溜まることにより、ブレーキストロークが制限されるほか、摺動面（ソレノイドコアと本体内面が摺れる面）が荒れて摩擦力が増え、ソレ

ノイドの出力低下を引き起こす可能性があるのではないかと考えられる。b及びcはいずれもコイルに不具合が生じることによって、いわゆるショートが発生することを想定するものである。ショートにより規定の電流がコイルを流れず、ソレノイドの出力が低下してブレーキアームが開き切らなくなり、ブレーキライニングがブレーキドラムと接触し続けて摩耗が進行する。

このショートを引き起こす原因として、FTA分析では、「巻かれているコイルの導線の絶縁皮膜にキズなどの不全が発生したこと」及び「絶縁不全部分とソレノイド外装または隣り合った絶縁不全部（線または層）どうしが短絡したこと」があげられている。

絶縁皮膜不全の原因としては、「内部に混入した鋭利な異物による皮膜の損傷」や「振動による皮膜の摩耗・損傷」などの物理的な損傷のほか、「高温度」、「高湿度」による皮膜の劣化等を指摘している。

絶縁皮膜不全の物理的要因としてあげられているもののうち、「振動による皮膜の摩耗・損傷」は、振動によりコイルの電線同士がこすれ合って摩耗し、絶縁皮膜が損傷して短絡を起こすものである。

このほか、前記⑤のようにソレノイドの自重によるかじりつき（せり）によって皮膜が損傷する可能性がある。これらの物理的な要因の有無については、捜査機関からの事故機部品の返還を待って確認する必要がある。

「高湿度」による絶縁皮膜の劣化については、事故機の稼働場所である港区芝一丁目付近は湿度の面で特殊環境とは考えられない。ただし、実験用に準備していた別のソレノイドを分解したところ、内部に錆びのようなものが確認されており、事故機のソレノイドの内部に水分が浸入していたかどうかについては、事故機部品の返還を待って調査する必要がある。

「高温度」の要因について、FTA分析では、「使用環境による高温度」、「冷却不足」、「通常使用による発熱」、「電圧電流過多による発熱」及び「素線不良による局所過熱」をあげている。これらのうち、「使用環境による高温度」については、事故機の稼働場所である港区芝一丁目付近が温度の面で特殊環境とは考えられない。また、「素線不良による局所過熱」については、事故機部品の返還があれば発見は可能と思われる。

「電圧電流過多による発熱」については、前記⑥で述べた抵抗の不具合によ

り、コイルの電線の発熱による被膜の溶解・絶縁不良・短絡という経過をたどる可能性があることは、F T A分析で指摘されているとおりである。

「通常使用による発熱」については、F T A分析で示されているとおり、エレベーターの実際の運行頻度がソレノイドの定格稼働率（時間率 F_m ）を超え続けた場合に、許容以上の発熱によりコイルの絶縁皮膜が徐々に溶けて絶縁不良を起こし短絡する可能性がある。

