

⑫ ロープウェイ・リフトにおける「脱索」インシデント対策

交通システム研究領域

※佐藤久雄 千島美智男 日岐喜治

1. はじめに

ロープウェイ・リフトは、架空したロープに搬器を吊して旅客を運搬する輸送システムである。急勾配に強いことや支柱間の線路長を長く設定できることなどの理由により、山間部の観光地やスキー場での旅客の輸送用に多く使用されている。

ロープウェイ・リフトは法令上「索道」と呼ばれており、その種類としては、乗客が乗る搬器の形状により、閉鎖式の搬器を使用する普通索道と、いす式の搬器を使用する特殊索道に分類されている。普通索道としては、交走式のロープウェイやゴンドラリフトなど、特殊索道としては、チェアリフトや滑走式のリフトがあげられる。

索道においては、近年、過去の事故やインシデントと同種の原因の事故やインシデントの発生が指摘されており、事故の再発防止のための早急な対応が望まれている。

この状況に鑑み、既報⁽¹⁾において、過去10年間(1999年度から2008年度)に発生した事故について、事故原因分析、同種の事故の発生状況分析等を実施

した結果について報告した。

さらに、同種の事故の中で発生頻度が最も高くなっている「線路中での乗客のいす式搬器からの落下事故」について、詳細な発生状況分析を実施した結果について報告⁽²⁾するとともに、本事故の再発防止対策について考察した結果について報告⁽³⁾した。

またインシデントについては、過去8年間(2001年度から2008年度)に発生したインシデントについて、原因分析、同種のインシデントの発生状況分析等を実施した結果について報告⁽⁴⁾した。

その際、同種のインシデントの発生状況分析結果の特徴として、「脱索」インシデントの発生頻度が最も高くなっていることを明らかにした。

索道における脱索は、大きな事故に結びつく可能性が高く、「脱索」インシデントに対し取り得る対策の一層の検討が必要と考えられる。

本報では、「脱索」インシデントに関するより具体的な再発防止対策について考察した結果について報告する。

表1 過去8年間(2001-2008)における同種のインシデントの発生状況

No.	インシデントの種類別	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	インシデント件数		インシデント発生頻度(%) ※2
1	脱索	External to lift (外的要因)	Wind (風)	5	15	9
2	脱索	Behavior of passenger transported (乗客の挙動)	Bad unloading (passenger not paying attention) (降車時における乗客の不注意)	4		7
3	脱索	Behavior of passenger transported (乗客の挙動)	Bad unloading (passenger fell down) (降車時における乗客の転倒、転落)	3		5
4	脱索	Line equipment (線路上構造物)	Line sheave damage/failure (線路上の索輪の損傷/故障)	3		5
5	握放索不完全	Behavior of operator or mechanic (運転者あるいは保守係員の挙動)	Bad maintenance (整備不良)	2	2	(-)
6	施設障害	Line equipment (線路上構造物)	Damage/failure of structure (includes towers) (構造物の損傷/故障 (支柱を含む))	2	4	(-)
7	施設障害	Line equipment (線路上構造物)	Sheave train damage/failure (滑車の損傷/故障)	2		(-)
8	搬器故障	Vehicles (車両) ※1	Grip (握索装置)	5	7	9
9	搬器故障	Vehicles (車両) ※1	Hanger assembly damage or failure (ハンガーの損傷/故障)	2		(-)
10	搬器逆走	Mechanical components (機械部品)	Brake damage or failure (制動装置の損傷/故障)	3	3	5
合計				31		55

※1: 搬器にハンガーおよび握索装置(あるいは接続装置)を取り付けた状態をいう。

※2: 全インシデント件数(56件)に対する発生頻度(5%以上を記載)

2. 同種のインシデントの発生状況分析結果

2001年度から2008年度までの過去8年間に発生した全インシデント56件について、同種のインシデントの発生状況分析を実施⁽⁴⁾した結果を表1に示す。同種のインシデントは、31件発生している。ここでの同種のインシデントは、「主要な原因が同じで、種別も同じインシデント」と定義している。例えば、「風が主要な原因」で「脱索」インシデントが複数発生している場合は、これらのインシデント件数を集計して、このインシデントの同種のインシデント件数としている。

分析結果の特徴的な点として、

- (1) 同種のインシデントが繰り返し発生していること (8年間に2件以上発生した同種のインシデント (31件) は全インシデント件数 (56件) の約55%)、
 - (2) 「脱索」インシデントにおいてその特徴が顕著に現れていること (同種のインシデント件数の約48%)、
 - (3) 「脱索」インシデントは「外的要因 (風)」に起因するものが最も多いこと
- などがあげられる。

索道における事故防止のためのインシデントの低減には、この同種のインシデントの低減が重要になると考えられ、特に、発生頻度が最も高くなっている「脱索」インシデントの再発防止が非常に重要になると考えられる。

