

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：いすみ鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：令和6年10月4日 08時06分頃

発生場所：千葉県いすみ市

いすみ線 くによし国吉駅～かずさなかの上総中川駅間（単線）

大原駅起点9k427m付近

令和7年9月1日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	李家賢一
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>

いすみ鉄道株式会社のいすみ線大原駅発^{かずさなかの}上総中野駅行き2両編成（ワンマン運転）の下り第5D列車の運転士は、令和6年10月4日（金）08時06分頃、^{くによし}国吉駅～^{かずさなかの}上総中川駅間の半径300mの右曲線（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。）を速度約41km/hで走行中に強い横揺れを感じたため、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

停止後に運転士が降車して確認したところ、先頭車両の後台車全2軸及び、後部車両の全4軸が左側に脱線していた。

列車には、乗客104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300mの右曲線を走行中に、軌間が大きく拡大したため、先頭車両の後台車第1軸の右車輪が軌間内に落下し、以降の先頭車両後台車第2軸及び後部車両の各輪軸も追随して右車輪が軌間内に落下したことによるものと考えられる。

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に加えて、軌道整備基準値を超える通り変位があり、さらに、腐食やひび割れが発生しているまくらぎが連続していたため、列車走行時の横圧によるレール小返り等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、再検査での測定値が小さくなる誤差が発生していた可能性が考えられ、定期検査で把握した必要な軌間変位の補修ができていなかったことによるものと考えられる。

腐食やひび割れが発生しているまくらぎが連続していたことについては、定期検査等で脱線の危険性がある連続した不良まくらぎを把握し、それに応じたまくらぎの交換又はPCまくらぎ化が十分に行われていなかったことによるものと考えられる。

< 勧告等 >

○ 勧告

本事故は、脱線現場付近の軌間が大きく拡大したことにより発生したものであると考えられ、その要因として、脱線開始地点付近の軌間変位について補修すべき軌道整備基準値を超過しているにもかかわらず補修ができていなかったこと、腐食やひび割れが発生しているまくらぎが連続していたこと等、必要な線路の補修ができていなかったことが考えられる。

必要な線路の補修ができていなかったことについては、いすみ線全線において、補修を必要とする軌道整備基準値を超過している軌道変位が存在する箇所が極端に多かったことに加え、同基準値を超過している箇所の再検査の方法など、軌道変位の管理方法にも課題が見受けられた。

運輸安全委員会は、本事故の調査結果を踏まえ、輸送の安全を確保するため、いすみ鉄道株式会社に対し、運輸安全委員会設置法第27条第1項の規定に基づき、下記のとおり勧告する。

また、同条第2項の規定に基づき、講じた措置について報告を求める。

記

(1) 軌道変位を補修する軌道整備基準値を再検証し見直すこと等も含め、適正な軌

道変位の管理方法を検討し、規定に基づき適切に軌道変位の管理・補修を行うことができる体制を構築すること。

- (2) 平成30年6月28日に運輸安全委員会が国土交通大臣に対し発出した意見の別添「軌間拡大による列車脱線事故の防止について」に記した対策を踏まえ再発防止に向けた必要な措置を検証し、PCまくらぎ化等についてできるだけ早期に実施できるよう計画を策定すること。

なお、上記の施策を実施するに当たっては、国や関係自治体からの協力を得つつ、社外からの知見を得るための技術支援等を積極的に活用していくことが望ましい。

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	事故現場に関する情報	3
2.4	鉄道施設に関する情報	4
2.4.1	路線の概要	4
2.4.2	線路の概要	4
2.4.3	軌道の定期検査等	5
2.4.4	本事故発生後の軌道の状況	13
2.4.5	軌道整備の状況	14
2.4.6	線路の保守体制の状況	19
2.5	車両に関する情報	19
2.5.1	車両の概要	19
2.5.2	車両の整備に関する情報	20
2.5.3	車両の定期検査に関する情報	21
2.6	線路及び車両の損傷状況等に関する情報	23
2.6.1	線路の損傷及び痕跡等の状況	23
2.6.2	車両の損傷及び痕跡の状況	23
2.7	乗務員に関する情報	24
2.8	運転取扱い等に関する情報	24
2.9	気象に関する情報	24
2.10	過去の同種事故等への対応に関する情報	24
2.10.1	同社における同種事故	24
2.10.2	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	26
3	分 析	26

3.1	脱線の状況に関する分析	26
3.1.1	脱線開始地点について	26
3.1.2	脱線開始地点の脱線の状況について	26
3.1.3	軌間内脱線の状況について	27
3.1.4	脱線した輪軸について	28
3.1.5	左レール（外軌）が外側に倒れていたことについて	28
3.1.6	脱線し停止するまでの経過について	29
3.2	本事故発生時の走行速度等に関する分析	29
3.3	本事故発生時刻に関する分析	29
3.4	軌道に関する分析	29
3.4.1	軌道変位について	29
3.4.2	まくらぎについて	35
3.4.3	軌間拡大について	35
3.4.4	スラックについて	36
3.4.5	線路の保守体制について	37
3.5	車両に関する分析	38
3.6	運転取扱いに関する分析	38
3.7	気象に関する分析	38
3.8	過去の同種事故等への対応に関する分析	38
4	結 論	39
4.1	分析の要約	39
4.2	原因	42
5	再発防止策	42
5.1	必要と考えられる再発防止策	42
5.2	事故後に講じられた措置	43
5.2.1	同社が講じた措置	43
5.2.2	国土交通省が講じた措置	44
5.3	今後必要とされる再発防止策	44
6	勧告	44

添 付 資 料

付図1	いすみ線の路線図	46
付図2	事故現場付近の地形図	46
付図3	事故現場の略図と脱線の痕跡	47

付図 4	事故現場付近の軌道変位等の状況.....	51
付図 5	車両の主な損傷状況.....	52
附属資料 1	軌道変位の種類と定義.....	53
附属資料 2	軌間変位の限度値の考え方.....	54

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

いすみ鉄道株式会社のいすみ線大原駅発上総中野駅行き^{かずさなかの}2両編成（ワンマン運転）の下り第5D列車の運転士は、令和6年10月4日（金）08時06分頃、国吉駅〜^{くによし}上総中川駅間^{かずさなかがわ}の半径300mの右曲線（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。）を速度約41km/hで走行中に強い横揺れを感じたため、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

停止後に運転士が降車して確認したところ、先頭車両の後台車全2軸及び、後部車両の全4軸が左側に脱線していた。

列車には、乗客104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6年10月4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。

関東運輸局は、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6年10月4日	現場調査及び口述聴取
令和6年10月5日	現場調査
令和7年4月15日	現場調査及び車両調査

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、いすみ鉄道株式会社（以下第6章を除き「同社」という。）の大原駅発上総中野駅行き下り第5D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。

本事故当日は、05時25分頃に大多喜駅に出勤して点呼を受け、06時05

分大多喜駅発上総中野駅行き下り第1D列車と、折り返しの上総中野駅発大原駅行き上り第4D列車、折り返しの本件列車に乗務した。なお、本事故当日の本事故発生までの間、本事故現場及び本件列車の車両について異状は感じなかった。

本件列車が国吉駅（大原駅起点8k880m、以下「大原駅起点」は省略する。）を定刻（08時05分）に出発し、半径300mの右曲線（9k302m～9k515m、以下「本件曲線」という。）を速度45km/h以下になるよう^{りきこう}力行運転と惰行運転で調整しながら走行中に、強い横揺れを感じたため、ブレーキをかけて本件列車を停止させた。

停止後、運転指令に連絡し、手ブレーキをかけ、運転台側（左側）の乗務員扉から降車して、本件列車及び本事故現場の状況を確認したところ、本件列車の先頭車両の後台車全2軸と、後部車両の全4軸が左側に脱線している状態であった。また、脱線していた付近の左レールが左側に倒れているのが見えた。運転指令に脱線の状況を報告し、車内に戻り乗客のけがの状況を確認したところ、乗客にけがはなかった。

その後、本事故現場に到着した同社の社員と共に、全ての乗客を先頭車両の前面貫通扉から降車させ、同社が用意した代行バスに案内した。乗客の降車を開始したのが09時07分頃で、降車が完了するまでに約30分かかった。

本事故発生時の天気は曇りで、雨は降っていなかったが、本事故発生前に上り第4D列車で国吉駅付近を走行している時は小雨が降っており、本事故発生後には虹が見えたことから、本事故発生前には雨が降っていたかもしれない。

（付図1 いすみ線の路線図、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痕跡 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。）が装備されている。同装置は、時刻、列車速度、走行距離、ブレーキの操作状況等を記録する機能を有しており、その記録によれば、本事故発生時の本件列車の運転状況の概略は、表1のとおりであった。3.1.1に後述する本事故における脱線の契機となった地点（9k427m）（以下「脱線開始地点」という。）付近を通過した時刻は、08時06分12秒頃で、列車の走行速度は41km/hであった。

表1 運転状況記録装置の記録

時刻	列車速度	キロ程 (列車停止位置までの距離)	備考
08時06分11.8秒	42km/h	9k422m (106m)	力行 切→1ノッチ
08時06分12.2秒	41km/h	9k427m (101m)	脱線開始地点付近
08時06分12.8秒	41km/h	9k434m (94m)	力行 1→2ノッチ
08時06分15.0秒	40km/h	9k459m (69m)	ノッチオフ 2ノッチ→切
08時06分18.8秒	35km/h	9k499m (29m)	非常ブレーキ操作
08時06分23.2秒	0km/h	9k528m (0m)	列車停止

※ 時刻情報は、GPS (Global Positioning System) からの情報に基づき補正されている。

※ 速度には誤差が内在している可能性がある。

※ キロ程は、先頭車両後台車第1軸の位置を示し、記録されている時刻ごとの速度により算出した走行距離を用い、2.3に後述する同軸が停止していたキロ程(9k528m)を基準として換算した値である。

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

なし。

2.3 事故現場に関する情報

本件列車は、先頭車両の前端が本件曲線より前方の直線部分である9k543m付近、後部車両の後端が本件曲線内の9k506m付近で停止していた。脱線していた輪軸は、先頭車両後台車の全軸及び後部車両の全軸で、先頭車両後台車第1軸は9k528m付近で停止していた。先頭車両前台車は脱線していなかった。

先頭車両後台車第1軸は約80mm(レールのゲージコーナーから車輪の表リム面までのおおよその距離、以下同じ)、第2軸は約100mm左側に脱線しており、左車輪は横倒しになった左レールの上に載って停止している状態であった。

後部車両前台車第1軸は約370mm、第2軸は約500mm左側に脱線しており、左車輪は左レールを越えて停止している状態であった。

後部車両後台車第1軸は約110mm、第2軸は約30mm左側に脱線しており、左車輪は横倒しになった左レールの上に載って停止している状態であった。

(付図3 事故現場の略図と脱線の痕跡 参照)

2.4 鉄道施設に関する情報

2.4.1 路線の概要

同社のいすみ線は、大原駅と上総中野駅を結ぶ26.8kmの単線で、軌間は1,067mm、動力は内燃である。

日本国有鉄道改革法により昭和62年4月に日本国有鉄道木原線が東日本旅客鉄道株式会社に移管され、その後、更に昭和63年3月第三セクターである同社に移管されて線名をいすみ線とした。

なお、国吉駅から上総中川駅間における1日当たりの列車の運行本数は、次のとおりである。

下り列車：13本（1両編成：10本、2両編成：3本）

上り列車：13本（1両編成：9本、2両編成：4本）

（付図1 いすみ線の路線図 参照）

2.4.2 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次のとおりである。

- (1) 本件曲線は、半径300mの右曲線で、9k337m～9k480mが円曲線、円曲線の前後の9k302m～9k337m及び9k480m～9k515mが緩和曲線である。また、本件曲線の円曲線には、カント^{*1}45mm及びスラック^{*2}15mmが設定され、これらは緩和曲線区間で^{ていげん}遮減されている。また、9k515m～9k617mまでは、直線である。
- (2) 線路の勾配は、9k324mまでは下り勾配1.0%、9k324mからは上り勾配2.5%である。
- (3) 軌道構造はバラスト軌道であり、まくらぎは木まくらぎである。レールは40kgNレールである。
- (4) レール継目は相対式継目^{*3}であり、脱線開始地点の9k427m付近から先頭車両前端が停止していた9k543m付近までの間には、9k427m、9k452m、9k462m、9k483m、9k507m及び9k532mにレール継目がある。
- (5) 本件曲線中のまくらぎ間隔は約640mmである。
- (6) 木まくらぎのレール締結装置には、B形タイププレートが用いられ、レールはタイププレート1枚当たり5本の犬くぎによって、まくらぎに締結されてい

*1 「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。

*2 「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ことを用いる。

*3 「相対式継目」とは、左右レールの継目位置をそろえて配置するものをいう。これに対し、左右レールの継目位置を互い違いに配置するものを「相互式継目」という。

る（図1参照）。

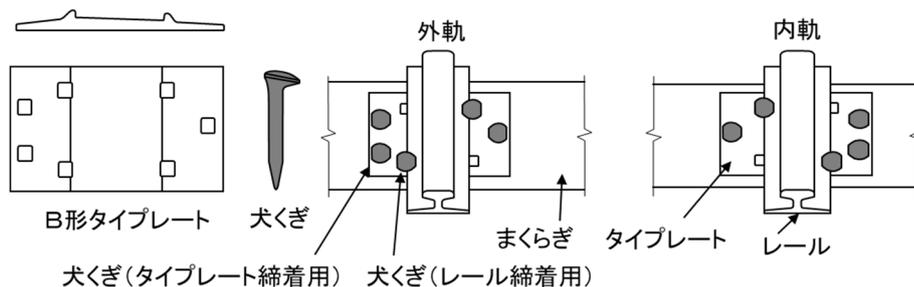


図1 本件曲線のレール締結装置

まくらぎにレールを締結する際の犬くぎの打込方法は、同社の社内規程である軌道施設に関する実施細目（平成14年3月制定）で、図2のとおり、タイプレート1枚当たり5本の犬くぎを打ち込み、締結することを標準としており、本件曲線のレール締結方法はおおむね標準どおりであった。

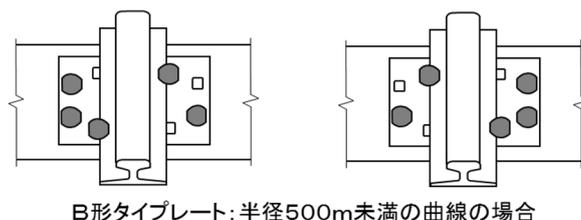


図2 タイプレートの犬くぎ打込標準

（付図3 事故現場の略図と脱線の痕跡 参照）

2.4.3 軌道の定期検査等

2.4.3.1 軌道変位の整備基準値等

「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、同社が関東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（以下「土木施設実施基準」という。）で定められている本線における軌間変位、水準変位、高低変位、通り変位及び5m平面性変位の整備に関する軌道整備基準値^{*4}（静的軌道変位^{*5}）（以下第6章を除き「整備基準値」という。）は表2のとおりである。なお、軌道変位の定期検査は、

*4 「軌道整備基準値」とは、列車の走行安全を確保することを目的に緊急に補修を発動する基準として設定された軌道変位の値のことをいう。

*5 「静的軌道変位」とは、手検測（標準ゲージや糸張りによる人力で行う検測）や軌道検測装置による検測等により測定される、列車荷重（また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。

基準期間を1年とし、検査基準日を経過した日の属する月の前後1か月の許容期間に実施することとしている。

表2 軌道変位の整備基準値（静的軌道変位）

軌道変位の種別	本線	
	軌間変位	+18
水準変位	±15	
高低変位	±15	
通り変位	±15	
5m平面性変位	±18	

mm

また、軌道整備目標値^{*6}は、表3のとおりである。

表3 軌道整備目標値

軌道変位の種別	本線	
	直線	曲線
	軌間変位	+7
水準変位	±7	±8
高低変位	±8	
通り変位	±6	±8

mm

なお、表2及び表3に示す軌道変位の定義は次のとおりとされている。

1. 軌間はレール面より14mm以内の距離におけるレール頭部間の最短距離をいう。
2. 高低、通りは、延長10m以内の変位量とする。
3. 水準、通りにおいて半径800mを超える曲線は直線に準ずる。
4. 軌間、水準、高低、通りの各値は、曲線部におけるスラック、カント及び正^{せいや}変位^{*7}（縦曲線）は含まない。

