

鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 関東鉄道株式会社 常総線 大宝駅～騰波ノ江駅間 踏切障害事故

II 京王電鉄株式会社 京王線 武蔵野台駅構内 鉄道人身障害事故

III 大井川鐵道株式会社 井川線 井川駅構内 列車脱線事故

IV 日本貨物鐵道株式会社 函館線 大沼駅構内 列車脱線事故

平成27年1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 大井川鐵道株式会社 井川線 井川駅構内
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：大井川鐵道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成25年11月24日 12時18分ごろ

発生場所：静岡県静岡市

井川線 井川駅構内

平成27年 1 月 1 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	横山茂
委員	石川敏行
委員	富井規雄
委員	岡村美好

要 旨

<概要>

大井川鐵道株式会社の井川線千頭駅発井川駅行き9両編成の下り旅客第203列車は、平成25年11月24日、閑蔵駅～井川駅間を走行中に軌道上の岩塊と衝突したが、その後の点検で車両に異常が見られなかったことから運転を継続した。同列車が井川駅に進入した頃から車両より音がして、しばらくの後衝撃があったため、列車の運転士は非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

列車は、1両目前台車の全2軸が脱線し、その台車のブレーキ装置は損壊していた。

列車の乗客約110名、運転士1名及び車掌2名に、死傷者はいなかった。

<原因>

本事故は、列車の走行中、軌道上の岩塊が車両の床下に巻き込まれて1両目前台車のブレーキ装置を支える金具に衝突し、脱落させたため、その後の走行により同装置の一部がレール面下まで垂下して分岐器の分岐線側のリードレールに当たり、台車が

そのレールに沿って押されたことから、台車の全2軸が脱線したものと推定される。

その脱線に至る過程において、運転士は列車と岩塊との衝突に気付くつも運転を継続したこと、また、その後の点検で台車のブレーキ装置を支える金具の脱落に気付かなかったことが、本事故の発生につながったものと考えられる。

また、軌道上の岩塊については、線路脇の斜面にて安定性を失って発生した落石であっ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

大井川鐵道株式会社の井川線千頭^{せんず}駅発井川駅行き9両編成の下り旅客第203列車は、平成25年11月24日(日)、閑蔵^{かんぞう}駅～井川駅間を走行中に軌道上の岩塊と衝突したが、その後の点検で車両に異常が見られなかったことから運転を継続した。同列車が井川駅に進入した頃から車両より音がして、しばらくの後衝撃があったため、列車の運転士は非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

列車は、1両目前台車の全2軸(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。)が脱線し、その台車のブレーキ装置は損壊していた。

列車の乗客約110名、運転士1名及び車掌2名に、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25年11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。

1.2.2 調査の実施時期

平成25年11月24日及び25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

事故に至るまでの経過は、大井川鐵道株式会社(以下「同社」という。)の井川線千頭駅発井川駅行きの下り旅客第203列車(以下「列車」という。)の乗務員の口述によれば、概略次のとおりであった。

(1) 運転士

列車は、閑蔵駅(千頭駅起点20k780m、以下「千頭駅起点」は省略する。)を定刻(11時59分)よりやや遅れて出発した。数分後、列車が21k500m付近を力行運転中、運転士は約5～10m前方のレール間に人頭大の岩塊を認めて力行を緩めたとき、1両目前面下部の排障器が岩塊にドンと衝突した。

また程なくして1両目中ほどの床下からもトンと異音が生じたが、運転士は大丈夫だろうと思い、運転を続けた。

その後の運転中、運転士は、岩塊との衝突と異音のことが気に掛かり、不安になったため、2kmほど走行したところで列車を止めて車両を点検した。排障器に曲損はなく、1両目床下の前側辺りを一巡して、車輪周りに異常がなかったことから、運転士は車掌Aと打合せて運転を再開した。

列車は井川駅(25k750m)にほぼ定刻(12時18分ごろ)に進入した。その頃からカタカタと金属が当たるような音がし始め、そのまま駅構内を速度約15km/hで走行中に、1両目前方からドンと車体が持ち上がるような衝撃があったので、運転士は非常ブレーキを使用して列車を停止させた。確認すると1両目の前台車が脱線していたことから、運転士は直ちに事故の発生を運転指令に通報した。

(2) 車掌A

車掌Aは2両目に乗務していた。列車は閑蔵駅をほぼ定刻に出発して走行中、1両目、2両目で続いて異音が生じたが、脱線を危惧するほどの衝撃ではなかった。しばらくして運転士からの連絡の後、列車は停止して点検が行われた。車掌Aは車内放送後に1両目に行くと、運転士から大丈夫との説明があったので、車掌Bに連絡の上、列車の運転を再開させた。

列車が井川駅に差し掛かった頃から、何回か、カタカタ、ガタンガタンと音がしていた。車掌Aが車内放送をしていると、ドンと音がして1両目が脱線し、停車した。そのとき2両目では、乗客は座席から転げ落ちることもなく、負傷者はいなかった。

(3) 車掌B

車掌Bは8両目に乗務していた。列車が閑蔵駅～井川駅間を走行中に異音を聞き、その後、列車の点検が行われた。

列車は運転を再開して井川駅に進入中、8両目は駅プラットホーム手前の第一西山隧道(25k622m、延長102m)内に停車した。そのとき、音には気付かなかった。

本事故の発生時刻は、乗務員の口述を総合すると、列車が井川駅に定刻に到着する、12時18分ごろであったものと推定される。

また、同社によれば、運転士が駅間で車両を点検したとき、運転指令への一報は行われなかったとのことであった。

(付図1 路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場略図 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 事故現場の情報

- (1) 井川駅は、2つの着発線（1番線及び2番線）と、荷役線を有する終端駅である。1番線は11号分岐器（25k721m付近）で本線から基準線（直線）側に入って25k850mまで延び、また2番線は、11号分岐器で分岐線（左曲線）側に分岐して、延長32mの左曲線ののち、24号分岐器（25k770m付近）の基準線（直線）側を経て25k865mまで続いている。なお、線路の勾配は25k687mから終端方で水平となっている。
- (2) 本事故は、上記2番線中ほどの、24号分岐器（6番の左片開き分岐器*1）上で発生した。列車の先頭は25k793m付近に停止して、1両目の前台車の中心は左に約85cm外れ、全2軸が脱線していた。（脱線の痕跡は2.4.1に詳述）
- (3) 当時、上記の分岐器はいずれも列車の進路方向に開通していた。また、現場の、24号分岐器の軌道変位やレールの摩耗は、平成25年5月の定期検査及び事故後の測定のいずれも同社の定める管理値内にあり、異常は認められなかった。加えて、まくらぎについても、レールの締結に支障を来すような腐朽等は認められなかった。

（付図3 事故現場略図、付図4 事故現場付近における脱線の主な痕跡 参照）

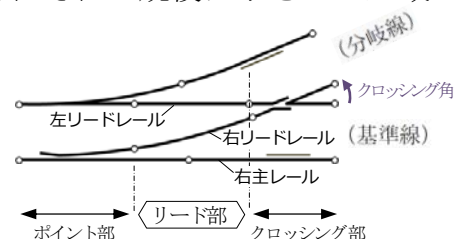
2.3.2 鉄道施設の情報

- (1) 井川線閑蔵駅～井川駅間は、大井川右岸の傾斜地に位置し、距離4,970m、平均勾配2.2%の上り勾配が続く非電化区間である。線路は、軌間1,067mmの単線であり、事故現場を含めて22kgレール（高さは94mm（使用前））及び木まくらぎによるバラスト軌道となっている。また、トンネルは20か所あり、その延長は同駅間の4割余を占めている。
- (2) 一帯の表層の地質*2は、砂岩、砂岩・泥岩の互層と、同互層起源の乱雑堆積物を成している。辺りの山稜は急峻で、それぞれの規模は小さいが広域

