

RA2011-2

# 鐵道事故調查報告書

日本貨物鐵道株式会社 東海道線吹田信号場構内 列車脱線事故

平成23年 2月25日

運輸安全委員会

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 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」

日本貨物鉄道株式会社 東海道線吹田信号場構内  
列車脱線事故

# 鉄道事故調査報告書

鉄道事業者名：日本貨物鉄道株式会社

事故種類：列車脱線事故

発生日時：平成21年9月9日 12時03分ごろ

発生場所：大阪府吹田市

東海道線 吹田信号場構内

平成23年2月9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

## 1 鉄道事故調査の経過

### 1.1 鉄道事故の概要

日本貨物鉄道株式会社の鹿児島線福岡貨物ターミナル駅発東北線宇都宮貨物ターミナル駅行き高速貨B第1076列車は、機関車1両＋コンテナ貨車24両編成で平成21年9月9日（水）、東加古川駅を定刻（11時01分）に出発した。同列車の運転士は、吹田信号場構内を速度約18km/hで力行運転中、着発5番線の出発信号機の停止現示を受け、ATSの警報音がしたためATSの確認扱い操作を行ったが、非常ブレーキが作動して同列車は停止した。

停止後、9両目（両数は前から数える。）の貨車の前台車全2軸が左側（前後左右は列車の進行方向を基準とする。）に脱線しているのが発見された。

なお、列車の運転士にけがはなかった。

## 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、平成21年9月9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。

### 1.2.2 調査の実施時期

平成21年9月9日～10日及び10月7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 事実情報

### 2.1 運行の経過

#### 2.1.1 事故に至るまでの経過

事故に至るまでの経過は、日本貨物鉄道株式会社（以下「同社」という。）の高速貨B第1076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。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

本事故当日は、前日に吹田信号場から西岡山駅まで乗務した帰りで、7時59分に西岡山駅にて本件列車の乗務を引継ぎ出発、乗務交代する吹田信号場まで帰って来る予定であった。途中異常なく運行を続け、吹田信号場に近づいたので構内の進路を確認した。進行すべき進路が5番線との表示が出ていたので、着発5番線に入るための各々の分岐器の手前で速度を落とし、それぞれの通過制限速度に合わせるように惰行運転で通過した。

着発5番線に進入する直前の7404分岐器（8番右片開き分岐器、以下「本件分岐器」という。）では通過制限速度の25km/hを超えないよう、その手前で速度を約18km/hに落とし速度計を見て本件分岐器を渡り着発5番線に進入した。しかし、速度が落ちすぎたためこのままでは停止位置まで行けないと思い、ノッチを再投入してこれ以上速度が下がらない（力行状態）よう注意しながら走行していたところ、着発5番線の出発信号機に対するATS-SF形(以

下「ATS」という。東京駅起点約547k800mにATSロング地上子<sup>1</sup>が設置されている。以下「東京駅起点」は省略する。)のロングの機能により警報音がしたので、非常ブレーキが作動するのを防ぐための確認扱い操作をすぐにした。しかし、非常ブレーキが作動してしまった。

本件列車が非常ブレーキにより停止したので、‘西日本旅客鉄道株式会社(以下「JR西日本」という。)の輸送指令’(以下「指令」という。)に非常ブレーキが作動して停止した旨報告した。指令の指示を受け本件列車を再起動して運行を再開しようとしたところ、ブレーキが緩解せず、いろいろなスイッチを操作しても再起動することができなくなった。

今まで正常に運転していたのにと不審に思い、再度指令に連絡した。そのまま待機していると、指令が同社の車両技術係に本件列車のところに出勤するよう要請してくれた。

車両技術係が複数名到着したので本件列車の機関車の状態を確認してもらったが、原因が分からないようだった。そのうち、指令から連絡が来て車両技術係の一人(以下「車両技術係A」という。)が貨車の方を見に行き、自分は、本件列車の機関車に残った。

戻ってきた車両技術係Aから、9両目(コキ104-2079、以下「本件貨車」という。)の車輪が脱線していると報告を受けたので、その旨を指令に連絡した。

なお、自分は、車両技術係Aが戻ってくるまで運転室にいたので、本件列車が脱線していることは分からなかった。

## 2.1.2 脱線を発見した経緯

本件貨車の前台車全2軸の脱線を発見した経緯については、指令から連絡を受けて出勤し、本件列車の調査を行った車両技術係Aの口述によれば、概略次のとおりであった。

指令から車両検修助役に本件列車の機関車のブレーキが緩まないので出勤し対処して欲しいという連絡があり、車両検修助役ともう一人の車両技術係と自分の3人で本件列車が停止している場所に向かった。

本件列車の機関車のブレーキがATSを一旦開放(リセット)しても緩まないということを知っていたので、本件列車の停止している箇所に着後、まず

---

<sup>1</sup> 「ATSロング地上子」とは、信号機が停止信号現示のときに、列車がこの上を通過すると、車内に警報を発生して、警報後、運転士が確認扱い操作を行わないと約5秒後に自動的に非常ブレーキが作動し、その信号機の手前に停止させ信号冒進を防ぐために設置しているものである。また、信号機の直前には、列車がこの上を通過すると時間に関係なく直ちに非常ブレーキが作動し、列車を停止させる直下地上子もある。

ブレーキ指令器<sup>2</sup>の故障ではないかと考え、ブレーキ指令器をリセットしたがブレーキは緩解しない状況であった。

指令から貨車の方も点検するよう指示があったので、自分と先に来ていた同社社員の他部署の者と二人で貨車の方へ歩いて行った。歩いて行くと、本件貨車の辺りからエアの漏れる音が聞こえてきたので、注意して見たところ、本件貨車と8両目の貨車をつなぐ連結器付近にあるブレーキ管のエアホースの継ぎ目が外れてエアが漏れていたため、8両目のブレーキ管のコックを締めエアの漏れを止めた。

そのとき、ふと横を見ると本件貨車の前台車全2軸が脱線しているのを発見したので、同社社員及び車両検修助役に報告するとともに本件列車の機関車に戻り本件運転士に報告した。

なお、本事故の発生時刻は、12時03分ごろであった。

(付図1 東海道線路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 現場略図、付図4 脱線の状況、写真1 本件分岐器の転換状況、写真2 本件列車の機関車の運転室機器配置 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) 本件分岐器は、神戸駅方から着発4番線と着発5番線に分岐する8番右片開き分岐器であり、その前端は547k946m、後端は同926mである。

なお、本件分岐器は、吹田信号場構内改良工事（後述する2.3.2(3)参照）によって、平成20年9月11日に敷設、同年12月29日から使用開始している。

レールは、50kgNレール（前後の軌道も同様に50kgNレール、木まくらぎ、砕石）を使用している。

クロッシング<sup>3</sup>欠線部での異線進入を防止するため、着発4番線側の547k930mから起点方に長さ3,800mmの脱線防止ガードレール（以下

---

<sup>2</sup> 「ブレーキ指令器」とは、ブレーキ制御器の信号を電氣的に増幅して列車引通し線に与える機器をいう。

<sup>3</sup> 「クロッシング」とは、分岐器の中で、レールが交わる部分を構成するものをいう。

「ガードレール」という。)が、着発5番線側の547k931mから起点方に長さ4,100mmのガードレールが敷設されている。

- (2) 着発5番線へ進入する運転手順としては、神戸駅方から上り貨物線を走行してきて、上り第3場内信号機(548k600m)の注意現示に対しブレーキ扱いを行い、速度45km/h以下として同信号機を通過、7408分岐器を渡って上下連絡線に入り、7407分岐器の通過速度制限(25km/h)に対応するよう速度を落とした状態で通過した後、その速度を維持したまま7405分岐器及び本件分岐器の4箇所に分岐器を通過して所定停止位置に停車する。
- (3) 吹田信号場の着発線には、運転士の信号冒進を防ぐためのATSが設置されており、本事故線である着発5番線にもATSロング地上子(547k800m)が設置されている。
- (4) 着発5番線に進入する列車は一日に約12本あり、本事故当日についても本事故発生までに4本の列車が通過しており、本件列車が5本目として走行する予定であった。

(付図3 現場略図、付図6 脱線の痕跡のキロ程、写真1 本件分岐器の転換状況 参照)

### 2.3.2 鉄道施設

- (1) 本件分岐器が設置されている付近は、神戸方から東京方へ向かって3%の上り勾配となっている。本件分岐器の基準線は上下連絡線から着発4番線に至る直線であり、分岐線は右方向に分岐する着発5番線に至る。
- (2) 本事故現場付近を含む鉄道施設は、JR西日本(第一種鉄道事業者)が敷設したものであり、同社は、鉄道施設を使用して貨物の運送を行う第二種鉄道事業者である。
- (3) 吹田信号場構内は、平成18年度から改良工事中であり、平成24年度に完成予定としている。本事故現場付近の線形も数回の線形変更工事を経て平成20年12月から現在の線形となっている。
- (4) JR西日本は、本事故現場付近の直近の定期検査として、平成21年3月5日に分岐器の機能検査及び同年6月18日に分岐器以外の箇所の軌道検査を実施している。同定期検査の検査記録を確認したところ、整備基準値を超えるような値はなかった。

また、JR西日本が本事故発生後に手検測により実施した本事故現場付近の静的軌道変位の値を確認したところ、通り、軌間、水準、平面性及び分岐

器部クロッシングのバックゲージ<sup>4</sup>について、いずれも整備基準値を超過するものではなかった。

(付図6 脱線の痕跡のキロ程、写真1 本件分岐器の転換状況 参照)

### 2.3.3 本件列車に関する情報

#### 2.3.3.1 車両

車種 電気機関車 EF210 (DC1,500V)

貨車 コキ104 (22両)

車両長 20.4m

空車質量 18.7t

最大積載質量 40.5t

コキ106 (1両)

車両長 20.4m

空車質量 18.9t

最大積載質量 40.7t

コキ107 (1両)

車両長 20.4m

空車質量 18.6t

最大積載質量 40.7t

本件貨車の台車型式 FT1B

車体支持装置方式 コイルばね・側受支持方式

軸箱支持方式 防振ゴム式

軸距 1,900mm

編成両数 25両 (機関車1両+貨車24両) 全長約507.8m

編成



本件列車の機関車及び本件貨車の定期検査は、以下のとおり実施されており、検査記録に異常は認められなかった。また、本件貨車以外の貨車についても異常は認められなかった。

