

北海道旅客鉄道株式会社 石勝線 列車脱線事故 (平成23年5月27日発生)

事故調査報告書 説明資料

運輸安全委員会
平成25年5月

事故の概要

- 1.事業者名 : 北海道旅客鉄道株式会社
- 2.事故種類 : 列車脱線事故
- 3.発生日時 : 平成23年5月27日(金) 21時55分ごろ (天候:晴れ)
- 4.発生場所 : 石勝線 清風山(せいふうざん)信号場構内
- 5.列車 : 釧路駅発 札幌駅行き
特急気第4014D列車(スーパーおおぞら14号、6両編成)
- 6.死傷者 : 軽傷 79名(乗客78名及び乗務員1名)

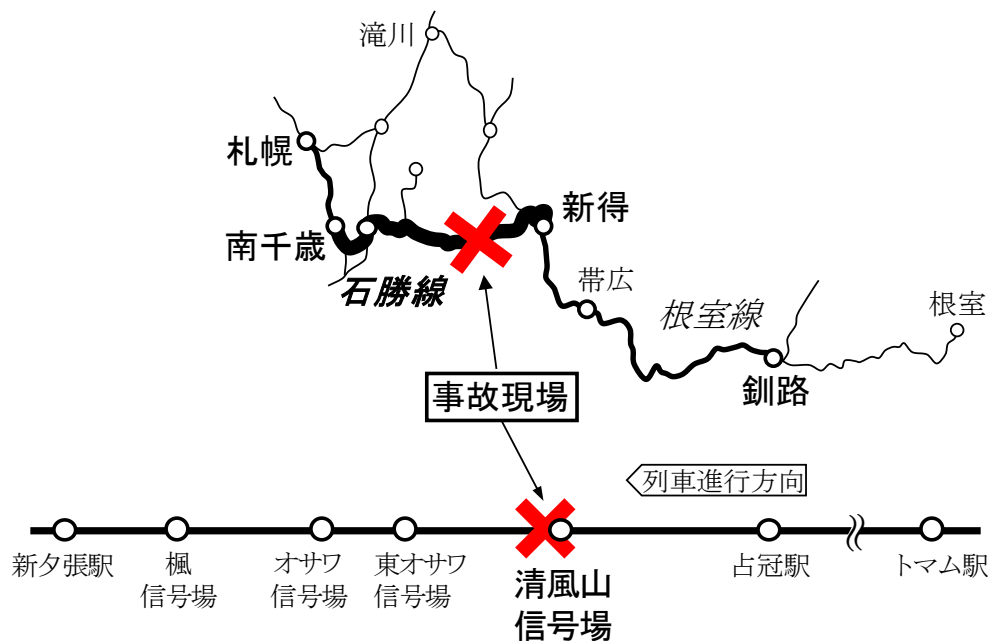
7.事故概要 :

列車が清風山信号場に向かって走行中、4両目の車掌室にいた車掌が異音を聞くとともに振動を感じ、その旨を運転士に連絡した。運転士はそれを受けて直ちに停止手配を執り、列車は同信号場内の第1ニニウトンネル内に停止した。その後、列車から発生した火災の煙が列車内に流入した。

列車には、乗客248名、運転士1名、車掌1名及び客室乗務員2名が乗車していたが、全員が徒歩でトンネルの外に避難した。このうち、乗客78名及び車掌が負傷した。列車は、5両目後台車第1軸が左へ脱線していた。また、火災により全6両が焼損した。

事故発生場所

南千歳駅～新得駅間 132.4km(単線)ほか 計148.5km



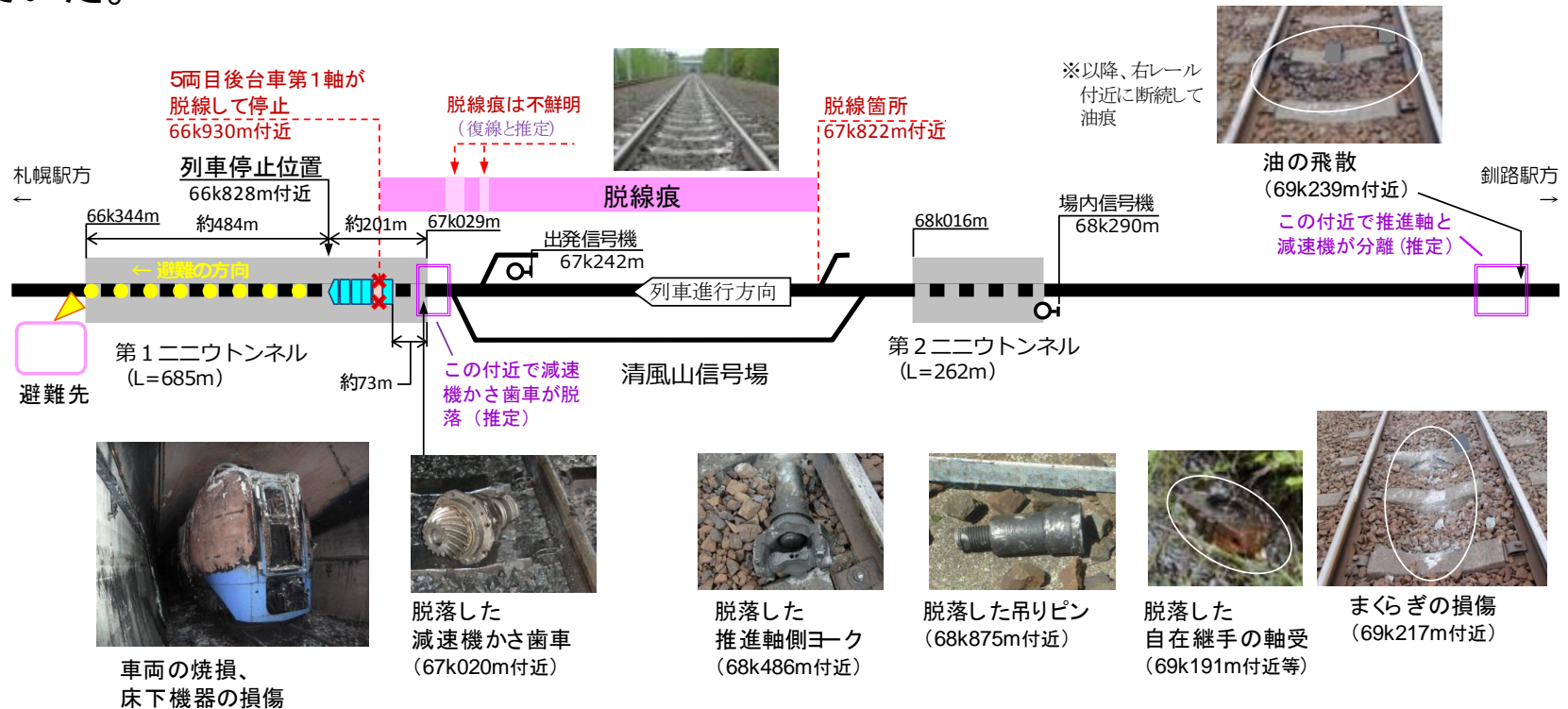
1:25,000 ニニウ (夕張岳)