*1 「片開き分岐器」とは、直線軌道から片側に軌道が分岐する構造のものをいう。分岐器各部の名称は右図のとおりである。

なお、分岐器の番数は基準線と分岐線のなす角度を指し、「6番」では、クロッシング角が9°32'である。

*2 国土調査による1/50,000 土地分類基本調査「井川」 静岡県（1992）



に山崩れ崩壊地が分布している。

- (3) 同駅間でトンネル、橋梁を除いた明かり区間では、その約6割で擁壁や吹付工の落石予防工が、また約3割で柵や網等による落石防護工が施工されており、全体として7割を超える区間で落石対策工が整備されている。

なお、井川線では、災害の発生状況や斜面の状態等を総合的に勘案して、落石対策工の整備等に係る10年計画を毎年更新し、計画的に実施している。過去10年間では12か所で事業が行われたほか、平成26年度には23k030m付近で実施されることとなっている。

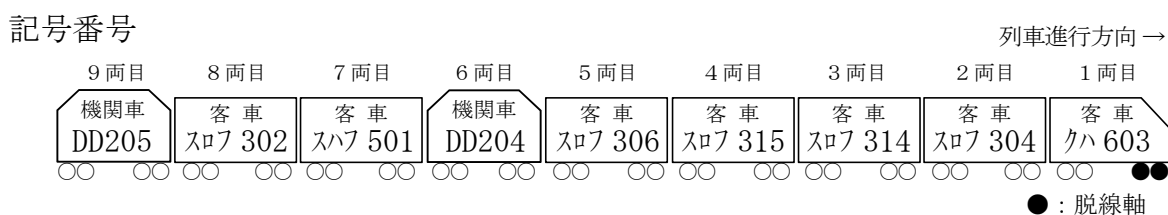
- (4) 同社によれば、井川線では、過去に、落石に乗り上げ、その場で脱線した事例（昭和50年及び昭和56年の計2件）はあるが、4章の原因で後述するように、落石と衝突して列車の床下機器が損傷し、それによって脱線したと推定される事例はないとのことであった。

(付図1 路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図5 岩塊に衝突した地点付近の主な痕跡等 参照)

2.3.3 列車の車両に関する情報

2.3.3.1 車両の概要

車種 内燃機関車及び客車
編成両数 9両（機関車2両及び客車7両。組成は記号番号のとおり。なお、機関車の制御は1両目の運転台で行われる。）
編成定員 386名（座席定員267名）



脱線した車両の主な諸元は次のとおりである。

車両番号 クハ603 制御客車
車体長 10.4 m
固定轴距 1.3 m
台車中心間距離 7.0 m
空車重量*3 11.7 t
定員 47名（座席定員32名）

なお、車両に、列車の運転状況を記録する装置は設備されていない。

*3 [単位換算] 1kg(重量):1kgf、1kgf:9.8N

2.3.3.2 車両の検査状況

本事故発生直近の車両の検査記録に異常は認められなかった。このうち、前2両の検査履歴は表1のとおりである。

表1 前2両の車両検査の履歴

検査の種類	1両目 (クハ603)	2両目 (スロフ304)
全般検査又は重要部検査	(全般)平成25年1月25日	(重要部)平成25年7月2日
状態機能検査	平成25年10月24日	平成25年11月17日
列車検査	平成25年11月23日	平成25年11月23日

2.3.4 列車の運行状況に関する情報

事故当日、列車は、乗客約110名が乗車して閑蔵駅をほぼ定刻(11時59分)に出発し、井川駅に12時18分に到着する予定であった。

なお、同駅間の最高運転速度は30km/hである。

2.4 鉄道施設及び車両の損傷、痕跡に関する情報

2.4.1 事故現場付近の鉄道施設の主な損傷及び痕跡

- (1) 25k782m付近(24号分岐器のリード部)の左リードレール(直線側)には、その頭部から左側面に向かって脱線したことを示すと思われる、線状の痕跡が認められた。また、右主レール(直線側)軌間内側のまくらぎ上にも、脱線によると思われる打痕があった。さらに、右リードレール(分岐線側)が基準線側(直線側)の軌道中心と交わる付近の、右リードレールの頭部あるいは左側面にも、擦過痕が数十cm以上生じていた。
- (2) 上記痕跡から左前方のまくらぎやレール頭部等には、脱線によると思われる打痕、擦過痕等が断続的に認められた。また、軌間保持のためのゲージストラットが変形していた。
- (3) 事故現場手前の25k733m付近(11号分岐器のリード部で、左リードレール(直線側)が分岐線の軌道中心と交わる付近)では、左リードレール頭部の右側面に、長さ1m余の擦過痕が認められたほか、分岐線側のゲージストラットが変形していた。
- (4) 25k298m付近、25k751m付近等のまくらぎ上には、列車の在線検知の区域を表す標(以下「軌道回路標」という。)が軌道中心付近の、レール面下約3cmの位置に設置されている。本事故後、その標の上部には、縦横方向とも最大1cm程度の打痕が3cm弱の間隔で生じていた。

(付図3 事故現場略図、付図4 事故現場付近における脱線の主な痕跡、付図6 軌道回路標の損傷 参照)

2.4.2 車両の主な損傷及び痕跡

- (1) 1両目では、前台車のブレーキ装置(2.6.3(2)に後述)が次のとおり大きく破損していた。また、排障器が損傷して、その下面には擦過痕が見られた。さらに、後台車にあつては、ブレーキ装置の‘押し棒’の下面に擦過痕があつた。

(前台車 ブレーキ装置の破損の詳細)

- ・押し棒の曲損
- ・押し棒受の損傷、同受(車端部寄)の脱落
- ・たててこ(車端部寄)、ストローク調整バー、ブレーキばり等の損傷
- ・留め具(ボルト、ナット等)や制輪子の破損、脱落

2両目については、前台車、後台車とも、ブレーキ装置の押し棒受が損傷しており、後台車のそれ(車両中央寄)は脱落していた。また、暖房配管に凹みが見られた。このほか、8両目床下の暖房配管や9両目の排障器等にも接触痕があつた。

- (2) 前2両の車輪各部の寸法は管理値内にあり、異常は認められなかつた。また、左右の輪重バランス(静止輪重比)についても同様であつた。

なお、1両目前台車の車輪踏面は、脱線後の走行により損傷していた。

- (3) 事故現場付近の軌道上には、破損し、脱落した制輪子等の一部があつた。

また、21k480m前後の軌道上に、列車から脱落した、1両目前台車及び2両目後台車のブレーキ装置の押し棒受とその留め具が認められた。

- (4) 列車の運転士によれば、列車が千頭駅を出発したとき、車両に異常はなかつたとのことであつた。

(付図4 事故現場付近における脱線の主な痕跡、付図5 岩塊に衝突した地点付近の主な痕跡等、付図7 前2両の床下機器の主な損傷 参照)

2.5 乗務員に関する情報

運転士 男性 29歳

甲種内燃車運転免許

平成18年6月14日

車掌A 男性 22歳

車掌B 男性 35歳

2.6 列車と衝突した岩塊に関する情報

2.6.1 列車と衝突した岩塊と軌道の主な痕跡

- (1) 列車と衝突した岩塊（2.1(1)の運転士の口述を参照）は21k487m付近の軌道上で1個確認され、大きさはおよそ30cm×25cm×20cmの人頭大程度、重量20kg程度の泥質岩であった。
- (2) その手前の21k474m付近には、左レール頭部の左側面に石状のものが衝突した跡があった。また、軌道中心付近のまくらぎ等には大きさ数十cmの引き摺った痕跡があり、それが岩塊のあった地点^す辺りまで点在していた。
- (3) なお、列車が岩塊と衝突した付近の線路は、御花橋梁^{りょう}（21k438m、支間長15m）から続く、半径50m、延長34m、勾配25%の右曲線となっており、起点方からの見通し距離はおよそ25m程度であった。また、本事故後、この付近の軌道に、車輪がレールに乗り上げたり、脱線したような痕跡は確認されなかった。
- (4) 列車が上記岩塊と衝突した1時間20分ほど前には、対向する上り列車（井川駅発千頭駅行き上り旅客第202列車）が同付近を通過したが、線路に異常はなかった。

