

RA2007-7

鐵道事故調查報告書

上信電鉄株式会社 上信線赤津信号所～下仁田駅間 列車脱線事故

西日本旅客鉄道株式会社 津山線 牧山駅～玉柏駅間 列車脱線事故

平成19年10月26日

航空・鉄道事故調査委員会

本報告書の調査は、本件鉄道事故に関し、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 後藤 昇 弘

西日本旅客鉄道株式会社津山線牧山駅～玉柏駅間
列車脱線事故

鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：西日本旅客鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成18年11月19日 5時32分ごろ

発生場所：岡山県岡山市

津山線牧山駅～^{たまがし}玉柏駅間（単線）
岡山駅起点10k701m付近

平成19年10月11日

航空・鉄道事故調査委員会（鉄道部会）議決

委員長	後藤昇弘
委員	楠木行雄（部会長）
委員	中川聡子
委員	松本陽
委員	宮本昌幸
委員	富井規雄

1 鉄道事故調査の経過

1.1 鉄道事故の概要

西日本旅客鉄道株式会社の津山線津山駅発岡山駅行き2両編成の下り普通気第941D列車は、平成18年11月19日（日）、ワンマン運転で牧山駅を定刻（5時29分）に出発した。列車の運転士は、速度約70km/hで力行運転中、前方約100mの地点の線路上に笹が倒れているのを認めたため、非常ブレーキを使用した。笹があった箇所で下から「ドン」という音がして列車が左側に傾き脱線した。

列車には乗客25名と運転士1名が乗車していたが、このうち乗客25名全員が負傷した。また、列車は先頭車両のスノープラウ、燃料タンク等が損傷した。

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18年11月19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。

中国運輸局は、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18年11月19日及び20日 現場調査、車両調査及び口述聴取

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、西日本旅客鉄道株式会社（以下「同社」という。）の下り普通気第941D列車（事故当日の事故現場付近を通過した初列車。以下「本件列車」という。）の運転士（以下「本件運転士」という。）及び輸送指令員の口述によれば、概略次のとおりであった。

(1) 本件運転士

牧山駅を出発信号機の進行現示を確認して定刻（5時29分）に発車し、速度約70km/hで力行運転中、前方約100mの地点の線路上に笹のようなものが見えたので、常用ブレーキを入れ、その後、右側（前後左右は進行方向を基準とする。）から左側に笹が倒れているのを認め、非常ブレーキを使用した。笹があった箇所で下から「ドン」という音がして車両が左側に傾き倒れて停止した。

停止後、輸送指令に列車無線で連絡したが応答がなかったので、業務用携帯電話で岡山運転区当直に牧山駅～玉柏駅間で本件列車が脱線したことを連絡し、救急車の出動を要請した。その後、輸送指令にも同じ内容を連絡した。

なお、本件列車が傾いて身動きがとれないため、乗客の負傷の有無の確認を口頭で行ったところ、すぐ後の乗客1名からのみの申告があった。その後、事故現場に駆けつけた警察及び救急隊により乗客は全員救助された。

なお、津山駅における乗務開始から事故に至るまでの間、本件列車に異常は認められなかった。

(2) 輸送指令員

指令所で指令業務をしていたところ、5時32分ごろ、津山線PRCモニターに玉柏駅、法界院駅、岡山駅の異常が表示され、これら3駅が制御不能状態となったため、牧山駅～玉柏駅間を走行中の本件列車を列車無線で呼んでみたが何の反応もなく、法界院駅～建部駅間の列車無線が使用不能の状態となっていた。また、岡山の信通指令、輸送指令、信号所に直通電話及び鉄道電話で連絡したが使用不能の状態であった。

その後、本件運転士から携帯電話で連絡があり、脱線していることが判明した。津山駅の出発信号機を停止現示とし、本件列車の次の列車である5時43分津山駅発予定の第943D列車の運転士に無線で連絡し出発を抑止した。また、関係各駅等にも電話で事故発生連絡をした。

なお、本事故の発生時刻は5時32分ごろであった。

(付図1、2、3及び写真1、2参照)

2.2 人の死亡、行方不明及び負傷

乗客 負傷者 25名(乗客全員。重傷 2名、軽傷 23名)

同社によると、負傷の状況は、骨折2名(重傷)、打撲15名、頸椎捻挫1名、その他(切傷等)7名であった。また、これらの負傷者の事故直前における乗車位置は、同社からの情報によると付図4に示すとおりであり、乗客全員が座席(右側座席14名、左側座席11名)に座っており、このうち重傷の乗客(2名)は右側座席に座っていた。

なお、同社からの情報によると事故の衝撃による乗客の移動状況については、右側座席に座っていた乗客は全員が本件列車の倒れた左側に移動しており、一方、左側座席に座っていた乗客については1名が衝撃により前方に移動した。

(付図4及び写真9参照)

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) 岡山駅起点10k650m～720m付近(以下「岡山駅起点」は省略。)において軌きょう¹が左横方向に変位しており、10k670m付近では約700mm変位していた。また、10k641m～720m付近の木まくら木約119本等が損傷していた。
- (2) 10k657m～663m間において、線路左側のトラフ内に収納されて

1 「軌きょう」とは、レールをまくら木に固定した梯子状の線路のことをいう。

いる通信ケーブルが横転した本件列車の下で断線していた。

- (3) 10k700m付近において遠方信号機が倒壊していた。
(付図3及び写真1、2、7、8参照)

