

RA2022-6

鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 長良川鉄道株式会社 越美南線 万場駅～上万場駅間
踏切障害事故

II 東日本旅客鉄道株式会社 大船渡線 真滝駅～陸中門崎駅間
列車脱線事故

令和4年9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 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 大船渡線
真滝駅～陸中門崎駅間
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3年7月5日 21時35分ごろ

発生場所：岩手県一関市

大船渡線 真滝駅～陸中門崎駅間（単線）
一ノ関駅起点8k465m付近

令和4年9月9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	早田久子
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大船渡線一ノ関駅発気仙沼駅行き1両編成（ワンマン運転）の下り第343D列車は、令和3年7月5日（月）真滝駅を定刻（21時32分）に出発した。

列車の運転士は、周囲が暗い中、真滝駅～陸中門崎駅間を速度約67km/hで走行中に、前方に倒木を発見し、非常ブレーキを操作したが間に合わず、列車は倒木に衝突し、前台車の全2軸が進行方向左側に脱線した。

列車には乗客5名及び乗務員1名（運転士）が乗車していたが、負傷はなかった。

<原因>

本事故は、建築限界内に入って列車の進路を支障していた倒木と列車が衝突したため、列車が倒木に乗り上げ、倒木を巻き込んで脱線したものと推定される。

倒木が建築限界内に入って列車の進路を支障していたことについては、列車進行方

向右側の切取り面上に生育していた樹木が腐朽の進行により一部空洞化した根元付近で幹が折れて線路方向に倒壊したものと推定される。

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	経過報告	1
1.2.4	原因関係者からの意見聴取	1
2	事実情報	1
2.1	運行の経過	1
2.1.1	運転士の口述	1
2.1.2	運転状況の記録	2
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷	3
2.3	鉄道施設及び車両等に関する情報	3
2.3.1	路線の概要	3
2.3.2	線路に関する情報	4
2.3.3	事故現場の概要	4
2.3.4	軌道に関する情報	5
2.3.5	車両に関する情報	5
2.3.6	のり面及び倒木に関する情報	7
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	運転取扱いに関する情報	12
2.7	気象に関する情報	12
3	分析	13
3.1	本事故の発生状況に関する分析	13
3.1.1	脱線開始地点に関する分析	13
3.1.2	脱線した時刻に関する分析	13
3.1.3	脱線時の状況に関する分析	13
3.2	倒木に関する分析	14
3.2.1	本件樹木の倒壊に関する分析	14
3.2.2	本件樹木が倒壊した時刻に関する分析	14

3.2.3	本件のり面及び樹木に関する分析.....	14
3.3	運転取扱い等に関する分析.....	15
3.4	気象に関する分析.....	16
4	原因.....	16
5	再発防止策.....	17
5.1	必要と考えられる再発防止策.....	17
5.2	事故後に同社が講じた措置.....	17

添付資料

付図1	大船渡線の路線図.....	18
付図2	事故現場付近の地形図.....	18
付図3	現場周辺の概況.....	19
付図4	現場の概略断面図.....	19
付図5	軌道周辺に散乱する樹木の枝葉の状況.....	20
付図6	倒木の根元とその周囲の状況.....	20
付図7	軌道上の脱線の痕跡.....	21
付図8	車両の主な損傷等の状況.....	21
付図9	レール車輪間に作用する力.....	22
付属資料1	ブレーキ距離の計算.....	22

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大船渡線一ノ関駅発^{け せんぬま}気仙沼駅行き1両編成（ワンマン運転）の下り第343D列車は、令和3年7月5日（月）真滝駅を定刻（21時32分）に出発した。

列車の運転士は、周囲が暗い中、真滝駅～陸中門崎駅間を速度約67km/hで走行中に、前方に倒木を発見し、非常ブレーキを操作したが間に合わず、列車は倒木に衝突し、前台車の全2軸が進行方向左側（以下、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5名及び乗務員1名（運転士）が乗車していたが、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、令和3年7月5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。

東北運輸局は、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3年7月6日～8日 口述聴取、現場調査及び車両調査

1.2.3 経過報告

令和4年6月30日、その時点までの事実調査結果に基づき、国土交通大臣に対して経過報告を行い、公表した。

1.2.4 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

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。）の大船渡線下り第343D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。)の口述によると、概略次のとおりであった。

本件列車に乗務するため、一ノ関運輸区で20時27分に出場点呼を受けたのち、一ノ関運輸区構内で本件列車の出区点検を行い、本件列車を一ノ関駅に移動させた。一ノ関駅を定刻(21時25分)に出発し、次の駅である真滝駅(一ノ関駅起点5k690m、以下「一ノ関駅起点」は省略する。)に到着し、真滝駅を定刻(21時32分)に出発し、本事故が発生した場所までは定刻運転だった。真滝駅出発後、連続した速度制限のある曲線を、速度制限を超えないように走行した。本事故現場手前の上り坂で65km/hの速度制限のある曲線が終わると直線になるので、速度を調整して、坂の頂上付近で速度が約70km/hとなり力行^{りきこう}オフとした。その後は25%の下り勾配となるので、抑速ブレーキ^{*1}を使用し、各機器の状態を確認して「勾配制限80、抑速使用、抑速点灯よし、各ゲージよし」と喚呼すると同時に前方に倒木を発見した。周囲が暗かったのではっきりとはわからないが、約100m手前だったと思う。発見してすぐに非常ブレーキを掛けて気笛吹鳴を行ったが、倒木の手前に停止することができず、衝突した。衝突したときは、ドーンという激しい衝撃音があり、一瞬ちょっと浮いたような気がし、ガリガリっと引きずるような音がして停止した。

列車停止後は、乗客に急停車した状況を伝えるとともに、乗客のけがの有無の確認を行い、列車無線で一ノ関運行管理センターへ倒木と衝突したことを報告した。一ノ関運行管理センターからの指示により、降車して手歯止めによる転動防止手配^{*2}を行うとともに、脱線状況、停止した位置、油漏れの有無、機器の損傷等の確認を行った。その結果、前台車全2軸の脱線、油漏れはなかったものの、空気ばねの変形等の機器の損傷及び前台車付近からエア一漏れのような音を確認した。車内に戻って再度、一ノ関運行管理センターへ脱線及び車両の状況等の報告を行い、乗客の救済手配の依頼をした。

なお、当日の天候は曇りで、本事故当時は雨が降りそうで降らなかったと記憶している。

2.1.2 運転状況の記録

(1) 運転状況記録装置の記録

本件列車には、運転士が非常ブレーキを操作したときに、その前後の時刻、列車の速度、位置、ブレーキ操作等の情報を記録する運転状況記録装置が装

*1 「抑速ブレーキ」とは、減速するためではなく、主に下り勾配で速度が加速しないようにかけるブレーキをいう。

*2 「転動防止手配」とは、線路勾配等の自然の力による移動を防止するための措置のことをいう。

備されている。

同装置の記録によると、本件列車は8 k 4 0 7. 8 mを速度6 6. 6 km/hで走行中の2 1 時 3 5 分 1 6 秒に非常ブレーキが操作された。また、2 1 時 3 5 分 2 0 秒に滑走を検知し、2 1 時 3 5 分 2 4 秒で記録が途切れていた。

なお、本件列車には映像及び音声を記録する装置は搭載されていない。

表 1 運転状況記録装置の記録（抜粋）

時刻 (時:分:秒)	速度 (km/h)	キロ程 (m)	備考
21:34:57	62.6	8,055.7	装置の記録の開始
21:35:16	66.6	8,407.8	非常ブレーキ操作
21:35:20	58.9	8,465	(脱線開始地点付近)
21:35:20	55.7	8,477.6	滑走検知
21:35:24	36.2	8,525.1	記録が途切れる

