

RA2013-1

鐵道事故調查報告書

I 東日本旅客鐵道株式会社 東北新幹線 仙台駅構内 列車脱線事故

II 西武鐵道株式会社 西武園線 東村山駅構内 列車脱線事故

III 日本貨物鐵道株式会社 石勝線 東追分駅構内 列車脱線事故

IV 北海道旅客鐵道株式会社 留萌線 箸別駅～増毛駅間 列車脱線事故

平成25年 2月22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」

IV 北海道旅客鉄道株式会社 留萌線 箸別駅～増毛駅間
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：北海道旅客鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成24年3月7日 19時33分ごろ

発生場所：北海道ましけ増毛郡増毛町

るもい留萌線 はしべつ箸別駅～増毛駅間（単線）

ふかがわ深川駅起点65k446m付近

平成25年2月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	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>

北海道旅客鉄道株式会社の深川駅発、増毛駅行き1両編成の下り普気第4931D列車は平成24年3月7日、箸別駅を定刻に出発した。

箸別駅を発車後、列車の運転士は、速度約55km/hで惰行運転中、前方約100mのところに線路を支障する雪混じりの土砂を認めたため、直ちに非常ブレーキを使用した間合わず、これに乗り上げて前台車全軸が右へ脱線した。

列車には乗客1名及び乗務員1名が乗車していたが、負傷者はいなかった。また、列車は、運転席側の前面ガラスやスノープラウ等の床下機器の一部が損傷した。

<原因>

本事故は、斜面で発生した土砂崩壊によって線路へ流入した土砂等に気付いた列車の運転士が非常ブレーキを使用した間合わず、列車が土砂等に乗り上げたため

に脱線したことにより発生したものと認められる。

斜面で土砂崩壊が発生したことについては、元来水が集まりやすい地形を呈する箇所、風化等によって劣化が進行していた斜面の表層部が、融雪水等の浸透によって軟質な地層中の地下水位が上昇した結果、地山が不安定化して崩壊が発生した可能性があると考えられる。

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

北海道旅客鉄道株式会社の深川駅発、増毛駅行き1両編成の下り普気第4931D列車（ワンマン）は平成24年3月7日（水）、箸別駅を定刻に出発した。

箸別駅を発車後、列車の運転士は、速度約55km/hで惰行運転中、前方約100mのところに線路を支障する雪混じりの土砂を認めたため、直ちに非常ブレーキを使用した間合わず、これに乗り上げて前台車全軸が右（前後左右は列車の進行方向を基準とする。）へ脱線した。

列車には乗客1名及び乗務員1名が乗車していたが、負傷者はいなかった。また、列車は、運転席側の前面ガラスやスノープラウ等の床下機器の一部が損傷した。

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、平成24年3月7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。

北海道運輸局は、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3月8日～9日	現場調査、口述聴取及び車両調査
平成24年3月13日	口述聴取
平成24年5月18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、北海道旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の留萌線深川駅発、増毛駅行きの下り普気第4931D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。）及び乗客（以下「乗客」という。）の口述、並びに運転状況の記録によれば、概略次のとおりであった。

2.1.1 口述

(1) 本件運転士

本件列車には深川駅から乗務し、定刻の18時08分に深川駅を出発した。列車の引継時には特に異常の報告はなく、また事故発生時までの間にブレーキの効き具合等の車両異常はなかった。

事故当時、天気は雪がちらつく程度で、運転に支障を与えるほどではなかった。箸別駅を定刻に出発し、速度50km/hくらいで惰行運転中、前方約100mのところの線路上に、最初は黒い固まりに見えた支障物を発見した。直ちに非常ブレーキを掛けたが、間に合わないと思った。

土砂に列車が衝突した際には運転台が持ち上がるような感じを受け、また運転席前面の窓ガラスにひびが入り危ないと思ったが、余り覚えてはいない。乗り上げたときは運転席に普通に座っていられた状態だった。

増毛駅までの乗客が1名いたので、怪我の有無を確認し、その後指令に脱線したことを業務用携帯電話で連絡した。

斜面が再び崩れてきたら困るので、乗客を連れて避難した方がよいと考え、指令へ「すぐに避難した方がよい」旨の連絡を入れた。指令からは、すぐにエンジンを切って避難するよう指示があったので、エンジンを停止し、後位の運転台にある手ブレーキを巻いて、バッテリーを切り、乗客と降車した。降車したのは土砂に乗り上げてから10分後ぐらいだったと思う。

降車後、道路に降りようと思ったが、線路と道路の間の斜面の雪が深かったので、線路伝いに歩いた方が安全と判断し、箸別駅に向かって歩き、最初の踏切のところで駅員と会って乗客を引き継いだ。

(2) 乗客

本件列車が脱線したときには、乗車口から入ると進行方向に向かって右側の一番前にある前向きの座席の窓側に座っていた。脱線する前はいつもと同じように走っていたと思う。外は真っ暗であったが、みぞれっぽいものが降っていた感じだった。

土砂に乗り上げる前に、急ブレーキの音がし、その後、前のめりになるぐらいの衝撃があったので、反射的に座席の前の仕切りをつかんで体を支えた。

その後、運転士に怪我の有無を聞かれ、大丈夫と答えた。また、運転士から、列車が雪崩に乗り上げたことの説明があった。山側の窓からは斜面が崩れているのが見えたが、更に雪や土砂が落ちてきている様子はなかった。

私が外へ出る前に、運転士が列車の周りを点検していた。安全の確認が取れたようだったので運転士の後に続いて列車から降りた。事故が発生してから降車までは5～10分ぐらいだと思う。

降車後、運転士と2人で線路を伝って、箸別駅の増毛駅方の最初の踏切まで歩いて避難した。

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装備されている。同装置は列車の速度、ブレーキ等の情報を常時、記録している。

本事故発生直前の非常ブレーキ作動の前後に記録された情報によれば、速度約55 km/h で惰行運転中の19時32分58秒ごろ、箸別駅の列車停止位置目標から約1.395 km 離れた深川駅起点65 k 369 m付近（以下「深川駅起点」は省略。）にて手動により非常ブレーキが作動している。さらに、その約6秒後の19時33分04秒ごろ、65 k 445 m付近で速度が急激に落ちて0 km/h となっていた。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実測試験等を実施して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。

なお、本事故の発生時刻は19時33分ごろであった。

(付図1 留萌線路線図、付図2 事故現場付近の地形・地質、写真1 事故現場付近の状況 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

本事故現場は、箸別駅（63 k 970 m）と増毛駅（66 k 720 m）の間に位置し、線路線形は半径961 mの右カーブで4.5%の上り勾配となっている。

(2) 脱線状況

本件列車はその先頭が65 k 446 m付近に、車両の前側半分が、線路に流入した土砂に乗り上がり、右側にやや傾いた状態で停止していた。

本件列車の前台車は土砂に半ば埋もれた状態で、前台車第1軸は約600 mm 右側にずれ、かつ右車輪はレールから約520 mm 上方の位置にあった。また、前台車第2軸は約800 mm 右側にずれ、かつ左車輪がレールから約180 mm 上方の位置にあった。

