

東京都内エレベーター事故調査報告書

平成26年10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 向 殿 政 男

東京都内エレベーター事故調査報告書

発生日時：平成25年9月17日 14時30分ごろ

発生場所：東京都港区 東京タワー

大展望台～特別展望台間エレベーター

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	事故機に関する情報		
2.2.1	事故機の仕様等に関する情報		
2.2.2	事故機の保守管理に関する情報		
2.2.3	事故機の構造等に関する情報		
2.3	調査で得られた情報		
2.3.1	事故発生時のかご内の状況		
2.3.2	機械室の状況		
2.3.3	主索の状況		
2.3.4	ふさぎ板の状況		
2.3.5	綱車及びその周辺の状況		
2.3.6	機械台及びそらせ車取付け梁の状況		
2.3.7	綱車及びそらせ車の溝摩耗の状況		
2.3.8	綱車及びそらせ車の交換の状況		
2.4	建築基準法の関係法令における本事故に関連する技術基準		
2.4.1	駆動装置の設置方法に関する基準		
2.4.2	綱車及び主索の検査内容に関する基準		
2.4.3	かご内のガラスに関する基準		
2.5	業界標準における本事故に関連する技術基準		
3	分析	.....	24
3.1	そらせ車取付け梁の浮き上がりに関する分析		
3.2	綱車溝の摩耗及び主索のストランド破断に関する分析		
3.3	ふさぎ板の脱落に関する分析		
3.4	ガラスの破損に関する分析		
4	原因	.....	28
5	再発防止対策	.....	28
5.1	そらせ車取付け梁の固定方法の変更		
5.2	ふさぎ板の構造変更		
5.3	かご内窓ガラスの変更		
5.4	保守点検の強化		
6	意見	.....	31

《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25年9月17日 14時30分ごろ

発生場所：東京都港区 東京タワー

大展望台～特別展望台間エレベーター

被害者：軽傷1名（左手甲軽傷）

事故概要：エレベーターが特別展望台（高さ250m）から下降を開始した直後、機械室内のふさぎ板（主索通し穴カバー）が昇降路に落下し、下降中のエレベーターのかご背面（戸と反対側）のガラスを割った。その際、割れたガラスの破片により被害者が切り傷を負ったもの。

1. 2 調査の概要

平成25年 9月18日 国土交通省職員、東京都職員が立ち会い、現地にて所有者、保守管理業者からのヒアリングを実施。同時に、警視庁、愛宕警察署による実況見分も行われた。

平成25年10月11日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び東京都職員が立ち会い、現地にて所有者、保守管理業者からのヒアリングを実施。

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：東京都港区芝公園4-2-8

構造：鉄骨造、一部鉄筋コンクリート造

高さ：333m

建物用途：展望台、電波塔、事務所、店舗

所有者：日本電波塔株式会社（以下「東京タワー」という。）

管理者：東京タワー

確認済証交付年月日：昭和32年9月21日

完了済証交付年月日：昭和40年3月31日

2. 2 事故機に関する情報

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：三菱電機株式会社（以下「三菱電機」という。）

用途：人荷用

電動機定格容量：22kW

定格積載量：1000kg

定員：12名

制御方式：インバーター制御

昇降行程：85.645m

定格速度：90m/分

駆動方式：ロープ式（機械室あり）

停止階数：2箇所停止（大展望台、特別展望台）

(2) 事故機の主索に関する情報

種別：8×S(19) G/O 16mm E種
(JIS G3525)

本数：6本

破断荷重：104kN以上

素線引張強さ：1320N/mm²

(3) 確認済証交付年月日：昭和42年7月19日

(4) 検査済証交付年月日：昭和42年7月24日

2.2.2 事故機の保守管理に関する情報

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。）

直近の定期検査実施日：平成24年12月8日（既存不適合：戸開走行保護装置、耐震対策）

直近の保守点検日：平成25年9月14日（異常なし）

点検頻度：毎月2回の定期点検、清掃、注油及び調整を実施

過去の改修経歴：昭和42年に作業用を人荷用に改修、平成24年に制御リニューアルを実施

その他、三菱電機ビルテクノサービスによると、事故前日である9月16日に台風18号が通過したことを受けて、同日14:30～15:40

に東京タワーからの要請による臨時点検を行った際、昇降路内、かご上において、エレベーターの走行に関する問題点は特に見受けられなかったとのことである。

2.2.3 事故機の構造等に関する情報

事故機は、東京タワーの大展望台（高さ150m）と特別展望台（高さ250m）を結ぶエレベーターであり、この間には、1台のエレベーター（事故機）が設置されており、1日の起動回数は約900回である。なお、東京タワーにはその他5台のエレベーターが設置されている。

特別展望台のフロアーレベルより上方約7.5mの位置に、機械室が設置されている。



写真1. 事故機の昇降区間

2. 3 調査で得られた情報

2.3.1 事故発生時のかご内の状況

事故発生時、1 2名の利用者が乗車していたところ、かご内に折れ曲がった縞鋼板が舞い込み、割れたガラス片により被害者が負傷した。(写真2、写真3)

割れたガラスは線入磨き板ガラス(単板ガラス)であり、厚さは6.8mmであった。三菱電機ビルテクノサービスによると、ガラスに関する交換履歴は残っておらず、建築当初から線入磨き板ガラスが用いられていたものと考えられるとのことである。



写真2. 事故発生後のかご内の様子 (東京タワーより提供)



写真3. かご内に舞い込んだ縞鋼板

また、三菱電機ビルテクノサービスによると、事故発生時エレベーターは特別展望台から下降中であつたが、安全装置が作動し非常停止したとのことである。自己復帰型のスイッチである天井救出口スイッチ、ファイナルリミットスイッチ等が作動したものであると推定されるが、どれが作動したものであるかは特定できていない。事故機は特別展望台のフロアレベルより約14.5m下降した位置で停止していた。乗り合わせた添乗員によると、縞鋼板が舞い込んだタイミングとエレベーターが非常停止したタイミングの前後関係は、不明とのことである。

2.3.2 機械室の状況

三菱電機ビルテクノサービスが事故後に機械室の確認を行ったところ、主索の通し穴を覆っていた「ふさぎ板」と呼ばれる部品が消失しており、かご内に舞い込んだ縞鋼板と同一のものであることが確認された。(写真4)

ふさぎ板はコの字型の縞鋼板(重さ:3.5kg、厚さ:2.3mm)で、M6のネジにて6点止めされていたものであつた。6箇所のネジ止め部はネジの頭部が破断してネジのみが残っている箇所と、ネジごと消失している箇所があつた。(写真5、写真6)

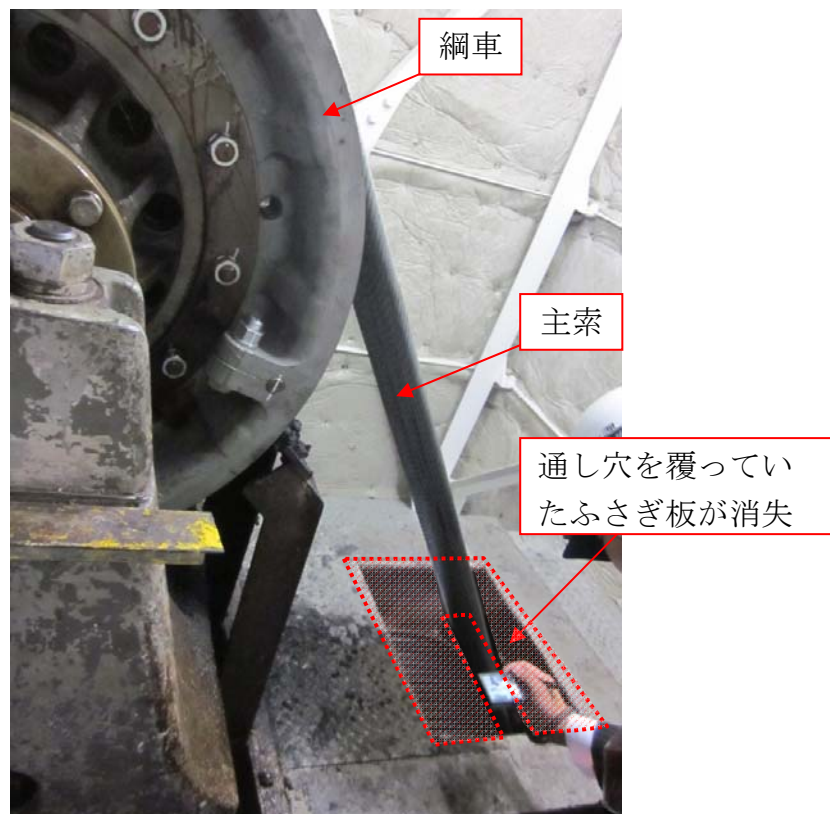


写真4. 機械室内の綱車、主索、ふさぎ板の位置関係

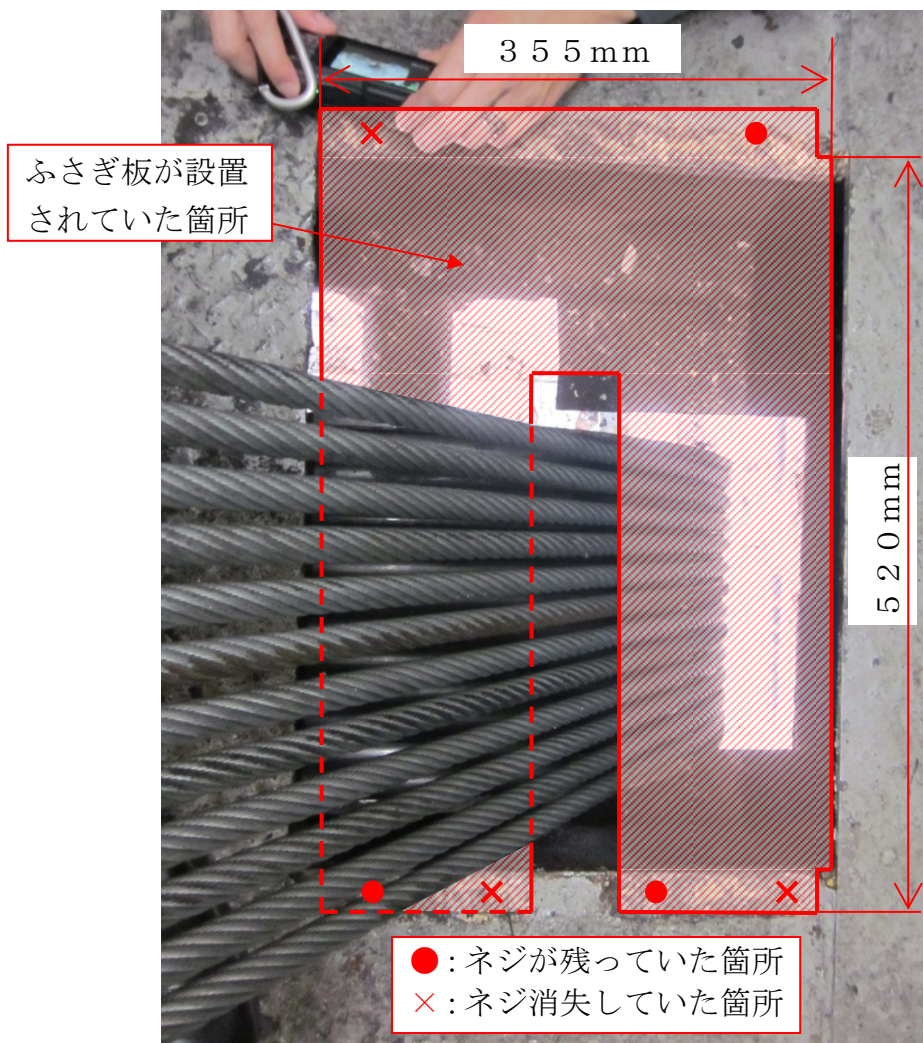


写真5. ふさぎ板が設置されていた箇所



写真6. ふさぎ板を止めていたネジ破断状態

2.3.3 主索の状況

事故機には6本の主索(直径16mm、8ストランド)が用いられており、主索は綱車および2つのそらせ車の周囲を二重にかけられている。(図1)

