

栃木県内コースター事故調査報告書

平成28年6月

社会資本整備審議会

本報告書の調査の目的は、本件遊戯施設の事故に関し、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

栃木県内コースター事故調査報告書

発 生 日 時 : 平成27年5月2日 (土) 15時10分ごろ

発 生 場 所 : 栃木県那須郡那須町

那須ハイランドパーク「サンダーコースター」

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	遊園地に関する情報	
2.2	遊戯施設に関する情報	
2.2.1	事故機の仕様等に関する情報	
2.2.2	事故機の定期検査に関する情報	
2.3	事故発生時の状況等に関する情報	
2.3.1	事故機の走路に関する情報	
2.3.2	コンベヤチェーンの一部部品の落下箇所等に関する情報	
2.3.3	事故時のコースターの状態に関する情報	
2.4	コンベヤチェーンの破断箇所に関する情報	
2.4.1	落下部品等の形状	
2.4.2	コンベヤチェーンの観察結果	
2.5	帰還側チェーンガイドに関する情報	
2.6	コンベヤチェーンの強度に関する情報	
2.7	保守管理に関する情報	
2.7.1	コンベヤチェーンの保守	
2.7.2	コンベヤチェーン交換履歴等の情報	
2.7.3	コンベヤチェーンの点検	
2.7.4	直近の定期検査等に関する情報	
3	分析	18
3.1	コンベヤチェーンの破断について	
3.1.1	ピンの破断に至る過程	
3.1.2	ピンの破断から外リンク板等の落下に至る過程	
3.1.3	ピンの腐食（孔食）について	
3.2	保守管理について	
3.3	防護ネットについて	
4	原因	22
5	再発防止策	22
5.1	コンベヤチェーンの保守・点検要領の見直し	

- 5.1.1 給油要領の変更
- 5.1.2 ピンの腐食・損傷検査及びコンベヤチェーン交換基準の変更
- 5.2 帰還側チェーンガイドの構造仕様の変更
- 5.3 防護ネット設置箇所の追加

6 意見

…… 24

《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2日（土）15時10分ごろ

発生場所：栃木県那須郡那須町

那須ハイランドパーク「サンダーコースター」

被害者：1名（軽傷（頭部の切り傷））

概要：コースター車両が引上部の最頂点に到達した際、車両を上昇させるためのコンベヤチェーンが破断し、その一部（外リンク板1枚）が落下した。落下物は藤棚に設置されていた防護ネット（地上約3m）に落下して弾み、通路にいた被害者に当たった。

1. 2 調査の概要

平成27年5月4日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び栃木県職員による現地調査を実施

平成27年5月28日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び栃木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 遊園地に関する情報

名称：那須ハイランドパーク

所在地：栃木県那須郡那須町

所有者：藤和那須リゾート株式会社（以下「藤和那須リゾート」という。）

管理者：藤和那須リゾート

2. 2 遊戯施設に関する情報

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

機種名：一般名称：コースター 固有名称：サンダーコースター

製造者：明昌特殊産業株式会社（現サノヤス・ライド株式会社）（以下「サノヤス・ライド」という。）

運行管理者：サノヤス・ライドサービス株式会社

定員：24名（1編成 大人4名×6台）

定常走行速度：最高63km/時

最大勾配：360度（二重の螺旋式走行部）

最高部高さ：22.8m

走路全長：450m

乗車制限：身長120cm以上

(2) 構造方法の性能評定：昭和54年6月28日 [BCJ-54-E273]

(3) 構造方法の認定：昭和54年7月26日（建築基準法旧第38条の認定）

(4) 確認済証交付年月日：昭和54年7月31日

(5) 検査済証交付年月日：昭和54年8月 3日

2.2.2 事故機の定期検査に関する情報

保守業者：サノヤス・ライド

直近の定期検査実施日：平成26年9月9日（指摘事項あり（2.7.4参照））

検査実施者：サノヤス・ライドの社員

直近の保守点検実施日：平成27年3月19日

2.3 事故発生時の状況等に関する情報

2.3.1 事故機の走路に関する情報

事故機の走路平面図を図1、引上部の立面図を図2に示す。

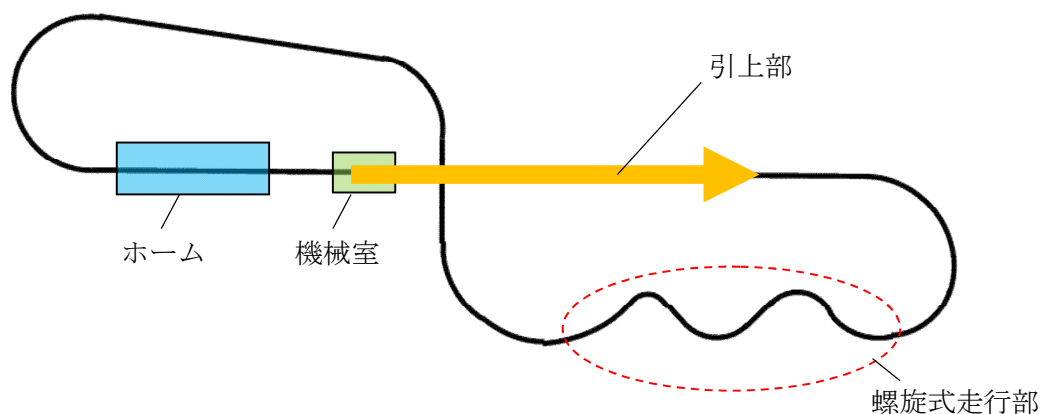


図1 走路平面図

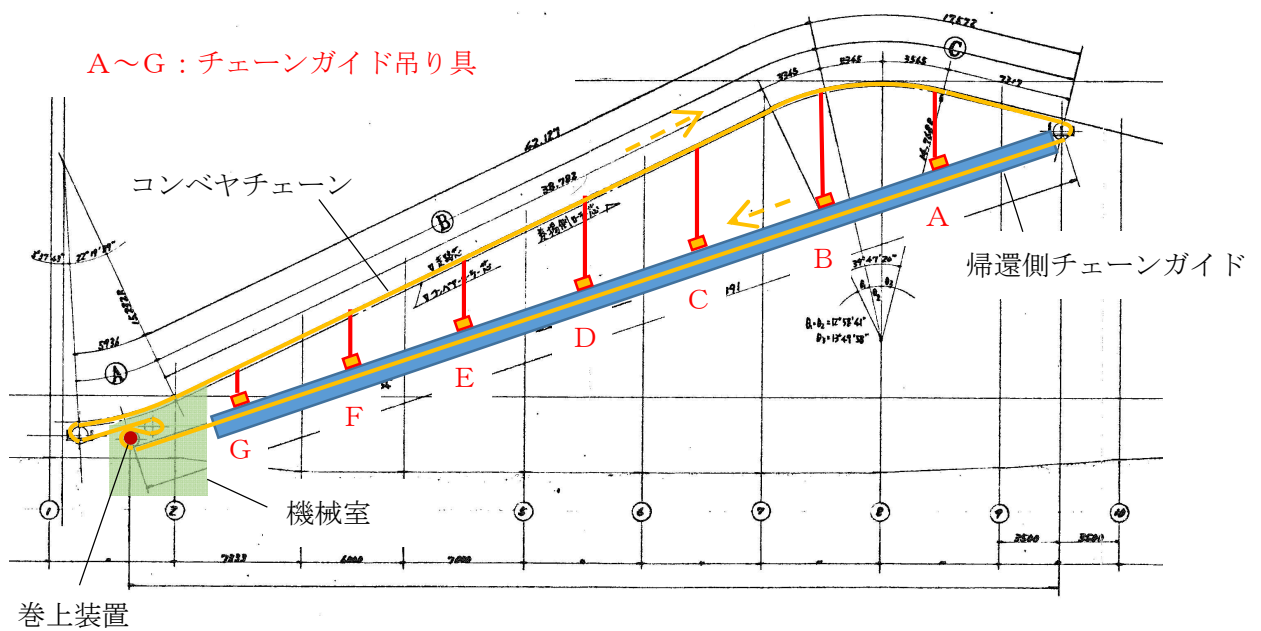


図2 引上部立面図

- ・ 走路の引上部の長さは約50mで、傾斜角度は約26度である。
- ・ 地上の機械室に設置されている巻上装置の駆動力によりコンベヤチェーンを循環させ、コースター車両（写真1）の下部に設置されたチェーンフック（写真2）をコンベヤチェーンに掛けて上昇させる。
- ・ コンベヤチェーンは、走路に沿って機械室から傾斜最上部まで巻き上げられた後、走路の下部に設けられた帰還側チェーンガイド（幅150mm、高さ75mmの溝形鋼）に沿って走路上部から機械室まで戻る。
- ・ 帰還側チェーンガイドの傾斜角度は約18度で、軌道の構造梁及び吊り具（7箇所）で支持されている。



