

国土交通大臣

石井 啓一 殿

運輸安全委員会

委員長 後藤 昇弘

貨物列車走行の安全性向上に関する意見について

平成24年4月から26年6月までの間に江差線において発生した3件の貨物列車の脱線事故は、「貨物列車が比較的急な曲線を制限速度に近い速度で走行中に、貨車の外軌側車輪がレールに乗り上がり脱線した。」という点で共通している。

各事故の発生原因は、いずれも車両・軌道・積荷の積載などのいずれかの因子が、それぞれの事故で影響度は異なるものの、複合的に組み合わさったことによるものと考えられ、原因等の詳細については、各々の報告書において示した。

加えて、この度江差線の3件の貨物列車脱線事故の調査結果を集約し、これまでの調査により得られた知見を踏まえ、車両・軌道・積荷の積載などの因子が複合的に組み合わさった結果発生する貨物列車脱線事故の防止と安全性の向上に向けて関係者が連携して取り組むべき課題について、当委員会として整理を行った。(別添)

鉄道は、土木、車両、電気、運転など様々な分野の技術が統合されたシステムであり、鉄道貨物輸送においては、軌道の保線等を担う旅客鉄道事業者、車両管理、運転等を担う貨物鉄道事業者、さらには貨物の積付け等を担う貨物利用運送事業者や荷主、貨車を製造する鉄道車両メーカーが関係している。

このため、当委員会は、今般整理した課題について関係者が検討を進め貨物列車走行の安全性を向上するため、国土交通大臣に対し、運輸安全委員会設置法第28条の規定に基づき、下記のとおり意見を述べる。

なお、この意見を受けて何らかの措置を講じた場合は、その内容について通知方よろしくお取り計らい願いたい。

記

- 1 江差線の3件の貨物列車脱線事故調査報告書の内容及び本意見別添について、貨物列車が路線を走行する旅客鉄道事業者、貨物鉄道事業者、貨物利用運送事業者、鉄道車両メーカー等に対し、広く周知を行うこと。
- 2 各事故調査報告書で記載された再発防止策が円滑に実施されるよう、各鉄道事業者等に対し、関係法令に基づき必要な指導監督を行うこと。
- 3 貨物列車走行の安全性の向上に向けて、貨車の設計など車両関係、各線区の路線規格や軌道の管理方法など軌道関係、積載方法など積荷関係等に関する課題について、鉄道事業者、鉄道車両メーカー、貨物利用運送事業者、荷主、研究機関等の関係者が連携・協調して検討を進めるよう対処すること。

貨物列車走行の安全性向上について

概 要

平成24年4月から26年6月までの間に江差線において3件の貨物列車の脱線事故が発生しており、これらの事故はいずれも車両・軌道・積荷の積載などの因子が複合的に組み合わさって発生したものと考えられる。

同種事故の再発を防止し、貨物列車のさらなる走行安全性の向上のためには、江差線脱線事故の調査による分析結果を踏まえ、貨物列車が路線を走行する旅客鉄道事業者、貨物鉄道事業者、貨物利用運送事業者、荷主、鉄道車両メーカー、研究機関等の関係者が、車両（貨車の懸架装置の設計方法）、軌道（軌道変位管理方法）及び積荷の積載（偏積防止や重心高さ等を考慮した積載方法）等に関する課題について連携・協調して取り組み、全体として脱線に対する適切な余裕度を確保することが求められており、これらの取組が着実に推進されるよう、国土交通省の適切な対応が望まれる。

1. はじめに

江差線において最近発生した一連の貨物列車の脱線事故^{1)~3)}（以下「江差線脱線事故」という。3件発生し、平成24年4月26日に発生した事故を「江差Ⅰ」、平成24年9月11日に発生した事故を「江差Ⅱ」、平成26年6月22日に発生した事故を「江差Ⅲ」という。）は、「貨物列車が比較的急な曲線を制限速度に近い速度で走行中に、貨車の外軌側車輪がレールに乗り上がり脱線した。」（以下「貨車乗り上がり脱線」という。）という点で共通している。各事故の発生原因はそれぞれの報告書において示しているが、いずれも車両・軌道・積荷の積載などの複数の因子が複合的に組み合わさったことによるものと考えられる。

