

RA2023-8

# 鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 近江鉄道株式会社 本線 彦根口駅構内  
列車脱線事故

令和5年10月26日

本報告書の調査は、本件鉄道事故に関し、運輸安全委員会設置法に基づき、運輸安全委員会により、鉄道事故及び事故に伴い発生した被害の原因を究明し、事故の防止及び被害の軽減に寄与することを目的として行われたものであり、事故の責任を問うために行われたものではない。

運輸安全委員会  
委員長 武田 展雄

## 《参 考》

本報告書本文中に用いる分析の結果を表す用語の取扱いについて

本報告書の本文中「3 分 析」に用いる分析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

- ① 断定できる場合  
・・・「認められる」
- ② 断定できないが、ほぼ間違いない場合  
・・・「推定される」
- ③ 可能性が高い場合  
・・・「考えられる」
- ④ 可能性がある場合  
・・・「可能性が考えられる」  
・・・「可能性があると考えられる」

I 近江鉄道株式会社 本線  
彦根口駅構内  
列車脱線事故

# 鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：近江鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：令和3年12月27日 13時46分ごろ

発生場所：滋賀県彦根市

本線 彦根口駅構内（単線）

令和5年9月25日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長 武田展雄

委員 奥村文直（部会長）

委員 石田弘明

委員 早田久子

委員 鈴木美緒

委員 新妻実保子

## 要旨

### <概要>

近江鉄道株式会社の本線は、大雪の影響により、令和3年12月26日20時23分ごろから彦根駅～八日市駅間で運転を見合わせていたが、翌日27日午前に雪がやんだことから、彦根駅発八日市駅行き下り試第91列車（2両編成）は、運転を再開する前の試運転列車として、13時26分ごろに彦根駅を出発した。

13時46分ごろ、列車が約10km/hの速度で岡道踏切道<sup>おかみち</sup>を走行したとき、列車の運転士は異音を感知したため、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

列車停止後、係員が降車して確認したところ、先頭車両の前台車第1軸が左側に脱線していた。

列車には、運転士1名、高宮駅以南の分岐器の除雪を行う係員4名並びに八日市駅等で勤務を行う運転士3名及び駅係員2名が乗車していたが、負傷者はいなかった。

## <原因>

本事故は、先頭車両前台車の輪重が減少し、同台車が左に旋回した状態で列車が走行し、同台車第1軸が踏切道のレール上及びフランジウェイに存在した圧雪に乗り上がり、脱線したことにより発生した可能性が考えられる。

先頭車両前台車の輪重が減少したことについては、軌道上に多量の積雪がある状態で列車が雪を押し分けながら走行した際に、スカート下部及び上部から入り込んだ雪のかさが増すことで先頭車両の前台車に上方向の負荷がかかったことによる可能性が考えられる。

先頭車両前台車が左に旋回したことについては、先頭車両及び前台車の前面にたまった雪により車体及び前台車の前部が押されたことによる可能性が考えられる。

軌道上に多量の積雪が存在したことについては、低い気温と多量の降雪がある状況において、前日に同踏切道を走行した最終列車走行時に軌道上にあった積雪に加えて、列車が走行するまでの間に降った雪の多くが溶けずに残っていたことによる可能性が考えられる。

同踏切道に圧雪が存在したことについては、低い気温と多量の降雪がある状況において、前日に同踏切道を走行した最終列車から列車が走行するまでの間に同踏切道を通過した自動車によって雪が踏み固め続けられたことによる可能性が考えられる。また、列車通過までに軌道上及び同踏切道の除雪が行われなかったため、軌道上の積雪、同踏切道のレール上及びフランジウェイに圧雪が残った可能性が考えられる。

除雪を行わずにスノープラウ付き車両を使用しない列車を運行したことについては、軌道上の積雪及び同踏切道の圧雪状況が運行実績のある平成29年1月24日と本事故発生時とは異なっていたと推定されるにもかかわらず、安全統括管理者が軌道上の積雪及び同踏切道の圧雪状況が本事故発生時と同様であると考え、列車が問題なく走行できた過去の実績を基に除雪の要否及び運行可否を最終的に判断したためと考えられる。さらに、積雪状況及び圧雪状況等から除雪の要否、スノープラウ付き車両の使用及び運行可否の判断ができる客観的基準・条件が社内規程等に示されていなかったこと、同社が踏切道の圧雪状況の確認を実施していないことから、除雪の要否及び運行可否の判断をするための情報収集が十分ではなかったことが関与した可能性が考えられる。

# 目 次

1	鉄道事故調査の経過	1
1.1	鉄道事故の概要	1
1.2	鉄道事故調査の概要	1
1.2.1	調査組織	1
1.2.2	調査の実施時期	1
1.2.3	経過報告	1
1.2.4	原因関係者からの意見聴取	1
2	事実情報	2
2.1	本事故発生の経過	2
2.1.1	運転士等の口述	2
2.1.2	運転状況の記録	4
2.1.3	運行等の経過	5
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷	6
2.3	鉄道施設及び車両等に関する情報	6
2.3.1	事故現場に関する状況	6
2.3.2	鉄道施設に関する情報	8
2.3.3	車両に関する情報	11
2.4	鉄道施設及び車両の損傷、痕跡に関する情報	13
2.4.1	鉄道施設の主な脱線の痕跡	13
2.4.2	車両の損傷及び痕跡の状況	16
2.5	乗務員に関する情報	16
2.6	積雪時の運転取扱いに関する情報	16
2.7	気象に関する情報	17
2.7.1	本事故発生当日の気象状況に関する情報	17
2.7.2	平成29年1月24日の気象状況に関する情報	19
2.7.3	本事故発生当日及び平成29年1月24日の気象状況の比較	19
2.8	除雪に関する情報	20
2.8.1	本事故発生当日の本件踏切周辺における除雪計画に関する情報	20
2.8.2	本事故発生当日の本件踏切周辺における除雪状況	21
3	分 析	22
3.1	脱線の状況に関する分析	22
3.1.1	輪軸1の脱線に関する分析	22
3.1.2	輪軸2の脱線に関する分析	24

3.1.3 脱線開始地点に関する分析.....	24
3.1.4 本事故の発生時刻及び本件列車の速度に関する分析.....	24
3.2 車両の痕跡及び損傷に関する分析.....	25
3.3 圧雪の形成に関する分析.....	25
3.4 軌道上の積雪に関する分析.....	26
3.5 除雪の判断に関する分析.....	26
3.6 本件列車の運行に関する分析.....	27
3.7 軌道及び車両に関する分析.....	27
3.7.1 軌道に関する分析.....	27
3.7.2 車両に関する分析.....	27
3.8 脱線の原因に関する分析.....	28
4 原因.....	29
5 再発防止策.....	30
5.1 必要と考えられる再発防止策.....	30
5.2 事故後に同社が講じた措置.....	30

## 添付資料

付図1 同社の路線略図.....	32
付図2 事故現場付近の地形図.....	32
付図3 車両の損傷.....	33
付図4 車輪の痕跡.....	33
付表1 気象観測記録（その1）.....	34
付表2 気象観測記録（その2）.....	35

# 1 鉄道事故調査の経過

## 1.1 鉄道事故の概要

近江鉄道株式会社の本線は、大雪の影響により、令和3年12月26日（日）20時23分ごろから彦根駅～八日市駅間で運転を見合わせていたが、翌日27日（月）午前に雪がやんだことから、彦根駅発八日市駅行き下り試第91列車（2両編成）は、運転を再開する前の試運転列車として、13時26分ごろに彦根駅を出発した。

13時46分ごろ、列車が約10km/hの速度で岡道踏切道<sup>おかみち</sup>を走行したとき、列車の運転士は異音を感知したため、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

列車停止後、係員が降車して確認したところ、先頭車両の前台車第1軸が左側（以下、車両は前から数え、前後左右は列車の進行方向を基準とする。）に脱線していた。

列車には、運転士1名、高宮駅以南の分岐器の除雪を行う係員4名並びに八日市駅等で勤務を行う運転士3名及び駅係員2名が乗車していたが、負傷者はいなかった。

## 1.2 鉄道事故調査の概要

### 1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、令和3年12月27日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか1名の鉄道事故調査官を指名した。

近畿運輸局は、本事故調査の支援のため、職員を事故現場等に派遣した。

### 1.2.2 調査の実施時期

令和3年12月28日	現場調査及び口述聴取
令和3年12月29日	車両調査
令和4年 5月16日	車両調査及び現場調査
令和4年 5月17日	口述聴取

### 1.2.3 経過報告

令和4年12月22日、その時点までの事実調査結果に基づき、国土交通大臣に対して経過報告を行い、公表した。

### 1.2.4 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

## 2 事実情報

### 2.1 本事故発生の経過

#### 2.1.1 運転士等の口述

事故に至るまでの経過は、近江鉄道株式会社（以下「同社」という。）の本線彦根駅発八日市駅行き2両編成の下り試第91列車（以下「本件列車」という。）の運転士（以下「本件運転士」という。）、‘安全統括管理者である鉄道部長’（以下「安全統括管理者」という。）、‘運転管理者である運輸課長’（以下「運転管理者」という。）、‘運転指令所で運行管理に携わっていた指令長代理’（以下「指令長代理」という。）及び‘本件列車に乗車していた工務課電車区の区長代理’（以下「区長代理」という。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

##### (1) 本件運転士

本件列車を彦根駅（<sup>まいばら</sup>米原駅起点5k799m、以下「米原駅起点」は省略する。）から八日市駅に向けて運行するに当たり、運転に関する注意事項として、45km/h以下の速度で運転すること、踏切道には最徐行で接近することが指示された。

本件列車は、13時26分ごろ彦根駅を出発した後、軌道上の雪を押し分けながら最大約30km/hの速度で走行していた。本件列車前面にたまった雪が増加し、徐々に速度が低下していく状態で、本件列車が彦根口駅ホームを通過するときの走行速度は15km/h程度であり、<sup>りきこう</sup>力行してもそれ以上の速度にならない状況であった。その後も走行速度を保つために力行して本件列車を走行させたが、岡道踏切道（7k918m、以下「本件踏切」という。）の真上ぐらいの所で、床下から異音が生じたため、すぐに非常ブレーキを操作して本件列車を停止させた。

列車停止後、運転指令に、「本件踏切を通過中に床下から大きな異音が生じたため非常ブレーキにより停止しました。これから床下点検を行います」と報告した。その後、除雪を行うために乗車していた区長代理に先頭車両（以下「本件車両」という。）の前台車周辺の雪をかき分けて車両の状況を見てもらったところ、‘本件車両の前台車第1軸’（以下「輪軸1」という。）が脱線しているとの報告があった。

##### (2) 安全統括管理者

本事故発生前日及び当日は、大雪であったことを踏まえて運行に関して必要な判断を行っていた。本事故発生前日である12月26日は、出勤後に運転状況、停電の情報及び降雪の状況を確認し、昼のニュースで過去最大級の積雪となる旨の予報を見た。日中に雪により分岐器が不転換となる事象（以

下「ポイント不転換」という。)が発生しているという報告を複数受けており、1か所の分岐器の除雪が終わっても次々とポイント不転換が発生していた。このような状況では、分岐器の除雪に人手が回らなくなり、列車の運行が難しくなると考え、17時ごろまでに彦根駅～八日市駅間の運転を見合わせる判断を行った。

