

千葉県内モノレール事故調査報告書

平成28年9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

千葉県内モノレール事故調査報告書

発生日時：平成27年5月2日（土） 15時10分ごろ

発生場所：千葉県山武市蓮沼

千葉県立蓮沼海浜公園 こどものひろば「スカイパイレーツ」

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
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	事故施設の仕様等に関する情報		
2. 2. 2	事故施設の定期検査に関する情報		
2. 2. 3	事故施設の保守点検に関する情報		
2. 3	事故発生時の状況に関する情報		
2. 4	客席支持部材の破断状況に関する情報		
2. 5	事故施設の設置等の経緯に関する情報		
2. 6	事故施設の設計等に関する情報		
2. 7	事故施設の運行管理に関する情報		
2. 8	事故施設の保守に関する情報		
2. 8. 1	保守点検に関する情報		
2. 8. 2	補修履歴に関する情報		
2. 8. 3	定期検査に関する情報		
2. 9	客席支持部材の構造強度に関する情報		
2. 9. 1	建築基準法令に基づく構造計算の結果		
2. 9. 2	客席支持部材の構造強度試験の結果		
3	分析	……	12
3. 1	構造強度に関する分析		
3. 2	運行管理に関する分析		
3. 3	保守点検に関する分析		
4	原因	……	13
5	再発防止策	……	14
5. 1	千葉レクにおける運行管理体制等の見直し		
5. 2	アールアンドアールが関与した遊戯施設の確認		
6	意見	……	14

《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：千葉県立蓮沼海浜公園 こどものひろば「スカイパイレーツ」

被害者：重傷 1名（肋骨骨折、頭部外傷）

事故概要：懸垂式の電動モノレール（2名乗車）の客席部分が、スタート地点から約6.8mを走行した第2カーブの手前で、客席部分の一部を構成する支持部材の破断により、地上約4mの高さから地上面に落下した。

1. 2 調査の概要

平成27年5月3日 昇降機等事故調査部会委員、国土交通省職員及び千葉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：千葉県立蓮沼海浜公園 こどものひろば

所在地：千葉県山武市蓮沼

所有者：千葉県知事

指定管理者：千葉県レクリエーション都市開発株式会社（以下「千葉レク」という。）

2. 2 遊戯施設に関する情報

2.2.1 事故施設の仕様等に関する情報

(1) 事故施設の主な仕様等に関する情報

機種名：一般名称 モノレール（懸垂式）、固有名称 スカイパイレーツ

平成12年建設省告示第1419号別表第1（一）項に該当

所有者・管理者：千葉レク

製造者：株式会社アールアンドアール（以下「アールアンドアール」という。）

定員：1台あたり大人2名 × 5台

走路全長：180.3m

最高速度：4km/時

最高部高さ：客席（底部）高さ 約 4 m、レール（上部）高さ 約 6 m

最大勾配：勾配なし（水平軌道）

駆動方式：電動式（客席下部に蓄電池を搭載し、上部の電動機を駆動）

客席部分：FRP製、シートベルト（個別）

(2) 確認済証交付年月日：昭和 63 年 3 月 31 日（プラットホームのみ）

※ 当初は、昭和 63 年にペダル式のサイクルモノレールとして設置されたが、平成 14 年に電動式に変更された。

2.2.2 事故施設の定期検査に関する情報

(1) 直近の定期検査実施日：平成 27 年 3 月 9 日（指摘事項なし）

(2) 検査実施者：アールアンドアールの社員（昇降機等検査員）

2.2.3 事故施設の保守点検に関する情報

千葉レクは、事故施設の保守点検については、保守会社との書面による業務契約を締結していなかった。(2.8.1 参照)

2.3 事故発生時の状況に関する情報

(1) 事故当時は、全車両 5 台中の 1 台のみが運行されており、2 名（大人 1 名、子供 1 名）が乗車していた。

(2) スタート地点から約 6.8 m を走行し、第 2 カーブの手前で、客席部分（ゴンドラ）が地上約 4 m の高さから地上面に落下した。(図 1、写真 3)

(3) レール上部に設置された駆動装置に接合されている客席部分の一部である支持部材（以下「客席支持部材」という。）が破断していた。(写真 4、写真 5)