イ ブレーキ機構の不具合についての検討

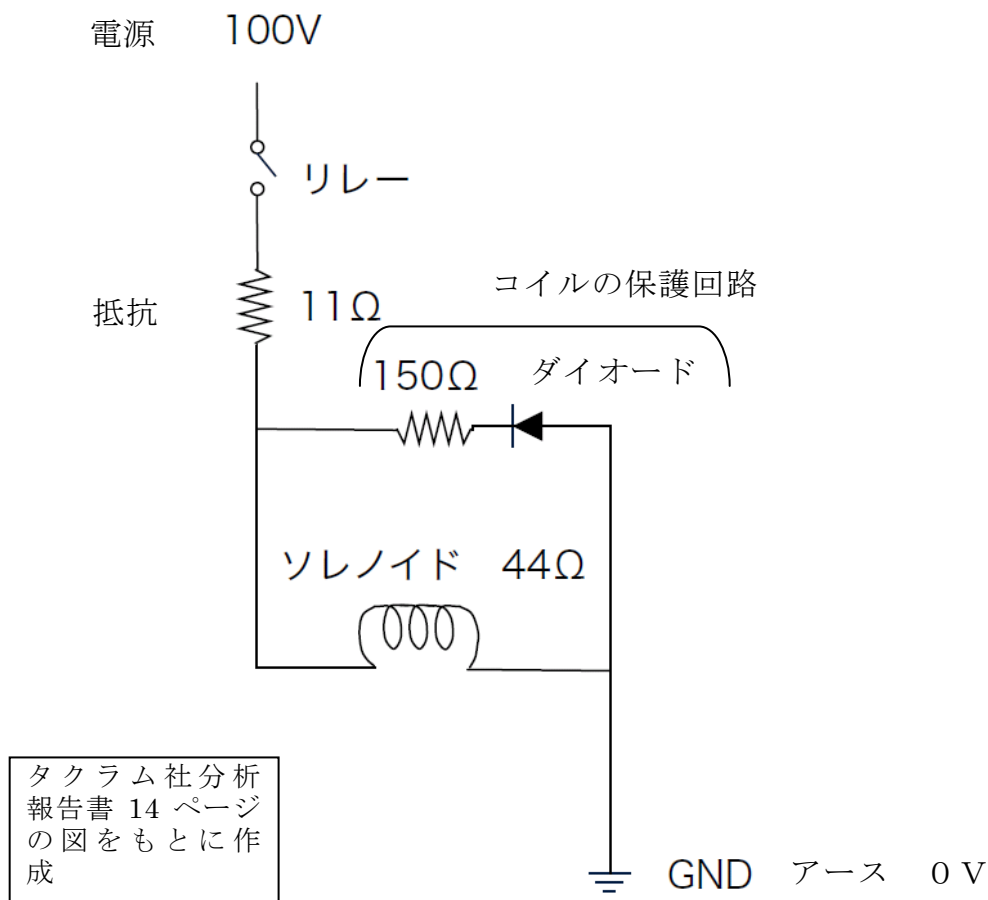
事故発生後に行った点検では、事故機と同じ時期に設置され主要ブレーキ機構が同一である、港区障害保健福祉センターのエレベーターのブレーキ機構について、ブレーキサージ基盤（抵抗類）やリレーの電氣的な不具合及びブレーキストロークに関する機械的な不具合が見られており、事故機においてもそうしたブレーキ機構の不具合が発生していた可能性も考えられる。

以下、ブレーキ機構の各部について、電氣的な不具合と機械的な不具合が発生する可能性及びこれらに伴うブレーキへの影響について検討した結果を記す。

①電氣的な不具合について

ブレーキの電気回路の構成図は、次ページのとおりである。

【ブレーキ回路の構成図】



【抵抗の不具合（設定値不良）について】

抵抗には許容電力があり、それを超える電流が流れた場合、抵抗を構成する素子の化学変化や破壊により抵抗値の減少または増大を起こす（減少するか増大するかは抵抗の材質により異なる）。抵抗値が減少するとソレノイドに供給される電流値が上昇し、電圧・電流が定格値以上になるので、許容以上のコイルの発熱が生じる。その結果、コイルの導線の被膜の溶解→絶縁不良→短絡→ソレノイドの出力低下→ブレーキライニングの摩耗という経過をたどる可能性がある（前出 2（1）ア⑦）。逆に抵抗値が増大するとソレノイドに供給される電流値が減少し、実験で示されたようなブレーキライニングの摩耗が進行する（前出 2（1）ア⑥）。

【リレーの不具合について】

リレーは消耗品であり、経年により劣化する。また、耐用電流を超えると

劣化が促進される。劣化が進むと抵抗値が増大し、回路に流れる電流値が減少する。そのため、ソレノイドに供給される電流値が減少し、実験で示されたようなブレーキライニングの摩耗が進行する（前出 2（1）ア⑦）。消耗品であるリレーをどの程度の頻度で交換していたのか、捜査機関からの押収書類の返還を待つて確認する必要がある。