事故発生後、6本の主索のうち図2に示す1本が破断していたことが確認された。次頁以降に本主索の損傷状況を示す。残りの5本の主索については、素線切れが複数箇所を確認されたものの、大きな損傷は見受けられなかった。

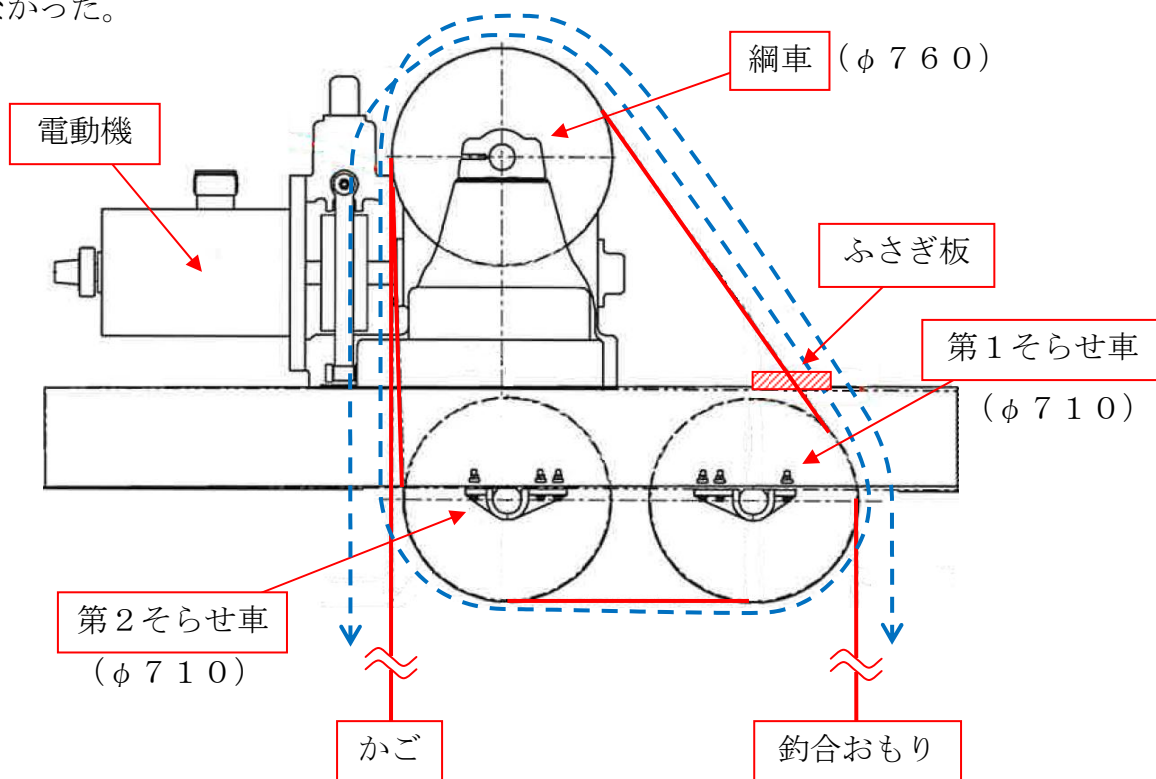


図1. 主索経路概略図

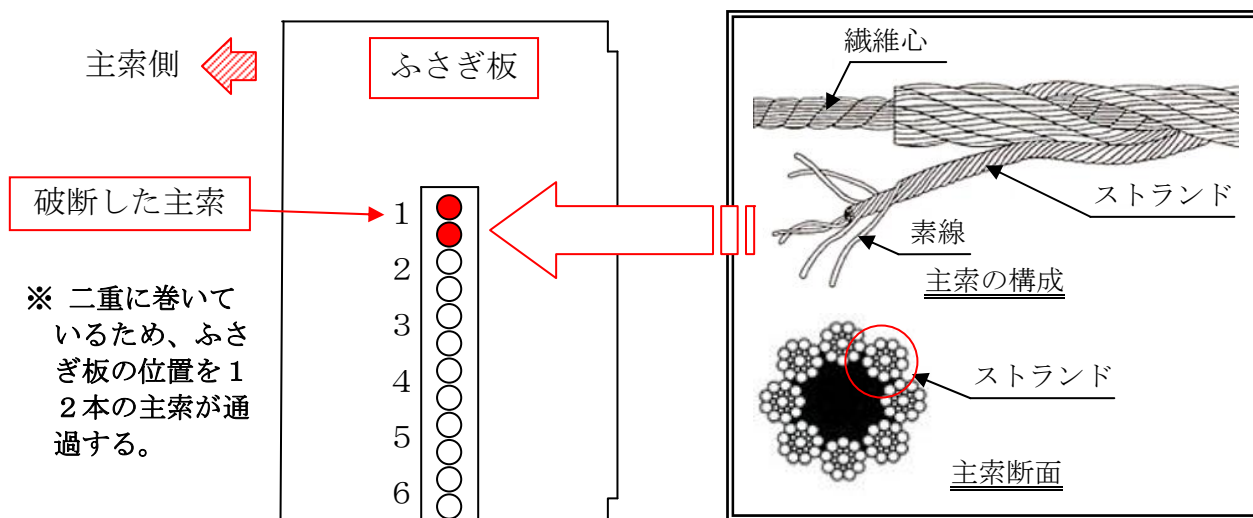


図2. 破断した主索(ふさぎ板を上面視)

(1) 主索の破断の状況

三菱電機及び三菱電機ビルテクノサービスによると、破断した主索は巻上機部分で破断し、かご側はかご上に落下、もう一方の釣合おもり側は巻上機部分で絡まった状態となっていたとのことである。破断の状況を下図に示す。(図3)

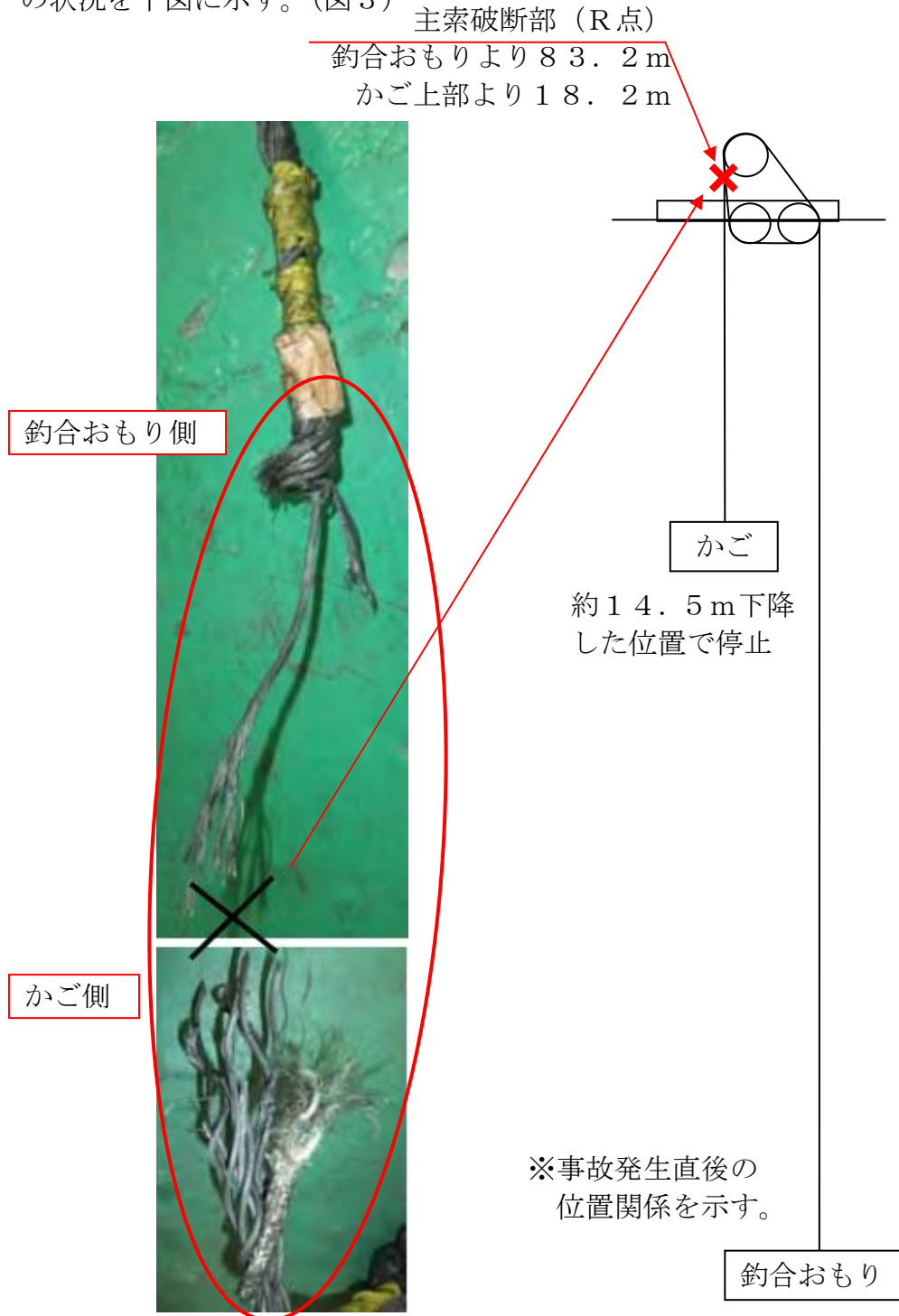


図3. 主索の破断の状況

(2) ストランドの状況

破断した主索は破断箇所以外に、主索を構成する8ストランド中、1ストランドが切断していたことが確認された。切断したストランドは、撚りが解けもつれたように、主索に巻き付いていた。(図4)

