

神奈川県内コースター事故調査報告書

平成27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

神奈川県内コースター事故調査報告書

発生日時：平成26年3月19日 12時42分ごろ

発生場所：神奈川県川崎市

よみうりランド「ツイストコースターロビン」

昇降機等事故調査部会

部会長	向殿政	男子
委員	飯島淳	子
委員	久保哲	夫
委員	青木義	男
委員	鎌田崇	義
委員	辻本誠	誠
委員	藤田聡	聡
委員	稲葉博	美
委員	岩倉成	志
委員	大谷康	博
委員	釜池宏	宏
委員	山海敏	弘
委員	高木堯	男
委員	高橋儀	平
委員	田中淳	淳
委員	谷合周	三
委員	直井英	雄
委員	中川聡	子
委員	中里眞	朗
委員	松久寛	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	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	事故機の構造に関する情報		
2.3.1	車両底部の構造		
2.3.2	巻上装置の構造		
2.3.3	逆走防止装置の構造		
2.3.4	事故機コース形状		
2.4	調査により得られた情報		
2.4.1	事故発生時の状況		
2.4.2	巻上げ動作に関わる各部分の状況		
2.4.3	巻上用チェーンとチェーンフックのかかりの状態		
2.4.4	チェーンフックの不安定なかかりに関する実験		
2.4.5	チェーンの巻上げ速度によるフックのかかり具合の確認		
2.4.6	逆走防止装置の状況		
2.4.7	走路上の傷、接触痕等の状況		
2.4.8	施工管理に関する情報		
2.4.9	完了検査に関する情報		
2.5	建築基準法の関係法令における現行の基準		
3	分析	.....	18
3.1	逆走防止装置が正常に作動しなかったことに関する分析		
3.1.1	逆走防止装置の不具合に関する分析		
3.1.2	ガイドレールの施工状態に関する分析		
3.1.3	走路の施工精度に関する分析		
3.2	逆走発生のメカニズムに関する分析		
3.2.1	巻上装置の異常に関する分析		
3.2.2	正常にかかっていたチェーンフックが外れることに関する分析		
3.2.3	チェーンフックのかかりが不十分であった可能性に関する分析		
3.2.4	チェーンフックが再びかからなかったことに関する分析		
4	原因	.....	20
5	再発防止対策	.....	21
5.1	構造方法等の見直し		
5.2	施工管理に関する対策		
6	意見	.....	21

《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26年3月19日 12時42分ごろ

発生場所：神奈川県川崎市 よみうりランド「ツイストコースターロビン」

事故概要：3名乗車の車両がプラットフォームより出発後、巻上げ部において約2m程度の高さまで上昇したところで車両が逆走し、プラットフォームに停車中の他車両（乗客なし）と衝突した。負傷者なし。

1. 2 調査の概要

平成26年3月20日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び川崎市職員による現場調査を実施

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

所有者：株式会社よみうりランド（以下「よみうりランド」という。）

所在地：神奈川県川崎市

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 ツイストコースターロビン

管理者：よみうりランド

製造者：三精テクノロジーズ株式会社（以下「三精テクノロジーズ」という。）

施工者：三精テクノロジーズ

走路全長：313m

最大勾配：93度

最高速度：61.8km/時

最高部高さ：19m

車両：1両編成×4台

乗車人員：16名（4名/台×4台）

走行方式：車両は巻上装置により引き上げられ走路頂上からプラットフォームまで、走路の傾斜により走行する。

動力：55kW

制動装置：マグネット式制動装置（減速用）

摩擦式制動装置（停止用）

乗車制限：身長130cm以上、小学生以上65歳未満

客席部分の構造：ハーネス、膝押さえ

巻上装置の構造：巻上機、巻上用チェーン、チェーンフック、逆走防止装置あり

客席部の材質：FRP（繊維強化プラスチック）

(2) 構造方法の性能評価：平成25年7月3日

【第BEEC遊13-002号（一財）日本建築設備・昇降機センター】

(3) 構造方法の認定：平成25年10月3日【第ANSE-0057号】

(4) 確認済証交付年月日：平成25年10月7日

(5) 検査済証交付年月日：平成26年3月3日

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：——

2.3 事故機の構造に関する情報

2.3.1 車両底部の構造

事故機車両の底部には、巻上げ部で車両を引き上げるためのチェーンフック及び車両に逆走が生じた場合に作動する逆走防止装置が設けられている。（図1）

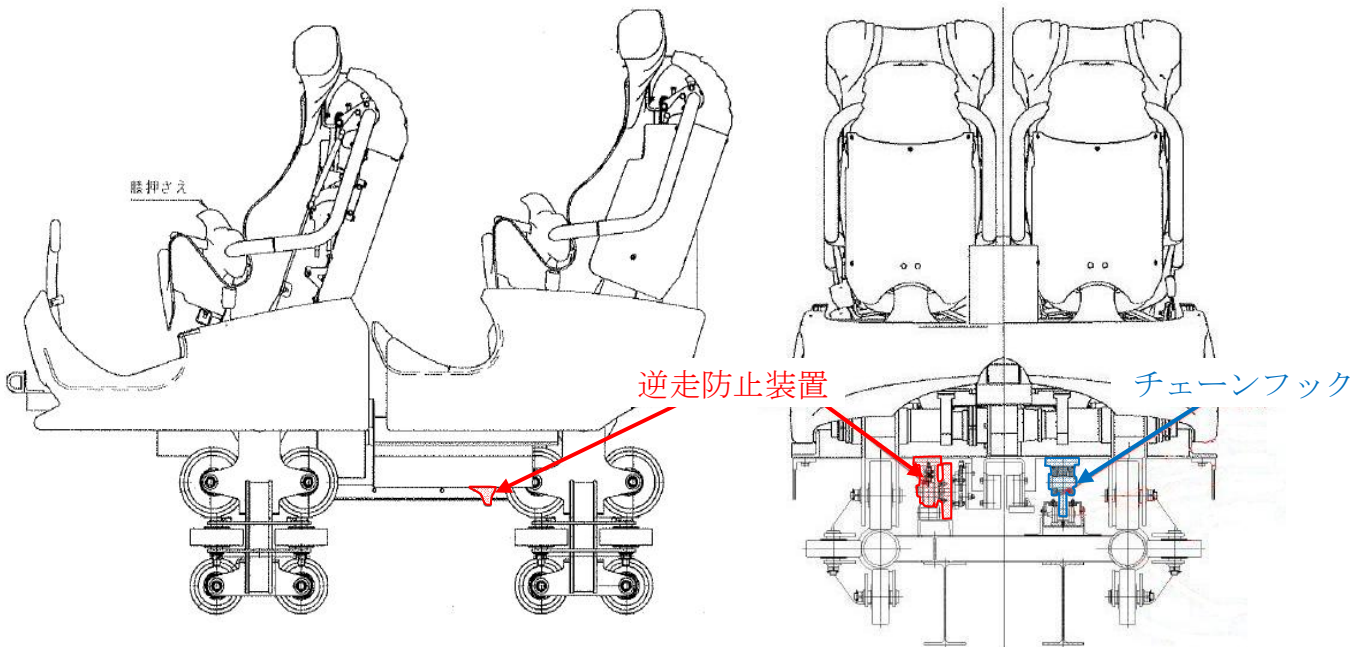


図1. 車両側面図及び背面図

2.3.2 巻上装置の構造

車両は、プラットホームを発車した後、緩斜面を約4m走行し、巻上げ部に至る。

巻上用チェーンは、車両発車時に起動し、車両が巻上げ部に至るまでは低速（1 m/秒）で動作しているが、通過センサーにより巻上げ部への車両の進入を感知すると、速度2 m/秒まで徐々に加速する。その間で、車両側のチェーンフックと巻上用チェーンが係合し、その後巻上げ部頂上部まで引き上げられる構造となっている。（図2、図3）