*6 「軌道整備目標値」とは、一定レベルの乗り心地を維持しつつ、緊急の軌道整備作業量を抑制するために設定された軌道変位の値のことをいう。

*7 ここでいう「正変位」とは、長さ10mの糸をレールに張ったときの、その中央部における糸とレールとの距離をいう。

同社の整備基準値と比較するため、JR在来線の軌道整備基準値の例^{*8}を表4に示す。

表4 軌道整備基準値（JR在来線の例）

最高速度 変位の種別	整備基準値				
	120km/h 以上の線区	95km/hを 超える線区	85km/hを 超える線区	45km/hを 超える線区	45km/h 以下の線区
軌間	<ul style="list-style-type: none"> ・直線及び半径600mを超える曲線 +20 (+14) ・半径200m以上600mまでの曲線 +25 (+19) ・半径200m未満の曲線 +20 (+14) 				
水準	(平面性に基づき整備を行う。)				
高低	±23 (±15)	±25 (±17)	±27 (±19)	±30 (±22)	±32 (±24)
通り	±23 (±15)	±25 (±17)	±27 (±19)	±30 (±22)	±32 (±24)
平面性	±23 (±18) (カントの逡減量を含む。)				

〈備考〉(1)数値は、高速軌道検測車による動的値を示す。ただし、かっこ内の数値は、静的値を示す。

(2)平面性は、5m当たりの水準変化量を示す。

(3)曲線部において、スラック、カント及び正矢量（縦曲線を含む。）は含まない。

(4)スラック未整備区間における軌間の整備基準値については、次の値とする。

- ・直線及び半径200m以上の曲線 +20 (+14)
- ・半径200m未満の曲線 +15 (+9)

(附属資料1 軌道変位の種類と定義 参照)

2.4.3.2 軌道変位の補修を行う期限

同社の社内規程である軌道整備内規（令和5年3月22日制定）（以下「軌道整備内規」という。）では、軌道変位の補修を行う期限に関する基準について、次のとおりとされている。

1. 軌道の管理は努めて軌道整備目標値により管理すること。
2. 実施基準で定めた年1回の全線軌道検測（トラックマスター）により、整備基準値を超過している箇所が発見された場合は6ヶ月以内に補修する。但し、著しくこれを超過している場合（※以下に示す著しい数値に達した場合）は補修時期を早める。（15日以内）

*8 「保線工学（下）」、保線工学編集委員会、平成30年、p.12

3. 列車巡回、乗務員の申告等で列車動揺が確認された場合は現地の静的数値を確認し、2項により処理するものとする。

※著しい数値（単位：mm）

軌間 +31 -10
 水準 平面性により管理
 高低 28
 通り 26
 平面性 23

なお、同社によると、軌道整備内規で15日以内に軌道変位の補修を行う基準とする値（以下「著しい数値」という。）を定めているが、この値（静的軌道変位、軌間変位についてはスラックを含まない値）は、整備基準値（静的軌道変位、軌間変位についてはスラックを含まない値）と軌道変位の安全限度*9（動的軌道変位、軌間変位についてはスラックを含む値）のおおよそ中間値となるように定めたとのことである。（表5参照）

表5 同社による著しい数値の定め方

軌道変位の種別		安全限度 (A)	整備基準値 (B)	中間値 (A+B) /2	著しい数値
軌間変位	+	43	18	30.5	31
	-	-13	-6	-9.5	-10
高低変位		40	15	27.5	28
通り変位		36	15	25.5	26
平面性変位		27	18	22.5	23

2.4.3.3 軌道変位の定期検査結果

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、同社が外部業者に委託し、令和6年2月14日に、軌道検測装置により静的軌道変位を測定した。同社は、その結果（以下「本事故発生前の軌道変位測定値」という。）を取りまとめたものを、令和6年3月26日に受け取っていた。

*9 ここでいう「軌道変位の安全限度」とは、東海道本線鶴見列車事故技術調査委員会報告書（日本国有鉄道、昭和43年）において走行安全上の判定目標として、昭和42年前後の全国主要線区の軌道検測データ（動的軌道変位）を分析して決められたものをいう。なお、軌間変位についてはスラックを含む値としている。

なお、同社が受け取る成果物は、0.5 m間隔の軌道変位データと軌道変位チャート（軌道変位データを波形で表したもの）及び5 m間隔の軌道変位の一覧表とそこから算出した整備基準値超過箇所のとりまとめ表であった。

(1) 本件曲線の検査結果

本件曲線における、0.5 m間隔の軌道変位データの結果は、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は絶対値で評価している。また、本事故発生前の軌道変位測定値に付与されているキロ程は、2.4.4.1に後述する本事故発生後の軌道変位測定時に記録されたキロ程との比較により、約2 m起点方にずれている状態であったため、以下のキロ程はずれ量を補正したものとしている。

- ① スラックを含む軌間は、9 k 4 2 7 m付近が最も大きく+45.2 mmであり、同地点のスラック15 mmを除くと軌間変位は30.2 mmで整備基準値(+18 mm)を超過していたが、著しい数値(+31 mm)は超過していなかった。
- ② 水準変位は、9 k 4 9 5 m付近が最も大きく-22.2 mmであり、整備基準値(±15 mm)を超過していた。
- ③ 高低変位は、9 k 4 6 1 m付近が最も大きく-23.9 mmであり、整備基準値(±15 mm)を超過していたが、著しい数値(±28 mm)は超過していなかった。
- ④ 通り変位は、9 k 4 2 7 m付近が最も大きく+47.0 mmであり、整備基準値(±15 mm)を超過し、かつ著しい数値(±26 mm)も超過していた。
- ⑤ 5 m平面性変位は、9 k 5 1 4 m付近が最も大きく-17.6 mmで、整備基準値(±18 mm)未満であった。

また、本件曲線内の5 m間隔の軌道変位から算出した整備基準値超過箇所は表6のとおりであった。整備基準値を17か所（軌道変位項目ごとに計数、ただし通り変位と高低変位については左右両方で超過している場合も1か所とする。以下、整備基準値超過箇所の計数方法は同じ）で超過しており、そのうち9 k 4 2 5 m及び9 k 4 6 0 mの通り変位が著しい数値(26 mm)を超過していた。

表6 本件曲線内の整備基準値超過箇所

mm

キ口程	軌間	水準	高低	通り	平面性	記事
9k345m			15.1			
9k395m	20.3					
9k425m	29.5			40.9		脱線開始地点:9k427m
9k450m				20.3		
9k455m				-15.4		
9k460m			-20.5	29.2		
9k465m				-15.3		
9k475m		-15.5		-19.2		
9k480m		-16.5				
9k485m				-18.4		
9k490m		-18.9				
9k495m		-19.9				
9k515m		-18.9	-15.8			

※赤字：著しい数値超過箇所 ※青字：整備基準値超過箇所

(2) いすみ線全線の検査結果

いすみ線全線における5m間隔の軌道変位から算出した整備基準値超過箇所数は、表7のとおりであり、整備基準値超過箇所は1,656か所で、このうち著しい数値を超過した箇所は94か所であった。

表7 いすみ線全線の整備基準値超過箇所数

箇所

軌道変位検査 整備基準値超過箇所数	軌間		水準	高低	通り	平面性	計
	-	+					
定期検査（軌道検測装置）	485	142	439	242	335	13	1,656
うち著しい数値超過	50	0	0	1	43	0	94

(付図4 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)

2.4.3.4 軌道部材の定期検査

土木施設実施基準では、レール、まくらぎ等の軌道材料について、基準期間を1年とし、検査基準日を経過した日の属する月の前後1か月の許容期間に実施するこ

ととしている。脱線開始地点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) まくらぎ検査

本事故発生前直近のまくらぎ検査は、令和5年12月10日に実施されており、腐食やひび割れが発生しているまくらぎ（以下第6章を除き「不良まくらぎ」という。）及びレール締結装置の状況を確認し、管理台帳に状態を記入していた。

なお、まくらぎの良否の判定は5段階のランクに分類されており、ランクの考え方は、

A1：建築限界を支障するおそれがある状態

（まくらぎの損傷が大きく、機能が失われているもの）

A2：まくらぎの機能（特に軌間を保持する機能）が失われている状態

B：まくらぎの機能が低下傾向にある状態

C：まくらぎの機能を有しているが若干の損傷等が認められる状態

無印：良

とされていた。

また、判定ランクによるまくらぎ交換の考え方は、

① A1は検査を行った年度内に交換

② A2は検査を行った次年度以降に交換

③ B及びCは経過観察

とされていた。

なお、判定ランクが連続していた場合のまくらぎ交換の考え方は、

① A2ランクの不良まくらぎが2本以上連続している場合は次年度に交換

② A2及びBランクが3本以上連続している場合は次年度に計画し、次年度以降に交換

③ Bランクが3本以上連続している場合は次年度以降に計画、それ以降に交換

とされていた。

脱線開始地点前後の検査結果は、表8のとおりであり、脱線開始地点付近のまくらぎと前後10本の計21本のまくらぎのうち、ランクC以上の不良と判定されたまくらぎは9本で、そのうち脱線開始地点から4本は連続していた。

表8 まくらぎ検査結果

まくらぎNo	キロ程	ランク	記事
-10		.	
-9		C	
-8		.	
-7		.	ドレン*10
-6		.	ドレン
-5		.	
-4		C	
-3		.	
-2		B	←レール継目
-1		.	
0	9k427m	C	脱線開始地点
1		A2	令和6年度交換計画
2		C	
3		A2	令和6年度交換計画
4		.	
5		.	
6		A2	令和6年度交換計画
7		.	
8		C	
9		.	
10		.	

列車進行方向

※ まくらぎNo：本事故の調査時に各まくらぎに付与した番号

(2) レール検査

レールの検査は、令和6年4月1日に実施されており、レールの摩耗や損傷の状況を確認し結果が記録されていた。本件曲線の範囲においては、外軌の摩耗量は5mmと記録され、土木施設実施基準によるレールの交換基準である15mm以下であった。また、その他の異常は記録されていなかった。

(3) 線路の巡視

土木施設実施基準では、本線の巡視を10日に1回以上行うこととしている。本事故発生前直近の事故現場付近の巡視は、令和6年9月30日に列車により行われており、本事故現場付近に関する異常は記録簿に記録されていなかった。

*10 ここでいう「ドレン」とは、線路を横断する開きよの排水溝をいう。ドレンの両端のまくらぎには橋まくらぎが敷設される。

2.4.3.5 スラック

土木施設実施基準では、設定するスラック量について、表9のとおり定めている。

表9 スラック量

mm	
曲線半径	スラック量
200m未満	25
200m以上240m未満	20
240m以上320m未満	15
320m以上440m未満	10
440m以上600m未満	5

同社のスラック量と比較するため、日本国有鉄道（以下「旧国鉄」という。）におけるスラック量の変遷^{*11}の一部を表10に示す。

表10 旧国鉄のスラック量の変遷

mm		
曲線半径	昭和47年3月改定	昭和62年2月改定 (3軸車)
170m未満	25	20
170m以上 200m未満	25	20
200m以上 240m未満	20	15
240m以上 320m未満	15	10
320m以上 440m未満	10	5
440m以上 600m未満	5	—

2.4.4 本事故発生後の軌道の状況

2.4.4.1 軌道変位の状況

本事故発生直後（令和6年10月4日）に、事故現場付近の静的軌道変位の測定を手検測により行った結果は次のとおりであった。軌間変位以外の軌道変位の大小は絶対値で評価する。

脱線開始地点（9k427m）付近の軌道変位のうち、スラックを含む軌間は54.0mm（軌間変位39.0mm）で、正矢量を含む通り（左、外軌）は83.0mm

*11 「解説 鉄道に関する技術基準(土木編)第四版」、国土交通省鉄道局監修、令和5年、p.119

(通り変位 4 1.3mm) であった。

脱線開始地点より手前の軌道は、2.4.3.3に記述した本事故発生前の軌道変位測定値と同等又は波形が類似している状況であった。

脱線開始地点より先の軌道は、2.6.1(2)に後述する本事故発生後に外軌が外側に倒れていた箇所において、軌間及び水準が本事故発生前の軌道変位測定値よりも大きくなっていた。

(付図5 事故現場付近の軌道変位等の状況 参照)

2.4.4.2 軌道部材の状況

本事故発生直後(令和6年10月4日)に、事故現場付近において、レール、まくらぎ、レール締結装置、道床等の軌道部材を調査した結果は次のとおりであった。

- (1) レールに関しては極端な摩耗や損傷等の異状はなかった。
- (2) まくらぎについては、脱線開始地点前後において不良まくらぎにより、犬くぎによる締結状態が緩んでいるものが多くみられた。

2.4.5 軌道整備の状況

2.4.5.1 軌道変位の補修

(1) 同社における軌道変位補修の手順

同社によると、同社における軌道変位補修対象箇所を選出し補修を実施する手順は、次のとおりとのことである。(図3参照)

- ① 軌道変位の定期検査を外部業者に委託し軌道検測装置で検査を実施する。
- ② ①の結果を外部業者から受け取る。
- ③ ②の結果のうち整備基準値超過箇所について、手検測により再検査し、再検査の結果においても整備基準値を超過している箇所を補修対象として選出する。
- ④ ③に加えて、線路の巡視等の際に目視で確認して補修が必要と判断される箇所について、補修対象箇所とする。
- ⑤ ③で選出された補修対象箇所について、②を受け取った日から6か月以内の補修を計画し実施する。
- ⑥ ⑤のうち、2.4.3.1に記述した著しい数値を超過している場合は、②を受け取った日から15日以内の補修を計画し実施する。

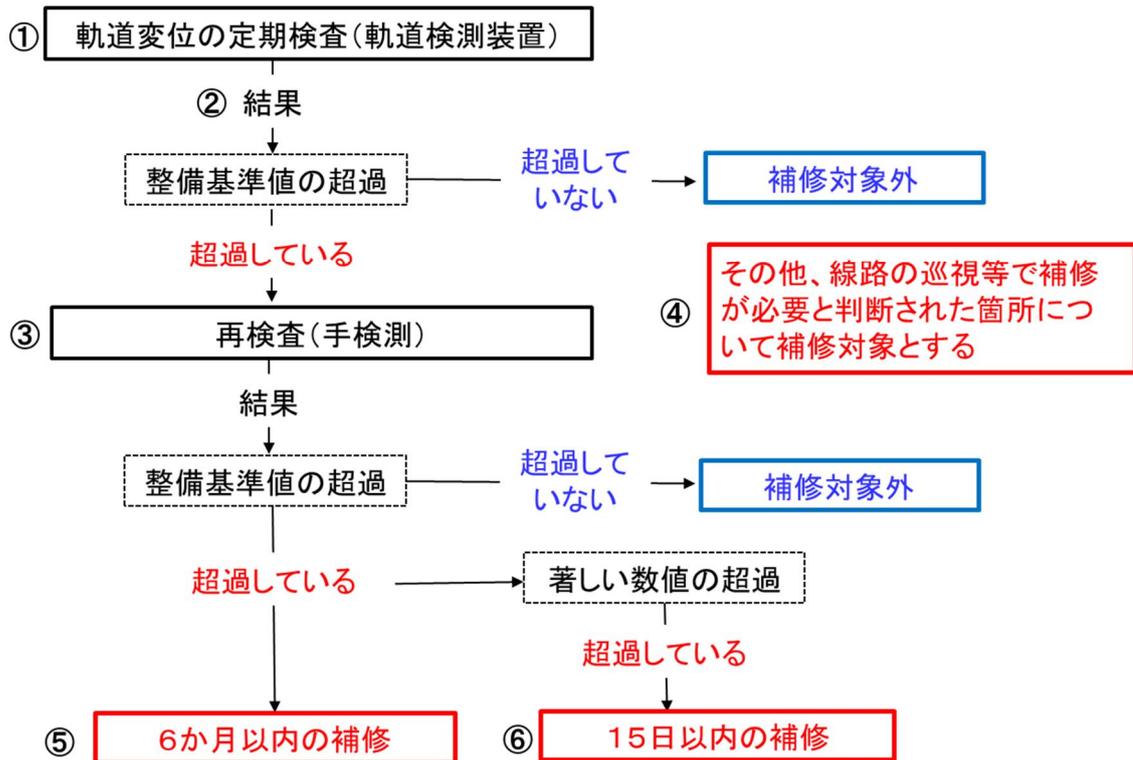


図3 同社における軌道変位補修の手順

(2) 本件曲線の軌道変位の補修

2.4.3.3(1)に記述したように、本事故発生前直近の軌道変位の定期検査において、本件曲線内では17か所で整備基準値を超過しており、そのうち9k425m及び9k460mの通り変位が著しい数値(26mm)を超過していた。

