

鐵道事故調查報告書

I 東日本旅客鐵道株式会社 東北新幹線 仙台駅構内 列車脱線事故

II 西武鐵道株式会社 西武園線 東村山駅構内 列車脱線事故

III 日本貨物鐵道株式会社 石勝線 東追分駅構内 列車脱線事故

IV 北海道旅客鐵道株式会社 留萌線 箸別駅～増毛駅間 列車脱線事故

平成25年 2月22日

本報告書の調査は、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

《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 西武鉄道株式会社 西武園線 東村山駅構内
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：西武鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成23年12月24日 16時39分ごろ

発生場所：東京都東村山市

西武園線 東村山駅構内

平成25年2月4日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	後藤昇弘
委員	松本陽（部会長）
委員	小豆澤照男
委員	石川敏行
委員	富井規雄
委員	岡村美好

要旨

<概要>

西武鉄道株式会社の西武園駅発西武新宿駅行き8両編成の上り普通第6352列車は、平成23年12月24日、西武園駅を定刻に出発した。

列車の運転士は、東村山駅5番線に向けて、東村山駅構内の67号分岐器を、速度約32km/hで通過後、列車の最前部が66号イ・ロ分岐器を通過した辺りで、車両が後ろに引かれる感じがしたので、計器類を確認したところ、運転士知らせ灯が一瞬消灯したことを認め、直ちに非常ブレーキを操作し、約21m進んで停止した。

停止後、列車の状況を確認したところ、7両目の前台車第1軸及び第2軸が右側に脱線していた。

列車には乗客約450名、乗務員2名が乗車していたが、死傷者はいなかった。

<原因>

本事故は、列車の7両目の前台車第1軸右（外軌側）車輪が、内方分岐器である

67号分岐器の外軌側トングレールに乗り上がったため、本来の進行方向ではない基準線側に進入し、その後、分岐線側に進入していた先行する車両に引っ張られたことにより、分岐線側レールの右側へ脱線したものと考えられる。

内方分岐器である67号分岐器の外軌側トングレール先端部において、外軌側車輪が乗り上がったことについては、

- (1) 内方分岐器において分岐線側に分岐する箇所は、曲線半径が急激に小さくなるため、アタック角の増加により限界脱線係数が低下する箇所であるが、内方分岐器である67号分岐器においては、外軌側トングレールの頭部が摩耗し、外軌側基本レールの方へ傾くように変形していたことにより、外軌側トングレールと車輪のフランジとの接触角が小さくなって、限界脱線係数が更に低下し、車輪が乗り上がりやすい状態となっていた、
- (2) 列車の通過速度が、均衡速度より低かったことにより、内軌側車輪の輪重の増加に伴い、外軌側車輪への横圧が増加するとともに、外軌側車輪の輪重が減少していた、
- (3) 外軌側車輪では、輪重の減少と横圧の増加により、脱線係数が増加していたと考えられることから、これらの要因が重なったことにより発生したものと考えられる。

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

西武鉄道株式会社の西武園駅発西武新宿駅行き8両編成の上り普通第6352列車は、平成23年12月24日（土）、西武園駅を定刻（16時36分）に出発した。

列車の運転士は、東村山駅5番線に向けて、東村山駅構内の67号分岐器を、速度約32km/hで通過後、列車の最前部が66号イ・ロ分岐器を通過した辺りで、車両が後ろに引かれる感じがしたので、計器類を確認したところ、運転士知らせ灯^{*1}が一瞬消灯したことを認め、直ちに非常ブレーキを操作し、約21m進んで停止した。

停止後、列車の状況を確認したところ、7両目（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。）の前台車第1軸及び第2軸が右側に脱線していた。

列車には乗客約450名、乗務員2名が乗車していたが、死傷者はいなかった。

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、平成23年12月24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、職員を事故現場に派遣した。

1.2.2 調査の実施時期

平成23年12月24日	現場調査
平成23年12月25日	口述聴取及び車両調査
平成24年3月29日	軌道及び車両調査

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 乗務員等の口述

事故に至るまでの経過は、西武鉄道株式会社（以下「同社」という。）の西武園

^{*1} 「運転士知らせ灯」とは、運転士に旅客乗降用ドアの開閉状況を知らせる表示灯をいい、全てのドアが閉じていると点灯し、ドアが1か所でも開いていると消灯する。

駅発西武新宿駅行き8両編成の上り普通第6352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。）及び車掌（以下「本件車掌」という。）並びに本件列車に乗車していた乗客（以下「本件列車乗客」という。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

(1) 本件運転士

本件運転士は当日の15時27分に出勤し、本件列車となる車両には、東村山駅16時03分発西武園駅行き普通第6271列車から乗務した。西武園駅まで運転状況に異常はなく、西武園駅に到着後、折り返し運転のため車内を見ながら東村山駅方に移動したが車内、車両とも異常はなかった。

本件列車は、西武新宿駅行きとして定刻の16時36分に西武園駅を出発した。出発後の加速もふだんと変わりなく、西武園駅の分岐器通過後、再力行した後は、惰行で走行した。

東村山第2場内信号機の喚呼標辺りからブレーキを掛け始め、東村山第1号踏切道までに35km/hに減速して惰行で67号分岐器（以下「本件分岐器」という。）を通過した。東村山第1号踏切道から本件分岐器間の線路上に支障物はなく、本件分岐器を通過するときも異音や大きな揺れは感じなかった。

66号イ・ロ分岐器を通過した辺りで車両が後ろに引っ張られ、前に余り進まないように感じたため、計器類を見ると、運転士知らせ灯が一瞬消灯したのが見えたため、非常ブレーキを操作した。

停止後、連絡マイクで本件車掌に運転士知らせ灯が一瞬消灯したことを連絡すると、本件車掌からは7両目（以下「本件車両」という。）が傾いているとの連絡があった。その後、本件車掌が現場に行き脱線していることを確認した。

列車無線で運転司令に脱線したことを伝えてから現場に向かい、本件車両の前台車第1軸及び第2軸とも脱線していることを確認したが、列車防護は行っていなかった。

その後、列車の先頭車両がホームに入っていたため、先頭車両の左側の旅客用扉を開け、そこから乗客を降車させた。

(2) 本件車掌

本件車掌は、東村山駅3番線ホーム西武園駅方で、前任者から運転状況に異常がないことを引き継いだ。折り返し運転のため、車内に入りながら新宿方の乗務員室へ移動したが車内に異常はなかった。

出発後、西武園駅までと折り返しの東村山駅近くまで車両の異常はなかった。

東村山駅到着のため東村山第2号踏切道付近から到着前の案内放送を開始し、東村山第1号踏切道手前で乗務員室の（ホーム側となる）左側の窓を下げ、窓の方に正対していたところ、非常ブレーキが掛かったので左側の窓を閉め、自動アナウンスを手動に切り替え、非常ブレーキが掛かっていることを放送した。

停止後、本件運転士から運転士知らせ灯が一瞬消灯したとの連絡があり、乗務員室の左右の窓から顔を出して扉の異常を確認したが、異常がなかったため、本件運転士に伝えた。

再度、窓から顔を出して確認したところ、本件車両が傾いていることに気付き、本件運転士に様子を見に行くことを伝えた。

傾いていた本件車両に行くと、前台車の車輪が右側に脱線していたため、乗務員室に戻り、連絡マイクで本件運転士に連絡した後、列車無線で運転司令にも連絡した。

その後、駅係員も到着し、ホームに入っていた先頭車両の左側の旅客用扉から乗客を降車させた。乗客が降車する際、怪我の有無を確認したが、申告はなかった。

(3) 本件列車乗客

本件列車乗客は、本件列車に西武園駅から乗車し、脱線した本件車両の一番後ろの旅客用扉のすぐ横に着席していた。その車両には他にも30人近く乗車していたが、全員着席していた。

本件列車が西武園駅を出発後、車両の異常は感じなかったが、東村山駅が見える辺りで、ブレーキを掛けるような感じで車両がカクンカクンと動き、その後、激しい左右の揺れを感じた。ふだん、分岐器を通過するときの揺れとは違っていたため、脱線したと思ったが、本件列車はそのまま少し走って止まった。

激しい揺れだったが、乗客が座席から投げ出されることはなく、車内の室内灯が消えたり旅客用扉が開いたりすることもなかった。

(付図1 西武園線路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 東村山駅構内配線略図、付図4 事故現場略図 参照)

2.1.2 運転状況の記録

本件列車には運転状況記録装置が装備されている。同装置は時刻、走行距離、列車速度、非常ブレーキ動作等を記録する機能を有している。

本事故発生当時の本件列車の走行状況の概略は表1のとおりであった。

表 1 運転状況記録装置の記録

運転状況記録装置の情報					備 考
時 刻	速度	絶対 走行距離	力行 ノッチ	ブレーキ ノッチ	本件列車の運転状況 (推定)
16時39分00秒	41km/h	26.319km	オフ	常用オン	ブレーキ操作
16時39分06秒	34km/h	26.255km	オフ	オフ	ブレーキオフ
16時39分11秒	32km/h	26.209km	オフ	オフ	先頭車トングレール先端付近通過
16時39分25秒	28km/h	26.089km	オフ	オフ	7両目トングレール先端付近通過
16時39分34秒	24km/h	26.021km	オフ	常用オン	常用ブレーキ操作
16時39分35秒	23km/h	26.014km	オフ	非常オン	非常ブレーキ操作
16時39分43秒	0km/h	25.993km	オフ	常用オン	本件列車停止

※情報は、主な時刻の情報について記載した。

- ① 絶対走行距離欄の数値は、西武新宿駅から西武園駅に向かう際は、走行距離を加算し、西武園駅から西武新宿駅方面に向かう際は、走行距離が減算される。
- ② 時刻情報については、実際の時刻に補正したものであるが、速度情報については、実測試験等を実施して補正したものではないため、若干の誤差が内在している可能性がある。

後述する 3.1.2「脱線時刻及び脱線時の列車速度に関する分析」から、本事故の発生時刻は16時39分ごろであったと推定される。

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

なし。

2.3 鉄道施設及び車両等に関する情報

2.3.1 事故現場に関する情報

(1) 東村山駅構内

本事故が発生した東村山駅構内は、国分寺線、西武園線、新宿線が乗り入れており、プラットホーム3面に6線が配線されている。

番線は、1、2番線が国分寺線、3番線が西武園線、4～6番線が新宿線となっており、各線間に分岐器が設置され、線間の直通運転ができるようになっている。

本件列車は、新宿線直通列車のため、本事故発生時は西武園線から東村山駅5番線に進入する経路を走行していた。

(2) 脱線状況

本件列車の先頭車両は、新宿線高田馬場駅起点23k978m付近（以下「高田馬場駅起点」は省略。）に停止していた。

本件車両の前台車第1軸右車輪は約20cm、同台車第2軸右車輪は約35cm、それぞれ分岐線側の右レールから右側に脱線していた。

本件分岐器のトングレーール先端付近（24k192m付近）から本件車両の前台車が停止していた24k101m付近までの範囲のまくらぎ、レール、レール締結装置等に、本件列車によるものと見られる痕跡があった。

（付図3 東村山駅構内配線略図、付図4 事故現場略図、付図8 事故現場付近の痕跡 参照）

2.3.2 鉄道設備に関する情報

2.3.2.1 路線の概要

同社の西武園線東村山駅～西武園駅間は延長2.4kmの単線で、軌間は1,067mm、直流1,500Vの電化区間である。

2.3.2.2 事故現場付近の線路に関する情報

- (1) 事故現場付近は、バラスト軌道に50kgNレールが使用されている。まくらぎは、木まくらぎ、合成まくらぎ又はPCまくらぎが使用されており、道床の厚さは200mm以上である。
- (2) 事故現場には、西武園線と新宿線との直通運転のため、本件分岐器（24k160m～24k197m）が設置されており、基準線側は、西武園線折り返し運転のため東村山駅3番線に接続し、分岐線側は、新宿線への直通運転のため同駅5番線に接続する。
- (3) 本件分岐器は、50kgNレール用16番内方分岐器^{*2}である。基準線は半径300mの左曲線、カント54mm、スラック15mmであり、分岐線は半径184mの左曲線、カント54mm、スラック10mmである。
- (4) 基準線側の線形は、24k116m～24k261mまでが半径300mの左曲線となっており、カント54mm、スラック15mmである。このうち、24k146m～24k231mまでが円曲線で、その前後に30mの緩和曲線がそれぞれ接続している。また、分岐線の半径184mの左曲線の終端（24k160m）～24k100mまでは、半径250mの左曲線となっており、カント54mm、スラック10mmである。このうち、24k115m～24k145mまでが円曲線で、その前後に15mの緩和曲線が接続している。
- (5) 24k435m～東村山駅までは、同駅に向かって4.1‰の上り勾配と