(3) 崩壊地及び線路に流入した土砂の状況

本事故現場の左側には線路から30m程度の高さで、勾配が約40°の斜面（以下「本件斜面」という。）がある。その斜面の上部に、馬蹄形を呈する新たな崩壊地（幅が約7.5m、長さが約11m、深さが約0.5m、推定される崩壊土砂量は約20m³）があり、そこから本事故現場に向かって、土砂が積雪とともに斜面下方に向かって移動した痕跡が続いていた。本件列車が乗り上げた土砂は主に粘性土からなり、最大で人頭大程度の大きさの円礫や、数本の木が混入していた。本件列車前台車左側下には直径600mm程度の木がはまり込んでいた。また、線路に流入した土砂には雪が混じった状態であった。

(写真1 事故現場付近の状況、写真2 事故現場の状況、写真3 脱線の状況 参照)

2.3.2 鉄道施設等に関する情報

(1) 留萌線の概要

同社の留萌線は深川駅から増毛駅に至る66.8kmの単線、非電化の線区であり、軌間は1,067mmである。

(2) 軌道構造

本事故現場付近はバラスト軌道で50kgNレールが使用されている。また、まくらぎは25m当たり34本で、木まくらぎが使用されている。レールの締結には犬くぎが用いられている。

本事故発生前直近の軌道検測は平成23年10月25日に行われており、その結果によれば異常は認められなかった。また、事故直後に行われた本件事故現場付近の手検測による軌道検測の結果では、65k443m～同450mで他の箇所比べて軌間が広がっており、そのうち65k445m～同447mでは基準値（静的）の14mmを超える値（最大16mm）であった。その他の計測項目はいずれも基準値（静的）内であった。

(3) 斜面の地形・地質

本件斜面は日本海に面し、下部から順に土留壁、自然斜面となっている。自然斜面の上方は平坦地となっており、斜面直近は宅地として利用されている。線路からこの平坦地までの高さは約30mである。

土留壁より上方の斜面は線路に沿って位置しており、勾配は40°程度であり、等高線がほぼ平行でかつ等間隔に描かれる斜面形状であるが、地形図には図示されない浅い谷状の地形と尾根状の地形が交互に分布している。今回、崩壊が発生した場所は浅い谷状の地形の箇所である。

現地調査の結果、本件斜面の前後の区間に位置する本件斜面と同様に浅い谷状の地形を呈する箇所には、以前に斜面が崩壊したことを示すと考えられる、馬蹄形状の高さ1 m未満の小規模な段差地形や、地山がむき出しとなっており下方に土砂が堆積している箇所（崩壊地）が数箇所に認められた。

既往の資料によれば、斜面の地質は新第三紀の砂岩、泥岩、礫岩からなる。現地調査において観察できた限りでは、崩壊地のすぐ下方は比較的固い泥質岩が分布し、それから上位に向かって順に、最大で径500 mm程度の硬質な円礫を含む軟質な粘性土層（以下「円礫を含む粘性土層」という。）、表土が分布している。

斜面の植生は、斜面上部に樹木が散見されるが、中腹より下方は主に草本類が繁茂している。なお、斜面上部は鉄道林で、斜面のほぼ全体が同社の用地となっている。

(4) 斜面災害に対する設備

本件斜面には昭和53年に竣工した落石止柵（ $h = 3\text{ m}$ 、支柱間隔1.5 m）が2段に設けられている。なお、これらの落石止柵の支柱及び控え支柱などに用いられているH鋼には錆が発生しており、部分的に著しく腐食していた。

また、線路脇の切土面には土留壁（石積）が連続して設置されている。本事故現場付近での土留壁の高さは約4.5 m、勾配は1:1.03である。また、65k446 mには縦下水が設置されており、ここからの流水は土留め壁直下のためますに導水されている。

(5) 留萌線で近年に発生した主な斜面災害

同社の記録等によれば、箸別駅～増毛駅間で、平成17年3月に雪崩により線路に流入した雪に乗り上げて列車が脱線する事故^{*1}が発生している。また、それ以降では、平成22年に箸別駅～増毛駅間において1件の斜面崩壊が、さらに平成23年9月に瀬越駅～信砂駅間において8件の斜面崩壊が、いずれも降雨による運転中止等の運転規制が実施されている時に発生している。

(付図2 事故現場付近の地形・地質、付図3 事故現場付近の斜面防災設備 参照)

2.3.3 車両に関する情報

車 種 内燃動車（ディーゼルカー）

^{*1} 航空・鉄道事故調査委員会：鉄道事故調査報告書RA2006-3、北海道旅客鉄道株式会社 留萌線箸別駅～増毛駅間列車脱線事故、平成18年6月30日。

編成両数 1 両
編成定員 8 4 名（座席定員 5 8 名）
記号番号



本件列車の直近の要部検査は平成23年8月16日に、交番検査は平成24年2月6日に、また仕業検査は平成24年3月5日に行われており、それらの検査の記録では車両に異常は認められなかった。

2.3.4 列車の運行状況に関する情報

本件列車は深川駅発、増毛駅行きの普通列車で、本事故発生箇所手前の停車駅である箸別駅を定刻の19時31分に出発した。また、本事故発生前には下り普通列車が増毛駅を定刻の17時52分に出発し、本事故現場を異常なく走行していた。

2.3.5 夜間の見通し距離に関する情報

本事故は夜間に発生していることから、見通し距離は短いと考えられた。そのため、本事故発生後に本件事故と同様な環境を模擬した箇所で、同系車両の前部標識灯による夜間の見通し距離を確認した結果、おおむね70～80mであった。

2.3.6 斜面管理に関する情報

(1) 斜面管理の方法

同社では、鉄道構造物の定期検査について、「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されている同社の土木施設整備心得（実施基準）において、2年に1回の周期で、主として徒歩巡回等による目視検査により定期検査（以下「通常全般検査」という。）を行うことを定めている。この通常全般検査の方法は、先に述べたように、同社の土木施設整備心得（実施基準）では、主として徒歩巡回等による目視検査とされているが、同社によれば、これは線路上からの目視による点検によるもので、目視により変状等が確認されれば、必要に応じて斜面を上がって踏査することであった。

また、土木施設整備心得（実施基準）第4条の規定に基づく同社の土木施

設管理マニュアルでは、構造物の検査の種類として、先に述べた定期検査の他に、①新設構造物及び改築・取替を行った構造物の初期の状態を把握するために使用開始前に行う検査（初回検査）、②構造物に生じている変状に対して詳細な調査を実施し、原因の推定と進行の予測を行うとともに構造物の性能を照査して総合的に健全度の判定を行うための検査（個別検査）、③変状の発生、若しくはそのおそれのある構造物を抽出することを目的とし、大雨及び地震等の後や線路周辺的环境変化を把握するために行う検査（随時検査）、が示されている。

上記のうち、初回検査、通常全般検査及び随時検査の記録は、土木施設管理マニュアルに規定されている構造物検査記録簿へ必要事項を記録するように定められている。

この構造物検査記録簿は、構造物種別ごとに作成されている。調査内容を記載する項目としては、調査項目、調査方法及び変状箇所・変状状況があり、それぞれ文章で記録する方式がとられており、必要に応じて図面・写真等を添付するようになっている。

