

福島県内段差解消機事故調査報告書

平成26年7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 向 殿 政 男

福島県内段差解消機事故調査報告書

発 生 日 時：平成23年11月8日 7時35分ごろ

発 生 場 所：福島県本宮市内工場

昇降機等事故調査部会

部会長	向殿政男
委員	久保哲夫
委員	飯島淳子
委員	青木義男
委員	辻本誠
委員	藤田聡
委員	稲葉博美
委員	岩倉成志
委員	大谷康博
委員	釜池宏
委員	山海敏弘
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	直井英雄
委員	中里眞朗
委員	松久寛
委員	宮迫計典

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	段差解消機に関する情報		
2.2.1	事故機の仕様等に関する情報		
2.2.2	段差解消機の保守管理に関する情報		
2.2.3	段差解消機の操作に関する情報		
2.3	調査で得られた情報		
2.3.1	現場調査で得られた情報		
2.3.2	クマリフトから得られた情報		
2.3.3	関係機関の調査で得られた情報		
2.4	建築基準法の関係法令における段差解消機の戸開走行防止に関する現行の技術基準		
3	分析	.....	10
3.1	事故機のスイッチ接点モードに関する分析		
3.2	事故機のスイッチ接触抵抗値に関する分析		
3.2	事故機のスイッチからの信号に関する分析		
4	原因	.....	12
5	再発防止対策	.....	13
5.1	クマリフトが講じた再発防止対策		
5.2	他社製の段差解消機に関する調査		
5.3	類似事故の再発防止の検討		
6	意見	.....	15
7	参考	.....	16
7.1	参考となる技術ガイドライン		
7.2	マイクロスイッチの接点使用基準		

《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23年11月8日 7時35分ごろ

発生場所：福島県本宮市内工場

被害者：1名重傷（頭部骨折）

事故概要： 1階と2階間の階段に併設された、車いす用斜行型段差解消機の昇降路内の1階部分で、従業員である被害者が、利用していた車椅子とともに倒れていた。段差解消機は2階部分にあり、下階側の遮断棒は上がったままの状態、渡し板は降りたままの状態となっていた。（本来の運行状態であれば、1階から2階へ段差解消機が移動する場合は、下階側の遮断棒は降りた状態、渡し板は上がった状態である。）

被害者は事故当時の記憶がなく、事故発生時の状況を目撃した人がいないため、どのような状況で負傷したかについては不明

1. 2 調査の概要

平成23年12月7日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び福島県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：福島県本宮市

構造：鉄骨造

階数：地上2階

建物用途：工場

確認済証交付年度：昭和48年

2. 2 段差解消機に関する情報

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

製造会社：クマリフト株式会社（以下「クマリフト」という。）

商品名：全自動モノベア

用途：乗用（車椅子専用）

電動機定格容量：0.75kW

定格積載量：180kg

定員：1名

制御方式：インバーター制御

定格速度：12m/分

駆動方式：ラックピニオン式

停止階数：2箇所停止（1階、2階）

階段の幅：1,800mm

階高(1階-2階間)：3,600mm

傾斜角度：34度

昇降行程：約6.4m

かごの大きさ：間口800mm

奥行1,200mm

手すり高さ700mm

(2) 確認済証交付年月日：平成7年4月20日

(3) 検査済証交付年月日：平成7年7月31日

2.2.2 段差解消機の保守管理に関する情報

保守会社：株式会社クマリフトコーポレーション

保守契約内容：POG契約

直近の定期検査実施日：平成23年7月30日（指摘事項なし）

直近の保守点検日：平成23年9月15日

2.2.3 段差解消機の操作に関する情報

本段差解消機は、車椅子の利用者が1階と2階の間を昇降するために利用される。介添え者なしで利用できるタイプである。1階から2階へ上がる時の操作手順は以下のとおりである。（2階から1階に降りるときも同様）

- ① 1階乗場で呼びボタンを押すと、段差解消機が1階に移動する。段差解消機が1階に到着後、乗場戸のロックが解除される。同時に、段差解消機の下階側遮断棒が上がり、渡し板が降りる。利用者は手動で乗場戸を開け、乗場に入り、手動で乗場戸を閉めた後、かごに乗り込む。
（写真1）