- ※ 「時刻」欄は記録装置の時計の時刻と実際の時刻と比較して補正を行った。
- ※ 「キロ程」欄は記録装置の位置情報から大船渡線のキロ程に換算した。
- ※ 「時刻」、「速度」及び「キロ程」については若干の誤差が内在している可能性がある。
- ※ 本件列車の記録装置は、抑速ブレーキの操作情報は記録されない。

(2) 運行表示装置の記録

大船渡線には、主な駅の発着時刻を記録する運行表示装置が備えられている。同装置の記録によると、本件列車の一ノ関駅の出発時刻は2 1 時 2 6 分であり、真滝駅の到着時刻は2 1 時 3 1 分、出発時刻は2 1 時 3 2 分であった。また、本事故現場を本件列車の直前に通過した下り第3 4 1 D列車は真滝駅を2 0 時 5 3 分に出発し、陸中門崎駅に2 1 時 0 1 分に到着した記録が残されていた。

なお、同社によると、下り第3 4 1 D列車の運転士は、本事故現場付近を異常なく通過したと報告しているとのことだった。

(付図1 大船渡線の路線図、付図2 事故現場付近の地形図 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 路線の概要

大船渡線は一ノ関駅から気仙沼駅に至る6 2. 0 kmの全線単線非電化の路線であ

る。軌間は1,067mmで、閉そく方式は特殊自動閉そく式（電子符号照査式）^{*3}であり、運転保安設備としてATS装置が設置されている。列車の運行本数は、上下列車を合わせて1日当たり21本であり、本件列車は本事故当日の最終列車であった。

2.3.2 線路に関する情報

- (1) 本事故現場付近の線形は、7k625mから8k158mまでは半径300mの右曲線（曲線内前後端50mは緩和曲線）、8k158mから8k503mまでは直線、8k503mから8k709mは半径400mの左曲線（曲線内前後端40mは緩和曲線）となっている。
- (2) 本事故現場付近の勾配は8k289mで変化しており、下り列車の場合、勾配変化点の起点方は18.2‰の上り勾配区間であり、終点方は25‰の下り勾配区間となっている。

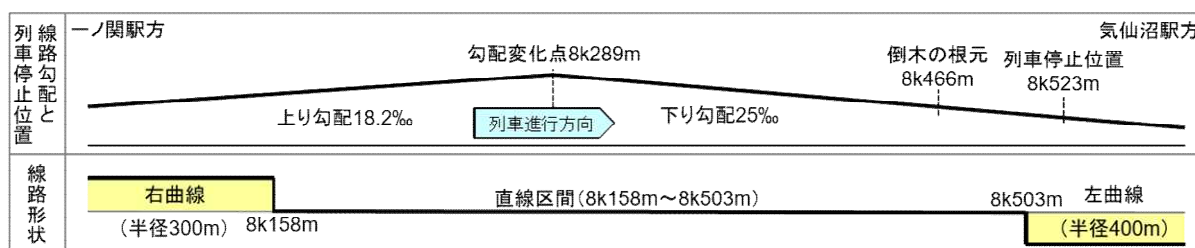


図1 現場付近の線形と勾配の状況

2.3.3 事故現場の概要

本件列車は真滝駅～陸中門崎駅間の8k523m付近を先頭にして停止しており、前台車全2軸が左側に最大で約900mm脱線していた。停止していた場所は、半径400mの左曲線区間の緩和曲線内で、下り25‰の勾配区間である。

本事故現場付近は軌道の左右両側とも高さ4.5～5m程度の切取りり面が続き、切取りり面の上部には樹木が生い茂っており、線路沿線は畑が広がっている。

本件列車停止位置手前の右側切取りり面（以下「本件のり面」という。）上には倒木が横たわっており、倒木の枝は軌道右側のバラスト上まで達していた。また、軌道内や軌道の左側にも倒木のものとみられる枝葉が散在していた。

（付図3 現場周辺の概況、付図4 現場の概略断面図、付図5 軌道周辺に散乱する樹木の枝葉の状況 参照）

*3 「特殊自動閉そく式（電子符号照査式）」とは、停車場間を一つの列車だけの運転に占有させ、他の列車を同時に運転させないようにする閉そく方式の一つで、車上の無線機から送信された列車の識別符号を両側の停車場に設けた装置により照査し、自動的に信号機を制御するものをいう。

2.3.4 軌道に関する情報

(1) 軌道の構造

本事故現場付近はバラスト軌道であり、レールは50kgNレールが使用されている。使用まくらぎは主にPCまくらぎであり、レール継目部には木まくらぎが使用されている。

(2) 軌道の定期検査

軌道の定期検査については、「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。）に基づき同社が定めた「軌道施設実施基準」に規定されており、表2に示す各検査を1年ごとに実施することと定められている。

本事故現場付近における本事故発生前直近の定期検査の実施状況は表2のとおりであり、これらの検査記録に異常は認められなかった。

表2 軌道の検査実施状況

検査項目	実施日
軌道変位検査	令和 3年 4月 13日
列車動揺検査	令和 3年 6月 24日
レール等検査（摩耗）	令和 2年 9月 2日
レール等検査（損傷）	令和 2年 7月 14日
まくらぎ検査	令和 3年 6月 8日
道床及び路盤検査	令和 2年 8月 24日

(3) 線路総合巡視

「軌道施設実施基準」によると、本事故現場付近は4週に1回徒歩又は列車等により線路総合巡視を行うと定められている。

本事故現場付近の本事故発生前直近の線路総合巡視は、令和3年6月8日に列車による巡視が実施されており、その記録に異常は認められなかった。

2.3.5 車両に関する情報

(1) 本件列車の概要

本件列車は1両編成であり、車両の主な諸元は次のとおりである。

車種	内燃動車（ディーゼルカー）
編成両数	1両
記号番号	キハ100-33

車両定員 103人（座席47人）

自重 25.0 t^{*4}

最大寸法 長さ16,500mm×幅2,928mm×高さ3,995mm

※ 非常ブレーキによる停止までの平均減速度は3.5 km/h/sであり、空走時間は1.0 sである。

(2) 車両の定期検査

本件列車の定期検査については、技術基準省令に基づき同社が定めた「内燃動車整備実施基準」及び「気動車整備標準（規程）」に規定されており、全般検査、要部検査、交番検査等の検査ごとに定められた期間又は車両の走行距離によって実施することと定められている。

本事故発生前直近の検査の実施状況は表3のとおりである。車両及び台車の組立寸法は整備基準値内であり、これらの検査記録に異常は認められなかった。

表3 車両の検査実施状況

検査種別	実施日	実施箇所
全般検査 ^{*5}	令和 元年 7月24日	郡山総合車両センター
要部検査 ^{*6}	令和 元年 7月24日 ^{*7}	〃
交番検査 ^{*8}	令和 3年 5月11日	一ノ関運輸区
仕業検査 ^{*9}	令和 3年 7月 5日	〃

なお、輪軸の状況については、令和3年5月11日に実施した交番検査において、輪軸各部の測定を実施しており、車輪直径、フランジ外側面距離、フランジ高さ及び車輪内面距離の測定値は、管理基準値内であった。

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

*5 「全般検査」とは、同社における車両の定期検査のことで、96か月を超えない期間ごとに、内燃動車全般について検査を行うものをいう。

*6 「要部検査」とは、同社における車両の定期検査のことで、48か月又は50万kmを超えない期間のいずれか短い期間ごとに、動力発生装置、動力伝達装置、走行装置、ブレーキ装置その他の重要な装置の主要部分について検査を行うものをいう。