さらに、同社の土木施設整備心得（実施基準）の第32条では、

（前略）また、鉄道構造物の変状記録は、当該構造物の変状履歴が把握できるよう保存するものとする。（後略）

と規定されている。

(2) 本件斜面における検査

本件斜面は、同社の土木施設整備心得（実施基準）に基づき、2年に1回の頻度で通常全般検査が行われている。

同社によれば、本件斜面の検査基準日^{*2}は5月15日であり、その時期は植生により斜面の状況が十分に把握できないため、融雪直後に目視にて斜面状態を確認し、通常全般検査の参考としているとのことである。

(3) 本件斜面の検査記録

本件斜面、土留壁及び本件斜面に設置されている落石止柵の直近の通常全般検査は平成22年6月8日に実施されている。本件斜面の場合、構造物検査記録簿は切土、土留壁、落石止柵の3つに分けられており、それぞれ文章でのみ記録されていた。なお、上記の(2)に記述した融雪直後の観察記録は残されていなかった。

通常全般検査の記録によれば、本件斜面はその前後を含めた65k189

^{*2} 「検査基準日」とは、検査を実施すべき時期を決定する基準となる日をいう。（（財）鉄道総合技術研究所（2007）：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）、丸善）。

m～同540mの範囲の一連の切土斜面として検査されており、変状等の記載はなく、斜面としては、65k250m～同290mの土留壁の背面に崩土はあるが、その区間の斜面において前回検査時からの変化がないこと、さらに落石止柵があることから、健全度B（将来、健全度A^{*3}になるおそれのある変状等があるもの）^{*4}と判定されていた。なお、検査記録に記されている土留壁の背面の崩土が、斜面のどこからもたらされたものかは、残されている記録が短い文章のみであることから不明であった。

また、本件斜面における具体的な検査の着目点、その検査方法等は検査の記録からは明確ではなかったが、同社によれば崩土や浮き石の有無、湧水の状況等について目視による検査を行い、浮き石を除去していたとのことであった。

土留壁及び落石止柵については、検査対象区間中には変状が確認されないとして、ともに健全度C（軽微な変状等があるもの）^{*4}と判定されていた。なお、平成20年6月20日に実施された通常全般検査の記録にも同様の記載がされており、落石止柵に用いられているH鋼の腐食に関する記述はなかった。

また、2.4.3で後述する斜面上部にあった、同社用地外からの排水を処理するための塩化ビニル管（以下「塩ビ管」という。）についても、その存在はいずれの年度でも記録されていなかった。

さらに、平成23年9月に留萌線で発生した8件の斜面崩壊等を受け、同社は留萌駅～増毛駅間の斜面を同年9月2日～17日に掛けて随時検査を実施している。この随時検査の記録は保存されてはいないが、同社によれば、同区間の斜面は、本件斜面を含めて特に異常は認められなかったとのことである。

また、平成17年3月22日に本事故現場から留萌駅方に約180m離れた斜面で発生した雪崩を原因とする列車脱線事故後、同社によって採られた雪崩に対する警備強化の一つとして、融雪期において、降雨量10mm以上又は外気温が6℃以上となった場合に、雪崩要注意箇所の特設巡回の実施がある。同社によれば、平成23年度の冬は積雪量が多いと判断し、先の降雨量と外気温の基準値にかかわらず、12月10日から、雪崩要注意箇所以外の斜面を含めて毎日巡回を行っていた。本事故発生日の午前10時頃に車に

^{*3} 「健全度A」の定義は、「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」、である。（財）鉄道総合技術研究所(2007)：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）、丸善。

^{*4} （財）鉄道総合技術研究所(2007)：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）、丸善。

よって巡回した時点では、本件斜面に特に異常は認められなかったとのことである。

2.4 鉄道施設及び車両の損傷、痕跡に関する情報

2.4.1 鉄道施設の損傷、痕跡の状況

(1) 施設の損傷状況

斜面に設置されている落石止柵のうち、65k446m付近を中心として上段が約15m、下段が約14mにわたって破損し、海側に倒壊していた。また、65k446m～同448m間の右側レールが右側に傾倒していた。

(2) 脱線の痕跡

軌道上には脱線に関する明瞭な痕跡は認められなかった。

(写真4 落石止柵の損傷状況 参照)

2.4.2 車両の損傷及び痕跡の状況

主な損傷箇所、損傷の状況は次のとおりである。

- (1) 運転室前面ガラスが破損し、ワイパーが曲損していた。
- (2) 前側のスノープラウが曲損し、またスカートが取付部より曲損していた。
- (3) 前側推進軸が損傷していた。
- (4) 前台車右側の枕ばね（空気ばね）が車体から脱落していた。
- (5) 前台車の第1軸左車輪の軸箱が破損していた。
- (6) 元空気タンク（元空気だめ）のちりこし付近の配管が曲損、破断していた。
- (7) 前台車の一本リンクが変形していた。

(写真5 車両の主な損傷状況 参照)

2.4.3 崩壊箇所の地形・地質に関する情報

本件斜面は浅い谷状を呈する箇所に位置している。崩壊地周辺の斜面には、過去に斜面が崩壊した跡と思われる円弧状の高さ1m未満の小規模な段差地形及びその下方にマウンド状に盛り上がった箇所が認められる。また、斜面の下部には表面水の浸食により形成されたと考えられる浅い溝状の地形（ガリー）があった。

崩壊面を観察した限りでは、崩壊した範囲は円礫を含む粘性土層が分布する範囲であった。この円礫を含む粘性土層は、岩石ハンマーが容易に食い込んだ、若しくは軽打で容易に変形した。これに対し、この下位の泥質岩層は岩石ハンマー強打で変形、破壊する程度の固さであった。

事故発生翌日及び追加調査の際の現地踏査では、円礫を含む粘性土層と泥質岩層との境界から湧水の流れ出しが顕著に認められた。また、崩壊面には崩壊地の頭部

からの湧水の流下が、数箇所で見つめられた。この崩壊地の頭部からの湧水の多くは表層土と円礫を含む粘性土層の境界付近で発生していたが、そのうちの一つは斜面から突き出た、同社が設置したものではない塩ビ管から流れ出ていた。同社の調査によれば、この塩ビ管は同社の用地外からの排水を処理するもので、2.3.6(3)で記述したように、塩ビ管の存在とそこからの流水は過去の検査では確認されていなかった。事故後の同社の調査の結果、この塩ビ管製の排水口は25年以上前から存在していた可能性があるとのことである。

(付図4 崩壊箇所の概要、付図5 事故現場付近(65k446m付近)の斜面の模式縦断図(事故後) 参照)

2.5 乗務員等に関する情報

本件運転士 男性 27歳

甲種内燃車運転免許

平成19年6月29日

甲種電気車運転免許

平成23年6月28日

2.6 気象等に関する情報

2.6.1 事故発生時の天候

本事故発生時の天候は、本事故現場から北東へ約1.3km離れた位置にある気象庁のアメダス(留萌)によれば、みぞれ若しくは雪であった。また、風向、風速は、本事故現場から西へ約2km離れた位置にあるアメダス(増毛)によれば、東北東の風、1.7m/sであった。