翌日の12月27日は、午前中の早い段階で雪がやんだ。雪をそのままにしておくと氷になって除雪するのが大変になるため、雪が柔らかいうちに除雪したいと考えていた。そこで、9時ごろ運転管理者に除雪体制を考えるように指示したところ、運転管理者から分岐器及び踏切道の除雪並びに試運転列車の走行を提案された。分岐器の除雪を行う係員の移動は試運転列車で行うとのことであった。運転管理者に対し「70cm近くもの積雪で試運転列車を走行させて問題ないか」と確認したところ、「過去に同様な積雪状態で走行させたことがある」という返答があり、11時08分に試運転列車の運行を決定した。

### (3) 運転管理者

本事故発生前日及び当日は、安全統括管理者の指示等に基づき、運行に関する措置を講じていた。本事故発生前日である12月26日は、大雪の影響で昼過ぎから彦根駅～八日市駅間でポイント不転換が多発した。安全統括管理者が運転を見合わせる判断を17時ごろまでに行ったが、走行中の列車を留置する駅まで運行するために必要となる分岐器の除雪に時間を要したため、同区間の運行が終了したのは、20時23分であった。

翌日の12月27日は、安全統括管理者の指示の下、除雪の計画を運転指令と相談し、分岐器及び踏切道の除雪を計画した。分岐器の除雪を行う係員の移動は試運転列車で行うこととした。除雪及び試運転列車の運行を安全統括管理者に提案し、11時08分に安全統括管理者が彦根駅～八日市駅間の試運転列車の運行を決定した。今回と同程度の積雪であった平成29年1月24日において、列車走行前に軌道上の除雪を行わず、踏切道の除雪も必須としていなかったが、列車が運転を見合わせることなく走行できたことから、軌道上及び踏切道の除雪を行わなくても問題なく運行できると考えた。

### (4) 指令長代理

本事故発生当日は当務指令2名のうちの1人で、列車を運行している区間(本線八日市駅～<sup>きぶかわ</sup>貴生川駅間及び八日市線全線)の運行管理を行っていた。彦根駅～八日市駅間が運転再開するまでにできることとして、分岐器及び踏切道の除雪の計画を立てた。この計画では分岐器の除雪を行う係員の移動は試運転列車で行うことにし、踏切道の除雪は必ずしも試運転列車の走行前に

実施するものではなかった。また、彦根駅には除雪を行う係員のほかに、雪の影響で八日市駅に出勤できずにいた運転士及び駅員が複数名いたため、これらの運転士及び駅員を試運転列車である本件列車に乗車させて彦根駅から八日市駅まで移動させることにした。そして、試運転列車の運行を含めた除雪の計画を運転管理者に提案した。

本件列車は高宮駅以南の分岐器の除雪に向かうため、彦根駅を出発した。その後、本件踏切に停車した本件列車の本件運転士から「異音を感知した」との報告があり、車両の確認を指示したところ、本件運転士の代わりに車両の確認を行った区長代理から輪軸1の脱線の報告があった。

#### (5) 区長代理

本件列車には、除雪を行う係員の一人として、彦根駅から乗車した。本件踏切で非常ブレーキがかかる直前に異音が聞こえたが、運転台の故障表示灯は点灯しておらず故障は検知されていなかったため、本件列車が何かにぶつかったのかと考えた。床下を確認した方が良いと考え、降車して本件車両の前台車付近の積雪及び床下と地面の間に抱き込んだ雪をかき分けて確認した。輪軸1が脱線していたため、業務用携帯電話で指令長代理に脱線したことを報告した。

(付図1 同社の路線略図、付図2 事故現場付近の地形図 参照)

### 2.1.2 運転状況の記録

本件列車には、0.2秒ごとに、列車速度、力行ノッチ及びブレーキ操作状況等を記録する装置（以下「運転状況記録装置」という。）が設置されている。なお、走行距離は記録されていない。さらに、本件列車の運転台には、列車前方の映像及び音声を記録するドライブレコーダーが設置されている。運転状況記録装置の記録によれば、本事故発生前後の本件列車の運転状況の概略は表1のとおりである。

ドライブレコーダーの映像より、13時46分12秒～18秒ごろ本件列車前面が本件踏切付近を通過しており、本件踏切には自動車の車輪が通った後にできるわだちが積雪上に確認された。さらに、13時46分14秒には本件踏切走行中に本件列車に僅かな衝動が見られ、13時46分16秒には本件踏切終端部付近を走行中に異音発生とともに本件列車に僅かな衝動が見られた。ドライブレコーダーに記録された映像の静止画像を図1に示す。

表1 運転状況の概略

時刻	列車速度 (km/h)	力行ノッチ	常用 ブレーキ	非常 ブレーキ	備考
13時26分02秒6	0	ON	OFF	OFF	彦根駅発車
13時46分12秒0	1.1	ON	OFF	OFF	
13時46分17秒6	8	OFF	ON	OFF	
13時46分18秒2	7	OFF	OFF	ON	
13時46分19秒6	0	OFF	OFF	ON	停車

- ※1 時刻は、GPS (Global Positioning System) によって補正されている。
- ※2 列車速度は、本件列車の運転状況記録装置に記録された速度の小数点以下を四捨五入して得たものであり、誤差が内在している可能性がある。
- ※3 力行ノッチの「ON」は力行状態、「OFF」は惰行状態を表す。常用ブレーキ及び非常ブレーキの「ON」はそれぞれのブレーキが操作されていることを表す。



①13時46分12秒  
本件踏切始端部付近を走行



②13時46分14秒  
本件踏切を走行中に  
本件列車に僅かな衝動



③13時46分16秒  
本件踏切終端部付近を  
走行中に異音発生とともに  
本件列車に僅かな衝動



④13時46分19秒  
停車時

※ 時刻は、GPSによって補正されている。

図1 ドライブレコーダーの映像記録の静止画像 (抜粋)

### 2.1.3 運行等の経過

同社によると、本事故発生前日に「本件踏切を走行した最終列車」（以下「最終列

車」という。)から当日に本件踏切を走行した列車は表2のとおりであり、運転管理者が同程度の積雪であったと口述している平成29年1月24日の前日の最終列車から24日に本件踏切を走行した列車は表3のとおりである。本件踏切は彦根口駅～高宮駅間に位置するため、それぞれの駅の発着時刻を示している。表2のとおり、本件列車と前日の最終列車(第8200列車)の運行間隔は約18時間であった。一方、表3のとおり、平成29年1月24日の試運転列車である試第901列車と前日の最終列車(第1423列車)の運行間隔は5時間半であり、その後、24日は試第901列車から最終列車である第574列車まで約22時間運行を継続していた。

表2 本事故発生前日の最終列車から当日に本件踏切を走行した列車

年月日	出発駅	到着駅	列車番号	列車種別・備考
令和3年 1月26日	高宮駅 19時44分発	彦根口駅 19時47分着	第8200列車	上り営業列車、同日に 本件踏切を走行した 最終列車
令和3年 1月27日	彦根口駅 13時45分発	—	試第91列車	本件列車、 本件踏切で脱線

表3 平成29年1月23日の最終列車から24日に本件踏切を走行した列車

年月日	出発駅	到着駅	列車番号	列車種別・備考
平成29年 1月23日	彦根口駅 23時36分発	高宮駅 23時40分着	第1423列車	下り営業列車、同日に 本件踏切を走行した 最終列車
平成29年 1月24日	彦根口駅 5時06分発	高宮駅 5時10分着	試第901列車	下り試運転列車
	彦根口駅～高宮駅を55本の列車が走行			
	高宮駅 26時44分発	彦根口駅 到着時刻不明	第574列車	上り回送列車、同日に 本件踏切を走行した 最終列車、彦根口駅を 26時50分に出発

## 2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

なし。

## 2.3 鉄道施設及び車両等に関する情報

### 2.3.1 事故現場に関する状況

脱線後の本事故現場の状況は、次のとおりであった。

- (1) 輪軸1は左側に脱線しており、輪軸1の左車輪の左レール端からの離れは182mmであった。(図2及び図3 参照)
- (2) 本件踏切上を含む道路上には積雪があり、自動車の車輪が通った後にでき

るわだちがあった。(図2 参照)

- (3) 本件車両の前面部、輪軸1及び‘本件車両の前台車第2軸’（以下「輪軸2」という。）の停止時の位置は、図3のとおりであった。なお、本件車両の後台車の輪軸の停止位置は、本件踏切始端部付近であった。
- (4) 同社が確認した本件列車周辺の雪の状態は、次のとおりであった。
  - ① 本件車両の前面にたまった雪の高さはまくらぎ上面から1 m 0 6 cmだった。
  - ② 本件列車の進行方向に数m進んだ箇所の左レール外側の積雪の深さ\*1はまくらぎ上面から約7 4 cmだった。
  - ③ 本件車両の前面スカートと前台車の間に雪がたまっていた。なお、レール上面からのスカート取付け高さは図面寸法で2 1 0 mmであった。(図2及び図4 参照)
  - ④ 本件車両の前面から中間付近まで床下に雪がたまっており、輪軸1及び輪軸2の車輪は雪に埋もれていた。
- (5) 本件運転士によると、本件踏切の積雪の深さは、踏切前後の軌道上の積雪の深さと比較し、目測で3分の1程度であり、本件踏切の中央付近はスコップでつついてもなかなか砕けない硬い氷のような状態だった。



図2 本件列車の脱線状況（概況）

\*1 「積雪の深さ」とは、「積雪深」とも呼ばれ、自然に降り積もって地面を覆っている雪等の固形降雪の深さをいう。

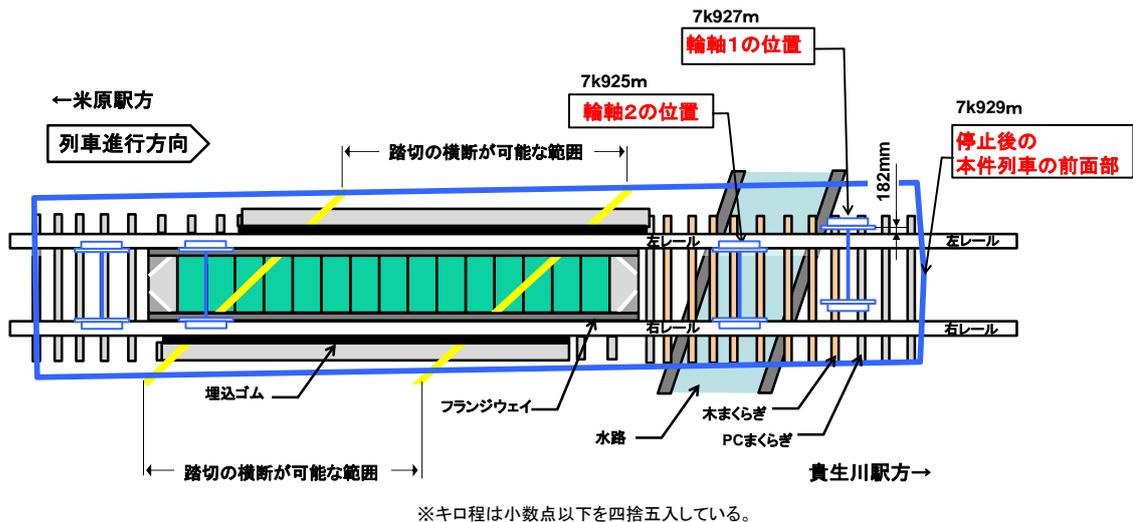


図3 本件車両の脱線状況略図

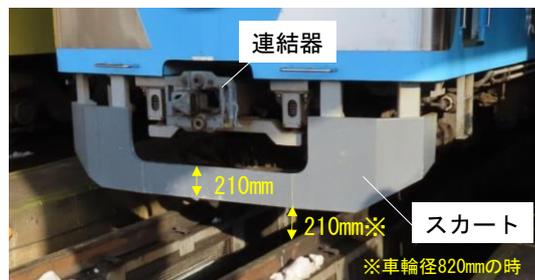


図4 スカート取付け状態

## 2.3.2 鉄道施設に関する情報

### 2.3.2.1 路線の概要

同社本線は、米原駅から貴生川駅に至る47.7kmの単線であり、軌間は1,067mm、動力は電気（直流1,500V）である。

（付図1 同社の路線略図、付図2 事故現場付近の地形図 参照）

### 2.3.2.2 線路の概要

本事故現場付近の線路に関する情報は次のとおりであり、概要図を図5に示す。

- (1) 本件踏切がある7k793.7mから8k239.2mまでの半径600mの左曲線の区間にはカント\*2 35mmが設けられ、その曲線区間におけるスラック\*3は5mmとなっている。なお、均衡速度\*4は50km/hである。