*7 全般検査実施日。同社の規程では、全般検査を実施した場合は、要部検査を施行したものとみなすとされている。

*8 「交番検査」とは、同社における車両の定期検査のことで、90日を超えない期間ごとに、走行装置、動力発生装置、動力伝達装置、電気装置、ブレーキ装置、車体等の状態、作用及び機能について在姿状態で検査を行うものをいう。

*9 「仕業検査」とは、同社における列車の検査のことで、運行を開始した翌日から10日を超えない期間ごとに、消耗品の補充取替並びに走行装置、動力発生装置、動力伝達装置、電気装置、ブレーキ装置、車体等の状態及び作用について外部から検査を行うものをいう。

また、輪重^{*10}については、本事故発生前直近の自動高さ調整弁^{*11}漏気修繕の際に実施した静止輪重測定の結果から算出した静止輪重比^{*12}の値は、表4に示すとおり、同社の管理基準値（15%）内であった。

表4 輪重測定結果（令和3年2月16日実施）

項目	前台車				後台車			
	前軸		後軸		前軸		後軸	
	左	右	左	右	左	右	左	右
静止輪重 (kN)	29.85	31.85	29.3	33.0	34.85	34.85	34.65	32.2
静止輪重比	3.2%		5.9%		0.0%		3.7%	

（付図9 レール車輪間に作用する力 参照）

2.3.6 のり面及び倒木に関する情報

(1) のり面の構造

本事故現場付近は線路の左右両側とも同社管理の切取のり面であり、同社によると、本件のり面の範囲は8 k 0 3 0 mから8 k 5 0 5 mまで、主要寸法（標準的な高さ）は4.5 m、左側のり面は8 k 0 1 5 mから8 k 5 4 5 mまでで、主要寸法は5 mとなっている。

(2) 倒木及び本件のり面の状況

本事故現場にあった倒木及び本件のり面の主な状況は、次のとおりであった。

- ① 倒木の根元は、8 k 4 6 6 m付近の本件のり面上の線路中心から右に約10 m、レール面上から高さ約3 mの位置にあった。
- ② 倒木は4本の幹が一株となって生育している樹木の1本の幹であった。また、倒木の幹は直径約50 cmであり、他の3本の幹の直径は、それぞれ約50 cm、約40 cm、約25 cmであった。
- ③ 倒木は根元付近で幹が折れ、折れた箇所付近は腐朽が進行し、一部空洞化していた。また、腐朽箇所は他の幹との間であった。
- ④ 倒木は線路方向に向かって倒壊し、その枝の一部は軌道右側のバラスト上まで達していた。
- ⑤ 倒木のものとみられる枝葉は軌道内の8 k 4 5 3 m付近から本件列車

*10 「輪重」とは、車輪・レール間に作用する力のうち、レール長手方向に対し垂直な平面内にある上下方向成分の分力のことをいう。

*11 「自動高さ調整弁」とは、空気ばねの高さを一定の範囲に保つため、負荷変動により生じる空気ばねの高さ変化を検出して空気の吸排気を行う弁のことをいう。

*12 「静止輪重比」とは、1軸の輪軸に対し、片側の車輪の静止輪重をその軸の平均輪重で除した値をいう。管理値は、単位を%とし、100%との差の絶対値で表す。

の後部付近まで断続的に散乱しており、軌道左側にも点在していた。

- ⑥ 本件のり面上における倒木は1本のみであり、周辺の樹木に落枝や枝折れ、顕著な枯れ枝等は見られなかった。
- ⑦ 同社によると、倒木は自生したカスミザクラであり、樹齢は約50年とのことであった。
- ⑧ 本件のり面には、湧水、崩壊、はらみ等の変状は見られなかった。

なお、本現場付近に照明設備等はない。

(付図3 現場周辺の概況、付図4 現場の概略断面図、付図5 軌道周辺に散乱する樹木の枝葉の状況、付図6 倒木の根元とその周囲の状況 参照)

(3) のり面の定期検査

切取のり面の定期検査については、技術基準省令に基づき、同社が定めた「土木施設実施基準」及び「土木構造物に関する実施細目（規程）」等に規定されており、「通常全般検査」は2年ごとに、「特別全般検査」は10年を超えない期間で実施することと定められている。

全般検査における検査項目と検査方法については、同社の「土木構造物等全般検査マニュアル」に定められており、切取のり面における標準的な検査方法及び確認内容については、以下のとおりとなっている。

- ① 「通常全般検査」は目視で検査を行い「亀裂、沈下、はらみ、たるみ、風化、雨裂・侵食、やせ、陥没、湧水、湿潤、流出、水抜孔詰まり、浮き石・転石、植生不良、その他」の変状を確認する。
- ② 「特別全般検査」は①の通常全般検査項目のほか、「不安定土塊の有無、集水条件の変化、荒廃地化の進行等」の不安定性進行の把握を行う。不安定性進行の把握は空中写真等を用いて線路沿線の環境変化等を把握し、この結果に基づき①の項目を、現地を踏査しながら目視検査を行う。

大船渡線の切取のり面の管理は盛岡土木技術センター一ノ関派出の6名が主体となって実施しており、この6名の平均経験年数は約15年である。標準的な検査の実施体制は、「通常全般検査」については一ノ関派出の社員約4名1組の体制で実施し、「特別全般検査」については盛岡土木技術センター（検査第一科）に一ノ関派出の社員を加えた約4名1組の体制で実施している。

なお、本件のり面の本事故発生前直近の検査の実施状況及び判定結果は表5のとおりであり、これらの検査記録に異常は認められなかった。

表5 本件のり面の検査実施状況

検査項目	実施日	ランク
通常全般検査	令和 2年10月15日	S (健全なもの)
特別全般検査	平成30年11月 2日	S (健全なもの)

(4) 樹木の管理に関する規程等

沿線の樹木の管理に関して、同社は「沿線近接木の倒木に対する危険度の判断及び処理すべき立木の抽出ができるよう」にすることを目的とした「沿線近接木の処理マニュアル」（以下「近接木マニュアル」という。）を作成しており、沿線近接木を「線路に近接した立木のこと、線路方向へ倒木すると建築限界内に入り、線路及び架線等を支障する立木のこと」と定めている。

また、近接木マニュアルにおいて、各区所による「巡視又は検査時に、沿線近接木の状態も^{原文ママ}合せて観察」することとされ、その観察ポイントが簡潔にまとめられている。

さらに、「各区所の情報を集約し、役割分担等を明確に行うことを目的」とした支社主催の「沿線近接木対策会議」の開催、及び沿線近接木のうち「倒木のおそれのある立木又は処理したい立木を記載、整理」する「近接木管理台帳等」の作成について記されている。

(5) 本事故現場付近の樹木の管理の状況

同社によると、本事故現場付近を管轄している同社盛岡支社では「沿線近接木処理に関する調整会議」を年2回開催しているとのことである。

本事故発生前直近の会議の開催は令和3年5月28日であり、会議の主な議題は令和2年度の取組実績、令和3年度の伐採計画等であった。

また、令和3年6月に作成された同社盛岡支社の「近接木管理台帳」には、本事故現場に倒壊する前の樹木（以下「本件樹木」という。）については記載されていなかった。

同社盛岡支社によると、本件樹木については、定期検査等において「倒木のおそれのある立木ではない」と判断したため、「近接木管理台帳」に記載する対象の立木ではない」としていたとのことである。

なお、本件のり面上の樹木の点検については、切取りり面の定期検査における「線路周辺の環境変化の有無という観点で、必要により実施」するほか、各区所等における日々の巡回・調査等を活用して樹木の生育状況等を確認しているとのことであった。

