

⑮ ロープウェイ用安全データベースの構築 —同種の事故およびインシデントの分析結果をベースにして—

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。事故の再発防止のためには、過去の事故やインシデントの詳細な分析を実施するとともに、その結果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。

この状況に鑑み、既報⁽¹⁾⁽²⁾において、過去のロープウェイ事故およびインシデントの(1)発生状況分析、(2)原因分析および(3)同種の事故およびインシデントの発生状況分析を実施した結果について報告した。

一方、広く知られている安全データベースについては、科学技術振興機構のデータベース、消費者庁の「事故情報データベース」、鉄道技術推進センターの「鉄道安全データベース」等があるが、これらは事故事例分析あるいは事故の統計分析が中心であり、事故の発生頻度を考慮して、教訓データベースへの反映を検討しているものは見当たらない。

本報では、(1)ロープウェイにおける事故防止のためには、同種の事故およびインシデントの再発防止が非常に重要になることを指摘するとともに、(2)同種の事故およびインシデントの分析結果をベースにして、事故およびインシデントの発生頻度を考慮した教訓データベースを検討した結果、および(3)構築したロープウェイ用安全データベースの概要について報告する。

2. ロープウェイにおける輸送の状況

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。

我が国のロープウェイの設置基数の推移を図1に、輸送

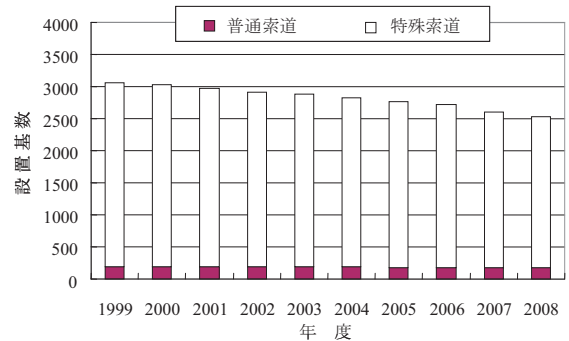


図1 ロープウェイにおける設置基数の推移

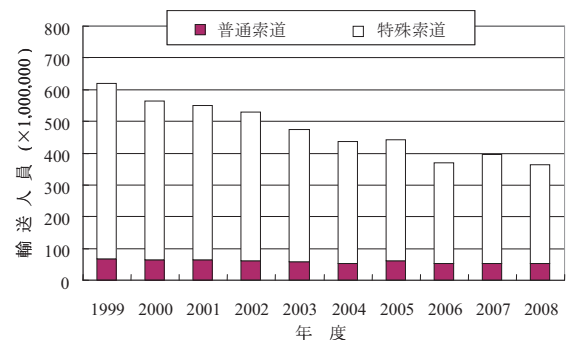


図2 ロープウェイにおける輸送人員の推移

人員の推移を図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、約7%が普通索道となっている。また、輸送人員は、約3億6千万人であり、その約86%が特殊索道、約14%が普通索道となっている。

3. ロープウェイにおける運転事故およびインシデント

ロープウェイにおける運転事故は、「鉄道事故等報告規則（昭和62年2月20日 運輸省令第8号）」（以後、「事故規則」と記述する）第3条第2項において、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。

このロープウェイにおける運転事故の推移を図3に示す。1999年度から2008年度までの過去10年間で、運転事故は248件であり、年間での事故件数は最大39件、最小16件となっており、年平均では約25件の発生となっている。