2.3.2 車両の損傷状況

先頭車両のスノープラウ、燃料タンク、空気だめ等及び後部車両の燃料タンク、排障器等が損傷した。なお、燃料漏れはなかった。

(写真8参照)

2.4 鉄道施設及び車両以外の物件の損傷に関する情報 なし

2.5 乗務員に関する情報

運転士 男性 44歳

甲種内燃車運転免許

平成16年7月30日

2.6 鉄道施設等に関する情報

2.6.1 鉄道施設の概要

- (1) 津山線は全線単線で、事故現場付近の右側は標高200～400mの山地であり、その斜面は1：1.5～2.7（約34°～20°）の上り勾配で、斜面下部には樹木が生育し、線路脇には笹が繁っていた。なお、軌道中心から約6.5mの右側斜面上に用地境界がある。左側には旭川が並行して流れており、旭川と線路の間、線路の約8m下には県道218号線が並行している。
- (2) 事故現場付近は半径600mの右曲線区間で、カント量は42mm、勾配は下りの14.2‰であり、制限速度は90km/hである。
- (3) 事故現場付近のレールの種類は50kgNレール、まくら木は木まくら木で25mあたり37本、道床の種類は碎石でその厚さは200mmである。
- (4) 牧山駅～玉柏駅間の閉そく方式は、自動閉そく（単線）であり、事故現場付近のレールが破断したり、閉そく回線の通信ケーブルが断線すると、牧山駅の出発信号機には、停止信号が現示される構造となっている。

(付図2、3参照)

2.6.2 斜面の管理等の状況

- (1) 同社の斜面の管理については、線路構造実施基準規程、建造物構造整備準

則及び建造物検査マニュアル等に基づき、全般検査は2年を超えない期間ごとに徒歩等により、巡回検査は週に1回を標準として徒歩、列車等により、それぞれ行うこととされている。建造物検査マニュアルでは、検査は主に目視によって行うこととされている。また、全般検査の際に「用地外における環境の変化及び部外者が管理する施設等の変状により線路に障害を受ける恐れがあると認められるものについては、当該施設等の管理者に協議してその防止を図るものとする」こととされている。

- (2) 全般検査については、平成18年10月25日に線路沿いから目視により行われており、事故現場付近の右側斜面（以下「本件斜面」という。）に異常は認められなかった。

また、巡回検査については、平成18年11月14日に列車により行われており、本件斜面に異常は認められなかった。

- (3) 事故前日の最終列車として本件斜面付近を通過した上り列車（玉柏駅発23時41分）の運転士からは、線路の異常等の報告はなかった。

- (4) 同社は、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指定している。また、平成17年2月に本事故現場から約1.4km離れた地点の斜面（玉柏駅～牧山駅間）で発生した落石による脱線事故²後、社外の有識者を交えた委員会を設置して全社的に斜面調査を実施することとし、過去に災害があった箇所、急斜面の箇所等を優先的に平成18～20年度において順次調査を行うこととし、本件斜面については、過去に近傍で土砂災害があったこと等から調査対象箇所として平成19年度に調査を実施することとしていた。なお、本件斜面は、過去の土砂災害については防止対策（10k632m～645mに擁壁を設置）を講じており、その後の全般検査でも異常が認められなかったことから、要注意箇所（落石）に指定されていなかった。

（付図3参照）

2.6.3 地形・地質等の状況

本件斜面が位置する地域は、吉備高原山地の南部に位置し、旭川に沿った山地である。本件斜面は、辻ノ山東側山麓の北東側斜面である。

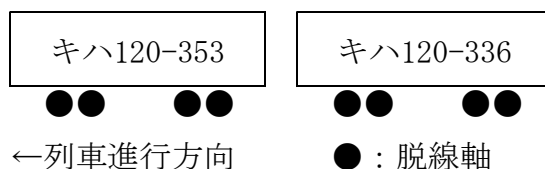
本件斜面の地質は、火成岩の花崗閃緑岩であり、表層には腐植土が堆積し、雑木が繁茂している。

2 西日本旅客鉄道株式会社津山線列車脱線事故（平成17年2月26日発生、鉄道事故調査報告書RA2006-3）

2.7 車両に関する情報

2.7.1 車両の概要

車種	内燃動車（ディーゼルカー）
編成両数	2両
編成定員	210名（座席定員88名）
記号番号	



2.7.2 車両の検査

本件列車の定期検査の記録に、異常は認められなかった。

2.8 気象等に関する情報

2.8.1 天気概況等

岡山地方気象台によると、岡山市北部の天気概況は、11月17日（事故の前々日）の昼及び夜は「晴れ」、11月18日（事故の前日）の昼は「曇り後雨」、夜は「雨」であり、事故当日の昼は「雨一時曇り」であった。

気温は、11月17日の最低気温は7.1℃、最高気温は15.8℃、11月18日の最低気温は5.5℃、最高気温は11.0℃、事故当日の事故発生時までの最低気温は9.5℃であった。

また、風速は、11月17日の最大風速は4.2m/s、11月18日の最大風速は4.5m/s、事故当日の事故発生時までの最大風速は4.4m/sであった。

2.8.2 降雨

事故現場の北約0.5kmに位置する同社の牧山駅に設置されている雨量計の記録によると、11月18日の15時から23時までの降雨量は、連続雨量9mm、最大時雨量2mmであり、事故当日の事故発生時までの降雨量は0mmであった。

