

鐵道事故調查報告書

南海電氣鐵道株式会社	高野線紀伊細川駅～紀伊神谷駅間	列車脱線事故
高松琴平電氣鐵道株式会社	志度線房前駅構内	列車脱線事故
東日本旅客鐵道株式会社	飯山線横倉駅～森宮野原駅間	列車脱線事故
東海旅客鐵道株式会社	中央線田立駅～南木曾駅間	列車火災事故

平成16年2月27日

航空・鐵道事故調查委員會

本報告書の調査は、南海電気鉄道株式会社高野線紀伊細川駅～紀伊神谷
駅間列車脱線事故他 3 件の鉄道事故に関し、航空・鉄道事故調査委員会設
置法に基づき、航空・鉄道事故調査委員会により、鉄道事故の原因を究明
し、事故の防止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。

航空・鉄道事故調査委員会

委員長 佐藤 淳 造

南海電気鉄道株式会社高野線紀伊細川駅～紀伊神谷駅間
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：南海電気鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成15年2月24日 9時32分ごろ

発生場所：和歌山県伊都郡高野町
高野線紀伊細川駅～紀伊神谷駅間
汐見橋駅起点62k662m付近

平成16年1月15日

航空・鉄道事故調査委員会（鉄道部会）議決

委員長	佐藤 淳 造
委員	勝野 良 平
委員	佐藤 泰 生（部会長）
委員	中川 聡 子
委員	宮本 昌 幸
委員	山口 浩 一

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

南海電気鉄道株式会社の難波駅発極楽橋駅行き4両編成の下り急行第2909列車は、平成15年2月24日（月）、紀伊細川駅を定刻に出発し、速度約30km/hで力行運転中であつた。列車の運転士は、9時32分ごろ、停電と同時に前方約20mの地点において左側切取のり面から線路内に土砂が流入しているのを発見した。直ちに非常ブレーキを使用したが生間に合わず、列車は土砂に乗り上げて停止した。

列車は、1両目（車両は前から数え、前後左右は進行方向を基準とする。）の前台車全2軸が右側に脱線した。

列車には、乗客30名が乗車しており、このうち1名が軽傷を負った。乗務員に死傷者はいなかった。列車は、前面下部のスカート及び連結器等が損傷した。

1.2 鉄道事故調査の概要

1.2.1 調査組織

航空・鉄道事故調査委員会は、平成15年2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。

近畿運輸局は、本事故調査の支援のため、職員を事故現場に派遣した。

また、崩壊箇所付近の地形・地質等の調査に当たり、財団法人鉄道総合技術研究所の協力を得た。

1.2.2 調査の実施時期

平成15年2月24日～25日 現場調査及び口述聴取

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 認定した事実

2.1 運行の経過

事故に至るまでの経過は、南海電気鉄道株式会社（以下「同社」という。）の下り急行第2909列車（以下「本件列車」という。）の運転士（以下「運転士」という。）及び車掌の口述によれば、概略次のとおりであった。

本件列車は、紀伊細川駅を定刻（9時30分）に出発し、上り勾配50‰、半径102mの左曲線区間を速度約30km/hで力行運転中、9時32分ごろ、突然架線の電圧を示す電圧計が0を示したので停電したと気付いた。停電と同時に前方約20mの地点において左側切取りのり面（以下「本件崩壊箇所」という。）から線路内に土砂が流入し堆積しているのを発見し、直ちに非常ブレーキを使用した。間に合わず、本件列車は土砂に乗り上げて停止した。停止した後、列車無線で運輸指令に連絡したが聞き取りにくい状態であった。

車掌は、本件列車が停止した後、直ちに転動防止のためハンドスコッチを取り付けた。

本件列車が停止した後も土砂の崩落が続いていたため、危険と判断し、1両目から3両目までの乗客を4両目に誘導した後、車掌とともに4両目の運転室右側のドアから乗客を降ろした。さらに、車掌は、現場付近の住民の協力を得て、乗客を右側の線路下の道路に誘導避難させた。

乗客を降した後、沿線電話で土砂に乗り上げて脱線したことを運輸指令へ報告した。

その後、現場状況を確認したところ、本件列車は、1両目の前台車全2軸が右側に脱線していた。

なお、橋本駅で本件列車に乗務の際、前の運転士から車両に異常なしとの引継ぎを受けていた。また、乗務開始から事故に至るまでの間、本件列車のブレーキの機能等には特に異常は認められなかった。

(付図1、2、3、4及び写真1、2参照)

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

乗客	軽傷1名
乗務員	なし

2.3 鉄道施設及び車両の損傷に関する情報

2.3.1 鉄道施設の損傷状況

(1) 本件崩壊箇所から崩落した土砂約130m³は、汐見橋駅起点62k662m(以下「汐見橋駅起点」は省略。)付近から62k689m付近にかけて、線路上に約27mにわたって堆積していた。

(2) 本件崩壊箇所ののり面勾配は、約1:0.6(水平からの角度約59°)であった。線路からの高さ約21mの用地境界外を頂部とした底部の幅約21m、のり面に沿った上下方向の長さ約15mの扇状の範囲において、のり面が崩壊していた。