写真 1 プラットホームの車両



写真2 プラットホーム

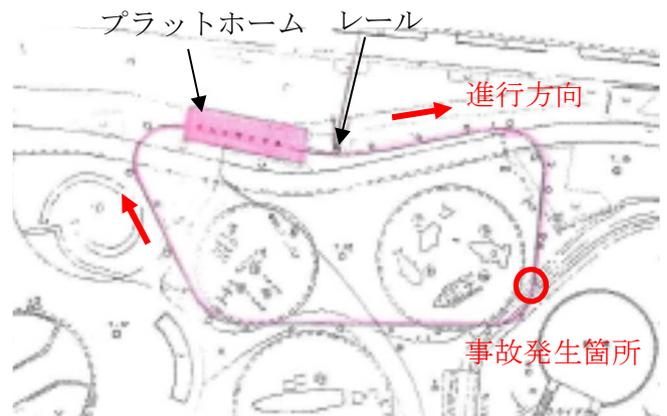


図1 事故施設走路図



写真3 落下した客席部分



写真4 破断箇所（他の車両）

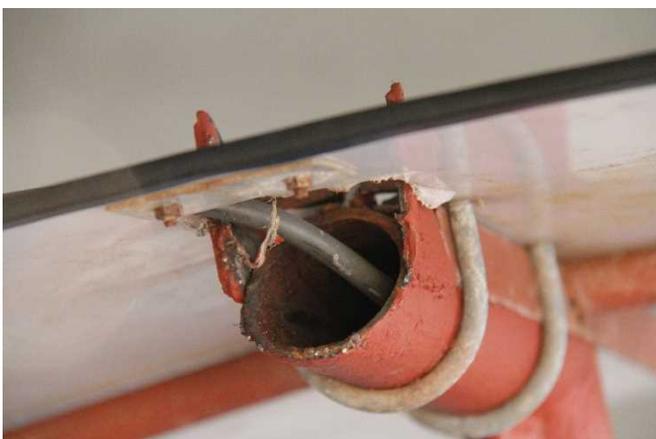


写真5 破断箇所（事故車両）

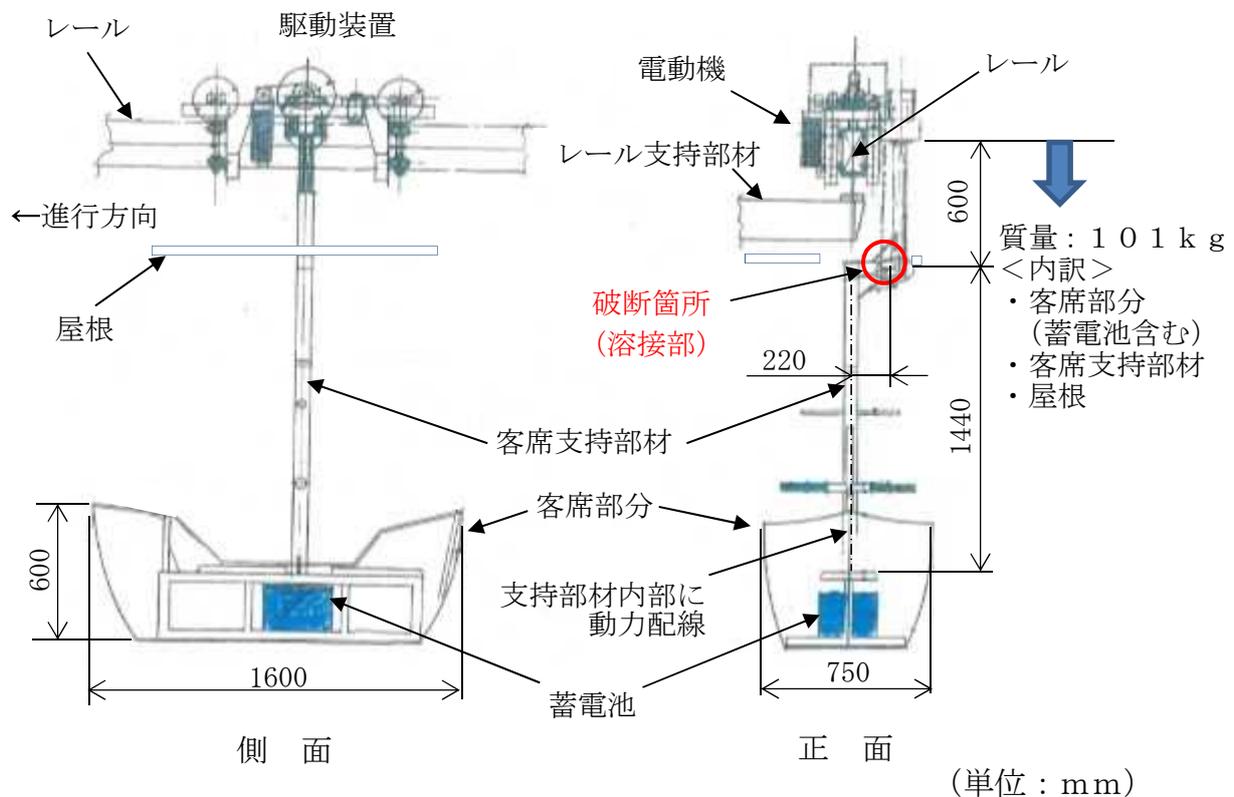


図2 スカイパイレーツの姿図

2. 4 客席支持部材の破断状況に関する情報

- (1) 事故車両の客席支持部材は、「駆動装置に接合する鉛直部材」及び「客席部分に接合する鉛直部材」が、客席の上部において「水平部材」を介してクランク状に接合されており、上記の各部材はいずれも外径48.6mm、厚さ3.2mmの鋼管であった。(図2、図3)
- (2) 鉛直部材と水平部材の接合部は、それぞれ45度に切断した断面同士を溶接し、また、三角形の補強用リブ(厚さ6mm)を部材表面に溶接する構造であったが、事故車両の客席支持部材は、「駆動装置に接合する鉛直部材」と「水平部材」の接合部で破断していた。(図3)
- (3) 45度に切断した両部材の断面部には全周にわたり錆が生じており、事故発生時には溶接部の耐力は失われていたと推定される。また、鋼管の内面にもかなりの錆が生じていた。補強用リブは裂けるように破断しており、「駆動装置に接合する鉛直部材」と「水平部材」に後付けで溶接された溶接棒(直径2.6mm)及び補強用三角プレート(厚さ2.3mm)は剥離していた。(写真6)
- (4) 補強用リブの破断面を電子顕微鏡で観察したところ、部材から離れた側に疲労破面の領域、部材に近い側に延性破面の領域が見られた。(写真7)
- (5) 客席部分の上部(水平部材の上部で駆動装置に接合する鉛直部材との接合部)

に樹脂製(650mm×1000mm、厚さ3mm)の屋根が設置されていた。
(写真3、写真4)

