

RA2013-9

鐵道事故調查報告書

九州旅客鐵道株式会社 肥薩線 瀬戸石駅～海路駅間 列車脱線事故

平成25年12月20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」

九州旅客鉄道株式会社 肥薩線 瀬戸石駅～海路駅間
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：九州旅客鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成24年12月15日 12時36分ごろ

発生場所：熊本県あしきたぐんあしきた葦北郡芦北町

ひさつせん肥薩線 せといし瀬戸石駅～かいじ海路駅間（単線）

やつしろ八代駅起点21k540m付近

平成25年11月18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>

九州旅客鉄道株式会社の熊本駅発人吉駅行きの2両編成下り特急第1083D列車は、平成24年12月15日、ワンマン運転で瀬戸石駅を定刻に通過した。列車の運転士は、列車がこうだべ高田辺トンネルを出て右カーブを抜けたところで約30m前方の軌間内に大きな石があるのを認め、非常ブレーキを使用した。列車はこの石に衝突し、停止した。その後運転士が確認したところ、2両目車両の前台車第2軸が左へ脱線していた。

列車には、乗客45名と乗務員等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、本件列車が右側を山とする緩やかな右カーブを抜けてすぐの地点で、斜面から線路上に落下したと考えられる大きな石と衝突し、その後、車両床下にこの石

を巻き込みながら押し進む過程で、2両目車両の前台車下部とこの石が衝突した際に、同台車の第2軸が左に脱線したものと考えられる。

この石が斜面から落下したことについては、この石の周りにあった用地外の石積みが経年変化し、この間に所有者による適切な管理も行われなかったため、風化や劣化が進み崩壊に対して抵抗力の弱い状態になっており、毎年繰り返される梅雨時期等の風雨にさらされた結果崩壊したことによると考えられる。

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

九州旅客鉄道株式会社の熊本駅発人吉駅行き2両編成下り特急第1083D列車（特急くまがわ3号）は、平成24年12月15日（土）、ワンマン運転で瀬戸石駅を定刻（12時34分）に通過した。列車の運転士は、列車が高田辺トンネルを出て右カーブ（前後左右は進行方向を基準とし、車両は前から数える。）を抜けたところで約30m前方の軌間内に大きな石があるのを認め、非常ブレーキを使用した。列車はこの石に衝突し、停止した。その後運転士が確認したところ、2両目車両の前台車第2軸が左へ脱線していた。

列車には、乗客45名と乗務員等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24年12月15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。

九州運輸局は、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24年12月16日及び17日 現場調査及び車両確認、口述聴取

1.2.3 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

2 事実情報

2.1 運行の経過

2.1.1 運転士の口述

事故に至るまでの経過は、九州旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の熊本駅発人吉駅行き2両編成の下り特急第1083D列車（特急くまがわ3号、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。

本件列車は瀬戸石駅（八代駅起点19k600m、以下「八代駅起点」は省略。）を定刻に通過した。トンネルを抜けて再度力行運転をして右カーブを曲

がりきったところ（21k510m付近）で約30m先の軌間内に幅90cm、高さ70cmくらいの大きさの石があるのを確認した。その際の速度は67～68km/hくらいであった。直ちに非常ブレーキを使用した。間に合わず、本件列車は石に衝突し、上下の揺れを増して進み、120mくらい先（21k660m付近）で停止した。本件列車が停止した後、2両目車両の運転室の助手席側から降りて衝突した付近まで行って現場の状況を確認し、戻って来て車両の状態を確認した。運転室に戻り本件列車が石に衝突し非常ブレーキを使用して停止したことを携帯電話にて輸送指令に報告した。その後、再度、2両目車両から衝突した付近まで行き現場の状況を確認し、戻って来て車両の状態を確認した。この際に2両目車両の前台車第2軸が脱線していることを確認したため、運転室に戻り、本件列車が脱線して動けないことを携帯電話にて輸送指令に報告した。

乗客数については、後で検札担当客室乗務員から大人43名、小人2名であることを聞いた。

天候については、小雨が降っていたか降っていないかという程度の曇りであったと記憶している。

また、同社によると本件列車の直前に事故現場を通過した列車は、11時37分瀬戸石駅発の下り普通第1227D列車であり、その際事故現場付近では特に異常はなかったとのことであった。なお、この列車の事故現場付近の通過時刻は11時40分ごろであった。

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設置されており、時間、速度、ブレーキの操作等の記録が残されていた。この記録には、12時36分35秒にノッチオフ操作から非常ブレーキを操作した記録、12時36分54秒に本件列車の速度が0km/hとなった記録などが残っていた。主な記録を表1に示す。

この記録から事故の発生時刻は12時36分ごろであったと考えられる。

表1 12月15日 1083D キハ185-8 運転状況記録装置データ

| 時刻 | 速度 (km/h) | 操作 |
|-------------|--------------|--------|
| 12時36分35.2秒 | 68 | ノッチオフ |
| 12時36分35.6秒 | 67 | 非常ブレーキ |
| 12時36分54.2秒 | 0 | (列車停止) |

(付図1 肥薩線路線図、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 事故現場に関する情報

(1) 線形

肥薩線は、八代駅から人吉駅までは球磨川に沿い、深い溪谷を縫って走り、区間の大半（鎌瀬駅～渡駅間）は川の西岸を走行する路線である。瀬戸石駅辺りから急峻な地形となり、事故現場付近の左側（川側）には瀬戸石ダム、右側（山側）の斜面の上に民家と果樹畑などがある。瀬戸石駅側からの路線状況は、高田辺トンネルを抜け緩やかな右カーブ（半径500m）に入り、途中に高田辺踏切道（21k318m）がありカーブを抜けきると事故現場へ至る線形である。また、事故現場付近の線路は勾配のない区間である。

(2) 脱線状況

本件列車は1両目車両の先頭が21k660m付近に停止しており、2両目車両の後部が21k620m付近に停止していた。

本件列車の2両目車両の前台車第2軸が左に約10mm脱線していた。また、本件列車と衝突したと思われる軌間内にあった大きな石は本件列車後方の線路上に散らばった状態であった。

(付図4 脱線の状況、写真1 脱線の状況 参照)

2.3.2 鉄道施設に関する情報

(1) 肥薩線の概要

肥薩線は、営業キロが124.2kmの単線・非電化線区であり、軌間は1,067mmである。

(2) 信号設備等

閉そく装置は、特殊自動閉そく式（電子符号照査方式）である。

落石発生時に進行して来る列車の危険防止のため、一部区間には落石を検知する検知網を設け落石発生時に列車に危険を報知する特殊信号発光機を設置しているが、事故現場付近には設置されていなかった。

(3) 軌道構造

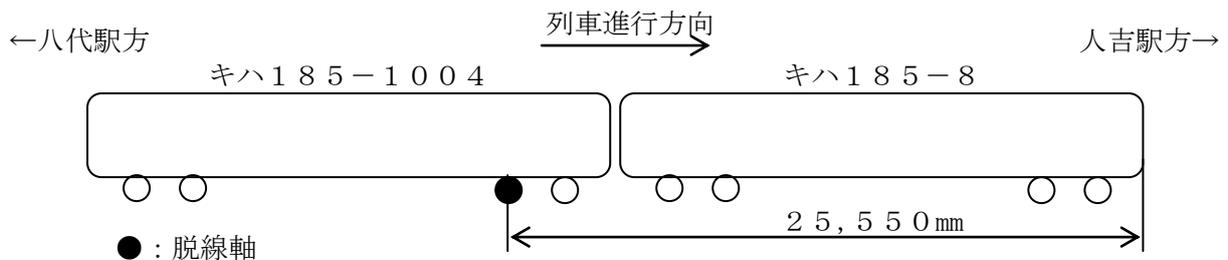
軌道の基本構造は、40kgNレール（高さ140mm）を使用し、木まくら

ぎの配置数量は25mあたり37本、道床の厚さは200mmであり、レール締結装置として犬くぎまたは線ばねが使用されている。また、ふく進^{*1}防止装置としてアンチクリーパが設置されている。

