

RA2008-02

鐵道事故調查報告書

東日本旅客鐵道株式会社 東北線 尾久駅構内 列車脱線事故

平成20年11月28日

運輸安全委員会

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 後藤 昇 弘

東日本旅客鉄道株式会社 東北線尾久駅構内
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：東日本旅客鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成20年2月23日 15時04分ごろ

発生場所：東京都北区

東北線 尾久^{おく}駅構内

平成20年11月10日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	後藤昇弘
委員	楠木行雄
委員	松本陽（部会長）
委員	中川聡子
委員	宮本昌幸
委員	富井規雄

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

東日本旅客鉄道株式会社の東北線上野駅発尾久駅行き10両編成の下り試第9489M列車は、平成20年2月23日（土）、上野駅を定刻（14時51分）より約5分遅れて出発した。

列車は、尾久駅構内着発8番線の手前にある537号分岐器を、速度約23km/hで惰行で通過中、5両目（以下、車両は前から数え、前後左右は進行方向を基準とする。）の全4軸が左へ脱線し、停止した。

列車には、運転士1名及び指導運転士1名が乗車していたが、死傷者はなかった。

1.2 鉄道事故調査の概要

1.2.1 調査組織

航空・鉄道事故調査委員会は、平成20年2月23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。

また、平成20年2月25日、1名の鉄道事故調査官を、平成20年7月1日、1名の鉄道事故調査官を追加指名した。

関東運輸局は、本事故調査を支援するため、職員を事故現場に派遣した。

1.2.2 調査の実施期間

平成20年2月23日及び24日	現場調査及び口述聴取
平成20年2月25日	現場調査及び車両調査
平成20年2月28日及び3月18日	現車走行試験

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 認定した事実

2.1 運行の経過

事故に至るまでの経過は、東日本旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の下り試第9489M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。）及び指導運転士（以下「指導運転士」という。）並びに尾久駅構内着発7番線の留置車両で防護無線を発報した運転士（以下「7番線運転士」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

平成20年3月のダイヤ改正において、所属する運輸区が尾久駅から上野駅への新しい経路を担当することになるため、その訓練運転として上野駅から尾久駅までの区間を5往復する予定であった。

本件列車は5往復目の往路であり、定刻（14時51分）より約5分遅れて14時56分ごろ、上野駅を出発した後、尾久駅第2場内信号機を速度約23km/hで惰行で通過し、さらに尾久駅構内着発8番線に分岐する537号分岐器（以下「本件分岐器」という。）を通過中、速度約15km/hとなったところで力行2ノッチで加速し、速度約23km/hで力行ノッチをオフにして惰行運転をした。

惰行した直後、本件列車が後ろに少し引っ張られるようにして上下に揺れる感じがしたが、最初は異常と感ずるほどではなく、普段感じるような揺れであった。

そして、後ろに引っ張られるような感じと揺れがだんだん大きくなり、前後

に「ガッコン、ガッコン」という感じの揺れになって、車両モニタ画面に故障が発生したことを示す表示が出たため、同乗していた指導運転士が車両モニタ装置を操作し内容を確認しているうちに、本件列車は自然に停止した。

本件列車が停止した直後、防護無線を受信し、列車無線で防護無線を発報した7番線運転士と輸送指令の会話を聞いて、本件列車が脱線していることを知った。

指導運転士が列車から降りて脱線の状況を確認している間に、何回か列車無線で輸送指令に連絡を試みたがつながらず、そのうち輸送指令から呼ばれて連絡がとれた際、業務用携帯電話で脱線の状況等について報告するように輸送指令から指示を受けたため、指導運転士に輸送指令からの指示を伝えた。

なお、本件列車の乗務開始から事故に至るまでの間、車両に異常は認められなかった。

(2) 指導運転士

本件運転士の訓練運転の指導を行うため、上野駅から尾久駅までの区間を5往復する予定であった。

5往復目の往路で尾久駅構内着発8番線に入線している際に揺れが発生し、車両モニタ画面に故障が発生したことを示す表示が出たため、車両モニタ装置を操作し内容を確認しているうちに、本件列車は自然に停止した。

着発8番線で本件列車が停止した直後、防護無線を受信し、列車無線で防護無線を発報した7番線運転士と輸送指令の会話を聞いて、本件列車が脱線していることを知った。

左側の乗務員用乗降口の窓から後方を見て、本件列車の一部の車両がずれていることを確認できたことから、列車無線で輸送指令に3回ぐらい連絡を試みたが、強風の影響でダイヤが乱れていて列車無線が輻輳してつながらなかったため、業務用携帯電話で自分が所属する運輸区の当直に脱線したことを伝え、本件運転士に輸送指令への連絡を試みるように依頼し、自分は列車から降りて脱線の状況を確認した。

その後、本件運転士から輸送指令の指示を聞き、脱線の状況等について、業務用携帯電話で輸送指令に報告した。

(3) 7番線運転士

下り回第920M列車(15両編成)に乗務し、強風による運転規制のため、定刻(14時38分)より約5分遅れて、14時43分ごろに尾久駅構内着発7番線に到着した。到着後、列車から降りて手歯止めを使用し、着発6番線と着発7番線の間を歩いて、反対側(上野駅側)の運転室で手歯止め使用中札を掲示した。

列車乗務中は強い風が吹いていると感じるほどではなかったが、列車から降りて移動していたとき、帽子が飛ばされそうになるぐらいの強い風が吹いていた。

そして、上野駅側の運転室がある車両のトイレに行って運転室に戻る際に「ガガッ」という音が聞こえ、着発8番線を走行していた列車の一部の車両が、砂煙を巻き上げながら、自分が乗っている着発7番線側に近付いたのを見た。

その後、上野駅側の運転室に戻って乗務員用乗降口の窓から着発8番線を確認したところ、本件列車の5両目が脱線しているのを認めたため、防護無線を発報し、その旨を輸送指令に報告した。

なお、本事故の発生時刻は15時04分ごろであった。

(付図1、2、3、4及び写真1参照)

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

なし

2.3 鉄道施設及び車両の損傷に関する情報

2.3.1 鉄道施設の損傷及び痕跡の状況

- (1) 東京駅起点8k082m付近（以下「東京駅起点」は省略）から8k198m付近（脱線した本件列車5両目の前台車第1軸の停止位置）までの間のまくら木、レールボンド、継目ボルト、ATS-P地上子、ATS-S地上子、信号用ケーブル等が損傷していた。
- (2) 着発7番線の8k095m付近の軌きょう¹は右へ、着発8番線の8k095m付近（No.49まくら木付近。本件分岐器先端付近のまくら木をNo.1として、着発8番線に向かって番号を付し、以下同様に記述する。）の軌きょうは左へ、若干の変位がそれぞれ認められたが、本件分岐器には、変位は認められなかった。
- (3) 8k084m付近（No.27まくら木）から8k198m付近（脱線した本件列車5両目の前台車第1軸の停止位置）までの間において、着発8番線の軌間内の右レール左側から左レール右側まで、まくら木、レール締結装置等に、車輪によると見られる痕跡があり、脱線した本件列車5両目の右車輪に続いていた。また、8k097m付近（No.52まくら木）から8k198m付近（脱線した本件列車5両目の前台車第1軸の停止位置）までの間の着発7番線と着発8番線との間に、車輪によると見られる痕跡があり、脱線した

¹ 「軌きょう」とは、レールとまくら木を、レール締結装置を用いて、はしご状に構成したものをいう。

本件列車5両目の左車輪に続いていた。

(4) 8 k 0 8 3 m付近から8 k 0 8 7 m付近 (No. 2 6～No. 3 2まくら木付近) までの間において、本件分岐器のリード部の分岐線にある左リードレール(以下「本リードレール」という。)左側のまくら木、レール締結装置等に、車輪によると見られる痕跡があった。

(5) 本リードレールの8 k 0 8 2 m～0 8 5 m付近 (No. 2 3～No. 2 8まくら木付近) のレール頭頂面に、車輪によると見られる4本の痕跡(以下、本リードレールのフィールドコーナー²への到達点が前方のものから、それぞれ「痕跡1」、「痕跡2」、「痕跡3」、「痕跡4」という。)があった。

それぞれの痕跡については、概略次のとおりであった。

① 痕跡1は、8 k 0 8 3 m～0 8 5 m付近 (No. 2 5～No. 2 8まくら木付近) のレール頭頂面において、中心部から左斜め前方へ直線的に約1.7 mの長さで残っており、フィールドコーナーにおいてもほぼ直線的であったが、本リードレール頭頂面のゲージコーナー³側に明確な痕跡は残っていなかった。

② 痕跡2は、8 k 0 8 3 m～0 8 4 m付近 (No. 2 5～No. 2 7まくら木付近) のレール頭頂面において、ゲージコーナーからフィールドコーナーまで約0.9 mの長さで残っており、その途中 (No. 2 6まくら木付近) から前方ではレール頭頂面を右から左へ横切るような曲線となっていた。

また、痕跡1と8 k 0 8 4 m付近 (No. 2 6まくら木とNo. 2 7まくら木の間) で交差しており、この交差箇所では痕跡1の上に痕跡2が重なっていた。

③ 痕跡3は、8 k 0 8 3 m付近 (No. 2 5まくら木付近) のレール頭頂面において、レール頭頂面中央付近からフィールドコーナーまで、右から左斜め前方へ、直線に近い緩やかなS字曲線で横切るように約0.4 mの長さで残っていた。

④ 痕跡4は、8 k 0 8 2 m～0 8 3 m付近 (No. 2 3～No. 2 5まくら木付近) のレール頭頂面において、ゲージコーナーからフィールドコーナーまで、右から左斜め前方へ、緩やかなS字曲線で横切るように約0.7 mの長さで残っていた。

(6) 右基本レールの8 k 0 8 3 m付近から8 k 0 8 4 m付近 (No. 2 4～No. 2 6まくら木付近) までの間のレール頭頂面に、車輪によると見られる4本

² 「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の部分をいう。

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の部分をいう。

の痕跡があった。

(7) 本件分岐器のクロッシング部、着発7番線の8k090m付近から8k093m付近までの間の右レール頭頂面及び着発8番線の8k093m付近から8k098m付近までの間の左レール頭頂面に、2.3.2に記述する損傷したブレーキディスクの塗料と同色の痕跡が残っていた。

(8) 着発7番線の8k094m付近から8k096m付近までの間の右レール頭頂面に、車輪によると見られる痕跡が残っていた。

(付図4参照)

2.3.2 車両の損傷状況

脱線した5両目において、全車輪に軌道上を走行したことによると見られる痕跡があり、前台車右側及び後台車左側の自動高さ調整弁、前後の車体間幌、ブレーキディスク等が損傷していた。

(写真1、2参照)

2.4 乗務員等に関する情報

本件運転士 男性 24歳

甲種電気車運転免許

平成17年8月24日

指導運転士 男性 45歳

7番線運転士 男性 26歳

2.5 鉄道施設に関する情報

2.5.1 鉄道施設の概要

(1) 本件分岐器は、8k070m～090m付近に設置されている側線用8番片開き分岐器であり、レールは50kgNレールである。

(2) 本件分岐器の基準線(直線)側は着発7番線、分岐線側は着発8番線であり、本件列車は本件分岐器に対向⁴で進入した。また、分岐線側は進行方向右側となっている。

(3) 本件分岐器の設計上の構造は以下のとおりである。

① 左トングレールは、長さ4mの直線であり、その先端(8k073m付近)は基本レールに対して約2°の入射角を有している。

② トングレール先端より前方約1.8m付近からトングレール終端(8k077m付近。以下「ヒール」という。)までの間は、基本レールより最大

⁴ 「対向」とは、分岐器の先端側から終端側への向きであり、本件分岐器では上野駅方から尾久駅構内着発8番線方への向きである。

で約10mm高くなっている。

- ③ 本リードレールは、ヒールから前方約8.9mの右曲線（設計曲線半径約101m）及びさらに前方約0.4mの直線で構成されており、本リードレール終端（8k087m付近）でクロッシング部と接続している。
- (4) 事故現場について、線路に勾配はなく、まくら木は木製又はコンクリート製であり、道床の種類は碎石で、その厚さは200mmである。

2.5.2 本件分岐器の軌道変位等の状況

(1) 本事故発生後の計測結果

本事故発生後の平成20年2月24日に、可搬式軌道変位計測装置により、0.5m間隔の軌間⁵、水準⁶、通り⁷（「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、同社が関東運輸局長へ届け出ている「軌道施設実施基準」の各変位の整備基準値（静的値）は表1を参照。以下、整備基準値については静的値を示し、「静的値」を省略する。）等を計測した。なお、同社では、移動平均値を考慮した変位量⁸と整備基準値を比較して、整備の判断基準の一つとしている。