2.6.2 事故発生前の気象状況等

(1) 降水及び降雪

本事故発生前一週間(3月1日～7日)の降水量は、アメダス(増毛)での観測結果によれば、3月1日に2.5mm、3月7日に5.0mmが観測されている。

なお、本事故発生翌日の積雪深は、本件斜面では0.5m程度であった。

(2) 気温

アメダス(増毛)での観測結果によれば、本事故発生前1週間(3月1日～7日)の気温は、3月1日は終日0℃以上(最高温度は9時に3.8℃を記録)で、3月2日～6日の午前6時までは氷点下で推移していた。3月6日の午前10時以降に気温が上昇し、3月6日15時に6.2℃を記録したのち、同日23時には2℃程度まで降下した。その後、本事故発生時までの間は1.2～2.8℃で推移していた。

(付図6 気温の経時変化 参照)

(3) 風

アメダス(増毛)の観測結果によれば、本事故発生前1週間(3月1日～7日)の平均風速は、2.4～7.0m/s、最大風速は8.6～10.9m/sであった。また、同社旭川支社の旭川保線所深川保線管理室に設置されている風向風速計においても、同期間に強風時の運転規制(速度規制及び運転中止)が発令される風速(20m/s以上)は計測されていない。

(4) 地震

本事故現場から西へ約0.7km離れた位置にある防災科学技術研究所の観測点(増毛町見晴町)での観測結果によれば、本事故発生前1週間(3月1日～7日)に地震は観測されていない。さらに、本事故現場から北東へ約1.3km離れた留萌駅に設置されている同社の地震計においても、本事故発生前1週間に地震は検知されていない。

3 分析

3.1 脱線に関する分析

3.1.1 脱線の原因

2.1.1(1)で記述したように、本事故現場の手前約100mの地点で本件運転士が線路上に土砂等を発見していること、また、2.1.2で記述したように、本事故現場付近で運転状況記録装置において速度0km/hが記録されていること、2.3.2(2)で記述したように本事故発生前に軌道に列車の走行に関わる異常はなかったと推定されること、2.4.1(2)で記述したように線路上に明瞭な脱線痕が認められなかったこと、から本件列車は線路に流入した土砂等により乗り上げて脱線したと認められる。

線路に土砂等が流入した原因については、本事故現場の左側斜面で土砂崩壊が発生していること、崩壊した土砂等が落石止柵を破壊して線路に到達していることなどから、斜面で土砂崩壊が発生したことによると認められる。

3.1.2 線路の損傷

2.3.2(2)で記述したように、65k443m～同450mで軌間拡大が認められる。また、2.4.1(1)で記述したように65k446m～同448m間の右側レールが右側に傾倒していた。これらの区間は線路に土砂が流入した区間であることから、土砂が線路に流入した際に軌道が変形した可能性があると考えられる。

3.1.3 車両の損傷

2.3.1(3)で記述したように線路に流入した土砂には人頭大の円礫や木が多数混入しており、この土砂等に乗り上げた本件列車の前面から前台車付近にかけて、2.4.2で記述したように損傷が集中していることから、本件列車の損傷は、主に線路に流入した土砂等に乗り上げたために生じたと推定される。

3.1.4 停止距離

見通し距離は2.3.5に記述したようにおおむね70～80mであること、また本件列車の非常ブレーキは2.1.2で記述したように事故現場の約70m手前で動作していることから、空走時間を考慮すれば、本件運転士は線路に流入した土砂をいち早く発見し、非常ブレーキを取り扱ったと推定される。しかし、2.1.2で記述したように非常ブレーキを取り扱った時点の速度、ブレーキが動作してから線路に土砂が流入していた箇所までの距離、及び車両の非常ブレーキの減速度等を考慮すると、本件列車が停止するまでには空走距離を除いて約140mの距離が必要と考えられる。これらのことから、本件運転士が線路に流入していた土砂等を発見した直後に非常ブレーキを動作させたものの、列車はその手前で停止できなかったと考えられる。

3.2 斜面崩壊に関する分析

3.2.1 斜面崩壊の発生原因

2.4.3で記述したように、崩壊が発生した斜面は浅い谷状の地形を呈しており、周辺と比べて、表流水、地下水が集まりやすい箇所であると考えられる。また、崩壊は円礫を含む粘性土層で発生しており、この下位には、この地層に比べて透水性が低いと考えられる泥質岩層が分布している。2.4.3で記述したように、斜面からの湧水は、表層土と円礫を含む粘性土層との境界付近、及び円礫を含む粘性土層とその下位の泥質岩層の境界付近から顕著に認められた。これは、層ごとの地下水の透水性の違いに起因すると考えられ、円礫を含む粘性土層と比較して泥質岩層の透水性が小さいために、その境界付近で湧水が多く見られたと考えられる。

さらに、2.6.2(2)で記述したように、今回の崩壊が発生した日の前日から気温が0℃を超え、6日15時には6.2℃まで上昇している。この気温の変化は、融雪が進んだことを示すと考えられる。

これらのことから、今回の土砂崩壊は、元来水が集まりやすい地形を呈する箇所で、風化等によって劣化が進行していた斜面の表層部が、融雪水等の浸透によって比較的軟質な地層中の地下水位が上昇した結果、地山が不安定化したために発生した可能性があると考えられる。

なお、斜面上部に存在する塩ビ管からの排水が今回の斜面崩壊に与えた影響の程度については、地山からの湧水量や地盤の強度等が不明なことから、明らかにすることはできなかった。

2.3.6(3)で記述したように、本件斜面の検査記録には特に異常は記されていないこと、また今回の崩壊発生前の斜面の状況が不明であることから、斜面での土砂崩壊が発生する可能性が事前に把握可能であったのかは不明である。

3.2.2 斜面崩壊の発生時刻

土砂等が線路に流入した時刻は、2.3.4で記述したように増毛駅を17時52分に出発した上り普通列車が、本事故現場を異常なく走行していることから、それ以降から本件列車が本事故現場に差し掛かった19時33分ごろまでの間であったと推定される。

3.3 斜面の管理に関する分析

2.3.6(2)で記述したように、本件斜面は同社が定めた検査周期に従って通常全般検査がなされていた。また、必要に応じて随時検査が実施されていた。しかし、通常全般検査の記録は、2.3.6(3)で記述したように、短い文章で残されているのみであり、また随時検査の記録は残されていなかった。これらのことから、斜面の状態の変化や斜面外からの水の流入等、斜面の安定性を判断するための重要な情報が、各種の検査や、過去の災害発生時の原因究明並びに再発防止等に十分に活用できていなかった可能性があると考えられる。

また、構造物については、本件斜面では落石止柵が錆により著しく腐食しているにもかかわらず、外観上変形がないため、2.3.6(3)で記述したように健全度Cと評価されていたと考えられる。

上記のことから、本件斜面の管理については、検査の実施時期については問題なかったと考えられるが、検査の方法及びその記録の方法が十分ではなかったと考えられる。

3.4 斜面災害の防止に関する分析

本件斜面には、落石止柵が設置されており、これは、円礫を含む粘性土層からの礫の抜け落ちによる落石災害を想定していたためと考えられる。しかし、本事故は、その想定とは異なる災害形態である土砂崩壊によってもたらされた土砂が線路に流入したことにより発生した。また、2.3.6(3)で記述したように、前年には留萌線において、本事故と同種の災害が多く発生していた。これらのことから、本件斜面では、想定される災害の形態が事前に把握されていなかった可能性が考えられる。