2.8.3 地震

事故現場の南南西約8.5kmに位置する同社岡山支社に設置されている地震計の記録によると、11月17日から事故当日まで地震は観測されていない。

2.9 事故現場に関する情報

2.9.1 脱線現場の状況

- (1) 本件列車の事故後の停止位置は、先頭が10k643m付近、最後部が10k675m付近であり、先頭車両及び後部車両とも左側に約60°傾いた状態で軌間外に横転し全台車とも脱線していた。
 - (2) 10k704m付近から前方約2.7mにわたって左側のレール頭頂面上に、10k701m付近から前方約16.0mにわたって木まくら木上に、車輪フランジによると見られる痕跡が、それぞれあった。
 - (3) 10k704m付近の左側レール頭頂面上に車輪フランジが乗り上がったと見られる痕跡があった。
 - (4) 10k705m付近の線路左下の斜面に岩塊（約5.0m×約4.8m×約1.8m、推定重量110t）があった。10k704m付近の左右レール頭頂面上には車輪フランジによるものとは異なる痕跡があり、右側レールが破断、左側レールが上下方向に屈曲して沈下していた。また、事故後、この付近（右曲線区間）の軌道検測（静的）を実施したところ、10k705mにおいて、左側レールの高低変位の最大値は約110mm、左側（外軌側）レールが下がる方向に水準変位は最大約-61mm（カント量は42mm）、5m平面性変位³は73mmであった。
 - (5) 10k652m付近の左右レール頭頂面上には、車輪フランジによるものとは異なる痕跡があり、線路左側の県道横の空地に岩塊（約5.0m×約4.5m×約0.9m、推定重量50t）があった。
 - (6) 事故現場付近には、線路左下の岩塊以外に線路上等に落石はなく、本件列車にも落石に衝突した痕跡はなかった。
 - (7) 同社によると、事故後の事故現場付近の線路上には、笹が散乱していた。
- (付図3及び写真1、2、3、4参照)

2.9.2 本件斜面の状況

- (1) 10k700m付近の線路からの高さ約100mの本件斜面上の岩盤表面上に、岩が剥離して落下したと見られる高さ約15.0m、幅約8.0mの痕跡が認められた。（この痕跡のあった箇所を以下「本件崩壊箇所」という。）
- (2) 本件崩壊箇所の下には、線路との間の斜面上に5個の岩塊があり、この他に2.9.1(4)、(5)に記述したように、10k705m付近の線路左下の斜面

3 「平面性変位」とは、レールの長さ方向の2点間における水準変位の差をいい、平面に対する軌道のねじれ状態を表す指標のことをいう。2点間の距離（基準長）が5mであれば5m平面性変位という。なお、本文中では、列車進行方向に対し左前が下がる向きに軌道がねじれている場合をプラス（+）としている。

及び線路左側の県道横の空地に岩塊がそれぞれ落下していた。

- (3) 本件崩壊箇所の岩盤表面には、茶褐色の細粒土の付着が見られた。また、水平及び鉛直方向に節理が発達しており、岩盤底部には、空洞化等が見られた。

(付図3及び写真5、6、7参照)

2.10 警察からの情報

警察からの情報によれば、概略次のとおりであった。

事故当日、3時52分ごろ、事故現場付近の県道218号線の道路が陥没している旨の110番通報を受報し、署員を出動させ、4時25分ごろ、現場に到着し通行止めを行い、その後、現場には署員を配置していた。現場の署員は、脱線事故の音を聞いて事故現場に駆けつけたが、脱線事故が発生する前には落石の音は聞いていないとのことである。

なお、警察は道路管理者に対し、道路が損傷している旨の連絡を4時40分ごろ行った。

(付図3参照)

3 事実を認定した理由

3.1 脱線の発生に関する解析

3.1.1 2.9.2(1)で記述したように、10k700m付近の線路からの高さ約100mの本件斜面上の岩盤表面上に、岩が剥離して落下したと見られる痕跡が認められた。また、2.9.1(4)、(5)で記述したように、10k704m付近及び10k652m付近の左右レール頭頂面上には、車輪フランジによるものとは異なる痕跡があり、10k705m付近の線路左下の斜面及び線路左側の県道横の空地に岩塊があったことから、これら2箇所の左右レール頭頂面上の痕跡は、本件崩壊箇所から崩落した岩塊によるものと推定される。

3.1.2 2.6.2(3)で記述したように、事故前日に本件斜面付近を通過した最終列車(玉柏駅発23時41分)の運転士からは線路等について異常の報告がなかったこと、及び2.10で記述したように、事故当日3時52分ごろ道路陥没の110番通報があり、4時25分ごろから現場に警察署員が配置されたが、脱線事故の前には落石の音を聞いていないことから、事故前日の23時41分ごろから事故当日、警察

署員が現場に到着した4時25分ごろの間に、本件崩壊箇所から岩塊が崩落し、その内の2個がいったんレール上に落下した後、線路左側にころがっていったものと推定される。

3.1.3 2.1(1)の本件運転士の口述及び2.9.1(6)の記述から、事故現場付近の線路上には落石等はなく、本件列車にも落石に衝突したような痕跡はなかったことから、本件列車は落石との衝突により脱線したものではないと推定される。