^{*2} 「内方分岐器」とは、曲線の軌道から円の中心側に分かれる分岐器をいう。

なっている。

- (6) 本件分岐器の西武園駅方24k215m（踏切中心）には、東村山第1号踏切道（幅員18.7m、交角79°）がある。

（付図3 東村山駅構内配線略図、付図4 事故現場略図 参照）

2.3.2.3 軌道の整備に関する情報

軌道の整備については、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、同社が関東運輸局に届け出ている「土木施設実施基準」（以下「土木基準」という。）において、次のように定められていた。なお、静的整備基準値は、手計測による測定値に対するものであり、動的整備基準値は、軌道検測車による測定値に対するものである。

（軌道の整備）

第122条 軌道は変位のない状態に整備するものとする。ただし、列車の動揺が大でなく、かつ保守上支障のない限り、次の限度内の変位は整正しないことができる。

（静的整備基準値）

	軌 間	水 準		高 低	通 り		平 面 性
		直 線	曲 線	延 長 1 0 m 以 内 で	延 長 1 0 m 以 内 で		
					直 線	曲 線	
本 線	増 7mm 減 4mm	7mm	8mm	8mm	6mm	8mm	14mm
側 線	増 7mm 減 4mm	10mm	11mm	11mm	9mm	11mm	—

- ・水準・通りの基準については、半径800mをこえる曲線は直線に準ずる。
- ・平面性の基準については、基準長2.5m弦の基準値とし、緩和曲線部における構造的な軌道面のねじれを含むものとする。

（動的整備基準値）

項目 区分	高 低	通 り	平 面 性
本 線	16mm	15mm	18mm

- ・平面性の基準については、基準長2.5m弦の基準値とし、緩和曲線部における構造的な軌道面のねじれを含むものとする。
- ・尚、軌間、水準については、静的整備基準値に準ずる。

2.3.2.4 事故現場付近の軌道の状況

本事故前直近の軌道変位測定は、平成23年12月19日に軌道検測車により基準線側について実施されていた。また、本件分岐器については、平成23年11月7日に分岐器検査において軌道変位測定が実施され、整備基準値内であった。なお、本事故後には、手検測により分岐線側の軌道変位測定を実施し、測定結果は、おおむね次のとおりであった。

- (1) 軌間変位の最大値は、本件分岐器手前の24k206m付近～24k208m付近の13mmであり、整備基準値（7mm）を超えていた。
- (2) 水準変位は整備基準値内であった。
- (3) 高低変位（測定弦長10m）の最大値は、24k198m付近の-13mmであり、整備基準値（8mm）を超えていた。
- (4) 通り変位（測定弦長10m）の最大値は、24k202m付近の-9mmであり、整備基準値（8mm）を超えていた。
- (5) 2.5m平面性変位については、整備基準値内であった。また、車両の固定軸距に対応する2m平面性変位についても、2.5m平面性変位とおおむね同様の値であった。

(付図5 事故現場付近の軌道の状況 参照)

2.3.2.5 分岐器の整備に関する情報

- (1) 分岐器の整備基準について

分岐器の整備に関しては、「土木基準」において次のように定められていた。

(トンダレールの保守)

第129条 分岐器のポイント部の保守は、次の各号によるものとする。

- (1) ポイントのトンダレールは、常に基本レールに接着するよう保守すること。
- (2) (略)
- (3) (略)

(分岐器の交換基準)

第192条 分岐器は、次の各号に該当するものは、交換するものとする。

- (1) 摩耗高が付属図表第13号に定める値に達したもの。
- (2) 運転上、危険な程度に進むおそれのある損傷があるもの。
- (3) 車両の脱線しやすい形状に摩耗したもの。

(分岐器の付帯施設)

第193条 分岐器には、次の各号による施設をすること。

- (1) (略)
- (2) 重要な対向ポイントで、前端の摩耗が著しいもの、または曲線から分岐する本線のポイント等には、必要に応じてポイント・ガードレールを敷設すること。
- (3) (略)

<参考> 付属図表第13号 分岐器の交換基準

イ) 分岐器 (マンガンクロッシングを除く)

種別		40kgN レール 37kg レール	50kgN レール (mm)	60kg レール	備考
トング レール	本線	(略)	11	(略)	摩耗高は、摩耗面に直角に最大摩耗箇所を測るものとする。
	側線		11		
クロッ シング	本線		11		摩耗高は、摩耗面に直角の方向に測るものとする。
	側線		11		
ガード	本線		(略)		(略)
	側線		(略)		(略)
分岐内 レール	本線		11		摩耗高は、摩耗面に直角の方向に測るものとする。
	側線		11		

(2) 本件分岐器の整備状況について

本件分岐器に関する本事故前3年間の整備については、以下のとおりである。

- 平成20年10月3日 右基本レール交換
- 平成20年12月2日 本件分岐器まくらぎ交換 (6本)
- 平成20年12月3日 本件分岐器まくらぎ交換 (5本)
- 平成21年5月25日 本件分岐器まくらぎ交換 (5本)
- 平成21年5月26日 本件分岐器まくらぎ交換 (4本)
- 平成21年7月30日 本件分岐器軌間及び通り直し
- 平成21年12月10日 つき固め (24k120m~24k230m)
- 平成21年12月17日 本件分岐器右トングレール及びリードレール交換
つき固め (24k185m~24k215m)

平成22年5月7日 本件分岐器右トングレールフロー^{*3}削正
平成22年10月25日 本件分岐器右トングレールフロー削正^{*4}
平成23年5月13日 本件分岐器右トングレールフロー削正
平成23年12月2日 本件分岐器右トングレールフロー削正

(3) 本件分岐器の動作について

本件分岐器の動作状況を記録する運行管理装置のデータによると、本件列車が本件分岐器を通過する前に本件分岐器の進路は分岐線側に開通しており、本件列車が通過し終わるまで途中転換の動作異常を示すものはなかった。

2.3.2.6 トングレールのフロー削正について

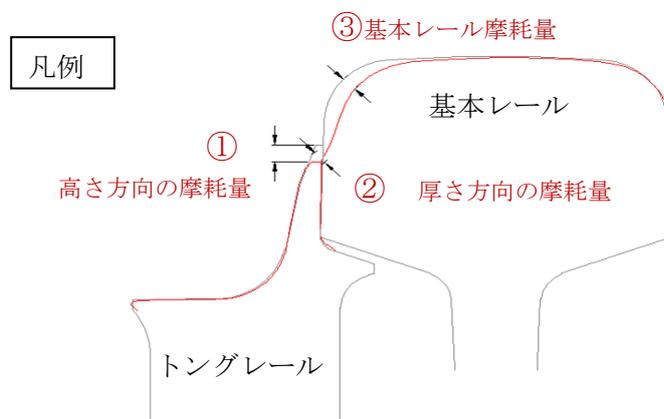
本件分岐器のトングレール頭部のフロー削正は、本事故発生の22日前に行われており、本事故後、トングレール先端部を確認したところ、先端から100mm付近の頭部にグラインダによる削正痕が見られた。

同社によると、トングレール先端部のフロー削正は、通常年2回のポイント点検時に行っているとのことであった。

2.3.2.7 本件分岐器レール部の摩耗の状況

(1) 摩耗量

本事故後に、本件列車の脱線の痕跡が始まった本件分岐器の右トングレール及び右基本レール先端の摩耗量を計測した結果（凡例及び表2参照）、右トングレールの最大摩耗量は、高さ方向が5.3mm（右トングレール先端から100mmの位置）、厚さ方向は5.0mm（同200mmの位置）であった。また、右基本レールの最大摩耗量は3.1mm（右トングレール先端から200mm及び400mmの位置）であったが、これらの数値はいずれも「土木基準」の交換基準値内であった。（2.3.2.5(1)参照）



*3 「フロー」とは、レールの厚さが薄い部分を繰り返し車輪が通過して大きな接触圧が生じることにより、レール表面の金属が塑性流動し、元のレール断面から金属部がはみ出した部分をいう。

*4 「フロー削正」とは、レールに発生したフローによるレールの欠損等を防ぐため、グラインダ等によりフロー部分を取り除くことをいう。

表2 本件分岐器右トングレール及び右基本レールの摩耗量

測点 番号	トングレール先端 からの距離	トングレール摩耗量		③基本レール 摩耗量
		①高さ方向	②厚さ方向	
(1)	0 mm	—	—	3.0 mm
(2)	50 mm	3.4 mm	2.8 mm	3.0 mm
(3)	100 mm	5.3 mm	3.4 mm	3.0 mm
(4)	150 mm	4.9 mm	4.5 mm	3.0 mm
(5)	200 mm	3.3 mm	5.0 mm	3.1 mm
(6)	250 mm	0.4 mm	2.7 mm	2.7 mm
(7)	300 mm	—	1.5 mm	2.9 mm
(8)	350 mm	—	0.9 mm	2.8 mm
(9)	400 mm	—	0.5 mm	3.1 mm
(10)	450 mm	—	0.6 mm	2.9 mm
(11)	500 mm	—	0.4 mm	2.6 mm

※表中の は、それぞれの最大値を示す。

(付図6 トングレール及び基本レールの摩耗状況 参照)

(2) 断面形状

本事故後に、同社が本件分岐器の右トングレール先端部及び右基本レールの断面形状を50mm間隔で測定したところ、右基本レールの摩耗により、右トングレールとの間に隙間が発生し、右トングレール先端から200～300mm付近にかけて、右トングレール頭部が右基本レール側へ傾いていた。

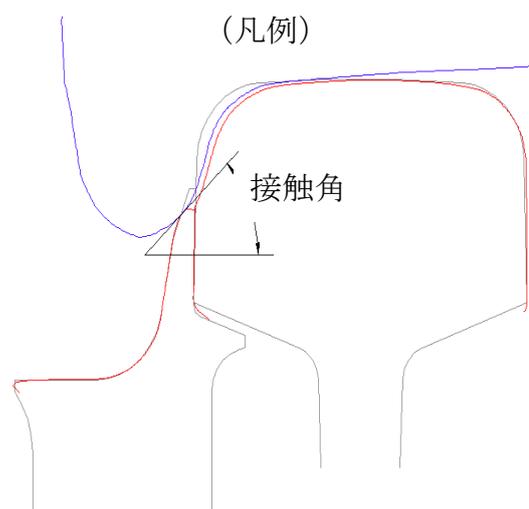
(付図6 トングレール及び基本レールの摩耗状況、付図7 トングレールとフランジ断面図及び接触角 参照)

2.3.2.8 トングレールとフランジの接触角について

本事故後、同社が本件分岐器の右トングレールと本件車両の前台車第1軸右車輪のフランジとの接触角を計測した結果は、以下のとおりである。(表3参照)

表3 トングレールとフランジの接触角

測点番号	トングレール先端からの距離	接触角(°)
(1)	0mm	—
(2)	50mm	44°
(3)	100mm	44°
(4)	150mm	44°
(5)	200mm	46°
(6)	250mm	52°
(7)	300mm	61°
(8)	350mm	69°



(付図7 トングレールとフランジ断面図及び接触角 参照)

2.3.2.9 ポイントガードに関する情報

同社によれば、ポイントガード^{*5}の設置については、「土木基準」(2.3.2.5(1)参照)に定められているが、数値による設置基準は設けていないとのことであった。

また、ポイントガードを設置することにより、トングレール先端部が隠れてしまい、日常の目視点検が困難になることから、本事故発生前にポイントガードを設置していた分岐器はないとのことであった。

2.3.2.10 レール塗油器に関する情報

東村山駅～西武園駅間の24k480m～26k026mの間には、曲線部のレール摩耗やきしり音の防止のため、レール塗油器が右曲線の外軌側1か所と内軌側2か所、左曲線の外軌側1か所の計4か所に設置されている。

