

②③ ロープウェイにおける安全データベースの構築

一 第2報 事故原因分析および同種の事故の発生状況 一

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。

このロープウェイにおいては、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。再発防止のためには、過去の事故を教訓として体系化し安全データベースを構築することが必要と考えられる。

一方、この過去の事故を教訓として体系化するためには、過去の事故の状況を把握し原因分析を行うことが極めて重要と考えられるが、これまでは、主として事例分析が中心であり、統計的に詳細な原因分析を実施した文献は見受けられない。

本報では、ロープウェイにおける安全データベース構築の一環として、1999年度から2008年度までの過去10年間に発生した事故について、事故原因分析を実施した結果について述べるとともに、同種の事故の発生状況に関する解析結果について報告する。

2. ロープウェイにおける輸送の状況について

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があげられ、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。

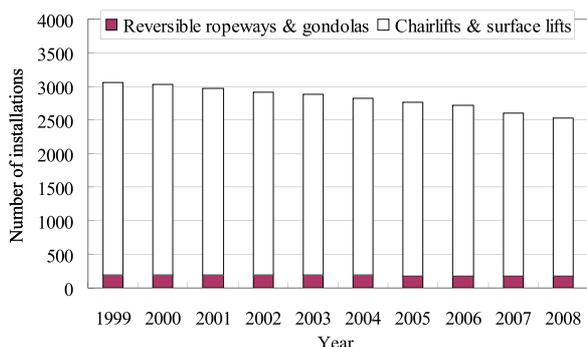


Fig.1 Number of ropeway installations

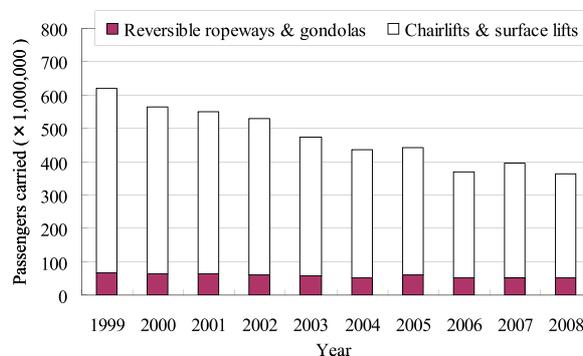


Fig.2 Passengers carried in ropeways

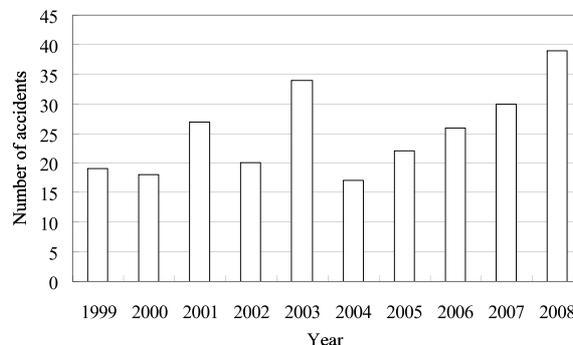


Fig.3 Number of ropeway accidents

我が国のロープウェイの設置基数の推移を Fig. 1 に、輸送人員の推移を Fig. 2 に示す。現在の設置基数は、約 2,500 基であり、その約 93% が特殊索道であり、約 7% が普通索道となっている。また、2008 年度の輸送人員は、約 3 億 6 千万人であり、その約 86% が特殊索道であり、約 14% が普通索道となっている。

3. 運転事故の発生状況と原因分析

3. 1. 運転事故の発生状況

ロープウェイの運転事故の推移を Fig. 3 に示す。運転事故は、年平均で約 25 件の発生となっている。

ロープウェイの運転事故は、鉄道事故等報告規則により、次の 5 項目に定められている。(1) 索条切断事故、(2) 搬器落下事故、(3) 搬器衝突事故、(4) 搬器火災事故、(5) 索道人身障害事故 である。ここに、索道人身障害事故は、搬器の運転により人の死傷を生じた事故(前各号の事故に伴うものを除く)である。

