

RA2020-3

鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 西日本旅客鉄道株式会社 境線 弓ヶ浜駅～和田浜駅間
踏切障害事故

II 東日本旅客鉄道株式会社 上越線 渋川駅～敷島駅間
列車脱線事故

令和2年7月30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 武田展雄

《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 東日本旅客鉄道株式会社 上越線
渋川駅～敷島駅間
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：東日本旅客鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：令和元年6月28日 22時53分ごろ

発生場所：群馬県渋川市

上越線 渋川駅～敷島駅間（複線）

大宮駅起点98k246m付近

令和2年7月6日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	武田展雄
委員	奥村文直（部会長）
委員	石田弘明
委員	柿嶋美子
委員	鈴木美緒
委員	新妻実保子

要旨

<概要>

東日本旅客鉄道株式会社の上越線高崎駅発水上駅行き4両編成の第757M列車は、令和元年6月28日、渋川駅を定刻（22時51分）に出発した。

列車の運転士は、渋川駅～敷島駅間を速度約76km/hで運転中、前方の線路上に倒木を発見したため、直ちに非常ブレーキを操作したが、線路内に流入していた倒木を含む土砂等に衝突して停止した。

列車は、1両目の前台車第1軸が左側に脱線した。

列車には、乗客約80名及び乗務員2名（運転士、車掌）が乗車し、乗客1名が負傷した。

<原因>

本事故は、鉄道沿線の斜面が崩壊したため、線路内に流入した倒木を含む土砂等に本件列車が衝突したことにより脱線したものと推定される。

斜面が崩壊したことについては、崩壊した斜面上部に敷設されている水路内に落ち葉等が堆積していたことから、同水路の通水機能に支障が生じ、この付近から溢れた水が同斜面へ集中的に流れ込んだため、斜面表土の含水量が多くなって同斜面が不安定な状態になったことにより発生した可能性が考えられる。

目 次

1	鉄道事故調査の経過	1
1.1	鉄道事故の概要	1
1.2	鉄道事故調査の概要	1
1.2.1	調査組織	1
1.2.2	調査の実施時期	1
1.2.3	原因関係者からの意見聴取	1
2	事実情報	2
2.1	運行の経過	2
2.1.1	乗務員の口述	2
2.1.2	運転状況の記録等	3
2.1.3	列車の運行状況に関する情報	4
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷	4
2.3	鉄道施設及び車両等に関する情報	4
2.3.1	事故現場に関する情報	4
2.3.2	鉄道施設に関する情報	7
2.3.3	車両に関する情報	9
2.4	鉄道施設及び車両の損傷、痕跡に関する情報	10
2.4.1	鉄道施設の損傷、痕跡の状況	10
2.4.2	車両の損傷、痕跡の状況	11
2.5	乗務員に関する情報	11
2.6	運転取扱い等に関する情報	11
2.6.1	降雨時の運転規制及び災害警備	11
2.6.2	列車防護の措置に関する情報	12
2.7	気象等に関する情報	14
2.7.1	事故発生当日の天気	14
2.7.2	1時間降水量、日降水量	14
2.7.3	解析雨量	16
2.7.4	風速	16
2.7.5	地震	16
2.8	避難及び救護に関する情報	16
2.9	水路に関する情報	17
2.9.1	水路の構造等	17

2.9.2	通水機能を維持するための日常的な管理の実施状況.....	17
2.9.3	過去における溢水の発生状況.....	18
3	分 析.....	19
3.1	脱線時の状況に関する分析.....	19
3.2	脱線した時刻に関する分析.....	20
3.3	運転取扱い等に関する分析.....	20
3.3.1	運転規制等に関する分析.....	20
3.3.2	線路内の倒木を認めた時の運転状況に関する分析.....	21
3.3.3	列車防護に関する分析.....	21
3.4	気象の状況に関する分析.....	22
3.5	崩壊斜面の状況に関する分析.....	23
3.5.1	土砂等が線路内に流入した時刻に関する分析.....	23
3.5.2	崩壊斜面上部の流水状況に関する分析.....	23
3.5.3	斜面の崩壊に関する分析.....	24
3.6	本件水路に関する分析.....	24
3.6.1	溢水した箇所において落ち葉等が堆積したことに関する分析.....	24
3.6.2	通水機能を維持するための日常的な管理の実施状況に関する分析.....	25
3.7	本件土工等設備の管理に関する分析.....	25
3.8	避難及び救護に関する分析.....	26
4	原 因.....	26
5	再発防止策.....	26
5.1	必要と考えられる再発防止策.....	26
5.2	事故後に講じられた措置.....	27

添付資料

付図1	上越線路線図及び事故現場付近の地形図.....	29
付図2	事故現場付近の線路平面図.....	29
付図3	事故現場付近の状況.....	30
付図4	脱線の状況.....	30
付図5	事故現場付近の略図.....	31
付図6	崩壊斜面の模式縦断面図.....	31
付図7	崩壊斜面上部の状況.....	32

付図 8	軌道の主な損傷状況.....	32
付図 9	車両の主な損傷状況.....	33
付図 10	敷島・八木原実効雨量.....	34
付図 11	事故現場付近の解析雨量.....	35
付図 12	水路の状況.....	36

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

東日本旅客鉄道株式会社の上越線高崎駅みなかみ発水上駅行き4両編成の第757M列車は、令和元年6月28日(金)、渋川駅を定刻(22時51分)に出発した。

列車の運転士は、渋川駅～敷島駅間を速度約76km/hで運転中、前方の線路上に倒木を発見したため、直ちに非常ブレーキを操作したが、線路内に流入していた倒木を含む土砂等に衝突して停止した。

列車は、1両目の前台車第1軸が左側(以下、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。)に脱線した。

列車には、乗客約80名及び乗務員2名(運転士、車掌)が乗車し、乗客1名が負傷した。

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、令和元年6月29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、職員を事故現場等に派遣した。

1.2.2 調査の実施時期

令和元年6月29日及び30日	現場調査及び車両調査、口述聴取
令和2年2月12日及び13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

2.1.1 乗務員の口述

本事故に至るまでの経過は、東日本旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の上越線高崎駅発水上駅行きの下り普通第757M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。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

(1) 本件運転士

本件列車には、始発駅である高崎駅（大宮駅起点74k740m、以下「大宮駅起点」は省略する。）から乗務した。高崎駅では列車標識の整備及び制動試験等の運転準備を行ったが、異常はなかった。また、雨は降っておらず、乗務する路線に対し運転規制は発令されていなかった。

本件列車は、渋川駅（95k880m）を定刻（22時51分）に出発した。利根川を渡る橋りょうを通過した後にある、左曲線の速度制限区間（制限速度75km/h以下）を惰行と力行^{だこうりきこう}*1の操作を繰り返して制限速度を超過しないよう速度を調整しながら通過した。その後、信号喚呼標の設置位置を通過するときに閉そく信号機に進行信号が現示されていることを確認した後、本件列車から約50m先の線路内に倒木があるのを認めたため、直ちに非常ブレーキを操作したが衝突した。

衝突時には「ドーン」という音と揺れを感じるとともに、運転席前面の窓に跳ねた泥が付着したのが見えた。その後、本件列車が停止するまでの間、砂利道を自動車に乗って走行しているような揺れと車両の床下に木を巻き込んだまま引きずっているような音と衝動があったが、本件列車が脱線しているようには感じられなかった。

本件列車が停止した後、まずは本件車掌に対し専用電話によって、線路内の倒木と衝突して停止したことを伝え、続いて輸送指令員に対し列車無線によって、同様の内容を報告した。輸送指令員から、隣接線路を走行する列車を抑止する手配は輸送指令員が行うとの連絡があった。また、集電装置（パンタグラフ）を降下するよう指示があったことから、運転台にあるパンタ降下のボタンを操作したが降下しなかったため、輸送指令員に対し降下できないことを報告した。運転台の計器類で元空気だめの空気圧の値を確認したところ、「0」を示していた。

*1 「力行」とは、列車を加速走行させることをいう。

輸送指令員から降車許可を得た後、降車して車両及び線路の点検を行ったところ、1両目の前台車第1軸が左側へ脱線していたため、輸送指令員に対し脱線していることを報告した。

続いて、線路内に倒木があった箇所付近を確認したところ、隣接線路（上り線）側の斜面が崩壊し、その崩壊した斜面の土砂等が線路内に流入していた。また、崩壊した斜面から大量の水が連続して流れており、その斜面と線路との間に大量の泥が堆積して広がっていた。

その後、駆け付けた救護の係員とともに乗客を降車させて、手配されていたバスへ誘導した。

(2) 本件車掌

本件列車には始発駅である高崎駅から乗務した。高崎駅では行き先表示の設定等の運転準備を行ったが、異常はなかった。本件列車は同駅を定刻に出発した。

本件列車は渋川駅も定刻に出発した。事故現場の先には左曲線があるため、減速して事故現場付近を通過しようとしたとき、突然、非常ブレーキが操作されたような急減速があった。急減速が数秒間続き、停止する寸前に本件列車が何かと衝突したような音が聞こえてきた。本件列車が急減速してから停止するまでの間、乗務員室内が縦横に揺れたりしたような感覚はなく、列車が脱線しているようには感じられなかった。

本件列車が停止した後、前部標識灯を点灯させて乗務員室から本件列車の後方を確認したところ、線路内及びその周辺に障害物のようなものは見当たらなかった。

すぐに本件運転士から専用電話による連絡があり、「本件列車が倒木と衝突したが後方に何か確認できるか」との問いかけがあったため、「特に障害物は見当たらない」と応答した。本件運転士から、「これから輸送指令に連絡する」との返答があった。

その後、乗客に対して車内放送装置により、本件列車が倒木と衝突した可能性があり停止したことを伝えるとともに、負傷した乗客がいる場合には車掌へ申告するように依頼したが、何も申告はなかった。

本事故発生から約30分経過した頃に、渋川駅係員が到着し、その後、一緒に乗客を降車させて、手配されていたバスへ誘導した。

2.1.2 運転状況の記録等

本件列車には、運転士が非常ブレーキを操作したときに、その前後における列車の速度、時間、ブレーキ操作位置等の情報を記録する運転状況記録装置が装備され

ている。

同装置の記録によると、本件列車は速度76km/hで走行中の22時53分23.9秒に手動常用ブレーキが、22時53分25.0秒に手動非常ブレーキがそれぞれ操作され、22時53分37.5秒に本件列車の停止が検知されていた。

なお、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。

2.1.3 列車の運行状況に関する情報

本件列車（下り列車）が事故現場付近を走行する約64分前の21時49分ごろに、上り第758M列車が、また同約44分前の22時09分ごろに、下り第755M列車が事故現場付近を通過している。

同社によれば、双方の列車の運転士及び車掌各1名の計4名のうち、上り第758M列車の車掌が事故現場付近を走行中に強い雨が降っており不安を感じたものの、4名とも異状は感じなかったとのことであった。

（付図1 上越線路線図及び事故現場付近の地形図、付図2 事故現場付近の線路平面図 参照）

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

本件列車に乗車していた乗客約80名及び乗務員2名（運転士、車掌）のうち、乗客1名が軽傷を負った。同社によれば、本事故発生当日には乗客からの負傷の申告はなかったが、翌日、乗客から負傷した旨の連絡があったとのことであった。

