

鐵道事故調查報告書

- I 日本貨物鐵道株式会社 東北線 長町駅構内 列車脱線事故
- II 東日本旅客鐵道株式会社 磐越西線 徳沢駅構内 列車脱線事故
- III 日本貨物鐵道株式会社 成田線 久住駅～滑河駅間 列車脱線事故**

平成24年6月29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 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」

Ⅲ 日本貨物鉄道株式会社 成田線
久住駅～滑河駅間
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：日本貨物鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成23年3月10日 12時22分ごろ

発生場所：千葉県成田市

成田線 久住駅くずみ～滑河駅なめがわ間（単線）

成田駅起点9k557m付近

平成24年5月28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>

日本貨物鉄道株式会社の東京貨物ターミナル駅発鹿島サッカースタジアム駅行き10両編成の下り高速貨第73列車は、平成23年3月10日久住駅を定刻に通過した。

運転士は、滑河駅構内に惰行運転で進入したところ、列車の非常ブレーキが動作し同駅構内に停止した。停止後に非常ブレーキが緩解しなかったことから輸送指令の指示により列車の点検をしたところ、列車は8両目の貨車と9両目の貨車が分離しており、9両目の貨車は右に脱線横転し、10両目の貨車は右に脱線していた。

列車は、同駅にて上り旅客列車とすれ違う予定であった。

また、まくらぎ等に列車が同駅に進入する前から脱線し走行していた痕跡があった。列車には運転士1名が乗務していたが、負傷はなかった。

<原因>

本事故は、本件列車が半径406mの左曲線を走行した際、最初に9両目貨車の後台車第1軸の外軌（右）側車輪が輪重の減少によりレールに乗り上がって右に脱線し、その後、第2軸も外軌（右）レールに乗り上がって脱線したことにより発生したものと考えられる。

脱線した貨車は、貨車整備実施基準に定められた基準に沿って検査整備されており、さらに規定された運行速度以下で運行されていた。しかし、新製時から使用されていた軸ばねは、JR貨物で定めた基準値内であったが経年劣化により硬くなっていたことから、空コンテナを積載した状態では新製時よりも軌道に対する追従性が低下していた可能性があると考えられる。

また、脱線発生箇所付近については、軌道施設実施基準に基づき検査が実施されており、同基準で定められた整備基準値内であったものの、脱線発生箇所付近の平面性変位と複合変位が比較的大きかった。また、脱線箇所付近の軌道変位の変動と相まって、車両動揺が発生した可能性が考えられ、後台車第1軸の外軌（右）側の輪重、横圧が大きく変動して脱線箇所付近で脱線係数が大きくなった可能性が考えられる。

なお、脱線した状態で滑河駅構内に進入してきた9両目の貨車が横転したのは、11イ分岐器から9両目の前台車と脱線した後台車が異なる線路を走行したため、車体が走行に耐えきれなくなったことによるものと推定される。また、10両目の貨車の前台車は、異線進入した9両目の後台車に引っ張られたため、異線進入した後、脱線し停止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

日本貨物鉄道株式会社の東京貨物ターミナル駅発鹿島サッカースタジアム駅行き10両編成の下り高速貨第73列車は、平成23年3月10日（木）久住駅を定刻（12時19分）に通過した。

運転士は、滑河駅構内に惰行運転で進入したところ、列車の非常ブレーキが動作し同駅構内に停止した。停止後に非常ブレーキが緩解しなかったことから輸送指令の指示により列車の点検をしたところ、列車は8両目の貨車と9両目の貨車が分離しており、9両目の貨車（車両は、機関車を含め前から数え、前後左右は列車の進行方向を基準とする。）は右に脱線横転し、10両目の貨車は右に脱線していた。

列車は、同駅にて上り旅客列車とすれ違う予定であった。

また、まくらぎ等に列車が同駅に進入する前から脱線し走行していた痕跡があった。列車には運転士1名が乗務していたが、負傷はなかった。

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3月10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 3 月 10日～11日	現場調査及び口述聴取
平成23年 5 月 21日	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

事故に至るまでの経過は、日本貨物鉄道株式会社（以下「JR貨物」という。）の下り高速貨第73列車（貨物列車、以下「本件列車」という。）の運転士（以下「本件運転士」という。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

事故当日は、10時17分ごろ出勤し、乗務を開始する新小岩操車場から本件列車の乗務を引き継ぎ、定刻（11時13分）に出発した。

途中、滑河駅（駅中心は成田駅起点12k400m、以下「成田駅起点」は省略。）の一つ手前の駅である久住駅を定刻（12時19分）に通過し、ふだんと変わりなく運転を続け、速度約50km/hで走行中に滑河駅に入る左カーブ（11k186m）手前付近から惰行運転とした。その後、滑河県道踏切道（第1種踏切道、11k815m）を過ぎて上り出発信号機（12k004m）を過ぎた辺りで、何かブレーキがかかった感じがありブレーキのゲージが上がるかなと思っていたところ、非常ブレーキがかかり本件列車が停止した。

滑河駅は通過なのに本件列車が停止してしまったので、列車無線により東日本旅客鉄道株式会社（以下「JR東日本」という。）の輸送指令に非常ブレーキが働き本件列車が停止したことを連絡したところ、機器を操作して解除するよう指示された。しかし、機器を操作してもブレーキが緩解しなかったことから、輸送指令より脱線している可能性が考えられるので、車両を点検するよう指示を受けた。

安全確認後、本件列車から降りて最後部側へ1両ずつ見ていったところ、8両目の貨車と9両目の貨車との間のブレーキホースが外れ、ジャンパー線^{*1}も外れて列車分離しており、横転している9両目の貨車と連結が外れて脱線している10両目の貨車を発見したので、その旨、輸送指令に連絡した。

なお、非常ブレーキが作動するまで、車両等の異常を感じなかった。

なお、最初に脱線が発生した時刻は、12時22分ごろであった。

（付図1 成田線路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 線路略図、付図4 脱線車両停止位置略図、付図5 列車の編成状況、写真3 脱線貨車の損傷及び痕跡等 参照）

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷 なし

2.3 鉄道施設及び車両等に関する情報

2.3.1 事故現場等に関する情報

(1) 本件列車は、機関車の先頭が滑河駅構内1番線の12k232m付近に停

^{*1} 「ジャンパー線」とは、編成中の補助回路機器や制御回路機器を動作させるため、各車両間を接続するために設けられている電線のことをいう。

止しており、8両目の貨車（9両目方連結器の位置12k083m付近）は9両目の貨車と連結器及びブレーキ管が外れた状態で停止していた。

- (2) 9両目の貨車は、1番線と2番線に跨るように11k997m付近（香取駅方の車体端部）に脱線し横転した状態で停止しており、付近の軌道は互いに引き寄せられた状態で湾曲していた。
- (3) 10両目の貨車は、11k943m付近（香取駅方の車体端部）に前台車が2番線に入り込んだ状態で脱線し停止していた。
- (4) 9両目の貨車と10両目の貨車は、連結器及びブレーキ管が外れ約54m離れた状態であった。
- (5) 滑河駅構内の11イ分岐器（前端11k823m、後端11k860m）及び安全側線側に分岐する11ロ分岐器（前端11k970m、後端11k995m）に車輪及び台車によると見られる打痕及び擦過痕があった。
- (6) 滑河県道踏切道には、車輪及び台車によるものと見られる打痕があり、線路に並行して左右それぞれに2条の走行痕があった。
- (7) 久住駅～滑河駅間の9k557m～11k997m付近（9両目の貨車脱線停止箇所）のレール、締結装置、まくらぎ及び分岐器等には、車輪及び台車によるものと見られる痕跡があった。
- (8) 久住駅～滑河駅間の9k567m付近には車輪が外軌側（右）レールに乗り上がった擦過痕があり、また9k569m付近に車輪がレールから脱落した擦過痕があった。
- (9) 久住駅～滑河駅間の9k557m付近には車輪が外軌側（右）レールに乗り上がった擦過痕があり、また9k568m付近には車輪がレールから脱落した擦過痕があった。

（付図3 線路略図、付図4 脱線車両停止位置略図、写真1 脱線発生箇所の状況、写真2 脱線の痕跡、写真3 脱線貨車の損傷及び痕跡等 参照）

2.3.2 鉄道施設に関する情報

2.3.2.1 路線の概要

JR東日本成田線の成田駅～滑河駅間は、12.4kmの単線で軌間は1,067mm、直流1,500Vの電化区間である。なお、JR貨物は第二種鉄道事業者*2として、成田線に乗り入れて貨物列車の運行を行っている。

（付図1 成田線路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 線路略図 参

*2 「第二種鉄道事業者」とは、自らが敷設する鉄道線路以外の鉄道線路を使用して鉄道による旅客又は貨物の運送を行う事業者をいう。

照)

2.3.2.2 最初に脱線した位置及び脱線した貨車が停止した位置付近に関する情報

(1) 最初に脱線した位置付近に関する情報

‘最初に脱線したと考えられる位置’（以下「脱線発生箇所」という。）である9 k 5 5 7 m付近の左曲線は、9 k 5 6 3 m～9 k 6 4 3 mは半径4 0 6 mの左円曲線（以下「円曲線」という。）であり、その前後は緩和曲線^{*3}となっている。なお、円曲線の設計カント^{*4}は9 7 mmである。

脱線発生箇所付近の勾配は、滑河駅方向に向かい3.5%の上りとなっている。

脱線発生箇所付近はバラスト軌道（道床厚2 0 0 mm 以上）であり、路盤は土路盤となっている。まくらぎはレール2 5 m当たり3 9本使用されており、レール継目部は木まくらぎ、その他はPCまくらぎが敷設され、5 0 kg Nレールが板ばねのレール締結装置でまくらぎに締結されている。なお、事故現場の曲線には脱線防止ガードは設置されていない。

(2) 脱線した貨車が停止した位置付近に関する情報

9両目の貨車及び1 0両目の貨車が脱線後停止した付近には、1 1イ分岐器及び2番線から安全側線に分岐する1 1ロ分岐器が設置されている。1 1イ分岐器は、本件列車（下り）が滑河駅2番線に停車中の旅客列車（上り）と行き違うため、本件列車（下り）が進入する1番線側に開通した状態であった。

なお、滑河駅の下り場内信号機は、滑河県道踏切道手前の成田駅方1 1 k 7 2 0 mに敷設されており、この信号機に対する中継信号機が1 1 k 3 7 2 mに敷設されている。

また、本件列車が滑河駅に進入したときは、上りの旅客列車が行き違いのため2番線に停車していたものの、同線のホーム先端（成田方）から脱線し停止した9両目の貨車付近は、線路がカーブしているため見えない。

(付図3 線路略図、付図4 脱線車両停止位置略図、写真1 脱線発生箇所の状況、写真2 脱線の痕跡 参照)

^{*3} 「緩和曲線」とは、鉄道車両の走行を円滑にするために直線と円曲線、又は二つの曲線の間に設けられる線形のことをいい、緩和曲線中では曲率とカントが連続的に変化する。

^{*4} 「カント」とは、曲線を走行する際の遠心力が走行安全性及び乗り心地に対して影響することを低減するように設定された、曲線外側のレールと内側のレールとの高低差をいう。

2.3.2.3 軌道の定期検査に関する情報

「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、‘JR東日本の軌道施設実施基準’（以下「軌道施設実施基準」という。）では、線路設備の定期検査における軌道状態検査として、軌道変位検査、列車動揺検査等を実施することとされている。

軌道変位検査としては、軌間変位、水準変位、高低変位、通り変位及び平面性変位^{*5}を検査することとされている。

軌道変位が‘軌道施設実施基準に記載された整備基準値’（以下「整備基準値」という。）に達したときは、早急に軌道の整備を行うこととされており、‘JR東日本の社内規程である軌道施設に関する実施細目（規程）’（以下「軌道施設実施細目」という。）では、軌道変位が整備基準値に達した場合には15日以内に補修することとされている。

なお、本事故のあった成田線の久住駅～滑河駅間は3級線で、軌道施設実施基準において整備基準値は表1のとおりとなっている。

また、貨物列車の場合、通り変位と水準変位が複合することによって生じる貨車のローリングにより、脱線が生じるおそれがあることから、軌道施設実施細目において、最高速度45km/hを超える線区で貨物列車が運行される線区の一般区間については複合変位^{*6}を管理することとされている。複合変位が整備基準値に達した場合、1か月以内に補修することとされている。複合変位の整備基準値は、変位の対象延長に応じて第I種～第IV種に区分されており、以下の表2のとおりである。

表1 整備基準値 (単位：mm)