その結果、付図5に示すように、水準（外軌（左）側が高い場合を正の値とする。）については、トングレーल先端付近での約0mmから前方に向かって徐々に増加し、ヒール付近（8k076m～078m付近）で約12mmとなった後、徐々に減少し、その前方（8k083m付近）で約-4mmとなっていた。

また、通りについては、トングレーल先端付近での約9.4mm（曲線半径約133m相当）から前方に向かって急激に減少し、トングレール内（8k076m付近）で約7.8mm（曲線半径約160m相当）となった後、急激に増加し、本件分岐器のリード部（8k082m付近）で、約12.1mm（曲線半径約103m相当）となり、その前方の本件分岐器後端付近で約1.7mm（曲線半径約735m相当）となっていた。

軌間については、トングレーल先端付近での約109.6mmから前方に向か

⁵ ここでいう「軌間」とは、左右レール頭部軌間内側面間の距離であり、設計スラックを含んでいる。

⁶ ここでいう「水準」とは、左右レールの高さの差であり、設計カントを含んでいる。

⁷ ここでいう「通り」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糸の中央部とレールとの距離（10m弦正矢）であり、曲線においては、曲線半径による正矢量（線形による分）を含んでいる。

⁸ ここでいう「移動平均値を考慮した変位量」とは、実測変位量から測点付近の一定区間長（10m。ただし、分岐器検査装置で軌間を測定する場合は4m）での平均値を減じた変位量をいう。

って減少し、ヒール付近で約1081mmとなった後、本件分岐器のリード部のほとんど（8k079m～085m付近）で約1087～1091mmとなっていた。

上記の水準、通り及び軌間は設計値に近く、これらの各変位については、いずれも整備基準値内であり、5mあたりの水準の変化量を示す平面性変位⁹（以下「5m平面性変位」という。）についても整備基準値内であった。

一方、本件列車の台車の固定軸距は2.1mであることから、これにほぼ対応する2mあたりの水準の変化量を示す平面性変位（以下「2m平面性変位」という。）を求めると、トングレール内の8k076m付近で約-9mmとなり、そこから前方に向かって徐々に増加し、本件分岐器のリード部（8k080m～081m付近）で、比較的大きな正の値（約8mm）となった。なお、この2m平面性変位について、整備基準値は定められていなかった。

また、本リードレール頭部において、摩耗はほとんど見られなかった。

表1 整備基準値

変位	整備基準値（静的値）
軌間	+14mm 分岐器では +7mm 分岐器クロッシング部では -3～+5mm
水準	なし（平面性にに基づき整備）
通り	±24mm
5m平面性	±18mm

(2) 定期検査の検査結果

同社では、本件分岐器の検査として、分岐器先端摩耗検査、分岐器一般検査、分岐器機能検査、分岐器軌道変位検査及び分岐器まくら木検査を、それぞれ1年を超えない期間に実施することとしている。

分岐器軌道変位検査においては、軌間、水準、通り等を計測しており、本事故直近における本件分岐器の分岐器軌道変位検査は、平成19年3月8日に分岐器検査装置により実施され、分岐器先端（8k070m付近）から0.5m間隔で記録が残されていた。

定期検査の各変位については、いずれも整備基準値内であった。

⁹ 「平面性変位」とは、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、2mであれば2m平面性変位という。なお、本文中では、左前方が下がる向きにねじれている場合の平面性変位を正の値としている。

一方、上記(1)と同様に2 m平面性変位について確認すると、トングレー
ル内（8 k 0 7 5 m～0 7 6 m付近）で、比較的大きな負の値（約－1 2～
－1 0 mm）となったほか、本件分岐器のリード部（8 k 0 8 0 m～0 8 1 m
付近）で、比較的大きな正の値（約9～1 0 mm）となった。

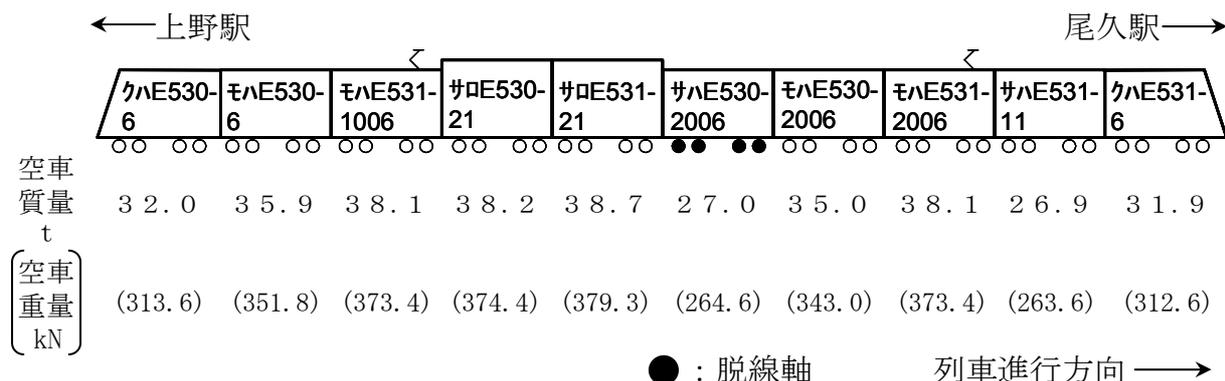
なお、左トングレールの摩耗量については、頭部幅1 0 mmの位置（トング
レール先端付近）において、約1. 5 mm（整備基準値は6 mm）であった。

（付図5参照）

2. 6 車両に関する情報

2. 6. 1 車両の概要

車 種	交直流電車（交流2 0, 0 0 0 V、直流1, 5 0 0 V）
編 成 両 数	1 0 両
編 成 定 員	1, 4 1 2 名（座席定員5 9 2 名）
記 号 番 号	



製造年月日	平成1 7年6月2 3日 (ただし、6及び7両目は平成1 9年2月1 5日)
台 車	ボルスタレス台車
5両目台車概要	付図6
固定軸距	2. 1 m
車輪踏面形状	修正円弧踏面（フランジ角度6 5°）
軸箱支持方式	軸ばり式
台車中心間距離	1 3. 8 m（ただし、6及び7両目は1 4. 1 5 m）
連結器間距離	2 0 m（ただし、6及び7両目は2 0. 5 m）

（付図6参照）

2.6.2 車両の状況

(1) 検査履歴

本件列車に係る直近の検査履歴は、表2のとおりである。これらの検査記録に異常は認められなかった。

表2 検査履歴

検査の種類	実施日
指定保全検査（※1）	平成19年7月4日
機能保全検査（※2）	平成19年12月12日
仕業検査	平成20年2月22日

※1：「施設及び車両の定期検査に関する告示（平成13年12月25日国土交通省告示第1786号）」に定める重要部検査に該当する検査である。

※2：同告示に定める状態・機能検査に該当する検査である。

(2) 指定保全検査時の静止輪重比¹⁰

直近の指定保全検査時の静止輪重測定記録によれば、本件列車の左車輪の静止輪重比は、表3のとおりであり、いずれも同社の管理値（0.85以上1.15以下）内であった。

なお、右車輪の静止輪重比は、2から左車輪の静止輪重比（表3の値）を減じた値となる。

¹⁰ 「静止輪重比」とは、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。

表3 直近の指定保全検査時の静止輪重比（左車輪）

車 両	前台車		後台車	
	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸
1両目	1.013 (41.6kN)	0.955 (38.8kN)	0.960 (34.7kN)	1.040 (38.3kN)
2両目	0.946 (30.9kN)	1.059 (34.2kN)	0.992 (30.6kN)	1.019 (31.5kN)
3両目	1.006 (49.9kN)	0.940 (46.5kN)	0.995 (42.0kN)	1.056 (45.4kN)
4両目	1.087 (46.5kN)	1.000 (42.7kN)	0.966 (39.8kN)	0.968 (40.6kN)
5両目	0.923 (29.9kN)	1.046 (33.6kN)	1.046 (33.2kN)	1.087 (34.3kN)
6両目	0.993 (47.3kN)	0.996 (47.7kN)	0.979 (44.9kN)	1.051 (49.1kN)
7両目	0.999 (34.9kN)	1.036 (48.1kN)	0.903 (40.0kN)	0.958 (42.9kN)
8両目	1.076 (53.1kN)	0.992 (49.2kN)	0.970 (40.6kN)	0.969 (41.5kN)
9両目	1.031 (44.3kN)	0.969 (41.9kN)	1.003 (42.0kN)	1.030 (44.0kN)
10両目	0.982 (36.1kN)	1.012 (37.6kN)	1.052 (41.9kN)	0.992 (40.9kN)

※：()内は、各車輪の静止輪重を表す。

(3) 車輪削正の状況

本件列車の全車輪（10両分）の踏面は、平成20年2月18日～21日に削正されていた。

このうち脱線した5両目については、平成20年2月20日に車輪を削正しており、車輪直径は、削正前の848mmから削正後には839mmになっていた。

なお、車輪の削正は、輪軸を車両から取り外さない状態で、輪軸を回転させて行っていた。

(4) 本事故発生後の車輪踏面の状況

本件列車に使用された車両は、車輪を削正した後、平成20年2月21日

から運用を開始して本事故発生までの間に約394km 走行しており、本件分岐器を対向で走行するのは6回目（背向を含めると11回目）であった。本事故発生後の全車輪の踏面部に摩耗はほとんど見られなかったが、車輪断面におけるフランジのど部とフランジ先端との間の直線部分（以下「フランジ直線部」という。）は、各車輪で違いはあるものの、粗い状態であることが目視等で確認された。

（付図6及び写真2参照）

2.6.3 車両モニタ装置の記録

(1) 本件列車に設置されている車両モニタ装置には、本件列車の運転状況について、表4のように記録されていた。

また、本事故発生は事故当日に本件分岐器を対向で進入した5回目通過時（5往復目の往路）であり、1～4回目通過時の車両モニタ装置の記録から、本件分岐器のリード部における各車両の通過速度を求めると、付図7に示すように、脱線した5両目については、1～4回目の通過速度より、本事故発生時（5回目）の通過速度の方が高かった。

なお、車両モニタ装置は、2秒ごとに記録されるようになっている。

表4 車両モニタ装置の記録（運転状況）

時刻（※1）	本件列車の速度	先頭位置（※2）	5両目前台車第1軸位置（※2）	装置の作動状況等
15時04分11秒	15km/h	8 k 068.9m	7 k 986.8m	
15時04分13秒	14km/h	8 k 076.9m	7 k 994.9m	
15時04分21秒	13km/h	8 k 107.8m	8 k 025.7m	力行(2ノッチ)
15時04分29秒	23km/h	8 k 144.4m	8 k 062.4m	力行オフ
15時04分31秒	22km/h	8 k 156.9m	8 k 074.9m	
15時04分33秒	21km/h	8 k 168.9m	8 k 086.8m	
15時04分39秒	19km/h	8 k 203.3m	8 k 121.3m	
15時04分41秒	18km/h	8 k 213.6m	8 k 131.5m	
15時05分11秒	0km/h	8 k 279.7m	8 k 197.7m	列車停止

※1：補正後の時刻である。

※2：車両モニタ装置の記録等から算出した数値である。

(2) 本件列車に設置されている車両モニタ装置には、15時04分40秒に、

5両目の床下に設置されている整流装置のブレーカが「切」となったことを示す故障表示のメッセージが記録されていたが、本事故発生後の点検においては、整流装置等に異常は認められず、ブレーカの復位（「入」）後に異常は発生しなかった。

（付図7参照）

2.7 運転取扱いに関する情報

本件分岐器の分岐線側の制限速度については、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、同社が関東運輸局長へ届け出ている「運転取扱実施基準」により、「列車運転速度表」で25km/hと定められている。

2.8 気象に関する情報

- (1) 当時の事故現場付近の天気は晴れであった。
- (2) 事故当日は関東地方に春一番が吹き、各地で強風を観測していた。

事故現場の南約6kmに位置する気象庁では、15時に北北西から11.7m/sの風を観測していた。なお、14時頃には寒冷前線が通過したと見られ、14時から15時にかけて気温が急に低下し、風向が南西から北西（尾久駅構内着発8番線における本件列車の進行方向）に変化していた。また、14時47分には27.9m/sの最大瞬間風速を観測していた。

2.9 事故現場に関する情報

- (1) 本件列車の先頭の停止位置は、尾久駅構内着発8番線の8k279m付近（本件分岐器終端から前方約189m）であった。
- (2) 脱線した5両目の前台車は、第1軸が8k198m付近で、また第2軸が8k196m付近で、それぞれ左へ約0.8m脱線していた。後台車は、第1軸が8k184m付近で約0.5m、第2軸が8k182m付近で約0.6m、それぞれ左へ脱線していたが、尾久駅構内着発7番線の留置車両に接触はなかった。
- (3) 左トングレール付近のゲージコーナーの表面は粗くなっており、付近には金属粉が落下していた。