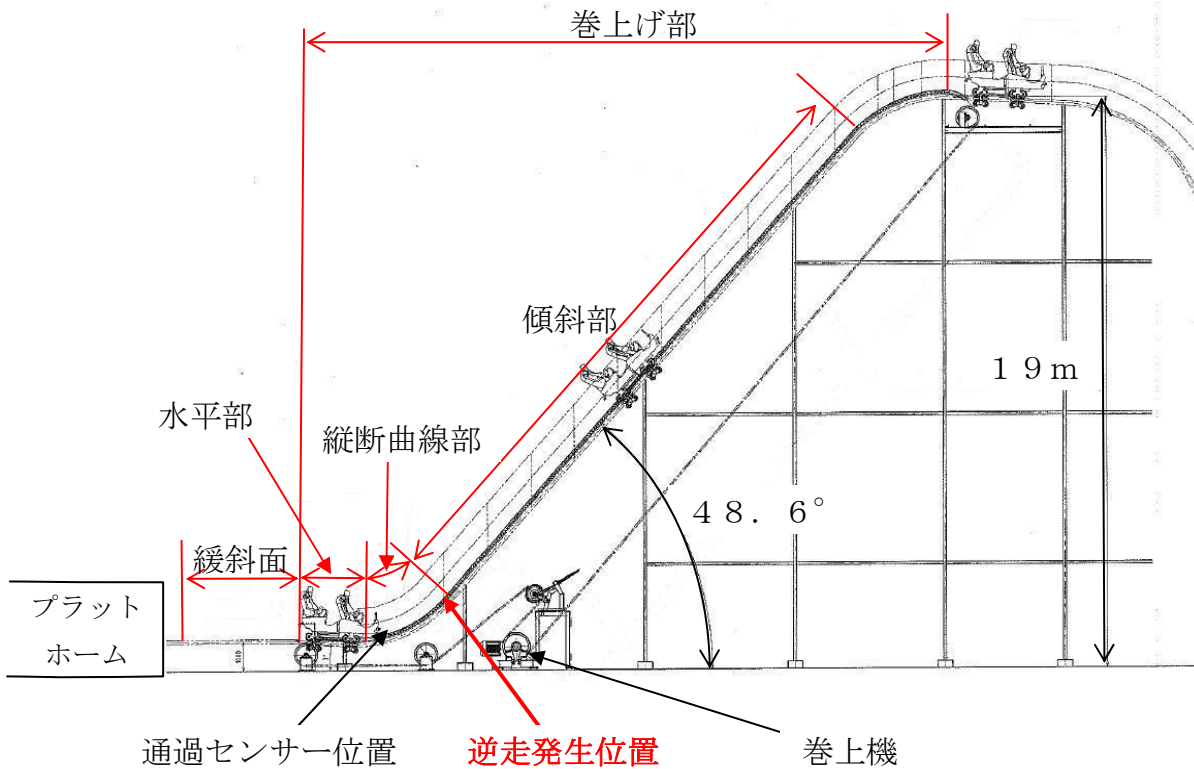


図2. 巻上げ部側面視

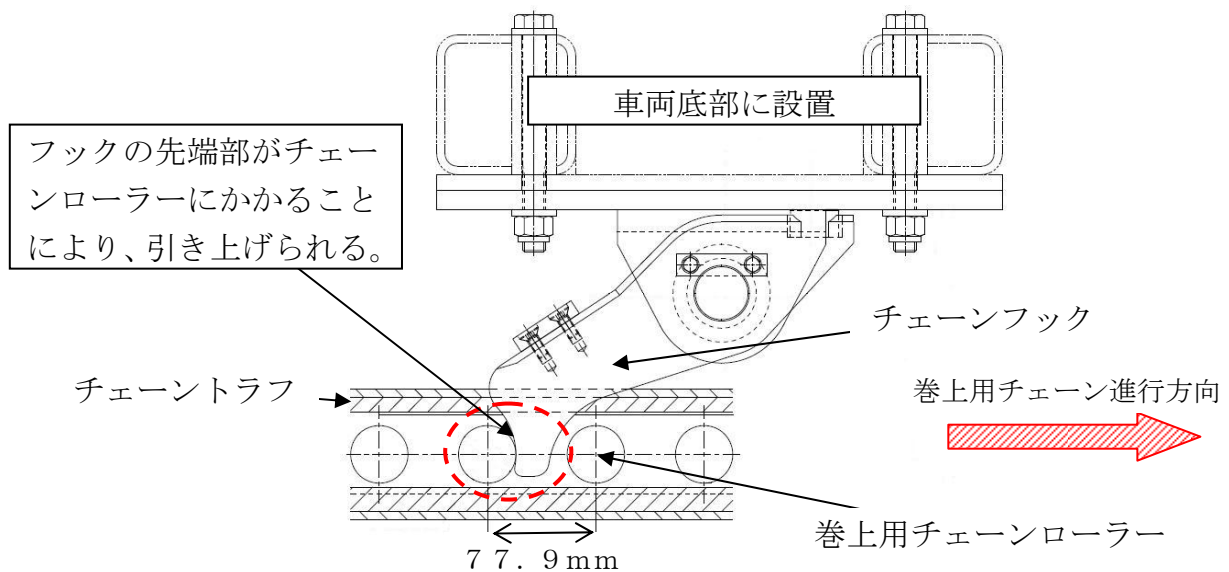


図3. チェーンフックと巻上用チェーンの係合

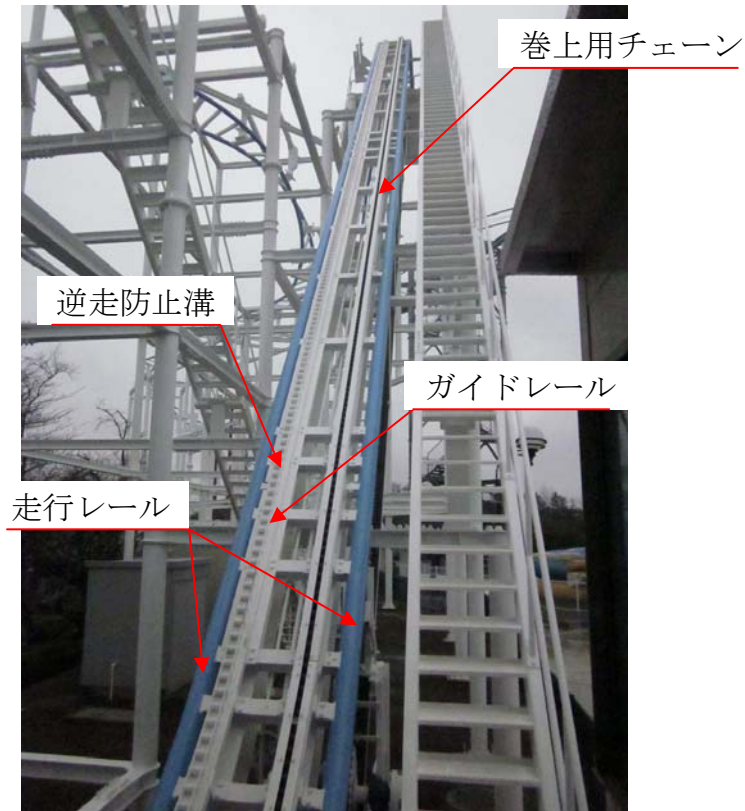


写真1. 巻上げ部

2.3.3 逆走防止装置の構造

事故機の逆走防止装置は、車両側に設けられた装置（以下「車両側装置」という。）と走路側に設けられた逆走防止溝から成っている。

なお、事故機の車両側装置は、巻上げ部を上昇中に発生する逆走防止フックと逆走防止溝の衝突音を避けるための設計意図であり、一般的なコースターでは、巻上げ部上昇中は、常に逆走防止フックが逆走防止溝とかかりあいながら上昇し続ける構造となっているものが多い。