【ダイオードの不具合について】

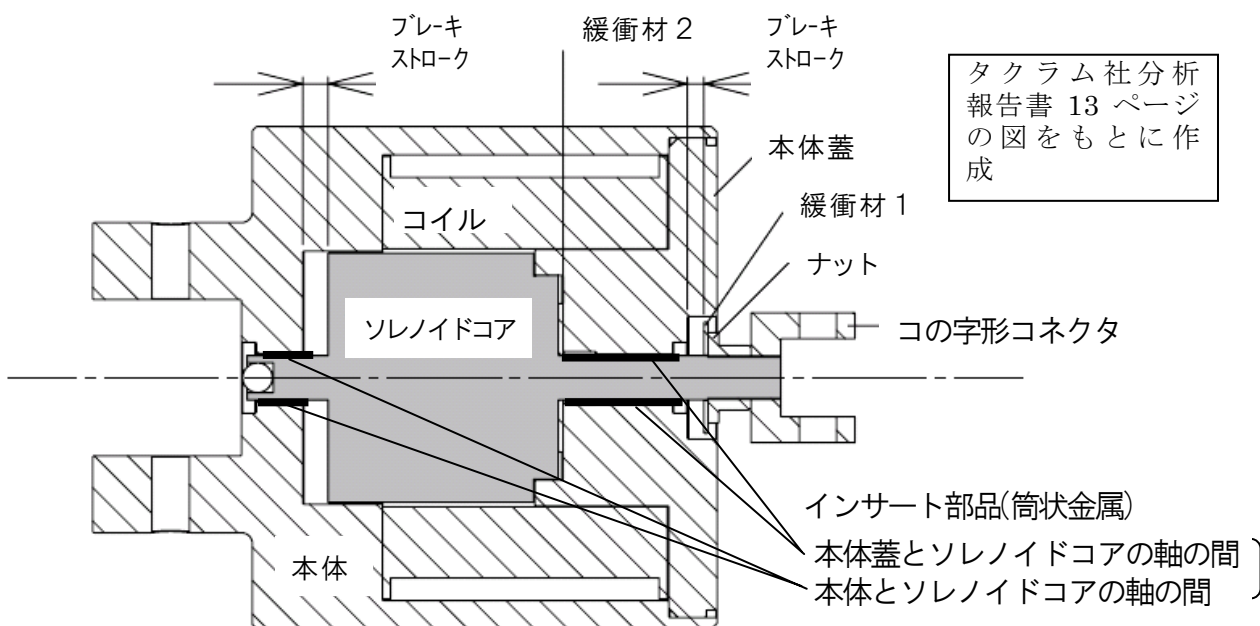
ダイオードについても耐用電流を超えると機能が破壊される。F T A分析では、ダイオードが破壊された場合、このブレーキ回路全体の抵抗値は計算上 45Ω になり、電流値は 2.22A となる。このうちソレノイドに流れる電流は 1.72A となり、ソレノイドへの電力供給は 5 % 程度の低下となっている。5 % 程度の出力低下であれば直接的な機能上の問題にはならないと考えられるが、ダイオードの破壊によりリレーの負荷が増大し、リレーの劣化が促進される可能性があり、結果として前出のリレーの不具合で述べた事象が発生する可能性がある（前出 2（1）ア⑦）。

【ソレノイドの不具合について】

16 ページ後段の「通常使用による発熱」の中で述べているとおり、エレベーターの実際の運行頻度がソレノイドの定格稼働率（時間率 F_m ）を超え続けた場合に、許容以上の発熱によりコイルの絶縁皮膜が徐々に溶けて絶縁不良を起こし短絡する可能性がある。また、短絡により回路全体の抵抗値が減り電流値が上昇すると、別部品への影響として、抵抗に入る電力が増大するので、抵抗の許容電力を超えることも考えられる（前出 2（1）ア⑦）。

②機械的な不具合について

ソレノイドの水平断面図は次のとおりである。



【ソレノイドを構成する部品の摩耗とブレーキストロークの制限】

図中のコの字形コネクタ及びソレノイドコアとそれ以外の部品について、支点を中心に、重力とソレノイドコアの動きによって、次の箇所で接触及び摩耗が発生する可能性がある。