250m 0 250 500 750

国土地理院 2万5千分の1 地形図使用

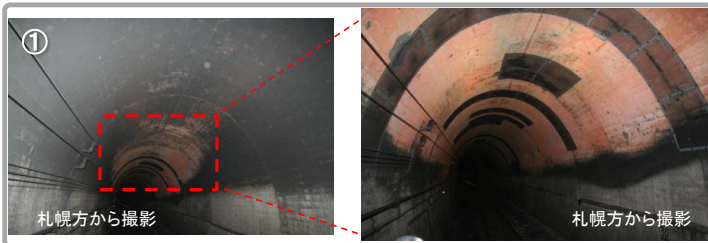
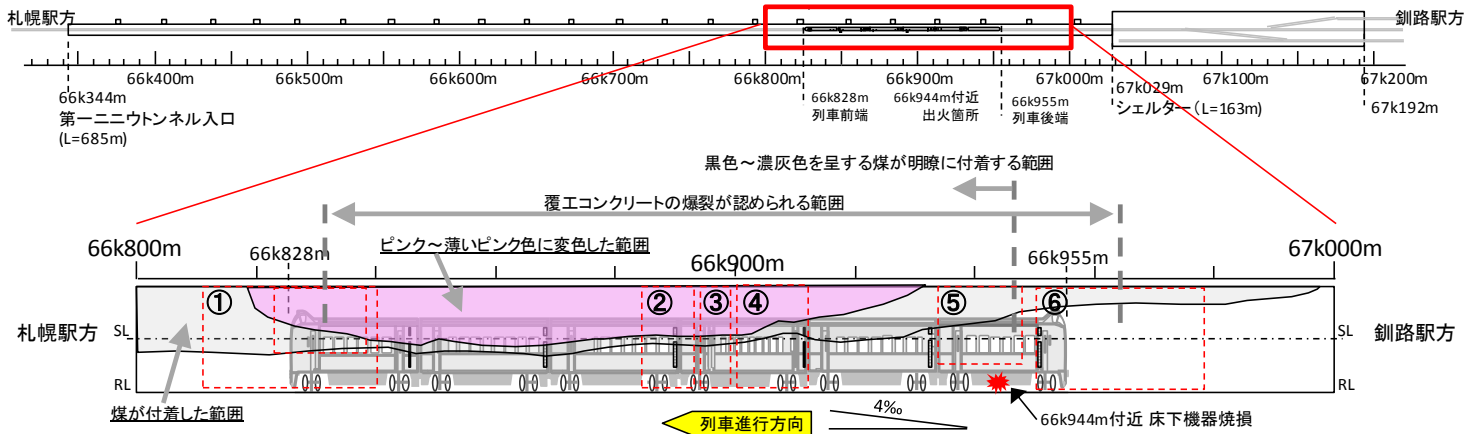
事故現場の概要

- ・事故現場は夕張山地南部に位置し、周辺は比較的急峻な山地地形を呈している。また、この付近は、トンネル及び橋りょうが連続する区間となっている。
- ・列車は、4両目後部の動力伝達装置が損壊しており、列車の停止位置の約2km手前から、脱落した動力伝達装置等の部品が軌道上に点在していた。
- ・列車は、第1ニニウトンネルの釧路駅方の坑口から約201mの地点(66k828m)を先頭として全車両が同トンネル内に停止し、5両目の後台車第1軸が左に約25cm脱線していた。



列車停止位置付近のトンネル覆工の焼損状況

- ・本件列車5両目の停止位置付近である66k930m付近から66k818m付近にかけて、天端付近が赤褐色から淡赤褐色に変色していた。
- ・66k500m付近から66k944m付近にかけての覆工コンクリートには、表面に黒色から濃灰色の煤が付着し、その両坑口側にもやや不明瞭であるが煤の付着が認められた。



焼損車両の全景



釧路駅方から見た状況



札幌駅方から見た状況

脱線の原因・過程に関する分析

軌道に関する分析

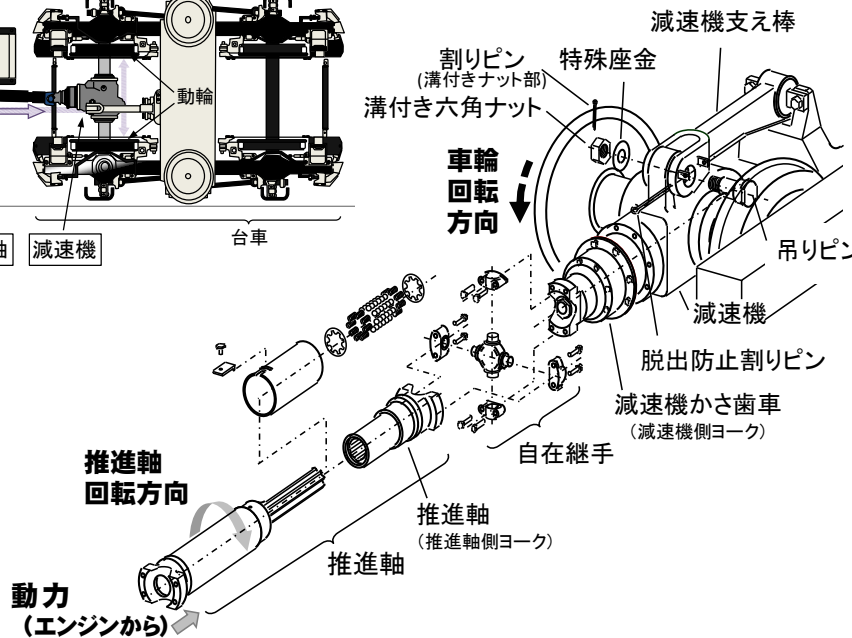
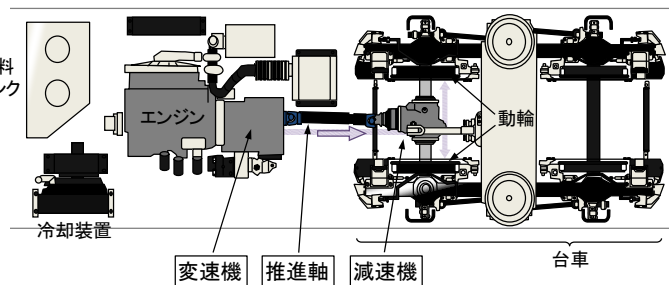
軌道に脱線の要因となるような異常はなかったものと考えられる。

運転取扱いに関する分析

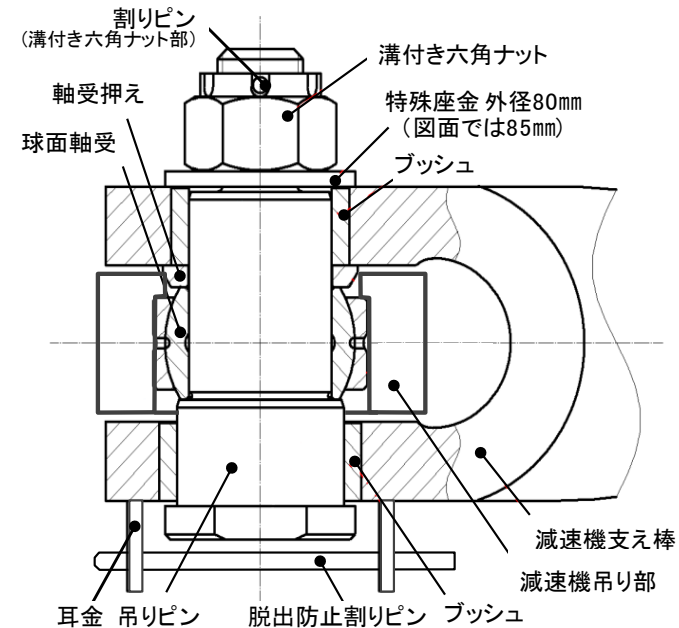
運転取扱いに脱線の要因となるような問題はなかったものと考えられる。

車両の動力伝達装置

- ・エンジンからの動力は、変速機、推進軸及び減速機を介して動軸(動輪)に伝達される。車軸中央付近に取り付けられた減速機は、車軸(車輪)を駆動する際に発生する反力を受けるため、減速機支え装置によって台車枠に支持されている。
- ・減速機と減速機支え装置とは球面軸受付きの吊りピンで結合されており、減速機支え棒の二叉部に減速機本体から出た吊り部が入り、これらを吊りピンと特殊座金、溝付き六角ナットを用いて結合している。