（付図3、4及び写真1参照）

2.10 事実を認定するための試験

2.10.1 現車走行試験

本件列車が本件分岐器を通過するときの輪重、横圧、横圧輪重比¹¹等の状況を把握するため、本事故後に本件列車の編成による試運転列車を用い、5両目前台車第1軸を輪重横圧測定用輪軸（以下「測定用輪軸」という。）に変更して、鉄道事故調査官立会いのもとに、車上側で測定を行い、同時に地上側においても、本件分岐器のリード部のNo. 19～No. 24まくら木（8k080m～082m付近）の各まくら木間（外軌側測点1～5及び内軌側測点1～5の計10箇所）で輪重、横圧等を測定する現車走行試験を平成20年3月18日に実施した。

現車走行試験は、本件分岐器を速度約20km/hで惰行により走行する条件で行い、上野駅から尾久駅構内着発8番線までの区間を5回走行した。なお、現車走行試験を実施するにあたり、本事故により損傷した5両目の前台車右側及び後台車左側の自動高さ調整弁は交換したが、本件分岐器については本事故発生後の補修等を行わなかった。

(1) 輪重、横圧等の測定結果（車上側測定）

本件分岐器のリード部に対向で進入する場合の測定用輪軸外軌（左）側車輪の輪重（最小値）、横圧（最大値）、脱線係数（最大値）等に関する走行中の車上側の測定結果は、表5のとおりである。

表5 輪重、横圧等の測定結果（車上側測定）

列車番号	速度 (km/h)	外軌(左)側		
		横圧 (最大値) (kN)	輪重 (最小値) (kN)	脱線係数 (最大値)
試第9601M	19	40.0	34.5	1.17
試第9603M	20	40.5	32.5	1.20
試第9605M	20	41.2	34.0	1.26
試第9607M	21	40.5	32.5	1.21
試第9609M	20	39.5	33.0	1.20

また、測定波形については各列車とも同様の傾向であり、表5で脱線係数（最大値）が最も大きい値となった試第9605M列車の測定波形を例として付図8に示す。この波形によると、本件分岐器のトングレール先端からリードレール終端までの間の輪重、横圧、脱線係数等の発生状況は、概略次

¹¹ 「横圧輪重比」とは、横圧を輪重で除した値をいう。本文中では、曲線通過時の外軌側では脱線係数、内軌側では横圧輪重比と呼んでいる。

のとおりであった。なお、内軌（右）側の横圧等の発生位置については、外軌の箇所に対応する位置で示すこととする。

① 外軌（左）側の横圧

トングレール先端で約 3.8 kN まで急激に増加した後、2.5 kN 程度となり、ヒール通過後に徐々に増加して最大値約 41.2 kN となった後、徐々に減少した。

② 外軌（左）側の輪重

トングレール先端付近から増加して 5.0 kN 程度となった後、ヒール手前から徐々に減少し、ヒール通過後、本リードレール内における最小値 34.0 kN となって、0.5 秒間程度、最小値に近い値を継続した。

③ 外軌（左）側の脱線係数

トングレール先端で約 0.8 程度まで急激に増加した後、いったん 0.5 程度に減少し、ヒール通過後に徐々に増加して最大値 1.26 となった後、徐々に減少した。

なお、最大値 1.26 となったのは、ヒール通過の約 0.65 秒経過後の 8 k 0 8 1 m 付近であり、そのとき、上記①の外軌（左）側の横圧はほぼ最大値となっており、上記②の外軌（左）側の輪重はほぼ最小値となっていた。

④ 内軌（右）側の横圧

トングレール先端で約 1.3 kN まで急激に増加した後、いったん 1 kN 程度に減少し、徐々に増加してリード部で最大値約 17.2 kN となった後、徐々に減少した。

⑤ 内軌（右）側の輪重

トングレール先端付近から減少して最小値となった後、徐々に増加しながらヒールを通過し、その後も緩やかに増減を繰り返した。

⑥ 内軌（右）側の横圧輪重比

トングレール先端で急激に増加した後、本リードレール終端付近まで、0.5 付近を中心に増減を繰り返した。

⑦ 車体ロール角（5 両目）

トングレール先端を通過後、5 両目の車体が反時計回り（外軌（左）側）にローリングした後、時計回り（内軌（右）側）にローリングし、その後、反時計回りにローリングした。

なお、本件分岐器のリード部におけるローリングの増減の変化は、上記⑤の内軌（右）側の輪重の変化とほぼ同様の周期となっており、上記③の外軌（左）側の脱線係数が最大値 1.26 となったときは、時計回り（内軌

(右)側)にローリングしていた。

(2) 輪重、横圧等の測定結果 (地上側測定)

地上側における、現車走行試験列車の各車軸の輪重、横圧等を測定した。その結果、すべての車両に対するいずれの地上側測点においても、前台車第1軸及び後台車第1軸の脱線係数は、前台車第2軸及び後台車第2軸より相当大きく、前台車第1軸の脱線係数が最も大きかった。

上記(1)に記述したように、表5で脱線係数(最大値)が最も大きい値となった試第9605M列車について、脱線係数が最大値1.26となった8k081m付近の外軌側測点2及びその内軌側位置にある内軌側測点2における各車軸の輪重、横圧、横圧輪重比等の測定結果を付図9に示す。

(付図8、9参照)

2.10.2 車輪踏面の表面粗さ

(1) 本事故発生後の測定結果

本事故発生後の平成20年2月27日に、5両目(脱線した車両)及び4両目の全車輪について、車輪の踏面部及びフランジ直線部における表面粗さ(算術平均粗さ及び最大粗さ¹²⁾)の測定を行った結果は、表6のとおりであり、5両目(脱線した車両)と4両目の表面粗さに有意差は認められなかった。なお、5両目の表面粗さは、脱線後の走行による損傷の影響を受けていない箇所について測定したものである。

¹² ここでいう「算術平均粗さ」とは、JIS B0601-1994に準拠して求めたもので、車輪踏面の軸方向断面曲線に対し、波長が0.8mmより長い表面うねり成分をフィルタで除去した粗さ曲線を求め、車軸方向の所定の測定長さにおける、平均線から粗さ曲線までの偏差の絶対値の平均をいう。また、ここでいう「最大粗さ」とは、車軸方向の所定の測定長さにおける、粗さ曲線の山高さの最大値と谷深さの最大値の和をいう。

表6 車輪踏面の表面粗さ（本事故発生後）

車両	台車	軸位	車輪	算術平均粗さ(μm)		最大粗さ(μm)		
				踏面部	フランジ直線部	踏面部	フランジ直線部	
5両目	前台車	第1軸	右車輪	0.47	3.74	3.41	29.75	
			左車輪	0.48	4.11	3.93	40.42	
		第2軸	右車輪	0.54	3.17	4.91	30.68	
			左車輪	0.62	2.26	5.74	18.64	
	後台車	第1軸	右車輪	0.86	2.45	6.57	19.37	
			左車輪	0.57	3.24	5.54	23.05	
		第2軸	右車輪	0.68	5.98	5.52	40.03	
			左車輪	0.61	2.79	5.59	24.41	
	平均（全車輪）				0.60	3.47	5.15	28.29
	4両目	前台車	第1軸	右車輪	0.48	2.52	4.44	22.58
左車輪				0.57	4.02	5.56	27.84	
第2軸			右車輪	0.47	4.90	4.46	41.21	
			左車輪	0.59	1.68	4.83	13.96	
後台車		第1軸	右車輪	0.32	3.36	3.37	25.27	
			左車輪	0.39	3.79	4.30	34.73	
		第2軸	右車輪	0.46	2.35	5.00	18.12	
			左車輪	0.36	2.24	3.24	16.09	
平均（全車輪）				0.46	3.11	4.40	24.98	

(2) 車輪削正後の推移

車輪削正後における車輪踏面の表面粗さを把握するため、2.10.1に記述した現車走行試験に併せ、5両目前台車第1軸の測定用輪軸の車輪を削正（平成20年3月7日）した後、本件列車の車輪削正後とほぼ同様の運行条件で約240km 走行するまでの間、上記(1)と同様に測定を行った結果は表7のとおりである。なお、同社によれば、測定用輪軸に変更するための回送をするときに、全車輪のフランジ部に脱線防止のためのグリースを塗布しており、2.10.1に記述した現車走行試験時まで、車輪のフランジ部にグリースが付着していたが、測定用輪軸は車輪を削正したため、車輪のフランジ部のグリースは除去されていたとのことである。

また、5両目前台車第1軸の車輪踏面の表面粗さについて、表7の値及び

表6に示した本事故発生後の値を走行距離で比較したものを付図10に示す。

表7 車輪踏面の表面粗さ（現車走行試験列車の測定用輪軸）

走行距離 (km)	車輪	算術平均粗さ(μm)		最大粗さ(μm)	
		踏面部	フランジ 直線部	踏面部	フランジ 直線部
0.0	右車輪	2.13	3.29	11.91	21.78
	左車輪	2.58	3.29	16.28	19.57
145.7	右車輪	0.59	2.77	5.12	21.34
	左車輪	0.36	3.47	3.72	23.89
241.7	右車輪	0.28	2.29	4.05	19.01
	左車輪	0.37	2.76	4.39	19.55

(付図10参照)

3 事実を認定した理由

3.1 痕跡に関する解析

3.1.1 本件分岐器等の痕跡に関する解析

- (1) 2.3.1(7)に記述したように、本件分岐器のクロッシング部、着発7番線の8k090m付近から8k093m付近までの間の右レール頭頂面及び着発8番線の8k093m付近から8k098m付近までの間の左レール頭頂面に、損傷したブレーキディスクの塗料と同色の痕跡が残っていたことから、これらの痕跡は、脱線して走行した際にブレーキディスクがレール頭頂面に接触したことによるものと考えられる。
- (2) 次の①～④の痕跡は列車進行方向に断続的につながっていると考えられること、及び④の痕跡は脱線した本件列車5両目の左車輪に続いていたことから、これらの痕跡は、本件列車5両目の左車輪によるものと考えられる。
 - ① 2.3.1(5)に記述した本リードレールの8k082m～085m付近のレール頭頂面における車輪によると見られる4本の痕跡（痕跡1～4）
 - ② 2.3.1(4)に記述した8k083m付近から8k087m付近までの間の本リードレール左側のまくら木、レール締結装置等における車輪によると見られる痕跡
 - ③ 2.3.1(8)に記述した着発7番線の8k094m付近から8k096m付

近までの間の右レール頭頂面における車輪によると見られる痕跡

④ 2.3.1(3)に記述した8 k 0 9 7 m付近から8 k 1 9 8 m付近までの間の着発7番線と着発8番線の間における車輪によると見られる痕跡

(3) 2.3.1(6)に記述した右基本レールの8 k 0 8 3 m付近から8 k 0 8 4 m付近までの間のレール頭頂面における車輪によると見られる4本の痕跡、及び2.3.1(3)に記述した8 k 0 8 4 m付近から8 k 1 9 8 m付近までの間の着発8番線の軌間内において、脱線した本件列車5両目の右車輪に続く、車輪によると見られる痕跡は、断続的につながっていると考えられることから、これらの痕跡は、本件列車5両目の右車輪によるものと考えられる。

(4) 2.3.1(5)に記述したように、痕跡1～4のうち、痕跡1はレール頭頂面でレール方向に直線的に比較的長く、フィールドコーナーにおいてもほぼ直線的であり、他の3本の痕跡（痕跡2～4）は、レール頭頂面を右から左斜め前方へ横切るような曲線となっていたこと、及び痕跡1と痕跡2の交差箇所では、痕跡1の上に痕跡2が重なっていたこと、並びに上記(2)の記述から、本件列車5両目の左車輪が乗り上がったことによる最初の痕跡は痕跡1であると考えられる。さらに、本件列車がこの痕跡1を生じさせながら外軌（左）側へ脱線したことにより、他の輪軸が外軌（左）側へ力を受けてレール上に乗り上がり、痕跡2～4が生じた可能性が考えられる。

3.1.2 乗り上がり開始軸に関する解析

2.10.1(2)に記述したように、現車走行試験のすべての車両に対するいずれの地上側測点においても、外軌（左）側の脱線係数は、前台車第1軸及び後台車第1軸が前台車第2軸及び後台車第2軸に比べて相当大きいことから、前台車第1軸あるいは後台車第1軸のいずれかが最初に乗り上がって脱線したのと考えられる。

また、3.1.1(4)に記述したように、本件列車5両目の左車輪が乗り上がったことによる最初の痕跡は痕跡1であると考えられ、さらに、痕跡1のフィールドコーナーへの到達点より後方に3本の痕跡が残されていることから、痕跡1は前台車第1軸の左車輪が乗り上がったことによるものであり、乗り上がり開始軸は5両目前台車第1軸であったのと考えられる。