- i) インサート部品とソレノイドコア
- ii) 本体とソレノイドコア
- iii) 本体蓋とソレノイドコア
- iv) コイルとソレノイドコア

摩耗の進行は i) から iv) の順に進行すると考えられる。iv) のコイルの摩擦による短絡は、iii) までの摩耗がかなり進行しないと発生しない。摩耗により発生した堆積物がソレノイドコアと本体の間に溜まると、ブレーキストロークが制限されるほか、摺動面（ソレノイドコアと本体内面が摺れる面）が荒れて摩擦力が増えるとソレノイドの出力低下を引き起こす可能性がある（前出 2（1）ア⑦）。

【コイルの導線間の摩耗】

分解したソレノイドでは、コイルの導線の巻き方が若干粗いことが確認さ

れた。事故機のソレノイドも同様だとすると、振動により導線同士がこすれて導線の絶縁皮膜が摩耗し、最終的に短絡を起こす可能性がある（前出 2（1）ア⑦）。短絡を起こすと、ソレノイドの出力が低下するとともに、回路全体の抵抗値が減少し電流値が上昇するので、別部品への影響として、抵抗に入る電流が増大する。この結果、抵抗の許容電力を超えると、抵抗が損傷して、抵抗値の減少によるコイル導線皮膜の溶解・短絡（前出 2（1）ア⑦）または抵抗値の増大によるソレノイド供給電流の減少・ブレーキアームが開き切らないことによるライニングの摩耗（前出 2（1）ア⑥）が生じる可能性がある。

以上、①の電氣的な不具合と②機械的な不具合により発生する可能性のある事象をまとめると次表のとおりとなる。

発生する不具合	不具合の原因	発生し得る現象①	①の結果発生し得る現象②	②の結果発生し得る現象③
抵抗の不具合	許容電力超過	抵抗焼け（抵抗値減少の場合）	コイル絶縁皮膜溶解	リレー劣化 ※1
		抵抗焼け（抵抗値増大の場合）	リレー劣化 ※2	
リレーの不具合	許容電力超過	リレー劣化		
	耐用回数超過	リレー劣化		
ダイオードの不具合	許容電力超過	リレー劣化		
ソレノイドの不具合	時間率 40%を越える使用	コイル絶縁皮膜溶解	抵抗焼け※1	リレー劣化 ※1
	コイルの振動	コイル絶縁皮膜摩耗	抵抗焼け※1	リレー劣化 ※1
	内部部品同士の摩擦	堆積物の発生		

※1：現象が発生しない場合もある。

※2：リレーは消耗品であり、他部品の不具合の発生とは関係なく劣化する可能性がある。

これらの検討結果から、事故機においても、ソレノイド本体及び抵抗・リレー

の不具合が発生していた可能性が考えられるところである。

ウ 事故機の部品の返還時に重点的に調査する事項

以上の検討結果を踏まえ、今後、事故機の部品が返還された場合に重点的に調査すべき項目は次のとおりである。

① ソレノイド

コイルの絶縁皮膜溶解や機械的不具合の有無について確認する。

② 抵抗及びリレー

抵抗及びリレーの状態の確認及び抵抗値の測定を行う。

(2) ブレーキライニングの摩耗の進行について

本委員会では、事故の再発防止の観点から、効果的な保守点検の頻度等の見直しに影響すると思われるブレーキライニングの摩耗が進行した時間について検証した。

実験では、ソレノイドへの電流の供給を調整することにより、ソレノイドの不具合と同様の状況を作り出した。この結果、ソレノイドに供給される電流値によってブレーキライニングがブレーキドラムに常時接触する状態となり得ること及び接触したまま運転を続けた結果、ブレーキライニングが摩耗し、エレベーターの停止状態を維持できなくなる現象を確認した（ブレーキライニング摩耗実験 B16 及び B17 タクラム社実験報告書 60～62 ページ及び 92～94 ページ）。

この時のソレノイドの電流値は 0.48A（実験 B16）及び 0.55A（実験 B17）であり、それぞれの摩耗によりかごが滑り出すまでの時間は、7時間 16 分及び 22 時間 31 分であった。