軌道変位の種別	整備基準値 (最高速度45km/hを超える線区)	
軌 間	直線及び半径600mを越える曲線	+20 (+14)
	半径200m以上600mまでの曲線	+25 (+19)
	半径200m未満の曲線	+20 (+14)
水 準	平面性に基づき整備を行う。	
高 低	±30 (±22)	
通 り	±30 (±22)	
5m平面性	±23 (±18) (カントの遞減量を含む。)	

*5 「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平面性変位という。ただし、軌道検測車の場合は水準と平面性変位の測定方法が異なるため、平面性変位が2点間の水準の差と若干異なる場合がある。なお、本文中では右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。

*6 「複合変位」とは、軌道変位の管理指標の一つをいい、通り変位の生じている向きに軌道面が傾くような水準変位が生じた場合に複合変位の絶対値が大きくなるように、通り変位に水準変位の1.5倍を減じるか又は加えたものである。複合変位が大きくなると、貨車のローリングや蛇行動が生じやすくなる。

※ 数値は、軌道検測車による動的値を示す。ただし、() 内の数値は、静的値を示す。

表2 複合変位基準値

項 別 変位の種別	変位の対象延長	対象の変位及び箇所数	
		変 位 量	変位箇所数
第 I 種	80m	18mm	4 箇所
第 II 種	60m	21mm	3 箇所
第 III 種	30m	25mm	2 箇所
第 IV 種		35mm	1 箇所

第 I 種は、80m の対象延長の中に変位量が 18mm 以上の箇所が 4 箇所以上あれば、補修が必要になる。また、第 IV 種は、対象延長がないことから 1 箇所でも 35mm 以上であれば、補修が必要になる。

2.3.2.4 脱線発生箇所付近における軌道の変位に関する情報

(1) 軌道検測車による（動的）データ

JR 東日本では軌道検測車によって軌道変位検査を年 4 回行うことと定めており、また列車動揺検査を年 12 回と定めて実施している。

本事故前の 1 年間では、平成 22 年 5 月 18 日、同年 9 月 10 日、同年 11 月 16 日及び平成 23 年 2 月 11 日に軌道変位検査を行っており、そのときの軌間変位、水準変位、高低変位、通り変位、平面性変位及び複合変位はいずれも軌道施設実施基準で定めている整備基準値（動的値）内であった。

脱線発生箇所付近を含め平成 23 年 2 月 11 日に実施した軌道変位検査（動的値）の軌間変位、水準変位、高低変位、通り変位、平面性変位、複合変位のうち水準変位、平面性変位、複合変位の結果は、以下のとおりであった。

- ① 水準変位（右レールが低い場合を正とする。）は、9k555m 付近において 0.4mm であり、その 3m 先の 9k558m 付近で -9.0mm となっていた。
- ② 5m 平面性変位（右前方が下がる場合を正とする）は、9k560m 付近において、22.9mm となっていた。
- ③ 複合変位は、9k553m 付近では外軌（右）が -5.9mm、内軌（左）が -5.4mm となっていた。

また、その先の 9k558m 付近では外軌（右）が 22.9mm、内軌（左）が 23.0mm となっていた。

また、列車動揺検査は、上下動及び左右動について実施している。平成23年2月11日に行われた軌道検測車による（動的）データ（列車動揺目標値として、上下動：全振幅0.20g以下、左右動：全振幅0.20g以下）によると軌道施設実施基準で定めている列車動揺目標値（動的値）内であったが、9k525m付近～9k600m付近の間で、他に比べて大きな加速度の変化があった。

(2) 可搬式軌道変位計測装置による（静的）データ

本事故後に本事故現場付近の軌道状態を確認するため、可搬式軌道変位計測装置を用いて計測した値によると、軌間変位、水準変位、高低変位、通り変位及び平面性変位は軌道施設実施基準で定めている整備基準値内であった。

(付図6 軌道の整備状況（定期検査）、付図7 脱線発生箇所付近の整備状況（定期検査）、付図8 脱線発生箇所付近の列車動揺の状況 参照)

2.3.2.5 本事故後のレールの摩耗の状況

本事故後に、高倉踏切道から滑河駅間のレールの摩耗の状況を確認したところ、平成21年3月24日、31日及び4月3日に交換しており、摩耗量は軌道施設実施基準に定められた基準値（16mm）以内であった。また、レールに偏摩耗等の異常はなかった。

2.3.2.6 事故現場付近の補修計画等対応

JR東日本千葉支社によれば、脱線発生箇所（9k557m）付近については、直近の軌道検測車の測定データからはいずれの項目も整備基準値内であったものの平面性変位が増加しており、他の測定箇所と比べ1年間に6.5mmの増加であった。なお、平成22年11月16日から平成23年2月11日間の約3か月間では5.0mmの増加であった。複合変位についても前回（平成22年11月16日）の測定時に比べて数値が大きくなる傾向が見られた。

そのため、再度平成23年2月23日に同社社員による手検測により線路調査を行ったところであった。

また、4月4日にMTT^{*7}を使用した補修をする計画を立てその間注視することとしていたとのことであった。なお、脱線発生箇所付近については、平成22年5月19日に9k495m～9k562mにかけて、断続的にまくらぎ交換を行い、同年10月15日に9k556m～9k566m間の道床総つき固め作業を行っていた。

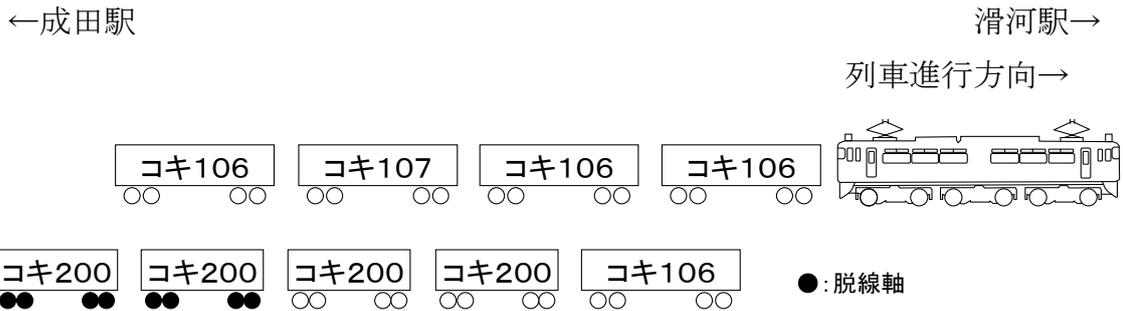
^{*7} 「MTT」とは、マルチプルタイタンパのことで、道床の砕石を連続してつき固める機械のことをいう。

(付図6 軌道の整備状況(定期検査)、付図7 脱線発生箇所付近の整備状況(定期検査)、付図8 脱線発生箇所付近の列車動揺の状況 参照)

2.3.3 車両に関する情報

2.3.3.1 車両の概要

本件列車は直流電気機関車(EF65-1060)が貨車(コキ106形、コキ107形及びコキ200形)9両をけん引しており、編成は次のとおりであった。



脱線した9両目の貨車(コキ200-83)及び10両目の貨車(コキ200-48)は、ともにコキ200形式であり主要諸元は次のとおりである。

空車質量	16.9 t
最大積載量	48.0 t
車体長	15,000 mm
台車中心間距離	8,900 mm
床面高さ(空車時)	1,000 mm
車両重心高さ(空車)	630 mm
(空コンテナ積載時)	1,380 mm
(積載時)	1,785 mm
連結器高さ(空車時)	850 mm
台車	インダイレクトマウント台車(コイルばね)
軸箱支持方式	軸ゴム(丸ゴム)+軸箱支持ゴム(シェブロンゴム) :ばね定数切換式
軸距	2,100 mm
車輪踏面形状	修正円弧踏面
車輪フランジ角度	65°
車輪内面距離	990 mm
ブレーキ装置	応荷重式電磁自動空気ブレーキ
製造年月日	9両目の貨車 平成14年5月24日

10両目の貨車

平成13年10月5日

脱線した2両の貨車（9両目の貨車、10両目の貨車）及び7両目と8両目の貨車（コキ200形式）は、他の貨車と比較して、車体長が短く、台車中心間距離も短い（コキ107形式、コキ106形式の車体長は20.4m、台車中心間距離は14.2m）。

コキ200形式を新製する際に行った試験等においては、何も積載していない状態（以下「空車」という。）とタンクコンテナに液化酸化エチレンを積載している状態（以下「積載時」という。）の2条件で走行安定性の確認（輪重、横圧）及びブレーキ性能確認が行われていたが、空のタンクコンテナを2個積載した状態（以下「空コンテナ積載時」という。）では、走行安定性の確認は行われていなかった。

また、9両目の貨車及び10両目の貨車は、空のタンクコンテナを2個積載しており、そのコンテナの主要諸元は、次のとおりである。

コンテナの種別	液化酸化エチレン用
コンテナの質量	7.1 t
積載物の質量	15.1 t
積載時の総質量	22.2 t
高さ	2,591 mm
幅	2,438 mm
長さ	6,058 mm

なお、空コンテナ積載時の質量の合計は31.1 tであった。

(付図5 列車の編成状況 参照)

2.3.3.2 車両の状況

(1) 定期検査の状況

9両目の貨車及び10両目の貨車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、各検査記録に異常を示すものは見られなかった。

9両目の貨車

全般検査	平成19年9月19日
交番検査	平成23年1月11日

10両目の貨車

全般検査	平成19年2月24日
交番検査	平成23年1月4日

(2) 台車の損傷状況

脱線した9両目の貨車及び10両目の貨車の台車を本事故後に確認したところ、脱線時に損傷したと見られる痕跡が多数あった。9両目の貨車の後台車については、損傷が激しく事故時に異常があった状態で走行していたかは確認できなかった。なお、車両の損傷状況は、2.4.2に後述する。

(3) 車輪、踏面形状の損傷状況等

本事故前直近の交番検査（9両目の貨車：平成23年1月11日、10両目の貨車：同年1月4日）における、輪軸各部の測定結果によれば、車輪直径、フランジ高さ、フランジ外側面距離^{*8}及び車輪内面距離^{*9}のいずれも、貨車整備実施基準及び貨車整備実施基準細則に定められた限度値（車輪直径730mm以上、フランジ高さ25.0～35.0mm、フランジ外側面距離519～527mm、車輪内面距離989～993mm）内であった。

また、本事故後に測定した貨車（9両目の貨車及び10両目の貨車）の輪軸各部の寸法は、いずれも上述した限度値内であった。また、本事故後に測定した各車輪の車輪踏面の描写記録によれば、車輪形状に異常な摩耗を示す記録はなかった。

(4) 静止輪重比

9両目の貨車は台車部分の損傷が激しく測定できる状態ではなかったため、比較的損傷の少なかった10両目の貨車を測定したところ、前台車の静止輪重比^{*10}は第1軸が1.00、第2軸が1.00であり、後台車の静止輪重比は第1軸が1.01、第2軸が1.02であった。

また、9両目の貨車及び10両目の貨車は本事故時に空のタンクコンテナを2個積載していたことから、タンクコンテナの積載が静止輪重比に与える影響を検討するため、10両目の貨車を用い空コンテナ積載時の状態で静止輪重比を測定した。その結果、前台車の静止輪重比は第1軸が1.01、第2軸が1.00、後台車の静止輪重比は第1軸が1.01、第2軸が1.01であり、空車時とほとんど変わらない値が得られた。

なお、当該貨車は静止輪重比の管理を行う対象になっていないものの、今回得られた値は一般的な旅客車両に対する静止輪重比の管理値（10%）と比較しても小さな値であった。

*8 「フランジ外側面距離」とは、左右の車輪のフランジ外側面間の距離の半分をいう。

*9 「車輪内面距離」とは、左右の車輪の内面間距離のことをいう。

*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。

(5) ばね高さ

まくらばねの高さについて、輪重測定と同様に9両目の貨車は台車部分の損傷が激しく測定できる状態ではなかったため、比較的損傷の少なかった10両目の貨車のまくらばねの高さを測定したところ、いずれも基準値以内であった。