(1) 構造概要

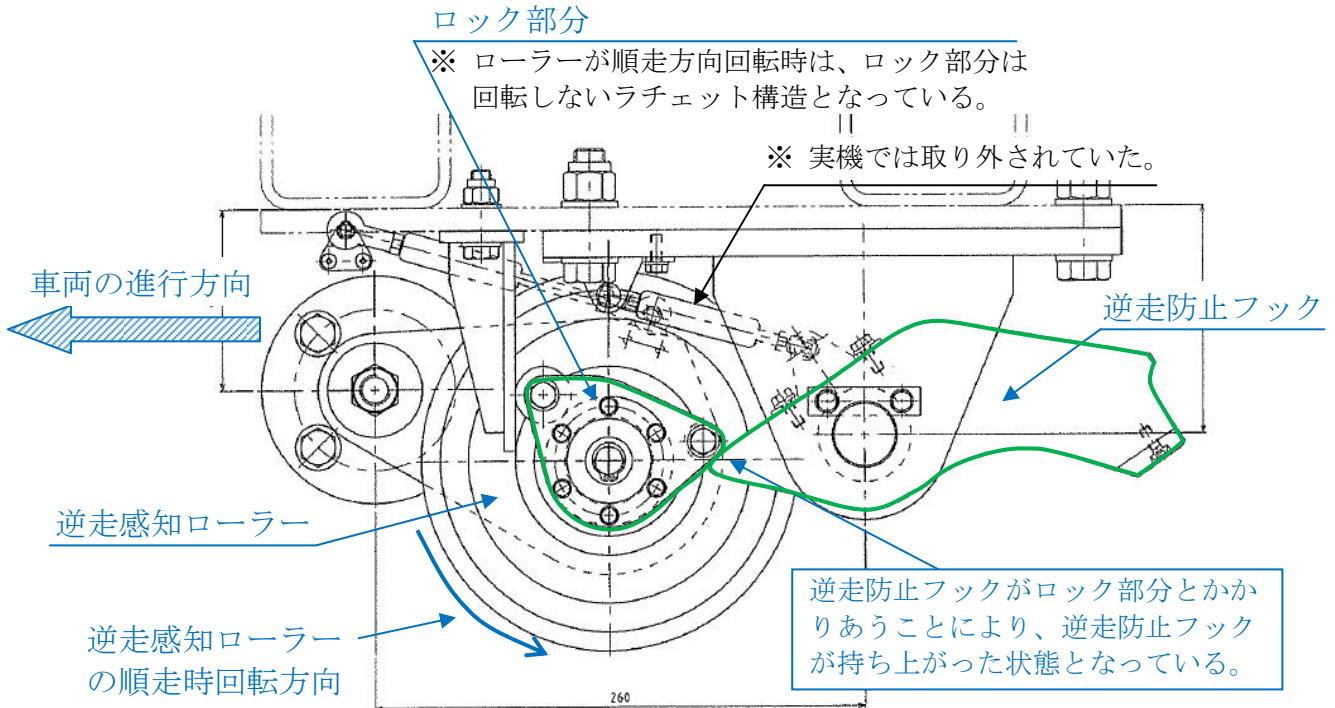
車両側装置は次の2つの機構で構成されている。

- ・逆走感知ローラー：逆走防止溝の横に設けられたガイドレール上を走行する。動力を持たず、車両の動きに合わせて回転することにより車両の走行方法を検知しており、順走時に逆走防止フックを持ち上げておくためのロック部が設けられている。
- ・逆走防止フック：逆走防止溝とかかり合うことで逆走を阻止する。

なお、逆走感知ローラーが回転しない場合、逆走防止装置は機能しないこととなるが、車両が走行中にもかかわらず、ローラーが回転していない等の不具合を検知する又はローラーに不具合が発生した場合に車両を停止させる等、安全側に動作させるための機構は備えていなかった。

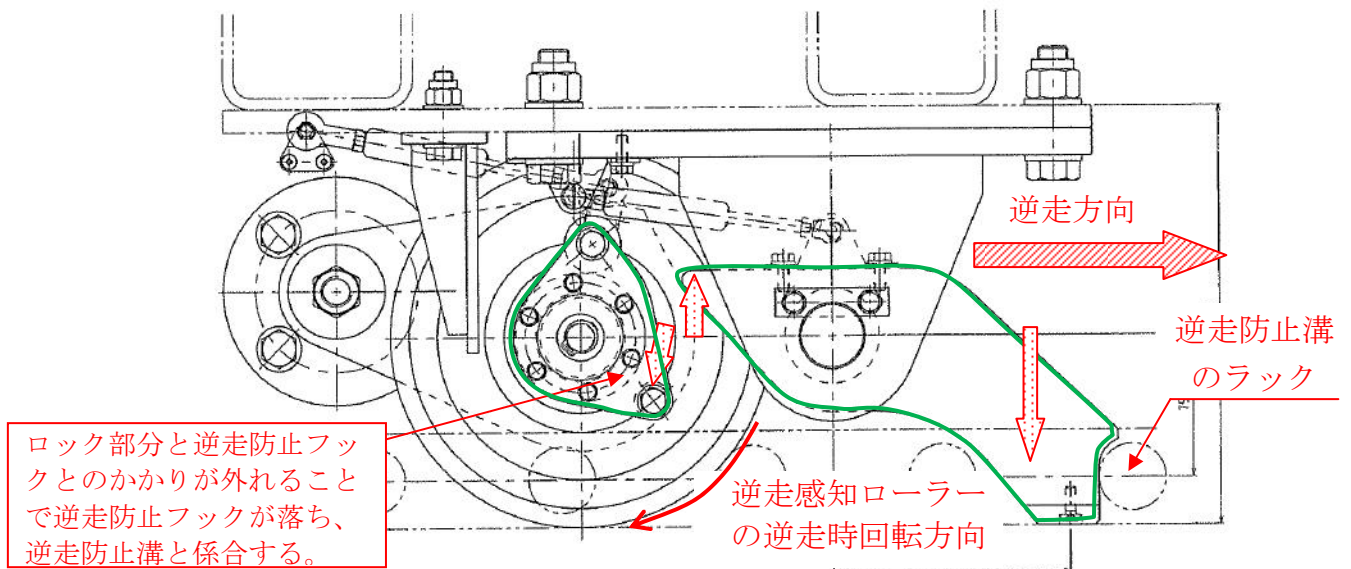
(2) 通常走行時（順走時）の動作

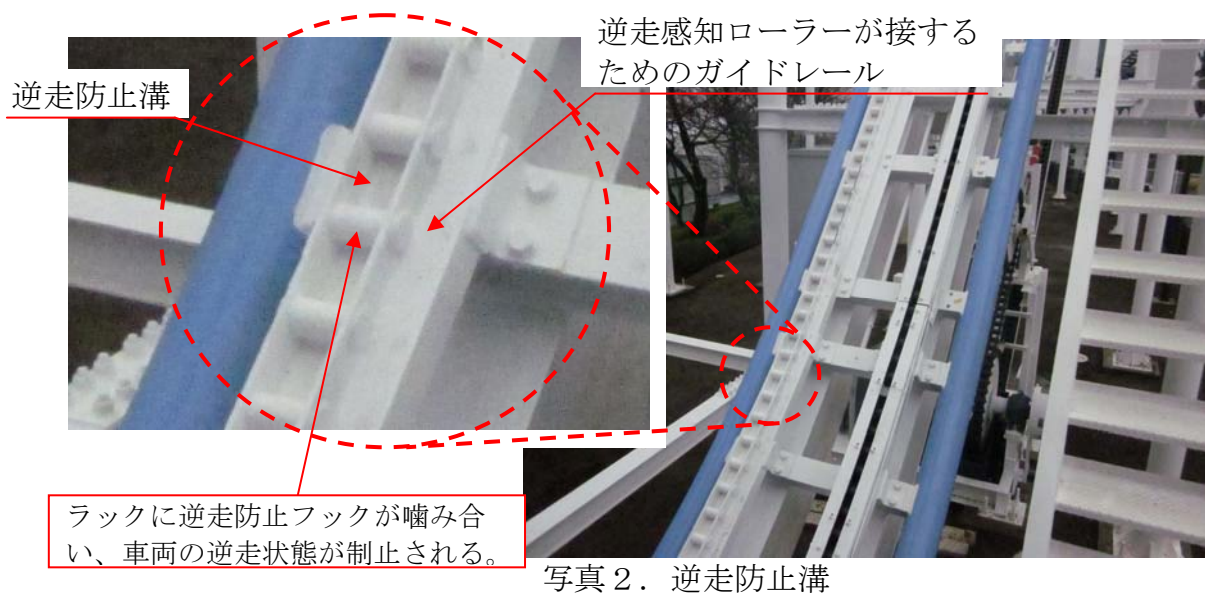
逆走感知ローラーが順走方向に回転する際は、ロック部分が逆走防止フックとかかりあうことにより逆走防止フックが持ち上がった状態（以下「非係合状態」という。）が保持される。（図4）



(3) 逆走走行時の動作

逆走感知ローラーが逆走方向に回転する際にロック部分も回転し、非係合状態が解除されることにより、逆走防止フックが降りて逆走防止溝にかかるとなる。（図5）





2.3.4 事故機コース形状

事故機の外観は、図6に示すとおりであり、巻上げ部はプラットフォーム発車直後に設置されている。

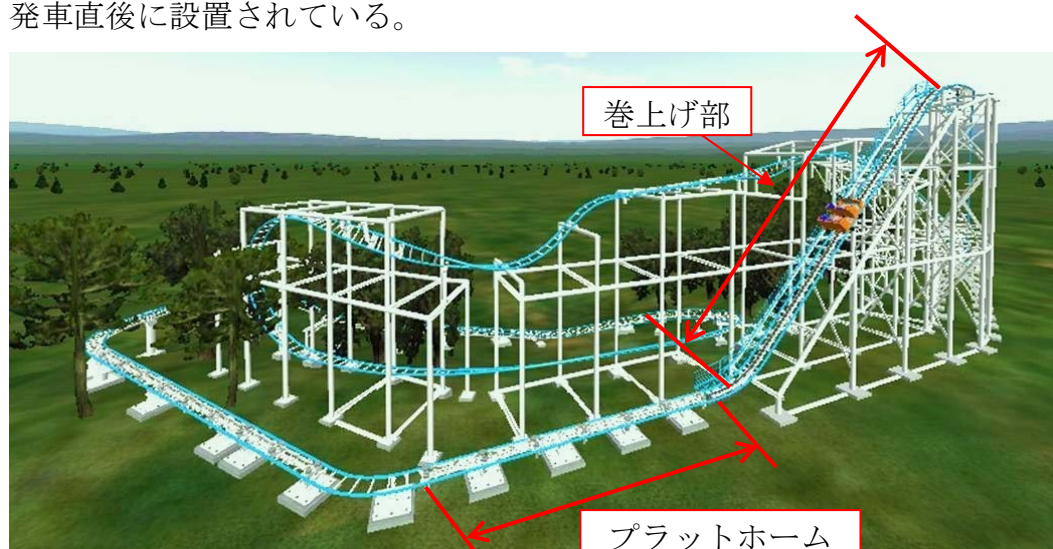


図6. コース外観

2. 4 調査により得られた情報

2.4.1 事故発生時の状況

現地での調査により、事故発生時の状況として次の情報が得られた。

- ・事故機は事故当日が運行開始日であり、当日は事故発生までの間に約150回の運転（約420名が乗車）を行っていた。また、運行開始前には、約2000回の試運転を行っていた。
- ・事故発生時は、3名の乗客が乗った車両がプラットフォームを発車した直後、地盤面からの高さ約2mの場所から逆走し、プラットフォームに停車中の別車両（空車）に衝突した。（写真3）
- ・けが人はいない。
- ・逆走防止装置の車両側装置は非係合状態となっており、逆走防止フックが持ち上がったままとなっていた。（写真4）