写真1. 1階乗場

② かご操作盤に設置された行き先方向ボタンを押すと、かごが動く前に、同一の油圧回路により、車止めの役割となる渡し板が上がるとともに落下防止用の遮断棒が降りる。遮断棒が降りた後に、段差解消機が走行を開始する。(写真2、写真3) ※



写真2. かご



写真3. かが走行中

※ 写真2の状態において、2階の乗場呼びの入力があつた場合も、かご内の行き先方向ボタンを押す操作と同様、渡し板が上がり遮断棒が降りた後に、2階へ向けて走行を開始する。

- ③ かごが2階に到着後、自動で進行方向の渡し板が降りるとともに遮断棒が上がり、利用者は2階に降りることができる。2階乗場戸のロックもこの時に解除される。

2. 3 調査で得られた情報

2.3.1 現場調査で得られた情報

(1) 遮断棒の状態確認用スイッチについて

本段差解消機には、遮断棒の状態を確認する為のスイッチとして、

- ① 上階側遮断棒 遮断状態検出スイッチ
 - ② 上階側遮断棒 開放状態検出スイッチ
 - ③ 下階側遮断棒 遮断状態検出スイッチ
 - ④ 下階側遮断棒 開放状態検出スイッチ
- の4つが設置されている。

①及び③の遮断状態検出スイッチは、遮断棒の降りた状態を検出するものであり、かごが走行するための条件に用いられる。②及び④の開放状態検出スイッチは、かごの床を折りたたみ収納する為の条件に用いられている。

これらのスイッチはかご操作盤の中に設置され、上階側・下階側遮断棒それぞれに対し、遮断棒の上げ下げによる軸の回転動作がカムを介して各スイッチに伝えられる構造となっている。(写真4、写真5)

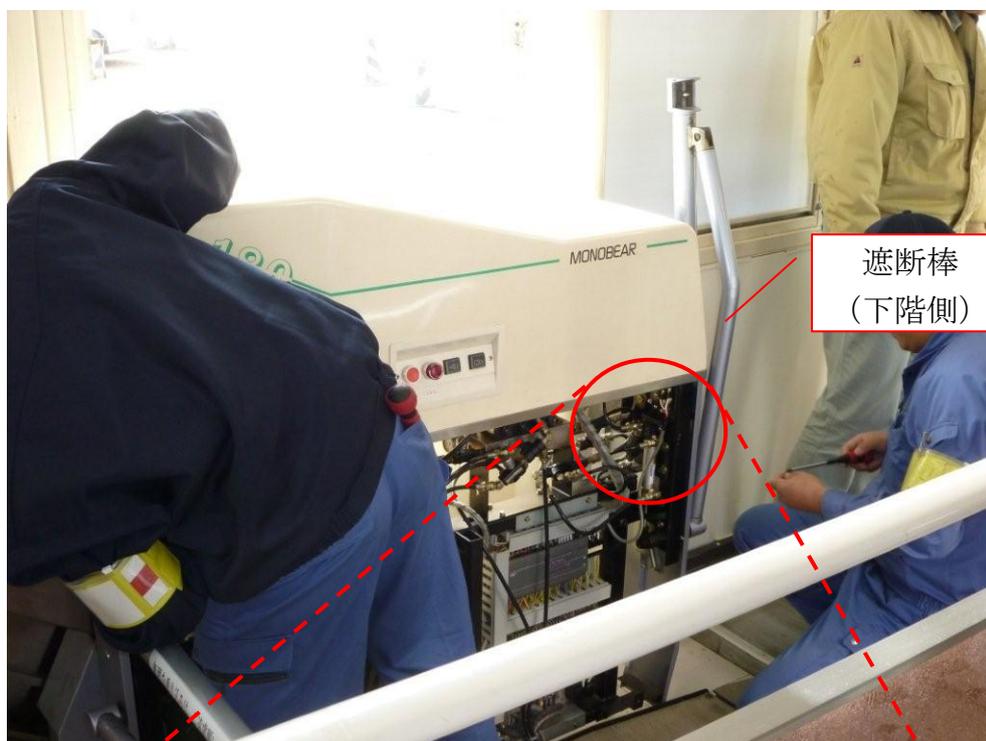


写真4. かご操作盤内部



写真5. カム及び遮断棒の状態検出スイッチ (下階側)