また、のり面を防護していたネットが崩壊した土砂に巻き込まれ損傷していた。

(3) 電車線柱(1本)の倒壊、高圧配電線路の断線等が生じていた。

(付図5及び写真1、2、3参照)

2.3.2 車両の損傷状況

1両目(モハ2151号車)の車両のみが損傷していた。主な損傷は、前面ガラス及び前面下部のスカートの破損、並びに連結器及び床下機器の損傷であった。

(写真4参照)

2.4 乗務員等に関する情報

運転士	男性	52歳
甲種電気車運転免許		

昭和53年7月10日

2.5 鉄道施設等に関する情報

2.5.1 鉄道施設

- (1) 同社の高野線は汐見橋駅から橋本駅間は複線であるが、事故現場である紀伊細川駅から紀伊神谷駅間を含む橋本駅から極楽橋駅間は単線である。事故現場付近の線路は、半径102mの左円曲線、カント75mmで、この区間の勾配は、上り50‰である。
- (2) 事故現場付近の軌道構造は、40kgNレール、木まくら木25m当たり41本、道床の種類はふるい砂利で厚さは150mmである。
- (3) 同社は、本件崩壊箇所付近ののり面には、風化岩が露出し落石発生の可能性が高いと認めため、昭和47年に防護ネットを施工(62k612m~62k684m間、最大高さ約27m)した。この防護ネットの設置目的は、ネット及びワイヤロープなどを使用して、落石発生のおそれのあるのり面全面(岩石露出部分)に施工し、浮き石¹の始動を止めることと、また、いったん動き出したものはネットの下を通して落下させ、線路脇に止めることにより、線路上への落石を防ぐことである。

防護ネットについては、同社が行った直近の全般検査においても、ネット及びワイヤロープなどの損傷は認められなかった。

- (4) 平成14年3月28日、本件崩壊箇所に近接する汐見橋駅方ののり面(62k640m付近)から約15m³の土砂が崩落した小規模な表層崩壊により、列車脱線事故が発生していた。崩壊箇所については、周辺の不安定土砂を取り除いた後、のり面に金網を張りモルタル吹付けによるのり面防護工が施工(62k634m~62k646m)された。

(付図5参照)

2.5.2 斜面の管理体制等の状況

- (1) 同社の斜面の維持管理については、同社の線路検査心得(平成14年3月31日廃止)、土木関係実施基準(平成14年3月31日制定)、建造物検査要領(平成6年10月1日制定)等に基づく、全般検査を2年に1回以上、巡回検査を7日に1回以上行うこととされている。
- (2) 同社は、この全般検査の際に、鉄道沿線における斜面の健全度判定を行って要注意箇所を把握している。本件崩壊箇所は、直近の平成14年3月19日の全般検査における健全度判定では、「安定している」とされており、要注意箇所とはされていなかった。

¹ 「浮き石」とは、斜面から剥離しているか、あるいは浮き出して不安定になっている岩塊をいう。

しかし、同社では、2.5.1(4)で述べた14年3月28日にのり面の崩壊による列車脱線事故が発生したため、14年4月に沿線の斜面の点検を実施した。その結果、要注意箇所の見直しが行われ、本件崩壊箇所についても要注意箇所に変更された。なお、山間部を中心とする高野保線区橋本保線支区管内（橋本駅から極楽橋駅までの約20km）における要注意箇所は、この見直しにより66ヶ所から94ヶ所となった。

- (3) 要注意箇所の斜面については、斜面の状況を把握するため、全般検査において斜面の詳細な検査を行うとともに、徒歩による巡回検査においても線路沿い又は斜面上部からの目視による変状等の確認を行うなど、他の箇所に比べ検査を強化していた。また、これらの検査において変状が認められた場合は、変状の進行状況に応じた対策を講ずることとしていた。

事故前の15年2月19日に行われた本件崩壊箇所の巡回検査においては、異常は認められていなかった。

2.5.3 地形・地質等の状況

本件崩壊箇所は、高野山地中の山間斜面に沿った切取のり面であり、やや凸形に突出した地形となっている。

本件崩壊箇所の地質は、西南日本の太平洋側に広く分布する四万十累層群と呼ばれる割れ目が発生しやすい堆積岩である。また、この箇所の地層は、のり面勾配に対し反対方向に傾斜しており、いわゆる受け盤構造となっている。のり面の表層は全体に風化が進み、風化岩塊が分布している。

本件崩壊箇所の上部の自然斜面には、主に植林された杉などの樹木が生育している。

本件崩壊箇所に露出していた岩盤には、新鮮な破断面は確認されなかった。また、崩落した岩塊には、崩壊前から生じていたのり面勾配方向の割れ目が見られた。

崩壊したのり面の表面には、崩壊直後、特定箇所からの湧水やのり面全体の湿潤した状態は見られなかった。また、本件崩壊箇所の頂部周辺においては、山林伐採、土地開発等による周辺環境の変化は見られなかった。

