

運輸安全委員会ダイジェスト

JTSTB (Japan Transport Safety Board) DIGESTS

第28号 (平成30 (2018) 年6月発行)

鉄道事故分析集

脱線事故の防止に向けて

「軌道の保守管理のポイント」

1. はじめに	1
2. 事故の発生状況	2
3. 事故調査事例 (5 事例)	4
4. 運輸安全委員会が国土交通大臣に述べた「意見」の概要	9
5. 事故防止に向けた取組の例	11
6. まとめ	16

1. はじめに

運輸安全委員会及び旧航空・鉄道事故調査委員会の調査対象となった鉄道（軌道を含む。以下同じ）事故は、平成14年から平成29年の16年間で合計273件に上り、このうち脱線事故は190件で、事故全体の約7割を占めています。（表1）

これを年ごとの事故種類別発生件数で見ると、平成28年を除いた各年とも脱線事故が最多であるほか、この16年間のうち12年で年間発生件数の半数以上を占めています。（図1）

平成18年以降、旅客の死亡を伴う脱線事故は発生していませんが、特に人身への大きな被害につながりかねない脱線事故が依然として続発している状況を踏まえ、今回のダイジェストは脱線事故の防止をテーマとしました。

特に鉄道事業者各社に広く利用していただけるよう事故の発生傾向や教訓となる事故事例、事故防止に向けた取組例などについて紹介します。

(件)

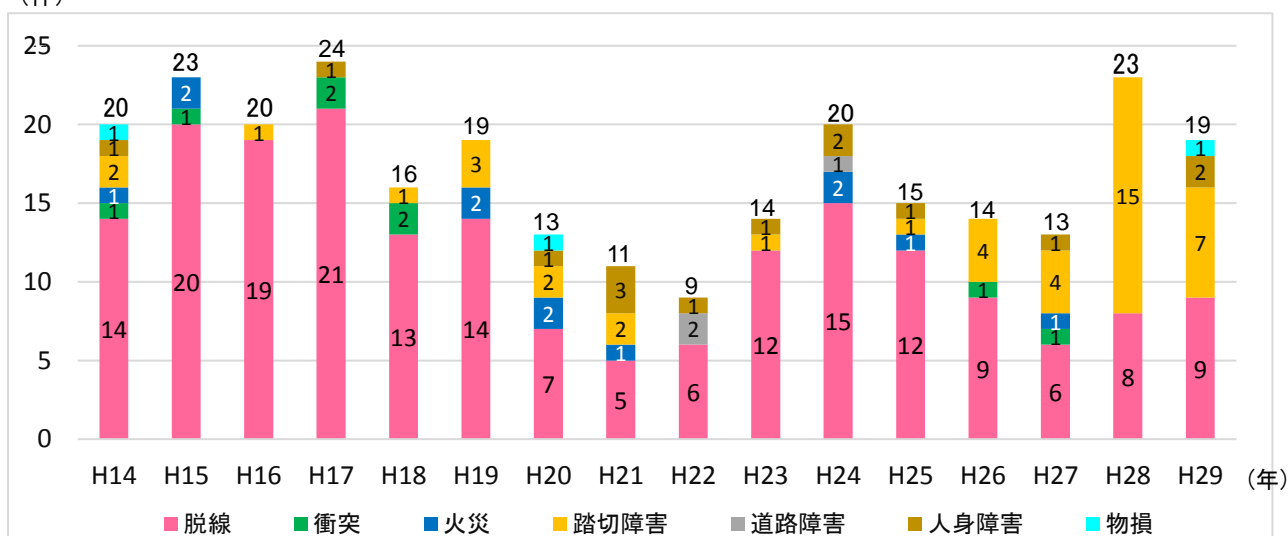


図1 鉄道の事故種類別発生件数

※平成14年1月から平成29年12月までに事故が発生し、委員会の調査対象となった案件を件数に計上（平成13年10月に航空・鉄道事故調査委員会が発足）

※平成26年4月以降は、作業中の除雪車の脱線事故を件数から除外したほか、踏切遮断機が設置されていない踏切道（第3種踏切道、第4種踏切道）における死亡事故を件数に計上

2. 事故の発生状況

事故の発生状況

脱線事故の3分の2は、踏切障害や自然災害等に原因があるものだが、それらを除いた鉄道事業者の保守や取扱いに原因があるもののうち、軌道等地上設備の保守状態に原因があるものの割合が大きく、さらに地域鉄道事業者^(注)の比率が高い。

(注) 地域鉄道事業者とは、中小民鉄及び、旧国鉄の特定地方交通線や整備新幹線の並行在来線などを引き継いだ第三セクターをいう。

この16年間で発生した190件の脱線事故について、事故調査報告書に基づいてその原因を分類しました。

踏切内に進入した自動車と衝突したなどの「踏切障害」や、線路脇の法面が崩落して流入した土砂に乗り上げたなどの「自然災害」などが125件（66%）と3分の2を占めています。

このほか、鉄道事業者の「軌道等地上設備の保守状態」や「運転の取扱い」などに原因がある脱線事故は65件（34%）発生しています。

この鉄道事業者に原因がある脱線事故65件について、その内訳を分類すると、

- ・ 軌道 : 軌道等地上設備の保守状態に関するもの（33件（51%））
- ・ 線路内工事 : 線路内工事の取扱いに関するもの（3件（5%））
- ・ 車両 : 車両の整備状態に関するもの（7件（11%））
- ・ 運転 : 運転の取扱いに関するもの（14件（22%））
- ・ 荷役作業 : 荷役作業の取扱いに関するもの（2件（3%））
- ・ 競合 : 複数の因子が悪い方向に競合したことによるもの（6件（9%））

となり、軌道に原因があるもの（以下、軌道原因という。）が33件（51%）と突出して多い状況にあります。（表2）

また、鉄道事業者別にみると、調査対象事故合計190件中、地域鉄道事業者の事故が68件（36%）であるのに対し、軌道原因の脱線事故では、33件中27件（82%）を地域鉄道事業者が占めています。（表2）

表1 脱線事故の発生状況（年次別の推移）

	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	合計
調査対象鉄道事故全件数	20	23	20	24	16	19	13	11	9	14	20	15	14	13	23	19	273
脱線事故	14	20	19	21	13	14	7	5	6	12	15	12	9	6	8	9	190
脱線事故(うち 軌道原因)	2	2	2	1	2	3	4	1	0	1	3	3	1	2	3	3	33
脱線事故(うち 軌道原因・地域鉄道事業者)	2	2	2	0	2	3	2	1	0	0	2	2	1	2	3	3	27

表2 脱線事故の発生状況（分類別）

	鉄道事業者の保守や取扱いによるもの							それ以外のもの					合計
	軌道	線路内工事	車両	運転	荷役作業	競合	計	踏切障害	道路障害	交通事故	自然災害	計	
脱線事故	33	3	7	14	2	6	65	48	5	4	68	125	190
	51%	5%	11%	22%	3%	9%	-	38%	4%	3%	54%	-	
(うち 地域鉄道事業者)	27	0	1	8	1	0	37	16	5	0	10	31	68
	82%	0%	14%	57%	50%	0%	57%	33%	100%	0%	15%	25%	36%