写真1 コースター車両



写真2 チェーンフック（車両下部）

2.3.2 コンベヤチェーンの一部部品落下箇所等に関する情報

図3に、事故機及びその近傍に設置されている他のコースターの走路、コンベヤチェーン部品の落下箇所、人が通行する範囲、防護ネット設置範囲を示す。

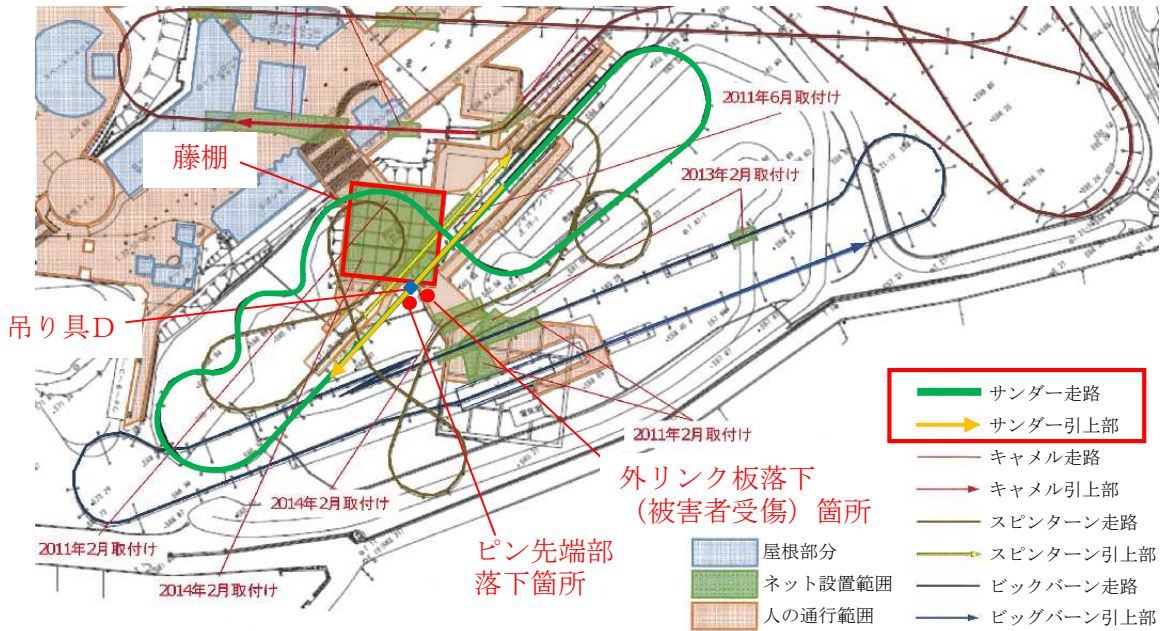


図3 部品落下箇所等

- ・地上に落下した部品は、コンベヤチェーンの外リンク板及びピンの2個である。(写真3) いずれも吊り具Dの直下近傍に落下していた。
- ・外リンク板は、帰還側チェーンガイド直下の藤棚に設置されていた防護ネット(高さ地上約3m)に落下して弾み、通路にいた被害者に当たった。(写真4) 一方のピン先端部は通路外に落下した。
- ・防護ネットは、藤棚の上部梁の上方に張られていた。(写真5)
- ・防護ネットの網目は約15mmであった。(写真6)

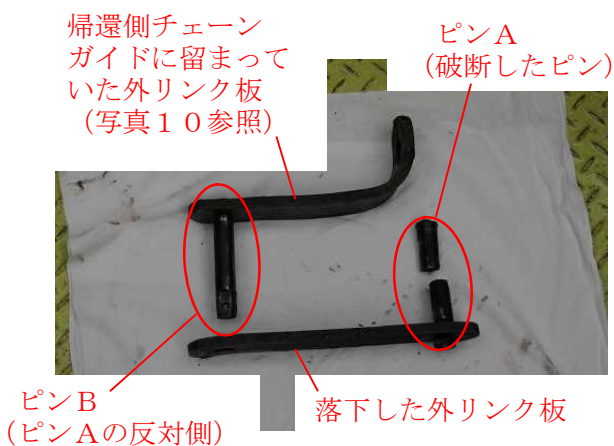


写真3 破断したコンベヤチェーン部品



写真4 落下箇所付近



写真5 藤棚に設置されている防護ネット



写真6 防護ネットの網目寸法

2.3.3 事故時のコースターの状態に関する情報

事故発生時、コースター車両（22名乗車）は引上部の最頂点に到達しており、コンベヤチェーンが破断した後も、そのまま運転を続け、ホームまで帰還した。

なお、事故機には、車両が引上部の途中にある時にコンベヤチェーンが破断した場合に、車両下部の逆送防止フックが、巻上側チェーンガイドに設けられたラックに係合することにより、車両を停止させる逆送防止装置が設けられている。（写真7、写真8）

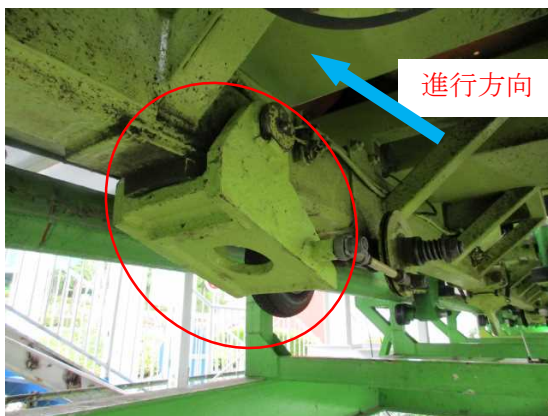


写真7 逆送防止フック（車両下部）

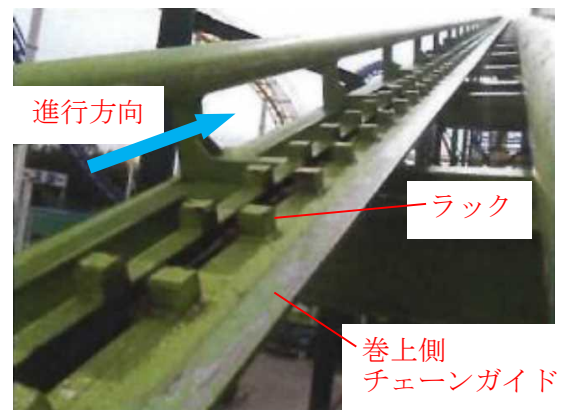


写真8 ラック

事故後、帰還側チェーンガイドに残存していたコンベヤチェーンの破断箇所的一方は吊り具Dの上方にあり、落下した外リンク板の反対側の外リンク板が垂れ下がっていた。また、破断箇所のもう一方は吊り具EとFとの間にあり、吊り具Fの位置でコンベヤチェーンの滞留が起こっていた。（写真9、写真10）

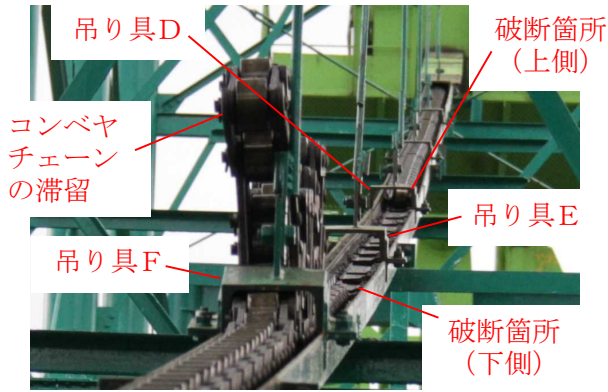


写真9 事故後のコンベヤチェーン



写真10 破断箇所(上側)

2. 4 コンベヤチェーンの破断箇所に関する情報

2.4.1 落下部品等の形状

(1) コンベヤチェーンの仕様

事故機に使用されているコンベヤチェーンの主な仕様は以下のとおりである。

製造者名：株式会社椿本チエイン

型式：RF17200R-DT

平均引張強さ：245 kN (25 t f)