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) 事故現場付近の地形及び地質の状況

事件現場付近の地形及び地質の状況について、本事故発生後の同社による調査によると、概略次のとおりであった。

事故現場は渋川駅から北東に約2km離れた地点であり、赤城山の西麓の末端の尾根部と利根川により形成された河岸段丘面との境界に位置する。線路は利根川と並走するように南北に敷設され、線路右側（東側）が山側、線路左側が川側である。

事故現場付近の地質について、表層地質図（20万分の1土地分類基本調査及び土地保全基本調査（群馬県））によると、事故現場付近は河川の堆積物と火山の堆積物の境界に位置しており、現地の観察より、崩壊した斜面の下方は河川の堆積物（角が取れた岩塊が主体となっている

層)、上方は火山の堆積物(ローム^{*2}が主体となっている層)からなっており、これらの上に厚さ約1mの表土が覆っていたと推定した。

(2) 線形と運転速度

事故現場付近の線形は、97k241mから97k717mまでは半径400mの左曲線(円曲線)、その前後のそれぞれ65mは緩和曲線^{*3}であり、97k782mから98k301mまでは直線である。また、96k799mから101k946mまでは10%^{*4}の上り勾配となっている。土砂等流入箇所(98k246m付近)は直線で10%の上り勾配区間にある。

本件列車の渋川駅～敷島駅間の運転速度は、最高運転速度が100km/hであり、事故現場手前にある半径400mの左曲線における制限速度が75km/hである。

(3) 脱線の状況

本件列車は、1両目の先頭が98k440m付近に停止し、1両目の前台車第1軸が左側に脱線していた。

脱線した第1軸付近の左レール上には歯車装置ケース底部が、また、右レール上にはスノウプラウがそれぞれ接触した状態で停止しており、第1軸左右それぞれの車輪は軌道上のバラスト等とは接触しておらず、左側車輪のフランジはレール締結装置板ばねに接触した状態であった。

(4) 崩壊した斜面及び線路に流入した土砂等の状況

土砂等流入箇所の線路右側にある崩壊した斜面(以下「崩壊斜面」という。)の状況については、同社によれば次のとおりであった。

- ① 崩壊斜面部分を含み切土^{*5}として管理しており、崩壊斜面部分には防護工が施工されていない。その斜面の一部には割石を空張り^{*6}したのり面防護工が施工されている。
- ② 崩壊は、斜面長さ約15m、奥行き最大で約2m、幅約5～8mの範囲にわたっており、その土砂等の量は約18m³であった。また、崩壊面における勾配は、斜面下部から中腹にかけて約30～40°、斜面上部が約45～50°であった。
- ③ 崩壊斜面下部から中腹付近までは同社用地であるが、その付近から上部は同社用地外であり、崩壊は同社用地及び同社用地外の両方にま

*2 「ローム」とは、砂と粘土が混じりあった土をいう。

*3 「緩和曲線」とは、車両の走行を円滑にするために直線と円曲線、又は2つの曲線の上に設けられる特殊な線形のことをいう。

*4 「% (パーセント)」とは、千分率のことである。ここでは勾配の程度を示す単位として使用し、1,000mの水平距離に対する高低差を示す。

*5 「切土」とは、原地盤面から切り取った面が、そのままのり面や路盤となるものをいう。

*6 「空張り」とは、モルタル等で固めずに割石を敷き並べる覆工をいう。

たがった箇所が発生している。

また、事故後の現場調査において線路に流入した土砂等の状況を確認したところ、崩壊箇所付近の斜面下部には高さ約1.3mの土留壁が設置されているが、崩壊した土砂等がそれを乗り越えて線路内に流入していた。土砂等流入箇所（98k246m付近中心）の上り線は線路方向約12mにわたって伐採材を含む倒木及び土砂等がレール頭頂面から高さ約0.6mの位置まで、同下り線は線路方向に約6mにわたって土砂等がレール頭頂面の高さの位置までそれぞれ堆積していた。なお、本事故発生後の現場調査では、崩壊面において湧水の跡等はなかった。

土砂等流入箇所から本件列車停止位置（4両目後方）までの約100mの区間の軌道上には長さ約150cm、直径約15cmの大きさのものを含む伐採材が数本と、最も大きいもので縦約50cm、横約30cm、高さ約15cmの石が散乱していた。

(5) 崩壊斜面上部の状況

崩壊斜面の上部のり肩には、幅員約1.0mの里道^{*7}（以下「本件里道」という。）が敷設され、その先に本件里道と並行する形で幅約300mm、深さ約300mmの水路（以下「本件水路」という。）が設置されている。

同社によれば、本事故発生後の翌日29日1時50分ごろ、現地に到着した同社の施設係員4名が確認した崩壊斜面上部の状況は次のとおりであった。

- ① 本件水路の崩壊斜面位置付近から溢水^{いっすい}が発生しており、ここから溢れた水が幅約500mm、高さ約5mmの連続した流路形状で本件里道を横断し、崩壊斜面部分へ流れ込んでいた。
- ② 本件水路の溢水箇所には、水路の溝を完全に塞ぐ量と密度の落ち葉、小枝及び土砂等の堆積物が水路に沿って水流方向に約200mmにわたって存在していた。

同社によれば、崩壊斜面下部にも少量の水が流れており、このまま本件水路から溢水している状態を放置しておくとし、斜面の崩壊範囲が拡大するおそれがあったことから、本件水路の溢水箇所付近の堆積物の除去作業を行ったところ、本件水路の通水機能が回復して溢水が解消されるとともに、崩壊斜面下部にみられた流水も止まったとのことであった。

本事故発生後の現場調査において崩壊斜面上部の状況を確認したところ、溢水箇所付近の水路構造に通水機能を阻害するおそれのある損傷等の異常はなかった。また、崩壊斜面上部の本件里道に本件水路から崩壊斜面部分にか

*7 「里道」とは、道路法（昭和27年法律第180条）の適用のない道路であり、市区町村等の自治体が所有・管理し、地域住民の公共の用に供しているもの（法定外公共物）をいう。

けて水が流れたとみられる形跡があった。

(付図2 事故現場付近の線路平面図、付図3 事故現場付近の状況、付図4 脱線の状況、付図5 事故現場付近の略図、付図6 崩壊斜面の模式縦断面図、付図7 崩壊斜面上部の状況 参照)

2.3.2 鉄道施設に関する情報

(1) 路線の概要

事故現場付近は複線の電化区間であり、軌間は1,067mmである。

(2) 軌道構造

事故現場付近はバラスト軌道で、50kgNレールが敷設されている。使用されているまくらぎの種類はPCまくらぎであり、25m当たり39本、道床の種類は砕石であり、その厚さは200mm以上である。

軌道の検査については、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」（平成13年国土交通省令第151号）（以下「技術基準省令」という。）に基づき、同社が関東運輸局に届け出ている「軌道施設実施基準」において、1年に1回の周期で軌道変位検査及びまくらぎ検査等を行うこととされている。

本事故発生前直近における事故現場付近の軌道の検査記録には、異常は認められなかった。また、本事故発生後における同社による事故現場付近の軌道変位の測定結果は全て整備基準値内であった。

(3) 斜面管理に関する情報

崩壊斜面を含む周辺の土木構造物は、主として、切土、防護工（石張工）及び土留壁等の土工等設備（以下「本件土工等設備」という。）で構成される。

土工等設備の検査については、技術基準省令に基づき、同社が関東運輸局に届け出ている「土木施設実施基準」において、2年に1回の周期で定期検査（通常全般検査）を行うこととされている。この検査では、同社が定める「土木構造物等全般検査マニュアル」に基づき、主として目視による検査が行われ、本件土工等設備を対象とした場合には、亀裂、沈下、はらみ^{*8}等について、変状の種類、程度及び進行性等に関する調査の結果をもって、表1に示す健全度の判定区分により健全度の判定を行い、その判定に応じた措置等を行うこととされている。なお、同社によれば、崩壊斜面上部の同社用地外部分についても、目視で確認できる範囲を検査対象に含めて検査を行っているとのことであった。

本件土工等設備を対象とした直近の定期検査（通常全般検査）は、平成29

*8 「はらみ」とは、のり面の変状の一種で、のり面の中腹部が凸形に膨らむことをいう。

年11月に実施されており、健全度はS（健全なもの）と判定されていた。

表1 健全度の判定区分（土木構造物等全般検査マニュアルより抜粋）

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
	A1 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
	A2 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

また、崩壊斜面を含む区間は、沿線の環境変化や新たな落石に伴う変状・異常を把握するため、同社が定める「落石検査マニュアル」に基づく落石検査区間に指定され、通常全般検査に加えて2年に1回の周期で目視による検査を行っており、検査結果については判定を行い、その判定に応じた措置等を行うこととされている。

当該区間を対象とした直近の検査は、平成29年12月に実施されており、検査結果はC（変化なし）と判定されていた。なお、これまでの検査において、当該区間のうち崩壊斜面の箇所では、将来、落石が発生する可能性のある不安定な浮き石^{*9}等は確認されていない。

(4) 本事故発生前の線路の巡視

線路の巡視については、「軌道施設実施基準」において、線路等級に応じた頻度を標準として、徒歩又は列車添乗等により行うこととされており、上越線は4週に1回の頻度で巡視が行われている。同社によれば、この巡視は

*9 「浮き石」とは、岩盤斜面において、割れ目の発達などによって地山である岩盤から剝離し不安定な状態になっている岩塊をいう。

線路の保守の状態、建築限界の支障の有無及び線路沿線の環境変化等を把握するために実施しているもので、線路沿線の斜面も対象に含めて線路上から目視で確認しているとのことである。

事故現場付近を対象とした直近の線路の巡視は、平成31年4月4日に徒歩により、平成31年4月18日、令和元年5月16日及び6月12日に列車添乗によりそれぞれ行われているが、それらの記録によると崩壊斜面の箇所では異常はなかった。

(5) その他

- ① 同社の報告によれば、昭和62年の同社発足以降において崩壊斜面部分で災害等が発生したことを示す記録はないとのことである。
- ② 崩壊斜面付近には、土砂崩壊を含む災害の発生を検知する設備は設置されていない。
- ③ 事故現場周辺には同社が管理する照明設備は設置されていない。

2.3.3 車両に関する情報

(1) 車両の概要

車両の主な諸元は次のとおりである。本件列車の概要と脱線軸を図1に示す。

編成両数 4両
 車種 直流電車（1,500V）
 定員及び空車重量*10

	クモハ 211-3009	モハ 210-3009	サハ 211-3020	クハ 210-3009
定員	142人	158人	156人	132人
空車重量	36.2 t	34.5 t	23.5 t	26.5 t

最大寸法 19,570mm×2,950mm×3,670mm

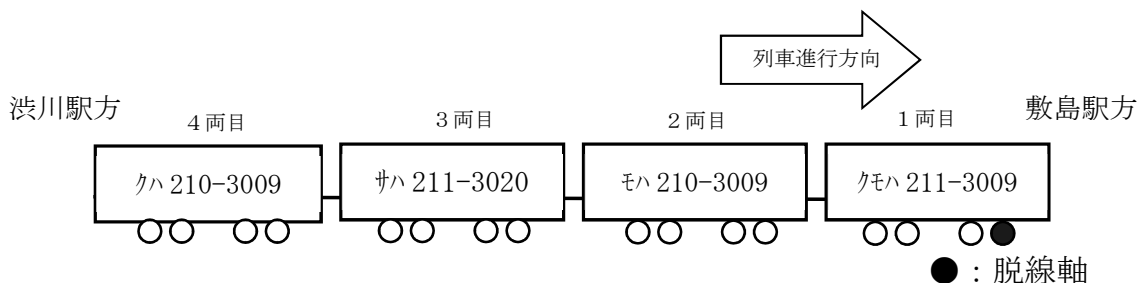


図1 本件列車の概要

*10 [単位換算] 1 t = 1,000 kg (重量)、1 kg (重量) : 1 kgf、1 kgf : 9.8 N

(2) 定期検査等

本件列車の車両の検査については、技術基準省令に基づき、同社が関東運輸局に届け出ている「電車整備実施基準」において、車両の使用状況に応じた種別の定期検査等を行うこととされている。本件列車の本事故発生前直近の定期検査等は仕業検査^{*11}が令和元年6月26日、交番検査^{*12}が令和元年6月12日、要部検査^{*13}が平成29年10月30日にそれぞれ行われており、それらの記録に異常はなかった。また、本事故発生後に行った車両調査において、本事故により損傷したとみられる箇所以外には、異常はなかった。

