

踏切脱線事故における車両脱線事象の分析調査

【2020年度 KR-074】

明星大学 理工学部機械工学系

教授 宮本 岳史

1. 調査研究の背景

国土交通省および運輸安全委員会では、踏切障害事故を減らすために事故の分析がなされ、踏切事故の原因として最も多いのは自動車等のトラブルに伴うものであることが明確になっている⁽¹⁾。一例として、平成30年に踏切障害事故は247件、そのうち脱線事故は発生しなかった⁽²⁾。一方で、運輸安全委員会において2021年3月1日までに発表された鉄道事故調査報告書197件の列車脱線事故のうち、踏切障害に伴うものは50件であり、脱線事故における踏切障害が占める割合は大きいことも事実である。これらの状況から、踏切における自動車等との衝突事故のうち列車が脱線に至る事故は一部であり、自動車衝突が必ずしも脱線を引き起こしている訳ではないことが推察できる。踏切障害に伴う列車脱線事故を中心にして脱線原因を調査することで、自動車と衝突することに加えて、脱線を発生させる要因について調査する。踏切事故における脱線被害を減らすことに繋がるよう、安全性向上の研究推進の一助をなしたい。

2. 調査研究の概要

運輸安全委員会から列車脱線事故は、2001年10月28日の事故以降2021年3月1日時点までに197件の列車脱線事故の鉄道事故調査報告書が公表されている。このうち、踏切障害に伴うものとされた列車脱線事故は50件ある。また、踏切障害には分類されないながら、踏切に関係する自動車等との衝突事故も2件報告されており、これら合わせて踏切関係脱線事故として52件を調査対象とする。さらに、自動車などと衝突しても脱線しなかった事故

として、運輸安全委員会の調査対象となる衝突、脱線、火災を伴わない「その他の事故」に挙げられる踏切障害事故58件のうち人と自転車以外の車両に衝突した38件を調査対象とする。なお、国内の踏切事故における車両と列車の衝突はより多く発生しているものと考えられるが、鉄道事故調査報告書のないものは対象外である。これら調査対象の鉄道事故調査報告書の内容から、自動車衝突に加えて、どのような事柄が脱線を発生させる要因になっているのかを調べる。特に、車両の脱線メカニズム、車両の動的挙動の観点から、鉄道車両と自動車等の衝突から脱線までの記録を分析し、車両を脱線に至らしめる事柄あるいは脱線に関与したことが考えられる事柄を拾い上げて、分類・整理する。なお、列車脱線事故197件を前々報⁽³⁾に示した分類方法によるグラフを図1に、合わせて前報⁽⁴⁾と同様の雨による斜面崩壊や雪、地震など自然が影響した脱線を分類したグラフを図2に示す。

踏切関係で自動車等と衝突した鉄道車両が脱線した事故について分析した結果から、以下のような傾向が分かった。

(1)列車脱線事故197件のうち、踏切障害に伴う脱線事故50件、踏切関係した脱線事故2件を合わせた自動車などとの衝突による踏切関係脱線事故は図1から分かるように、他の分類項目に比べて、脱線事故全体の中で最も大きな割合を占めている。脱線事故に関係した踏切種別の割合を示した図2からは第1種85%が最も多く、第4種12%であることが分かる。令和元年時点での踏切道数に占める種別毎の割合は、第1種91%、第2種はゼロ、第3種2%、第4種7%である⁽⁵⁾。この踏切道数の割合に比べると、脱線

