

RA2021-2

鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 西日本旅客鉄道株式会社 芸備線
東城駅～備後八幡駅間
列車脱線事故

II 長良川鉄道株式会社 越美南線
美濃太田駅構内
列車脱線事故

III 東日本旅客鉄道株式会社 外房線
安房鴨川駅～安房天津駅間
列車脱線事故

令和3年3月25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」

II 長良川鉄道株式会社 越美南線
美濃太田駅構内
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：長良川鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：令和2年3月18日 14時44分ごろ

発生場所：岐阜県美濃加茂市

越美南線 美濃太田駅構内（単線）

令和3年2月22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 柿嶋美子

委員 鈴木美緒

委員 新妻実保子

要旨

<概要>

長良川鉄道株式会社の越美南線北濃駅発美濃太田駅行き1両編成（ワンマン運転）の上り第12列車の運転士は、令和2年3月18日14時44分ごろ、美濃太田駅構内の半径300mの左曲線付近を速度約17km/hで走行中に衝撃を感じ、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

列車の停止後に同運転士が車両の床下を点検したところ、前台車の全2軸が右に脱線していた。

列車には、乗客10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の左曲線を通過中に軌間が動的に拡大したため、前台車全2軸の左車輪が軌間内に落下し、続いて前台車全2軸の右車輪が軌間外に落下したことによって発生したと考えられる。

軌間が動的に拡大したことについては、まくらぎの不良やレール締結状態の不良が連続していたために、列車通過時の横圧によってレール小返り及びレール横移動が生じたことによるものと考えられる。

まくらぎの不良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、まくらぎ及びレール締結装置の管理において技術力不足が見受けられる現業機関の社員が経過観察で良いと考え、整備が行われなかったためと考えられる。また、技術力不足については、本社の現業機関社員に対する教育の実施及び確認が不十分だったためと考えられる。

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	運転士等の口述	1
2.1.2	その他の情報	4
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷	4
2.3	鉄道施設等に関する情報	4
2.3.1	事故現場の状況に関する情報	4
2.3.2	路線の概要	5
2.3.3	線路に関する情報	5
2.3.4	軌道に関する情報	7
2.4	車両に関する情報	16
2.4.1	車両の概要	16
2.4.2	車両の定期検査等に関する情報	17
2.4.3	車両の損傷及び痕跡に関する情報	18
2.5	乗務員等に関する情報	19
2.6	運転取扱い等に関する情報	19
2.7	気象に関する情報	19
2.8	その他の情報	20
2.8.1	第11列車の車両調査結果	20
2.8.2	本事故発生までの中部運輸局及び同社の軌間拡大防止に関する取組	20
3	分 析	21
3.1	事故の発生時刻に関する分析	21
3.2	脱線に関する分析	22
3.2.1	脱線発生位置について	22
3.2.2	脱線発生前後の状況推移について	22
3.2.3	脱線開始地点付近のレールの状況について	24
3.2.4	脱線開始地点付近の軌間拡大量について	24

3.2.5	事故発生時の列車の走行速度について	25
3.3	軌道に関する分析	25
3.3.1	まくらぎについて	25
3.3.2	軌道変位について	26
3.3.3	レールの締結について	27
3.3.4	保線担当者に対する教育・指導について	28
3.4	車両に関する分析	28
3.5	気象に関する分析	29
4	原因	29
5	再発防止策	29
5.1	必要と考えられる再発防止策	29
5.2	事故後に同社が講じた措置	30

添付資料

付図1	長良川鉄道株式会社の路線略図	32
付図2	事故現場付近の地形図	32
付図3	事故現場の概略と脱線の痕跡	33
付図4	事故現場付近の軌道変位の状況	34
付図5	まくらぎ管理台帳	35
付図6	脱線の痕跡（全体図）	36
付図7	現場調査時の事故現場付近のまくらぎ及び犬くぎの状態	37

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

長良川鉄道株式会社の越美南線北濃駅発美濃太田駅行き1両編成（ワンマン運転）の上り第12列車の運転士は、令和2年3月18日（水）14時44分ごろ、美濃太田駅構内の半径300mの左曲線（以下、前後左右は列車の進行方向を基準とする。）付近を速度約17km/hで走行中に衝撃を感じ、非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

列車の停止後に同運転士が車両の床下を点検したところ、前台車の全2軸が右に脱線していた。

列車には、乗客10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2年3月18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。

中部運輸局は、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2年 3月19日～20日 現場調査、車両調査及び口述聴取

令和2年10月14日～15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 運転士等の口述

事故に至るまでの経過は、長良川鉄道株式会社（以下「同社」という。）の北濃駅発美濃太田駅行き上り第12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。）、^{とみか}富加駅にて本件列車と行き違いを行った第11列車の運転士（以下「第11列車運転士」という。）及び事故発生時に指令業務を担当していた運転指令員A（以下「本件指令」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

事故当日、本件列車には関駅（美濃太田駅起点 1 1 k 9 4 0 m、以下「美濃太田駅起点」は省略する。）において、列車に異常なしとの引継ぎを受けてから乗務を開始し、美濃太田駅の一つ手前の駅である前平公園駅（1 k 7 3 0 m）を定刻（1 4 時 4 2 分）に出発した。本件列車の車両（以下「本件車両」という。）は同駅出発後も異状がなく、力行^{りきこう}5ノッチで6 0 km/hまで加速したあとノッチオフした。美濃太田駅の場内信号機（0 k 5 8 0 m）の遠方信号機（0 k 9 7 1 m）は約6 0 km/hで、また、同場内信号機は4 0 km/hで通過した。場内信号機を通過したときの信号現示は「Y（注意信号）」だった。場内信号機の通過後にブレーキを扱って減速し、東海旅客鉄道株式会社（以下「JR東海」という。）の高山線2 7 kmポスト付近でブレーキを緩めた。その時の速度は1 7 km/hだった。

その後、惰行走行中に「ドン」という音と衝撃があったので、直ちに非常停止手配を執り列車を停止させた。衝撃があった時の速度も1 7 km/hだった。

停止後、直ちに列車無線を使って本件指令に、「前平公園駅～美濃太田駅間0 k 2 0 0 m～同3 0 0 mの間で「ドン」という衝撃があり、現在停車中です。現場の状況を確認します。」と第一報を入れた。本件指令から「被害状況を確認するように」との指示があったため、乗客に対して案内放送を行い、転動防止措置を講じてから降車した。

本件車両を確認したところ、前台車の車輪が四つともレールの右側に外れ、スノープラウがレールに当たって曲がっていた。

そのうち、JR東海の社員が梯子^{はしご}を持って駆けつけてくれたことから、乗客の降車について本件指令の許可を得た後、乗客の怪我の有無を確認して乗客を降車させた。

現場付近は、速度が高くなると結構揺れが激しい所なので、普段から速度を抑えて通過していた。加えて、富加駅で行き違いを行う予定の第1 1列車運転士が、運転指令に対し「上下に跳ねるような音がします」のように報告しているのが列車無線から聞こえたこと、及び富加駅で行き違いを行う際に第1 1列車運転士から「美濃太田～前平公園間0 k 2 8 0 m付近のS字カーブの直線の所で少し跳ねるような感じがするので注意して走行して下さい」との注意喚起を列車無線で受けたことから、普段の通過速度よりも低い1 7 km/hで通過した。

なお、脱線した時刻は1 4 時 4 4 分ごろだったと思う。

(2) 第11列車運転士

第11列車の車両は、美濃太田駅にて折り返す前まで第116列車として運用されており、その列車も自分が運転していた。その第116列車が美濃太田駅に到着する前、現場を約35km/hで通過したときに、何かフワッとした違和感があり少々気になったが、衝撃があったわけではないため停止せず、そのまま美濃太田駅まで運転した。

事故当日に現場を通ったのは第116列車に乗務した際が最初であり、現場付近に異常があるとの情報は聞いていなかったため、通常で現場を通過した。

美濃太田駅停車中は、第11列車（折り返し列車）で現場を通過する際に、すぐ止まれる速度でもう一度状況を確認しようと考えていた。第11列車が美濃太田駅を出発後、線路は正常に見えたので速度25～26km/hで徐行運転したところ、上下に弾むような感じが2回あったものの、衝撃というか、「ガタン」というような感じではなかった。第116列車でフワッと感じた場所と第11列車で上下に弾むように感じた場所は、ほぼ同じ場所（S字カーブの直線部分）だった。

そこで、列車無線を使って運転指令に状況を伝えた方が良いと考えたが、列車は前平公園駅付近まで来ていたため、前平公園駅を出発した後に、第11列車において異常を感じた場所及び上下に弾むような感じがあったことを本件指令に報告した。

その後、富加駅場内信号機（5k650m）の遠方信号機（5k400m）付近から、富加駅で行き違いを行う予定の本件列車の運転士に対し、直接列車無線を使って状況を説明し、注意して運転するようにと伝えた。本件列車の運転士に連絡したのは、本件指令に報告した約4～5分後だったかと思う。

(3) 本件指令

事故当日の14時31分ごろ、第11列車運転士から「美濃太田駅構内のS字カーブの中央付近でバウンドするような上下振動があった」という報告を受けた。

復唱した後、指令電話を使って工務区に連絡したところ、当日、美濃市駅付近で検査を行っていた社員に直接連絡を取って欲しいとのことだったので、すぐに同社員に連絡して現場に向かうよう指示した。

その約10分後に、本件運転士からS字カーブの間の所で脱線したとの報告を受けたため、本社の社員及び現場に向かうように指示した社員に脱線の発生を伝えた。

本件運転士が乗客の避難誘導を行いたいと許可を求めてきたことから、許

可した。その後、本件運転士に車両の状態を確認したところ、前台車の車輪が四つともレールの右側に外れ、スノープラウが線路に当たっているとのことだった。

その後、本件列車に対する対応を運転指令員Bに引き継ぎ、自分は美濃太田駅から関駅までの終日運転休止の手配及び関駅での折り返し運転に関する作業を担当した。

なお、第11列車運転士から美濃太田駅構内のS字カーブの中央付近で上下振動があったと報告を受けていたものの、すぐに本件列車を停止させる措置を執らなかったのは、後述する事故現場付近に不良まくらぎが連続していた状況を把握しておらず、また、同運転士から第116列車に乗務した際に同様の事象があったことを聞いていなかったことから、緊急性を感じなかったためである。

2.1.2 その他の情報

本件列車の車両には運転状況を記録する装置は搭載されていない。

また、本件運転士が事故後の第一報を本件指令に入れた際の無線交信記録の交信時間は31秒間であり、本事故現場の前方約290mにある美濃太田駅の本件列車の到着予定時刻は、提出された列車運行図表（列車ダイヤ）によると14時45分であった。

(付図1 長良川鉄道株式会社の路線略図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場の概略と脱線の痕跡 参照)

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 事故現場の状況に関する情報

本件列車は、先頭位置が0k269.5m付近に停止していた。

本件車両の前台車前軸は0k272m付近で、また、同後軸は0k274m付近で、それぞれ右側に脱線していた(図1 参照)。車輪のレールからの離れは、前台車前軸が290mm、同後軸が195mmであった。



図1 脱線の状況

2.3.2 路線の概要

同社は、昭和61年8月に第3セクター方式の鉄道会社として設立され、特定地方交通線に指定されていた日本国有鉄道越美南線を譲り受けて昭和61年12月から営業を開始している。同社の越美南線は、美濃太田駅～北濃駅間の延長72.1km、軌間1,067mmの単線非電化の路線であり、美濃太田駅においてJR東海高山本線及び同太多線に接続している。