災害形態を把握することは、検査時に確認する必要がある事項を明らかにする上で有用である。この災害形態を把握するためには、対象とする斜面の大きさや状況に適した記録方法を採用する必要があり、本件斜面のように、ある程度の広さを有し、また線路平面図等には記載されないような規模の小さな地形が存在する等の場合には、同社が実施していた文章による記録のほかに、斜面の特徴をスケッチや写真等で記録しておくことが必要と考えられる。これらのことを、通常全般検査や随時検査等の各種の検査で確実に実施していく必要がある。

また、積雪のある時期に、斜面の変状を目視点検のみで判断することは困難と考えられる。そのため、本件斜面のように積雪により斜面の状態が確認できない場所では、無積雪期の検査結果から適切に斜面の健全度を評価しておくことが、一層重要となる。適切な評価を実施するためには、先にも記述したように、想定される災害形態と変状の程度に関する情報を適切な方法で記録しておくことが、まず必要と考えられる。

さらに、落石止柵は、その主たる機能は異なるが、本件事故のように礫を含んだ土砂崩壊においては、2.3.2(4)で記述したような支柱等の腐食がなければ、被害の軽減に寄与した可能性が考えられる。そのため、防護工については、その変状の他にも、劣化の程度も確認する必要があると考えられる。

これらのことから、今後、同種の斜面災害の発生を防止するためには、発生が想定される災害の形態を的確に把握し、斜面や防護工等の変状の程度を適切に評価する方法を構築した上で、線路の状況を勘案して斜面災害に対する対策の適否等を判断することが必要と考えられる。

4 原因

本事故は、斜面で発生した土砂崩壊によって線路へ流入した土砂等に気付いた本件運転士が非常ブレーキを使用した間にもかかわらず、本件列車が土砂等に乗り上げたために脱線したことにより発生したものと認められる。

斜面で土砂崩壊が発生したことについては、元来水が集まりやすい地形を呈する箇所、風化等によって劣化が進行していた斜面の表層部が、融雪水等の浸透によって軟質な地層中の地下水位が上昇した結果、地山が不安定化して崩壊が発生した可能性があると考えられる。

5 再発防止策

5.1 必要と考えられる再発防止策

本事故は、斜面で発生した土砂崩壊によって線路へ流入した土砂に本件列車が乗り上げたために発生したと認められる。そのため、本事故現場において同種の事故を防止するためには、本件斜面においては、斜面に残る不安定土塊の除去、敷地外からの雨水等の流入防止を実施した上で、不安定な土砂や礫等が落下しないための発生源対策等のハード対策を行う必要があると考えられる。

また、今後、同種の斜面災害の発生を防止するためには、斜面の点検を行う際の基礎的な情報の一部である、発生が想定される災害の形態とその規模を把握する必要がある。そのために、同社は、線区ごとの斜面の規模や地形、地質等の違いを踏まえた上で、斜面の状態を適切に評価するための観察方法及び記録方法等について必要に応じて見直し等を行っていくことが必要と考えられる。さらに、斜面災害に対する防護工等については、その変状の他にも、劣化の程度も確認する必要があると考えられる。その上で、斜面の健全度の判定を行い、線区の状況を勘案し、適切な措置を実施する必要がある。

5.2 事故後に同社が講じた再発防止策

同社は本事故発生後、以下の再発防止策を実施した。

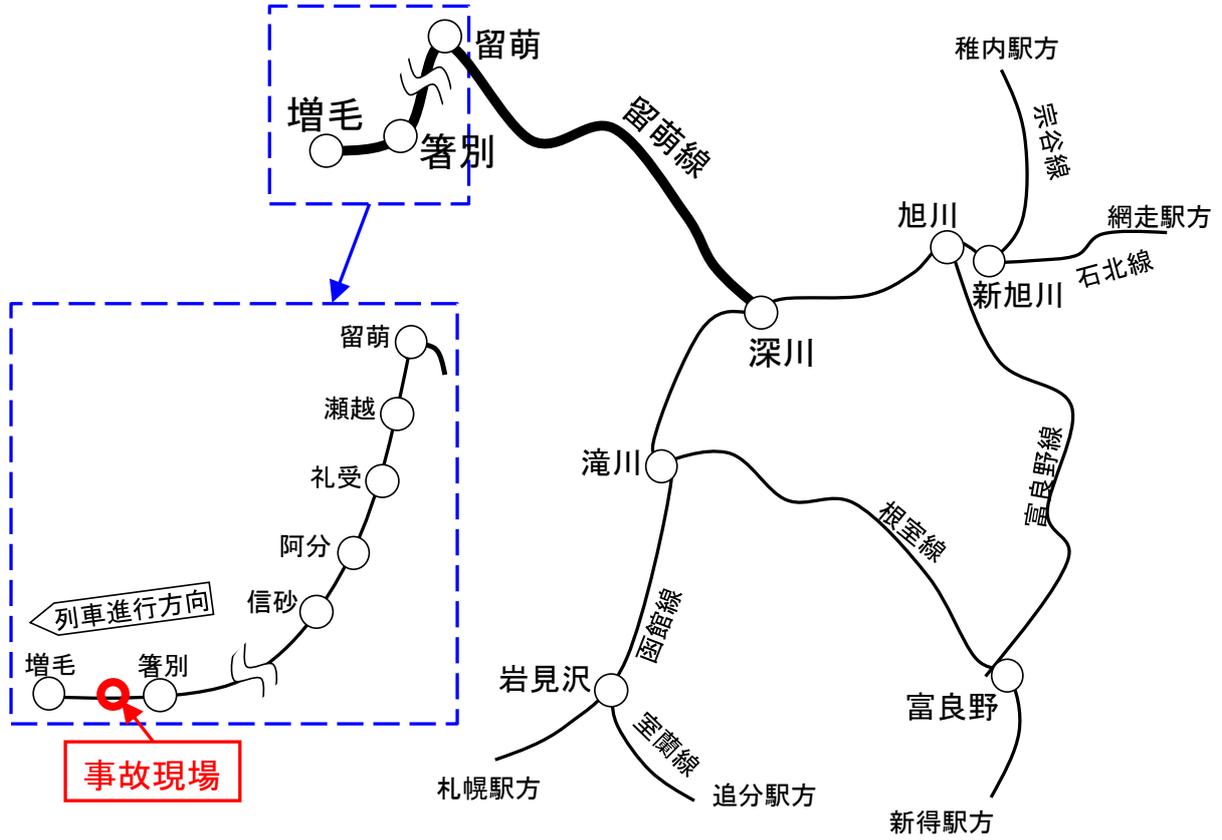
- (1) 本件斜面については、不安定な土砂や礫を除去した上で落石防止網（非ポケット式）を設置した。
- (2) 本件斜面に流下していた塩ビ管からの排水が斜面外に流れるように、排水経路を変更した。
- (3) 留萌駅～増毛駅間の斜面について、斜面の状況を把握できるスケッチや写真を含む「のり面管理台帳」を新たに作成し、今後の検査に持参し状態の変化を把握するとともに、変化があればそれを記入し、更新を行っていくこととした。
- (4) 落石止柵の復旧を平成24年12月10日に完了するとともに、新たに雪崩止柵を平成24年11月30日に設置した。
- (5) 本事故現場付近を当面の間、25km/hの徐行運転区間とする。