本事故後に、4か所のレール塗油器について、1車輪通過ごとの吐出量を測定したところ、3か所がそれぞれ0.5cm³、残り1か所は0.1cm³であった。

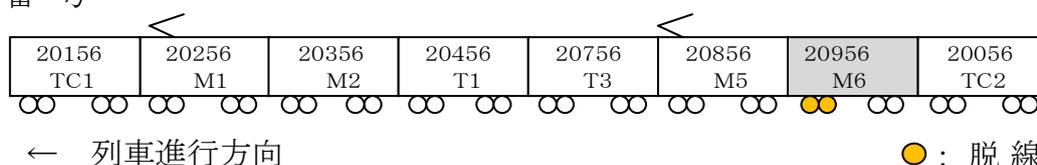
^{*5} 「ポイントガード」とは、トングレールと基本レールの側摩耗防止等を目的として、ポイント部に用いられるガードのことをいう。本件分岐器の場合、内軌側に敷設して左車輪の背面の横移動を制限することにより、外軌側の右車輪が右トングレールへ乗り上がるのを防止する効果を持つ。

同社によれば、レール塗油器の吐出量に基準は設けていないが、設置区間の曲線に塗油できるよう状況に合わせて調整しており、4か所の吐出量に異常はないとのことであった。

2.3.3 車両に関する情報

2.3.3.1 車両の概要

車種	直流電車（DC 1,500V）
編成両数	8両
編成定員	1,140人（座席定員408名）
記号番号	



台車	ボルスタレス台車
軸箱支持方式	モノリンク式
固定軸距	2.1m
車輪踏面形状	円錐踏面（フランジ角度70°）
台車中心間隔	13.8m
連結器間距離	20m
空車質量	32.3t（7両目）

（付図10 車輪踏面形状及び痕跡 参照）

2.3.3.2 車両の整備に関する情報

本件列車の車両に対する本事故前直近の定期検査の実施状況は、次のとおりであり、各検査記録に車両の異常を示すものは見られなかった。

全般検査	平成20年9月26日
月検査	平成23年12月12日
列車検査	平成23年12月20日

2.3.3.3 車両の状況

(1) 台車の状況

本事故後に本件列車各車両の台車の状況を確認したが、脱線した台車を除き、破損・変形等の異常はなかった。

(2) 車輪内面距離、車輪形状等の状況

本事故前直近（平成23年12月12日）の月検査及び本事故後（平成

23年12月25日)に、全車両全軸の車輪内面距離、車輪厚、フランジ厚、フランジ高を測定した結果、いずれも、同社の社内規程である「整備心得細則」で定められている基準値の範囲内であった。

「整備心得細則」

項 目	基 準 値
車輪内面距離	990～992mm
車輪厚の限度	25mm
フランジ厚	517～526mm
フランジ高	25～35mm
左右車輪輪重比	10%以内

(3) 静止輪重比の状況

本事故前直近の全般検査時(平成20年9月16日)に、静止輪重及び右車輪の静止輪重比を測定した結果及び本事故の翌日、本件車両(20956号車)の静止輪重及び右車輪の静止輪重比を車両基地において測定した結果は、0.92～1.07の範囲内であり、全て「整備心得細則」に定められている静止輪重比の管理値(10%)以内であった。

(4) 車輪の削正時期及び削正後の走行距離

本件車両の車輪削正は、平成23年3月30日に同社の南入曽車両基地で実施されており、削正後から本事故までの走行距離は、125,782kmであった。

2.4 鉄道施設及び車両等の損傷、痕跡に関する情報

2.4.1 鉄道施設の損傷及び痕跡の状況

- (1) 24k194m付近の本件分岐器のトングレールの先端から2.7m東村山駅方(24k192m付近)の右トングレール上面に、右車輪のフランジ部分が接触したと思われる痕跡があった。
- (2) 24k191m付近の左基本レール(分岐線側)と左トングレールの間に左車輪によるものと見られる走行痕があった。また、24k185m付近の左基本レールと左トングレールのヒールボルトが折損していた。
- (3) 24k185m付近の左リードレール上面から右側面にかけて、左車輪によるものと見られる痕跡があった。また24k171m付近の左リードレール(基準線側)上に前台車第1軸左車輪と同様な斑点状の痕跡があった。

- (4) 24k171m付近の右リードレール（分岐線側）上に右車輪によるものと見られる痕跡があり、24k168m付近の分岐線側のまくらぎ上に左車輪によるものと見られる脱輪痕があり、その痕跡は脱線した本件車両の前台車が停止していた24k101m付近まで続いていた。
 - (5) 24k164m付近にあるノーズ先端部には、何かが衝突したような痕跡があった。また、24k163m付近の基準線側と分岐線側のまくらぎ上にそれぞれ右車輪、左車輪によるものと見られる脱輪痕があった。
 - (6) 24k159m付近の分岐線側及び基準線側のまくらぎ上に、前台車第1軸左右車輪のものと見られる脱輪痕があった。また、分岐線側線路内にある防護管が1か所損傷していた。
 - (7) 24k141m付近の基準線側左レール上に、レールを斜めに横切る乗り上がり痕があった。
 - (8) 24k144m付近の基準線側左右レールが、約3mにわたり分岐線側に約300mm 屈曲していた。
 - (9) 24k138m～24k160mのレールボンド2か所、ATSループ線（接地用ビニル絶縁電線）3か所が損傷していた。
- （付図8 事故現場付近の痕跡 参照）

2.4.2 車両の損傷及び痕跡の状況

2.4.2.1 本件車両前台車の損傷及び痕跡の状況

本件列車は、本件車両のみが損傷しており、主な損傷及び痕跡の状況は、次のとおりであった。

- (1) No. 2 駆動装置油面計破損、ギヤ吊破損（オイル全流出）
- (2) No. 1 駆動装置油面計下部ボルト2本破損、ギヤ吊破損（オイル一部流出）
- (3) No. 2、No. 4 タイヤ軸受けストッパー落失
なお、24k148m付近と24k151m付近の軌間内で発見された。
- (4) No. 1、No. 3 タイヤ軸受けストッパー屈曲
- (5) No. 1 高さ調整弁レバー外れ

本事故後、同社で詳細な調査を製造メーカーに依頼した結果は、次のとおりであった。

脱線により台車が大きく偏った影響で、レバーが曲損し、その後も列車が分岐線側から外れたまま走行したため、偏りが更に大きくなった結果、レバーが外れたものと考えられる。

- (6) No. 1、No. 2 主電動機下部足折れ（2本）

1本は24k155m付近の基準線と分岐線の間で発見された。

(7) No. 1、No. 2ダイヤフラム（空気ばね）損傷及びパンク

本事故後、同社でパンク原因の調査を製造メーカーに依頼した結果は、次のとおりであった。

脱線により台車と車体が大きく偏った影響で、ダイヤフラムが変形し、外筒シールが外れてパンク状態となった。その後、ダイヤフラムが車体の金具等と接触したことで、損傷に至ったものと考えられる。

(8) 西武新宿駅方No. 2側妻鋼体 損傷

(9) No. 1、No. 2駆動装置 排油栓損傷

(10) No. 1、No. 2主電動機 下部擦り傷

(付図9 本件列車の状況 参照)

2.4.2.2 本件車両前台車第1軸、第2軸の車輪の損傷及び痕跡の状況

(1) 本件車両前台車の各車輪の踏面及びフランジには、脱線後、バラスト上を走行した際に生じたと考えられる打痕や擦傷痕が見られた。

(2) 同台車第1軸右車輪には、フランジ部の円周方向に沿って車輪踏面側からフランジ先端側に向かう長さ約455mmの線状の痕跡が見られた。

(3) 同台車第1軸左車輪踏面上には、連続した斑点状の痕跡が見られたが、2.4.1(3)に記述したように、本件分岐器の左リードレール（基準線側）上にも同様な斑点状の痕跡が見られた。

(4) 同台車第1軸右車輪の踏面形状を描写した結果、特に異常な摩耗は見られなかった。

(付図8 事故現場付近の痕跡、付図9 本件列車の状況、付図10 車輪踏面形状及び痕跡 参照)

2.5 乗務員等に関する情報

本件運転士 男性 27歳

甲種電気車運転免許

平成21年7月13日

本件車掌 男性 36歳

2.6 運転取扱いに関する情報

2.6.1 本件列車の運転速度に関する情報

同社が「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づいて関東運輸局長に届け出ている「運転取扱実施基準」（以下「運転基準」という。）によれば、本件分岐器の通過速度は次のように定められている。

(曲線における速度制限)

第45条 曲線において列車または車両を運転するときは、次の速度以下にしなければならない。

曲線半径	速度 (km/h)	
	分岐に付帯しない曲線	分岐に付帯する曲線
100m未満	—	—
100m以上	30	25
125m "	35	30
150m "	40	35
175m "	45	35
200m "	50	40
225m "	55	45
250m "	60	45
300m "	65	50

このことから、本件分岐器の分岐線側（曲線半径184m）の制限速度は、35km/h以下となる。

2.6.2 乗客の避難に関する情報

本件列車は、東村山駅5番線ホームに約20m進入した地点に停止していたので、本件運転士及び本件車掌は、先頭車両の左側旅客用扉を開けた後、駅係員と共に、本事故発生から約11分後の16時50分に約450名の乗客の避難誘導を開始した。また、本件列車の後続列車の第6272列車は、東村山第1号踏切道の約15m手前に停止したため、第6272列車担当運転士、車掌及び駅係員により、事故発生から約35分後の17時14分に、先頭車両の乗務員室扉から約200名の乗客の降車を開始し、徒歩で東村山駅まで誘導した。

2.6.3 西武園線の運行形態に関する情報

西武園線は平成23年3月5日改正のダイヤによると、ほとんどの列車は東村山駅3番線での折り返し運転のため、本件分岐器の基準線側を走行する（平日上下178本、土休日上下171本）。本件列車と同じ分岐線側を走行する列車は、平日は西武園競輪開催日のみ上下3本、土休日は全日上り3本運行されている。

本件列車に使用していた車両は、本事故発生前の平成23年12月11日に分岐線側を走行したが、異常はなかった。また、本事故前日は約550km、前々日は約380km走行していたが異常はなかった。

2.3.2.6 に記述した本件分岐器のトングレールのフロー削正以降、本件分岐器の分岐線側を上り31本、下り5本の列車が通過しているが、異常はなかった。

2.7 気象に関する情報

当日の現場付近の天候 晴れ

2.8 その他の情報

2.8.1 運転士知らせ灯の消灯に関する情報

2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は、運転士知らせ灯が消灯したので非常ブレーキを操作したと口述しているが、本件列車の運転状況記録からは、本件列車が本件分岐器を通過してから停止するまでの間、本件列車のいずれかの旅客用扉が開扉した記録はなかった。なお、同社によれば、脱線の衝撃等により、記録装置に記録が残らないような一瞬の動作をした可能性も考えられるとのことであった。

2.8.2 列車防護に関する情報

同社の「運転基準」によると、列車防護は、脱線等により列車が隣接する線路を運転する列車の進路を支障したとき及び線路、電車線路その他の箇所に列車の停止を要する障害が発生したときに行わなければならないと定められている。その方法は、手信号、発炎信号又は発報信号によることとされている。なお、防護無線による発報信号を取り扱った場合、運転司令長から関係列車の停止手配が完了した旨の通告を受けたときは、停止手信号又は発炎信号の現示を省略してよいと定められている。

本件列車には、防護無線が装備されているが、2.1.1(1)に記述したように、本事故発生直後、本件運転士は防護無線による列車防護を行っていなかった。

3 分析

3.1 脱線地点等に関する分析

3.1.1 脱線地点及び脱線の過程に関する分析

事故現場付近の軌道の損傷及び痕跡は、2.3.1(2)に記述したように、本件分岐器のトングレール先端付近（24k192m付近）から本件車両の前台車が停止していた24k101m付近までの範囲にあったこと、2.4.1(1)に記述したように、右トングレール上面に車輪のフランジによるものと見られる痕跡があったこと、及び2.4.2.2(2)に記述したように、前台車第1軸右車輪には、フランジ部の円周方向に

沿って車輪踏面側からフランジ先端側に向かう長さ約455mmの線状の痕跡があり、この痕跡は右トンダレールに乗り上がる際に生じたと考えられることから、本件列車は、本件分岐器の右トンダレール先端付近で乗り上がり、その後脱線したものと推定される。

