

山形県内ウォーターシュート・北海道内コースター
事故調査報告書

平成26年12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 向 殿 政 男

山形県内ウォーターシュート・北海道内コースター 事故調査報告書

事故Ⅰ

発 生 日 時：平成24年6月17日 11時ごろ
発 生 場 所：山形県上山市 リナワールド「急流すべり」

事故Ⅱ

発 生 日 時：平成24年6月27日 10時ごろ
発 生 場 所：北海道留寿都村
ルスツリゾート カントリーランド「ダイナコースター」

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

I	山形県内ウォーターシュート事故	.....	1
I-1	事故の概要	.....	1
I-1.1	事故の概要		
I-1.2	調査の概要		
I-2	事実情報	.....	1
I-2.1	遊園地に関する情報		
I-2.2	事故機に関する情報		
I-2.2.1	事故機の仕様等に関する情報		
I-2.2.2	事故機の定期検査に関する情報		
I-2.3	事故機の運転に関する情報		
I-2.3.1	事故機の運転方法に関する情報		
I-2.3.2	事故機の追突防止に関する情報		
I-2.4	調査で得られた情報		
I-2.4.1	事故の状況に関する情報		
I-2.4.2	光電センサーに関する情報		
I-2.4.3	タイヤに関する情報		
I-2.4.4	再現実験により得られた情報		
I-2.5	建築基準法の関連法令における現行の基準		
I-3	分析	.....	10
I-3.1	センサーの故障に関する分析		
I-3.2	電気系統の故障に関する分析		
I-3.3	センサーの誤作動に関する分析		
I-3.4	コンベアの故障に関する分析		
I-3.5	搬器のパンクに関する分析		
I-3.6	搬器の追突に関する分析		
I-4	原因	.....	12
I-5	再発防止対策	.....	13
I-5.1	追突防止機能の性能向上		
I-5.2	透明アクリル板の撤去		
I-5.3	タイヤの変更		

Ⅱ 北海道内コースター事故	.....	14
Ⅱ－1 事故の概要	.....	14
Ⅱ－1. 1 事故の概要		
Ⅱ－1. 2 調査の概要		
Ⅱ－2 事実情報	.....	14
Ⅱ－2. 1 遊園地に関する情報		
Ⅱ－2. 2 事故機に関する情報		
Ⅱ-2.2.1 事故機の仕様等に関する情報		
Ⅱ-2.2.2 事故機の定期検査に関する情報		
Ⅱ－2. 3 事故機の運転に関する情報		
Ⅱ-2.3.1 事故機の運転方法に関する情報		
Ⅱ-2.3.2 事故機の制動装置に関する情報		
Ⅱ-2.3.3 近接センサーに関する情報		
Ⅱ－2. 4 調査で得られた情報		
Ⅱ-2.4.1 ルスツリゾートからのヒアリングにより得られた情報		
Ⅱ-2.4.2 現地調査により得られた情報		
Ⅱ－3 分析	.....	21
Ⅱ－3. 1 第3ブレーキが開放されていたことに関する分析		
Ⅱ－3. 2 近接センサーLS8の故障に関する分析		
Ⅱ－3. 3 近接センサーLS9の故障に関する分析		
Ⅱ－3. 4 電気系統の異常に関する分析		
Ⅱ－3. 5 ブレーキ自体の故障に関する分析		
Ⅱ－3. 6 事故当時の事故車両の動作に関する分析		
Ⅱ－4 原因	.....	24
Ⅱ－5 再発防止対策	.....	24
Ⅱ－5. 1 近接センサーの二重化		
Ⅱ－5. 2 近接センサーの故障検出		
Ⅱ－5. 3 近接センサー取り付け方向の変更		
Ⅱ－5. 4 各近接センサーの交換		
Ⅲ 意見	.....	26

《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」

I 山形県内ウォーターシュート事故

I-1 事故の概要

I-1.1 事故の概要

発生日時：平成24年6月17日 11時ごろ

発生場所：山形県上山市 リナワールド「急流すべり」

概要：シュート部斜面手前にて停止していた搬器に後続搬器が接触し、2台が相次いでシュート部を降下した後、水路部分で減速した搬器に後続搬器が追突した。

追突した搬器に乗車の児童1名が下唇の出血、追突された搬器に乗車の被害者1名が頸椎捻挫の軽傷を負った。

I-1.2 調査の概要

平成24年6月19日：昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員、山形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

I-2 事実情報

I-2.1 遊園地に関する情報

所有者：株式会社リナワールド（以下「リナワールド」という。）

所在地：山形県上山市

I-2.2 事故機に関する情報

I-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 ウォーターシュート、固有名称 急流すべり

管理者：サノヤス・ライド株式会社（以下「サノヤス・ライド」という。）

製造者：サノヤス・ライド

走路全長：346m

最大勾配：30度

最高速度：36.14km/時

最高部高さ：約11m

全走行搬器数：8台

定 員：1台あたり4名

走行方式：走路の大半は水路となっており、搬器は水流により走行する。巻上げ部では搬器をベルトコンベアに乗せて上昇させる。また、搬器は4輪の走行車輪を有しており、下り斜面である緩斜面及びシュート部では走行車輪で自重により滑走する。

追突防止装置：第2コンベアの頂部及び第2コンベアからシュート部を降下した後の直線水路終端部に光電センサーが設置されており、搬器が直線水路終端部の通過をセンサーに感知されていない状態で、後続搬器が第2コンベア頂部のセンサーに感知された場合、第2コンベアが停止し後続搬器を停止させる構造となっている。

乗車制限：「シートベルトが装着できない場合は丁寧にお断りする」旨、運行マニュアルに記載あり

客席部分の構造：シートベルト、手すり

(2) 確認済証交付年月日：平成4年2月12日

(3) 検査済証交付年月日：平成4年4月23日

I-2.2.2 事故機の定期検査に関する情報

直近の定期検査実施日：平成24年3月14日

「ベルトコンベアゴムに劣化及び損傷あり」と報告

検査実施者：サノヤス・ライドの社員

I-2.3 事故機の運転に関する情報

I-2.3.1 事故機の運転方法に関する情報

プラットフォームを出発した搬器は、水路を走行し第1コンベアに至る。第1コンベアにて高さ約7mの地点まで引き上げられた後、水路を経て第2コンベアに至る。次に、第2コンベアにて高さ約11mの地点まで引き上げられた後、搬器は緩斜面に続いてシュート部を降下し、水路に着水することにより減速した後、水路を経てプラットフォームに戻る。次ページに本遊戯施設のレイアウトを示す。(図I-1)

I-2.3.2 事故機の追突防止に関する情報

本ウォーターシュートは、複数台の搬器が走行するので、追突を防止する装置が設けられており、光電センサーによる搬器の通過確認により各搬器の間隔を判断し、追突のおそれのある状況が発生した際は、コンベアが停止することにより搬器の進行がコンベア上で止まる構造となっている。

