

RA2023-1

鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 近江鉄道株式会社 多賀線 高宮駅構内
列車脱線事故

令和5年1月19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 多賀線
高宮駅構内
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4年2月7日 21時17分ごろ

発生場所：滋賀県彦根市

多賀線 高宮駅構内（単線）

令和4年12月19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>

近江鉄道株式会社多賀線の多賀大社前駅発米原駅行き2両編成（ワンマン運転）の上り第4110列車の運転士は、令和4年2月7日（月）21時17分ごろ、高宮駅構内の半径160mの右曲線を通過中に衝撃を感じたため列車を停止させた。

停止後に運転士が列車を確認したところ、先頭車両の前台車前軸、先頭車両の後台車前軸及び後部車両の前台車前軸が脱線していた。

列車には、乗客約100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。

<原因>

本事故は、列車が半径160mの右曲線を通過中に、軌間が大きく拡大したため、先頭車両前台車と後台車、後部車両の前台車それぞれの前軸右車輪が軌間内に落下したことにより発生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、同曲線中の静的軌間変位が大きかったこと、まくらぎやレール締結状態の不良が連続していたため、列車走行時の横圧によるレールの横移動や小返りで軌間が動的に拡大したことによるものと考えられる。

静的軌間変位が大きかったことについては、軌間変位の整備基準値が適正な値よりも大きかったことが関与しているものと考えられる。

まくらぎやレール締結状態の不良が連続していたことについては、点検方法や判定基準などが明確化されておらず、適切な整備ができていなかったことが関与しているものと考えられる。

本事故の発生については、同曲線中のスラックが比較的大きかったため軌間内脱線に対する余裕が小さくなっていたこと、脱線防止レールがまくらぎに締結されていない箇所があったため右車輪からの背面横圧等による小返り等が発生し、動的にフランジウェー幅が拡大したことにより、脱線防止の機能が十分に発揮できなかったことが関与した可能性が考えられる。また、運輸安全委員会の平成30年6月28日付け運委参第43号「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」に対応した対策が不十分であったことが関与しているものと考えられる。

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	原因関係者からの意見聴取	1
2	事実情報	1
2.1	運行の経過	1
2.1.1	運転士の口述	1
2.1.2	運転状況の記録	2
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷	3
2.3	鉄道施設等に関する情報	3
2.3.1	事故現場に関する情報	3
2.3.2	鉄道施設の損傷状況等に関する情報	4
2.3.3	鉄道施設に関する情報	4
2.4	車両に関する情報	12
2.4.1	車両の概要	12
2.4.2	車両の整備に関する情報	13
2.4.3	車両の定期検査等の実施状況に関する情報	14
2.4.4	車両の損傷状況等に関する情報	16
2.5	乗務員に関する情報	16
2.6	運転取扱い等に関する情報	16
2.7	気象に関する情報	17
2.8	過去の同種事故への対応に関する情報	17
3	分析	18
3.1	脱線の状況に関する分析	18
3.1.1	脱線開始地点について	18
3.1.2	先頭車両前台車の脱線について	18
3.1.3	先頭車両後台車の脱線について	18
3.1.4	後部車両前台車の脱線について	18
3.1.5	脱線開始地点の脱線の状況について	19
3.2	本事故の発生時刻及び本件列車の速度に関する分析	19

3.3	軌道に関する分析	20
3.3.1	軌道変位について	20
3.3.2	まくらぎについて	23
3.3.3	レールの締結について	23
3.3.4	軌間拡大について	26
3.3.5	スラックについて	27
3.3.6	線路の保守体制について	28
3.4	車両に関する分析	28
3.5	気象に関する分析	28
3.6	過去の同種事故への対応に関する分析	29
3.7	脱線の原因に関する分析	29
4	原因	30
5	再発防止策	31
5.1	必要と考えられる再発防止策	31
5.2	事故後に同社が講じた措置	32
5.2.1	緊急対策	32
5.2.2	恒久対策	32
5.3	事故後に国土交通省が講じた措置	33

添 付 資 料

付図1	近江鉄道の路線略図	34
付図2	事故現場付近の地形図	34
付図3	事故現場の略図と脱線の状況	35
付図4	事故現場の略図と脱線の痕跡	36
付図5	事故現場付近の軌道変位等の状況	37
付図6	レール車輪間に作用する力	38
付図7	列車脱線事故の関与要因	38
附属資料1	軌道変位の種類と定義	39
附属資料2	軌間変位の限度値の考え方	40

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

近江鉄道株式会社多賀線の多賀大社前駅^{たがたいしゃまえ}発米原駅^{まいぼら}行き2両編成（ワンマン運転）の上り第4110列車の運転士は、令和4年2月7日（月）21時17分ごろ、高宮駅^{たかみや}構内の半径160mの右曲線（前後左右は列車の進行方向を基準とする。）を通過中に衝撃を感じたため列車を停止させた。

停止後に運転士が列車を確認したところ、先頭車両の前台車前軸、先頭車両の後台車前軸及び後部車両の前台車前軸が脱線していた。

列車には、乗客約100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。

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4年2月7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4年2月 8日	現場調査及び口述聴取
令和4年2月 9日	現場調査
令和4年3月11日	現場調査

1.2.3 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 運行の経過

2.1.1 運転士の口述

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。）の多賀大社前駅発米原駅行き上り第4110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。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

事故当日は、6時52分ごろに八日市駅^{ようかいち}で出勤点呼を受け、7時12分に留置車両を出庫して、八日市駅7時21分発の米原駅行き上り第5100列車に

乗務した。その後、休憩を挟みながら、本件列車と同じ車両を使用した列車を含む複数の列車に乗務して、彦根駅 20 時 32 分発の多賀大社前駅行き下り第 2409 列車に乗務した。なお、本事故当日は本事故発生まで、本事故現場及び本件列車の車両について異常は感じなかった。