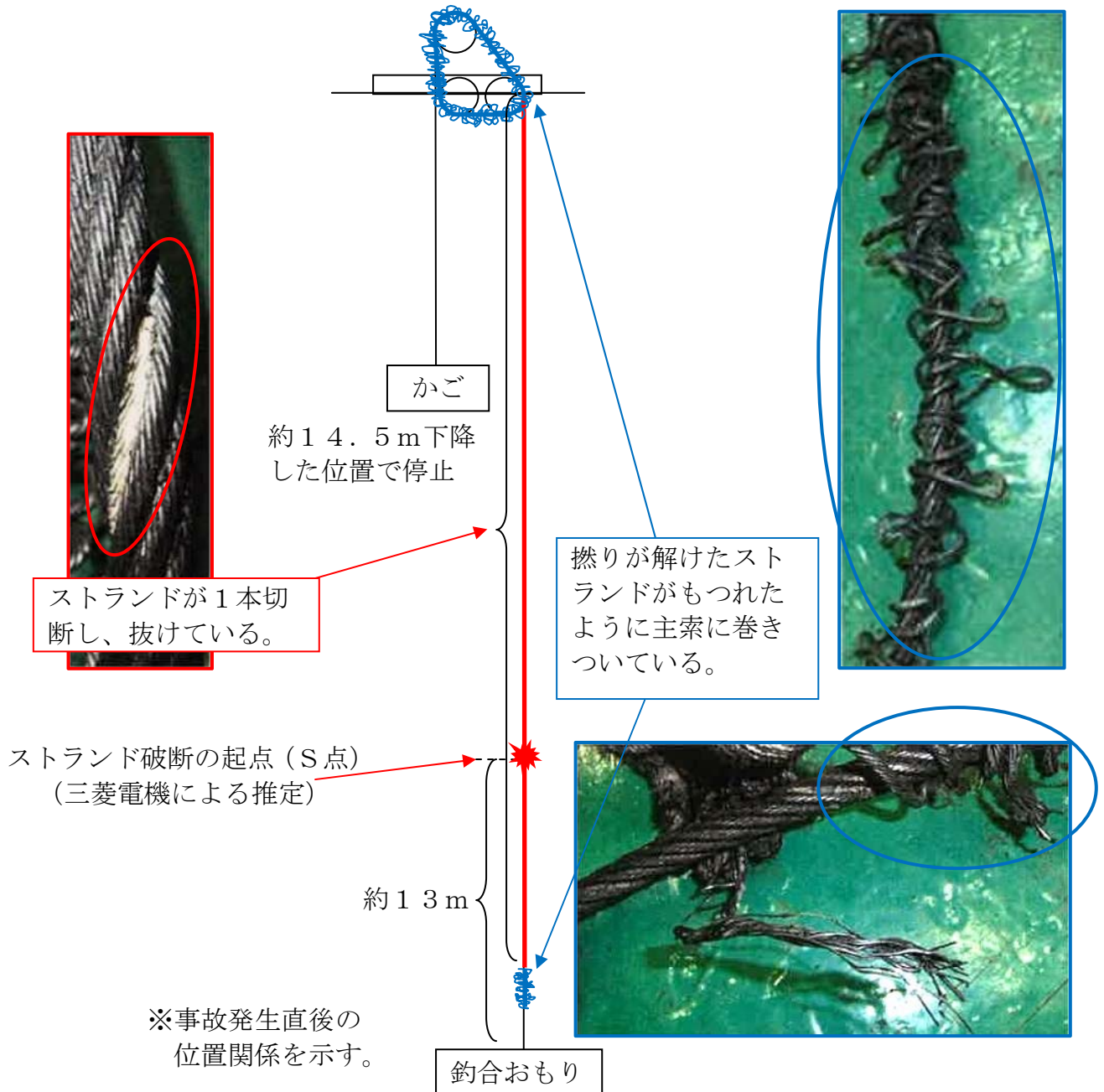


図4. ストランドの状況

(3) その他の損傷状況

破断した主索は前述以外の損傷状況として、素線切れが集中している部分が複数箇所にあること、一部に扁平やこすれた跡があること、また 全長にわたり発錆は見受けられないことが確認された。(図5)

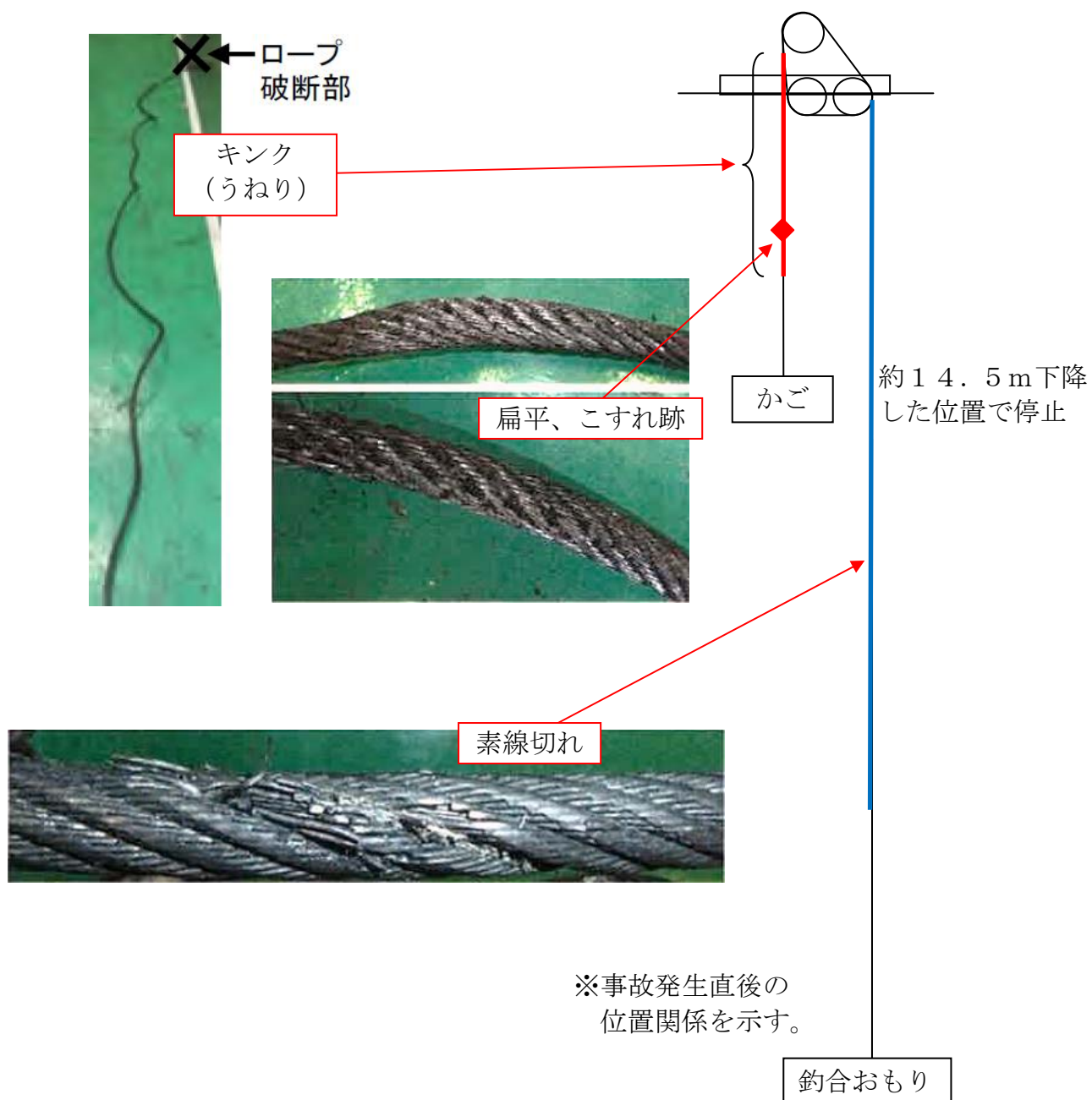


図5. その他の損傷状況

東京タワーでは、主索は2年に1回交換を実施しているとのことである。最近では、平成24年3月に交換したとのことである。

2.3.4 ふさぎ板の状況

三菱電機及び三菱電機ビルテクノサービスによると、破損したふさぎ板の状態は次のとおりであった。

- ① 主索が接触した痕跡が確認された。(写真7)
- ② 回収できた、ふさぎ板取り付けネジ3本の破断面を確認した結果、いずれも引張り方向の力による破断面(延性破面)が確認された。(写真8)



写真7. 主索の接触痕

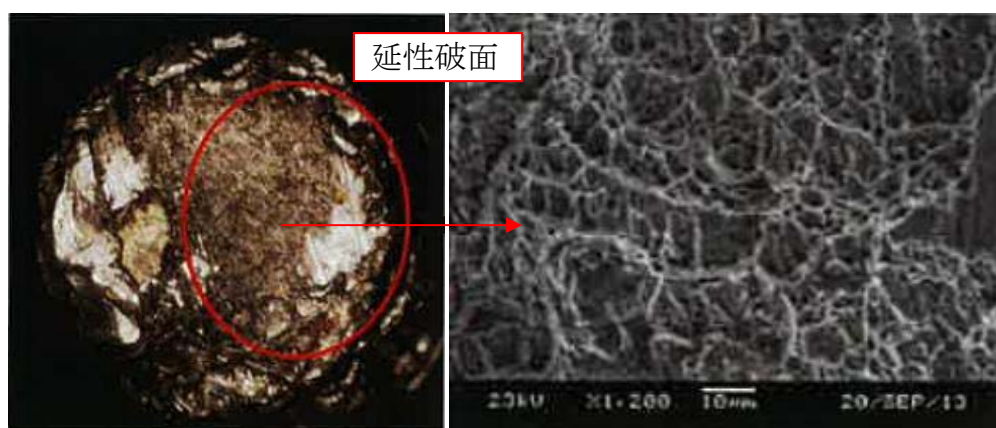


写真8. 取り付けネジの破断面

2.3.5 綱車及びその周辺の状況

三菱電機及び三菱電機ビルテクノサービスによると、事故後の綱車周辺の状態は次のとおりであった。

- ① 主索外れ止めの変形、取り付けボルト破損が確認された。(写真9)
- ② 主索が、綱車とギアケースの間に引っかかった痕跡が確認された。(写真10)
- ③ 破断した主索がかかる綱車溝が他の溝と比較して摩耗していた。(写真11)

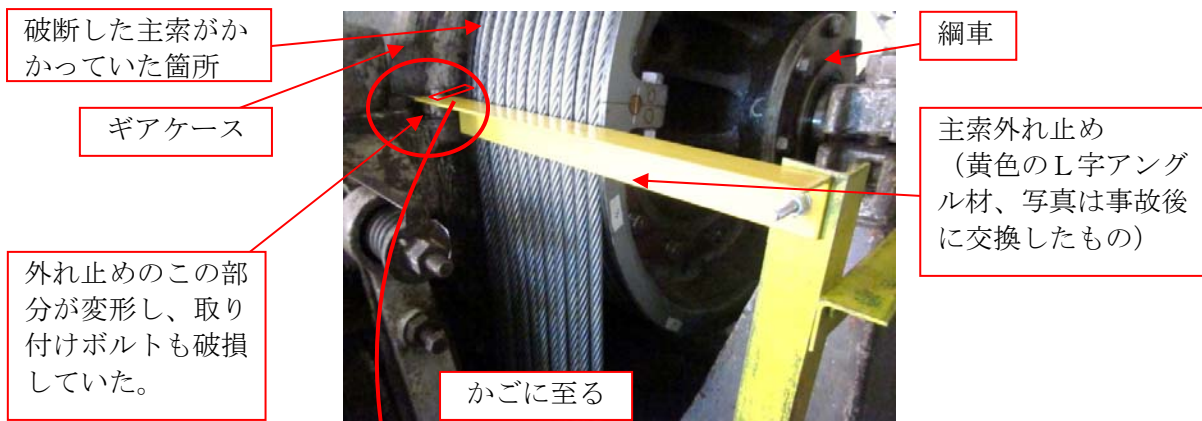


写真9. 主索外れ止め

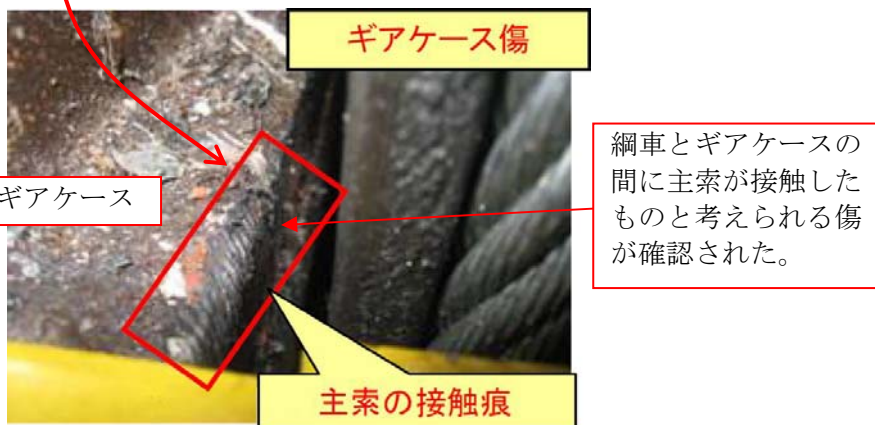


写真10. 主索接触痕

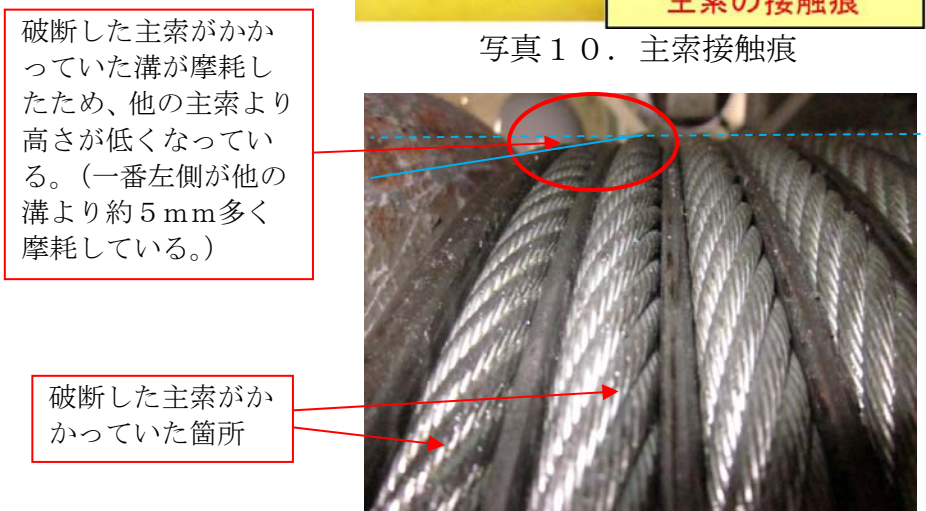


写真11. 綱車溝に架かる主索

※ 写真11は、仮復旧で主索のみ交換後に撮影したもの

2.3.6 機械台及びそらせ車取付け梁の状況

機械室には、巻上機（綱車）、そらせ車を設置するための梁（機械台及びそらせ車を取付ける梁）が3本（梁1、梁2、梁3）あり、2つのそらせ車は下図において青色にて示す梁1及び梁2に取り付けられている。また、巻上機を設置する機械台である梁1及び梁3も含め、3本の梁は機械室床面（縞鋼板）と溶接されている。（写真12）