美濃太田駅～北濃駅間における平日一日当たりの列車の運転本数は、上り下り共に21本であり、2両編成の列車以外は全て1両編成で運転されている。

(付図1 長良川鉄道株式会社の路線略図 参照)

2.3.3 線路に関する情報

本事故現場付近の線路に関する情報は次のとおりである。

(1) 線路線形は、曲線が連続する区間であり、0k373m～0k330mは半径600mの左曲線、0k320m～0k280mはカント^{*1}20mm及びスラック^{*2}10mmが設定された半径300mの左曲線（0k315m～0k285mが円曲線、その前後の0k320m～0k315m及び0k285m～0k280mは緩和曲線^{*3}。以下「本件曲線」という。）である。

また、0k275m～0k185mは半径260m及び半径800mの曲線からなる右複心曲線^{*4}である。

(2) 線路勾配は、0k400m～起点が0.5%の下り勾配である。

(3) 軌道構造はバラスト軌道であり、使用しているまくらぎ及びレールは、木まくらぎ及び50kgNレールである。

(4) レール締結装置としては、主にF型タイプレートが使用されているが、

*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いう。

*3 「緩和曲線」とは、車両の走行を円滑にするために直線と円曲線、または2つの曲線の間に設けられる特殊な線形のことをいう。

*4 「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。

(1)に記述した右複心曲線中の0 k 2 4 1 m付近から美濃太田駅方及び半径600mの左曲線より前平公園駅方の直線区間から前平公園駅方においては、レールは犬くぎによって直接まくらぎに締結されている（図2 参照）。

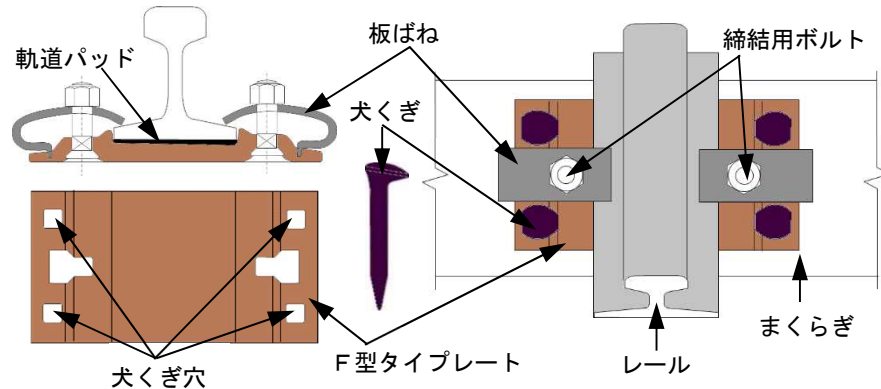


図2 F型レール締結装置

事故後の調査の際に本事故現場付近のレール締結装置を確認したところ、犬くぎはF型タイプレート1枚につき3本打込まれていた（図3 参照）。

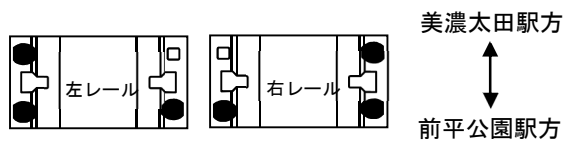


図3 事故現場付近（半径300mの曲線区間付近）の犬くぎ打込み状態

犬くぎ打込み方法については、同社から次のような説明及び資料の提出があった。

犬くぎの打込み方法については、同社の軌道整備心得第51条に次のように定められていたため、保線担当者はそれに基づいて犬くぎの打込みを行ったのではないかと考えられる。

(犬くぎの打込位置)

第51条

犬くぎは、まくら木^{原文ママ}1丁に対し4本とし、特別の場合を除いて一定の方向に八型に打込み、且つまくら木縁端から犬くぎの中心までは、少なくとも50cmの距離を保たなければならない。

2. 犬くぎは必要に応じて増打ちをすることが出来る。

なお、犬くぎの打込みについては、「軌道の維持管理マニュアル」*5には、
 図4のようなF型タイププレート⁵の犬くぎ打込み標準が示されている。

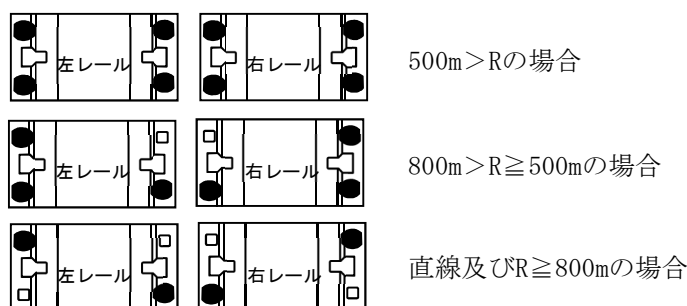


図4 F型タイププレートの犬くぎ打込み標準

(付図3 事故現場の概略と脱線の痕跡 参照)

2.3.4 軌道に関する情報

2.3.4.1 軌道の検査等

(1) 軌道変位の定期検査

本線における軌道変位の定期検査は、「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、同社が中部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「軌道土木施設実施基準」第75条において、1年の基準期間毎に行うと定められている。

同社は、可搬式小型軌道検測装置を使用して静的軌道変位*6を測定し、整備基準値（静的値）に基づいた軌道変位管理を行っている。

同社の本線における軌間変位、水準変位、高低変位、通り変位及び平面性変位の整備基準値（静的軌道変位）は、「軌道土木施設実施基準」第59条に定められている（表1 参照）。

*5 「軌道の維持管理マニュアル」（一般社団法人 日本鉄道施設協会、平成26年、p.115）

*6 「静的軌道変位」とは、手検測（人力による糸張り検測）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。

表1 軌道変位の整備基準値（静的値）（単位：mm）

狂い種別	整備基準値
軌 間	直線及び半径600mを越える曲線 : 14
	半径200m以上600mまでの曲線 : 19
	半径200m未満の曲線 : 14
水 準	平面性に基づき整備を行う
高 低	22
通 り	22
平面性	18（カント ^{ていげん} 逡減量含む）

令和元年7月1日に実施された‘本事故現場付近における事故発生前直近の軌道変位定期検査の測定値’（以下「事故前の軌道変位」という。）のうち、0k350m～0k250mの測定結果の概要は次のとおりである。

- ① 軌間変位は、0k290m付近が最も大きく、変位量は+28mm（スラックを含む）であり、同地点のスラック10mmを除いた変位量は+18mmで整備基準値（19mm）未満であった。また、その前後区間である0k289m～同291mの変位量の平均値は+27mm（スラックを含む）以上であった。
- ② 水準変位は、0k270m付近が最も大きく、変位量は0mm（カント20mmを含む）であり、整備基準値（18mm）を超過していた。しかし、同社が整備基準値を超過した箇所を再計測したところ、変位量は+7mm（カント20mmを含む）であり、整備基準値未満であった。なお、再計測の結果は、同社の軌道変位検査要整備判定箇所表に記録されていた。
- ③ 高低変位（左）は、0k292m付近が最も大きく、変位量は-18mmであり、整備基準値（22mm）未満であった。
- ④ 通り変位（右）は、0k256m付近が最も大きく、変位量は+59mm（曲線半径による正^{せい}矢^や量^{りょう}*7を含む）であり、整備基準値（22mm）未満であった。
- ⑤ 5m平面性変位は、0k309m付近が最も大きく、変位量は-15mmであり、整備基準値（18mm）未満であった。

なお、事故前の軌道変位とその前年度の軌道変位に顕著な差は認められなかった。

*7 ここでいう「正^{せい}矢^や量^{りょう}」とは、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をいう。

(2) 軌道材料の定期検査

レール及びまくらぎ等の軌道材料の定期検査については、「軌道土木施設実施基準」第79条及び同81条に1年の基準期間毎に行うと定められており、本事故現場付近における事故発生前直近の検査結果は次のとおりであった。

① まくらぎの検査

まくらぎ検査は令和元年10月3日に実施されており、まくらぎ管理台帳には、腐食やひび割れ等が生じているまくらぎ（以下「不良まくらぎ」という。）の判定ランクが記録されていた。不良まくらぎの判定ランクは全てCランク（処置基準は経過観察）であった（2.8.2表8参照）。

まくらぎ管理台帳によると、本事故現場付近0k326m～0k233mに敷設されていたまくらぎ130本（事故後の調査の際に一時的にまくらぎに付した番号（以下「まくらぎ番号」という。）の1～130）のうち不良まくらぎは50本あり、不良まくらぎが3本以上連続した箇所は、4箇所あった。その中で最も連続本数が多かったのは0k292m～0k288m（まくらぎ番号48～55）間であり、不良まくらぎが8本連続していた。同社によると、連続性の判断基準については参考資料^{*8}を基に「連続3本以上」を目安としていたが、規定されてはいなかった。

② レール締結装置の検査

レール締結装置の検査は令和元年10月3日に実施されており、検査結果を記録する軌道部材検査表には、継目部の板ばねの交換（1個）及び継目まくらぎの移動（2箇所）が必要との記載があったものの、それ以外に異常に関する記録はなかった。

また、犬くぎが浮き上がって頭部がタイプレート上部に接触していない状態（以下「犬くぎ浮き」という。）等の確認は、定期検査の際ではなく徒歩巡視の際に行い、まくらぎ管理台帳に結果を記録していたとのことであった。

③ レールの検査

レール摩耗検査は令和元年9月17日に実施されており、検査結果を記録するレール摩耗等検査記録には、レールの頭部及び頭側部の摩耗量測定値と前回検査結果からの進行度が記録されていた。それによると摩耗量は軽微であり、50kgNレールの更新基準に達していなかった。また、レール損傷検査の検査結果に異常の記録はなかった。

*8 「RRR」（公益財団法人鉄道総合技術研究所、平成29年、Vol174、No.9、p.23）

(3) 線路巡視

本線路の巡視は、「軌道土木施設実施基準」第73条に、「7日毎に1回、列車、軌道モーターカー又は徒歩等により行わなければならない」と定められている。

事故発生前直近の列車巡視は、令和2年3月13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、事故発生前直近の本事故現場付近の徒歩巡視は、令和2年1月29日に行われており、徒歩巡回記録簿には、特にまくらぎの異常及び犬くぎ浮きについての記録はなかった。

同社によると、徒歩巡回記録簿にまくらぎの異常についての記載がなかったのは、令和2年度にPCまくらぎへの交換計画があることを知っていた工務区の社員が、交換工事までは現状のままでのぐことができると思ったためと考えられるとのことである。また、犬くぎ浮きについての記録がなかったのは、多くの場合、不良まくらぎと犬くぎ浮きは一緒に発生しており、不良まくらぎに犬くぎが打ち込まれていると、犬くぎの打締めで対処しても効果がないと判断し、犬くぎ浮きを不良まくらぎに包含させてすべて不良まくらぎとして記録し、犬くぎ浮きのみ記録はしていなかったとのことである。

(付図4 事故現場付近の軌道変位の状況、付図5 まくらぎ管理台帳 参照)

2.3.4.2 軌道の整備

軌道変位が整備基準値に達した場合の整備については、「軌道土木施設実施基準」第59条(2)に、「整備基準値に達した軌道原文ママ狂い並びに整備基準値未満の軌道原文ママ狂いであって急進性のもの及び列車の動揺に特に大きな影響を与えるものについては、整備を行うものとする。」と定められており、整備時期については、同社の内規である軌道狂い整備計画に次のように定められている。

1. 検査に基づく作業計画 (軌道狂い整備計画内規抜粋)