第 2409 列車に乗務した後、本件列車に乗務した。スクリーン駅を定刻（21 時 15 分）に出発し、40 km/h になるまで力行^{りきこう}した後、惰行し、曲線の 20 km/h 制限の標識が見えてきたため、20 km/h まで減速した。その後、半径 160 m 及び 400 m の右複心曲線^{*1}（高宮駅起点 0 k 221 m～0 k 016 m、以下「高宮駅起点」は省略する。）（以下「本件曲線」という。）を 20 km/h で走行中に、金属がこすれたような音が台車付近から聞こえた後、今まで経験したことがないような「ドン」という衝撃があったため、非常ブレーキを扱い、本件列車を停止させた。

停止後、脱線した可能性が高いことを業務用携帯電話で運転指令に連絡した。その後、脱線の状況を確認するために降車したところ、本件列車の先頭車両の前台車前軸の右車輪がレールと脱線防止レール^{*2}の間に落ちていることを確認したため、本件列車が脱線していることを運転指令に報告した。しばらくして、電車区、保線区及び運輸区から来た係員とともに、乗客の降車を 22 時 10 分ごろから開始して 22 時 30 分ごろに完了し、乗客を高宮駅まで案内した。なお、乗客にけがはなかった。

（付図 1 近江鉄道の路線略図、付図 2 事故現場付近の地形図、付図 3 事故現場の略図と脱線の状況 参照）

2.1.2 運転状況の記録

本件列車には、運転状況を記録する装置（以下「運転状況記録装置」という。）が装備されており、本事故発生前後の本件列車の運転状況概略は、表 1 のとおりであった。なお、キロ程は本件列車の先頭を示している。

*1 「複心曲線」とは、半径の異なる同一方向の曲線が連続する線形のことをいう。

*2 「脱線防止レール」とは、脱線を防止するために内軌の軌間内側に設けられるレールのことである。



表 1 運転状況記録装置の記録

時刻	列車速度 [km/h]	キロ程	操作	備考
21時15分47秒	0	0k779m	力行	スクリーン駅出発
21時16分09秒	38	0k642m	ノッチオフ	
21時16分36秒	38	0k368m	ブレーキ	曲線進入のため減速
21時16分49秒	19	0k262m	ブレーキオフ	
21時17分16秒	11	0k136m	非常ブレーキ	
21時17分18秒	0	0k133m		停止

※時刻はGPS (Global Positioning System) によって補正されているが、列車速度とキロ程については、実測試験等を実施して補正したものではないため、若干の誤差が内在している可能性がある。

また、本件列車の先頭車両の運転台には列車前方の映像と音声を記録するドライブレコーダーが設置されており、本件列車の記録が残されていたが、スクリーン駅を出発してから脱線後に停止するまでの間、建築限界内に障害物等は確認できなかった。

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

なし。

2.3 鉄道施設等に関する情報

2.3.1 事故現場に関する情報

本件列車は、先頭位置が本件曲線の0k133m付近で停止しており、脱線していた先頭車両の前台車前軸の位置は0k135m付近、後台車前軸の位置は0k149m付近、後部車両の前台車前軸の位置は0k155m付近であった。

先頭車両の脱線状態は、前台車前軸及び後台車前軸の右車輪が、右レールと脱線防止レールの間に脱線していた。また、前台車全2軸及び後台車後軸の左車輪は、左レールの頭頂面から数mm～数cm浮いている状態であった。

後部車両の脱線状態は、前台車前軸の右車輪が、右レールと脱線防止レールの間に脱線していた。

(付図3 事故現場の略図と脱線の状況 参照)

2.3.2 鉄道施設の損傷状況等に関する情報

- (1) 0 k 1 6 2 m付近の右レール（内軌）のゲージコーナー^{*3}側の頭部側面には、右車輪が軌間内に落下して車輪の表リム面が擦ったと見られる痕跡（以下「脱線痕」という。）が3か所あった。なお、これより手前及び同地点の左レール（外軌）には、脱線の痕跡は確認されなかった。
- (2) 0 k 1 6 2 m付近から本件列車の前台車前軸が停止していた0 k 1 3 5 m付近の間で、連続して右レール（内軌）の頭部側面に右車輪と接触したと見られる痕跡があった。また、同区間において、連続して脱線防止レールの右レール側の底部にフランジ先端が走行したと見られる痕跡があった。

（付図4 事故現場の略図と脱線の痕跡 参照）

2.3.3 鉄道施設に関する情報

2.3.3.1 路線の概要

同社多賀線の高宮駅～多賀大社前駅間は、延長2.5kmの単線で電化（DC1500V）された路線であり、軌間は1,067mmである。

同社には、多賀線のほかに、米原駅と貴生川^{きぶかわ}駅を結ぶ延長47.7kmの本線及び八日市駅と近江八幡駅を結ぶ延長9.3kmの八日市線（いずれも単線で電化（DC1500V）された路線）があり、同社の営業キロの総延長は59.5kmである。

なお、高宮駅～多賀大社前駅間における1日当たりの列車の運行本数は、2両編成で上り及び下り列車がそれぞれ29本の合計58本である。

（付図1 近江鉄道の路線略図 参照）

2.3.3.2 線路の概要

本事故現場である本件曲線の線路に関する情報は以下のとおりである。

- (1) 本件曲線は、半径160m及び半径400mの右複心曲線である。0 k 2 2 1 m～0 k 2 1 1 mが緩和曲線、0 k 2 1 1 m～0 k 1 2 3 mが半径160mの円曲線、0 k 1 2 3 m～0 k 1 0 3 mが中間緩和曲線、0 k 1 0 3 m～0 k 0 5 3 mが半径400mの円曲線、0 k 0 5 3 m～0 k 0 3 3 mが中間緩和曲線、0 k 0 3 3 m～0 k 0 2 8 mが半径160mの円曲線、0 k 0 2 8 m～0 k 0 1 6 mが緩和曲線である。本事故は0 k 2 1 1 m～0 k 1 2 3 mの半径160mの円曲線中で発生した。また、半径160