以下では、江差線脱線事故、過去の類似事故、及び今後検討が必要な再発防止策に向けた課題について整理を行った結果を示す。

（付表 江差線脱線事故の概要 参照）

2. 貨車乗り上がり脱線事故とこれまでの脱線防止対策

図1に、貨車乗り上がり脱線及び同脱線に類似した事故に関する昭和27年度以降のデータを示す^{4)~6)}。貨車の本線走行中の乗り上がり脱線は昭和50年代半ばまで頻発しており、これらの脱線事故は、「競合脱線」と呼ばれ、車両・軌道ともに管理基準値内であるが、様々な要素が競合することが原因とされた。昭和38年11月に東海道本線で発生した鶴見事故は、貨車の脱線による多重衝突事故となり、死者161名を出す大惨事となった。このため、当時の国鉄により調査委員会が設けられ、現車試験を含む種々の検討が行われ、車両・軌道両面からの競合脱線防止対策（TR41系台車のまくらばねを柔らかくし、オイルダンパを併用する改造、軌道変位の管理項目に複合変位を追加等）が実施された⁷⁾。こ

これらの対策の結果、昭和57年度以降この種の脱線事故は発生していなかったが、近年になって同種の脱線事故が再び見られるようになってきている。

表1に示すとおり、平成10年から現在までに7件の同種の脱線事故が発生しており、最近の3件は江差線で発生している。江差線は昭和63年に海峡線と接続され、貨物列車が高頻度に走行する線区となったが、比較的急な曲線が多い特徴を有している。一般に半径の小さい曲線区間で大きい軌道変位が生じている場合は脱線に対する余裕度が低下することから、江差線では他の線区と比較して脱線に対する余裕度が低下する状況に至りやすい傾向を有していた可能性が考えられる。なお、今後、より詳細な分析が必要となるが、このような状況は江差線のみで生じるものではないと考えられ、貨物列車が走行する線区では同種の脱線についての検討が必要である。

また、脱線車両の形式は、コキ106形式、コキ107形式及びコキ200形式で、いずれも平成9年以降に製造された比較的新しい形式の貨車（製造開始年は、コキ106形式：平成9年、コキ200形式：平成12年、コキ107形式：平成18年）である。