また、2.9.1(4)及び3.1.1で記述したように、本件崩壊箇所から崩落した岩塊の衝撃により10k704m付近の左側（外軌側）レールが屈曲して沈下したため、左側（外軌側）レールが下がる方向に水準変位及びそれによる大きな平面性変位が発生したものと推定される。このため左車輪において、輪重が大きく減少し、さらにこの区間が右曲線区間であったため横圧が増加したことにより、本件列車は脱線し、線路を約60m走行した後、線路脇の左側切取残土を下にした状態で約60°傾き横転したものと推定される。

なお、2.1(1)及び2.7.2で記述したように、本件運転士の口述及び本件列車の定期検査の記録から、本事故発生時、本件列車の走行装置等に異常はなかったものと推定される。

3.2 軌道損傷等に関する解析

3.1.3で記述したように、10k704m付近の左右レール頭頂面上には崩落した岩塊によるレール損傷と軌道変位が発生していたものと推定されるが、2.1(1)の本件運転士の口述及び2.6.1(4)で記述したように、本件運転士は牧山駅において出発信号機の進行現示を確認して5時29分に発車していることから、この時点では10k704m付近の右側レール及び通信ケーブルは破断していなかったものと考えられる。したがって、10k704m付近の右側レールは、岩塊の衝撃により損傷を受けていたところに、本件列車の脱線により軌きょうが車輪によって引っ張られたこと等により破断したものと考えられ、通信ケーブルは、本件列車が脱線して通信ケーブルを収納しているトラフの上に横転したことにより断線したものと推定される。

なお、2.3.1(1)で記述したように、10k670m付近の軌きょうが最も大きく左横方向に約700mm変位していた箇所等の左右レール頭頂面上には岩塊による痕跡等がなかったことから、10k650m～720m付近の軌きょうが左横方向に変位したことは、崩落した岩塊に加え、本件列車の脱線により軌きょうが車輪等によって左側に引っ張られたことによるものと考えられる。

3.3 岩盤崩壊の発生に関する解析

2.9.2(3)で記述したように、本件崩壊箇所の岩盤表面には、茶褐色の細粒土が付着し、水平及び鉛直方向に節理が発達しており、岩盤底部には風化によると思われる空洞化等が見られた。

このことから、本件崩壊箇所における岩盤崩壊は、節理沿いに風化が進行し、開口したき裂に土砂等が侵入し、粘着強度が経年的に低下したこと、岩盤底部が風化によって空洞が生じ脆弱化し、その上の岩塊の荷重をささえられなくなったことにより、岩盤崩壊が発生したことによるものと考えられる。

なお、2.8.3で記述したように、本事故発生前に地震は観測されていなかったことから、地震による影響はなかったものと推定される。

3.4 斜面の管理に関する解析

3.3で記述したように、本件崩壊箇所の岩盤底部は風化によって脆弱化が進行していたが、2.6.2(2)で記述したように、本件斜面については、全般検査において風化の状況等異常が認められなかった。これは、至近距離からの点検等が行われなかったことによる可能性が考えられる。

落石による事故を防止するためには、専門家に調査を依頼し、至近距離から斜面の状態について、確実に点検を行い、斜面上の岩盤の節理や風化等の状況を把握するとともに、崩壊に至る可能性が考えられる場合は、専門家の意見によりあらかじめ落下を防止する措置等を講ずることが望ましい。

3.5 サバイバルファクターに関する解析

今回の事故においては乗客全員が負傷したが、右側座席の乗客は、2.2で記述したように、本件列車が左側に脱線横転した際、車両右側が浮き上がった衝撃によって全員が投げ出され、客室内の座席、床、手すり等にぶつかったことにより負傷したと考えられる。また、左側座席の乗客は、脱線横転の衝撃により、客室内の座席テーブル又は手すり等にぶつかり負傷したものと考えられる。

本事故においては、車両が横転したことによる衝撃により座席や手すり等の設備にぶつかり負傷しているが、被害軽減を図る視点から、車内の諸設備について、衝撃力を緩和できるようにするなどの配慮をするべきである。

3.6 落石等の災害時における情報の共有化に関する解析

2.10で記述したように、事故当日、3時52分ごろ、道路陥没の110番通報を受報し、警察署員が現場到着後、通行止めの措置をした。

警察からの連絡は、道路が陥没していること及び陥没の原因等が不明であったことから、道路管理者に対しては行われたが、道路管理者から鉄道事業者への連絡は行わ

れなかった。適正かつ迅速な対応を図るためには、このような情報は道路と近接する鉄道線路をもつ事業者にとっては、必要であることから、関係者間で情報を提供し共有化を図っていくことが、事故を防止するためにも重要であると考えられる。

4 原因

本事故は、本件崩壊箇所から崩落した岩塊の衝撃により左側（外軌側）レールが屈曲して沈下したため、左側（外軌側）レールが下がる方向に水準変位及びそれによる大きな平面性変位が発生して左車輪において、輪重が大きく減少し、さらにこの区間が右曲線区間であったことから横圧が増加し、本件列車が脱線したことによるものと推定される。