なお、地質の詳細については、付属資料に記述した。

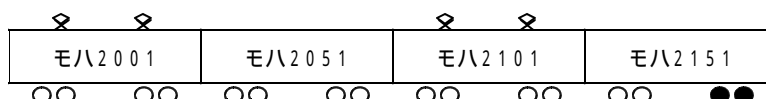
2.5.4 変電所の供給状況

細川変電所は、9時32分、本事故発生箇所にかかわるき電線(DC1,500V)及び高圧配電線(AC6,600V)への供給を自動的に停止していた。

2.6 車両に関する情報

2.6.1 車両の概要

車種	直流電車（DC1,500V）
編成両数	4両
編成定員	480名（座席定員188名）
ブレーキ装置	電磁直通空気ブレーキ（回生ブレーキ併用、応荷重装置付）
記号番号	



: 脱線軸

進行方向

2.6.2 車両の検修

本件列車の定期検査の記録には、異常は認められなかった。

2.6.3 列車無線の状況

事故後、同社の社員が事故現場において本件列車から運輸指令に連絡したところ、聞き取りにくいということにはなかった。

なお、事故直後における運転士からの連絡は、運輸指令では明瞭に聞き取れていた。

2.7 気象等に関する情報

2.7.1 降雨・風速

事故現場の東南東約2kmに位置する同社極楽橋駅に設置されている雨量計の記録によれば、2月22日（事故の前々日）の降雨は最大時間雨量4mm、日雨量20mmであった。23日（事故前日）の降雨は最大時間雨量2mm、日雨量3mmであった。事故当日の0時から事故発生までの雨量は1mmであった。

また、事故現場の南東約3kmに位置する和歌山地方気象台高野山地域気象観測所（アメダス）の記録によれば、22日、23日及び事故当日の最大風速はいずれも2m/sであった。

2.7.2 地震

事故現場の南東約3kmに位置する和歌山地方気象台高野山地震計によれば、22日（事故の前々日）及び事故当日地震は観測されていないが、23日（事故前日）に震度1が記録されている。

2.8 事故現場に関する情報

本件列車は、線路上に堆積した土砂に乗り上げ、1両目の前台車全2軸が右側に68cm離れて脱線していた。

事故後の本件列車の停止位置は、先頭62k667m、最後尾62k596mであった。

(付図5及び写真1参照)

3 事実を認定した理由

3.1 本件列車の直前の上り列車(極楽橋駅発9時20分)の通過から下り列車である本件列車の接近(9時32分ごろ)までの間に、本件崩壊箇所において土砂崩壊が発生し、約130m³の土砂がのり面から線路上にかけて堆積したものと推定される。

本件列車は、線路上に堆積していた土砂に乗り上げて前台車全2軸が右側に脱線したものと推定される。

3.2 運転士が線路内に土砂が流入し堆積しているのを発見したのは、前方約20mの地点であったが、これは本件崩壊箇所付近の線路が左側斜面を切り取って設置されており、かつ、半径102mの左曲線をなしていることから見通し距離が短いことによるものと考えられる。

また、停電の発生が脱線の直前であったこと及び本件列車が停止した後も土砂の崩落が続いていたことから、崩壊は本件列車が現場に差し掛かる直前に発生した可能性が考えられ、このことも非常ブレーキで停止できる距離までに、線路内への土砂流入を発見することができなかつた要因であった可能性が考えられる。

なお、停電が発生したのは、線路内に土砂が流入した際、電車線柱が倒壊して電線路が損傷したことにより、2.5.4で述べた同社の細川変電所が自動的に停止したためと考えられる。

3.3 2.5.3及び2.7並びに以下に示すことから、切取のり面の崩壊は、のり面深部の岩盤に生じていた多数の割れ目がのり面勾配方向に繋がったことにより、この繋がった割れ目を滑り面として浮き石化した表層の風化岩塊が安定性を失い自重により崩壊した、いわゆる基盤崩壊であったものと推定される。

- (1) 崩壊した土砂の中に多量の岩塊が混入していたこと
- (2) 崩壊箇所に露出していた岩盤には新鮮な破断面が見られなかったこと

(3) 崩落した岩塊には崩壊前から生じていた主にのり面勾配方向の割れ目が見られたこと

なお、以下に示すとおり、上記のほかに崩壊を誘発した要因は認められなかった。

(1) 本件崩壊箇所付近においてのり面の崩壊を誘発するような降雨はなかったこと

(2) のり面崩壊を誘発するような樹木全体を揺らす風や規模の大きな地震は観測されていないこと

(3) 崩壊したのり面の表面は湿潤状態ではなく、また、湧水も見られなかったこと

(4) のり面頂部周辺における山林伐採、土地開発等の周辺環境の変化も見られなかったこと

3.4 本件崩壊箇所は、同社が行った直近の巡回検査においても異常は認められなかった。

本事故現場の近接箇所において、2.5.1(4)で述べた平成14年3月に発生したのり面崩壊は、表層部分の土砂が崩落したものであり、この際には、崩壊に至るまでにのり面又は周辺に生じた亀裂、沈下等の何らかの変化が現れていたものと考えられることから、ある程度の変状の把握は可能であったものと考えられる。(当委員会鉄道事故調査報告書(平成14年12月27日公表)参照)

