

RA2023-3

鉄 道 事 故 調 査 報 告 書

I 日本貨物鉄道株式会社 山陽線 瀬野駅～八本松駅間
列車脱線事故

II 福島交通株式会社 飯坂線 平野駅～医王寺前駅間
踏切障害事故

III 天竜浜名湖鉄道株式会社 天竜浜名湖線 宮口駅～岩水寺駅間
踏切障害事故

令和5年3月30日

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 武田展雄

《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」

I 日本貨物鉄道株式会社 山陽線
瀬野駅～八本松駅間
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：令和3年12月28日 20時36分ごろ

発生場所：広島県広島市

山陽線 瀬野駅^{せの}～八本松駅^{はちほんまつ}間（複線）

神戸駅起点285k326m付近

令和5年2月27日

運輸安全委員会（鉄道部会）議決

委員長	武田展雄
委員	奥村文直（部会長）
委員	石田弘明
委員	早田久子
委員	鈴木美緒
委員	新妻実保子

要旨

<概要>

日本貨物鉄道株式会社の広島貨物ターミナル駅発東京貨物ターミナル駅行き25両編成の上り第1068列車は、令和3年12月28日（火）、前日の滋賀県方面の降雪の影響により、広島貨物ターミナル駅を、定刻（27日21時53分）より22時間22分遅れて、20時15分に出発した。瀬野駅通過後、前頭機関車は13ノッチ、最後部に連結した補助機関車は12ノッチを投入し、速度約52km/hで走行中、前頭機関車の運転士がブレーキ管圧力計の急降下、急上昇を認めたと同時に、ブレーキが作用し、同列車は停止した。輸送指令の指示により前頭機関車の運転士が降車して列車を点検したところ、12両目の前台車の全2軸が左側に脱線していた。

列車には前頭機関車に1名、補助機関車に1名が乗務していたが、負傷はなかった。

<原因>

本事故は、列車が半径300mの右曲線を通過した際に、事故現場付近においてコキ106形式の貨車前台車第1軸の外軌側の輪重が減少したことに加え、内軌側輪重の増加により外軌側の横圧が増加し、外軌側車輪がレールに乗り上がったことにより脱線したものと考えられる。

外軌側の輪重が減少したことについては、12フィートコンテナ単体での管理目標指針である左右偏積率10%を大きく超過したコンテナが複数積載されたことにより輪重のアンバランスが拡大したためと考えられる。

左右偏積が発生したことについては、

- (1) 利用運送事業者、荷主、積込会社等の関係会社間で、偏積に関する情報が共有されていなかったこと、
- (2) コンテナに積込・施封された後の積荷に関する偏積の確認体制が十分でなかったこと、
- (3) 偏積が確認された場合、原因究明や再発防止策を講じる仕組みがなかったこと

から、これらの要因が重畳したことによるものと考えられる。

目 次

1	鉄道事故調査の経過.....	1
1.1	鉄道事故の概要.....	1
1.2	鉄道事故調査の概要.....	1
1.2.1	調査組織.....	1
1.2.2	調査の実施時期.....	1
1.2.3	経過報告.....	1
1.2.4	原因関係者からの意見聴取.....	1
2	事実情報.....	2
2.1	運行の経過.....	2
2.1.1	乗務員及び指令員の口述.....	2
2.1.2	運転状況記録装置に関する情報.....	7
2.2	人の死亡、行方不明及び負傷.....	9
2.3	鉄道施設及び車両等に関する情報.....	9
2.3.1	事故現場等に関する情報.....	9
2.3.2	鉄道施設に関する情報.....	10
2.3.3	車両に関する情報.....	16
2.4	鉄道施設及び車両の損傷、痕跡等に関する状況.....	25
2.4.1	鉄道施設の損傷及び痕跡等の状況.....	25
2.4.2	車両の損傷及び痕跡等の状況.....	26
2.5	乗務員等に関する情報.....	26
2.5.1	乗務員に関する情報.....	26
2.5.2	指令員に関する情報.....	27
2.6	コンテナへの積荷の積載等に関する情報.....	27
2.6.1	コンテナへの積荷の積載等の概要.....	27
2.6.2	偏積防止に係る対応に関する情報.....	30
2.6.3	JR貨物大竹営業所の対応に関する情報.....	33
2.6.4	偏積の確認体制に関する情報.....	34
2.6.5	積荷関連会社の情報共有に関する情報.....	34
2.7	運転取扱いに関する情報.....	36
2.7.1	事故現場付近の運転取扱いに関する情報.....	36
2.7.2	協調運転に関する情報.....	36
2.7.3	列車防護の取扱いについて.....	36
2.7.4	列車の運行管理の受委託に関する情報.....	37

2.8	教育訓練に関する情報.....	39
2.9	貨車の車両運動シミュレーションに関する情報.....	40
2.9.1	車両運動シミュレーションの条件に関する情報.....	40
2.9.2	車両運動シミュレーション結果に関する情報.....	40
2.10	過去に発生した列車脱線事故に関する情報.....	41
2.11	列車無線に関する情報.....	43
2.11.1	無線交信に関する情報.....	43
2.11.2	列車無線の現車試験に関する情報.....	43
2.12	気象に関する情報.....	45
3	分析.....	45
3.1	脱線車両等に関する分析.....	45
3.1.1	脱線地点.....	45
3.1.2	脱線時の時刻及び走行速度.....	46
3.2	運転取扱いに関する分析.....	46
3.2.1	走行速度に関する分析.....	46
3.2.2	協調運転に関する分析.....	46
3.3	車両に関する分析.....	47
3.3.1	本件貨車の状況.....	47
3.3.2	事故前の本件貨車の状況.....	47
3.3.3	本件貨車の積荷の状況.....	48
3.3.4	積車状態での輪重比の状況.....	48
3.4	軌道に関する分析.....	48
3.5	積載に関する分析.....	49
3.5.1	偏積の認識に関する分析.....	49
3.5.2	偏積の確認体制に関する分析.....	49
3.5.3	偏積が確認された場合の措置に関する分析.....	50
3.6	脱線に関する分析.....	51
3.6.1	偏積の関与.....	51
3.6.2	軌道変位の関与.....	51
3.6.3	まくらばねダンパの減衰特性の関与.....	51
3.6.4	乗り上がり要因に関する分析.....	51
3.7	列車が停止したことに関する分析.....	52
3.8	列車防護が執られなかったことに関する分析.....	53
3.9	列車無線で通話できなかったことに関する分析.....	55
4	結論.....	55

4.1	分析の要約.....	55
4.2	原因.....	57
5	再発防止策.....	58
5.1	必要と考えられる再発防止策.....	58
5.2	事故後にJR貨物が講じた措置.....	59
5.3	事故後にJR西日本が講じた措置.....	60
5.4	事故後に国土交通省が講じた措置.....	60

添 付 資 料

付図1	山陽線路線図.....	62
付図2	事故現場付近の地形図.....	62
付図3	事故現場の概況.....	63
付図4	事故現場付近の略図.....	64
付図5	事故現場の脱線の痕跡 その1.....	65
付図6	事故現場の脱線の痕跡 その2.....	65
付図7	脱線の状況 その1.....	66
付図8	脱線の状況 その2.....	66
付図9	本件貨車の損傷状況.....	67
付図10	本件貨車の配管の損傷状況.....	68
付図11	台車の損傷状況 その1.....	69
付図12	台車の損傷状況 その2.....	69
付図13	数値シミュレーションによる解析結果 その1.....	70
付図14	数値シミュレーションによる解析結果 その2.....	71
付図15	脱線の要因の推定.....	72
付図16	乗り上がり要因の検討結果.....	72
付図17	本件貨車及び脱線防止ガードの動き (その1).....	73
付図17	本件貨車及び脱線防止ガードの動き (その2).....	73
付図17	本件貨車及び脱線防止ガードの動き (その3).....	74
付図17	本件貨車及び脱線防止ガードの動き (その4).....	74
付図18	主な車両配管破損位置と脱線防止ガードの関係.....	75
付図19	圧力計のブレーキ管圧力の挙動とメカニズム (その1).....	75
付図19	圧力計のブレーキ管圧力の挙動とメカニズム (その2).....	76
付図19	圧力計のブレーキ管圧力の挙動とメカニズム (その3).....	76

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広島貨物ターミナル駅発東京貨物ターミナル駅行き25両編成の上り第1068列車は、令和3年12月28日（火）、前日の滋賀県方面の降雪の影響により、広島貨物ターミナル駅を、定刻（27日21時53分）より22時間22分遅れて、20時15分に出発した。瀬野駅通過後、前頭機関車は13ノッチ、最後部に連結した補助機関車は12ノッチを投入し、速度約52km/hで走行中、前頭機関車の運転士がブレーキ管圧力計の急降下、急上昇を認めたと同時に、ブレーキが作用し、同列車は停止した。輸送指令の指示により前頭機関車の運転士が降車して列車を点検したところ、12両目（車両は機関車を含め前から数え、前後左右は列車の進行方向を基準とする。）の前台車の全2軸が左側に脱線していた。

列車には前頭機関車に1名、補助機関車に1名が乗務していたが、負傷はなかった。

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、令和3年12月28日、本事故の調査を担当する主管調査官ほか2名の鉄道事故調査官を指名した。

中国運輸局は、本事故調査を支援するため、職員を事故現場等に派遣した。

1.2.2 調査の実施時期

令和3年12月29日～31日 現場調査、車両調査及び口述聴取

令和4年1月14日、2月10日、3月30日～31日 車両調査

令和4年1月25日～5月13日 積載調査

令和4年5月11日～12日、26日～27日、7月3日～4日 車両調査及び口述聴取

1.2.3 経過報告

令和4年12月22日、その時点までの事実調査結果に基づき、国土交通大臣に対して経過報告を行い、公表した。

1.2.4 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 乗務員及び指令員の口述

事故に至るまでの経過は、日本貨物鉄道株式会社（以下「JR貨物」という。）の上り第1068列車（以下「本件列車」という。）の前頭機関車の運転士（以下「運転士A」という。）及び補助機関車の運転士（以下「運転士B」という。）並びに西日本旅客鉄道株式会社（以下「JR西日本」という。）の輸送指令員（以下「指令員A」という。）、本線指令長（以下「指令長」という。）及び運用指令員（以下「指令員B」という。）の口述によれば、概略次のとおりであった。

(1) 運転士A

運転する予定の機関車は貨車と連結されていた。広島貨物ターミナル駅で出区点検^{*1}を行った後、最後部に補助機関車が連結された。運転士Bが「無線機のテストをお願いします」と連絡してきたので、無線機のテストを補助機関車の運転士Bと相互に行ったところ、特に異常はなかった。信号所から「出発信号機の進路をとるので確認して発車してください」と無線で連絡があったため「了解しました」と返答した。

広島貨物ターミナル駅を20時15分ごろに発車した後、列車に異常等はなかった。中野東駅を通過したぐらいで運転士Bから「列車状態異常ありません」と無線機で連絡があったので、「列車状態異常なし、了解しました」と返答した。そのときは13ノッチで走行していた。瀬野駅の場内信号機を過ぎた後、曲線の速度制限が65km/hであるため、12ノッチに戻し、道路の跨線橋^{こせんきょう}を過ぎてから、運転士Bに「12ノッチを入れてください」と連絡した。前頭機関車及び補助機関車ともに12ノッチでしばらく走行していたが、少し重たいと思ったので、前頭機関車のノッチを13ノッチに上げた。その後、瀬野西トンネル（以下「本件トンネル」という。）を走行したところで速度が51～52km/hに低下してきた。本件トンネル付近はいつも速度が低下するので、そのまま進んで走行したが、本件トンネルを出て橋りょうを渡る辺りで、ガタッという衝動があった。過去の経験から、空転か滑走かなと思ったが、その直後にブレーキの排気音がしたので、ブレーキ管圧力^{*2}の針を見た。ブレーキ管圧力が下がったので後部から非常ブレーキが掛かったと思

*1 「出区点検」とは、運転士が車両基地などから列車を出発させる前に、車両状態の確認（各機器類の動作確認、搭載用品の確認、車内点検、ブレーキ試験など）を行うことをいう。

*2 「ブレーキ管圧力」とは、ブレーキの強さを指令する空気配管（BP (brake pipe)）の空気圧をいい、通常は490kPaの一定圧力に保たれ、ブレーキ管を減圧するとブレーキが掛かり、増圧するとブレーキが緩む。

い、TE^{*3}（列車緊急防護装置）を押そうと手を伸ばした。しかし、すぐにブレーキ管圧力が上昇して400kPa ぐらいまで戻ったので、TEを押すことを迷っていたら列車が停止した。ブレーキ管圧力の針は一瞬で降下した。この針の動きは、訓練のときに映像で見た動きと比べて速かったと思う。このとき、自弁^{*4}ハンドルは「運転」位置であった。

列車停止後、ブレーキを8ノッチまで入れた。無線機で運転士Bに「ノッチオフするように」と連絡したが、返答はなかった。その後、指令に「ブレーキが動作して止まった」と連絡した。列車停止後にTEと防護無線は扱っていない。

運転台のモニタ表示装置を見ると、『元ダメ圧低下』の表示が出るとともに当該のランプが点灯し、元空気タンク圧力（以下「MR圧^{*5}」という。）は220kPa まで落ちていたが、少しずつ上がっていた。その旨を指令に報告した後、指令の指示により、ブレーキ操作をしながら、MR圧やブレーキ管圧力の値を報告した。その後、指令からの指示により、床下に降りて車両点検に向かった。床下に降りるときに無線機で運転士Bを何回か呼んだが、連絡がとれなかった。なお、車両点検を行っているときは、手歯止めは使用していない。

列車降車後、先頭から順番に車両を点検したところ、12両目の貨車（以下「本件貨車」という。）前台車の全2軸が脱線していたため、その旨を指令に伝えた。さらに、橋りょう上の線路の線間に設置してあったエキスパンドメタル^{*6}が損傷していること、脱線防止ガード^{*7}が脱線した貨車に絡まっていることも指令に伝えた。

瀬野駅から八本松駅間を走行する際に、前頭機関車のノッチは、補助機関車に指示したノッチと同等以上のノッチにして運転することを、普段から心掛けていた。

(2) 運転士B

広島貨物ターミナル駅構内の補助機関車が留置してある場所に行き、車両の出区点検をした。19時15分ごろに、補助機関車を貨車と連結した。本

*3 「TE（列車緊急防護装置）」とは、one Touch operative Emergency device の略称で、ワンタッチのスイッチを押すことにより、力行停止、非常ブレーキ動作、気笛吹鳴、信号炎管点火、防護無線発報、砂まき、パンタグラフ降下、機関停止等を同時に行う装置のことをいう。

*4 「自弁」とは、自動ブレーキ弁の略称で、ブレーキ管圧力を増減するために操作する弁のことをいい、列車の編成全体のブレーキを作用させるために操作する。「運転」位置では、編成列車のブレーキを緩め、列車引通しのブレーキ管へ490kPaの圧力が供給される。

*5 「MR圧」とは、ブレーキ等を作用させるための圧縮空気を蓄える元空気タンクの圧力をいう。

*6 「エキスパンドメタル」とは、鉄板を引き延ばして製作した鋼製菱目網をいう。

*7 「脱線防止ガード」とは、脱線による重大事故を防止するために、レールと並行して軌間内に設けられるL型鋼のガード装置をいう。

件列車として広島貨物ターミナル駅を出発した後、補助機関車のノッチ扱いをせずに本件列車の走行状態を監視していた。途中の中野東駅で、運転士Aに無線機で「列車状態異常ありません」と連絡した。運転士Aからは、「列車状態異常なし、了解しました」と返答があった。その後も車両に異常はなかった。補助機関車が瀬野駅構内を走行しているときに、運転士Aから「12ノッチを入れてください」と連絡があったので、「12ノッチ了解しました」と返答して、ノッチを12ノッチまで上げた。12ノッチの投入が完了したとき、補助機関車は瀬野駅構内を出たところだった。そして、「12ノッチ投入しました」と運転士Aに連絡すると、「12ノッチ投入、了解しました」と返答があった。このときの速度は60km/hぐらいだった。

上り勾配になるので、速度は徐々に落ちていったが、いつもどおりだった。走行中にブレーキ管圧力の針が下がったことを認めたので、運転士Aがブレーキを操作したと思った。運転席に座っている状態では、ブレーキ管圧力の針が視界に入るので、ブレーキが作動しているときに、その針を一瞬だけ見た。ブレーキ管圧力は一瞬で下がった。その後はずっとゼロに近い値だった。ブレーキ管圧力の低下を認めたので、ノッチをオフにしたところ本件列車は停止した。

補助機関車が止まった位置は本件トンネル内であった。前頭機関車からの無線は一切聞こえなかった。無線機から指令の声が聞こえたので、運転士Aが指令に連絡していたと思う。指令が、「MR圧が低下している」と言っていたので、車両故障と思った。

その後、指令から無線で呼ばれて応答したが、通じていないようだった。沿線電話機がないか周りを確認したが、見付けることができなかった。降車して業務用携帯電話を確認したところ、電波が入ったので、指令に連絡した。指令から、「補助機関車のMR圧はいくらか」と聞かれたため、「所定圧力で」と答えた。次に「EBの動作はあるか」と聞かれ、「ありません」と返答した。また、「本件トンネル内は無線が通じない」と伝えた際、指令からの連絡で本件列車が脱線していることが分かった。

(3) 指令員A（輸送指令）

無線機で、運転士Aから「瀬野駅から八本松駅の間でブレーキが動作して停車しました。モニタには『元ダメ圧低下』のランプが点灯しています」と

一報を受けた。運転士Aに、ATS^{*8}とEB^{*9}が動作していないか確認したが、動作していないとのことであった。その後、運転士Aに「ブレーキを非常位置にしてください。列車無線での通話は途切れるので、携帯電話で連絡をください」と伝えた後、連絡を受けた携帯電話が運転士Aからの一報であることを確かめて、席の後方に来ていた指令員Bに引き継いだ。

運転士Aからの報告では、非常ブレーキや脱線という言葉は聞いていない。MR圧が低下したとのことだったので、元空気管が破損しているか、ブレーキホースが外れてブレーキが動作した車両故障であると思い、列車防護が必要であるとは考えなかった。運転士Aから列車防護を扱ったとは聞いていない。

上り線の後続列車と下り線の対向列車を進入させないように列車抑止手配を執ったが、いつ行ったかは覚えていない。

(4) 指令長

休憩のため席から離れた場所にいたところ、指令員Aが無線機で話している声が聞こえ、車両故障が発生していることを認識した。すぐに席に戻り指令員Aから受けた報告によると、運転士Aがブレーキを扱ったのではなく、ブレーキ管圧力が減少して本件列車が停止したということだった。また、ATSやEBの動作はなく、非常ブレーキも動作していないということだった。

そのため、車両故障が発生したと認識し、運転士Aに連絡して運転席の圧力ゲージを確認することと、運転士Bと連絡を取ることを、指令員Aに指示した。運転士Aからは、MR圧とブレーキ管圧力は正常であり、ブレーキ管圧力については、正常値が490kPaであるが、200kPaから徐々に上昇しているとのことであった。その頃から、近くに来ていた指令員Bが指令員Aから代わり、運転士Aに車両の状態を確認した。指令員Bと、車両故障の可能性があると協議していたときに、補助機関車の状況を確認したかったので、前卓の指令員に向かって、再度、運転士Bと連絡を取るよう指示したが、無線機での応答がないとのことであった。その後、しばらくして、運転士Bから電話がかかってきたので、状況を確認したところ、補助機関車の圧力ゲージに異常がなかったとのことであった。前後の機関車に異常がないこと

*8 「ATS」とは、自動列車停止装置のことであり、Automatic Train Stopの略称で、列車が停止信号機に接近した際、地上からの制御信号により運転室内に警報ベルを鳴らして運転士に注意を喚起し、自動的にブレーキを動作させて列車を停止信号機の手前に停止させる装置をいう。

*9 「EB」とは、非常停止装置のことであり、Emergency Brake Deviceの略である。運転士が力行ハンドル操作、ブレーキハンドル操作、気笛吹鳴、砂まき等の運転操作又はEB装置のリセットスイッチを押し込むという操作を60秒間全く行わない場合に、運転士に対して警報ブザーを鳴動させる。その後、さらに5秒間運転操作等が行われないうちに、運転士に異常があったものとみなして、安全が確保されるよう、非常ブレーキを動作させる装置である。

が分かったので、貨車のホースが外れた等の可能性があるとして判断して、車両点検を行うこととした。隣接線の支障について、運転士Aから特に報告はなかったので、車両点検のために隣接している下り線の抑止を指令員Aに指示した。

下り線の抑止については、列車停止から20分ぐらい経過していたと思う。上り線の抑止については、車両に異常があると判断した時点で、指令員Aが、線路閉鎖ではなく、信号機抑止という扱いで、下り線よりも前に、瀬野駅で抑止を掛けたことをモニターで確認した。それは、通常、指令長の指示は関係なく指令員が行っている。

本件列車が停止したと運転士Aから連絡があった直後に、下り列車が1本通過した。その後、運転士Aを車両点検に降ろすという判断をしたときに、1本の下り列車が八本松駅を発車していたので、同列車が通過してから車両点検をすることにし、指令員Aに下り線の列車抑止を指示した。

運転士から非常ブレーキが動作したという報告があった場合は、列車分離が考えられるので、すぐに隣接している下り線の対向列車や後続列車を抑止する。それは指令員にとっての列車防護である。そして、下り線に進入する列車と衝突する危険があるため、運転士に防護無線のスイッチを押すように指示する。今回の事象では、運転士Aから非常ブレーキという報告がなかったので、列車抑止のタイミングが上下線ですれていますが、下り線は、列車防護ではなく、乗務員が車両点検をできるように安全を確保するための抑止である。

なお、JR貨物の列車に関して、‘運転中、ブレーキ操作を行わない状態でブレーキ管圧力の降下を認めた場合の取扱い’について規定されたものはないと思う。

山陽線では列車無線が届かないところはないと認識している。

(5) 指令員B（運用指令）

運転士Aから指令員Aに連絡が入ったとき、運用指令の席に座っていた。運転士Aと指令員Aの無線のやり取りや、指令長と指令員Aが話している内容から、本件列車のブレーキが動作し、MR圧が上昇しないということを確認した。車両故障と思い、指令員Aの付近に移動した。その後、指令員Aから電話を受け取り、業務を引き継いだ。

運転士Aに、ブレーキを非常位置にした状態でMR圧を確認するように伝えたところ、MR圧の上昇速度が遅いとのことであった。さらに、運転士A

がブレーキを保ち位置^{*10}にすると、ブレーキ管圧力が減少したので、ブレーキ管に不具合があると認識した。その後は、ブレーキ管の不具合の可能性が高いため、車両の床下を点検したい旨を指令長に伝えた。列車抑止手配前に、下り線を1本通過するまで待つようにとのことだった。列車抑止手配が終了後、運転士Aに床下点検に行くように指示した。その後、運転士Aから、本件貨車の前台車の第1軸と第2軸が左側に脱線していると連絡があった。

運転士Aから非常ブレーキという言葉はなく、ATSの動作はないとのことであった。

(付図1 山陽線路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場の概況、付図4 事故現場付近の略図 参照)

2.1.2 運転状況記録装置に関する情報

本件列車の機関車には、0.2秒ごとに、時刻、速度、力行^{りきこう}ノッチ及びブレーキ指令の操作状況、ブレーキ管圧力の状況等を記録することができる運転状況記録装置が装備されている。

同装置の記録によれば、本事故発生前後の本件列車の運転状況の概略は、表1のとおりであった。

表1 本事故発生前後の運転状況

運転状況記録装置の記録							本件列車 の 先頭位置	備考
時刻	前頭機関車 (EF210-2)			補助機関車 (EF210-313)				
	速度 (km/h)	力行 ノッチ	ブレーキ 管圧力 (kPa)	速度 (km/h)	力行 ノッチ	ブレーキ 管圧力 (kPa)		
20:31:13.6	55.5	12	490.3	54.5	オフ	495.1	290k069m 付近	前頭機関車が瀬野 駅を通過
20:31:44.4	59.0	12	490.3	58.5	オフ	495.1	289k576m 付近	補助機関車が瀬野 駅を通過
20:32:13.0	60.5	12	490.3	60.0	12	500.0	289k101m 付近	補助機関車のノッ チ位置は、ブレーキ

*10 「保ち位置」とは、ブレーキをかけた後で編成車両のブレーキだけ緩め、機関車のブレーキをそのまま保つ場合に使用するブレーキ弁ハンドルの位置をいう。

20:34:13.2	53.5	13	490.3	53.5	12	500.0	287k131m 付近	管圧力減圧開始までの間、12ノッチのままであった。
20:36:13.2	53.0	13	490.3	52.0	12	500.0	285k326m 付近	前頭機関車が事故現場付近を通過
20:36:29.8	52.0	13	490.3	52.0	12	500.0	285k083m 付近	本件貨車が事故現場付近を通過
20:36:53.0 ～ 20:36:53.4	50.5	13	490.3	50.0	12	500.0	284k992m 付近 ～ 284k986m 付近	本件貨車が、本件貨車に絡まった脱線防止ガード上を通過
20:36:54.0	51.0	13	485.5	50.0	12	495.1	284k736m 付近	ブレーキ管圧力減圧開始
20:37:04.6	0	オフ	293.2	0	オフ	0	284k653m 付近	列車停止

※ 時刻は、標準時の時刻に補正している。

運転状況記録装置のデータについて、本件列車が事故現場を通過する手前から停止するまでの間における、前頭機関車及び補助機関車の速度を図1に示す。また、これらの速度データを用いて、相対速度及び相対加速度について、前頭機関車から補助機関車を引いて算出した結果を図2に示す。さらに、ブレーキ管圧力の値を図3に示す。