2.4 鉄道施設及び車両の損傷、痕跡に関する情報

2.4.1 鉄道施設の損傷、痕跡の状況

(1) 鉄道施設の損傷状況

2.3.1(4)で記述したように、崩壊箇所から線路に土砂等が流入し、土砂等流入箇所から本件列車停止位置（4両目後方）までの軌道上には木や石が散乱していた他には、次のような状況であった。

- ① 98k251m付近の下り線左レール外側のレール締結装置ボルト頭部に、車輪フランジが接触したとみられる損傷が進行方向に連続して2箇所あった。
- ② 98k252m付近から98k440m付近までの左レール外側のレール締結装置板ばねに、車輪フランジが擦過したとみられる痕跡が断続的にあった。
- ③ 98k262m付近及び98k340m付近のPCまくらぎの一部が破損していた。
- ④ 98k340m付近及び98k365m付近のケーブル防護カバーが破損していた。

(2) 脱線の痕跡

土砂等流入箇所前後のレール頭頂面に、脱線に至るような車輪フランジの走行痕は認められなかった。

(付図8 軌道の主な損傷状況 参照)

*11 「仕業検査」とは、同社における列車の検査のことで、運行を開始した日から10日を超えない期間ごとに、消耗品の補充取替え並びに動力発生装置等の状態及び作用について外部から行う検査をいう。

*12 「交番検査」とは、同社における定期検査のことで、90日を超えない期間ごとに、動力発生装置等の状態、作用及び機能について在姿状態で行う検査をいう。

*13 「要部検査」とは、同社における定期検査のことで、48か月又は走行距離50万kmを超えない期間のいずれか短い期間ごとに、重要な装置の主要部分を取り外し、又は主要部分を解体の上、細部にわたって行う検査をいう。

2.4.2 車両の損傷、痕跡の状況

各車両における主な損傷状況は、以下のとおりである。特に1両目及び2両目の車両床下には土砂等が付着し、機器や車輪踏面に損傷箇所が多く見られた。

① クモハ211-3009 (1両目)

前面スカート損傷、前面スノウプラウ破損、歯車装置ケース(油面計)損傷、前後各台車ストローク調整棒支え板曲損、昇降ステップ曲損、ATS車上子損傷、遮断器箱・主電動機開放器箱・補助抵抗器箱・主抵抗器箱各曲損等

② モハ210-3009 (2両目)

第2元空気タンク・供給空気タンク各コック損傷、供給空気前後各台車ストローク調整棒支え板曲損、昇降ステップ曲損、主電動機下部損傷等

③ サハ211-3020 (3両目)

ブレーキディスク損傷等

④ クハ210-3009 (4両目)

スノウプラウ曲損

(付図9 車両の主な損傷状況 参照)

2.5 乗務員に関する情報

本件運転士 男性 31歳

甲種電気車運転免許 平成23年 9月12日

甲種内燃車運転免許 平成28年11月 2日

本件車掌 男性 28歳

2.6 運転取扱い等に関する情報

2.6.1 降雨時の運転規制及び災害警備

同社の「線路等災害警備基準(規程)」及び「降雨に対する運転規制等要領(在来線)」によると、路線に約10km間隔を標準として設置される雨量計で観測された雨量に基づき算出される実効雨量^{*14}によって、降雨時の運転規制及び災害警備(以下「運転規制等」という。)を行うこととしている。運転規制等は警戒、速度規制及び運転中止の3つの区分が設けられ、それぞれの区分に対して運転規制等を行う区間毎に定めた実効雨量の基準値(発令基準値)に応じて、表2に示す処置が行われる。また、災害発生の可能性が高いと考えられる箇所を含む区間について、災害警備時に点検等の対象とする“あらかじめ定めた警備区間”を指定することと

*14 「実効雨量」とは、降雨に対する斜面等の崩壊危険性を表す雨量指標の一つで、過去の降雨の残留効果を時間の経過とともに減少させつつ降雨量を蓄積させて表現する方法である。

している。

表2 運転規制等の区分及び処置

区 分	処 置	
	運転規制	警 備
警 戒	—	発令基準値に達したら警備員を招集し3～4時間の周期であらかじめ定めた警備区間に対して線路点検車等による警備を行う。
速度規制	発令基準値に達したら列車運転速度を定められた値に制限する。	3～4時間の周期であらかじめ定めた警備区間に対して線路点検車等による警備を行うと共に、おおむね2時間の周期で全区間に対し列車による警備を行う。
運転中止	発令基準値に達したら列車の運転を見合わせる。	全区間に対し線路点検車等による警備を可能な限り行う。

事故現場付近を含む区間の運転規制等は、事故現場の北方約4kmに位置する敷島駅及び同南方約5kmに位置する八木原駅にそれぞれ設置してある雨量計の観測に基づく実効雨量（以下「敷島・八木原実効雨量」という。）に応じて行われる。

同社の報告によると、令和元年6月28日0時から23時までの間、敷島・八木原実効雨量は、短指標^{*15}、中指標^{*16}及び長指標^{*17}のいずれも同社が定める運転規制等の発令基準値に達していなかった。なお、同社によると、事故現場付近を含む区間は、災害警備時に点検等の対象とする“あらかじめ定めた警備区間”には指定していないとのことであった。

（付図10 敷島・八木原実効雨量 参照）

2.6.2 列車防護の措置に関する情報

列車の脱線、転覆又は線路の異常等のため、関係列車を急きよ停止させる必要が生じたときの乗務員の運転取扱いについては、技術基準省令に基づき、同社が関東

*15 「短指標」とは、半減期1.5時間の実効雨量値をいう。

*16 「中指標」とは、半減期6時間の実効雨量値をいう。

*17 「長指標」とは、半減期24時間の実効雨量値をいう。

運輸局に届け出ている「運転取扱実施基準」において、車両に車両用信号炎管及び防護無線機が搭載され使用できる状態にあるときは、速やかにこれらを使用することにより停止信号を現示して列車防護^{*18}を行うこととされている。また、同社において所属運転士に対し周知している「異常時運転取扱手引（運転士編）」には、この取扱いの詳細な方法や手順等のほか、「隣接線に支障のおそれがあるときは、ちゅうちよすることなく列車防護を行う」との異常時の取扱いに関する要点を示した内容が記載されている。

車両用信号炎管は、運転室の天井部に装備されており、炎管部分が車両屋根から外部へ露出した状態になっている。操作部にはハンドルが接続されているため、運転室からこのハンドルを力いっぱい2 cm 程度引くことで信号炎管が点火され、この火炎による発炎信号（停止信号）を現示することにより接近する列車を停止させる。ハンドルを一度引くとばねの力によりハンドルは元の位置に戻るが、点火状態は保持される。

また、防護無線機は、押しボタン付きの操作器が運転台右脇の位置に装備されており、そのボタンを押下することで、接近する他の列車の運転士に対し警音による発報信号（停止信号）を現示することにより接近する列車を停止させる。操作器のボタンにはクラッカープレートと呼ばれる切り込みが入れられたカバーが被せられており、ボタンを押下しようとするところのカバーが割れるため、操作したことの判別が可能である。

本事故発生後の車両調査では、防護無線機操作器のクラッカープレートは割れていない状態であった。また、本事故発生後の同社による検査では、車両用信号炎管の炎管部分に点火された形跡は認められなかったとのことであった。

同社によると、本件列車が停止した後の22時54分41秒ごろに開始された本件運転士と輸送指令員間の列車無線通話記録（以下「列車無線通話記録」という。）の一部は表3のとおりである。これによれば、本件運転士は、上越線を担当する3名の輸送指令員のうち1名の無線担当者（以下「輸送指令員（無線）」という。）から本件列車の停止位置のキロ程と支障する線区に関して列車無線により問いかけられ、本件列車の停止位置キロ程の数値（98.3 km）と支障線路として本件列車が走行していた下り線だけでなく、隣接する上り線も含めて「上越線上下線」と応答している。また、23時01分40秒ごろに開始された列車無線通話記録によれば、輸送指令員（無線）から本件運転士に対して、現在、隣接線を含めた支障する線区に他の列車を進入させないよう抑止する手配を行っているのものでそのまま待機するよう指示しており、それに対して、本件運転士が了解した旨応答している。

*18 「列車防護」とは、列車の運転に支障を及ぼす場合等に、信号炎管等により停止信号を現示させて、他の列車を支障の箇所に接近させないよう緊急に停止させる措置をいう。

表3 列車無線通話記録（22時54分41秒ごろ通話開始）

通話者	通話記録内容
輸送指令員(無線)	列車番号、走行区間どうぞ。
本件運転士	渋川～敷島間停車中757M運転士です。ただいま走行中倒木と衝突しました。
輸送指令員(無線)	757M運転士、停止キロ程、支障線区を教えてください。
本件運転士	キロ程は98.3km、支障線区は上越線上下線です。どうぞ。
輸送指令員(無線)	それでは、キロ程は98.3km、支障線区は上越線上下線です。よろしいですね。どうぞ。
本件運転士	はい、その通りです。どうぞ。
輸送指令員(無線)	はい、お待ちください。

本事故発生時刻前後（22時50分から22時59分まで）における列車集中制御装置の操作状況記録には、輸送指令員のうち1名の入力担当者（以下「輸送指令員（入力）」という。）が列車集中制御装置^{*19}の手動遠隔操作により渋川駅及び沼田駅構内にあるそれぞれの上越線出発信号機に停止信号を現示し、列車の出発を抑止する取扱いを行った時刻として、22時55分33秒、22時55分46秒とそれぞれ記録されていた。

2.7 気象等に関する情報

2.7.1 事故発生当日の天気

気象庁の情報によると、6月28日における前橋の天気概況は、6時～18時が“曇り時々雨”、18時～翌日6時が“雨時々曇一時晴、雷を伴う”であった。また、本事故発生当時は前橋地方气象台から事故現場がある渋川市には濃霧注意報及び雷注意報が、前橋市には濃霧注意報及び雷注意報のほか、大雨注意報及び洪水注意報が発表されていた。

2.7.2 1時間降水量、日降水量

事故現場の南方約15kmに位置する気象庁前橋地域気象観測所（以下「アメダス前橋」という。）、同様に北方約15kmに位置する気象庁沼田地域気象観測所

*19 「列車集中制御装置」とは、1地点（中央の制御所）から広範囲な区間の多数の信号設備（被制御所である各駅の信号機など）を遠隔制御することを可能とした列車の制御方式又は装置をいう。