本件列車の脱線の過程は、2.4.1に記述した鉄道施設の損傷、痕跡の状況から、次のようであったものと考えられる。

- (1) 右トンダレール先端付近で本件車両前台車第1軸右車輪（外軌側）が右トンダレールに乗り上がり、同台車第1軸が基準線側に進入し、24k159m付近で、本件列車の進路である分岐線側の右側（右車輪は基準線内、左車輪は分岐線内）へ脱線した。
- (2) 同台車第2軸は分岐線側を進んだ後、第2軸右車輪が、24k168m付近で右リードレールに乗り上がり、24k163m付近で分岐線側の右側（右車輪は基準線内、左車輪は分岐線内）へ脱線した。
- (3) その後、分岐線側を走行する1～6両目の車両に引っ張られ、24k144m付近で同台車第1軸右車輪が、また、24k141m付近で同台車第2軸右車輪がそれぞれ基準線側左レールを乗り越えた。
- (4) 脱線した同台車はそのまま分岐線側のまくらぎ上を走行し、24k101m付近で停止した。

なお、2.4.1(8)に記述した24k144m付近の基準線側左右レールが屈曲していたことについては、本件車両前台車第1軸及び第2軸の右車輪が基準線側の左レールを乗り越える際に生じたものと考えられる。

(付図11 脱線に至った経過（推定） 参照)

3.1.2 脱線時刻及び脱線時の列車速度に関する分析

2.1.2の記述から、本件列車は、16時39分06秒に速度34km/hでブレーキがオフとなり、その後、惰行運転のまま、16時39分11秒に速度32km/hで先頭が本件分岐器トンダレール先端付近を通過し、16時39分25秒に速度28km/hで本件車両が同トンダレール先端付近を通過したと考えられる。その後、16時39分34秒に速度24km/hで常用ブレーキ、16時39分35秒に非常ブレーキが動作して、16時39分43秒に停止したと考えられる。このことから、本件列車が脱線に至ったのは、本件車両が本件分岐器のトンダレール先端付近を通過した16時39分ごろであり、速度は約28km/hであったと推定される。

3.2 車両に関する分析

3.2.1 車両の整備に関する分析

2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は本件列車を運転中、本件分岐器通過まで車両に異常はなかったと口述していること、2.3.3.2に記述したように、本事故前の車両の定期検査記録に異常を示すものは見られなかったこと、及び2.3.3.3に記述したように、車輪の各測定値は全て整備基準値内であったことから、車両に脱線の発生に関与するような異常はなかったものと考えられる。

3.2.2 ダイアフラム（空気ばね）破損に関する分析

脱線した本件車両前台車のNo.1、No.2ダイアフラムは、いずれも損傷及びパンクしていたが、2.4.2.1(7)に記述したように、脱線により台車と車体が大きく偏った影響で、ダイアフラムが変形し、外筒シールが外れてパンク状態となり、ダイアフラムが車体の金具等と接触したことにより損傷したものと考えられる。

これにより、ダイアフラムのパンクは脱線後に発生したものであり、本事故発生前に脱線に関与するような異常はなかったものと考えられる。

3.2.3 車輪踏面の状態に関する分析

2.4.2.2に記述したように、脱線した本件車両の前台車の各車輪の踏面及びフランジには、脱線後にバラスト上を走行した際に生じたと考えられる打痕や擦傷痕が見られたが、この痕跡以外には特に目立った傷等は見られなかった。また、前台車第1軸左車輪踏面上に斑点状の痕跡が見られたが、本件分岐器の左リードレール（基準線側）頭部にも同様な斑点状の痕跡が見られ、左車輪がこの左リードレール上を走行したときに発生した可能性があると考えられる。

一方、前台車第1軸右車輪には、フランジ部に円周方向に沿って車輪踏面側からフランジ先端に向かう長さ約455mmの線状の痕跡が見られたが、本件分岐器のトングレール先端付近から乗り上がる際に傷ついた可能性があると考えられる。

これらのことから、車輪踏面状態が脱線に関与した可能性は低いと考えられる。更に、2.4.2.2(4)に記述したように、車輪に異常な摩耗は見られなかったことから、車輪の摩耗についても脱線に関与していないと考えられる。

(付図8 事故現場付近の痕跡、付図9 本件列車の状況、付図10 車輪踏面形状及び痕跡 参照)

3.3 軌道に関する分析

3.3.1 軌道変位に関する分析

2.3.2.4に記述したように、軌間変位、高低変位及び通り変位の最大値が整備基

準値を超えていたが、

- (1) 軌間変位の最大値は、24k206m付近～24k208m付近であり、この位置は、本件分岐器のトングレー先端付近（24k194m付近）より約12m手前であること、
- (2) 高低変位は本件分岐器の前端継ぎ目付近（24k198m付近）で最大値であったが、本件列車の通過速度が低かったことから、車両の挙動に与える影響は小さいと考えられること、
- (3) 通り変位の最大値は、東村山第1号踏切道端部（24k202m付近）であり、この位置は、本件分岐器のトングレー先端付近（24k194m付近）より約8m手前であること

から、これらが脱線に関与した可能性は低いと考えられる。

（付図5 事故現場付近の軌道の状況 参照）

3.3.2 レールの摩耗に関する分析

3.3.2.1 運行形態による影響

2.6.3 に記述したように、本件分岐器を走行する列車のほとんどが、本件分岐器の基準線側を走行する（1日に走行する列車は170本程度）。一方で、本件列車が走行した分岐線側は、平日は西武園競輪開催日のみ3本、土休日は全日3本の列車が走行するのみである。このため、運行本数が多い基準線側の右基本レールの摩耗が早く進んでいたことにより、2.3.2.7(2)に記述したように、右トングレーとの間に隙間が生じ、右トングレー頭部が右基本レール側へ傾いた可能性があると考えられる。

本件分岐器のように、基準線側と分岐線側で通過本数に極端な差がある内方分岐器においては、基本レールとトングレーの摩耗の進行度に差が生じることから、基本レールとトングレーの間に隙間ができ、トングレー頭部が基本レール側に傾く可能性が考えられる。その結果、トングレー頭部の傾きが、トングレーとフランジとの接触角を小さくし、これにより限界脱線係数^{*6}が小さくなり、乗り上がりやすい状態になることが考えられる。このような分岐器においては、レールの摩耗量や形状の変化に注意が必要であると考えられる。

^{*6} 「限界脱線係数」とは、車輪フランジがレールに乗り上がる際の、車輪フランジとレールとの接触点に作用する輪重及び横圧の釣合い式から求めた、脱線係数の限界値をいう。摩擦係数が大きいほど、また、接触角度（車輪フランジ角度）が小さいほど限界脱線係数の値は低下する。脱線係数が限界脱線係数より大きな値をとった場合、脱線する可能性が生じる。

3.3.2.2 摩耗量に関する分析

本事故後の調査では、2.3.2.7(1)及び付図6に記述したように、本件分岐器の右基本レール及び右トングレールはいずれも摩耗していた。右基本レールの摩耗量は、ほぼ一定（最大で約3.1mm）であったが、右トングレールの摩耗量は、高さ方向がトングレール先端から100mm前後の位置、厚さ方向はトングレール先端から200mm前後の位置が最も大きかった。これらの数値は、2.3.2.5(1)に記述したように、同社の「土木基準」で定めている交換基準には達していなかった。

しかしながら、本件分岐器においては、3.3.2.1に記述したように、右基本レールの摩耗によって、右トングレール頭部に傾きが生じたと考えられ、その傾きが、断面形状の変化に影響していたと考えられる。

3.3.2.3 断面形状の変化に関する分析

2.3.2.7(2)及び付図7に記述したように、本件分岐器の右トングレール頭部は摩耗とともに右基本レール側に傾きが生じていた。特に右トングレール先端から200～300mm付近にかけて傾きが大きくなっていった。

これにより、右トングレール先端から50～250mm付近において、右車輪と摩耗した右トングレールとの接触点が、車輪のフランジの先端部に近い位置になっていたと考えられる。

2.3.2.8に記述したように、本事故後に計測した右トングレールとフランジの接触角は、右トングレール先端から250mmの間では 44° ～ 52° と、設計角の 70° に比べ小さくなった状態が継続していた。

このことから、右基本レールの摩耗及び右トングレール頭部の摩耗と傾きにより、レールとの接触点がフランジ先端部に近い位置になっていたことが考えられ、このことが接触角を小さくすることにつながり、右車輪（外軌側）が乗り上がりやすい状態になっていたと考えられる。

3.3.2.4 フロー削正に関する分析

2.3.2.6に記述したように、本件分岐器のトングレール頭部のフロー削正は、本事故発生の22日前に行われており、本事故後、右トングレール先端部を確認したところ、先端から100mm付近にグラインダによる削正痕が見られた。

フロー削正と脱線との関係については、本事故発生前最後の削正から22日経過していること、また、2.6.3に記述したように、フロー削正後から本事故発生まで分岐線側を上り31本、下り5本の列車が通過していることから、本事故に影響を与えた可能性はなかったものと考えられる。

3.4 運転速度に関する分析

本件列車の運転速度については、

- (1) 2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は、本件分岐器を35 km/h以下の惰行運転で通過したと口述していること、
- (2) 3.1.2に記述したように、本件列車に装備されている運転状況記録装置のデータによると、35 km/hに制限されている本件分岐器のトングレール先端付近を本件列車の先頭が約32 km/hで通過し、そのまま惰行運転を継続したため、速度の自然低下により、脱線した本件車両がトングレール先端付近を通過したときの速度は約28 km/hであったこと

から、2.6.1に記述した「運転基準」に定められているこの区間の制限速度の超過は、なかったものと推定される。

3.5 乗り上がりに関する分析

3.5.1 本件列車の横圧及び輪重に関する分析

2.3.2.2(3)及び(4)に記述したように、本件分岐器は、半径300 mの左曲線中にある内方分岐器で、基準線側の曲線半径が300 m、分岐線側の曲線半径が184 mであり、カントはともに54 mmである。カントに対する均衡速度は、半径300 mの曲線に対して44 km/h、半径184 mの分岐線に対しては34 km/hである。

本件列車がトングレール先端付近を通過したときの速度は、カントに対する均衡速度より低い速度であったことから、静止輪重に比べて、左車輪（内軌側）の輪重が増加し、右車輪（外軌側）の輪重が減少していたものと推定される。このため、左車輪（内軌側）が輪軸を右車輪側（外軌側）に押す力（横圧）が増加し、さらに、右車輪（外軌側）の輪重が減少していたため、横圧と輪重の比である脱線係数が増加していたと考えられる。また、本件分岐器では、曲線半径が300 mから184 mに急激に減少するため、アタック角^{*7}が増加したと考えられる。

これらのことから、右車輪（外軌側）が、レールに乗り上がりやすい状態となっていた可能性があると考えられる。

3.5.2 限界脱線係数に関する分析

通常、車輪とレールの接触角は、車輪のフランジ角度にほぼ等しくなるため、2.3.3.1に記述したフランジ角度70°となるが、本件分岐器においては、3.3.2.3に記述したように、右基本レールの摩耗及び右トングレール頭部の摩耗と

^{*7} 「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、この角度が大きいくほど乗り上がり脱線に対する安全性が低下する。

傾きにより、レールとの接触点がフランジ先端部に近い位置になっていたことが考えられる。2.3.2.8 に記述したように、本事故後に測定した右トングレールとフランジの接触角は、トングレール先端から250mmの位置にかけて44°～52°と、70°より小さくなっていた。

一方、乗り上がり脱線が起り得る脱線係数の限界値である限界脱線係数は、車輪とレールの接触角及び摩擦力により得られ、接触角が小さいと限界脱線係数も小さくなり、車輪のレールへの乗り上がりが起りやすくなる。

これらのことから、本件分岐器の右トングレール先端部において、トングレールとフランジとの接触角がフランジ角度70°より小さい44°であったことにより、限界脱線係数が小さくなって、車輪がトングレールに乗り上がりやすい状態になっていた可能性があると考えられる。なお、車輪とレール間の摩擦係数を0.3として限界脱線係数を試算^{*8}すると、フランジ角度が70°のときは1.67であるのに対して、44°のときは0.65となる。

(付図12 右車輪乗り上がり経緯(推定) 参照)

3.6 脱線に至った経緯

本件列車が脱線に至った経緯は以下の要因が考えられる。

- (1) 西武園線が通過する本件分岐器は、基準線側と分岐線側の運行本数に極端な差があったため、運行本数が多い基準線側の右基本レールの摩耗が早く進んでいたことにより、右トングレール頭部との間に隙間が生じ、右トングレール頭部が右基本レール側に傾く状態が発生していたこと。
- (2) 左内方分岐器である本件分岐器の分岐線側を走行する際には、曲線半径が300mから184mに急激に減少するため、アタック角の増加により限界脱線係数が低下する箇所である。ここで、右トングレール頭部の摩耗と傾きに伴い、車輪フランジとの接触角が小さくなっていたことにより、本件分岐器の右トングレール先端付近では、限界脱線係数が更に低下し、乗り上がりやすい状態になっていたこと。
- (3) 本件列車が本件分岐器を均衡速度より低い速度で通過していたため、左車輪(内軌側)の輪重の増加に伴い、右車輪(外軌側)の輪重が減少していたこと及び左車輪(内軌側)が輪軸を右車輪側(外軌側)に押す力(横圧)が増加していた状態であったこと。
- (4) 本件列車が本件分岐器を通過する際、右車輪(外軌側)では、輪重の減少と横圧の増加により、脱線係数が増加していた状態であったこと。

