

踏切における列車と自動車の衝突事故防止に向けた研究

Research on the prevention of level crossing accidents between trains and vehicles



枝川 真也*



河田 智太郎**



岩村 康弘***



福山 浩史***

Level crossing accidents have been reduced to approximately one-fifth compared with a time when our company founded, because of the expansion of level crossings (Class 4) or obstacle detection devices, etc. However, in recent years, the number of the accidents stopped declining, and it has stayed at approximately 40 accidents per year. In particular, in the case of vehicles which cross level crossings just before trains pass, there are limits to the effects of obstacle detection devices. In this research, we analyzed the cause of the level crossing accidents between trains and vehicles like this. From the results, we made proposals for effective accident prevention measures and our future visions.

●キーワード：交通工学、踏切障害事故、ヒューマンエラー、先進安全自動車技術

1. はじめに

当社管内の踏切における列車と自動車の衝突事故は、踏切の第1種化（踏切に警報機及び遮断機を設備すること）や、障害物検知装置（踏切上の障害物を検知したとき、自動的に報知装置を動作させ、その障害物が除かれたとき、自動的に報知装置の動作を復旧させる装置。以下、障検という）の設置箇所拡大等の対策により減少してきた。しかし、障検は踏切警報鳴動開始前に、自動車が踏切内で立ち往生している場合には有効であるものの、踏切警報鳴動開始後に、自動車が踏切内に進入してきた場合には既に列車が踏切に接近しているため、その効果には限界がある。

本稿では第1種踏切道において、踏切警報鳴動開始後に進入した自動車が列車と衝突した事故を「違反型踏切事故」と定義し、この種の事故の発生原因の分析、及びその対策の検討結果、並びに違反型踏切事故防止に向けた今後の展望について説明する。

2. 違反型踏切事故の発生件数

2001～2010年度の10年間で当社管内の第1種踏切道（2010年度末時点で6350箇所）で列車と自動車が衝突した事故の件数は260件であった。このうち違反型踏切事故は社内の事故報告書を分析した結果、104件（40%）を占めると推測される。

3. 違反型踏切事故の分類

違反型踏切事故104件の発生原因を分析するため、以下に示す踏切への進入時のエラーパターン、進入原因、進入時機で事故の分類を行った。各分類について説明する。

(1) 進入時のエラーパターン

踏切進入時のヒューマンエラーの内容により、以下の3種に分類した。

- (a) 過失（視認）型：踏切設備やその動作等の見落とし、発見が遅れたために進入したもの。
- (b) 過失（操作）型：ブレーキとアクセルの踏み間違い、列車の通過待ちをしている際のクリープ現象、一旦停止の際のスリップ等、ドライバーの操作誤りにより進入したもの。
- (c) 故意型：踏切設備やその動作等を認めていたが、意図的に進入したもの。

(2) 進入原因

(1)の各エラーの原因について事故報告書の記載を基に分類した。

(3) 進入時機

踏切への進入時機について以下の2種に分類した。

- (a) 遮断完了前：進入側遮断かんの降下完了前に進入したもの。
- (b) 遮断完了後：進入側遮断かんの降下完了後に進入したもの。

上述の分類に沿って違反型踏切事故を整理した結果が表1である。

表1 違反型踏切事故の分類結果

進入時のエラーパターン	進入原因	遮断完了前	遮断完了後	合計
過失 (視認)型	見落とし等	10	9	② 19
	居眠り等	2	A 8	10
過失 (操作)型	運転操作誤り	—	15	C 15
故意型	横断可能と判断	18	5	③ 23
	警察からの逃走	—	1	D 1
不明	—	7	B 29	36
合計		① 37	67	104

表1のA、C、Dについては、現状において対策の提案が難しいため、本稿における分析では対象外としている。なお、これらの事故の対策の在り方については、7章にて言及する。またBについては、自動車のドライバーが死亡または重体(11件)、あるいは報告書の内容から原因の特定が困難(18件)であったため、やはり分析の対象外としている。以降、残りの51件について、対策の方向性を考慮し、以下の3つの切り口から分析する。

- ・遮断完了前に進入した事故全般(表1①)
- ・見落とし等による過失(視認)型事故(表1②)
- ・横断可能と判断して進入した故意型事故(表1③)