遮断棒の遮断状態検出スイッチは、遮断棒が上がっている時にスイッチの接点が閉じ、遮断棒が降りている時にスイッチの接点が開く構造となっている。(表1)

表1. 遮断状態検出スイッチ動作表

遮断棒の状態	カム及び遮断状態検出スイッチの状態	制御装置への入力
非遮断状態 (遮断棒が上がっている)		オン
遮断状態 (遮断棒が降りている)		オフ

また、遮断棒の開放状態検出スイッチは、遮断棒が上がっている時にスイッチの接点が開き、遮断棒が降りている時にスイッチの接点が閉じる構造となっている。(表2)

表2. 開放状態検出スイッチ動作表

遮断棒の状態	カム及び開放状態検出スイッチの状態	制御装置への入力
開放状態 (遮断棒が上がっている)		オフ
非開放状態 (遮断棒が降りている)		オン

(2) 段差解消機の実走試験

遮断棒の遮断状態検出スイッチが正常又は故障状態の場合の、段差解消機の動作内容を確認するために、以下の確認を行った。

- ① 事故時に使用されていた遮断棒の状態確認用スイッチは、福島県警による捜査のために取り外されていた。このため、同型のスイッチを事故機に設置し、走行状態の確認を行った。
 - ・1階から2階、また2階から1階へ段差解消機は正常に走行した。
 - ・走行中に遮断棒を故意に上げようとしたところ、安全装置が働き段差解消機は停止した。
- ② 下階側遮断棒の遮断状態検出スイッチの不良による影響を確認するため、遮断状態検出スイッチの接点のリード線を外し、スイッチ接点の接触不良が発生した場合と同様の回路として、実走試験を実施した。かご操作盤の行き先方向ボタンを押すと、遮断棒が上がった状態、渡し板は降りた状態のまま段差解消機は走行を開始した。

(3) 入力回路の状態

目視により各スイッチから制御装置の入力回路へ至るまでに断線がないことを確認している。さらに、上記のとおり、新しいスイッチを取り付けて正常動作が行われていることから、断線がなかったことを確認している。

2.3.2 クマリフトから得られた情報

(1) 遮断棒の状態確認用スイッチに関する情報

- ① 事故後に、下階側遮断棒の遮断状態検出スイッチの接触抵抗値を測定したところ接触抵抗値が不安定であった。
- ② 遮断棒の状態確認用スイッチは全て、段差解消機設置から事故発生までの約16年間交換されていない。
- ③ 遮断棒の状態確認用スイッチは全て、接点がシングル接点となっており、ツイン接点ではない。(法令上、接点の構造については規定されていない。)
- ④ 遮断棒の遮断状態検出スイッチ、及び開放状態検出スイッチは、それぞれ独立した制御に用いられており、どちらかのスイッチに異常が発生した場合の組み合わせ異常を検知し、かごを走行させないようにするような回路構成とはなっていない。(法令上、検出スイッチの異常検知の方法については規定されていない。)

(2) 入力回路構成に関する情報

- ① 遮断棒の状態確認用スイッチの接点の状態は、PLC（プログラマブルロジックコントローラ）に入力される。
- ② PLCの電源電圧はDC24V、入力回路部には4.3kΩの抵抗

が直列に接続されている。

- ③ クマリフトの調査により、事故機 P L C において電源電圧の異常が無かったことが確認されている。設計値：24V に対し、測定値：23.81V であった。

(3) 段差解消機の機構に関する情報

上がった状態の渡し板に強い力を加えて渡し板が降りる場合は、油圧シリンダーのロッドの破損が原因として考えられる。事故機の場合、検証時に正常に上下動作を行っており、油圧シリンダーは破損していなかった。

2.3.3 関係機関の調査で得られた情報

N I T E (独立行政法人製品評価技術基盤機構) による、事故時に使用されていた遮断棒状態確認用スイッチの調査結果を以降に示す。

調査したスイッチは、参考のための未使用品 2 個を含め、表 3 のとおりである。

表 3. 調査試料

試料番号	事故機での用途
1	上階側遮断棒 遮断状態検出スイッチ
2	上階側遮断棒 開放状態検出スイッチ
3	下階側遮断棒 遮断状態検出スイッチ
4	下階側遮断棒 開放状態検出スイッチ
5	未使用品 (新品)
6	未使用品 (新品)