\*2 「カント」とは、曲線を走行する際の遠心力が走行安全性及び乗り心地に悪影響を及ぼさないよう設定された、曲線外側のレールと内側のレールとの高低差をいう。

\*3 「スラック」とは、曲線を円滑に走行するために軌間を所定の大きさよりも広げる量をいう。

\*4 「均衡速度」とは、曲線上を車両が走行する際、車両に作用する超過遠心加速度（軌道面に平行な平面内の左右方向の定常加速度）が0となるときの走行速度をいい、カント、曲線半径及び軌間から求められる。

- (2) 本件踏切前後の軌道構造はバラスト軌道で、レールは50kgNレール、まくらぎは主にPCまくらぎが用いられており、水路の上を横断する箇所には木まくらぎが用いられている（図3参照）。なお、本件踏切がある7k903m～8k303mの区間は、下り列車の場合、4.0%の上り勾配となっている。
- (3) 本事故現場の制限速度は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」（平成13年国土交通省令第151号）に基づき、同社が近畿運輸局長へ届け出ている実施基準（以下「届出実施基準」という。）の一部である「運転取扱心得」によれば、70km/hである。

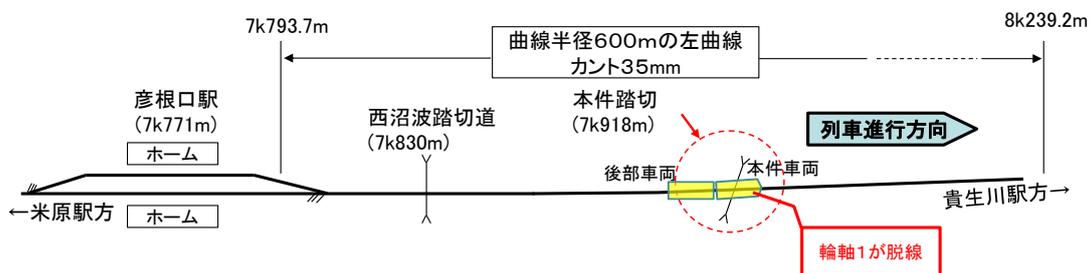


図5 本事故現場付近の線路の概要図

### 2.3.2.3 本件踏切の概要

図6に示す本件踏切に関する情報は以下のとおりである。

踏切種別：第1種踏切道（踏切警報機及び踏切遮断機あり）

踏切の位置：7k918m

踏切長：9.2m（横断線数：1本）

踏切幅員：3.5m

踏切舗装：高強度ポリマーコンクリート製パネル

融雪装置：なし

曲線半径：600m

勾配：下り列車の場合、上り4.0%

線路と道路の交角：35°

鉄道交通量：鉄道交通量66本/日（1時間最大：6本）

道路交通量：3輪以上の自動車の合計1,558台/日

（令和元年度の踏切道実態調査等による）



図6 本件踏切

なお、本件踏切の構造概略図（断面図）は、図7に示すとおりであり、内部プレート上にはフランジウェイ<sup>\*5</sup>が設けられている。

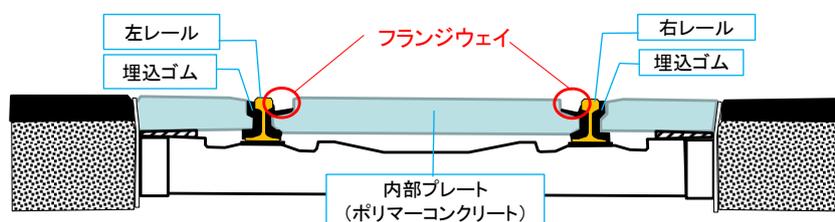


図7 本件踏切の構造概略図（断面図）

#### 2.3.2.4 軌道の定期検査等

届出実施基準の一部である「土木施設実施基準」で定められている本線における軌間変位<sup>\*6</sup>、水準変位<sup>\*7</sup>、通り変位<sup>\*8</sup>、高低変位<sup>\*9</sup>及び5m平面性変位<sup>\*10</sup>の整備に関する基準値（静的軌道変位<sup>\*11</sup>）は表4のとおりである。

本事故現場付近における本事故発生前直近の軌道変位検査は、令和3年6月21日に軌道検測装置で実施しており、その検査記録には表4に示す整備基準値を超過する値は見られなかった。

また、事故現場付近の本事故発生前直近のレール及びまくらぎの検査は、令和3年9月14日に実施されており、レール摩耗量の測定及びまくらぎの状態確認を

\*5 「フランジウェイ」とは、車輪フランジが通るために確保された空間をいう。  
 \*6 「軌間変位」とは、所定の軌間からの変位をいう。スラックがある場合は、スラックを加えた値からの変位である。  
 \*7 「水準変位」とは、左右のレールの高さの差をいう。カントがある場合は、設定カントを除いた値である。  
 \*8 「通り変位」とは、レール側面の長さ方向への凹凸をいい、一般的には長さ10mの糸をレールの軌間内側面に張ったときの、その中央部における糸とレールとの距離（通り正矢）で表す。また、曲線部については、曲線半径による正矢量を差し引いた値で表す。  
 \*9 「高低変位」とは、レール頭頂面の長さ方向での凸凹をいい、一般的には長さ10mの糸をレール頭頂面に張ったときの、その中央部における糸とレールの距離で表す。  
 \*10 「平面性変位」とは、レールの長さ方向の2点間の水準変位の差をいい、平面に対する軌道のねじれ状態を表す。2点間の距離が5mであれば5m平面性変位という。  
 \*11 「静的軌道変位」とは、人力による糸張りや軌道検測装置等により測定される、列車荷重（又はそれに準ずる荷重）を載荷しない状態における軌道変位をいう。

行っていた。レール摩耗量の測定値はレール交換目標値（16mm）未満であり、まくらぎの検査において、交換又は経過観察が必要なまくらぎは確認されなかった。

表4 軌道変位の整備基準値（静的軌道変位）

（単位：mm）

軌道変位の種別	整備基準値
軌間変位	+18 -6
水準変位	平面性に準ずる
通り変位	22
高低変位	22
5m平面性変位	18

### 2.3.2.5 本事故発生後の軌道の状況

本事故発生後（令和3年12月28日及び令和4年1月16日）に、同社が本事故現場付近の軌道変位の測定を手測りで行った結果、表4に示す整備基準値を超過する値は見られなかった。

### 2.3.3 車両に関する情報

#### 2.3.3.1 車両の概要

本件列車は、図8に示すようにモハ100形車両（本件車両）及びモハ1100形車両から成る2両編成であった。

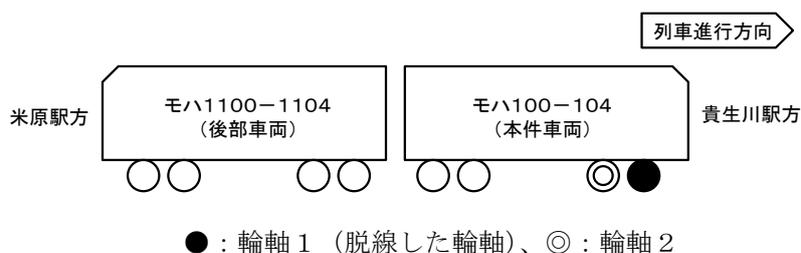


図8 本件列車の編成

また、本件車両の主要諸元は表5のとおりである。

表5 本件車両の主要諸元

車 両 型 式	モハ100-104
定 員	115人 (座席定員45人)
空 車 重 量	40 t <sup>*12</sup>
車 両 長	20,000mm
台車中心間距離	13,600mm
左右車輪フランジ頂点間距離	1,020mm
台 車 形 式	FS-372
車体支持方式	ダイレクトマウント方式
軸箱支持方式	ペDESTAL式
軸 距	2,200mm
車輪踏面形状	基本踏面
車輪フランジ角度 <sup>*13</sup>	70°
車 輪 径	860mm
製 造 年 月 日	昭和56年2月

### 2.3.3.2 車両の整備に関する情報

車両の整備については、届出実施基準の一部である「電車整備実施基準」で定められている。車両の定期検査の種類としては、全般検査<sup>\*14</sup>、重要部検査<sup>\*15</sup>及び月検査<sup>\*16</sup>があり、検査種類ごとに定められた期間又は車両の走行距離によって定期的に行われている。また、車両の使用状況に応じ、車両の消耗品及び主要部分の機能について6日を超えない期間ごとに列車検査を行っている。輪軸については、全般検査、重要部検査及び月検査において、車輪内面距離、フランジ高さ、フランジ外側面距離<sup>\*17</sup>及び車輪厚<sup>\*18</sup>の検査を行っている。各項目の整備基準値は表6のとおりである。また、車両の静止輪重の管理については、全般検査及び重要部検査において、静止輪重の測定を行い、静止輪重比<sup>\*19</sup>10%以内に管理している。

\*12 [単位換算] 1 t = 1,000 kg (重量)、1 kg (重量) = 1 kgf = 9.8 N

\*13 「車輪フランジ角度」とは、車輪のフランジ面が車軸の中心軸となす最大角度をいう。

\*14 「全般検査」とは、当社における定期検査の一つで、車両全般について、8年を超えない期間ごとに行う検査をいう。

\*15 「重要部検査」とは、当社における定期検査の一つで、車両の動力発生装置、走行装置、ブレーキ装置その他の重要な装置の主要部分について、4年又は当該車両の走行距離が60万kmを超えない期間のいずれか短い期間ごとに行う検査をいう。

\*16 「月検査」とは、当社における定期検査の一つで、車両の状態及び機能について、3か月を超えない期間ごとに行う検査をいう。

\*17 「フランジ外側面距離」とは、車輪一对の中心線からフランジ外面までの距離をいう。

\*18 ここでいう「車輪厚」とは、車輪の中心から一定距離の場所に設置された測定点と車輪踏面との間の車輪直径方向の距離をいう。当社において車輪径の管理に用いられている。