(6) 大船渡線における倒木の発生状況

大船渡線において倒木により列車の運行に影響を与えた事象を同社に確認したところ、平成30年4月から令和3年3月までの3か年で12件あったとのことであり、その対策として、「発生箇所の周囲を確認し、必要により伐採等の措置を実施」したとのことであった。

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

鉄道施設の主な損傷等の状況は、次のとおりであった。

- (1) 図2に示すように、8k464m付近（本件列車停止位置の約59m手前）の左レールの頭頂面には、左車輪が乗り上がって車輪フランジがレール頭頂面を走行し、8k465m付近で軌間外に落下した痕跡があった。
 - (2) 8k466m付近のまくらぎの左レールの軌間外に設置されたレール締結装置と右レールの軌間内に設置されたレール締結装置には、脱線した車輪がぶつかって損傷したとみられる痕跡があった。
 - (3) 8k467m付近のまくらぎには、左レールの軌間外及び右レールの軌間内に車輪が走行したとみられる損傷があり、そこからほぼ連続してまくらぎや締結装置に損傷があった。なお、軌間内のまくらぎ等の損傷については、本件列車停止位置まで続いていた。
 - (4) 8k453m付近から8k466m付近までの左右レールの頭頂面上には、樹木を押し潰した痕跡（圧潰痕）が断続的にあった。
- (付図5 軌道周辺に散乱する樹木の枝葉の状況、付図7 軌道上の脱線の痕跡参照)

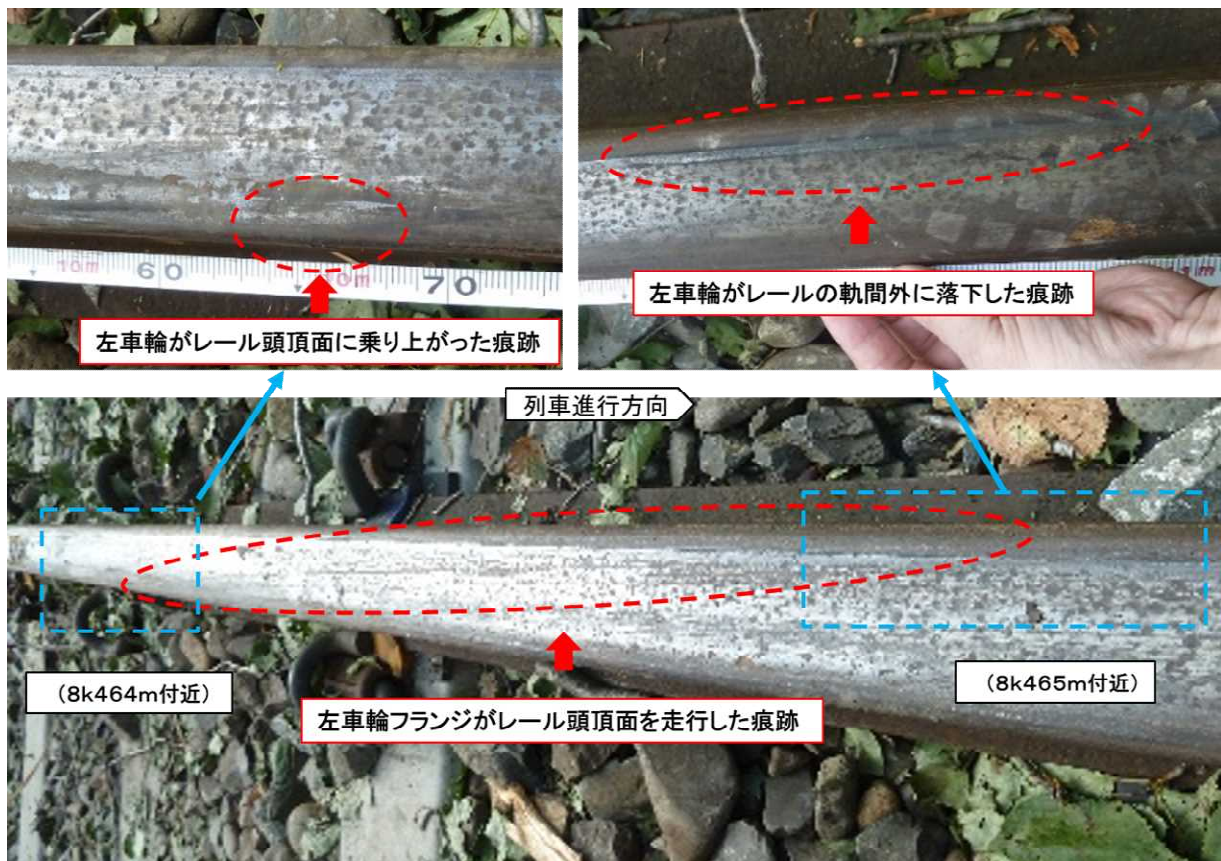


図2 8k464m～8k465m付近の左レールにあった痕跡

2.4.2 車両の損傷、痕跡の状況

車両には、以下の箇所に損傷がみられた。また、車両前部や車両床下には樹木の枝葉が多数介在・付着していた。

- ① 車体前面の電気連結器
- ② 車体前面のスノープラウ
- ③ 前台車の左右の空気ばね
- ④ 速度発電機
- ⑤ A T S 車上子
- ⑥ 供給空気タンクの配管

(付図8 車両の主な損傷等の状況 参照)

2.5 乗務員に関する情報

本件運転士 30歳

甲種電気車運転免許 平成30年10月 4日

甲種内燃車運転免許 令和 2年 3月16日

2.6 運転取扱いに関する情報

運転速度に関して、列車の最高運転速度等が定められている同社の列車運転速度表によると、本事故現場付近の最高運転速度等は以下のとおりである。

- ① 大船渡線の最高運転速度は85km/hとされている。
- ② 本事故現場付近は2.5%の下り勾配であり、制限速度は80km/hとされている。

2.7 気象に関する情報

気象庁の観測によると、本事故当日の7月5日における盛岡の天気概況は、6時～18時が「雨時々曇」、18時～翌日6時が「曇」であった。

本事故現場の西北西約7.1kmに位置する気象庁一関^{いちのせき}地域気象観測所（以下「アメダス一関」という。）及び東約11.3kmに位置する気象庁千厩^{せんまや}地域気象観測所（以下「アメダス千厩」という。）における本事故前日からの時間降水量を図3に示す。

降水の状況について、アメダス一関では、本事故前日の18時から本事故当日の5時までの間に降水を観測しており、本事故前日から本事故発生時刻までの降水量は13.5mmであった。また、アメダス千厩では、本事故前日の18時から本事故当日の7時までの間に降水を観測しており、本事故前日から本事故発生時刻までの降水量は15.5mmであった。

