

平和台駅エレベーター主索破断事故  
調査報告書

平成24年1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

# 平和台駅エレベーター主索破断事故調査報告書

発生日時：平成23年7月26日 15時頃

発生場所：東京都練馬区東京メトロ有楽町線平和台駅

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	櫻	井	敬	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

## 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	.....	2
2. 1	建築物(昇降路)に関する情報		
2. 2	エレベーターに関する情報		
2.2.1	エレベーターの仕様等に関する情報		
2.2.2	エレベーターの保守業者等に関する情報		
2. 3	事故及び主索に関する情報		
2.3.1	事故の状況		
2.3.2	事故機の主索に関する情報		
2. 4	事故発生までの保守点検等に関する情報		
2.4.1	建築基準法に基づく定期報告のための検査に関する情報		
2.4.2	保守契約に基づく保守点検の状況		
2. 5	事故機に関する情報		
2.5.1	エレベーターに関する情報		
2.5.2	事故機の主索に関する情報		
2. 6	当該機の昇降路の温度に関する情報		
2. 7	緊急点検に関する情報		
2.7.1	緊急点検結果		
2.7.2	回収されたロープに関する情報		
2. 8	関係法令に関する情報		
2. 9	国内で発生した類似事故事例		
2.9.1	事例の概要		
2.9.2	エレベーターの概要		
2.9.3	調査の概要		
2.9.4	現場の状況		
2.9.5	保守点検の状況		
2.9.6	ワイヤロープ調査の状況		
2. 10	ワイヤロープの断線形態に関する情報		
3	分析	.....	17

3. 1	事故時の事故機の状況に関する分析	
3. 2	事故機の主索に関する分析	
3. 3	保守点検に関する分析	
3.3.1	保守業者による保守点検に関する分析	
3.3.2	保守点検の方法に関する分析	
3. 4	保守業者の主索の交換に関する分析	
3. 5	昇降路の構造、温度・湿度に関する分析	
4	原因	..... 20
5	意見	..... 20

## 《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

(1) 発生日時

平成23年7月26日 15時頃

(2) 発生場所

東京都練馬区早宮2-17-48

東京メトロ有楽町線平和台駅 エレベーター2号機

(3) 事故の概要

被害者がエレベーターに乗って地下階から地上階へ上昇中に、エレベーターの3本ある主索全てが破断し非常停止した。被害者は、左肘及び左でん部の打撲。(全治2週間)

## 1. 2 調査の概要

平成23年7月27日

練馬区、昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員による現場調査を実施。

平成23年7月29日

特定行政庁に対して、三菱電機ビルテクノサービス株式会社が定期検査等を実施したエレベーターについて、主索の点検を行うよう指示。

平成23年8月2日及び8月5日

昇降機等事故調査部会委員及び国土交通省職員(8月5日は国土交通省のみ)により、定期報告時の検査者、定期点検者にヒアリングを実施。

平成23年8月5日

警察の協力の下、練馬区、昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員による主索の調査を実施。

その他、昇降機等事故調査部会委員によるWGの開催、WG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(昇降路)に関する情報

- |         |                            |
|---------|----------------------------|
| (1) 所在地 | 東京都練馬区早宮 2-17-48           |
| (2) 構造  | 鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造            |
| (3) 階数  | 地上1階地下1階                   |
| (5) 所有者 | 東京地下鉄株式会社                  |
| (6) 管理者 | 東京地下鉄株式会社 (以下、「東京地下鉄」という。) |

### 2.2 エレベーターに関する情報

#### 2.2.1 エレベーターの仕様等に関する情報

##### (1) エレベーターの主な仕様に関する情報

- |         |                          |
|---------|--------------------------|
| 製造会社    | 三菱電機株式会社 (以下、「三菱電機」という。) |
| 用途      | 乗用                       |
| 電動機定格容量 | 3.5kW                    |
| 定格積載量   | 750kg                    |
| 定員      | 11名                      |
| 定格速度    | 45m/分                    |
| 駆動方式    | ロープ式 (機械室無し)             |
| 停止階数    | 2箇所停止 (地下1階、地上1階)        |
| 昇降行程    | 7.56m (地下1階～地上1階)        |

##### (2) エレベーターの主索に関する情報

- |      |  |
|------|--|
| 種別   | A種 (JIS G3525) 8ストランド×S<br>(19)        |
| 直径   | 10mm                                   |
| 本数   | 3本                                     |
| 破断荷重 | 48.1kN以上                               |
| 素線強度 | 1620N/mm <sup>2</sup> 級 (A種 JIS G3525) |

(3) 確認済証交付年月日 平成15年12月8日

(4) 検査済証交付年月日 平成16年1月15日

#### 2.2.2 エレベーターの保守業者等に関する情報

管理者が委託した保守業者に関する情報は以下のとおりである。



保 守 会 社：三菱電機ビルテクノサービス株式会社（以下、「三菱電機ビルテクノサービス」という。）

契 約 内 容：フルメンテナンス契約（点検 2 回／月）

直近の定期検査実施日：平成 22 年 9 月 7 日

直近の保守点検日：平成 23 年 7 月 14 日

## 2. 3 事故及び主索に関する情報

### 2.3.1 事故の状況

東京地下鉄によると、被害者が地下 1 階からエレベーターに乗り込み、地上 1 階に上昇中に非常停止し、被害者はエレベーターに閉じ込められたとのことである。

事故時のエレベーターの状態は被害者救出後に調査を行った三菱電機ビルテクノサービスの社員によると次のとおりであった。（図 3 参照）

- ① 主索 3 本全てが破断していた。破断後の主索の位置は、かご側の主索は、かご下部の綱車の主索はずれ止めに引っかかっており、釣合おもり側は床に垂れた状態となっていた。
- ② 非常止め装置が作動し停止していた。停止位置は、地下階乗場床レベルから約 3050mm の位置であった。

また、三菱電機によると、三菱電機ビルテクノサービスによる事故時の調査結果および制御盤に残されていた運行記録データから次の事が確認されたとのことである。

- ・調速機の過速スイッチが動作した。
- ・エレベーター出発階は地下 1 階であった。
- ・エレベーター出発からかご側調速機の過速スイッチの動作までの時間は 7.4 秒であった。
- ・巻上機モータ回転量から算出したエレベーター移動距離は 4.2m であるが、ロープ破断から非常止め装置作動までモーターが空転する可能性があるため、おおむね 3.5m から 4m でロープが破断したと考えられる。この場合かごは 0.5m から 1.0m 程度落下したと考えられる。

### 2.3.2 事故機の主索に関する情報

#### (1) 主索の破断位置

三菱電機ビルテクノサービスによると、主索の破断位置については、かご側の主索端部を基準とした場合 2 本（ロープ A, B）はおおむね 8m 前後、1 本（ロープ C）はおおむね 9.9m 前後であった。なお、破断時にワイヤーが伸びているので、これより多少主索端部に近い位置であった可能性がある。

(2) 昇降機等事故調査部会委員調査による主索の状況等

昇降機等事故調査部会委員等による現場調査及び主索の調査により、次のことが確認された。

主索は3本とも主索の破断部及びその前後には赤錆が付着しており、素線切れも多数確認された。

錆や素線切れが多く見られる範囲は図1のとおりであった。

破断箇所から離れた状態では、素線切れは確認されなかったが、褐色の物質が表面に付着し、ロープの谷部が埋まっていた。

破断した位置の直近の部分は3本ともロープの形状が崩れていた。ロープの形状が保持されている部分についての破断位置の前後におけるロープの径はロープCにおいて計測したところ次のとおりであった。