^{*8} 鉄道に関する技術基準(土木編)P747 付録-2 走行安全性の評価手法 推定脱線係数比算定式(アタック角を考慮した等価摩擦係数を用いた式)による。

これらのことから、本件分岐器の分岐線側では、複数の要因が重なり、乗り上がり脱線が起きやすい状態であったことが考えられ、本件車両が脱線に至ったと考えられる。

なお、本件車両のみが脱線したことについては、車両の整備状況や事故直前の運転状況及び事故後の車両調査からも、脱線に関与するような要因を特定することができなかったことから、明らかにすることはできなかった。

3.7 運転士知らせ灯の消灯について

2.8.1 に記述したように、本件運転士は、運転士知らせ灯の消灯を確認して、非常ブレーキを操作したと口述しているが、本件列車の運転状況記録装置に旅客用扉が開扉した記録はなかったことから、脱線等の衝撃により、扉の開閉を検知する装置が、記録に残らない一瞬の動作をした可能性があると考えられる。

3.8 列車防護について

2.8.2 に記述したように、同社の「運転基準」では列車防護を行うように定められているが、本事故においては、行われていなかった。しかしながら、脱線事故が判明した時点で、防護無線による発報信号を現示する等、可能な限り速やかに列車防護手配を取ることが重要であることから、列車防護が必要な場合に確実に実施できるように教育等を実施する必要があると考えられる。

4 原因

本事故は、列車の7両目の前台車第1軸右（外軌側）車輪が、内方分岐器である67号分岐器の外軌側トングレールに乗り上がったため、本来の進行方向ではない基準線側に進入し、その後、分岐線側に進入していた先行する車両に引っ張られたことにより、分岐線側レールの右側へ脱線したものと考えられる。

内方分岐器である67号分岐器の外軌側トングレール先端部において、外軌側車輪が乗り上がったことについては、

- (1) 内方分岐器において分岐線側に分岐する箇所は、曲線半径が急激に小さくなるため、アタック角の増加により限界脱線係数が低下する箇所であるが、内方分岐器である67号分岐器においては、外軌側トングレールの頭部が摩耗し、外軌側基本レールの方へ傾くように変形していたことにより、外軌側トングレールと車輪のフランジとの接触角が小さくなって、限界脱線係数が更に低下し、車輪が乗り上がりやすい状態となっていた、

(2) 列車の通過速度が、均衡速度より低かったことにより、内軌側車輪の輪重の増加に伴い、外軌側車輪への横圧が増加するとともに、外軌側車輪の輪重が減少していた、

(3) 外軌側車輪では、輪重の減少と横圧の増加により、脱線係数が増加していたと考えられることから、これらの要因が重なったことにより発生したものと考えられる。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる事故防止策

分岐器のレール管理においては、レールの過度な摩耗や形状の変化を防ぐ目的で、摩耗量はもとより摩耗形状によるレール交換基準を付加するなど、過去に発生した乗り上がり脱線事故事例やトングレーल先端付近における乗り上がり脱線防止に関する文献等を参考にした管理計画を立てることが有用である。

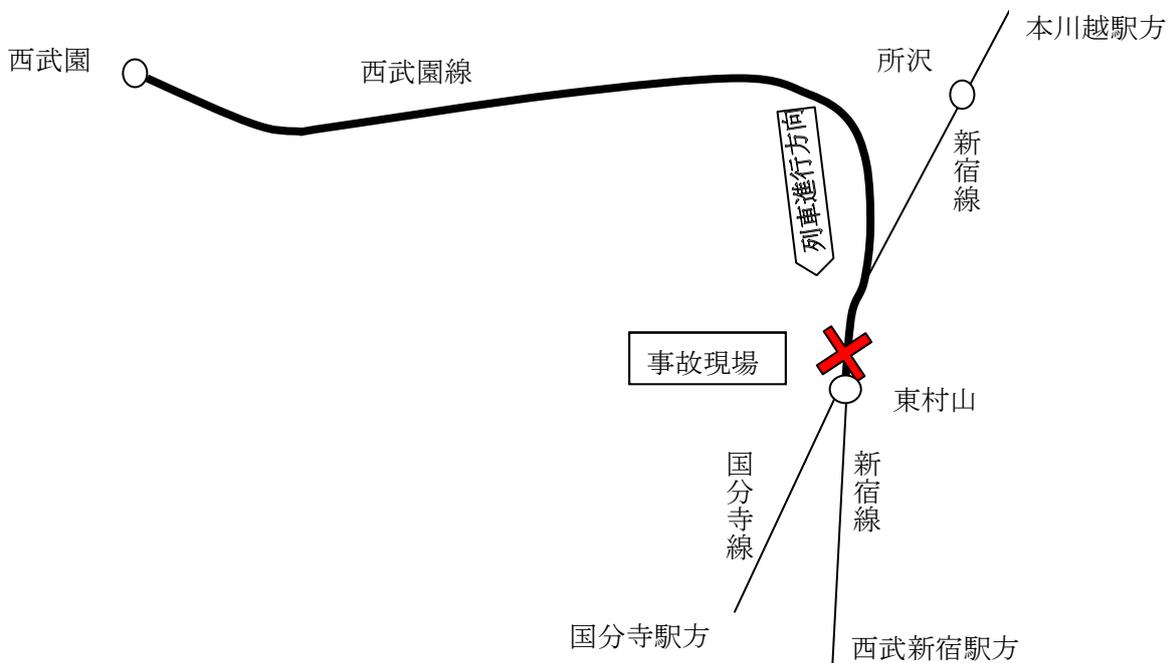
特に本件分岐器のような急曲線に設けられた内方分岐器で、基準線側に比べて分岐線側の列車通過本数が極端に少ない分岐器においては、基本レールとトングレールの摩耗の進行度に差が生じ、両者の接着形状が合わずにトングレール頭部が基本レール側に傾き、変形して、トングレールとフランジとの接触角を小さくする可能性が考えられる。このような条件の分岐器では、摩耗の管理に十分注意するとともに、レールの摩耗や乗り上がりを防ぐため、必要に応じてポイントガードを設置することが望ましいと考えられる。

5.2 事故後に同社が講じた措置

- (1) 本事故原因が判明するまで、67号分岐器の分岐線側ルートを使用停止にした。
- (2) 本件分岐器の右トングレール及び基本レールを交換した。
- (3) 事故現場付近の軌道整備を実施した。
- (4) 全ての曲線分岐器（32か所）の緊急点検を実施した。
- (5) 内方分岐器（22か所）にポイントガードを設置した。
- (6) 曲線分岐器先端部のレール摩耗量の管理値を変更した。
- (7) 曲線分岐器の点検回数を増加した。
- (8) 乗務員、駅係員、運転司令員に対し、列車防護に関する特別教育を実施した。

付図1 西武園線路線図

西武園線 東村山駅～西武園駅間 2.4 km (単線)