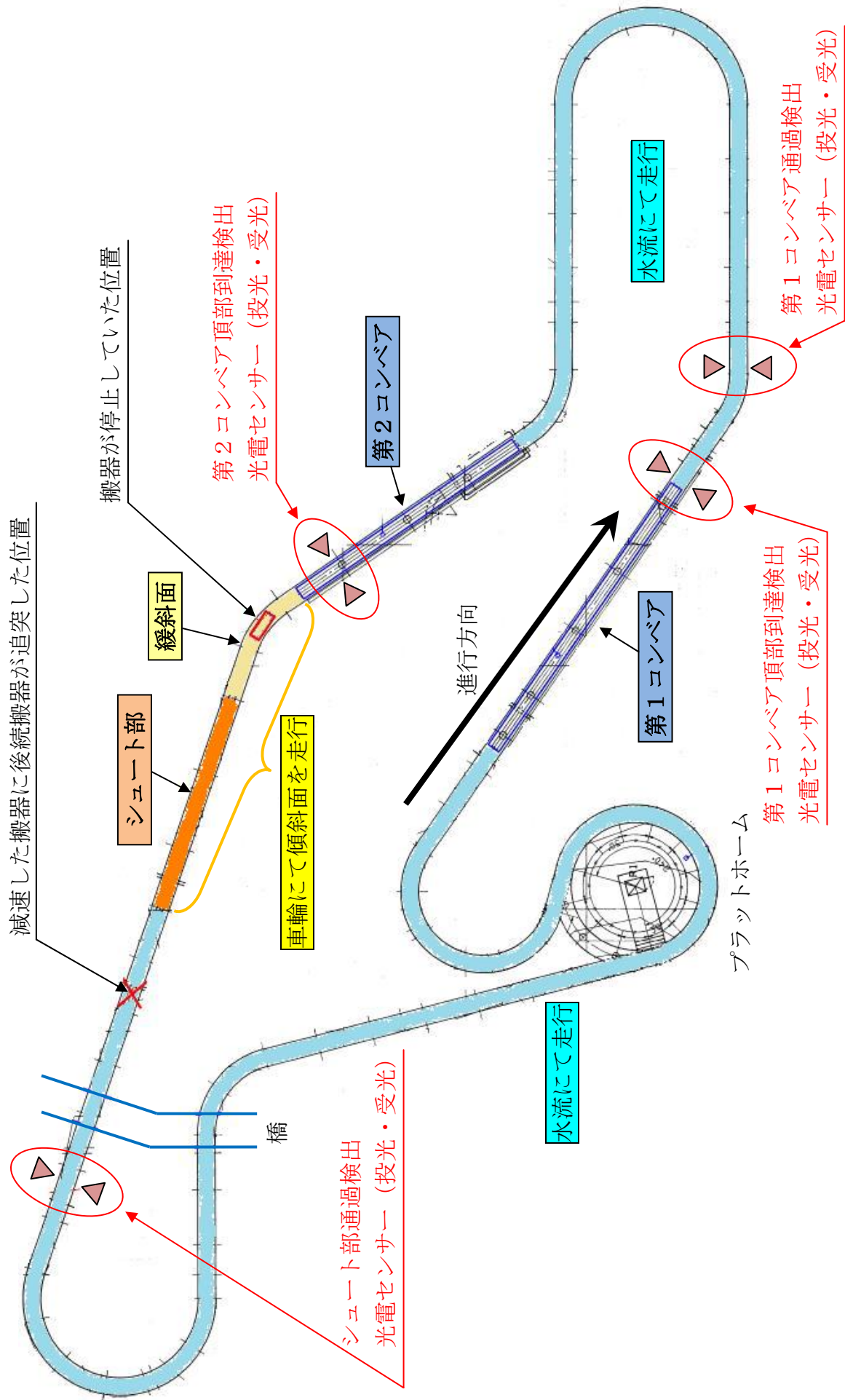


図 I-1. コースレイアウト

<第1コンベア>

① 通常運転時

第1コンベアは動作し続けており、搬器はベルトに乗り第1コンベアの頂部まで引き上げられる。

② 追突のおそれがある時

第1コンベア頂部到達検出センサーが搬器を感知した後、約18秒以内に第1コンベア通過検出センサーが搬器を感知できない場合、第1コンベアは後続搬器を乗せた状態であるか否かにかかわらず停止する。その後、第1コンベア通過検出センサーが搬器の通過を感知すると、第1コンベアの動作が再開し、第1コンベア上で停止していた後続搬器は引き続き頂部まで引き上げられる。

<第2コンベア>

① 通常運転時

第2コンベアは動作し続けており、搬器はベルトに乗り第2コンベアの頂部まで引き上げられる。

② 追突のおそれがある時

第2コンベア頂部到達検出センサーが搬器を感知した際に、先行搬器がシュート部通過検出センサーに感知されていない場合、第2コンベアは停止し搬器もその位置で停止する。その後、シュート部通過検出センサーが先行搬器を感知することにより、第2コンベアの動作が再開し、第2コンベア上で停止していた搬器はシュート部に進入する。

I-2.4 調査で得られた情報

I-2.4.1 事故の状況に関する情報

① 被害者の乗車状況

前の搬器には、前席に被害者の配偶者と子供、後席に被害者が乗車、後ろの搬器には、被害児童が1名で乗車していた。

② 事故機の動作状況

前の搬器が第2コンベアの頂部を通過し、シュート部手前の緩斜面の左カーブで停止していた。搬器がシュート部通過検出センサーの位置に達していないため、本来であればコンベアが停止すべきところ、停止せずに動作し続けたため、後ろの搬器は第2コンベアの頂部を超えて緩斜面を下り、前の搬器に達した後、それを押しながら走行を続けた。その後、シュート部で2台の搬器が離れて相次いで降下し、前の搬器が水路に入り減速したところに後ろの搬器が追突した。

③ 事故機車体の状況

前の搬器は左右の後輪タイヤの空気が抜けていた。

I-2.4.2 光電センサーに関する情報

① 設置状況

本ウォーターシュートは前述のレイアウト図（図 I-1）のように、4箇所で光電センサーによる搬器の検出を行っている。投光器と受光器が走路の両側から横方向に光軸を通す形で設置されている。このうち、シュート部後の直線水路終端部にあるシュート部通過検出センサーに関しては、投光器と受光器の間に透明なアクリル板があるが、くもりが見受けられる。また、光電センサーの周囲には草木が生い茂っており、昆虫、鳥等の飛来も十分に予想される状況にあった。（写真 I-1～写真 I-5）