(1) 接触抵抗値の測定結果

未使用品 (試料 5, 6) と比較して、事故時に使用されていたスイッチ (試料 1 ~ 4) は接触抵抗が大きくなっていたが、特に試料 3 については、測定 30 回のうち 2 Ω を超える値が 18 回あり、他の使用品 (試料 1, 2, 4) と比較しても大きい接触抵抗値であった。(表 4)

本スイッチ (オムロン製: Z-15GW22-B) のカタログ値によると、接触抵抗は「15 m Ω 以下 (初期値)」となっている。

表 4. 接触抵抗値測定結果 (単位: m Ω)

測定回数	試料 1	試料 2	試料 3	試料 4	試料 5	試料 6
1	306	1,963	805	10	3	10
2	449	1,760	2,900	8	3	8
3	470	1,883	14,200	11	3	11
4	357	1,043	99,000	11	3	9

測定回数	試料 1	試料 2	試料 3	試料 4	試料 5	試料 6
5	835	795	35,000	9	3	9
6	924	930	15,000	15	3	8
7	584	680	13,500	13	3	11
8	380	1,890	20,200	12	4	13
9	587	1,295	18,800	11	4	9
10	392	972	4,400	7	3	11
11	322	873	4,500	13	3	9
12	273	583	945	12	4	10
13	308	859	373	12	4	8
14	277	474	18	12	4	10
15	189	812	43	12	4	10
16	326	1,315	168	10	3	11
17	318	803	515	9	4	8
18	249	904	16,000	10	4	6
19	263	982	1,360	7	4	6
20	219	1,052	1,607	8	3	7
21	178	595	16,000	11	3	9
22	148	512	42,000	9	4	4
23	147	818	3,800	10	3	4
24	116	1,432	435	10	4	5
25	127	393	59	9	4	7
26	106	337	7,500	7	3	9
27	128	552	46,000	10	4	8
28	147	675	12,100	8	4	8
29	115	548	2,500	9	4	12
30	142	239	1,650	10	4	10
最大	924	1,963	99,000	15	4	13
最小	106	239	18	7	3	4
平均	312.7	932.3	12,700	10.2	3.5	8.7

(2) X線による観察

スイッチ内部に異物や変形は認められなかった。接触抵抗値の大きい試料3について、接点の接触面にも異物の付着はなく、接点支持部にも変形は認められなかった。

(3) 材質の分析結果

スイッチ接点の接触面の材質は銀であった。

2. 4 建築基準法の関係法令における段差解消機の戸開走行防止に関する技術基準

段差解消機においては、特殊な構造又は使用形態のエレベーターとして、平成12年建設省告示第1413号にて戸開走行防止の構造方法が定められており、かご又は昇降路の戸又は可動式手すりのいずれかが開いた場合は自動的に昇降できない状態となり、全ての戸が閉じた後にかごが昇降できる状態となる構造が求められている。

平成12年建設省告示第1413号 特殊な構造又は使用形態のエレベーター及びエスカレーターの 構造方法を定める件（抜粋）

第1 建築基準法施行令第129条の3第2項第一号に掲げる規定を適用しない特殊な構造又は使用形態のエレベーターは、次の各号に掲げるエレベーターの種類に応じ、それぞれ当該各号に定める構造方法を用いるものとする。

一～八（略）

九 車いすに座ったまま使用するエレベーターであつて、かごの定格速度が1.5m以下で、かつ、その床面積が2.25㎡以下のものであつて、昇降行程が4m以下のもの又は階段及び傾斜路に沿って昇降するもの 令第129条の7第5号の規定によるほか、次に定める構造とすること。