一方、インシデントは、運転事故が発生するおそれがある

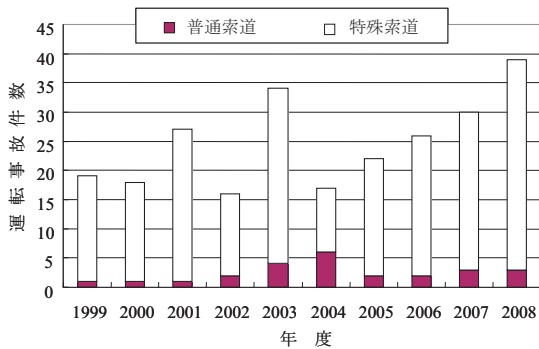


図3 ロープウェイにおける運転事故の推移

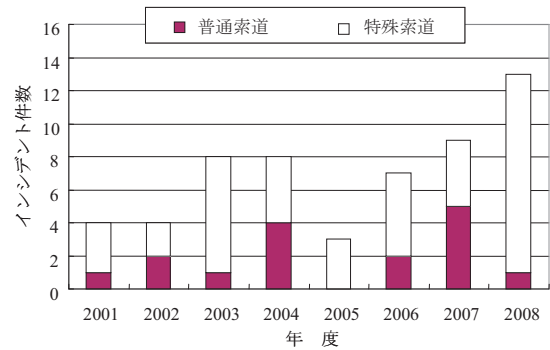


図4 ロープウェイにおけるインシデントの推移

と認められる事態であり、事故規則第4条第2項に、次の8項目（略称）に定められている。(1)索条損傷、(2)索条張力異常、(3)脱索、(4)握放索不完全、(5)施設障害、(6)搬器故障、(7)搬器逆送、(8)その他である。このロープウェイにおけるインシデントは、2001年の事故規則改正の際に新たに報告が義務付けられたものであり、ロープウェイの安全、安定輸送を推進し、事故及びインシデントの調査・分析体制の強化と危機管理体制の充実など

を目的として制定されたものである。

このロープウェイにおけるインシデントの推移を図4に示す。2001年度から2008年度までの過去8年間で、インシデントは56件であり、年間でのインシデント件数は最大13件、最小3件となっており、年平均では7件の発生となっている。なお、2001年度からの調査データとなっているのは、前記に記載のとおり、2001年度からインシデントの報告が義務付けられたためである。

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	事故発生頻度 (%) ※2
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	(-)
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	(-)
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-子供)	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-子供)	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-子供)	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-子供)	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-子供)	(-)
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-子供)	(-)
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	94

※1: 搬器にハンガー及び握索装置（あるいは接続装置）を取り付けた状態をいう。 ※2: 全事故件数（248件）に対する発生頻度（5%以上を記載）

表2 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	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	(-)
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	(-)
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	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	搬器逆送	Mechanical components (機械部品)	Brake damage or failure (制動装置の損傷/故障)	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）

4. 同種の事故およびインシデントの分析方法および分析結果

1999年度から2008年度までの過去10年間に発生した事故248件について「同種の事故の発生状況分析」を実施⁽¹⁾するとともに、2001年度から2008年度までの過去8年間に発生したインシデント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⁽²⁾した。

事故およびインシデントの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（ロープウェイ関係監督当局国際会議）で用いられている分類方法をベースに分析を実施した。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、過去1年間に各国で発生した事故・インシデントに関する報告・討議などが行われている。

同種の事故およびインシデントの分析にあたり、同種の事故（インシデント）は、「事故（インシデント）の主要な原因が同じで、事故（インシデント）の種別も同じ事故（インシデント）」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。同種の事故の分析結果を表1に、同種のインデントの分析結果を表2に示す。

分析結果の特徴的な点として、「ロープウェイの運転事故およびインデントにおいて、同種の事故およびインデントの発生件数が顕著である」ことがあげられる。同種の事故については、全事故件数248件のうちの232件（約94%）が同種の事故であり、特に、人身障害事故においてその特徴が顕著に現れている。また、同種のイン

デントについては、全インデント件数56件のうちの31件（約55%）が同種のインデントであり、特に、「脱索」インデントにおいて、その特徴が顕著に現れている。

分析結果に示されるように、ロープウェイにおける事故防止のためには、同種の事故およびインデントの再発防止が非常に重要になると考えられる。

5. 教訓データベースへの反映

過去の事故やインデントを教訓として事故防止に役立てるために、上記に示した同種の事故およびインデントの分析結果をベースにして、教訓データベースを作成した。その特徴としては、(1)事故（インデント）の発生頻度を考慮したデータベースであること、(2)主要な事故（インデント）について、写真やイラストを含む資料を添付していること、(3)教訓となる海外の事故（インデント）について、写真やイラストを含む資料を添付していることである。

作成した「事故の教訓データベース」を表3に、「インデントの教訓データベース」を表4に示す。リストは、事故（インデント）の種別毎に、発生頻度の高い項目順の配列となっている。具体的な事故（インデント）の内容は、それぞれのリストにおけるNo.の列の項目をクリックすると、その事故（インデント）の項目の全ての事例がリンクして表示されるようになっている。例えば、「衝突-3」の事故の項目をクリックした場合の表示結果を表5に示す。また、この表示結果の中で、[資料「衝突-3」(H18-4)]をクリックした場合の表示結果を図5に、[資料「衝突-3」(海外事故事例1)]をクリックした場合の表示結果を図6に示す。