5.3 事故後に国土交通省が講じた措置

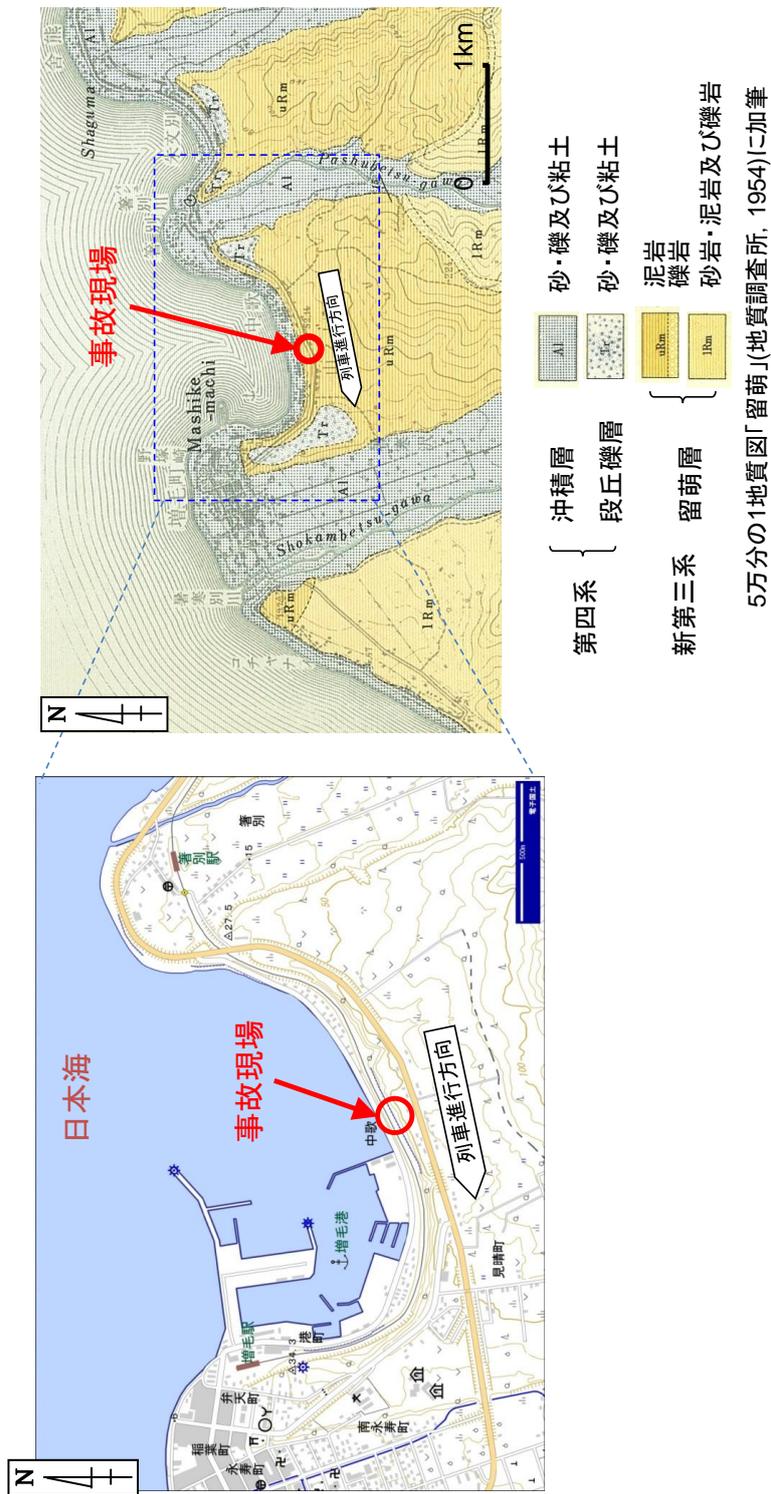
国土交通省北海道運輸局は、同社に対して平成24年3月8日に「輸送の安全確保について」の警告を文書で行った。

付図1 留萌線路線図

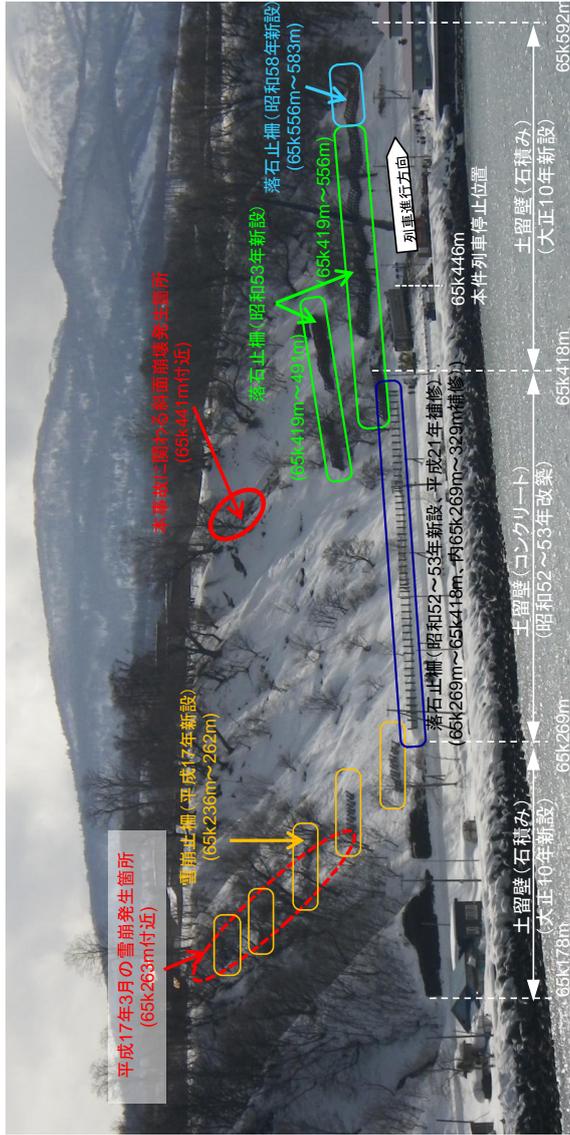
留萌線 深川駅～増毛駅間 66.8km(単線・非電化)



付図2 事故現場付近の地形・地質



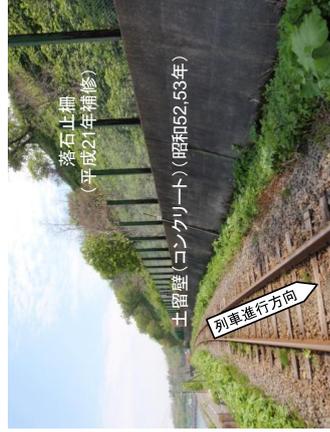
付図3 事故現場付近の斜面防災設備



事故現場周辺斜面
(平成24年3月8日撮影)



雪崩止柵
(平成24年3月9日撮影)

