

鉄道一般

車両

軌道

構造物

防災

電力

信号通信
情報

材料

環境

人間科学

浮上式鉄道

道路交通との接点： 踏切の安全性を評価する

踏切は鉄道と道路交通の接点のため、列車だけが通行するのではなく、自動車や歩行者も通行しており、鉄道側だけでなく、自動車や歩行者への安全対策も検討する必要があります。また、踏切事故件数は減少しているものの、依然として鉄道運転事故全体の4割弱を占めており、鉄道事業者にとって重要な課題と考えられます。そこで、本稿では、踏切事故件数と、踏切での列車交通量と自動車交通量の関係や踏切周辺の自動車交通環境などとの関係を分析し、さまざまな要因を総合的に判断して、踏切の安全性を評価する手法を紹介します。



畠山 直
Naoki Hatakeyama
人間科学研究部
安全性解析研究室
副主任研究員
【専門分野】人間工学

はじめに

踏切は鉄道と道路交通の接点なので、列車だけが通過するのではなく、自動車や歩行者も通行します。そのため、鉄道側だけではなく、自動車や歩行者への安全対策も従来から検討されてきました。例えば、踏切に警報機を設置して、列車の接近を自動車や歩行者に知らせたり、遮断機を設置して、列車接近時に踏切内に自動車や歩行者が入らないようにするような対策です。あるいは、列車接近時に踏切内に自動車が入ってしまい、取り残されているかを検知する装置（障害物検知装置）などもあります。

これらの対策のうち、遮断機・警報機の種類と事故の発生件数との関係（図1）を見てみると、遮断機と警報機のどちらも設置している第1種踏切は踏切百箇所あたりの事故件数が0.84件、警報機のみを設置している第3種踏切は1.1件、遮断機・警報機ともに設置していない第4種踏切は1.15件となっています。遮断機や警報装置を設置すると事故が少なくなる傾向が分かります。

さまざまな対策により、近年、踏切

内で発生した障害事故件数は減少しています。しかし、鉄道運転事故に占める踏切障害事故の発生件数の割合は4割近くを占め（図2）、人身障害事故に次いで多く、依然として鉄道事業者にとって検討すべき重要な課題となっています。

そこで、鉄道総研では、踏切事故の発生に影響する要因について検討し、踏切の設備条件や設置された環境条件などとの関係を分析してきました。また、これらの要因から総合的な安全対策を検討するための手法として、「踏切安全性評価手法」を開発してきました。ここでは、設備条件や環境条件などの分析結果や「踏切安全性評価手法」の適用例を紹介します。

踏切事故と設備・環境条件

踏切事故の発生に影響する要因には、どのようなものが考えられるでしょうか。

先ほど図1で説明した遮断機や警報機の導入といった設備対策以外にも、踏切道の長さや幅員といった踏切の設備条件も事故の発生に影響する要因です。踏切長が長いと、自動車や歩

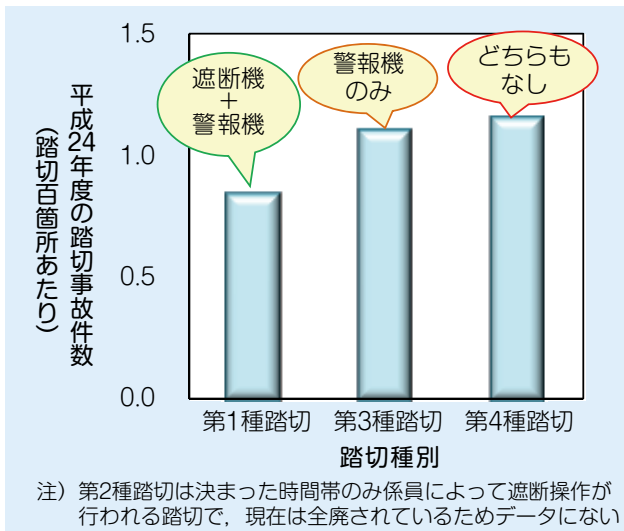


図1 遮断機・警報機の有無と踏切事故の件数 (文献¹⁾のデータに基づいて作成)