5 所見

津山線（玉柏駅～牧山駅間）においては、本事故のみならず、平成17年2月にも落石に起因する列車脱線事故が発生しており、これらの事故において仮に落石の発生が列車の通過時に発生していれば、大事故に至る危険性が考えられる。同種の事故の再発防止を図るためには、地質等を考慮し調査を行って、あまねく沿線の斜面の状況を把握するとともに、岩盤崩壊等の可能性について専門家に調査を依頼するなど技術的検討を行う必要がある。また、調査した結果、斜面上の岩盤等が不安定な状況に至る可能性が考えられる場合、根固め工や危険な岩石を取り除く等、早急な対応を図ることが必要である。

6 参考事項

6.1 同社が本事故後に講じた対策

同社が本事故後に講じた落石防止対策は以下のとおりである。

- (1) 落石発生源の巨岩については、ワイヤーネット掛け、根固め工（風化防止）を施工した。
- (2) 斜面の5個の岩については、4個を小割にし撤去、1個は土の中に埋め安定化を図った。

- (3) 本件崩壊箇所に落石止柵及び落石検知装置を設置した。
- (4) 落石発生源の上部の斜面で、落石の恐れがある岩が数箇所露出していることが判明したことから、ワイヤーネットを設置した。
- (5) 牧山駅～玉柏駅間の緊急斜面点検を実施した結果、今後の環境の変化によっては、不安定な状況に至る可能性が考えられる転石等が存在する箇所に落石検知装置を設置した。

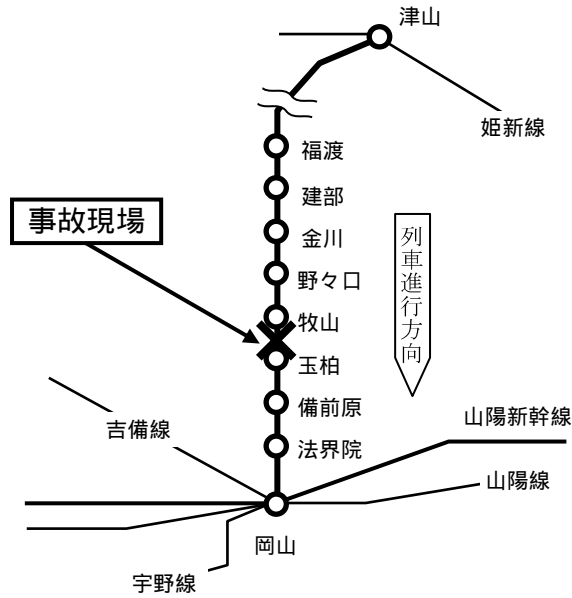
また、平成18～20年度に行うこととしていた全社的な斜面調査(2.6.2(4)参照)については、本事故後に、調査期間を平成18～19年度とするよう見直しを行った。

6.2 国土交通省が本事故後に講じた措置

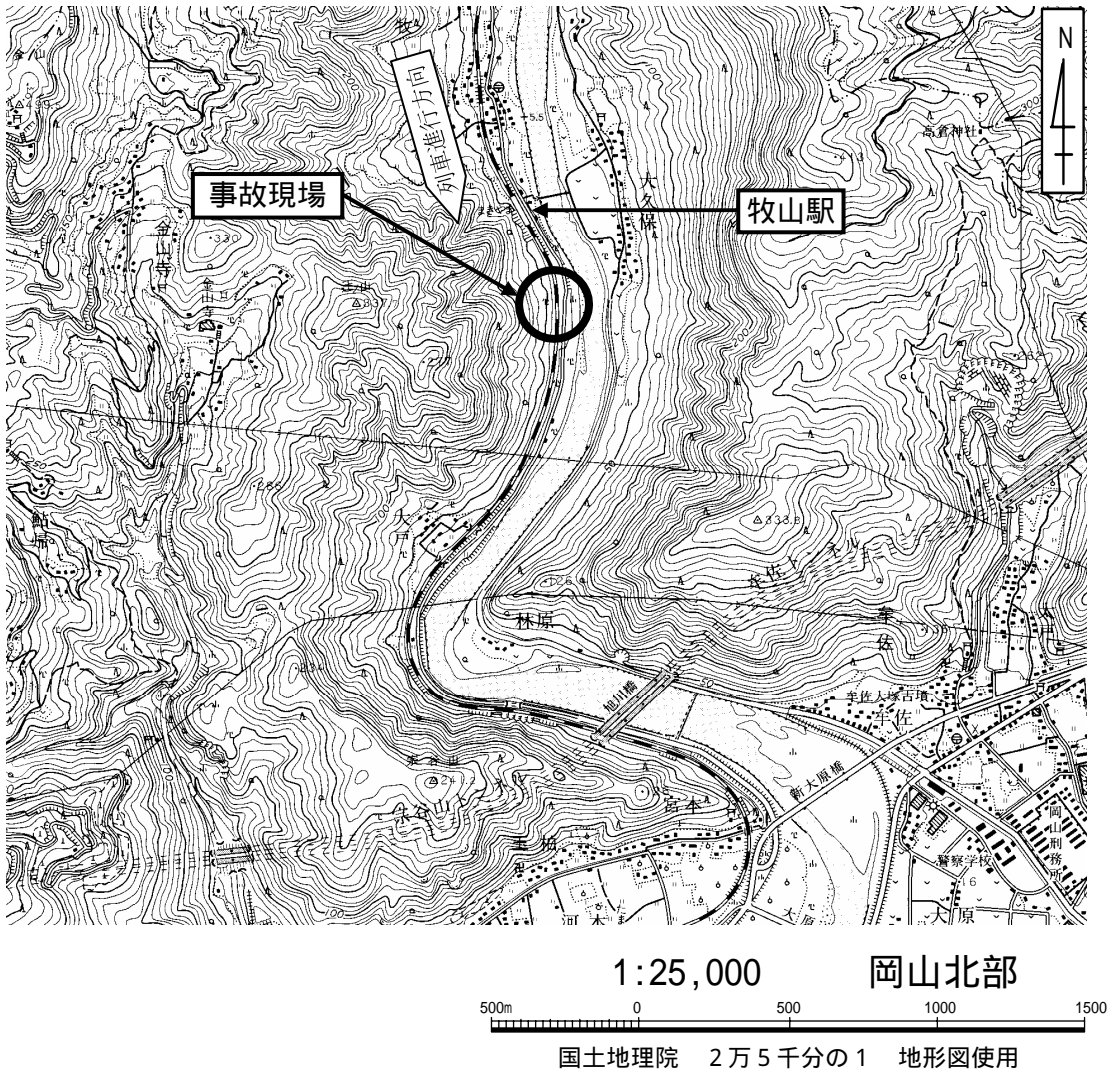
鉄道局及び道路局は、平成18年11月22日付けで全国の鉄軌道事業者及び道路管理者に対し、鉄道と道路が近接する区間において、落石等により災害が発生した場合は、必要に応じ、関係者に情報を速やかに提供し共有化が図られるよう通達を发出了した。