<sup>4</sup> 「バックゲージ」とは、ガードレールの導線と対応するクロッシングノーズレールの軌間線との距離をいう。バックゲージが小さいと、異線進入するおそれがあり、バックゲージが大きいと、乗り上がりを起こすおそれがある。

① 機関車

新 製：平成19年12月18日

交番検査：平成21年8月24日

② 本件貨車

新 製：平成7年11月22日

全般検査：平成17年11月29日

交番検査：平成21年8月21日

仕業検査：平成21年9月7日

なお、同社が本事故後、機関車及び本件貨車の損傷状況を含めた検査を実施したところ、車体、輪軸、連結器及びATS車上装置等の機器に異常はなかったとのことであった。

また、本件運転士は、西岡山駅まで乗務していた運転士より本件列車の運転を引き継いだ際、「車両に異常はない」という旨の申し送りを受けたとのことであり、2.1.1に記述したように、本件列車の機関車が再起動できなくなったとき「今まで正常に運転していたのに」と口述している。

(付図5 本件列車の編成 参照)

### 2.3.3.2 本件列車の組成についての情報

本件列車は、始発駅である福岡貨物ターミナル駅にて22両の貨車を組成<sup>5</sup>し、出発した。北九州貨物ターミナル駅で4両切り離し、新たに3両を増結して21両となり、さらに広島駅貨物ターミナル駅で4両切り離し新たに7両の貨車を増結して、24両（機関車を入れ25両編成）となった状態で、終点の宇都宮貨物ターミナル駅へ向かう途中、吹田信号場に至った。コンテナ貨車を輸送する本件列車の輸送方法等について同社に確認したところ、同社の社内規程に記載された方法で行われていた。

貨車1両にコンテナ等を積載する方法については、貨車やコンテナに取り付けられているタグをコンピュータに入力して偏積率<sup>6</sup>・積載バランス・荷重超過などをチェックしているものの、組成し編成された貨車全てが同じ発駅から同じ着駅として運行しているわけではなく、発駅から着駅までの間の途中駅で増結や分離を繰り返すなど、目的地によって貨車の組み替えがあり、荷物がある駅とない駅が発生する場合もあることから「積車」と「空車」が混在し、結果として空車が連続する場が生じる。

<sup>5</sup> 「組成」とは、貨車等車両を連結して編成し、一つの行き先やいくつかの行き先方面の貨車群をブロックごとに連結して編成することをいう。

<sup>6</sup> 「偏積率」とは、1つのコンテナ車において、前後台車にかかる荷重の偏りの割合をいう。

なお、本件列車は、機関車から8両目貨車までに空車状態の貨車はない編成となっていたが、本件貨車（9両目）、10両目、15両目、17両目及び22両目の貨車は、コンテナを積載しておらず本件貨車（9両目）と10両目の貨車が連続して空車となっていた。

（付図5 本件列車の編成 参照）

#### 2.3.3.3 本件列車におけるATS動作に関する情報

本件列車の機関車には、信号機に連動して作動するATS車上装置が設備されている（ATSの機能のうち本報告書では、本事故現場付近に設置されている着発5番線の出発信号機に対する機能のみ記述する）。

着発5番線の出発信号機は停止信号現示を定位<sup>7</sup>としており、進行して来る列車には停止現示の情報をATSロング地上子（547k800m）から送信している。

このため、ATS車上装置を搭載した列車がこの地上子の上を通過すると、情報を受信して警報が鳴る。警報鳴動約5秒後、非常ブレーキが作動して列車を停止させる。

しかし、このATSロングの機能により情報を受信した列車の運転士が、5秒以内にブレーキノッチを入れる等の運転取扱い（後述する2.6 運転取扱いに関する情報 参照）を行うことにより、非常ブレーキを作動させることなく、列車を継続して運行することが可能となる。

なお、本件列車の機関車に設置されているATS車上装置の記録を確認したところ、ATSの機能により非常ブレーキが作動した記録があった。

（付図7 ATSの回路略図 参照）

#### 2.3.3.4 本件列車のブレーキに関する情報

- ① 貨物列車に使用されるブレーキは、運転速度と牽引重量により2種類のもので使用されている。同社の内規である「運転作業要領」によれば、コキ100系で編成し最高運転速度110km/hに指定した列車又は最高運転速度100km/h又は95km/hで1,300t牽引に指定した列車については電磁自動空気ブレーキ<sup>8</sup>を使用すること、その他の列車については、自動空気ブレー

---

<sup>7</sup> 「定位」とは、定常の位置にある状態をいう。

<sup>8</sup> 「電磁自動空気ブレーキ」とは、ブレーキ弁に組み込んだ電気接点を用いて、ブレーキ弁の減圧と同時にその電気接点からの指令により引き通し線を通じて各車のブレーキ電磁弁を作動させてブレーキの作用を一斉に行わせる方式をいう。

キ<sup>9</sup>を使用することとなっている。

本件列車は、最高運転速度 95 km/h で 1,200 t の牽引であったことから、自動空気ブレーキが使用されていた。

- ② 自動空気ブレーキは、機関車のブレーキレバーを操作すると、空気圧によるブレーキ指令が後続車両に順次伝達され、各車両の供給空気タンク<sup>10</sup>からブレーキシリンダに空気が送られブレーキがかかる構造のため、列車の編成両数が多くなるほど後部車両のブレーキの作動開始が遅れるという特性がある。ATS 動作時の非常ブレーキにも自動空気ブレーキが使用される。
- ③ 同社が、以前に実施した非常ブレーキ作動時間実測試験データを基に、本事故時における本件列車のブレーキ作動開始時間を推定した。その結果によれば、本件列車の機関車の次に 1 両目のブレーキが作動するのに約 1 秒、それ以降の貨車にブレーキ指令が伝達され非常ブレーキが作動するのに順次約 0.2 秒かかり、9 両目である本件貨車のブレーキが効き始めるのは、機関車の非常ブレーキが作動してから約 2.4 秒後であった。

#### 2.3.3.5 ATS の動作記録

本件列車の機関車に設備されている ATS 車上装置は、ATS の状態、列車速度やマスコン<sup>11</sup>位置等の情報を記録する機能を有しており、この記録を確認したところ、本件列車が速度約 20.9 km/h を維持する力行運転のマスコン操作からブレーキ操作に切り換えられると同時に ATS による非常ブレーキが作動して、本件列車が停止した記録が残っていた。

なお、列車の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。また、確認ボタンを押したことを記録する機能はない。

## 2.4 鉄道施設及び車両等の損傷、痕跡に関する情報

### 2.4.1 鉄道施設の損傷及び痕跡の状況

現地の調査を行うにあたり、本件貨車の前台車第 1 軸が脱線し停止していた箇所

---

<sup>9</sup> 「自動空気ブレーキ」とは、列車に引き通されたブレーキ管、各車両の制御弁、補助空気だめなどで構成されるブレーキ方式。所定圧力の圧縮空気で充てんされているブレーキ管の圧力を減圧し、減圧量に比例したブレーキ力を得る装置で、ブレーキ弁でブレーキ管内の圧縮空気を大気中に吐き出し、ブレーキ管を減圧することで制御弁が作動し、各車両に設置された補助空気だめにあらかじめ蓄えられていた圧縮空気がブレーキシリンダに送られ、ブレーキが作用する。列車分離などによりブレーキ管が破損した場合でも、自動的にブレーキが作用するフェールセーフ機構になっている。

<sup>10</sup> 「供給空気タンク」とは、車両ごとに設置され、空気回路やブレーキシリンダへ供給する圧縮空気を蓄える空気タンクをいう。

<sup>11</sup> 「マスコン」とは、主幹制御器 (Master Controller) のことで、運転士が列車の加減速制御のために操作する機器をいう。

のまくらぎ（547k920m）をNo. 1として、神戸方に向かって番号を付して損傷痕の位置目安とした。

- (1) 本件列車の先頭は、着発5番線の547k757m付近の線路上に停止していた。
- (2) 着発5番線のNo. 10からNo. 1に至るまくらぎまで約5mの間に、前台車2軸の右車輪によって付いたと見られる痕跡があった。
- (3) No. 1, No. 4, No. 7まくらぎの着発4番線と着発5番線の間に、第1軸及び第2軸の左車輪によって付いたと見られる痕跡があった。
- (4) 着発5番線側のガードレールの側面に、右車輪の内面が擦れたことによって付いたと見られる擦過痕があった。
- (5) クロッシング部から着発4番線に向けて、No. 15付近からNo. 5付近にかけ、右レールの軌間内側の側面、及びNo. 8, No. 5, No. 4付近の頭頂面に、左車輪によって付いたと見られる擦過痕及び乗り上がり痕があった。

なお、クロッシング欠線部分手前の神戸駅方には、乗り上がりを示す痕跡はなかった。

- (6) 着発4番線側のウイングレールの右側面に、左車輪の外表面が擦れたことによって付いたと見られる擦過痕があった。
- (7) 着発4番線のレールボンドに、左車輪によると見られる痕跡があった。
- (8) 本件貨車の前台車第1軸右車輪は、分岐線側の547k920m付近の軌間内に右レールから約46cm、左車輪は軌間外に左レールから約52cmの位置に脱線しており、また、第2軸右車輪は同922m付近の軌間内に右レールから約30cm、左車輪は軌間外に左レールから約44cm脱線していた。

本件貨車の後台車の車輪はレール上にあり、脱線していなかった。

## 2.4.2 車両の損傷及び痕跡の状況等

### (1) 本件貨車

8両目貨車と連結している連結器の右側面に、縦方向及び横方向に対して大きな力が加わったことにより付いたと見られる打痕や擦過痕があった。

前台車及び台車枠に、脱線時の衝撃により付いたと見られる打痕や擦過痕があった。また、車体と左右方向に一体で動くマクラバリ<sup>12</sup>が左に移動し、このマクラバリに装着されている緩衝ゴムと繋ぎバリ<sup>13</sup>に装着されている緩

<sup>12</sup> 「マクラバリ」とは、荷重伝達経路として車体と台車枠の間にあり、車体からの荷重を支えて台車枠へ伝える台車のはりをいう。

<sup>13</sup> 「繋ぎバリ」とは、台車枠の中央部において左右の側バリをつなぐまくらぎ方向のはりをいう。

衝ゴム受けとの隙間が、前台車第1軸左側は2mmに狭まり、同右側は22mmに拡大していた。なお、脱線後、本件列車を確認したところ、自動連結器は連結された状態で、8両目と本件貨車をつなぐブレーキ管ホースに傷はなかったものの継ぎ手部分が外れていた。