\*19 「静止輪重比」とは、1軸の輪軸に対し、片側の車輪の輪重をその軸の平均輪重で除した値をいう。管理値は、単位を%とし、100%との差の絶対値で表す。

表6 輪軸に関する整備基準値

項目	整備基準値
車輪内面距離[mm]	990～994
フランジ高さ[mm]	25～33
フランジ外側面距離[mm]	519～527
車輪厚[mm]	24～

### 2.3.3.3 車両の定期検査等の実施状況に関する情報

#### (1) 定期検査の状況

本件列車の本事故発生前直近の定期検査等の実施状況は、表7のとおりである。直近の車両及び台車の組立寸法に関する検査は重要部検査で実施しており、いずれも整備基準値以内であった。なお、各検査の記録に異常を示すものは見られなかった。

表7 本件列車の検査実施状況

検査の種類	検査日
全般検査	平成29年10月3日
重要部検査	令和3年9月7日
月検査	令和3年12月3日
列車検査	令和3年12月24日

#### (2) 輪軸の状況

本事故発生前直近の月検査における本件列車の車輪内面距離、フランジ高さ、フランジ外側面距離及び車輪厚の測定値はいずれも表6に示した整備基準値以内であった。

#### (3) 静止輪重比の状況

本事故発生前直近の重要部検査における本件列車の静止輪重比の値は、いずれも管理値（10%）以内であった。

## 2.4 鉄道施設及び車両の損傷、痕跡に関する情報

### 2.4.1 鉄道施設の主な脱線の痕跡

鉄道施設の主な脱線の痕跡を図9に示し、その痕跡の位置を表8に示す。主な脱線の痕跡の状況は、次のとおりであった。

- (1) 痕跡①a及び痕跡①bは、左レールの左側の木まくらぎ上を車輪フランジが走行したと見られる痕跡であった。なお、痕跡①aの前方の軌道上に痕跡

は見られなかった。

- (2) 痕跡②は、左レールの左側の埋込ゴムの上面を車輪フランジが通過したとみられる白線状の痕跡であり、前方に進むにつれて、左レールから左側へ向かい本件踏切の終端部まで続いていた。
- (3) 痕跡③は、左レールのゲージコーナー<sup>\*20</sup>及び頭頂面を車輪フランジが通過したとみられる線状の痕跡であり、前方に進むにつれて、ゲージコーナーから左側へ向かい一旦レール頭頂面を通った後、右側に戻って最終的にはゲージコーナーに至るように続いていた。なお、痕跡③の後方の軌道上に、痕跡は見られなかった。
- (4) 痕跡④は、内部プレートの右レール寄りの上面を車輪フランジが通過したとみられる白線状の痕跡であり、前方に進むにつれて、右レールから左側へ向かい本件踏切の終端部まで続いていた。なお、痕跡④の始点は右レールのフランジウェイから約80mm離れていた。
- (5) 痕跡⑤は、右レールのフランジウェイ側の内部プレートの角を車輪フランジが通過したとみられる痕跡であった。
- (6) 図10に示すa～cの位置で左レール側の痕跡②及び痕跡③と右レール側の痕跡④及び痕跡⑤との間のまくらぎ方向の間隔を測定した。測定位置(a～c)のキロ程及び痕跡間の間隔の測定値は表9のとおりであった。痕跡②及び痕跡④の間隔、痕跡③及び痕跡⑤の間隔は、表5に示した左右車輪フランジ頂点間距離(1,020mm)と同程度であった。

---

\*20 「ゲージコーナー」とは、敷設されたレールの頭部の軌間内側で、車輪のフランジと接触する部分をいう。

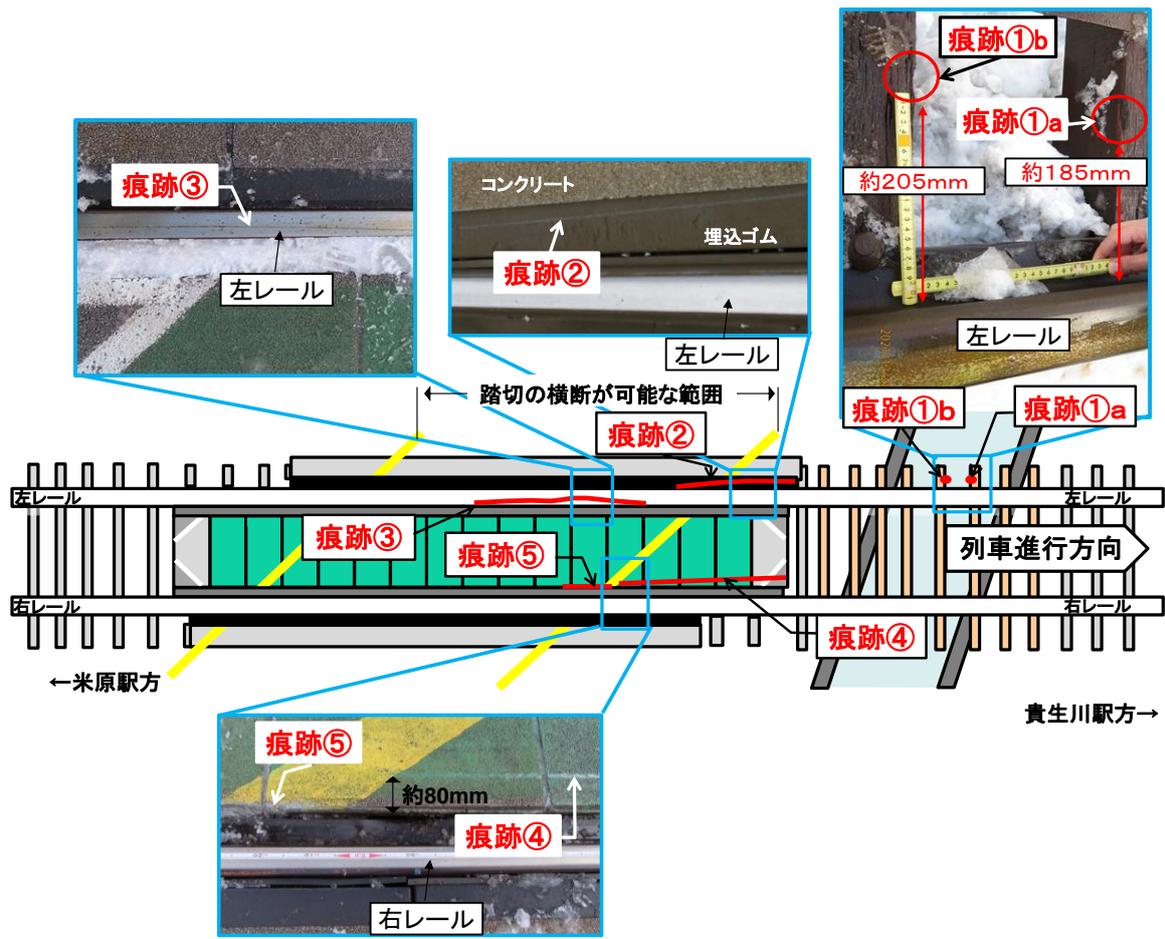


図9 鉄道施設の主な脱線の痕跡の状況略図

表8 鉄道施設の脱線の痕跡の位置

位置		キロ程
各痕跡		
痕跡①	a	7 k 9 2 6 m
	b	7 k 9 2 6 m
痕跡②		7 k 9 2 1 m ~ 7 k 9 2 3 m
痕跡③		7 k 9 1 7 m ~ 7 k 9 2 0 m
痕跡④		7 k 9 2 0 m ~ 7 k 9 2 3 m
痕跡⑤		7 k 9 1 9 m ~ 7 k 9 2 0 m

※キロ程は小数点以下を四捨五入している。

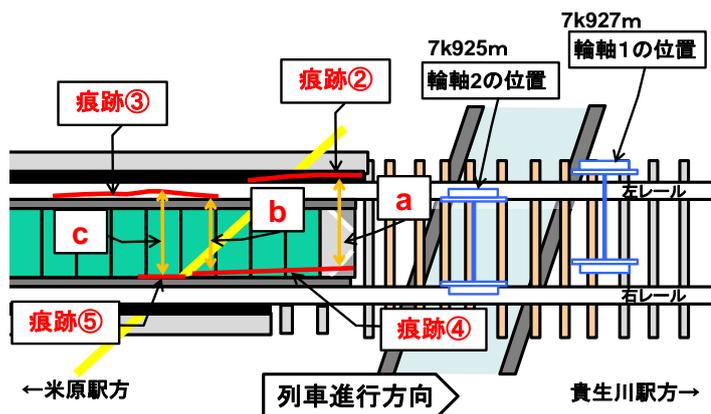


図10 痕跡の左右間隔の測定位置

表9 痕跡の左右間隔の測定位置及び測定値

測定位置	測定位置のキロ程	測定対象	測定値 (mm)
a	7 k 9 2 3 m	痕跡②及び痕跡④の間隔	1,020
b	7 k 9 2 0 m	痕跡③及び痕跡④の間隔	930
c	7 k 9 1 9 m	痕跡③及び痕跡⑤の間隔	1,015

※キロ程は小数点以下を四捨五入している。

#### 2.4.2 車両の損傷及び痕跡の状況

本件車両の主な損傷及び痕跡は、次のとおりであった。

- (1) 本件車両の輪軸1の前側のブレーキばりが上方向に曲損していた。
- (2) 輪軸1の左右の車輪のフランジ部に擦過痕があった。
- (3) 輪軸2の右車輪のフランジ部に擦過痕があった。

(付図3 車両の損傷、付図4 車輪の痕跡 参照)

#### 2.5 乗務員に関する情報

本件運転士 33歳

甲種電気車運転免許

平成27年4月27日

#### 2.6 積雪時の運転取扱いに関する情報

異常気象により広域の列車運行に支障を生じるおそれがある場合の列車の運行の体制については、同社が鉄道事業法（昭和61年法律第92号）に基づき国土交通大臣に届け出ている「安全管理規程（鉄道）」（以下「安全管理規程」という。）に次のとおり定められている。

(列車の運行の体制)

第28条

5. 運転管理者は、台風その他の異常気象により広域の列車運行に安全その他の支障を生じるおそれがあると認めるときは、運行計画にかかわらず、安全統括管理者の指示等に基づき、運行の停止その他の適切な措置を講じる。

積雪時における運転取扱いについては、同社の社内規程である「自然災害発生時及び発生危惧時の対応手引き」（以下「自然災害対応手引き」という。）に規定されており、情報の収集、運転規制、規制の緩和及び解除について次のとおり定められている。

7. 積雪

情報の収集

- ・ 気象情報・現場係員からの報告・TVまたはインターネット等のメディアによる

運転規制について

- ・ 収集した情報をもとに総合的に判断し、適宜速度規制または運転見合わせとする

- ・ 地点ごとの積雪量・雪質・吹き溜まりを考慮し、規制区間を適切に設定する

規制の緩和及び解除について

- ・ 気象情報や現場各係員の情報を元に運転指令が総合的に判断し、適宜規制の緩和及び解除の指令を行う
- ・ 運転見合わせまたは運転中止を解除した後の最初に運転する列車にあつては、対向列車のある駅または先行列車があった駅までは十分注意して運転すること

同社によると、本事故発生前日及び当日は、安全管理規程第28条第5項の規定に基づき、安全統括管理者が運行の判断を行っていた。安全管理規程及び自然災害対応手引きには積雪時の運転規制の具体的な条件は示されていなかった。