なお、平成24年11月20日に実施した軌道検査の記録によると、軌道変位に異常は見られなかった。

2.3.3 車両に関する情報

本件列車に使用された車両はキハ185系気動車で、同社が保有する特急形気動車である。1両目車両の形式記号がキハ185-8、2両目車両の形式記号がキハ185-1004の2両編成のワンマン運転対応列車であり、列車編成と各車両の主要諸元は次のとおりであった。また、レール踏頂面からスカート下部までの高さは、車両図面によると設計車輪径860mmにおいて426.5mmであり、スカートを構成する部材の高さは128.0mmである。



| | | |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|
| 形式記号 | キハ185-1004 | キハ185-8 |
| 空車重量 | 41.1 t | 41.6 t |
| 定員 | 64名 | 52名 |
| 座席定員 | 64名 | 52名 |
| 最大寸法 (長さ×幅×高さ) | 21,300mm×2,943mm×3,845mm | 21,300mm×2,943mm×3,845mm |

なお、1両目車両について、平成24年1月～平成24年2月に実施した要部検査、平成24年11月に実施した交番検査、平成24年12月11日に実施した仕業検査、2両目車両について平成23年10月～平成23年11月に実施した全般検査、平成24年11月に実施した交番検査、平成24年12月11日に実施した仕業検査の記録簿によると、各車両には特に異常は見られなかった。また、事故後に測定した各車両の車輪径は、1両目車両が約790mm、2両目車両が約836mmであった。

^{*1} 「ふく進」とは、列車の通過によって軌道の前後方向へレールが移動することをいう。

2.3.4 斜面及び斜面の管理に関する情報

(1) 落石発生地点付近の山側斜面の状況

事故現場付近の山側斜面は、線路中心からの水平距離6.4mまでが、同社の所有する用地であり、線路中心から水平距離2.7mののり尻より垂直距離5.4mの土留壁（勾配1：0.3）が施されている。土留壁天端の水平距離2.0mから先は民地で、民家や果樹畑への通路（里道）があり、石積みなどが施されており石積みの上には複数の大きな石があった。

この石積みの人吉駅方の端（21k540m付近の軌道中心からの水平距離16.5m、軌道面からの垂直距離14m）には、大きさ縦約1,800mm×横約1,200mm×奥行約900mmの窪みがあり、この周辺に施されていた石積みが崩れていた。さらに、この窪み付近から線路に向かって石が落ちた痕跡が残っていた。

なお、この付近は、果樹畑として使用されていたようであるが、現在は使用されておらず、雑草で覆われており荒れた状態であった。石積みについても、その範囲は雑草等によりどこからどこまで施されているか分かりづらい状況であった。同社が地元の地区会長に確認したところ、この石積みの施工実施者は不明であるが、50年以上前からあったと記憶しているとのことである。また、この石積みに施されていたモルタルについては、地権者が約20年前に実施したと記憶しているとのことである。石積みは、総延長約4.3mにわたり施されており、石積みの上にある複数の大きな石を含む当該箇所一帯を固定する目的で設置されたと思われるとのことである。

また、同社によると、この大きな石及び石積みに使用されていた石の種類は、砂岩と推測されるとのことである。

その他、この付近では、野生動物が土を掘り起こした跡（穴）が複数存在していた。

(2) 斜面の維持管理

斜面の維持管理は、同社によると線路に影響があると思われる用地については、同社にて行っており、検査は「施設及び車両の定期検査に関する告示」に基づき2年ごとに行う検査（以下「通常全般検査」という。）を実施し、その結果に基づき必要により、改築・取替、補修・補強、監視の措置を行っているとのことである。ただし、用地外の民地について検査は行いが、鉄道構造物と同等の管理は行っていないとのことである。通常全般検査は、年度初めに策定する計画に基づき実施し、その結果等を記録しているとのことである。検査方法は目視を基本とし、健全度の判定は変状の種類、程度及び進行性等に関する調査の結果に基づいて総合的に行い、健全度の区分（A、

B、C、S)は「『鉄道構造物等維持管理標準^{*2}・同解説(構造物編)土構造物(盛土・切土)(平成19年1月)』^{*3}」(以下「解説書」という。)に基づき表2に示す構造物の状態によっているとのことである。さらに、この結果において、健全度がAと判定された場合には、「入念な目視及び計測器を用いて行う詳細な検査」(以下「個別検査」という。)を実施するとのことである。

また、構造物を新設した場合は、「初期状態を把握するために行う検査」(以下「初回検査」という。)を実施し、設備管理システム^{*4}に設備として登録し、以後、通常全般検査ごとに健全度が確認され、設備管理システムの登録情報の更新は通常全般検査、個別検査時の結果で行うとのことである。なお、検査結果により民地において対策が必要となった場合は、基本的には地権者にて対応してもらうが、地権者による対応が困難な場合は、同社にて対応する場合もあるとのことである。ただし、社外設備の新築、改築及び取替えが実施された際には、初回検査は実施せず、設備管理システムに設備としての登録もしていないとのことである。

表2 構造物の状態と健全度の判定区分

| 健全度 | 構造物の状態 |
|-----|--|
| A | 運転保安、旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす、またはそのおそれのある変状等があるもの |
| | AA 運転保安、旅客および公衆などの安全ならびに列車の正常運行の確保を脅かす、変状等があり、緊急に措置を必要とするもの |
| | A 1 進行している変状等があり、構造物の性能が低下しつつあるもの、または、大雨、出水、地震等により、構造物の性能を失うおそれのあるもの |
| | A 2 変状等があり、将来それが構造物の性能を低下させるおそれのあるもの |
| B | 将来、健全度Aになるおそれのある変状等があるもの |
| C | 軽微な変状等があるもの |
| S | 健全なもの |

*2 「鉄道構造物等維持管理標準」とは、国土交通省鉄道局が、鉄道の安全をいかに維持するかという観点から軌道・鉄道土木構造物の検査のあり方を検討し、鉄道事業者の実務を担当する方々が理解しやすい標準的な維持管理の手法としてとりまとめたものである。

*3 「鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編)土構造物(盛土・切土)(平成19年1月)」とは、鉄道総合研究所が、これまでの調査研究で得られたデータの蓄積を活用して検査実務の一助となるように鉄道構造物等維持管理標準に解説を加えて刊行したものである。

*4 「設備管理システム」とは、同社が鉄道構造物維持管理のために独自に構築したシステムで、設備台帳(構造物ごとのキロ程、構造形式、竣功年月日、寸法等の情報を管理しているデータベース)と検査情報(検査基準日、過去の検査履歴等の情報)を登録しているものである。

同社では、検査のマニュアルとして「在来線構造物検査要領」を定めているが、解説書に具体的な健全度判定の例等の記載があるため、在来線構造物検査要領はこれに則った検査の標準的な進め方についてのみを示した内容となっており、検査の実施についても解説書に基づいて実施しているとのことである。

なお、「鉄道構造物等維持管理標準」では、構造物の維持管理は、構造物の目的を達成するために、要求される性能が確保されるように行うものとするとしており、要求性能として以下のように記載されている。

2. 4 構造物の要求性能

- (1) 構造物の維持管理にあたっては、構造物に要求される性能を定めるものとする。
- (2) 構造物の要求性能として、安全性を設定するものとする。なお、本標準における安全性は、列車が安全に運行できるとともに、旅客、公衆の生命を脅かさないための性能とする。
- (3) 構造物の要求性能として、必要に応じて適宜、使用性や復旧性を設定するものとする。

(3) 事故現場付近の斜面の管理

① 通常全般検査

肥薩線（熊本支社管内：八代駅～吉松駅間）の‘平成22年度～平成23年度（2010年度～2011年度）にかけて実施された通常全般検査’（以下「平成22年度～平成23年度に実施した通常全般検査」という。）の検査記録簿によると、事故現場付近を含む切取区間（21k500m～21k764m）は、検査を平成24年1月に実施しており、結果は「不安定な浮き石」が確認されたが健全度Cであった。ただし、同社によると落石発生地点付近である21k500m～21k600mは、用地内及び里道や耕作地として使用されている民地に石があるが安定しているとのことであり、不安定な浮き石は21k600m～21k764mの斜面に植生している立木を柵の支柱として利用した柵が設置された自然斜面にあったものであるとのことであった。なお、落石発生地点付近に施されていた石積みについては、社外設備であるため、設備管理システムには設備としての登録はなかった。