脱線した前台車全2軸の車輪には、まくらぎ及び砕石の上を走行したことによって付いたと見られる損傷があった。

(2) 本件列車の機関車及び本件貨車以外の貨車  
損傷なし

また、本事故後に同社が（財）鉄道総合技術研究所に依頼した事故調査結果によれば、

「本件列車が、力行運転中に非常ブレーキが作動した状態で本件分岐器に進入し、本件分岐器の分岐線側（着発5番線）に進入した本件貨車の前台車の第1軸がクロッシング欠線部に達したとき、まず内軌側車輪の背面がガードレールに乗り上がり、同時に外軌側車輪は、クロッシング欠線部から基準線側（着発4番線）のフランジウェイへ進入したと考えられる。なお、この際に連結器の首振り角が拡大し、水平座屈<sup>14</sup>が発生したと考えられる。」

とのことであった。

(付図4 脱線の状況、付図6 脱線の痕跡のキロ程、写真3 本件貨車の連結器の状況、写真4 本件貨車の損傷状況 参照)

## 2.5 乗務員等に関する情報

本件運転士 男性 30歳

甲種電気車運転免許

平成12年6月21日

適性検査を平成19年11月5日に、身体検査を平成21年1月27日に実施し、結果については両方とも問題なく、運転に支障はないものであった。

## 2.6 運転取扱いに関する情報

### 2.6.1 A T Sの運転取扱いに関する情報

「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づき、同社が近畿運輸局長へ届け出ている「運転取扱実施基準（以下「実施基準」という。）」には、以下のように定められている。

「第239条 A T Sの種類は、次のとおりとする。

<sup>14</sup> 「水平座屈」とは、列車方向に過大な力が作用したときに車両が連結面部分において、水平方向に張り出す現象をいう。

(1) 略

(2) *ATS-SF*形、*ATS-SN*形、*ATS-ST*形、*ATS-SW*形、*ATS-SS*形及び*ATS-SK*形

運転士に停止信号の現示に対するブレーキ手配を促すための警報を表示し、それによって運転士が適切なブレーキ手配をとらなかった場合に自動的にブレーキを作用させ、かつ、停止信号を現示する場内信号機若しくは出発信号機又は入換信号機をこえたときには自動的にブレーキを作用させる方式のもの

(3) 略

## 2 略

第240条 *ATS*の警報の方式は、次のとおりとする。

(1) 略

(2) *ATS-SF*形、*ATS-SN*形、*ATS-ST*形、*ATS-SW*形、*ATS-SS*形及び*ATS-SK*形

停止信号を現示する場内信号機若しくは出発信号機又は閉そく信号機の外方一定距離にある地点及び停止信号を現示する場内信号機又は出発信号機をこえて列車を運転するとき並びに停止信号を現示する入換信号機(信号機の箇所に対する*ATS*の地上子を設けてあるものに限る。)をこえて車両を運転するとき

ベル鳴動 赤色灯点灯

(3) 略

第243条 運転士は、場内信号機若しくは出発信号機又は入換信号機の箇所以外で、*ATS-SF*形、*ATS-SN*形、*ATS-ST*形、*ATS-SW*形、*ATS-SS*形、*ATS-SK*形又は*ATS-S*形の警報の表示があったときは、信号機の信号の現示を確かめて必要なブレーキ手配をとった後、確認ボタンを押すものとする。」

また、同社の内規である運転士作業標準には、以下のように記載されている。なお、同社によれば、運転士作業標準中の「確認扱い」は確認ボタンを押すことを指している。

「No145 *ATS-SF*形の運転取扱いは、次によること。

ロング鳴動

出発信号機

通過列車

1. ブレーキ操作
2. 確認扱い

3. 略

4. 略

停止列車

1. 確認扱い

2. 略」

## 2.6.2 A T Sの確認扱いの方法に関する情報

同社の実施基準では、出発信号機や場内信号機等に対するロング鳴動時は、信号機の信号の現示を確かめて必要なブレーキ手配をとった後、確認ボタンを押すものとしている。しかし、運転士作業標準によると、本件列車のように停車を目的としている列車はロング鳴動時にブレーキノッチを入れ出発信号機の外方に停止することとしていることから、ブレーキ操作と確認ボタンを押す順序について定めておらず、同社の運転士数人の口述によれば、先に確認ボタンを押した後にブレーキノッチを入れるという確認扱い操作を行っていたとのことであった。

同社に確認したところ、A T S警報鳴動後、運転士が先に確認ボタンを押してからブレーキノッチを入れた場合についても、‘ブレーキを入れた状態と確認ボタンが押されている状態とが重なっている時間’（以下「確認扱い重なり時間」という。）が確保されていれば非常ブレーキが作動することはないため特に問題はないとのことであった。

また、運輸安全委員会の調査中において、先に確認ボタンを押してからブレーキノッチを入れる操作をしたときに非常ブレーキが作動したことがあると口述した運転士がいた。

なお、本事故時のA T S警報に対する運転取扱い操作手順は、本件運転士の口述によれば、概略次のとおりであった。

A T Sの警報ベルが鳴ったので、右手をマスコンから放してA T S表示灯を指差喚呼し、確認ボタンを押して、左手でブレーキを1ノッチに入れた。確認ボタンは、一定のリズムで指先に多少抵抗があるぐらい奥まで押したと思う。

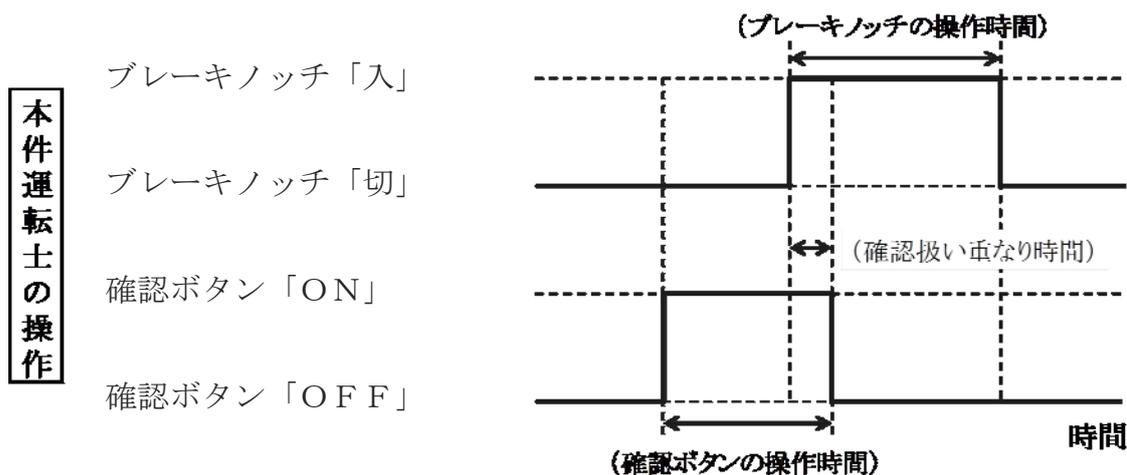


図1 確認扱い重なり時間の関係

(付図7 ATSの回路略図 参照)

### 2.6.3 ATSの確認扱いの仕組み

ATSの取扱説明書によれば、ATSロングの機能は、地上子から停止現示を知らせる情報を車上に送り警報を鳴らすなどして乗務員（運転士）に注意喚起し、5秒以内に確認扱い操作がされない場合は、非常ブレーキを作動させて列車を停止させるものである。

ATSロングの確認扱いに関係する回路の概略は、付図7に示すとおりであり、この回路においては、以下のような仕組みとなっている。

#### (1) 通常状態（ロング地上子から情報を入手する前の状態）

‘SA-1からの情報（進行信号現示情報）を受けるリレーMR1’（以下「MR1」という。）は、動作して自己保持するとともに、リレーMPR（以下「MPR」という。）を動作させる。このため、‘非常ブレーキを作動させなくするためのリレーUR’（以下「UR」という。）が動作して非常ブレーキは作動しない。

このときには、SA-2からの情報（停止信号現示情報）が出力されていないため、‘ロング地上子からの情報で動作するリレーMR2’（以下「MR2」という。）は、動作していない。

なお、この通常状態のときにコンデンサーAを充電している。

#### (2) 信号機が停止信号現示時にロング地上子の上を通過した場合

SA-1からの情報がカットされるため、MR1が動作を停止し、MPRも動作を停止する。

SA-1の情報がカットされSA-2から情報（停止信号現示情報）が出力されるため、MR2が動作状態となりコンデンサーBを充電（MR2PR

の動作状態を維持することができる時間分)し、MR 2 PRも動作状態となる。なお、SA-2からの情報を受けるのは、ATSロング地上子の上を通過した瞬間であり、通過後はSA-1からの情報に切り替わるため、SA-1からの情報によりMR 2は自己保持の状態となる。

MR 2 PRが動作すると、コンデンサーAへ充電する回路が遮断されるとともに、コンデンサーAに蓄えられた電気を放電する回路が構成される。

また、運転室では、警報の鳴動やATS表示灯が点灯する。

(3) 確認扱い操作が行われない場合

上述したように、コンデンサーAを充電する回路が遮断されるとともに、コンデンサーAに蓄えられた電気が放電する回路が構成された場合に、そのまま運転士により確認扱い操作が行われないと、コンデンサーAの放電により継続できる時間を過ぎた後URの動作は停止し、非常ブレーキが作動する。このとき、コンデンサーAの放電が始まってからURが動作できなくなるまでの時間は約5秒である。(このコンデンサーAを用いて、約5秒間URが動作できる回路によるタイマー機能を以下「5秒タイマー」という。)

(4) 通常の確認扱い操作が行われた場合

ロング地上子の上を通過したとき、警報の鳴動やATS表示灯の点灯を確認した運転士は、非常ブレーキを作動させないためにコンデンサーAからの放電によりURの動作が継続できている約5秒の間にブレーキ操作と確認ボタンを押して、‘確認扱い操作が行われたことを検知するリレーACR’ (以下「ACR」という。)を動作させる。

