

兵庫県神戸市内エレベーター事故調査報告書

平成29年3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27年5月21日（木） 4時39分ごろ

発生場所：兵庫県神戸市長田区 神戸市営番町住宅27号棟

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	釜池	宏
委員	山海	敏弘
委員	杉山	美樹
委員	高木	堯男
委員	高橋	儀平
委員	田中	淳
委員	谷合	周三
委員	寺田	祐宏
委員	直井	英雄
委員	中里	眞朗
委員	松久	寛典
委員	宮迫	計

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	事故発生時の状況等に関する情報		
2.3.1	所有者（神戸市）が利用者から聴取した情報		
2.3.2	事故直後のエレベーターの状況		
2.3.3	事故後に三精テクノロジーズが復旧した時の情報		
2. 4	調査により得られた情報		
2.4.1	事故機のブレーキに関する情報		
2.4.2	ブレーキの状況に関する情報		
2. 5	ブレーキプランジャー軸の段差及び摩耗粉によるブレーキプランジャー動作不良の検証		
2.5.1	検証に使用した部品		
2.5.2	ブレーキの調整		
2.5.3	検証結果		
2. 6	平成21年6月19日に発生した事故に関する情報		
2. 7	同型及び類似型式巻上機設置物件のブレーキ調査結果		
2. 8	前回事事故後の保守業務見直し及びその実施状況		
2.8.1	前回事事故後の保守業務見直し		
2.8.2	ブレーキプランジャー軸の交換基準		
2.8.3	当該事故機の前回事事故以降の保守点検実施状況		
2. 9	ブレーキプランジャー軸及びプランジャーガイドブッシュの硬度		
2. 10	三精テクノロジーズにおける当該メーカー製巻上機採用から今回事事故に至る経緯		
2. 11	三精テクノロジーズ製以外のエレベーターの点検		
3	分析	……	19
3. 1	ブレーキプランジャー軸の摩耗		
3. 2	ブレーキプランジャー一体品の動作不良における摩耗粉の影響		

3. 3	保守・点検作業について	
3.3.1	事故機の保守・点検作業	
3.3.2	これまでの国土交通省の取組み	
4	原因	…… 21
5	再発防止策	…… 21
5. 1	三精テクノロジーズの再発防止策	
5.1.1	巻上機の交換（エレベーター更新を含む）	
5.1.2	保守・点検作業の改善	
5.1.3	今後の定期的な点検報告について	
5. 2	同じメーカーの類似型式巻上機を使用する三精テクノロジーズ製以外のエレベーター	
6	意見	…… 23

《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27年5月21日（木） 4時39分ごろ

発生場所：兵庫県神戸市長田区 神戸市営番町住宅27号棟

被害者：なし

概要：利用者（1名）が5階で降りた際に、かごの上昇を感じ、また、閉じようとする戸と接触した。その後、かごが最上階床レベルより約720mm上方で停止した。（釣合おもりは緩衝器に突き下げていた。）

1. 2 調査の概要

平成27年5月23日：昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び神戸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、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：兵庫県神戸市長田区

所有者：神戸市長

指定管理者：日本管財株式会社

構造：RC造

階数：地上7階

建物用途：共同住宅

確認済証交付年月日：昭和63年7月 6日

検査済証交付年月日：平成 2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

(1) 事故機的主要仕様に関する情報

製造者：三精輸送機株式会社（現・三精テクノロジーズ株式会社、以下「三精テクノロジーズ」という。）

製品型式：R20-2S-45

用途：乗用

定格積載量・定員：1, 300kg・20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：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
昇降行程：17.38m
停止階数：7箇所停止（1～7階）
出入口の大きさ：間口1, 100mm×高さ2, 000mm
出入口の戸：2枚戸片開き
かごの大きさ：間口1, 400mm×奥行2, 100mm
電動機定格容量：9.5kW
巻上機：ウォームギヤ・EL276型
巻上機ブレーキ：ドラム式
戸開走行保護装置：未設置

(2) 確認済証交付年月日：平成元年11月20日

(3) 検査済証交付年月日：平成2年 2月19日

2.2.2 事故機の保守に関する情報

保守会社：契約形態は以下のとおり

三精テクノロジーズ（指定管理者との保守契約）

株式会社サンセイメンテナンス

（三精テクノロジーズから保守業務を受託）

定期検査、遠隔監視センターによる監視、
保守点検の指導

(※) 株式会社ニッシンテック（以下「ニッシンテック」という。）

（株式会社サンセイメンテナンスから保守業務を受託）

保守点検（毎月）、遠隔による異常受信時の一次対応

(※) 平成25年12月までは「中平サービス」が実施

契約内容：フルメンテナンス契約

直近の定期検査実施日：平成26年11月28日（指摘事項あり（#）、既存不適格）

直近の保守点検日：平成27年 5月 8日（指摘事項なし）

（#）主索に関し要重点点検判定

2. 3 事故発生時の状況等に関する情報

2.3.1 所有者（神戸市）が利用者から聴取した情報

- (1) 利用者（1名）は6階でかごに乗った。（他に利用者なし）
- (2) 目的階である5階で停止し、戸が少しだけ開いてすぐに閉まりかけたので、慌てて降りた。その際じわっと上がったように感じた。閉まりかけた戸に足をぶつけた。
- (3) 戸が閉まり、その後エレベーター昇降路内から音がしたのを聞いた。

2.3.2 事故直後のエレベーターの状況

- (1) かごは最上階の7階床レベル+720mmで停止していた。
- (2) 釣合おもりは緩衝器に突き下げていた。
- (3) 突き上げたかごの中に利用者はいなかった。
- (4) 巻上機のブレーキは制動していなかった。

2.3.3 事故後に三精テクノロジーズが復旧した時の情報

- (1) ブレーキプランジヤーが動作中に引っ掛かったような動き（上下方向ともスムーズに動かない）をしていた。
- (2) ブレーキプランジヤー軸、プランジヤーガイドブッシュ及びプランジヤーガイドに付着していた摩耗粉（写真1）の清掃を行ったところ、引っ掛かったような動きはなくなりスムーズに動作するようになった。
- (3) 巻上機の歯車、軸等に損傷はなかった。また、制御盤等、他の機器に異常は見られなかった。

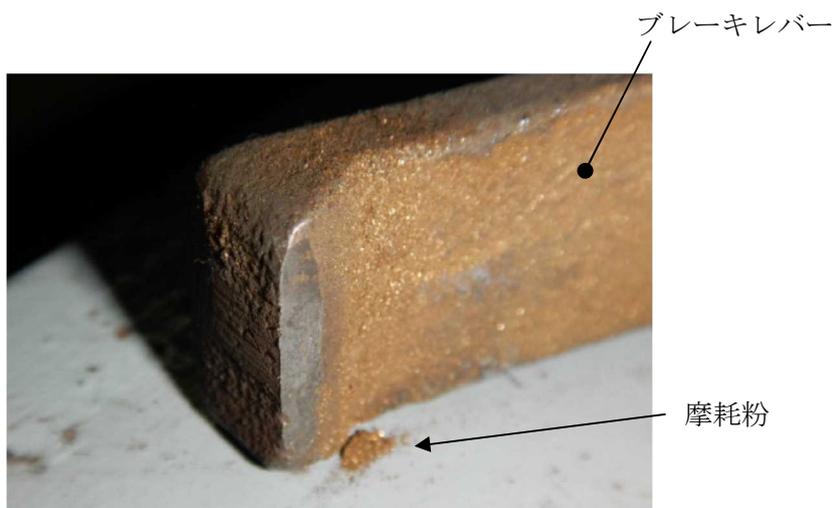


写真1 摩耗粉

2. 4 調査により得られた情報

2.4.1 事故機のブレーキに関する情報

事故機のブレーキの外観を写真2、構造図を図1に示す。

左右のブレーキレバー⑳の上方にソレノイドが縦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①及びブレーキプランジャー軸③(以下、ブレーキプランジャー①とブレーキプランジャー軸③の一组を「ブレーキプランジャー体品」という。)が下方に移動し、ブレーキレバー⑳を介してブレーキアーム㉑を広げ、ブレーキドラムからブレーキライニング㉒を離す構造である。