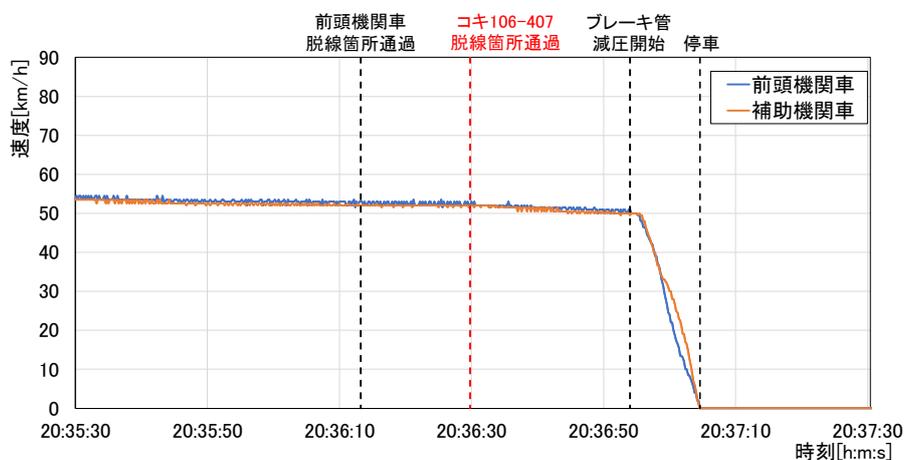


図1 前頭機関車及び補助機関車の速度

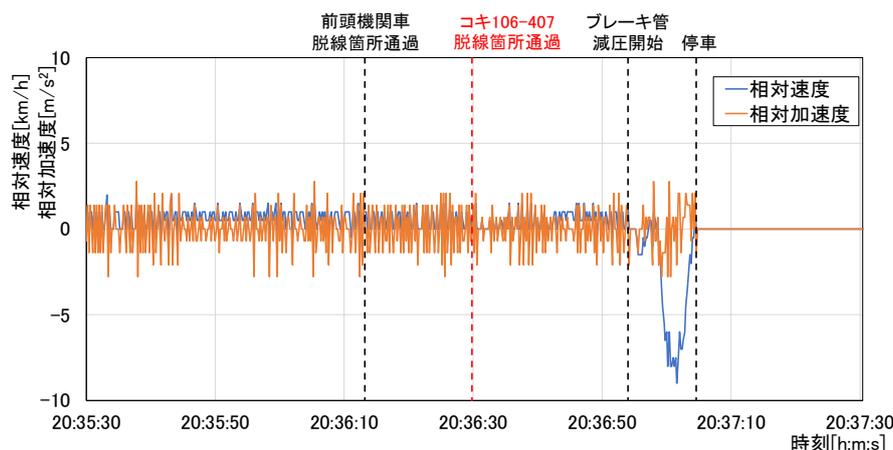


図2 前頭機関車と補助機関車との相対速度及び相対加速度
(前頭機関車－補助機関車)

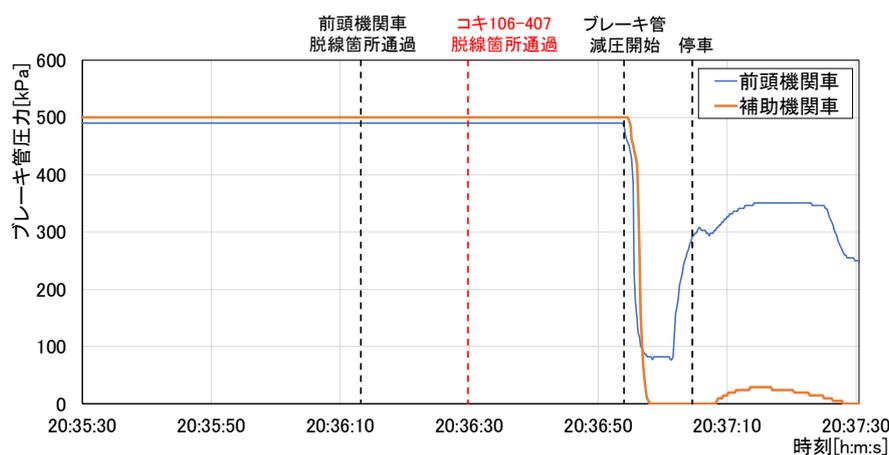


図3 前頭機関車及び補助機関車のブレーキ管圧力

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 事故現場等に関する情報

- (1) 本件列車が脱線して停止したのは、瀬野駅～八本松駅間で前頭機関車の前端が284k653m付近、補助機関車の後端は285k172m付近であった。なお、補助機関車の停止位置は本件トンネル内であった。
- (2) 本件貨車の前台車の中心は284k881m付近に停止しており、同台車の全2軸（第1軸及び第2軸）が左側に脱線していた。各車輪のレールからの距離は、図4に示す脱線車輪とレールの関係図において、第1軸左車輪：

約100mm、第1軸右車輪：約50mm、第2軸左車輪：約110mm、第2軸右車輪：約60mmであった。

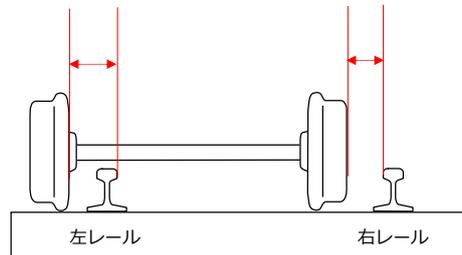


図4 脱線車輪とレールの測定位置

- (3) 瀬野駅～八本松駅間の右曲線（半径300m）内の285k326m付近から本件貨車の停止位置までのまくらぎに車輪が走行したとみられる痕跡が続いていた。
 - (4) 瀬野駅～八本松駅間の右曲線（半径300m）内の285k331m付近から285k326m付近までには、左レール（外軌）上に軌間内側から外側へと斜めに横切る車輪によるものとみられる痕跡があった。また、285k331m付近の右レール付近に、延長約3.5mの噴泥^{*11}が認められた。
 - (5) 本件列車の16両目の停止位置付近の2か所に、本件貨車のブレーキ管が落下していた。
 - (6) 先行列車の運行状況は、20時28分ごろに上り第1854M列車が本事故現場付近を走行しており、同列車の運転士は、異常はなかったと口述している。
 - (7) 本件列車が停止した後、隣接の下り線を20時45分ごろに回第1691M列車、20時53分ごろに第1585M列車が通過している。
- (付図3 事故現場の概況、付図4 事故現場付近の略図、付図5 事故現場の脱線の痕跡 その1、付図6 事故現場の脱線の痕跡 その2、付図7 脱線の状況 その1、付図8 脱線の状況 その2 参照)

2.3.2 鉄道施設に関する情報

2.3.2.1 路線の概要

山陽線は、神戸駅から門司駅に至る延長534.4kmの路線及び兵庫駅から和田岬駅に至る延長2.7kmの路線から成り、軌間は1,067mmである。神戸駅～西明

*11 「噴泥」とは、一般的に長年の列車振動により粉砕されたバラスト粒、バラスト敷設時に混入した土、風等による外部から運ばれた砂等が雨水等により泥状化し、列車通過時に繰り返し負荷される荷重によりバラストの隙間を塞いでしまい、さらに道床バラスト内を伝わって表面に噴出する現象をいう。

石駅間及び海田市駅～広島貨物ターミナル駅間は4線、西明石駅～海田市駅間及び広島貨物ターミナル駅～下関駅間は複線、兵庫駅から和田岬駅間は単線であり、事故現場のある瀬野駅～八本松駅間は複線区間である。運転保安設備は自動閉そく式であり、ATSが設置されている。列車運行管理はCTC^{*12}が導入されている。なお、JR貨物は、第二種鉄道事業者^{*13}として、貨物列車の運行を行っている。

(付図1 山陽線路線図、付図2 事故現場付近の地形図 参照)

2.3.2.2 線路に関する情報

- (1) 事故現場付近の軌道は、60kg レール及びPCまくらぎが使用されたバラスト軌道である。
- (2) 事故現場付近の線形は、285k681mから285k242mまでが半径300mの右曲線である。このうち、285k606mから285k322mまでは円曲線であり、その前後の285k681mから285k606mまで及び285k322mから285k242mまでは緩和曲線である。本件曲線のカント^{*14}は78mm、スラック^{*15}は0mmに設定されている。

本件曲線から本件列車停止位置付近までの間は、285k150mから284k880mまでが半径300mの左曲線である。このうち、285k075mから284k950mまでは円曲線であり、その前後の285k150mから285k075mまで及び284k950mから284k880mまでは緩和曲線である。カントは78mm、スラックは0mmに設定されている。

また、284k774mから284k045mまでが半径300mの左曲線である。このうち、284k704mから284k112mまでは円曲線であり、その前後の284k774mから284k704mまで及び284k112mから284k045mまでは緩和曲線である。カントは79mm、スラックは0mmに設定されている。

- (3) 事故現場付近の勾配は、本件列車の進行方向を基準として、286k411mから285k224mまでが22.5%の上り勾配となっている。事故現

*12 「CTC」とは、列車集中制御装置のことであり、Centralized Traffic Control の略称で、1地点（中央の制御所）から広範囲な区間の多数の信号設備（被制御所である各駅の信号機など）を遠隔制御することを可能とした列車の制御方式又は装置をいう。

*13 「第二種鉄道事業者」とは、他人の需要に応じ、自らが敷設する鉄道線路以外の鉄道線路を使用して鉄道による旅客又は貨物の運送を行う事業者をいう。（鉄道事業法第2条第3項）

*14 「カント」とは、曲線を走行する際の遠心力が走行安全性及び乗り心地に悪影響を及ぼさないよう設定された、曲線外側のレールと内側のレールとの高低差をいう。

*15 「スラック」とは、車輪の輪軸（車輪と車軸とを組み立てたもの）が無理なく曲線を通過できるよう、曲線中の軌間を拡大する量をいう。

場付近から本件列車停止位置付近までの勾配は、285k224mから284k821mまでは上り22.0%、284k821mから284k729mまでは上り22.5%、284k729mから284k090mまでは上り22.3%である。

(4) 事故現場付近から本件列車停止位置までの間には、285k191mから285k095mまでに本件トンネルがあり、284k982mから284k935mまでに^{ひさいはら}久井原瀬野川橋りょう、284k864mから284k858mまでに大山架道橋、284k723mから284k717mまでに大山第4橋りょうがある。

(5) 事故現場付近の上り線の軌道には、286k304mから285k231mの間において、隣接線保護のために左レール（外軌）の軌間内側に脱線防止ガードが設置されていた。なお、急曲線低速走行時の乗り上がり脱線防止対策として、乗り上がりに対する余裕がない場合（推定脱線係数比^{*16}により評価）、右レールの軌間内側に脱線防止ガードが設置される場合があるが、この区間は設置が必須ではないと評価されているため、右レール（内軌）の軌間内側に脱線防止ガードは設置されていない。

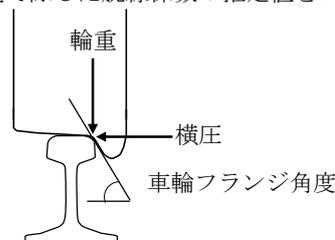
(付図1 山陽線路線図、付図2 事故現場付近の地形図、付図3 事故現場の概況、付図4 事故現場付近の略図 参照)

2.3.2.3 運転保安設備に関する情報

事故現場付近は、自動閉そく式の閉そく装置^{*17}及びATSが設備されている。山陽線の事故現場付近の運行管理は、第一種鉄道事業者^{*18}であるJR西日本の広島総

*16 「推定脱線係数比」とは、急曲線低速走行時の乗り上がり脱線防止対策として、脱線防止ガード等の設置を検討する際に用いられる乗り上がりに対する余裕に関する評価指標であり、限界脱線係数を推定脱線係数で除して算定し、1.2を下回る曲線には脱線防止ガード等を設けることとされている。

なお、「限界脱線係数」とは、車輪フランジがレールに乗り上がる際の、車輪フランジとレールとの接触点に作用する輪重及び横圧の釣合い式から求めた、脱線係数（横圧を輪重で除した値）の限度値をいう。摩擦係数が大きいほど、また接触角度（車輪フランジ角度）が小さいほど限界脱線係数の値は低下する。脱線係数が限界脱線係数より大きな値をとった場合、脱線する可能性が生じる。また、「推定脱線係数」とは、輪重横圧推定式を用いて計算した曲線外軌側の横圧を輪重で除した脱線係数の推定値をいう。



*17 「閉そく装置」とは、1つの区間を1つの列車だけの運転に占有させ、他の列車を同時に運転させないために施行する運転の方式を採る装置をいう。

*18 「第一種鉄道事業者」とは、自ら鉄道線路を敷設等して、旅客又は貨物の運送を行う事業者をいう。（鉄道事業法第2条第2項）

合指令所でPRC^{*19}の遠隔制御によって行われている。

2.3.2.4 鉄道施設の定期検査等に関する情報

(1) 軌道変位の定期検査

JR西日本では、軌道の定期検査については、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」（平成13年国土交通省令第151号）に基づき、同社が近畿運輸局へ届け出ている「線路構造実施基準規程」に、1年に1回の頻度で軌道変位検査及びまくらぎ検査等を行うと規定されている。

このうち軌道変位検査は、JR西日本の社内規程である「軌道構造整備準則」に定める検査と併せて当該区間では年4回の頻度で高速軌道検測車による動的軌道変位^{*20}（軌間変位^{*21}、水準変位^{*22}、高低変位^{*23}、通り変位^{*24}及び5m平面性変位^{*25}）の測定を実施している。本事故発生前直近における事故現場付近の検査は、令和3年10月22日に高速軌道検測車により実施している。JR西日本の社内規程である「軌道構造整備準則」において、当該区間の線路等級は1級線に区分されており、1級線に適用される軌道変位の整備基準値は表2のとおりである。なお、軌道検測車の空車重量は39.7tである。

表2 整備基準値 (単位：mm)

軌道変位の種類	整備基準値
軌 間	・直線及び半径600mを超える曲線 20 (14)
	・半径200m以上600mまでの曲線 25 (19)
	・半径200m未満の曲線 20 (14)
水 準	平面性に基づき整備を行う。
高 低	23 (15)
通 り	23 (15)

*19 「PRC」とは、自動進路制御システム（Programmed Route Control）の略称であり、列車ダイヤに基づき、CTC（列車集中制御装置）区間の全被制御駅における全列車に対する進路制御を自動的に行うものをいう。

*20 「動的軌道変位」とは、列車荷重（又はそれに準ずる荷重）を積荷した状態における軌道変位をいう。

*21 「軌間変位」とは、軌間内側面間の距離から左右レールの基本寸法（1,067mm）及びスラックを除いたものをいう。

*22 「水準変位」とは、左右レールの高さの差のことをいう。また、曲線部でカントが設定されている場合にはカントを差し引いた値のことをいう。

*23 「高低変位」とは、レール頭頂部の長さ方向での凹凸をいい、一般的には長さ10mの糸をレール頭頂面に張ったときの、その中央部における糸とレールとの垂直距離のことをいう。

*24 「通り変位」とは、レール長さ方向の左右の変位で、一般に10m弦正矢^{せいや}の値で表され、曲線部では曲線半径に応じた正矢を差し引いた値をいう。

*25 「平面性変位」とは、レール長さ方向の2点間の水準の差をいい、平面に対する軌道のねじれ状態を表す値のことをいう。2点間の距離が5mであれば、5m平面性変位という。

5 m平面性	23 (18) (カントの遞減量を含む)
--------	----------------------

※ 数値は、高速軌道検測車による動的値を示す。ただし、かっこ内の数値は、静的値を示す。

※ 平面性は、5 m当りの水準変化量を示す。

※ 曲線部におけるスラック、カント及び正矢量（縦曲線を含む。）は含まない。

また、JR西日本の社内規程である「軌道構造整備準則」において、貨物列車が運行される区間については複合変位^{*26}を管理することとされ、複合変位は表3に示す種別により整備することとされている。なお、変位量は絶対値で管理している。

表3 整備対象となる複合変位

原文ママ 狂いの種別	変位の 対象延長	対象の変位及び箇所数	
		変位量	変位の箇所数
A	80 m	18 mm	4 箇所
B	60 m	21 mm	3 箇所
C	30 m	25 mm	2 箇所
D	---	35 mm	1 箇所

備考 (ア) 高速軌道検測車の測定記録の複合変位が上の表の値以上になったものを対象とする。

(イ) 最高速度45 km/h以下の線区は除く。

(ウ) 貨物列車運転線区の一般軌道に適用される。

(エ) 複合変位の箇所は、両側レールを対象とすることとし、左右レールの複合変位が10 m以上離れている場合は別個の変位とする。

図5に示すように、JR西日本の社内規程である「軌道構造整備準則」に定める検査の結果は全て整備基準値内であった。水準変位の測定値から、本件貨車の軸距に近い2 m平面性変位を求めたところ、5 m平面性変位及び2 m平面性変位の脱線箇所付近に周期的な波形が認められたが、5 m平面性変位は整備基準値に対して十分な余裕があり、2 m平面性変位も特に大きなものはなかった。複合変位は、乗り上がり開始地点付近で最大18.8 mmであったが、表3に示す整備対象となる超過はなかった。ただし、脱線箇所付近に整備基準値よりも小さい変位量の周期的な複合変位が認められた。

*26 「複合変位」とは、軌道変位の管理指標の一つであり、通り変位の生じている向きに軌道面が傾くような水準変位が生じた場合に複合変位の絶対値が大きくなるように、通り変位に水準変位の1.5倍を減じるか又は加えたものである。複合変位が大きくなると、貨車のローリングや蛇行動が生じやすくなる。

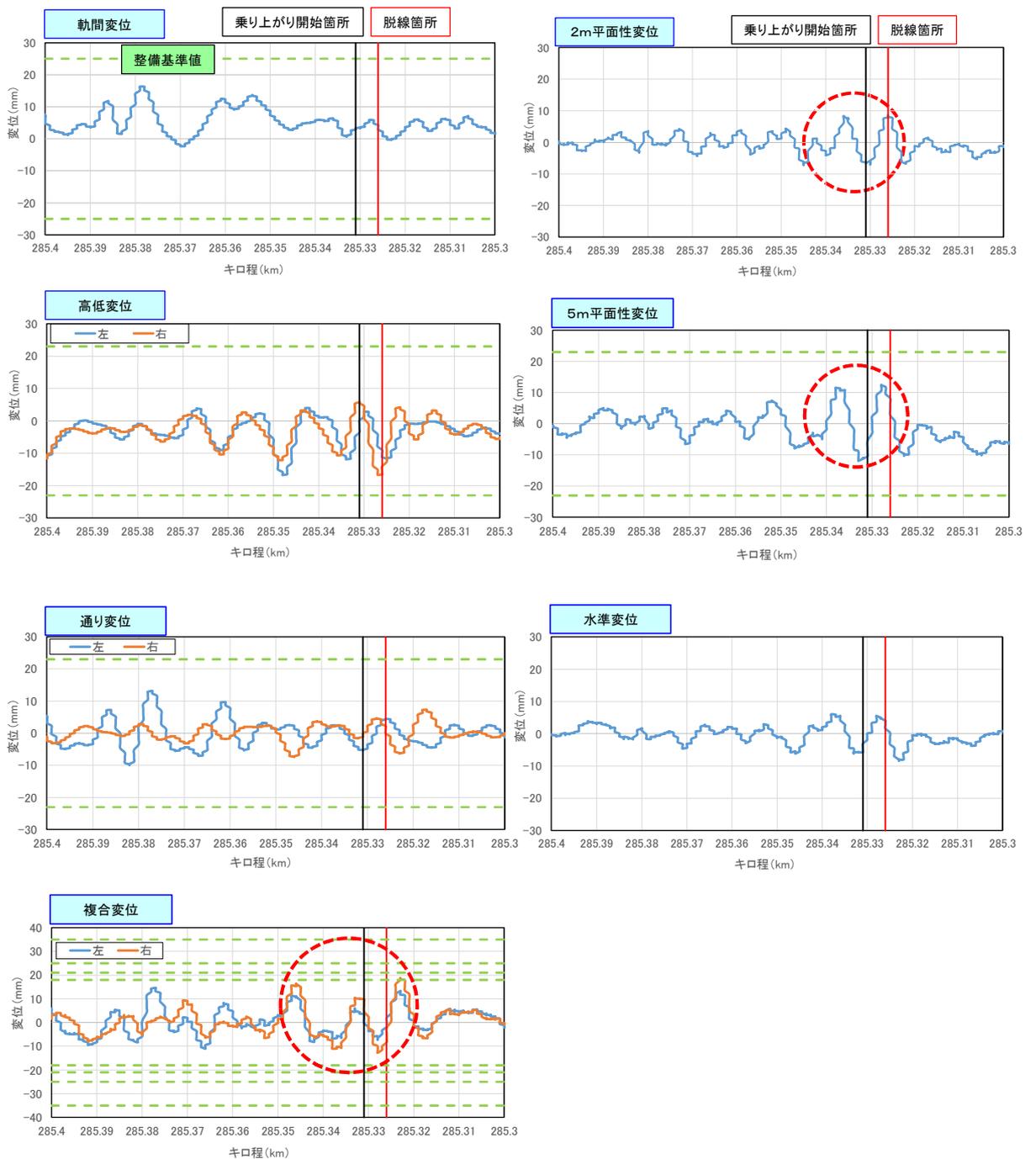


図5 本事故発生前直近の動的軌道変位測定結果

また、本事故発生後に、事故現場付近の手検測（糸張り）で静的軌道変位^{*27}の測定を実施したところ、測定された数値は全て整備基準値内であった。

*27 「静的軌道変位」とは、人力による糸張りや軌道検測装置等により測定される、列車荷重（又はそれに準ずる荷重）を積荷しない状態における軌道変位をいう。

(2) 軌道部材の定期検査

レール、まくらぎ及び道床・路盤等の軌道部材の定期検査については、JR西日本の「線路構造実施基準規程」に1年ごとに行うと規定されている。事故現場付近における本事故発生前直近の軌道部材の検査については、それぞれ、レール一般検査（損傷・腐食）（令和3年10月）、まくらぎ材料検査（令和3年8月）、橋まくらぎ材料検査（令和3年7月）及び道床材料検査（令和3年9月）を実施しており、いずれも異常は記録されていなかった。

また、事故現場付近の最大レール摩耗量は、令和3年12月25日に実施された測定結果によると、左レール6.3mm、右レール2.9mmであり、「線路構造実施基準規程」に定められたレール交換基準（60kgレール：17mm）未満であった。

（付図3 事故現場の概況、付図5 事故現場の脱線の痕跡 その1、付図6 事故現場の脱線の痕跡 その2 参照）

2.3.3 車両に関する情報

2.3.3.1 車両の概要

本件列車は、前頭機関車（EF210形式）が、コンテナを積載した貨車（コキ104形式、コキ106形式及びコキ107形式）23両及び補助機関車（EF210形式）をけん引して25両編成で運行していた。本件列車の編成図は図6に示すとおりであった。JR貨物は、広島貨物ターミナル駅～西条駅間の上り列車において補助機関車を後部に連結した協調運転^{*28}を行っている。また、脱線した貨車は、本件列車の12両目のコキ106—407であり、コキ106形式の主要諸元は表4のとおりである。

*28 「協調運転」とは、編成車両中の運転席相互間で連絡を取りながら、ノッチやブレーキ扱いなどの運転操作を行って、連結部に負担を掛けないように運転することをいう。

←広島方

東京方→



図6 本件列車編成図

表4 コキ106形式の主要諸元

空車重量	18.9 t ^{*29}
最大積載量	40.7 t
車両長	20.4 m
台車中心間距離	14.2 m
連結器高さ (空車時)	850 mm
台車	インダイレクトマウント台車 (コイルばね)
軸箱支持方式	軸ゴム+軸箱支持ゴム
軸ゴムのばね定数	9.720 kN/mm/軸箱
軸距	1.9 m
まくらばねの構造	コイルばね
まくらばねのばね定数	2.985 kN/mm/台車片側
まくらばねダンパの形式	OD54
左右動ダンパの形式	OD63
車輪踏面形状	修正円弧踏面
車輪のフランジ角度 ^{*30}	65°
車輪内面距離	990 mm
ブレーキ装置	応荷重式電磁自動空気ブレーキ

*29 [単位換算] 1 t = 1,000 kg (重量)、1 kg (重量) : 1 kgf、1 kgf : 9.8 N

*30 「車輪のフランジ角度」とは、車輪のフランジ面が車軸の中心軸となす最大角度をいう。一般にフランジ角度が大きいかほど脱線しにくい。

最高速度	110 km/h
製造開始年	平成9年

2.3.3.2 懸架装置^{*31}の概要

(1) 懸架装置の設計の経緯

コキ106形式は、国際海上コンテナの輸送需要の高まりを受け、平成9年から製造が開始されたコンテナ貨車である。コキ104形式からコキ106形式への構造改良時に、国際海上コンテナの積載を可能とするため、まくらばねのばね定数を大きくし、軸ばねは半円筒ゴムから、軸ゴムと軸箱支持ゴムに分割してばね定数を小さくし、レールからの振動伝達量を低減させて車体及び積荷への衝撃を和らげる設計が行われた。一方、まくらばねダンパについては、設計当初から部品の標準化を図るため、コンテナ貨車ではコキ100形式以降に用いられているOD54を使用することとして、車体への取付長を含めて見直しは行わなかった。なお、コキ100形式の設計は日本国有鉄道時代に始められており、懸架装置の設計に関する資料では、コンテナを積載していない状態（以下「空車状態」という。）と貨車に最大積載量の積荷を積載している状態（以下「最大積車状態」という。）を考慮した設計となっており、荷重が空車状態から最大積車状態までの範囲にある状態（以下「中間荷重状態」という。）を考慮した設計は行われていなかった。