確認扱い操作によりACR内の接点(a接点、b接点)が切り替わると、MR 1が動作するとともに自己保持して、MPRが動作し、URの動作が保持される。また、このACR内の接点が切り替わる(a接点が閉じ、b接点が開く)ことにより、MR 2は動作しない状態になり通常状態に戻る。

(5) 確認扱い重なり時間のごく短い場合

確認扱い重なり時間が、ごく短い場合は、ACR内の接点が切り替わるだけの十分な時間が確保されないため、ACRのa接点は開いたままで、MR 1が自己保持することができず、MPRも動作しない状態となる。

また、ACRのb接点が一瞬でも開くと、MR 2が自己保持することができなくなり、MR 2は動作を停止する。これによりMR 2 PRは、コンデンサーBの放電中は動作を継続させるものの、ごく短時間で動作が停止するため、5秒タイマーの回路が断たれ、かつ、MPRも動作しない状態なので、URが動作しない状態となることによって非常ブレーキが作動する。

なお、同社に確認したところ、同社のATS装置は開発から約20年経ってお

り、ACRのa接点とb接点の切り替わり時間のごく短時間の場合に上記のような現象が発生しないことの検討が行われたかは、不明とのことであった。

表1 ACRの動作

	動作状況	a 接点	b 接点	ATSの動作
確認扱い操作なし	動作しない	開いた状態	閉じた状態	5秒タイマー動作後、非常ブレーキ動作
確認扱い操作あり	動作	閉じる	開く	5秒タイマー動作停止 非常ブレーキ動作しない
確認扱い操作ごく短時間	一瞬動作後動作停止	開いた状態	一瞬開き、閉じる	5秒タイマー動作停止 非常ブレーキ動作

#### 2.6.4 ATSの確認扱いができなかったことに関する情報

同社は、運転士に対して過去にATSの確認扱いの操作を行っても非常ブレーキが作動したことがあるかないかについて調査を行ったところ、あると回答した運転士がいたことから、ATSの車上装置の機器メーカー（以下「機器メーカー」という。）にその理由を把握するための調査を依頼した。機器メーカーが行ったリレー単体の動作再現実験結果によると、運転士が実施基準どおりに確認扱いの操作をした際にリレーの励磁時間が11ms以下と極端に短い場合は5秒タイマーが働かなかったとのことであった。

この結果を基に同社で本件列車の機関車を用いた再現試験を平成21年10月7日に実施した結果、機器メーカーで行ったリレーの単体実験と同様にリレーの励磁時間が極端に短い場合は5秒タイマーが働くことができなくなり、ATSロングの機能である警報が解除されず非常ブレーキが作動することが確認された。

#### 2.7 気象等に関する情報

当時の事故現場付近の天気 晴れ

## 3 分析

### 3.1 脱線に関する分析

#### 3.1.1 非常ブレーキの作動に関する分析

2.1.1 に記述したように、本件運転士は「ATSのロングの機能により警報がしたので、非常ブレーキが作動するのを防ぐための確認扱い操作をすぐにした」と口述している。この取扱いは、2.6.2 に記述したように、運転士作業標準によると、本件列車のように停止を目的としている列車は、ブレーキノッチを入れ信号機の外方に停止することとしていることから、確認ボタンを押す確認扱い操作の順序を定めておらず、通過列車と同様の取扱いがなされていなかったものと考えられる。

また、2.3.3.1 に記述したように、同社が行った本件列車の機関車の機能検査等によれば機器に異常は見られなかった。

2.3.3.3 及び 2.6.3 に記述したように、ATS車上装置は、ATSロングの情報を受信した後5秒以内に運転士が確認扱い操作を行えば非常ブレーキが作動せず運行を継続することができるものである。しかし、5秒以内であっても運転士が確認扱い重なり時間が短くなるような確認扱い操作を行った場合には、リレーの励磁時間がごく短時間となり、ACRが十分に動作できる時間が確保されないため、MR1は自己保持することができなくなり、MPRも動作しない状態で、MR2も動作しない状態となり、5秒タイマーが働くことができないことから、URが非動作状態になることによって非常ブレーキが作動する。

この非常ブレーキの作動は、2.6.3 に記述したように、確認扱い重なり時間が短くリレーの励磁時間がごく短時間となったため、ACR内の接点が切り替わるだけの十分な時間が確保できなくなったことにより順次動作する回路が構成できなくなったことによるものと考えられる。このことには、2.6.2 に記述したように、同社が定めた内規である運転士作業標準に停止列車についてのブレーキ操作と確認ボタンを押す順序を定めていないことが関与した可能性があるものと考えられる。このため、実施基準に沿った操作手順を正しく行うために運転士作業標準を見直し、十分な確認扱い重なり時間が確保できるようにすべきである。さらに、2.6.4 に記述したことを踏まえて確認扱い重なり時間が短くなった場合でも、直ちに非常ブレーキが作動せず、5秒以内であれば再度確認扱い操作ができる回路に見直すべきである。

#### 3.1.2 脱線の発生に関する分析

2.3.1(3)に記述したように、ATSロング地上子は547k800mに敷設されている。本件列車の非常ブレーキは、2.1.1に記述した本件運転士の口述及び2.3.3.5に記述したATSの動作記録から、この地上子を通じた後に作動しており、本件

列車の機関車から8両目貨車の前台車第1軸まで約163m（本件列車の機関車の全長+本件貨車の前貨車8両分+本件貨車の連結面から前台車第1軸までの距離）離れて連結されていることを考慮すると、本件貨車はATSロングの警報が鳴動した時点では547k956m付近を走行していたと考えられる。本件分岐器の始端は547k946mであることから、本件貨車は本件分岐器に進入していなかったものと考えられる。

2.4.2 に記述した同社が依頼した調査結果では、本件列車が、力行運転中に非常ブレーキが作動した状態で本件分岐器に進入し、本件分岐器の分岐線側（着発5番線）に進入した本件貨車の前台車の第1軸がクロッシング欠線部に達したとき、まず内軌側車輪の背面がガードレールに乗り上がり、同時に外軌側車輪は、クロッシング欠線部から基準線側（着発4番線）のフランジウェイへ進入し、水平座屈が発生したと考えられるとしている。

これに加えて、

- (1) 2.3.3.2に記述したように、本件貨車（9両目）及び10両目の貨車は、連続してコンテナ等の積載物はなく、空車であったため前方の貨車より自重が軽かったこと、
- (2) 脱線痕が2.4.1(5)に記述したように、クロッシング欠線部分手前の神戸駅方レールには前台車左車輪が乗り上がったと見られる痕跡がなかったこと、
- (3) 2.4.2(1)に記述したように、連結器の右側面に縦方向及び横方向に打痕が付いていたこと

から、本件貨車が本件分岐器に進入しようとしていたときに確認扱い操作を行ったところ非常ブレーキが作動して、まだブレーキが作動していない後部貨車からの自連力<sup>15</sup>が本件貨車に働くことにより、水平座屈が発生したものと考えられる。これにより、前方の貨車より自重の軽かった本件貨車の前台車全2軸を浮き上がらせるとともに、その自連力が着発4番線方向（分岐器基準線側）に向いていたため、本件貨車は本来の進路である右側へ曲がる着発5番線に入ることができず、前台車の右車輪内面でガードレールを擦りながら直進方向（分岐器基準線側）に走行し脱線したものと考えられる。本件列車の非常ブレーキが作動する直前の運行状態は、本件運転士が2.1.1に記述したように「ノッチを再投入してこれ以上速度が下がらないよう注意しながら走行していた」、「ATSのロングの機能により警報音がしたので、非常ブレーキが作動するのを防ぐための確認扱い操作をすぐにした」との口述から力行運転状態であったものと考えられる。

---

<sup>15</sup> 「自連力」とは、自動連結器作用力の略称であるが、広義には車両間の連結器に列車方向に作用する力の総称として用いられる。

なお、本件列車の編成長（全長約507.8m）から、本件貨車以降のコンテナ等を積載していない15両目、17両目及び22両目の空車は、ATSが動作したとき、7407分岐器の出口又は分岐器のない直線上にそれぞれ在線していたため、後部からの自連力をそのまま前方の貨車に伝えたものと考えられる。

さらに、2.4.1に記述したような脱線痕が付いていたのは、脱線したあとも本件列車自体がまだ完全に停止しきれていなかったため、本件貨車が直進方向に進行し脱線した後、本来の着発5番線へ既に進入している本件貨車の前方の貨車に引っ張られ、上り着発4番線の右レールを乗り越え本件貨車が復線しようとした軌跡が残ったものと考えられる。このとき脱線した衝撃により車体と左右方向に一体で動くマクラバリが左に移動し、このマクラバリに装着されている緩衝ゴムと繋ぎバりに装着されている緩衝ゴム受けとの隙間が前台車第1軸左側は狭まり、同右側は拡大した可能性が考えられる。

また、2.3.3.5に記述したように、本件列車の速度が約20km/hと遅かったことから、非常ブレーキが作動してから停止するまでの距離が短くなり、2.4.1(1)に記述したように、本件列車の先頭が着発5番線の547k757m付近に停止したものと考えられる。

### 3.2 ブレーキ不緩解についての分析

2.1.2に記述したように、脱線を発見した車両技術係Aによれば「9両目のあたりからエアーの漏れる音が聞こえてきたので、注意して見たところ、本件貨車の東京方の連結器付近にあるエアーホースが外れているのを発見した」と口述していること、また、事故直後の調査においてもブレーキ管が外れている状態を確認していることから、本件貨車の台車が浮き上がり脱線したときに、碎石又はレール頭頂面にブレーキ管ホース継ぎ手部が接触した衝撃によってこの継ぎ手部が外れエアーが漏れ、ブレーキを緩解させるために必要なエアーの確保ができなくなり、機関車が再起動できなくなったものと推定される。

なお、本件運転士は、2.1.1に記述したように、「車両技術係Aが貨車の方を見に行き、自分は、本件列車の機関車に残った」と口述していることから、ブレーキ不緩解の原因が脱線によりブレーキ管ホース継ぎ手部が外れたことによるものとは分からなかったものと推定される。

### 3.3 道床及び軌道に関する分析

2.3.2に記述したように、JR西日本が直近の定期検査に分岐器及び他の箇所を整備基準値を超えるような数値がなかったこと、本事故発生後に手検測により実施した静的軌道変位の値、通り、軌間、水準、平面性及び分岐側のバックゲージについて、