また、風の状況について、本事故当日の最大瞬間風速は、アメダス一関では4.2m/s、アメダス千厩では3.6m/sであった。

なお、本事故当日の一関市の気象警報・注意報等は、本事故前日に発表された濃霧注意報が16時9分に解除された以外は発表されていなかった。

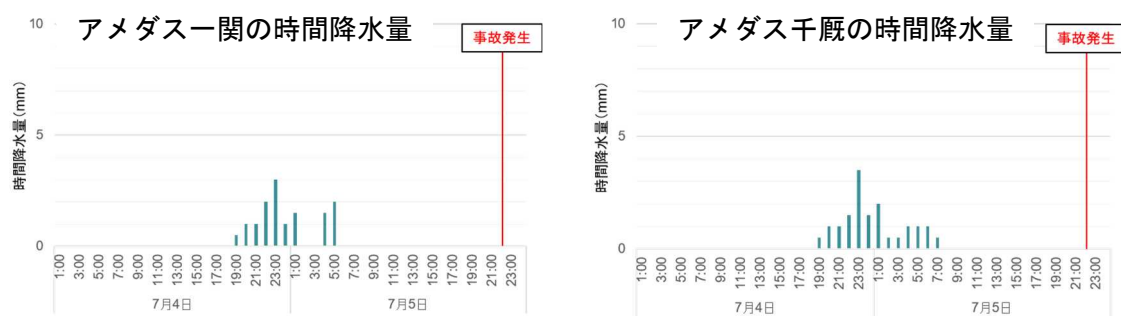


図3 アメダスによる降水の記録（本事故前日から本事故当日の時間降水量）

3 分析

3.1 本事故の発生状況に関する分析

3.1.1 脱線開始地点に関する分析

2.4.1に記述したように、

- ① 8 k 4 6 4 m付近の左レールの頭頂面には、左車輪が乗り上がって車輪フランジがレール頭頂面を走行し、8 k 4 6 5 m付近で軌間外に落下した痕跡があったこと
- ② 8 k 4 6 6 m付近のまくらぎの左レールの軌間外に設置されたレール締結装置と右レールの軌間内に設置されたレール締結装置には、脱線した車輪がぶつかって損傷したとみられる痕跡があったこと
- ③ 8 k 4 6 7 m付近のまくらぎには、左レールの軌間外及び右レールの軌間内に車輪が走行したとみられる損傷があり、そこからほぼ連続してまくらぎや締結装置が損傷しており、軌間内のまくらぎ等の損傷については、本件列車停止位置まで続いていたこと

これらのことから、脱線開始地点は8 k 4 6 5 m付近であったと推定される。

3.1.2 脱線した時刻に関する分析

- ① 2.1.1に記述したように、本件運転士は非常ブレーキをかけたのちに倒木と衝突し、脱線したと口述していること
- ② 2.1.2(1)に記述したように、運転状況記録装置の記録によると速度66.6 km/hで走行中の21時35分16秒に非常ブレーキが操作されていること。また、その位置は8 k 4 0 7.8 mであり、脱線開始地点の57.2 m手前であること
- ③ 2.1.2(1)に記述したように、運転状況記録装置の記録によると本件列車が3.1.1に記述した脱線開始地点である8 k 4 6 5 m付近を通過した時刻は21時35分20秒で、その時の速度は58.9 km/hであること

これらのことから、本件列車が脱線した時刻は21時35分ごろであり、そのときの速度は約59 km/hであったと推定される。

3.1.3 脱線時の状況に関する分析

- ① 2.3.3に記述したように、本件列車停止位置手前の本線のり面上には倒木が横たわっていたこと
- ② 2.3.6(2)④に記述したように、倒木の枝の一部が軌道右側のバラスト上まで達していたこと

- ③ 2.3.6(2)⑤に記述したように、倒木のものとみられる枝葉が軌道左側にも点在し、軌道内には枝葉が散乱していたこと
- ④ 2.4.1(4)に記述したように、8 k 4 5 3 m付近から8 k 4 6 6 m付近までの左右レールの頭頂面上には、樹木の圧潰痕が断続的にあったこと
- ⑤ 2.4.2に記述したように、車両前部や車両床下には樹木の枝葉が多数介在・付着していたこと

これらのことから、建築限界内に入って列車の進路を支障していた倒木と列車が衝突したため、列車が倒木に乗り上げ、倒木を巻き込んで脱線したものと推定される。

3.2 倒木に関する分析

3.2.1 本件樹木の倒壊に関する分析

2.3.6(2)に記述したように、

- ① 倒木の根元は本件のり面上にあったこと
- ② 倒木は根元付近で幹が折れ、折れた箇所付近は腐朽が進行し、一部空洞化していたこと
- ③ 倒木は線路方向に向かって倒壊し、その枝の一部は軌道右側のバラスト上に達していたこと
- ④ 倒木のものとみられる枝葉は軌道左側にも点在し、軌道内にも散乱していたこと

これらのことから、線路右側の本件のり面上に生育していた本件樹木が腐朽の進行により一部空洞化した根元付近で幹が折れて線路方向に倒壊して建築限界内に入り、左右のレールを跨いだ^{また}状態であったものと推定される。

3.2.2 本件樹木が倒壊した時刻に関する分析

2.1.2(2)に記述したように、真滝駅を20時53分に出発し本件列車の直前に本事故現場を通過した第341D列車の運転士は本事故現場付近を異常なく通過したと報告していることから、本件樹木が倒壊した時刻は、第341D列車が本事故現場を通過した時刻から本件運転士が倒木を発見した時刻の間と推定される。

3.2.3 本件のり面及び樹木に関する分析

本件のり面は、2.3.6(1)に記述したように、同社の管理用地であり、

- ① 2.3.6(3)に記述したように、同社は同社が定めた「土木施設実施基準」等に基づき、全般検査を実施しており、本事故発生直近における本件のり面の検査結果に異常はなかったこと

- ② 2.3.6(2)⑧に記述したように、本件のり面には、湧水、崩壊、はらみ等の変状は見られなかったこと

これらのことから、本件のり面の管理及び状態に、本件樹木の倒壊に関与する異常はなかったものと考えられる。

一方で、樹木の管理に関しては、同社は2.3.6(4)に記述したように近接木マニュアルを制定し、同社盛岡支社では近接木マニュアルに基づき、本件のり面の定期検査や各区所等における日々の巡回・調査等を活用して樹木の状態等を確認していたとのことであったが、2.3.6(5)に記述したように、本事故が発生するまで、本件樹木が「倒木のおそれのある立木ではない」と判断をしていた。

このことについて、2.3.6(2)③に記述したように、本件樹木の腐朽箇所は他の幹との間であったことから、死角となって確認しづらい箇所であったためと考えられる。しかし、こういった確認しづらい箇所については、定期検査等の際に特に注意して検査することにより、樹木の腐朽を発見できた可能性が考えられる。よって、複数の幹が一株となって生育する樹木の場合は、幹の間等をより詳細に調査することが必要であり、本件樹木の事例を追記するなど、近接木マニュアルの見直しを行って周知を図る必要があると考えられる。

また、樹木管理においては、樹木の専門家を活用し、目視による観察に加え、必要により木槌打診^{きづち}や鋼棒貫入^{こうぼう}等による詳細な調査を実施することが望ましい。

さらに、のり面上に樹木が存在しなければ、倒壊することはないため、樹木の状態や措置後の環境等への影響等を考慮し、可能なものについては伐採等の措置を行い、沿線近接木を除去又は削減することが望ましい。

3.3 運転取扱い等に関する分析

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に記述したように、本件運転士は本件現場付近を走行中に、約100m前方に倒木を発見し、すぐに非常ブレーキをかけたと口述していること
- ② 2.1.2(1)に記述したように、運転状況記録装置の記録から、非常ブレーキの操作が行われた位置は8k407.8mであり、脱線開始地点の57.2m手前であること。また、そのときの速度は66.6km/hであること

このことから、本件運転士は速度約67km/hで走行中に、前方に倒木を発見し、直ちに非常ブレーキを操作したものと考えられる。

また、本事故現場は25%の下り勾配であり、その制限速度は2.6に記述したように80km/hである。本件列車は抑速ブレーキを使用しており、速度は約67

km/hであったことから、本件列車において速度超過はなかったものと推定される。

さらに、本件列車の25%の下り勾配区間における速度67km/hから非常ブレーキにより停止するまでのブレーキ距離は、2.3.5(1)に記述した平均減速度及び空走時間を用いて計算すると251.7mであることから、本件列車は倒木の手前で停止できなかったものと考えられる。