2.7 気象に関する情報

2.7.1 本事故発生当日の気象状況に関する情報

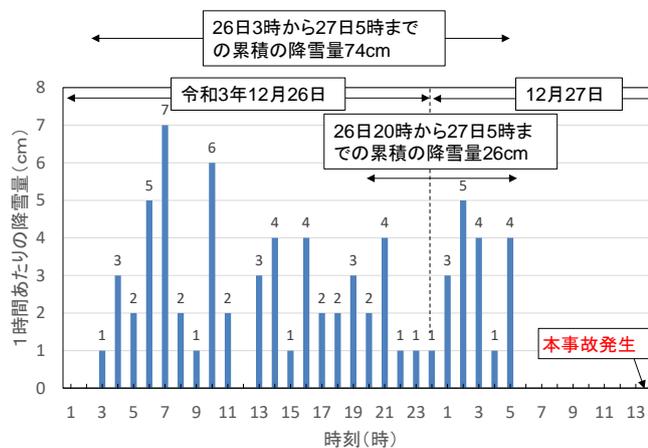
本件踏切の北西約3kmに位置する彦根地方気象台の観測記録によると、本事故発生前日（令和3年12月26日）の1時から本事故発生当日の14時までの降雪量<sup>\*21</sup>

---

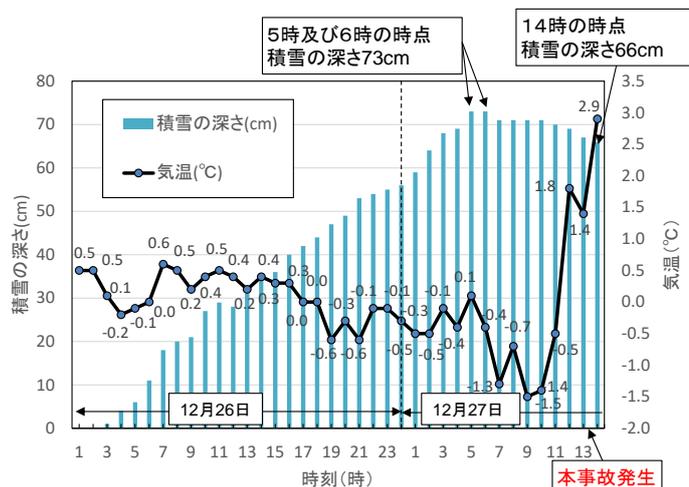
\*21 ここでの「降雪量」は1時間当たりの降った雪の量をいう。例えば、「14時の降雪量」は13時から14時までの1時間に降った雪の量となる。なお、積雪は時間とともに重みで沈んだり、溶けたりするため、積雪の深さと累積の降雪量には値に差が出る。

の推移並びに積雪の深さ及び気温の推移は、図11のとおりであった。(付表1 気象観測記録(その1) 参照)

彦根地方気象台の記録によると、図11(a)のとおり、本事故発生前日の3時から本事故発生当日の5時まではほぼ毎時1cm以上の降雪があり、累計の降雪量は74cmであった。図11(b)のとおり、本事故発生当日の5時及び6時の積雪の深さは73cmであり、同日の14時の積雪の深さは66cmであった。なお、積雪の深さ73cmは、令和3年12月の月最深積雪<sup>\*22</sup>であり、昭和59年2月10日に同等な月最深積雪を記録して以来最大であった。図11(b)のとおり、気温は本事故発生前日の1時から本事故発生当日の11時まで0℃前後で推移し、12時～14時は1℃～3℃まで気温が上昇していた。



(a) 1時間当たりの降雪量の推移



(b) 積雪の深さ及び気温の推移

※1時間当たりの降雪量、積雪の深さ、気温：彦根地方気象台(彦根市)

図11 事故現場付近における気象観測結果

\*22 「月最深積雪」とは、1か月の期間内における毎正時の「積雪の深さ」の中で最も深かったときの値をいう。

## 2.7.2 平成29年1月24日の気象状況に関する情報

2.1.1(3)に記述したように、運転管理者は平成29年1月24日に本事故発生時と同程度の積雪があったと口述している。彦根地方気象台の記録によると、平成29年1月23日の19時から24日の5時まで毎時1cm以上の降雪がなく、24日の6時の積雪の深さは33cmであった。24日の6時～16時にほぼ毎時1cm以上の降雪があり、16時に同日最大の積雪の深さ60cmを記録した。気温は終日0℃前後で推移していた。

(付表2 気象観測記録(その2) 参照)

## 2.7.3 本事故発生当日及び平成29年1月24日の気象状況の比較

表10に本事故発生当日及び平成29年1月24日の気象状況の比較を示す。本事故発生当日に試運転列車を走行させた時間帯である14時の積雪の深さは66cmであり、平成29年1月24日に試運転列車を走行させた時間帯である6時の積雪の深さは33cmであった。2.1.3に示した‘前日の最終列車から試運転列車が走行するまでの時間’（以下「前列車運行から試運転列車運行までの時間帯」という。）を含む‘本事故発生前日の20時～本事故発生当日の14時’及び‘平成29年1月23日の24時～24日の6時’において、降雪量及び気温の比較を行った。降雪量については、本事故発生前日の20時から本事故発生当日の5時まで毎時1cm以上の降雪があり、累積の降雪量は26cmであったが、平成29年1月24日は6時に1cm以上の降雪があったのみであり、累積の降雪量は1cmであった。気温については、本事故発生当日の12時～14時は1℃～3℃まで気温が上昇したが、この時間帯を除き平成29年1月24日と同様に0℃前後で推移していた。

表10 本事故発生当日及び平成29年1月24日の気象状況の比較

	本事故発生当日	平成29年1月24日	備考
積雪の深さ	14時の積雪の深さは66cm	6時の積雪の深さは33cm	試運転列車を走行させた時間帯で比較
降雪量	前日の20時から当日の5時まで毎時1cm以上の降雪があり、累積の降雪量は26cm	6時に1cm以上の降雪があったのみであり、累積の降雪量は1cm	前列車運行から試運転列車運行までの時間帯で比較
気温	0℃前後で推移 (12時～14時は1℃～3℃)	0℃前後で推移	前列車運行から試運転列車運行までの時間帯で比較

## 2.8 除雪に関する情報

### 2.8.1 本事故発生当日の本件踏切周辺における除雪計画に関する情報

同社によると、同社には除雪に関する取扱いを定めた規程がないため、2.6に示す安全管理規程に基づき、運転管理者が安全統括管理者に状況の報告及び相談を行い、最終的な除雪に関する判断を安全統括管理者が行っていた。除雪の計画を立てるに当たっての経緯は、運転管理者及び指令長代理の口述並びに同社によれば概略次のとおりであった。

本事故発生当日、運転管理者は安全統括管理者の指示で除雪の計画を運転指令と相談して検討した。同社は、八日市駅及び彦根駅等の駅の積雪の値を現場係員から確認するとともに、天気等の情報を収集した。なお、現場係員から彦根駅の積雪は70cmを超えているとの報告を受けた。また、同社は、踏切道を通行した自動車等によって踏み固められて氷状に硬くなった雪（以下「圧雪」という。）の状況確認は行わなかった。その後、本件踏切を含む彦根駅～八日市駅の区間において、分岐器及び踏切道の除雪の計画を立てた。これらの箇所の除雪は、それぞれ安定した列車運行及び円滑な道路交通の確保のためであった。なお、踏切道の除雪は踏切道内の積雪を路面が見える程度まで行うものであり、レール上の除雪は含まれていたが、フランジウェイの除雪は含まれていなかった。さらに、踏切道の除雪は必ずしも試運転列車の走行前に実施するものではなく、軌道上の除雪の計画はなかった。試運転列車の走行前に軌道上及び本件踏切の除雪を計画しなかった理由は、運転管理者が同程度の積雪であったと口述している平成29年1月24日においても、列車走行前に軌道上の除雪を行わず、踏切道の除雪も必須としていなかったが、列車が運行を継続できていたことから問題ないと考えたためであった。同社によると、モーターロータリー<sup>\*23</sup>及びモーターラッセル<sup>\*24</sup>等の除雪車は所有していないが、スノープラウ<sup>\*25</sup>付き車両は1編成所有している。スノープラウ付き車両の例を図12に示す。同社は、スノープラウ付き車両を試運転列車で使用することも検討したが、スノープラウ付き車両が留置してある彦根駅の車庫から彦根駅のホームに移動するために分岐器の除雪が必要になり、運行するまでに時間を要すること、平成29年1月24日においてもスノープラウ付き車両を使用せず列車が問題なく走行できたことから、スノープラウ付き車両を試運転列車で使用しなかった。なお、スノープラウ付き車両の使用に関する規程はなかった。また、分岐器の除雪を行う係員の移動は試運転列車で行うこととし、八日市駅等に出勤できず

\*23 「モーターロータリー」とは、軌道モーターカーにロータリー投雪装置を装備したものをいう。

\*24 「モーターラッセル」とは、軌道モーターカーにラッセル除雪装置を装備したものをいう。

\*25 「スノープラウ」とは、車両限界内の軌道上の積雪を排除するため、先頭車両に取り付けられている雪かき器をいう。

にいた運転士及び駅員の移動も試運転列車で併せて行うことにした。なお、分岐器の除雪を行う係員の試運転列車による移動は過去にも実施したことがあった。試運転列車は営業列車の運転再開前に線路上に倒竹等の運行上の支障となる物の有無を確認するために運行するものであり、軌道上の除雪を目的としたものではなかった。

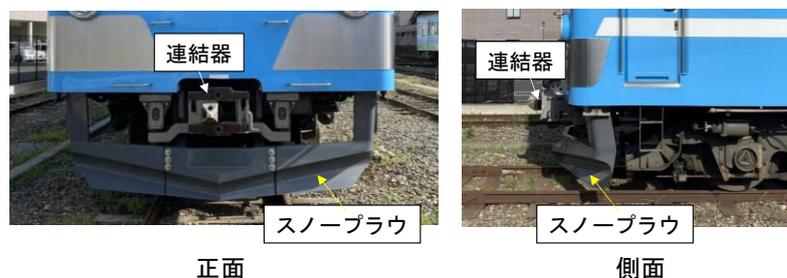


図 1.2 スノーブラウ付き車両の例

## 2.8.2 本事故発生当日の本件踏切周辺における除雪状況

同社によると、同社係員では人員が足りないため、彦根口駅構内にある分岐器及び付近の踏切道の除雪は保線関係の協力会社に依頼した。同協力会社の職員は自動車彦根口駅に移動し、13時ごろ彦根口駅構内にある分岐器の除雪を完了させ、本事故発生時は徒歩で西沼波踏切道（図5 参照）<sup>にしのなみ</sup>に到着していた。西沼波踏切道の除雪が完了し次第、本件踏切の除雪を行う予定であった。試運転列車である本件列車は高宮駅以南の分岐器の除雪に向かうため、13時26分ごろ彦根駅を出発した。なお、2.8.1に記述したように、列車走行前に軌道上の除雪を行わず、踏切道の除雪も必須としていなかったため、軌道上及び本件踏切の除雪は行われなかった。その後、本件運転士によると、軌道上の雪を押し分けながら走行していたが、列車前面にたまった雪が増加し、徐々に速度が低下していた。このままでは雪の影響で脱線するおそれがあると考え、彦根口駅ホーム手前で停車し、本件列車に乗車していた係員とともに列車前面にたまった雪の除雪を行った。除雪後、13時45分に彦根口駅を出発したが本件踏切で脱線し、高宮駅以南の分岐器の除雪は実施できなかった。