イ～ロ（略）

ハ 制御器は、昇降行程が1.0mを超えるものにあつては、かご及び昇降路のすべての戸又は可動式の手すりが閉じていなければかごを昇降させることができないものとする。

ニ（略）

十（略）

3 分析

本件においては下階側遮断棒が上がったままの状態をかごが走行したものと推定される。本項においては、当該走行事象についての分析を行う。

3. 1 事故機のスイッチ接点モードに関する分析

2.3.1 で示したとおり、通常使用及び走行中の遮断棒開放による非常停止においては、想定通りの動作となることが確認できた。

また、遮断棒の遮断状態検出スイッチのオフ状態入力による実走試験により、遮断棒が遮断状態であると判断されると、遮断棒を降ろし渡し板を上げる油圧回路は動作せず、すぐに走行を開始する制御回路となっていることが確認できた。つまり、遮断棒が上がっていて遮断状態検出スイッチの接点が閉じていても、スイッチの接点の接触不良や接触抵抗値の増大、断線等が発

生した場合、回路上はオフ状態（遮断棒が降りている状態）となり、段差解消機の走行が開始されることが走行実験の結果明らかになった。

逆に、遮断棒が降りている状態でスイッチの接点が閉じるような回路構成であれば、スイッチの接点が接触不良となっても、制御回路は遮断棒が降りた状態とは認識せず、かごが走行することはない。

ここで、スイッチ及び回路構成についての設計の考え方について標準となる「戸開走行を防止するための設計上の留意事項について」（（社）日本エレベーター協会、2004）及び「JIS B 9700-2 機械類の安全性—設計のための基本概念、一般原則—第2部：技術原則」（日本工業規格、2004）と事故機のスイッチ及び回路構成を比較する。（詳細は「7. 参考」を参照のこと）

上記のガイドラインは本事故機の設計時以降に策定されたものであるが、事故機遮断棒の遮断状態検出スイッチは、遮断棒の非遮断状態でスイッチの接点が閉じ、遮断棒の遮断状態でスイッチの接点が開く構造であることから、ガイドラインで示されている内容とは逆の構成となっていることが確認できる。（表5）

表5. 既存ガイドラインと事故機遮断状態検出スイッチとの比較

ガイドライン名	記載内容	事故機の遮断状態検出スイッチ
戸開走行を防止するための設計上の留意点	ドアスイッチは、扉が開く時に接点を開離する構造とすること	遮断棒が降りた状態で接点が開く構造
機械類の安全性—設計のための基本概念、一般原則—第2部：技術原則	起動は、電圧の増加によって実行すべきである	接点が開いている状態から開く際の電圧の減少により、走行が開始される

3. 2 事故機のスイッチ接触抵抗値に関する分析

2.3.3 で示したとおり、事故当時に使用されていた下階側遮断棒の遮断状態検出スイッチ（試料3）の接触抵抗値が、他の使用品（試料1, 2, 4）と比較して大きい値となっていた。この調査結果から本スイッチが他の使用品よりも接点性能の劣化が進んでおり、偶発的に大きい接触抵抗値が生じた場合、接点が開じていても入力回路上はオフとなる可能性が考えられる。クマリフトによると、本スイッチの接触抵抗値が約1.13 kΩ^{*}以上となると、スイッチ接点のオン状態を読み誤る可能性が生じるとのことである。

なお、本スイッチの接点が閉じる際は、作動電圧（24 V）を入力回路部の抵抗値（4.3 kΩ）で除した値（約5.6 mA）の電流が流れることになる。この程度の電流値であれば微小負荷タイプのスイッチを用いるのが一

般的であるが、本段差解消機では一般形のスイッチ（接点材質＝銀）が採用されており、微小負荷タイプ（接点材質＝金）ではない。一般的に、接触抵抗値の増加は、接点被膜の生成、接触力の低下などが要因として考えられる。特に本スイッチのように接点材質が銀の場合は、硫化被膜が生成されやすく接触不良となる可能性があり、微小負荷での使用には注意が必要である。事故機の電流仕様において一般型のスイッチを使用したことも、スイッチの接点の接触抵抗値増加の一因となった可能性が考えられる。（詳細は「7. 参考」を参照のこと）

※ クマリフトより提供のあった数値。接触抵抗値が大きくなることにより、内部入力回路に確立する電圧が低下し、スイッチ接点のオン状態を正しく読み取ることができなくなる数値を求めたもの。

3. 3 事故機のスイッチからの信号に関する分析

事故機において、下階側遮断棒が上がっていて遮断状態検出スイッチの接点が閉じているにもかかわらず、下階側遮断棒が降りている遮断状態として遮断棒の遮断状態検出スイッチの信号が制御回路に発せられる要因としては、以下の4つの場合が考えられる。