減速機支え装置(吊りピン部詳細)



4両目後台車の減速機支え装置(1)

減速機を支える吊りピンの損傷

吊りピンのねじ部及び減速機支え棒の損傷は、吊りピンの脱落過程で減速機支え棒、球面軸受け及び吊りピンが、互いに干渉したことにより生じたものと考えられる。

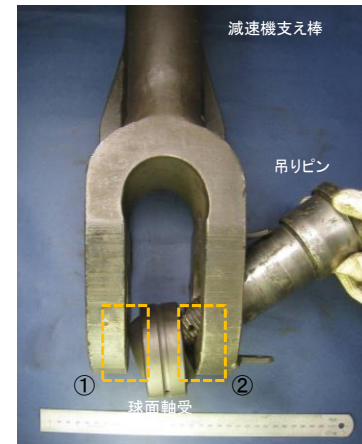
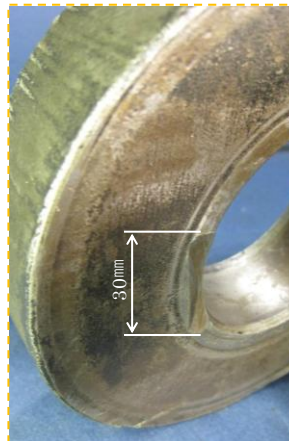


吊りピンの脱落前に、吊りピン及び減速機支え棒に変形、折損等の損傷はなかったものと考えられる。

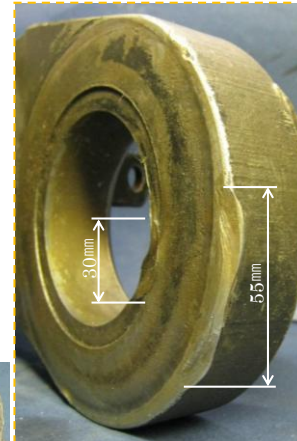


ねじ部は健全であったと考えられ、溝付き六角ナットは、緩んで回転したことにより脱落したと考えられる。

①部の凹み



②部の凹み



4両目後台車の減速機支え装置(2)

減速機を支える吊りピンの脱落

溝付き六角ナットの割りピン破損、脱落

他部材との接触により局所的な摩耗が生じていたことに加え、緩んだ溝付き六角ナットから繰返し荷重を受けて破損し、脱落



溝付き六角ナットの脱落

走行時の振動が繰返し作用したため緩んで脱落

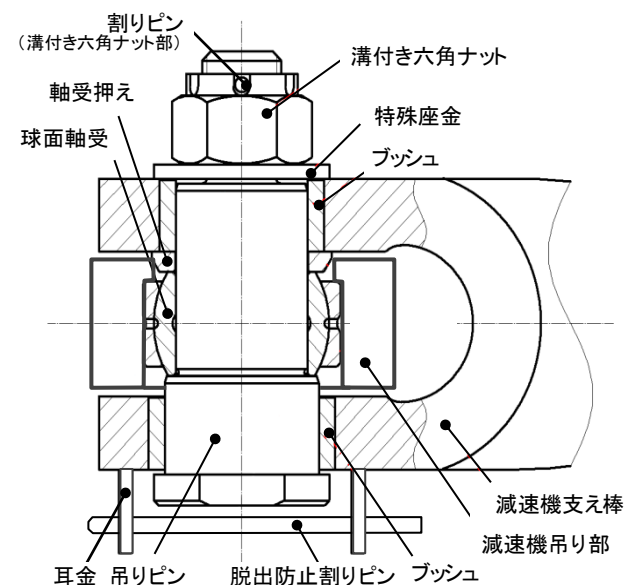


脱出防止割りピンの破損、脱落

他部材との接触により局所的な摩耗が生じていたことに加え、吊りピンから繰返し荷重を受けて破損し、脱落



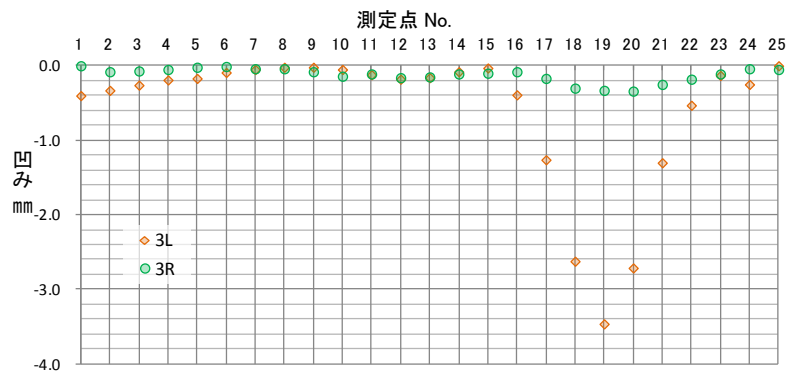
吊りピンは、溝付き六角ナットとその割りピン及び脱出防止割りピンが脱落した後、減速機支え棒から抜けて脱落



4両目後台車の車輪踏面の剥離

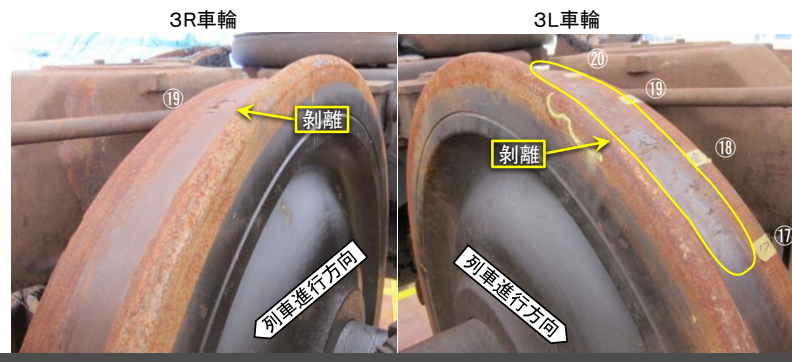
- ・4両目の後台車第1軸の車輪踏面に剥離が認められたことから、車輪踏面の詳細な調査を実施した。
- ・左車輪(3L車輪)には、広範囲(⑰～⑳)に鱗状の剥離が認められた。また、左右の車輪で同位相の位置(⑲と⑳の間)にスポット的な剥離及びそれを中心とした踏面の凹みが認められた。
- ・車輪の真円度測定の結果によれば、3L車輪では⑰～⑳(円周方向長さ600mm)の間で踏面が凹んで車輪の形状が不整となっていた。