三菱電機及び三菱電機ビルテクノサービスによると、梁2の第1そらせ車側端部の溶接が外れ、他の梁に対して約13mm浮き上がっている状態であった。（写真13）

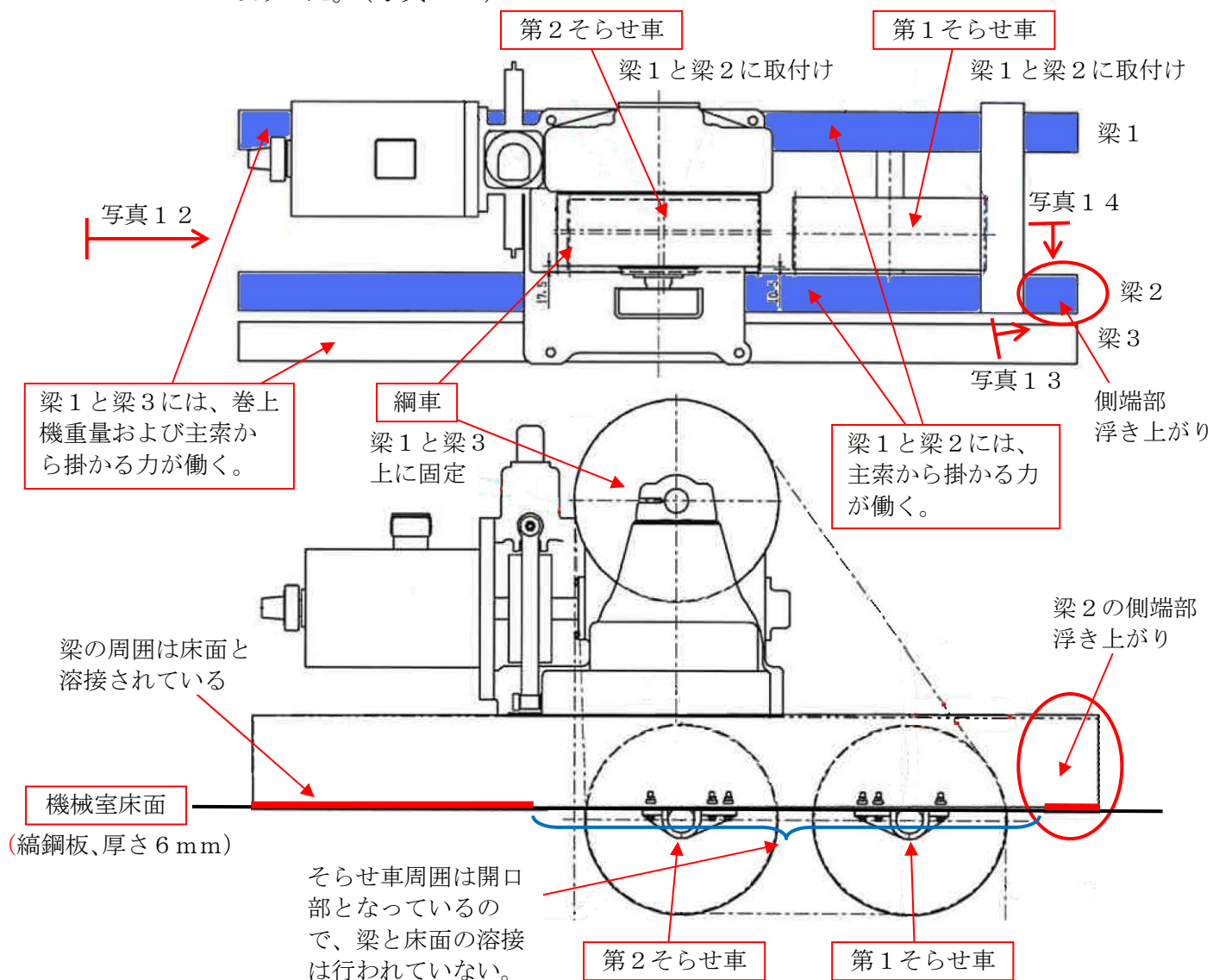


図6. 機械台及びそらせ車取付け梁の固定

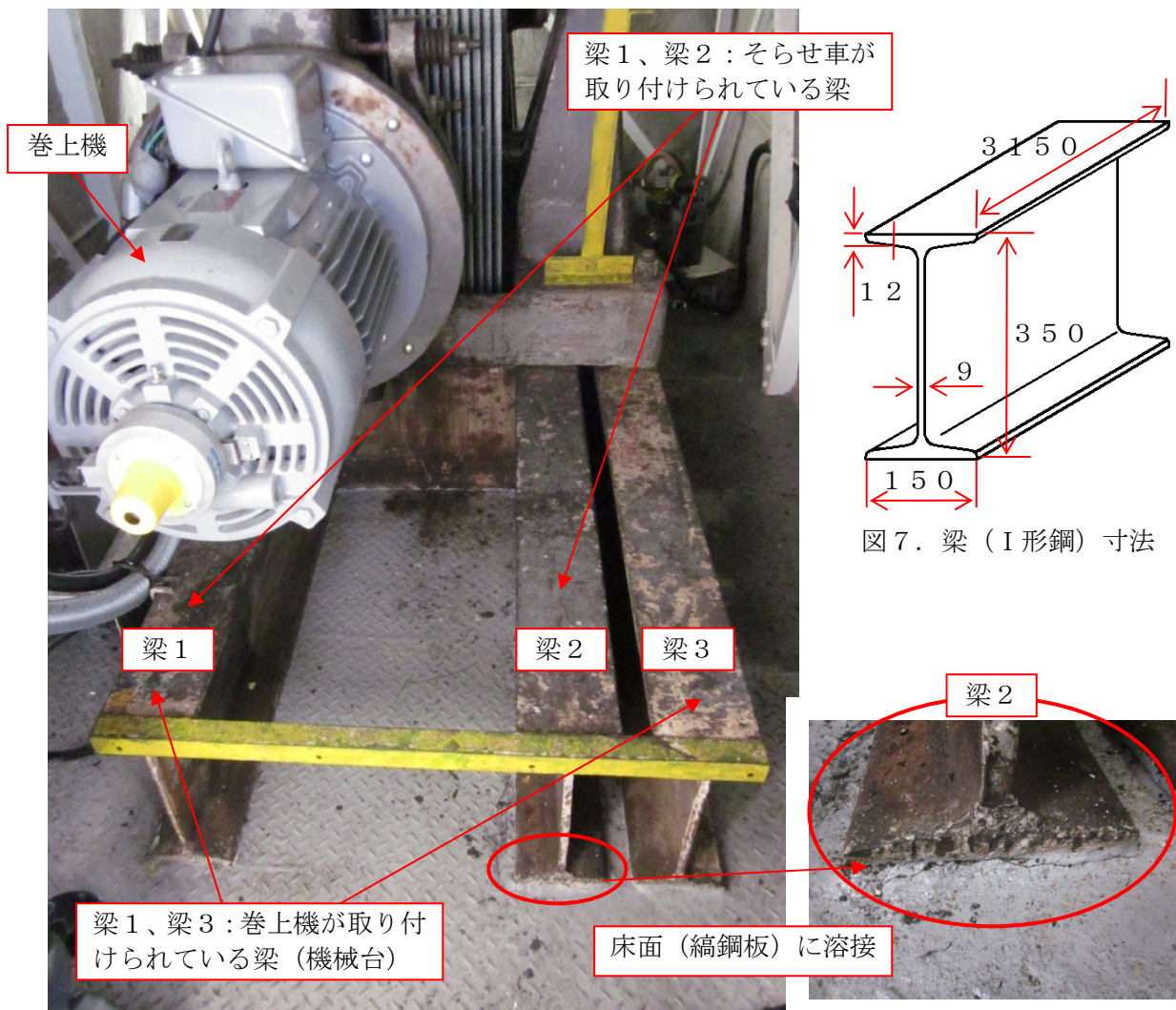


写真12. 梁の固定の状況

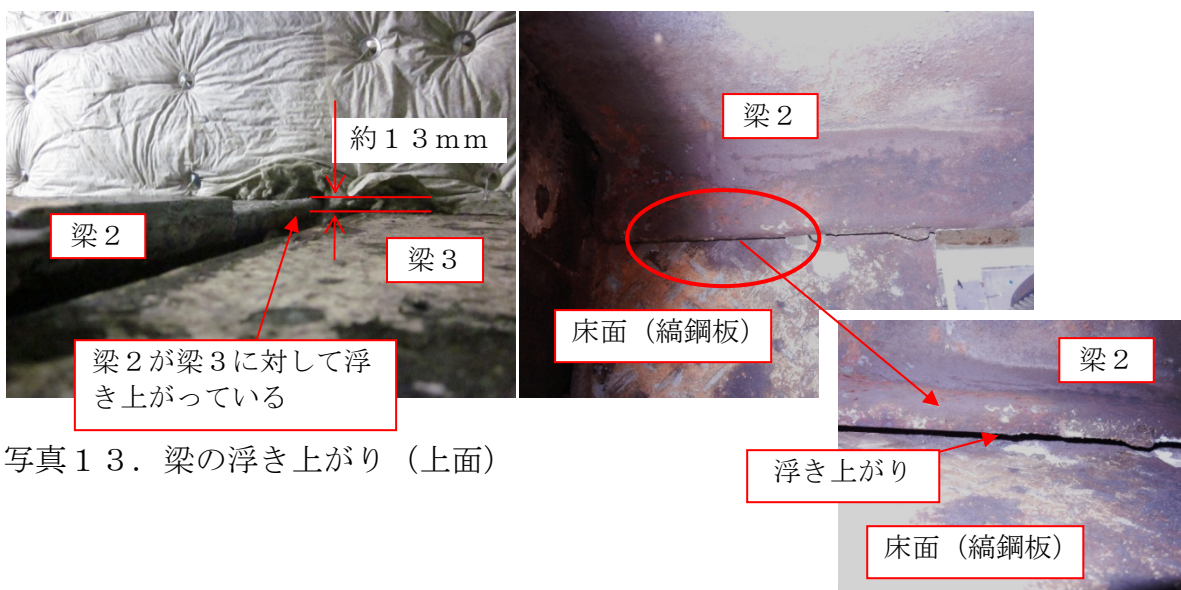


写真13. 梁の浮き上がり（上面）

写真14. 梁の浮き上がり（溶接部）

また、綱車とそらせ車の平行、倒れの確認を行ったところ、梁の浮き上がりに伴いそらせ車の倒れが発生していること、綱車とそらせ車の芯ずれがあることが確認された。なお、これら、芯ずれ状態の確認や溶接部の確認は、目視による外観点検であるが、梁2の溶接箇所は梁1と梁2の間に架かる縞鋼板を取り外さなければ確認できない部分であった。