ただし、実験 B16 及び B17 のどちらにおいても、実験開始後、摩擦に伴うブレーキドラムの熱膨張が原因と見られるエレベーターの停止が発生している。

また、実験では、ソレノイドに供給する電流値として、最小 0.25A 及び最大 0.70A を試みたが、0.25A ではブレーキの摩擦力が大きくて下降運転が出来ず（実験 B13・14 タクラム社実験報告書 54～55 ページ）、0.70A では途中でブレーキアームが開いてしまい、9 時間の運転でブレーキライニングの片側だけ中

央部分で 0.1mm 程度の摩耗という結果となった（実験 B 15 タクラム社実験報告書 58～59 ページ）。上記各実験の結果から、ブレーキライニングとブレーキドラムが接触しつつもエレベーターの運転が可能な状態を作り出すソレノイドの電流値を考えると、事故発生前のソレノイドの電流値が 0.55A～0.70A の間であった可能性もあり、その場合には実験結果よりも長時間に渡って摩耗が進行したと考えられる。

加えて、これらの実験で使用されたブレーキライニングは新品のライニングであり、追加実験で行ったブレーキライニングの製作時期による差異（事故当時のものと同じ年代に製作されたブレーキライニングでは実験 B 16・17 で使用した近年のライニングよりわずかながら摩耗の仕方が遅かった。（田中技術士分析報告書 12 ページ））も考慮に入れる必要がある。

（3）ノイズの影響について

実験では、追加実験を含めて 3 日間にわたり、2 種類の波形のノイズを強さを変えながら制御盤の数箇所直接印加して戸開上昇をはじめとする不具合現象の再現を試みた。その結果、①かご内・乗場の指示によらない勝手な走行、②かご内操作盤・乗場障害者用呼びボタンの点灯及び一斉消灯、③停止時の床位置ずれ、④減速の中断・再開、⑤かご位置と表示階数のずれ、⑥走行中の急制動、⑦停止中のブレーキ開放（ごく短時間（約 100ms（ミリ秒）：1/1000 秒）及び 300ms）のためかごは上昇せず）、⑧自動低速走行、⑨扉開かず、⑩かご内照明の消灯、⑪火災地震警報ランプの点灯などの現象が発生したが、戸開上昇は 1 回も発生しなかったことから、ノイズが本件事故の原因に影響した可能性は低いと考えられる。

（4）その他の調査検討について

ア インバータについて

田中技術士の分析報告書において、巻き上げ機モーターにかかる過負荷を検知しエレベーターを停止させる機能について、実験時のインバータの動作を中心に検証した結果として次の 3 点が記されている。

① 予めブレーキが強くかかり、あるいはブレーキドラムの熱膨張によりモ

ーターが完全に回転できない状況が約10秒間続くと、制御器プログラムの停止信号によりインバータが停止する。

- ② 予め中程度のブレーキ（ソレノイド電流値 0.55A）がかかった状態で摩擦しながら走行を続けると、約200秒後にインバータ自身の過負荷保護機能がはたらき、停止する。
- ③ 巻上機モーターには温度センサーが付いていたにもかかわらず、インバータ側に温度情報を受信する回路が設定されていなかった。オプションカードを追加し回路を設定すれば、この機能を使用できることが分かった（田中技術士分析報告書 19～21 ページ）。

イ クランクアーム（ハンドルレバー）について

事故後の救出活動において、機械室で備え付けのクランクアーム（ハンドルレバー）を用いて、かごを人力で下方に動かそうと試みられたが下げることができなかった。このことから、救出作業において何故クランクアームを動かすことができなかったのかについて、タクラム社の検証をまとめると次のとおりである（タクラム社実験報告書 51 ページ）。

事故当時のかごの積載荷重等の状況、減速機のラベルに記載されていた情報及び製造会社の情報等を基に計算すると、備え付けのクランクアームを使用してエレベータを手動で動かすためには最低でも約 932N（=94.3kgf）の力が必要であった可能性が高い。この 932N という力は、体重 60kg の人が全体重をかけた時の力（588N（=60kgf））の約 1.5 倍であり、事故の際クランクアームを手動で動かすことは容易でなかったと推測できる。