*3 「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。

mの円曲線には、カント^{*4}30mm、スラック^{*5}25mmが設定されている。

- (2) 線路の勾配は、0k222mまでは下り勾配10.0‰、0k222mからは下り勾配1.9‰である。
- (3) 軌道構造は、バラスト軌道で、まくらぎは主に木まくらぎであるが、一部はPCまくらぎである。本件曲線中は、0k221m～0k153m付近までは3本に1本がPCまくらぎ、0k153m付近以降は全て木まくらぎである。また、レールは40kgNレールである。
- (4) 脱線痕が見られた地点付近（0k162m）から本件列車の先頭の停止位置（0k133m）までの間、右レールにはレール継目（0k155m）がある。
- (5) 本件曲線中のまくらぎ間隔は約640mmである。
- (6) 木まくらぎ箇所において、レールはまくらぎ1本当たり4本の犬くぎによって締結されている（図1 参照）。

木まくらぎへの犬くぎの打込み方法に関しては、同社の軌道整備心得において、以下のように記載されている。

（犬くぎ類）

第028条 犬くぎは、まくら木1本に対して4本とし、特別の場合を除いて一定の方向にハ型に打ち込む、且つまくら木縁端から犬くぎの中心まで50mm程度の距離を保たなければならない。

（犬くぎ類の増打ち）

第029条 はさみ木、パット等を挿入する場合^{原文ママ}または軌道状態等により、必要に応じて犬くぎ類を増打ちすることができる。

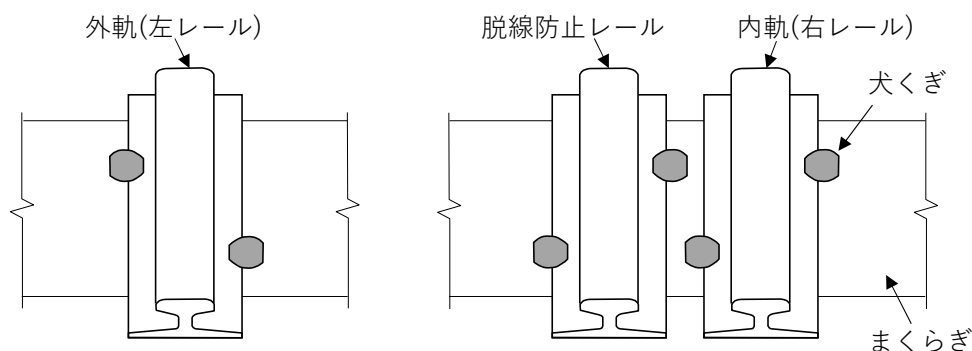


図1 本件曲線中の木まくらぎ箇所における主なレール締結装置

*4 「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。

*5 「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。

(7) PCまくらぎのレール締結には、板ばね式の二重弾性締結装置が用いられている（図2 参照）。

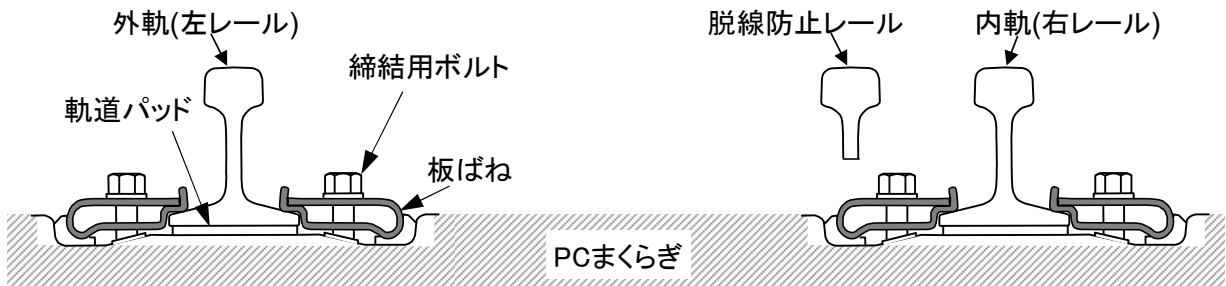


図2 本件曲線中のPCまくらぎ箇所におけるレール締結装置

(8) 本件曲線の全長に渡り、右レールの軌間内側に40kgNレールの脱線防止レールが設置されている。脱線防止レールは、木まくらぎに内外1本ずつの犬くぎで締結されている（図1 参照）。ただし、図3に示すように、犬くぎで締結されていない箇所が存在した。