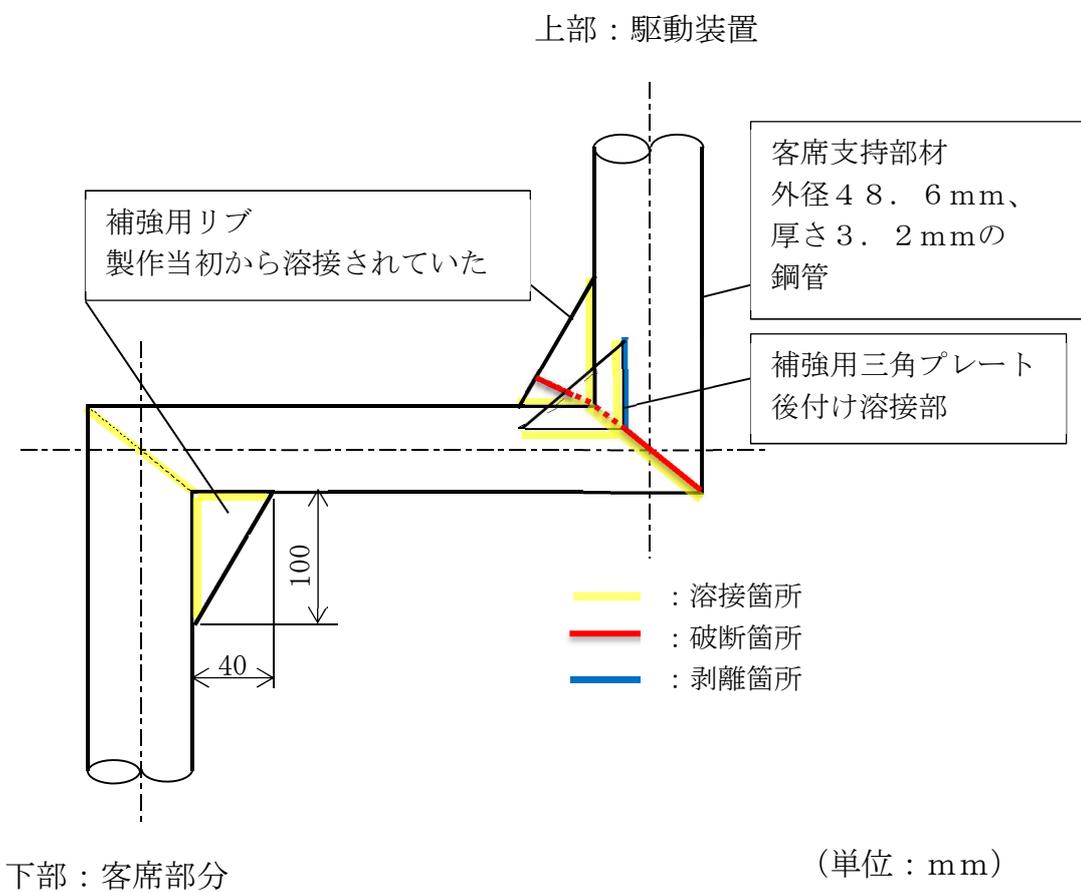
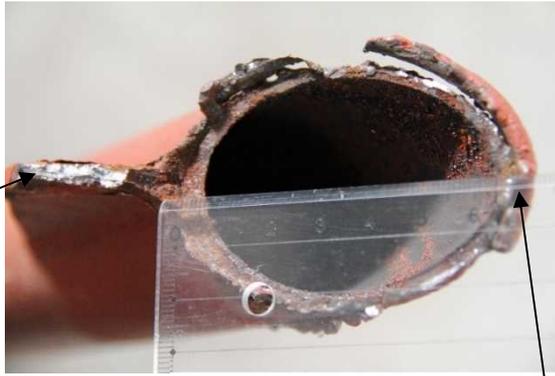
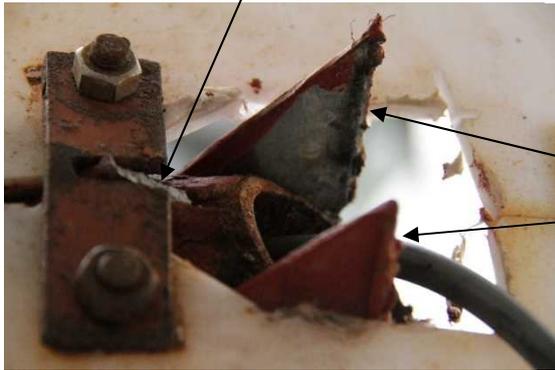


図3 客席支持部材の破断箇所

破断（補強用リブ）
製作当初から設置されていた補強用リブは、溶接箇所ではなく、鋼材が裂けるように破断していた。



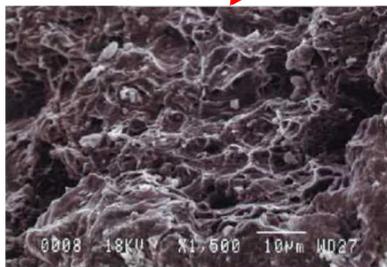
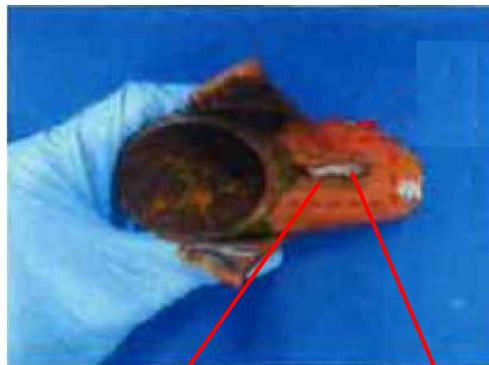
上部