（付図5 岩塊に衝突した地点付近の主な痕跡等 参照）

2.6.2 斜面の状況

- (1) 21k474m付近（前項(2)を参照）の線路左側は、平均斜度35°程度の急峻な自然斜面（以下「本件斜面」という。）が線路からの比高で数十m上方に続いている。本件斜面は、線路脇に平行する、用地境界越しの民有地にあつて、杉の林地となっており、地表には砂岩・泥岩の互層に落葉落枝、腐植土が堆積している。また、人頭大ほどの岩塊（転石^{*4}）が点在しており、斜面上方には露岩も見られる。

列車と衝突した岩塊は、本件斜面の表層の岩等と同様な性状を有していたが、本事故後の本件斜面に、岩塊が抜けた跡のような真新しい^{くぼ}窪みや、落石の経路を示唆するような痕跡は確認できなかった。

本件斜面付近は、その起点方30mほどが切土されて、石積又はコンクリートによる擁壁の箇所もあるが、落石を防護する設備は設けられていない。

- (2) 本件斜面については、日常、実施基準^{*5}に基づく線路、構造物の検査基準

*4 「転石」とは、斜面に堆積している岩塊をいう。一方、「浮石」とは、斜面（岩盤）から剝離しかかっているか、あるいは浮き出して不安定になっている岩塊をいう。

*5 ここでいう「実施基準」とは、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき国土交通省に届け出ている同社の実施基準をいう。

を踏まえて線路巡視が行われるほか、毎年、落葉後に‘山腹調査’と称する踏査を行って、斜面の状態等が定期的に確認されている。

線路巡視は、徒歩等により、月に2回以上実施される。本事故発生直近では、平成25年11月10日、同月15日及び同月23日に、鉄道施設の状態を線路上から目視にて確認しており、同斜面には異常はなかった。

一方、山腹調査は、同社の施設係員数名が斜面の上方、下方に分かれておおよそ斜面に沿って地表踏査をし、目視を基本に、斜面の健全性のほか転石や浮石の状況、落石対策工の機能点検等斜面の状態を確認している。本件斜面の直近の調査は、平成24年12月19日に行われており、不安定な状態の岩塊は認められず、異常はなかった。

- (3) 同社の過去5年間の記録によれば、本件斜面に接する線路では、列車の乗務員等によって、拳大から人頭大か、あるいはそれをやや超える程度の大きさの落石が年1～2件程度確認されていた。なお、いずれの落石（本事故を除く）も、乗務員等が除去して、列車の運転を再開している。

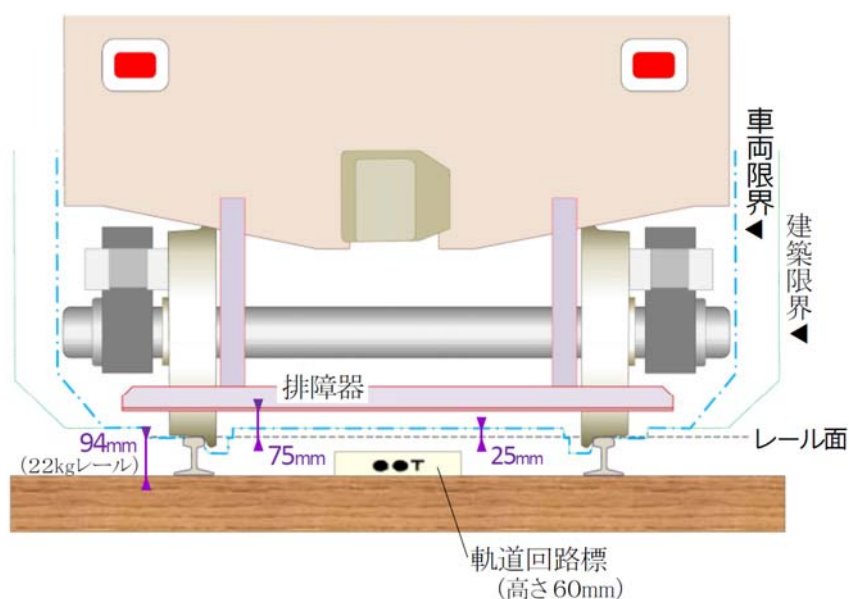
(付図5 岩塊に衝突した地点付近の主な痕跡等 参照)

2.6.3 車両下部の空隙

- (1) 井川線は、トンネルが小断面で、急峻な山間を縫って敷設されていることから、車両の断面は小さく、その下部にあってはレール面上25mmの位置に、図1のような、車両が超えてはならない「車両限界」が設定されている。

この限界に対し、本事故後に、ブレーキ装置の押し棒受の高さ等を確認したところ、列車の前2両では表2のとおりであったほか、2両目の暖房配管はレール面上165mmであった。また、1両目前面の排障器はレール面上75mmに設定されていた。

図1 車両下部と軌道との離れ



注) 井川線の車両限界等に、客車の車両断面、軌道回路標等を追記した図である。

表2 押し棒受のレール面上高さ (空車、静止状態)

	1軸目寄	2軸目寄	3軸目寄	4軸目寄
1両目 (mm)	脱落	損傷(脱線)	65	72
車輪径 (mm)	504	504	504	504
受のライナ厚(mm)	35	35	19	19
2両目 (mm)	90	90(曲損)	脱落	93
車輪径 (mm)	544	544	544	544
受のライナ厚(mm)	19	19	19	19

(2) 客車の台車のブレーキ装置が作動する仕組みを巻末の参考図に示す。

同装置では、ブレーキを作動させるとき、ブレーキシリンダで発生させたブレーキ力を、押し棒、たててこ等からなるリンク機構を介して伝達し、制輪子を車輪踏面に圧着させている。

このリンク機構は、台車長手方向中央付近の、車両側面から見て台車の奥まったところにある。その車体中央寄を引き棒を介してブレーキシリンダにつなぎ、もう片方の車端部寄を枕ばり側面のとてこ受で留めるとともに、さらに枕ばり底面にボルトで取り付けられた2つの押し棒受で押し棒を受けている。このとき仮に車端部寄の押し棒受が外れると、ブレーキが緩解状態のときにたててこ等が垂下可能となって、それらと接続する押し棒も傾くこととなる。その結果、一たび垂下すれば、このリンク機構が正常に作動できなく

なり、同台車のブレーキ性能は十分発揮されないことにつながるおそれがある。

押し棒の端部は、幅14mmの凸部が30mmの間隔を置いて二又に分かれてたててこを挟み、ピンで留める構造となっている。押し棒はブレーキの作動に伴い上下するので、ブレーキを緩解したときに緩解不良とならないよう、車輪径等に応じ、ライナで押し棒受の高さが調整される。なお、ブレーキ装置の最低高（レール面上）は、押し棒^{*6}の底面である。