また、PCまくらぎ箇所においては、締結装置を支障しないように、脱線防止レールの底部が切断されている（図2 参照）。

なお、「写真で見る線路管理の手引き*6」によると、脱線防止レールの敷設方法として、まくらぎへの締結方法は「犬くぎ類により各まくらぎに締結する」とされている。

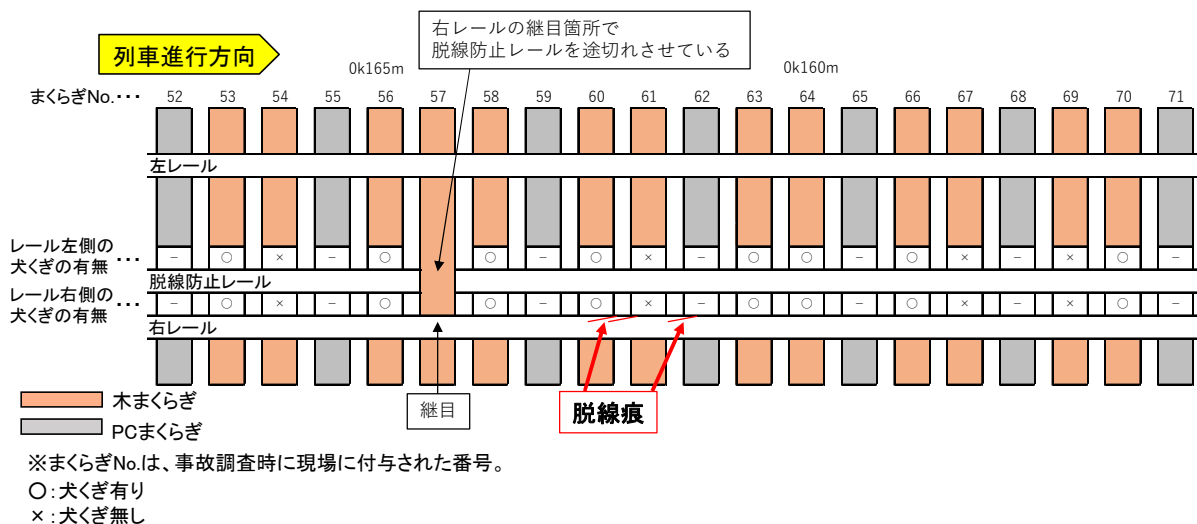


図3 脱線防止レールの締結

*6 「写真で見る線路管理の手引き」（一般社団法人 日本鉄道施設協会、平成28年、p.232）

2.3.3.3 軌道の定期検査等

(1) 軌道変位の定期検査

「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「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、水準変位、通り変位、高低変位及び5m平面性変位の整備に関する基準値（静的軌道変位^{*7}）は表2のとおりである。なお、基準値に達した場合の整備期限については定められていない。

軌道変位は、可搬式の軌道変位測定装置を使用して測定し、1.8mの一次移動平均法による軌道変位^{*8}を算出しており、軌間変位については設計値との比較も併せて行っている。なお、軌道変位の定期検査の基準期間は1年である。

表2 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

事故現場付近における本事故発生前直近の軌道変位の定期検査は、令和3年6月30日及び令和3年8月20日に、軌道変位測定装置を使用して静的軌道変位が測定されており、その結果（以下「本事故発生前の軌道変位測定値」という。）から5mごとの測定値を軌道変位検査表としてとりまとめている。

事故現場付近の軌道変位の測定結果及び評価は次の①～⑤のとおりであった。なお、軌間変位以外の軌道変位の大小関係は絶対値で評価している。また、軌道変位の値は、軌道変位測定装置により測定された0.25mピッチの測定データを演算処理したものである。

*7 「静的軌道変位」とは、手検測（人力による糸張り検測）や軌道変位測定装置による検測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。一方、軌道検測車による検測等により測定される列車荷重等を載荷した状態における軌道変位を「動的軌道変位」という。

*8 「移動平均法による軌道変位」とは、軌道変位の検査における測定値から、測点付近の一定区間長での平均値を減じた値をいう。同社は、一定区間長を1.8mとしている。

- ① 0 k 1 5 6 m付近の移動平均法による軌間変位は -12 mmで、整備基準値 (-6 mm) を超過していた。なお、スラックを含む軌間変位は、0 k 1 4 3 m付近が最も大きく $+39$ mmであり、同地点の移動平均法による軌間変位は $+5$ mmで整備基準値 ($+18$ mm) 以内であった。
- ② 水準変位は、0 k 1 6 4 m付近が最も大きく $+7$ mmであった。
- ③ 通り変位は、0 k 1 6 6 m付近が最も大きく $+22$ mm (整数化前の値は $+22.04$ mm) で、整備基準値 (± 22 mm) を超過していた。
- ④ 高低変位は、0 k 1 7 8 m付近が最も大きく $+12$ mmで、整備基準値 (± 22 mm) 以内であった。
- ⑤ 5 m平面性変位は、0 k 1 3 4 m付近が最も大きく -12 mmで、整備基準値 (± 18 mm) 以内であった。

(付図5 事故現場付近の軌道変位等の状況 附属資料1 軌道変位の種類と定義参照)

(2) 軌道部材の定期検査

「土木施設実施基準」では、レール、まくらぎ等の軌道部材について、基準期間を1年として定期検査を行うこととされている。本事故現場付近における本事故発生前直近の軌道部材の定期検査の結果は次のとおりであった。

① まくらぎの検査

まくらぎの検査は、令和3年9月9日に実施されており、まくらぎ及びレール締結装置の状態を確認しランク分けを行い、検査台帳にまくらぎ1本ごとの状態を記録していた。

本事故現場付近の検査結果を図4に示す。同図より、本事故現場付近の不良まくらぎは3本であった。

なお、同社の社内規程である「定期検査マニュアル (軌道編)」には、レール締結装置に関する検査項目や検査方法、判定基準が明確に規定されていなかった。また、まくらぎに関しては、検査方法や判定基準の記載はあるが、不良判定フローや、写真等による判定事例等、規程を補足するマニュアル等はなかった。

