

埼玉県所沢市内コースター事故調査報告書

平成28年2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

埼玉県所沢市内コースター事故調査報告書

発生日時：平成24年9月30日（日） 13時20分ごろ

発生場所：埼玉県所沢市

西武園ゆうえんち「ループ・スクリューコースター」

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	聡美	
委員	稲葉	博博	
委員	大谷	康宏	
委員	釜池	敏弘	
委員	山海	堯男	
委員	高木	儀平	
委員	高橋	淳三	
委員	田中	周三	
委員	谷合	英雄	
委員	直井	眞朗	
委員	中里	寛典	
委員	松久	計典	
委員	宮迫		

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	事故機の保守に関する情報		
2. 3	事故発生時の状況に関する情報		
2. 4	事故機の拘束装置に関する情報		
2.4.1	拘束装置の構造に関する情報		
2.4.2	通常運行時の拘束装置に関する情報		
2.4.3	拘束装置の保守点検に関する情報		
2. 5	油圧シリンダー内の調査等により得られた情報		
3	分析	……	7
3. 1	拘束装置のロック機構に関する分析		
3. 2	ピストンロッドが破断したことに 関する分析		
4	原因	……	8
5	再発防止対策	……	8
6	意見	……	9

《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24年9月30日（日） 13時20分ごろ

発生場所：埼玉県所沢市 西武園ゆうえんち「ループ・スクリューコースター」

被害者：なし

事故概要：コースターの2両目前列右側のハーネスのロックが走行中に解除された。乗客はそのままホームに到着し、人的被害はなかった。

1. 2 調査の概要

平成24年10月1日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員、埼玉県職員及び所沢市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、ワーキング委員及び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：西武園ゆうえんち

所在地：埼玉県所沢市

所有者：西武鉄道株式会社

管理者：西武レクリエーション株式会社

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) 事故機の主な仕様に関する情報

一般名称：コースター、固有名称：ループ・スクリューコースター

管理者：西武レクリエーション株式会社

製造者：株式会社トーゴ（平成16年1月 倒産）

定員：24名（1両あたり 大人4名×6両）

乗物数：6両×2編成

走路全長：876m、最高部の高さ：28m

最大勾配：360度（360度の垂直回転部と二重の螺旋式走行部あり）

最高走行速度：79km/時

最大遠心力：4.87G



写真1 当該遊戯施設（西武園ゆうえんちHPより）

- (2) 構造方法の性能評定：実施機関 財団法人 日本建築センター
評定番号 BCJ-60-E642
- (3) 構造方法の認定：昭和60年11月22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60年12月27日
- (5) 検査済証交付年月日：昭和61年 3月22日

2.2.2 事故機の保守に関する情報

保守業者：株式会社トーゴサービス

直近の定期検査実施日：平成24年 4月17日

(要重点点検項目あり：軌条厚、ブレーキライニング厚)

なお、事故当日の運行開始前に、係員による始業前点検が実施されており、点検項目に指摘はなかった。

2.3 事故発生時の状況に関する情報

コースターが走行中に、二重の螺旋式走行部（発車後 約380m地点・写真1）の直後辺りで、2両目の前列右側に乗った乗客のハーネスのロックが解除された。その後、そのままホームに到着したため、人的被害はなかった。