光電センサーの仕様は、検出距離：10 m、検出物体：直径24 mm以上の不透明体、応答時間：25 ms以下となっている。



写真 I-1. 第2コンベア頂部到達検出センサー①

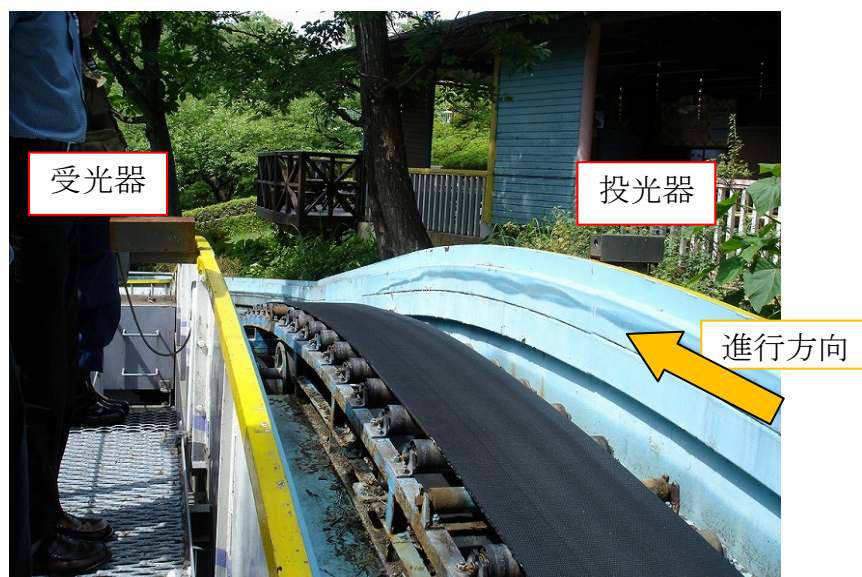


写真 I-2. 第2コンベア頂部到達検出センサー②

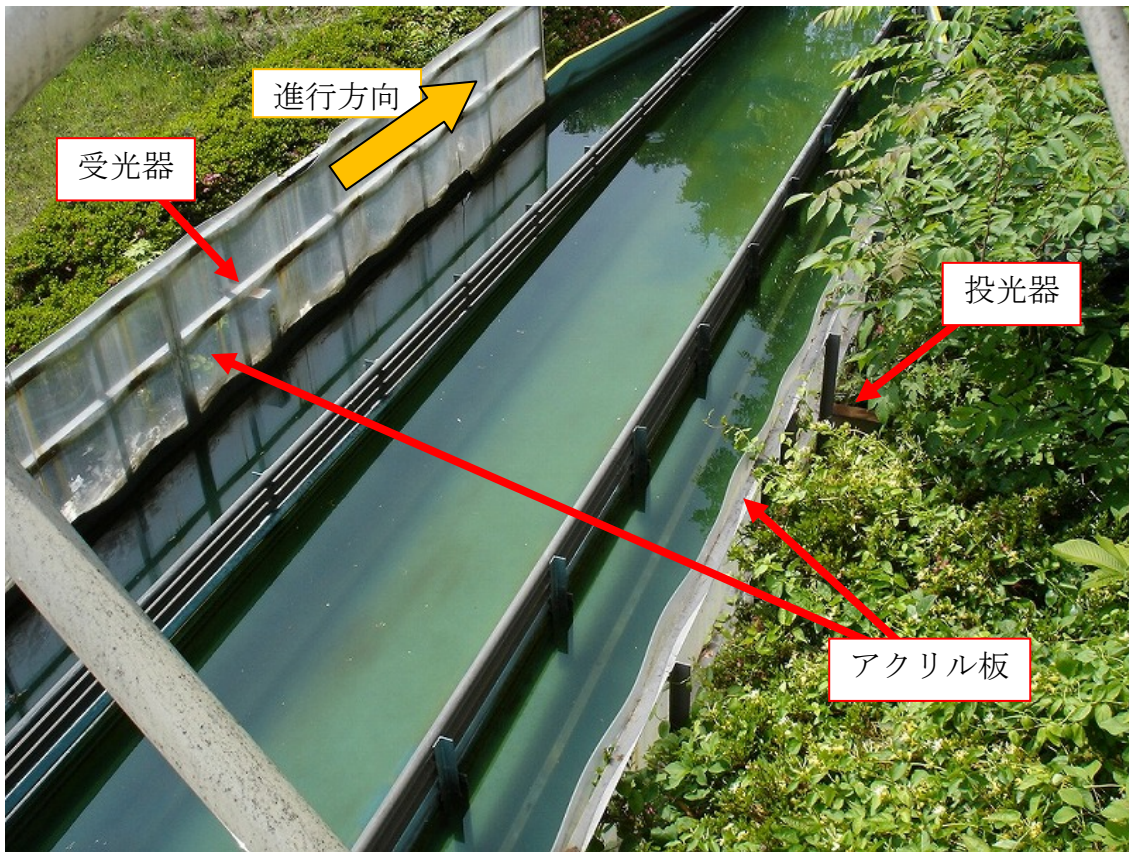


写真 I - 3. シュート部通過検出センサー



写真 I - 4. シュート部通過検出
センサー (受光器)



写真 I - 5. シュート部通過検出
センサー (投光器)

- ② 光電センサーから制御装置に至るシステム全体としての動作状況
第2コンベア頂部到達検出センサー及びシュート部通過検出センサーについて、投光、遮光を数回繰り返し、異常のないことを確認した。また、センサーから制御装置までの間についても、各機器が問題なく動作していることを確認した。
- ③ 発生前の点検の状況
サノヤス・ライドが、3ヶ月に1回の点検により、正常に動作することを確認している。

I-2.4.3 タイヤに関する情報

① 事故後の状況

事故後、サノヤス・ライドの現地調査等により、把握されている事実は次のとおりである。

- ・ 事故時に追突された搬器の後輪タイヤの1つは明らかなパンク状態であった。
- ・ もう一方の後輪タイヤについても、それを搬器から取り外して空気を入れ、散水による空気漏れの確認を行ったところ、チューブバルブのホイール付け根部分より、空気漏れによる気泡が多数発生していた。バルブ（虫ゴム）からの空気漏れはなかった。また、目視により確認を行ったところ、タイヤ表面には、細かい割れが多数発生していた。
- ・ タイヤをパンクさせる原因となり得るものがないか、走路上の確認を行ったところ、異常は認められなかった。

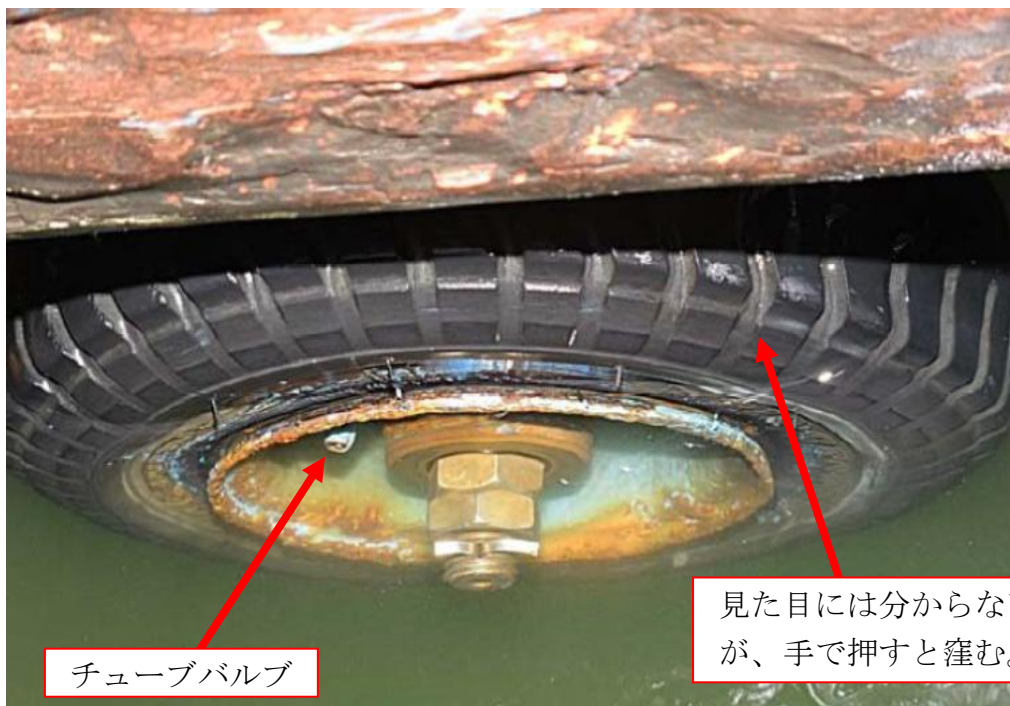


写真 I - 6. 空気が抜けたタイヤを目視した状態

② タイヤメーカーの見解

後日、タイヤメーカーに調査を依頼したところ、本タイヤは製造後16年が経過し、経年劣化が進み部分的に大きなクラックが発生しているとの見解を得たとのことである。

③ 発生前の点検の状況

リナワールドによると、始業点検、毎月点検の状況は、次のとおりである。

- ・ 始業点検時に水路を満水にして搬器を浮かべ目視で確認することになっている。(写真I-6)
- ・ 1ヶ月点検ではコンベアに乗せ、タイヤを押して確認することになっている。(直近は5月30日、空気圧に異常なし)
- ・ 3月14日の定期検査時には、空気圧を測定した。(基準空気圧200kPa、異常なし。)

I-2.4.4 再現実験により得られた情報

サノヤス・ライドによると、関係機関による再現実験の結果は、次のとおりである。

- ① 事故機により3回の再現実験を、事故時と同じ配置により行った。事故時と同様に、前の搬器は第2コンベア頂部を過ぎた後、緩斜面となっている左カーブで停止した。(写真I-6、写真I-7)



写真I-7. 緩斜面にて停止している搬器



写真 I - 8. 先行搬器の後輪タイヤ

- ② 前の搬器が第2コンベア頂部を過ぎた緩斜面にて停止している状態で、後ろの搬器が第2コンベア頂部の光電センサー位置に達したところ、第2コンベアが停止し後ろの搬器は第2コンベアの頂部で停止した。
- ③ ②の状態にて、シュート部通過検出センサーに手をかざしたところ、第2コンベアが動き出し、後ろの搬器は停止している前の搬器に接触し、その後2台がシュート部を1台弱の間隔で降下し、着水後追突した。

I - 2. 5 建築基準法の関係法令における現行の基準

建築基準法の関係法令における遊戯施設の追突防止に関する規定は以下のとおりである。

建築基準法施行令第144条 遊戯施設（抜粋）

第138条第2項第二号又は第三号に掲げる遊戯施設に関する法第88条第1項において読み替えて準用する法第20条の政令で定める技術的基準は、次のとおりとする。

一～三（略）

四 動力が切れた場合、駆動装置に故障が生じた場合その他客席に居る人が危害を受けるおそれのある事故が発生し、又は発生するおそれのある場合に自動的に作動する非常止め装置を設けること。