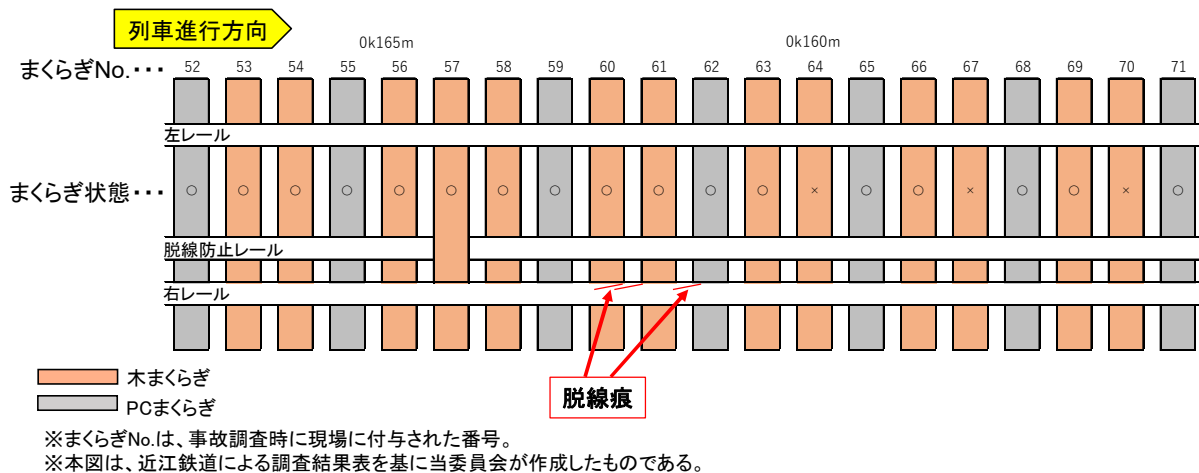


図4 まくらぎ検査結果

② レールの検査

レールの検査は、令和3年9月22日及び令和3年9月29日に実施されており、レールの摩耗及び損傷等の状態を確認していた。脱線痕が見られた地点付近の測点である0k162m地点のレール摩耗量は、内軌が1.0mm、外軌が10.2mm（いずれもレール側面の摩耗量）と記録されており、レールの交換目標値（15mm）未満であった。

③ 脱線防止レールの検査

脱線防止レールの検査は、令和3年11月8日に実施されており、脱線防止レールの締結状態やフランジウェー幅について確認した検査記録には特に問題はなかった。同社によると、本件曲線中のフランジウェー幅の設計値は85mmであり、図5に示す測定器具を使用して、狭すぎて器具が脱線防止レールに引っ掛かる地点や、広過ぎて隙間が空いている地点のみ、フランジウェー幅の値を測定し検査表に記載するとのことであった。



図5 フランジウェー幅の測定器具

(3) 線路の巡視

「土木施設実施基準」では、本線の巡視について8日に1回以上行うこととされている。

本事故発生前直近の事故現場付近の列車巡視は、令和4年2月7日に行われており、列車巡視記録簿には異常に関する記録はなかった。

また、本事故発生前直近の事故現場付近の徒歩による巡視は、令和4年1月21日に行われており、徒歩巡視記録簿には異常に関する記録はなかった。

2.3.3.4 本事故発生後の軌道の状況

(1) 軌道変位の状況

本事故発生直後（令和4年2月9日）に、事故現場付近の静的軌道変位の測定を軌道変位測定装置により行った。脱線痕が見られた地点の測定結果（以下「本事故発生後の軌道変位測定値」という。）は次のとおりであった。なお、これらの軌道変位は本事故の影響を受けている可能性がある。

- ① スラックを含む軌間変位は、+36mmであった。
- ② カントを含む水準変位は、+30mmであった。
- ③ 曲線半径による正^{せいや}矢量を含む通り変位（左、外軌）は、+65mmであった。
- ④ 高低変位（右、内軌）は、-3mmであった。
- ⑤ 5m平面性変位は、+4mmであった。

(2) 軌道部材の状況

本事故発生直後に、事故現場付近において、レール、まくらぎ等の軌道部材を調査した結果は次のとおりであった。

- ① レールの摩耗量は0k162m付近の左レール（外軌）の側面で9mmであった。これは同社の「土木施設実施基準」に定めるレール摩耗量の整備基準値である15mm以内であった。
- ② 図6に、事故現場付近のまくらぎ状態及びレール締結状態の調査結果を示す。同図のまくらぎNo.は、事故調査時に現場のまくらぎに付与されたものである。同図に示したとおり、PCまくらぎの締結装置は、No.62は左レール外側と右レール外側の板ばねが、No.59とNo.68は右レール外側の板ばねが折れている状態であった。

また、図6に示したとおり、特に脱線痕が見られた箇所付近では、木まくらぎにおいて不良まくらぎ及び犬くぎ浮きが多数見られ、近接するPCまくらぎの締結不良と合わせて連続的にまくらぎが不良の状態であった。図7に、犬くぎの浮き・押し出し状況及び板ばねの折損状況を示す。また、

図8に、板ばねの切断面を示す。図8のように、No.59において板ばねの切断面にはさびが見られた。一方、No.62においては切断して間もないと考えられる切断面が見られた。