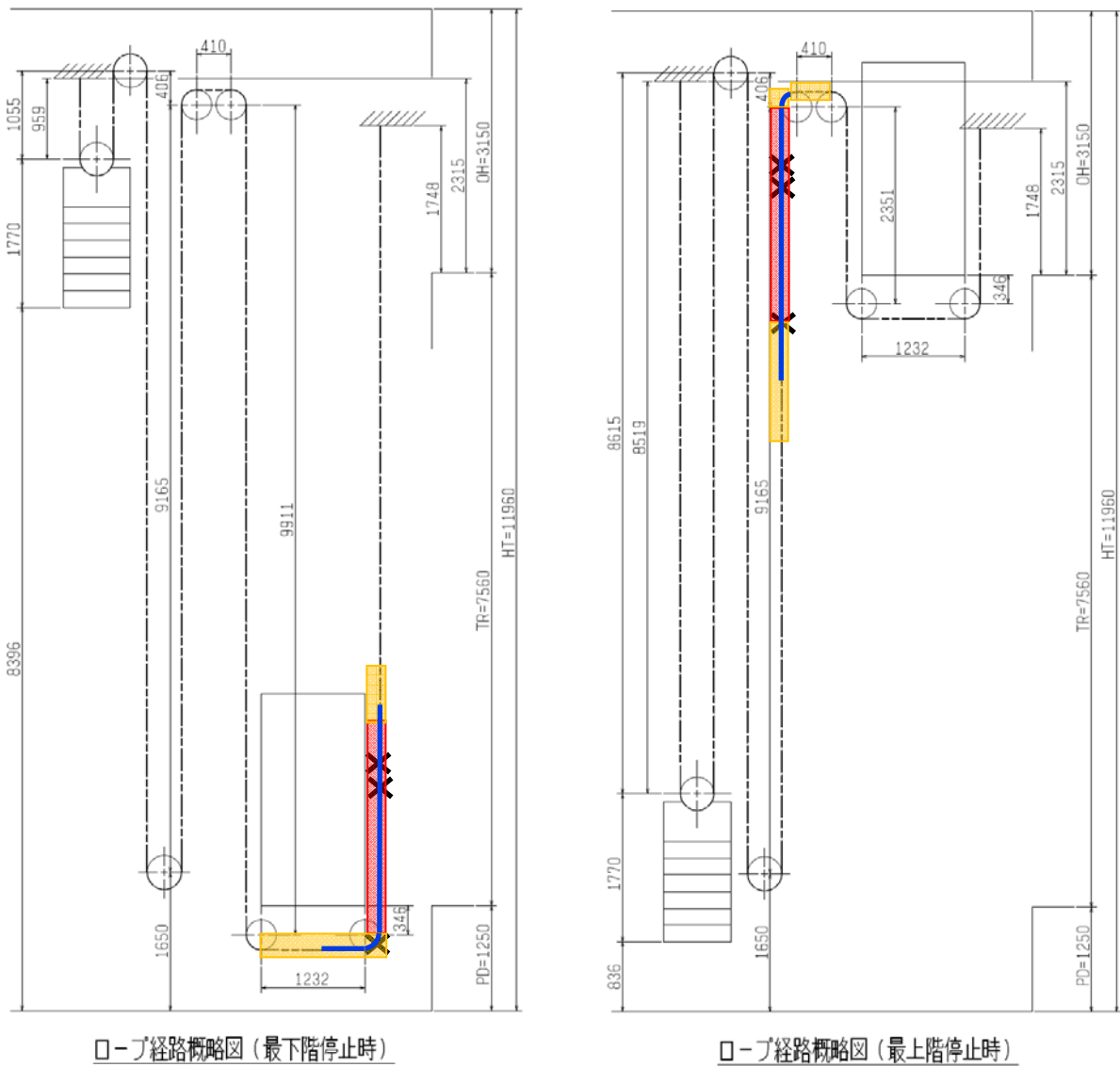
破断位置からかご側

破断位置からの長さ	2550mm	2650mm	2800mm	7100mm
ロープの径	8.61mm	9.02mm	9.81mm	10.34mm

破断位置から釣合おもり側

破断位置からの長さ	730mm	750mm	1730mm
ロープの径	8.8mm	9.02mm	9.52mm

また、当該エレベーターのかご上、ピット部に大量に赤錆が飛散していた。



- ※  は起動時に4つの綱車により曲げられる部分
- は起動時に3つの綱車により曲げられる部分
- は素線切れが確認された範囲
- ✕はロープが破断していた箇所を示す。

図1 ロープ概略図

### (3) その他

三菱電機ビルテクノサービスによると、かご下及び昇降路頂部の綱車部に設置されている主索外れ止めを確認したところ、多数の引っ掻き傷が確認されたとのことであった。

## 2. 4 事故発生までの保守点検等に関する情報

三菱電機ビルテクノサービスの社員から昇降機等事故調査部会委員又は国土交通省職員が聞き取った情報等によると定期報告のための検査、契約に基づく保守点検の状況は次のとおりであった。

### 2.4.1 建築基準法に基づく定期報告のための検査に関する情報

事故直前の検査は、三菱電機ビルテクノサービスの社員である定期検査資格者により平成22年9月7日に実施され、不具合の指摘は無かった。

最も摩耗した主索の直径は「9.9mm」であり、素線切れは「なし」との報告であった。

定期検査資格者によると、

- ① 検査時には、主索について、かご上及びピットから詳しく確認し、目視で錆を確認した。また、ピットも錆で赤い状態であった。
- ② 錆が出ている部分について、目視、ウエスで主索をぬぐうことにより素線切れの確認を行ったが、素線切れは見られなかった。
- ③ 報告を行ったロープの径は、錆が出ているところではなかった。
- ④ 主索に錆の発生が確認されたために、ロープの交換が必要である旨の社内報告を行った。
- ⑤ 特定行政庁に対する報告では、錆が著しい場合に必要な「要重点点検の指摘有り」との報告は行わなかった。
- ⑥ 検査でロープの写真を撮る場所は、かごを最下階に置いたときに巻上げ機のシーブにかかっている場所としている。
- ⑦ 「錆が著しい」という状態は、錆により素線が切れるまで素線が錆びている状態であると考えていたが、検査時の錆は、ウエスでぬぐえばとれるものであったので、「錆が著しい」との判定をしなかった。

ロープ交換を必要と判断した理由については、社内基準により主索に錆を確認した場合には、取替を計画することになっていたとのことから主索の交換を指示したとのことである。

三菱電機ビルテクノサービスでは、平成23年3月31日までに、主索の交換をするように交換計画を立てていたが、実際には交換が行われず、4月に交換を実施しようとしたが、社内システムへの入力に7月に遅れ、9月に交換の計画になっていたため、事故発生までに交換はされなかったとのこと

であった。

## 2.4.2 保守契約に基づく保守点検の状況

### (1) 保守点検結果

三菱電機ビルテクノサービスの保守点検を行っていた社員によると、毎月2回の保守点検は三菱電機ビルテクノサービスの社員により実施され、機器の運転状態、ドア開閉状態、乗り心地、インジケータの点灯状態などが確認されていたとのことである。

主索については、主に目視による点検であり、かご上及びピット内に入って直接主索の確認を行うのは平均して3ヶ月に一度程度であったとのことである。かごとロープの破断箇所の関係から、かご上から破断位置を確認するには、かごをある程度上げる必要があり、ピットからかご下にある破断位置を確認するには、点検用作業台が必要（ピット床面から2m程度）であった。（図4）

主索を全長にわたりもれなく点検する手順は、特に決められていないとのことであった。定期検査報告後の主索の点検の状況は次のとおりであった。

#### ① 平成22年10月

錆を確認したが、素線切れは確認できなかった。

#### ② 平成23年1月

かご上等で点検を行い、主索の状態は10月と変化がなかった。主索の錆の部分ウエスで拭くと錆は取れるが主索の谷の部分には残る状態であった。

#### ③ 平成23年4月6日

かご上で主索を確認、主索に錆があることを確認しロープの外周をウエスで拭いて確認したところ、素線切れは確認されなかった。

#### ④ 平成23年6月17日

かご上等で主索を確認したが、主索の状態は前回の点検時と比べて変化がなかった。

この後においても昇降機の保守点検を行っているが、主索については昇降路外から目視を行う程度であり、かご上等で主索を確認したのは6月17日が最後であった。

### (2) 事故直前の保守点検結果

事故直前の保守点検は、7月14日に実施され、主索については「異常なし」とされている。当日は、同一施設に設置されている別号機の火災管制装置の点検を主に行っており、当該エレベーターの主索については、昇