その後、平成24年9月11日に江差線釜谷駅～泉沢駅間、及び平成26年6月22日に江差線泉沢駅～^{さつかり}札幌駅間で発生したJR貨物の列車脱線事故の調査において、コキ106形式以降に製造された貨車は、積載条件によっては、まくらばねダンパの減衰特性がその能力を十分発揮できない“走行安全性に対して不利な状態”が存在し、この傾向が顕著になることが明らかになり、同事故の報告書^{*32*33}で積荷の積載量にかかわらず適正な減衰が得られる懸架装置を設備することの重要性が指摘されている。JR貨物では、これらの報告書の内容を受けて、コキ106形式及びコキ107形式について、減衰性能を改善したダンパへの交換を進めているところであった。しかしながら、本件貨車については、改善したダンパへは交換されていなかった。

*31 「懸架装置」とは、車軸と車体を連結する装置で、ばねやダンパと、それらを保持するフレーム等を配置した構造であり、車軸及び車体の位置決め機能、振動の緩衝機能を持ち、走行安全性や乗り心地の確保にかかわる。

*32 運輸安全委員会：鉄道事故調査報告書RA2015-9、日本貨物鉄道株式会社 江差線 釜谷駅～泉沢駅間列車脱線事故、平成27年12月17日公表（平成24年9月11日発生）

*33 運輸安全委員会：鉄道事故調査報告書RA2015-9、日本貨物鉄道株式会社 江差線 泉沢駅～札幌駅間列車脱線事故、平成27年12月17日公表（平成26年6月22日発生）

(2) 本件貨車の懸架装置の構造

本件貨車に設備された懸架装置の位置を図7に示す。

客車に比べ貨車は空車状態から最大積車状態までの積載量の変動の幅が車体重量に比べて大きいことから、まくらばねダンパは積載重量により‘まくらばねのたわみ量によって決まるまくらばねダンパの長さ（まくらばり側ダンパ受と台車側ダンパ受の距離）’（以下「ダンパ長」という。）が変化するのに応じて減衰特性が自動的に切り替わる構造になっている。空車状態で静止したダンパ長は430mmであるが、貨車に積荷等が積載されダンパ長が415mmより縮むと減衰力が大きくなる特性（以下「積車特性」という。）に切り替わり（減衰特性が切り替わる415mmのダンパ長を、以下「特性切替長」という。）、415mmより伸びると減衰力が小さくなる特性（以下「空車特性」という。）に切り替わる構造である。このため、まくらばねダンパの減衰の特性は、静止時における減衰の特性で固定されるものではなく、走行中の車体の振動に伴って、まくらばねダンパも伸縮し“積車特性”と“空車特性”が切り替わる構造となっている。図8に空車から満載まで積載条件を変えて実施した数値解析結果に基づく改良前のダンパ（現行特性）及び改良ダンパ（改良特性）の減衰特性図を示す。改良ダンパでは空車特性を廃止し、低ピストン速度領域での減衰力を向上させるような特性となっている。

コキ106形式の諸元から、積載の状態に応じた静止時のダンパ長を計算したところ表5のとおりであった。特性切替長である415mmに縮む積載量は18.3tであり、事故発生時の積載量が各まくらばねに均等に掛かった場合、減衰特性は“積車特性”となり、大きな減衰特性を示す。

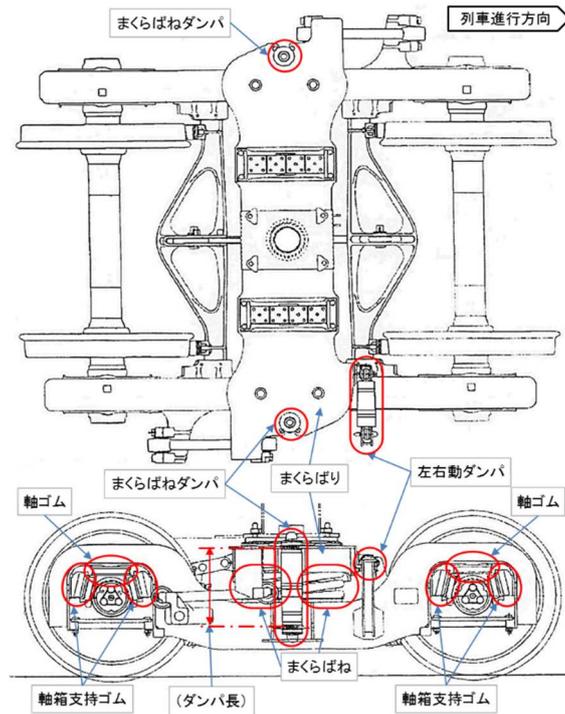


図7 本件貨車の懸架装置の位置

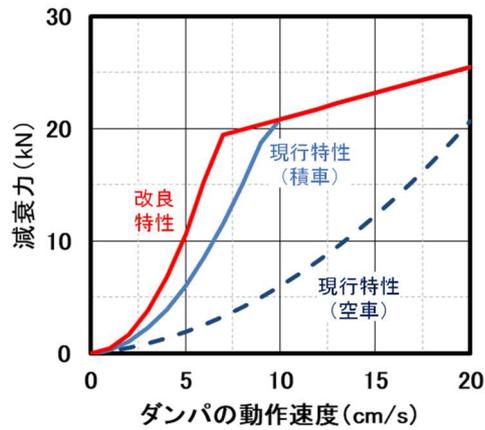


図8 減衰特性図

表5 積載の状態に応じた静止時のダンパ長 (コキ106形式)

	空車状態	まくらばね ダンパの 特性切替	事故発生時 の積載量	最大 積車状態
積載量 (t)	0.0	18.3	32.55	40.7
まくらばね変位量 (mm) (注)	0.0	15.0	26.7	32.0
ダンパ長 (mm)	430.0	415.0	403.3	398.0
まくらばねダンパの減衰	小さい			大きい

(注 まくらばねの変位量は各まくらばねに均等に荷重がかかった場合で計算)

2.3.3.3 本件貨車の状況

(1) 定期検査等の状況

本事故前直近の定期検査等の実施状況は、次のとおりであり、各検査の記録に異常を示すものは認められなかった。

新製	平成11年11月10日
全般検査	令和元年9月30日
交番検査(指定取替)	令和元年9月30日
交番検査	令和3年12月9日(車輪削正含む)
仕業検査	令和3年12月25日

なお、車輪削正後の走行距離は11,615.8kmであった。

(2) 車輪、踏面形状等の状況

本事故前直近の交番検査(令和3年12月9日)における、本件貨車の輪軸各部の測定結果によれば、車輪直径、フランジ高さ、フランジ外側面距離^{*34}及び車輪内面距離のいずれも、「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の実施に関する基準として、同省令に基づき、「JR貨物が関東運輸局に届け出ている貨車整備実施基準」(以下「貨車整備実施基準」という。)及びJR貨物の社内規程である貨車整備実施基準細則に定められた限度値(車輪直径775mm以上、フランジ高さ25.0～34.5mm、フランジ外側面距離520～527mm、車輪内面距離989～993mm)内であった。また、本事故後に測定された本件貨車の輪軸各部の寸法は、いずれも上述した限度値内であった。

また、本事故後に測定された各車輪の車輪踏面の描写記録は、打痕等により変形していた前台車の第1軸及び第2軸のフランジ先端部以外は、いずれもJR貨物の車輪図面上の形状とほぼ同じであった。

(3) 軸ゴム及び軸箱支持ゴムの状況

本事故発生直近の交番検査における本件貨車及び台車の組立寸法は整備基準値内であった。また、本件貨車の軸ゴム、軸箱支持ゴム及びまくらばねについて、本事故後のJR貨物等の調査によると、軸ゴム及び軸箱支持ゴムに損傷及び変形が確認されたが、これは事故時に過大な荷重を受けたことによる破損と推定される。

*34 「フランジ外側面距離」とは、車輪一对の中心線から、車輪踏面基準点の10mm下方位置までの水平距離をいう。

2.3.3.4 コンテナ内の積荷の積載状況

本件貨車は、12フィート背高コンテナ（20D形式）を5個積載し、コンテナの寸法は表6のとおりであり、各コンテナの積載荷重は5tである。

本事故後に積荷の状況を確認したところ、コンテナ1～5（前から順にコンテナ1～コンテナ5と付した。）には、洋紙が積載されていた。各コンテナには、洋紙が右側の壁に寄せて積載され、それぞれ進行方向左側に緩衝材であるエアバックが積まれていた。いずれのコンテナにも荷崩れは見られなかった。積荷を積載したコンテナは、大竹駅に事故発生日前日の12月27日に持ち込まれ、貨車に積載されていた。また、同日に本件列車とは別の第1094列車に連結されて広島貨物ターミナル駅まで輸送された。その後、広島貨物ターミナル駅で本件列車に連結された。

積荷の重量は、表7のとおりであり、5個のコンテナの重量の合計は、約32.55tであり、本件貨車の最大積載量である40.70t以下であった。各コンテナの左右偏積率は11.7～21.5%であり、‘集配車両の転倒防止に向けた偏積防止マニュアル’（2015年10月、公益社団法人全国通運連盟（以下「通運連盟」という。））（以下「偏積防止マニュアル」という。）に記載された、JR貨物の指針である12フィートコンテナ単体での管理目標指針10%を大きく超過していた。

なお、本件貨車の積荷の状況を図9に示す。

表6 コンテナの寸法 (単位：mm)

外法			内法			入口	
高さ	幅	長さ	高さ	幅	長さ	高さ	長さ
2,600	2,450	3,715	2,352	2,275	3,647	2,287	3,635

表7 コンテナ重量測定結果（空のコンテナは1.700t）

進行方向 順	1	2	3	4	5
コンテナ番号 ^(注)	20D-4980	20D-2951	20D-2183	20D-8564	20D-4849
重量 右側 kg	3,795	3,860	3,870	3,885	3,670
重量 左側 kg	2,860	2,610	2,500	2,595	2,900
重量 合計 kg	6,655	6,470	6,370	6,480	6,570
左右偏積率 %	14.0	19.3	21.5	19.9	11.7

(注 コンテナ番号は列車進行方向前から順に数える)

本事故後に、損傷の激しい本件貨車による輪重測定はできなかったため、本件貨車と同型式のコキ106-537を用いて測定した静止輪重及び左車輪の静止輪重比は、表9のとおりであった。

空車状態での左車輪の静止輪重比は、1.00～1.08であった。一方、本事故時に本件貨車に積まれていたコンテナを積載した状態での左車輪の静止輪重比は、0.75～0.79であり、左車輪の輪重が21～25%小さい状態であった。

貨車整備実施基準において、本件貨車であるコキ106形式は静止輪重の管理を行う対象とはなっていない。しかしながら、コンテナを積載した状態の本件貨車の左右偏積率は、偏積防止マニュアルに記載された、JR貨物の指針である貨車全体での左右偏積率の管理目標指針15%を超過していた。なお、左車輪（外軌側）の輪重は約5t、右車輪（内軌側）の輪重は約8tであった。このときのダンパ長は、図10に示すように、事故時の積載をした場合、前台車の左（外軌）側が415mm、右（内軌）側が398mmとなり、2.3.3.2に記述したダンパの切替長近傍の長さを示した。

表9 本事故後の静止輪重及び左車輪の静止輪重比

		前台車				後台車			
		第1軸		第2軸		第1軸		第2軸	
		静止輪重(kN)	静止輪重比	静止輪重(kN)	静止輪重比	静止輪重(kN)	静止輪重比	静止輪重(kN)	静止輪重比
空車状態	右車輪	20.5	1.08	20.7	1.08	22.4	1.02	22.4	1.00
	左車輪	24.2		24.2		23.0		22.5	
事故当時の積載状態	右車輪	76.6	0.79	78.2	0.79	75.1	0.78	76.0	0.75
	左車輪	50.1		50.6		48.0		45.3	

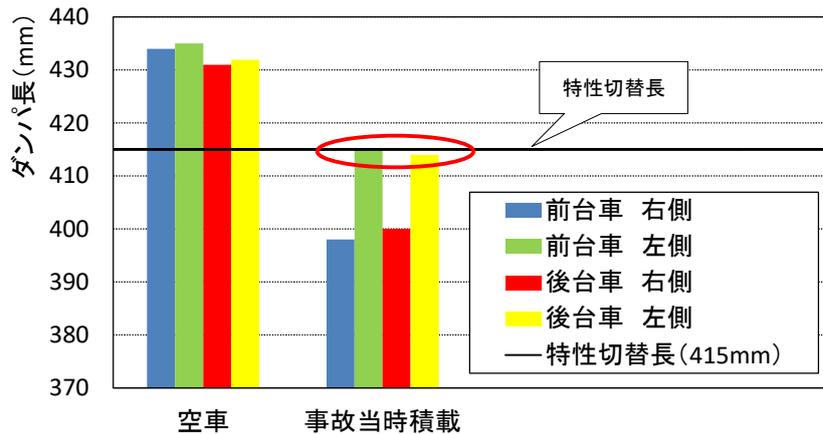


図 10 静止時のダンパ長の測定結果

2.4 鉄道施設及び車両の損傷、痕跡等に関する状況

2.4.1 鉄道施設の損傷及び痕跡等の状況

- (1) 本件曲線の 285k331m 付近から 285k326m 付近までの間に、左レール（外軌）上を軌間内側から外側へと斜めに横切る車輪によるものとみられる痕跡があった。
- (2) 本件曲線の 285k326m 付近から 284k881m 付近までの間、左レール（外軌）及び右レール（内軌）の左側に車輪が走行したことによるものとみられる痕跡が続いており、まくらぎ及びレール締結装置が損傷していた。
- (3) 脱線開始地点付近から本件貨車停止位置付近までの間、右レールの左側に敷設されていた脱線防止ガードの変形及び破損が認められた。破損した脱線防止ガードのうち、284k992m から 284k986m の間の脱線防止ガードは破損、変形した後、列車停止後の本件貨車の車体の横梁とコンテナ底部の間に挟まり、梁を支点にくの字になり、梁に巻き付くように曲がっていた。
- (4) 脱線開始地点付近から本件貨車停止位置の間におけるエキスパンドメタルに、車輪が走行したことによるものとみられる損傷及び変形が認められた。
- (5) 脱線開始地点付近から本件貨車停止位置の間において、軌道回路のレールボンド*36等に損傷が認められた。

(付図 3 事故現場の概況、付図 4 事故現場付近の略図、付図 5 事故現場の脱線の痕跡 その 1、付図 6 事故現場の脱線の痕跡 その 2 参照)

*36 「レールボンド」とは、レール間の電氣的接続を良好にするために、レールの継目部に取り付けられる部材をいう。

2.4.2 車両の損傷及び痕跡等の状況

2.4.2.1 本件貨車の損傷及び痕跡等の状況

本件貨車の主な損傷状況は、以下のとおりであった。

- (1) 前台車の車輪上方の車体下面には、脱線時及び脱線後の走行によって車輪が付けたとみられる接触痕が多数あった。
- (2) 前台車に、脱線により生じたとみられる以下の損傷等が認められた。
 - ① 前台車の第1軸について、右車輪の軸ゴム及び軸箱支持ゴムが損傷し、軸箱もり控えが曲損していた。また、左車輪の軸箱支持ゴムが損傷し、軸箱もり控えに接触痕があった。
 - ② 前台車の第2軸について、右車輪の前後にある軸ゴム及び軸箱支持ゴムが損傷し、軸箱もり控えが曲損していた。
 - ③ 全車軸（第1軸及び第2軸）の車輪踏面及びフランジに、脱線時及び脱線後に付いたとみられる多数の打痕及び擦過痕があった。
- (3) 後台車の第1軸については、左車輪の軸箱支持ゴムが損傷し、軸箱もり控えに接触痕があった。
- (4) 定圧空気タンク及び二つの供給空気タンクが損傷していた。ブレーキ管の折損、元空気管等の多くの配管の損傷が認められた。
- (5) 脱線防止ガードが、車体中央付近の横梁に巻き込んだ状態で、本件貨車の中央に積載されたコンテナと車体の間に挟まっていた。脱線防止ガードの片端（前側）は、曲損し、車体に巻き込んだ状態で、他端（後ろ側）は軌道の地面上にあった。

(付図9 本件貨車の損傷状況、付図10 本件貨車の配管の損傷状況、付図11 台車の損傷状況 その1、付図12 台車の損傷状況 その2、付図17 本件貨車及び脱線防止ガードの動き 参照)

2.4.2.2 本件貨車の後方車両の損傷及び痕跡等の状況

本件貨車から後部3両の車軸に損傷があり、15両目のコキ107-1919の床下にエキスパンドメタルが巻き込まれていた。

2.5 乗務員等に関する情報

2.5.1 乗務員に関する情報

- (1) 運転士A 27歳

甲種電気車運転免許 平成28年2月18日

- ① 勤務状況

直近1週間の勤務状況は、以下のとおりであった。

12/22	12/23	12/24	12/25	12/26	12/27	12/28
泊まり	非番 泊まり	非番	休	休	泊まり	非番

② 適性検査の状況

「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づいて実施された「運転適性検査」及び「医学適性検査」の直近の記録によると異常はなかった。

(2) 運転士B 32歳

甲種電気車運転免許 平成22年4月13日

① 勤務状況

直近1週間の勤務状況は、以下のとおりであった。

12/22	12/23	12/24	12/25	12/26	12/27	12/28
日勤	日勤	休	泊まり	非番	休	泊まり

② 適性検査の状況

「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」に基づいて実施された「運転適性検査」及び「医学適性検査」の直近の記録によると異常はなかった。

2.5.2 指令員に関する情報

本事故発生時における、各指令員（指令員A、指令員B及び指令長）の指令業務の経験は以下のとおりであった。

指令業務の経験

- (1) 指令員A 33歳 2年10か月
- (2) 指令長 39歳 10年6か月
- (3) 指令員B 35歳 4か月

本事故発生直近1週間の勤務状況は、以下のとおりであった。

	12/22	12/23	12/24	12/25	12/26	12/27	12/28
指令員A	泊まり	非番	休	休	休	休	泊まり
指令長	泊まり	非番	休	休	休	休	泊まり
指令員B	休	休	泊まり	非番	休	休	泊まり

2.6 コンテナへの積荷の積載等に関する情報

2.6.1 コンテナへの積荷の積載等の概要

本件貨車に積載していた積荷は、2.3.3.4 に記述したように洋紙であり、本件貨

車への積載に至るまでの間における、荷主、貨物利用運送事業者等の関係は図11のとおりである。

積荷の集荷からコンテナへの積付け及び貨車への積載については、概略次のとおりである。

- (1) 日本製紙株式会社大竹工場（以下「日本製紙大竹工場」という。）から日本製紙物流株式会社中国営業部（以下「日物中国営業部」という。）に対して積荷（洋紙）の出荷指示が出る。
- (2) 日物中国営業部から大竹運送株式会社（以下「大竹運送」という。）に出荷作業を依頼する。
- (3) 日物中国営業部から、日本通運株式会社大竹支店（以下「日通大竹支店」という。）に製品を積み込んだコンテナの輸送を依頼する。
- (4) 日通大竹支店がIT-FRENS^{*37}を使用してJR貨物に運送申込みを行う。
- (5) 大竹運送が積荷をコンテナに積み込み、大竹運送又は日通大竹支店が施封する。その後、コンテナを日通大竹支店に引き渡す。なお、コンテナについては、日通大竹支店が、事前にトラックにより空のコンテナを貨物駅から集荷先である日本製紙大竹工場まで運ぶ。
- (6) 日通大竹支店がコンテナをトラックに積載し、JR貨物の大竹駅まで運送する。その後、コンテナをJR貨物の大竹駅に引き渡す。
- (7) JR貨物の大竹駅フォークリフトオペレーターが、コンテナを貨車へ積載する。

なお、各社の関係については、JR貨物は利用運送事業者である日通大竹支店と契約関係にあるが、工場内においてコンテナに積付けを行う大竹運送及び荷主である日本製紙大竹工場と契約関係にはない。また、日通大竹支店は、日本製紙大竹工場と契約関係がなく、日物中国営業部が日通大竹支店と運送契約関係、日本製紙大竹工場と輸送管理契約関係にある。さらに、日本製紙大竹工場は大竹運送と製品管理・出荷積込契約関係にある。

また、JR貨物と貨物運送契約を結ぶ相手方（利用運送事業者等）が遵守すべき貨物運送約款を以下に示す。

*37 「IT-FRENS」とは、JR貨物が2005（平成17）年に導入した鉄道コンテナ輸送を総合的に管理するシステムをいう。コンテナの予約管理、列車の着発・位置管理、コンテナや貨車の所在管理などの機能を有する。

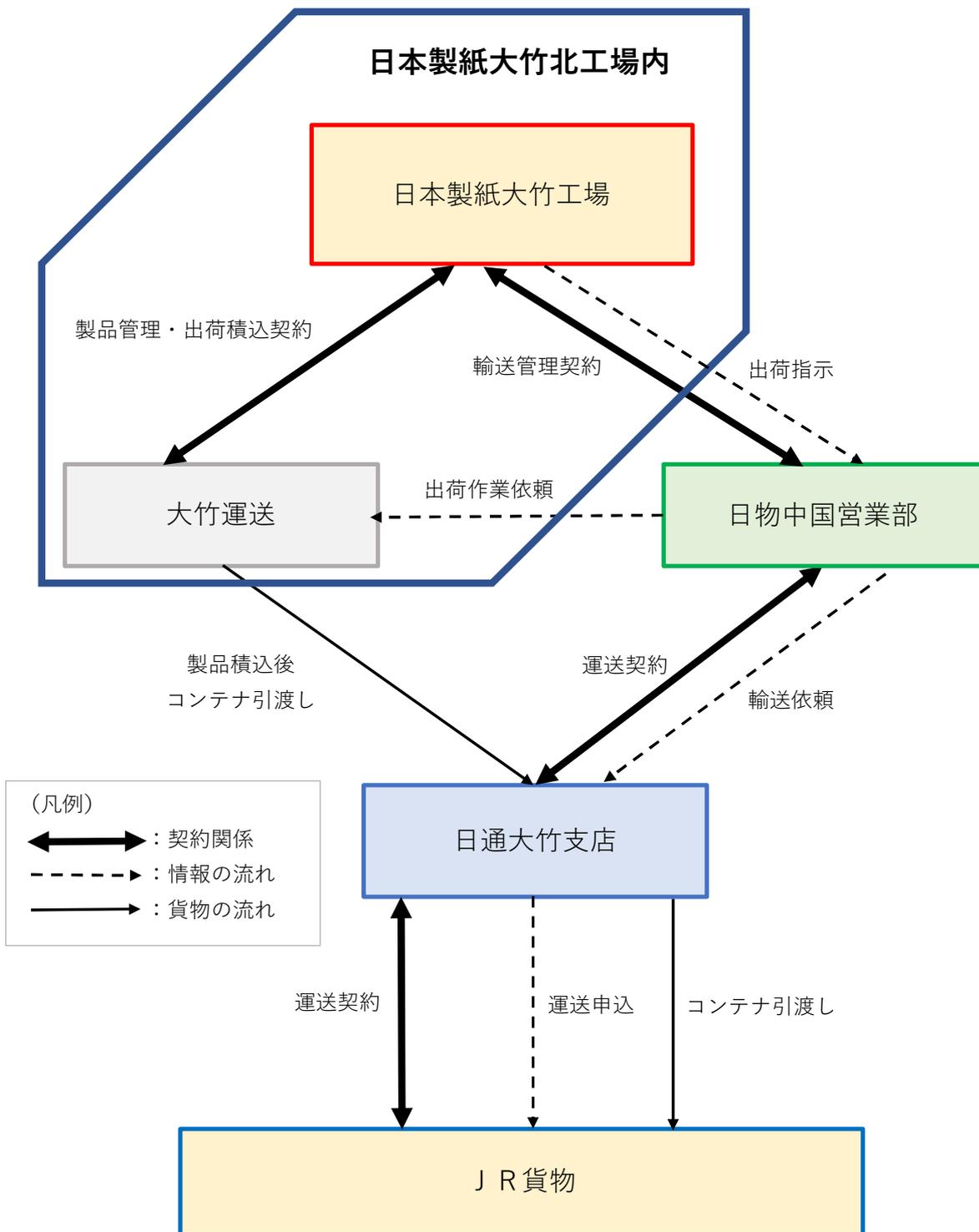


図 1 1 積荷関連会社間の契約関係図 (大竹駅発送 洋紙・巻取紙)

貨物運送約款 (抜粋)

(貨物の積載方法)

第 2 4 条 貨車に荷物を積載する場合の積載方法等の条件は、次の各号に定

めるとおりとします。

(1) 貨物の積載方法は、貨車の床面上にその重量が均衡するよう負担させるものとし、かつ、貨物が容易に移動しないようにすること。

(略)

(コンテナへの積込み及びコンテナからの取卸し)

第34条 貨物のコンテナへの積込み及びコンテナからの取卸しの作業は、駅以外の場所で行うものとします。ただし、当社が認めた場合は、駅で行うことができます。

2 貨物は、床面上にその重量が均衡するよう、かつ、容易に移動しないよう積み込むものとします。

(略)

(コンテナの施封及び開封)