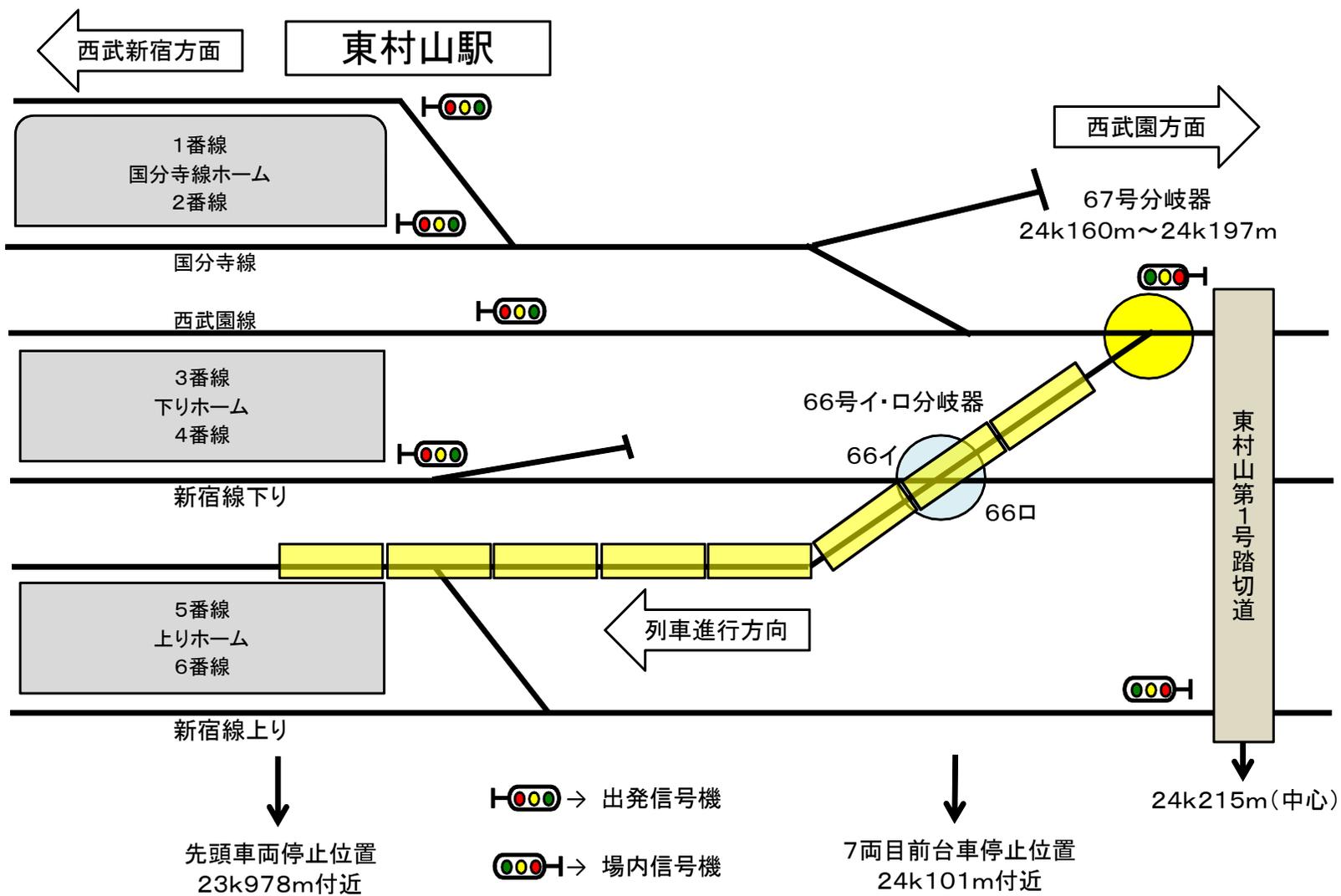


付図2 事故現場付近の地形図

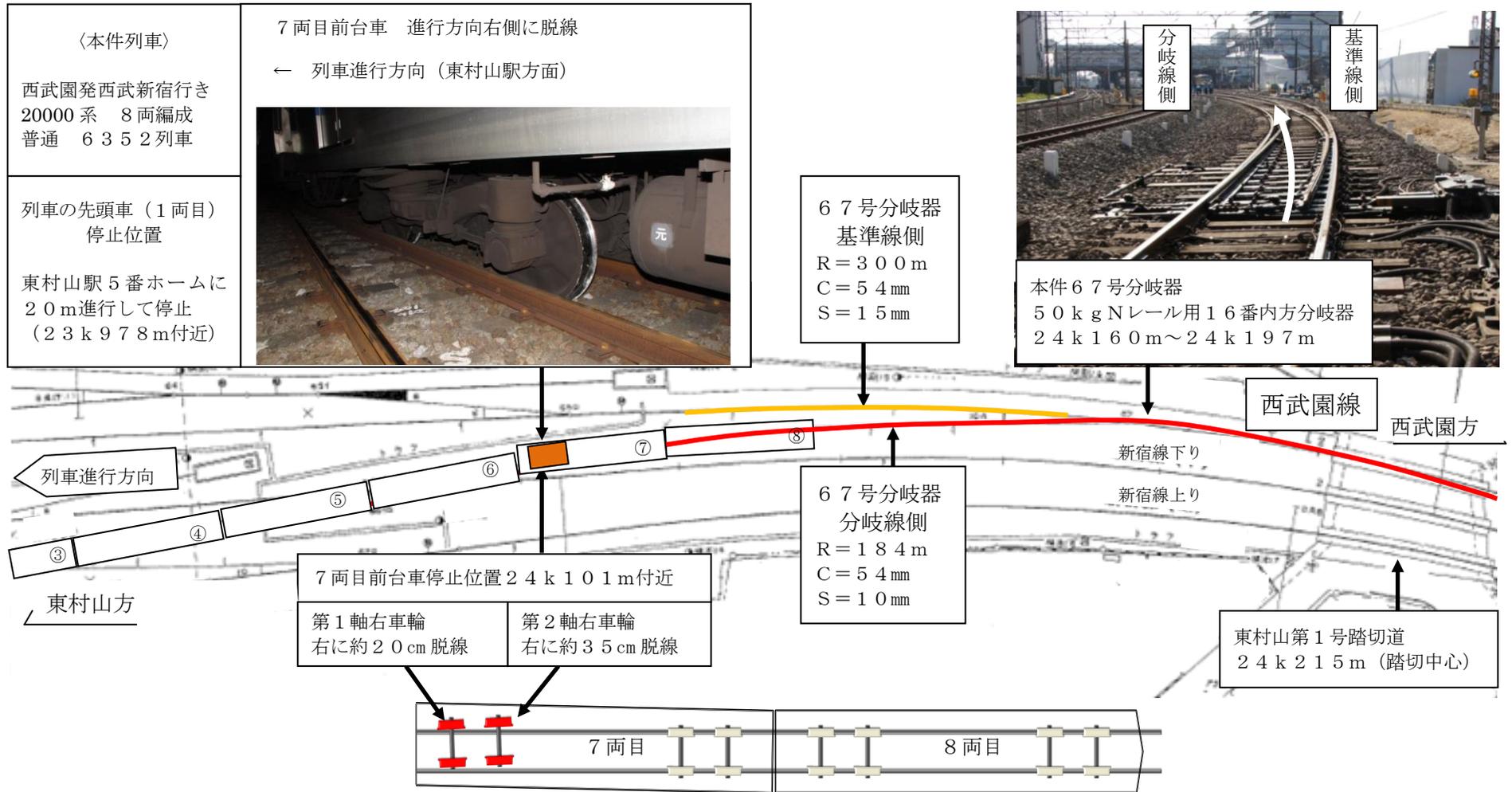


国土地理院 2万5千分の1 地形図使用

付図3 東村山駅構内配線略図

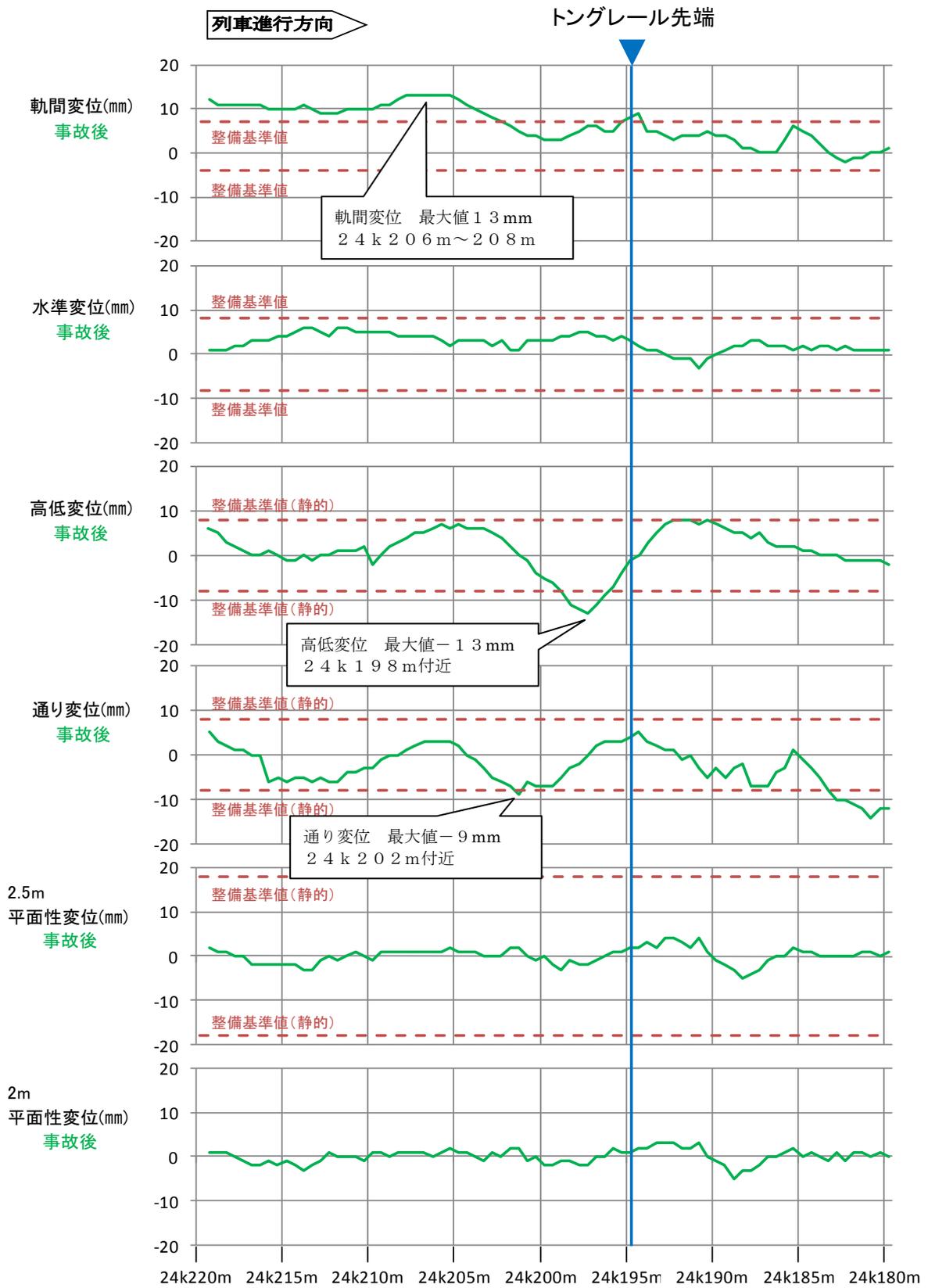


付図4 事故現場略図



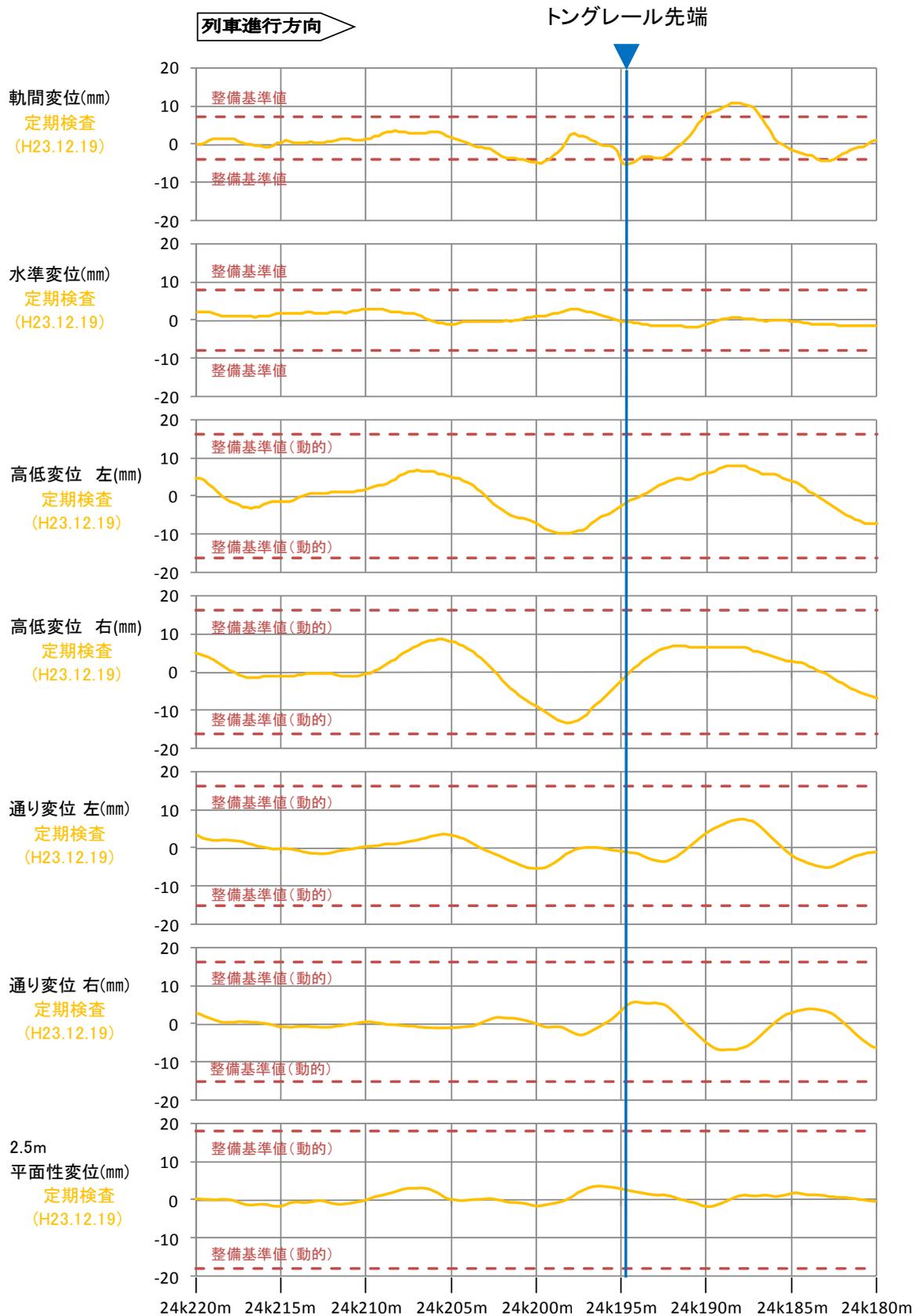
付図5 事故現場付近の軌道の状況 (1 / 2)

(分岐線側の軌道変位)