降路外からの目視及び試乗点検による異常の確認のみが実施された。

## 2. 5 事故機に関する情報

### 2.5.1 エレベーターに関する情報

#### (1) 昇降路に関する情報

地上階の昇降路は屋外に設置されており、地上から約 900mm の腰壁より上部はガラス貼りとなっている。天井部分は、鋼板製で、南側の頂部に換気口が設けられている。

#### (2) 綱車と主索の関係

主索は、直径 10mm のものが 3 本使用されており、主索の全長は約 47m である。

主索を屈曲させる綱車が、おもり吊り車、おもり返し車、駆動用綱車、かご返し車 2 個、かご下吊り車 2 個の計 7 個設けられている。

主索は、一回の昇降により、場所により綱車による複数回の曲げを受けるものとなっている。

主索の曲げ回数が最も多いのは、かご綱止めから 7,217mm から 9,654mm の場所であり、1 回の昇降で、かご下吊り車 2 カ所、かご返し車 2 カ所の計 4 カ所で曲げを受ける。

また、その前後（かご綱止めから 6,525mm から 7,217mm、9,654mm から 11,169mm）の場所は、1 回の昇降で 3 箇所曲げを受ける。

事故機は 2 箇所停止であるため、起動する際、主索の同じ箇所が綱車により屈曲を受ける。

綱車と主索の直径の比  $D/d$  は表のとおりであり、平成 12 年建設省告示第 1414 号で定める規定の範囲内であった。

表 1 各綱車の直径

綱車の部位	綱車の直径 (mm)	綱車と主索の 直径の比	主索と綱車の 接触角
駆動用綱車	410	41	180°
かご下吊り車	360	36	90°
かご返し車	360	36	90°
重り吊り車	400	40	180°
重り返し車	400	40	180°

- (3) 事故機の秤装置は主索の張力を荷重検出に利用しているため、主索の張力に著しく異常な値が出力された場合には出入口の戸の閉鎖を自動的に制止し、また、走行中であれば到着後の再稼働を制限する機能があるが、事

故前に当該装置が動作した事実は確認出来なかった。

(4) 事故機の起動回数について

三菱電機ビルテクノサービスによると、事故機の起動回数は、設置時以降 4,934,128 回（平成 16 年 2 月～平成 23 年 7 月）一日あたりに換算すると、約 1,800 回であった。三菱ビルテクノサービスが保守点検する機械室無しエレベーターの内、1 日約 1,070 回以上起動するエレベーターの台数は、全体の 1%程度であり、1 日約 1,800 回起動する事故機は、非常に起動回数の多い部類のエレベーターであった。

2.5.2 事故機の主索に関する情報

(1) 主索の構成

主索は東京製綱(株)製であり、三菱電機製のエレベーターには一般に使用されているものとのことであった。

中心部は麻芯であり、麻芯には、ロープの防錆およびロープが曲げられるときに素線間の潤滑を行うためロープグリースが含まれている。

ロープグリースはポリブテンを主成分とするもので、液体となる温度（滴点）は、85℃～88℃のものが使用されている。

(2) 主索の安全率

かご自重は 1015kg、定格積載量 750kg、主索質量 21kg で、主索の強度を 1 本あたり 48.1kN で計算した場合安全率は、以下の通りであり、法律の基準の範囲内であった。

設置時： $3 \times 48.1 / ((1015 + 750 + 21) / 2 \times 2 \times 9.8 / 1000) = 8.2 > 5$  ※

使用時： $3 \times 48.1 \times 0.8 / (1015 + 750 + 21) / 2 \times 2 \times 9.8 / 1000 = 6.5 > 4$  ※

※平成 12 年建設省告示第 1414 号エレベーター強度検証法の対象となるエレベーター、エレベーター及び屋外に設けるエレベーターに関する構造計算の基準を定める件第 2 第三号ロでは、経年劣化による材料の摩損と疲労破壊による強度低下を考慮して、主索の「設置時」、「使用時」における安全率は、常時の安全率について、設置時は 5、使用時は 4 と規定している。

(3) 主索の使用状況

破断した主索は、平成 19 年 4 月に交換されたものである。このため、交換から事故まで約 4 年 4 ヶ月（1580 日）使用されていた。

2.5.1(4)から 1 日あたりの起動回数は約 1800 回であるため、この主索に対する起動回数は約 284 万回であった。

交換前の主索は、稼働から約 3 年 3 ヶ月使用し交換を実施している。交

換の理由は、主索に錆が発生したためとのことであった。

#### (4) 主索の交換の要否判定を行う曲げ回数の算定

三菱電機ビルテクノサービスによると、同社の基準として定期検査の他に、エレベーターの起動回数からロープ詳細点検を実施する時期の目安を設けるべく、綱車の溝の形状、ロープ安全率、綱車の径／ロープ径の比を変数とする独自の計算式があり、この結果に基づきロープ詳細点検を行ったうえでロープ取替要否判定を行い、その結果個々のロープの状況によりロープ取替の判断を行うとのことであった。なお、事故機では詳細点検は行われていなかった。

当該エレベーターは、駆動用綱車とかご返し車を通過する部分(区間①)、一行程で4回の屈曲を受けるかご下吊り車とかご返し車を通過する部分(区間②)がある。上記計算式を参考に当該エレベーターの主索の曲げ回数を算出し、当該エレベーターの一日あたり起動回数で換算した年数は約2.3年であった。また、計算上は区間①と区間②の曲げ回数は、同等となっている。

表2 当該エレベーターの主索の交換の要否判定を行う曲げ回数

通過区間	曲げ回数 (年数)
区間①	450 万回 (2.3 年)
区間②	610 万回 (2.3 年)

区間①：駆動用綱車とかご返し車を通過する区間

区間②：かご下吊り車とかご返し車を通過する区間

※年数は当該機の起動回数から算出したもの

## 2. 6 当該機の昇降路の温度に関する情報

東京地下鉄によるとエレベーター停止期間中に当該エレベーターの昇降路内に4カ所に温度及び湿度の計測器を設置し、昇降路内の環境を調査した。調査結果は以下のとおりである。

- ・測定期間 平成23年8月13日～平成23年8月22日(10日間)
- ・測定場所 平和台エレベーター昇降路内4カ所
- ・測定結果 表3、表4のとおり



表3 昇降路内の温度（℃）

測定場所	最大値	最小値	平均値
昇降路頂部（直射日光あり）	46.3	19.4	29.0
昇降路頂部（直射日光なし）	42.1	20.3	29.8
下部ピット内	28.2	23.6	26.5
下部ピット内（巻上機の後ろ）	28.4	23.5	26.2

※最大値を記録した8月18日の練馬区の最高気温は、気象庁のデータによると37.9℃であった。

表4 昇降路内の相対湿度（％）

測定場所	最大値	最小値	平均値
昇降路頂部（直射日光あり）	100.0	29.3	64.7
昇降路頂部（直射日光なし）	94.7	34.1	65.6
下部ピット内	90.5	61.2	76.0
下部ピット内（巻上機の後ろ）	93.7	64.2	79.1

また、この時期の東京の平均湿度は、気象庁のデータによると71.3%であった。

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」においては、昇降路内の温度についての定めはないが、「駆動装置及び制御器を設ける場所には、換気上有効な開口部、換気設備又は空気調和設備を設けていること。ただし、機器の発熱により駆動装置等を設けた場所の温度が摂氏7度以上上昇しないことが計算により確かめられた場合においては、この限りではない」とされている。

「昇降機技術基準の解説」（監修：国土交通省住宅局建築指導課）によると、上記については、昇降路内の温度の上限を40℃とし、昇降路外温度を33℃と想定したことによるとされている。

## 2.7 緊急点検に関する情報

### 2.7.1 緊急点検結果

国土交通省は、三菱電機ビルテクノサービスが保守するエレベーターの主索の状況について、特定行政庁を通じて緊急点検を実施した。緊急点検の結果、183,000台のうち、要是正とされたものが6台、要重点点検とされたものが72台であった。このうち、錆が著しいとされたものは要是正が2台、要重点点検が36台であった。

### 2.7.2 回収されたロープに関する情報

三菱電機では、回収したロープを事故後に調査しており、回収したロープのうち、エレベーター起動回数、ロープ使用年数から見て特に劣化が進行していると想定されるもの、エレベーター起動回数・ロープ使用年数にかかわ