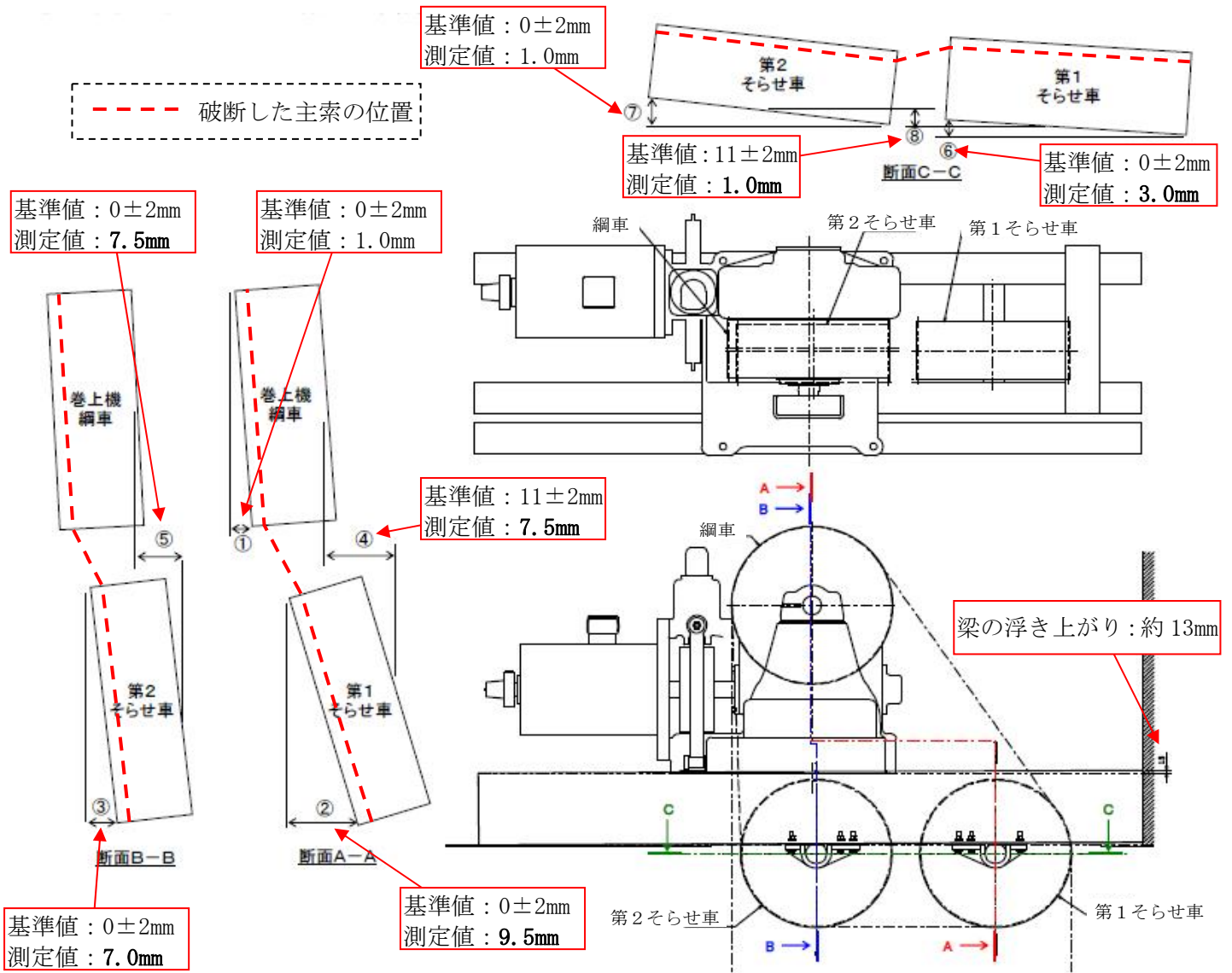


図8. そらせ車の傾き

2.3.7 綱車及びそらせ車の溝摩耗の状況

(1) 綱車の溝

綱車の溝形状はアンダーカット溝である。

2.3.5に示したように、事故機の綱車において、破断した主索がかかる溝が他の溝と比較して摩耗していたことが確認されている。三菱電機によると、各溝の摩耗量は下図のとおりであった。

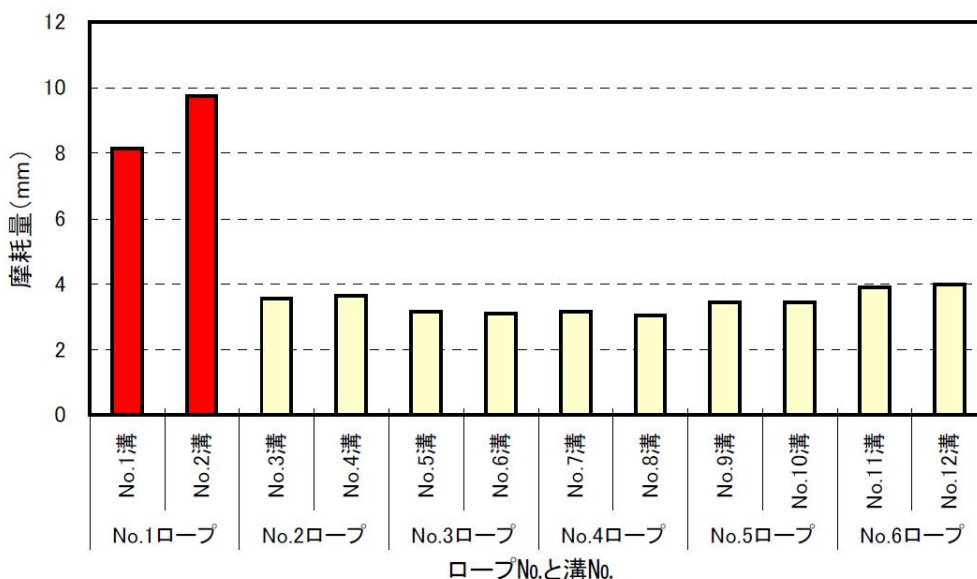


図9. 事故機綱車の各溝の摩耗量

破断した主索（No. 1ロープ）がかかっていた溝（上図において赤で示された溝）が、最も摩耗量の少ない溝と比較して約5～7mmの摩耗量の差があったことが分かる。（このように特定の溝が他の溝と比較して摩耗の進捗が進んでいる状態を、以下「段差摩耗」という。）

また、綱車分解切断後、綱車幅方向の硬度の分布を測定した結果、HB173～178であった。製造者基準（HB170～220）内とのことであり、大きなばらつきは観察されなかった。

なお、三菱電機ビルテクノサービスによると、平成25年5月の保守点検の際にも綱車に段差摩耗が生じていることを認識していたが、その際は同社の定める綱車の交換基準には満たない摩耗量であったため、経過観察の状態であったとのことである。

(2) そらせ車の溝

そらせ車の溝形状は丸溝である。

第1そらせ車においては、破断した主索がかかっていた溝に約1mmの段差摩耗が生じていることが確認されたとのことである。

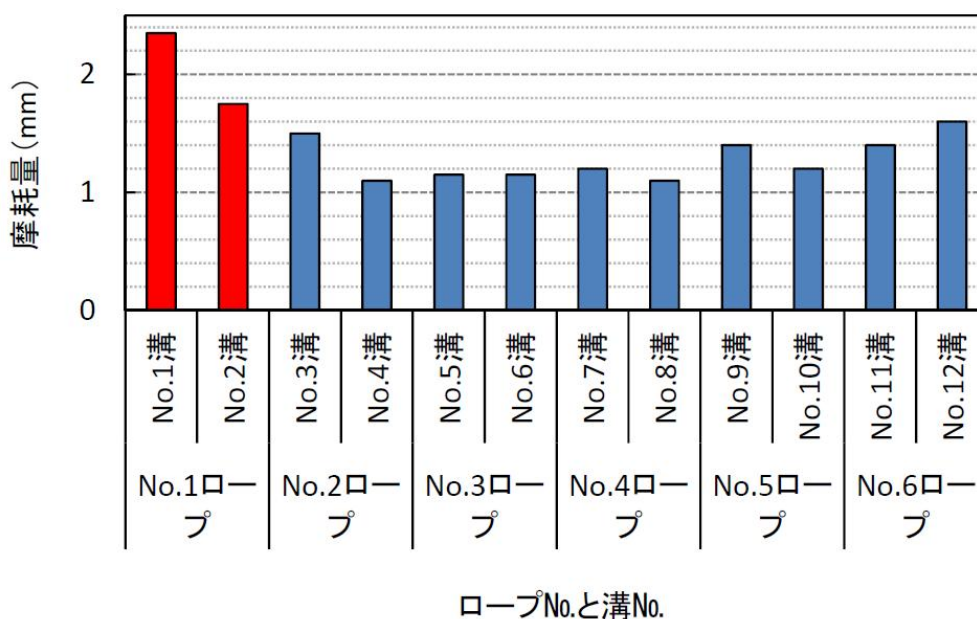


図10. 事故機そらせ車の各溝の摩耗量

2.3.8 綱車及びそらせ車の交換の状況

三菱電機ビルテクノサービスによると、綱車は溝の摩耗量が交換基準に達する毎に交換を行い、近年では、平成11年3月、平成17年3月、平成24年3月に交換を実施したとのことである。そらせ車に関しては、交換した記録が残っておらず、設置してから交換していないものと考えられる。以下に、綱車、そらせ車及び主索の近年の交換履歴を示す。

表1. 綱車、そらせ車及び主索の交換履歴

	綱車	そらせ車	主索
平成11年3月	交換	交換履歴なし	
平成16年2月			交換
平成17年3月	交換		
平成17年12月			交換
平成20年4月			交換
平成22年2月			交換
平成24年3月	交換		交換
平成25年9月 (事故時)	5～7mmの 段差摩耗あり	約1mmの 段差摩耗あり	ストランド破断 主索破断

2. 4 建築基準法の関係法令における本事故に関連する技術基準

建築基準法の関係法令において、本事故に関連する内容として次のような基準が定められている。

2.4.1 駆動装置の設置方法に関する基準

建築基準法施行令第129条の8

エレベーターの駆動装置及び制御器（抜粋）

令第129条の8 エレベーターの駆動装置及び制御器は、地震その他の震動によって転倒し又は移動のおそれがないものとして国土交通大臣が定める方法により設置しなければならない。

2（略）

平成21年国土交通省告示第703号

エレベーターの駆動装置及び制御器が地震その他の震動によって転倒し又は移動するおそれがない方法を定める件（抜粋）

建築基準法施行令第129条の8第1項の規定に基づき、エレベーターの駆動装置及び制御器が地震その他の震動によって転倒し又は移動する恐れがない方法を次のように定める。

- 一 駆動装置等は、機械室の部分（機械室以外の部分に設置することが構造上やむを得ないものにあつては昇降路等の部分。以下同じ。）又は駆動装置等を支持する台（以下「支持台」という。）にボルトで緊結すること。ただし、防振ゴムを用いる場合にあつては、ボルト又はボルト及び形鋼、鋼板その他これらに類するもの（以下「形鋼等」という。）で固定すること。
- 二 支持台は、機械室の部分にボルトで緊結されたものであること。ただし、防振ゴムを用いる場合にあつては、ボルト又はボルト及び形鋼等で固定されたものであること。
- 三 駆動装置等及び支持台を設置する機械室の部分並びに支持台は、地震その他の震動に対して安全上の支障となる変形又はひび割れその他の損傷が生じないものであること。

四、五（略）

2.4.2 綱車及び主索の検査内容に関する基準

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の項目、事項、方法及び 結果の判定基準並びに検査結果表を定める件（抜粋）