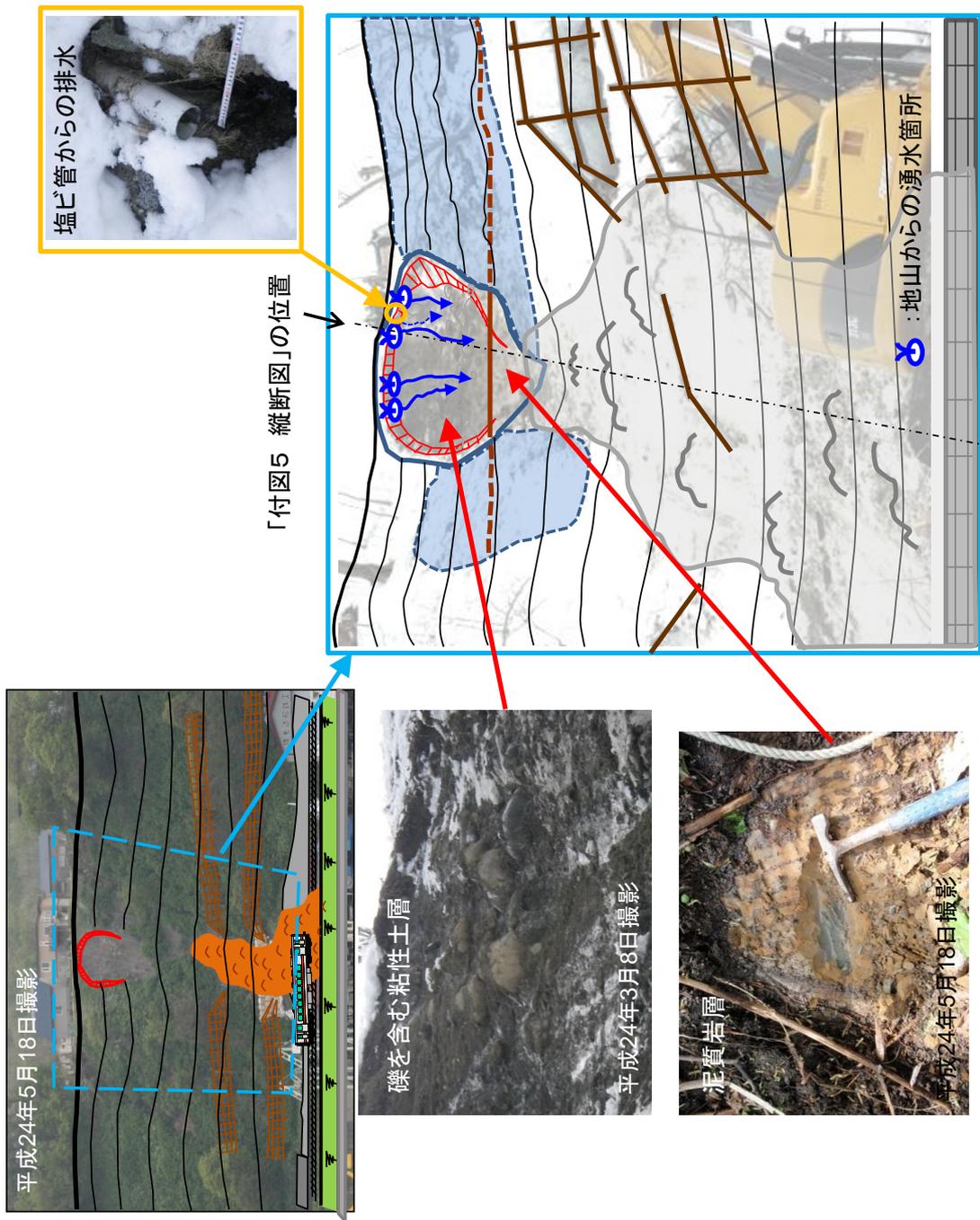


土留壁(コンクリート)と落石止柵
(平成24年5月18日撮影)



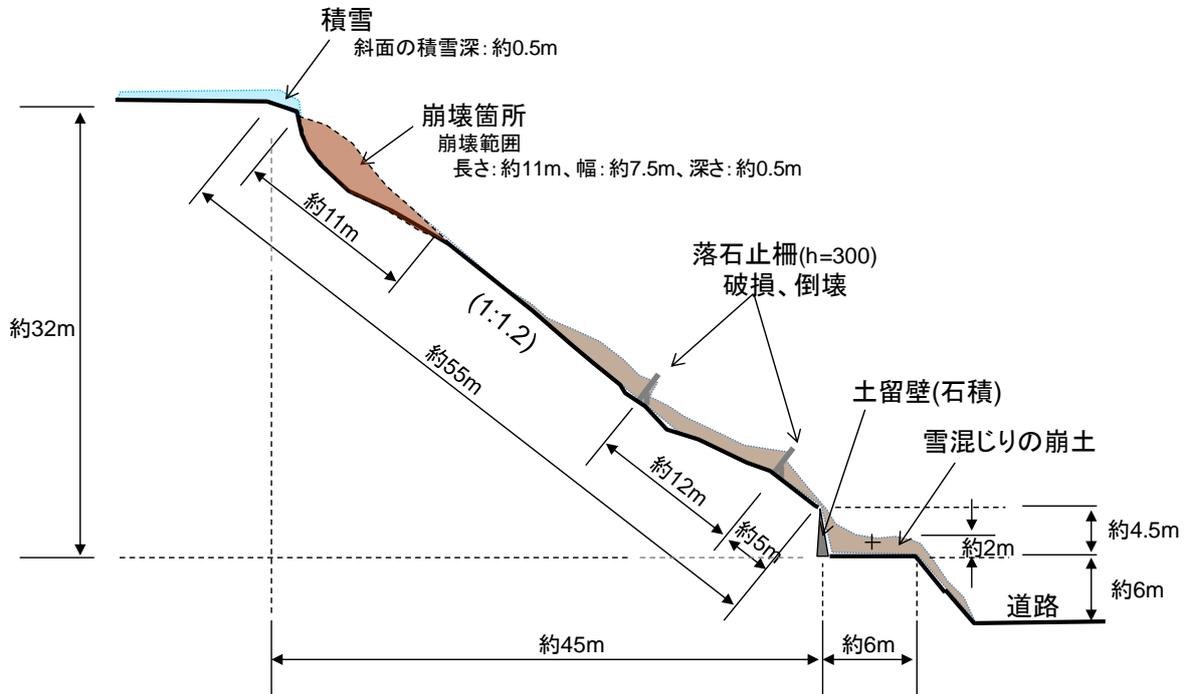
土留壁(石積み)と落石止柵
(平成24年5月18日撮影)