なお、レール締結状態に内外軌の明確な差異はなかった。

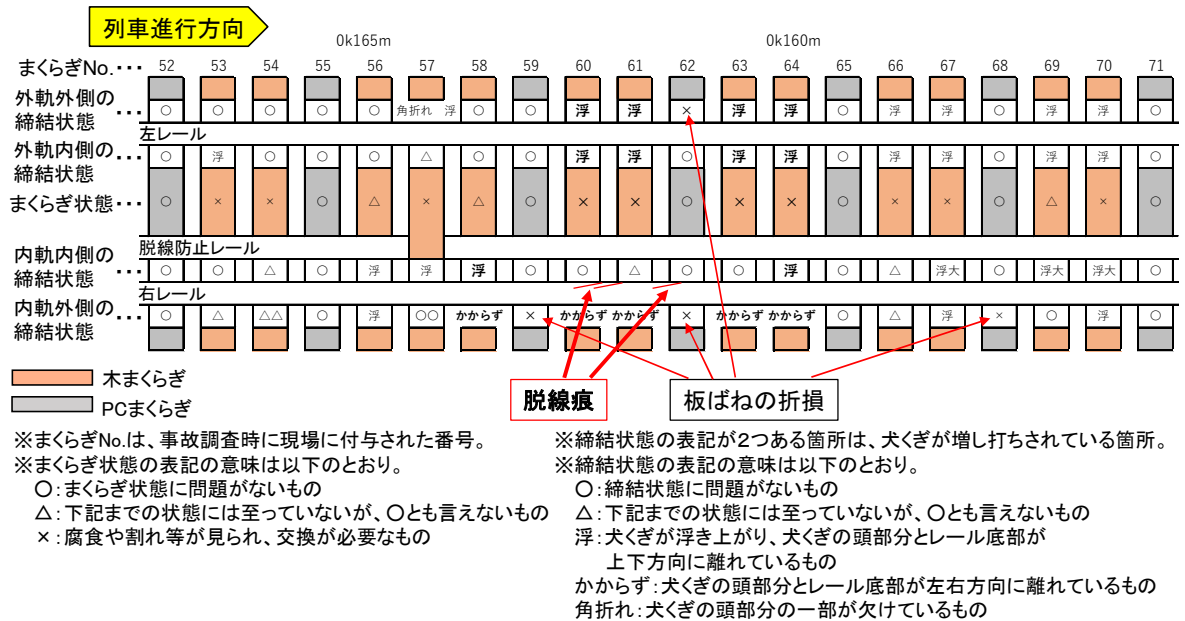


図6 まくらぎ状態及びレール締結状態



図7 犬くぎ及び板ばねの状況

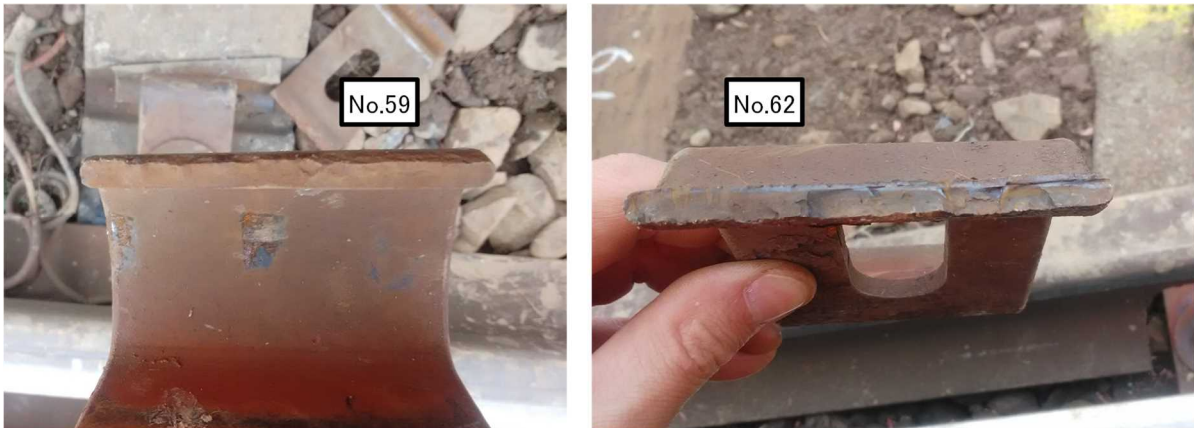


図8 板ばねの切断面

2.3.3.5 まくらぎの敷設状況

本事故発生時点で同社が敷設している全線のまくらぎ本数は100,756本で、このうち木まくらぎは48,122本、PCまくらぎは51,404本、合成まくらぎは1,230本である。

2.3.3.6 線路の保守体制

同社において、本事故発生時、線路の保守は、保線を担当する現業機関である保線区の区長を筆頭に総勢9名の担当者によって行われていた。担当者の通常の主な作業内容は、軌道・土木構造物等の検査及び補修作業である。

なお、軌道の補修作業について、レール交換等の比較的大規模な補修作業は外注で行っているが、まくらぎの交換等を含め簡易な補修作業は同社で行っている。

2.4 車両に関する情報

2.4.1 車両の概要

本件列車の編成を図9に示す。本件列車の車両の主要諸元は表3のとおりである。

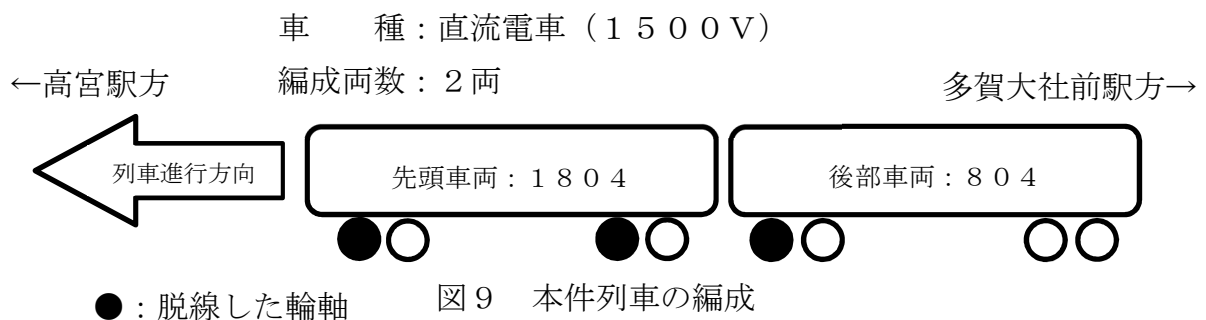


図9 本件列車の編成

表3 本件列車の主要諸元

諸元	車両	
	先頭車両 1804	後部車両 804
車両形式	モハ1800	モハ800
編成定員	136人(座席定員56人)	
空車重量	37.8 t ^{*9}	
車両長	20.0 m	
台車中心間距離	13.6 m	
台車形式	FS-372 軸箱支持装置：ペDESTAL式 車体支持装置：ダイレクトマウント式	
軸距	2.2 m	
車輪頭面形状	円錐踏面	
車輪フランジ角度	70°	
車輪径	860 mm	
車輪幅	125 mm	
製造年	1967年	