第3 第2次中間報告及び委託調査結果を踏まえた今後の区の取り組みについて

1 港区シティハイツ竹芝事故調査委員会第2次中間報告の提言を踏まえた区の取り組み状況等について

平成19年3月に本委員会は、事故の再発防止に向けて次の提言を行った。

- | |
|--------------------------------------|
| (1) 区民の安全・安心確保を最優先とする区政の実現のために |
| (2) エレベーターの点検及び保守委託に関する契約の見直しについての提言 |
| (3) エレベーターの安全に関する港区からの要請 |

それぞれについての、区の取り組みの状況は次のとおりである。

(1) 区民の安全・安心確保を最優先とする区政の実現のために

① 職員の意識改革に向けた講習会の実施

平成20年2月に区の施設管理に携わる係長級職員を対象に、高度かつ厳しい安全管理が要求される航空業界整備部門の訓練教官経験者を講師として招き、ヒューマンエラー対策に力点を置いた安全管理講習会を実施した。平成20年度は、管理職員及び区有施設の管理運営に当たっている指定管理者の職員を対象を拡大して実施した。

② 全区有施設の安全総点検の実施

全区有施設における利用者事故の根絶を図るため、平成19年5月、施設ごとの実地調査結果に基づく詳細な点検表を活用した安全総点検を実施し、点検により明らかになった不具合（速やかに改修等を行うべきものから利用上の配慮・工夫の必要等）について既に必要な対応を実行し、施設全般の安全確保を図った。平成20年度においても、前回点検方法について必要な見直しを図った上で、実際に発生している不具合事例等を反映させた点検表を活用した総点検を4月から5月まで実施し、施設全般の一層の安全を確保するとともに、日常点検のあり方など安全管理の仕組みづくりに取り組んでいる。

(2) エレベーターの点検及び保守委託に関する契約の見直しについての提言

① エレベーターの点検及び保守業務の委託先

平成19年度契約から区有施設のエレベーターの点検及び保守業務をメーカー系点検及び保守事業者に変更した。

② 点検及び保守業務の仕様の改訂

(財)日本建築設備・昇降機センターの参加を得て、港区エレベーター点検保守仕様書検討委員会を設置し、平成19年3月に「エレベーター保守業務標準仕様書」を作成した。平成19年度からの区有施設のエレベーターの点検及び保守業務の委託にあたっては、この仕様及び施設ごとの特記仕様により契約することとした。

③ 契約のあり方

エレベーターの点検及び保守業務の契約にあたっては、点検保守を基本とするPOG（パーツ・オイル・グリース）契約とし、必要な改修等は別途行うこととした。これは、従来の点検・保守と部品等の交換を一括してあらかじめ決められた金額で契約する方式（フルメンテナンス契約）では、受託者において部品交換のコストを抑制するため必要な部品交換が行われない可能性がないとは言えないことを踏まえたものである。部品交換のコストを契約からはずすことにより、必要な部品交換を確実にを行うことを目的としている。

(3) エレベーターの安全に関する港区及び港区議会からの要請

平成19年3月に港区及び港区議会は、国等に対して、第2次中間報告で示したとおり、社会資本整備審議会建築分科会建築物等事故・災害対策部会の中間報告「エレベーターの安全確保について（平成18年9月）」を踏まえたエレベーターの安全に関する要請を行った。

その後、社会資本整備審議会建築分科会建築物等事故・災害対策部会では、平成19年5月に発生した大阪府での遊園地コースター死亡事故等も踏まえ、平成20年2月に「昇降機、遊戯施設等の安全確保について（とりまとめ）」を公表した。

とりまとめの内容は、中間報告の内容をさらに深化させたものとなっており、

港区及び港区議会の要請に関するものも含まれている。特に、「事故情報等の収集・活用」の中で、「都道府県等が分析・検討した事故原因や再発防止対策の収集、共有化の促進と再発防止の観点から収集した事故情報等を分析しその結果を公表する仕組みづくり」についての言及があり、区の提起する安全対策を国として検討し、安全確保に役立てることが期待される。

なお、国は、平成20年4月の建築基準法施行規則の改正で、エレベーターの定期報告制度の見直しを行い、定期検査における検査項目、事項、結果の判定基準並びに検査結果表に至るまで指針を定めるなど、区の提言が活きる形となっていると考えられる。