しかしながら、本件崩壊箇所は、のり面深部の岩盤に生じた割れ目が長期間かけて内部で進行し、この割れ目がのり面勾配方向に繋がったことにより崩壊が発生したものと推定されるため、その進行状況を表面から把握することは困難であると考えられること、受け盤構造のため浮き石化した風化岩塊が表層に留まる状態で分布しており、上記で述べた割れ目が繋がった際に、この風化岩塊が急激に安定性を失い崩壊したものと推定されることから、同社において崩壊の兆候を事前に把握することができなかったものと考えられる。

なお、14年3月に発生した崩壊については、のり面の表層部分で発生しており、崩壊箇所も約35m離れていることから、本事故におけるのり面深部の岩盤の割れ目による崩壊を直接的に誘発した可能性は少なかったものと考えられる。

3.5 本件崩壊箇所は、上記3.4で述べたように、崩壊の兆候を事前に把握することが困難であり、また、四万十累層群に位置し岩盤の割れ目が発生しやすい性質を有する。

このような特徴を持つ地質構造の箇所における基盤崩壊の事故を事前に防止するためには、専門家によるのり面の調査を実施し、その結果、特に要注意とされた箇所については、例えばボーリングなどによる詳細な地質調査を行うことが有効であると考えられる。そして、その結果に基づき、必要な箇所には、のり面防護の強化等の対策

を講じ、更に必要な箇所には落石検知装置の設置を行うことが重要であると考えられる。

4 原因

本事故は、崩壊した切取りのり面から線路内に流入して堆積した土砂に、本件列車が乗り上げたため、1両目の前台車全2軸が脱線したことによるものと推定される。

切取りのり面の崩壊については、のり面の深部において基盤崩壊が発生したものと推定される。

5 参考事項

5.1 本件崩壊箇所の復旧工事については、周辺の不安定土砂を取り除いた後、のり面に金網を張りモルタル吹付けによるのり面防護工が施工され、平成15年3月に工事を完了している。

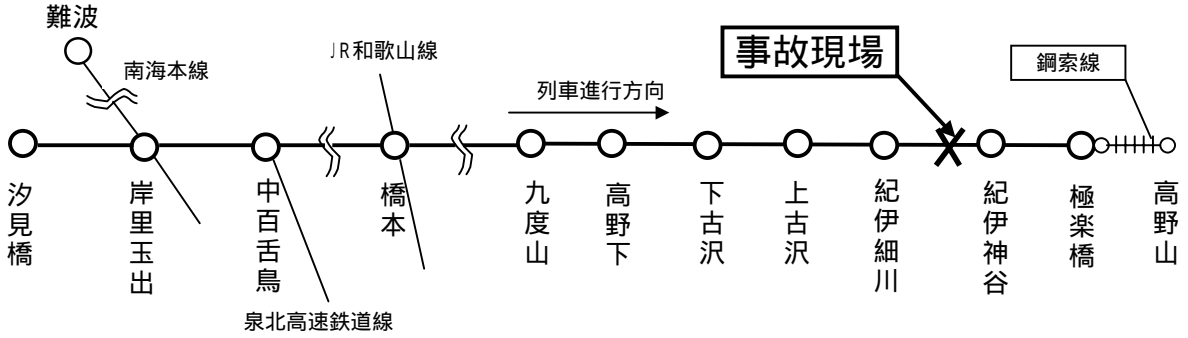
5.2 同社では、本事故を契機に同種の事故の再発防止を図るため、次に示す対策を実施することとした。

- (1) 本件崩壊箇所付近ののり面については、事故後ボーリングによる詳細な地質調査を実施し、その結果に基づき、のり面防護の強化を図るために、14年3月にのり面崩壊した箇所の手前から本件崩壊箇所まで、ロックボルト等によるのり面防護工を施工(62k612m~62k683m)した。
- (2) 本件崩壊箇所付近ののり面に、落石検知装置を設置(62k603m~62k708m)した。
- (3) 高野線全線にわたり、斜面の地形、地質等を踏まえた詳細な調査を行い、必要な箇所には落石検知装置の設置を行う。