（付図2 事故現場付近の地形図 参照）

## 3 分析

### 3.1 脱線の状況に関する分析

#### 3.1.1 輪軸1の脱線に関する分析

2.4.1の表8より、痕跡①a及び痕跡①bの位置は7k926mであり、この位置より前方に停止した輪軸は、2.3.1の図3のとおり、7k927mにあった輪軸1のみであることから、痕跡①a及び痕跡①bの発生に関与した輪軸は、輪軸1であったと考えられる。2.4.1(6)に記述したように、痕跡②及び痕跡④の間隔は左右車輪フランジ頂点間距離と同程度であり、同一輪軸の左右車輪フランジにより発生した痕跡であると考えられる。痕跡②及び痕跡④は2.4.1(2)及び(4)に記述したように、本件踏切の終端部までレールから左側へ向かい続いていたことから、痕跡②及び痕跡④を発生させた輪軸は左側に脱線して停止したと考えられる。ここで、左側に脱線して停止した輪軸は、2.3.1(1)に記述したように、輪軸1であることから、脱線した輪軸1が痕跡②及び痕跡④を発生させたと考えられる。2.4.1(4)に記述したように、痕跡④の始点は右レールのフランジウェイから約80mm離れていたため、輪軸1は痕跡④の始点より手前で脱線したと考えられるが、その手前に輪軸1が脱線した痕跡を確認できなかった。痕跡④の始点より手前で輪軸1が脱線した痕跡を確認できなかったことに関しては、3.3で後述するように、本件踏切に圧雪が形成された可能性が考えられるため、その圧雪上を輪軸1が通過したことにより、脱線の痕跡が生じなかった可能性が考えられる。以上のことから、輪軸1は痕跡④の始点である7k920mの手前で脱線し、痕跡②、痕跡④、痕跡①a及び痕跡①bを発生させた後、7k927mで脱線した状態で停止したと考えられる。

左曲線走行時、輪軸1の右車輪は通常右レールに対して図13(a)に示す正の値のアタック角<sup>\*26</sup>を有した状態で走行すると考えられるため、脱線する場合は外軌である右レール側に乗り上がると考えられる。しかし、2.4.1(2)及び(4)に記述したように、痕跡②及び痕跡④は本件踏切の終端部までレールから左側へ向かい続いていたことから、輪軸1は曲線内方に向かって転がっており、輪軸1の左車輪が左レールに対して図13(b)に示す正の値のアタック角を有した状態で乗り上がった可能性が考えられる。2.3.2.4及び2.3.3.3に記述したように、軌道の定期検査で整備基準値を超過する値が見られなかったこと、車両の定期検査で異常を示すものが見られなかったことから、輪軸1の左車輪が左レールに対して正の値のアタック角を有していた原因として、本件車両に外的な力が作用した可能性が考えられる。外的な力が作用したことについては、2.3.1(4)に記述したように、本件車両の前面及び前台

---

\*26 「アタック角」とは、車輪がレール上を転動するときの車輪とレールとの相対角度のことをいう。注目する車輪がレールに向かって転動するときの角度を正にとる。

車の前面に雪がたまっていたことから、雪により車体及び前台車の前部が押されたことで前台車が左に旋回し、輪軸1の左車輪が左レールに対して正の値のアタック角を有した可能性が考えられる。さらに、2.3.2.2(1)及び3.1.4に後述するように、本件踏切上を走行する本件列車の速度は約10km/hであり、本件踏切を含む左曲線区間の均衡速度50km/hよりも低い速度であった。図14にカントを有する曲線を走行した際に車両重心にかかる重力、遠心力及びこれら合力のイメージ図を示す。均衡速度より走行速度が低い場合、車両に作用する重力と遠心力の合力が軌道中心より左レール側(内軌側)を向くため、左レール側に向けた力(合力の横方向成分)が車両に生じる。以上のことから、雪により車体及び前台車の前部が押されたことで前台車が左に旋回し、輪軸1の左車輪が左レールに対して正の値のアタック角を有したこと、及び均衡速度よりも低い速度で走行したことにより左レール側に向けた力が車両に作用していたことで、本事故発生時に輪軸1が右側ではなく、左側へ脱線した可能性が考えられる。

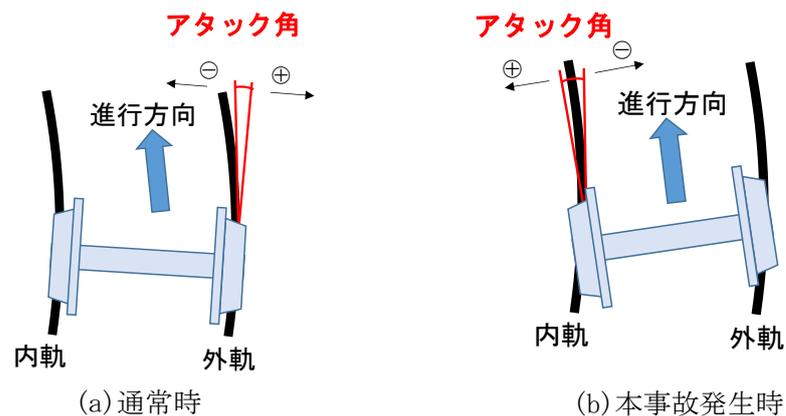


図13 左曲線走行時のアタック角

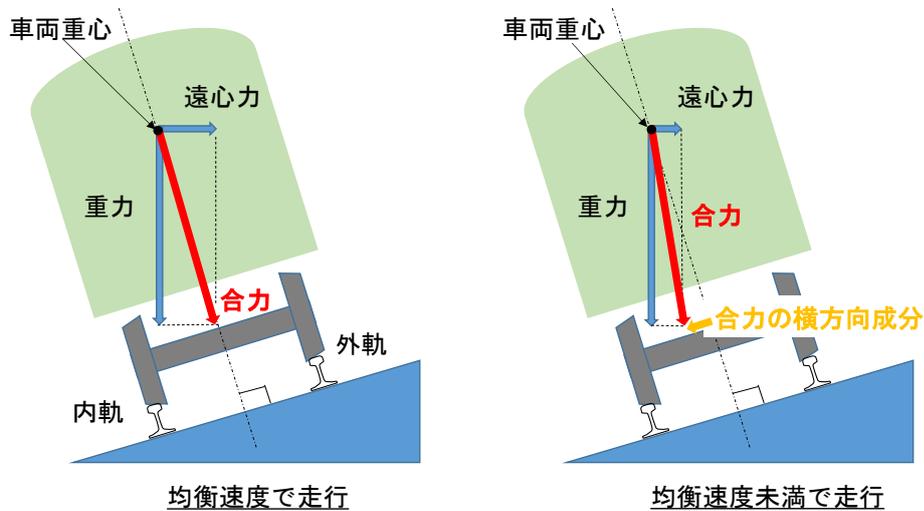


図14 カントを有する曲線を走行した際に車両重心にかかる重力、遠心力及び合力のイメージ図

### 3.1.2 輪軸2の脱線に関する分析

2.4.1(6)に記述したように、痕跡③及び痕跡⑤の間隔は左右車輪フランジ頂点間距離と同程度であり、同一輪軸の左右車輪フランジにより発生した痕跡であると考えられる。2.4.1(3)に記述したように痕跡③は、左レールのゲージコーナーから左側へ向かい一旦レール頭頂面を通った後、右側に戻って最終的にはゲージコーナーに至るように続いていたことから、痕跡③及び痕跡⑤を発生させた輪軸は脱線していない状態で停止したと考えられる。ここで、2.3.1の図3及び2.4.1の表8より、痕跡③及び痕跡⑤の位置はそれぞれ7k917m～7k920m、7k919m～7k920mであり、これより前方に停止し、かつ脱線していない状態で停止していた輪軸は7k925mにあった輪軸2であることから、痕跡③及び痕跡⑤を発生させた輪軸は輪軸2であったと考えられる。以上のことから、輪軸2は痕跡③の始点である7k917mで脱線し、痕跡③及び痕跡⑤を発生させた後、踏切道内の7k920mで復線し、脱線していない状態で7k925mの位置に停止したと考えられる。

### 3.1.3 脱線開始地点に関する分析

3.1.1及び3.1.2に記述したように、輪軸1及び輪軸2が脱線したと考えられる位置は、それぞれ7k920mの手前及び7k917mである。2.3.3.1の表5より、軸距（輪軸1と輪軸2の距離）が2.2mであることから、輪軸1及び輪軸2はほぼ同様なタイミングで脱線したとすると、輪軸1は7k919m付近で脱線した可能性が考えられる。また、輪軸1は輪軸2と同様な位置（7k917m付近）で最初に脱線した可能性も考えられる。以上のことから、本件列車の脱線開始地点は輪軸1が脱線した本件踏切上の7k917m～7k919m付近である可能性が考えられる。

### 3.1.4 本事故の発生時刻及び本件列車の速度に関する分析

本件列車の脱線開始地点は本件踏切上と考えられることから、本事故の発生時刻については、2.1.2に記述したように、本件列車前面が本件踏切を通過した13時46分ごろ（13時46分12秒～13時46分18秒）であったと考えられる。なお、2.1.2に記述したように、ドライブレコーダーの記録から本件列車に僅かな衝動が2回見られる様子が確認された。輪軸1又は輪軸2の脱線から停止の間に本件列車に僅かな衝動が発生した可能性が考えられるが、その詳細については明らかにすることができなかった。

また、13時46分12秒～13時46分18秒ごろにおける走行速度は、2.1.2表1に記述した運転状況記録装置の記録から約10km/hであり、2.3.2.2(3)に記述

したように、本件列車の本事故現場付近の制限速度は70 km/hであることから、本件列車の速度超過はなかったと認められる。

### 3.2 車両の痕跡及び損傷に関する分析

3.1.1に記述したように、2.4.2(2)に示す輪軸1の左右のフランジ部の擦過痕は痕跡①a、痕跡①b、痕跡②及び痕跡④の発生過程で生じたと考えられる。また、3.1.2に記述したように、2.4.2(3)に示す輪軸2の右車輪のフランジ部の擦過痕は痕跡⑤の発生過程で生じたと考えられる。

3.4に後述するように、本事故発生時には軌道上に多量の積雪があった可能性が考えられる。さらに、2.3.1(4)③に記述したように、本件車両の前面スカートと前台車の上に雪がたまっていた。以上のことから、2.4.2(1)に示すブレーキばりの曲損は、軌道上に多量の積雪がある状態で本件列車が雪を押し分けながら走行した際に、スカートの下部及び上部から入り込んだ雪のかさが増すことで同ブレーキばりを下から押し上げ、同ブレーキばりが上方向に曲損した可能性が考えられる。

### 3.3 圧雪の形成に関する分析

2.3.1(5)に記述したように、本件踏切の中央付近は硬い氷のような状態であったと本件運転士が口述していることから、本件踏切のレール上及びフランジウェイに圧雪が形成されていた可能性が考えられる。2.7.1に記述したように、本事故発生前日の3時から本事故発生当日の5時までほぼ毎時1 cm以上の降雪があり、累計の降雪量は74 cmという多量の降雪があった。気温については、本事故発生当日の12時～14時は1℃～3℃まで気温が上昇したが、この時間帯を除き本事故発生前日から0℃前後で推移していた。また、2.3.1(2)に記述したように、本件踏切上を含む道路上には積雪があり、そこには自動車の車輪が通った後にできるわだちがあったこと、2.3.1(5)に記述したように、本件踏切の積雪の深さは、踏切前後の軌道上の積雪の深さと比較し、目測で3分の1程度であったと本件運転士が口述していることから、多量の降雪状況においても、自動車の通行が継続してあった可能性が考えられる。さらに、2.1.3に記述したように、前列車運行から試運転列車運行までの時間帯は約18時間であったが、2.8.2に記述したように、本件列車通過までに除雪が行われなかった。以上のことから、低い気温と多量の降雪がある状況において、前列車運行から試運転列車運行までの時間帯である約18時間に本件踏切を通行した自動車によって雪が踏み固められ続け、本件踏切に圧雪が形成された可能性が考えられる。さらに、本件列車通過までに除雪が行われなかったため、本件踏切のレール上及びフランジウェイに圧雪が残った可能性が考えられる。