(以下「アメダス沼田」という。)の記録によると、令和元年6月の日降水量及び同年6月28日の1時間降水量は、それぞれ図2及び図3に示すとおりであった。これらによると、アメダス前橋では6月28日の21時から22時まで1時間降水量として当日最大の14mmが記録されている。

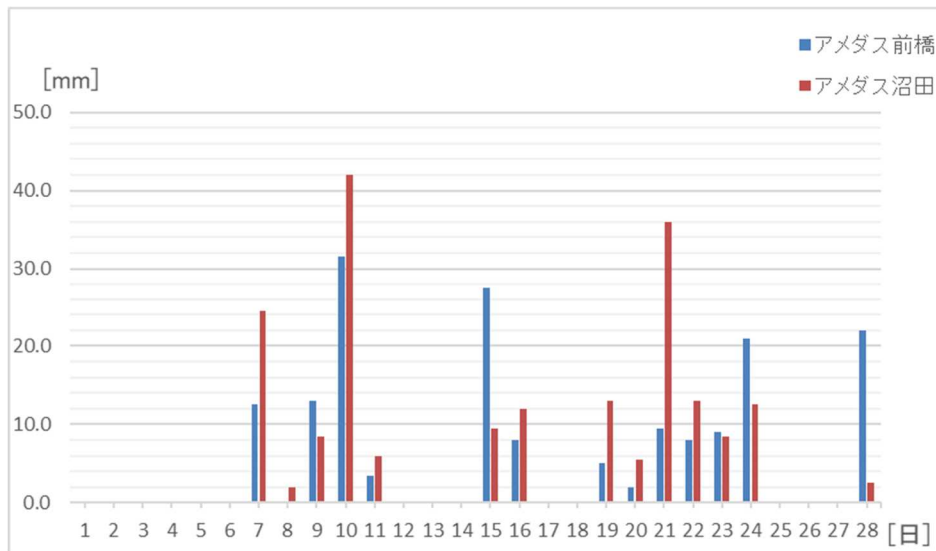


図2 令和元年6月の日降水量（アメダス前橋、アメダス沼田）

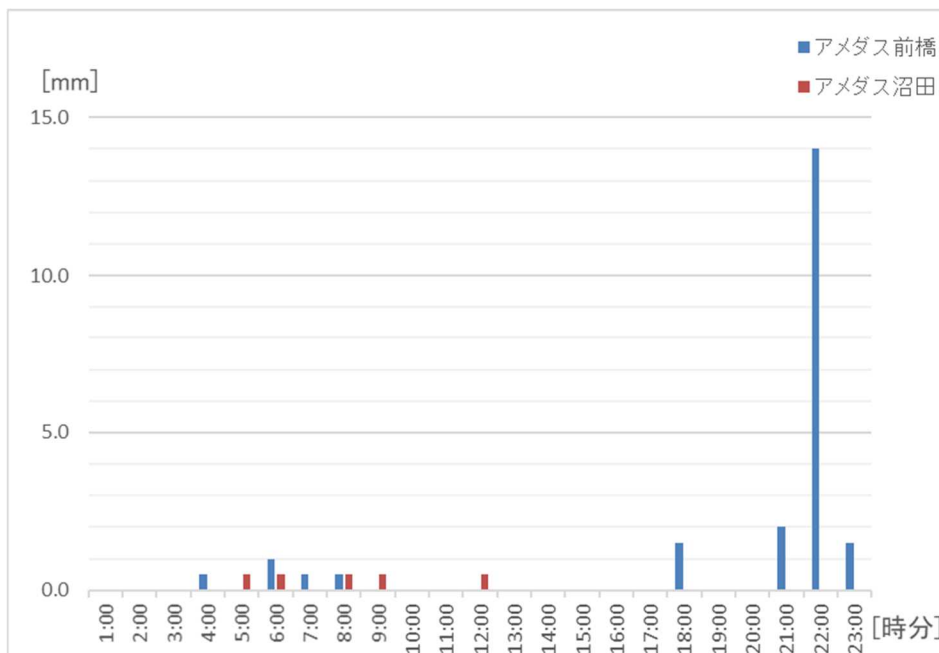


図3 令和元年6月28日の1時間降水量（アメダス前橋、アメダス沼田）

2.7.3 解析雨量

‘気象庁の解析雨量*20の1時間降水量の分布図’（以下「解析雨量」という。）によると、事故現場付近における本事故発生当日の1時間降水量の推移は、0時00分から20時30分までは10mm未満であったが、21時00分に10mmとなり、次第に増加し、21時30分及び22時00分に当日の最大値である34mmとなった。その後、同降水量は22時30分に9mmと減少し、23時00分に1mm未満となっている。また、この一連の状況推移では、事故現場付近に対し局地性の高い降水が捕捉されており、事故現場付近の同降水量は同社の雨量計が設置されている敷島駅及び八木原駅それぞれの付近と比較して多くなっている。

（付図11 事故現場付近の解析雨量 参照）

2.7.4 風速

気象庁の情報によると、本事故発生時刻に近い6月28日22時00分の風向風速は、前橋では風向が東の風、風速が3.3m/s、沼田では風向が西北西の風、風速が2.9m/sであった。

2.7.5 地震

気象庁の情報によると、事故現場がある渋川市における令和元年6月の有感地震（震度1以上）は、6月18日に震度3、17日及び24日に震度2、6日、8日及び11日に震度1がそれぞれ1回観測されていた。

2.8 避難及び救護に関する情報

本事故発生後に同社係員が行った乗客の避難及び誘導等に関しては、本件運転士及び本件車掌の口述、並びに同社から提出された資料によると、概略表4のとおりであった。

*20 「解析雨量」とは、国土交通省水管理・国土保全局、道路局と気象庁が全国に設置している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、気象庁が1時間の降水量分布を1km四方の細かさで解析したものをいう。

表4 避難及び救護等に関する手続

時刻	避難及び救護等に関する情報
6月28日 22時53分ごろ	列車脱線事故が発生
23時25分ごろ	同社の救護係員が事故現場に到着
6月29日 0時35分ごろ	乗客を降車させてバスへの誘導を開始
0時40分ごろ	乗客のバスへの誘導を完了

2.9 水路に関する情報

2.9.1 水路の構造等

本件水路は、本件里道とともに国有財産であったものが平成15年に旧赤城村（現渋川市）に譲与され、現在は渋川市が所有する財産である。

本件水路は、溢水箇所から本件里道に沿って約170m上流側にある前黒沢川の取水堰^{せき}から水を引いており、溢水箇所を経由して更に下流にある近辺の集落へと続くように敷設されている。

本件水路の一部は、蓋掛けされた状態や合成樹脂パイプを通水する構造のような暗渠^{*21}の状態であるが、崩壊箇所の上部付近の水路は、蓋掛けなどされていない開渠^{かいきよ}の状態であった。また、取水堰を含めて本件水路にはスクリーン^{*22}等は設置されていない。

本事故発生後の現場調査において本件水路の状況を確認したところ、取水堰に止水するための板等が設置され、そこには小枝や葉が堆積していた。同社によれば、本事故発生後、現場調査が開始される前に地域住民により板が設置されたとのことであった。

（付図12 水路の状況 参照）

2.9.2 通水機能を維持するための日常的な管理の実施状況

本件水路は渋川市が所有する財産であるが、通水機能を維持するための日常的な管理は本件水路の下流に位置する一部地域住民（以下「水路利用者」という。）によって行われている。水路利用者によれば、これまでの管理の実施状況は概略次のとおりであった。

本件水路は、事故現場付近の地域住民4世帯が、稲畑作の農業用水として年間を通して利用している。本件水路の通水機能を維持するための管理について、

*21 「暗渠」とは、灌漑・排水などのために地中に設けた溝をいう。

*22 「スクリーン」とは、水路を流れる小枝・落葉などのゴミや異物を取り除くため、円・角型の棒や板などを一定の平行間隔で格子状にした柵を水路に固定したものをいう。

水路所有者である渋川市からの要請等はなく、数世代前から水路利用者が慣習として自主的に継続して行ってきた。

本件水路の浚せつ^{*23}作業は、水路利用者同士で作業を行う期日を計画的に決めているわけではなく、集落付近まで通水される本件水路の水量が少なくなったと気付いたときに、本件里道を通行して本件水路に通水不良となっている箇所を取水堰まで歩きながら確認し、発見した場合には堆積した木々や葉等を撤去する作業を行っている。

本件水路の水量が少なくなるのは大雨が降った翌日が多く、大抵は取水堰の通水量を調整するために設置している板に小枝や葉等が堆積して通水不良の状態になってしまう。これまでは、本事故発生時のように取水堰の箇所以外の本件水路途中で堆積するということはほとんどなかった。このような小枝や葉等の堆積により本件水路の水量が少なくなってしまう状況は、年間で平均するとだいたい2か月に1回程度の頻度で発生しており、落ち葉が多くなる秋期に比較的頻度が高く、冬期はほとんどない。

過去にはもっと多くの世帯が水路を利用しており、複数の水路利用者が共同で浚せつ作業を行っていたこともあったと聞いたこともあるが、現在では個人で作業を行っている。

本事故発生前直近では、田植えの準備時期である5月中旬に本件水路の様子を取水堰まで見に行っており、その際に取水堰に堆積した小枝や葉等の撤去作業のほか、田植えのために水が多く必要になるので取水堰に設置している板の固定位置を変更して取水量を調整した。

本件水路では過去にも本事故発生時と同様に水路途中の位置で溢水があったということは記憶しているが、そのときに浚せつ作業や取水量の制限等に関して水路所有者からの依頼や注意喚起等の連絡は特になかったと思うがおぼえていない。

2.9.3 過去における溢水の発生状況

本件水路におけるこれまでの溢水の発生状況について、同社によると、平成21年8月、本事故発生時に溢水が発生した箇所から約20m下流側の位置において、本事故発生と同様に、落ち葉等が水路内に堆積することにより通水不良の状態となって水が溢れ、この影響により付近の鉄道用地外の斜面が緩み崩壊するという事象が発生していたとのことである。このときは崩壊した土砂等が線路内まで流入し

*23 「浚せつ」とは、堆積した落ち葉などを取り除くことをいう。

なかったため、列車の運行を支障していない。なお、この事象の発生を踏まえて、溢水箇所付近約10mにわたって水路側壁をかき上げする措置が行われている。

3 分析

3.1 脱線時の状況に関する分析

本件列車が脱線した状況については、

- (1) 2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は、線路内に倒木があるのを認め、直ちに非常ブレーキを操作したが衝突した。衝突時には「ドーン」という音と揺れを感じるとともに、運転席前面の窓に跳ねた泥が付着したのが見えたと言述していること、
- (2) 2.3.1(3)に記述したように、本件列車は、1両目の先頭が98k440m付近に停止し、1両目の前台車第1軸が左側に脱線していたこと、
- (3) 2.3.1(4)に記述したように、土砂等流入箇所（98k246m付近中心）の下り線は線路方向に約6mにわたって土砂等がレール頭頂面の高さの位置まで堆積していたこと、
- (4) 2.4.2に記述したように、1両目及び2両目の車両床下には土砂等が付着し、機器や車輪踏面に損傷箇所が多く見られ、1両目前面スカートが損傷していること

から、斜面が崩壊したことによって、線路内に流入した倒木を含む土砂等に本件列車が衝突したため、1両目の前台車第1軸が脱線したものと推定される。

脱線した位置については、

- (5) 2.4.1(1)①に記述したように、98k251m付近の下り線左レール外側のレール締結装置ボルト頭部に、車輪フランジが接触したとみられる損傷が進行方向に連続して2箇所あったこと、
- (6) 2.4.1(2)に記述したように、土砂等流入箇所前後のレール頭頂面に、脱線に至るような車輪フランジの走行痕は認められなかったこと