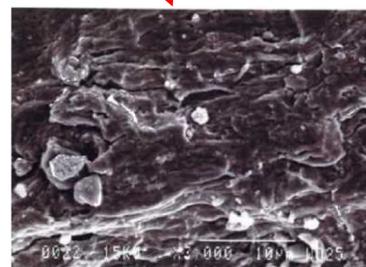
下部

溶接箇所が剥離（後付溶接部）
事故前の不具合時点で補強用として溶接された部材は、溶接部分で剥離していた。（補強用三角プレート、溶接棒）

写真6 客席支持部材破断箇所



延性破面



疲労破面

写真7 補強用リブ破断部の電子顕微鏡写真

2. 5 事故施設の設置等の経緯に関する情報

(1) 千葉レクによれば、事故施設は、当初、千葉県により昭和63年にペダル式の車両によるサイクルモノレール（固有名称：スカイサイクル）として設置され、平成12年5月まで運行されていた。平成12年5月から平成14年4月の一時休止期間の後、平成14年4月に客席支持部材も含め電動式の新しい車両に変更され、「スカイパイレーツ」として事故発生時まで運行されていた。

なお、新たに供用を開始した平成14年4月時点では、乗客が走行速度の加減速を行えるアクセルグリップが設けられていたが、乗客が故意に車両を停止させ、後続車両と衝突させる事案が発生したため、翌5月に定速方式に変更された。

(2) 千葉レクによれば、事故施設は、「スカイサイクル」の時代は、レール、車両ともに千葉県が所有し、千葉レクが管理・保守を行っていた。その後、腐食が著しい既存の旧型車両は撤去され、「スカイパイレーツ」として供用を開始したが、平成14年4月から平成24年3月までの間は、レールの所有・管理・保守は千葉レクが行い、電動式の新しい車両の所有は、平成14年4月から平成21年3月までの間は、株式会社エイムス（以下「エイムス」という。アールアンドアールと同資本系列の会社）であり、平成21年4月から平成24年3月の間はアールアンドアールであった。管理・保守は、平成14年4月から平成24年3月までの間は、アールアンドアールが行っていた。（ただし、ここでいう管理は、工作物の管理責任を有することを指し、いわゆる運行管理（遊戯施設の運営業務の管理）は千葉レクが行っていた。）さらに、平成24年4月以降は、レール、車両ともに千葉レクが所有・管理・保守を行っていた。（表1）

表1 事故施設の設置等の経緯

期 間 (年度)	固有名称	所有者		管理者		保守会社	
		レール	車 両	レール	車 両	レール	車 両
S63～H11	スカイサイクル (ペダル式)	千葉県知事		千葉レク			
H12				運行休止			
H13		千葉レク					
H14～H20	スカイパイレーツ (電動式)	千葉レク	エイムス	千葉レク	R & R	千葉レク	R & R
H21～H23			R & R				
H24～		千葉レク					

※ R & R : アールアンドアール

2. 6 事故施設の設計等に関する情報

(1) アールアンドアールの社員によれば、電動式の新しい車両（客席部分、駆動装置、客席支持部材等）の設計はアールアンドアールが行い、平成12年から13年頃に客席部分、駆動装置、客席支持部材等の鉄骨部分について同社が発

注製作させた。客席部分のFRPについては、オールアンドアールの工場で鉄骨部分に取り付けられた。

- (2) 千葉レクは、既存の旧型車両を撤去し、電動式の新しい車両を設置して運行することについて、平成14年4月に千葉県知事から都市公園法（昭和31年法律第79号）の規定に基づく公園施設設置許可を取得しているが、建築基準法（昭和25年法律第201号）の規定に基づく確認・検査の手続きは行われていない。
- (3) 千葉レクが提出した公園施設設置許可申請書に添付された車両の構造計算書は、既存の旧型車両のものであり、電動式の新しい車両のものではなかった。
- (4) 千葉県によれば、電動式の新しい車両に変更されたことは大規模な模様替えにあたり、建築基準法の規定に基づく確認・検査の手続きが必要であったが、建築確認の申請が行われておらず、構造計算の確認ができていなかった。

2. 7 事故施設の運行管理に関する情報

- (1) 事故施設の運行管理は、千葉レクが事故発生時まで継続的に行っていたが、運行管理規程は、オールアンドアールが過去に作成した規程がそのまま保存されていただけで、千葉レクの組織体制とは整合しておらず、故障時や事故発生時の連絡は同規程によっていたが、具体的な連絡体制や責任者が不明確であった。
- (2) 運転者2名（アルバイト職員）が、マニュアルに基づいて始業前点検（車両やシートベルトの点検等）を実施していた。
- (3) 車両の運転及び停止は、プラットホーム上で運転者2名により行われ、出発担当が客席側面に設置されたスイッチにより運転をスタートさせ、降車担当が一周して戻ってきた車両に近づき、同スイッチを切って停止させていた。（写真8）