- (3) 脱線した1両目前台車のブレーキ装置は大きく破損しており（2.4.2(1)を参照）、押し棒受を外したときの上記の状態を再現するのは困難であったことから、その台車と同程度の車輪径等を有する車両を用いて、車端部寄の押し棒受を外したときの押し棒の垂下量を調査した。表3はその結果である。これによれば、車輪径が500mm程度^{*7}の台車にあっては、正常なときの押し棒の高さにかかわらず、押し棒受を外したときに押し棒はレール面下辺りまで垂下し、その垂下量は8cm程度であった。このとき、台車の枕ばり（すなわち車体）は枕ばねを介して輪軸につながっていることから、押し棒の高さは、旅客等の乗車による荷重分（枕ばねは13mm程度変位）や、走行による車体の浮き沈み分（同ばねは±1cm程度伸縮）からも変動する。したがって、定員乗車の客車が押し棒受のない状態で走行した場合は、押し棒が正常な位置より10cm近く垂下することも起こり得ると想定される。

表3 押し棒受を外したときの押し棒の垂下量

車両	スロフ309	スロフ311	スロフ313
垂下量 (mm)	84	83	78
正常なときのレール面上高さ (mm)	78	81	58
垂下したときのレール面上高さ (mm)	-6	-2	-20
車輪径 (mm)	500	490	500
受のライナ厚 (mm)	16	16	48

条件) 空車、静止状態で、かつブレーキの緩解のとき

(付図7 前2両の床下機器の主な損傷、参考図 1両目前台車 ブレーキ装置の仕組み(概要) 参照)

2.6.4 線路に異常があるとき等の運転取扱い

列車運転中、線路に異常があるとき等の取扱いは、同社の‘運転取扱心得’(運転取扱実施基準)において次のとおり規定されている。

*6 押し棒の端部は押し棒受で支えられている部位より大きいので、押し棒と押し棒受の最低高は同一である。

*7 使用前の車輪径は560mmである。

(列車及び線路に異常があるときの処置)

第289条 運転士は、列車運転中に車両に異常な音響・臭気または衝動を感知したときは、速やかに停止し、制動機を緊締したまま手歯止めを使用するなど、転動防止の手配を行った後、車両または線路の異常の有無を点検しなければならない。

(列車途中停止の通報方)

第294条 乗務員は、故障その他の事由により、停車場間の途中で列車が停止したとき列車無線または携帯電話機を使用して運転指令者に通報しなければならない。

2.6.5 線路に異常があるとき等の運転取扱いに関する教育の状況

運転士に対しては、資格取得時における教育のほか、毎年定期的に、運行中のトラブルに対する処し方等の再確認、再教育が行われてきた。

同社によれば、本事故を受けて振り返るに、列車運行中に支障物と接触したときの車両点検は、これまで、車両の縁から、処置者が目に見える範囲で、レール面や車輪周り、連結部の状態を中心に確認することになりがちとなつて、車両床下奥の機器までを確認することが必ずしも十分なされていたとは言えない面もあったとのことである。このため、平成25年12月には、本事故を受けて初めて、関係する運転士等に対し、建築限界、車両限界と、車両の床下機器との関係等に関する知識・技能の習得が行われた。(詳細は5.2に後述)

2.7 事故現場周辺の気象及び地震に関する情報

- (1) 事故発生当時の天候は晴れであった。
- (2) その直近1週間は、天候は概ね良好であり、風は、平均風速が0.6～1.8m/s、最大風速が1.9～3.3m/sであった(アメダス(井川)の観測結果)。また、震度2以上の地震は観測されなかった。
- (3) 現場周辺は年降水量3,000mmを超える多雨地帯で、直近3か月間では平年値の1.4倍の降水量となっていた。

3 分析

3.1 脱線に関する分析

3.1.1 本事故の発生場所

列車の脱線は、2.4.1の事故現場の態様から、井川駅24号分岐器リード部の25k782m付近にて、1両目前台車が分岐線方向(左方向)に向かって落輪して

始まり、その後は、脱線した台車の右車輪が基準線（列車進行方向側の線路）左レールの軌間内側に沿ってまくらぎ上を走行し、25k793m付近で停止したものと認められる。

3.1.2 脱線に至る経過

- (1) 2.1(1)の運転士の口述のとおり、列車は21k474m付近にて、レール間の2.6.1の岩塊と衝突したものと推定される。2.4.2及び2.6.1の痕跡から、当時、レール間の軌道中心付近にあった大きさ20～30cmの岩塊が、列車前面で、まくらぎ上17cm前後に位置する排障器の下方に当たり、列車の床下に巻き込まれた後、1両目前台車底面のブレーキ装置等と衝突し破損させ、まくらぎ上14～15cmに位置する（後述の(3)①を参照）、車端部寄の押し棒受を脱落させたものと推定される。また、このとき、運転士らが感知した異音はこれらの衝突音であったものと推定される。
- (2) 1両目前台車のブレーキ装置のリンク機構は、前述の脱落でブレーキの緩解時に押し棒の支えがなくなり、また、走行中の車両の振動や速度調節等の運転操作により同リンク機構に動きが加わったことから、列車が井川駅に接近した頃までには、同装置の押し棒等が2.6.3(2)に記したように垂下していたものと推定される。
- (3) その垂下の程度は、次の試算によれば、押し棒とたててことの接続部は車両限界を超えて、レール面下3cm余の位置付近まで下がっていたものと考えられる。
 - ① 岩塊と衝突する前、1両目前台車の押し棒受の最低高は、
 - ・ 1両目後台車の押し棒の高さが約69mmであったこと、
 - ・ 1両目の車輪径は同一であったことを基に、押し棒受のライナ厚を考慮すると、車両限界内の、レール面上約53mmであったものと見積もられること。（2.6.3(1)を参照）
 - ② 垂下量は、2.6.3(3)に記した試算により、空車、静止状態で8cm程度と見積もられること。
 - ③ 当時、1両目にはおおよそ定員の3分の1前後の乗客が乗車していたものと考えられることから、その重量に対する台車の枕ばねの変位は4mm程度と見積もられること。また、走行による車体の浮き沈み分（枕ばね高さの伸縮）は±1cm程度と見積もられること。（2.6.3(3)を参照）

このことから、2.4.1に記した、軌道回路標上部の打痕や分岐器のリードレール上の擦過痕は、軌道中心付近にてレール面下まで垂下した1両目前台

車のブレーキ装置がそれらに当たった痕跡であって、そのとき発生した打音を列車の乗務員が断続的に聞いたもの（2.1の口述を参照）と推定される。

- (4) 以上の経過を受け、列車が井川駅24号分岐器の基準線側を通過していたとき、レール面下まで垂下していた、1両目前台車の押し棒とたててこの接続部が分岐線側のリードレールに当たり、そのレールに沿って動いたことから、台車が分岐線方向に押されて、基準線上の車輪（同台車の全2軸）がその方向に脱線したものと推定される。

(参考図 1両目前台車 ブレーキ装置の仕組み(概要) 参照)

3.2 軌道上の岩塊に関する分析

- (1) 2.6.1 及び 2.6.2(1)の状況を総合すれば、21k487m付近の軌道上にあった岩塊は、列車と衝突するまでの1時間余の間に、本件斜面から21k474m付近のレール間へ転がり落ちたもの（落石）であって、その衝突後は3.1.2(1)に記したように、列車の床下に当たって引き摺られ、上記21k487m付近まで運ばれたものと推定される。

そして、その落石は、2.7に記述したように事故発生直前数日間に降雨や地震の発生がなかったことから、本件斜面上の岩塊が経年で安定性を失ったことによって発生したものと考えられる。

- (2) 本件斜面では、2.6.2(2)に記したように、毎年、落葉後に、不安定な状態の岩塊の有無を含めて山腹調査が行われている。しかし、
- ・ 落石は年1～2件程度発生し、また、今般、本事故につながった落石は前回の踏査から1年が経過しようとしていた矢先であったこと、
 - ・ 付近一帯の山稜は急峻で山崩れ崩壊地が分布し、表層の地質は砂岩、砂岩・泥岩の互層等となっていること、また、多雨地帯であること（2.3.2(2)、2.7(3)を参照)