写真3. 衝突状況



写真4. 事故時の逆走防止装置の状態

2.4.2 巻上げ動作に関わる各部分の状況

巻上げ動作に関わる各部分の損傷状況について、製造者から得られた情報は次のとおりであった。

(1) 巻上用チェーン

巻上用チェーンは目視確認の結果、破断、破損等の傷がなかった。

(2) 巻上機

巻上機の出力軸と巻上用チェーンの回転部分との間には、回転方向を順走方向のみとする伝達機構が設けられており、車両を巻上用チェーンにかけて車両が停止した状態で後退しないことにより、本機構に不具合がないことが確認された。（写真5）

(3) チェーンフック

車両のチェーンフックを車両から取り外し分解調査した結果、車両が後退する事象になり得る破損、歪み等がないことが確認された。



写真5. 車両が巻上用チェーンにかかり後退しない状態

2.4.3 巻上用チェーンとチェーンフックのかかりの状態

(1) 巻上げチェーンの実測高さ

車両が逆走を開始したと推定される箇所を中心とする、水平部から傾斜部の始まり部分の区間において、製造者が走行レールから巻上用チェーンの軌跡中心までの高さを測定したところ、設計値と実際の高さとの差は -23 mm ～ $+11\text{ mm}$ とバラツキがあることが確認された。

(図7)

このうち車両が巻上用チェーンと係合する位置以降の箇所においては、設計値に対し最も低く設置されていた箇所で、設計値 61 mm に対し実際の高さが 53 mm と、 8 mm 低くなっている箇所があった。

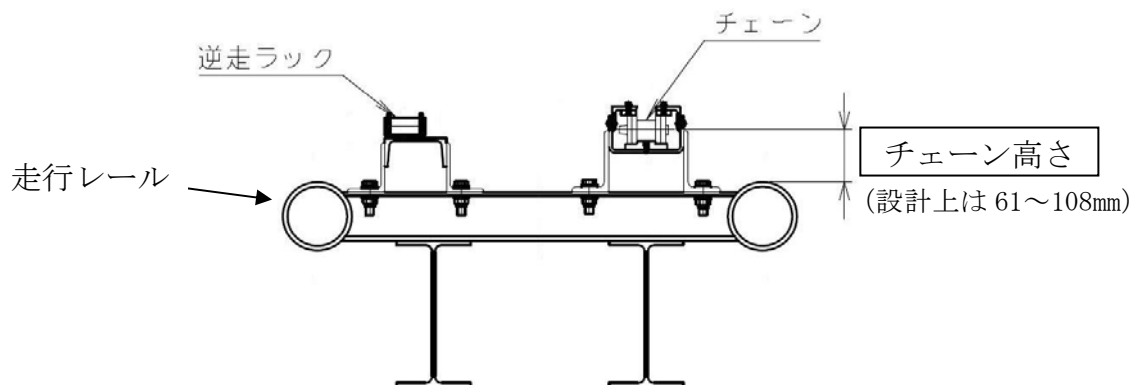


図7. 走行レールから巻上用チェーンまでの高さ

(2) チェーンフックのかかり代

チェーンフックと巻上用チェーンとのかかり代の設計値は 20 mm となっており、チェーンの高さが低くなると、それに対応してかかり代も小さくなる。このため、(1)のチェーン高さが設計値より 8 mm 低くなっている箇所におけるかかり代は計算上 12 mm となる。ただし、かかり代が 6 mm 以上あればチェーンフックが外れることはないとのことである(図9)。

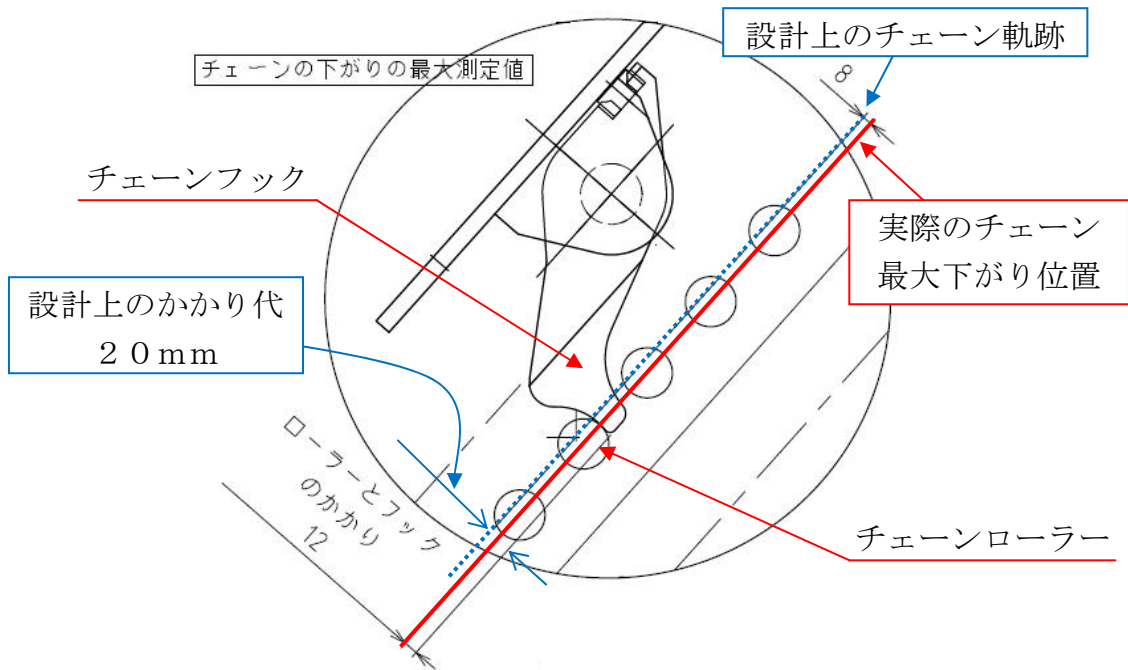


図8. 巻上用チェーンの下がりの最大測定値

(3) 横方向へ車両が傾くことによる影響

横方向へ車両が傾くことでチェーンフックがさらに浮き上がることも想定されることから、車両が傾いた場合のかかり代を確認したところ、計算上、最大で4mm浮き上がる結果となった(図9)。最もかかり代が浅くなる12mmに、本影響が加わると、かかり代は8mmとなる。なお、この傾きは計算上のものであり、実際には乗客が片方向に偏って乗るなどしても傾きは生じないことが確認されている。