本件曲線における軌道変位の定期検査の結果に応じた再検査の結果及び補修計画の有無を表11に示す。

再検査の結果は、7か所で整備基準値を超過しており、著しい数値を超過している箇所はなかった。

このうち、同社は通り変位で整備基準値を超過していた下記の3か所について補修を計画し、軌道工事会社に施工を指示していたが、いずれも本事故発生時においては未施工であった。

※本件曲線における軌道変位の補修計画箇所

- ① 9k425m～9k427m 通り変位補修 令和6年4月1日指示
- ② 9k448m～9k452m 通り変位補修 令和6年7月12日指示
- ③ 9k458m～9k462m 通り変位補修 令和6年7月12日指示

表 1 1 本件曲線の軌道変位の検査結果と補修

mm

キロ程	軌間		水準		高低		通り		平面性	
	定期検査	再検査	定期検査	再検査	定期検査	再検査	定期検査	再検査	定期検査	再検査
9k345m					15.1	0.0				
9k395m	20.3	16.0								
9k425m	29.5	15.0					40.9	20.3		
9k450m							20.3	23.3		
9k455m							-15.4	-11.7		
9k460m					-20.5	2.0	29.2	18.3		
9k465m							-15.3	-13.7		
9k475m			-15.5	-15.0			-19.2	-8.7		
9k480m			-16.5	-17.0						
9k485m							-18.4	2.3		
9k490m			-18.9	-13.1						
9k495m			-19.9	-17.7						
9k515m			-18.9	-18.0	-15.8	-7.0				

※赤字：著しい数値超過箇所

※青字：整備基準値超過箇所

補修計画あり

なお、脱線開始地点（9k427m）に近い、9k425mの軌道変位は、通り変位が40.9mm、軌間変位が29.5mmとなっていたが、再検査の結果、通り変位は20.3mm、軌間変位は15.0mmとなり、通り変位が整備基準値を超過している状態であり、軌間変位は整備基準値を下回っている結果であった。

(3) いすみ線全線の補修

2.4.3.3(2)に記述したように、本事故発生前直近の軌道変位の定期検査において、いすみ線全線では1,656か所で整備基準値を超過しており、そのうち94か所で著しい数値を超過していた。

いすみ線全線の検査から補修の実施状況は次のとおりであった。

① 令和6年2月14日

軌道変位の定期検査を外部業者に委託し軌道検測装置で実施。

② 令和6年3月26日

整備基準値超過箇所の一覧を外部業者から受け取る。

③ 令和6年3月27日～4月21日（内11日）

整備基準値超過箇所（1,656か所）の手検測による再検査を実施。

- ④ 令和6年4月1日
主に令和5年度に実施した巡視等の際に、継目落ち^{*12}、継目角折れ^{*13}等を確認し、補修が必要と判断された箇所について、軌道工事会社に施工を指示。
(整備基準値超過箇所16か所、それ以外146か所)
- ⑤ 令和6年4月7日
③の結果のうち、著しい数値を超過した箇所の補修を直轄で実施。
(3か所：いずれもマイナスの軌間変位)
- ⑥ 令和6年7月12日
主に③の結果で整備基準値を超過した箇所（ただし④の補修工事指示箇所、⑤の補修実施箇所を除く）について、軌道工事会社に施工を指示。
(整備基準値超過箇所109か所、それ以外10か所)
- ⑦ 令和6年9月26日（②から6か月後）まで
※令和6年10月4日（本事故発生日）までの箇所数も同数
整備基準値超過箇所で軌道工事会社に施工を指示した125か所（16+109か所）のうち20か所で補修が完了
表12に軌道変位項目ごとにまとめた箇所数の一覧を示す。

表12 補修工事指示箇所数

軌道変位検査 整備基準値超過箇所数			軌間		水準	高低	通り	平面性	計
			-	+					
定期検査（軌道検測装置）で超過			485	142	439	242	335	13	1,656
うち著しい数値超過			50	0	0	1	43	0	94
再検査（手検測）で超過			41	61	280	6	74	0	462
うち著しい数値超過			3	0	0	0	0	0	3
補修	直轄施工（4/7）		3	0	0	0	0	0	3
	軌道工事会社に 施工を指示	4/1指示	0	0	5	1	10	0	16
		7/12指示	0	53	0	2	54	0	109
		計	0	53	5	3	64	0	125
	うち6か月以内 に補修が完了	4/1指示	0	0	1	0	4	0	5
		7/12指示	0	4	0	0	11	0	15
計		0	4	1	0	15	0	20	

*12 「継目落ち」とは、レール継目部の不整の一つで、継目部のレール頭頂面の落込みのことをいう。

*13 「継目角折れ」とは、レール継目部に生ずる水平方向の折れ角のことをいう。急曲線区間の継目で発生しやすく、衝撃的な横圧と軌道の通り変位の原因となる。

(4) 軌道変位の再検査

2.4.5.1(1)③に記述したように、同社は整備基準値超過箇所について、手検測により再検査することとしている。表12に示したように、再検査の結果、1,656か所から462か所と大幅に整備基準値超過箇所数が減少した結果となっている。

同社によると、軌道検測装置の測定誤差等を考慮して整備基準値超過箇所を再検査しており、再検査の位置については、整備基準値超過箇所一覧に示されているキロ程を、現場のキロポスト等を参考に特定し、その一点を測定しているとのことであった。

(5) 軌道変位の補修

表12に示したように、同社により整備基準値超過箇所と判断された462か所のうち、補修が計画されたものは、128か所(3+125か所)であり、特にマイナスの軌間変位及び水準変位の補修が計画されたものが少なかった。

また、そのうち2.4.3.2に記述した同社の規定に定めた期限に従い、整備基準値超過を把握した日から6か月以内(著しい数値については15日以内)に補修を完了したのは23か所(3+20か所)であった。

同社によると、整備基準値超過箇所と判断されたもの全てについて補修が計画できていなかったこと、及び同社の規定に定めた期限に従った補修ができていなかったことについては、整備基準値超過箇所が同社の軌道延長(26.8km)に存在する数としては極端に多く、同社の施工能力や予算の範囲を超えていたことから、補修を計画し施工することが難しい状態であったとのことである。

また、マイナスの軌間変位及び水準変位の補修が計画されたものが少なかったことについては、マイナスの軌間変位は、ほぼ直線区間であること、水準変位は平面性変位で管理していることから、いずれも脱線のおそれが少ないと判断していたためとのことである。

2.4.5.2 まくらぎ交換の状況

令和5年度末の同社の本線における、まくらぎ本数(橋まくらぎ及び分岐まくらぎを除く)は、木まくらぎが約35,700本、PCまくらぎが約1,300本である。

同社は、自己資金又は国及び自治体から補助金を受けて、まくらぎ交換を行っており、その本数等は次のとおりであった。

なお、同社によると、交換箇所はまくらぎの定期検査等で把握した不良まくらぎの程度に応じて、年度毎の交換計画本数の範囲内で選定しているとのことである。

表 1 3 本件列車の主要諸元

諸元	先頭車両 3 5 1 号車	後部車両 3 5 2 号車
車両形式	いすみ 3 5 0 形	←
編成定員	1 2 5 人	←
空車重量	3 0 . 7 t	←
車両長 (連結器間距離)	1 8 . 5 m	←
台車中心間距離	1 3 m	←
台車形式	動台車 : NF 0 1 MD (上総中川駅方)	←
	従台車 : NF 0 1 MT (国吉駅方)	
軸箱支持方式	円錐積層ゴム式	←
車体支持方式	ボルスタレス方式	←
軸距	2 . 1 m	←
車輪踏面形状	修正円弧踏面	←
車輪フランジ角度	6 5 °	←
車輪径	8 6 0 mm	←
車輪幅	1 2 5 mm	←
製造年	平成 2 4 年	平成 2 5 年

← : 左に同じ

2. 5. 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車両整備心得及び同社の社内規程である車両整備基準で定められている。車両の定期検査の種類は、全般検査^{*14}、重要部検査^{*15}、状態・機能検査^{*16}及び列車検査^{*17}があり、検査ごとに定められた期間によって定期的に行われている。

輪軸については、全般検査、重要部検査及び状態・機能検査で、車輪内面距離、フランジ高さ、フランジ厚さ及び車輪径の検査を行うこととされている。

各項目の使用限度値は表 1 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輪重の測

*14 「全般検査」とは、同社における定期検査の一つで、内燃動車の使用状況に応じ、8年を超えない期間ごとに、機関、機関附属装置、動力伝達装置、制御装置、電気装置、ブレーキ装置、台車、連結装置及び計器類、その他重要な部分を取外し解体のうえ全般について検査を行うものをいう。

*15 「重要部検査」とは、同社における定期検査の一つで、内燃動車の使用状況に応じ、4年又は当該内燃動車の走行距離が50万キロメートル（予燃焼室式の内燃機関又はクラッチが乾式である変速機を有するものは25万キロメートル）を超えない期間のいずれか短い期間ごとに、状態・機能検査の検査項目に加えて、機関、機関附属装置、動力伝達装置、制御装置、電気装置、ブレーキ装置、台車、連結装置及び計器類、その他重要な部分を分解して各部の状態及び機能について検査を行うものをいう。

*16 「状態・機能検査」とは、同社における定期検査の一つで、内燃動車の使用状況に応じ、3か月を超えない期間ごとに走行装置、動力発生装置、動力伝達装置、電気装置、ブレーキ装置、車体等の状態、作用及び機能について在姿状態で検査を行うものをいう。

*17 「列車検査」とは、同社における定期検査の一つで、内燃動車の使用状況に応じて72時間を超えない期間に消耗品の補充取替え並びに走行装置、動力発生装置、動力伝達装置、電気装置、ブレーキ装置、車体等の状態及び作用について外部から検査を行うものをいう。

定を行い、静止輪重比^{*18} 15%以内で管理することとされている。

表 1 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	988mm以上 994mm以下
フランジ高さ	25mm以上 35mm以下
フランジ厚さ	21mm以上 32mm以下
車輪径	780mm以上

2.5.3 車両の定期検査に関する情報

2.5.3.1 定期検査の実施状況

本件列車の本事故発生前直近の定期検査の実施状況は、表 1 5 のとおりである。これらの検査記録では、異常は認められなかった。

表 1 5 定期検査の実施状況

定期検査	351号車		352号車	
	入場	出場	入場	出場
全般検査	令和2年7月22日	9月30日	令和3年7月19日	10月7日
重要部検査	令和6年7月23日	9月27日	平成29年8月1日	8月31日
状態・機能検査	令和6年6月20日	6月21日	令和6年8月12日	8月13日
列車検査	令和6年10月2日		令和6年10月2日	

2.5.3.2 輪軸の状況

本事故発生前直近及び本事故発生後に輪軸の状況を測定した結果は表 1 6 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、フランジ厚さ及び車輪径は、いずれも表 1 4 に示す使用限度値内で、異常は見られなかった。

なお、本事故発生前直近の測定データは、先頭車両が令和6年9月26日に重要部検査で、後部車両が令和4年9月24日に車輪はめ替え工事を実施した後で測定されたものである。

*18 「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 1 6 輪軸各部の寸法測定結果

mm

項目	検査種類	先頭車両 351号車							
		前台車 (動台車)				後台車 (従台車)			
		第1軸		第2軸		第1軸		第2軸	
		左	右	左	右	左	右	左	右
車輪内面距離	重要部検査	990.1		990.1		989.9		990.0	
	本事故発生後測定	989.0		989.0		989.0		989.0	
フランジ高さ	重要部検査	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2	27.2
	本事故発生後測定	27.0	27.1	27.1	27.0	26.9	26.9	27.1	27.0
フランジ厚さ	重要部検査	29.4	29.4	29.4	29.4	29.5	29.5	29.4	29.4
	本事故発生後測定	29.6	29.5	29.6	29.6	29.5	29.6	29.7	29.5
車輪径	重要部検査	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0
	本事故発生後測定	862.0	863.0	863.0	863.0	864.0	862.0	863.0	863.0

重要部検査 : 令和6年9月26日

本事故発生後測定 : 令和7年3月10日及び令和7年3月12日

mm

項目	検査種類	後部車両 352号車							
		前台車 (動台車)				後台車 (従台車)			
		第1軸		第2軸		第1軸		第2軸	
		左	右	左	右	左	右	左	右
車輪内面距離	車輪はめ替え工事	989.7		989.3		989.6		989.4	
	本事故発生後測定	989.0		989.0		989.0		989.0	
フランジ高さ	車輪はめ替え工事	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
	本事故発生後測定	27.0	27.1	27.1	27.0	26.9	26.9	27.1	27.0
フランジ厚さ	車輪はめ替え工事	29.4	29.6	29.7	29.8	29.5	29.6	29.6	29.7
	本事故発生後測定	27.2	26.9	28.0	27.7	28.1	28.8	27.5	28.3
車輪径	車輪はめ替え工事	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0	862.0
	本事故発生後測定	858.0	858.0	858.0	858.0	857.0	857.0	858.0	858.0

車輪はめ替え工事 : 令和4年9月24日

本事故発生後測定 : 令和7年3月10日及び令和7年3月12日

2.5.3.3 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は表 1 7 に示すとおりである。静止輪重比はいずれも管理値 (15%) 以内で、異常は見られなかった。

なお、本事故発生前直近の測定データは、先頭車両が令和6年9月26日に重要部検査で、後部車両が令和4年9月24日に車輪はめ替え工事を実施した後に測定されたものである。

表 1 7 静止輪重の測定結果

項目	検査種類	先頭車両 351号車							
		前台車 (動台車)				後台車 (従台車)			
		第1軸		第2軸		第1軸		第2軸	
		左	右	左	右	左	右	左	右
静止輪重(kN)	重要部検査 (令和6年9月26日)	38	32	36	35	30	30	30	31
静止輪重比		8.6%		1.4%		0.0%		1.6%	

項目	検査種類	後部車両 352号車							
		前台車 (動台車)				後台車 (従台車)			
		第1軸		第2軸		第1軸		第2軸	
		左	右	左	右	左	右	左	右
静止輪重(kN)	車輪はめ替え工事 (令和4年9月24日)	37	32	36	32	27	30	29	30
静止輪重比		7.2%		5.9%		5.3%		1.7%	

2.6 線路及び車両の損傷状況等に関する情報

2.6.1 線路の損傷及び痕跡等の状況

本事故現場における線路の主な損傷及び痕跡等の状況は、次のとおりであった。

- (1) 9 k 4 2 7 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があった。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。（付図3 写真：A・B）
- (2) 9 k 4 2 7 m付近から先頭車両の後台車第1軸が停止していた9 k 5 2 8 m付近の間で、左レール（外軌）が外側に倒れている状態であった。同レールは9 k 4 2 7 m付近から徐々に外側に傾き、9 k 4 8 9 m付近でほぼ横倒しになっていた。同レールの腹部には車輪が走行した痕跡があった。（付図3 写真：C・E・F）
- (3) 9 k 4 5 1 m付近の右レールのレール継目板に右車輪が衝撃したと見られる打痕があり、直後に右車輪がまくらぎ上に落下した痕跡があった。その先には、まくらぎ及びレール締結装置上に車輪が走行した痕跡が本件列車の脱線した輪軸が停止していた位置まで続いていた。（付図3 写真：C・D）