第36条 コンテナの施封は、施封のできない特別の事情のある場合を除いて、荷送人が当社にコンテナを引渡す^{原文ママ}までに行うものとします。

2 コンテナの開封は、荷受人が行うものとします。

3 コンテナの施封に使用する封印環は、当社指定のものとします。

2.6.2 偏積防止に係る対応に関する情報

JR貨物は、2.10に後述する江差線で発生した列車脱線事故以降、積荷の偏積を防止するために、以下の取組を実施してきた。その概要を表10に示す。

(1) 利用運送事業者向けのガイドラインの周知・徹底

JR貨物は、コンテナ貨物への偏積による事故発生リスク低減に向けた更なる対策の一環として、標準的な荷姿や荷物を積み付けた場合のコンテナ左右偏積率について、コンテナ左右偏積率の試算に利用できるよう簡易計算ソフト等を添付した「コンテナ積付けガイドライン」(以下「ガイドライン」という。)を策定し、通運連盟に対して、「事故発生リスク低減に向けた更なる対策へのご協力お願いについて(要請)」(平成26年7月10日)によりガイドラインを利用運送事業者に案内するように要請した。これを受けて、通運連盟から利用運送事業者に対して、連盟メール通信第239号「事故発生リスク低減に向けた更なる対策へのご協力お願いについて(要請)」(平成26年7月16日)によりガイドラインを案内した。

(2) 偏積防止マニュアルの作成及び遵守

通運連盟では、JR貨物のガイドラインを踏まえ、平成27年10月、「集配車両の転倒防止に向けた偏積防止マニュアル」を作成し、各利用運送事業者に配布した。

しかしながら、図11の積荷関連会社のうち、通運連盟の会員である日通大竹支店以外の各社（日本製紙大竹工場、日物中国営業部及び大竹運送）は、ガイドライン及び偏積防止マニュアルの存在を知らなかった。なお、日本製紙物流株式会社は、通運連盟の会員であるが、表10に示す文書等を通運連盟から受領していなかった。

日本通運株式会社（以下「日通本社」という。）によると、日通本社から日通大竹支店を含む同社内の各支店に対して、偏積防止の徹底等について周知し、定期的に教育を実施してきたとのことである。しかしながら、日通大竹支店を含む各支店に対して、積込会社などの関係会社に周知徹底するようには、要請していなかったとのことである。

(3) コンテナごとの偏積状態をチェックできるポータブル重量計及びトップリフターによる測定の導入

JR貨物は、コンテナごとの左右の偏積率を測定する装置として、ポータブル重量計を導入するとともに、トップリフターの仕様を変更し、偏心荷重測定装置を搭載した。これらによる測定の結果、コンテナの左右の偏積率が管理目標指針を超過していた場合、利用運送事業者が現場で直す（是正する）こととし、再度測定して偏積率が管理目標指針以内となったことを確認した上でコンテナを貨車に積載することとした。全国12駅（札幌貨物ターミナル駅、苫小牧貨物駅、函館貨物駅、秋田貨物駅、新潟貨物ターミナル駅、隅田川駅、越谷貨物ターミナル駅、名古屋貨物ターミナル駅、富山貨物駅、大阪貨物ターミナル駅、広島貨物ターミナル駅、福岡貨物ターミナル駅）にポータブル重量計を配備し、コンテナの重量バランス（サンプルチェック）の計測を実施していた。

(4) 走行中の左右の輪重バランスをチェックする機能を有する輪重測定装置の設置

JR貨物は、江差線を走行する列車の積荷の偏積を確認するため、4駅（東室蘭駅、函館貨物駅、盛岡貨物ターミナル駅、秋田貨物駅）に、貨車にコンテナを積載し列車を編成した状態で、走行しながら輪重を測定して輪重のアンバランスを検知できる歪みゲージを用いた輪重測定装置を設置した。

同装置を通過する貨車の輪重比率が一定の^{しきいち}閾値を超えた場合、関係駅及び貨物指令に通知し、当該車両を途中駅で開放し、偏積の有無を確認していた。

JR貨物は、ポータブル重量計による調査及び輪重測定装置による調査において偏積が確認された場合は、利用運送事業者に積み直しを求めている。しかしながら、偏積が確認されたときに、偏積があったコンテナの積み直しの手配等を利用運送事業者に連絡するものの、偏積したコンテナの積み直し

に重点が置かれていたため、ＪＲ貨物が主導して偏積が生じた原因を迫り、再発防止策を講ずる仕組みはなく、ＪＲ貨物から利用運送事業者や積込会社に対する要請が十分に行われていないとのことであった。また、利用運送事業者においても偏積の原因究明及び再発防止策を関係会社と十分に共有する仕組みがなかった。

表 1 0 偏積防止に係る対応事項

ＪＲ貨物から通運連盟に発信	通運連盟から利用運送事業者に発信
平成 2 4 年 4 月 2 6 日 江差線 泉沢駅～釜谷駅間	列車脱線事故発生
「コンテナ貨物における偏積の防止について（要請）」（平成 2 4 年 5 月 8 日）	
	メール通信第 1 8 0 号 「コンテナ貨物における偏積の防止の徹底について」（平成 2 4 年 5 月 1 8 日）
平成 2 4 年 9 月 1 1 日 江差線 釜谷駅～泉沢駅間	列車脱線事故発生
「偏積防止に向けた取組みについて（協力依頼）」（平成 2 5 年 1 2 月 1 7 日）	
	メール通信第 2 2 0 号 「偏積防止に向けた取組みに関するＪＲ貨物への協力方について」（平成 2 5 年 1 2 月 1 7 日）
平成 2 6 年 6 月 2 2 日 江差線 泉沢駅～札苅駅間	列車脱線事故発生
「コンテナ貨物における偏積の防止について（再要請）」（平成 2 6 年 6 月 2 3 日）	
	メール通信第 2 3 2 号 「コンテナ貨物における偏積の防止について」（平成 2 6 年 6 月 2 7 日）
「運送引受けにあたっての厳正な取扱いの徹底について（再要請）」（平成 2 6 年 6 月 3 0 日）	
	メール通信第 2 3 5 号 「運送引受けにあたっての厳正な取扱いの徹底について（再要請）」（平成 2 6 年 7 月 1 日）
「事故発生リスク低減に向けた更なる対策へのご協力お願いについて（要請）」（平成 2 6 年 7 月 1 0 日）	

・ガイドラインを案内 (標準的な荷姿貨物の偏積率試算・偏積率簡易 計算ソフト)	
	メール通信第239号 「事故発生リスク低減に向けた更なる対策へのご 協力をお願いについて(要請)」(平成26年7 月16日)
報告書公表(平成24年4月26日発生 江差線 泉沢駅～釜谷駅間 列車脱線事故) (平成26年7月25日)	
「偏積防止対策としての積付状況の写真撮影につ いて(要請)」(平成26年9月4日)	
	メール通信第241号 「偏積防止対策としての積付状況の写真撮影につ いて(要請)」(平成26年9月4日)
	「偏積防止マニュアル」の配布 (平成27年10月)
報告書公表(平成24年9月11日 江差線 釜谷駅～泉沢駅間 列車脱線事故) 報告書公表(平成26年6月22日 江差線 泉沢駅～札苅駅間 列車脱線事故) (平成27年12月17日)	
「事故発生リスク低減に向けた対策へのご協力お 願いについて(要請)」(平成27年12月18日)	
	メール通信第323号 「事故発生リスク低減に向けた対策へのご協力お 願いについて(要請)」(平成27年12月18日)
「主な偏積となるパターンに関する注意喚起につ いて」(平成29年11月7日)	
	メール通信第17022号 「偏積に関する注意喚起について」(平成29 年11月20日)
令和3年12月28日 山陽線 瀬野駅～八本松駅間 列車脱線事故発生	

2.6.3 JR貨物大竹営業所の対応に関する情報

平成27年1月に、JR貨物大竹営業所は大竹駅に係る日通大竹支店を含めた利用運送事業者に対し、ガイドラインを配布しコンテナ内の偏積防止を要請した。

さらに、同年6月にコンテナへの貨物積付け時における留意点が記載されたパンフレットを配布し、偏積防止の要請を行った。なお、これらの情報は、日通本社からも日通大竹支店に展開されていた。

その後、平成29年及び令和2年に、日本製紙大竹工場から出荷された積荷を積んだコンテナが大竹駅で貨車に積み込まれ、列車走行後に偏積であることが判明した事象がそれぞれ1件発生した。原因はともに、利用運送事業者である日通大竹支店が積み付けたコンテナで、同社の不慣れな社員が積載したことにより偏積の状態となったものであった。JR貨物によると、利用運送事業者である日通大竹支店に対し、再発防止の要請を口頭で行ったとのことであり、文書や書面等の記録はなかった。また、これらの事象について、日本製紙大竹工場及び大竹運送に情報は共有されていなかった。

2.6.4 偏積の確認体制に関する情報

JR貨物は、偏積の状況を確認するため、ガイドラインに基づき利用運送事業者である日通大竹支店が作成した‘コンテナ偏積率試算チェックシート及びコンテナ内部の荷姿を撮影した写真’（以下「チェックシート等」という。）を用いたサンプル調査を行っていた。

積荷は、定型的貨物及び非定型的貨物に分けられ、本事故時に積載されていた洋紙は、定型的貨物に該当する。非定型的貨物を中心とした偏積の状況のサンプル調査では、利用運送事業者に対してチェックシート等の提出を求めるサンプル調査を定期的に行い、適切な積付けが行われているか確認している。これに対し、定型的貨物に対して実際に行われていたサンプル調査では、荷姿の形態ごとに作成された基本パターンのチェックシート等の台帳の有無を年に1回確認するのみで、チェックシート等と実際に積込みを行ったコンテナの状況とを突き合わせる調査は、利用運送事業者である日通大竹支店が行うことになっている。そのため、JR貨物は、積荷の現物や写真等での荷姿の確認を行わず、台帳の確認のみで偏積がないと判断していた。したがって、チェックシート等と異なる積込みがなされたコンテナがあるか否かについて、JR貨物が確認することは困難であった。

なお、大竹駅においては、2.6.2 に記述したポータブル重量計、輪重測定装置等の機器を装備していないため、機器等で偏積を確認する検査は実施されていなかった。

2.6.5 積荷関連会社の情報共有に関する情報

平成27年より前から日本製紙大竹工場から出荷された積荷について、JR貨物で運搬後の出荷先からの積荷の傷に対するクレームが多いことが問題となっていた。

そこで、平成27年春ごろから、毎月1回、コンテナの荷傷に関する情報を共有し、その対策について検討・実施することを目的とした荷傷会議が開催されていた。出席者は、日通大竹支店、日本製紙大竹工場、日物中国営業部及び大竹運送の各担当者であった。会議では、積荷の配置を変える、緩衝材を入れる及び荷崩れ防止のためラップを巻くなどの対策を実施し、成果として荷傷の発生は減少していた。

荷傷会議は江差線列車脱線事故以降に始まり毎月開催されていたものの、積荷の傷を防止することのみが目的となっていたため、偏積に関する情報を共有することはなかった。令和3年9月からは、オブザーバーとしてJR貨物も荷傷会議に参加するようになり、同年10月に実施された荷傷会議において、JR貨物は、偏積防止に関する資料であるガイドラインを配布し説明をしたとのことであった。JR貨物以外の出席者（日本製紙大竹工場、日物中国営業部、日通大竹支店及び大竹運送）によると、資料が配付されたものの説明があったかは記憶がなく、会議を通じて偏積に関する話題はなかったと認識しているとのことであった。

日本製紙大竹工場では、工場内の発送場（ホーム）で荷物の積付けを行うため、コンテナの片側の扉から行うことになる。図12に示すように、荷物を奥の壁際に寄せて積み付け、手前の空いたスペースに緩衝材であるエアバッグを挿入することとしていた。なお、奥の壁際に寄せる積付け方については、本会議において決めたということであるが、その理由及び時期については、各関係会社においても資料がないことから不明であった。



図12 フォークリフトによるコンテナへの積荷の積載状況
(令和4年2月3日 調査官 撮影)

2.7 運転取扱いに関する情報

2.7.1 事故現場付近の運転取扱いに関する情報

J R貨物の「運転取扱実施基準」及び「列車運転速度表」によると、瀬野駅から八本松駅間の列車の運転最高速度は110km/hであり、事故現場付近の半径300mの右曲線における制限速度が65km/hである。

なお、本件曲線における均衡速度^{*38}は52.8km/hである。

(付図3 事故現場の概況、付図4 事故現場付近の略図 参照)

2.7.2 協調運転に関する情報

J R貨物は、2.3.3.1 に記述したように、広島貨物ターミナル駅～西条駅の間の上り列車運転時において、列車の後部に補助機関車を連結した協調運転を行っているが、協調運転の運転取扱いについては、乗務区において毎月実施する定例訓練等で教育が行われていた。運転取扱いについての主な内容は次のとおりである。

- (1) 補助機関車運転士は異常時を除き、前頭機関車運転士の指示がなければノッチ扱い及びブレーキ扱い等の運転操作を行わない。
- (2) 補助機関車のノッチ段数は、前頭機関車と同等かそれ以下とする。

2.7.3 列車防護の取扱いについて

列車防護の取扱いについては、J R貨物の「運転取扱実施基準」及び「運転士異常時の手引」に次のとおり定められている。

(1) 運転取扱実施基準

(列車防護による停止手配)

第303条 列車の脱線、転覆及び線路の故障その他のため、関係列車を急ぎよ停止させる必要が生じたときは、すみやかに支障箇所の外方600m(特に指定した線区にあっては750m)以上を隔てた地点に携帯用信号炎管による停止信号を現示して、列車を防護しなければならない。

2 (略)

3 前各項の列車防護を行う場合、現示箇所へは携帯用信号炎管による停止信号を現示しながら走行するものとする。

4 前各項の列車防護を行う場合で、車両用信号炎管及び防護無線機が使用できるときは、その前に、それらによる停止信号を現示しなければならない。

5 (略)

*38 「均衡速度」とは、曲線上を車両が走行する際、車両に作用する超過遠心加速度(軌道面に平行な平面内の左右方向の定常加速度)が0となるときの走行速度をいい、カント、曲線半径及び軌間から求められる。

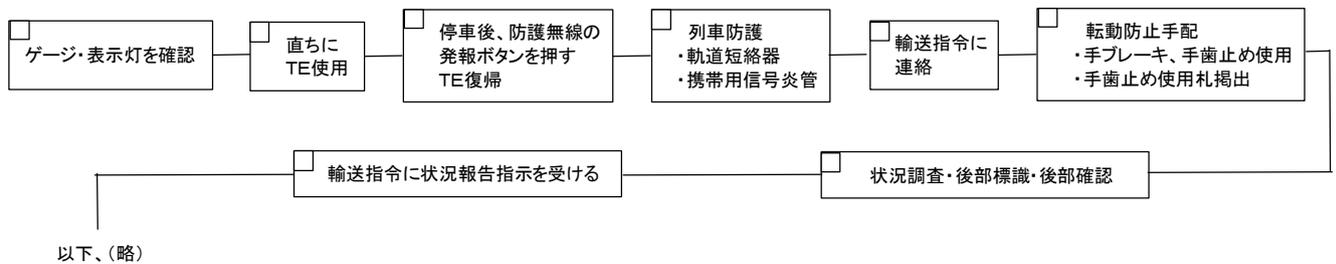
(2) 運転士異常時の手引

J R貨物では、過去に発生した列車脱線事故（鉄道事故調査報告書 日本貨物鉄道株式会社 函館線 大沼駅構内 列車脱線事故、平成27年1月29日公表（平成25年9月19日発生））において、列車脱線後に機関車のブレーキ管圧力が低下し続けた状態であったことから、「運転士異常時の手引」を平成27年に改正し、「運転中ブレーキ操作を行わない状態でブレーキ管圧力の指針の降下を認めた場合の取扱い」を定めた。

IV-2 運転中、ブレーキ操作を行わない状態でブレーキ管圧力の指針の降下を認めた場合の取扱い

※ATS、EB、後退検知の誤動作を除く

（空気ホース破損、列車分離、列車脱線、原因不明）



2.7.4 列車の運行管理の受委託に関する情報

列車の運行管理の受委託については、北海道旅客鉄道株式会社（以下「JR北海道」という。）、東日本旅客鉄道株式会社（以下「JR東日本」という。）、東海旅客鉄道株式会社（以下「JR東海」という。）、JR西日本、四国旅客鉄道株式会社（以下「JR四国」という。）、九州旅客鉄道株式会社（以下「JR九州」という。）及びJR貨物の間で締結された「列車の運行管理の受委託に関する協定」において、列車の運行管理を受託した旅客会社（事故現場付近の場合はJR西日本）は、委託会社（JR貨物）が定めた運転の取扱いに関する規程に基づき、指令業務を行うことと定められている。また、列車の運行管理の受委託に伴い、関連する運転関係部内規程類について相互に交換し、又は相手会社に提供することとし、その周知徹底を図るものと規定されている。

しかしながら、JR貨物の運転関係内部規程である「運転士異常時の手引」の中の「運転中、ブレーキ操作を行わない状態でブレーキ管圧力の指針の降下を認めた場合の取扱い」がJR西日本に共有されていなかった。JR貨物によると、2.7.3(2)に記述したように、平成27年に「運転士異常時の手引」を改正したが、改正内容をJR西日本に連絡した記録が残っていないことから、変更の通知をしていなかった。

たものと推定されるとのことであった。列車の運行管理の受委託に伴う、運転関係部内規程類の連絡方法については、必要の都度、担当者の判断により、手渡し、メール等で行っており、会社間の窓口や変更内容について事前に通知する仕組みを明確に定めていなかった。また、定期的に会議を開催する等、運転関係部内規程類について相互に確実に共有されていることを確認していなかった。

また、第一種鉄道事業者（JR北海道、JR東日本、JR東海、JR西日本、JR四国及びJR九州）及び第二種鉄道事業者（JR貨物）は、各社の運転取扱いに関する規程を改正する際には、「旅客、貨物会社間における運輸営業に関する基本協定」により、事前に関係する会社と打合せのうえ、調整を図るものとされており、実際には、関係会社に対し、内容について‘現改比較’等を提示し、打合せ、調整を図った後に、各社間の合意に基づき、第一種鉄道事業者、第二種鉄道事業者それぞれが自社の規程を改正することとしている。JR貨物の「運転取扱実施基準」、「運転取扱実施基準細則（規程）」、「運転作業要領」、及び「列車運転速度表」は各社間で共有すべき規程に該当するが、「運転士異常時の手引」は対象ではなかった。

列車の運行管理の受委託に関する協定

（運転の取扱いに関する規程の適用方）

第3条 列車の運行管理を受託した旅客会社は、委託会社が定めた運転の取扱いに関する規程に基づき、指令業務を行うこととする。

（列車の運行管理の受委託）

第8条 旅客会社と貨物会社が同一線路を使用する場合は、安全かつ能率的な輸送を遂行するために「旅客、貨物会社間における運輸営業に関する基本協定第9条」に基づき、貨物会社が旅客会社に列車の運行管理の委託を行うものとする。

（受委託業務の範囲）

第9条 前条に基づく受委託業務の範囲は次の各号のとおりとする。

- (1) 列車を正常に運転するための日常の運転整理
- (2) 輸送波動に対応するため及び工事その他のための列車の日常の運転手配
- (3) 運転事故及び災害発生の場合における次の業務
 - ア. 状況の調査
 - イ. 列車の運転休止、折返し、打切り、臨時列車の運転手配等
 - ウ. 救援列車の運転手配
 - エ. その他の応急処置
 - オ. 気象情報の把握とこれに対する処置

(運転の取扱いに関する規程の適用方)

第11条 運転の取扱いについては、「旅客、貨物会社間における運輸営業に関する基本協定第17条」によることとする。

(規程類の交換等)

第18条 列車の運行管理の受委託に伴い、関連する運転関係部内規程類について相互に交換又は、相手会社に提供することとし、その周知徹底をはかるものとする。

旅客、貨物会社間における運輸営業に関する基本協定

(列車運行管理の一元化)

第9条 列車の運行管理については、直通列車等を含めて、その路線の第一種鉄道事業免許を保有する会社が一元的に行うことを基本とする。

2 前項に基づく第一種・第二種鉄道事業者間の列車の運行管理の受委託及び両社の合意に基づき行う第一種鉄道事業者間の列車の運行管理の受委託については、関係会社で定めたものによることとする。

(運転取扱いに関する規程の制定等)

第17条 各鉄道会社は、自ら線路を保有する区間について、運転取扱いに関する規程を定めるほか、第二種鉄道事業者にあつては、その免許を保有する路線について、第一種鉄道事業者と同一内容の規程を定める。

2 前項の規程を改正する場合は、事前に関係する会社と打合せのうえ、調整を図るものとする。

2.8 教育訓練に関する情報

JR貨物によると、運転士に対する教育訓練は、毎月、机上及び現車により実施されている。運転士Aに対する教育訓練に関して、本事故発生直近1年間に行われた教育訓練のうち、本事故の事象に関連する教育訓練の実績は表11のとおりであった。

表11 運転士Aの教育訓練実績(抜粋)

実施日	令和3年2月10日
主な内容	・列車防護及び列車火災発生時の教育訓練について ・異常時に備えた訓練(運転中、ブレーキ操作を行わない状態でブレーキ管圧力の指針の降下を認めた場合の取扱い)
訓練方法及び使用機材等(机上)	本社の資料を用いて、列車防護の重要性や列車火災発生時の取扱いについて教育を行った。

	<p>異常時に備えた訓練では、「運転中、ブレーキ操作を行わない状態でブレーキ管圧力の指針の降下を認めた場合」に確認する機器を周知するとともに、動画を用いて実際のゲージの動きを確認した。</p>
--	--

J R貨物は、表 1 1 に記述したとおり、「運転中、ブレーキ操作を行わない状態でブレーキ管圧力の指針の降下を認めた場合」の訓練は動画を用いて行っていたが、本動画はブレーキ管圧力が低下し続ける現象の再現を主眼にしており、現象のメカニズムの解明に着眼できていなかったため、本事故のような一度低下したブレーキ管圧力が再度上昇する現象を想定した教育訓練は行っていなかった。

また、転動防止手配については、機関区・駅構内での車両留置の実態把握をすることで習得状況の確認をしていた。転動防止に特化した教育訓練は行っておらず、異常時においても実施できるようになるための訓練が不足していた。

2.9 貨車の車両運動シミュレーションに関する情報

2.9.1 車両運動シミュレーションの条件に関する情報

2.1 から 2.8 に記述した事実情報を結び付け、本事故の要因を推定する目的で、J R西日本及び J R貨物は研究機関に依頼して、車両運動シミュレーションにより、1両のコンテナ車が曲線部を走行するときの挙動を解析した。

解析条件は以下のとおりである。

車両条件：コキ 1 0 6 形式、車両諸元は設計値をベース

まくらばねダンパは、装架されていた OD 5 4 の減衰特性

軌道条件：令和 3 年 1 0 月 2 2 日の軌道検測データを基に設定

高低変位及び通り変位については復元処理

水準変位は遮断波長 3 m のローパスフィルタ処理

走行速度：5 2 km/h

車輪／レール間の摩擦係数：0.3

(付図 1 5 脱線の要因の推定 参照)

2.9.2 車両運動シミュレーション結果に関する情報

車両運動シミュレーションによる解析結果を付図 1 3 及び付図 1 4 に示す。付図 1 3 が積載重量は事故時と同等であるがコンテナに偏積なしの場合、付図 1 4 が事故時のコンテナの左右偏積率を再現した場合（以下「事故時偏積」という。）である。いずれの条件においても事故現場付近（2 8 5 k 3 2 6 m）において脱線係数

の最大値が発生し、左右偏積なしの場合では0.52であったが、事故時偏積の場合は0.82まで増大した。また、同地点付近の外軌側の輪重最小値は55kNから38kNに減少するとともに、最大横圧は30kNから35kNに増加した。コンテナの左右偏積に伴い、外軌側輪重の定常成分が減少したことに加え、内軌側輪重が増加したことにより曲線轉向横圧^{*39}も増加したものと考えられる。

また、事故時偏積では外軌側のまくらばねダンパ長において、減衰特性が切り替わる長さ(415mm)をまたぐ条件となり、減衰特性が切り替わりながら走行しているが、ダンパ発生力は高減衰側の積車特性となる左右偏積なしの場合と同程度であった。

2.10 過去に発生した列車脱線事故に関する情報

平成24年4月から平成26年6月までの間に江差線において発生した3件のJR貨物の列車脱線事故^{*32*33*40}(以下「江差線列車脱線事故」という。)は、車両・軌道・積荷の積載などの因子が複合的に組み合わさったことによるものと指摘されている。さらに、平成27年12月17日に運輸安全委員会から国土交通大臣に対し、「貨物列車走行の安全性向上に関する意見について」が提出された。

同意見においては、車両に関して、積荷の積載方法、運行される線区の状況等を踏まえつつ、懸架装置が適正な減衰領域で使用されること、及び積荷の積載量にかかわらず適正な減衰が得られる懸架装置を装備することについて検討する必要があるとされた。また、軌道に関して、脱線防止ガードの敷設範囲の検討などの一般的な対策を含め、現行手法による複合変位の適正な管理を実施することに加えて、鉄道事業者や研究機関等の関係者においては、貨物列車が運行する線区における軌道変位の管理方法について、線区の特長や積荷の積載方法等を踏まえつつ、貨車の特長を考慮して検討する必要があるとされた。さらに、積荷の積載に関して、偏積防止対策に加えて、コンテナを積載した状態で輪重のアンバランスを簡易に検知できるシステムの導入等について検討を進めるとともに、使用される貨車の特長を加味し、積荷の重量や重心高さを考慮した積載方法についても検討する必要があるとされた。

これを受けて、国土交通省は「貨物列車走行の安全性向上に関する検討会」を設置し、令和2年9月に取りまとめを行った。取りまとめに盛り込まれたJR貨物等の主な対策及びその実施状況は以下のとおりである。