五 前号の非常止め装置の構造は、自動的に作動し、かつ、当該客席部分以外の遊戯施設の部分に衝突することなく制止できるものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものとする。

六、七（略）

2（略）

平成12年建設省告示第1427号
遊戯施設の非常止め装置の構造方法を定める件（抜粋）

建築基準法施行令第144条第1項第五号の規定に基づき、遊戯施設の非常止め装置の構造方法を次のように定める。

遊戯施設の非常止め装置の構造方法は、平成12年建設省告示第1419号の別表第1（以下「別表第1」という。）の遊戯施設の種類の欄各項に掲げる区分に応じ、定常走行速度及び勾配がそれぞれ同表の定常走行速度の欄及び勾配の欄各項に掲げる数値以下の遊戯施設及び同告示の別表第2の遊戯施設の種類の欄各項に掲げる区分に応じ、定常円周速度及び傾斜角度がそれぞれ同表の定常円周速度の欄及び傾斜角度の欄各項に掲げる数値以下の遊戯施設（別表第1（四）項に掲げる遊戯施設その他動力の切断、駆動装置の故障等により客席にいる人が危害を受けるおそれのある事故が発生し、又は発生するおそれのない遊戯施設を除く。）について、次に定めるものとする。

一～三（略）

四 1の軌道上に2以上の客席部分（複数の客席部分が連結されて走行するものにあつては、これを1の客席部分とみなす。）が同時に走行する遊戯施設にあつては、追突を防止する装置を設けること。

「遊戯施設技術基準の解説」（発行：一般財団法人日本建築設備・昇降機センター）においては、上記の告示内容に関して次のように解説している。

第四号

同一の軌道内を複数の乗物（複数の乗物を連結して1編成としている場合はこれを1つの乗物と見なす）が走行する遊戯施設（コースター、マッドマウス、ウォーターシューター等）では、乗客の安全を確保するため、確実に追突を防止する装置を設けなければならないことを規定している。

I-3 分析

本事故は、搬器の追突を防止するための装置が正常に機能しなかったために、パンクし停止していた搬器に後続搬器が追突したものである。このような観点から、本事象の発生要因について次のとおり分析する。

I-3.1 センサーの故障に関する分析

現地確認において、光電センサーが正しく動作し、コンベアの動きを制御できていたことから、本事故は光電センサーの故障により生じたものではないものと考えられる。

I-3.2 電気系統の故障に関する分析

現地確認において、光電センサーが搬器の通過を感知し、コンベアも正常に動作できていたことから、電気系統全体に関して問題はなかったものと考えられる。

I-3.3 センサーの誤作動に関する分析

追突防止の構造が正常に働かなかったことについては、制御装置が、

- ① 前の搬器がシュート部に進入したことを検出できていなかった。
 - ② 前の搬器がシュート部を通過したことを検出していた。
 - ③ 後ろの搬器が第2コンベア頂部に達したことを検出できていなかった。
- のいずれか又はその組み合わせの状態となっていたことが想定される。

異常状態①及び③に関しては、第2コンベア頂部到達センサーが遮光された状態を感知できなかったもの、また、異常状態②に関しては、シュート部通過検出センサーが搬器以外のものを感知してしまったものと考えられる。

ここで、I-2.4.2 ②及びI-2.4.4の結果から、光電センサーの機能自体には問題がなかったことが認められることから、第2コンベア頂部到達センサーが搬器により遮光されているにもかかわらず、感知できなかったという可能性は低いものと認められる。

このことから、異常状態②が発生した可能性が高いものと考えられる。この場合、搬器がシュート部の終端まで達していないにもかかわらず、シュート部通過センサーが他の物体を感知した、あるいは、センサーの故障により何も感知していないにもかかわらず感知したものとして出力を発したことが考えられるが、前述のとおり、光電センサーの機能自体には問題がなかったと認められることから、シュート部通過検出センサーが搬器以外の物体を感知した可能性が高いと考えるのが妥当である。

シュート部通過検出センサーが設置されている環境は、I-2.4.2に示したとおり、検出物体：直径24mmという感知精度を考慮すると、草、昆虫又は鳥等を感知する可能性も十分にある。

I-3.4 コンベアの故障に関する分析

コンベアの駆動に用いられている駆動装置に関しては、現地確認の結果から正常に動作していたものであると考えられる。また、駆動装置の回転動作に対し、ベルトが滑る等の不具合が生じていたとすると、その上に乗せられた搬器は進行方向とは反対方向に動くことになるので、本事故の状況とは異なるため、滑り等の問題も認められない。

I-3.5 搬器のパンクに関する分析

I-2.4.3に示したとおり、事故時に第2コンベアの頂部を過ぎた直後の緩斜面で停止していた搬器は、左右の後輪タイヤの空気が抜けていた。空気が抜けていたことにより、走行しにくくなり緩斜面で停止していたものと考えられる。このことはI-2.4.4に示した再現実験でも確認されている。

タイヤメーカーの見解からもパンクは経年劣化によるものであり、以前からいつパンクしてもおかしくない状況であったものと考えられる。また、始業前にタイヤを目視で点検することとなっていたが、水路に浮かべた状態では空気が抜けている状況を確認することは困難であり、これを見過ごしていた可能性が考えられる。

I-3.6 搬器の追突に関する分析

シュート部手前の緩斜面で接触した2台の搬器は、斜面の傾斜角度がそのままの場合は接触したまま斜面を下るものと考えられるが、本事故においては、緩斜面からシュート部に移行した時点で2台の搬器が離れ相次いでシュート部を下ったことにより、前の搬器が水面に達して減速したところに後ろの搬器が追突したものであると考えられる。

I-4 原因

本事故は、前の搬器が第2コンベアの頂部を通過した緩斜面の左カーブで停止していたところに、後ろの搬器が頂部で停止することなく下ってきて前の搬器を押し出し、2台の搬器が相次いで斜面を滑走した後、前の搬器が水路に入り減速したところに後ろの搬器が追突したために、両搬器の乗客がそれぞれ軽傷を負ったものと認められる。

前の搬器が第2コンベアの頂部を通過した緩斜面で停止していたのは、当該搬器の左右の後輪タイヤの空気が抜けていたためであると認められる。

当該搬器のタイヤの空気が抜けた状態であったのは、経年劣化によるものであり、また、始業点検にて行う目視確認では、空気が抜けていた状態を確認できていなかったことによるものと推定される。

後ろの搬器が、シュート部での追突防止機能により第2コンベアの頂部で停止することなく、緩斜面で停止していた搬器に接触したのは、前の搬器が第2コンベア頂部を通過した後に、シュート部通過検出センサーが何らかの物体を感知したことにより、前の搬器がシュート部を通過したものと制御装置が判断していたことによるものと考えられる。

シュート部通過センサーが搬器以外の物体を感知したのは、草、昆虫又は鳥等が光軸を遮った、もしくはアクリル板の経年劣化により光束透過が妨げられた可能性があると考えられる。

I-5 再発防止対策

I-5.1 追突防止機能の性能向上

I-3.1にて示したように、第2コンベア頂上到達検出センサー及びシュート部通過検出センサーはともに光電センサーが故障することにより搬器の追突事故が起りえる。シュート部通過検出センサーに至っては、鳥のような一過性の物体を感知するだけでも追突事故が起りえる。このことを踏まえ、リナワールドは次のような追突防止機能の性能向上を行った。

表 I-1. 追突防止機能の性能向上内容

		改善前	改善後	効果
光電センサーの二重化	頂上センサー	1組の投受光器を使用	上下に2組の投受光器を配置し、いずれかのセンサーが遮光することにより、搬器を感知	シュート部への侵入をより確実に検出
	シュート部センサー	1組の投受光器を使用	500mm離れた位置に2組の投受光器を配置し、同時遮光で搬器を感知	草、昆虫又は鳥等による誤検出を防止
搬器の検出条件の変更		光電センサーが一瞬でも遮光すると、搬器の通過として認識	<ul style="list-style-type: none"> 一定時間の感知信号をもって搬器と認識するように変更 長時間の感知信号は、センサーの故障と判断し、第2コンベアを停止するよう変更 	<ul style="list-style-type: none"> 草、昆虫又は鳥等による誤検出防止 故障検出による停止機能追加により、安全性向上
搬器の走行異常の検出		頂上センサーによる搬器感知後、シュート部センサーによる搬器感知がない状態で、後続搬器が頂上センサーに感知された場合にのみ第2コンベアを停止	頂上センサーの搬器感知から、一定時間内にシュート部センサーの搬器感知がない場合、後続搬器の有無にかかわらず、第2コンベアを停止する機能を追加	走行状態の監視機能追加により、安全性向上