3.2 車両に関する解析

3.2.1 車両の状況に関する解析

2.1(1)に記述した本件運転士の口述並びに2.6.2及び2.6.3(2)の記述から、フランジ直線部が粗い状態であったことのほかは、事故発生までの運行に関して、本件列車の車両に異常はなかったものと推定される。

3.2.2 本件列車の走行速度に関する解析

2.7に記述したように、本件分岐器の分岐線側における制限速度は25km/hであり、2.1(1)に記述した本件運転士の口述及び2.6.3(1)に記述した車両モニタ装置の記録から、本件列車の先頭は、15時04分11秒ごろ、本件分岐器に速度約15km/hで惰行して進入し、その約10秒後、約38m走行して速度約13km/hとなったとき、本件運転士は、力行2ノッチを約8秒間使用して加速し、約37m走行して速度が約23km/hになったところで、惰行したものと推定される。

また、2.6.3(1)に記述した車両モニタ装置の記録から、3.1.2に記述したように、乗り上がり開始軸と考えられる5両目前台車第1軸は、15時04分30秒ごろ、速度約22～23km/hで本件分岐器に進入したものと考えられ、痕跡1付近を速度約21～22km/hで走行したものと推定される。

3.2.3 輪重及び横圧に関する解析

2.10.1(1)で記述した測定用輪軸による車上側の測定結果は、本事故発生時における本件列車5両目の前台車第1軸の輪重、横圧、横圧輪重比等の状況とほぼ同様であるものと考えられる。

本事故発生時においても、現車走行試験での2.10.1(1)①～③に記述したことと同様に、外軌(左)側横圧はヒール通過後に増加し、同時に外軌(左)側輪重は曲線通過時の定常的な輪重より減少して、外軌(左)側脱線係数はヒール通過後の本件分岐器のリード部において1を超えるような大きな値となっていたと考えられる。

また、2.10.1(1)④に記述したことと同様に、内軌(右)側横圧はリード部で増加していたことが考えられる。

上記の内軌(右)側及び外軌(左)側横圧については、2.5.1(3)③で記述したように、本件分岐器のリード部において、設計曲線半径が約101mで急曲線であるため、アタック角¹³が大きかったものと考えられることから、内軌(右)側車輪に生じる左方向への力が摩擦力近くまで大きくなり、その反力として外軌(左)側車輪には大きな横圧が発生していたものと考えられる。

なお、2.6.2(2)の表3に記述したように、本件列車5両目の前台車第1軸については、指定保全検査時の左車輪の静止輪重比は小さかった。

¹³ 「アタック角」とは、車輪がレール上を転動するときの車輪とレールとの相対角度のことであり、この角度が大きいほど乗り上がり脱線に対する安全性が低下するものである。

3.2.4 車輪踏面の表面粗さに関する解析

2.10.2(1)及び(2)に記述した本件列車5両目の前台車第1軸及び現車走行試験に用いた測定用輪軸の車輪踏面の表面粗さ(付図10参照)から、以下のとおりであったものと考えられる。

- (1) 踏面部において、測定用輪軸の算術平均粗さ及び最大粗さは、車輪削正後に約146km走行するまでに減少し、その後約242km走行するまでは大きな変化はなく、本件列車についても同様の傾向にあったものと考えられる。これは、車輪の踏面部とレールは常に接触しているため、比較的短い距離を走行する間に、踏面部の表面粗さは小さくなり、その後の変化は大きくないことによるものと考えられる。
- (2) フランジ直線部において、測定用輪軸の算術平均粗さ及び最大粗さは、車輪削正後に約242km走行しても、その変化は小さかった。これは、急曲線通過時等の特殊な場合を除いて、車輪のフランジ直線部はレールと接触する頻度が少なく、フランジ直線部の表面粗さが大きく変化しなかったことによる可能性が考えられる。

一方、付図10に示したように、本事故発生(約394km走行)後に測定した本件列車5両目の前台車第1軸のフランジ直線部は、現車走行試験列車に比べて最大粗さが大きかったことから、平成20年2月20日に車輪を削正してから本事故発生までの走行中に何らかの理由により最大粗さが大きくなっていったと考えられるが、この理由については明らかにすることはできなかった。

3.3 軌道に関する解析

3.3.1 平面性変位に関する解析

2.5.2(1)に記述したように、本事故発生後の計測において、本件分岐器における5m平面性変位は整備基準値内であったものの、2m平面性変位は、本件分岐器のリード部の8k080m～081m付近で、比較的大きな正の値となっていたことから、軌道が左前方に下がる向きにねじれた状態であり、ここを通過する台車は、前台車第1軸及び後台車第1軸の左車輪の輪重が手前のトングレール通過時の輪重より減少したのと考えられる。

3.3.2 通り及び水準に関する解析

2.5.2(1)に記述したように、本事故発生後の計測において、水準は、トングレール先端付近で約0mmから徐々に増加し、ヒール付近(8k076m～078m付近)で約12mmとなった後、徐々に減少し、8k083m付近で約-4mmとなった。

一方、通りは、トングレール先端付近での約94mmから前方に向かって、急激に減少し、トングレール内（8k076m付近）で約78mmとなった後、急激に増加し、リード部（8k082m付近）で約121mmとなっていた。

これらの水準と通りの変化の状況については、本件分岐器のトングレールとリード部では、レール方向に対してほぼ同じ周期（波長8～10m程度）で各測定値が増減しており、これらの位相はほぼ反転している¹⁴ものと考えられる。（付図5参照）

このような場合に、走行速度によっては、ローリング等の車両の運動に関する固有振動数と軌道の周期的変位の波長から求められる振動数が一致し、共振作用を生じて走行安定性が低下することが知られている。本件分岐器においては、3.2.2に記述した5両目前台車第1軸の走行速度（約21～22km/h）に対して、ローリングの共振が生じやすい水準と通りの変化がトングレールからリード部にかけて構造的に存在していたため、外軌（左）側輪重が曲線通過時の定常的な輪重より減少するとともに横圧が増加し、脱線係数が増加した可能性が考えられる。

なお、2.10.1(1)⑦に記述したように、現車走行試験においては、外軌（左）側の脱線係数が最大値となったときに、車体は時計回り（内軌（右）側）にローリングしており、上記のようなローリングの共振が生じていた可能性が考えられる。

3.4 脱線の要因に関する解析

乗り上がり開始箇所付近において、次に示す要因により脱線したものと考えられる。

(1) 脱線係数の増加

3.3.1に記述したように、2m平面性変位は、本件分岐器のリード部の8k080m～081m付近で比較的大きな正の値で、軌道が左前方に下がる向きにねじれた状態であり、第1軸左車輪の輪重が手前のトングレール通過時の輪重より減少したものと考えられる。

また、3.2.3に記述したように、本件分岐器のリード部において、設計曲線半径が約101mで急曲線であるため、左車輪に大きな横圧が発生していたものと考えられることに加え、3.3.2に記述したように、走行速度に対して、車体のローリングの共振が生じやすい水準と通りの変化が存在したため、本件分岐器を走行中に発生した車体のローリングによって、本件分岐器のリード部で前台車第1軸左車輪の輪重が曲線通過時の定常的な輪重より減少するとともに同車輪の横圧が増加し、同車輪の脱線係数が増加したものと考えられる。

¹⁴ ここでいう「位相はほぼ反転している」とは、ほぼ同じ周期で変化する水準と通りにおいて、一方が増加し始めると他方が減少し始めるなど、両者が反転した増減特性を示すことをいう。

なお、2.6.3(1)に記述したように、事故当日の本件分岐器のリード部における本件列車5両目の本事故発生時（5往復目の往路）の通過速度は、1～4回目の通過速度より高く、3.3.2に記述したように、車体のローリングの共振が生じやすい速度になっていた可能性が考えられる。

(2) 限界脱線係数の低下

3.2.4(2)に記述したように、本件列車のフランジ直線部は、何らかの理由により最大粗さが大きかったことから、この表面状態が摩擦係数に影響を与えていたと考えられ、また、2.5.1(3)③に記述したように、本件分岐器のリード部において、設計曲線半径は約101mで急曲線であるため、アタック角が大きかったと考えられることから、車輪フランジとレール間の等価摩擦係数¹⁵が大きかった可能性が考えられ、限界脱線係数が低下したものと考えられる。

以上により、本件分岐器のように構造的に平面性変位が大きい分岐器においては、ローリング等の車両の運動にも配慮しつつ、軌道及び車両に適切な脱線防止対策を講ずることが望ましい。

また、乗り上がり開始箇所は、痕跡1より手前で、本リードレールの急曲線部であると考えられ、2.10.1(1)③に記述したように、現車走行試験では8k081m付近で外軌（左）側の脱線係数が最大値となったことから、痕跡1についてゲージコーナー側に明確な痕跡は残っていなかったものの、本件列車5両目の前台車第1軸左車輪の乗り上がり開始箇所は、8k081m付近であった可能性が考えられる。

なお、風がある場合、車両の運動に影響を与えて、輪重又は横圧の変化により脱線係数に影響を与える可能性が考えられるが、2.8(2)に記述したように、事故当日は関東地方各地で強風が観測されたものの、実際に本件列車に作用した風の風速、風向等は不明であるため、この風による力が本事故発生に関与した可能性については明らかにすることはできなかった。

4 原因

本事故は、軌道変位、車両の静止輪重比等が整備基準値等を超えていなかったものの、本件列車が本件分岐器のリード部を通過中に、脱線係数が増加するとともに、限界脱線係数が低下したため、5両目前台車第1軸の左車輪が本リードレール上に乗り上がって左へ脱線したことによるものと考えられる。

¹⁵ 「等価摩擦係数」とは、車輪フランジ・レール間において作用する接線方向の力とその法線力の比であり、車輪フランジ・レール間摩擦係数とアタック角の増加に伴って増加し、最大値は摩擦係数と等しくなる。

脱線係数の増加及び限界脱線係数の低下については、以下に示す要因が関与した可能性が考えられる。

- (1) 急曲線であるため大きな横圧が発生しやすい本件分岐器において、台車の固定軸距に対応する2 m平面性変位が大きくなっていったことから、第1軸左車輪の輪重がトングレーल通過時の輪重より減少したことに加え、本件列車5両目の走行速度に対して、車体のローリングの共振が生じやすい水準と通りの変化が存在したため、車体のローリングによって、同車輪の輪重が曲線通過時の定常的な輪重より減少するとともに横圧が増加して、脱線係数が増加していたこと
- (2) 車輪フランジとレール間の等価摩擦係数が大きくなり、限界脱線係数が低下していたこと

なお、本件列車5両目の前台車第1軸が脱線したことについては、同軸左車輪の静止輪重比が小さかったことが関与した可能性が考えられる。

5 参考事項

同社は、本事故発生後、次の再発防止対策を実施した。

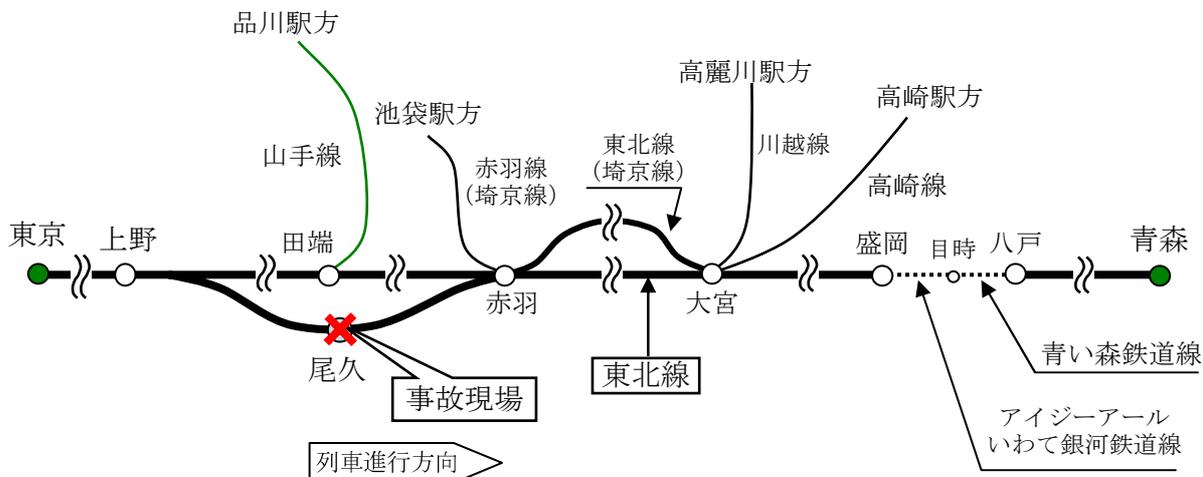
- (1) 本件分岐器のリード部にガードレールを設置した。
- (2) 平成20年9月末現在、同社内に688台敷設してある本件分岐器と同型の分岐器のうち、列車又は車両が分岐線側を通過する分岐器については、リード部にガードレールの設置を計画し、552台に設置した。
- (3) 在来線電車、気動車及び客車で、ボルスタレス台車を装備した車両及びボルスタ付台車で軸箱支持方式が円筒案内式¹⁶の台車を装備した車両に対して、車輪の削正後にフランジ全周に油を塗布することとした。