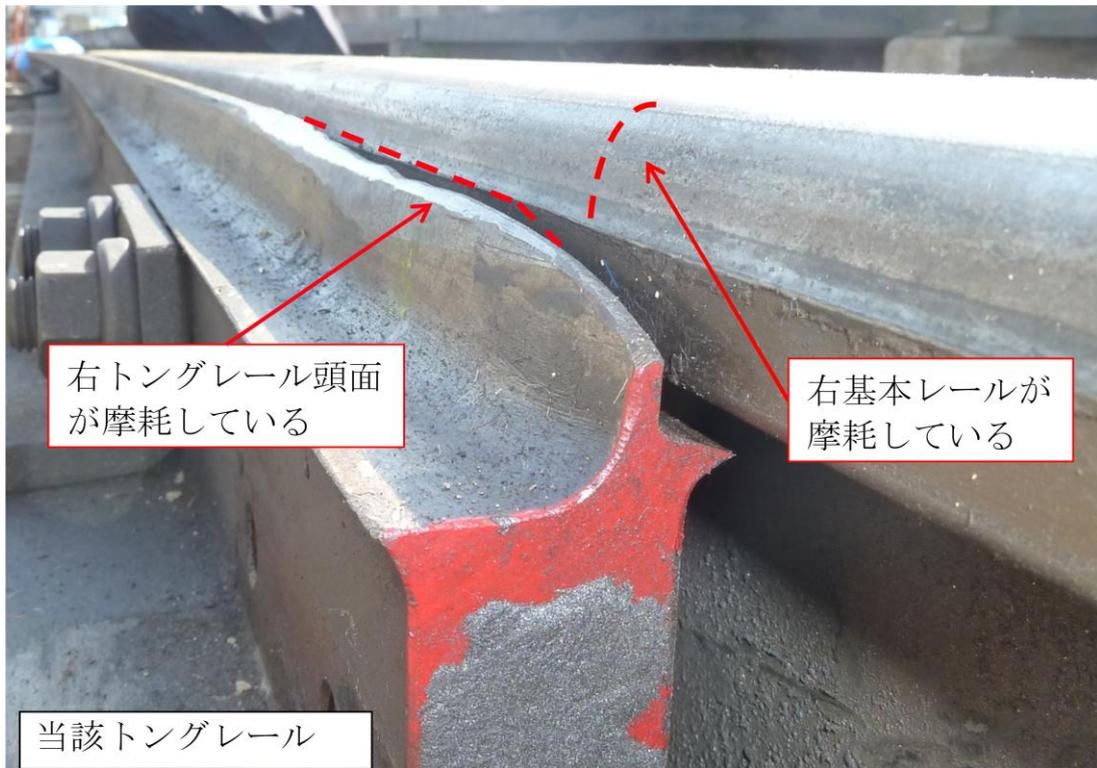
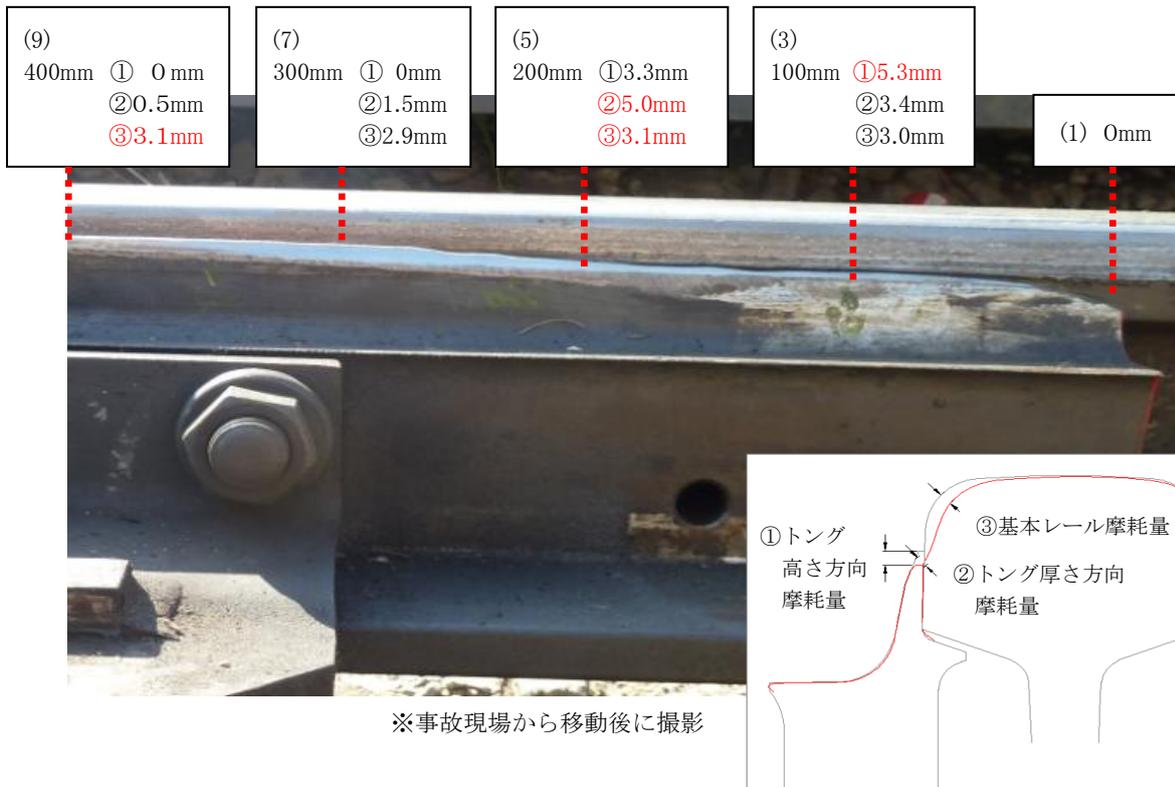


付図5 事故現場付近の軌道の状況 (2 / 2)

(基準線側の軌道変位)

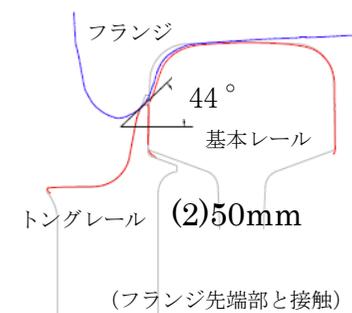
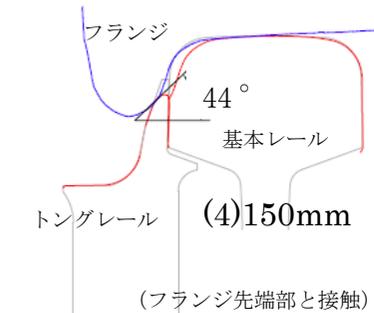
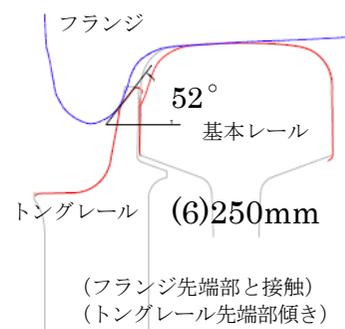
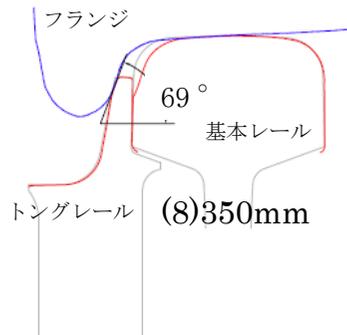
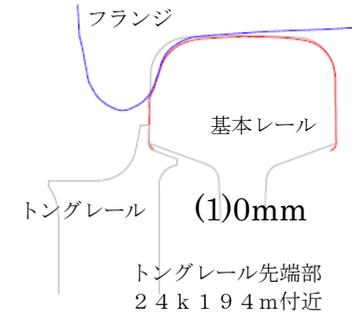
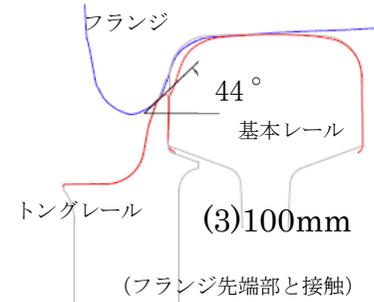
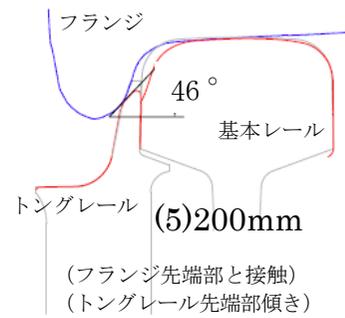
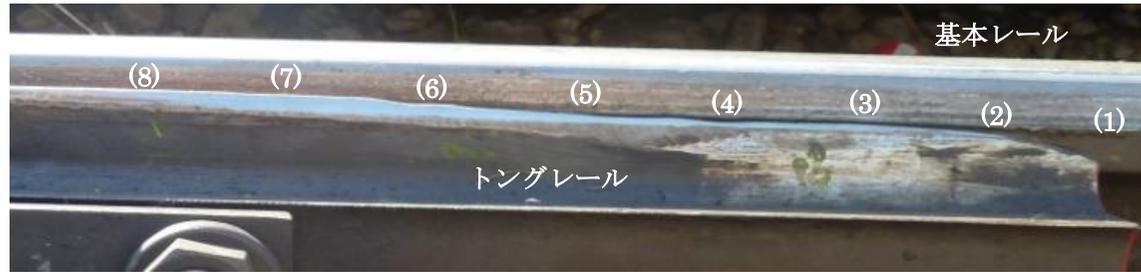


付図6 トングレール及び基本レールの摩耗状況

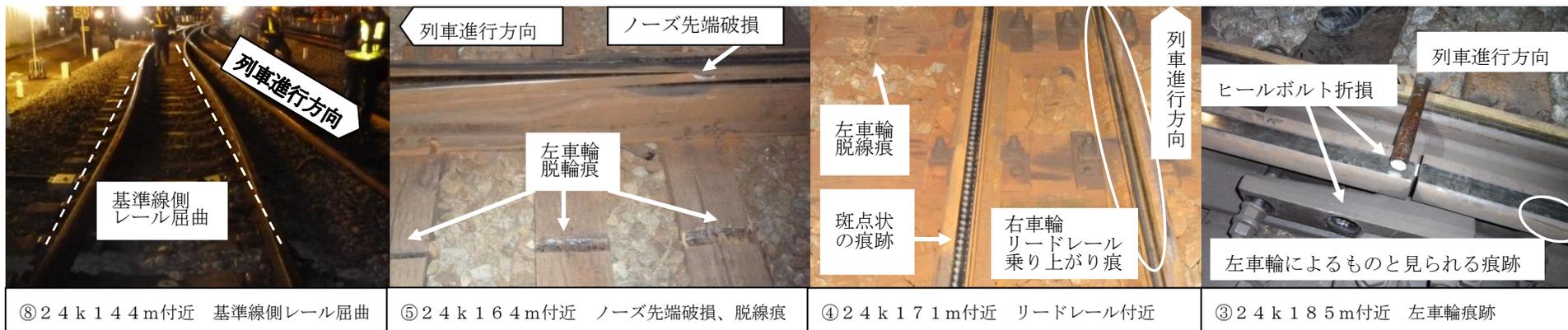


※事故現場から移動後に撮影

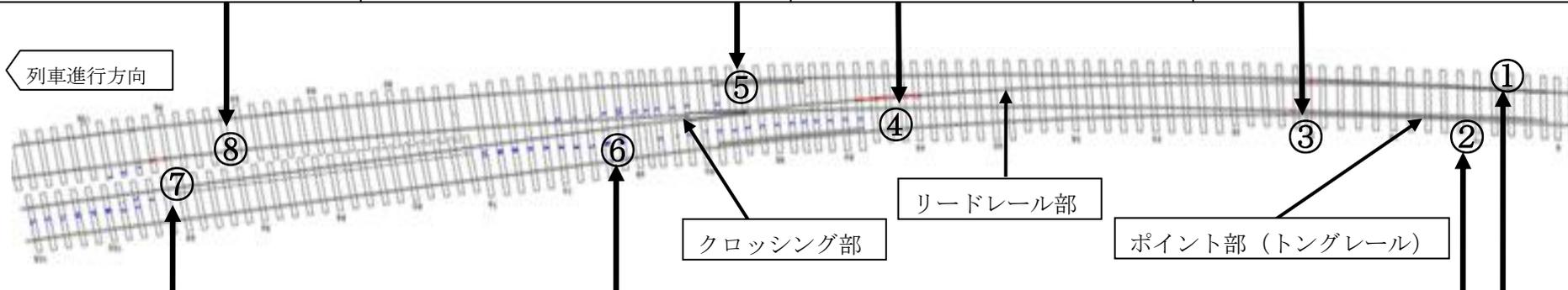
付図7 トングレールとフランジ断面図及び接触角



付図8 事故現場付近の痕跡 (1 / 2)



⑧ 2 4 k 1 4 4 m 付近 基準線側レール屈曲 ⑤ 2 4 k 1 6 4 m 付近 ノーズ先端破損、脱線痕 ④ 2 4 k 1 7 1 m 付近 リードレール付近 ③ 2 4 k 1 8 5 m 付近 左車輪痕跡