※ 上表では、「第2コンベア頂上到達検出センサー」を「頂上センサー」、「シュート部通過検出センサー」を「シュート部センサー」と表記

I-5.2 透明アクリル板の撤去

シュート部通過検出センサーの前に設置されていた透明アクリル板に関しては、経年劣化による光束透過の妨げを考慮し撤去された。

I-5.3 タイヤの変更

使用しているタイヤが経年劣化により空気が漏れ、搬器が走路上で停止したものと考えられることから、リナワールドは使用するタイヤを空気の入っていないソリッドタイヤに変更した。

Ⅱ 北海道内コースター事故

Ⅱ－１ 事故の概要

Ⅱ－１．１ 事故の概要

発生日時：平成24年6月27日 10時ごろ

発生場所：北海道留寿都村

ルスツリゾート カントリーランド「ダイナコースター」

概要：4名乗車の走行中の車両が減速せずそのままプラットホームに進入した。進入した車両は、プラットホームで空車として停車中の車両に追突し、さらに、その車両が出発準備中の4名が乗車している車両に追突した。

追突した車両に乗車の児童2名が打撲の軽傷、追突された車両に乗車の児童2名が打撲の軽傷、教員1名が腰の痛みを訴えた。

Ⅱ－１．２ 調査の概要

平成24年6月29日：昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び北海道庁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

Ⅱ－２ 事実情報

Ⅱ－２．１ 遊園地に関する情報

所有者：加森観光株式会社

所在地：北海道留寿都村

Ⅱ－２．２ 事故機に関する情報

Ⅱ-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 マッドマウス、固有名称 ダイナコースター

管理者：ルスツリゾートカントリーランド(以下「ルスツリゾート」という。)

製造者：佐伯工業株式会社(以下「佐伯工業」という。)

走路全長：175.6m

最大勾配：24度

最高速度：35km/時

最高部高さ：6.3m

車 両：1両編成×3台

定 員：1台あたり4名

走行方式：チェーンリフト方式の巻上げ装置により施設頂上部まで引き上げた後、走路を走行する。

巻上機動力：7.5kW

制動装置：走路途中の3ヶ所ならびにプラットホームにブレーキが配置されている。制動方法は、車両下部中央に設置されたブレーキフィンに、走路上に設けられた制動装置のシューを圧縮空気により作用させて制動するもの。

乗車制限：「座席の安全装置内に適切に着席できない人、及び安全装置を完全に保持させることができない人、高血圧、心臓病、妊婦、酒気帯びの人、頸椎等に医療的問題のある人の利用禁止。身長1.1m以下は18歳以上の同伴者が必要。」である旨、運行管理規程に記載あり

客席部分の構造：シートベルト、手すり

(2) 確認済証交付年月日：平成15年3月27日

(3) 検査済証交付年月日：平成15年4月24日

※ 事故機は北海道内別遊園施設から移設したものであり、最初の設置における検査済証は平成11年5月24日に交付されている。

II-2.2.2 事故機の定期検査に関する情報

直近の定期検査実施日：平成24年5月16日（指摘事項なし）

検査実施者：ルスツリゾートアトラクション部所属の社員

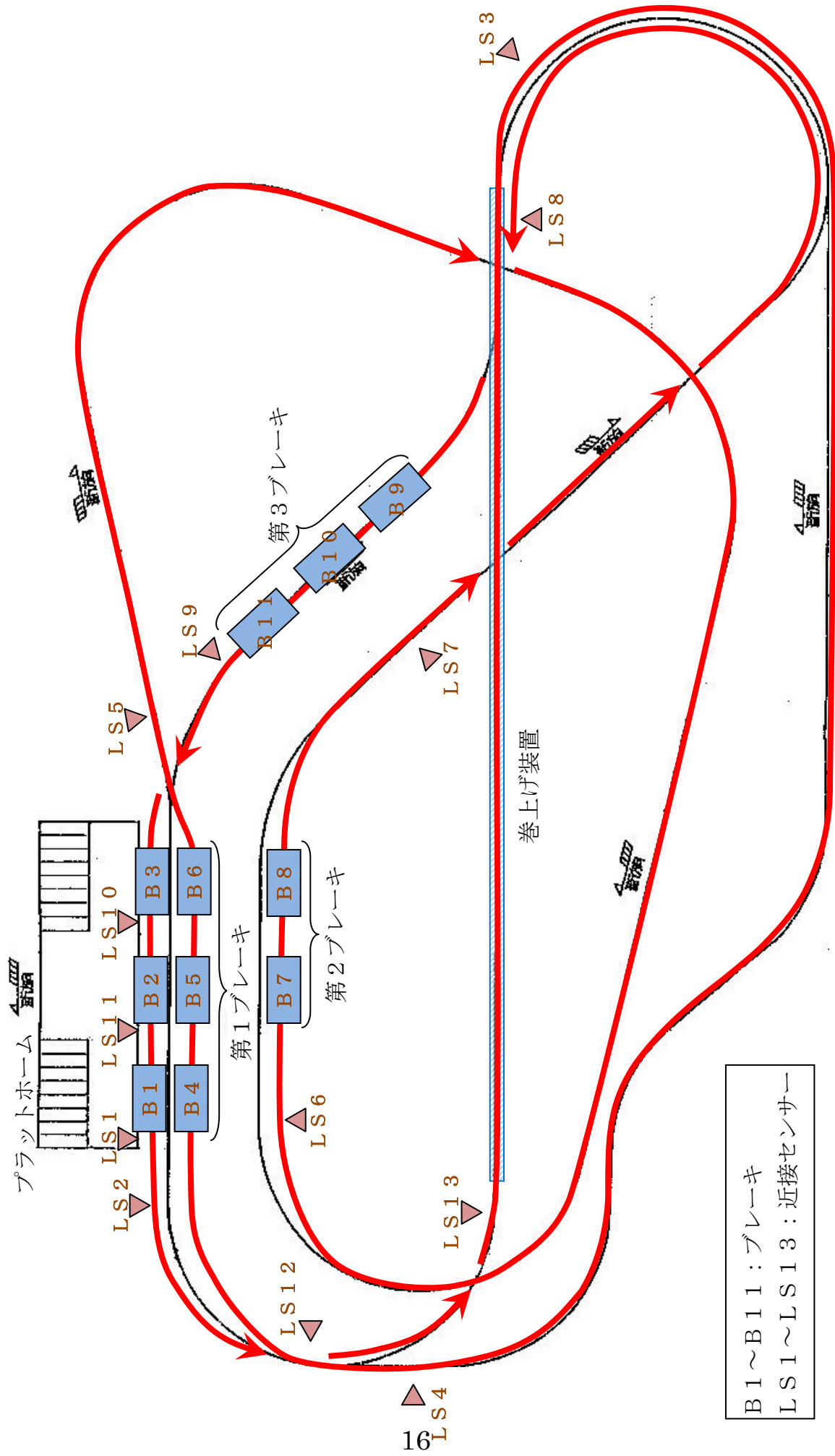
II-2.3 事故機の運転に関する情報

II-2.3.1 事故機の運転方法に関する情報

車両は、操作盤の発進ボタンによりプラットホームのブレーキが開放され走行を開始する。走行開始後、巻上げ装置により最高点まで達した後、走路の落差を利用して自走し、プラットホーム手前約4mの位置に配置されたブレーキにより一旦停止した後、低速でプラットホームに到着して停止用ブレーキにより停止する。