- ① スwitchの接触抵抗値が大きくなり、接触不良となった。
- ② 入力回路において電源電圧の低下が発生した。
- ③ スwitch接続部ならびに入力回路内での断線が発生した。
- ④ その他偶発的な要因による。

②③に関しては、2.3.1（3）及び2.3.2（2）③により問題がないことが確認されている。他の仕様品と比較しても接触抵抗値の大きい傾向にある下階側遮断棒の遮断状態検出スイッチの接点性能の劣化（例えば、銀接点硫化による被膜生成）のため、偶発的に接触不良が発生し、誤った信号が入力された可能性が考えられる。

4 原因

本件においては、下階側遮断棒が上がったまま渡し板は降りたままの状態で段差解消機が走行したことが推定される。

下階側遮断棒が上がったまま渡し板が降りたままの状態、段差解消機が走行した原因としては、下階側遮断棒が降りている状態として遮断棒の遮断状態検出スイッチの信号が制御回路に伝わった可能性が考えられる。

下階側遮断棒が降りている状態として遮断棒の遮断状態検出スイッチの信号が制御回路に伝わった原因は、以下の内容により、部品の故障発生時に安全側の動作となるような設計（フェールセーフ設計）となっていなかったためであると考えられる。

- ① 遮断棒の遮断状態検出スイッチの接点入力が入力となる状態を、遮断棒が降りていると判断する回路構成であった。このため、接点の劣化で接点状態が入力となった際に、実際には遮断棒が上がった状態であるにも関わらず、遮断棒が降りている状態と判断した可能性があると考えられる。
- ② 遮断棒の遮断状態検出スイッチと開放状態検出スイッチの組み合わせ異常を検知する仕組みが無かった。

なお、事故機の遮断棒の開閉動作については、スイッチが遮断棒の降りている状態を示す場合には遮断棒を降ろさない構造となっている。例えば、スイッチの故障を想定し、スイッチが遮断棒の降りている状態を示す場合であっても遮断棒を降ろす構造であれば、遮断棒が上がった状態で走行する可能性は低いものと考えられる。

5 再発防止対策

5. 1 クマリフトが講じた再発防止対策

クマリフトによれば、同社同タイプの段差解消機全101台に対し、次の再発防止対策を講じている。(平成24年6月完了)

- (1) 接点接触不良が発生した時に安全側の動作となるよう、遮断棒の遮断状態検出スイッチの接点モードを「遮断棒が上がっている状態でオン、降りている状態でオフ」から「遮断棒が上がっている状態でオフ、降りている状態でオン」に変更し、スイッチの接点状態が入力である場合は段差解消機が動かない構造とした。
- (2) 信頼性を向上させるため、渡し板の状態を確認するスイッチを追加(渡し板が上がった状態でオンする)し、遮断棒の遮断状態検出スイッチと直列で入力させ、スイッチを二重化した。

5. 2 他社製の段差解消機に関する調査

国土交通省は、他社製の段差解消機について、事故機と同様に遮断棒の遮断状態検出スイッチの接点モードとして、遮断棒が上がっている状態でオン、降りている状態でオフとなるものが存在するか、存在する場合スイッチに異常が発生した際に健全性の確認を行うような設計となっているかの調査を行った。

車いす用段差解消機の設置実績のある33社について回答を得た。同様の接点モードでの使用は1567台中70台(4社)という結果を確認している。ただし、いずれも遮断棒の遮断状態検出スイッチと開放状態検出スイッチ状態の組み合わせが異常な場合、スイッチに断線、接点の劣化が発生し遮

断棒の状態が正常に検出されていないと判断し、段差解消機が起動されない構造であることを確認している。(表6)

表6. 他社製段差解消機調査結果

	斜行型 段差解消機	鉛直型 段差解消機	小計
事故機と同様の スイッチ接点モードでの使用	70台 (4社)	0台	70台
健全性の確認を行う設計 となっているもの	70台 (4社)	0台	70台
健全性の確認を行う設計 とはなっていないもの	0台	0台	0台
事故機とは逆の スイッチ接点モードでの使用	586台	911台	1497台
小計	656台	911台	1567台