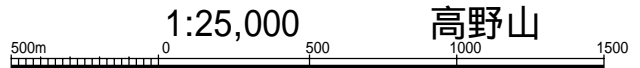
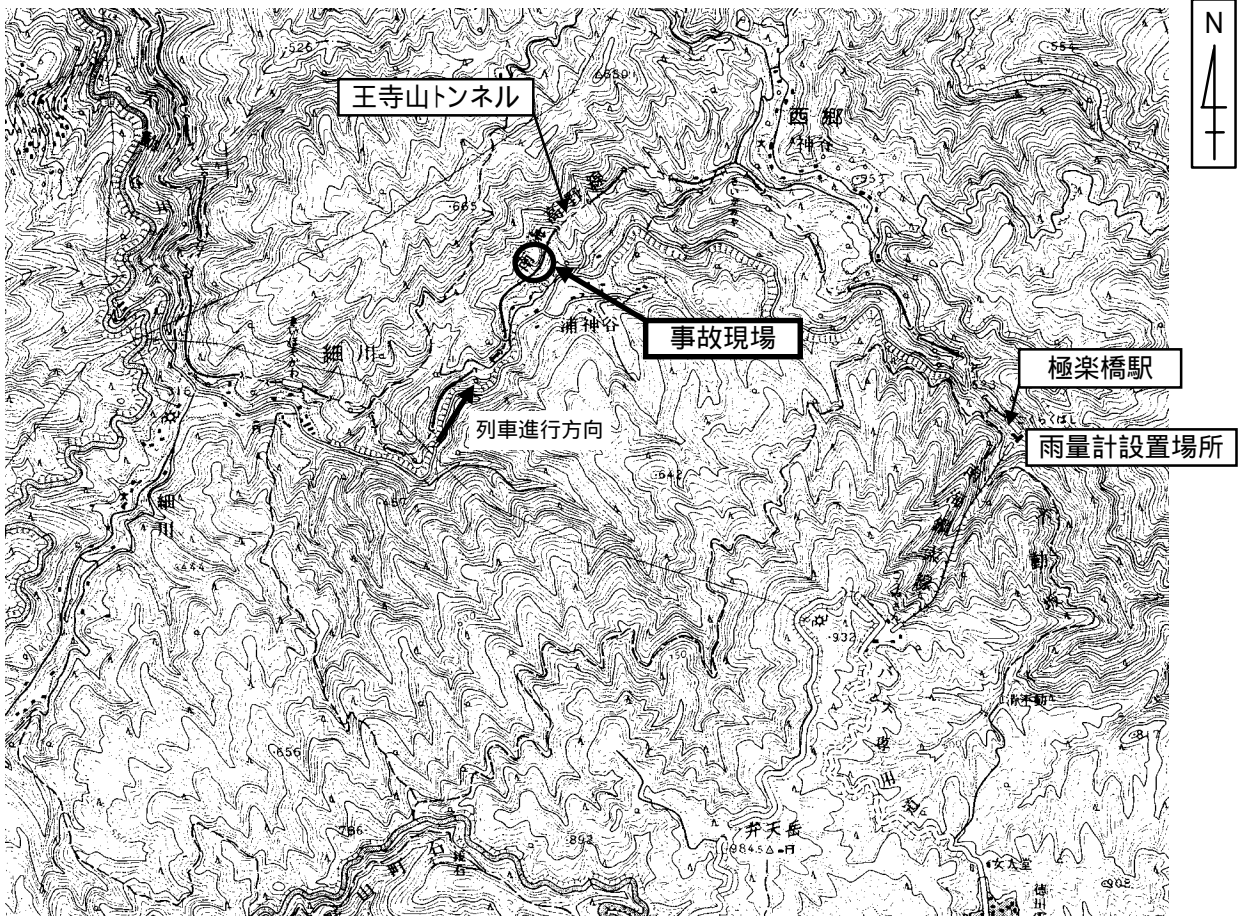
付図1 高野線路線図