### 3.4 軌道上の積雪に関する分析

2.7.3に記述したように、前列車運行から試運転列車運行までの時間帯を含む本事故発生前日の20時から本事故発生当日の14時までの累積の降雪量は26cmであった。気温は本事故発生前日の1時から本事故発生当日の11時まで0℃前後で推移していたことから、軌道上には前列車運行から試運転列車運行までの時間帯に降った雪の多くが溶けずに残っていた可能性が考えられる。また、2.7.1の図11(a)より、本事故発生前日の3時から20時まで多量の降雪があったことから、本事故発生前日の前列車走行時にも軌道上に積雪があった可能性が考えられる。さらに、2.3.1(4)①に記述したように、停止した本件車両の前面にたまった雪の高さはまくらぎ上面から1m06cmであり、軌道上に多量の積雪があったと考えられる。以上のことから、低い気温と多量の降雪がある状況において、前列車走行時に軌道上にあった積雪に加えて、前列車運行から試運転列車運行までの時間帯で降った雪の多くが溶けずに残り、軌道上に多量の積雪が存在していた可能性が考えられる。さらに、2.8.2に記述したように、本件列車通過までに除雪が行われなかったため、軌道上に多量の積雪が除雪されず残った可能性が考えられる。

### 3.5 除雪の判断に関する分析

2.8.1に記述したように、同社は、除雪に関する規程がないため、安全管理規程の体制の下、除雪の必要性等を総合的に判断していたものと推定される。このような状況の下、試運転列車の走行前に軌道上及び本件踏切を除雪しなかった要因については、2.1.1(3)の運転管理者の口述及び2.8.1の記述にあるように、列車走行前に軌道上の除雪を行わず、踏切道の除雪も必須としなかったが、スノープラウ付き車両を使用しない列車が運行を継続できた平成29年1月24日の軌道上の積雪及び本件踏切の圧雪状況が本事故発生時と同様であると判断したことが関与したと考えられる。軌道上の積雪及び本件踏切の圧雪状況を平成29年1月24日と同様なものと認識したことについては、2.7.2に記述したように、平成29年1月24日16時に同日最大の積雪の深さ60cmを記録しており、2.1.1(3)の運転管理者の口述及び2.8.1に記述したように、同社はこの同日最大の積雪の深さと本事故発生当日の積雪の深さを比較したためであると考えられる。しかし、平成29年1月24日に同日最大の積雪の深さ60cmを記録したのは16時であり、5時ごろ試運転列車を走行させてから継続して列車が運行していたことから、16時の軌道上の積雪及び本件踏切の圧雪状況は本事故発生時と異なっていたと推定される。そのため、平成29年1月24日の実績（以下「過去の実績」という。）を基に除雪の要否の判断をするべきではなかったと考えられる。さらに、2.8.1に記述したように、同社は、駅の積雪及び天気等の情報の収集を行っていたが、踏切道の圧雪状況の確認は実施していなかった。3.3に記述したように、本件踏

切には圧雪が形成されていた可能性があることから、除雪の要否の判断をするための情報収集が十分ではなかった可能性が考えられる。以上のことから、同社は降雪、積雪及び圧雪状況等の情報収集を的確に実施した上で、軌道上及び踏切道の除雪の要否を判断する基準を明確にする必要がある。

### 3.6 本件列車の運行に関する分析

安全統括管理者が本件列車の運行を判断した理由は、3.5に記述したように、軌道上の積雪及び本件踏切の圧雪状況が過去の実績時と本事故発生時とでは異なっていたと推定されるにもかかわらず、過去の実績を基にスノープラウ付き車両を使用しない本件列車が問題なく走行できると判断したことが関与したと考えられる。さらに、スノープラウ付き車両を使用しなかったことについては、2.8.1に記述したように、スノープラウ付き車両の使用に関する規程がないことが関与したと考えられる。また、2.6に記述したように、自然災害対応手引きには、積雪時に運転を見合わせる判断をする場合について、収集した情報を基に総合的に判断する旨が規定されているのみであり、具体的な判断基準が示されていなかった。2.8.1に記述したように、踏切道の圧雪状況の確認を実施していないこと及び3.3に記述したように本件踏切に圧雪が形成されていた可能性があることから、運行可否の判断をするための情報収集が十分ではなかったと考えられる。以上のことから、同社は降雪、積雪及び圧雪状況等の情報収集を的確に実施した上で、スノープラウ付き車両の使用及び列車の運行可否を判断する条件を明確にする必要がある。

### 3.7 軌道及び車両に関する分析

#### 3.7.1 軌道に関する分析

2.3.2.4に記述したように、脱線開始地点を含む箇所の軌道変位、レール及びまくらぎに関する本事故発生前直近の定期検査の結果において、軌道変位は整備基準値を超過する値は見られず、レール摩耗量の測定値はレール交換目標値（16mm）未満であり、交換又は経過観察が必要なまくらぎは確認されなかった。

さらに、2.3.2.5に記述したように、本事故発生後、同社が本事故現場付近の軌道変位の測定を手測りで行った結果、整備基準値を超過する値は見られなかったことから、軌道の状態は脱線の発生に関与していないものと推定される。

#### 3.7.2 車両に関する分析

2.3.3.3に記述したように、本事故発生前直近の定期検査結果において本件車両の車両及び台車の組立寸法に関する検査は重要部検査で実施しており、いずれも整備基準値以内であり、定期検査の記録に異常を示すものは見られなかった。また、本

件車両の車輪に発生した痕跡は、3.2に記述したとおり、脱線した状態で走行した際に鉄道施設に生じた各痕跡の発生過程で生じたとみられ、車両の状態は脱線の発生に関与していないものと推定される。一方、3.2に記述したように、スカートの下部及び上部から入り込んだ雪のかさが増すことで本件車両の前台車のブレーキばりを下から押し上げ、同ブレーキばりが上方向に曲損した可能性が考えられる。そのため、走行時、かさを増した雪により本件車両の前台車に上方向の負荷がかかり、同台車の輪重が減少していた可能性が考えられる。

### 3.8 脱線の原因に関する分析

- (1) 3.1.3に記述したように、輪軸1は本件踏切上の7k917m～7k919m付近で脱線した可能性が考えられる。輪軸2は本件踏切上の7k917mで脱線し、7k920mで復線したと考えられる。
- (2) 3.1.4、3.7.1及び3.7.2に記述したように、本件列車の速度超過はなく、軌道の状態、車両の状態は脱線の発生に関与していないものと推定される。また、3.1.1に記述したように、本件車両及び前台車の前面にたまった雪により車体及び前台車の前部が押されたことで前台車が左に旋回した可能性、及び3.7.2に記述したように、スカートの下部及び上部から入り込んだ雪のかさが増したことにより本件車両前台車の輪重が減少していた可能性が考えられる。さらに、3.3に記述したように、本件踏切のレール上及びフランジウェイに圧雪が形成されていた可能性が考えられる。以上のことから、本件車両前台車の輪重が減少し、前台車が左に旋回した状態で本件列車が走行し、輪軸1が踏切道のレール上及びフランジウェイに存在した圧雪に乗り上がったことで、輪軸1が脱線した可能性が考えられる。
- (3) 3.1.3に記述したように、輪軸2が本件踏切上の7k917mで脱線したと考えられることについては、輪軸1が圧雪に乗り上がった際に、ほぼ同様なタイミングで輪軸2が輪軸1に引っ張られる形で脱線した可能性又は輪軸1と同様な位置で圧雪に乗り上がって脱線した可能性が考えられる。
- (4) 3.5及び3.6に記述したように、除雪を行わずにスノープラウ付き車両を使用しない試運転列車を運行したことについては、軌道上の積雪及び本件踏切の圧雪状況が過去の実績時と本事故発生時とは異なっていたと推定されるにもかかわらず、安全統括管理者が軌道上の積雪及び本件踏切の圧雪状況が本事故発生時と同様であると考え、過去の実績を基に除雪の要否及び運行可否を最終的に判断したためと考えられる。さらに、積雪状況及び圧雪状況等から除雪の要否、スノープラウ付き車両の使用及び運行可否の判断ができる客観的基準・条件が社内規程等に示されていないことが、同社が踏切道の圧雪状況の確認

を実施していないことから、除雪の要否及び運行可否の判断をするための情報収集が十分ではなかったことが関与した可能性が考えられる。

## 4 原因

本事故は、先頭車両前台車の輪重が減少し、同台車が左に旋回した状態で列車が走行し、同台車第1軸が踏切道のレール上及びフランジウェイに存在した圧雪に乗り上がり、脱線したことにより発生した可能性が考えられる。

先頭車両前台車の輪重が減少したことについては、軌道上に多量の積雪がある状態で列車が雪を押し分けながら走行した際に、スカート下部及び上部から入り込んだ雪のかさが増すことで先頭車両の前台車に上方向の負荷がかかったことによる可能性が考えられる。

先頭車両前台車が左に旋回したことについては、先頭車両及び前台車の前面にたまった雪により車体及び前台車の前部が押されたことによる可能性が考えられる。

軌道上に多量の積雪が存在したことについては、低い気温と多量の降雪がある状況において、前日に同踏切道を走行した最終列車走行時に軌道上にあった積雪に加えて、列車が走行するまでの間に降った雪の多くが溶けずに残っていたことによる可能性が考えられる。

同踏切道に圧雪が存在したことについては、低い気温と多量の降雪がある状況において、前日に同踏切道を走行した最終列車から列車が走行するまでの間に同踏切道を通過した自動車によって雪が踏み固め続けられたことによる可能性が考えられる。また、列車通過までに軌道上及び同踏切道の除雪が行われなかったため、軌道上の積雪、同踏切道のレール上及びフランジウェイに圧雪が残った可能性が考えられる。

除雪を行わずにスノープラウ付き車両を使用しない列車を運行したことについては、軌道上の積雪及び同踏切道の圧雪状況が運行実績のある平成29年1月24日と本事故発生時とは異なっていたと推定されるにもかかわらず、安全統括管理者が軌道上の積雪及び同踏切道の圧雪状況が本事故発生時と同様であると考え、列車が問題なく走行できた過去の実績を基に除雪の要否及び運行可否を最終的に判断したためと考えられる。さらに、積雪状況及び圧雪状況等から除雪の要否、スノープラウ付き車両の使用及び運行可否の判断ができる客観的基準・条件が社内規程等に示されていなかったこと、同社が踏切道の圧雪状況の確認を実施していないことから、除雪の要否及び運行可否の判断をするための情報収集が十分ではなかったことが関与した可能性が考えられる。