また、コンベヤチェーンの構造を図4、各部の寸法を図5にそれぞれ示す。

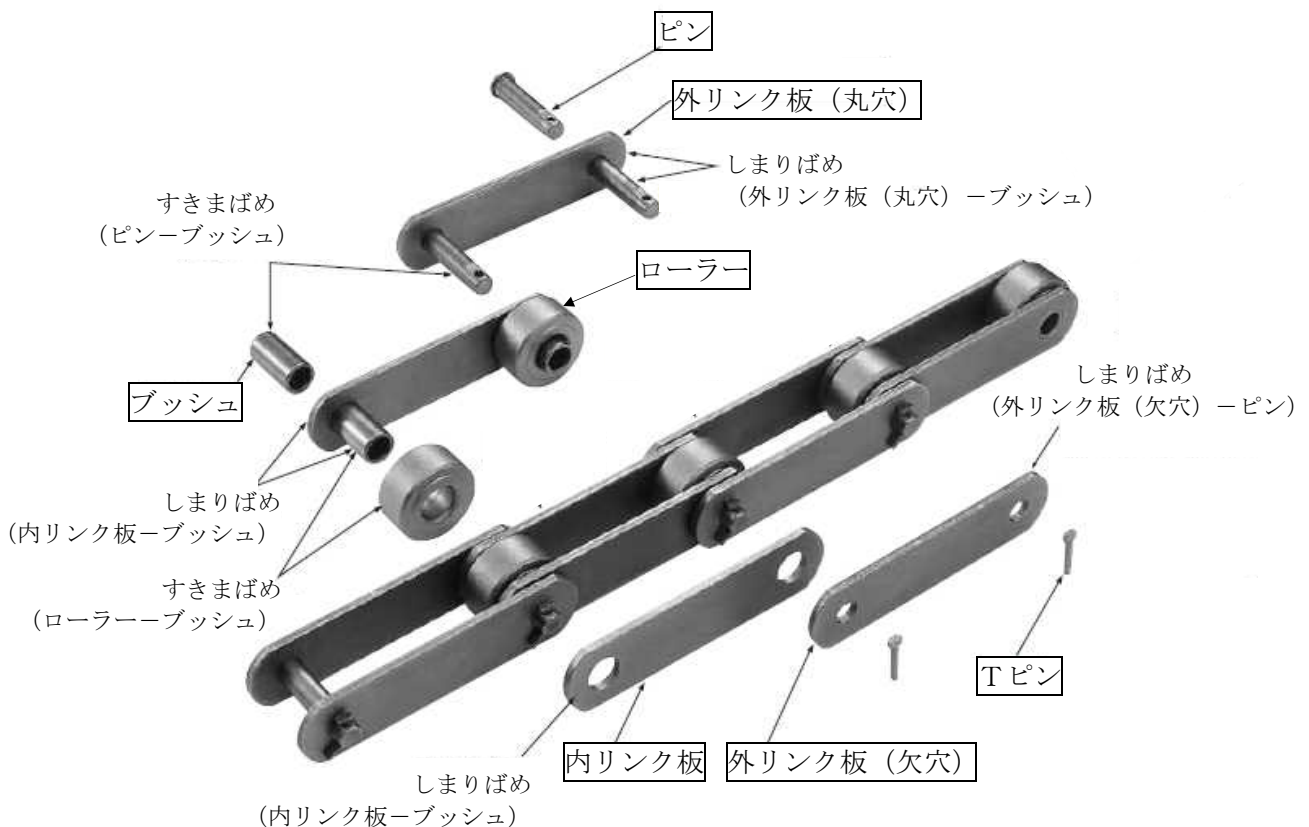


図4 コンベヤチェーンの構造(チェーン製造者の資料より(※))

※各構成部品の名称等は本報告書の記載に合わせて変更している。

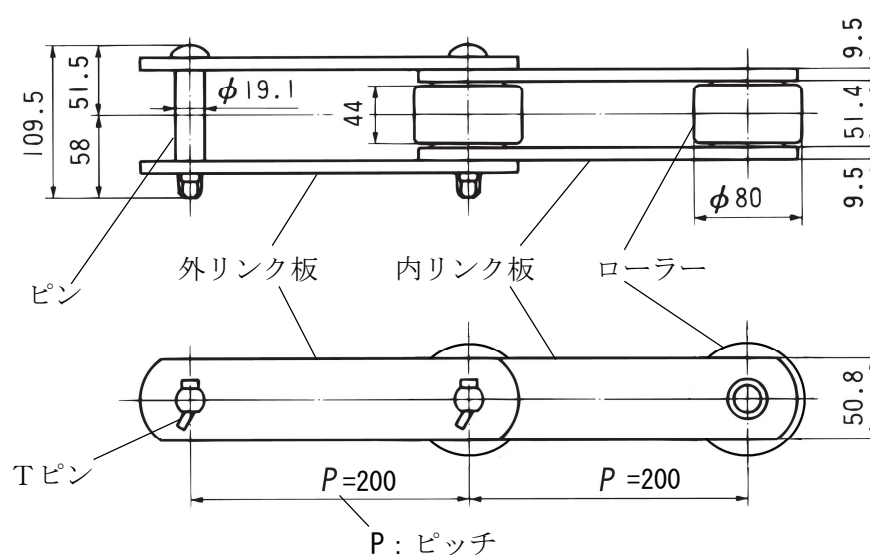


図5 コンベヤチェーン各部の寸法（チェーン製造者の資料より（※））

※各構成部品の名称等は本報告書の記載に合わせて変更している。

(2) ピン-外リンク板及びブッシュ-内リンク板の結合部

ピンの頭側は外リンク板としまりばめで結合されており、ピンは外リンク板に対して回転しない構造である。

また、Tピン側は、外リンク板の欠穴（長穴）に扁平状のピンが挿入されている。欠穴とピンの間には上下に隙間があるが、しまりばめで結合されており、同様に回転しない構造である。（図6）

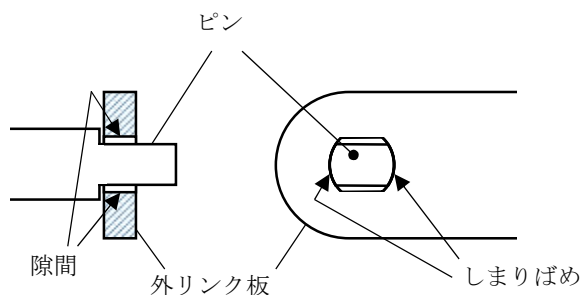


図6 外リンク板とピンの結合（Tピン側）

また、ブッシュの両端部もそれぞれ内リンク板とはしまりばめで結合されており、ブッシュは内リンク板に対して回転しない構造である。

(3) 落下部品等の形状

- ・落下した外リンク板の寸法は、長さ約260mm、幅約50.6mm、厚さ約9.5mm、質量約1.1kg。（写真11）
- ・落下した外リンク板に付いているピン（ピンA残存側）は外リンク板面から長さ約43mmの箇所破断していた。また外リンク板に近い箇所を除き直径が減少していた。（写真12）

- ・外リンク板から破断分離したピン（ピンA分離側）は長さ約47mm。外リンク板に付いていたピンと同様、直径が減少している部分があった。（写真13）
- ・落下しなかった外リンク板は、破断したピン（ピンA）が付いていた側が約90度曲がっていた。（写真3、写真10）
- ・落下しなかった外リンク板に付いているピン（ピンB）の中央部は直径が減少し、Tピン（ピンの留め具）の先端が破断していた（写真14）が、帰還側チェーンガイド内で見つかった。（写真15） また、約90度に曲がった側の端部に圧痕が見られた。（写真16）



写真11 落下した外リンク板



写真12 破断したピン(ピンA残存側)



写真13 破断したピン(ピンA分離側)



写真14 落下しなかった外リンク板



写真15 Tピンの先端(吊り具D近傍)

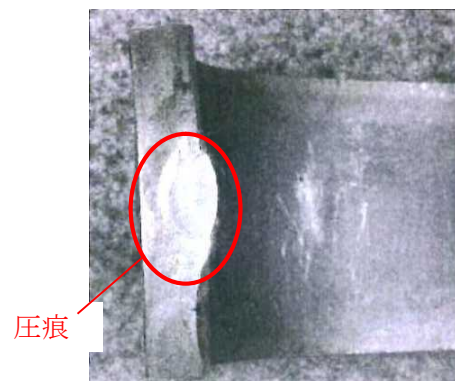


写真16 落下しなかった外リンク板

2.4.2 コンベヤチェーンの観察結果

(1) ピンの表面

落下した外リンク板に付いていたピン及びその分離側（ピンA）、落下しなかった外リンク板に付いていたピン（ピンB）及び比較のために破損箇所以外から抽出したピン（ピンC）の3個のピンについて、表面の観察を行ったところ、以下のことが認められた。（写真17、写真18）

- ・3個のピンの側面はいずれも摩耗損傷した側と腐食損傷した側に分かれていた。（以下、それぞれ「摩耗側」「腐食側」という。）
- ・ピンB及びピンCは、摩耗側と腐食側でそれぞれ一様の様相が見られた。（写真18（c）、（d）、（e）、（f））
- ・一方、ピンAは、摩耗側の一部に腐食した領域が見られ、逆に腐食側の一部に摩耗した領域が見られた。（写真18（a）、（b））
- ・ピンAはほぼ中央で破断していたが、破断部周辺に伸びや絞り等の塑性変形は見られなかった。
- ・ピンAのTピン挿入穴の近傍に、斜めに削られた領域があった。（写真17、写真18（a））