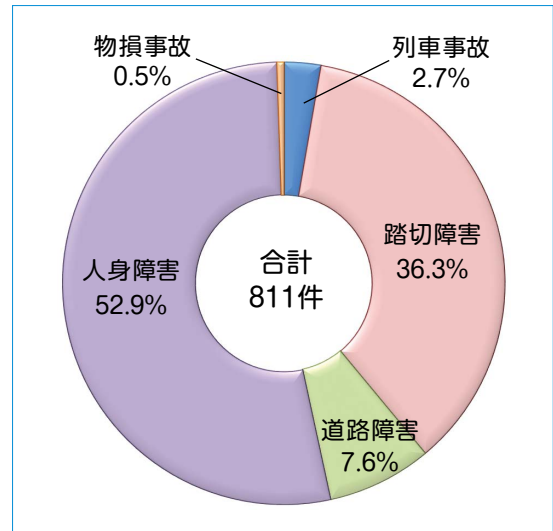


図2 H24年度鉄道運転事故の内訳 (文献¹⁾のデータに基づいて作成)

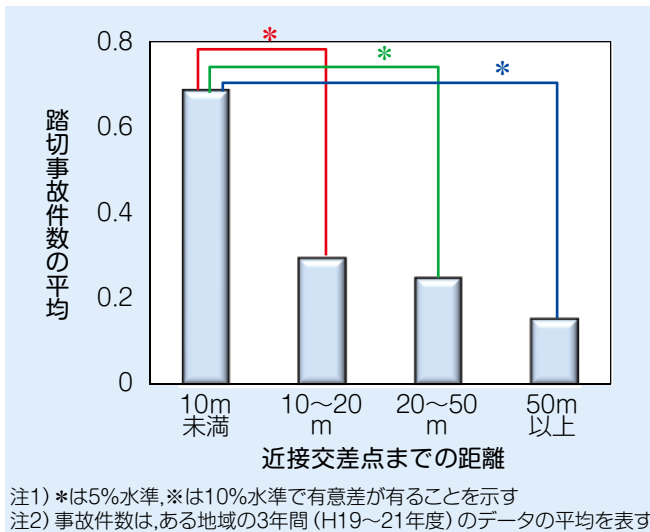


図3 交差点までの距離と事故件数の平均²⁾

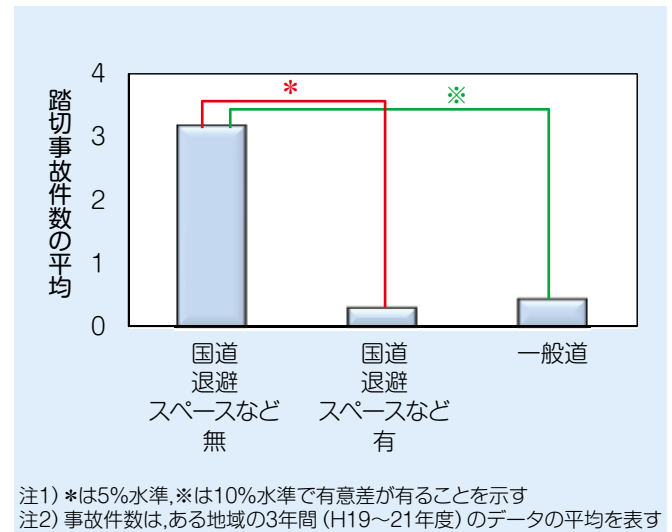


図4 交差道路種類と事故件数の平均²⁾

行者が踏切を渡るのに時間がかかるため、場合によっては列車接近時に踏切内に取り残されるかもしれません。また、踏切長が長いと、自動車ドライバーから踏切先の交通状況も判断しにくくなるため、踏切から出るための十分な空間がないのに、踏切に入ってしまうやすくなります。