(1) 整備基準値の扱い

①整備の時期

原文ママ軌道狂いが、整備基準値に達したものと及び同基準値には達しないが、原文ママ狂い進みが特に急進性のものについて300日以内に補修する。ただし、発見時点において、これらの状態を著しく超過している場合は、補修時期を早める。また、整備基準値に達した後、やむを得ず補修ができない場合は、徐行の措置をとるものとする。

同社によると、急進性を評価する基準や補修期限を300日以内と定めた根拠はないとのことであり、軌道変位が整備基準値に達した後、やむを得ず補修ができない場合には、軌間保持金具（ゲージタイ）の装着を実施しているとのことであった。

なお、定期検査の際、本件曲線における軌道変位は整備基準値を超過していなかったため補修は行われず、軌道整備記録簿に補修を行った記録はなかった。

本事故現場付近の事故発生前直近の軌道整備状況については、令和元年10月3日に実施されたレール締結装置の検査において異常が確認された継目まくらぎの移動が令和元年11月15日に、継目部の板ばねの交換が令和2年2月28日に実施されており、軌道整備記録にその記録が残されていた。

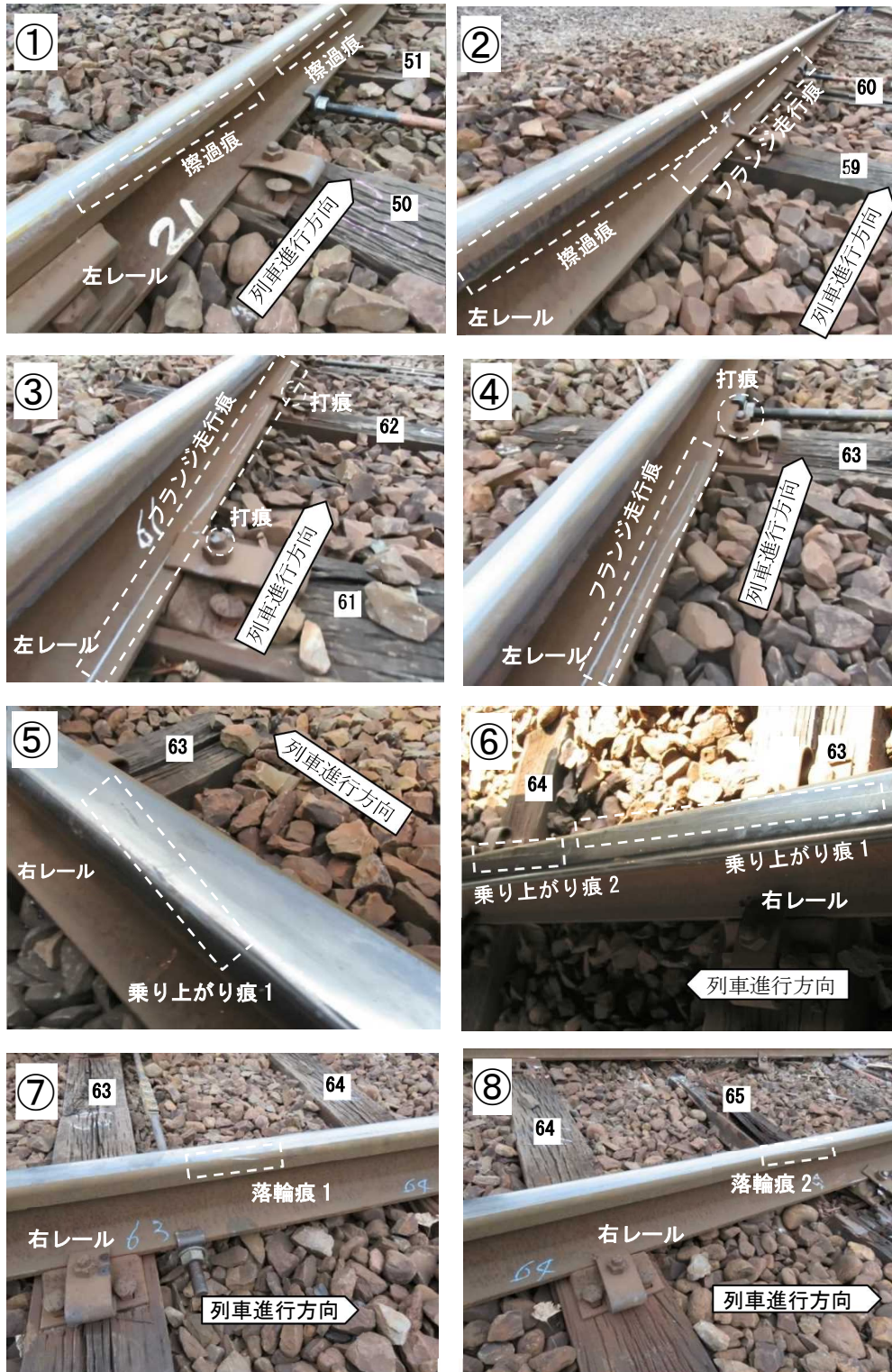
2.3.4.3 軌道の痕跡

- (1) 0k291m（まくらぎ番号50）付近～0k285m（まくらぎ番号59）付近の左レールゲージコーナー^{*9}側の頭部側面には、左車輪が軌間内に落下しかかって左車輪の表リム面が接触したと見られる擦過痕が認められた。また、0k285m付近から美濃太田駅方の左レールゲージコーナー側の頭部側面にも同様の擦過痕はあったが、断続的かつ不明瞭な状態であった（図5①、② 参照）。なお、0k291m付近よりも前平公園駅方の左右レールには、同様の擦過痕は認められなかった。
- (2) 0k285m付近～0k283m付近の左レール底部（軌間内側）には左車輪のフランジが走行したと見られる痕跡が1本、0k283m付近～0k282m付近には同様の痕跡が2本認められた（図5②、③、④ 参照）。
- (3) 0k282m付近～0k281m付近と0k281m付近～0k280m付近の右レールゲージコーナー側の頭部側面及び頭頂面上には、右車輪が乗り上がった痕跡があった。さらに、0k281m付近と0k280m付近の右レールフィールドコーナー^{*10}側の頭部側面には、右車輪が軌間外に落下した際に付いたと見られる痕跡が認められた（図5⑤、⑥、⑦、⑧ 参照）。
- (4) 上述した(2)(3)において車輪が落下したと見られる位置から本件車両の前台車前軸が停止していた位置（0k272m付近）までの間のまくらぎ及びレール締結装置には、フランジが走行したと見られる痕跡が断続的に認められた。

*9 「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。

*10 「フィールドコーナー」とは、敷設されたレールの頭部の軌間外側（ゲージコーナーの反対側）をいう。

(5) 0 k 2 9 1 m付近～0 k 2 8 3 m付近のまくらぎにはレール横移動の痕跡が複数認められた (図6 参照)。



※左上の数字は付図3中の写真撮影場所①～⑧を示す

図5 脱線の痕跡

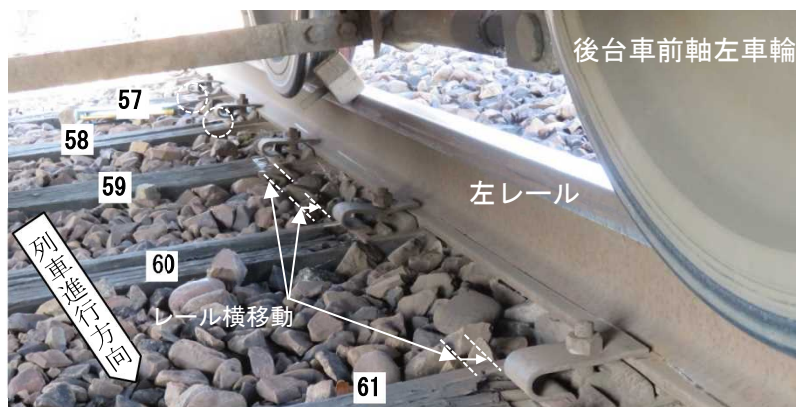


図6 レール横移動の痕跡

(付図3 事故現場の概略と脱線の痕跡、付図6 脱線の痕跡(全体図) 参照)

2.3.4.4 事故後の軌道の状態

(1) 軌道変位

‘事故後(令和2年3月19日)に、本事故現場付近(0k326m~0k233m)を手検測によって計測した静的軌道変位’(以下「事故後の軌道変位」という。)の概要は次のとおりであった。

① 軌間変位は、事故前の軌道変位と比較して、0k291m付近より前平公園駅方及び0k270m付近より美濃太田駅方で5~10mm程度増大していたが、0k291m付近において急激に増大し、同地点のスラック10mmと整備基準値(静的値)19mmを合わせた29mmを6mm超過した+35mmであった。また、スラック10mmを含めた軌間変位の最大値は、0k288m付近及び0k287m付近において計測された50mmであった(図7 参照)。

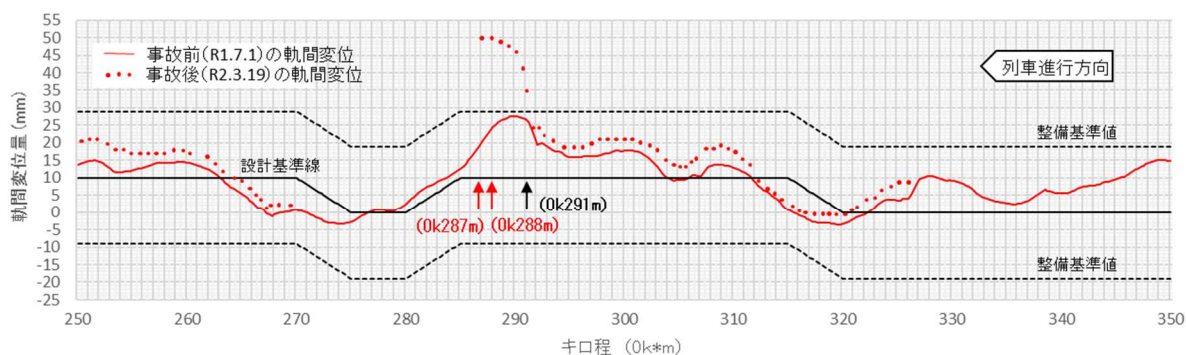


図7 事故前の軌道変位(軌間変位)と事故後の軌道変位(軌間変位)

② 水準変位は、0k242m付近が最大で、+17mm(カントを含む)であった。

- ③ 高低変位（左：内軌）は、0 k 2 9 2 m、0 k 2 3 7 m～0 k 2 3 6 m 付近が最大で、+18mmであった。
- ④ 通り変位（右：外軌）は、0 k 2 5 4 m～0 k 2 5 3 m付近が最大で、+63mm（曲線半径による正矢量を含む）であった。

(2) 軌道部材

事故後の令和2年3月19日に本事故現場付近のまくらぎ、レール締結装置、レール等の軌道部材の状態を調査した結果は次のとおりであった。

- ① まくらぎについては、0 k 2 9 4 m～0 k 2 7 6 mの木まくらぎ26本（まくらぎ番号45～70）を調査したところ、腐食及びひび割れ等が散見され、車輪フランジが走行したと見られる木まくらぎの折損が数箇所発生していた（図8 参照）。

不良まくらぎの端部に付される判定ランクに基づいた印（以下「C印」という。）は、不良まくらぎの大部分において確認できたが、その表示は「○」（2.8.2の表8～表10に記述した判定ランクA～C中のC：処置基準は経過監視）であった。同社によると、C印は整備の請負業者が分かるように定期検査の際に付しているが、消えてしまうことがあるとのことであった。

- ② レール締結装置については、レール締結ボルトに車輪フランジが接触した結果生じたと見られる損傷が多数認められたが、それ以外に目立った変形や損傷はなかった。しかし、左右のレールにおいて犬くぎが、浮いている状態、打込み向きに誤りがある状態、脱落している状態が確認されるなど、締結状態の不良と見られる箇所が複数あった（図9 参照）。
- ③ レールについては、摩耗及び損傷の異常は見られなかった。