←合計に対する割合
←分類別割合
←合計に対する割合
←地域鉄道事業者が占める割合

※ 道路障害：踏切以外の道路上で、路面電車が自動車と衝突したこと等によるもの

※ 交通事故：踏切障害・道路障害以外の自動車交通事故等の影響で、列車が線路上に落下した自動車や自動車の積荷と衝突したこと等によるもの

地域鉄道事業者で発生した軌道原因の脱線事故27件を、さらに詳細に分類すると、

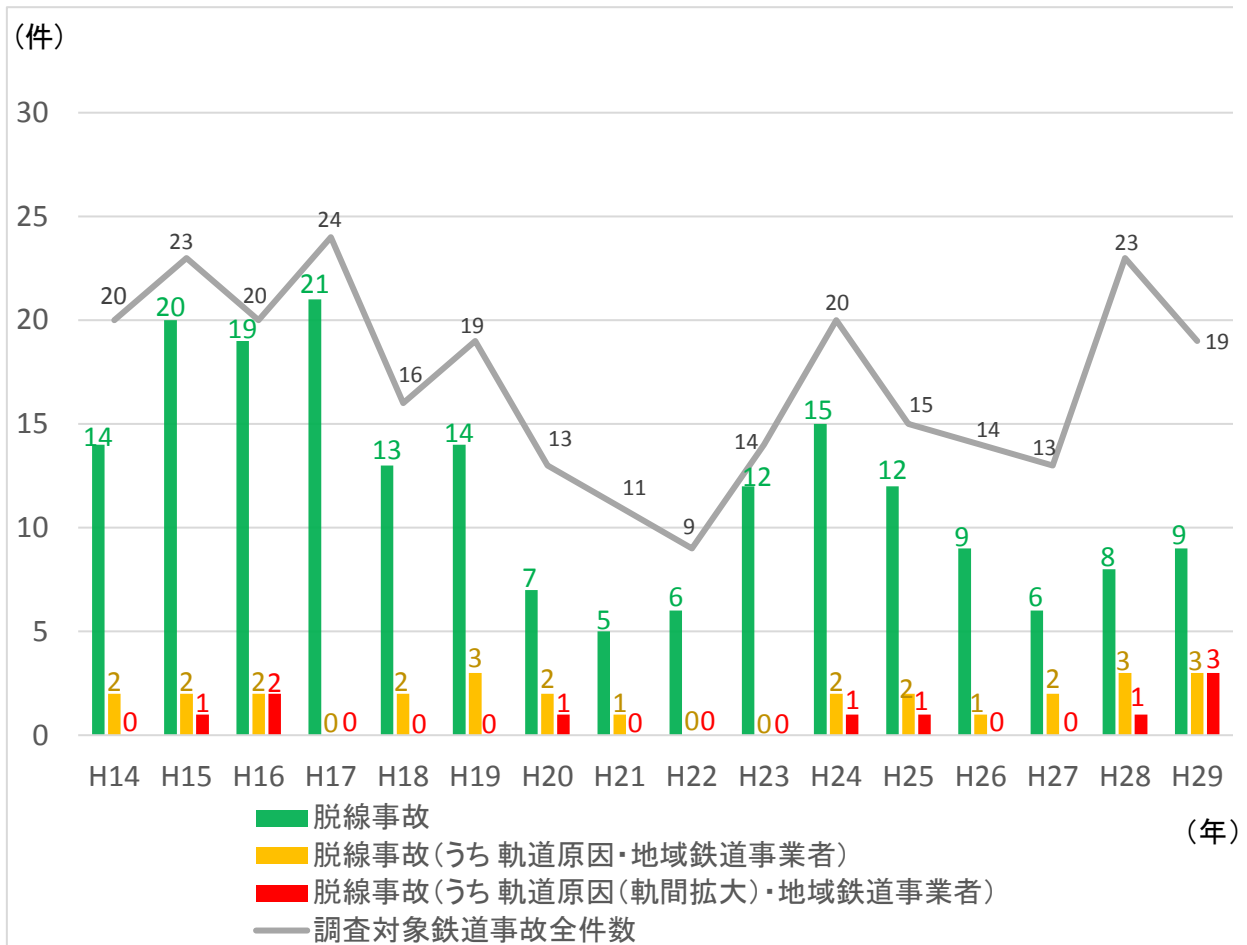
- ・ 軌間拡大によるものが10件
- ・ レール折損によるものが1件
- ・ 分岐器の軌道変位や転換不良等によるものが12件
- ・ その他上記以外の軌道変位等によるものが4件

となっています。(表3)

特に軌間拡大によるものについては、10件中4件が平成28年10月から平成29年5月までの間に発生しています。(図2)

表3 事故原因が軌道にある脱線事故の詳細な分類

軌道原因の分類	軌間拡大	レール折損	分岐器	その他	合計
軌道原因の脱線事故件数	11	1	14	7	33
(うち 地域鉄道事業者)	10	1	12	4	27
	91%	100%	86%	57%	82%



**図2 脱線事故件数の推移
(軌道原因による脱線事故に占める地域鉄道事業者の状況)**

3. 事故調査事例

事例1 (軌間拡大)

平成29年2月22日(水)21時26分ごろ発生

レール締結装置の不良が連続していたことにより、レール小返り等で列車が脱線

概要: 2両編成の下り列車の運転士は、21時26分ごろ、A駅を出発した直後、B踏切道付近を速度約20km/hで運転中に衝撃を感じ、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

停止時点においては、1両目の前台車全軸が右へ脱線していた。また、本事故発生後の調査により、1両目の後台車全軸が一度右へ脱線した後、復線したことが分かった。

列車には、乗客約50名及び運転士1名が乗車していたが、負傷者はいなかった。

事故発生に至る経過

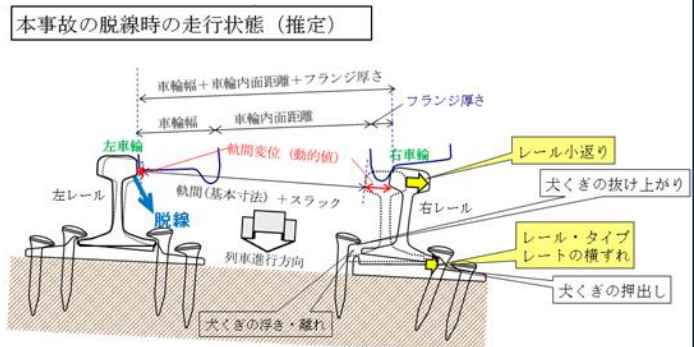
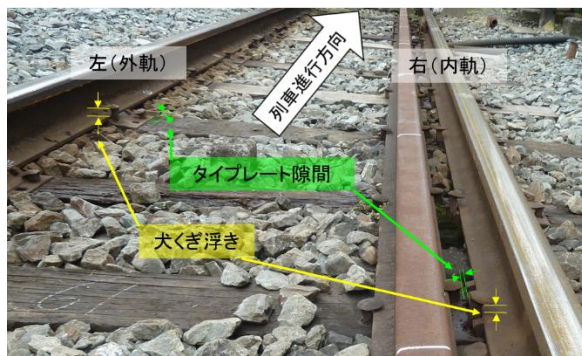
連続したレール締結装置の不良による動的な軌間拡大の危険性の把握が不十分

比較的大きな曲線中のスラック

列車走行時の横圧によるレール小返り等で動的に軌間が大きく拡大

軌間内への脱線に対する余裕の減少

21時26分ごろ **外軌側車輪が軌間内に落下して列車が脱線した**



原因: 本事故は、列車が半径200mの右曲線を通過中に、軌間が大きく拡大したため、1両目前台車及び後台車の左車輪が軌間内に落下し、後台車については踏切ガードにより復線したものの、前台車は右に脱線したものと考えられる。

軌間が大きく拡大したことについては、同曲線中でレール締結装置の不良が連続していたことにより、列車走行時の横圧によるレール小返り等で動的に拡大した可能性があると考えられ、また、曲線中のスラックが比較的大きかったことにより軌間内への脱線に対する余裕が少なくなっていたことが関与した可能性があると考えられる。

再発防止に向けて

必要な再発防止策:

(1) 軌道整備の着実な実施

- ・まくらぎの腐食や犬くぎの浮き上がり等を確認すること
- ・犬くぎの打ち換えや増し打ち、まくらぎ交換又はゲージタイ(軌間保持金具)の設置等を実施すること
- ・上2項のことを着実に実行する体制を整備すること
- ・まくらぎ等の不良が連続していたりスラックの大きい急曲線で発生している場合には優先して整備すること
- ・曲線部のまくらぎやレール締結装置の管理については、内軌側についても外軌側と同様に注意すること

(2) まくらぎの材質の変更

- ・木まくらぎよりも耐久性、保守の容易性が優れているコンクリート製等のまくらぎに交換すること

(3) スラックの縮小についての検討

- ・軌間内脱線への余裕を高めるため、軌道の改良等に合わせて検討し、可能な範囲で縮小すること

事故後に事業者が講じた対策:

(1) 事故現場付近のまくらぎの材質の変更等

- ・コンクリート製まくらぎに交換したほか、水はけ改善対策として道床を交換

(2) 犬くぎの増し打ち

- ・半径250m以下の曲線の木まくらぎ箇所について、外軌側レールを締結する犬くぎ本数を1本から2本に増加

(3) まくらぎ検査の徹底

- ・木まくらぎの検査時には水はけの状態に注意するなど、係員を教育して徹底

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(平成30(2018)年1月25日公表)

<http://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acci/RA2018-1-6.pdf>

まくらぎ等の不良が連続していたことにより、レール小返り等で列車が脱線

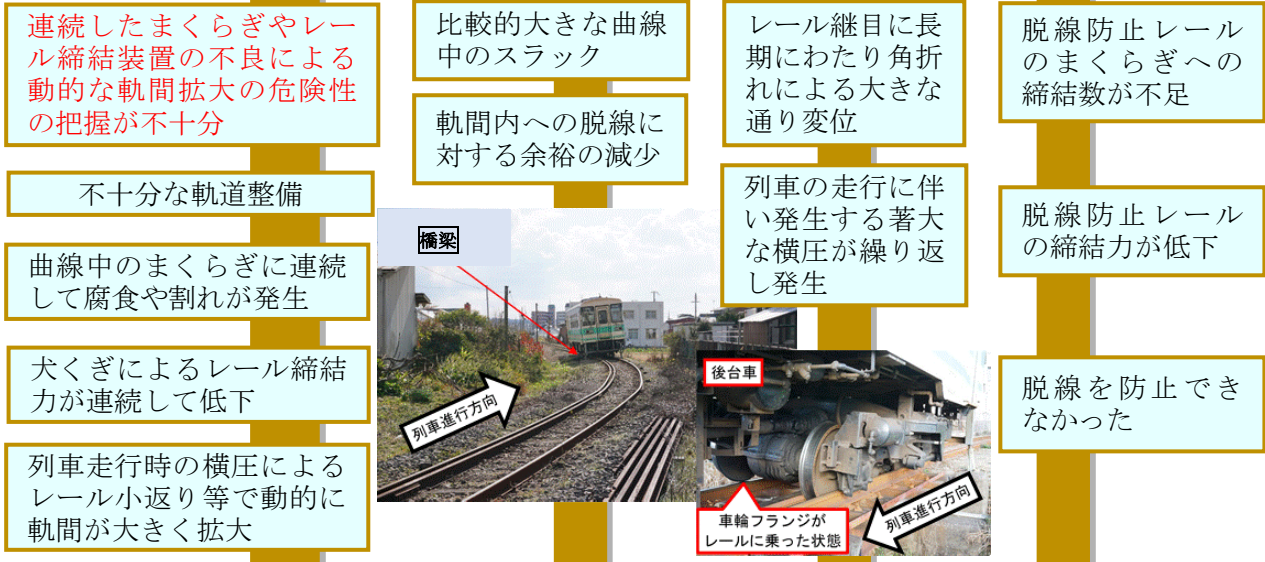
概要：1両編成の下り列車は、A駅を10時58分ごろ出発した。

列車の運転士は、A駅から約500m進行したところで床下から数回の異音を認めたことから、非常ブレーキを掛けて列車を停止させた。

降車して確認したところ、列車の後台車全軸が右側に脱線していた。

列車には、乗客5名と運転士1名が乗車していたが、負傷者はいなかった。

事故発生に至る経過



11 時 00 分ごろ 内軌側車輪が軌間内に落下して列車が脱線した

原因：本事故は、列車が半径160mの左曲線を通過中に、軌間が大きく拡大したため、後台車第1軸及び第2軸の左車輪が左レール（内軌）の右側である軌間内に脱線したものと考えられる。

軌間が大きく拡大したことについては、同曲線中のまくらぎに連続して腐食や割れが発生しており、この影響で犬くぎによるレール締結力が低下していたことにより、列車の走行に伴い発生する横圧によるレール小返り等で、動的に拡大した可能性があると考えられる。

まくらぎに連続して腐食や割れが発生しており、レール締結力が低下していたことについては、軌道部材の検査等で、連続したまくらぎやレール締結装置の不良などにより動的に軌間が拡大し、脱線事故につながるという危険性を同社が十分に把握しておらず、それに応じた軌道整備が速やかに行われていなかったことが関与した可能性があると考えられる。

再発防止に向けて

必要な再発防止策：事例1で挙げた内容に加えて、

- (1) 整備基準値の見直し
 - ・整備基準値を超過した場合の取扱いを制定し、それに則り着実に措置を講じること
 - ・軌間の整備基準値については、スラックに応じて増減させること
- (2) 脱線防止レール等の適切な取付け
 - ・脱線防止レールについては、ガードレール敷設区間用タイププレート等を用いた適切な取付けとすること
 - ・又は、保守の容易性も考え、脱線防止ガードへの交換を検討すること
- (3) 脱線防止レール等の点検と痕跡を認めた場合の措置
 - ・脱線防止レール等の車輪との接触痕の有無について、定期検査等における要注目項目として追加すること
 - ・痕跡が認められた場合には、異常がないかの確認を行い、異常があれば措置を講じること

事故後に事業者が講じた対策：

- (1) まくらぎの交換と軌道整正
 - ・本事故発生場所を含む区間の木まくらぎ100本と犬くぎの新品交換、軌道強化(バラスト補充と突き固め)、軌道整正
- (2) スラックの見直し
 - ・本件曲線のスラックを25mmから20mmに変更し、これを基に変位量を管理
- (3) 軌道の管理体制の強化
 - ・保線担当経験のある大手鉄道会社退職者を雇用し、同社員から他の社員に対し保線に関する教育を実施
- (4) 脱線防止ガードへの交換
 - ・本件曲線区間に設置されていた脱線防止レールを、脱線防止ガードに交換
- (5) コンクリート製まくらぎの使用
 - ・本件曲線の次に整備予定となっていた区間の曲線については、まくらぎ2本に1本の割合でコンクリート製まくらぎに交換