*39 「轉向横圧」とは、曲線走行中に輪軸がレールに案内されて向きを変える際に、内軌側車輪の摩擦力等により外軌側に発生する横圧をいう。

*40 運輸安全委員会：鉄道事故調査報告書RA2014-7、日本貨物鉄道株式会社 江差線 泉沢駅～釜谷駅間 列車脱線事故、平成26年7月25日公表

(1) 車両に関する対策

貨車のまくらばねダンパの特性を見直し、コキ106形式及びコキ107形式コンテナ車について、減衰性能を改善したダンパを開発し、改良ダンパへの交換を令和2年度から令和4年度までに完了する計画であるが、全ての交換は完了しておらず、本件貨車のダンパは未交換であった。

(2) 積荷の積載に関する対策

① 積荷の偏積対策

a 偏積の可能性があるコンテナの調査の実施及び利用運送事業者向けのコンテナ積付けガイドラインの継続的な周知・徹底

JR貨物では、2.6.2に記述したガイドライン等を活用して、引き続き、利用運送事業者に対して適切な積込みの徹底を図る。

b 偏積防止マニュアルの作成及び遵守

通運連盟では、2.6.2に記述したとおり、JR貨物の「コンテナ積付けガイドライン」を踏まえ、偏積防止マニュアルを作成して各利用運送事業者に配布した。同マニュアルには、利用運送事業者がトラックの前方の左右の車高差を以下の手順で計測することにより、偏積の有無をチェックするように示されている。

1. 積込場に駐車する。
2. メジャー等で所定の位置の左右の車高差を計測する。
3. コンテナに荷物を積載する。
4. 荷物を積載したコンテナをトラックに積載後、再度メジャー等で左右の車高差を計測する。
5. 空車時と実車時の左右の車高差を計算する。
6. 偏積の判定(※)を行う。

※ 左右の車高差が「2cm以内」の場合は偏積になっている可能性は低い。「2～4cm」の場合は偏積になっている可能性がある。「4cm以上」の場合は偏積となっている可能性が非常に高い。

c コンテナごとの偏積状態をチェックできるポータブル重量計及びトップリフターによる測定の導入

JR貨物では、2.6.2に記述したとおり、コンテナごとの左右の偏積率を測定する装置として、全国12駅にポータブル重量計を配備し、コンテナの重量バランスの計測を実施している。

d 非定型的貨物を中心とした偏積の状況のサンプル調査

JR貨物では、2.6.4に記述したとおり、非定型的貨物を中心に、利用運送事業者に対してチェックシート等の提出を求めるサンプル調査を定期

的に行い、適切な積付けが行われているか確認している。

- e 走行中の左右の輪重バランスをチェックする機能を有する輪重測定装置の設置

J R 貨物では、2.6.2 に記述したように、4 駅（東室蘭駅、函館貨物駅、盛岡貨物ターミナル駅、秋田貨物駅）に、貨車にコンテナを積載し列車を編成した状態で、走行しながら輪重を測定して輪重のアンバランスを検知できる歪みゲージを用いた輪重測定装置を設置し、偏積の有無を確認している。

② 積荷の重心高さ対策

- a 利用運送事業者に対する積付け方法の周知
- b 非定型的貨物を中心とした偏積の状況のサンプル調査

2.1.1 列車無線に関する情報

2.11.1 無線交信に関する情報

2.1.1 に記述したように、運転士 B は輸送指令からの内容は聞こえるが、運転士 B から輸送指令及び運転士 A への通話はできなかったとのことであった。その後、運転士 B が輸送指令と業務用携帯電話で通話できたのは、停止後しばらく時間を要してからであった。なお、J R 西日本では、指令からの音声は乗務員に聞こえるが、乗務員からの音声は指令には聞こえない事象が発生する可能性があることについて把握しておらず、このことに関する指令員への教育は行われていなかった。

2.11.2 列車無線の現車試験に関する情報

輸送指令と運転士 B が本事故発生後に列車無線で無線交信できなかったことから、J R 西日本は、事故現場付近において、J R 貨物の車両を用いて、列車無線の現車試験を実施した。車両は事故発生時と同じ補助機関車を用い、編成両数とコンテナの状況は本事故時と同様にした。また、補助機関車の最後部の位置を、本件トンネル内の 4 か所に設定した。

試験の結果、輸送指令から補助機関車については、全ての箇所では通話良好であったが、図 1 3 に示すように、補助機関車から輸送指令については、脱線時停車した箇所付近を含む本件トンネル瀬野駅方の 2 か所では通話不可であり、本事故時と同現象になった。一方で、八本松駅方 2 か所では通話良好であった。

電界強度を測定した結果から、補助機関車から輸送指令への電波については、トンネル内に貨車にコンテナが載っている箇所と載っていない箇所が混在し、トンネル壁面とコンテナ等の隙間が場所によって異なることにより、電波が強い指向性を持つこととなり、電界強度がトンネル内で急激に低下し、電波が瀬野西基地局まで

到達しなかった（図14の赤色部分）と考えられるとした。また、トンネル内を八本松駅方に移動するにつれて、指向性が徐々に拡大し、瀬野西基地局まで到達した（図14の黄色部分）と考えられるとした。

一方で、輸送指令から補助機関車への電波については、列車無線基地局のアンテナの高さが高く、線路方向に向けて距離を延伸するように電波を発信しており、電波が本件トンネルの八本松駅方の入口まで到達できれば、トンネル壁面とコンテナの隙間を反射しながら補助機関車まで到達することが可能なことから、補助機関車において輸送指令からの通話を聞くことは可能であったと考えられるとした。

したがって、列車無線は、トンネル形状、列車編成及び停止位置が影響し、発信した列車無線の電波が強い指向性を保持することにより、基地局まで到達せず、輸送指令から乗務員への通話は可能であるが、乗務員から輸送指令への通話ができない箇所があることが判明した。

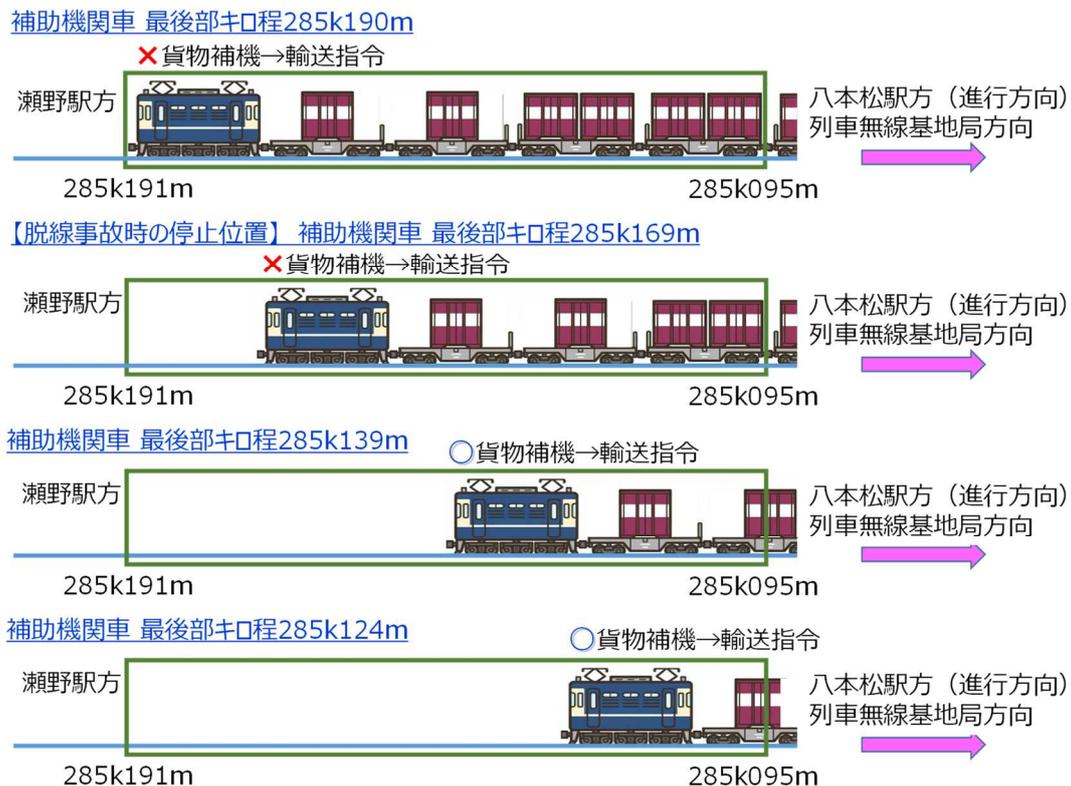


図 1 3 列車無線の現車試験の車両停止位置

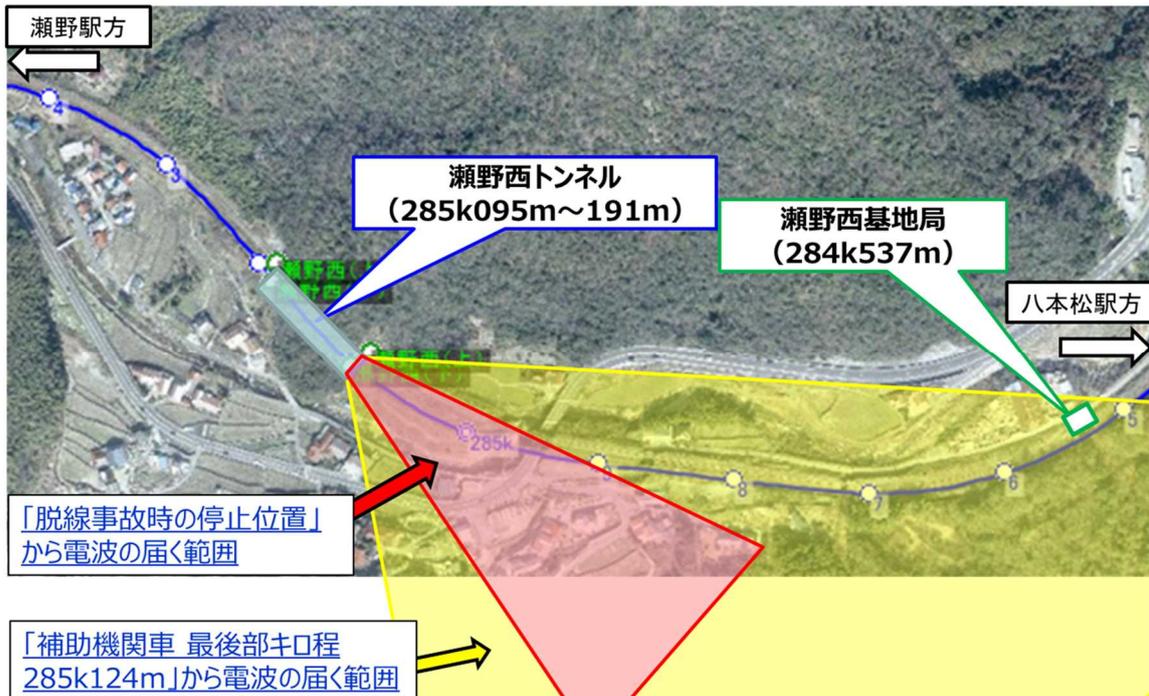


図 1 4 補助機関車から電波の届く範囲

2. 1 2 気象に関する情報

本事故発生現場付近の当時の天気は、晴れであった。

3 分析

3. 1 脱線車両等に関する分析

3. 1. 1 脱線地点

2. 3. 1(1)に記述したように、本件列車が停止していたのは、前頭機関車の前端が284k653m付近であったこと、及び2. 4. 1(1)及び(2)に記述したように、

- (1) 本件曲線の285k331m付近から285k326m付近までの間に、左レール（外軌）上を軌道内側から外側へと斜めに横切る車輪によるものとみられる痕跡があったこと、
- (2) 本件曲線の285k326m付近から284k818m付近までの間、左レール（外軌）及び右レール（内軌）の左側に車輪が走行したことによるものとみられる痕跡が続いていたこと

から、本件列車が本件曲線を通じた際に、本件貨車の左車輪がレール上の痕跡の始点である285k331m付近で左レールに乗り上がり始め、285k326m付近で左に脱線し、そのまま前頭機関車の先頭位置が284k653m付近に至る

まで走行したものと考えられる。

(付図3 事故現場の概況、付図5 事故現場の脱線の痕跡 その1、付図6 事故現場の脱線の痕跡 その2 参照)

3.1.2 脱線時の時刻及び走行速度

2.3.1 に記述したように、本件列車の前頭機関車は284k653m付近に停止し、本件貨車は284k881mに停止しており、また、2.1.2 に記述したように、運転状況記録装置の記録によれば、本件列車が停止した時刻は20時37分4.6秒である。

本件貨車の前台車は、事故現場付近である285k326m付近から停止した284k881m付近まで約445m走行している。

本件列車の運転状況記録装置に記録された走行距離から本件貨車が事故現場付近(285k326m)を通過した時刻を求めると、20時36分29.8秒となり、そのときの運転状況記録装置の記録では速度は52km/hであった。

したがって、本件列車は、速度52km/hで走行中の20時36分ごろに脱線したものと考えられる。

3.2 運転取扱いに関する分析

3.2.1 走行速度に関する分析

2.3.2.2(2)に記述したように、事故現場付近は半径300mの曲線区間であること、及び3.1.2に記述したように、本件貨車は速度約52km/hで事故現場付近を走行していたと考えられることから、本件列車は、2.7.1に記述した半径300mの曲線の制限速度である65km/h以内で事故現場を通過したものと考えられる。

なお、2.7.1に記述したように、本件曲線の均衡速度は52.8km/hであり、本件列車は、事故現場付近を均衡速度に近い速度で走行していたため、遠心力に伴う左右の車輪間での輪重差は少ないものと推定される。

3.2.2 協調運転に関する分析

協調運転に関しては、2.1.1及び2.1.2に記述したように、

- (1) 本事故発生時に、運転士Aは13ノッチ、運転士Bは12ノッチで運転していたと口述していること、
- (2) 運転状況記録装置の記録によると、本件列車は事故発生時に、前頭機関車13ノッチ、補助機関車12ノッチで運転されていたこと、
- (3) 運転士Bの口述及び運転状況記録装置の記録から、運転士Bは、事故現場付近を走行中、運転士Aから指示されたノッチ扱い以外の非常ブレーキ等の

運転取扱いを行っていないと推定されることから、運転士A及び運転士Bは、2.7.2に記述した運転取扱いに従っており、運転取扱いに問題はなかったものと考えられる。

また、2.1.2に記述したように、

- (1) 図1から、前頭機関車と補助機関車ともに速度約52km/hで力行走行中であつたこと、
- (2) 図2から、前頭機関車と補助機関車の間の相対速度及び相対加速度の波形に顕著な変動は認められないこと、
- (3) 図3から、前頭機関車及び補助機関車ともに非常ブレーキ等のブレーキ取扱いは認められないこと

から、事故現場付近において、本件列車に衝撃的な圧縮自連力^{*41}が作用したことは考えにくく、補助機関車を連結した運転条件が本事故の発生に影響した可能性は低いものと考えられる。

3.3 車両に関する分析

3.3.1 本件貨車の状況

2.3.3.2に記述したように、まくらばねダンパOD54の減衰特性はダンパ長の変化に伴って“積車特性”と“空車特性”に切り替わる。本件貨車では、仮に積荷が偏積なく均等に積まれていた場合、まくらばねダンパのダンパ長は、403.3mmとなり、“積車特性”の領域である。しかしながら、事故時の積荷状態で測定した結果は、図10に示すように、前台車及び後台車ともに、左側のまくらばねダンパのダンパ長が“積車特性”と“空車特性”の切替長415mm付近にあり、走行時は車体のロール振動により“積車特性”と“空車特性”が交互に切り替わっていた可能性があると考えられる。

3.3.2 事故前の本件貨車の状況

2.3.3.3に記述したように、

- (1) 本件貨車の検査記録に異常は見られなかったこと、
- (2) 本事故後の軸ゴム、軸箱支持ゴム、まくらばね及び車輪等の寸法測定等の結果、前台車の軸ゴム、軸箱支持ゴムは脱線後に損傷したと考えられ、事故発生前に異常はなかったと考えられること

から、本件貨車の状況について脱線に関与するような異常はなかったものと考えられる。

*41 「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。

また、2.3.1(5)に記述したように、本件貨車のブレーキ管が2本落失していたが、いずれも乗り上がり開始地点と考えられる285k331m付近よりも八本松駅方である本件列車停止後の16両目付近で発見された。このことから、これらの部品は本件貨車が脱線した後に、3.7に後述するように、脱線した台車が脱線防止ガードを踏みながら走行した結果、脱線防止ガードの衝撃を受け、さらに、まくらぎ、道床及びレール締結装置の上を走行したことによる振動や衝撃によって落失したものと考えられる。

3.3.3 本件貨車の積荷の状況

2.3.3.4に記述したように、本件貨車に積載されたコンテナには、いずれも洋紙が右側に偏って積まれており、左側には緩衝材が積まれ、いずれのコンテナにも大きな荷崩れは見られなかったことから、工場からの出荷時に右側に偏って積まれていたものと推定される。

3.3.4 積車状態での輪重比の状況

2.3.3.5に記述したように、本件貨車に積荷が積載された状態で、本件貨車の左車輪の静止輪重比が1よりも小さくなっていたのは、3.3.3に記述したように洋紙が各コンテナの右側に偏って積まれていたことから、積荷の偏積によるものと推定される。

また、3.3.3に記述したように、本事故直前においても洋紙はコンテナ中心より右側に偏って存在したと推定されることから、事故直前の本件貨車の輪重は左車輪の方が右車輪より小さくなっていたものと推定される。

3.4 軌道に関する分析

軌道の状態に関しては、2.3.2.4に記述したように、軌間変位、高低変位、通り変位及び5m平面性変位はいずれも整備基準値内であることから、これらだけで脱線が誘発されたものではないと考えられる。また、貨物列車が運行する区間において管理することとされている複合変位については、事故現場付近において整備すべき対象の変位量及び箇所数に該当するものはなかった。ただし、複合変位について、事故現場付近に整備基準値よりも小さい変位量の周期的な波形が認められた。また、2.3.1に記述したように、285k331m付近の右レール付近に、延長約3.5mの噴泥が認められたことから、車両が走行する際には内軌側の車輪が落ち込む状態であったと考えられる。

3.5 積載に関する分析

3.5.1 偏積の認識に関する分析

2.6.2 に記述したように、J R 貨物は、江差線列車脱線事故の教訓として偏積の防止等のガイドラインを発行し、通運連盟を通じて利用運送事業者である日通本社に、その周知及び偏積防止の要請をしていた。しかしながら、

- (1) 2.6.2 に記述したように、日通本社は偏積防止について社内で定期的に教育を実施してきたが、日通大竹支店を含む各支店に対して、関係会社に周知徹底するには要請していなかったこと、
- (2) 2.6.5 に記述したように、日通大竹支店は、定期的に情報を共有できる荷傷会議という場があったにもかかわらず、2.6.2 に記述したように、積込会社である大竹運送等の関係会社はガイドラインの存在を知らなかったこと、
- (3) 2.6.5 に記述したように、J R 貨物は荷傷会議に参加し、偏積防止に関する資料を配付し説明したとのことであるが、出席した関係会社は、会議を通じて偏積に関する話題はなかったと認識していること

から、ガイドラインの内容が、利用運送事業者である日通大竹支店から日物中国営業部、日本製紙大竹工場及び大竹運送へ伝わっていなかった可能性があるものと考えられる。そのため、日通大竹支店以外の関係会社は偏積に関する認識が低かったと考えられる。

積荷関連会社が、ガイドライン等の内容を十分に認識していれば、積荷の偏積を防止できた可能性があると考えられることから、偏積防止の要請は、利用運送事業者だけが注意喚起を図るだけでは十分でなく、積荷関連会社にガイドラインの存在を周知徹底させる必要があると考えられる。

したがって、J R 貨物及び利用運送事業者は、ガイドラインの内容など重要な情報は、積荷運送に携わる会社間で十分に情報を共有し、周知徹底することが必要である。

J R 貨物は、通運連盟を通じて利用運送事業者に偏積の防止を要請するだけでなく、利用運送事業者である日通本社と協力して、積荷関連会社間でガイドラインの内容を周知徹底させる仕組みを構築することが必要である。

日通本社は、利用運送事業者であることの責務を認識し、偏積防止など重要な情報は社内で展開するだけでなく、関係会社間で共有し周知徹底する仕組みを確立することが必要であると考えられる。

3.5.2 偏積の確認体制に関する分析

積荷の積載状況の確認については、

- (1) 2.6.4 に記述したように、J R 貨物は、事故時に積載した定型的貨物につ

いては、年に1回基本パターンの台帳を確認するのみの調査であったこと、
(2) 2.6.4 に記述したように、コンテナを貨車に積み込む大竹駅には、ポータブル重量計、輪重測定装置等の機器を装備していないため、機器等で偏積を確認する検査は実施されていなかったこと

から、積荷がコンテナに積込・施封された後に、チェックシート等と異なる積込みがなされたか否か確認する仕組みがなかったため、J R貨物が偏積を確認することは困難であったと考えられる。

したがって、チェックシート等によるサンプル調査について、年に1回基本パターンを確認するのみの調査ではなく、利用運送事業者である日通大竹支店が適切な時期において任意のコンテナを抽出してその荷姿とチェックシート等を目視で比較すること、さらに、J R貨物は利用運送事業者が適切にサンプル調査を実施していることについて台帳で引き続き確認するとともに、効果的に頻度よく積荷の積載状況を確認する方法を検討し、積載方法の実態把握及び偏積防止の要請を徹底して行い、未然に偏積を防止する仕組みを確立することが必要である。

また、貨物列車にコンテナを積載する大竹駅には、ポータブル重量計や輪重測定装置など機器等で偏積をチェックする機能はなかったことから、ポータブル重量計、トプリフター、輪重測定装置及びトラックスケールを活用して、偏積を効果的に検出できるようなハード対策を早期に充実させることが必要である。さらに、コンテナ取扱いのある全貨物駅においても、偏積に起因する事故の発生を防ぐために、ハード対策の整備を進めることが望ましい。また、コンテナに積荷を積載して貨物駅まで運搬する利用運送事業者は、偏積を防止するために、2.10(2)①bに記述したように偏積防止マニュアルの手法を用いて、荷物を積載したコンテナをトラックに積載する前と後に、トラックの左右の車高差を計測する積載チェックを確実にを行うよう周知徹底することが必要である。

3.5.3 偏積が確認された場合の措置に関する分析

2.6.3 に記述したように、過去（平成29年及び令和2年）に大竹駅で積み込まれた積荷に偏積が確認されていたにもかかわらず、本事故においても積荷に偏積が確認されたことから、過去の事象が教訓として生かされなかったものと考えられる。これは、2.6.2(4)に記述したように、偏積が確認された場合に偏積したコンテナの積み直しに重点が置かれていたため、J R貨物から利用運送事業者や積込会社に対する再発防止の要請が十分に行われていなかったことによるものと考えられる。

よって、偏積を防止するためには、J R貨物は、偏積が確認された場合、利用運送事業者、積込会社等の関係会社とともに、原因を究明し再発防止策を講じる仕組みを確立することが必要である。

3.6 脱線に関する分析

3.6.1 偏積の関与

3.3.3 に記述したように、事故直前の本件貨車の輪重は、積荷の偏積により、左車輪の方が右車輪より小さくなっていたものと推定される。これにより、本件貨車が本件曲線を走行中に、左車輪（外軌側）の輪重が減少したことに加え、右車輪（内軌側）輪重の増加により、左車輪（外軌側）の横圧が増加し、外軌側の脱線係数が大きくなっていた可能性があると考えられる。

また、2.9.2 に記述したように、車両運動シミュレーションでは、事故時の偏積を想定すると、左車輪（外軌側）の輪重が減少し、横圧が増加することにより、外軌側の脱線係数が増加することから、積荷の偏積が乗り上がりをもたらし助長する要因となるものと考えられる。

3.6.2 軌道変位の関与

2.3.2.4 に記述したように、事故現場付近の動的な各軌道変位は整備基準値内であった。整備すべき対象となる変位量に該当していなかったが、内軌側に約3.5mの噴泥が認められ、乗り上がり箇所付近に周期的な複合変位が存在していた。この複合変位は2.3.2.4 に記述したように、空車重量が39.7tの軌道検測車で測定した結果であり、このとき輪重は約4.96tになるものと考えられる。一方で、本件貨車はコンテナの左右偏積により内軌（右）側輪重が約8tと軌道検測車の約1.6倍であったことから、内軌側車輪の落ち込み量は、軌道検測車が走行したときよりも増加した可能性があると考えられる。

3.6.3 まくらばねダンパの減衰特性の関与

2.3.3.5 に記述したように、前台車及び後台車ともに、左側のまくらばねダンパのダンパ長が“積車特性”と“空車特性”の切替長415mm付近にあり、走行時は車体のロール振動により“積車特性”と“空車特性”が交互に切り替わっていた可能性があると考えられる。

一方で、2.9.2 に記述したように、事故時の積載を考慮した車両運動シミュレーションでは、外軌（左）側のまくらばねダンパ長において、減衰特性が切替長415mmをまたぐ条件となるが、ダンパ発生力は高減衰側にある積車特性となる左右偏積なしの場合と同等であった。したがって、解析結果では、まくらばねダンパの減衰特性が切り替わることが、脱線に及ぼす影響は小さいと考えられる。