付図1 津山線路線図

津山線 岡山駅～津山駅間 58.7km (単線)

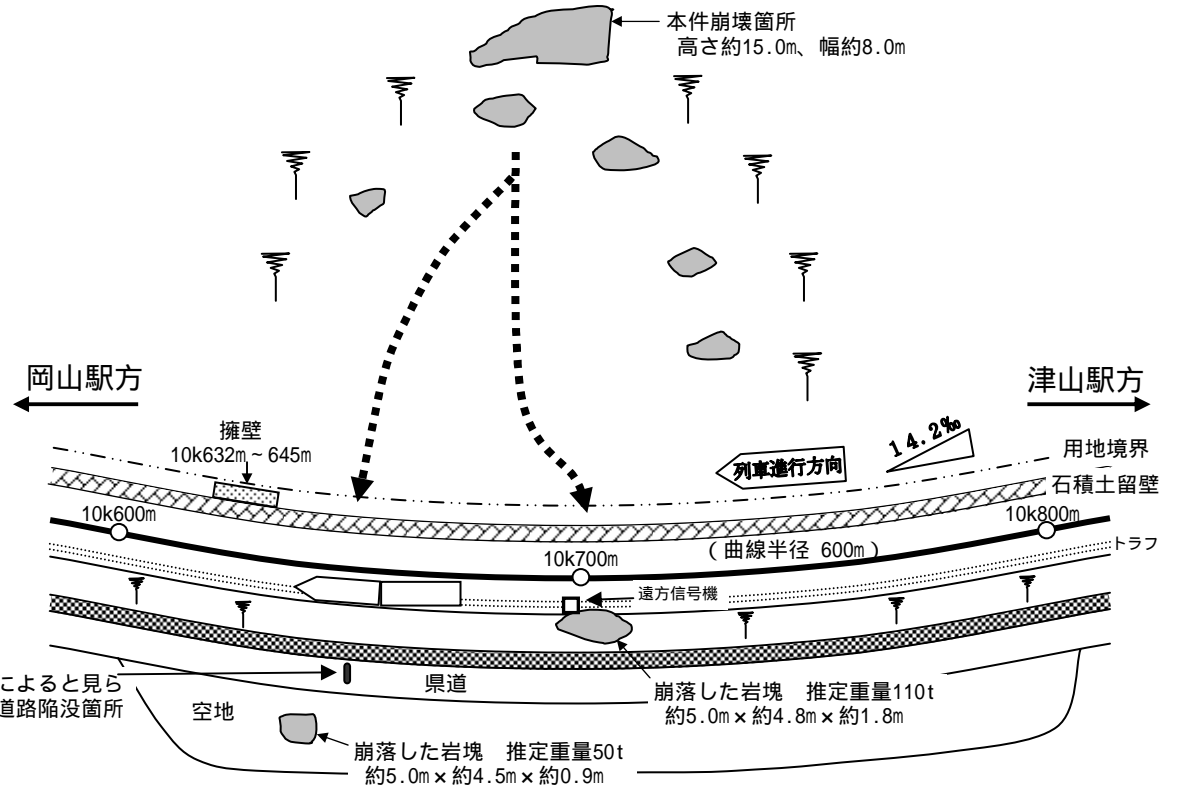
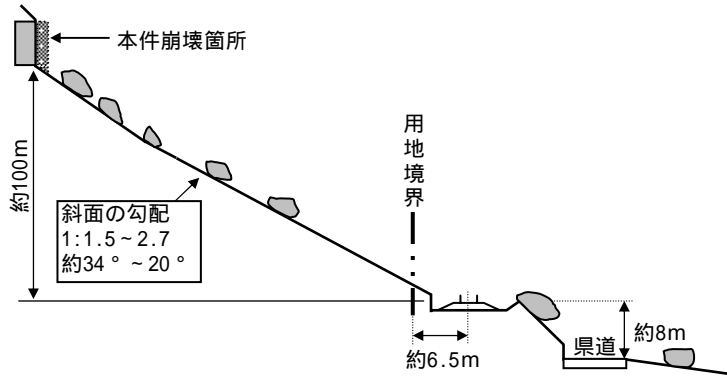