高野線 汐見橋駅～極楽橋駅間 64.5km

〔 汐見橋駅～橋本駅間 44.7km (複線)
橋本駅～極楽橋駅間 19.8km (単線) 〕

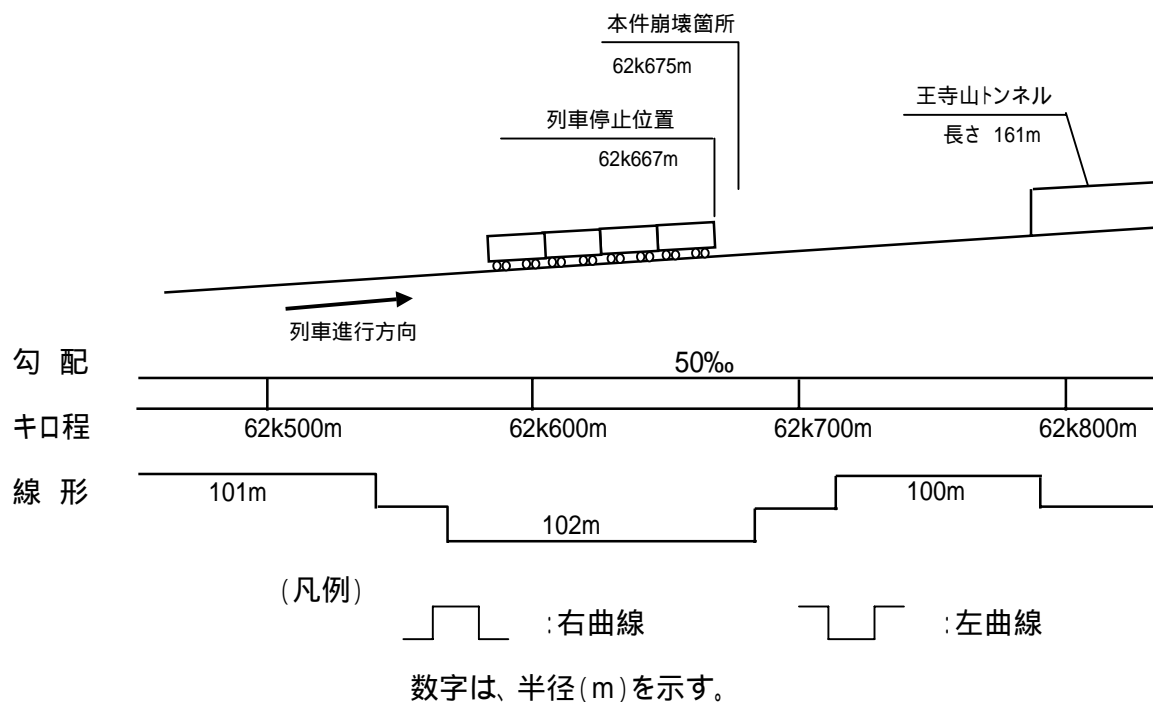


付図2 事故現場付近の地形図

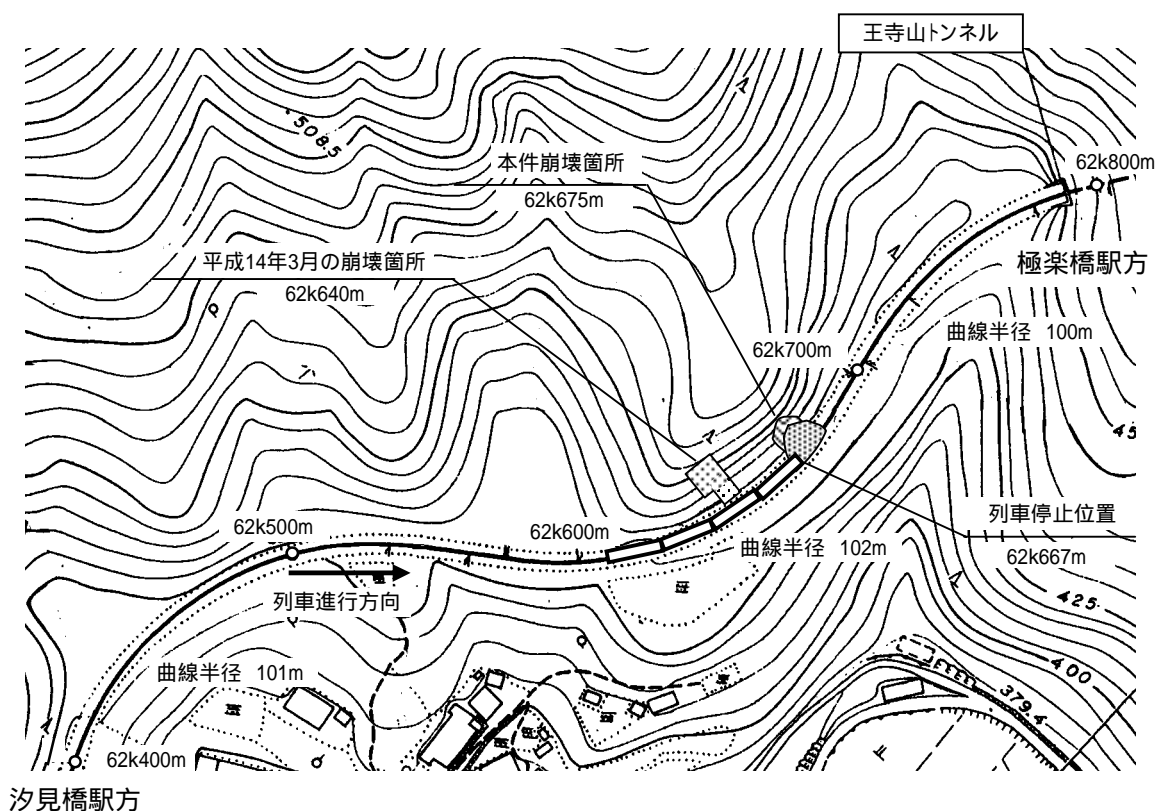


国土地理院 2万5千分の1 地形図使用