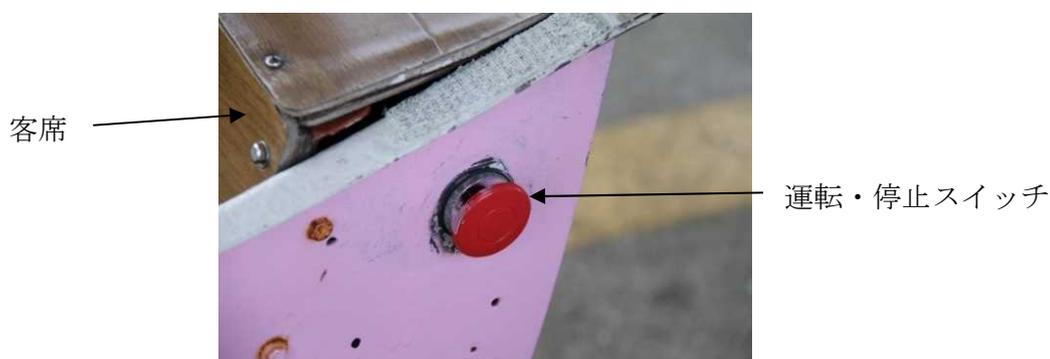


写真8 客席側面の運転・停止スイッチ

2. 8 事故施設の保守に関する情報

2.8.1 保守点検に関する情報

(1) 千葉レクは、事故施設の維持保全計画書において、維持保全管理者、維持保全技術者（アールアンドアールの社員）を定めていたが、実施項目ごとの責任者が明確にされていなかった。このため、補修が必要な場合に指示・確認を行う責任者が不明確であった。

なお、「遊戯施設の維持保全計画書の作成の手引き」において、補修に関する事項については、維持保全管理者を責任者とするのが例示されている。

(2) 千葉レクによれば、事故施設の保守点検については、保守会社との書面による業務契約を締結しておらず、公園内に設置されている他の遊戯施設（コースター）の保守点検を受託しているアールアンドアールの社員が、当該コースターの保守点検（月1回）の際に合わせて点検を行い、必要に応じて補修等を行っていた。（部品交換等の費用は、後日精算していた。）

なお、事故施設については、平成19年以降、千葉レクにより、建築基準法に基づく定期検査報告が行われており、当該検査はアールアンドアールの社員が実施していた。

2.8.2 補修履歴に関する情報

アールアンドアールの社員によれば、車両の所有者が千葉レクに移行した平成24年に、車両の設計図書（構造計算書、製作図、溶接要領等）及び保守関連の書類（補修履歴等）を全て破棄したとのことであり、また、千葉レクにも保存されていた資料がないため、平成23年以前の補修履歴は不明である。

千葉レクによれば、平成24年以降の主な補修履歴は、表2のとおりである。

表2 平成24年以降の主な補修履歴

年	月日	補修内容	備考
平成24年	10月	車輪交換	
平成25年	8月	シートベルト交換	
	9月	蓄電池カバー取付	4台
平成26年	3月	電動機交換、台車部オーバーホール、塗装	全車両
	7月	樹脂製屋根取付	全車両
	9月	シートベルト交換	1本
平成27年	1月	レール交換（全レール）	
	4月16日	客席支持部材の亀裂箇所をリング状に溶接補強	1台（事故車両）
		クランク部分に補強用三角プレートを溶接	全車両
	4月28日	車輪交換、チェーン調整	2台
	4月30日	車輪交換	1台
5月2日	事故発生		

平成26年3月の全車両の電動機交換、平成27年1月のレール交換等が行われていたほか、事故発生日の約2週間前である平成27年4月16日には、事故車両の客席支持部材の補修作業が行われていた。

千葉レクによれば、当該補修作業の経緯は、以下のとおりである。

(4月12日)

運転者(アルバイト職員)が、始業前点検において、車両の客席支持部材の一部(今回の事故で破断した箇所)に約3cmの亀裂を発見し、千葉レクの職員に報告した。

報告を受けた当該職員は、当該車両を運行レールから保守レールに移動した上で、アールアンドアールの社員に安全性の確認を依頼した。

(4月16日)

アールアンドアールの社員は、亀裂が生じていた車両の当該亀裂箇所に直径2.6mmの溶接棒を溶接する補修を行ったほか、全車両について、鉛直部材と水平部材の接合部の両側に、補強用三角プレート(厚さ2.3mmの鋼板)を溶接した。この際、溶接部分の検査等は行わなかった。(写真9)