3.6.4 乗り上がり要因に関する分析

2.3.3.4 に記述したように、積載したコンテナの左右偏積に伴い、本件貨車にお

いて輪重のアンバランスの拡大が認められ、2.9.2 に記述したように、コンテナの左右偏積が外軌側の車輪の乗り上がりに大きな影響を及ぼしたと考えられる。

2.9.2 に記述したように、事故時偏積では、外軌側のまくらばねダンパの減衰特性が切り替わりながら走行しているが、ダンパ発生力は高減衰側の積車特性となる左右偏積なしの場合と同程度であったことから、まくらばねダンパの減衰特性が切り替わることの影響は小さいと考えられる。

3.6.2 に記述したように、本事故発生直近の軌道検測車で測定された事故現場付近の軌道変位は整備基準値以下であったが、乗り上がり箇所付近に周期的な複合変位が存在しており、本件貨車が走行した場合は、内軌側車輪の落ち込み量が増加し、水準変位が大きくなった可能性があると考えられることから、左車輪が左レールを乗り上がる貨車の挙動を助長した可能性があるものと考えられる。

したがって、本事故は、列車が半径300mの右曲線を通過した際に、事故現場付近においてコキ106形式の貨車前台車第1軸の外軌側の輪重が減少したことに加え、内軌側輪重の増加により外軌側の横圧が増加し、外軌側車輪がレールに乗り上がったことで脱線したと考えられる。

外軌側の輪重が減少したことについては、12フィートコンテナ単体での管理目標指針である左右偏積率10%を大きく超過したコンテナが複数積載されたことにより輪重のアンバランスが拡大したためと考えられる。

また、事故現場付近の軌道には、内軌側の軌道上に噴泥が認められ、車両通過時の水準変位の増大が、左右偏積していた車両の輪重減少を助長した可能性があると考えられる。

左右偏積が発生したことについては、

- (1) 利用運送事業者、荷主、積込会社等の関係会社間で、偏積に関する情報が共有されていなかったこと、
- (2) コンテナに積込・施封された後の積荷に関する偏積の確認体制が十分でなかったこと、
- (3) 偏積が確認された場合、原因究明や再発防止策を講じる仕組みがなかったこと

から、これらの要因が重畳したことによるものと考えられる。

(付図15 脱線の要因の推定、付図16 乗り上がり要因の検討結果 参照)

3.7 列車が停止したことに関する分析

本件列車が列車脱線後停止したことについては、

- (1) 2.1.1 に記述した運転士A及び運転士Bの口述、及び2.1.2 に記述した運転状況記録装置の記録から、運転士A及び運転士Bは、列車が停止するまでにブ

ブレーキを扱っていないと推定されること、

- (2) 2.1.1 に記述した運転士Aの口述、及び2.1.2 に記述した運転状況記録装置の記録から、列車脱線後にブレーキ管圧力が急激に低下したと考えられること、
- (3) 2.4.1 に記述したように、脱線開始地点から本件貨車停止位置の間にある脱線防止ガード（右レールの軌間内側）が損傷し、列車停止後の本件貨車の梁に巻き付いていたこと

から、本件列車が脱線してから停止するまでの経過は次のとおりであったと考えられる。

- (1) 本件貨車の前台車が進行方向左側へ脱線後、脱線防止ガードを踏みながら走行した。
- (2) 踏まれた脱線防止ガードの後ろ側が持ち上がり、ブレーキ管に衝撃した。
- (3) ブレーキ管からエア漏れが発生し、ブレーキ管圧力の減圧に伴い、列車にブレーキが作用した。
- (4) 脱線防止ガードは、コンテナと貨車の梁の間に挟まった。
- (5) 列車の進行とともに脱線防止ガードは梁に巻き付いた。
- (6) ブレーキが作用したことにより列車が停止した。

したがって、本件列車が停止したことについては、脱線防止ガードによりブレーキ管が破損し、ブレーキ管圧力が低下した結果、ブレーキが作用し停止したものと考えられる。

また、列車停止後、前頭機関車のブレーキ管圧力が急低下したことについては、2.4.2.1 に記述したように、ブレーキ管が折損したことにより、ブレーキ管の圧力が大気に放出されたことによるものと考えられる。その後、ブレーキ管圧力が急上昇したことについては、2.1.1 に記述したように、脱線発生時、前頭機関車の自弁ハンドルが「運転」位置であったことから、ブレーキ管圧力が低下したことに伴い、前頭機関車の元空気タンクから490kPaの圧力空気が送り込まれた結果、運転台にある前頭機関車の空気圧を示す圧力計のブレーキ管圧力が上昇したことによるものと考えられる。

(付図17 本件貨車及び脱線防止ガードの動き、付図18 主な車両配管位置と脱線防止ガードの関係、付図19 圧力計のブレーキ管圧力の挙動とメカニズム 参照)

3.8 列車防護が執られなかったことに関する分析

2.8に記述したように、運転士Aは、本事故発生前に‘運転中、ブレーキ操作を行わない状態でブレーキ管圧力の指針の降下を認めた場合’における運転取扱いについて教育訓練を受けていたものの、2.1.1 に記述したように、ブレーキ管圧力の指針が

低下したことを認めたが、ブレーキ管圧力が回復したため、教育で受けた現象と異なることから列車防護を行わなかったと口述している。運転士Aは、ブレーキ管圧力が一度低下してから再度上昇する現象について十分に理解していなかった可能性があると考えられる。また、列車停止後に、列車防護が必要であることについて輸送指令に伝えなかったことから、列車防護の必要性について認識していなかったと考えられる。したがって、列車防護の必要性についての教育訓練内容が十分でなかったと考えられる。

また、2.3.1に記述したように、本件列車の停止後、下り列車が2本通過しており、脱線後の本件列車の停止位置の状況によっては併発事故の発生の可能性もあったと考えられることから、ブレーキ管圧力が一度低下した後に再度上昇する現象について、運転士に対して、メカニズムを理解させるとともに、列車防護の方法及び必要性について、教育訓練内容をより充実させることが必要である。

さらに、2.1.1に記述したように、運転士Aは床下に降りて車両点検をする際に転動防止のための手歯止めをしていなかった。このことについては、2.8に記述したように、転動防止手配について車両留置の実態把握を行うことのみで習得状況を確認していたため、異常時に実施できるための教育訓練が不足していたことが関与した可能性があると考えられる。したがって、転動防止手配の方法及び必要性について理解させ、異常時においても転動防止手配が実施できるための教育訓練プログラムを構築する必要がある。

また、2.1.1に記述したように、

- (1) 指令員A及び指令長の口述から、運転士Aの報告により、指令員は車両故障と判断したこと、
- (2) 指令長の口述から、JR貨物の列車に関する‘運転中、ブレーキ操作を行わない状態でブレーキ管圧力の指針の降下を認めた場合の取扱い’について指令員は承知していなかったこと

から、指令員は列車防護の必要性が認識できなかったと考えられる。

指令員が列車防護の必要性が認識できなかったことについては、2.7.4に記述したように、

- (1) JR貨物の内部規程である「運転士異常時の手引」は、第一種鉄道事業者及び第二種鉄道事業者の間で共有すべき規程類の対象になっていなかったことから、関係会社に対して、‘現改比較’等を掲示し、打合せ、調整を図ることがなかったこと、
- (2) JR西日本とJR貨物の間で、列車の運行管理の受委託に伴う、運転関係部内規程類の連絡方法については、必要の都度、担当者の判断（手渡し、メール等）による取扱いを行っており、会社間の窓口や変更内容について事前に通知

する仕組みを明確に定めていなかったことにより、指令員に「運転士異常時の手引」の変更内容が共有されなかったことによるものと考えられる。

受委託協定に従い運転関係部内規程類がJR西日本に十分に共有されていれば、JR貨物の「運転士異常時の手引」の‘運転中、ブレーキ操作を行わない状態でブレーキ管圧力の指針の降下を認めた場合の取扱い’に基づき、本事故時にJR貨物の運転士Aが列車防護を失念したことを指令員が気づき、運転士に列車防護を指示するとともに関係列車の抑止手配を行うなど所要の措置を採ることができた可能性があったものと考えられる。したがって、列車の運行管理の受委託に伴う運転関係部内規程類の対象となるものについて、JR西日本及びJR貨物の間で調整の上明確化し、規程が最新であることを共有し、定期的に確認する仕組みを構築することが必要である。

3.9 列車無線で通話できなかったことに関する分析

輸送指令が運転士Bと列車無線で交信できずに、業務用携帯電話で通話するまでに時間を要したことについては、2.1.1に記述したように、指令長が山陽線は列車無線が入らないところはないと口述していること、及び2.11.1に記述したように、JR西日本では、指令からの音声は乗務員に聞こえるが、乗務員からの音声は指令には聞こえない事象が発生する可能性があることについて把握しておらず、このことに関する指令員への教育は行われていなかったことから、輸送指令は列車無線の通話できない箇所があることを把握していなかったことによるものと考えられる。

輸送指令が運転士Bと迅速かつ円滑に業務用携帯電話等で通話していれば、より迅速かつ円滑な対応ができた可能性があると考えられることから、2.11.2に記述したように、トンネル形状や列車の編成、停止位置が影響し、列車から発信した電波が輸送指令まで到達しない箇所があることについて、輸送指令員に対して周知徹底する必要がある。また、列車無線の使用を前提とした運転取扱区間については、沿線電話の使用などの代替措置を講じ、輸送の安全を確保することが必要である。

(図13 列車無線の現車試験の車両停止位置、図14 補助機関車から電波の届く範囲 参照)

4 結論

4.1 分析の要約

分析の概要をまとめると、以下のとおりである。

(1) 脱線地点

本件貨車の左車輪が285k331m付近で左レール（外軌）に乗り上がり始め、285k326m付近で左に脱線し、そのまま前頭機関車の先頭位置が284k653m付近に至るまで走行したものと考えられる。(3.1.1) *42

(2) 走行速度

本件貨車は速度約52km/hで事故現場付近を走行していたと考えられることから、本件列車は、2.7.1に記述した半径300mの曲線の制限速度である65km/h以内で事故現場を通過したものと考えられる。(3.2.1)

(3) 軌道

複合変位について、事故現場付近に整備基準値よりも小さい変位量の周期的な波形が認められた。また、285k331m付近の右レール付近に、延長約3.5mの噴泥が認められたことから、車両が走行する際には内軌側の車輪が落ち込む状態であったと考えられる。(3.4)

(4) 偏積の認識

偏積に関するガイドラインの内容が、利用運送事業者である日通大竹支店から日物中国営業部、日本製紙大竹工場及び大竹運送へ伝わっていなかった可能性があるものと考えられる。そのため、日通大竹支店以外の関係会社は偏積に関する認識が低かったと考えられる。(3.5.1)

(5) 偏積の確認体制

積荷がコンテナに積込・施封された後に、チェックシート等と異なる積込みがなされたか否か確認する仕組みがなかったことから、偏積を確認することは困難であったと考えられる。(3.5.2)

(6) 偏積が確認された場合の措置

過去の事象が教訓として生かされなかったものと考えられる。これは、2.6.3に記述したように、偏積が確認された場合に偏積したコンテナの積み直しに重点が置かれていたため、JR貨物から利用運送事業者や積込会社に対する再発防止の要請が十分に行われていなかったことによるものと考えられる。(3.5.3)

(7) 脱線の原因

① 偏積の関与

積荷の偏積が乗り上がりを助長する要因となるものと考えられる。(3.6.1)

② 軌道変位の関与

内軌側車輪の落ち込み量は、軌道検測車が走行したときよりも増加した可能性があると考えられる。(3.6.2)

*42 本項の各文章末尾に記載した数字は、当該記述に関する「3 分析」の項目番号を示す。

③ まくらばねダンパの減衰特性の関与

走行時は車体のロール振動により“積車特性”と“空車特性”が交互に切り替わっていた可能性があると考えられる。まくらばねダンパの減衰特性が切り替わることが、脱線に及ぼす影響は小さいと考えられる。(3.6.3)

④ 乗り上がり要因

12フィートコンテナ単体での管理目標指針である左右偏積率10%を大きく超過したコンテナが複数積載されたことによって輪重のアンバランスが拡大したことにより、半径300mの右曲線を走行した際、外軌側輪重が減少したことに加え、内軌側輪重の増加により外軌側の横圧が増加し、外軌側車輪がレールに乗り上がったことで脱線したと考えられる。(3.6.4)

(8) 列車が停止したことについて

本件列車が停止したことについては、脱線防止ガードによりブレーキ管が破損し、ブレーキ管圧力が低下した結果、ブレーキが作用し停止したものと考えられる。(3.7)

(9) 列車防護が執られなかったことについて

運転士に対する列車防護の必要性についての教育訓練内容が十分でなかったと考えられる。指令員が列車防護の必要性を認識できなかったことについては、指令員に「運転士異常時の手引」の変更内容が共有されなかったことによるものと考えられる。(3.8)

(10) 列車無線で通話できなかったことについて

輸送指令が列車無線の通話できない箇所があることを把握していなかったことによるものと考えられる。(3.9)

4.2 原因

本事故は、列車が半径300mの右曲線を通過した際に、事故現場付近においてコキ106形式の貨車前台車第1軸の外軌側の輪重が減少したことに加え、内軌側輪重の増加により外軌側の横圧が増加し、外軌側車輪がレールに乗り上がったことにより脱線したものと考えられる。

外軌側の輪重が減少したことについては、12フィートコンテナ単体での管理目標指針である左右偏積率10%を大きく超過したコンテナが複数積載されたことにより輪重のアンバランスが拡大したためと考えられる。

左右偏積が発生したことについては、

- (1) 利用運送事業者、荷主、積込会社等の関係会社間で、偏積に関する情報が共有されていなかったこと、
- (2) コンテナに積込・施封された後の積荷に関する偏積の確認体制が十分でな

かったこと、

- (3) 偏積が確認された場合、原因究明や再発防止策を講じる仕組みがなかったこと

から、これらの要因が重畳したことによるものと考えられる。

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、コンテナに積載された積荷による左右偏積が主たる要因となって、発生したものと考えられる。積荷の左右偏積を防止するためには、2.10に記述した江差線脱線事故を踏まえた再発防止策を実施しているものの、十分ではなかったと考えられることから、以下のことが必要である。

- (1) 江差線列車脱線事故以降、偏積の対策として、コンテナ積付けガイドライン及びマニュアルの作成等を行い、利用運送事業者に周知してきたものの、積込会社及び荷主等は、偏積に関する認識が低かったことから、偏積に関する情報が共有されていなかったものと考えられる。したがって、JR貨物及び利用運送事業者は、ガイドラインの内容など重要な情報は、積荷運送に携わる会社間で十分に情報を共有し、周知徹底することが必要である。また、JR貨物は、通運連盟を通じて利用運送事業者に偏積の防止を要請するだけでなく、利用運送事業者である日通本社と協力して、積込会社を含む関係会社間でガイドラインの内容を周知徹底させる仕組みを構築することが必要である。
- (2) 事故発生時の積荷の確認方法では偏積をチェックすることは困難であったことから、効果的に頻度よく積荷の積載状況を確認する方法を検討し、積載方法の実態把握及び要請を徹底して行い、未然に偏積を防止する仕組みを確立することが必要である。
- (3) 過去に偏積であることが確認された事象が発生した際、関係各社で情報を共有し、原因を究明し、再発防止策を講じる仕組みはなかった。未然に偏積を防止するためには、JR貨物は、偏積が確認された場合、利用運送事業者、積込会社等の関係会社とともに、原因を究明し再発防止策を講じる仕組みを確立することが必要である。
- (4) 貨物列車にコンテナを積載する大竹駅には、ポータブル重量計や輪重測定装置など機器等で偏積をチェックする機能がなかったことから、ポータブル重量計、トップリフター、輪重測定装置及びトラックスケールを活用して、偏積を効果的に検出できるようなハード対策を早期に充実させることが必要である。

さらに、コンテナ取扱いのある全貨物駅においても、偏積に起因する事故の発生を防ぐために、ハード対策の整備を進めることが望ましい。また、コンテナに積荷を積載して貨物駅まで運搬する利用運送事業者は、偏積を防止するために、偏積防止マニュアルの手法を用いて、荷物を積載したコンテナをトラックに積載する前と後に、トラックの左右の車高差を計測する積載チェックを確実にを行うよう周知徹底することが必要である。

5.2 事故後にJR貨物が講じた措置

本事故発生後にJR貨物が講じた措置は以下のとおりである。

(1) コンテナ貨物の偏積について

① 利用運送事業者及び積込会社への偏積防止の要請及び、利用運送事業者への教育

② 貨物運送約款の改正及び、託送時のシステム改修

託送時にシステム上で偏積でないことを宣誓しなければ受託できないようなシステムに改修する。

③ ハード対策によるバックアップ

・ポータブル重量計を増備（令和4年5月、12駅から24駅に増備）

・トラックスケールの新設（令和4年6月にトラックスケールを1駅に設置、データ採取・分析を実施中）

・輪重測定装置の増設

なお、大竹駅については、上記のうち、トラックスケールの新設を予定している。（2023年度中予定）

④ 偏積発見時の対応の明確化

偏積発見時には以下の流れで対応を行うこととした。

利用運送事業者への文書通知→再発防止策の提出→次回発送時の開扉確認→改善状況フォロー

⑤ 積込み状況の抜き取り確認の実施

コンテナの開扉又は積込作業への立会いで、実物が台帳どおりの積み方かどうかの確認を四半期に1回を目途に実施する。（令和4年6月から）

(2) 運転取扱いについて

① 一度低下したブレーキ管圧力が再度上昇する現象を撮影した映像を用いて教育教材を作成し、全運転士に対してメカニズムを理解させるとともに、列車防護及び転動防止手配に関する教育を実施

② 列車運行の受委託について、運転士作業標準等の規程を運行管理の受委託を行っている鉄道事業者を提供し、JR西日本との規程類が最新であること

を定期的に確認する仕組みを構築

5.3 事故後にJ R西日本が講じた措置

本事故発生後にJ R西日本が講じた措置は以下のとおりである。

- (1) 運行管理の取扱いに関して、J R西日本の輸送指令とJ R貨物の乗務員の取扱いの不一致があったことから、運行管理に関するマニュアルを改正する場合には、会社間で正式に変更を事前に通知する仕組みを構築するとともに、定期的（年1回）に改正内容について相互確認を実施する。
- (2) 列車無線が使用できない箇所を把握していなかったため、補助機関車の運転士との連絡に支障を来し、迅速かつ円滑な対応ができなかったことから、列車無線が通じない場合に補助手段である携帯電話や沿線電話を使用する。また、今回の現車試験により列車無線の指向性の特情が判明したことから、輸送指令員に対して同種となり得る箇所及び列車無線が通じない場合の取扱いの徹底の再周知を実施する。

5.4 事故後に国土交通省が講じた措置

本事故発生後に国土交通省が講じた措置は以下のとおりである。

(1) 保安監査による改善指示（抜粋）

① J R貨物に対して

a コンテナの積荷の偏り（偏積）の防止のため、以下を指示。

- (a) 偏積防止のために策定された「コンテナ積付けガイドライン」について、積込みを行った会社まで周知すること。さらに、改正後の貨物運送約款について、その内容を利用運送事業者等が着実に実施することを担保するような効果的な運用方法を検討すること。
- (b) 偏積が確認された際に原因究明及び再発防止策を講じること。
- (c) コンテナ内部を撮影した写真等を用いた偏積のサンプル調査では、実際に積込みを行ったコンテナと写真等とを突き合わせるなど効果的な調査を行うこと。
- (d) ポータブル重量計や輪重測定装置の増備などのハード対策について、それぞれを組み合わせるなどにより効果的な整備方策を検討するとともに、整備計画を策定すること。

b 列車脱線時の運転取扱いについて、当該運転士は、他の列車を停止させる措置（列車防護）等を行っていないことから、教育及び訓練の方法等の検証を指示。

② J R西日本に対して

列車無線について、指令員は、列車無線が使用できない箇所を把握してい

なかったため、機関車の運転士との連絡に支障を来していたことから、同装置が使用できない箇所を調査し、必要な措置を講ずるよう指示。

(2) 「鉄道貨物輸送における偏積対策に関する検討会」を開催

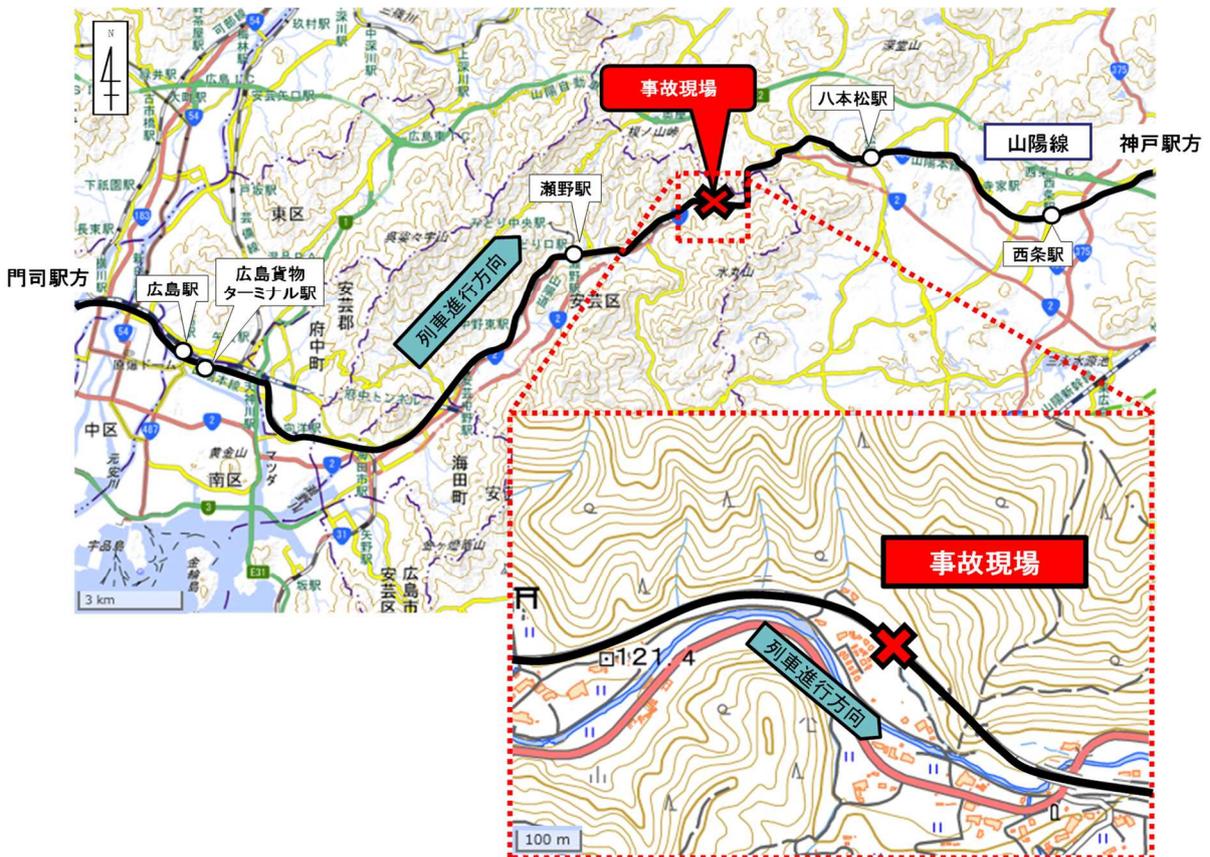
- a スケジュール：令和4年8月から令和4年度末予定
- b メンバー：通運連盟、公益社団法人鉄道貨物協会、公益財団法人鉄道総合技術研究所、独立行政法人自動車技術総合機構交通安全環境研究所、JR貨物、日通本社、国土交通省（鉄道局、総合政策局参事官（物流産業））
- c オブザーバー：日本製紙連合会、経済産業省製造産業局
- d 目的：偏積が原因と推定される脱線事故は、平成24年4月、平成26年にも江差線で発生し、JR貨物において対策が講じられていたにもかかわらず、再度発生したことから、関係者で検討会を開催し、コンテナ内の積荷の偏積を防止するためこれまで実施した対策の検証及び方策の検討を行う。