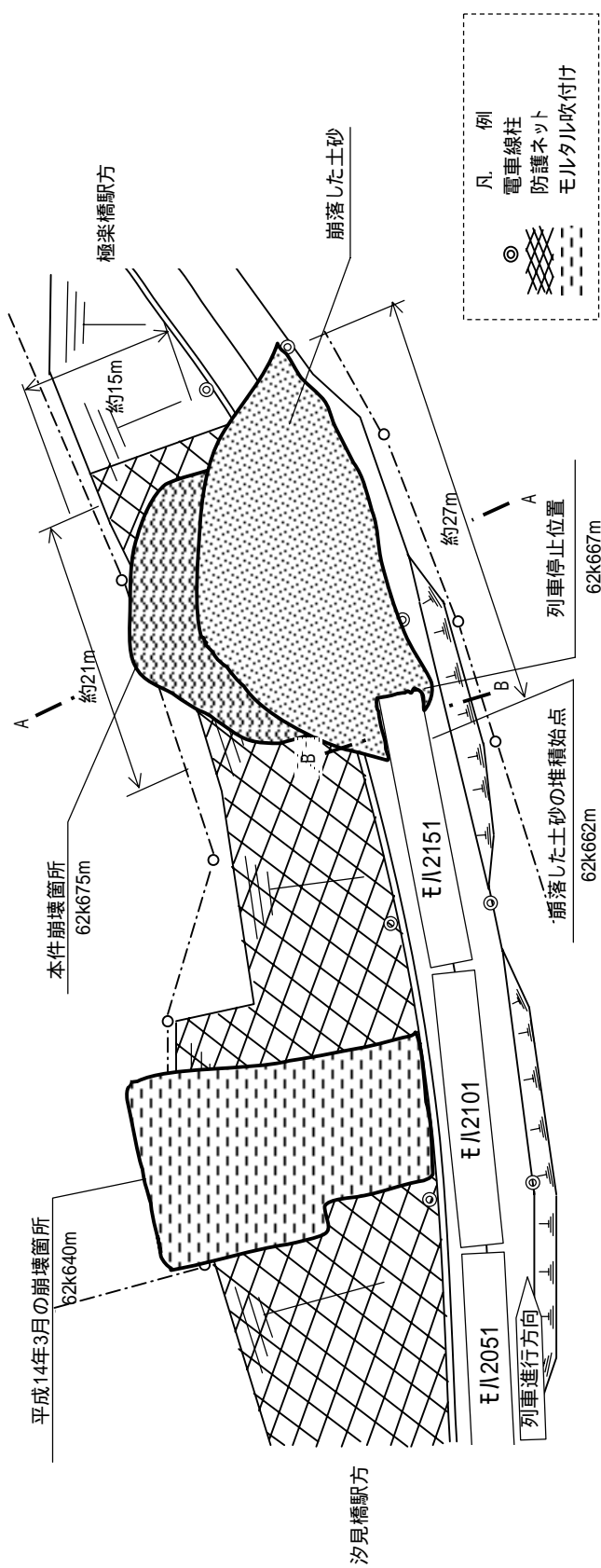
付図3 事故現場付近の線路縦断略図



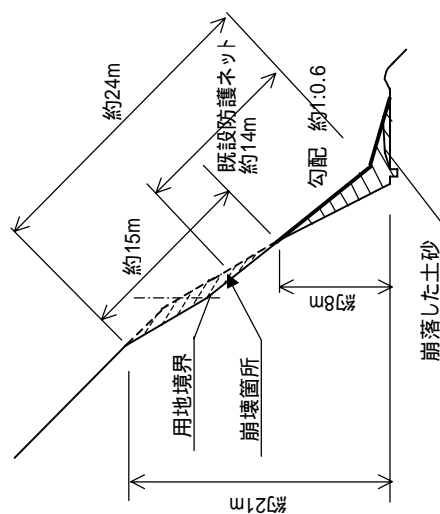
付図4 事故現場付近の線路平面図



付図5 事故現場略図



A - A断面 (62k675m付近のり面崩壊箇所)



B - B断面 (1両目前台車脱線状況)