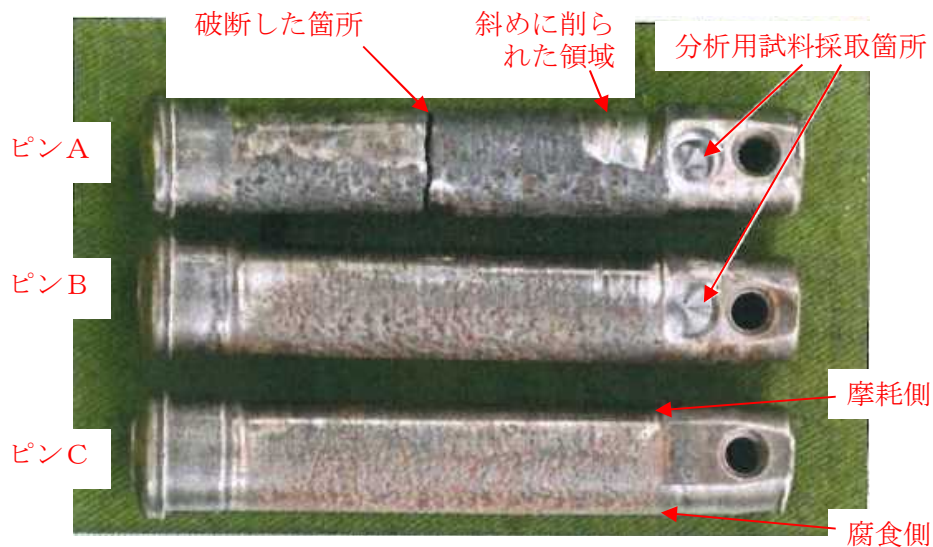


写真17 観察を行ったピン

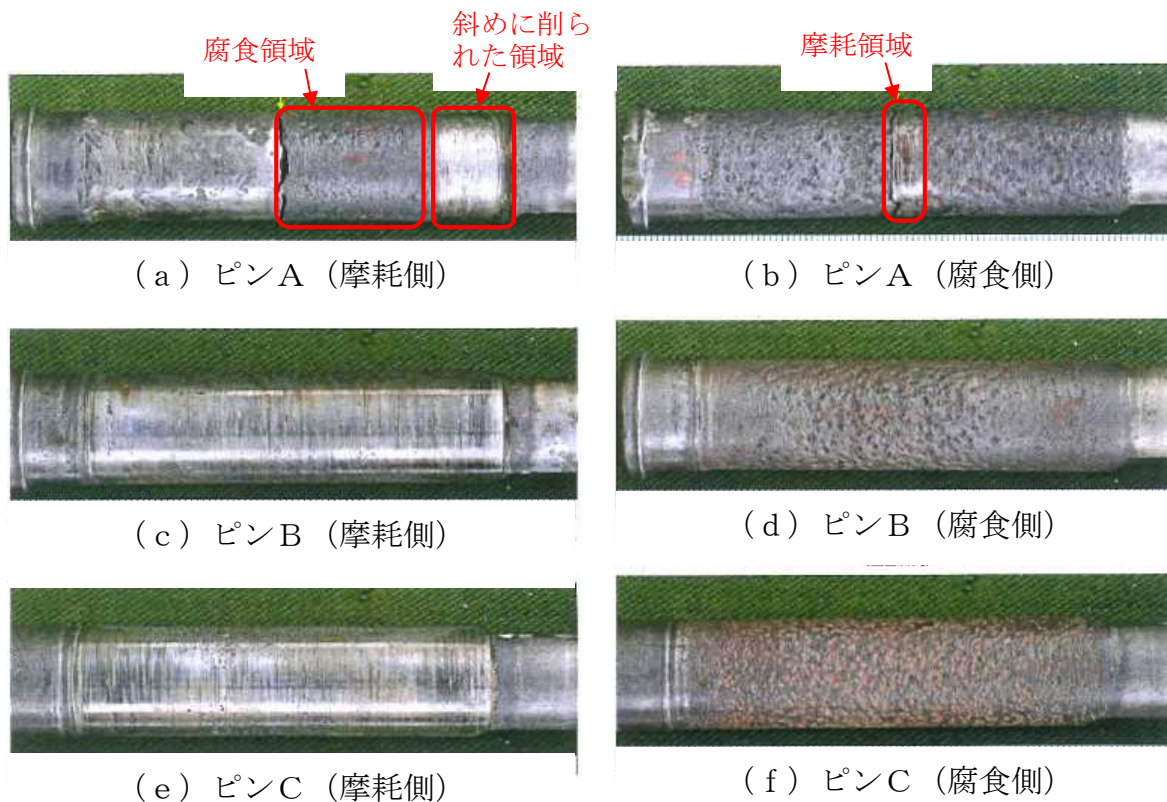


写真18 ピン表面

また、ピンAの腐食側の表面付近の断面を観察したところ、凹み（孔食）が確認された。この孔食の深さは最大0.7mm程度あり、底部にはさらに部分的な切欠き形状が見られた。（写真19）

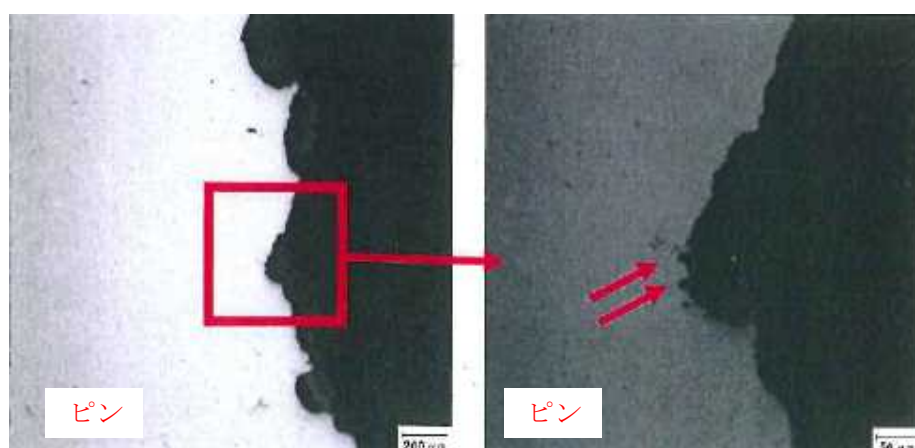


写真19 ピンA腐食側表面付近の断面

さらに、3個のピンについて直径を測定したところ、以下のことが認められた。（写真20、表1）

- ・元の直径19.1mm（図5）に対し、方向①については、ピンAは約1.2mm減少していたが、ピンB及びピンCの減少は約0.5mmと小さい。
- ・方向②については、ピンAは約0.5mm減少していたが、ピンB及びピンCはほとんど減少していない。

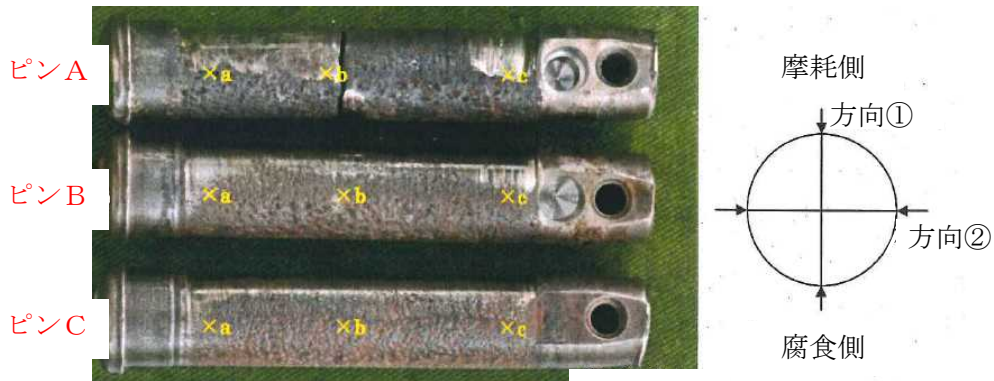


写真20 ピン直径の測定箇所

表1 ピン直径の測定結果（×a～×cの平均寸法）

ピン	方向①	方向②
ピンA	17.90	18.65
ピンB	18.61	19.02
ピンC	18.56	18.97

（単位：mm）

（2）ピンAの破断面

走査型電子顕微鏡によるピンAの破面解析を行ったところ、腐食側（①）は錆などのほかは明確な特徴は確認できなかった。一方、摩耗側（②）は錆などのほか、延性破壊したことを示すディンプル模様が認められた。（写真21）



写真21 走査型電子顕微鏡による破面の状態

（3）ピンの性状

ピンの硬さ及び化学成分について確認したところ、3個のピンの間に明確な差異は見られなかった。

(4) 外リンク板のピン穴部の状態

破断したピンAが挿入されていた外リンク板のピン穴部の径を測定したところ、ピン頭側は19.44mm（設計値19.24mm）、Tピン側は21.59mm（設計値18.86mm）であり、Tピン側の径が大きく広がっていた。

(5) ローラー内のブッシュの状態

破断したピンAが挿入されていたローラー内のブッシュ（筒状の軸受材）入口部分を観察したところ、ピンの頭側では、ブッシュの入口部分に施された面取りのうち、進行方向の反対側が摩耗により削られており、ピンのTピン側では、ブッシュ自体の進行方向の反対側が摩耗により削られていた。（写真22）