当該溶接は、アーク溶接作業(アーク溶接等の業務に係る労働安全衛生法に基づく特別教育を修了した者)である上記社員が行ったが、客席支持部材の鋼管内部を通っている駆動装置の電気配線を損傷させないように、電圧を下げ、水で冷却しながらアーク溶接を行ったとのことである。

千葉レクによるアールアンドアール社員からの聞き取りによれば、本来、鋼管内部の電気配線を外して工場等に持ち込み、損傷部位の検査を行った上で、補修作業がなされるべきところ、現場において上記のような作業が行われたとのことである。

この間、本来責任者である維持保全管理者への報告はされず、補修内容について責任者から指示・確認が行われることもなかった。

(4月18日)

千葉レクの職員が、補修箇所を目視で確認したのみで、具体的な補修内容の点検が行われないうまま、事故車両の運行を再開した。

なお、千葉レクによれば、事故車両は、4月18日から事故発生日の5月2日までの間に160周程度の運行を行っていた。



写真9 補強用三角プレートの溶接（事故機とは別の車両）

2.8.3 定期検査に関する情報

事故発生日直近の定期検査は、アールアンドアールの社員により、平成27年3月9日に実施され、「指摘事項なし」と報告されていた。

上記社員によれば、定期検査時に、車両の客席支持部材については、テストハンマーによる打検のほか、鋼管の外径寸法を計測し、腐食による劣化の判定（残存厚さ \geq 部材厚さの90%が基準）を行っていたとのことである。

2.9 客席支持部材の構造強度に関する情報

2.9.1 建築基準法令に基づく構造計算の結果

事故後、千葉レクは第三者の構造設計事務所に依頼し、構造計算を実施した。

構造計算にあたっては、平成12年建設省告示第1419号第4で、遊戯施設に使用される材料の許容応力度の算定に用いる各部材の破壊強度に対する安全率の値を定めている（客席部分：6）。破断した客席支持部材は客席部分の一部として計算を行った。

この計算では、客席支持部材については、駆動装置に接合する鉛直部材や水平部材の断面に生ずる長期の応力度は、建築基準法令に基づく許容応力度を上回っていた。また、補強用リブのみで接合されていたと仮定した場合、設計荷重による長期の応力度は、建築基準法令に基づく許容応力度を上回っていた。

なお、当該構造計算は、事故車両の製作時の設計図書が存在しないため、事故車両の現況に基づいて行ったものである。

2.9.2 客席支持部材の構造強度試験の結果

千葉レクが第三者の試験機関に依頼し、事故車両ではない他の車両の客席支持部材（3試験体）を用いて、その構造強度試験を行ったところ、鉛直方向に同程度の荷重が加わった時点で、鉛直部材と水平部材の溶接部が破断した後、次の各部が破断した。

- 試験体① 補強用リブが破断
- 試験体② 他の溶接部が全て破断
- 試験体③ 水平部材が破断

このように試験体①のように事故機と同様の破断部位を示すものと、試験体②又は試験体③のように他の場合があったが、いずれも鉛直部材と水平部材の溶接部から破断が始まっている。(写真10)



写真10 客席支持部材の構造強度試験

3 分析

3.1 構造強度に関する分析

2.9.1 で示したとおり、客席支持部材のうち、駆動装置に接合する鉛直部材及び水平部材の設計強度は、建築基準法令上の基準を満たしていなかった。ただし、許容応力度の算定にあたって、6倍の安全率を用いるため、計算結果において構造強度が不足している場合でも、ただちに部材の破断等に至るわけではなく、実際、使用開始から約13年経過しても当該部材は破断していなかった。

また、2.9.2 で示したとおり、車両により最終的な破断部位が異なるが、いずれも鉛直部材と水平部材の溶接部から破断が始まっている。

一方、2.8.2 で示したとおり、今回の事故で破断した箇所については、事故発生日の約2週間前に亀裂が発見され、補修作業が行われていたが、2.4(3)で示したとおり、45度で切断した両部材の断面部には全周にわたり錆が生じ、また、後付けで溶接された溶接棒及び補強用三角プレートについては、客席支持部材の鋼管内部を通っている駆動装置の電気配線を損傷させないように、電圧を下げ、水で冷却しながらアーク溶接を行うなどの施工状況から溶接不良が生じ、補強の効果はほとんどなかったものと考えられる。