2. 4 事故機の拘束装置に関する情報

2.4.1 拘束装置の構造に関する情報

(1) 事故機の客席の拘束装置は、ハーネスを油圧装置でロックする構造となっており、油圧装置以外にハーネスをロックする装置は設置されていなかった。



写真2 事故機



写真3 拘束装置ロック部

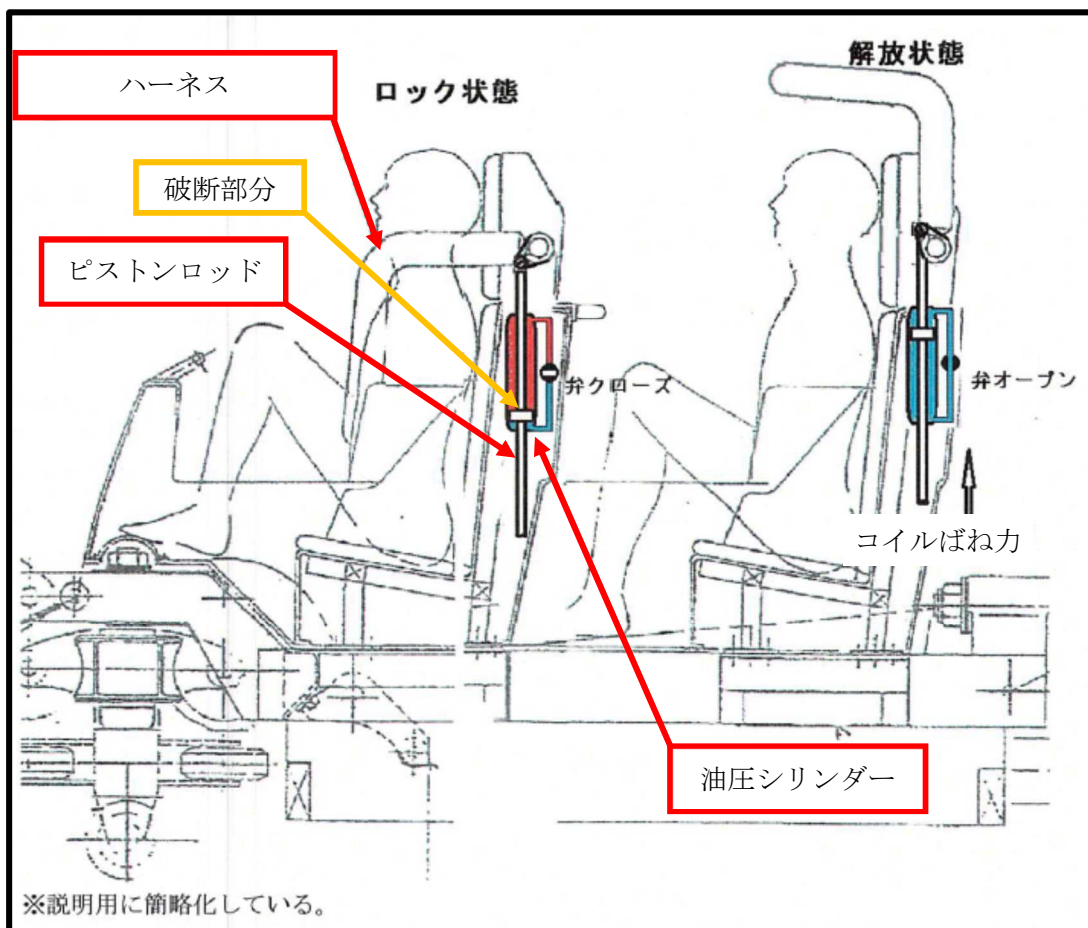


図1 拘束装置の構造

- (2) ハーネスには、油圧装置が取付けられており、制御弁が閉まり、油が流れなくなることにより、油圧シリンダー内のピストンロッドが固定され、ハーネスが開かないようロックされる。(図1 左側)
- (3) 油圧装置の制御弁が開き、油が流れるようになると、ピストンロッドが動くようになり、コイルばね力により、ハーネスが開く。(図1 右側)

2.4.2 通常運行時の拘束装置に関する情報

管理者によると、すべての座席のハーネスがロックされていることを運転席のランプ表示で確認した後、係員が触診によりハーネスのロック状態を確認し、異常がなければ発車させていたとのことである。

なお、設置からの運転回数は、100万回を超えていたとのことである。

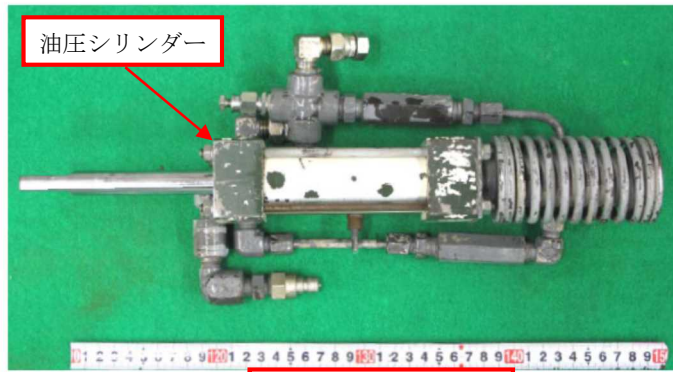
2.4.3 拘束装置の保守点検に関する情報

- (1) 油圧装置は、設置以降26年間使用されていた。
- (2) 油圧装置は年に1回分解し、油圧シリンダー内のピストンのOリング等の交換を行っていたが、ピストンロッドは分解できなかつたため、破断した部分は点検していなかつた。
- (3) 遊戯施設事業者3社へのヒアリングによれば、拘束装置のロック機構にかかる重要部品については、定期的に磁粉探傷検査等を行っているとのことであつた。