（付図3 事故現場の略図と脱線の痕跡 参照）

2.6.2 車両の損傷及び痕跡の状況

本件列車の主な損傷及び痕跡等の状況は、次のとおりであった。

- (1) 先頭車両の後台車及び後部車両の前後台車の各右車輪の表リム面に、レールと接触したと見られる擦過痕があった。また、その他にも脱線した輪軸では、左右の車輪にまくらぎや道床上を走行したと見られる痕跡が多数あった。なお、先頭車両の前台車の車輪には同様の擦過痕等はなかった。

- (2) 先頭車両のほろが裂損していた。
 - (3) 後部車両前台車の推進軸のダストキャップが損傷し、パッキンが裂損していた。
 - (4) 後部車両前台車の左右の空気ばねが変形していた。
 - (5) 後部車両前台車第1軸及び第2軸、同車両後台車第2軸の各右側の制輪子コッタ^{*19}が脱落していた。
 - (6) 後部車両後台車の補助排障器が変形していた。
- (付図5 車両の主な損傷状況 参照)

2.7 乗務員に関する情報

本件運転士 20歳

甲種内燃車運転免許

令和6年6月25日

2.8 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」で定められている。本件曲線の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 : 65 km/h
- (2) 曲線の制限速度 (曲線半径300 m) : 45 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によると、本件曲線の速度は40～45 km/hであった。

2.9 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晴れであり、事故現場最寄りの気象庁茂原地域気象観測所の記録によれば、本事故発生前日の23時から当日の01時にかけて1.5 mm～3.0 mmの降水があり、以降は本事故発生時まで降水はなかった。

また、当日08時の気温は27.6℃、湿度は81%、風向・風速は南南西2.2 m/sであった。

2.10 過去の同種事故等への対応に関する情報

2.10.1 同社における同種事故

平成25年12月28日、同社いすみ線^{にしはた}西畑駅～上総中野駅間で発生した列車脱線事故 (RA2015-8 平成27年11月26日公表) は、3.1.3 に後述する本事故における脱線の状況と同様の軌間拡大による列車脱線事故であった。

同事故の再発防止策として運輸安全委員会は次のとおり「必要と考えられる再発

*19 「制輪子コッタ」とは、制輪子を固定するために挿しこむ棒状の部品をいう。

防止策」を提言した。

- (1) まくらぎ検査において、健全ではないものの直ちに交換を要しないと判断されたまくらぎの犬くぎの支持力低下が本事故につながった可能性があると考えられる。したがって、同社は、まくらぎの検査においては、まくらぎの状態等を詳細に確認し、安全上支障があるものについては速やかに交換を行い、交換時機を逸しないようにする必要がある。
- (2) 軌間変位が定期検査で整備基準値を超えて軌間が広がっていたほか、他の軌道変位でも整備基準値を超えていたものがあつたにもかかわらず保守が行われなかった。これらが本事故につながった可能性があると考えられる。したがって、同社は、定期検査の測定の結果、整備基準値を超えたものについては、速やかに整備を行う必要がある。
- (3) 本線の線路総合巡視については、土木施設実施基準に定められた期間を超えていた。同巡視は、線路の状態を確認する重要な巡視であることから、悪天候時などを除き土木施設実施基準に定めた期間どおりに実施することが必要である。
- (4) まくらぎについては、木製よりも耐久性、保守の容易性からコンクリート製に置き換えていくことが望まれる。

また、同社は同事故後に次のとおりの措置を講じた。

- (1) 軌道の定期検査と基準値超過箇所の整備について

平成26年1月に実施した軌道の定期検査の結果に基づき、安全上早急に軌道整備が必要な基準値超過箇所については、平成26年3月25日までに改修した。

- (2) 不良まくらぎの把握と整備に向けた取組みについて

全線にわたり不良まくらぎが「どこに」、「どれだけ」、「どの程度悪いものがあるのか」をこれまでの定期検査や現地調査等を踏まえて整理し、まくらぎの状態から安全上支障があると認めた場合は、直ちにまくらぎを交換することとした。それ以外の箇所については、これらを改修するのに必要な概算費用を算出し、社長及び安全統括管理者（鉄道部長）をはじめ社内関係者に周知をするとともに整備に必要な資金の調達方法、整備計画を策定し、実施することとした。

- (3) コンクリート製まくらぎの部分挿入について

今後、急曲線部から5本に1本の割合で、コンクリート製まくらぎに交換することにより軌道強化を図ることとした。

- (4) その他の軌道整備について

まくらぎ以外の締結装置等についても安全上支障があると認められた場合

は直ちに処置し、それ以外の箇所については(2)の内容同様に実施することとした。また、線路総合巡視時においても、土木施設実施基準に定める期間どおりに軌道状態を確認し、安全上支障のある不具合が確認された時は直ちに処置することとした。

(5) 脱線防止ガードの設置

事故現場を含め半径250m以下の急曲線の安全レールを脱線防止ガードに計画的に交換することとした。

2.10.2 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

軌間拡大による列車脱線事故の防止について、運輸安全委員会は、国土交通大臣に平成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」及び別添「軌間拡大による列車脱線事故の防止について」（以下「運輸安全委員会の意見」という。）を發出していた。

関東運輸局は、同社に対して平成30年6月29日付け関鉄一第68号、関鉄安第124号「運輸安全委員会の意見に係る対応について」を發出して、運輸安全委員会の意見を周知し、また、平成30年6月29日付け関鉄計第48号、関鉄一第69号「地域鉄道等における軌間拡大防止策の促進について」を發出して、不良まくらぎの連続性に注意してまくらぎ等の管理を行うこと等、必要な取組を指導した。

同社は、これらの通達を受け、平成31年度から木まくらぎをPCまくらぎに交換するなどの対策を実施していた。

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

2.6.1(1)に記述したように、9k427m付近の右レール（内軌）のゲージコーナー側の頭部側面に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があり、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ことから、脱線の契機となった地点（脱線開始地点）は、9k427m付近であると考えられる。

3.1.2 脱線開始地点の脱線の状況について

3.1.1に記述した脱線開始地点においては、

- (1) 2.6.1(1)に記述したように、右レール（内軌）のゲージコーナー側の頭部

側面に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があること、

(2) 2.6.2(1)に記述したように、本件列車の脱線していた輪軸において各右車輪の表リム面に、レールと接触したと見られる多数の擦過痕があることから、本件列車は、脱線開始地点において、右車輪が軌間内に落下し脱線（以下「軌間内脱線」という。）したと考えられる。

3.1.3 軌間内脱線の状況について

本事故における軌間内脱線は、

(1) 2.5.3.2に記述したように、本事故発生前直近及び本事故発生後の本件列車の輪軸に異常は見られなかったこと、

(2) 2.4.3.4(1)に記述したように、本事故発生前直近のまくらぎ検査において、脱線開始地点付近で不良まくらぎが連続しており、2.4.4.2に記述したように本事故発生直後の調査でも脱線開始地点前後において不良まくらぎが多く見られたこと、

(3) 3.4.3に後述するように、本事故発生時には、脱線開始地点付近で動的な軌間拡大^{*20}が発生していたと考えられること

から、列車走行時の横圧によるレール小返り^{おうあつ}^{*21}やレールの横移動（以下「レール小返り等」という。）で発生した軌間拡大によるものと考えられる。本事故発生時における軌間内脱線のイメージは図5のとおりである。

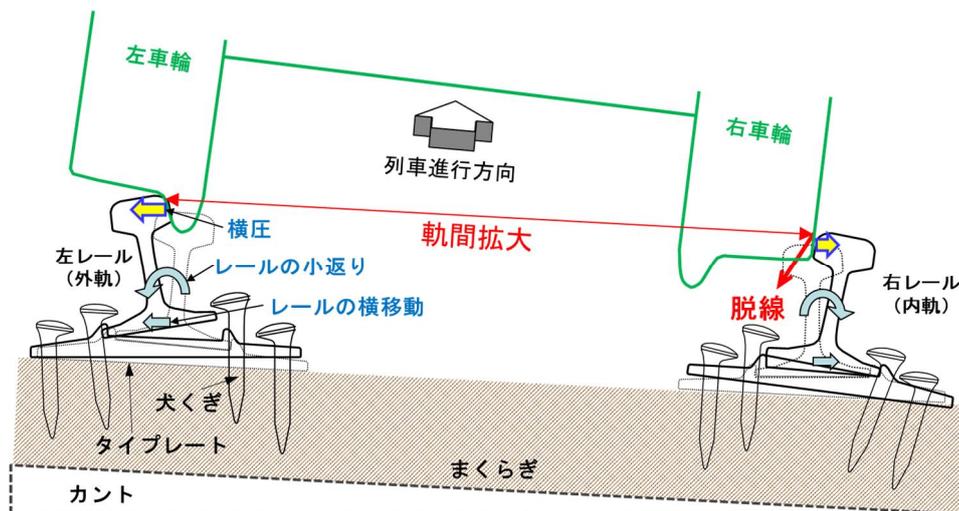


図5 本事故における軌間内脱線のイメージ

*20 「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。

*21 「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。

3.1.4 脱線した輪軸について

本事故において脱線した輪軸は、

- (1) 2.3に記述した本件列車で脱線していた輪軸のうち、最も先頭に位置する輪軸は、先頭車両の後台車第1軸であること、
- (2) 2.6.2(1)に記述したように、先頭車両の後台車及び後部車両の前後台車の各右車輪の表リム面に、レールと接触したと見られる擦過痕があったこと、
- (3) 一般的に急曲線部を走行する台車は、各台車の第1軸が正のアタック角^{*22}がある状態で、外軌側の車輪フランジがレールのゲージコーナーと接触しながら走行し、内軌側に車輪が落下しやすい状態にあると考えられること、
- (4) 輪軸が軌間内脱線すると、レールの側面を車輪で押すことにより、軌間が更に広がり、それより後に通過する輪軸が軌間内脱線しやすくなる状況になると考えられること

から、先頭車両後台車第1軸が最初に脱線開始地点で脱線したと考えられる。

なお、先頭車両後台車第2軸及び後部車両の各輪軸は、先頭車両後台車第1軸が軌間内脱線することにより、軌間が更に広がった影響を受け、先頭車両後台車第1軸に追随するようにして右車輪が軌間内に落下して脱線し、まくらぎや道床上を走行した後に停止したと考えられる。

3.1.5 左レール（外軌）が外側に倒れていたことについて

2.6.1(2)に記述したように、脱線開始地点から先頭車両の後台車第1軸が停止していた9k528m付近の間で、左レール（外軌）が外側に倒されている状態が見られたことについては、

- (1) 2.3に記述したように、先頭車両前台車は脱線していなかったことから、同台車が通過する時にレールは倒れていなかったと考えられること、
- (2) 2.6.1(2)に記述したように、倒れていたレールの腹部には車輪が走行した痕跡があったこと

から、脱線した各輪軸の右車輪が軌間内に落下した後、左車輪が軌間を押し広げ、左レールを外側に押し倒しながら走行したためと考えられる。

なお、一般的に軌間内脱線の場合、片側の車輪が軌間内に落下した後、反対側のレールに車輪が乗り上がりレールを乗り越えて軌間外に脱輪するケースが多いが、本事故の場合は左車輪が左レールを乗り越える前に左レールが外側に傾斜し倒れたものと考えられる。これは、脱線開始地点以降のレール締結の状態、車輪とレールの接触状態や摩擦係数等が関与する現象であると考えられるが、詳細を明らかにする

*22 「アタック角」とは、車輪とレールとの相対ヨー角（上下軸まわりの回転角）のことである。なお、曲線を走行する車輪とレールについては、外軌側車輪がレールに向かって進むときの角度を正にとる。

ことはできなかった。

3.1.6 脱線し停止するまでの経過について

本件列車が脱線し停止するまでの経過については、3.1.1～3.1.5 に記述した脱線の状況及び 2.6.1(1)～(3)に記述した線路の痕跡から、次のとおりであったと考えられる。

- (1) 本件列車が本件曲線を走行中に脱線開始地点（9 k 4 2 7 m付近）で、先頭車両後台車第1軸の右車輪が右レール（内軌）の軌間内に落下。
- (2) 軌間を押し広げ、左レールを外側に押し倒しながら走行。
- (3) 9 k 4 5 1 m付近で右車輪が右レールのレール継目板に衝撃した後、まくらぎ上に落下。
- (4) 脱線したまま、まくらぎや道床等の上を走行し、先頭車両後台車第1軸が9 k 5 2 8 m付近で停止。

（付図3 事故現場の略図と脱線の痕跡 参照）

3.2 本事故発生時の走行速度等に関する分析

脱線時の走行速度等は、2.1.2表1に記述した運転状況記録装置に残されていた脱線開始点付近の記録から、約41km/hの力行運転であったと考えられる。

また、2.8に記述したように、本件曲線において規定されている運転速度は、45km/h以下であることから、速度超過はなかったものと考えられる。

3.3 本事故発生時刻に関する分析

脱線時の時刻は、2.1.2表1に記述した運転状況記録装置に残されていた脱線開始点付近の記録から08時06分頃であったものと考えられる。

3.4 軌道に関する分析

3.4.1 軌道変位について

3.4.1.1 軌間変位の整備基準値等について

2.4.3.1に記述したように、同社の静的軌間変位のプラス側の整備基準値は、18mmとなっており、これは動的軌間変位では24mmに相当（附属資料2参照）し、また、本件曲線のスラックの15mmと合わせると39mmとなる。これは、附属資料2に示す軌間変位の限度値である40mm以下の値であり、本件曲線の整備基準値は妥当性があると考えられる。

一方で、2.4.3.2に記述したように、同社は軌道整備内規で補修時期を早める目安とする値として著しい数値を定めており、静的軌間変位のプラス側の著しい数値は、

31mm となっている。これを上記と同じようにスラック量を含む動的軌間変位に変換すると52mm となり、軌間変位の限度値である40mm を超過している。したがって、同社が定める軌間変位の著しい数値は補修時期を早める目安とする値としては不適切（過大）であると考えられ、見直すことが望ましい。

なお、同社の軌間変位の整備基準値についてはスラックが15mm である本件曲線の条件においては妥当性があるが、2.4.3.5 に記述したように同社のスラック量は最大25mm となっており、この場合、スラック量を含む動的軌間変位に変換すると49mm となり、軌間変位の限度値である40mm を超過しているため、整備基準値については、スラック量を考慮したものに見直すことが望ましい。

（附属資料2 軌間変位の限度値の考え方 参照）

3.4.1.2 同社の整備基準値等について

2.4.3.1 に記述した同社の整備基準値とJR在来線における軌道整備基準値の例（静的値）を比較すると、表18のとおりとなる。

なお、同社の列車の最高速度は2.8に記述したように65km/hであることから、JR在来線の軌道整備基準値のうち「最高速度45km/h を超える線区」の値を適用する。また、軌間変位の整備基準値については、2.4.3.5 に記述した同社のスラック量が旧国鉄の昭和47年3月改定のスラック量と同等であることから、2.4.3.1表4の備考(4)に記載する「スラック未整備区間における軌間の整備基準値」を適用する。

表18 同社とJR在来線の例の整備基準値の比較

軌道変位の種別	整備基準値	
	同社	JR在来線の例
軌間変位	+18 -6	直線及び半径200m以上の曲線：+14 半径200m未満の曲線：+9
水準変位	±15	平面性にに基づき整備を行う。
高低変位	±15	±22
通り変位	±15	±22
5m平面性変位	±18	±18

mm

表18から、同社の整備基準値は、JR在来線の例と比較して、

- (1) 軌間変位の整備基準値は、大きい値である。
- (2) 高低変位及び通り変位の整備基準値は、小さい値である。
- (3) 5m平面性変位の整備基準値は、同等である。

