

# 東京都立川市内エスカレーター事故調査報告書

平成30年9月

社会資本整備審議会

本報告書の調査の目的は、本件エスカレーター事故に関し、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

# 東京都立川市内エスカレーター事故調査報告書

発生日時：平成29年4月19日（水） 18時53分ごろ

発生場所：東京都立川市 立川駅北口駅前広場デッキ

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	杉山 堯男
委員	高木 淳
委員	田中 三
委員	谷合 周祐
委員	寺田 宏子
委員	仲里 綾真
委員	中里 朗
委員	二瓶 美里
委員	松久 寛
委員	三根 俊介

## 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	設置場所に関する情報		
2. 2	エスカレ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	監視カメラの映像から得られた情報		
2.3.2	東芝エレベータから得られた事故発生時の調査に関する情報		
2. 4	調査により得られた情報		
2.4.1	事故機の構造に関する情報		
2.4.2	駆動装置に関する情報		
2.4.3	駆動くさりに関する情報		
2.4.4	駆動スプロケットに関する情報		
2.4.5	給油装置に関する情報		
2.4.6	上部機械室内の防滴構造に関する情報		
2. 5	保守に関する情報		
2.5.1	点検内容及び交換基準		
2.5.2	点検履歴		
2.5.3	交換履歴		
2.5.4	駆動くさりのたるみ調整履歴		
3	分析	……	13
3. 1	事故発生時の状況に関する分析		
3. 2	駆動くさりの伸びに関する分析		
3. 3	保守点検作業に関する分析		
3. 4	上部機械室内の防滴構造に関する分析		
4	原因	……	15

5	再発防止策	…… 16
5.1	東芝エレベータが実施した再発防止策	
5.1.1	駆動くさりの保守点検作業の見直し	
5.1.2	給油装置の電源回路変更	
6	意見	…… 17

## 《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29年4月19日（水） 18時53分ごろ

発生場所：東京都立川市 立川駅北口駅前広場デッキ

被害者：なし

事故概要：上りエスカレーターにおいて、上昇運転中に急停止した後、下降方向にゆっくりとした速度で踏段が7段程度動き停止した。

## 1. 2 調査の概要

平成29年4月21日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び立川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 設置場所に関する情報

所在地：東京都立川市

所有者：東京都立川市

管理者：東京都立川市

用途：連絡通路

(道路工作物扱い)



## 2. 2 エスカレーターに関する情報

写真1 事故発生場所（左側が事故機）

### 2.2.1 事故機の仕様等に関する情報

製造業者：東芝エレベータ株式会社

(以下「東芝エレベータ」という。)

機種：TA型

型式：S600形（一人乗り）

定格速度：30m/分

勾配：30度

揚程：6.25m

設置環境：完全屋外  
運転方向：上昇運転（道路→連絡通路）  
駆動方式：上部駆動方式  
電動機容量：5.5kW  
踏段幅：600mm  
設置年月：平成14年3月（建築基準法適用対象外）

## 2.2.2 事故機の保守に関する情報

保守点検業者：東芝エレベータ  
保守契約内容：フルメンテナンス契約（1回/月）  
直近の定期検査実施日：平成29年3月3日（指摘事項なし。立川市道路管理者に報告。建築基準法適用対象外。）  
検査実施者：東芝エレベータの社員  
直近の保守点検実施日：平成29年4月6日  
（指摘事項：踏段経年、意匠部品破損）

## 2.3 事故発生時の状況等に関する情報

### 2.3.1 監視カメラの映像から得られた情報

- (1) 事故発生時の利用者は、14～15名程度であった。
- (2) 上昇運転中に急停止した後、下降方向にゆっくりとした速度で踏段が7段程度動き停止した。
- (3) 転倒した人はいなかった。

### 2.3.2 東芝エレベータから得られた事故発生時の調査に関する情報

- (1) 東芝エレベータの技術員が再起動運転を行ったが、駆動くさり切断検出スイッチが作動し、再度停止することを確認した。
- (2) 上部機械室内にある駆動装置を確認したところ、駆動くさりにたるみが発生していた。
- (3) 駆動装置のずれは発生していなかったが、駆動くさりのたるみ調整を行う際に減速機を移動する調整代が残っていなかった。
- (4) 駆動くさりの交換が必要と判断し、駆動くさりの交換及び張力調整を実施した。
- (5) その後試運転を行い、異常のないことを確認したため、通常運転を再開した。



## 2. 4 調査により得られた情報

### 2.4.1 事故機の構造に関する情報

事故機のエスカレーターの全体構成を図1に示す。図1のとおり、事故機のエスカレーターは踏段を踏段くさりで吊る構造であり、踏段くさは駆動スプロケットと駆動くさりを通じて駆動装置（モーター、減速機、ブレーキ等）につながれ、走行時は駆動装置のモーターで踏段を駆動し、停止時は駆動装置のブレーキで保持する構造となっている。また、駆動装置はボルトにより上部機械室内のトラスに固定されている。

エスカレーターの間部付近には、ハンドレールの速度が低下した場合にエスカレーターを停止させるハンドレール停止検出装置がある。具体的な検出条件としては、ハンドレールの速度が約6.7m/分を下回った場合（これに相当する駆動くさりの歯飛びが発生した場合も同様）に異常検出となり、エスカレーターを停止させる。事故後に事故機の安全装置動作記録を確認したところ、ハンドレール停止検出装置が作動した履歴が残っていた。