4. 遮断完了前に進入した事故全般の分析

4.1 障害物検知装置による事故防止効果

遮断完了前に自動車が踏切に進入した場合は、遮断完了時点から自動車の検知を行うため、障検の効果も期待できる。図1は、障検の有無と事故件数の関係を示したものである。

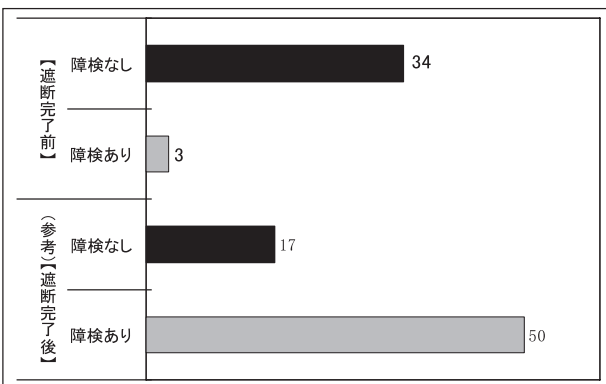


図1 障検の有無と事故件数との関係

図1より、遮断完了前の場合における事故発生件数の92%(34件/37件)には障検が設置されていないことがわかる。なお、遮断完了後の場合は、障検ありの踏切での事故が多いが、これは当社では自動車の交通量が多い踏切に優先的

に障検を設置してきたこと¹⁾等によるものと考えられる。障検の有無及び遮断完了前後の2*2の分割表の検定を行ったところ、有意な関連が認められた($p<.01$)。

以上から、遮断完了前の場合における違反型踏切事故には、障検の設置が有効と推測される。

4.2 踏切から脱出できなかった原因

遮断完了前の場合においては、時間的な余裕があるため、通常は列車が踏切に達する前に、自動車は踏切を脱出できるはずである。具体的には、一組遮断方式(踏切の進入、進出側を、それぞれ進行左側に1機設置された遮断機で遮断)においては、踏切警報の鳴動開始から列車通過前までに標準で35秒、二組遮断方式(踏切の進入、進出側を、それぞれ左右に設置された2機の遮断機で遮断)においては、標準で37秒の時間的余裕が存在する。そこで、時間内に自動車が踏切から脱出できなかった原因について調査した。図2は踏切に進入した後に、踏切の中で発生した事象についての分析結果である。

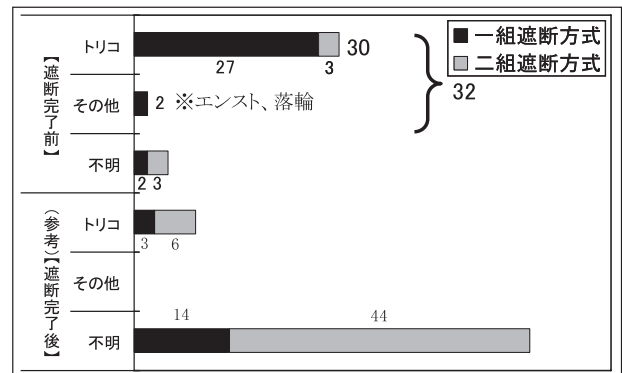


図2 踏切から脱出できなかった原因

図2より、遮断完了前の場合で、トリコの状態(進入、進出の両側の遮断かん降下による踏切内での立ち往生)で事故に至った割合は、原因が判明している件数のうち94%(30件/32件)であり、更にそのうち90%(27件/30件)が両側の遮断かんが同時に降下する一組遮断方式の踏切で発生している。二組遮断方式においては、進入側遮断かんの降下開始から、進出側遮断かんの降下開始までに標準で6秒の時間差が設定されているため、両側の遮断かんが同時に降下する一組遮断方式よりもトリコ状態になりにくいと推測できる。なお、遮断完了後の場合は、二組遮断方式での事故が多いが、これは二組遮断方式が導入されている踏切は幅員が広く、交通量が多いこと等によるものと考えられる。

以上から、遮断完了前の場合におけるトリコ防止には二組遮断方式化が有効と推測されるが、幅員の狭い踏切へ

導入してもトリコ防止効果は薄く、現実的ではない。二組遮断方式は、幅員・踏切長、交通量等を考慮して導入されているが、幅員3m未満の踏切ではほとんど例がない。このため、踏切の設置条件、通行実態等を考慮したうえで、二組化の検討を行うことが必要と考えられる。