5. 3 類似事故の再発防止の検討

昇降機は一般的に利用者が目的階を登録した後は、自動で扉の開閉、かごの昇降動作が行われる機械システムである。このような機械システムにおいては、これを構成する部品に不具合や故障が生じても、利用者の安全が確保される仕組みとすべきである。例えば本件の場合は、遮断棒の降りた状態を検出するスイッチの劣化や不具合が生じて安全側の動作、すなわち、かごを昇降させない設計が必要である。

事故機において通常時には2. 4項に示した規定に適合した動作を行っていたが、部品の故障が発生した際に危険側の動作となっていることから、部品の劣化や不具合が生じて安全側の動作となるような基準を定める必要性についても検討すべきである。

再発防止のためには次の方法等が考えられる。

- ① 検出部について想定しうる故障に対し、安全側の動作（昇降させない）を行う構造とする。
- ② 複数箇所に設けた遮断棒状態の検出部（遮断状態検出、開放状態検出）を組み合わせ、故障によりそれぞれが異なる状態を検出した場合、検出部の異常とみなし安全側の動作（昇降させない）を行う構造とする。

①についての検討

想定される故障としては、次が考えられる。

- ・電流が流れない故障（オフ故障）

接触抵抗の増加（接点表面での化学的皮膜の生成、絶縁物の付着等）、電源電圧の低下、断線等、使用環境、使用方法により比較的発生しやすい。

- ・電流が流れ続ける故障（オン故障）

接点の溶着が考えられるが、これは大きな電流が流れるような回路設計において発生するものであり、段差解消機の遮断棒の状態を確認するような低電圧系の回路では発生する確率は極めて小さく、設計上考慮する必要はない。

従って、オフ故障を想定し安全側の動作を行う構造とする。具体的には、遮断棒が降りた状態で接点が閉じる構造とすることにより、接点が開いている状態から閉じる状態に変化し入力部に掛かる電圧が増加することにより昇降を開始し、オフ故障が発生した場合には昇降を行わない構造とするものである。これは、「J I S B 9 7 0 0 - 2 機械類の安全性—設計のための基本概念、一般原則—第2部：技術原則」に記載されている機械の設計原則「機構運動の起動又は加速の最初の動作は、電圧の増加によって実行すべきである。」とも合致する。

②についての検討

遮断棒が降りた状態を検出するスイッチと遮断棒が上がった状態を検出するスイッチを設けるなど複数の検出部を設け、一方のスイッチに劣化や不具合の発生が生じ、遮断棒の遮断状態と開放状態を同時に検出した場合には、スイッチの異常が発生したものとみなし、かごを昇降させない構造とする。

複数のスイッチの状態を組み合わせる必要があるため、①と比較して回路構成・論理が複雑となる。

上記の検討より、①の方法に関しては単純な方法で安全性を高めることが可能であり、また、②の方法に関しては有益性は認められるものの回路構成が複雑となることが指摘できる。

6 意見

遮断棒が上がったまま又はかご戸が開いたまま段差解消機のかごが昇降することは、かごから落下することによる人身事故を生じさせるおそれのある危険な動作である。

国土交通省は、段差解消機のシステムにおいて機器に不具合が生じた場合にあっては、安全側の動作（かごを昇降させない）となる構造について検討を行い、必要な措置を講ずること。また、昇降行程が1 m以下の段差解消機についても平成12年告示第1413号第1第九号ハの基準を適用することについて検討を行い、必要な措置を講ずること。

検討にあたっては、特に、遮断棒が降りた状態又はかご戸が閉じた状態を検出する部分の故障発生時における安全側の動作の検討を行うこととし、J I S の技術原則に基づき入力部の電圧増加によりかごの昇降を行うことで、遮断棒が降りた状態又はかご戸が閉じた状態を検出する部分が、劣化等によりオフ故障となった場合には、かごが昇降することのない構造とすること。

7 参考

7. 1 参考となる技術ガイドライン

平成15年10月に福島県安達郡本宮町の歩道橋に設置されたエレベーターで、乗場戸およびかご戸を開いたままエレベーターが走行するという事故が発生したことをうけ、(社)日本エレベーター協会が「戸開走行を防止するための設計上の留意事項について」を策定している。