真円度測定結果



3L車輪

3R車輪



踏面剝離のある車輪による走行時の振動

4両目後台車第1軸の左車輪(3L車輪)に、滑走フラットに起因するフラット剝離と考えられる鱗状の踏面剝離が発生していた。



踏面剝離は広範囲(⑰～⑳)に及び、この範囲で踏面が連続的に凹んで円周形状不整(約600mm)を生じていた。



円周形状不整の発生した車輪で走行した場合、形状不整部がレールを衝撃し、輪軸等のばね下の機器類には大きな上下振動が発生する。



円周形状不整に伴う著大な振動が繰り返し作用した場合、各種取付ボルトの緩み、脱落を誘発すると考えられる。



3L車輪に生じていた剝離は、車輪の使用限度を超過しているものとして扱うべきものと考えられる。



減速機を支える吊りピンの脱落に関与

脱線の過程(1)

動力伝達装置の垂下

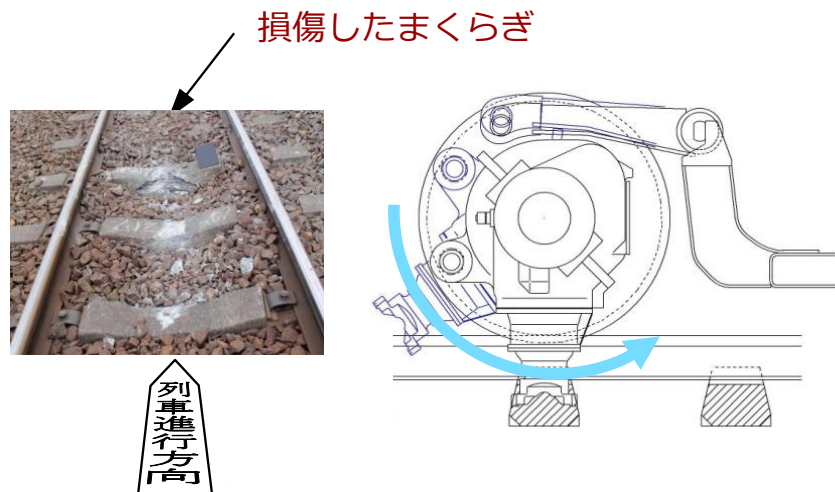
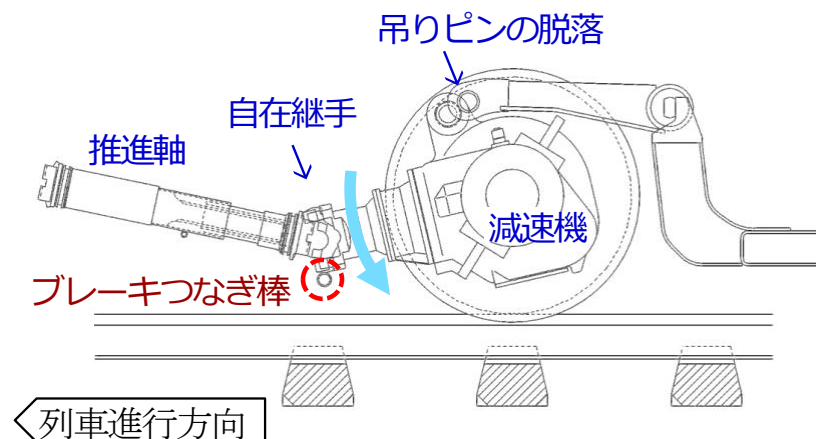
4両目後部の減速機を支える吊りピンの脱落により、減速機が前方に回転するように垂下し、推進軸も下方に傾いて自在継手がブレーキつなぎ棒に接触



回転しながら接触する自在継手によってブレーキつなぎ棒が破損し、自在継手が更に下方へ垂下して破損



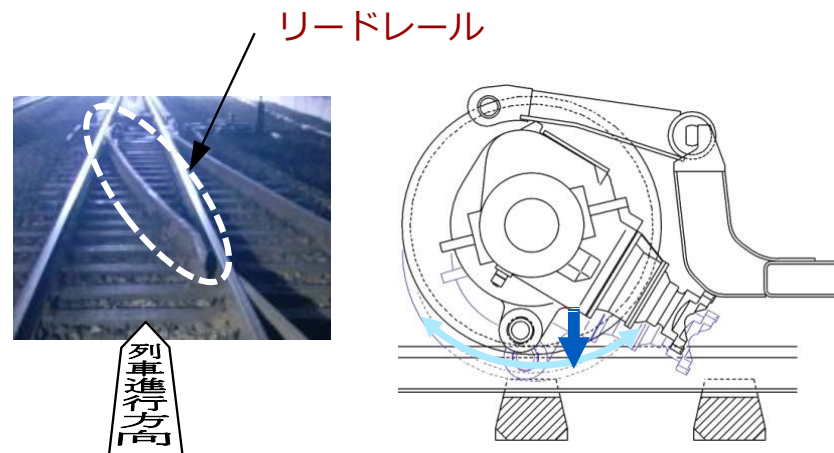
減速機と推進軸が分離し、更に垂下した減速機がまくらぎに衝突



脱線の過程(2)

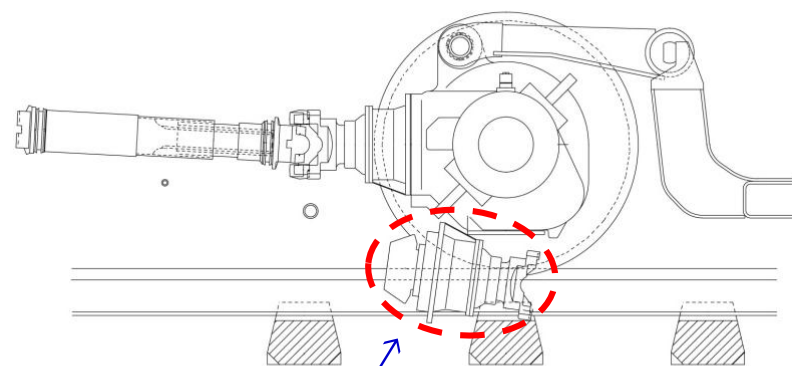
4 両目後台車の脱線

垂下した減速機の吊り部はレール面より低く、分岐器のリードレールに接触、押し出され、4 両目後台車の車輪がレールに乗り上げて脱線



5 両目後台車の脱線

4 両目後台車の減速機が軌道に衝突し続け、減速機かさ歯車が脱落
脱落した減速機かさ歯車が5 両目後台車に衝突して同台車第 1 軸が脱線



脱落した4 両目後台車の減速機かさ歯車

火災の原因・過程に関する分析

最初の出火箇所・出火原因

出火時期

火災に関する口述を総合



本件列車が停止する前後に出火し、このときから継続して煙が発生していた可能性があると考えられる。

出火箇所

- ・ 火災に関する口述を総合
- ・ 発電機及びエンジンの右側後端部上面付近の焼損が最も激しく、この付近が長時間火炎にさらされていたと考えられること



発電機及びエンジンの右側後端部上面付近で出火した可能性があると考えられる。

出火原因

焼損した床下機器等を分解調査した結果、いずれも外部加熱により焼損したと考えられること



詳細な出火箇所及び出火原因を特定することはできなかった。

可燃性物質

- ・ 車両に搭載されている可燃性物質の引火点と機関周辺の温度分布
- ・ 燃料の飛散状況確認実験の結果から、発電機若しくはエンジンの右側後端部上面付近に火炎を継続させるほど十分な量は付着しなかった