2.4.2 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^{*10}、重要部検査^{*11}、月検査^{*12}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で、車輪内面距離、車輪厚^{*13}、フランジ高さ及びフランジ外側面距離^{*14}の検査を行っている。

各項目の使用限度値は表4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時に静止輪重の測定を行い、静止輪重比^{*15}10%以内を管理値とし、15%を限度として管理することとされている。

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

*10 「全般検査」とは、同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。

*11 「重要部検査」とは、同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60万キロメートル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。

*12 「月検査」とは、同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。

*13 ここでいう「車輪厚」とは、車輪の中心から一定の場所に設置された測定点からの距離をいう。同社において車輪径の管理に用いられている。

*14 「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。

*15 「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。

(付図6 レール車輪間に作用する力 参照)

表4 輪軸に関する使用限度値

項目	使用限度値
車輪内面距離	989mm以上994mm以下
車輪厚	24mm以上
フランジ高さ	25mm以上33mm以下
フランジ外側面距離	519mm以上527mm以下

2.4.3 車両の定期検査等の実施状況に関する情報

2.4.3.1 定期検査等の実施状況

本件列車の本事故前直近の定期検査等の実施状況は、次のとおりである。車両及び台車の組立寸法は整備基準値以内であり、各検査の記録に異常を示すものは見られなかった。

全般検査	令和2年7月6日から令和2年8月11日まで
月検査	令和3年12月15日
列車検査	令和4年2月7日

2.4.3.2 輪軸の状況

本事故発生前直近の状態・機能検査の検査結果及び本事故発生後に測定した結果は表5に示すとおりである。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は、いずれも表4に示す使用限度値内で、異常は見られなかった。

表5 輪軸各部の寸法測定結果

項目	検査種類	先頭車両（1804）							
		前台車				後台車			
		前軸		後軸		前軸		後軸	
		左	右	左	右	左	右	左	右
車輪内面距離[mm]	月検査	990.0		990.0		990.0		990.0	
	本事故発生後測定	991.0		991.0		991.0		991.0	
車輪厚[mm]	月検査	54.5	54.5	54.0	54.0	54.0	54.0	54.5	54.5
	本事故発生後測定	54.0	54.0	53.5	53.5	54.0	53.5	54.0	54.0
フランジ高さ[mm]	月検査	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
	本事故発生後測定	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
フランジ外側面距離[mm]	月検査	522.0	522.0	522.0	522.0	522.0	522.0	523.0	523.0
	本事故発生後測定	522.5	521.5	521.0	523.0	522.0	522.0	523.0	522.5

項目	検査種類	後部車両（804）							
		前台車				後台車			
		前軸		後軸		前軸		後軸	
		左	右	左	右	左	右	左	右
車輪内面距離[mm]	月検査	990.0		990.0		990.0		990.0	
	本事故発生後測定	991.0		991.0		991.0		991.0	
車輪厚[mm]	月検査	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0
	本事故発生後測定	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5	51.5
フランジ高さ[mm]	月検査	27.5	27.5	27.5	28.0	27.5	27.5	27.5	27.5
	本事故発生後測定	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
フランジ外側面距離[mm]	月検査	522.0	522.5	522.5	522.5	521.5	522.5	522.5	522.5
	本事故発生後測定	522.5	523.5	523.0	522.0	523.0	523.5	522.5	523.5

※「左」は進行方向左側車輪、「右」は進行方向右側車輪

※月検査 : 令和3年12月15日

※本事故発生後測定 : 令和4年 2月 8日

2.4.3.3 静止輪重及び静止輪重比の状況

本事故発生前直近の静止輪重の測定結果及び本事故発生後の測定結果は表6に示すとおりである。静止輪重比はいずれも管理値（10%）以内で、異常は見られなかった。

表6 静止輪重の測定結果

項目	検査種類	先頭車両（1804）							
		前台車				後台車			
		前軸		後軸		前軸		後軸	
		左	右	左	右	左	右	左	右
静止輪重[kN]	全般検査	48.0	50.0	47.0	46.0	49.0	42.0	42.0	49.0
	本事故発生後測定	46.0	50.0	46.0	48.0	50.0	42.0	44.0	49.0
静止輪重比[%]	全般検査	2.0		1.1		7.7		7.7	
	本事故発生後測定	4.2		2.1		8.7		5.4	

項目	検査種類	後部車両（804）							
		前台車				後台車			
		前軸		後軸		前軸		後軸	
		左	右	左	右	左	右	左	右
静止輪重[kN]	全般検査	44.0	42.0	41.0	48.0	48.0	44.0	48.0	43.0
	本事故発生後測定	45.0	44.0	42.0	46.0	48.0	44.0	46.0	46.0
静止輪重比[%]	全般検査	2.3		7.9		4.3		5.5	
	本事故発生後測定	1.1		4.5		4.3		0.0	

2.4.4 車両の損傷状況等に関する情報

本件列車の先頭車両の前台車及び後台車それぞれの前軸右車輪の表リム面に擦過痕が見られた。なお、本件列車のほかの車輪には同様の擦過痕等はなく、車両の損傷もなかった。

2.5 乗務員に関する情報

本件運転士

41歳

甲種電気車運転免許

平成20年12月24日

2.6 運転取扱い等に関する情報

運転取扱いについては、届出実施基準の一部である「運転取扱心得」で定められており、運転速度については次のように定められている。

① 列車の最高速度（米原～八日市間（含、多賀線））：70 km/h

② 曲線半径160 mの曲線の制限速度：30 km/h

また、同社が本件列車の運転に適用している運転曲線図^{*16}によると、本事故現場付近の通過速度は18 km/hであった。

*16 「運転曲線図」とは、制限速度や列車の性能を基に効率的な運転を計画するため、列車の速度変化や走行時間などを、縦軸に速度及び時間、横軸に距離をとってグラフ化したものである。