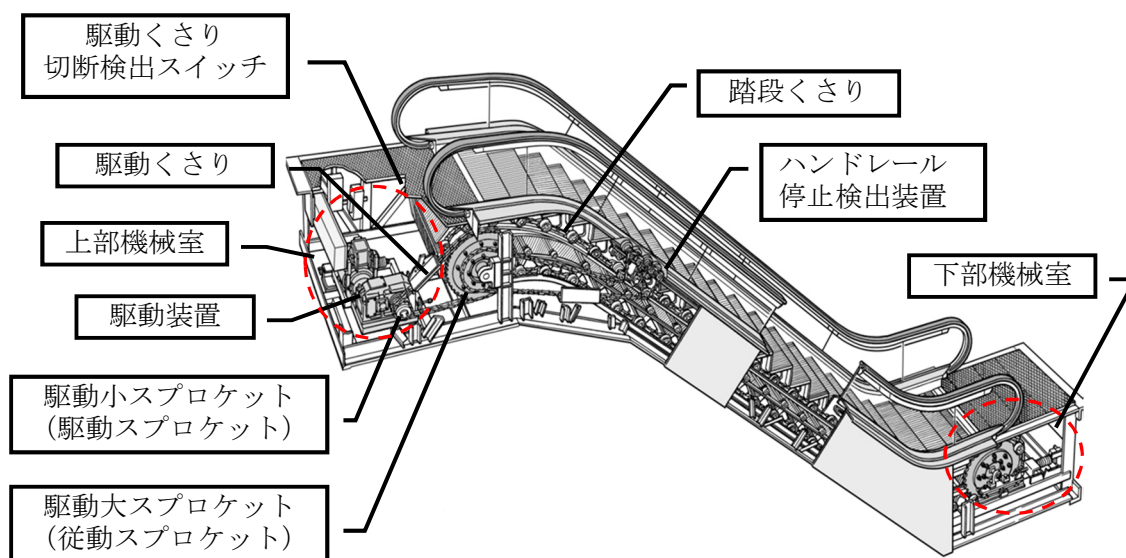


図1 エスカレーターの全体構成

### 2.4.2 駆動装置に関する情報

事故機の駆動装置の構成を図2に示す。駆動装置は減速機の駆動小スプロケットと、踏段くさを駆動する駆動大スプロケットとを、駆動くさりにより連結した構成である。駆動小スプロケットをモーターで回転させ、駆動くさを介して駆動力を駆動大スプロケットに伝達する。

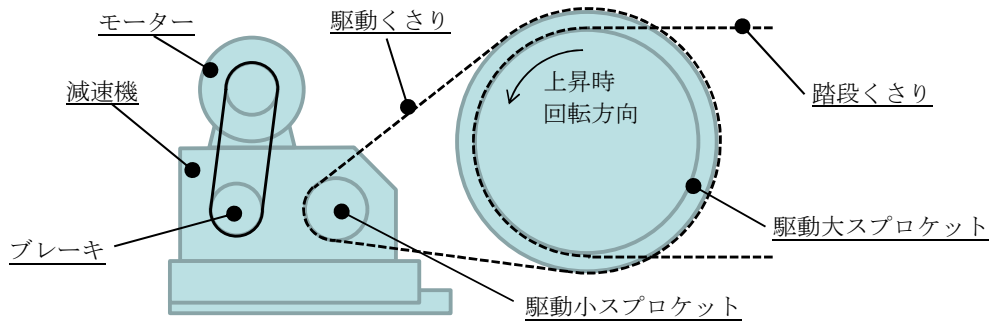


図2 駆動装置の構成

### 2.4.3 駆動くさりに関する情報

#### (1) 事故機の駆動くさりの仕様

事故機の駆動くさりの仕様は、表1のとおりである。

表1 事故機の駆動くさりの仕様

項目	内容	備考
形格	J I S 8 0 - 2	適用規格：J I S B 1 8 0 1
呼び番号、種類	8 0 番、2 列	
リンク数	1 1 3 個	
全長	2 8 7 0 . 2 m m	チェーンメーカーの基準値
1 リンク長	2 5 . 4 m m	チェーンメーカーの基準値
交換基準	伸び率+ 1 . 0 % 超過	東芝エレベータの基準値