本事故に関与した可燃性物質は燃料タンクから漏出した軽油と考えられる。しかし、最初に出火した火炎のみでは車両を焼損させるには至らなかったと考えられる。

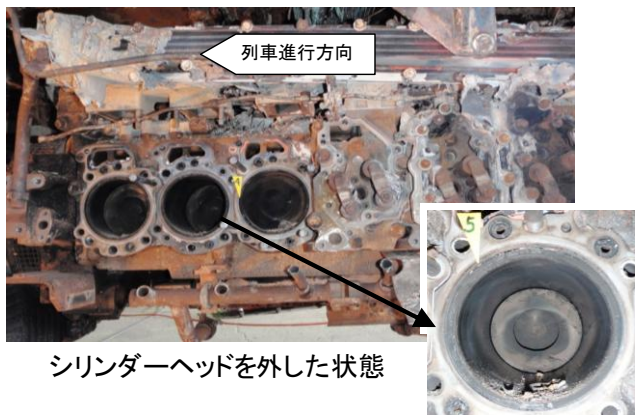
焼損したエンジン等の分解調査

火源を確認するために、火災による被害を特に強く受けている床下機器、通常の運転中に高温になる機器等であるエンジン、吸排気系部品、発電機、セルモータ等を分解調査した結果、いずれも外部加熱により焼損したものであった。

エンジン周辺(シリンダー)



シリンダーヘッドを外した状態
(下面より見る.)



シリンダーヘッドを外した状態

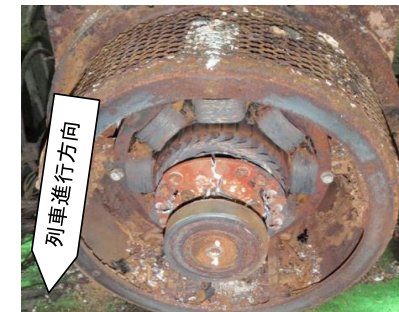
発電機



軸受シールドを
取り外した状態



外筒



排風カバー、軸受を
取り外した状態



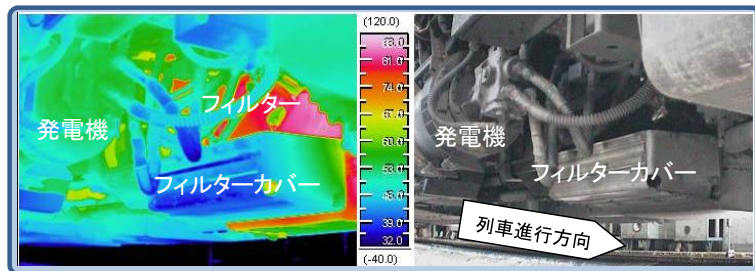
回転子

エンジン周辺の温度分布

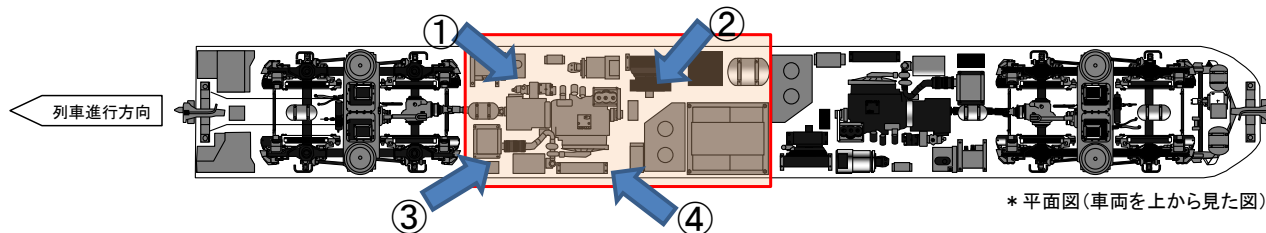
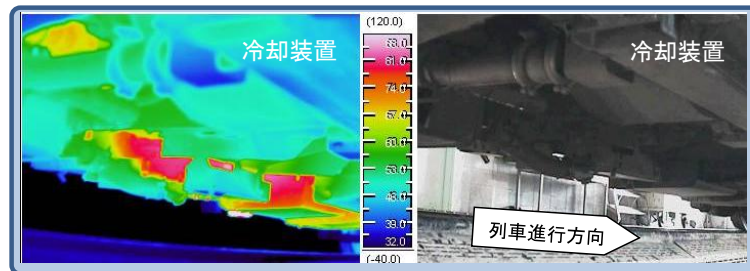
種々の走行条件におけるエンジン周辺の床下機器類の温度を、実車にて熱赤外線画像若しくは熱電対(ねつでんつい)により測定した。

試験運転(エンジン回転数850rpm)後の熱赤外線画像

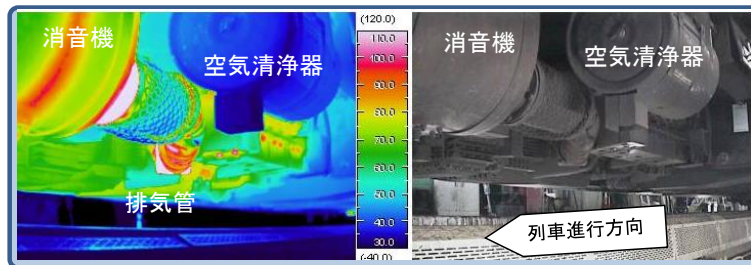
①右側前方から見る



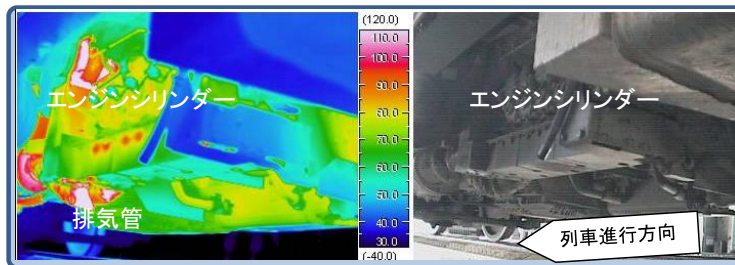
②右側後方から見る



③左側前方から見る



④左側後方から見る

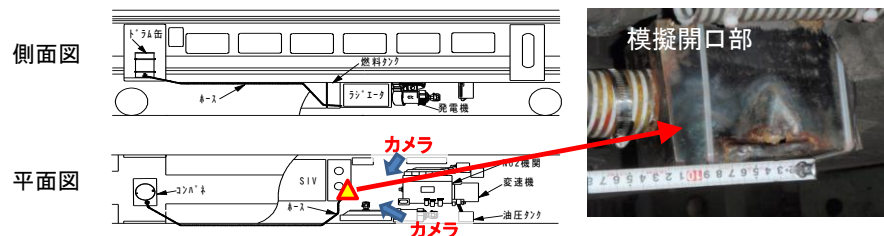


可燃性物質の飛散状況確認実験

燃料タンク及び油圧タンクの損傷を模擬し、それらの可燃性物質の6両目エンジン周辺への付着状況を確認することを目的として、次表に示す燃料タンクから漏出した軽油等の飛散状況確認実験を実施した。

6両目燃料タンクからの燃料飛散状況実験

走行時の状況



停止時の状況



	左側(排気管カバー)から見た画像	右側(発電機)から見た画像
速度 約40km/h 走行時		
停車時		

▲: 模擬開口部

延焼拡大の経過(1)