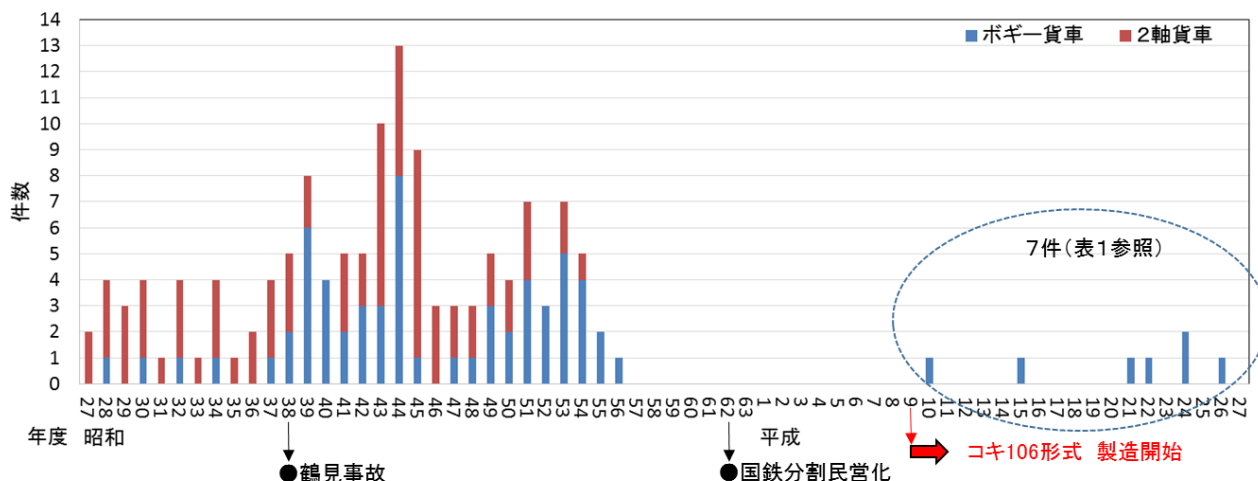


図1 貨車乗り上がり脱線及び同脱線に類似した事故件数の推移

表1 近年の貨車乗り上がり脱線事故

No	発生日	線名	駅間	車両	速度	曲線半径	事業者(車両-軌道)	記事
1	H10.8.26	山陽線	瀬野駅～八本松駅間	コキ106	55km/h	R300m	JR貨物-JR西日本	
2	H15.5.22	東海道線	東京貨物ターミナル駅構内	コキ106	42km/h	約R268m	JR貨物-JR貨物	※分岐器(12#片)
3	H21.12.19	日豊線	宗太郎駅～市棚駅間	コキ200	60km/h	R300m	JR貨物-JR九州	
4	H23.3.10	成田線	久住駅～滑河駅間	コキ200	57km/h	R406m	JR貨物-JR東日本	
5	H24.4.26	江差線	泉沢駅～釜谷駅間	コキ107	57km/h	R300m	JR貨物-JR北海道	江差I
6	H24.9.11	江差線	釜谷駅～泉沢駅間	コキ106	59km/h	R300m	JR貨物-JR北海道	江差II
7	H26.6.22	江差線	泉沢駅～札苅駅間	コキ107	63km/h	R350m	JR貨物-JR北海道	江差III

3. 再発防止に向けて

江差線脱線事故は、いずれも車両・軌道・積荷の積載などの因子が、それぞれの事故で影響度は異なるものの、複合的に組み合わさって発生したものと考えられる。以下では、江差線脱線事故の車両、軌道及び積荷の積載に関する分析結果を踏まえ、同種事故の再発を防止し、貨物列車のさらなる走行安全性の向上のために、関係者が連携して取り組み、全体として脱線に対する余裕度を向上させていくための

車両、軌道及び積荷の積載に関する検討課題について整理を行った。

(付図 江差線脱線事故の因子とその影響度等 参照)

3. 1 車両に関する課題

「江差Ⅱ」及び「江差Ⅲ」の調査結果等によれば、コキ106形式以降に製造された貨車については、物流における効率化、高速化、国際化などの市場ニーズにあわせ、連結器高さの制約の下で重量の大きい国際ISOコンテナ等を積載するため、まくらばねはコイルばね方式としたままでそのばね定数を大きくし、一方でまくらばねダンパは部品の共通化を図るため、従来と同じものを選定する設計が行われてきたことが明らかとなった。

このような貨車が、車体ローリングを大きく励起させるような性質を持つ複合変位が存在する軌道上を走行した場合、まくらばねのばね定数の小さい貨車に比べて、車体ローリングの増大に伴って発生する動的な輪重減少が大きくなるため、走行安全性が低下する場合がある^{8)~12)}。特に、コキ106形式以降に製造された貨車は、積荷の積載条件によっては、まくらばねダンパの減衰特性がその能力を十分発揮できない“走行安全性に対して不利な状態”が存在し、この傾向が顕著になることが「江差Ⅱ」の調査結果により明らかになった。なお、「江差Ⅱ」の事故においては、このような因子とともに、比較的急な曲線で比較的大きな複合変位が存在したこと、積荷が比較的軽量であり、重心が高い状態であったことが重畳し、脱線に至ったものと考えられる。

以上から、車両に関しては、関係する貨車が走行安全性に対して適切な余裕度を持って走行できるよう、関係者において、積荷の積載方法、運行される線区の状況等を踏まえつつ、懸架装置が適正な減衰領域で使用されること、及び積荷の積載量にかかわらず適正な減衰が得られる懸架装置を設備することについて検討する必要がある。

3. 2 軌道に関する課題

貨車乗り上がり脱線事故の発生原因で軌道に関する因子としては、大きい複合変位により輪重減少が助長されることが比較的大きい影響を与えると考えられる。

現行の複合変位管理⁴⁾は、上記2. で示した競合脱線防止対策の一つとして、ワラ1形式等の2軸貨車やTR41系台車をういたボギー貨車を対象に検討・実施され、昭和50年代にはほぼ現在の形の複合変位管理手法が導入された。現行の複合変位管理手法は、導入後貨車の競合脱線が激減し、最近では当時検討対象とした形式の貨車はほとんどなくなったものの、近年まで同種の事故が発生していなかったことから一定の効果があったものと評価できる。