列車脱線事故197件

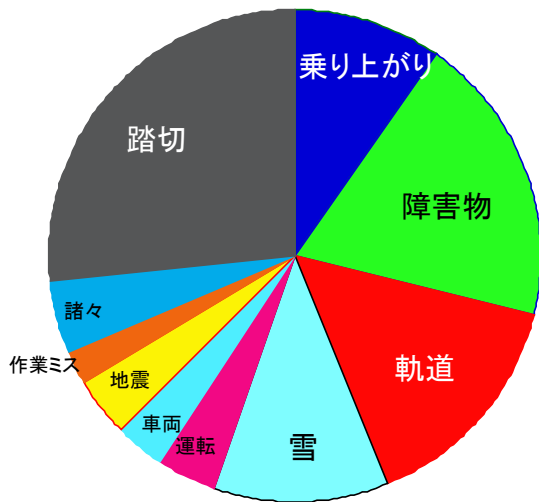


図1 列車脱線事故における脱線の原因分類

列車脱線事故197件
自然影響を考慮した原因分類

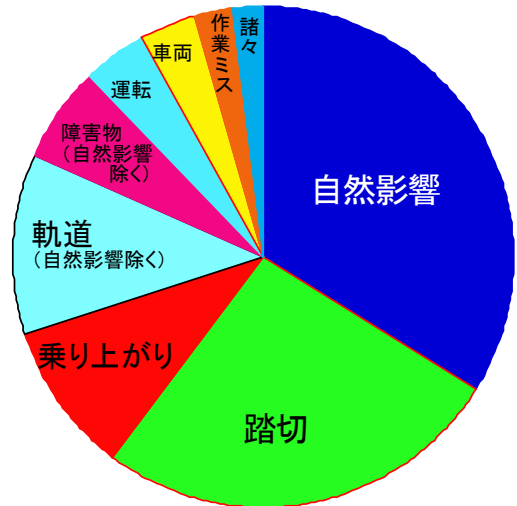


図2 自然影響を考慮した脱線の原因分類

脱線(踏切関係) 52件

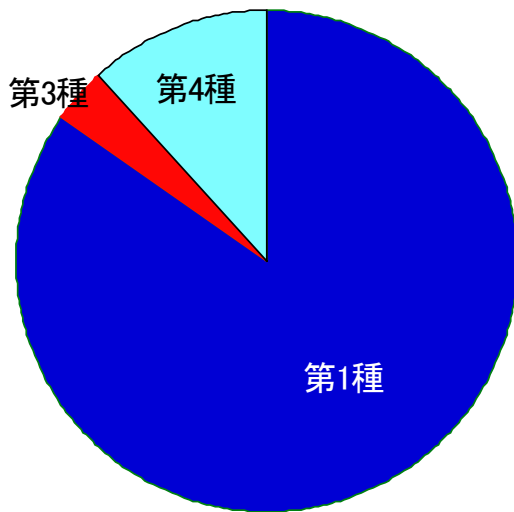


図3 踏切が関係した列車脱線事故の踏切種別

非脱線(踏切障害事故)
人・自転車除く 38件

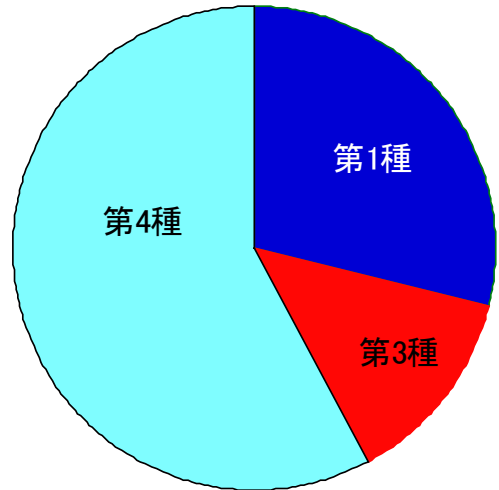


図4 脱線が無かった踏切障害事故の踏切種別

事故に関係した第4種の踏切の割合は高いものと言える。また、脱線しなかった踏切障害事故の踏切種別の割合を示した図3からは、人や自転車を除いても第4種が最も多いことが分かる。第4種踏切道の危険については、従前より国土交通省および運輸安全委員会が警告を発している。なお、運輸安全委員会では2014年4月から第3種・第4種踏切道における死亡者を生じた踏切障害事故を調査対象に加えている。

(2) 事故の原因となった衝突車両の車種について脱線した場合を図5に示し、脱線しなかった場合

を図6に示し、両図を比較して見る。脱線しなかった場合に比べて、脱線した場合には乗用車とトラックが占める割合が大きくなっていることが分かる。あらゆる事故は発生した日時・現場や環境条件が異なることから、この簡易な比較だけで決めつけることはできない。それでも、この図5と図6から、農耕機械や原付自転車で脱線を発生することはなかった。また、軽乗用車は、脱線に至らない場合も多い。しかし、踏切に関係する脱線事故に乗用車やトラックは、他の車種に比べて割合は大きい。運輸安全委員会の調査対象となった踏切障害において、乗用