「戸開走行を防止するための設計上の留意事項について」
(「協会速報 第397号 (平成16年4月25日発行)」)

1. 適用範囲及び趣旨 (略)

2. 用語の定義 (略)

3. 準拠法令 (略)

4. 内容

1) 戸開走行許可と不許可の指令 (略)

2) 戸開走行を許容するためのかごの位置の検出 (略)

3) 戸開の検出

戸開はドアスイッチにより検出されるが、ドアスイッチに不具合が生じても確実に戸開状態が検出できるように、ドアスイッチは、扉が開く時にドアが開く力が直接接点をオフする構造とすること。ドアスイッチをこのような構造にすることにより、スイッチの2重化は不要とする。

このスイッチは、各乗場とかごの扉に設けられ、いずれか1つの扉が開いた時にこれらのスイッチをオフする信号を戸開検出信号とする。

4) 戸開走行を防止するための制御回路設計上の留意事項 (略)

5) 戸開走行した場合 (略)

また、「JIS B 9700-2 機械類の安全性—設計のための基本概念、一般原則—第2部：技術原則」(日本工業規格、2004)には以下のような記載がある。

「JIS B 9700-2

機械類の安全性—設計のための基本概念、一般原則—第2部：技術原則」

4. 11. 3 機構の起動又は停止

機構運動の起動又は加速の最初の動作は、電圧若しくは流体圧力の加圧又は増加によって実行すべきである。すなわち、もし2値論理の要素を考慮する場合(もし、1の状態を最も高いエネルギー状態で表すならば)、0の状態から1の状態への移行によって実行すべきである。

停止又は減速の最初の動作は、電圧若しくは流体圧力の除去又は低減によって実行すべきである。すなわち、もし2値論理の要素を考慮する場合(もし、1の状態

を最も高いエネルギー状態で表すならば), 1の状態から0の状態への移行によって実行すべきである。

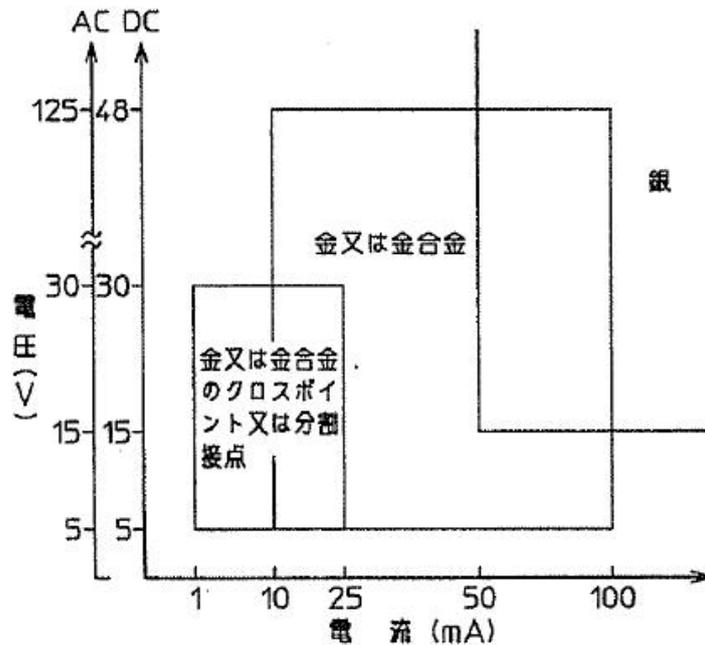
7. 2 マイクロスイッチの接点使用基準

一般社団法人日本電気制御機器工業会発行の「制御機器の基礎知識」ではマイクロスイッチの選定に関して次のような記載がある。

制御機器の基礎知識 (日本電気制御機器工業会、2010)

9. 5. 2. 4 微小負荷

(略) 銀は金属材料中で最も高い電気伝導度を持ち、貴金属としては安価であり、物理的性能は接点材料として適しているため、接点としては一番多く使用されている。しかし、銀は化学的性能が必ずしも満足の行くものではない。すなわち、大気中で導電性の悪い酸化被膜を生成したり、硫化して黒色の硫化皮膜をつくる。(略) マイクロスイッチの負荷電圧、電流に対する接点材料の選択の目安を図に示す。



負荷電圧、電流に対する接点材料の選択の目安