いずれも整備基準値を超過するものではなかったことから、軌道側に整備不良があり本事故を引き起こしたのではないものと考えられる。

### 3.4 再発防止に関する分析

2.1.1 に記述したように、本件運転士は、「速度が落ちすぎたためこのままでは停止位置まで行けないと思い、ノッチを再投入してこれ以上速度が下がらないよう注意しながら走行していた」と口述していることから、本事故現場付近が連続して分岐器を渡る箇所であり、分岐器上に停止させないようATSの確認扱いの操作を5秒以内に行うため、速やかに操作したのものと考えられる。

3.1.1 に記述したように、非常ブレーキが作動したのは、確認扱い重なり時間が短かったことによるものと考えられ、このことには、運転士作業標準に基づき本件運転士が行った確認扱い操作が、実施基準に記載されたものと異なっていたことが関与した可能性がある。このため、運転士作業標準を見直すとともにATSの仕組みを運転士に十分理解させ、確認扱い重なり時間が短くならない確実な操作をするよう教育すべきである。また、確認扱い重なり時間が短くなった場合でも、直ちに非常ブレーキが作動せず、5秒以内であれば再度確認扱い操作ができる回路に見直すべきである。

なお、本件貨車の脱線には、自動空気ブレーキの特性により、後方貨車からの自連力が働いたことが影響したと考えられることから、同社の貨車で従来から行っているブレーキの作動開始に遅れが出ない電磁自動空気ブレーキへの改造工事をより一層進めて行くことが望まれる。

## 4 原因

本事故は、24両のコンテナ貨車を牽引した本件列車が、本件分岐器の分岐線側に進行中に非常ブレーキが作動したことにより、まだブレーキが作動していない後部貨車側からの大きな力を受けて、空車であった本件貨車の前台車が持ち上げられたため、クロッシング部を乗り越え基準線側に脱線したのものと考えられる。

非常ブレーキが作動したのは、本件運転士が非常ブレーキの作動を防ぐための確認扱い操作を行ったにもかかわらず、運転士がブレーキ1ノッチに入れた状態と確認ボタンが押されている状態の重なっている時間がごく短時間であったことから、非常ブレーキの作動を停止させる回路のリレーの励磁時間もごく短くなったため、非常ブレーキの作動を止める回路が構成できなかったことによるものと考えられる。

## 5 参考事項

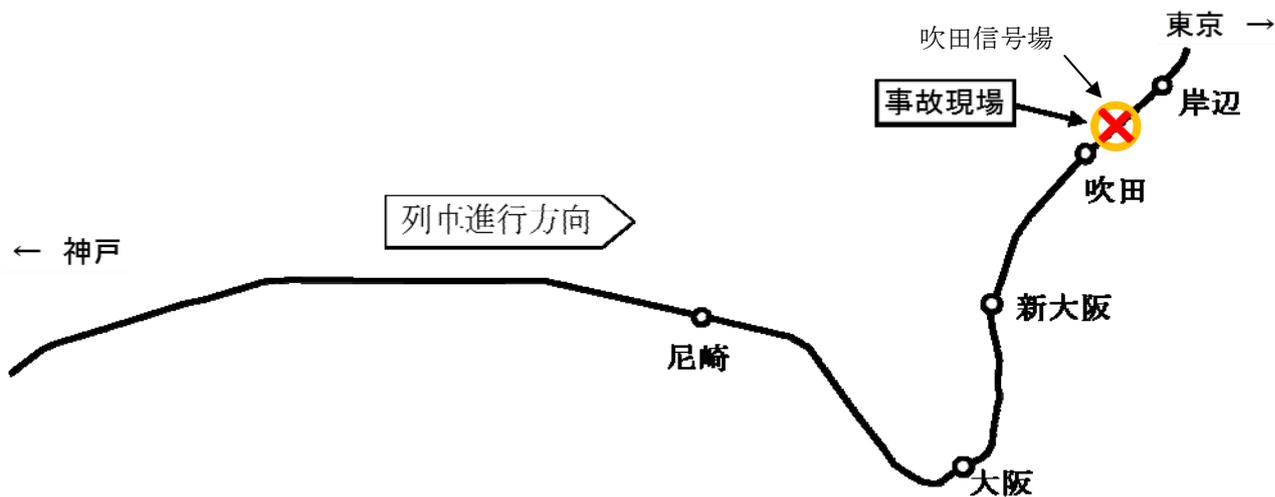
同社は、A T S ロングの確認方法について（通達）を発出し、運転士に対し新たに作成したA T S 鳴動時の確認方法手順をスライド化した資料を基に、確認扱い重なり時間が短くならない確実な操作を行うことについて周知した。

また、同社及びJ R 西日本は、本事故直後から着発5番線を使用停止としていたが、近畿運輸局に対し上り着発4・5・6番線が着発となる列車について、従来は上り第3場内信号機（548k600m）の現示を注意現示（速度45km/h）としていたものを警戒現示（速度25km/h）にすることにより、所定停止位置まで速度を維持するよう運行させて横圧の増加を助長しないように自連力を安定させた状態で各分岐器を通過させるよう対策した書面を近畿運輸局に提出し、平成22年3月13日より使用を再開した。

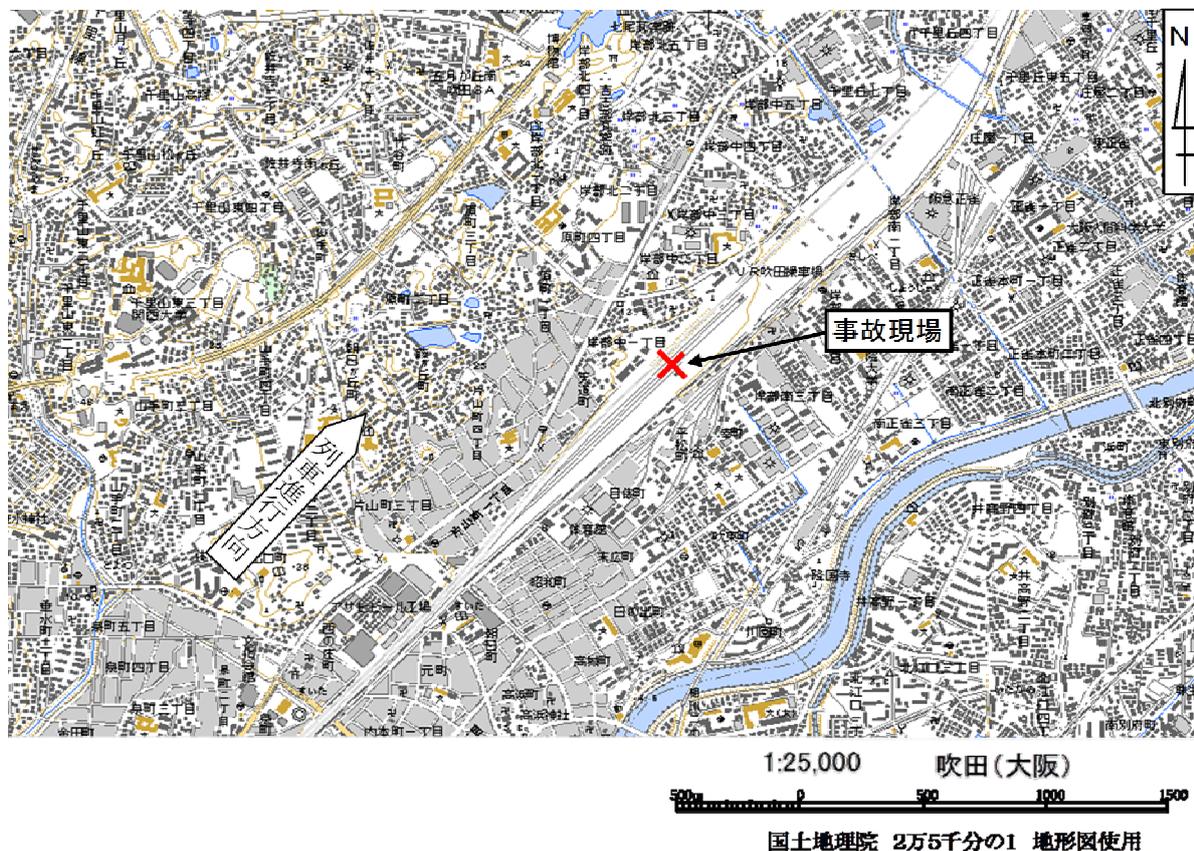
なお、J R 西日本によると、本事故現場付近の本件分岐器及び線路等は、工事最終切替時に撤去されるとのことであった。

# 付図1 東海道線路線図

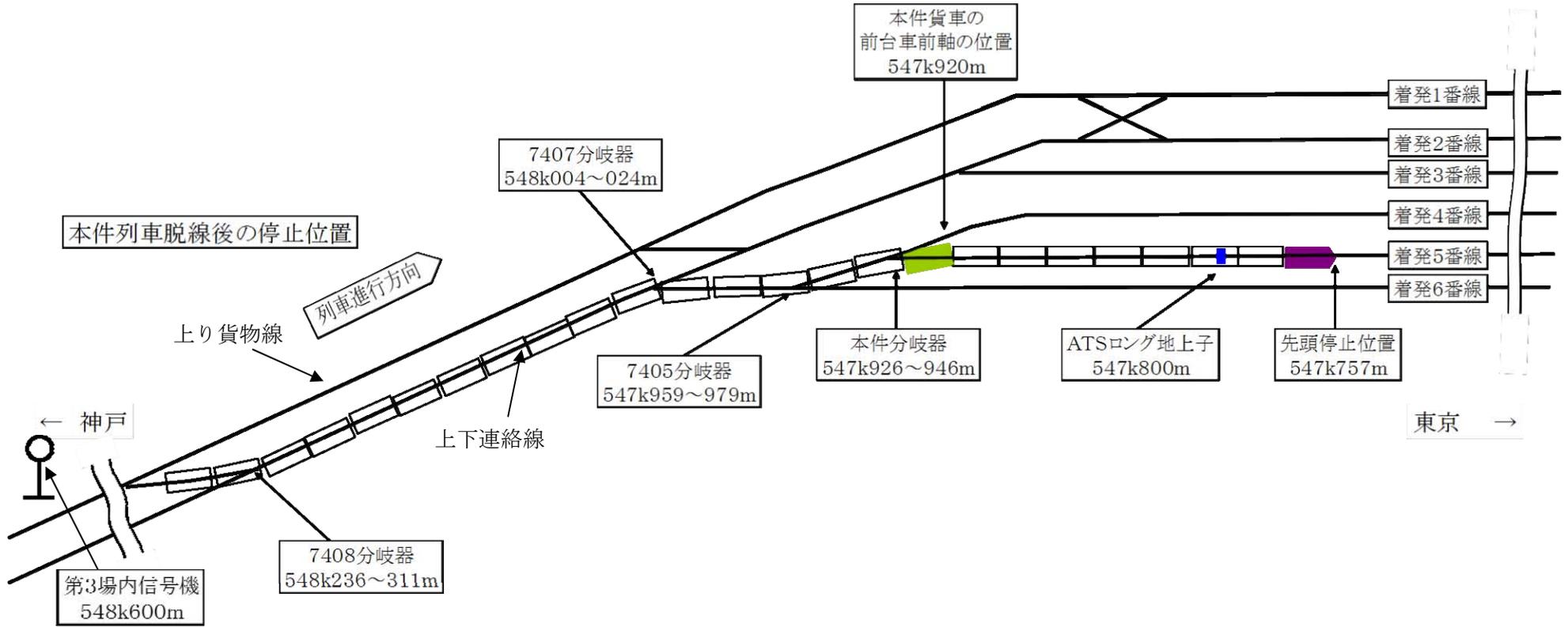
東海道線 東京駅～神戸駅間 599.5 km (複線)



