

②⑦ チェアリフトにおけるいす式搬器からの 落下事故の再発防止対策

交通システム研究領域

※日岐喜治 佐藤久雄 千島美智男 森裕貴

1. はじめに

ロープウェイは、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、過去の事故と同種の原因の事故の発生が指摘されており、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。

その際、同種の事故の発生状況分析結果の特徴と

して、チェアリフトにおける線路上での乗客のいす式搬器からの落下事故(以下「線路上落下事故」という)の発生頻度が最多となっていることを明らかにした。

また前報⁽²⁾では、本事故の発生状況等に関する詳細な分析結果と事故防止のための基本的な方策について考察した結果について報告した。

本事故の再発防止のためには、取り得る対策の一層の検討が必要と考えられ、本報では、本事故に関するより具体的な再発防止対策について検討した結果について報告する。

2. 同種の事故の発生状況

1999年度から2008年度までの過去10年間に発生した全事故248件について、同種の事故の発生状況分析を実施⁽¹⁾した結果を表1に示す。同種の事故は、232件発生している。ここでの同種の事故は、「事故の主要な原因が同じで、事故の種別も同じ事故」と定義している。例えば、風が主要な原因で搬器衝突事故が複数発生している場合は、これらの事故件数を集計して、この事故の同種の事故件数としている。

表1 過去10年間(1999-2008)における同種の事故の発生状況

No.	事故の種別	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	事故件数 ※2		事故発生頻度(%) ※3
1	搬器落下事故	Vehicles (車両) ※1	Failure of grip to clamp on haul rope (握索装置の不完全握索)	2	4	(-)
2	搬器落下事故	Behavior of passenger transported (乗客の挙動)	Bad loading (passenger not paying attention) (乗車時における乗客の不注意)	2		(-)
3	搬器衝突事故	External to lift (外的要因)	Wind (風)	7	17	(-)
4	搬器衝突事故	Behavior of operator or mechanic (運転者あるいは保守係員の挙動)	Mistake in operation (運転ミス)	4		(-)
5	搬器衝突事故	Vehicles (車両) ※1	Grip slipping (握索装置の滑り)	4		(-)
6	搬器衝突事故	Behavior of passenger transported (乗客の挙動)	Bad loading (passenger not paying attention) (乗車時における乗客の不注意)	2		(-)
7	人身障害事故	Behavior of passenger transported (乗客の挙動)	Skier falls off chair on line (線路上でいす式搬器から落下)	60 (33)	211 (55)	24
8	人身障害事故	Accidents that injure a worker (作業員負傷の事故)	Operating personnel during operation (運転中の係員事故)	40		16
9	人身障害事故	Behavior of operator or mechanic (運転者あるいは保守係員の挙動)	Mistake in operation (運転ミス)	29		12
10	人身障害事故	Behavior of passenger transported (乗客の挙動)	Skier hit by chair (いす式搬器による打撲)	26 (7)		10
11	人身障害事故	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)	22 (8)		9
12	人身障害事故	Behavior of passenger transported (乗客の挙動)	Misloading (passenger fell down) (乗車時における乗客の転倒、転落)	12 (3)		5
13	人身障害事故	Behavior of passenger transported (乗客の挙動)	Bad loading (passenger not paying attention) (乗車時における乗客の不注意)	10 (3)		(-)
14	人身障害事故	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)	7 (1)		(-)
15	人身障害事故	External to lift (外的要因)	Wind (風)	3		(-)
16	人身障害事故	Vehicles (車両) ※1	Chair damage (いす式搬器の損傷)	2		(-)
合 計				232 (55)		94

※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：()内は子供の件数

※3：全事故件数(248件)に対する発生頻度(5%以上を記載)

分析結果の特徴的な点として、(1)全事故件数に対する同種の事故の発生割合が高いこと（全事故件数の約94%）、(2)人身障害事故においてその特徴が顕著に現れていること（同種の事故件数の約91%）、(3)特に、「線路上落下事故」の発生頻度が最多であること（同種の事故件数の約26%、全事故件数の約24%）、(4)その約半数が子供の事故であること（「線路上落下事故」件数の約55%）などがあげられる。

索道事故の低減のためには、この同種の事故の低減が必要であり、この中でも特に、発生頻度が最多となっている「線路上落下事故」の低減が非常に重要になると考えられる。

3. 「線路上落下事故」の発生状況

上記の10年間（1999年度から2008年度）に発生した同種の事故232件の中で、最多の発生頻度となっている「線路上落下事故」60件について、発生状況に関する詳細な分析を実施⁽²⁾した。