2.5 油圧シリンダー内の調査等により得られた情報

(1) 外観に関する情報

- ① ハーネスをロックする油圧シリンダー内のピストンロッドがシリンダー内部で破断し、ロックができなくなつていた。(写真4)
- ② ピストンロッドは3分割構造になつており、端部にねじ部のあるロッドで挟み、ピストンを固定する構造になつていた。(写真5、図2)
- ③ ピストンロッドの直径は16mm、破断部であるOリング取付用溝部の直径は約7mmであり、ピストンロッドの最小断面部であつた。
- ④ ピストンロッド破断部近傍の加工は、切削跡が目立つ状態であり、内角部にR面取り加工はされていなかつた。(写真6、8)



油圧装置外観

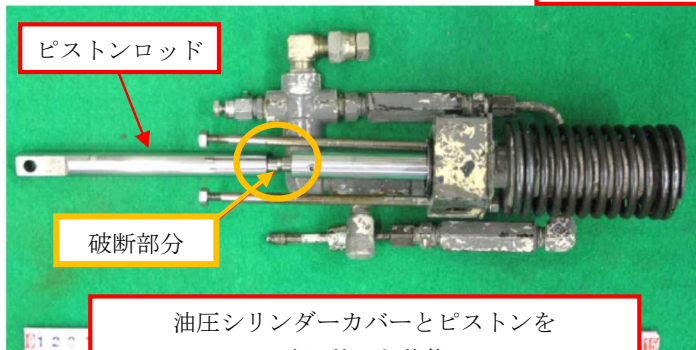


写真4 ピストンロッドの破断部分

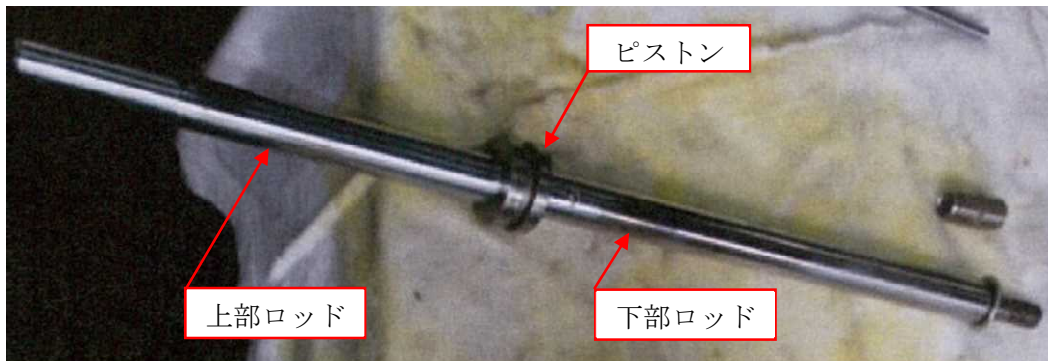


写真5 ピストンロッド

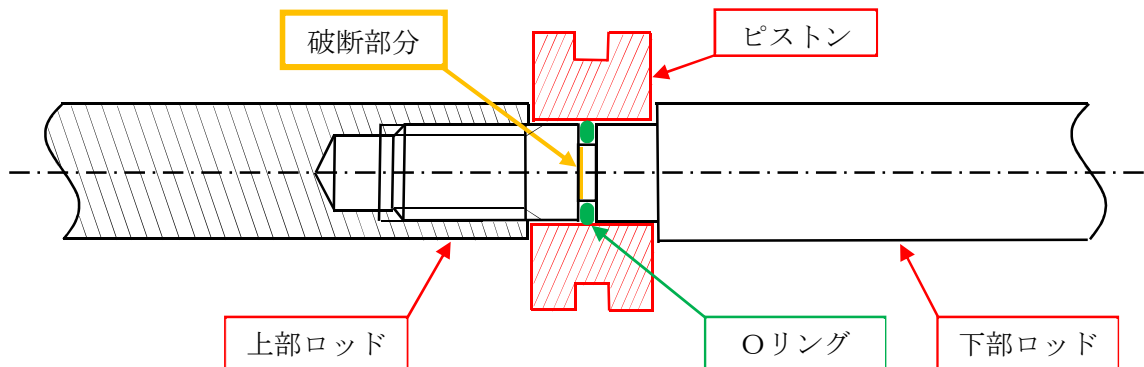


図2 ピストンロッド接合部



写真6 破断部分（上部側）



写真7 破断部分（下部側）

(2) 破面解析結果に関する情報

破面を解析した結果、破断は疲労破壊によるものと報告された。

以下に、走査型電子顕微鏡によるピストンロッド破断面の観察結果を示す。

- ① 起点側である a 部から中心の c 部に向け、徐々にき裂が進展したことによる、疲労破面特有のストライエーションパターンが見られた。（写真9、10）
- ② 最終破断側である e 部は、延性破面特有のディンプルパターンが見られた。（写真11）