の特徴があり、同社に類する他鉄道事業者の線区（JR在来線の例）の基準値と比較して違いがある。

2.4.3.1に記述したように、整備基準値は、列車の走行安全を確保するために緊急に整正作業を発動するために設定される軌道変位の値であることから、類似する線区においては同程度の整備基準値になるものと考えられる。

したがって、同社の整備基準値については、走行安全性を確保するための値としての妥当性や適切性を、整備基準値超過箇所の発見から補修までの期間を考慮して再検証することが望ましい。

3.4.1.3 軌道変位の再検査について

2.4.5.1(1)③に記述したように、同社は、定期検査で整備基準値を超過していた箇所を再検査しているが、その結果については、

- (1) 2.4.5.1(4)に記述したように、再検査した結果、大幅に基準値超過箇所数が減少していること、
- (2) 2.4.5.1(4)に記述したように、再検査の位置は、整備基準値超過箇所一覧に示されているキロ程を、現場のキロポスト等を参考に特定し、その一点を測定していること、
- (3) 付図4に示す軌道検測装置と手検測の測定結果の比較から、軌道検測装置の測定結果に大幅に軌道変位が小さくなる誤差が生じることは考えにくいこと、
- (4) 2.4.3.3(1)に記述したように、本件曲線で本事故発生前直近の軌道変位測定値に付与されているキロ程は、本事故発生後の軌道変位測定時に記録されたキロ程から約2m起点方にずれている状態であったこと

から、軌道検測装置から出力されるキロ程の誤差、現場でのキロ程が示す位置の特定の誤差を考慮すると、再検査時の測定位置の特定が不十分であり、再検査の値が小さくなる誤差が発生（図6参照）している可能性があると考えられる。

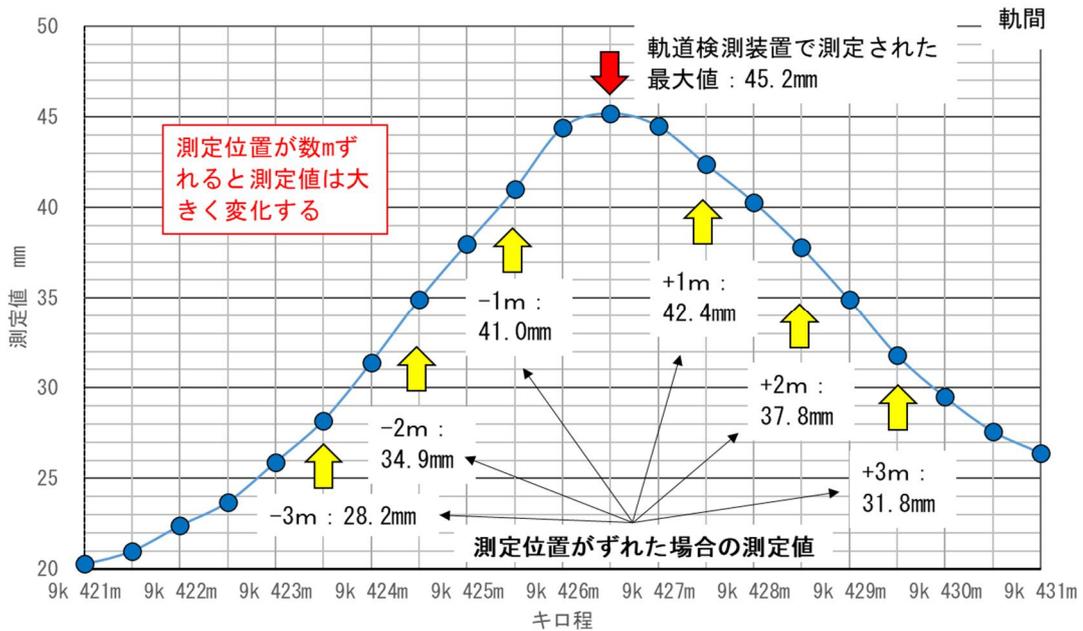


図6 測定位置による測定値の誤差例

3.4.1.4 脱線開始地点付近の軌間変位について

同社が把握していた脱線開始地点付近の軌間変位については、2.4.5.1(2)に記述したように、定期検査では29.5mmとなっていたが、再検査の結果15.0mmとなり整備基準値を下回っているものであった。

ただし、

- (1) 2.4.3.3(1)①に記述したように、定期検査で測定した脱線開始地点付近の最大の軌間変位は30.2mmであったこと、
- (2) 2.4.4.1に記述したように、本事故発生後に測定した脱線開始地点付近の軌間変位は39.0mmであったこと、
- (3) 3.4.1.3に記述したように、再検査時に値が小さくなる誤差が発生している可能性があると考えられること

から、本事故発生直前の脱線開始地点付近の軌間変位は、少なくとも定期検査の結果に近い29.5mm程度であり、整備基準値を超過していたと考えられる。

なお、上記(2)に示す本事故発生後に測定した脱線開始地点付近の軌間変位が、39.0mmと大きな値となっていることは、3.1.2に記述したように、同地点で右車輪が軌間内に落下した影響を受け、軌間が更に広がったためと考えられる。

3.4.1.5 脱線開始地点付近の軌道変位の補修について

2.4.5.1(2)に記述したように、脱線開始地点付近の軌道変位の補修については、本事故発生前直近の軌道変位の定期検査において通り変位が40.9mm、軌間変位

が29.5mmとなっていたが、再検査の結果、通り変位は20.3mm、軌間変位は15.0mmとなり、通り変位が整備基準値を超過している状態であり、軌間変位は整備基準値を下回っている結果であったことから、同社は、9k425mから9k427mの範囲の通り変位の補修を計画したが、本事故発生時においては未施工であった。

脱線開始地点の軌間変位について、補修を行っていなかったことについては、

- (1) 3.1.3 に記述したように、本事故は脱線開始地点の軌間拡大により発生したと考えられること、
- (2) 3.4.1.4 に記述したように、本事故発生直前の脱線開始地点の軌間変位は整備基準値を超過していたと考えられること、
- (3) 2.4.3.2 に記述したように、軌道整備内規では、整備基準値超過箇所は6か月以内に補修することとなっていること

から、同軌間変位の整備基準値超過を同社が把握した令和6年3月26日の6か月後までに補修すべきであったと考えられ、同軌間変位の補修を行っていなかったことが、本事故発生時に脱線に至る軌間拡大が発生した一因であったと考えられる。

また、同箇所の通り変位の補修が未施工であったことについては、本事故発生時は、3.1.3 に記述したように列車走行時の横圧による動的な軌間拡大が発生していたと考えられ、著大な通り変位は横圧の発生の要因になることから、通り変位の補修を行っていなかったことも、本事故発生時に脱線に至る軌間拡大が発生したことに関与していたと考えられる。

3.4.1.6 いすみ線全線の軌道変位の補修について

2.4.5.1(3)に記述したように、いすみ線全線の軌道変位については、本事故発生前直近の軌道変位の定期検査において1,656か所で整備基準値を超過していたが、再検査の結果では462か所で超過していると判定された。

2.4.5.1(5)に記述したように、同社は、著しい数値超過箇所として3か所の補修を直轄で実施し、125か所を軌道工事会社に施工を指示していた。そのうち、軌道整備内規で定めている6か月以内（著しい数値については15日以内）に補修していたのは、23か所であった。このことから、同社は、定期検査の結果に基づけば1,633か所、再検査の結果に基づけば439か所で同社の規定に定める期限までに必要な軌道変位の補修ができていなかったと推定される。

3.4.1.7 同社の軌道変位の管理について

3.4.1.6に記述したように、同社が規定に定める期限までに必要な軌道変位の補修ができていなかったことについては、2.4.5.1(5)に記述したように、同社の施工能

力（直轄及び軌道工事会社）や予算等の事情にもよるが、定期検査における整備基準値を超過した箇所が1,656か所で、同社の軌道延長（26.8km）に存在する数としては極端に多く、補修を計画し施工することが困難な状態であったことが関与していると考えられる。

整備基準値を超過する箇所数が極端に多くなっていたことについては、同社の軌道構造や軌道の整備状況等の影響も考えられるが、3.4.1.2に記述した同社の整備基準値についての再検証を行うにあたり、軌道構造や走行する車両の特性及びその速度等に応じた走行安全性を考慮した上で現状の整備基準値を再検討し見直すことで、より適正に軌道変位を補修すべき数量が把握できるようになる可能性があると考えられる。

したがって、同社は整備基準値を再検証し見直すこと等を含む適正な軌道変位の管理方法を検討し、規定に基づき適切に軌道変位の管理・補修を行うことができる体制を構築し実施していく必要がある。

なお、適正な軌道変位の管理方法を検討するに当たっては、

- (1) 3.4.1.1に記述したように、軌間変位の整備基準値や著しい数値について、スラック量及び軌間変位の限度値を考慮したものに見直すこと、
- (2) 3.4.1.3に記述したように、同社の整備基準値超過箇所の再検査の方法は、再検査の値が小さくなる誤差が発生している可能性があると考えられることから、見直すこと

を含め検討することが望ましい。

3.4.1.8 軌間変位の測定方法について

2.4.3.3に記述したように、同社の軌間変位を含む軌道変位の定期検査は静的軌道変位を測定している。

本事故については、2.4.3.3(1)①に記述したように、定期検査で測定した脱線開始地点付近の最大の軌間変位は30.2mmと整備基準値を超える大きなものであったことから、静的軌道変位の測定で軌間の異常を把握することが可能であったと考えられる。

ただし、3.4.3に後述するように、本事故発生時は動的な軌間拡大が発生し脱線したものと考えられることから、動的軌間変位の測定を行っていれば、異常を把握し、事故を未然に防ぐことができた可能性があると考えられる。

したがって、まくらぎやレール締結装置の整備状態等により、動的な軌間拡大が懸念される場合は、軌道検測車等により動的軌間変位の測定の実施を検討することが望ましい。また、動的軌道変位の測定が困難で、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。

3.4.2 まくらぎについて

脱線開始地点付近のまくらぎについては、2.4.3.4(1)に記述したように、令和5年12月10日に定期検査を行っており、その結果、脱線開始地点前後の計21本のまくらぎのうち9本が程度の差はあるが不良と判定され、脱線開始地点から4本は不良まくらぎが連続していた。

まくらぎは、部材個々の劣化が一定範囲で許容できるように設計されている軌道材料であり^{*23}、不良まくらぎについては、軌間拡大の発生に影響することから特に連続性に注意して管理する必要がある。

本事故は、不良まくらぎが連続していたことが影響し、軌間拡大が発生し脱線に至ったものと考えられ、本事故発生前に不良まくらぎの交換又はPCまくらぎ化を実施していれば本事故の発生は防ぐことができたものと考えられ、同社のまくらぎ管理は実施されてはいたものの、脱線に至る軌間拡大が発生したことから十分ではなかったと考えられる。

したがって、同社はまくらぎ検査において、連続性に注意して、より慎重に不良まくらぎを見極めるようにするとともに、即効性・確実性を考えると、木まくらぎに比べて耐久性に優れ保守が容易なPCまくらぎ等に交換（部分PCまくらぎ化を含む。）していくことを、できるだけ早期に実施していくことが必要である。

3.4.3 軌間拡大について

軌間内脱線は、レールの摩耗や車輪端部の面取りの影響を考慮しない条件で、軌間の基本寸法（本線路では1,067mm）、軌間変位及びスラックの合計値（以下「軌間寸法」という。）を、落下する反対側（本事故の場合は左車輪）のフランジ厚さ、輪軸の車輪内面距離及び落下する側（本事故の場合は右車輪）の車輪幅の合計値（以下「輪軸寸法」という。）が下回る（車輪のレールへの掛かり量がマイナスとなる）ことで発生する可能性がある。

図7に、推測される軌間拡大の状態を示す。

2.4.3.3(1)に記述した本事故発生前直近の軌道変位検査結果における、スラックを含む軌間変位から算出される軌間寸法は、脱線開始地点の9k427m付近の軌間変位とスラックの合計が45mm（値は小数点以下を四捨五入、軌間変位30mm、スラック15mm）であったことから、1,112mm（=1,067+45）となる。

また、輪軸寸法については、2.5.3.2に記述した、本事故発生前直近に測定された先頭車両の後台車第1軸の輪軸寸法（値は小数点以下を四捨五入、車輪幅はほぼ

*23 「鉄道構造物等維持管理標準（軌道編）の手引き」（財団法人鉄道総合技術研究所、平成19年、p.154）

変化がないことから、設計値である125mmとする。)から、1,145mm (=30+990+125)となる。

このことから、本事故発生時の脱線開始地点付近の静的な車輪のレールへの掛かり量の推測値は33mmとなり、軌間内脱線に至らない寸法であることから、本事故発生時には、脱線開始地点付近で動的な軌間拡大が発生し、レール小返り等による動的な軌間拡大の内外軌の合計値が約33mmを超過したものと考えられる。

なお、内外軌それぞれの拡大量は不明であるが、2.4.4.2に記述した本事故発生直後の脱線開始地点付近のレールの締結状態に、内外軌で明確な差異は見られなかったことから、ほぼ同等の拡大量であったと仮定すると、内外軌の拡大量はそれぞれ約16.5mm (=33/2)となる。

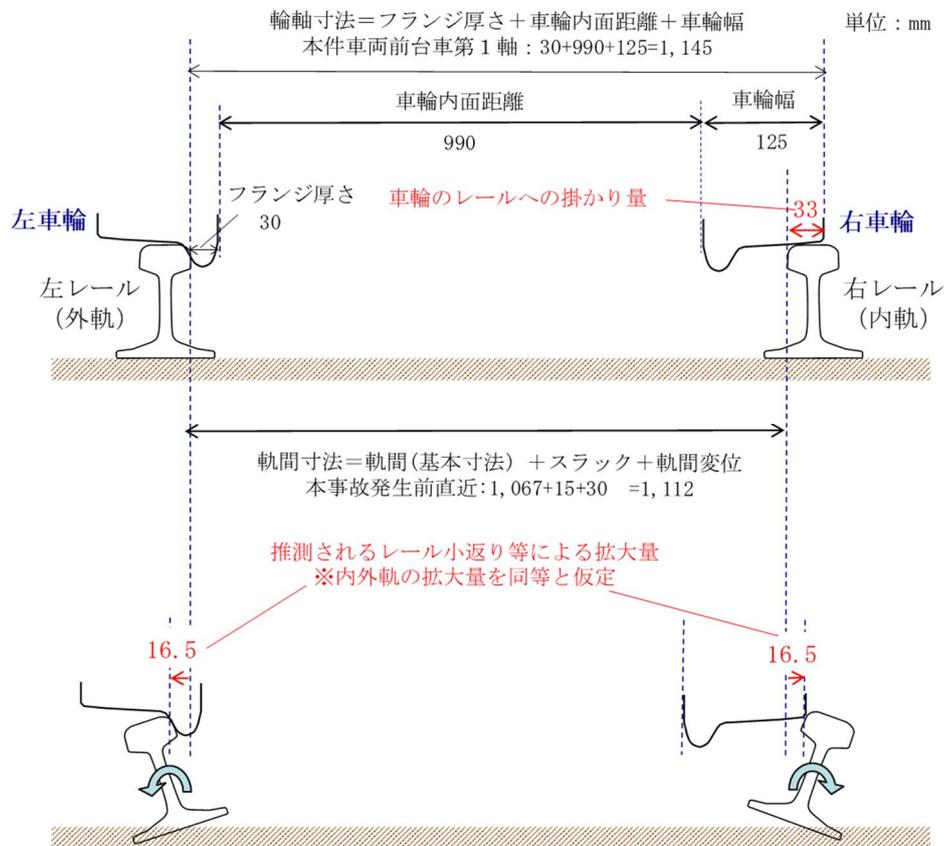


図7 推測される軌間拡大の状態

(附属資料2 軌間変位の限度値の考え方 参照)