から、土砂等が線路内に流入し堆積していた箇所（98k246m付近）と考えられる。

また、脱線した後の本件列車の状況については、

- (7) 2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は、本件列車が停止するまでの間、砂利道を自動車に乗って走行しているような揺れなどを感じたが、本件列車が脱線しているようには感じられなかったと言述していること、

(8) 2.4.1(1)②に記述したように、98k252m付近から98k440m付近までの左レール外側のレール締結装置板ばねに、車輪フランジが擦過したとみられる痕跡が断続的にあったこと、

(9) 2.3.1(3)に記述したように、脱線した第1軸付近の左レール上には歯車装置ケース底部が、右レール上にはスノウプラウがそれぞれ接触した状態で停止しており、第1軸左右それぞれの車輪は軌道上のバラスト等とは接触しておらず、左側車輪のフランジはレール締結装置板ばねに接触した状態であったこと

から、1両目の前台車第1軸が左側に脱線したものの、車輪は軌道上に落下していない状態で、停止位置付近までの約200mの区間を、車輪フランジがレール締結装置板ばねを擦りながら走行したものと考えられる。

2.4.1(1)③及び④並びに2.4.2に記述した、PCまくらぎ、ケーブル防護カバー及び車両床下機器等が損傷したことについては、

(10) 2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は、衝突後、本件列車が停止するまでの間、車両の床下に木を巻き込んだまま引きずっているような音と衝動があったと口述していること、

(11) 2.3.1(4)に記述したように、土砂等流入箇所から本件列車停止位置（4両目後方）までの約100mの区間の軌道上には長さ約150cm、直径約15cmの大きさのものを含む伐採材が数本と、最も大きいもので縦約50cm、横約30cm、高さ約15cmの石が散乱していたこと

から、脱線後に走行したことによって、石や木等を車両床下に巻き込み、これらがPCまくらぎ、ケーブル防護カバー及び車両床下機器等と接触して損傷した可能性が考えられる。

3.2 脱線した時刻に関する分析

本件列車が脱線した時刻は、

(1) 2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は、本件列車から約50m先の線路内に倒木があるのを認め、直ちに非常ブレーキを操作したが衝突したと口述していること、

(2) 2.1.2に記述したように、運転状況記録装置の記録から本件列車は22時53分25.0秒に非常ブレーキが操作され、その12.5秒後に停車が検知されていること

から、22時53分ごろであったと考えられる。

3.3 運転取扱い等に関する分析

3.3.1 運転規制等に関する分析

2.6.1 に記述したように、同社では降雨時に運転規制等を行うための発令基準値を定めていたが、

- (1) 2.6.1 に記述したように、本事故発生時の敷島・八木原実効雨量は同社が定める運転規制等の発令基準値に達していなかったこと、
- (2) 2.1.3 に記述したように、本事故発生前に事故現場付近の上下線を通じた各列車の運転士及び車掌各1名の計4名のうち、上り列車の車掌が事故現場付近を走行中に強い雨が降っており不安を感じたと口述したものの、4名とも異状を感じていないこと

から、本事故発生前に運転規制等を行うための発令基準値を超過する雨量が捕捉されず、また、端緒となる情報もなかったため、降雨時の運転規制を行わなかったものと考えられる。

3.3.2 線路内の倒木を認めた時の運転状況に関する分析

本件運転士が線路内の倒木を認めた時の運転状況については、

- (1) 2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は、本件列車から約50m先の線路内に倒木があるのを認め、直ちに非常ブレーキを操作したが衝突したと口述していること、
- (2) 2.1.2 に記述したように、運転状況記録装置の記録から、本件列車は速度76km/h で走行中の22時53分23.9秒に手動常用ブレーキが、22時53分25.0秒に手動非常ブレーキがそれぞれ操作され、22時53分37.5秒に本件列車の停止が検知されていること

から、本件運転士は線路内にあった倒木を発見後、直ちに非常ブレーキを作動させたものの、本件列車はその手前で停止できなかったものと考えられる。

なお、本件列車が線路内に流入した伐採材を含む倒木及び土砂等の手前で停止できなかったことについては、

- (3) 2.3.1(2)に記述したように、事故現場付近の線形は、土砂等流入箇所から464m手前から直線であるものの、本事故発生時は夜間であったこと、
- (4) 2.3.2(5)③に記述したように、事故現場付近には同社が管理する照明設備は設置されていないこと

から、本件運転士が線路内に流入した伐採材を含む倒木及び土砂等を見つけた位置から更に手前の位置で見つけることは困難であったと考えられる。

3.3.3 列車防護に関する分析

本件列車が停止した後の列車防護の措置について、

- (1) 2.1.1(1)に記述したように、本件運転士は、本件列車が停止した後、まず

- は車掌に対し専用電話によって、続いて輸送指令に対し列車無線によって、線路内にあった倒木と衝突して停止したことを伝えたこと口述していること、
- (2) 2.6.2 に記述したように、本件運転士は、輸送指令員（無線）から支障する線区に関する列車無線の問いかけに対して、本件列車が走行していた下り線だけでなく、隣接する上り線も含めて「上越線上下線」と応答していること、
- (3) 2.6.2 に記述したように、本事故発生後の車両調査では、防護無線機操作器のクラッカープレートは割れていない状態であり、また、本事故発生後の同社による検査では、車両用信号炎管の炎管部分に点火された形跡は認められなかったとのこと

から、本件列車が停止した後、本件運転士は隣接する線（上り線）が支障しているおそれがあることを想定し、輸送指令員に対してその旨報告したものの、隣接線の列車を速やかに停止させるための措置として、同社で定められた取扱いである車両用信号炎管及び防護無線機を使用した列車防護を行っていなかったものと認められる。

一方で、2.6.2 に記述したように、列車集中制御装置の操作状況記録の内容から、本件運転士から列車が倒木と衝突して停止したとの報告を受けた輸送指令員（入力）による取扱いにより、本事故発生箇所を含む渋川駅～沼田駅間の上下線に他の列車が進入しない措置が講じられたものと認められる。

列車防護は併発する事故を防止するために関係する列車を速やかに停止させるための処置であり、その目的から迅速性を最優先に考える必要がある。したがって、運転士は線路内に倒木等がある状況を認知したことをもって、倒木等が線路内を支障している状態であり、隣接線路を走行してくる列車の停止を必要とする障害が発生している可能性があることを認識して、まずは他の取扱いより優先して速やかに防護無線機等を使用して列車防護を行う必要がある。同社は、こうした速やかな列車防護の措置を運転士が確実に行うことができるよう、教育訓練を継続して行うことが望ましい。また、車両に自動的に脱線を検知して防護発報する装置を単線複線の別（隣接線路の有無）や列車運行本数等の線区の状況に応じ整備することについて検討を行うことが望ましい。

3.4 気象の状況に関する分析

本事故発生前の気象状況については、

- (1) 2.7.2 に記述したように、アメダス前橋では本事故発生当時である6月28日21時から22時までの1時間降水量の最大値として14mmが記録されていること、

(2) 2.7.3 に記述したように、事故現場付近における6月28日21時30分及び22時00分の解析雨量は34mmであったこと

から、事故現場付近では本事故発生前に比較的多くの降水があった可能性が考えられる。

また、2.7.3 に記述したように、気象庁の解析雨量では、事故現場付近に対し局地的の高い降水が捕捉されており、事故現場付近の同降水量は同社の雨量計が設置されている敷島駅及び八木原駅それぞれの付近と比較して多くなっていたことから、両駅に設置される雨量計の配置間隔（路線距離約10km）では事故現場付近の降水を捕捉していなかった可能性が考えられる。

同社は、同社が設置した雨量計の観測に基づく実効雨量に併せ、気象庁の解析雨量等の気象情報を有効活用するなど、鉄道沿線における局地的な降雨の発生状況の把握を充実させるための取組について検討を行うことが望ましい。

3.5 崩壊斜面の状況に関する分析

3.5.1 土砂等が線路内に流入した時刻に関する分析

2.1.3 に記述したように、本件列車が事故現場付近を走行する約64分前の21時49分ごろに上り第758M列車が、約44分前の22時09分ごろに下り第755M列車が事故現場付近をそれぞれ通過しているが、各列車の運転士及び車掌計4名とも特に異常を感じていないことから、土砂等が線路内に流入した時刻は、下り第755M列車が事故現場付近を通過した22時09分ごろ以降から本件列車が事故現場に差し掛かった22時53分ごろまでの間であったと推定される。

3.5.2 崩壊斜面上部の流水状況に関する分析

崩壊斜面上部の流水状況については、

(1) 2.3.1(5)①に記述したように、同社の施設係員が崩壊斜面上部を確認したところ、本件水路の崩壊斜面位置付近から溢水が発生していることが認められ、ここから溢れた水が幅約500mm、高さ約5mmの連続した流路形状で本件里道を横断し、崩壊斜面部分へ流れ込んでいたこと、

(2) 2.3.1(5)に記述したように、本事故発生後の現場調査において崩壊斜面上部の状況を確認したところ、崩壊斜面上部の本件里道に本件水路から崩壊斜面部分にかけて水が流れたとみられる形跡があったこと

から、本事故発生当時、本件水路から溢れた水が斜面へ集中的に流れ込んでいたものと考えられる。

また、本件水路から溢水したことについては、2.3.1(5)②に記述したように、本件水路の溢水箇所には、水路の溝を完全に塞ぐ量と密度の落ち葉、小枝及び土砂等

の堆積物が水路に沿って水流方向に約200mmにわたって存在していたことから、この堆積物により本件水路の通水機能に支障が生じて堆積物付近より溢水したものと考えられる。

さらに、3.4に記述したように、事故現場付近では本事故発生前に比較的多くの降雨があった可能性が考えられることから、降雨に伴って本件水路の通水量が増加し、溢れる水量が多くなっていた可能性が考えられる。

3.5.3 斜面の崩壊に関する分析

斜面が崩壊したことについては、3.5.2に記述したように、本件水路から溢れた水が斜面へ集中的に流れ込んでいたものと考えられ、斜面表土の含水量が多くなって同斜面が不安定な状態となったことにより発生した可能性が考えられる。

このため、同社は、本件水路からの溢水等による被害に備え、崩壊斜面には災害を検知するための設備の設置やのり面防護工等の措置を講じることが望ましい。なお、同社用地外で措置等が必要になる場合は、その管理者等へ依頼や情報提供を行い、関係者間において対策を協議することが望ましい。

3.6 本件水路に関する分析

3.6.1 溢水した箇所において落ち葉等が堆積したことに関する分析

溢水した箇所において落ち葉等が堆積したことについては、2.9.1に記述したように、本件水路の一部は、蓋掛けされた状態や合成樹脂パイプを通水する構造のような暗渠の状態であるが、崩壊箇所の上部付近の水路は、蓋掛けなどされていない開渠の状態であり、取水堰を含めて本件水路にはスクリーンは設置されていなかったことから、本件水路は水路内に落ち葉等が堆積しやすい構造であったと考えられる。また、2.9.1に記述したように、本事故発生後に取水堰に止水するための板等が設置され、そこには小枝や葉が堆積していたことから、常日頃から本件水路には入水した水の流れとともに小枝や葉が運ばれており、本事故発生前も同様に運ばれていたと考えられる。これらのことから、本事故発生時の直近においても、水路の開渠部分付近の落ち葉等が何らかの理由により水路内に堆積した可能性、又は取水堰より入水した水に運ばれた落ち葉等が何らかの理由により堆積した可能性が考えられる。