付図1 山陽線路線図

山陽線 神戸駅～門司駅間 534.4 km (複線・4線、電化)
 兵庫駅～和田岬駅間 2.7 km (単線、電化)
 計 537.1 km

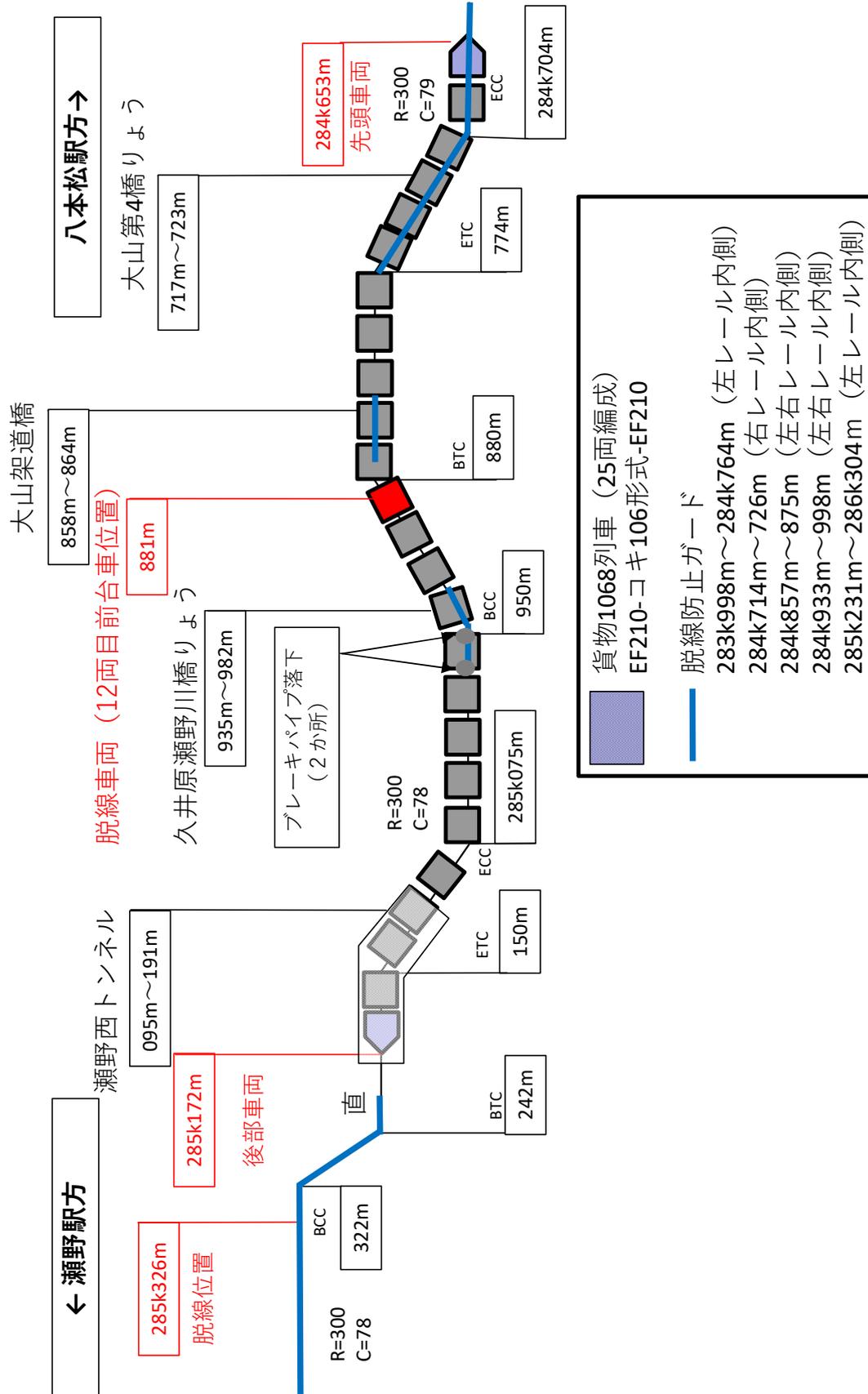


付図2 事故現場付近の地形図

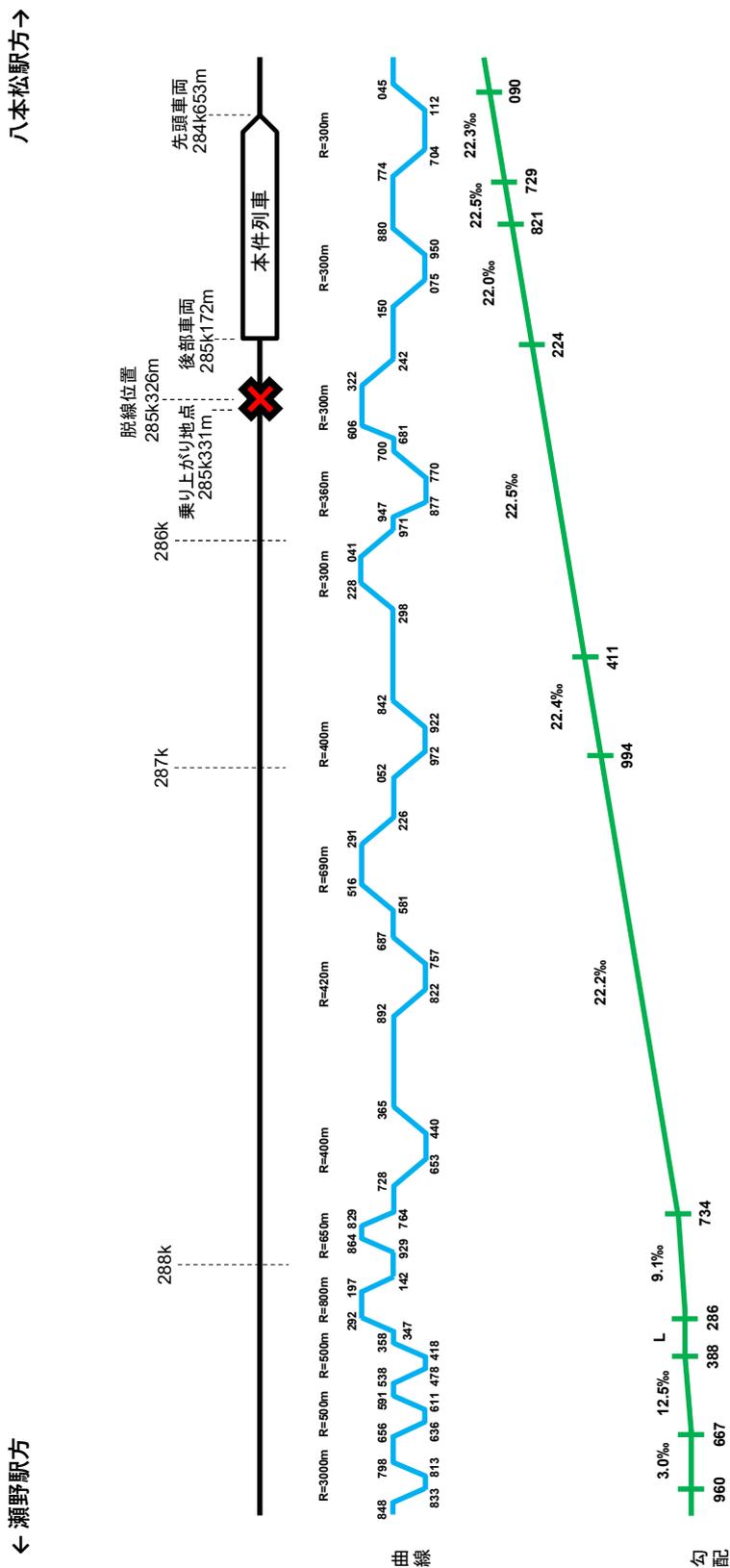


※この図は、国土地理院の地理院地図（電子国土web）を使用して作成。

付図3 事故現場の概況



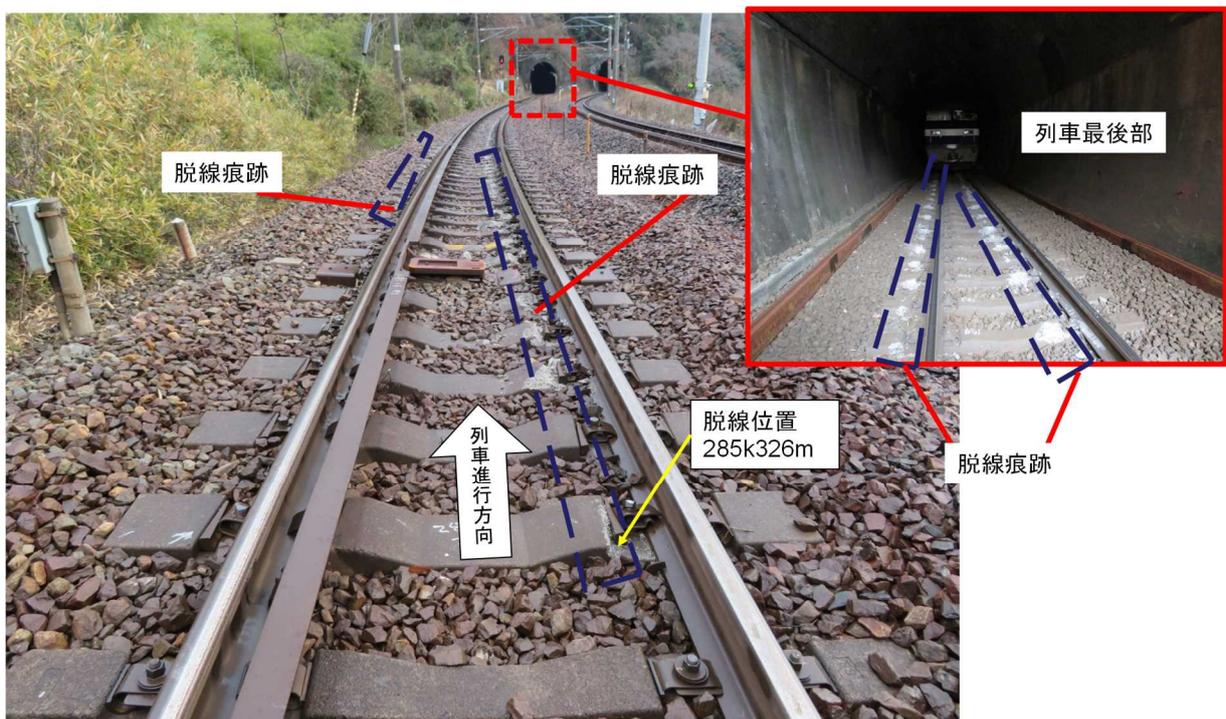
付図4 事故現場付近の略図



付図5 事故現場の脱線の痕跡 その1



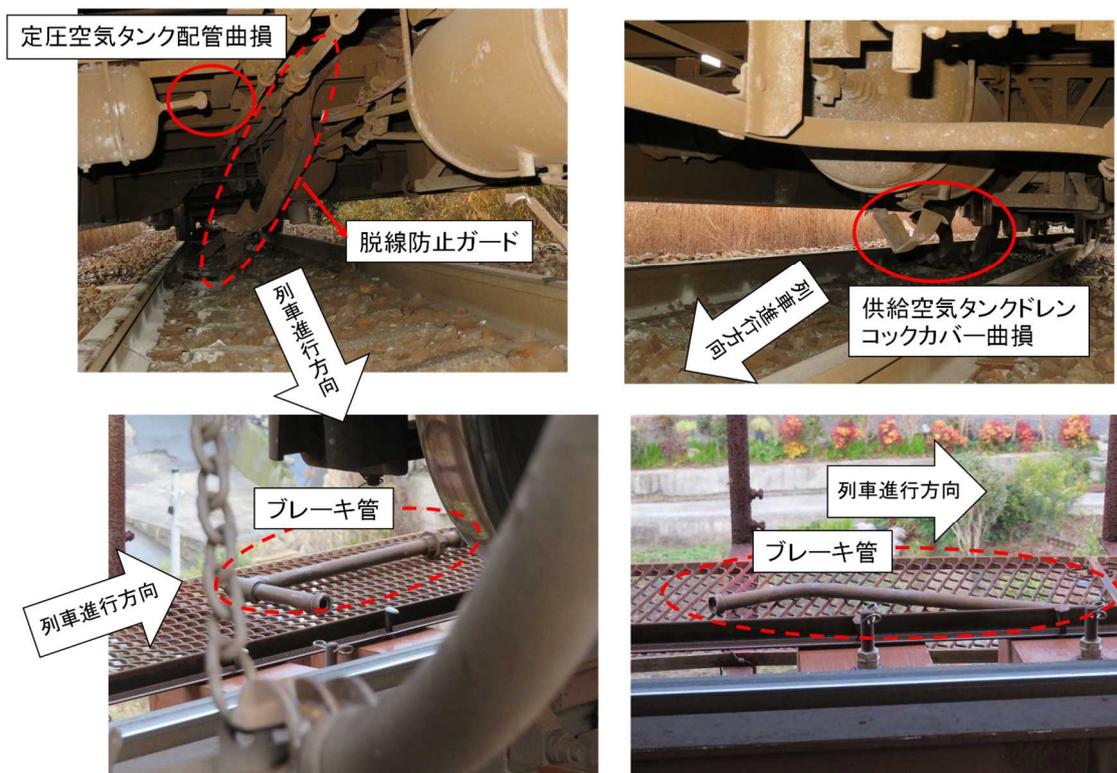
付図6 事故現場の脱線の痕跡 その2



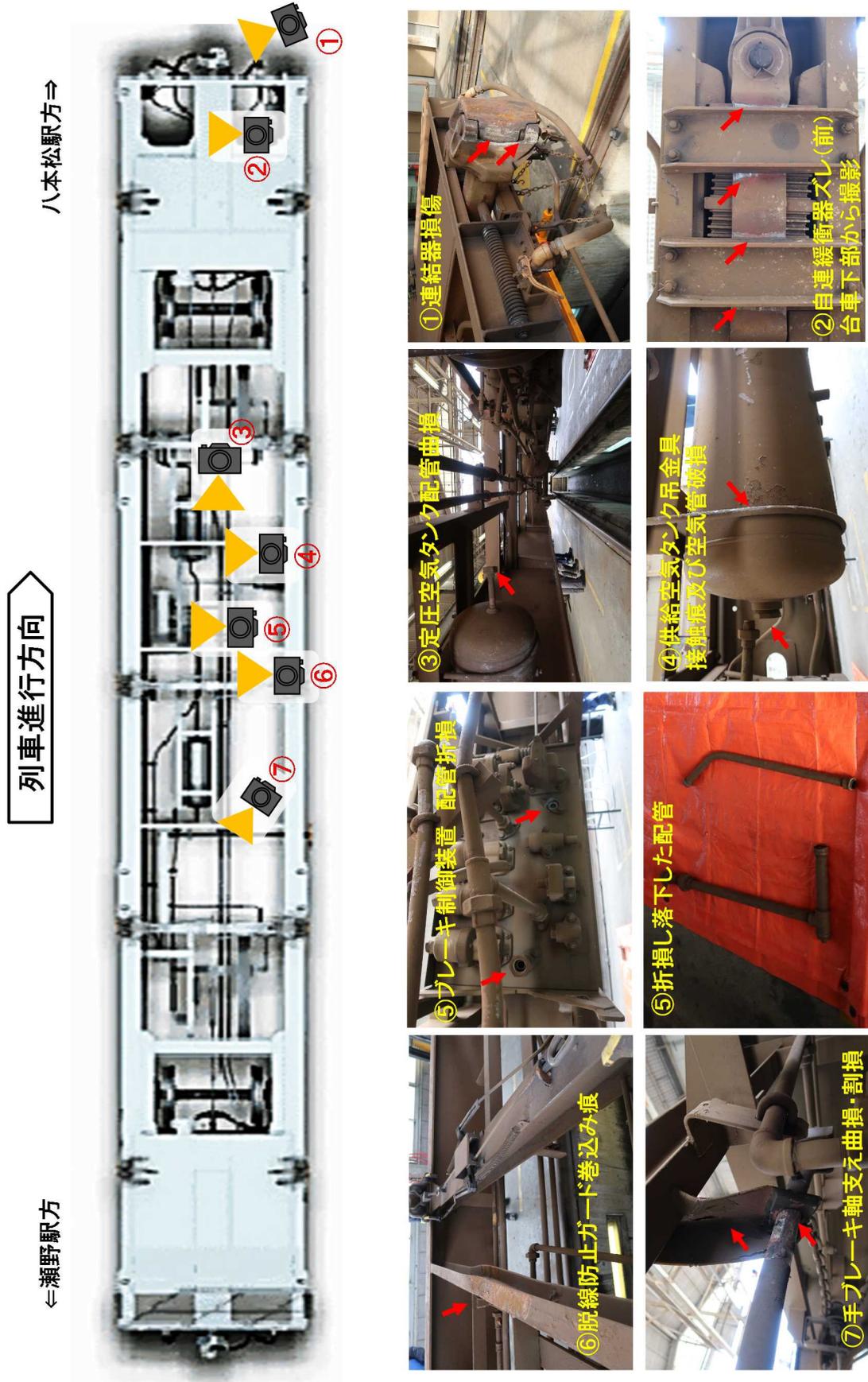
付図7 脱線の状況 その1



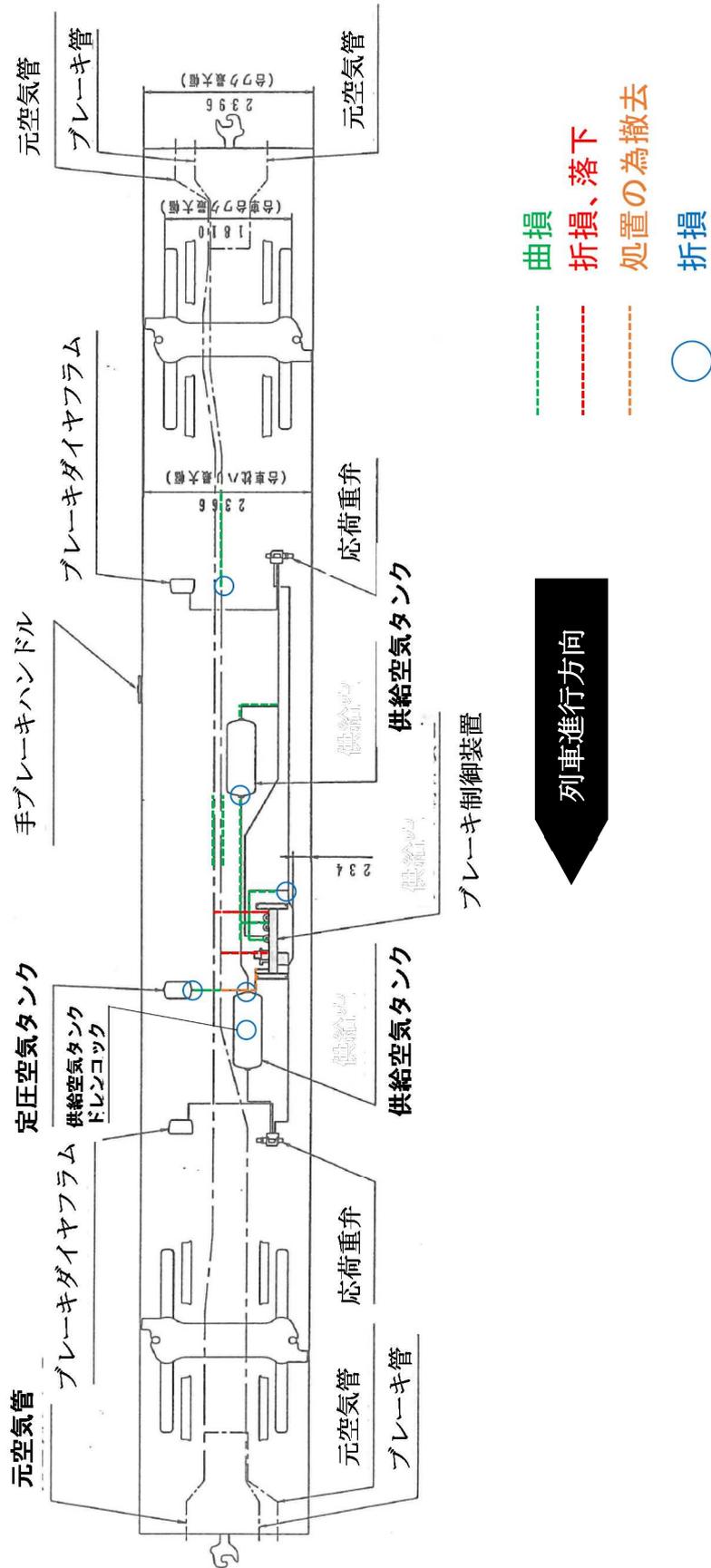
付図8 脱線の状況 その2



付図9 本件貨車の損傷状況

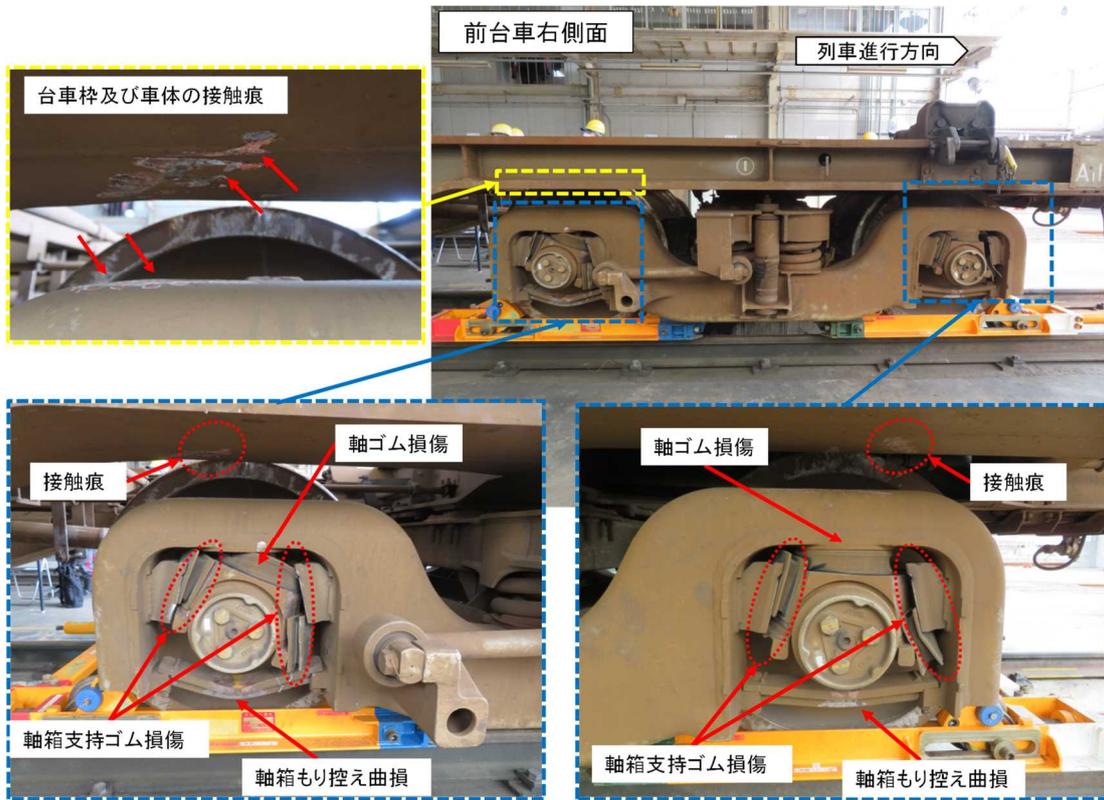


付図10 本件貨車の配管の損傷状況



付図 1 1 台車の損傷状況 その 1

(第 1 台車右側)



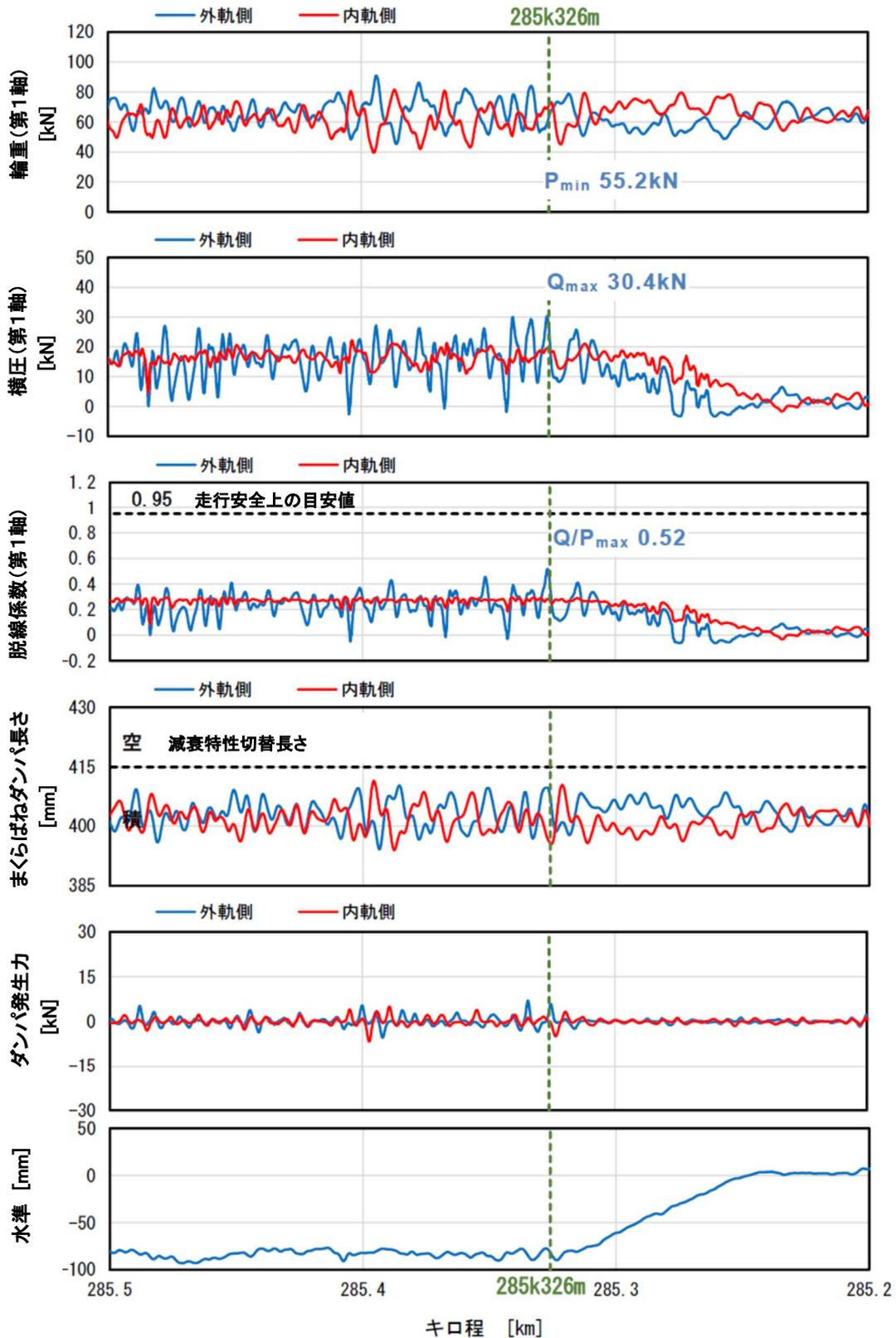
付図 1 2 台車の損傷状況 その 2

(第 1 台車左側)