区は、今回の「社会資本整備審議会建築分科会建築物等事故・災害対策部会」報告が、制度、技術面の運用と実効性の確保の観点から、現行制度の枠組みを基本としているとの前提を踏まえ、引き続き検討すべき課題の中で、区の示した「エレベーターの安全に関する要請」の各項目が今後も継続される検討の中で実現されることを期待し、要請していくものである。

2 委託調査結果を踏まえた再発防止策の検討について

タクラム社及び田中技術士の分析報告書では、それぞれ次のとおり具体的な改善提案がされている。

【タクラム社】

- | |
|---|
| 1 制御系の誤作動の予防について |
| 2 ソレノイドのストローク長について |
| 3 ソレノイドのブレーカについて |
| 4 ソレノイドストロークインジケータのデザインについて |
| 5 ソレノイドのストローク限界到達によるブレーキ無効化の対策の安全装置について |
| 6 乗客がかご内で操作できる非常ブレーキについて |
| 7 エレベーターの不具合情報の収集と活用について |
| 8 エレベーター保守点検について |

【田中技術士】

- A ブレーキコイルユニットの電磁力低下について
- B ブレーキコイルユニットの電磁力低下時における巻き上げ機モーターの過熱について
- C ブレーキライニングの異常摩耗について
- D ブレーキドラム及びブレーキライニングの異常過熱について
- E 扉が開いているときの「かご」の移動について
- F エレベーター制御器に対するノイズについて
- G ブレーキ装置の監視装置について

これらの提案は、事故機を前提にしているが、中には区所有の他のロープ式のエレベーターにも共通する重要な指摘がある。区はこれらの指摘を重く受け止め、新設（更新を含む）をはじめ既設の区所有のエレベーターの改善を実施するとともに、国をはじめ関係機関等に必要な情報を発信していく。

なお、改善提案のうち「1 制御系の誤作動の予防について」及び「F エレベーター制御器に対するノイズについて」と「8 エレベーター保守点検について」の3項目については、次のとおり、区として既に実施・導入済みである。

「1 制御系の誤作動の予防について」及び「F エレベーター制御器に対するノイズについて」

新設（更新を含む）エレベーターについて、区は、シティハイツ竹芝に新たに設置したエレベーターも含め、EMC（Electro Magnetic Compatibility～周辺の電磁的ノイズに影響されず、かつ影響を与えないで動作すること）において最も厳しいとされる欧州基準に準じるエレベーターを採用している。

「8 エレベーター保守点検について」

平成19年度から、区のエレベーターの保守点検委託先を、メーカー系の点検及び保守業者に切り替えるとともに、区独自にエレベーター保守業務標準仕様書を作成し、この仕様書及び施設ごとの特記仕様書により契約している。標準仕様書においては、点検項目・内容及び点検周期を詳細かつ明確に定め、その報告を義務付けており、点検及び保守が遺漏なく確実に行われるようにしている。また、契約は点検保守を基本とする POG（パーツ・オイル・グリース）契約とし、必要な部品交換が確実に行われるようにしている。

次に、前記以外の改善提案を踏まえた区の見取りの方向性について以下に記す。

- 「2 ソレノイドのストローク長について」
- 「3 ソレノイドのブレーカについて」
- 「4 ソレノイドストロークインジケータのデザインについて」
- 「5 ソレノイドのストローク限界到達によるブレーキ無効化の対策の安全装置について」
- 「A ブレーキコイルユニットの電磁力低下について」
- 「B ブレーキコイルユニットの電磁力低下時における巻き上げ機モーターの過熱について」
- 「C ブレーキライニングの異常摩耗について」
- 「D ブレーキドラム及びブレーキライニングの異常過熱について」
- 「E 扉が開いているときの「かご」の移動について」
- 「G ブレーキ装置の監視装置について」