なお、走行試験により、油の塗布効果の持続性等について、確認することとしている。

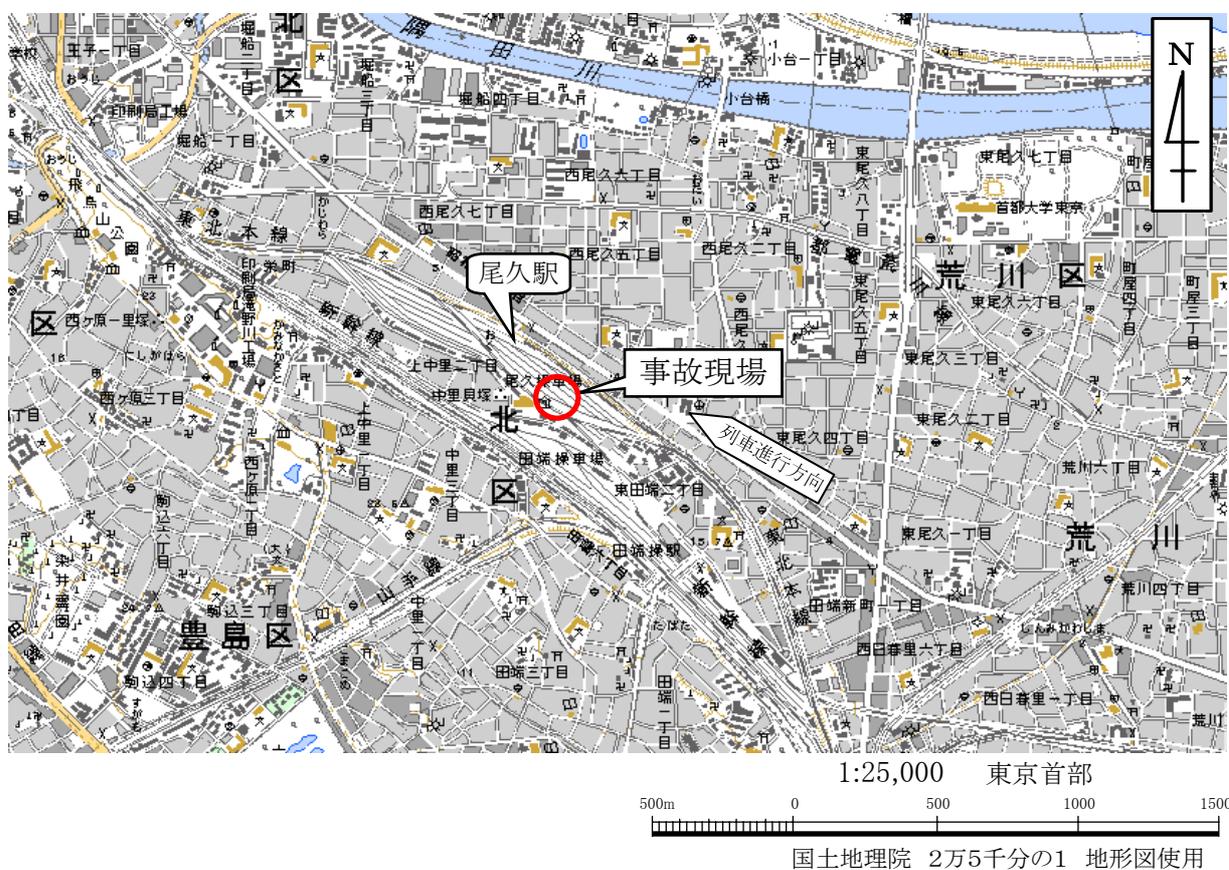
¹⁶ 「円筒案内式」とは、軸箱の上下方向の案内と前後左右方向の支持をシリンダとピストンのような案内円筒で行う軸箱支持装置をいう。

付図1 東北線路線図

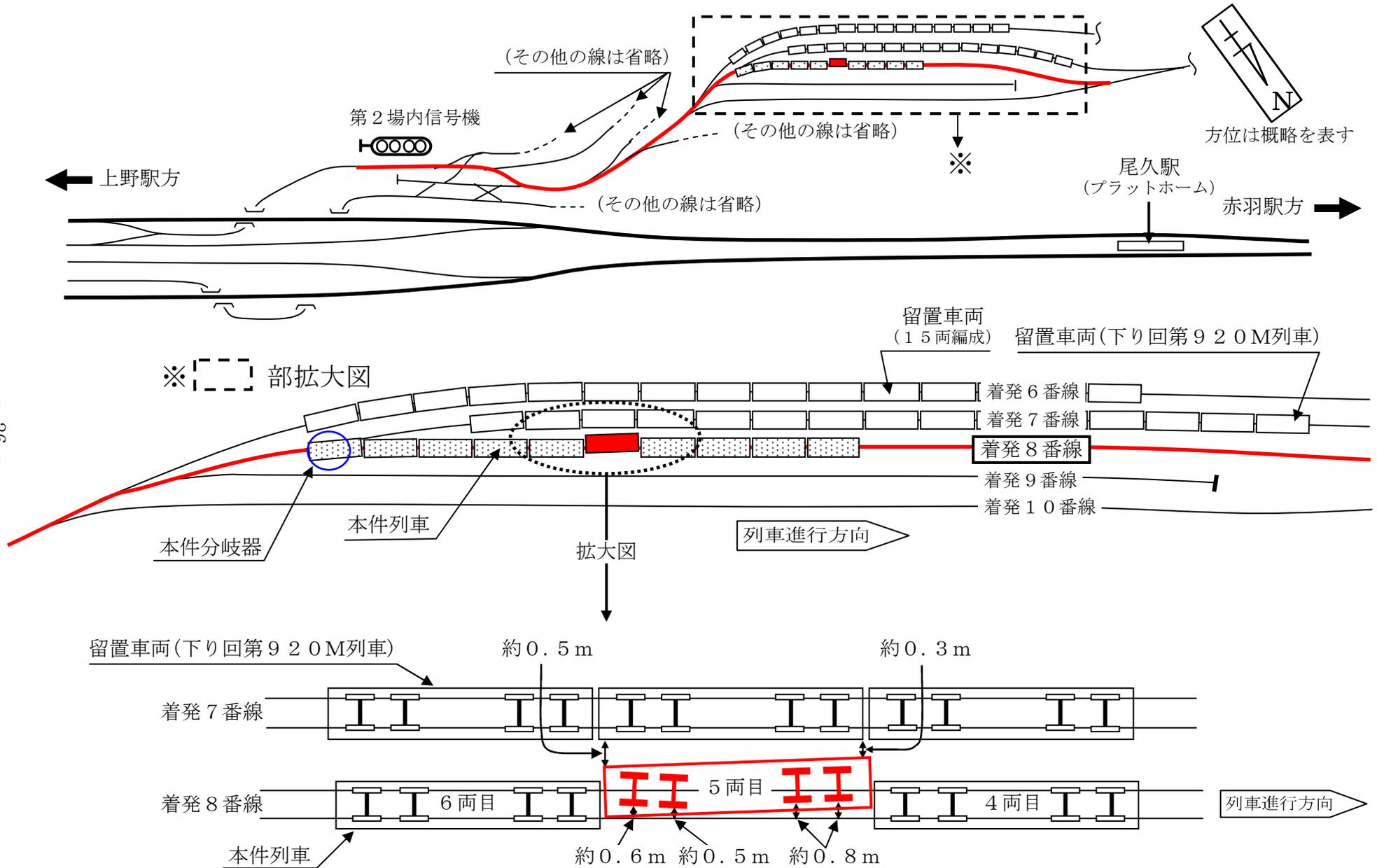
東北線 東京駅～盛岡駅、八戸駅～青森駅間 631.3km (複線)