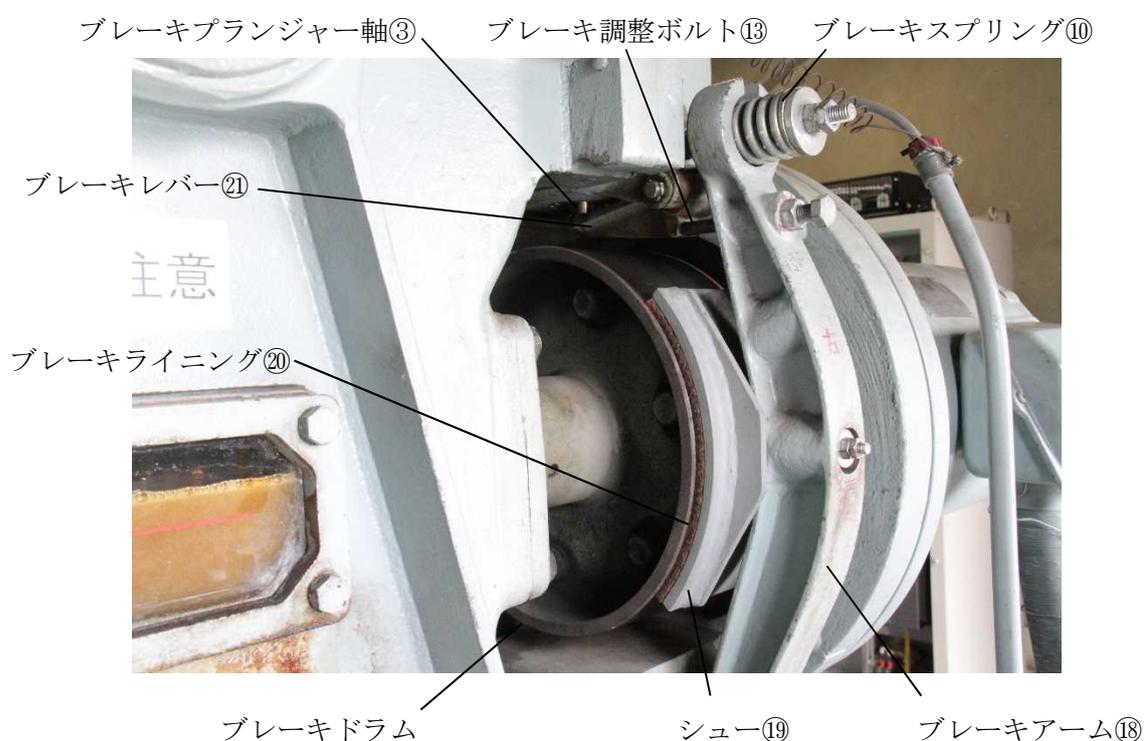


写真2 ブレーキ外観

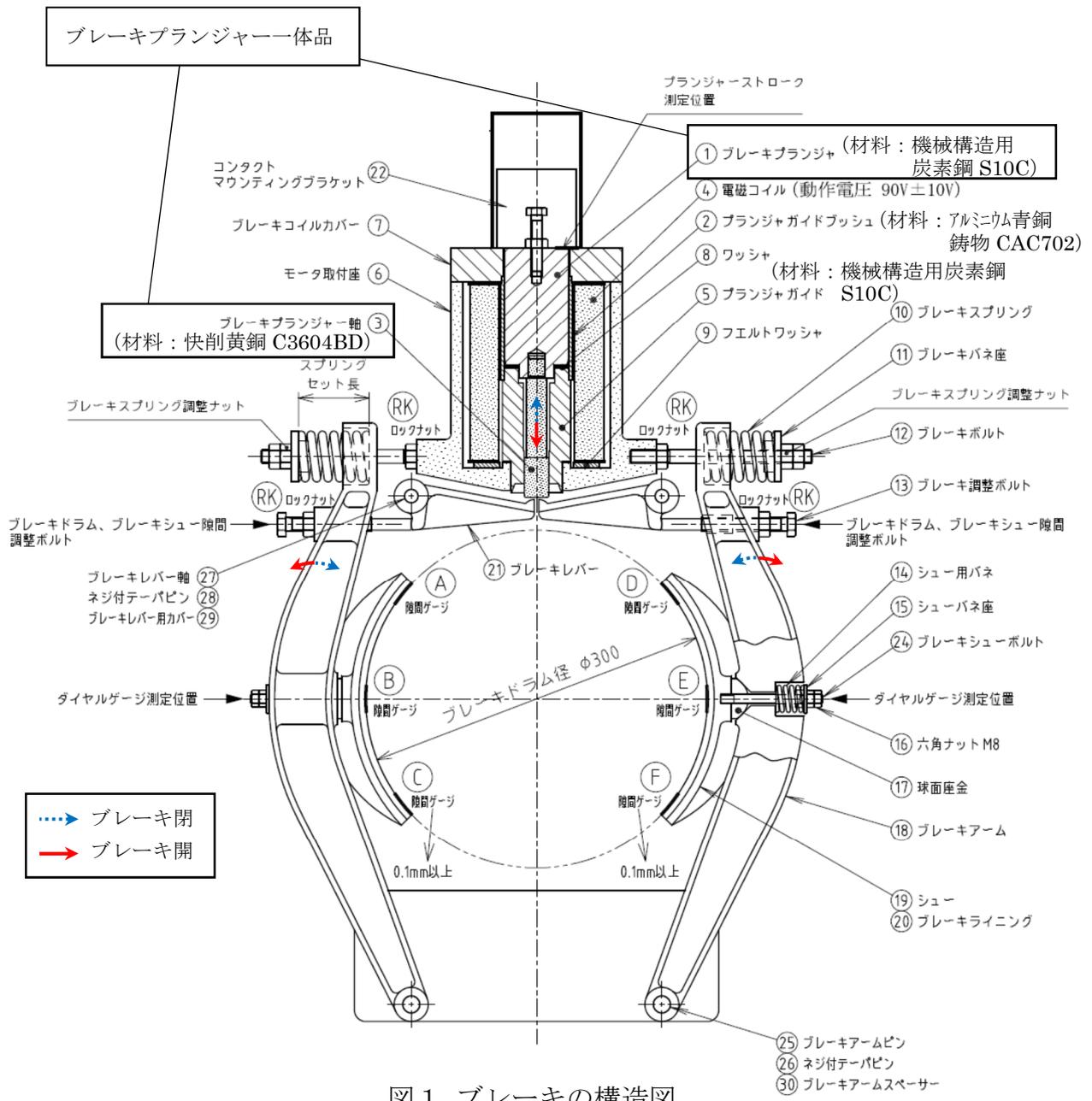


図1 ブレーキの構造図

2.4.2 ブレーキの状況に関する情報

(1) 各部品の摩耗箇所

ブレーキの各部品の状態を確認したところ、ブレーキプランジャー①、プランジャーガイドブッシュ②及びブレーキプランジャー軸③の表面に摩耗痕があった。(写真3)