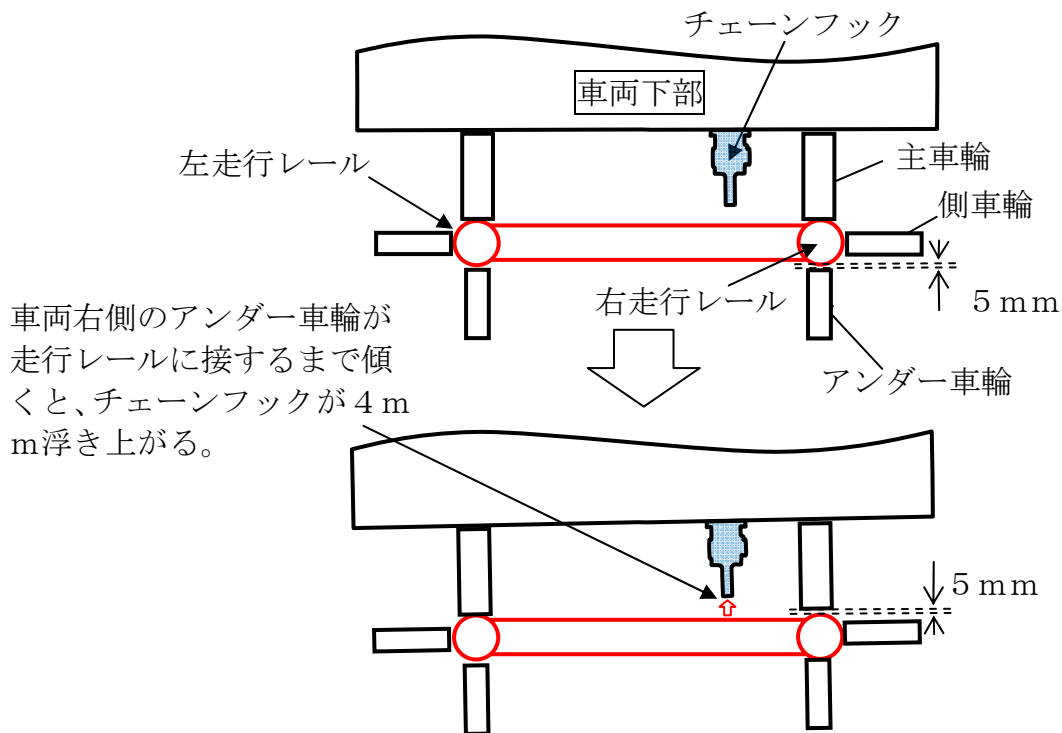


図9. 車両右側の浮き上がり

(4) 前後方向へ車両が傾くことによる影響

乗客を載せたとき、後ろ向きに傾くことも想定されることから、その場合のかかり代を確認したところ、最大で1 mm浮き上がる結果となり、最もかかり代が浅くなる12 mmに、本影響が加わると、かかり代は11 mmとなる。(図10)

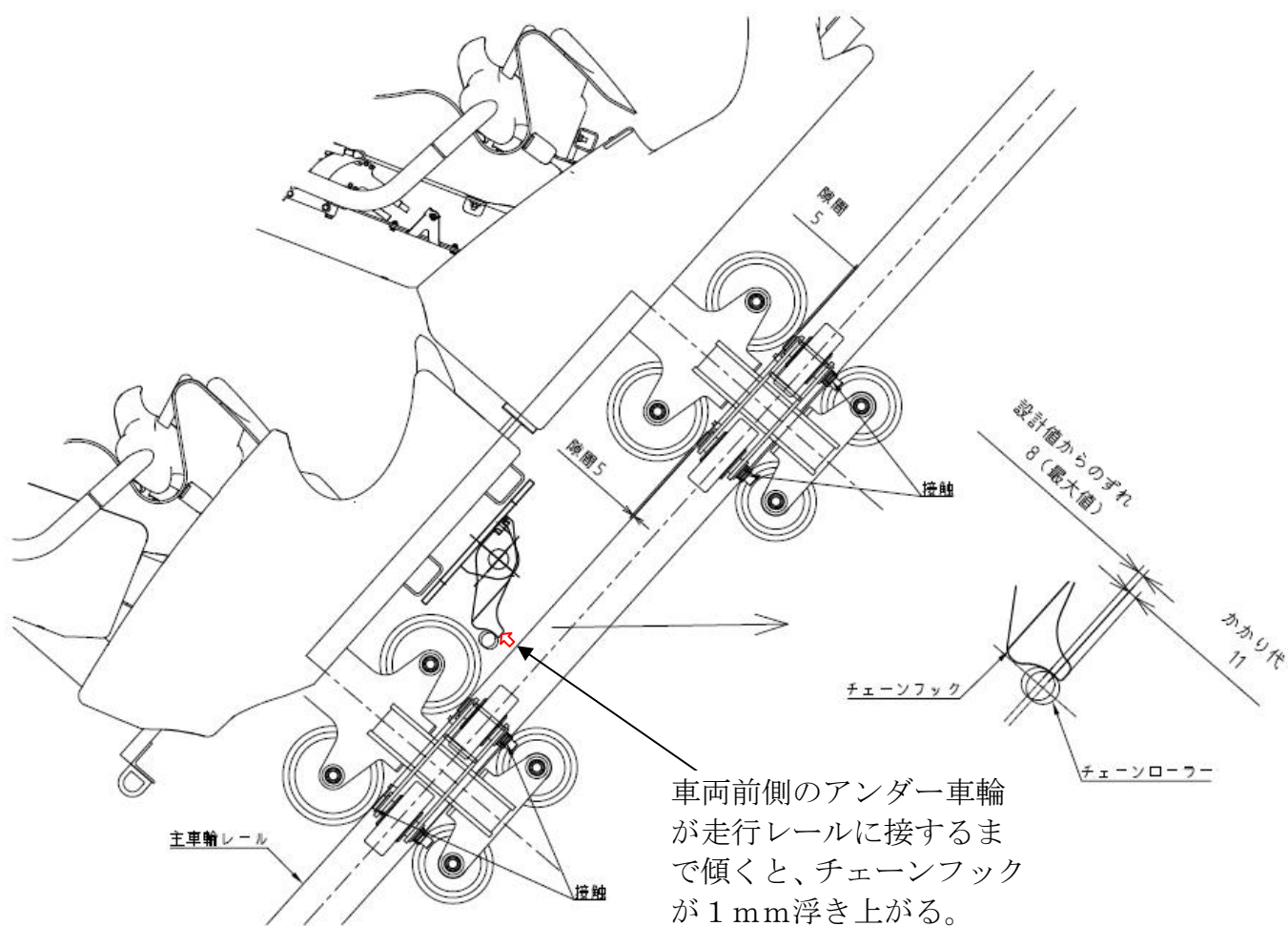


図10. 車両前側の浮き上がり

2.4.4 チェーンフックの不安定なかかりに関する実験

チェーンフックが偶発的に図11のように不安定な状態で巻上用チェーンに載る場合を想定した実機確認を行い、以下の結果を得た。

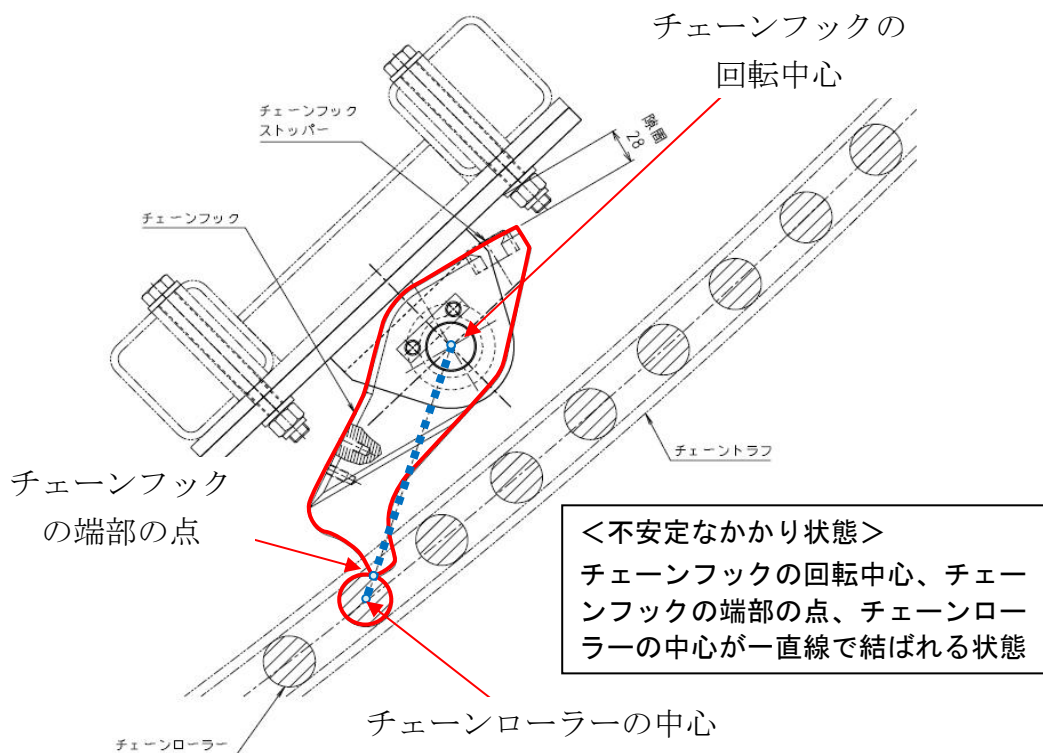


図1 1. チェーンフックが巻上用チェーンに不安定にかかる状態

(1) 再現性について

巻上げ開始位置において、事故機のチェーンフックが巻上用チェーンとかかる際に、不安定なかかりとなることがあるかを確認するため、現地にて30回程度の実験を行ったが、再現されることはなかった。

なお、三精テクノロジーズによると、これまで他の施設も含め、不安定なかかりとなる状況が実機で確認されたことはないとのことである。

(2) 加速度との関係について

巻上機の動作を停止し、チェーンフックと巻上用チェーンとが不安定にかかった状態とした後、巻上機を加速させ、チェーンフックのかかりの状態がどうなるか確認を行った。

その結果、巻上用チェーン起動時の震動が小さい、巻上機の加速度が 0.7 m/s^2 以下（事故時の加速度は 0.2 m/s^2 ）の場合、チェーンフックが外れることなく不安定なかかりの状態を維持したまま巻上げ部を上昇することが確認された。