一方、踏切は、鉄道と道路交通の接点なので、踏切の設備条件の他にも、設置されている環境条件、例えば周囲の交通状況なども事故の発生に影響します。そもそも、列車が踏切を通過しなければ、踏切事故は起きません

し、列車の交通量と自動車や歩行者の交通量が多ければ多いほど、踏切事故は起こりやすくなるはずですが。ですから、踏切を通る列車本数や自動車などの交通量も事故の発生に影響する大きな要因であると考えられます。

例えば、「踏切から交差点までの距離」について事故件数との関係を分析した結果を図3²⁾に示します。この結果、近接している交差点までの距離が10m未満である踏切において、他の条件に比べて事故率が大きいことが分かります。

また、踏切から近接している交差点

までの距離が10m未満の踏切について、交差点での道路交通量の代わりとして、その交差する道路が国道かどうかについて調べ、以下の3つの条件で事故件数の平均を比較しました。

- ・踏切先で国道とつながっており、退避スペースなどもない場合
 - ・踏切先で国道とつながっているが、交差点に退避スペースなどがある場合
 - ・踏切先で一般道とつながっている場合 (国道とは接続していない場合)
- この結果(図4²⁾、「踏切先で国道とつながっており、退避スペースなども

ない場合」は、他の条件と比べて事故件数の平均が高いことが分かります。

以上の結果から、「10m未満」で「踏切先で国道とつながっており、退避スペースなどもない」踏切(図5²⁾)では、事故が発生しやすいことが推察できます。踏切から出てすぐに国道のように交通量の多い幹線道路との交差点があり、さらに、踏切脇に自動車が進避できるようなスペースがない踏切では、自動車が国道へ曲がって出ようとしても、なかなか曲がれず、踏切警報機が鳴り始めても、退避するスペースがないため、踏切内に自動車が取り残されやすくなっていると考えられます。

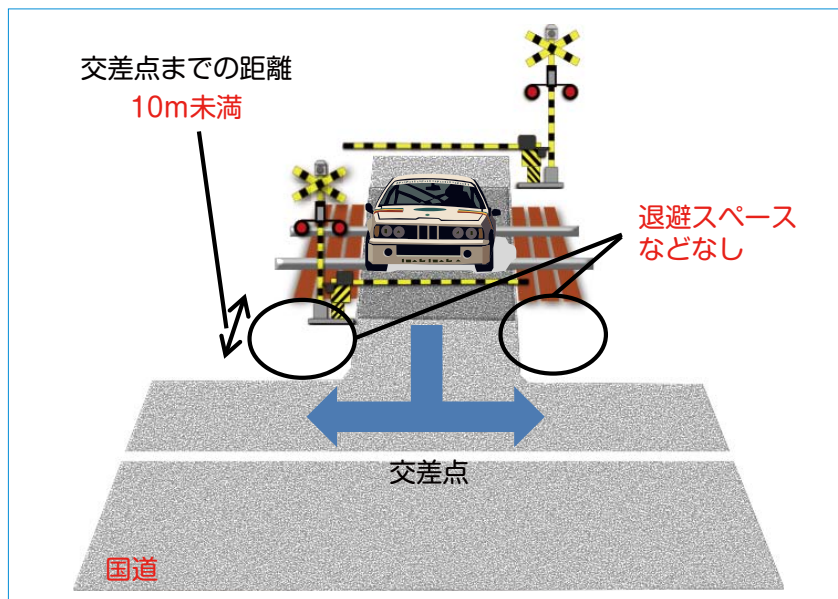


図5 10m未満で踏切先で国道とつながって退避スペースなどもない踏切²⁾

安全性評価手法とその適用例

以上の結果は、個々の要因と事故の発生件数との関係性を分析したものです。どの踏切にどのような対策を実施すれば有効なのかを判断するには、さまざまな要因を総合的に判断する必要があります。そのための方法として、「踏切安全性評価手法」(図6)を開発しました²⁾。この方法は、さまざまな踏切における事故の発生状況と踏切の設備や設置された環境状況との関係を統計的に分析することによって、個々の踏切の安全性を評価するものです。この手法を用いることによって、どのような対策が有効か、また、どの程度事故が減少するかを評価値に基づいて