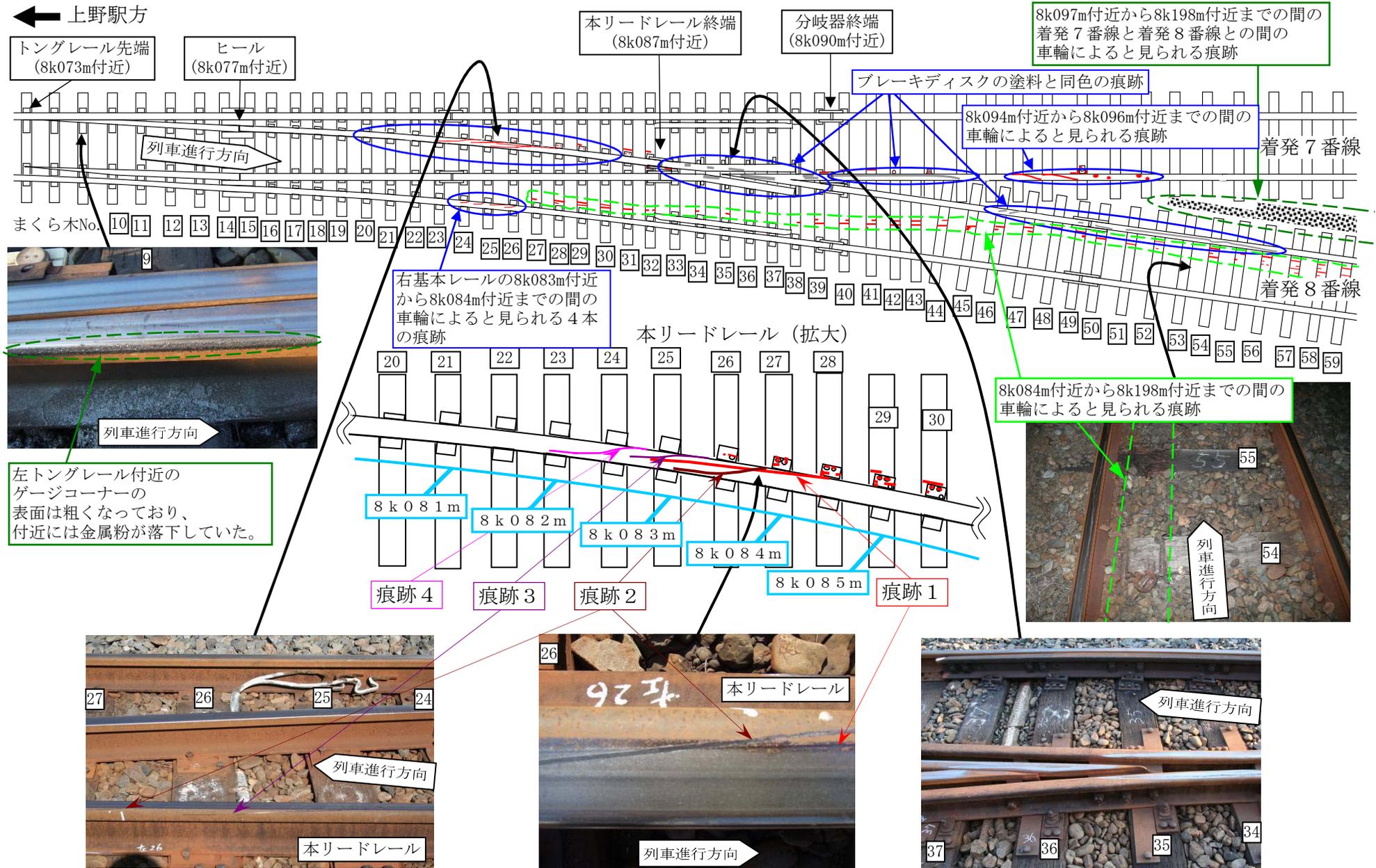
付図2 事故現場付近の地形図



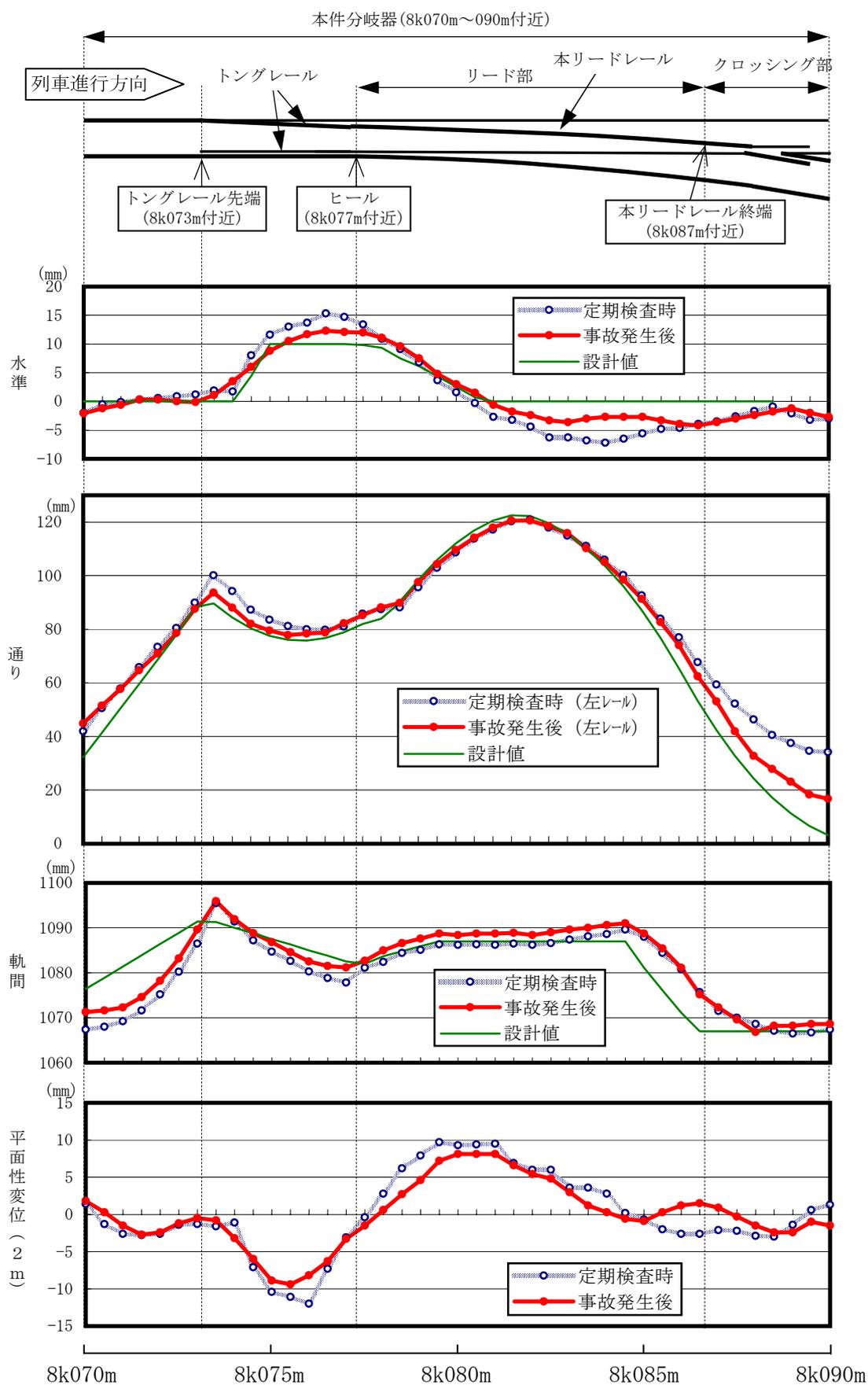
付図3 事故現場略図



付図4 事故現場付近の痕跡

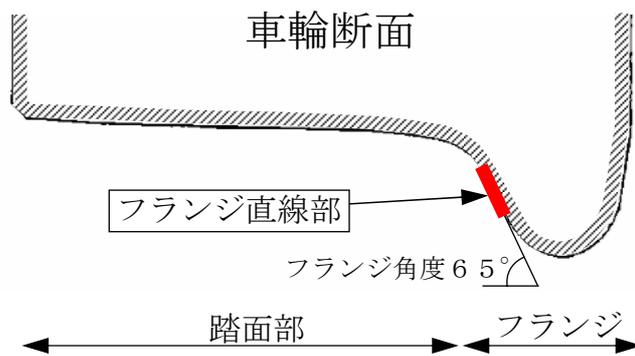
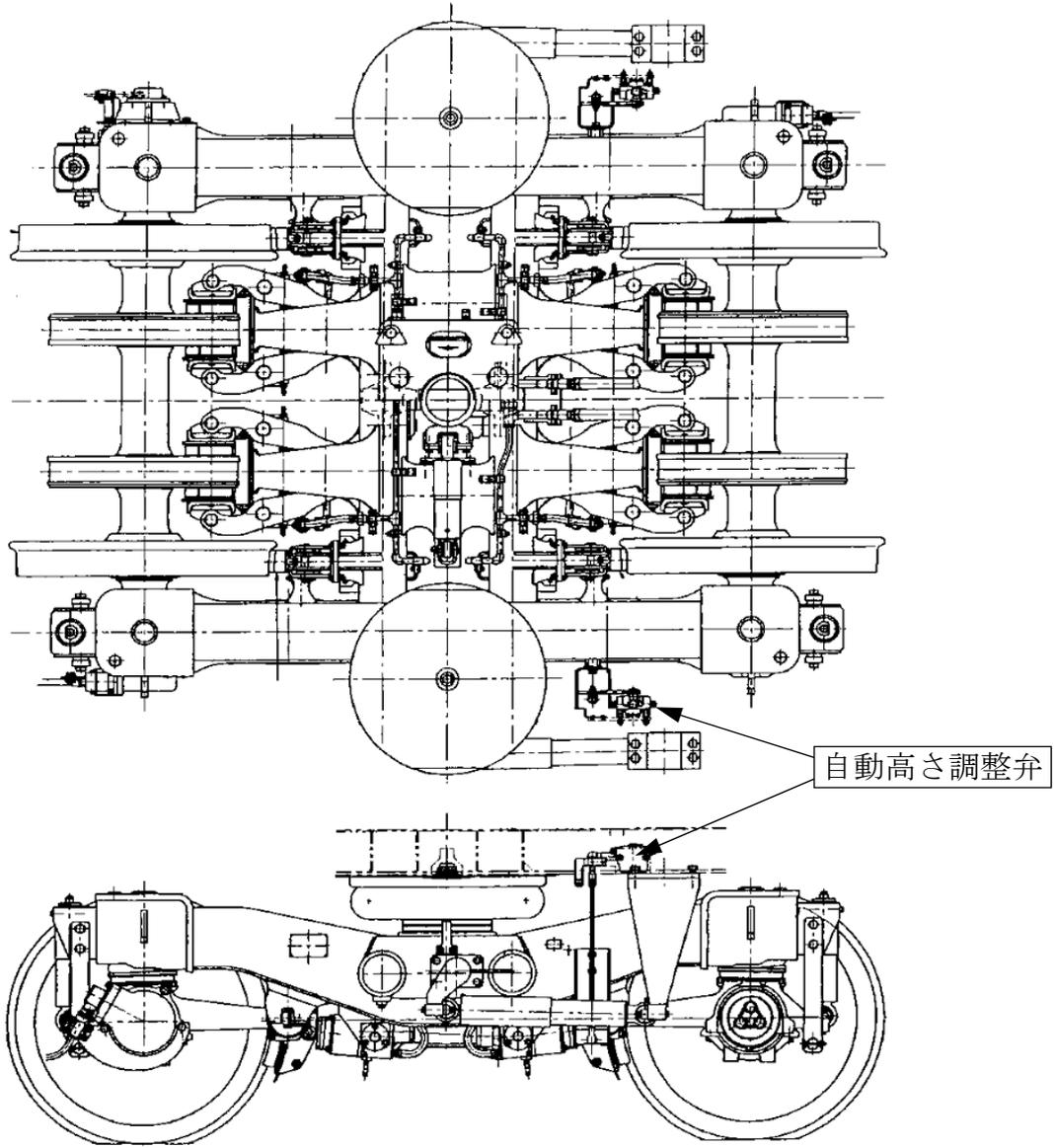