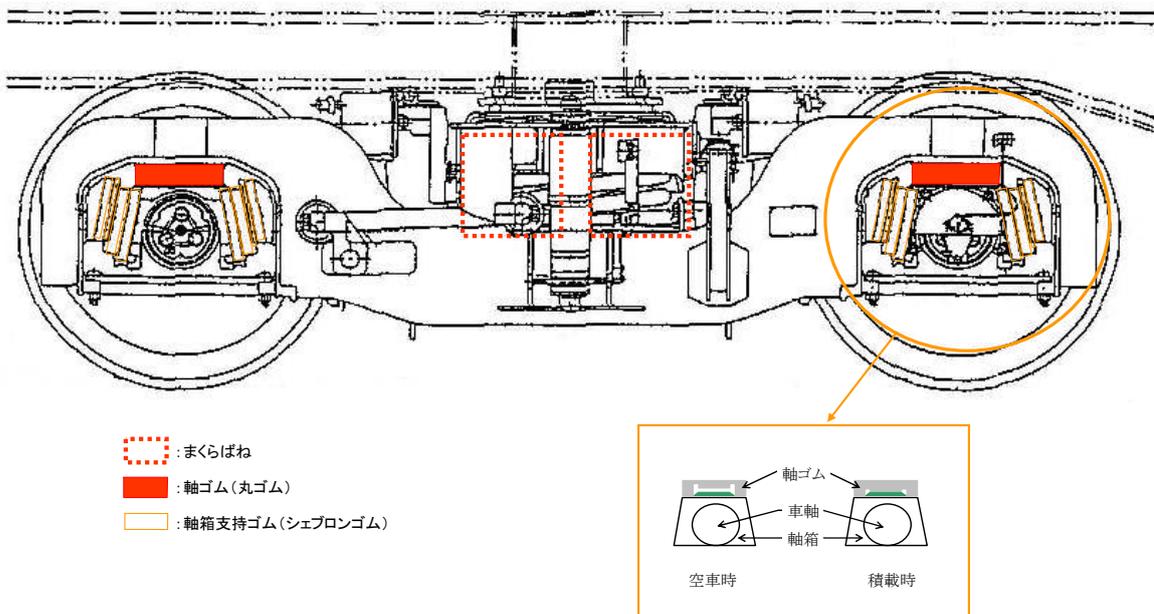
なお、コキ200形式の貨車には、他の貨車のまくらばねと比較してばね定数が大きい（ばねが硬い）ものが採用されていた。（コキ200形式：3.4kN/mm、コキ106・107形式：2.9kN/mm）

脱線したコキ200形式貨車の軸箱支持方式は、本件列車に連結していた他の貨車（コキ106形式、コキ107形式）で採用しているものとは違い、ばね定数切換式を採用している。これは、

- ① 車体長が他の貨車（コキ106形式、コキ107形式）の20.4mに対して15mと短く、台車中心間距離も14.2mに対して8.9mと短いことから、車体剛性が大きく車体が捻れにくい
- ② 積載荷重が他の貨車（コキ106形式、コキ107形式）の40.7tに対して48.0tと大きいことから、ばね定数を大きく（ばねを硬く）する必要がある

ため、特に追従性が懸念される空車状態でのばね定数を小さく（ばねを柔らかく）し、軌道面の捻れに対する追従性を向上させることを目的としているものである。

コキ200形式の軸箱支持方式

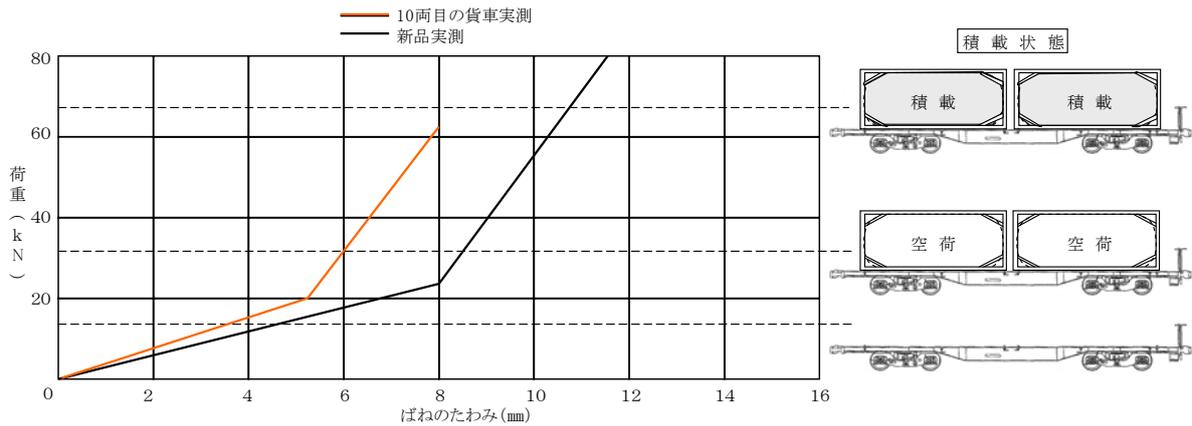


(6) ばねのたわみ

軸ばね（軸ゴム+軸箱支持ゴム）は、新製時から装備使用された状態のま

までであったことから、比較的損傷の少なかった10両目の貨車の軸ばね（9両目の貨車の軸ばねは、損傷が激しく測定できる状態ではなかった）と新品の軸ばねについて測定した。その結果、ばねのたわみは新品の空車時4.8mm、空コンテナ積載時8.5mmに比べ、空車時で約1.3mm及び空コンテナ積載時で約2.5mm小さくなっていた。

ばねのたわみ曲線



2.4 鉄道施設及び車両の損傷、痕跡等に関する情報

2.4.1 鉄道施設の損傷及び痕跡等の状況

- (1) 脱線発生箇所付近（9 k 5 5 7 m）から外軌側（右）レールに車輪が乗り上がり、また9 k 5 6 8 m付近に落下した擦過痕があった。さらに、9 k 5 6 7 m付近のレールにも外軌側（右）レールに車輪が乗り上がり、また9 k 5 6 9 m付近に落下した擦過痕があった。
- (2) 脱線発生箇所付近から9両目貨車及び10両目貨車車両が停止した滑河駅構内の位置までのまくらぎ約3,000本に車輪によると見られる連続した打痕があり、レール締結装置は約3,000組が損傷していた。11イ分岐器（前端11 k 8 2 3 m、後端11 k 8 6 0 m）及び安全側線側に分岐する11ロ分岐器（前端11 k 9 7 0 m、後端11 k 9 9 5 m）にも9両目貨車の車輪及び10両目貨車の車輪によるものと見られる損傷があった。
- (3) 滑河駅構内で停止していた9両目の貨車の付近の軌道面の状態は、同貨車が1番線と2番線に跨って走行したため、碎石ごと両軌道が内側へ移動していた。

(付図4 脱線車両停止位置略図、写真1 脱線発生箇所の状況、写真2 脱線の痕跡、写真3 脱線貨車の損傷及び痕跡等 参照)

2.4.2 車両の損傷及び痕跡等の状況

9両目の貨車

- (1) 全軸の車輪踏面及びフランジに、多数の擦過痕があり、後台車全2軸の損傷は特に激しいものであった。
- (2) 前方右側の踏み段が損傷していた。
- (3) 車体の側ばりに脱線時に付いたと見られる擦過痕があった。
- (4) 成田駅方自動連結器枠受に打痕があった。
- (5) 電線管に打痕があった。
- (6) 香取駅方の緊締装置が脱線横転により落失していた。
- (7) 前台車第1軸の右車輪制輪子キー^{*11}が脱落していた。また、後台車下心皿^{*12}、ブッシュ及び手ブレーキリンク等の部品も脱落していた。

10両目の貨車

- (1) 全軸の車輪踏面及びフランジに、多数の擦過痕があった。
- (2) 車体の側バリ及び台車の側ばりに脱線時に付いたと見られる擦過痕及び脱線時にバラストにより付いたと見られる打痕があった。
- (3) 10両目の貨車の後台車のユニットブレーキ装置^{*13}に車輪との接触によるものと見られる傷があった。

9両目の貨車と8両目の貨車とをつなぐジャンパー線がちぎれていた。

(写真3 脱線貨車の損傷及び痕跡等 参照)

2.5 乗務員等に関する情報

本件運転士 男性 50歳

甲種内燃車運転免許

昭和62年5月11日

甲種電気車運転免許

昭和62年5月11日

(運転経験年数は23年10か月)

2.6 運転取扱いに関する情報

事故現場付近の円曲線の制限速度は、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、JR貨物が関東運輸局に届け出ている運転取扱実施基準によれば、60 km/hであった。

^{*11} 「制輪子キー」とは、ブレーキの摩擦材である制輪子を押付け装置(制輪子頭)に固定するための金具をいう。

^{*12} 「心皿」とは、台車と車体とを結合する部分をいう。車体側の上心皿と台車側の下心皿で構成され、台車の回転中心となる。

^{*13} 「ユニットブレーキ装置」とは、車輪踏面ブレーキ機構をコンパクト化し、自動すきま調整装置を一体化して構成された基礎ブレーキ装置をいう。

本件列車の機関車に設置されていた運転状況記録装置の記録によれば、本件列車は脱線発生箇所付近（9 k 5 5 7 m）を速度約5 7 km/h で走行した後ノッチオフして惰行運転、1 0 k 6 3 2 m付近で力行運転となり、1 1 k 1 2 5 m（滑河駅の約1 k 2 7 5 m手前）付近で惰行運転となり、徐々に速度が落ちて1 2 k 1 4 7 m付近で非常ブレーキが作動し1 2 k 2 3 2 m付近で速度が0 km/h となり停止した記録が残されていた。

2.7 気象に関する情報

事故発生当時の脱線発生箇所付近の天気は晴れであった。

2.8 その他の情報

平成21年12月19日日豊線において、本事故で脱線したコキ200形式と同形式の車両が空コンテナ2個を積載した状態で外軌側に脱線している列車脱線事故について、当委員会は、平成23年1月28日に報告書を公表している。

この事故の原因は、「半径300mの右曲線を走行した際、軌道面が左前方に下がる向きに平面性変位が大きくなっていったこと及び複合変位により貨車にローリングが生じた可能性から脱線係数が増加するとともに、曲線半径を小さくする側の通り変位より外軌側車輪のアタック角が大きくなり、車輪フランジとレール間の等価摩擦係数が増加した可能性から限界脱線係数が低下したため、後台車第1軸側の車輪が乗り上がり脱線したものと考えられるとされており、平面性変位及び複合変位が大きくなっていったことについては、軌道の保守が軌道変位の進展を抑制するためには十分ではなかった可能性があると考えられる」と分析している。

3 分析

3.1 車両に関する分析

2.1に記述したように、本件運転士は、ふだんと変わりなく運転を続け、非常ブレーキが作動するまで、車両等に異常はなかった旨を口述していること、また2.6に記述したように、本件列車に設置されている運転状況記録装置の運行記録には脱線発生箇所付近を制限速度以内で通過したことが記録されていることから、本件列車の状態及び運転取扱いに特段の異常はなかったものと推定される。

また、脱線横転した9両目の貨車については損傷が激しく、事故後に台車の状況、輪軸各部の寸法、車輪踏面形状及び静止輪重比の測定が行えなかった。そのため、損傷が比較的少なかった10両目の貨車を対象に台車の状況、輪軸各部の寸法、車

輪踏面形状及び静止輪重比等を測定したが、整備に係わる各項目で基準値を超える数値は見られなかった。

さらに、2.3.3.2(2)に記述したように、9両目及び10両目の貨車の台車は、脱線時に損傷したと見られる多数の損傷があり、特に9両目の後台車は損傷が激しかったことから異常の有無は確認できなかったものの、2.3.3.2に記述したように、定期検査の記録に異常を示す記載が見られなかった。

以上のことから、車両には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。

なお、本件列車が滑河駅構内で停止したのは、2.1に記述したように本件運転士が非常ブレーキがかかり本件列車が停止した旨を口述していること、2.3.1に記述したように8両目の貨車と9両目の貨車をつないでいるブレーキホースが外れていたこと、から9両目の貨車の横転時の衝撃によりブレーキホースが外れたため、非常ブレーキ機能が正常に作動したことによるものと推定される。

3.2 脱線地点等に関する分析

2.3.1(7)、(9)及び2.4.1(1)に記述したように、9k557m付近及び9k567m付近の外軌側(右)レールに車輪が乗り上がった痕跡があり、9k568m付近及び9k569m付近に脱落した痕跡があったことから、最初に脱線した車輪は9k557m付近で外軌側(右)レールに乗り上がり、次に他の車輪が9k567m付近で乗り上がった後に両輪が軌間外に脱落したものと考えられる。

また、2.3.1(6)、(7)及び2.4.1(2)に記載したように、脱線発生箇所から滑河駅構内まで、まくらぎ並びにレール締結装置、分岐器等に車輪及び台車によるものと見られる痕跡が続いていたことから、この2軸が脱線したまま走行したものと推定される。