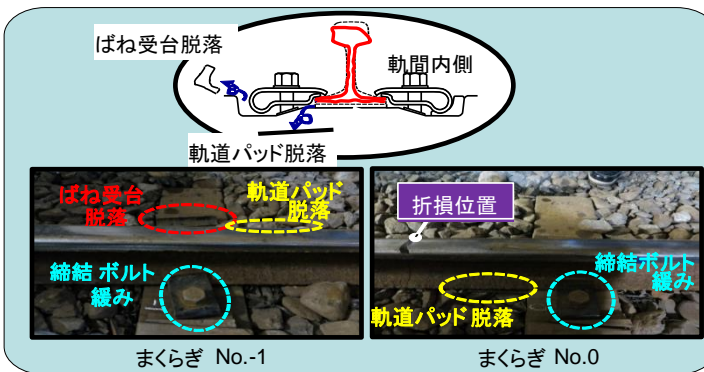
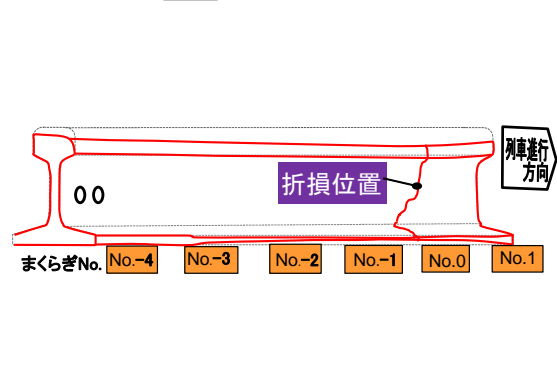
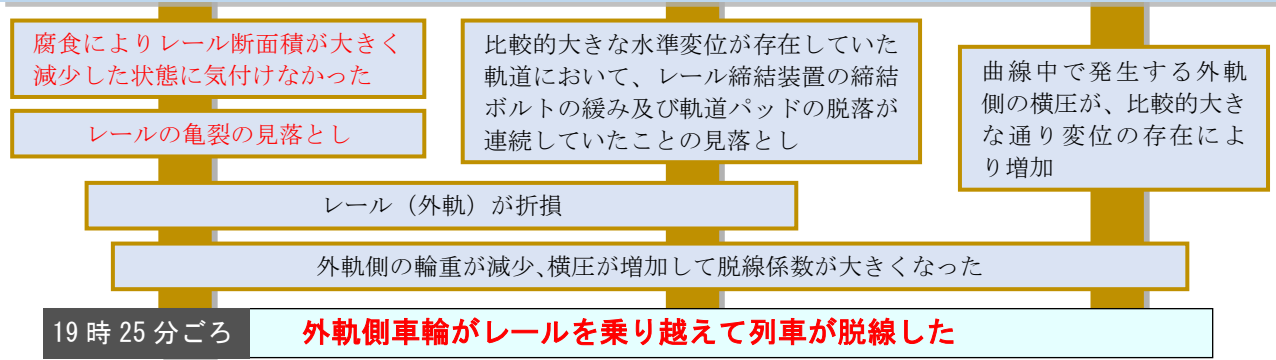
本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(平成 30(2018)年 1 月 25 日公表)

<http://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acci/RA2018-1-2.pdf>

レールの折損により列車が脱線

概要：1両編成の上り列車は、A駅を定刻（19時23分）に出発した。その後、列車の運転士はA駅からB駅間を速度約50km/hで惰行運転中、トンネル内で異音とともに大きな揺れを感じたため、直ちに非常ブレーキを使用し、列車を停止させた。列車の停止後、運転士が降車して列車の周囲を確認したところ、後台車にある全2軸が左側に脱線していた。列車には乗客2名及び運転士1名が乗車しており、この事故により運転士が負傷した。

事故発生に至る経過



原因：本事故は、本件列車がトンネル内の円曲線区間を走行している際、
 (1) 曲線中で定常的に発生する外軌側の横圧が、比較的大きな通り変位の存在により更に増加していたこと
 (2) 輪重減少を助長する比較的大きな水準変位が存在していた軌道において、レール締結装置の締結ボルトの緩み及び軌道パットの脱落が連続していたこと
 (3) 本件列車の後台車の通過時に、左レール（外軌）が折損していたこと
 により、後台車にある第3軸の左車輪において輪重が大きく減少して脱線係数が大きくなったため、同車輪がレールを乗り越えて脱線に至った可能性があると考えられる。

再発防止に向けて

- 必要な再発防止策：**
- レールの折損対策について
 - トンネルからの漏水位置等においては、重点的にレールの腐食状態を確認するとともに、必要に応じて、レールの交換も含め適切に管理すること。また、トンネルから滴下する漏水を抑止すること、レールに防腐剤などを塗布する防食工法を取り入れることも有効
 - レールの腐食が進んでいる場合においては、計画的にレール交換を行うこと
 - レールの腐食の進行が懸念される場合は、可能な限り早くレール交換を行うこと。これが難しい場合には、徒歩巡回などでレールの変状を注視するとともに、必要に応じてレールを補強すること
 - 丁寧な軌道検査の実施について
 - 連続したレール締結装置の緩みや軌道パットの脱落については、見落とさないよう丁寧に検査を行うこと。
- 事故後に事業者が講じた対策：**
- トンネル区間における老朽レールの交換
 - レールの底部を含めた状態検査により、5か所のトンネルで合計25本のレールを交換対象とし、対象全ての交換を完了
 - トンネル区間での確実な軌道検査の実施
 - 締結ボルトに白色一本線入りボルトキャップやマジックでの合いマーク付けを採用し、ボルト緩みの目視発見を容易化
 - トンネル区間でのレール折損対策
 - トンネル区間の漏水等箇所のレール腐食状態測定ポイントを新設とともに、徒歩巡回においてレールの状態確認を実施等
 - 明かり区間でのレール折損に対する対策
 - 頭部に傷が認められたレールを対象に、必要に応じてレールを補強
 - 教育訓練の実施
 - 実践的な教育訓練の機会増加や、過去の事故事例・他社の取組等を参考に、検査方法の標準化及び検査精度の向上を図る

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。（平成29（2017）年2月23日公表）
<http://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acci/RA2017-1-1.pdf>

分岐器を走行中の列車が本来の進行方向とは異なる線路に進入し、脱線

概要：2両編成の下り普通列車は、A駅を定刻（17時29分）に出発した。列車の運転士は、B駅下り場内信号機の警戒信号を確認し、速度約20km/hでB駅構内の11号分岐器付近を走行中、異音を感じたためブレーキを使用したところ、更に大きな異音と揺れを感じて、列車は停止した。停止後に確認したところ、1両目の前台車全2軸が右に脱線し、1両目の後台車全2軸及び2両目の全軸は本来の進行方向である下り本線とは異なる分岐線側の上り本線に進入していた。列車には、乗客11名、運転士1名及び車掌1名が乗車していたが、死傷者はいなかった。

分岐器が転換不良となっていた可能性があると考えられるほか、列車がB駅下り本線に進入する際に、B駅の下り場内信号機には停止信号が現示されずに警戒信号が現示されていたと推定され、その要因を分析する。

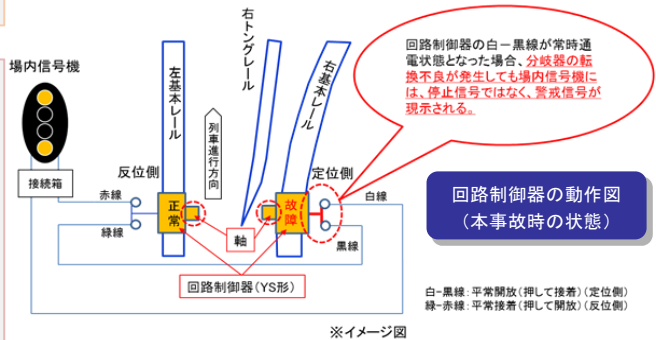
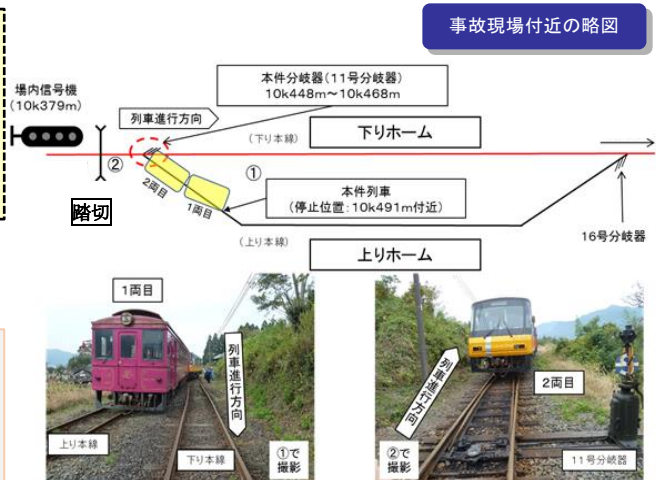