付図4 崩壊箇所の詳細



* 平成24年3月8日撮影した写真を基に作成

付図5 事故現場付近（65k446m付近）の斜面の
 模式縦断面図（事故後）



付図6 気温の経時変化



なお、3月1日に2.5mm、3月7日に5mmの降水量を観測している。

写真1 事故現場付近の状況

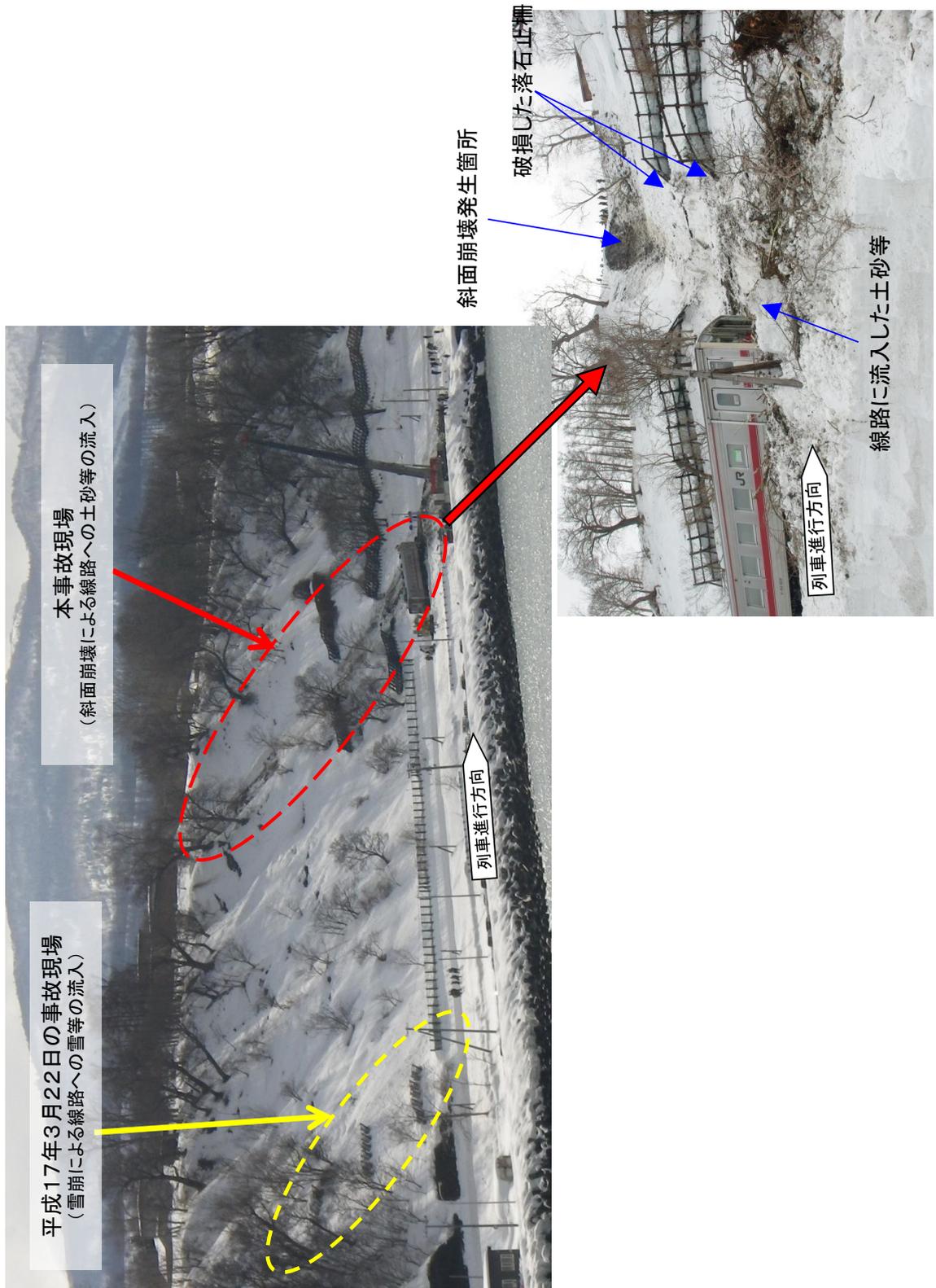


写真2 事故現場の状況

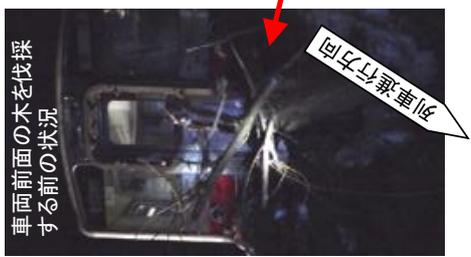
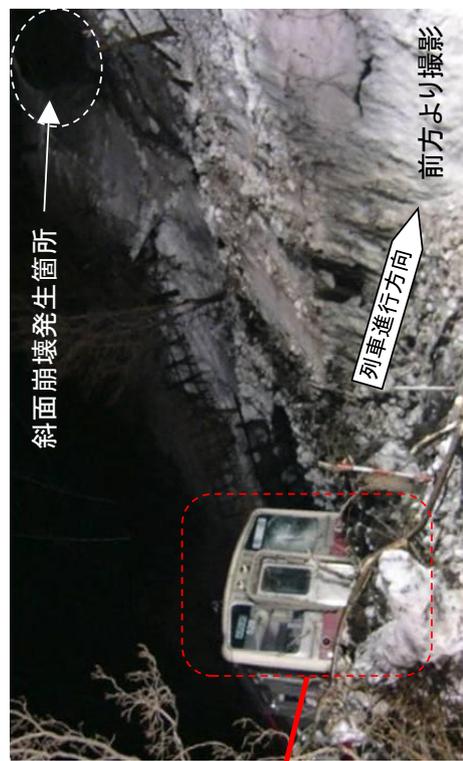


写真3 脱線の状況



前台車第1軸

* 右に約600mm、上に約520mm脱線



前台車第2軸

* 右に約800mm、上に約180mm脱線

注: 写真中の木は、復旧作業により切断したものである。

写真4 落石止柵の損傷状況



* 平成24年5月撮影

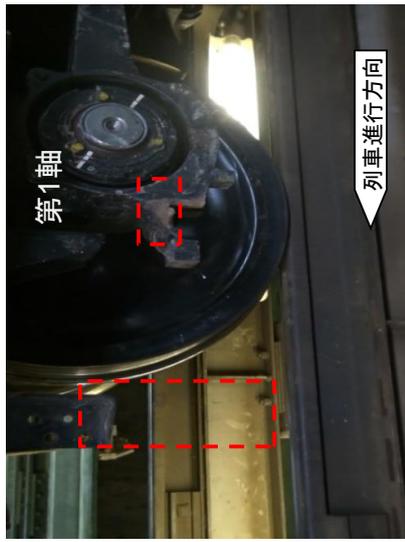
写真5 車両の主な損傷状況



枕ばね(右側)の脱落



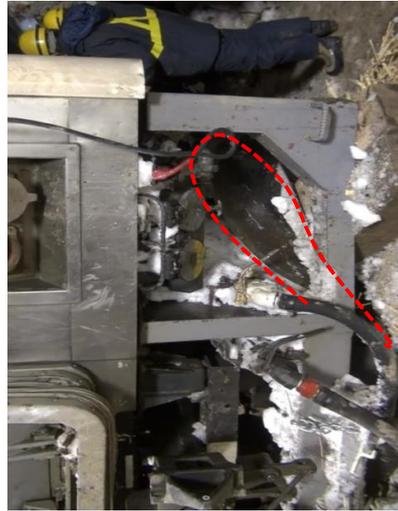
運転士室前面ガラスの破損、ワイパーの曲損



補助排障器及び軸箱の損傷



推進軸の損傷



スノーブレードの曲損



ちりこしの曲損及び配管の破断