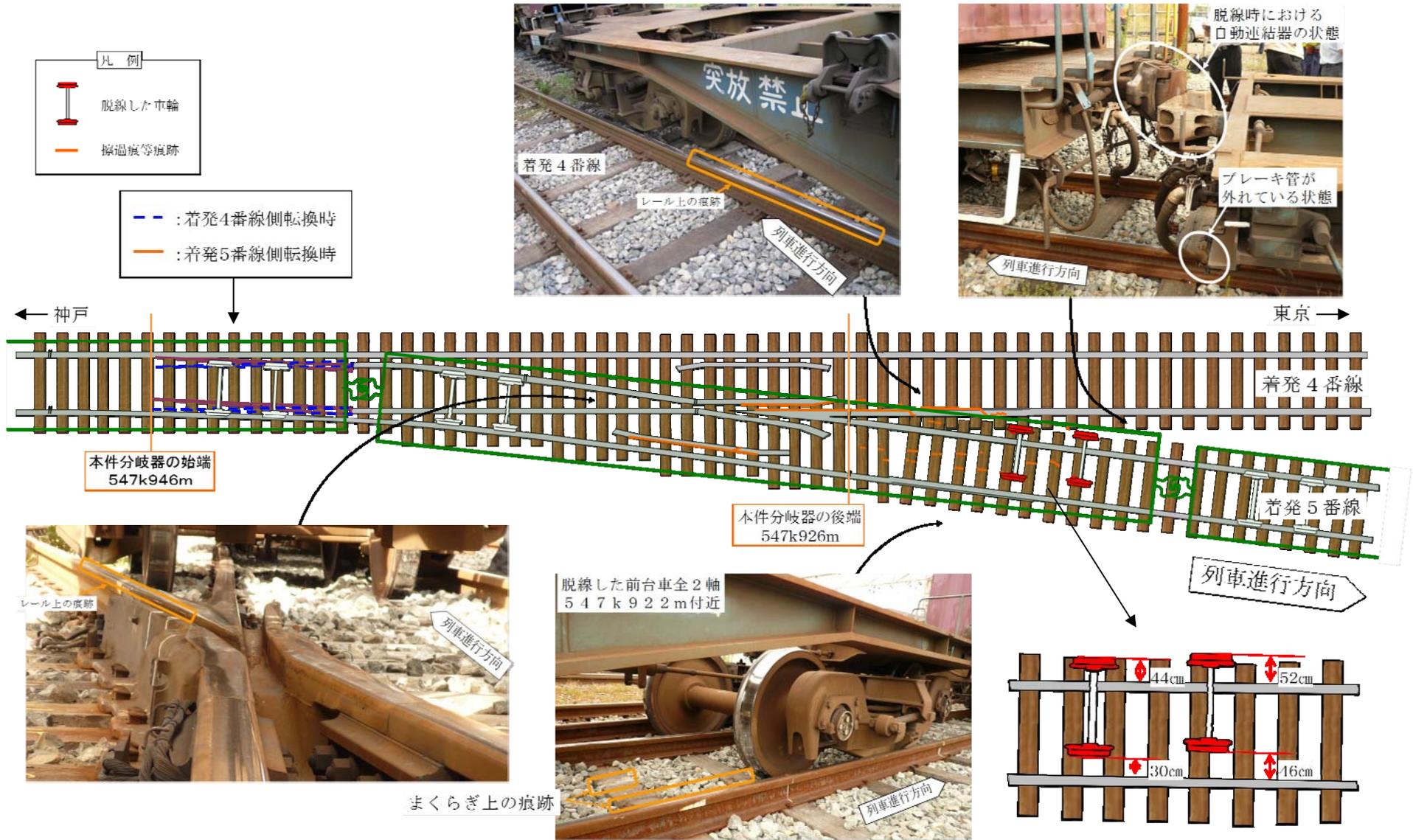
# 付図2 事故現場付近の地形図



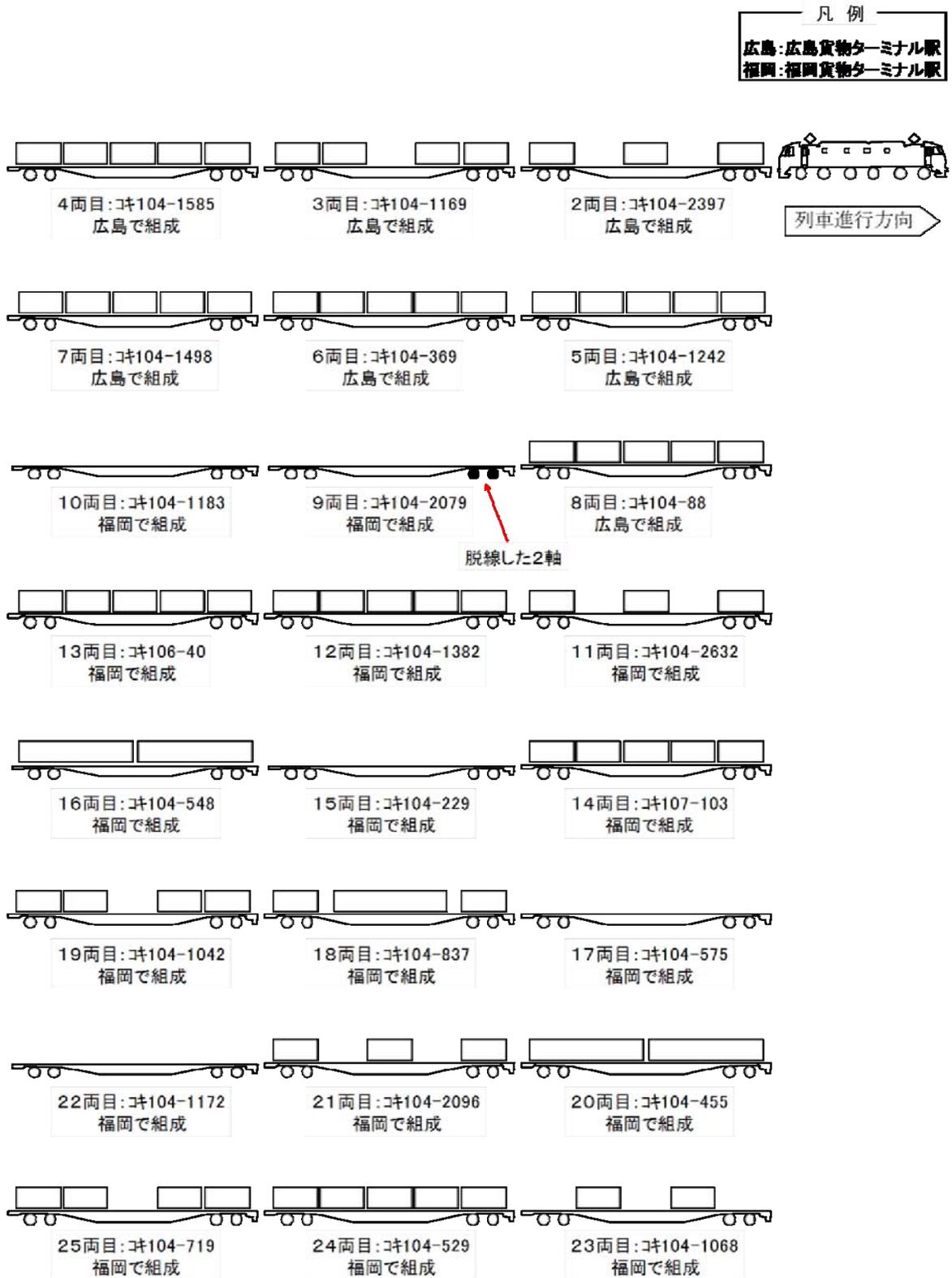
付図3 現場略図



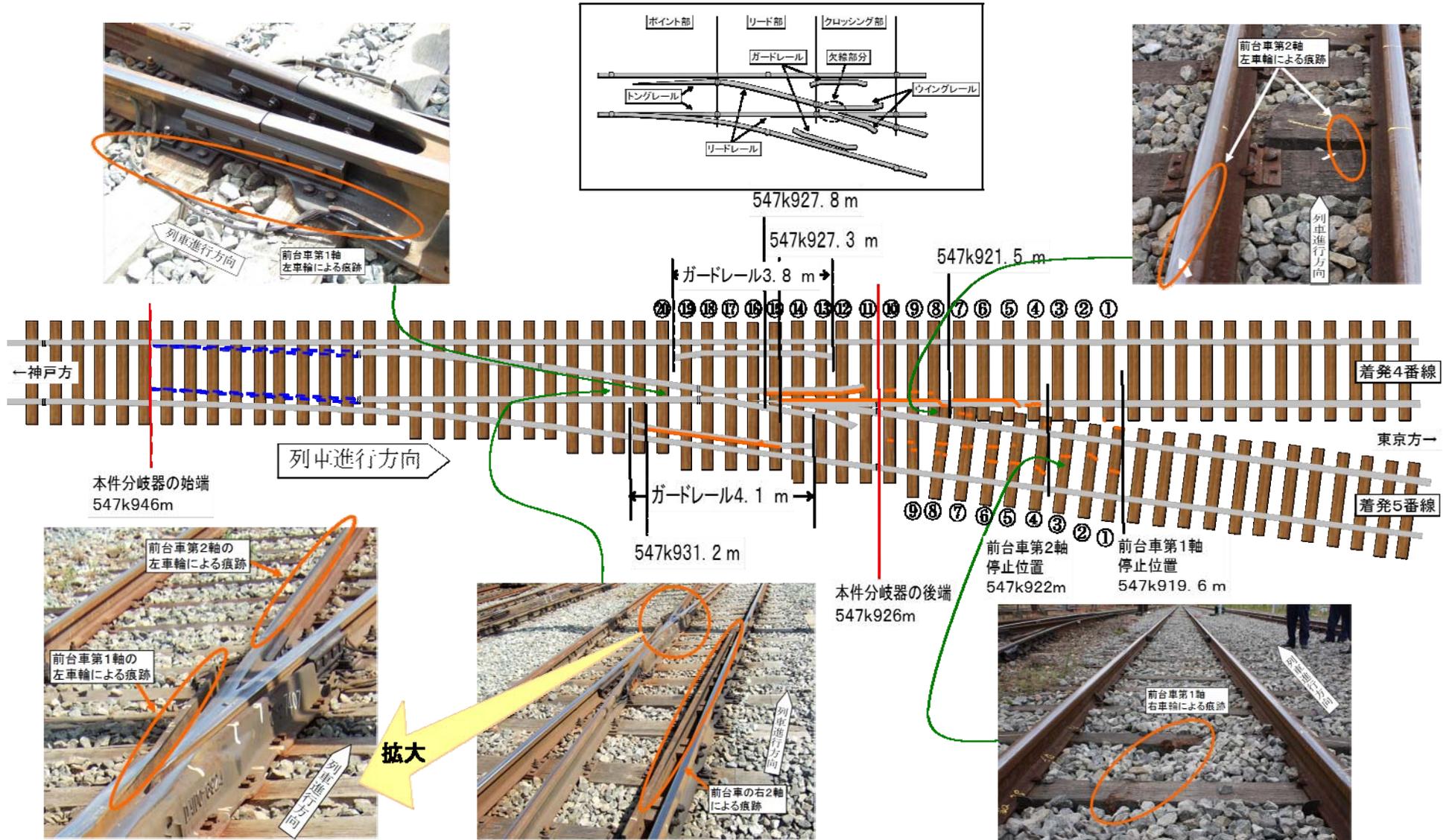
付図4 脱線の状況