(3) かかりが外れる状況について

チェーンフックが巻上用チェーンに不安定にかかった状態で巻上げ部を走行する際、巻上用チェーンが納められている部分（以下「チェーントラフ」という。）のつなぎ目部分でチェーンフックが外れることが確認された。

2.4.5 チェーンの巻上げ速度によるフックのかかり具合の確認

一旦係合が外れた後のフックの動作をシミュレーションするため、巻上用チェーンは運転した状態で、車両を固定したままチェーンフックを持ち上げた状態から降ろす実験を行った。

その結果、巻上機の数値によってはチェーンフックが数秒間チェーンにかからない状況が生じることが確認された。

表1. チェーンフックのかかり状況確認結果

	巻上機速度	チェーンフックの挙動
水平部	0. 4 m/秒	スムーズに巻上用チェーンにかかった。
	1. 0 m/秒	スムーズに巻上用チェーンにかかった。
	2. 0 m/秒	約3秒後にかかった。(チェーンピッチ約77ピッチ分)
傾斜部	0. 4 m/秒	スムーズに巻上用チェーンにかかった。
	1. 0 m/秒	約1秒後にかかった。(チェーンピッチ約12ピッチ分)
	1. 5 m/秒	スムーズに巻上用チェーンにかかった。

※ 事故当時のチェーンの巻上げ速度は2. 0 m/秒

2.4.6 逆走防止装置の状況

事故機の逆走防止装置は、2.3.3に示したように、逆走感知ローラーが逆走方向に回転する際にロック部分も回転することにより、逆走防止フックの非係合状態が解除され、逆走防止フックが降りて逆走防止溝にかかる構造となっている。

事故時、2.4.1に示したように逆走防止フックがおりていなかったことから、逆走防止装置の作動状況について、次のとおり確認を行った。

(1) 車両側装置の作動状況

事故機の逆走防止装置に機構上の異常がないかどうかを確認するため、逆走感知ローラーを模擬のガイドレールに接触させて回転させたところ、正常にロック部分と逆走防止フックのかかりが外れ、逆走防止フックが降りる動作となり、特に固渋等の症状は見られなかった。

(2) 車両側装置の分解調査

事故機の車両側装置を分解し、各部品に製作不良、傷、芯ずれ、歪み等がないか調査を行ったところ、特に問題となるものは確認されなかった。

(3) 逆走感知ローラーとガイドレールの接触状況

逆走感知ローラーは巻上げ部のガイドレールと接することにより回転する。このため、ガイドレールに接していない状態の場合、逆走感知ローラーが車両の逆走状態を感知できないこととなる。このため、逆走感知ローラーが常時ガイドレールに接する状況にあったかどうかを確認するために、走行レールに対するガイドレールの相対高さ（図12の「H」）を、チェーンかかり開始位置から高さ約4 mの位置の間の32箇所にて測定した。（図12、図13）

その結果、巻上げ部の昇り口の縦断曲線部分にあたる、測定箇所3-2から測定箇所11-3までは、ほとんど全ての位置において、設計値より低い値となっていたことから、走行レール上を走る車両に対して、ガイドレールが設計値より低い位置にある状態が発生していたことが確認された。（表2）

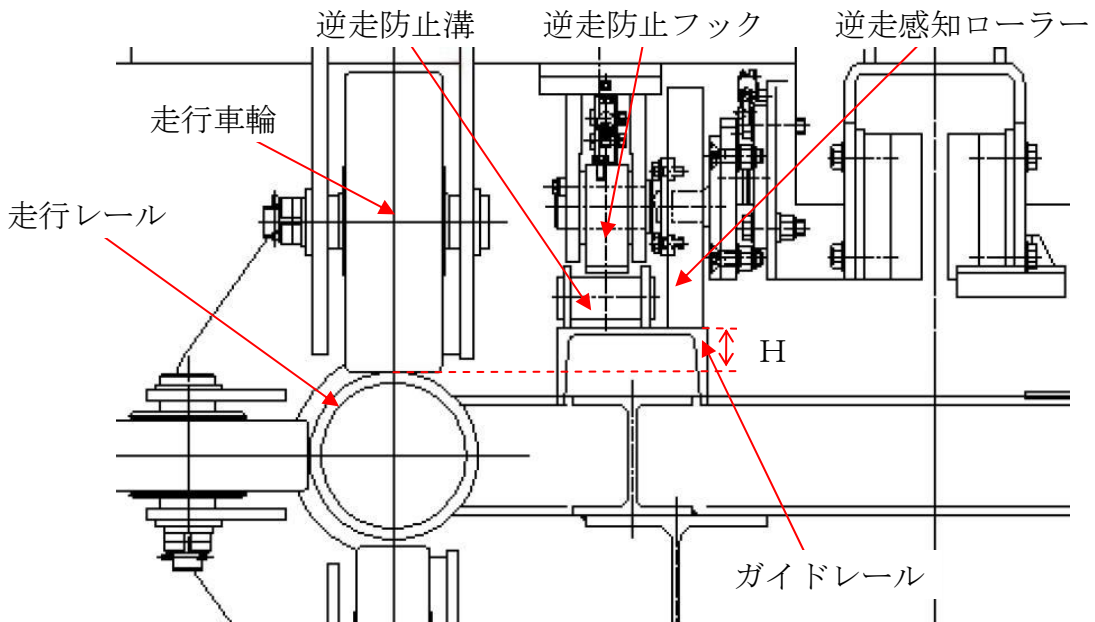


図12. ガイドレール距離測定箇所

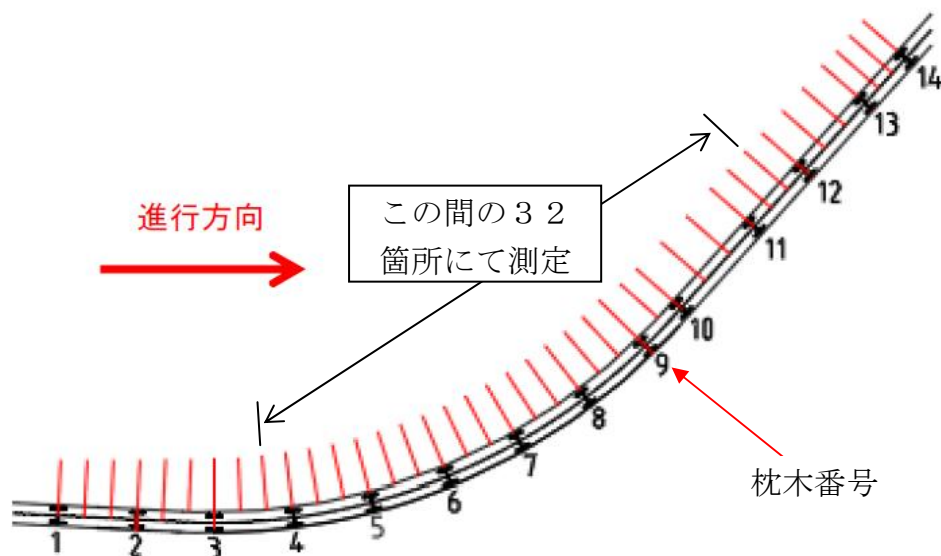


図13. ガイドレール距離測定位置

表2. ガイドレール高さ測定結果

測定位置	設計値	実測値	誤差	測定位置	設計値	実測値	誤差
3-2	87.9	69	-18.9	9-1	76.6	64	-12.6
3	91.6	74	-17.6	2	60.5	45	-15.5
4-1	93.0	76	-17.0	10-1	53.2	42	-11.2
2	93.6	76	-17.6	2	42.0	39	-3.0
3	93.2	76	-17.2	3	37.7	34	-3.7
5-1	93.5	74	-19.5	11-1	37.7	34	-3.7
2	93.5	76	-17.5	2	37.5	40	+2.5
3	93.5	77	-16.5	3	37.5	36	-1.5
6-1	93.5	82	-11.5	12-1	37.2	40	+2.8
2	93.2	77	-16.2	2	37.1	41	+3.9
3	93.2	77	-16.2	3	37.1	38	+0.9
7-1	93.7	86	-7.7	13-1	37.1	40	+2.9
2	93.1	80	-13.1	2	37.1	40	+2.9
3	93.7	90	-3.7	3	37.1	47	+9.9
8-1	91.3	92	+0.7	14-1	37.1	46	+8.9
2	89.4	85	-4.4				
3	94.4	80	-14.4				

2.4.7 走路上の傷、接触痕等の状況

(1) 車両と走路上のボルトとの干渉

巻上用チェーンが納められている部分（以下「チェーントラフ」という。）の上面から上向きに飛び出しているボルトと車両下のチェーンフック軸受け部の支持金具とが接触する箇所があることが確認された。（写真6、写真7）