4.3 トリコから事故に至るまでの行動例

従来から各鉄道事業者は、踏切内でトリコになった際の脱出方法として、「踏切内で停車せずにそのまま進行し、自動車のボンネットで遮断かんを押し上げて脱出する」ことを広報している。ところが遮断完了前の場合におけるトリコによる事故を分析すると、「踏切内で車から降車し、遮断かんを素手で持ち上げて脱出を図る」(12件)、「車を踏切内に放置して脱出する」(5件)等、不適切な行動がみられ、30件のドライバー全てが、トリコになった際の脱出方法を知らないことがわかった。当社では踏切事故防止にむけたキャンペーンとして、1991年から毎年「踏切事故0運動」を実施してきたが、今後も警察、交通安全協会等と連携して啓蒙運動を実施し、トリコ時の脱出方法の周知、デモンストレーション等による実体験、踏切横断時の注意事項の周知を強化することが必要と考えられる。

5. 見落とし等による過失(視認)型事故の分析

見落とし等による過失(視認)型事故は、遮断完了前の場合が10件、遮断完了後の場合が9件である。これらの事故が発生した踏切の特徴を明らかにするため、第1種踏切道の軽自動車以上の自動車が通行可能な踏切のうち、見落とし等による過失(視認)型事故が発生した19件の踏切を除く踏切全体(2010年度末時点で6076箇所)と、事故踏切の比較を行った結果が表2である。

表2 過失(視認)型事故踏切の特徴

踏切特徴 (平均値)	過失(視認)型以外 6076箇所	遮断完了前 10件	遮断完了後 9件
幅員(m)	5.31	4.22	7.11
踏切長(m)	9.36	9.37	7.39
① 鉄道交通量(本)	88.7	100.8	72.6
② 道路交通量(台)	1515	1372	3302
③ 交差角(度)	77.2	75.4	75.1
④ 見通し距離(m)	128.4	119	121.1

- 注) ①鉄道交通量は、1日あたりに踏切を通過する列車本数を示す。
 ②道路交通量は、1日あたりに踏切を横断する自動車の台数を示す。
 ③交差角は、踏切に対する道路の交差角度(直進の場合90°)を示す。
 ④見通し距離は、道路側から踏切までの直線距離を示す。

遮断完了前の場合における事故踏切の幅員は、過失(視認)型以外の6076箇所の踏切と、平均値の差において有意に狭い($p<.01$)。また遮断完了後の場合における事故踏切は、有意に幅員が広く、踏切長が短い($p<.01$)。なお、鉄道交通量、道路交通量、交差角、見通し距離についてはいずれも有意差は認められなかった。

また、遮断完了前の場合における事故が発生した10踏切を確認すると、一般的に道路幅員が狭い小型の踏切で、比較的土勘のあるドライバーが多いと想定される。よって、踏切に気づかなかつた等のエラーは考えにくく²⁾、何らかの原因で警報状態の見落としに至った可能性が考えられる。したがって、4章で述べた対策に加え、警報状態の視認性向上が必要と考えられる。

一方、遮断完了後の場合における事故は、道路幅員が広い大型の踏切での発生が多かった。道路幅員が広いため比較的運転速度が高く、動体視力が低下しやすいうえに、幅員の広さから踏切警報機自体の視認性が低下するため、踏切あるいは警報状態を見落としした可能性が考えられる。遮断完了後の場合における事故は、前述した障検等の対策が有効ではないため、遮断かんの大口径化・点滅化、警報機のオーバーハング化等、遮断かん・警報状態等の視認性向上対策が必要と考えられる。

6. 横断可能と判断して進入した故意型事故の分析

表1に示したとおり、横断可能と判断して進入した故意型事故は遮断完了前の場合が18件、遮断完了後の場合が5件であった。

まず、遮断完了前の場合における事故について、発生踏切の特徴を明らかにするため、第1種踏切道の軽自動車以上の自動車が通行可能な踏切のうち、故意型23件が発生した踏切を除いた踏切全体(2010年度末時点で6072箇所)と、事故踏切の比較を表2と同様の方法で行った。その結果、踏切の見通し距離については、事故踏切の平均が81mであるのに対し、それ以外の踏切は127mで有意差が認められた($p<.05$)。踏切までの直線距離が短いため、速度が高い場合、直前での停止が難しく、そのまま速度を落とさずに通過しようとした可能性が考えられる。なお、踏切幅員、踏切長、交差角、道路及び鉄道交通量に有意差は認められなかった。