(1)分岐器の転換不良

分岐器ポイント部の床板への塗油の不足等により、トングレールと床板間の摩擦係数が増加したことで、発条転てつ機の転換力を超える転換負荷が発生したことによる可能性があると考えられる。

(2)場内信号機の信号現示

分岐器が転換不良となっていたにもかかわらず、場内信号機に停止信号が現示されずに警戒信号が現示されていたことについては、分岐器の転換不良を検知する回路制御器のマイクロスイッチの接点が切り換わらず、導通している状態となり、トングレールの接着不良を検知できなかったことによるものと推定される。



原因：本事故は、列車が場内信号機の警戒信号の現示に従い、分岐器の直線側に対向で進入した際、分岐器の右トングレールが定位側に接着しておらず、転換不良となっていたため、1両目の前台車第1軸の右車輪フランジが右基本レールと右トングレールの間に入り込み、右側に脱線し、1両目の後台車及び2両目の全台車が本来の進行方向とは異なる上り本線側に進入したことにより発生したと考えられる。

再発防止に向けて

必要な再発防止策：回路制御器が、定位側の接着不良を検知できない状態であったにもかかわらず、場内信号機には停止信号が現示されずに警戒信号が現示されていたことは脱線の可能性がある危険な状態であることを認識し、

- (1) 回路制御器の保守や経年管理を確実にすること、
 - (2) 故障した場合においても、安全性を損なうおそれがないよう信頼性を高めること
- また、分岐器ポイント部の床板への塗油を、降雨の状況等も考慮し頻度を高めて行うことが望ましい。

事故後に事業者が講じた対策：

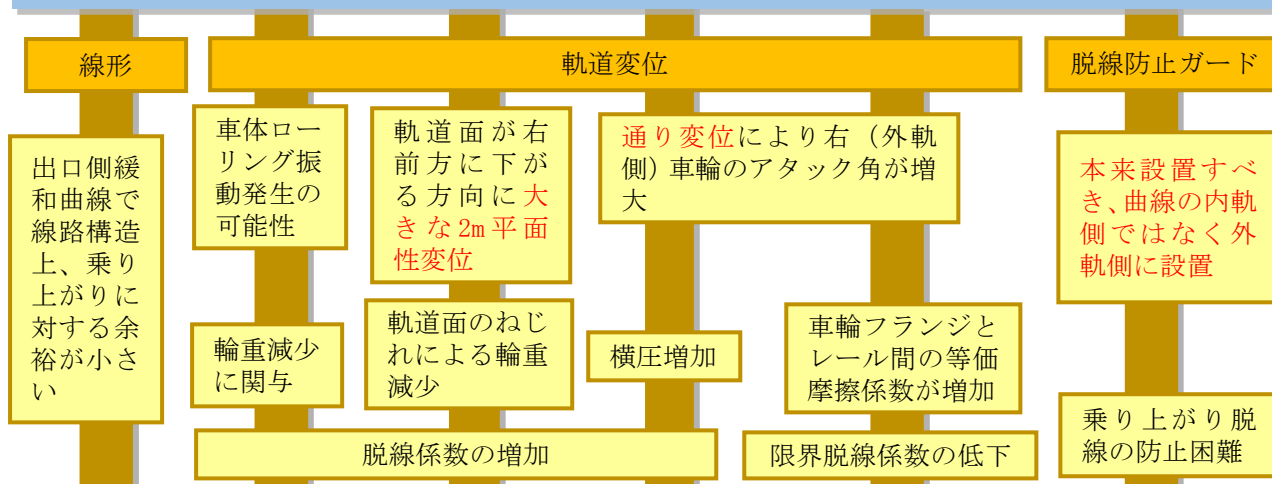
- (1) 本件分岐器の発条転てつ機を新品交換
- (2) 中松駅構内の本件分岐器、16号分岐器通過時の制限速度を15km/h以下とし、乗務員に周知のほか速度制限標識を新設
- (3) 正確な信号制御ができていなかったことから、本件分岐器、16号分岐器の定位側の回路制御器を二重系として保安度を向上。また、回路制御器を新品に交換
- (4) 安全確認強化のため、本件分岐器の転換試験を月1回実施
- (5) 分岐器ポイント部の床板への塗油を、(4)の点検時及び降雨による影響が考えられるときは必ず実施し、回数を増加

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(平成 28(2016)年 9 月 29 日公表)
<http://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acci/RA2016-7-1.pdf>

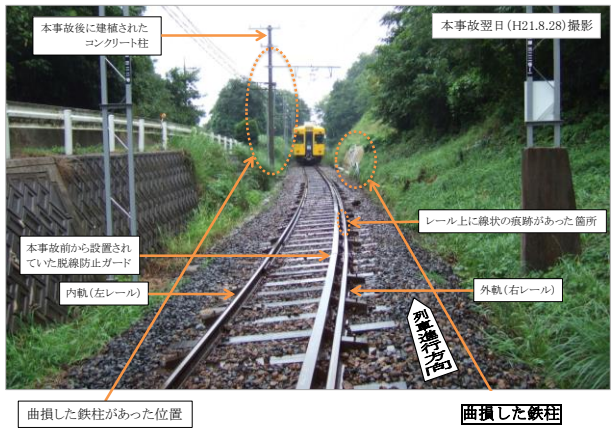
出口側緩和曲線内で軌道変位等により、レールに乗り上げて脱線

概要：2両編成の下り列車は、ワンマン運転でA駅を定刻（11時57分）に出発した。
 列車の運転士は、半径200mの左曲線を速度約55km/hで力行運転中、車両に異音と動揺を感じたため、非常ブレーキを使用して停止させた。
 列車は、先頭車両の前台車全2軸が右へ脱線していた。
 列車には、乗客18名及び運転士1名が乗車しており、そのうち乗客3名が負傷した。

事故発生に至る経過



11時58分ごろ 出口側緩和曲線内で外軌側車輪がレールに乗り上げて列車が脱線した



原因：本事故は、半径200mの円曲線に続く出口側緩和曲線内において、曲線半径を小さくする方向に通り返位があったこと及び軌道面が右前方に下がる方向に2m平面性変位があったことから、右（外軌側）車輪の横圧が増加し、かつ、輪重が減少したため、先頭車両の前台車第1軸の右車輪が右レール（外軌）に乗り上げて右に脱線したものと考えられる。なお、脱線防止ガードが本来設置すべき曲線の内軌側ではなく外軌側に設置されていたため、脱線を防止できなかったものと推定される。

再発防止に向けて

- 必要な再発防止策：**
- 本事故現場における脱線防止ガード
 - 本来設置すべき位置と異なる位置に設置していたため、本脱線事故を防止できなかったものと推定される
 - 鉄道事故調査報告書や保安情報などを十分に活用して、他の事故事例から事故後に講ずべきとされた再発防止対策の趣旨を理解して、自社の安全対策を実施していくことが必要である。
 - 軌道管理の方法
 - 軌道検測結果から軌道変位を把握し、軌道・土木施設実施基準に基づき、これを適切に管理できるように見直しを行い、軌道を良好な状態に維持すべきである。
- 事故後に事業者が講じた対策：**
- 本件曲線の内軌側に脱線防止レールを設置したほか、外軌側にのみ脱線防止ガード又は脱線防止レールを設置していた半径200m以下の曲線（8箇所）について、曲線の内軌側に脱線防止ガードを設置した。
 - 同社は軌道の管理については、定期検査時の軌道検測の測定値から軌道変位を算出し、整備基準値に基づき軌道変位の管理を行うよう見直しを行った。

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(平成22(2010)年8月27日公表)
<http://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acc/RA2010-4-1.pdf>