車両を焼損させた火災

- ・ 停止した6両目の前部発電機の下方に位置していた木まくらぎが著しく焼損
- ・ 燃料の飛散状況確認実験から、この木まくらぎ付近を含む距離1mの範囲内に飛散



6両目前部燃料タンクから漏出した軽油が発電機の下の木まくらぎ付近に飛散し、そこに最初の出火による火が延焼したことにより、木まくらぎが炎上した可能性があると考えられる。

床下機器から車体への延焼の過程(1)

焼損したエンジン付近の左側側体が右側に比べて強く焼損
左側中ほどの窓のポリカーボネートが完全に溶融



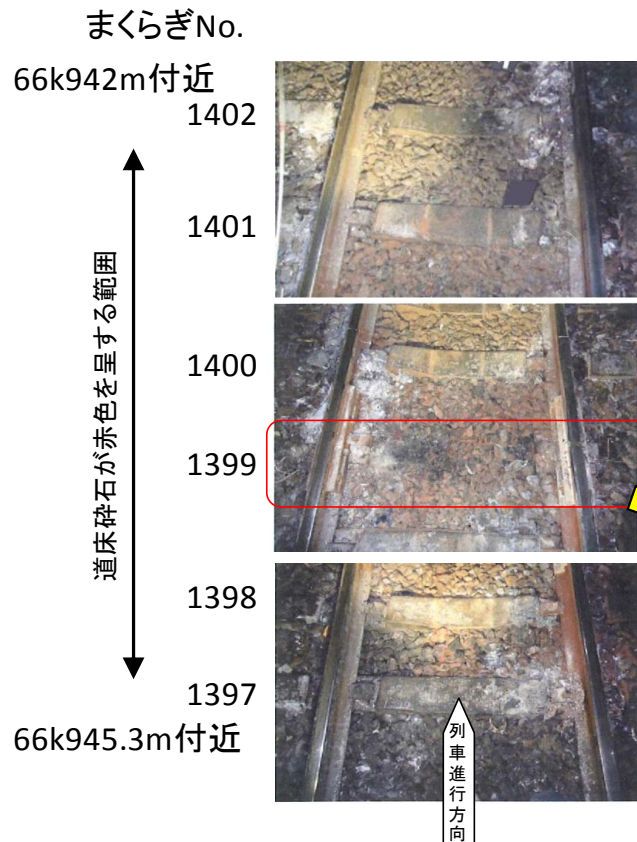
車両の側体は左側ほど長時間、床下機器からの火炎による高温にさらされていたと考えられる。



床下機器の右側から左側へ火炎が広がり、左側窓から6両目の車内に火が入ったものと考えられる。

6両目前部エンジン周辺の軌道の焼損状況

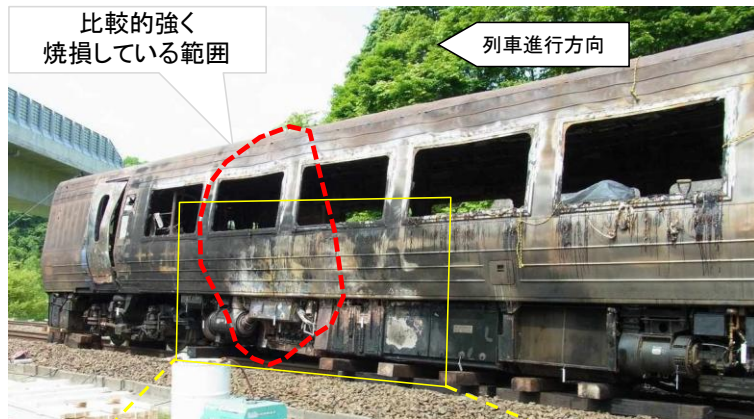
停止した6両目の前部エンジンの下方に位置する66k944m付近の木まくらぎ(レール継目部)が著しく焼損し、その前後の各3m程度の範囲の道床バラストの表面が赤褐色に変化していた。



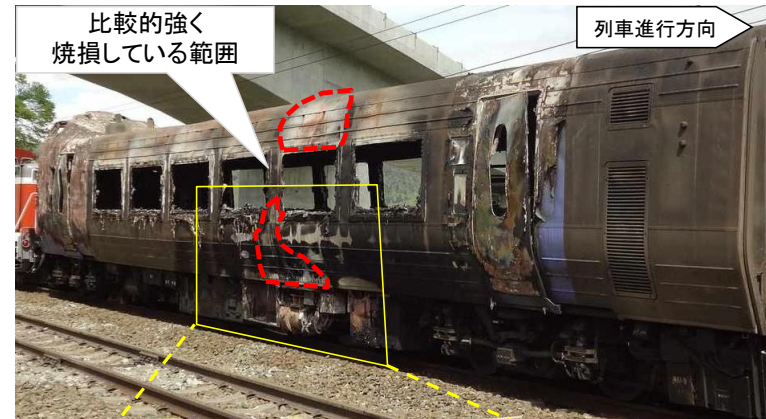
6両目の焼損状況(車体側部)

- ・左側面は機関制御箱付近の側体、特に窓の下側が強く焼損していた。右側面は発電機の直上並びに前から2つめの窓の上方が他に比べて強く焼損していた。
- ・窓の外側に取り付けられたポリカーボネート板(厚さ8mm)は、左側面の機関制御箱の上方の窓については車内側に向かって垂れていたが、この窓以外は車体の外側に向かって垂れていた。

左側面



右側面



延焼拡大の経過(2)

床下機器から車体への延焼の過程(2)

車体は6両とも全焼しているが、床下機器のうち焼損していたのは6両目前部エンジン周辺のみであった。



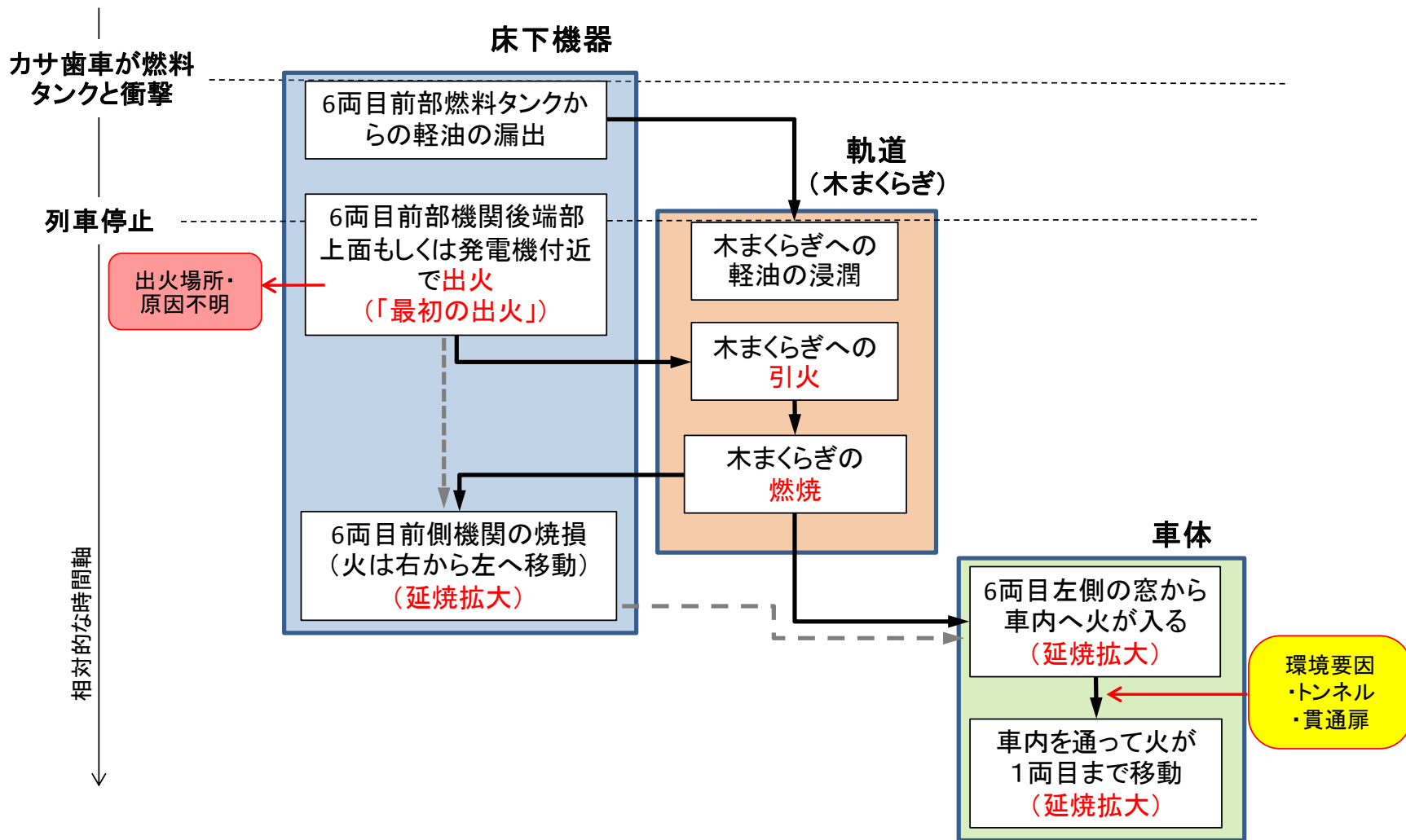
トンネル内の気流は6両目(釧路駅方)から1両目(札幌駅方)に向かっていたと考えられる。