一方、遮断完了後の場合における事故は、前述したように障検等の対策が有効でないため、分析ニーズが高い。しかし、遮断完了前の場合の18件が発生者の供述から故意

型と判断できたのに対し、遮断完了後の場合の5件については、「遮断機の動作に気づいていたが、急いでいた」と記述のある1件は故意型と判断できたが、それ以外の以下4件については進入に至った動機等が記載されておらず、明確に故意型と判断できる情報を確認できなかった。

- ・踏切警報の鳴動を無視し、遮断かんを突破して踏切内に進入した(2件)。
- ・踏切内に無理に進入した(2件)。

このため、事故報告の内容から推測により故意型と判断した。したがって、故意型と断定するには情報がやや不十分であるため、以下の遮断完了後の場合の分析結果はあくまで参考として記述する。

遮断完了後の場合における事故踏切の特徴について遮断完了前の場合と同様の方法で分析したところ、幅員に関しては、事故踏切の平均が9.34mであるのに対し、それ以外の踏切は5.31mで有意差が認められた($p<0.01$)。これより、大型の踏切で事故が発生しやすいことがわかる。なお、それ以外の特性については有意差が認められなかった。

また、遮断完了後の場合の5件の事故ドライバーは、高齢者2件(73歳、84歳)、若年者3件(20歳、20歳、30歳)と二極化された。高齢ドライバーの身体的特徴としては、停止判断・操作等の反射的反応動作の遅れ、視野の狭まり、動体視力の低下が報告されている。その心理的特徴としては、「列車は来ない」等の思い込みで運転する傾向があることが報告されている³⁾。上述の高齢者の傾向から、遠方での踏切や警報状態の発見が難しく、気づいても停止の判断や行動が遅れやすいので、「警報鳴動には気づいており、遮断完了前に進入するつもりでいたが、結果として進入が遮断後になった」といったことが考えられる。この場合には、故意型とはいえ、過失(視認)型と同様、踏切や警報状態の視認性向上対策が必要と考えられる。一方、若年ドライバーの一般的な運転特徴としては、速度超過、衝動的な運転を行う傾向があることが報告されている³⁾。このため道路幅員が広く、速度が向上しやすい踏切では直前での停止が難しく、そのまま速度を落とさずに通過しようとの意図が形成されたことも考えられる。この場合、踏切通行者監視システム等、何らかの進入動機の抑制対策が必要と考えられる。

7. 今後の研究開発の展望

2章の表1のA、C、Dのタイプの事故においては、現状において対策の提案が難しいとしたが、今後は社会との協調により、何らかの形で対策を行う必要がある。対策の在り方として考えられるのが、近年普及が進んでいる先進安全自動車技術を活用するというものである。先進安全自動車技術は、既に実用化されたものとしては、衝突被害軽減ブレーキ、レーンキープアシスト、ふらつき警報等があり、今後実用化が見込まれる技術としては、ITS通信技術を用いた車車間通信、歩車間通信等がある⁴⁾。今後は法体系の整備等も含め、社会によるITS通信技術の受容体制の構築が進められていくものと考えられ、当社としても自動車の技術動向を継続的に把握してゆく必要がある。

8. おわりに

本研究では2001～2010年度の10年間に発生した違反型踏切事故104件に対して分析し、対策について提案を行った。しかし、約半数の53件については有効な対策を立案するのは難しいのが現状である。今後は鉄道事業者側の踏切設備対策に加えて、自動車メーカー、自動部品メーカー、道路管理者等と連携し、総合的な対策を検討していきたい。

参考文献

- 1) 東日本旅客鉄道(株); 社会環境報告書2002, p.33, 2002.
- 2) (社)日本鉄道電気技術協会; 踏切事故の分析調査及び踏切視認性向上に関する研究, pp.6-9, 1994
- 3) (財)全日本交通安全協会; 人にやさしい安全運転, pp.54-63, 2010
- 4) 国土交通省; 第5期ASV推進計画パンフレット「人とクルマの調和による安全安心な交通社会を目指して」, pp.4-7