また、事故現場付近を含む切取区間の健全度判定はCであり個別検査は不要としているため、これ以上の詳細な検査結果は残っていなかった。

② 措置

同社によると、措置については、解説書に基づき計画し、構造物の健全

度、重要度、列車運行への影響度等を考慮して工事区間を決定し、毎年、斜面对策工事を実施しているとのことであった。平成22年度～平成23年度に実施した通常全般検査の前に行われている斜面对策工事（平成22年度、平成23年度に実施している設備投資工事）の箇所は、鎌瀬駅～吉尾駅間に集中している。なお、事故現場付近は対象になっていないことから工事は実施されておらず、平成24年度も実施予定はなかった。

（付図5 21k540m付近の断面図、写真2 落石発生源（21k540m付近の斜面）の状況 参照）

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情報

21k570m～21k633mのまくらぎ、締結装置のボルト、線ばね、犬くぎ、アンチクリーパにほぼ連続して傷が残っていた。なお、部分的に犬くぎが外れてなくなっていたところもあったが脱線に伴い外れたものと考えられる。

（付図6 レールの痕跡図、写真3 脱線した付近（21k570m付近）の状況、写真5 脱線の痕跡（21k590m付近） 参照）

2.4.2 車両の損傷及び痕跡の情報

本件列車の1両目車両及び2両目車両とも床下全体に損傷が認められた。主な損傷状況は以下のとおりであった。

(1) 1両目車両

- ・バンパー、スカート、ブレーキ管接続ホースの破損
（なお、スカートについては、スカートを構成する部材の上端まで衝突痕あり。）
- ・前台車第1軸、第2軸のブレーキばりの曲がり
- ・ATS（Automatic Train Stop）用車上子の曲がり
- ・エンジンラジエータ水管の曲がり
- ・後台車第1軸のブレーキばりの曲がり
- ・汚物タンク排出口の曲がり

(2) 2両目車両

- ・前台車減速機下部の損傷
- ・前台車第2軸のブレーキばりの曲がり
- ・エンジンオイルパンの破損及び油漏れ
- ・エンジン水管の外れ及び冷却水漏れ
- ・エンジン変速機下部の油漏れ

(写真6 主な損傷状態(1両目車両のスカート)、写真7 主な損傷状態(1両目車両前台車)、写真8 主な損傷状態(1両目車両後台車)、写真9 主な損傷状態(2両目車両前台車) 参照)

2.4.3 軌道上に残っていた石の情報

事故後に軌道上に残っていた石は、21k540m～21k606mの間に点在しており、最大径が400mm以上のものが2個、100～400mmのものが17個確認された。400mm以上のものは、21k540m付近の軌間外にあった奥行約500mm×横約300mm×高さ約150mmのものと、21k580m付近の軌間内にあった奥行約600mm×横約500mm×高さ約300mmのものであった。

(付図7 確認された石の状況、写真4 21k580m付近の石(付図7の⑨) 参照)

2.5 乗務員等に関する情報

本件運転士 男性 53歳

甲種内燃車運転免許

昭和62年6月15日

(運転経験年数は29年4か月)

本件運転士は、事故当日、熊本乗務センターに出勤し点呼を受けており、その際、体調等には異常がなかったとのことである。また、平成24年8月24日実施の運転適性定期検査の記録や平成24年7月23日実施の健康診断の結果によると異常は見られなかった。

2.6 気象に関する情報

2.6.1 事故当日の気象に関する情報

熊本県内の気象は、前線を伴った低気圧や気圧の谷の影響により12月14日午後及び翌15日午後に雨が降っており、事故現場付近の14日午後から15日未明までの連続雨量^{*5}は、肥薩線瀬戸石駅の雨量計によると、27mmを観測していた。なお、15日未明から事故発生時刻頃まで降水量は観測されていない。

また、過去1週間の気象状況は、気象庁のアメダス観測所(人吉)によると日降水量は8日に1.5mm、9日に1.0mm、14日に29.0mmであった。気温は12月に入り日平均気温が10℃を下回ってきており、日最低気温も9日に-1.6℃、10日に-2.6℃、11日に-2.6℃、12日に-1.5℃、13日に-4.0℃、14日に-1.0℃と氷点下となる日があった。なお、15日は日降水量14.5mm、日平均気温12.3℃、日最低気温10.5℃であった。

^{*5} 「連続雨量」とは降水が始まってからの単位時間あたりの雨量の積算雨量である。単位時間あたりの雨量が24時間連続して0mmの場合、連続雨量はリセットされる。

2.6.2 平成24年7月九州北部豪雨に関する情報

平成24年7月11日から7月14日にかけて九州北部を中心に発生した大雨により、河川の氾濫や土石流が発生し、死者、行方不明者が出ており、住家被害、道路損壊、農業被害、停電被害、交通障害等も発生した。福岡管区気象台の資料によると、12日11時の解析雨量^{*6}は、球磨村付近で約120mm/時、芦北町付近で約110mm/時となっていた。

同社によると、肥薩線においても被害があり、事故現場の周辺では、瀬戸石駅で道床流出、海路駅～吉尾駅間で土砂流入があったとのことである。被害があった場所については、応急工事を行い、7月14日に運転を再開したとのことである。また、補修箇所の中で、新たに構造物を設置した箇所については、設置した構造物に関する初回検査を実施したとのことである。ただし、これらの初回検査の結果を反映して設備管理システムの記録を更新するのは、次の通常全般検査時に行うこととしていたとのことである。

なお、同社によると、この大雨による事故現場付近の状況は、7月12日に雨量計の観測による警報アラームが鳴動したことに対応して実施した気象異常時運転規制手続（規定）に基づく目視による点検で異常は確認されておらず、7月14日の運転規制解除に際し実施した気象異常時運転規制手続に基づく目視による点検及び運行再開時の初列車先頭巡視でも異常は確認されていないとのことであるが、この際実施した内容や結果が確認できる記録は残っていなかった。

記録を残さないことについては、解説書に随時検査の健全度の判定について大雨や地震後の調査は変状に対する調査のみを行い、不安定性に対する調査は行わなくてよいとされ、健全度は変状や崩壊が懸念される場合、対象とする盛土や切土の健全度をAA又はAと判定し、その他は変更しないことを基本とするとの記述があるためであるとのことである。ただし、同解説書では、随時検査における記録の項目は、調査目的と内容、調査結果、健全度とその理由とされている。

気象異常時運転規制手続に基づく目視による点検とは、軌道自転車を使用して行う目視による線路点検とのことであり、災害が発生している場合や変状が発生する兆候が見られた場合には、斜面に立ち入り災害や変状の発生原因や付近の状況等を確認するとのことである。また、この点検の中で‘気象異常（台風・豪雨）発生後に目視にて臨時に行う構造物に対する検査’（以下「随時検査」という。）も実施しているとのことである。事故現場付近については、軌道自転車からの目視による点検においては災害の発生や変状の発生する兆候が見られなかったため斜面に立ち入っての確認はしていないとのことである。

^{*6} 「解析雨量」とは国土交通省水管理・国土保全局、道路局及び気象庁が全国に設置している気象レーダーの観測結果と、アメダス等の地上の雨量計の観測結果を組み合わせ、降水量分布を1km四方の細かさで気象庁が解析したものである。

2.6.3 月別の降水量等に関する情報

肥薩線の沿線にある気象庁のアメダス観測所（田浦）における平成21年～平成24年（2009年～2012年）の各月の月降水量は、48か月（4年間）のうち36か月が200mm以下であり、残り12か月のうち300mm以上であった7か月のうち6か月は6月～8月であった。また、6月の月降水量の近年の平均値は400mm程度であるのに対し、平成23年～平成24年の2年間においては850mmを超えるものであった。

同社によると、平成24年7月九州北部豪雨後も雨による運転規制は7月から9月にかけて5回あったとのことであった。なお、この5回の運転規制解除に際しては、随時検査を行い、いずれも変状は確認されなかったため、応急工事も行っていないとのことであった。ただし、実施した内容や結果が確認できる記録は残っていなかった。