上記2～4及びAは、事故機及び隣接機のソレノイド及び関連機構の固有の改善に関するものであり、エレベーター全般におけるブレーキのフェイルセーフ機能を向上させるための手段としては、5の安全装置の設置が有効であると考えている。区は、新設（更新を含む）エレベーターについては既に安全装置を設置することとしており、既存のエレベーターについても、今後、施設利用者の安全性、利便性を考慮しつつ、早期に設置していく。また、その他の提案については、自動的に作動し点検の周期や点検の見落とし等のヒューマンエラーに左右されないという意味で5と共通する面があると考えられ、他のブレーキの二重化等の安全装置の設置と合わせて、それぞれのメーカーのエレベーターの特性に応じて設置を検討すべきものと考えられる。

「6 乗客がかご内で操作できる非常ブレーキについて」

新設を含め既存エレベーターにおいても設置は可能と考えられるが、誤作動、いたずら等を考慮し、区としては設置しない。

「7 エレベーターの不具合情報の収集と活用について」

国土交通大臣の諮問機関である社会資本整備審議会の建築分科会建築物等事故・災害対策部会の「昇降機、遊戯施設等の安全確保について（とりまとめ）」（平成20年2月）の中で、「都道府県等が分析・検討した事故原因や再発防止対策の収集、共有化の促進と再発防止の観点から収集した事故情報等を分析しその結果を公表する仕組みづくり」についての言及があり、この制度の整備と充実を求めるとともに、区も積極的に取り組んでいく。

以上、本委員会は、これらの改善提案の必要なものについては、区として積極的に採用し、また、国等に提言していくことが必要と考える。

3 原因究明と再発防止に向けて

(1) 事故の原因究明

今回の委託調査及び調査結果を踏まえた検討により、捜査機関から事故機の部品等が返還された場合の事故原因の究明に向けての調査対象、目的と範囲がより明確になった。今後、事故の原因究明を進めるため、捜査機関に押収されているエレベーターの部品や保守点検報告書等の返還を待って、必要な調査を行うなど、引き続き慎重かつ粘り強く進めていく。

特に、製造会社については、区長及び住民の前で会社のトップが約束したことが未だに実行されていないことを踏まえて、今後も引き続き制御プログラムのソースコード等技術情報の開示を強く求めていくものである。

また、事故の再発防止に向けて、国等に要請していく内容及び港区が情報を発信していくべきことについても、引き続き検討を重ね、着実な取り組みを続けていく。

(2) 国によるエレベーターを含めた機械設備の事故調査のための専門機関設置の必要性について

港区は、平成18年6月の事故発生以来、庁内に港区シティハイツ竹芝事故調査委員会を設置して、事故の再発防止の観点から、独自に事故の原因究明と再発防止策の検討を行ってきた。この間、事故機に隣接するエレベーターを使用して実験を実施し、本報告書で述べたとおり一定の成果は挙がっているが、原因究明に不可欠である事故機の調査及びエレベーターの製造会社や保守会社からの事情聴取については、捜査中であることを理由として実現していない。したがって、ここで得られた成果は、あくまで事故機の隣接機等から得られた、いわゆる「傍証」に過ぎないものである。

捜査機関は、この2年半着実かつ慎重な捜査を続けているものと思われるが、結果として、この間、事故の真の原因が明らかにされない状況が続くことになり、これに基づく再発防止策を打ち出せない状況となっていることも事実である。

捜査機関の捜査は、事故に関わる個人の刑事上の責任を追求するために行われるものであり、必ずしも事故の再発防止の観点に立ったものではないため、事故

原因に関する事実について刑事訴追に必要な部分しか明らかにされない可能性がある。また、捜査によって得られた資料は原則的に非公開（刑事訴訟法47条）であるので、事件が起訴され公判に証拠として提出されたものを除き、事故の再発防止に関する捜査資料が公開されず、捜査結果が将来の事故防止に活用できない可能性もある。

エレベーターのような、国民が日常生活を送る上で欠くことのできない機械設備に関連して、重大な事故が発生した場合においては、事故の刑事上の責任追及は当然のことであるが、同種の事故が再び起きることのないような、徹底した原因究明と再発防止策の検討を行うことが強く求められるところである。

このことから、国において、航空・鉄道事故調査委員会のような、専門家による、捜査機関の捜査とは独立して調査に当たる権限を持つ事故調査機関を早期に設置する必要があると考えるものである。