3.3 走行速度に関する分析

本件列車の走行速度に関しては、

- (1) 2.1に記述したように、本件運転士は、ふだんと変わりなく運転を続け、速度約50km/hで走行中に滑河駅に入る左カーブ(11k186m)手前付近から惰行運転とした旨を口述していること、
- (2) 2.6に記述したように、本件列車の運転状況記録装置を分析したところ、本件列車は脱線発生箇所付近(9k557m)を速度約57km/hで走行した記録が残されていたこと

から、制限速度60km/h以下の速度で走行していたものと推定される。

3.4 軌道変位に関する分析

3.4.1 平面性変位の影響

2.3.2.4(1)②及び2.3.2.6に記述したように、本事故前直近の定期検査における5m平面性変位は脱線箇所付近の9k560m付近において、22.9mm（動的値）であった。また、過去1年間に平面性変位は6.5mm増加している。そのうち平成22年11月16日から平成23年2月11日間の約3か月間に5.0mm増加しており、他の箇所に比べ平面性変位が大きくなる箇所であった可能性が考えられる。

なお、2.3.2.6に記述したように、脱線発生箇所付近は計画的に整備する箇所としてMTTによる補修計画中に本事故が発生した。

3.4.2 複合変位の影響に関する分析

2.3.2.4(1)③に記述したように、複合変位は、9k553m付近では外軌（右）が-5.9mm、内軌（左）が-5.4mmと比較的小さかったものの、その5m先の9k558m付近ではそれぞれ22.9mm、23.0mmと大きくなっていた。この箇所は脱線箇所とおおむね一致していることから、この比較的大きな複合変位が脱線した貨車の後台車外軌（右）側第1軸車輪の輪重減少に関与した可能性があると考えられる。

3.5 脱線に関する分析及び脱線した貨車の停止位置等に関する分析

3.5.1 最初の脱線に関する分析

2.3.3.2(5)及び(6)に記述したように、貨車の軸ばねは新製時から継続して使用されており、そのばね定数はJR貨物が定めた基準値内であったものの、経年劣化により新製時と比べて大きく（ばねが硬く）なっていたことから、軌道に対する追従性が低下していた可能性があると考えられる。

また、空コンテナ積載時のばね定数が積載時と同様に大きい（ばねが硬い）状態となっていたことも軌道に対する追従性の低下に影響した可能性があると考えられる。

一方、2.3.2.4(1)、2.3.2.6及び3.4に記述したように、整備基準値内であったものの、脱線箇所付近の曲線区間では軌道変位が大きく変化しており車両に動揺が生じていた可能性があると考えられる。また、9k553m～9k558mにかけて軌道変位が他に比べて大きい箇所があったことから、脱線した貨車の後台車第1軸の外軌（右）側車輪の輪重、横圧が大きく変動し、比較的大きな脱線箇所付近で脱線係数が大きくなり脱線したものと考えられる。

なお、9k569m付近にも脱線した痕跡があり、この台車の第1軸が脱線した

あとに、続いて第2軸も外軌（右）側へ脱線したものと考えられる。第2軸が脱線したことについては、脱線した第1軸の影響により外軌（右）側へ作用する力がより大きくなった可能性があると考えられる。

（附属資料 参照）

3.5.2 最初の脱線地点から滑河駅構内に至るまでの列車の挙動に関する分析

2.3.1 に記述したように、機関車から8両目の貨車までは1番線（正規ルート）で脱線せずに停止しており、9両目の貨車が8両目の貨車と分離し脱線し横転していること、2.4.2(1)に記述したように9両目の貨車の車輪に特に激しい損傷があったことから、9両目の貨車が最初に脱線したものと推定される。

また、2.3.1(7)に記述したように、最初の脱線地点と考えられる9k557m付近から滑河駅構内の11k997m付近に至るまくらぎ等には、車輪によるものと見られる痕跡があった。特に複数のまくらぎに2条の痕跡が残されていたことから、3.5.1に記述したように、後台車の第1軸が脱線したあとに、続いて第2軸が脱線した状態のまま走行したものと推定される。

さらに、このまくらぎに残された痕跡が2km以上にわたり軌道から大きく外れることなくほぼレールと並行に続いていることから、9両目の貨車の脱線していない前台車が脱線した後台車の全2軸を進行方向に引きずりながら走行したものと推定される。

なお、最初の脱線地点から滑河駅構内まで9両目の貨車が脱線したまま走行できたのは、脱線したのが空のタンクを積載した貨車の台車であったこと、前後の台車は脱線していなかったこと等から、列車の走行に大きな障害とならなかったことによるものと考えられる。

3.5.3 脱線した貨車が停止した位置付近に関する分析

9両目の貨車が滑河駅の1番線と2番線に跨がり脱線横転していたこと及び10両目の貨車が1番線で脱線していたことについては、

- (1) 1番線側に開通した状態であった11イ分岐器で機関車から8両目の貨車まで及び脱線していない9両目の貨車の前台車が2.3.2.2(2)に記述したように開通している1番線側に入ったこと、
- (2) 2.3.1(5)に記述したように11イ分岐器及び11ロ分岐器に車輪及び台車によると見られる打痕及び擦過痕があったことから、脱線しながら走行してきた9両目の貨車の後台車第1軸の左車輪が11イ分岐器のトングレール先端に衝突した後2番線へ進入したこと

から、9両目の貨車の前台車と後台車が異なる線路上を走行することになったもの

と推定される。その際、10両目の貨車の前台車は、9両目の貨車の後台車に引きずられたまま2番線に進入したため、脱線したものと推定される。

その後、9両目の貨車は、走行するにつれて1番線と2番線の線間が広がり異線進入した後台車と本来のルートに進入した前台車はその状態のまま走行することができなくなったことから、走行に耐えられなくなり横転したものと推定される。このとき、2.3.1(2)に記述したように、11k997m付近の2番線軌道と1番線軌道が引き寄せられ湾曲したものと推定される。また、このときの衝撃により8両目の貨車及び10両目の貨車との連結が外れ、さらにブレーキホースが外れたものと考えられる。

3.6 再発防止に関する分析

コキ200形式で採用したばね定数切換式のコンテナ貨車の設計時には、2.3.3.1に記載したような空車、積載時のみの試験が行われていた。今後JR貨物は、新形式の機構を採用する場合に空車、空コンテナ積載時、積載時等想定されるコンテナの積載状態を勘案し、車体の剛性や懸架装置（軸ばね、まくらばね等）の特性についての走行試験等を設計段階から考慮することが望ましい。

また、2.3.2.6に記載したように、JR東日本は軌道変位が整備基準値を超えていない箇所であっても、計画的に整備する箇所として認識していたことから、曲線部や進行性の軌道変位が見られる箇所については常に気を配り柔軟に対応することが望ましい。

なお、本事故では運転士が、脱線したことを認識できずに脱線状態のまま走行を続けたことから、事故が拡大した可能性も考えられるため、列車が脱線したことを運転士が早期に認識できる仕組みがあれば、本事故のような事態は回避できた可能性が考えられる。しかし、信頼性や経済性等の面から実現性のある装置は開発されていないため、今後、研究機関等で研究開発が進められることが望まれる。

4 原因

本事故は、本件列車が半径406mの左曲線を走行した際、最初に9両目貨車の後台車第1軸の外軌（右）側車輪が輪重の減少によりレールに乗り上がって右に脱線し、その後、第2軸も外軌（右）レールに乗り上がって脱線したことにより発生したものと考えられる。

脱線した貨車は、貨車整備実施基準に定められた基準に沿って検査整備されており、さらに規定された運行速度以下で運行されていた。しかし、新製時から使用されてい

た軸ばねは、J R貨物で定めた基準値内であったが経年劣化により硬くなっていたことから、空コンテナを積載した状態では新製時よりも軌道に対する追従性が低下していた可能性があると考えられる。

また、脱線発生箇所付近については、軌道施設実施基準に基づき検査が実施されており、同基準で定められた整備基準値内であったものの、脱線発生箇所付近の平面性変位と複合変位が比較的大きかった。また、脱線箇所付近の軌道変位の変動と相まって、車両動揺が発生した可能性が考えられ、後台車第1軸の外軌（右）側の輪重、横圧が大きく変動して脱線箇所付近で脱線係数が大きくなった可能性が考えられる。

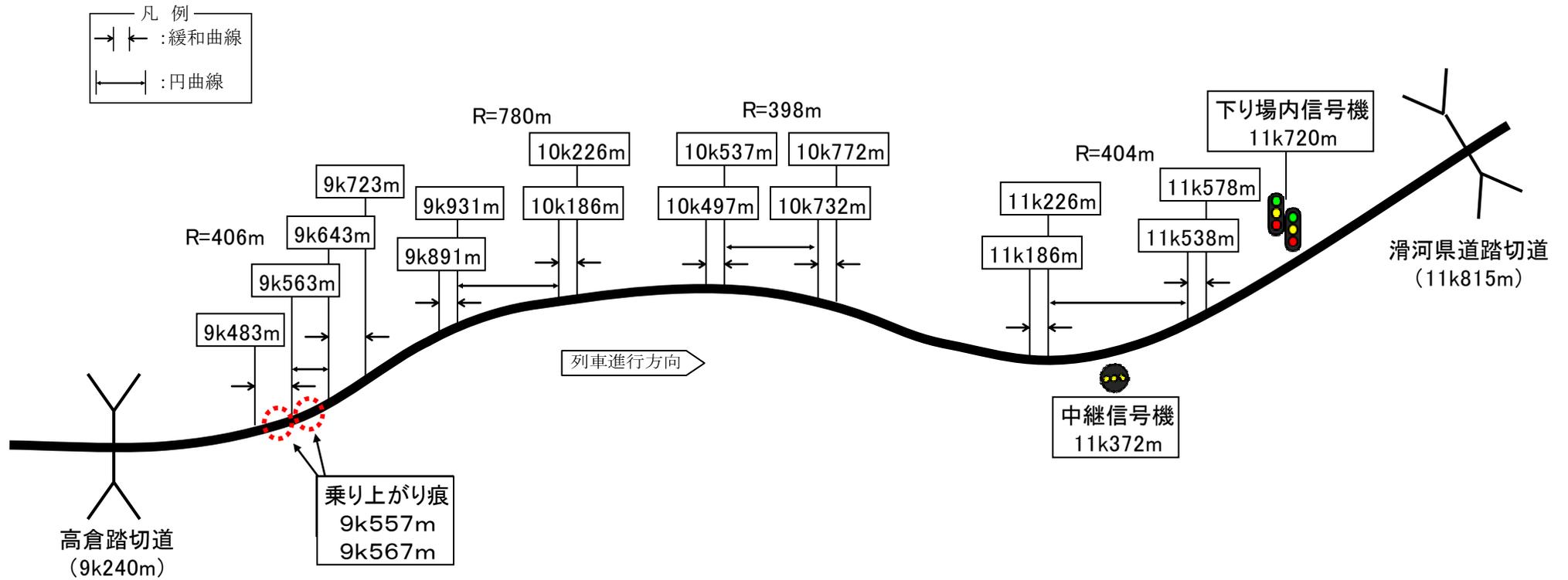
なお、脱線した状態で滑河駅構内に進入してきた9両目の貨車が横転したのは、11イ分岐器から9両目の前台車と脱線した後台車が異なる線路を走行したため、車体が走行に耐えきれなくなったことによるものと推定される。また、10両目の貨車の前台車は、異線進入した9両目の後台車に引っ張られたため、異線進入した後、脱線し停止したものと考えられる。