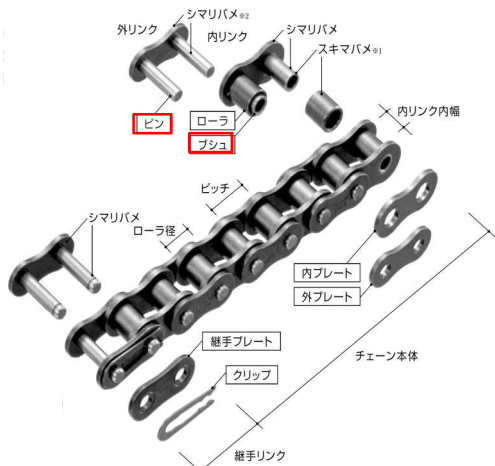


図3 駆動くさりの各部名称

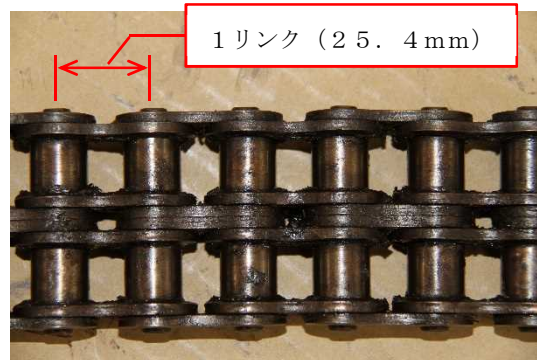


写真2 事故機の駆動くさり

## (2) 事故機の駆動くさりの調査結果

駆動くさりの伸びは、図3のピン及びブッシュが摩耗することにより発生する。事故発生後の駆動くさりの伸びを測定した結果を表2に示す。全長では、+88.67mmの伸びが発生しており、伸び率は+3.09%であった。駆動くさりの1リンク単体において、伸び率が最大となっていた箇所は、+3.98%であった。東芝エレベータでは、駆動くさりの交換が必要となる伸び率の基準を+1.0%としており、基準を大幅に超えた伸び率となっていた。また、駆動くさりの外観を確認したところ、駆動くさりの表面は粘度の高い油（駆動くさりの摩耗粉やほこり等が混ざり合った状態）で覆われており、ピン及びブッシュ内には油は残留していなかった。

表2 事故機の駆動くさりの伸び率測定結果

測定箇所	駆動くさりの測定結果	伸び率
全長 (113リンク)	+88.67mm	+3.09% (交換基準:+1.0%)
本体ピン (1リンク当たりの最大値)	ピン摩耗量 : 0.59mm ブッシュ摩耗量 : 0.42mm	+3.98%
継手ピン※	ピン摩耗量 : 0.66mm ブッシュ摩耗量 : 0.52mm	+4.65%

※ 継手ピンとは、駆動くさりの始端と終端をつなぐもの。

#### 2.4.4 駆動スプロケットに関する情報

##### (1) 事故機の駆動スプロケットの仕様

事故機の駆動スプロケットの仕様は、表3のとおりである。

表3 事故機の駆動スプロケットの仕様

項目	駆動大スプロケット	駆動小スプロケット	備考
形格	JIS 80-2:85	JIS 80-2:25	適用規格 JIS B 1801
歯数	85枚	25枚	
材質	FC250	S45C	
交換基準*	<ul style="list-style-type: none"> <li>PCD (ピッチ円直径) での残厚 5.0mm以下</li> <li>歯底からの歯の高さ 12.69mm以下</li> </ul>		(ISOでの外周最小値)

※ 平成28年10月以降適用

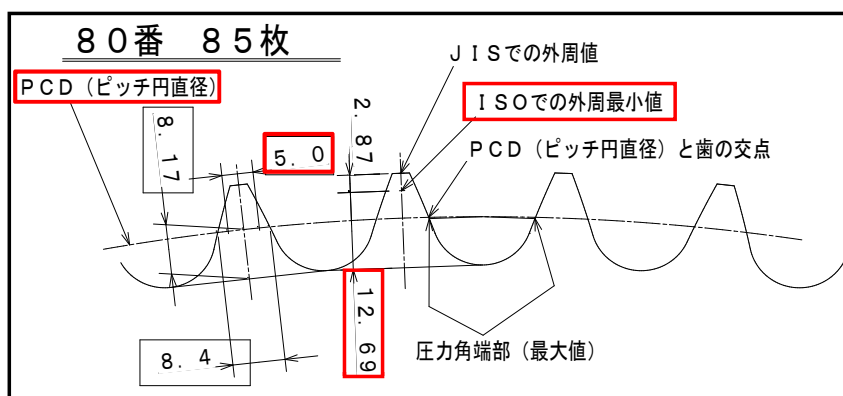


図4 駆動スプロケットの交換基準に関する寸法

##### (2) 事故機の駆動スプロケットの調査結果

事故機の駆動小スプロケット及び駆動大スプロケットの歯の状態を写真3、写真4に示す。駆動小スプロケットについては、摩耗はなく健全な状態であったが、駆動大スプロケットについては、駆動くさがりが接触する片側が顕著に摩耗していることが確認できた。

事故機の駆動大スプロケットを写真5に示す。写真5に示す試料①及び試料②部分のスプロケットの歯の摩耗状態を測定した結果を写真6及び写真7に示す。試料①及び試料②ともに、PCD (ピッチ円直径) での残厚は、交換基準である5.0mm以下に達していなかったが、歯底からの歯の高さは、試料①が12.1mm、試料②が11.8mmであり、ISOの外周最小値である12.69mm以下となっていた。