事故現場において同種の事故を防止するためには、崩壊斜面上部に敷設される本件水路が落ち葉等の堆積物により通水不良の状態となって溢水する等して同斜面へ水が流れ込まないように、水路所有者は、水路利用者を含めた関係者間で協議して、水路の通水機能が阻害されにくい構造の設備を整備することが必要である。

3.6.2 通水機能を維持するための日常的な管理の実施状況に関する分析

通水機能を維持するための日常的な管理の実施状況について、2.9.2 に記述したように、水路利用者が従前からの慣習による自主的な管理により、通水機能を維持するための浚せつ作業が行われ、その作業はあらかじめ計画的に定めた期日を決めているわけではなく、集落付近まで通水される本件水路の水量が少なくなったと気付いたときに行われるといったものであったことから、堆積物による通水不良による溢水を事前に予防するという観点での点検等が行われておらず、蓋掛けなどされていない開渠の状態であり、なおかつ取水堰を含めてスクリーンが設置されていないといった水路内に枝葉等が堆積しやすい構造である本件水路の設備に応じた管理が、必ずしも適切に行われている状態ではなかったと考えられる。

このため、水路所有者は関係者と連携を図りながら、水路設備の構造に応じた点検や浚せつ等の通水機能を維持するための日常的な管理を継続して行うことが必要である。

3.7 本件土工等設備の管理に関する分析

本件土工等設備の定期検査等の状況について、

- (1) 2.3.2(3)に記述したように、同社用地外部分を含めた本件土工等設備を対象とした直近の定期検査（通常全般検査）の結果として“健全な状態である”と判定され、なおかつ、崩壊斜面を含む区間を対象とした落石検査の結果として“変化なし”と判定されていること、
- (2) 2.3.2(4)に記述したように、事故現場付近を対象とした直近の線路の巡視が、令和元年6月12日に列車添乗等により行われているが、その記録によると崩壊斜面の箇所では異常は確認されていないこと

から、本件水路から溢水した大量の水が斜面に流入し、斜面が崩壊することを事前に予測することができず、詳細な調査を行って必要な措置を講じる等の事故の未然防止を図ることは困難であったと考えられる。

しかしながら、本事故を踏まえて、同社は本事故発生場所と同様の箇所（斜面上部に水路が敷設される箇所）の洗い出しを行うとともに、洗い出された箇所に対し通水設備の構造やその周辺の状況に応じて、重点的な巡視・監視を要する鉄道施設箇所に設定するなど、事故の未然防止を図っていくことが望ましい。また、周辺の水路の存在に係るリスクに限らず、沿線の災害の要因となり得るリスクの調査及び評価を行うなどして不安定な箇所を可能な限り把握するとともに、これにより得られた結果を有効に活用して斜面の定期検査等において特に注意して検査を行うなど、事故の未然防止を図るための更なる取組を講じていくことが望ましい。

3.8 避難及び救護に関する分析

本事故発生後の乗客の避難及び救護については、2.1.1 に記述した乗務員の口述及び2.8に表4で示した避難及び救護に関する情報から、本事故発生後の乗務員及び輸送指令員の対応には、特に問題はなかったと推定される。

4 原因

本事故は、鉄道沿線の斜面が崩壊したため、線路内に流入した倒木を含む土砂等に本件列車が衝突したことにより脱線したものと推定される。

斜面が崩壊したことについては、崩壊した斜面上部に敷設されている水路内に落ち葉等が堆積していたことから、同水路の通水機能に支障が生じ、この付近から溢れた水が同斜面へ集中的に流れ込んだため、斜面表土の含水量が多くなって同斜面が不安定な状態になったことにより発生した可能性が考えられる。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

事故現場において同種の事故を防止するためには、崩壊した斜面上部に敷設されている水路が落ち葉等の堆積物により通水不良となり、そこから溢水する等して同斜面へ水が流れ込まないように、本件水路の所有者（渋川市）は、本件水路の利用者を含めた関係者間で協議して、本件水路の通水機能が阻害されにくい構造の設備を整備するとともに、関係者と連携を図りながら設備の構造に応じた点検や浚せつ等の日常的な機能維持のための管理を継続して行うことが必要である。

また、同社は本件水路からの溢水等による被害に備え、崩壊した斜面には災害を検知するための設備の設置やのり面防護工等の対策等の措置を講じることが望ましい。なお、同社用地外で措置等が必要になる場合は、必要に応じてその管理者等へ依頼や情報提供を行い、関係者間において対策を協議することが望ましい。

さらに、本事故を踏まえて、同社は本事故発生場所と同様の箇所（斜面上部に水路が敷設される箇所）の洗い出しを行うとともに、洗い出された箇所に対し通水設備の構造やその周辺の状況などに応じて、重点的な巡視・監視を要する鉄道施設箇所に設定するなど、事故の未然防止を図っていくことが望ましい。また、周辺の水路の存在

に係るリスクに限らず、沿線の災害の要因となり得るリスクの調査及び評価を行うなどして不安定な箇所を可能な限り把握するとともに、これにより得られた結果を有効に活用して斜面の定期検査等において特に注意して検査を行うなど、事故の未然防止を図るための更なる取組を講じていくことが望ましい。

5.2 事故後に講じられた措置

(1) 同社が講じた措置

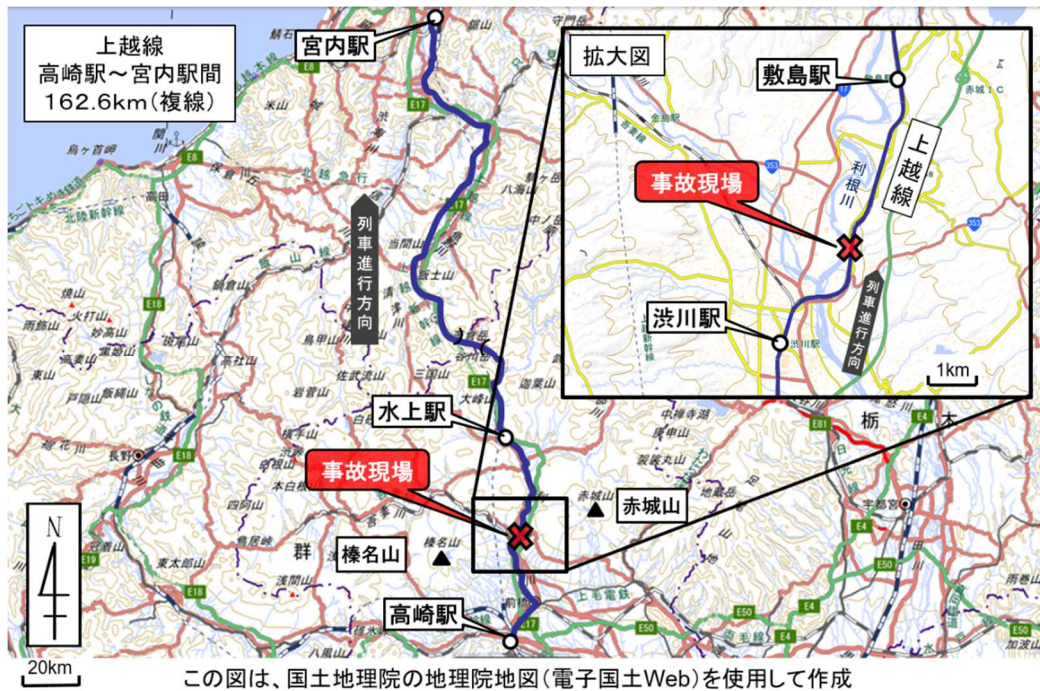
- ① 本件水路の所有者（渋川市）に対して、以下の対策を要請した。
 - ・ 本件水路の適切な管理の徹底及び設備の改良等、溢水に関する再発防止対策の実施
 - ・ 本件水路と同様に鉄道線路近くにある類似の水路について、敷設環境や使用状況を踏まえた溢水を防止するための適切な管理の徹底
- ② 崩壊した斜面を含む周辺の水路溢水等の影響により鉄道の運行を支障するおそれのある斜面部分について、のり砕工（吹付砕工）によるのり面防護を施工した。
- ③ 同社全路線について、本事故発生場所と同様の沿線の切土のり面上部に水路が敷設されている箇所等を対象に緊急点検を行い、点検の結果、列車の運行を支障するおそれのある水路の破損や通水不良等の異常が認められた箇所に対し修繕等の応急的な措置を行った。また、応急措置を行った各水路の所有者に対して、水路の適切な管理の徹底を要請した。

(2) 渋川市が講じた措置

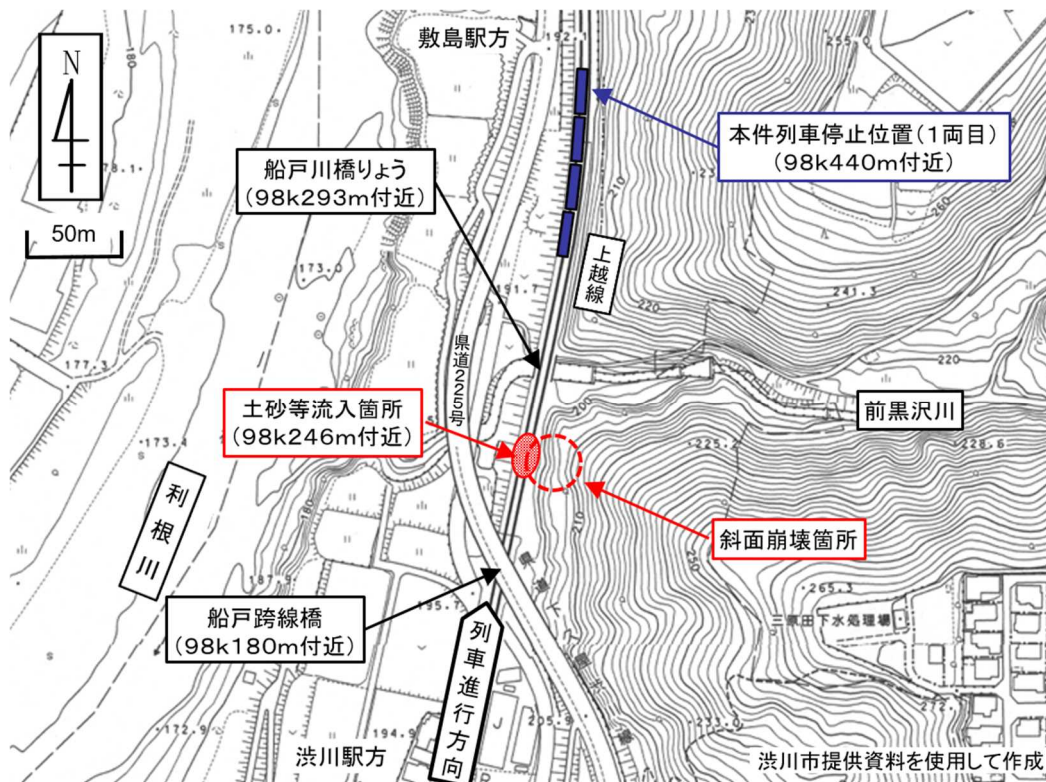
- ① 本件水路について、以下の措置を講じた。
 - ・ 過去の溢水箇所も含めた崩壊した斜面付近の区間の水路を暗渠化（約100m区間に合成樹脂パイプを設置）するとともに、取水堰及び暗渠（パイプ）入口のそれぞれにスクリーンを設置した。
 - ・ 暗渠化（パイプを設置）による水路断面積の縮小に伴って、大雨時の取水河川の水位上昇等により取水量が急激に増加してパイプ入口部から溢水するおそれがあることから、取水堰開口部の一部をモルタルにより閉塞して通水量を抑制した。
- ② 水路利用者を含む住民（自治会）に対して、以下の注意喚起等を行った。
 - ・ スクリーン部を含む水路の通水不良の有無等を定期的に点検するとともに、必要に応じて浚せつする等の適切な機能維持の徹底を依頼した。
 - ・ 水路断面の縮小により、取水量が増加するとパイプ入口部から溢水する危険性があること、特に大雨の際には随時確認する必要があることを注意喚起した。