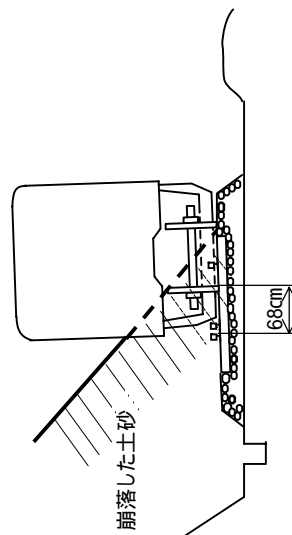


写真1 脱線現場の状況

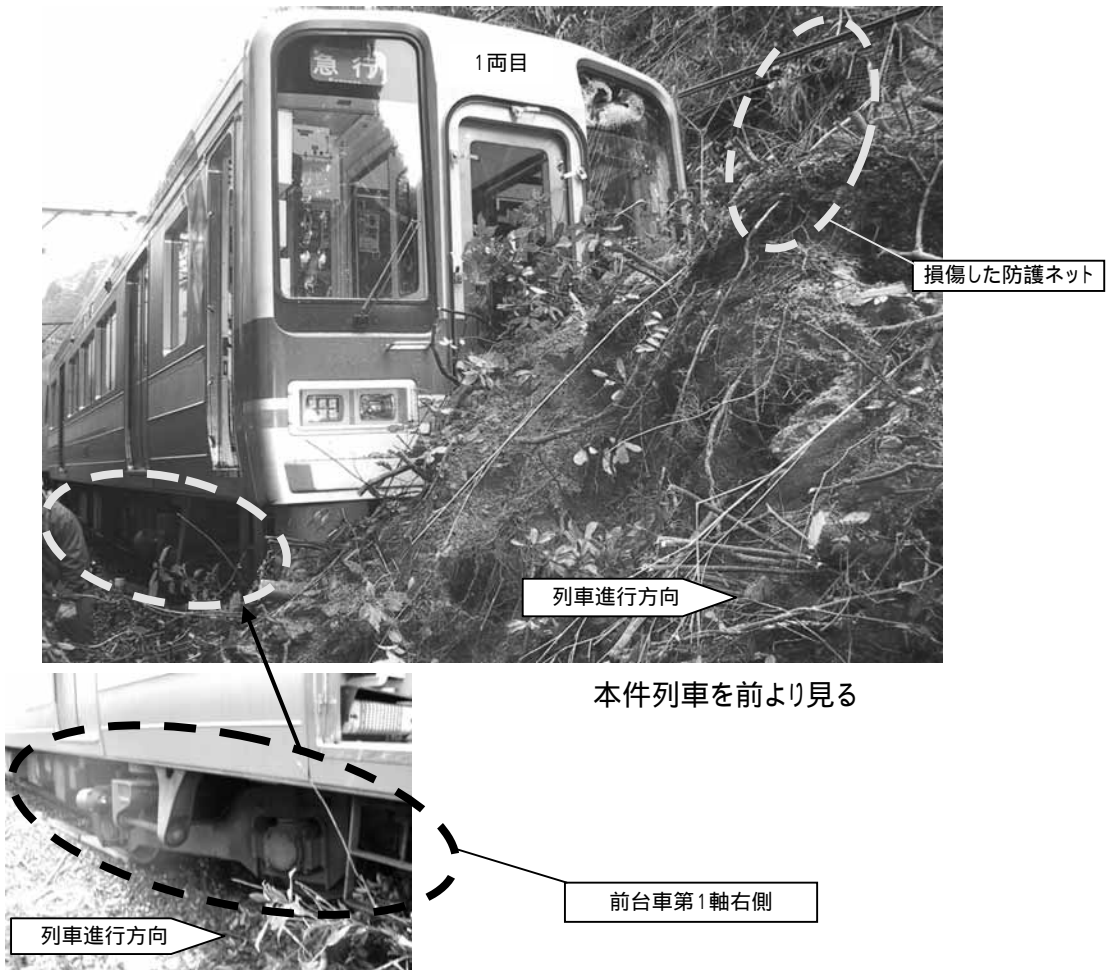


写真2 土砂流入の状況



写真3 のり面崩壊の状況



写真4 車両の損傷状況



本件列車を前より見る

本件崩壊箇所地の地質状況等

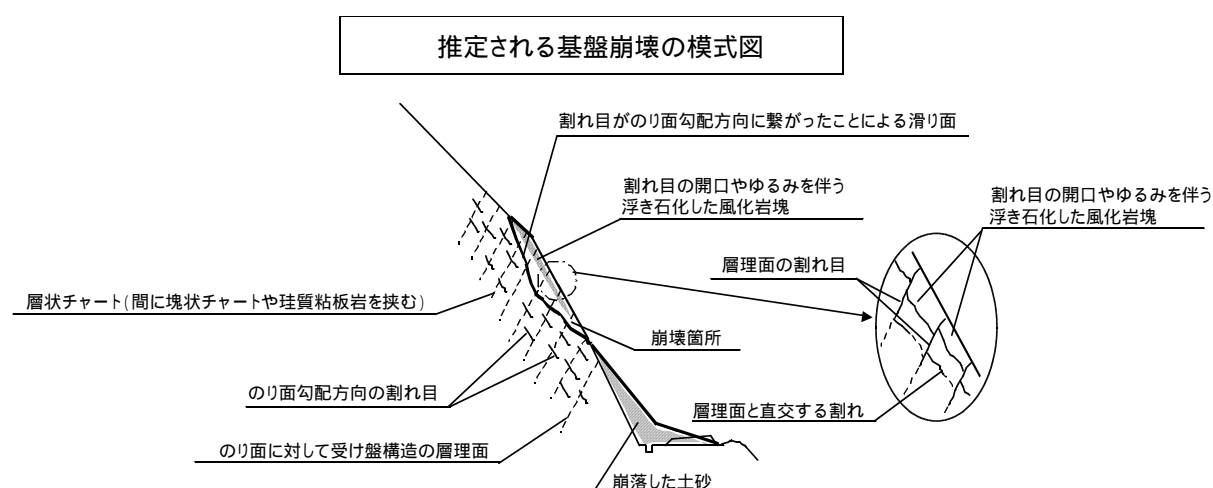
本件崩壊箇所の地質は、下図に示すように主に数cmから10数cm程度の層理面（層状の構造の面）を持つ層状チャートが占めており、この層状チャートの間に塊状チャートや珪質粘板岩の層が挟み込まれた地層である。斜面は急傾斜の層理面を持つ受け盤構造である。また、斜面の表層は全体に風化が進行している。

この層状チャートの表層部分は、長年の風化により受け盤構造の層理面に沿った割れ目の開口が進行し、更に層理面と直交するような割れ目が発生し、この割れ目の開口が進行することから、浮き石化した風化岩塊がのり面の表層に留まり分布していたものと考えられる。また、チャートは緻密で堅硬質な岩石であることから、層状チャートの表層部分では層理面に沿った割れ目の開口が発生するが、より深部の割れ目は緩やかに進行したのものと考えられる。

本件崩壊箇所に露出していた岩盤及び崩落した岩塊には、崩壊で新たに形成されたと考えられる新鮮な破断面は確認されず、空気との接触や地下水の浸透などに起因すると推定される表面が暗褐色皮膜状に酸化した割れ目が多く見られた。

また、崩落した岩塊には、受け盤構造の層理面にほぼ直交するのり面勾配方向の割れ目及び表面に鏡肌（割れ目に沿って岩盤が擦れ合うことにより形成される鏡のように磨かれた光沢のある面）が見られた。

これらのことから、割れ目は長期間かけて内部で進行していたものと考えられる。



参 考

本報告書本文中に用いる解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 事実を認定した理由」に用いる解析の結果を表す用語は、次のとおりとする。

断定できる場合

・・・「認められる」

断定できないが、ほぼ間違いない場合

・・・「推定される」

可能性が高い場合

・・・「考えられる」

可能性がある場合

・・・「可能性が考えられる」