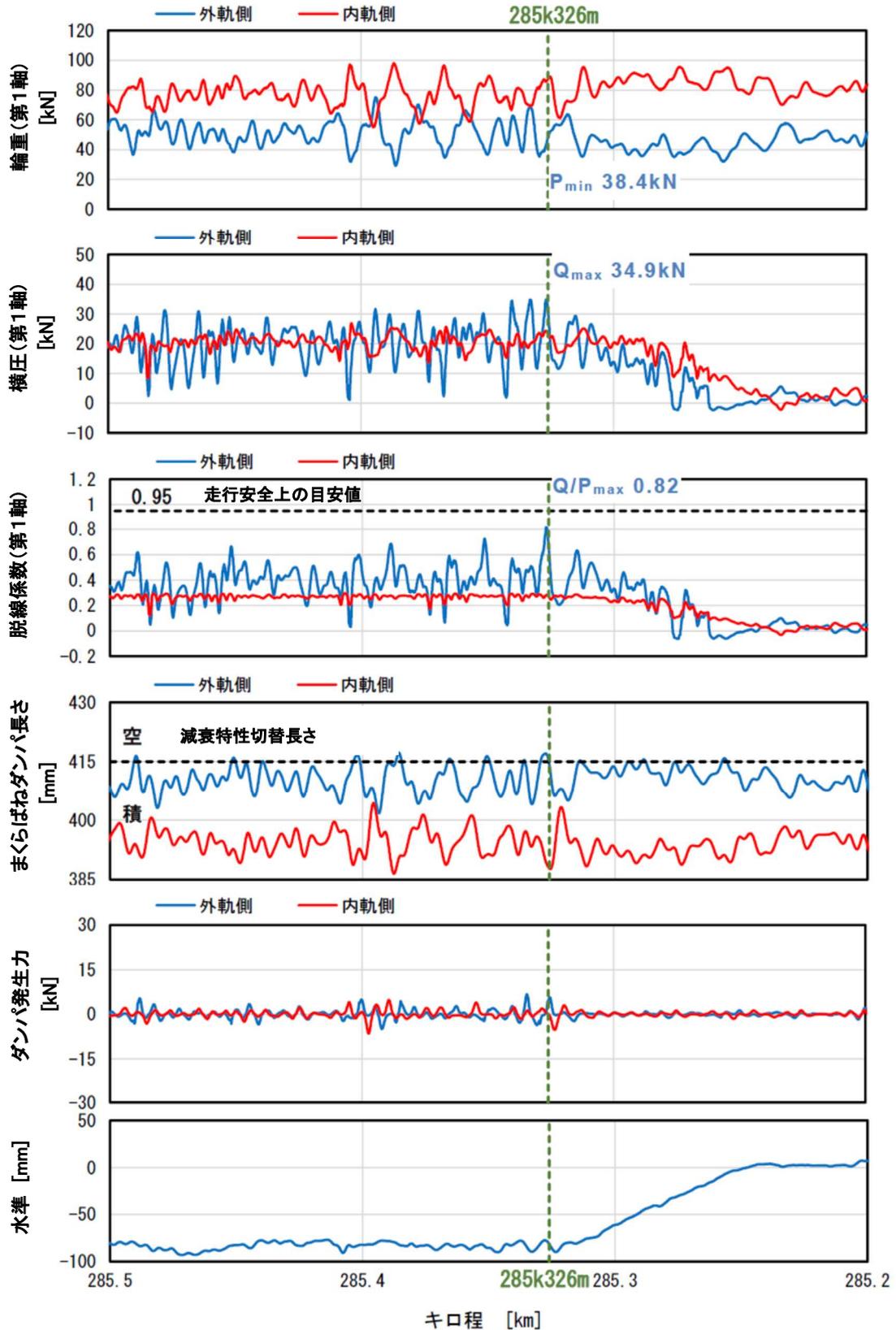
付図 1 3 数値シミュレーションによる解析結果 その 1

(コンテナ左右偏積：なし)

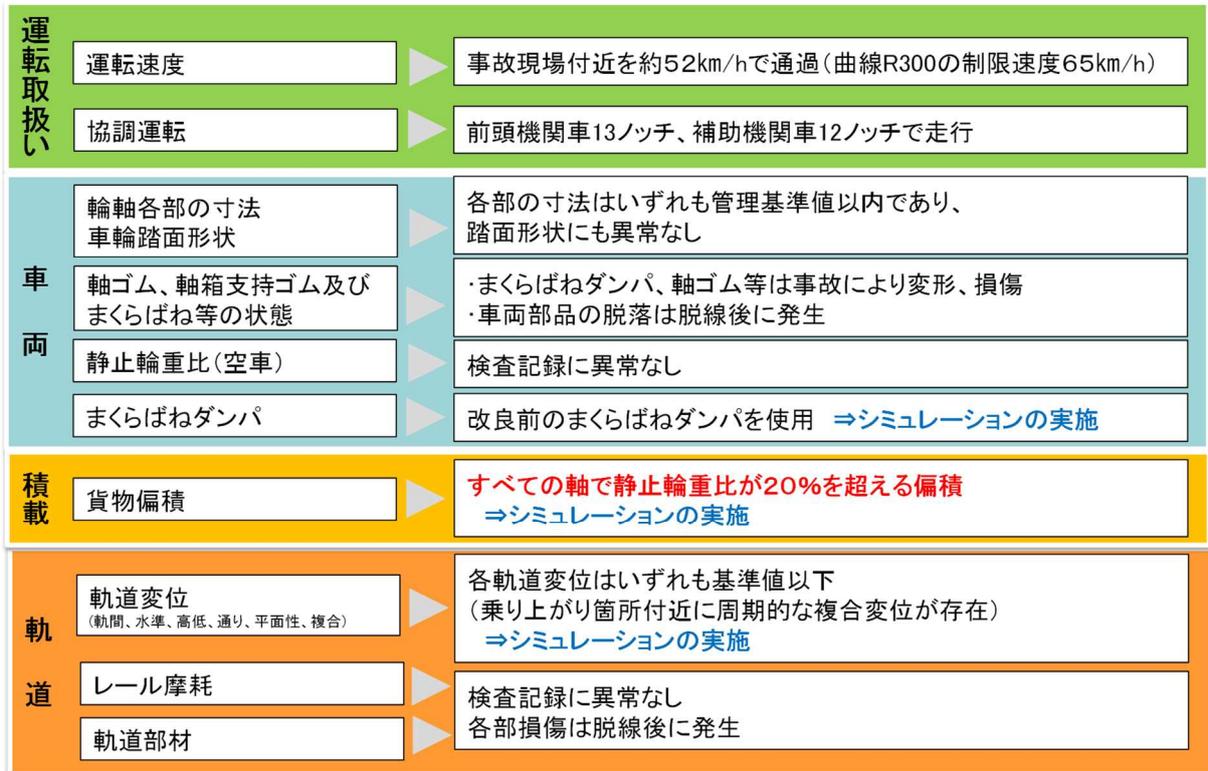


付図 1 4 数値シミュレーションによる解析結果 その2

(コンテナ左右偏積：事故時偏積)

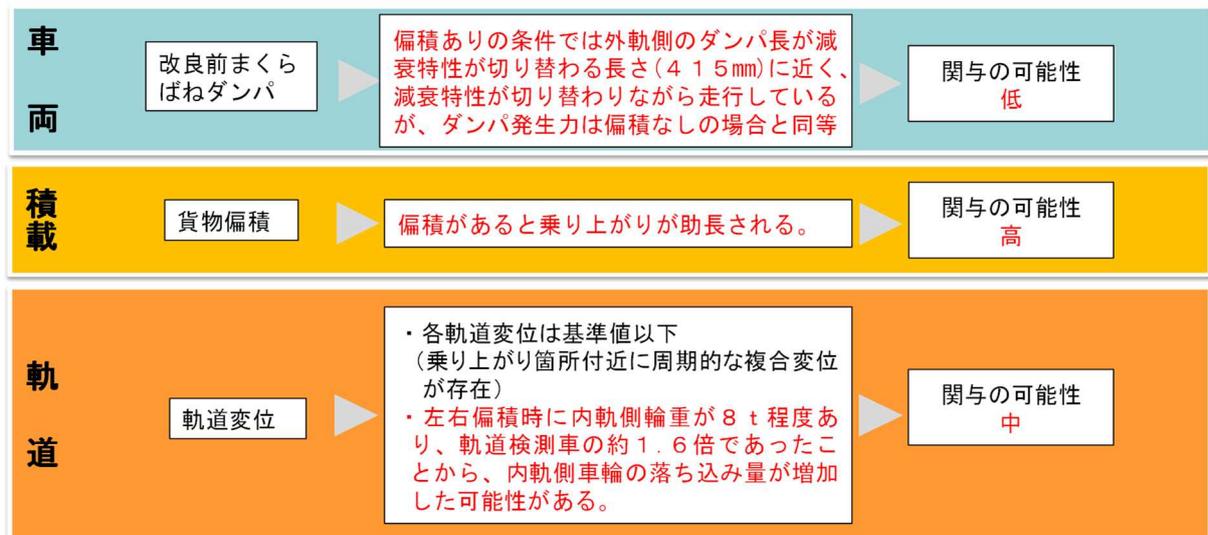


付図 1 5 脱線の要因の推定

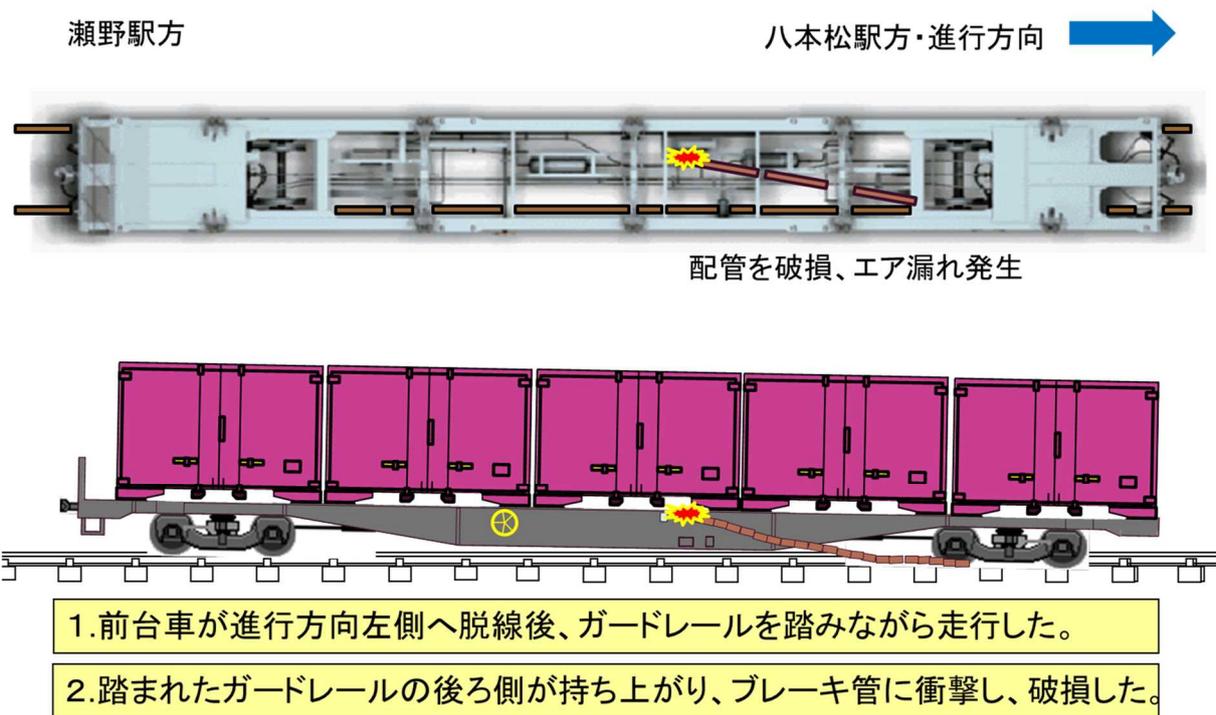


付図 1 6 乗り上がり要因の検討結果

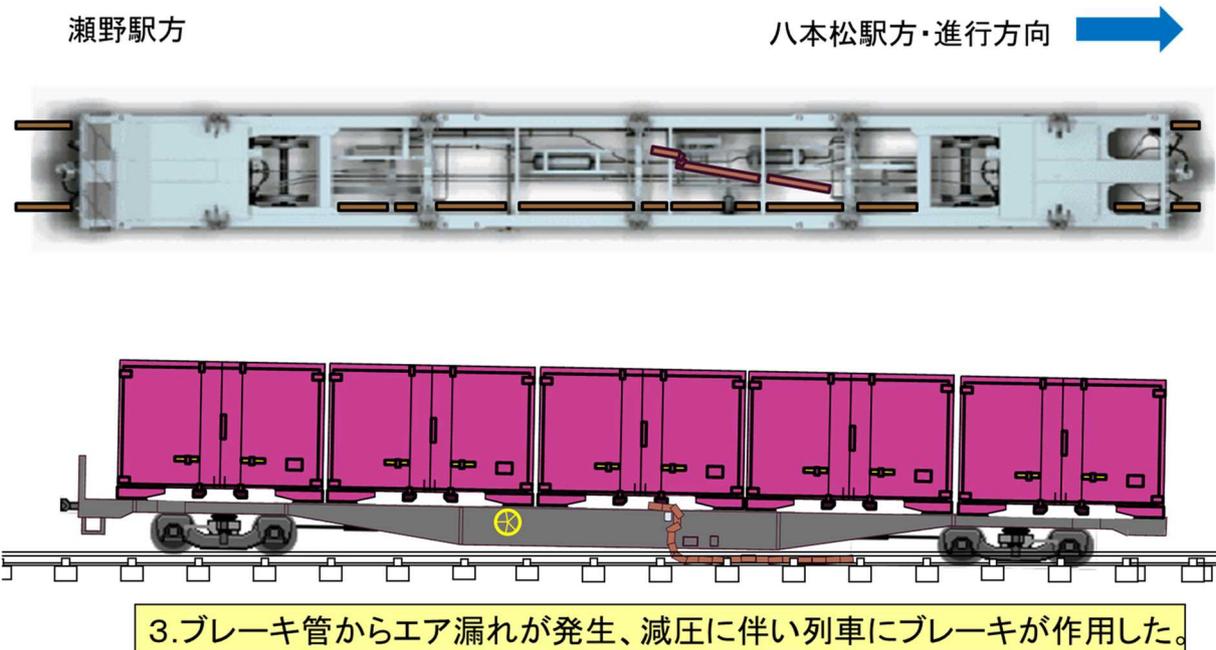
(シミュレーションから)



付図 1 7 本件貨車及び脱線防止ガードの動き (その 1)



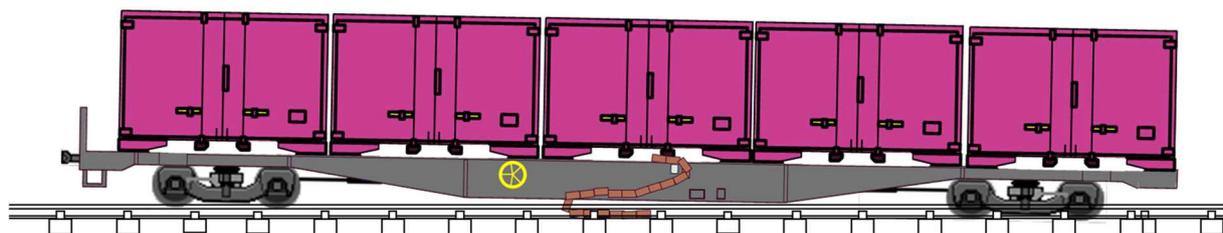
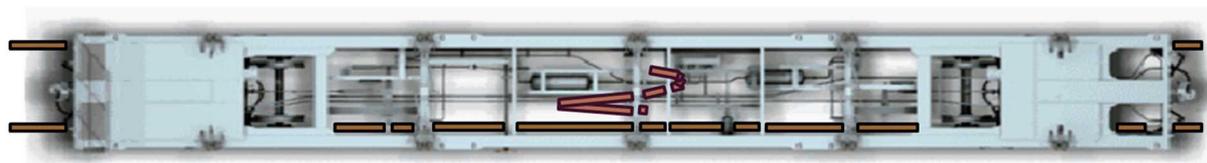
付図 1 7 本件貨車及び脱線防止ガードの動き (その 2)



付図 1 7 本件貨車及び脱線防止ガードの動き (その 3)

瀬野駅方

八本松駅方・進行方向 

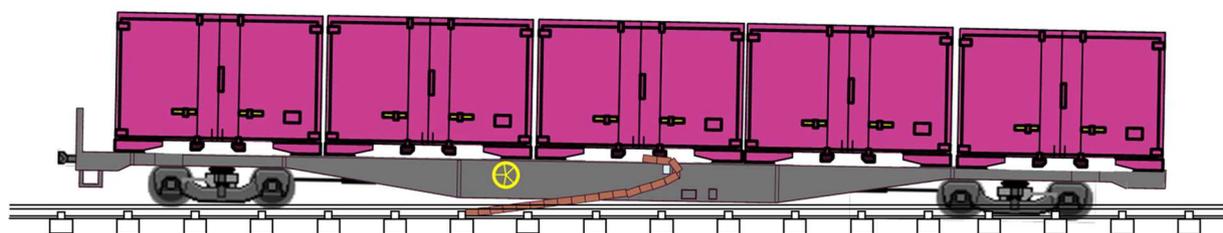
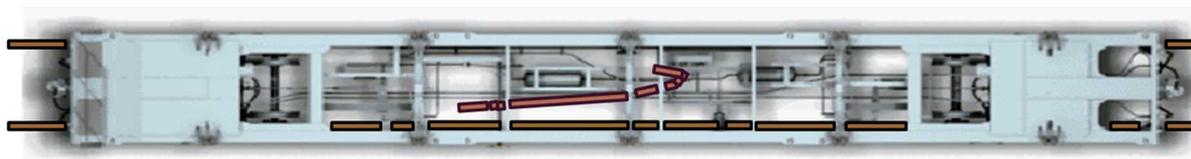


4.ガードレールは、コンテナ3と貨車の梁に挟まった。

付図 1 7 本件貨車及び脱線防止ガードの動き (その 4)

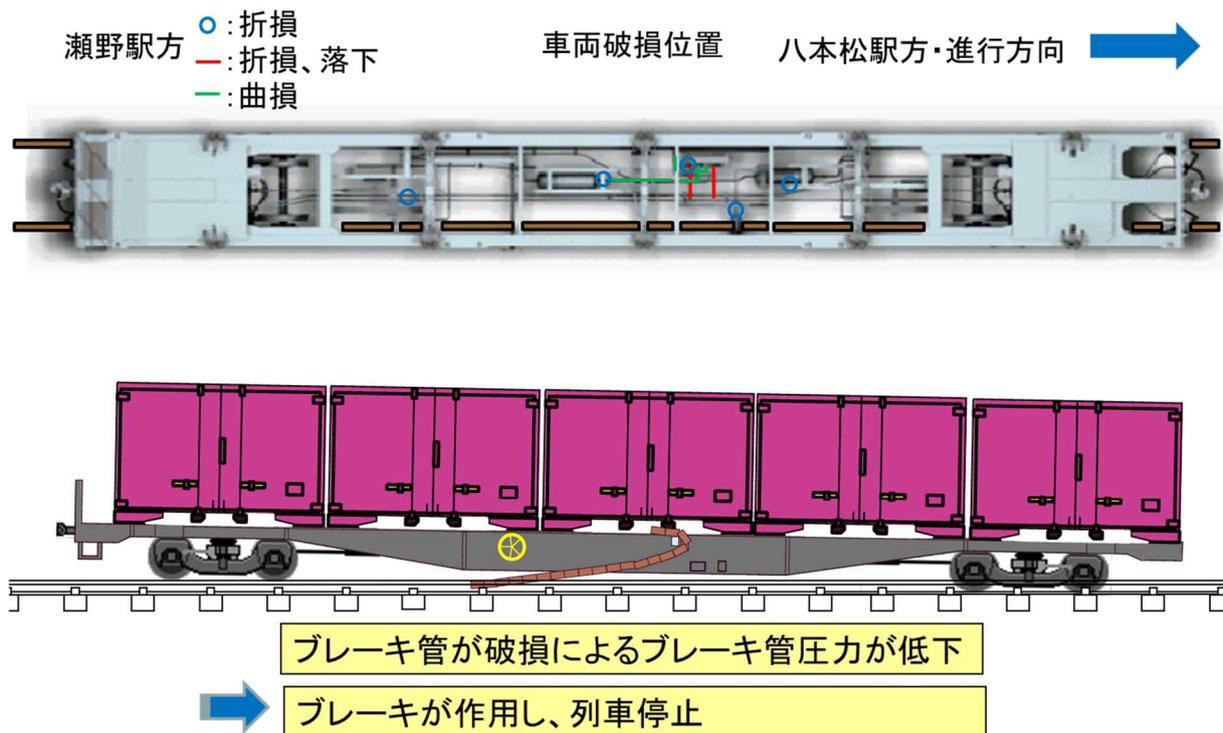
瀬野駅方

八本松駅方・進行方向 

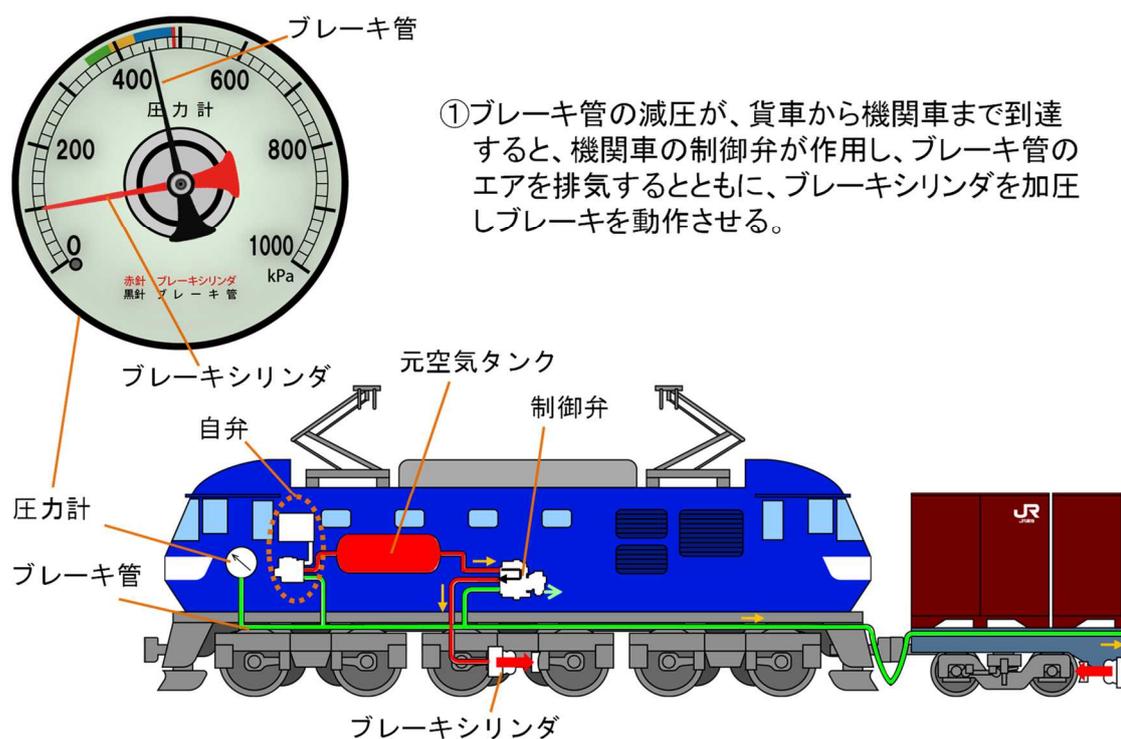


5.列車の進行とともにガードレールは梁に巻き付いた。

付図 1 8 主な車両配管破損位置と脱線防止ガードの関係



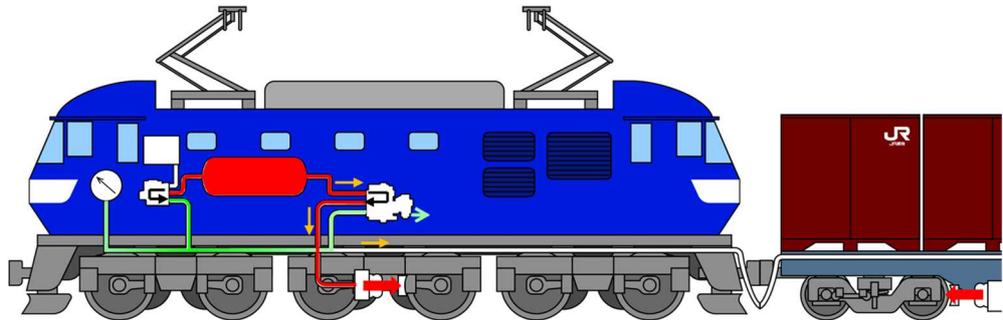
付図 1 9 圧力計のブレーキ管圧力の挙動とメカニズム
(その 1)



付図 1 9 圧力計のブレーキ管圧力の挙動とメカニズム
(その 2)



②しかし自弁ハンドルが運転位置のため、ブレーキ管には元空気タンクよりエアが供給される。ただし、機関車の制御弁の排気口からの排気は継続される。



付図 1 9 圧力計のブレーキ管圧力の挙動とメカニズム
(その 3)



③ブレーキ管が加圧されていくので、機関車のブレーキは緩解する。