⑦ 2 4 k 1 4 1 m 付近 基準線側左レール ⑥ 2 4 k 1 5 9 m 付近 分岐線側レール脱線痕



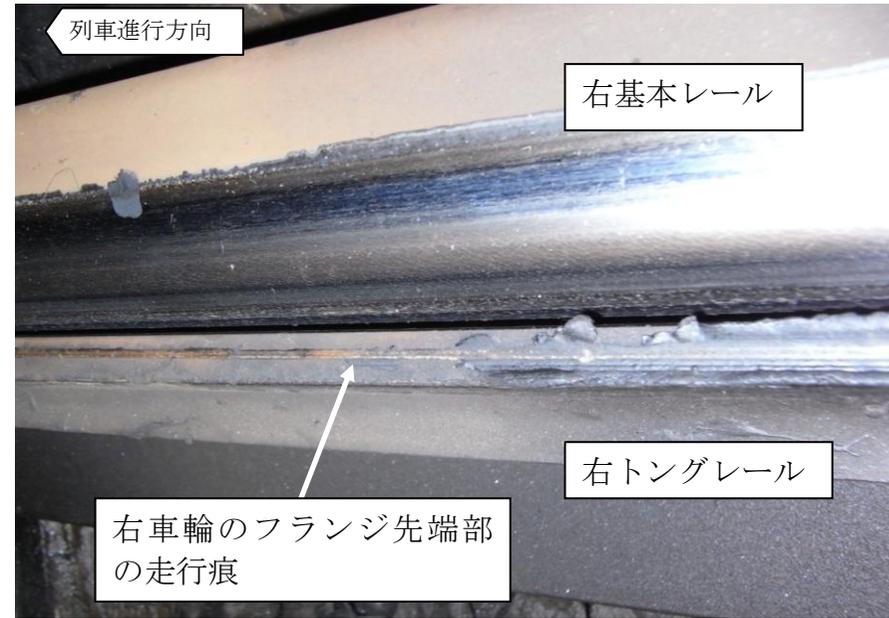
--- レール上の痕跡
 --- まくらぎ・バラスト上の痕跡

写真①②
 ※次ページに拡大写真

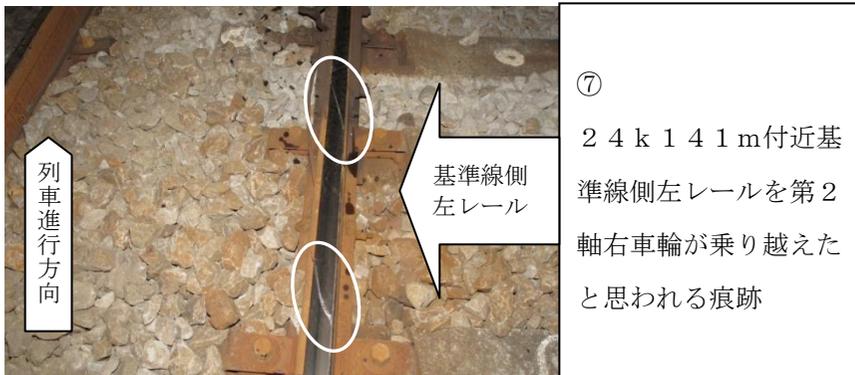
付図8 事故現場付近の痕跡（2 / 2）



② 24k191m付近 左基本レールと左トングレール間の走行痕



① 24k192m付近 右トングレールに右車輪フランジ部の走行痕



付図9 本件列車の状況 (1 / 2)



④No. 1 軸受けストッパー屈曲



④No. 3 軸受けストッパー屈曲



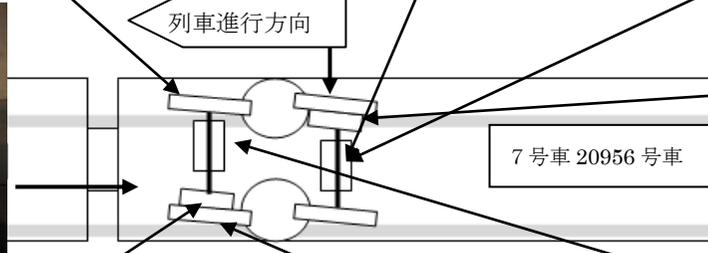
⑩No. 2 主電動機擦傷



⑥No. 2 主電動機足折れ



⑧連結部妻鋼体損傷



⑨No. 2 駆動装置排油栓損傷



①No. 2 駆動装置油面計破損



⑨No. 1 駆動装置排油栓損傷



②No. 1 駆動装置油面計下部ボルト破損



③No. 2 軸受けストッパー落失



⑥No. 1 主電動機足折れ

付図9 本件列車の状況 (2 / 2)



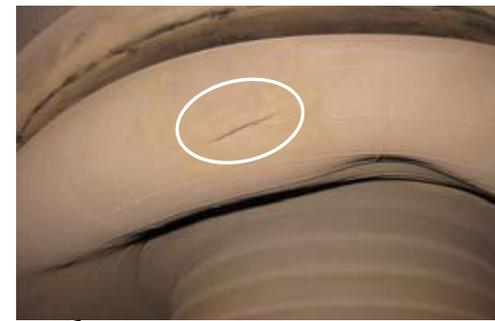
第1軸右車輪



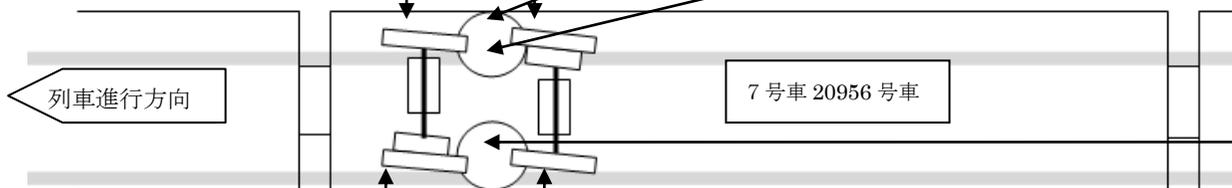
第2軸右車輪



⑤高さ調整弁レバー外れ



⑦右ダイアフラムパンク及び傷



⑦左ダイアフラムパンク



第1軸左車輪 斑点状の痕跡

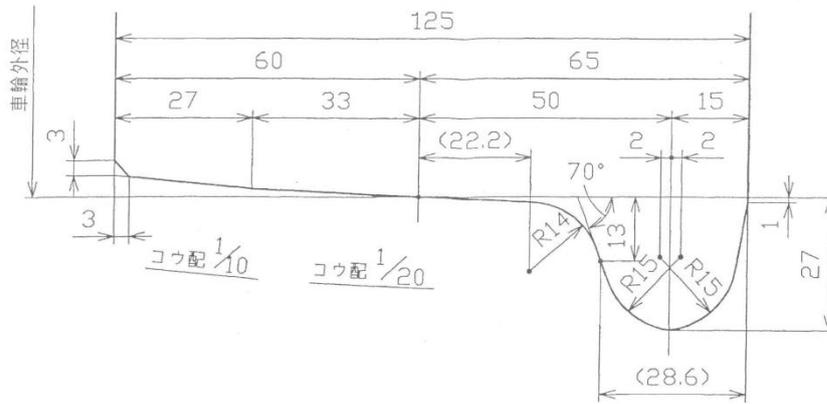


第2軸左車輪

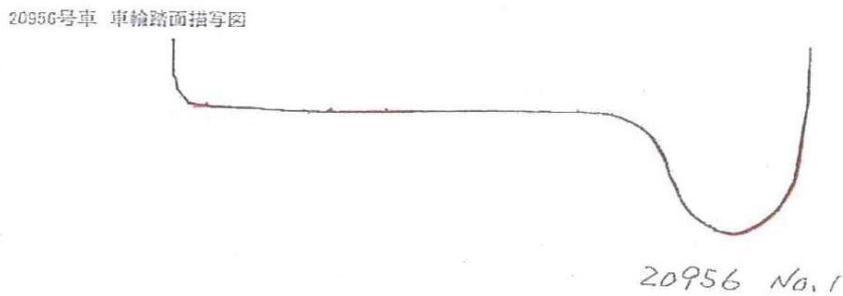


付図 10 車輪踏面形状及び痕跡

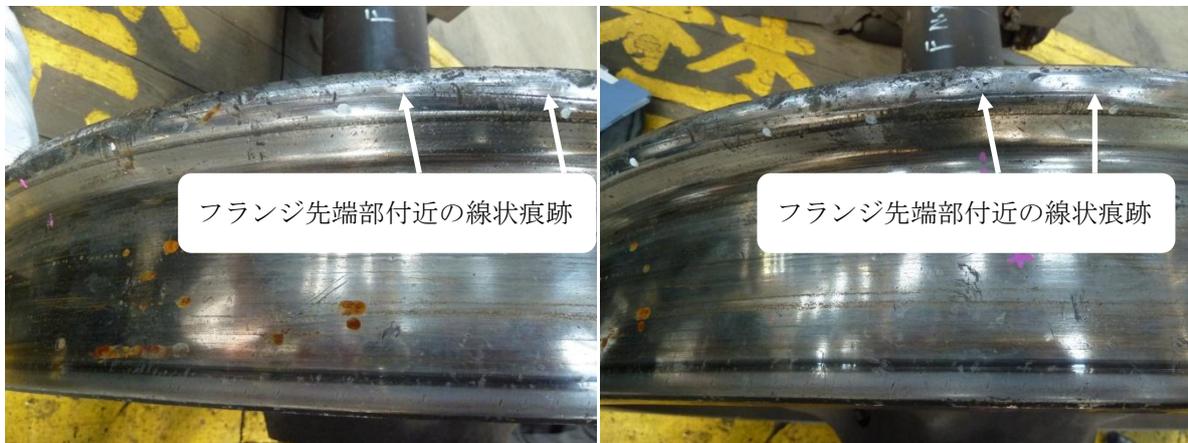
(1) 踏面形状図



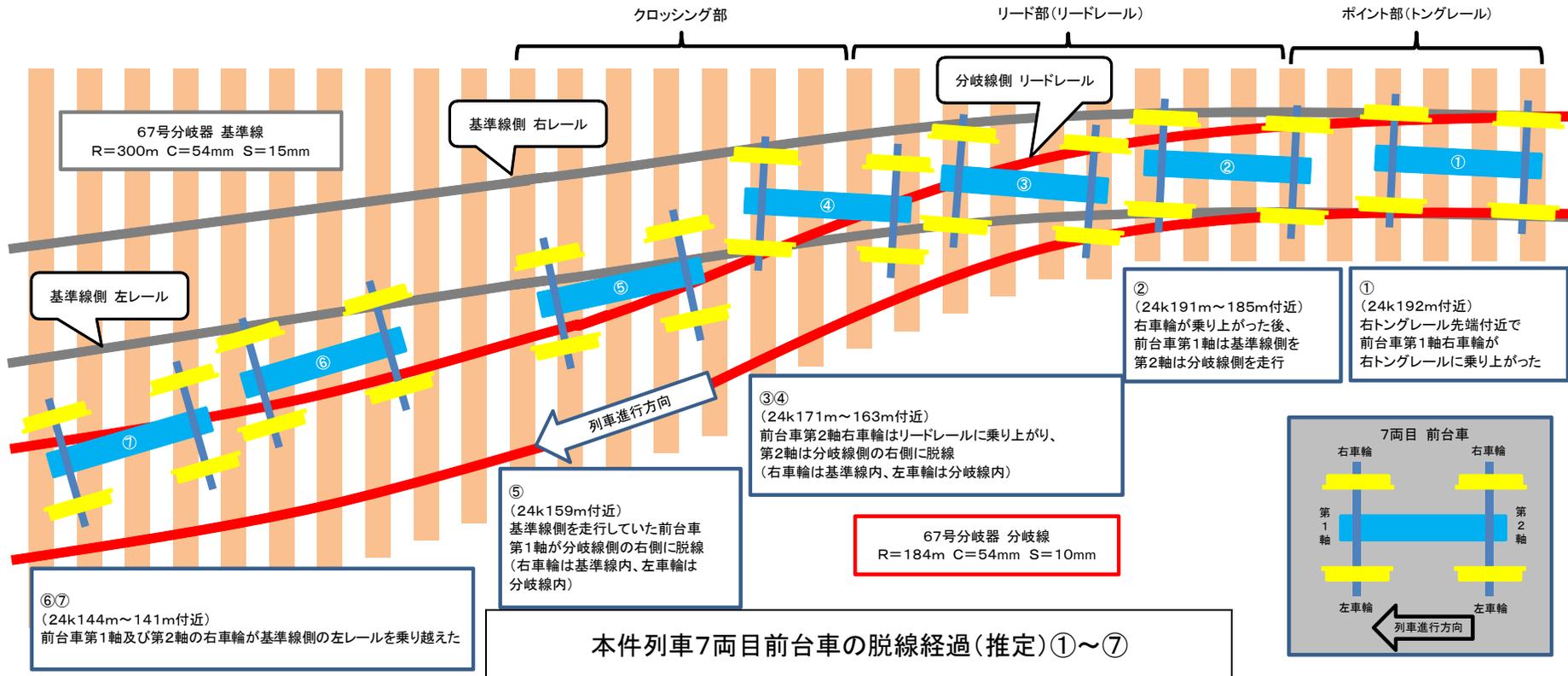
(2) 7両目前台車第1軸右車輪の踏面の形状描写



(3) 事故後の7両目前台車第1軸右車輪の線状の痕跡



付図 1 1 脱線に至った経過 (推定)



付図 1 2 右車輪乗り上がり経緯 (推定)