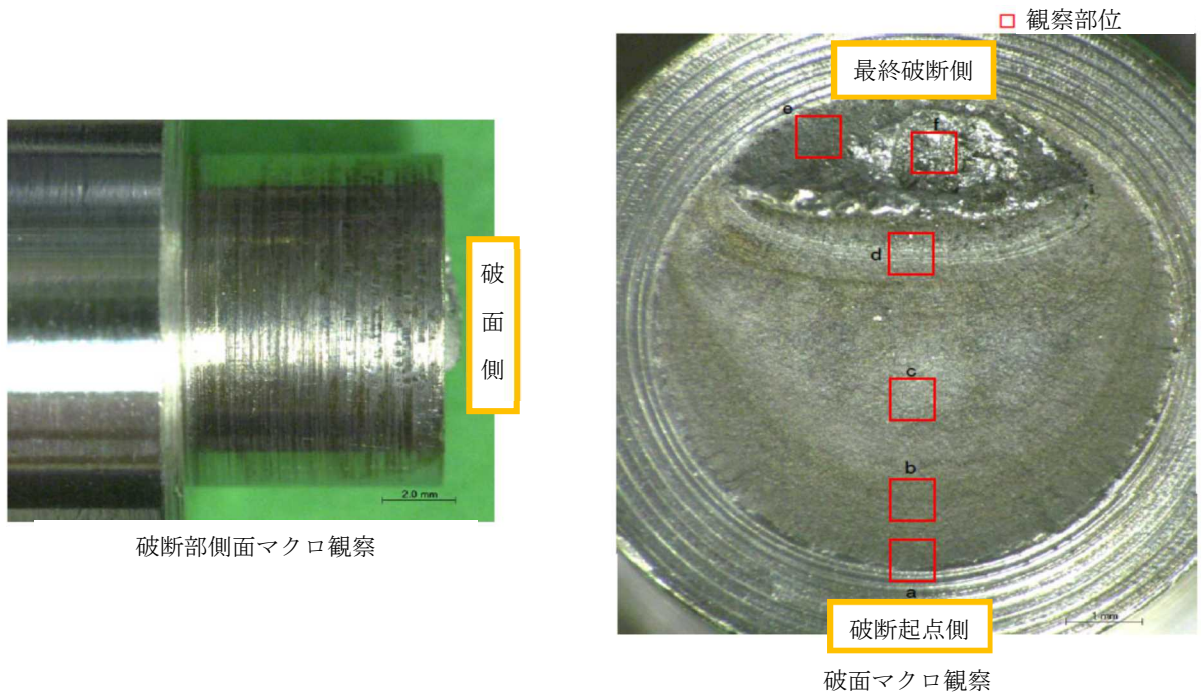


写真8 破断部マクロ観察

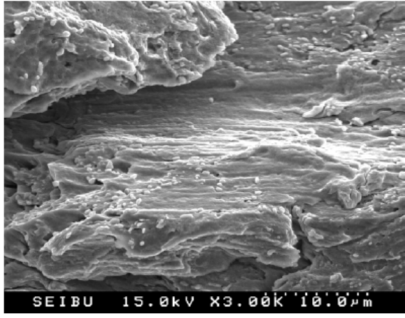


写真9 写真8 a 部内拡大
(疲労破面)

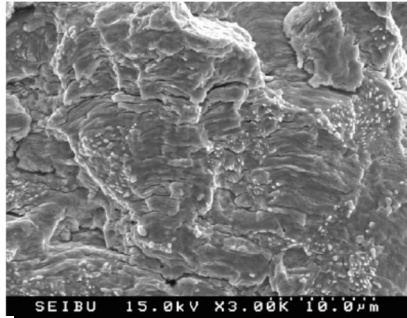


写真10 写真8 c 部内拡大
(疲労破面)