1999 年度から 2008 年度までに発生した運転事故における事故内容別割合を Fig. 4 に、ロープウェイの種

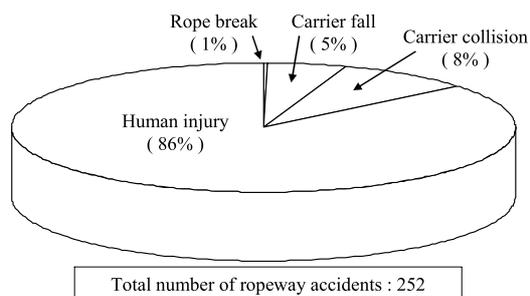


Fig. 4 Contents of ropeway accidents

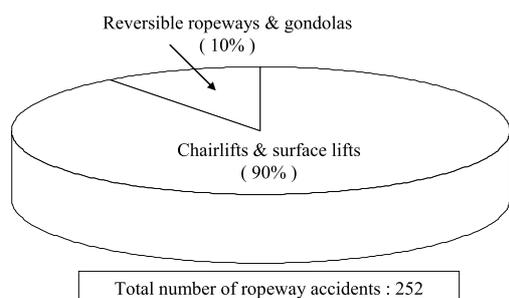


Fig. 5 Types of ropeways in ropeway accidents

類別割合をFig. 5に示す。運転事故の事故内容別割合は多い順に、人身障害事故86%、搬器衝突事故8%、搬器落下事故5%、索条切断事故1%となっている。ここでの人身傷害事故のほとんどは、乗客の不注意あるいは係員の対応不備で発生したものである。また、運転事故におけるロープウェイの種類別割合は、特殊索道が圧倒的に多く90%、普通索道が10%となっている。

3. 2. 事故原因分析

1999年度から2008年度までの過去10年間に発生した事故は252件あり、これらの事故について原因分析を実施した。

事故原因の分類方法については、種々のものが考えられるが、ここでは、ITTAB会議（索道関係監督当

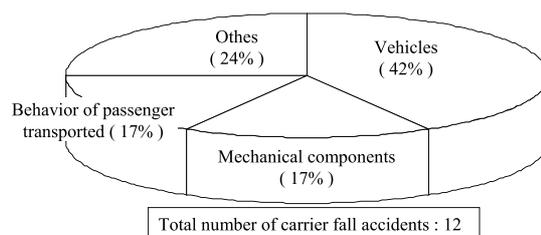


Fig.6 Cause analysis of carrier fall accidents

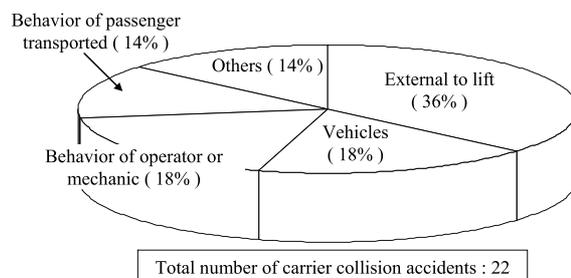


Fig.7 Cause analysis of carrier collision accidents

局国際会議) で用いられている分類方法 (Table 1) を用いることとした。この会議は、ロープウェイの技術・安全に関する政府レベルの国際会議であり、毎年開催され、現在23カ国が参加し、事故に関する報告・討議を中心に、技術基準の検討などが行われている。事故原因 (インシデント含む) の分類は10のクラスに分かれており、このITTAB会議での分類を用いて、過去10年間の運転事故の原因分析を実施した結果をTable 1に示す。この原因分析実施に際しては、原因は主原因を用いることとした。

搬器落下事故の原因別割合をFig. 6に、搬器衝突事故の原因別割合をFig. 7に示す。搬器落下事故の原因は多い順に、車両 (握索装置など) 42%、機械部品 (ベアリングなど) 17%、乗客の挙動 (乗車時不注意) 17%となっている。また、搬器衝突事故の原因は多い順に、

Table 1 Cause analysis of ropeway accidents for last 10 years (1999-2008)

Code No.	Classification (ITTAB)	Rope break	Carrier fall	Carrier collision	Human injury	Total
1	External to lift (外的要因)		1	8	3	12
2	Cables (ワイヤロープ)		1	1		2
3	Dynamic behavior of ropes (ロープの動的挙動)					0
4	Mechanical components (機械部品)		2	2	1	5
5	Electrical power and hydraulic equipment (電力および油圧装置)					0
6	Vehicles (車両)	1	5	4	3	13
7	Line equipment (線路上構造物)					0
8	Behavior of passenger transported (乗客の挙動)		2	3	140	145
9	Behavior of operator or mechanic (運転者あるいはメカニックの挙動)		1	4	29	34
10	Accidents that injure a worker (作業員負傷の事故)				41	41
Total		1	12	22	217	252