さらに、

- ① 本事故発生が夜間であり、本事故現場付近には照明設備等はないこと及び本事故現場付近の周囲は畑であり、線路沿線には樹木が生い茂っているため周辺の街路灯等の明かりが入らないこと
- ② 本事故現場手前の線形は直線であるものの、脱線地点の176m手前に上り勾配から下り勾配に変わる勾配変化点があったこと

これらのことから、本件運転士が倒木を発見した位置より手前の位置で発見することは困難であったと考えられる。

(付属資料1 ブレーキ距離の計算 参照)

3.4 気象に関する分析

倒木及びその周囲の状況は、2.3.6(2)に記述したように、

- ① 本件のり面上における倒木は1本のみであり、周囲の樹木に落枝や枝折れは見られなかったこと
- ② 本件のり面には、湧水、崩壊、はらみ等の変状は見られなかったこと

これらのことから、本事故現場付近には、気象が本件樹木の倒壊に関与したと考えられる痕跡は確認できなかった。

また、本事故当日の降雨や風の状況は、2.7に記述したように、一関市に大雨注意報や強風注意報等が発表されるような状況ではなく、雷注意報や竜巻注意情報等の突風を伴う可能性のあるものも発表されていなかった。

このことから、本件樹木の倒壊に気象が関与した可能性は低かったと考えられる。

4 原因

本事故は、建築限界内に入って列車の進路を支障していた倒木と列車が衝突したため、列車が倒木に乗り上げ、倒木を巻き込んで脱線したものと推定される。

倒木が建築限界内に入って列車の進路を支障していたことについては、列車進行方向右側の切取りり面上に生育していた樹木が腐朽の進行により一部空洞化した根元付近で幹が折れて線路方向に倒壊したものと推定される。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

本事故における再発防止策として、同社は複数の幹が一株となって生育する樹木の場合は、幹の間等をより詳細に調査することが必要であり、本件樹木の事例を追記するなど、近接木マニュアルの見直しを行って周知を図る必要があると考えられる。

また、樹木管理においては、樹木の専門家を活用し、目視による観察に加え、必要により木槌打診や鋼棒貫入等による詳細な調査を実施することが望ましい。

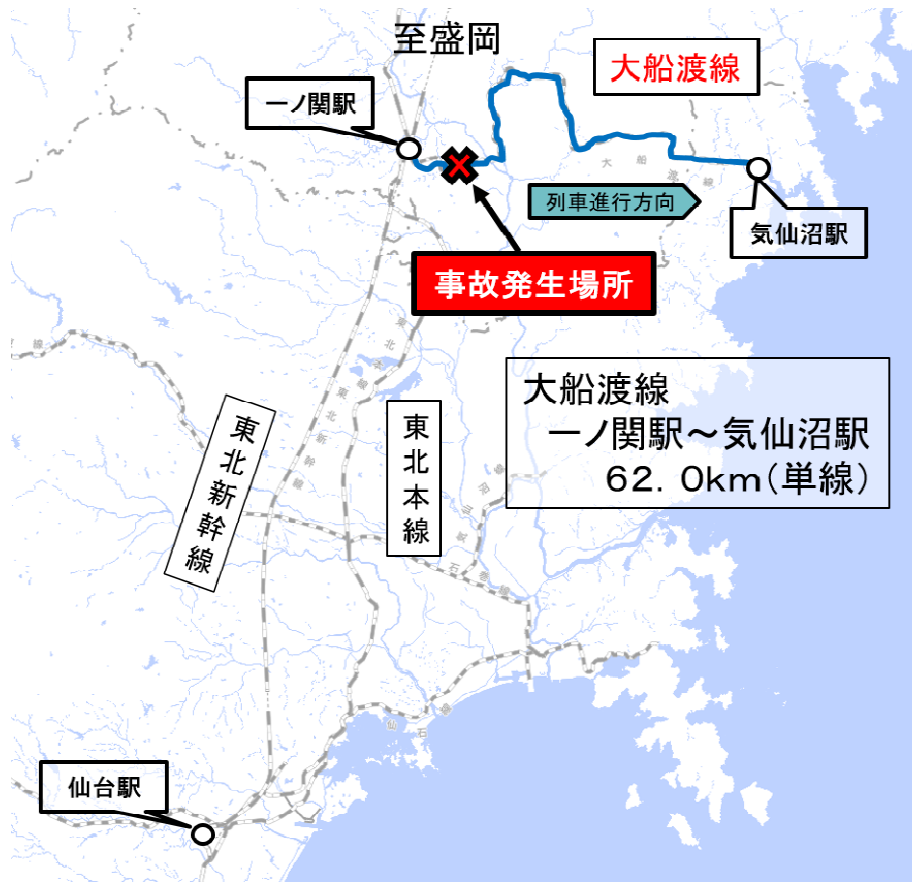
さらに、のり面上に樹木が存在しなければ、倒壊することはないため、樹木の状態や措置後の環境等への影響等を考慮し、可能なものについては伐採等の措置を行い、沿線近接木を除去又は削減することが望ましい。

5.2 事故後に同社が講じた措置

本事故発生後に同社盛岡支社が講じた措置は以下のとおりである。

- ① 列車と倒木が衝突した際に甚大な被害が想定される箇所（脱線した際に転覆や転落、トンネル坑口に衝突するおそれのある箇所）に対し、現地踏査による沿線近接木の緊急調査を実施し、直ちに措置が必要と判断した5線区約80本について、令和3年10月19日までに緊急伐採等（伐採やワイヤー固定）を実施した。
- ② ①の調査により、その他計画的に伐採することとした約180本について、令和3年12月24日までに伐採等の措置を実施した。
- ③ 脱線した際に転覆や転落、トンネル坑口に衝突するおそれのある箇所に対し、令和4年度から樹木の専門家を活用した樹木の健全度調査を実施し、調査結果に基づき優先順位をつけ計画的に伐採等の措置を行うこととした。