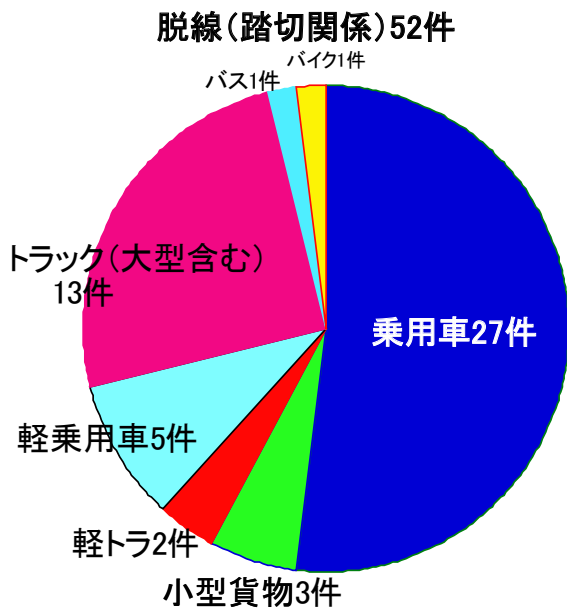


図5 踏切の脱線事故で衝突した車両

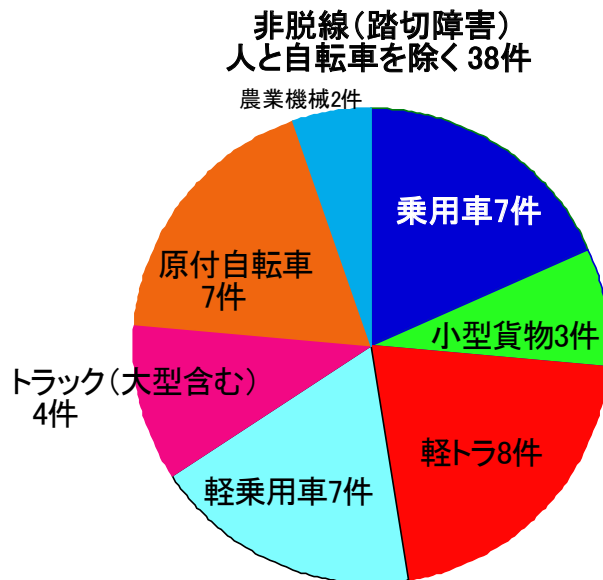


図6 踏切障害事故で脱線が無かった時の衝突した車両

車やトラックが列車に衝突した場合に脱線に至った割合は他の車種に比べて高いことが分かる。なお、ここで自動車の種別について、運輸安全委員会事故調査報告書では、道路運送車両法に準拠して自動車の種類を記述している。本報告中では、分かりやすさを優先し、乗用車としては普通自動車、小型自動車および鉄道事故調査報告書中で乗用車とあるものをまとめ、トラックとしては普通貨物自動車、小型貨物自動車および鉄道事故調査報告書中にある大型貨物自動車をまとめて記すこととした。

- (3) 踏切関係で脱線した事故 52 件の鉄道事故調査報告書中の結論の章あるいは原因や分析の章の中で、脱線事故 1 件について 1 語の主たる要因と考えられるキーワードを拾い出した結果を表 1 にまとめて示す。これらの要因キーワードは、衝突したことに加えて発生した事象を表すものを拾った。報告書の記述からは衝突以外の要因が読み取れないものは「その他」に分類し、これが最も数が多かった。鉄道車両の床下に自動車が接触する様子の表現は「巻き込み」「床下入り込み」「引きずり」「車に乗り上げ」などが挙げられているものの、これらの具体的な使い分けは読み取ることができなかった。要因キーワードは「巻き込み」が 2 番目に多い結果となった。「側面挟み込み」に挙げた中でも巻き込みと共に表現された報告書も見られたが、これは表 1 の