写真3 事故機の駆動小スプロケット

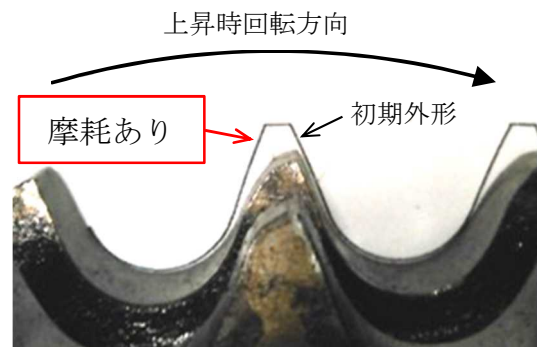


写真4 事故機の駆動大スプロケット



写真5 事故機の駆動大スプロケット

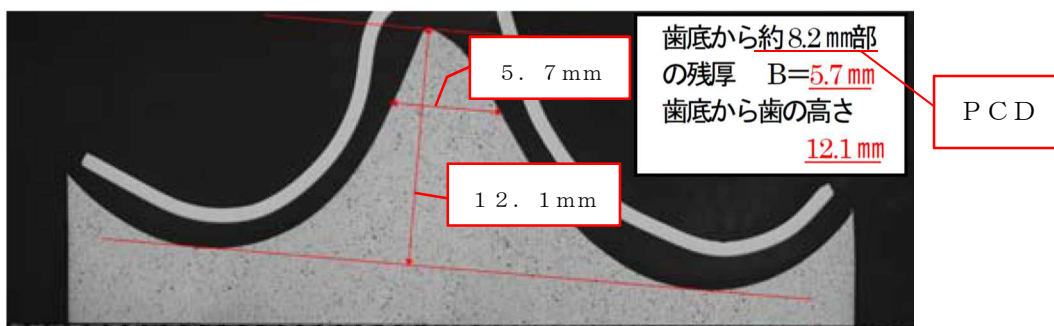


写真6 試料①部分の測定結果

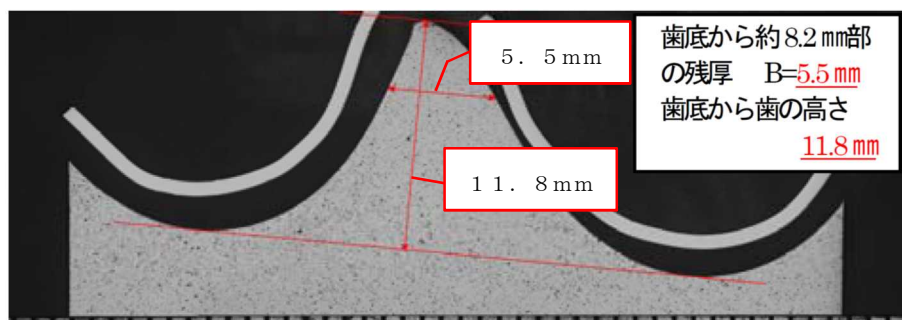


写真7 試料②部分の測定結果

#### 2.4.5 給油装置に関する情報

東芝エレベータの保守点検作業員に聞き取りを行ったところ、駆動くさり等へ注油を行う給油装置について、以下の情報が得られた。

- (1) 当該機は、平成27年3月に照明装置を従来の蛍光灯からLED照明に改造しており、その後事故が発生するまでの間に数回、LED照明及び給油装置の電源であるAC100V電源の開閉器（ブレーカー）がトリップしたことにより、LED照明が消灯するとともに、給油装置が停止する事象が発生していた。
- (2) AC100V電源の開閉器がトリップした原因は、LED照明に雨水が浸入したことにより、地絡（ショート）が発生したことであった。
- (3) エスカレーターの動力電源とLED照明及び給油装置の電源は別系統としているため、LED照明が消灯し給油装置が停止している場合でもエスカレーターの運転は継続する構成となっている。
- (4) AC100V電源の開閉器がトリップしていたことについては、保守点検時に保守点検作業員が覚知したものであり、どのくらいの期間、給油装置が停止していたかについては不明であるが、AC100V電源のトリップは、平成27年12月から平成28年1月までの期間で1回、平成28年6月から11月までの期間で数回発生していた。この期間に豪雨（30mm/日程度の降水量）も数回発生していた。
- (5) 東芝エレベータが立川駅北口駅前広場デッキに設置した他のエスカレーター3台においては、AC100V電源がトリップした事象はなかった。

#### 2.4.6 上部機械室内の防滴構造に関する情報

事故機は屋外仕様のエスカレーターであり、エスカレーターの上方には屋根がなく、雨天時には外部からの雨水が駆動装置や制御盤等が設置されている上部機械室内に浸入する。このため、屋外仕様のエスカレーターにおいては、上部機械室内に浸入してくる雨水が内部機器に直接かからないよう、カバー及び雨樋を設け、機械室下部側へ排水する構造となっている。しかし、上部機械室の構造上、駆動くさりの直上の一部に雨樋のない箇所があった。

## 2. 5 保守に関する情報

### 2.5.1 点検内容及び交換基準

#### (1) 駆動くさり

東芝エレベータによると、駆動くさは1年に1回の周期で表4に示す点検を実施し、交換の要否を判断している。

表4 駆動くさりの点検内容

点検内容	判定基準	備考
発錆及び劣化の有無	表面に著しい錆がないこと	
潤滑状態	表面全体に油膜があり適量給油されていること	
清掃状態	容易に除去できない汚損物が付着していないこと	
張力	スプロケット間の中央部において、たるみ量が15~25mmであること	図5
伸び (継手リンクを含めた箇所 で1箇所、それ以外の円周の3等分 で2箇所測定)	チェーンゲージにより伸び率を確認する ・ 0. 7%を超えた時点で交換準備 ・ 1. 0%を超える前に交換	図6