II-2.3.2 事故機の制動装置に関する情報

以下に本コースター走路上に設置されているブレーキ及び車両通過確認用の近接センサーの配置を示す。（図II-1）



B1～B11：ブレーキ
 LS1～LS13：近接センサー

図II-1. コースター形状ならびにブレーキおよび近接センサーの配置

基本的な、各ブレーキ及び近接センサーの動作内容は次のようになる。

- ① プラットホームでは、ブレーキB 1～B 3により3両の車両が停止可能である。また、それぞれのブレーキの位置には車両確認用の近接センサーLS 1、LS 1 1、LS 1 0が配置されている。
- ② 走路上には8個のブレーキが配置されている。また、車両通過確認用の近接センサーが10個配置されている。
- ③ 走路上の8個のブレーキは、第1ブレーキ群に3つ、第2ブレーキ群に2つ及び第3ブレーキ群に3つと分けられて配置されている。各ブレーキ群の前後には近接センサーが設けられ、車両の通過を感知することにより、各ブレーキを開放状態又は作動状態とするための制御が行われる。これらのブレーキは前方の区間に前方の車両がいる場合の追突防止のためのものとなっている。(各ブレーキの詳細動作は表Ⅱ-1参照)
- ④ プラットホーム手前約4mの位置に、第3ブレーキ(B 9～B 1 1)があり、車両はこのブレーキで一旦停止した後、緩斜面を低速でプラットホームに進入する。
- ⑤ 通常、第3ブレーキは作動しブレーキが効く状態であり、ブレーキB 9の手前約7.6mの近接センサーLS 8が車両の通過を感知した5秒後にブレーキが開放される制御となっている。なお、プラットホーム最後部のLS 1 0が車両を感知している場合は、第3ブレーキは開放されない。
- ⑥ 第3ブレーキが開放され、車両が近接センサーLS 9を通過することにより、第3ブレーキは再び作動しブレーキが効く状態となる。

表Ⅱ-1. 各ブレーキの開閉動作詳細

第1ブレーキ	通常時の動作	① 車両が近接センサーLS 4を通過すると、第1ブレーキ(B 4～B 6)が開放される。 ② 車両が第1ブレーキを通過する。 ③ 車両が近接センサーLS 5を通過すると、第1ブレーキが作動しブレーキが効く状態となる。
	車間距離確保のための動作	前方車両が近接センサーLS 5と近接センサーLS 9の間にある場合は、第1ブレーキは開放されない。
第2ブレーキ	通常時の動作	① 車両が近接センサーLS 6を通過すると、第2ブレーキ(B 7、B 8)が開放される。 ② 車両が第2ブレーキを通過する。 ③ 車両が近接センサーLS 7を通過すると、第2ブレーキが作動しブレーキが効く状態となる。

第2ブレーキ	車間距離確保のための動作	前方車両が近接センサーL S 8通過時に近接センサーL S 1 0がさらに前方の車両を感知した場合は、第2ブレーキは開放されない。 その後、L S 1 0の車両感知が解消された場合、第2ブレーキは開放される。
第3ブレーキ	通常時の動作	① 車両がL S 8を通過すると、タイマーが作動する。 ② 車両は第3ブレーキ（B 9～B 1 1）にて停止する。 ③ ①から5秒経過後、第3ブレーキが開放される。 ④ 車両は低速でプラットホームへ進む。 ⑤ 車両がL S 9を通過すると、第3ブレーキが作動しブレーキが効く状態となる。
	車間距離確保のための動作	車両がL S 8通過時にL S 1 0が前方車両を感知している場合は、第3ブレーキは開放されない。 その後、L S 1 0の車両感知が解消された場合、第3ブレーキは開放される。

II-2.3.3 近接センサーに関する情報

- ① 本コースターで用いられている近接センサーは、磁界を発生するコイルに金属体が近づくと金属体に誘導電流が流れる特性を利用して、その誘導電流により生ずるコイルの負荷抵抗の変化を検出することにより、金属体を感知するいわゆる電磁誘導形と呼ばれるタイプのものがあった。
- ② 走路上の近接センサーは、車両底部中央に取り付けられたブレーキフィンを検知して動作する。（写真II-1）



L S 9に取り付けられていたドイツ製のもの。
矢印部分で車体底部中央のブレーキフィンを検知する。

写真II-1. 近接センサー（走路上）

- ③ プラットホーム上の近接センサーは、車両下部を横から感知して動作する。(写真Ⅱ-2)



写真Ⅱ-2. 近接センサー (プラットフォーム)

- ④ ルスツリゾートによると、近接センサーを交換するのは動作に異常が認められた時であり、これまでに近接センサー13個のうち7個を故障で交換している。また、センサーの寿命については、指定されておらず、特に寿命はないものと考えている。また、このセンサーはドイツ製であり、便宜上、国内メーカー製の同等品を代替部品としている。
- ⑤ 佐伯工業によると、メーカーによる本近接センサーの寿命データはないが、一般的なセンサーと同様の取り扱いにより、自社で保守する場合は5年で交換している。8年を過ぎると責任が持てない旨所有者に伝えている、とのことであった。

Ⅱ-2. 4 調査で得られた情報

Ⅱ-2.4.1 ルスツリゾートからのヒアリングにより得られた情報

- ① 始業点検時の試運転では異常は見られなかった。
- ② 事故前に、5回走行させたが異常は無かった。
- ③ 事故後、ルスツリゾートが確認を行った結果、制御装置のLS8入力が入ったままであった。近接センサーLS8を物理的に感知させたままの状態にしたところ、プラットフォーム最後部位置に車両がない(近接センサーLS10が何も感知していない)場合、第3ブレーキが開放状態のままとなることを確認した。

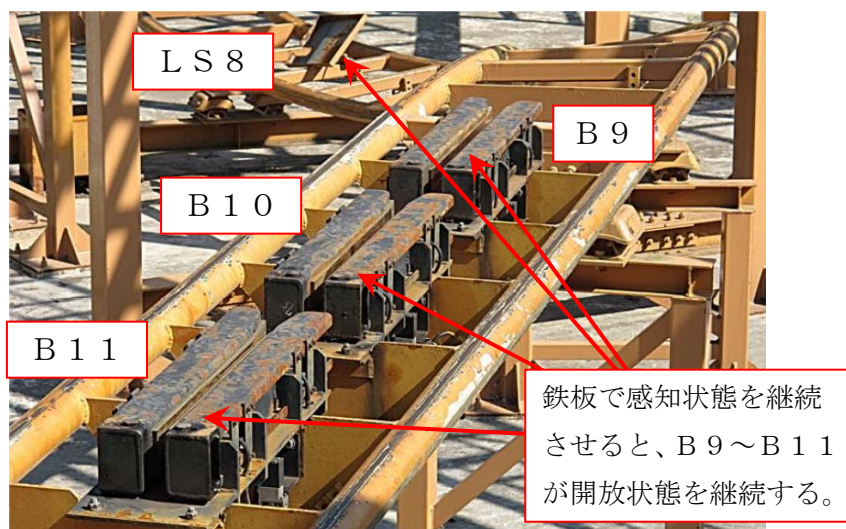
II-2.4.2 現地調査により得られた情報

- ① 故障が疑われる近接センサーLS8（ドイツ製、設置から13年経過）は警察により取り外されており、新しい近接センサーが取り付けられていた。（国内メーカー製、写真II-3）この状態で近接センサーLS10が前方車両を感知している場合は第3ブレーキが開放されないこと、LS10が前方車両を感知していない場合は走行車両がLS8を通過後一旦第3ブレーキで停止しその後低速でプラットホームに進入すること、その際近接センサーLS9通過により第3ブレーキが作動することを確認した。なお、交換前のセンサーの感知距離は不明であるが、交換後の国内メーカー製センサーについては、 $30\text{mm} \pm 3\text{mm}$ であった。



写真II-3. 近接センサー（プラットホーム）

- ② プラットホーム最後部位置に車両がない状態（LS10が何も感知していない状態）で、LS8を物理的に感知させた状態すると、約5秒後に第3ブレーキが開放され、以後開放状態のままとなることを確認した。（写真II-4）



写真II-4. 再現実験の様子

- ③ コースターの追突防止の制動装置動作の確認として、第3ブレーキに前方車両が停止している場合、第1ブレーキで走行車両が停止すること、また、第1ブレーキに停止車両がある場合は、プラットホームからの発車ができないことを確認した。