3. 「脱索」インシデントの再発防止対策

分析結果に示されるように、索道におけるインシデントにおいては、同種のインシデントの発生件数が高く、特に、「脱索」インシデントにおいてその特徴が顕著に現れている。索道における脱索は、搬器落下事故や搬器衝突事故といった大きな事故に結びつく可能性が高く、事故防止のためには、この同種のインシデント、特に「脱索」インシデントの再発防止が非常に重要になると考えられ、ハード面およびソフト面から安全対策を重点的に講じていく必要がある。

脱索に関する同種のインシデントの発生状況分析結果に基づき、ハード面およびソフト面から考えられる脱索防止のための方策について考察した結果を表2に示す。

3. 1. 『風』に起因する「脱索」インシデントに対する方策例

『風』に起因する脱索については、風により搬器が大きく振られて支柱構造物と接触し、脱索が発生している。このことから、ハード面からの脱索防止のための方策としては、「防風ネットなどの防風設備の設置」、「搬器の動揺減衰装置の導入」、「脱索事前検知装置の設置」、「脱索防止装置の設置」などが有効と考えられる。

脱索事前検知装置については、E. Fuchsの研究⁽⁵⁾やH. Peiyuanらの研究⁽⁶⁾などがある。E. Fuchsの研

表2 脱索防止のための方策例

No.	インシデントの種別	原因の内容 (ITTAB)	脱索防止のための方策例	
			ハード面	ソフト面
1	脱索	Wind (風)	<ul style="list-style-type: none"> ・防風ネットなどの防風設備の設置 ・搬器の動揺減衰装置の導入 ・脱索事前検知装置の設置 ・脱索防止装置の設置など 	<ul style="list-style-type: none"> ・風特性および搬器の特性を考慮した適切な運転限界風速の設定 ・強風時の運行監視体制の強化など
2	脱索	Bad unloading (passenger not paying attention) (降車時における乗客の不注意)	<ul style="list-style-type: none"> ・搬器の動揺減衰装置の導入 ・脱索事前検知装置の設置 ・脱索防止装置の設置など 	<ul style="list-style-type: none"> ・係員の対応の改善 (降車時の監視体制の徹底) ・乗客への注意喚起方法の改善 (正しい降車方法の啓蒙) ・係員教育の充実 (降車時の安全運行についての意識の徹底) など
3	脱索	Bad unloading (passenger fell down) (降車時における乗客の転倒、転落)	<ul style="list-style-type: none"> ・搬器の動揺減衰装置の導入 ・脱索事前検知装置の設置 ・脱索防止装置の設置など 	<ul style="list-style-type: none"> ・係員の対応の改善 (降車時の監視体制の徹底) ・乗客への注意喚起方法の改善 (正しい降車方法の啓蒙) ・係員教育の充実 (降車時の安全運行についての意識の徹底) など
4	脱索	Line sheave damage/failure (線路上の索輪の損傷/故障)	<ul style="list-style-type: none"> ・索輪の材質および形状の変更・強化 (摩耗および劣化進行の少ない索輪部品への材質変更および肉厚を上げるなどの形状変更) など 	<ul style="list-style-type: none"> ・線路上の索輪の整備・点検体制の強化 (索輪のゴムリッパの摩耗・劣化進行に伴う索輪の損壊、索輪のリッパ交換時の索輪脱着不良などに対する管理体制の強化) など



検出装置

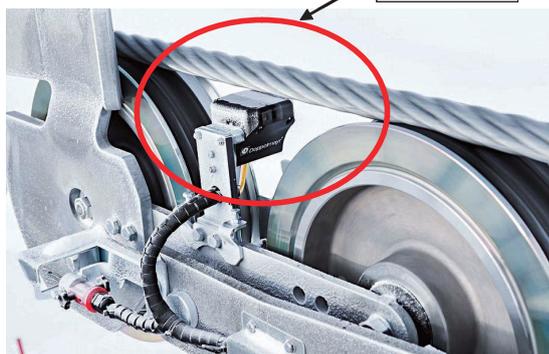


図1 ロープ位置検出装置



(写真提供：安全索道（株）)



(写真提供：日本ケーブル（株）)

図2 脱索防止装置（タイプA）



(写真提供：安全索道（株）)

図3 脱索防止装置（タイプB）

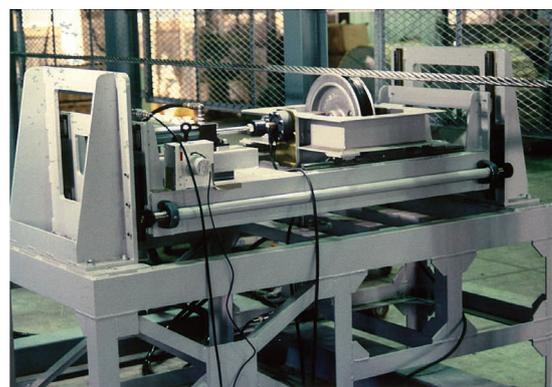


図4 脱索実験装置

究成果は、ロープ位置検出装置として実用化（図1）⁽⁷⁾され、国内では4基のフニテル（複式単線自動循環式普通索道）の施設に導入実績がある。本装置は、索輪上のワイヤロープの位置をセンサにより検出し、ワイヤロープが正常な位置から大きく外れた場合に脱索が発生する予兆として信号を出力する。システムは減速または停止され、安全な運行が保持される。