らず、点検の際に劣化が確認されたもののうち21本について残存強度も含め分析を行った。

三菱電機によれば、その結果は次のとおりであった。

- (1) 上部かご返し車からかご下吊り車を通る部分に錆を認められたものは、13台であり、その内訳は次のとおりである。素線の断線はいずれも目視では確認出来ない内部断線であった。

素線の断線の状態 (最も劣化が進んだ部分)	台数	当該部分の残存強度
素線の断線を複数確認出来たもの (20本～72本)	4台	いずれも、使用限界である80%未満であった。(36.8%～78.7%)
素線の断線が1本であったもの	1台	100%以上であった。
素線の断線がなかったもの	8台	100%以上であった。

- (2) 巻上機側を通る部分に錆があったものは、6台であった。

素線の断線の状態 (最も劣化が進んだ部分)	台数	当該部分の残存強度
素線の断線が外部・内部ともに見られたもの 外部断線(9本)、内部断線(6本)	1台	90%以上であった。 (92.5%)
素線の断線が外部にのみ見られたもの (2～11本)	3台	100%以上であった。
素線の断線が見られなかったもの	2台	100%以上であった。

## 2. 8 関係法令に関する情報

- (1) 平成20年国土交通省告示第283号「昇降機の定期検査報告における検査及び定期点検における点検の項目、事項、方法並びに結果の判定基準並びに検査結果表を定める件」では、主索の点検項目について、主索に著しい錆がある場合は、判定基準を以下のように定めている。

表6 主索の素線切れの状態

素線切れ要是正判定基準	錆が著しい場合は、1構成より1ピッチ内の素線切れが2本を超えていること。
素線切れ要重点点検判定基準	錆が著しいこと

また素線切れの検査方法は、「基準階から加速終了位置又は減速開始位置から基準階の間にかごがある場合に、主索が綱車にかかる箇所、傷のある箇所等を目視により確認し、最も摩損の進んだ部分については重点的に目視により確認する。」とされている。

なお、この告示については、「定期検査業務基準書」（編集：財団法人日本建築設備・昇降機センター）において解説が記述されているが、「錆が著しい」について、具体的解説はなかった。

素線切れ要重点点検判定基準は、平成20年4月の告示改正により新たに設けられ、この基準に至った場合、「要重点点検の指摘あり」として定期報告を行うことになる。また、「定期検査業務基準書」（財団法人日本建築設備・昇降機センター）によれば、

- ・「要重点点検の指摘あり」とは、次回の調査・検査までに「要是正」に至るおそれが高い状態であり、所有者等に対して日常の保守点検において重点的に点検するとともに要是正の状態に至った場合は速やかに対応することを促すもの。
- ・「要是正」とは、修理や部品の交換等により是正することが必要な状態であり、所有者等に対して是正を促すものとされている。

表7 主索の検査事項、方法、および結果の判定基準

検査事項	検査方法	要是正	要重点点検
①主索の径の状況	乗降する頻度の最も高い階（以下「基準階」という。）から加速終了位置又は減速開始位置から基準階の間にかごがある場合に、主索が綱車にかかる箇所等における最も摩耗の進んだ部分の直径及び綱車にかからない部分の直径を測定する。	最も摩耗の進んだ部分の直径が綱車にかからない部分の直径と比較して90%未満であること。	最も摩耗の進んだ部分の直径が綱車にかからない部分の直径と比較して92%未満であること。
②主索の素線切れの状況	基準階から加速終了位置又は減速開始位置から基準階の間にかごがある場合に、主索が綱車にかかる箇所、傷のある箇所等を目視により確認し、最も摩損の進んだ部分については重点的に目視により確認する。	次に掲げる基準（以下「素線切れ要是正判定基準」という。）のいずれかに該当すること。(1) 素線切れが平均的に分布する場合は、1よりピッチ内の素線切れ総数が6より鋼索にあつては24本、8より鋼索にあつては32本を超えていること又は1構成より1ピッチ内の素線切れが4本を超えていること。(2) 素線切れが特定の部分に集中している場合は、1よりピッチ内の素	次に掲げる基準（以下「素線切れ要重点点検判定基準」という。）のいずれかに該当すること。(1) 素線切れが平均的に分布する場合は、1よりピッチ内の素線切れ総数が6より鋼索にあつては18本、8より鋼索にあつては24本を超えていること又は1構成より1ピッチ内の素線切れが3本を超えていること。(2) 素線切れが特定の部分に集中している場合は、1よりピッチ内の素線切

		線切れ総数が6より鋼索にあつては12本、8より鋼索にあつては16本を超えていること又は1構成より1ピッチ内の素線切れが9本を超えていること。 (3) <u>錆が著しい場合又は素線切れが生じた部分の断面積の摩損がない部分の断面積に対する割合が70%以下である場合は、1構成より1ピッチ内の素線切れが2本を超えていること。</u>	れ総数が6より鋼索にあつては9本、8より鋼索にあつては12本を超えていること又は1構成より1ピッチ内の素線切れが7本を超えていること。 (3) <u>錆が著しいこと又は素線切れが生じた部分の断面積の摩損がない部分の断面積に対する割合が70%以下であること。</u>
③主索の摩耗分の状況	全長の摩耗粉の固着の状況を目視により確認する。	主索の摩耗粉の錆が多量に付着し、素線の状況が確認できないこと。	
④主索の損傷及び変形の状況	全長を目視により確認する。	著しい損傷又は変形があること。	

## 2. 9 国内で発生した類似事故事例

主索が破断した事故の事例として、国土交通省が把握している事例は、次の平成22年4月に発生した、渋谷駅東口歩道橋エレベーターにおけるものがある。

### 2.9.1 事例の概要

発生日時 : 平成22年4月23日(金) 13:10頃  
発生場所 : 渋谷駅東口歩道橋エレベーター(3号機)  
事故概要 : 当該エレベーターの点検日に、保守業者が運転停止状態になっていることを発見。保守業者が調査を行った結果、3本あるロープのうち1本が破断しており、安全装置が異常を検知して運転停止状態になったことが判明した。  
乗客はいなかった。

### 2.9.2 エレベーターの概要

速 度 : 45m/分  
積 載 量 : 750kg(11人)  
停 止 箇 所 : 2箇所  
確 認 済 証 年 月 日 : 平成17年8月31日  
完 了 済 証 年 月 日 : 平成18年1月27日  
建築基準法第12条第4項に基づく定期点検

： 前回平成 22 年 3 月 23 日点検

### 2.9.3 調査の概要

平成 22 年 5 月 27 日	渋谷区、昇降機等事故対策委員会委員、国土交通省職員による現場調査を実施。
平成 22 年 6 月 2 日	昇降機等事故対策委員会委員、国土交通省職員により(株)コベルコ科研神鉄事業所におけるロープの調査結果について聞き取りを実施。

### 2.9.4 現場の状況

- ・切れた位置は、滑車に 3 回かかり、1 起動で 3 回曲げられる箇所中央付近であった。(図 7)
- ・エレベーターの起動回数は一日あたり約 1300 回であった。
- ・切断した部分の近傍のロープ径は、8.8mm であり、初期値 10mm の 88%であった。
- ・ロープ錆がピット、かご下プーリ、かご上に散らばっていた。(写真 9)
- ・昇降路は天井までガラス張りであった。(写真 10)
- ・昇降路頂部は 6 月でも 40℃になった。運転再開後、夏場に制御装置の温度センサーが作動して停止したが、温度センサーは 60℃でエレベーターを止めるということであった。

### 2.9.5 保守点検の状況

- ・平成 21 年 3 月に主索に錆を見つけて以降、平成 21 年 5 月から平成 22 年 3 月まで毎月主索を点検したが、事故前に主索が破断する予兆は見受けられなかった。
- ・直近の定期検査では主索の状況：主索の径は何カ所かを測って、一番細いところで 9.6mm であったが、主索破断の前兆となるような素線切れの報告はなかった。
- ・主索にグリース補給(塗布)を行っており、平成 20 年 3 月にグリース補給を実施し、平成 21 年 4 月～平成 22 年 3 月までは、毎月グリース補給を行っていた。