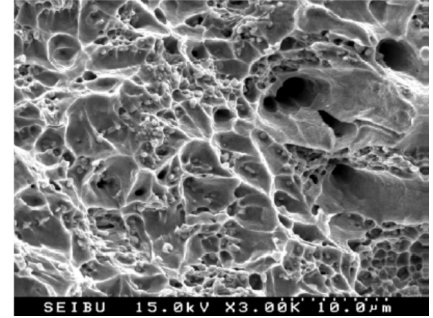


写真11 写真8 e 部内拡大
(延性破面)

(3) 他の座席の油圧シリンダーに関する情報

事故機のおの座席に使用されていた油圧シリンダー23個のピストンロッドについて磁粉探傷検査を実施したところ、割れ及び有害な傷は検出されなかった。

3 分析

3. 1 拘束装置のロック機構に関する分析

事故機の拘束装置は、ハーネスに取付けられた油圧シリンダーのピストンロッドを、制御弁を閉じ油を流れないようにして固定することにより、ハーネスを開かない方向へロックする構造となっている。

しかし、ピストンロッドがピストンとの接合部で破断した場合には、ピストンが油圧により固定されていたとしても、それとは関係なくロックが解除された状態になる構造であると認められる。

3. 2 ピストンロッドが破断したことに関する分析

ピストンロッドの破面の解析結果より、破断は疲労破壊によるものと推定される。具体的には、破断箇所であるOリング取付用の溝部が、ピストンロッドの最小断面部であるにも関わらず、溝部の内角部に応力集中を生じさせないためのR面取り加工がされておらず、切削加工の仕上げが粗いことから、当該内角部が起点となり、油圧シリンダー摺動部のガタ等により片振り曲げ荷重が作用したものと考えられる。

また、設置から26年間交換されることなく使用され、運転回数が100万回を超えていたことから、当該荷重が長期間繰り返し作用し、疲労破壊が進展したものと考えられる。

さらに、ピストンロッドの分解が困難であったため、破断箇所については何ら点

検をしていなかったが、定期的に他の遊戯施設事業者で実施されている磁粉探傷検査等によりピストンロッドの状態が確認されていれば、破断を未然に防ぐことができた可能性が考えられる。

他の客席のピストンロッドの当該部分に、割れ等が発生していなかったのは、曲げ荷重の大きさがそれ程大きくはなく、切削加工によっては疲労破壊にまで至らない程度のものであった可能性が考えられる。

4. 原因

本事故は、コースターが走行中に、ハーネスをロックするための油圧シリンダーのピストンロッドが、シリンダー内で破断したため、ロックが解除されたものと認められる。

ピストンロッドは、最小断面であるOリング取付用の溝部で破断しており、破断面の形状から、疲労破壊によるものであると推定される。

疲労破壊が発生した直接の要因としては、破断部に応力集中を生じさせないためのR面取り加工がされておらず、切削加工の仕上げが粗かったことが考えられるが、本来的な要因としては、磁粉探傷検査等によりピストンロッドの状態を確認しないまま、長期間使用されていたことが考えられる。

また、事故機には、油圧装置以外のロック機構が設けられておらず、製造上の不備や保守点検の不備が完全には避けられないことを考慮すれば、客席の拘束装置に関するフェイルセーフ措置が十分ではなかったことにも留意しておく必要がある。

5 再発防止対策

事故機については、運転を休止しており、現時点で再開の予定はないが、事故後に保守業者が提案した再発防止対策は以下のとおりである。

- (1) ピストンロッドを3分割構造から一体構造に変更し、ロッドの内部で破断することがない構造にするとともに、ピストンロッドのガタを低減させるため、ロッド端部の摺動ガイド部を延長する。
- (2) ハーネス下端と座席を接続するセーフティベルトを追加し、ハーネスのロックが解除された場合でも、拘束機能を損なわないようにする。

なお、事故機とハーネスのロック機構が同一のコースター（該当1施設）について

確認したところ、維持保全計画に基づき、平成23年12月にピストンロッドをすべて新品に交換し、また、平成25年7月にハーネス下端と座席を接続するセーフティベルトを追加設置したとのことであった。

6 意見

国土交通省は、遊戯施設の所有者等に対し、拘束装置のロック機構など、安全上重要な部分について、経年劣化等に留意した適切な保守点検の徹底を図るよう指導すること。

また、遊戯施設の実態に応じて、拘束装置のロック機構に不具合が生じた場合の措置（フェイルセーフ・二重化等）に関する基準を検討し必要な措置を講ずること。