を踏まえれば、本件斜面付近は落石が発生する素因を含んだ箇所と考えられることから、地表踏査では不安定な岩塊の有無に特に留意するなど、その管理をより適切かつ丁寧に実施していく必要があると考えられる。

そのために、線路上から目視で確認する線路巡視等を充実強化していくことはいうまでもないが、今般、現に、本事故が発生したことを考慮すれば、落石のおそれがないかを実地に即して、網羅的に把握し、落石の未然防止を期すことに留まらず、対策を^{とど}一步進めて、本件斜面に接する線路付近に落石防護の柵あるいは網等を設けるなど、落石から線路を防護する方策を検討していく必要がある。

3.3 列車が岩塊と衝突したときの運転取扱いに関する分析

- (1) 2.1 (1)に記した運転士の口述によれば、列車は走行中に軌道上の岩塊と衝突し、1両目の床下から異音が生じたものの、運転士は大丈夫だろうと思い、運転を継続したとのことである。当時、運転士は列車前面の運転台でその始終を現認していたことから、異音を感知したときのかかる取扱いは、2.6.4の運転取扱心得第289条に照らせば、運転士に裁量の余地はなく、まずは列車を速やかに停止させ、所要の措置を講じなければならなかったものと認められる。

それゆえに、列車の床下に巻き込まれた岩塊が複数の床下機器を損傷させたことはもとより、2.4.2(3)に記した、1両目前台車のブレーキ装置の押し棒受等が軌道上に脱落していたことに気付く機会とならず、本事故の発生につながっていったものと考えられる。

こうしたことから、本事故を教訓に、

- ・ 列車の走行中に、運行上障害となる線路上の支障物が認められたときは躊躇なく、同社の規定に則して速やかに停止手配がとられ、衝突が可能な限り回避されるようにすること、
- ・ 列車がやむを得ず線路上の支障物と衝突したときは、同社の規定に則して所要の措置が確実に講じられること、

そのとき、措置に関わる者が、床下機器の作動の仕組みや、その衝突によって生じる機器の不具合、あるいはその点検方法等に関する知識に乏しいために、本来走行できない状況下で列車の運転が再開されることのないよう、状況の把握及び適切な処置に関して、運転士及び運転指令の知識、技能が確保され、また維持されていくこと

が必要である。

- (2) 2.1の乗務員の口述を総合すると、岩塊との衝突後、列車は2kmほど走行して、車両の点検が行われたものと認められる。その点検が行われたときは、既に、1両目前台車のブレーキ装置から押し棒受が1つなくなっていたが、
- ・ 車両は制動状態であったために、1両目前台車のブレーキ装置のリンク機構がある程度機能していたか、
 - ・ 運転士は、列車前面の排障器、続いて車輪周りを中心に見たために、台車の奥まったところにある、ブレーキ装置のリンク機構まで目に留まらなかったか、あるいはその装置の変状に気付かなかった(2.1(1)及び2.6.5後段を参照)

ため、運転士は、2.1(1)の口述に記した‘車両に異常がなかった’と認識し、押し棒受の脱落には気付かなかったものと考えられる。

なお、2.1の文末に記したように、運転士が車両の点検を行ったとき、運転指令にはその通報がなかったことから、運転士は2.6.4の運転取扱心得第294条に定める取扱いを確実に履行すべきである。

4 原因

本事故は、列車の走行中、軌道上の岩塊が車両の床下に巻き込まれて1両目前台車のブレーキ装置を支える金具に衝突し、脱落させたため、その後の走行により同装置の一部がレール面下まで垂下して分岐器の分岐線側のリードレールに当たり、台車はそのレールに沿って押されたことから、台車の全2軸が脱線したものと推定される。

その脱線に至る過程において、運転士は列車と岩塊との衝突に気付いても運転を継続したこと、また、その後の点検で台車のブレーキ装置を支える金具の脱落に気付かなかったことが、本事故の発生につながったものと考えられる。

また、軌道上の岩塊については、線路脇の斜面にて安定性を失って発生した落石であったものと考えられる。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

列車の運転中、線路上に支障物が認められたときは、躊躇なく、速やかに停車手配をとる必要がある。あわせて、やむを得ずそれと衝突したときは、その状況を把握し、処置や運行継続の可否の判断を適切に行うなど、社の規定にのっとり所要の措置が確実に講じられるようにし、そのために、運転士及び運転指令においては、同措置を行うために必要な知識・技能を確保、維持する必要がある。

また、本件斜面については、落石災害を防止するため、斜面の状態把握、管理を適切に行って、不安定化の兆候のある岩塊が斜面上から常に除去されている状態であるよう努めるとともに、線路を落石から守る落石対策工（特に、落石防護工）の整備について検討していく必要がある。

5.2 同社による再発防止対策

(1) 井川線では、事故後緊急に、次の措置等を講じた。これらの指導、周知については、引き続き、適時繰り返し実施していく。

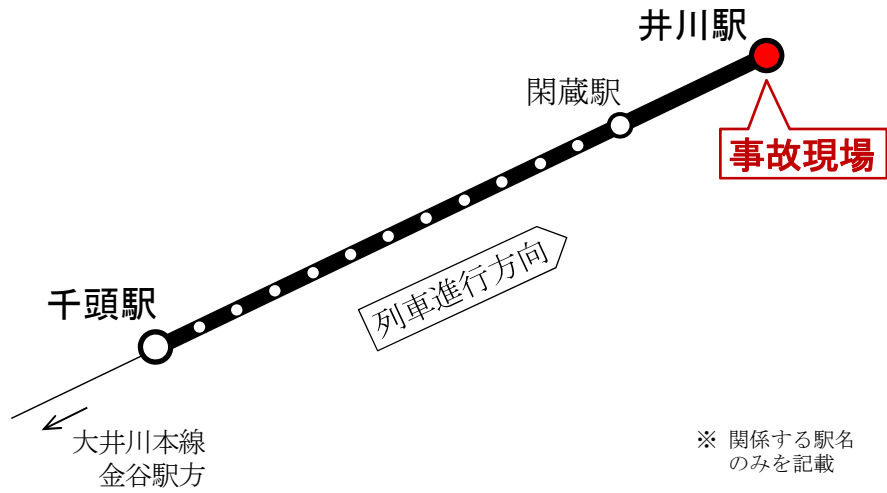
① 線路及び斜面の点検を直ちに実施して、斜面等に異常がないことを確認。

- ② 同線所属の乗務員に、列車の点検の完全励行、及び基本動作の徹底を改めて周知、指導。
 - ③ 軌道上の支障物等、異常が認められたときの取扱い（停止手配、連絡・通報、状況把握の順序等）を実際の手順に即して改めて整理し、手順書として制定。これに伴い、関連の規定も改定。
 - ④ 車掌等にあつては、列車の運行中に異常を覚知したとき、車掌弁を操作して列車を停止させ、状況を運転士に連絡することを徹底。
 - ⑤ 同線所属の鉄道係員全員に対して実地に講習を実施して、車両限界等と車両の床下機器との位置関係、台車のブレーキ装置の構造と作用（本事故で発生した事象の説明を含む）を周知。また、列車運行の妨げとなる軌道上の支障物の大きさと、運転台からのその見え方も確認。
 - ⑥ 列車が支障物と衝突して、客車を車両点検するときは、台車のブレーキ装置等をしっかり確認するよう指導。
- (2) また、同社は、井川線の落石対策のため、引き続き、山腹調査等による斜面の状態把握、不安定化した岩塊の除去等を確実に行うとともに、本事故を受けて、本件斜面に新たにポケット式^{*8}の落石防護網を設置することとした。