付図1 大船渡線の路線図



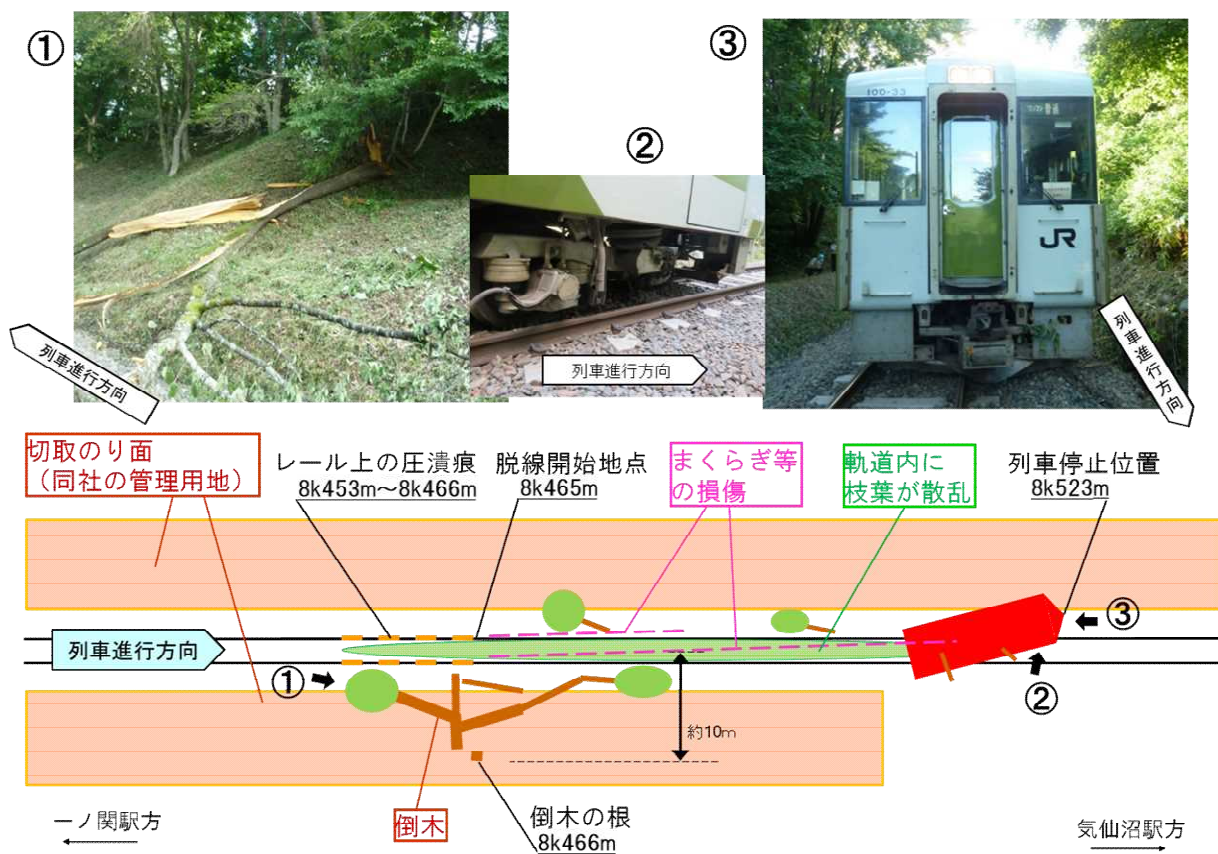
※ この図は、国土地理院の地理院地図（電子国土Web）を使用して作成した。

付図2 事故現場付近の地形図



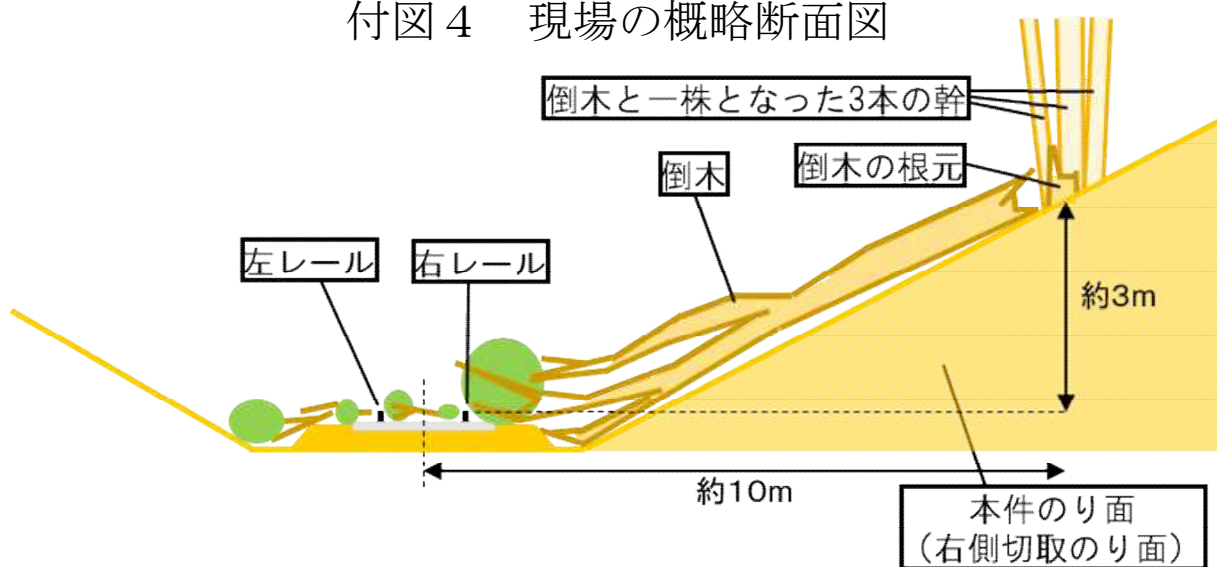
※ この図は、国土地理院の地理院地図（電子国土Web）を使用して作成した。

付図3 現場周辺の概況



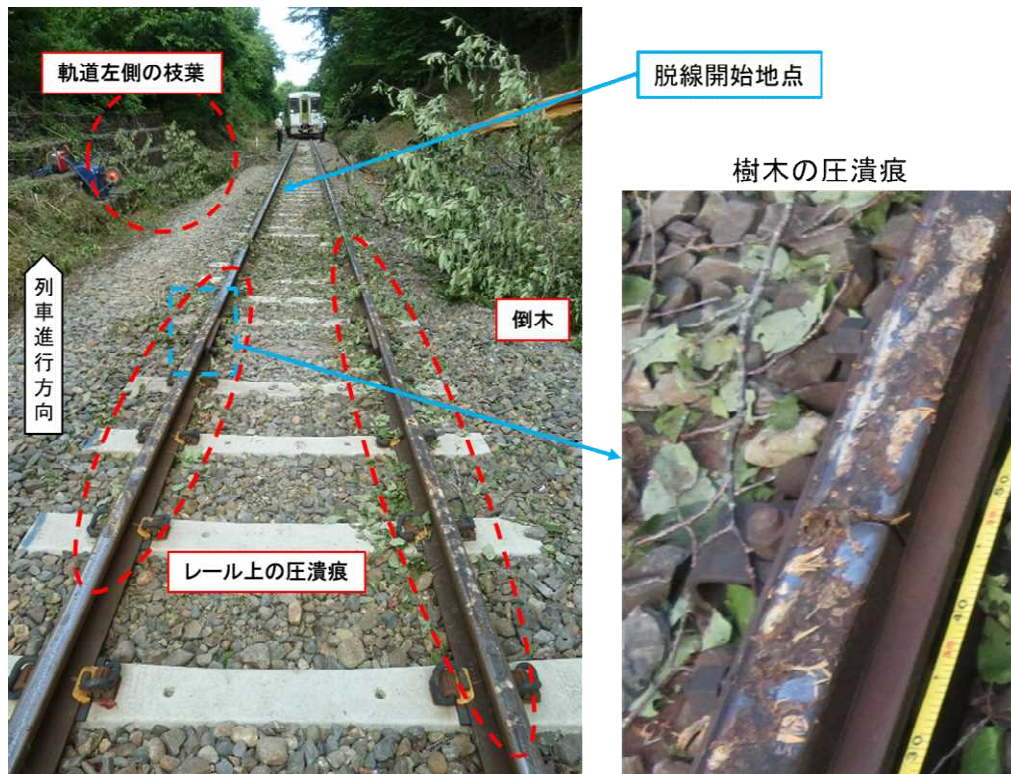
※ この図は、事故調査時の状況をもとに線路や主な施設等を示した略図であり、正確な縮尺、大小、位置関係になっていない。