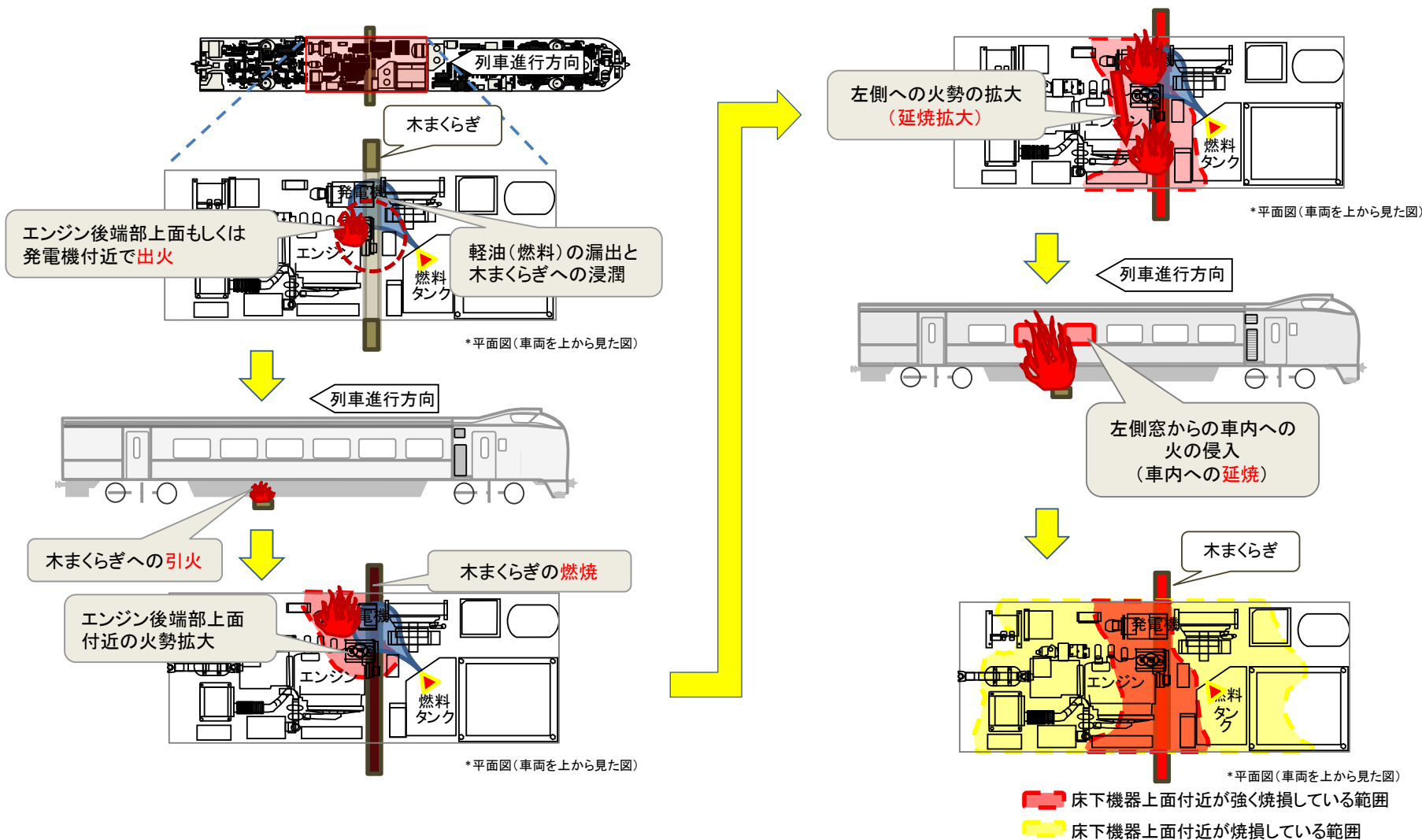
6両目に入った火が車内を通り、6両目から1両目へと延焼していったと推定される。

トンネル内は上部ほど高い温度であったと推定され、火炎による熱が狭隘な空間であるトンネル内部に蓄熱され、そこからの放射熱によって車体の燃焼が促進されたものと考えられる。

延焼拡大の経過(3)