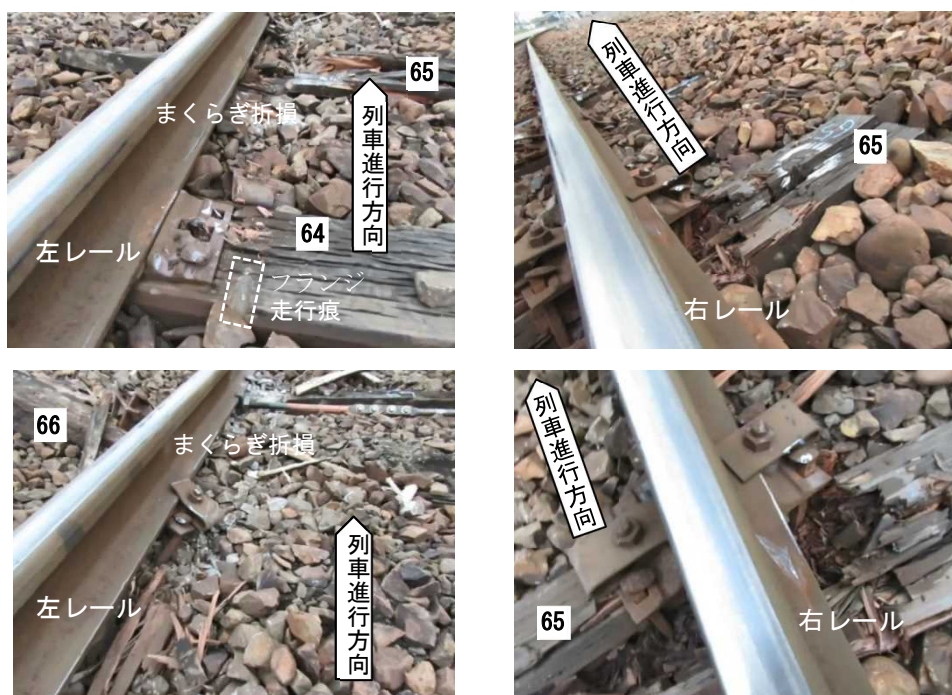


図8 軌道の損傷状況

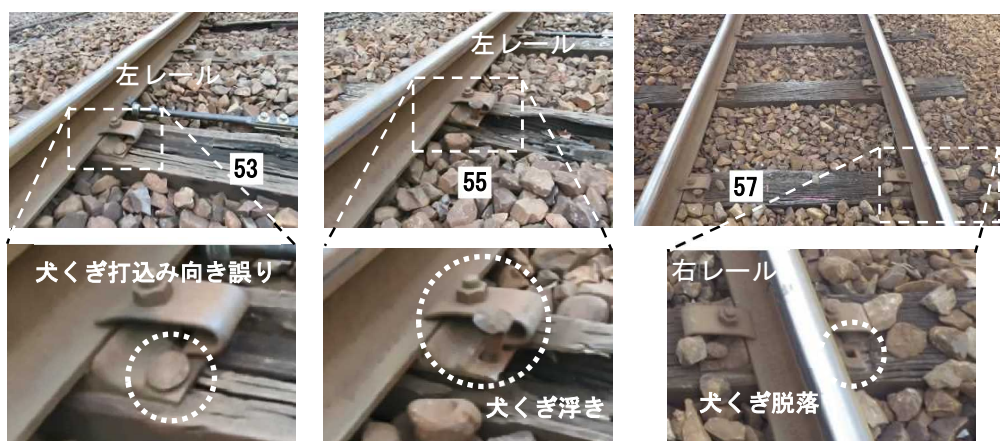


図9 脱線開始地点の手前のまくらぎに打ち込まれていた犬くぎの例

(付図7 現場調査時の事故現場付近のまくらぎ及び犬くぎの状態 参照)

(3) 道床の状態

道床に噴泥はなく、バラストは、撒布量に大きな問題はなかったが、角が取れて丸みを帯びたものが多い状況であった。

2.3.4.5 線路保守の体制

同社における線路保守の体制は、本社技術部の3名（信号通信区出身、現職経験年数6年11ヶ月の者2名、工務区出身、現職経験年数3年5ヶ月の者1名、なお、それぞれの年齢は、前者60歳、62歳、後者57歳）及び現業機関である工務区の4名（経験年数17年、12年、3年、2年の者、なお、それぞれの年齢は40歳、

41歳、30歳、35歳)で構成されている。

本社の主な業務は、補助金を活用した工事の計画策定及び日程管理等である。一方、工務区の主な業務は、軌道・土木構造物等の検査及び整備等であり、整備の内容は、検査において検出した軌道変位が整備基準値を超過したものに対し補修を行うこと及び劣化や損傷等が生じた軌道材料等の交換や補修を行うことである。

同社によると、検査及び点検、軽微な補修作業については自社で実施しているが、工事については委託している。また、本社と工務区の間はネットワークが整備されており、本社は工務区において記録・保管して確認している検査結果を確認できる環境であった。しかし、本社は工務区に軌道保守の管理を任せきり（コミュニケーション不足状態）で、検査結果及び整備状況を把握していなかったとのことであった。

2.3.4.6 まくらぎの敷設及び交換状況

同社越美南線に敷設されているまくらぎ本数（橋まくらぎ及び分岐まくらぎは除いた本数）は、令和元年11月25日時点で、103,760本であり、その内訳は木まくらぎが69,954本、PCまくらぎが33,806本である。

同社によると、木まくらぎの同種交換本数は年間3,000本を目途としているとのことであり、まくらぎの交換箇所については曲線半径や現状を勘案して場所等を選定し、まくらぎ管理台帳の不良率改善のために一定の割合で交換する方法、不良まくらぎが連続3本とならないように3本中の1本を交換する方法、及び区間を決めて一度に全数交換する方法によって実施することにしていた。また、PCまくらぎ化については、国及び関係する地方公共団体からの補助金を活用して実施しているとのことであった。

過去5年間の木まくらぎ年度別交換実績は表2に示すとおりであり、近年では増加傾向を示している。

表2 木まくらぎの交換実績（直近5年間）

	平成27年度	平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度
木まくらぎ同種交換本数（本）	1,200	512	2,029	3,680	4,676
木まくらぎPC化本数（本）	54	2,020	1,252	2,496	2,190

※継目まくらぎ除く

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10に示す。また、本件車両の主要諸元は表3のとおりである。

車種：内燃動車（ディーゼルカー）

編成両数：1両

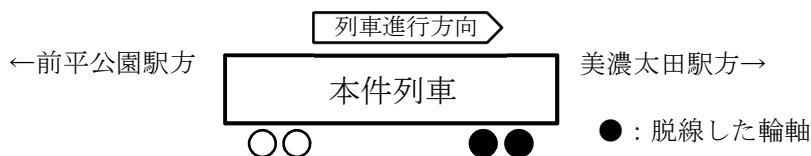


図 10 本件列車の編成

表 3 本件車両の主要諸元

車両形式 (番号)	ナガラ300形 (303号)	
車種	気動車	
定員 (人)	102 (座席定員47)	
空車重量 (t)*11	26.8	
最大車両寸法 (mm)	長さ	16,500
	幅	3,090
	高さ	4,070
台車中心間距離 (mm)	11,000	
台車形式	前台車	FU34KD
	後台車	FU34KT
軸箱支持	ボックスペデスタル方式	
車体支持	空気ばね式	
軸距 (mm)	1,800	
車輪踏面形状	修正円弧踏面	
フランジ角度 (°)	65	
車輪直径 (mm)	762	
車輪幅 (mm)	125	

2.4.2 車両の定期検査等に関する情報

車両の検査は、届出実施基準の一部である車両整備実施基準第2条～第5条において、定期検査（全般検査、重要部検査、月検査、列車検査）を表4に示す期間ごとに行うと定められている。また、本件車両の事故発生前直近の定期検査は表5に示すとおり実施されており、車両及び台車の組立寸法等は使用限度値内で、検査結果に異常は見られなかった。

表 4 定期検査の検査周期

項目	検査の種類			
	全般検査	重要部検査	月検査	列車検査
検査周期	8年を越えない期間毎	4年又は50万kmを越えない期間のいずれか短い期間毎	3箇月を越えない期間毎	72時間を越えない範囲

表 5 本件車両の定期検査実施状況

検査の種類	事故前直近の実施状況	実施場所	担当
全般検査	平成27年 9月17日	同社 検修庫内	外注
重要部検査	令和元年 8月 8日		
月検査	令和 2年 2月 5日		自社
列車検査	令和 2年 3月17日		

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

輪軸の検査としては、車輪内面距離、車輪直径、フランジ高さ及びフランジ外側面距離等について寸法測定が行われており、その使用限度値は表6に示すとおりである。事故発生前直近の定期検査時の測定結果及び事故後の測定結果は表7に示すとおりであり、本件車両の輪軸各部位の測定値はいずれも使用限度値内で異常は見られなかった。

表6 輪軸各部の使用限度値

項目		使用限度値 (mm)
車輪内面距離		990～996
車輪直径		682以上
フランジ	高さ	25～36
	外側面距離	517～527

表7 輪軸各部の寸法測定結果

項目		前台車				後台車				
		前軸		後軸		前軸		後軸		
		右側車輪	左側車輪	右側車輪	左側車輪	右側車輪	左側車輪	右側車輪	左側車輪	
車輪内面距離 (mm)	重要部検査時	991.5		991.5		991.0		991.5		
	事故後	991.6		991.5		991.1		991.7		
車輪直径 (mm)	重要部検査時	725.0	725.0	725.0	725.0	725.0	725.0	725.0	725.0	
	事故後	722.0	722.0	722.0	722.0	723.0	723.0	722.0	722.0	
フランジ	高さ (mm)	重要部検査時	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	
		事故後	28.7	28.6	28.7	28.6	28.4	27.9	28.5	27.9
	外側面距離 (mm)	重要部検査時	523.5	523.0	523.5	523.5	523.5	523.0	523.5	524.0
		事故後	524.2	524.0	524.8	524.1	524.7	525.0	524.7	524.9

2019/7/9 重要部検査
2020/4/23 事故後（臨時入場）

車両の静止輪重の測定は、全般検査及び重要部検査の際に行われており、静止輪重比^{*12} 18%を限度として管理すると定められている。事故前直近の重要部検査において、本件車両の静止輪重比の値に限度値を超過したものはなかった。

2.4.3 車両の損傷及び痕跡に関する情報

本件車両の主な損傷は次のとおりであった（図11参照）。

- (1) 本件車両の美濃太田駅方スノープラウが曲損した。また、左右の排障器受けが曲損した。
- (2) 本件車両の前台車全2軸の車輪フランジ先端部にはバラスト上を走行した際に生じたと見られる痕跡が全周に渡って認められた。
- (3) 本件車両の前台車前軸及び同後軸の左車輪の表リム面に擦過痕が認められた。

なお、本件車両において車両から落失した部品等は確認されておらず、空気ばねに傷はあったものの、エア漏れはなかった。

*12 「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。



図 1.1 本件車両の損傷及び痕跡

2.5 乗務員等に関する情報

本件運転士	男性	28歳	
甲種内燃車運転免許			平成26年12月15日
第11列車運転士	男性	39歳	
甲種内燃車運転免許			平成22年12月21日
本件指令	男性	34歳	
現職経験年数	11	箇月	

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実施基準に定められており、次のような速度制限が定められている。