ただし、この接触箇所は2.4.3（2）で確認した、チェーンフックと巻上用チェーンとのかかりが最も浅くなる箇所とは異なる箇所であり、また、この接触によってチェーンフックが巻上用チェーンから外れるような車両の浮き上がりも確認されなかった。



写真6. チェーントラフ上面



写真7. 車両とボルトの干渉

(2) チェーントラフ側面部での干渉状況

事故機が逆走を開始した場所より下方には、チェーントラフの右側面部に擦り傷が認められた。(写真8)

これは、車両の右前方に取り付けられている部品の一部(安全バーを開放するための装置の一部)が干渉していたものであるが(写真9、図14)、この箇所について、走行レール中心からチェーントラフ側面までの寸法(図15の「L」)を測定したところ、チェーントラフが基準寸法160mmより3mm~6mm走行レール側にずれていたことが確認された。ただし、この位置は事故発生場所より下方にあるため、本事故とは無関係である。

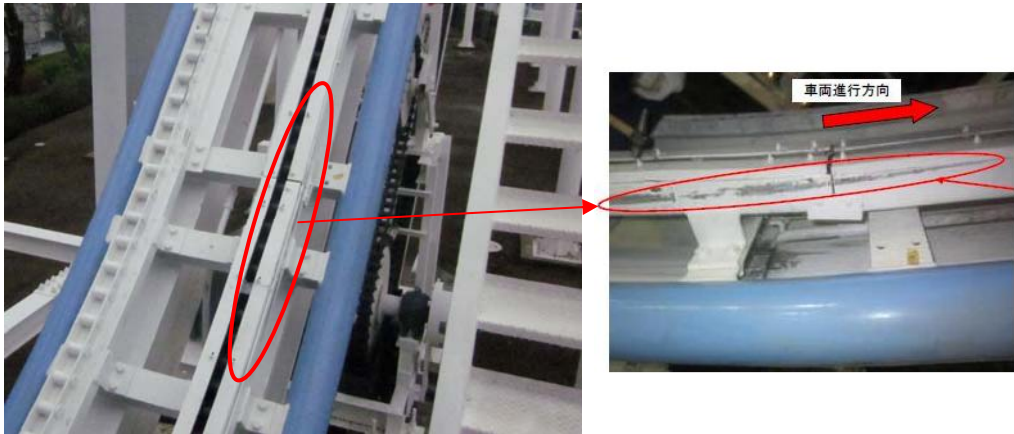


写真8. チェーントラフ側面部の擦り傷
車両側干渉部位(安全バー解放ペダル)



写真9. チェーントラフ干渉部分

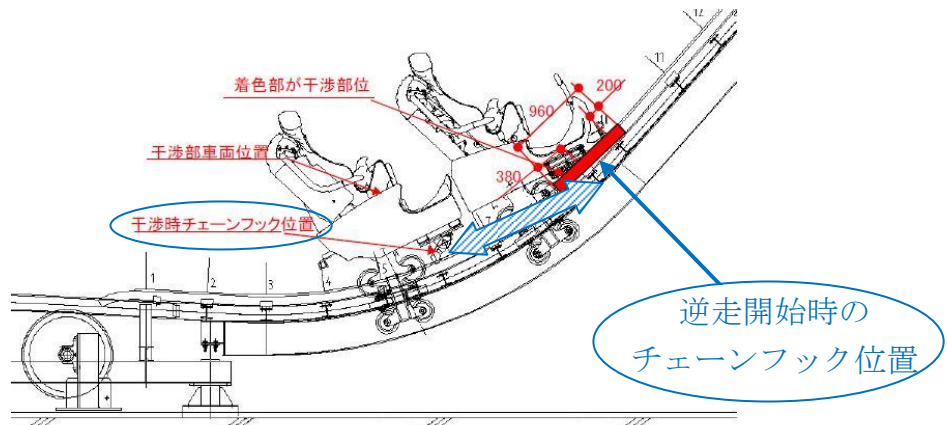


図14. チェーントラフ干渉時の車両位置

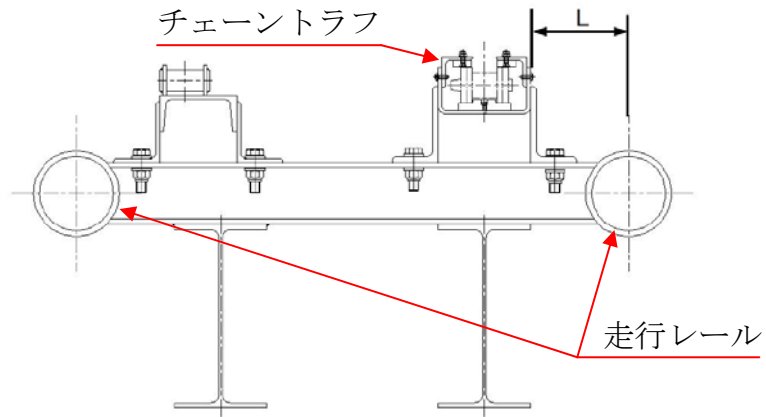


図15. 走行レール中心からチェーントラフ側面までの寸法測定

(3) 逆走防止溝側面プレートとの干渉状況

逆走防止溝側面プレートの上面部に擦り傷が認められた。(写真10)

製造者によると、逆走防止フックを取り付けている支持金具が干渉していたとのことである。ただし、この接触によって車両が浮き上がることはないことが確認されている。(図16)

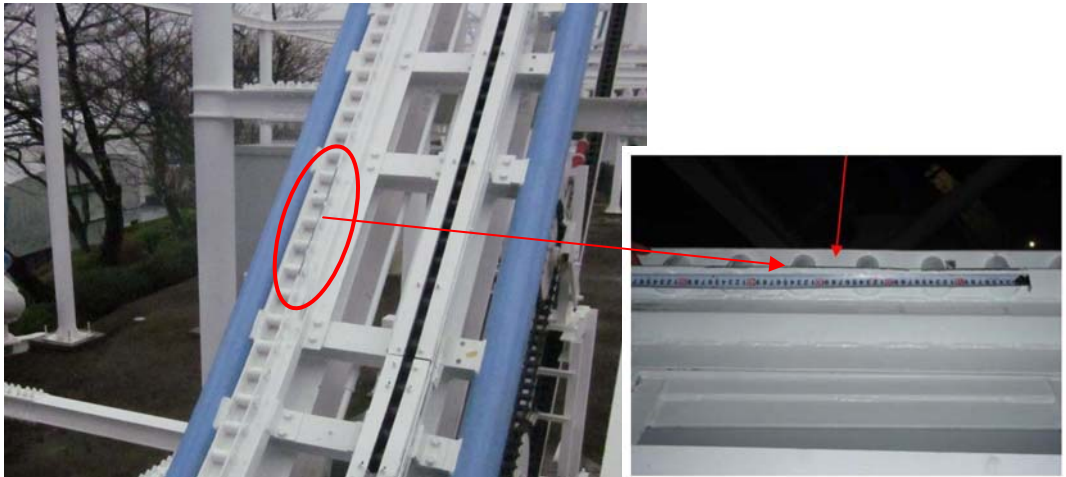


写真10. 逆走防止溝側面プレート上面部の擦り傷

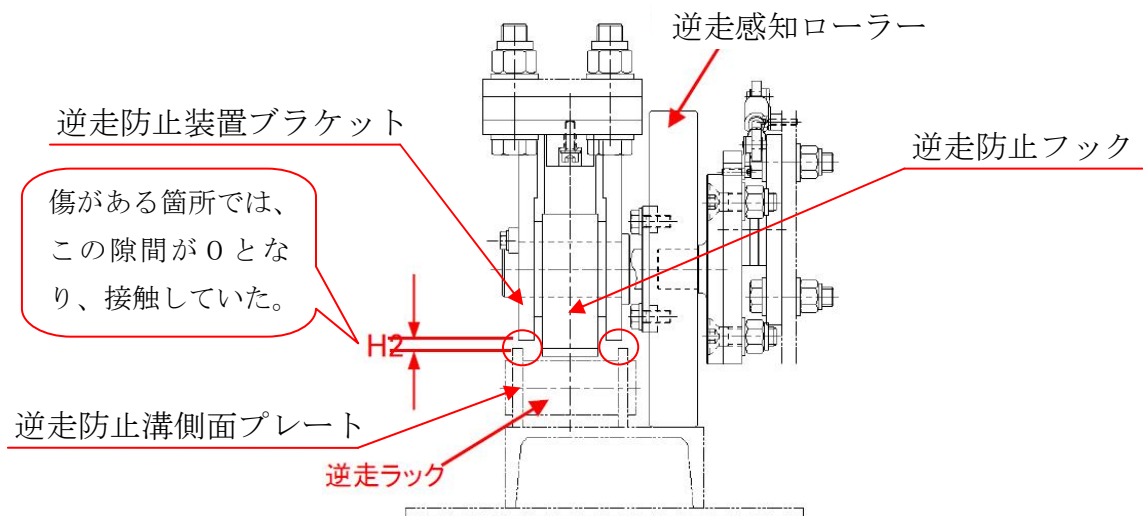


図16. 逆走防止装置と逆走防止溝側面プレートとの干渉

2.4.8 施工管理に関する情報

事故機の設置完了後の、施工者による確認内容について、製造者にヒアリングした結果、次の情報が得られた。

(1) 作動確認について

逆走防止装置の作動状況は、傾斜部の中央付近では確認したが、事故発生場所である縦断曲線部から傾斜部の下方付近では確認していない。

(2) 施工精度の管理について

設計値に対して実測値に差が生じていた箇所の施工精度に関しては、図面にて寸法を図示していたが、基準寸法のみで公差の表記もなく、また、これらに関して設計部門から具体的な指示が行われていなかったことに加え、検査も行われていなかった。