2.7 避難及び救護に関する情報

避難及び救護に関しては、本件運転士の口述によれば、概略次のとおりであった。

本件列車が非常停止した後、衝突した付近まで現場の状況を確認に行く際、本件列車内の通路で乗客に怪我のないことを確認した。また、乗客から負傷した旨の申告もなかった。現場の状況と本件列車の脱線の状況について、輸送指令に携帯電話で連絡をした後、乗客を車両から降ろすために避難はしごを1両目車両前側の貫通扉に設置した。乗客を最寄り駅まで送るためのタクシーが14時ごろに到着したため、応援のため到着していた同社の社員と一緒に乗客を誘導し、14時20分ごろまでに誘導を完了した。

3 分析

3.1 脱線に関する分析

(1) 脱線について

2.3.1 に記述したとおり、本件列車は右側を山とする緩やかな右カーブを抜けてすぐの地点で軌間内にあった大きな石と衝突し、その後、車両床下にこの石を巻き込みながら走行する過程で、2両目車両の前台車下部とこの石が衝突した際に、第2軸が左に脱線したと考えられる。

なお、1両目車両の前台車及び後台車並びに2両目車両の後台車が脱線しなかったのは以下の理由によるものと考えられる。

① 1両目車両へこの石が衝突した際にスカートについての傷までの軌道面から

の高さからこの石の高さを推定すると、2.3.3 に記述したとおり車両図面によれば車輪径が860mm のときレール踏頂面からスカート下部までの高さが約426mm、スカートを構成する部材の高さが約128mm であり、2.3.2 に記述したとおりレールの高さが140mm であるが、2.3.3 に記述したとおり1両目車両の車輪の実測した径は約790mm であることから計算すると、軌間内にあった大きな石の推定高さは約659mm 以上であったと考えられる。一方、実測した車輪径が約790mm であり、レールの高さが140mm であることから、軌道面から車軸中心までの高さは約535mm となり、この石の高さより低いので、1両目車両の第1車軸はこの石と衝突し、この際、車輪は浮き上がったと考えられる。なお、この時の列車速度は、運転状況記録装置の記録から55～60km/h であったと考えられる。

- ② 1両目車両の前台車全軸が脱線しなかったのは、車軸のほぼ中央付近で軌間内にあった大きな石と衝突していることから、台車はこの石に乗り上がったが、ほぼ進行方向にまっすぐに通過したためと考えられる。
- ③ 1両目車両の後台車全軸及び2両目車両の前台車第1軸が脱線しなかったのは、周辺の損傷状態が小さいことから、床下機器と衝突しているうちにこの石が転がり後台車の車軸高と比較的近い高さで衝突したためである可能性があると考えられる。
- ④ これに対し2両目車両の前台車第2軸が左に脱線したのは、第1軸通過後転がったこの石が左側から衝突し車軸の中心より左側の部分がこの石に乗り上がったことにより右車輪が落輪したためと考えられる。なお、この時の列車速度は運転状況記録装置の記録から約44km/h であったと考えられる。
- ⑤ 2両目車両の後台車全軸が脱線しなかったのは、床下損傷がないことから後台車の車軸高より石の高さが低かったためと考えられる。なお、この時の列車速度は運転状況記録装置の記録から30～35km/h であったと考えられる。

また、この石は前述の①～④までの床下機器との衝突により砕かれ④の衝突後、さらに床下機器と衝突しながら転がり砕かれた結果残った付図7の⑨の石（写真4）であると推定される。

(2) 本件列車が軌間内にあった大きな石と衝突した地点について

2.1.1に記述した本件運転士の口述、2.4.3に記述した石の散乱状況、2.3.4に記述した21k540m付近の山側斜面の状況から21k540m付近で軌間内にあった大きな石と衝突したと考えられる。また、運転状況記録装置の速度曲線（付図8）をみると、12時36分40秒付近で速度が急激に減少していることが読み取れる。ここで、1両目車両先端の停止位置（21k660m）

を基準として、同時刻における本件列車の位置を算出するとおおよそ 21k538m となり、この位置で本件列車が軌間内にあった大きな石と衝突したものと推定される。

(3) 非常ブレーキを扱った地点について

運転状況記録装置に記録された速度と時刻、1両目車両先端の停止位置(21k660m)をもとに運転の状況を解析すると、本件運転士は、高田辺トンネルを出て力行運転し、高田辺踏切道(21k318m)を過ぎた辺りの右カーブの途中で軌間内にあった大きな石を確認し、21k451m付近で非常ブレーキを扱ったと推定される。この石との衝突箇所が、上記のように21k540m付近と考えられることから、本件運転士は、約80m手前ではこの石を確認し非常ブレーキ操作を行っていたと推定される。

本件運転士が、約30m手前で石を確認したと口述していることに対しては、本件運転士が軌間内にあった大きな石を確認し非常扱い処理を行っている中で列車現在位置を判断したため、実際の位置よりも軌間内にあった大きな石に近い位置をこの石の確認地点として記憶したものと考えられる。

表3 運転状況記録装置データからの分析

| 時刻 | 速度 (km/h) | 1両目先端位置 の算出キロ程 | 分析 ()内は動作記録 |
|-------------|--------------|-------------------|--------------------------|
| 12時36分28.0秒 | 62 | 21k317m | 高田辺踏切付近の通過 |
| 12時36分35.2秒 | 68 | 21k447m | (ノッチオフ) |
| 12時36分35.6秒 | 67 | 21k455m | (非常ブレーキ) |
| 12時36分38.6秒 | 65 | 21k510m | 運転士が石を確認した と口述した地点の通過 |
| 12時36分40.2秒 | 60 | 21k538m | 石と衝突したと推定さ れる記録 |
| 12時36分44.2秒 | 44 | 21k596m ※ | 2両目車両前台車第2 軸脱線 |
| 12時36分54.2秒 | 0 | 21k660m | (本件列車停止) |

※脱線地点21k570mに脱線軸から1両目車両先端までの長さ約26mを加算

(付図8 運転状況記録装置の記録、写真6 主な損傷状態(1両目車両のスカート)、写真7 主な損傷状態(1両目車両前台車)、写真8 主な損傷状態(1両目車両後台車)、写真9 主な損傷状態(2両目車両前台車) 参照)

3.2 落石に関する分析

3.2.1 落石の発生源

3.1に記述したとおり本件列車が軌間内にあった大きな石と衝突した地点は、運転状況記録装置の記録でも21k540m付近であると考えられ、2.3.4に記述したとおりこの付近の山側斜面（軌道中心からの水平距離16.5m、軌道面からの垂直距離14m）に大きさ縦約1,800mm×横約1,200mm×奥行約900mmの窪みがあり、この周辺にあった石積みも崩れていた。さらに、この窪み付近から線路に向かって石が落ちた痕跡が確認されていることからこの窪みが落石発生源であると考えられる。窪みの大きさ、この付近の状態を考えると落石発生源には石積みで固定していた大きな石と石積みがあったと考えられ、軌間内にあり本件列車と衝突した大きな石は崩れた石積みで固定されていた大きな石の一つであったものと考えられる。

3.2.2 落石の発生原因

落石の素因（斜面が持つ条件）は、2.3.4に記述したとおり、同社の用地外に設置され要求性能が分からない構造物の崩壊に起因して発生していることから、落下した大きな石の周りの石積みが施工時から経年変化し、この間に所有者による適切な管理も行われなかったため、風化・劣化が進み、崩壊に対する抵抗力の弱い状態になっていたことであると考えられる。

落石の誘因（落石発生の引き金となる外的条件）は、2.6.3に記述したとおり平成24年7月九州北部豪雨に加え近年梅雨期の降水量が極端に増えてきている傾向にあることから、施工時期が古く適切に管理されていない石積みが気象変化などによる大量の雨にさらされてきたことであると考えられる。なお、2.6.1に記述したとおりこの地域は12月に入り気温が下がりだし最低気温がマイナスになっていた頃から霜が降りていた可能性もあったと考えられ、事故前（12月14日午後～12月15日明け方）までに降った雨及び気温が高くなっていたことなど直近の気象状況も誘因の一つであった可能性が考えられる。