付図5 本件分岐器(分岐線側)の軌道変位等の状況

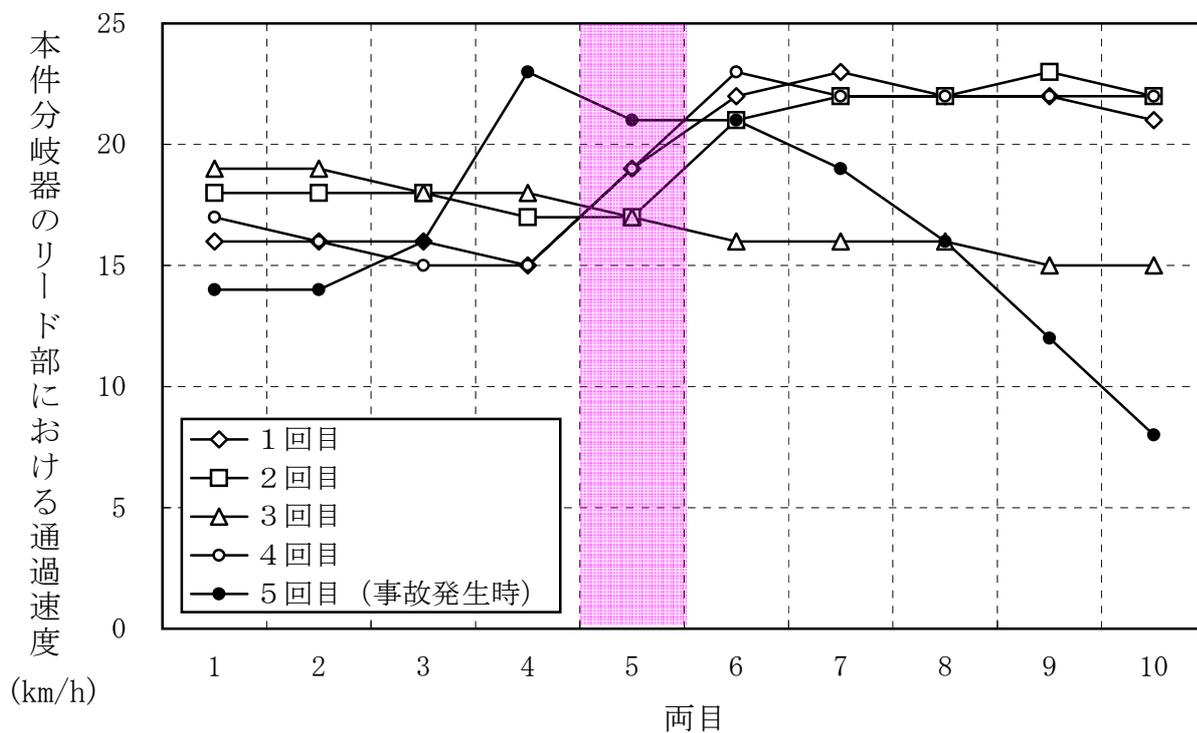


付図6 台車及び車輪断面概略図

台車

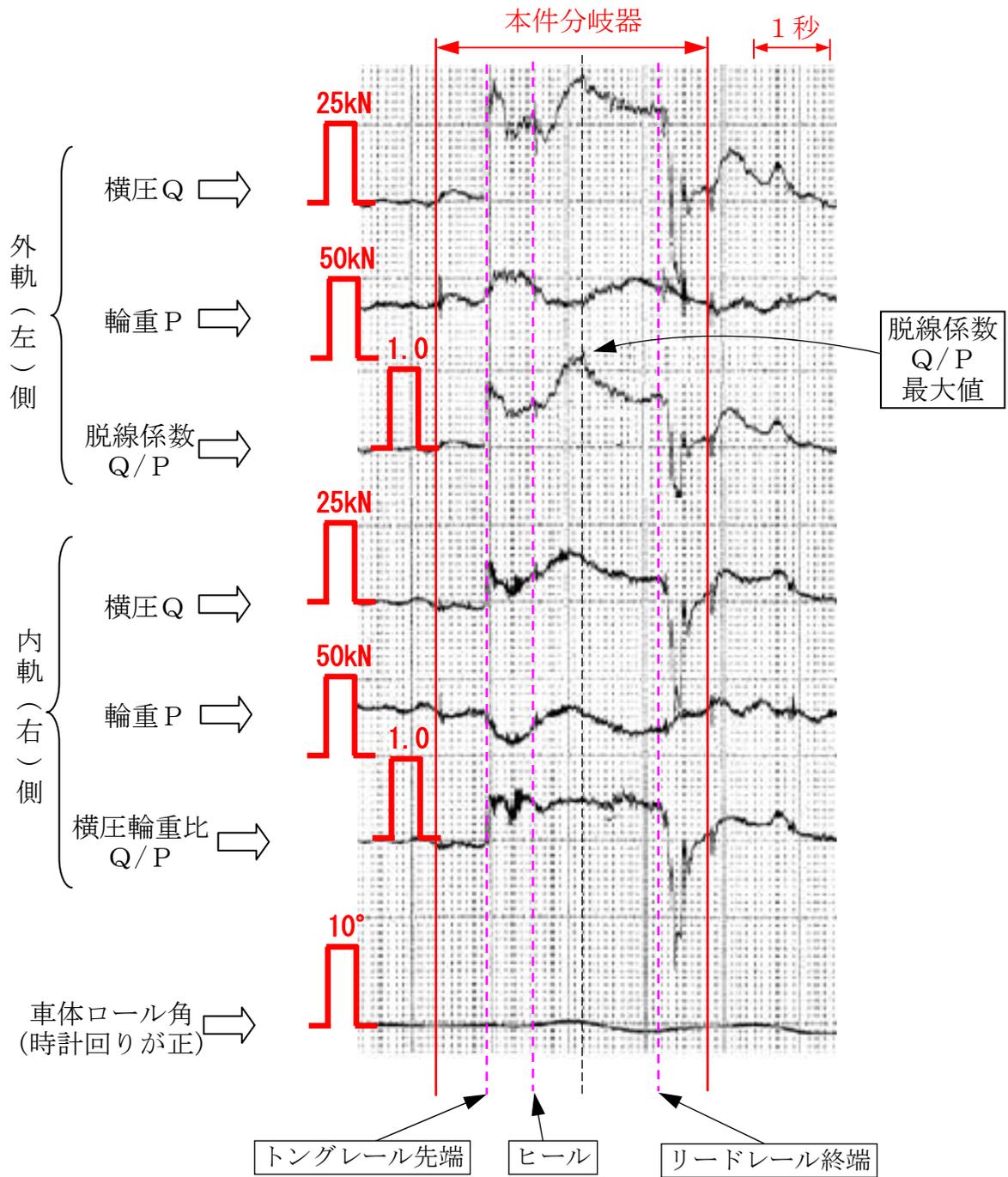


付図7 本件分岐器のリード部における各車両の通過速度

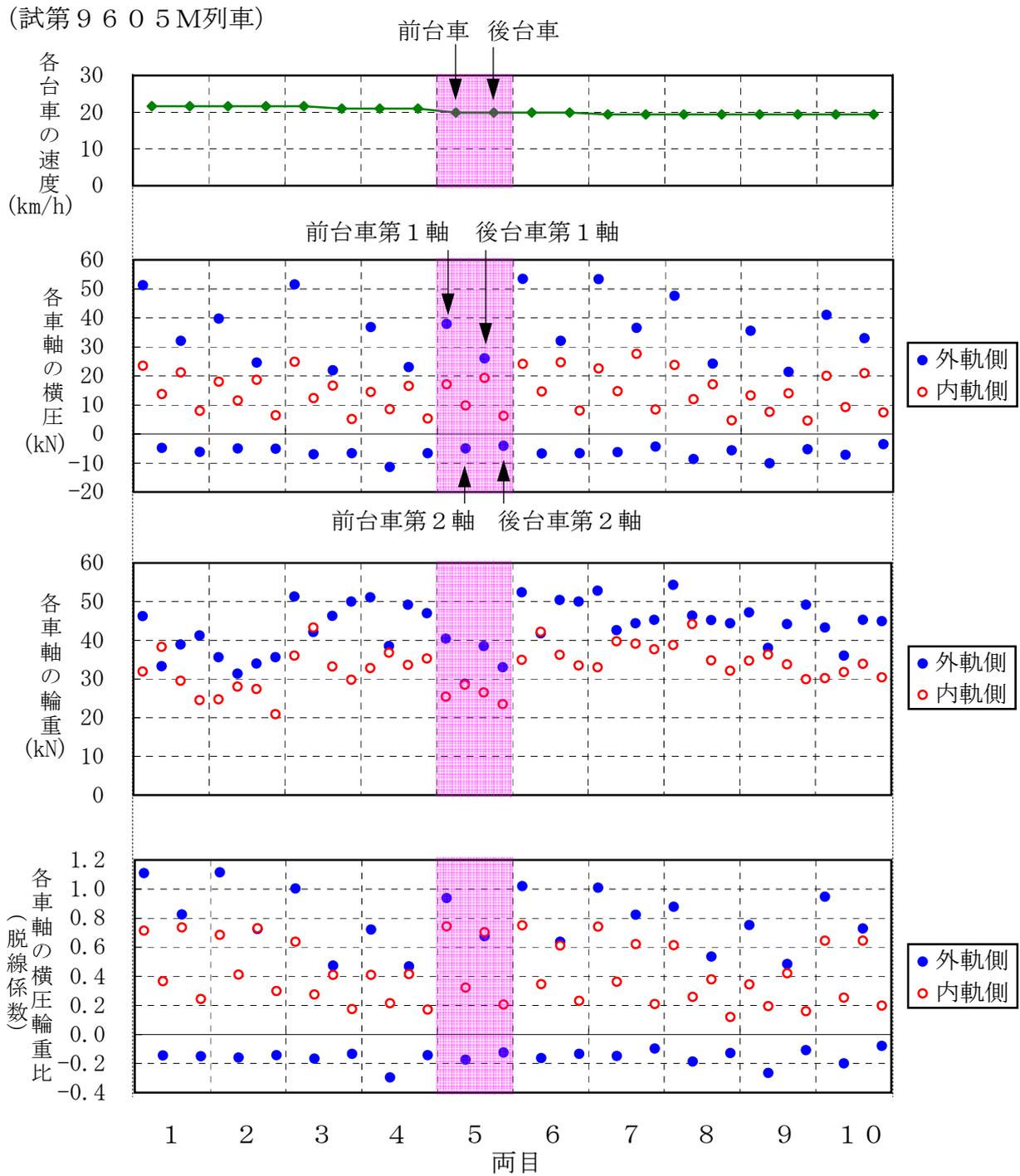


付図8 現車走行試験の車上側測定波形例

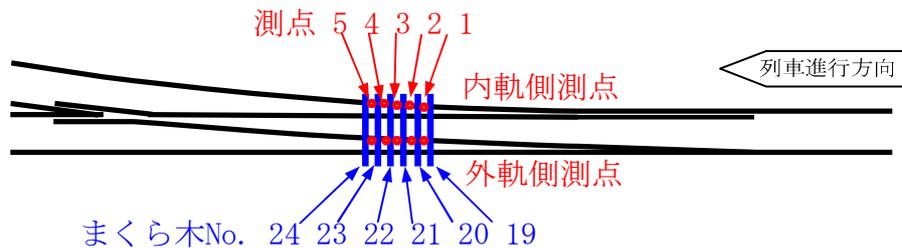
(試第9605M列車 5両目前台車第1軸)



付図9 現車走行試験の地上側測定結果
(8 k 0 8 1 m付近：測点2)

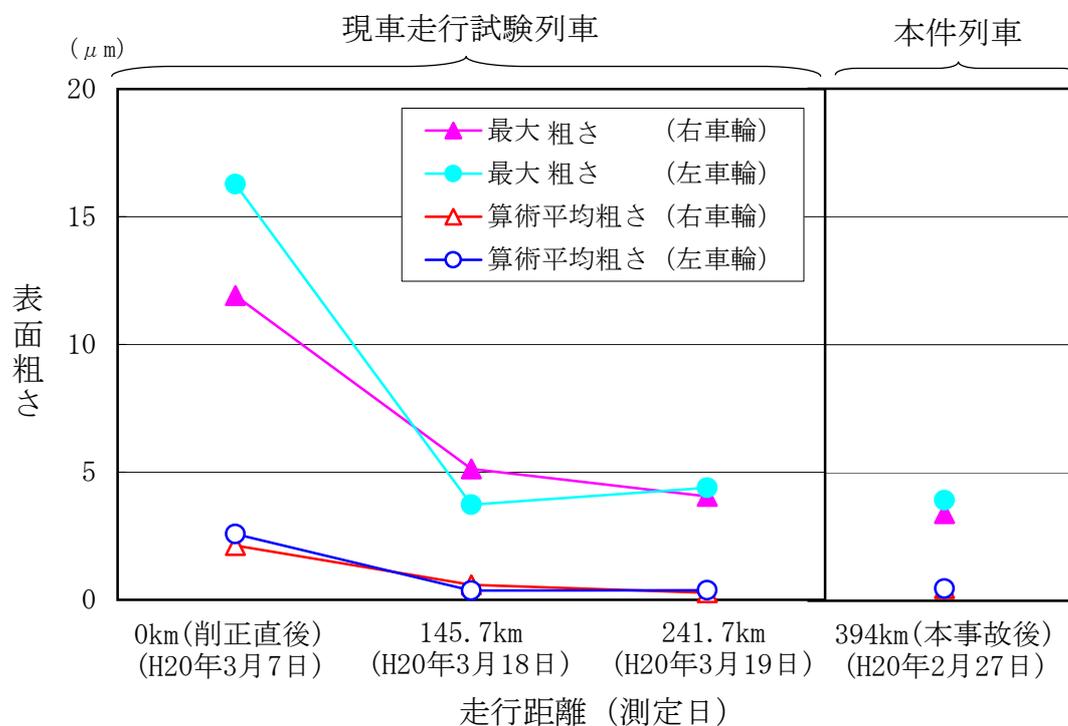


地上側測点の位置



付図 1 0 車輪踏面の表面粗さ (5両目前台車第1軸)