- ① 列車の最高速度（美濃太田駅～郡上八幡駅間）：7.5 km/h
- ② 曲線の制限速度（半径300m以上で分岐に付帯しない場合）：6.0 km/h
- ③ 場内信号機の信号現示による制限速度（注意信号）：4.5 km/h

2.7 気象に関する情報

事故発生当時の本事故現場付近の天気は晴れであり、本事故現場の西南西約23.5km付近にある岐阜地方気象台の記録によれば、14時の気温は17.0℃、湿

度は34%、風向・風速は北西の風2.3m/sであった。

2.8 その他の情報

2.8.1 第11列車の車両調査結果

本件列車の前に本事故現場付近を通過した第11列車及び第116列車で運用されていた車両（ナガラ503号）を調査した結果、前台車前軸及び後軸の左車輪の表リム面外周部にレール頭部が接触したと見られる痕跡が認められたが、同車輪のフランジ先端部には脱線して走行した痕跡は認められなかった。

2.8.2 本事故発生までの中部運輸局及び同社の軌間拡大防止に関する取組

平成30年6月28日、運輸安全委員会が国土交通大臣に対して運委参第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」を発出したことを受け、鉄道局（中部運輸局）は、管内地域鉄道等事業者に対し、平成30年7月2日付け中運鉄技第77号「地域鉄道等における軌間拡大防止策の促進について」を発出するとともに、同日付け事務連絡「地域鉄道等における軌間拡大防止策の促進について（木まくらぎの管理）」によって、段階的な判定基準及び連続不良本数に関する処置基準を設定すること及びまくらぎ1本管理台帳の作成等管理方法を変更すること等を検討し、結果を報告するよう求めた。

これを受けた同社は検討を行い、まくらぎ管理方法を従来の100mごとの不良率からレール1本単位の不良率へ変更し、判定基準、処置基準及び管理方法を、同社の軌道狂い整備計画内規中に木まくらぎの管理方法として定め、施行した（表8、表9、表10 参照）。

表8 判定基準

更換が必要な損傷状態について下記のように判定する

損傷等の状態	判定ランク
建築限界に支障する恐れがあるもの	A
マクラギの機能が完全に失われている状態	B
マクラギの機能の一部が失われている状態	C

表9 処置基準

判定ランクに応じた更換基準

処置基準	判定ランク
速やかに更換	A
更換計画	B
経過監視（必要により、打替え等の対応及び更換計画）	C

表10 管理方法

- ・マクラギの状態については目視等により確認する
- ・判定結果については管理台帳に記録する。
- ・敷設マクラギへの印の付け方

A判定	B判定	C判定
⊕	⊖	○

その後も、中部運輸局は管内の各鉄道事業者に対し以下のような指導を行っていた。

平成31年4月14日に弘南鉄道大鰐線で発生した列車脱線事故を受け、平成31年4月18日に中運鉄技第16号、中運鉄安指第28号「軌間拡大による列車脱線事故の防止について（再徹底）」を発出し、対策を確実に講じるよう通知するとともに、平成31年4月19日付け事務連絡によって、それまでに管内の各鉄道事業者から報告を受けていた再発防止対策のその時点での実績と今後の計画等について各鉄道事業者に報告を求めた。

令和元年12月24日に会津鉄道会津線で発生した列車脱線事故を受け、令和元年12月27日に事務連絡「会津鉄道会津線 塔のへつり駅～弥五島駅間で発生した列車脱線事故について（注意喚起）」によって鉄道に関する技術上の基準を定める省令等に基づく検査を確実に実施し、その結果に基づく修繕を確実に行って同種事故の再発防止を図るようとの注意喚起を行った。

令和2年1月14日に、中運鉄技第195号の2、中運鉄安指第213号の2「地域鉄道等における軌間拡大による列車脱線事故の防止について（再徹底）」を発出し、定期検査や線路徒歩巡視時等に犬くぎの浮き上がり、レール底部やタイプレートの木まくらぎへの食い込みやズレなど、特にまくらぎとレール締結装置の締結状態を十分に確認するようとの指導を行っていた。

(付図5 まくらぎ管理台帳 参照)

3 分析

3.1 事故の発生時刻に関する分析

2.1.2に記述したように、本件運転士が事故後の第一報を本件指令に入れた際の無線交信記録の交信時間は31秒間であり、本事故現場の前方約290mに位置する美濃太田駅の本件列車の到着予定時刻は14時45分であったこと、及び2.1.1(1)に記述したよ

うに、本件運転士は前平公園駅を定刻に出発し、かつ脱線した時刻は14時44分ごろだったと思うと口述していることから、本事故の発生時刻は14時44分ごろであったと考えられる。

3.2 脱線に関する分析

3.2.1 脱線発生位置について

2.3.4.3(1)に記述したように、0k291m付近～0k285m付近の左レールゲージコーナー側の頭部側面には、左車輪が軌間内に落下しかかって左車輪の表リム面が接触したと見られる擦過痕が認められ、また、0k291m付近よりも前平公園駅方の左右レール頭部には、同様の擦過痕は認められなかったことから、脱線は、左車輪が左レールの軌間内へ落下しかかった0k291m付近（以下「脱線開始地点」という。）から始まった可能性があると考えられる。

しかし2.1.1(2)に記述したように、事故発生前に本事故現場を通過した第116列車及び第11列車の運転士が、本事故現場付近でフワッとした感じや弾むような感じがあったと口述しており、2.8.1に記述したように第11列車の前台車前軸の左車輪の表リム面には左レール頭部ゲージコーナー側の側面が接触したと見られる痕跡が認められたことから、上述した左レール頭部ゲージコーナー側の側面の擦過痕がそれら列車の通過時に生じたものである可能性を否定できず、脱線開始地点の痕跡が本件列車通過時に生じたものであると特定することはできなかった。

2.3.4.3(2)に記述したように、0k285m付近～0k283m付近の左レール底部（軌間内側）には左車輪のフランジが走行したと見られる痕跡が1本、0k283m付近～0k282m付近には同様の痕跡が2本認められており、2.4.3(2)に記述したように、本件車両の前台車全2軸の車輪フランジ先端部にはバラスト上を走行した際に生じたと見られる痕跡が全周に渡って認められたが、2.8.1に記述したように、第11列車及び第116列車で運用されていた車両の前台車前軸及び同後軸の左車輪のフランジ先端部には脱線して走行した痕跡は認められなかったことから、この痕跡は本件列車の脱線後の走行によって生じたものと考えられる。

以上のことから、脱線発生位置は、左レールの底部（軌間内側）に本件列車の前台車全2軸の左車輪フランジ走行痕が確認できた0k285m付近（以下「脱線確定地点」という。）であったと考えられる。

3.2.2 脱線発生前後の状況推移について

- (1) 2.3.4.3(1)に記述したように、0k291m付近～0k285m付近の左レールゲージコーナー側の頭部側面には、左車輪が軌間内に落下しかかって左車輪の表リム面が接触したと見られる擦過痕が認められ、0k291m付

近よりも前平公園駅方の左右レール頭部には、同様の擦過痕は認められなかったこと。

- (2) 2.3.4.3(2)に記述したように、0 k 2 8 5 m付近～0 k 2 8 3 m付近の左レール底部（軌間内側）には左車輪のフランジが走行したと見られる痕跡が1本、0 k 2 8 3 m付近～0 k 2 8 2 m付近には同様の痕跡が2本認められたこと。
- (3) 2.3.4.3(3)に記述したように、0 k 2 8 2 m付近～0 k 2 8 1 m付近と0 k 2 8 1 m付近～0 k 2 8 0 m付近の右レール頭部のゲージコーナー側の側面及び頭頂面上には、右車輪が乗り上がった痕跡があり、0 k 2 8 1 m付近と0 k 2 8 0 m付近の右レール頭部のフィールドコーナー側の側面には、右車輪が軌間外に落下した際に付いたと見られる痕跡が認められたこと。
- (4) 2.3.4.3 (4)に記述したように、車輪が落下したと見られる位置から本件車両の前台車前軸が停止していた位置（0 k 2 7 2 m付近）までの間のまくらぎ及びレール締結装置には、フランジが走行したと見られる痕跡が断続的に認められたこと。
- (5) 2.4.3(2)に記述したように、本件車両の前台車全2軸の車輪フランジ先端部にはバラスト上を走行した際に生じたと見られる痕跡が全周に渡って認められたこと。
- (6) 2.3.4.3(3)に記述したように、0 k 2 8 1 m付近と0 k 2 8 0 m付近の右レール頭部のフィールドコーナー側の側面には右車輪が軌間外に落下した際に付いたと見られる痕跡が認められたことから、二つの痕跡間の距離は約1 mであり、2.4.1表3に示した本件車両の前台車の軸距1,800mmよりも短いこと。

上記(1)～(6)から、脱線した輪軸は本件車両前台車の全2軸のみで、0 k 2 9 1 m付近～0 k 2 8 5 m付近まで左車輪が軌間内に落下しかかった状態となり、0 k 2 8 5 m付近及び0 k 2 8 3 m付近から左車輪が軌間内に完全に落下した状態となって、軌間を押し広げながら走行したものと考えられる。その際、輪軸に右向きの力が加わったことによって右車輪は、0 k 2 8 2 m付近及び0 k 2 8 1 m付近で右レールに乗り上がり、0 k 2 8 1 m付近及び0 k 2 8 0 m付近で軌間外へ落下して、そのまま0 k 2 7 2 m付近まで走行したものと考えられる。

また、前台車の輪軸が脱線した順番については、前軸、後軸の順に脱線したものと推定される。

(付図3 事故現場の概略と脱線の痕跡 参照)

3.2.3 脱線開始地点付近のレールの状況について

3.2.2に記述したように、本件車両の前台車全2軸の左車輪が0 k 2 9 1 m付近～0 k 2 8 5 m付近において軌間内に落下しかかった状態となり、0 k 2 8 5 m付近及び0 k 2 8 3 m付近で軌間内に完全に落下したことは、同区間は2.3.4.1(2)①に記述したように、不良まくらぎが8本連続していた区間（0 k 2 9 2 m～0 k 2 8 8 m）付近であることから、列車走行時の横圧による^{おうあつ}‘レール小返り^{*13}及びレール横移動’（以下「レール小返り等」という。）によって発生した動的な軌間拡大^{*14}が関与しているものと考えられる（図12 参照）。

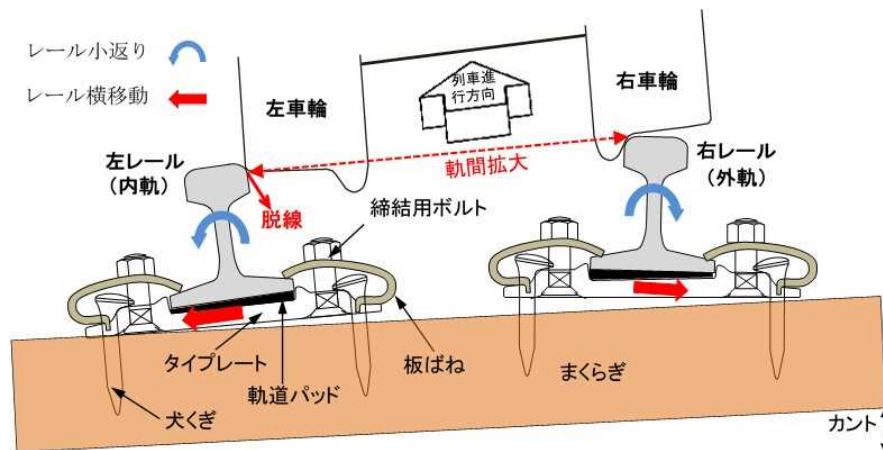


図12 脱線開始地点付近の状況

3.2.4 脱線開始地点付近の軌間拡大量について

2.3.4.1(2)③に記述したようにレールの摩耗量は軽微であり、50kgNレールの更新基準に達していなかったことから、車輪端部の面取りの影響とともにそれらを考慮しない条件下においては、左車輪の軌間内への落下は、軌間の基本寸法、軌間変位量、スラックの合算値（以下「軌間寸法」という。）が、右車輪のフランジ外側面距離、輪軸の車輪内面距離の2分の1、左車輪の幅の合算値（以下「輪軸寸法」という。）を超過した場合に発生する可能性があると考えられる（図13 参照）。