※事故直後(H22.5.6)の調査において 2 階乗り場敷居付近から雨水の浸入が確認されているが、直接主索への雨水付着の跡はなく、主索破断との因果関係は不明である。

### 2.9.6 ワイヤロープ調査の状況

東京国道工事事務所が、渋谷区に提出した報告書によれば、ワイヤロープ

の損傷状況の考察は以下の通りであった。

- ・ 屈曲回数が多いほど芯綱からのロープグリスの浸み出しが進み、また、直射日光が当たることによるロープグリスの蒸発や乾燥が速いことも想定される。
- ・ ロープグリスが枯渇した場合、綱車を通過する際にロープが絞られるときに、隣接ストランド同士が接する部分にフレッシング摩耗が生じ、素線が削られて摩耗粉が生じ、油脂分がないため錆びて赤錆分となる。
- ・ 赤錆分はさらに研磨剤としても作用し、さらに素線の摩耗が進行することになる。また、芯綱の表面に付着した赤錆粉は、芯綱と接触するストランド内面も摩耗させる。
- ・ これらの素線摩耗や破断はロープの表面でなくロープ内部の損傷のため目視での発見が困難である。そのため、ロープ内部の損傷の有無を確認する適切な方法が無い場合は、ロープテスターを用いて調査を行う必要がある。
- ・ 隣接ストランド間は上記のような摩耗が生ずるように強く接しているため、ロープの外部から給油を行ったとしても、ロープグリスが芯綱に浸み込むことは無いと言える。
- ・ これらのことから、赤錆粉が発生した場合はロープを交換すべきである。

## 2. 10 ワイヤロープの断線形態に関する情報

「ワイヤロープのすべて(下)」(貝塚商工会議所製綱活性化研究会)によると、ワイヤロープの断線には以下のものがあることが指摘されている。

### (1) 外部断線

ワイヤロープが綱車上で曲げ摺動をうけることによる摩耗による断線であり、外部から目視点検により発見できる。

### (2) 内部断線

#### ① 谷部断線(ニップ断線)

ワイヤロープが、綱車により繰り返し曲げられた場合、素線相互の接触部では素線相互が圧接ないし摺動して、いわゆるフレッシング現象を生じて摩耗することにより、発生する断線。

谷部断線は、断線箇所がストランド相互の接触する谷部になるため、素線が破断しても表面にとび出しにくい。したがって、ロープの直線状態では外観目視による発見が困難な場合が多い。

#### ② 底部断線(ベッド断線)

底部断線は主として芯材に鋼芯を用いたロープに生じる現象であるが、繊維芯入りロープにおいても内部腐食が著しく進行した場合には生じやすい。

底部断線は、発生しても外観目視では発見できない。

## 3 分析

### 3. 1 事故時の事故機の状況に関する分析

2.3.2で記述したように、主索に素線切れが多数発見されたこと、主索の外れ止めに多数の引っ掻き傷が確認されたことから、主索が破断に至るまえに、素線切れやストランドの損傷が発生した状態で、エレベーターが運行し続け、最終的に主索の破断に至ったものと認められる。

主索は三本とも多数の素線切れが見られ、強度が弱まっている状態であった。

主索の張力に異常がある場合、昇降機の稼働を禁止する機能があることから、主索は、事故時の地下階から上昇する1回の昇降の間に3本とも切れたものと認められる。

また、主索が破断したのち、かごが停止したのは、下降方向の過速度を検出した非常止め装置により停止したことによるものであると認められる。

### 3. 2 事故機の主索に関する分析

#### (1) 曲げ回数に関する分析

事故機の主索の破断箇所については、主索のうち2本（主索端部を基準としておおむね8m前後で破断）は、かごが地下階から地上階に走行する間に、かご下のかご吊り車2個、頂部のかご返し車2個を常に通過するため、4回屈曲する部分（2.5.1(4)において交換の要否判定を行う曲げ回数が610万回（2.3年）とされていた部分）である。また、もう1本（主索端部を基準としておおむね約9.9m前後で破断）についても、破断時に主索が伸びていることから考えると、同様に4回屈曲する部分に位置していた可能性があると考えられる。

主索の安全率や主索と綱車の径の比は、建築基準法の範囲内となっていた。

主索の破断は、屈曲回数が1行程で4回の部分で生じていると考えられ、錆が著しい場所は、屈曲回数が4回の部分よりやや広い範囲であったが、その前後の1行程で屈曲回数が3回の部分に含まれる場所であった。

さらに、この機種は2カ所停止であるため起動のたびに主索の同一箇所が綱車により曲げられており、綱車による曲げが1カ所で、かつ、停止箇所の多いエレベーターに比較すると、起動回数に対し、同一箇所の曲げ回数が非常に多いエレベーターとなっている。

また、事故機は、起動回数が非常に多いエレベーターであった。

このため、錆が著しい箇所は、交換後約1140万回程度の曲げを受けており、計算による交換の要否判定を行う曲げ回数に対し約1.9倍の期間使用され、

曲げ回数から見て損傷が進むおそれが高いと考えるべき状態にあった。

## (2) 損傷の形態に関する分析

ワイヤーロープは全般として、外側から損傷する場合と、内部から損傷する場合があることが知られている。外側からの損傷は、エレベーターの主索が、加速終了又は減速開始の場合に駆動用綱車にかかる場所で、綱車により曲げ摺動を受ける部分で発生することが多く、主索の点検は当該場所を重点に主索の表面から素線切れ等の損傷を調査する方法により行われている。

今回破断した箇所は、駆動用綱車にかかる部分ではなく、曲げ回数が多いが、外部からの曲げ摺動による強い摩損は比較的受けにくい部分である。

定期検査者及び保守点検者も錆があることを確認しているが、素線断線は確認出来なかった。

また、2.7の三菱電機による緊急点検結果においても、当該部分に錆がある主索に生じている素線切れはいずれも内部断線であり外部断線は見られなかった。

このため、事故機の主索は内部断線が先に進行していたと考えられる。

## 3. 3 保守点検に関する分析

### 3.3.1 保守業者による保守点検に関する分析

三菱電機ビルテクノサービスの定期報告及び保守点検では、錆は確認されているが、素線切れは確認できなかったとのことであった。

3.2で記述したように、主索の摩耗は主索の表面ではなく内部で先に発生していたと考えられるため、一般に行われている目視や、ウエスによる触診による確認方法では、少なくとも早期の段階では要是正として判断するために必要となる主索内部の素線切れを発見できなかったと考えられる。

さらに、定期点検時には、駆動用綱車の影響を最も受ける部分を最も劣化する場所と考え点検が実施されていたとことにより、破断箇所の劣化を十分に確認出来なかった可能性がある。

### 3.3.2 保守点検の方法に関する分析

定期報告における判定基準では、検査方法について、基準階から加速終了又は減速開始位置から基準階の間にかごがある場合に、主索が綱車にかかる箇所、傷のある箇所等を目視により確認し、最も摩損の進んだ部分については重点的に目視により確認するとされている。このため現在一般に行われている点検方法は、外部断線には有効であるが、内部断線について適切に対応したものとなっていない。

また、錆の状態の確認については、主索に関して錆が著しい場合には要重点点検とする等の判定基準があるが、「錆が著しい場合」の具体的判定基準



は規定されていなかった。

このことは、定期検査資格者等が、主索の劣化の状態について適切に判断を行うことができなかつた一因になっていると考えられる。

ただし、内部で生じる錆は、著しく主索の強度を低下させるおそれのあるものであり、著しい錆が生じているものとして要重点点検として判断すべきものであると考えられる。

### 3. 4 保守業者の主索の交換に関する分析

保守業者は、定期検査時に主索の錆を発見し、社内基準により主索の交換の計画を立てたが、保守業者の内部手続きのミスにより、破断まで主索が交換されなかつたものと推定される。