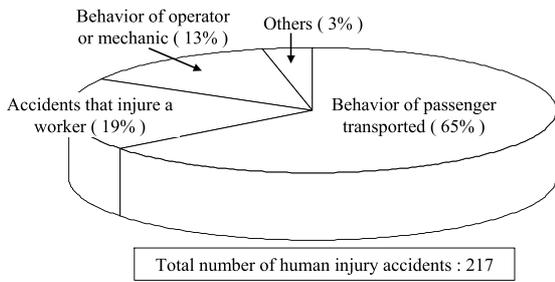


Fig.8 Cause analysis of human injury accidents

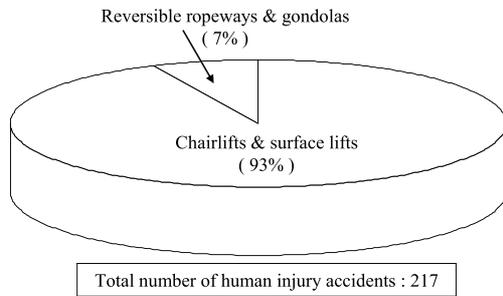


Fig.9 Types of ropeways in human injury accidents

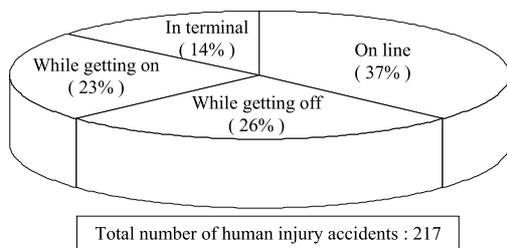


Fig.10 Accident places in human injury accidents

外的要因（風）36%、車両（握索装置など）18%、運転者あるいはメカニックの挙動（係員の不注意）18%となっている。

また、人身傷害事故の原因別割合をFig.8に示す。人身傷害事故の原因は多い順に、乗客の挙動（線路中の落下など）65%、作業員負傷の事故（係員本人の不注意など）19%、運転者あるいはメカニックの挙動（係員の対応不適切など）13%となっている。

この人身傷害事故において、ロープウェイの種類別割合をFig.9に、人身傷害事故の発生場所別割合をFig.10に示す。人身傷害事故は、特殊索道が圧倒的に多く93%、普通索道が7%となっている。人身傷害事故の発生場所は、線路中が最も多く37%、降車時26%、乗車時23%、停留場内14%となっている。

また、人身傷害事故全体の中の子供の事故の割合をFig.11に、線路中の人身傷害事故における子供の事故の割合をFig.12に示す。人身傷害事故全体の中の子供の事故の割合は27%となっており、これに対して、線路中の人身傷害事故における子供の事故の割

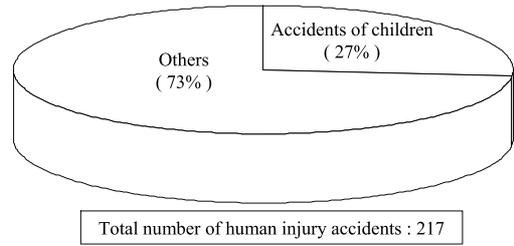


Fig.11 Accidents of children in human injury accidents

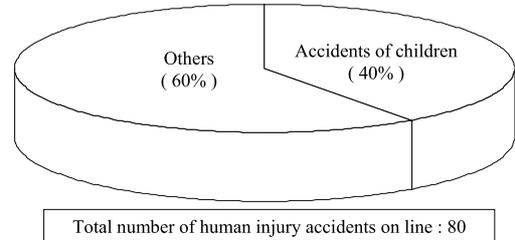


Fig.12 Accidents of children on line in human injury accidents

合が非常に高く40%となっている。

以上のように、人身傷害事故については、特殊索道が圧倒的に多く、発生場所は線路中が最も多く、さらに、線路中における子供の事故が多いことが大きな特徴になっている。

4. 同種の事故の発生状況と再発防止について

4. 1. 同種の事故の発生状況

上記の事故原因分析結果をベースにして、同種の事故の発生状況について解析を行った結果をTable 2に示す。

ロープウェイの運転事故については、同種の事故の発生件数が高く、特に、人身傷害事故における発生件数が高くなり、多い順に、線路中における乗客の搬器からの落下事故63件（子供の落下事故32件）、係員負傷の事故41件、係員の対応不適切による乗客の傷害事故29件、乗降車時の搬器との衝突による傷害事故26件（子供の事故7件）、不適切な降車による乗客の転落事故22件（子供の事故8件）などとなっている。