脱線の影響を含む可能性はあるものの、2.3.4.4(1)①に記述したように、脱線開始地点から脱線確定地点の間で事故後に測定されたスラックを含む静的軌間変位から算出される軌間寸法の最大値は、脱線開始地点から3 m～4 m美濃太田駅寄りの付近において+50 mm（スラック10 mm、軌間変位40 mm）であったことから1,117 mmとなる。一方、輪軸寸法は、2.4.2表7に示した、事故後に測定された本件車両の前台車前軸の輪軸寸法から1,145 mmとなることから、事故後の脱

*13 「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。

*14 「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、「動的な軌間拡大」とは列車走行に伴う横圧による軌間拡大をいう。

線開始地点から3 m～4 m美濃太田駅寄りの付近における車輪のレールへの掛かり量は、計算上28 mm となり、軌間内脱線に至らない値である。

しかしながら、現実には脱線が発生していること及び計算に使用した軌間変位量は静的値であることから、脱線開始地点から3 m～4 m美濃太田駅方の軌間変位量は、列車走行時に生じたレール小返り等によって動的に28 mm を超過するまで拡大したものと考えられる。

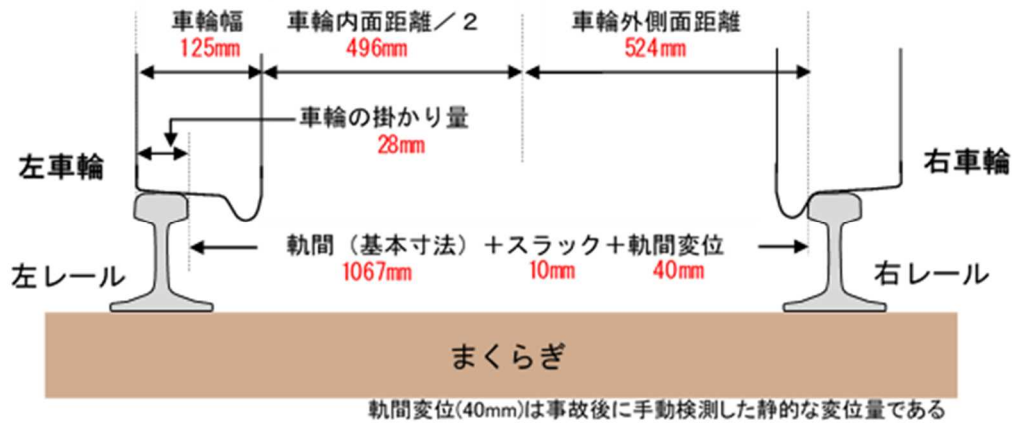


図1 3 推測される軌間拡大の状態

3. 2. 5 事故発生時の列車の走行速度について

2. 1. 1(1)に記述したように、惰行中に「ドン」という音と衝撃があったので、直ちに非常停止手配を執り列車を停止させた。また、衝撃があった時の速度も17 km/h であったと本件運転士が口述していることから、本事故発生時の走行速度は約17 km/h であったものと考えられる。

また、2. 6に記述したように、本事故現場付近の曲線の制限速度が60 km/h、場内信号機の信号現示は45 km/h であることから、本件列車は、本事故発生時に制限速度を超過していなかったものと推定される。

3. 3 軌道に関する分析

3. 3. 1 まくらぎについて

(1) まくらぎの管理

脱線開始地点付近のまくらぎについては、2. 3. 4. 1(2)①に記述したように、本事故現場付近に設置された130本のまくらぎのうち不良まくらぎは50本で、不良まくらぎが3本以上連続した箇所は4箇所あり、0 k 2 9 2 m付近～0 k 2 8 8 m付近は不良まくらぎが8本連続していたことがまくらぎ管理台帳に記録されていたことから、工務区は上述した状況を把握していたものと考えられる。

しかしながら、2. 3. 4. 5 に記述したように、本社と工務区の間にはネット

ワーク環境が整備されているが、本社は検査結果及び整備状況について工務区に任せきりであったとのことであり、上述した状況を正確に把握していなかったと考えられる。さらに、2.3.4.1(2)①に記述したように、まくらぎ管理台帳に不良まくらぎの判定ランクをCと記録していたことから、本社がまくらぎ管理台帳の確認を行ったとしても、整備の必要性が正しく伝わらなかった可能性があると考えられる。

不良まくらぎを一挙に交換することは困難であると考えられることから、同社は、列車が安全に走行できるように、不良まくらぎが3本以上連続しないような整備を行うべきである。

また、2.3.4.4(2)に記述したように、同社は不良まくらぎへのC印付けを定期検査の際に実施しているとのことから、徒歩巡視で発見した不良まくらぎについては、まくらぎ管理台帳に記載されても、まくらぎにはC印が付いていないと考えられ、まくらぎ管理台帳のデータと不整合になっている可能性がある。

2.3.4.4(2)①に記述したように、事故後の調査において、脱線開始地点付近に不良まくらぎが散見されることを確認したが、その中にC印を確認できないまくらぎがあった。この点については上述した同社のC印付けの仕方が関係している可能性があると考えられる。C印付けは、徒歩巡視の際に不良の進展状況を把握するうえでも有益であると考えられることから、まくらぎ管理台帳の記載内容と不良まくらぎのC印が整合するように努めることが望ましい。

(2) まくらぎの交換

2.3.4.6に記述したように、同社におけるまくらぎ交換については、曲線半径や現状を勘案して場所等を選定し、まくらぎ管理台帳の不良率改善のため一定の割合で交換する方法、不良まくらぎが連続3本とならないように3本中の1本を交換する方法、及び区間を決めて一度に全数交換する方法などによって実施することにしてきたとのことであり、現状の考え方に大きな問題はないと考えられる。

しかし、今後は、不良まくらぎが3本以上連続する箇所及び急曲線区間など、軌間内脱線の危険性が高いと考えられる箇所の優先度を安全性に基づいて適切に判断して整備を実施するとともに、PCまくらぎへの交換を可能な限り早期に実施することが望まれる。

3.3.2 軌道変位について

2.3.4.1(1)に記述したように、同社は、可搬式小型軌道検測装置を使用して静的

軌道変位を測定し、整備基準値（静的値）に基づいた軌道変位管理を行っており、半径300mである本件曲線の軌間変位の整備基準値（静的値）は、表1に示したように19mmと定められていることから、本件曲線のスラック10mmを含めた値は29mmである。一方、事故発生前直近の定期検査の際の本事故現場付近の軌道変位は、2.3.4.1(1)に記述したように、0k290m付近が最も大きく、変位量は+28mm（スラックを含む）であり、その前後区間である0k289m～同291mの変位量の平均値は+27mm（スラックを含む）以上であったが整備基準値に達しておらず、かつ事故前の軌道変位とその前年度の軌道変位に顕著な差は認められなかったことから、軌間変位の変化に急進性が認められず、同社は軌道整備を計画・実施しなかった。

しかしながら、まくらぎの不良やレール締結状態の不良が連続している曲線区間において軌間変位の計測値が大きい場合には、計測値が整備基準値（静的値）を超過していなくとも、列車の通過によってレール小返り等が発生して軌間変位量が動的に増大する可能性があることから、補修には至らずとも列車が安全に走行できるように措置を講じることが望まれる。

3.3.3 レールの締結について

(1) レールの締結状態

2.8.2に記述したように、同社は、本事故発生前直近に徒歩巡視を実施した令和2年1月29日の約2週間前に、中部運輸局から定期検査や線路徒歩巡視時等に犬くぎ浮き、レール底部やタイプレートの木まくらぎへの食い込みやズレなど、特にまくらぎとレール締結装置の締結状態を十分に確認するようにとの令和2年1月14日付けの通知を受けていた。

しかしながら、2.3.4.1(3)に記述したように、同社は犬くぎ浮きについて確認は行ったものの、不良まくらぎに犬くぎが打ち込まれている場合は、犬くぎの打締めで対処しても効果がないと判断し、全て不良まくらぎと記録したが、犬くぎ浮きのみの場合には、まくらぎ管理台帳に記録しなかったことから、まくらぎ管理台帳において犬くぎ浮きとまくらぎの不良の区別ができる形では記録していなかった。

まくらぎの腐食や犬くぎの打込み不良によってレール締結状態の不良が発生し、それが連続した場合には、列車等の通過時に動的な軌間拡大量が増大する可能性があることから、同社は、徒歩巡視の際にまくらぎとレール締結装置の状態を十分に確認し、不良がある場合にはそれを分かるような形で正確に記録を残すことによって、徒歩巡視で得た結果を軌道整備に有効に活用することが望まれる。

(2) レールの締結方法について

2.3.3(4)に記述したように、本件曲線におけるタイプレート1枚当たりの犬くぎ打込み本数は、「軌道の維持管理マニュアル」に記載された犬くぎ打込み標準の本数よりも少ない状態であった。さらに、2.3.4.4(2)②に記述したように、左右のレールにおいて犬くぎが浮いている状態、打込み向きに誤りがある状態、犬くぎが脱落している状態が確認されていることから、必要なレール締結力を得られていない可能性があった。したがって、曲線半径に応じて犬くぎ打込み本数を増やすことについて同社は検討を行い、実施することが望まれる。

3.3.4 保線担当者に対する教育・指導について

2.3.4.5に記述したように、線路保守の体制は、本社技術部3名及び現業機関である工務区4名の7名で構成されている。事故発生当時、本社は工務区に軌道保守の管理を任せきり（コミュニケーション不足状態）で検査結果及び整備状況を把握しておらず、工務区は2.3.4.1(2)①に記述したように、不良まくらぎが8本連続する箇所を把握していたにもかかわらず、令和2年度にPCまくらぎへの交換計画があることを知っていた社員が、工事までは現状のままでのぞくことができると思って整備を行わなかった結果、軌間が拡大して脱線事故が発生したものと考えられる。

不良まくらぎの存在を把握していながら、PCまくらぎへの交換計画があることを意識して整備を行わなかったことについては、不良まくらぎの交換は、設備更新による改善（劣化等による鉄道施設の被害の未然防止）のために実施するPCまくらぎ化補助金事業とは異なり、設備の保守（不適合の除去）のために速やかに実施する必要があるものであるとの認識が欠けていたことが関与していた可能性がある。

また、2.3.3(4)に記述したように、工務区において犬くぎの打込み方法についても正確な知識が欠けていた。

以上のことから、再発防止のためには、現状の保線担当者に対し、必要な知識の習得及び危険性を正しく認識する力の向上を図るための教育を実施することに加え、工務区は本社に対し検査結果及び整備状況を正確に報告すること、本社は検査結果及び整備状況を把握して工務区に指示することについて、指導を徹底する必要があると考えられる。

なお、必要な知識の習得及び危険性を正しく認識するための教育を自社内で行うことが困難な場合には、外部機関を活用することが望ましい。

3.4 車両に関する分析

2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は本件車両に異状はなかったと口述してい

ること、2.4.2に記述したように、本件車両の定期検査時及び事故後の調査時の輪軸各部の寸法測定結果及び静止輪重の測定結果に異常がなかったことから、本件車両は脱線の発生に関与していないものと考えられる。