- ③ 本件水路と同様に鉄道線路近くにある類似の水路を抽出したうえで敷設環境や使用状況を調査し、溢水防止のための対策の検討を開始した。

付図1 上越線路線図及び事故現場付近の地形図



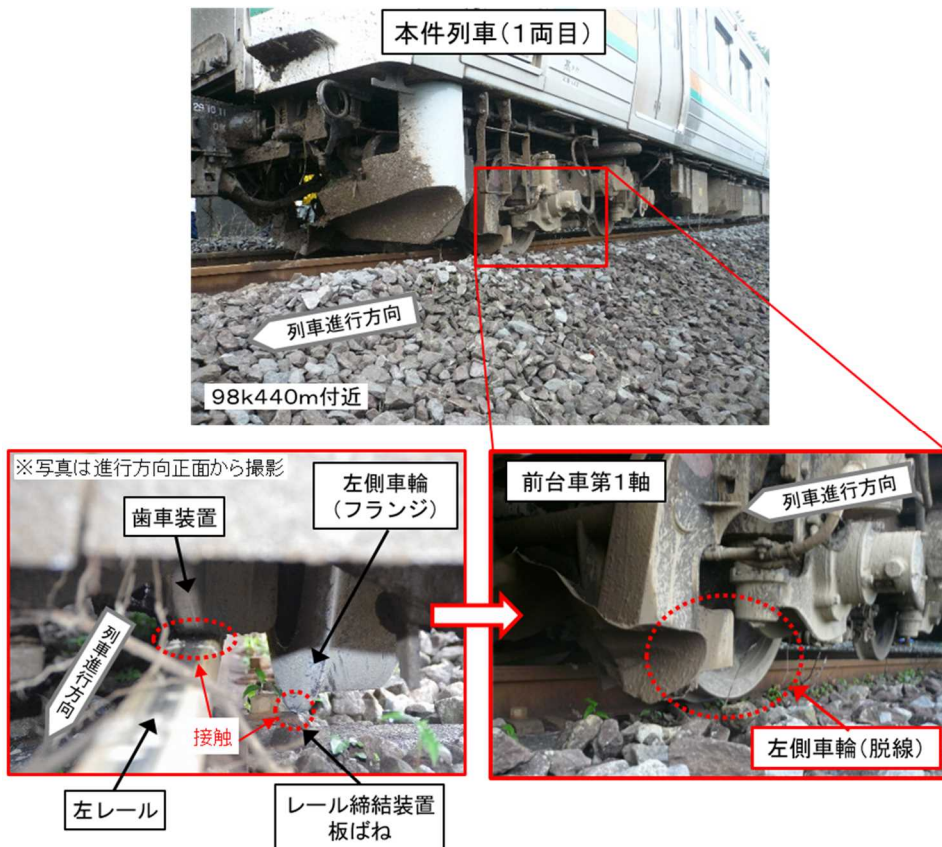
付図2 事故現場付近の線路平面図



付図3 事故現場付近の状況



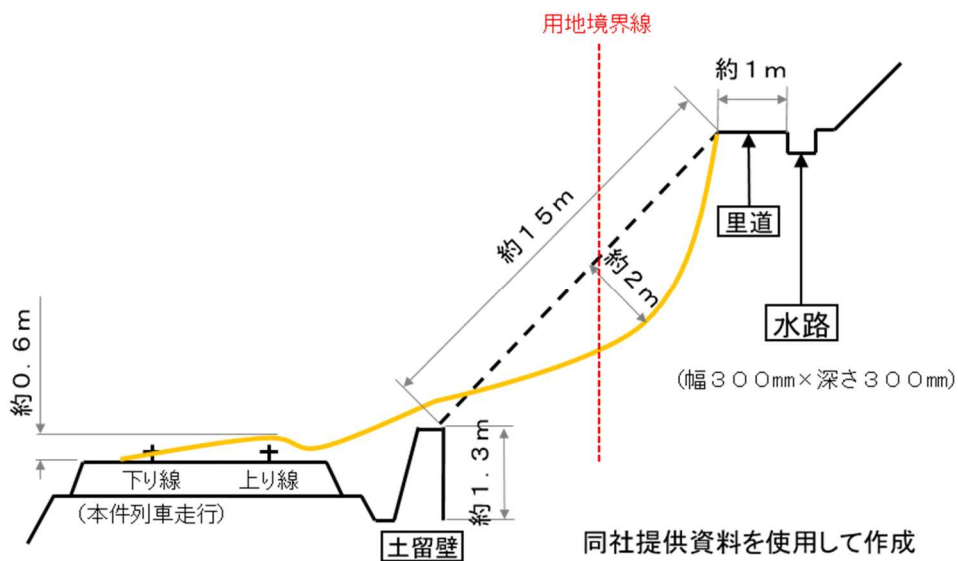
付図4 脱線の状況



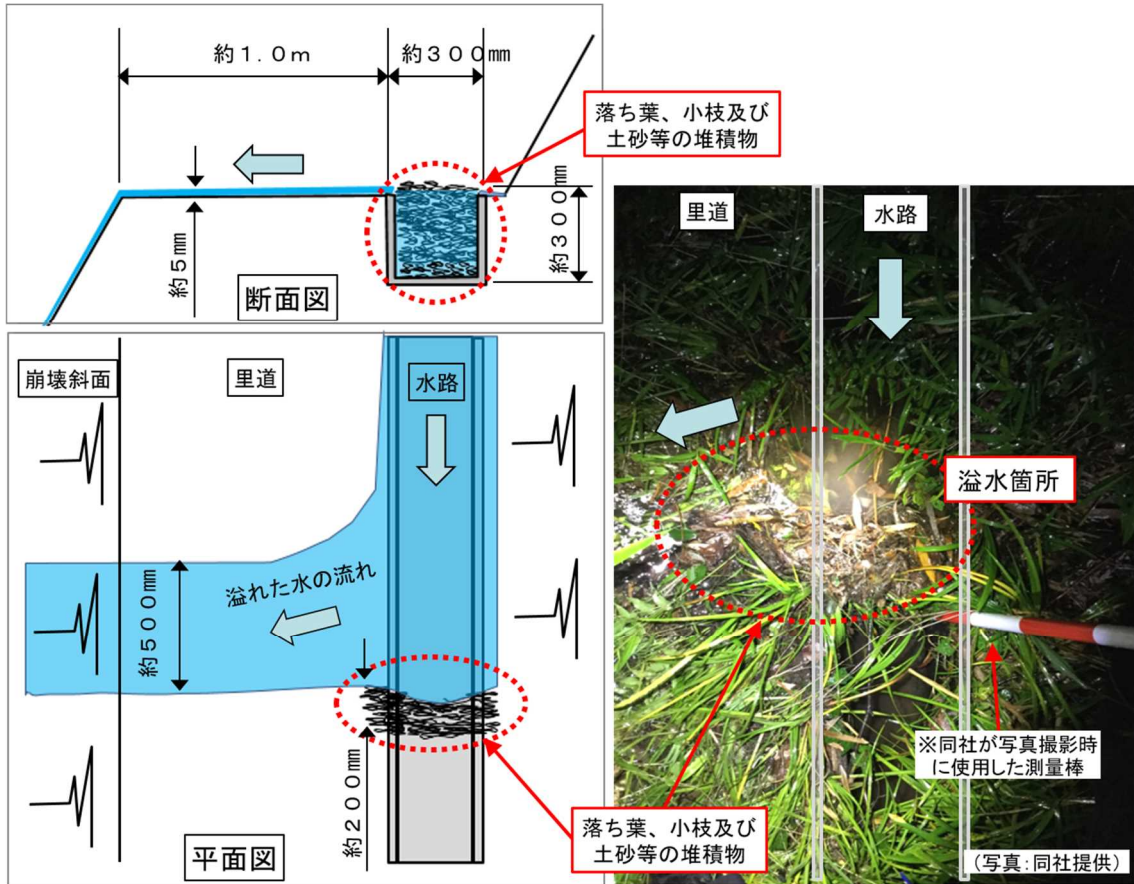
付図5 事故現場付近の略図



付図6 崩壊斜面の模式縦断面図

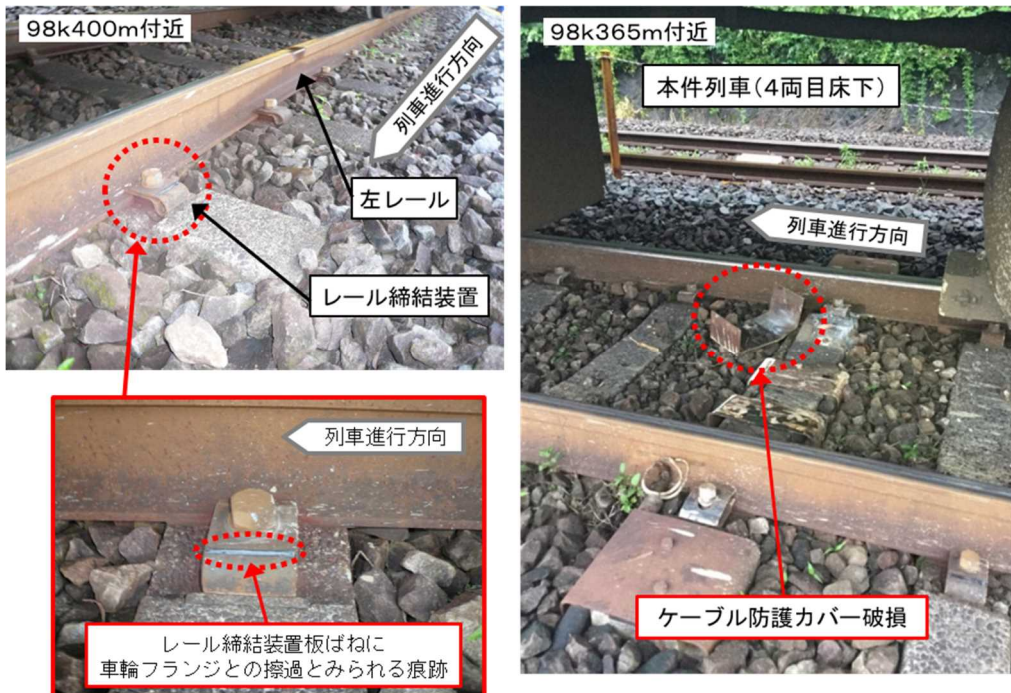