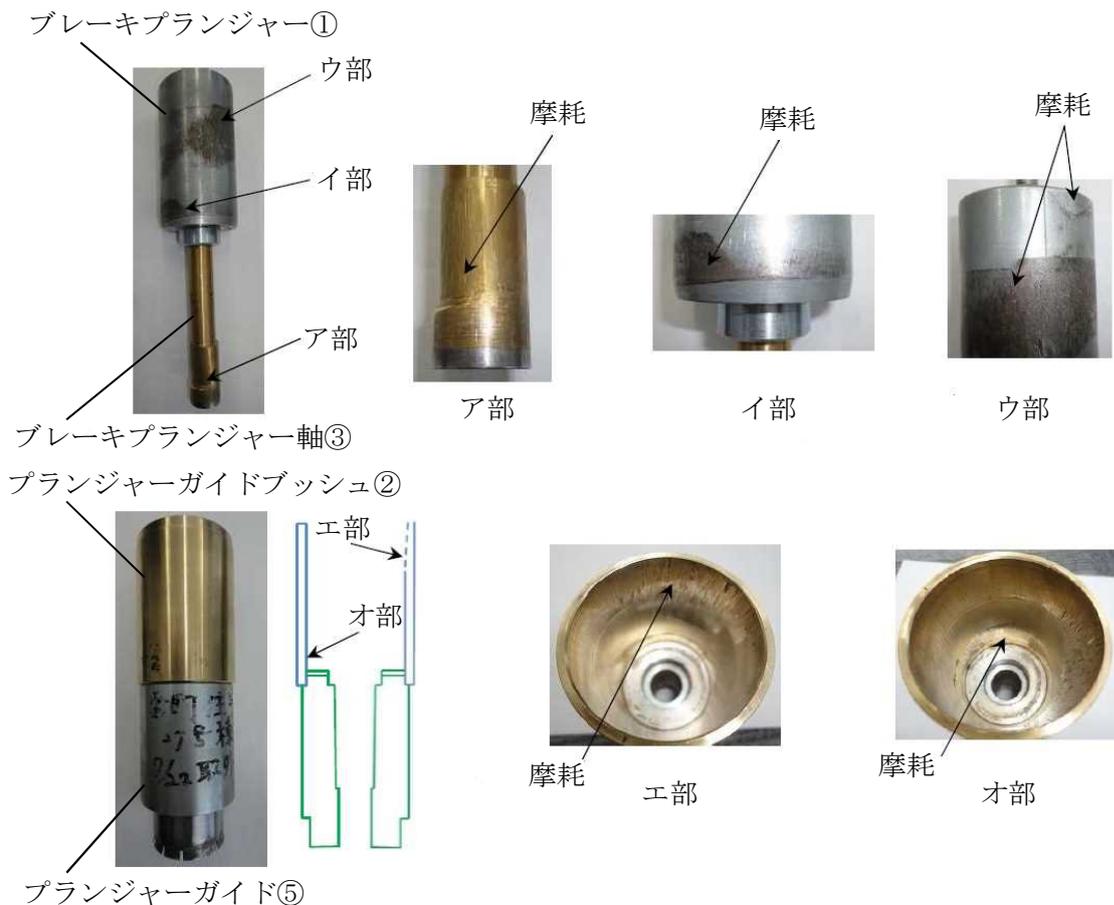


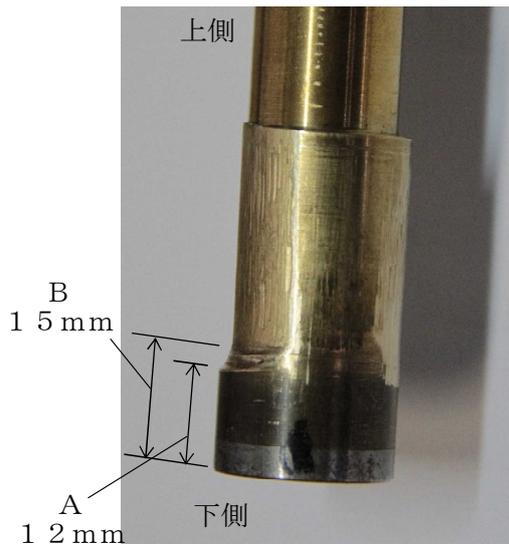
写真3 ブレーキ部品の摩耗箇所

(2) ブレーキプランジャー軸の摩耗

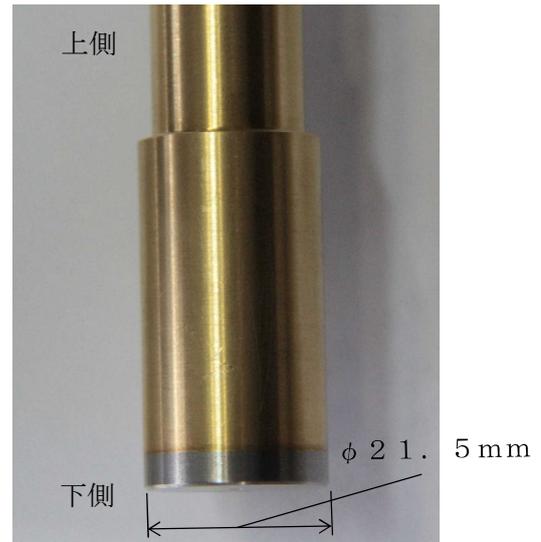
ブレーキプランジャー軸（未使用品の先端部直径：21.5mm）の先端部（写真3のア部）の摩耗の詳細を写真4に示す。摩耗は円周に対して不均一であり、摩耗が最大の箇所では、健全部に対して直径が1.56mm小さかった。（なお、巻上機メーカーでは、摩耗が0.5mmに達した場合は当該部品を交換するよう基準を設定している。）

また、摩耗部の下側領域に段差があり（写真4（c））、ブレーキプランジャー軸の下端から摩耗部の下側の段（下段）まで（写真4（a）のA寸法）は12mm、ブレーキプランジャー軸の下端から上側の段（上段）の位置まで（写真4（a）のB寸法）は15mmであった。