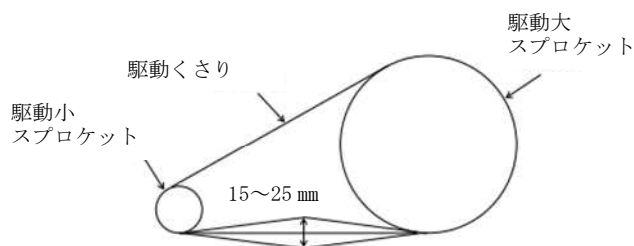


図5 駆動くさりの張力の点検

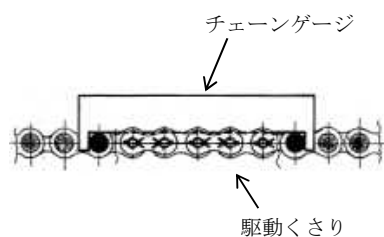


図6 駆動くさりの伸びの点検



## (2) 駆動スプロケット

東芝エレベータによると、駆動スプロケットは1年に1回の周期で歯の摩耗状態を点検している。平成28年10月以前は駆動スプロケットと駆動くさりとの噛み合い状況について目視確認をしていたが、平成28年10月以降は写真8に示す点検治具により摩耗状態の点検を実施し、交換可否を判断している。

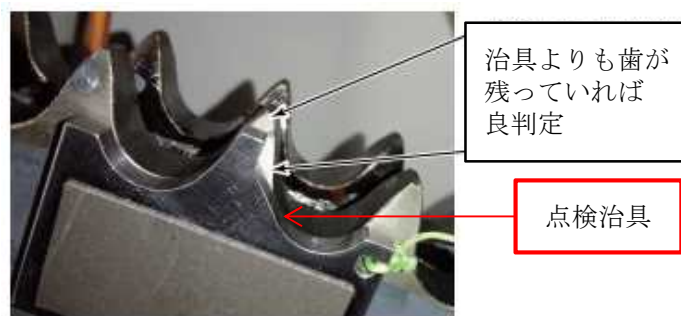


写真8 駆動スプロケットの点検

### 2.5.2 点検履歴

事故機における過去5年分の駆動くさり及び駆動大スプロケットの点検履歴を表5に示す。直近では、駆動くさは平成28年9月2日にゲージによる伸びの点検を実施、駆動大スプロケットは平成28年12月2日に点検治具による摩耗の点検を実施しており、それぞれ異常はなかった。

駆動小スプロケットについては、2.4.4(2)に示すとおり、摩耗等の異常は見られなかったため省略する。

表5 駆動くさり及び駆動大スプロケットの点検履歴 (過去5年分)

駆動くさり		駆動大スプロケット	
点検実施日	判定	点検実施日	判定
平成24年9月7日	良 <sup>※</sup>	平成25年 3月 8日	良
平成25年8月2日	良	平成26年 3月 7日	良
平成26年8月8日	良 <sup>※</sup>	平成27年 3月 6日	良
平成27年8月7日	良	平成27年12月18日	良
平成28年9月2日	良	平成28年12月 2日	良

※ 交換を同日に実施しているため、交換後「良」判定としている



### 2.5.3 交換履歴

事故機における過去10年分の駆動くさり及び駆動大スプロケットの交換履歴を表6に示す。駆動くさりは、過去10年間で1年から2年の周期で5回交換を実施している。駆動大スプロケットについては、事故発生まで交換した実績はなかった。

表6 駆動くさり及び駆動大スプロケットの交換履歴（過去10年分）

駆動くさり交換実施日	駆動大スプロケット交換実施日
平成21年 4月 1日	—
平成22年 4月13日	—
平成24年 9月 7日	—
平成26年 8月 8日	—
平成27年11月 6日	—
平成29年 4月19日*	平成29年4月25日*

※ 事故発生後に交換を実施

### 2.5.4 駆動くさりのたるみ調整履歴

駆動くさりは、通常1年に1回たるみ量を測定し、たるみ量が大きい場合は、駆動装置の位置を移動させ、たるみを調整する（図7）。また、毎月の保守点検時に異音や振動を覚知した場合は、駆動くさりのたるみ量を確認し、適宜たるみ調整を実施する。事故機における過去1年分の駆動くさりのたるみ調整履歴を表7に示す。

平成28年8月以降の半年間においては、毎月駆動くさりのたるみ調整を実施していた。平成29年3月には2度のたるみ調整を実施しており、3月3日の調整後には、たるみ調整代がない状態となっていた。3月28日には更にたるみが60mmに達しており、更なるたるみ調整代を確保するため、駆動装置の調整ボルトを緩めていた。