4. 運輸安全委員会が国土交通大臣に述べた「意見」の概要

運輸安全委員会は、事故等の防止、被害の軽減のために講ずべき施策について国土交通大臣又は関係行政機関の長に意見を述べるができることとなっています。(運輸安全委員会設置法第28条)

運輸安全委員会は、平成28年10月から平成29年5月までの間に4件発生している軌間拡大による列車脱線事故について、国土交通大臣に対して平成30年6月28日に意見を述べました。

軌間拡大による列車脱線事故の防止に係る意見について

(平成30年6月28日意見)

運輸安全委員会が調査を行った鉄道事故のうち、軌間拡大による列車脱線事故は、以下のとおり、平成28年10月から平成29年5月までの間に4件発生している。

平成28年10月6日発生 西濃鉄道株式会社 市橋線

(報告書RA2017-9-2 平成29年12月21日公表)

平成29年1月22日発生 紀州鉄道株式会社 紀州鉄道線

(報告書RA2018-1-2 平成30年1月25日公表)

平成29年2月22日発生 熊本電気鉄道株式会社 藤崎線

(報告書RA2018-1-6 平成30年1月25日公表)

平成29年5月22日発生 わたらせ溪谷鐵道株式会社 わたらせ溪谷線

(報告書RA2018-4-1 平成30年6月28日公表)

これらの事故の発生は、木まくらぎやレール締結装置に連続した不良が存在したことで、レール小返り等による動的な軌間拡大が生じたことによるものと考えられる。

軌間拡大の発生要因には、事故ごとに異なる因子が認められるものの、地域鉄道等に共通する因子も多いことから、これらの事故調査より得られた知見等を踏まえ、地域鉄道等における同種事故の防止を図る観点から留意すべき点について、別添の「軌間拡大による列車脱線事故の防止について」のとおり整理した。

このため、当委員会は、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. 4件の列車脱線事故の鉄道事故調査報告書及び本意見別添の「軌間拡大による列車脱線事故の防止について」の内容について、鉄道事業者に周知を行うこと。
2. 地域鉄道等において、木まくらぎ及びレール締結装置の不良による脱線事故の発生が認められる実状に鑑み、不良の発生状況や線形等に基づく優先箇所を考慮した計画的なコンクリート製のまくらぎへの交換等の軌間拡大防止策を促進するため、既存の公的助成制度や技術支援制度等の活用も含め、必要な指導に努めること。

(別添)

軌間拡大による列車脱線事故の防止について(抄)

概 要

運輸安全委員会が調査を行った鉄道事故のうち、軌間拡大による列車脱線事故は、平成28年10月から平成29年5月までの間に4件発生している。これらの事故の発生は、木まくらぎやレール締結装置に連続した不良が存在したことにより、レール小返り等による動的な軌間拡大が生じたことによるものと考えられる。

軌間拡大の発生要因には、事故ごとに異なる因子が認められるものの、地域鉄道等に共通する因子も多いことから、これらの事故調査より得られた知見等を踏まえ、地域鉄道等における同種事故の防止を図る観点から、今後、より安全を向上させるための一助となるよう、留意すべき点を以下のとおり整理した。

1. 軌道の保守管理の方法について

軌道の定期検査や線路巡視により、まくらぎ、レール締結装置及びレールフロー等を適正に管理することが必要であり、状況に応じて犬くぎの打ち換えや増し打ち、まくらぎ交換、ゲージタイ（軌間保持金具）の設置等の軌間拡大防止策を実施することが必要である。これらについては、まくらぎやレール締結装置の不良の連続性に注意し、スラックの大きい急曲線を優先し、また、外軌側だけでなく内軌側にも注意することが必要である。

軌道変位の測定については、軌道検測車等による動的軌道変位測定が有効であり、静的軌道変位測定のみで軌道変位の管理を行う場合は、レールの小返り等により動的な軌間拡大が発生する危険性に注意を払い、まくらぎやレール締結装置の管理を十分に行う必要がある。

2. 軌道の保守管理の基準について

軌間拡大による脱線事故の防止のためには、軌道変位の状況に応じて軌道整備を適切に行うことが必要である。このため、軌道変位の整備基準値については、安全限度を考慮した基準値を定め、かつ、整備期限を明確化することが望ましい。また、従来の軌道整備のための軌道整備基準値等に加え、必要に応じ、著大な軌道変位が検出された場合の運転規制や軌道整備等の取扱いを定めておくことが望ましい。

曲線のスラックについては、走行する車両に応じた適正な値に設定されていることを確認し、現在の値を見直す場合は、軌道改修工事等に合わせて現場のスラックを改良していくことが望ましい。

3. 軌道の構造について

木まくらぎに比べて耐久性に優れ容易な保守が可能であるコンクリート製のまくらぎへの交換（数本に1本の割合で置き換える部分交換を含む。）を、木まくらぎの不良の発生状況や線形等に基づく優先箇所を考慮し計画的に実施していくことが望ましい。

なお、脱線事故防止の観点から、曲線にガードレール類を敷設する場合は、落石や降雪の影響がない箇所については、可能な限り脱線防止ガード又は脱線防止レールを敷設することが望ましい。また、ガードレール類の敷設においては、まくらぎへの締結数、レールと脱線防止レールの高低差などの敷設方法にも留意する必要がある。

※ 意見（全文）は、当委員会ホームページに掲載されています。

http://www.mlit.go.jp/jtsb/kankokuiken_rail.html

5. 事故防止に向けた取組の例

事故の防止に寄与し運輸の安全性を向上させるために、各法人が行っている技術支援や技術開発といった取組の例や、国の助成制度を紹介いたします。

(1) 技術支援の例

① 公益財団法人 鉄道総合技術研究所 (鉄道総研)

鉄道総研 鉄道技術推進センターでは、鉄道事業者の会員からの技術的な相談に対し、「現地調査」「レールアドバイザーによる訪問アドバイス」「文献・研究室の見解等の提示」を実施している。

(概要)

- ・「現地調査」
無料で半日程度、鉄道総研の研究員が現地で直接技術的な診断、助言を行っている。
- ・「レールアドバイザーによる訪問アドバイス」
深い知見と豊富な実務経験を有するレールアドバイザー（鉄道事業者OB等）を現地に派遣し、助言等を行っている。「現地調査」同様、無料である。
- ・「文献・研究室の見解等の提示」
参考文献の送付や鉄道総研の研究者の見解等を文章にまとめて、電話やFAX、Eメールで回答する。

(鉄道総合技術研究所 HP) <http://www.rtri.or.jp/tecce/>

(連絡先電話番号) 鉄道総研 鉄道技術推進センター 042-573-7236



「現地調査」の様子

② 独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 (鉄道・運輸機構)

鉄道・運輸機構では鉄道事業者、地域の鉄道を支える地方公共団体等を対象に、鉄道建設業務、鉄道助成業務で培った経験・ノウハウを活用した支援「鉄道ホームドクター」を実施している。

具体的には、鉄道施設の補修や維持管理、交換計画等の相談に対して、無償にて、技術的なアドバイスのほか事例紹介、資料提供等の情報提供を行ったり、必要に応じ現地に赴いて施設を調査した上で状況に合った工法等の紹介を行っている。

「具体例」

- ・経年施設の点検方法、維持管理上の留意点に関するアドバイス
- ・補修の施工方法、材料の紹介
- ・施工計画の策定、工事発注、施工監理に関するアドバイス
- ・補助制度の紹介

(鉄道建設・運輸施設整備支援機構 HP)

<http://www.jrtt.go.jp/02Business/Construction/const-doctor.html>

(連絡先電話番号) 鉄道・運輸機構 国際・企画部 鉄道総合支援課

045-222-9016



「現地調査」の様子

③ 一般社団法人 日本鉄道施設協会

日本鉄道施設協会では、地方鉄道支援の一環として、地方鉄道事業者を対象に軌道の適切な維持管理に必要な技術継承を図るため、「軌道の維持管理講習会」を地方運輸局ごとに開催している。