「巻き込み」の件数には含めていない。「その他」と「側面挟み込み」以外の要因キーワードに分類した件は、いずれも脱線に関与した自動車等が鉄道車両の床下に作用力を及ぼして脱線に至らしめたものである。自動車等を鉄道車両が巻き込むきっかけは、最初の衝突であるもの、地上設備との接触であるものがあつた。鉄道車両に引きずられた自動車等が分岐器やガードレールあるいは次の踏切道に接触した際に脱線が発生させたものもあつた。これらからは、衝突が直ちに脱線を引き起こすだけではなく、衝突後に接触した状態の自動車等が列車と共に進むうち、さらに別の物に接触することで脱線が発生させる場合があることが分かる。一方で、「側面挟み込み」のように、地上の設備や土木構造物と鉄道車両の間に自動車等が挟まることで鉄道車両が押し出される脱線も複数見られた。

- (4) 踏切関係の脱線事故 52 件について、脱線軸数を整理・比較して結果を表 2 に示す。脱線軸数は、脱線事故の規模を見るひとつの目安になるものと考えられる。表 1 から分かるのは、最も多いのは進行方向 1 両目前台車全軸 (2 本) の脱線で、その次に 1 両目第 1 軸 (1 本) の脱線であることが分かった。脱線が発生する際には台車単位で被害を受けることの方が、軸単位で被害を受けることよりも確率が高いことが分かる。

表1 踏切関係の脱線事故の要因キーワード

要因キーワード	状況例	件数
側面挟み込み	鉄道車両と設備や土木構造物との間に自動車等が挟み込まれたことで、鉄道車両が押されて脱線	9
巻き込み	鉄道車両が自動車等を巻き込み脱線した	17
床下入り込み	鉄道車両の床下に自動車等が入り込んだことで車両が上昇し脱線した	3
引きずり	衝突した自動車等を鉄道車両が引きずり、その後自動車等が設備や土木構造物に掛かって鉄道車両を脱線させた。	2
車に乗り上げ	鉄道車両の前部が自動車等に乗り上げて脱線した。	2
床下機器損傷	台車以外の床下機器が脱落して、その機器に乗り上げて脱線した。	1
その他	上記の分類に適さなかったもの。自動車等と衝突し、脱線した。	18

表2 踏切関係の脱線事故における脱線軸数と脱線軸位の関係

脱線軸数	脱線事故件数 (件)	脱線軸位：脱線事故件数 (進行方向前側から1両目、第1軸と呼ぶ)
1本	16	1両目の第1軸：9、第2軸：2、第3軸：1、第4軸：3 2両目第4軸：1
2本	25	1両目の前台車全軸：21、後台車全軸：2 3両目の前台車全軸：1、4両目の前台車全軸：1
3本	1	1両目第1,2,4軸
4本	7	1両目全軸
8本	2	1,2両目全軸
12本	1	1,2,3両目全軸

3. 調査を終えて

公表されている事故調査報告書から踏切で自動車と鉄道車両が衝突して脱線する事象を調査した。その結果、列車脱線事故の中で、踏切での車両との衝突による脱線事故が最も高い割合で発生していることが分かった。踏切種別では第1種での脱線事故が多かった。乗用車やトラックは、他の車種に比べて脱線事故に至った割合が高い。報告書の中から脱線の要因キーワードを探索する過程から、衝突が直ちに脱線を引き起こすだけではなく、衝突後に接触した状態の自動車等が列車と共に進むうちに、さらに別の物に接触することで脱線が発生させる場合もあることが分かった。一方で、側面挟み込みのように、地上の設備や土木構造物と鉄道車両の間に自動車等が挟まることで鉄道車両が押し出される脱線も複数見られた。脱線が発生する際には台車単位で被害を受けることの方が、軸単位で被害を受けることよりも確率が高いことが分かった。今後、ここで得られた知見を生かして、踏切事故被害の軽減に繋がる研究開発に貢献していきたい。□

参考文献・引用文献等

- 1) 運輸安全委員会ダイジェスト No.20、運輸安全委員会ホームページ、
- 2) 令和元年交通安全白書、内閣府ホームページ
- 3) 脱線事故発生時の気象状況調査、研友社 Annual Review、No.21、KR-056、2019.5、
- 4) 脱線事故を気象状況の観点から分類・解析する調査、研友社 Annual Review、No.22、KR-064、2020.5、
- 5) 数字でみる鉄道 2020、(一財)運輸総合研究所、PP.203、