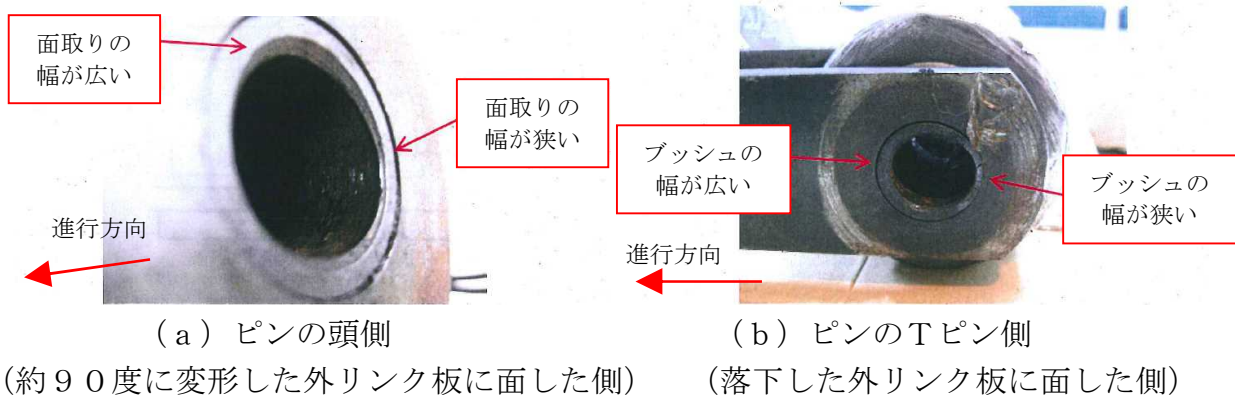


写真22 ブッシュの入口部分

また、当該ブッシュ内面を触診したところ、図7のとおり、両側の入口付近に摩耗があった。

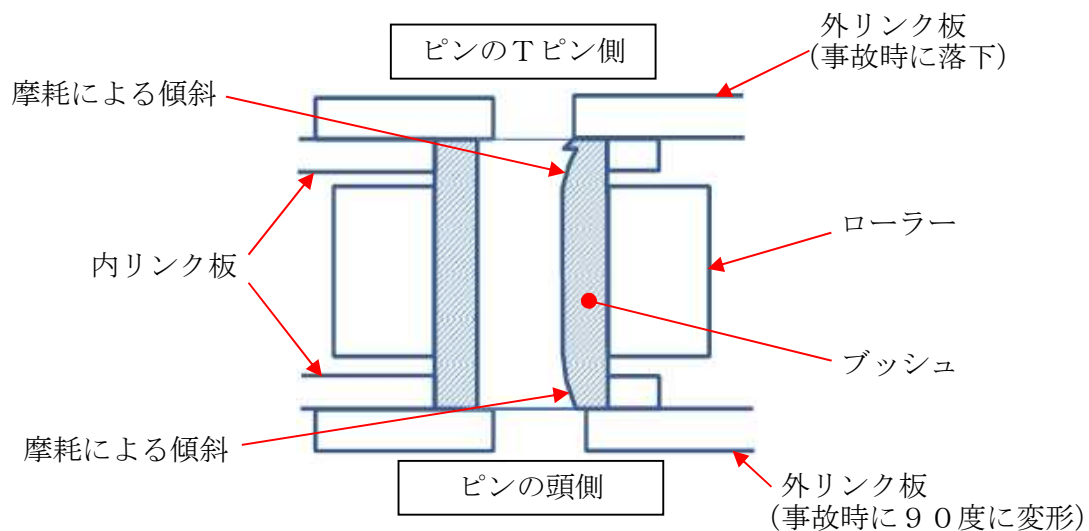


図7 ブッシュ内面の状態

2. 5 帰還側チェーンガイドに関する情報

事故後、引上部に足場（写真23）を設置して帰還側チェーンガイドを観察したところ、以下のことが認められた。

- ・吊り具Aには、特に目立った損傷は見られなかった。（写真24）
- ・吊り具B及びCには、上から見て左側の内側面に一直線状の傷があった。（写真25、写真26）
- ・吊り具Dには、上から見て左側の入口部分にのみ傷があった。（写真27）
- ・吊り具Eには、特に目立った損傷は見られなかった。（写真28）
- ・吊り具Fはコンベヤチェーンの滞留により下側に曲がっていた。（写真29）
- ・吊り具Gには、特に目立った損傷は見られなかった。（写真30）
- ・コンベヤチェーンは帰還側チェーンガイドの中では上から下を見る向きで右側（吊り具B、C、Dの傷とは反対側）に寄っており、ピン端部がチェーンガイド内側面に接触していた。このため、チェーンガイド全長にわたり、チェーンガイド内側面がピン位置で削られていた。（写真31）

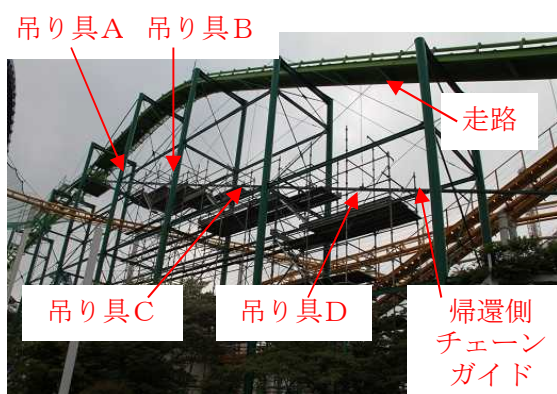


写真23 足場（走路引上部）

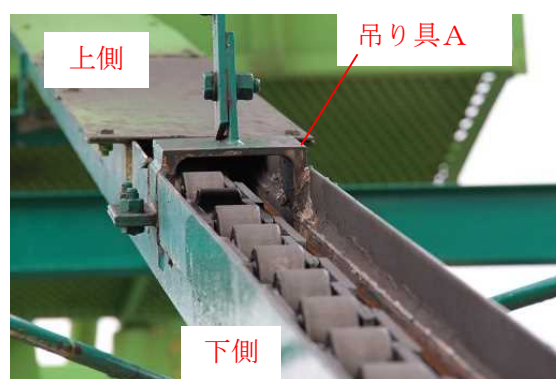


写真24 吊り具A

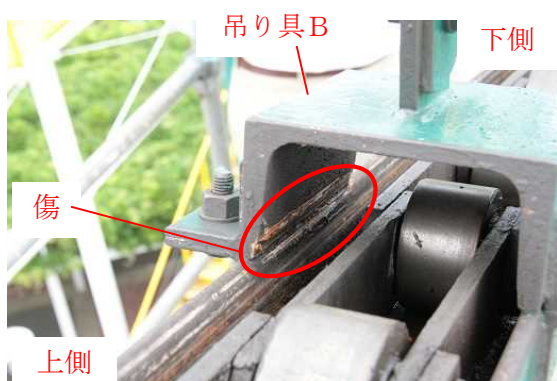


写真25 吊り具B

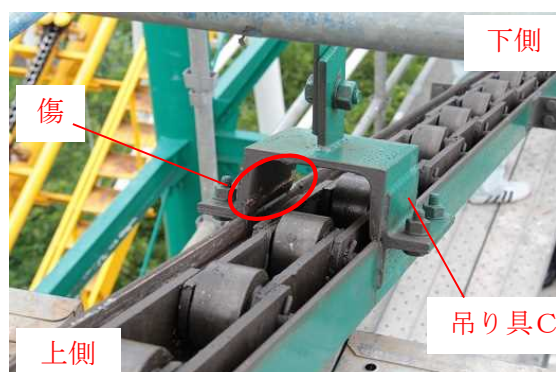


写真26 吊り具C



写真27 吊り具D



写真28 吊り具E

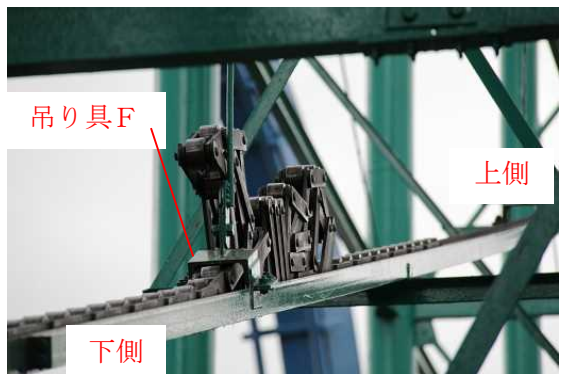


写真29 吊り具F

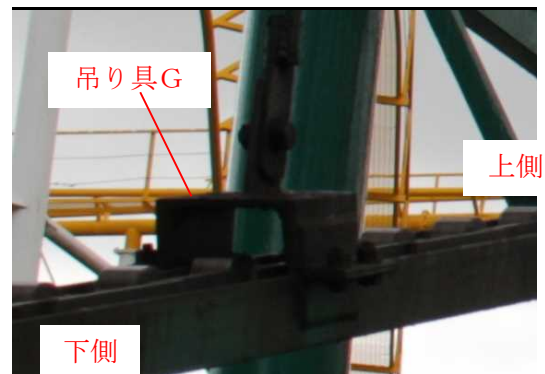


写真30 吊り具G

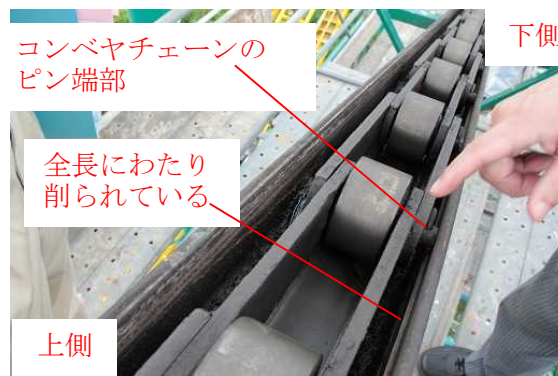


写真31 帰還側チェーンガイド内部

2.6 コンベヤチェーンの強度に関する情報

確認申請図書において、当該コンベヤチェーンにかかる張力は20.0 kN、コンベヤチェーンの平均引張強さは245 kN (2.4.1 (1) 参照)、安全率は12.3とされていた。(建築基準法令に基づく基準値は10以上)