5 参考事項

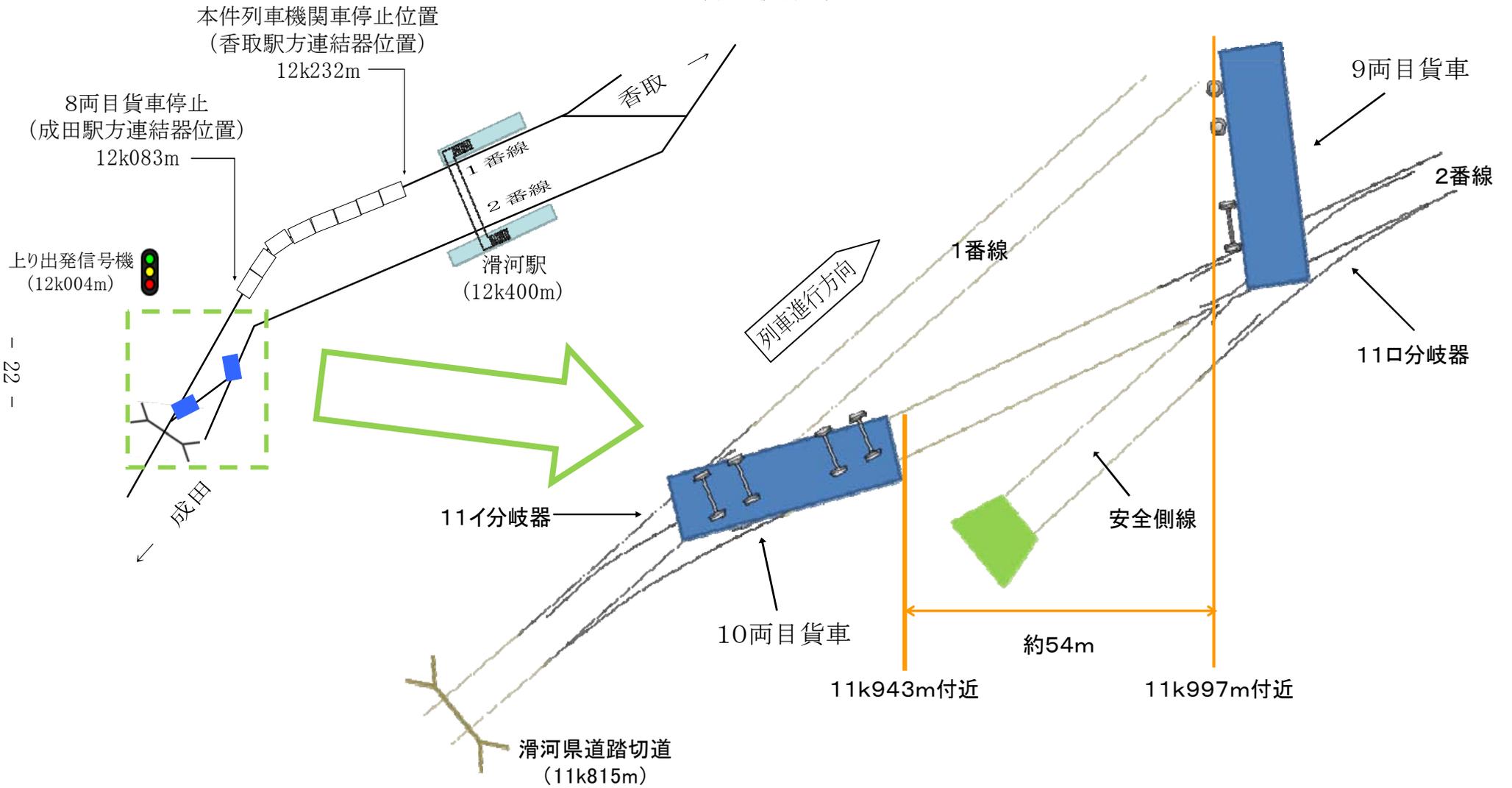
J R貨物は、本事故発生後、事故車両と同じコキ200形式車両について、平成24年度中にまくらばねの上下剛性を柔らかくすることで、軌道に対する追従性を改善することの検討を開始した。

なお、コキ200形式に対して、恒久的な対策が施されるまでの間、空コンテナを積載して走行しないよう積載制限している。

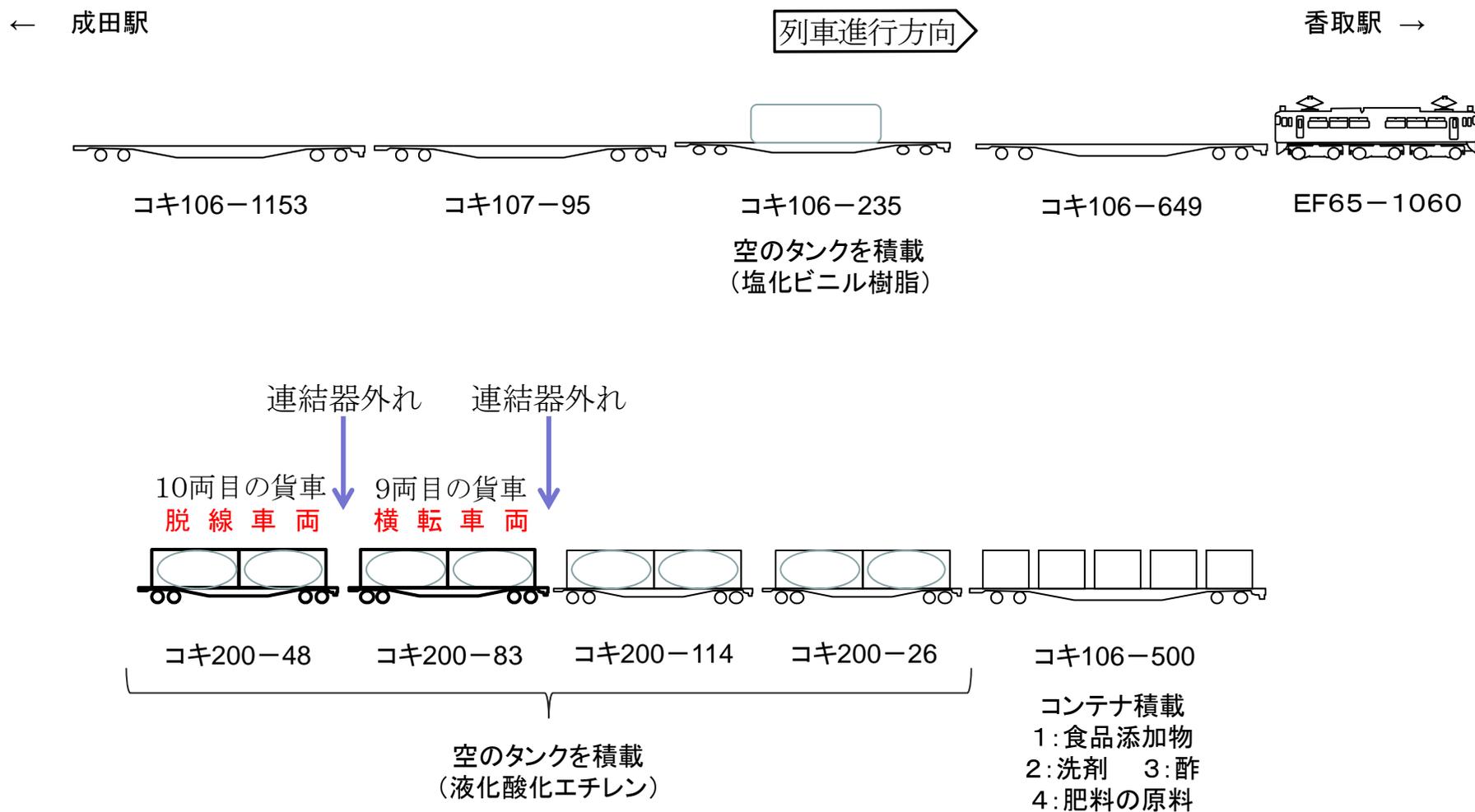
付図3 線路略図
 (脱線発生箇所付近～滑河駅構内付近)



付図4 脱線車両停止位置略図
(滑河駅構内)