6. ロープウェイ用安全データベースの構築

過去の事故やインデントを教訓とするために、上記に示されるような教訓データベースを作成するとともに、これを含むロープウェイの安全に関する主要な情報に関係者に情報提供する目的で、ロープウェイ用安全データベースの構築を検討した。

具体的な検討のフローは、図7に示すとおりである。収集したデータは「事故データおよびインデントデータ」として、データを分析し

表3 ロープウェイ事故の教訓データベースリスト

No.	事故の種別	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	事故件数
落下-1	搬器落下事故	Vehicles (車両)	Failure of grip to clamp on haul rope (握索装置の不完全握索)	2
落下-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
No.	事故の種別	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	事故件数
衝突-1	搬器衝突事故	External to lift (外的要因)	Wind (風)	7
衝突-2	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
衝突-3	搬器衝突事故	Vehicles (車両)	Grip slipping (握索装置の滑り)	4
衝突-4	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
No.	事故の種別	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	事故件数
障害-1	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-子供)
障害-2	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
障害-3	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
障害-4	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-子供)
障害-5	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-子供)
障害-6	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-子供)
障害-7	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-子供)
障害-8	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-子供)
障害-9	人身障害事故	External to lift (外的要因)	Wind (風)	3
障害-10	人身障害事故	Vehicles (車両)	Chair damage (いす式搬器の損傷)	2

表4 ロープウェイインデントの教訓データベースリスト

No.	インデントの種別	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	インデント件数
脱索-1	脱索	External to lift (外的要因)	Wind (風)	5
脱索-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
脱索-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
脱索-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
No.	インデントの種別	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	インデント件数
握不-1	握放棄不完全	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
No.	インデントの種別	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	インデント件数
施障-1	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
施障-2	施設障害	Line equipment (線路上構造物)	Sheave train damage/failure (滑車の損傷/故障)	2
No.	インデントの種別	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	インデント件数
搬放-1	搬器故障	Vehicles (車両)	Grip (握索装置)	5
搬放-2	搬器故障	Vehicles (車両)	Hanger assembly damage or failure (ハガーの損傷/故障)	2
No.	インデントの種別	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	インデント件数
搬逆-1	搬器逆送	Mechanical components (機械部品)	Brake damage or failure (制動装置の損傷/故障)	3

表5 「衝突-3」の事故の内容

No.	事故の種類	原因種別 (ITTAB)	原因の内容 (ITTAB)	事故件数
衝突-3	機器衝突事故	Vehicles(車両)	Grip slipping(握索装置の滑り)	4

資料「衝突-3」
(海外事故事例1)

発生年月	発生場所	発生状況	原因	結果	対策	備考
2008年	アメリカ	自動循環式4人乗りゴンドラリフトの機器が、ロープ上を後方へ約80m滑り、後続の機器に衝突した。	脱索し8名が事故、そのうち5名が負傷した。	原因: (1) 握索装置に対するロープのマスマイトが原因。	対策: (1) 握索装置握索部とロープとのアライメントの調整、および握索装置用保安装置の調整の実施。 (2) 全てのオペレーターと保守係員に対する厳しい訓練の実施。	

資料「衝突-3」
(H18-4)

資料「衝突-3」 (H18-4)

概要: (1) 固定循環式2人乗りチェアリフトの機器が、支え索上を滑走して、後続の機器に衝突した。
(2) 滑走した機器に乗車していた乗客2名が負傷 (1名: 頭部裂傷、1名: 頭部打撲) した。
原因: (1) 握索装置内部の皿ばねの枚数が、正規の状態 (7枚) より1枚不足していたため。
(2) 握索装置を支え索に取り付ける際のスプリングケース・ロックの締め付け不足のため。
対策: (1) 握索装置の分解整備作業の明確化と整備後の点検・検査の確実な実施。
(2) 握索装置の支え索への取付作業時に、トルレンチによる締め付けの確認作業の実施。