2.7 保守管理に関する情報

2.7.1 コンベヤチェーンの保守

サノヤス・ライドによれば、コンベヤチェーンには「状態により適時給油」することとされており、事故前の平成26年3月～平成27年4月の期間は、月あたり2～6回の給油作業が実施され、事故当日も実施されていた。また、これ以

外に、降雨後にも適宜給油が実施されていた。

ただし、冬季休業期間（平成27年は1月7日～2月27日）は給油作業を実施せず、また、コンベヤチェーンを循環させることもなかった。

なお、給油は、オイルジョッキを使用して滴下する方法により行われていた。
(写真32)



写真32 オイルジョッキ

2.7.2 コンベヤチェーン交換履歴等の情報

コンベヤチェーンの交換時期については、「原則10年経過で交換。ただし点検で問題なければ延長可」とされていた。

サノヤス・ライドによれば、事故機のコンベヤチェーンは、平成16年の8月及び11月に始業前点検においてピンの破断が発見されたため、平成17年3月に交換されており、次回の交換は平成29年冬季に計画されていた。

2.7.3 コンベヤチェーンの点検

サノヤス・ライドによれば、コンベヤチェーンについては、表2に示す点検・検査を実施していたが、ピン表面の腐食（孔食）等の状態については確認していなかった。

表2 コンベヤチェーンの点検内容

時期	内容
始業前	目視による外観の異常確認
3ヶ月毎	目視による外観の異常確認 運転中の異音確認 打音検査
1年毎 (定期検査)	目視による外観の異常確認 運転中の異音確認 ピン直径、チェーン伸びの測定（2ヶ所） ピンの抜き取り超音波探傷検査（使用年数が10年を超えた場合）

なお、前回の交換（平成17年3月）から概ね10年が経過していたことから、平成26年12月にピンの超音波探傷検査（10本抜き取り）が行われたが、損傷等は指摘されなかった。

2.7.4 直近の定期検査等に関する情報

(1) 指摘事項

事故直近の定期検査においては、表3のとおり3件の要是正項目及び2件の要重点点検項目が報告されていた。なお、要是正項目については検査後に補修又は交換が実施され、要重点点検項目については経過観察とされた。

表3 定期検査の指摘事項

検査結果	検査項目	検査事項	指摘の具体的内容
要是正	軌条、軌道、水路及び滑走路	軌条、軌道及び水路のき裂及び変形の状況	走路のジョイント割れ
	乗物・外装及び床	乗物の外装及び床の劣化及び損傷の状況	乗物床板に腐食有り
	空圧装置・エアタンク	エアタンクの劣化及び損傷の状況	エアタンクのホースの劣化
要重点点検	基礎と構造部を定着させる部分	根巻きコンクリートのき裂及び剥離の状況	根巻きのき裂
	構造物	構造部材の腐食の状況	支柱表面に腐食有り

また、「その他特記事項」として、「コンベヤチェーンに擦れ跡あり」との指摘事項が記載され、ピンの先端部の擦れを示す写真33が添付されていた。なお、本件については経過観察とされていた。

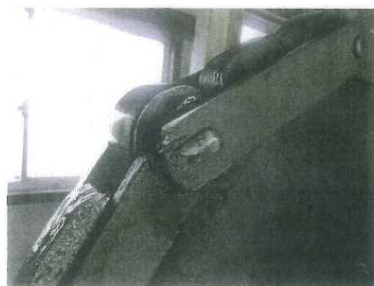


写真33 コンベヤチェーンの擦れ跡（定期検査報告書より）

(2) コンベヤチェーンの検査事項

平成20年国土交通省告示第284号「遊戯施設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」（以下「遊戯施設の定期検査告示」という。）における、コンベヤチェーン（巻上用チェーン）の検査事項等は以下のとおりである。

検査事項	検査方法	判定基準 (※)
巻上用チェーンの劣化及び損傷の状況	目視により確認する。	チェーンのリンクに著しい錆、腐食又はき裂があること。
巻上用チェーンの軸、リンク孔及びリンク板の摩耗の状況	目視により確認し、異常が認められた場合にあつては、2リンク以上抜き取り、摩耗量を測定する。また、目視により異常が確認されない場合にあつては、1年以内に行った測定の結果により確認する。	イ 摩耗が是正が必要な状態として製造者が定める基準値（製造者が指定していない場合にあつては、設置時の直径の10%）を超えていること。
		ロ 摩耗が是正が必要な状態として製造者が定める基準値（製造者が指定していない場合にあつては、設置時の直径の10%）の90%を超えていること。
巻上用チェーンの伸びの状況	4リンク以上の長さを測定する。	イ 伸び率が是正が必要な状態として製造者が定める基準値（製造者が指定していない場合にあつては、設置時の長さの1.5%）を超えていること。
		ロ 伸び率が是正が必要な状態として製造者が定める基準値（製造者が指定していない場合にあつては、設置時の長さの1.5%）の90%を超えていること。

※1 判定基準が「イ」「ロ」に分かれているものについては、「イ」は要是正、「ロ」は要重点点検である。

※2 チェーン製造者のマニュアル等によれば、チェーンのリンク孔直径（ブッシュの肉厚）、リンク板厚さ及び伸び率に係る指定基準値は、それぞれ60%、1/3、2%であり、軸（ピン）直径に係る指定基準値はない。

このうち、「巻上用チェーンの軸、リンク孔及びリンク板の摩耗の状況」及び「巻上用チェーンの伸びの状況」については、コンベヤチェーン寸法の測定結果（表4）から、いずれも「指摘なし」の判定であった。

表4 定期検査のコンベヤチェーン寸法測定結果

測定箇所	設置時寸法	測定寸法	割合
ピン直径	19.0	18.57	97.7%
リンク孔直径	19.3	19.39	100.5%
リンク板厚さ	9.5	9.5	100.0%
ピッチ伸び率（5ピッチ分）	1000	1006.0	100.6%

（単位：mm）

また、「巻上用チェーンの劣化及び損傷の状況」についても、ピン、ブッシュ等の摩耗や腐食に関する指摘はなかった。

なお、「昇降機 遊戯施設 定期検査業務基準書 平成24年改正告示対応版(編集・発行：一般財団法人 日本建築設備・昇降機センター)」には、以下の解説が記載されている。

巻上用チェーン及びスプロケットには著しい錆や腐食及び運行上支障のある傷がなく、給油状態は良好であり、ピンとブッシュ間の動きが潤滑に行われていることを確認する。チェーンには一方向に荷重が作用しているため、給油不良はピン及びブッシュの偏摩耗を助長する。

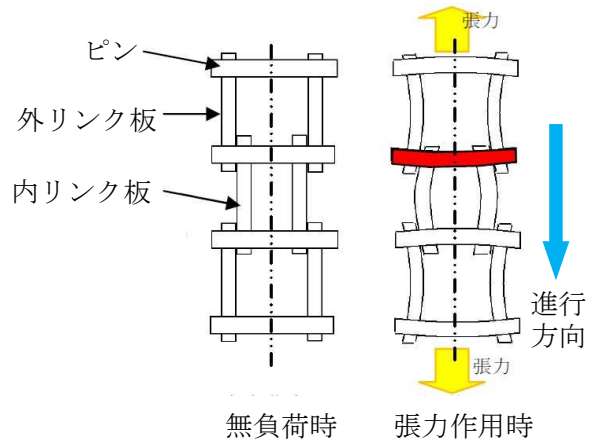
3 分析

3.1 コンベヤチェーンの破断について

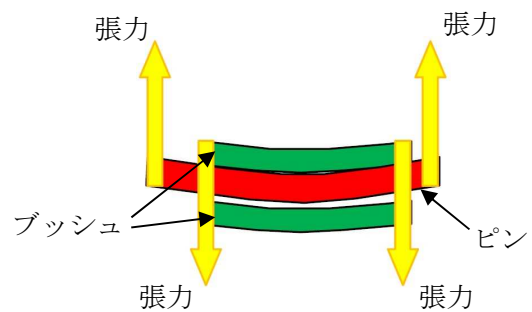
3.1.1 ピンの破断に至る過程

2.4.2 に示したコンベヤチェーンの観察結果及びピンに作用する張力を踏まえると、ピンは図8に示す過程で疲労破壊したものと推定される。

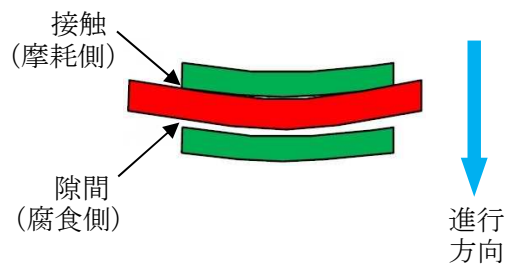
- ① コンベヤチェーンに張力が作用すると、各構成部品は右図のように変形する。(ローラー、ブッシュ等は省略。)