<p>建築基準法施行規則第6条第2項及び第3項並びに第6条の2第1項の規定に基づき、第6条第3項に規定する昇降機について建築基準法第12条第3項に規定する検査（以下「定期検査」という。）び同条第4項に規定する点検（以下「定期点検」という。）の項目、事項、方法及び結果の判定基準並びに検査結果表を次のように定める。</p> <p>第1 定期検査及び定期点検は、施行規則第6条第2項及び第6条の2第1項の規定に基づき、次の各号に掲げる別表第一から第六までの(い)欄に掲げる項目に応じ、同表(ろ)欄に掲げる事項（ただし、定期点検においては損傷、腐食、その他の劣化状況に係るものに限る。）について、同表(は)欄に掲げる方法により実施し、その結果が同表(に)欄に掲げる基準に該当しているかどうかを判定することとし、併せて、前回の定期検査又は定期点検以降に不具合が生じている場合にあっては、当該不具合に係る同表(い)欄に掲げる項目に応じ、不具合の改善の状況等について、適切な方法により実施し、改善措置が講じられていないかどうかを判定することとする。ただし、特定行政庁が規則により施行規則第6条第2項又は第6条の2第1項に掲げる検査の項目又は点検、事項、方法又は結果の判定基準について定める場合（検査若しくは点検の項目若しくは事項について削除し又は検査若しくは点検の方法若しくは結果の判定基準について、より緩やかな条件を定める場合を除く。）にあっては、当該規則の定めるところによるものとする。</p> <p>一 かごを主索又は鎖で吊るエレベーター（次号から第四号までに掲げるものを除く。） 別表第一</p> <p>二～六（略）</p> <p>2（略）</p> <p>第2 昇降機の検査結果表は、施行規則第6条第3項の規定に基づき、次の各号に掲げる昇降機の種類に応じ、当該各号に定めるとおりとする。</p> <p>一 第1第1項第一号に規定する昇降機 別記第一号</p> <p>二～六（略）</p>	
---	--

平成20年 国土交通省告示第283号 別表第1 かごを主索又は鎖で吊るエレベーター（抜粋）

	(い) 検査項目	(ろ) 検査事項	(は) 検査方法	(に) 判定基準
一 機 械 室	(十一) 綱車又は 巻胴	綱車と主 索のかか りの状況 (巻胴式	溝の摩耗の状況を目視により 確認し又は溝と主索のすき間 を測定し、主索と綱車が滑らな いことを確認する。	溝と主索のすき間が十分でな く運行に支障が生ずるおそれ があること、無積載のかごを低 速で上昇させて最上階付近に

			のものを除く。)		において停止させたときに主索と綱車に著しい滑りが生じていること又はU溝を除く溝で主索が底当たりしていること。
			回転の状況	振動を触診及び聴診により確認する。	回転時に異常音又は異常な振動があること。
			欠損及びき裂の状況	目視により確認する。	欠損又はき裂があること。
二 共 通	(三)	主索又は鎖	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、綱車による曲げ回数が多い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。	イ 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パーセント未満であること。 ロ 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パーセント未満であること。
			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、綱車による曲げ回数が多い箇所、傷のある箇所等を目視により確認し、最も摩耗の進んだ部分については重点的に目視により確認する。	イ 次に掲げる基準（以下「素線切れ要重点判定基準」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) 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パーセント以下である場合は、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。 (4) 谷部で素線切れが生じていること。 ロ 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

				<p>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。</p> <p>(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。</p> <p>(3) 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パーセント以下であること。</p>
		主索の錆及び錆びた磨耗粉の状況	<p>全長の錆及び錆びた磨耗粉の固着の状況を目視により確認し、錆びた磨耗粉により谷部が赤錆色に見える部分の直径を測定するとともに、当該箇所を重点的に目視により確認する。</p>	<p>イ 次に掲げる基準（以下「錆及び錆びた磨耗粉要是正判定基準」という。）のいずれかに該当すること。</p> <p>(1) 錆びた磨耗粉が多量に付着し、素線の状況が確認できないこと。</p> <p>(2) 表面に点状の腐食が多数生じていること。</p> <p>(3) 錆びた磨耗粉により谷部が赤錆色に見える部分の直径が鋼車にかからない部分の直径と比較して94パーセント未満であること。</p> <p>(4) 錆びた磨耗粉により谷部が赤錆色に見える部分の一構成より一ピッチ内の素線切れが2本を越えていること。</p> <p>ロ 錆びた磨耗粉により谷部が赤錆色に見える箇所があること。（以下「錆及び錆びた磨耗粉要重点点検判定基準」という。）</p>
		主索の損傷及び変形の状況	<p>全長を目視により確認する。</p>	<p>著しい損傷又は変形があること。</p>
(四)	主索又は鎖の張り	張りの状況	<p>次に掲げる方法のいずれかによる。</p> <p>イ 各主索又は鎖の端末部のスプリングの高さを目視により確認する。</p> <p>ロ かご上において主索又は鎖を揺らし、その振幅を確認する。</p> <p>ハ かご上において触診により主索又は鎖の張りが均等であることを確認する。</p>	<p>著しい不均等があること。</p>

2.4.3 かご内のガラスに関する基準

建築基準法施行令第129条の6 エレベーターのかごの構造（抜粋）

令第129条の6 エレベーターのかごは、次に定める構造としなければならない。

一 各部分は、かご内の人又は物による衝撃に対して安全なものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものとする。

二（略）

三 かご内の人又は物が釣合おもり、昇降路の壁その他のかご外の物に触れるおそれのないものとして国土交通大臣が定める基準に適合する壁又は囲い及び出入口の戸を設けること。

四、五（略）

平成20年 国土交通省告示第1455号

かご内の人又は物による衝撃に対して安全なかごの各部の構造方法 及びかご内の人又は物がかご外の物に触れるおそれのない かごの壁又は囲い及び出入口の戸の基準を定める件（抜粋）

建築基準法施行令第129条の6第1項第一号及び第三号の規定に基づき、かご内の人又は物による衝撃に対して安全なかごの各部の構造方法及びかご内の人又は物がかご外の物に触れるおそれのないかごの壁又は囲い及び出入口の戸の基準を次のように定める。

第一 建築基準法施行令第129条の6第1項第一号に規定するかご内の人又は物による衝撃に対して安全なかごの各部の構造方法は、次に定めるものとする。

一～四（略）

五 かごの壁又は囲い、床、天井及び出入口の戸の全部又は一部（構造上軽微な部分を除く。）に使用するガラスは、次のイ及びロに適合するものとする。

イ 合わせガラス（日本工業規格R3205に適合するものに限る。）又はこれと同等以上の飛散防止性能を有するものであること。ただし、かごの出入口の戸（床面からの高さが1.1メートルを超える部分に限る。）に使用するガラスにあつては、厚さ6ミリメートル以上で幅20センチメートル以下の網入ガラス（日本工業規格R3204に適合する網入板ガラスに限る。）とすることができる。

ロ かごの壁又は囲い（床面からの高さが1.1メートル以下の部分に限る。）に使用するガラスにあつては、手すり（ガラスが用いられる部分以外の部分に堅固に取り付けられるものに限る。）を床面から0.8メートル以上1.1メートル以下の高さの位置に設けることその他安全上必要な措置が講じられたものであること。

六～九（略）

2. 5 業界標準における本事故に関連する技術基準

一般社団法人日本エレベーター協会が定めるエレベーター標準（JEAS）においては、かご室に用いるガラスについて次のものが定められている。

JEAS-C003（標改11-04）

ガラスを使用した展望用エレベーター等のかご室かご戸に関する標準（抜粋）

1. 趣旨

本基準は平成12年6月に施工された改正建築基準法施行令により、かご室に網入りガラス以外のガラスを使用することが可能になり、平成20年国土交通省告示第1455号でかご室かご戸に要求される強度および使用するガラスが規定されたため、展望用エレベーターの天井の一部、側壁または側壁に設ける窓（以下かごの展望用窓という）、およびかご戸に設ける窓等に使用するガラスの種類、強度、支持方法などについて定めたものである。

2. 適用範囲

本基準は、荷物用、自動車運搬用エレベーターを除く下記のエレベーターのかご室、かご戸に適用する。ただし、かご側壁の内装材としてガラスを使用したエレベーターは除外する。

- (1) 建物の外壁に沿って設置される展望用エレベーターで、昇降路の壁の全部または一部にガラスを使用したエレベーター
- (2) 建物の外壁に沿って設置される展望用エレベーターで、昇降路の壁または囲いの全部または一部がないエレベーター
- (3) 屋内吹抜け部分等に設置される展望用エレベーターで、昇降路の壁または囲いの全部または一部がないエレベーター
- (4) 屋内吹抜け部分等に設置される展望用エレベーターで、昇降路の壁の全部または一部にガラスを使用したエレベーター
- (5) かご戸に防犯等の目的で、ガラスを使用した窓を設けたエレベーター

3 (略)

4. 使用ガラスの種類、1枚あたりの大きさ、形状

4. 1 使用ガラスの種類

かごの展望用窓およびかご戸の窓に使用するガラスの種類は下記の合わせガラスまたは建築窓ガラス用フィルム（JIS A 5759または同等品）を貼り付けた下記のガラスとする。ただし、かごの戸の床面から1100mmを超える部分に使用するガラスでかつ厚さ6mm以上で幅200mm以下のガラスについては、網入りガラスとすることができる。また、天井の一部に使用するガラスは、合わせガラスのみとする。

万が一ガラスが破損した場合、その破片の飛散を防止するために貼り付ける建築窓ガ

ラス用フィルムに関しては、ガラスの内側または外側に貼付すること。

- | | |
|--------------|--------------------------|
| (1) 網入りガラス | (J I S R 3 2 0 4 または同等品) |
| (2) 線入りガラス | (J I S R 3 2 0 4 または同等品) |
| (3) フロートガラス | (J I S R 3 2 0 2 または同等品) |
| (4) 強化ガラス | (J I S R 3 2 0 6 または同等品) |
| (5) 型板ガラス | (J I S R 3 2 0 3 または同等品) |
| (6) 合わせガラス | (J I S R 3 2 0 5 または同等品) |
| (7) 倍強度ガラス | (J I S R 3 2 2 2 または同等品) |
| (8) 熱線吸収板ガラス | (J I S R 3 2 0 8 または同等品) |
| (9) 熱線反射ガラス | (J I S R 3 2 2 1 または同等品) |

4. 2 ガラスの大きさ、形状

かごの展望用窓、かごの天井一部、およびかご戸の窓に使用するガラス形状は平面または曲面とし、1枚あたりの大きさは、かごの展望用窓、かごの天井一部に使用するガラスにあつては、長辺4000mm以下、短辺2500mm以下、かご戸の窓に使用するガラスにあつては、長辺（高さ）2500mm以下、短辺（幅）800mm以下とする。