3.4.4 スラックについて

2.4.2(1)に記述したように、本件曲線において設定されていたスラックは15mmであり、これは、2.4.3.5に記述した同社の規定に沿ったものであった。

一方で、3.4.3に記述した軌間内脱線が発生する条件から、軌間(基本寸法)、スラック及び軌間変位の合計値が小さいほど、軌間内脱線に対する安全性が向上す

る。

2.4.3.5 に記述した旧国鉄のスラック量の変遷については、車両構造の変遷及び軌間拡大による脱線に対する余裕を増大させるため、順次縮小されており、昭和62年2月の改定では、半径240m以上320m未満の曲線の場合は10mmとされている。本件曲線のスラックはこの値よりも5mm大きく、その値に相当する分だけ軌間内脱線に対する余裕が少なくなっていたと考えられる。

したがって、同社は、軌間内脱線への余裕を増大させるため、可能な範囲でスラックの縮小について検討することが望ましい。なお、スラックの変更は、比較的大規模な工事を伴うため、対象の曲線の改良工事等を行う際に合わせて施工するなどにより、順次整備することが望ましい。

3.4.5 線路の保守体制について

2.4.6に記述したように、同社における線路の保守は、本事故発生時において担当者5名の体制で行っていた。同社の線路の保守体制については、同社の軌道延長(26.8km)等を考慮すると、担当者を大幅に増員することは難しいと考えられるが、

- (1) 3.4.1.6に記述したように、軌道変位の補修について同社の規定に定める期限までの補修ができていなかったこと、
- (2) 3.4.2に記述したように、まくらぎ管理は実施されてはいたものの十分ではなかったと考えられること、
- (3) 3.4.1.1に記述したように、軌間変位の整備基準値や著しい数値について、スラック量及び軌間変位の限度値を考慮したものになっていなかったこと、
- (4) 3.4.1.3に記述したように、同社の整備基準値超過箇所の再検査の方法は、再検査の値が小さくなる誤差が発生している可能性があると考えられるものであったこと

から、同社の線路の保守体制は、走行安全性の確保という点において課題があり、技術力が不足する状況が見受けられた。

これは、同社に類する地域鉄道に共通する課題として、軌道整備を行うための費用や施工能力を十分に確保することが難しい状況があることに加え、鉄道事業が小規模であるために、組織としての技術力の維持、向上が困難であることが考えられ、同社においては、そのような状況が継続していた可能性があると考えられる。

このような課題は、すぐに解決することは難しいと考えられるものの、鉄道の走行安全性を直接脅かす軌道状態の悪化を放置することになるため、同社は、国や関係自治体からの協力を得つつ最大限の努力を行い改善していくことが望ましい。

また、組織としての技術力の不足を補うためには、各担当者の研修や訓練による

社員教育を実施することや、適任者を増員すること等も有効であるが、それらとともに、鉄道関連の各法人が行っている技術支援や技術開発等を積極的に活用し^{*24}、社外の知見等を取り入れていくことが望ましい。

3.5 車両に関する分析

2.1.1に記述した本件運転士の口述から本件運転士は本件列車の車両について異状を感知していないこと、及び2.5.3に記述した本件列車の定期検査の結果によれば、本件列車の各車両に脱線の発生に関与する異常はなかったものと考えられることから、2.6.2に記述した車両の損傷及び痕跡は、本件列車が脱線した後の走行により生じたものと考えられる。

3.6 運転取扱いに関する分析

2.1.1に記述した本件運転士の口述、2.1.2に記述した運転状況の記録及び2.8に記述した本事故現場付近の運転取扱いに関する情報によれば、速度超過等の運転取扱い上問題となる点はなかったことから、本事故発生時における運転取扱いに誤りはなかったと推定される。

3.7 気象に関する分析

2.9に記述したように、本事故発生当時の事故現場付近における天気は晴れであり、降水量はなく、気温は27.6℃、湿度は81%、風向・風速は南南西2.2m/sであった。これらから、脱線の発生に関与するような気象状況ではなかったものと考えられる。

3.8 過去の同種事故等への対応に関する分析

2.10に記述したように、同社は、平成25年12月28日に同社で発生した同種事故及び運輸安全委員会の意見に対して、それぞれの対策を行っていた。

ただし、

- (1) 3.4.1.6に記述したように、同社が規定に定める期限までに必要な軌道変位の補修ができていなかったこと、
- (2) 3.4.2に記述したように、同社のまくらぎ管理は実施されてはいたものの十分ではなかったと考えられること

から、それらの対策が十分でなかった可能性があると考えられる。

*24 「運輸安全委員会ダイジェストNo.43 地域鉄道における事故防止対策」(運輸安全委員会、令和5年、pp.16-17)

したがって、同社は、過去の同種事故への対応について再度見直すとともに、対策をできるだけ早期に実施するなど、より確実な対策を実施していくことが必要である。

4 結 論

4.1 分析の要約

本事故における分析結果をまとめると、次のとおりである。

(1) 脱線の状況に関する分析

- ① 脱線開始地点は、9 k 4 2 7 m付近であると考えられる。(3.1.1) *25
- ② 本件列車は、脱線開始地点において、右車輪が軌間内に落下し脱線（軌間内脱線）したと考えられる。(3.1.2)
- ③ 本事故における軌間内脱線は、列車走行時の横圧によるレール小返り等で発生した軌間拡大によるものと考えられる。(3.1.3)
- ④ 本事故においては、先頭車両後台車第1軸が最初に脱線開始地点で脱線したと考えられる。(3.1.4)
- ⑤ 本事故において、左レール（外軌）が外側に押し倒されている状態が見られたことについては、脱線した各輪軸の右車輪が軌間内に落下した後、左車輪が軌間を押し広げ、左レールを外側に押し倒しながら走行したためと考えられる。これは、脱線開始地点以降のレール締結の状態、車輪とレールの接触状態や摩擦係数等が関与する現象であると考えられるが、詳細を明らかにすることはできなかった。(3.1.5)
- ⑥ 本件列車が脱線し停止するまでの経過については、脱線開始地点（9 k 4 2 7 m付近）で、先頭車両後台車第1軸の右車輪が右レール（内軌）の軌間内に落下し、軌間を押し広げ、左レールを外側に押し倒しながら走行し、9 k 4 5 1 m付近で右車輪が右レールのレール継目板に衝撃した後、まくらぎ上に落下し、脱線したまま、まくらぎや道床上を走行し、先頭車両後台車第1軸が9 k 5 2 8 m付近で停止した可能性が考えられる。(3.1.6)

(2) 本事故発生時の走行速度等に関する分析

脱線時の走行速度等は、約41 km/hの力行運転であったと考えられる。
(3.2)

(3) 本事故発生時刻に関する分析

脱線時の時刻は、08時06分頃であったものと考えられる。(3.3)

*25 本項の各文章末尾に記載した数字は、当該記述に関する「3 分析」の項目番号を示す。

(4) 軌道に関する分析

① 軌道変位について

- a 同社が定める軌間変位の著しい数値は補修時期を早める目安とする値としては不適切（過大）であると考えられ、見直すことが望ましい。(3.4.1.1)
- b 同社の整備基準値については、走行安全性を確保するための値としての妥当性や適切性を、整備基準値超過箇所が発見から補修までの期間を考慮して再検証することが望ましい。(3.4.1.2)
- c 同社は、定期検査で整備基準値を超過していた箇所を再検査しているが、その結果については、再検査時の測定位置の特定が不十分であり、再検査の値が小さくなる誤差が発生している可能性があると考えられる。(3.4.1.3)
- d 本事故発生直前の脱線開始地点付近の軌間変位は、少なくとも定期検査の結果に近い29.5mm程度であり、整備基準値を超過していたと考えられる。(3.4.1.4)
- e 本事故発生直前の脱線開始地点付近の軌間変位の補修を行っていなかったことが、本事故発生時に軌間拡大が発生した一因であったと考えられる。また、通り変位の補修を行っていなかったことも、本事故発生時に脱線に至る軌間拡大が発生したことに関与していたと考えられる。(3.4.1.5)
- f 同社は、いすみ線全線の軌道変位について、同社の規定に定める期限までに必要な軌道変位の補修ができていなかったと推定される。(3.4.1.6)
- g 同社が規定に定める期限までに必要な軌道変位の補修ができていなかったことについては、定期検査における整備基準値を超過した箇所が極端に多く、補修を計画し施工することが困難な状態であったことが関与していると考えられる。

したがって、同社は整備基準値を再検証し見直すこと等を含む適正な軌道変位の管理方法を検討し、規定に基づき適切に軌道変位の管理・補修を行うことができる体制を構築し実施していく必要がある。(3.4.1.7)

- h 本事故発生時は動的な軌間拡大が発生し脱線したものと考えられることから、動的軌間変位を測定していれば、異常を把握しやすく、事故を未然に防ぐことができた可能性があると考えられる。(3.4.1.8)

② まくらぎについて

本事故は、不良まくらぎが連続していたことが影響し、軌間拡大が発生し脱線に至ったものと考えられ、本事故発生前に不良まくらぎの交換又はPCまくらぎ化を実施していれば本事故の発生は防げたものと考えられる。

したがって、同社はまくらぎ検査において、連続性に注意して、より慎重

に不良まくらぎを見極めるようにするとともに、PCまくらぎ等に交換（部分PCまくらぎ化を含む。）していくことを、できるだけ早期に実施していくことが必要である。（3.4.2）

③ 軌間拡大について

本事故発生時の脱線開始地点付近の車輪のレールへの掛かり量の推測値は33mmとなり、軌間内脱線に至らない寸法であることから、本事故発生時の脱線開始地点付近では、レール小返り等による動的な軌間拡大の内外軌の合計値が約33mmを超過したものと考えられる。（3.4.3）

④ スラックについて

同社は、軌間内脱線への余裕を増大させるため、可能な範囲でスラックの縮小について検討することが望ましい。（3.4.4）

⑤ 線路の保守体制について

同社の線路の保守体制は、走行安全性の確保という点において課題があり、技術力が不足する状況が見受けられた。

これは、同社に類する地域鉄道に共通する課題で、すぐに解決することは難しいと考えられるものの、鉄道の走行安全性を直接脅かす軌道状態の悪化を放置することになるため、同社は、国や関係自治体からの協力を得つつ最大限の努力を行い改善していくことが望ましい。

また、組織としての技術力の不足を補うためには、鉄道関連の各法人が行っている技術支援や技術開発等を積極的に活用し、社外の知見等を取り入れていくことが望ましい。（3.4.5）

(5) 車両に関する分析

本件列車の各車両に脱線の発生に関与する異常はなかったものと考えられる。（3.5）

(6) 運転取扱いに関する分析

本事故発生時における運転取扱いに誤りはなかったと推定される。（3.6）

(7) 気象に関する分析

本事故発生時は、脱線の発生に関与するような気象状況ではなかったものと考えられる。（3.7）

(8) 過去の同種事故等への対応に関する分析

同社は、過去の同種事故への対応について今一度見直すとともに、対策をできるだけ早期に実施するなど、より確実な対策を実施していくことが必要である。（3.8）

4.2 原因

本事故は、列車が半径300mの右曲線を走行中に、軌間が大きく拡大したため、先頭車両の後台車第1軸の右車輪が軌間内に落下し、以降の先頭車両後台車第2軸及び後部車両の各輪軸も追隨して右車輪が軌間内に落下したことによるものと考えられる。

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に加えて、軌道整備基準値を超える通り変位があり、さらに、腐食やひび割れが発生しているまくらぎが連続していたため、列車走行時の横圧によるレール小返り等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、再検査での測定値が小さくなる誤差が発生していた可能性が考えられ、定期検査で把握した必要な軌間変位の補修ができていなかったことによるものと考えられる。

腐食やひび割れが発生しているまくらぎが連続していたことについては、定期検査等で脱線の危険性がある連続した不良まくらぎを把握し、それに応じたまくらぎの交換又はPCまくらぎ化が十分に行われていなかったことによるものと考えられる。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

(1) 着実な軌道変位の補修

本事故が発生した一因は、定期検査で把握した必要な軌間変位や通り変位の補修ができていなかったことによるものと考えられ、補修ができていなかったことは、現状の整備基準値超過箇所が極端に多いこと及び再検査時の測定誤差が関与していると考えられる。

したがって、同社は軌道の整備基準値を再検証し見直すこと等を含め、軌道構造や走行する車両特性及びその速度等に応じた適正な軌道変位の管理方法を検討し、規定に基づき適切に軌道変位の管理・補修を行うことができる体制を構築し、実施していく必要がある。

(2) まくらぎの適切な管理

本事故が発生した一因は、不良まくらぎが連続していたことによるものと考えられる。したがって、同社はまくらぎ検査において、連続性に注意して、より慎重に不良まくらぎを見極めるようにするとともに、平成30年6月28日に運輸安全委員会が国土交通大臣へ意見の別添として発出した「軌間拡大による列車脱線事故の防止について」を踏まえて講じた対策を検証し、できるだけ早期に

PCまくらぎ化等の軌道の強化を行うことが必要である。

(3) 線路の保守体制の改善

同社の線路の保守体制は、走行安全性の確保という点において課題があり、技術力の不足がある状況が見受けられた。

これは、同社に類する地域鉄道に共通する課題もあり、すぐに解決することは難しいと考えられるものの、鉄道の走行安全性を直接脅かす軌道状態の悪化を放置することになるため、同社は、国や関係自治体からの協力を得つつ最大限の努力を行い改善していくことが望ましい。

また、組織としての技術力の不足を補うためには、各担当者の研修や訓練による社員教育を実施することや、適任者を増員すること等も有効であるが、それらとともに、鉄道関連の各法人が行っている技術支援や技術開発等を積極的に活用し、社外の知見等を取り入れていくことが望ましい。

5.2 事故後に講じられた措置

5.2.1 同社が講じた措置

- (1) 軌道変位の管理を行う要員として、工務課の担当者を1名増員した。
- (2) 技術力の高い外部組織より技術支援を受けつつ、今後の軌道変位の整備基準値や線路の保守管理体制の検討を行うこととした。
- (3) 本件曲線について、
 - ① 必要な箇所の軌道変位の補修
 - ② 木まくらぎの同種交換88本（新品16本、中古72本）及び木まくらぎからPCまくらぎへの交換16本（おおむね5本に1本の割合の部分PCまくらぎ化）（図8参照）を実施した。



図8 本件曲線のPCまくらぎ化の状況

- (4) (3)を含め、同社の大原駅～大多喜駅間において、
- ① 軌道変位の補修約 1,400 m
 - ② 木まくらぎの同種交換 1,244 本、橋まくらぎの同種交換 52 本及び木まくらぎから PC まくらぎへの交換 166 本を実施した。
- (5) さらに、いすみ線の運転再開に向けて、追加の軌道変位の補修やまくらぎの整備を実施していく予定である。

5.2.2 国土交通省が講じた措置

国土交通省鉄道局は、本事故発生後に事務連絡「軌道の適切な保守管理について（注意喚起）」（令和6年10月8日付け）を発出し、各鉄軌道事業者に本事故の周知及び同種事故防止の注意喚起を行った。

5.3 今後必要とされる再発防止策

同社は、適正な軌道変位の管理方法を検討することも含め、規定に基づき適切に軌道変位の管理・補修を行うことができる体制を構築し、実施していく必要がある。

また、平成30年6月28日に運輸安全委員会が国土交通大臣へ意見の別添として発出した「軌間拡大による列車脱線事故の防止について」に対する対策を再検証し、PCまくらぎ化等についてできるだけ早期に実施できるよう計画を策定する必要がある。

6 勧告

本事故は、脱線現場付近の軌間が大きく拡大したことにより発生したものであると考えられ、その要因として、脱線開始地点付近の軌間変位について補修すべき軌道整備基準値を超過しているにもかかわらず補修ができていなかったこと、腐食やひび割れが発生しているまくらぎが連続していたこと等、必要な線路の補修ができていなかったことが考えられる。