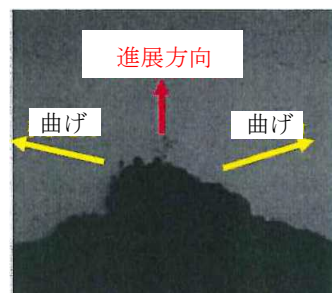
- ② ピンの両端は外リンク板により進行方向とは反対向きの力を受け、ブッシュは内リンク板により進行方向の力を受ける。



- ③ ピンとブッシュは進行方向の反対側で常に接触し、巻上装置等においてコンベヤチェーンが転回するごとに摺動して摩耗が進行する。一方、進行方向側は常に隙間が生じ、屋外環境で水等が浸入することにより、腐食(孔食)が進行する。(3.1.3 参照)



- ④ コンベヤチェーンが1周する間に張力が変化するため、ピンには繰り返しの曲げ応力が作用し、ピンの腐食側の孔食部が起点(切欠き)となり、ピンの中心部に向かって疲労破壊が始まる。



- ⑤ 運転を継続するにつれて、疲労破壊がさらに進展し、最終的に破断する。

図8 ピンの破断過程(推定)

3.1.2 ピンの破断から外リンク板等の落下に至る過程

2.4.2(2)に示したとおり、破断したピンの破面には錆が生じており、破断後、相当の時間が経過していたものと推定される。

このため、ピンが破断した後も、事故が発生するまでの間、しばらく運転が続けられていたと推定されるが、2.4.2に示したピン表面の摩耗と腐食領域の分布（写真18(a)、(b))及びブッシュ内面の摩耗の状態（図7）を踏まえると、ピン破断から外リンク板等の落下に至るまでの過程は、以下のものであったものと推定される。

(1) Tピン側

図9に示すように、ピンはブッシュの内部で斜めになった状態でほとんど回転しないまま運転されていた。

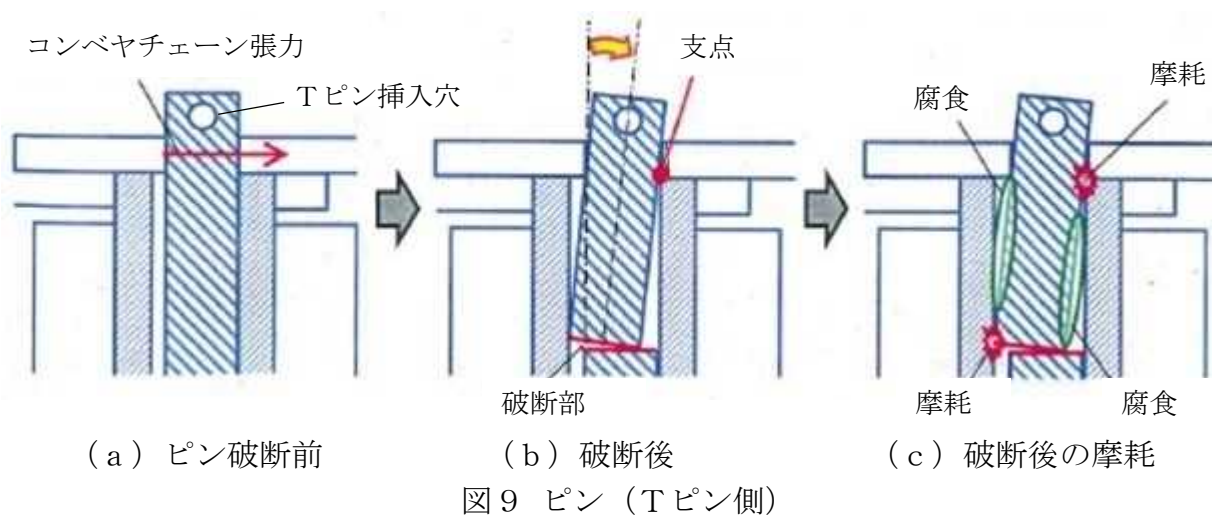


図9 ピン（Tピン側）

(2) ピン頭側

図10に示すように、ピンはブッシュの内部で外リンク板に作用する張力により外リンク板ごとわずかに傾いた状態で、ほとんど回転しないまま運転されていた。

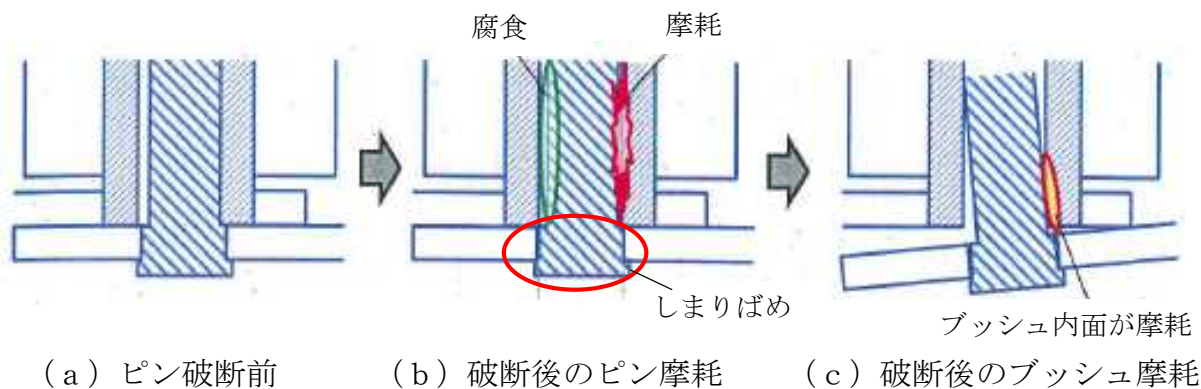


図10 ピン（頭側）

(3) 外リンク板の吊り具への接触

図10(c)の状態では運転を続けることにより、図11のように、①ブッシュの内面がさらに摩耗し、②ピンが傾き、③外リンク板が外側に広がった。

そして、④外側に広がった外リンク板が帰還側チェーンガイドの吊り具B、吊り具Cに接触しながら進み(写真25、写真26)、吊り具Dの入口で干渉してこれ以上進むことができず(写真27)、約90度に変形するとともに(写真3、写真10)、ピンBのTピンが破断した。

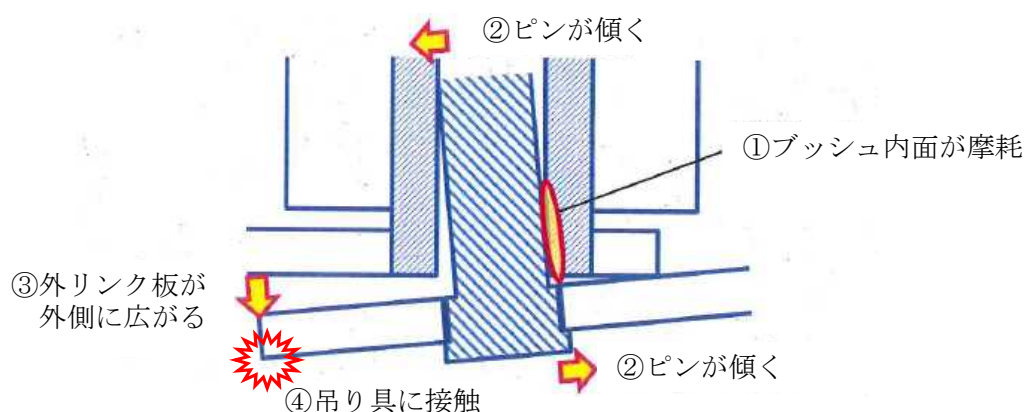


図11 外リンク板の広がり

(4) 外リンク板等の落下

ピンAの破断及びピンBのTピンの破断により、外リンク板が分離して落下した。

3.1.3 ピンの腐食(孔食)について

チェーン製造者によれば、ピンに孔食が発生し進展する原因として、屋外での使用(雨水の浸入)、給油の不足等が挙げられている。

事故機のコンベヤチェーンは屋外に設置されており、また、冬季休業期間(約2ヶ月間)には給油されず、循環もされていなかったことから、特にブッシュと接触していない領域において油分が不足していたものと考えられ、孔食が発生しやすい条件下にあったと推定される。

3.2 保守管理について

事故直近の定期検査においては、2.7.4(1)に示した指摘事項(要是正項目、要重点点検項目等)があったが、これらはいずれも本事故の原因とは直接関係しないものであった。

一方で、コンベヤチェーンの劣化及び損傷の状況については、指摘事項はなかったが、当時、少なくともピンの孔食は相当程度進展していたものと考えられる。

ただし、遊戯施設の定期検査告示において、チェーンの劣化及び損傷の状況に関する検査方法としては「目視により確認する」とのみ記載されており、リンクを分解して一定数のピンを抜き取り、錆、腐食等を確認する旨の記載はない。