(日本鉄道施設協会 HP) <http://www.jrcea.or.jp/course/index.html>

(連絡先電話番号) 日本鉄道施設協会 企画部 03-5846-5300

④ 一般社団法人 日本鉄道車両機械技術協会

日本鉄道車両機械技術協会では、地方鉄道の安全確保と技術力の維持継続のため、国土交通省やJR・大手鉄道事業者と一体となって、「地方鉄道の車両保守における技術継承研修会」を地方運輸局ごとに開催している。

(連絡先電話番号)

日本鉄道車両機械技術協会 車両部

03-3593-5611



(2) 軌道管理に関する技術開発の例

公益財団法人 鉄道総合技術研究所 (鉄道総研)

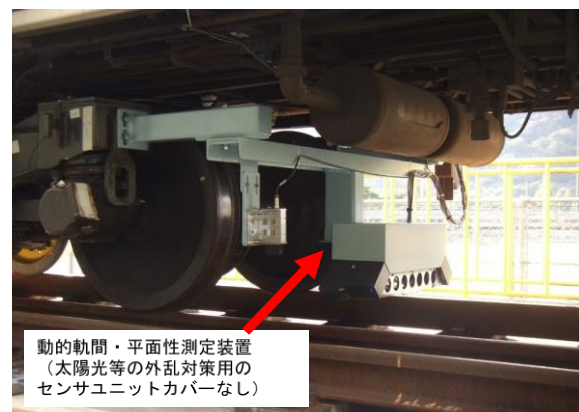
地方閑散線区等における経年劣化したバラスト軌道上を、車両が安全に走行することができるように支援するための測定機器やソフトウェアを開発している。

① 動的軌間・平面性測定装置

軌道変位の測定は、軌道検測車による測定が望ましいが、高価であるため導入は容易ではない。そこで、軌間内脱線と乗り上がり脱線の防止を目的として、営業車の排障器取付座やモーターカーの連結器等に取り付けられる簡易な軌間・平面性測定装置を開発中である。



モーターカーへの搭載



営業車への搭載

② PCまくらぎ化計画策定支援システム

木まくらぎ構造の軌道の曲線区間では、軌間内脱線の防止を目的としてPCまくらぎへの交換が行われることがある。そこで、曲線別にPCまくらぎ化の優先度を評価し、施工計画の策定を支援するシステムを開発した。

(連絡先電話番号) 鉄道総研 軌道技術研究部 軌道管理

042-573-7277

PCまくらぎ化曲線の選択

検査対象: 曲線数 16 延長(km) 1.940

選択条件: 交換数量の上限(両方選択可)

総交換延長 PC 0.7 km 鉄 0.000 km

総交換費用 10,000 百万円

効果の評価指標(一方選択): 応答値/限度値(平均)*曲線延長【\$*L】

優先度算定結果

曲線	延長(km)	総費用	工事費	材料費
PC	6	0.700	¥32,580,000	¥13,250,000
鉄	0	0.000	¥0	¥0
計	6	0.700	¥32,580,000	¥13,250,000

施工曲線選択結果

ランク	全対象	選択	選択延長
A	2	2	0.230
B	2	1	0.110
C	4	3	0.360
D	3	0	0.000
E	5	0	0.000
全	16	6	0.700

ランク別選択結果

曲線番号	線区-線別-半口径(延長)	曲線	軌道構造	ランク	総合点	効果の指標	部分PC化割合最低値	PC化割合	まくらぎ種類	レール線結装置種類	レール交換	PC化対象	改良費用(万円)
9	総研線-甲 3.2-3.35(150)	700R C50-S0	50kgN-F型-37-3-4-150-土-通0-軌20-不0	D	8.67	0.000	全交換	全交換	6号	9型	なし	●	624 300 324
10	総研線-甲 3.6-3.7(100)	800R C60-S0	50kgN-F型-37-3-4-150-土-通0-軌20-不0	E	8.00	0.000	全交換	全交換	6号	9型	なし	●	416 200 216
11	総研線-甲 3.84-3.95(120)	200L C60-S20	40kgN-B型-34-4-4-150-土-通0-軌20-不0	C	7.75	0.000	全交換	全交換	特殊	特殊型	50kgN	●	598 220 368
12	総研線-甲 4.05-4.15(90)	350R C60-S10	40kgN-B型-34-4-4-150-土-通0-軌20-不0	C	7.00	0.000	全交換	全交換	6号	9型	50kgN	●	398 147 246
13	総研線-甲 4.8-4.95(150)	900L C60-S15	50kgN-F型-37-3-4-150-土-通0-軌20-不0	E	11.00	0.000	全交換	全交換	6号	9型	なし	●	624 300 324
14	総研線-甲 5.05-5.18(130)	800R C50-S0	50kgN-F型-37-3-4-150-土-通0-軌20-不0	A	8.00	0.000	全交換	全交換	6号	9型	なし	●	541 260 281
15	総研線-甲 4.75-4.85(110)	400L C70-S10	50kgN-F型-37-3-4-150-土-通0-軌20-不0	B	4.67	0.000	全交換	全交換	6号	9型	なし	●	458 220 238

PCまくらぎ化優先度と対象曲線の算出・選択結果表示画面

部分PCまくらぎ化割合・連続不良本数の検討

検査条件: 軌間 1067 mm

通り変位 軌間変位

半径	カント	スラック	レール	締結装置	まくらぎ	犬くぎ本数	道床厚	路盤	通り変位	軌間変位	車両・運転条件
300	45	10	40kgN	8型	34	4	4	150	土	30.0	20.0

検査結果

車両型式: 標準気動車
速度[km/h]: 60

連続不良本数	左右変位量		軌間応答値 [mm]	軌間限度値 [mm]	判定
	内軌	外軌			
0	0.08	0.44	0.51	1097.51	○
1	0.78	4.88	5.66	1102.66	○
2	1.15	8.7	9.85	1106.85	○
3	1.5	18.36	19.86	1116.86	×
4	4.03	32.17	36.19	1133.19	×
5	9.87	60.86	70.73	1167.73	×

連続不良本数の上限が分かる

最大限度: 42 mm 目安値: 35 mm

軌間投入量(mm) vs 連続不良本数

Legend: 最大限度 (Red), 目安値 (Dotted), 内軌 (Blue), 外軌 (Green), 軌間変位 (Dark Blue), スラック (Light Green)

部分PCまくらぎ化割合の検討結果表示画面

東北鉄道協会「技術力共有化事業」における取組

本ダイジェストを作成するにあたり、事故防止のため独自の取組を行っている東北鉄道協会を訪問し、三澤専務理事に事業の概要や取組みの効果などについてお話を伺いました。

【東北鉄道協会へのインタビュー】

東北鉄道協会には、東北地方6県及び道南の鉄道事業者20社（旅客鉄道事業者15社、貨物鉄道事業者5社）が加盟しています。東北においても鉄道を取り巻く状況は厳しく、沿線人口の減少やマイカー利用転換による鉄道利用者の減少、それに伴う経営環境の悪化から、社員削減や採用抑制に伴う技術者の不足や高齢化、施設や車両の老朽化等さまざまな課題に直面していました。

さらに、平成12～13年にかけて、ある鉄道事業者が短期間に列車正面衝突事故を二度発生させたことをきっかけに、国土交通省から平成14～15年度に実施した「安全性緊急評価事業」の結果に基づき、各鉄道事業者に対し「保全整備計画」の作成と設備整備等の実施を求められましたが、その一環として平成17年に協会が「保全整備計画研修会」を開催したことが、各社共通の課題を連携して解決していこうという機運が高まる契機となり、各社の技術力を共有化して安全性を高める「技術力共有化事業」の検討を開始しました。