判断することができるようになります。

分析には、踏切事故情報と踏切設備台帳(☞参照)などのデータを用います。踏切事故情報からは、踏切事故の件数を抽出します。一方、踏切設備台帳からは、列車や自動車などの交通量、遮断機や警報機の有無、踏切長など、踏切設備や環境の条件を抽出します。そして、踏切事故件数に対して、事故要因を用いて説明する、ポアソン分布(☞参照)に従った回帰分析(ステップワイズ法も使用)を行います。分析の結果、事故の発生件数に対する踏切設備や環境条件の影響の程度を重み付け値として算出し、さらに、各踏切に対して事故件数の推定値も算出します。

結果の一例として、表1に「踏切安全性評価手法」をある地域のデータに適用した結果を示します。表中の重み付け値は、事故件数への各事故要因の影響程度を表し、正の値をとると、安全性が低下して事故件数が増加し、負の値をとると、安全性が向上して事故件数が減少する効果があることを表しています。

例えば、踏切保安装置に分類されている事故要因の中で、「遮断機+オーバーハング型警報装置(第1種踏切)」(☞参照)の重み付け値は-2.59、「遮断機+警報機(第1種踏切)」の重み付け値は-1.47となっています。これは、同じ警報機でも、オーバーハング型警報機の方が、事故件数の軽減効果が大きいことを表しています。また、「警報機のみ(第3種踏切)」の重み付け値は-0.60となっているので、警報機だけの踏切より、遮断機の設置された踏切の方が、事故件数の軽減効果は大きいことも分かります。