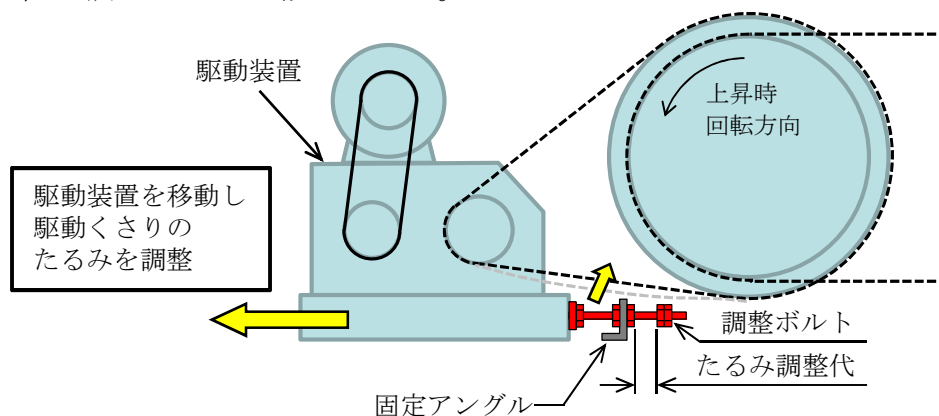


図7 駆動くさりのたるみ調整概要

表7 駆動くさりのたるみ調整履歴（過去1年分）

調整実施日	駆動くさり調整履歴
平成28年 4月 1日	—
平成28年 5月 6日	—
平成28年 6月10日	—
平成28年 7月 1日	—
平成28年 8月 5日	調整実施
平成28年 9月 2日	調整実施
平成28年10月14日	調整実施
平成28年11月 4日	調整実施
平成28年12月 2日	調整実施
平成29年 1月 6日	調整実施
平成29年 2月 3日	—
平成29年 3月 3日	調整実施 (調整後たるみ調整代なし)
平成29年 3月28日	調整実施 (駆動装置の調整ボルトを緩め、 更なるたるみ調整代を確保)

### 3 分析

#### 3. 1 事故発生時の状況に関する分析

2.4.3 (2) の表 2 のとおり、事故機の駆動くさりの伸び率は、交換基準である +1.0% を超えて +3.09% (1 リンク当たりの最大伸び率 +3.98%) となっていたこと、2.4.4 (2) のとおり、駆動大スプロケットの歯の摩耗状態も交換基準を超えていたことから、駆動くさりと駆動大スプロケットの歯の噛み合いが保たれなくなり、駆動くさりの歯飛びが発生したものと考えられる\*。駆動くさり及び駆動大スプロケットの設計値から、駆動くさりと駆動大スプロケットの噛み合い状態は、図 8 に示すとおりに推移したものと考えられる。

駆動くさりの歯飛びが発生した際に、ハンドレール停止検出装置が作動し、エスカレーターは停止したが、駆動くさりと駆動大スプロケットの歯が噛み合わない状態が継続しており、踏段上の利用者の負荷により下降方向に働く力を駆動大スプロケットで支えることができず、エスカレーターが下降方向に動き出したものと推定される。

\*駆動小スプロケットにおいて歯飛びが発生した可能性も否定できない。

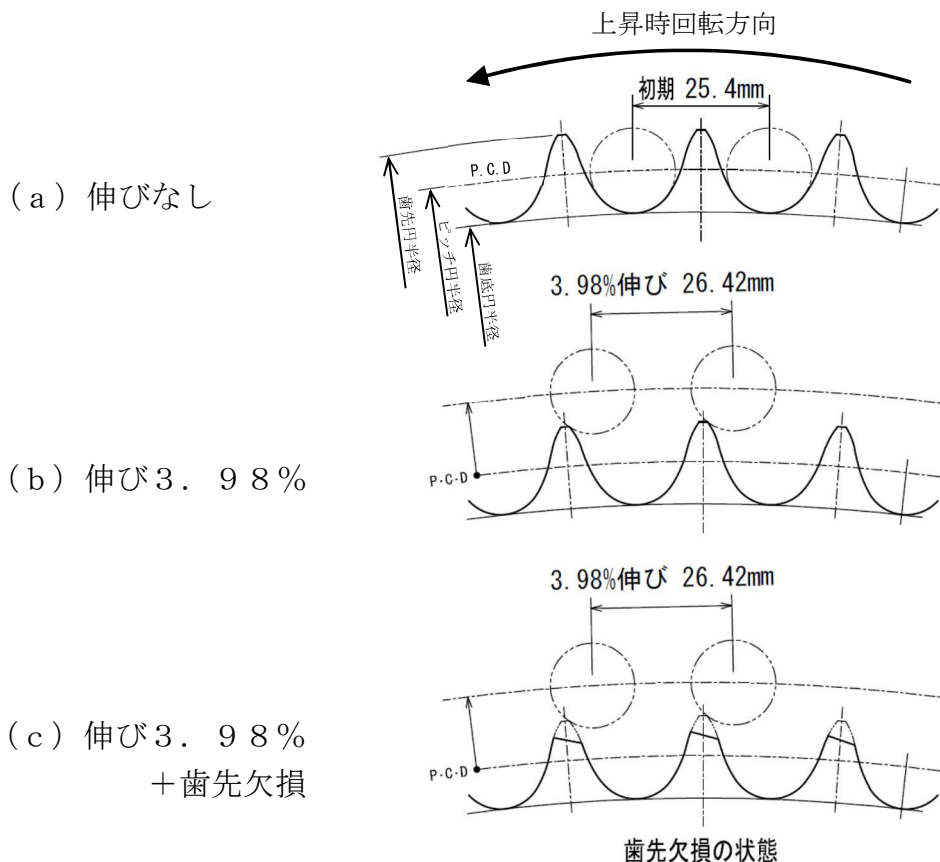


図 8 駆動くさりの伸びと駆動大スプロケットの噛み合い状態

### 3. 2 駆動くさりの伸びに関する分析

2.4.5 及び 2.5.4 のとおり、事故機において AC 100V 電源のトリップが数回発生していたこと、駆動くさりのたるみ調整を頻繁に実施していたことが確認されている。駆動くさりのたるみ調整と給油装置が停止していたと思われる時期を時系列にまとめたものを図 9 に、当該機の駆動くさりの伸び状況を推定したものを図 10 に示す。給油装置が停止していたと思われる時期と駆動くさりのたるみ調整を実施している時期がほぼ一致していることから、駆動くさりに対し、適切な給油がされなかったことから、駆動くさに異常伸びが発生したことが推定される。