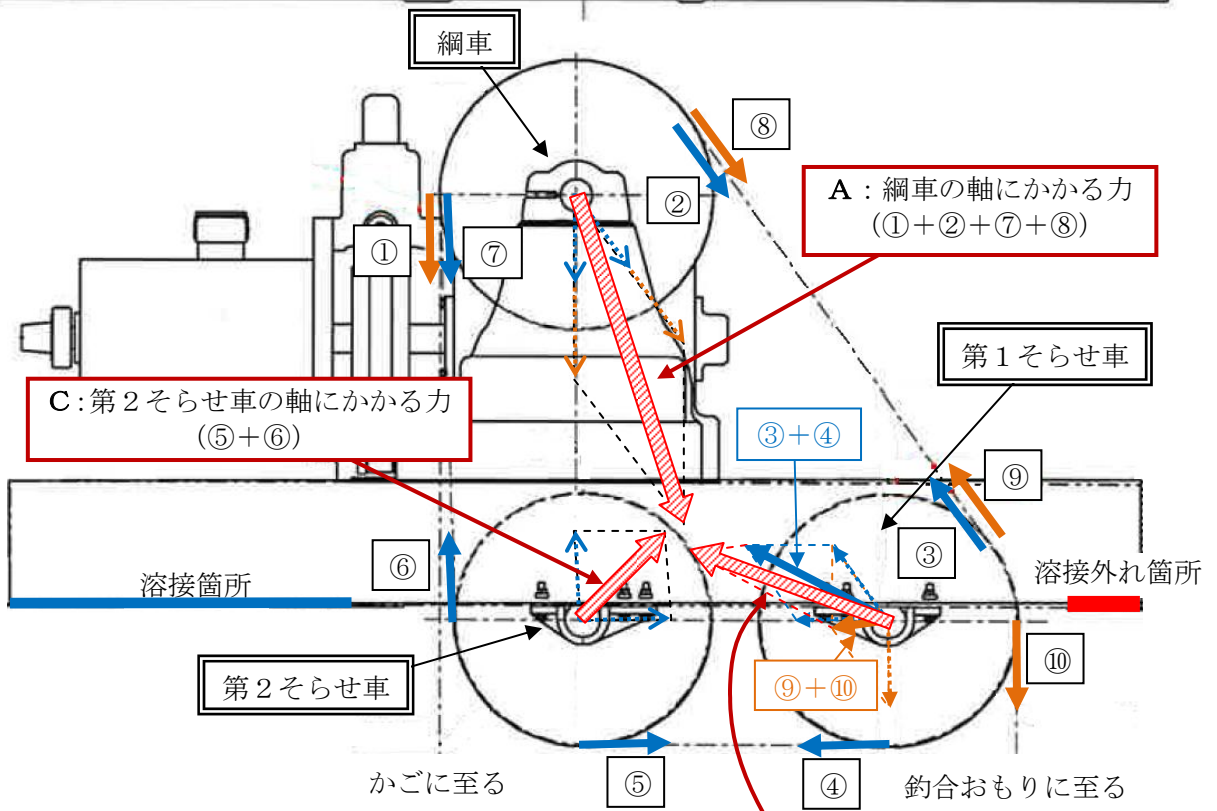
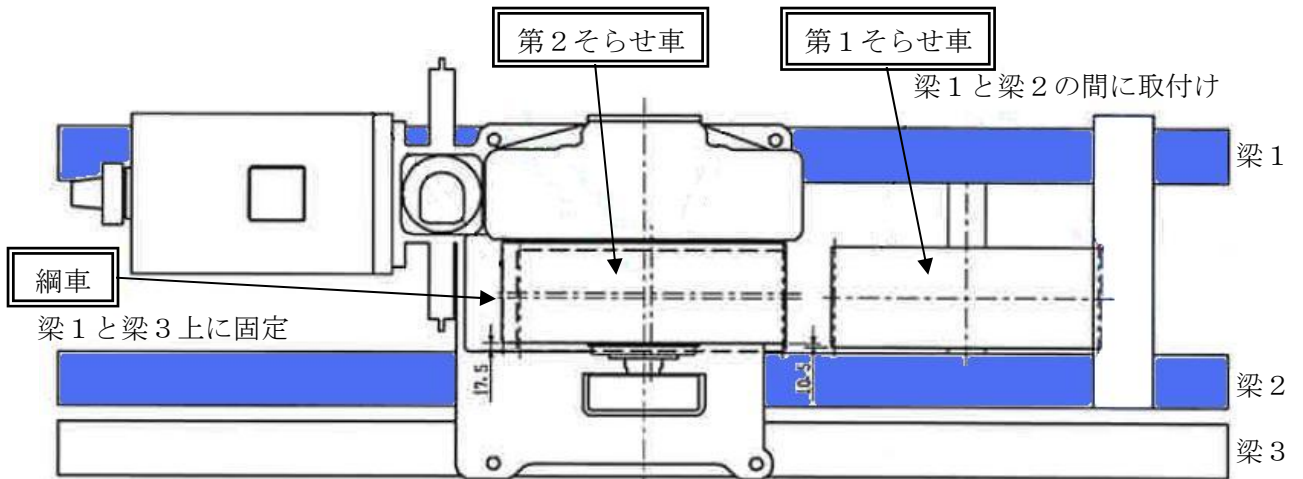
5～8、付録（略）

3 分析

3. 1 そらせ車取り付け梁の浮き上がりに関する分析

2.3.6にて示したように、そらせ車を取り付けている梁2が他の梁と比べて、上方に浮き上がっている状態にあることが確認されている。

これは、図11に示すように、他の2本の梁（梁1、梁3）に対しては、巻上機により下方向に押しえられる力（A）が働くが、当該梁にはそらせ車により上方向に引き上げられる力（B及びC）が働き、その結果機械室床面との溶接の一部が外れたものと考えられる。



- ① かごが綱車を引く力
- ② 第1そらせ車が綱車を引く力 (1周目)
- ③ 綱車が第1そらせ車を引く力 (1周目)
- ④ 第2そらせ車が第1そらせ車を引く力
- ⑤ 第1そらせ車が第2そらせ車を引く力
- ⑥ 綱車が第2そらせ車を引く力
- ⑦ 第2そらせ車が綱車を引く力
- ⑧ 第1そらせ車が綱車を引く力 (2周目)
- ⑨ 綱車が第1そらせ車を引く力 (2周目)
- ⑩ 釣合おもりが第1そらせ車を引く力

B : 第1そらせ車の軸にかかる力 (③+④+⑨+⑩)

	取付けられているもの	梁にかかる力
梁1	巻上機、そらせ車	A + B + C
梁2	そらせ車	B + C
梁3	巻上機	A

図 1 1. 滑車及び梁に働く力

3. 2 綱車溝の摩耗及び主索のストランド破断に関する分析

2.3.7にて示したように、事故機の綱車は破断した主索がかかっていた溝に5～7mm程の段差摩耗が生じていることが確認された。

ここで綱車が1回転する際の主索の繰出し量を検討すると、段差摩耗が生じ回転径が小さくなっている溝にかかる主索は、他の溝にかかる主索と比較して繰出し量が小さくなることが明らかである。(図11)

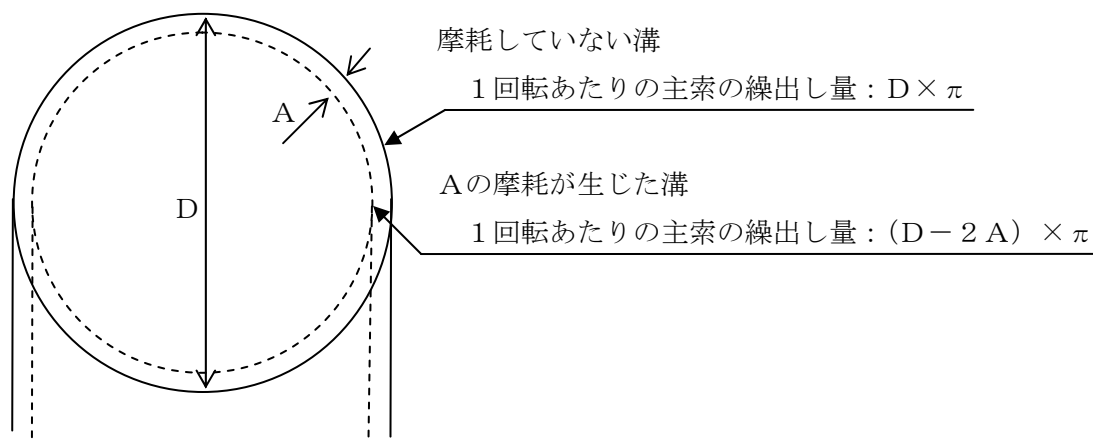


図12 綱車1回転あたりの主索の繰出し量

事故機の場合、綱車の径：760mm、昇降行程：85.645mであるので、かごが大展望台と特別展望台間を移動する際には、綱車は

$$85.645 \div 0.76\pi = 35.87 \text{ [回転]}$$

回転することになる。

段差摩耗が生じて径が小さくなった溝にかかる主索も同じ軸上を回転するので、溝の摩耗量が5mmの場合、上記の回転数で

$$(0.76 - 0.005 \times 2) \pi \times 35.87 = 84.52 \text{ [m]}$$

の繰出し量となる。実際の昇降行程：85.645mに対し、綱車の回転による繰出し量が84.52mしかないため、残りの約1.13mは、かごが移動を完了するまでに、綱車の溝上を滑ることになる。

このように、1回の運転で1.13m滑る状況が運転を行う度に繰り返され、1日の起動回数(約900回)から1日で約1km滑る中で、溝と主索がお互いに擦りつけられ共に摩耗し、ストランドの破断が発生した可能性が高いものと考えられる。なお、初めは溝の摩耗量が小さく滑り量が小さい状態であっても、溝の摩耗に伴い滑り量も増加し、更に摩耗が進行するものと考えられる。

3. 3 ふさぎ板の脱落に関する分析

2. 3. 3 (2) にて示したように、破断したストランドは撚りが解けもつれたように主索に巻き付いていた。この集塊部分が、主索が破断する前に、通常触れることのない距離にあったふさぎ板に接触したものと考えられる。

2. 3. 4 にて示したように、ふさぎ板を固定していたネジは引張り方向の力により破断に至ったものと推測されることから、ストランドの集塊部分がふさぎ板に接触しこれを引き上げる力を加えた可能性が高いものと考えられる。

外れたふさぎ板には主索が接触した跡が認められることから、主索の集塊部分の接触が繰り返され巻き込まれ変形した後に、昇降路側に落下したものと考えられる。

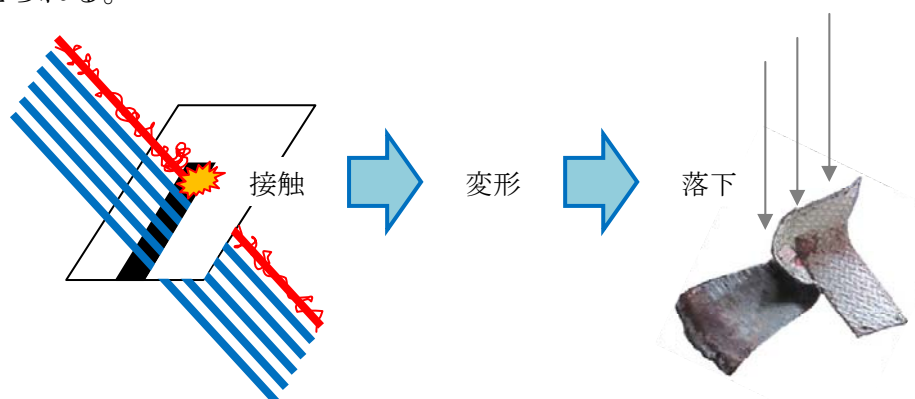


図 1 3. ふさぎ板の変形イメージ

3. 4 ガラスの破損に関する分析

本事故は機械室から落下したふさぎ板がかご背面側に設置されていた線入磨きガラスを突き破り発生したものである。

エレベーターのかごに用いられるガラスについては、現行の告示では 2. 4. 3 に示すように定められている。本告示はかご内の人又は物による衝撃に対して安全な構造方法を定めるものでありかご外からの飛来物の衝撃に対して求めるものではなく、また、事故機は昭和 4 2 年の確認申請であり既存不適格ではあるものの、合わせガラスのような飛散防止性能は有しておらず、現行基準には合致していない。また、2. 5 に示した業界標準では、合わせガラス又は建築窓ガラス用フィルムを貼付けたガラスを用いる基準となっているが、これに関しても合致した状態とはなっていない。

仮に基準に合致したものに交換していれば、結果的には飛散を防止できた可能性はあると考えられる。

4 原因

本事故は、機械室から落下したふさぎ板がかご背面に設置されていたガラスを突き破り、そのガラスの破片によりエレベーターに乗車していた被害者が手を負傷したものであることが認められる。

ガラスが割れ、被害者がその破片により怪我を負ったのは、使用されていたガラスが飛散防止性能を有さない線入りガラスであり、破片も鋭利で大きかったためであることが認められる。

ふさぎ板が機械室から落下したのは、ふさぎ板を固定していたネジが破損し、ふさぎ板の固定が外れた後、主索の回転に巻き込まれ変形し、主索の通し穴から落下したものと推測される。