落石発生の副因としては、この落石発生源の周辺は民家や果樹畑があり、2.3.4に記述したとおり野生動物による掘り起こし、踏み倒し、食害が複数存在していることから、野生動物による掘り起こし等が関連している可能性も考えられる。

3.2.3 落石の発生時刻

2.1.1に記述したとおり、本件列車の前の列車が事故現場を通過した際には、運転士は特に異常を認めず通過していることから、落石は、本件列車の前の列車が事故現場を通過した時刻の11時40分ごろから本件列車が事故現場に差し掛かった

時刻の12時36分までの約1時間の間に発生したと推定される。

3.3 斜面管理に関する分析

2.3.4に記述したとおり、通常全般検査は告示に基づき2年ごとに定期的実施されており、平成22年度～平成23年度に実施した通常全般検査では、事故現場付近の斜面の状態に異常は確認されていない。しかしながら、崩壊した石積みのような施工時期が古く要求性能が分からない構造物については、経年変化による性能低下の傾向を適切に把握することが重要であることから、構造物の状況を勘案して継続的に管理することが必要であると考えられる。

なお、同社の所有する用地の斜面の維持管理は、「鉄道構造物等維持管理標準」の考え方にに基づき実施されているが、以下のことから、同社として、随時検査の実施基準と実施内容、及び検査記録への記載内容、保存すべき検査記録のリスト、検査結果の利用方法などについて検査方法に係るマニュアルを見直すこと、並びに随時検査等各種検査結果について一元管理などを行うこと、さらに、前回検査状況から変化している場合は現状の判定結果だけでなくその変化状況を記録として残すことが望ましい。

- (1) 2.6.2に記述したとおり、平成24年7月九州北部豪雨では、運転再開に際し実施した随時検査でも事故現場付近の斜面に異常は確認されていないとしているものの、記録が残っていないため豪雨前後における性能低下の傾向が適切に把握できていなかった可能性があると考えられること
- (2) 各種の検査や措置は実施されているものの、2.3.4及び2.6.2に記述したように設備管理システムの記録に最新の検査結果が反映されていない部分があることから、地震や大雨等の災害時に落石等が発生するおそれのある箇所（変状の発生もしくはそのおそれのある構造物）を即時に確認することができないと考えられること

4 原因

本事故は、本件列車が右側を山とする緩やかな右カーブを抜けてすぐの地点で、斜面から線路上に落下したと考えられる大きな石と衝突し、その後、車両床下にこの石を巻き込みながら押し進む過程で、2両目車両の前台車下部とこの石が衝突した際に、同台車の第2軸が左に脱線したものと考えられる。

この石が斜面から落下したことについては、この石の周りにあった用地外の石積みを経年変化し、この間に所有者による適切な管理も行われなかったため、風化や劣化が進み崩壊に対して抵抗力の弱い状態になっており、毎年繰り返される梅雨時期等の風雨にさらされた結果崩壊したことによると考えられる。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

今回の落石は、同社が所有する用地外に設置された施工時期の古い石積みの崩壊に起因して発生している。このような要求性能が分からない構造物についても、経年変化による性能低下の傾向を適切に把握することが重要であり、構造物の状況を勘案して継続的に管理することが必要であると考えられる。

このことから、同社は、用地外にある要求性能が分からない構造物で、その構造物の崩壊が線路に影響を及ぼす可能性があるかと判断される箇所については、構造物の状態を確認する方法を見直す等のソフト対策を行った上で鉄道構造物に対する通常全般検査と併せてこれらの構造物への確認を実施し、対策が必要な個所については引き続き地権者に対して積極的に対応を依頼していくとともに、必要により落石止柵などを設置し線路への落石を防護するためのハード対策を行うことが必要であると考えられる。

5.2 事故後に同社が講じた措置

(1) 応急対策

本事故発生後応急対策として落石発生源に防護用ネットを設置するとともに、既設土留壁天端には木柵を設置した。

(2) 緊急点検

落石災害が発生するおそれのある切取斜面について、緊急点検を実施した。なお、緊急点検の結果により必要に応じて対策を講じる。

緊急点検の箇所の選定は、過去の通常全般検査の実績に基づき、落石災害が発生するおそれのある切取斜面のうち、のり高が3.0m以上ある箇所で落石防護設備がない箇所を対象とした。また、点検範囲は用地内外を問わず、落石が発生した際に線路への影響がある範囲とし、点検内容については、現地調査により直接目視にて実施した。

(写真10 事故現場付近全景(応急対策後) 参照)