また、駆動くさりのたるみ調整において、平成 29 年 3 月 3 日の調整後にたるみ調整代がないことが記録されており、たるみ調整代いっぱいまで調整した場合、駆動くさりの伸びは設計上 +1.5% になることから、この時点で駆動くさりの伸びは交換基準の +1.0% を超えていたことが推定される。平成 29 年 3 月 28 日には、駆動装置の調整ボルトを緩め、たるみ調整代を確保しており、この時点で駆動くさりの伸びは +2% 前後になっていたことが推定される。駆動くさりの伸びは、ピンとブッシュが摩耗することにより発生するため、ピンの表面を焼入れにより硬化させ耐摩耗性を向上させている。しかし、ピンの摩耗が進み硬化層部分がなくなると、硬度が低下し摩耗が急速に進むようになる。事故発生後の駆動くさりの分解調査で、表 2 のとおり、ピンの摩耗は 0.59mm となっており、硬化層がほとんど消失していたため、事故発生直前では急速に駆動くさりの伸びが進行したことが推定される。

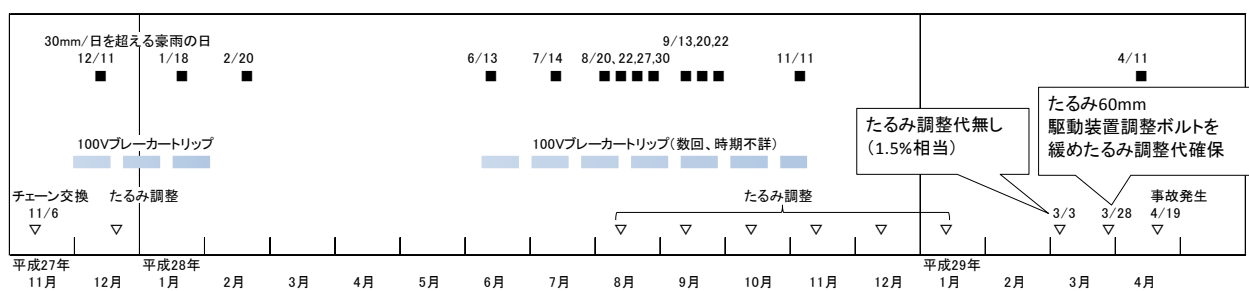


図 9 事故機の駆動くさりたるみ調整及び給油装置停止の状況

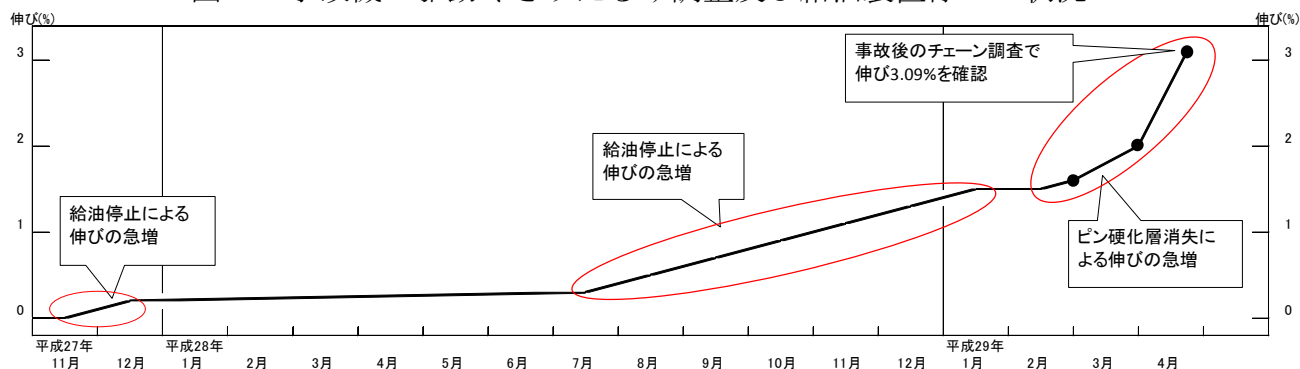


図 10 事故機の駆動くさりの伸びの推定

### 3. 3 保守点検作業に関する分析

2.5.4 のとおり、短期間に繰り返し駆動くさりのたるみ調整を実施していたが、駆動くさりの伸びの測定を実施しなかったこと、駆動くさりのたるみ調整代が残っていない状態に至った時点で、駆動くさりの伸びが使用限界に達していることを認識できなかったことから、駆動くさりの適切な交換が行われなかったものと認められる。