付図2 事故現場付近の地形図

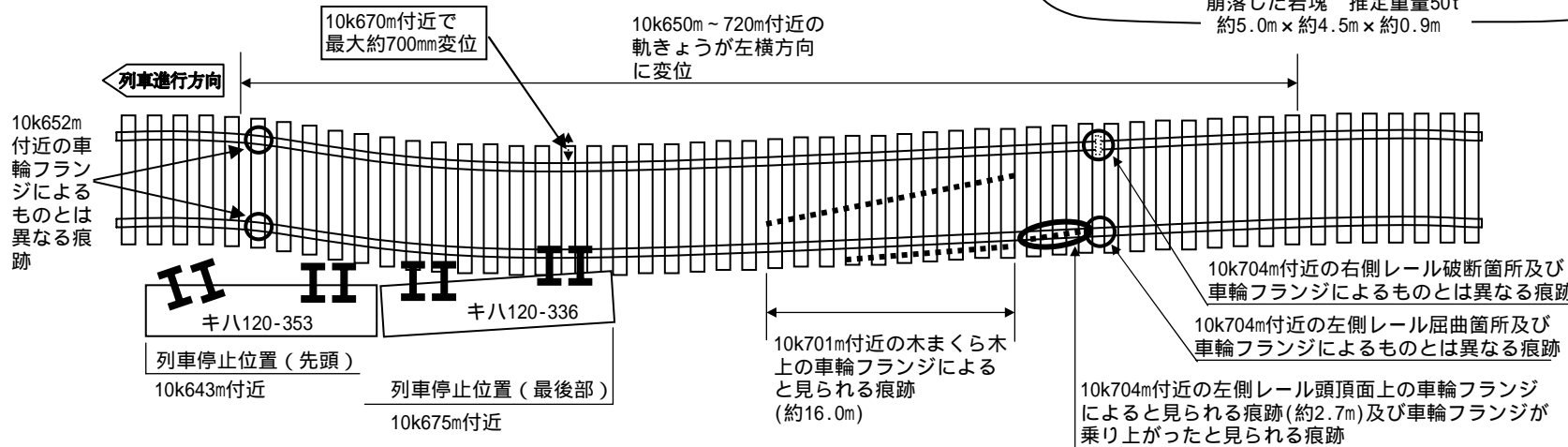


付図3 事故現場略図

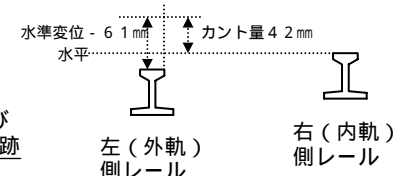
本件斜面の断面状況



脱線現場の状況



10k704m付近の水準変位の状況



付図4 本件列車の乗客の負傷状況と乗車位置

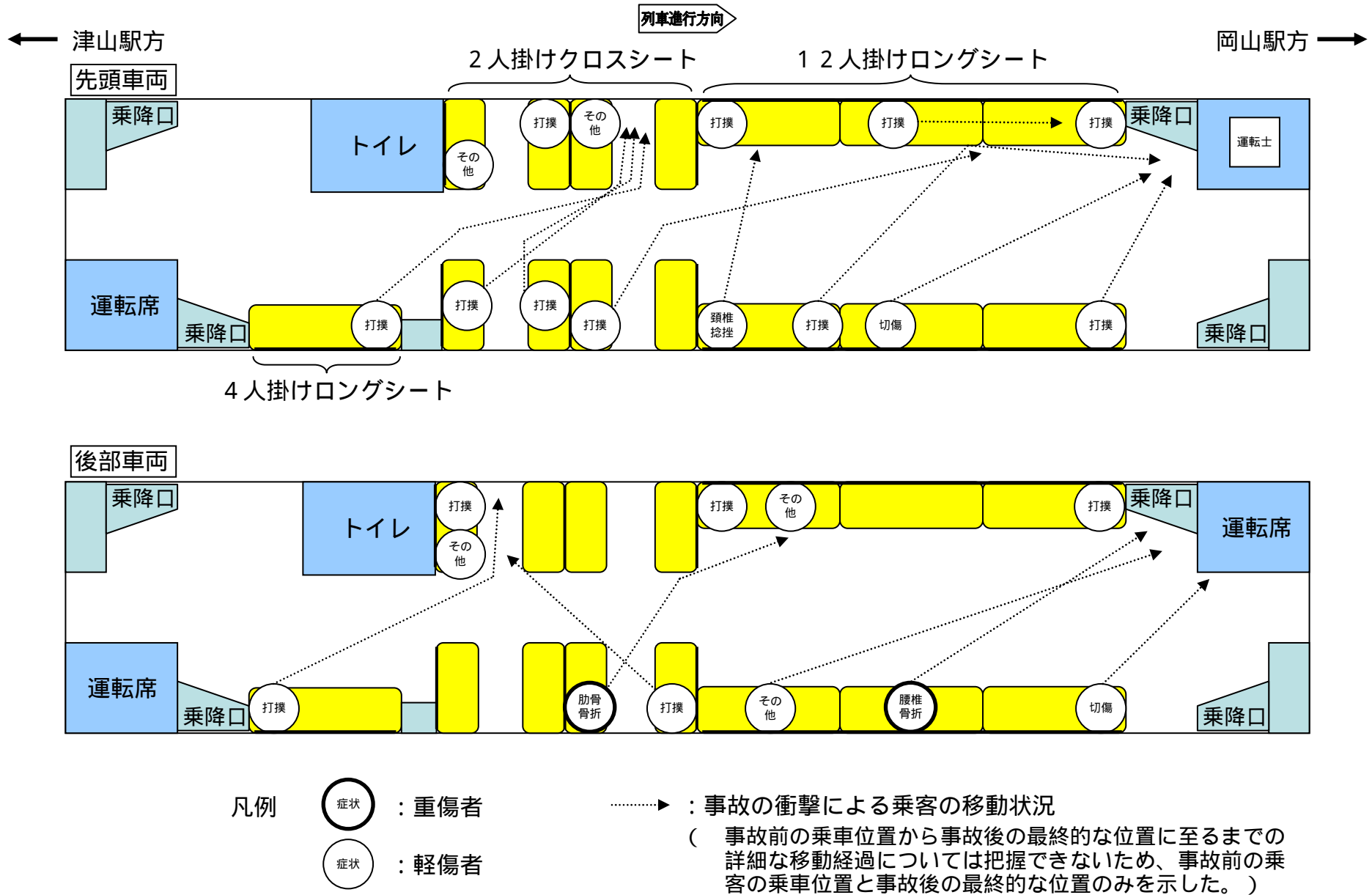


写真1 脱線現場の状況



写真2 脱線現場の軌道状況



写真3 10k704m付近のレール損傷状況

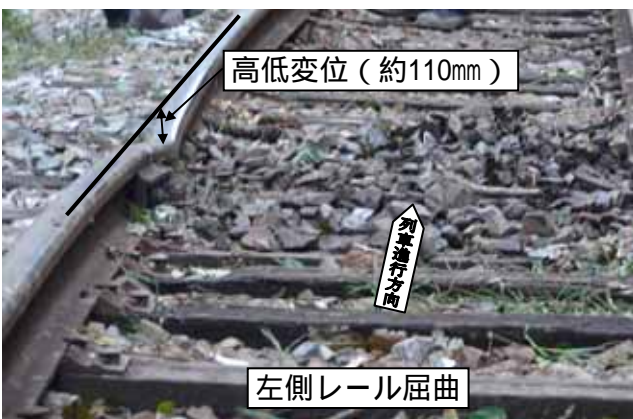


写真4 脱線の痕跡



写真5 本件崩壊箇所の状況