### 3. 5 昇降路の構造、温度・湿度に関する分析

#### (1) 温度について

昇降路内の温度は 40℃を超える場合があり、また、直射日光があたっている場所においては、最大では、46.3℃となる場合があつた。

しかしながら、平均的な温度で見ると著しく高いとはいえず、また、錆が著しい場所が、必ずしも直射日光が長時間あたる場所ではないことから、昇降路内の温度の高さは主索の劣化の主要因では無かつたと考えられる。

ただし、温度が高いことは、ロープグリースの滲出を早め、また、錆の進行を早める傾向を有するものである。

#### (2) 湿度について

この昇降路は、温度が比較的低温で保たれている下部ピット部分では、比較的湿度の高い状態にある。

主索の屈曲回数が少ない場所では、錆が見られなかつたことから湿度の高さは主索の劣化の主要因ではなかつたと考えられるが、湿度の高さが、錆の進行を早めたことが考えられる。

(3) (1)、(2)のとおり当該昇降機の温度、湿度の環境は、劣化の主要因ではなかつたと考えられるが、劣化の進行を早めるものであり、温度が高く、また湿度の高い場所等主索にとって環境の厳しい場所では、より注意深く点検を行うことが求められる。

## 4 原因

本事故は、当該エレベーターの主索が劣化していたにも関わらず適切に点検が実施されることなく、劣化したまま使用し続けられたことにより、主索が破断し、かごが落下したものであると認められる。

主索が劣化したのは、主索の特定部分に著しく多くの曲げ回数が発生する構造であること、さらに起動回数自体が著しく多いエレベーターであったことから、比較的短期間で外から検査しにくい内部断線により素線が断線し強度が低下したものと推定される。

また、昇降路内温度が比較的高い状態であったこと、湿度が高かったことも主索の劣化を早めることとなったと考えられる。

定期検査報告により要重点点検又は要是正と判断されなかったのは、錆に関する判定基準が具体的でなく、また内部断線に対応した検査方法がなかったため、判断することが難しかったことによるものと考えられる。

主索が破断に至ったのは、保守業者により社内基準に基づき必要な交換が行われなかったためと推定される。

## 5 意見

- (1) 国土交通省は、内部損傷による錆の判断基準の具体化及び内部損傷に対応した要重点点検又は要是正に関する判定基準及び検査方法を規定すること。
- (2) 国土交通省は、保守業者に対し、保守契約に基づく点検を行う際にも(1)の判定基準、検査方法に準拠して適切に保守管理を行うとともに、要是正の状態に至った場合には速やかに交換を実施するよう指導すること。
- (3) 国土交通省は、主索の曲げ回数の多いエレベーターの、主索の構造上の安全確保方策について、検討すること。