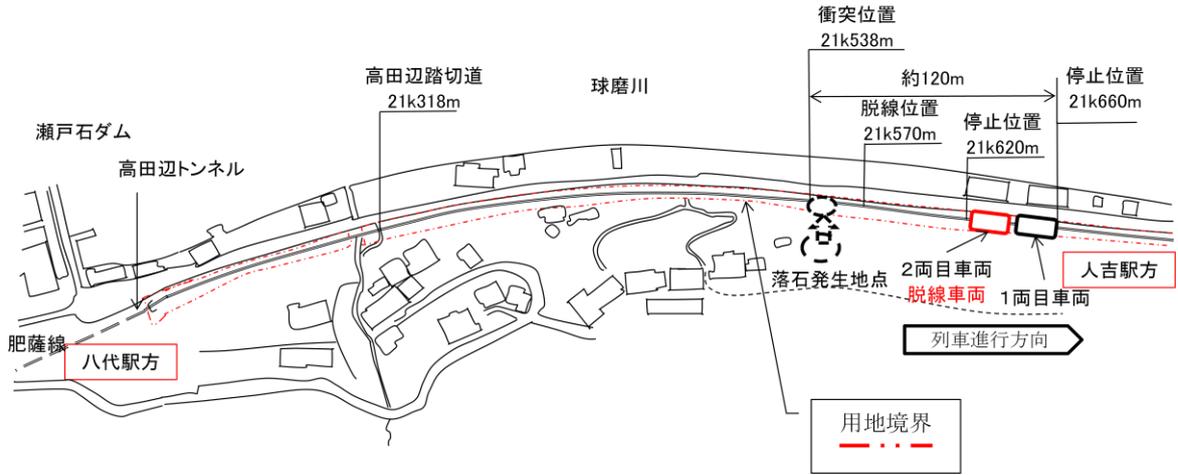
付図1 肥薩線路線図



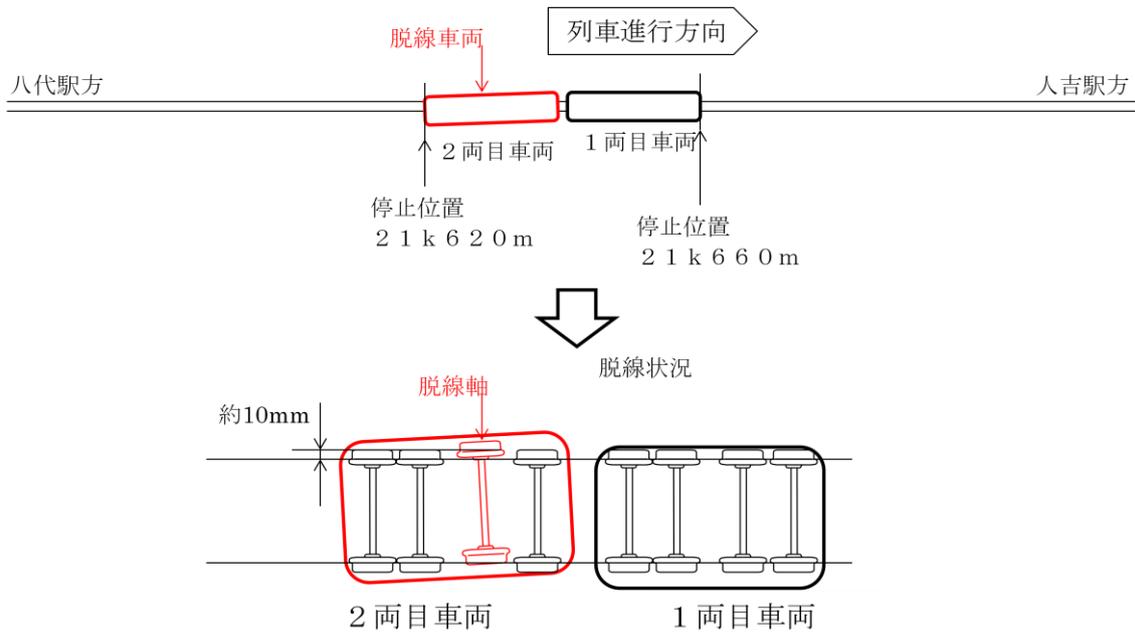
付図2 事故現場付近の地形図



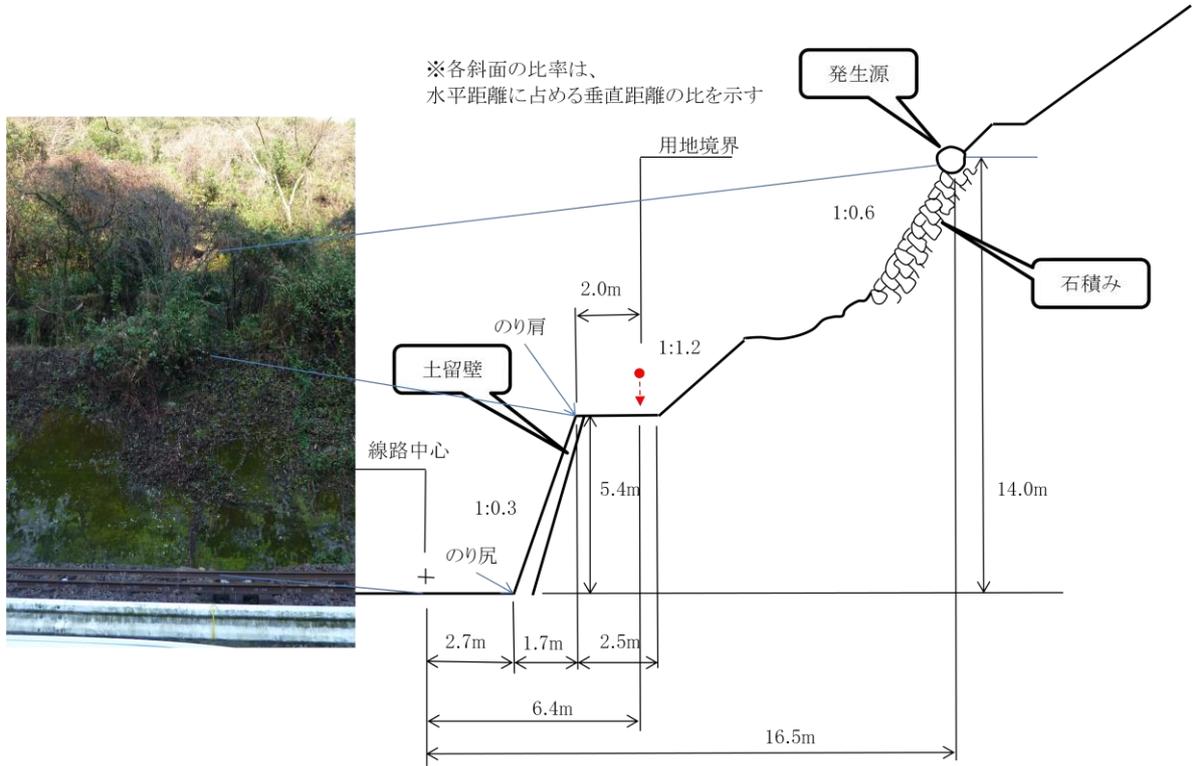
付図3 事故現場略図



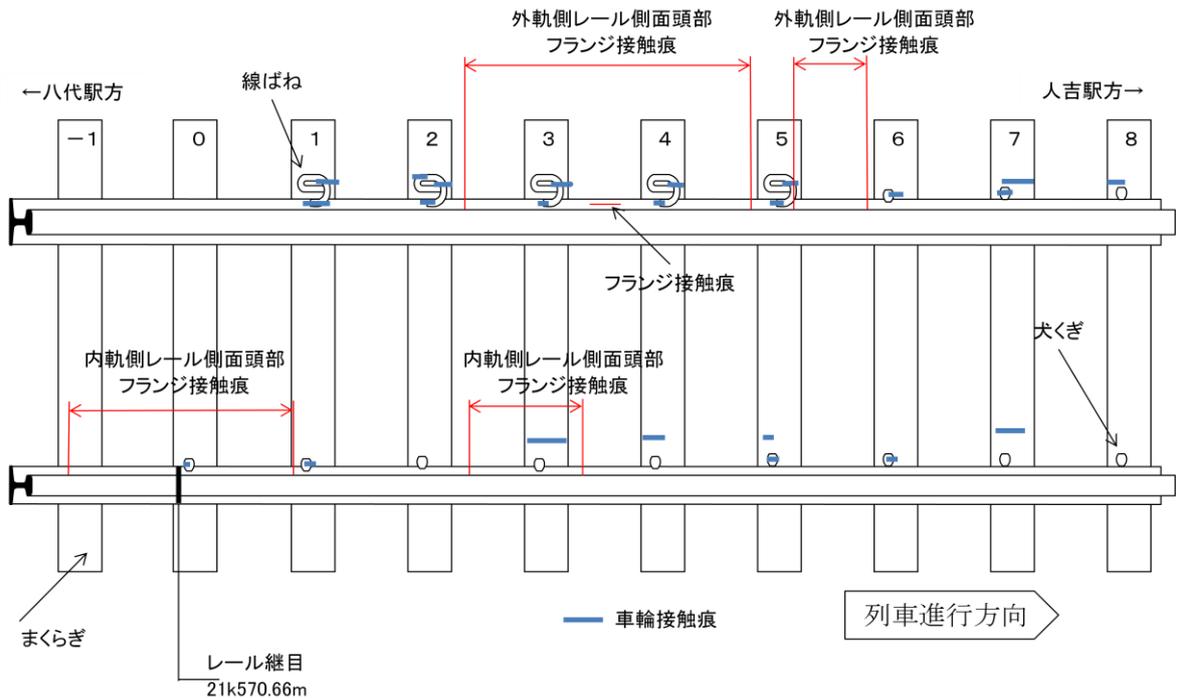
付図4 脱線の状況



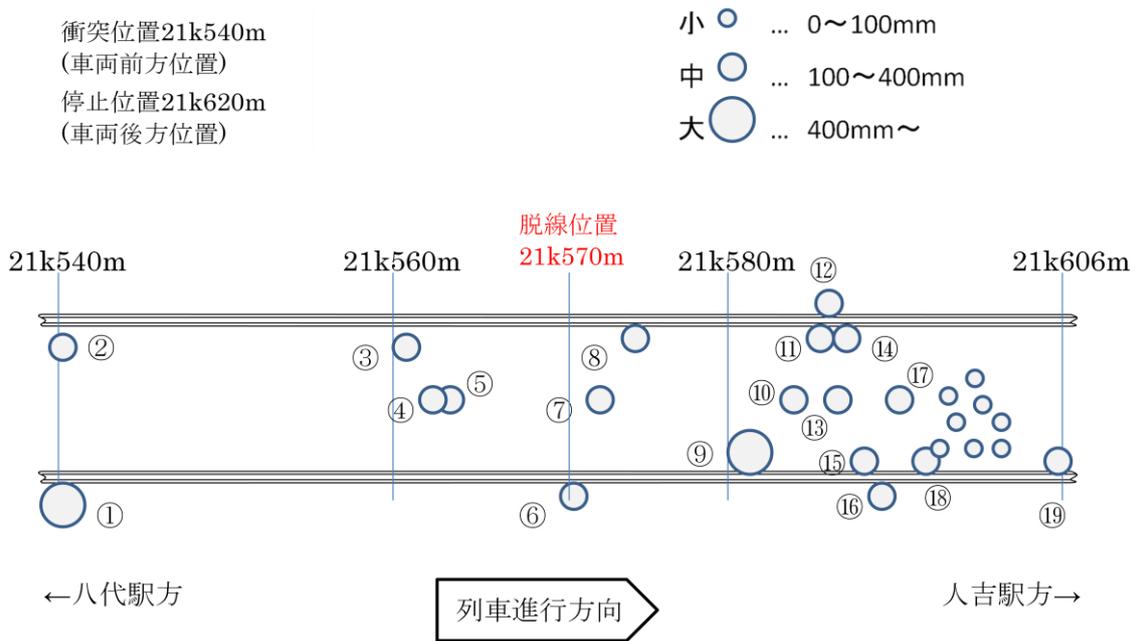
付図5 21k540m付近の断面図



付図6 レールの痕跡図



付図7 確認された石の状況