付図4 現場の概略断面図



※ この図は、事故調査時の状況をもとに線路と倒木等の位置関係を示した略図であり、正確な縮尺、大小、位置関係になっていない。

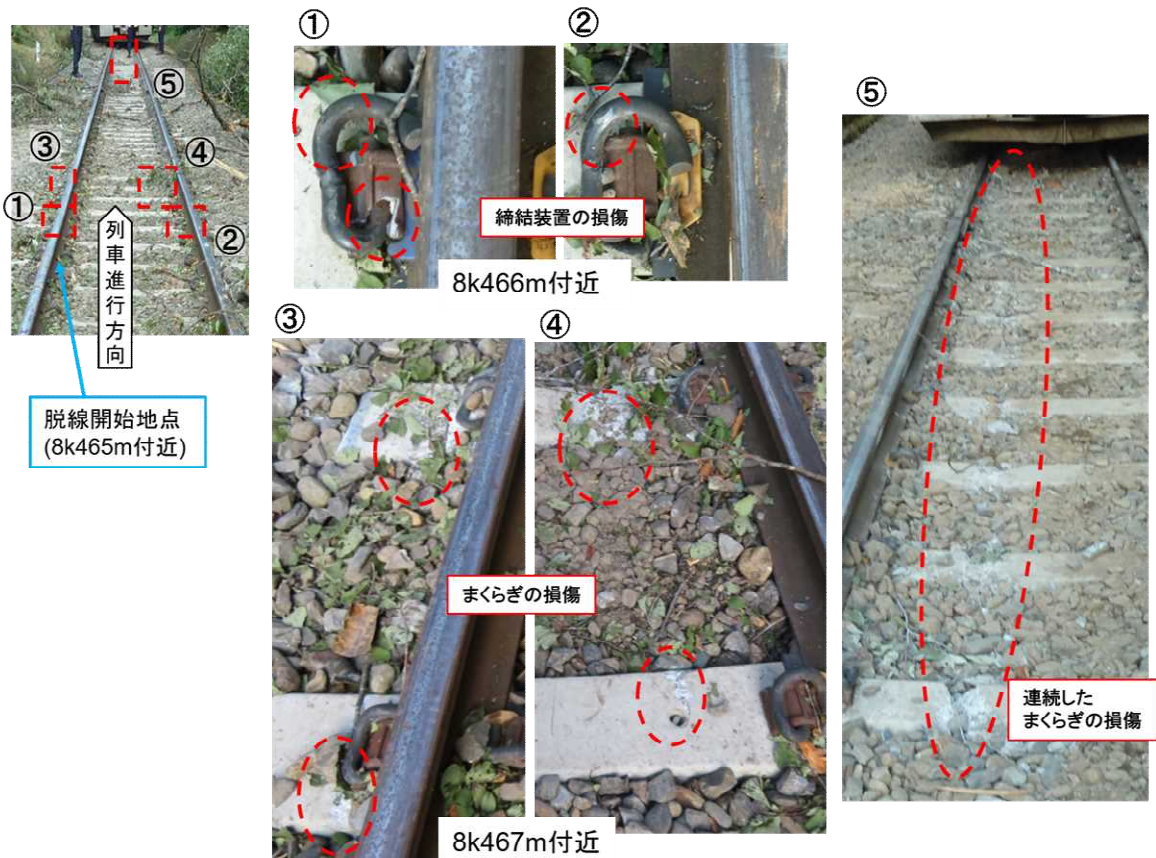
付図5 軌道周辺に散乱する樹木の枝葉の状況



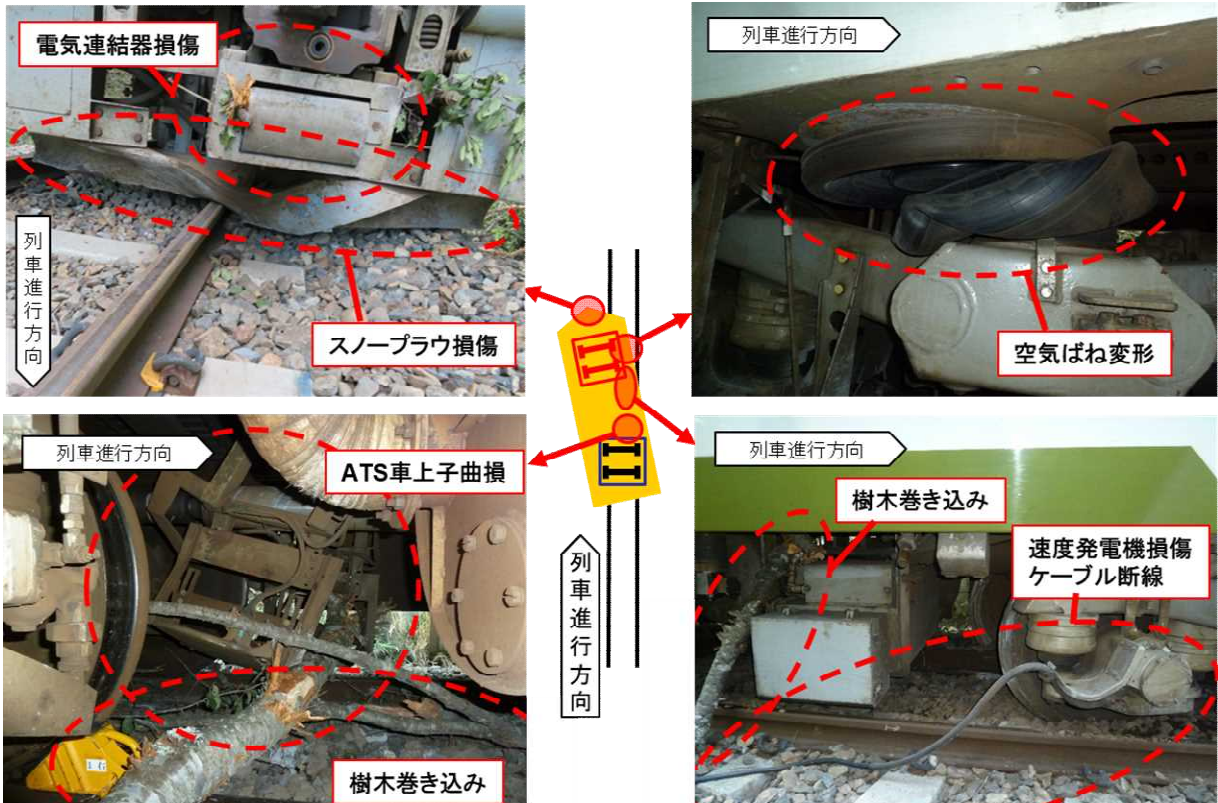
付図6 倒木の根元とその周囲の状況



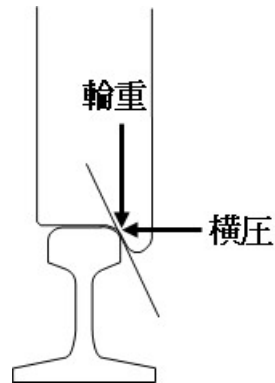
付図7 軌道上の脱線の痕跡



付図8 車両の主な損傷等の状況



付図9 レール車輪間に作用する力



付属資料1 ブレーキ距離の計算

V_0 (km/h) : ブレーキ初速度 (67 km/h)

t_0 (s) : 空走時間 (1 s)

β_0 (km/h/s) : 設定減速度 (3.5 km/h/s)

γ (‰) : 平均勾配 (2.5 ‰)

β_γ (km/h/s) : 勾配 (γ ‰) における減速度

$$\beta_\gamma = \beta_0 - 0.033 \times \gamma$$

S (m) : 非常ブレーキ距離

$$\begin{aligned} S &= \frac{V_0^2}{7.2 (\beta_\gamma)} + \frac{V_0}{3.6} t_0 \\ &= \frac{67^2}{7.2 (3.5 - 0.033 \times 2.5)} + \frac{67}{3.6} \times 1 \\ &= 251.7 \text{ (m)} \end{aligned}$$

※ 上記計算において、抑速ブレーキは考慮していない。