2.4.9 完了検査に関する情報

建築基準法に基づく完了検査では、逆走防止装置の作動状況を傾斜部にて確認している。

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逆走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（略）

二 動力が切れた場合又は駆動装置に故障が生じた場合に、加速するか、又は通常の走行又は回転の方向と逆の方向に走行又は回転するおそれがあるものにあつては、加速又は逆の方向への走行又は回転を防止する装置を設けること。

三、四（略）

3 分析

3. 1 逆走防止装置が正常に作動しなかったことに関する分析

本事故においては、逆走する車両を制止させるための逆走防止装置が正常に作動しなかった。このため、その状況について、次のように分析を行う。

3.1.1 逆走防止装置の不具合に関する分析

逆走防止装置の各部分に故障や不具合が生じ、ロック部分と逆走防止フックとのかかりが外れない状況となった場合、逆走する車両を制止させることができなくなる。しかしながら、2.4.6（1）及び（2）に示したように、

- ・ 逆走感知ローラー及びロック部分に固渋等は見受けられない
- ・ 逆走感知ローラーがガイドレールに適切に接している状態では、逆走感知ローラーは正常に回転する
- ・ 逆走感知ローラーの回転により、ロック部分は正常に動作し、逆走防止フックが降りる
- ・ 車両側装置の各部品に、製作不良、傷、芯ずれ、歪み等の不良は見受けられない

ことが確認されており、逆走感知ローラーが回転すればその後の動作に不具合が生じないものと認められる。

3.1.2 ガイドレールの施工状態に関する分析

逆走感知ローラーがガイドレールに接していない状況で逆走が発生した場合、逆走を感知することができず、車両側装置は作動しないこととなるが、こうした状況は、逆走防止ローラーとガイドレールとの高低差（距離）が正常値よりも大きい時に発生するものと推定される。この場合、走路側又は車両側の両方又はいずれかの寸法が異常となっていたことが考

えられる。このうち、車両側装置の寸法には、2.4.6(2)に示すとおり異常は認められなかった。一方で、2.4.6(3)に示した結果では、ガイドレールが、逆走した箇所付近で設計値を下回る位置に据え付けられていることが確認された。

このため、走路側の寸法異常により、逆走感知ローラーとガイドレールの隙間が生じていたものと考えられる。

3.1.3 走路の施工精度に関する分析

本遊戯施設においては、3.1.2で示した寸法異常を含め、設計時には意図されていない以下のような症状が確認されている。

(1) 精度不良について

- ・ チェーンのかかりが浅くなっている箇所があった。(2.4.3(2)参照)
- ・ 逆走感知ローラーが接するはずのガイドレールが、巻上げ部の縦断曲線部分において、ほぼ全ての位置において設計値を下回っていた。(2.4.6(3)参照)
- ・ チェーントラフ上面から上向きに飛び出しているボルトとチェーンフックの軸受け金具とが接触している箇所があった。(2.4.7(1)参照)
- ・ チェーントラフ側面部と車両に取付けられている部品との接触痕が認められた。(2.4.7(2)参照)
- ・ 逆走防止溝側面のプレートと逆走防止フックの支持金具との接触痕が認められた。(2.4.7(3)参照)

(2) 検査内容について

- ・ 逆走防止装置の作動状況の確認を、巻上げ部の中央のみで行っていた。(2.4.8(1)参照)
- ・ 複数箇所が生じていた施工不良を見逃していた。(2.4.8(2)参照)

このようなことから、本遊戯施設の施工にあたり、精度の管理が十分に行われていなかったものと認められる。

3. 2 逆走発生のメカニズムに関する分析

本事故は、巻上げ区間中に発生していることから、巻上用チェーンにチェーンフックがかかり上昇を開始した後、チェーンフックが外れ、その後再びチェーンフックが巻上用チェーンにかかることなく、逆走に至ったものと考えられる。こうした状況は

- ・ 巻上機、チェーンフック又は巻上用チェーンに異常が生じた又は事故前から異常が生じていた
- ・ チェーンフックは巻上用チェーンに正常にかかっていたが、外力により

外れてしまった

・ チェーンフックのかかりが不十分であったために外れやすくなっていた等により発生したものと考えられることから、以下にそれぞれについて分析する。

3.2.1 巻上げ装置の異常に関する分析

巻上機の逆回転、チェーンのはずれ、破断又はチェーンフックの異常によって逆走が起こり得る。しかしながら、2.4.2において確認されたように、巻上機、チェーンフック及び巻上用チェーンそのものに関する異常は見受けられなかった。

3.2.2 正常にかかっていたチェーンフックが外れることに関する分析

2.4.3及び2.4.7の確認により、車両底部と構造体（走路）との間で干渉が発生する箇所や、設計値と比較してかかり代が小さくなる箇所が見受けられたもののいずれの状況においても係合状態の維持に必要なかかり代が確保されることが確認されている。また、これ以外に係合を外すための外力は想定されず、チェーンフックが巻上用チェーンに正常にかかっている状態から、走路途中でチェーンフックが外れることはないものと推定される。

3.2.3 チェーンフックのかかりが不十分であった可能性に関する分析

2.4.4（2）に示したように、チェーンフックと巻上用チェーンとの係合が不安定であっても、車両の引き上げが可能であること、また、2.4.4（3）に示したように、このような状態で上昇中、チェーントラフつなぎ目部通過時の振動により巻上げ中にチェーンフックが外れることが確認されている。調査での再現性は認められなかったものの偶発的に不安定なかかりが発生し、このような現象に至った可能性がある。

3.2.4 チェーンフックが再びかからなかったことに関する分析

2.4.5に示したように、巻上げ部の途中で、動いている巻上用チェーンにチェーンフックが係合するまでに3秒を要する可能性があることが確認されている。これは、車両が逆走開始位置からプラットホームに達するのに十分な時間であり、事故当時も偶発的にこのような状況が発生していた可能性があると考えられる。

4 原因

本事故は、逆走防止装置が正常に作動しなかったため、巻上げ部を上昇中に逆走を開始した車両を制止することができず、そのままプラットホームに至り、

停車中の空車に衝突したものであると認められる。

逆走防止装置が正常に作動しなかったのは、逆走感知ローラーが逆走方向に回転しなかったため、逆走防止フックが逆走防止溝と係合せず上方向に持ち上がったままの状態であったものと認められる。

逆走感知ローラーが逆走方向に回転しなかったのは、ガイドレール施工精度が悪かったこと及び施工管理が適切になされていなかったことにより、逆走感知ローラーが接すべきガイドレールが設計値を下回る位置に設けられることとなり、逆走感知ローラーと接することができていなかったためであると推定される。

なお、逆走を開始した原因については、偶発的にチェーンフックが不安定な状態で巻上用チェーンにかかったまま上昇し、巻上げ途中の振動等により係合が外れたものであると考えられる。

5 再発防止対策

5. 1 構造方法等の見直し

三精テクノロジーは事故機について、逆走が生じた場合に確実に逆走を阻止できるよう、以下の構造変更を行うこととしている。

- ・逆走防止フックは降ろしたままの構造にする。
- ・チェーンフック及び逆走防止フックについて、それぞれ前後に2個配置し、片方が不安定なかかりとなる場合はもう片方が確実に係合する構造とする。

5. 2 施工管理に関する対策

三精テクノロジーは本施設の改修も含め、今後の遊戯施設の施工にあたり、設計思想が現場レベルにまで行き届くよう、設計から、製造、施工、検査に至るプロセスにおいて必要な情報が確実に伝わるよう、情報を共有するシステムを構築するとともに、施工期間中、各担当者間によるレビューを複数回行うこととしたなどとしている。

6 意見

国土交通省は、施工不良により遊戯施設の安全装置が機能しない状況が生じることのないよう、施工及び検査において特に留意すべき事項を明示し、関係者間で情報共有すること等により、遊戯施設の各構造部分における施工精度の確保及び各機能の有効性の確認を徹底するよう、遊戯施設の所有者及び製造者に対し指導を行うこと。