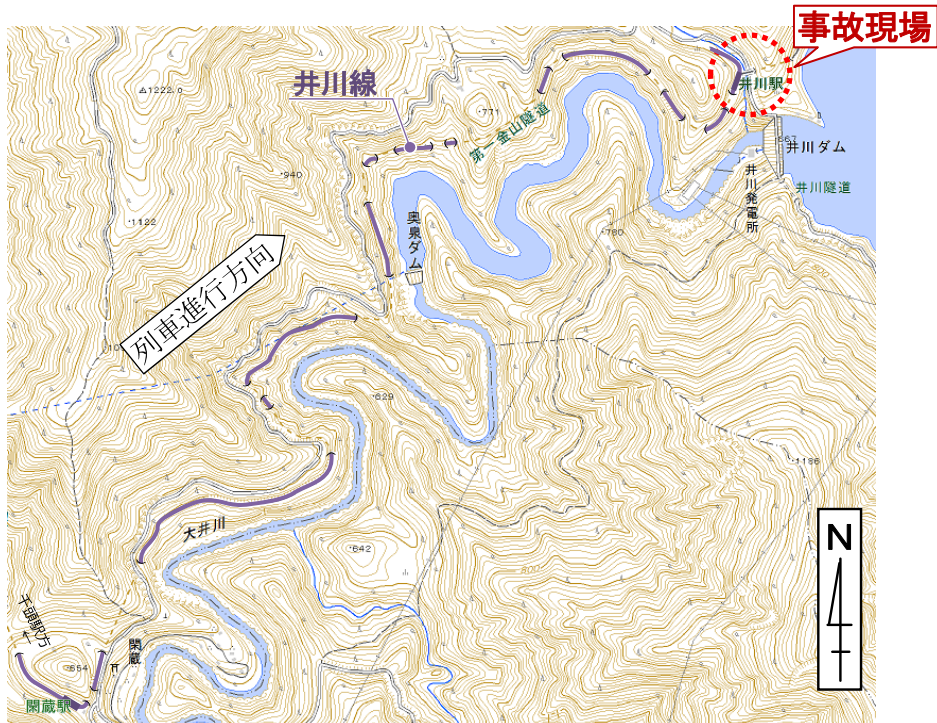
^{*8} 「ポケット式の落石防護網」とは、金属網を斜面に配して、その最上部を斜面から離し、網と斜面との間をポケット状にすることにより、落石をそのポケット部に落とし込め、線路を防護するものである。

付図1 路線図

井川線 千頭駅～井川駅間 25.5 km (単線)