### 3. 4 上部機械室内の防滴構造に関する分析

2.4.6 のとおり、屋外仕様エスカレーターの上部機械室の防滴構造において、駆動くさりの直上の一部に雨樋のない箇所がある。このため、豪雨時には駆動くさりに雨水がかかり、駆動くさりに給油された油が流されることで、摩耗による異常伸びを助長させた可能性が考えられる。ただし、雨水による駆動くさりの異常伸びの進行度合は、給油装置の故障等により給油がされないことが原因である場合に比べて少ないものと考えられる。

## 4 原因

本事故は、上りエスカレーターが上昇運転中に急停止した後、下降方向にゆっくりとした速度で踏段7段程度動き停止したものである。

エスカレーターが停止したのは、駆動装置の駆動くさりに異常伸びが発生したことに加え、駆動大スプロケットの歯も摩耗していたことにより、駆動くさが駆動大スプロケットの歯に噛み合わず、歯飛びが発生し、ハンドレール停止検出装置が作動したためと考えられる。

エスカレーターが停止後、下降方向にゆっくりとした速度で踏段7段程度動き出したのは、駆動くさりの異常伸びの発生と踏段上に利用者が残っている状態となったことで、歯飛びが継続して発生し、ブレーキにより駆動くさは停止したものの、駆動大スプロケットを停止できなかったためと推定される。

駆動くさりに異常伸びが発生したのは、給油装置に関連する回路上において、地絡（ショート）による開閉器のトリップが発生したことにより、給油装置が停止し、駆動くさりに適切な給油がされていなかったためと推定される。

保守点検において、駆動くさりのたるみ調整を短期間に繰り返し実施していたにもかかわらず、駆動くさりに異常伸びが発生していることを覚知できなかったことに加え、たるみ調整代の範囲を超えた時点で、駆動くさが使用限界に達していることを認識できなかったため、駆動くさりの適切な交換が行われなかったことが駆動くさりの異常伸びを助長させた要因であると認められる。

## 5 再発防止策

### 5.1 東芝エレベータが実施した再発防止策

#### 5.1.1 駆動くさりの保守点検作業の見直し

駆動くさりの伸びの状況を保守点検時に把握し、適切な時期に交換を行えるように、保守点検作業について以下の見直しを行った。

- (1) 駆動くさりのたるみ調整を実施した場合には、併せて駆動くさりの伸びの確認、清掃及び給油を行うよう点検内容を変更した。
- (2) 交換準備の段階（伸び率+0.7%超）まで駆動くさが伸びていることを確認した場合は、交換までの期間、伸び状況を経過観察するよう点検計画を変更した。

上記対応をすることにより駆動大スプロケットの摩耗も防止することができる。

#### 5.1.2 給油装置の電源回路変更

給油装置の電源を照明回路であるAC100V電源から分離し、エスカレーターの動力電源であるAC200V電源から供給するように回路変更を実施し、給油装置が停止した状態でエスカレーターが運転を継続しないようにした(図11)。事故機を含む既設の屋外仕様エスカレーターに対して、本対策を実施する。

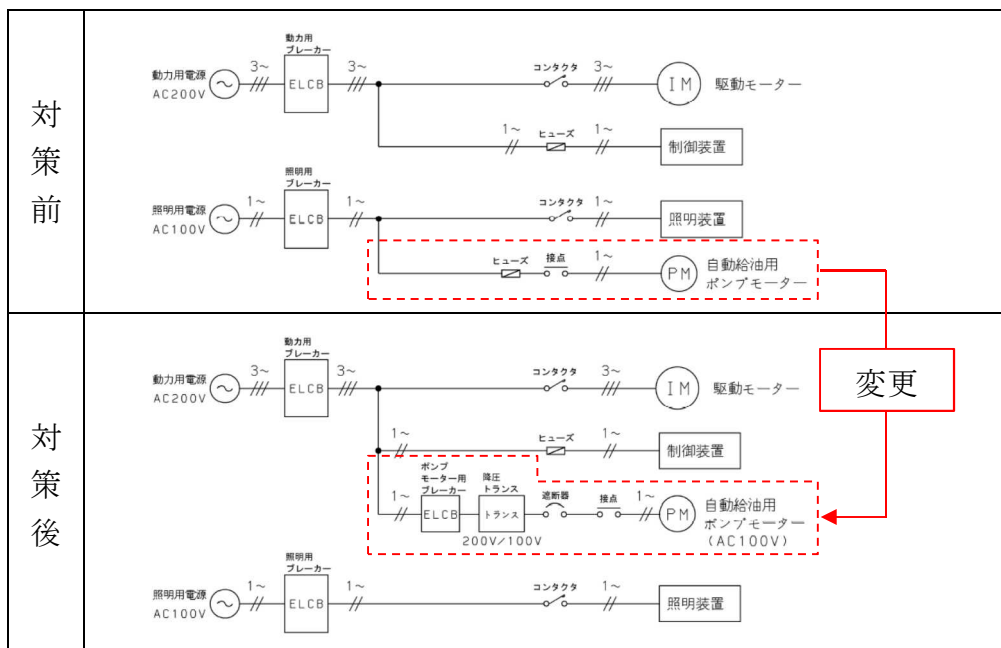


図 1 1 給油装置の回路

## 6 意見

国土交通省は、関係団体を通じて、エスカレーターの保守点検業者に対し、駆動くさりに係る保守点検基準の明確化及びそれに基づく適切な保守点検業務の徹底について指導すること。