搬器衝突事故における同種の事故としては、多い順に、外的要因（風）による事故7件、係員の対応不適切による事故4件、握索装置スリップによる事故3件などとなっている。

また、搬器落下事故における同種の事故としては、握索装置の不完全握索による事故2件、乗客の不適切な乗車による事故2件となっている。

4. 2. 事故の再発防止について

上記に示されるように、ロープウェイの運転事故

Table 2 Similar accidents for last 10 years (1999-2008)

No.	Type of accident	Cause classification (ITTAB)	Content of cause	Number of accidents	Action to be taken
1	Carrier fall	Vehicles	Failure of grip to clamp on haul rope	2	・Reinforcement of maintenance and inspection system
2	Carrier fall	Behavior of passenger transported	Bad loading (passenger not paying attention)	2	・Reinforcement of operator education ・Calling for attention to passengers
3	Carrier collision	External to lift	Wind	7	・Attachment of safety device ・Reinforcement of operator education
4	Carrier collision	Behavior of operator or mechanic	Mistake in operation	4	・Reinforcement of operator education
5	Carrier collision	Vehicles	Grip slipping	3	・Reinforcement of maintenance and inspection system
6	Carrier collision	Behavior of passenger transported	Bad loading (passenger not paying attention)	2	・Reinforcement of operator education ・Calling for attention to passengers
7	Human injury	Behavior of passenger transported	Skier falls off chair on line	63 (32-children)	・Attachment of safety bar ・Calling for attention to passengers
8	Human injury	Accidents that injure a worker	Operating personnel during operation	41	・Reinforcement of operator education
9	Human injury	Behavior of operator or mechanic	Mistake in operation	29	・Reinforcement of operator education
10	Human injury	Behavior of passenger transported	Skier hit by chair	26 (7-children)	・Reinforcement of operator education ・Calling for attention to passengers
11	Human injury	Behavior of passenger transported	Bad unloading (passenger fell down)	22 (8-children)	・Reinforcement of operator education ・Calling for attention to passengers
12	Human injury	Behavior of passenger transported	Misloading (passenger fell down)	12 (3-children)	・Reinforcement of operator education ・Calling for attention to passengers
13	Human injury	Behavior of passenger transported	Bad loading (passenger not paying attention)	10 (3-children)	・Reinforcement of operator education ・Calling for attention to passengers
14	Human injury	Behavior of passenger transported	Bad unloading (passenger not paying attention)	7 (1-child)	・Reinforcement of operator education ・Calling for attention to passengers
15	Human injury	External to lift	Wind	3	・Reinforcement of operator education for extreme climate
16	Human injury	Vehicles	Chair damage	2	・Reinforcement of maintenance and inspection system
Total				235	



Fig.13 Safety bar for children

は、同種の事故の発生件数が高く、特に、人身傷害事故においては同種の事故の発生件数が顕著になっている。ロープウェイにおける事故防止のためには、この同種の事故の再発防止が重要になる。同種の事故の発生状況に関する今回の解析結果をもとに、過去の事故を教訓とする安全データベースを構築していきたいと考えている。これにより、ソフト面およびハード面からの安全対策に寄与していくことが期待される。

ソフト面からの対策としては、非常時における係員の対応、乗客への注意喚起、係員教育の充実などに役立てていくことが考えられる。また、ハード面からの対策としては、例えば、線路中における子供の搬器からの落下事故に対して、子供用セーフティバーを搬器に装着するなどのことが考えられる。この子供のチェアリフトからの落下事故については、欧州でも問題になり、イタリアでは1997年から安全対策のプロジェクトが10年間実施され (Fig. 13)、子供用セーフティバーの有効性が報告されている⁽¹⁾。

5. まとめ

過去10年間におけるロープウェイの事故252件について、分析を実施した結果をまとめると、次のとおりである。

- (1) 運転事故の事故内容別割合は多い順に、人身障害事故86%、搬器衝突事故8%、搬器落下事故5%、索条切断事故1%となっている。
- (2) 人身傷害事故については、特殊索道が圧倒的に多く、発生場所は線路中が最も多く、さらに、線路中における子供の事故が多い。
- (3) 同種の事故の発生件数は、人身傷害事故において顕著である。
- (4) 人身傷害事故における同種の事故の最多発生件数は、線路中における乗客の搬器からの落下事故63件である。
- (5) 搬器衝突事故における同種の事故の最多発生件数は、外的要因 (風) による事故7件である。

今回の結果をもとに、過去の事故を教訓とする安全データベースを構築する予定である。構築した安全データベースは、研究所のホームページに掲載し、関係者への情報提供を行っていききたいと考えている。

(参考文献)

- (1) ITTAB2007 Proceedings