II-3 分析

事故機のコースは、走行車両が第3ブレーキで一旦停止し、その後、第3ブレーキを開放し低速でプラットホームに進入することを前提としてプラットホーム侵入時のブレーキを設置している。このため、第3ブレーキで停止しないと、プラットホームに設けられたブレーキでは制動しきれず、前の車両に追突する状況が発生するものと考えられる。

一方、第3ブレーキが正常であり第3ブレーキにて一旦停止後低速でプラットホームに進入する際に、プラットホームに設けたブレーキが故障等により正常に作動しない場合にも前方の車両に追突する可能性も考えられるが、この場合は速度も低く、本事故のように、「減速せずそのままプラットホームに進入し、停車中の車両に追突、その車両がさらに前方の車両に追突」するような事象とは異なるものであると考えられる。また、現地調査において、車両がプラットホームのブレーキにより停止することが確認できており、プラットホームのブレーキは正常に作動していたものと認められる。

このことから、本事故では第3ブレーキが正常に作動しなかったものと考えられることから、その状況について次のとおり分析する。

II-3.1 第3ブレーキが開放されていたことに関する分析

第3ブレーキはII-2.3.2に示したように、近接センサーLS8及びLS9の動作をきっかけとして開放状態又は作動状態とするための制御が行われる。

本事故で想定される、走行車両の通過時に第3ブレーキが開放状態であった事象に関して、次のことが要因として考えられる。

- ① LS8の故障により走行車両がない状態にもかかわらず車両を誤検出した。そのため、走行車両がない状態にもかかわらず、誤検出の5秒後に第3ブレーキが開放され、その状態が継続していた。
- ② LS9の故障により走行車両が通過したことを感知できなかった。そのため、第3ブレーキが開放状態のままとなっていた。
- ③ 電気系統に異常があったため、LS8又はLS9の信号の状態を誤って認識したため、走行車両がない状態にもかかわらず第3ブレーキの開放制御を行った、又は、開放状態のままとした。
- ④ ブレーキ自体に問題があり、開放状態から作動状態への制御がなされたにもかかわらず、ブレーキが作動しなかった。

II-3.2 近接センサーLS8の故障に関する分析

本来であれば、LS8が車両を感知した後、一旦第3ブレーキで停止し5秒後に開放するという動作となるところ、走行車両がない状態にもかかわらず車両を誤感知したために、その5秒後から第3ブレーキが開放されたままとなっていた可能性が考えられる。

II-2.4.1に示したように、事故後LS8の入力信号が入りっぱなしであったことから、事故発生時も同様の状況であったものと推測される。

このことにより、事故機がLS9を通過するまで、継続的に第3ブレーキが作動しない状態を発生させていたものと考えられる。

なお、II-2.2.1に示したように、本事故機は他の遊園施設から移設されたものであり、事故発生時点では最初の設置から13年経過している。この間、II-2.4.2に示したように、LS8のドイツ製のセンサーは設置後一度も交換されずに使用されていた。また、II-2.3.3に示すように、設計・製造業者である佐伯工業によると5年を交換基準としていることから、経年劣化が進んでいたものと考えられる。実際に、LS8を交換したことにより正常な動作となったことが現地にて確認されている。

II-3.3 近接センサーLS9の故障に関する分析

本来であれば、第3ブレーキが開放され低速でプラットホームへ走行する車両をLS9が感知することにより、第3ブレーキが作動状態となるはずであるが、LS9の故障等により車両の感知を失敗した場合、第3ブレーキは開放状態のままとなることが考えられる。しかし、事故後の調査においてもLS9の動作が正常であったことが確認されており、この可能性は低いものと考えられる。

II-3.4 電気系統の異常に関する分析

近接センサーと制御装置間や、制御装置内の異常により、近接センサーが正常であっても、誤った処理を行い、第3ブレーキを開放状態とする可能性も考えられるが、これに関しても、現地調査において、近接センサーを交換した上で全体として正常な動作が行われていることが確認できており、電気系統にも異常は認められないことから、この可能性は低いものと考えられる。

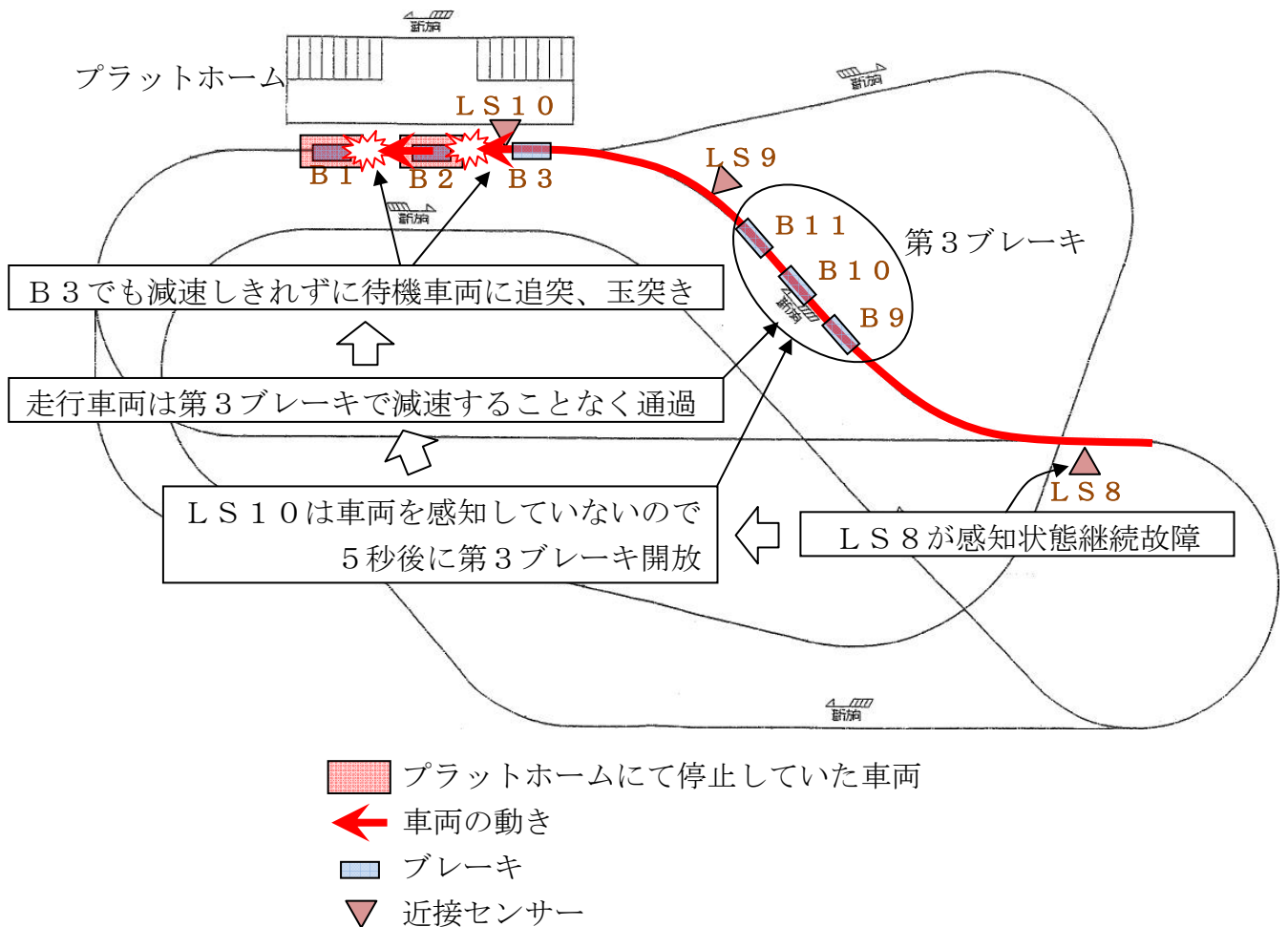
II-3.5 ブレーキ自体の故障に関する分析

ブレーキそのものが作動できない故障が発生していたかについても、現地調査において、各近接センサーの状態に応じてブレーキが正しく開放状態と作動状態の切り替えが行われていることから、ブレーキ自体の異常も認められない。