付図8 運転状況記録装置の記録

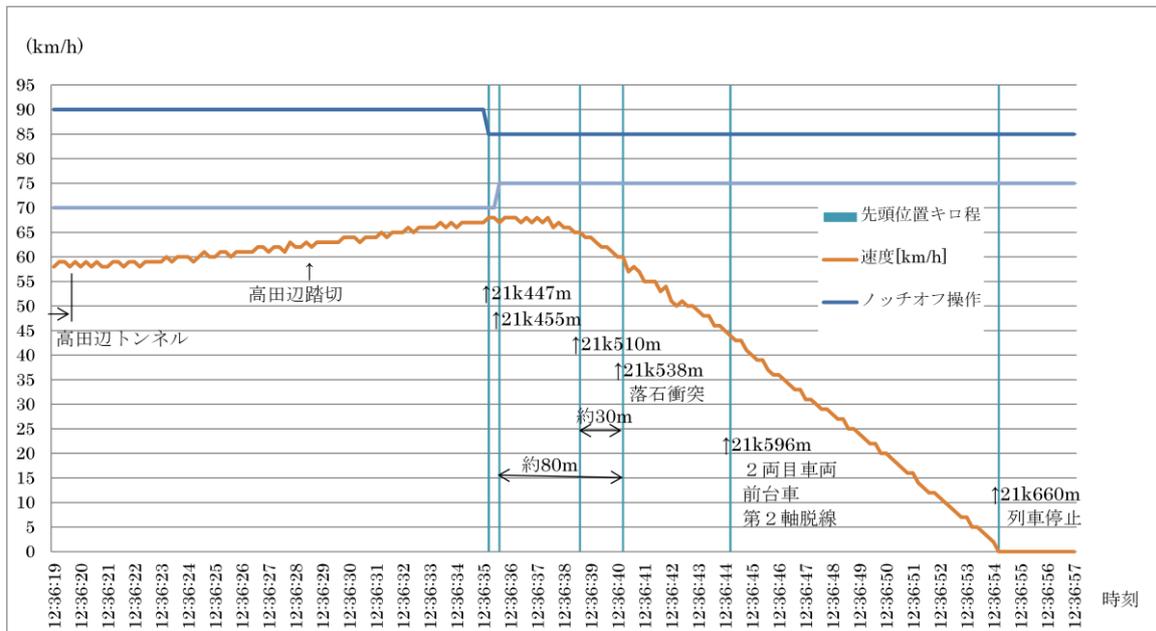


写真1 脱線の状況



2両目車両
前台車
第2軸
右側の車輪



2両目車両
前台車
第2軸
左側の車輪



写真2 落石発生源（21k540m付近の斜面）の状況



写真3 脱線した付近（21k570m付近）の状況

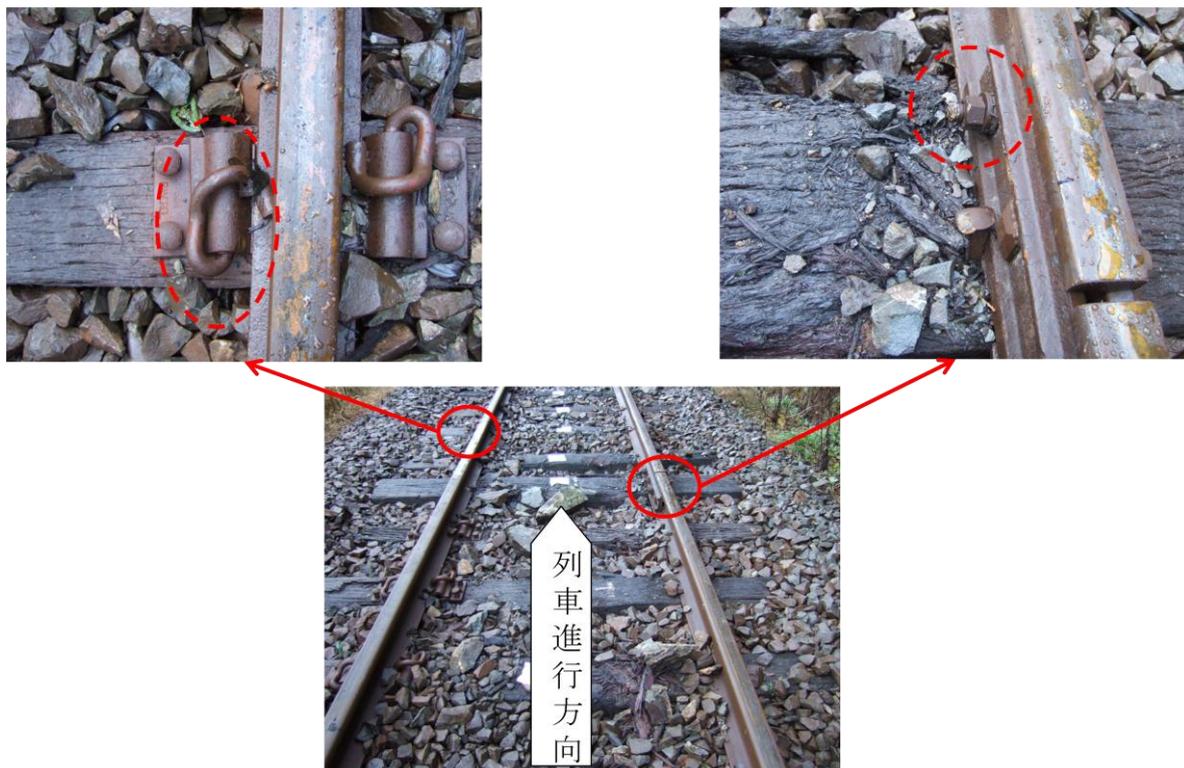


写真4 21k580m付近の石（付図7の⑨）



写真5 脱線の痕跡（21k590m付近）

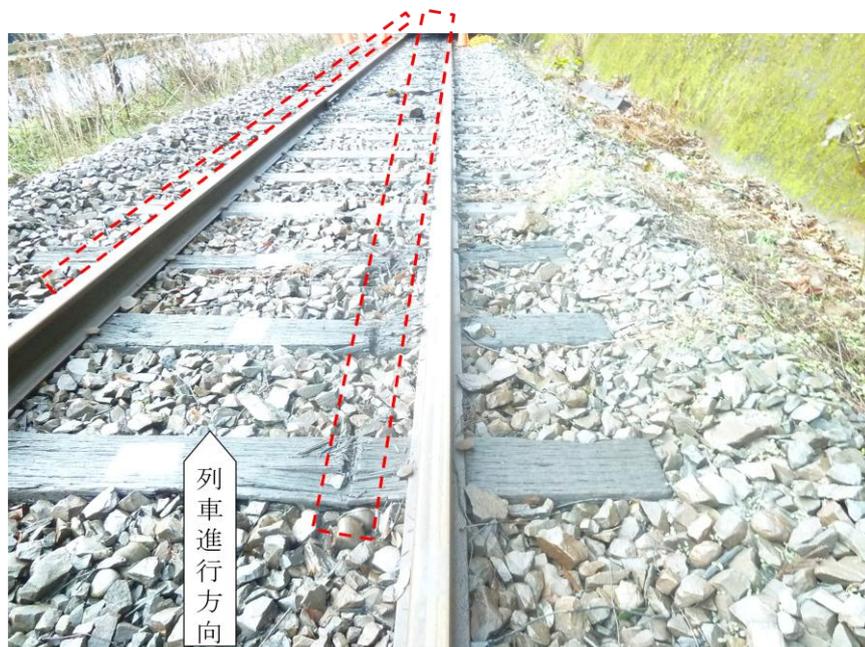