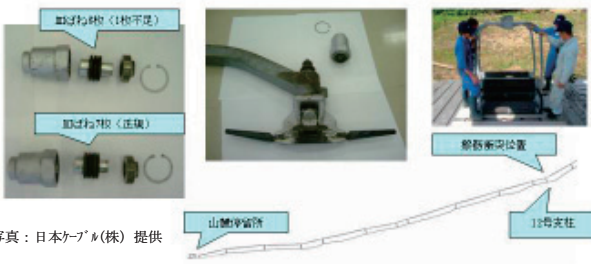


図5 資料「衝突-3」(H18-4)

資料「衝突-3」 (海外事故事例1)
後続機器との衝突事故/アメリカ

概要: (1) 自動循環式4人乗りゴンドラリフトの機器がロープ上を後方へ約80m滑り、後続の機器に衝突した。
(2) 脱索し8名が事故、そのうち5名が負傷した。
原因: (1) 握索装置に対するロープのマスマイトが原因。
対策: (1) 握索装置握索部とロープとのアライメントの調整、および握索装置用保安装置の調整の実施。
(2) 全てのオペレーターと保守係員に対する厳しい訓練の実施。



写真: ITTAB2007 Proceedings

図6 資料「衝突-3」(海外事故事例1)

た結果は「事故およびインシデントの分析報告書」として、教訓データベースへの検討結果は「事故およびインシデントの教訓データベース」とするとともに、これらに「ロープウェイに関する基礎データ」を加えて、ロープウェイ用安全データベースとした。

このロープウェイ用安全データベースの構造は、図8に示すような構造となっており、下線が引かれた項目をクリックすると、下の階層の具体的内容が表示されるようになっている。

(フローチャート)

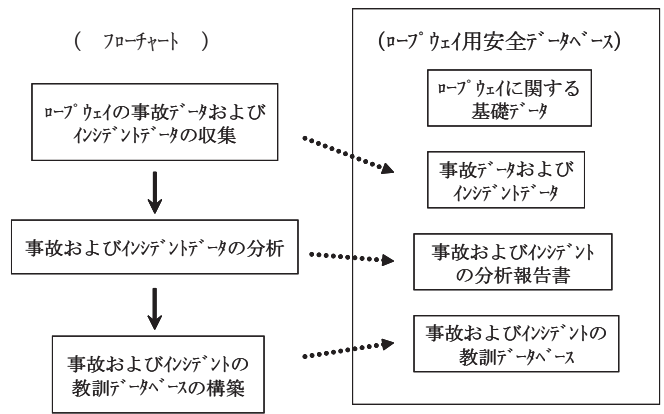


図7 安全データベースの検討図

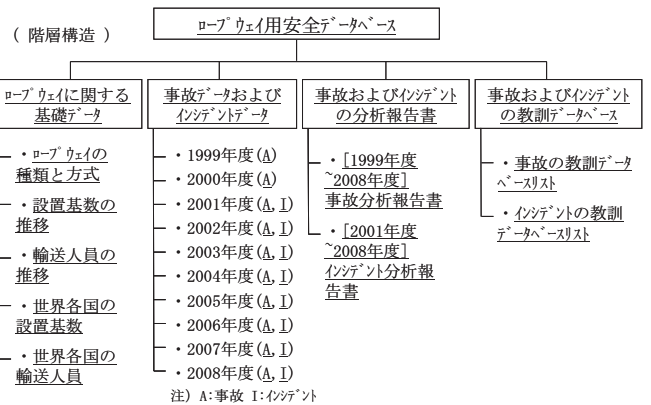


図8 安全データベースの構造

7. まとめ

ロープウェイにおける事故防止のためには、同種の事故(インシデント)の再発防止が非常に重要になることを指摘するとともに、同種の事故(インシデント)の分析結果をベースにして、事故(インシデント)の発生頻度を考慮した教訓データベースを作成した結果、および構築したロープウェイ用安全データベースの概要について報告した。

今後の課題としては、事故(インシデント)に関する写真、行状の充実、海外事例の充実などがあげられる。

ロープウェイにおける事故の再発防止のために、過去の事故およびインシデントを教訓として、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、2010-12、237-240
- (2) 佐藤ほか2名、平成22年度交通安全環境研究所フォーラム2010 講演概要、2010-11、210-213