一方、近年発生した貨車乗り上がり脱線事故の一部においては、整備すべき値に達していない複合変位の変位量で脱線事故が発生している。例えば「江差Ⅰ」においては積荷の偏積、「江差Ⅱ」においては懸架装置の減衰不足など、軌道以外の因子が関与しているものの、現行の複合変位管理手法の範囲では安全上の余裕が低下する事態が生じる可能性があることを示唆している。

このため、軌道に関しては、脱線防止ガードの敷設範囲の検討などの一般的な対策を含め、現行手法による複合変位の適正な管理を実施することに加えて、鉄道事業者や研究機関等の関係者においては、貨物列車が運行する線区における軌道変位の管理方法について、線区の特長や積荷の積載方法等を踏まえつつ、貨車の特性を考慮して検討する必要がある。

3. 3 積荷の積載に関する課題

積荷の積載に関しては、積荷の偏積及び積荷の重心高さに関する課題がある。

積荷の偏積については、「江差Ⅰ」の調査報告書において、車両に大きな静止輪重アンバランスが生じないように、コンテナ内の積荷の偏積を防止する観点から、JR貨物が貨物利用運送事業者に対し、偏積の防止及び積荷の積載状態の確認などの貨物運送約款の内容を周知徹底すること及びJR貨物が貨物利用運送事業者等と連携して積荷の積載状態を確認することなどの対策を示した。これを受け、現在、国土交通省及び関係事業者等で「鉄道貨物輸送における偏積対策に関する検討会」が設置され、その中間とりまとめ結果を踏まえ一定の対策が講じられている。

積荷の重心高さについては、貨車のまくらばねダンパの減衰特性の切替条件によっては、積荷が比較的軽量の状況の下では、減衰が小さい特性となり、車体のロール振動が収束しにくい場合があること、及びこのような状況下では、積荷が比較的軽量であっても車体の重心が高い場合には脱線に対する余裕度が低下することが「江差Ⅱ」の調査結果により明らかになった。

このため、積荷の積載に関しては、偏積防止対策に加えて、コンテナを積載した状態で輪重アンバランスを簡易に検知できるシステムの導入等について、引き続き「鉄道貨物輸送における偏積対策に関する検討会」において検討を進めることが望まれる。さらに、使用される貨車の特性を加味し、積荷の重量や重心高さを考慮した積載方法についても検討する必要がある。

4. おわりに

鉄道は、土木、車両、電気、運転など様々な分野の技術が統合されたシステムであり、各技術部門が相互に連携・協調を図ることが、運行の安全を確保するために極めて重要である。鉄道貨物輸送においては、軌道の保線等を担う旅客鉄道事業者、車両管理、運転等を担う貨物鉄道事業者、さらには貨物の積付け等を担う貨物利用運送事業者や荷主、貨車を製造する鉄道車両メーカーが関係している。

これら鉄道貨物輸送関係者に加え研究機関においては、今後、上記3. で整理された事項を含め様々な課題を検討していくに当たって、貨車の特性や運用、軌道の整備などの実態を踏まえた実現可能性を考慮しながら、全体として脱線に対する適切な余裕度を確保し、貨物列車のさらなる走行安全性の向上に連携して取り組んでいくことが求められており、これらの取組が着実に推進されるために、国土交通省の適切な対応が望まれる。

(参考文献)

- 1) 運輸安全委員会：鉄道事故調査報告書RA2014-7、日本貨物鉄道株式会社 江差線 泉沢駅～釜谷駅間 列車脱線事故、2014.7.25 公表
- 2) 運輸安全委員会：鉄道事故調査報告書RA2015-9、日本貨物鉄道株式会社 江差線 釜谷駅～泉沢駅間 列車脱線事故、2015.12.17 公表
- 3) 運輸安全委員会：鉄道事故調査報告書RA2015-9、日本貨物鉄道株式会社 江差線 泉沢駅～札幌駅間 列車脱線事故、2015.12.17 公表
- 4) 宮下邦彦、蔭山朝昭、小山内政広：軌道狂い管理、鉄道線路、第32巻9号～第33巻5号、1984.9～1985.5
- 5) 公益財団法人鉄道総合技術研究所：鉄道安全データベース
- 6) 運輸安全委員会報告書検索 <http://jtsb.mlit.go.jp/jtsb/railway>
- 7) 宮本俊光、渡辺偕年：線路、山海堂、P.419～421、1980.7
- 8) 茨城大学：日本貨物鉄道株式会社江差線列車脱線事故に係る貨物列車の運動シミュレーションに関する研究報告書、2015.10
- 9) 池守昌幸：軌道狂いの波形の整備に関する研究、鉄道技術研究報告、No.1038、1977.3
- 10) 松尾雅樹：貨車輪重抜け現象と脱線防止対策、鉄道技術、43-2、1986.2
- 11) 池守昌幸：狩勝実験線試験における軌道狂いと二軸貨車の走行安全性との相関、鉄道技術研究報告、No.776、1971.10
- 12) 松井哲：二軸貨車競合脱線に関する研究、鉄道技術研究報告、No.827、1973.1