このため、事故発生時においては、鉛直部材と水平部材は主に補強用リブで接合していたものと推定される。

なお、駆動装置に接合する鉛直部材と水平部材の断面部に破断が生じた原因については、経年劣化によるものか、製作時の溶接不良によるものかはわからなかった。

2.9.1 で示したとおり、補強用リブだけでは客席部分の自重と積載荷重を支持する耐力が不十分であったところ、走行中の振動やカーブ部での遠心力を受けたことにより疲労破壊が進行し、最終的に補強用リブも破断に至り、客席部分が落下したものと推定される。

3. 2 運行管理に関する分析

2. 7 (1) で示したとおり、千葉レクは、自らの組織体制と整合した運行管理規程を定めておらず、故障時や事故発生時の連絡体制や責任者が不明確であったことが認められる。

3. 3 保守点検に関する分析

事故発生日の約2週間前に客席支持部材に亀裂が発見された際に、適切な補修等の措置が講じられていなかったと認められる。

具体的には、運転者から始業前点検で亀裂を発見したとの報告を受けた千葉レクの職員は、アールアンドアールの社員に安全性の確認及び補修作業を依頼し、補修作業は作業環境が確保された工場で行われず、現場で技術的に不適切な補修が行われた。これを当該職員が目視で確認したのみで具体的な点検が行われないうまま、補修内容が不適切なまま再び運行された。この間、責任者への報告や責任者からの指示・確認が行われることはなかった。これは、千葉レクにおける不具合発生時の補修についての指示・確認などの安全管理体制が不十分であったことによると考えられる。

4 原因

客席支持部材（駆動装置に接合する鉛直部材と水平部材の接合部）が破断したのは、製作時の溶接不良又は経年劣化により、溶接部分の耐力が失われ、補強用リブだけでは客席部分の自重と積載荷重を支持する耐力が不足していたためと推定される。

事故発生日の約2週間前に当該箇所の亀裂が発見され、補修作業が行われていたにもかかわらず、客席支持部材が破断したのは、作業環境が整った工場でなく、現場で作業が行われ、溶接方法が適切でなく、当該補修が技術的に不適切なものであったためと認められる。

また、結果的に適切な補修等の措置が講じられなかったのは、千葉レクにおける遊戯施設の、不具合発生時の補修について指示・確認や補修内容を点検する等の安

全管理体制が不十分であったことによると考えられる。

さらに、客席支持部材の許容応力度は、溶接が適切に行われていたとしても、建築基準法令に定める強度を有しておらず、設計が不適切であったと推定される。

5 再発防止策

5. 1 千葉レクにおける運行管理体制等の見直し

事故施設（スカイパイレーツ）は、現在休止中であり、今後廃止・撤去される予定である。

また、千葉レクは、今回の事故の原因の一つとなった安全管理体制が、公園内の他の遊戯施設と同様であったことから、それらの安全管理体制や点検方法について、以下のような見直しを行った。

- (1) 維持保全計画書において実施項目ごとの責任者等を明確にする。
- (2) 施設の修理を実施する際は、有資格者等の技術力を有する者による検査を実施する。
- (3) 各遊戯施設ごとに運行管理者を選任する。
- (4) 危機管理意識の強化を図るため、故障時等における対応訓練を月1回実施するとともに、講習会を定期的実施する。
- (5) 保守会社に加え、年1回第三者機関による二重の安全点検を行う。（建築基準法に基づく定期検査のほか、年1回第三者機関による点検を実施。）

5. 2 アールアンドアールが関与した遊戯施設の確認

国土交通省が、全国の特定行政庁に対し、アールアンドアールが設計、施工又は保守点検に関与した遊戯施設を照会したところ、千葉県立蓮沼海浜公園の2施設のほか該当する遊戯施設が10施設あったが、同型のものはなく、また、異常等はみられなかった。

6 意見

国土交通省は、遊戯施設の所有者等に対し、遊戯施設の維持保全計画書等において、実施項目ごとの責任者が明確になっているかの再確認及び不具合発生時の補修内容を適切に指示・確認することなど、安全管理の徹底を指導すること。

また、特定行政庁に対し、同種の懸垂式の施設について、車両の吊下げ構造が変更された場合にも必要な手続きが行われているか定期報告の機会を活用し確認するよう促すこと。