写真6 本件崩壊箇所



写真7 崩落した岩塊等



線路左下の斜面の岩塊

倒壊した
遠方信号機

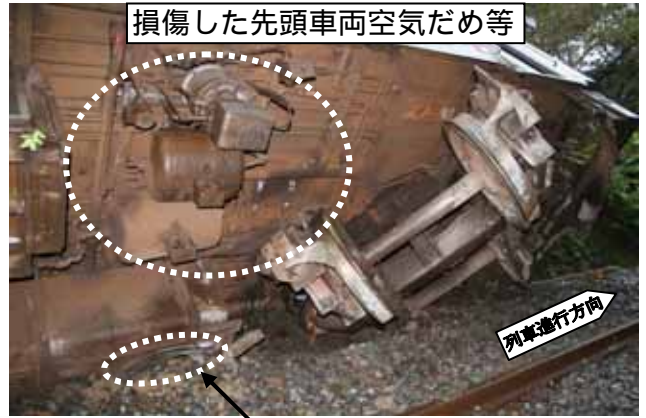


県道横の空地の岩塊

写真8 車両等の損傷状況



損傷した先頭車両スノープラウ

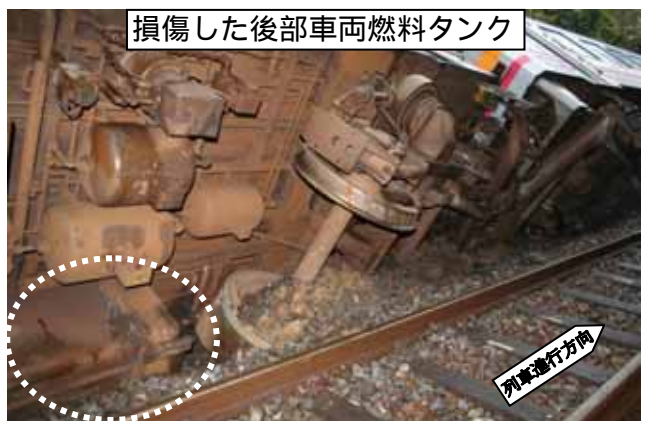


損傷した先頭車両空気だめ等

損傷した通信ケーブル



損傷した後部車両排障器等



損傷した後部車両燃料タンク

写真9 車両客室内の状況



左側クロスシート



右側ロングシート



右側ロングシート



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」