付表 江差線脱線事故の概要

	江差 I (平成 24 年 4 月 26 日発生)	江差 II (平成 24 年 9 月 11 日発生)	江差 III (平成 26 年 6 月 22 日発生)
軌道	半径 300m、カント 100mm の左曲線	半径 300m、カント 100mm の右曲線	半径 350m、カント 90mm の左曲線
	海峡線との接続に伴う江差線の改良(4級[丙]線→2級線)において、軌道強化、小規模な軌道線形の改良が実施された。		
車両形式	コキ 107 形式	コキ 106 形式	コキ 107 形式
脱線車両の位置	18 両目 (20 両編成)	9 両目 (21 両編成)	20 両目 (21 両編成)
脱線開始軸	後台車前軸 (第 3 軸)	後台車前軸 (第 3 軸)	後台車前軸 (第 3 軸)
速度	約 57km/h	約 59km/h	約 63km/h
発生原因	<p>本事故は、貨車にコンテナを積載した状態において、左右の車輪間で大きな静止輪重アンバランスが生じていたため、半径 300m の曲線を走行中に、静止輪重アンバランスが生じていない車両と比較して、外軌側車輪の輪重が小さくなり、かつ、内軌側車輪の輪重が大きくなった影響によって外軌側車輪の横圧が増加したことにより、外軌側車輪の脱線係数が増大して外軌側車輪がレールに乗り上がり脱線したものと考えられる。</p> <p>脱線した貨車に大きな静止輪重アンバランスが生じていたことについては、コンテナ内の積荷の偏積によるものと推定される。</p> <p>なお、貨物列車が運行する区間において管理することとされている複合変位が、整備すべき対象には該当していなかったが、車輪のレール乗り上がり開始箇所の手前で比較的大きくなっていたことは、外軌側車輪の輪重減少を助長させた可能性があると考えられる。</p>	<p>本事故は、列車が半径 300m の右曲線を通過した際に、事故現場付近においてコキ 106 形式の貨車後台車第 1 軸の外軌側の輪重が減少し、外軌に乗り上がったことにより脱線したものと考えられる。</p> <p>外軌側の輪重が減少したことについては、事故現場付近において貨車に発生したと考えられる大きなロール振動によるものと考えられる。</p> <p>貨車に大きなロール振動が発生したことについては、運転状況、車両及び軌道の状況は、省令に基づいて定められた J R 貨物及び J R 北海道の基準等に則った状態であったが、</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) コキ 106 形式の懸架装置の仕様は、積荷が比較的軽量であった場合、コキ 104 形式と比較して減衰が小さくなり、車体のロール振動が収束しにくいものであったこと、 (2) 積荷が比較的軽量であり、重心が高い状態であったこと、 (3) 事故現場付近における複合変位は、整備対象に近い比較的大きな変位量であったこと、走行速度に対して車体のロール振動の共振が生じやすい波長成分を含んでいたことが、車体のロール振動の発生を助長した可能性があること <p>から、これらの要因が重畳したことによるものと考えられる。</p>	<p>本事故は、列車が半径 350m の左曲線を走行した際、コキ 107 形式の貨車の車体に顕著なロール振動が励起されて外軌側 (右) 車輪の輪重が小さくなり、さらに外軌側 (右) 車輪の横圧が増加し、脱線係数が増加して外軌側 (右) 車輪がレールに乗り上がったことにより右に脱線した可能性があるものと考えられる。</p> <p>車体に顕著なロール振動が励起されたことについては、乗り上がり開始地点の手前の軌道に整備の対象となる大きな複合変位が存在していたためと考えられる。</p> <p>外軌側 (右) 車輪の横圧が増加したことについては、曲線半径を小さくする側の比較的大きな通り変位が存在したことが影響した可能性があると考えられる。</p> <p>また、整備の対象となる大きな複合変位が存在したことについては、高速軌道検測車により計測された整備の対象となる複数種別の複合変位の存在を担当の現業機関で認識できなかったためであり、それには現業機関に計測結果を伝達して補修の要否を決める方法が不適切であったこと、現業機関での複合変位に関する知識が不足していたことが関与した可能性があると考えられる。</p> <p>積荷の偏りが実際に脱線の発生に関与したかどうかを明らかにすることはできなかったが、事故直前の積載状態によっては、脱線を助長する要因となった可能性があると考えられる。</p>