一方、「障害物検知装置」や「障害物検知装置押ボタン」の重み付け値はそれぞれ1.43、0.88であり正の値なので、装置があるのに事故件数が増えていて

☞踏切設備台帳

事業者が踏切の管理に使用している台帳で、踏切長や幅員などの踏切諸元のデータが記載されています。

☞ポアソン分布

ある特定の時間内で、対象となる事象が発生頻度や人数などの整数で表され、事象の起きる頻度が小さい場合(離散的な自然現象)に該当するとされる分布のこと。

☞オーバーハング型警報装置

警報機の柱が上部から横に伸び、道路の上側に警報灯や踏切警標が配置されているもの。道路側から踏切を発見しやすくする効果があります。

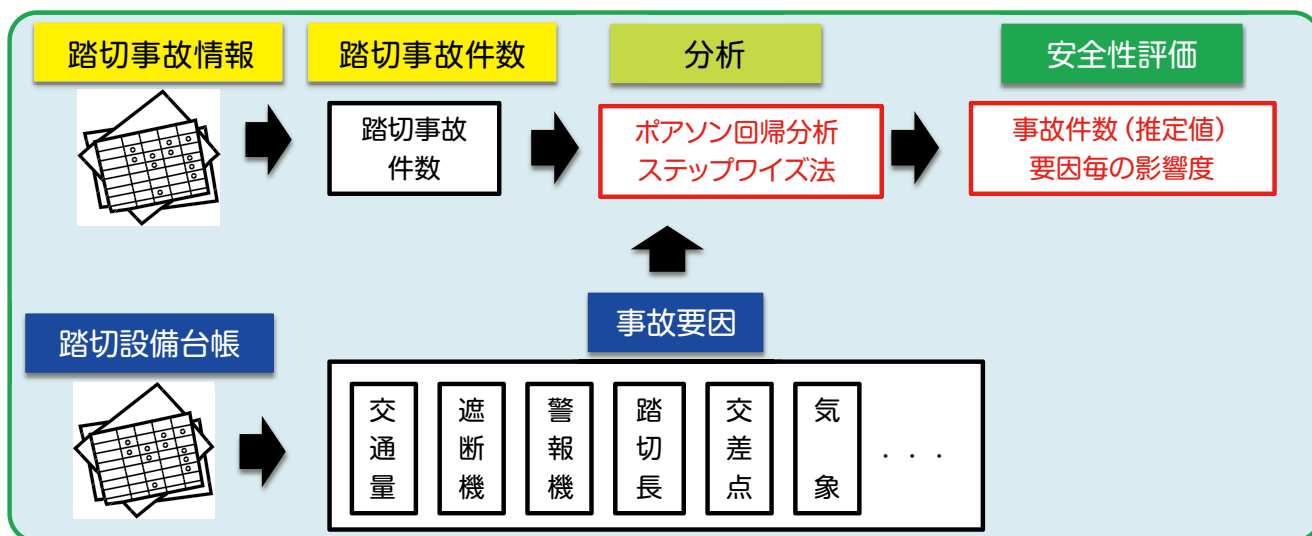


図6 踏切安全性評価手法

表1 踏切安全性評価の適用結果の例

分類	事故要因	重み付け値
踏切保安装置	遮断機+オーバーハング型警報機 (第1種踏切)	-2.59
	遮断機+警報機 (第1種踏切)	-1.47
	警報機のみ (第3種踏切)	-0.6
	障害物検知装置	1.43
	支障報知装置押ボタン	0.88
踏切設置状況	踏切長	0.21
	道路勾配	0.14
周辺環境	遮断遭遇回数自動車	0.26
	10m未満で国道と交差 (退避スペース無)	1.23
	大型車規制有	-0.72

注) 表は、評価結果の一部を抜粋して記載²⁾

一見おかしいように思います。しかし、これは、分析した事故に踏切支障（障害事故には至らないものの、列車に遅延が生じたもの）が含まれているためです。これらの要因は、踏切障害事故（自動車や歩行者と列車が接触）の件数を減少させる一方で、踏切支障の件数の増加に影響していると考えられます。

さらに、周辺環境の分類では先ほど説明した「10m未満で国道と交差（退避スペース無）」の重み付け値が1.23、「遮断遭遇回数自動車」が0.26、「大型車規制有」が-0.72となっています。「遮断遭遇回数自動車」は、踏切遮断回数と自動車交通量からなる変数で、踏切が遮断された時に自動車が踏切内にいる状況の回数を表しています。踏切遮断回数や自動車交通量が増えると、踏切事故件数も増加することが分かります。また、「大型車規制有」のように、大型車の通行が規制されていると、踏切事故件数が少なくなる傾向も分かります。

このように、重み付け値から各要因の事故件数への影響の大きさが分かります。さらに、重み付けの値に従って、

設備条件や環境要因を重み付けして足し合わせることによって、対象とする踏切の安全性を総合的に評価することができます。また、危険度の高い踏切を予測したり、問題の要因を検討したりすることもできます。

おわりに

ここでは、踏切での列車交通量と自動車交通量の関係や踏切周辺の自動車交通環境などの多様な要因と、踏切事故件数との関係を分析し、踏切の安全性を評価する手法を紹介しました。

踏切の安全を高めるためにはさまざま

な要因への対策を総合的に考えていくことが求められますが、技術の進歩や周辺環境の変化などにより、踏切の安全を取り巻く環境も日夜変化しています。今後も、踏切の安全に寄与すべく、研究開発に取り組んでいきたいと考えています。[RRR]

文献

- 1) 国土交通省：鉄軌道輸送の安全にかかわる情報(平成24年度), 2013
- 2) 畠山直, 宮地由芽子, 栗原靖: 積雪・寒冷地における踏切安全性評価手法, 鉄道総研報告, Vol.28, No.5, pp.23-28, 2014