ふさぎ板を固定していたネジが破損したのは、6本の主索のうち1本の主索のストランドが破断し、撚りが解けもつれるように当該主索に巻き付いて生じた集塊部分がふさぎ板に接触したものであると推測される。

ストランドが破断したのは、綱車溝の段差摩耗により主索の滑りが発生し、溝と主索が擦りつけられる状態にあったためであると考えられる。

綱車溝の段差摩耗が生じていたのは、そらせ車の溝にも段差摩耗が生じていたため微小な滑りが繰り返される状態にあったこと、綱車とそらせ車の倒れにより破断した主索の張力が増す傾向にあったことを発端として、綱車溝の段差摩耗が始まり、摩耗が進行したものと考えられる。

そらせ車の溝の段差摩耗の発生時期は不明であるが、設置後45年以上交換されずに使用されていたことから、今回の綱車の段差摩耗の要因である可能性が考えられる。

綱車とそらせ車の倒れが発生したのは、そらせ車の軸を固定している梁が、設置当初の位置より上方に浮き上がったためであるものと認められる。

そらせ車の軸を固定している梁が浮き上がったのは、設計当初の梁に掛かる力に関する検討不足又は施工上の問題による梁の固定強度不足、保守における確認不足によるものであると考えられる。

5 再発防止対策

三菱電機および三菱電機ビルテクノサービスは、本事故の再発防止として、以下の対策を実施した。

5. 1 そらせ車取り付け梁の固定方法の変更

これまで3本の梁は機械室の床板（縞鋼板）に溶接されていたものであったが、床下に新規部材を追加し建築梁へのボルト固定を行った。（図14）

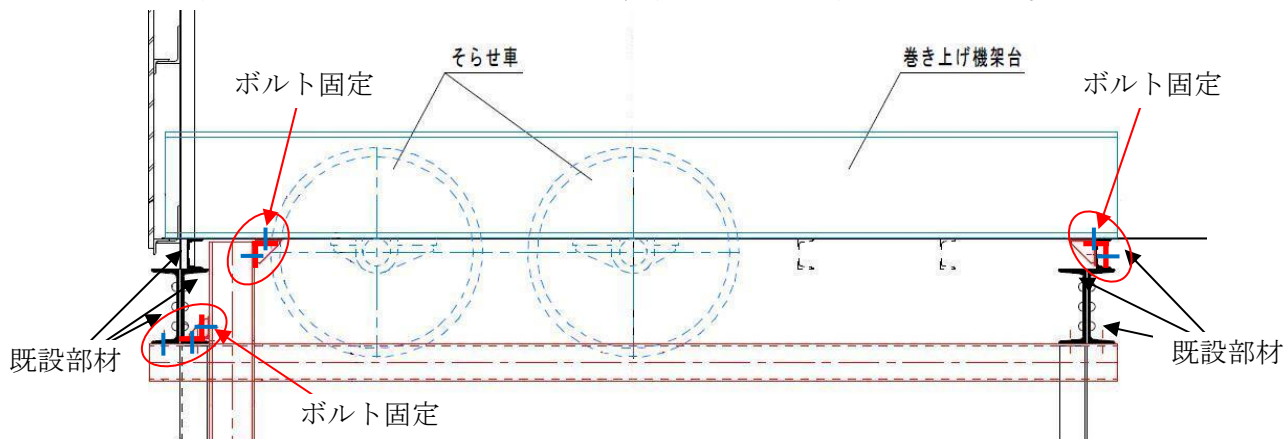


図14. 建築梁へのボルト固定

また、3. 1にて示したように、事故機の3本の梁は、うち2本は巻上機が取り付けられ、鉛直下向きの力が掛かるものであったが、残りの1本はそらせ車の軸の片端のみが取り付けられ上向きの力のみがかかり、結果として梁の浮き上がりを生じさせることとなっていた。

三菱電機は、3本の梁を2本の押え梁で上部から固定することで、そらせ車取り付け梁の浮き上がりを防止するように改善した。

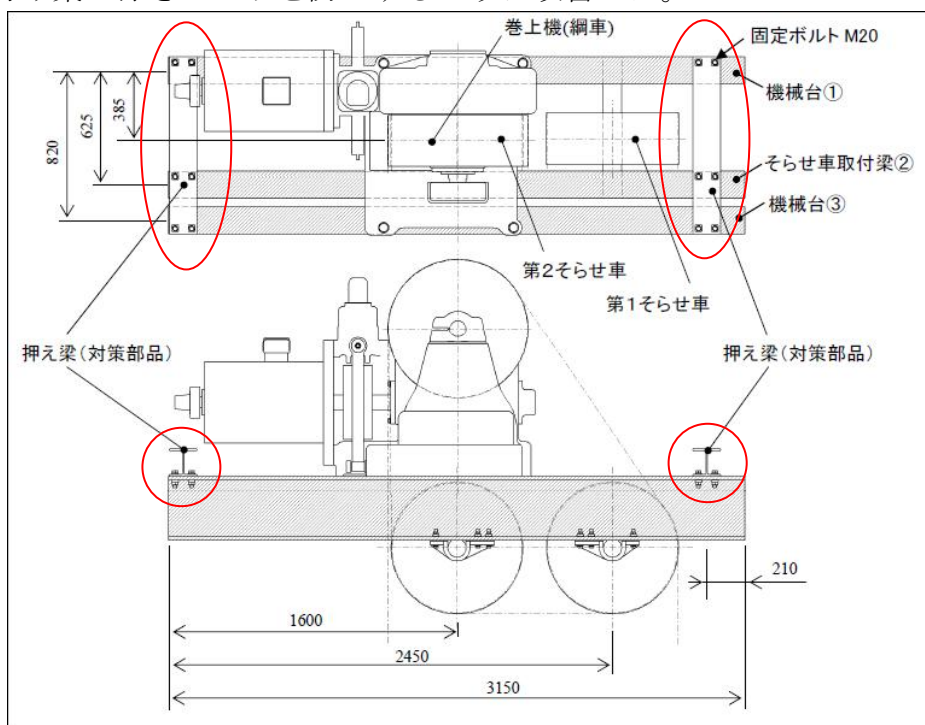


図15. そらせ車取り付け梁の固定方法見直し

5. 2 ふさぎ板の構造変更

そらせ車取り付け梁間にまたがる形でコの字型の鉄板が取り付けられていたところを、対策として3本の梁にまたがる計3枚の鉄板で塞ぐこととしている。

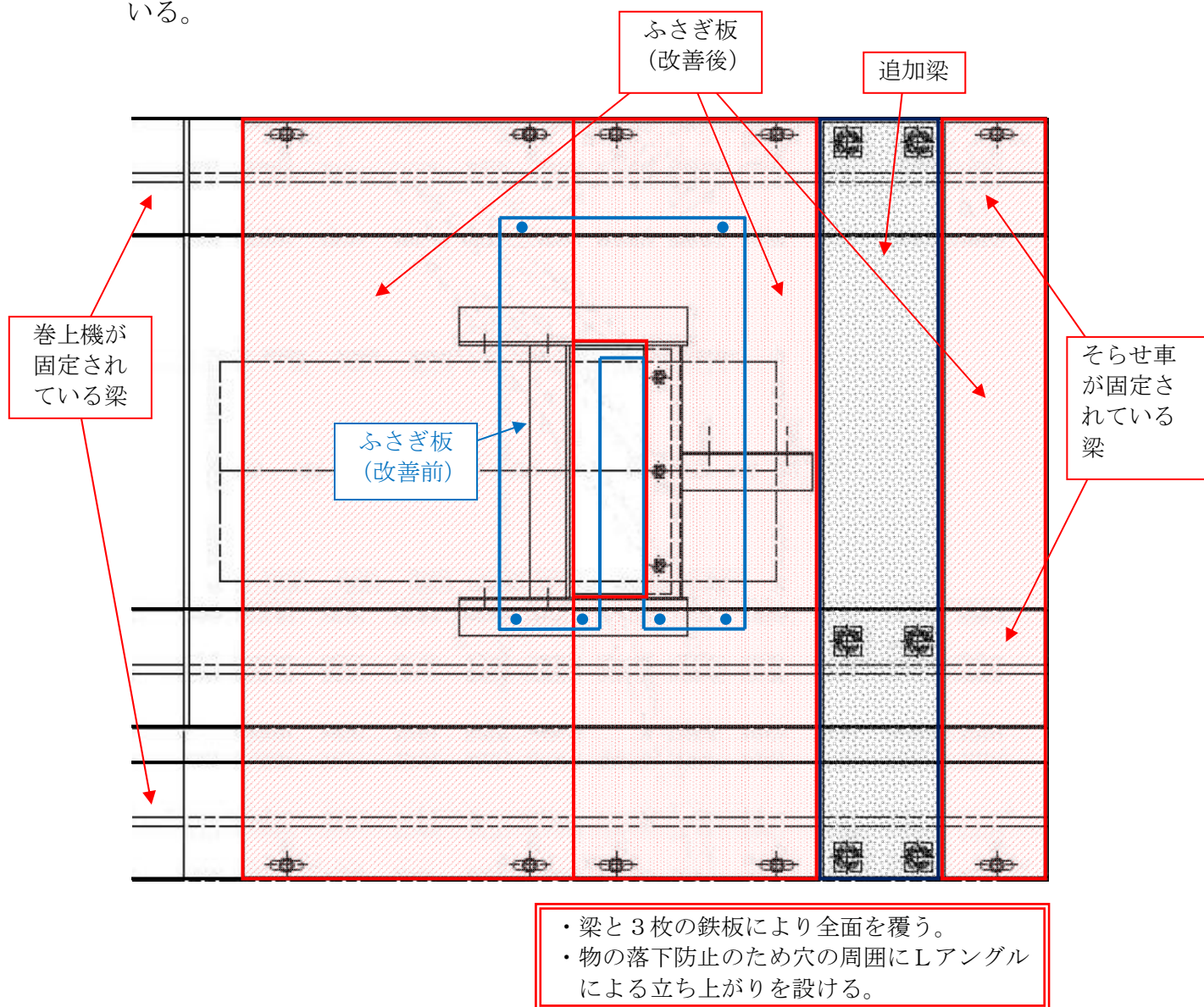


図16. ふさぎ板構造の見直し

5. 3 かご内窓ガラスの変更

ガラス自体の強度を上げると共に万一の破損時も考慮し、現行の線入磨きガラス (単板ガラス、6.8mm) から、強化ガラス (合わせガラス、4mm×2枚) に変更した。

5. 4 保守点検の強化

三菱電機ビルテクノサービスでは、本事故を受け、当該機の保守点検内容を次のように強化した。

表 2. 事故機の保守点検強化の内容

項目	現状	強化内容
主索の点検	① 法定検査（年 1 回） ② 錆発生の有無と給油状態の目視確認（年 2 回）	現状に加え、下記を追加実施 ・ロープ全長を目視にて、素線破断・錆の有無を確認（毎月） ・複数技術者による点検の実施 ・ロープテスターの活用等による点検内容の強化
綱車溝の摩耗状況点検	綱車溝の摩耗状況の目視確認（年 1 回）	綱車溝の摩耗状況の目視確認（毎月）
ロープ張力確認	触診によるロープ張り具合の確認と走行中のロープのバタツキの目視確認（年 2 回）	現状に加え、下記を追加実施 ・計測器の活用等によるテンション測定（3ヶ月毎）

なお、以上の再発防止対策に加え、主索異常（ストランド破断等）検出装置が設置されている。

6 意見

国土交通省は次の項目に対し、現状の定期検査報告制度等で不足していると考えられる内容について検討し、必要な措置を講ずること。

- ・ 綱車溝の段差摩耗状況の確認
- ・ 巻上機取付け梁（台）の設置状態の確認
- ・ かご内窓ガラスの設置状態の確認

また、オープンタイプエレベーターに関しては、エレベーター部品等の落下物が歩行者に危害を加える可能性も考えられるため、それらについての問題の分析、対応方針等の検討も進めること。