3. 3 防護ネットについて

2.3.2 に示したとおり、本事故においては、帰還側チェーンガイド直下の藤棚に設置されていた防護ネットに落下した部品が弾んで被害者に当たったものである。防護ネットについては、カバーする範囲が広いほど落下物による事故のリスクを低減できることは当然であるが、事故機の周辺においても一定の措置は講じられていたと考えられる。

4 原因

本事故は、コースターの車両を上昇させるためのコンベヤチェーンが破断し、その一部である外リンク板が落下して、地上にいた被害者に当たったものである。

コンベヤチェーンが破断したのは、ピンが破断した状態のまま運転が継続されたことにより、外リンク板が外側に広がり、帰還側チェーンガイドの吊り具と衝突したためと推定される。

コンベヤチェーンのピンが破断したのは、その表面の腐食（孔食）部分に応力が集中し、そこが起点となり疲労破壊が進んだためと推定される。

コンベヤチェーンは屋外に設置されており、また冬季休業期間をはじめ、給油が十分になされていなかったため、ピンの表面に腐食（孔食）が発生しやすい状況にあったと推定されるが、定期検査や保守点検において、ピン等の腐食を含めてコンベヤチェーンの劣化・損傷の状況を適切に確認していれば、破断を未然に防止できたものと考えられる。

なお、遊戯施設の定期検査告示等において、巻上用チェーンの劣化及び損傷の状況に係る検査方法や判定基準が必ずしも明確でないことも、適切な確認がなされなかった要因として考えられる。

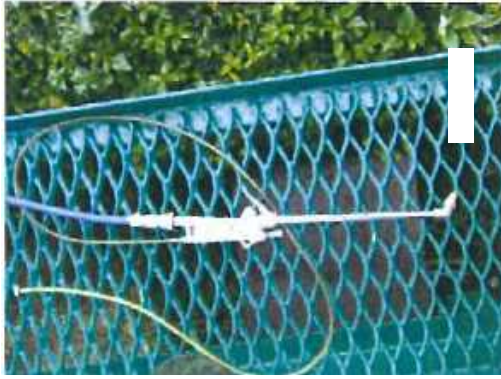
5 再発防止策

藤和那須リゾートは、再発防止策として、以下の措置を講じた。

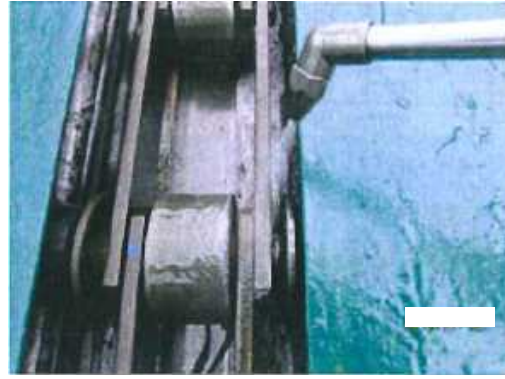
5. 1 コンベヤチェーンの保守・点検要領の見直し

5.1.1 給油要領の変更

従来は、写真32に示すオイルジョッキを用いて給油を実施していたが、この方法に加え、適宜、細部にまで油滴を吹き付けることができ、雨等の水分を除去する効果も期待できるエンジンクリーナー（写真34）を使用することとした。



(a) エンジンクリーナー



(b) 給油状況

写真34 エンジンクリーナーによる給油

給油の実施時期については、通常時には、1週間毎にオイルジョッキによる給油を実施し、1ヶ月毎又は降雨・降雪があった場合等にエンジンクリーナーによる給油を実施することとし、また、冬季休業期間においても、1週間毎にコンベヤチェーンを循環させ、エンジンクリーナーによる給油を実施することとした。

5.1.2 ピンの腐食・損傷検査及びコンベヤチェーン交換基準の変更

ピンの腐食・損傷については、1ヶ月毎にピン2本を外して腐食・損傷の有無を目視により確認するとともに、3ヶ月毎にピン全数について超音波探傷試験を実施することとした。

また、コンベヤチェーンの交換時期については、従来は「原則10年経過で交換。ただし点検で問題なければ延長可」とされていたが、「8年経過で無条件交換」することとした。

5.2 帰還側チェーンガイドの構造仕様の変更

本件では、コンベヤチェーンが帰還側チェーンガイド上において破断し、その一部が落下したが、帰還側チェーンガイドの断面形状を図12(b)のように破損部品が落下しないよう変更した。

なお、巻上側のチェーンガイドは従来よりガイド側面がコンベヤチェーンよりも高い断面形状であった。(図13)

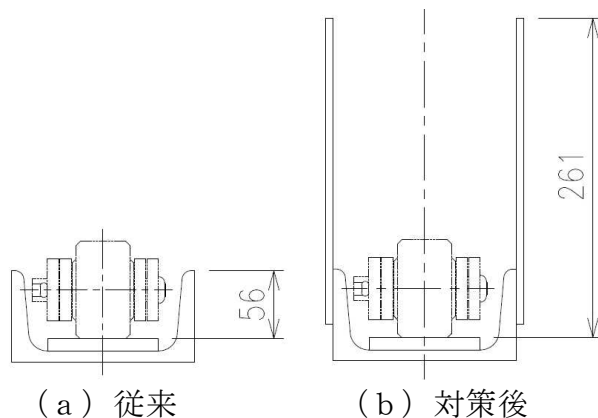


図12 帰還側チェーンガイドの断面形状

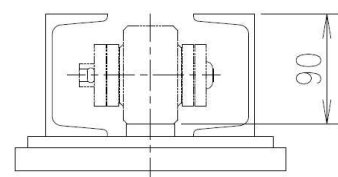


図13 巻上側チェーンガイドの断面形状

5. 3 防護ネット設置箇所追加

従来の防護ネットの設置箇所は図3のとおりであったが、事故後、コースターの引上部や人の通行が多い箇所（図14に濃い赤色で示す4箇所）に防護ネットを追加設置した。

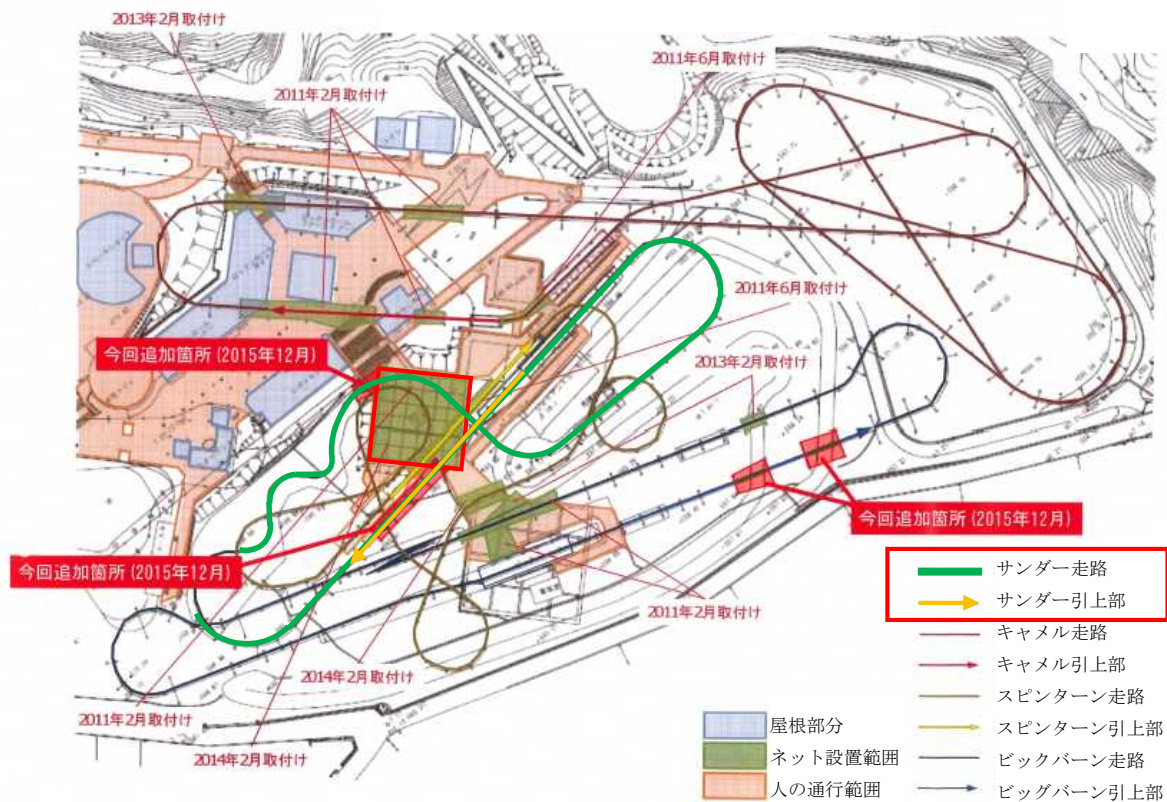


図14 防護ネットの追加設置

6 意見

国土交通省は、遊戯施設の定期検査告示等における巻上用チェーンの劣化及び損傷の状況に係る検査方法や判定基準の明確化について検討するとともに、コースター等の遊戯施設所有者に対し、巻上用チェーンの適切な保守点検の徹底を図るよう指導すること。