必要な線路の補修ができていなかったことについては、いすみ線全線において、補修を必要とする軌道整備基準値を超過している軌道変位が存在する箇所が極端に多かったことに加え、同基準値を超過している箇所の再検査の方法など、軌道変位の管理方法にも課題が見受けられた。

運輸安全委員会は、本事故の調査結果を踏まえ、輸送の安全を確保するため、いす

み鉄道株式会社に対し、運輸安全委員会設置法第27条第1項の規定に基づき、下記のとおり勧告する。

また、同条第2項の規定に基づき、講じた措置について報告を求める。

記

- (1) 軌道変位を補修する軌道整備基準値を再検証し見直すこと等も含め、適正な軌道変位の管理方法を検討し、規定に基づき適切に軌道変位の管理・補修を行うことができる体制を構築すること。
- (2) 平成30年6月28日に運輸安全委員会が国土交通大臣に対し発出した意見の別添「軌間拡大による列車脱線事故の防止について」に記した対策を踏まえ再発防止に向けた必要な措置を検証し、PCまくらぎ化等についてできるだけ早期に実施できるよう計画を策定すること。

なお、上記の施策を実施するに当たっては、国や関係自治体からの協力を得つつ、社外からの知見を得るための技術支援等を積極的に活用していくことが望ましい。

付図1 いすみ線の路線図

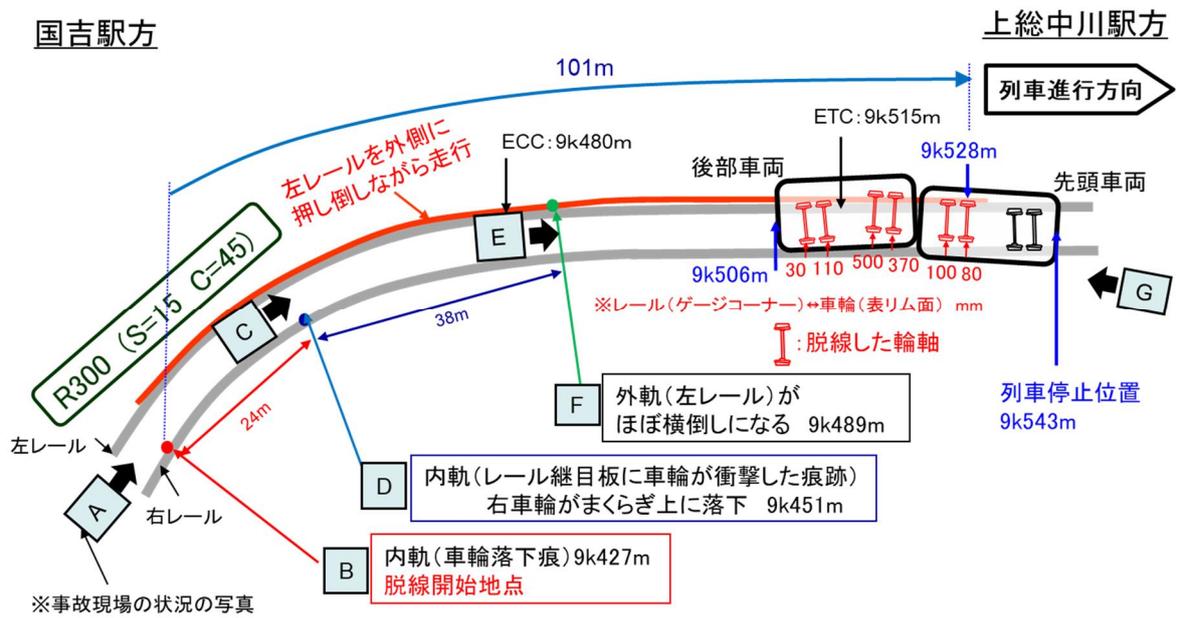
大原駅～上総中野駅間 26.8km(単線)



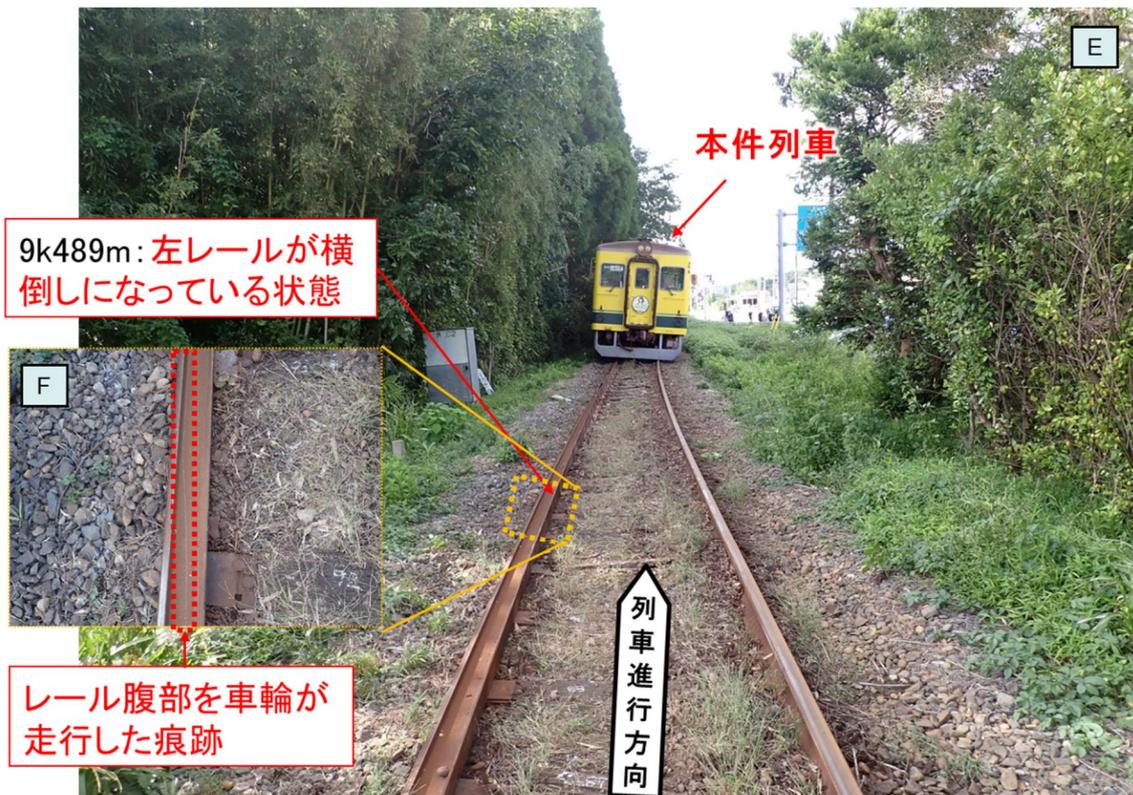
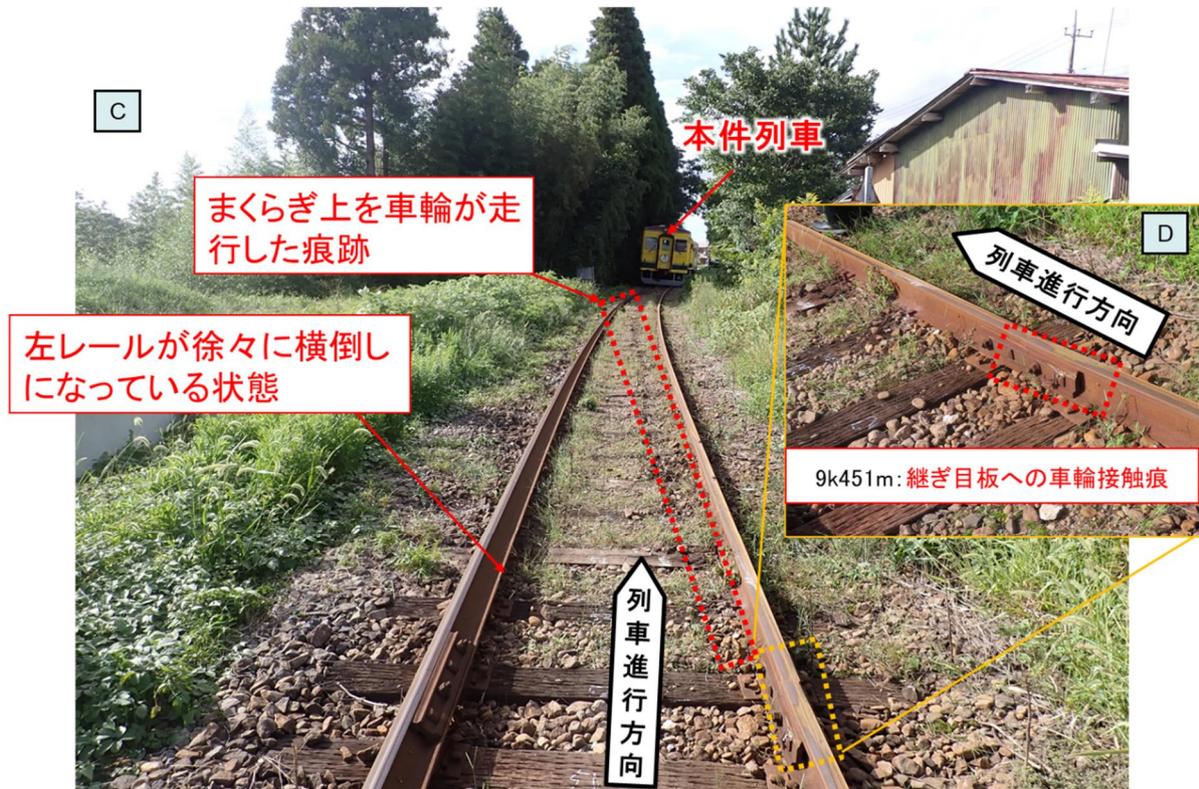
付図2 事故現場付近の地形図