(1) 踏面部



(2) フランジ直線部

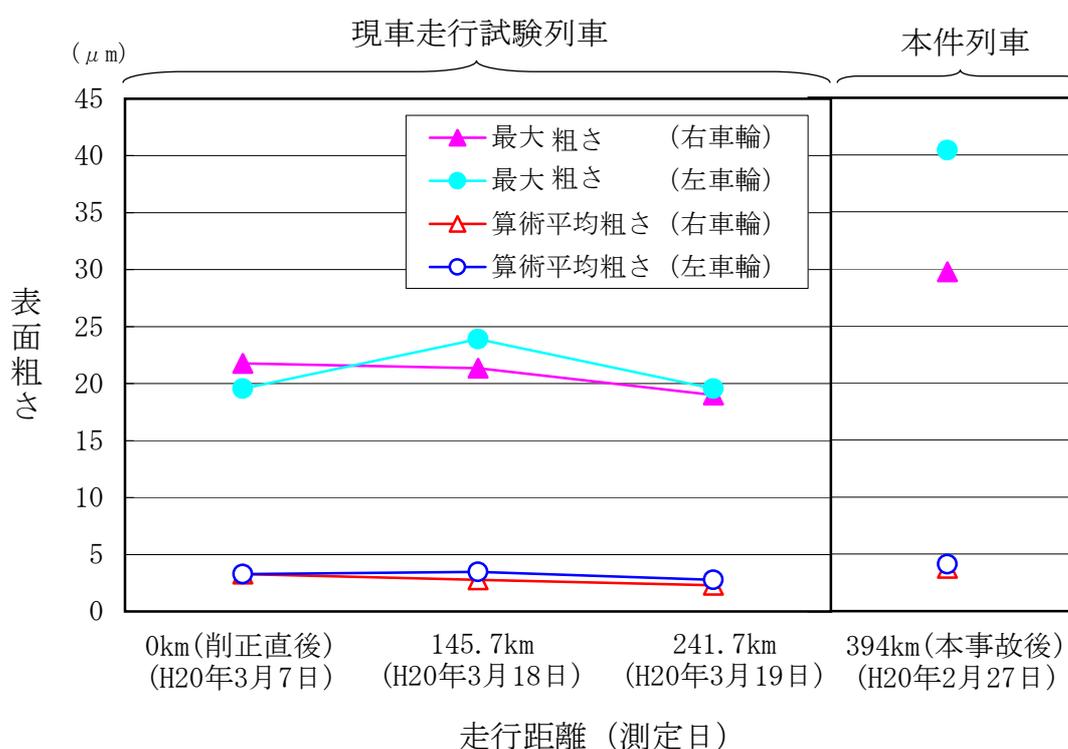


写真1 脱線の状況（その1）

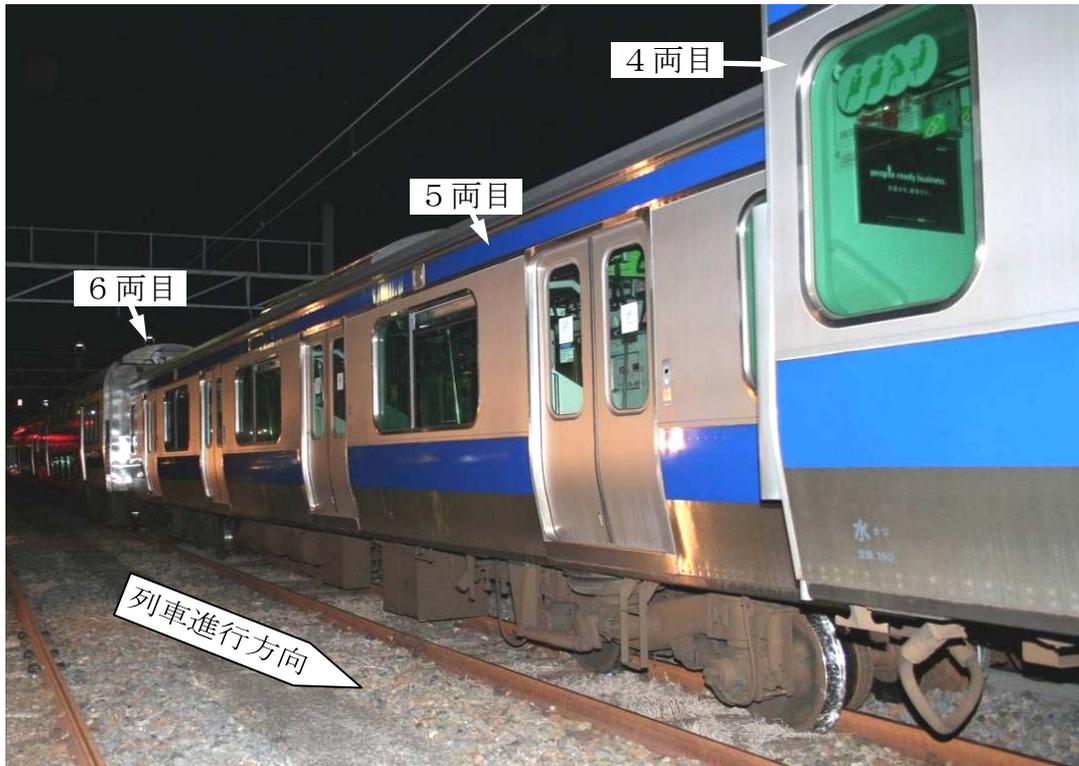
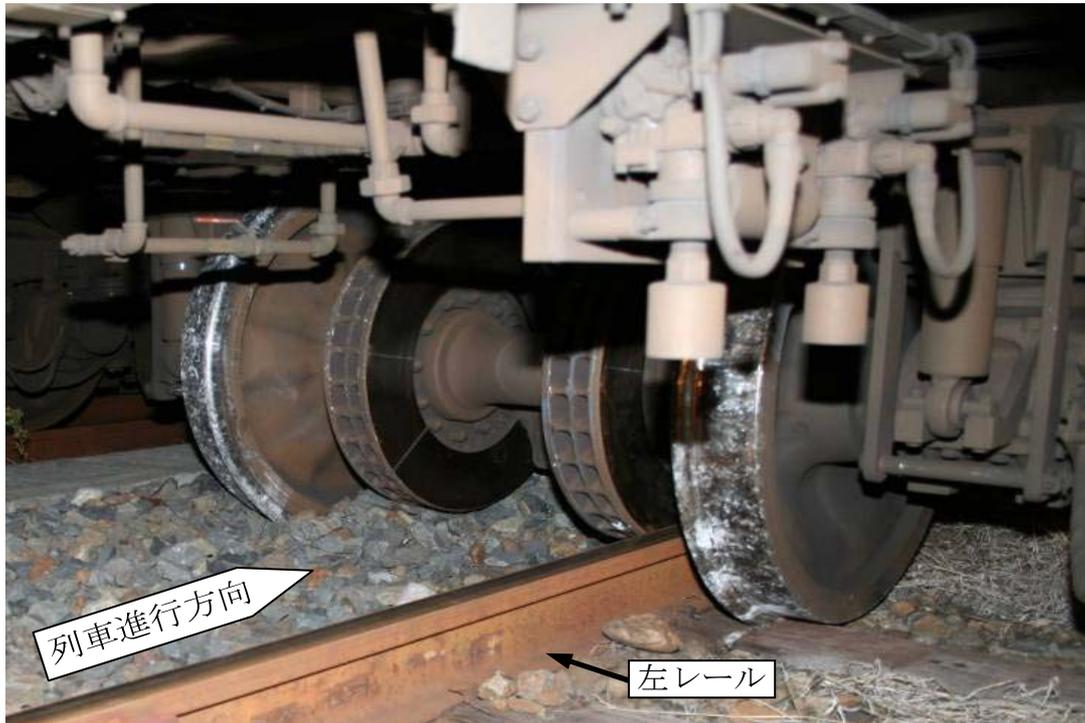


写真1 脱線の状況（その2）

5両目前台車第2軸



5両目後台車第1軸

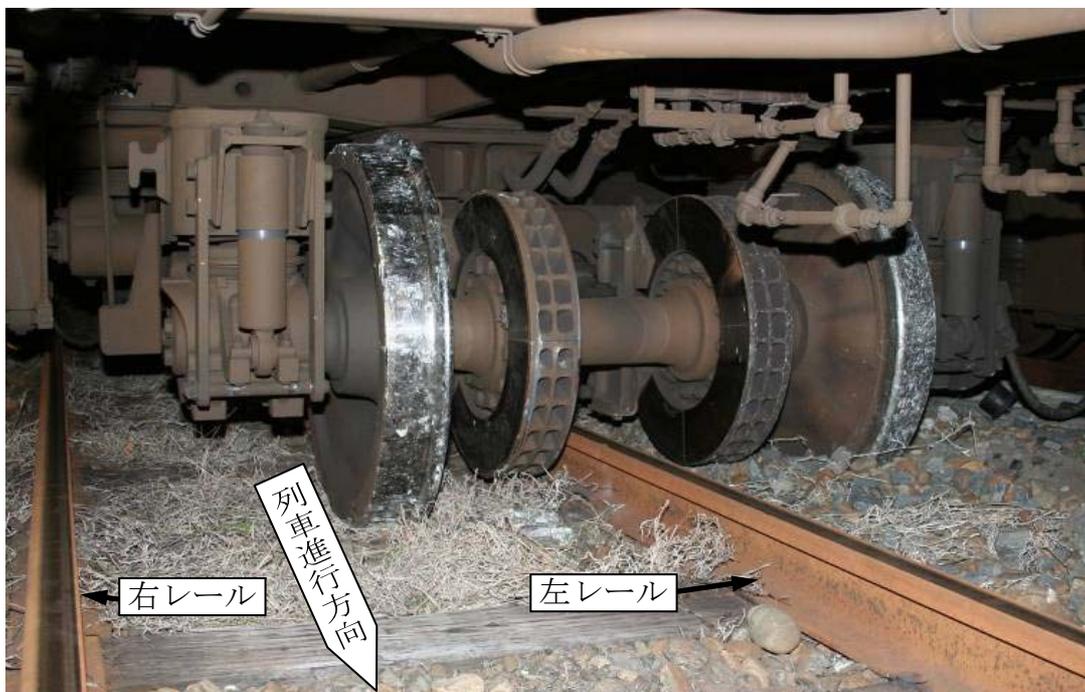
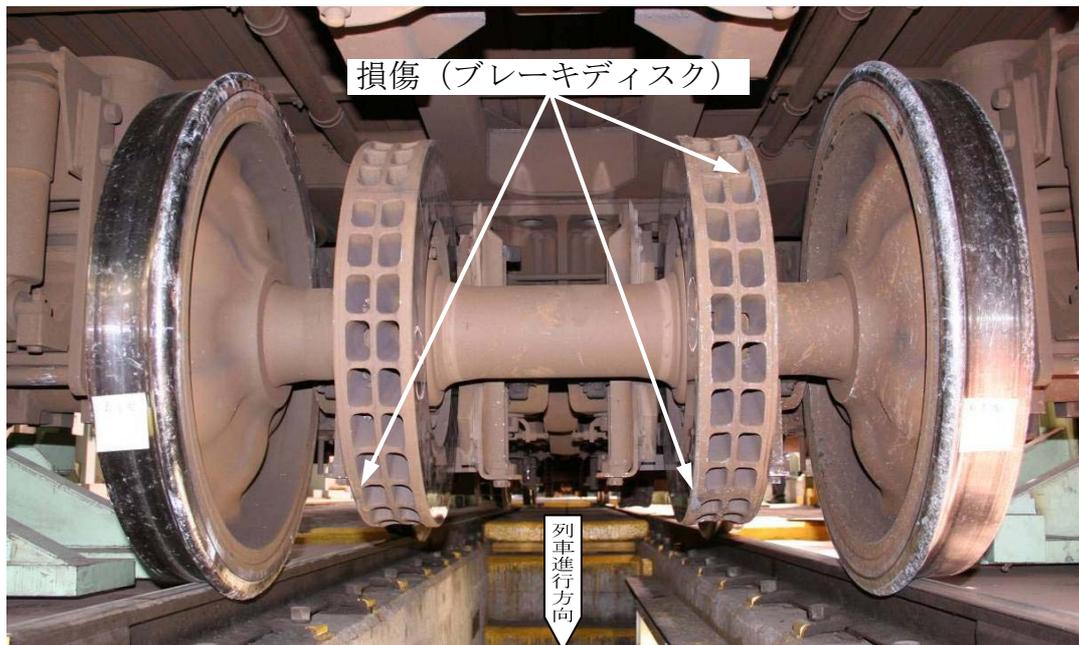
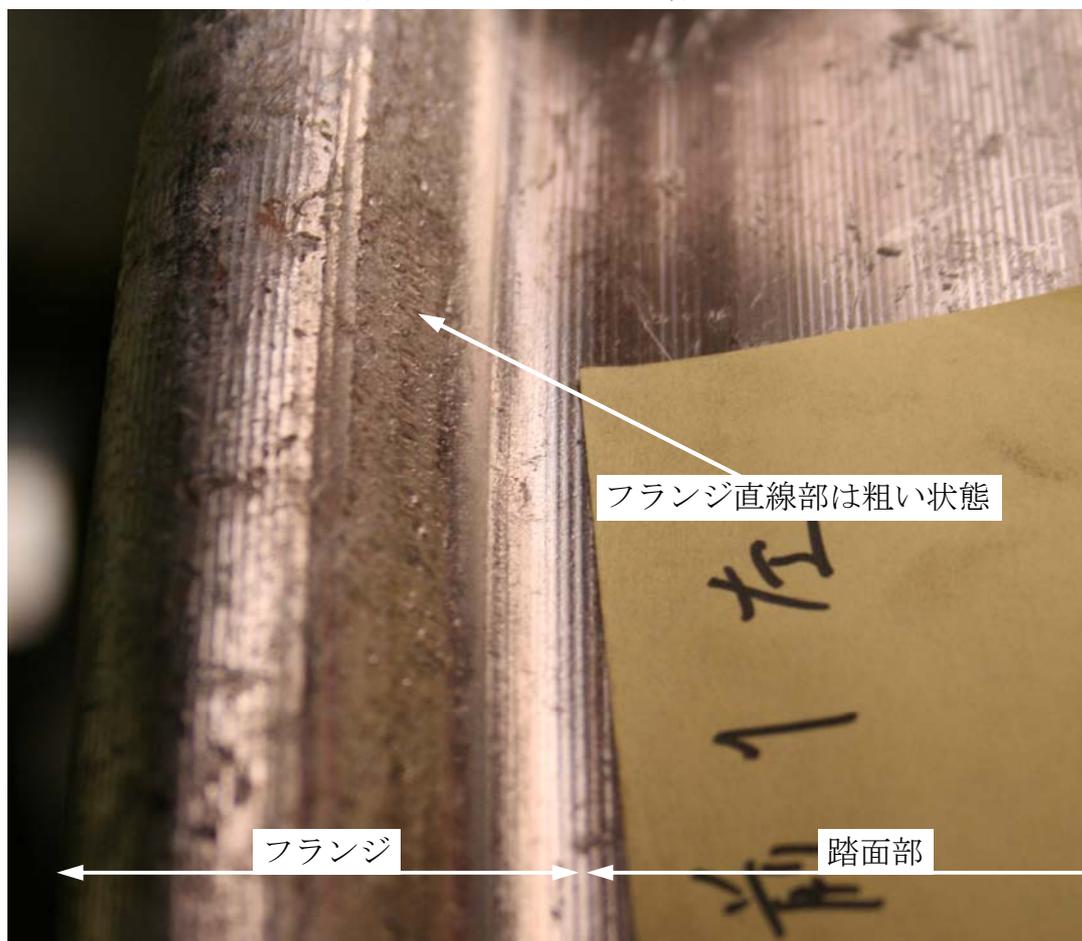


写真2 車輪等の状況

5両目前台車第1軸



5両目前台車第1軸の左車輪 (踏面部及びフランジ)



《参 考》

本報告書本文中に用いる解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 事実を認定した理由」に用いる解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」