分析結果の特徴的な点として、(1)特殊索道の方式別割合では、固定循環式特殊索道における事故が自動循環式に比べて圧倒的に多く発生しており（図1）、固定循環式における搬器種別割合では、2人乗り搬器の事故が最も多いこと（図2）、(2)セーフティバー有無による事故の割合は、セーフティバー付きの場合の方が高くなっていること（図3）、(3)事故の発生状況は、セーフティバー無しの場合、乗車中に「バランスを崩す」ことにより発生しており、セーフティバー付きの場合は、「セーフティバー下ろさず」「セーフティバー上げ時・バランス崩す」などにより発生してい

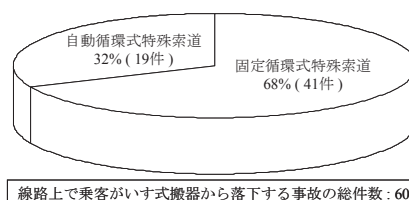


図1 「線路上落下事故」における特殊索道の方式別割合

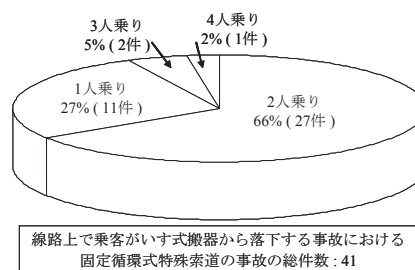


図2 「線路上落下事故」における固定循環式特殊索道の搬器種別割合

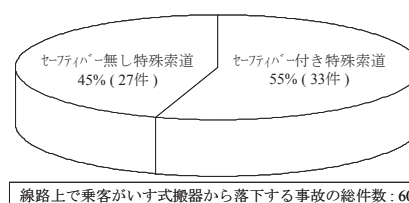


図3 「線路上落下事故」におけるセーフティバー有無の割合

ること（表2）、(4)子供の事故の割合は、セーフティバー有無を問わず高いこと（図4、図5）などがあげられる。

セーフティバー有無による事故の割合が、セーフティバー付きの場合の方が高くなっている点については、事故の発生状況に示されるように、セーフティバーの機能・操作性等

表2 「線路上落下事故」における事故の発生状況

No.	セーフティバー	事故発生場所	事故発生状況	事故件数 ※1			事故発生頻度(%) ※2
1	無	出発後	乗車後の姿勢不安定・バランス崩す	7 (4)	7 (4)	27 (15)	12
2		線路中間	線路中・バランス崩す	8 (4)	16 (9)		13
3			乗客の不注意	7 (4)			12
4			非常停止で落下	1 (1)			(-)
5		到着前	降車準備時・バランス崩す	4 (2)	4 (2)		7
6	有	出発後	セーフティバー下ろさず	4 (1)	4 (1)	33 (18)	7
7		線路中間	セーフティバー下ろさず	5 (3)	12 (6)		8
8			乗客の不注意	4			7
9			セーフティバーと座面の隙間から落下	3 (3)			5
10		到着前	セーフティバー上げ時・バランス崩す	7 (4)	17 (11)		12
11			セーフティバー上げ時・非常停止による落下	4 (3)			7
12			セーフティバー上げ気付かず・バランス崩す	3 (3)			5
13			セーフティバー早く上げ	2 (1)			(-)
14			乗客の不注意	1			(-)
合 計				60 (33)			100

※1：()内は子供の件数 ※2：線路上で乗客がいす式搬器から落下する事故の全件数（60件）に対する発生頻度（5%以上を記載）

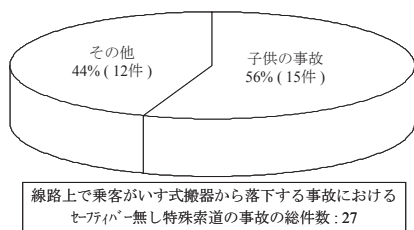


図4 「線路上落下事故」におけるセーフティバー無し特殊索道の子供の事故割合

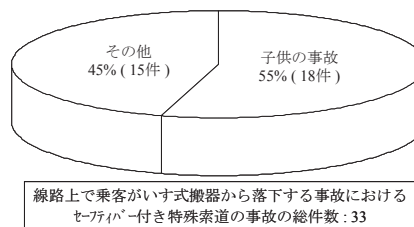


図5 「線路上落下事故」におけるセーフティバー付き特殊索道の子供の事故割合の向上が求められていることによると考えられる。

同種の事故の中で最多の発生頻度となっている「線路上落下事故」の再発防止のためには、取り得る対策の一層の検討が必要になるとともに、再発防止策を重点的に講じていく必要があると考えられる。