なお、本件車両の損傷状況は2.4.3に記述したとおりであることから、本件車両の損傷は脱線発生後の走行によって生じたものであると考えられる。

3.5 気象に関する分析

2.7に記述したように、事故発生当時の本事故現場付近の天気は晴れであり、本事故現場の西南西約23.5km付近にある岐阜地方気象台の記録によれば、14時の気温は17.0℃、湿度は34%、風向・風速は北西の風2.3m/sであったことから、事故発生当時の気象状況は脱線の発生に関与していないものと考えられる。

4 原因

本事故は、列車が半径300mの左曲線を通過中に軌間が動的に拡大したため、前台車全2軸の左車輪が軌間内に落下し、続いて前台車全2軸の右車輪が軌間外に落下したことによって発生したと考えられる。

軌間が動的に拡大したことについては、まくらぎの不良やレール締結状態の不良が連続していたために、列車通過時の横圧によってレール小返り及びレール横移動が生じたことによるものと考えられる。

まくらぎの不良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、まくらぎ及びレール締結装置の管理において技術力不足が見受けられる現業機関の社員が経過観察で良いと考え、整備が行われなかったためと考えられる。また、技術力不足については、本社の現業機関社員に対する教育の実施及び確認が不十分だったためと考えられる。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

(1) 安全管理体制の再確認

本社においては、以下の点を実施する必要がある。

- ① まくらぎ検査において、不良まくらぎや犬くぎ浮き等の危険性を正しく理解できるように保守担当者を教育して確認を行う。

- ② 経過観察中の不良まくらぎについては、不良の進展状況が把握できるように、状況に変化がない場合でも結果を記録する。
- ③ 軌道の検査結果及び整備状況については現業機関任せにせず報告を受けて、執るべき措置を適切に判断し、その結果を現業機関に指示する。
- ④ 不良まくらぎが3本以上連続する場合の措置について、現在は明確な基準がないことから、ルールを作り、それに従って措置を講じる。

(2) 軌道整備の実施

同社は、軌道の整備について、以下の点を実施することが望まれる。

① 軌間変位について

軌間変位の測定値が整備基準値を超過していない場合であっても、レール締結状態の如何によっては軌間内脱線が発生する可能性が高まると考えられるため、レールの締結状態に応じて補修には至らずともゲージタイを装着する等、予防的な措置の導入について検討する。

② まくらぎの管理について

まくらぎの交換については、木まくらぎよりも耐久性及び保守の容易性が優れているPCまくらぎ等に、可能な限り早期に交換する。

また、木まくらぎについては、不良が3本以上連続しないように整備を実施する。整備が間に合わない場合にはゲージタイを装着する等、予防的な措置の導入について検討する。

③ レール締結力の確保について

まくらぎ等の軌道材料検査や線路徒歩巡視等の際には、まくらぎの腐食や犬くぎ浮き等の状況に注意し、必要があればまくらぎ交換、犬くぎの打締め及び打替え等を可能な限り早期に実施し、必要なレール締結力を確保する。また、レールの締結方法については、軌間拡大が懸念される急曲線等は優先的に犬くぎ打込み標準に基づいた増打ちを行い、かつ正しく犬くぎを打ち込むことによってレール締結力を増大させる。

5.2 事故後に同社が講じた措置

(1) 緊急対策

- ① 当該脱線箇所を含む、始点より0k470m付近までの不良まくらぎ箇所の、まくらぎ交換(292本)及び軌道整備を実施(3月28日完了)。
- ② 全線のR400m以下の曲線で、まくらぎの連続不良が確認されている箇所の少なくとも3本に1本について、また、不良の進行しているまくらぎについて、交換(68本)のうえ、タイプレートの設置を実施(3月28日完了)。
- ③ 運転再開日から7日間、当該脱線箇所の制限速度について、下り列車につい

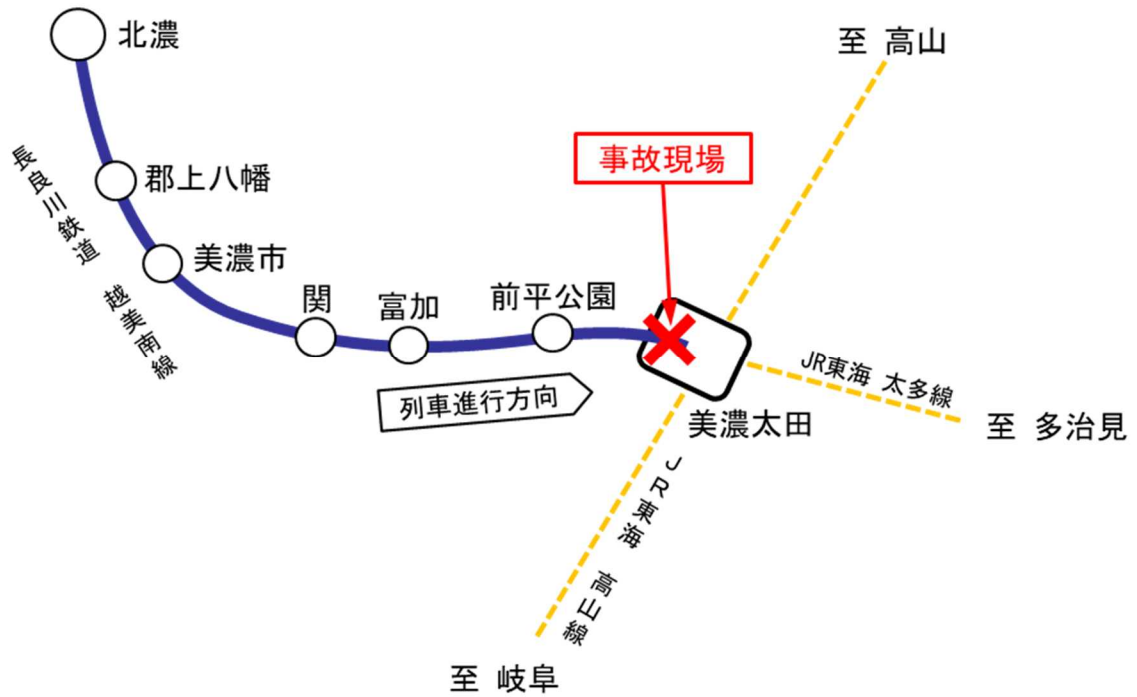
ては55km/hを40km/h下げて15km/h以下の徐行運転を、上り列車については45km/hを30km/h下げて15km/h以下の徐行運転をそれぞれ実施し、軌道検測を毎日実施して軌道の状況を監視する（令和2年4月1日～同4月7日まで実施）。

(2) 恒久対策

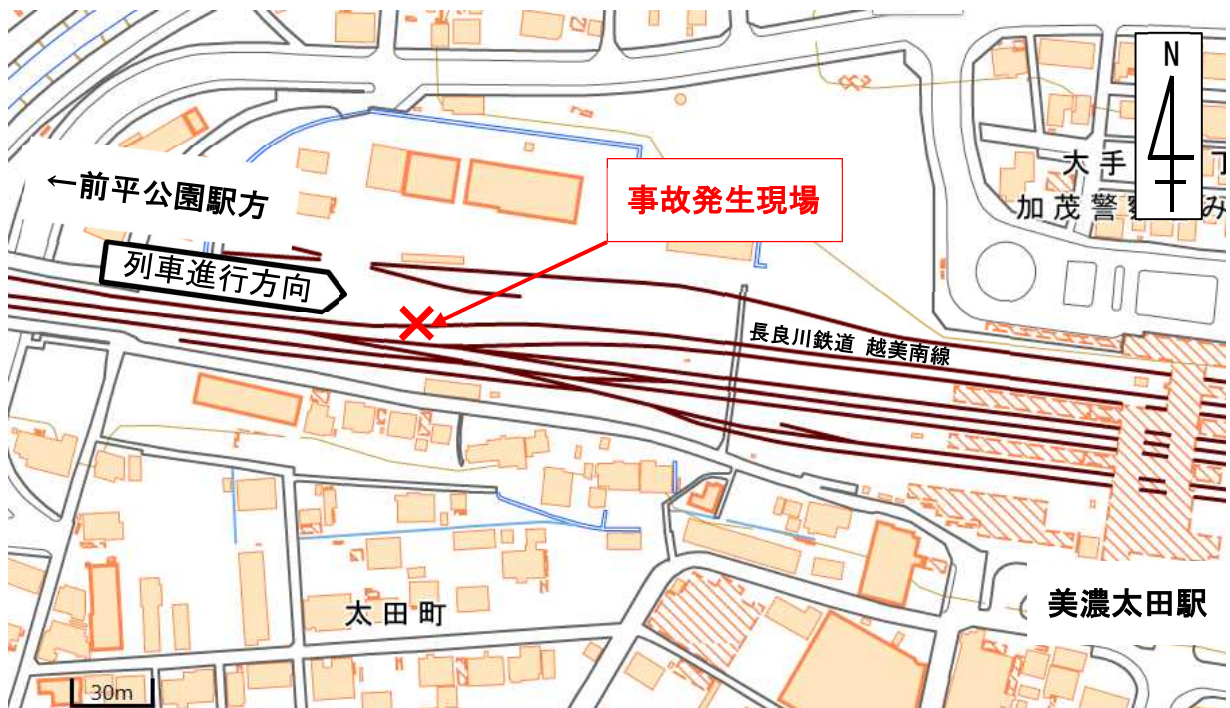
- ① まくらぎの検査時や線路徒歩巡視時等には、まくらぎの腐食状況を確認し、状況に応じてレール底部やタイプレートの木まくらぎへの食い込みやズレなど、特にまくらぎとレール締結装置の締結状態を確認することとする。また、まくらぎの検査結果をまくらぎの1本管理台帳で確実に管理するとともに、適切な軌道整備を実施する（令和2年3月31日から実施）。
- ② 検査書類については安全統括管理者までの確認としたうえ、緊急に補修等を必要とする案件の場合は、費用等を^{そんたく}付度せず^{そんたく}に早急に情報を上申できる体制を作る。また、各区長とは定期的（月に1回程度）に面談を行って情報を共有することとした（工務区は令和2年11月26日から実施）。
- ③ 工務区の作業員が少ないために作業が捗らなかったことから、工務区に2名の新規採用を実施した（令和2年10月1日）。また、同年12月にも1名の採用を実施した。
- ④ 始点～0k470m付近の木まくらぎをPCまくらぎに交換した（令和2年10月3日）。
- ⑤ 不良まくらぎや犬くぎ浮きを評価する際の参考となるように、写真による参考事例をあげ、工務区内で周知した（令和2年10月16日から実施）。
- ⑥ まくらぎ調査において、交換する必要がないまくらぎに犬くぎ浮きがあった場合、まくらぎ管理台帳に犬くぎ浮きを記載していなかったが、まくらぎ1本管理内規を変更（早期に対応する予定）して、判定ランクにD（まくらぎの状態は良いが、犬くぎ浮きが発生しているために打替え又は打締め^{そんたく}の対応が必要な場合は、まくらぎに△の印を付す）を追加する。併せて、まくらぎ調査時に犬くぎが浮いていたまくらぎに、ペンキで△の印を付した（令和2年11月10日に終了）。
- ⑦ タイプレート敷設区間においてまくらぎ交換等の整備を行う際に、犬くぎの打込み本数を「軌道の維持管理マニュアル」に記載されている本数に切り替えることを決定した（工事発生の都度、実施する）。
- ⑧ 美濃太田駅～関駅間の橋まくらぎ不良個所の点検整備（令和2年度交換予定）。
- ⑨ 分岐まくらぎ箇所を除く、R400m以下の曲線部の少なくとも3本に1本のPCまくらぎ化（令和5年度までに実施予定）。