付図2 事故現場付近の地形図

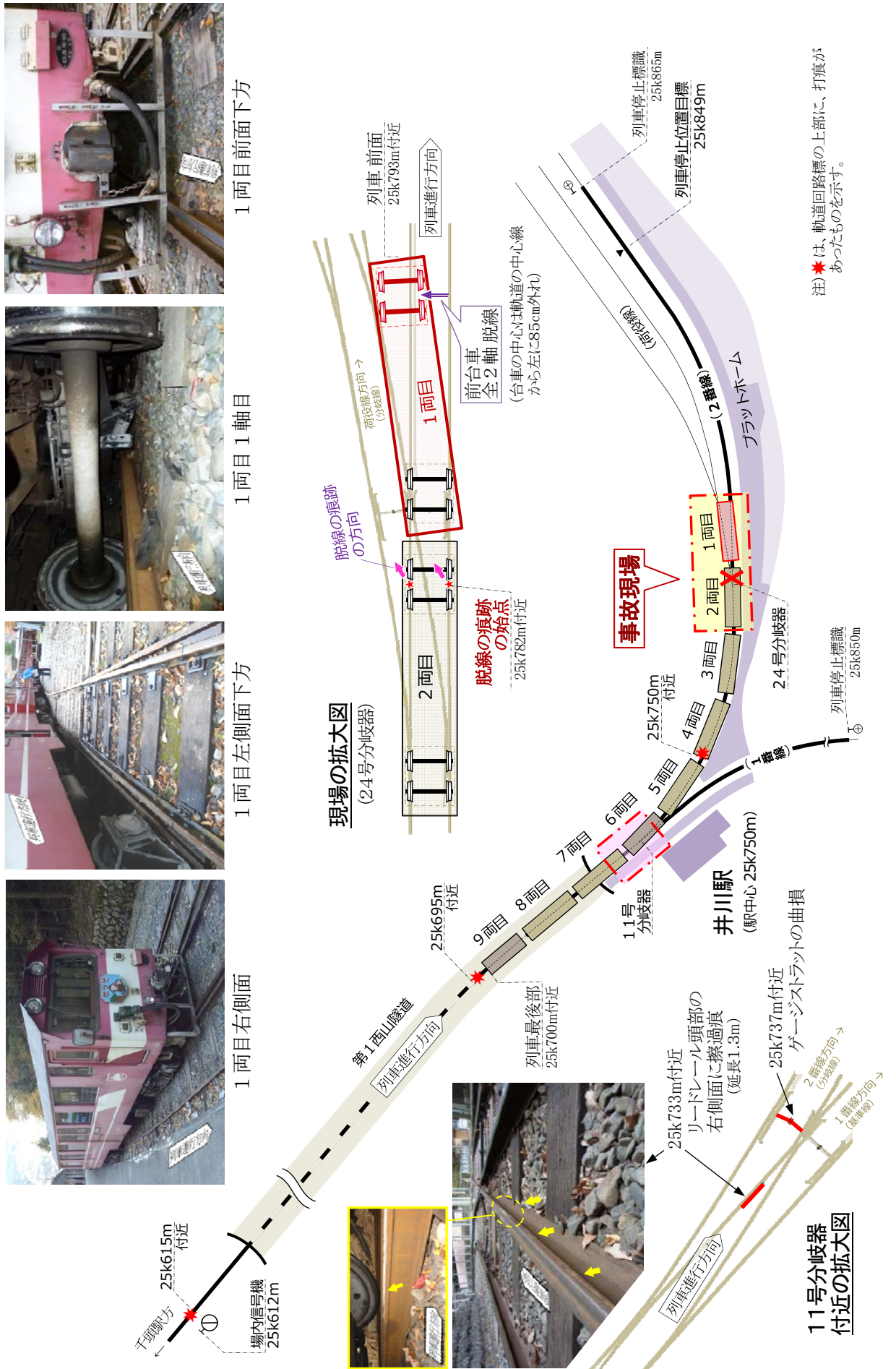


1:25,000 井川

200m 0 200 400 600

国土地理院 2万5千分の1
地形図使用

付図3 事故現場略図



付図4 事故現場付近における脱線の主な痕跡



↑ 事故現場 (24号分岐器) 付近の全景

※ 写真の車両は、脱線した1両目 (後部) である。

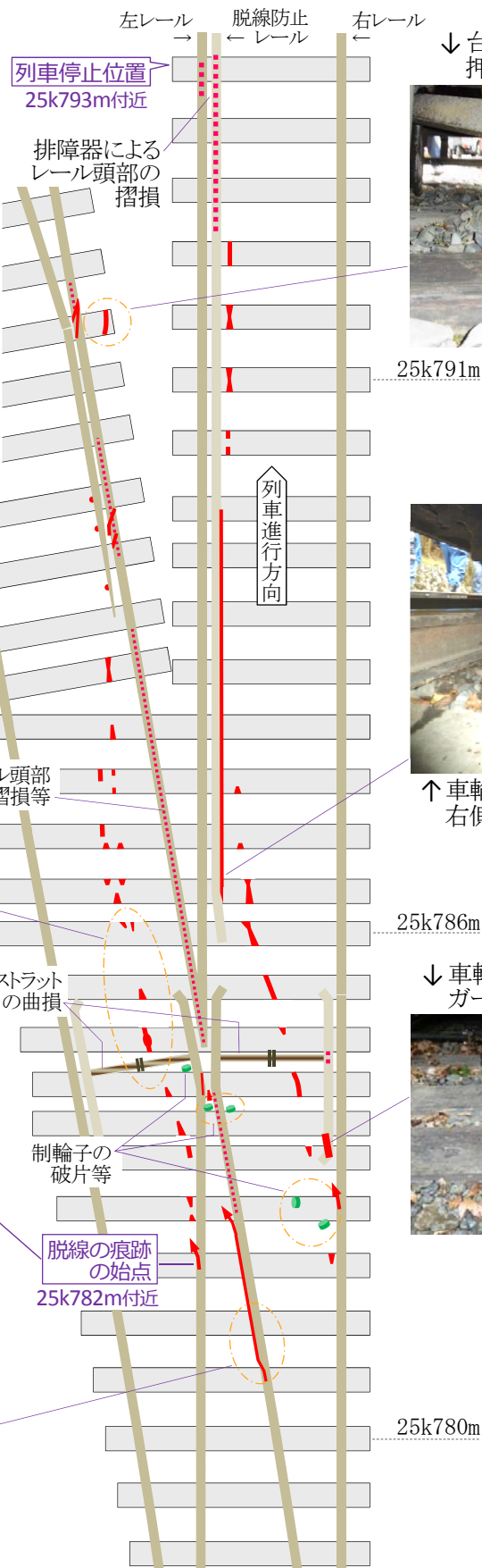
↓ 車輪による打痕 (1両目右側)



↓ 脱線の痕跡の始点 (左レール)