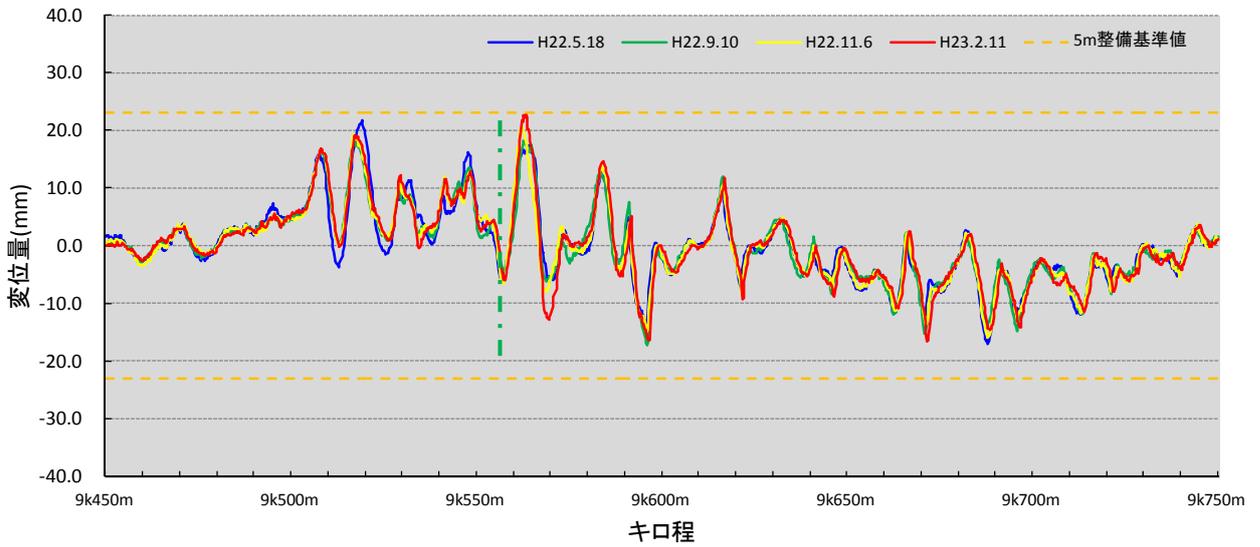


付図5 列車の編成状況

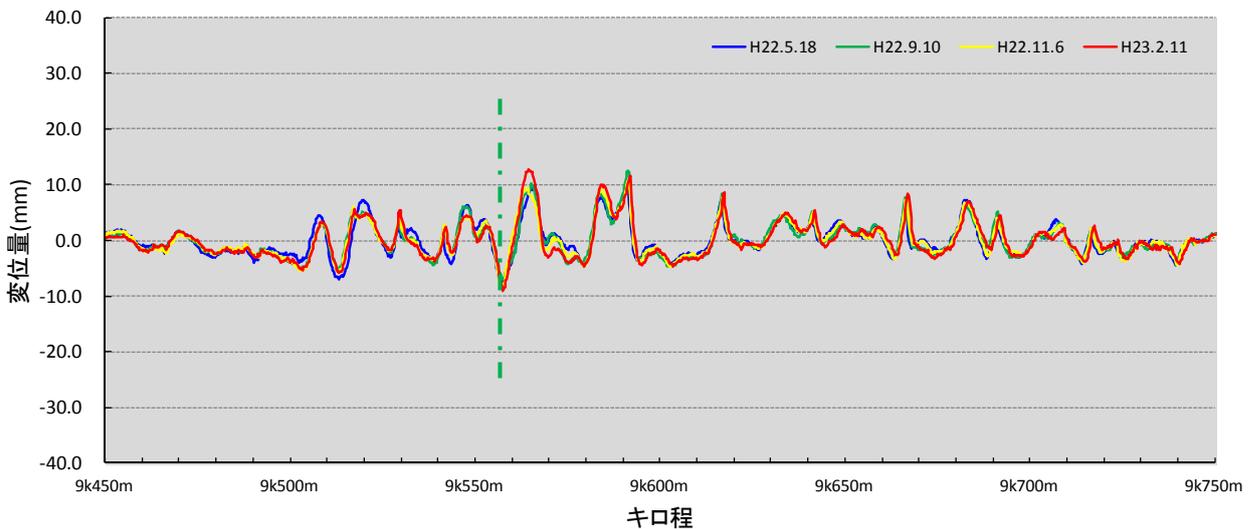


付図6 軌道の整備状況（定期検査）（1 / 3）
 事故前1年間

5 m 平面性変位の継時変化



水準変位の継時変化

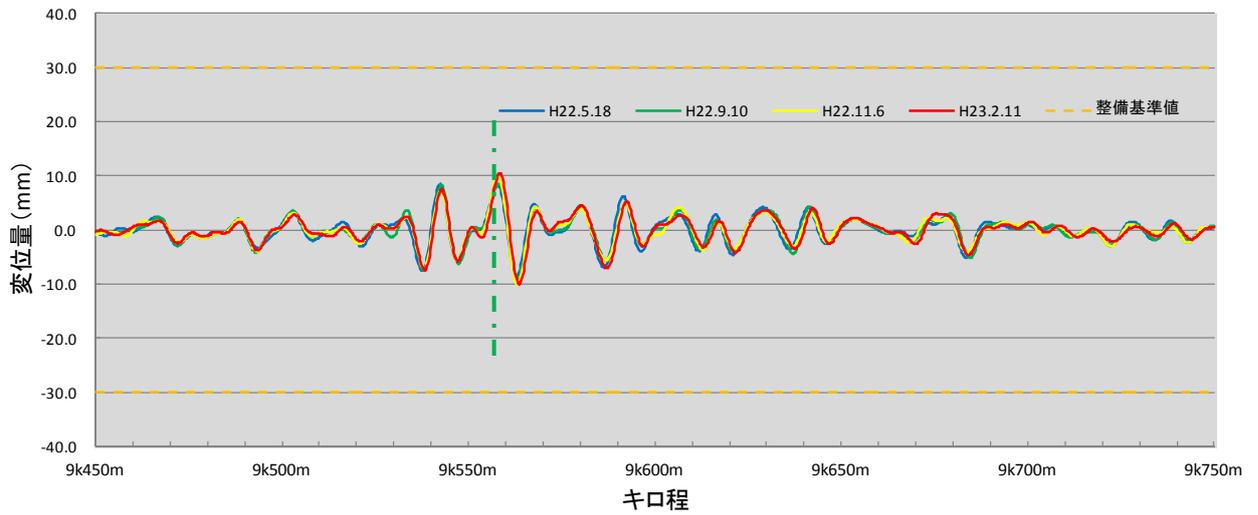


- - - - - : 9k557m の位置を示す

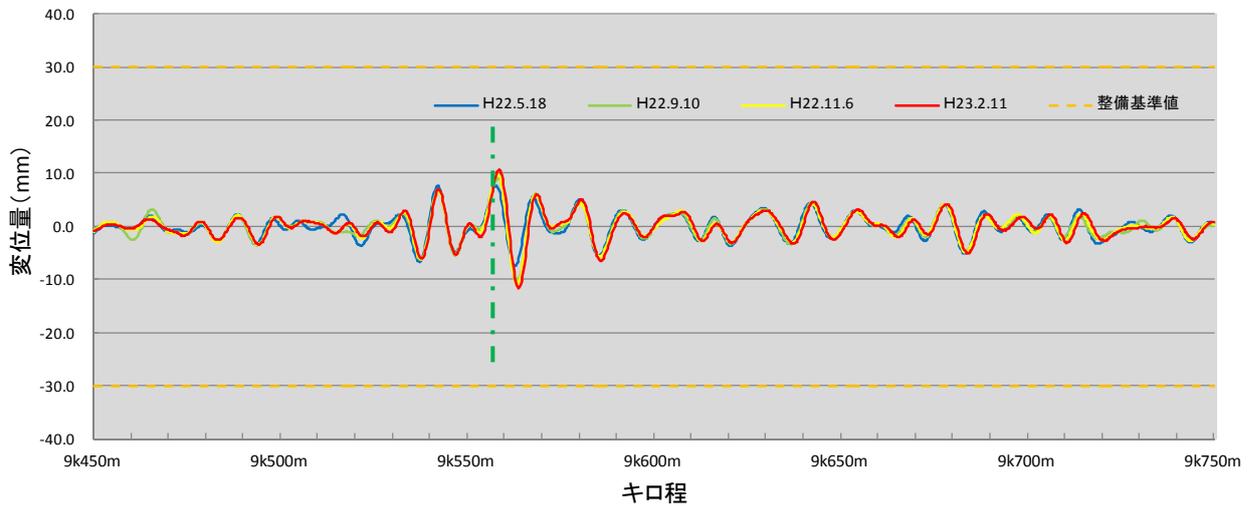
付図6 軌道の整備状況（定期検査）（2 / 3）

事故前1年間

通り変位（左側の継時変化）



通り変位（右側の継時変化）

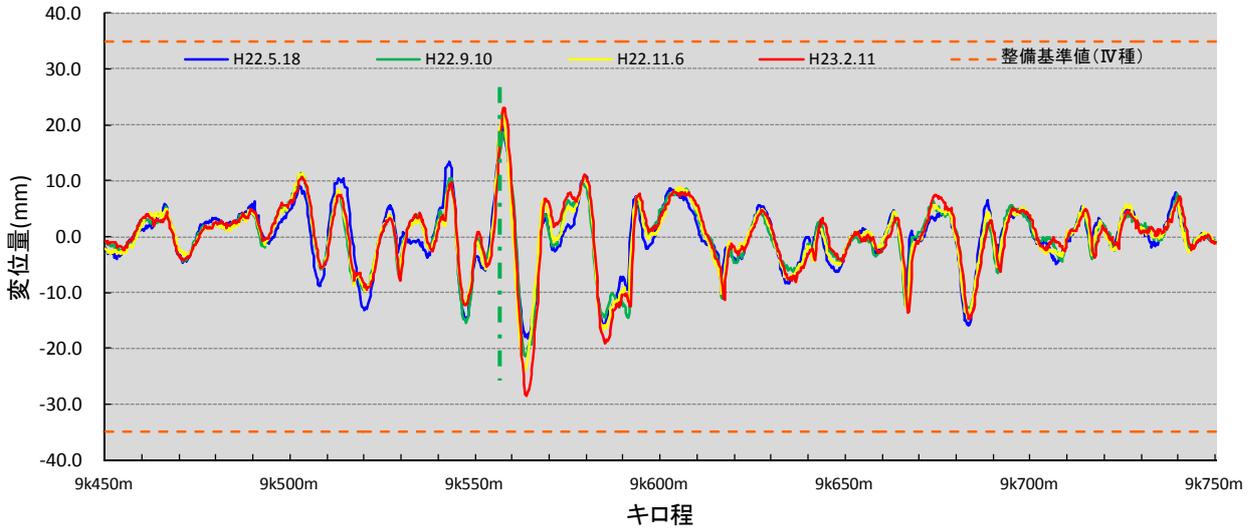


- - - - : 9k557m の位置を示す

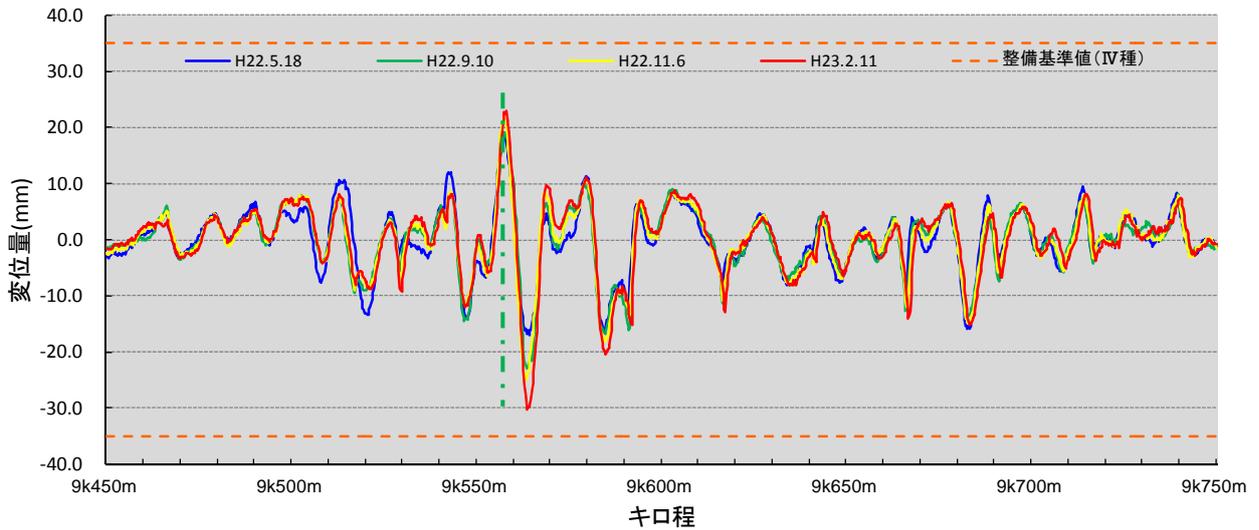
付図6 軌道の整備状況（定期検査）（3 / 3）

事故前1年間

複合変位（左側の継時変化）



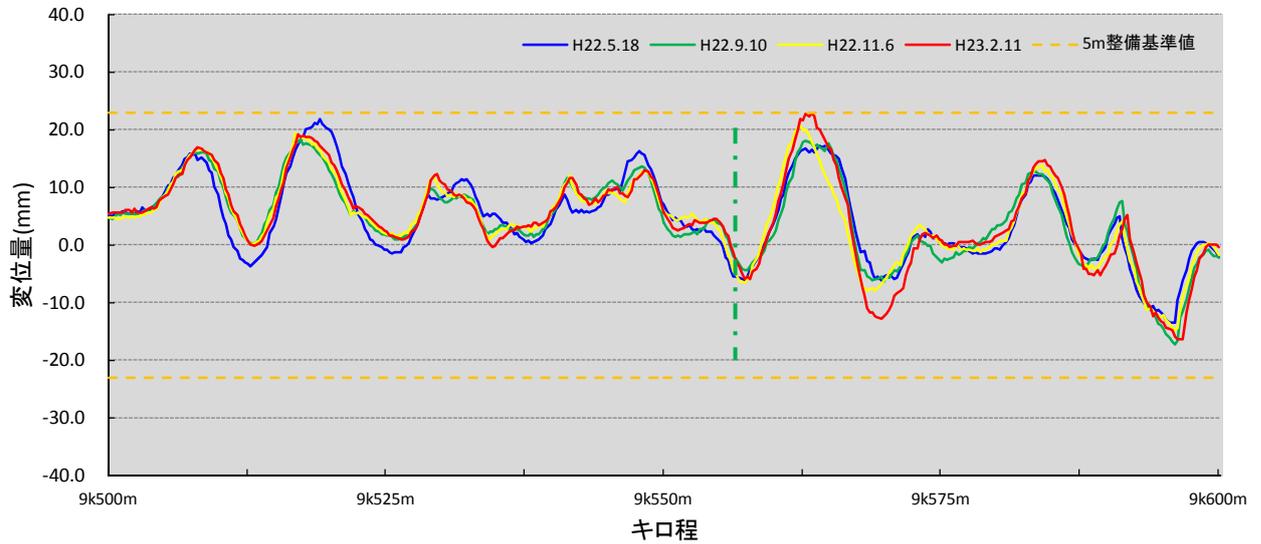
複合変位（右側の継時変化）