# 付図5 本件列車の編成

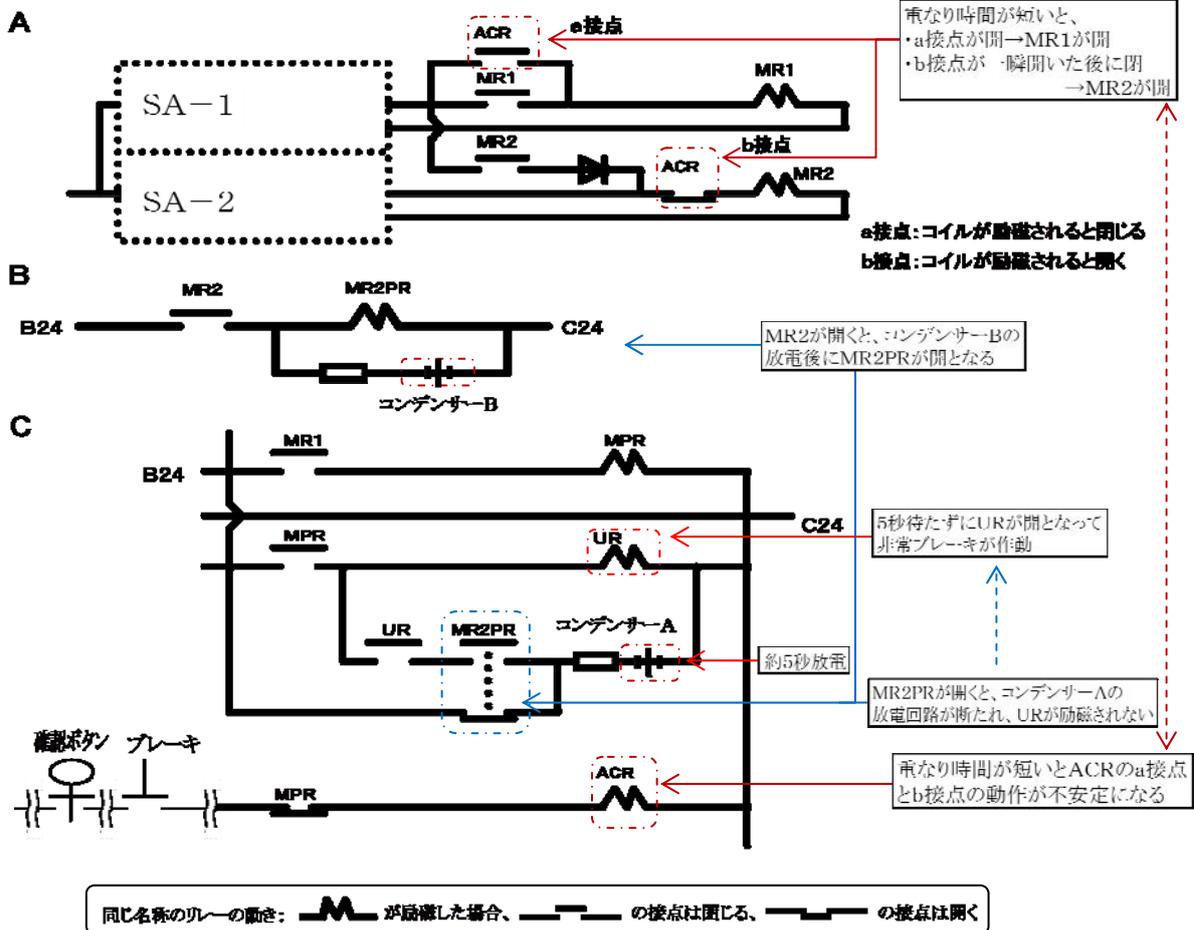
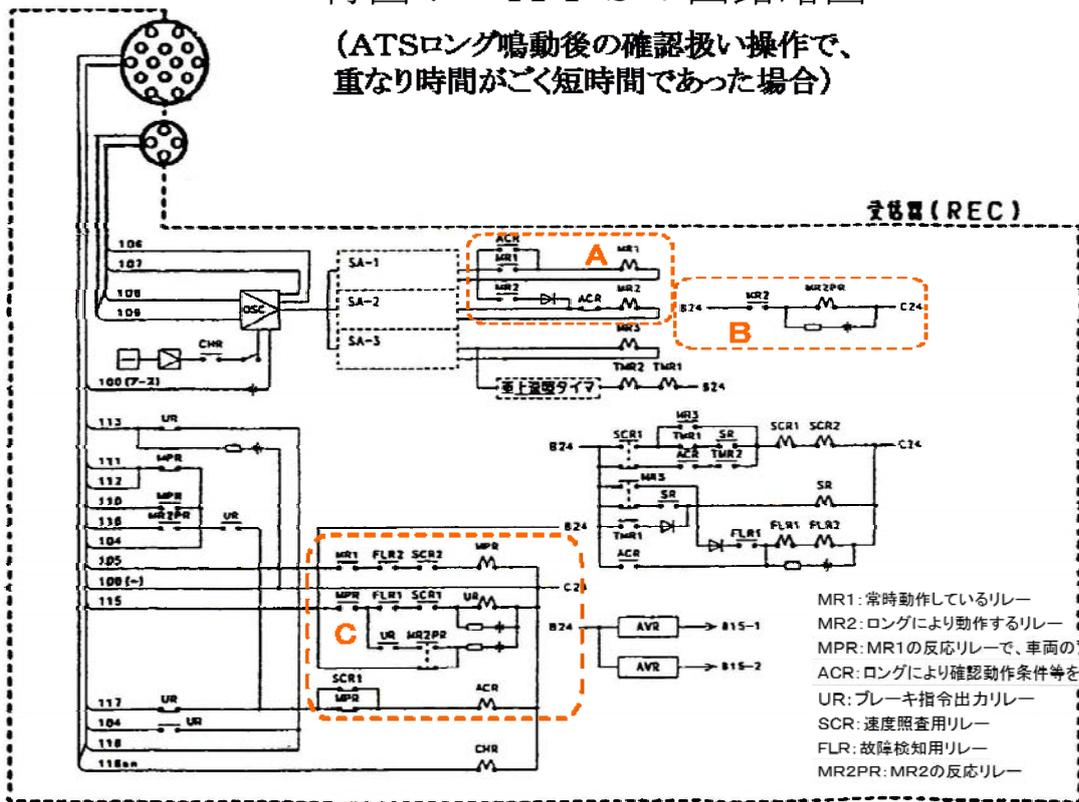


付図6 脱線の痕跡のキロ程

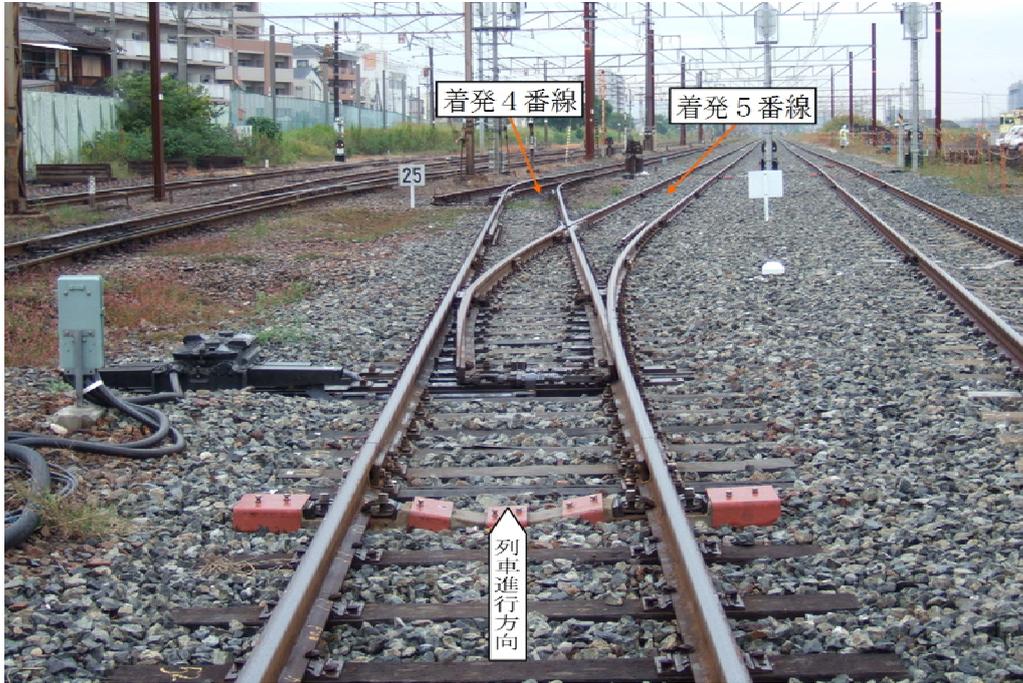


# 付図7 ATSの回路略図

(ATSロング鳴動後の確認扱い操作で、重なり時間がごく短時間であった場合)