2.7 気象に関する情報

本事故発生当時の事故現場付近における天気は曇りであり、事故現場の最寄りの彦根地方気象台の記録によれば、本事故発生当日の21時から22時までの間、降水及び降雪はなかった。また、21時の積雪が12cm、気温は1.0℃、湿度は91%、風向・風速は東南東1.7m/sであった。

2.8 過去の同種事故への対応に関する情報

運輸安全委員会は、軌間拡大^{*17}による列車脱線事故の防止について、国土交通大臣に対して平成30年6月28日付け運委参第43号「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」（以下「運輸安全委員会意見」という。）を发出している。

近畿運輸局は、同社に対して平成30年6月29日付け近運鉄技第116号、近運鉄安第105号「運輸安全委員会の意見に係る対応について」により、運輸安全委員会意見を周知し、さらに平成30年7月2日付け近運鉄技第117号「地域鉄道等における軌間拡大防止策の促進について」により、まくらぎ等について、材料や保守の状態の定期検査を行い、記録を残し、状況に応じて犬くぎの打ち替えや増し打ち、まくらぎ交換、ゲージタイ（軌間保持金具）（図10 参照）の設置等の軌間拡大防止策を実施すること等、必要な取組を文書で指導していた。

同社は、これらの通達を受け、PCまくらぎ化されていない曲線にゲージタイの設置を行った。また、定期検査マニュアル（軌道編）を改正し、まくらぎの検査方法や判定基準、判定区分、措置等を規定した。ただし、内容が不十分で、まくらぎやレール締結装置の状態について適正な判定や措置が可能なマニュアルとなっていなかった。また、軌間変位の整備基準値の改正等の対策については未着手であった。



図10 ゲージタイの設置例

*17 「軌間拡大」とは、横圧（車輪がレールを横方向に押す力）によるレール締結装置の損傷やレール摩耗の増大により軌間が広がった状態をいう。軌間がある程度以上に広がると、左右いずれかの車輪をレール頭部で支持できない状態になり、脱線に至る。なお、ここでは、列車走行に伴う横圧による軌間拡大を「動的な軌間拡大」という。

3 分析

3.1 脱線の状況に関する分析

3.1.1 脱線開始地点について

2.3.2(1)に記述したように、0 k 1 6 2 m付近の右レール（内軌）のゲージコーナー側の頭部側面に先頭車両の前台車前軸、先頭車両の後台車前軸及び後部車両の前台車前軸の右車輪が軌間内に落下して右車輪の表リム面が擦ったと見られる痕跡があり、これより手前及び同地点の左レール（外軌）に脱線の痕跡は確認されなかった。このことから、最初に脱線した地点は、0 k 1 6 2 m付近（以下「脱線開始地点」という。）であり、右車輪が右レールの軌間内に脱線したと考えられる。

3.1.2 先頭車両前台車の脱線について

本件列車の先頭車両前台車前軸は、

(1) 2.3.1 に記述したように、右車輪が右レールと脱線防止レールの間に脱線し、0 k 1 3 5 m付近で停止していたこと、

(2) 2.4.4 に記述したように、右車輪の表リム面に擦過痕が見られたこと、
から、本件列車が半径160mの右曲線を通過中に0 k 1 6 2 m付近で右車輪が右レールと脱線防止レールの間に落下し、その後、軌間及びフランジウェーを押し広げながら走行し、0 k 1 3 5 m付近で停止したと考えられる。

3.1.3 先頭車両後台車の脱線について

本件列車の先頭車両後台車前軸は、

(1) 2.3.1 に記述したように、右車輪が右レールと脱線防止レールの間に脱線し、0 k 1 4 9 m付近で停止していたこと、

(2) 2.4.4 に記述したように、右車輪の表リム面に擦過痕が見られたこと、
から、本件列車が半径160mの右曲線を通過中に0 k 1 6 2 m付近で右車輪が右レールと脱線防止レールの間に落下し、その後、軌間及びフランジウェーを押し広げながら走行し、0 k 1 4 9 m付近で停止したと考えられる。

3.1.4 後部車両前台車の脱線について

本件列車の後部車両前台車前軸は、2.3.1に記述したように、右車輪が右レールと脱線防止レールの間に脱線し、0 k 1 5 5 m付近で停止していたことから、本件列車が半径160mの右曲線を通過中に0 k 1 6 2 m付近で右車輪が右レールと脱線防止レールの間に落下し、その後、軌間を押し広げながら走行し、0 k 1 5 5 m付近で停止した可能性が考えられる。

(付図3 事故現場の略図と脱線の状況、付図4 事故現場の略図と脱線の痕跡 参照)

3.1.5 脱線開始地点の脱線の状況について

3.1.2～3.1.4に記述した本件列車の右車輪が0 k 1 6 2 m付近で、右レールの軌間内に落下した事象（以下「軌間内脱線」という）は、3.3.3(1)に後述するように、列車走行時の横圧による‘レール小返り^{*18}及びレールの横移動’（以下「レール小返り等」という。）で動的な軌間拡大が発生したことによるものと考えられる。本事故における軌間内脱線のイメージは図11のとおりである。なお、軌間拡大についての詳細は3.3.4で後述する。

(a) 木まくらぎ箇所

(b) PCまくらぎ箇所

図11 本事故における軌間内脱線のイメージ

3.2 本事故の発生時刻及び本件列車の速度に関する分析

本事故の発生時刻については、表1に示したように、運転状況記録装置に残されていた記録から、21時17分ごろであったと考えられる。

*18 「レール小返り」とは、車輪がレールに及ぼす荷重によってレールが傾く現象をいう。