脱索防止装置の例を図2および図3に示す。図2は、バネ付き索輪方式（タイプA）の脱索防止装置であり、索輪の押しつけ力はバネ力により調整する。また、図3は、ゴムタイヤ方式（タイプB）の脱索防止装置であり、ゴムタイヤの押しつけ力は、タイヤ空気圧を調整して行う。

この二つの脱索防止装置の機能については、交通安全環境研究所に設置されている脱索実験装置（図4）を用いて機能試験を実施⁽⁸⁾し（図5および図6）、高い脱索防止機能を有していることを確認している。

また、ソフト面からの方策としては、「風特性および搬器の特性を考慮した適切な運転限界風速の設定」、「強風時の運行監視体制の強化」などが有効と考えられる。

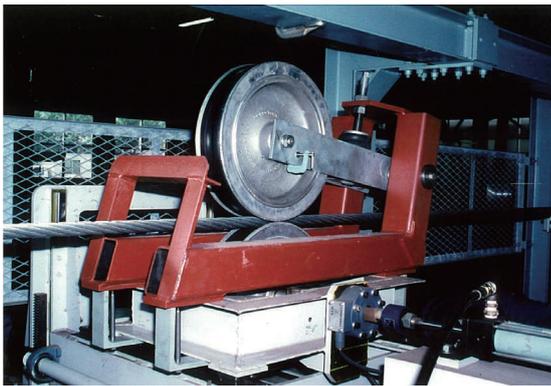


図5 脱索防止装置の機能試験（タイプA）



図6 脱索防止装置の機能試験（タイプB）

3. 2. 『降車時における乗客の不注意』、あるいは、『降車時における乗客の転倒、転落』に起因する「脱索」インシデントに対する方策例

『降車時における乗客の不注意』、あるいは、『降車時における乗客の転倒、転落』に起因する脱索については、降車時に搬器を後方に強く押すなどの乗客の不注意、あるいは、乗客の転倒、転落に起因して、搬器が大きく振られて支柱構造物と接触し、脱索が発生している。このことから、ハード面からの脱索防止のための方策としては、「搬器の動揺減衰装置の導入」、「脱索事前検知装置の設置」、「脱索防止装置の設置」などが有効と考えられる。

また、ソフト面からの方策としては、「係員の対応の改善（降車時の監視体制の徹底）」、「乗客への注意喚起方法の改善（正しい降車方法の啓蒙）」、「係員教育の充実（降車時の安全運行についての意識の徹底）」などが有効と考えられる。

さらに、乗客への注意喚起方法については、最近増加の傾向にある海外（アジア、欧米、オーストラリアなど）からの乗客に対して、複数の言語での適切な対応を考慮する必要があると考えられる。

3. 3. 『線路上の索輪の損傷／故障』に起因する「脱索」インシデントに対する方策例

『線路上の索輪の損傷／故障』に起因する脱索については、索輪の損傷／故障により搬器の円滑な支柱通過が阻害され、脱索が発生している。ハード面からの脱索防止のための方策としては、「索輪の材質および形状の変更・強化（摩耗および劣化進行の少ない索輪部品への材質変更および肉厚を上げるなどの形状変更）」などが有効と考えられ、ソフト面からの方策としては、「線路上の索輪の整備・点検体制の強化（索輪のゴムライナーの摩耗・劣化進行に伴う索輪の損壊、索輪のライナー交換時の索輪脱着不良などに対する管理体制の強化）」などが有効と考えられる。

4. まとめ

索道における事故防止のためのインシデントの低減には、同種のインシデントの中で発生頻度が最も高くなっている「脱索」インシデントの低減が非常に重要になると考えられる。

本報では、「脱索」インシデントに関する再発防止対策について考察した結果を報告した。海外における安全装置を含め、安全対策の導入に際しては、システムの安全に関する検証も必要になると考えられる。

過去のインシデントを教訓として、索道事故の再発防止のためのインシデントの低減に向けて、一層の安全対策を講じることが期待される。

（参考文献）

- (1) 佐藤ほか2名、第19回交通・物流部門大会講演論文集、No. 10-54(2010-12)、237-240
- (2) 佐藤ほか2名、第22回交通・物流部門大会講演論文集、No. 13-63(2013-12)、159-162
- (3) 日岐ほか3名、平成25年度 交通研フォーラム2013、2013-12、141-144
- (4) 佐藤ほか2名、第20回交通・物流部門大会講演論文集、No. 11-59(2011-12)、225-228
- (5) E. Fuchs, OITAF 8th INTERNATIONAL CONGRESS, (1999-5), 163-176
- (6) H. Peiyuan et al., OITAF 8th INTERNATIONAL CONGRESS, (1999-5), 277-282
- (7) <http://www.doppelmayr.com/en/products/comfort-solutions-and-options/rpd-rope-position-detection/>
- (8) 谷口ほか2名、平成元年度（第19回）交通研発表会講演概要、1989-12、47-50