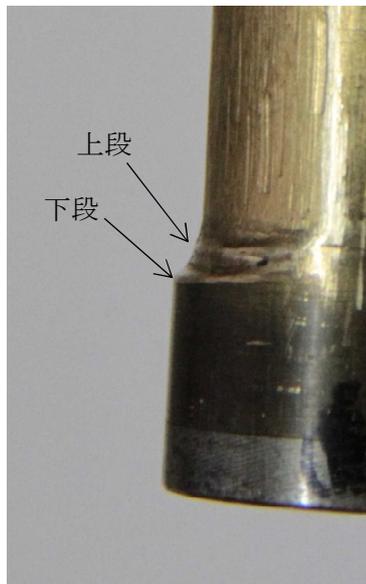
摩耗部の表面上にある線状傷（写真4（d））の長さは5～6mmであった。



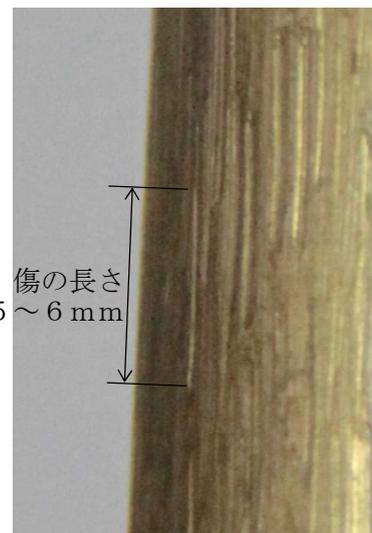
(a) 事故機品



(b) 未使用品 (参考)



(c) 摩耗部下側領域の段差



(d) 摩耗部表面上の線状傷

写真4 ブレーキプランジャー軸の先端部

(3) ブレーキの各部寸法

事故直後に測定されたブレーキの各部寸法を表1に示す。

表1 ブレーキの各部寸法

測定箇所 (図2参照)	測定値 (mm)		基準範囲 (mm)	判定
	左側	右側		
ブレーキスプリングセット長	58.63	58.48	58~59	○
ブレーキライニング隙間	0.96	0.80	0.10~0.48	×
ブレーキライニング残存厚み	6.0	6.0	4.5以上	○

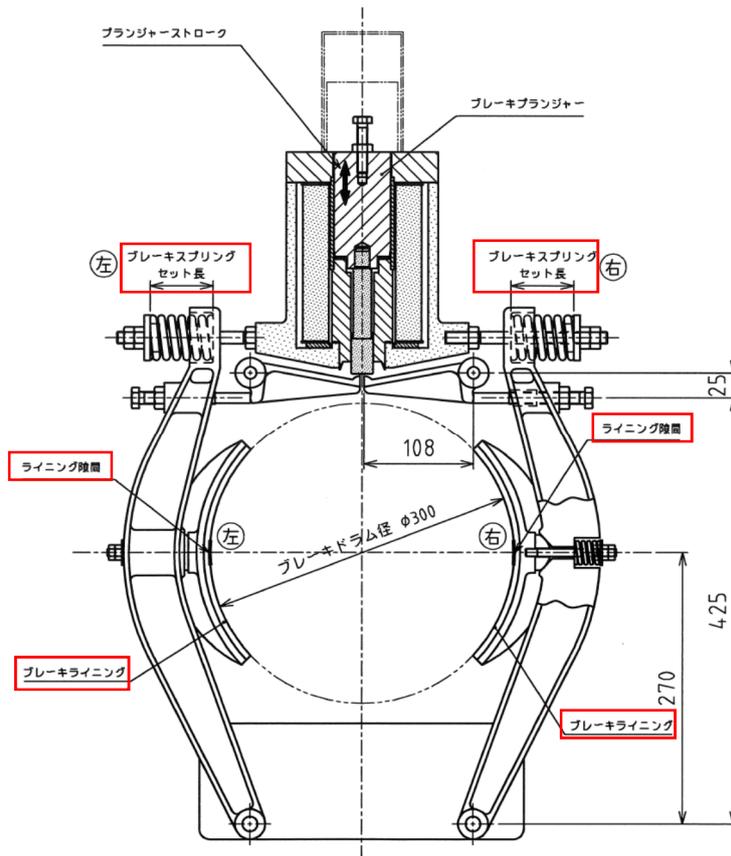


図2 ブレーキの測定箇所（赤囲み部）

表1のとおり、ブレーキライニング隙間は基準値の範囲外であった。左右のブレーキライニング隙間のうち大きい方である左側の値（0.96 mm）、並びにブレーキアーム及びブレーキレバーのレバー比から、事故時のブレーキ動作時のプランジャーストロークを算出すると表2のとおりである。

表2 プランジャーストローク

算出値 (mm)		事故時と基準上限との差 (mm)
事故時	基準範囲	
6.53	0.68～3.26	3.27

※プランジャーストロークの算出例

$$\begin{aligned}
 &= \text{ブレーキライニング隙間} \times \text{ブレーキアームのレバー比} \times \text{ブレーキレバーのレバー比} \\
 &= 0.96 \times (425 / 270) \times (108 / 25) \\
 &= \mathbf{6.53} \text{ mm}
 \end{aligned}$$

このように、事故時のプランジャーストロークは、基準の上限（3.26 mm）と比べて3 mm以上大きく調整されていた。

2.5 ブレーキプランジャー軸の段差及び摩耗粉によるブレーキプランジャー動作不良の検証

事故後に確認されたブレーキプランジャー軸先端部の段差（2.4.2（2）参照）、並びにブレーキプランジャー周辺の摩耗粉の発生及び清掃により摩耗粉を除去したところ引っ掛かったような動きがなくなったとの情報（2.3.3（2）参照）について、それらのブレーキプランジャーの動作への影響を確認するため、段差及び摩耗粉有無による動作状況の差異の確認検証を実施した。

2.5.1 検証に使用した部品

事故機以外の物件で使用されていた同型巻上機に、事故機のブレーキプランジャー軸、ブレーキプランジャー、プランジャーガイドブッシュ及びプランジャーガイドを取り付けた。また、三精テクノロジーズが予備品として保管していたプランジャーガイドブッシュを切削して摩耗粉を作成した。そして、摺動部に摩耗粉がある場合を再現する際には、その摩耗粉をブレーキプランジャーとプランジャーガイドブッシュとの間に落とし込んだ（写真5）。

また比較のため、未使用のブレーキプランジャー一体品を用いた場合の検証も実施した。



(a) 作成した摩耗粉



(b) 摩耗粉の落とし込み箇所



(c) ワッシャ上に堆積した摩耗粉

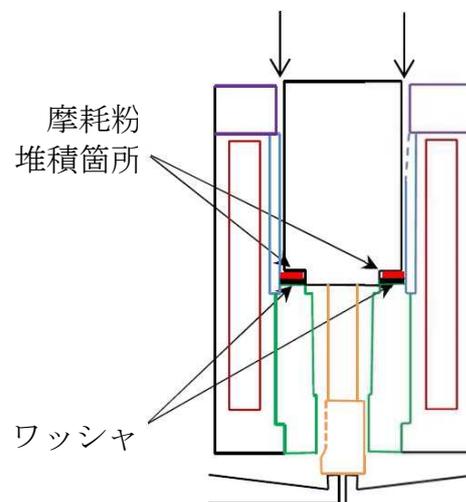


写真5 摩耗粉影響検証（堆積の再現）

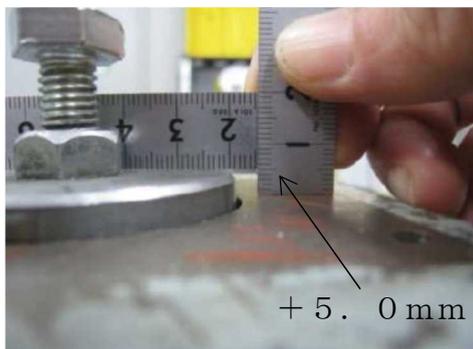
このとき、落とし込んだ摩耗粉の一部はプランジャーガイドブッシュとブレーキプランジャーとの間に挟まるものの、大部分はプランジャーガイド上部のワシヤの上に堆積した。