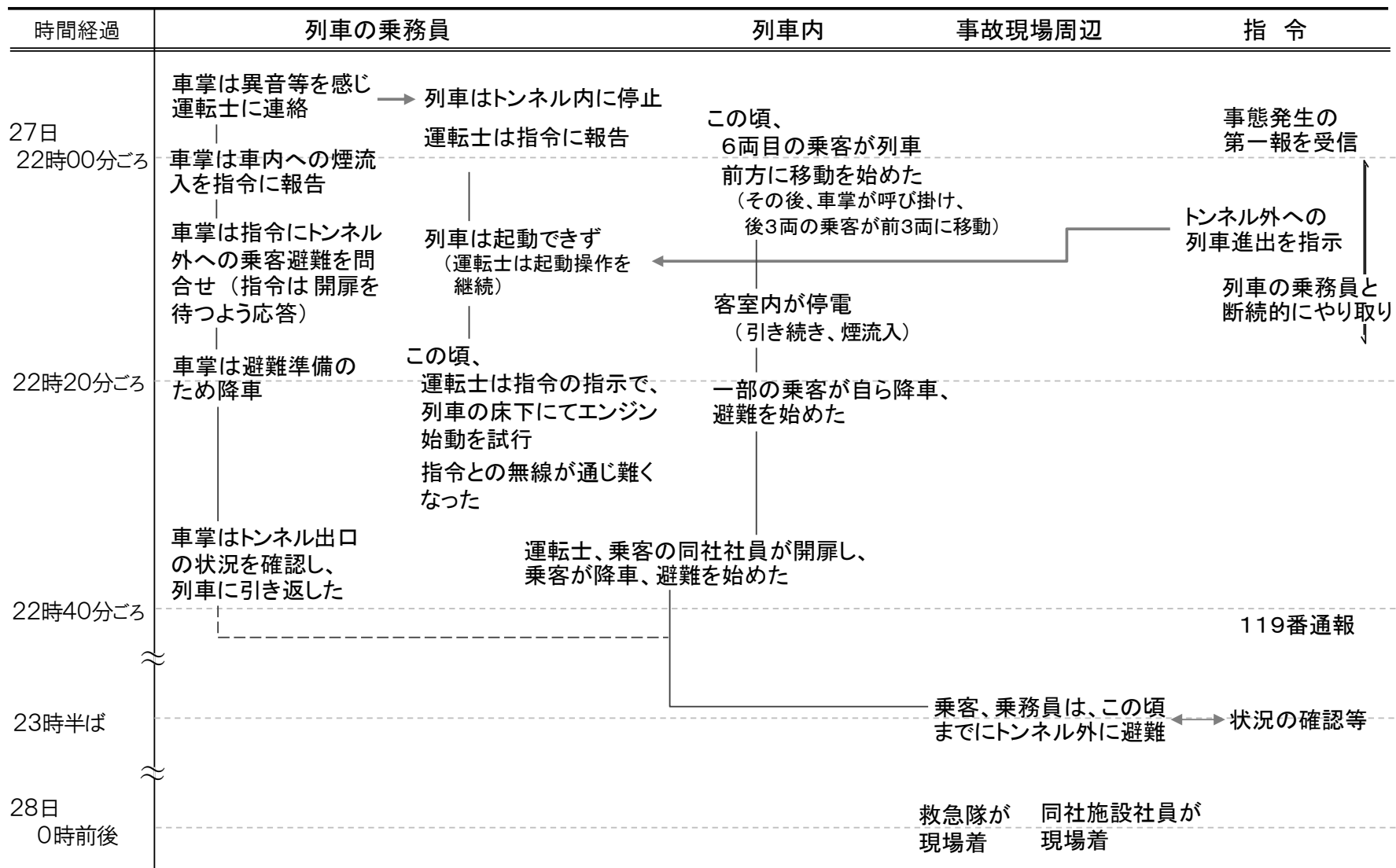


延焼拡大の経過(4)



避難誘導の状況

事故発生直後の主な経過(推定)



原因 (1)

<脱線>

本事故は、列車の4両目後部の減速機を支える吊りピンが脱落したため、次のような経過により4両目の後台車全2軸及び5両目の後台車第1軸が脱線したものと考えられる。

- (1) 減速機が車軸を中心として前方に回転するように垂下し、推進軸も垂下したことから、自在継手が破損し両者が分離した。
- (2) 分離後、減速機が更に回転して、減速機の吊り部が清風山信号場構内の12口分岐器のリードレールに接触したことにより、4両目の後台車が同レールに沿って左へ押されて同台車の第1軸が脱線した後に第2軸も脱線し、その後、11イ分岐器において2軸とも復線した。
- (3) 垂下した減速機からかさ歯車が脱落して軌間内に落下し、5両目の後台車がこのかさ歯車に接触したことにより、同台車が押し上げられて第1軸が脱線した。

原因 (2)

<減速機を支える吊りピンの脱落>

次のような経過で脱落したものと考えられる。また、このような経過に至ったことについては、4両目の後台車第1軸の左車輪の円周形状不整に伴う著大な振動を受けたことが関与したものと考えられる。

- (1) 減速機を支える吊りピンの溝付き六角ナットの割りピン及び同吊りピンの頭部側に取り付けられた脱出防止割りピンに、他部材との接触により局部的な摩耗が生じた。
- (2) 溝付き六角ナットが緩み、同ナットの割りピンが、緩んだ同ナットからの繰返し荷重を受けて脱落した。
- (3) 溝付き六角ナットが更に緩み回転して脱落した。
- (4) 減速機を支える吊りピンの頭部側に取り付けられた脱出防止割りピンが、同吊りピンからの繰返し荷重を受けて脱落した。
- (5) これらの溝付き六角ナット及び割りピンが脱落した後、減速機を支える吊りピンが減速機支え棒から抜けて脱落した。

原因 (3)

<火災>

脱落した減速機かさ歯車によって6両目前部の燃料タンクが破損したため、漏出した軽油がその付近の木まくらぎ周辺に飛散し、発電機若しくはエンジン後端部上面付近で出火した火が延焼拡大したことによるものと考えられる。

なお、火災による被害を特に強く受けている床下機器、運転中に高温になる機器等を分解調査した結果、いずれも外部加熱により焼損したと考えられることから、詳細な出火箇所及び出火原因を特定することはできなかった。

必要と考えられる再発防止策(1)

- (1) 本件列車では、踏面擦傷、剝離の長さの範囲が使用限度を超えたとして扱うべき車輪を使用していたことから、同社は、車輪踏面の状況を把握するための適切な検査時期及び検査手法を確立し、車輪踏面状態の管理を徹底することが必要である。
- (2) 本件列車では、吊りピンの脱落を契機に脱線にまで至ったものと考えられることから、同社は、交番検査及び仕業検査における減速機支え装置の検査について、具体的な検査方法と評価基準を定めた上で、検査結果を写真により明示的に記録するなど、その状態に気を配るよう意識付けを行い、より確実な検査とすることが望まれる。
- (3) 本件列車等の台車における減速機支え棒の特殊座金との接触面に生じていたリング状の凹みは、締め付け軸力の過不足に起因する可能性があると考えられることから、同社は、溝付き六角ナットの締め付け力の設定根拠を検証し、必要に応じて見直すことが望まれる。

必要と考えられる再発防止策(2)

- (4) 火災に迅速かつ適切に対処して被害を最小限とするには、乗務員が火災の発生を早期に認知することが極めて重要である。同社においては、乗客に対して、非常通報装置を使用することも含めて、火災の発生を速やかに乗務員へ通報することの必要性を周知することが望まれる。また、客室乗務員からも適切な情報を運転士又は車掌へ通報することが重要であるため、客室乗務員に対して確実な教育訓練を行うことが必要である。
- (5) 異常時に乗客の避難誘導を行う場合、列車に社員が乗車しているときは、乗務員と社員とが協同して対処することによって、より迅速に避難誘導することができると考えられることから、同社は、乗務員及び社員に対して非常時の行動について教育、訓練を行うことが望まれる。

その他関連して望まれる対応

本件列車の車両のように、車体にエンジンなどの動力源を搭載して、台車へ機械的に動力を伝達する方式の車両の場合、動力伝達装置が破損して落下すると、脱線などの事故につながる可能性もあると考えられる。

動力伝達装置は車両形式ごとに詳細は異なるが、基本構造はおおむね同様であるため、関連する事業者、メーカー等にあっては、これらの不具合等に関して情報を共有し、個々の車両の性能や使用線区等の条件を考慮しつつ、必要に応じて、より信頼性を高める保守方法や構造等の検討をすることが望まれる。

勧 告

同社は、踏面擦傷、剝離の長さの範囲が使用限度を超えたとして扱うべき車輪を使用することがないように、車輪踏面の状況を把握するための適切な検査時期及び検査手法を確立し、車輪踏面状態の管理を徹底すること。