4. 「線路上落下事故」の再発防止対策

「線路上落下事故」の発生状況分析結果（表2）に基づき、ハード面およびソフト面から考えられる再発防止対策について検討を実施した結果を表3に示す。

セーフティバー無しの場合の事故は、約70%が乗車後・線路中・降車準備時において「バランスを崩す」ことによ

り発生している。ハード面からの事故防止のための方策としては、「乗客を搬器に保持できる装置の導入」、例えば、セーフティバー・専用ベスト・シートベルト等の導入が有効な方策と考えられる。

専用ベストについては、マグネティック社の「Magnetickid」のシステムがあり（図6）、フランス、アンドラ、オーストリア、スイス、アメリカの13のスキー場で導入されている⁽³⁾。このシステムでは、チェアリフトのシートの背もたれに永久磁石が埋め込まれており、子供はメタリック・プレートをついたベストを着て乗車する。乗車時に、ベストのメタリック・プレートがシートの磁石に吸着され、乗車中の子供の安全性の向上が図られている。

セーフティバー無しの場合のソフト面からの方策としては、「乗客への注意喚起方法の改善（正しい乗車方法および降車方法の啓蒙）」、「係員の対応の改善（乗車後および降車前の監視体制の徹底）」等が有効な方策と考えられる。

一方、セーフティバー付きの場合においては、出発後に「セーフティバー下ろさず」、到着前に「セーフティバー早く上げ」により事故が発生している。ハード面からの方策としては、「セーフティバーの自動開閉機構の導入」、あるいは、専用ベスト等の「乗客を搬器に保持できる装置との併用」等が有効な方策と考えられる。

セーフティバーの開閉については、国内では基本的に手動のシステムとなっており、海外の大型のリフトでは、自動のシステムも導入されている。開閉の自動化は、設備面が複雑となり、コストも高くなるため、国内での導入は進んでいない。

表3 「線路上落下事故」における事故防止のための方策例

No.	セーフティバー	事故の発生場所	事故発生状況	事故防止のための方策例	
				ハード面	ソフト面
1	無	出発後	乗車後の姿勢不安定・バランス崩す	・セーフティバー、専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（正しい乗車方法の啓蒙） ・係員の対応の改善（乗車後の監視体制の徹底）
2		線路中間	線路中・バランス崩す	・セーフティバー、専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（正しい乗車方法の啓蒙） ・係員の対応の改善（乗車後の監視体制の徹底）
3			乗客の不注意	・セーフティバー、専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（正しい乗車方法の啓蒙） ・係員の対応の改善（乗車後の監視体制の徹底）
4			非常停止で落下	・前後方向の動揺減衰機構の導入 ・セーフティバー、専用ベスト、シートベルト等の導入	・非常停止減速度の適切な設定と調整 ・係員の対応の改善（非常停止操作時の案内体制の徹底）
5		到着前	降車準備時・バランス崩す	・セーフティバー、専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（正しい降車方法の啓蒙） ・係員の対応の改善（降車前の監視体制の徹底）
6	有	出発後	セーフティバー下ろさず	・セーフティバーの自動開閉機構の導入 ・専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（正しいセーフティバー操作位置、操作方法の案内、啓蒙） ・係員の対応の改善（乗車後のセーフティバー操作の監視体制の徹底）
7		線路中間	セーフティバー下ろさず	・セーフティバーの自動開閉機構の導入 ・専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（正しいセーフティバー操作位置、操作方法の案内、啓蒙） ・係員の対応の改善（乗車後のセーフティバー操作の監視体制の徹底）
8			乗客の不注意	・専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（正しい乗車方法の啓蒙） ・係員の対応の改善（乗車後の監視体制の徹底）
9			セーフティバーと座面の隙間から落下	・小さい子供等が滑り落ちることのないセーフティバーへの構造変更 ・専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（正しい乗車方法の啓蒙） ・係員の対応の改善（乗車後の監視体制の徹底）
10		到着前	セーフティバー上げ時・バランス崩す	・セーフティバーが緩やかに上がる機構の導入 ・専用ベスト、シートベルト等の導入	・セーフティバー上昇速度の適切な設定と調整 ・乗客への注意喚起方法の改善（正しいセーフティバー操作方法の案内、啓蒙） ・係員の対応の改善（降車前のセーフティバー操作の監視体制の徹底）
11	セーフティバー上げ時・非常停止による落下		・前後方向の動揺減衰機構の導入 ・専用ベスト、シートベルト等の導入	・非常停止減速度の適切な設定と調整 ・係員の対応の改善（非常停止操作時の案内体制の徹底）	
12	セーフティバー上げ気付かず・バランス崩し		・セーフティバーが開くことを知らせる（音、振動等）機構の導入 ・専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（セーフティバー上げ時、同乗者に声をかける操作方法の案内、啓蒙） ・係員の対応の改善（降車前のセーフティバー操作の監視体制の徹底）	
13	セーフティバー早く上げ		・セーフティバーの自動開閉機構の導入 ・専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（正しいセーフティバー操作位置、操作方法の案内、啓蒙） ・係員の対応の改善（降車前のセーフティバー操作の監視体制の徹底）	
14	乗客の不注意		・専用ベスト、シートベルト等の導入	・乗客への注意喚起方法の改善（正しい降車方法の啓蒙） ・係員の対応の改善（降車前の監視体制の徹底）	