2.5.2 ブレーキの調整

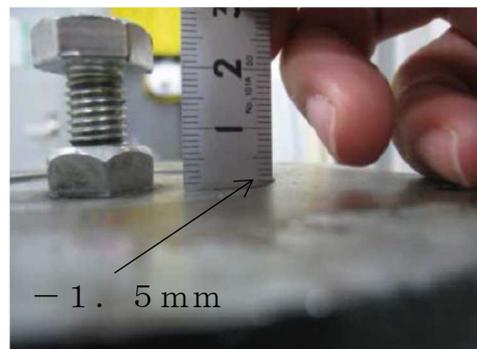
ブレーキレバーがブレーキプランジャー一体品（質量：約2.4 kg）を押し上げる力及びブレーキプランジャー一体品の上下移動範囲は、事故時と同じように調整した（表3、写真6）。

表3 ブレーキの調整

項目	調整値
押し上げ力	非通電時：352 N 通電時：424 N
ブレーキプランジャー一体品の上下移動範囲（ストローク）	非通電時：カバー上面から+5.0 mm 通電時：カバー上面から-1.5 mm (ストローク：6.5 mm)



(a) 非通電時のブレーキプランジャー



(b) 通電時のブレーキプランジャー



(c) 非通電時のブレーキプランジャー軸



(d) 通電時のブレーキプランジャー軸

写真6 設定時の状態（検証前）

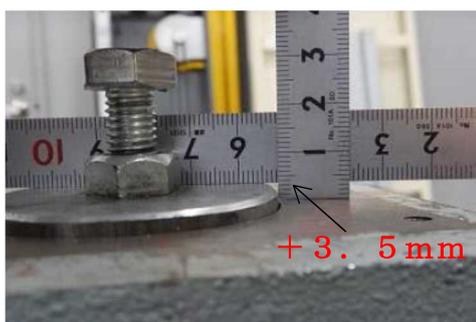
2.5.3 検証結果

(1) 段差があるブレーキプランジャー軸+摩耗粉なしの場合

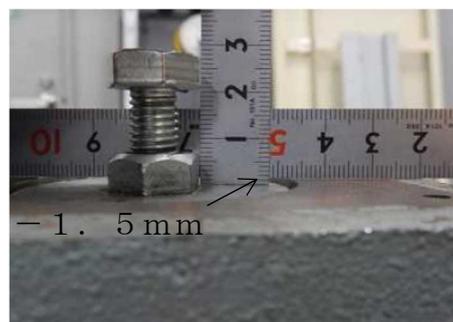
コイルに通電した状態から非通電の状態にすると、ブレーキスプリング力の作用によりブレーキプランジャー一体品が勢いよく押し上げられ、ブレーキは正常に動作した。そして通電と非通電とを約500回繰り返したが、動作状態に変化は見られなかった。

(2) 段差があるブレーキプランジャー軸+摩耗粉ありの場合

次に、写真5のようにブレーキプランジャーとプランジャーガイドブッシュとの間に摩耗粉を落とし込んで通電と非通電とを繰り返していくと、ブレーキプランジャー一体品の上下の動きは徐々に鈍くなり、約200回繰り返した時点で、ブレーキプランジャー一体品は非通電時にはカバー上面から+3.5mmしか上昇することができなくなった(写真7(a))。またこのとき、ブレーキプランジャー軸先端は、上下の摩耗段差の中間付近が穴の外縁部分に引っ掛かったような位置となった(写真7(c))。



(a) 非通電時のブレーキプランジャー



(b) 通電時のブレーキプランジャー



(c) 非通電時のブレーキプランジャー軸



(d) 通電時のブレーキプランジャー軸

写真7 約200回動作時の状態

(3) 未使用(段差なし)のブレーキプランジャー軸+摩耗粉ありの場合

コイルに通電した状態から非通電の状態にすると、ブレーキスプリング力の作用によりブレーキプランジャー一体品が勢いよく押し上げられ、ブレーキは

正常に動作した。そして通電と非通電とを約1,000回繰り返したが、動作状態に変化は見られなかった。

以上のように、ブレーキプランジャー軸先端に段差があることに加え、摩耗粉があることにより、ブレーキプランジャー一体品がストロークの途中で引っ掛かった状態となり、このような位置の場合にはブレーキライニングがドラムに接触できず、その結果、正常にブレーキが動作できなくなることが確認できた。

2. 6 平成21年6月19日に発生した事故に関する情報

本事故機では、平成21年6月19日にもブレーキ動作不良による事故(以下「前回事故」という。)が発生している。このときも、今回と同様にブレーキプランジャー軸の先端部に摩耗が見られた。当時の事故直後のブレーキプランジャー軸先端部の状態を写真8に示す。



写真8 前回事故時のブレーキプランジャー軸の先端部

前回と今回のブレーキプランジャー軸の摩耗状態の比較を表4に示す。

表4 ブレーキプランジャー軸の状態の比較

項目	前回事故(平成21年)	今回事故(平成27年)
使用期間	19年(竣工からの期間)	6年(前回事故からの期間)
摩耗部分	全周に渡り比較的浅く摩耗	一方向のみで深く摩耗
摩耗量 (直径の減少)	0.62mm	1.56mm

また、当時はブレーキスプリングのセット長が従前よりも長く設定されていた。よって、三精テクノロジーズは、ブレーキレバーがブレーキプランジャー一体品を押し上げる力が比較的弱かったことに加え、ブレーキプランジャー軸先端部の摩耗により摺動抵抗が大きかったことが、事故の原因と判断した。

このため、前回事事故の後、同型機のうち、ブレーキプランジャー軸の摩耗が大きかったものはブレーキプランジャー軸等を交換する（表5参照）とともに、三精テクノロジーズにおいて保守作業要領書が定められた（2.8.1参照）。

なお、前回事事故については、現在の昇降機等事故調査部会による調査体制が確立する前に発生したものであり、事故調査報告書の作成対象とはされていなかった。

2.7 同型及び類似型式巻上機設置物件のブレーキ調査結果

三精テクノロジーズは、事故機と同型式（EL276型）又は同一巻上機メーカーの類似型式（EL200型）が適用されている17物件に対し、前回及び今回の各事故後にブレーキプランジャー軸摩耗状態の調査を実施した。その結果を表5に示す。