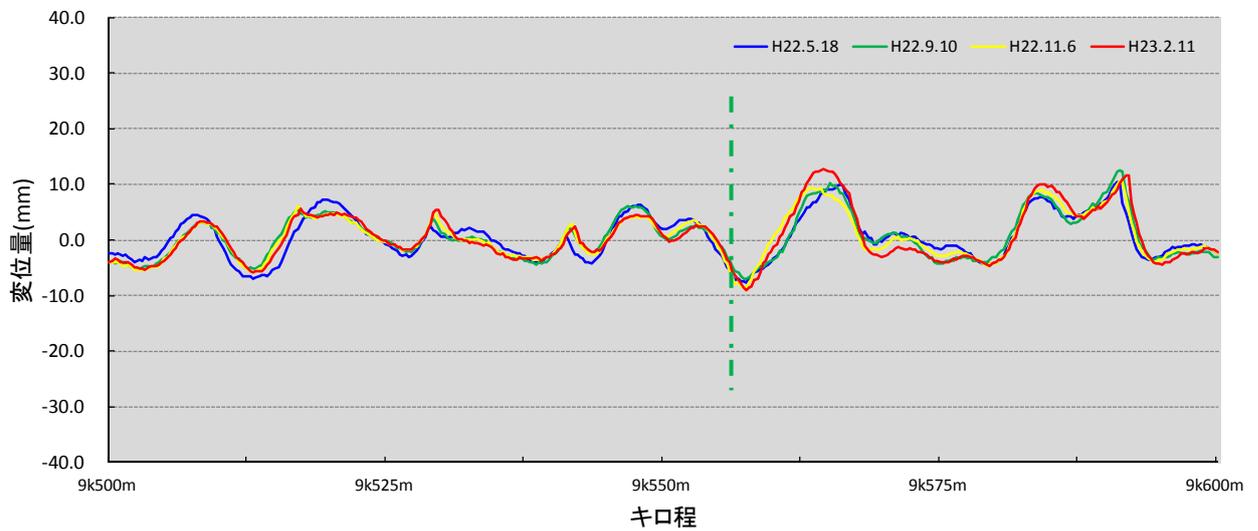
----- : 9k557m の位置を示す

付図7 脱線発生箇所付近の整備状況(定期検査)(1/3)
事故前1年間

5 m 平面性変位の継時変化



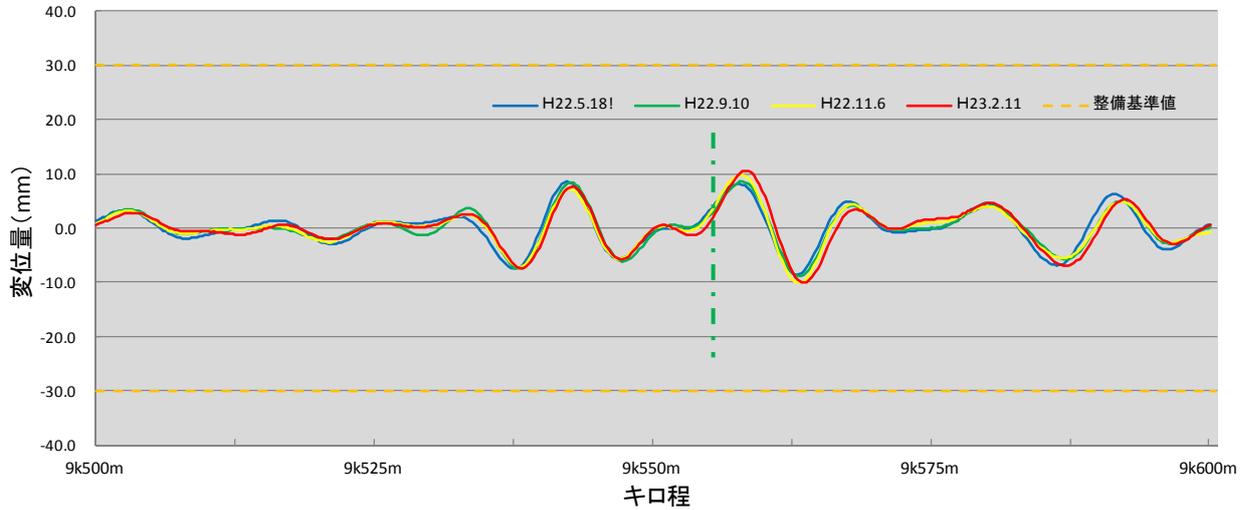
水準変位の継時変化



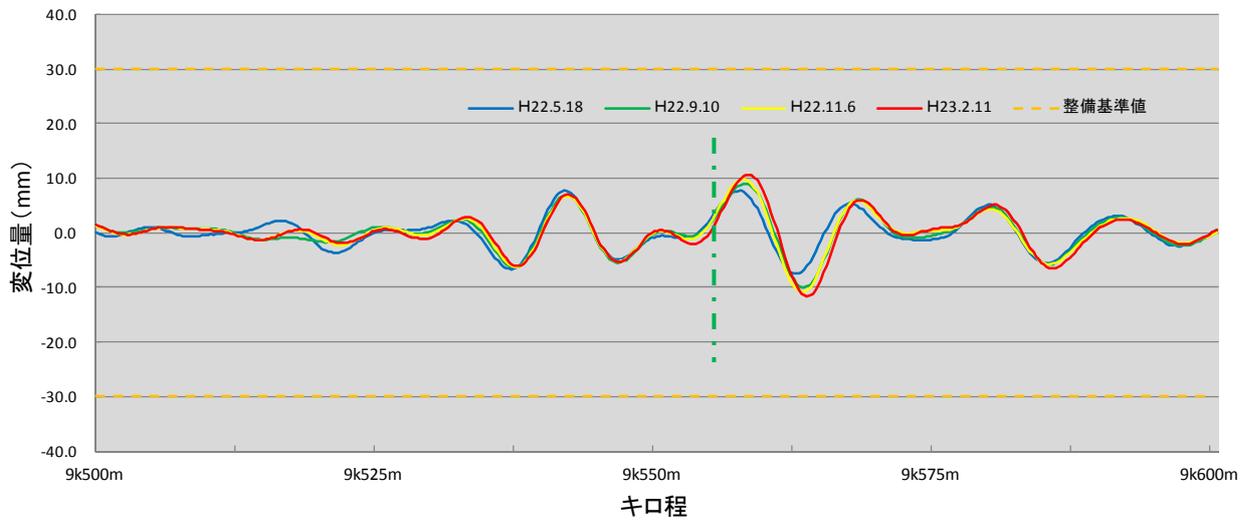
--- : 9k557m の位置を示す

付図 7 脱線発生箇所付近の整備状況 (定期検査) (2 / 3)
 事故前 1 年間

通り変位 (左側の継時変化)



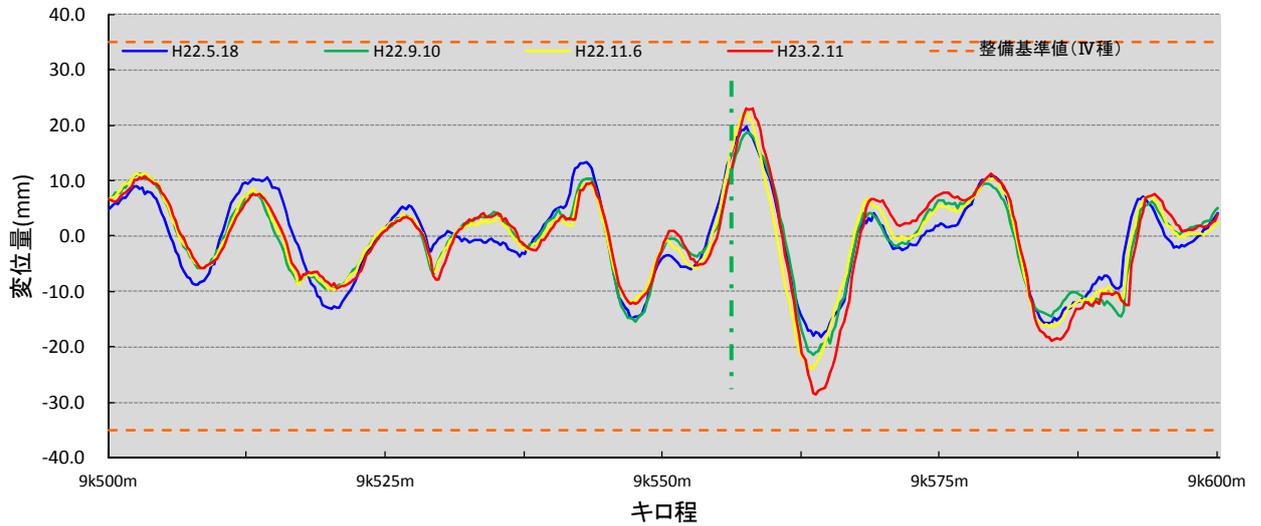
通り変位 (右側の継時変化)



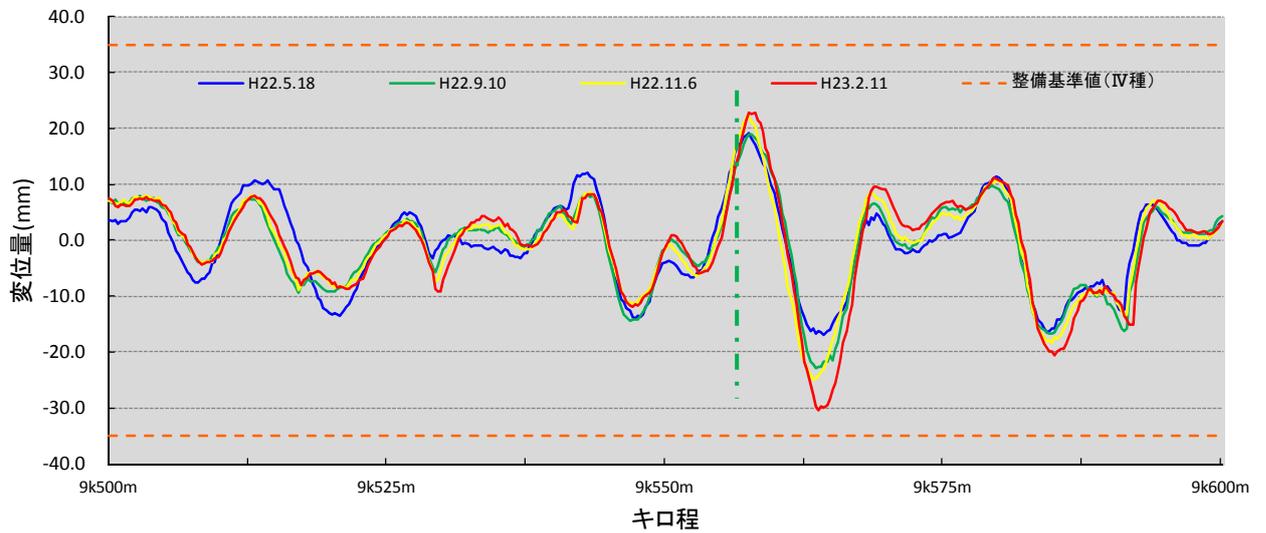
----- : 9k557m の位置を示す

付図 7 脱線発生箇所付近の整備状況 (定期検査) (3 / 3)
 事故前 1 年間

複合変位 (左側の継時変化)



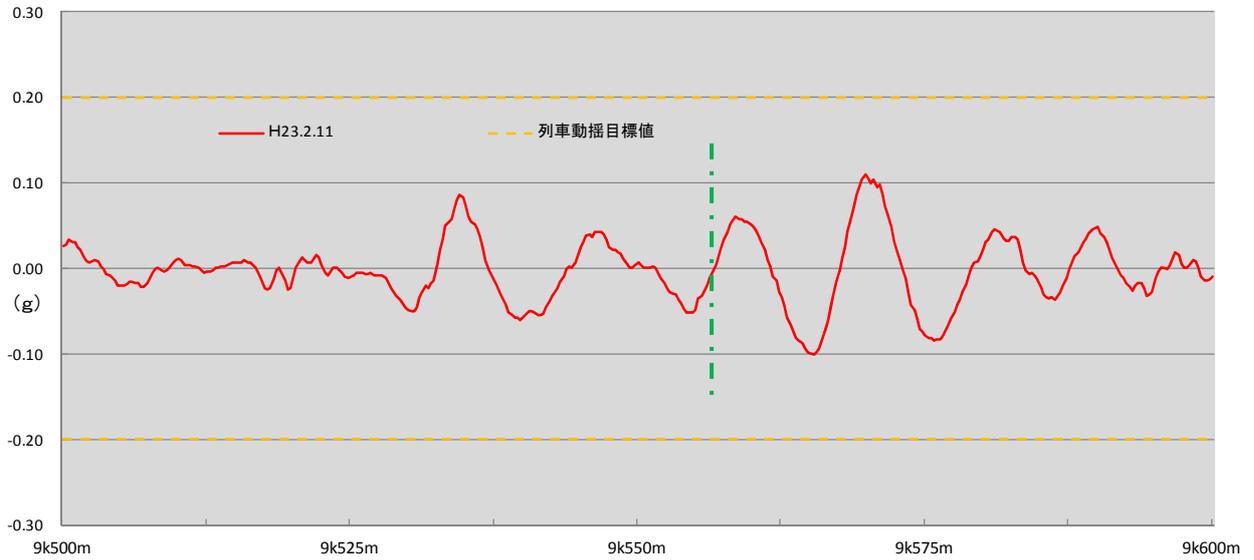
複合変位 (右側の継時変化)