## 5 再発防止策

### 5.1 必要と考えられる再発防止策

本事故は、軌道上に多量の積雪、踏切道のレール上及びフランジウェイに圧雪が存在していたが、除雪を行わずに列車を運行したことで発生した可能性が考えられる。除雪を行わずにスノープラウ付き車両を使用しない列車を運行したことについては、安全統括管理者が軌道上の積雪及び本件踏切の圧雪状況について本事故発生時は過去の実績時と同様であると考え、過去の実績を基に除雪の要否及び運行可否を最終的に判断したこと、積雪状況及び圧雪状況等から除雪の要否、スノープラウ付き車両の使用及び運行可否の判断ができる客観的基準・条件が示されていなかったこと、除雪の要否及び運行可否の判断をするための情報収集が十分ではなかったことが関与した可能性が考えられる。

以上のことから、降雪、積雪及び圧雪状況等の情報収集を的確に実施した上で、軌道上及び踏切道の除雪の要否、スノープラウ付き車両の使用及び列車の運行可否を判断する客観的基準・条件を明確にする必要がある。

### 5.2 事故後に同社が講じた措置

同社は降雪及び積雪時の取扱マニュアルを令和4年12月1日に制定した。同マニュアルの主な内容は次のとおりである。

#### (1) 積雪に応じた運転規制の設定

積雪がレール上面から25cm以上又はまくらぎ上面から40cm以上の高さを観測した場合に列車の運転を見合わせることを定めた。

#### (2) 除雪対象の踏切道の設定

図15に示す板張りの踏切道はフランジウェイの深さが比較的深く、1日当たりの交通量が少ない（3輪以上の自動車の通行が1日当たり15台以下等）ことから圧雪の形成が発生しにくいと考え、それ以外の踏切道（令和4年12月1日時点で計128か所）を除雪対象に定めた。

#### (3) 除雪を行う条件の設定

除雪対象となる踏切道のレール上及びフランジウェイの除雪を行ってから、スノープラウ付きの車両を点検車両として走行させ、軌道上の除雪を行うことを定めた。なお、点検車両を運転する条件は終列車から初列車までの間又は列車の運転を見合わせている間に積雪がレール上面から20cm以上の高さを観測した場合とし、積雪がレール上面から35cmかつまくらぎ上面から50cmの高さを上回った場合は点検車両の運転を行わない。また、点検車両を運転する場合、線路閉鎖を行う。

(4) 運転見合せの解除を行う条件の設定

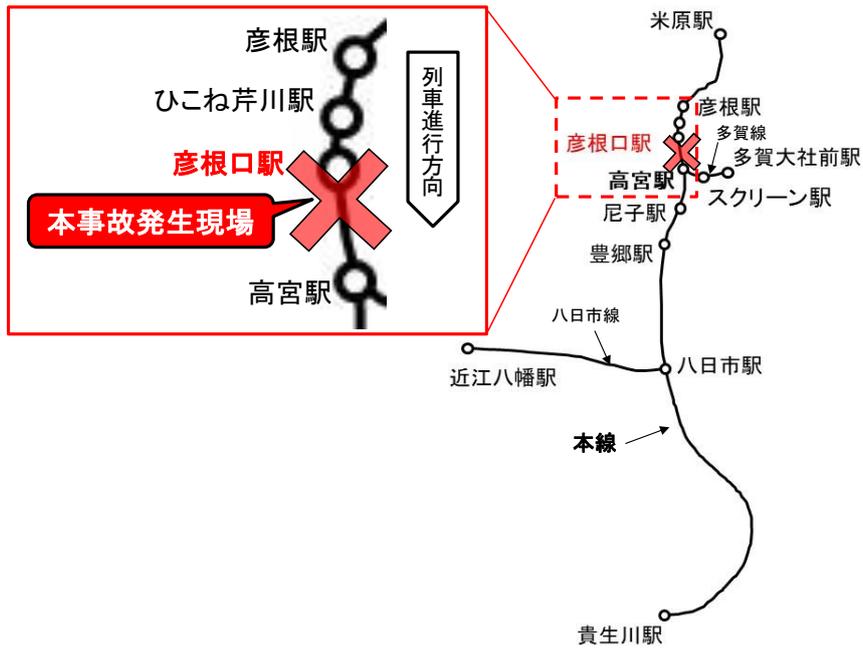
点検車両を運転し、電気区、保線区、電車区係員より異常がないことの確認がとれた場合、運転指令が状況を総合的に判断し、運転再開の指示を行うことを定めた。



図15 板張りの踏切道

なお、同社は令和4年12月29日に本件列車と同形式の車両2編成にスノープラウの装着を行った。

付図1 同社の路線略図

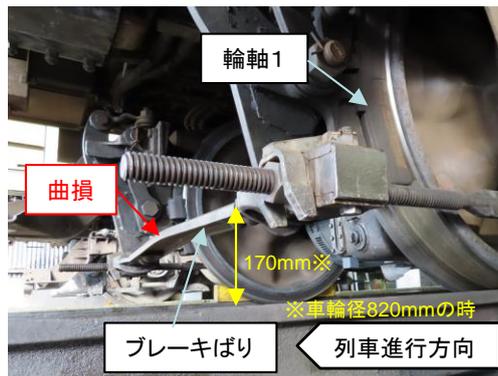


付図2 事故現場付近の地形図



この図は、国土地理院の地理院地図(電子国土Web)を使用して作成

付図3 車両の損傷



付図4 車輪の痕跡



付表1 気象観測記録（その1）

観測日	時	降水量 (mm)	気温 (°C)	風向・風速(m/s)		日照 時間 (h)	雪(cm)		天気
				風速	風向		降雪	積雪	
令和3年 12月26日	1	0.0	0.5	8.0	北北西		--	--	✕ 雪
	2	0.0	0.5	5.7	北北西		--	--	✕ 雪
	3	0.0	0.1	6.5	北北西		1	1	✕ 雪
	4	2.0	-0.2	5.9	北		3	4	✕ 雪
	5	1.5	-0.1	6.1	北北西		2	6	✕ 雪
	6	3.0	0.0	3.7	北		5	11	✕ 雪
	7	4.5	0.6	4.3	西北西		7	18	✕ みぞれ
	8	3.0	0.5	6.7	西北西	0.0	2	20	✕ 雪
	9	3.0	0.2	6.1	北北西	0.0	1	21	✕ 雪
	10	4.5	0.4	1.9	北北西	0.0	6	27	✕ 雪
	11	3.5	0.5	8.4	西北西	0.0	2	29	✕ 雪
	12	1.5	0.4	7.4	北西	0.0	--	28	✕ 雪
	13	3.0	0.2	6.4	北北西	0.0	3	31	✕ 雪
	14	3.5	0.4	6.4	西北西	0.0	4	35	✕ 雪
	15	2.0	0.3	5.2	北西	0.0	1	36	✕ 雪
	16	3.0	0.3	7.5	西北西	0.0	4	40	✕ 雪
	17	2.5	0.0	6.7	北北西	0.0	2	42	✕ 雪
	18	2.0	0.0	6.8	北西		2	44	✕ 雪
	19	2.5	-0.6	4.9	北		3	47	✕ 雪
	20	3.0	-0.3	5.1	北西		2	49	✕ 雪
	21	7.0	-0.6	3.2	北		4	53	✕ 雪
	22	2.0	-0.1	5.3	西		1	54	✕ 雪
	23	1.5	-0.1	7.7	西		1	55	✕ 雪
	24	1.0	-0.3	6.7	西		1	56	✕ 雪
令和3年 12月27日	1	2.0	-0.5	6.6	西		3	59	✕ 雪
	2	3.0	-0.5	6.3	西		5	64	✕ 雪
	3	2.0	-0.1	7.0	西		4	68	✕ 雪
	4	2.0	-0.4	4.8	西		1	69	✕ 雪
	5	2.5	0.1	4.6	西		4	73	✕ 雪
	6	0.5	-0.4	4.7	西		--	73	✕ 雪
	7	0.5	-1.3	2.8	南南東		--	71	✕ 雪
	8	1.0	-0.7	3.7	西北西	0.0	--	71	✕ 雪
	9	1.0	-1.5	4.0	南南東	0.0	--	71	✕ 雪
	10	1.5	-1.4	3.4	南南東	0.0	--	71	✕ 雪
	11	0.5	-0.5	4.2	南東	0.0	--	70	✕ 雪
	12	0.0	1.8	3.2	西南西	0.0	--	69	◎ 曇
	13	0.0	1.4	2.4	南南西	0.0	--	67	◎ 曇
	14	0.0	2.9	6.3	西北西	0.2	--	66	◎ 曇

※気象庁HP「過去の気象データ・ダウンロード」

(<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>) のデータを基に作成

※「-」は降雪がなかったか1cm未満の降雪があった場合を示す。

付表2 気象観測記録(その2)

観測日	時	降水量 (mm)	気温 (°C)	風向・風速(m/s)		日照 時間 (h)	雪(cm)		天気
				風速	風向		降雪	積雪	
平成 29年 1月 23日	11	0.5	-0.2	6.1	北北西	0.0	--	29	
	12	0.5	-0.2	4.8	北北西	0.0	1	30	
	13	1	-0.3	5.9	北北西	0.0	1	31	
	14	1	-0.5	5.9	北北西	0.0	1	32	
	15	0.5	-0.3	6.9	北	0.0	--	32	✕ 雪
	16	0.5	-0.4	5.2	北北西	0.0	1	33	
	17	1.5	-0.5	4.7	北	0.0	1	34	
	18	0.5	-0.4	6.2	北	0.0	1	35	
	19	1	-0.5	5.2	北		--	35	
	20	0.5	-0.2	5.9	北北西		--	35	
	21	0.5	-0.3	4.3	北		--	35	✕ 雪
	22	0.5	0.1	4.4	北西		--	34	
	23	0	-0.7	2.5	北北東		--	34	
24	0	-0.2	4.3	西		--	34		
平成 29年 1月 24日	1	0.0	0.3	5.5	北西		--	33	
	2	0.5	0.6	5.1	北北西		--	33	
	3	0.0	-0.6	4.0	北北東		--	32	
	4	0.0	0.0	3.6	西		--	32	
	5	0.0	-0.6	2.3	北西		--	32	
	6	1.5	-0.6	3.0	西北西		1	33	
	7	0.5	-1.3	2.5	南東		1	34	
	8	5.5	-1.3	1.8	南東	0.0	4	38	
	9	3.5	-1.3	2.5	南東	0.0	3	41	✕ 雪
	10	2.5	-1.0	3.1	南東	0.0	3	44	
	11	3.5	-0.8	1.1	東	0.0	3	47	
	12	2.0	-0.2	2.5	西北西	0.0	3	50	
	13	0.0	1.1	2.0	南西	0.5	--	48	
14	3.5	-0.2	0.3	北東	0.2	3	51		
15	6.5	0.3	4.7	北北西	0.0	8	59	✕ 雪	
16	2.0	0.7	5.2	北西	0.0	1	60		
17	0.5	0.5	6.4	北北西	0.0	--	59		
18	0.5	1.2	6.1	北	0.0	--	58		
19	0.0	0.4	7.0	北		--	57		
20	0.0	0.6	8.0	北		--	56		
21	0.0	0.7	4.9	北西		--	56	① 晴	
22	0.0	0.3	6.7	北西		--	55		
23	0.0	0.4	6.6	北北西		--	55		
24	0.0	0.3	5.6	北		--	54		

※気象庁HP「過去の気象データ・ダウンロード」

(<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>) のデータを基に作成

※「--」は降雪がなかったか1cm未満の降雪があった場合を示す。