表5 ブレーキプランジャー軸摩耗の調査結果

物件名	前回事事故後		今回事事故後	
	ブレーキプランジャー軸の摩耗の程度 (記録の内容(注1))	事故後の対応	ブレーキプランジャー軸の摩耗量 (mm)	ブレーキプランジャー軸の使用期間 (年)
事故機	摩耗あり (0.62mm)	交換(※)	1.560	6
A	摩耗はほとんどなし	交換(※)	0.540	6
B	摩耗はほとんどなし	交換(※)	0.260	6
C(#)	摩耗小	交換(※)	0.880	6
D(#)	摩耗小	交換(※)	0.510	6
E	摩耗大	交換(※)	0.490	6
F	異常報告なし	—	1.265	27
G	異常報告なし	—	0.455	26
H	異常報告なし	—	0.015	26
I	異常報告なし	—	0.018	27
J	異常報告なし	—	0.020	26
K	異常報告なし	—	0.064	26
L	異常報告なし	—	0.255	27
M	異常報告なし	—	0.135	27
N	異常報告なし	—	0.020	27
O	異常報告なし	—	0.015	26
P	異常報告なし	—	0.025	27

(※) ブレーキプランジャー、ブレーキプランジャー軸、プランジャーガイドブッシュ、プランジャーガイドを、三精テクノロジーズにて製造した新品に交換

(#) 三精テクノロジーズ以外にて保守を実施

(注1) 事故機以外は前回事故後の寸法値の記録がないが、三精テクノロジーズによれば、摩耗量が多い順に「摩耗大>摩耗あり(事故機)>摩耗小>摩耗はほとんどなし」としていたとのことである

- ・前回事故時にブレーキプランジャー軸等を交換した6件のうち、今回の調査にて交換基準(0.5mm以上)に該当する摩耗量が発見されたのは事故機を含めて4件(事故機、A、C、D)あった。他の2件(B、E)も、それ以外の11件と比較すると使用期間に比して摩耗量が大きい。
- ・前回交換しなかった11件のうち、今回の調査にて交換基準を超える摩耗量があったのは1件(F)であった。

2. 8 前回事故後の保守業務見直し及びその実施状況

2.8.1 前回事故後の保守業務見直し

前回事故を受け、三精テクノロジーズでは「EL型ブレーキ保守作業要領書」を定めた。作業内容のうち、今回の事故に関係する主な項目は、以下のとおりである。(原文からの抜粋)

EL型ブレーキ 保守作業要領書 (抜粋)

○運転中にブレーキの作動状態を、目視確認する。

- ・プランジャーの吸引開放はスムーズに動作しているかブレーキプランジャー軸の動きを確認する。

スムーズでない場合は、ブレーキ部を分解、調整を行う。

(定期的な分解、調整を実施する)

- ・運転中にブレーキライニングがブレーキドラムにすれていないか、隙間が大きいかな確認する。

*すれている場合は、ブレーキドラム、ブレーキシュー隙間調整用、ブレーキ調整ボルトを締めてブレーキドラム、ブレーキシュー隙間を大きくし調整をする。

(必ずロックナットを締め付けておくこと)

*隙間が大きい場合はブレーキ調整ボルトを緩めてブレーキドラム、ブレーキシュー隙間を小さく調整する。(必ずロックナットを締め付けておくこと)

○ブレーキ部、分解調整時の注意、基準

- ・ブレーキのスプリングセット長を測定する。

(基準セット寸法54mm~60mm、左右のスプリングの長さは同じにする)

- ・エレベーターを手動で突き上げ状態にし、ブレーキ部を分解する。

(次ページに続く)

- ・ブレーキプランジャーに鉄粉・粉塵など付着していないか確認し、必要に応じて清掃、洗浄する。
- ・ブレーキドラム面、ブレーキライニング面の清掃と洗浄を行う。
- ・ブレーキ部を組立てる。
 - －ブレーキスプリングを基準値にセットする（測定寸法に戻す）
 - －ブレーキライニングとブレーキドラムの隙間を、ブレーキ調整ボルトでブレーキシュー下部付近を測定し、0.1 mm以上で音がしない最小値にセットする。
 - －ブレーキプランジャーの動作距離基準は3 mmとする。
 - －ブレーキシューの厚みは4.5 mm以下で要是正とする。5.0 mm～4.5 mm超で要重点点検とする。
 - －組立、調整後は必ずブレーキの作動状態、停止状態を確認する。
 - －ブレーキ作動中、左右のブレーキレバーに遊びが無いか確認する。

注意事項

- ・ブレーキ力の発揮とプランジャーの押上を同じスプリングで兼用する構造となっているため、スプリングセット長は必ず基準セット寸法以内ですること。
- ・一箇所でも点検調整した場合は、全箇所再確認点検を行うこと。

この保守作業要領書は、三精テクノロジーズから直接の委託契約先である株式会社サンセイメンテナンスには配布していたが、三精テクノロジーズ、株式会社サンセイメンテナンスとも、毎月の保守点検作業を受託しているニッシンテックには配布していなかった。

また、三精テクノロジーズは、上記保守作業要領書に記載された各確認・点検結果を記録するための書式（チェックシート等）を作成していなかった。

2.8.2 ブレーキプランジャー軸の交換基準

当該巻上機のメーカーは、前回事故を受けて、「ブレーキプランジャ軸、ガイドブッシュ交換基準書」を策定し、三精テクノロジーズに配布した。この基準書には、ブレーキプランジャー軸先端部が0.5 mm以上摩耗した場合に交換すべき旨の記載があるが、この交換基準に関する情報は三精テクノロジーズの保守部門には連絡されていたものの、実際の保守点検に使用される保守作業要領書に記載されなかった。

2.8.3 当該事故機の前回事故以降の保守点検実施状況

三精テクノロジーズ作成の当該事故機の「点検報告書」によると、前回事故以降の報告書（平成21年6月、及び同年8月以降の毎月分）の記載は表6のとおりである。

表6 事故機の「点検報告書」記載内容

実施時期	電磁ブレーキのチェック欄 (レ：異常なし)	「連絡事項」欄の ブレーキに関する記載内容
21年 6月	レ	(記載無し)
21年 8月～22年 3月	レ	ブレーキ動作確認
22年 4月～22年 7月	レ	(記載無し)
22年 8月～23年10月	レ	モーターマシン手入れ・清掃
23年11月～23年12月	レ	(記載無し)
24年 1月～24年 8月	レ	モーターマシン清掃・点検
24年 9月～25年12月	レ	モーターマシン点検
26年 1月	レ	(記載無し)
26年 2月	レ	マシンブレーキ廻り注油・清掃
26年 3月	レ	マシンブレーキ部分解清掃注油
26年 4月	レ	(記載無し)
26年 5月～26年 6月	レ	ブレーキ分解清掃
26年 7月	レ	ブレーキ芯分解手入れ清掃 パッド左側分解清掃
26年 8月～27年 5月	レ	(記載無し)

※この他、平成23年1月11日にブレーキライニングの交換が実施されている。

- ・全ての点検日においてチェック欄には「レ」が記載されており、異常がないとされている。
- ・平成26年8月以降、「連絡事項」欄にブレーキ関係事項の記載はない。

以上より、明示的な記載はないが、少なくとも平成23年1月11日のブレーキライニング交換実施時、及び平成26年7月11日の保守時（パッド（ブレーキライニング）左側分解清掃）にはブレーキライニング隙間（及びプランジャーストローク）の調整が実施され、2.4.2(3)のとおり基準値よりも大きいプランジャーストロークとなっていたと考えられる。