付図7 崩壊斜面上部の状況

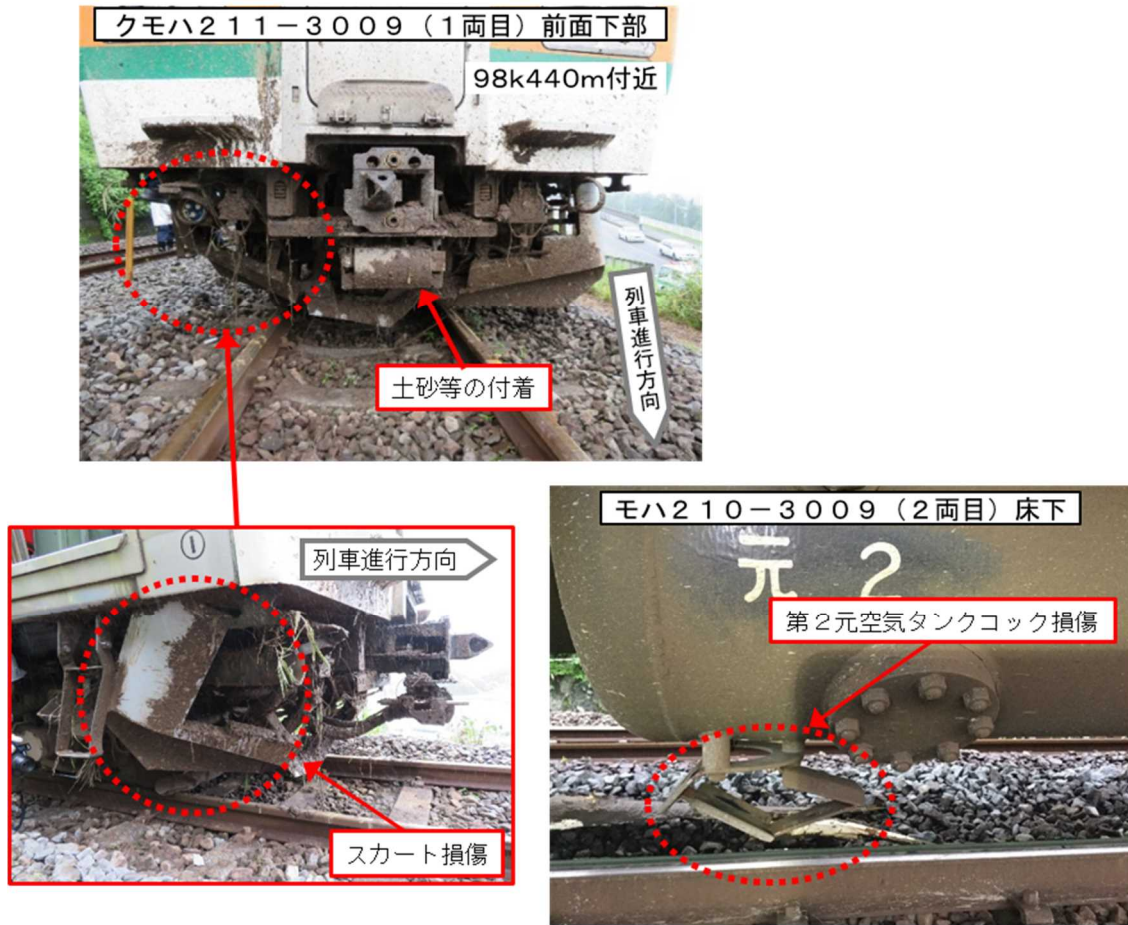


同社提供資料を使用して作成

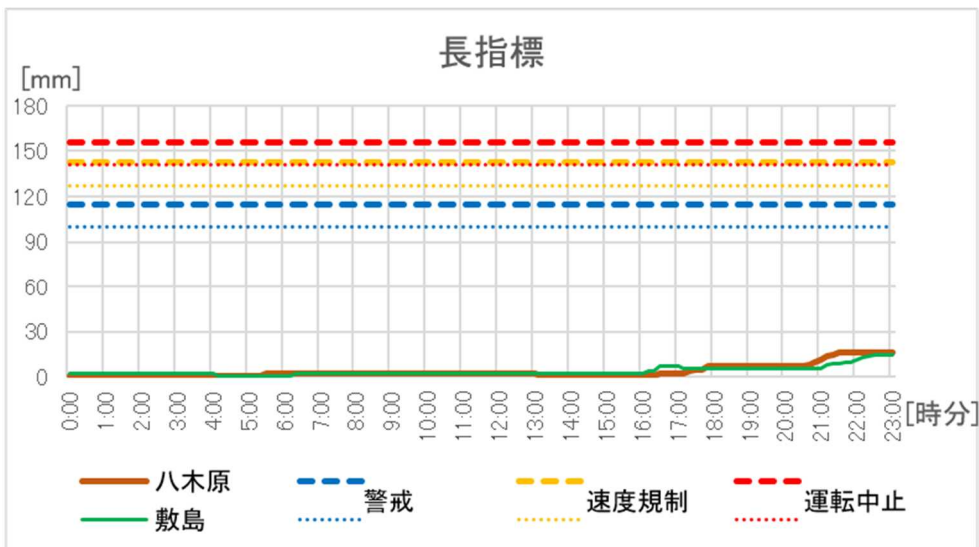
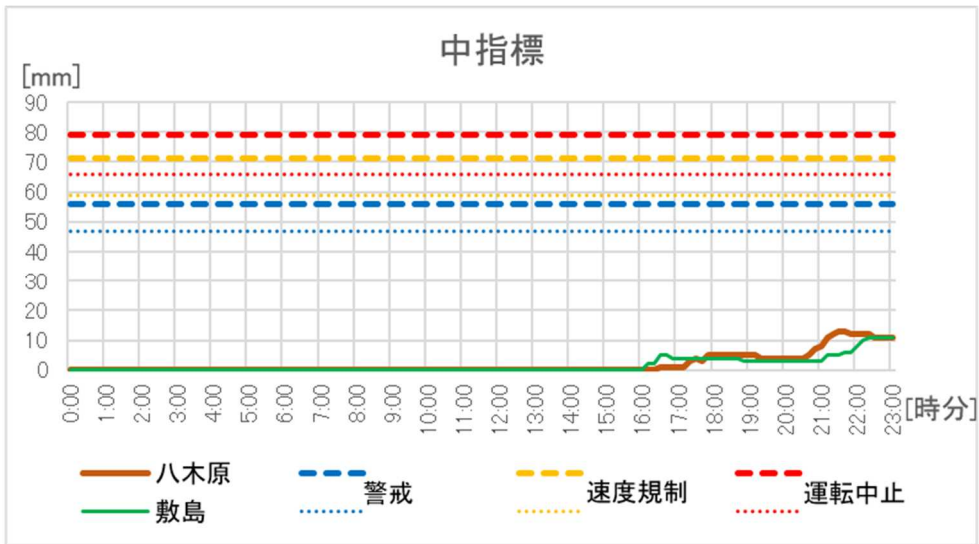
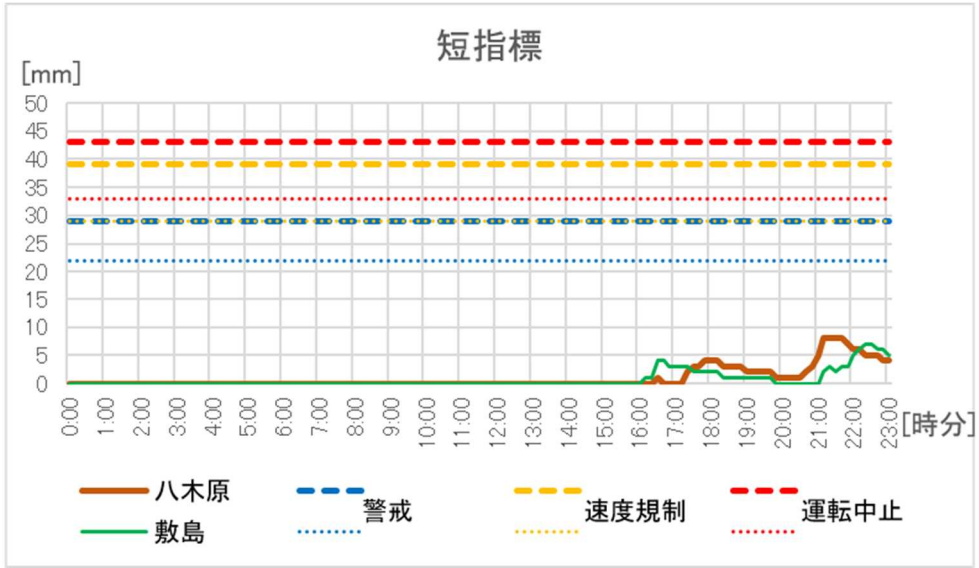
付図8 軌道の主な損傷状況



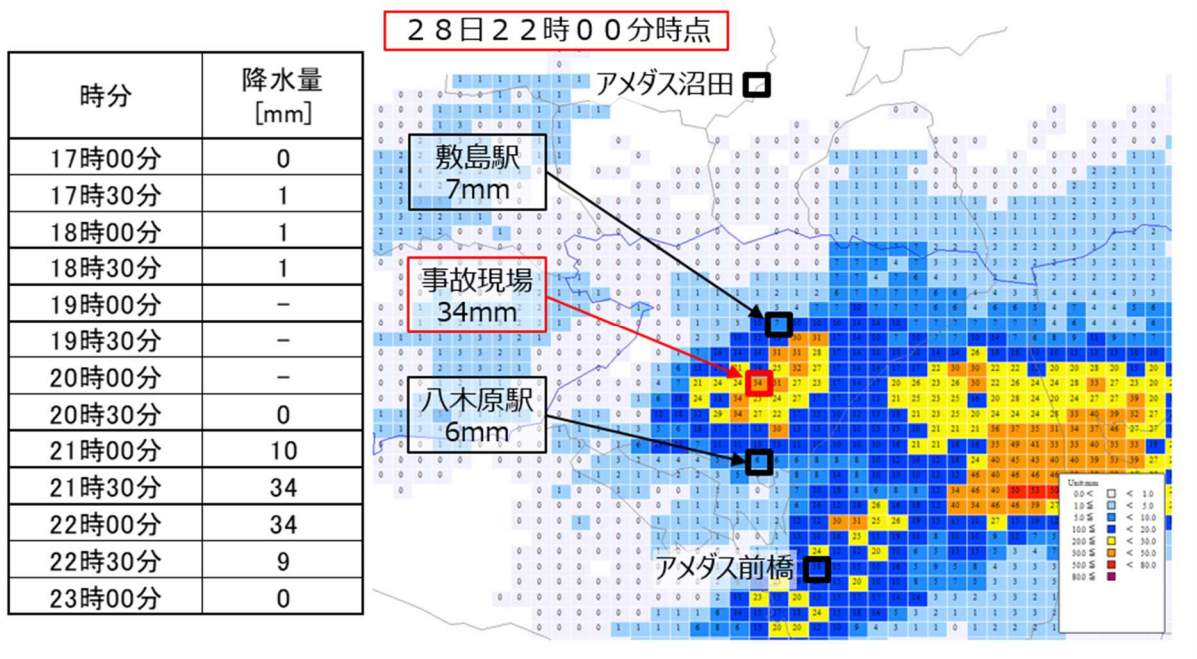
付図9 車両の主な損傷状況



付図 1 0 敷島・八木原実効雨量



付図 1 1 事故現場付近の解析雨量



付図 1 2 水路の状況