付図3 事故現場の略図と脱線の痕跡（その1）



付図3 事故現場の略図と脱線の痕跡（その2）

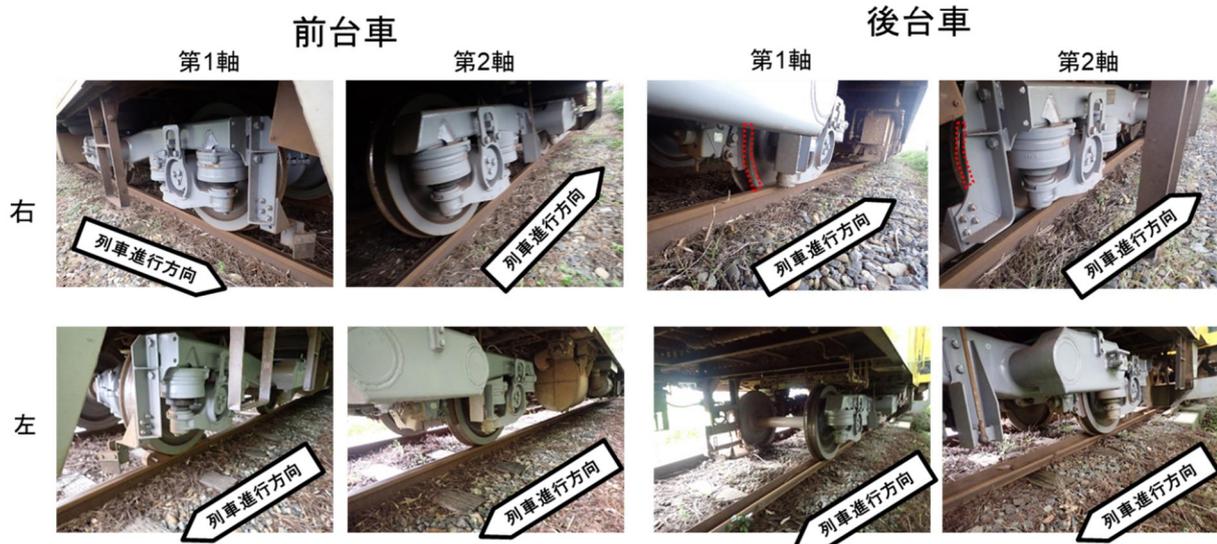


付図3 事故現場の略図と脱線の痕跡（その3）

本事故発生直後の状況



先頭車両



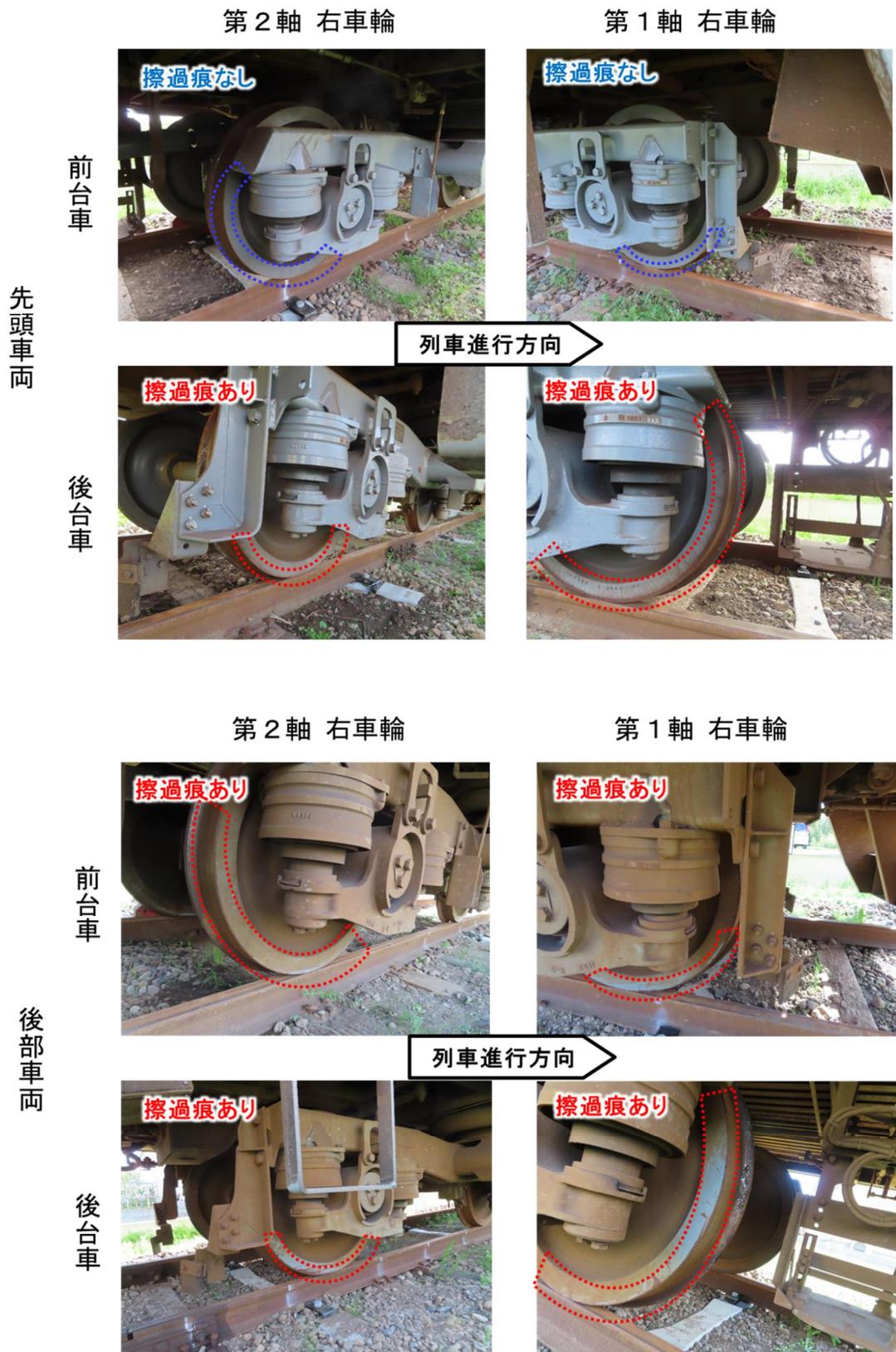
後部車両



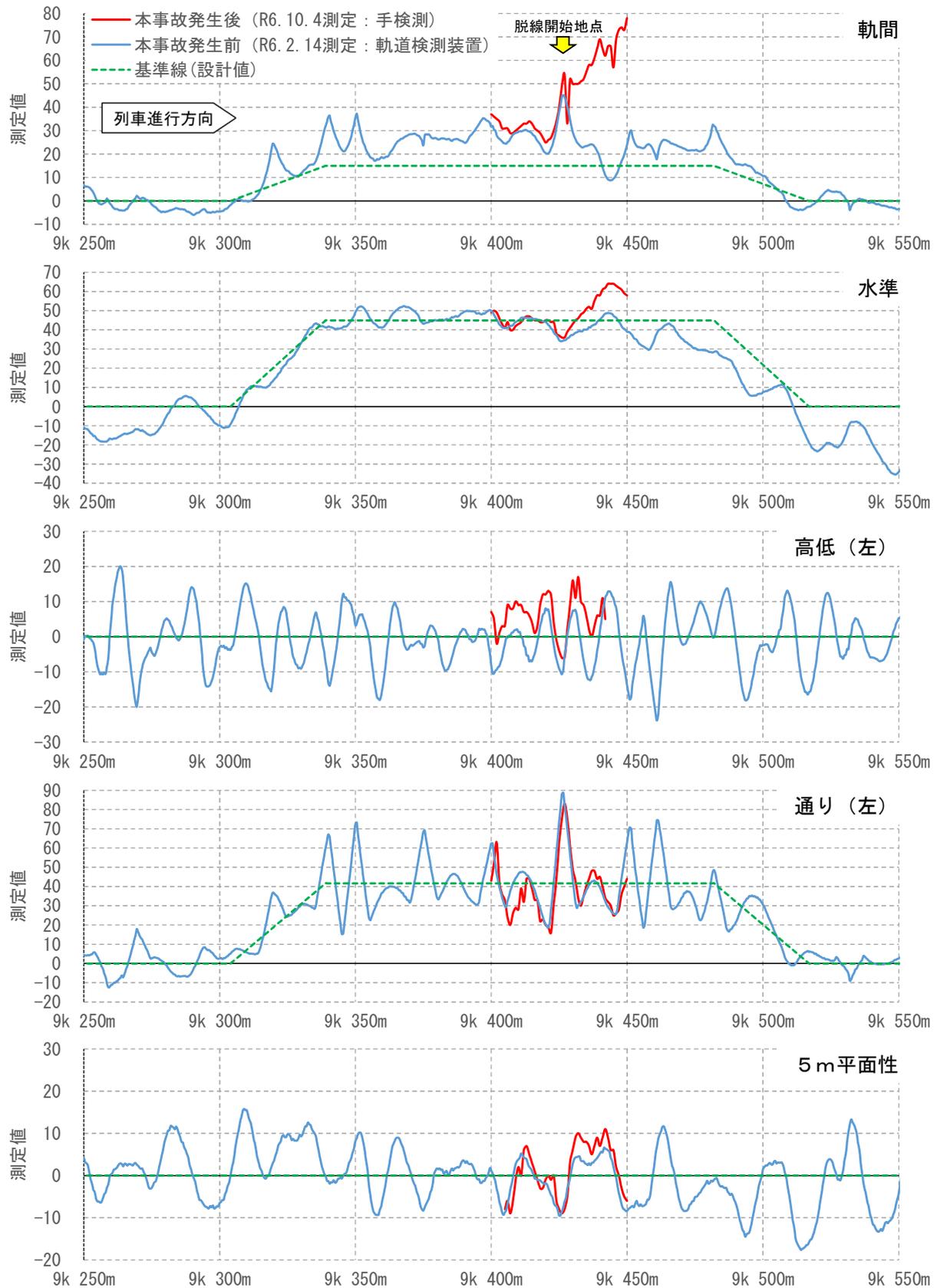
..... : 擦過痕

付図3 事故現場の略図と脱線の痕跡（その4）

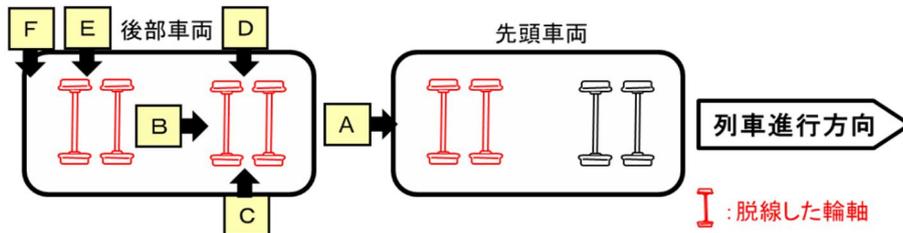
脱線した本件列車を載線後に撮影



付図4 事故現場付近の軌道変位等の状況

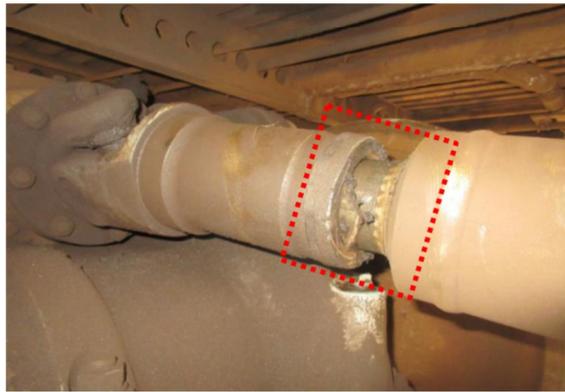


付図5 車両の主な損傷状況



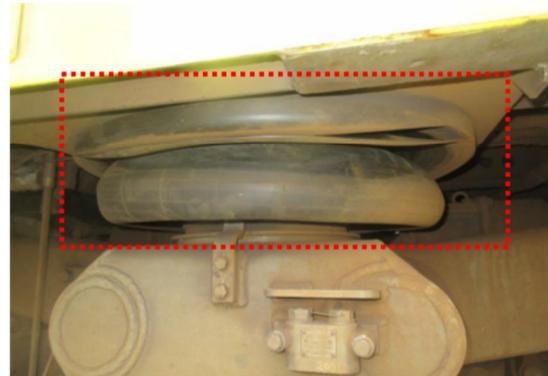
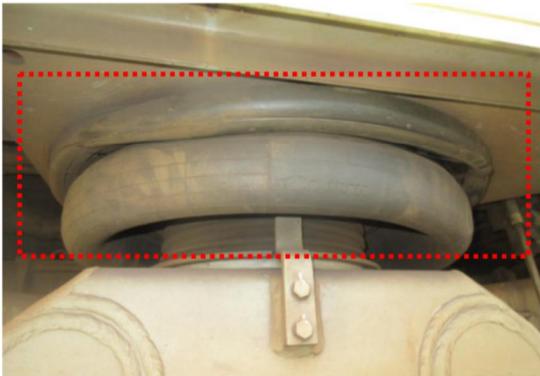
A : 先頭車両 ほろ裂損

B : 後部車両 前台車 推進軸
ダストキャップ損傷、パッキン裂損



C : 後部車両 前台車 左側
空気ばね 変形

D : 後部車両 前台車 右側
空気ばね 変形



E : 後部車両 後台車第2軸 右側
制輪子コッタ 脱落

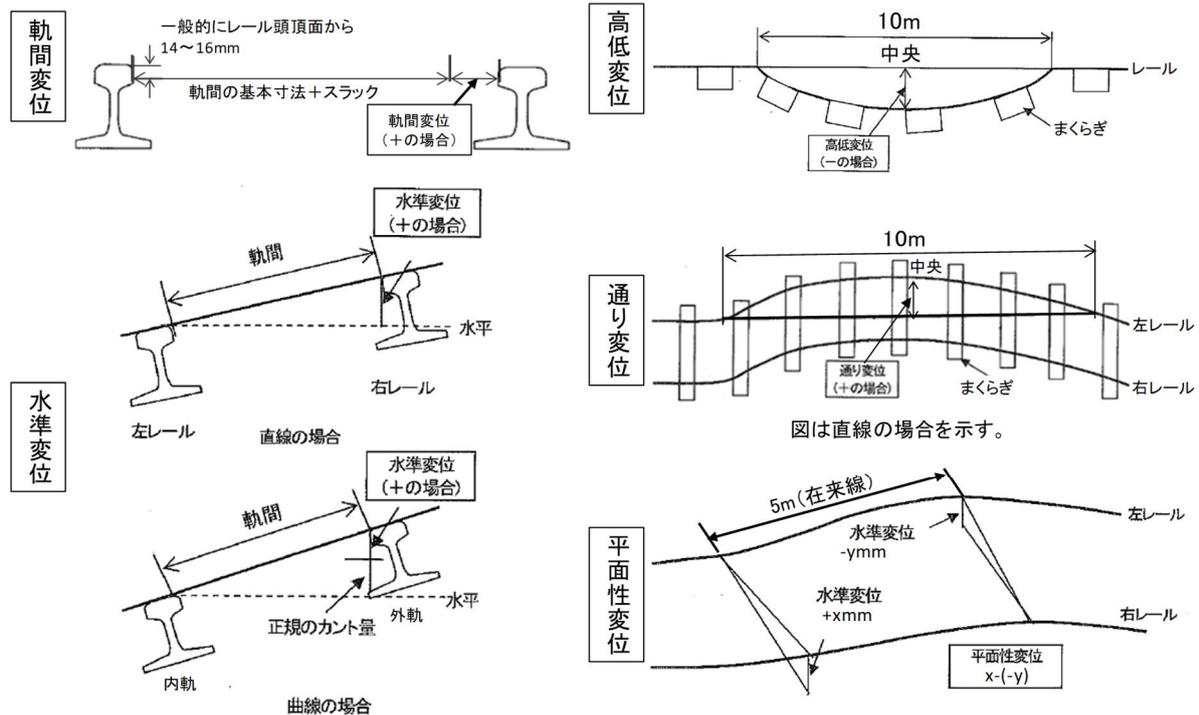
F : 後部車両 後台車 右側
補助排障器 変形



※本件後部車両前台車各軸右側の制輪子コッタも脱落

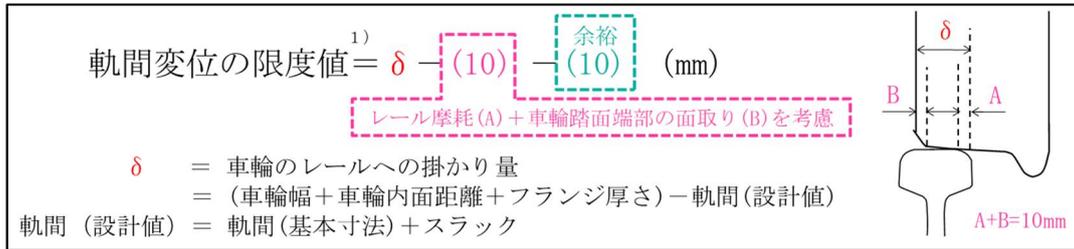
附属資料 1 軌道変位の種類と定義

軌道変位		列車の繰り返し通過や自然現象により、軌道の各部に生じる変位や変形のことをいう。軌道変位には、一般的に軌間変位、水準変位、高低変位、通り変位、平面性変位の5種類がある。
	軌間変位	軌間内側面間の距離から左右レールの基本寸法（1,067mm）及びスラックを除いたものである。軌間変位の限度値の考え方については、「附属資料2 軌間変位の限度値の考え方」を参照のこと。
	水準変位	左右レールの高さの差のことをいう。また、曲線部でカントが設定されている場合には、カントを差し引いた値のことをいう。
	高低変位	レール頭頂面の長さ方向での凹凸をいい、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との距離で表す。
	通り変位	レール側面の長さ方向での凹凸をいい、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、曲線部においては、通り正矢から曲線半径による正矢量を差し引いた値で表す。
	平面性変位	レールの長さ方向の2点間の水準の差をいい、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。

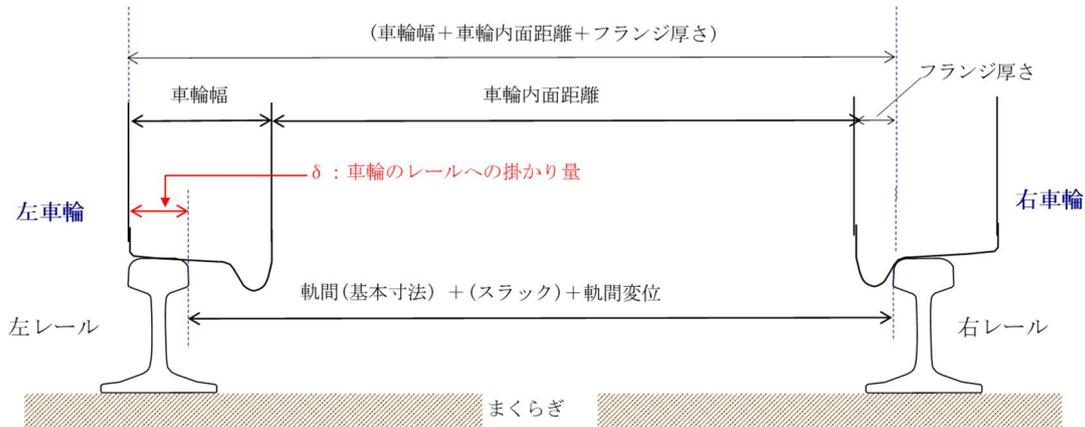


附属資料 2 軌間変位の限度値の考え方

鉄道車両の走行安全上の判定目標の一つとして、軌間内に車輪が脱線しないための軌間変位の限度値は、一般的にレールと輪軸の関係から次のように考えられる。



ここで、輪軸の寸法(最小値)、軌間(基本寸法)1,067mm及びスラック0mmとすると、
 軌間変位の限度値 = (車輪幅 + 車輪内面距離 + フランジ厚さ) - 軌間(設計値) - 10 - 10
 = (120 + 988 + 22) - 1,067 - 10 - 10 = 43 ≒ 40(mm)



軌道整備基準値(JR在来線の例)²⁾では、軌間の拡大量の限度値40mmより、整備基準値の上限を、

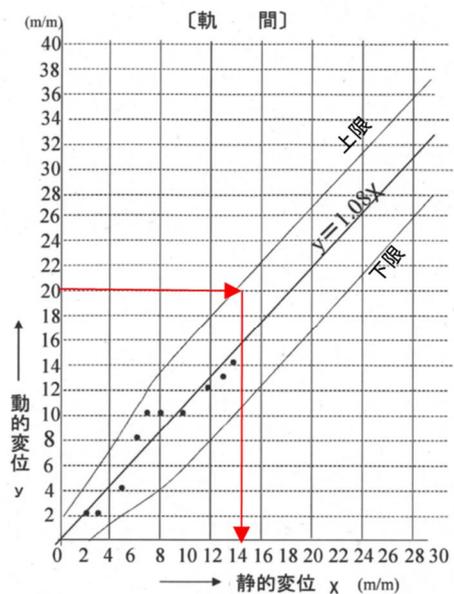
整備基準値の上限 = 軌間の拡大量の限度値 - スラック

として、例えばスラック20mmの曲線の動的軌間変位の整備基準値は、40 - 20 = 20mmとしている。

また、静的軌間変位の整備基準値は、動的軌間変位と静的軌間変位の関係³⁾から求め、動的軌間変位の整備基準値が20mmの場合、静的軌間変位の整備基準値を14mmとしている。

参考文献

- 1) 解説 鉄道に関する技術基準(土木編)第四版、国土交通省鉄道局監修、令和5年、p.118
- 2) 解説 鉄道に関する技術基準(土木編)第四版、国土交通省鉄道局監修、令和5年、p.683
- 3) 解説 鉄道に関する技術基準(土木編)第四版、国土交通省鉄道局監修、令和5年、p.684



動的軌間変位と静的軌間変位の関係