また、三精テクノロジーズによれば、事故直近の平成27年5月8日に保守を担当した保守員は、

- ・ブレーキプランジャー一体品を外し、プランジャーガイドブッシュとともにウエスで清掃を実施した。ただし、清掃後に摩耗粉を完全に除去したかの確認はしなかった。
- ・ブレーキプランジャー軸の先端部に「窪み」があることは認識した。ただし、異常とは意識しなかった。

と説明しているとのことである。この際、ブレーキプランジャー軸先端の摩耗量の測定は実施されなかった。

2. 9 ブレーキプランジャー軸及びプランジャーガイドブッシュの硬度

2. 7のとおり、前回の事故後、17物件のうち、事故機を含む6物件においてブレーキプランジャー軸等が交換されたが、これらは巻上機メーカーの純正品ではなく、同メーカーの部品図をもとに三精テクノロジーズが材料調達及び加工して製造した部品であった。

これらのうち、今回の事故が発生した時期に各物件において使用されていたブレーキプランジャー軸及びプランジャーガイドブッシュについて、その硬度を測定した。その結果を表7に示す。

表7 ブレーキプランジャー軸及びプランジャーガイドブッシュの硬度

物件名	製造元	硬度 (HRB) (※)	
		ブレーキ プランジャー軸 (C3604BD)	プランジャー ガイドブッシュ (CAC702)
	JIS (HRB換算値)	80HV以上 (37.5以上)	120HBW以上 (74.5以上)
事故機	三精テクノロジーズ	68.4	81.8
A	三精テクノロジーズ	53.0	80.3
B	三精テクノロジーズ	52.0	80.4
C(#)	三精テクノロジーズ	71.1	81.1
D(#)	三精テクノロジーズ	68.9	82.3
E	三精テクノロジーズ	50.7	80.9
F	巻上機メーカー	78.7	76.0
G	巻上機メーカー	75.2	69.8
H	巻上機メーカー	79.1	(測定せず)
I	巻上機メーカー	78.3	(測定せず)
J	巻上機メーカー	72.6	(測定せず)
K	巻上機メーカー	73.7	(測定せず)
L	巻上機メーカー	77.7	(測定せず)
M	巻上機メーカー	78.5	73.9
N	巻上機メーカー	77.7	(測定せず)
O	巻上機メーカー	74.9	(測定せず)
P	巻上機メーカー	78.5	(測定せず)

(※) 3箇所測定の平均値

(#) 三精テクノロジーズ以外にて保守を実施

表7から、三精テクノロジーズが製造したプランジャーガイドブッシュは、巻上機メーカーの純正品と比較し、ブレーキプランジャー軸の硬度は低く、プランジャーガイドブッシュの硬度は高い傾向であることがわかった。

なお、三精テクノロジーズが製造した交換部品は、上記のとおり巻上機メーカーの設計情報をもとに J I S 規格による材料を調達して製造したものであり、巻上機メーカーにおいて寸法測定は実施されたが、巻上機メーカー純正品との硬度比較や、実機による動作試験や耐久試験等は実施されなかった。

2. 1 0 三精テクノロジーズにおける当該メーカー製巻上機採用から今回事故に至る経緯

三精テクノロジーズは、当該メーカー製巻上機の採用時には、試験塔での実機試験は実施したとのことであるが、本ブレーキについてブレーキプランジャー軸等が摩耗する可能性があるといった設計上の評価が十分に実施されていたかどうか確認できなかった。

また、三精テクノロジーズは、前回事故後の検証報告書において、本ブレーキのブレーキプランジャー一体品は、上部が太く下部が細いため重心が高く、ブレーキプランジャーがプランジャーガイドブッシュの中で倒れかかり、ブレーキプランジャー軸の先端部が摩耗しやすいと評価・分析したが、ブレーキプランジャー一体品の動作不良は、ブレーキスプリングのセット長が長かったことが相まって引き起こされたものとされ、設計上の改善は行われず、保守点検によって再発防止を図ることとした。

このように、三精テクノロジーズは、事故機においては保守点検がさらに重要となっていたことを認識していた。

2. 1 1 三精テクノロジーズ製以外のエレベーターの点検

巻上機メーカーによれば、国内で三精テクノロジーズ以外に当該巻上機又は同一ブレーキ構造の類似機を使用しているエレベーター製造会社は 2 社あり、当該各社に対して、注意喚起するとともに、対象となる 2 3 台について緊急点検を要請した。その点検結果の報告内容は表 8 のとおりである。なお、現在までに不具合は報告されていない。

表 8 緊急点検結果（三精テクノロジーズ以外の 2 社）

内容	台数
他メーカー製の巻上機に交換済み	4 台
撤去又は運転休止中	8 台
ブレーキプランジャー軸摩耗等の異常なし	1 1 台

3 分析

3. 1 ブレーキプランジャー軸の摩耗

2.4.2 (2) に示すとおり、ブレーキプランジャー軸の先端部には2段の摩耗段差が形成され、ストロークの範囲に段差が生じているが、これは以下のプロセスで形成されたものと考えられる。

(1) ブレーキプランジャー軸の摩耗段差

- ・前回事故（平成21年6月）の後にブレーキプランジャー軸が交換された（2.7参照）が、交換当初は今回事故の直前よりもプランジャーストロークが短く、写真4（c）の上段の位置をストロークの端部としてプランジャーガイド入口との間で摺動し、摩耗していった。
- ・いずれかの時期（例えば2.8.3で示した平成23年1月のブレーキライニング交換、平成26年7月の分解清掃などの際）に、ブレーキライニング隙間がより大きめに調整され、プランジャーストロークが長くなった。このため写真4（c）の下段がストロークの端部になり、上段から下段までの区間はこの時から摩耗が始まり、上段の段差形状が形成され、ストロークの途中に段差がある状態となった。

(2) 摩耗の進行速度

- ・また、前回事故後に交換された三精テクノロジーズ製のブレーキプランジャー軸は、交換前の部品よりも硬度が低いため（2.9参照）、前回事故よりもより短期間に摩耗が進行した（2.6参照）。
- ・加えて、前回事故後に交換された三精テクノロジーズ製のプランジャーガイドブッシュは、もとの巻上機メーカーの純正品よりも硬度が高い傾向にあり（2.9参照）、この中を上下に摺動するブレーキプランジャーの一部を摩耗させ（2.4.2（1）参照）、これによりブレーキプランジャー一体品がより斜めに傾いた状態で上下に摺動することにより、ブレーキプランジャー軸先端の摩耗が更に進んだ。
- ・2.9に示すように、この交換部品についての動作試験や耐久試験等は実施されていなかった。
- ・なお、他のメーカー数社にヒアリングしたところ、こうした重要部品については、事前に動作・耐久試験を行った上で、実機に適用することとしているとのことである。

(3) 摩耗粉の発生状況

- ・さらに、ブレーキプランジャー軸の移動量が基準値よりも大きくなったことで、より多くの摩耗粉が発生する状況になっていたと考えられる。

3. 2 ブレーキプランジャー一体品の動作不良における摩耗粉の影響

2.3.3 に示すように、事故後にはブレーキプランジャー一体品が引っ掛かったような動きをしていたが、それらに付着していた摩耗粉を除去すると、スムーズに上下に動作するようになったとのことである。