↓ リードレール頭部左側面の擦過痕



↓ 台車のブレーキ装置の押し棒等による打痕



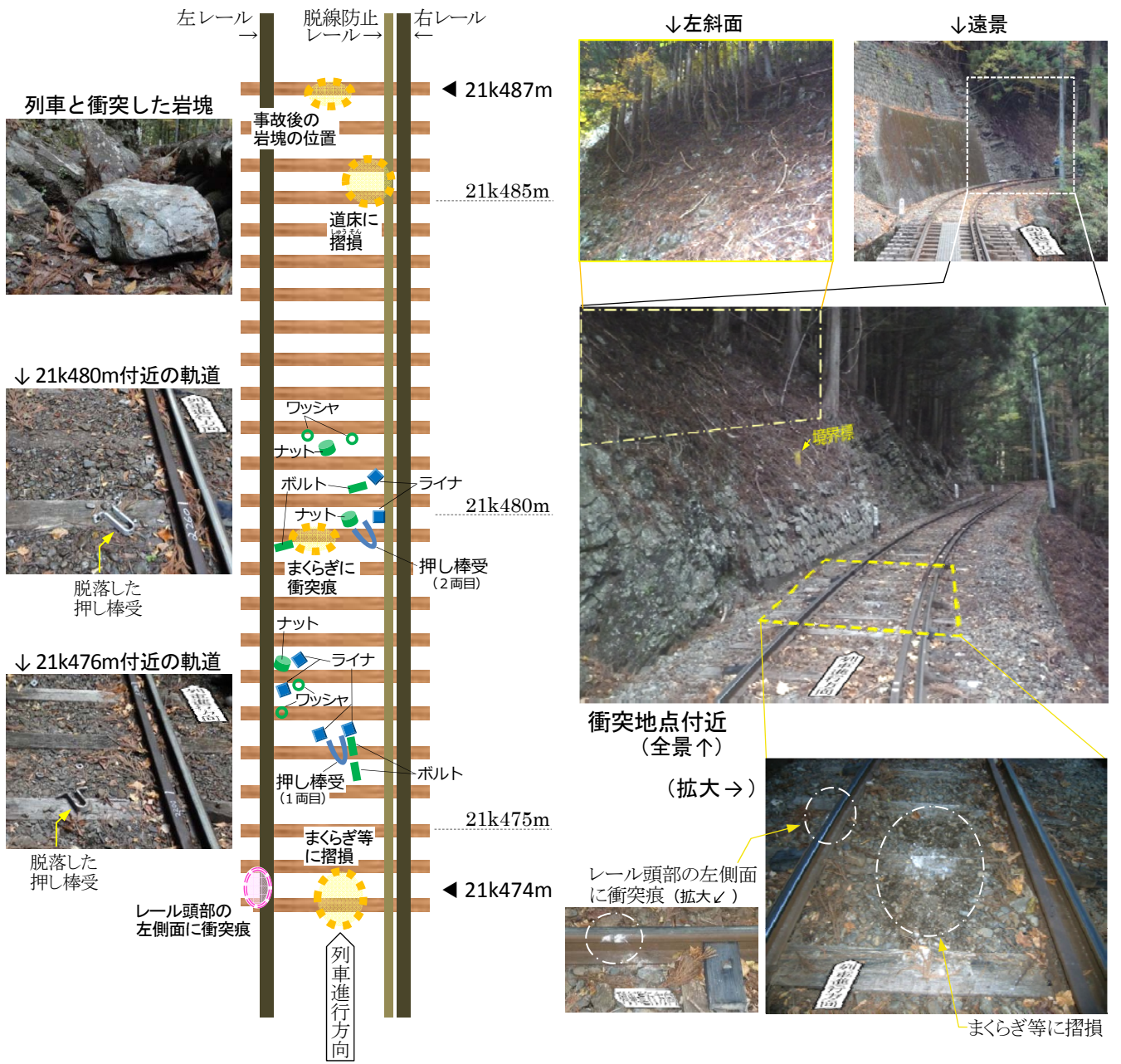
↑ 車輪による脱線防止レール右側面の擦過痕

↓ 車輪によるガードレール頭部の擦過痕

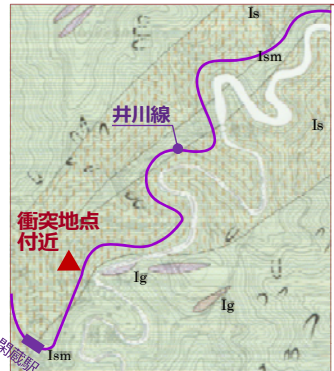


(注) まくらぎやレール上の赤色の印は、脱線の主な痕跡である。

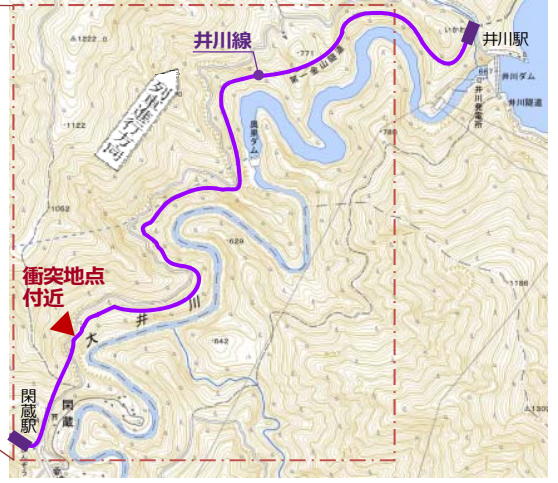
付図5 岩塊に衝突した地点付近の主な痕跡等



- < 凡例 >
- Is 砂岩及び砂岩優勢の砂岩泥岩互層
 - Ism 砂岩泥岩互層起源の乱雑堆積物
 - Ig 緑色岩類
 - 崩壊地



表層地質図
 国土調査による1/50,000土地分類基本調査(表層地質図)「井川」静岡県(1992)を使用し運輸安全委員会が作成



1/25,000 井川
 国土地理院2万5千分の1地形図使用

付図6 軌道回路標の損傷

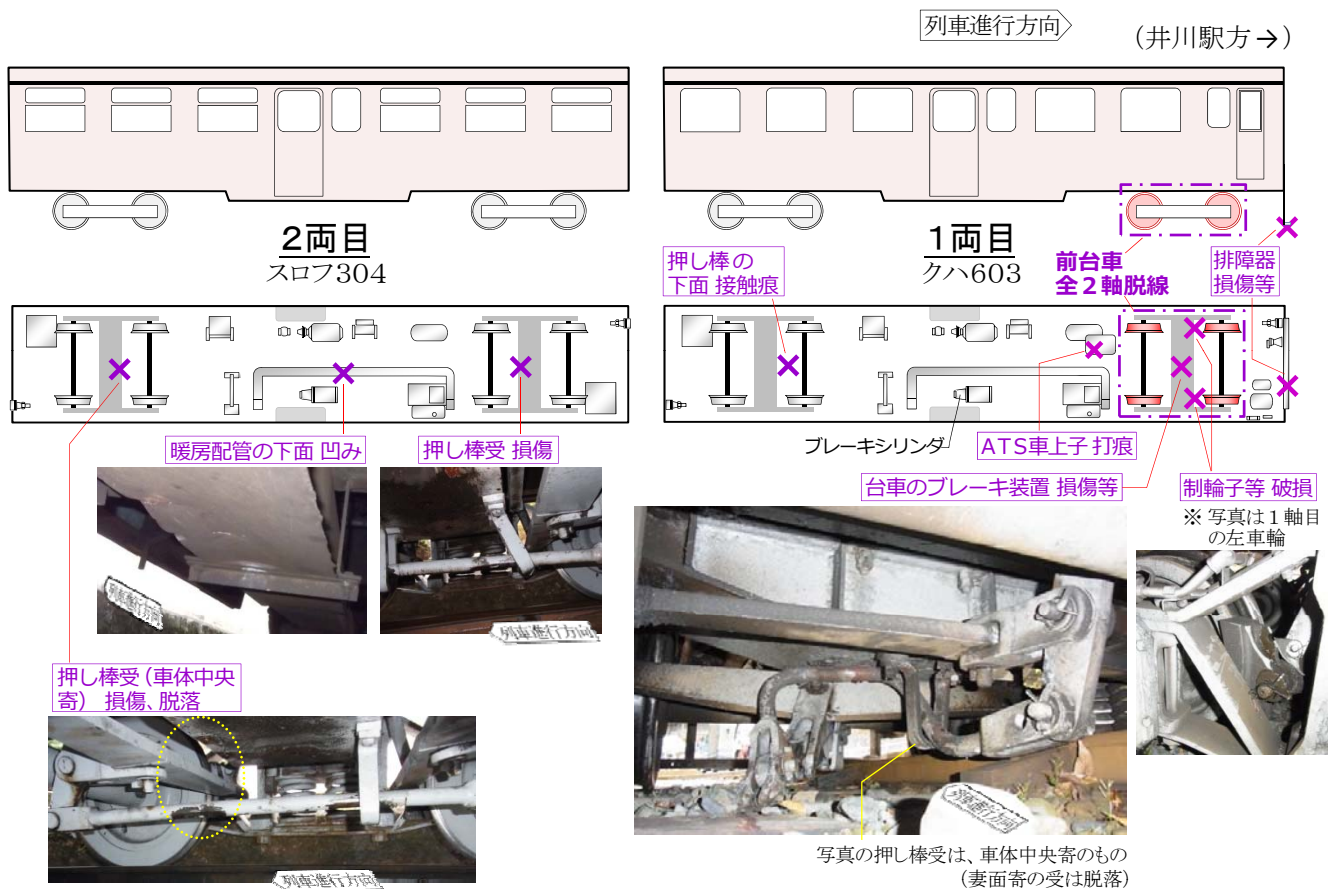


※ 写真は、25k298mに設置の標の例

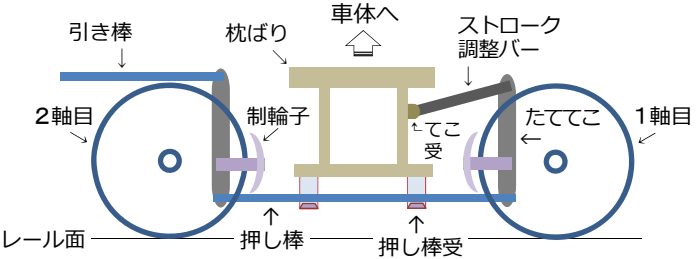
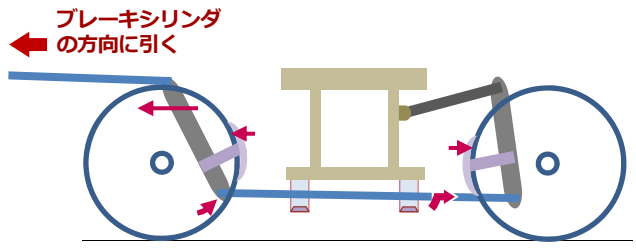
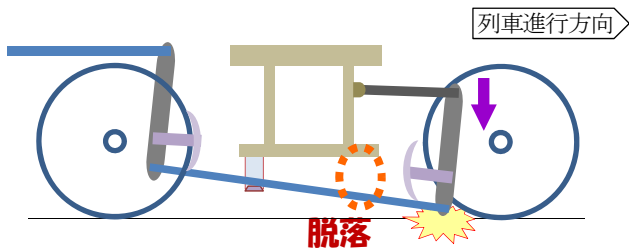


◀ 折れ尺がレール面の位置を指す

付図7 前2両の床下機器の主な損傷

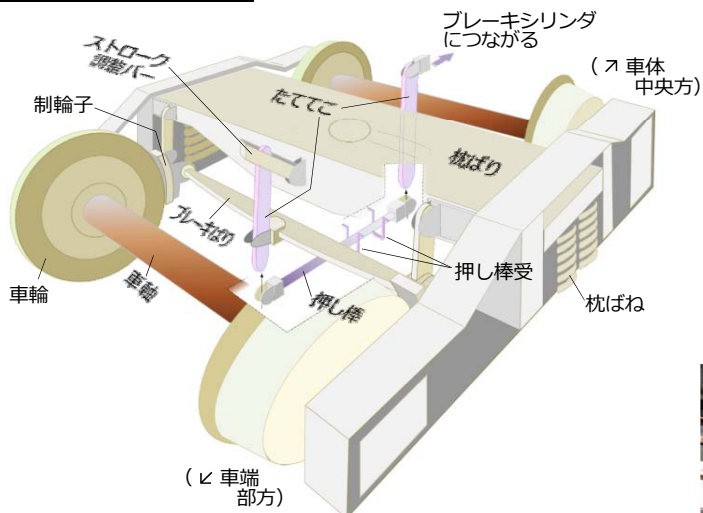


参考図 1両目前台車 ブレーキ装置の仕組み（概要）

<p>ブレーキの緩解の状態</p> <ul style="list-style-type: none"> 台車のブレーキ装置の押し棒は、その受で支えられて概ね水平状態。 なお、引き棒は、車体に装架したブレーキシリンダに接続。 	
<p>ブレーキの作動</p> <ul style="list-style-type: none"> ブレーキシリンダの作動により、2軸目のたてこ上方がシリンダ側に引かれて、2軸目の制輪子が車輪踏面に接触し、またたてこ下方は1軸目方向に押される。 その結果、押し棒はやや持ち上がりながら1軸目方向に動き、1軸目のたてこも連動。 これらにより、1、2軸目の制輪子が車輪踏面に圧着し、ブレーキが作動。 	
<p>井川駅進入当時の状態（推定）</p> <ul style="list-style-type: none"> 岩塊との衝突で、1軸目方の押し棒受が脱落。 その後の走行による振動や運転操作により、1軸目のたてこ等が垂下して、たてこと押し棒との接続部がレール面付近の位置となる。 	

※ 本図は、台車のブレーキ装置が作動する仕組みを模式的に表したものである。

客車台車の概念図



押し棒の垂下（模擬）