# 写真1 本件分岐器の転換状況



本件分岐器が着発4番線側に転換している状態



本件分岐器が着発5番線側に転換している状態

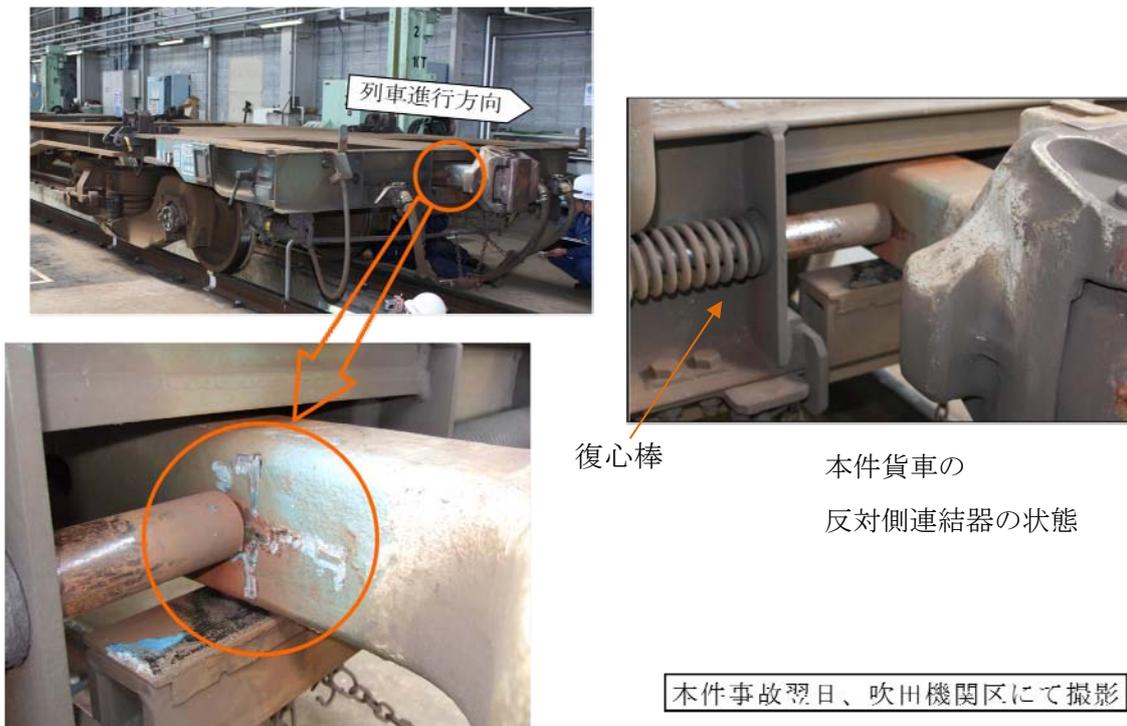
本件事故翌日に撮影

写真2 本件列車の機関車の運転室機器配置



本件事故翌日、吹田機関区にて撮影

写真3 本件貨車の連結器の状況



# 写真4 本件貨車の損傷状況1

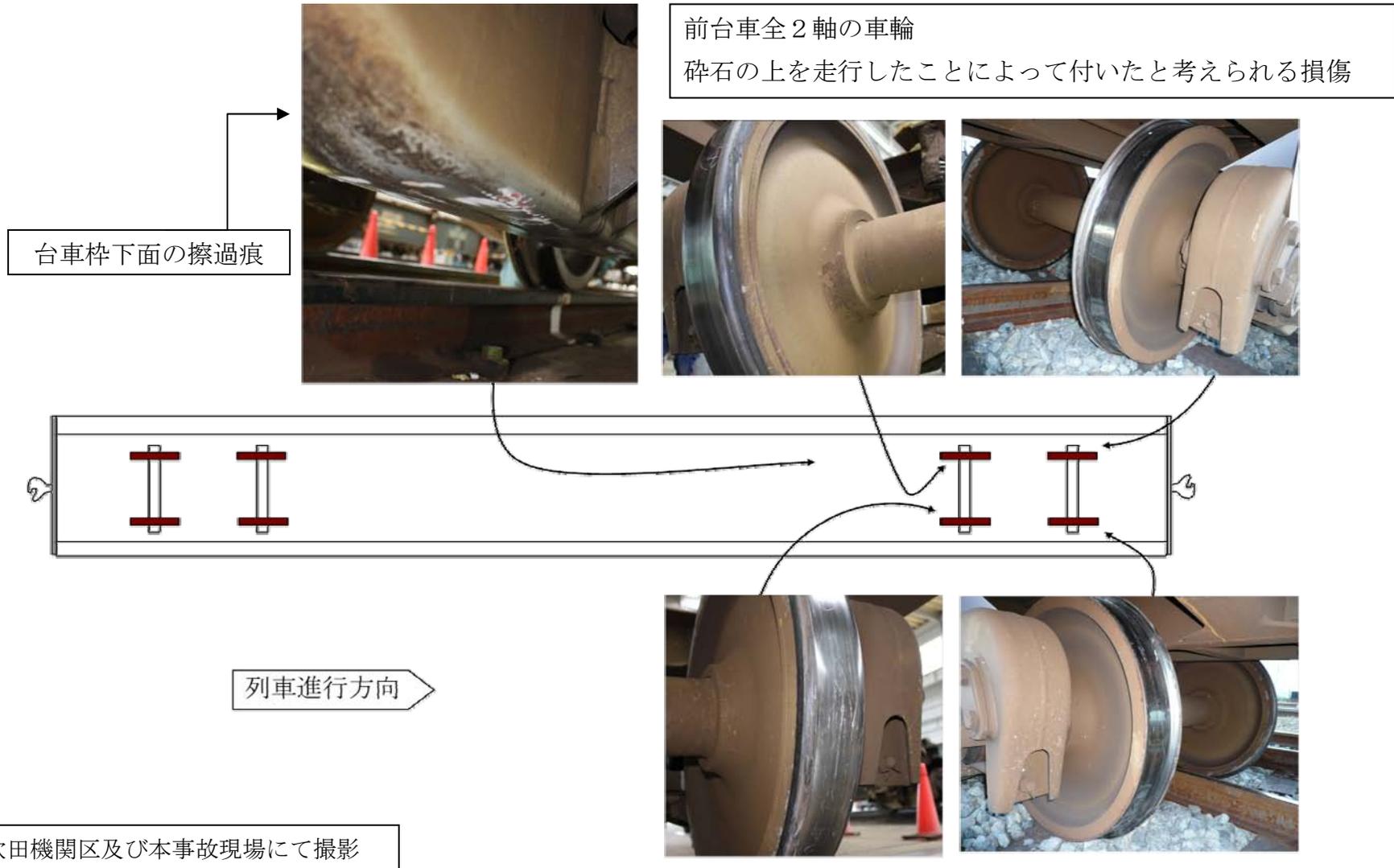
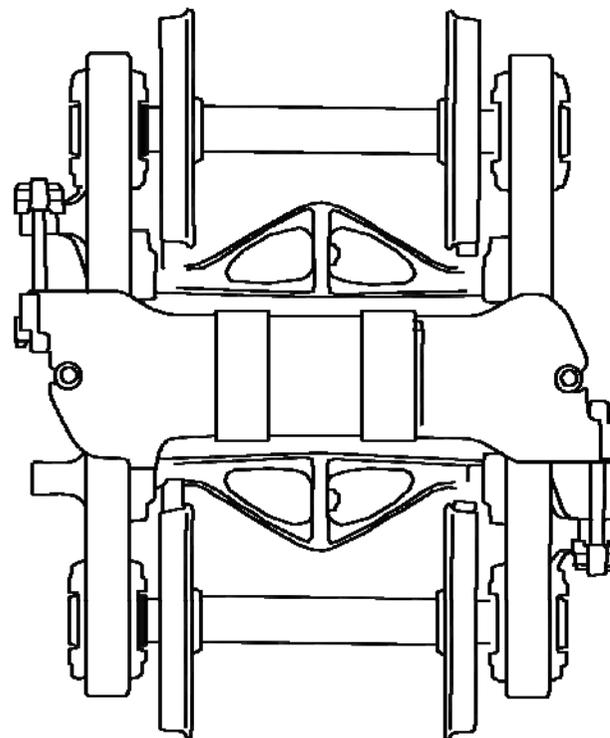
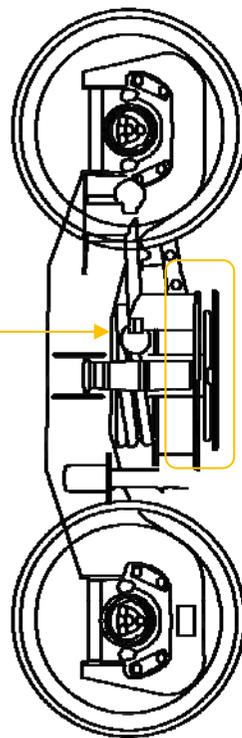


写真4 本件貨車の損傷状況2



列車進行方向

緩衝ゴムと緩衝ゴム受けの隙間  
 左側2mm 右側22mm  
 (隙間の標準 15  $\begin{matrix} +0 \\ -3 \end{matrix}$  mm )