2. 5に示すように、ブレーキプランジャー軸やプランジャーガイドブッシュなどの摺動面に摩耗や段差があるだけではブレーキプランジャー一体品の動作不良にはつながらず、摩耗粉の影響により摩擦抵抗が大きくなったことで動作不良につながったと考えられる。

このような現象が発生する原因としては、一旦ワッシャ部に堆積した摩耗粉（写真5（c））が、ブレーキプランジャーの上下移動により舞い上がり、ブレーキプランジャーとプランジャーガイドブッシュとの隙間に挟まり、上下移動の抵抗になった可能性が考えられる。

3. 3 保守・点検作業について

3.3.1 事故機の保守・点検作業

3. 2の分析から、保守作業においてブレーキプランジャー軸端部の段差が成長する前に当該部品の交換を実施することや、ブレーキプランジャー周りの清掃において摩耗粉の除去を確実に行っていけば、本事故の原因となるブレーキプランジャー一体品の上下移動不良を防止できた可能性が認められる。

しかし、実際には2.8.3のように、保守点検時には、

- ・ブレーキプランジャー軸端部の摩耗寸法確認を実施しておらず、摩耗が発生していても不具合につながるとは認識していなかった。
- ・ブレーキプランジャー周りの清掃を実施すべきことは認識し実際に作業を行っていたが、どの箇所をどの程度まで清掃すべきかの具体的な指示がされていなかった。

これは、前回事故以降、本ブレーキにおいては、保守点検が重要であることを認識していたにもかかわらず、三精テクノロジーズはブレーキプランジャー軸が摩耗したときの交換基準について、保守点検員が使用する作業要領書には記載がなく、また、清掃作業についてもその作業要領書の記載が十分な内容でなく、確認・点検結果を記録するチェックシート等を制定していなかったことなど、作業員にそれらの作業を実施させるための措置が不十分であった。さらに、実際の保守点検作業は、2.2.2 に示すように二次請負となっていたが、実際の保守点検にあたる作業員に必要な情報が伝達されなかったと考えられ、ブレーキプランジャー軸の動作不良を防止するのに効果的な保守作業が行われなかった可能性が考えられる。

3.3.2 これまでの国土交通省の取組み

国土交通省においては、保守・点検について、平成28年2月に維持管理指針を策定するとともに、安全に関する装置の構造や交換基準等の必要な技術情報が提供されるよう、製造業者等に周知を図っているところであるが、本件事故の関係者間では、事故発生時点ではこうした取組みが十分に行われていなかった。

また、定期検査項目では、プランジャーの他の機器との干渉や、摩耗粉についても検査対象としているところであるが、本事故の要因となったような事象については是正対象となることは明示されていなかった。

4 原因

かごが最上階を超えて突き上げたのは、ブレーキプランジャー一体品が上方向に正常に移動できずそのストロークの途中で動作を停止したため、ブレーキライニングがドラムに接触せず、かごを保持できなくなったためと認められる。

ブレーキプランジャー一体品がストロークの途中で動作を停止したのは、ブレーキプランジャー軸の端部に摩耗による段差が発生し、また摩耗粉がブレーキプランジャーとプランジャーガイドブッシュとの隙間に挟まり、これらがブレーキプランジャー一体品の動作の妨げとなったためと考えられる。

実際の保守点検は別の業者に委託していたにもかかわらず、前回事事故後に見直した保守・点検要領や、ブレーキプランジャー軸の交換基準が実際に保守・点検作業者に伝達されておらず、これらに即した保守・点検作業が行われるような措置をしなかったこと、また、保守点検等において、ブレーキプランジャー軸の摩耗による段差や摩耗粉が、その動作に干渉することが是正対象となると判断されなかったことが、本事故の発生を防止できなかった原因として考えられる。

さらに、前回事事故後に交換した部品が、動作試験等が実施されないまま設置され、従来のものと比較して硬度が低かったことが、摩耗を助長したと考えられる。

5 再発防止策

5.1 三精テクノロジーズの再発防止策

5.1.1 巻上機の交換（エレベーター更新を含む）

（1）事故機

事故機の隣にあった空き昇降路に他社のエレベーターが新設され、事故機に代わり平成28年11月から供用開始している。なお、事故機は撤去済みである。

(2) 事故機以外で同一メーカーの同型・類似型式巻上機適用物件

事故機以外で同一メーカーの同型・類似型式の巻上機を適用している16物件(2.7参照)について、前回事故後の保守・点検では今回の事故を防止できなかったため、三精テクノロジーズは所有者と協議の上、巻上機の交換を含む戸開走行保護装置の設置又はエレベーター全体取り換えを進めていくこととしている。(このうち、3物件は巻上機等交換済み、1物件は平成29年2月に巻上機等交換が完了の予定、2物件は平成29年2～3月に他社製エレベーターへの改修が完了の予定。三精テクノロジーズは、その他の10件については2年以内を目標に改修するとしている。)

5.1.2 保守・点検作業の改善

三精テクノロジーズは、5.1.1(2)により当該巻上機メーカーの同型・類似型式巻上機が更新されるまでの間、以下のように保守・点検作業を改善し、本事故の原因となったブレーキプランジャー軸の動作不良を防止することとした。

- (1) 当該ブレーキの保守作業要領書に、巻上機メーカーが策定したブレーキプランジャー軸等の交換基準(摩耗量)を記載した。
- (2) 保守作業要領書に記載された各確認・点検結果を記録するための書式(チェックシート)を作成し、確認・点検結果を記載後、管理者の承認を受けることとした。
- (3) ブレーキプランジャー軸等の寸法を測定する際に、形状を記録するために写真を撮ることとした。

5.1.3 今後の定期的な点検報告について

三精テクノロジーズに対し、5.1.1(2)による巻上機の更新が終了していないエレベーターについて、当分の間半年に1回、ブレーキプランジャー周辺の点検を実施し、国土交通省に報告するよう指示した。

5.2 同じメーカーの類似型式巻上機を使用する三精テクノロジーズ製以外のエレベーター

三精テクノロジーズ以外の各社には、今回の事故を受けて改めて巻上機メーカーから取扱説明書(ブレーキプランジャー軸等の交換基準を含む)を送付し、当該記載事項の実施を徹底されるよう注意喚起を実施した。

なお、これらのエレベーターについては、同様の不具合は発生していないとのことである。

6 意見

国土交通省は、製造業者に対し、ブレーキプランジャー軸摩耗時の交換基準など、正常なブレーキ動作を確保するために必要な技術情報について、保守業者及び保守点検作業員へ徹底するよう促すこと。

国土交通省は、製造業者及び保守業者に対し、ブレーキの定期検査項目において、ブレーキのプランジャー軸の摩耗に伴う段差による動作への干渉や、プランジャー周辺の摩耗粉の堆積状況についての点検内容を明確化し、定期検査や保守点検において徹底するよう指導すること。

国土交通省は、製造業者及び保守業者に対し、プランジャーなどのブレーキ動作に係る主要部品の設計、品質管理・製造工程等を変更する際は、動作試験、耐久試験等を行い、性能や信頼性に問題がないことを確認するよう指導すること。