付図1 長良川鉄道株式会社の路線略図

越美南線（美濃太田駅～北濃駅）：72.1km

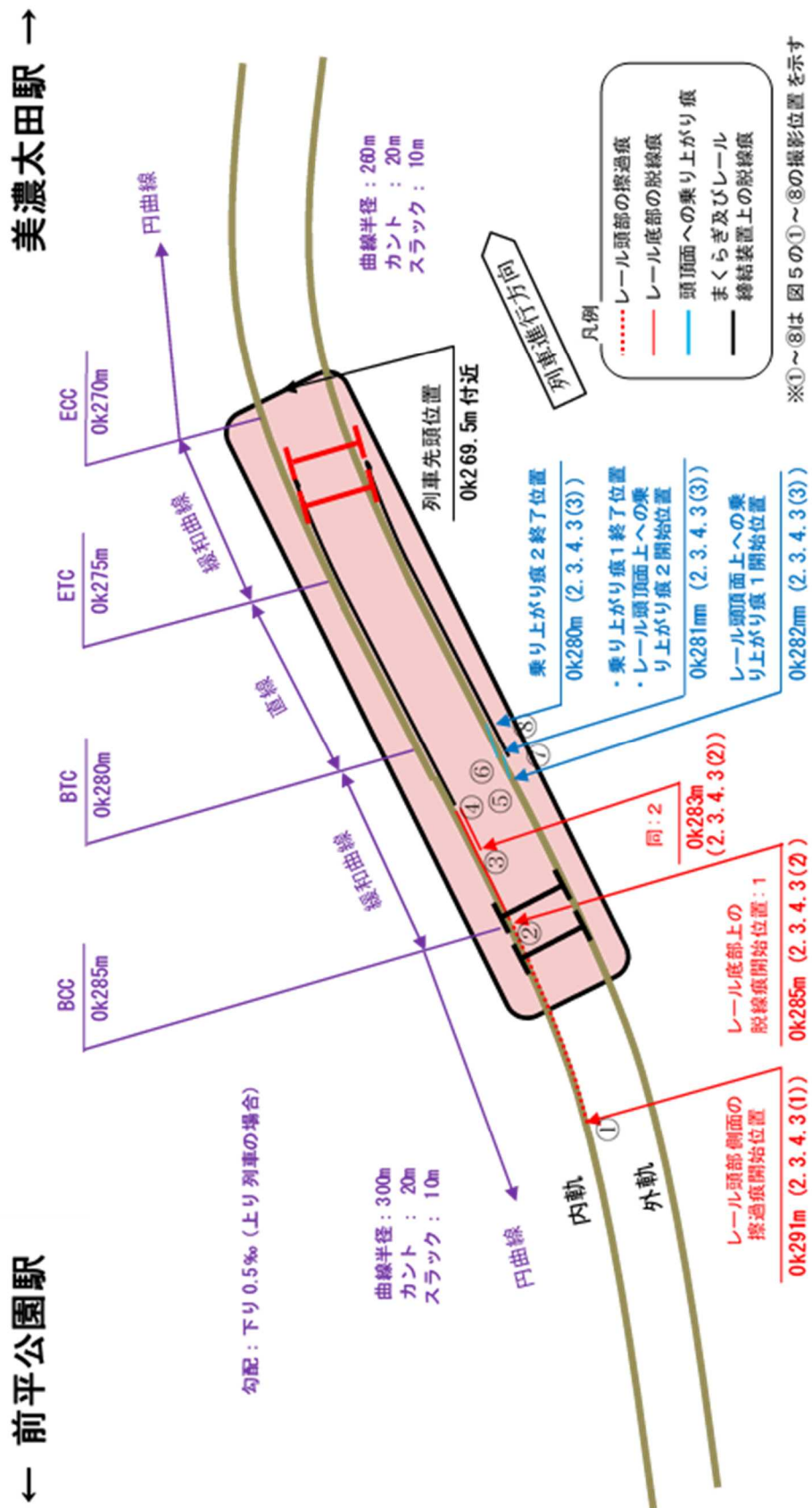


付図2 事故現場付近の地形図

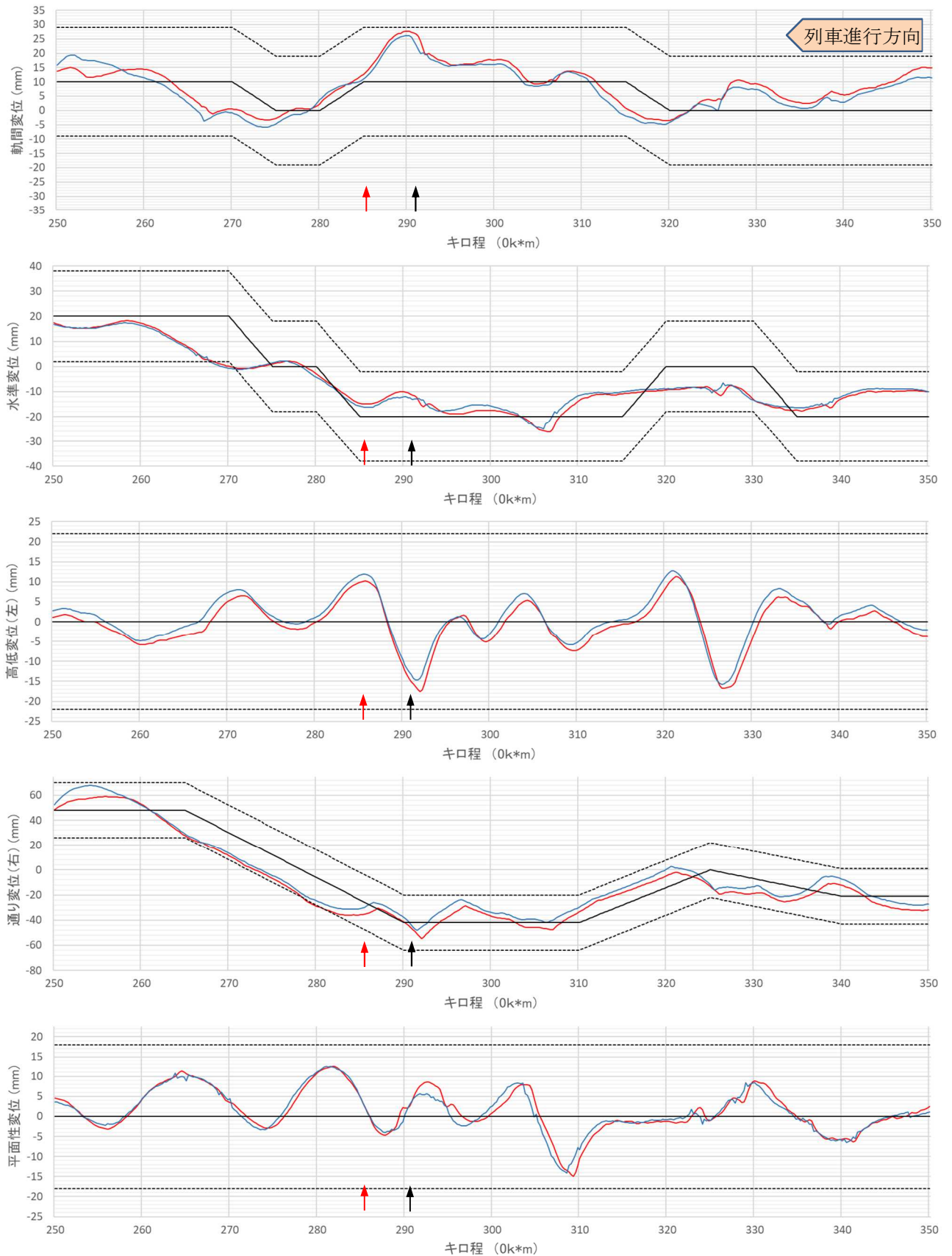


※この図は、国土地理院 地理院地図（電子国土WEB）を使用して作成

付図3 事故現場の概略と脱線の痕跡



付図4 事故現場付近の軌道変位の状況



H30.7 測定値の平面性変位のキロ程は、検測装置のソフトウェア変更があったため、当委員会において 2.5m 補正を行った。

— 設計基準線 - - - 整備基準値 ↑ 脱線開始地点 ↑ 脱線確定地点 〰 R1.7 測定値 〰 H30.7 測定値

付図5 まくらぎ管理台帳

レール種別 管理番号	まくらぎ番号																																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
50N 0-2-2 調査時番号	H	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並	並
50N 0-2-3 調査時番号	H	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
50N 0-2-4 調査時番号	H	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
50N 0-2-5 調査時番号	H	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
50N 0-3-1 調査時番号	H	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	
50N 0-3-2 調査時番号	H	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	

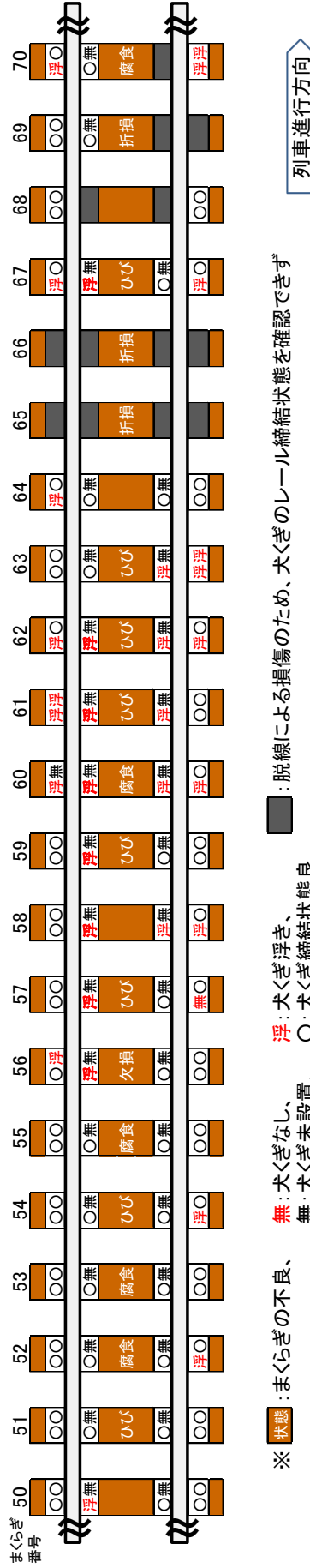
※本図は、同社のまくらぎ管理台帳(令和元年10月3日分)を使用して作成した。

※上段は、まくらぎ・締結装置種別であり、H:H型締結装置、F:F型締結装置、並:犬ぎ直打ちを示す。また、ハッチングの色は、青色が円曲線、橙色が緩和曲線、白色が直線、緑色が複合曲線内の中間緩和曲線であることを示す。

※中段は、まくらぎの良否であり、○は不良まくらぎ(判定ランクC)を示す。黄色のハッチングは連続3本以上であることを示す。

※下段は、本事故調査時に当委員会が位置を指定して一時的に付したまくらぎ番号(1~130:半径600mの左曲線と半径300mの左曲線の間(0k326m)を起点として、前平公園駅方から美濃太田駅方に向かって昇順に付与)であり、本鉄道事故調査報告書でのみ使用する。

付図7 現場調査時の事故現場付近のまくらぎ及び犬ぎの状態



※ 本図は、当委員会が事故後の調査の際に評価した結果であり、同社の定期検査時の結果と一致するものではない。