写真6 主な損傷状態（1両目車両のスカート）



写真7 主な損傷状態（1両目車両前台車）

（事故車両を熊本車両センターに移動して撮影）

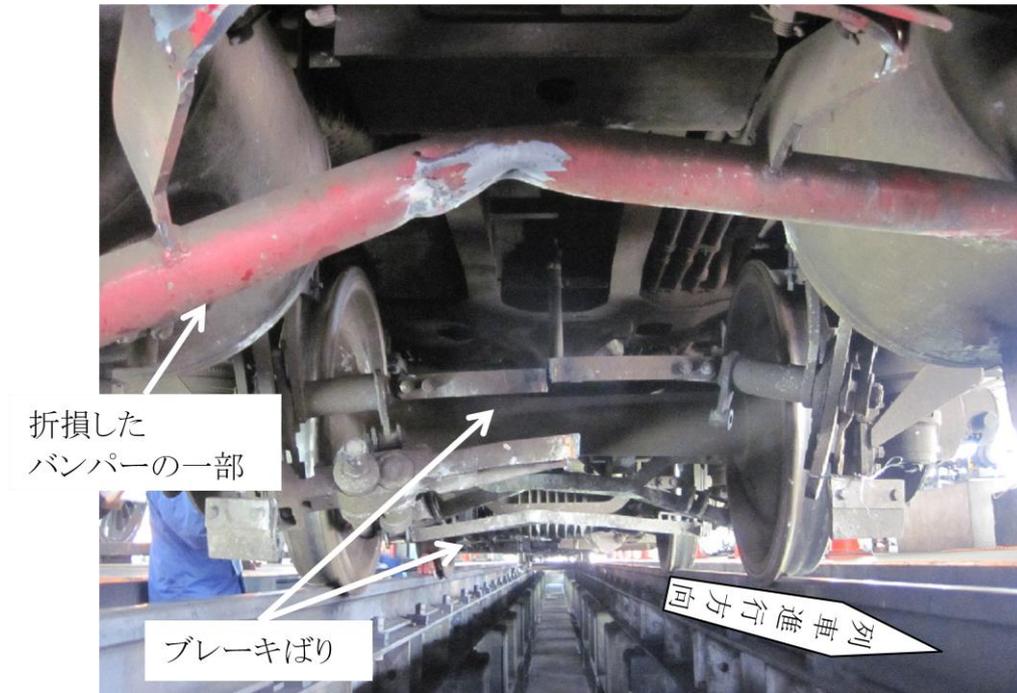


写真8 主な損傷状態（1両目車両後台車）

（事故車両を熊本車両センターに移動して撮影）

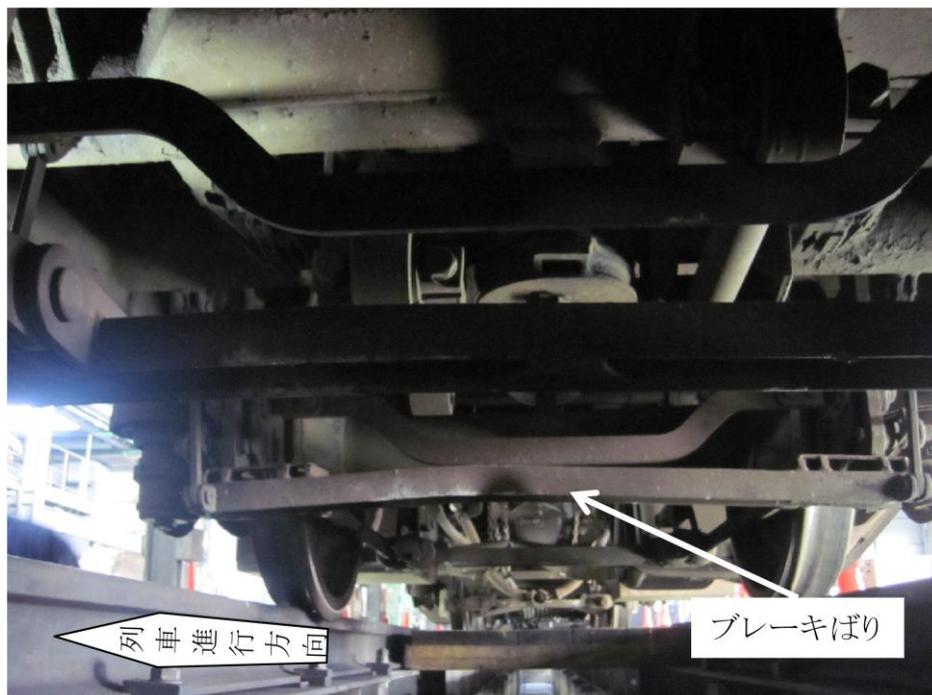


写真9 主な損傷状態（2両目車両前台車）

（事故車両を熊本車両センターに移動して撮影）

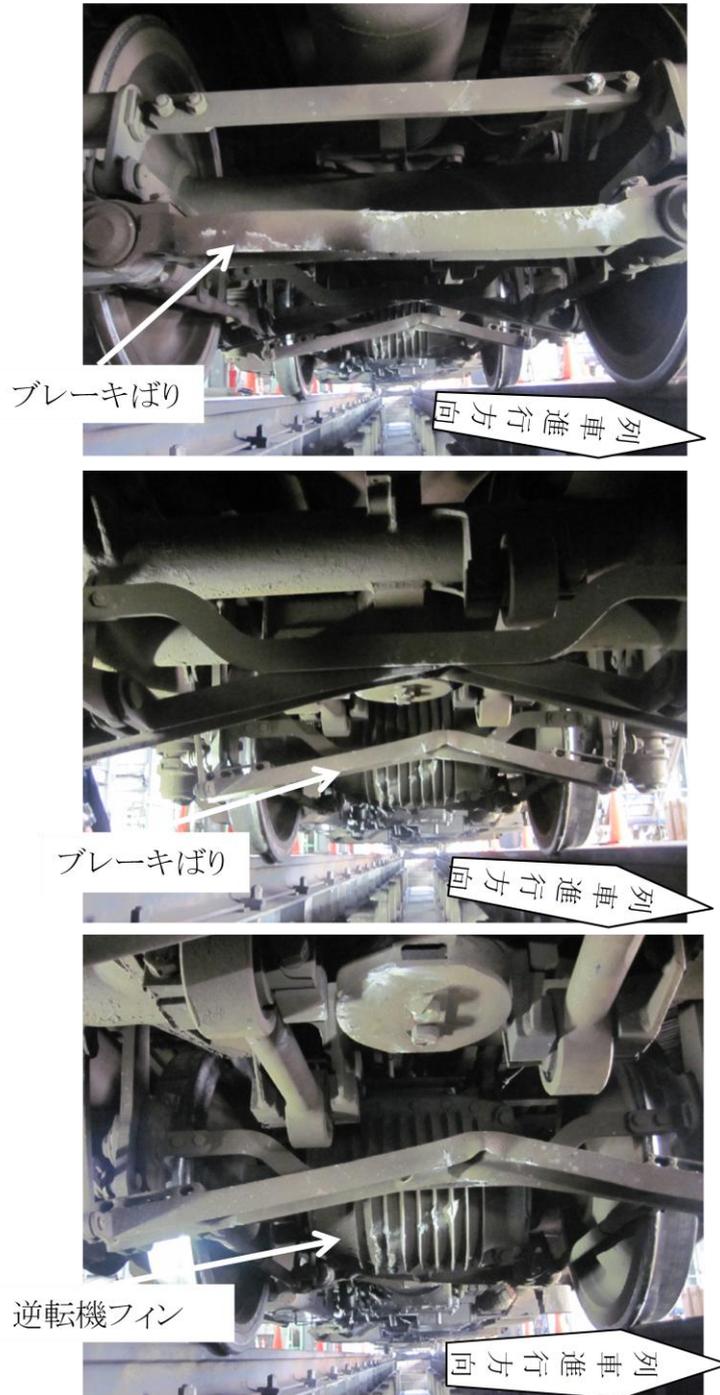


写真 1 0 事故現場付近全景（応急対策後）