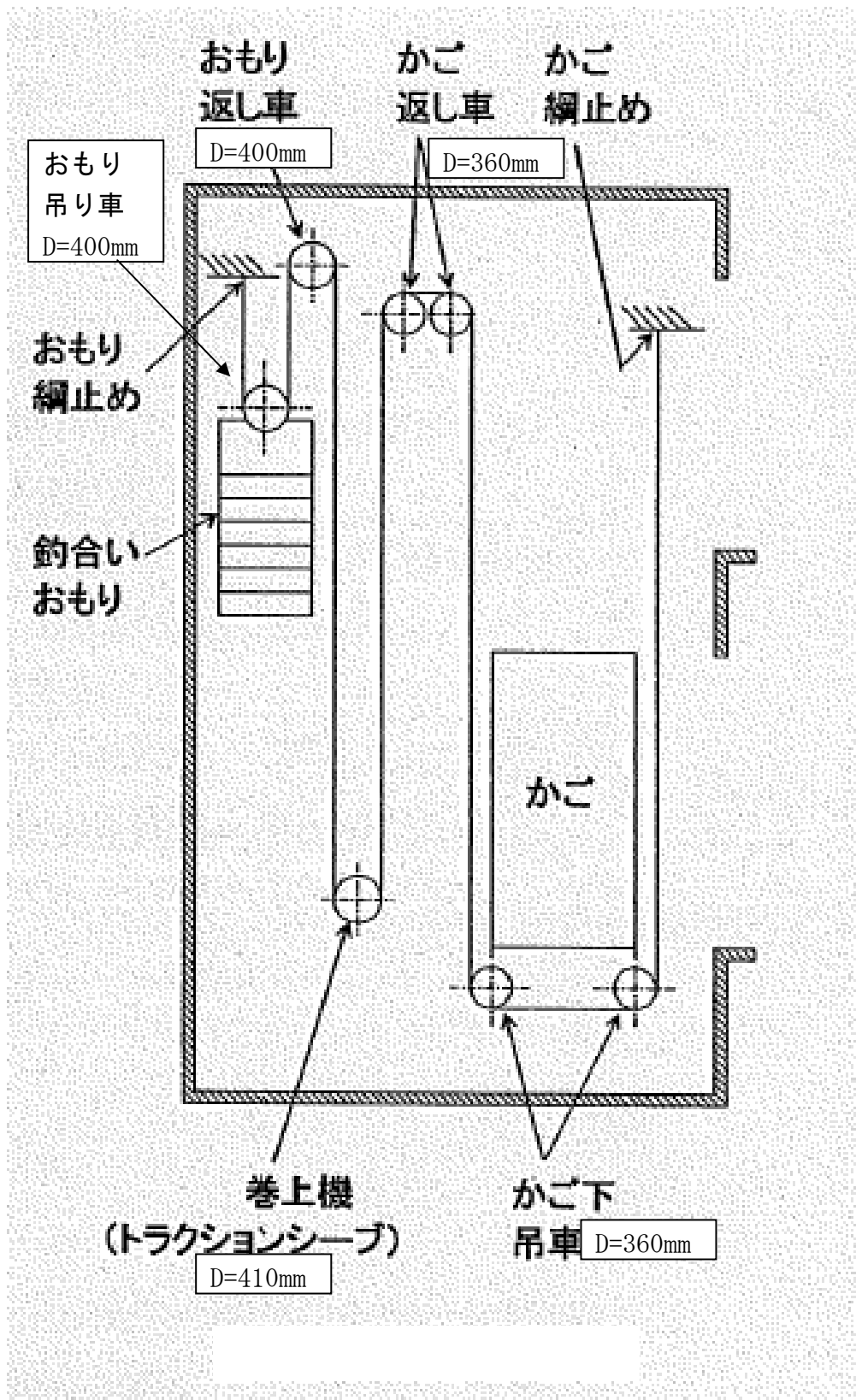


図2 エレベーター概要図

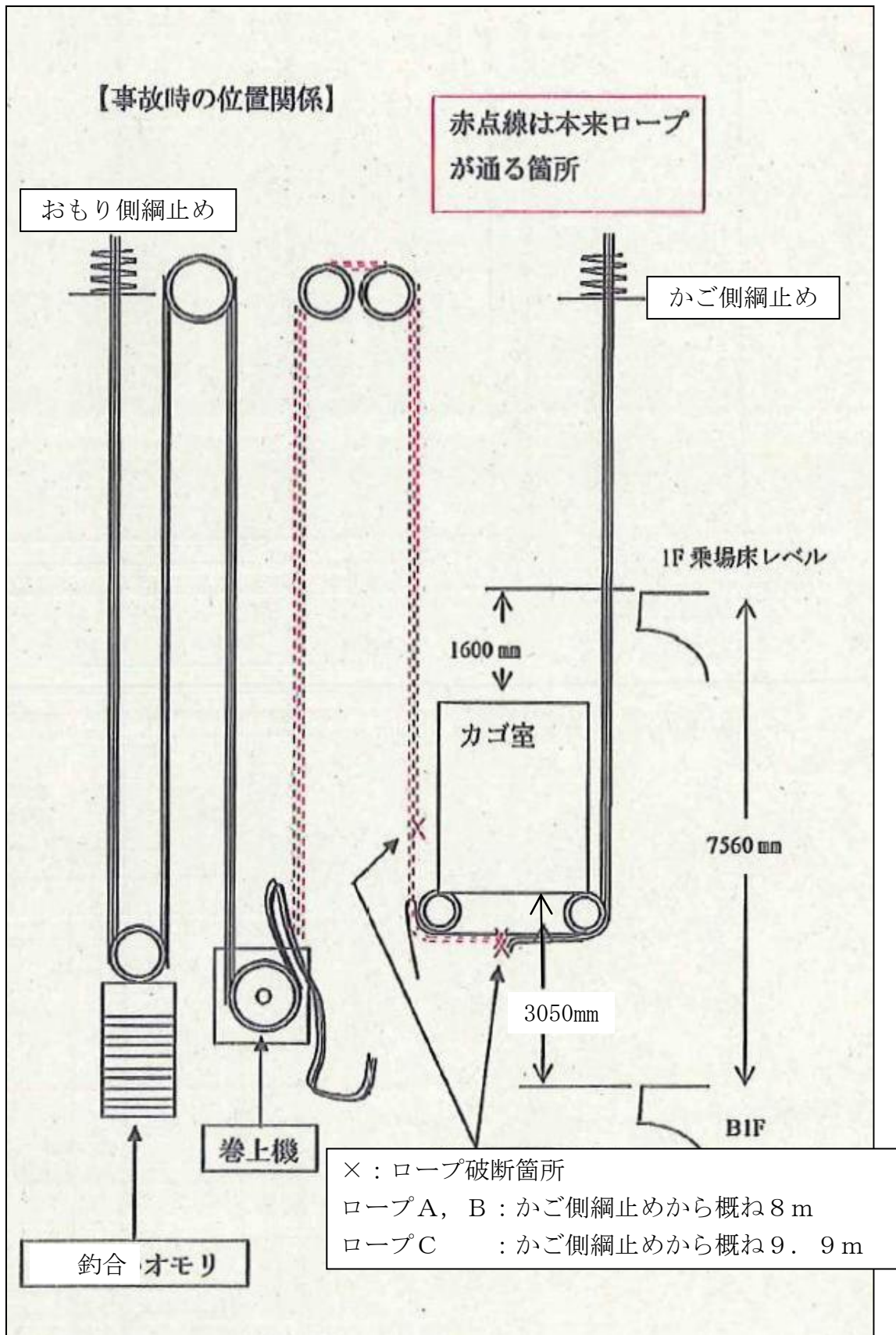


図3 事故直後の状態



写真1 エレベーター外観（地上部）



写真2 1F 乗り場から見たかご上



写真3 地下1階乗り場から見たピット



写真4 ロープA, B破断部



写真5 ロープC破断部からかご側



写真6 ロープC破断部からおもり側

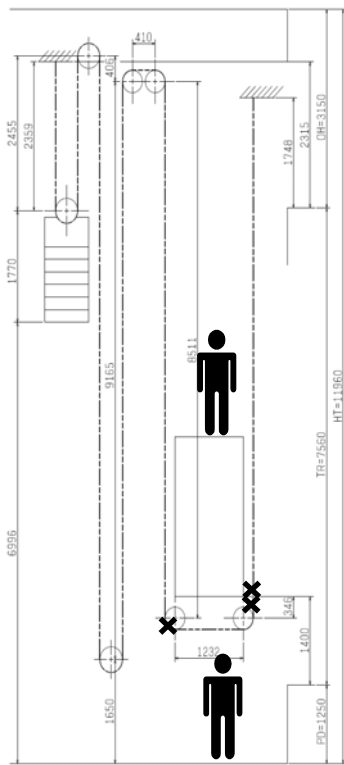


写真7 ロープC素線破断開始位置近傍

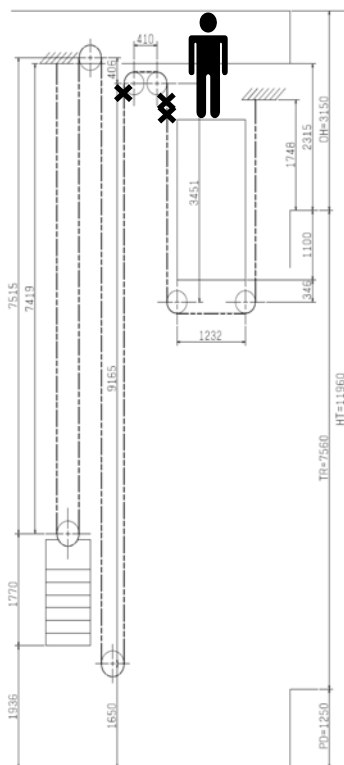


写真8 ロープC破断部近傍

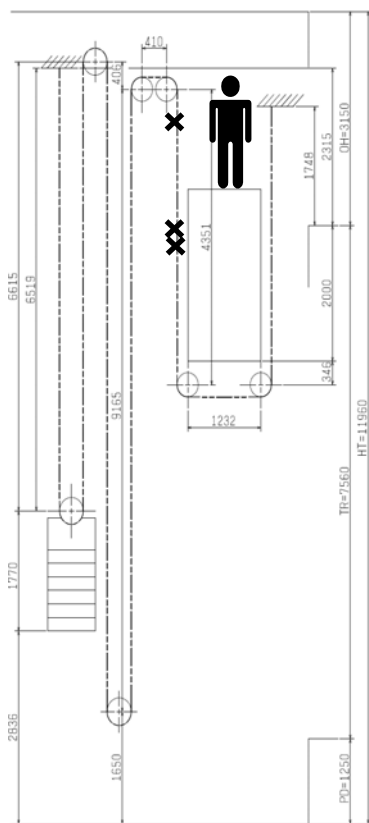




ロープ経路概略図 (DHS動作時)



ロープ経路概略図 (UHS動作時)



ロープ経路概略図 (1Fから2000mm下降時)