付図 江差線脱線事故の因子とその影響度等

- 一連の江差線における脱線事故は、「貨物列車が比較的急な曲線を制限速度に近い速度で走行中に、貨車の外軌側車輪がレールに乗り上がり脱線した」という点で共通。
- 原因は、いずれも車両、軌道、積荷の積載等が因子となり、かつ単独では脱線には至らないが、各因子が悪い方向に重畳（複合）して発生した可能性が考えられる。
- なお、一連の脱線事故における各因子の影響度は下記のとおり異なる。

車 両

【因子】 貨車の懸架装置設計

ロールモードのばね定数や減衰比の影響により輪重減少が発生しやすい設計となっている。この現象は、特にまくらばねダンパの減衰係数が切替位置付近となる比較的積荷が軽量である場合において顕著。

【再発防止策】

・ 懸架装置が適正な減衰領域で使用されること、及び積荷の積載量にかかわらず適正な減衰が得られる懸架装置を設備することについて検討。

積荷の積載

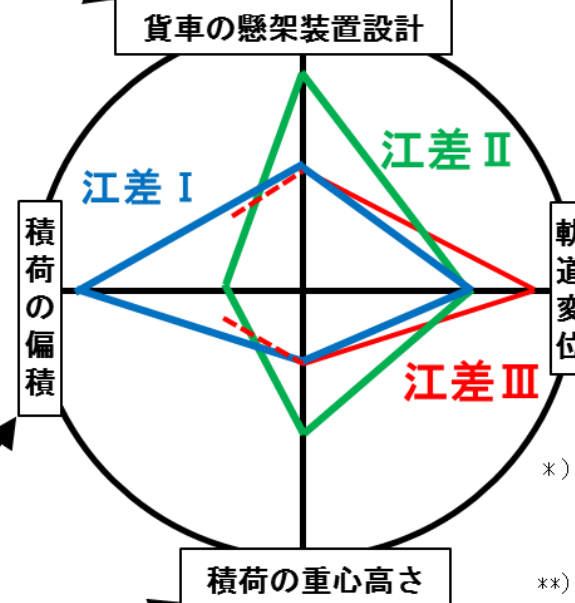
【因子】 積荷の偏積

偏積により左右の静止輪重比が大きくなり輪重減少を助長。

【再発防止策】

・ 偏積の防止対策の検討・実施。
・ コンテナ積載状態で輪重アンバランスを簡易に検知できるシステムの導入について検討。

因子の影響度イメージ図



軌 道

【因子】 軌道変位

- ・ 大きい複合変位が輪重減少を助長。
- ・ 大きい通り変位が横圧増大を助長。

⇒いずれも複合変位による輪重減少の影響が大きい。

【再発防止策】

- ・ 複合変位の適正な管理。
- ・ 貨車や列車の運行形態に対応する、より効果的な軌道変位の管理手法について検討。

*) 左図は、各因子の影響度を模式的に表したもので、中心から離れる程、影響度が相対的に大きいことを示している。なお、影響度の大きさは、因子間で比較しているものではない。

**）再発防止策には、一部実施済の事項が含まれる。

【因子】 積荷の重心高さ

高い重心位置によりロール振動が励起され輪重減少を助長。

【再発防止策】

- ・ 使用される貨車の特性を加味した積載方法について検討。