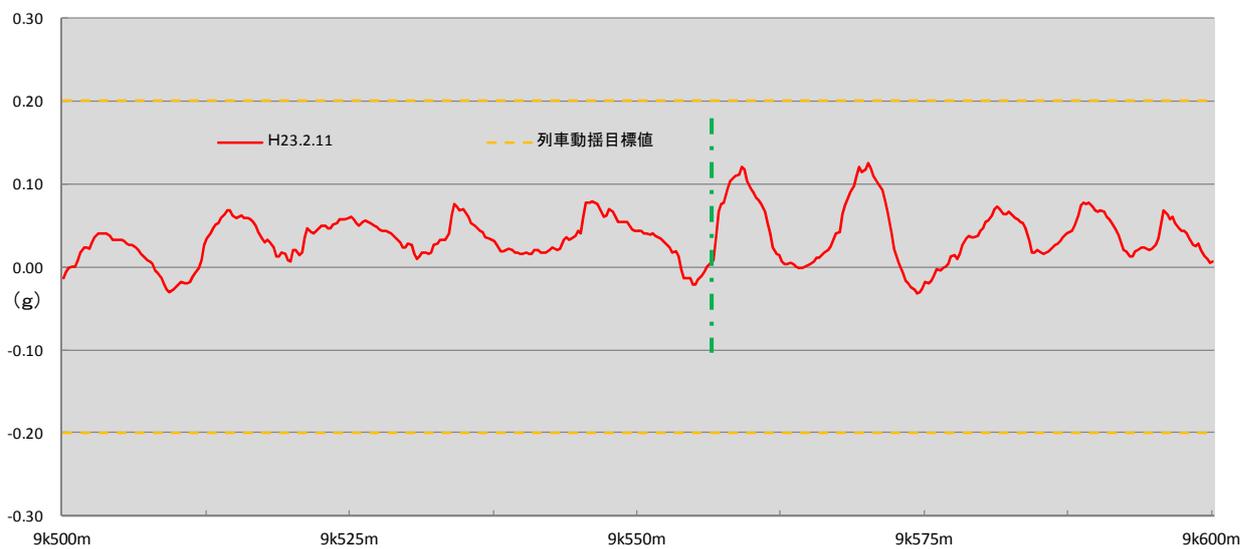
--- : 9k557m の位置を示す

付図8 脱線発生箇所付近の列車動揺の状況
 平成23年2月11日に行われた軌道検測車による（動的）データ

上下動揺加速度

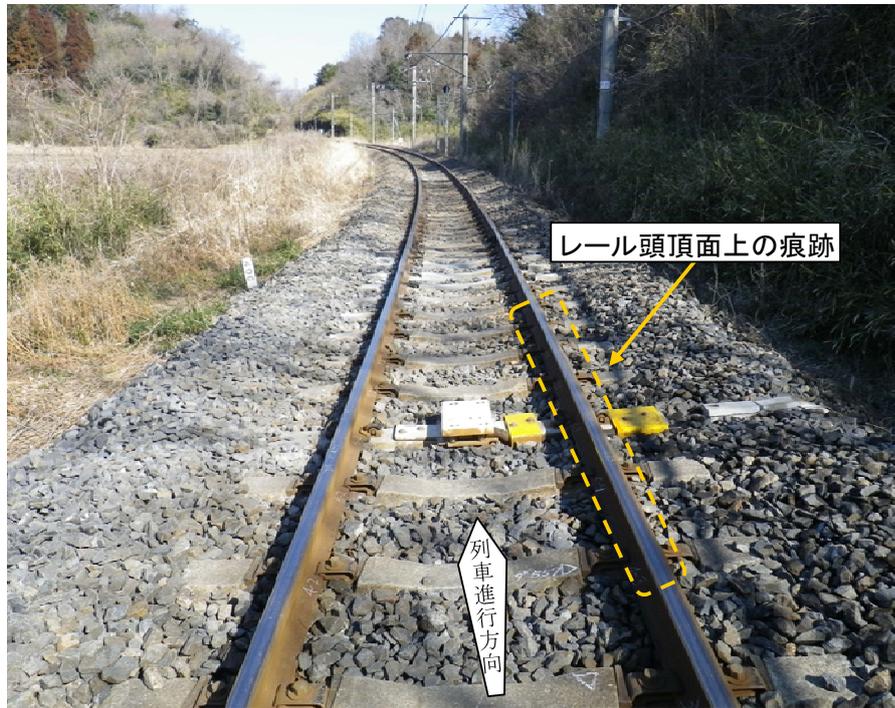


左右動揺加速度

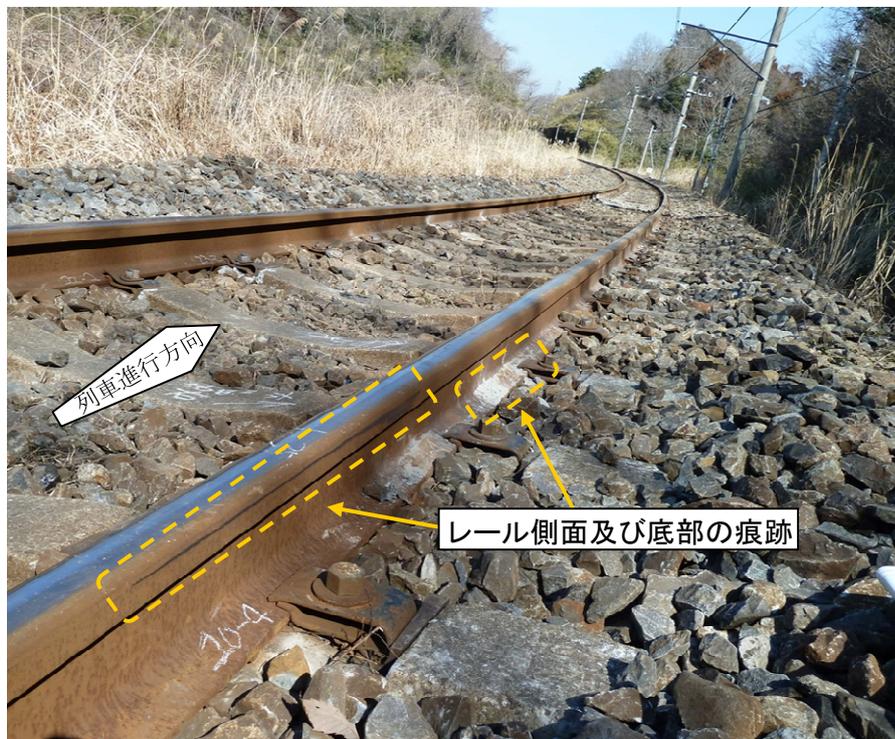


..... : 9k557m の位置を示す

写真1 脱線発生箇所の状況



(9k557m付近)

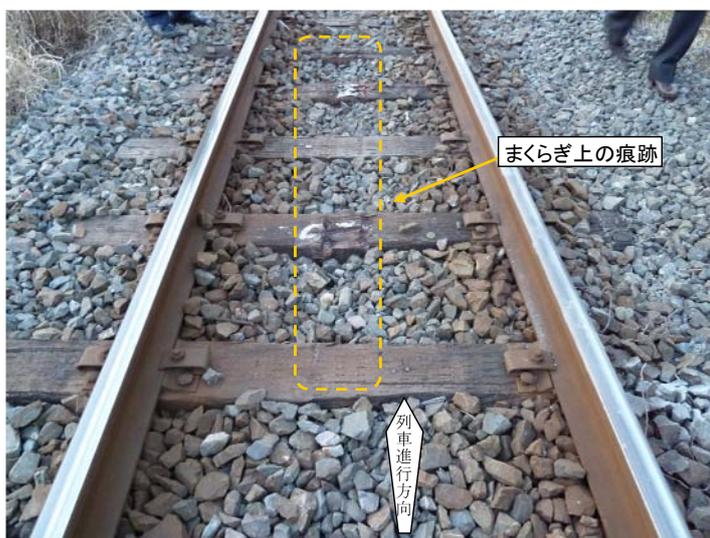


(9k567m付近)

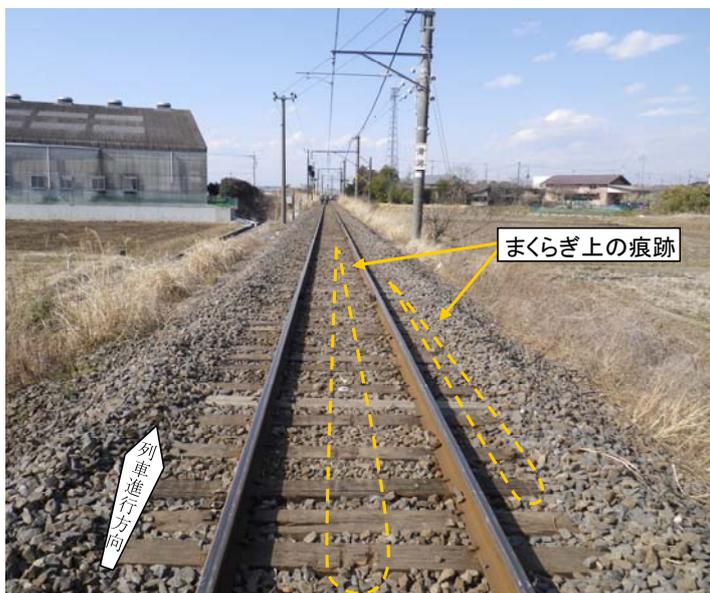
写真2 脱線の痕跡（その1）



(9k900m付近)



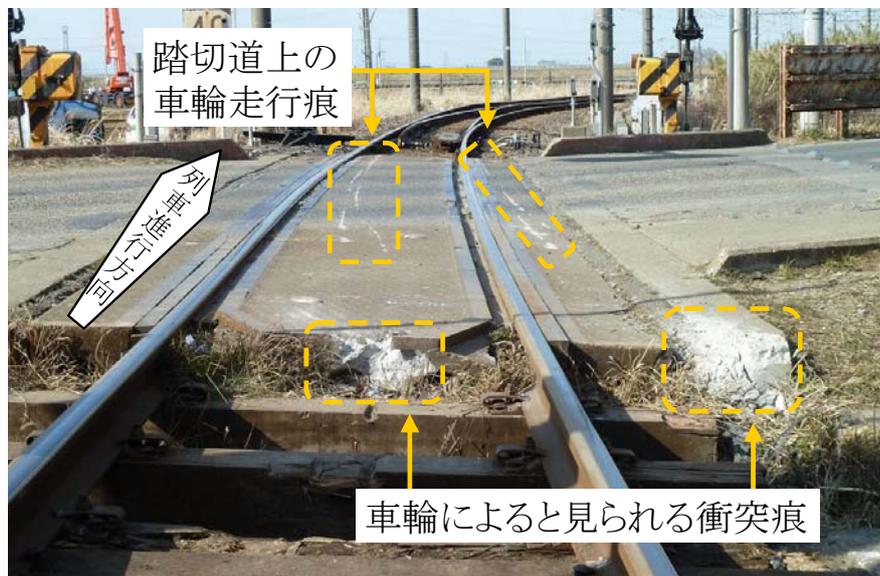
(10k900m付近)



(11k680m付近)

写真2 脱線の痕跡（その2）

滑河県道踏切道

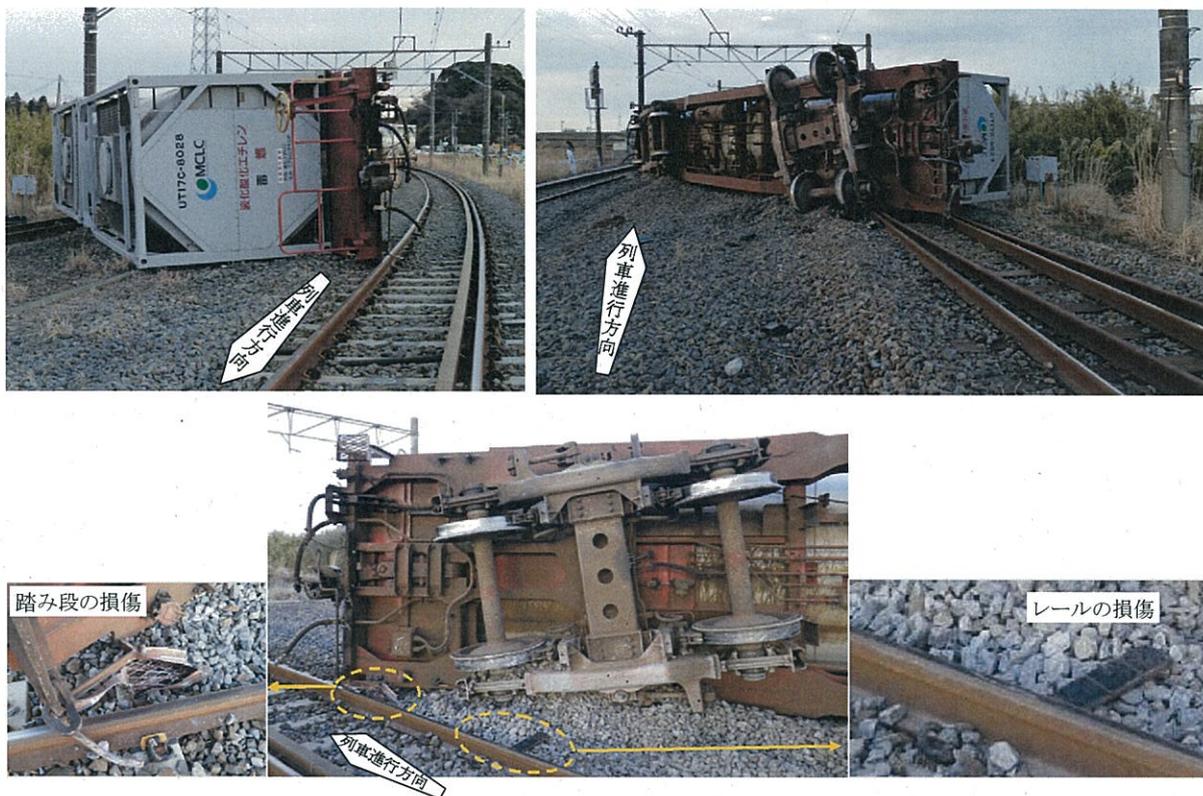


11イ分岐器



写真3 脱線貨車の損傷及び痕跡等

9両目貨車の状況



10両目貨車の状況



最初の脱線に関する分析図

附属資料