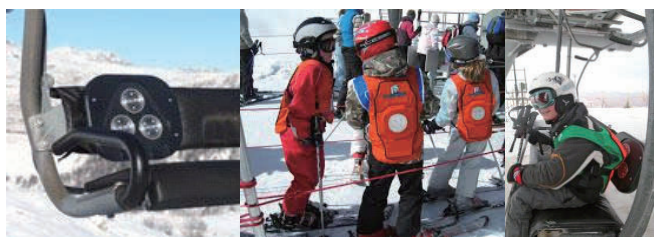


図6 専用ベスト(Magnestick kid)



図7 セーフティバーの汎用型ロック機構(Magnestick bar)

これに対し、マグネットを用いた比較的シンプルな自動ロック装置と自動開機構のシステムとして、マグネスティック社の「Magnestick bar」のシステムが開発され（図7）、フランスの6カ所のスキー場の25のリフトで導入されている⁽³⁾。このシステムでは、セーフティバーの閉動作は手動であるが、閉動作完了とともにシート下のマグネット・モジュールがセーフティバーをロックするとともに、停留場到着時にはマグネット・モジュールが自動的にセーフティバーを開放するシステムである。

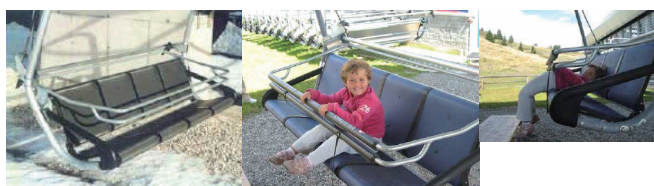
また、セーフティバー付きの場合において、線路途中で、子供が「セーフティバーとシート座面の隙間から落下」する事故が発生している。ハード面からの方策としては、「小さい子供等が滑り落ちることのないセーフティバーへの構造変更」等が有効な方策と考えられる。



(a) ライトナー社の「Kidstop」



(b) トッペルマヤ社の「Skippy」



(c) 二重構造のセーフティバー(イタリア)

図8 より安全なセーフティバーの例

これに対して、より安全なセーフティバーへの構造変更の検討がされており、図8にその例を示す。(a)はライトナー社の「Kidstop」⁽⁴⁾、(b)はトッペルマヤ社の「Skippy」⁽⁵⁾、(c)はイタリアで検討された二重構造のセーフティバーの例⁽⁶⁾である。(a)と(b)では、専用のクランプをセーフティバーに取り付け、隙間を減少させる工夫がなされている。また、(c)については、イタリアで1997年から10年間実施された安全対策のプロジェクトで使用されたものであり、子供の落下事故に対する有効性が報告されている。

また、到着前に「セーフティバー上げ時・バランス崩す」、「セーフティバー上げ時・非常停止による落下」、「セーフティバー上げ気づかず・バランス崩す」等により乗客の落下事故が発生している。ハード面からの方策としては、専用ベスト等の「乗客を搬器に保持できる装置との併用」等が有効な方策と考えられる。

セーフティバー付きの場合のソフト面からの方策としては、「乗客への注意喚起方法の改善（正しい乗車方法および降車方法の啓蒙、正しいセーフティバー操作位置、操作方法の案内、啓蒙）」、「係員の対応の改善（乗車後および降車前のセーフティバー操作の監視体制の徹底）」等が有効な方策と考えられる。

5. まとめ

索道事故の低減のためには、同種の事故の中で発生頻度が最多となっている「線路上での乗客のいす式搬器からの落下事故」の低減が非常に重要になると考えられる。

本報では、本事故に関する具体的な再発防止対策について検討した結果について報告した。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。

過去の事故を教訓として、本事故の再発防止のために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、2010-12、237-240
- (2) 佐藤ほか2名、平成24年度 交通研フォーラム2012、2012-11、105-108
- (3) <http://www.magnestick.net/securite-telesiege/en/87/sommital.html>
- (4) Leitner NEWS, April 2008
- (5) <http://www.funivie.org/web/sistemi-anticaduta-per-seggiovie-la-proposta-doppelmayr/skippy-serfaus-6cld/>
- (6) ITTAB2007 Proceedings