図4 ロープ破断箇所と点検位置

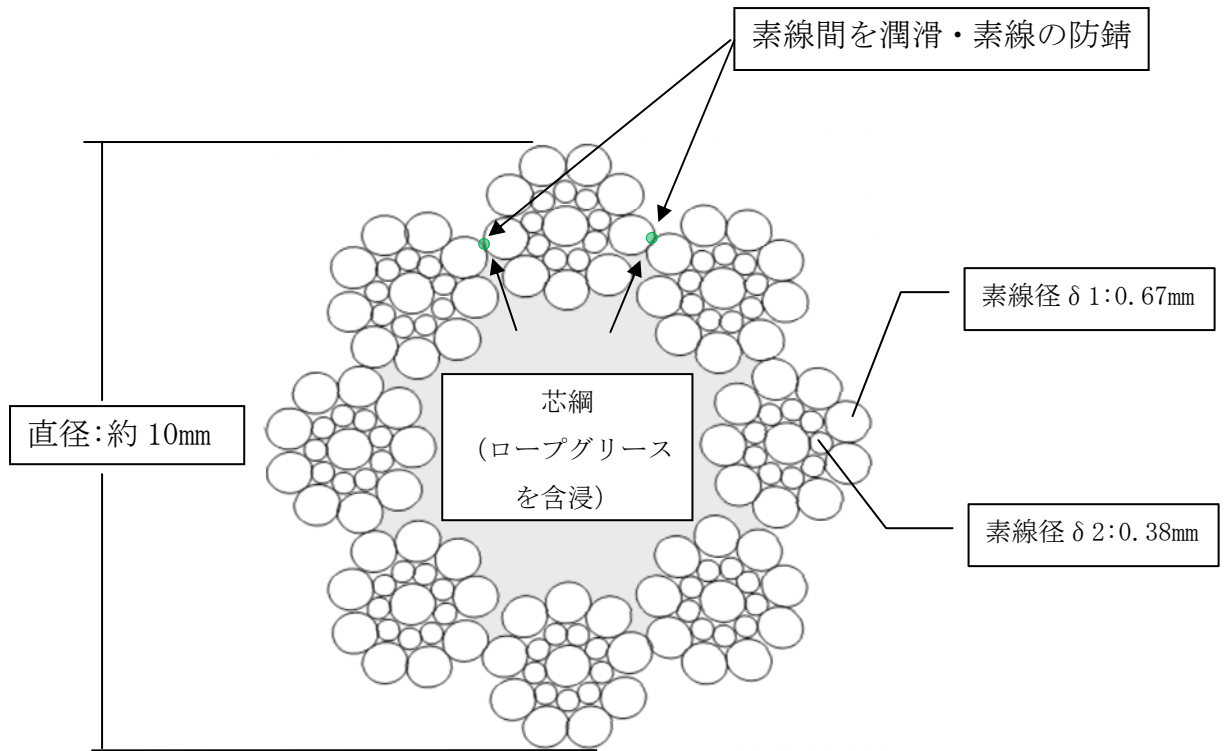


図5 ワイヤロープ構成

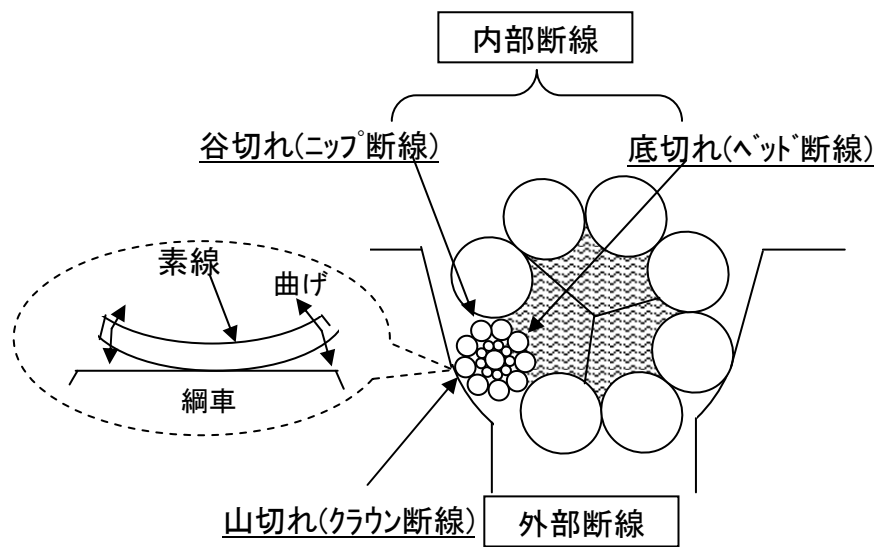


図6 ワイヤロープの素線断線の種類

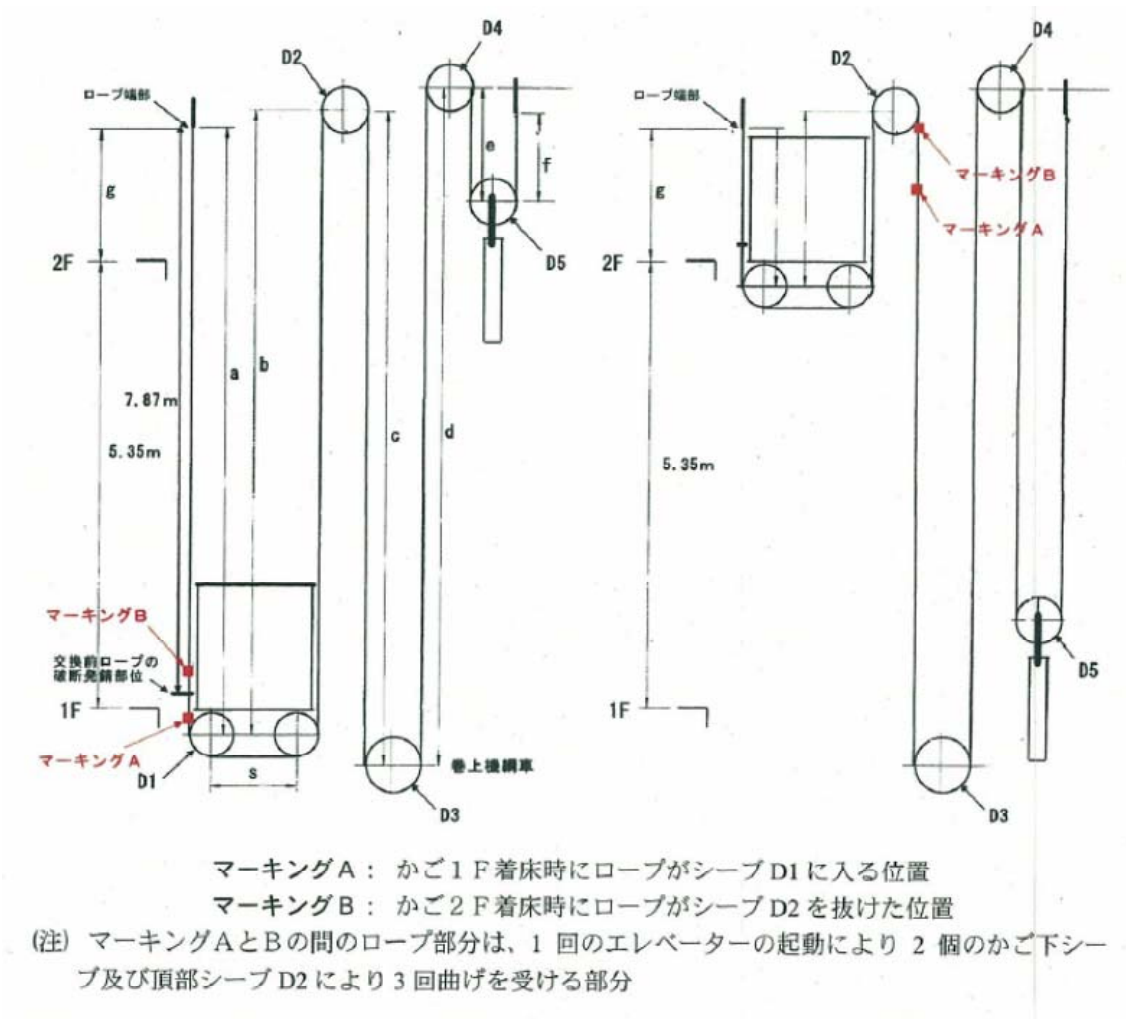


図7 渋谷駅歩道橋ロープ概要図



写真 9 渋谷駅東口歩道橋エレベーターかご上



写真 10 渋谷駅東口エレベーター昇降路頂部



写真 1 1 渋谷駅東口歩道橋ロープ破断部および未破断ロープ

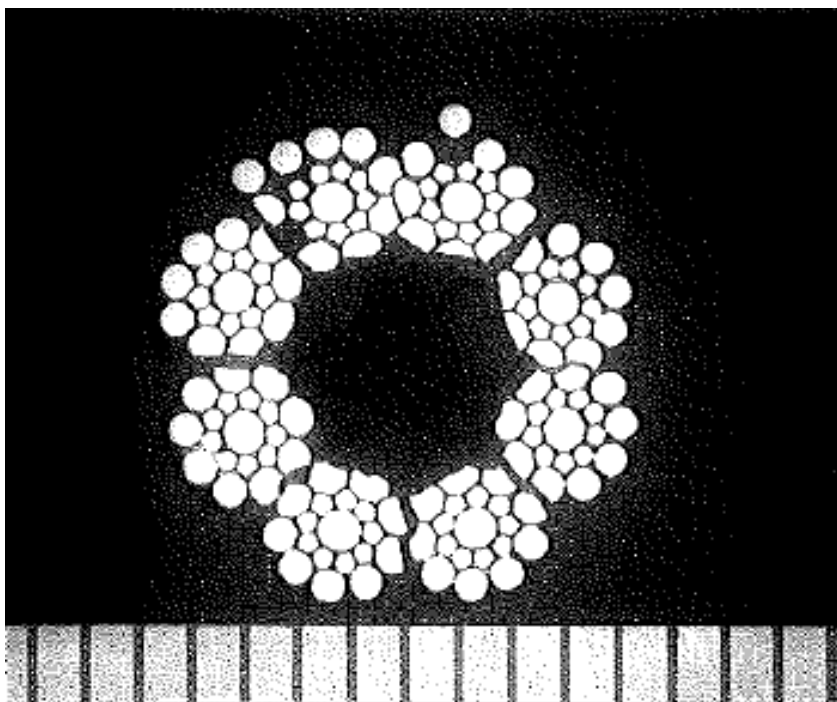


写真 1 2 渋谷駅東口歩道橋ロープ破断部近傍断面



写真 1 3 渋谷駅東口歩道橋未破断ロープ