同事業は、平成20年度からまず合同訓練や合同研修会の開催、枯渇する鉄道部品や高価な検査測定機器の相互融通、車輪削正や車軸超音波探傷検査等のメンテナンスの受委託等からスタートし、平成22年度には高度な技術力を有するベテラン技術者がアドバイザーとなり各社からの相談に対して指導・助言を行い若手技術者の育成と技術の承継を目指す「鉄道技術・安全アドバイザー制度」を創設し、年度事業として「①鉄道安全ハイレベル研修」「②新人運転士養成講座」「③保線実務研修」「④ヒヤリハット情報活用セミナー」を実施しています。特に注目していただきたい点は②③で、講義だけではなく専門技能を有する技術者の指導による実践的な技術の習得を目的とした実技研修も行っており、こうした実技を伴う合同研修は各年度において引き続き開催しています。

研修にあたっては講義や実習指導のほか、専門企業が有する先端の設備を使って技術を習得できることも貴重な機会であり、保線実務研修においては、保線業務に携わって経験の浅い社員を主な対象として、駅や線路・橋梁などの施設を施工する仙建工業株式会社の協力等を得て合宿形式で開催しています。合宿形式での実施により、各社間を跨いだ横のつながりを作ることができ、合宿終了後もこのつながりが各社における業務の遂行にあたりさまざまな形でメリットを生んでおり、同事業は有意義な事業として協会へ継続を望む声が多くあがっています。



東北鉄道協会
三澤専務理事



東北鉄道協会 保線実務研修

インタビューの後、仙建工業(株)の「保線実技研修を実習した現場」「事故に学ぶ館」「研修施設」を見学する機会もいただきました。

「事故に学ぶ館」は、過去に全国各地で発生した鉄道重大事故のパネルや事故発生時の器材等を展示しており、事故の背景を学



仙建工業(株) 事故に学ぶ館

ぶことで同種の事故を起こさないという決意をしてもらうとともに、作業従事者一人一人に安全意識の大切さを共有してもらうことを目的として設置されたとのこと です。

実際にこれらの先端設備等を目の当たりにして、安全に関する熱意を感じました。

保線実務研修を始めとした本事業の受講者は、日々の業務を支える技術の習得のほかに視野の広がりを持つことで、自発的に業務への発展的な取組や事故防止への努力も意識するようになるとのことで、具体的には、平成20年以降、東北鉄道協会に加盟する鉄道事業者は、運輸安全委員会の調査対象となる鉄道事故・重大インシデント（踏切障害事故及び踏切障害から派生した事故を除く）が発生していないことが継続しているとのことでした。

こうした取組が一地域の取組に留まらず、広く全国に展開していくこと、さらにはこれにより事故の減少や安全性の向上等に結びつくことを期待いたします。



仙建工業(株) 事故に学ぶ館 内部

(3) 国の助成制度

鉄道施設総合安全対策事業費補助（鉄道軌道安全輸送設備等整備事業）、
地域公共交通確保維持改善事業費補助金（鉄道軌道安全輸送設備等整備事業）

(概要)

安全な鉄道輸送を確保するために地域鉄道事業者が行う安全性の向上に資する設備の更新等を支援。

【補助対象事業者】 鉄軌道事業者

【補助率】 補助対象経費の1/3等

【補助対象設備】 レール、マクラギ、落石等防止設備、ATS、列車無線設備、防風設備、橋りょう、トンネル、車両^(※)等

(※) 車両は、地域公共交通確保維持改善事業費補助金(鉄道軌道安全輸送設備等整備事業)での補助対象設備

(国土交通省 HP)

http://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk5_000001.html

(連絡先電話番号)

・北海道運輸局	鉄道部計画課	直通	011-290-2731
・東北運輸局	鉄道部計画課	直通	022-791-7526
・北陸信越運輸局	鉄道部計画課	直通	025-285-9153
・関東運輸局	鉄道部計画課	直通	045-211-7243
・中部運輸局	鉄道部計画課	直通	052-952-8033
・近畿運輸局	鉄道部計画課	直通	06-6949-6442
・中国運輸局	鉄道部計画課	直通	082-228-8797
・四国運輸局	鉄道部計画課	直通	087-802-6755
・九州運輸局	鉄道部計画課	直通	092-472-4051

6. まとめ

<平成14年から平成29年までに発生し調査の対象とした鉄道事故>

- ・ 調査対象事故全件数273件のうち、事故の種類は「脱線事故」が190件で最多（70%）。
- ・ 脱線事故件数のうち、鉄道事業者の保守や取扱いによるものは34%。
- ・ 鉄道事業者の保守や取扱いにより発生した脱線事故は、軌道等地上設備の保守状態に原因があるものが最多（51%）。
- ・ 軌道等地上設備の保守状態に原因がある脱線事故は、地域鉄道事業者で発生した割合が高い（82%）。
- ・ 地域鉄道事業者で発生した脱線事故のうち、軌間拡大によるものは10件あるが、平成28年10月から平成29年5月までの間に4件発生している。
- ・ 平成30年6月28日に、国土交通大臣に対して、軌間拡大による列車脱線事故の防止に係る意見を発出。

このほか、本ダイジェスト作成にあたり取材した東北鉄道協会から、地域鉄道事業者は、沿線人口の減少・マイカー利用転換に伴う輸送人員の減少により、取り巻く状況が厳しいものとなっており、積極的な設備投資ができずに施設の老朽化が進んでいることや、社員数削減や採用抑制により技術者の不足や高齢化が進むなどの技術伝承の困難化に伴う現場の知見不足などの課題が、適切な保守管理にも影響を与えている可能性もお聞きしています。

鉄道輸送においては、一たび列車の脱線等が発生すると、多数の死傷者を生じるおそれがあります。このため、**鉄道事業者は軌道の保守管理等を適切に行って、輸送の安全を守り、事故を発生させない責務をしっかりと果たすことが必要**です。

この責務を果たすための一助として、本ダイジェストにおいて、各法人等が行っている技術支援や技術開発のほか、国の助成制度を紹介いたしました。各鉄道事業者におけるご判断により効果的に活用していただきたいと考えております。

本誌の編集にあたり、(公財)鉄道総合技術研究所、(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構、(一社)日本鉄道施設協会、(一社)日本鉄道車両機械技術協会、東北鉄道協会、そのほか多くの関係者にご協力をいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

事故防止分析官のひとこと

鉄道に限らず、インフラは“造ってしまえば終わり”という訳にはいかないものが殆どであり、程度の差こそあれ、できたその日から劣化が始まります。だからこそ、適切な維持管理等により安全を確保し事故発生を抑止するための取組がとても重要です。

施設の維持管理等を適切に行うことは、事業が続く限り長期にわたるものであり、その技術力が経年劣化することなどはあってはならないことです。そのためには、取り巻く状況の変化等により各事業者が単独では困難となっている取組について、本ダイジェストでも紹介したような技術の向上と継承といった「人材育成面での連携」、技術・ノウハウの共有といった「実務面での連携」を各鉄道事業者間や関係法人等と進めていくことが肝要と考えます。

「運輸安全委員会ダイジェスト」についてのご意見や、出前講座のご依頼をお待ちしております。

〒100-0004

東京都千代田区大手町1-3-3

大手町合同庁舎3号館 8階

運輸安全委員会事務局

担当：参事官付 事故防止分析官

TEL 03-5253-8823 (内線 54236)

FAX 03-5253-1680

URL <http://www.mlit.go.jp/jtsb/index.html>

e-mail : hgt-jtsb_analysis@ml.mlit.go.jp

※ 当委員会は平成30年6月より平成31年2月(予定)まで大手町に仮移転しております。