II-3.6 事故当時の事故車両の動作に関する分析

上記の分析から、事故時は、以下のような状況であったものと推定される。

- ① 当時プラットフォームには、2台の車両が、それぞれ1両目位置、2両目位置に正常に停止していた。3両目位置（最後部）に車両はなかった。
- ② 何らかの要因により近接センサーLS 8の感知状態が継続し、その状態開始の5秒後を経過した時点から第3ブレーキが開放されていた状態にあり、走行車両はそのまま第3ブレーキを通過した。（その後、走行車両がLS 9を通過することにより、第3ブレーキは一旦作動しブレーキが効く状態となる。）
- ③ 走行車両は減速せずにプラットフォーム3両目位置に進出し、3両目位置のブレーキで止まりきれず、乗客が軽傷を負うほどの速度で2両目車両に追突し、玉突き状態で1両目車両に追突した。



図II-2. 推定される事故発生時の状況

Ⅱ－４ 原因

本事故は、走行車両が減速することなくプラットフォームに進入し、待機していた車両に追突したため、乗客５名が軽傷を負ったものであると認められる。

走行車両が減速することなくプラットフォームに進入したのは、プラットフォーム手前で一旦停止させるためのブレーキが開放状態であり、車両の制動が行われなかったためであるものと推定される。

当該ブレーキが開放状態であったのは、動作条件に用いられている近接センサーが異常状態となっていたためであるものと推定される。

近接センサーが異常状態となっていた原因に関しては、経年劣化であった可能性が考えられる。

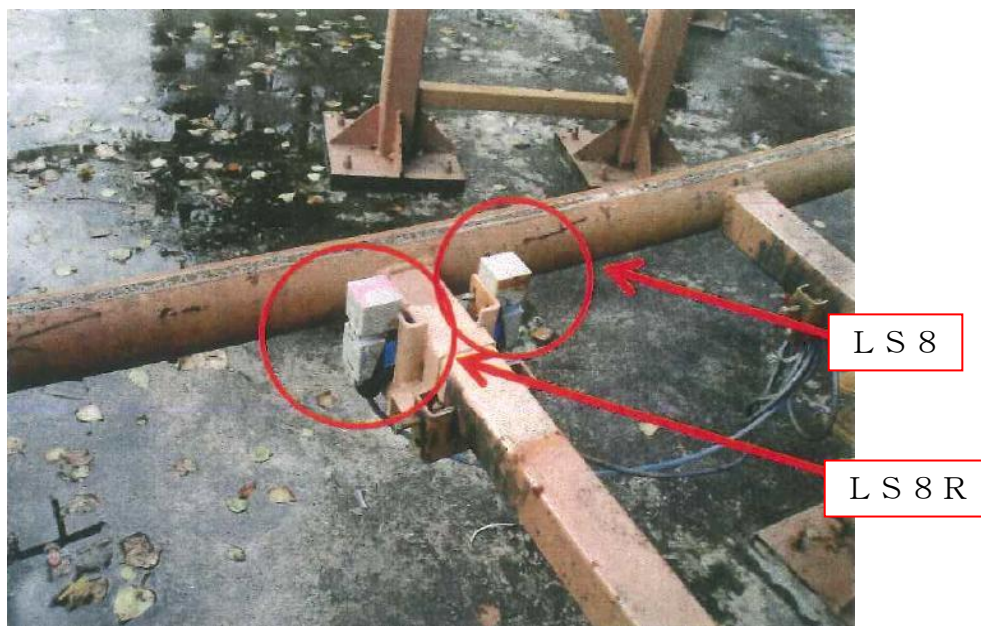
Ⅱ－５ 再発防止対策

Ⅱ－５．１ 近接センサーの二重化

ルスツリゾートは、近接センサーLS 8に加え、近接センサーLS 8 Rを追加し、これら２つの近接センサーが同時に物体を感知しなければ信号を出力しないように変更した。(写真Ⅱ－５)

このことにより、仮に片方の近接センサーが誤感知となった場合でも、第３ブレーキの開放タイマーは作動しない。

同様に、プラットフォーム最後部位置に車両がないことを確認する近接センサーLS 10についても、第３ブレーキの開放条件であるので、近接センサーLS 10 Rを追加し、二重化した。



写真Ⅱ－５． 近接センサーの二重化

II-5.2 近接センサーの故障検出

ルスツリゾートは、近接センサーの誤作動監視プログラムを次のように追加した。

- ① LS 8 及び LS 8 R が 2 秒以上オン状態を継続した場合に、LS 8 及び LS 8 R のオン故障と判断する。
- ② LS 7 がオンした後、LS 8 及び LS 8 R が 20 秒間オンしない場合に、LS 8 及び LS 8 R のオフ故障と判断する。
- ③ LS 9 がオンした後、LS 10 及び LS 10 R が 30 秒間オンしない場合に、LS 10 及び LS 10 R のオフ故障と判断する。

これらの故障が検出された場合は、第3ブレーキの開放タイマーは作動しない。

II-5.3 近接センサー取り付け方向の変更

II-2.3.3 に示したように、本コースターの走路上の近接センサーは、横方向からの照射により車両底部中央のブレーキフィンをターゲットとして感知する仕組みとしていたため、車両の横ゆれによりブレーキフィンと近接センサーとの距離が感知限界を超えて変化（交換後のセンサーの場合±3mm）すると、感知不良を引き起こす可能性があった。このためルスツリゾートは、センサーを上方向に向けての照射に改めるとともに、車両底部にターゲットとなるプレートを設置した。車両は走行中においても上下方向へのぶれ幅は小さいことから、これらの措置により確実にターゲットを感知できるようになったとしている。

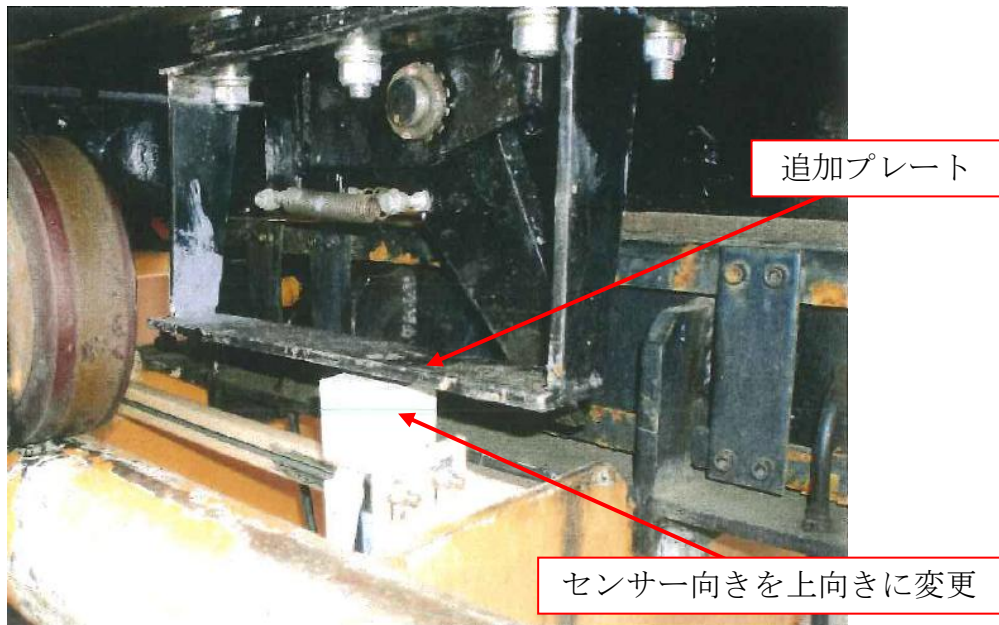


写真 II-6. 近接センサー取り付け方向の変更

II-5.4 各近接センサーの交換

過去1年以内に国内メーカー製に交換した近接センサーを除き、全ての近接センサーを新しいものに交換した。（交換しなかったものについても動作確認を実施している。）

Ⅲ 意見

国土交通省は、遊戯施設の安全性能に関わる装置について、以下について検討を行うこと。

- ① 定期的な交換が必要な部品については、設置以降、関係者間における情報共有を含め、あらかじめマニュアル等に定められた交換基準に基づいて確実に保全がなされるために必要な措置
- ② 部品や回路構成の多重化等により、万が一、部品の故障、不具合が発生しても安全性が担保できる構造とするための方策
- ③ 不具合等の早期発見に資する点検、維持管理の方法